

# 目次

闽北山区森林景观的分布格局与地形关系研究  
..... 赵国帅, 叶功富, 范 蓉, 赖日文 (1)

用 BTB 快速鉴定黄连木雌雄株方法初探  
..... 杨鹭生, 李国平 (7)

红花香椿群落种间联结性研究 ..... 卢胜芬 (10)

湿加松组织培养快繁技术的研究 ..... 朱尾银 (13)

不同营林模式下毛竹氮含量变化的研究  
..... 谢家仪 (20)

福建省自然保护区管理有效性初步评价  
..... 唐巧倩, 付信彬, 江希钿 (23)

长三角居民参与环巢湖体育旅游行动资源及通票价格研究  
——基于理性选择理论的视角  
..... 杨宝雷, 司友志, 汪 上 (30)

矮脚乌龙收获预估及经济价值分析  
..... 华伟平, 丘 甜, 江希钿 (35)

红利上缴背景下国有企业经营者激励研究  
..... 吴萍萍, 陈玲芳 (39)

福建省经济增长对城镇化水平影响的实证研究  
..... 温晓琴, 陈爱民, 吴承祯, 洪 伟 (46)

闽北稻农环境友好型农业技术选择的影响因素研究  
..... 张芷寻, 黄怡强, 范水生 (51)

一类复矩阵变量二次规划问题的快速算法  
..... 张宋传, 邹长忠 (57)

# 武夷学院学报



国际标准刊号: ISSN 1674-2109

国内统一刊号: CN 35-1293/G4

第 35 卷 总第 140 期

2016 年 第 6 期(月刊)

## 编辑委员会

顾 问: 付贤智 黄汉升  
          兰思仁 杨江帆

主 任: 李宝银

副 主 任: 吴承祯 刘用麟(常务)

编 委: (以姓氏笔画为序)

          卢道明 叶琪瑛  
          刘用麟 刘清华  
          许亦善 李宝银  
          李远华 吴承祯  
          陈 铎 陈荣村  
          陈宗道 陈良壁  
          沈慧芳 杜江伟  
          杨 昇 张品端  
          张乔根 林 超  
          郑细鸣 郑向敏  
          赵升云 郭翠莲  
          徐颖惠 路善全  
          蔡明田

## 编辑部

主 编: 李宝银

副 主 编: 刘用麟(常务)  
          沈慧芳

责任编辑: 陈 果 叶丽娜  
          华伟平 陈 虹  
          白 琳 冯起国  
          夏婷婷 杨飞飞

英文审译: 陆 刚

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY



一类广义平均曲率 Rayleigh 方程周期解存在性与唯一性  
 ..... 兰德新, 陈鹭杰, 陈文斌 (61)

一种改进的图像无缝拼接算法 ..... 陈淑清 (65)

浅析城市内河补水水源点方案选择  
 ——以福州市台江区内河为例 ..... 俞立珊 (70)

改进投影寻踪模型在砾石形成评价中的应用  
 ..... 吴 旻, 王振亮, 郑金兴, 钱永平 (76)

城市人行天桥减震措施研究  
 ——以福州浦西人行天桥为例 ..... 罗慧苓, 林 伟 (80)

中国女篮与赛队技术统计分析  
 ——2015 亚锦赛为例 ..... 陈龙强 (84)

世界优秀羽毛球男单选手区域技术使用情况分析  
 ..... 陈 斌 (89)

地方性应用型工科大学物理实验教学模式改革探索  
 ..... 高潭华, 苏春燕, 张明文, 刘雪梅, 叶靖莹 (93)

应用型本科课程体系建设之探讨 ..... 孟新红 (97)

“互联网+”视域下武术微课教学研究  
 ..... 谢群喜, 杨少雄, 李静亚 (101)

“重投等级升降法”在初中篮球教学的运用 ..... 葛清鹏 (107)

# 闽北山区森林景观的分布格局与地形关系研究

赵国帅<sup>1</sup>, 叶功富<sup>2</sup>, 范蓉<sup>1</sup>, 赖日文<sup>3</sup>

(1.福建省林业调查规划院, 福建 福州 350003; 2.福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012;  
3.福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002)

**摘要:**根据闽北山区森林资源二类调查数据资料,选择土地利用类型和优势树种组调查因子,构建两级景观分类系统,最终确定 8 种森林景观要素类型。利用 ArcGIS 空间分析功能,分析各森林景观与地形因子之间的关系。研究结果表明:研究区以有林地为主。针叶林景观占整个研究区森林生态景观总面积的 36.12%,呈现集中连片分布特征,是该区森林景观的基质。研究区内各森林景观随着海拔的变化呈现出明显规律的垂直分异特征,主要分布在海拔 800 m 以下。主要森林景观分布在缓坡至陡坡之间,非林地景观随着坡度升高分布面积逐渐减少,其它森林景观均呈现先增后减特征。除阔叶林景观外均在 16°~25°分布面积最大。各森林景观主要分布在坡向中阳坡、半阳坡,其中又以西坡面积最大。总体来看,森林景观在海拔和坡度上的分异特征极显著,而在坡向上的分异特征不明显。

**关键词:**森林景观;森林资源;地形因子;景观格局;闽北地区

**中图分类号:**S757.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0001-06

长时间以来,景观生态学家们对中大尺度上森林生态系统景观要素的空间布局和配置优化缺乏研究<sup>[1]</sup>。林学与景观生态学的结合,能够从景观尺度上对森林生态系统的组成结构、功能、异质性以及动态变化进行分析,把不同生态系统联系起来,进而把握森林演变的规律,对森林资源的预测及管理有重要意义<sup>[2-5]</sup>。利用森林资源二类调查数据的分类系统并结合使用森林资源小班属性库中的优势树种等字段来对森林景观类型进行划分,有利于森林资源定量分析及科学评价,可以解决景观生态学上的很多现实问题<sup>[6-7]</sup>。

森林景观的空间分布异质性不仅受到生物因素和人为因素的干扰,同时受到诸多自然环境因子的强烈影响,使其在空间上呈现出一定的规律。地形地貌变化引起太阳辐射和降水的空间分布差异<sup>[8-10]</sup>,改变土壤质地,影响土壤水分和养分的空间分布<sup>[11]</sup>,间接地

作用于植被,从而影响森林景观格局的组成及结构,并使其呈现明显的垂直地带性特征<sup>[12-14]</sup>。许多人已经通过利用生态学理论和景观指数对植被空间格局进行了分析研究,不过研究方法较为普遍,并且多采用样地数据局部分析法,很少能从宏观尺度进行深入研究,且对山地森林景观与地形因子关系的研究相对较少。

本文通过利用地理信息系统空间分析技术,定性定量描述和分析森林植被分布与地形因子的关系,探讨闽北山区森林景观与立地因子的分异规律,揭示森林景观空间结构及空间变化的规律性,从而为该地区森林资源的可持续经营与管理、合理保护与利用、生态恢复等提供相应的基础资料和理论依据。

## 1 研究区概况

南平市位于福建省北部、闽江上游,武夷山脉的东南侧,地理坐标:北纬 26°30'~28°20',东经 117°00'~119°25',东北部与浙江省相邻,西北部与江西省接壤,东南部与宁德市交界,西南部与三明市毗连,土地总面积 26 310 km<sup>2</sup>,属于福建省的闽北山区。地貌类型

收稿日期:2016-02-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41176092)。

作者简介:赵国帅(1987-),男,汉族,工程师,主要从事林业遥感及地理信息系统应用研究。

以中、低山为主,地形骨架由武夷山脉、戴云山脉和鹫峰山脉构成,大致呈东北至西南走向。整个地势由东、北、西向南倾斜。气候属中亚热带季风气候,年均气温 19℃,年降水量 1 400~1 800 mm,相对湿度 79%。年日照时数 1 670~1 980 h,无霜期 300 d 以上。研究区内植物种类繁多,树种资源十分丰富。

## 2 数据来源及研究方法

### 2.1 数据来源

收集研究区所涉及的 10 个县市区 2014 年度森林资源建档数据库(以 2007 年森林资源二类调查成果为基础,经每年资源建档更新),图形数据库主要以 1:10 000 的地形图为底图勾绘的各县市林业小班图形数据,空间数据采用西安 80 坐标系,数据格式为 shapefile,属性数据包括:地类、林种、优势树种、树种组成、胸径、树高等多项指标,本研究主要使用其中的土地利用类型和植被属性相关因子。在对南平市所涉及 1:10 000 的地形图校正和扫描后,进行矢量化并对等高线赋值,生成南平数字高程模型 DEM,空间分辨率为 25 m×25 m,然后在 ArcGIS 软件中分别对坡度、坡向及高程进行提取并进行等级划分,具体如下:

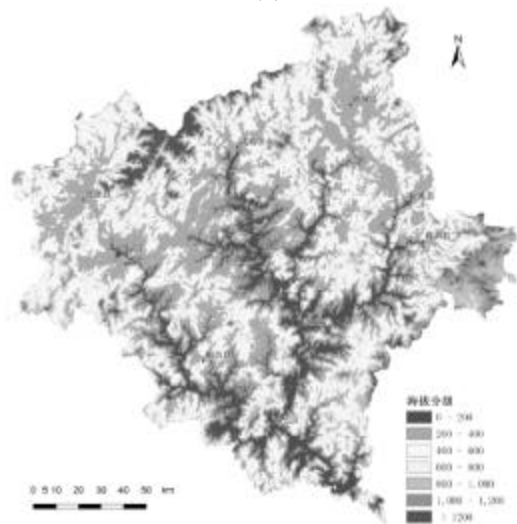
考虑到南平市的植被分布特点、实际气候和森林生长的海拔环境,为了将研究结果显示更明显,以 200 m 为单位进行等级划分,将研究区高程数据共分为 7 级:0~200 m,200~400 m,400~600 m,600~800 m,800~1 000 m,1 000~1 200 m,> 1 200 m。坡度划分成 6 个等级:平坡(0°~5°)、缓坡(6°~15°)、斜坡(16°~25°)、陡坡(26°~35°)、急坡(35°~45°)、险坡(≥46°)。坡向划分为北坡(0°~22.5°,337.5°~360°)、东北坡(22.5°~67.5°)、东坡(67.5°~112.5°)、东南坡(112.5°~157.5°)、南坡(157.5°~202.5°)、西南坡(202.5°~247.5°)、西坡(247.5°~292.5°)、西北坡(292.5°~337.5°)。根据本文研究内容,可进一步概括为阴坡(北坡和东北坡)、半阴坡(东坡和西北坡)、阳坡(南坡和西南坡)以及半阳坡(东南坡和西坡)。

利用地理信息系统软件 ArcGIS 中的空间分析功能,利用 DEM 数据分别提取制作研究区的高程分级图、坡度分级图及坡向分级图(图 1)。将研究区的森林

景观空间分布图分别与上述图层叠加分析,根据各因子的分级情况进行统计分析。



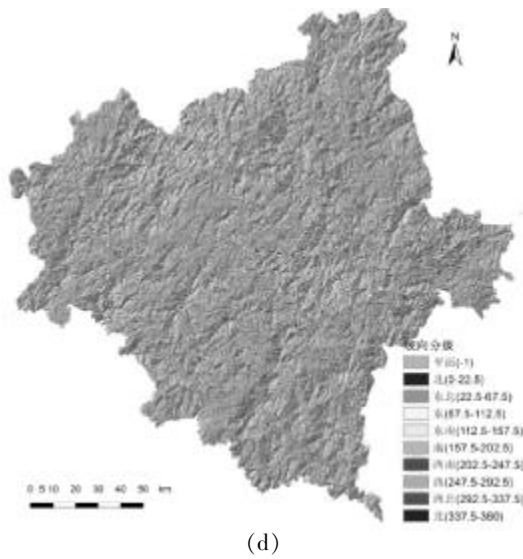
(a)



(b)



(c)



(d)

图1 南平市数字高程模型(a)、海拔(b)、坡度(c)、坡向(d)分级图

## 2.2 森林景观类型划分

根据森林资源二类调查土地分类系统,结合研究区森林资源分布现状及林业生产经营管理的需要,选择利用森林资源小班数据中的土地利用类型和优势树种两个因子进行森林景观划分,从而形成两级的景观类型体系(表1),将研究区景观分为8种。其中有林地根据优势树种划分到二级,灌木林、未成林造林地、无林地和非林地只划分到一级。

表1 南平市森林景观要素分类系统

一级分类	二级分类	代码	一级分类	二级分类	代码
有林地 10	阔叶林	11	未成林 造林地	—	30
	针叶林	12		无林地	40
	竹林	13	非林地		—
	果树林	14			
灌木林	20	灌木林	20		

研究区景观共分为以下8种:(1)阔叶林景观(以阔叶纯林和以阔叶林占优势的阔叶混交林和针阔混交林);(2)针叶林景观(主要以杉木组和马尾松组为优势树种的针叶混交林);(3)竹林景观(主要为毛竹、绿竹);(4)果树林景观(主要为柚、橙、李等);(5)灌木林景观(包括一般灌木林和除果树林以外的特规灌木林);(6)未成林造林地景观(主要为人工造林未成林造林地);(7)无林地景观(主要为采伐迹地和暂未利用荒山荒地);(8)非林地景观(主要是居民地、场区、道路、河流等)。

利用 ArcGIS 软件对研究区森林资源数据中相同

景观的图斑进行融合处理,得到研究区森林景观分布图(图2)和各类型相关统计概况(表2)。

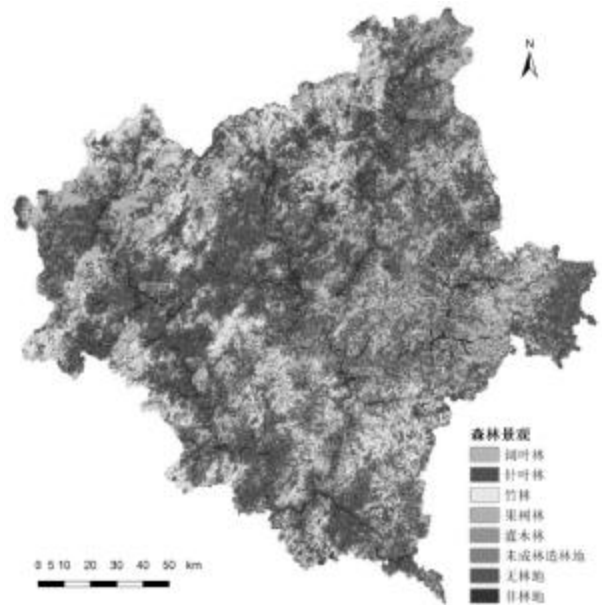


图2 南平市森林景观分布图

表2 不同森林景观类型及统计概况

景观类型	斑块类型面积/10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	占景观面积比例/%	斑块个数/个	占总斑块数比例/%
阔叶林	44.61	16.95	22 137	9.48
针叶林	95.03	36.12	38 785	16.61
竹林	41.33	15.71	36 790	15.76
果树林	10.94	4.16	30 925	13.25
灌木林	10.14	3.85	20 850	8.93
未成林造林地	12.60	4.79	23 998	10.28
无林地	2.75	1.04	7 124	3.05
非林地	45.70	17.37	52 863	22.64
合计	263.10	100.00	233 472	100.00

## 3 结果与分析

### 3.1 森林植被格局与海拔的关系

由图3和表3可以看出,研究区森林景观类型分布随着海拔的变化明显呈现有规律的垂直分异特征:随着海拔的升高各森林景观呈现单峰分布变化,阔叶林和竹林景观在400~600 m海拔处达到最大值,近30%的面积分布在该海拔范围内;其他景观类型均在200~400 m海拔处有最大的分布面积,有40%左右的面积分布在该海拔范围内。大部分植被集中分布在200~800 m范围内,占各自景观总面积的70%以上;

非林地景观 90%以上分布在海拔 600 m 以下, 海拔 1 000 m 以上几乎没有分布。

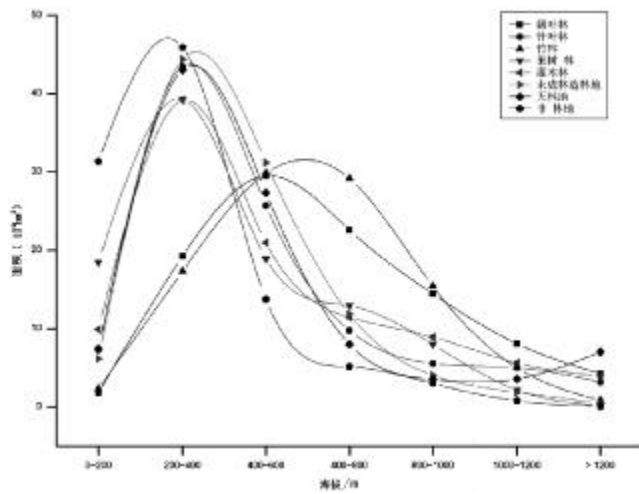


图3 南平市不同森林景观类型沿海拔分布曲线

低海拔地区由于受到人为活动的干扰, 非林地分布较集中, 而其他各植被类型景观分布较少。在 200~600 m 海拔范围内, 针叶林景观占据了大多数; 海拔 400 m 以上, 阔叶林、针叶林和竹林景观分布面积较其他景观优势明显。果树林、灌木林景观主要为人工种植

的果树及茶叶等经济作物, 而未成林造林地和无林地多由森林转化而来, 受到人工种植和采伐等人为活动的干扰, 因此分布地区海拔也一般较低。高海拔地区, 由于受到降水减少和气温降低的影响, 在大于 1 000 m 的地区各植被类型景观分布也较少。

### 3.2 森林植被格局与坡度的关系

由表 4 可以看出, 各景观类型在各个坡度均有不同面积分布, 非林地景观主要为建筑、农田等, 最主要分布在斜坡以下, 陡坡以上, 既不适合农作物的种植, 也不适合人类生产活动, 几乎没有非林地景观分布; 其他景观随着坡度的增加, 均呈现分布面积先增加后减少的趋势, 除阔叶林外, 均在斜坡地区达到分布面积的峰值。除非林地外, 各景观在缓坡~陡坡分布比例均超过了 75%, 其中针叶林、果树林、未成林造林地和无林地分布比例甚至超过了 90%, 主要是由于缓坡和斜坡范围相对适合人类从事森林经营活动(如植树造林, 森林采伐等)且土壤肥力较高; 而陡坡除适宜植被生长外, 由于交通限制限制了人为干扰的严重程度, 因此也有较大的分布面积。急坡与险坡土壤厚度

表 3 不同森林景观类型沿海拔的分布情况

海拔 /m	阔叶林		针叶林		竹林		果树林		灌木林		未成林造林地		无林地		非林地	
	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %
0~200	0.81	1.82	6.88	7.24	0.97	2.35	2.02	18.46	1.00	9.91	0.78	6.17	0.21	7.47	14.32	31.33
200~400	8.60	19.28	41.32	43.48	7.17	17.35	4.30	39.30	3.97	39.15	5.59	44.38	1.18	43.02	20.97	45.89
400~600	13.16	29.51	24.44	25.72	12.34	29.85	2.07	18.92	2.13	20.97	3.93	31.20	0.75	27.34	6.29	13.75
400~800	10.08	22.60	9.29	9.78	12.06	29.18	1.42	12.96	1.16	11.46	1.49	11.84	0.22	8.00	2.36	5.16
800~1 000	6.45	14.46	5.27	5.55	6.37	15.42	0.88	8.02	0.91	8.93	0.51	4.05	0.10	3.55	1.38	3.02
1 000~1 200	3.61	8.09	4.78	5.03	2.07	5.01	0.24	2.18	0.57	5.63	0.24	1.90	0.10	3.59	0.36	0.79
> 1 200	1.89	4.23	3.04	3.20	0.35	0.84	0.02	0.15	0.40	3.94	0.06	0.46	0.19	7.03	0.03	0.07

表 4 不同森林景观类型沿坡度的分布情况

坡度 /m	阔叶林		针叶林		竹林		果树林		灌木林		未成林造林地		无林地		非林地	
	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例/ %
平坡	0.64	1.43	2.98	3.14	0.75	1.81	0.63	5.72	0.56	5.55	0.44	3.48	0.09	3.24	16.66	36.45
缓坡	4.30	9.64	18.56	19.54	5.03	12.18	2.82	25.75	2.23	21.97	2.68	21.25	0.54	19.61	14.35	31.40
斜坡	13.57	30.43	41.14	43.29	16.29	39.42	4.74	43.32	3.21	31.65	5.68	45.03	1.17	42.69	10.70	23.41
陡坡	16.24	36.41	25.99	27.34	14.95	36.17	2.33	21.29	2.37	23.34	3.27	25.92	0.77	27.92	3.50	7.66
急坡	8.42	18.88	5.80	6.11	4.03	9.76	0.41	3.70	1.41	13.91	0.52	4.16	0.16	6.01	0.45	0.99
险坡	1.43	3.20	0.56	0.59	0.28	0.67	0.02	0.22	0.36	3.59	0.02	0.16	0.01	0.53	0.04	0.08

较薄,且受雨水侵蚀严重,有机质成分和土壤水分非常容易丢失,不适合植被生长,因此各林地景观分布面积很小。研究区内不同森林景观在坡度上的分布说明人类生产经营活动对森林变迁有较大影响,相对于自然选择,人为因素干扰占主导地位。

### 3.3 森林植被格局与坡向的关系

坡向主要通过影响太阳辐射和水汽影响森林植被,总体来看,阳坡、半阳坡分布面积较大。从表5可以看出,各景观类型在不同坡向趋于均匀分布但又略有差异,竹林在西北坡分布最多;而阔叶林、针叶林、果树林、灌木林、未成林造林地和无林地,在西坡分布最多;而非林地更多的分布在东坡。总体来看,阔叶林景观在阴、半阴坡分布面积与阳、半阳坡分布面积大体相当;竹林、非林地在阴、半阴坡分布面积较阳、半阳坡有更大的分布面积;而针叶林、果树林、未成林造林地和无林地则与竹林相反,在阳、半阳坡分布面积明显更大,这些分布特征与人类生产经营活动及植被的生物学特性是分不开的。

## 4 结论与讨论

研究区内森林覆盖率较高,有林地景观(阔叶林、针叶林、竹林、果树林)主导了该地区整体景观的结构、功能和动态过程。针叶林景观占整个研究区森林

生态景观总面积的36.12%,呈现集中连片分布特征,是该地区优势景观类型,也是该区森林景观的基质。

通过对南平市森林景观与地形因子关系的研究,结果表明:研究区内各森林景观随着海拔的变化呈现出明显规律的垂直分异特征,主要分布在海拔1000m以下地区。非林地景观集中在海拔300m以下,针叶林景观集中在海拔200~700m,阔叶林和竹林景观主要集中在海拔500~1000m。主要森林景观分布在缓坡~陡坡之间,非林地景观随着坡度升高分布面积逐渐减少,其它森林景观均呈现近似正态分布特征,除阔叶林景观外均在斜坡分布面积最大。各森林景观在坡向中阳坡、半阳坡分布面积相对较大,其中又以西坡面积最大。总体来看,森林景观在海拔和坡度上的分异特征极显著,而在坡向上的分异特征不明显。

自然条件中的地形因子对森林景观格局的空间分布具有不同的影响,随着地形因子的变化各森林景观也呈现出了不同的空间分异规律,说明地形因子对森林景观的空间分异特征具有重要作用。

利用森林资源二类清查数据为基础研究森林景观空间格局时,由于二类数据中非林地绝大部分并未分到二级地类,因此无法区分非林地中的耕地、建筑、道路、水域等景观,对非林地景观的研究无法进一步深入,因此通过加强对其他部门数据的衔接,进一步提高森林资源调查数据的精度和细度,从而为林业生

表5 不同森林景观类型沿坡向的分布情况

坡向	阔叶林		针叶林		竹林		果树林		灌木林		未成林造林地		无林地		非林地		
	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	面积/ 10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>	比例 /%	
东南坡	5.67	12.71	12.77	13.44	4.76	11.52	1.44	13.15	1.36	13.39	1.69	13.43	0.35	12.81	6.82	14.92	
阳坡 半阳坡	南坡	5.10	11.43	12.98	13.66	4.06	9.84	1.51	13.84	1.41	13.95	1.73	13.71	0.36	13.01	4.61	10.09
	西南坡	5.21	11.67	13.52	14.22	4.25	10.29	1.57	14.36	1.48	14.57	1.78	14.10	0.39	14.16	3.76	8.22
	西坡	6.43	14.41	13.73	14.45	5.67	13.71	1.57	14.38	1.48	14.58	1.80	14.31	0.40	14.67	3.88	8.50
小计	22.40	50.22	53.01	55.78	18.74	45.35	6.10	55.73	5.73	56.50	7.00	55.56	1.50	54.65	19.07	41.72	
北坡	5.31	11.91	9.53	10.02	5.67	13.72	1.08	9.86	1.01	9.95	1.26	9.99	0.29	10.63	5.87	12.85	
阴坡 半阴坡	东北坡	4.84	10.86	9.35	9.84	5.20	12.57	1.09	9.98	0.97	9.58	1.26	10.01	0.27	9.82	7.50	16.42
	东坡	5.64	12.63	11.45	12.05	5.42	13.10	1.33	12.20	1.20	11.87	1.53	12.17	0.31	11.30	8.38	18.33
	西北坡	6.41	14.38	11.70	12.31	6.30	15.26	1.34	12.24	1.23	12.10	1.55	12.27	0.37	13.60	4.88	10.68
小计	22.20	49.78	42.03	44.22	22.58	54.65	4.85	44.27	4.41	43.50	5.60	44.44	1.25	45.35	26.64	58.28	

产和研究工作提供更准确的基础数据十分必要。在DEM制作和森林景观数据栅格化过程中,不同空间分辨率的选择对转化精度和景观格局会产生不同的影响,因此在分析地形因子与景观格局相互关系过程中,空间尺度效应是一个不容忽视的问题<sup>[15-17]</sup>。由于尺度变化的复杂性和不确定性,对最优尺度的选择需要更进一步的深入研究。

**参考文献:**

[1] 张佩昌.天然林保护工程概况[M].北京:中国林业出版社,1999.

[2] 徐化成.中国大兴安岭森林[M].北京:科学出版社,1998.

[3] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.

[4] 包慧娟,姚云峰,张学林,等.科尔沁沙地景观格局变化的研究[J].干旱区资源与环境,2003,17(2):83-88.

[5] 古琳,陈俊华,张海鸥,等.成都市林地景观格局动态变化[J].东北林业大学学报,2010,38(3):11-13.

[6] 黄建文.遥感及GIS技术在森林资源信息更新中的应用[J].林业资源管理,2000(2):59-62.

[7] 陆元昌.近自然森林经营的理论与实践[M].北京:科学出版社,2006:211-217.

[8] 舒清态,赵耘,陆元昌.东北天然林区森林景观格局与环境关系的研究[J].云南地理环境研究,2007,19(4):98-102.

[9] Jongman R H G, Ter Braak C J F, Van Tongeren of R. Data analysis in community and landscape ecology[M]. Cambridge: Cambridge University Press,1987.

[10] Pinder J E, Kroh G C, White J D,et al.. The relationships between vegetation types and topography in Lassen Volcanic National Park[J]. Plant Ecol.,1997(131):17-29.

[11] 区余端,苏志尧.地形因子对粤北山地森林不同生长型地表植物分布格局的影响[J].应用生态学报,2011, 22(5): 1107-1113.

[12] 郭砾,夏北成,刘蔚秋.地形因子对森林景观格局多尺度效应分析[J].生态学杂志,2006,25(8):900-904.

[13] Turner M G, Gardner R H. Quantitative methods in Landscape Ecology[M].New York:Springer-Verlag,1991.

[14] 郭晋平,薛俊杰,李志强.森林景观恢复过程中景观要素斑块规模的动态分析[J].生态学报,2000,20(2):218-223.

[15] Cauchereh C. Multiscale heterogeneity map and associated scaling profile for landscape analysis[J]. Landscape & Urban Planning,2007,82(3):95-102.

[16] 陈端吕,李际平,宋涛.西洞庭湖区森林景观类型空间关系研究[J].西北林学院学报,2010,25(4):200-204.

[17] 游巍斌,林巧香,何东进,等.天宝岩自然保护区森林景观格局与环境关系的尺度效应分析[J].应用与环境生物学报, 2011,17(5):638-644.

(责任编辑:华伟平)

## On the Relationship of Forest Landscape Patterns Characteristics and Topography in Minbei Mountain Area

ZHAO Guoshuai<sup>1</sup>, YE Gongfu<sup>2</sup>, FAN Rong<sup>1</sup>, LAI Riwen<sup>3</sup>

(1.Fujian Institute of Forest Inventory and Planning, Fuzhou, Fujian 350003; 2.Fujian Academy of Forestry, Fuzhou, Fujian 350012; 3. School of forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** According to the forest resources survey data of Minbei mountain area, land use types and dominant tree species were selected to build 2-classes landscape classification system and determine 8 types of forest landscape types. Using the spatial analysis functions, the relationship between forest landscape and Topography Factors was studied. The results showed that the overall landscape was dominated by forest land. Coniferous forest landscape type accounted for 36.12% of the entire study area and presented focus and contiguous distribution, is the matrix of the region. Distribution of 8 forest landscape types were at an elevation of below 1 000 m, and the forest landscape types showed a certain degree of vertical zonal features with elevation changes. The main forest landscape types were distributed in gentle slope of 6°~35°. Area of non-forest landscape type decreased with the slope rising, other forest landscape types increased first and then decreased, and reached the maxima between 16°~25°. In the terms of aspect, they were mainly distributed on sunny and semi-sunny slopes, especially in west slope.

**Key words:** forest landscape; forest resources; terrain factors; landscape pattern; Minbei mountain area



# 用 BTB 快速鉴定黄连木雌雄株方法初探

杨鹭生<sup>1</sup>, 李国平<sup>2</sup>

(1.武夷学院 教务处实践科, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

**摘要:**用溴麝香草酚蓝(BTB)的方法,对黄连木雌雄株进行鉴别。结果表明,黄连木雌株提取液在加入溴麝香草酚蓝(BTB)溶液 3 h 后,溶液颜色由黄绿色转变为褐色,而雄株提取液的颜色还是保持原来的黄绿色,随着时间的增加,雌株提取液褐变加深,雄株无明显变化。说明用 BTB 溶液鉴定黄连木雌雄株,实验现象明显,认为可用此方法对黄连木幼苗的性别进行初步鉴定。本实验对黄连木幼苗雌雄株的鉴定提供了科学依据。

**关键词:**黄连木;BTB 溶液;颜色变化;性别鉴定

**中图分类号:**Q945.4 **文献标识码:**A **文章标号:**1674-2109(2016)06-0007-03

黄连木(*Pistacia chinensis*)为漆树科植物,原产中国,生态适应性极强,分布非常广,是重要的荒山、荒滩造林树种,是优质的用材树种;同时黄连木叶繁茂而秀丽,树冠开阔,秋天叶子颜色变成深红色或橙黄色,故也是一种重要的木本观叶植物。黄连木是雌雄异株植物,其种子富含油脂,含油量达 40% 左右,用种子油脂生产的生物柴油碳链长度集中在(C17~C19)之间,与普通柴油接近<sup>[1]</sup>,是一种极具开发前景的木本生物质能源树种。黄连木生产上主要以果实和种子为收获对象,雄株只能作为授粉树,栽培的经济效益较低,黄连木造林中更需要大量的雌株,因此对黄连木苗木的性别鉴定尤其是早期鉴定显得尤为重要,对科学搭配雌雄株比例、提高栽培效益具有重要意义。

植物性别鉴定的研究,概括为形态学、生理生化、细胞学和分子生物学等几个方面<sup>[2-3]</sup>。形态学比较简单易行,但多数雌雄异株植物在幼苗期未表现出外部形

态差异;细胞学是进行雌雄株性别鉴定的重要方法之一,分子生物学技术是最近几年来发展起来的鉴定植物雌雄株性别的新技术、新方法,具有相对准确的特点,但对于实验设备要求较高。理化指标用于雌雄株幼苗的鉴定,相对于形态学鉴定较为复杂,但结果较为可靠,不失为一种切实可行的雌雄株性别鉴定方法。许多研究表明,植物外部性状的表现是体内生理生化代谢的结果,依据个体在生理生化代谢上的某些差异可以达到早期鉴别性别的目的<sup>[4-6]</sup>。

溴麝香草酚蓝(BTB)是一种酸碱指示剂。张雪明、龙程等人用溴麝香草酚蓝法(简称 BTB 法)成功地对黄瓜、杨梅、银杏和石刁柏的雌、雄性别差异进行了鉴别研究<sup>[7-10]</sup>。BTB 的变色范围为 pH=6.0~7.6,酸性呈黄色,碱性呈蓝色,中间经过绿色,通过颜色的不同变化,鉴定出雌雄株。本研究通过提取出黄连木幼叶、花蕾、树皮中浸提物,加入 BTB 溶液后根据颜色变化不同,确定其雌雄株。现将研究结果报道如下:

收稿日期:2015-01-01

**基金项目:**福建省科技厅战略性新兴产业重点项目(2014N0030);福建省科技创新平台建设计划项目(2013N2009);福建省林业厅科学研究项目(闽林科[2013]5 号);国家级大学生创新创业训练计划项目(No.201410397006);福建省科技厅项目(2016S0059)。

**作者简介:**杨鹭生(1964-),女,汉族,高级实验师,主要从事植物生物技术研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

材料为黄连木的幼叶、花蕾、树皮。黄连木的雄株从莆田市仙游县黄尾镇石井村取得,黄连木雌株从莆田市秀屿区东庄石码村取得。材料采集后立即放进装冰盒中,带回实验室置 4 ℃冰箱中保存。

试剂为 0.1% mol/L BTB,0.2 mol/L 磷酸二氢钠, 0.2 mol/L 磷酸氢二钠,9.5% 氨水,0.1 mol/L 盐酸。

### 1.2 主要设备及仪器

TDL5 台式离心机(上海上荣生化仪器厂),HH-4 水浴锅(北京市医疗设备厂),722 型分光光度计(北京宾达英创科技有限公司),pH 计,电子分析天平(梅特勒-托利多仪器(有限公司)等。

### 1.3 实验方法

选取生长健壮的雌雄植株的叶、花蕾、树皮各 0.2 g,用流水冲洗后吸干水分,加 4 mL 0.1mol/L pH 为 6.2 的磷酸缓冲液,在冰浴中研磨,研磨要快速,防止褐变,研磨好后快速装进离心管中,盖好,在室温下浸提 1 h,然后把提取液置于 4 000 r/min 的离心机中离心 5 min,取上清液 3 mL,加 BTB 溶液 4~5 滴,摇匀,置于 30 ℃恒温水浴锅中保温,每隔 1 h 记录提取液的颜色变化,然后用 722 型分光光度计分别测定提取液在 450、550、650 nm 处的吸光值。

## 2 结果和分析

黄连木各部分提取液在加 BTB 后颜色变化情况见表 1。黄连木的花蕾提取液滴入 BTB 溶液后颜色均变为黄绿色。随着时间的推移,黄连木雄株提取液逐渐由黄绿色变成淡黄色到黄色,雌株提取液的颜色黄绿色,2 h 后开始出现褐变,3 h 后完全变成褐色。

表 1 黄连木各种提取液的颜色变化

时间	雌花	雄花	雌叶	雄叶	雌树皮	雄树皮
1 h	黄绿色	黄绿色	黄绿色	黄绿色	黄绿色	黄绿色
2 h	淡褐色	淡黄色	淡褐色	淡黄色	淡褐色	淡黄色
3 h	褐色	淡黄色	褐色	淡黄色	褐色	淡黄色
4 h	褐色	黄色	褐色	黄色	褐色	淡黄色
5 h	褐色	黄色	褐色	黄色	褐色	淡黄色
6 h	褐色	黄色	褐色	黄色	褐色	淡黄褐色
7 h	褐色	黄色	褐色	黄色	褐色	淡黄褐色

黄连木的幼叶跟花蕾的提取液变化相似,滴入 BTB 溶液后颜色均变为黄绿色。随着时间的推移,黄连木雄株提取液逐渐由黄绿色—淡黄色—黄色的变化,雌株提取液的颜色黄绿色,2 h 后开始出现褐变,3 h 后完全变成褐色,实验过程明显看到雌雄株颜色变化的差异。

黄连木的树皮跟幼叶有所不同,滴入 BTB 溶液后颜色均变为黄绿色。随着时间的推移,黄连木雄株

提取液的颜色逐渐变为黄绿色—淡黄色—淡黄褐色,黄连木雌株提取液为黄绿色,2 h 后开始出现褐变,3 h 后完全变成褐色。6 h 后,雌株提取液的颜色变化不明显,雄株提取液呈淡黄褐色。

由图 1 可以看出,黄连木雌雄株花蕾提取液随着时间的增加吸光值都增大。雌株提取液在 450 nm 的吸光值急剧增大,而雄株提取液的吸光值缓慢增加。雌株提取液吸光值的增加幅度大,雄株提取液增加梯度小,从雌雄提取液吸光度差异也显示了彼此之间的不同。

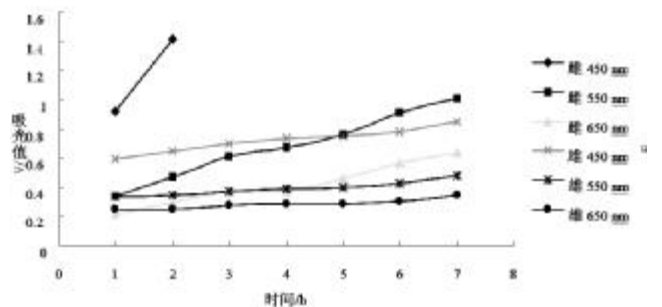


图 1 黄连木雌雄株花蕾提取液吸光值的变化

从图 2 得知,黄连木幼叶跟花蕾相似,黄连木雌株提取液在 5~6 h 的时波长为 550 nm 的吸光值增加幅度最大。雄株提取液的吸光值变化幅度非常小,这也可以做为鉴定雌雄株的一个参考。

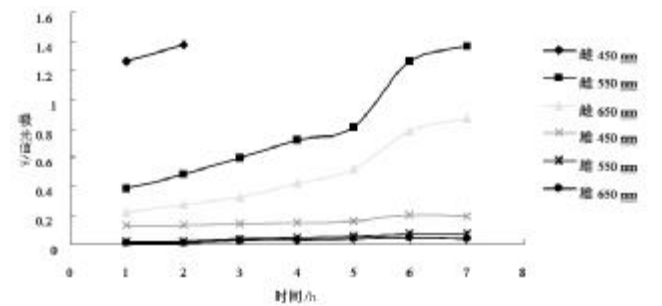


图 2 黄连木雌雄株幼叶提取液吸光值的变化

从图 3 可知,黄连木雌雄株树皮的提取液跟幼叶、花蕾有所区别。雌株树皮提取液在 1~4 h 波长为 450 nm 时增加幅度大,而后缓慢增加。

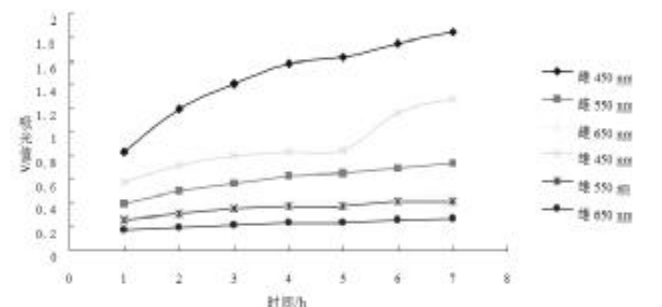


图 3 黄连木雌雄株树皮提取液吸光值变化

根据图 1~3 的曲线图可知,黄连木雌雄株提取液随着时间的增加吸光值都增大。刚开始时,吸光值差距不大,随的时间的推移,差距变大。而黄连木的花蕾和树皮的吸光值差距较大。黄连木提取液在波长 550、650 nm 时吸光值变化幅度非常小,而在波长 450 nm 时,雌雄株提取液的吸光值变化大。

### 3 结论

黄连木雌雄株提取液加入 BTB 溶液后,1~2 h 颜色变化相似。3 h 开始出现明显变化,黄连木雌株提取液由淡黄色变褐色,随着时间的增加而加深,雄株提取液由淡黄色变黄色,随的时间增加但颜色变化不明显,依旧是黄色。根据这些实验结果,在黄连木人工造林时,可以用 BTB 的方法测定幼苗各种提取液颜色变化以确定其雌雄,以便合理搭配人工黄连木林的雌雄株比例。

黄连木提取液在波长 550、650 nm 时吸光值变化幅度非常小,不利于雌雄株的对比,而在波长 450 nm 时,雌雄株提取液的吸光值变化大,且雌雄株提取液的吸光值不同,黄连木雌株提取液的吸光值都比雄株提取液大,这个实验结果可作为黄连木幼苗雌雄株鉴别的参考。

用 BTB 法鉴定黄连木雌雄株,此方法较为快速、简单且有效,在生产中容易掌握,为黄连木幼苗的性别初步鉴定提供了依据,但这种方法并不能从遗传上

揭示雌雄株的差异,所以,此方法只能作为黄连木幼苗雌雄株鉴定的一种辅助手段,其可靠性有待在生产实际中进一步观察。

### 参考文献:

- [1] 段劫,陈婧,马履一,等. 木本油料树种中国黄连木研究进展[J].中国农业大学学报,2012,17(6):171-177.
- [2] 李瑞丽,卢龙斗,高武军,等. 雌雄异株植物性别鉴定的研究进展[J].广西植物,2006,26(4):387-391.
- [3] 尹立辉,詹亚光,李彩华,等. 植物雌雄株性别鉴定研究方法的评价[J].植物研究,2003,23(1):123-128.
- [4] 张淑兰,王华庆. 银杏性别的早期鉴定[J].生物学杂志,1994,58(2):25.
- [5] 许良政. 银杏雌雄株性别早期鉴别[J].农业科技通讯,1996(4):16.
- [6] 陈学好. 黄瓜花性别分化的生理学研究[D].扬州:江苏农学院,2001.
- [7] 龙程,潘瑞焱. 用溴麝香草酚蓝鉴定石刁柏雌雄株[J].植物生理学通讯,1991,27(3):204-205.
- [8] 张雪明. 利用溴麝香草酚蓝鉴定杨梅和银杏的雌雄性别[M]. 武汉:中国植物生理学会第五次全国会议论文摘要,1990:228-229.
- [9] 龙程,潘瑞焱. 影响溴麝香草酚蓝法鉴定石刁柏性别的几种因子[J].植物生理学通讯,1992,28(2):439-441.
- [10] 陈学好,陈艳萍,曹磊生,等. 黄瓜雌雄株性别苗期化学鉴别方法[J].中国蔬菜,2002,(4):4-6.

(责任编辑:华伟平)

## Preliminary Study on the Rapid Sex Identification of *Pistacia Chinesis* Female and Male Plants by Bromothymol Blue

YANG Lusheng<sup>1</sup>, LI Guoping<sup>2</sup>

(1.Office of Teaching Affairs, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2.College of Ecology and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

**Abstract:** The identification of male and female plants of *Pistacia chinensis* was investigated by using bromothymol blue (BTB) method. Results showed that the solution color of extracts from female plants turned from kelly into brown 3 h after added in BTB solution, while the the solution color from male plants had no significant changes, maintaining the original yellow-green. As time increased, the solution color of female plants enhanced, while the the solution color of male plants had no changes. It was believed that the BTB staining method could be used to preliminary identify the male and female plants of *Pistacia chinensis*. The research might provide a scientific basis for the sex identification of *Pistacia chinensis*.

**Key words:** *Pistacia chinensis*; BTB solution; color change; sex identification

# 红花香椿群落种间联结性研究

卢胜芬

(龙岩市永定区林业局, 福建 永定 364100)

**摘要:**对典型样地调查资料建立 2×2 联列表等方法,计算和分析了红花香椿群落的种间联结、共同出现几率、 $X^2$  检验值和主要树种重要值等技术参数,揭示了红花香椿种群间的种间联结关系。重要值测定结果表明,群落主要优势树种为红花香椿 20.25%、香叶树 17.15%、桂花 14.17%、薄姜木 7.58%、酸枣 5.09%、糙叶树 5.01%、香樟 4.84%、臀形果 4.84%、枫香 3.19%。与红花香椿种间正向联结程度较高的树种为酸枣、千年桐、毛八角枫、罗木石楠、龙眼、苦楝、黑壳楠、鹅掌楸、榉木、八角枫,负向种间联结的主要树种为薄姜木、糙叶树、枫香、木蜡、臀形果、香樟。红花香椿与酸枣既有相同或相似立地环境需求,也能互利共生,酸枣是红花香椿的理想伴生树种。

**关键词:**红花香椿;群落;重要值;种间联结

**中图分类号:**S718 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0010-03

林木种间关系是森林群落结构重要特征之一,反映了群落形成和演替过程,掌握种间关系对科学开展森林经营管理、自然植被恢复和生物多样性保护等具有重要作用<sup>[1-3]</sup>。通过设置典型样地调查,获取区域内红花香椿的样本资料,据此对红花香椿与其他相关树种的种间联结特征进行统计与分析,正确认识天然红花香椿的群落结构,探讨区域群落中的红花香椿功能地位以及其它物种与其的相互关系,通过寻找和保护与之正联结性较强的物种来保护其生存环境,揭示红花香椿在种群间的种间联结关系,为更有效地保护红花香椿天然种质资源、科学开展经营和森林健康管理等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 区域概况

红花香椿群落位于福建省永定区培丰镇长流村凹子头,具体位于东经 116°57'43",北纬 24°55'16",海拔高度 372 m。该山地坡度 5°,土层深厚,土壤为红壤。永定区属中亚热带海洋性季风气候,多年平均气

温 20.1 °C,红花香椿分布区域面积 1.3 hm<sup>2</sup>。

### 1.2 取样与调查方法

针对红花香椿在本区域的小面积斑块分布特点,选择具有代表性的群落,设定 20 m×20 m 样地 13 块,全林分调查了样地内胸径大于或等于 5 cm 的乔木树种,每木检尺调查各树种的种名、胸径、树高、株数、冠幅等测树因子。取每个样地 4 个角设置 2 m×2 m 小样方调查灌木层和草本层植物,灌木层测定灌木树种的名称、株数、高度、地径,草本层记载植物名称、个体数、盖度、株高等指标。

### 1.3 数据处理

重要值计算公式为:重要值(IV)=(相对多度+相对频度+相对优势度)/3。

对调查的 13 个乔木样方(乔木 26 种)建立 2×2 联列表,计算联结系数(C)、共同出现百分数(PC)和  $X^2$  检验<sup>[4-7]</sup>,综合分析酸枣与群落中其他树种种间联结性,揭示在特定环境因子作用下的红花香椿的种间关系。

(1)种间联结系数 种间联结系数 C 用来检测和说明种间联结程度,其计算公式如下:

$$C = (ad - bc) / [(a + b)(b + d)], ad \geq bc \quad (1)$$

$$C = (ad - bc) / [(a + b)(a + c)], bc > ad \text{ 且 } d > a \quad (2)$$

$$C = (ad - bc) / [(b + d)(d + c)], bc > ad \text{ 且 } d < a \quad (3)$$

式中:a 为 2 个物种同时出现的样方数;b、c 分别为仅

收稿日期:2016-05-10

作者简介:卢胜芬(1971-),男,汉族,工程师,主要从事林木种植、培育研究。

有 1 个物种出现的样方数;  $d$  为 2 个物种均未出现的样方数。

$C$  的值域为 $[-1,1]$ ,  $C$  值越趋近于 1, 表明物种间的正联结性越强,  $C$  值越趋近于-1, 表明物种间的负联结性越强;  $C$  值为 0, 物种间完全独立。

(2)共同出现百分率 共同出现百分率  $PC$  也是用来测度物种间正联结程度的, 其计算公式为:

$$PC = \frac{a}{(a+b+c)} \times 100\% \quad (4)$$

式(4)中  $PC$  的值域为 $[0,1]$ , 其值越趋近于 1, 则表明该种对的正联结越紧密。

(3)种间联结性检验 由于取样为非连续性取样, 因此, 非连续性数据的  $X^2$  值用 Yates 的连续校正公式计算,  $X^2$  统计量计算公式如下。

$$X^2 = \frac{n(|ad-bc| - n/2)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} \quad (5)$$

式(5)中  $n$  为取样总数, 当  $X^2 < 3.841$  时, 认为 2 个种独立分布, 即中性联结;  $0.01 < P < 0.05$ , 即  $3.841 < X^2 < 6.635$  时, 为种间联结显著;  $P < 0.01$  即  $X^2 > 6.635$  时, 为种间联结极显著。  $X^2$  本身没有负值, 因此判定正、负联结的方法是:  $ad > bc$  为正联结, 反之为负联结。

## 2 结果与分析

重要值是判断群落树种优势度的一个综合指标, 能较明确地反映植物在群落中的地位和作用。 经过对群落乔木层调查数据的分析, 各树种主要数量特征值详见表 1。 该群落占据优势地位的树种, 按重要值指标分别为红花香椿 20.25%、香叶树 17.15%、桂花 14.17%、薄姜木 7.58%、酸枣 5.09%、糙叶树 5.01%、香樟 4.84%、臀形果 4.84%、枫香 3.19%, 它们是群落的主要建群种。

种间联结系数, 一定程度上衡量了种间相互关系和植物对环境综合生态因子反应的差异。 种间联结系数高, 表明一个种的存在对另一个种有利, 或是这两个种对环境的差异有相似反应。 相反, 种间联结系数低或负值则说明这两个种所需的环境条件不同或是一个种存在对另一个种不利而排斥它。 本文以红花香椿为目标树种, 与其他树种组成 26 个种对, 分别计算种间联结、共存几率等。 由表 2 计算结果可见, 种对间

呈正联结的 18 对, 占总对数的 69.2%。 其中, 与红花香椿正联结性表现较强的树种有 10 个, 分别为酸枣、千年桐、毛八角枫、罗木石楠、龙眼、苦楝、黑壳楠、鹅掌楸、榉木、八角枫; 与红花香椿虽然表现为正联结性, 但联结性较弱的树种有 8 个, 分别为铁冬青、天竺桂、山杜英、朴树、女贞、红叶树、白楸、小蜡。 与红花香椿呈负联结的 8 对, 占 30.8%, 按负联结性强弱程度排序, 依次为薄姜木、糙叶树、枫香、木蜡、臀形果、香樟、香叶树、桂花。

表 1 群落乔木层各树种数量特征

序号	种名	个体数	平均胸径/cm	平均树高/m	重要值/%
1	红花香椿	24	67.5	18.2	20.25
2	酸枣	7	59.2	17.7	5.09
3	千年桐	2	26.4	15.5	0.93
4	毛八角枫	3	20.0	12.2	1.06
5	罗木石楠	1	7.5	4.5	0.41
6	龙眼	1	7.5	8.5	0.41
7	苦楝	3	26.0	11.2	1.27
8	黑壳楠	2	14.3	10.7	0.85
9	鹅掌楸	1	8.4	6.5	0.41
10	榉木	1	5.5	7.5	0.41
11	八角枫	1	27.6	18.0	0.46
12	铁冬青	1	50.8	17.5	0.96
13	天竺桂	9	6.9	5.4	2.49
14	山杜英	1	5.2	5.0	0.41
15	朴树	5	13.4	7.4	1.82
16	女贞	11	10.3	7.4	2.48
17	红叶树	5	14.7	10.2	1.83
18	白楸	2	11.9	8.5	0.83
19	小蜡	1	11.0	4.0	0.41
20	桂花	73	12.4	6.9	14.17
21	香叶树	98	17.0	9.5	17.15
22	香樟	5	81.2	19.9	4.84
23	臀形果	14	32.2	17.1	4.84
24	木蜡	1	25.4	13.0	0.46
25	枫香	3	91.3	24.2	3.19
26	糙叶树	17	12.7	8.2	5.01
27	薄姜木	20	28.6	10.9	7.58

共同出现百分率  $PC$  也是反映物种间联结程度的重要指标, 群落中与红花香椿共同出现几率从高较低依次为桂花 86%、香叶树 85%、糙叶树 69%、薄姜木 62%、香樟 60%、酸枣 50%、臀形果 38%、天竺桂 33%、女贞 33%、朴树 25%、红叶树 19%、千年桐 17%、毛八角枫 17%、苦楝 17%、黑壳楠 17%、铁冬青 17%、枫香 15%、罗木石楠 8%、龙眼 8%、鹅掌楸 8%、勿木 8%、八角枫 8%、山杜英 8%、白楸 8%、木蜡 8%、小蜡 8%。

卡方检验显示, 红花香椿与其他树种的种对之间, 没有出现显著或极显著的联结关系。 红花香椿天

表2 红花香椿群落种间联结性指标

序号	种名	PC/%	C	X <sup>2</sup>	序号	种名	PC/%	C	X <sup>2</sup>
1	酸枣	50	1.000 0	0.006 4	14	朴树	25	0.083 3	0.442 4
2	千年桐	17	1.000 0	0.997 2	15	女贞	33	0.083 3	0.188 1
3	毛八角枫	17	1.000 0	0.997 2	16	红叶树	19	0.083 3	0.188 1
4	罗木石楠	8	1.000 0	2.730 9	17	白楸	8	0.083 3	0.188 1
5	龙眼	8	1.000 0	2.730 9	18	小蜡	8	0.076 9	2.982 2
6	苦楝	17	1.000 0	0.997 2	19	桂花	86	-0.005 9	2.982 2
7	黑壳楠	17	1.000 0	0.997 2	20	香叶树	85	-0.006 9	2.730 9
8	鹅掌楸	8	1.000 0	2.730 9	21	香樟	60	-0.062 5	0.703 1
9	榿木	8	1.000 0	2.730 9	22	臀形果	38	-0.097 2	0.006 4
10	八角枫	8	1.000 0	2.730 9	23	木蜡	8	-0.274 1	0.092 5
11	铁冬青	17	0.083 3	0.997 2	24	枫香	15	-0.277 8	0.442 4
12	天竺桂	33	0.083 3	0.188 1	25	糙叶树	69	-0.300 0	0.442 4
13	山杜英	8	0.083 3	2.730 9	26	薄姜木	62	-0.444 4	0.188 1

然群落中,它与其他树种间呈相互独立或无显著相关状态,说明红花香椿与群落中的多数种联结程度不强,种间联结较为松散。各个物种各自占据有利的位置,种间共处较为和谐,红花香椿与其他树种间的相互竞争关系较弱,独立性较强。物种对资源的竞争程度或相互依赖程度不强,群落种间组成及优势种处于较稳定状态,对外界环境干扰有一定的抵抗力。

### 3 小结与讨论

群落重要值测定结果表明,红花香椿在群落中居主导地位 and 发挥核心作用,其他重要树种分别为香叶树、桂花、薄姜木、酸枣、糙叶树、香樟、臀形果、枫香,它们共同构成相对稳定的森林群体。

与红花香椿呈正联结的 18 个种对,种间联结程度较高的树种为酸枣、千年桐、毛八角枫、罗木石楠、龙眼、苦楝、黑壳楠、鹅掌楸、榿木、八角枫等 10 个树种,说明具有相似的生态习性且可以同红花香椿形成共优种群,能够与红花香椿形成较为良好的种间相互依赖关系,形成较为稳定的群落。表现为正向联结,但是联结性较弱的 8 个树种分别为铁冬青、天竺桂、山杜英、朴树、女贞、红叶树、白楸、小蜡,说明它们与红花香椿在种间相互依赖程度不高,与红花香椿形成共优种群的可能性小。

与红花香椿呈负联结的 8 个树种,分别为薄姜木、糙叶树、枫香、木蜡、臀形果、香樟、香叶树、桂花。说明这些树种与红花香椿具有较为相似的生态环境

需求,同时,与红花香椿具有较强的种间竞争能力,对红花香椿具有较强排斥性作用,在后继群落竞争中被薄姜木、糙叶树、枫香、木蜡、臀形果、香樟等树种取代的可能性较大。

群落中,虽然桂花、香叶树、糙叶树、薄姜木、香樟、酸枣、臀形果与红花香椿共同出现几率较高,但是与红花香椿呈正向种间联结的树种仅酸枣 1 个种,表明红花香椿与酸枣两者既有相同或相似立地环境需求趋向,也有互利共生的内在生物学特性因素存在,说明酸枣可以作为红花香椿的理想伴生树种。

红花香椿与其他树种的种间联结关系卡方检验不显著。说明薄姜木、糙叶树、枫香、木蜡、臀形果、香樟等对红花香椿生长竞争的排斥作用尚未到激烈程度,群落尚处于动态稳定状态。

本文研究了红花香椿与其他树种的种间联结关系,探讨了群落稳定性和演替趋势,有助于认识红花香椿群落的物种结构、功能地位等,对生态种组划分、群落多样性保护、植被保护和恢复、人工林发展方案制定、科学开展森林经营与保护等具有重要作用。

### 参考文献:

- [1] 泉水,包奋强,王祥福,等.三尖杉所属群落优势乔木树种种间关系[J].林业科学研究 2008,21(5):662-668.
- [2] 李帅锋,刘万德,苏建荣,等.滇西北云南红豆杉群落物种生态位与种间联结[J].植物科学学报 2012,30(6):568-576.
- [3] 商侃侃.浙江天目山孑遗植物群落主要种群的种间关系[J].浙江农林大学学报,2013,30(2):206-214.(下转第 19 页)

# 湿加松组织培养快繁技术的研究

朱尾银

(福建林业科技试验中心,福建 漳州 363600)

**摘要:**以半木质化穗条茎段为外植体,开展湿加松组培快繁关键技术对比试验,探讨不同的外植体消毒方法、培养基类型、植物激素对芽的诱导、增殖、分化和生根的影响。结果表明:灭菌净浸泡 8 min+75%乙醇消毒 10 s+含吐温-20 的 0.1% $\text{HgCl}_2$  消毒 8 min,或灭菌净浸泡 8 min+75%乙醇消毒 15 s+含吐温-20 的 0.1% $\text{HgCl}_2$  消毒 6 min,消毒效果最佳;改良  $\text{MS}+0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{6-BA}+0.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ZT}+0.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{IBA}$  是最优的继代增殖培养基,增殖倍数 3.2,基部长出的丛生芽健壮,生长力强。以 1/2 改良 MS 为生根培养的基本培养基,添加的生长素浓度组合以  $0.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{IBA}+0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{NAA}$  为最佳,生根率可达 36.7%。

**关键词:**湿加松;组织培养;基本培养基;激素;生根率

**中图分类号:**S722.347 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0013-07

湿加松(*Pinus elliottii*×*Pinus oaribaea*)又名湿加杂交松,澳大利亚研究选育出的优良品种,由湿地松与洪都拉斯加勒比松互为父母本的杂交后代<sup>[1-3]</sup>再经杂交而成的二代杂交品种,综合了双亲的优点,杂种优势极其明显,树形圆满通直,木材纤维长度和基本密度在二个亲本之间,耐水湿能力、抗风与抗病虫害能力强,生长迅速,适应范围广<sup>[4-5]</sup>,产脂量也远远高于亲本和马尾松,是一个速生、丰产、优质的优良树种,极具推广价值<sup>[6-7]</sup>。湿加松以全新的松属中的一员进入中国的市场,对它的研究较少<sup>[8-9]</sup>。为保持其优良基因型,湿加松主要采用无性繁殖方式进行种苗生产。组织培养是迅速扩大种苗生产规模的重要途径。目前,湿加松组织培养快繁技术研究取得一定进展,但还存在增殖系数低、胚状体发生频率低、生根困难等问题<sup>[10-13]</sup>,提高了组培苗生产成本,严重限制了组培技术在现阶段的应用<sup>[14]</sup>。本研究以半木质化穗条茎段为外植体,开展湿加松组培快繁关键技术对比试验,探讨不同的外

植体消毒方法、培养基类型、植物激素对芽的诱导、增殖、分化和生根的影响,提高丛生芽的增殖系数、生根率,对完善湿加松组培快繁技术,解决湿加松的种苗规模化生产的瓶颈问题,促进湿加松在林业上的推广应用,具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料来源

从福建省林业科技试验中心五板桥试验基地湿加松采穗圃选取生长健壮、无病虫害的嫩芽茎段作为外植体。湿加松采穗圃建于 2007 年。

### 1.2 材料处理与培养条件

从采穗圃采回的幼嫩枝条,用自来水冲洗 15 min 后用洗衣粉浸泡 10 min,再用自来水冲洗 30 min。在超净工作台上切成 2.0~2.5 cm 长的具潜伏芽的茎段,用无菌水冲洗一次,置工作台上进行不同消毒措施对比试验。继代培养基对比试验、激素浓度和组合对比试验、生长素浓度对比试验均使用诱导的无菌材料进行接种。培养室温度控制在 $(24\pm 2)^\circ\text{C}$ ,光强为 2 000~3 000  $\text{Lx}$ ,光照时间为 12  $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ 。

收稿日期:2016-04-13

作者简介:朱尾银(1979-),女,汉族,工程师,主要从事林木和花卉组培研究。

### 1.3 试验设计

#### 1.3.1 外植体消毒方法的筛选

将湿加松中上部幼嫩茎段预处理后进行消毒处理,消毒程序依次为灭菌净浸泡后用无菌水清洗3遍,接着75%乙醇消毒,然后再用含吐温-20的0.1% HgCl<sub>2</sub>消毒,无菌水洗净后接种。试验采用灭菌净(B)、75%乙醇(C)和含吐温-20的0.1% HgCl<sub>2</sub>(D)3因子的3个消毒处理的时间梯度的正交 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)设计,共计9个组合(见表1),其中消毒时间梯度,B因子为0、5、8 min; C因子水平为10、15、20 s; D因子水平为6、7、8 min。消毒完成后按正常接种程序,接种于MS+ZT(0.8 mg·L<sup>-1</sup>)+IBA(0.2 mg·L<sup>-1</sup>)诱导培养基上。每组接种50个,试验重复3次。接种15 d后调查污染率,比较消毒效果,筛选最佳消毒方法。

#### 1.3.2 继代培养基的选择

将诱导的无菌材料分别接种于MS、改良MS、0.5MS、0.3MS、WPM、B<sub>5</sub>、SH培养基,各培养基里均添加ZT0.8 mg·L<sup>-1</sup>和IBA0.2 mg·L<sup>-1</sup>植物激素。各培养基同时接种50个,试验重复3次。培养60 d后,观察并记录不定芽形成情况,计算芽的诱导率和芽的形成能力(感染细菌、死亡的接种径段不参与统计)。

#### 1.3.3 激素浓度组合的筛选

湿加松增殖培养激素浓度组合的筛选,采用6-BA(0.3、0.5、0.8 mg·L<sup>-1</sup>)和ZT(0.5、0.8、1.2 mg·L<sup>-1</sup>)和

IBA(0.1、0.2、0.3 mg·L<sup>-1</sup>)三因素三水平的正交 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)设计,共计9个组合,基本培养基为改良MS,每组接种50个,试验重复3次。

#### 1.3.4 生根激素浓度的筛选

生根使用常规的IBA和NAA组合,采用随机区组试验设计,A因素为IBA(0.5、0.8、1.0 mg·L<sup>-1</sup>)和B因素NAA(0.05、0.1、0.2 mg·L<sup>-1</sup>),共9个处理。基本培养基为1/2改良MS,试验重复3次。将湿加松丛生芽中2~3 cm高的芽切割成单株,转入生根培养基中进行不定根诱导,30 d后试验结果调查,筛选最佳生根的激素浓度。

### 1.4 数据处理

用SPSS统计软件进行数据分析。不同外植体消毒方法下的无菌率、存活率情况统计结果和继代培养基筛选试验统计结果见表1,方差分析结果见表2、表3。激素浓度和组合筛选的试验结果见表4,生根激素浓度筛选试验结果见表5。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同消毒方法对湿加松外植体污染的影响

#### 2.1.1 无菌率的差异分析

从表1可以看出,不同消毒方法的无菌率差异极大,无菌率最低的是B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>组合,最大的是B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>D<sub>1</sub>,两

表1 外植体消毒、继代培养基筛选试验结果统计

处理	外植体消毒			培养基	继代培养基对比试验				
	无菌率/%	保存率/%	消毒效果		接种数/个	诱导出不定芽的外植体数/个	平均不定芽数/个	不定芽诱导频率/%	不定芽形成能力
B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	20.2g	100.0a	0.20f	MS	130	47	1.5bc	36.2b	0.54c
B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	26.4f	100.0a	0.26e	改良MS	150	91	2.9a	60.7a	1.76a
B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	36.3e	94.5b	0.34d	1/2MS	120	37	2.1b	30.8c	0.65b
B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	58.6d	93.1b	0.55c	1/3MS	120	25	1.3c	20.8d	0.27e
B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	62.4d	83.5c	0.52c	WPM	148	57	1cd	38.5b	0.39d
B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	68.6c	91.2b	0.63b	B <sub>5</sub>	139	3	1cd	2.2d	0.02f
B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	79.8b	94.7b	0.76a	SH	122	3	1cd	2.5d	0.03f
B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	88.2a	83.4c	0.74a	—	—	—	—	—	—
B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	82.2b	78.0d	0.64b	—	—	—	—	—	—

注:污染率%=污染外植体数/接种外植体总数×100%;无菌率%=无菌外植体数/接种外植体总数×100%;保存率%=(无菌外植体总数-死亡外植体数)/无菌外植体总数×100%;消毒效果=无菌率×保存率;不定芽诱导频率%=诱导出不定芽的外植体数/接种外植体数×100%;平均不定芽数%=不定芽总数/诱导出不定芽的外植体数×100%;不定芽形成能力(BFC)=平均不定芽数×不定芽诱导频率。表中数据后的字母表示多重比较结果,同列中不同字母表示彼此间差异具有统计学意义,下同。



者相差 62.0%。表 2 方差分析结果表明, *B* 因素 3 水平间、*C* 因素 3 水平间差异均具有高度统计学意义, *D* 因素 3 水平间差异具有统计学意义, 区组间差异不具有统计学意义。模型误差具有高度统计学意义, *B*、*C*、*D* 三因素间存在交互作用, 各因素水平间的差异不能真正反映因素的主效, 所以进行处理间多重比较, 寻求最优水平组合。多重比较结果见表 1。从表 1 可知, 除  $B_3C_3D_2$  与  $B_3C_1D_3$  间、 $B_2C_2D_3$  与  $B_2C_1D_2$  间差异不具有统计学意义外, 其它处理组合间均具有统计学意义。外植体消毒处理后的无菌率表现上, 最优水平组合为  $B_3C_2D_1$ 。

### 2.1.2 保存率差异分析

从表 1 可以看出, 不同消毒方法的保存率差异很大。组合  $B_1C_1D_1$ 、 $B_1C_2D_2$  保存率最高, 达到 100%, 组合  $B_3C_3D_2$  的保存率最低, 仅为 78.0%。表 2 方差分析结果表明, 表 2 方差分析结果表明, *B* 因素 3 水平间、*C* 因素 3 水平间差异均具有高度统计学意义, *D* 因素 3 水平间差异具有统计学意义, 区组间差异不具有统计学意义, 模型误差具有高度统计学意义。多重比较结果(表 1) 表明,  $B_1C_1D_1$ 、 $B_1C_2D_2$  间,  $B_1C_3D_3$ 、 $B_2C_1D_2$ 、 $B_2C_3D_1$ 、 $B_3C_1D_3$  间,  $B_2C_2D_3$ 、 $B_3C_2D_1$  间差异不具有统计学意义, 其它水平组合间差异具有统计学意义。从保存率上看, 最优水平组合为  $B_1C_1D_1$ 、 $B_1C_2D_2$ 。

无菌率衡量的是对外植体上的细菌的灭杀效果, 无菌率越高, 说明灭菌效果越好, 但也可能存在灭菌

过度, 从而杀死外植体。保存率指无感染的外植体中还活着的外植体的比重, 是衡量是否灭菌过度的一个重要指标。保存率低, 说明该消毒措施在灭杀细菌的同时, 对外植体也产生严重毒害作用。因此, 两指标必须综合考虑。

### 2.1.3 消毒效果差异分析

为了准确优选消毒方案, 以无菌率与保存率的乘积(即消毒效果)来作为最终选择的指标。从表 1 消毒效果统计数据可以看出,  $B_3C_1D_3$  组合的消毒效果数据最高, 达到 0.76;  $B_3C_2D_1$  组合的消毒效果次之; 9 个水平组合中,  $B_1C_1D_1$  最低, 仅为 0.2。表 2 方差分析结果表明, *B* 因素 3 水平间、*C* 因素 3 水平间的消毒效果差异均具有高度统计学意义, *D* 因素 3 水平间差异具有统计学意义, 区组间差异不具有统计学意义, 模型误差具有高度统计学意义。表 1 中的多重比较结果表明, 除  $B_3C_1D_3$  与  $B_3C_2D_1$  之间、 $B_3C_3D_2$  与  $B_2C_3D_1$  之间、 $B_2C_1D_2$  与  $B_2C_3D_1$  之间差异不具有统计学意义外, 其他水平组合间均具有高度统计学意义或具有统计学意义。最优消毒效果的水平组合为  $B_3C_1D_3$ 、 $B_3C_2D_1$ 。

## 2.2 湿加松继代培养的基本培养基、激素浓度组合的筛选

### 2.2.1 基本培养基对平均不定芽数和不定芽诱导频率的影响

从表 1 基本培养基对比试验结果可以看出, 不同的基本培养基, 在平均不定芽数、不定芽诱导频率上,

表 2 外植体消毒试验结果方差分析表

变异来源	无菌率			保存率			消毒效果		
	df	MS	F	df	MS	F	df	MS	F
<i>B</i>	2	62.90	120.96**	2	9.54	24.46**	2	57.93	128.73**
<i>C</i>	2	10.77	20.71**	2	6.62	16.97**	2	2.84	6.31**
<i>D</i>	2	1.91	3.67*	2	1.35	3.46*	2	1.58	3.51*
区组	2	0.18	0.35ns	2	0.22	0.56 ns	2	0.19	0.42 ns
模型误差	2	48.08	92.46**	2	10.35	26.54**	2	27.93	62.07**
试验误差	16	0.52		16	0.39		16	0.45	

注: \*\*表示差异具有高度统计学意义, \*表示差异具有统计学意义, ns 表示差异不具有统计学意义, 下同;  $F_{(0.05, 2, 26)}=3.37$ ,  $F_{(0.01, 2, 26)}=5.53$ 。

表 3 不同基本培养基对比试验结果方差分析

变异来源	平均不定芽数			不定芽诱导频率			不定芽形成能力		
	df	MS	F	df	MS	F	df	MS	F
培养基间	6	58.32	16.52**	2	96.26	19.77**	2	9.68	13.08**
培养基内(误差)	14	3.53	—	2	4.87	—	2	0.74	—
总和	20	61.85	—	2	101.13	—	2	10.42	—

注:  $F_{(0.01, 6, 20)}=3.87$ ,  $F_{(0.05, 6, 20)}=2.60$ 。

均存在明显差异,其中,改良 MS 的平均不定芽数、不定芽诱导频率均最高。接种于 B<sub>5</sub> 和 SH 培养基上的外植体,在相同的条件下几乎不能出芽,外植体生长 50 d 后,出现发黄、顶端枯萎等现象,逐渐失去生长能力,直至死亡,如图 1(a),图 1(b)。而接种于其它培养基 MS、0.5MS、0.3MS 上的外植体虽有新芽长出,但相对于改良 MS 培养基上的外植体而言,诱导出的腋芽数量较少,同时生长也较慢。

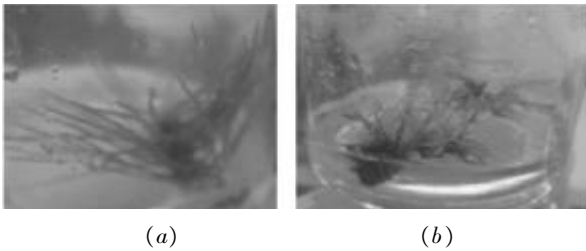


图 1 在 B<sub>5</sub>(a)和 SH(b)培养基上生长情况

由于平均不定芽数属于计数数据,不定芽诱导频率数据小于 70%,均标准化处理后参与方差分析。表 3 方差分析结果表明,基本培养基间在平均不定芽数、不定芽诱导频率上,差异均具有高度统计学意义。表 1 多重比较结果表明,在平均不定芽数上,MS、0.3MS 间差异不具有统计学意义,0.3MS、WPM、B<sub>5</sub>、SH 间差异不具有统计学意义,其它均具有统计学意义。在不定芽诱导频率上,除 0.3MS、B<sub>5</sub>、SH 间不具有统计学意义外,其它均存在具有统计学意义。改良 MS 培养基,在

平均不定芽数、不定芽诱导频率上,均显著优于其它基本培养基。所以,选择改良 MS 培养基为后续试验的基本培养基。

不定芽形成能力,是不定芽诱导频率与平均不定芽数的乘积,作为筛选基本培养基的重要指标,更具直观性。表 3 方差分析结果表明,不同的基本培养基间,在不定芽形成能力上,差异具有高度统计学意义。表 1 中多重比较结果表明,改良 MS 的不定芽形成能力最好,与其他基本培养基间差异具有统计学意义,进一步验证了改良 MS 是 7 种基本培养基中最适合湿加松继代培养的培养基。

2.2.2 激素浓度组合对湿加松增殖的影响

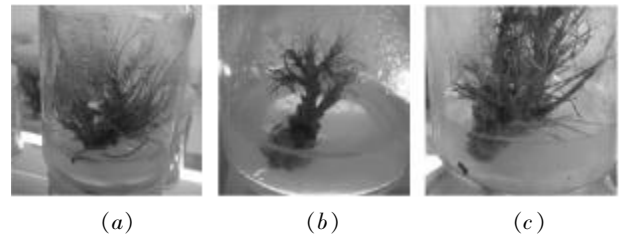


图 2 处理 L<sub>5</sub>(a)、L<sub>7</sub>(b)和 L<sub>9</sub>(c)的湿加松生长情况

从表 4 可以看出,在改良 MS 中添加不同浓度组合的激素,增殖倍数差异较大,变动浮动为 1.5~3.7,方差分析结果(表 4)表明,6-BA 不同浓度间、ZT 不同浓度间的增殖倍数,差异均具有高度统计学意义,因此确定 6-BA、ZT 浓度,构成最优激素浓度组合,对提高

表 4 6-BA 和 ZT、IBA 对湿加松增殖的影响

处理	6-BA 和 ZT、IBA 不同浓度组合的增殖倍数及丛生芽生长状况			丛生芽数/丛	增殖倍数	丛生芽特征	方差分析			
	6-BA	ZT	IBA				变异来源	df	MS	F 值
L1	0.3	0.5	0.1	75	1.5e	丛生芽少,生长力较弱	6-BA	2	16.52	31.77**
L2	0.3	0.8	0.2	85	1.7e	丛生芽少,长势一般	ZT	2	8.33	16.02**
L3	0.3	1.2	0.3	90	1.8e	丛生芽少,长势一般	IBA	2	1.26	1.70 <sup>ns</sup>
L4	0.5	0.5	0.2	120	2.4d	丛生芽正常,长势一般	区组	2	0.46	0.88 <sup>ns</sup>
L5	0.5	0.8	0.3	160	3.2b	基部长丛壮芽,生长力强	模型误差	2	8.09	15.56**
L6	0.5	1.2	0.1	145	2.9c	丛生芽正常,长势一般	试验误差	16	0.74	—
L7	0.8	0.5	0.3	160	3.2b	基部长芽团,芽团缩	—	—	—	—
L8	0.8	0.8	0.1	175	3.5ab	卷曲,黄化	—	—	—	—
L9	0.8	1.2	0.2	185	3.7a	老叶变黄、芽多、没抽高	—	—	—	—

注:增殖倍数=继代后丛生芽均数/继代前芽数;F<sub>0.05(2,26)</sub>=3.37, F<sub>0.01(2,26)</sub>=5.53。

组培效果,降低组培成本,具有重要意义。IBA 不同浓度间差异不具有统计学意义。区组间差异不具有统计学意义,而模型误差具有高度统计学意义,说明模型误差主要来源于 3 种激素在不同浓度水平组合下的交互作用,应以 3 种激素的浓度水平组合进行多重比较,优选水平组合。多重比较结果见表 4。除,  $L_4$ 、 $L_7$ 、 $L_8$  之间,  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  之间不具有统计学意义外,其它激素浓度组合间均具有统计学意义。  $L_9$  与  $L_8$  之间不具有统计学意义,增殖倍数最大,丛生芽多,但  $L_9$  组合的丛生芽老叶容易变黄,芽高生长近乎停滞(见图 2C),  $L_8$  组合的丛生芽卷曲、黄化,均生长状况不正常,显然不是最优组合;  $L_5$  与  $L_7$ 、 $L_8$  间增殖倍数不具有统计学意义,但  $L_5$  的丛生芽从基部长出,芽粗壮,生长力强(图 2A),  $L_7$  却是基部长出紧缩的芽团。其它激素浓度组合的增殖倍数均与  $L_5$  组合间存在具有统计学意义,且丛生芽生长力不如  $L_5$ 。因此,  $L_5$  是最优激素浓度组合。

综上所述,改良 MS+0.5 mg·L<sup>-1</sup>6-BA+0.8 mg·L<sup>-1</sup>ZT+0.3 mg·L<sup>-1</sup>IBA 是最适合湿加松的继代增殖培养基。

### 2.3 不同生长素浓度对湿加松生根的影响

由表 5 可知,以 1/2 改良 MS 为基本培养基进行湿加松生根诱导,随着不同浓度的 IBA、NAA 加入,生根率及根特征有很大差异。为探讨 IBA、NAA 对生根率的影响,进行双因素方差分析,表 5 方差分析结果表明,不同的 IBA 浓度、NAA 浓度的生根率差异,均具有高度统计学意义,IBA 浓度×NAA 浓度交互作用,差异具有统计学意义。在试验设定的 9 个浓度组合中,  $F_5$ 、 $F_8$  间生根率差异不具有统计学意义,为生根率最高的浓度组合,与其他浓度组合间均具有统计学意义。  $F_8$  存在出根不整齐问题,  $F_3$  出根整齐,根条健壮,

所以,  $F_5$  组合,即 0.8 mg·L<sup>-1</sup>IBA+0.1 mg·L<sup>-1</sup>NAA 为本试验最优生长素浓度组合。

## 3 结论与讨论

湿加松幼嫩茎段为外植体进行的组织培养,最优消毒效果的水平组合为  $B_3C_1D_3$ 、 $B_3C_2D_1$ ,即灭菌净浸泡 8 min 后用无菌水清洗 3 遍,接着 75%乙醇消毒 10 s,然后再用含吐温-20 的 0.1%HgCl<sub>2</sub> 消毒 8 min,最后无菌水清洗干净,或灭菌净浸泡 8 min 后用无菌水清洗 3 遍,接着 75%乙醇消毒 15 s,然后再用含吐温-20 的 0.1%HgCl<sub>2</sub> 消毒 6 min,最后无菌水清洗干净。改良 MS 培养基平均诱导不定芽个数 2.9 个,不定芽诱导频率达到 60.7%,不定芽形成能力为 1.76,均具有统计学意义优于其它基本培养基;以改良 MA 为继代培养的基本培养基时,激素浓度组合以 0.5 mg·L<sup>-1</sup>6-BA+0.8 mg·L<sup>-1</sup>ZT+0.3 mg·L<sup>-1</sup>IBA 为最佳,增殖倍数 3.2,基部长出的丛生芽健壮,生长力强。以 1/2 改良 MS 为生根培养的基本培养基,添加的生长素浓度组合以 0.8 mg·L<sup>-1</sup>IBA+0.1 mg·L<sup>-1</sup>NAA 为最佳,生根率可达 36.7%,根条正常、健壮,无愈伤化迹象。

(1)75%酒精配合 0.1%升汞是比较常规的灭菌方法。75%酒精具有浸润和灭菌的双重作用,能渗入外植体内杀死病菌,但是对植物组织具毒害作用;0.1% HgCl<sub>2</sub> 对植物组织也具较明显的毒害作用。灭菌净主要成分为三氯异氰尿酸 (TCCA),有效氯含量达 18%~21%,是一种强力、广谱、高效的杀菌剂。它的使用可以大大减少菌的数量,提高杀菌的效果,对植物组织的破坏性不明显。湿加松幼嫩茎段生长时间短,内生菌

表 5 不同生长素浓度对湿加松生根的影响

代号	不同生长素浓度组合的生根情况		生根率/%	根特征	变异来源	方差分析		
	浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )					df	MS	F 值
	IBA	NAA						
F <sub>1</sub>	0.5	0.05	5.0f	根细、不长	IBA 浓度	2	13.82	16.65**
F <sub>2</sub>	0.5	0.1	11.7e	根粗、少				
F <sub>3</sub>	0.5	0.2	10.2e	基部长愈伤,根短粗	NAA 浓度	2	7.86	9.47**
F <sub>4</sub>	0.8	0.05	15.0d	根细				
F <sub>5</sub>	0.8	0.1	36.7a	正常健壮根	交互作用	4	4.51	5.43*
F <sub>6</sub>	0.8	0.2	26.7c	基部长愈伤大,根短粗				
F <sub>7</sub>	1.0	0.05	31.7b	根细而长	误差	18	0.83	
F <sub>8</sub>	1.0	0.1	35.1a	出根不整齐				
F <sub>9</sub>	1.0	0.2	30.1b	根粗短,后期退化愈伤				

注:  $F_{0.01(2,8)}=8.65$ ,  $F_{0.05(2,8)}=4.46$ ,  $F_{0.01(4,8)}=7.01$ ,  $F_{0.05(4,8)}=3.84$ 。

少,重点在于灭杀外植体表面细菌。用75%酒精配合0.1%升汞直接消毒,需要处理较长时间才能有效杀灭全部的外植体表面细菌,但同时会导致外植体内有机物溶解过多,部分细胞被毒害,所以即使消毒过关了,芽也难萌发或产生了畸形的芽<sup>[5]</sup>。从表2可以看出,在无菌率、保存率、消毒效果上,均存在灭菌净 $F$ 值 $>75\%$ 乙醇 $F$ 值 $>0.1\%$ 升汞 $F$ 值,说明在对无菌率、保存率、消毒效果的影响上,灭菌净 $>75\%$ 乙醇 $>0.1\%$ 升汞。本试验结果与马兰珍等<sup>[6]</sup>杂交松组织培养中外植体的灭菌方法的研究和常金财<sup>[8]</sup>湿加松无性系组培快繁技术研究结果一致。本试验先用灭菌净浸泡,降低75%乙醇消毒、0.1% $\text{HgCl}_2$ 消毒时间,在达到灭菌效果的同时,较大幅度提高了保存率。

(2)湿加松对大量元素的比例要求比较苛刻,这是造成湿加松组培难的关键性问题。参试的MS、改良MS、0.5MS、0.3MS、WPM、 $B_5$ 、SH等7种培养基中,大量元素含量高的MS不适合,而大量元素比例相同而含量降低的0.5MS和0.3MS,以及木本植物常用的WPM、 $B_5$ 和SH培养基培养效果也不理想。改良MS培养基,突破了常规的MS大量元素比例,获得了相对理想的继代增殖效果。

(3)继代增殖培养中,6-BA( $0.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )+ZT( $0.8\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )+IBA( $0.3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )为最佳激素水平。6-BA、ZT对增殖倍数的影响上,不同浓度水平间差异均具有高度统计学意义; $F$ 值6-BA(31.77) $>$ ZT(16.02),6-BA不同浓度对增殖倍数的影响大于ZT。IBA浓度对增殖倍数的影响不具有统计学意义,但由于模型误差具有高度统计学意义,存在不同激素间的交互作用。本试验中,交互作用可能存在于6-BA与ZT间,也可能存在于6-BA与IBA间,或ZT与IBA间,以及6-BA、ZT、IBA三者之间,因此,不能因IBA不同浓度水平间增殖倍数不具有统计学意义,忽略对IBA的浓度筛选。本试验首次在湿加松增殖培养中引进了ZT,且发现最合适的浓度水平为 $0.8\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(4)NAA、IBA对湿加松有明显的促进生根作用,不同浓度对生根率的影响均具有高度统计学意义。方利娟<sup>[7]</sup>在NAA对杂交松试管苗伸长生长的影响研究中也发现,过高浓度的NAA则导致产生了大量的愈伤组织。本试验中,当NAA浓度 $0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,无论

IBA浓度多少,均基部发生大量愈伤组织,甚至早期长出的根也完全再次愈伤化,与方利娟的研究结论吻合。试验中IBA的 $F$ 值(16.65) $>$ NAA的 $F$ 值(9.47),IBA浓度对生根率的影响大于NAA。NAA、IBA不同浓度间的交互作用明显,两者搭配使用可望获得更好的生根效果。

本试验以湿加松半木质化穗条茎段为外植体,对湿加松的外植体消毒方法、继代增殖培养基筛选,以及生根培养基添加的生长素浓度组合等进行了较为系统的研究,通过方差分析和多重比较,从试验设计中筛选出最优的外植体消毒技术方案、继代增殖培养基和0.5MS生根培养基的生长素浓度组合。经试验优选的湿加松组培技术方案,外植体消毒效果 $\geq 0.74$ ,继代培养增殖倍数3.2,达到较为理想水平,但生根培养中生根率较低,仅36.7%,有待于进一步优化。

## 参考文献:

- [1] 何克军.澳大利亚昆士兰州松树杂交育种和造林[J].广东林业科技,1996,12(3):34-38.
- [2] 黄永利,陈寿莲,杨章旗.巴哈马加勒比松种源试验研究[J].贵州林业科技,1998,26(4):43-47.
- [3] 黄永李,杨章旗.洪都拉斯加勒比松种源试验研究[J].广西科学院学报,2000,16(2):87-91.
- [4] 黄永权,赵奋成.广东湿加松良种选育现状及发展对策[J].福建林业科技,2007,(1):159-162.
- [5] 黄永李,杨章旗.洪都拉斯加勒比松种源试验研究[J].广西科学院学报,2000,16(2):87-91.
- [6] 黄永权,赵奋成.广东湿加松良种选育现状及发展对策[J].福建林业科技,2007,(1):159-162.
- [7] 林能庆.湿地松加勒比松杂交组合引种试验研究[J].福建林业科技,2005,32(2):35-38.
- [8] 成小龙,花小梅,李文钿.马尾松离体培养条件下的微繁殖和菌根的形成[J].林业科学研究,1995,8(3):241-246.
- [9] 曹孜义,刘国民.实用植物组织培养技术教程[M].甘肃:甘肃科学技术出版社,2002.
- [10] 黄健秋,卫志明.松属树种的组织培养和原生质体培养[J].植物学通报,1994,11(1):34-42.
- [11] 李科友,唐德瑞,朱海兰,等.美国黄松组织培养不定根诱导的研究[J].西北植物学报,2003,23(3):464-467.
- [12] 邢世岩.松属树种细胞、组织和器官培养名录[J].植物生理学通讯,1990(1):75-79.

- [13] 李正理,张新英.红松后胚离体培养的研究 I 不同培养方式下幼苗生长的比较观察[J].植物学报,1962,10(2):103-112.
- [14] 李林.白皮松和美国黄松组织培养及快繁技术研究[D].咸阳:西北农林科技大学,2004.
- [15] 王利民,周毅,陈龙友,等.植物组织培养中消毒剂的运用[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2002,20(1):15-17.
- [16] 马兰珍,韦立秀,薛鹰,等.杂交松组织培养中外植体的灭菌方法[J].广西科学院学报,2005, 21(1):37-39.
- [17] 方利娟. NAA 对杂交松试管苗伸长生长的影响[J].百色学院学报,2008,21(3):71-73.
- [18] 常金财.湿加松无性系组培快繁技术研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.

(责任编辑:叶丽娜)

## Study on Tissue Culture of *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea*

ZHU Weiyin

(Fujian Forestry Science and Technology Test Center, Zhangzhou, Fujian 363600)

**Abstract:** The best explant material is the scion bud stem of half lignification, key technology was developed contrast for tissue culture of *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea*. Through the different experiment of disinfection method, medium type, plant hormone on the induction, proliferation, differentiation and rooting of shoots were studied with semi wood of scion stem segment explants of *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea*. The results showed that the optimal disinfection method was 8 min for sterilizing net, 10 s for 75% alcohol and 8 min for 0.1% HgCl<sub>2</sub>, or 8 min for sterilizing net, 15 s for 75% alcohol and 6min for 0.1% HgCl<sub>2</sub>. Adventitious buds grew fast and proliferation multiple reached 3.2, when grown in the modified MS adding 0.5 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA, 0.8 mg·L<sup>-1</sup> ZT and 0.3 mg·L<sup>-1</sup> IBA. With 1/2 the modified MS added 0.8 mg·L<sup>-1</sup> IBA and 0.1 mg·L<sup>-1</sup> NAA, the rooting effect was the best, and the rooting rate was 36.7%.

**Key words:** *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea*; tissue culture; basic medium; hormone; rooting rate

(上接第 12 页)

- [4] 史作民,刘世荣,程瑞梅,等.宝天曼落叶阔叶林种间联结性研究[J].林业科学,2001,37(2):29-35.
- [5] 龚直文,亢新刚,顾丽,等.长白山云冷杉针阔混交林两个演替阶段乔木的种间联结性[J].北京林业大学学报,2011,33(5):28-33.
- [6] 蔡冰玲,范海兰,洪伟,等.梅花山拟赤杨群落树种种群间联结关系的研究[J].江西农业大学学报,2010,32(3):0517-0522.
- [7] 谭一波,詹潮安,杨海东,等.广东南澳岛华润楠群落主要树种种间联结性[J].中南林业科技大学学报,2012, 32(11):92-98.

(责任编辑:叶丽娜)

## Research on Interspecific Associations in *Toona Rubriflora* Community

LU Shengfen

( Forestry Bureau of Yongding District, Yongding, Fujian 364100)

**Abstract:** Based on typical sample plot data and establishing 2×2 linked list, this paper counts and analyzes the technical parameters, such as the interspecific associations, common occurrence probability, X<sup>2</sup> test value and some important values of main tree species, which shows the relationship of interspecific associations in toona rubriflora community. The text results of these important values shows the dominant tree species in the community are 20.25% of *Toona rubriflora*, 17.15% of *Lindera communis*, 14.17% of *Osmanthus fragrans*, 7.58% of *Vitex quinata*, 5.09% of Persimmon, 5.01% of *Aphananthe aspera*, 4.84% of Camphor tree, 4.84% of *Rosaceae Pygeum topengii* and 3.19% of Sweetgum. The trees with the positive association degree with *Toona Rubriflora* are Persimmon, *aleurites Montana*, *Alangium kurzii*, *avidson Photinia*, *longan*, *chinaberry*, *Lindera megaphylla*, *Liriodendron chinense*, *Chinese aralis* and *Chinese alanguim*, while the ones with negative association degree are *Vitex Quinata*, *Aphananthe aspera*, *sweetgum*, *Amboyna*, *Rosaceae Pygeum topengii* and *cinnamomum camphora*. *Toona rubriflora* and *persimmon*, growing mutually, have the same and similar demands of situated environment, so *persimmon* is the ideal associated species of *Toona rubriflora*.

**Key words:** *Toona Rubriflora*; community; important value; interspecific associations

# 不同营林模式下毛竹氮含量变化的研究

谢家仪

(将乐县安仁林业站, 福建 将乐 353300)

**摘要:**采取外业取样和实验对比的方法对毛竹根、枝、叶、皮的含量进行实验分析及差异性对比。结果表明:从不同营林模式上看,毛竹植株叶、根、皮的氮含量表现为  $ZC > ZS$ , 而枝的氮含量表现为  $ZS > ZC$ ; 从不同坡位上看,毛竹植株氮含量表现为下坡 > 中坡 > 上坡; 从不同月份上看,毛竹植株枝、根、叶、皮的氮含量表现为:  $8 > 10 > 12 > 5 > 3$ 。

**关键词:**毛竹; 营林模式; 氮含量; 差异性分析

**中图分类号:**S718 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0020-03

毛竹(*Phyllostachys pubescens*)是多年生常绿乔木植物,具有生长快、成材早、产量高、用途广的优势,可分为材用竹、笋用竹、笋材两用竹、纸浆竹等多种类型<sup>[1-2]</sup>。

福建省是我国竹子的重点产区,竹林资源丰富,现有竹类 19 属 200 种,竹林面积 89 万  $\text{hm}^2$ (其中毛竹 83 万  $\text{hm}^2$ ,占 93.2%),居全国首位,已成为福建省重要的森林资源之一。“十五”以来,省委、省政府高度重视竹林资源,实施现代竹业开发项目,鼓励全省竹林丰产建设,全省竹业经济快速发展,在促进林区经济发展、加快林农脱贫致富等方面发挥重要的作用。

## 1 试验地概况

试验地设在福建省将乐县安仁乡,位于福建省西北部,地理坐标为东经  $117^{\circ}05' \sim 117^{\circ}40'$ ,北纬  $26^{\circ}26' \sim 27^{\circ}04'$ ,地貌以中低山地、高低丘陵为主,气候温暖(年平均气温  $18.7^{\circ}\text{C}$ ),年平均降水量 1 697 mm;全乡林业用地 0.98 万  $\text{hm}^2$ (其中竹林面积 0.25 万  $\text{hm}^2$ ,占 25.5%),森林覆盖率 76.6%,林木蓄积量 82.27 万  $\text{m}^3$ ,立竹量 300.24 万根。

收稿日期:2016-01-26

作者简介:谢家仪(1975-),男,汉族,工程师,主要从事营林理论与技术研究。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

供试材料为福建省三明市将乐县安仁乡安仁村内的毛竹林。

### 2.2 试验方法

本试验植株营养元素测定方法及步骤严格按照中华人民共和国林业行业标准。

#### 2.2.1 植株样品的采集

于 2015 年分别对毛竹杉木(竹杉)混交林林分、毛竹纯林的枝、叶、根和皮的进行采集,放于温室风干数日,而后用粉碎机制成粉末,按要求要过 0.25 mm 的筛,于密封袋中,以备后用。

#### 2.2.2 待测液的制备

将粉碎过筛后的样品称各取 0.400 0 g (误差  $\pm 0.001$  0 g)于凯氏管中,滴少许水润湿管底的样品(水量为刚好润湿为宜),加入 10 mL 混合酸(浓硫酸:高氯酸=10:1),而后盖上漏斗,放置过夜或更长时间,次日在高温常压消煮炉上消煮样品,温度宜控制在瓶内样品与酸作用后产生的泡沫不到达瓶颈,并只有少量白烟从瓶口冒出为度。消煮至管内样品无色透明即可,在消煮过程中要间隔摇动凯氏管,以防局部受热过高而致样品烧干。消煮后先冷却数分钟再加水(消煮后立即加水易导致凯氏管因热胀冷缩而破裂),水量宜控制

在 20~30 mL 为宜,再冷却数分钟后,全部洗入 50 mL 容量瓶并定容,作为 N 元素系统分析的待测母液。

### 2.2.3 待测液的测定

毛竹植株营养元素氮的测定参考 LY/T 1269-1999 中第 3 章,采用扩散法。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同营林模式下毛竹枝 N 的动态变化

从图 1 可以看出,不同试验因子(包括营林模式、坡位、月份,下同)下,毛竹枝 N 的含量呈明显变化。从不同营林模式上看,N 含量从大到小依次为:ZS>ZC,从图上可以发现,ZS 和 ZC 的 N 含量差值明显,说明营林模式对毛竹枝 N 含量影响显著;从不同坡位上看,下坡位 N 含量明显最大,表现为:下坡>中坡>上坡,主要是由于下坡位受下雨或刮风等自然气候影响而致土壤养分丰富,从图 1 可以发现,不同坡位间含量差值差异显著,主要是由于雨水冲刷致使下坡位土壤营养丰富,不同坡位含量差值越大表明山势越陡峭,雨水冲刷的越厉害;从不同月份上看,N 含量大小从大到小依次为 8>10>12>5>3,从图 1 上可以发现,3~5 月,随着时间的变化,毛竹枝 N 含量增长缓慢,而在 8~12 月这阶段,毛竹枝 N 含量减少缓慢,主要可能是春季毛竹刚开始生长,从土壤中吸收的养分先供给生长点,因此 3~5 月枝中 N 积累的的含量值增长缓慢,而 10 月毛竹逐渐停止生长,不吸收土壤养分或吸收很少,枝中积累的 N 供给植物其他器官的消耗,但这消耗量却是个换慢的过程,因此 8~12 月枝中 N 积累的含量值减少缓慢。

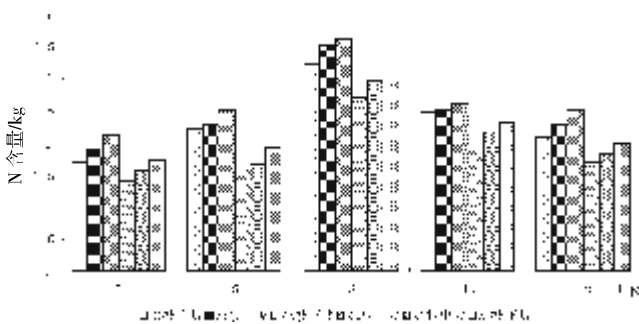


图 1 不同月份毛竹枝 N 的动态变化

注:ZS、ZC 分别为毛竹杉木混交林、毛竹纯林,下同。

### 3.2 不同营林模式毛竹叶 N 的动态变化

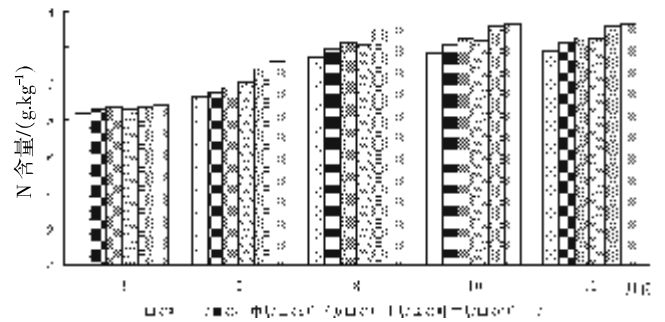


图 2 不同月份毛竹叶 N 的动态变化

从图 2 可以看出不同试验因子毛竹叶 N 的含量呈显著变化。从不同营林模式上看,N 含量从大到小依次为:ZS>ZC,纯林叶 N 含量比混交林叶 N 含量大,造成这种现象可能是由于杉木树冠遮阳使毛竹的生长势低于毛竹纯林生长势;从不同坡位上看,下坡位 N 含量较大,表现为:下坡>中坡>上坡,主要是由于下坡位受下雨或刮风等自然气候影响而致土壤养分丰富,但从图上可以发现 3 个坡位的 N 含量差值不明显,可能是坡位对叶 N 含量影响不显著;从不同月份上看,N 含量大小从大到小依次为 12>10>8>5>3,即 12 月毛竹枝 N 含量最大,3 月最小。

### 3.3 不同营林模式毛竹根 N 的动态变化

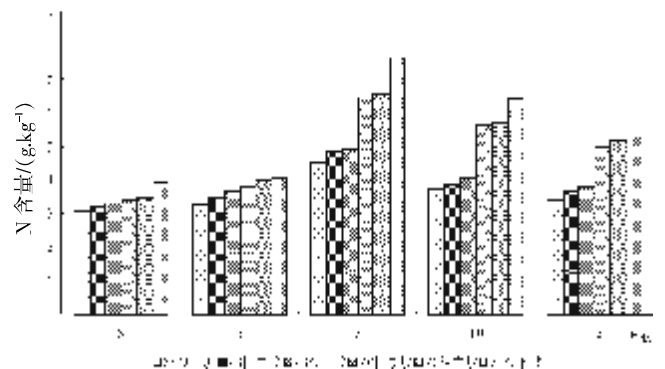


图 3 不同月份毛竹根 N 的动态变化

从图 3 可以看出不同试验因子毛竹根 N 的含量呈显著变化。从不同营林模式上看,N 含量从大到小依次为:ZC>ZS,纯林根 N 含量比混交林根 N 含量大,这种现象可能是根内 N 含量主要从土壤中吸收,而杉木与毛竹争夺土壤养分造成毛竹根内 H 含量偏低;从不同坡位上看,下坡位 N 含量明显较大,表现为:下坡>中坡>上坡,主要是由于下坡位受下雨或刮风等自然气候影响而致土壤养分丰富,但从图上可以发现 ZC 下坡与中下坡 N 含量差值明显,可能是 ZC 下坡地

势较陡,雨水冲刷易造成养分集中在下坡;从不同月份上看,N含量大小从大到小依次为 8>10>12>5>3,即8月毛竹枝 N 含量最大、3月最小。

### 3.4 不同营林模式毛竹皮 N 的动态变化

从图4可以看出不同试验因子毛竹皮 N 的含量呈显著变化。从不同营林模式上看,N含量从大到小依次为:ZC>ZS,纯林皮 N 含量比混交林皮 N 含量大,这种现象可能是根从土壤中吸收养分经皮的韧皮部运输,而致纯林皮 N 含量大于混交林皮 N 含量;从不同坡位上看,下坡位 N 含量较大,表现为:下坡>中坡>上坡,主要是由于下坡位受下雨或刮风等自然气候影响而致土壤养分丰富;从不同月份上看,N含量大小从大到小依次为 8>10>12>5>3,即8月毛竹皮 N 含量最大、3月最小。

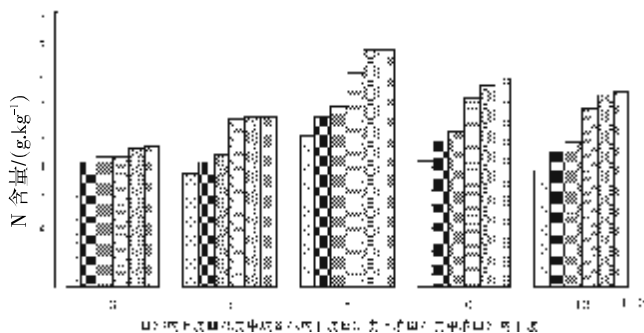


图4 不同月份毛竹皮 N 的动态变化

## 4 结论

从不同营林模式上看,毛竹植株叶、根、皮的氮含量表现为 ZC>ZS,而枝的氮含量表现为 ZS>ZC;从不同坡位上看,毛竹植株氮含量表现为:下坡>中坡>上

坡;从不同月份上看,毛竹植株枝、根、叶、皮的氮含量表现为:8>10>12>5>3。

本试验也存在不足之处:对毛竹不同模式混交林与毛竹纯林的营林效果的分析比较时,未对毛竹和主要伴生树种在混交林分中的分布情况进行深入的研究,如是块状分布或零星分布或行间套种等,而只是针对不同模式混交林的营林效果进行分析研究,因此,对毛竹不同营林模式的林分营造只能是宏观上具有指导作用。何种营林模式最优,而最优营林模式中何种套种方式最佳,这些都有待今后进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 郑郁善,洪伟.毛竹经营学[M].1版.厦门:厦门大学出版社,1998:12-18.
- [2] 张龙辉,杨阳,蒋建立,等.矿物钼对毛竹生长的影响[J].福建林业,2013(4):35-37.
- [3] 陆景陵.植物营养学学(上册)[M].2版.北京:中国农业出版社,2003:23.
- [4] 刘胜群,宋凤斌,王晓波.不同耐旱基因型玉米根系大量元素含量分析[J].干旱地区农业研究,2009,27(3):148-152.
- [5] 张龙辉.厚朴不同模式混交林的营林效果的研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [6] 李党训.毛竹生长规律初探[J].湖南林业科技,1998,25(4):29-31.
- [7] 罗华河.毛竹生物学特性与栽培管理措施[J].中国林副特产,2004,6(1):29-30.
- [8] 汪佑宏,卞正明.坡向对毛竹主要物理力学性质的影响[J].西北林学院学报,2008,23(3):179-181.
- [9] 黄业伟,杨丽,张智俊. NaCl 胁迫对毛竹种子萌发及幼苗生长的影响[J].种子,2009,28(10):18-22.

(责任编辑:华伟平)

## Study on the Content Change of Nitrogen under Different Forest's Patterns of *Phyllostachys pubescens*

XIE Jiayi

(Forestry Station of Anren, Jiangle, Fujian 353300)

**Abstract:** Sampling survey and experimental comparison were conducted to analyze and contrast the content of root, branch, leaf, peel in *Phyllostachys pubescens*. The results showed that: from the point of different forest's pattern, the nitrogen content of root, leaf, peel is ZC>ZS, but the branch is ZS>ZC; from the point of different slope positions, the content of plant nitrogen is down slope>middle slope>up slope; from the point of different month, the nitrogen content of root, leaf, peel is 8>10 >12 >5> 3.

**Key words:** *Phyllostachys pubescens*; forest's pattern; nitrogen content; variance analysis



# 福建省自然保护区管理有效性初步评价

唐巧倩<sup>1</sup>, 付信彬<sup>2</sup>, 江希钿<sup>1</sup>

(1.福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002; 2.福建农林大学 安溪茶学院, 福建 福州 350002)

**摘要:**结合国内外相关研究的成果,在世界保护区委员会(WCPA)提出的自然保护区管理有效性评估框架的理论基础上,结合中国环境科学研究院在 2015 年初提出的《自然保护区管理评估规范(征求意见稿)》,通过实际考察、问卷调查和专家咨询的方法收集了福建省典型的、有代表性的自然保护区的信息。针对保护区的各个管理过程的信息,从管理对象、管理行动、管理保障、管理成效、生产与建设(罚则)5 个方面,对福建省的保护区管理的有效性进行评价。结果表明:福建省自然保护区管理有效性评价的平均得分为 76.80 分。说明福建省保护区总体的管理水平处于良好水平。

**关键词:**自然保护区;管理有效性;福建省;层次分析法

**中图分类号:**S759.9      **文献标识码:**A      **文章编号:**1674-2109(2016)06-0023-07

目前,国内外针对各自然保护区开展了大量的研究工作,但专门针对自然保护区管理有效性评价体系进行的研究和相关文献较少,本文主要基于综合借鉴国内外建立自然保护区管理有效性评价体系的经验和基础,结合中国开展自然保护区管理有效性评价的现状,以福建省林业系统自然保护区为研究对象,重点探索适应福建省保护区的管理有效性评价体系的建立并评价,总结当前福建省自然保护区保护方式的特点,为进一步完善福建省自然保护区保护制度、建立评价体系和提高管理水平是本文写作所应反映的问题。

## 1 研究地概况

福建省位于东经 115°50'~120°40', 北纬 23°30'~28°22'之间,地处中国东南沿海。全省土地总面积为

12.14 万 km<sup>2</sup>,全省森林面积近 680 万 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率 65.95%(2015 年福建省统计年鉴),高居全国首位,森林蓄积量达 3.95 亿 m<sup>3</sup>。

境内流域面积约 11.3 万 km<sup>2</sup>,海岸线总长度 3324 km,海域面积 13.6 万 km<sup>2</sup>,略大于陆域面积。气候属亚热带海洋性气候,年均气温多在 17~22 ℃。最热月均温在 28 ℃左右,最冷月均温在 6~13 ℃之间。年降水量在 1 100~2 000 mm 之间<sup>[6]</sup>,是全国多雨区域之一。

福建省自然保护区建设最早是从上世纪 50 年代开始的,在 1950 年至改革开放前的 20 年里,全省划定了武夷山、三明格氏栲、南靖乐土、建瓯万木林 4 处禁伐区<sup>[8]</sup>。并于 1979 年国务院正式批准建设了第一个自然保护区,即武夷山国家级自然保护区。截至 2015 年 2 月,全省已建自然保护区 90 处(2015 年福建统计年鉴),其中国家级自然保护区 16 处<sup>[6-7]</sup>,自然保护小区 3 300 多处(均属林业)。全省自然保护区总面积 44.8 万 hm<sup>2</sup>(2015 年福建统计年鉴),占全省土地总面积的 4.53%,低于全国平均水平的 14.7%(林业 12.8%)。其中省级以上保护区面积 31.28 万 hm<sup>2</sup>,占全省土地总面积的 2.6%,已建自然保护区保护了全省 90%以上的珍稀<sup>[9]</sup>、濒危野生动植物种。初步建成了布局较为合理、类型较为齐全、功能相对完善的自然保

收稿日期: 2016-04-21

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(B0010019)。

作者简介: 唐巧倩(1991-),女,汉族,在读研究生,主要从事森林资源评价研究。

通讯作者: 江希钿(1958-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事森林经营和资产评估研究。

护区体系<sup>[12]</sup>。

## 2 研究方法

目前自然保护区管理有效性评价在国内尚处于初步阶段,评价的方法大多采用的是问卷调查法,本文在阅读大量文献和前人研究的基础上,试图建立一套评价体系,对福建省20个自然保护区的管理有效性进行评价。

### 2.1 评价体系的建立

评价指标体系的构建将影响到评价结果的科学性、全面性和合理性。中国环境科学研究院在2015年

初提出了《自然保护区管理评估规范(征求意见稿)》的评价标准,本文依据该标准,结合福建省自然保护区的实际情况,构建出由目标层、准则层和指标层三个层、19个指标组成的自然保护区管理有效性指标体系(如表1):

目标层(A):即福建省自然保护区管理有效性评价;

准则层(B):包括管理对象、管理行动、管理保障、管理成效和罚则五个方面;

指标层(C):评价的具体指标,共由19个评价指标组成。

### 2.2 权重确定方法

评价指标的建立是评价的基础,而评价指标的权

表1 自然保护区管理评价标准及指标

目标层	准则层	指标层	内含
福建省自然保护区管理有效性评价(A)	管理对象 B <sub>1</sub>	土地及附着物(C <sub>1</sub> )	指长期、稳定地附着于土地之物,它与作为一类重要的不动产的“定着物”的涵义基本上是一致的
		范围界限(C <sub>2</sub> )	自然保护区具有明确的法律地位并得到确认,其边界划定是保护地进行长期有效管理的基础
		功能区划(C <sub>3</sub> )	根据区划原则、区划依据、区划范围、整体布局将保护区按照功能区划为:核心区、缓冲区、实验区等
		保护对象管理信息(C <sub>4</sub> )	森林生态系统中重点保护的珍稀野生动物、珍稀野生植物等生物多样性进行编目和详细记录,做到资源本底清楚
		规划编制实施(C <sub>5</sub> )	以生物多样性、生态系统完整性及其特有的自然景观,制定和实施管理计划,是保护地长期管理的必需内容。
	管理行动 B <sub>2</sub>	资源调查(C <sub>6</sub> )	开展资源调查是做好自然保护区管理工作的基础
		动态检测(C <sub>7</sub> )	
		科研协作(C <sub>8</sub> )	过科学研究,掌握自然变化规律,主要目标是更好地了解需要保护的天然群落和物种的情况
		宣传教育(C <sub>9</sub> )	依据保护区现有的设施和设备,采取各种形式的宣传,提高社会公众对保护区自然资源的保护意识
	管理保障 B <sub>3</sub>	管理工作制度保障(C <sub>10</sub> )	通过政策水平和管控能力来保障自然保护区的长远规划
		机构与人员保障(C <sub>11</sub> )	指管理机构、职责安排和人员配置
		专业技术能力保障(C <sub>12</sub> )	指管理人员的专业技术能力
		资金保障(C <sub>13</sub> )	资金计划是自然保护区成功管理的重要因素,应找寻多种多样的方向来寻求资金来源,以满足自然保护区开展各种保护活动的资金需求
		基础设施保障(C <sub>14</sub> )	指在保护区内,进行管理所必备的设备 and 设施(包括管理站、巡护哨卡、无线电系统、车辆等)
	管理成效 B <sub>4</sub>	保护对象变化(C <sub>15</sub> )	主要保护的生态系统面积是否稳定或增加,生态系统结构和功能稳定或改善;主要保护物种种群数量是否稳定或增加,关键生境面积是否稳定或增加且质量稳定或改善;主要保护对象状况是否稳定。
		环境质量(C <sub>16</sub> )	主要指水质量和土壤的质量
		公众参与(C <sub>17</sub> )	与当地社区的公众保持良好的关系(为解决冲突)是自然保护区进行长期有效管理的一种基本要求
	罚则 B <sub>5</sub>	社区生产经营(C <sub>18</sub> )	即自然保护区的生产经营活动和建设项目对保护区生态环境的不良影响,其中涉及的指标和内容发生时,则为评估的负面影响。
		开发项目建设(C <sub>19</sub> )	

重反应了该指标在管理有效性评价中的重要程度,指标权重的准确与否在很大程度上会影响评价的科学性和准确性。本文在确定指标权重时采用层次分析和主观赋权相结合的方法。

层次分析法(analytic hierarchy process,AHP)是美国 Saaty T L 教授于 20 世纪 70 年代提出的,基本方法是建立递阶层次结构,采用 1~9 标度法对每层次的指标进行两两比较,建立判断矩阵,计算出其相对应特征向量值,即为各指标的相对权重,再把各层次指标的相对权重进行量化,并通过一致性检验,最后确定各评价指标的权重,具体步骤如下:

### 2.2.1 构造判断矩阵

按照层次分析法的过程和步骤,结合生态学领域、森林经理学领域以及福建省自然保护区相关领域专家等总共 30 位人员的意见和调查成果,对评价指标体系中的各个指标按照 1~9 标度法构造判断矩阵,建立判断矩阵,从而计算出不同层次的权重,并进行一致性检验和计算,最后进行层次总排序,如表 2(其

他矩阵不一一列出)。

表 2 判断矩阵 A-B

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	W
B <sub>1</sub>	1	1/2	1/4	1/2	6	0.120
B <sub>2</sub>	2	1	1/3	1	7	0.198
B <sub>3</sub>	4	3	1	3	8	0.453
B <sub>4</sub>	2	1	1/3	1	7	0.198
B <sub>5</sub>	1/6	1/7	1/8	1/7	1	0.031

由表 2,经计算,得到  $\lambda_{\max}=5.162, CR=0.037 < 0.1$ ,该判断矩阵的一致性是可以接受的。

### 2.2.2 矩阵总排序结果

经过计算,各级指标的权重以及指标总权重结果如表 3 所示。

### 2.3 指标评分

在确定评价体系后,对各个自然保护区进行评价,本文采用专家打分法,评分采用 100 分制,各专家根据实际情况,结合评价标准,对各个指标进行评分,评分值为 0~100 分,并根据分制设立四个评语集,即

表 3 指标权重计算结果

目标层	准则层	指标层	总权重	
福建省自然保护区管理有效性评价 A	管理对象 B <sub>1</sub>	0.120	土地及附着物(C <sub>1</sub> )	0.016 0
		0.120	范围界限(C <sub>2</sub> )	0.019 0
		0.120	功能区划(C <sub>3</sub> )	0.035 0
	管理行动 B <sub>2</sub>	0.198	保护对象管理信息(C <sub>4</sub> )	0.050 0
		0.198	规划编制实施(C <sub>5</sub> )	0.019 0
		0.198	资源调查(C <sub>6</sub> )	0.052 0
		0.198	动态检测(C <sub>7</sub> )	0.031 0
		0.198	科研协作(C <sub>8</sub> )	0.079 0
		0.198	宣传教育(C <sub>9</sub> )	0.018 0
	管理保障 B <sub>3</sub>	0.453	管理工作制度保障(C <sub>10</sub> )	0.135 0
		0.453	机构与人员保障(C <sub>11</sub> )	0.135 0
		0.453	专业技术能力保障(C <sub>12</sub> )	0.040 0
		0.453	资金保障(C <sub>13</sub> )	0.071 0
	管理成效 B <sub>4</sub>	0.198	基础设施保障(C <sub>14</sub> )	0.071 0
		0.198	保护对象变化(C <sub>15</sub> )	0.153 0
		0.198	环境质量(C <sub>16</sub> )	0.017 0
	罚则 B <sub>5</sub>	0.031	公众参与(C <sub>17</sub> )	0.028 0
		0.031	社区生产经营(C <sub>18</sub> )	0.015 5
			开发项目建设(C <sub>19</sub> )	0.015 5

管理好、管理较好、管理一般、管理差,各评语集对应的评分值如表4。

表4 评语集及其评分值

评语	管理好	管理较好	管理一般	管理差
评分值	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[0,60)

### 2.4 综合指数计算

在确定各指标的评价值和权重以后,需要对其进行综合计算,目前用得比较多的多指标综合评价的合成方法是加法合成法和乘法合成法,本文采用加法合成法进行综合指数的计算,其公式为:

$$S = \sum_{i=1}^n W_i * P_i \quad (1)$$

式中:S为自然保护区管理有效性评价的综合指数值;W<sub>i</sub>为各评价指标的权重;P<sub>i</sub>为指标评分值;i=1,2,3,...,19,为相应指标要素的序号;n为评价指标的个数。

根据公式,将表3和表5所求得的指标权重和指标评分值代入,计算出福建省各自然保护区管理有效性评价的综合评价结果和各级指标的评价结果,如表6和表7。

### 3 评价结果分析

由表6的福建省各自然保护区管理有效性评价结果可以看出,全省自然保护区中管理好(80分以上)的数量有9处(国家级5处,省级4处),占被评价自

表5 各自然保护区专家评分值

序号	单位	级别	所属地区	指标得分																		
				C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>
1	三明莘口格氏栲省级自然保护区管理站	省级	三明市	92	87	50	69	56	50	50	79	79	86	65	83	79	75	78	79	87	85	99
2	尤溪九阜山省级自然保护区管理处	省级	三明市	69	99	100	61	51	20	31	10	89	100	93	100	69	39	79	98	40	99	99
3	汀江源国家级自然保护区管理处	国家级	龙岩市	69	89	100	100	100	100	83	59	99	100	43	33	40	78	89	89	99	89	99
4	松溪白马山省级自然保护区管理处	省级	南平市	82	89	81	82	61	81	73	40	69	71	57	67	89	69	74	89	70	79	89
5	邵武将石省级自然保护区管理处	省级	南平市	100	99	76	56	56	51	42	79	94	93	93	83	99	88	94	98	89	99	99
6	泰宁峨嵋峰省级自然保护区管理处	省级	三明市	100	89	81	100	82	100	63	50	79	100	57	75	89	78	94	98	80	99	99
7	梁野山国家级自然保护区管理局	国家级	龙岩市	61	99	100	92	92	81	63	59	69	86	93	75	89	78	69	89	89	79	89
8	梅花山国家级自然保护区管理局	国家级	龙岩市	100	99	100	82	61	20	63	59	79	100	86	100	99	98	89	98	80	79	59
9	莆田老鹰尖省级自然保护区管理处	省级	莆田市	100	90	84	78	61	81	50	50	81	80	57	60	59	59	84	94	80	99	99
10	福安瓜溪桫欏省级自然保护区管理处	省级	宁德市	65	79	61	71	61	81	31	20	69	86	71	45	30	59	89	89	40	30	99
11	闽清县林业局、福建雄江黄楮林国家级自然保护区	国家级	福州市	82	79	69	65	68	64	50	45	59	86	71	67	60	56	89	79	80	99	99
12	福建虎伯寮国家级自然保护区管理局	国家级	漳州市	100	99	81	100	82	81	100	99	79	100	86	83	79	78	79	98	80	99	99
13	永春牛姆林省级自然保护区管理处	省级	泉州市	100	99	100	92	82	81	94	99	99	100	86	67	99	98	84	98	99	99	99
14	屏南县宜洋鸳鸯猕猴省级自然保护区管理站	省级	宁德市	71	89	91	71	51	51	50	30	69	71	60	65	50	69	59	98	50	99	49
15	建瓯万木林省级自然保护区管理处	省级	南平市	100	99	100	92	51	40	73	79	99	93	100	92	99	69	99	98	80	89	99
16	宁化牙梳山省级自然保护区管理处	省级	三明市	88	59	61	61	51	48	42	48	99	75	43	83	40	78	59	79	65	86	99
17	龙海九龙江口红树林省级自然保护区管理处	省级	漳州市	89	55	68	65	45	68	50	55	60	48	50	67	79	62	59	68	80	99	99
18	南平茫荡山省级自然保护区管理处	省级	南平市	100	99	100	100	100	40	21	59	59	100	86	100	99	39	69	89	40	99	99
19	福建漳江口红树林国家级自然保护区管理局	国家级	漳州市	61	79	61	100	82	81	100	99	99	100	100	67	79	78	99	89	80	79	99
20	福建戴云山国家级自然保护区管理局	国家级	泉州市	82	99	81	61	61	101	63	99	89	71	86	67	79	78	89	79	80	99	99

注:在对福建省国家级和省级自然保护区发放的调查问卷中,收回有效的20个保护区的评价问卷,因此暂列出以上20个保护区的评价结果。

表 6 福建省各自然保护区管理有效性评价结果

序号	单位	级别	所属地区	准则层各层次得分值					综合得分值
				$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
1	三明莘口格氏栲省级自然保护区管理站	省级	三明市	69.38	65.14	76.44	79.34	91.81	74.41
2	尤溪九阜山省级自然保护区管理处	省级	三明市	79.55	27.15	83.31	75.28	98.72	70.63
3	汀江源国家级自然保护区管理处	国家级	龙岩市	94.14	81.61	64.02	90.52	93.78	77.29
4	松溪白马山省级自然保护区管理处	省级	南平市	82.58	60.62	68.93	74.83	83.90	70.55
5	邵武将石省级自然保护区管理处	省级	南平市	74.49	65.33	92.05	93.78	98.72	85.20
6	泰宁峨嵋峰省级自然保护区管理处	省级	三明市	92.68	70.83	79.71	92.38	98.72	82.61
7	梁野山国家级自然保护区管理局	国家级	龙岩市	91.27	69.82	86.10	73.81	83.90	81.00
8	梅花山国家级自然保护区管理局	国家级	龙岩市	92.19	51.87	95.06	88.55	69.11	84.07
9	莆田老鹰尖省级自然保护区管理处	省级	莆田市	84.58	62.24	64.59	84.31	98.72	71.49
10	福安瓜溪杪省级自然保护区管理处	省级	宁德市	68.65	46.19	64.68	82.09	64.13	64.92
11	闽清县林业局、福建雄江黄楮林国家级自然保护区	国家级	福州市	70.63	54.52	70.90	86.86	98.72	71.65
12	福建虎伯寮国家级自然保护区管理局	国家级	漳州市	94.25	91.42	87.41	80.90	98.72	88.09
13	永春牛姆林省级自然保护区管理处	省级	泉州市	96.44	92.24	92.12	87.54	98.72	91.96
14	屏南县宜洋鸳鸯猕猴省级自然保护区管理站	省级	宁德市	79.91	44.26	63.50	61.38	74.06	61.57
15	建瓯万木林省级自然保护区管理处	省级	南平市	96.44	67.53	91.84	96.20	93.78	88.50
16	宁化牙梳山省级自然保护区管理处	省级	三明市	64.33	52.23	60.98	61.86	92.31	60.79
17	龙海九龙江口红树林省级自然保护区管理处	省级	漳州市	67.49	57.40	57.25	62.99	98.72	60.93
18	南平茫荡山省级自然保护区管理处	国家级	南平市	99.84	52.47	85.84	66.78	98.72	77.54
19	福建漳江口红树林国家级自然保护区管理局	国家级	漳州市	80.05	93.22	90.20	95.36	88.84	90.56
20	福建戴云山国家级自然保护区管理局	国家级	泉州市	75.64	89.79	77.42	86.86	98.72	82.19

表 7 福建省各级别自然保护区管理有效性评价结果

级别	准则层各层次得分值					综合得分值
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
全省	82.73	64.79	77.62	81.08	91.14	76.80
国家级	85.45	76.04	81.59	86.12	90.25	82.12
省级	81.26	58.74	75.48	78.37	91.62	73.93

然保护区总数的 45%；管理较好（70~80 分）的有 7 处（国家级 3 处，省级 4 处），占 35%；管理一般（60~70 分）的有 4 处（国家级 0 处，省级 4 处），均为省级自然保护区，占 20%；管理差（12~60 分）的自然保护区有 0 处。

从整体来看，调查范围中国家级保护区的平均分

为 82.12 分，省级保护区的平均分为 73.93 分。国家级的管理水平优于省级保护区。根据《LY/T 1726-2008 自然保护区有效管理评价技术规范》第七点的要求<sup>[4,15]</sup>，满分为 100 时，国家级自然保护区 25% 管理质量达到优（85~100 分），有效管理质量为良的有 75% 的保护区（60~84 分）。省级自然保护区有 3 个管理质量达到优

(85~100分),有效管理质量为良的有100%的保护区(60~84分)。

从调查的20个省级以上保护区观察,福建大多数自然保护区的管理整体处于中等偏上水平,有效管理的整体水平也有进一步提升的空间。

#### 4 讨论

在前人的理论基础上,引入了国际自然保护联盟世界保护区委员会提出的“保护地管理有效性评估”理论,和国内有关保护区的政策法规,结合福建省保护区的实际情况,经过修改、完善了相对适宜的综合评价体系。

基于以上构建的评价体系,福建省自然保护区平均得分为76.80分,整体处于“良”的状态,其中国家级保护区处于“优”的状态,说明福建省保护区总体的管理水平处于中等偏上水平。表明福建省自然保护区建设有所成效,但仍需不断提升。

从建立时间来看,自然保护区的建立时间越长,其管理水平相对较高。

保护对象变化、管理工作制度保障以及机构与人员保障状况3个指标成为影响自然保护区管理水平的3个重要因子。

从单项指标的平均得分看,不同级别的保护区管理的倾向性应有所侧重。结果显示,无论是国家级还是省级自然保护区,动态检测、科研协作、资源调查、规划编制实施、机构与人员保障亟待提高。

福建省作为全国首批率先开展国家公园体制试点的省份,任务仍然繁重而艰巨,需要加大力度推进和完成。通过保护区的管理水平的提高,完善监督管理体制、创新经营体制、整合优化以及落实支持政策等方面,都更有利于形成高水平林业生态保护和建设的新机制。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国中央.人民政府中华人民共和国自然保护区条例 [A/OL].(2005-09-27)[2016-04-10]. [http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2005-09/27/content\\_70636.htm](http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2005-09/27/content_70636.htm).
- [2] 高岚,李怡,靳丽莹.广东省自然保护区有效管理评估指标体系的构建与应用[J].林业经济问题,2012(3):200-205.
- [3] 石金莲,卢春天.自然保护区旅游可持续发展评估研究现状及展望[J].世界林业研究,2015,28(1):18-22.
- [4] 刘方正,崔国发.国内外保护区管理有效性评价方法比较[J].世界林业研究,2013(6):33-38.
- [5] 葛之葳,李俊清.北京市保护区管理状况分析[J].科学技术与工程,2004(7):609-617.
- [6] 聂森,周冬良,乐通潮,等.福建省新建2处省级自然保护区[J].福建林业,2015(3):8.
- [7] 周冬良.福建省自然保护区建设与野生脊椎动物的保护关系[J].动物学杂志,2005(1):66-71.
- [8] 高兆蔚,胡明芳,郑世群,等.福建省野生植物保护与管理学科发展报告[J].海峡科学,2013(1):65-72.
- [9] 谭勇,何东进,游巍斌,等.福建省自然保护区生物多样性保护的GAP分析[J].福建农林大学学报(自然科学版),2014(3):251-255.
- [10] 道客巴巴.评价有效性:保护区管理评估框架[EB/OL].(2014-03-15)[2016-04-10].<http://www.doc88.com/p-7106853053049.html>.
- [11] 国务院.中华人民共和国环境影响评价法[A/OL].(2003-09-01)[2016-04-10]. [http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content\\_61822.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content_61822.htm).
- [12] 福建省林业厅.福建省自然保护区建设管理调研报告[R].福州,2011.
- [13] 薛凡,刘金福,兰思仁,等.戴云山国家级自然保护区植物多样性评价与可持续发展策略研究[J].武夷科学,2013,29(1):6-15.
- [14] 郭国平,田延飞,陈厚忠.基于联系数结构的综合量化评价模型建立及其应用[J].大连海事大学学报,2012(2):37-40.
- [15] 中华人民共和国环境保护部.国家级自然保护区规范化建设和管理导则(试行)[A/OL].(2009-08-13)[2016-04-10].[http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bh/201004/t20100409\\_187994.htm](http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bh/201004/t20100409_187994.htm).
- [16] 袁红辉.环境利益的政治经济学分析[D].昆明:云南大学,2014.
- [17] 舒勇,宗嘎,吴后建.西藏自治区国家级自然保护区的有效管理分析[J].中南林业科技大学学报,2013(2):91-96.
- [18] 蒋广平.江西省自然保护区建设及其管理对策研究[D].南昌:江西农业大学,2014.
- [19] 刘义,袁秀,李景文,等.北京市自然保护区管理有效性评估及优先性确定[J].林业资源管理,2008(04):58-63.
- [20] 莫燕妮,洪小江.海南省林业系统自然保护区管理有效性

- 评估[J].热带林业,2007(4):12-16.
- [21] 吴后建,但新球,舒勇,等.国家湿地公园有效管理评价指标体系及其应用[J].湿地科学,2015(4):495-502.
- [22] Susanne S K. Evaluation of management effectiveness in protected areas: methodologies and results[J]. Basic and Applied Ecology,2010(5):89-94.
- [23] 李云燕.我国自然保护区生态补偿机制的构建方法与实施途径研究[J].生态环境学报,2011(12):1957-1965.
- [24] 蒋培,蔡燕燕.我国自然保护区地方管理新模式的思考[J].世界林业研究,2013(2):70-75.

(责任编辑:华伟平)

## A Preliminary Evaluation on the Management Effectiveness of Nature Reserve in Fujian

TANG Qiaoqian<sup>1</sup>, FU Xinbin<sup>2</sup>, JIANG Xidian<sup>1</sup>

(1. School of forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;  
2. School of Anxi Tea Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** From the results of relevant research at home and abroad to start, based on the theory of the nature reserve management framework for assessing the effectiveness put forward by the World Commission on Protected Areas (WCPA), combining with the "Nature Reserve Management Assessment specification (draft)" proposed by Chinese Research Academy of Environmental Sciences in early 2015. Through actual investigation, questionnaire investigation and expert consultation method to collect the information of typical and representative nature reserve in Fujian. The main information for each protected area management process from the managed object effectiveness of five aspects of management actions, security management, performance management, production and construction (penalties) of Fujian protected area management were evaluated. The average score reserve management effectiveness evaluation in Fujian 76.80 points, which shows that the overall management level of Fujian province is in the middle level.

**Key words:** nature reserve; management effectiveness evaluation; Fujian; analytic hierarchy process

# 长三角居民参与环巢湖体育 旅游行动资源及通票价格研究

## ——基于理性选择理论的视角

杨宝雷<sup>1</sup>, 司友志<sup>2</sup>, 汪 上<sup>1</sup>

(1.滁州职业技术学院 体育部, 安徽 滁州 239000; 2.中国科学技术大学 体育部, 安徽 合肥 230026)

**摘 要:**采用文献资料法、问卷调查法、专家访谈法及数理统计法,基于理性选择理论,对长三角居民的体育旅游需求力、参加环巢湖体育旅游的行动资源、成本和预期效果的考量及产品通票价格的预期进行了研究。结果显示:长三角居民对体育旅游有着较大的需求力;长三角居民的个体行动资源非常充沛;长三角大部分居民对参加环巢湖体育旅游的成本和预期效果较为慎重;上海、杭州和南京市居民对环巢湖体育旅游产品通票价格的预期一致,但均与合肥市居民的预期有着显著性差异;预期的通票价格区间为750~900元,并依此提出相应的发展建议。

**关键词:**长三角;环巢湖;体育旅游;行动资源;通票价格

**中图分类号:**G806 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0030-05

2014年9月25日,《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》(国发〔2014〕39号)<sup>[1]</sup>明确指出:安徽整体纳入长江经济带,且合肥作为与南京、杭州并肩的副中心融入长江三角洲城市群,并鼓励长江沿线城市群大力发展特色旅游业,把长江沿线培育成为国际黄金旅游带。由此可知,合肥经济旅游圈作为副中心正式融入我国六大城市群之首的长三角城市群,必将获得强劲的发展动力。同时,作为大合肥的内湖,巢湖凭借独特的区位优势、域内优越的自然旅游资源以及近几年迅猛发展的旅游业,已于2015年8月中旬经国家旅游局批准创建我国首个国家旅游休闲区,通过验收后,将被授予“环巢湖国家旅游休闲区”称号。这使得环巢湖旅游区域首次跃升到国家层面,十分有利于其提升在长三角区域、全国乃

至世界范围内的知名度,有望成为长三角旅游业发展重要的新引擎。

当前,环巢湖旅游区域已与黄山、九华山和天柱山一并构成安徽省旅游业“三山一湖”新格局,并作为安徽省旅游中心区域,为创建“大湖名城,创新高地”、“环巢湖国家旅游休闲区”的品牌,以及开拓长三角旅游产业市场,正加紧推进多个主题性旅游项目的建设。在此背景下,为适应当前旅游业主题性、休闲体验性强的发展趋势<sup>[2]</sup>,根据曲天敏<sup>[3]</sup>对体育旅游的定义,并鉴于环巢湖旅游区域既有的和当前推进的建设项目与体育休闲运动、保健养生紧密相关,本文认为旅游者的环巢湖区域之旅实则为体育旅游之行。本次以长三角区域居民对环巢湖体育旅游的个体微观行为为视角,基于理性选择理论,对其关于体育旅游的理性考量以及环巢湖区域体育旅游的个体行动资源情况、通票价格的预期进行了研究,这些问题的探讨对于当前环巢湖体育旅游各类产品通票价格范围的科学化制定和有针对性的开发长三角区域旅游市场具有重要的实际参考价值。

收稿日期:2016-04-12

基金项目:安徽省高校人文社科重点项目阶段成果  
(SK2015A718)。

作者简介:杨宝雷(1982-),男,汉族,讲师,主要从事体育旅游、体育计量学方向研究。



## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

以上海、杭州、南京和合肥四市居民为样本,以其对环巢湖体育旅游的个体微观行为为研究对象,并以此推测长三角区域居民对环巢湖体育旅游的个体微观行为。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 问卷调查法

##### (1) 抽样方式

根据上海、杭州、南京和合肥城市划分的行政区,问卷的发放采取分区、定额、随机与定向相结合的方式;问卷的回收为现场回收和邮寄回收相结合的方式,问卷发放与回收情况见下表 1。

表 1 问卷的发放情况

城市	发放/份	回收/份	回收率/%	无效/份	有效/份	有效率/%
上海	300	300	100.0	21	279	93.0
杭州	300	293	97.7	20	273	93.2
南京	300	287	95.7	32	255	88.9
合肥	300	290	96.7	26	264	91.0

##### (2) 问卷的信度

调查前,在查阅大量文献资料和实地考察景区的基础上,根据研究目的,设计出问卷初样,经数位相关专家的建议,几经修改后,通过了信度审定。

### (3) 问卷的信度

信度,又叫可靠性,是指问卷的可信程度,主要表现为检验结果的一贯性、一致性、再现性和稳定性<sup>[4][5]</sup>。在对问卷中部分项目非数值型选项进行赋值后,选用“ $\alpha$ ”模型,得出 Cronbach's alpha 值为 0.905,基于标准化的 Cronbach's alpha 值为 0.910,两个系数值均大于 90%,表明本量表具有很高的内在一致性,可靠性很强。

#### 1.2.2 专家访谈法

就本研究的内容、问卷的设计、当前体育旅游发展状况以及环巢湖体育旅游产业现状与未来规划等向统计界、旅游界相关专家进行了访谈,为本研究奠定了坚实的基础。

#### 1.2.3 数理统计法

采用 SPSS 软件,对长三角区域居民关于环巢湖体育旅游产品的预期通票价格进行了置信区间分析,并对四市居民通票价格预期的差异性进行了方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 长三角区域居民对体育旅游经历与利益的理性分析

1990 年,科尔曼在其《社会理论的基础》中借鉴斯密的“经济人”假设,提出了社会学意义上“理性人”的假设,用以解释以个人层次的微观社会行为为基础的社会组织活动,并认为解释社会组织活动时,必须从行动者的角度来理解他们的行动<sup>[9]</sup>。本次面向长三角

表 2 长三角区域居民体育旅游经历与需求状况一览表

指标	基本状况	上海		杭州		南京		合肥	
		人数/个	百分比/%	人数/个	百分比/%	人数/个	百分比/%	人数/个	百分比/%
体育 旅游经历	没有	29	10.4	58	21.2	53	20.8	25	9.5
	有过,并偶尔参加	189	67.8	153	56.1	148	58.0	186	70.5
	有过且经常参加	45	16.1	44	16.1	48	18.8	44	16.7
	有过且必然参加	16	5.7	18	6.6	6	2.4	9	3.3
体育 旅游需求	没有	61	21.9	57	20.9	84	32.9	102	38.6
	有	218	78.1	216	79.1	171	67.1	162	61.4

区域调查的对象全部是经济独立的个体,他们作为社会行动系统基本元素中的行动者,在面对“体育旅游经历”的社会性行动问题时,会依据给出的体育旅游的定义并结合既有的旅游经历、经验以及社会阅历对自身在旅游观光过程中的体育活动行为给出理性的判别。长三角区域居民的体育旅游经历如下表2所示,上海、杭州、南京和合肥的市民有过体育旅游经历的分别占到89.6、78.8、79.2、90.5%,表明大部分市民在外出旅游观光的過程中有过体育活动的观赏或参与;其中四市居民在旅游观光的過程中对体育活动“经常参加”和“必然参加”的累计分别是21.8、22.7、21.2、20%,有超过五分之一的居民对体育旅游表现出较强的偏好性。

社会行动系统中行动者的“利益”是由一定的需要和偏好构成的,它包括物质的、精神的、社会的需要以及偏好<sup>[5]</sup>。长三角区域居民作为参与体育旅游的社会行动者,在旅游观光中对体育活动的观赏或参与必然以符合其身心和谐发展和丰富社会文化生活为需要。从上表2中可以看出,四市居民对体育旅游需求的比例分别为78.1、79.1、67.1、61.4%,表现出较大的需求力,这也表明环巢湖体育旅游在长三角区域旅游市场中具有巨大的发展潜力。

## 2.2 长三角区域居民参与环巢湖体育旅游的资源状况

科尔曼认为,社会行动系统包括行动者、资源和利益等三个基本元素。其中,“资源”是指行动者采取行动的条件和保证,资源的类型有许多种:私人物品,事件和某些专长<sup>[5]</sup>。基于科尔曼对行动者个体“资源”的界定,本研究从“月平均可支配收入”、“工作或家庭事务繁忙程度”和“到环巢湖旅游的便利性”三个方面考察长三角区域居民到环巢湖参与体育旅游的资源情况。四市的“月平均可支配收入”见下表3所示,上

海、杭州、南京和合肥四市居民月平均可支配收入4000元及以上的分别占到74.5、51.5、62.7、34.1%,表明上海、杭州和南京市的居民大都具备外出到环巢湖旅游所必需的物质条件,而合肥市居民来此旅游较为便利,月平均可支配收入的多寡对其影响不大。

“工作或家庭事务繁忙程度”可以反映出都市居民业余生活的闲暇状况。从下表4可知,四市居民在此项指标上感觉“一般”和“较轻松”的比例为44.5、46.2、65.5、47.4%,南京市民工作之余闲暇时光较多,其他三市居民相差无几,但也接近半数,亦能满足外出旅游的空闲时机要求。在随机访谈中发现,四市居民外出旅游大多集中在周末、法定节假日或学生放寒暑假的时候,在实际外出旅游时,他们参加旅游的时机可能会远超出上述统计数据。

环巢湖区域紧邻原长三角区域,其公路、铁路、空路面向长三角区域非常通达,十分便于上海、杭州和南京的居民来此旅游;同时又属于合肥市的滨湖新区,合肥市区居民到此旅游仅需20多分钟车程。依据上表4可见,四市居民自我认为到环巢湖旅游“较便利”和“很便利”的累加比例是62、55.3、56.8、60.2%。由上述分析,长三角区域居民到环巢湖参加体育旅游具备的行动资源非常充沛,随着对该区域体育旅游的深入了解,将会有越来越多的居民参与到环巢湖体育旅游的社会行动中来。

## 2.3 长三角区域居民对环巢湖体育旅游通票价格范围的理性预期

### 2.3.1 长三角区域居民对环巢湖体育旅游成本和预期效果的考量

科尔曼说:“理性行动需要理性地考虑(或计算)对其目的有影响的各种因素。但是判断‘理性’与‘非理性’不能以局外人的标准,而是要用行动者的眼光

表3 长三角区域居民收入水平状况一览表

指标	区间	上海		杭州		南京		合肥	
		人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%
月平均 可支配 收入	2 000 元及以下	20	7.2	25	9.1	23	9.0	42	15.9
	2 001~4 000 元	50	17.9	108	39.6	72	28.3	132	50.0
	4 001~6 000 元	106	38.0	99	36.3	101	39.6	63	23.9
	6 000 元及以上	103	36.9	41	15	59	23.1	27	10.2

表 4 长三角区域居民家庭或工作事务繁忙及到环巢湖旅游的便利情况

指标	基本情况	上海		杭州		南京		合肥	
		人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%
事务繁忙程 度	很忙	52	18.6	42	15.3	27	10.6	37	14
	较忙	103	36.9	105	38.5	61	23.9	102	38.6
	一般	112	40.2	110	40.3	91	35.7	110	41.7
	较轻松	12	4.3	16	5.9	76	29.8	15	5.7
	不便利	45	16.1	48	17.6	30	11.8	19	7.2
到环巢湖旅 游的便利性	一般	61	21.9	74	27.1	80	31.4	86	32.6
	较便利	126	45.2	95	34.8	99	38.8	85	32.2
	很便利	47	16.8	56	20.5	46	18.0	74	28.0

来衡量<sup>⑥</sup>”。长三角区域居民作为参与环巢湖体育旅游的行动者,自然会依据既有的体育旅游经历、经验对来此旅行的成本、预期效果做出理性地考量和比较。经调查统计得知,上海、杭州、南京和合肥的居民在面对“是否会考虑参加环巢湖体育旅游的成本及预期效果”的问题时,表示“会细致考虑”和“很仔细考虑”的累加比例为 55.2、59、72.2、7.2%。可知合肥市民的比例最低,与在本市有关;另外三市中均有超过半数以上的居民对来此参加体育旅游较为慎重,这从侧面反映出环巢湖体育旅游的品牌建设亟需加强。

### 2.3.2 长三角区域居民对环巢湖体育旅游产品通票价格的预期

#### 2.3.2.1 四市居民对通票价格预期的百分比分析

体育旅游产品价格是旅游行动者参加体育旅游时考量的重要因素之一。长三角区域居民对环巢湖体育旅游当前的发展状况了解程度较低,上海、杭州、南京市的居民对此表示“了解一些”和“很了解”的分别仅占 20.8、22.7、24.7%。在此背景下,长三角区域居民会根据已有的体育旅游经验和成本核算方式对环巢湖体育旅游产品通票价格给予预期。如下表 5 所示,

四市居民对此预期的范围大多集中在 500 元及以下;在 500~1 000 元的价格区间,四市居民所持预期也基本一致,分别达到 27.2、21.6、24.7、25.8%,亦占有相当大的比重;上海、杭州和南京市居民对于价格在 1 000 元以上各个价格区间的预期亦大体相似,只是选择比例迅速减少;合肥市居民在 1 500 元以上价格区间的选择没有,说明在体育旅游消费能力上合肥市居民与其余三市居民有一定的差距。

#### 2.3.2.2 四市居民对通票价格预期的计量分析

本次抽取的样本总量达到 1071 个,根据“中心极限定理”,其分布可以视为服从正态分布,且四市样本相互独立。对上表 4 中的通票价格范围由大到小依次赋值为 1、2、3、4、5;建立数据表后,采用 SPSS 中“探索”菜单对“通票价格”给予 95%的置信区间为[4.2 167, 4.3 342],其价格区间属于 500~1 000 元的范围。为方便计算,置信区间取[4.2, 4.3],且以 50 元为单位,最终相应的价格区间应在[750, 900]元。

为进一步考察四市居民对环巢湖体育旅游产品价格预期的差异程度,本次以“城市”作为控制因素,上海(水平 1)、杭州(水平 2)、南京(水平 3)、合肥(水

表 5 三角区域居民对环巢湖体育旅游产品通票价格的预期情况

指标	区间	上海		杭州		南京		合肥	
		人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%	人数 /个	百分比 /%
可接受的 通票 价格范 围	2 000 元及以上	5	1.8	6	2.2	8	3.1	0	0
	1 500~2 000 元	13	4.7	13	4.8	11	4.4	0	0
	1 000~1 500 元	52	18.6	51	18.7	38	14.9	12	4.5
	1 000 元	76	27.2	59	21.6	63	24.7	68	25.8
	500 元及以下	133	47.7	144	52.7	135	52.9	184	69.7

平4)为控制因素(因子变量)下的四个水平(分组变量),并以“通票价格”为因变量,运用SPSS中“单因素ANOVA”方法,对四市居民关于环巢湖体育旅游产品的“预期通票价格”进行单因素方差分析。经检验,四组样本均值的“方差同质性检验”的 $P$ 值为0.000,说明四市样本间的方差不齐性,则改用“未假定方差齐性”选项组中的“Games—Howell”复选框执行基于四市范围内通票价格预期的成对比较检验,如下表6所示。

表6 四市居民对环巢湖体育旅游产品  
预期通票价格的多重比较

(I) 城市	(J) 城市	平均差异 (I-J)	显著性(P)
1.00	2.00	-0.032 46	0.983
	3.00	-0.001 73	1.000
	4.00	-0.500 57*	0.000
2.00	1.00	0.032 46	0.983
	3.00	0.030 73	0.988
	4.00	-0.468 12*	0.000
3.00	1.00	0.001 73	1.000
	2.00	-0.030 73	0.988
	4.00	-0.498 84*	0.000
4.00	1.00	0.500 57*	0.000
	2.00	0.468 12*	0.000
	3.00	0.498 84*	0.000

注:\*表示差异具有统计学意义。

根据上表6可知,上海、杭州和南京三市居民对环巢湖体育旅游产品通票价格的预期差异不显著,即为预期一致;而均与合肥市居民的预期有着显著性差异,也验证了上述通票价格的百分比分析结果。

### 3 结论与建议

#### 3.1 结论

长三角区域居民对体育旅游有着较大的需求力,同时环巢湖体育旅游在长三角区域旅游市场具有巨大的发展潜力。长三角区域居民参加环巢湖体育旅游

的个体行动资源非常充沛,非常利于环巢湖体育旅游在长三角旅游市场的开拓。长三角区域大部分居民对参加环巢湖体育旅游的成本和预期效果较为慎重,反映出环巢湖体育旅游的品牌建设亟需加强。上海、杭州和南京三市居民对环巢湖体育旅游产品通票价格的预期一致,均与合肥市居民的预期有着显著性差异;长三角区域居民对环巢湖体育旅游产品通票价格的预期范围是750~900元。

#### 3.2 建议

加大环巢湖体育旅游品牌建设的力度,充分挖掘长三角区域居民参与体育旅游的行动资源,激活其对环巢湖体育旅游的需求力,以加快环巢湖区域体育旅游进军长三角区域旅游市场的步伐。应综合考虑设备、维护、管理、营销等成本与收益的关系,以及长三角区域居民的预期,最终制定出符合市场规律的通票价格。开通多种票务平台,并强化与各市旅行社的合作关系,便于旅行者购买、取票与咨询;开发多样票种形式并出台相应的优惠措施,以适应旅游者多样化的需求,特别是以家庭为单位的自驾游群体和各种旅游团体。

#### 参考文献:

- [1] 国务院. 国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见[EB/OL]. (2014-09-25)[2016-04-05].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-09/25/content\\_9092.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-09/25/content_9092.htm).
- [2] 杨宝雷,王丽水.环巢湖体育休闲旅游主题资源规划及项目开发研究[J].通化师范学院学报(自然科学),2014,35(2):134-135.
- [3] 曲天敏.试析体育旅游与旅游体育[J].武汉体育学院学报,2009,43(10):28-31.
- [4] 吴广.SPSS 统计分析与应用[M].北京:电子工业出版社,2013:187-192.
- [5] 吴晶.试析科尔曼理性选择理论[J].和田师范专科学校学报,2011(2):16-18..
- [6] 张晓梅.对大学生选择做村官现象的分析:从理性选择理论的视角[J].金陵科技学院学报(社会科学版),2010,24(3):79-82.

(责任编辑:夏婷婷)

(下转第45页)

# 矮脚乌龙收获预估及经济价值分析

华伟平<sup>1,2</sup>, 丘甜<sup>2</sup>, 江希钿<sup>3</sup>

(1. 福建省生态产业绿色技术重点实验室, 福建 武夷山 354300;  
2. 武夷学院, 福建 武夷山 354300; 3. 福建农林大学, 福建 福州 350002)

**摘要:**为描述不同年龄茶园茶青收获量规律性变化,以矮脚乌龙为研究对象,构建了基于哑变量的茶青收货预估模型,利用排序变异的改进蝙蝠算法求解模型参数,通过检验,建立的矮脚乌龙收获预估模型适用。通过实例计算,得到矮脚乌龙茶园资产的货币价值量,并以投资收益率为分析对象,探讨了不同取值对评估结果的影响,对生物性资产评估提供实践意义。

**关键词:**矮脚乌龙;哑变量;蝙蝠算法;模型;资产评估

**中图分类号:**   **文献标识码:**A   **文章编号:**1674-2109(2016)06-0035-04

矮脚乌龙是乌龙茶上品茶,有百年以上的栽培历史,原茶制成乌龙茶,外形条索细紧重实、叶端扭曲、色泽褐绿润、内质香气清高幽长、似蜜桃香、滋味古朴醇厚<sup>[1-2]</sup>,该品种该闽北地区有大面积种植,所以在市场上,交易较频繁。而在评估实践中,所涉及的茶园评估均会有矮脚乌龙茶园,但在评估中常把矮脚乌龙的茶青收货量用平均值代替,这必然会影响评估结果的准确性<sup>[3]</sup>,为解决这问题,本研究以矮脚乌龙茶园为研究对象,通过分析不同年龄段矮脚乌龙茶园茶青收货量的变化规律,试图构建与生长规律有关的矮脚乌龙茶园茶青收货模型,并运用于评估中,分析其经济价值,旨在提高评估结果的准确性,为矮脚乌龙茶园交易提供更合理的评估值。

## 1 研究区概况与材料收集

### 1.1 研究区概况

武夷山隶属南平市,位于福建省闽北地区,北纬

27°32'36"~27°55'15",东经 117°24'12"~118°02'50",属中亚热带气候,四季气温较均匀、温和湿润,年平均气温约 12℃~13℃,保存了世界同纬度带最完整、最典型、面积最大的中亚热带原生性森林生态系统,现有茶园 6 667 hm<sup>2</sup>,年产茶叶 4 900 t,总产值达 1.5 亿人民币,其中,出口约 1 850 t,出口值约 3 580 万人民币,茶业产值占全市农业总产值的 13.9%,茶农 2.2 万户,从事茶叶生产人员近 5 万人。

### 1.2 材料收集

在崇安街道、吴屯乡、上梅乡、岚谷乡、洋庄乡等乡镇选择生长不同年龄的矮脚乌龙茶园,利用咨询法、外业林业调查手段收集其年龄、茶园面积、地径、树高、茶青产量、茶青价格等研究数据,本次收集的茶树权证记载的实用年限最大为 43 a,具体调查收集的研究数据见下表。

表 1 矮脚乌龙茶园基础数据

年龄段	平均地径(cm)	平均树高(m)	平均产量(kg·hm <sup>-2</sup> )
3~8	2.4	0.3	9 000
9~30	6.5	0.5	19 500
31~43	8.6	0.6	9 600

通过询问、查阅文献及经验综合分析后,一般认为前 2 a 的茶园无茶青,若有茶青,为了提高幼茶的成活率,一般不会进行采摘,所以前两年的资金主要为投入阶段,无收益;3 a 后开始有茶青,且第三年的产

收稿日期:

基金项目:福建省自然科学基金资助项目(B0010019);校  
科研基金项目(XD201402)。

作者简介:华伟平(1988-),男,汉族,助教,主要从事森林  
资源资产评估和生态学研究。

通讯作者:江希钿(1958-),男,汉族,教授,博士生导师,  
主要从事森林经营和资产评估研究。

量较低,而随着树龄的变大,单位面积产量越来越高,这个提高的阶段为3~8 a;9 a后茶园的产量处于稳定收获期,这个阶段一般持续20 a左右,具体需要根据茶园经验者的管护水平;过完这个阶段,茶青产量开始下降。通过分析矮脚乌龙这一生长规律,而用传统的林业建模去描述矮脚乌龙茶青收货量必然影响预估结果,同时对评估结果的准确性影响甚大,鉴于这一实际迫切问题,本研究引入哑变量,试图更准确去描述矮脚乌龙茶青收货量及预估值,旨在提高评估结果的准确性。

### 1.3 技术经济指标

通过社会调研并收集相关经济技术指标,年培育成本为23 000元·hm<sup>-2</sup>,茶青价格13元/kg,矮脚乌龙茶青成本为茶青销售收入的15%,销售费、管理费及不可预见费按销售收入的5%确定,经营利润按培育成本和采茶成本的15%确定,投资收益率为20%。

## 2 研究方法

### 2.1 模型构建

通过分析不同年龄的矮脚乌龙茶园茶青收货量有明显的四个阶段,即产前期(1~2 a)、始产期(3~8 a)、稳产期(9~30 a)、衰产期(31 a以上),根据这一生长规律,本研究引入哑变量的建模思路,建立矮脚乌龙茶园茶青收货模型。

根据散点图分析,始产期、衰产期两个阶段适合用幂函数描述,同时,根据不同年龄茶青收货量变化规律,本研究构建的模型为:

$$M = a x e^{-b_1 \times I_1 \times (t-9)^2 + b_2 \times I_2 \times (t-22)^2} \quad (1)$$

式中: $M$ 为茶青产量; $a$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ 为方程待求参数; $t$ 为茶青年龄; $I_1$ 、 $I_2$ 为哑变量,哑变量的计算是将定性数据转化为定量的(0,1)数据,即只取0或者1值,若年龄 $t$ 的范围为3~8 a, $I_1=1$ , $I_2=0$ ;年龄 $t$ 的范围为9~31 a时, $I_1=0$ , $I_2=1$ ;年龄 $t$ 大于31 a时, $I_1=0$ , $I_2=1$ 。式(2)无法用最小二乘法求解,引入改进蝙蝠算法来求解模型参数,以便为生物性资产评估中模型建模提供新的技术方法。

### 2.2 改进蝙蝠算法

蝙蝠算法是模拟自然界中蝙蝠通过超声波搜索,

回声定位行为,捕食猎物的生物学特性发展而来的一种新颖的群智能优化算法<sup>[4-5]</sup>,但该智能算法易陷入局部最小值等缺陷,本研究引入一种排序变异的改进蝙蝠算法求解模型参数,由于该方法已在陈梅雯研究文献中,具体计算过程见参考文献<sup>[6]</sup>。

### 2.3 价值量评估法

矮脚乌龙茶园评估方法有成本法、市场法、收益法,其中成本法需要各年的经营投入成本,获取数据较难;市场法虽然简便,价值量计算简单,能较真实地反映市场,但需要获取类似的参照案例数量至少3个;由于茶园已经有茶青采摘,通过综合对比分析,本研究选择收益现值法,其计算具体计算公式如下。

$$E = \sum_{i=1}^u \frac{A_i}{(1+p)^i} \quad (2)$$

式中: $E$ 为待估矮脚乌龙茶园评估值(单位:元·hm<sup>-2</sup>); $A_i$ 为第 $i$ 年待估矮脚乌龙茶园年纯收益(单位:元·hm<sup>-2</sup>); $p$ 为投资收益率; $u$ 为矮脚乌龙茶园经营期限(林权证上记载)。

## 3 研究结果与分析

### 3.1 产量收货预估模型建立

根据矮脚乌龙茶园茶青产量收货规律建立基于哑变量的收货模型,利用收集的不同年龄的茶青产量,通过一种排序变异的改进蝙蝠算法求解方程参数,得到的矮脚乌龙茶园茶青产量模型为:

$$M = 19500 x e^{-0.07525 \times I_1 \times (t-9)^2 + 0.01272 \times I_2 \times (t-22)^2}, R^2 = 0.981 \quad (3)$$

从相关指数 $R^2$ 可看出,本研究所建立的矮脚乌龙茶园茶青产量收货模型拟合相关较好。为进一步检验其适用性,将未参加建模的53个数据带入式(3)中,并利用平均相对误差绝对值、平均系统误差两个指标评价模型的适用性。通过检验,平均相对误差绝对值(7.881%)、平均系统误差(2.968%)都处于正常水平,说明本研究建立的矮脚乌龙茶园茶青产量收货模型适用,可用于实践评估中。

### 3.2 经济价值评估

以年龄为3 a的矮脚乌龙茶园为例,面积30 hm<sup>2</sup>剩余使用年限为42 a,先利用式(3)计算不同3~42 a范围内的茶青产量,将该产量乘以价格得到年总收

人,并利用技术经济指标,计算各年的培育成本、采摘成本、经营利润、销售费及不可预见费,最后利用式(2)得到各年的净现值,并累计求和并乘以面积得到该矮脚乌龙茶园价值,具体计算过程见下表。

由表 2 可知,单位面积茶园价值为 298 599.28 元,将该价值量与面积相乘,得到评估结果为 8 957 978.00 元,该价值即为待评估矮脚乌龙的评估值。

### 3.3 投资收益率对评估值影响分析

影响评估结果的因素有矮脚乌龙茶青价格、人工成本、培育成本、投资收益率等,其中投资收益率是一个非常重要的技术经济指标,不同的取值对评估结果的影响甚大。现以投资收益率这一技术经济指标进行进一步探讨,分析不同的取值对评估结果的影响。表 2 的评估过程是在投资收益率取 20% 的情况下确定的,若投资收益率取值分别为 4%、6%、8%、10%、12%、14%、16%、18%、20%、22%、24%、26% 时,矮脚乌龙茶园价值变化如何? 具体见下图。

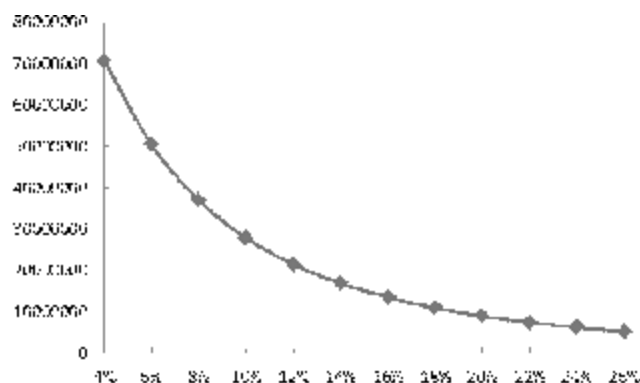


图 1 不同投资收益率下矮脚乌龙茶园评估值

由图 1 可知,随着投资收益率的增大,矮脚乌龙茶园评估值下降,即投资回报风险增大。当投资收益率以 0.02 为一个增幅从 4% 增大至 26%,矮脚乌龙茶园资产的评估值下降率分别为 29%、27%、25%、23%、21%、20%、19%、18%、17%、16%、16%,说明投资收益率取值小于等于 18% 时,矮脚乌龙评估值下降速率较大;投资收益率取值大于 18% 时,矮脚乌龙评估值下

表 2 矮脚乌龙茶园评估计算过程

茶园年龄	茶青产量(kg)	茶青价格(元)	年总收入(元)	培育成本(元)	采摘成本(元)	经营利润(元)	销售费及不可预见费(元)	年纯收益(元)	净现值(元)
3	1 299	13	168 83.96	230 00.00	253 2.59	382 9.89	844.20	-133 22.72	-770 9.91
4	2 972	13	386 33.27	230 00.00	579 4.99	431 9.25	193 1.66	358 7.37	173 0.02
5	5 850	13	760 47.93	230 00.00	114 07.19	516 1.08	380 2.40	326 77.27	131 32.26
6	9 906	13	128 781.07	230 00.00	193 17.16	634 7.57	643 9.05	736 77.28	246 74.37
7	14 432	13	187 609.72	230 00.00	281 41.46	767 1.22	938 0.49	119 416.55	333 26.97
8	18 086	13	235 124.19	230 00.00	352 68.63	874 0.29	117 56.21	156 359.05	363 64.12
9	19 500	13	253 500.00	230 00.00	380 25.00	915 3.75	126 75.00	170 646.25	330 72.39
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
33	17 391	13	226 078.85	230 00.00	339 11.83	853 6.77	113 03.94	149 326.30	364.05
34	15 909	13	206 818.96	230 00.00	310 22.84	810 3.43	103 40.95	134 351.74	272.95
35	14 188	13	184 447.31	230 00.00	276 67.10	760 0.06	922 2.37	116 957.78	198.01
36	12 336	13	160 363.61	230 00.00	240 54.54	705 8.18	801 8.18	982 32.71	138.59
37	10 456	13	135 922.36	230 00.00	203 88.35	650 8.25	679 6.12	792 29.63	93.15
38	8 639	13	112 312.35	230 00.00	168 46.85	597 7.03	561 5.62	608 72.85	59.64
39	6 959	13	904 72.31	230 00.00	135 70.85	548 5.63	452 3.62	438 92.22	35.84
40	5 465	13	710 48.58	230 00.00	106 57.29	504 8.59	355 2.43	287 90.27	19.59
41	4 184	13	543 93.45	230 00.00	815 9.02	467 3.85	271 9.67	158 40.91	8.98
42	3 123	13	405 96.58	230 00.00	608 9.49	436 3.42	202 9.83	511 3.84	2.42

降率小于18%。可看出投资收益率对矮脚乌龙茶园的评估值影响甚大,所以在实践评估中,投资收益率的取值一定要注意,而具体确定投资收益率取值方法还有待进一步研究。

#### 4 结论

通过分析不同年龄矮脚乌龙茶青收获量,不同年龄的茶青收获量存在较大的茶园,而传统平均值法代替不同年龄的收获量必然影响评估结果的准确性。为解决这问题,本研究引入了哑变量,构建了矮脚乌龙茶青收货预估模型,结合模型特点,利用排序变异的改进蝙蝠算法求解模型参数。

利用改进蝙蝠算法计算,得到矮脚乌龙茶青收货预估模型,其拟合结果较为满意,并利用平均相对误差绝对值、平均系统误差两个指标评价模型的适用性。检验结果显示本研究得到的预估模型适用,对提供评估结果的准确性具有重要意义。

结合实际案例,利用收益现值法确定了评估结果为8 957 978.00元。为进一步了解技术经济指标对评

估结果的影响,选择了投资收益率做进一步的分析,通过取不同的数值,计算得到不同投资收益率下矮脚乌龙评估值,说明投资率对评估结果的影响很大,在今后的评估实践中,投资收益率的取值一定要慎重。而如何更科学、合理地取值还有待进一步探讨。

#### 参考文献:

- [1] 冯花. 闽北茶区不同乌龙茶品种叶片显微结构的对比研究[D].福州:福建农林大学,2010.
- [2] 彭艾. 闽台主要茶树品种遗传多样性及亲缘关系研究[D].福州:福建农林大学,2009.
- [3] 华伟平,江希钿,池上评,等.市场法结合灰色关联分析评估林地资产[J].林业经济,2014,05:107-111.
- [4] 刘长平,叶春明.具有混沌搜索策略的蝙蝠优化算法及性能仿真[J].系统仿真学报,2013(6):1183-1188.
- [5] 刘长平,叶春明.具有 Lévy 飞行特征的蝙蝠算法[J].智能系统学报,2013(3):240-246.
- [6] 陈梅雯.一种排序变异的改进蝙蝠算法[J].武夷学院学报,2015(12):50-55.

(责任编辑:华伟平)

## Harvest Prediction and Economic Value Analysis of Aijiao Oolong

HUA Weiping<sup>1,2</sup>, QIU Tian<sup>2</sup>, JIANG Xidian<sup>3</sup>

(1.Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology; 2.Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;  
3. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** In order to describe the disparity in age tea garden yellowish green harvest yield regularity change, taking aijiao oolong as the research object, the paper construct the control receiving forecast model that based on dummy variable, and use the Sort variation in the improvement of the bat algorithm evaluates the model parameters. Through the inspection, the establishment of short feet oolong forecast model for harvest. Crosses the example computation, the paper obtains the short foot Oolong tea garden property monetary value quantity, and take invests the returns ratio as the analysis object, discussed the different value to appraise the result the influence. It provides the practice significance to asset evaluation of the biological property.

**Key words:** aijiao oolong; dummy variable; bat algorithm; model; asset evaluation



# 红利上缴背景下国有企业经营者激励研究

吴萍萍, 陈玲芳

(福建师范大学 经济学院, 福建 福州 350108)

**摘要:**根据上市公司 2007—2013 年数据进行计量统计分析发现,红利上缴比例的提高会增加经营者的在职消费行为,并影响经营者的积极性,给企业带来负面的影响,降低企业的经营绩效,而管理层持股有助于提高企业绩效。因此在提高国企分红比例时,还需尽快制定出更加合理的国有企业经营者激励制度,同时加强对在职消费等行为的监管力度,并推动国企混合所有制发展。

**关键词:**国企分红;在职消费;经营者激励

**中图分类号:**F276.1   **文献标识码:**A   **文章编号:**1674-2109(2016)06-0039-07

委托代理理论认为,所有权与经营权分离产生委托代理关系,委托人和代理人的效用函数不一样,他们的目标是实现各自的效用最大化,而由于经济活动的不确定性和信息不对称,代理人的行动可能偏离委托人的目标函数,代理人的利益与委托人的利益发生冲突,代理人的自利行为损害委托人的利益。因此,委托人一方面要激励代理人为实现其目标努力工作,另一方面要约束代理人使其行为不偏离委托人的目标,为了减少代理成本,有效的解决办法之一是设计一套激励机制制度。因此,政府当局对国有企业经营者设立了一套激励机制,可以通过精神和物质两方面进行激励。其中物质激励方式由显性薪酬和隐性薪酬(在职消费)组成,显性薪酬主要两部分是高管薪酬和股权激励,一直以来关于高管薪酬的争议较大,有研究表明国内上市公司高管薪酬和企业经营业绩之间不

存在明显的相关性,高管薪酬不能达到激励的效果,因此本文中不考虑高管薪酬激励问题。而关于在职消费,有研究表明,在职消费与管理层努力程度是此消彼长的关系。2007 年我国国有企业开始实行红利上缴,并逐步提高。十八届三中全会提出,2020 年上缴比例提到 30%,而股利的分配,有可能影响管理层的努力程度,继而影响公司的业绩。因此,本文主要对股利支付率与在职消费以及经营者努力程度之间的关系进行研究来探讨红利上缴背景下如何对经营者进行激励。

## 1 提出假设

### 1.1 股利支付率与在职消费

在职消费指的是企业管理层通过自身职位获得的除去工资薪酬外的其他额外收益,包含住房、私人用车、以及各类名目的报销等,现有研究表明:现有薪酬对管理层激励不足,管理层有可能提高在职消费程度。崔洪涛(2005)认为国有企业薪酬管制的存在,会诱发高激励成本的在职消费的增加<sup>[1]</sup>。陈冬华等(2005)等也发现国有企业的薪酬管制限制了管理层人员的积极性,使其更具有在职消费倾向,即在职消费内生于国有企业面临的薪酬管制约束<sup>[2]</sup>。卢锐等

收稿日期:2015-09-18

基金项目:2014 年度国家社科重点项目(14AGL007);  
2013 年教育部人文社科项目(13YJA630007);  
2013 年国家社科基金青年项目(13CGL024)。

作者简介:吴萍萍(1990-),女,汉族,在读研究生,主要从事财务会计的研究。

通讯作者:陈玲芳(1976-),女,汉族,副教授,主要从事农业经济研究。

(2008)发现管理层权力会影响企业经营业绩和作为隐性薪酬存在的在职消费<sup>[3]</sup>。杨宝(2013)通过实证研究发现,高管货币薪酬、高管持股与上市公司分红水平存在显著正相关关系,即高管报酬与股东分红存在良性挂钩<sup>[4]</sup>。刘星等(2014)也发现,国有企业高管薪酬与现金股利正相关<sup>[5]</sup>。在国有企业薪酬管制下,经营者的货币薪酬具有刚性,在分红比例进行提高的同时,经营者有可能选择在职消费这一隐性薪酬来补偿激励不足。从而可知政府当局提高红利上缴比例很有可能会影响国有企业经营者,使其增加在职消费。于是提出假设1。

假设1:国有企业进行现金分红提高了管理层的在职消费程度,即现金股利支付率与在职消费水平正相关。

### 1.2 股利支付率与经营者努力程度

不同学者对于现金分红与公司业绩之间关系的研究结果也存在差别。莫顿(1961)提出“股利无关论”,认为立足于完备规范的资本市场,股利的发放与企业价值的大小没有关系。杨汉明(2008)实证结果说明,现金股利支付率与企业价值、高管持股比例负相关<sup>[6]</sup>。连建辉(2004)认为,管理者拥有的企业剩余控制权,既可以带来管理者的“激励”效应,又会产生管理者对企业资产的“侵袭”效应<sup>[7]</sup>。何玉波、王清(2006)发现国有企业经营者拥有较少剩余索取权却拥有控制权,经营者有可能会积极地使自己的剩余控制权的收益最大化来补偿剩余索取权的激励不足<sup>[8]</sup>。而红利上缴比例的提高,有可能会降低经营者的对自由现金流量的控制权,从而降低其控制权收益。从管理层角度出发,较高的分红比例有可能削减其努力水平,继而影响国有企业的生产经营成果。因此提出假设2。

假设2:国有企业发放现金股利降低了经营者的努力水平,即现金股利支付率与经营者的努力程度负相关。

## 2 研究设计

### 2.1 变量说明

本文采用丁永健(2013)的做法,选取企业的经营业绩来衡量国有企业经营者努力程度,虽然经营业绩

与努力程度并不完全一致,但由于数据的可获得性,用企业经营业绩来衡量该变量是相对较好的选择。因为一个企业能否取得较高的收益,首要取决于管理层,企业的经营业绩高在很大程度上表示了国有企业经营者愿意并且付出了较大的努力<sup>[9]</sup>。本文采用总资产收益率(ROA)来作为衡量企业经营者努力程度的指标。并且在研究上市公司股利支付率与在职消费、经营者努力程度的相关关系时,考虑到影响它们关系的因素还有很多,而且这些因素的影响作用还很大,是不可忽视的。因此,在研究过程中,把这些因素作为控制变量引入回归模型中来,从多个角度来考察我国上市公司在职消费、现金分红与企业绩效的相关关系,本文涉及的控制变量见表1。

表1 变量说明

变量符号	变量名称	说明
ROA	经营者努力程度	总资产收益率=净利润/期末总资产
PERK	在职消费程度	管理费用率=管理费用/主营业务收入
MSH	管理层持股	管理层持股比例
LEVER	财务杠杆	资产负债率
PAY	高管薪酬	董事、监事、经营者薪酬总额/主营业务收入
DUAL	两职兼任	若董事长和总经理两职合一,则取1,否则取0
DIVI	股利支付率	股利支付率=普通股每股股利/普通股每股净收益
CQTZR	长期投资率	长期投资占总资产的比例
SIZE	企业规模	资产总额的对数

(1)公司规模(SIZE):经济理论、人力资本理论和代理理论均认为高级管理人员的激励与公司规模正相关。本文在研究过程中,也采用国内学者的通用做法,并且在回归分析中公司规模代理变量选择使用上市公司总资产账面价值的自然对数。而从理论上讲,公司规模和经营难度是正相关的,因此本文预测,公司规模和总资产收益率负相关。

(2)财务杠杆(LEVER):本文选取资产负债率表示。现代财务理论认为,进行债务融资即提高资产负债率,会加大财务危机发生的可能性、减少企业自由现金流以及贷款银行相应的专业化监督,继而减少管理层代理成本,相应提高公司整体质量。所以本文预测,财务杠杆与管理层在职消费水平之间存在负向关

系。而章之旺等(2005)认为在处于经济困境的公司,选择较高财务杠杆会丧失较大的市场份额和利润<sup>[10]</sup>。王力军(2006)研究表明国有控制的上市公司的财务杠杆与公司价值负相关。因此本文预测,财务杠杆与总资产收益率负相关<sup>[11]</sup>。

(3)管理层持股比例(MSH):一般认为,如果管理层持股比例相对较大,那么管理层与企业 and 股东的利益会相对接近,或者说更加趋于一致,从而会降低管理层在职消费的可能性。所以,我们预测,管理层持股比例对在职消费水平具有负向影响,而对总资产收益率具有正向影响。

(4)高管薪酬(PAY):本文选取高管人员薪酬总额占主营业务收入的比例来表示。陈冬华等(2005)的研究表明,国有企业的薪酬管制使得管理层薪酬普遍呈现刚性,管理层会倾向于选择在职消费作为补偿,因此可以说,在职消费是内生于国有企业所面对的薪酬管制。所以,本文预测高管薪酬对在职消费具有负向影响。经典委托代理理论认为,高管薪酬是委托人为了激励高管按照股东利益最大化行事而设计的契约制度。所以本文预测,高管薪酬与对总资产收益率具有正向影响。

(5)董事长和总经理是否合二为一(DUAL):若两权合一,其权利增大,约束性降低,更有可能利用职权进行利益侵占。因此本文预测,两权合一会与在职消费程度存在正向关系。

(6)长期投资率(CQTZR):本文选用长期投资占总资产的比例来表示。由于国有企业自主决策权受到约束,而经营者激励不足,所以很多国有企业经营者存在将大量资金对外投资以谋权私人利益的行为。所以本文预测,长期投资率对在职消费存在正向影响。

## 2.2 数据来源与样本选择

2007年,国有企业开始实行利润上缴。鉴于数据

的可获得性,本文选取我国2007~2013年间的上市公司为样本进行相关数据统计分析,分为国有控股企业样本和非国有控股企业样本,以非国有控股企业样本作为国有控股企业样本的比较。本文的样本数据均来自于中国证券市场会计研究数据库(CSMAR),并按以下标准对初始样本做了剔除:(1)剔除金融保险类上市公司数据;(2)剔除股利支付率为负或者为0的企业;(3)剔除ST、PT类上市公司,最终得到总样本3917个,其中国有控股企业样本2589个,非国有控股企业样本1328个。具体见表2。

## 3 实证结果及其分析

### 3.1 描述性统计分析

(1)在描述性统计结果中,国有控股样本的高管人员的在职消费程度显著低于非国有控股样本的高管人员在职消费程度。具体表现为,国有控股样本在职消费程度的均值为0.0694明显小于非国有控股样本的均值0.0809。就其原因,我们发现国有控股样本的总资产账面价值的对数(即企业规模)显著高于非国有控股样本。换言之,国有企业的总资产账面价值的增长幅度相对较大,并且掩盖了在职消费绝对数额的增长幅度,继而相对削弱了在职消费程度。

(2)在描述性统计结果中,国有控股样本和非国有控股样本两者的高管薪酬之间也存在较显著的差别,前者均值0.0018显著低于后者均值0.0029。这就是说,相对于非国有最终控制的企业,国有最终控制的企业高级管理人员在薪酬方面没有得到很好地激励,这和国有企业的薪酬管制有关。

(3)在描述性统计结果中,国有最终控制企业的经营者努力程度较低,即总资产收益率较低,其均值为0.0518低于非国有最终控制企业的0.0626,并且

表2 样本

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	样本总数
样本数	515	508	519	541	560	628	646	3 917
其中:国有最终控制	352	341	344	366	368	400	418	2 589
非国有最终控制	163	167	175	175	192	228	228	1 328
上市公司总数	1 550	1 625	1 718	2 063	2 342	2 494	2 489	
样本占上市公司总数百分比	33.23%	31.26%	30.21%	26.22%	23.91%	25.18%	25.95%	

表3 描述性统计分析

		经营者努力程度	高管薪酬	在职消费	管理层持股	财务杠杆	股利支付率	企业规模	长期投资率	董事长与总经理兼任情况	Valid N (listwise)
国企样本	N	2 589	2 589	2 589	2 589	2 589	2 584	2 589	2 589	2 589	2 584
	Minimum	0	0	0.002 2	0	0.029 1	0	19.700 7	0	0	—
	Maximum	0.380 9	0.025 2	0.472 7	0.239 1	0.956 9	1	27.955 2	0.818 4	1	—
	Mean	0.051 8	0.001 8	0.069 4	0.001 6	0.508 1	0.321 5	22.579 9	0.056 5	0.890 3	—
	Std. Deviation	0.044 1	0.002 3	0.049 1	0.013 9	0.177 4	0.215 1	1.248 7	0.09	0.312 6	—
非国企样本	N	1 328	1 328	1 328	1 328	1 328	1 323	1 328	1 328	1 328	1 323
	Minimum	0	0	0	0	0.010 8	0.000 1	19.996 3	0	0	—
	Maximum	0.399 9	0.093 4	1.494 3	0.540 8	0.947 8	1	25.380 7	0.778 2	1	—
	Mean	0.062 6	0.002 9	0.080 9	0.035 2	0.464 3	0.330 4	22.028 4	0.055	0.841 9	—
	Std. Deviation	0.051 4	0.004 8	0.091 8	0.093 0	0.183 0	0.244 2	0.954 5	0.097 4	0.365 0	—
总样本	N	3 917	3 917	3 917	3 917	3 917	3 907	3 917	3 917	3 917	3 907
	Minimum	0	0	0	0	0.010 8	0	19.700 7	0	0	—
	Maximum	0.399 9	0.093 4	1.494 3	0.540 8	0.956 9	1	27.955 2	0.818 4	1	—
	Mean	0.055 5	0.002 2	0.073 3	0.013 0	0.493 3	0.324 5	22.393	0.056	0.873 9	—
	Std. Deviation	0.047 0	0.003 4	0.066 9	0.057 6	0.180 5	0.225 4	1.186 3	0.092 6	0.332 0	—

表4 相关性分析

		经营者努力程度	高管薪酬	在职消费	管理层持股	财务杠杆	股利支付率	企业规模	长期投资率	董事长与总经理兼任情况
经营者努力程度	Correlation Coefficient	1	0.063	0.07	0.064	-0.474	-0.22	-0.073	0	-0.001
	Sig. (2-tailed)	0	0.001	0	0.001	0	0	0	0.996	0.946
高管薪酬	Correlation Coefficient	0.063	1	0.51	0.08	-0.336	0.057	-0.597	0.095	-0.078
	Sig. (2-tailed)	0.001	0	0	0	0	0.004	0	0	0
在职消费	Correlation Coefficient	0.07	0.51	1	0.021	-0.321	0.097	-0.333	0.116	-0.079
	Sig. (2-tailed)	0	0	0	0.296	0	0	0	0	0
管理层持股	Correlation Coefficient	0.064	0.08	0.021	1	0.009	-0.022	-0.021	0.075	-0.094
	Sig. (2-tailed)	0.001	0	0.296	0	0.636	0.269	0.275	0	0
财务杠杆	Correlation Coefficient	-0.474	-0.336	-0.321	0.009	1	-0.164	0.44	-0.109	0.057
	Sig. (2-tailed)	0	0	0	0.636	0	0	0	0	0.004
股利支付率	Correlation Coefficient	-0.22	0.057	0.097	-0.022	-0.164	1	-0.102	0.11	0.011
	Sig. (2-tailed)	0	0.004	0	0.269	0	0	0	0	0.585
企业规模	Correlation Coefficient	-0.073	-0.597	-0.333	-0.021	0.44	-0.102	1	0.02	0.075
	Sig. (2-tailed)	0	0	0	0.275	0	0	0	0.306	0
长期投资率	Correlation Coefficient	0	0.095	0.116	0.075	-0.109	0.11	0.02	1	0.037
	Sig. (2-tailed)	0.996	0	0	0	0	0	0.306	0	0.058
董事长与总经理兼任情况	Correlation Coefficient	-0.001	-0.078	-0.079	-0.094	0.057	0.011	0.075	0.037	1
	Sig. (2-tailed)	0.946	0	0	0	0.004	0.585	0	0.058	0

国有最终控制企业的规模较高，即资产总额较大，其均值为 22.579 9 略高于非国有最终控制企业的 22.028 4。这可能是由于国有企业相对非国有企业资产规模较大，但较大的规模没有获得同等的收益，说明国有企业整体盈利能力相对于非国有企业较弱，也反映国有企业经营者激励不足。

(4)从描述性统计结果中也可以发现，国有最终控制的管理层持股比例显著偏低，其均值为 0.001 6 显著低于非国有最终控制企业的 0.035 2，这说明国有企业管理层股权激励程度不足。

### 3.2 相关性分析

本文选取国有企业相关数据进行相关性分析，通

过相关性分析,我们可以发现股利支付率与在职消费程度存在明显的正相关关系,这说明,现金股利的支付会增加管理层的在职消费程度,另外,股利支付率与经营者努力程度之间呈现显著负相关关系。因此,进行了如下的回归分析。

### 3.3 回归结果及其分析

1.本文选择了现金股利分配率从相对数方面来衡量公司的股利分派程度,以此来研究它对企业在在职消费程度的影响。根据以上的分析,我们建立了如下的模型来检验本文提出的假设 1:

$$PERK=a_0+a_1DIVI+2MSH+a_3LEVER+a_4SIZE+a_5DUAL+\beta \quad (1)$$

表 5 是模型 1 的回归结果,通过分析发现:

(1)在回归分析 1 结果中,国有控股样本和非国有控股样本的股利支付率均与在职消费程度呈正相关,提高红利上缴比例,即股利支付率的提高会减少经营者的控制权,会导致国有企业经营者扩大在职消费,以弥补个人收益损失的行为。

(2)在描述性统计分析中,可以看到,国有控股样本的财务杠杆为 0.508 1,即资产负债率大于非国有控股样本的资产负债率 0.464 3。而在回归分析 1 结果中,国有控股样本与非国有控股样本的财务杠杆与在职消费呈负相关,国有控股样本通过了 1%的显著性检验,非国有控股样本通过了 10%的显著性检验。这是由于进行债务融资,债权人将进行专业化监管,并且企业的财务风险也会增加,在一定程度上抑制了管理层的在职消费,符合现代财务理论的观点,国有控股样本的财务杠杆相对大于非国有控股样本,其对在职消费的抑制程度也表现得较为显著。

2.采用总资产收益率来衡量经营者努力的程度,以研究国有企业分红比例对经营者努力程度的影响,建立了如下模型来检验本文提出的假设 2:

$$ROA=a_0+a_1DIVI+a_2MSH+a_3LEVER+a_4SIZE+a_5DUAL+\beta \quad (1)$$

表 6 是模型 2 的回归结果,通过分析发现:

(1)在实证结果中可以看到,无论是总样本、国有控股样本还是非国有控股样本中反映分红比例的变量股利支付率的系数均为负值,并且都通过了 1%的显著性水平,与假设相一致。这也正说明,无论是在国有企业还是非国有企业中,由于现金分红比例的扩大都会减少经营者的控制权,继而使得经营者激励强度降低,影响经营者的积极性。即分红比例确实会对经营者的努力程度产生一定的影响,分红比例越大,经营者的努力程度越低。

(2)在国有控股样本中,管理层持股比例与总资产收益率显著正相关,并且其系数为 0.445,显著高于非国有控股样本的 0.036。而在前面的描述性统计分析中,我们观察到国有最终控制的管理层持股比例显著偏低,说明国有企业管理层持股比例尚有很大的上升空间,而管理层持股很大程度上有助于提高经营者的努力程度,从而提高企业业绩。

## 5 政策建议

本文的研究表明,红利上缴比例的提高会给企业带来负面的影响,降低企业的经营绩效。所以,我们在不断提高上缴比例、扩大红利征收范围的同时,还需尽快制定出更加合理的国有企业经营者激励制度,包

表 5 回归分析 1

变量	国有最终控制			非国有最终控制			全样本		
	B	t	Sig.	B	t	Sig.	B	t	Sig.
Constant	0.12	6.966	0	-0.146	-3.242	0.001	0.017	1.003	0.316
高管薪酬	8.503	21.027	0	14.192	36.176	0	12.347	47.06	0
管理层持股	0.287	4.794	0	0.022	1.195	0.232	0.028	1.937	0.053
财务杠杆	-0.027	-5.156	0	-0.02	-1.849	0.065	-0.024	-4.53	0
股利支付率	0.012	3.226	0.001	0.011	1.476	0.14	0.013	3.625	0
企业规模	-0.003	-3.246	0.001	0.009	4.38	0	0.002	2.31	0.021
长期投资率	0.063	6.606	0	-0.013	-0.71	0.478	0.032	3.464	0.001
董事长与 总经理兼任情况	-0.003	-1.126	0.26	-0.014	-2.94	0.003	-0.008	-3.171	0.002

表6 回归分析2

变量	国有控股样本			非国有控股样本			总样本		
	B	t	Sig.	B	t	Sig.	B	t	Sig.
Constant	0.009	0.618	0.537	-0.026	-0.867	0.386	0.011	0.822	0.411
管理层持股	0.445	8.4	0	0.036	2.849	0.004	-0.017	-1.737	0.082
财务杠杆	-0.142	-30.05	0	-0.167	-22.106	0	0.064	5.818	0
股利支付率	-0.044	-13.057	0	-0.046	-9.291	0	-0.152	-37.791	0
企业规模	0.006	8.859	0	0.008	5.735	0	-0.046	-16.312	0
长期投资率	-0.024	-2.876	0.004	-0.028	-2.2	0.028	0.006	10.044	0
董事长与 总经理 兼任情况	0.003	1.103	0.27	0.004	1.143	0.253	-0.027	-3.873	0

括股权激励和精神激励,同时加强监管力度,约束在职消费等不良行为,并推动国企混合所有制发展,据此消除国有企业实行分红对经营者激励的负面影响。

(1)加快完善国有企业经营者激励机制,实证研究表明,非国有控股企业的经营者货币性报酬要远远高于同等规模的国有控股企业的经营者,作为理性的个体,出于自利原则,国有企业经营者在企业经营运行的过程中难免会由于自身的利益不足而产生道德风险等问题,做出不利于企业的行为。因此,可以通过物质激励和晋升激励相结合的方式弥补国有企业委托代理中出现的道德败坏问题。这里的物质激励主要指经营者持股,因为目前国有企业高管薪酬具有刚性,且与企业业绩激励作用相关不大,而管理层持股比例还较低,进行股权激励能够有效提高企业业绩。

(2)委托人对代理人的激励除了一般的物质性外,还可以考虑从精神层面着手,理性的个体在企业中一般除了寻求货币性的收益外,还会包括一些职位、声誉的提升,特别是在国有企业中,由于企业的经营者可能会转到政府部门任职,因此,此时的精神激励效果将会更加明显,精神激励的实质也是将企业利益和经营者利益捆绑在一起,当经营者给企业带来效益,那么委托人就会给予职位或者声誉上的奖励。

(3)加强对在职消费等行为的监督,在职消费具有隐性化、非货币化以及多样化的特点,监督难度较大。一方面要建立更严格的控制制度;另一方面要借鉴国外的先进经验,把经营者合理的易于区分和测量的在职消费计入合法的薪酬。除在职消费外,在红利

上缴背景下,国有企业通过对地方投资等形式,同样可以达到减少红利上缴,扩大控制权收益的目的,需要加强监管,建立更严格的重大投资失误追究机制。

(4)应积极推动混合所有制发展,发展混合经济旨在实现资源的有效配置,使各种所有制经济优势互补,改善公司治理,提高国有企业市场化程度,实现其自身的发展转型。因此混合所有制企业股权多元化的优势有助于改善公司治理结构,发挥多方利益主体的有效制衡作用,抑制管理层在职消费等不良行为;多种资本的引入,市场化程度的提高有利于促进经理人市场发展,通过市场化手段聘请经营者,以客观指标考核经营者绩效,完善经营者激励制度;民营资本的引入也有助于监督经营者按时按规定上缴红利,作为混合所有制的股东,在国有资本进行红利上缴的同时,也能取得相应部分的分红,因此,反过来,民营资本可以促进国有资本按规定上缴红利。

#### 参考文献:

- [1] 崔洪涛.在职消费与薪酬管制[J].山东行政学院山东省经济管理干部学院学报(增刊),2005(12):90-91.
- [2] 陈冬华,陈信元,万华林.国有企业中的薪酬管制与在职消费[J].经济研究,2005(2):92-101.
- [3] 卢锐,魏明海,黎文靖.管理层权力、在职消费与产权效率:来自中国上市公司的证据[J].南开管理评论,2008(5):85-92.
- [4] 杨宝.高管报酬、公司分红与薪酬契约改进[J].财经论丛,2013(3):76-83.
- [5] 刘星,汪洋.高管权力、高管薪酬与现金股利分配[J].经济与管理研究,2014(11):115-123.

- [6] 杨汉明. 国企分红、可持续增长与公司业绩[J]. 财贸经济, 2009(6):23-28.
- [7] 连建辉.“管理者控制权”重探[J]. 财经科学, 2014(4):37-41.
- [8] 何玉波, 王清. 国有企业经理人控制权收益分析[J]. 黑龙江对外经贸, 2006(9):70-71.
- [9] 丁永健, 王倩, 刘培阳. 红利上缴与国有企业经营者激励: 基于多任务委托代理的研究[J]. 中国工业经济, 2013(1):116-127.
- [10] 章之旺, 吴世龙. 经济困境、财务困境与公司业绩: 基于 A 股上市公司的实证研究[J]. 财经研究, 2005(5):112-122.
- [11] 王力军. 大股东控制、财务杠杆与公司价值[J]. 证券市场导报, 2006(11):63-70.

(责任编辑: 叶丽娜)

## Research on the Executive Incentive of State-owned Enterprises under the Background of Dividend Payout

WU Pingping, CHEN Lingfang

( School of Economics, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350108)

**Abstract:** According to the data of listed companies in 2007~2013 measurement statistical analysis found that dividend payout rate rise will increase the on-the-job consumption behavior of operators, and affect the operator's enthusiasm, had a negative impact on enterprises, reduce the operating performance of enterprises, managerial ownership is helpful to improve business performance. When improve state-owned enterprises pay dividends proportion accordingly, still need as soon as possible to develop a more reasonable system of state-owned enterprise operators incentive, at the same time to strengthen the supervision of on-the-job consumption behavior, and promoting the development of mixed ownership in state-owned enterprises.

**Key words:** state-owned enterprises dividend payout; on-the-job consumption; managers incentive

(上接第 34 页)

## Chaohu Action Sports Tourism Resources and Through Ticket Prices in Yangtze Delta Residents to Participate—Based on the Perspective of Rational Choice Theory

YANG Baolei<sup>1</sup>, SI Youzhi<sup>2</sup>, WANG Shang<sup>1</sup>

(1. Department of Physical Education, Chuzhou Vocational And Technical College, chuzhou, Anhui 239000

2. Department of Physical Education, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026)

**Abstract:** Using literature data, questionnaire, expert interview and mathematical statistics, based on rational choice theory, sports tourism demand force the Yangtze River Delta residents to participate in action resources Chaohu sports tourism, costs and expected results of consideration and products Pass price is expected to be studied. The results showed that: (1) the residents of the Yangtze River Delta has a large demand for sports tourism force; (2) individual actions very abundant resource in Yangtze River Delta residents; and (3) most of the residents of the Yangtze River Delta to participate in Chaohu Sports Travel costs and expected the effect is more cautious; (4) Shanghai, Hangzhou and Nanjing residents Chaohu sports tourism product prices is expected to pass the same, but both have significant differences with the expected Hefei residents; the expected price range of 750~900 pass yuan. And so put forward development proposals.

**Key words:** Yangtze River Delta; Chaohu; sports tourism; action resources; pass prices

# 福建省经济增长对城镇化水平影响的实证研究

温晓琴<sup>1</sup>, 陈爱民<sup>2</sup>, 吴承祯<sup>2,3,4</sup>, 洪伟<sup>2,3</sup>

(1.福建农林大学 计算机与信息学院, 福建 福州 350002; 2.福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002;  
3.福建省高校森林生态系统过程与经营重点实验室, 福建 福州 350002;  
4.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

**摘要:**以福建省9个市2005—2013年的城镇化水平和人均GDP的面板数据为基础,建立面板数据固定效应变系数模型,对福建省经济增长对城镇化的影响进行实证考察。经过验证,面板数据可以通过单位根检验和协整检验,表明福建省的城镇化水平与经济增长具有稳定的均衡关系,2变量不存在伪回归。为了更好地推进福建省城镇化的发展,结合实证分析结果,因地制宜分别对福建省两大经济区提出政策建议。

**关键词:**城镇化;经济增长;面板数据;协整检验

**中图分类号:**F291.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0046-05

城镇化是一个国家必然要经历的经济社会发展过程,也是一个国家或地区现代化的重要标志。改革开放以来,福建省城镇化经历了一个起点低、速度快的发展历程,福建省城镇经济的繁荣发展吸纳了大量的农村转移劳动力,城镇常住人口从336万人增加到2293万人,城市从6个增加到23个,城镇化水平从13.7%提高到60.8%,高于全国平均水平7个百分点<sup>[1]</sup>。福建省经济保持了持续、快速、稳定的发展,2013年福建人均地区生产总值57856元,比上年增长10.2%。众所周知,城镇化水平与经济增长两者变动具有同向性,城镇化能够拉动经济的增长,反之,经济的增长对城镇化的发展发挥积极作用,经济增长与城镇化之间存在密切的相互促进关系<sup>[2]</sup>。当前,福建省正处于新型城镇化的快速发展时期,探讨经济增长与城镇化之间关系对于福建省城镇化发展具有重要的理论和现实意义。

国外对于经济增长与城镇化关系研究已有较长历史。如美国经济学家Lampard E E<sup>[3]</sup>指出,美国城市发展与经济增长之间呈现一种非常显著的正相关关系,经济发展程度与城市化阶段之间有很大的一致性。Northam<sup>[4]</sup>通过Panel数据分析后,提出了城市化水平与经济发展水平之间的线性经验关系式。在国内,也有很多学者对城镇化与经济增长的关系进行研究。如郭松<sup>[5]</sup>通过利用单位根和协整检验方法研究,得出我国城镇化水平和经济增长之间存在着协整关系,即长期均衡关系的结论。林薇<sup>[6]</sup>利用协整检验、误差修正模型、格兰杰因果关系检验、脉冲响应分析及预测方差分解等计量分析方法对福建省城镇化进程与经济增长之间的关系进行了实证分析,结果表明,福建省城镇化水平和经济增长之间存在长期均衡关系,福建省经济增长是城镇化水平发展的原因,而福建城镇化并不是经济增长的主要原因。

通过国内外学者对两者关系的研究可以发现,他们大都认为城镇化与经济增长之间具有正相关关系。但通过对一些国家或地区的两者关系的实证研究分析中,学者们也发现,在不同地区或时间的相互影响下两者之间的关系会存在一些不同:在某些地区或时间,可能经济增长推动城镇化的作用更明显,而在另

收稿日期:2015-09-30

基金项目:福建省科技重大专项资助(2012NZ0001)。

作者简介:温晓琴(1991-),女,汉族,在读研究生,主要从事区域经济方面的研究。

通讯作者:吴承祯(1970-),男,汉族,教授,主要从事森林生态学、森林经营学等方面的研究。



一些地区,可能城镇化更能促进经济的增长<sup>[7]</sup>。叶阿忠<sup>[8]</sup>通过构建半参数空间滞后模型,得出我国经济欠发达地区(云贵川等)的经济增长对人口城镇化的促进作用较小,而多数位于中部和沿海经济较发达地区(福建、广东等)的经济增长显著促进了人口城镇化的发展。

目前国内大多数学者通过误差修正模型研究一国或一地区总体的城镇化水平与经济增长之间的关系,得出总体性的结论,容易忽略地域性差异对两者关系的影响<sup>[9]</sup>。本研究在考虑福建省各地级市之间的地域性差异的同时,从简单的时间与指标的二维信息研究,拓展至利用横截面、时间和指标三维信息对两个变量之间的定量关系进行分析。同时,本研究结合前人的研究结果,选取城镇化水平作为被解释变量,人均 GDP 作为解释变量,利用福建省 9 个市相关数据建立面板数据模型,研究各市经济增长对城镇化的影响,为福建省城镇化的发展提供合理的建议,以更好地促进城镇化的发展。

## 1 福建省经济增长对城镇化水平影响的实证分析

基于福建省经济增长对城镇化水平的影响建立面板数据模型,运用 EVIEWS6.0 实现对福建省各市城镇化水平受经济增长的影响程度进行实证分析。

### 1.1 指标选取与数据处理

参考前人研究城镇化发展时所选择的指标,发现“城镇人口在总人口所占比重”是使用比较广泛的指标,而且相关数据的搜集比较容易,基于此,本文选取此指标作为衡量城镇化水平的指标,记为  $U$ 。因为人均 GDP 可以剔除人口规模的影响,所以本文选取人均 GDP 作为衡量经济增长的指标,记为  $G$ 。借鉴已有相关研究成果<sup>[7,9]</sup>,对福建省人均 GDP 和城镇化水平做自然对数处理,分别记做  $\ln G$  和  $\ln U$ ,以消除由物价水平变动和时间序列可能引起的异方差现象。通常做自然对数处理并不会影响时间序列的性质和相互之间的关系。

### 1.2 数据来源

城镇化水平在 30%~70% 的区间,是城镇化水平快速提高的阶段<sup>[10]</sup>,福建省各市的城镇化水平在 2005

年以后均达到 30% 以上,基于此,本文采用 2005~2013 年的相关数据进行研究,数据来源于 2005~2013 年的《福建省统计年鉴》。

### 1.3 面板数据模型

所谓面板数据是指由变量  $y$  关于  $N$  个不同对象的  $T$  个观测值所得到得二维样本观测值构成的样本数据,记为  $y_{it}$ ,其中  $i$  表示  $N$  个不同对象中第  $i$  个个体, $t$  表示  $T$  个观测值中第  $t$  个观测期,因此面板数据也称作时间序列与截面的混合数据<sup>[11]</sup>。面板数据回归模型的一般形式为:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it} \beta_i + \mu_{it}, \quad i=1, \dots, N; t=1, \dots, T \quad (1)$$

其中  $x_{it}$  为  $1 \times k$  向量,  $\beta_i$  为  $k \times 1$  向量,  $k$  为解释变量的个数。误差项  $\mu_{it}$  均值为零,方差为  $\sigma_{it}^2$ 。根据截距项  $\alpha_i$  及系数  $\beta_i$  的不同取值,以将面板数据模型划分为 3 种:

(1) 混合面板数据模型:

$$\alpha_i = \alpha_j, \beta_i = \beta_j \quad (2)$$

所谓混合回归模型就是无论从时间上看,不同的个体之间不存在显著性差异,还是从截面上看,不同的截面之间都不存在显著性差异的面板数据模型。

(2) 变截距面板数据模型:

$$\alpha_i \neq \alpha_j, \beta_i = \beta_j \quad (3)$$

变截距面板数据模型是应用最广泛的一种面板数据模型,其中  $\alpha_i$  为个体影响,为模型中被忽略的反映个体差异变量的影响。

(3) 变系数面板数据模型:

$$\alpha_i \neq \alpha_j, \beta_i \neq \beta_j \quad (4)$$

变系数模型适用于当不同的社会经济背景因素或其他原因,使得响应参数随着时间或横截面个体不同而变化的情况<sup>[11]</sup>。

由于样本数据的性质不同,面板数据有固定效应模型和随机效应模型的区别,如果只是以样本自身效应为条件进行推论,可以采用固定效应模型,如果想以样本对总体效应进行推论,则应采用随机效应模型<sup>[12]</sup>。本文对福建省 9 个市进行比较分析,数据包含了所有市基本信息,所以选用固定效应模型构建模型。

### 1.4 面板数据的单位根检验

为了保证估计结果的有效性,检验数据的协整关系,避免出现伪回归,必须先对各面板序列的平稳性

进行检验,而单位根检验是检验数据平稳性最常用的办法。在综合考虑势和实际检验水平的情况下,当个体数量较少且时间跨度不大时,单位根检验最好选用相同根单位根检验 LLC(Levin-Lin-Chu)检验和不同根单位根检验 Fisher-ADF 检验<sup>[13]</sup>。如果在 LLC 检验和 Fisher-ADF 检验中都拒绝存在单位根的原假设,则我们说此序列是平稳的。如果两个检验都不拒绝原假设,则序列不平稳。

如表 1 所示,在 5% 的置信水平下,原序列不平稳,通过一次差分后再进行检验,结果发现,在 5% 的置信水平下,一阶差分后的序列都是平稳的,从而  $\ln U$  和  $\ln G$  具有相同的单整阶数,满足进行协整检验的条件。这说明城镇化水平与经济增长之间可能存在着稳定的协整关系,为了证明两者之间确实存在协整关系,需要进一步验证。

表 1 各指标单位根检验结果

指标	LLC 检验	Fisher-ADF 检验	平稳性
$\ln U$	1.997 42 (0.977 10)	1.879 20 (1.000 00)	不平稳
$\ln G$	-2.977 88 (0.001 50)	8.435 46 (0.971 40)	不平稳
$d\ln U$	-12.746 8 (0.000 00)	39.480 40 (0.002 50)	平稳
$d\ln G$	-4.415 14 (0.000 00)	29.926 10 (0.038 20)	平稳

### 1.5 面板数据的协整检验

在现实生活经济中,大多数时间序列是非平稳的,通常需要对序列进行差分处理把它变平稳,但这样容易失去序列的长期信息,而协整可以解决此问题。协整检验的主要目的是检验一组非平稳序列的线性组合是否具有稳定的均衡关系,如果时间序列通过了协整检验,说明它们之间存在着长期稳定的均衡关系,可以直接进行回归分析,不存在伪回归<sup>[14]</sup>。由单位根检验结果可知, $\ln U$  和  $\ln G$  均为一阶单整  $I(1)$ ,则  $\ln U$  和  $\ln G$  可以做协整检验。本文采用 Pedroni 检

验,构造 7 个检验面板数据协整关系的统计量。Pedroni 指出,每一个标准化的统计量都趋于正态分布,但在小样本情况下,Panel ADF 和 Group ADF 统计量的检验效果更好,在检验结果不一致时,应以这 2 个统计量为标准<sup>[15]</sup>。

由表 2 可以看出,Panel ADF 的统计量为 -2.545 393 和 Group ADF 的统计量为 -2.691 804 都通过了 5% 显著性水平的检验,二者存在协整关系,所以福建省各市城镇化水平与经济增长之间存在长期稳定的均衡关系,则 2 变量不存在伪回归,可以直接进行回归分析。由林薇<sup>[6]</sup>对福建省城镇化水平与经济增长的 Granger 因果检验可知,虽然福建省城镇化水平与经济增长的变动具有同向性,但福建省经济增长是城镇化水平发展的原因,而福建城镇化并不是经济增长的主要原因。因此,本文建立以城镇化水平为被解释变量,人均 GDP 为解释变量的面板数据模型。

表 2 面板数据协整检验结果

项目	统计量	P 值	检验结果
Panel v-Statistic	0.346 243	0.364 6	接受
Panel rho-Statistic	-0.112 975	0.455 0	接受
Panel PP-Statistic	-1.741 647	0.040 8	不接受
Panel ADF-Statistic	-2.545 393	0.005 5	不接受
Group rho-Statistic	1.419 485	0.922 1	接受
Group PP-Statistic	-1.000 697	0.158 5	接受
Group ADF-Statistic	-2.691 804	0.003 6	不接受

### 1.6 建立面板数据模型

在对面板数据模型进行估计之前,需要先对样本数据检验符合哪一种面板数据模型,即对所建立的模型形式进行检验。如果设定的模型形式出现错误,将会导致模型估计结果存在较大的误差。模型形式检验有如下两个  $F$  检验统计量,分别为  $F_1$  和  $F_2$ :

$$F_1 = \frac{(S_2 - S_1) / [(N-1)k]}{S_1 / [NT - N(k+1)]} \sim F[(N-1)k, NT - N(k+1)] \quad (5)$$

$$F_2 = \frac{(S_3 - S_1) / [(N-1)(k+1)]}{S_1 / [NT - N(k+1)]} \sim F[(N-1)(k+1), NT - N(k+1)] \quad (6)$$

其中,  $N$  是截面成员个数,  $T$  是每个截面成员的样本观测时期数,  $k$  是非常数项解释变量的个数,  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  分别是变系数模型, 变截距模型, 混合回归模型的回归残差平方和。  $F_1$  的原假设为: 模型中的解释变量系数对于所有的截面成员都是相同的, 但截距项不同, 即该模型为变截距模型。  $F_2$  的原假设为: 模型中的解释变量系数和截距项对于所有的截面成员都是相同的, 即该模型形式为混合回归模型<sup>[2]</sup>。

通过计算可得:  $N=9, T=9, k=1, S_1=0.048\ 886, S_2=0.095\ 588, S_3=1.413\ 576$ , 先检验  $F_2$  的原假设, 计算得  $F_2=109.918\ 3 > F(16, 63)=1.806\ 8$ , 所以在 5% 检验水平下拒绝  $F_2$  的原假设“该模型形式为混合回归模型”, 然后检验  $F_1$  的原假设, 通过计算得出  $F_1=7.523\ 2 > F(8, 63)=2.089\ 2$ , 所以在 5% 检验水平下拒绝  $F_1$  的原假设“该模型为变截距模型”, 因此本文样本数据符合固定效应变系数模型形式, 建立以城镇化水平为被解释变量, 人均 GDP 为解释变量的面板数据模型。

$$\ln U_{it} = \alpha_i + \beta_i \ln G_{it} + \mu_{it} \quad (7)$$

其中:  $i=1, \dots, 9; t=2005, \dots, 2013$ 。

该模型的拟合优度值为 0.987 2,  $F$  统计量为 286.511 5 大于临界值,  $Prob(F\text{-statistic})$  为 0.000 00, 从估计结果看, 方程和各变量系数均可以在 1% 的置信度水平下通过检验。  $DW$  检验值为 1.507 041, 说明残差无明显的序列自相关, 总体上看, 该模型的解释效果较好。该模型是对 2 变量分别取对数处理以后, 进行的回归系数最小二乘估计, 因此模型的回归系数就是城镇化水平对经济增长的弹性。

从图 1 可以看出各市弹性系数的值都为正, 表示经济增长能够促进城镇化水平的发展, 但这 9 个市地区的弹性系数存在差异。这是因为各市经济发展的侧重点不同, 对城镇化的建设影响程度也不一样, 所以经济增长对城镇化的促进作用也是不同的。

其中, 泉州市的弹性最高为 0.286 7, 说明该市的经济发展对城镇化推动作用最大, 该市的经济每增长一个点, 可以推动城镇化 0.29% 的增长水平。近几年, 泉州市经济的增长, 不仅能够留住当地人口, 而且吸

引了大批的外来务工人员, 从而大大的推动了泉州的城镇化。然而, 莆田市的弹性最低只有 0.101 5, 2013 年统计数据显示, 莆田市镇域经济虽增长较快, 但总体滞后于全省的经济发展水平, 对城镇化的促进作用不高, 这与当地的城建现状和经济发展水平基本相符。

表 3 固定效应变系数模型估计结果

设区市	$\alpha_i$	$\beta_i$	$t(\beta_i)$	$p(\beta_i)$
福州市	3.834 5	0.189 7	7.173 8	0.000 0
厦门市	4.125 0	0.169 0	3.394 1	0.001 2
泉州市	3.598 0	0.286 7	10.840 9	0.000 0
莆田市	3.797 8	0.101 5	4.799 6	0.000 0
漳州市	3.562 1	0.257 4	11.500 1	0.000 0
龙岩市	3.557 4	0.196 2	10.394 0	0.000 0
三明市	3.623 6	0.196 9	10.103 8	0.000 0
宁德市	3.581 8	0.252 0	12.493 8	0.000 0
南平市	3.789 0	0.118 0	5.418 2	0.000 0

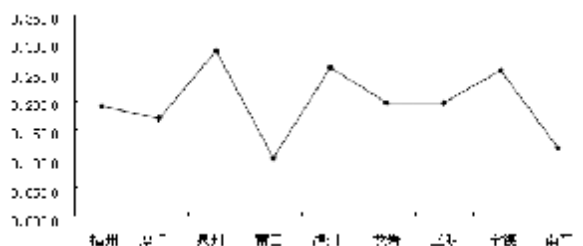


图 1 各市弹性系数

## 2 结论与建议

### 2.1 结论

2013 年, 福建省 9 个地级市中, 厦门市城镇化水平最高, 高达 88.7%, 具有较强的城镇聚集效应。龙岩市的城镇化建设发展较慢, 居于全省最后一位, 仅为 50.9%, 低于全省平均水平 60.8%。由此可以看出, 福建省城镇化水平虽然位居我国前列, 但是各市发展水平不均衡, 地区差异比较大, 这种差异与各市的经济增长差异有关。

通过面板数据的协整检验分析, 可知福建省 9 个市的经济增长和城镇化之间确实存在着协整关系。这是因为, 经济增长促进了人口向城镇的集聚, 使得城

镇规模逐渐扩大,从而导致城镇化水平的提高。

本文建立固定效应变系数面板数据模型,可以看出各市经济增长对于城镇化的弹性存在差异,这是因为各市经济发展的侧重点不同,对城镇化的建设影响程度不一样,经济增长对城镇化的促进作用不同。各市弹性的值都为正,表示经济增长能够促进城镇化水平的发展,没有出现过度城镇化的现象。其中,泉州市的弹性最高为 0.286 7,莆田市的弹性最低只有 0.101 5。因此,就从全省整体而言,加快推进城镇化仍然具有较大空间。

## 2.2 建议

从结论中可以看到,要加快福建省城镇化进程,必须充分以福建省稳定的经济增长促进城镇化水平的发展,为福建省城镇化的发展提供物质保障。福建省区域经济和城镇化差异十分明显,主要分为沿海经济密集区和内地经济发展区两大经济区。因此,通过经济增长促进城镇化的发展应该因地制宜,提出以下建议。

(1)在沿海经济密集区:发展壮大中心城市,福州、厦门、泉州三大中心城市要进一步加快城市化进程,加强其产业集聚和扩散能力,突显中心城市功能,为莆田、宁德、漳州三大中心城市的城市化发展的推动提供周边条件;根据各地区资源状况的条件,推动产业结构优化,特别是三大中心城市,要着重提高现代服务业的比重;根据沿海经济密集区港口资源条件,统筹城市、港口和产业发展,推动港城与产城互动发展;提高农业资源配置的合理性,发挥农业的基础作用,加快发展现代农业。

(2)在内地经济发展区(包括南平、三明、龙岩等地):优化城镇规模结构,大力发展中等地级市,引导小城市、小城镇走特色化道路,提高自己的市场竞争力;保护生态环境,完善基础设施,扩大集镇规模,提高城镇的综合承载能力;加强交通基础设施建设,改善小城镇的交通条件,小城镇建设与扩大内需互动发展;着力建设绿色农业基地,加快农业现代化进程,推进城乡一体化。

## 参考文献:

- [1] 黄丽红.中共福建省委福建省人民政府关于印发《福建省新型城镇化规划(2014-2020年)》的通知[EB/OL].(2014-06-18) [2015 -09 -23]. [http://fjdj.fjsen.com/2014 -06/18/content\\_14313981\\_all.htm](http://fjdj.fjsen.com/2014 -06/18/content_14313981_all.htm).
- [2] 张志勇,李连庆.城镇化水平与经济增长互动效应的动态分析:基于山东省 1978-2009 年的数据[J].山东财政学院学报,2012(5):65-71.
- [3] 徐雪梅,王燕.城市化对经济增长推动作用的经济学分析[J].城市发展研究,2004,11(2):48-52.
- [4] Northamr M. Urban geography [M].New York:John Wiley & Sons,1979.
- [5] 郭松.我国城市化水平对经济增长影响的实证研究[J].黑龙江对外经贸,2006(8):66-67.
- [6] 林微.福建省城镇化进程与经济增长关系的实证研究[J].台湾农业探索,2015(1):32-36.
- [7] 朱焕焕.河南省城镇化与经济增长关系的实证研究[D].开封:河南大学,2013.
- [8] 叶阿忠,陈生明,冯烽.服务业集聚和经济增长对我国城镇化影响的实证研究:基于半参数空间滞后模型[J].运筹与管理,2015,24(3):205-211.
- [9] 刘建华,周晓.吉林省城镇化发展与经济增长关系研究[J].税务与经济,2014(6):102-110.
- [10] 孙国华.“十二五”时期我国城镇化水平探讨[J].宏观经济管理,2010(5):36-37.
- [11] 孙慧.几类面板数据模型的分析[J].中国科技纵横,2014(18):232-232.
- [12] 朱孔来,李静静,乐菲菲.中国城镇化进程与经济增长关系的实证研究[J].统计研究,2011, 28(9):80-87.
- [13] 殷锐.面板数据单位根检验小样本性质及面板协整理论[D].天津:天津大学,2007.
- [14] 张琳,何炼成,王俊霞.电力消费与中国经济增长:基于中国 30 省市面板数据的协整检验[J].山西财经大学学报,2008,30(12):18-21.
- [15] 吴淑丽,昌先宇,谭竿荣.中国环保投资废气治理效率差异及其影响因素研究:基于 29 省市面板数据的分析[J].统计教育,2010(5):16-23.

(责任编辑:叶丽娜)

(下转第 60 页)

# 闽北稻农环境友好型农业技术选择的影响因素研究

张芷寻, 黄怡强, 范水生

(福建农林大学 经济学院, 福建 福州 350002)

**摘要:**农村对闽北种稻农户入户调查获取基础数据的基础上,利用 logistic 函数模型研究稻农环境友好型农业技术选择的影响因素进行研究。研究表明:技术成本是稻农对农业技术选择的重要影响因素。稻农在对生态友好型农业技术选择时,节约成本决定稻农选择的首要影响因素;稻农技术信息来源对其农业技术的选择有着重要的影响,一般主要来源来自于政府农技推广以及种植大户信息分享;水稻种植规模对稻农环境友好型技术需求有着显著的影响,规模经营决定着稻农对新技术的需求程度。

**关键词:** 稻农;环境友好型;农业技术;Logistic 函数

**中图分类号:** F324.3      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-2109(2016)06-0051-06

随着农村经济不断发展,农村生态环境保护问题日益受到重视和关注,近年来,我国早农业发展过程中非常重视治理和保护农村生态环境<sup>[1]</sup>。在加强农村经济发展投入的基础上,不断加大对农村生态治理方面的投入,通过对环境友好型农业技术的研究和创新,不断加大对农村环境友好型农业生产技术的推广力度。环境友好型技术是以农村生态环境承载力与农村经济发展相互平衡的基础上,对农业经济发展与农村环境保护进行有效协调,以满足农业发展过程中对资源与环境的需求,是有机绿肥技术、物理防虫技术、生物农药技术、污染治理技术、病虫害防治技术、农产品安全技术等科学现代环境友好型农业技术的综合,其本质是在生态学、环境保护学、生物学等科学为基础的农业技术综合而成<sup>[2-3]</sup>。

1977 年 Panpel 和 Vanse 在研究农业技术扩散和农户选择影响因素时,就提出了将农业技术分为利润导向性和环境导向型两大类,利润导向型技术是以最求利润产出最大化的农业技术选择,其最大影响因素的是利润,弱化了环境的因素<sup>[4]</sup>。而环境导向型则较少

考虑产量问题,主要是环境保护为最大选择要素。通过对这两种情况的分析,进而对传统农业技术的推广和选择提出质疑。传统生产技术已经不能满足当前农业发展环境保护的需求,当前农村环境污染问题日趋严重,环境友好型农业技术推广力度虽然不断加大,但由于稻农对环境友好型农业技术的选择影响原因具有多样性,具有农户自身内在因素同时也具有外在原因,因此稻农对新技术的选择程度与推广力度并不相匹配,这不仅制约着环境友好型技术的应用和发展,同时也影响着农村生态环境的保护<sup>[5]</sup>。本文采用入户问卷调查方式,应用描述性统计分析和 logistic 函数模型对闽北稻农生态友好型农业技术选择影响因素进行分析与研究,通过对稻农对环境友好型影响因素的分析,对农村环境保护,环境友好型农业技术的推广具有重要意义。

## 1 样本与数据

闽北是福建省典型水稻耕作地区,同时也是环境友好型技术推广的典型示范区。本文数据来源于 2015 年对闽北三个种稻主产区建阳市、建瓯市、浦城县稻农的入户访谈调查。本次调查选取了闽北建阳 5 个镇(将口镇、童游镇、麻沙镇、水吉镇、莒口)的 9 个村,建

收稿日期:2016-02-23

作者简介:张芷寻(1992-),女,汉族,在读研究生,主要从事休闲农业与生态经济、农村区域发展研究。

瓯3个镇(小桥镇、东峰镇、小松镇)的4个村,浦城县5个镇(仙阳镇、石陂镇、临江镇、管厝镇、九牧镇)的10个村,共计13个镇23个村作为典型的调查区域。

表1 样本分布

县	镇	样本村总计	村民调查问卷(户)	稻农样本总计
建阳市	将口镇	3	45	130
	童游镇	2	29	
	麻沙镇	1	17	
	水吉镇	2	19	
	莒口镇	1	20	
建瓯市	小桥镇	2	26	53
	东峰镇	1	18	
	小松镇	1	9	
浦城县	仙阳镇	3	42	134
	石陂镇	2	25	
	临江镇	2	32	
	管厝镇	2	23	
	九牧镇	1	12	
总计	13	23	317	317

本次调查共获问卷317份,其中有效问卷为309份,合格率为97.48%。由于不同镇耕地面积不同,不同村参与发放问卷的村民不同,所以为什么不同的镇、村样本不同,但问卷内容相同。表2是对稻农基本信息的统计,包括性别、年龄、受教育水平以及是否兼业,农户性别样本比例基本均衡,平均年龄为53岁。

表2 农户样本基本信息

农户基本信息	建阳市	建瓯市	浦城县	样本总体	
性别	男	52.23	53.56	49.56	53.23
	女	47.77	46.44	50.44	46.77
年龄	最大年龄	73.00	72.00	67.00	71.50
	最小年龄	35.00	28.00	37.00	35.25
	平均年龄	54.00	50.00	52.00	53.00
受教育水平	初中及以下	87.22	86.23	84.11	86.55
	高中及以上	12.78	13.77	15.89	13.45
是否兼业	是	76.23	67.54	56.33	69.87
	否	23.77	32.46	43.67	30.16

## 2 稻农环境友好型农业技术选择

### 2.1 环境友好型技术概念

国外对环境友好型技术研究较早,始于上世纪70年代,研究的重点主要集中在农药的减量化、清洁生产以及废物循环再利用等领域。Rogers(2001)认为“环境友好型农业技术”就是以转变农业生产方式为根本目的,以发展优质、高产、高效、生态、安全的现代农业为主要目标,以提高资源利用效率和保护生态环境为

重点内容,依靠技术创新和政策创新为支撑动力的新型绿色农业生产技术体系。Evenson(2009)、Villaume(2010)、Huffman(2011)则在前人研究的基础上提出了“可持续农业技术”“绿色农业技术”等环境友好型农业技术发展概念,他们认为环境友好型农业技术是以控制农业污染,保护农村生产生活环境为目标的绿色农业生产方式。

环境友好型农业生产技术在国内研究尚属起步阶段,还未形成系统的分类体系。自20世纪70年代开始,学术界主要从化学农药与化肥的减量使用及其技术采用等方面对农户环境友好型生产技术进行研究。20世纪80年代初国内叶谦吉首次提出的“生态农业”概念,认为生态农业技术是按照生态学和生态经济学原理,运用现代科技成果和管理手段对农业生产进行改良,以期获得经济效益和环境效益相统一的农业生产方式。对于环境友好型农业技术内涵的界定,张少兵(2009)认为环境友好型农业技术是以当地自然资源与环境承载力为基础,在农业生产中以绿色科技为动力,目的在于维护或保护农村生态环境的技术体系。李吉进(2010)认为环境友好型农业技术强调可持续发展,以提高资源尤其是自然资源使用效率和环境保护为中心,建立以生态农业为中心的清洁农业生产的技术体系。

在通过梳理国内外研究的基础上,本文认为环境友好型农业技术是以平衡环境资源承载力和经济发展为中心,在确保资源和环境可持续发展的前提下,满足当前在农业生产过程中资源和环境的需求为目标,是污染治理技术、生物能源技术、化肥和农药减量等现代农业技术的综合。根据课题组对闽北地区稻作农户的实地调查,总结了目前闽北地区在水稻种植过程中应用的9种环境友好型农业技术:耕前技术处理、灌溉技术、秸秆还田技术、杀虫灯技术、病虫害防控技术、绿肥轮作技术、沼气技术、统防统治、测土配方技术。

### 2.2 稻农对环境友好型技术需求

从调查的结果来看,稻田耕前技术处理和灌溉技术作为水稻种植传统的耕作技术得到稻农普遍的采用,分别为54%、56%,秸秆还田、太阳能杀虫灯和病虫害绿色防控技术分别为42%、22%、37%,其次是绿肥轮作技术、沼气技术、统防统治、测土配方技术分布为23%、3%、12%、16%。研究结果表明,稻农对于传统

的稻田耕前技术处理和水田灌溉技术使用偏好较为强烈,同时技术的施用频率较高,这些技术在耕作过程中操作简单,程序简便,耕作效果很好得到稻农的认可,这两项传统的耕作技术在闽北调查地稻农选择使用频率最高。沼气、病虫害防控技术、测土配方等现代技术一般由农业技术站进行推广,是政府主导推广的技术项目,但是在推行过程中有技术复杂且投入成本较高的问题<sup>6)</sup>。因此,虽然稻农认为这些技术能在水稻产量,环境保护等方面起到一定的作用,但由于成本和技术操作性难等现实原因,未能得到有效采用。本次调查区域对于环境友好型农业技术的选择偏好较低,使用频率较少,该区域环境友好型农业技术的推广力度有待提高。

表 3 闽北稻农环境友好型农业技术需求情况

环境友好型农业技术	频次	百分比/%
耕前技术处理	175	54
灌溉技术	174	56
秸秆还田技术	168	42
杀虫灯技术	23	22
病虫害防控技术	30	37
绿肥轮作技术	45	23
沼气技术	6	3
统防统治	17	12
测土配方技术	26	16

### 2.3 稻农对环境友好型农业技术选择动机

从心理学角度出发,探寻稻农对环境友好型农业技术选择的出发点、方向和持续性,也就是技术选择的原因分析。1913年Woodworth在《行为主义者的心里学》一文中提出了他独特见解,认为人的动机属于心理学范畴,动机分为内部动机和外部动机。外部动机指的是人在从事某项选择决策上受到自身意识之外,外部世界的影响,它通常会与内部动机产生一定的矛盾,内部动机指的是选择意识有自身意识所驱动,受到偏好等影响,人的选择行为是由内部动机和外部动机相互作用而妥协的结果<sup>7)</sup>。

通过对农户在对环境友好型农业技术选择行为上的动机分析,对农业技术进行动机需求排序,以研究稻农在技术选择上的动机需求。研究方法是将以上9种环境友好型农业技术在性质上进行划分,对调查得出的技术选择原因动机进行排序分为节约成本(劳动力、资金)、增加收入、效果明显、改善环境、政府鼓

励、技术难易、麻烦费事几种类型。对农户采用农业技术的动机进行排序打分,从不考虑:“0”,会考虑但不会改变决定:“1”,主要影响因素:“2”,最后得出排名顺序如表4所示。

表 4 闽北稻农对环境友好型农业技术选择动机分析

农业技术选择动机	比例%	总排名
节约成本(劳动力、资金)	86	1
增加收入	84	2
效果明显	79	3
政府鼓励	67	4
技术难易	54	5
麻烦费事	52	6
改善环境	37	7

由表4所示可知,稻农在选择环境友好型农业技术时首先考虑的事耕作成本问题,尤其是节约劳动力成本和资金成本,该选择动机排在稻农选则的第一位。其次是增加收入,农业技术的选择带动稻农收入的增加,将会提高稻农对该技术的选择偏好。农业技术效果明显以及政府鼓励带动排在第三和第四选项,说明该区域稻农在选择新技术方面处于务实态度,大部分是基于经济利益的考量而做出的选择。而政府主导的农业技术推广稻农接受程度较高,受到大多数稻农的欢迎,表现出稻农在选择环境友好型农业技术时,对政府专业指导和推广依赖性较强,政府在两型农业技术推广过程中占据主导地位。

## 3 影响因素

### 3.1 变量的选择与赋值

变量的选择主要是基于稻农环境友好型农业技术选择的出发点和选择动机所决定的,影响稻农环境友好型农业技术选择主要有农户户主特征、教育水平、收入情况、技术特征以及技术传播途径等。其中农户户主特征主要包括年龄、性别、受教育程度、兼业情况、种植规模等,他是对农户自身社会经济条件进行综合性分析,农户的基本经济情况对农业技术选择的影响很大,一般来说教育水平高,经济能力强的农合更容易选择环境友好型农业技术。而环境友好型技术特征主要包括技术的盈利性、风险性、内部性和外部性等性质特征,技术盈利性是稻农对农业新技术的需求程度和偏好水平。变量分别为是否采用技术、年龄、

文化程度、是否村干部、是否兼业、家庭收入(万)、种植面积、技术成本、信息来源、推广人员建议、分别设置代码为  $Y_1, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$ , 具体赋值详见表 5。

表 5 变量的选择与赋值

变量	代码	定义与赋值
是否采用技术	$Y_1$	采用=1;不采用=0
年龄(岁)	$X_1$	>45=1;<45=0
文化程度	$X_2$	小学=1;初中=2;高中=3;大专以上=4
是否村干部	$X_3$	是=1;否=2
是否兼业	$X_4$	是=1;否=2
家庭收入(万)	$X_5$	1~2=1;2~3=2;3~4=3;>4=4
种植面积(亩)	$X_6$	1~2=1;2~3=2;3~4=3;>4=4
技术成本	$X_7$	认知=1;不认知=2
信息来源	$X_8$	稳定渠道=1;不稳定渠道=2
农技人员建议	$X_9$	听从=1;不听从=2

### 3.2 计量方法选择与模型构建

运用 logistic 函数模型, 假设每个变量都面临二选择一的情况下, 假设稻农采用新技术取值为 1, 没有采用取值为 0,  $P$  的取值介于 0 和 1 之间, 即  $P$  表示稻农采用新技术的概率, 则模型如以下形式:

$$\ln p/(1-p) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

运算转化为:

$$p(1-p) = \exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i) \quad (2)$$

则结果为:

$$p = 1 / \left[ 1 + \exp(-(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i)) \right] \quad (3)$$

式中:  $p$  表示稻农对某项环境友好型农业技术的选择概率;  $n$  为变量个数;  $\beta_0$  表示回归截距;  $\beta_i$  表示第  $i$  项影响因素的回归系数;  $X_i$  表示第  $i$  项影响稻农农业技术选择的因素, 如个人收入、受教育水平、是否村干部等;  $\varepsilon$  为随机扰动项。

通过将所得数据根据 logistic 函数模型的应用方式, 采用 SPSS 软件对所选区域稻农数据对生态环境友好型技术选择的影响因素进行对比分析, 结果见表 6。

表 6 环境友好型农业技术选择影响因素采用等级与相关变量的回归

效应	模型拟合标准		似然比检验		
	简化后的模型的-2倍对数似然值	卡方	df	显著水平	
截距	38.707a	0	0	0	
年龄 $X_1$	48.676	9.969	2	0.007	
文化程度 $X_2$	59.794	21.086	6	0.002	
是否村干部 $X_3$	39.162	0.455	2	0.797	
种植面积 $X_4$	53.462	14.754	6	0.022	
是否兼业 $X_5$	41.198	2.491	2	0.288	
收入水平 $X_6$	40.408	1.7	2	0.427	
技术成本 $X_7$	48.961	10.254	4	0.036	
信息来源 $X_8$	55.404	16.697	4	0.002	
农技人员建议 $X_9$	48.318b	9.611	4	0.048	

表 6 结果显示在 0.05 的显著性水平下, 只有  $X_1, X_2, X_4, X_7, X_8, X_9$ ;  $P$  值小于 0.05, 即只有性别、文化程度、种植面积、技术成本、信息来源、农技人员建议等几个变量通过了检验。下面剔除不具有统计学意义的  $X_3, X_5, X_6$  变量<sup>①</sup>。下面剔除不具有统计学意义的  $X_3, X_5, X_6$  变量, 对几个主要变量再次做 logistic 回归分析。

表 7 环境友好型农业技术采用行为与主要变量的回归

效应	模型拟合标准		似然比检验		
	简化后的模型的-2倍对数似然值	卡方	df	显著水平	
截距	41.073a	0	0	0	
性别 $X_1$	58.318	17.246	2	0	
文化程度 $X_2$	66.595	25.522	6	0	
种植面积 $X_4$	64.042	22.969	6	0.001	
技术成本 $X_7$	53.776	12.703	4	0.013	
信息来源 $X_8$	64.103	23.03	4	0	
农技人员建议 $X_9$	59.773	18.7	4	0.001	

观察结果分析表 7,  $X_1, X_2, X_4, X_7, X_8, X_9$  都与技术采用  $Y$  呈正相关关系, 通过对模型分析研究可知, 稻农年龄越低, 其文化程度越高。文化程度越高, 同时对新技术的认知和需求越高。稻农中兼任村干部的比例较小, 一般兼任村干部稻农收入水平均较高, 对新技术的接受程度也较快。稻农种植面积越大, 家庭收入水平一般都较高, 种植面积与收入水平呈正相关。技



术认知、技术成本与稻农农业技术需求呈正相关性,稻农更愿意通过提高农业耕作技术以降低农业生产的劳动力和资金成本。信息来源与农技人员建议呈正相关,稻农在农业技术方面信息来源较为单一,对专业农技推广人员依赖性较大。最终模型的表达式如下:

$$Y=41.073+58.318X_1+66.595X_2+64.042X_4+53.776X_7+64.130X_8+59.773X_{9i} \quad (4)$$

## 4 研究结论

通过本文对闽北地区相关中稻乡镇农户环境友好型农业技术选择的问卷调查,主要从影响农户技术采用行为的技术有到因素、农户自身特征变量、技术信息变量、风险变量等几大类着手,对闽北农户环境友好型农业技术采用现状及其影响因素进行描述性统计分析。

技术成本是稻农对农业技术选择的重要影响因素。稻农在对生态友好型农业技术选择时,节约成本决定稻农选择的首要影响因素。其中包括节约劳动力成本以及节约资金成本。反映了稻农在接受新技术时,对于农业生产经济利益的衡量,同时也反映了稻农对资源节约型、环境友好型农业技术的需求。因此,政府农业技术推广部门在开展农技推广过程中,要充分考虑和尊重稻农的经济利益需求,加强对农户农业技术选择的引导和宣传,同时政府部门也应当加大对环境友好型农业技术的科研投入,将农户的困难和需求摆在科研的第一位,进行技术改进和科研创新。

农技推广人员对稻农生态环境友好型技术选择有着显著的影响。农技推广是政府通过官方渠道向农民提供技术信息以及技术选择指导,具有一定的官方性和科学性。模型估计结果显示,农技推广人员的建议和培训显著影响着稻农对于农业技术的选择,这同时也意味着基层农技推广干部,村级农技员要深入田间地头对稻农进行技术指导,加强农技指导力度,提升技术指导的质量和数量,全面提升农民科学耕作意识和生态保护意思。

种植规模对稻农生态友好型技术选择有着显著的影响。通过在闽北实地调研以及模型估计结果显示,种植规模越大的稻农对于环境友好型农业生产技术的选择需求更为明显。受到规模经营的影响,种植

大户,专业合作社、家庭农场等规模经营单位已经成为农业技术传播和引导的中坚力量。这个研究结论对于闽北农田基本建设以及规范土地流转制度提高土地利用率等涉农地研究方面具有具有积极的意义。

户主的文化教育水平与年龄会对不同的环境友好型技术选择产生不同的影响。稻农内在因素是影响农业技术选择的主观决策因素,在影响稻农技术选择的诸多因素中,户主的年龄和文化程度是与其他因素都存在相关性的两个影响因素,且对不同技术选择的影响有正有负。户主的年龄对于沼气技术,稻田养鸭,病死猪无害化处理等投入较大、程序复杂、劳动力度大的技术呈显著的正相关关系。而文化程度对于病虫害绿色防控、秸秆还田技术、绿肥轮作技术等现代农业技术需求相关性不太明显。

## 5 政策建议

### 5.1 建立健全农户技术培训体系

通过环境友好型农业技术采用行为与主要变量的回归发现,农户的受教育水平在农户环境友好型农业技术采用的过程中有着显著的影响通过对模型分析研究可知,稻农年龄越低,其文化程度越高。文化程度越高,同时对新技术的认知和需求越高。因此,现代农业的建设离不开新型农民的培育,环境友好型农业技术的推广同时也离不开相关技术知识的培训。所以,必须加大对农民相关环境友好型技术知识的培训力度,提升农民的专业化水平。

农民的培训是一项复杂和系统的工程,应当从以下几个方面着手:一是在培训方式上要有所创新,以集体培训和突出个别培训为主,采用自下而上自愿报名的方式,深入分析农民的需求,强调农民的作用,提升农民学习的积极性。二是建立以乡镇村为主的多元化推广单位,鼓励和支持社会相关科研单位、企事业单位以及有专业知识的个人参加农民相关的培训,建立健全的广泛参与的农民技术培训体系。

### 5.2 加强专业化农户组织建设

从数据分析的结果可以看出,农户的年龄对环境友好型农业技术的选择有着重要的影响作用,年龄越高的农户对环境友好型农业技术认知水平较低,则采用率较低。农村有文化、有知识的青壮年由于年龄的原因接受新技术的程度则较高,但由于大部分农村青

年都从事非农产业,因此大部分农业生产都是由年龄较高农民承担,这就给环境友好型农业技术的采用和推广带来了难题。因此,可以通过充分整合农村资源,加强农户组织的建设,建立符合农业生产要求的农民专业合作社,吸引大量农村青壮年加入,以提高环境友好型农业技术的社会化服务水平,促进组织与农户协调进步。

### 5.3 拓宽农业技术推广渠道

从以上研究结果来看,闽北大部分地区除了大规模生产以外,环境友好型农业技术在闽北地区的采用率还是比较低的,而通过回归分析发现,信息渠道以及农技人员的建议对于农户环境友好型技术采用的影响是非常显著的,但是从调查来看,闽北地区农技推广渠道单一,信息量不足等问题普遍存在,这严重制约了环境友好型技术的推广和采用。

因此,应当建立一套适应闽北地区的农业技术推广体系,制定详细的、有针对性的农业推广计划。采用多元化的推广手段加速环境友好型农业技术的推广,加深农户对环境友好型农业技术的理解,并促进农户对相关环境友好型农业技术的的采用。推广渠道单一是目前制约闽北地区环境友好型农业技术推广的重要原因,农技部门应当加强农技推广人员的建设,提

高农技人员的质量和数量,定期安排农技人员进村和农户沟通,掌握农户的思想动态,采用多种宣传手段、推广方式提高农民对环境友好型农业技术的认知和采用。

### 参考文献:

- [1] 阿农.农业研究和技术推广[M].北京:中国农业科技出版社,1991.
- [2] 陈洪昭.生态农业建设中农业行为探讨[J].当代经济管理,2010(5):24-28.
- [3] 葛继红.农户采用环境友好型技术行为研究[J].农业经济问题,2011(9):57-65.
- [4] 樊胜岳.生态经济学原理与应用[M].北京:中国社会科学出版社,2008.
- [5] 邓正华.农村生活环境整治中农户认知与行为响应研究[J].农业技术经济,2013(2):44-48.
- [6] 李书舒.农户参与环境生产意愿的实证研究[J].生产力研究,2011(4):39-43.
- [7] 邓正华.农户对高产农业技术扩散的生态环境影响感知实证分析[J].中国人口·资源与环境,2012(6):68-76.

(责任编辑:华伟平)

## Northern Fujian Rice Farmers Environment Choices Friendly Agriculture Technology Influence Factors of Research

ZHANG Zhixun, HUANG Yiqiang, FAN Shuisheng

(School of Economics, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** In the northern Fujian rice farmers, on the basis of household survey to obtain basic data, rice farmers are studied by using logistic function model the influence factors of the environment friendly agriculture technology selection research. The results show that the technology cost is rice farmers to choose the important influencing factors of agricultural technology. Rice farmers in eco-friendly agricultural technology when the choice, cost savings decided to choose the primary influence factors of rice farmers; Rice farmers technical information source for the choice of its agricultural technology has an important influence, main source comes from the government to extension and planting large information sharing; Rice planting scale demand for rice farmers environmental friendly technology has a significant effect, scale management decides the degree of rice farmers' demand for new technology.

**Key words:** rice farmers; environmentally friendly; agricultural technology; logistic

# 一类复矩阵变量二次规划问题的快速算法

张宋传<sup>1</sup>, 邹长忠<sup>2</sup>

(1.闽江学院 数学系, 福建 福州 350108; 2.福州大学 数学与计算机科学学院, 福建 福州 350108)

**摘要:** 针对一类带线性等式约束的复矩阵优化变量的二次规划问题, 提出一类快速有效的算法, 该算法扩展了现有复值共轭梯度投影算法, 继承了原算法的收敛性结果, 同时又避免了原算法处理矩阵优化变量时的向量化操作。数值实验表明了新算法的可行性和有效性, 较传统凸优化方法有更快的收敛速度。

**关键词:** 二次规划; 共轭梯度投影; 复矩阵变量; 线性等式约束

**中图分类号:** O221.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1674-2109(2016)06-0057-04

考虑线性等式约束的复矩阵变量二次规划问题:

$$\min_{Z \in C^{p \times m}} G(Z) = \|CZ - D\|_F^2$$

$$s.t. \quad AZ = B \quad (1)$$

其中  $\|\cdot\|_F$  表示 Frobenius 范数,  $C \in C^{p \times n}$ ,  $D \in C^{p \times m}$ ,  $B \in C^{q \times m}$ ,  $A \in C^{q \times n}$ , 另假设  $C$  为列满秩的且问题(1)有全局最优解。

共轭梯度法是求解无约束优化问题的重要方法, 将共轭梯度算法推广到约束优化问题的求解上是一个十分自然的且很有意义的方向<sup>[1-2]</sup>。梁玉梅结合 Rosen 梯度投影法与共轭梯度法<sup>[3]</sup>, 提出一类共轭梯度投影算法求解优化变量为向量情形的带线性等式约束的二次规划问题。

问题(1)的目标函数为复变量实值函数, 不满足柯西-黎曼条件<sup>[4]</sup>, 通过拆分复值数据, 将问题转化为等价的实变量优化问题求解是较为普遍的做法。不足在于转化过程繁琐, 转化后的实变量优化问题成倍地扩大了原问题的规模, 大大增加了问题求解的复杂性。CR 微分<sup>[5]</sup>是一种适用范围更广的复变函数微分理论,

近年来被广泛应用到复变量优化领域<sup>[3-5]</sup>。基于 CR 微分, ZHANG S<sup>[6]</sup>将梁玉梅的算法进一步推广到复值优化变量情形, 新算法称为复值共轭梯度投影算法。

采用复值共轭梯度投影算法求解问题(1), 需要将问题(1)中的矩阵向量化, 该方法最大不足在于向量化后导致数据结构破坏与规模的扩大。本文提出复值共轭梯度投影算法一类扩展, 适用于问题(1)的求解, 同时又避免了矩阵向量化过程。与传统优化方法相比, 扩展后的复值共轭梯度投影算法在求解速度上优势明显。

## 1 预备知识

下面给出一些运算的定义及其相关性质。

**定义 1**<sup>[7]</sup> 设矩  $E = (e_{ij}) \in C^{m \times n}$  且  $M \in C^{p \times q}$ , 称如下  $mp \times nq$  阶矩阵

$$\begin{bmatrix} e_{11}M \cdots e_{1n}M \\ \vdots \\ e_{m1}M \cdots e_{mn}M \end{bmatrix}$$

为  $E$  和  $M$  的 Kronecker 积, 记为  $E \otimes M$ 。

**命题 1** 设以下矩阵运算可以进行, 则

$$(1) (E \otimes M) \pm (F \otimes M) = (E \pm F) \otimes M$$

$$(2) (E \otimes F)(M \otimes N) = (EM) \otimes (FN);$$

$$(3) (E \otimes F)^H = E^H \otimes F^H;$$

收稿日期: 2016-03-18

基金项目: 福建省中青年骨干教师教育科研项目(NO. JA15436);  
福建省中青年骨干教师教育科研项目(NO. JA15078)。

作者简介: 张宋传 (1977-), 男, 汉族, 讲师, 主要从事复值优化算法的研究。

$$(4)(E \otimes F)^+ = E^+ \otimes F^+.$$

其中  $E^+$  表示复矩  $E$  的 Moore–Penrose 逆, 即满足以下四个 Penrose 方程:

$$\begin{aligned} & (i) E = EE^+E; \quad (ii) (EE^+)^H = EE^+; \\ & (iii) E^+ = E^+EE^+; \quad (iv) (E^+E)^H = E^+E. \end{aligned}$$

证明: (1)~(3) 直接由 Kronecker 积的定义可以验证。

(4) 因为

$$\begin{aligned} & (i) (E \otimes F)(E^+ \otimes F^+)(E \otimes F) \\ & \quad = EE^+E \otimes FF^+F = E \otimes F \\ & (ii) ((E \otimes F)(E^+ \otimes F^+))^H \\ & \quad = (EE^+ \otimes FF^+)^H \\ & \quad = (EE^+)^H \otimes (FF^+)^H \\ & \quad = EE^+ \otimes FF^+ \\ & \quad = (E \otimes F)(E^+ \otimes F^+); \\ & (iii) (E^+ \otimes F^+)(E \otimes F)(E^+ \otimes F^+) \\ & \quad = E^+EE^+ \otimes F^+FF^+ \\ & \quad = E^+ \otimes F^+; \\ & (iv) ((E \otimes F)(E \otimes F))^H \\ & \quad = (E^+E \otimes F^+F)^H \\ & \quad = (E^+E)^H \otimes (F^+F)^H \\ & \quad = E^+E \otimes F^+F \\ & \quad = (E^+ \otimes F^+)(E \otimes F), \end{aligned}$$

即证得  $E^+ \otimes F^+$  是  $(E \otimes F)$  的 Moore–Penrose 逆。

**定义 2** 设矩阵  $E \in C^{m \times n}$ , 映射  $\psi$  定义为

$$\psi(E, p) = E \otimes I_p$$

其中  $p$  为正整数。

**定义 3** 矩阵  $E \in C^{m \times n}$  的向量化

$$vec(E) = [e_{11}, \dots, e_{1n}, \dots, e_{m1}, \dots, e_{mn}]^T.$$

**定义 4** 向量  $c \in C^{nm}$  重组为  $m$  列矩阵

$$reshape(c, m) = \begin{bmatrix} c_1 & \dots & c_m \\ c_{m+1} & \dots & c_{2m} \\ \vdots & & \vdots \\ c_{(n-1)m+1} & \dots & c_{nm} \end{bmatrix}.$$

**命题 2** 任一矩阵  $E \in C^{m \times n}, F \in C^{n \times q}$  有

$$\begin{aligned} (1) & vec(EF) = \psi(E, q)vec(F) \\ (2) & reshape(\psi(E, q)vec(F), q) = EF. \end{aligned}$$

证明: 由上述运算的定义直接得到, 此处略。

## 2 算法导出

问题(1)的向量化形式为

$$\begin{aligned} \min_{z \in C^m} g(z) &= \|\psi(C, m)z - d\|_2^2 \\ s.t. & \quad \psi(A, m)z = b \end{aligned} \quad (2)$$

其中  $d = vec(D), b = vec(B)$ 。假设  $z$  是问题(2)的最优解, 则  $reshape(z, m)$  是问题(1)的最优解。由 CR 微分<sup>[5]</sup>可知, 问题(2)的目标函数  $g(z)$  的复梯度为:

$$\nabla g(z) = \varphi(C, m)^H \varphi(C, m)z - \varphi(C, m)^H d.$$

简化起见,  $\nabla g(z_k)$  记为  $\nabla g_k$ 。令投影矩阵  $\tilde{P} = I_{mn} - \psi(A, m)^+ \psi(A, m)$ 。复值共轭梯度投影算法<sup>[6]</sup>求解问题(2)的框架如下:

算法 1

输入: 初始可行点  $z_0 = \psi(A, m)^+ b$ 。

初始化: 容忍因子  $\varepsilon > 0$ , 最大迭代次数  $K$ , 令  $k = 1$ ,

$$d_0 = l_0 = -\tilde{P} \nabla g_0.$$

步骤 1: 计算

$$\begin{bmatrix} z_k \\ \nabla g_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{k-1} \\ \nabla g_{k-1} \end{bmatrix} + a_{k-1} \begin{bmatrix} d_{k-1} \\ \varphi(C, m)^H \varphi(C, m) d_{k-1} \end{bmatrix}$$

其中  $a_{k-1} = \|l_{k-1}\|_2^2 / \|\psi(C, m)d_{k-1}\|_2^2$ 。

步骤 2: 计算  $l_k = -\tilde{P} \nabla g_k$ , 如果  $\|l_k\|_2 \leq \varepsilon$ , 则输出  $z_k$ ; 否则, 计算

$$\beta_{k-1} = \|l_k\|_2^2 / \|l_{k-1}\|_2^2,$$

$$d_k = l_k + \beta_{k-1} d_{k-1},$$

再令  $k = k + 1$ , 转步骤 1。

**定理 1<sup>[6]</sup>** 如果  $\varphi(C, m)^H \varphi(C, m)$  是 Hermitian 正定阵, 则算法 I 在  $mn$  步内收敛到问题(2)的最优解。

算法 1 求解问题(1)不足在于向量化后原有数据结构破坏与规模的扩大。本节提出复值共轭梯度投影算法一类扩展, 适用于问题(1)的求解, 同时又避免了算法中矩阵的向量化过程。

由映射  $\psi$  的定义及 Kronecker 积的性质, 有

$$\varphi(C, m)^H \varphi(C, m) = \varphi(Q, m)$$

$$\tilde{P} = \psi(P, m); \psi(A, m)^+ = \psi(A^+, m)$$

其中  $Q = C^H C, P = I_n - A^+ A$  因此, 算法 I 中

$$z_0 = \psi(A^+, m) b = \text{vec}(A^+, B)$$

$$\begin{aligned} \nabla g_k &= \varphi(Q, m) z_k - \varphi(C, m)^H d \\ &= \text{vec}(QZ_k) - \text{vec}(C^H D) \\ &= \text{vec}(\nabla G(Z_k)) \end{aligned}$$

$$\varphi(Q, m) d_{k-1} = \text{vec}(QD_{k-1})$$

$$\begin{aligned} l_k &= -\tilde{P} \nabla g_k = -\psi(P, m) - \text{vec}(\nabla G(Z_k)) \\ &= -\text{vec}(P \nabla G(Z_k)) \\ &= -\text{vec}(L_k) \end{aligned}$$

$$\|\psi(C, m) d_{k-1}\|_2^2 = \|\text{vec}(QD_{k-1})\|_2^2 = \|CD_{k-1}\|_F^2$$

$$\|l_k\|_2^2 = \|\text{vec}(L_k)\|_2^2 = \|F_k\|_F^2$$

其中,

$$\nabla G_k = \nabla G(Z_k) = QZ_k - C^H D;$$

$$L_k = P \nabla G(Z_k).$$

依据上述结果,易得算法 I 的矩阵化形式,称为算法 II。该算法是笔值共轭梯度投影算法的一类扩展,避免了原算法 I 中矩阵的向量化操作,同时保留了复值共轭梯度投影算法的收敛性结果。其求解问题(1)的框架如下:

算法 II

输入:初始可行点  $Z_0 = A^+ B$ 。

初始化:容忍因子  $\varepsilon > 0$ , 最大迭代次数  $K$ , 令  $k=1$ ,

$$D_0 = L_0 = -P \nabla G_0.$$

步骤 1: 计算

$$\begin{pmatrix} Z_k \\ \nabla G_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{k-1} \\ \nabla G_{k-1} \end{pmatrix} + a_{k-1} \begin{pmatrix} D_{k-1} \\ QD_{k-1} \end{pmatrix}$$

$$\text{其中 } a_{k-1} = \|L_{k-1}\|_F^2 / \|CD_{k-1}\|_F^2$$

步骤 2: 计算  $L_k = -P \nabla G_k$ , 如果  $\|L_k\|_F \leq \varepsilon$ , 则输出  $Z_k$ ; 否则, 计算

$$\beta_{k-1} = \|L_k\|_F^2 / \|L_{k-1}\|_F^2,$$

$$D_k = L_k + \beta_{k-1} D_{k-1},$$

再令  $k=k+1$ , 转步骤 1。

**定理 2** 如果  $Q$  是 Hermitian 正定阵, 则算法 II 在  $mn$  步内收敛到问题(1)的最优解。

### 3 数值实验

实验在联想(CPU2.1GHZ, 内存 2GB)的个人计算

机上进行的, 程序用 MATLAB 语言编写的, 并在 MATLAB7.6.0 的环境下执行。

问题(1)中  $C \in C^{p \times n}$ ,  $D \in C^{p \times m}$ ,  $B \in C^{q \times m}$ ,  $A \in C^{q \times n}$  均随机生成, 且各元素独立同分布于均值为 0, 标准差为 1 的正态分布。实验中, 选取凸规划软件包 CVX<sup>[8]</sup>与算法 II 作比较, CVX 采用默认的参数设置, 算法 II 中  $A^+$  采用 qrginv 函数<sup>[9]</sup>, 容忍度  $\varepsilon=10^{-4}$ 。最大迭代数  $K=mn$ 。不同规模下两算法的运行时间(单位: 秒)列在表 1 中, 此外, 该表还包括了算法 II 求解问题(1)的迭代次数。可以看出, 算法 II 在收敛速度上优于传统凸优化方法, 当问题规模扩大时, CVX 因内存溢出, 无法获得问题的最优解。

表 1 两类算法运行时间(秒)的比较

Tab.1 Comparison of running times of two algorithms

$n$	$p/n$	$q/n$	$m/n$	CVX	算法 II	
					time	iter.
50	1.2	0.4	0.6	5.473	0.054	27
		0.4	1.2	10.828	0.074	28
		0.8	0.6	6.087	0.023	10
		0.8	1.2	12.440	0.064	10
100	1.2	0.4	0.6	44.267	0.224	37
		0.4	1.2	95.173	0.450	36
		0.8	0.6	56.765	0.141	16
		0.8	1.2	error	0.242	16
200	1.2	0.4	0.6	error	1.447	45
		0.4	1.2	error	2.629	47
		0.8	0.6	error	1.029	20
		0.8	1.2	error	1.371	20

### 参考文献:

- [1] 景书杰, 赵海燕. 等式约束优化问题的一类混合共轭梯度投影算法[J]. 安徽大学学报(自然科学版), 2013, 37(4):10-13.
- [2] Zhang B, Zhu Z, Li S. A modified spectral conjugate gradient projection algorithm for total variation image restoration[J]. Applied Mathematics Letters, 2014, 27(1):26-35.
- [3] 梁玉梅, 简金宝. 线性约束最优化的一个共轭投影梯度法[J]. 运筹与管理, 2003, 12(2):31-35.
- [4] 钟玉泉. 复变函数论 [M]. 3 版. 北京: 高等教育, 2006:54-57.
- [5] Kreutz D K. The complex gradient operator and the CR-calculus[EB/OL]. (2016-01-10)[2016-02-14]http://dsp.ucsd.edu/~kreutz/PEI-05%20Support%20Files/complex\_derivatives.pdf, 2016-01-10.
- [6] Zhang S, Xia Y. Two fast complex-valued algorithms for solving complex quadratic programming problems[J]. IEEE transactions on cybernetics, 2015, PP(99):1-11.

- [7] 周杰. 矩阵分析及应用[M]. 成都: 四川大学出版社, 2008: 40-41.
- [8] Grant M, Boyd S. CVX: matlab software for disciplined convex programming [EB/OL]. (2015-12-10) [2016-02-14]. <http://cvxr.com/cvx/>, 2015-12-10.
- [9] Katsikis V N, Pappas D, Petralias A. An improved method for the computation of the Moore - Penrose inverse matrix[J]. Applied Mathematics & Computation, 2011, 217(23): 9828-9834.

(责任编辑: 叶丽娜)

## A Fast Algorithm for Solving a Class of Quadratic Programming Problem with Complex-Valued Matrix Optimization Variables

ZHANG Songchuan<sup>1</sup>, ZOU Changzhong<sup>2</sup>

(1. Department of Mathematics, Minjiang University, Fuzhou, Fujian 350108;

2. School of Mathematics and Computer Science, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350108)

**Abstract:** A fast algorithm is presented for solving a class of linear equality constraint quadratic programming problem with complex-valued matrix optimization variables. The proposed algorithm, which can be viewed as an extension of the existing complex-valued conjugate gradient projection algorithm, retains the convergence result of the original algorithm, and also avoids vectorizing procedure for solving programming problem with matrix optimization variables. Numerical experiments show that the proposed algorithm is feasible and effective and is faster than the traditional convex programming method.

**Key words:** Quadratic programming problem; Conjugate gradient projection; Complex-valued matrix variables; Linear equality constraint

(上接第 50 页)

## Empirical Analysis on the Impact of Economic Growth on the Level of Urbanization in Fujian

WEN Xiaoqin<sup>1</sup>, CHEN Aimin<sup>2</sup>, WU Chengzhen<sup>2,3,4</sup>, HONG Wei<sup>2,3</sup>

(1. School of Computer and Information, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002,

2. School of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;

3. Key Laboratory for Forest Ecosystem Process and Management of Fujian Province, Fuzhou, Fujian 350002;

4. School of Ecology and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

**Abstract:** This paper made use of fixed effects unrestricted models to analyze the impact of economic growth on the level of urbanization in Fujian province, by using panel data that contained the level of urbanization and GDP per capital of 9 cities in Fujian province from 2005 to 2013. According to the results of the unit root test and the cointegration test, it showed that there existed balance relationship between urbanization and economic growth in Fujian province and there is no spurious regression. In order to better promote the development of urbanization of Fujian Province, it put forward the policy recommendations for the two economic zones in Fujian Province through the results of empirical analysis.

**Key words:** urbanization; economic growth; panel data; cointegration test

# 一类广义平均曲率 Rayleigh 方程 周期解存在性与唯一性

兰德新, 陈鹭杰, 陈文斌

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

**摘要:** 主要运用 Mawhin 重合度拓展定理研究了一类广义平均曲率 Rayleigh 方程  $\left(\frac{x'(t)}{\sqrt{1+x'^2(t)}}\right) + f(x'(t)) + g(t, x(t)) = e(t)$  周期解存在性与唯一性问题, 得到了周期解存在性与唯一性的相关新结果。

**关键词:** 广义平均曲率; Rayleigh 方程; 周期解; 重合度

**中图分类号:** O175 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)06-0061-04

考虑如下广义平均曲率 Rayleigh 方程:

$$\left(\frac{x'(t)}{\sqrt{1+x'^2(t)}}\right) + f(x'(t)) + g(t, x(t)) = e(t), \quad (1)$$

这里  $f, e: R \rightarrow R, g: R \times R \rightarrow R$  是连续函数,  $f(0) = 0, e$  是以  $T$  为周期的函数,  $g$  是第一分量且以  $T$  为周期的函数,  $T > 0$ . 众所周知, Rayleigh 方程的动力特性在一些领域上的应用, 如物理、力学和工程技术领域, 而被广泛研究<sup>[1-3]</sup>. 在这些领域的应用, 最重要的是 Rayleigh 方程周期解存在性与唯一性. 例如文献<sup>[4]</sup>讨论了受迫 Rayleigh-type 方程周期解存在性与唯一性, 并得到如下结果:

**定理 A** 考虑如下 Rayleigh 方程:

$$x''(t) + f(x'(t)) + g(t, x(t)) = e(t), \quad (2)$$

这里  $f, e: R \rightarrow R, g: R \times R \rightarrow R$  是连续函数,  $f(0) = 0, e$  是以  $T$  为周期的函数,  $g$  是第一分量且以  $T$  为周期的函数,  $T > 0$ . 假设存在非负常数  $d, m_1$  和  $m_2$  满足:

(A<sub>1</sub>) 对所有  $t \in R, x_1, x_2 \in R$  且  $x_1 \neq x_2$  都有

$$(g(t, x_1) - g(t, x_2))(x_1 - x_2) < 0,$$

(A<sub>2</sub>) 对所有  $t \in R, |x| \geq d$  有  $x(g(t, x) - e(t)) < 0$ ,

(A<sub>3</sub>) 对所有  $t, x \in R$ , 有  $m_1 < \frac{4\pi}{T^2}, |g(t, x) - e(t)| \leq$

$m_1|x| + m_2$ .

则方程(2)有唯一周期解。

事实上, 不难发现如果用  $\left(\frac{x'(t)}{\sqrt{1+x'^2(t)}}\right)$  替换  $x''(t)$ , 则问题(2)转化为问题(1). 相关学者已经注意到广义平均曲率方程问题.<sup>[5-7]</sup>然而, 据作者所知, 广义平均曲率 Rayleigh 方程周期解存在性与唯一性的研究相对较少. 本文讨论问题(1)周期解存在性与唯一性。

## 1 预备知识

在本文中, 设  $X$  和  $Y$  是实的 Banach 空间, 令  $L: D(L) \subset X \rightarrow Y$  是一个指标零的 Fredholm 算子, 其中  $D(L)$  表示  $L$  的定义域. 这意味  $\text{Im}L$  在  $Y$  上封闭, 且  $\dim \text{Ker}L = \dim(Y/\text{Im}L) < +\infty$ . 考虑余子空间  $X_1$  和  $Y_1$  使得  $X = \text{Ker}L \oplus X_1$  和  $Y = \text{Im}L \oplus Y_1$ , 令  $P: X \rightarrow \text{Ker}L$  和  $Q: Y \rightarrow Y_1$  是自然投影, 很显然,  $\text{Ker}L \cap (D(L) \cap X_1) = 0$ . 所以限制  $L_p := L|_{D(L) \cap X_1}$  是可逆的, 用  $K$  表示  $L_p$  的逆。

**引理 1**<sup>[8]</sup> 假设  $X$  和  $Y$  是两个 Banach 空间, 且  $L: D(L) \subset X \rightarrow Y$  是一个指标零的 Fredholm 算子, 而且  $\Omega \subset X$  是有界开集和  $N: \bar{\Omega} \rightarrow Y$  在  $\bar{\Omega}$  上是  $L$  紧的. 假设:

收稿日期: 2016-02-27

基金项目: 福建省中青年骨干教师教育科研项目(JA15524)。

作者简介: 兰德新(1964-), 男, 畲族, 副教授, 主要从事应用数学的研究。

(1)  $Lx \neq \lambda Nx, \forall (x, \lambda) \in (D(L) \cap \partial\Omega) \times (0, 1)$ ;

(2)  $Nx \notin \text{Im}L, \forall x \in \text{Ker}L \cap \partial\Omega$ ;

(3)  $\text{deg}(JQN, \Omega \cap \text{Ker}L, 0) \neq 0$  这里  $J: \text{Im}Q \rightarrow \text{Ker}L$  是一个同构。

则方程  $Lx=Nx$  在  $D(L) \cap \bar{\Omega}$  上有一个解。

运用 Mawhin 重合度拓展定理来研究方程 (1) 的周期解存在性, 为此考虑如下系统:

$$\begin{cases} x_1'(t) = \psi(x_2(t)) = \frac{x_2(t)}{\sqrt{1-x_2^2(t)}} \\ x_2'(t) = -f(\psi(x_2(t))) - g(t, x_1(t)) + e(t) \end{cases} \quad (3)$$

这里  $\psi(x) = \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}$  是  $\frac{x}{\sqrt{1+x^2}}$  的逆算子。所以,

若  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  是(3)的一个解, 则  $x_1$  是方程(1)的一个解。

令  $X=Y = \{x: x = (x_1, x_2)^T \in C(R, R^2), x(t) \equiv x(t+T)\}$ ,

$\|x\| = \max\{|x_1|_0, |x_2|_0\}$ , 其中  $|x|_0 = \max_{t \in [0, T]} |x(t)|$ 。显然,  $X$  和  $Y$  是两个 Banach 空间。

同时, 令

$$L: D(L) \subset X \rightarrow Y, Lx = x' = (x_1', x_2')^T$$

$$N: X \rightarrow Y, Nx = \begin{pmatrix} \psi(x_2(t)) \\ -f(\psi(x_2(t))) - g(t, x_1(t)) + e(t) \end{pmatrix}.$$

易知方程组(3) 被转换成抽象的方程  $Lx=Nx$ 。此外, 从  $L$  的定义, 我们知道  $\text{Ker}L=R^2, \text{Im}L = \{x \in Y, \int_0^T x(s)ds=0\}$ , 所以  $L$  是一个指标零的 Fredholm 算子。

另外, 定义投影算子  $P: X \rightarrow \text{Ker}L$  和  $Q: Y \rightarrow \text{Im}Q$  为

$$Px = \frac{1}{T} \int_0^T x(s)ds, Qy = \frac{1}{T} \int_0^T y(s)ds.$$

设  $K$  表示  $L_{\text{Ker}P \cap D(L)}$  的逆算子。则有  $\text{Ker}L = \text{Im}Q = R^2$

$$\text{和 } [Ky](t) = \int_0^T G(t, s)y(s)ds,$$

$$\text{其中 } G(t, s) = \begin{cases} \frac{s}{T}, 0 \leq s < t \leq T, \\ \frac{s-T}{T}, 0 \leq t \leq s \leq T. \end{cases}$$

## 2 主要结果

**定理 1** 假设  $d < \frac{1}{kT}$  ( $k$  是正常数) 和条件  $(A_2)$  成

立, 则方程(1)至少有一个周期解。此外, 若条件  $(A_1)$

成立, 则方程(1)有唯一的周期解。

证明 首先考虑  $Lx = \lambda Nx, \forall \lambda \in (0, 1)$ 。令  $\Omega_1 = \{x \in X: Lx = \lambda Nx, \lambda \in (0, 1)\}$ 。

如果  $x \in \Omega_1$ , 则有

$$\begin{cases} x_1'(t) = \lambda \psi(x_2(t)) = \lambda \frac{x_2(t)}{\sqrt{1-x_2^2(t)}}, \\ x_2'(t) = -\lambda f(\psi(x_2(t))) - \lambda g(t, x_1(t)) + \lambda e(t), \end{cases} \quad (4)$$

由(4)式中的第一个方程, 我们有

$$x_2(t) = \frac{\frac{1}{\lambda} x_1'(t)}{\sqrt{1 + \frac{x_1'^2(t)}{\lambda^2}}}$$

由此得出

$$\left[ \frac{\frac{1}{\lambda} x_1'(t)}{\sqrt{1 + \frac{x_1'^2(t)}{\lambda^2}}} \right] + \lambda f\left(\frac{1}{\lambda} x_1'(t)\right) + \lambda g(t, x_1(t)) = \lambda e(t) \quad (5)$$

假设  $x_1(t_1) = \max_{t \in [0, T]} x_1(t), x_1(t_2) = \min_{t \in [0, T]} x_1(t); t_1, t_2 \in [0, T]$ 。

则我们得到

$$x_1'(t_1) = x_1'(t_2) = 0, \quad x_1''(t_1) \leq 0, x_1''(t_2) \geq 0.$$

$$\text{用 } f(0) = 0 \text{ 和 } \left[ \frac{\frac{1}{\lambda} x_1'(t)}{\sqrt{1 + \frac{x_1'^2(t)}{\lambda^2}}} \right] = \frac{\frac{1}{\lambda} x_1''(t)}{\left[1 + \frac{x_1'^2(t)}{\lambda^2}\right]^{\frac{3}{2}}} \text{ 代人}$$

(5), 得到下式

$$g(t_1, x_1(t_1)) - e(t_1) \geq 0, \quad g(t_2, x_1(t_2)) - e(t_2) \leq 0.$$

再由条件  $(A_2)$  的假设, 有  $x_1(t_1) < d$  和  $x_1(t_2) > -d$ 。因此由  $x_1(t)$  的周期性, 我们得到

$$-d < x_1(t_2) \leq x_1(t) \leq x_1(t_1) < d, \forall t \in R.$$

这意味着  $x_1(t)$  是有界的, 即  $|x_1|_0 < d$ 。

进一步, 从(4)式中的第一个方程, 得到

$$\int_0^T \frac{x_2(s)}{\sqrt{1-x_2^2(s)}} ds = 0,$$

这意味着存在一个常数  $\zeta \in [0, T]$  使得  $x_2(\zeta) = 0$ 。

所以

$$|x_2|_0 \leq \int_0^T |x_2'(s)| ds \leq \sqrt{T \int_0^T |x_2'(s)|^2 ds} \quad (6)$$

由(4)式的第二个方程的两边同乘以  $x_2'(t)$  后在区



间 $[0, T]$ 上积分得

$$\begin{aligned} & \int_0^T |x_2'(t)|^2 dt \\ &= -\lambda \int_0^T f(\psi(x_2(t)))x_2'(t)dt - \lambda \int_0^T g(t, x_1(t))x_2'(t)dt + \\ & \lambda \int_0^T e(t)x_2'(t)dt \\ &= -\lambda \int_0^T g(t, x_1(t))x_2'(t)dt + \lambda \int_0^T e(t)x_2'(t)dt \\ &\leq \int_0^T |g(t, x_1(t))x_2'(t)|dt + \int_0^T |e(t)x_2'(t)|dt \\ &\leq [gM + |e|_0] \sqrt{T \int_0^T |x_2'(s)|^2 ds}, \end{aligned}$$

其中  $gM = \max_{|u|_0 < d} |g(t, u)|, t \in [0, T]$ 。

所以存在正常数  $k$  使得  $gM + |e|_0 < kd$ 。获得

$$\left( \int_0^T |x_2'(s)|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}} \leq kdT^{\frac{1}{2}},$$

再由(6)式和  $d < \frac{1}{kT}$ , 得到

$$|x_2|_0 \leq kdT : d_0 \leq 1。$$

令  $\Omega_2 = \{x : x \in \text{Ker } L, QNx = 0\}$ 。则易得  $|x_1(t)| < d, x_2(t) = 0 \leq d_0$ 。

现在设  $\Omega = \{x : x = (x_1, x_2)^T \in X, |x_1|_0 < d, |x_2|_0 < d_0\}$ ,

则  $\Omega \supset \Omega_1 \cup \Omega_2$ 。

因此引理 1 的条件 (1)和(2)是满足的。然后再验证引理 1 的条件(3)。

为此令  $J: \text{Im}Q \rightarrow \text{Ker } L, J(x_1, x_2) = (x_1, x_2)$ ,

$\Delta_\varepsilon = \{x : x = (x_1, x_2)^T \in R^2, |x_1| < d, |x_2| < \varepsilon\}$ 。易知对任意小的  $\varepsilon > 0$ , 方程  $QN(x) = (0, 0)^T$ , 也就是

$$\begin{cases} \psi(x_2(t)) = 0, \\ f(\psi(x_2(t))) + g(t, x_1(t)) - e(t) = 0, \end{cases}$$

在  $(\Omega \cap \text{Ker}L) / \Delta_\varepsilon$  上没有解, 其中  $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0)$  是任意常数。

所以  $\deg\{JQN, \Omega \cap \text{Ker } L, 0\} = \deg\{JQN, \Delta_\varepsilon, 0\}$ 。令

$$QN_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{T} \int_0^T [g(t, x_1) - e(t)] dt \end{pmatrix}$$

如果  $x \in \partial\Delta_\varepsilon$ , 则有

$$\begin{aligned} & \|JQN(x) - JQN_0(x)\| \\ & \leq \max_{|x_1| < d, |x_2| \leq \varepsilon} \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T |f(\psi(x_2(t)))| dt + |\psi(x_2(t))| \right\}, \end{aligned}$$

这意味着当  $\varepsilon \rightarrow 0$  时有  $\|JQN(x) - JQN_0(x)\| \rightarrow 0$ 。所以

若取充分小  $\varepsilon > 0$ , 则有  $\deg\{JQN, \Delta_\varepsilon, 0\} = \deg\{JQN_0, \Delta_\varepsilon, 0\}$

注意到  $\dim QN_0 = 1$ , 由此得出  $\deg\{JQN_0, \Delta_\varepsilon, 0\} = \deg\{JQN_0, \Delta_0, 0\}$ , 其中  $\Delta_0 = \{x : x \in R, |x| < d_1\} \subset R, d_1 > 0$  是常数。

再由条件  $(A_2)$  的假设得知  $\deg\{JQN_0, \Delta_0, 0\} \neq 0$ , 也就是

$$\deg\{JQN, \Omega \cap \text{Ker}L, 0\} = \deg\{JQN, \Delta_0, 0\} \neq 0。$$

因此引理 1 条件(3)也是满足的。所以, 应用引理 1, 推出方程  $Lx = Nx$  在  $\bar{\Omega}$  和  $|x_1|_0 < d$  上至少有一个周期解  $x_1(t)$ 。

其次证明唯一性, 假设条件  $(A_1)$  成立。令  $x_3(t)$  和  $x_4(t)$  是方程(1.1)的两个不同的周期解, 并设

$$y_3(t) = \frac{x_3'(t)}{\sqrt{1+x_3^2(t)}} \text{ 和 } y_4(t) = \frac{x_4'(t)}{\sqrt{1+x_4^2(t)}}。$$

另外, 设

$u(t) = x_3(t) - x_4(t)$  和  $v(t) = y_3(t) - y_4(t)$ 。因为  $x' = \psi(y)$ ,

所以由方程(1)得

$$\begin{cases} u'(t) = \psi(y_3(t)) - \psi(y_4(t)), \\ v'(t) = f(\psi(y_4(t))) - f(\psi(y_3(t))) + g(t, x_4(t)) - g(t, x_3(t)) \end{cases}$$

下面验证对  $\forall t \in [0, T]$ , 有  $u(t) \leq 0$ 。

假设这里存在  $t_0 \in [0, T]$  使得

$$u(t_0) = \max_{t \in [0, T]} u(t) = x_3(t_0) - x_4(t_0) > 0$$

则  $u'(t_0) = \psi(y_3(t_0)) - \psi(y_4(t_0)) = 0$ , 这意味着  $y_3(t_0) = y_4(t_0)$

和  $u''(t_0) \leq 0$ 。

而由条件  $(A_1)$  和  $y_3(t_0) = y_4(t_0)$  得出

$$\begin{aligned} u''(t_0) &= \left( \frac{y_3'(t_0)}{\sqrt{1-y_3^2(t_0)}} \right)' - \left( \frac{y_4'(t_0)}{\sqrt{1-y_4^2(t_0)}} \right)' \\ &= \frac{y_3''(t_0)}{(1-y_3^2(t_0))^{\frac{3}{2}}} - \frac{y_4''(t_0)}{(1-y_4^2(t_0))^{\frac{3}{2}}} \\ &= \frac{1}{(1-y_3^2(t_0))^{\frac{3}{2}}} [y_3'(t_0) - y_4'(t_0)] \\ &= \frac{1}{(1-y_3^2(t_0))^{\frac{3}{2}}} [f(\psi(y_4(t_0))) - f(\psi(y_3(t_0)))] \\ &+ \frac{1}{(1-y_3^2(t_0))^{\frac{3}{2}}} [g(t, x_4(t_0)) - g(t, x_3(t_0))] \\ &> 0 \text{ (或 } = +\infty \text{)}。 \end{aligned}$$

这是矛盾的,因此  $\max_{t \in [0, T]} u(t) \leq 0$ 。

同理可得,将  $x_3$  和  $x_4$  互换角色,即可得出  $\max_{t \in [0, T]} u(t) \geq 0$ 。这就意味着  $u(t) \equiv 0$ ,也就是说  $x_3(t) \equiv x_4(t)$ 。

所以方程(1)最多有一个解。这样定理 1 可证。

### 3 例子

在物理、力学和工程技术的实际应用中,考虑如下 Rayleigh 方程:

$$\left( \frac{x'(t)}{\sqrt{1+x'^2(t)}} \right)' + (x'(t))^{12} \cos(x'(t)) - e^{\sin^2(50t)} (x^3(t) + x^5(t) + \sin^{10}(x(t))) = e^{\sin^2(50t)},$$

这里  $f(x) = x^{12}(t) \cos(x(t))$ ,  $g(t, x) = -e^{\sin^2(50t)} ((x^3(t) + x^5(t) + \sin^{10}(x(t)))$  和  $e(t) = e^{\sin^2(50t)}$ 。应用定理 1,推算得  $d=1$ ,  $k=12$ ,  $T = \frac{\pi}{50}$ , 所以  $gM + |e|_0 < 12$ ,  $d < \frac{1}{kT}$ 。容易验证条件  $(A_1)$  和  $(A_2)$  是成立的,应用定理 1 得上述方程有唯一的周期为  $\frac{\pi}{50}$  的周期解。

### 参考文献:

- [1] Hale J K. Theory of functional differential equations[M].New York :Springer-Verlag,1977.
- [2] Antosiewicz H A.On nonlinear differential equations of the second order with integrable forcing term[J].J.Lond.Math.Soc, 1955(30):64-67.
- [3] Sansone G, Conti R.Non-linear differential equation[M].New York:MacMillan,1964.
- [4] Gao H, Liu B W. Existence and uniqueness of periodic solutions for forced Rayleigh-type equations [J].Applied Mathematics and computation, 2009(211):148-154.
- [5] Bonheure D, Habets P, Obersnel F.Classical and non-classical solutions of a prescribed curvature equations [J].J.Differential Equations, 2007(243): 208-237.
- [6] Lopez R. A comparison result for radial solutions of the mean curvature equation[J]. Appl.Math.Lett,2009(22):860-864.
- [7] Pan H.One-dimensional prescribed mean curvature equation with exponential nonlinearity[J]. Nonlinear Annl,2009(70):999-1010.
- [8] Gaines R E, Mawhin J.Coincidence degree and nonlinear differential equations[M].New York :Springer-Berlin.1977.

(责任编辑:叶丽娜)

## Existence and Uniqueness of Periodic Solutions for a Kind of Prescribed Mean Curvature Rayleigh Equation

LAN Dexin, CHEN Lujie, CHEN Wenbin

(School of Mathematics and Computer Science, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

**Abstract:** In this paper, we use the coincidence degree theory to establish new results on the existence and uniqueness of T-periodic solutions for a kind of prescribed mean curvature Rayleigh equation of the form  $\left( \frac{x'(t)}{\sqrt{1+x'^2(t)}} \right)' + f(x'(t)) + g(t, x(t)) = e(t)$ .

**Key words:** prescribed mean curvature; Rayleigh equation; periodic solution; coincidence degree

# 一种改进的图像无缝拼接算法

陈淑清<sup>1,2</sup>

(1.莆田学院 信息工程学院, 福建 莆田 351100;

2.福建省大数据管理新技术与知识工程重点实验室& 智能计算与信息处理福建省高等学校重点实验室, 福建 泉州 362000)

**摘要:**针对图像拼接过程产生的接缝问题,采用最佳接缝选择算法缝合图像接缝。然而合适的能量函数是最佳接缝选择算法的关键。提出一种基于 Canny 边缘检测算子改进的能量函数,其目的是最小化图像重叠区域的梯度差异。通过实验将提出的能量函数与亮度误差、梯度差、梯度和、梯度差和梯度和的加权和以及 Canny 边缘检测算子等五种常用能量函数的最佳接缝选择结果进行对比。结果表明,提出的能量函数可以减少拼接图像的结构接缝,而且对于光照变化具有更好的分割稳定性,使得拼接之后的图像看起来更加自然美观。

**关键词:**无缝拼接;Canny 边缘检测算子;多分辨率融合

**中图分类号:**TN911.73 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0065-05

图像拼接是图像处理领域的主要研究课题之一,近年来国内外专家学者在这个领域做了大量的研究工作。图像拼接的两个关键步骤是图像配准和接缝消除<sup>[1]</sup>。拼接图像的接缝包括纹理结构不一致引起的结构接缝和亮度不一致引起的光学接缝。针对这两种接缝,最常用的接缝消除算法分别是最佳接缝选择算法和接缝平滑算法。目前一些主流的最佳接缝选择算法在不同程度上都会割裂纹理结构,造成比较明显的结构接缝。本文着重讨论最佳接缝选择算法,本着使待拼接图像重叠区域内、接缝周围图像纹理差异最小的指导思想,提出了基于 Canny 边缘算子改进的最佳接缝选择算法。对于存在亮度差异的图像,在选择了最佳接缝的基础上应用多分辨率融合算法,使图像之间平滑过渡,同时又能使得图像依然保持清晰的纹理。实验表明,文章提出的方法与其它五种的最佳接缝优化算法相比,能够更好地保持拼接图像纹理结构的一致性。

## 1 主要最佳接缝选择算法

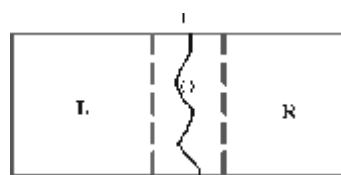


图 1 部分重叠图像示意图

如图 1 所示。在已经配准的两幅部分重叠的图像和的重叠区域  $\Omega$  内,求解一条符合某种约束条件的缝合接缝。最佳接缝选择算法涉及两个关键步骤,一是约束条件,二是求解满足约束条件的分割算法。常见求解最佳接缝的算法有动态规划算法和图割算法。接下来以垂直接缝为例来叙述。

约束条件往往是沿着接缝线上的所有像素点的能量之和达极小值。不同的能量函数构成了不同的约束条件。能量函数有直接基于图像像素灰度值的,也有基于图像梯度域的。令和分别为沿着垂直接缝线上的两个重叠块,如图 2 所示。常见的能量函数主要有以下几种。

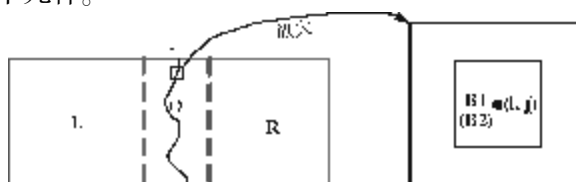


图 2 接缝约束条件

收稿日期:2016-04-11

基金项目:莆田学院育苗基金资助项目(2014057)。

作者简介:陈淑清(1977-),女,汉族,讲师,主要从事视频运动目标检测、图像拼接的研究。

(1) 最小化接缝上重叠像素的亮度误差, 对于 RGB 图像, 可以分别计算每个通道的亮度差, 再取三通道误差的和。能量函数如下:

$$E_1 = \sum_B \| I_1 - I_2 \| \tag{1}$$

公式(1)中  $E_1$  表示单组重叠块的亮度误差,  $I_1$  和  $I_2$  分别表示重叠块  $B_1$  和  $B_2$  的上各点的像素值,  $B$  表示重叠块区域;

(2) 最小化重叠区域梯度和。能量函数如下:

$$E_2 = \sum_B \| \nabla I_1 \| + \| \nabla I_2 \| \tag{2}$$

(3) 最小化重叠区域梯度差。能量函数如下:

$$E_3 = \sum_B \| \nabla I_1 - \nabla I_2 \| \tag{3}$$

其中  $\nabla$  表示梯度运算。

(4) 最小化  $E_2$  和  $E_3$  的加权和<sup>[2]</sup>。能量函数如下:

$$E_4 = (1-\beta)E_2 + \beta E_3 \tag{4}$$

其中  $\beta=0.7$ 。

对于以上四种主要的能量函数, 设  $\Gamma$  为最佳接缝线, 求解最佳接缝的约束条件是沿着接缝所有重叠块能量之和达最小值。即,

$$\arg \min_{(i,j)} \left( \sum_{(i,j) \in \Gamma} E_k(i,j) \right), k \in \{1, 2, 3, 4\} \tag{5}$$

## 2 提出的方法

两幅经过配准、存在重叠区域的待拼接图像之间可能存在亮差、色差, 也可能存在一些几何结构上的错位。直接加权融合这样的图像往往会引起图像在亮度或色彩上的过渡不自然而留下的光学接缝以及由于几何结构错位引起的重影、鬼影或者图像模糊等现象。在实验分析的过程中发现, 常见的最佳接缝的算法常常会切断一些几何结构的边缘, 结构错位容易呈现出来。想要合成一幅在几何结构上无明显错位的图像, 接缝应该使周围图像重叠区域的边缘或纹理尽量一致。文章提出采用基于 Canny 边缘检测算子改进的最佳接缝选择算法。对于存在明显亮度差异的图像, 可以在选择好最佳接缝之后, 对图像的重叠区域应用基于最佳接缝掩膜的多分辨率融合, 平滑接缝周围的

亮度差异。

### 2.1 Canny 边缘检测算子

Canny 边缘检测算子<sup>[3]</sup>是 Canny 于 1986 年提出的一种双阈值边缘检测算子。边缘体现在二维图像信号上即为亮度的阶跃变化, 常常用图像的梯度来度量边缘的强度。边缘检测的过程本质上就是对图像梯度进行检测、度量和定位的过程。Canny 检测算子的步骤: (1)平滑图像, 抑制噪声; (2)检测图像梯度的幅值和方向; (3)对梯度的幅值应用非极大值抑制; (4)用双阈值算法检测和连接边缘。

### 2.2 基于 Canny 改进的能量函数

基于 Canny 的能量函数, 最小化 Canny 边缘差异:

$$E_5 = \sum_B \| C_1 - C_2 \| \tag{6}$$

其中  $C_1$  和  $C_2$  分别是重叠块内两幅图像的 Canny 二值边缘响应。

在 Canny 边缘算子的基础上, 提出新的能量函数, 它是基于图像的梯度幅值的。该能量函数  $E(x,y)$  的计算方法如公式(7)和(8)所示。

$$E(x,y) = \sum_B \| NC_1 - NC_2 \| \tag{7}$$

$$NC(x,y) = \begin{cases} M(x,y) & M(x,y) > th_1 \\ th_1 & th_2 < M(x,y) \leq th_1 \text{ and } e(x,y) = 1 \\ th_2 & th_2 < M(x,y) \leq th_1 \text{ and } e(x,y) = 0 \\ 0 & M(x,y) \leq th_2 \end{cases} \tag{8}$$

其中  $NC$  为论文提出的基于 Canny 边缘算子的一种新的边缘度量方法,  $M(x,y)$  是 Canny 算子中梯度幅值, 其计算方法和 Canny 算子<sup>[3]</sup>一样,  $th_1$  和  $th_2$  分别为 Canny 边缘算子中的高、低两个阈值,  $e(x,y)=1$  表示当前像素属于 Canny 边缘点,  $e(x,y)=0$  表示当前像素不属于 Canny 边缘点。对于彩色图像, 文章采用的方法是计算 R、G、B 三通道的能量函数之和, 见公式(9); 也可以先将彩色图转换成灰度图像再计算能量函数。

$$E(x,y) = E_R(x,y) + E_G(x,y) + E_B(x,y) \tag{9}$$

结合 Canny 的双阈值边缘检测算子, 使算法具有更好的鲁棒性。这里的边缘度量方式是基于图像的梯度幅值, 对于图像亮度的加性变化具有不变性, 但图像的乘性变化会使图像梯度幅值发生相应的改变。为

为了让梯度幅值对图像的亮度具有仿射不变性,在计算过程中对图像的梯度幅值进行了规范化处理。

### 2.3 最佳接缝选择算法

最佳接缝选择算法的目标是在图像的重叠区域内找到一条缝合线,使得沿着缝合线的所有像素的能量之和最小。本文采用动态规划算法来求解最佳缝合线<sup>[4]</sup>。以垂直方向的缝合线为例,如图3所示。对于缝合线上的每个点,它的邻接点只能为左上方、正上方和右上方三个点。垂直方向的缝合线,不考虑其水平邻接点。则动态规划算法的递归式如公式(10)所示。

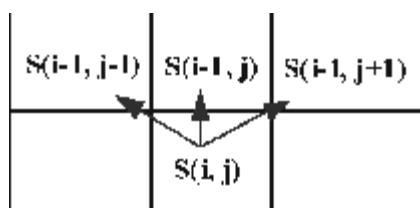


图3 动态规划

$$S_{ij} = E_{ij} + \min(S_{i-1, j-1}, S_{i-1, j}, S_{i-1, j+1}) \quad (10)$$

$S_{ij}$  表示累计误差,  $(i, j)$  为缝合线  $\Gamma$  上的一点,  $\min$  为取最小值操作。选择当  $(i, j)$  落在图像的底部时, 累计误差最小的轨迹即为最佳接缝。对于大小为  $m \times n$  的图像重叠区域, 自上而下计算接缝线上的能量之和  $S(i, j)$ , 其中第一行等于  $E(i, j)$ , 之后的每一行的计算方法见公式(10)。最后一行  $S(m, j)$  的值即为  $n$  个当前最小能量之和。取  $S(i, j)$  最后一行  $S(m, j)$  中的最小值即为最佳缝合线上的能量之和。沿着这个最小值往前回溯, 找出最佳缝合线。

### 2.4 基于最佳接缝掩膜的多分辨率融合

文章提出的方法重点在于处理结构上的差异, 但是没有考虑两幅图像的亮度差异, 需要应用接缝平滑算法来使重叠区域在亮度上能够平滑过渡。对于存在明显亮度差异的两幅图像, 可以先应用文章提出的最佳接缝算法分割重叠区域, 再应用多分辨率融合算法以平滑重叠区域亮度的差异。即, 将最佳分割应用于融合掩膜  $R$ , 置分割左边的  $R$  值为 1, 分割线右边的  $R$  值为 0。

多分辨率融合的思想是 Burt 和 Adelson<sup>[5]</sup> 提出来的。它首先将待融合的图像分解成不同频带的子图, 然后对不同的频带沿着分割边界应用不同的融合半径, 对于像图像亮度等大尺度特征, 分布在低频带, 采用大

的融合半径, 使图像在重叠区域过度自然, 对于纹理等细节特征, 分布在高频带, 采用小的融合半径, 以免图像模糊或重影。通过这种多分辨率融合算法巧妙地把分割算法和融合算法整合在一起。

多分辨率融合算法首先需要对原图像进行多分辨率分解, 构建多分辨率金字塔, 这一步有不同的算法可以应用, 如拉普拉斯、小波分解、离散傅里叶变换等。这里以构建拉普拉斯金字塔为例阐述多分辨率融合的一般步骤如下:

(1) 分别构建图像 A 和 B 的拉普拉斯金字塔  $LA$  和  $LB$ ;

(2) 构建融合掩膜  $R$  的高斯金字塔  $GR$ ;

(3) 以高斯金字塔  $GR$  上对应结点为融合权值构建拉普拉斯金字塔  $LA$  和  $LB$  的融合金字塔  $LC$ :

$$LC(i, j) = GR(i, j) * LA(i, j) + (1 - GR(i, j)) * LB(i, j) \quad (11)$$

(4) 由拉普拉斯金字塔  $LC$  重构最终的融合图像  $C$ 。

## 3 实验及结果分析

### 3.1 算法相关参数设置

最佳接缝选择过程中, 计算能量图像的时候, 首先需要考虑的是计算接缝线上每个像素的能量所采用的重叠块  $B$  的大小。如图4所示, 通过实验比较了 6-邻域块和 2-邻域块这两种不同重叠块大小对分割结果的影响。图中的黑点表示像素点, 用红色的圆圈圈出来的点表示当前需要计算能量的像素。通过仿真实验分别比较了这两种块大小在不同能量函数情况下的分割效果。实验结果表明, 总体上 2-邻域块优于 6-邻域块, 且能量函数的 1 范数和 2 范数的表现差别不大。因此在后续的实验中, 所有的能量函数图像均采用 2-邻域块和 1 范数, 即绝对值来计算。

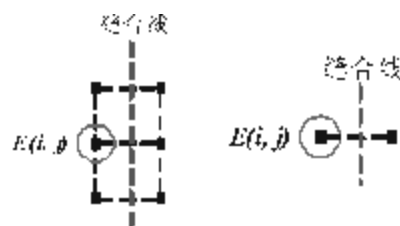


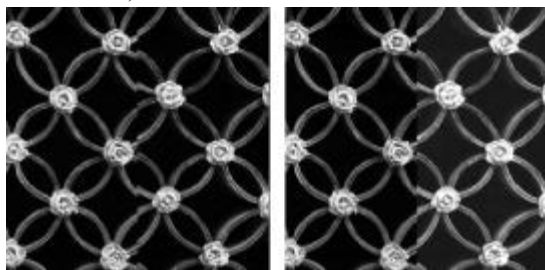
图4 能量图像中重叠块 B 的选择

最后, 探讨 Canny 边缘算子阈值的选择。这个阈

值是基于梯度幅值的，由于图像的对比度各不相同，选择的一个确定的阈值是很困难的。这里采用相对阈值的方法，假设一幅图像中有一定百分比的像素点为非边缘点。这里取 70%，把比 70% 的像素点的梯度幅值高的幅值确定为高阈值  $th_1$ ，并令  $th_2=0.4th_1$ 。

### 3.2 仿真实验

本实验采用的一组仿真图像均截取自同一张图像，大小为 512×512，左图和右图在垂直方向存在 8 个像素的错位，并对右图加上 1.1 的乘性亮度变化和 20 的加性亮度变化，生成新的右图。这组图像存在圆弧形边缘，比较全面的包含了各种不同的边缘方向，图像中不均匀的亮度包括了各种不同的边缘强度，是一组比较有代表性的仿真图像。采用直接取中线作为垂直接缝的拼接结果如图 5 所示。两幅图像均存在明显的结构接缝，图 5(b)还存在亮度差异。两幅图像在视觉上明显失真，看起来不自然。



(a)无亮度差异 (b)存在亮度差异

图 5 取中线作为垂直接缝直接拼接的图像

#### 3.2.1 最佳接缝选择

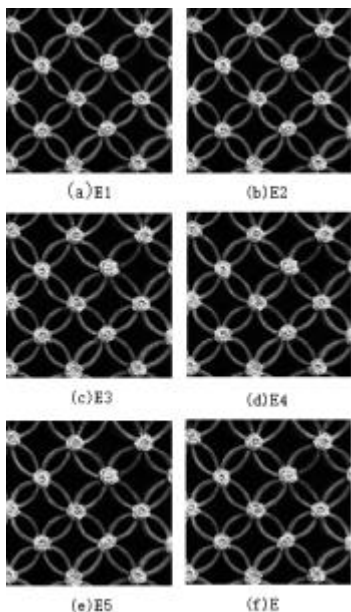


图 6 对无亮度差图像应用最佳接缝选择

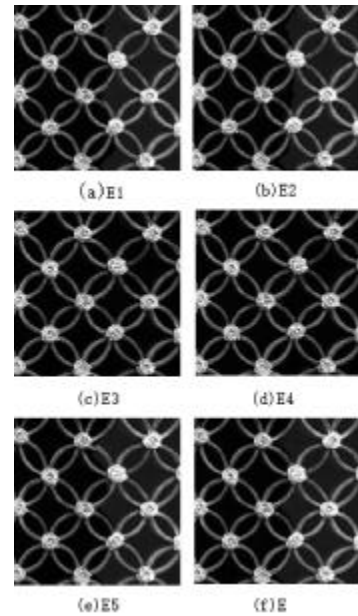


图 7 对存在亮度差异图像应用最佳接缝选择

先后比较了本文提出的能量函数、四种常用能量函数及基于 Canny 边缘算子差的能量函数在图像没有亮度差异和有亮度差异两种情况下的接缝选择的结果。对于梯度域的能量函数，在计算能量函数之前都对图像的梯度做了规范化。实验结果如图 6 和图 7 所示。本实验使用离中线左右各 60 像素的区域作为接缝的候选区域。

分析图 6 可以看出，图(b)、(c)和(d)在中间自上而上第一朵小白花或第二朵小白花左边的弧形轮廓上存在多处比较明显的裂痕；图(e)在第一朵小花左上方轮廓线上存在一处比较明显的毛边；图(a)与论文提出的方法最接近，在第一朵小花的左上方存在一处与图(f)相似的细微接缝，但是它在第二朵小花左上方轮廓线上存在一处比较明显的结构接缝。图(f)只是在第一朵小白花左上方的轮廓上存在一点点细微的结构接缝，肉眼看起来并不明显，整体效果比其它五种能量函数的拼接结果都要好一些。

分析图 7 可以看出，同样是论文提出的算法获得了比较好的拼接结果。图(f)除了在亮度上存在差异之外，在结构缝合上接近完美，肉眼上看不出结构接缝。此外，基于梯度域的 E2、E3 和 E4 整体表现与图 6 并无明显上的差异，符合预期。E1 能量函数应用在存在亮度差异图像上分割结果有了比较明显的变化，简单的亮度差异最小化不适合用于存在亮度差异图像的拼接。Canny 边缘算子差的能量函数 E5 也因图像亮

度的变化导致求解的分割线产生了不小的波动。相比之下,文章提出的能量函数  $E$  产生的分割比较稳定,没有因为亮度差异而产生明显的变化。

### 3.2.2 接缝平滑

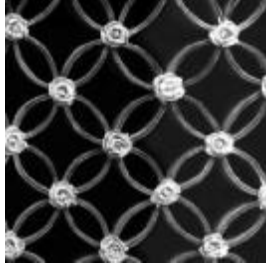


图 8 对图 7(f)应用多分辨率融合

如图 7(f)所示,正如预期,拼接图像中间存在比较明显的亮度差异。对拼接图像中间 120 像素宽的重叠区域应用多分辨率融合算法,其结果如图 8 所示。经过基于最佳接缝掩膜的多分辨率融合之后的拼接图像处理的结果图像没有明显的结构接缝,也在一定程度上抑制了光学接缝,整幅图像亮度过度自然。

## 4 小结

本文着重探讨结构接缝的消除或最小化,提出了一种用于最佳接缝选择的能量函数。这种能量函数是基于 Canny 边缘算子改进而来的,它是基于图像的梯度幅值的。对于存在亮度差异的图像,可以在最佳分

割的基础上应用基于最佳接缝掩膜的多分辨率融合算法,平滑接缝。实验表明,与原来的直接基于 Canny 边缘响应差的能量函数或其它四种常用的能量函数相比,本文提出的能量函数具有较好的分割效果,且能适应图像亮度变化,具有更好的分割稳定性。在最佳分割的基础上再应用多分辨率融合,能够兼顾纹理结构一致和亮度的平滑,取得较好的效果。

### 参考文献:

- [1] 李海超,郝胜勇,朱琦. 多片遥感图像的快速无缝拼接方法[J]. 经外与激光工程, 2011, 40(7): 1381-1386.
- [2] Jiaya J, Chi-Keung T. Image stitching using structure deformation [J]. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 2008, 30(4): 617-631.
- [3] Canny J. A computational approach to edge detection[J]. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 1986(6): 679-698.
- [4] Avidan S, Shamir A. Seam carving for content-aware image resizing [C]. ACM Transactions on graphics (TOG). ACM, 2007, 26(3): 10.
- [5] Burt P J, Adelson E H. A multi-resolution spline with application to image mosaics [J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 1983, 2(4): 217-236.

(责任编辑: 华伟平)

## An Improved Algorithm for Seamless Image Stitching

CHEN Shuqing<sup>1,2</sup>

(1. College of Information Engineering, Putian University, Putian, Fujian 351100;

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Data Intensive Computing & Key Laboratory of Intelligent Computing and Information Processing, Fujian Province University, Quanzhou, Fujian 362000)

**Abstract:** Concerned the seams problem arising from image stitching, an optimal seam selection algorithm is used. And an appropriate energy function is the key to the algorithm. An improved energy function based on Canny detector is proposed in this paper. Its goal is to minimize the differences of the gradients between overlapped areas of the images. Moreover, the proposed energy function is compared with the other five common ones by experiments, which include the brightness errors, the gradient errors, the gradient sums, the weighted sum of the gradient errors and sums, and Canny edge detector. The results show that the proposed algorithm can effectively reduce the structure seams, and has robust segmentation against changing illumination and it makes the mosaic images more natural.

**Key words:** seamless stitching; Canny edge detector; multi-resolution fusion

# 浅析城市内河补水水源点方案选择

——以福州市台江区内河为例

俞立珊

(福州市水环境建设开发有限公司, 福建 福州 350001)

**摘要:**福州市台江区打铁港、达道河和瀛洲河,河水动力交换条件差,且三条河两岸皆是建成区,排放的污水长期在河道内回荡,厌氧发臭,水体污染严重。根据实际情况,采用截污及生态补水方式进行处理,使其水质达到不黑不臭标准。从三条内河现状、存在问题以及现状河道水质进行详细分析,并通过补水水源点的选择及对应的水质、方案优缺点、工程经济技术等方面进行论证,确定补水水源点的选择,为类似城市进行内河整治提供了相关参考。

**关键词:**内河整治;补水水源点;水质分析

**中图分类号:**TU991.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0070-06

1998年8月福建省福州市大腹山内河引水冲污工程建成投入运行及实施新西河引水以来,市区内湖前河、新西河、白马河、西湖、东西河、铜盘河、琼东河、晋安河中下游、光明港等21条内河黑臭基本消除,极大改善了内河水环境,主要内河水水质基本达到地表水V类标准,恢复了内河景观。但由于河网自然水力条件因素影响,晋安河和琼东河的河水直接流向光明港入闽江,福州市台江区辖区内的三条内河——打铁港、达道河和瀛洲河得不到上游生态补水。

现状打铁港、达道河和瀛洲河水动力交换条件差,三条河两岸皆是建成区,排放的污水长期在河道内回荡,厌氧发臭,水体污染严重。瀛洲河因上游连接光明港,下游临近闽江旅游景区游船码头,属于环境敏感区域,为了保持较好的闽江水质,应通过两岸彻底截污和河道清淤改善河道水质。打铁港和达道河,目前要彻底进行截污将会产生大范围的拆迁,截污管道建设短时间难以实现,现阶段需采取生态补水的方式进行整治,通过内河生态补水,加强水循环,改善内河水环境和水生态,消除水体黑臭。生态补水水源点方案的选择和论证显得十分必要。

## 1 概述

### 1.1 流域概况

福州倚山面海,属于典型的河口盆地,周围群山环抱,东有鼓山,西有旗山,南有五虎山,北有莲花峰,其海拔多在0.6~1 km之间。境内地势北部为低山丘陵,南部为福州盆地的大部分,整个城区地势较为平坦,但局部存在高地。其江北城区(鼓楼区、台江区、晋安区)地处福州盆地的中心,东起鼓山,北至北峰山脉,西至洪山,南临闽江北港,区域总面积159.77 km<sup>2</sup>,其中山地、坡地面积66.72 km<sup>2</sup>,平原区面积93.05 km<sup>2</sup>。

福州内河水系发达,河汉和溪流纵横交错。其内河主要有白马河水系和晋安河水系。白马河水系主要有白马河、新西河、大庆河等;晋安河水系主要有晋安河、凤坂河、浦东河、磨洋河、光明港等,其中晋安河上游称解放溪,其支流有新店溪、马沙溪、夏坊溪、扬廷溪、汤斜溪等,共66条内河水系,连同城区排水管网共同承担了城区行洪排涝功能。

## 2 福州市台江区打铁港、瀛洲河和达道河水系现状及存在问题

### 2.1 现状河道概况

打铁港、瀛洲河和达道河(含三捷河)均位于台

收稿日期:2016-05-03

作者简介:俞立珊(1982-),男,汉族,工程师,主要从事市政工程的研究。



江区六一中路以西,白马南路以东,群众路以南区域,均是流程短的临江河道。三条河道的区位图见图1所示。三条河道基本情况见表1。

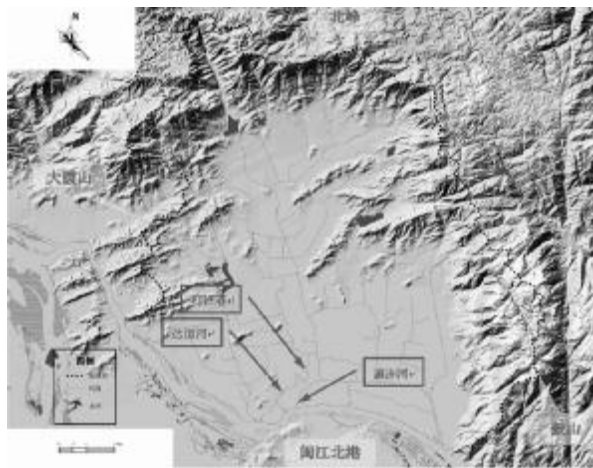


图1 三条河道区位图

注:所引图表数据皆来自福州市规划设计研究院有关资料。

**瀛洲河。**连接光明港和闽江。河道两侧淤积严重及垃圾较多,部分驳岸之前已经过整治,大部分为石砌直驳岸,少量为混凝土直驳岸,西侧老药洲街以北驳岸较差,河道西侧无绿化,且棚户区多,东侧以新建小区为主,岸边有部分现有绿化。瀛洲河入闽江口设有江四闸。

**达道河。**达道河连接光明港和闽江。六一中路-五一南路段,部分驳岸为乱石修砌,河道边淤积严重,河道漂浮物多;五一南路-达江路段,水量较小,河道淤积量大,新建小区片区(福州市医学会附近)驳岸已经过整治,均为石砌直驳岸,其中大部分段为毛石修砌,驳岸保护完整;达江路-中亭街段,水量较小,河道淤积量大,本段河道两侧建筑较复杂,由新建小区和棚户区组成,驳岸较完整,部分比较散乱,其中在安利苑北侧河段被覆盖做成地上停车场地,中亭街-隆平路段前半段嘉惠苑段被覆盖,做成地上停车场,后半段两侧均为棚户区,历史驳岸被破坏严重,需要修复;隆平路-江滨西大道段,水量较大,河道淤积量小,本段河道两侧以新建小区为主,驳岸已经过修砌且完整。

达道河入闽江口设有三捷水闸。

**打铁港。**打铁港是晋安河支河之一,其北接琼东河,南至达道河。打铁港水流缓慢,水质混浊。河道驳岸之前已经过整治,均为石砌驳岸。国货路以北两侧都有绿化带;以南部分除棚户区外,均没有绿化带,现状为沿河小路,驳岸两侧景观较好,管线少。该河道常年没有疏浚,底泥污染严重。

## 2.2 打铁港、瀛洲河和达道河水环境现状

2011年9-11月,福州市规划设计研究院对福州江北水系在补水时段和非补水时段,对各河流在闽江高潮位和低潮位时典型断面水质分别进行了监测。现将这三条河道水质监测数据列于表2至表3。

从表2、表3水质分析可知,上游琼东河补水时,打铁港溶解氧DO质量浓度为0.24~0.62 mg·L<sup>-1</sup>、处于缺氧到厌氧状态,打铁港上下游各断面水质变化不大,也说明打铁港流动性差。NH<sub>3</sub>-N质量浓度5.18~8.12 mg·L<sup>-1</sup>,超V类地表水体标准3.2倍。TN质量浓度6.92~9.69 mg·L<sup>-1</sup>,超V类地表水体标准3.8倍。COD质量浓度372~499 mg·L<sup>-1</sup>,TP质量浓度0.302~0.552 mg·L<sup>-1</sup>,超V类地表水体标准。当上游不补水时,达道河各断面水质明显好转,但仍然是劣V类地表水,说明打铁港水质受到琼东河影响较大。

现状达道河上游补水时下游河口段高潮位时DO质量浓度5.64 mg·L<sup>-1</sup>,COD质量浓度12.5 mg·L<sup>-1</sup>,NH<sub>3</sub>-N质量浓度0.696 mg·L<sup>-1</sup>,TP质量浓度0.19 mg·L<sup>-1</sup>,可达到地表水Ⅲ类标准。TN质量浓度2.13 mg·L<sup>-1</sup>,属于V类地表水。退潮到低潮位时,DO质量浓度1.79 mg·L<sup>-1</sup>,COD质量浓度36 mg·L<sup>-1</sup>,属于V类地表水。NH<sub>3</sub>-N质量浓度5.94 mg·L<sup>-1</sup>,TP质量浓度1.39 mg·L<sup>-1</sup>,TN质量浓度8.59 mg·L<sup>-1</sup>,超V类地表水标准的3~4倍。河口段水质受潮位变化显著,亦说明了闽江水质较优。

现状达道河上游补水时上游高潮位时DO质量浓度3.37 mg·L<sup>-1</sup>,COD质量浓度20.9 mg·L<sup>-1</sup>,属地表

表1 三条河道现状情况明细表

序号	河名	基本走向	起点	终点	河长/km	河宽/km	规划蓝线宽度/km	水质及淤积情况
1	瀛洲河	南北	光明港	闽江	1.100	0.015~0.022	0.010~0.022	2 水质很差,淤积一般
2	达道河 (含三捷河)	东西	光明港	闽江	3.530	0.009~0.020	0.007 5~0.014	水质很差,淤积一般
3	打铁港	南北	琼东河	达道河	1.375	0.012~0.024	0.020~0.032	水质很差,淤积严重

表2 高潮位、低潮位上游补水时打铁港、达道河、瀛洲河水质表

监测断面	潮位	水质监测项目						
		SS/(mg·L <sup>-1</sup> )	DO/(mg·L <sup>-1</sup> )	COD/(mg·L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -N/(mg·L <sup>-1</sup> )	TP/(mg·L <sup>-1</sup> )	TN/(mg·L <sup>-1</sup> )	色度
打铁港 (元一花园)	高潮位	17	0.4	53.2	7.39	0.552	8.97	4
	低潮位	19	3.84	40.1	5.31	0.486	6.95	8
打铁港 (国货路北)	高潮位	13	0.24	49.9	6.03	0.525	7.9	4
	低潮位	23	0.62	57.2	8.12	0.579	9.69	32
打铁港 (国货路南)	高潮位	15	0.34	51.6	7.04	0.541	8.8	4
	低潮位	16	0.38	39.5	5.2	0.317	6.92	4
打铁港 (万寿桥)	高潮位	14	0.24	50.7	6.82	0.527	8.51	4
	低潮位	18	0.29	37.2	5.18	0.302	7.21	4
达道河 (新港桥 21 m)	高潮位	106	4.04	16.7	2.39	1.66	3.46	25
	低潮位	20	0.61	58.1	12.9	0.49	16.3	25
达道河(五一南路 西侧 21 m)	高潮位	56	3.37	20.9	2.88	0.56	4.92	25
	低潮位	25	0.67	73.3	16	1.71	17.8	25
达道河 (三通桥 10 m)	高潮位	22	5.64	12	1.49	0.31	2.68	20
	低潮位	150	1.79	36	5.94	1.39	8.59	50
达道河(白马南路 西侧 15 m)	高潮位	40	5.64	12.5	0.696	0.19	2.13	25
	低潮位	13	0.73	51.2	15.7	1.69	17	25
瀛洲河 (铁桥边 18.5 m)	高潮位	20	4.37	22.1	3.07	0.49	5.16	20
	低潮位	10	0.88	15.9	3.41	0.47	4.96	20
瀛洲河 (台江路 8.5 m)	高潮位	48	3.14	50	2.31	0.5	4.55	25
	低潮位	10	0.77	19	6.11	0.79	7.58	20

表3 高潮位、低潮位上游不补水时打铁港、达道河、瀛洲河水质表

监测断面	潮位	水质监测项目						
		SS/(mg·L <sup>-1</sup> )	DO/(mg·L <sup>-1</sup> )	COD/(mg·L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -N/(mg·L <sup>-1</sup> )	TP/(mg·L <sup>-1</sup> )	TN/(mg·L <sup>-1</sup> )	色度
打铁港 (元一花园)	高潮位	10	1.79	22.7	5.62	0.65	6.74	20
	低潮位	-	-	-	-	-	-	-
打铁港 (国货路北)	高潮位	26	1.64	28.1	6.17	0.76	7.62	25
	低潮位	-	-	-	-	-	-	-
打铁港 (国货路南)	高潮位	16	1.91	22.9	7.17	0.82	8.77	20
	低潮位	-	-	-	-	-	-	-
打铁港 (万寿桥)	高潮位	8	4.91	14.2	2.13	0.33	4.34	25
	低潮位	-	-	-	-	-	-	-
达道河 (新港桥 21m)	高潮位	18	1.09	56.9	10.2	1.05	10.4	30
	低潮位	26	1.21	71.3	14.3	1.87	16.1	40
达道河(五一南路 西侧 21m)	高潮位	20	0.91	88.2	16.2	1.78	17.5	40
	低潮位	62	0.9	77.5	12.7	1.76	14.4	40
达道河 (三通桥 10m)	高潮位	40	5.03	16.3	1.34	0.25	2.66	25
	低潮位	-	-	-	-	-	-	-
达道河(白马南路 西侧 15m)	高潮位	16	5.62	8.91	0.592	0.27	2.5	20
	低潮位	18	0.81	124	27.3	2.85	27.6	50
瀛洲河 (铁桥边 18.5m)	高潮位	18	0.95	52.9	7.4	0.97	7.81	30
	低潮位	24	0.89	81.4	15	1.99	15.7	25
瀛洲河 (台江路 8.5m)	高潮位	50	0.71	114.3	8.01	1.33	9.96	25
	低潮位	16	0.82	278	22.7	2.59	24.2	7.5

水Ⅲ类标准。 $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度  $2.88 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , TP 质量浓度  $0.56 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 属于 V 类地表水。TN 质量浓度  $4.92 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 超 V 类地表水标准的 2.5 倍。退潮到低潮位时, DO 质量浓度  $0.67 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , COD 质量浓度  $73.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度  $16 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , TN 质量浓度  $17.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , TP 质量浓度  $1.71 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 属劣 V 类地表水。达道河高潮位时下游水质优于上游水质, 低潮位时上下游各断面水质变化不大。上游补水时, 除河口段高潮时各断面明显水质优于不补水时水质, 低潮位时各断面水质变化不大。

瀛洲河目前由于河口水闸调度的问题(为了保障闽江旅游码头水质, 高潮位开闸, 低潮位关闸), 除上游补水高潮位时段, 大部分水质指标接近 V 类地表水标准(TN 质量浓度  $4.55\sim 5.16 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )外, 其他情况水质都属劣 V 类地表水, 但上游补水时水质指标优于不补水时水质指标, 说明了瀛洲河两岸排污量大。

### 2.3 打铁港、瀛洲河和达道河现状存在的问题

(1) 三条河道位于大腹山引水服务范围末端, 由于水力条件的限制, 大腹山引水经晋安河和琼东河后直接排入光明港入闽江, 打铁港、瀛洲河和达道河均不能分配到补水量。

(2) 三条河道位于老城区, 周边污水直排内河, 水体污染严重, 水流流动性和交换能力不足, 水体自净能力差, 水环境恶化。

(3) 三条河道长期缺乏治理, 淤积严重, 两岸均是建成区(住宅和商业区), 特别是打铁港和达道河, 彻底截污难度非常大。

## 3 生态补水方案

瀛洲河河长短小, 约 1.1 km, 现状河宽  $0.015\sim 0.022 \text{ km}$ , 上游连接光明港, 下游是闽江旅游码头, 属于生态影响因子特别敏感的环境敏感区。鉴于该情况, 应通过河道清淤疏浚、采取截污、治污、雨污分流等措施, 保证该河道具有良好的水质, 并通过河口江四闸调度, 使河道水由现状往复流变成从闽江河口单向直接流往光明港方向。

打铁港至达道河河道狭长, 全长 4.5 km, 现状河宽  $0.075\sim 0.015 \text{ km}$ , 河底均为平坡, 两岸皆是建成区,

现阶段要全面截污动迁量大, 实施难度非常大。虽然闽江潮差比较大, 但是由于河道狭长和低坡平缓的特征, 水体交换能力有限, 水环境恶化。根据该情况, 提出采取生态补水的方式进行整治, 加强水循环, 改善内河水环境和水生态, 以此来改善打铁港和达道河水质。因此, 生态补水水源点方案的选择和论证显得十分必要。

### 3.1 方案的原则

(1) 严格控制河道两岸污水、废水的无序排放, 减少点源污染和面源污染, 并对河道进行全面截污。

(2) 在截污效果不明显的河道, 分流至截洪渠入闽江, 利用闽江水环境容量来改善水质。

(3) 对城区主要排洪河道进行清障整治, 并定期疏浚, 加大河道水体交换能力。

### 3.2 水源方案论证与选择

方案一: 从晋安河引水, 见图 2。该方案的基本思路: 在琼东河入晋安河的河口上游附近或达道河与光明港连接河道处取晋安河富余补水量分配给打铁港和达道河。



图2 设引水泵站从晋安河取水方案示意图

现状文山里泵站, 引闽江  $30 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  的清洁水至晋安河水系和西湖水系各主要内河顶部多点排入, 自上而下加速内河水体动力, 促进污水稀释、自净, 消除黑臭, 改善水质<sup>[1]</sup>。其分配至晋安河下游的流量

为  $23.5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 、琼东河流量为  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ，琼东河下游流量，少部分流入打铁港，大部分经过打铁港和晋安河的连通河道流入晋安河。从各河流的现状流量来看，可选择的取水部位有琼东河入晋安河的河口上下游附近和达道河与光明港连接河道<sup>[2]</sup>。

现将琼东河入晋安河河口上下游、达道河新港桥段补水时段闽江高潮位和低潮位监测水质数据列于表 4。

从表 4 的水质分析可知，高低潮位时达道河新港桥段 COD 质量浓度  $56.9 \sim 58.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度  $10.2 \sim 12.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，TN 质量浓度  $10.4 \sim 16.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，溶解氧 DO 质量浓度  $0.61 \sim 1.09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，水质较差，不能作为取水口。琼东河入晋安河河口上游水质相对于下游较好，其 SS 质量浓度  $5 \sim 17 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、溶解氧 DO 质量浓度  $4.71 \sim 5.42 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、COD 质量浓度  $12.9 \sim 25.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、达到地表水 III 类标准， $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度  $1.26 \sim 2.35 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、TP 质量浓度  $0.19 \sim 0.68 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，接近地表水 V 类标准，TN 质量浓度  $2.86 \sim 5.78 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  是地表水 V 类标准的 2 倍，水质明显优于达道河新港桥段，且该处主要是河道绿化带，适合作为取水口，即琼东河入晋安河河口的西北角位置。

该方案的优点：(1) 该引水方案是对文山里补水系统水资源合理调配，充分发挥了文山里泵站的工程效益；(2) 晋安河水质较好；(3) 工程造价相对较低。不足之处在于会导致晋安河下游和光明港补水量比现状减少，但总体来说影响不大，推荐采取此方案。

水源方案二：从闽江取水，见图 3。该方案的基本思路：在达道河河口设引水泵站取闽江优质水补水，将达道河和打铁港由现状往复流变为单向流。具体做法：在达道河河口设引水泵站，从闽江取水，并在达道

河上游与光明港连接段设水闸，适时打开此水闸，改善达道河上游与光明港连接段的水力条件，同时整治琼东河下游与晋安河连接段河渠（长度约 0.35 km），以减少补水时对琼东河下游排水顶托的影响。

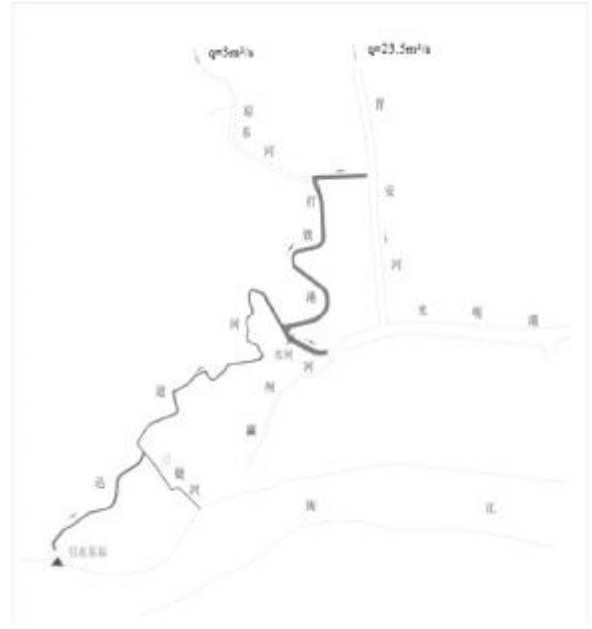


图 3 在达道河河口设引水泵站自闽江取水方案示意图

本方案的优点：(1) 闽江水质好，可以改善补水河道的水环境；(2) 增强达道河和打铁港的水体交换能力，补水效果明显；(3) 可以将打铁港、达道河水经由光明港排放到闽江下游，改善福州东南区自来水厂位于鳌峰取水口处的水质。存在的问题：(1) 需在闽江防洪堤外建设引水泵站，并在堤上建设引水管线，协调难度非常大；(2) 河口水闸属于水利部门管辖，需统一管理调度，运行管理不方便。因此，不推荐此方案。

水源方案三：利用洋里污水厂尾水补水，见图 4。该方案的基本思路：将目前洋里污水厂  $3.0 \times 10^5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  的 1 级 B 标准<sup>[3]</sup>的出水进行深度处理后，通过泵站提

表 4 补水时段拟选择取水口高潮位、低潮位的水质表

监测断面	潮位	水质监测项目						
		SS/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	DO/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	COD/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\text{NH}_3\text{-N}$ /( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TP/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TN/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	色度
琼东河入晋安河 河口上游	高潮位	5	4.71	12.9	1.26	0.19	2.86	4
	低潮位	17	5.42	25.5	2.35	0.68	5.78	4
琼东河入晋安河 河口下游	高潮位	6	4.87	13.2	1.57	0.2	3.57	4
	低潮位	16	5.39	29.4	3.08	0.852	5.21	4
达道河 (新港桥段)	高潮位	18	1.09	56.9	10.2	1.05	10.4	30
	低潮位	20	0.61	58.1	12.9	0.49	16.3	25

升,由压力管道输送至打铁港上游。具体做法:(1)提升泵站,流量规模  $3.0 \times 10^5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ,扬程  $H=24.5 \text{ m}$ ;(2)压力输水管道管径 DN 1500 mm,长度约 6.4 km;(3)建设两座水闸:打铁港上游水闸、达道河与光明港连接渠道水闸。

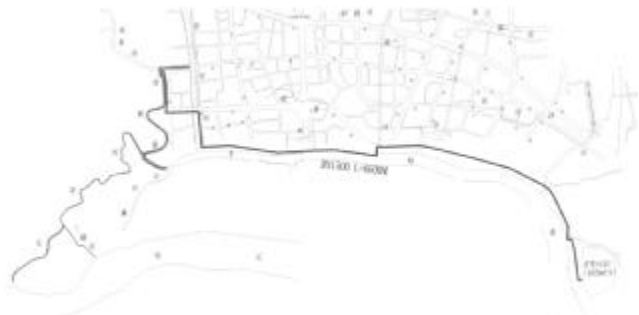


图4 利用洋里污水厂尾水对河道补水的方案示意图

本方案的优点是污水资源化,提高水资源的利用效率。存在的问题:(1)利用洋里污水厂深度处理后的尾水,对水体交换能力差的河道补水,不能保证水质;(2)压力管道长,需建设两座水闸,工程投资高;(3)运行能耗高。因此,不推荐此方案。

综上所述,通过水源水质情况、工程经济技术等方面进行综合评价,应选择方案一,即水源方案选择从晋安河引水,取水口选择在琼东河入晋安河河口的西北角,办理相关审批手续后,可以征用于工程建设。

#### 4 结语

随着城市的不断发展,城区内河整治成为城市建设的重要内容之一,生态补水是内河整治的重要措

施。通过内河生态补水,加强水循环,改善内河水环境和生态,消除水体黑臭。为内河规划建设滨河景观、生态公园(含两岸社区生态公园)及营造内河生态护岸、亲水休闲场所,为构建丰富水体空间形态和水景视线,调节区域性水平衡,保护生物多样性,为城区居民提供良好的生活、休闲环境,促进人与自然和谐相处等提供基础。

本文详细阐述了福建省福州市台江区三条内河水系现状、存在问题、现状河道水质的综合分析,并通过补水水源点的选择及对应水质的分析论证,确定了补水水源点的方案选择。目前该水源点选择方案已通过福州市相关部门评审,工程量清单控制价已编制完毕,正在进行招投标,将于不久后建成并投入使用,届时将极大改善上述三条内河水环境。本文关于内河补水水源点方案论证可以为其他类似城市开展城区内河整治,特别是通过生态补水方式进行整治,提供借鉴与经验。

#### 参考文献:

- [1] 熊万永.福州内河引水冲污工程的实践与认识[J].中国给水排水,2000,16(7):26-28.
- [2] 张帆.福州市台江区内河补水方案探讨[J].中国给水排水,2015(12):25-27.
- [3] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局.GB18918-2002,城镇污水处理厂污染物排放标准[S].北京,中国环境出版社出版,2002.

(责任编辑:叶丽娜)

## Analysis on Urban River Water Replenishment Plan Selection Choice of City River Water Replenishment Plan ——Taking the City River of Taijiang District in Fuzhou as an Example

YU Lishan

(Fuzhou Water Environment Construction & Development Co.,Ltd,Fuzhou,Fujian 350001)

**Abstract:** The dynamic switching condition of Da tie gang, Da dao river and Ying zhou river in Taijiang District of Fuzhou are poor. Moreover, both sides of the three rivers are the built-up area, whose discharge of sewage pouring into the river causes the water of the rivers smelly and serious water pollution. According to the actual situation, sewage interception and ecological water treatment methods are used to make the water of the rivers not be black and smelly. After a detailed analysis of the problems and the water quality of the three rivers, we made the demonstration of water quality, the corresponding point of replenishment of water solution, the advantages and disadvantages of the plans, and the economic engineering technology etc. to determine the choice of the water supply point, which provides a reference for other cities to carry out river regulation.

**Key words:** river regulation; replenishment of water; water quality analysis

# 改进投影寻踪模型在砾石形成评价中的应用

吴 旻, 王振亮, 郑金兴, 钱永平

(福建林业职业技术学院, 福建 南平 353000)

**摘 要:**利用改进投影寻踪法可将砾石形成评价样本的多维评价指标综合成一维投影函数值,根据投影函数值的大小对砾石样本集进行科学评价、成因分类。实例分析表明,由砾石样本数据构建的改进投影寻踪模型对砾石成因评价准确性好,具有较强的适用性和应用性,可以在砾石成因评价与分类判定中应用。

**关键词:**改进投影寻踪法;砾石;成因评价

**中图分类号:**TU42 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0076-04

地质工程领域经常需要对各种地质构造、地质现象进行识别和分类。目前通常采用判别分析方法加以解决<sup>[1]</sup>。随着各种先进技术特别是一些交叉学科(如数学地质)的发展,现代统计学在地质工程学科得到了非常广泛的应用,并成为地质工程学科中研究中一种新的方法。投影寻踪技术(projection pursuit,PP)是采用“审视数据-模拟-预测”的探索性数据分析技术<sup>[2-5]</sup>,一直被国内外统计专家和信号处理学者的关注,并已广泛应用于多个领域<sup>[4-7]</sup>,包括在地质工程学科的应用<sup>[8]</sup>。但由于该技术适用于高维、非线性、非正态问题的分析和处理,导致计算过程相对复杂、编程实现难度较大,从而限制了其应用。鉴于此,吴承祯等<sup>[9]</sup>提出了基于改进单纯形法(modified simplex method,MSM)的改进投影寻踪模型,通过 MSM 直接优化投影寻踪模型中的投影方向参数,实现投影方向参数的全局最优。

在地质工程中,砾石是重要的原料,其存在于海滩、河谷、河流阶地、坡麓等地,其形成原因多样,但砾石的特性在一定程度上可反映沉积环境,是沉积环境和形成原因的一种指示标志<sup>[10]</sup>,因此,本研究拟将改进

投影寻踪模型应用于地质工程中砾石形成评价,以丰富砾石形成机制评价技术并发展地质工程领域分析评价理论与技术。

## 1 砾石形成评价的改进投影寻踪模型

改进投影寻踪评价模型的基本思想<sup>[9]</sup>,是以计算机技术为手段,以改进单纯形法直接求解投影寻踪模型投影方向参数为出发点,通过降低样本高维数据信息于某个具体投影指标,从而实现样本集的定量评价与分级评价。其相比于传统投影寻踪模型的优势表现在:(1)克服了样本数据较多或样本数据维数较大时难求解全局最优投影方向参数的困难;(2)简化了投影寻踪模型编程与计算过程的复杂性,拓展了其在众多领域的应用。因此,为拓展改进投影寻踪模型(projection pursuit evaluation,PPE)<sup>[9]</sup>在地质工程领域的应用。本研究提出将其具体应用于地质工程领域的砾石形成评价中的应用,具体步骤包括 4 步。

第 1 步:筛选样本数据指标体系,对样本数据进行预处理。根据砾石形成评价的目的,结合砾石特征的野外勘察基本数据,采用粒径、球度、扁度、磨圆度等指标<sup>[10]</sup>构成砾石形成评价的指标体系。设根据砾石特征野外调查基本指标数据分别为  $x_{ij}(i=1\sim n, j=1\sim p)$ ,其中  $n, p$  分别表示砾石采样样本单元数和评价指标

收稿日期:2016-03-22

基金项目:福建省林业厅科研资助项目(闽林科[2012]2号)。

作者简介:吴旻(1990-),男,汉族,助教,主要从事工程地质研究。

的数目。为了消除各指标的量纲的影响,以保证建模不失一般性,需对  $x_{ij}(i=1\sim n, j=1\sim p)$  进行标准化处理<sup>[9]</sup>, 形成标准化指标值  $y_{ij}$ 。

第 2 步:构造砾石形成投影指标函数。砾石形成评价模型的投影指标函数可构造为<sup>[2]</sup>:

$$Q(\beta)=S_2D_2 \quad (1)$$

其中,  $S_2$  为投影值  $Z_i(i=1\sim n)$  的标准差,  $D_2$  为投影值  $Z_i(i=1\sim n)$  的局部密度, 吴承祯等已对  $S_2$ 、 $D_2$  的含义及计算过程进行了探讨<sup>[9]</sup>。

第 3 步:砾石形成评价模型投影方向参数的优化。当给定已知砾石特征指标的样本数据,  $x_{ij}(i=1\sim n, j=1\sim p)$  时, 投影指标函数  $Q(\beta)$  只随投影方向  $\beta$  的变化而变化。借助改进单纯形法<sup>[11]</sup>通过求解投影指标函数最大化问题以估计最佳投影方向, 即:

$$\max Q(\beta)=S_2D_2 \quad (2)$$

$$s.t. \beta_j > 0 \quad \sum_{j=1}^p \beta_j^2 = 1 \quad (3)$$

第 4 步:砾石形成评价的投影值的计算。通过改进单纯形法实现投影方向的全局最优, 从而获得投影方向参数, 据此按(4)计算降维后的投影值  $Z_i$  为:

$$Z_i = \sum_{j=1}^p \beta_j y_{ij} \quad (4)$$

其中,  $\beta=(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$  为投影方向参数。通过  $Z_i(i=1\sim n)$  值大小的比较, 可对各样本集进行形成原因评价; 也可以建立砾石形成评价标准的基础上, 对未知砾石样本进行形成原因的判定与分类分析。

## 2 砾石形成评价的实例分析

### 2.1 黄山不同类型砾石的形成评价

引用文献<sup>[10]</sup>的资料, 选取砾石的粒径( $a$ 、 $b$ 、 $c$  三轴)、球度、扁度、磨圆度等 6 个指标, 构成黄山不同类型砾石的形成评价指标体系(表 1)。其中样本采样地包括桃花溪、凤凰源等 11 个采样点, 判定砾石形成原因含现代河谷沉积、第四纪泥砾沉积、坡麓沉积等 4 种类型<sup>[10]</sup>。

利用改进投影寻踪模型对该样本集进行成因评价, 首先对样本集各指标进行标准化处理, 然后以(2)式为目标函数、(3)式为约束条件, 采用改进投影寻踪

法对目标函数进行优化求解, 经过计算机运算, 当窗口半径参数为 0.3 时, 得到最大投影指标函数值为 1.972 1, 最大投影方向为(0.250 8、0.506 0、0.244 4、0.242 7、0.000 4、0.749 9)。将代入(4)式即可计算得到黄山不同类型砾石 11 个样本的投影值  $Z_i$ (表 1)。

投影值  $Z_i$  越大, 表示该砾石越接近坡麓沉积; 投影值  $Z_i$  越小, 砾石越接近第四纪泥砾沉积。根据各砾石样本的投影值大小, 不难发现, 黄山不同类型砾石特征投影值的变化幅度较大, 如样本 3(采样点为松骨庵)投影值为 1.799 0, 而样本 8(采样点为大门建筑工地-空洞)投影值仅为 0.087 7, 变幅达 1.711 3。当将投影值临界值设定为 0.5 和 1.3 时, 11 个样本可分为 3 类, 样本 1~2、4~5 号为第 1 类, 样本 6~8、10 号为第 2 类, 样本 3、9、11 为第 3 类, 显然此 3 子集内投影值变化幅度较小, 3 类投影值取值范围分别为 [0, 0.5]、(0.5, 1.3]、(1.3, 1.8]。按此评价标准, 11 个样本可分为 3 类(图 1), 第 1 类砾石形成因素为第四纪泥砾沉积、第 2 类砾石形成因素为现代河谷(含河流一级阶地)沉积、第 3 类砾石形成因素为坡麓沉积。这与周秉根等<sup>[10]</sup>调查取样时的判定基本一致, 吻合率为 81.81%。但分析不同类型砾石特征不难发现, 松骨庵采样点的砾石与坡麓沉积形成的砾石在特征上更为吻合, 因此其形成因素实质上应为坡麓沉积而非现代河谷沉积; 而汤口岭头采样的砾石形成因素也应为第四纪泥砾沉积而非坡麓沉积。因此, 可以认为改进投影寻踪模型评价砾石形成原因的判定准确率可达 100%, 也在一定程度上克服了人为判断的误差, 可以达到预期目的和精度要求, 也可在砾石成因分析中应用。

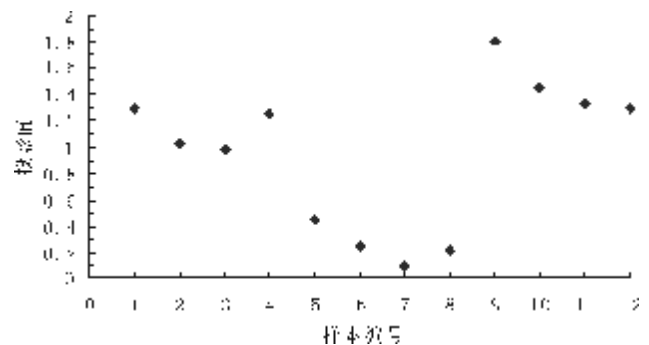


图 1 黄山不同类型砾石评价投影值散点图

### 2.2 河流与海滩砾石的分类评价

引用文献<sup>[1]</sup>的资料, 选取中值粒径、磨圆指数、扁

表 1 黄山不同类型砾石特征值及其评价投影值

沉积类型	采样点	粒径/cm			球度 $x_4$	扁度 $x_5$	磨圆度 $x_6$	投影值 $Z_i$
		$a/x_1$	$b/x_2$	$c/x_3$				
现代河谷沉积物	桃花溪	36.76	27.34	20.90	0.75	1.55	0.56	1.2970
	凤凰源	21.90	13.97	9.26	0.65	1.94	0.57	1.0296
河流一级阶地沉积物	松骨庵	88.66	60.22	47.79	0.72	1.56	0.56	1.7990
	辅村河谷	12.58	8.81	5.63	0.66	1.90	0.58	0.9794
第四纪泥砾沉积物	百花溪河岸	45.79	30.17	21.06	0.67	1.80	0.55	1.2518
	温泉下部公路旁	8.28	5.34	3.18	0.58	2.14	0.40	0.4482
坡麓沉积物	大门建筑工地(水平层)	6.19	3.59	1.82	0.55	2.69	0.34	0.2589
	大门建筑工地(空洞)	5.44	3.42	1.85	0.60	2.39	0.24	0.0877
第四纪泥砾沉积物	温泉上部	90.56	70.21	56.32	0.59	2.31	0.41	1.4502
	汤口岭头	5.56	3.35	1.28	0.52	3.48	0.34	0.2213
	谭家桥	83.24	59.43	44.25	0.60	2.32	0.42	1.3261

平指数、不对称指数 4 个指标,构成砾石评价的指标体系。将砾石榜样本分为 2 类,每类 7 个样本(表 2)<sup>[1]</sup>。基于改进投影寻踪模型对该样本集进行分类评价,当窗口半径参数为 0.3 时,得到最大投影指标函数值为 0.759,最大投影方向为 (0.680 1、0.567 3、0.096 5、0.453 9)。将  $\beta$  代入(4)式即可计算获得 14 个砾石样本的投影值  $Z_i$ (表 3)。

表 2 不同类型砾石特征值

砾石类别	样本代号	中值粒径 $x_1$	磨圆指数 $x_2$	扁平指数 $x_3$	不对称指数 $x_4$
A 河流砾石	1	5.8	410	3.4	680
	2	5.0	300	2.6	630
	3	6.3	370	2.9	660
	4	6.1	450	3.6	530
	5	4.0	200	2.4	590
	6	5.6	420	3.7	650
	7	6.0	390	2.8	600
B 海滩砾石	8	3.0	260	4.4	590
	9	2.7	330	2.9	450
	10	2.7	250	2.5	500
	11	4.5	190	4.9	670
	12	4.1	300	3.5	600
	13	2.6	210	3.1	400
	14	2.9	300	4.1	610

砾石样本投影值的散点图分析表明,14 个样本分为两类(图 2),一类为河流砾石、另一类为海滩砾石。样本 1~4、6~7 号样本单元为第一类,样本 5、8~14 号样本单元为第二类,2 类砾石投影值分级标准为 [1.0,1.6]、[0,0.9],分别对应于河流砾石和海滩砾石。判定结果,与王喜华等<sup>[1]</sup>采用判别分析进行判定时,在样本单元 5 上不一致,但分析其砾石特征值后,可以认为判别分析法存在误判的可能。本研究提出的改进

投影寻踪模型是准确的。

表 3 砾石类别评价结果的比较

样本代号	文献方法 <sup>[1]</sup>		本文方法	
	判别值	判别分类	投影值 $Z_i$	已知类别 $C$
1	0.9196	1	1.561	1
2	0.8188	1	1.062	1
3	1.3065	1	1.513	1
4	0.8582	1	1.468	1
5	0.3450	1	0.587	2
6	0.7131	1	1.501	1
7	1.1988	1	1.401	1
8	-0.9130	2	0.612	2
9	-0.3713	2	0.424	2
10	-0.2347	2	0.315	2
11	-0.1522	2	0.884	2
12	0.0079	2	0.883	2
13	-0.7305	2	0.071	2
14	-0.7289	2	0.701	2

注:1 表示河流砾石,2 表示海滩砾石。

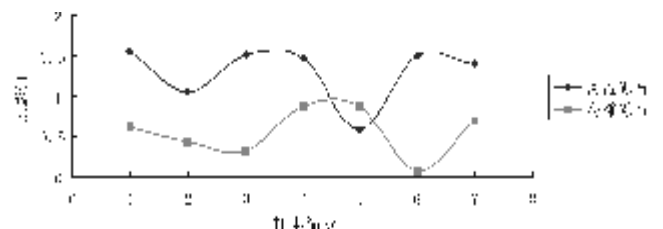


图 2 河流与海滩砾石样本数据的投影值散点图

为进一步探讨砾石评价模型的具体应用过程,对 中值粒径为 3.3 cm、磨圆指数为 290、扁平指数为 4.1、不对称指数为 650 的砾石,判定其属于哪一类砾石。将此样本单元有关指标值标准化后代入模型(2)可得 样本单元投影值为 0.8179, [0,0.9] 之间,属于海滩砾



石,判别结果与实际在相符,说明采用改进投影寻踪模型对砾石进行评价并判定其成因及类型具有可操作性并可达到相应精度要求,可以在实际评价中应用。

### 3 讨论

在砾石评价中,不论是成因分析还是类型判定,即存在人为判定的误判、也存在方法判定上的误判,而采用改进投影寻踪模型建立评价模型可以克服上述两类误判,从而提高判定的精确性。2个案例分析表明,改进投影寻踪模型具有上述优势,可在地质工程分级、定量评价案例分析中推广应用。改进投影寻踪模型在评价地质工程案例时,由于已实现计算机程序化优化投影方向参数,因此应用方便,但投影方向参数初值和步长的设置十分重要<sup>[11]</sup>,尤其是初值的确定,建议采用随机设置或等值设置,但必须满足方向参数的约束条件。

砾石评价过程中,指标体系的构建也是基础性工作,对评价结果存在一定的影响。除了可选择砾石粒径、球度、扁度、磨圆度等指标外<sup>[12]</sup>,还可考虑搬运距离及沉积环境有关指标。指标的多少,并不影响改进投影寻踪模型的计算过程与运行精度,仅体现在投影方向参数的大小上,投影方向参数越大,影响越大即权重越大。

### 参考文献:

- [1] 王喜华,赵志明.判别分析在地质工程中的应用[J].西部探矿工程,2004,16(4):3-5.
- [2] Friedman J H, Turkey J W.A projection pursuit algorithm for exploratory data analysis[J]. IEEE Trans.1974, 23(9):881-890.
- [3] 李祚泳.投影寻踪技术及其应用进展[J].自然杂志,1997,19(4):224-227.
- [4] 李祚泳,邓新民,辛文清.早涝趋势的投影寻踪预测模型[J].自然灾害学报,1997,6(4):68-73.
- [5] 金菊良,张礼兵,潘金锋.基于投影寻踪的天然草地分类模型[J].生态学报,2003,23(10):2184-2188.
- [6] 李祚泳,丁晶,张欣莉.环境监测优化布点的投影寻踪回归分析法[J].环境科学进展,1999,7(6):127-130.
- [7] 范建容,刘淑珍,钟祥浩,等.金沙江热河谷土地荒漠化评价方法研究[J].地理科学,2002,22(2):243-247.
- [8] 汪明武,金菊良.投影寻踪方法在边坡稳定性评价中的应用[J].岩土工程学报,2002,24(5):619-621.
- [9] 吴承祯,洪伟.基于改进的投影寻踪的森林生态系统生态价位分级模型研究[J].应用生态学报,2006, 17(3): 357-361.
- [10] 周秉根,李典友,黄山不同类型砾石特性及成因分析[J].安徽师范大学学报(自然科学版), 2000, 23(1): 57-60.
- [11] 吴承祯,洪伟.BP-MSM混合算法及其在森林自疏规律研究中的应用[J].应用生态学报,2000,11(5): 655-659.
- [12] 李燕,金振奎,金婷,等.岩浆岩砾石磨圆度地质意义的研究[J].沉积学报,2014,32(2):189-197.

(责任编辑:华伟平)

## Application of Modified Projection Pursuit Evaluation Model in Evaluation of Gravel Formation

WU Min, WANG Zhenliang, ZHENG Jinxing, QIAN Yongping  
(Fujian Forestry Vocational Technical College, Nanping, Fujian 353000)

**Abstract:** The modified projection pursuit method is a new method that used modified simplex method to realize global optimization for the parameters of projection direction. This new method was applied to evaluate the cause of formation of gravel, in which this technique was utilized to integrate the multi-dimensional indices into one-dimensional projection function value, then the gravel sample data was evaluated and classified for its cause of formation scientifically based on the projection function value. Example analysis shows that the modified projection pursuit model which constructed by gravel sample data is good in evaluation the cause of formation of gravel, with high accuracy, strong applicability and extensive application. This new method can be applied to evaluate and classify the cause of formation of gravel.

**Key words:** modified projection pursuit method; gravel; formation evaluation

# 城市人行天桥减震措施研究

——以福州浦西人行天桥为例

罗慧苓<sup>1</sup>, 林伟<sup>2</sup>

(1.福州理工学院, 福建 福州 360506; 2.福州大学 土木工程学院, 福建 福州 350116)

**摘要:**大跨、轻质的人行天桥振动问题突出。以福州浦西人行天桥为工程背景,建立基准有限元模型,对人行天桥的减震措施进行研究与探讨。研究结果表明,设置合理活动质量的 TMD 阻尼装置减震效果明显,可大幅减小加速度和位移响应。

**关键词:**人行天桥;人致激励;减震;TMD 装置

**中图分类号:**F830 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0080-04

为了满足日益增长的交通量问题,随着城市道路宽度不断加大,人行天桥跨径随之增加。同时出于美观要求,目前城市人行天桥朝着大跨、轻质及纤细化方向发展。英国千禧桥,法国 Solferino 桥,新加坡 Changi Mezzanine 桥等都出现过由于高密度行人通过人行天桥,结构发生剧烈振动的现象<sup>[1-3]</sup>。因此,人行桥的人行激励振动问题越来越引起了工程界的重视。目前我国相关规范仅要求人行天桥的竖向基频必须大于 3 Hz,以避免人桥共振以及结构舒适度差,对侧向振动未做考虑<sup>[4]</sup>。

日前检测单位对福州市二环路上的多座人行钢桥进行检测,测试结果表明至少 10 座以上的人行天桥的竖向基频值在 3 HZ 以下。本文将以其中浦西人行天桥为例,依据检测结构现状,开展人行天桥减震措施讨论与研究,通用有限元模拟与验证,提出利用 TMD 进行减震并提高结构舒适度方案,最后结合国内外相关指标对配备 TMD 减震装置的天桥舒适度进行评价。

## 1 背景工程

福州市浦西人行天桥采用单跨钢箱梁筒支结构形式,如图 1 所示。主跨跨径 42.5 m,主梁采用单箱双室钢箱梁,钢材采用 16 Mn 钢。主梁梁高 1.3 m,桥面净宽为 3.8 m,钢箱梁顶板、底板及腹板厚均为 20 mm。主梁横断面如图 2 所示。设计人群荷载为 4.0 kN·m<sup>-2</sup>。



图 1 福州市浦西人行天桥

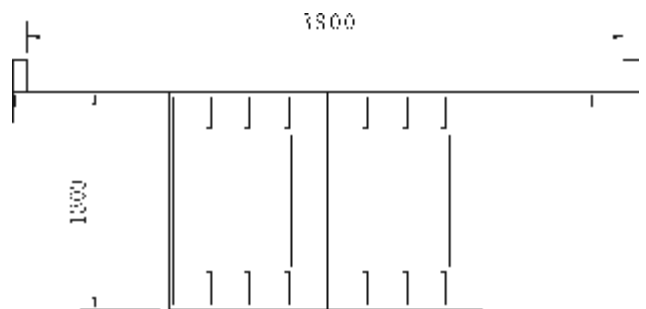


图 2 主梁横断面图 (单位:mm)

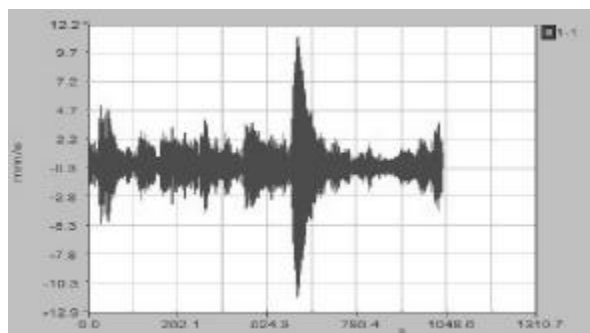
收稿日期:2016-01-07

作者简介:罗慧苓(1978-),女,汉族,工程师,主要从事结构工程方向研究。

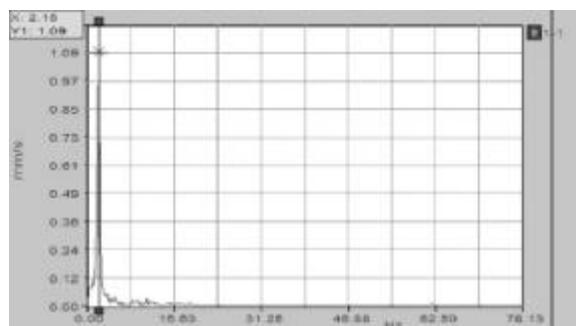
## 2 实桥检测及人群行走动力分析

### 2.1 自振频率测试

在进行实桥测试时,桥梁跨中处布置加速度拾振器实测加速度信号,通过模态分析,可得到桥梁振动频率。图 3 示出了实测的竖向加速度时程曲线与振动频谱图。分析结果表明,浦西人行天桥的竖向振动基频仅为 2.15 Hz,小于规范 3 Hz 的要求。



(a) 竖向加速度时程曲线



(b) 竖向振动计算频谱图

图 3 跨中实测结构加速度时程曲线及振动频谱图

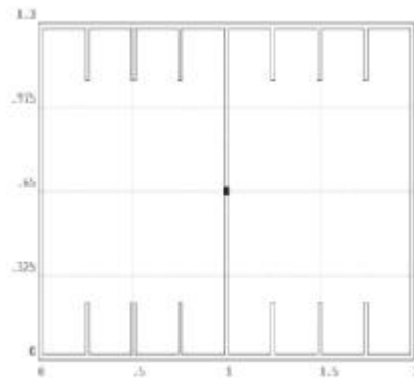
### 2.2 有限元模型

根据设计图纸,采用通用有限元分析软件 ANSYS 建立有限元计算模型<sup>[5]</sup>。其中 BEAM188 单元模拟人行桥主梁,建立的箱梁截面及有限元模型如图 4 所示。计算模型共计 24 个节点,23 个单元。计算模型考虑纵向加劲肋对主梁刚度的增强,结构两端采用简支约束条件。因采用双柱支撑,约束梁端在侧向的转角自由度。有限元模型中  $X$  为顺桥向, $Y$  为侧向, $Z$  为竖向。表 1 示出了前三阶的频率与振型。可见结构计算基频为 2.3 Hz,与实测基频 2.15 Hz 误差仅为 7%,从而验证了有限元模型的可靠性。

### 2.3 人群行走动力分析



(a) 杆系模型



(b) 主梁横截面

图 4 有限元计算模型

表 1 有限元模型前 3 阶频率及振型描述

阶次	频率/Hz	振型描述
1	2.305	一阶竖向弯曲
2	6.372	二阶竖向弯曲
3	9.088	一阶横向弯曲

由于我国规范并未对人群行走的仿真进行相应的规定,本文有关人致动力响应的分析按欧洲规范进行<sup>[6]</sup>。基本参数采用最大人群密度为  $1.0 \text{ 人} \cdot \text{m}^{-2}$ ,计算长度为 42.5 m,有效宽 3.8 m,得到总人数  $n$  为 162 人。162 个行人自由行走时等效的完全同步人群数为 44 人( $=1.85 \times 1620.5$ ),单人竖向步行力幅值取为 280 N。计算等效的 44 人完全同步时人行桥的响应并等效为均布荷载布置于主梁。在计算中假定步行力频率为 1.5 ~ 3.0 Hz,阻尼比取为 1.0%。图 5 给出了无控结构跨中节点加速度响应谱。从图中看出,减振前结构的最大加速度接近到  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,远远超过可忍受的加速度值  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

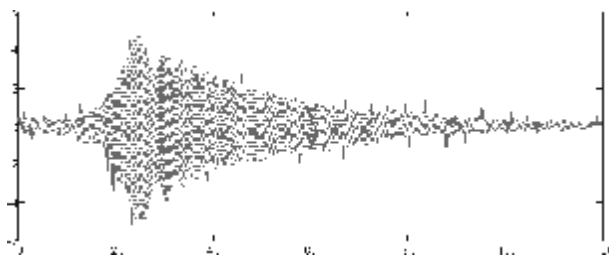


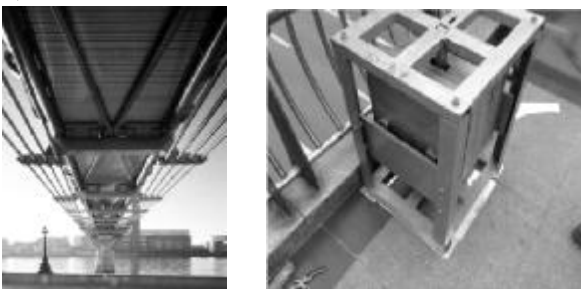
图 5 无控结构在人致激励下加速度响应

### 3 减震方案研究及舒适度评价

#### 3.1 减震方案探讨

提高结构基频,可通过改变结构型式或截面尺寸,提高刚度得到更高的结构固有频率。但频率与刚度的平方根呈正比关系,如果将刚度提高2倍,频率仅可提高1.4倍。该方案显然不够经济,同时也在已建成桥梁中很难实施施工。也可以在桥面加设粘滞阻尼器以达到减震效果。此方法虽然可以得到较好的减震效果,但成本太大。同时需要在桥面预留空间供阻尼器安装,直接影响使用桥宽且影响结构美观。

目前 TMD 阻尼器已经在国内外的大跨度以及高耸土木工程结构中有了一定的应用,且具有较好的减振效果,施工也较方便<sup>[7-10]</sup>。在已建桥梁上,TMD 阻尼器最佳安装位置为跨中附近截面,可安装在桥面以下,也可栏杆内侧或者采用牛腿安装在跨中栏杆外侧,如图6所示。



(a)桥下安装 (b)桥面安装

图6 TMD 安装工程实例

#### 3.2 TMD 参数设计及数值模拟

采用调谐质量阻尼减振装置 TMD,活动质量采用 1 t 和 2 t 并对结构响应进行试算。此时 TMD 重量引起的箱梁附加跨中挠度分别为 3.6 mm 及 7.2 mm,第一阶自振频率也由原来的 2.3 Hz 分别变为 2.23 Hz 以及 2.15 Hz。根据结构质量和 TMD 的最优设计原则,分别计算 1 t 和 2 t 减振装置的最优阻尼及刚度参数,如表 2。

表 2 TMD 阻尼器的最优设计参数

活动质量	连接刚度	阻尼系数
1 t	234 800	2 911
2 t	469 600	7 355

将 TMD 最优设计参数输入有限元模型中,计算人致激励下分析了结构响应。图 7 为人致激励时采用 TMD 减振装置且活动质量为 1 t 时结构跨中节点的位移和加速度响应与无控结构的对比图。计算结果表明当安装 TMD 装置后,无论是加速度还是位移响应都减小了 70%,取得较好的减振效果。

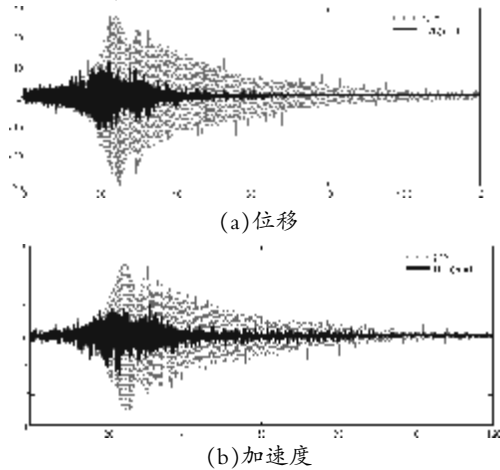


图7 人致激励下 TMD 减振装置安装前后结构响应对比图

图 8 对比了 1 t 及 2 t 活动质量的 TMD 装置时的控制效果,2 t 活动质量的 TMD 装置加速度与位移响应要小 20%。

图 9 列出了无控结构和安装有 TMD 装置的结构跨中节点加速度响应谱。从这些结果的比较中可以证明,在人致激励下,采用 TMD 减振装置可以在很大程度上减小结构的竖向振动的位移和加速度幅值,从而提高结构的舒适性指标。由于 TMD 装置的参数设计及其减振效果与结构的总质量、结构频率、阻尼比等都密切相关,因此在进行精细设计前应进行准确的仿真模拟计算并结合实测数据进行设计。

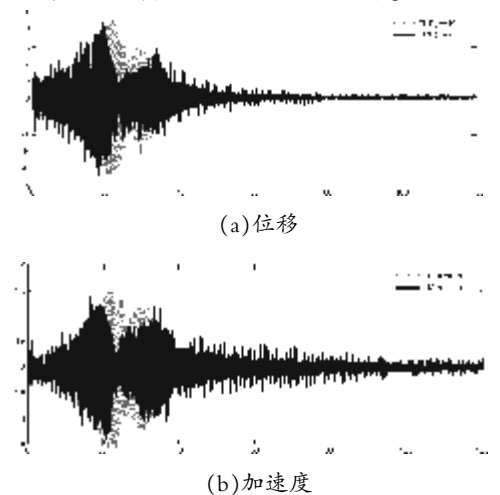


图8 安装不同活动质量的 TMD 减振装置结构响应对比图

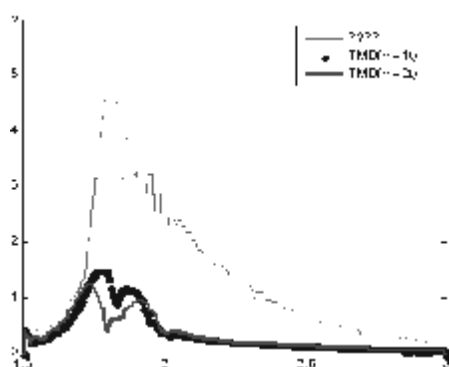


图9 设置 TMD 减振装置跨中节点加速度响应谱对比图

## 4 结论

以福州市浦西人行天桥为工程案例,根据实桥检测结果,进行了城市人行天桥的减震措施研究与分析,可以得到以下结论:

(1)实测桥梁基频 2.15 Hz,有限元模型计算基频 2.3 Hz,计算误差 7%,验证有限元计算模型是可靠的。

(2)按欧洲规范进行人致动力响应分析表明,浦西人行天桥人致激励下最大加速度达到  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ,超过了允许加速度  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。

(3)通过对经济性、施工可行性等方面比较分析,认为桥面或桥下安装 TMD 装置的减震方案可行;设置 1t 质量的 TMD 阻尼装置可使得加速度和位移响应均减小 70%,减震效果明显。

(4)为了获取最优减震效果,应进行准确精细的

模拟仿真计算并结合实桥检测结果,对比不同活动质量的效果,进行 TMD 装置的合理设计。

## 参考文献:

- [1] 陈政清,刘光栋.人行桥的人致振动理论与动力设计[J].工程力学,2009(26): 148-159.
- [2] 孙利民,闫兴非.人行桥人行激励振动及设计方法[J].同济大学学报(自然科学版),2004,32(8): 798-802.
- [3] 关山月.大跨度人行桥的人致振动分析与设计方法[J].防灾减灾工程学报,2010(30):106-109.
- [4] 北京市市政工程研究院. CJJ 89-95 城市人行天桥与人行地道技术规范[M].北京:中国建筑工业出版社出版,1996.
- [5] 王新敏.ANSYS 工程结构数值分析[M].北京:人民交通出版社,2007:7-8.
- [6] Thomas M. Floor vibrations due to human activity [M]. American Institute of Steel Construction, 1997.
- [7] 王均刚,马汝建,赵东,等.TMD 振动控制结构的发展及应用[J].济南大学学报(自然科学版),2006,20(2):172-174.
- [8] Rahul R, Soon T T. Parametric study and simplified design of tuned mass dampers [J]. Engineering Structures,1998,20(3): 193-204.
- [9] 同长虹,张雷涛.TMD 吸振原理及其参数优化[J].甘肃高师学报,2004,9(5):36-39.
- [10] 孙昊,周叮,刘伟庆,等.人群简化模型与人行桥 TMD 参数设计研究[J].振动与冲击,2016,35(4):217-223.

(责任编辑:夏婷婷)

## Research on Damping Measure of City Footbridge —Taking Puxi Pedestrian Bridge in Fuzhou as a Example

LUO Huiling<sup>1</sup>, LIN Wei<sup>2</sup>

(1.Fuzhou Institute of Technology, Fuzhou Fujian 350506;

2.School of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350116)

**Abstract:** Vibrations is an issue of increasing importance in current footbridge with large span and light quality. In this paper, the finite element model is set up for response analysis of the footbridge due to human activity according to the Eurocode. The analysis results show the response displacement and acceleration of the structure are decreased sharply after installing TMD with rational activity quality.

**Key words:** footbridge; human activity; damp; TMD

# 中国女篮与赛队技术统计分析

——2015 亚锦赛为例

陈龙强

(福建农林大学 公共体育教学部, 福建 福州 350002)

**摘要:**通过录像,统计分析等方法对2015年亚锦赛中国女篮与对手进攻和防守数据进行对比。认为影响亚锦赛中国女篮成绩的因素,可以从进攻和防守两方面的两分得分率、前场篮板、罚球、助攻、三分命中率、盖帽、抢断、后场篮板、犯规数据上进行研究。结果表明,中国女篮对战强队日本队全部数据与对战其他国家偏弱的队伍明显下降,说明中国队的整体配合能力及意识不如对手,队员的心理调节能力差,有人防守时投篮能力差,中国女篮全场不能保持良好、充沛的体能。提出中国女篮在训练过程中,应逐渐加强高强度防守下的摆脱、传球和投篮练习,在大强度、高速度下提高外线队员的突破能力、投射能力和助攻能力;中国女篮在训练和比赛中教练员应加强培养队员的独立性、坚韧性和应变能力,鼓励队员进行高强度的对抗;应通过各种比赛来培养球员助攻意识与快速攻击的能力,不断完善内、外结合的战术打法,充分发挥整体优势;应加强专项体能训练,强化爆发力和速度的训练;应加强球队内部建设,积极培养篮球后备人才;应虚心吸取并认真总结经验教训,积极反省,增强信心,鼓舞士气,落实整改等方面的建议。

**关键词:**亚锦赛;中国女篮;进攻;防守

**中图分类号:**G841 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0084-05

2015年女篮亚锦赛从9月29日开始,经过7天紧张的角逐,中国女篮最终以5胜2负(其中2次都是输给日本队)的成绩夺得亚军,无缘直通2016年里约奥运会的参赛资格。是什么原因导致此次女篮亚锦赛中国两次输给日本?本文通过研究对比中国女篮两次对战日本女篮和对战其他国家女篮的数据,从中国女篮每场比赛进攻和防守数据对比研究,找出中国女篮的不足,希望能为其以后的训练、竞赛提供理论依据。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

2015年亚锦赛中国女篮与与赛队伍的七场比赛。

### 1.2 研究方法

(1)文献资料法。查阅农大图书和网络有关文本的相关资料,以及整理中国女篮两次对战日本女篮和

与赛队女篮的数据,为本文奠定理论基础。

(2)录像观察法。反复观看2015年女篮亚锦赛中国女篮与与赛女篮的7场比赛,得出相关各项数据,为论文提供依据。

(3)数理统计法。对2015年女篮亚锦赛中国女篮每场比赛进攻与防守的数据进行统计,绘制表格,从而分析中国女篮在比赛中的存在的优势和劣势。

(4)对比分析法。分析2015年女篮亚锦赛中国女篮与各国女篮的7场比赛,得出相关各项数据,为论文。

## 2 结果与分析

### 2.1 从两次对战日本进攻角度

#### 2.1.1 二点球、三分球、罚球的命中率

表1 二点球、三分球和罚球数据统计

项目	小组赛第四场日本队	决赛日本队	平均值
二点球	18/52 34.6%	10/42 23.8%	29.2%
三分球	5/16 31.3%	7/21 33.3%	32.3%
罚球	5/12 41.7%	9/12 75.0%	58.4%

收稿日期:2016-03-18

作者简介:陈龙强(1988-),男,汉族,助教,主要从事体育教育训练学方向研究。

根据现代篮球理论,离篮筐越近,投篮命中率将越高。可是本次女篮亚锦赛,中国女篮两次对战日本队二分球的平均命中率却低达 29.2%,其中小组赛第四场为 34.6%,决赛为 23.8%,决赛比小组赛第四场低了 10.8 个百分点,回头看看日本女篮在决赛中二分球的命中率却高达 54.7%,这也是决赛大比分输给日本女篮的关键部分。说明日本女篮在对战中国女篮时加强了内线的防守,并有效遏制住了中国女篮内线的进攻,大大降低了中国女篮二分球的命中率。反之在决赛中日本女篮内线得分高达 42 分,而中国女篮总共只得了 20 分,要知道,中国女篮的平均身高比日本女篮高了 8 cm,但这样的高度优势却完全显现不出来。

三分球它不仅比二点球多得 50%的分,而且也提高了篮球运动的观赏性,颇受广大篮球爱好者的喜爱。本次女篮亚锦赛中国女篮的两次对战日本女篮的三分命中率可以从表中看出,并没有多大的改变,但是与日本女篮三分命中率 47.1%比起来却低了 14.8 个百分点,相差甚大。

从表 1 中可以看出,中国女篮两次对战日本男女篮均获得 12 次罚球的机会,但是从命中率上来看,58.4%的平均罚球命中率的确不可乐观。小组赛中对战日本女篮罚球仅有 41.7%的命中率也是输球的关键,虽然决赛中罚球命中率提高了不少,但也挽回不了进攻的颓势。

#### 2.1.2 助攻、前场篮板、失误的次数

表 2 助攻、前场篮板、失误数据统计

项目	小组赛第四场日本队	决赛日本队	平均值
助攻	14	9	11.5
前场篮板	13	18	15.5
失误	14	18	16.0

从表 2 中助攻和前场篮板的角度来看,中国女篮做得还是不错的。相对于日本女篮的 11 次助攻和 9 个前场篮板,高个的中国女篮在前场篮板的把握上还是做得相对较好,没有给日本女篮太多机会。但是,从小组赛对战日本,失误就是中国女篮最大的问题。跟日本的决赛中,中国女篮的失误依然没有改善。全场比赛,中国女篮失误高达 18 次,日本女篮只有 6 次。上半场日本反击 24 分,而中国女篮一共才得 22 分。

从录像上可知,在快攻得分上,两队的差距也是巨大,日本女篮快攻拿了 12 分,中国女篮仅 2 分。事实上,整场比赛日本女篮利用中国的失误得到了 24 分,这一数据同样是中国三倍,而中国女篮靠失误得 8 分。

## 2.2 从两次对战日本防守角度

### 2.2.1 后场篮板、犯规次数

表 3 后场篮板、犯规数据统计

项目	小组赛第四场日本队	决赛日本队	平均值
后场篮板	38	25	31.5
犯规	9	9	9

从表 3 中看到,决赛上后场篮板比小组赛中少了 13 个,说明日本女篮在自己的前场篮板上争抢更加积极了,而比日本女篮平均身高高 8 厘米的中国女篮,在决赛中竟然比日本女篮的后场篮板数少了 2 个,这也是本次亚锦赛大比分输给日本的原因之一。

在犯规次数上,中国女篮表现的还是不错的,两次对战日本都控制在 9 次犯规,没有给日本女篮太多罚篮的机会。在决赛中,中国女篮很好地造成了日本女篮 10 次犯规,此项数据还是相对可观的。

### 3.2.2 抢断、盖帽次数

表 4 抢断、盖帽数据统计

项目	小组赛第四场日本队	决赛日本队	平均值
抢断	4	4	4
盖帽	5	1	3

抢断是具有攻击性的防守技术,发动的快攻成功率最高,成功地几次抢断能影响一场比赛的走势,一方面鼓舞本队士气,另一方面摧毁对手防守的耐心和信心。在防守上,日本女篮可谓准备充分,全场比赛中她们抢断了 12 次,并利用快攻得到了 12 分。而中国女篮只有 4 次抢断,快攻也仅仅得到了 2 分。

盖帽是影响对方投篮命中率的主要手段,成功的盖帽对投篮运动员的心理将造成较大的压力,既能鼓舞球队的士气,也能影响进攻运动员自信心,进而遏制其进攻成功率。从比赛中可以看出日本女篮全场送出了 6 次大帽,而身高占优的中国女篮仅仅只有 1 次。

在这两方面的双重打击下,中国女篮最终还是没能从阴影中走出来,全场比赛 40 分钟有 33 分 49 秒是日

本保持领先,中国女篮仅仅在开局领先了5分38秒。

## 2.3 从对战其他国家女篮进攻的角度

### 2.3.1 二分之一球、三分球、罚球命中率

从表5可以看出,在小组赛中除了对战日本队外,中国女篮二分之一球命中率最低都有46.9%,但在半决赛对战韩国队却仅有38%,再回头看看表1中对战日本女篮的34.6%和23.8%,由此可以看出,中国女篮在高强度对抗赛中没法打出真正的水平,可能原因是队内没有核心球员、球员心理调节能力差、球员体力差等因素造成。

中国女篮的三分球,虽然一直保持在总平均值36.2%左右跳动,手感好的时候也有着42.3%的命中率,但是,相对于日本女篮决赛中47.1%的三分命中率来说,就显得太微不足道了。从罚球的角度来看,中国女篮本次亚锦赛场均能获得15个罚球的机会,但是罚球总平均命中率却仅有63.7%。从场均罚球命中率来看,最低达到50%,最高有着83.3%,罚球的不稳定性也给中国女篮带来了不小的影响,虽然在决赛中中国女篮罚球命中率有着75%,但也很难给中国女篮打出的劣势提供些许帮助。

### 2.3.2 助攻、前场篮板、失误次数

2015年女篮亚锦赛的小组赛上,中国对战除日本女篮外的其他队伍助攻场均均为18.2个,而对战日本队时(从表2看出),平均只有11.5个,场均少了6.7个。

由此可以看出,中国女篮对战像日本这样的强队时,球队的整体性、战术的合理性并没有发挥出来,大大削弱了进攻时的侵略性。

从表6中可以看出,中国女篮的失误一直都是她们最大的问题,场均13.9个失误,对整个队伍的信心是一个很大的打击。尤其是在第五场对战中华台北队和决赛对战日本队上,高达22和19个失误给中国女篮带来的压力是非常大的,而且在决赛中日本女篮通过中国女篮的失误得到了24分之多。

## 2.4 从对战其他国家女篮防守的角度

### 2.4.1 后场篮板、盖帽次数

从表7中可以看出,中国女篮的后场篮板表现还是挺可观的,场均34.4个后场篮板也给中国女篮组织进攻的次数带来不错的提升,但是在决赛上对战日本女篮却输给她们2个后场篮板,对于个高的中国女篮来说是一个很大的打击。在盖帽上,中国女篮也有这不错的表现,场均3.4个盖帽也给中国女篮带来了不小的气势提升。但同样在决赛上,中国女篮却以盖帽次数1:6的数据输给日本女篮。

### 2.4.2 抢断、犯规次数

从表8中可以看出,中国女篮在2015年女篮亚锦赛上除对战日本队外的抢断和犯规上都有很好的表现,场均7.9的抢断次数和场均6.7的犯规次数很好的削弱了对手的信心,也没给对手太多进行罚球

表5 中国女篮2015年女子亚锦赛二分之一球、三分球、罚球数据统计

项目	第一场 泰国	第二场 韩国	第三场 印度	第五场 中华台北	半决赛 韩国	平均	总平均值
二分之一球	34/57 57.0%	24/52 46.2%	30/64 46.9%	28/56 50.0%	19/50 38.0%	47.74%	42.40%
三分球	11/26 42.3%	6/15 40.0%	9/27 33.3%	4/10 40.0%	4/12 33.3%	37.78%	36.20%
罚球	12/19 63.2%	8/16 50.0%	15/21 71.4%	8/13 61.5%	10/12 83.3%	65.88%	63.70%

表6 中国女篮2015年女子亚锦赛助攻、前场篮板、罚球数据统计

项目	第一场 泰国	第二场 韩国	第三场 印度	第五场 中华台北	半决赛 韩国	平均	总平均值
助攻	28	12	21	17	13	18.2	16.3
前场篮板	14	14	26	15	14	18.6	17.7
失误	10	10	6	22	17	13	13.9



表 7 中国女篮 2015 年女子亚锦赛后场篮板、犯规数据统计

项目	第一场 泰国	第二场 韩国	第三场 印度	第五场 中华台北	半决赛 韩国	平均	总平均值
后场篮板	41	28	39	33	37	35.6	34.4
盖帽	6	1	4	3	4	3.6	3.4

表 8 中国女篮 2015 年女子亚锦赛抢断、犯规次数数据统计

项目	第一场 泰国	第二场 韩国	第三场 印度	第五场 中华台北	半决赛 韩国	平均	总平均值
抢断	14	9	12	6	6	9.4	7.9
犯规	3	8	5	8	5	5.8	6.7

的机会。但是在对战日本女篮时,相对于日本女篮在决赛中抢断中国女篮 12 个球来说,中国女篮场均 4 个抢断却不是个很好的数据。

### 3 结论与建议

#### 3.1 结论

从二点球得分率上看来,中国女篮在对战较弱的球队二点球命中率相对可观,但是在面对强队或关键场次的时候,二点球命中率却低得可怕。从三分球得分率上看来,虽然面对强队、弱队还是关键场次,场均三分球命中率相对稳定,但场均 36.2%的三分命中率确实不高,相对于日本决赛中 47.1%的三分命中率,对中国女篮防守的打击是非常大的。

从罚球得分率上看来,中国女篮的罚球命中率一直起伏不定,命中率低的时候可以达到 41.7%,高的时候可以达到 83.3%,相差 41.6 个百分点,起伏之大。从助攻的次数上来看,对战除日本女篮外的其他国家女篮,助攻可达到场均 18.2 次,但在对战日本女篮时场均只有 11.5 次。让我们回头看看中国女篮两次对战老对手,正在进行新老交替的韩国队,场均助攻也只有 12.5 次。可以看出,中国女篮在面对较强的队伍没有打出该有的团队实力,使得其助攻数上大大低于总助攻次数。从前场篮板次数上来看,中国女篮的前场篮板数还是相对不错的,场均 17.7 个,位居此次 2015 女篮亚锦赛第一位。

从后场篮板次数上来看,中国女篮的后场篮板与前场篮板一样,也相对可观。但是,在决赛中,中国女

篮在平均身高比日本女篮高出 8 厘米的情况下,后场篮板却比日本女篮少了 2 个,防守上的缺陷也暴露无疑。从失误次数上来看,中国女篮从小组赛开始,失误就是她们最致命的打击,失误数一场最高达到了 22 个,最致命的是决赛对战日本女篮,失误 18 个,是日本女篮的 3 倍之多。除开防守强度,由此可以看出中国女篮之间的默契程度相对较低,整体性相对较弱。从抢断次数上来看,虽然中国女篮场均能达到 7.9 个抢断,但从决赛的 4 次抢断来看,却是少的可怜,对比日本女篮的 12 次抢断,中国女篮在配合上的缺陷显而易见。从盖帽次数上来看,与后场篮板情况大致相同,决赛中身高占优的中国女篮只有一次盖帽,而日本女篮却有 6 个盖帽,可见日本女篮的防守强度相当之高。从犯规次数上来看,中国女篮的犯规次数控制得不错,场均 6.7 个犯规,没有给对手太多的罚球机会,也没有给自身的正常人员流转带来影响。

#### 3.2 建议

中国女篮在训练过程中,要逐渐加强高强度防守下的摆脱、传球和投篮练习,在大强度、高速度下提高外线队员的突破能力、投射能力和助攻能力。中国女篮在训练和比赛中教练员应加强培养队员的独立性,坚韧性和应变能力,鼓励队员进行高强度的对抗。通过各种比赛来培养球员助攻意识与快速攻击的能力,不断完善内、外结合的战术打法,充分发挥整体优势。体能是技术的基础,中国女篮应加强专项体能训练,强化爆发力和速度的训练。加强球队内部建设,积极培养篮球后备人才。虚心吸取并认真总结经验教训,积极反省,增强信心,鼓舞士气,落实整改。

**参考文献:**

- [1] 孙民治. 篮球运动高级教程 [M]. 北京: 人民体育出版社, 2004.194.
- [2] 马潇曼.第 30 届奥运会女子篮球强队进攻技战术特点研究 [J].山东体育科技,2013(5):23-25.
- [3] 汪明海.第 38 届欧洲男子篮球锦标赛法国男篮制胜因素研究[J].中州体育,2014(12):16-18.
- [4] 杨冲,谭明义.第 16 届男子篮球世锦赛中国队同与赛队进攻能力数据统计对比分析[J].内江科技,2011(9):24-27.
- [5] 刘毅.第 16 届女子篮球世锦赛各球队技术指标的综合分析 [J].企业家天地(理论版),2011(5):31-33.
- [6] 陈龙强.2011-2012 CBA 总决赛北京、广东队技术统计剖析 [J].集美大学体育科学研究, 2013(2):45-48.
- [7] 王凤强,陆彩凤.2010-2011 赛季 CBA 总决赛广东队与新疆队技术指标统计分析[J].辽宁体育科技,2011(5):62-65.
- [8] 张孔军,顾春雨,郭永波,等.2004-2005 赛季 CBA 总冠军争夺赛技术运用状况对比研究[J].北京体育大学学报,2007,30(2):265-267.
- [9] 孙强,沈时明,尹力波.2008-2009 赛季 CBA 总决赛冠军亚军球队技术运用和能力对比研究[J].绵阳师范学院学报,2009(11):118-122.
- [10] 卢桂兵,董丹丹.2009-2010 赛季 CBA 冠军争夺战技战术特点分析[J].内江科技,2011(6):146.

(责任编辑:夏婷婷)

## Chinese Women's Basketball Team and the Teams' Technical Statistics and Analysis – Taking 2015 Asian Championship as an example

CHEN Longqiang

(Department of Public Physical Education, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** Through video, statistical analysis and other methods for Asian championship in 2015 the Chinese women's basketball team offensive and defensive data is compared with his rival. Think the factors that affect performance results in Asian championship China women's basketball team, two points can be from two aspects of offensive and defensive serves, offensive rebounds, free throws, assists and three point shooting, blocks, steals, defensive rebounds, foul on data for research. Results show that the Chinese women's basketball team against strong teams Japan all data with against the weaker teams in other countries, to explain the overall coordination of the Chinese team and consciousness than rivals, players' psychological adjustment ability is poor, someone shot at defending ability is poor, the Chinese women's basketball team full cannot keep good, abundant energy. China women's basketball team in the training process, should gradually strengthen defense under the high strength to get rid of, passing and shooting practice, under the big strength, high speed increase perimeter players ability to breakthrough, shooting ability and assists; The Chinese women's basketball team coaches in training and competition should strengthen the independence of the training team, resilience and strain capacity, encourage players to high intensity; Should be through a variety of games to develop players assists consciousness and the ability of fast attack, the improvement of the internal and external combined tactical methods, give full play to the overall superiority; Special physical training should be strengthened, strengthen the training of explosive force and speed; Should strengthen internal team construction, and actively cultivate the basketball reserve talented person; Should learn modestly and summarizes the experience and lessons seriously and actively reflect on, strengthen confidence, morale, aspects and so on to carry out the rectification Suggestions.

**Key words:** Asian Championship; Chinese women's basketball team; attack; defensive

# 世界优秀羽毛球男单选手区域 技术使用情况分析

陈 斌

(福建农林大学 公共体育教学部, 福建 福州 350002)

**摘 要:**采用数理统计、录像统计和文献资料法等研究方法,对 2013 年国内外重大羽毛球比赛中优秀男子单打选手“区域技术使用情况”等数据进行对比分析。结果显示:前场区域击球技术主要以击网前球为主;中场区域击球技术主要以挡、抽球、拦球等过渡性技术为主;后场区域击球技术主要以杀球为主,下压球居多;反手区域采用正手击球技术和头顶击球技术为主。为中国羽毛球男子单打保持领先地位,提供训练理论依据。建议中国羽毛球队加强网前球、挡、抽球、拦球、杀球、正手击球和头顶击球的训练。

**关键词:**羽毛球;男子单打;技战术;区域技术

**中图分类号:**G847 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0089-04

中国羽毛球队是我国竞技体育的优势项目之一,长期以来一直肩负着重大国际比赛和奥运会比赛,扮演着摘金夺银的任务和为国争光的责任。但近年来随着羽毛球赛制的改革,和奥运会羽毛球参赛制变化可能给我们带来的诸多不利因素,将对我们现在的优势地位提出了严峻的挑战。并且现在中国羽毛球队处在一个新老交替的阶段,虽然新队员在国际比赛中也取得了许多辉煌的成绩,由于比赛经验的不足,在比赛中成绩发挥不稳定<sup>[1]</sup>。

## 1 羽毛球战术介绍及研究方法

### 1.1 羽毛球战术介绍

羽毛球技战术是由技术和战术两个部分组成的,技术和战术相辅相成,缺一不可,只有两者完美的结合运用,才能在比赛中取得胜利。田麦久在《运动训练学》中把技术和战术定义为:技术是完成特定体育活动的方法,而战术是为了在比赛过程中为战胜对手或

为了取得比赛的胜利采取的计谋和行动;技术主要是由动作基本结构和技术组合两层意思,战术主要是由战术指导思想、战术意识、战术观念等组成的<sup>[2]</sup>。

戴金彪等在《21 分制对羽毛球男单技战术发展的影响》指出:二十一分制,比赛时间短、节奏和速度快。发球抢攻技战术和网前球和抽挡技术运用频繁、后场打法主要以下压球为主<sup>[3]</sup>。

张博在《羽毛球单打位置回动新议》中将羽毛球场地分为 5 个区域,分别是前场区域、中场区域、后场区域、和左半区、右半区五个区域,前场区域是指球网到前发球线的区域;中场区域指前发球线到双打后发球线的区域;后场区域指双打后发球线到端线的区域;以中线为界,分为左半区和右半区区域,运动员在场上根据战术需要,选择合理的步伐进行击球,并回动,控制整个比赛的主动权,从而运用灵活的战术赢得<sup>[4]</sup>。

### 1.2 研究方法

本文采用数理统计、录像统计、专家访谈法和文献资料法等研究方法,利用上海体育学院羽网教研室开发的“羽毛球技战术数据采集”软件,对 2013 年国内外 36 场重大比赛的世界优秀男单选手(李宗伟、林丹、谌龙、杜鹏宇、田儿贤一、约根森)的比赛录像的前

收稿日期:2016-03-01

作者简介:陈斌(1990-),男,汉族,助教,主要从事体育教学与训练的研究。

场、中场和后场的技术使用情况进行统计与分析,讨论我国羽毛球男子单打选手区域技术使用情况统计与分析,以及世界羽毛球单打技战术特征发展趋势。旨在为我国羽毛球男子单打比赛在新老交替的形势下,提高科学化训练水平,制定相应的训练对策,为我国羽毛球男子单打项目的可持续发展,提供理论依据。

## 2 结果与分析

羽毛球场地长 13.4 m,宽 6.1 m,以中线为界,将羽毛球场地划分为左半区和右半区,前场区域就是前发球线到球网的区域;中场就是前发球线到单打端线的区域;后场就是双打后发球线到端线之间的区域。通过观察运动员在前场、中场和后场区域所使用的技术次数,来分析各个区域击球的特点和技战术,为训练提供参考依据。

### 2.1 前场区域技术使用情况统计与分析

前场区域是指前发球线到球网之间的距离,前场技术根据运动员在场上击球的情况,可以分为主动、被动和过渡击球。前场击球技术主要有搓放、推、扑、挑、放、勾、高点放和封网等技术,主动击球指运动员有充分的时间考虑用何种击球技术;被动击球指运动员在场上非常被动,击球点非常低,没有多余的时间去考虑用何种技术去击球;过渡性击球指运动员根据场上的情况使用过渡性击球技术,被动化主动,抢占先机。通常我们把搓放和放网前球扑球和封网前归为主动击球;把挑球归为被动击球;最后把推球和勾球归为过渡性击球。

表 1 前场区域技术使用情况总体统计与分析

前场技术	搓放	推	扑	挑	放	封网	高点放	拨	勾	合计
次数	1 320	1 202	373	2 748	1 641	71	240	62	548	8 205
百分比/%	16.09	14.65	4.55	33.49	20.00	0.87	2.93	0.76	6.68	100

从表 1 数据可知,世界优秀羽毛球男单打选手前场区域技术使用次数最多的是挑球技术,为 33.49%,其次是放球技术,为 20.00%,排在第三位的是搓球技

术,为 16.09%,排在第四位的是推球技术,为 14.65%,其它依次是扑球和勾球,分别为 4.55%、6.68%。其它技术如封网、拨球技术使用次数比较少,分别为 0.87%、0.76%。从以上数据可知,前场区域击球技术主要以击网前球为主,对方都是放网前球,迫使对方起高球,所以挑球技术使用比例排在第一位,世界高水平运动员在单打比赛过程中,都是主动抢高点,放网前球为主,控制网前球,迫使对方起球,为下一拍突击做准备。

通过对上述六名男单选手前场区域技术使用情况个体技术数据的进一步分析可知:6 位世界优秀羽毛球男子单打选手在前场技术使用次数存在着明显不同:搓放技术使用次数最多的是李宗伟,为 29.48%,其次是约根森,为 24.3%,其它依次是杜鹏宇、林丹、田儿贤一,分别为 12.23%、10.51%、7.69%,最后是谔龙,为 5.98%;放网前球技术使用最多的谔龙,为 35.35%,其次是杜鹏宇、林丹、约根森、田儿贤一,分别为 20.18%、20.15%、16.12%、15.93%,最后是李宗伟,为 9.58%;挑球技术使用最多的李宗伟,为 45.14%,其次是田儿贤一、杜鹏宇、林丹、约根森,分别为 41.39%、37.06%、33.69%、31.54%,最后是谔龙,为 18.85%;勾球技术使用最多的是约根森,为 8.68%,其次是田儿贤一、林丹、李宗伟、杜鹏宇,分别为 7.04%、6.93%、6.88%、5.85%,最后是谔龙,为 4.41%;推球技术使用最多的是谔龙,为 28.34%,其次是林丹、杜鹏宇、田儿贤一,分别为 23.4%、12.75%、7.04%,最后是李宗伟,为 6.51%,其它技术使用情况比较少。由以上数据可以看出李宗伟的搓放技术比林丹和谔龙细腻,搓球质量和落点好;谔龙在前场推挑技术用的比较多,由于谔龙身高,主要拉吊突击为主,通过控制落点和击球的质量,需找机会突击,推挑技术具有很强的攻击性,给对方造成很大的被动。

### 2.2 中场区域技术使用情况统计与分析

中场区域是指前发球线到双打后发球线之间的区域,中场技术可分为挡、抽、挑、杀、拦等技术,中场区域一般是对方进攻的重点区域,通过对中场区域技术使用情况分析,我们可以了解每个运动员在中场区域击球的技术特点,同时中场区域防守的好,有利于防守转进攻,被动转主动的优势。

表 2 中场区域技术使用情况统计与分析

技术	挡	抽	中场挑	杀	拦	合计
次数	1 861	540	304	182	250	3 137
百分比/%	59.32	17.21	9.69	5.80	7.97	100

由表 2 数据可知:在中场区域使用最多的技术是挡球技术,为 59.32%,其次是抽球技术,为 17.21%,排在第三位的是挑球技术,为 9.69%,最后依次是拦球技术、杀球技术,分别为 7.97%、5.8%。从数据可知,中场区域所用的技术动作都是比较少的,主要原因是中场区域是对方进攻的重点区域,击球速度快,落点质量高,防守队员根本没有时间做动作,第一反应就是先把球击打过去,所以挡球、抽球和拦球技术为主;当对方回球质量和落点比较差时,防守队员也会进行突击杀球,如果处于非常被动状态,只能用挑球技术来过渡。

通过对上述六名男单选手中场区域技术使用情况个体技术数据的进一步分析可知:6 位世界优秀羽毛球男子单打选手在中场技术使用次数中存在着明显的不同,挡球技术使用最多的谔龙,为 85.68%,其次是林丹、约根森、李宗伟、杜鹏宇,分别为 67.08%、57.55%、57.14%、56.7%,最后是田儿贤一,为 44.14%;抽球技术使用最多的杜鹏宇,为 27.58%,其次是李宗伟,为 24.07%,最后依次是林丹、田儿贤一、约根森、谔龙,分别为 20.79%、20.83%、5.89%、5.12%;拦球技术次数使用最多的田儿贤一,为 19.91%,其次是林丹,为 7.43%,最后依次是约根森、杜鹏宇、李宗伟,分别为 6.80%、6.44%、3.26%;杀球技术使用最多的是约根森,为 11.63%,其次是李宗伟,为 6.21%,最后依次杜鹏宇、田儿贤一、林丹、谔龙,分别为 6.19%、4.63%、1.73%、1.02%;挑球技术使用最多的是约根森,为 18.13%,其次是田儿贤一,为 10.49%,最后依次是李宗伟、谔龙、杜鹏宇、林丹,分别为 9.32%、8.18%、3.09%、2.97%。从以上数据表明:李宗伟、林丹和谔龙在中场击球技术差不多,主要以挡、抽技术来过渡,积极的为下一拍做准备,有时候对方到中场的球质量不高,李宗伟比谔龙、林丹更能抓住机会进行突击,突击能力强于两者。

### 2.3 后场区域技术使用情况统计与分析

后场区域指双打后发球线到端线的距离,根据位

置的不同,可以分为正手击球、反手击球,根据场上的击球情况,可以分为主动击球、被动击球;根据击球点的不同,又可以分为低手打球和高点打球。后场技术通常有高、吊、杀、被动吊球、被动抽球、平高球、点杀等技术动作,运动员根据场上的比赛情况以及技战术的需要,选择合理的技术把球击打过去,通过对后场区域击球技术使用情况的统计和分析,可以了解当今世界高水平羽毛球男子单打的技术使用特点和发展趋势。

表 3 后场技术使用情况统计与分析

技术	次数	百分比/%
高	878	18.61
吊	1 143	24.23
杀	1 347	28.56
被动吊球	98	2.08
被动抽球	119	2.52
平高球	130	2.76
抽	132	2.80
反手高远	191	4.05
反手吊	271	5.75
低吊	83	1.76
点杀	325	6.89
合计	4 717	100

由表 3 数据可知,后场击球技术使用最多的是杀球技术,为 28.56%,其次是吊球技术,为 24.23%,第三位、第四位的是高球和点杀,分别为 18.61%、6.89%,其它依次是反手吊、反手高远球、抽球、平高球、被动抽球、被动吊球,分别为 5.75%、4.05%、2.8%、2.76%、2.52%、2.08%。通过以上数据可知当今世界优秀羽毛球选手在后场技术使用最多的是杀球,下压球居多,然后上网积极抢高点,占取主动位置,后场吊球技术、点杀技术比例有所上升,平高球、被动吊球和被动抽球技术使用的比较少,反手区域一般采用正手击球技术或者头顶击球技术来处理,因为反手击球技术,速度慢、危险性不高,所以比赛过程中用的比较少。

通过对上述六名男单选手后场区域技术使用情况个体技术数据的进一步分析可知:6 位世界优秀羽毛球男子单打选手在后场技术使用次数使用情况存在着明显的不同,后场杀球技术使用最多的是田儿贤一,比例为 39.88%,其次是杜鹏宇,为 33.89%,最后依次

是约根森、谌龙、李宗伟、林丹,比例分别为33.30%、27.89%、22.21%、13.79%;后场吊球技术使用最多的是谌龙,为33.66%,其次是杜鹏宇,为33.39%,最后依次是李宗伟、约根森、林丹、田儿贤一,比例分别为26.33%、23.1%、17.39%、11.78%;后场高球技术使用最多的是约根森,为28.2%,其它依次为李宗伟、田儿贤一、林丹、杜鹏宇、谌龙,分别为21.56%、20.85%、14.84%、10.35%、7.61%;点杀技术次数使用最多的是林丹,为18.89%,其它依次为李宗伟、谌龙、杜鹏宇、约根森、田儿贤一,分别为11.48%、7.18%、3.34%、1.73%、0.30%;被动吊球技术次数使用最多的杜鹏宇,为3.67%,其次是李宗伟,为2.49%,其它依次为林丹、田儿贤一、约根森、谌龙,分别为2.40%、1.96%、1.56%、0.85%;反手吊球里,使用次数最多的是谌龙,为12.96%,其次是田儿贤一,为7.55%,最后依次为林丹、杜鹏宇、约根森、李宗伟,分别为6.75%、4.01%、2.94%、2.82%;从数据上可以看出后场击球技术主要以杀球为主,随着现在羽毛球的发展,对运动员的速度、力量以及体能要求越来越高,后场球主要以下压球为主,积极抢网,争取整个比赛的主动,李宗伟、林丹、谌龙的后场能力突击能力非常强,一有机会,快速突击。

### 3 结论

(1)世界优秀羽毛球男子单打选手网前区域主要

以放网前球为主,控制网前球,主动抢高点,迫使对方起球,为下一拍突击做准备。

(2)世界优秀羽毛球男子单打选手中场区域主要以挡球、抽球、拦球等过渡性击球技术为主,主要原因是中场区域是对方进攻的重点区域,击球速度快,落点质量高,防守队员没有时间做动作,第一反应就是把球打过去。

(3)世界优秀羽毛球男子单打选手后场区域主要以杀球为主,下压球居多。反手区域一般采用正手击球技术或者头顶击球技术来处理。

### 参考文献:

- [1] 蔡犁,陈斌.世界优秀羽毛球男单选手前四拍技战术特点分析[J].成都体育学院学报,2014,40(12):63-67.
- [2] 田麦久.运动训练学[M].北京:人民体育出版社,2000.
- [3] 戴金彪,管颖,卢志泉,等.21分制对羽毛球男单技战术发展的影响[J].上海体育学院学报,2008,32(2):87-89.
- [4] 张博.羽毛球单打位置回动新议中[J].沈阳体育学院学报,2002(1):21-22.
- [5] 凌波.新规则在羽毛球青年男子单打项目中试行情况的分析[J].南京体育学院学报,2000,14(4):147-148.
- [6] 程勇民,王跃平,梁承谋.羽毛球运动员的反应时与竞技能力[J].浙江体育科学,2006,28(2):60-63.
- [7] 吉新鹏.羽毛球运动员技战术与心理素质[J].体育科学研究,2004,8(2):27-29.

(责任编辑:叶丽娜)

## Analysis on World Excellent Badminton Men's Singles Player Regional Technology Usage

CHEN Bin

(Department of Public Physical Education Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract:** In this paper, using mathematical statistics and video statistics and documentary research methods, and given the contrast analysis of the data on "regional technology usage" shown by the outstanding men's singles player in major badminton games at home and abroad in 2013. The result shows: the front area net hit technology mainly is given priority to; Midfield zone techniques mainly block, the transitional technology such as smoke ball; The back area mainly to kill the ball to hit the ball technology, press the ball is in the majority; Backhand area with forehand technique and overhead shot. Maintain its leading position for the Chinese badminton men's singles, providing theoretical basis for training. To advise the Chinese badminton team player, stop, take the ball, the ball, the smash, the forehand and the top of the head shot of training.

**Key words:** badminton; men's singles; tactics; regional technology

# 地方性应用型工科大学物理实验教学模式改革探索

高潭华, 苏春燕, 张明文, 刘雪梅, 叶靖莹

(武夷学院 机电工程学院, 福建 武夷山 354300)

**摘要:**以地方性应用型工科院校人才培养目标为出发点,指出传统大学物理实验教学中存在的问题,通过建设多通道、立体化、网络化的大学物理实验的教学资源,改革教学内容、实验课堂教学以及学生实验的评价,创建新型的大学物理实验教学模式。

**关键词:**大学物理实验;教学模式;微视频课程;虚拟实验平台;评价方式

**中图分类号:**G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0093-04

当今科技飞速发展,高等学校的人才培养面临严峻的挑战,实验教学作为工科教育结构中的重要组成部分,对学生科学素养、工程技术素质、文化素质以及创新意识的培养具有不可替代的地位和作用。大学物理实验是工科学生开始接受系统科学实验和技能训练的开端,其丰富的实验思想、方法和手段,对于工科学生是非常重要的,它不仅会影响学生后续实验课程的学习,而且在某种程度上将影响他们今后的专业生涯。传统的大学物理实验教学从内容、教学方式、教学过程以及评价方式等方面都存在明显的缺点,例如:学生完成一个物理实验的基本过程一般是:学生通过实验教材进行预习,到实验课堂后先由教师讲解、演示实验,然后再由学生自己动手做实验,完成实验后经教师检查实验数据并签字,课后由学生处理实验数据撰写实验报告。这种教学模式的教学效率低,学生实验的操作训练和思维训练都不足,实际情况是很大一部分学生是“依葫芦画瓢”完成实验,有的学生甚至编造实验数据、抄习实验报告,浪费了宝贵的实验资源和时间。另一方面,由于上实验课的学生人数众多,

指导教师辛苦异常、疲于奔命。基于此现状,我们在现代教育理论指导下,充分利用迅速发展的网络技术,通过多通道、立体化、网络化的大学物理实验教学资源的建设,从实验教学内容、实验教学资源建设、实验课堂教学以及学生实验的教学评价等多方面对大学物理实验教学进行改革,建立新型的适应应用型工科人才培养目标的大学物理实验教学模式。

## 1 建立层次化的适合应用型工科要求的大学物理实验教学内容体系

以大学物理实验教材建设为主线,改变传统以力、热、声、电、光进行分类的课程模式,建立以引导性、基础性、综合性、设计性实验的层次化的适合应用型工科要求的大学物理实验教学内容体系。

### 1.1 注重物理实验思想、方法和技能的基础训练

根据应用型工科人才的培养目标,系统地训练学生物理实验的基本技能。由于教学时数的限制,精选两个引导性实验和十个基础性实验,通过这些基础性的验证实验,使学生形成以下四个方面的能力,即:(1)掌握测量误差的基本知识,形成正确记录和处理实验数据的能力(如掌握列表法、逐差法、作图法和最小二乘法等数据处理方法);(2)掌握常用物理实验方法(如:利用理论知识,设计物理量测量的各种方法),特别是与工程相关的实验方法;(3)常用物理仪

收稿日期:2016-02-25

基金项目:福建省基础物理实验教学平台建设项目  
(Sj2013004)。

作者简介:高潭华(1963-)男,汉族,教授,主要从事大学物理及实验教学、计算凝聚态物理方面研究。

器(如:游标卡尺、螺旋测微计、移测显微镜、水银温度计、福廷气压计、秒表、各种电表、示波器、迈克尔逊干涉仪等)的使用方法;(4)掌握常用的实验操作技术测量基本的物理量(如:长度、质量、温度、压强、压力、电流、电压、电阻、磁感应强度、光强度、折射率等)。

### 1.2 开发具有专业特点的大学物理综合性实验

根据我校开设的不同专业,开发具有工科专业特点的综合性大学物理实验,目的是引导学生从各自专业学习的角度来思考分析物理实验问题,促进学生对所学专业的理解,加深对大学物理实验作用的认识,强化专业思维意识,提高学习的积极性。在开发综合性实验中尽量做到以下四点,即:(1)实验具有综合性,能引导学生对知识、仪器、技术和基本实验方法进行综合;(2)相应专业需要,但学校的现有课程中又暂时还没有覆盖到;(3)具有现代性,是现行应用比较广泛的成熟技术;(4)物理原理能讲清楚,实验能在规定时间内完成。为此实验室用了一年多的时间,要求每一位实验教师做一个专业(或专业群)的调研,选择一个具有专业特点的综合性物理实验课题研究,购置相应的实验仪器,完成试验并撰写讲义。期间实验室组织了多次的交流和讨论,开发了适合机械类专业的“光栅传感器测量位移和角位移”实验,适合环境与化工类专业的“衍射光栅测量及其应用”等八个综合性实验。在此过程中,教师们付出了巨大的努力,也收获了成果,特别是年青教师对学校的专业设置及内含有了更深的了解,对大学物理实验的作用也有更深的认识,起到了教学研究与教师成长相长的作用。

### 1.3 开发以培养学生应用能力的设计性实验;开展以创新为目标的大学生创新实验

创新意识和能力的培养是知识技能学习的最终目标,学生在大学物理实验阶段的学习,重点培养这方面的意识,为此我们在设计性实验中只给学生实验目的、要求、实验室有的相关仪器以及推荐参考文献,学生必须在充分调研的基础上,综合运用所学的知识,建立模型、选择实验方法及配套的仪器、测量条件等等;提出合理的实验方案;提交实验准备报告;进行实验,改进方案;撰写实验报告;最后完成整个实验。由简单到复杂安排一系列设计性的实验。设计性实验提高了学生获取信息和运用知识的能力,并增强了他们的创新意识。

利用各级大学生创新实验项目的建设,以团队的

形式开展科学研究,培养工科学生的创新精神和研究能力,如:2012级微电子学专业卢新柳同学主持的福建省大学生创新实验项目“计算机处理大学物理实验数据的方法研究和软件设计”,经过两年的努力,不仅做出了一套处理大学物理实验数据的模板,而且对一些问题进行了比较深入的探索和研究,解决了在Excel中粗大误差自动剔除问题<sup>[1]</sup>,论文在本科大学学报公开发表。

## 2 建立多通道、立体化、网络化的大学物理实验教学资源,促进学生的自主学习

教学资源建设是提高实验教学质量的有效手段,通过建设多通道、立体化、网络化的大学物理实验微视频课程辅助教学平台和虚拟实验平台,能改变学生只通过教材预习不直观、抄录教材写预习报告、预习效果不好的现状。激发学生自主学习的积极性,即使在实验课堂上也能通过手机等移动终端,个性化地学习自己需要的知识和技能,并进行实践,从而提高实验课的课堂效率和教学质量。

### 2.1 制作与教学内容配套的大学物理实验微视频课程辅助教学平台

随着网络技术的发展,手机、ipad等移动终端的普及,以微博、微信为代表的“微动力”促进了“微时代”的快速发展,微视频课程已经成为重要的学习资源。借鉴国内外微视频课程建设的经验,<sup>[2-3]</sup>我们根据实验类操作性课程的特点,开展与教材相配套的大学物理实验微视频课程辅助教学平台的建设,通过全新的教学设计,将实验教师的课堂教学和实验演示分解成一些时长在三至五分钟的微视频,每个微视频讲清楚一至两个知识点或实验内容,每个实验的各个微视频之间存在一定的逻辑关系,但又相对独立,学生在实验过程中遇到问题也可以随时调用观看。微视频课程平台的建设将改变现有的教学模式,促进学生自主学习,提高实验课程的课堂效率和教学效果。

### 2.2 选择引进虚拟大学物理实验平台

仿真实验能有效改善教学受时间和空间的限制,可为学生提供全方位、开放性的操作环境,实现在虚拟环境下近乎真实的实验体验,学生在仿真实验过程中,只有正确理解原理,熟悉实验步骤并正确操作,才能得到较好的实验结果,这能促进学生主动思考,有



效的提高了学习的能动性,激发学生探究创新的激情以及培养学生独立思考的良好习惯,通过仿真实验,学生可反复检验自己设计的实验方案,在实验过程中体会设计成功的喜悦和反思设计失败的教训,培养良好的科学探究素养,同时也促使学生建立科学的认识论和方法论,对学生的成长具有深远意义<sup>[4]</sup>。

学习兄弟院校大学物理实验教学的成功经验<sup>[4-8]</sup>,引进由中国科技大学霍剑青、王晓蒲等开发的“大学物理仿真实验系统 2010 版”,主要选择与我校实验相对应的 20 个实验项目。通过虚拟实验平台的建设,为学生进入实验室进行具体实验前后的预习和复习提供了方便,使课堂实验过程更加高效。同时此平台还为学有余力的学生提供了深入学习的条件,丰富了大学物理实验的教学内容。

### 2.3 改善大学物理实验室的仪器设备,增加学生实践操作的时间、提高实验课堂效率

作为地方性应用型的工科学院校,学生的实践操作能力的培养始终是教学的主要目标之一,必须通过改善仪器设备,增加学生独立的实践操作和实验操作的时间是提高教学质量的根本手段,我们的目标是:对于可以单人完成的基础性实验,尽量做到一人一组完成实验,需合作完成的实验才安排两人一组完成实验,保证每个学生都有条件得到很好的实验技能的训练。

## 3 改革实验课堂教学,合理分配实验课时间

传统实验课堂效率不高的主要原因是:(1) 学生预习不够充分;(2) 课堂实验时由于学生人数众多,有些学生性格腼腆羞于提问,教师不能及时关照到所有学生;通过微视频课程、虚拟实验等大学物理教学资源建设后,这些情况会得到改变。在此基础上可以对实验课堂进行优化,主要在以下三个方面:

### 3.1 取消学生实验操作前三十分钟的教师讲课,改成互动的学生预习情况检查

由于建立了可视化、交互式的大学物理实验教学资源,学生预习不再是只阅读教材,而是教材、微视频和虚拟实验这样立体化、多通道的学习资源库,预习的质量能大大提高,进入实验课堂着重进行的实践操作训练、解决更深层次的问题。在实验课堂教学中完全可以取消学生实验操作前三十分钟的教师讲课和演示,学生进入实验室后直接开始实验,增加学生实

验操作的时间。教师则利用课堂时间检查学生的预习情况,通过面对面的交流,及时对学生的预习情况进行点评和指导。

### 3.2 优化教师实验课堂的辅导,针对性的解决学生在实验中出现的问

学生在实验过程中遇到问题时,可以通过手机即时查阅相关微视频以解决实验中遇到的困难,教师则只需解决微视频课程中未考虑到的情况,有针对性的解决学生实验中出现的问

### 3.3 及时评价并记录学生实验过程中的表现

建立了微视频课程辅助教学平台后,学生在实验中遇到的许多问题都可以通过查阅微视频得到解决,学生在实验课堂中走动会大大的减少,实验课堂会更加有序。教师则可通过对每一组实验学生观察和交流,及时评价并记录学生在实验过程中的表现,评价的内容包括学生的实验过程表现和实验数据记录情况等内容,并加权计入实验成绩。

## 4 改革实验成绩的评价方式,促进学生自主学习和实践操作训练

传统的学生大学物理实验成绩一般包括平时成绩和期末考试成绩,平时成绩是对每个实验的评价,依据通常是预习报告和实验报告。在实际的操作过程中由于时间、人员、仪器和经费等原因,期末考试往往流于形式,有的为了应付检查,甚至把学生的某一次实验作为期末考试。这是一种对学生实验的总结性评价方式,而实验过程的评价没有给予足够重视,忽略了评价的激励和调节作用,不利于学生改进和调整学习,提高学习效果。

通过建立丰富的大学物理实验教学资源,在实验课堂上,教师有时间和精力关注学生在实验过程中的表现,及时对其预习情况、学习态度、实验操作等进行实时评价,帮助他们调整和改进学习,主要通过以下两个方面对学生实验成绩评价进行改革。

### 4.1 注重过程评价,通过师生互动,促进学生动手操作训练

借鉴其他高校的经验<sup>[9-13]</sup>和我校的实际情况,将每一个实验过程分为三个阶段(即预习、实验操作和实验报告),每个阶段都建立相应的评价指标。(1)预习

部分的测评项目包括:检查预习报告和简单的提问,这部分内容在实验课堂上通过面对面与学生互动形式完成,成绩占平时成绩的30%。(2)教师课堂对每一组的课堂巡视,考察学生实验过程的关键操作、动手能力情况和实验原始数据记录等内容,占平时成绩的40%。(3)实验报告的测评则包括:实验数据的真实性、实验数据的处理正确性、实验结果的分析、实验知识的拓展和思考题回答等,占平时成绩的30%。在此评价体系中能较真实有效的评价学生的学习过程,并能及时帮助学生进行改进,促进学生的发展。

#### 4.2 建立大学物理实验成绩管理和考试系统

客观、准确的实验考试是评判实验教学效果、提高实验教学质量的重要手段。但长期以来,由于受到实验室条件和师资力量限制,全体学生的物理实验考试难于有效实施,为了解决大学物理实验考试的困难,准备购置由合肥中科奥锐有限公司开发的“物理实验考试和自动判卷系统”,并准备在此基础上建立适合我校的物理实验成绩管理和考试系统。

## 5 结语

作为一所升本不久的地方性、应用型本科院校,教学条件急需改善和教学水平需要提高,在福建省基础实验教学平台建设项目的支持下,我们正努力从教材建设、网络教学资源建设、实验课堂教学改革以及学生实验评价等多方面对传统的大学物理实验教学模式进行改革,创建新型的大学物理实验教学模式。

## 参考文献:

- [1] 卢新柳,高潭华.用 Excel 处理实验数据粗大误差剔除的方法[J].福建师大福清分校学报,2015(2):65-70.
- [2] 王冕.面向碎片化学习时代微视频课程的内容设计[D].上海:华东师范大学,2013.
- [3] 宋金璠,郭新峰,王生钊,等.微课在大学物理实验教学中的应用[J].物理实验,2015(2):12-17.
- [4] 唐锋意,张翼,赵瑞,等.大学物理仿真实验在民族医学院校中的应用浅谈[J].大学物理,2011,30(2):31-33.
- [5] 邢永强,李国峰,武娥,等.地方工科院校大学物理实验开放教学对策[J].实验科学与技术,2015,13(1):121-122.
- [6] 霍剑青,王晓蒲,汤家骏,等.分层次的物理实验教学研究[J].实验室研究与探索 2009,28(4):232-234.
- [7] 王小兰,戴亚文.信息化环境下大学物理实验教学新模式的研究与实践[J].大学物理实验 2013,26(3):144-148.
- [8] 霍剑青.应用信息技术培养新型人才实验教学模式的思考与实践[J].物理与工程 2013,23(6):26-29.
- [9] 王化忠.中美大学物理实验教学模式的比较研究[J].云南农业大学学报 2013,7(1):54-58.
- [10] 陈洪叶,曹学成,陈军,等.大学物理实验成绩的形成性评价模式[J].大学物理实验 2014,27(4):129-131.
- [11] 黎珉,洪炜宁,钱良存,等.大学物理实验综合性考核方式的实践[J].大学物理实验 2011,24(2):104-105.
- [12] 袁艳红.技术应用型院校大学物理实验课程教学改革的研究与实践[J].大学物理实验 2013,26(3):107-110.
- [13] 吴肖,熊建文.基于工作单和观察评价的大学物理实验操作考试[J].实验室研究与探索 2012,31(2):141-143.

(责任编辑:华伟平)

## Exploration on Innovation in Teaching Mode of College Physics Experiments for Application-oriented University

GAO Tanhua, SU Chunyan, ZHANG Mingwen, LIU Xuemei YE Jingying

(School of Machine and Electronic Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

**Abstract:** According to the personnel training goals of applications-oriented universities, The existing problems in the traditional college physics experiment teaching were pointed out, through multi-channel, three-dimensional, networked college physics experiment teaching resources were constructed, the teaching content, experiment teaching in class and students' experiment evaluation were reformed, a new teaching model of college physics experiments was created.

**Key words:** college physics experiment; teaching mode; micro-video courses; platform of virtual experiment; evaluation methods

# 应用型本科课程体系建设之探讨

孟新红

(泉州信息工程学院 电子信息工程系, 福建 泉州 362000)

**摘要:**以电子信息工程专业为例,在分析和探讨了应用型本科学校的的培养目标和培养要求的基础上,构建了一个合理、科学课程体系,该体系主要由理论教学体系、实验实践教学体系和思想素质教育体系三部分构成。

**关键词:**应用型本科学校;课程体系建设;学生素质养成

**中图分类号:**G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0097-04

我国著名高等教育学家潘懋元老先生曾经指出“社会需要科学家、理论家,但也需要大量工程技术人才,大量服务第一线的技能型人才。如果应用型、职业型教育没有受到应有的重视,必将影响经济社会发展。”<sup>[1]</sup> 改革开放以来,我国的社会、经济得到了快速发展,现阶段国家建设重点已投向了基础设施的改善和工业化水平的提高,国家及地方经济建设进入了经济结构调整和产业转型升级的新时期,由此带来了社会对人才层次需求的不断变化,各行各业迫切需要高层次高素质应用型、技术技能型本科专业人才。为适应社会经济发展的需要,教育部对现有高校进行分类管理,把 2000 年以来升本的地方本科院校划分为应用型技术技能本科学校,主要培养区域经济社会所需的应用型、技术技能型本科专门人才。然而,如何提高应用型、技术技能型本科专业人才的培养质量是目前人们所期待的。教育部要求全国各高校在编制“十三五”规划时,要进一步转化办学理念,把工作重点转到全面提高高等教育质量特别是人才培养质量上来,确保学校稳步走以质量提升为核心的内涵式发展道路。又由于一个合理、科学课程体系的构建是应用型本科学校人才培养质量的基本保障,所以分析和

探讨合理、科学课程体系的构建对于应用型本科学校的建设,进一步培养高质量的应用型、技术技能型本科专业人才具有重要意义。

## 1 应用型本科学校的培养目标和培养要求

为适应我国经济结构调整和产业转型升级对人才不同层次的需求,教育部对新划分出来的应用型本科学校提出了明确要求,要求这类学校必须以培养理论知识、实践能力和综合素质全面协调发展,能解决企业一些实际问题,面向生产、建设、管理、服务第一线的高素质应用型、技术技能型专业人才为目标。

高等教育必须服从于国家建设、服务于社会发展,特别是应用型本科院校必须服务于区域经济社会发展。应用型本科院校务必不断深化产教融合校企合作,全面提高学校服务区域经济社会发展和创新驱动发展的能力,培养应用型、技术技能型专业人才以适应区域经济结构调整和产业转型升级对人才不同层次的需求。

以电子信息工程专业为例,2012 年教育部高等教育司编制的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》中,对电子信息工程专业培养目标的表述是:“培养具备现代电子技术理论、通晓电子系统设计原理与设计方法,具有较强的计算机、外语、相应工程技术应用能力以及在本专业领域跟踪新理论、新知识、新技

收稿日期:2015-11-03

基金项目:福建省教育厅科研项目(JA15595)。

作者简介:孟新红(1982-),女,汉族,讲师,主要从事电子信息工程专业教学及科研。

术的能力,能在信息通信、电子技术、智能控制、计算机与网络等领域和行政部门从事各类电子设备和信息系统的科学研究、产品设计、工艺制造、应用开发和技术管理的复合型工程技术人才”<sup>[1]</sup>。由于此文件编制时教育部还没有明确划分出应用型本科高等院校这一类别,所以从上面培养目标和要求看还是与应用型本科高等院校的培养目标和培养要求有所区别。在新的《专业目录和专业介绍》没编制出来之前,多数属于应用型本科高等院校的专业还是沿用2012年教育部高等教育司编制的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》关于培养目标和培养要求的表述,课程体系也基本没太多变化。教育部[2015]7号文件《教育部 国家发展改革委 财政部关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》中指出:“高等教育结构性矛盾更加突出,同质化倾向严重,生产服务一线紧缺的应用型、复合型、创新型人才培养机制尚未完全建立,人才培养结构和质量尚不适应经济结构调整和产业升级的要求。”在这样的大环境下,我们认为应用型本科高等院校要从学校自身的实际情况出发,根据学校的实验设备、师资队伍水平、服务区域经济社会发展的需求和学生层次等条件来调整学校具体的培养目标和培养要求,并对相应的课程体系进行调整。

合理、科学的课程体系是应用型本科学校实现培养目标和培养要求最重要的载体,因此我们就如何构建一个培养应用型、技术技能型专业人才合理、科学的课程体系做了一些分析和探讨。

## 2 应用型本科学校的课程体系建设

### 2.1 构建一个合理、科学课程体系的意義

在我国,高职高专培养的实用型技术人才,与应用型本科学校培养的应用型、技术技能型本科专业人才虽然都是以就业为主的专业教育,但是它们间有着本质的不同。应用型本科学校的主要区别在于重视扎实的专业基础理论知识构建、较强动手能力培养、专业科学素质和职业操守的涵育,即应用型本科学校培养的学生具有必要的本科底蕴。我国高等教育法规定,“本科教育应当使学生比较系统地掌握本学科、本专业必需的基础理论、基本知识,掌握本专业必要的

基本技能、方法和相关知识,具有从事本专业实际工作和研究工作的初步能力”<sup>[2]</sup>。应用型本科院校要实践高等教育法的这一规定,务必构建一个合理、科学的课程体系,以实现应用型、技术技能型本科专业人才专业基础理论知识构建、较强动手能力和职业道德、创业创新意识的涵育。

突出“应用”是应用型本科学校培养人才的核心,也是应用型本科学校的办学立足点。在人才培养过程中必须突出实践、强化应用<sup>[3]</sup>。而且应用型本科学校的培养规格决定了为其服务的课程体系必须是以“实基础、强能力、能创新、高素质”为设计思路。所以应用型本科学校,应尽快建立起应用型和实践型合理、科学的课程体系。这对于培养应用型、技术技能型本科专业人才具有十分重要的意义。

### 2.2 合理、科学课程体系的构建

应用型本科学校培养目标和培养要求的实现,在于整个教育、教学过程,这个过程是以合理、科学课程体系为依托的实施过程。应用型本科学校的培养目标和培养要求是构建合理、科学课程体系的前提和基础,培养目标和培养要求对课程体系的构建起着规定性的作用。课程体系是培养人才和组织教学的重要依据,是学校实现培养目标的重要保证用<sup>[4]</sup>。合理、科学课程体系的构建,关系到人才培养质量的好坏。因此应用型本科学校在构建合理、科学课程体系时,必须坚持这样一个指导思想:(1) 课程体系建设必须体现学科建设的区域性和专业建设依托于产业聚群的区域性;(2) 以技术能力培养为主线,围绕应用型、技术技能型本科人才理论知识、技术能力、综合素质和谐发展的目标来组织,及时反映生产第一线各类岗位对应用型人才知识、能力和素质的要求;(3) 通过行业需求、岗位描述、能力描述,构建培养学生技术应用能力为核心的模块化课程体系。一个合理、科学课程体系的构建主要由三部分组成:

#### 2.2.1 理论教学体系

由于应用型本科学校的培养目标和培养要求明确提出,所培养的应用型、技术技能型本科专业人才要有较宽的知识面、较扎实的理论基础和较强的动手能力。于是在构建理论教学体系时,必须坚持以技术活动为主线,开设相关的专业基础课和专业课程,为

培养电子信息行业领域的专门人才,我们将课程划分组合成几个课程模块,如学科基础课程模块、专业基础课程模块和专业方向课程模块。其中学科基础课程模块如高等数学、大学物理、微机原理等,专业基础课程模块课程如模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统、电磁场理论等我们把它放在前两年完成,专业方向模块课程如数字信号处理、高频电路、通信原理、微波技术等放在三年级完成,专业方向课程模块中每个专业方向模块课程均有特定的应用领域或对象,具备核心技术特征,辅之对应的项目综合训练,使知识传授与技术能力培养并重。而且还增设一些与专业主干课程相衔接的、具有行业应用技术背景的模块化专业课程,为学生综合素质的构建提供相对系统的理论知识。我们依据泉州市电子信息产业聚群的优势,开设了信息处理和控制技术专业方向、移动通信技术专业方向、微波技术专业方向。我们电子信息工程专业所开设的专业理论课占到理论课总教学时数的 55.6%,从而保证了所培养的应用型、技术技能型本科专业人才具有较扎实的理论基础和发展后劲。

### 2.2.2 实验、实践教学体系

围绕应用型、技术技能型本科专业人才培养强调的是运用理论而不是验证理论和发现新知,围绕现实社会经济结构调整、产业转型升级对技术应用型本科人才在技术实践能力方面的要求,构建实验、实践教学体系时,坚持实验、实践教学服务、服从于应用型本科学校培养目标和培养要求。由于高层次高素质应用型、技术技能型本科专业人才的培养是以掌握技术知识、开展实践活动,为社会谋取直接利益为主的,所以根据我校的实验设备情况,整合各个实验室,增加了一些设计性和综合性实验,如单片机系统控制设计、信息采集与检测系统综合设计、GPS 导航系统综合设计等。并注意实验教学对学生在校期间各个阶段不同能力的培养,逐步形成通过验证性实验培养学生实验的基本操作能力,通过综合性实验和设计性实验逐步培养学生的创新意识、创新能力及综合素质的实验、实践教学体系。泉州信息工程学院电子信息工程专业的专业实验、实践教学时数占到总教学时数的 44.1%,为培养学生的技术应用能力提供了时间保障。

学生学完专业理论知识学习后便可以在大四这一年根据自己所学基础理论和兴趣爱好下到企业进行顶岗实习、毕业实习、拜师学艺。泉州的信息技术产业非常发达,产业聚群的优势完全能满足学生的实训需要。如泉州市是国内微波通信设备功能模块和直放站的最大生产基地之一,占有国内市场半壁江山,其研发和制造已达到国内领先水平,形成了“微波介质新材料新型元器件—功能模块—通信整机—网络覆盖系统优化应用”的比较完整的产业链和产业集群。泉州是对讲机的传统生产基地,40 多年来已形成了数百家整机厂及配套厂的产业集群。年产对讲机八百多万台,总产值近百亿元,特别是有遍布全国的营销网络,约占全国市场的 60%、占全国出口份额的 80%,在国内对讲机行业中占据主导地位。

加强实训基地建设、加强产教融合校企合作是培养应用型、技术技能型本科专业人才培养过程中的一个重要环节。泉州信息工程学院电子信息工程系与冠捷显示科技(厦门)有限公司、福建科立讯电子有限公司、雷克微波通信有限公司、三安光电有限公司、福建晶安光电有限公司、泉州半导体器件厂等规模企业签定了学生到企业顶岗实习、毕业实习、拜师学艺的长期合作协议。并借助于本校三个中央财政支持的《电工电子及其自动化实训基地》《通信技术实训基地》《光电子实训基地》和泉州微波通信产业集群(国家创新型产业集群试点)平台对学生进行方向性的行业技能培训,从而为学生的实践、实训和就业开设了一个学习、训练和就业的服务平台。

### 2.2.3 思想素质教育体系

思想素质教育是保证学生全面发展的一个重要手段。因为学生的思想素质教育对于学生的人格塑造和创业、创新精神的培养起着重要的涵育作用,所以思想素质教育体系是培养应用型、技术技能型本科专业人才不可或缺的重要方面,于是将思想素质教育体系归于合理、科学课程体系建设并纳入人才培养方案是无可厚非的。

素质拓展包括社会综合能力训练和专业外延训练,这类训练是第一课堂和第二课堂的有机结合,这类训练可进一步推动学生课外科技活动与课内教学的有机结合。比如组织学生参加全国大学生电子设计

大赛和各项技术、技能竞赛,在参赛选手的选拔过程中进一步推动了学生课外科技活动的普及,使学生们在科技活动的实践中不断提高动手能力、不断提高创新意识和创新能力、不断提高学生的专业应用能力和技术开发能力,从而增强学生的就业创业能力。泉州信息工程学院电子信息工程专业的学生在四学年的学习中有8个学分为科技创新学分,为激励学生创业创新能力的提高起到了积极作用。

由以上所述三大教学体系构建的合理、科学课程体系,是应用型本科学校培养“实基础、强能力、能创新、高素质”的应用型、技术技能型专业人才的重要保障。

基于以上对应用型本科学校构建合理、科学课程体系的认识和理解,在编制电子信息工程专业课程体系时,我们坚持严格遵循“实基础、强能力、能创新、高素质”的基本思路。在基础理论教学方面除了开设技术核心知识领域的课程外还开设了CAD、EDA、Matlab语言和单片机接口技术等实用课程;在专业方向上结合区域经济的发展需要和学校实际情况选定1~3个专业方向。如泉州信息工程学院电子信息工程专业,根据泉州市电子信息产业聚群的优势开设了信息处理及自动控制技术、移动通信技术和微波技术三个专业方向;在实训实践方面除了完成工科基本训练、课程实验及设计、综合实验、专业认知实习、毕业实习、毕业设计(论文)等,还开设了金工实习和电工工艺实习。总的实训实践时间达到37周,课内外实验、实践教学时间占教学活动总时间的44.1%,凸显了应用型本科学校对技术应用教育的重视。而且课内选修学时占课内总学时的28.3%;同时还开设了创新实验室对学生开放,为满足学生的兴趣爱好、灵活选

课搭建了一个自我成才的良好平台。

### 3 结语

由以上分析可见,理论教学体系为所培养的应用型、技术技能型本科专业人才具有较为扎实的基础理论提供了重要保障;实验及实践教学体系是提高学生实践动手能力的一个良好平台;思想素质教育体系能有效地熏陶和培育学生的创新意识及创新能力。因此一个合理、科学课程体系的构建是应用型本科学校培养高素质应用型、技术技能型专业人才的重要保障,保障培养出来的学生既有扎实的专业理论基础,又有较强的技术实践能力,极大地提高了学生的职业能力,从而拓宽了学生的就业渠道;保障培养出来的学生能让企业觉得好用耐用,能适应应用技术的快速变化和创新。

### 参考文献:

- [1] 李小梅,王伟. 应用型本科院校数学教育应有新突破[J]. 江西教育科研,2007(10):104-105.
- [2] 中华人民共和国教育部教育司. 普通高等学校本科专业目录和专业介绍[M].北京:高等教育出版社,2012:184.
- [3] 全国人大常委会办公厅. 中华人民共和国高等教育法[Z].北京:法律出版社,1998.
- [4] 焦玉奎. 对新建本科院校建设应用型大学的思考:以大庆师范学院为例[J]. 大庆师范学院学报.2014(5):140-142.
- [5] 秦悦悦. 高校应用型本科人才培养模式研究与实践[D]. 重庆:重庆大学,2009.

(责任编辑:叶丽娜)

## Discussion on Course System Construction for Applied Undergraduate

MENG Xinhong

(Department of Electronic and Information Engineering, Quanzhou Information and Engineering University, Quanzhou, Fujian 362000)

**Abstract:** This paper to electronic information engineering specialty as an example, based on the analysis and discussion of the training objectives and training requirements applied undergraduate schools on building a rational, scientific curriculum system which is mainly composed of theoretical teaching system, experimental and practical teaching system and ideological education system of three parts.

**Key words:** applied undergraduate school; curriculum system construction; students' quality to develop.

# “互联网+”视域下武术微课教学应用研究

谢群喜, 杨少雄, 李静亚

(福建师范大学 体育科学学院, 福建 福州 350108)

**摘要:**运用文献资料法和逻辑分析法从教学实践角度将“互联网+微课”教学与武术结合,通过相关文献的梳理,对“互联网+”视域下武术微课发展的现实条件进行分析。在武术微课教法和学法定位基础上,提出“互联网+微课”在武术动作习练过程中教法和学法的应用,从教学设计前期分析、教学实施过程分析、教学反馈与反思三个方面对武术微课教学进行设计。旨在解决武术技术动作教学存在的人体视觉盲点现象和个体差异性问题,通过微课实现教师指导教学、学生辅助自学。

**关键词:**互联网+;武术微课;文献资料法;逻辑分析法

**中图分类号:**G85 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)06-0101-06

## 1 理论概述

### 1.1 “互联网+”的概念及时代发展的理念

“互联网+”理念最早提出者可以追溯至 2012 年 11 月于扬在易观第五届移动互联网博览会上的发言,互联网因实现多屏全网跨平台,从而被界定为是与传统行业结合的一个化学公式,即“互联网+”。两会上,马化腾提交了《关于以“互联网+”为驱动,推动我国经济社会创新发展的建议》,其中马化腾<sup>[1]</sup>将“互联网+”概念定义为:利用信息通信技术以及互联网平台,把互联网与传统行业结合起来,创造新的发展生态。同年 3 月 5 号十二届全国人大三次会议上,“互联网+”被提至议程,并制定了“互联网+”行动计划。同年 7 月 1 号国务院发布(2015)40 号文件《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》,明确指出要形成以互联网为基础设施和创新要素的经济社会发展新形态。这里

“互联网+”所指的“+”,即与传统行业结合,是在互联网的基础上利用互联网“引擎”发挥效用实行跨界融合。

“互联网+”的提出是基于互联网技术和产业的成熟,这也是与传统行业融合发展新业态的基础。于扬提出“互联网+”理念最初目的是在互联网技术成熟的情况下,借助互联网之风进行全网跨平台用户场景结合,从而发展所在行业的产品和服务。于扬认为“互联网+”只是一个通道而已,各行各业想要乘互联网之风,那么就要找到你所在行业的“互联网+”<sup>[2]</sup>。而在十二届全国人大三次会议上,所提出的“互联网+”行动计划最终目的是为培育更多新兴产业和新业态,与于扬所述实为一致,以此为经济增长点,促进各领域的融合。

### 1.2 微课的概念

国外关于微课(Micro-lecture)界定最早是由勒罗伊·麦格鲁(美国北爱荷华大学)提出的 60 秒课程以及 Kee T P (英国纳皮尔大学)提出的 The one oinute lecture (简称 OML),即一分钟课程。勒罗伊·麦格鲁的 60 秒课程涵盖三个部分:概念引入、解释、结合生活例举例子,通过此方式来拓展本领域的专业;Kee T P 认为 OML 的关键是要掌握核心概念,因此,在一分钟演讲中被要求做到精炼、清晰的逻辑结构,才能达到 The one minute lecture 的目的,这也是应对快速增长的学

收稿日期:2015-01-28

作者简介:谢群喜(1991-),男,汉族,在读研究生,主要从事民族传统体育的研究。

通讯作者:杨少雄(1965-),男,汉族,教授,主要从事民族传统体育及武术产业的研究。

科知识与交叉学科的融合<sup>[3]</sup>。

胡铁生(广东省佛山市教育局电教站)被公认为国内微课的创始人,即以教学视频为主要载体的新型教学资源。胡铁生(2011)认为微课是指按照新课程标准及教学实践要求,以教学视频为主要载体,反映教师在课堂教学过程中针对某个知识点及教学环节而展开教与学活动的各种教学资源有机组合<sup>[4]</sup>。微课被界定为是针对某个教学环节中的某个知识点,即教学内容中存在的教学重点、难点、疑点、易犯错误等进行教学。微课体现的是“微”特色,以精简实用、灵活方便、空间弹性大等特点,因此,时间被限定为5~8 min,且内容结构完整,具有极强动态性。

## 2 研究综述

### 2.1 微课研究现状

李婉嘉(2013)认为微课只讲解一个知识点,其他所有的内容都仅仅是为突出这个知识点而已,在微课的设计上,将其分为四个步骤,即教学分析、教学设计、课件开发、实施和评价<sup>[5]</sup>。郑伟栋(2014)从人类情感角度为切入点,提出微课情感化设计理念,通过研究认为人类情感的本能层、行为层、反思层构成微课情感化设计的三层设计模型<sup>[6]</sup>。刘红霞等(2014)通过对吉林大学微课设计的实践体会与个案分析基础上,深入剖析其主要教学行为和影像呈现,从而提出微课设计应该对照的四个视角,即主题内容、视频呈现、教师的教学行为、学生的学习应用<sup>[7]</sup>。胡铁生等(2014)在依托全国首届高校微课教学比赛的平台,对参赛教师进行问卷调查,发现目前微课发展存在偏差,微课功能定位趋于专业化、微课的时长受评价导向影响,使得微课制作形成形式大于内容的形式主义教学,因此,胡铁生,周晓清针对此现象提出当前高校微课建设需系列化、制作理念需提升、平台建设需转向应用环境等建议<sup>[8]</sup>。

综上所述,关于微课研究的文章集中于两个方面,即微课的开发和应用。在现代远程教育成熟的基础上微课的发展有了丰厚的理论基础,主要体现在教学设计上,不管是教学分析还是内容设计都有一系列方法,并且对现存问题有进一步解决方案。在实践上,

通过不同视角为切入点大胆应用于现实,在对案例分析基础上总结经验,从而完善微课教学。

### 2.2 武术微课教学研究现状

微课在武术领域的应用的研究寥寥无几,笔者以“武术微课”为关键词对中国知网(CNKI)、万方数据库、维普进行检索,与此相关的仅检索到3篇文章。由此可以看出,微课虽然在设计、开发与应用上取得了不少成绩,但是在武术相关领域的应用和研究明显薄弱。在检索的3篇文章中,杨青等(2015)分析微课在武术教学中的可行性基础上,提出了武术微课自学的教学应用模式,即指导自学和完全自学两种<sup>[9]</sup>。周惠新等(2015)从高校武术课程着手,探讨高校武术课程微课课程的开发,提出五种武术微课开发类型:拍摄型、录屏型、动画型、改良型、幻灯片型;并对相关流程进行设计,包含五个方面:主题的选择、教学内容分析、习练者分析、明确教学目标、制定教学策略<sup>[10]</sup>。徐楠楠(2015)通过对微课在高校公共武术教学中应用的可行性进行研究,针对目前高校公共体育武术课普遍存在的人数多、注意力不集中、学习效率低、枯燥乏味等问题,以此提出武术微课的课堂模式:教师—制作微课视频—学生观看提出意见—班长接受意见反馈—班长整合汇报给教师—教师总结分析—寻找解决方案—最终在课堂上实践并直观反馈意见<sup>[11]</sup>。

综上所述,三篇文章对武术微课教学的研究主要集中于两个部分,徐楠楠、杨青侧重的是武术微课课堂教学,周惠新侧重教学课程的开发,通过现象分析,总结问题,提出相对应的微课教学模式或课程开发程序。武术的本质的是“技击”,武术课堂教学主要是以技术为主,而当前武术微课教学的研究多集中于教学“理论”层面,缺乏武术“技术”层面的分析。因此,笔者侧重研究微课在武术教学过程中的应用研究,运用微课教学优势将微课的“微”特色融入武术技术动作的习练中,弥补教师在武术技术教学效率低和学生练习动作难的不足。

## 3 “互联网+”微课背景下武术发展现实条件分析

2012年3月13日教育部为进一步落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》(以下



简称《纲要》)关于教育信息化的总体部署,发布了关于印发《教育部信息化十年发展规划(2011-2020年)》的通知(以下简称《规划》)。针对《纲要》中所指将教育信息化纳入国家信息化发展整体战略,《规划》提出了教育信息化带动教育现代化的战略选择,同时强调加强网络教学资源体系的建设和强化教师信息技术水平,更新教学观念,改进教学方法,从而提高教学效果<sup>[2]</sup>。2015年7月1日国务院发布(2015)40号文件关于积极推进“互联网+”行动的指导意见,鼓励学校利用数字教育资源和教育服务平台,探索网络化教育新模式,强调扩大大规模在线开放课程等网络学习模式<sup>[3]</sup>。在此大环境下,教育与互联网的结合,推动传统教育改革,“互联网+教育”模式打破了传统教育的封闭,形成知识共享,教育资源不再由教师对知识权威垄断,教学主体和客体之间不再是泾与渭的格局了。

课堂教学过程中存在的教学难点、重点、疑点、易犯错误等情况,对于学生的个体差异性,一节课当中教师难以保证每一个学生都能完全掌握教学内容,并体会其中存在的各个重难点等。由此,微课的特点在于专门针对某个环节的某个知识点进行教学,使得微课进入学校课程教学,成为课上辅助教师教学,课下辅助学生自学的重要平台。在倡导教育信息化的前提下,“互联网+教育”的政策支持下,微课的介入,形成“互联网+微课”模式的现代教育体系。

武术微课的优势在于可直观复播学习,在Web2.0下人们关注点正从PC端逐渐转移至移动终端,微课教学有了客观条件的支持。另外,武术独特的传承模式和习练存在难度高等特点,使得武术微课的应用满足了不同学生或练习者对武术动作学习需要,带动了学习的主动性,避免长期习练使学生或练习者产生厌烦。武术课教学经常出现动作示范和讲解分开现象,一些腾空动作或难度动作示范无法在示范的同时讲解动作的结构、要点、力学分析等,微课的应用往往可以解决此现象,提高武术教学效率。

#### 4 “互联网+”视域下武术微课“教与学”定位

微课实现的是对时间和空间的翻转,传统课堂教学教师时常根据教学内容的难易程度、学生的掌握程

度以及一节课的总时间来决定课内学生重复练习的时间和次数,课内武术教学往往受到时间的限制,而无法达到教学的预期效果。伴随着便携式移动终端的普及,课内外对移动终端的应用,武术课内教学发生质的改变。教师课前将上课内容中存在的重点、难点、易犯错误等以微课形式发到学生移动终端,学生课前在大脑皮层感觉区和运动区形成感觉记忆和运动功能结构,再通过课内对教学内容的结构分析形成动作泛化阶段,从而指导学生课内自学。

武术教学历来讲究“口传身授”,注重直观教学。武术内容本身繁杂多样,武术教学时常存在“三多”问题:动作数量多、方向路线变化多和每个动作内含的因素多。微课教学特点是专门针对某个教学环节或某个知识点进行教学,微课直观、立体的动作展示可解决武术教学“三多”问题和动作习练难等问题。因此,武术微课教学内容的设定要根据武术技术动作表现的不同特征,武术微课教法定位要依据武术运动技能形成的规律。武术微课习练步骤可为:基本动作学习(手法、眼法、身法、步法、腿法等)、基本素质练习(柔韧、力量、协调、速度、灵敏、空间感等)、单个动作或组合动作练习(上肢动作组合、下肢动作组合、上下肢动作组合)、整套动作练习、超套动作练习。针对此规律,不同年龄段生理结构特点武术微课教学对象又可以定位为:儿童(3~6岁)、少年(7~14岁)、青年(15~35岁)、中年(36~60岁)、老年(61岁及以上)

武术微课学法定位要从主观和客观两个方面考虑,主观方面,微课教学属于自主学习,不管是教师指导自学还是完全依靠学生自学,其自学的的时间、次数以及最后达到的自学效果与学生主观意识息息相关,对学生自管和自控能力要求较高。客观方面,第一,随着信息技术的提高,移动终端设备形式越来越多,直观、便携,使武术教学可移动化、多样化,脱离传统教学方法和训练手段。第二,课内武术教学存在个体差异性,教师不能直接或间接的通过言语或肢体语言对其作出纠正或评价,避免自尊心受到伤害。借助微课教学学生在课内或课外既可自我纠错,亦可与同学分享经验,共同进步。因此,从课内、课外两种形式,学生自学可分为:课内教师指导自学、课内学生完全自学、课外学生自学、课外同学互助自学。

## 5 “互联网+微课”武术教与学的具体应用

近代以来,中国的教育业态主要是以“班级授课”为基本形式,但是,随着信息技术的革命,机器生产的工业时代逐渐步入数字化、信息化的互联网时代,新的教育业态呼之欲出。胡铁生根据李秉德教学方法分类的五个维度,从外部形态和学生认识活动特点的角度出发,将微课划分为11类,即以语言传递微信息为主的讲授类、问答类、启发类、讨论类;以直接感知为主的演示类;以实际训练为主的练习类、实验类;以欣赏活动为主的表演类;以引导探究为主的自主学习类、合作学习类、探究学习类<sup>④</sup>。

笔者依据武术教学方法特点,在突出动作招式的规范外,强调武术攻防动作的讲解示范和体现不同拳种的风格,把武术教学法与微课教学法进行融合。从武术口传身授的传承方式和武术本质属性“攻防技击”角度出发,将武术微课教学方法分为以趣味性、启发性讲解为主的术语化讲解、单词化讲解、口诀化讲解、形象化讲解;以直观展示为主的分解示范、完整示范、分解示范和完整示范相结合的教学方法。此方法分类前提是建立在武术与微课结合的基础上,讲解和示范在同一时间、空间进行,以下针对微课应用,对武术教法和学法应用进行探讨。

### 5.1 “互联网+微课”武术教法应用

互联网教育改变了传统班级授课制的教学形式,互联网教育重构和微课辅助教学,“互联网+微课”教学不是颠覆而是革新。根据网络教学的4A模式(Anybody、Anytime、Anywhere、Anyway),“互联网+微课”教学方法分为三种形式:(1)分解示范+形象化讲解。武术动作演练过程中,对整套演练水平有一定的要求,尤其是在要求速度与难度动作时,这对于武术课堂教学提出更高的要求。在一些跳跃、滚翻、跌仆、翻腾等动作教学中,教师很难既示范又讲解,微课教学应用将传统分解示范和形象化讲解相结合,针对难度动作、复杂动作进行动作分解,通过形象化讲解,以事物、自然景象、动物来比喻,加深对动作的理解,借助微课教学实现对个别动作分解示范和形象化讲解的结合。(2)完整示范+单词化讲解。在微课的基础上,

将完整示范与单词化讲解结合,主要解决两个方面,一是对单个动作的完整示范,要求是动作难度不大、结构简单、有一定基础的学生,通过单词化讲解,以简明扼要的几个字对其进行讲解。二是对套路组合动作的完整示范,在动作练习过程中,大部分动作是在短时间内完成,而传统武术动作名称相对较长,在完成组合动作时,教师无法在学生完成动作同时及时提醒或指导。基于微课的应用,动作的完成和语言的讲解可以同时进行,这使得通过单词化的讲解,对动作的组合练习有了一定的帮助。如初级长拳三路中的“歇步抡砸拳-仆步亮掌-弓步劈拳-换跳步弓步冲拳”,可以归纳为“抡、亮、劈、换”。(3)(分解示范+完整示范)+(术语化讲解+口诀化讲解)。分解示范与完整示范相结合,首先是对动作进行完整示范,使学生对动作有个整体概念,然后通过术语化讲解对动作对动作进行分解示范。“分解示范+术语化讲解”主要针对动作进行上下肢动作分解讲解,以转体跳跃动作“旋风脚”为例,其顺序是先讲下肢,再讲上肢,然后上下肢结合。下肢分解的术语为“两臂抡摆—踏跳翻拧—旋转—腾空里合”,上肢的分解术语为“左手击响”,最后进行完整示范。完整示范可与口诀化讲解进行解析,辅助完整示范,起到画龙点睛之效,旋风脚的口诀可为“抡臂、踏跳、转体、里合腿击响”。因此,其过程为:“完整示范—分解示范+术语化讲解—完整示范+口诀化讲解”。

### 5.2 “互联网+微课”武术学法应用

武术微课教学应用有两种形式,一是课内微课教学应用,二是课外微课辅导自学应用。

课内微课教学应用主要解决两个问题,一是技术示范问题。武术技术动作多样,跳跃、滚翻、转体、旋转等与人体视觉角度构成盲点,考虑到人体三度位觉(上下、左右、前后)和多维位觉的敏感性,通过“互联网+微课”以微视频的形式,在教师进行技术动作示范时,借助移动终端设备实现多角度空间立体式的学习,学生可多次反复观看动作结构,又避免教师无上限的示范动作。二是个体差异性问题。课堂教学学生不同身体体质存在一定的差异性,不能直接或间接的通过言语或肢体语言对其作出纠正或评价,避免学生自尊心受到伤害。因此,在有限时间内,以移动终端为教学载体对个别学生进行有针对性指导,通过武术

微课教学应用实现课内教师指导自学和课内学生完全自学两种学习方法。

课外微课辅导自学应用主要有两种学法,即课外学生自学和课外同学互助自学。根据运动技能形成的生理学基础,认识是由感性到理性,由外部表象到内在的规律的深入理解,运动技能的形成是在泛化后,通过反复练习,逐步分化、巩固和自动化。课外微课辅导自学主要利用移动终端和PC端进行自学,体现了互联网教学的微化知识内容学习的有效性、碎片化时间的随时性和个性化需求的针对性。

### 5.3 “互联网+微课”武术教与学设计

基于上述关于武术微课教学思考,武术微课教与学的应用最终要落实到武术微课教学设计,根据一定教学目的和教学条件进行武术微课最优化教学设计。武术技术动作的学练需通过多通道的信息输入,本体感觉、听觉、位觉等直观获取信息存在盲点,微课教学虽然解决此现象,但微课课程的设计决定了学生最终的学习效果。

根据胡铁生对首届全国高校微课教学比赛的参赛教师问卷调查得知,在微课制作过程中最重要的环节是微课的教学设计,占比84.63%<sup>[8]</sup>。因此,笔者依据

武术习练过程中存在的个性特征,将武术微课教学设计分为教学设计前期分析、教学实施过程分析、教学反馈与反思三个部分(如表1所示)。

## 6 结束语

微课在武术领域的应用几乎处于空白阶段,而微课的教学形式恰恰可以弥补武术教学示范中存在跳跃、翻转、跌仆等构成人体视觉盲点现象。通过微课的应用,可以实现课内外教师指导教学和学生辅助自学,一方面,移动信息设备的普及为武术微课教学提供了客观条件支持,另一方面,从心理学角度考虑,微课教学的应用避免了因个人差异性而不能之间或见解的通过言语或肢体语言对其进行纠正或评价。因此,在武术微课教学设计上,要从三个维度考虑,即教学设计前期分析、教学实施过程分析、教学反馈与反思,设计上体现武术微课优势,且要遵循课程教学原则。但是,微课教学应用同时也存在缺陷,即信息化软件操控,技术攻克是难题,教师信息化水平参差不齐,技术应用上涉及到很多细节问题,需要相关技术方能解决,而对于全面提高教师信息化水平需要一段较长

表1 武术微课教学设计分类及教学设计程序

教学设计分类	教学设计程序	教学设计分析
教学设计前期分析	教学内容分析	武术微课教学内容这里特指的是武术技术体系,教学内容的选择主要包含武术教学中的重点、难点、难学、难理解和易犯错误等动作。同时要考虑三个要素:学生能达到什么程度和水平、内容选取的难度级别、不同年龄段水平层次不同、不同身体素质存在的差异性。
	教学对象具体情况分析	根据教学的具体内容,分析教学对象的年龄特征和存在生理学特点;个体差异性分析;诊断教学对象的水平层次是否达到教学内容要求。
	教学预期效果分析	针对教学内容和教学对象提出预期效果,以期与教学过程的具体结果形成对照组,为后期教学反馈和教学反思提供依据。(是否初步掌握教学内容、是否发现问题和纠正错误动作)
教学实施	教学模式	基于微课同一时间、空间应用,采用三模式(讲解、示范、边讲解边示范),三阶段(观看动作完整示范阶段、学练动作分解阶段、指导学生自学阶段)
	教学方法	根据“互联网+微课”教学,采用:分解示范+形象化讲解、完整示范+单词化讲解、(分解示范+完整示范)+(术语化讲解+口诀化讲解),结合动作的结构特点灵活应用。
过程分析	教学策略	转变师生教学单向传递模式,学生变被动为主动,以自主体验、互助学习、教师指导自学为主,突出微课教学的优势;微课辅助教学要处理好教与学重心的变化;利用移动信息技术使教学评价多样化。
	教学互动	课上直观反馈教学意见或通过移动社交平台实现课上辅助教学,课下开通在线留言系统,学生随时提交问题、即交流习练情况、反馈教学效果、提出教学意见和存在问题等。
教学反馈与反思	汇总教学情况和教学意见	汇总学生反馈信息,即时答疑。
	教学反思	根据汇总信息分析教学问题,寻找解决方案。

时间。

参考文献:

[1] 国务院.新兴产业和新兴业态迎来机遇:政府工作报告首提“互联网+”行动计划[EB/OL].(2015-03-05)[2016-01-20] [http://www.gov.cn/zhengce/2015-03/05/content\\_2826854.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2015-03/05/content_2826854.htm).

[2] 于扬.所有传统和服务应该被互联网改变[EB/OL].(2012-11-14)[2016-01-20] <http://tech.qq.com/a/20121114/000080.htm>.

[3] 许可.我国中小学微课发展的现状分析[D].南昌:江西师范大学,2014(6):4-5.

[4] 胡铁生.“微课”:区域教育信息资源发展的新趋势[J].电化教育研究,2011(10):61-65.

[5] 李婉嘉.微课开发与应用研究[J].软件导刊,2013.12(11):85-87.

[6] 郑炜冬.微课情感化设计:理念、内涵、模型与策略[J].中国电化教育,2014(6):101-106.

[7] 刘红霞,赵蔚,陈雷.基于“微课”本体特征的教学行为设计与实践反思[J].现代教育技术,2014(2):14-19.

[8] 胡铁生,周晓清.高校微课建设的现状分析与发展对策研究[J].现代教育技术,2014(2):5-13.

[9] 杨青,黄凯凤.武术微课教学研究[J].搏击·武术科学,2015.12(9):67-69.

[10] 周惠新,蒋毅.高校武术课程微课开发与运用[J].中华武术·研究,2015.4(1):37-40.

[11] 徐楠楠.微课融入高校公共体育武术课中的可行性研究[J].体育科学研究,2015.19(3):82-85.

[12] 教育部.关于印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020年)》的通知[EB/OL].(2012-03-013)[2016-01-20] <http://www.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3342/201203/133322.html>.

[13] 国务院.关于积极推进“互联网+”行动的指导意见[EB/OL].(2015-07-04)[2016-01-20] [http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-07/04/content\\_10002.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-07/04/content_10002.htm).

(责任编辑:叶丽娜)

## Application Research on Micro-Lecture of Wushu Teaching in the Sight of “Internet +”

XIE Qunxi, YANG Shaoxiong, LI Jingya

(School of Physical Education and Sport Science ,Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350108)

**Abstract:** This thesis has teased the relevant literatures from teaching practice, making combination of teaching and Wushu in “internet plus micro-lecture” and analyzing the realistic conditions of Wushu micro-lecture’s development by the methods of literature review and logical analysis. The author proposed the application of “internet plus micro-lecture” in the process of Wushu moves, which are positioned on the basis of the learning and teaching methods of micro-lecture and designed the process of Wushu lessons from three aspects, that is the earlier stage analysis of the design, the analysis of the implementation process and the feedback and reflection of teaching. This thesis is to solve the human visual blind phenomenon in the moves teaching process of Wushu and the individual problems in teaching. In order to realize the teachers’ guide teaching and students’ self-learning by micro-lecture.

**Key words:** Internet +; micro-lecture of Wushu; documentation method; logical analysis

# “重投等级升降法”在初中篮球教学的运用

葛清鹏

(建阳区莒口中学, 福建 建阳 354202)

**摘要:**中学篮球课是教育部颁布的中学体育教材大纲中的一项重要内容,它对于发展学生的心理素质、身体素质、运动能力等都具有重要作用。笔者为了激发初中学生对篮球运动的兴趣,提高篮球课的教学质量和效果,在教学中针对学生生理的具体特点和差异采取不同的教学方法,特别对“等级升降法”进行持续的运用并作深入的研究;选定研究组和对照组,经过一段时间的实验教学,对两组学生的差异进行分析,结果发现此方法对激发学生兴趣和提高教学质量都具有显著效果。

**关键词:**初中篮球课;等级升降法;教学研究

**中图分类号:**G807.2      **文献标识码:**A      **文章编号:**1674-2109(2016)06-0107-03

随着社会经济的不断改革和发展,对人们的素质也提出了更新更全面要求。健康的体魄是其他一切素质的基础,因此体育教师作为构建健康骨架的工程师,在实际的教学工作中,应该不断地激发和培养学生的体育运动兴趣,培养学生终身体育的思想,当然这主要得依靠教师对教学方法的精选和创新。唯有创新才有可能让我们的教学思维不再固守陈旧观念,在传统教学的基础上大胆吸其精华,结合孩子们的想法,我们对每堂课的反思,不再一味的采用分组等较死板的教学方法,灵活运用,最大限度的发挥体育课的功能。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

选择福建省一初级中学九年级男女生 54 人研究组,九年级男女生 69 人对对照组。

### 1.2 研究方法

在近一年的篮球教学中采用既定的教学内容、教学计划、考核标准。采用传统的全班教学自然分组的教学模式进行教学,为对照组;随着新课改观念的深入人心,对研究组的学生的教学,运用“等级升降法”,其组织形式进行教学,为研究组。我们所说的“等级升降法”指教师在准备阶段采用多种方法了解分析学生的不同特点,根据其身体素质和考核标准的基础上,制定 A B C 三个等级的升降标准适时进行“等级升降”。研究组采用的教学方法及措施如下:

(1)根据教学内容制定并提出不同水平阶段的教学任务和教学要求。

(2)对 A 组同学在原教学计划的基础上对其提出更高的教学要求加大练习密度和强度;而对 C 组的同学则简化练习难度与方法。

(3)在教学中,将三组不同组别的学生配对练习,并互相帮助。

(4)根据等级升降标准,视学生对技术掌握情况适时进行“等级升降”,即分在 A 组的学生者对技术掌握得欠佳,则就降到 B 组甚至 C 组,反之,若 C 组同学对技术掌握好的则可开至 B 组至 A 组。

收稿日期:2016-01-19

作者简介:葛清鹏(1975-),男,汉族,中学一级,主要从事初中体育与健康教学研究。

(5)统计分析对比法:将所得数据全部输入计算机,并采用SPSS统计处理软件程序进行分析处理。

## 2 研究结果

研究经历2007年9月至2008年7月一学年的实验教学,研究组和对照组的考核成绩如下:

表1 两组篮球平均成绩对照表

组别	篮球运球/s	行进间传球/s	绕杆运球/s	定点投篮/个	教学比赛分数/分
研究组	38 <sup>2</sup>	12 <sup>6</sup>	20 <sup>4</sup>	4.3	68.6
对照组	40 <sup>3</sup>	13 <sup>9</sup>	22 <sup>1</sup>	2.9	60.9
差值	-2 <sup>1</sup>	-1 <sup>3</sup>	-1 <sup>7</sup>	+1.4	+7.8

由上表可以看出客观数据实验组运球、行进间传球、绕杆运球、定点投篮(如图)四项成绩的均值分别为38<sup>2</sup>、12<sup>6</sup>、20<sup>4</sup>、4.3而对对照组的平均成绩为40<sup>3</sup>、13<sup>9</sup>、22<sup>1</sup>、2.9。而主观数据教学比赛成绩研究组均值为68.6分,对照组均值为60.9。个等级(实验组、对照组)在班组所占的比例具体见下表。

表2 各等级在班组所占的比例

等级	优/%	良/%	中/%	及格/%	不及格/%
实验组	20.5	28.02	27.2	17.61	4.27
对照组	6.7	25.53	28.93	26.03	12.81

## 3 分析与讨论

通过一段时间的的教学,我发现“等级升降法”在实验教材教学过程中,可以相对比较灵活的找到学生在掌握动作技能能力的高低不同,可以很清晰的看出学生各自不同的特点,取长补短,分别进行教学。在教学中教师可以更直观的从学生已掌握的能力水平上,在游戏和教学比赛中呈现出队的能力上,以及学生的后续能力发展的可能上,制定出新的不同的教学任务、练习要求、负荷、教学方法、内容和组织形式等,从而真正贯彻了因材施教、灵活运用教学原则<sup>[1]</sup>。使教师的主导作用与学生的主体作用得到最大限度的发挥,使二者在教学过程中相得益彰。

“等级升降法”能够对掌握程度较高的学生,在掌握既定教学要求的同时,从其自身能力入手,量身定

做出一些与之相符能让其得到更好发展的内容和原理的教学等,使其在每次课中都感兴趣盎然、收获颇丰,不仅知其然而且知其所以然,提高了学习兴趣和练习积极性,满足了他们的求知欲,这种方法的有效性会较明显的在教师的考试成绩、教学质量与考核成绩中呈较大优势的体现。

运用“等级升降法”,对较低等级的学生来说在教学中则尽可能地避免产生“马太效应”<sup>[3]</sup>。教师在教学过程中要十分注意学生的心理感觉,兴趣永远是学生最好的老师。而作为老师,我们最重要和最要做的就是保护和留住孩子的学习这一项目的兴趣,我们在上每次课中,绝不能因为这一批孩子掌握的能力相对较低,就给他们一下安排一些较低水平的内容,或让他们的训练时间变短,如此以往,学将不学!应当加强教师的示范讲解,让一些已掌握得较好的同学,级别更高一些的孩子与这些孩子一起学习产生“共生效应。这些孩子的影响许多时候会超过教师的影响,教师抓住时机对他们进行相对应的指导,从而引领着他们向更优秀的方向发展<sup>[2]</sup>。同时,教师要把握住学生的运动热情,有意识的加大和强化运动负荷,通过反复不断的练习,进一步提高学生良好的篮球技术和“球感”的形成,激发和稳固学生对所学技术、技能和知识的兴趣与爱好。

“等级升降法”的另一特点是将竞争机制引进实验教材教学的全过程。在实验组各等级中,实行“等级升降”制度,对全体参训学生打开一条公平的绿色通道,在这个通道里,每一个孩子都是公平的,不因你前期学得好而永远有优越性,可以不训练,引进龟兔赛跑的原理,逆水行舟不进则退,差的同学掌握得好了随时可以到高组,反之亦然<sup>[4]</sup>。这样有效地消除和预防了较高“等级”学生的由于某种优越感而滋生的骄傲情绪等消极因素,使他们时刻有一种危机感,始终保持积极的学习态度;而对于较低等级的学生来说能有效地激发和调动起他们的练习积极性,增强其自尊心和好胜心,使他们产生一种奋发向上、勇于拼搏的精神<sup>[5]</sup>。

## 4 结论与建议

“等级升降法”及其组织形式使我们感觉到,这个

方法,不仅适合学生实际况且符合实验教材的教学特点,而且它能做到真正的让整个教学灵动起来,不论是师者还是受学者,他都可以很明显的感觉到这种方法带来的实用性,让整个训练丰富而有序,可以不断的激发学生挑战自己的欲望,从而提高学生学习的兴趣,始终保持一种动态的活力在整个教学过程中。也大幅度地提高教师的教学质量,能够使教师及时的发现不同特点的学生,采用不同科学而有效的方式进行施教。它还可以充分保证不同程度学生的练习密度及运动量,使之循序渐进地得到提升。

对学生分组时就从学生身体素质、个性、运动基础和接受能力及兴趣爱好等多种因素进行全面考虑,进行综合分档、单一因素分档或两种兼顾侧重分档,从而充分保障了教师在教学中可以全面发挥其既定的教学计划、教学方法,使教师一些十分有想法的教学手段得以实行,让教学收到事半功倍效果。

在实验教材教学中所提出的要求以及方法、学习方式的选择,要符合学生的承受力,并根据学生在学习过程中呈现出的各种表现,做出正确、公平、科学的

决定和新的方法,积极认真的做好各等级学生的“等级升降”确保公平竞争。

“等级升降法”在实验教材教学中的运用,有利于培养学生自学、自练、自测、自评的能力及培养学生创新意识,促进身心健康。

#### 参考文献:

- [1] 张荣国. 中学生“分层次”教学模式探讨[J].中国学校体育, 2000(2):36-39.
- [2] 高风华,吴晓农. 体育教学应该唤起学生主体意识[J].中国学校体育,2002(3): 14-15.
- [3] 体育学院通用教材编写组.体育心理学[M].北京:人民体育出版社,2002.
- [4] 睢文龙,冯忠汉,廖时人.教育教学咨询[M].北京:人民教育出版社,2003.
- [5] 邵力.谈体育教学中对后进生的“六给” [J].体育教学,2000 (1):36.

(责任编辑:叶丽娜)

## “Level Lifting Method” Used in Junior School Basketball Teaching Research

GE Qingpeng

(Jukou Middle School of Jianyang, Jianyang, Fujian 354202)

**Abstract:** Promulgated by ministry of education of middle school basketball lesson is the middle school sports teaching is an important content in the outline, it for the development of students' psychological quality, body quality and movement ability plays an important role. The author in order to stimulate the junior middle school students' interest in basketball, improve the teaching quality and effect of basketball lesson, in the teaching according to students' physiological characteristics and differences to adopt different teaching methods, especially for "level lifting method" the use of continuous and in-depth research: Selected group and the control group, after a period of experimental teaching, analyzes the difference of two groups of students, the results showed that this method is to stimulate students interest and improve the teaching quality has a significant effect.

**Key words:** basketball class; level lifting method; teaching and research

# JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.6 Vol.35, Jun., 2016

- On the Relationship of Forest Landscape Patterns Characteristics and Topography in Minbei Mountain Area  
..... ZHAO Guoshuai, YE Gongfu, FAN Rong, LAI Riwen(1)
- Preliminary Study on the Rapid Sex Identification of *Pistacia Chinesis* Female and Male Plants by  
Bromothymol Blue ..... YANG Lusheng, LI Guoping (7)
- Research on Interspecific Associations in *Toona Rubriflora* Community ..... LU Shengfen(10)
- Study on Tissue Culture of *Pinus elliottii* × *Pinus caribaea* ..... ZHU Weiyin (13)
- Study on the Content Change of Nitrogen under Different Forest's Patterns of *Phyllostachys pubescens*  
..... XIE Jiayi(20)
- A Preliminary Evaluation on the Management Effectiveness of Nature Reserve in Fujian  
..... TANG Qiaoqian, FU Xinbin, JIANG Xidian(23)
- Chaohu Action Sports Tourism Resources and Through Ticket Prices in Yangtze Delta Residents to Participate  
—Based on the Perspective of Rational Choice Theory ..... YANG Baolei, SI Youzhi, WANG Shang(30)
- Harvest Prediction and Economic Value Analysis of Aijiao Oolong  
..... HUA Weiping, QIU Tian, JIANG Xidian(35)
- Research on the Executive Incentive of State-owned Enterprises under the Background of Dividend Payout  
..... WU Pingping, CHEN Lingfang(39)
- Empirical Analysis on the Impact of Economic Growth on the Level of Urbanization in Fujian  
..... WEN Xiaoqin, CHEN Aimin, WU Chengzhen, HONG Wei(46)
- Northern Fujian Rice Farmers Environment Choices Friendly Agriculture Technology Influence Factors of Research  
..... ZHANG Zhixun, HUANG Yiqiang, FAN Shuisheng (51)
- A Fast Algorithm for Solving a Class of Quadratic Programming Problem with Complex-Valued Matrix  
Optimization Variables ..... ZHANG Songchuan, ZOU Changzhong(57)
- Existence and Uniqueness of Periodic Solutions for a Kind of Prescribed Mean Curvature Rayleigh Equation  
..... LAN Dexin, CHEN Lujie, CHEN Wenbin(61)
- An Improved Algorithm for Seamless Image Stitching ..... CHEN Shuqing(65)
- Analysis on Urban River Water Replenishment Plan Selection Choice of City River Water Replenishment Plan  
—Taking the City River of Taijiang District in Fuzhou as an Example ..... YU Lishan(70)
- Application of Modified Projection Pursuit Evaluation Model in Evaluation of Gravel Formation  
..... WU Min, WANG Zhenliang, ZHENG Jinxing, QIAN Yongping(76)
- Research on Damping Measure of City Footbridge  
—Taking Puxi Pedestrian Bridge in Fuzhou as a Example ..... LUO Huiling, LIN Wei(80)
- Chinese Women's Basketball Team and the Teams' Technical Statistics and Analysis – Taking 2015 Asian  
Championship as an example ..... CHEN Longqiang(84)
- Analysis on World Excellent Badminton Men's Singles Player Regional Technology Usage ..... CHEN Bin(89)
- Exploration on Innovation in Teaching Mode of College Physics Experiments for Application-oriented University  
..... GAO Tanhua, SU Chunyan, ZHANG Mingwen, LIU Xuemei, YE Jingying (93)
- Discussion on Course System Construction for Applied Undergraduate ..... MENG Xinhong(97)
- Application Research on Micro-Lecture of *Wushu* Teaching in the Sight of “Internet +”  
..... XIE Qunxi, YANG Shaoxiong, LI Jingya(101)
- “Level Lifting Method” Used in Junior School Basketball Teaching Research ..... GE Qingpeng (107)