

目次

BIM 技术在建筑节能设计中的应用 魏天云 (1)

水葫芦活性炭对含酚废水的吸附特性研究
..... 卓倩, 陈银焯, 陈煌婷, 李泉印, 杨文卿 (5)

钾盐活化法活性炭微观结构的分析
..... 陈翠霞, 蔡政汉, 林星, 林冠烽, 林咏梅 (11)

基于 LID 的居住区景观雨水系统构建策略
..... 蔡家珍, 黄 静, 唐淑玲, 江晓佟 (15)

低压电力电容器过零投切开关的设计
..... 王祝华, 张士钱 (21)

一种基于 PSO 整周模糊度逆向求解的 GNSS 测姿算法
..... 戴 卿, 常允艳 (26)

生态文明指导下的福建经济与资源环境关系研究
..... 陈 虹, 刘金福 (30)

福建省快递业升级能力评价研究
..... 钟韵珊, 王东方, 靳清豪 (35)

北京市入境旅游市场时空变化特征分析
..... 张 锦 (41)

福建省农业贷款深化与农民收入关系研究
..... 商艺强, 陈燕翎, 傅玮韡, 庄佩芬 (46)

国际化教学背景下大学物理双语教改的实施
..... 洪海莲, 王宗麓, 颜慧贤, 林俊武 (52)

聚类和社会网络分析下的公交站点研究
..... 陈亚洲, 郭士正, 宋 杰 (56)

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 36 卷 总第 158 期
2017 年 第 12 期(月刊)

编辑委员会

顾 问: 付贤智 黄汉升
兰思仁 杨江帆
李宝银

主 任: 吴承祯

副 主 任: 刘用麟 (常务)

编 委: (以姓氏笔画为序)
卢道明 叶琪璞
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: 吴承祯

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 苏娟娟

英文审译: 魏景春

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

目次
CONTENTS

闽北湿地松人工林立地质量精确评价
..... 倪伟星 (61)

雷公藤抗氧化酶对福木假尾孢菌毒素侵染的响应
..... 张祖权 (68)

响应面优化杉木种鳞多酚索氏提取工艺
..... 李佳, 张健, 张家君, 吕蒙蒙, 林思祖, 陈宇 (72)

福建省体育教师训后跟踪指导模式设计与应用研究
..... 林秀春, 黄倩, 徐瑞芳 (78)

初中生参加课外体育活动内部动机的调查与分析
..... 王海霞, 周迎春 (83)

跳绳运动的发展路线研究 王言 (89)

地方性应用型大学基因工程课程教学改革探索与实践
..... 武广珩, 傅仙玉 (94)

应用技术大学分析化学实验教学改革的动力与出路
..... 苏丽鹄, 冯起国 (97)

大学生工程实践创新能力培养的研究
..... 郑清兰 (102)

高校应用型转型下化工热力学课程的教学实践
..... 吴方棣, 范荣玉 (107)

BIM 技术在建筑节能设计中的应用

魏天云

(福建船政交通职业学院 道路工程系, 福建 福州 350007)

摘要:建筑能耗模拟分析是确保建筑节能优化设计的重要手段之一,为了方便高效地获得能耗分析结果,可以将建筑能耗分析与 BIM (Building Information Model) 技术结合起来一起研究。采用 BIM 技术建立的建筑信息模型,包含了建筑过程的所有信息,将建筑工程项目从设计、施工、运维等过程重新有机整合起来,可以对模型中的大量数据进行自动识别、转换和分析,有利于建筑设计人员与工程师进行建筑节能设计。结合模糊综合评价法分析了 BIM 技术应用于建筑节能设计的优越性。利用 BIM 技术,建筑质量得到了极大提高,能源浪费以及环境压力等方面也得到了有效缓解,并节约时间与成本。

关键词:能耗模拟分析;建筑节能设计;BIM 技术

中图分类号:TU201 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0001-04

目前,我国每年新增建筑面积达到 20 亿 m² 以上,超过全球建筑面积的一半,成为全球建筑大国^[1]。在建筑规划设计、施工过程中,以及建筑产品拆除和废弃物利用的各个环节当中,还存在严重的资源与能源浪费现象。在设计与施工阶段,主要参考目前已有的技术资料和设计方,未能根据实际情况综合考虑建筑工程节能设计,经常发生结构设计不合理以及设计计算错误等方面的问题,需要及时返工处理,造成人力与资源的浪费,这是传统设计的弊端所在,主要受设计理念以及技术水平的限制。以往对建筑产品的能耗分析,不是在建筑方案设计阶段,而是在施工的整个过程,到了施工的最后阶段进行能耗分析也没意义,这是由于建筑设计方案受各种因素的制约无法变更,从而造成资源与能源的浪费。因此,必须完善

传统的建筑设计方案与理念,同时将现代科技与建筑设计方案有机联系起来,倡导新型绿色建筑节能设计方案,从而实现降低建筑能耗的目的。

建筑信息模型(BIM)为建筑节能设计的协作管理提供了强大的信息支持,可以有效地降低设计与施工过程中的时间与成本,减少或避免当前建筑设计中存在的资源能源浪费,已在世界各国的建筑领域发挥了重要作用,由于自身的优势,越来越多的设计施工单位采用 BIM 技术,成为绿色节能建筑设计发展的新方向。

1 我国建筑节能设计现状和问题

目前,我国的建筑面积每年在不断增加,但大多数属于高能耗建筑,而绿色生态建筑可持续发展成为衡量建筑节能设计的重要指标,我国在这方面的应用实践还有相当距离。要进行建筑节能设计定量分析,首先要了解影响建筑物节能设计的关键因素,如建筑的方位、体型及围护结构形式,然后将建筑设计中的大量数据通过人工的方式输入到专业软件中,由于建筑设计师缺乏软件操作以及能耗分析的知识和经验,

收稿日期:2017-10-20

基金项目:福建省教育厅科技项目(JA15655、JB12356);
福建船政交通职业学院科技服务团队培育计划(闽交院科[2016]2号)。

作者简介:魏天云(1979-),女,汉族,副教授、高级工程师,主要从事市政工程与给排水技术方面的教学与研究工作。

难以充分地利用软件对建筑能耗进行分析,造成建筑能量分析必须到施工阶段进行,但此时的分析结果反馈到设计方案,会由于种种限制因素无法变更,建筑节能设计也难以实现。由以上分析可以看出,建筑设计师缺乏能量分析的专业背景将直接影响建筑节能设计的应用和推广,造成建筑设计与能耗定量分析的脱节,这是影响我国建筑节能设计水平提高的关键制约因素。

2 BIM 技术对建筑节能设计技术的影响

2.1 BIM 技术对建筑节能设计方法的影响

主要体现在两个方面,一是建筑设计从传统的平面设计发展成空间设计,原先的平面设计主要是基于点、线、面等几何元素的空间集合,现代的建筑有效利用信息科学技术和数字化技术,改变了建筑师传统的设计理念,使建筑的空间概念不断延伸,范围也不断扩大,由原先的静态设计转为立体的动态设计^[2]。另外,BIM 技术将建筑工程项目从设计、施工、运维等过程重新有机整合起来,使建筑方案设计由粗放型设计转变成集成设计。因为现代建筑的功能不断增加,复杂程度也随着增加,传统的图纸信息传递已经不能满足现代建筑设计的需要,通过引入 BIM 技术,可以有效地应对这些问题。BIM 技术将各方面信息集成到一个数据库作为共享平台,有利于信息的修改和及时更新,同时模型的修改与完善也非常方便,从而可以通过模拟将一些问题提前发现并采取合理措施。

2.2 BIM 对建筑节能设计思维的影响

利用 BIM 技术的模拟功能,可以预先对建筑设计方案的科学性、合理性以及系统性作出评估。设计施工单位以及用户可以利用 BIM 技术的可视化技术,虚拟现场施工,掌握施工进度以及工程造价,确保建筑设计方案达到最优。建筑设计师可以根据 BIM 技术提供的大量建筑数字化信息,改变设计理念,创新设计方式。

2.3 BIM 对建筑方案创作的影响

在 BIM 产生之前,传统的建筑设计方案主要是手工绘图,随着计算机技术的发展,出现了计算机 CAD 绘图,改变了传统的绘图方式,极大地提高了绘图效

率。数字化信息化时代的来临,BIM 技术应运而生,其三维建筑设计理念的优越性不断得到认可,逐渐取代了传统的二维设计,建筑师可以将更多精力集中到建筑设计本身,使传统的空间排列组合转化为非线性参数化设计。

3 BIM 技术对建筑节能设计的价值

BIM 技术在建筑节能设计中具有非常高的应用价值,主要体现在以下三个方面^[3]:一是进行碰撞检查。当一些建筑工程方案较为复杂,建筑师和工程师进行节能设计时,很难从二维蓝图中发现冲突问题,等到实际施工阶段,发生碰撞问题而不符合要求,需要进行返工处理,重新进行建筑节能设计,造成材料损耗,影响机械台班,出现窝工现象。若能应用 BIM 技术进行节能方面的设计,可以利用 BIM 技术的碰撞模拟功能,提前发现建筑方案中的碰撞问题,及时采取合理的应对措施,优化建筑设计方案,避免由于碰撞造成的损失。二是进行精确施工和计划。传统制作项目施工计划时,主要采用手工进行预算,不可避免地存在计算准确性低,难以对相关的资源作出合理规划,造成资源与能源的极大损失。若采用 BIM 技术进行建筑节能设计时,则可精确地制定计划和控制施工进度与成本,最大限度的节约资源。通过模拟虚拟施工过程,准确地分析出设备的运行状态和资源的利用情况,从而减少资源的浪费。三是协同提升效率。有些情况由于建筑工程项目非常复杂,临时组建建筑项目团队,极大地影响建设工期,造成损失。而采用 BIM 技术,不但可以共享大量的建筑资源信息,获得准确的有用数据,而且利用 BIM 技术直接进行建筑节能设计与计算,可避免设计人员的重复建模,提高设计效率,同时,BIM 技术提供完整的项目设计内容、施工计划组织等信息,保证项目各阶段运行协调,缩短项目从设计、施工到竣工的时间。

4 应用模糊评价法评价 BIM 技术的优势

建筑节能设计未实施 BIM 技术之前,项目设计阶段多方参与,沟通与协调之间存在很大问题,前期规

划设计与后期施工出现偏差,施工过程主要通过安排大量的技术人员到现场监控施工过程,对于现场信息的收集与反馈通常采用手抄的方式记录施工过程并采用人工的方式传递相关信息,因此,现场信息的收集与传递速度慢,而且需要大量的人力与物力,造成施工过程的监控成本提高。为了合理评估 BIM 技术在建筑节能设计中的应用效果,将信息共享性、集成设计性以及工程师评语作为主要衡量指标,采用模糊数学分析法,将信息共享性、集成设计性以及工程师评语等指标边界不清、不易量化的因素定量化,对建筑节能设计应用 BIM 技术情况进行综合评价分析,从而确定应用 BIM 技术的重要性。选择建筑节能设计应用 BIM 技术之前和应用 BIM 技术之后两种情况做为研究对象,应用模糊综合评价法进行分析^[4-5]。

(1)确定建筑节能设计应用 BIM 情况的评价因素集:以信息共享性、集成设计性以及工程师评语为 3 个主要的考虑因素,即 $U=\{\text{信息共享性、集成设计性、工程师评语}\}$ 。

(2)确定因素的评价矩阵:按照建筑节能设计应用 BIM 情况评价因素集,通过 4 位专家对其应用情况进行评价。

(3)确定评价集:将建筑节能设计过程的评价等级划分为优、良、中、差 4 个等级。

实施 BIM 之前的评价矩阵为:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

实施 BIM 之后的评价矩阵为:

$$R = \begin{pmatrix} 0.35 & 0.65 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.75 & 0 \end{pmatrix}$$

(4)确定评价因素间的权重:按照信息共享性、集成设计性以及工程师评语 3 个方面的因素在建筑节能设计过程中的重要程度,采用不同权重:

$A=\{\text{信息共享性, 集成设计性, 工程师评语}\}=\{0.35, 0.35, 0.3\}$

(5)模糊综合评价分析:针对以上分析的两种情况,按照 $B=AR$,表 1 是建筑节能设计实施 BIM 技术前后最终模糊综合评价结果。

表 1 建筑节能设计实施 BIM 前后模糊综合评价结果

Table 1 Building energy efficiency design fuzzy comprehensive evaluation results before and after the implementation of BIM

应用 BIM 情况	专家评价比例(%)			
	优	良	中	差
实施 BIM 之前	0	0	35	65
实施 BIM 之后	47.25	30.25	22.5	0

由表 1 可知,建筑节能设计实施 BIM 技术之后的评价良好以上的达到 77.5%,说明其占有绝对优势,这是因为建筑节能设计采用 BIM 技术之后,通过将 BIM 的 API 接口与建筑节能设计、分析软件进行动态链接,使建筑节能项目的前期策划、材料设备、施工管理、运行维护等数据有机地集成在一起,实现了数据的统一性、完整性和一致性,有效地解决了建筑节能设计过程中的信息共享性差的问题,采用 BIM 技术可以对建筑节能设计进行柔性管理,因此建筑节能设计过程中必须大力推广 BIM 技术的应用。

5 BIM 技术在建筑节能设计中的应用

BIM 技术在建筑节能设计中的应用,主要是将计算机技术、信息化技术以及数字化技术与建筑设计完美结合,有助于建筑设计师做出合理的分析与判断,深入的研究建筑节能设计环节,设计出符合节能要求的各类建筑,尽可能地降低能源的消耗,节约资源,做到绿色建筑节能设计。

5.1 建立建筑模型

应用 BIM 技术,建筑设计师在节能设计环节可以设计节能建筑模型,通过 BIM 技术的可视化功能可以直观地观察方案设计的细节,以便及时对方案作出调整和优化。节能建筑模型的创建方法主要有三种,第一种是采用交互智能转换法创建节能建筑模型,第二种是根据建筑工程师提供的建筑模型信息来创建节能建筑模型,第三种是采用智能交互法创建节能建筑模型^[9]。这些节能建筑模型均是基于正确使用 BIM 技术的基础上实现的,为节能建筑的设计提供了强有力的技术支撑。

5.2 建筑节能设计数据计算

应用 BIM 技术进行节能建筑模型设计, 建筑师可以从中获得大量的建筑信息资源, 即只要将建筑模型导入到相关分析软件, 通过简单操作就可获取相应的数据分析结果^[7]。这种简单便捷的获取信息数据的手段, 可以让建筑设计工程师腾出更多的时间和精力用于节能建筑设计的环节中。目前, BIM 技术与 GBS 技术结合起来应用于建筑节能设计, 利用建筑信息生成热模型, 通过相关的分析软件, 简化建筑能量分析过程, 缩短设计时间, 并结合当地的法律法规设定建筑类型。

6 结论

科学合理的建筑节能设计可以有效地节约能源, 避免过大的能源消耗。我国已将建筑节能设计作为建筑设计的一个重要内容。通过 BIM 技术, 将建筑工程的全部信息转化为虚拟的数字化建筑模型, 借助相关的能量分析软件, 可以快速获得能量分析结果, 实现从建筑设计到工程竣工的全方位检测分析, 从而及时

调整设计方案, 优化建筑节能设计, 提升建筑节能设计的效率。

参考文献:

- [1] 周文倩, 田文涛, 宋鹏飞, 等. BIM 技术在建筑节能领域的应用[J]. 河南科技, 2015(3): 80-82.
- [2] 高鹏. 探析建筑节能设计中 BIM 技术的应用[J]. 江西建材, 2016(6): 66-67.
- [3] 马晓云. BIM 技术在建筑节能设计中的应用管窥[J]. 节能环保, 2015(5): 263.
- [4] 魏天云. 应用模糊综合评价法优选住宅供水方式[J]. 安阳工学院学报, 2017, 16(2): 39-41, 53.
- [5] 刘晓东, 田林, 高子钰. BIM 对建筑工程施工技术影响研究[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2015, 20(3): 117-120.
- [6] 刘亚南. BIM 技术应用于建筑节能设计的探讨[J]. 建筑节能, 2015(3): 39-40.
- [7] 潘毅群. 实用建筑能耗模拟手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013: 9.

(责任编辑: 叶丽娜)

Application of BIM Technology in Building Energy Saving Design

WEI Tianyun

(Department of Road Engineering, Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou, Fujian 350007)

Abstract: The energy consumption simulation analysis of building is one of the important means to realize building energy saving design and optimization design. In order to obtain the results of building energy consumption analysis, a solution to the combination of building energy consumption analysis and BIM (building information model) technology was proposed. Based on the building information model created by BIM technology, it contains all the information of the building, from building design to construction and maintenance process to form a continuous whole, which can automatically identify, transform and analyze the large amounts of data for the design and construction. It provides a lot of help in the building energy saving. Combined with fuzzy comprehensive evaluation method, the superiority of BIM technology in building energy saving design is analyzed. Through the BIM technology, the building quality has been greatly improved, and the energy waste and environmental stress have been effectively alleviated, which save time and cost.

Key words: energy consumption simulation analysis; building energy saving design; BIM technology

水葫芦活性炭对含酚废水的吸附特性研究

卓倩^{1,2}, 陈银焯^{1,2}, 陈煌婷^{1,2}, 李泉印^{1,2}, 杨文卿^{1,2}

(1.福建师范大学 闽南科技学院, 环境科学与工程学院, 福建 泉州 362332;
2.福建师范大学 闽南科技学院, 环境科学研究所, 福建 福州 350007)

摘要:以水葫芦活性炭为吸附剂吸附含酚废水,探讨水葫芦活性炭投加量、振荡时间、吸附温度、pH值及初始浓度对含酚废水吸附的影响,研究水葫芦活性炭对含酚废水的吸附类型、热力学及动力学。结果表明,吸附含酚废水的最佳条件为:水葫芦活性炭投加量为10 g/L、振荡时间为25 min、pH为7、温度为30 ℃、初始浓度为50 mg/L,在此条件下得到的去除率为99.99%;水葫芦活性炭对含酚废水吸附符合Freundlich等温模型,且是自发的放热过程,吸附过程与拟二级动力学模型拟合较好。

关键词:水葫芦活性炭;含酚废水;吸附等温线;动力学;热力学

中图分类号:Q028.14;X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0005-06

苯酚是重要的有机化工原料,广泛应用于化工合成与工业生产等领域。由于具有很强的毒性,生化降解性极差^[1],若不处理直接排放,将会危害人体健康、威胁水生生物生长与繁殖及对水体造成严重污染^[2]。目前,含酚废水的处理方法主要有吸附法、催化法、氧化法和生物降解法等^[3-4]。其中,吸附法因工艺简单,成本相对低廉,操作技术要求低和效果好而被广泛的应用^[5]。

活性炭是常用的吸附剂,主要由木炭、椰子壳、树皮、花生壳和竹子等经碳化活化制备而成的,具有孔隙发达、比表面积大和吸附能力强等优点^[6]。而水葫芦存在繁殖速度快,易阻断航道、限制水流、破坏水体生态环境等问题^[7-9],但其廉价易得、含有较高纤维素,是制备活性炭的良好原材料。若将水葫芦用于制备活性炭来吸附含酚废水,不仅变废为宝,解决了水葫芦生

态入侵所带来的问题,而且还消除了含酚废水所带来的困扰,实现了固体废弃资源高值化利用。目前,尚未见到水葫芦活性炭吸附含酚废水的相关报道。

文章以水葫芦为原料制备活性炭,研究其对模拟含酚废水的吸附工艺条件,探讨水葫芦活性炭的投加量、振荡时间、吸附温度、pH值及初始浓度对含酚废水去除率的影响,研究水葫芦活性炭对含酚废水的吸附类型、吸附热力学及吸附动力学,对含酚废水的处理及水葫芦入侵生态等问题提供一定的指导意义。

1 实验部分

1.1 实验材料与仪器

水葫芦取自南安市康美河流域,其含水率为94.33%,含碳质量分数为(34.28±2)%,灰分为20.05%,有机质为59.10%;苯酚,氯化铵,氨水,4-氨基安替比林,铁氰化钾,氯化锌均为分析纯,天津市福晨化学试剂厂生产。

V-1100D型可见分光光度计,上海美谱达仪器有限公司;101-1AB型电热鼓风干燥箱,天津市泰斯特仪器有限公司;SHA-C型双功能水浴恒温振荡器,金坛市天虹仪器厂;FA1004B型电子天平,上海佑科仪

收稿日期:2017-07-28

基金项目:福建省教育厅科技项目(JAT160672);福建省大学生创新实验项目(201512992008);福建师范大学闽南科技学院教改项目(MKJG-2015-006)。

作者简介:卓倩(1987-),女,汉族,讲师,主要从事水污染控制及固体废物高值化利用方面的研究。

通讯作者:杨文卿(1983-),男,汉族,副教授,主要从事固体废物高值化利用方面的研究。

表有限公司;pHS-25型数显pH计,上海仪电科学仪器股份有限公司;KSW-12D-12型箱式电阻炉,沈阳市节能电炉厂。

1.2 水葫芦活性炭的制备

水葫芦晒干,破碎成粉末并过200目筛,将其与2 mol/L的氯化锌按1:4的浸渍比浸渍8 h,于450℃马弗炉中炭化40 min。待冷却先后用10%的稀盐酸洗涤和蒸馏水洗至中性,105℃烘干至恒重,研磨过200目筛,即制得水葫芦活性炭,碘值为107.6 mg/g。

1.3 实验方法

苯酚模拟废水的配制:用蒸馏水将0.1 g苯酚定容到1 L的容量瓶中,配成100 mg/L的苯酚模拟废水。

苯酚标准溶液的配制:配制标准溶液:取6支已编号的50 mL容量瓶,分别移取2、4、6、8、10和12 mL的100 mg/L的模拟废水苯酚溶液,并加蒸馏水定容至刻度线,所得到的溶液浓度分别为4、8、12、16、20和24 mg/L。

吸附实验:往100 mL浓度为100 mg/L的苯酚模拟废水中加入1 g的水葫芦活性炭,置于400 r/min振荡器中振荡30 min后,过滤,先后加缓冲溶液0.5 mL、4-氨基安替比林溶液1.0 mL、铁氰化钾溶液1.0 mL、充分混合均匀,静置10 min,于510 nm分光光度计下测吸光度,并计算去除率和吸附量。

1.4 分析方法

苯酚采用4-氨基安替比林分光光度法。

采用分光光度法测定亚甲基蓝的质量浓度,亚甲基蓝的去除率(1)、吸附量(2)公式如下。

$$W = \frac{(c_0 - c_e)}{c_0} \times 100\% \tag{1}$$

$$q_e = \frac{(c_0 - c_e) \cdot V}{m} \tag{2}$$

式中:w为去除率,%;C₀为吸附前模拟苯酚废水的浓度,mg/L;C_e为吸附后苯酚废水浓度,mg/L;q_e为吸附量,mg/g;V为苯酚废水体积,L;m为吸附剂重量g。

3 结果与讨论

3.1 最佳工艺参数的确定

3.1.1 投加量

在苯酚浓度为100 mg/L、pH值为7、吸附时间为30 min和温度为30℃条件下,水葫芦活性炭投加量

对含酚废水去除率和吸附量的影响如图1所示。由图可知,随着水葫芦活性炭投加量的增加,去除率呈递增的趋势且斜率不断减小,吸附量呈递减的趋势且斜率不断减小。这主要是因为水葫芦活性炭是一种多孔材料,随着投加量的增加,吸附孔道数量增多,去除率则越来越大^[10]。由于投加量增加的速率大于吸附的速率,因此单位质量活性炭的吸附量逐渐减小。因此,水葫芦活性炭的最佳投加量为10 g/L。

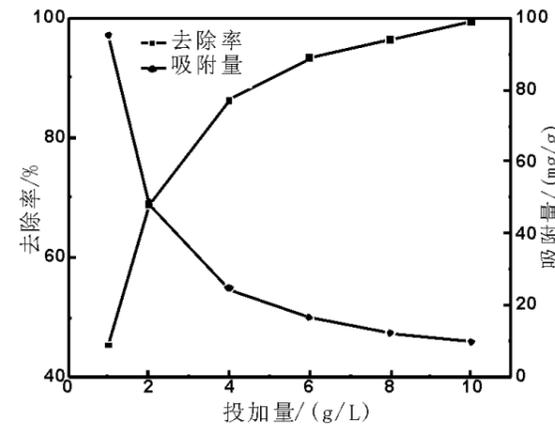


图1 投加量对含酚废水去除率及吸附量的影响

Figure 1 The dosage of adsorbent influence to the removal rate and adsorption of phenol waste water

3.1.2 吸附时间

在投加量为10 g/L、苯酚浓度为100 mg/L、pH值为7和温度为30℃的条件下,吸附时间对含酚废水去除率和吸附量的影响如图2所示。由图可知,随着吸附时间的增加,去除率和吸附量都呈先上升后下降的趋势。当吸附时间小于25 min时,去除率和吸附量不断增加,主要是由于随着时间的增大活性炭吸附的越充分所致;当吸附时间为25 min时,去除率和吸附量最大,活性炭已吸附饱和,达到动态平衡;当吸附时间大于25 min,活性炭表面吸附的苯酚可能会释放出来,出现一定程度的脱附现象,导致苯酚去除率和吸附量下降^[11]。因此,最佳吸附时间为25 min。

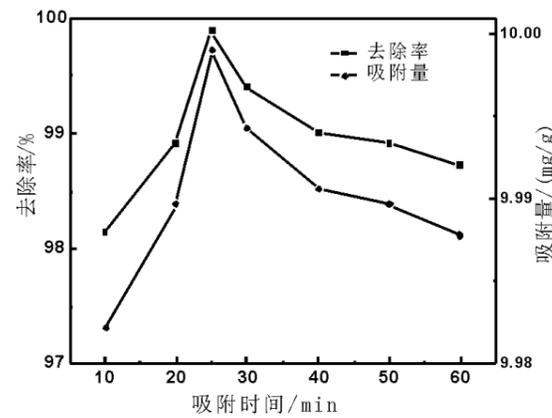


图2 振荡时间对含酚废水去除率及吸附量的影响

Figure2 Time influence to the removal rate and adsorption of phenol waste water

3.1.3 pH 值

在投加量为 10 g/L、吸附时间为 25 min、苯酚浓度为 100 mg/L 和温度为 30 °C 的条件下,溶液 pH 值对含酚废水去除率和吸附量的影响如图 3 所示。由图可知,随着 pH 值的增加,去除率与吸附量呈先略微上升后下降的趋势,当 pH 值为 7 时,去除率最大。这主要是由于苯酚溶液本身具有弱酸性,在酸性和中性条件下主要以分子形式存在,有利于被活性炭吸附,因此变化不大;在碱性溶液中苯酚发生电离,OH⁻占据了活性炭的活性中心,导致苯酚去除率和吸附量下降^[12]。因此,最佳 pH 值为 7。

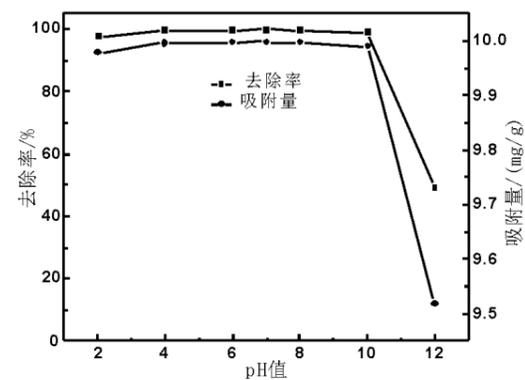


图3 pH 值对含酚废水去除率及吸附量的影响

Figure 3 PH of the solution influence to the removal rate and adsorption of phenol waste water

3.1.4 温度

在投加量为 10 g/L、吸附时间为 25 min、pH 值为 7 和苯酚浓度为 100 mg/L 的条件下,溶液温度对含酚

废水去除率和吸附量的影响如图 4 所示。由图可知,随着温度的升高去除率与吸附量不断下降。这主要是因为活性炭吸附苯酚是放热过程,升高温度不利于吸附的进行,使得去除率和吸附量下降^[13]。因此,最佳吸附温度为 30°C。

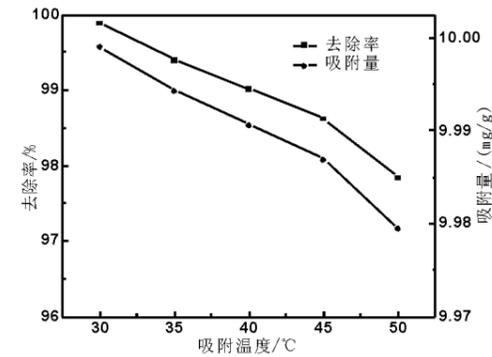


图4 吸附温度对含酚废水去除率及吸附量的影响

Figure 4 Temperature influence to the removal rate and adsorption of phenol waste water

3.1.5 初始溶液浓度

在投加量为 10 g/L、吸附时间为 25 min、pH 值为 7 和吸附温度为 30 °C 的条件下,初始溶液浓度对含酚废水去除率和吸附量的影响如图 5 所示。由图可知,随着初始浓度的增大,吸附量呈递增的趋势,其原因主要是水葫芦活性炭未达到吸附饱和,溶液中苯酚浓度越高,活性炭吸附越多的苯酚,使得吸附量不断增加。去除率随着初始浓度的增大呈现先趋于平衡后下降的趋势,这主要是因为随着溶液浓度不断增大,活性炭吸附苯酚的速率小于溶液浓度增大的速率,导致去除率下降。因此,最佳初始浓度为 50 mg/L。

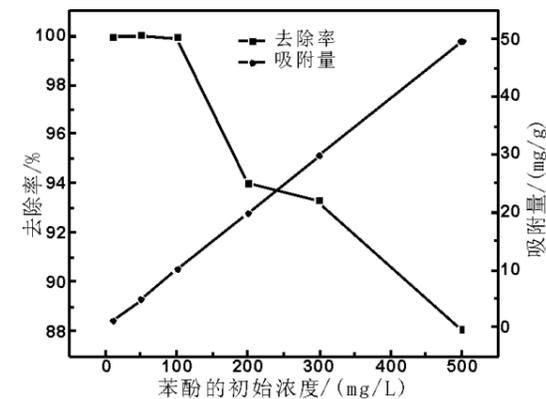


图5 初始浓度对含酚废水去除率及吸附量的影响

Figure 5 Initial concentration influence to the removal rate and adsorption of phenol waste water

3.2 吸附等温线

按照公式(3)和公式(4)分别作 $1/C_e-1/q_e$ 关系曲线(见图6)与 $\lg C_e-\lg q_e$ 关系曲线(见图7)^[4],并进行线性拟合,根据线性拟合所得方程的相关系数确定吸附类型,见表1所示。

$$\text{Langmuir 模型方程: } \frac{1}{q_e} = \frac{1}{q_i} + \frac{1}{k_L q_i} \frac{1}{C_e} \quad (3)$$

$$\text{Freundlich 模型方程: } \lg q_e = \lg k_f + \frac{1}{n} \lg C_e \quad (4)$$

其中, q_e 为平衡吸附量, mg/g; q_t 为 t 时刻吸附量, mg/g; C_e 为平衡浓度, mg/L; k_L 为 Langmuir 吸附等温式常数, k_f 为 n 为 Freundlich 吸附等温式常数。

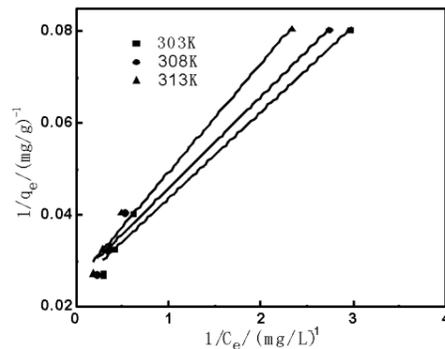


图6 $1/C_e-1/q_e$ 关系曲线图

Figure 6 Relationship diagram of $1/C_e-1/q_e$

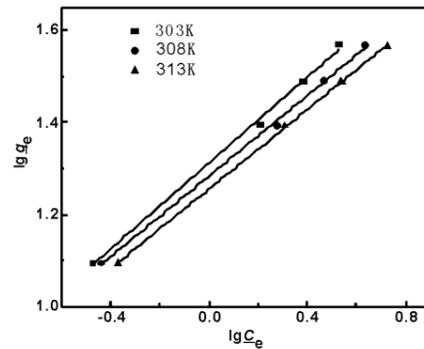


图7 $\lg C_e-\lg q_e$ 关系曲线图

Figure 7 Relationship diagram of $\lg C_e-\lg q_e$

表1 水葫芦活性炭对含酚废水的吸附等温参数

Table 1 The adsorption isothermal parameters of hydroxyphenol wastewater by water hyacinth activated carbon

吸附等温线类型	温度(K)	等温方程	$k_L(k_f)$	R^2	$1/n$
Langmuir 型	303	$1/q_e=0.01879(1/C_e)+0.02473$	1.3161	0.9767	—
	308	$1/q_e=0.01998(1/C_e)+0.02578$	1.2903	0.9757	—
	313	$1/q_e=0.02368(1/C_e)+0.02554$	1.0785	0.9838	—
Freundlich 型	303	$\lg q_e=0.46679 \lg C_e+1.31199$	20.5111	0.9957	0.4668
	308	$\lg q_e=0.43791 \lg C_e+1.28408$	19.2345	0.9975	0.4378
	313	$\lg q_e=0.43194 \lg C_e+1.25575$	18.0198	0.9996	0.4319

从表1可以看出, Freundlich 等温模型每个相同温度下的 R^2 都比 Langmuir 等温模型的 R^2 来的大, 这表明水葫芦活性炭吸附苯酚与 Freundlich 等温模型相关性更优, 且常数 $1/n$ 均位于 0.1-0.5 范围内, 表明水葫芦活性炭对苯酚具有较好的吸附性能^[7]。

3.3 吸附热力学

通过公式(5)和公式(6)即可计算出 Gibbs 自由能变 ($\Delta G, \text{kJ/mol}$) 焓变 ($\Delta H, \text{kJ/mol}$) 和熵变 ($\Delta S, \text{J/mol}\cdot\text{K}$)。

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (5)$$

$$\Delta G = -RT \ln K_c \quad (6)$$

其中, R 为理想气体常数, $8.3145 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$; T 为绝对温度, K; K_c 为热力学平衡常数, q_e/C_e 。将各个温度下的 K_c 带入公式(6)即可的 ΔG 。以 ΔG 为纵坐标、 T 为横坐标作图, 线性拟合即可从斜率和截距分别得出 ΔS 和 ΔH , 结果见表2所示。

表2 热力学参数

Table 2 Thermodynamic parameters

温度(K)	$\ln K_c$	ΔS (J/mol·K)	ΔH (kJ/mol)	ΔG (kJ/mol)	R^2
303	37.0278			-93.2780	
308	34.1699			-87.4990	
313	28.9511	-39.5540	-13.3930	-75.3380	0.9476
318	19.2591			-50.9180	
323	15.9895			-42.9380	

由表5可看出, 在不同温度下 ΔG 均为负值, 表明水葫芦活性炭吸附苯酚为自发过程, 随着温度的提升, ΔG 绝对值不断降低, 说明吸附过程不适合在高温下进行; ΔH 为 -13.393 kJ/mol , 其值小于 0 则进一步表明水葫芦活性炭吸附苯酚的吸附过程为放热过程^[5], 与工艺参数研究中随吸附温度增加去除率降低

吻合; $\Delta S < 0$, 表明温度升高时, 溶剂水分子脱附引起的熵增大于苯酚造成的熵减, 苯酚被吸附到水葫芦活性炭上后运动受到限制, 苯酚分子的排列比在水溶液有序、混乱度下降、自由度减小, 表明水葫芦活性炭吸附苯酚是熵减过程^[6]。因此, 水葫芦活性炭吸附含酚废水的过程是自发的放热过程。

3.4 吸附动力学

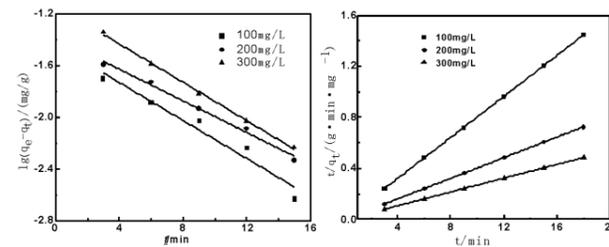
通过吸附动力学的分析, 既可说明反应机理和反应途径, 也可根据吸附动力学的数学模型推测吸附进程。以下是动力学拟一级动力学模型方程(7)和拟二级动力学模型方程(8)^[17-18]。

$$\text{拟一级动力学模型: } \lg(q_e - q_t) = \lg(q_e) - \frac{k_1}{2.303} t \quad (7)$$

$$\text{拟二级动力学模型: } \frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e} + \frac{1}{q_e} t \quad (8)$$

其中, t 为吸附时间, min; q_e 为平衡吸附量, mg/g; q_t 为 t 时刻吸附量, mg/g; k_1 为一级反应速率常数, min^{-1} ; k_2 为准二级反应速率常数, $\text{g}/(\text{mg} \cdot \text{min})$ 。

分别以 $\lg(q_e - q_t)$ 对 t 和以 t/q_t 对 t 作图, 如图 8 所示。并对图 8 中数据进行线性拟合, 结果见表 3 所示。由图 8 和表 3 可以看出, 拟二级动力学模型的 $t-t/q_t$ 关系曲线图比拟一级动力学模型 $t-\lg(q_e - q_t)$ 关系曲线图来更优一些, 且拟二级动力学方程模型的 R^2 比在相同浓度下拟一级动力学方程模型 R^2 都来的大。这说明水葫芦活性炭吸附含酚废水的数据与拟二级动力学方程相关性更优, 更能反应水葫芦活性炭吸附含酚废水的反应机理。因此, 水葫芦活性炭吸附苯酚可以用二级反应模型来描述。



(a) $t-\lg(q_e - q_t)$ 关系曲线图 (b) $t-t/q_t$ 关系曲线图

图 8 活性炭的吸附动力学曲线

Figure 8 Adsorption kinetics curve of activated carbon

表 3 动力学方程级速率常数

Table 3 Dynamic equation class rate constant

拟合浓度模型 (mg/L)	线性关系	k_1 或 k_2	R^2
一级模型	100 $\lg(q_e - q_t) = -0.073 4t - 1.437 1$	0.169 0	0.940 3
	200 $\lg(q_e - q_t) = -0.061 3t - 1.381 8$	0.141 2	0.989 0
	300 $\lg(q_e - q_t) = -0.074 1t - 1.135 5$	0.170 7	0.997 7
二级模型	100 $t/q_t = 0.080 2t + 6.328 0 \times 10^{-4}$	10.178 3	0.999 9
	200 $t/q_t = 0.040 3t + 2.099 0 \times 10^{-4}$	7.745 2	0.999 9
	300 $t/q_t = 0.026 9t + 1.421 0 \times 10^{-4}$	5.118 4	0.999 9

4 结论

(1) 在投放量为 10 g/L、振荡时间为 25 min、pH 值为 7、温度为 30 °C、初始浓度为 50 mg/L 的条件下, 水葫芦活性炭对含酚废水去除率最佳可达 99.99%, 吸附量为 9.999 mg/g。

(2) 水葫芦活性炭吸附含酚废水符合符合 Freundlich 吸附模型, 且吸附过程是自发的放热过程。

(3) 水葫芦活性炭对含酚废水吸附符合拟二级动力学模型。

参考文献:

- [1] 尤翔宇, 杨杰, 王云燕, 等. 苯酚在活性炭上的吸附模型[J]. 中国有色金属学报, 2012(10):2924-2929.
- [2] 范宗良, 秦晓娟, 朱照琪, 等. 改性石墨烯对有机污染物的选择性吸附[J]. 兰州理工大学学报, 2014, 40(5):65-68.
- [3] 黄冬艳, 李娟, 江萍, 等. 污泥-烟煤基活性炭的制备及其对苯酚的吸附性能[J]. 环境工程学报, 2016, 10(10):5931-5936.
- [4] BUSCA G, BERARDINELLI S, RESINI C, et al. Technologies for the removal of pHenol from fluid streams: a short review of recent developments[J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 160(2-3):265-288.
- [5] 刘蓓, 祁佩时, 孙彦龙, 等. 活性炭-膨胀石墨对制药废水中污染物的吸附行为及其微波再生[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2017(9):1-8.
- [6] 张本镇, 刘运权, 叶跃元. 活性炭制备及其活化机理研究进展[J]. 现代化工, 2014, 34(3):34-39.
- [7] 叶小梅, 常志州, 杜静, 等. 水葫芦能源利用的生命周期环境影响评价 [J]. 农业环境科学学报, 2010, 29 (12):2450-

- 2456.
- [8] 郑景明, 马克平. 2010 入侵生态学[M]. 北京: 高等教育出版社. 2010:46-49.
- [9] REZANIA S, DIN M F M, KAMARUDDIN S F, et al. Evaluation of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as a potential raw material source for briquette production[J]. *Energy*, 2016 (111):768-773.
- [10] 王方朝, 张宁, 朱建航, 等. 生物质基活性炭处理含酚废水研究进展[J]. *水处理技术*, 2017, 43(07):17-21.
- [11] LAZO C J C, NIETO M A, JACOBY A, et al. Adsorption of phenol and nitrophenols by carbon nanospheres: Effect of pH and ionic strength [J]. *Separation & Purification Technology*, 2011, 80(2):217-224.
- [12] 杨晓霞, 郭延红, 郑小峰, 等. 活性炭的制备及其对苯酚的吸附[J]. *环境工程学报*, 2016, 10(12):7030-7034.
- [13] 高雯雯, 苏婷, 闫龙, 等. 负载锰活性炭对苯酚吸附性能的研究[J]. *非金属矿*, 2017, 40(2):79-82.
- [14] 天津大学物理化学教研室编. 物理化学(下册)(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993:182-195.
- [15] 樊秀菊, 朱建华, 武本成, 等. 1,2-二氯苯在吸附剂 N 上的吸附热力学和动力学 [J]. *化工学报*, 2011, 62 (11):3179-3185.
- [16] 薛莲, 许茜, 邢卫红, 等. 温度对活性炭纤维吸附苯酚的热力学和动力学性能的影响 [J]. *南京工业大学学报 (自科版)*, 2014, 36(1):28-32.
- [17] 孔黎明, 张婷, 王佩德, 等. 活性炭纤维吸附石化废水中苯酚的吸附平衡及动力学[J]. *化工学报*, 2015, 66(12):4874-4882.
- [18] HAMEED B H, AHMAD A A, AZIZ N. Isotherms, kinetics and thermodynamics of acid dye adsorption on activated palm ash[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2007, 133(1-3): 195-203.

(责任编辑: 叶丽娜)

Study on the Adsorption Characteristics of Phenol Wastewater by Water Hyacinth Activated Carbon

ZHUO Qian^{1,2}, CHEN Yinye^{1,2}, CHEN Huangting^{1,2}, LI Quanyin^{1,2}, YANG Wenqing^{1,2}

(1. Institute of Minnan Science and Technology, College of Environmental Science and Engineering,

Fujian Normal University, Quanzhou, Fujian 362332; 2. Institute of Environmental Sciences,

Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350007)

Abstract: For the purpose of researching kinetics and thermodynamics of phenol wastewater adsorption by water hyacinth activated carbon, the effects of the dosage of adsorbent, time, pH of the solution, temperature and initial concentration on phenol wastewater adsorption were tested. The results indicated that the optimum removal rate can reach 99.99% when the dosage was 10 g/L, adsorption time was 25 min, pH value was 7, temperature was 30 °C and the initial concentration of phenol was 100 mg/L. The adsorption behavior was fitted to a Langmuir model. Thermodynamic analysis suggested that the adsorption process was spontaneous and endothermic. Meanwhile, the pseudo second order model can describe these processes well.

Key words: water hyacinth activated carbon; phenol wastewater; adsorption isotherm; kinetics; thermodynamics

钾盐活化法活性炭微观结构的分析

陈翠霞¹, 蔡政汉¹, 林 星¹, 林冠烽², 林咏梅¹

(1.福建农林大学 材料工程学院, 福建 福州 350002; 2.福建农林大学 金山学院, 福建 福州 350002)

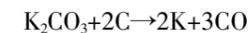
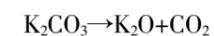
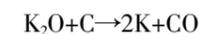
摘 要:以杉木为原料, 碳酸钾和醋酸钾为活化剂, 制备杉木基活性炭, 采用扫描电镜技术对其微观形貌结构进行观察研究, 并根据比表面积分析仪测定活性炭 N₂ 吸附-脱附等温线, 分析其孔径分布。结果表明, 钾盐活化法制备的活性炭表面均存在大量孔结构, 呈现出较大的比表面积, 高达 137 0 m²/g, 但不同钾盐活化制得的活性炭孔结构特征又有较大区别: K₂CO₃ 法制备的活性炭孔结构基本为一端敞开的鼓泡式结构, 醋酸钾法制备的活性炭孔结构基本为类蜂窝状, 且表面孔结构更规整, 均匀, 平均孔径更大。

关键词: 活性炭; 扫描电镜; 碳酸钾; 醋酸钾

中图分类号: TQ42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0011-04

活性炭是一种具备良好吸附性的多孔功能碳材料, 因其具有发达的孔隙结构、巨大的比表面积, 被广泛用于医药精制、环境保护、催化剂载体等领域^[1-3]。活性炭的功能应用多由活性炭的孔结构及尺寸分布决定。活性炭孔隙结构和孔径分布的影响因素较多, 活化方法和活化条件是其中两个关键要素^[4]。因此, 如何控制活性炭的表面结构和孔径分布以适于特定的工业用途, 是活性炭生产领域的主要研究方向。活性炭常规生产方法主要有 3 种: 物理法、化学法和物理-化学法^[5-7]。化学法是相对较为常用的活化方法, 目前工业生产技术上使用 H₃PO₄、ZnCl₂、KOH 作为活化剂较成熟。其中以 KOH 为活化剂制备的活性炭具备超高比表面积, 吸附性能较为优异, 在研究领域备受关注。因 KOH 活化时, KOH 与碳反应, 碳被消耗除去而形成孔隙, 同时反应过程中生成的 K₂CO₃ 受热分解产生 K₂O 和 CO₂, 也有助于材料微孔的发展; 此外, K₂CO₃、

K₂O 和碳反应生成金属钾, 钾会扩散入碳层, 增加碳的反应性。KOH 活化制备活性炭具有超高比表面积, 机理在于活化过程中主要发生如下反应^[8-9]:



活性炭孔结构的表观形貌可用高分辨的扫描电子显微技术进行表征。扫描电子显微镜具有图像分辨率高、景深大等特点, 自 20 世纪 30 年代第一台电子显微镜面世以来, 被广泛地应用于生物、医学、材料等各个领域的科学研究和实际工作。扫描电子显微镜的放大倍率高达几十万倍, 分辨率可达 1.0 nm, 是观察纳米材料形貌和结构的重要工具之一。活性炭的微孔和中孔结构为纳米级, 因此扫描电子显微镜在活性炭微观结构和孔隙结构的表征上的应用也越来越广泛。

基于 KOH 活化机理, 选用醋酸钾和碳酸钾为活化剂制备杉木基活性炭。利用扫描电子显微镜对碳酸钾和醋酸钾法活化制备的杉木基活性炭的孔隙结构进行观察, 对其相应特征进行分析, 从而为了解不同钾盐活化方法对活性炭结构的影响, 以及探明其活化机理提供新思路。

收稿日期: 2017-08-01

基金项目: 福建省中青年教育科研项目(JAT160684)。

作者简介: 陈翠霞(1988-), 女, 汉族, 助理实验师, 主要从事生物质能源与炭材料。

通讯作者: 林咏梅(1969-), 女, 汉族, 讲师, 主要从事精细化学品的研究。

1 实验

1.1 材料与仪器

材料:活性炭,为实验室自制产品,制备方法如下:称取 20 g 绝干杉木屑与一定比例的钾盐溶液混合,浸渍 4 h 后将其烘干。将混合料置于搅拌球磨机中处理一定时间后,转移至马弗炉,以 10 °C/min 的升温速率加热至 800 °C 并保温 2 h 进行炭活化过程。活化后的炭样品放入稀释的盐酸溶液中,煮沸,以溶解炭化物中的钾盐及其他无机离子,然后用蒸馏水冲洗并抽滤至 pH 值呈中性,再经干燥,即得粉状活性炭样品。

仪器:搅拌球磨机,KDF-S70 马弗炉, SU8010 冷场发射扫描电镜,SSA-4200BET 孔隙分析仪。

1.2 活性炭样品的扫描电镜观察

取碳酸钾和醋酸钾活化制备的活性炭各一份,在 (105±5)°C 的烘箱中干燥 4 h 备用。将电镜专用导电胶带剪成小块,一面粘在扫描电镜样品台上,用牙签或细竹签挑取少量对应活性炭粉末粘附在导电胶带上,再用洗耳球吹除多余松散的粉末,喷金后用扫描电子显微镜观察。

1.3 活性炭的比表面积和孔径分布分析

取碳酸钾和醋酸钾活化制备的活性炭各一份(每份 0.1 g),在温度条件下脱气 4 h,然后采用全自动比表面积测定仪,测定其 N₂ 吸脱附等温曲线,分析其孔结构及孔径分布。

2 结果与分析

对碳酸钾和醋酸钾活化法制备的活性炭进行了扫描显微镜分析。结果如下:

图 1 为碳酸钾法活性炭的扫描电镜图。由图 1 中可以看出,碳酸钾活化制备的活性炭,表面分布着丰富、粗糙的孔结构,孔的直径在 50 nm~1 μm 左右,孔径分布不均匀,大小不一,孔的形状大部分接近圆形,且只有一端敞开。孔的开口外缘处,清晰可见“鼓泡”式的小突起,推测与碳酸钾活化剂的活化造孔和扩孔机制有关^[10],活性炭发达的孔结构可能由碳酸钾中钾

元素被碳骨架还原成金属钾所产生的刻蚀作用和活化反应过程中 H、O 原子的逸出产生。由图还可看出:活性炭表面还存在裂缝,这可能是由于高温活化时,钾的挥发对炭化料产生刻蚀作用,形成发达的孔隙结构,同时钾的逸出速率增大,也对孔隙结构产生破坏,形成大的孔隙和裂缝。

图 2 为醋酸钾活化制备活性炭的扫描电镜图。从图中可以看出该活性炭的表面形成大量的较为规整的类蜂窝状孔结构,其蜂窝状孔结构向活性炭内部延伸。由图还可以看出,活化过程中由于钾元素被还原成金属钾所产生明显的刻蚀作用,大孔内部含有介孔和微孔,孔隙结构较发达。

综合图 1 和图 2 可知,钾盐活化法制备的活性炭表面均存在大量孔结构,但不同钾盐活化制得的活性炭孔结构特征又有较大区别。K₂CO₃ 法制备的活性炭孔结构为一端敞开的鼓泡式突起,醋酸钾法制备的活性炭孔结构表现为类蜂窝状结构。CH₃COOK 法活性炭表面孔结构更规整,均匀,平均直径也较大。这可能是因为醋酸钾受热可分解为碳酸钾和水,在碳酸钾的刻蚀作用下,表面可形成鼓泡式突起孔结构,后因水在高温下逸出并与原料中的炭化物作用,使原料炭孔隙进一步开放、畅通、延展,使炭化物形成蜂窝状的孔隙结构。更可能因水的活化作用,孔隙结构排列更为规整。其活化过程为:

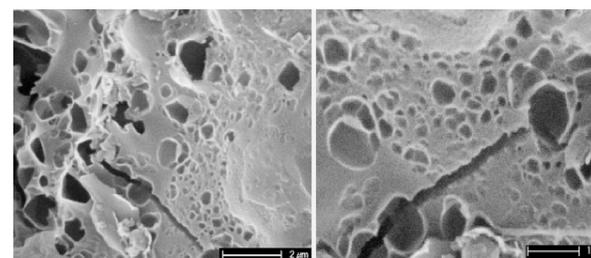
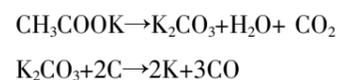


图 1 碳酸钾活化制备活性炭的扫描电镜图

Figure 1 Scanning electron microscopy (sem) picture of potassium carbonate activated activated carbon

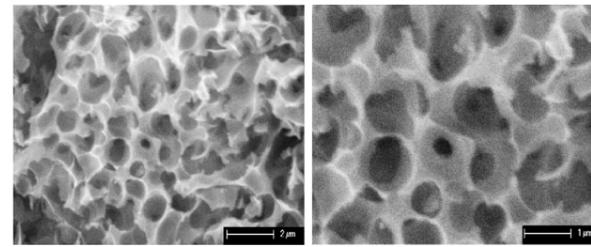


图2 醋酸钾活化制备活性炭的扫描电镜图
Figure 2 Scanning electron microscopy (sem) picture of potassium acetate activated activated carbon

图3为活性炭的N₂吸附-脱附等温线。由图3所示,该类吸附等温线属于I型吸附等温线^[11-12],为典型的微孔吸附剂的N₂吸附-脱附等温线。在相对压力较高时,吸-脱附等温线之间出现滞后环和“拖尾”现象,这是活性炭中的中、大孔在较高相对压力产生毛细管凝聚的结果,说明活性炭样品具有一定的中、大孔结构。这与图1、图2所示结果吻合,钾盐活性炭表面均分布大量大小不一的孔隙结构。

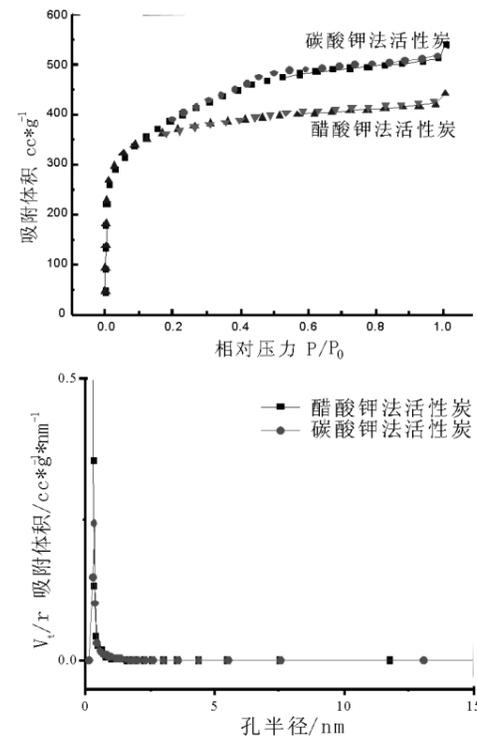


图3 碳酸钾法活性炭和醋酸钾法活性炭的N₂吸附-脱附等温曲线、孔径分布图
Figure 3 N₂ adsorption - desorption isothermal curve and aperture profile of Potassium carbonate activated carbon and potassium acetate activated carbon

根据活性炭N₂吸附等温线的实验数据,采用BJH算法可得活性炭的孔径分布和孔结构参数,见图3和表1。从图3的孔径分布图可知,活性炭样品的孔径分布较窄,主要集中在<2 nm的范围内,与表1平均孔径的数据相吻合。从表1的数据可知,钾盐活化制备的活性炭均具有高比表面积,其孔结构以微孔为主体并伴有中孔和大孔的存在。同时可见,醋酸钾法活性炭的比表面积较碳酸钾法的略低,但是总孔容积和微孔容积较大,平均孔半径也较大。这可能是因为醋酸钾受热可分解为碳酸钾和水,进一步深化炭化过程,增加微孔容量,同时微孔拓展形成中大孔。结果与图1、图2所示一致。

表1 碳酸钾法活性炭和醋酸钾法活性炭的孔结构参数
Table 1 Pore structure parameter of Potassium carbonate activated carbon and potassium acetate activated carbon

样品	SBET/m ² ·g ⁻¹	总孔容积/cc·g ⁻¹	微孔容积/cc·g ⁻¹	平均孔半径/nm
碳酸钾法	1 388.945	0.686 2	0.575	0.99
醋酸钾法	1 376.282	0.841 0	0.600	1.22

3 结论

(1)在钾盐的活化作用下,木质原料因H、O原子等逸出及微晶间部分碳原子被刻蚀,活性炭的表面形成丰富的孔隙结构,拥有大量的大孔和微孔、裂缝。

(2)不同钾盐活化制得的活性炭均呈现较大比表面积,但孔隙结构表现出明显区别:K₂CO₃法制备的活性炭孔结构为一端敞开的鼓泡式突起,醋酸钾法制备的活性炭孔结构则为类蜂窝状结构,且其孔隙结构更为规整、均匀。同时,从孔径分布图可见,CH₃COOK法制备的活性炭其平均孔半径较大。

参考文献:

[1] HARRY M, FRANCISCO R R . Activated Carbon[M]. Britain: Elsevier Science & Technology Books,2006: 3-11.
[2] 沈曾民,张文辉,张学军.活性炭材料的制备与应用[M].北京:化学工业出版社,2006.
[3] 孙艳.活性炭制备现状及其研究进展[J].中国资源综合利用,

- 2014,32(1):44-46.
- [4] 刘雪梅, 蒋剑春, 孙康. 活性炭孔径调控技术研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(7): 3818- 3820, 3847.
- [5] 李月清. 物理化学法制备活性炭的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
- [6] KANG S , JIAN C J. Preparation and characterization of activated carbon from rubber-seed shell by physical activation with steam[J]. Biomass and Bioenergy,2010, 34(4): 539-544.
- [7] 方建辉, 姚伯元, 韩福顺. 氢氧化钾活化石油焦制备高比表面积活性炭[J]. 化工进展, 2011, 30(10): 2258-2262.
- [8] HARRY M h, DENIS S Y , TOM M O, et al. Formation of active carbons from cokes using potassium hydroxide[J]. Carbon,1984, 22(6): 603-611.
- [9] TSENG R L , TSENG S K , WU F C , et al. Effects of micropore development on the physicochemical properties of KOH-activated carbons[J]. Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers, 2008, 39(1): 37-47.
- [10] 陈燕丹, 陈卫群, 陈翠霞, 等. 草酸钾与碳酸钾活化法制备红麻秆芯活性炭及其性能比较[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2012(6): 705-709.
- [11] 安鑫南. 林产化学工艺学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 412-417, 436-437.
- [12] 黄律先. 木材热解工艺学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 70-98.

(责任编辑:叶丽娜)

Investigation on the Microstructure of Activated Carbons Prepared by Potassium Salts Activation Methods

CHEN Cuixia¹, CAI Zhenghan¹, LIN Xing¹, LIN Guangfeng², LIN Yongmei¹

(1.College of Material Engineering,Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou ,Fujian 350002;

2.College of Jinshan,Fujian Agriculture and Forestry University ,Fuzhou ,Fujian 350002)

Abstract: Activated carbons were prepared from Chinese Fir sawdusts by activating with potassium carbonate and potassium acetate respectively. The surface characteristics of activated carbon were studied by using scanning electron microscope (SEM) and BET method. The results showed that there were a lot of pore structures on the surface of activated carbon prepared by potassium salt activation method, but the pore structure characteristics of activated carbon prepared by different activation of potassium salts were different greatly. The pore structure of activated carbon prepared by K_2CO_3 method was basically bubbling at one end, while prepared by CH_3COOK method was honeycomb like. The surface structure of CH_3COOK activated carbon was more regular and uniform with a larger pore size.

Key words: activated carbon; SEM; potassium carbonate; potassium acetate

基于 LID 的居住区景观雨水系统构建策略

蔡家珍, 黄静, 唐淑玲, 江晓佟

(漳州职业技术学院 食品工程学院, 福建 漳州 363000)

摘要:居住区是海绵城市建设的重要场所,高层住宅建筑及地下车库是目前居住区建设的主流形态。基于低影响开发理念(LID),探讨了这种主流形态下的居住区景观雨水系统构建目标,提出了场地尺度的居住区景观雨水处理方式,介绍了居住区景观雨水设施规模和面积比例的确定方法和植物选择策略。并结合 LID 型居住区建成案例,验证景观雨水系统在居住区中的应用成效。

关键词:海绵城市;低影响开发;景观雨水设施;居住区

中图分类号:TU986 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0015-06

居住区环境是人为对场地开发后形成的人工环境,严重改变了开发前场地下垫面的组成,从而很大程度上影响了雨水自然循环过程。传统的小区雨水处理采用“快速排除”和“末端集中”控制的模式,这种雨水输送方式容易导致积水严重,水污染加剧,水资源浪费等问题。另一方面,居住区的生活用水、绿化浇灌、景观用水、消防等又消耗大量的自来水资源,因此应用低影响开发理念(LID)构建居住区景观雨水系统具有现实的迫切性和必要性^[1]。居住区景观雨水系统的构建是要结合居住区各种绿地景观元素,合理布局雨水花园、植被浅沟、下凹绿地、绿色屋顶、渗透铺装等景观雨水设施,在场地尺度内实现从源头、中途和末端营造多功能景观、实现削减径流量和峰值流量、发挥生态效益等多重目标^[2]。

1 基于 LID 的景观设计理念

低影响开发(Low Impact Development, LID)是指

通过多种分散、小规模、低成本的源头控制措施进行产流控制,尽可能维持场地开发前的水文特征^[3-5]。这种雨水调蓄方式是依赖于对暴雨的源头控制,提倡布设一定景观雨水设施,引导雨水进入洼蓄地,利用洼蓄下凹空间和土壤下渗功能将雨水就地处理。大量的模型模拟研究和设施成效现场监测都表明,LID能有效起到削峰减排,减少水污染,净化雨水径流等作用,并且因雨水下渗速率往往低于降雨速率,使得这种方法对暴雨第一阶段产生的径流及小型降雨事件拦截效果更显著^[6]。基于 LID 的景观设计理念下,居住区景观环境设计应遵循“低影响开发”、“塑造多功能场地”、“模拟自然水文循环”的原则进行,在景观设计初期,尽可能尊重居住区原有水系驳岸,并通过改变场地竖向,优化场地雨水截留空间,赋予场地多重功能,实现景观效果的附加功能,同时,针对居住区开发强度大的特点,应充分利用景观设计手法模拟自然水文过程,将场地各个水文环节景观化,从而对居住区雨水实现源头、中途、终端三个环节的设计和管控。

2 基于 LID 的居住区景观雨水系统构建目标

居住区环境开发强度大,住宅建筑工程建设中基坑降排水措施,疏干浅层地下水导致原先场地地下水

收稿日期:2017-07-13

基金项目:漳州市自然科学基金项目(ZZ2016J05)。

作者简介:蔡家珍(1982-),女,汉族,讲师,主要从事城市雨水管理与园林结合的研究。

空间的缺失,扰乱场地原先的自然水文循环。场地平整及地形塑造的客土过程和整体绿化更新,道路、广场等硬质场地及景观水体的增加,改变原有场地的土壤性状、植物群落和下垫面组成。新建居住区的地下空间通常被高度利用,高层住宅建筑及地下车库是目前居住区的主流形态,这种土地的集约化利用使得组团绿地面积扩大,但绿地与土壤基底存在严重的割裂现象,使得雨水不能自由下渗^[7]。另一方面,居住区人口密度高,对生活用水需求量大,而居住区雨水水质较好,利用价值高。因此,城市居住区景观环境是人工作用下的再创造,雨水利用景观建设与住户生活密切相关,这一特点决定居住区景观雨水系统构建的特殊性和多元目标。

居住区景观雨水系统的构建应从雨水径流产生、传输、储存过程,以最大限度削减居住区向外排放地表径流为原则,充分利用各种景观雨水设施,实现场地径流量、峰值流量、径流历时、水质的雨洪控制目标。应综合考虑雨水过程、场地特征、成本投入等多方面因素,将景观绿地与雨水设施从技术层面加以融合,从而实现居住区景观雨水系统构建的多元目标(图1)^[8]。

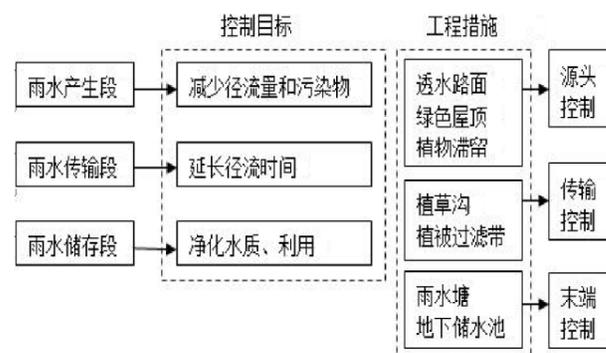


图1 居住区景观雨水系统构建目标

Figure 1 Construction goals of landscape rainwater system in residential areas

3 场地尺度的居住区景观雨水系统构建策略

景观雨水系统通常应用于源头、场地、区域/流域三种尺度^[9],推动景观雨水系统在居住区的应用实践,主要是通过雨水产生的源头布设景观雨水设施从

而探索场地尺度意义下的景观雨水系统构建,场地是居住区各类景观雨水设施实施并产生一定综合效益的应用尺度,是衡量景观雨水系统构建成效的基础。根据下垫面的不同,居住区通常由建筑屋面,中庭广场、道路和停车场等硬质铺装,建筑组团绿地、集中绿地三类场地构成^[10]。依据各类场地的地形标高和分区,合理布点串联各类景观雨水设施,通过景观设计的手法使得场地特色与景观雨水系统高度融合。

3.1 屋面雨水处理

LID设计理念下,应以系统化的思路来解决屋面雨水处理问题。从基质材料、植物种类到相关配套的地下调蓄设施,从屋顶景观生境营造到建筑立面及地面雨水花园艺术造型,形成一套注重源头到末端的综合有效屋面雨水处理方案(图2)。

3.1.1 绿色屋顶

居住区住宅建筑比重大,场地雨水径流主要来自建筑屋面和道路雨水,要减少屋面雨水径流可通过在建筑屋面、露台种植植物,吸收和过滤雨水,起到源头削减雨水的作用,这样能使小区的绿化面积最大化,并有效减少地表径流。绿色屋顶的结构主要是植被层、土壤介质层、过滤排水层、结构层等,确保建筑屋顶不漏水及减轻屋面荷载是布局设计的关键^[11]。通常在屋面结构层与种植区间考虑再增加一道防水措施,同时选用孔隙率高密度小的人工轻质土壤介质。根据建筑屋顶结构与种植介质的不同,绿色屋顶有简单式和花园式。简单式的绿色屋顶建筑荷载最小为100 kg/m²,利用低矮的植被、草坪、灌木进行营造。花园式的绿色屋顶建筑静荷载至少为250 kg/m²,并种植小乔木,配置景观设施,供人游赏,能发挥更大的生态效益。

无论哪种绿色屋顶,在植物种类都应选择根系浅、须根发达、耐移植、耐修剪、管理粗放、生长缓慢、抗风、耐旱耐夏季高温等特点。而土壤介质也应以轻质壤土为主,这样能降低绿色屋顶厚度和荷载,减少建筑经济成本,同时应将绿色屋顶的雨水收集到地下储水设施,经净化处理后可作为居住区居民生活用水,体现低影响开发的内涵。

3.1.2 高位花坛

屋面雨水的处理除了采用绿色屋顶外,更需要营造一套综合有效的屋面蓄水系统,包括屋顶雨水收

集、输水、净化过滤系统。落水管是居住区屋面蓄水系统中的输水设施,在景观营造上具有多样性和美观性的要求,能起到丰富建筑立面的景观效果。高位花坛是与建筑落水管直接相连,截取来自屋面雨水的地面种植池,台层式的高位花坛种植池不仅能缓和雨水径流、净化水质,也能在建筑附近营造户外植物群落空间,丰富居住区建筑立面景观效果,为居住区景观空间组织提供灵感。

3.1.3 雨水花园

雨水花园是利用地形人工挖掘或自然形成的浅凹绿地,用于汇集屋面和地面的雨水,同时雨水花园具有管理简单粗放,自然美观、形式灵活、易于场地环境结合的特点,在竖向向上低于周边汇水面,对中小降雨的蓄渗效果显著。它主要利用土壤和植物根部的吸附作用,净化水质,同时通过下凹空间滞留雨水,减少径流量。建造在建筑住宅旁,不仅能起到收集雨水,削减径流量,同时能净化雨水,保证雨水的二次利用。

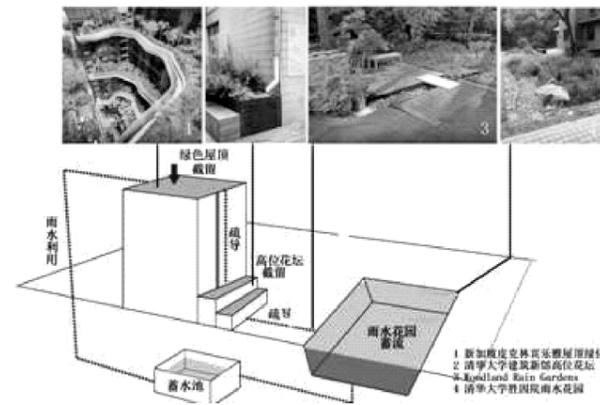


图2 住宅建筑雨水处理示意图

Figure 2 Schematic diagram of rainwater treatment in residential buildings

3.2 中庭广场、道路和停车场雨水处理

3.2.1 排水设计

道路广场是居住区主要的硬质场地,排水设计是重要的设计环节,低影响开发理念下的道路广场排水设计是降低道路广场两侧的绿地标高,降雨时,道路广场的雨水径流进入绿地并渗入土壤,当水量超过景观雨水设施的蓄渗能力极限时,多余的雨水将通过溢流口排入市政管网,从而到达削减地面径流量、延长

径流路径的目的^[12]。

3.2.2 材料设计

居住区的道路广场通常采用花岗岩等硬质铺装,虽然方便了人们活动,但切断了雨水自然下渗的路径,破坏了土壤生物的生存空间,因此,道路广场应多采用渗透路面,其设计的目的是减少路面积水和促进雨水积蓄、下渗。它的蓄水层由均匀的碎石构成,表面由各种多孔结构材料铺设,如水泥孔砖、多孔混凝土、多孔沥青等。居住区中的道路、停车场和中庭广场是大面积硬质场地,雨水汇流速度快,在车位之间设置生物滞留带,能促进雨水入渗,居住区内的慢行交通系统可全部采用透水铺装,设计中通过材料组合、铺设方式变化、色彩搭配营造多样的景观艺术场景(图3)。



道路广场透水路面 停车位嵌草砖与生物滞留带 慢行交通系统透水铺装

图3 透水材料的应用

Figure 3 Application of permeable material

3.3 建筑组团绿地、集中绿地雨水处理

绿地在居住区中所占比重大,利用绿地景观结合雨水设施处理雨水径流是低影响开发理念重要内容,将住宅建筑、道路广场周边的绿地标高降低,通过高低起伏的地形,形成多处下凹洼地,用于储存雨水。雨水花园和下凹绿地被广泛应用在居住区分散的景观绿化节点中,它通过植物及有助于雨水净化的过滤介质来调控雨水径流。

植草沟是开阔的景观性地表明渠排水系统,沿居住区道路布设。作为一种线型低洼地,将毗邻场地的雨水引导和传输至其他景观雨水设施,是一种经济的代替传统雨水管道的输送径流设施^[13]。造价低、布设灵活是其特点。为了提升景观效果,可将植草沟设计为旱溪景观,一般溪底采用卵石铺设,溪中种植植物,间以岩石点缀,雨天能汇集雨水成溪,溪中卵石与植物搭配,能起到减缓雨水径流速度,减少雨水对溪内土壤的冲刷,延长径流传输路径的作用(图4)。



图4 旱溪景观

Figure 4 Dry river landscape

3.4 景观雨水设施规模与用地比例

确定景观雨水设施规模和面积比例是构建居住区景观雨水系统的重要环节。实践中,景观雨水设施规模和面积比例的设计往往具有区域性,应根据当地的降雨条件、土壤特性和现状条件设计设施的蓄水深度、介质层厚度和材料、边坡坡度、砾石排水层的厚度等,而雨水径流处理效果和经济性是景观雨水系统面积比例设置的依据。目前,确定景观雨水设施规模和面积比例常用的计算方法有推理公式法、设计降雨径流量法,提倡采用 SWMM 模型模拟的方法对设施规模及面积比例进行设计和校核^[14]。

3.5 植物选择策略

植物是影响景观雨水设施功能的关键因素之一。居住区景观雨水设施中的植物应优先选择乡土树种确保植物正常生长。绿色屋顶注重选择抗风性强耐旱又能耐短期水淹的小乔木、灌木和地被。高位花坛应根据台层的蓄水能力种植不同的植物,上层多配置灌木,下层种植季节性宿根花卉或观赏草,以应对季节性降雨。雨水花园在植物的设计上应随意而自然,根据不同水

淹程度划分为蓄水区、缓冲区和边缘区^[15],蓄水区应选择耐淹喜水湿的植物,缓冲区对植物的抗冲刷性要求较高,而边缘区无蓄水功能,应选择较耐旱的植物。

4 LID 设计理念下的居住区景观雨水系统构建案例

4.1 背景介绍

漳州市某小区靠近郊区主干道,主要由高层住宅建筑、道路广场和绿地组成,总面积为 1.22 hm²,不透水面积为 0.65 hm²(屋面为 0.250 hm²,路面为 0.398 hm²), 占总面积 53.1%,绿地率为 46.9%,面临排水压力大,耗水量大等问题。为了实现防洪排涝、美化环境、节水利用等目标,该小区以“源头控制”为关键技术手段的雨洪控制方案,主要采用绿色屋顶、植草沟、生物滞留、透水铺装等景观雨水设施,实现场地雨水的收集利用(图 5、表 1)。

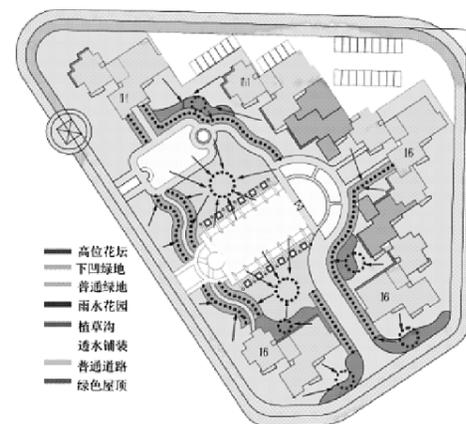


图5 小区景观雨水设施布局与径流路径

Figure 5 Layout of landscape rainwater facility and runoff path in residential areas

表 1 小区景观雨水设施规模及用地比例

Table 1 Scale of rainwater facilities and proportion of land use in residential areas

下垫面	面积/m ²	景观雨水设施	景观雨水设施规模	景观雨水设施面积/m ²	景观雨水设施面积占下垫面比例/%	景观雨水设施面积占地块比例/%
屋面	2 504.7	绿色屋顶	蓄水深度 0.08 m, 土壤层厚度 0.4 m	931.3	37.2	7.6
绿地	5 739.8	植草沟	底宽 0.8 m, 蓄水深度 0.2 m, 边坡坡度 1:3	616.3	10.7	5.0
		生物滞留	蓄水深度 0.1 m, 种植土层厚度 0.8 m 砾石排水厚度层 0.3 m	1 432.1	24.9	11.7
铺装场地	3 988.5	透水铺装	面层厚度 0.06 m, 基层厚度 0.2 m, 蓄水层厚度 0.3 m	2 356.8	59.1	19.3
合计	12 233	—	—	5 336.5	—	43.6

4.2 效益分析

小区雨水回用主要是绿化浇灌、道路浇洒。小区绿地面积为 0.574 hm²,根据《草坪节水灌溉技术规定》(DB11/T349-2006)结合当地浇灌实际,按每平米每日用水 2 L,平均养护时间间隔 5 天计算,则一年需水 838.01m³,小区道路面积为 0.398 hm²,根据《建筑给排水设计规范》结合实际人工作业情况,按每次每平米用水 0.5 L,三天冲洗一次计算,则一年需水约 242.63 m³。通过构建 LID 景观雨水系统后,该项目获得了经济、环境等多方面效益。小区绿色屋顶面积为 931.3 m²,植草沟面积为 616.3 m²,生物滞留面积为 1 432.1 m²,按各种景观雨水设施的规模大小及漳州市年均降雨量 1 612 mm 计算,年均利用雨水进行绿化浇灌和道路浇洒节约用水约 549.7 m³。同时,雨水经过生物滞留截污净化,有效减少了面源污染,利用植被浅沟等景观雨水设施代替部分雨水管道,节省了管道投资。

表 2 小区绿化浇灌、道路冲洗用水量

Table 2 Greening water and road irrigation water consumption in residential area

用途	用水定额	面积/m ²	年用水量/m ³
绿化浇洒	2 L/(m ² ·d)(按 1 次/5d 计)	5 739.8	838.01
道路冲洗	0.5 L/(m ² ·次)(按 1 次/3d 计)	3 988.5	242.63

5 结论

居住区景观雨水系统的构建,并不是一个全新的体系介入,更需要思考的是各种场地尺度下的景观雨水设施如何嫁接在居住区各类绿地设计中,如停车场设计、中庭景观营造、建筑组团绿化等。综合考虑经济效益和径流处理效果,合理设计景观雨水设施的规模和在居住区中的用地比例,发挥景观雨水系统的雨水径流管理功能。总体上,居住区景观雨水系统相关方面的研究和工程实践处于起步阶段,相关技术规范也有待完善,需要多部门多专业的配合,以切实推动水文友好的宜居环境建设。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南[M].北京: 中国建筑工业出版社,2014.
- [2] 刘丽君,王思思,张质明,等.多尺度城市绿色雨水基础设施的规划实现途径探讨[J].风景园林,2017(1):123-128.
- [3] MICHAEL E, DITEZ C. Low Impact Development Practices: A review of current research and recommendations for future directions [J].Water Air Soil Pollution,2007(186):351-363.
- [4] JAMES M B, DYMOND R L. Bioretention hydrologic performance in an urban storm water network [J].Journal of Hydrologic Engineering,2011,17(3):431-436.
- [5] FRANKLIN J C. Improving urban watershed health through suburban infill design and development [D].Virginia:VT,2011.
- [6] 李春林,刘森,胡远满,等.基于暴雨径流管理模型(SWMM)的海绵城市低影响开发措施控制效果模拟[J].应用生态学报,2017,28(8):2405-2411.
- [7] 吴淑君,李欣昀,李晓英,等.城市小区景观雨水利用研究:杭州一典型性居民区为例[J].给水排水,2016(42):237-241.
- [8] 吴文洪,王思思,李俊奇,等.宁波市海绵城市实施方案中的若干关键技术问题分析[J].中国给水排水,2017,33(6):1-6.
- [9] 王思思,苏义敬,车伍,等.景观雨水系统修复城市水文循环的技术与案例[J].中国园林,2014(1):18-22.
- [10] 范文婷.居住区景观设计中雨水利用探讨[D].北京:北京林业大学,2013.
- [11] 陈小平,黄佩,周志翔,等.绿色屋顶径流调控研究进展[J].应用生态学报,2015,26(8):2582-2589.
- [12] 蔡家珍,李招莲,黄宝华,等.景观雨水设施对城市道路径流削减效果评价[J].南昌工程学院学报,2017,36(3):37-40.
- [13] 黄俊杰,沈庆然,李田.植草沟控制道路径流污染效果的现场实验研究[J].环境科学,2015,36(6):2110-2113.
- [14] 陈虹,李家科,李亚娇.暴雨洪水管理模型 SWMM 的研究及应用进展[J].西北农林大学学报(自然科学版),2015,43(12):225-234.
- [15] 王佳,王思思,车伍.低影响开发与绿色雨水基础设施的植物选择与设计[J].中国给水排水,2012,28(21):45-50.

(责任编辑:叶丽娜)

Construction Strategy of Landscape Rainwater System Based on LID in Residential Area

CAI Jiazhen, HUANG Jing, TANG Shuling, JIANG Xiaotong

(School of Food Engineering, Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou Fujian 363000)

Abstract: Residential area is an important place of sponge city construction. High-rise residential building and underground garage are the main forms of residential construction. Based on the low impact development concept (LID), the construction goals of the landscape rainwater system under the main forms are discussed, the construction goals of the landscape rainwater system under the main forms are discussed, the processing methods of landscape rainwater in residential scale are proposed, and the determination of the scale and area ratio of the landscape rainwater facilities and the selection strategy of plants are introduced. The application of the landscape rainwater system in residential area is verified by the case of LID type residential area.

Key words: sponge city; low impact development ; landscape rainwater facilities; residential area

低压电力电容器过零投切开关的设计

王祝华, 张士钱

(龙岩学院 机电学院, 福建 龙岩 364012)

摘要: 由于目前普遍使用的电容器投切开关在运行中仍存在的一些缺陷, 新型过零投切开关采用微电子技术, 通过改进电路结构提高开关的安全稳定性, 能够对电容器组进行精确、快速过零投切。采用循环投切控制, 共、分补优化组合的补偿方式, 延长了电容器的使用寿命, 实现了低压电网的高效智能无功动态补偿。

关键词: 电容器; 投切开关; 过零; 晶闸管; 补偿

中图分类号: TM531.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0021-05

近年来随着电网中非线性负荷和感性负荷的剧增, 无功功率也大量增多, 导致受电端电压下降, 功率因数偏低, 严重影响供电质量。因此, 必须装设无功补偿设备来满足低压配电网无功功率的需求。低压电网无功补偿最常用的方法是采用电力电容器进行补偿, 合理选用投切开关是无功补偿的重要环节。交流接触器投切电容: 投切电容器时会有很大的冲击涌流, 可能烧毁触头, 触头容易粘结, 分合闸时间长, 不能分相过零投切。晶闸管投切电容器: 在过零时触发导通无涌流, 切断无过电压, 但导通时还有较大的导通压降, 仍存在发热和电能损耗的问题。复合开关投切电容: 响应速度较快, 投切无涌流, 触点无烧结, 但是耐电压电流的冲击性较弱, 容易损坏, 安全稳定性较弱, 机械触点存在烧坏可能性, 接触器在正常运行时一直处于接通状态, 线圈始终通电, 增加了电能的损耗。

从投切开关的性能对比可知, 目前普遍使用的电容器投切开关在运行中仍存在的一些缺陷, 需要在提高开关的安全稳定性方面进行改进。新型过零投切开关通过改进电路结构, 不存在可控硅损坏和单触点磁

保持烧坏现象, 不会产生电弧预燃和重燃, 长期运行故障率低, 实现过零无涌流投切, 达到快速精确补偿的目的。

1 过零投切原理

过零投切原理依据电容器特性, 如果投入电容器时电容器端电压 u_c 与电网电压 u_s 相差较大时, 电容器电压突变会产生很大的合闸涌流, 很可能会毁坏晶闸管, 因此要求必须是在电容器当前端电压 u_c 与电网电压 u_s 相等的时刻投入电容器。低压电力电容器过零投切原理图和电力电容器投切的失效率分别如图 1、2 所示, 在过零点投切电容器, 无涌流、无功耗产生。

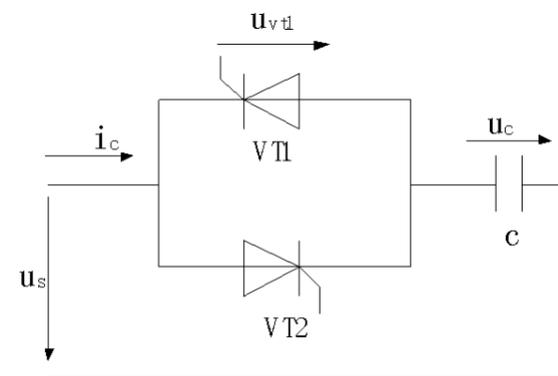


图1 低压电力电容器过零投切原理图
Figure 1 The schematic diagram of zero

收稿日期: 2017-06-15

基金项目: 福建省科技计划重点项目(2014H0039)。

作者简介: 王祝华(1966-), 女, 汉族, 副教授, 主要从事电气技术的研究。

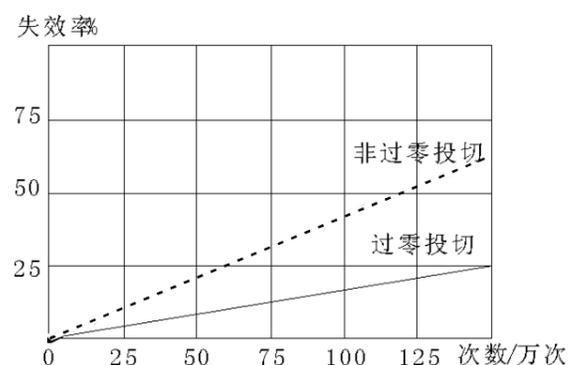


图2 电力电容器投切的失效率
Figure 2 Loss of efficiency of power capacitors throw of low voltage power capacitor

2 过零投切系统

低压电力电容器过零投切系统主要由电压电流互感器、滤波电路、采样电路、数字信号处理器、微控制器、磁保持继电器驱动电路、过零检测与触发电路、补偿电容器、过零投切开关、RS-485通信、人机接口、电容状态指示、温度检测等组成。电容器过零投切系统框图如图3所示,数字信号处理器和单片机,主要功能是电力参数的计算和电能质量参数的分析,以及电容状态指示、事件记录、故障报警等;人机接口主要由显示器和键盘构成,可实现系统参数设置和电力参数显示。

2.1 参数采样与投切控制器

低压电容器过零投切采用高性能、高精度TMS320C28x系列32位定点处理器DSP和低功耗、高性能STC89C53微控制器。STC89C53微控制器通过电压电流互感器、滤波电路、采样电路获取低压电网的三相电压和电流参数,经DSP实时计算出无功功率 Q 、功率因数 λ 、有功功率 P 、频率 f 、电容值 C 等电力运行参数,根据用户的需求设定的各电力运行参数控制门阀通过单片机判断是否需要电容器组无功补偿。微控制器STC89C53通过RS-485通信可实现与处理器DSP之间的高速数据交换,以满足系统的实时性要求。

2.2 过零投切开关

低压电容器过零投切开关由大功率磁保持继电器、双向晶闸管和阻容吸收电路等组成。由单片机控制过零点投切开关实现电力电容器的投切。电容器投入时:在检测到双向晶闸管两端电压为零时的时刻,单片机发出触发脉冲导通双向晶闸管的指令,电容器投入使用。然后再发出闭合大功率磁保持继电器的指令,大功率磁保持继电器导通后,单片机在检测到双向晶闸管电流过零时的时刻发出触发脉冲断开双向晶闸管的指令。电容器切除时:由单片机发出指令使双向晶闸管导通,双向晶闸管导通后发出断开大功率磁保持继电器的指令,再发出断开双向晶闸管的指

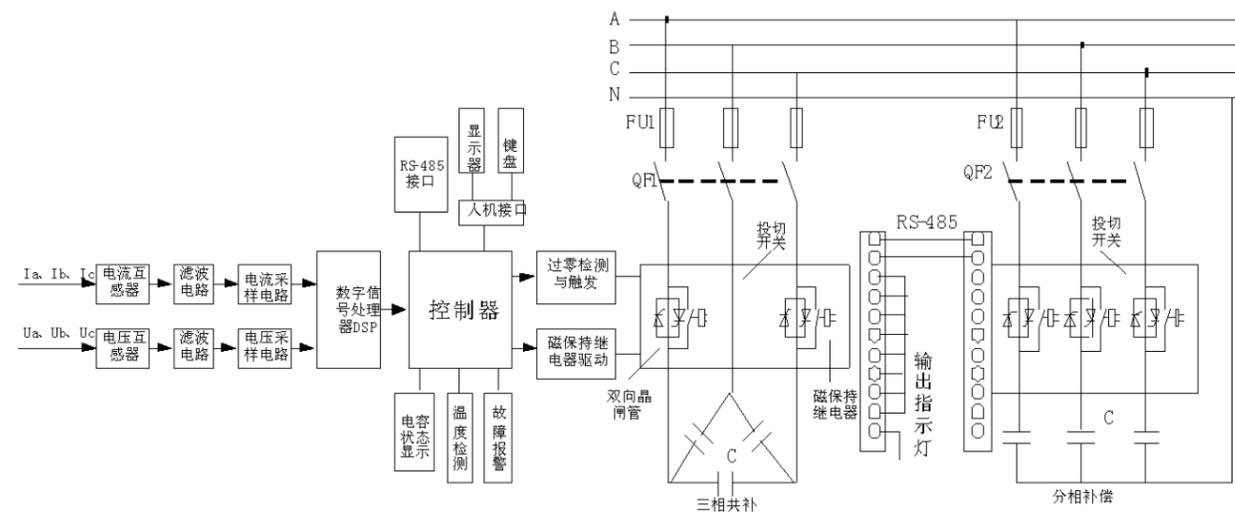


图3 电容器过零投切系统框图

Figure 3 The block diagram of the capacitor's zero-drop system

令。大功率磁保持继电器在开关正常运行时维持通断状态,而双向晶闸管只在开关投切瞬间导通工作,这样避免了电容器投切的涌流冲击,减小了运行中的电能损耗。

2.3 磁保持继电器驱动电路

大功率磁保持继电器的承载能力强,在运行过程中无功耗产生,其内部装有永久磁钢和线圈,继电器触点的动作执行,通过单片机发出脉冲信号来控制。磁保持继电器选用 HFE9 型,具有双线圈,驱动电压为 12 V,继电器驱动电路图如图 4 所示。合(分)闸过程:主控芯片输出高电平,三极管 Q1、Q3(Q2、Q4)饱和导通,12 V 电压加在合(分)闸线圈上,持续时间大于 50 毫秒后,主控芯片输出低电平,磁保持继电器触头动作,完成合(分)闸过程。图 4 中,续流二极管 D1、D2,用以保护三极管 Q3、Q4 不被过电压击穿。

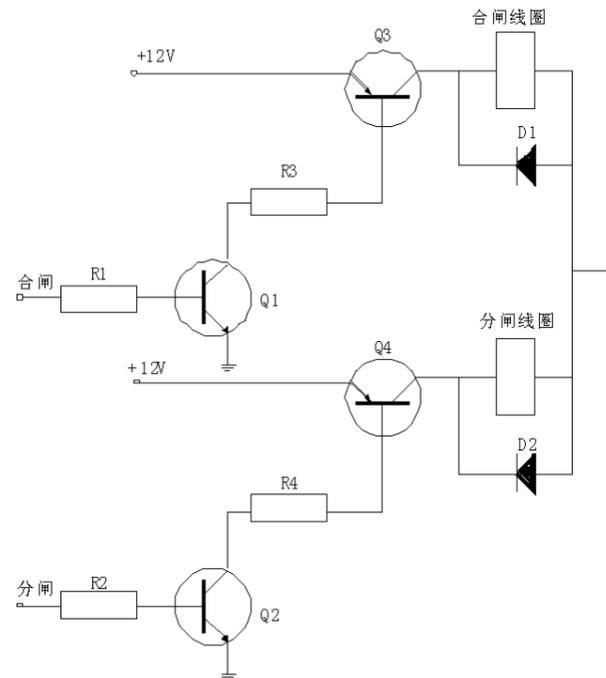


图 4 大功率磁保持继电器驱动电路

Figure 4 Driver circuit of high power magnetic holding relay

2.4 晶闸管过零检测与触发电路

为了防止电容器组投切的瞬间出现合闸涌流和过电压冲击,必须保证双向晶闸管两端电压为零或电流过零时刻投切电容器,因此,要求选择具有过零检测与触发能力强、理想的芯片来驱动双向晶闸管。晶闸管过零检测与触发电路主要由两个光电耦合器、双

向可控硅、电阻、电容器等组成。如图 5 所示,驱动芯片 MOC3083 是新型光电耦合器件,内置过零检测的电路,当晶闸管被检测到端电压为零或电流过零时, MOC3083 发出触发脉冲给晶闸管导通或断开。图 5 中,阻容吸收电路由 R1、C1 构成,可有效避免电路过电压的冲击;压敏电阻 RV 能承受较大冲击能量,可抑制电路的异常过电压。

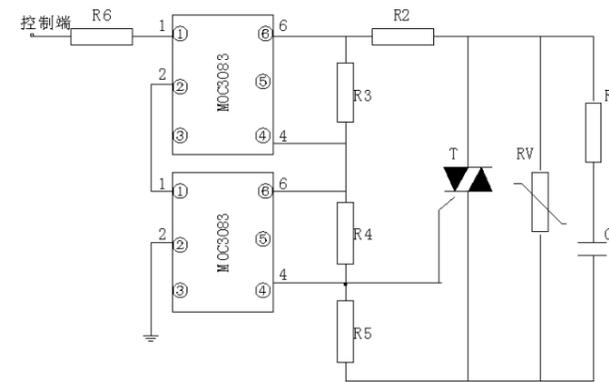


图 5 晶闸管过零检测与触发电路

Figure 5 The thyristor has zero detection and trigger circuit

2.5 补偿方式

投切电容器组的补偿方式可灵活采用共、分补优化组合,解决了低压电网负荷的变化,三相负荷不平衡的无功功率补偿的问题。负载平衡时采用共补方式,在负载波动大或严重不平衡时,采用先共补再各相单独补偿的方式。由于居民用电基本都是单相负载,变动极大,会导致三相负载严重不平衡,且各相要求补偿的电容量都不一样,无功补偿差异大,这时如果采用各相单独进行补偿,不会造成欠补或过补资源浪费的现象,便能得到最合理的补偿。

3 投切流程设计

低压电力电容器组过零投切控制投切依据是无功功率 Q 和功率因数 λ ,其中无功功率 Q 作为主要投切依据,而功率因数 λ 作为辅助投切依据。由采样电路获取低压电网的电力运行参数,通过 DSP 实时计算出无功功率 Q ,并与设定的无功功率投切门限值 Q 切进行比较,再计算出需要投入或切除补偿电容器组的电容量值 C 。需要投切的电容器按循环投切的方式来

选择,即按照投入时间顺序来操作,让先投入的电容器先撤出,后投入的电容器则后撤出,这样投切可以很好地减小电容器的温度,提高电容器的使用寿命。循环投切流程图如图6所示,这种控制投切精确,可克服以往只以单一功率因数 λ 为投切依据,重复投切的振荡现象。

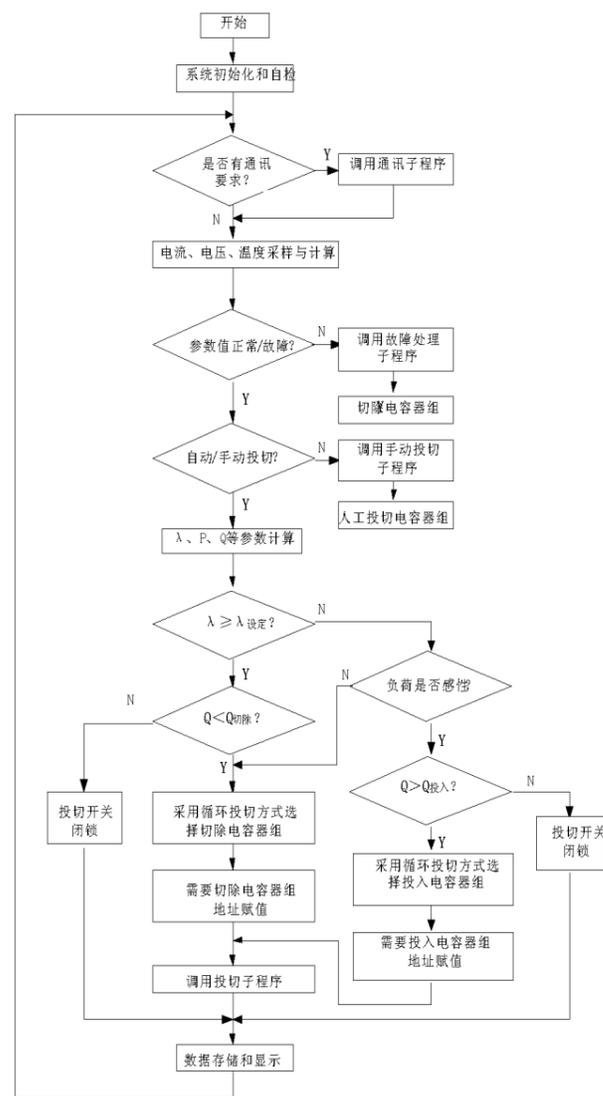


图6 循环投切流程图

Figure 6 Cyclic casting flow chart

4 测试结果

某380V低压配线路,补偿前负荷电流为421A,功率因数为0.65,采用过零投切开关对10组三角形接线的电力电容器进行投切,单组电容量为20F。在

投切过程中无涌流产生,投入后设备运行稳定,负荷电流减小,功率因数提高,达到了预期的补偿效果。测试数据如表1所示。

表1 测试数据表

Table 1 Test data

投入电容器组数 N	2	4	6	8	10
电网电压 U(V)	380	380	380	380	380
负荷电流 I(A)	409	372	321	283	246
功率因数 λ	0.71	0.78	0.84	0.89	0.95

5 结语

所设计的低压电力电容器过零投切开关,综合了电子开关和机械开关的各项优势,通过测试,可实现无涌流、无功耗的快速准确过零点投切,具有成本低,损耗小,控制方式灵活,维护方便,电容器的使用寿命长的优点。同时投切电容器组可灵活采用共、分补优化组合的补偿方式,解决了低压电网负荷的变化,三相负荷不平衡的无功功率补偿的问题。

参考文献:

- [1] 宋舜波,马琪.一种复合开关控制的智能低压电力电容器设计[J].杭州电子科技大学学报,2012(5): 25-28.
- [2] 陈元招.零投切开关的智能低压电力电容器设计[J].低压电器,2010(10): 16-20.
- [3] 陈玲,莫岳平.基于过零点投切的智能电力电容器设计[J].信阳师范学院学报,2014(1): 115-118.
- [4] 张成花.低压电容器投切用复合开关易损原因分析[J].电力讯信,2016(4): 175-176.
- [5] 黄江宁,潘秀华.复合投切的智能低压无功补偿电容器设计[J].现代电子技术,2015(7):156-159.
- [6] 郭平,覃晔.探讨功率因数补偿器、电容器与 Δ/Y 自动投切关键技术[J].综合技术,2014(1):75-80.

(责任编辑:叶丽娜)

Design of Zero Crossing Switch for Low Voltage Power Capacitor

WANG Zhuhua, ZHANG Shiqian

(School of Mechanics and Electronics, Longyan University, Longyan, Fujian 364000)

Abstract: There are some defects in the operation of the capacitor switching switch which is widely used at present. The new-type zero crossing switch adopts microelectronic technology, which increases the security and stability of the switch, and switches accurately and quickly the capacitor bank through zero by improving the circuit structure. Using cycle switching control and compensation mode of optimal combination of common/ dispersion compensation, it prolongs the service life of the capacitor, and realizes the efficient intelligent reactive power compensation of the low-voltage power grid.

Key words: capacitor; throwing cut switch; zero crossing; thyristor; compensation

一种基于 PSO 整周模糊度逆向求解的 GNSS 测姿算法

戴 卿¹, 常允艳^{1,2}

(1.重庆水利电力职业技术学院 建筑工程系, 重庆 402100; 2.中南大学 地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 利用 GNSS 载波相位差分技术进行高精度姿态测量时, 整周模糊度快速求解是制约测姿性能的核心问题, 为改进测姿数据处理中计算效率和精度上的矛盾, 提出了一种基于粒子群优化模糊度搜索的 GNSS 实时测姿算法。新算法应用于整周模糊度搜索, 可实现性好, 能免除模糊度去相关处理步骤, 改善收敛速度慢和陷入局部最优解的问题, 提高算法的自适应能力。通过实测实验分析, 结果表明: 新算法性能稳定效率高, 在动态条件下相比基于遗传算法模糊度搜索的测姿算法, 对模糊度固定解的成功率提高了约 17%, 实时性也得以提升, 工程应用前景较好。

关键字: 模糊度; 粒子群优化算法; GNSS 测姿; 自适应; 计算效率

中图分类号: P228.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0026-04

随着 GNSS (Global Navigation Satellite System) 载波相位技术的快速发展, 导航与位置服务科学在测绘、交通、航空、安防等诸多领域取得了广泛的应用。GNSS 天线不仅能给用户准确的时间和位置信息, 还能完成高精度的载体实时姿态测量任务。而载波相位测量的整周模糊度求解问题作为 GNSS 实时测姿的核心, 一直是国内外众多学者的关注热点^[1-2]。近几年来先后涌现出大量关于模糊度求解的技术和方法, 主要归为四类。基于测量域的整周模糊度求解, 操作简单, 观测时间短, 实时性好, 但仅适用于短基线测量。基于观测域的整周模糊度求解, 利用卫星伪距测量值确定模糊度, 但测量值精度会直接影响求得模糊度精度。以模糊度函数法为代表的基于位置域的整周模糊度求解作为发展较为完善的方式, 对初值的依赖较大, 且易出现由于估计精度差而导致无解或搜索次数剧增的情况。基于模糊度空间的整周模糊度搜索, 主要借鉴最小二乘算法和滤波技术, 比较有代表

意义的有最小二乘搜索、快速求解模糊度法和 LAMBDA 算法 (Least Squares Ambiguity Decorrelation Adjustment) 等, 但这些算法属遍历方法, 搜索效率较低, 实时性欠佳^[3-5]。

粒子群优化算法 (Particle Swarm Optimization, PSO) 受群体运动行为的研究产生, 通过个体间的协作在求解全局优化中具有自适应和自学习特点, 易实现, 计算效率高。因此, 本文将其用于改进传统模糊度搜索, 不仅可免去整周模糊度去相关处理等过程, 可实现性好, 而且在搜索效率上有较大提高。最后根据所得高精度的载波相位观测值用于求解基线矢量, 实现载体的实时姿态确定。通过实测数据表明, 新算法相比基于 GA 模糊度搜索方式成功固定率明显提高, 测姿精度高, 收敛速度快, 可为 GNSS 动态测姿工程应用提供借鉴价值。

1 基线初始姿态角搜索

如文献[5]所述, 组成不大于 3 m 的基线矢量 b , 然后通过解算 b 的姿态角确定载体姿态。则天线 A 和天线 B 对同一时刻观测的两颗卫星 i 和 j 的载波相位双差为

收稿日期: 2017-07-04

基金项目: 渝水职院科研项目; 重庆市教委项目 (KJ1603604)。

作者简介: 戴卿 (1985-), 男, 汉族, 讲师, 主要从事 GNSS 测量数据处理的研究。

$$\Delta^2\phi_{AB}^i = \frac{b}{\lambda} \{ \sin\beta(\sin\alpha^i - \sin\alpha^j) + \cos\beta \cdot [\cos\alpha^i \cdot \cos(\Omega^i - \varphi) - \cos\alpha^j \cdot \cos(\Omega^j - \varphi)] \} + N^i + \delta^i \quad (1)$$

式中 b 表示基线长度, λ 表示载波波长, α 和 β 分别表示基线矢量的航向角和俯仰角, α^i 和 α^j 分别表示基线对载波平面的高度角, Ω^i 和 Ω^j 为卫星 i 和卫星 j 对基线的载波平面的方位角, N^i 为双差模糊度参数, δ^i 为均值为 0 的高斯白噪声序列。

因双差方程可消除钟差、电离层误差和对流层误差等各种误差源, 因此(1)式的数学期望是整数:

$$N^i + \delta^i = \Delta^2\phi_{AB}^i - \frac{b}{\lambda} \{ \sin\beta(\sin\alpha^i - \sin\alpha^j) + \cos\beta \cdot [\cos\alpha^i \cdot \cos(\Omega^i - \varphi) - \cos\alpha^j \cdot \cos(\Omega^j - \varphi)] \} \quad (2)$$

上式的目标函数值为 1, 即

$$F = \cos \left[2\pi \left(\Delta^2\phi_{AB}^i - \frac{b}{\lambda} G \right) \right] \\ G = \sin\beta(\sin\alpha^i - \sin\alpha^j) + \cos\beta \cdot [\cos\alpha^i \cdot \cos(\Omega^i - \varphi) - \cos\alpha^j \cdot \cos(\Omega^j - \varphi)] \quad (3)$$

式中基线的航向角 φ 和俯仰角 β 为不确定参数, 可通过非线性组合优化思路求解载体姿态问题。通过观测 n 颗卫星和 m 个历元构成的约束条件, 建立适应度函数, 搜索唯一解。

$$Fitness(\varphi, \beta) = \sum_{k=1}^m \sum_{i=2}^n \cos \left[2\pi \left(\Delta^2\phi_{AB}^i - \frac{b}{\lambda} G \right) \right] \quad (4)$$

2 逆向求解整周模糊度

2.1 根据姿态角求基线矢量

确定载体基线航向角 φ 、俯仰角 β 和基线长度 b 后, 进行坐标转换求解基线在当地水平笛卡尔儿坐标系下的三维分量 $[X_{zs} \ Y_{zs} \ Z_{zs}]$

$$\begin{bmatrix} X_{zs} \\ Y_{zs} \\ Z_{zs} \end{bmatrix} = b \begin{bmatrix} \cos\beta \cos\varphi \\ \cos\beta \sin\varphi \\ \sin\beta \end{bmatrix} \quad (5)$$

转换为地心坐标系,

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{zs} \\ Y_{zs} \\ Z_{zs} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$T = \begin{bmatrix} -\sin B_p \cos L_p & -\sin L_p & \cos B_p \cos L_p \\ -\sin B_p \sin L_p & \cos L_p & \cos B_p \sin L_p \\ \cos B_p & 0 & \sin B_p \end{bmatrix} \quad (7)$$

其中 L_p 、 B_p 表示观测点经纬度坐标, 基线矢量为 $b = [\Delta X \ \Delta Y \ \Delta Z]$ 。

2.2 求双差整周模糊度

由相位双差观测方程简洁表达式

$$\Phi = A \cdot N + B \cdot b + e \quad (8)$$

其中 Φ 表示相位双差值矩阵, N 表示双差整周模糊度矩阵, b 表示基线矢量, e 表示观测噪声误差矢量 (均值为 0, 方差为 Q), A 和 B 分别表示 N 和 b 的设计矩阵。

对上式进行最小二乘估计, 得到实数估计值 \hat{N} 、 \hat{b}

和协方差矩阵为 $\begin{bmatrix} \hat{N} \\ \hat{b} \end{bmatrix}$ 和 $\begin{bmatrix} Q_{\hat{N}} & Q_{\hat{N}\hat{b}} \\ Q_{\hat{b}\hat{N}} & Q_{\hat{b}} \end{bmatrix}$ 若已知基线矢量 b ,

则可逆向求双差整周模糊度, 即

$$N = \hat{N} - Q_{\hat{N}\hat{b}}^{-1} \cdot Q_{\hat{N}} \cdot (\hat{b} - b) \quad (9)$$

最后实时解算基线姿态

$$b = \hat{b} - Q_{\hat{b}\hat{N}} \cdot Q_{\hat{N}}^{-1} \cdot (\hat{N} - N) \quad (10)$$

3 PSO 算法描述

粒子群优化算法 (Particle Swarm Optimization, PSO) 是一种群体智能算法, 由 Eberhart 博士和 Kennedy 博士发明^[7]。作为一种群体智能优化算法, PSO 算法简洁易于编程实现, 可调参数少, 无梯度信息, 因此在非线性优化、组合优化等领域有很大优势。算法中, 将组合优化问题的潜在解用 d 维搜索空间上的粒子来表示, 这些粒子以特定的速度飞行并进行动态调整, 最终最优值的确定通过目标函数适应值来确定, 将其用于改进模糊度搜索可提高搜索效率, 改善模糊度固定解的成功率。PSO 算法搜索过程如图 1 所示, 相关具体计算步骤见文献^[7]。

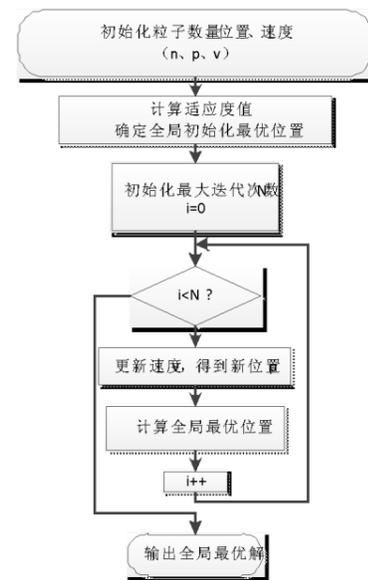


图1 PSO 算法搜索过程

Figure 1 PSO algorithm search process

由此可见,通过式(4)PSO 算法高效的搜索策略获取 GNSS 基线的初始姿态角,并由式(9)求出双差模糊度 N ,最后基于式(10)对基线姿态角实时解算。这种免去整周模糊度直接搜索的方法,较易编程实现,且在动态解算中具有较好的稳定性。

4 实测数据验证与分析

为验证本文所提算法在 GNSS 测姿数据处理中的效果,实验使用两 GPS-701-GG 天线,接收板模块为 OEMV-1G,可输出频率为 20 Hz 的天线位置、卫星坐标和 L_1 载波等数据,并由 RS-232 串口连接计算机,基于 matlab 开发算法测试平台,进行实时解算。(计算平台:i5-4210U, RAM4G, Win10, Matlab2014a)

4.1 GNSS 静态测姿实验

设置基线长度为 1 m 的静态测姿实验,利用精确指北针和高精度机械陀螺仪测定值作为参考值,进行 GNSS 静态测姿实验,结果如表 1 所示。

表 1 静态测姿实验结果

Table 1 Results of static test position

参数	航向角	俯仰角
均值	60.025 6°	0.965 2°
方差	0.014 20	0.009 3
参考值	60.000 5°	1.000 4°

实验数据表明:GNSS 静态测姿中航偏角输出误差优于 0.03°,俯仰角输出误差优于 0.04°,且误差方差值偏小,均保证在 0.015 以内。整体来说基于 PSO 模糊度搜索的测姿算法在 GNSS 静态测姿性能方面表现较为稳定,姿态解算精度较高,

4.2 GNSS 动态测姿实验

为进一步验证新算法在 GNSS 实时动态测姿中的性能,设置不同动态条件下(基线转速为 5 s/转, 15 s/转和 24 s/转)的 PSO 算法测姿实验,测试中将基于遗传算法(Genetic Algorithm, GA)的搜索方法作为对比项进行性能讨论。

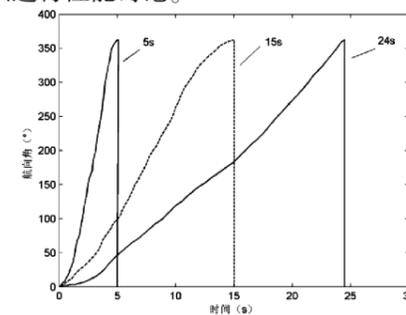


图2 基于 PSO 算法模糊度搜索的测姿结果

Figure 2 The results of the measurement of fuzzy degree

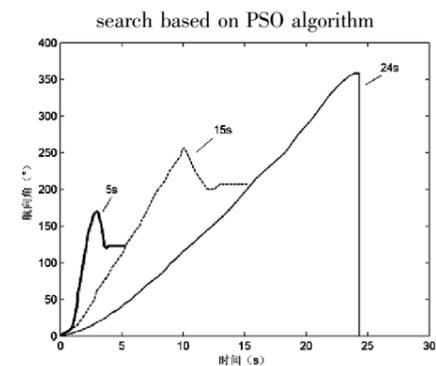


图3 基于 GA 算法模糊度搜索的测姿结果

Figure 3 The results of the detection of fuzzy search

based on GA algorithm

表 2 动态测姿实验结果

Table 2 Experimental results of dynamic measurement

算法方案	模糊度搜索成功率	迭代次数	计算耗时
PSO 算法	100%	23	683 ms
GA 算法	83%	47	872 ms

如图 2 和图 3 对比了不同算法下模糊度搜索影响的测姿结果,由结果可见:

- 1) 基于 GA 模糊度搜索的测姿算法相比本文所

提新算法在 5 s/转和 15 s/转时,由于模糊度搜索未能准确得到固定解,导致姿态解算中出现问题。分析原因可能是由于 GA 算法不能确保对全局最优解的搜索,当载体运动时搜索可能陷入局部最优值,降低模糊度搜索成功率,从而影响动态测姿性能。

2)在表 2 中对比发现,基于 PSO 模糊度搜索的测姿算法比基于 GA 模糊度搜索的测姿算法在模糊度固定解的搜索成功率方面高出 17%,且迭代次数较少,计算效率提高了约 21%。

由此可见,提出的基于 PSO 的模糊度搜索方法在三种不同动态状态下,输出结果较为稳定,较适合动态测姿数据处理,更为适合将来的工程使用。

5 结论

载波相位整周模糊度的准确和高效解算,是实现 GNSS 实时动态测姿的关键问题。本文在传统模糊度求解的基础上,考虑粒子群优化算法在解决复杂组合优化问题上的优点,讨论算法的鲁棒性和收敛速度,避免传统生物进化算法在搜索整周模糊度固定解遇到的收敛速度慢和易陷入局部最优解的问题。最后通过实测数据,表明新算法用于 GNSS 静态测姿实验,输出精度较高,结果稳定可靠;用于 GNSS 动态测姿实验,相比基于 GA 模糊度搜索的测姿算法,计算结果精度好,模糊度成功固定率显著提高,收敛速度较快,在计算精度和计算时间上都有所提升。

参考文献:

- [1] GROVES P. Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems [M]. Boston/London: Artech House, 2015: 58–76.
- [2] 傅英定,成孝予,唐应辉. 最优化理论与方法[M]. 北京:国防工业出版社出版 2007:120–247.
- [3] 何正斌. GPS/INS 组合导航数据处理算法拓展研究[D]. 西安:长安大学,2012:25–45.
- [4] 吴铁军,马龙华,李宗涛. 应用捷联惯导系统分析[M]. 北京:国防工业出版社,2011:15–78.
- [5] GIORGI G. GNSS Carrier Phase-based Attitude Determination Estimation and Applications [D].Delft University of Technology, 2011:5–24.
- [6] KIM Y , SONG J , PARK B , et al. GPS Cycle-slip Detection with Low-cost IMU and Single-frequency Receiver of Land Vehicle [C]. Proceedings of the ION Pacific PNT, Hawaii, 2013: 1032–1040.
- [7] 刘衍民. 粒子群优化算法的研究及应用[D]. 济南: 山东师范大学, 2011: 19–20.
- [8] KOTHARI R, GHOSH D. An Efficient Genetic Algorithm for Single Row Facility Layout [J]. Optimization Letters, 2014, 8 (2): 679–690.
- [9] 刘朝华. 混合免疫智能算法理论及应用[M].北京:电子工业出版社, 2014: 1–30.

(责任编辑:叶丽娜)

A GNSS Attitude Determination Algorithm Based on PSO Ambiguity Resolution

DAI Qing¹, CHANG Yunyan^{1,2}

(1. College of Architectural Engineering, Chongqing Water Resources and Electric Engineering College, Chongqing 402100;

2. College of Earth Sciences and Information Physics, Central South University, Changsha, Hunan 410083)

Abstract: To improve the computational efficiency and accuracy of the attitude determination data processing, this paper presents a method based on particle swarm optimization to particle Real-time GNSS attitude determination. This algorithm is applied to ambiguity search, which can eliminate ambiguity de-correlation process, speed up convergence time, avoid local optimal solution, as well as improve the adaptive ability. The experiment results show that under the dynamic condition, the success rate of the ambiguity fixed solution is improved about 17% compared with genetic algorithm ambiguity search. And the calculation time is also improved, which make it have more engineering application prospects.

Key words: ambiguity; particle swarm optimization; GNSS attitude determination; adaptive; computational efficiency

生态文明指导下的福建经济与资源环境关系研究

陈虹^{1,2}, 刘金福^{1,2}

(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)

摘要:通过脱钩及环境库兹涅茨理论从短期、长期两个时间维度揭示作为生态文明试验区的福建省经济、资源与环境之间的内在联系,利用LMDI分解法从人口规模、经济发展、资源消耗/环境污染强度三个方面对福建资源环境压迫进行因素分析。研究发现:福建生物资源利用呈现弱脱钩和扩张负脱钩交替出现,水消耗长期处于弱脱钩,化石能源消耗趋向弱脱钩,工业废水、废气排放有强脱钩趋势,烟粉尘脱钩趋势不明显,固体废弃物排放近年仍以增长连结和扩张负脱钩为主;生物资源EKC拐点出现在2014年,水资源和化石能源仍处于掠夺阶段,废水、废气、烟粉尘、固废EKC拐点分别出现于2009年、2006年、2005年、2013年,仍需警惕拐点后的反弹;人口规模对资源环境产生弱正向驱动效应,经济发展仍是资源环境压迫的主要动因,资源消耗/环境污染强度作为抵消项,其反向拉动作用大于人口规模因素。

关键词:脱钩理论;环境库兹涅茨曲线;LMDI分解法;生态文明试验区;福建

中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0030-05

2016年,福建省被确立为全国第一个生态文明试验区。探索福建经济发展方式,深化生态文明建设和体制改革,推进经济资源环境和谐发展是新时期下对福建提出的新要求。对福建经济与资源、环境之间协调关系的理论研究有助于揭示福建经济发展的驱动因素,调整福建经济发展的模式和方向,促进资源环境保护,加快生态文明先行示范区建设。

前人利用不同方法开展关于可持续发展的评价研究,旨在揭示经济与资源环境之间的关系。柯健等将数据包络分析(DEA)理论及DEA—最优分割聚类分析方法应用于中国各地区资源、环境与经济的协调发

展评价中^[1];丁生喜利用生态足迹理论和模型研究环青海湖地区可持续发展^[2];袁久和等通过建立可持续发展的层次模型,运用熵值法对湖南农业可持续发展进行动态评价^[3];朱爱琴在生命周期理论的基础上,结合层次分析法和德尔菲法对大庆市可持续发展进行评价研究^[4];郭存芝等借助因子分析计算生态效率进而揭示33个资源型城市可持续发展的影响因素^[5]。本文将福建作为研究对象,以世界经济合作与发展组织(OECD)提出的脱钩理论为基础,结合EKC理论及曲线来揭示福建经济发展对资源、环境的依赖程度并分析福建经济的发展阶段,通过LMDI分解法进一步定量分析影响资源消耗、环境压力的驱动因素,正确认识福建经济发展特征和规律,探寻福建经济发展中的拐点,为新阶段福建经济发展提供依据。

1 研究方法

1.1 脱钩模型

世界经济合作与发展组织(OECD)2001年提出脱钩理论来探讨经济发展与资源环境之间的关系,联合

收稿日期: 2016-10-21

基金项目: 福建省林业科学研究项目(K8514002A);福建省教育厅中青年教育科研和福建农林大学青年教师教育科研联合资助项目(K8015015A)。

作者简介: 陈虹(1982-),女,汉族,讲师,博士研究生,主要从事森林经理和环境资源统计研究。

通讯作者: 刘金福(1966-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事资源环境统计等研究。

国环境规划署(UNEP)应用脱钩理论对欧洲、非洲、亚洲等国家进行脱钩分析,并形成脱钩报告书(2011/2014)。Tapio 脱钩模型是目前研究经济与资源环境脱钩关系的主要方法,使用弹性概念动态地反映变量间脱钩关系。

$$w = \frac{\Delta d_i}{D_i} \bigg/ \frac{\Delta g}{G} \quad (1)$$

w -脱钩弹性系数; i -不同污染物或不同资源; D -排放量或占用量; Δd -排放增量或占用增量; G -GDP; Δg -GDP 增量

1.2 环境库兹列茨曲线

Grossman 和 Krueger 提出的环境库兹列茨曲线(EKC)^[6]用来描述经济增长和资源环境之间的长期关系,并寻找经济发展中的拐点,其计量经济模型如下:

$$D_{it} = a_i + \beta_1(GDP)_{it} + \beta_2(GDP)_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$D_{it} = a_i + \beta_1(GDP)_{it} + \beta_2(GDP)_{it}^2 + \beta_3(GDP)_{it}^3 + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\ln D_{it} = a_i + \beta_1 \ln(GDP)_{it} + \beta_2 \ln(GDP)_{it}^2 + \beta_3 \ln(GDP)_{it}^3 + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

D_{it} -第 i 个地区在第 t 年的污染排放量; $(GDP)_{it}$ -第 i 个地区在第 t 年的 GDP; a_i -第 i 个地区的常数项; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ -待估参数; ε_{it} -随机干扰项。

1.3 LMDI 分解法

Kaya 提出 Kaya 公式,将经济、政策、人口等因子与人类活动产生的碳排放联系起来,Ang B W 等基于扩展的 Kaya 恒等式,提出 LMDI 分解法。其方法具有完全分解、消除残差项,克服了其它方法分解后存在的残差项的缺点^[7-8]。本文采取 LMDI 分解法对资源消耗和环境压力进行以下分解:

$$C = P \times (G/P) \times (C/G) \quad (5)$$

式中, C 表示资源消耗量/污染物排放量; P 表示常住人口数; G/P 表示人均 GDP; C/G 表示资源消费强度/污染物排放强度。

进一步,记从第 0 年到第 t 年的资源消耗量/污染物排放量的变化量为 ΔC ,常住人口数的变化量为 ΔCP ,人均 GDP 变化量为 ΔCPG ,资源消耗强度/污染物排放强度为 ΔCI ,

采用 LMDI 方法的加法分解形式,可得:

$$\Delta C = \Delta C_{CP} + \Delta C_{PG} + \Delta C_I \quad (6)$$

其中:

$$\Delta C = C_t - C_0, \Delta C_P = w \ln(P_t/P_0), \Delta C_{PG} = w \ln(PG_t/PG_0), \Delta C_I = w \ln(I_t/I_0), w = (C_t - C_0) / (\ln C_t - \ln C_0)$$

2 数据收集

环境压力指标选取工业废水排放量(亿吨)、工业废气排放量(万吨)、工业固体废弃物排放量(万吨)和工业烟粉尘排放量(万吨),资源消耗指标选取水资源消耗量(亿立方米)、化石能源消耗量(万吨标准煤)、生物资源采伐量(万立方米)。资源环境资料及数据来源于福建统计年鉴、福建省环境状况公报。

3 研究结果

3.1 脱钩分析

如图 1, 根据名义 GDP, 2015 年经济总产值是 2000 年的 6.90 倍, 年均增长率为 13.74%, 剔除价格因素影响, 以 1952 年为基期, 2015 年经济总产值是 2000 年的 6.51 倍, 年均增长率为 15.50%, 其中, 第一产业年均增长率为 4.25%, 第二产业年均增长率为 16.39%, 第三产业年均增长率为 12.96%, 第一产业对经济发展的贡献比例远小于其他两个产业。

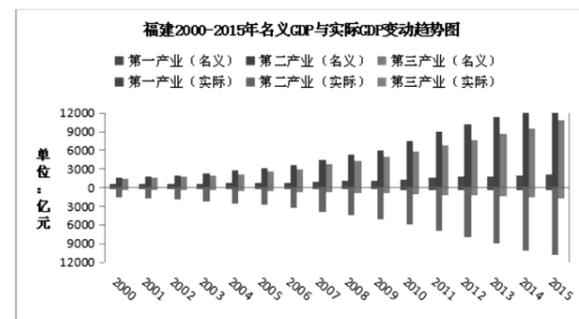


图 1 福建 2000-2015 年名义 GDP 与实际 GDP 变动趋势图
Figure 1 The trend chart of the nominal GDP and the actual GDP from 2000-2015 in Fujian

经济发展对环境的影响, 主要讨论工业废水、工业废气、烟粉尘、工业固体废弃物的排放影响; 经济发展对资源的影响, 主要讨论对水资源、化石能源资源、生物资源的影响。从表 1 可以看出, 2001 年至 2015 年, 福建经济发展与工业废水、工业废气排放一直朝着强脱钩的方向发展; 经济发展与烟粉尘排放的脱钩

尚需努力,尤其2010年以来,烟粉尘的排放速度有增加的趋势;固体废弃物排放尤需重视,固体废弃物排放速度和经济发展速度基本一致,个别年份甚至超过经济发展速度。2001年至2015年,木材利用和经济发展基本处于弱脱钩和扩张负脱钩的状态,福建经济的快速发展对林木资源依赖大;水资源消耗与经济发展基本处于弱脱钩的状态,仅2001年、2012年、2015年实现强脱钩;化石能源消耗与经济发展一直朝着弱脱钩的发展方向,仅2005年为扩张负脱钩。

表1 福建省2001-2015年资源环境脱钩指数表

Table 1 The decoupling index table of resource and environment from 2001-2015 in Fujian

年份	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇
2001	9.77	-1.78	-1.46	13.90	0.15	-0.19	0.77
2002	-2.40	-0.21	-0.58	-1.56	0.38	0.31	1.14
2003	1.79	0.46	0.02	-1.97	3.37	0.15	0.87
2004	1.23	4.37	1.23	0.92	1.00	0.08	0.83
2005	1.12	3.44	1.57	1.00	1.50	0.08	2.93
2006	-0.15	0.41	-0.04	0.76	0.18	0.01	0.69
2007	0.40	-0.51	-0.29	0.79	5.80	0.28	0.64
2008	0.18	-0.28	-0.38	0.80	0.33	0.06	0.61
2009	0.14	-0.18	-0.47	1.37	-2.06	0.12	0.60
2010	-0.78	-0.12	0.19	1.07	1.87	0.03	0.60
2011	2.85	-0.35	-1.51	-2.74	-0.72	0.21	0.57
2012	-2.98	-0.36	1.27	5.58	0.51	-0.31	0.37
2013	-0.12	-0.23	0.21	0.85	0.64	0.19	0.54
2014	-0.22	-0.11	3.71	-3.83	0.51	0.03	0.73
2015	-1.40	-0.76	-0.89	0.29	-0.47	-0.26	0.07

注: I₁、I₂、I₃、I₄、I₅、I₆、I₇ 分别代表生物资源、水资源、化石能源、废水、废气、烟粉尘、固废的脱钩指数。

通过图2,15年间木材脱钩指数、废水脱钩指数、固废脱钩指数离散程度较大,在一定程度上说明这些方面敏感性较高,容易受经济发展水平的影响,木材消耗异常年份为2003年、2007年,废水排放异常年份为2001年,固体废弃物排放异常年份为2001年、2012年;从平均脱钩程度看,除废气、烟粉尘基本实现强脱钩,其它表现为弱脱钩,固体废弃物15年间平均脱钩指数为0.803,处于弱脱钩的上限,总体来看,经济发展对环境压迫较大,尤其需警惕固体废弃物排放,避免扩张负脱钩的出现。

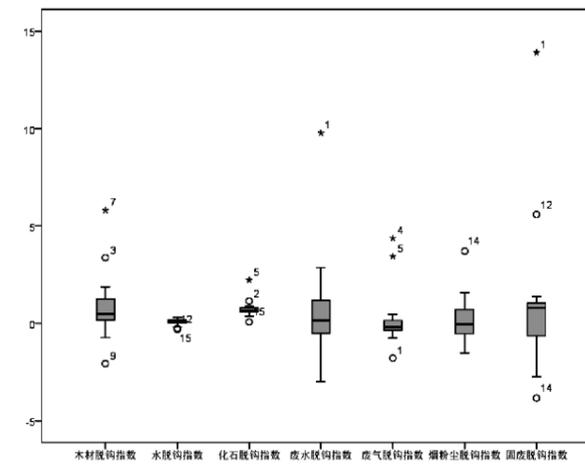


图2 福建省2001-2015年经济发展与资源环境响应箱线图
Figure 2 The box diagram of Economic development and resource environment response from 2000-2015 in Fujian

3.2 EKC 曲线分析

应用环境库兹涅茨曲线,分析资源环境是否已经处于一个逐步下降的阶段,是否真正实现强脱钩。

根据表2所示,假设环境库兹涅茨理论存在,那么环境因子中的废水、废气、烟粉尘、固废的库兹涅茨曲线的拐点已经出现,分别是2009年、2006年、2005年、2013年,此后这些污染物的排放逐渐得到控制,值得注意的是,烟粉尘曲线2005年达到拐点后虽下滑但此后又有反弹的趋势;资源因子中的木材资源的库兹涅茨曲线的拐点已经出现在2014年,今后木材资源的消耗将会进一步得到控制,然而水资源和化石能源的库兹涅茨曲线的拐点尚未出现,仍处于曲线上升的阶段,水资源和化石能源的利用将仍然随着经济的发展而逐步增加。

表2 福建省EKC曲线分析表

Table 2 The analysis table of EKC curve of Fujian

类别	模型	R ²	时间(拐点)
资源:			
木材资源	$y = -358.5 + 0.382x - 2E-05x^2$	0.870	2014年
水资源	$y = 176.1 + 0.002x$	0.724	-
化石能源	$y = 2293 + 0.906x$	0.921	-
环境:			
废水排放	$y = 3.199 + 0.003x - 2E-07x^2$	0.610	2009年
废气排放	$y = -26.88 + 0.029x - 4E-06x^2 + 2E-10x^3$	0.759	2006年
烟粉尘排放	$y = 10.97 + 0.01x - 2E-06x^2 + 9E-11x^3$	0.521	2005年
固体废弃物排放	$y = 4059 - 0.772x + 0.000x^2 - 2E-08x^3$	0.618	2013年

3.3 LMDI 分解法

以 2000 年为基期,2005、2010、2015 年为截点,通过 LMDI 分解法探究人口规模、经济发展、消耗污染强度对资源环境的影响,结果见表 3。

3.3.1 人口规模效应

15 年间福建人口增长缓慢,2015 年福建常住人口较 2000 年增长 12.58%。与 2000 年相比,2015 年生物资源消耗量增加 1 191.04 万 m³,其中人口规模因素

表 3 2000-2015 年福建省资源环境驱动因素分解

Table 3 The driving factor decomposition on Resource environment from 2000-2015 in Fujian

项目	2005			2010			2015		
	ΔC_P	ΔC_{PC}	ΔC_I	ΔC_P	ΔC_{PC}	ΔC_I	ΔC_P	ΔC_{PC}	ΔC_I
C_1	21.04	255.38	96.90	60.80	980.00	79.70	93.06	1 423.98	-326.01
C_2	7.64	92.74	-88.82	15.03	242.29	-230.17	22.28	340.91	-337.16
C_3	176.94	2 147.95	486.50	437.35	7 049.14	-1 239.67	770.59	11 791.03	-3 324.25
C_4	0.38	4.57	2.38	0.69	11.14	-5.17	0.86	13.22	-10.77
C_5	1.35	16.40	3.67	2.40	38.60	-24.37	3.18	48.66	-42.62
C_6	1.29	15.72	-13.71	2.27	36.58	-40.03	3.74	57.20	-55.83
C_7	122.81	1 490.88	-31.19	343.54	5 537.05	-584.00	401.35	6 141.14	-3 776.22

注: C_1 、 C_2 、 C_3 分别代表生物资源、水资源、化石能源, C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 分别代表废水、废气、烟粉尘、固废。

贡献 93.06 万 m³,贡献率达 7.81%;水资源消耗量增加 26.03 亿 m³,其中人口规模因素贡献 22.28 万 m³,贡献率达 85.59%;化石能源消耗量增加 9237.37 万 t 标准煤,其中人口规模因素贡献 770.59 万 m³,贡献率达 8.34%;废水排放量增加 3.31 亿 t,其中人口规模因素贡献 0.86 万立方米,贡献率达 25.98%;废气排放量增加 9.22 万 t,其中人口规模因素贡献 3.18 万 t,贡献率达 34.49%;烟粉尘排放量增加 5.11 万 t,其中人口规模因素贡献 3.74 万 t,贡献率达 73.19%;固废排放量增加 2766.27 万 t,其中人口规模因素贡献 401.35 万 m³,贡献率达 14.51%。人口规模对资源消耗、环境压力产生弱正向驱动效应,人口规模扩大对水资源消耗、烟粉尘排放影响较大。

3.3.2 经济发展效应

15 年间福建人均 GDP 增长 613 倍,增速较快。与 2000 年相比,2015 年生物资源消耗量增加 1 191.04 万 m³,其中经济发展因素贡献 1 423.98 万 m³,贡献率达 100%;水资源消耗量增加 26.03 亿 m³,其中经济发展因素贡献 340.91 万 m³,贡献率达 100%;化石能源消耗量增加 9 237.37 万 t 标准煤,其中经济发展因素贡献 11 791.03 万 m³,贡献率达 100%;废水排放量增加 3.31 亿 t,其中经济发展因素贡献 13.22 亿 m³,贡献率达 100%;废气排放量增加 9.22 万 t,其中经济发展因素贡献 48.66 万 t,贡献率达 100%;烟粉尘排放量增加 5.11 万 t,其中经济发展因素贡献 57.2 万 t,贡献率

达 100%;固废排放量增加 2 766.27 万 t,其中经济发展因素贡献 6 141.14 万 t,贡献率达 100%。经济发展对资源消耗、环境压力产生强正向驱动效应,经济发展对资源环境影响大。

3.3.3 资源消耗/环境压力强度

15 年间福建坚持可持续发展方向,不断促进企业节能减排,优化生产方式,单位产值生物资源消耗量降低 33.97%,单位产值水资源消耗量降低 83.36%,单位产值化石能源消耗量降低 40.02%,单位产值废水排放量减少 77.18%,单位产值废气排放量减少 79.57%,单位产值烟粉尘排放量减少 82.96%,单位产值固废排放量减少 67.21%。与 2000 年相比,2015 年生物资源消耗强度降低导致生物资源消耗量减少 326.01 万 m³,水资源消耗强度降低导致水资源消耗量减少 337.16 万 m³,化石能源消耗强度降低导致化石能源消耗量减少 3 324.25 万 t 标准煤,废水排放强度降低导致废水排放量减少 10.77 亿 t,废气排放强度降低导致废气排放量减少 42.62 万 t,烟粉尘排放强度降低导致烟粉尘排放量减少 55.83 万 t,固废排放强度降低导致固废排放量减少 3 776.22 万 t。

4 小结与讨论

与其他可持续性评价相比,本文利用 15 年长期数据,综合脱钩理论、EKC 理论、因素分解理论对经济

可持续性进行全面、动态评价,既发挥各理论的优势,又互为弥补不足之处。脱钩及 EKC 理论从短期、长期的角度对经济可持续发展进行评价,LMDI 分解法定量分析人口、经济发展、消费强度/污染强度三个方面对福建资源消耗、环境压力的影响。通过研究发现,福建经济与资源环境之间虽尚未完全实现可持续,但基本朝着强脱钩方向发展,人口因素对资源环境影响较小,经济发展是资源环境压迫的主因,资源消耗/环境污染强度作为抵消项,其反向拉动作用大于人口规模因素。因此,减少对林木资源的依赖,控制水资源、化石能源的使用总量及使用效率,规范固体废弃物的排放和处理,尽快实现资源环境脱钩及 EKC 曲线拐点的出现或曲线下移是今后福建发展绿色经济的重要内容。

从研究结果和与前人研究佐证,说明应用脱钩理论与 EKC 曲线评价其经济可持续发展是一种行之有效的方法,同时现有统计数据满足该方法的应用,本文研究证实提出的科学问题是可以解决的,但该研究需要多长研究时段为最佳还有待于进一步分析,应用 LMDI 分解法进行分行业、产业资源环境压迫的因素

分析也将另文报道。

参考文献:

[1] 柯健,李超. 基于 DEA 聚类分析的中国各地区资源、环境与经济协调发展研究[J].中国软科学, 2005(2):144-148.
 [2] 丁生喜.环青海湖区域生态足迹的动态测度与分析[J].生态经济, 2011(1):156-159.
 [3] 袁久和,祁春节.基于熵值法的湖南省农业可持续发展能力动态评价[J].长江流域资源与环境, 2013,22(2):152-157.
 [4] 朱爱琴,曾菊新,唐承财,等.资源型城市生命周期优化调控潜力测评[J].人文地理, 2013(5):69-75.
 [5] 郭存芝,罗琳琳,叶明. 资源型城市可持续发展影响因素的实证分析[J].中国人口·资源与环境, 2014,24(8):81-89.
 [6] GROSSMAN G M,KRUEGER A B.Economic Growth and the Environment [J].Quarterly Journal of Economics,1995,110(2):353-377.
 [7] ANG B W.The LMDI approach to decomposition analysis:a practical guide[J].Energy Policy,2005,(33):867-871.
 [8] ANG B W. LMDI decomposition approach:A guide for implementation[J]. Energy Policy,2015,(86):233-238.

(责任编辑:冯起国)

Study on the Relationship Between Economy、Resources and Environment in Fujian Under the Guidance of Ecological Civilization

CHEN Hong^{1,2}, LIU Jinfu^{1,2}

(1.College of Computer and Information Sciences, Fujian Agriculture and Forestry University,Fuzhou, Fujian 350002;
 2.College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University,Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract:To reveal the internal relations of economy、resources and environment of Fujian which as ecological civilization pilot area by the theory of decoupling and EKC in the short-term and long-term two time dimension, and use the LMDI decomposition method for factor analysis of resource environment pressure from the population scale, economic development, resource consumption/environmental pollution intensity.The study found that consumption of biological resources were alternately weak decoupling and expansion of the negative decoupling,water consumption appeared weak decoupling in the long term, fuel consumption tended to weak decoupling,the emission of industrial waste water and waste gas tended to strong decoupling,the decoupling trend of industrial smoke dust is not obvious, the discharge of industrial solid waste dominated by growth link and the expansion of the negative decoupling in recent years;The EKC inflection point of biological resources appeared in 2014,water、fuel were still in the stage of plunder, and the EKC inflection point of waste water, waste gas, smoke and dust and waste appeared in 2009, 2006, 2005, 2013, but still need to guard against the bottom rebound after the inflection point.Population size had a weak positive drive effect, the rapid economic growth was still the main cause of the oppression of resources and environment,resource consumption/environmental pollution intensity as an offset, the reverse pull effect was greater than the population size factor.

Key words:decoupling theory;EKC curve;LMDI decomposition method;ecological civilization pilot area;Fujian

福建省快递业升级能力评价研究

钟韵珊¹, 王东方², 靳清豪²

(1.武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300; 2. 武夷学院 商学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:根据福建省快递业发展现状,结合国内外相关研究成果,综合设计快递业升级能力评价指标体系,采用突变级数法测算了福建省九个设区市快递业升级能力。研究表明福建省九个设区市快递业投入能力、产出能力指标得分与总体升级能力得分并不完全一致;根据升级能力得分情况将九个设区市分为三类,其中泉州、厦门、福州三个地区为甲类地区;莆田、漳州、宁德为乙类地区;南平、龙岩、三明地区为丙类地区。根据分类结果,具体分析了各地市快递业发展存在的问题和并提出了升级建议。

关键词:快递业;升级能力;突变级数法

中图分类号:F259.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0035-06

近年来,国务院、各级地方政府纷纷出台支持快递业发展的政策、文件,为快递业的健康快速发展提供了良好的政策环境。“十二五”期间,福建省快递服务增长迅猛,快递业务收入累计达到300亿元,年均增幅31.18%。2015年,福建省快递业务保持快速增长。全年快递服务企业业务量完成8.88亿件,同比增长35.72%,占全国快递业务量的4.3%;快递业务收入完成100.85亿元,同比增长24.38%,占全国快递业务收入的3.6%,快递业务量和快递业务收入均位于全国第六位。福建省快递业快速发展的同时存在科技信息化程度低,创新能力不足,地区间发展不平衡等一系列问题,快递业存在着较大的升级压力^[1]。

目前,快递业的发展及升级问题受到国内外学者的广泛关注。快递业发展影响因素方面:Park(2009)^[2]、熊苏平(2011)^[3]等通过层次分析法等方法研究发现,快递服务质量、从业人员素质等因素是影响快递业发

展的主要因素;快递业发展趋势方面:Chung(2008)^[4]、高攀(2011)^[5]、彭本红(2010)^[6]、刘丹(2014)^[7]等认为建立快递战略联盟,推进快递业与制造业、电子商务等关联产业的协同发展是快递业未来发展的趋势;快递业产业升级方面:姜宝(2015)^[8]等研究发现我国快递业亟需进行产业升级,而提高技术创新与改变竞争模式是我国快递业升级的主要方向;在快递业升级能力评价方面,赫连志巍(2014)^[9]评价了全国16个省市快递业升级能力并进行分类,在此基础上针对不同类别地区提出针对性的升级策略。通过回顾国内外文献发现,现有文献主要通过定性的分析讨论快递业发展存在问题及发展趋势,对于快递业升级能力评价研究较少,本文选择福建省九个设区市快递业为研究对象,构建评价指标体系,采用突变级数法评价福建省九个设区市快递业升级能力,探讨福建省快递业升级路径,以期政府政策制订和企业决策提供参考。

1 评价方法及评价指标体系

1.1 突变级数法

突变级数法的理论基础是突变理论,突变理论是法国数学家雷内·托姆(Rene Thom)于1972年所创立

收稿日期:2017-09-06

基金项目:福建省中青年教师教育科研项目(JAS160567、JAS150595);大学生创新创业训练计划项目(201610397019)。

作者简介:钟韵珊(1986-),女,汉族,讲师,主要从事发展社会学研究。

的一门研究突变现象的新兴的数学理论^[10]。突变级数法是一种对评价目标进行多层次且分主次的分解,再利用突变理论中分歧点集方程与模糊数学结合产生的突变模糊隶属函数(归一公式),然后由归一公式进行量化运算,从而对评价系统的目标进行排序分析的。该方法的特点是不需要确定指标权重,同时此方法考虑了各项评价指标的相对重要性从而减少了研究的主观性又不失科学性、合理性,而且计算简易准确^[11],因此本文运用该方法对福建省九个设区市快递业升级能力进行评价。

1.1.1 建立多层次评价指标体系

根据福建省九个设区市快递业升级能力评价这一研究目的,对快递业升级能力评价总指标进行逐层次分解,直到最低层次的指标数据可以直接获取,本文评价指标体系第三层次的指标的数据可以获得,因此,评价指标体系共分为三层。

1.1.2 确定各层次评价指标的突变系统类型

尖点突变系统、燕尾突变系统和蝴蝶突变系统是一般常见的三种突变类型,系统模型见表1。在突变系统模型中, $f(x)$ 表示系统中某个状态变量的势函数, x 的系数 a, b, c, d 表示该状态变量的控制变量。 a, b, c, d 都取0~1范围内的数值。若一个上层的指标分解为两个子指标,该系统认定为尖点突变系统;若一个上层指标分解为三个子指标,该系统认定为燕尾突变系统;若一个上层指标分解为四个子指标,该系统认定为蝴蝶突变系统。如快递业升级能力属于尖点突变系统,产出能力属于燕尾突变系统。

1.1.3 由突变系统的分叉方程导出归一公式

根据突变理论,分别对各个突变系统模型求一阶、二阶倒数并令倒数为零,可以计算出各个系统的分歧点方程。

1.1.4 利用归一公式计算突变级数,进行综合评价

归一公式把系统内诸控制变量的不同质态化为同一质态,即把控制变量统一化为状态变量表示的质态。利用归一公式,采用“互补”原则或“非互补”原则求得各级状态变量值。即各控制变量相互关联满足“互补”时,则该对象的各控制变量为互补型,与之对应的按平均值原则取值;反之则为“非互补”,与之对应的按“大中取小”的原则取值。

1.2 快递业升级能力评价指标体系构建

在分析国内外相关学者对相关议题研究的基础上,结合福建省快递业发展现状及指标数据的可得性,本文从投入能力和产出能力两个方面构建了如表2所示的指标体系评价福建省快递产业升级能力。

1.2.1 投入能力

在快递业发展的过程中,财力、物力和人力的投入是快递业的升级提供了保障。投入能力包含基础资源投入、信息与技术投入、固定资产投入、关联资源投入四个指标,其中,基础资源投入是快递产业发展的基础,它为产业升级活动顺利进行提供了物质和人员保障;信息与技术投入为快递业转型升级提供技术保障;同时,快递业的发展离不开政府的支持,政府支持主要体现在固定资产投资等指标;快递业与制造业、电子商务业的联动关系不断增强,本文用工业总产值

表 1 突变级数系统模型

Figure1 Catastrophe Progression Method model

系统类型	尖点突变系统	燕尾突变系统	蝴蝶突变系统
控制变量	a, b	a, b, c	a, b, c, d
系统模型	$f(x) = x^4 + ax^2 + bx$	$f(x) = \frac{1}{5}x^5 + \frac{1}{3}ax^3 + \frac{1}{2}bx^2 + cx$	$f(x) = \frac{1}{6}x^6 + \frac{1}{4}ax^4 + \frac{1}{3}bx^3 + \frac{1}{2}cx^2 + dx$
分歧点方程	$a = -6x^2, b = 8x^3$	$a = -6x^2, b = 8x^3, c = -3x^4$	$a = -10x^2, b = 20x^3, c = -15x^4, d = 5x^5$
归一公式	$x_a = \sqrt{a}, x_b = \sqrt[3]{b}$	$x_a = \sqrt{a}, x_b = \sqrt[3]{b}, x_c = \sqrt[4]{c}$	$x_a = \sqrt{a}, x_b = \sqrt[3]{b}, x_c = \sqrt[4]{c}, x_d = \sqrt[5]{d}$

衡量各地区的制造业产值情况,用互联网上网人数衡量各地区的电子商务发展情况,同时用政府及行业监管次数来衡量各地区的政府及行业监管力度。

1.2.2 产出能力

快递业升级产出能力包括成长能力、服务能力、结构优化能力三个方面。产出能力包含成长能力、服务能力、结构优化能力三个指标,评价体系见表2。其中,成长能力是快递业升级产出的重要方面,产业成长的越快,就能够增加升级产出,进一步提高升级能力;服务能力作为快递业的一个重要指标可以分为服务质量和满意度两个方面;结构优化能力方面,本文一方面从快递产业在整个邮政行业的发展角度出发,用快递业收入占邮政业收入比衡量福建省各地区快递产业结构优化能力,另一方面从快递产业内部结构出发,用国际及港澳台快件业务占比衡量福建省各地区快递产业结构优化能力。

表2 快递业升级能力评价体系

Figure 2 Evaluation indicator system of Express industry upgrading capability

目标层	一级指标	二级指标	三级指标
快递业升级能力(A)	投入能力(B ₁)		从业人数(D ₁)
		基础资源投入(C ₁)	营业网点数量(D ₂)
			营业网点平均服务人口(D ₃)
		信息与 技术投入 (C ₂)	营业网点平均服务范围(D ₄)
			快递企业计算机拥有量(D ₅)
		固定资产投入(C ₃)	快递企业手持终端设备拥有量(D ₆)
			交通运输业、仓储和邮政业投资额(D ₇)
			邮路单程长度(D ₈)
			行业汽车拥有量(D ₉)
		关联资源投入(C ₄)	工业总产值(D ₁₀)
	互联网上网人数(D ₁₁)		
	产出能力(B ₂)	成长能力(C ₅)	政府及行业监管次数(D ₁₂)
			业务量增加值(D ₁₃)
			业务收入增加值(D ₁₄)
		服务能力(C ₆)	业务量增长率(D ₁₅)
			业务收入增长率(D ₁₆)
			月均有效申诉件数(D ₁₇)
	结构优化能力(C ₇)	快递服务网路单程长度(D ₁₈)	
快递业收入占邮政业收入比(D ₁₉)			
		国际及港澳台快件业务量占比(D ₂₀)	

2 福建省快递业升级能力综合评价

2.1 数据标准

选择福建省福州、厦门、莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩和宁德九个设区市为评价对象。通过对《福建统计年鉴》、9个地市统计年鉴、9个地市邮政行业发展统计公报以及9个地市邮政管理局网站搜集福建省九个设区市的快递升级能力评价指标的原始数据,指标数据所选用的时间段为2013-2014年。由于各指标的量纲不同,需要对各指标的原始数据进行无量纲化处理,评价指标体系中,营业网点平均服务人口D₃、营业网点平均服务范围D₄和月均有效申诉件数D₁₇三个指标为逆向指标,其余指标均为正向指标。分别采取公式(1)、(2)对原始数据进行无量纲化处理,处理结果见表3。

正向指标处理公式见式(1):

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (1)$$

逆向指标处理公式见式(2):

$$Y_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (2)$$

2.2 福建省九个设区市快递业升级能力测算

根据突变级数法的相关原理,对福建省九个设区市的快递业升级能力进行评价。以福州市为例,评价过程如下:

1.第三层指标得分计算

基础资源投入C₁下包含四个三级指标D₁、D₂、D₃、D₄,所以该系统属于蝴蝶突变系统,且为互补型。按互补原则可知:

$$C_1 = (0.8658 + 0.9382 + 0 + 0.9789) / 4 = 0.6957$$

同理计算出C₂=0.8795;C₃=0.8434;C₄=0.9355;C₅=0.2873;C₆=0.4532;C₇=0.7362

2.第二层指标得分计算

投入能力B₁下包含四个二级指标C₁、C₂、C₃、C₄,所以该系统属于蝴蝶突变系统,且为互补型。按互补原则可知:

$$B_1 = (0.8341 + 0.9581 + 0.9583 + 0.9867) / 4 = 0.9343$$

同理计算B₂=0.7435

表3 快递业升级能力评价三级指标标准化数据

Figure 3 Third level indicators standardization of express industry upgrading capability

地区	福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
D ₁	0.749 5	1.000 0	0.026 4	0	0.243 9	0.0160	0.034 7	0.034 6	0.020 6
D ₂	0.825 9	0.445 6	0	0.083 6	1.000 0	0.148 9	0.052 7	0.137 5	0.145 5
D ₃	0	1.000 0	0.870 9	0.936 1	0.027 2	0.883 2	0.947 0	0.979 6	0.926 6
D ₄	0.899 0	1.000 0	0.829 4	0.218 1	0.925 6	0.648 6	0	0.451 5	0.631 3
D ₅	0.637 2	0.983 5	0.152 4	0	1.000 0	0.067 2	0.017 7	0.012 7	0.033 9
D ₆	0.886 7	0.766 4	0.179 0	0.060 2	1.000 0	0	0.073 5	0.075 5	0.063 0
D ₇	0.425 4	1.000 0	0.218 3	0.196 7	0.193 5	0.210 5	0.028 4	0	0.153 3
D ₈	0.875 8	1.000 0	0	0.031 6	0.350 8	0.012 6	0.036 3	0.032 0	0.011 2
D ₉	0.720 4	1.000 0	0.188 6	0	0.762 1	0.046 7	0.0710	0.005 0	0.005 0
D ₁₀	0.650 3	0.366 4	0.084 9	0.161 4	1.000 0	0.273 4	0	0.015 8	0.129 3
D ₁₁	1.000 0	0.559 8	0.085 9	0	0.943 1	0.242 4	0.011 8	0.026 7	0.053 5
D ₁₂	1.000 0	0.568 6	0	0.941 2	0.941 2	0.921 6	0.529 4	0.058 8	0.137 3
D ₁₃	0.240 3	0.247 4	0.199 5	0	1.000 0	0.070 3	0.026 2	0.020 0	0.048 3
D ₁₄	0.286 4	0.410 6	0.195 2	0	1.000 0	0.082 4	0.010 1	0.016 5	0.048 2
D ₁₅	0	0.192 6	0.574 3	0.413 8	0.834 5	0.580 2	0.932 3	0.818 6	1.000 0
D ₁₆	0	0.134 2	0.326 6	0.715 9	0.224 3	0.591 3	0.616 0	0.974 5	1.000 0
D ₁₇	0	0.029 2	0.438 6	0.964 9	0.134 5	0.836 3	0.964 9	1.000 0	0.964 9
D ₁₈	0.744 5	1.000 0	0.103 3	0	0.784 6	0.000 8	0.048 5	0.000 8	0.019 0
D ₁₉	0.669 2	1.141 7	0.886 2	0	1.000 0	0.347 0	0.061 8	0.185 3	0.360 5
D ₂₀	0.280 1	0.412 3	0.527 5	0.038 0	0.039 3	1.000 0	0.010 5	0	0.010 5

3. 第一层指标得分计算

快递业升级能力 A 包含投入能力和产出能力两个一级指标,属于尖点突变系统,且为互补型。按互补原则可知: $A=(0.966\ 6+0.862\ 3)/2=0.914\ 4$

按照同样的方法和步骤,可以得到其他八个地市的快递业在第三层次、第二层次、第一层次等指标的

得分,并对各指标得分进行排名,得分和排名情况见表4和表5。

根据上文计算结果,对福建省九个设区市的快递业升级能力的一级指标得分和目标层指标进行降序统计排名,从而确定九个设区市的快递业升级能力的排名,见表5。各地市快递业升级能力测算结果显示,

表4 福建省九个设区市快递业升级能力二级指标得分和排名

Figure 4 Second level indicator scoring and ranking of express industry upgrading capability of Fujian province

城市		福州	厦门	莆田	三明	泉州	漳州	南平	龙岩	宁德
基础资源	得分	0.695 7	0.940 9	0.522 9	0.539 6	0.721 1	0.635 8	0.386 9	0.637 5	0.640 6
	投入	排名	3	1	8	7	2	6	9	5
信息与	得分	0.879 5	0.953 4	0.477 0	0.196 0	1	0.129 6	0.276 0	0.267 6	0.291 0
	技术投入	排名	3	2	4	8	1	9	6	7
固定资产	得分	0.843 4	1	0.375 4	0.253 2	0.693 1	0.385 5	0.338 7	0.194 5	0.293 8
	投入	排名	2	1	5	8	3	4	6	9
关联资源	得分	0.935 5	0.766 0	0.244 2	0.462 2	0.988 5	0.708 7	0.360 2	0.305 7	0.448 4
	投入	排名	2	3	9	5	1	4	7	8
成长能力	得分	0.287 3	0.643 1	0.674 2	0.434 3	0.924 3	0.618 3	0.567 1	0.585 5	0.645 9
	排名	9	4	2	8	1	5	7	6	3
服务能力	得分	0.453 2	0.585 5	0.565 7	0.491 1	0.644 5	0.503 5	0.673 5	0.547 1	0.624 6
	排名	9	4	5	8	2	7	1	6	3
结构优化	得分	0.736 2	0.906 4	0.874 7	0.168 0	0.669 9	0.794 5	0.233 6	0.215 2	0.409 6
	能力	排名	4	1	2	9	5	3	7	8

不同地市第二层次得分排名同该地市升级能力总排名并不完全一致。

表 5 福建省九个设区市快递业升级能力得分和排名

Figure 5 Scoring and ranking of express industry upgrading capability of Fujian province

地区	投入能力		产出能力		升级能力	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名
福州	0.934	3	0.743	5	0.914	4
厦门	0.975	6	0.871	4	0.960	6
莆田	0.760	4	0.871	7	0.902	8
三明	0.720	5	0.696	1	0.841	6
泉州	0.939	8	0.910	0	0.961	7
漳州	0.756	2	0.842	0	0.893	6
南平	0.712	8	0.775	0	0.862	3
龙岩	0.724	0	0.754	7	0.859	8
宁德	0.762	8	0.819	5	0.889	3

根据前文对福建省九个设区市快递业升级能力测算,对九个设区市快递业升级能力进行分类,分类结果见表 6。

表 6 福建省各地市快递业升级能力分类

Figure 6 Express industry upgrading capability classification of Fujian province

类别	分类标准	地市
甲类	≥ 0.91	泉州、厦门、福州
乙类	0.88-0.91	莆田、漳州、宁德
丙类	≤ 0.88	南平、龙岩、三明

3 结果分析及对策建议

3.1 甲类地区的评价结果分析与建议

甲类地区内 3 个地市的快递业升级能力得分均在 0.91 以上,泉州、厦门、福州这 3 个地市地区排列福建省 9 个地市地区的前 3 位,除福州的产出能力指标排名第 8 位外,各地区其它快递业升级投入能力和产出能力指标均在前 3 名以内,表明泉州、厦门、福州这三个地市地区快递业发展综合实力强,升级能力强。

其中,作为重要的区域快递网络枢纽,泉州地区快递业升级能力最强,其升级投入能力排第 2 名,产出能力排第 1 名,说明泉州市快递业发展的投入产出

比较为均衡。但其结构优化能力指标排名第 5,由此可见,在快递业结构内部需要优化调整,调整促进国际及港澳台快件业务比列将很好的促进泉州市快递业升级。

厦门地区升级能力排名第 2 位,其投入能力排名第 1,而产出能力却排名第 3,说明其投入并没有带来效益最大化。在二级指标投入能力指标中厦门地区关联资源投入能力排名第 3,服务能力排名第 4,深究其原因,厦门地区的政府及行业监管力度不够且厦门地区的快递服务力方面有所欠缺。由此可见,在快递行业升级过程中,政府与行业监管,市场监督及其规范是十分重要的。

福州的升级能力与投入能力在福建省九个设区市中排名都是第 3 位,而产出能力却排名第 8,福州地区的成长能力指标和服务能力指标均排名第 9,福州地区产出能力较弱可能是以下原因造成的:一是福州地区的快递网路投递线路在省内排名第五位,同莆田等地还有较大差距;二是福州地区快递申诉件数居福建省首位,远远超过南平、龙岩等地,因此,有效提升快递的服务能力,改善服务质量是福州地区快递产业升级需要考虑的问题。

3.2 乙类地区的评价结果分析与建议

莆田、漳州、宁德三个地市得分在 0.88-0.91 之间。这三个地区快递业升级能力在省内处于中间位置,相较丙类地区有一定的综合实力,但相较于甲类地区却缺乏竞争优势。

其中,莆田市在九个设区市中升级能力排名第 4 位,在二级指标方面,其投入排名第 5,产出排名第 2,产出能力排名高于投入能力排名,分析其三级指标,莆田地区较大的信息与技术投入使得其成长能力和结构优化能力排名靠前。但莆田地区快递产业基础资源投入和关联资源投入分别排列第 8 和第 9,因此莆田地区应加大快递业基础资源和关联资源的投入。

漳州地区快递业升级能力排列第 5 位,在三级指标方面,信息与技术投入排名第 9 位,服务能力排名第 7 位,由此可见漳州地区快递业升级中面临着信息与技术设备投入短缺的问题。同时,漳州地区也要提升快递服务质量并且加速快递投递线路的下沉。

宁德地区升级能力在福建省九个设区市中排名

排列第6位,投入和产出相对都较为平衡。在三级指标方面,其成长能力和服务能力分别排列第3位,说明只要加大对宁德地区快递业投入能力各方面指标的加强,那么其快递业业务量发展和经济效益水平存在着很大的空间。

3.3 丙类地区的评价结果分析与建议

丙类地区快递业升级能力为0.88以下,与甲类、乙类地区相比,丙类地区快递业升级能力较弱。

南平地区快递业升级能力在福建省九个设区市中排名第7位,其投入能力排名落后于产出能力排名,投入无很大成效。分析其三级指标,其基础资源投入指标排名第9位拉低了南平地区投入能力的排名,而其服务能力排名第1位也整体拉高了产出能力的排名。因此,在快递产业升级方面,南平地区需要加大各方面资源的投入,尤其要加大基础资源投入的力度。

龙岩地区快递业升级能力排名第8位,其投入能力指标和产出能力指标均排在第7位,快递产业的整体投入和产出水平都较低,在投入能力方面,其基础资源投入指标排列第5位,而其信息与技术投入指标、固定资产投入指标和关联资源投入指标却分别排列第7、9、8位。这说明,在快递产业的发展过程中,三明地区不能仅仅加大对快递业基础资源的投入,而是需要结合自身条件,各方面资源联动投入,这样投入才能带来比较大的成效。

三明地区快递业升级能力排名全省末位,二级指标分别排在第8位、第9位,其三级指标也均排名末位或倒数第二位,三明快递产业的整体投入和产出水平都较低,面临着发展和升级的巨大压力。三明地区

快递产业升级应把促进快递业升级作为导向,并且结合自身的资源条件,优化快递资源的投入,提高快递业服务能力,调动快递市场自身积极性。

参考文献:

- [1] 李丹颖,黄运佳,马秋艳,等.我国快递行业的发展现状与完善建议[J].生产力研究,2013(7):126-129.
- [2] PARK Y, CHOY J K, ZHANG A M. Evaluation competitiveness of air cargo express services[J].Transportation Research: Part E,2009,45(2):331-334.
- [3] 熊苏平.我国快递业存在问题分析及对策探究[J].商场现代化,2011(22):9-11.
- [4] CHUNG, CHANG S. Network design for strategic alliance in express courier services[J]. Innovative Computing Information and Control,2008,13(6):11-12.
- [5] 高攀,田剑.网购环境下我国民营快递企业可持续发展研究[J].价值工程,2011(11):18-19.
- [6] 彭本红,冯良清.现代物流业与先进制造业的共生机理研究[J].商业经济与管理,2010(1):18-25.
- [7] 刘丹,卢伟伟.我国电子商务业与快递业的协同发展路径[J].技术经济,2014(2):45-49.
- [8] 姜宝,李剑.中国快递业的本土市场规模与产业升级[J].中国流通经济,2015(7):77-83.
- [9] 赫连志巍,曹雪梅.快递业升级能力评价及提升对策[J].企业经济,2014(3):119-124.
- [10] 凌复华.突变理论及其应用[M].上海:上海交通大学出版社,2009.
- [11] 都兴富.突变理论在经济领域的应用(上)[M].成都:电子科技大学出版社,2008.

(责任编辑:叶丽娜)

Evaluation of Express Industry Upgrade Capability of Nine Cities in Fujian Province

ZHONG Yunshan, WANG Dongfang, JIN Qinghao

(1. School of Mathematics and Computer, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2. School of Business, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Based on the express industry development situation of Fujian province, and combined the relevant research results of domestic and foreign researchers, this paper designs the index system and evaluate upgrade capability of express industry in Fujian Province. Analysis of results show that, input capacity score, output capacity score and the overall upgrade capability score of express industry are not entirely consistent; According to upgrade capability score, nine cities are divided into three categories, Quanzhou, Xiamen and Fuzhou belong to A region; Putian, Zhangzhou and Ningde belong to B region; Nanping, Longyan, Sanming belong to C region. According to the classification results, the paper analyzes the problems in the development of express industry in various cities and puts forward some advice.

Key words: express industry; upgrade capability; catastrophe progression method

北京市入境旅游市场时空变化特征分析

张 锦

(河南工程学院 国际教育学院, 河南 郑州 451191)

摘 要:根据北京市 2006—2015 年间入境旅游数据,利用年际集中指数、月际集中指数、地理集中指数、客源吸引半径对北京市入境旅游市场时空变化特征进行分析。分析结果表明:总体上北京入境旅游受近几年雾霾天气、经济形势等因素的影响,旅游接待量呈现下降趋势;从时间上来讲,北京市入境游客总体年际集中指数较低,年际差异性相对较小,在年内分布较均匀,季节性差异不太明显;从空间分布讲,地理集中指数在 24~25 之间波动,相对比较稳定,总体上说明入境旅游相对稳定,客源吸引半径范围较大,在 6 500~8 400 km 之间波动,表明北京市旅游资源对外国游客有一定的吸引力。据此对北京市入境旅游发展在旅游宣传、市场开发、区域合作等方面提供建议。

关键词:入境旅游;年际集中指数;月际集中指数;地理集中指数;客源吸引半径

中图分类号: F590.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0041-05

入境旅游作为我国旅游业的重要组成部分,是旅游产业发展水平的重要体现,大力发展入境旅游,对促进和带动我国旅游业整体水平的提高有重要的意义。作为中国的首都,北京具有丰富的旅游资源,对外开放的旅游景点达 200 多处,有世界上最大的皇宫紫禁城、祭天神庙天坛、皇家花园北海、皇家园林颐和园、八达岭、慕田峪、司马台长城以及世界上最大的四合院恭王府等名胜古迹。全市共有文物古迹 7 309 项,其中国家文物保护单位 42 个,市级文物保护单位 222 个。同时,作为全国铁路和航空的枢纽,拥有便利的交通和明显的区位优势,吸引海外游客不断来京旅游。本文主要利用中国旅游统计年鉴(2006—2015 年)、北京旅游统计便览(2006—2016 年)等统计资料,采用年际集中指数、月际集中指数、地理集中指数、客源吸引半径对北京市入境旅游市场时空变化特征进行分析,

收稿日期:2016-12-01

基金项目:“万名旅游英才计划”2016 年度研究型英才培养项目(WMYC20161199);河南省社科联、河南省经团联调研课题(SK1-2016-3607)。

作者简介:张锦(1987-),女,汉族,助教,主要从事区域旅游发展与管理研究。

在此基础上提出有针对性的建议,可供有关部门参考。

1 研究方法

在对北京市入境旅游市场时空变化特征研究中,在时间方面主要采用月际集中指数来分析年内的变动,用年际集中指数来具体分析年际间的变化特征,在空间方面主要采用地理集中指数与客源吸引半径分别对其空间集中程度和对客源国的吸引力大小进行分析。

1.1 年际集中指数

年际集中指数是指某一时段内各年度间旅游目的地入境游客集中分布和离散程度的度量指标^[1],表达公式为:

$$y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \frac{1}{n})^2}{n}} \quad (1)$$

式中, X_i 表示各年旅游接待量占时间段中总接待量百分比的分子值; n 为时段中包含的年度数; $1/n$ 为时段内各年数量指标平均分布时的百分比的分子值。 y 值越大,说明时间段中各年度间旅游接待量年际差

异性越大,集中性越强;反之,说明年际差异越小,集中性越差;y值无限小并趋向于零,说明旅游接待量在时段内均匀分布。

1.2 月际集中指数

月际集中指数可用来衡量旅游目的地接待总量在年度内各月集中分布和离散均匀分布状况,它通过计算旅游月际集中指数来分析旅游接待总量的时间分布状况。公式为:

R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (x_i - 8.33)^2}{12}}

式中:R为月际集中指数;X_i为各月游客量占全年的比重,8.33为全年各月游客量平均分布时的百分比的分子值。一般情况下,R值越接近于零,旅游需求时间分配越均匀;R值越大,时间变动越大,旅游淡旺季差异越明显[2-4]。

1.3 地理集中指数

地理集中指数是定量分析旅游目的地客源市场空间集中程度的重要指标[5],公式为:

G = 100 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\frac{X_i}{T})^2}{n}}

式中:G表示客源地的地理集中指数;X_i为客源国i到旅游地的游客数量;T为旅游地接待游客总量;n为客源地总数。一般情况下,当地理集中指数值G越接近100,说明其游客来源越集中,旅游企业的经营越不稳定;G值越小,表明旅游流来源地越分散,经营企业难以确定其主要的客源市场,会给旅游宣传促销带来困难从而影响旅游效益[6-7]。

1.4 客源吸引半径

客源吸引半径是衡量旅游目的地吸引力大小的重要指标,被诸多学者运用到旅游市场目的地的空间机构研究中[8],其公式为:

AR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 d_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2}}

式中:AR为旅游目的地的客源吸引半径;x_i为客源地i的游客接待量占目的地总游客接待量比重,d_i为客源地i与旅游目的地的距离,n为客源地总数。一般情况下,AR值越大,表明目的地吸引范围越大,吸引力越大,相反,AR值越小,则目的地的吸引范围

就越小,吸引力也相应的就越小。

2 北京入境旅游市场总体状况

通过对2006-2015年间北京市入境旅游市场进行分析(表1)可以看出,从接待人次来看,受2008年金融危机的影响,旅游人次出现下降。随着经济的复苏,以及北京市的旅游吸引政策等影响,北京市入境旅游接待量逐渐上升,在2011年达到520.4万人次。自2012年开始,北京入境游人数呈现了下降趋势,主要原因概括如下:国际经济持续低迷,导致世界总体出游率下降;欧美远途旅游出游能力的下降;人民币升值,直接带来入境旅游成本上升,抑制了旅游者出行的意愿;北京市较为频繁的雾霾天气,也对入境游也产生了不利影响。

表1 2006-2015年北京市入境旅游流总量

Table 1 The total amount of inbound tourism flows in

Beijing from 2006 to 2015

Table with 6 columns: Year, Beijing (万人次), National Share, Year, Beijing (万人次), National Share. Rows for years 2006-2015.

3 北京市入境旅游市场时间结构分析结果

3.1 北京市入境旅游年际集中性分析

将年际集中指数引入旅游市场,利用公式(1)计算2006-2015北京市入境旅游市场接待总量年际集中指数(表2)。在三类入境游客中,外国游客为主要客源市场,占北京市入境旅游总人次的85%以上,但其年际集中指数最低,仅为1.02,说明该类游客年际间的变动差异较小,游客集中性较为稳定。年际集中指数最大的为台湾同胞,为1.71,说明台湾同胞来大陆旅游的年际变化差异性较大。北京市入境旅游总量与外国人游客的年际集中指数值相同,表明入境游客总体年际差异性相对较小,客源市场较为稳定,同时也说明外国人游客作为北京市入境旅游市场的主要部分,在北京市入境旅游市场发展中有着重大的影响。

表 2 2006-2015 北京市入境旅游市场年际集中指数统计表

Table 2 Statistics on Inter-annual Concentration Index of Inbound Tourism Market in Beijing from 2006 to 2015

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	年度集中指数
总人次(万人次)	390.3	435.5	379.0	412.5	490.1	520.4	500.9	450.1	427.5	420.0	1.02
外国人(万人次)	338.3	382.6	335.7	342.9	421.6	447.4	434.4	387.6	365.5	357.6	1.02
港澳(万人次)	31.0	32.1	29.4	45.9	41.6	44.7	39.0	37.2	36.4	37.1	1.41
台湾(万人次)	21.0	20.8	13.9	23.7	26.8	28.3	27.4	25.3	25.6	25.4	1.71

3.2 北京市入境旅游月际集中性分析

利用公式(2)计算北京市 2006-2015 年入境旅游市场接待总量月际集中指数,结果如表 3 所示。由表 3 可以看出,2006-2015 年间北京市入境旅游接待人数的月际集中指数在 1.5~1.8 之间波动,月际集中指数值相对较小,说明近年来来京游客接待量年内分布较均匀,季节性差异不太明显。结合图 1 可知,在年度中各月入境旅游接待量差异性大,二月份的接待量最少,四、五、十月份接待量相对较多。在每年的六月旅游接待量开始下降,八月开始上升,十一月至来年二月开始持续下降。由此可见,气候与旅游发展有一定的关系,入境旅游者来京旅游多为观光游览与度假休闲,每年的十二月至来年的二月为北京最为寒冷的时候,对其旅游造成了一定的限制,每年的 3-6 月、9-11 月为气候最为舒适的时候,能够吸引大量游客来京旅游。

表 3 2006-2015 北京市入境旅游市场接待总量月际集中指数统计表

Table 3 Statistics on the Monthly Concentration Index of Beijing's Inbound Tourism Market from 2006 to 2015

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
月际集中指数	1.66	1.74	1.55	1.57	1.60	1.68	1.49	1.59	1.64	1.71

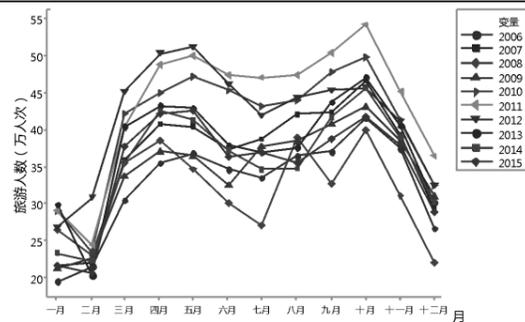


图 1 北京市入境旅游市场月际变动图

Figure 1 Beijing's inbound tourism market changes

4 北京市入境旅游市场空间结构分析结果

4.1 北京市入境旅游市场地理集中指数分析

本文主要选用 20 个入境旅游客源国进行分析,分别是香港、澳门、台湾、日本、新加坡、韩国、马来西亚、泰国、印尼、印度、英国、法国、德国、意大利、瑞典、西班牙、俄罗斯、澳大利亚、美国、加拿大。根据公式(3)对北京市 2006-2015 年 20 个主要客源市场的旅游人数进行定量分析,通过计算得知各年 G 值(表 4)。从表 5 可以看出,近 10 年来北京市入境旅游客源市场地理集中指数在 24~25 之间波动,指数较小,说明入境旅游客源市场相对较分散,客源市场较稳定。

表 4 2006-2015 北京市入境旅游市场地理集中指数统计表

Table 4 Statistical Table of Geographical Concentration Index of Beijing's Inbound Tourism Market from 2006 to 2015

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
地理集中指数	25.08	25.50	24.14	25.24	24.79	25.11	24.10	24.20	24.55	24.85

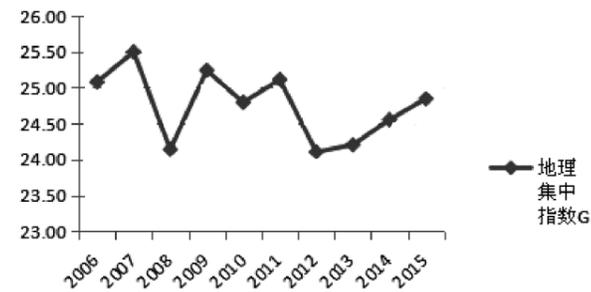


图 2 2006-2015 年北京市入境旅游客源地地理集中指数变化图

Figure 2 The Change of Geographical Concentration Index of Inbound Tourist Destination in Beijing from 2006 to 2015

4.2 北京市入境旅游市场客源吸引半径分析

本处选取上述 20 个国家进行分析,其中与客源国的距离 d 为北京至客源国首都的直线距离。通过公式(4)计算北京市入境旅游市场客源吸引半径,结果如表 5 所示。2006-2015 年间,北京市入境旅游吸引半径在 6 500~8 400 km 之间波动,2006-2008 年间稳定增长,受地震影响 2009 年有所下降,2010-2013 年间呈稳定增长,在 2014-2015 年有所下降。北京市入境旅游市场客源吸引半径范围由 2005 年的 6 507.67 km,到 2015 年的 8 113.9 km,说明随着北京市政府不断加大入境旅游优惠政策和旅游资源及配套设施的建设及对外宣传营销的力度,北京市旅游资源的吸引力在不断增加,入境旅游的空间范围也在不断扩大。

在 2006-2015 年间,吸引范围在 8 394.95 km 以内的客源市场一共有 16 个国家,不同年份的市场份额为 56%~63%,占据主要客源市场。其中,日本、韩国、马来西亚、俄罗斯的市场份额有下降趋势以外,其余客源国的市场份额保持稳定增长或者相对稳定。吸引范围大于 8 394.95 km 的主要为西班牙、澳大利亚、美国、加拿大四个国家,占 20%~25%的市场份额。近

两年,受欧美远途旅游出游能力下降等诸多因素的影响,四个国家的市场份额均有所下降。

5 结论与建议

(一)从北京市入境旅游市场总体发展状况来看,北京市入境旅游接待人次占全国入境旅游总人次比重较大。在 2006-2012 年间,受 2008 年金融危机影响,旅游人次有所下降外,其余年份旅游人次均呈现上涨趋势;在 2013-2015 年间,由于北京雾霾天气、全球经济形势较差等因素影响,入境旅游人次出现下降。因此,在经济低迷的情况下,整治北京雾霾天气,加大对海外市场的开拓是北京市海外旅游发展的重点。

(二)从北京市入境旅游市场的时间变化来看,北京市入境游客总体年际集中指数较低,年际差异性相对较小,游客较为稳定;月际集中指数值相对较小,接待量年内分布较均匀,季节性差异不太明显。

(三)从北京市入境旅游市场的空间分布来看,2006-2015 年间北京市入境旅游客源市场地理集中指数在 24~25 之间波动,指数较小,说明入境旅游客源

表 5 2006-2015 北京市入境旅游市场客源吸引半径统计表

Table 5 List of Attractive Radius of Inbound Tourism Market in Beijing from 2006 to 2015

项目	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	$d(\text{km})$
香港	30.28	31.31	28.09	44.36	40.33	43.42	37.58	35.40	34.21	34.94	2 031.10
澳门	0.71	0.72	1.29	1.53	1.33	1.29	1.44	1.80	2.22	2.11	2 091.80
台湾	21.03	20.84	13.94	23.71	26.79	28.28	27.44	25.31	25.57	25.35	1 782.70
日本	50.57	58.78	40.01	46.22	52.56	51.02	43.73	24.87	24.88	25.85	2 102.36
新加坡	8.03	9.57	9.29	10.98	13.09	14.35	15.42	12.96	11.65	11.02	4 479.02
韩国	42.39	44.36	35.32	35.16	50.60	53.37	44.18	37.71	38.68	41.59	956.28
马来西亚	7.01	7.67	6.22	9.38	12.54	13.85	16.15	13.41	8.15	7.80	4 346.93
泰国	5.25	5.17	4.97	5.94	7.63	6.19	6.42	5.80	5.27	4.98	3 297.28
印尼	3.45	3.21	3.12	4.10	5.73	6.29	6.70	6.20	5.44	4.89	5 219.15
印度	3.43	4.53	4.27	5.09	6.43	7.40	7.09	7.21	6.89	8.05	3 779.98
英国	14.83	16.97	17.54	16.28	16.75	18.77	18.48	17.54	16.91	17.20	8 137.3
法国	14.25	16.43	14.50	12.91	14.25	15.02	15.07	13.42	13.38	15.28	8 213.67
德国	15.30	17.47	16.02	16.79	20.08	22.17	24.46	23.03	22.60	21.16	7 354.54
意大利	5.69	6.44	5.87	5.83	6.74	7.55	7.29	6.74	6.43	6.21	8 122.80
瑞典	6.75	8.02	6.49	5.34	5.44	6.19	5.83	4.96	4.57	3.80	6 705.07
西班牙	6.10	6.45	5.06	5.25	5.62	5.68	5.20	4.35	4.51	4.44	9 240.04
俄罗斯	15.00	18.30	17.95	14.97	18.97	20.52	20.02	16.68	13.68	10.27	5 784.75
澳大利亚	11.42	12.74	11.68	10.98	12.44	15.25	16.87	15.51	14.60	13.58	9010.50
美国	49.78	60.35	53.84	57.93	70.00	78.91	75.15	74.70	71.49	69.41	11 143.98
加拿大	9.77	11.59	11.20	12.00	15.09	18.18	17.17	15.85	13.98	13.02	10 447.98
AR(km)	6 507.67	6 862.05	7 458.94	6 962.60	7 132.58	7 459.52	7 762.40	8 394.95	8 308.40	8 113.90	

市场相对较分散,客源市场较稳定;客源吸引半径范围较大,在 6 500~8 400 km 之间波动,表明北京市旅游资源对外国游客有一定的吸引力,入境旅游的空间范围也在不断扩大,虽然受世界经济影响旅游接待人次有所下降,但总体上入境旅游客源市场相对较稳定。

综合上述,为进一步提高北京市入境旅游业发展,在全球经济低迷的影响下吸引外国游客来京旅游,对北京市入境旅游发展提供如下建议。首先,在旅游宣传上,借助主题推广活动、旅游宣传片等方式,强化旅游产品与其他国家同类旅游资源的差异性,树立高质量、系统化的旅游品牌形象,另外旅游主管部门需要在国际媒体上增加对旅游环境的宣传,及时更新各区域的空气质量信息,扭转客源国对我国旅游环境的刻板印象。其次,在市场开发上,在保持原有客源市场的基础上,应有重点、分层次的加大优势与潜力客源市场开发,针对不同类型的旅游实施不同旅游产品服务,满足不同细分市场对旅游产品的需求;最后,利用北京独特的地理区位优势与交通条件,全面整合旅游资源,加强与周边省份区域旅游合作,通过互送客源、同步宣传、同塑产品等方式,实现各省区的市场、利益、资源共享,同时利用区域合作打造具有特色的

精品旅游路线,吸引更多入境游客来京旅游。

参考文献:

- [1] 杨谨,马耀峰.西安国际客源市场时空动态变化分析研究[J].西北大学学报:自然科学版,2006,36(2):309-312.
- [2] 朱立巍.基于 GIS 的中国入境旅游流信息系统研究 [D].西安:陕西师范大学,2004:42-43.
- [3] 周胜林,孙学强.基于旅游惯习指数模型的旅游流时空分布研究:以山东入境旅游为例[J].山东工商学院学报,2015(6):57-65.
- [4] 何瑛.旅游线路设计中 GIS 应用的实证研究:以天水市旅游线路通达度分析为例[J].西北师范大学学报(自然科学版),2014(5):106-109+114.
- [5] 栾福明,熊黑钢,王芳,等.山东国际入境旅游客源国市场时空变动特征分析[J].生态经济(学术版),2013(2):315-319.
- [6] 赵瑞.基于 ARCVIEW 的西安入境旅游流的数量化分析研究[D].西安:陕西师范大学,2007:44
- [7] 韦福巍,甘永萍.基于旅游需求的广西入境旅游时空变化研究[J].热带地理,2009(5):489-494.
- [8] 张薇.北京市国内客源市场空间结构研究及其开发对策[J].特区经济,2010(8):78-79.

(责任编辑:苏娟娟)

Study on the Temporal and Spatial Characteristics of Beijing's Inbound Tourism Market

ZHANG Jin

(School of International Education, Henan University of Engineering, Zhengzhou, Henan 451191)

Abstract: According to the Beijing inbound tourism between 2006 and 2015, the spatiotemporal variation of Beijing inbound tourism market is analyzed by using Annual concentration index, Months concentration index, tourist geography concentrate index and Attraction Radius. The result shows that generally speaking, in recent years, Beijing inbound tourism has been influenced by hazy weather, economic situation and so on; Timewise, the lower annual concentration index, the smaller interannual variance and higher months concentration index, all indicate that the inter-monthly variation of inbound tourist is bigger, and the seasonal difference is not obvious; Spatially, tourist geography concentrate index fluctuates relatively steadily between 24 and 25, which shows that inbound tourism is relatively stable. Attraction Radius is larger, fluctuating between 6500 and 8400 km, which shows that Beijing tourism resources have a certain appeal to foreign tourist. Accordingly, some advice are proposed for Beijing inbound tourist development in some ways, such as tourist propaganda, market development, regional cooperation and so on.

Key words: inbound tourism; annual concentration index; months concentration index; tourist geography concentrate index; attraction radius

福建省农业贷款深化与农民收入关系研究

商艺强¹, 陈燕翎^{1,2}, 傅玮韡^{1,3}, 庄佩芬¹

(1.福建农林大学 经济学院, 福建 福州 350002; 2.福建工程学院 管理学院, 福建 福州 350108;
3.福建农林大学 计算机与信息学院, 福建 福州 350002)

摘要:采用1990-2015年福建省农民人均纯收入、农业贷款深化、农林牧渔总产值数据,通过协整检验、格兰杰因果关系检验、向量自回归模型、脉冲响应和方差分析,发现农民收入、农业贷款深化和农林牧渔总产值之间存在长期的协整关系,且三变量两两之间均存在双向的格兰杰因果关系。农业贷款深化和农林牧渔总产值均对农民收入具有促进效应,农业贷款深化对农民收入的影响更大。

关键词:农民人均纯收入;农业贷款深化;农林牧渔总产值;协整检验;格兰杰因果检验

中图分类号:F323.8;F832.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0046-06

农民作为农村经济活动的主体,对于农村的经济建设发挥着重要的作用,而农民的收入问题则始终是关系农民生存与发展的大问题,农民收入的增长又依赖于农业生产的发展。随着中国农村金融的不断发展,农业贷款成为农民获得农业生产资金的重要来源,与农民发展生产,增加收入之间具有密切的关系。当前学术界针对农业贷款与农民收入关系的研究已比较成熟,但很少有文章从农业贷款深化这一角度出发。因此,基于福建省数据,研究福建省农业贷款深化与农民收入之间的关系,不仅具有理论价值,也具有一定的现实意义。

1 文献综述

了解农业贷款与农民收入方面的文献对于研究农业贷款深化对农民收入的影响至关重要。有些学者

收稿日期:2017-09-30

基金项目:福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JAS150378)。

作者简介:商艺强(1993-),女,汉族,硕士研究生,主要从事农村金融理论与政策研究。

通讯作者:庄佩芬(1970-),女,汉族,教授,主要从事农产品国家贸易与投资的研究。

认为农业贷款与农民收入之间存在正相关关系。孟兆娟和刘彦军通过对“郁南模式”的研究发现,农民收入的增长很大程度上得益于农业贷款等金融服务开展。在著名的“郁南模式”中,扩大农业贷款的范围成为其工作的重点,几乎所有的县域金融机构都被涵盖在这一范围之内。除此之外,“郁南模式”将农村金融需求作为业务开展的中心,并针对低收入农户,创新出新的贷款业务,这都在很大程度上增加了农民的收入^[1]。杨春玲和周肖肖认为农业贷款、农业基本建设投资是促进农民增收的关键因素^[2]。姚林香和肖建华也在研究中发现,生产性财政投入、农业贷款对农民收入增长具有一种良性作用关系,其二者可以促进农民收入的增加^[3]。而有些学者通过研究发现二者之间并未存在正相关关系。郭燕枝和刘旭认为农业贷款对农民收入并没有显著的正向增加效应,农业贷款不是增加农民收入的关键因素^[4]。吴永兴和袁天昂通过研究发现,农业贷款在一定程度上会使农民收入减少,其对农业贷款的增加具有阻碍作用^[5]。刘艳华认为农业贷款对于农民消费及收入具有负向效应^[6]。钱水土和许嘉扬也指出,农业贷款和农民收入之间虽然存在协整关系,但从短期来看,其抑制了农民收入的增长^[7]。另外,对策方面,高云峰和王子键则提出应该注重对农村金融市场的建设工作,加大对农村金融市场的培养力度

及其对农业贷款的资金供给,注重对农业贷款投放结构的调整和改善^[8]。陈红红认为加快发展农村金融才是工作的重点,认为这能有效的满足农村经济主体日益扩大的对于信贷资金的需求^[9]。李长生和颜玄洲则从两个方面出发提出对策建议。一是直观有效的增加农业贷款的额度;二是在贷款的过程中,必须综合考虑贷款的风险、收益,在此基础上不断创新出针对农民的金融服务^[10]。

目前学术界关于该方面的研究多是以农业贷款与农民收入为研究对象,从其各自的现状、问题等角度出发,重点则多是根据所收集的时间序列数据,运用 OLS 回归分析、灰色关联分析、VAR 模型等研究方法来实证分析农业贷款与农民收入之间具体关系。但是对于农业贷款深化与农民收入关系的研究较少,而且在变量选取上,存在一定的单一性。基于此,本文构建农业贷款深化这一指标,然后将其与农民收入做为研究对象,同时将农林牧渔总产值作为另外一项指标引入模型中进行分析。最后研究出福建省农业贷款深化与农民收入之间的具体关系并提出相应的对策建议。

2 福建省农业贷款及农民收入的现状

中央一号文件连续十三年以“三农”为主题,在强调“三农”的重要地位之时,也明确提出要加大对农村金融的支持力度,增加对农村地区的资金供给,引导信贷向农村发展。福建省作为中国重要的沿海省份,经济发达,同时也积极贯彻中央政策,近些年来,福建省加强对“三农”的金融政策引导和金融支持,增加县域金融机构数量,完善农村金融机构体系。对于农村地区的贷款支持不断加大,贷款数量呈逐年上涨趋势,农业贷款在农业生产中所发挥的作用也越来越大。

在农村经济快速发展的同时,农民收入也取得的明显的提升。纵观近二十年来的数据可以发现,福建省农民人均纯收入呈现出逐年增长的趋势,截止到 2015 年为止,已经达到 13 793 元。不仅数额逐年增大,而且农民的收入结构也在不断改善,家庭经营性收入在农民收入中所占比重逐渐减小,工资性收入所占比重逐渐增大,这都从不同方面说明了福建省农民收入正在不断向好的方向发展。

3 变量的说明、选取与模型的构建

3.1 变量的说明

本文主要研究的是农业贷款深化与农民收入之间的关系,选用农业贷款深化和农民收入两个变量进行研究,是基于农业贷款深化对农民收入有影响的判断。农业贷款深化反映的是农业贷款在农业生产活动中的作用程度,农业贷款深化不断增大,意味着农业贷款在农业生产活动中发挥的作用不断增加。更具体的说,即农民进行农业生产时所获得的农业资金越来越多,生产资金的充裕可以为农业提供更好的发展机会。基于此,有理由认为农业贷款深化会对农民收入产生影响。

除此之外,考虑到农林牧渔总产值对农民收入有重要的影响,本文在农业贷款深化和农民收入之外,另外引入农林牧渔总产值这一变量。农林牧渔总产值表示的是一定时期内农业生产的总规模和总成果,通常是按照农、林、牧、渔业产品产量乘上其各自的价格求得。农林牧渔总产值一定程度上代表了农民在一定时期内的生产劳动所获,这种劳动所获,其数值高低与农民收入增加与否之间具有密切联系。基于此,本文认为农林牧渔总产值会对农民收入产生影响。

在研究福建省农业贷款深化与农民收入之间的关系时,除了选用农民人均纯收入外,另外选取了农业贷款深化、农林牧渔总产值两个变量,基于选用的这三个变量,通过构建模型,来进一步分析其二者与农民收入之间的关系。

3.2 变量的选取

对所选变量农民人均纯收入、农业贷款深化和农林牧渔总产值的具体指标说明如下。

农民人均纯收入(*INC*):采用的 1990-2015 年福建省农民人均纯收入数据来自历年《福建统计年鉴》。

农业贷款深化(*LOAN*):采用的农业贷款深化这一概念是参照麦金农和肖在 1976 年创立的金融深化理论提出的。金融深化指的是金融在社会经济活动中的作用深度化。而 Goldsmith 在 1969 年提出的金融相关比率 *FIR* 则被用于衡量一个国家金融深化的情况。在后来的研究中,学者将 *FIR* 概括为: $FIR = \text{金融资产} /$

GDP,即用金融资产与GDP的比值来衡量一国金融深化的程度。因此,参照此公式,本文将农业贷款深化表达为:农业贷款深化=农业贷款/农业增加值。需要说明的是,该公式中农业增加值即第一产业增加值。但第一产业增加值并不等于农林牧渔总产值,它是农林牧渔业现价总产值扣除生产过程中消耗的各种物质产品价值之后的余额。本文用农业贷款、农业增加值二者之比所得的农业贷款深化这一指标来衡量农业贷款在农业生产活动中的作用深化度。换言之,本文用农业贷款深化来表示农业贷款在农业生产活动中所起的作用。本文中1990-2009年的农业贷款数据来自历年的《福建统计年鉴》,2010-2015年的农业贷款数据根据中经网县域金融机构贷款额整理得出。本文采用的1990-2015年的农业增加值数据来自历年的《福建统计年鉴》。

农林牧渔总产值(AGDP):采用的1990-2015年的福建省农林牧渔总产值数据来自历年《福建统计年鉴》。

3.3 模型构建

在变量选取的基础上,本文构建如下模型来动态分析农业贷款深化对农民收入的影响:

$$LNINC = a_0 + \sum_{i=1}^{i=p} a_i LNLOAN_{t-p} + \sum_{i=1}^{i=p} b_i LNAAGDP_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

INC表示农民人均纯收入,LOAN表示农民贷款深化,AGDP表示农林牧渔总产值,其中,LN均表示对数化后的数值。P为滞后阶数,T为样本个数, ε_t 是扰动向量。为了消除异方差,使变量的线性趋势更加显著,本文对农民人均纯收入,农业贷款深化、农林牧渔总产值三个变量进行取对数处理,结果如图1所示:

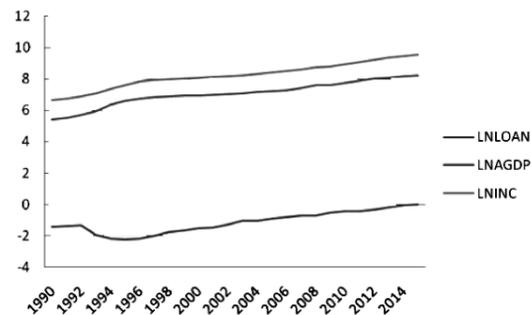


图1 变量取对数趋势图

Figure 1 Trend of variables after logarithm treatment

4 实证分析

4.1 单位根检验

为了避免回归分析中出现“伪回归的现象”,因此首先进行单位根检验,结果如表1所示:

表1 变量的检验

变量	检验形式 (C,T,K)	ADF 检验值	1%临界值	5%临界值	10%临界值	结论
LNINC	(C,T,1)	-5.592	-4.394	-3.612	-3.243	平稳
LNLOAN	(C,T,1)	-4.509	-4.374	-3.603	-3.238	平稳
LNAAGDP	(C,T,3)	-6.065	-4.441	-3.633	-3.255	平稳

根据表1可知,农民收入、农业贷款深化、农林牧渔总产值三个变量的原始序列在5%的显著性水平下是显著的,即序列在原序列水平下是平稳的,序列为I(0)序列。

4.2 协整检验

由于变量均是原序列单整,可以得出这几个变量之间可能存在协整关系,本文采用Johansen协整检验方法进行检验。由于经济变量经常与滞后期有关,因此协整检验需要确定滞后阶数。首先根据AIC、SC信息准则确定最优滞后阶数,如表2所示:

表2 最优滞后阶数的选取

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	34.472	NA	0.000	-2.861	-2.712	-2.826
1	124.756	147.737	0.000	-10.251	-9.655	-10.110
2	148.496	32.373*	1.99e-09*	-11.591	-10.549*	-11.345*
3	156.689	8.938	0.000	-11.517	-10.029	-11.167

根据表2可知,滞后阶数为2时,AIC、SC是最小的,所以选择最优滞后阶数为2,则协整检验滞后阶数选择为最优滞后阶数减1,因此,进行协整检验结果如表3所示:

表3 协整检验结果

假设个数	特征值	迹统计量	5%的临界值	P值
None *	0.601	22.034	21.132	0.037
At most 1	0.348	10.270	14.265	0.195
At most 2	0.003	0.068	3.841	0.795

拒绝不存在协整检验的原假设,即变量间至少存在1个协整关系。协整方程如下所示:

$$LNINC=0.431*LNLOAN+0.653*LNAGDP \quad (2)$$

(0.063) (0.061)

由方程可知,农民收入、农业贷款深化和农林牧渔总产值三个变量之间存在长期稳定的协整关系。农业贷款深化和农林牧渔总产值对于农民收入均有显著的正向影响。

4.3 格兰杰因果检验

通过上文可知农民收入、农业贷款深化、农林牧渔总产值三个变量之间存在协整关系,接下来对三变量之间的因果关系进行检验。采用格兰杰因果关系检验,结果如表4所示:

表4 格兰杰因果关系检验结果

Table 4 The results of Granger causality test

原假设	Obs	F 统计量	P 值
LNLOAN does not Granger Cause LNINC	24	12.183***	0.000
LNINC does not Granger Cause LNLOAN		8.980***	0.002
LNAGDP does not Granger Cause LNINC	24	11.269***	0.001
LNINC does not Granger Cause LNAGDP		5.956***	0.010
LNAGDP does not Granger Cause LNLOAN	24	8.957***	0.002
LNLOAN does not Granger Cause LNAGDP		7.372***	0.004

注:***,**, * 分别表示在 0.01, 0.05, 0.1 的显著性水平下显著

根据表4可知,在5%的显著性水平下,农民收入、农业贷款深化、农林牧渔总产值三变量两两之间均存在双向的格兰杰因果关系。

4.4 VAR 模型建立

建立 VAR(2)模型,结果如下所示:

$$\begin{pmatrix} LNINC \\ LNLOAN \\ LNAGDP \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.585 \\ 0.024 \\ 0.066 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1.371 & -0.002 & 0.241 \\ -1.387 & 0.804 & 0.509 \\ 0.590 & -0.149 & 0.861 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} LNINC \\ LNLOAN \\ LNAGDP \end{pmatrix}_{t-1} + \begin{pmatrix} -0.449 & 0.064 & -0.216 \\ 0.213 & 0.109 & 0.865 \\ -0.154 & 0.179 & -0.363 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} LNINC \\ LNLOAN \\ LNAGDP \end{pmatrix}_{t-2} + \begin{pmatrix} \hat{\varepsilon}_0 \\ \hat{\varepsilon}_1 \\ \hat{\varepsilon}_2 \end{pmatrix}$$

建立 VAR 模型后,为进行脉冲响应分析,需对模型的稳定性进行检验,只有在 VAR 模型稳定的基础上才可以进行脉冲响应分析及方差分解,对 VAR 模型的 AR 根进行检验,结果如表 5 所示:

表5 根的稳定性检验

Table 5 The stability test of the root

Root	Modulus
0.994	0.994
0.774 - 0.332i	0.842
0.774 + 0.332i	0.842
0.390 - 0.435i	0.585
0.390 + 0.435i	0.585
-0.296	0.296

根据表5可知,AR 根都小于1,在单位圆内,即所建立的 VAR 模型是稳定的。

4.5 脉冲响应分析

之后进一步进行脉冲响应分析,得到结果如图2所示:

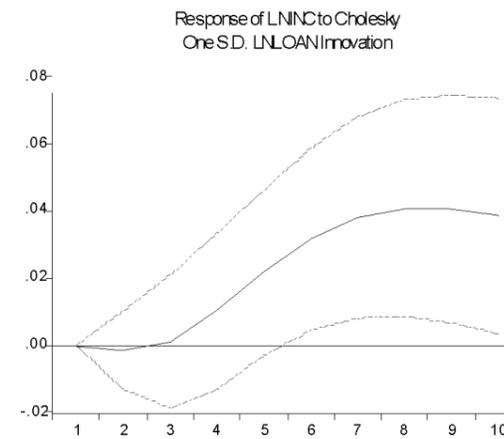


图2 脉冲响应图

Figure 2 Impulse response analysis

根据图2中上图可知,农民收入对农业贷款深化给予的一个标准差的冲击作出的响应,响应第1期为0,且响应在第3期以前都是有所滞后的,贴近零轴。在第3期以后逐渐增加,到第10期以后趋于稳定,这说明农业贷款深化对农民收入的促进作用具有一定的滞后性。根据图2中下图可知,农民收入对农林牧渔总产值给予的一个标准差的冲击作出的响应第1期到第10期都是正向的,而且不断增加,最终在第10期以后趋于平稳,这说明农林牧渔总产值能够在一定程度上促进了农民收入的增加。

4.6 方差分解

下面利用方差分解方法来分析农业贷款深化和农林牧渔总产值两个变量对农民收入的贡献度,结果如表6所示:

表6 方差分解

Table 6 Variance decomposition				
时期	标准误差	LNINC	LNLOAN	LNAGDP
1	0.026	100.000	0.000	0.000
2	0.055	99.008	0.075	0.917
3	0.078	98.700	0.056	1.244
4	0.094	97.523	1.196	1.280
5	0.105	93.513	5.180	1.307
6	0.114	86.434	12.092	1.474
7	0.122	77.924	20.150	1.926
8	0.131	69.817	27.434	2.749
9	0.138	63.065	33.046	3.889
10	0.145	57.835	36.967	5.198

根据表6可知,农民收入受自身干扰的影响从第1期的100%降到第10期的57.835%,虽然逐其降低,但仍然占较大比重。农业贷款深化对农民收入的影响逐期增加,当预测期为10时,影响达到了36.967%。农林牧渔总产值对农民收入的影响也是逐期上涨,在第10期达到了5.198%,但整体低于农业贷款深化对农民收入的影响。

5 结论及对策建议

5.1 结论

通过上文分析,可以得到如下结论:

第一,通过协整检验可以得出,长期来看,福建省农业贷款深化、农林牧渔总产值与福建省农民收入之

间呈现正相关关系。

第二,通过格兰杰因果关系检验得出,福建省农业贷款深化与农民收入之间存在双向的格兰杰因果关系,这表明不仅农业贷款深化对于农民收入的增加有一定的促进作用,而且农民收入的增加也能进一步加大福建省农业贷款深化;另外,福建省农林牧渔总产值与农民收入之间也存在双向的格兰杰因果关系,这表明一方面农林牧渔总产值的增加能够促进农民收入的增加,另一方面,农民收入的增加也能促进农林牧渔总产值的增加;最后,福建省农业贷款深化与农林牧渔总产值之间也存在双向的格兰杰因果关系。

第三,通过脉冲响应分析和方差分解可以得出,农业贷款深化和农林牧渔总产值均对农民收入存在促进作用,但是整体而言,农业贷款深化对农民收入的影响更大。

5.2 对策建议

根据前文研究可知,农业贷款深化对农民收入有着明显的促进作用,因此本文从农业贷款深化这一角度出发,提出相应的对策建议,以期促进农民收入的增加。农业贷款深化表示的是农业贷款在农业生产活动中的作用程度。因此究其根本,促进农民增收的工作重点依然应该放在农业贷款上。

第一,应增加农业贷款的额度,并严格把握农业贷款投放的重点,即农业生产项目,保证将农业贷款真正用于农业生产活动。从源头上增加农业贷款,并将其优先应用于农业生产项目,才能保证农业贷款真正发挥作用,造福农业,提高农民收入。

第二,应加强对农业贷款的风险控制,创新出适合当地民情的农业贷款模式,这能有效增加农业贷款抗击风险的能力,保证农业贷款稳定持续的发展。只有这样农业生产活动才能够得到持续稳定的资金来源,农业贷款才能在农业生产活动中不断发挥更大的作用,促进农业贷款深化,增加农民收入。

第三,应积极改善农业贷款的流通机制,保证农业贷款从发放到流通各个环节都能够畅通无阻。高效的农业贷款流通效率可以保证农业贷款能够在最短的时间内作用于农业生产活动中,从而增加农业贷款深化程度,增加农民收入。

第四,应针对农民,建立合适的抵押担保机制,做

到合理降低农民申请贷款的门槛,增大农民获得贷款的可能,只有农民拿到了贷款,农业生产活动才有可能稳定持续进行下去,农民收入才有可能提高。

参考文献:

- [1] 孟兆娟,刘彦军.金融促进农民增收的内涵及启示[J].经济论坛,2012(7):72-75.
- [2] 杨春玲,周肖肖.农民收入影响因素的实证分析[J].财经论丛,2010(2):13-18.
- [3] 姚林香,肖建华.财政投入对中国农民收入的影响:基于协整方法的时间序列分析[J].金融与经济,2010(12):17-20.
- [4] 郭燕枝,刘旭.基于格兰杰因果检验和典型相关的农民收入影响因素研究[J].农业技术经济,2011(10):92-97.
- [5] 吴永兴,袁天昂.农村金融、财政支农资金与农民收入实证研究:以云南省为例[J].西南金融,2011(9):30-31.
- [6] 刘艳华.农业信贷配给对农村居民消费的间接效应:基于面板门槛模型的阐释[J].农业经济问题,2016(7):99-105.
- [7] 钱水土,许嘉扬.中国农业信贷与农民收入关系研究:基于面板协整和误差修正模型的实证分析[J].金融理论与实践,2011(11):16-17.
- [8] 高云峰,王子键.西部地区农业信贷投入的产出效应及其比较研究[J].农业技术经济,2012(9):40-41.
- [9] 陈红红,夏咏,辛冲冲.新疆农业资金投入与农民收入效应关系的实证研究[J].中国农业资源与区划,2017(2):124-131.
- [10] 李长生,颜玄洲.农业贷款对农民收入的影响:基于状态空间模型的动态分析[J].农林经济管理学报,2015(4):362-368.

(责任编辑:叶丽娜)

Empirical Analysis on the Impacts of the Deepening of Agricultural Loans on Farmers' Income of Fujian Province

SHANG Yiqiang¹, CHEN Yanling^{1,2}, FU Weiwei^{1,3}, ZHUANG Peifen¹

(1. College of Economics, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;

2. College of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou, Fujian 3501083;

3. College of Computer and Information, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Based on the data (1990-2015) of per capita net income of farmers, the deepening of agricultural loans, and GDP of Farming, Forestry, Animal Husbandry and Fishery, the paper used Co-integration Test, Granger Causality Test, VAR Model, Impulse Response, and Variance Analysis to explore the relationship among the above 3 variables. There exists a long-term equilibrium relationship among per capita net income of farmers, the deepening of agricultural loans, and GDP of Farming, Forestry, Animal Husbandry and Fishery with a two-way Granger Causality relationship between every two variables. The deepening of agricultural loans and GDP of Farming, Forestry, Animal Husbandry and Fishery have positive impacts on per capita net income of farmers and the deepen of agricultural loans has greater impacts.

Key words: per capita net income of farmer; the deepening of agricultural loans; GDP of farming, forestry, animal husbandry and fishery; co-integration test; Granger causality test

国际化教学背景下大学物理双语教改的实施

洪海莲, 王宗簏, 颜慧贤, 林俊武

(三明学院 机电工程学院, 福建 三明 365004)

摘要: 全球经济一体化是当今世界发展的趋势, 国际化人才的需求不断增加, 为了学习和掌握国外的先进技术, 国家教育部非常重视大学课程的双语教学。大学物理是国内外理工科大学生的必修课, 本文针对在大学物理课程开展双语教学过程中出现的问题, 从教材的选择、教学方案的设计、教学方式的开展、学生考核评价体系、教师的完善等几个方面对大学物理的双语教学进行了深入的分析。

关键词: 大学物理; 双语教学; 教改; 国际化教学

中图分类号: O4-4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0052-04

随着高新科技的发展, 中国必须大力推进科技创新, 目前看, 世界的科技重心仍然在欧美国家, 为了学习和掌握他们的先进科学和技能, 我们必须加强英语学习; 同时, 为了让世界更了解中国, 国家急需大量具有国际视野的高素质国际化人才作为桥梁, 而掌握与其他国家通用的英语是和外界交流的基础, 因此双语教学显得尤为重要^[1]。近几年, 外国的双语教学的推动比较迅速^[2]。而我国双语教学的起步较晚, 自我国加入世界贸易组织以后, 国家教育部对此高度重视, 于2001年提出加强本科教学的12项措施中^[3,4], 要求高等学校要积极推动双语教学, 它是高校教育国际化的重要内容之一。

目前, 大学物理课程是国内外理工科大学生的必修基础课程, 各国家的教学内容较为接近, 这为开设双语课程, 吸取国外的先进教学方法提供有利条件。因此, 国内很多大学都开设了大学物理的双语教学课程^[5]。作为参加教育部和美国联合创办的IGEC项目

的高校之一, 大学物理作为通识课程也被列入国际学院的双语教学要求之中, 这为学生将来去美国学习物理打下坚实的基础。但是, 在二本院校, 大学生的英语水平大多处于四级水平, 这就导致完成专业知识的讲授和学生现有英语水平之间存在尖锐的矛盾, 如何培养学生的主动性和积极性, 提高学生用英语交流的能力, 逐步培养学生在英语环境下进行思考和学习, 一直是开展大学物理的双语课程中不断探索的问题。

大学物理的双语教学已经在国际学院实施了三年, 先后由六位毕业于物理专业的博士教师担任, 由在美国生活十年的海归博士领导, 在吸取许多先进的国内外教学经验的基础上, 我们已经在大学物理双语教学课程的实践中取得了一些有益的经验。本文结合我们学校的教学实际, 从中美联合培养模式, 双语课堂的实施, 学生的考核方式等几方面对大学物理双语教学进行初步的探讨。

1 中美联合培养模式

三明学院国际学院经教育部留学服务中心批准, 加入了中美联合办学的IGEC项目, 该项目的学生采用3+1, 2+x的模式培养, 学生前两三年在三明学院学

收稿日期: 2017-09-09

基金项目: 2016年国家自然科学基金(51601104); 2016年福建省自然科学基金(2016J01742)。

作者简介: 洪海莲(1978-), 女, 满族, 讲师, 主要从事合金成分设计方面和教学方面的研究。

习,成绩合格者可以去美国深造学习,项目内通识课程的学分得到美国多所大学的认可,真正实现学分互认,加强与国际教育接轨。为了更好的完成该项目,教育部每年都为参加该项目的高校老师组织培训,由来自美国天普大学的教授以及北京大学、中山大学等国内著名教授进行相关课程的培训。这首先提高了教师对 IGEC 项目的认知度,提高了任课教师对项目实施的责任心,国外教授的全英文培训更是给老师们创造了一个良好的全英文学习环境,潜移默化的被国外的教学模式影响,在互动环节,还可以把我们教学环节中存在的问题与老师和兄弟院校进行深入探讨。真正打造了提高教师英语水平和学习先进国内外双语教学经验的平台。

同时,教育部还会定期举办国际师生交流会,这让我们的学生了解了国际上先进国家的教育理念和教育方法,熟知如何评价一门好的双语课堂,同时,美国天普大学、旧金山州立大学、迈阿密大学、蒙大拿州立大学等招生代表还现场咨询学生的出国事宜,对有留学计划的学生进行全程指导,让学生提前感受国际化教育氛围,激发了学生进入双语教学环境的兴趣,提高了学生参与双语课堂的积极性。

2 双语教学的研究方法和具体实施

2.1 教材的选择

三明学院国际学院开设大学物理双语课程的专业有经济管理和土木管理等专业,每个专业选择的教材由学院执行,再经教育部留学服务中心认定,文理科学生都必须采用全英文教材,其中经济管理专业属于文科性质,选择了由美国出版的全英文教材《The Physics of Everyday Phenomena》,该教材侧重物理概念阐述和日常现象的物理解释,数学推导的使用较少,适用于通识教育的大学生,教材包括了很多物理词汇,为学生留学继续深造打下良好英语语言的基础。而土木专业属于理科性质,选择了高等教育出版社出版的全英文教材《Fundamentals of Physics》,该教材是对美国教材的改编版,除了涉及到常用的物理概念之外,还有少部分数学推导内容,但该教材不求助于复杂和冗繁的推导,这正是物理教学改革的要求之

一,适用理科一二年级的的大学生,两本教材的选择在实际教学中都得到了学生的肯定,难易适中,让学生能够在学习到一定物理知识的前提下,掌握用英语准确描述物理概念的能力,使用美国物理教材,真正实现与教育的国际化接轨。

2.2 双语课堂的实施

课堂上,学生和老师都尽量使用英文,大学物理的开课学生为大学二年级,经过大学一年级其他通识课程的实际训练,学生已经基本适应在课堂上使用英文交流,在课件中需要考核的知识处添加适当数目的选择题和计算题,而填空题和一些现象解释题则在知识讲授的同时就加以强调,这使得学生在课堂上就可以有目的的学习,针对比较重要的内容随堂测试学生对英文知识的掌握程度,如随堂翻译和测试物理术语单词,涉及到物理术语的提问要求学生必须用英文回答,由于物理内容相对较多,学生课堂掌握量有限,我们会提前几天做好课件并发给学生,这有助于学生课前预习,并且在上课的时候也便于学生在课件上做听课笔记,另一方面也有利于学生课后复习,院领导对双语课堂听课至少两次,同时也要求双语上课教师之间要互相听课,并且每个月都会要求学生对授课教师进行测评,针对各种问题开会集中讨论,这样不但增加了授课教师的责任心,把课堂存在的问题很好的反馈给任课教师,群策群力,想出更好的办法一起去解决,同时也可以吸取其他双语上课教师的优点,把真正提高课堂的上课效率落到实处。

2.3 学生成绩的考核和教学满意度

对学生成绩的考核参考美国对大学生成绩的考核办法,期末成绩只占 30%,让学生彻底摆脱期末突击的学习方法,把学习压力转移到平时的学习上,侧重学习的过程考核,在一个学期中,进行四次阶段测试(每次占 5%共 20%)和一次期中考试(占 10%),课堂参与占 10%,课前测试单词占 5%,课上翻译占 15%,作业 10%,阶段测试和期中测试的形式和期末测试的题型一样,都是全英文试卷并要求全英文解答。对于理科班的学生考试题型为选择题和计算题,文科班增加了填空题和解答题,期中理科班为闭卷考试,文科班为开卷考试,在实际教学中我们发现,这种考试方式的选择更能激发不同专业学生学习物理的兴趣,通

过开卷可以训练文科班学生快速阅读英文物理现象、概念的内容,避免死记硬背物理题目的枯燥性,要求学生掌握并熟知物理术语的前提下,提高学生的速读能力起到很好的作用,而理工科的同学由于其物理知识相对比较扎实,提高了对他们的要求,不但要会计算分析相应的物理题目,还要求学生必须读懂英文试卷并用英文作答。在最后的考核中,我们发现,学生的成绩基本能达到 IGEC 项目的要求,成绩分布比较合理。

表 1 给出学生对教师采用英文教学情况表,其中有 87% 的学生对英语教学基本满意,31% 的学生不满意,这主要是因为这部分学生英语基础较差,课后复习和课上预习时间较少造成。学生存在问题最多的方面是词汇量,这也是物理双语教学的重点,扩充专业词汇,夯实普通常用词汇。这点在教学效果中也体现的很明显(65% 的人词汇量有所提高),经过一学年或者一学期的双语教学后,学生的英语水平 57% 得到提高,65% 的学生阅读能力的也取得了显著提高。但是在执行双语教学的教师中仍然存在一些问题,其中 42% 学生认为教师的英语口语表达方面欠佳,这主要是因为大部分教师没有出国经历,口语水平没有得到专门训练相关,而 62% 的学生认为教学效果差与教学方法相关,下面针对教师存在的问题提出解决办法。

表 1 教师采用全英文教学情况统计

Table 1 The statistics for English teaching applied by teachers				
学生满意度	满意	较满意	一般	不满意
	21 人(9%)	58 人(25%)	126(53%)	31(13%)
学生存在问题(多选)	词汇量少 172 人 (73%)	口语差 96 人 (41%)	听力差 58 人 (25%)	阅读速度差 135(57%)
教师存在问题(多选)	口语差 98 人 (42%)	汉译英能力差 34 人(14%)	专业水平差 23 人 (10%)	教学方法差 146 人 (62%)
收获(多选)	提高英语水平 134 人 (57%)	扩大英语词汇量 208 人(88%)	提高阅读能力 154 人(65%)	提高物理水平 201 人 (85%)

注:调查学生为 236 人

2.4 双语教学对教师的要求

双语教学实施的关键是教师,优秀的英语教师不

少,但能用英语流利的讲物理课的教师少之又少,我们拥有一批优秀的博士,但都缺乏海外留学经验,为了提高教师用英语思维并且可以流利讲解英语课的能力,教师先后三次进入 IGEC 的项目培训,并且我们先后派 3 人次大学物理授课教师去美国、德国等大学进行为期一年或者半年的培训,让教师真正走进美国的大学物理课堂,参加培训的教师要定期与全体教师进行交流,分享学习美国教育的感受,针对我们现有学生的水平和教学方法对其进行调整,真正实现教育国际化的接轨。在授课环节,实行教师集体备课、互相探讨,共用一份教学计划和教学课件的原则,定期进行教学研讨会,互相取长补短,对学生测评不合格、责任心不强的教师进行淘汰,提高授课教师的责任感。同时,每学期都有来自教育部留学服务中心和美国项目合作大学的教授对授课教师进行听课指导,以解决教师在实施双语教学的过程中所遇到的问题。最关键的是实现教师和学生之间的交流零障碍,每位学生每个月都要对所任教教师进行测评,学生的意见最后整理成文反馈给教师,对存在的问题,进行相应的改正。力争做到教授学生物理知识的同时尽量提高学生的英语水平。

3 结语

大学物理的双语课程具有非常重要的意义,这在出国的学生中已经得到很好的反馈,由于在国内打下良好的双语物理基础,为他们在美国继续修物理学分打下很好的基础,可以直接进入物理课堂的学习,不需要经历预科班的过程。通过这个科目的学习,也培养了学生用英语思维的方式,同学们的英语水平得到了普遍的提高。同时,该课程的开展也使授课教师有了很大的提高,对两本原版英文教材的详读,比较美国英文教材与中文教材的区别和侧重点的异同,也有利于启发中文大学物理课堂的教课方法和对重点难点目标的调整。通过大学物理双语课程的实施,让学生意识到物理课程变得简单易懂,英语授课激发了学生学习兴趣,充分体会到在新形势下教学改革的重要性,尤其在提高英语水平,为国家培养国际人才奠定了充分的基础。

参考文献:

- [1] 朱进容,陈义万,邓罡.地方院校大学物理双语教学课程建设与改革探讨[J].科技教育, 2013(22): 202-202.
- [2] 王文燕.新加坡双语教育对我国告知教学的启示[J].教育教学研究, 2004(6):245-247.
- [3] 曹春梅,崔英敏.大学物理双语教学的方案设计[J].中国电力教育, 2007(5):81-82.
- [4] 唐英,彭小奇.国家工科物理教学基地大学物理双语教学课程建设探讨[J].现代大学教育, 2006(3): 106-109.
- [5] 李学潜,宋智.开展普通物理双语教学的经验体会和教训[J].大学物理, 2005(7):44-47.

(责任编辑:苏娟娟)

Implementation of Bilingual Teaching Reform of University Physics under the Background of the International Teaching

HONG Hailian, WANG Zongci, YAN Huixian, LIN Junwu

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Sanming University, Sanming, Fujian 365004)

Abstract: Global economic integration is the development trend of today's world. The ministry of education attaches great importance to the bilingual teaching of college courses due to the increasing of the internationalization talented person's demand. College physics is a compulsory course for university students majoring in science or engineering in our country, in view of the problems appeared in the bilingual teaching in college physics course, this paper deeply explores the bilingual teaching of university physics from the choice of teaching material, the design of the teaching plan, the development of the teaching way, the perfection of the student assessment system.

Key words: college physics; bilingual teaching; educational reform; international education

聚类和社会网络分析下的公交站点研究

陈亚洲, 郭士正, 宋杰

(集美大学 诚毅学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 公交站点的设置和布局是否科学合理关乎公交系统的服务水平和质量, 文中在综述公交站点研究现状的基础上, 从纵向上对公交站点停靠时间、上下车人数、路线数和公交线路频数等指标信息进行聚类分析, 从横向上利用社会网络分析定位公交站点在网络中的“位置”, 纵横坐标相互定位构建公交站点的优化模型, 并以实际的算例进行论证, 结果表明构建的公交站点优化模型的有效性高, 可实施程度强。

关键词: 聚类分析; 社会网络分析; 公交站点优化

中图分类号: D035.37 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0056-05

公交站点的运行特性和效率的研究一直是许多交通工程人员关注的问题, 作为常规公交的重要基础设施和运行节点, 其基本的布局和设置直接影响着公共交通的服务水平和交通运行的质量。相比城市经济的发展, 如何利用有限的城市资源, 优化城市公交站点的设置和运行, 对提升公交车的整体运行效率和方便乘客的出行需求, 具有十分重要的现实意义。

1 公交站点研究现状分析

城市的不断发展, 人们出行的方式多样便捷, 但首选的出行方式仍旧是公共交通, 公交车作为主要的出行工具, 有助于缓解城市人口剧增引发的出行难问题。公交站点作为公共交通系统的子系统, 承载着客流集散的功能, 科学的设置和优化有利于公交车的快速、顺利和平稳的运营, 有利于公共交通在服务速度、方便度和舒适度发挥效能。文献阅读分析发现, 直线式的公交站点对车辆造成停靠阻滞产生延误^[1], 公交站点的布设也会影响到乘客的选择站点的行为^[2], 由于公交站点的设置涉及乘客的出行成本和企业的运

营成本, 需要建立多目标优化模型进行统筹兼顾, 合理优化^[3], 对公交站点的规划设计的研究, 目前的主流是利用收集的信息数据, 构建智慧型的公交站点信息系统, 比如通过乘客的 IC 卡综合换乘的信息数据及对应的上车站点, 实现公交乘客上车站点的推估^[4], 或利用物联网技术和嵌入式技术运用在城市交通系统上, 实现对智慧公交信息查询系统的研究和探索^[5], 也有部分通过网络思维进行公交站点的布局设计, 如研究“多起点—多目的地”模式的定制公交站点和线路规划问题, 提出了定制公交站点规划方法, 构建了定制公交线路规划模型^[6], 或运用 K-means 聚类分析方法和范围覆盖公式确定定制公交站点的选址与布局^[7], 或对交通小区对应到多个出发或到达站点即所谓的“多站点”的研究, 实现城市常规公交线网优化设计^[8]。综上, 公交站点的规划设计问题大都基于数据信息系统和网络思维的角度研究, 偏向单一性, 本文将延续学术界的研究热点, 借助聚类模型和社会网络分析工具, 从整合数据信息和网络位置的双维度研究公交站点的优化问题。

2 聚类和社会网络分析下的公交站点优化研究

2.1 聚类分析

聚类分析就是根据所定义的距离标准将数据分

收稿日期: 2016-03-01

基金项目: 福建省教育厅 B 类社科项目 (JB13518S)。

作者简介: 陈亚洲 (1981-), 男, 汉族, 副教授, 主要从事互联网经济研究。

为若干个类别,使得这些类别内数据的“差异”尽可能小,类别间的“差异”尽可能大的一种统计描述方法。基于实际的数据考虑,采用k-均值聚类方法,基本步骤如下^[9]:

(1)依据对实际的数据集,确定需要聚类的类别数量(聚类中K的含义);

(2)确定初始类别的原始中心点,由软件自行随机确定;

(3)逐一计算各案例到各个类别中心点的距离,并依据距离最近的原则归入各个类别,并计算各类别新的中心点;

(4)按照新的中心位置,重新计算各案例距离新的类别中心点的距离,并重新进行归类,更新类别和中心点;

(5)重复步骤(4),直到达到一定的收敛标准为止。

2.2 社会网络分析

社会网络分析(Social Network Analysis, SNA)是以关系作为基本分析单位,对个体和群体等不同社会单位的关系、结构和属性进行定量分析的社会研究方法。基本思想是从人在社会环境中的相互作用出发,研究在相互作用基础上产生的关系模式或者关系规则,主要通过一些特定的社会网络的中心度、子群、网络中的位置和角色等来衡量和分析,从而考察其社会关系^[10]。文中主要的考核分析指标如下:

(1)密度分析。密度指标表征团体的紧密程度,密度指标越大,表示团体的关系越紧密,合作的行为越多,最大为1,最小为0。

(2)中心性分析。中心性分析是社会网络节点的个人结构位置指针,用来衡量节点的重要性的指标,一般用程度中心性来衡量,用来衡量谁在这个团体中是最主要的中心人物,以一个人的关系数量的总和来进行数值计算的。

(3)核心—边缘分析。衡量社会网络中哪些节点处于核心地位,哪些节点处于边缘地位。

2.3 公交站点的聚类和社会网络分析框架

通过整合公交站点的数据库和网络位置信息,提出基于纵横两维度的公交站点的优化模型,如图1所示。横向上,利用社会网络分析工具对公交站点的

位置进行分析,依据公交线路的经行情况,分析公交站点在城市公交站点网络中的位置归属(中心站点坐标和边缘站点坐标);纵向上,借助聚类分析方法,依据公交站点的停靠时间、上下车人数、路线数和公交线路频数等数据信息进行聚类,主要分为密集站点和稀疏站点两类。在横向的中心—边缘坐标和纵向的密集—稀疏坐标的共同作用下,确定为四个象限:第一象限的中心—密集型、第二象限的边缘—密集型、第三象限的边缘—稀疏型、第四象限的中心—稀疏型,每个象限都具有自身的属性和特色,公交站点的优化即可根据坐落于优化模型的象限位置,采取针对性的优化策略。

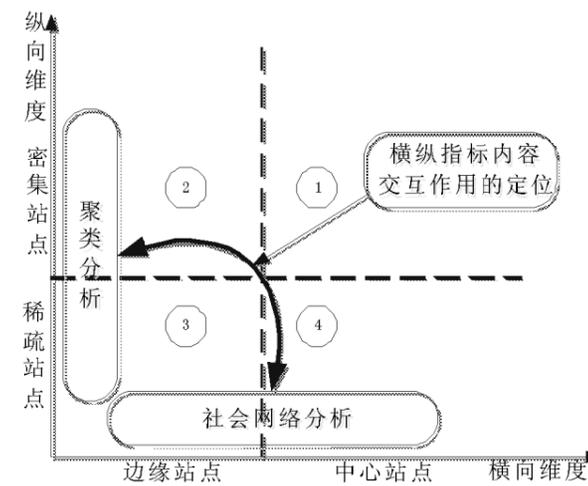


图1 基于聚类分析和社会网络分析的公交站点优化模型

Figure 1 The optimization model of the bus station based on the clustering and social network analysis

3 案例论证

3.1 案例介绍

为了测试公交站点优化模型的有效性,以局部厦门岛内公交站点为研究案例,选取典型的10个站点为研究对象(见表1)。分别收集这10个站点经过的路线,只要站点与站点之间有经过公交线路全部进行标注,调研变量为停靠站点时间长、站点的平均上车人数、站点的平均下车人数、经过该站点的公交路线数、在五分钟的时段内经过该站点的公交车的频数等数据。

表 1 厦门部分公交数据采集信息和聚类结果

Table 1 the data collection and clustering results of the partial bus in Xiamen

站点	站点编号	停靠站点 时间长(秒)	上车人数	下车人数	路线数	频繁数	聚类结果	Z 聚类	类别归属
轮渡站	1	37	10	4	23	20	1	1.29	密集站点
思北路口	2	25	7	6	27	22	1	1.00	密集站点
白鹭洲公园	3	15	2	0	6	7	2	-1.38	稀疏站点
特贸	4	47	18	3	13	8	1	1.09	密集站点
厦门茶厂	5	19	4	4	7	8	2	-0.88	稀疏站点
文化艺术中心	6	29	4	12	8	7	2	-0.13	稀疏站点
仙岳花园	7	32	11	9	18	14	1	0.88	密集站点
松柏	8	15	3	2	10	12	2	-0.88	稀疏站点
莲岳路口	9	13	2	2	14	9	2	-0.96	稀疏站点
火车站小广场	10	29	8	10	8	7	2	-0.04	稀疏站点

备注:路线数:经过该站点的公交线路数;频繁数:在一定时间段(5分钟),经过该站点的公交数量总和。

3.2 公交站点的聚类分析

对选取厦门岛内公交的 10 个站点在高峰期进行实地考察,得到的数据和聚类分析结果见表 1 所示。可见,轮渡站、思北路口站、特贸站和仙岳花园站四个公交站点属于第一类,其余的白鹭洲公园、厦门茶厂、文化艺术中心、松柏、莲岳路口和火车站小广场属于第二类。表 1 中的 Z 聚类是将这些站点的所有变量的得分求和后进行的标准化得分。把聚类的两类结果(类别 1 和类别 2)的停靠站点时间长(秒)、上车人数、下车人数、路线数和频繁数的平均值作对照分析,见表 2 所示。可见,类别 1 的各个比较变量的数值都远大于类别 2,因此将类别 1 命名为密集站点,将类别 2 的站点命名为稀疏站点,具体站点的归属情况见表 1 最后一列所示。

表 2 聚类结果的比较

Table 2 The comparison of the clustering results

项目	停靠站点 时间长	上车人数	下车人数	路线数	频繁数
类别 1	35.25	11.50	5.50	20.25	16.00
类别 2	20.00	3.83	5.00	8.83	8.33

3.3 公交站点的社会网络优化分析

3.3.1 公交站点整体网络分析

图 2 所示的是公交站点社会网络图,显示出调研的 10 个站点间的社会网络关系情况,体现了每个站

点在站点社会网络中的位置。图中的数字对应表 1 中的站点编号,连接线表示站点之间存在的社会网络位置关系。图 2 中的 1、2、6、8 节点与其他节点的连结较多,表明这几个公交站点在站点网络中与其他站点的联系程度较高;而节点 9、10 等节点,相对而言与其他节点的连结较少,处于网络的边缘位置。

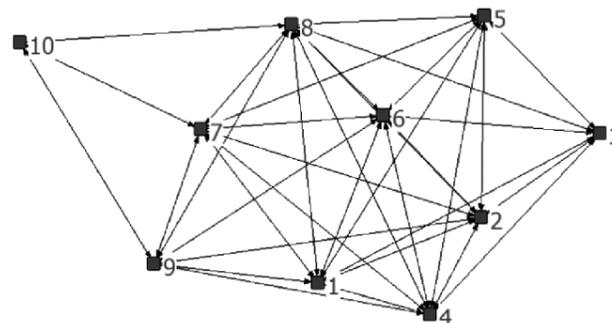


图 2 公交站点社会网络图

Figure 2 The social network map of the bus station

3.3.2 中心性分析

表 3 是公交站点的程度中心性分析结果,node 列对应表 1 的公交站点编号,Degree 列表示程度中心性的原始数值,NrmDegree 表示相对点中心度,Z 社会网络列表示标准化的程度中心性,是根据 Degree 列进行的标准形式得分。如以松柏公交车站点(node 8)为例,因为其他 9 个站点与松柏公交车站点的相连中共有 26 班次的公交车,所有站点相连的公交车班次共有 72 班,故 Degree 值显示为 26,Nemdegree 是相对值

即 $26/72=36.111\%$, Z 社会网络指的是将 Degree 值依据标准正态分布形式计算出的 Z 分数, 即 $Z=(X_i-\bar{X})/S$ 公式计算得出, X_i 对应每个数字, 表示均值, S 表示标准差。

表 3 公交站点的程度中心性分析结果

Table 3 The central analysis results of the bus station

公交站点	node	Degree	NrmDegree (%)	Z 社会网络	类别归属
松柏	8	26.000	36.111	1.33	中心站点
轮渡站	1	23.000	31.944	0.77	中心站点
思北路口	2	22.000	30.556	0.59	中心站点
特贸	4	21.000	29.167	0.40	中心站点
厦门茶厂	5	20.000	27.778	0.22	中心站点
仙岳花园	7	19.000	26.389	0.04	边缘站点
文化艺术中心	6	18.000	25.000	-0.15	边缘站点
白鹭洲公园	3	18.000	25.000	-0.15	边缘站点
莲岳路口	9	15.000	20.833	-0.70	边缘站点
火车站小广场	10	6.000	8.333	-2.36	边缘站点

如表 3 所示, 程度中心性前 5 名的公交站点是松柏(节点 8)、轮渡站(节点 1)、思北路口(节点 2)、特贸(节点 4)和厦门茶厂(节点 5), 说明这些公交站点的地理位置相对比较重要, 发挥着公交车辆的重要枢纽功能, 相对客流量比较大, 是公交路线网络中相互交叉的汇集和转换节点, 可称之为中心站点; 排在后面的 5 个公交站点程度中心性比较低, 途经的公交线路偏少, 承担的是几条公交线路的停靠功能, 几乎没有换乘公交线路, 这些站点可称之为边缘站点。

3.4 公交站点优化模型实例论证

根据上述聚类分析和社会网络分析的计算结果, 以 0 为分界点进行划分, 将坐标轴上划分为四个象限, 构建公交站点的优化模型, 具体如图 3 所示。

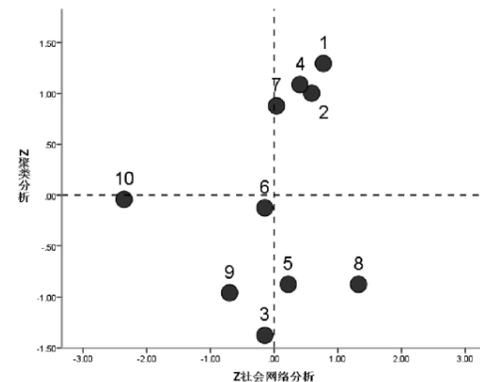


图 3 实例公交站点优化模型

Figure 3 The example analysis of the optimization model of the bus station

图 3 中所示公交站点 1、2、4、7 位于第一象限的中心-密集型区域, 第二象限的边缘-密集型没有包含任何公交站点, 3、6、9、10 站点则位于第三象限的边缘-稀疏型区域, 站点 5 和 8 则隶属于第四象限的中心-稀疏型。根据每个公交站点的定位象限, 可给出站点的实际情况和优化建议。

3.4.1 位于中心-密集型区域的公交站点(站点 1、2、4、7)优化对策

该象限的特点是公交站点横向和纵向的指标都表现很高, 该区域的站点是交通拥堵问题的高发点, 需要时刻重点关注, 采取的优化对策有: 在站点上增设多个小边缘停靠点以错开停靠位置, 避免将所有的线路均停靠在同一站点, 解决拥堵现象; 或增设区间线, 增加来回的车次; 也可设置拥挤站点的辅助链接线, 即时转移乘客以提升换乘效率等多种优化策略。

3.4.2 位于边缘-密集型的公交站点的优化对策

处于边缘-密集型象限的公交站点, 特点是公交线的停靠时间等都比较长, 客流量比较多, 但换乘的情况比较少, 优化对策有: 一方面可以适当延长原有不到该站点的公交路线上至该站点, 充分利用公交线路资源, 另一方面可以适当增加路线, 以满足客流量大的情况。

3.4.3 位于边缘-稀疏型的公交站点的优化对策(站点 3、6、9、10)

处于这个象限的公交站点基本上不用进行优化, 该站点提供的公交服务只需要满足乘客需求即可, 从资源优化配置的角度看, 可以根据实际站点的情况, 及时调整剩余的公交资源, 把剩余的公交资源调整到需要的公交站点线路上。

3.4.4 位于中心-稀疏型的公交站点的优化对策(站点 5 和 8)

位于该象限的公交站点主要承担的是交叉换乘的功能, 优化的对策为在这些区域站点上适当增加换乘公交线路, 同时在站点上增设交替错开的临时停靠点, 或者增开辅助链接线以缓解换乘压力等措施。

4 结论

文中基于目前公交拥堵问题的现象出发, 一方面

借助聚类分析针对公交站点的停靠站点时间长(秒)、上车人数、下车人数、路线数和频繁数等变量进行分析构建纵轴指标,另一方面利用社会网络分析对公交站点进行公交站点网络的科学定位分析构建横轴指标,由此构建公交站点的优化模型,以此优化模型将公交站点进行横纵坐标的科学定位,结合公交站点的实际情况,提出针对性的对策和建议,实例的论证结果表明,聚类分析和社会网络分析的公交站点的优化模型在指导公交站点的优化策略中有效性高,可实施程度强。

参考文献:

[1] 梁士栋,赵淑芝,马明辉,刘华胜,卢春秀.路段上游直线式公交站点对车辆延误影响分析[J].北京理工大学学报,2017(3):267-273.

[2] 黄正锋,赵丽君,陆丽丽.基于择站行为反馈和可达性要求的公交站点布设[J].长安大学学报(自然科学版),2015(S1):120-123,139.

[3] 张思林,袁振洲,曹志超.基于出行成本和运营成本的接驳城市轨道交通社区公交站点布设研究[J].北京交通大学学报,2016(6):57-63.

[4] 宋晓晴,方志祥,尹凌,刘立寒,杨喜平,萧世伦.基于IC卡综合换乘信息的公交乘客上车站点推算[J].地球信息科学学报,2016(8):1060-1068.

[5] 刘文生,李端阳,沈美照.基于无线组网的智慧公交站点信息系统研究与实践[J].中国新通信,2016(16):51-52.

[6] 马继辉,王飞,王娇,涂文苑.定制公交站点和线路规划研究[J].城市公共交通,2017(2):21-25.

[7] 胡列格,安桐,王佳,刘喜.城市定制公交合乘站点的布局研究[J].徐州工程学院学报(自然科学版),2016(1):27-32.

[8] 徐茜,俞礼军.基于“多站点”的城市常规公交线网优化设计[J].公路与汽运,2016(4):32-35.

[9] 张文彤,董伟.SPSS统计分析高级教程(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2013:5.

[10] Sungjin K, Euiho S, Youngjoon J. Building a Knowledge Brokering System using social network analysis : A case study of the Korean financial industry [J]. Expert Systems with Applications, 2011,38(12): 14633-14649.

(责任编辑:夏婷婷)

The Research of Bus Station Based on the Clustering and Social Network Analysis

CHEN Yazhou, GUO Shizheng, SONG Jie

(Chengyi College, Jimei University, Xiamen, Fujian 361021)

Abstract: The setting and configuration of bus station is associated with the level of service and quality of public transportation system. With the basis of the research situation of bus station, this article uses the cluster analysis method to analyze the stop time, the people up-and-down counting, the line counting and the frequency of the bus lines by longitudinal thinking, while using the social network analysis to set the location of bus station in the network from latitude considering, according to which the article builds the model for bus station and then applies a real case to test the model. The result shows that the model of the bus station is valid which can improve the efficiency and the degree of the implementation.

Key words: clustering analysis; social network analysis; optimization of bus station

闽北湿地松人工林立地质量精确评价

倪伟星

(福建省武夷山市林业局, 福建 武夷山 354300)

摘要:以湿地松为研究对象,建立了以立地质量等级为虚拟变量、年龄为自变量湿地松地位指数模型,利用样地数据及智能算法得到模型参数,最后根据标准差法编表思路,通过建立湿地松优势树高标准差模型,编制了湿地松地位指数表。考虑到湿地松地位指数表只适用于有林地,文章应用数量化理论 I 编制了湿地松数量化地位指数表,为精确地经营湿地松提供技术指导,也为其它树种建立地位(级)指数模型提供理论参考。

关键词:湿地松;精确评价;立地质量;虚拟变量;数量化理论 I;蛙跳算法

中图分类号:S714.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0061-07

对于人工林起源林分来说,由于年龄结构较天然林简单,且受正常的抚育间伐的影响而不适合应用地位级表评价立地,取而代之的是地位指数。地位指数表是依据林分优势高与年龄的关系,用基准年龄时林分优势高的绝对值作为划分林地生产力等级的一种数表,它可分为多形和同形二种类型^[1],其中由于同形地位指数曲线人为地掩盖了不同林地上优势高林木生长规律的差异,从而影响了实际应用效果^[2]。为了客观地反映人工林不同立地条件下优势高的生长规律,提高地位指数的预估精度,本次将立地质量等级作为虚拟变量,研制地位指数曲线模型。

地位指数表只适用于有林地,其不能单独反映每一立地因子对林木生长的作用。而数量化地位指数表既能定量地测定立地因子对林木生长的综合效应^[3-5],又能定量地测定出每一个立地因子对林木生长的影响大小^[6-8],所以本次将编制数量化地位指数和地位指数两种林业数表,为有林地、无林地的立地评价提供依据。

收稿日期:2017-09-22

作者简介:倪伟星(1959-),男,汉族,工程师,主要从事森林保护方面的研究。

湿地松于 20 世纪 30 年代从美国东部引入我国,由于其具有生长速度快、产松脂丰富、抗旱性强、材种出材好等优点,已成为闽北山丘陵地区的主要造林树种之一,而当前闽北地区湿地松林业数表许多方面都是空白,套用马尾松的林业数表,造成一定的误差,这种状况严重影响了林业生产实践,给科学经营管理湿地松带来了许多困难。因此,为能精确地掌握湿地松林分的数量、质量及立地情况,科学地经营管理好湿地松林分,有必要编制地位指数表和数量化地位指数表^[9-10]。

1 研究材料

1.1 地位指数编表材料

在福建省南平延平区、政和县、武夷山等地选择人为干扰较少的湿地松,采集临时样地、固定样地以及伐区调查设计数据,样地面积为 0.067 hm²,形状为矩形。共采集了不同年龄和立地质量等级的样地 259 块,其中立地质量等级包括肥沃、较肥沃、中等肥沃、瘠薄,固定样地测定次数 2~5 次,年龄范围为 10~58 a。每块样地每木检尺的起测直径为 5 cm,主要林分因子分布范围见表 1。

表 1 样地数据采集概况

Table 1 Survey of sampling data in sample plots

立地	样地数/个	平均年龄/a	最小年龄/a	最大年龄/a	最小胸径/cm	最大胸径/cm	最小树高/m	最大树高/m	最小林分蓄积/(m ³ ·hm ⁻²)	最大林分蓄积/(m ³ ·hm ⁻²)	平均株数/(株·hm ⁻²)
肥沃	63	26	5	39	5	37.1	1.5	21.3	29.9	356.0	2292
较肥沃	61	23	5	40	5	35.2	1.5	20.6	31.2	321.5	2311
中等肥沃	77	22	5	38	5	34.6	1.5	21.8	28.4	311.4	2284
瘠薄	58	24	5	39	5	33.7	1.5	19.9	29.3	297.8	2078

1.2 数量化地位指数表编制材料

共调查、收集了3个县(市)81块样地,每块样地包括坡向、坡位、坡度、坡形、海拔、质地、土壤厚度、土壤种类、土壤干湿度、土壤松紧度、腐殖质层厚度等11个因子,将所有样地的11个因子分别进行分级处理,共划分35个类目,具体见表2。

2 研究方法

2.1 地位指数模型的设计

由于理查德方程是适用性强、应用型最广的方程,同时能较好地描述林木年龄与优势高的生长规律,所以本次以该方程为基础方程,设计地位指数模型,方程一般形式见式(1)。

$$H_u = a \times (1 - e^{-bt})^c \quad (1)$$

式中:a、b、c为待求方程参数;H_u为林分优势高;t为

林木年龄。

由于不同的立地条件,林地所提供的养分,环境因子的差异,湿地松生长规律也存在差异,为更精确地把握林分优势高生长规律,同时,为了研究结果便于在林业生产上应用,结合福建省森林资源清查中有关技术及林业生产实际情况,立地质量按四种等级划分,即肥沃(I₁)、较肥沃(I₂)、中等肥沃(I₃)、瘠薄(I₄)。结合理查德方程三参数的特性,将参数a、b、c作为I₁、I₂、I₃、I₄的函数,其参数公式见式(2)、(3)、(4)。

$$a = f_1(I_1, I_2, I_3, I_4) = a_1 I_1 + a_2 I_2 + a_3 I_3 + a_4 I_4 \quad (2)$$

$$b = f_2(I_1, I_2, I_3, I_4) = b_1 I_1 + b_2 I_2 + b_3 I_3 + b_4 I_4 \quad (3)$$

$$c = f_3(I_1, I_2, I_3, I_4) = c_1 I_1 + c_2 I_2 + c_3 I_3 + c_4 I_4 \quad (4)$$

式中:a₁、a₂、a₃、a₄、b₁、b₂、b₃、b₄、c₁、c₂、c₃、c₄为待求参数。

根据理查德基础方程及参数方程,本次设计的湿地松地位指数曲线模型见式(5)。

表 2 样地等级划分情况

Table 2 Classification of plots

项目	项目号	类目等级			
		1	2	3	4
坡向	x ₁	阴	半阴	阳	半阳
坡位	x ₂	山顶、坡上部	山坡中部	山谷、坡下部	—
坡度	x ₃	缓坡(≤15°)	斜坡(16~25°)	陡坡(26~35°)	急坡(>35°)
坡形	x ₄	凸形	凹形	平直形	—
海拔	x ₅	海拔≥800 m	500~800 m	500 m 以下	—
质地	x ₆	粘土、沙土	轻壤、中壤	重壤、砂壤	—
土壤厚度	x ₇	薄(≤40 cm)	中(41~80 cm)	厚(>80 cm)	—
土壤种类	x ₈	红壤	黄红壤	黄壤	—
土壤干湿度	x ₉	干	润	湿润	—
土壤松紧度	x ₁₀	松	散	紧	—
腐殖质层厚度	x ₁₁	薄(≤10cm)	中(10~20 cm)	厚(>20 cm)	—

$$H_u = SI \left(\frac{1 - e^{-f_2(I_1, I_2, I_3, I_4) \times a}}{1 - e^{-f_2(I_1, I_2, I_3, I_4) \times a_0}} \right)^{f_3(I_1, I_2, I_3, I_4)} \quad (5)$$

上式(5)是以理查德方程为基础模型,通过引入立地质量4个等级,构建了4个等级立地质量等级为虚拟变量、年龄为自变量、林分优势高为因变量的地位指数模型。虚拟变量的计算是将定性数据(立地质量等级)转化为定量数据,本次取0或者1值,所以虚拟变量的取值规则为:当立地质量为某一等级时,该等级取值为1;其它等级取值为0。

根据虚拟变量的取值规律,最小二乘法无法求解式(5)的参数,因此需采用智能算法,如遗传算法、粒子算法、蚁群算法、模因算法、蛙跳算法等,通过这些算法的优缺点分析,同时能更精确地得到模型参数,本次采用在解决优化问题方面具有更快搜索速度的蛙跳算法,该方法具有更高成功率和更快收敛速度,为精确地评价立地质量提供参数。

蛙跳算法估计模型参数的步骤一共3步,第1步子群划分,第2步子群内部搜索,第3步全局信息交换。其中子群划分的步骤为:设候选解为 n ,子群数为 k ,用表示第 k 个候选解, D 为 n 的维数,那么对于随机产生的初始解按适应度降序排序后,候选解 X_1 分入 K_1 , X_2 分入 K_2 , X_3 分入 K_3 , \dots ,依次将所有候选解按适应度分配完毕。子群内部搜索的步骤为:所有候选解中适应度最佳的设为 X_m ,其中一个 k_i 中适应度最佳的为 X_b ,最劣为 X_w ,那么子群内部搜索可按计算,其中 X' 是产生的新解, R 为随机数(0,1,2,3, \dots ,10),通过计算,若 X' 比 X_w 更优,则,若 X_w 更优,则,通过重复计算,搜索策略,直至搜索次数大于最大子群内部搜索次数,如果在执行搜索策略过程中, X' 一直比 X_w 劣,则应随机产生另一个解,取代最佳适应度 X_b 。最后1步中,全局信息交换是在所有子群内部更新都完成的基础上,通过第1,2步进行重新执行,直到得到最佳结果。

2.2 数量化理论 I

由于无林地立地质量评价指标多为定性数据,因此本次采用数量化理论 I 研编湿地松数量化地位指数表,该方法与其他多元统计回归分析相比,既能处理定性数据,又能进行定量分析。其模型为:

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j, k) b_{jk} + b \lg T + \varepsilon_i \quad (7)$$

式中: i 为样地号,取值为1,2, \dots , n ; j 为项目数,取值为1,2, \dots , m ; k 为类目数,取值为1,2, \dots , r_j ; b_{jk} 是第 j 个项目第 k 个类目中的得分值; b 为待定参数,林分年龄的得分值; T 为林分年龄; ε_i 为随机误差; y_i 为第 i 个标准地的优势高。

其中, $\delta_i(j, k) = \begin{cases} 1, & \text{当第 } i \text{ 个样地中, } j \text{ 项目的定性数据为 } k \text{ 类目时的反映,} \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$ $\delta_i(j, k)$ 是样地号 i 在项目 j 的类目 k 中的值。设评价指标项目有 m 个($x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_m$),每个项目中又有若干个类目,即项目 j 包括 $x_{j1}, x_{j2}, x_{j3}, x_{j4}, \dots, x_{jr_j}$,那么一共有 $\sum_{j=1}^m r_j$ 个类目。

3 研究结果

3.1 地位指数模型设计估计结果

利用肥沃、较肥沃、中等肥沃、瘠薄四类立地质量的样地材料,根据蛙跳算法估计模型参数的步骤求解 $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4, c_1, c_2, c_3, c_4$ 参数。拟合的相关指数为0.976,说明拟合效果较好。各参数拟合情况见表3。

表3 地位指数导向曲线拟合结果

Table 3 Position index orientation curve fitting result

参数	数值	参数	数值	参数	数值
a_1	29.531 04	b_1	0.035 54	c_1	1.036 84
a_2	27.913 72	b_2	0.034 08	c_2	0.991 62
a_3	24.695 56	b_3	0.015 91	c_3	0.707 20
a_4	22.629 34	b_4	0.012 14	c_4	0.609 40

将未参加建模的样本材料进行适用性检验。通过检验,其平均系统误差为2.846%,平均相对误差绝对值为7.523%,说明该模型预测精度较高,可用于湿地松林分立地质量评价及地位指数表的编制。

3.2 地位指数表的编制

地位指数表的编制方法有标准差、变动系数调准法,本次以导向曲线为基础,按基准年龄时树高值和指数级距,采用标准差法,编制湿地松地位指数表。利用该方法应建立林分年龄与对应优势树高的标准差方程。根据收集的解析木数据,通过多个方程对比,得

到拟合较好方程为倒数方程。同样,为了与地位指数模型相对应,对参数 a, b 作为立地质量等级的函数,建立基于立地质量等级为虚拟变量的湿地松优势树高标准差模型,所以构建的模型为:

$$S=(a_1I_1+a_2I_2+a_3I_3+a_4I_4)+(b_1I_1+b_2I_2+b_3I_3+b_4I_4)/t \quad (8)$$

式中: S 为优势树高标准差; t 为年龄; $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4$ 为待求参数。

上述所建的模型同样通过蛙跳算法求解其参数,根据收集的基础数据,得到模型参数见表 4。

表 4 优势树高标准差模型参数计算结果

Table 4 Calculation results of model parameters of dominant tree height standard deviation

参数	a_1	a_2	a_3	a_4
参数估计值	1.634 21	2.134 966	2.489 46	2.834 27
参数	b_1	b_2	b_3	b_4
参数估计值	-2.678 32	-2.953 55	-3.214 36	-3.426 81

表 5 立地质量等级为肥沃的湿地松地位数表

Table 5 Pinus elliottii status table under fertile of site quality grade

龄级	地位指数							
	8	10	12	14	16	18	20	22
10	2.5~4.3	4.3~6.1	6.1~7.9	7.9~9.7	9.7~11.5	11.5~13.3	13.3~15.1	15.1~16.9
11	2.9~4.8	4.8~6.7	6.7~8.6	8.6~10.4	10.4~12.3	12.3~14.2	14.2~16.1	16.1~18.0
12	3.5~5.4	5.4~7.3	7.3~9.2	9.2~11.1	11.1~13.0	13.0~14.9	14.9~16.8	16.8~18.7
13	4.2~6.1	6.1~8.0	8.0~9.9	9.9~11.8	11.8~13.7	13.7~15.6	15.6~17.5	17.5~19.4
14	4.9~6.8	6.8~8.7	8.7~10.6	10.6~12.5	12.5~14.4	14.4~16.3	16.3~18.2	18.2~20.1
15	5.5~7.4	7.4~9.3	9.3~11.2	11.2~13.1	13.1~15.1	15.1~17.0	17.0~18.9	18.9~20.8
16	5.8~7.8	7.8~9.8	9.8~11.8	11.8~13.7	13.7~15.7	15.7~17.7	17.7~19.7	19.7~21.7
17	6.4~8.4	8.4~10.4	10.4~12.4	12.4~14.3	14.3~16.3	16.3~18.3	18.3~20.3	20.3~22.3
18	6.9~8.9	8.9~10.9	10.9~12.9	12.9~14.9	14.9~16.9	16.9~18.9	18.9~20.9	20.9~22.9
19	7.5~9.5	9.5~11.5	11.5~13.5	13.5~15.5	15.5~17.5	17.5~19.5	19.5~21.5	21.5~23.5
20	8.0~10.0	10.0~12.0	12.0~14.0	14.0~16.0	16.0~18.0	18.0~20.0	20.0~22.0	22.0~24.0
21	8.5~10.5	10.5~12.5	12.5~14.5	14.5~16.5	16.5~18.5	18.5~20.5	20.5~22.5	22.5~24.5
22	9.0~11.0	11.0~13.0	13.0~15.0	15.0~17.0	17.0~19.0	19.0~21.0	21.0~23.0	23.0~25.0
23	9.5~11.5	11.5~13.5	13.5~15.5	15.5~17.5	17.5~19.5	19.5~21.5	21.5~23.5	23.5~25.5
24	9.9~11.9	11.9~13.9	13.9~15.9	15.9~18.0	18.0~20.0	20.0~22.0	22.0~24.0	24.0~26.0
25	10.4~12.4	12.4~14.4	14.4~16.4	16.4~18.4	18.4~20.5	20.5~22.5	22.5~24.5	24.5~26.5
26	10.8~12.8	12.8~14.8	14.8~16.8	16.8~18.9	18.9~20.9	20.9~22.9	22.9~24.9	24.9~26.9
27	11.2~13.2	13.2~15.2	15.2~17.2	17.2~19.3	19.3~21.3	21.3~23.3	23.3~25.3	25.3~27.3
28	11.3~13.4	13.4~15.5	15.5~17.6	17.6~19.7	19.7~21.7	21.7~23.8	23.8~25.9	25.9~28.0
29	11.7~13.8	13.8~15.9	15.9~18.0	18.0~20.1	20.1~22.1	22.1~24.2	24.2~26.3	26.3~28.4
30	12.1~14.2	14.2~16.3	16.3~18.4	18.4~20.4	20.4~22.5	22.5~24.6	24.6~26.7	26.7~28.8

通过智能算法估计湿地松平均树高标准差方程参数,其相关指数 0.964,说明本研究拟合的方程精度较高。将未参与建模的数据带入方程中,利用平均系统误差和平均相对误差绝对值两个指标评价模型实用性。通过检验,平均系统误差 2.647%,平均相对误差绝对值 7.556%,剩余标准差 3.245,预估精度 92%,说明模型适用。

当立地质量等级为肥沃时,设定基准年龄为 20 年,根据标准差调准法的编表步骤,利用拟合导向曲线和优势高标准差方程即可编制的湿地松地位指数表,具体见表 5。

3.3 数量化地位指数表的编制

以样地 6 株优势木的平均高作为基准变量(y_H),将坡向、坡位、坡度、坡形、海拔、质地、土壤厚度、土壤种类、土壤干湿度、土壤松紧度、腐殖质层厚度等 11 个立地因子和林分年龄作为说明变量(x_i),分别树种列出反应表。

根据数量化理论 I 的计算模型,在计算机上运算,得到各项目的得分值、偏相关系数、 T 检验值及模型的复相关系数,并对各相关系数进行 t 检验,其结果见表 6。

由表 6 可知,影响湿地松林分优势高生长的主要项目有:坡位、坡形、海拔、质地、土壤厚度、土壤松紧

度、腐殖质层厚度、年龄。根据数量化理论 I 模型,各立地因子相对不发生变化,那么由各立地因子所引起的树木增长是一定的,其其余的高生长均是由年龄所致。因此,将不同年龄的得分值与各项目有关类目的得分值相加,即可知数量化优势高随年龄变化的情形,详见表 7。

表 6 各项目偏相关系数、 t 检验值结果及得分值

Table 6 Partial correlation coefficient, t test result and score value of each item

项目	项目号	类目	得分值	偏相关系数	t 检验值	得分范围
坡向	x_1	阳	0	0.176	1.595	0.71
		半阳	0.31			
		阴	-0.39			
		半阴	-0.07			
坡位	x_2	山顶、坡上部	0	0.348	3.254**	0.96
		山坡中部	0.89			
		山谷、坡下部	0.94			
坡度	x_3	缓坡	0	0.143	1.241	0.61
		斜坡	0.49			
		陡坡	0.18			
		急坡	-0.16			
坡形	x_4	平直形	0	0.304	2.708**	0.86
		凹形	0.43			
		凸形	-0.49			
海拔	x_5	≥ 800 m	-11.83	0.696	9.522*	3.69
		500~800 m	-8.74			
		<500 m	-5.66			
质地	x_6	轻壤、中壤	0	0.318	2.816**	1.45
		重壤、砂壤	-0.64			
		粘土、沙土	-1.73			
土壤厚度	x_7	薄	0	0.403	3.946**	1.89
		中	2.69			
		厚	3.07			
土壤种类	x_8	红壤	0	0.190	1.946	2.48
		黄红壤	1.57			
		黄壤	-0.46			
土壤干湿度	x_9	湿润	0	0.123	1.039	0.31
		润	-0.06			
		干	-0.21			
土壤松紧度	x_{10}	松	0	0.326	2.778**	1.22
		散	0.91			
		紧	-0.32			
腐殖质层厚度	x_{11}	薄	0	0.339	3.126**	1.24
		中	0.24			
		厚	1.23			
年龄	x_{12}		14.81	0.867	13.894**	—

注:复相关系数 $R=0.951$, $F=62.742^{**}$, $F_{0.01}(12,65)=2.55$, $t_{0.05}(65)=1.997$, $t_{0.01}(65)=2.654$

表7 湿地松数量化地位指数

Table 7 Quantification standing index of Pinus elliottii

项目	类目	得分值	年龄					
			5	10	15	20	25	30
坡位	山顶、坡上部	0	0	0	0	0	0	0
	山坡中部	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
	山谷、坡下部	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
坡形	平直形	0	0	0	0	0	0	0
	凹形	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
	凸形	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49
海拔	≥800m	-11.83	-11.83	-11.83	-11.83	-11.83	-11.83	-11.83
	500-800m	-8.74	-8.74	-8.74	-8.74	-8.74	-8.74	-8.74
	<500m	-5.66	-5.66	-5.66	-5.66	-5.66	-5.66	-5.66
质地	轻壤、中壤	0	0	0	0	0	0	0
	重壤、砂壤	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64
	粘土、沙土	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73
土层厚度	薄	0	0	0	0	0	0	0
	中	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
	厚	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07
土壤松紧度	松	0	0	0	0	0	0	0
	散	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
	紧	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32
腐殖质层厚度	薄	0	0	0	0	0	0	0
	中	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	厚	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
年龄		14.81	8.41	13.52	14.65	17.92	18.94	21.36

注:复相关系数 $R=0.965$, $F=87.437^{**}$, $F_{0.01}(8,69)=2.649$

3.4 立地类型的划分及立地质量评价

为了便于评价无林地的立地质量,我们在表7的基础上,将各类目得分值代数差的极差(最大代数和减最小代数和)三等分,将其值由最大到最小组合为4个数值范围,也即为4个立地类型(I、II、III、IV),从而编制了数量化立地质量评价表,详见表8。

表8 湿地松数量化立地质量评价表(基准年龄20年)

Table 8 Quantitative site quality evaluation of Pinus elliottii (base age 20 years)

立地类型	各立地因子得分总值	立地质量评价
I	>16.83	肥沃类型
II	12.94~16.82	较肥沃类型
III	9.27~12.93	中等肥沃类型
IV	5.82~9.26	瘠薄类型

从表8可以看出, I类地和IV类地上林木的生长量差异悬殊,说明湿地松对立地要求较为敏感。因此培育大径材应选择 I类地,培育中小径材应选择 II类地,在 III类地上可考虑营造混交林。根据相关因子的分析,湿地松造林选择宜林地时,要特别注意坡位、坡形、海拔、质地、土壤厚度、土壤松紧度、腐殖质层厚度等主要因子的选择。

4 结论与讨论

基于人工林受正常的抚育间伐的影响而不适合应用地位级表评价立地,取而代之的是地位指数。以理查德方程为基础方程,引入立地质量等级,构建了以林分年龄为自变量、立地质量等级为虚拟变量的湿地松地位指数模型。根据虚拟变量的取值特点,选用

蛙跳算法求解地位指数曲线模型参数。将未参加建模的数据进行适用性检验,通过检验,平均系统误差为2.042%,平均相对误差绝对值为7.366%,模型预测精度较高,可用于湿地松立地质量评价。最后根据标准差法编表思路,建立了的湿地松优势树高标准差模型,编制了湿地松地位指数表。

考虑到湿地松地位指数表只适用于有林地,其不能单独反映每一立地因子对林木生长的作用。而数量化地位指数表既能定量地测定立地因子对林木生长的综合效应,又能定量地测定出每一个立地因子对林木生长的影响大小,可直接用环境因子定量地估计宜林地的地位指数,评价林地生产潜力,编制湿地松数量化地位指数表为精准提升森林经营质量提供技术支持。

由于大口径样地数据量还是比较缺少,对拟合的湿地松地位指数模型有待进一步修正。在建模过程中,也未同时利用多种智能算法进行比较分析,只从成功率、收敛速度方面选取本次研究的算法。

参考文献:

[1] 郭艳荣,吴保国,刘洋,等.立地质量评价研究进展[J].世界林

- 业研究,2012(5):47-52.
- [2] 施恭明,江希钿,陈绍玲,等.福建省湿地松多形地位指数曲线模型的研究[J].林业勘察设计,2015(2):1-4.
- [3] 于玉芳,李静,刘东,昌宁县华山松数量化立地指数表编制[J].南方林业科学,2015(2):36-38.
- [4] 吴恒,党坤良,田相林,等.秦岭林区天然次生林与人工林地质量评价[J].林业科学,2015(4):78-88.
- [5] 王超群.人工林地质量评价系统的研建[D].北京:北京林业大学,2013.
- [6] 朱光玉,康立,何海梅,等.基于树高-年龄分级的杉木人工林多形立地指数曲线模型研究[J].中南林业科技大学学报,2017,37(7):18-29.
- [7] 李艳洁,周来,靳爱仙,等.东京城林业局落叶松人工林地质量评价[J].林业资源管理,2017(2):53-57.
- [8] 徐罗,亢新刚,郭韦韦,等.天然云冷杉针阔混交林立地质量评价[J].北京林业大学学报,2016,38(5):11-22.
- [9] 华伟平,丘甜,江希钿,等.立地质量等级为哑变量的黄山松地位级指数模型的研制[J].武夷学院学报,2015,34(3):15-18.
- [10] 黄国胜,马炜,王雪军,等.基于一类清查数据的福建省立地质量评价技术[J].北京林业大学学报,2014,36(3):1-8.

(责任编辑:华伟平)

Site Quality Accurate Evaluation of *Pinus elliottii* Plantation in Minbei

NI Weixing

(Wuyishan Forestry Bureau in Fujian Province, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Choosing *Pinus elliottii* as the research object, the paper established on the site quality rating dummy variables and age as the independent variables of slash pine status index model, using the sample data and intelligent algorithm to get the parameters of the model, based on the standard deviation method preparation ideas, through the establishment of *Pinus elliottii* dominant height standard deviation model for wetland site index table loose. Considering the status of *Pinus elliottii* index table is only applicable to the land, the application of quantitative theory I the quantitative site index table for *Pinus elliottii*, precise management of *Pinus elliottii* to provide technical guidance, establishing status for other species (class) and providing a theoretical reference index model.

Key words: *Pinus elliottii*; accurate evaluation; site quality; dummy variable; quantification theory I; leapfrog algorithm

雷公藤抗氧化酶对福木假尾孢菌毒素侵染的响应

张祖权

(福建省沙县水南国有林场, 福建 沙县 365050)

摘要:雷公藤角斑病是危害雷公藤生长的毁灭性病害,福木假尾孢菌毒素在其致病过程中起着重要作用。通过测定在假尾孢菌毒素中培养不同时间的雷公藤叶片超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)的活性变化,研究雷公藤抗福木假尾孢菌毒素的响应。结果表明:在12~24 h内SOD酶活性迅速升高,24 h以后逐步减退,48 h后酶活性又开始回升,到60 h的酶活性值高于初始值;在12~36 h内POD活性逐步上升,36 h以后开始下降,48 h后酶活性又开始回升,到60 h的酶活性值高于初值,且在60 h内POD的活性都高于对照。因此,SOD、POD都可以作为雷公藤抗角斑病的生理指标。

关键词:雷公藤;福木假尾孢菌;超氧化物歧化酶;过氧化物酶

中图分类号:S763.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0068-04

雷公藤(*Tripterygium Wilfordii*)是一种著名中药,又叫黄藤、黄腊藤、菜虫药、红药、水莽草,为卫矛科植物,主产于福建、浙江、安徽、河南等地。原植物生于背阴多湿的山坡、山谷、溪边灌木丛中,喜较为阴凉的山坡,以偏酸性、肥沃、土层深厚的砂质土或黄壤土最宜生长,已有几百年的入药记录^[1,2]。现代临床及药理学研究表明,雷公藤具有抗炎、抗肿瘤、免疫调节及抗生育等作用^[3-7],为临床治疗类风湿或风湿性关节炎的常用中药。

然而,雷公藤药用成分含量极低,加之野生资源蕴藏量少,人工栽培又存在生长缓慢、收获期长的问题,无法满足市场需求,成为中国珍贵紧缺中药材。因此,加快对雷公藤的开发与利用已经成为当前生产亟需解决的问题。由于雷公藤野生资源的缺乏,大面积推广种植雷公藤,使得原本在野生资源中就普遍存在的病害——雷公藤角斑病更加猖獗,致使大量叶片提

前脱落,给农户造成了巨大的经济损失。虽然近年来国内外学者对雷公藤做了大量的研究^[13-14],但对于角斑病的研究却非常少,刘锡璠等^[15]在湖南长沙的雷公藤病叶上发现一种致病菌福木假尾孢(*Pseudocercospora elaeodendri*),但目前对雷公藤抗福木假尾孢菌毒素侵染的研究还比较匮乏。

在病原菌或致病因子等外界胁迫条件下,植物往往启动一些防御反应酶。其中POD广泛分布于植物体内,它可以催化植物体内许多化合物如脂肪酸、酚类物质等的氧化反应,同时还参与乙烯的生物合成等生理活动^[16]。因此,POD活性的变化关系到植物体内其它生理生化反应的变化。有研究表明,POD的活性与植物抗病性呈正相关,即POD的活性越高,植物的抗病性越强^[17-18]。且POD与SOD共同组成细胞内清除活性氧伤害的保护酶系统,在阻止或减少羟基自由基形成方面起重要作用。有鉴于此,本研究通过测定在福木假尾孢菌毒素中培养不同时间的雷公藤幼梢健康叶片SOD、POD的活性变化,观察植物组织中保护酶抵抗毒素的过程,为雷公藤进一步的开发与利用提供理论指导。

收稿日期:2017-09-14

基金项目:福建省自然科学基金项目(2015J01623)。

作者简介:张祖权(1989-),男,汉族,助理工程师,主要从事森林经营管理及培育研究。

1 材料与方法

1.1 研究材料

试验所用的雷公藤材料取材于三明市泰宁县林业局泰宁县杉阳公司,通过扦插移植于福建农林大学田间实验室。取福建农林大学田间实验室刚长出的幼嫩雷公藤枝条若干,通过培养取其叶片待用。

取福建农林大学田间实验室中培养的带病雷公藤植株的病叶,通过分离及进一步纯化得到福木假尾孢菌。

1.2 研究方法

1.2.1 雷公藤假尾孢菌毒素培养与含毒滤液的提取

将福木假尾孢菌接种到 PSA 培养基上,29 ℃ 培养 15 d,转入查彼培养液中,每瓶接 7 个菌饼(直径为 6 mm)。在恒温 29 ℃ 的摇床中暗培养 25 d。将所得菌液先用双层纱布过滤,再用双层滤纸过滤,滤液 5 000 r/min 下离心 18 min,上清液即为含毒滤液。将含毒滤液在 45 ℃ 低压旋转蒸发为原体积的 1/10,在 5 000 r/min 下离心 18 min,取上清液,进行无菌过滤,得到的即为雷公藤假尾孢菌的粗毒素。

1.2.2 取样

将雷公藤幼梢插入装有 60 mL 毒素液的广口瓶中,使基部约 3 cm 浸在提取的毒素液中,每瓶放置 10 苗,每处理重复 3 次,并以清水为对照。处理的枝条置于室温(23±5 ℃)下观察。经毒素处理后,分别于 12、24、36、48、60 h 取枝条上的叶片进行测定。

1.2.3 酶液提取

称取 0.5 g 雷公藤叶片,放入冰浴的研钵中,加入预冷(4 ℃)POD 提取介质 0.05 mol/L pH 值 7.0 的 PBS(磷酸缓冲液)5 mL(先加 3 mL,再加 1 mL 冲洗,最后再用 1 mL 冲洗,冲洗液一并转入离心管中)。将雷公藤叶片研磨成匀浆,在 12 000 r/min,4 ℃ 下离心 15 min,取上清液备用。

1.2.4 SOD 活性的测定

依据超氧化物歧化酶抑制氮蓝四唑(NBT)在光下的还原作用来确定酶活性大小。3 mL 反应混合液含有:2.0 μmol·L⁻¹ 核黄素、75 μmol·L⁻¹ NBT、10 μmol·L⁻¹

EDTA-Na₂、13 mmol·L⁻¹ 甲硫氨酸 (Met)、0.05 mol·L⁻¹ pH 值 7.8 磷酸缓冲液。加适量酶液后在 4 000 lx 下反应 10 min,并在 560 nm 下测定光密度,以缓冲液代替酶液作空白,SOD 以抑制 NBT 光化还原 50% 为一个酶单位。以每分钟抑制 NBT 为氧化还原 50% 酶用量为一个酶活性单位:SOD 总活性=(A_{ck}-A)V_i/(0.5 A_{ck}WVt),其中 A_{ck} 为照光对照管的吸光度,A 样品管的吸光度,V 为样品液总体积,V_i 为测定时样品用量,W 为样品鲜重。

1.2.5 POD 活性的测定

过氧化物酶广泛存在于植物的各个组织器官中。在有过氧化氢存在的条件下,过氧化物酶可以使愈创木酚氧化,产生茶褐色物质,在 470 nm 处有最大吸收峰,可根据单位时间内 A₄₇₀ 的变化值,计算 POD 活性大小。

取 10 uL 酶液,加入 1 mL 0.1 M pH 值 6.0 的 PBS 和 3 mL POD 反应混合液,立即于 470 nm 处比色,每隔一分钟记录一次吸光度值,共测 3 次。按 POD 活性=(ΔA₄₇₀×酶液总体积)/(测定时取酶液的量×样品鲜重×反应时间)计算酶的相对活性。

2 结果与分析

2.1 毒素粗提取物处理对雷公藤体内 SOD 活性的影响

从图 1 中我们可以看出两条曲线都是呈先增后降的变化趋势,毒素处理 24 h 后 SOD 活性极显著高于对照 21%,首先达到了高峰。且 24 h 以前毒素处理的雷公藤 SOD 活性升高的速度也明显大于对照。但 24 h 以后,毒素对 SOD 抑制作用加强。SOD 活性下降,但 48 h 后酶活性又开始回升,到 60 h 的酶活性值高于初始值 10%,比对照高出 22%。这表明雷公藤受毒素侵染后植物机体首先表现出抵抗的效果,酶活性升高,但可能由于毒素毒性过强,难以抵制,活性逐步下降,但随着机体 SOD 大量表达,48 h 后酶活性又开始回升,到 60 h 的酶活性值高于初始值,表明 SOD 对毒素侵染有抵抗能力。因此,SOD 可以作为雷公藤抗角斑病的生理指标。

2.2 毒素粗提取物处理对雷公藤体内 POD 活性的影响

从图 2 可以看出毒素促进了植物体内的过氧化物酶的表达,60 h 内毒素处理的雷公藤植物的 POD 活性都高于对照的枝条。12 h 毒素处理的雷公藤高于对照 7%,24 h 毒素处理的雷公藤高于对照 28%,36 h 毒素处理的雷公藤高于对照 20%,48h 毒素处理的雷公藤高于对照 15%,12 h 毒素处理的雷公藤高于对照 34%。12~24 h 毒素处理的雷公藤植株的 POD 活性的升高速度高于对照处理的植株;24~36 h 二者的增长幅度相差不大,36 h 时,二者都出现了峰值,36 h 后 POD 活性下降,但 48h 后毒素处理的植株 POD 活性上升,而对照的 POD 活性基本稳定;这表明雷公藤受毒素侵染后植物机体首先表现出抵抗的效果,酶活性升高,但可能由于毒素毒性过强,难以抵制,活性逐步下降,但随着机体 POD 大量表达,48 h 后酶活性又开始回升,到 60 h 的酶活性值高于初始值,表明 POD 对毒素侵染有抵抗能力。因此,POD 可以作为雷公藤抗角斑病的生理指标。

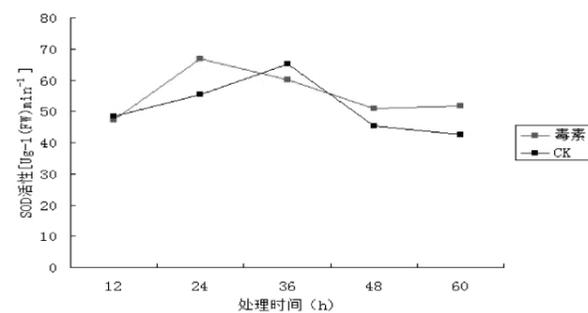


图 1 不同处理的雷公藤 SOD 活性变化

Figure 1 Different treatment *Tripterygium wilfordii* SOD changes

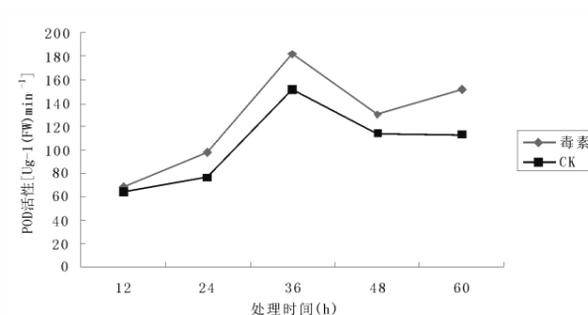


图 2 不同处理的雷公藤 POD 活性变化

Figure 2 different treatment *Tripterygium wilfordii* POD activity changes

3 结论与讨论

植物的抗病能力由体内的抗病基因决定,这些基因的表达速度、程度以及基因表达所产生的抗菌物质质量的多少都与抗病能力有直接的关系。大量研究表明,植物受病原菌侵染后过氧化物酶和多酚氧化酶的活性有较大的变化,其变化与植物的抗病性密切相关^[19-22]。植物与病原菌相互作用过程中广泛存在着活性氧爆发现象引发的体内多种氧化反应,这种现象被看做是植物防卫反应机制的一部分。正常情况下,植物体内代谢保持平衡,而在逆境下,植物将产生大量的活性氧,过量的活性氧可导致蛋白质、膜脂、DNA 及其他组分的严重损伤,甚至死亡^[23-24]。

通过对雷公藤毒素处理,按照不同时间进行取样,从叶片中超氧化物歧化酶、过氧化物酶的指标上进行测定分析。由于本试验毒素处理的雷公藤植株在 60 h 之后已接近死亡,故不再对其酶活性进行测定。测量 SOD 所得数据均与各时间段雷公藤的抗病性相对应,由于受到病菌毒素的侵染导致植物的酶活性提高,而后期由于毒性过强植物难以抵抗,SOD 活性开始下降,从 48 h 这个转折点来看,植物中 SOD 活性开始升高,这表明植物对病菌的侵染做出了抵抗。且整个实验过程毒素处理的雷公藤植株 POD 活性都高于对照水平,这也表明植物对病菌的侵染作出了抵抗。从图 1 及图 2 上可以看出 SOD 的最大值出现在 24 h,而 POD 的最值出现在 36 h,这证明了植物组织对活性氧的清除过程中 SOD 先行于 POD,验证了 SOD 能将 O² 转化为毒性较小的 H₂O₂ 和 O₂,而 POD 又可进一步清除 H₂O₂ 生成无害的 H₂O 和 O₂,两种酶协同作用完成了对植物体的保护。试验表明 SOD、POD 都可以作为雷公藤植株抗性的指标。说明用毒素粗提取物处理枝条来鉴定寄主对假尾孢菌毒素的抗性是可行的,由于用毒素处理雷公藤的方法对环境没有影响,所以这将为今后雷公藤产品的开发与利用提供理论参考。

参考文献:

[1] 涂胜豪,陈哲.雷公藤治疗类风湿关节炎的现状和存在的问题[J].中国中西医结合研究,2009,1(1):42-44.

- [2] RAMGOLAM V, ANG S G, LAI Y H, et al. Traditional Chinese medicines as immunosuppressive agents [J]. *Ann Acad Med*, 2000, 29(1):11-16.
- [3] ANITA M, ILYA R. Determination of triptolide in root extracts of *Tripterygium wilfordii* by solid-phase extraction and reverse phase high performance liquid chromatography [J]. *Journal of chromatography A*, 2005 (1070):65-70.
- [4] 张丽芬. 单味中药及其提取物防治肾小球硬化研究概况[J]. *浙江中医杂志*, 2004(3):130-132.
- [5] 刘瑞麟, 刘忠令, 李强, 等. 雷公藤红素抑制支气管哮喘小鼠气道炎症的实验研究[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2004, 27(3):165-168.
- [6] 强春倩, 刘世任, 都本敏. 雷公藤药理研究进展[J]. *中国中医急症*, 2006, 15(2):198.
- [7] 金亚宏, 张毅, 原桂东. PG490 及 PG736 的抗肿瘤活性研究[J]. *中国现代医药杂志*, 2007, 11(9):5-7.
- [8] 《中国药物大全》编委会. 《中国药物大全》中药卷[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 1991:471.
- [9] 洪伟, 李健, 吴承祯, 等. 雷公藤栽培及利用研究综述[J]. *福建林学院学报*, 2007, 27(1):92-96.
- [10] 刘明星, 董静, 杨亚江, 等. 雷公藤甲素的研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2005, 30(3):170-174.
- [11] 杜玮炜, 姚小洪, 黄宏文. 环境胁迫对雷公藤中雷公藤红素含量的影响[J]. *植物生理学*, 2009, 33(1):80-185.
- [12] 徐铮奎. 开发雷公藤单体成分新药市场前景广阔[J]. *中国医药工业杂志*, 2006, 37(10):130-132.
- [13] 黄煜伦, 周幽心, 姜华, 等. 雷公藤红素抑制可移植性人脑胶质瘤生长相关分子[J]. *江苏药*, 2007, 33(1):37-39.
- [14] 周幽心, 黄煜伦, 许期年, 等. 雷公藤单体体外抑制胶质瘤细胞的实验研究[J]. *癌症*, 2002, 21(10):1106-1108.
- [15] 刘锡璠, 郭英兰. 中国真菌志: 假尾孢属[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 2-15, 71.
- [16] HAIRSTON M J E, SANFORD J O. Soybean-wheat double-cropping: implications from straw management and supplemental nitrogen [J]. *Agronomy Journal*, 1987(79):281-286.
- [17] RAO D N, MIKKELSEN D S. Effect of rice straw incorporation on rice plant growth and nutrition [J]. *Agronomy Journal*, 1976(68):752-756.
- [18] 武志杰, 张海军, 许广山, 等. 玉米秸秆还田培肥土壤的效果[J]. *生态学报*, 2002, 13(5):539-542.
- [19] FEHRMANA H, DINOND A E. Peroxidase activity and phytophthora resistance in different organs of the potato plant [J]. *Phytopathology*, 1967(57):69-72.
- [20] LOEBENST G, LINSEY N. Effect of virus infection on peroxidase activity and C6/C1 ratios [J]. *Phytopathology*, 1963(53):350.
- [21] 赵仕光, 景耀, 杨俊秀. 杨树树皮内过氧化物酶和多酚氧化酶活性与抗溃疡病的关系[J]. *西北林学院学报*, 1993, 8(3):13-17.
- [22] 王颖, 胡景江, 朱玮, 等. 杨树溃疡病寄主诱导抗病性的研究[J]. *西北林学院学报*, 1996, 11(1):1-4.
- [23] 铃木直治. 近代植物病理化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.
- [24] FARKAS G L, KIRALY Z. Role of phenolic compounds in the physiology of plant disease and disease resistance [J]. *Phytopathology*, 1962(44): 105-150.

(责任编辑: 华伟平)

Response of Antioxidant Enzyme of *Tripterygium wilfordii* under the Stress of *Pseudocercospora Elaeodendri* Toxin

ZHANG Zuquan

(Shaxian Shuinan State-Owned Forest Farm in Fujian province, Shaxian, Fujian 365050)

Abstract: *Tripterygium wilfordii* horqes is a devastating disease that jeopardizes the growth of *Tripterygium wilfordii*, and it plays an important role in its pathogenicity. The effect of triptolide against *Fusarium venenatum* toxin was studied by measuring the changes of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) activity in leaves of *Tripterygium wilfordii* cultured in different periods of time. The results showed that the activity of SOD increased rapidly within 12~24 h and gradually decreased after 24 h. The enzyme activity began to rise again after 48 h, and reached the initial value at 60 h. The POD After 36 h, the activity began to decrease. After 48 h, the enzyme activity started to rise again. The enzyme activity value at 60 h was higher than the initial value, and the activity of POD was higher than the control within 60 h. Therefore, SOD, POD can be used as the physiological indicators of the anti-leaf spot *Tripterygium*.

Key words: *Tripterygium wilfordii*; *Pseudocercospora elaeodendri*; SOD; POD

响应面优化杉木种鳞多酚索氏提取工艺

李 佳^{1,2}, 张 健^{1,2}, 张家君^{1,2}, 吕蒙蒙^{1,2}, 林思祖^{1,2}, 陈 宇²

(1.福建农林大学林学院, 福建 福州 350002; 2.国家林业局杉木工程技术研究中心, 福建 福州 350002)

摘 要:为提高杉木资源利用效率,探索非木质利用途径,采用索氏提取法提取杉木球果种鳞多酚,考察提取时间、提取温度、乙醇浓度和液料比等因素对球果种鳞多酚提取量的影响,根据响应面 Box-Behnken 原理,构建预测模型,对提取工艺进行优化。结果表明:预测理论最佳工艺条件为:提取时间 2.43 h,提取温度 50.84 ℃,乙醇浓度 64.37 %,液料比 33.78:1;多酚提取量为 35.86±1.45 mg·g⁻¹。改良工艺条件为:提取时间 2 h,提取温度 50 ℃,乙醇浓度 60 %,液料比 35:1,在此条件下多酚提取量为 34.30±1.20 mg·g⁻¹,可以满足工业化生产的需求。

关键词:杉木;种鳞;索氏提取法;多酚;响应面

中图分类号:S791.27 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0072-06

植物多酚(Polyphenols)又称植物单宁,是一种普遍存在于植物体内的化合物^[1]。植物多酚因其与氧自由基结合能力较强,而在植物的防御体系中起到重要作用,是植物抵御外界不利因素,如机械损伤、病虫害侵害、逆境胁迫等的关键次生代谢物质^[2-3]。近年来,多酚类物质在植物的抗性生理^[4-8]、生长发育^[9-10]以及衰老死亡^[11]等方面的功能逐渐形成了一项研究热点。而植物多酚提取及其产业化也呈一定规模,先后有报道从蓝莓^[12]、茶叶^[13-14]、苹果^[15]、葡萄籽皮^[16]、柑橘^[17]和石榴^[18]等植物原料中提取的多酚类物质被应用于饲料加工、食品保鲜和生物制药等领域。

杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) hook.]是

我国南方的主要用材树种,其在国内的分布区遍布南方 17 个省区,人工用材林面积居用材树种的首位^[19]。目前杉木资源的利用主要以木材为主,其他方面的资源利用研究报道较为少见。近年来,随着杉木优良种子园营建规模的扩大,每年产生大量采种后遗弃的杉木球果,对这部分资源加以利用,既能实现杉木资源综合利用,减少资源浪费;又能产生实际经济效益,提高生产部门效益。因此,开展有关杉木球果良种采收后剩余物再利用的相关研究工作,是开发杉木种子园潜在价值、增加杉木非木质利用效率的有效途径。

为此,本研究拟以索氏提取法利用杉木种鳞开展多酚提取研究,并以响应面法优化其提取工艺,为深度开发利用杉木球果种鳞资源提供一定的技术支持,同时也为杉木非木质利用提供研究基础。

1 材料与方 法

1.1 材 料

本研究供试材料 2017 年 11 月收集于福建省三明市尤溪国有林场三代种子园。在种子园球果采收、晾晒、采种之后,收集废弃的空球果带回实验室。空球果经粉碎机粉碎后过 60 目筛,粉末 4 ℃冷藏备用。

收稿日期:2017-11-20

基金项目:国家林业局杉木工程技术研究中心平台建设(ptjh130002);福建农林大学校重点项目建设专项;人工林培育学科建设(6112c0310)、林学学科建设(6112c0300)项目资助。

作者简介:李佳(1991-),男,汉族,在读研究生,主要从事森林培育研究。

通讯作者:陈宇(1983-),男,汉族,研究实习员,主要从事林木遗传育种与森林培育研究。

1.2 实验方法

1.2.1 没食子酸标准曲线的建立

精确吸取 0、1、2、3、4、5 mL 的 $0.25 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的没食子酸标准液于 6 个 10 mL 棕色离心管中,用超纯水补足至 5 mL,摇匀,得浓度为 0、0.05、0.10、0.15、0.20、 $0.25 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的标准液。

分别吸取各浓度没食子酸标准液 0.2 mL 于 6 个 10 mL 棕色离心管中,加入 0.4 mL 福林酚试剂,充分摇匀,5 min 后加入 2 mL 10 % Na_2CO_3 溶液,再分别加入 2.4 mL 超纯水定容至 5 mL,充分摇匀,50 °C 水浴 1 h 后在 765 nm 波长处分别测得其吸光值。得没食子酸浓度($X, \text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)和吸光值(Y)的标准曲线方程 $y=2.8026x + 0.0633, R^2=0.999$ 。

1.2.2 杉木球果种鳞多酚提取量的计算

分别精确吸取 0.2 mL 稀释适当倍数的种子提取液于 10 mL 棕色离心管中,加入 0.4 mL 福林酚试剂,充分摇匀,5 min 后加入 2 mL 10 % Na_2CO_3 溶液,超纯水定容至 5 mL,充分摇匀,50 °C 水浴 1 h 后在 765 nm 波长处测得其吸光值。样品中的多酚含量以没食子酸标准品计算,并按方程式计算多酚提取量。

$$P=N\times\frac{A-0.0633}{2.8026}\times\frac{V}{M}$$

式中: P 为多酚提取量, $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$; N 为提取液稀释倍数; A 为原液稀释后测得的吸光值; V 为提取液的体积, m^3 ; M 为原料的质量, g 。

1.2.3 单因素试验

杉木球果种鳞粉末 0.5 g, 在不同提取时间(1、2、3、4、5 h)、提取温度(30、40、50、60、70 °C)、乙醇浓度(20 %、40 %、60 %、80 %、100 %)和液料比(15:1、25:1、35:1、45:1、55:1)来考察各单因素对多酚提取量的影响。

1.2.4 响应面优化试验设计

在单因素试验的基础上,选择提取时间,提取温度,乙醇浓度,液料比为因子,以多酚提取量为响应值,建立四因素三水平的响应面设计试验,得到二元多项式回归方程,分析最佳提取工艺,每次试验重复三次。杉木球果种鳞的 Box-Behnken 试验设计因素及水平见表 1。

表 1 杉木球果种鳞 Box-Behnken 试验因素及水平表

Table 1 Factors and levels of Box-Behnken test of the bracts of Chinese fir

水平	A 提取时间/(h)	B 提取温度/(°C)	C 乙醇浓度/(%)	D 液料比/(mL:g)
1	2	40	40	25
2	3	50	60	35
3	4	60	80	45

1.2.5 数据分析

所有数据均用 Microsoft Office Excel 2016, Origin9.1 和 Design expert 10 处理、作图和分析。

2 结果与分析

2.1 单因素对杉木球果种鳞多酚提取量影响

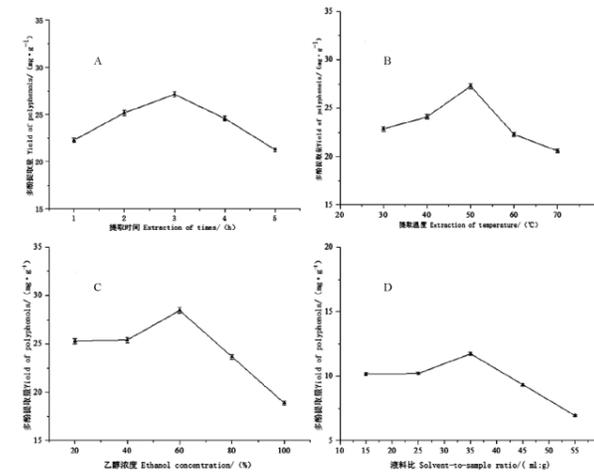


图 1 不同处理对多酚提取量的影响

Figure 1 Effects of different treatments on yield of polyphenols

不同因素对杉木球果种鳞多酚提取影响的单因素分析结果见图 1。可见提取时间、提取温度、乙醇浓度和液料比这 4 个因素对杉木球果种鳞多酚提取量均有一定影响,4 个因素各梯度水平下均表现出先上升后下降的趋势。各因素的最佳水平分别为:提取时间为 3 h(多酚提取量 $27.14 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,较最低水平提升了 27.53 %, 图 1A); 提取温度为 50 °C(多酚提取量

27.28 mg·g⁻¹,较最低水平提升了 32.59 %,图 1B);乙醇浓度为 60 %(多酚提取量 28.46 mg·g⁻¹,较最低水平提升了 50.86 %,图 1C);液料比为 35:1(多酚提取量 11.72 mg·g⁻¹,较最低水平提升了 69.21 %,图 1D)。

2.2 Box-Behnken 试验结果与分析

2.2.1 二次多项式回归模型建立与分析

利用 Design expert 10 软件进行 Box-Behnken 试验,结果见表 2。Box-Behnken 试验设计共计 29 个试验点,其中 24 个为分析因点,5 个为零点,其中分析因点作为自变量,分别取值于提取时间(A),提取温度(B),乙醇浓度(C)及液料比(D)中所构成的三维顶点,零点为 A、B、C、D 的中心点,其中零点重复 5 次,检查中点试验的重复性是否良好,以观察不可控因素对试验造成的影响。

表 2 Box-Behnken 试验结果

Table 2 Experimental results of Box-Behnken

序号	提取时间 (A)/(h)	提取温度 (B)/(°C)	乙醇浓度 (C)/(%)	液料比 (D)/(ml·g ⁻¹)	多酚提取量 (Y)/(mg·g ⁻¹)
1	2	40	60	35	33.32
2	4	40	60	35	32.90
3	2	60	60	35	33.93
4	4	60	60	35	32.90
5	3	50	40	25	33.50
6	3	50	80	25	34.48
7	3	50	40	45	32.86
8	3	50	80	45	33.86
9	2	50	60	25	34.63
10	4	50	60	25	34.06
11	2	50	60	45	34.49
12	4	50	60	45	34.35
13	3	40	40	35	31.92
14	3	60	40	35	32.72
15	3	40	80	35	33.22
16	3	60	80	35	33.67
17	2	50	40	35	34.44
18	4	50	40	35	33.28
19	2	50	80	35	34.73
20	4	50	80	35	33.82
21	3	40	60	25	33.00
22	3	60	60	25	33.04
23	3	40	60	45	32.37
24	3	60	60	45	33.29
25	3	50	60	35	34.95
26	3	50	60	35	35.90
27	3	50	60	35	35.50
28	3	50	60	35	34.79
29	3	50	60	35	35.29

注:表中多酚提取量为三次重复试验的平均值。

Note: the amount of polyphenols in the table was the average of the three repeated tests.

将表 2 的数据采用 Design expert 10 软件进行二次多项式回归模型方程拟合,得到多酚提取量预测值

(Y)、提取时间(A)、提取温度(B)、乙醇浓度(C)、液料比(D)的回归模型方程:

$$Y = 35.28 - 0.35A + 0.23B + 0.42C + 0.12D - 0.15AB + 0.065AC + 0.11AD - 0.088BC + 0.22BD + 0.00375CD - 0.32A^2 - 1.64B^2 - 0.86C^2 - 0.68D^2$$

对该回归模型进行方差分析,结果见表 3。该回归模型方程具备极显著性 (P<0.000 1), 决定系数 R²=0.935 5,调整后决定系数 Radj²=0.870 9,说明该模型拟合性良好,预测相关系数 Rpred²=0.870 9,模型预测可信度高,失拟性 P=0.836 8,差异不显著,说明该回归模型方程与实际情况吻合程度高,试验误差小,变异系数 C.V=1.04 %,即模型置信度较高,具备可重复性。模型中,A、C、B²、C²、D² 差异极显著,B、A² 差异显著,D、AB、AC、AD、BC、BD、CD 差异不显著,由显著性和 F 值可知,杉木球果种鳞多酚提取量的影响因素为乙醇浓度 C>提取时间 A>提取温度 B>液料比 D。

2.2.2 两因子间交互作用分析

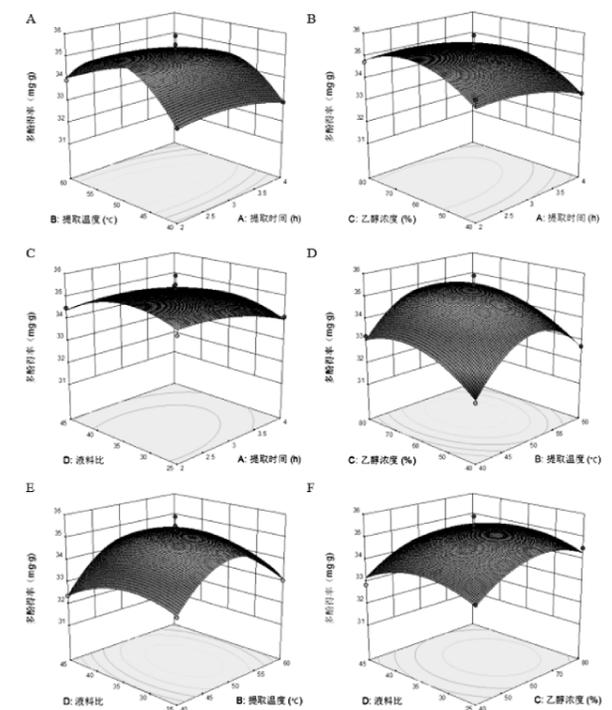


图 2 任意两变量对多酚提取量影响的响应曲面图

Figure 2 Response surface plots for the effects of any two variables on extraction rate of polyphenols

图 2 为响应值和各影响因子构成的立体曲面图,显示了分别为任意两个水平变量为零时,其他两个水平变量对响应值的影响。提取时间与其他三个因素的

表 3 回归方程系数显著性检验表

Table 3 Test of significance for regression equation coefficients

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
回归模型 Model	25.000 0	14.000 0	1.790 0	14.490 0	< 0.000 1	***
A	1.490 0	1.000 0	1.490 0	12.070 0	0.003 7	***
B	0.660 0	1.000 0	0.660 0	5.360 0	0.036 3	**
C	2.140 0	1.000 0	2.140 0	17.350 0	0.001 0	***
D	0.190 0	1.000 0	0.190 0	1.510 0	0.239 2	*
AB	0.095 0	1.000 0	0.095 0	0.770 0	0.395 8	*
AC	0.017 0	1.000 0	0.017 0	0.140 0	0.716 7	*
AD	0.046 0	1.000 0	0.046 0	0.380 0	0.550 0	*
BC	0.031 0	1.000 0	0.031 0	0.250 0	0.625 8	*
BD	0.190 0	1.000 0	0.190 0	1.570 0	0.230 6	*
CD	0.003 8	1.000 0	0.000 1	0.000 5	0.983 3	*
A ²	0.660 0	1.000 0	0.660 0	5.380 0	0.036 1	**
B ²	17.440 0	1.000 0	17.440 0	141.510 0	< 0.000 1	***
C ²	4.820 0	1.000 0	4.820 0	39.120 0	< 0.000 1	***
D ²	3.040 0	1.000 0	3.040 0	24.670 0	0.000 2	***
残差 Residual	1.730 0	14.000 0	0.120 0			
失拟性 Lack of Fit	0.950 0	10.000 0	0.095 0	0.490 0	0.836 8	*
纯误差 Pure Error	0.780 0	4.000 0	0.190 0			
总差 Cor Total	26.730 0	28.000 0				
R ²	0.935 5					
Radj ²	0.870 9					
Rpred ²	0.750 2					
C.V. %	1.040 0					

注:* 差异不显著(P>0.05), ** 差异显著(0.01<P<0.05), *** 差异极显著(P<0.01)

交互作用对杉木球果种鳞多酚提取量的影响结果显示(图 2A、B、C),提取时间在 2-4 h 之间,多酚提取量略上升后缓慢下降。提取温度与其他三个因素的交互作用结果显示(图 2A、D、E),提取温度在 40-60 °C 之间,多酚提取量先上升后下降,同时响应曲面坡度较陡。乙醇浓度与其他三个因素的交互作用结果显示(图 2C、D、F),乙醇浓度在 40 %-80 % 之间,多酚提取量为先上升后下降。液料比与其他三个因素的交互作用结果显示(图 2C、E、F),液料比在 25-45 之间,多酚提取量为先上升后下降,响应曲面坡度较缓。

2.3 最佳条件预测及验证性试验

通过建立二次多项式回归模型,对最佳试验条件

进行了预测,得到最佳提取工艺为:提取时间 2.43 h,提取温度 50.84 °C,乙醇浓度 64.37 %,液料比 33.78:1,此时多酚提取量理论值为 35.45 mg·g⁻¹。在此条件下重复 6 次,实际测定的多酚平均得率为(35.86±1.45) mg·g⁻¹,高于理论值 1.16 %,表明该模型准确可靠,具备实际使用价值(表 4)。为迎合实际生产需要,应在保证提取量的前提下尽量缩短提取时间,降低生产成本,使生产流程更为经济。因此将提取工艺改良为:提取时间 2 h,提取温度 50 °C,乙醇浓度 60 %,液料比 35:1。在此条件下重复测定 6 次,测得多酚平均得率为(34.30±1.20) mg·g⁻¹,低于最佳工艺值 4.35 %,符合实际生产需要。

表4 验证性结果

Table4 The verification result

类型	重复次数	多酚提取量 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	均值	方差	相对标准 偏差/(%)
最佳工艺 Best process	1	38.19	35.86	1.75	4.04
	2	35.89			
	3	34.86			
	4	36.51			
	5	33.96			
	6	35.75			
生产工艺 Production process	1	34.92	34.30	1.20	3.50
	2	34.45			
	3	35.90			
	4	35.22			
	5	34.72			
	6	35.60			

3 讨论

本研究利用 Box-Behnken 试验原理,探讨索氏提取法从杉木种鳞提取植物多酚的工艺及其优化方案。从单因素分析结果来看,提取时间、温度、乙醇浓度和液料比等因素对多酚提取效果均有影响。通过加大提取时间、温度、乙醇浓度和液料比,能够加快提取液中的分子运动速度,增加溶液与溶质的接触面积^[20],同时有机溶剂和水的复合体系(有机溶剂占 50%–70%)能够对氢键产生破坏,削弱疏水键^[21],有助于杉木种鳞组织内多酚物质溶解,提升多酚提取量。当提取时间、温度、乙醇浓度和液料比超过一定限度,多酚提取量反而会降低,一方面可能是提取液中的酚类物质由于光、热,多酚氧化酶等其他因素的影响,发生氧化,聚合反应^[22],降低多酚提取量,另一方面可能是乙醇水溶液(>50%)的沸点在 80℃左右^[23],过高的温度使得乙醇大量逸出,同时杂质、色素、脂溶性成分析出较多,这些成分与多酚类化合物形成了竞争关系,使得多酚提取量下降^[24]。

从响应面分析结果来看,各个因素对杉木种鳞多酚提取效果的影响依次为:乙醇浓度>提取时间>提取温度>液料比。理论最佳提取工艺为:提取时间 2.43 h,

提取温度 50.84℃,乙醇浓度 64.37%,液料比 33.78:1,此时多酚提取量理论值为(35.86 ± 1.45) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$;改良工艺为提取时间 2h,提取温度 50℃,乙醇浓度 60%,液料比 35:1,在此条件下多酚平均得率为(34.30 ± 1.20) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,可以满足实际生产需求。

相较于李波等^[25]报道的红松松鳞的植物多酚提取效率(17.76 ± 0.81) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,杉木种鳞提取量较高,一方面可能是红松松鳞多酚提取前处理步骤石油醚脱脂,可能损失了一部分多酚类物质;另一方面可能杉木本身多酚类物质含量要大于红松松球鳞片中的含量。与杉木种子的多酚含量相比[涩籽(383.220 ± 1.233) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$;健籽(18.360 ± 0.069) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$]^[22],种鳞的多酚含量比健籽高,但是远低于涩籽,这可能是由于组织特异性造成的,也可能是提取方法的差异。相对于其他种类植物,如猕猴桃果皮 28.14 mg GAE/g^[26]、石榴皮 (10.63 ± 0.28) $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ^[27]、苹果皮渣 4.53 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ^[28]等,杉木球果种鳞多酚类物质含量丰富,具有较大的利用潜力。

本研究是对杉木种鳞提取植物多酚的初步尝试,在某些方面还存在一些不足之处,在后续的研究中,可针对杉木球果种鳞开展不同提取方法的比较,进一步筛选出适合工业生产的提取方法,为杉木资源综合利用与产业化提供理论依据。

参考文献:

- [1] 宋立江,狄莹,石碧. 植物多酚研究与利用的意义及发展趋势[J]. 化学进展, 2000, 12(2):161–170.
- [2] 杨澍,洪阁,刘天军. 植物多酚类物质的生物学活性研究进展[A]. 中药与天然药物现代研究学术研讨会[C]. 贵阳:2013.
- [3] SCALBERT A, WILLIAMSON G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols[J]. 2000, 130(8S):2073S.
- [4] PAYRA D, NAITO M, FUJII Y, et al. Hydrophobized plant polyphenols: self-assembly and promising antibacterial, adhesive, and anticorrosion coatings [J]. Chemical Communications, 2015, 52(2):312–315.
- [5] ZHANG L, SHAMALADEVI N, PATIL B S, et al. Polyphenol-rich extract of Pimenta dioica berries (Allspice) kills breast cancer cells by autophagy and delays growth of triple negative breast cancer in athymic mice [J]. Oncotarget, 2015, 6(18):16379–16395.
- [6] TYAGI T, TREAS J N, MAHALINGAIAH P K, et al. Poten-

- tiation of growth inhibition and epigenetic modulation by combination of green tea polyphenol and 5-aza-2'-deoxycytidine in human breast cancer cells [J]. *Breast Cancer Research & Treatment*, 2015, 149(3):655-68.
- [7] TSAI h C, LI Y C, YOUNG T h, et al. Citrus polyphenol for oral wound healing in oral ulcers and periodontal diseases.[J]. *Journal of the Formosan Medical Association*, 2016, 115(2):100-107.
- [8] SUN Q, WEDICK N M, TWOROGER S S, et al. Urinary Excretion of Select Dietary Polyphenol Metabolites Is Associated with a Lower Risk of Type 2 Diabetes in Proximate but Not Remote Follow-Up in a Prospective Investigation in 2 Cohorts of US Women [J]. *Journal of Nutrition*, 2015, 145(6): 1280-8.
- [9] 高智慧, 朱治平. 杉木种子发育生理, 涩籽成因及降低败育措施的研究[J]. *林业科学研究*, 2000, 13(6): 659-666.
- [10] 成小飞. 杉木胚胎选择过程中几种酶的组织化学定位[J]. *植物学报*, 1994(s1):65-66.
- [11] 成小飞. 杉木胚胎选择期的淀粉动态及其种子败育[J]. *林业科学*, 1995, 31(6):481-484.
- [12] 雷良波, 杨浩, 陈军李, 等. 蓝莓果渣开发利用研究进展[J]. *中国酿造*, 2017 (10) :17-22
- [13] 沈新南, 陆瑞芳, 何更生, 等. 茶多酚对四氯化碳致小鼠肝损伤的影响[C]// 中国营养学会全国营养学术会议. 1996.
- [14] 王当丰, 李婷婷, 国竞文, 等. 茶多酚-溶菌酶复合保鲜剂对白鲢鱼丸保鲜效果[J]. *食品科学*, 2017, 38(7):224-229.
- [15] LU Y R, FOO L Y. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace.[J]. *Food Chemistry*, 2000, 68(1):81-85.
- [16] 赵竞, 景浩. 不同品种葡萄皮、籽提取物多酚含量及抗氧化能力的比较研究[J]. *食品工业科技*, 2009(10):154-158.
- [17] KANG H J, Chawla S P, JO C, et al. Studies on the development of functional powder from citrus peel. [J]. *Biore-source Technology*, 2006, 97(4):614-620.
- [18] 王周. 石榴皮总多酚提取及减脂作用研究[D]. 成都: 西华大学, 2016.
- [19] 杨世先. 杉木的栽培技术[J]. *中国林业*, 2009(17):50.
- [20] 曾献, YUAN Y Z, 曹清明, 等. 油茶籽多酚的提取研究[J]. *食品与机械*, 2008, 24(4):69-72.
- [21] 石壁, 狄莹. 植物多酚[M]. 北京: 科学出版社, 2000:30.
- [22] 林小琴, 马志慧, 何宗明, 等. 杉木种子多酚提取工艺优化[J]. *福建林学院学报*, 2017, 37(1):47-53.
- [23] 冉晓敏, 李忠海, 付湘晋, 等. 樟树多酚提取工艺的研究[J]. *食品与机械*, 2011, 27(2):51-54.
- [24] 耿中华, 秦卫东, 马利华, 等. 梨皮多酚的提取工艺优化的研究[J]. *食品工业科技*, 2009(12):233-234.
- [25] 李波, 包怡红, 王振宇. 红松球鳞片多酚提取工艺的优化[J]. *食品与机械*, 2012, 28(5):111-115.
- [26] 郭彩霞, 任晓婷, 张生万, 等. 响应面法优化超声波辅助提取猕猴桃果皮多酚工艺研究[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(11).
- [27] 张艳霞, 朱彩平, 邓红, 等. 超声辅助双水相提取石榴皮多酚[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(12):150-156.
- [28] 李珍, 哈益明, 李安, 等. 响应面优化苹果皮渣多酚超声提取工艺研究[J]. *中国农业科学*, 2013, 46(21):4569-4577.

(责任编辑:叶丽娜)

Optimization of Soxhlet extraction process of Chinese fir bracts polyphenols by response surface optimization

LI Jia^{1,2}, ZHANG Jian^{1,2}, ZHANG Jiajun^{1,2}, LYU Mengmeng^{1,2}, LIN Sizu^{1,2}, CHEN Yu²

(1. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou Fujian 350002, China;

2. State Forestry Administration Engineering Research Center of Chinese Fir, Fuzhou Fujian 350002, China)

Abstract: In order to improve the utilization efficiency of Chinese fir, we explore the way of non-wood utilization. The method of Soxhlet extraction method was used to extract polyphenols from Chinese fir bracts. The effects of extraction time, extraction temperature, ethanol concentration and solid-liquid ratio on polyphenols experiment were investigated. According to the principle of response surface Box-Benhnken method, the prediction model was constructed and the extraction process is optimized. The results showed that the optimum conditions were extraction time, 2.43 h, extraction temperature, 50.84 °C, concentration of ethanol, 64.37 %, and solid-liquid ratio, 33.78:1. The average yield of polyphenol was 35.86±1.45 mg·g⁻¹. The improved process conditions were as follows: extraction time 2 h, extraction temperature 50 degrees, ethanol concentration 60 %, liquid to material ratio 35:1, under this condition, the average yield of polyphenol was 34.30±1.20 mg·g⁻¹, which could meet the needs of industrial production.

Key words: Chinese fir; bracts; Soxhlet extraction; polyphenols; response surface

福建省体育教师训后跟踪指导模式设计与应用研究

林秀春¹, 黄倩², 徐瑞芳³

(1.福建教育学院, 福建 福州 350025; 2.福建师范大学 体育科学学院, 福建 福州 352100; 3.闽江学院, 福建 福州 350108)

摘要:为了完善训后跟踪指导的模式,让体育教师培训效果更落地、更持久、更好地激发学员训后的学习能动性,采用文献研究、问卷调查法、访谈法、归纳统计、逻辑分析等对2013年以来的省级培训班(体育学科)的175位学员进行训后跟踪指导调查研究,通过研究发现,现有训后跟踪指导模式不规范,无论训后跟踪指导方式,还是训后跟踪指导团队,以及训后跟踪指导内容等方面来看都是不足的。研究认为;设计出关注个性,凸显服务的“全员全程助落地式”训后跟踪指导模式,可调动学员训后学习的积极性与主动性,并取得了显著的效果,使训后跟踪指导模式更加科学化、程序化、模式化。

关键词:全员全程助落地模式;体育教师;训后跟踪指导

中图分类号:G633.96 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0078-05

教师培训是一项系统工程,既包括培训期间的管理,也包括培训结束后的跟踪服务。尤其是培训后的跟踪服务更是促进培训成果转化、提高培训效果的有效途径。以“训后跟踪指导”、“训后跟踪”等为主题词,查阅近十年来的文献发现,涉及到教师培训后跟踪指导的论文可以归纳为:一是基本上侧重于理论性的研究;二是应用研究由于不同的人对训后跟踪指导理解的差异性,使训后跟踪指导缺乏必要的规范性;三是训后跟踪指导的类型单一。为了切实提高教师培训的实效,加强集中培训后的跟进指导尤为重要。因此,在积极关注训前与训中的培训设计和效果的同时,有必要加强对教师训后跟踪指导^[1],中央和地方也采取了一系列重要措施来加强教师队伍建设。2013年5月6日教育部于印发了《关于深化中小学教师培训模式改革全面提升培训质量的指导意见》【教师[2013]6号】。该指导意见提出“培训机构要做好培训绩效评价,跟

踪教师参训后实践应用效果,不断改进培训工作。”^[2]教育部相关文件的出台,对传统教师培训后跟踪方式进行变革起到了积极的促进作用。然而,采用何种模式对训后跟踪指导的研究更为有效是一个值得深入研究的问题。

1 研究对象与研究方法

1.1 研究对象:训后跟踪指导模式应用作为研究对象

1.2 研究方法

1.2.1 文献研究

通过中国知网检索近年来关于教师培训模式,以及训后跟踪指导的文献资料进行研读,从中摄取价值比较大的一些信息,进行深入的文献研究。

1.2.2 问卷调查法

主要针对2013年以来的省级培训班(体育学科)的学员进行训后跟踪指导问卷调查研究,向省级培训班(体育学科)学员发放问卷175份,回收问卷175份,回收率100%,有效问卷175份,有效率100%。

1.2.3 访谈法

通过提问训后跟踪指导内容需求、训后跟踪指导模式评价。较系统地了解训后跟踪指导模式的效果。

收稿日期:2017-10-18

基金项目:2016年福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JAS160859)。

作者简介:林秀春(1975-),女,汉族,副教授,主要从事中小学体育教育教学研究。

1.2.4 数理统计法

使用 Excel2007 统计软件对问卷调查结果进行归纳统计分析。

2 结果与分析

2.1 现有训后跟踪指导模式的不足

现有训后跟踪指导方式不足。在对“以往的有无训后跟踪指导,如有,您满意以往所采取的训后跟踪指导方式吗”。以往对教师没有进行训后跟踪指导的有 152 个体育教师,占 87%,有进行训后跟踪指导的有 23 个体育教师,仅占 13%,在这 13%中最常用的训后跟踪指导形式就是电子邮件跟踪指导、短信跟踪指导、QQ 群跟踪指导、电话跟踪指导。在有训后跟踪指导的老师中了解到,这些跟踪指导很多都是为了发一些培训政策文件,或者是学员训后在教学实践中遇到一些问题和困惑的时候求救于培训单位的。对于这些“走过场应付式”的训后跟踪指导,有 86%的教师是不满意的态度。这种“走过场应付式”的训后跟踪指导模式,对体育骨干教师在训后的学习中遇到的困难,以及教学实践中的问题得不到及时的反馈和解答。从而,无法满足训后自身专业发展需求的。为此,项目组提出了“全员全程助落地式”的训后跟踪指导模式。

2.2 训后跟踪指导模式确立依据

2.2.1 教师个人能力发展需求依据

问卷调查发现:课题申报和论文写作能力的教师有 146 个体育教师;课堂教学实施能力的教师有 104 个体育教师;片段教学能力的教师有 100 个体育教师;课堂观察能力(听评课能力)的教师有 97 个体育教师;教学设计能力的教师有 94 个体育教师;现代教育技术能力的教师有 71 个体育教师;校本研修能力的教师有 81 个体育教师;指导青年教师能力的教师有 65 个体育教师;专题讲座能力的教师有 49 个体育教师;最后是教育教学理论素养,有 97 个体育教师。

2.2.2 训后跟踪指导的材料依据

通过问卷调查统计,以及与学员的访谈中得出结果如下,有 175 个体育教师选择提供优秀实践课视频;有 165 个体育教师选择优秀课堂观察诊断报告;有 162 个体育教师选择提供优秀课题申报表与课题

申报指南;有 157 个体育教师选择提供优秀片段教学视频与优秀片段教学脚本;有 152 个体育教师选择提供优秀教学设计与优秀论文;有 120 个体育教师选择提供各种微课;有 49 个体育教师选择提供相关专题 ppt 材料;有 32 个体育教师选择提供教育教学政策文件;有 91 个体育教师选择提供教育教学专著。在这里可以表明基于近年来各种评职称与评选各种区(县),以及市级以上骨干教师、学科带头人、名师等文件中规定:教育科研方面要有课题研究和 CN 刊物,之所以在调研中有 162 个体育教师要求提供相应的教育科研材料;在教学技能方面要进行一系列的面试,如,教学设计、片段教学、课堂观察诊断报告等,有 156 个体育教师左右要求提供教学技能类材料。通过对提供线上训后跟踪指导的资源形式的问卷及访谈调查时发现:选择提供文本类有 136 个体育教师;选择提供图形类有 52 个体育教师;选择提供音频类有 97 个体育教师;选择提供视频类有 165 个体育教师;选择提供动画类有 113 个体育教师。

2.2.3 训后跟踪指导的形式依据

进行调查后,如图 1,分别是:训后实践教学观摩展示活动有 146 个体育教师;训后跨地区学习共同体有 129 个体育教师;训后同地区学习共同体有 90 个体育教师;微信群与 QQ 群跟踪指导有 117 个体育教师;专家实地跟踪指导有 107 个体育教师;网络研修平台跟踪指导有 120 个体育教师;师徒“结对子”有 97 个体育教师;“送培送教”有 120 个体育教师。这说明多元化的训后跟踪指导模式能发挥一种“助落地”、“个性化”、“显服务”的功能,从而让其自身专业达到发展的价值取向^[3]。

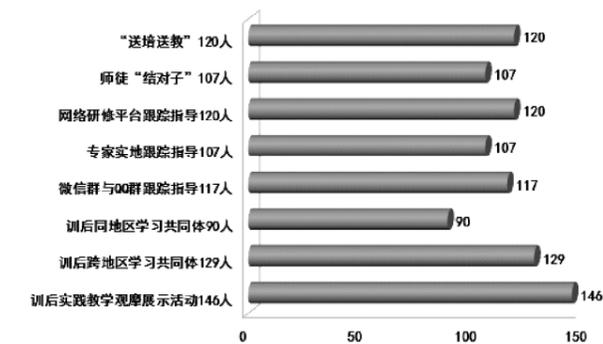


图 1 训后采取的跟踪指导方式

Figure 1 Tracking guide ways after training

3 “全员全程助落地式”训后跟踪指导模式的设计

本研究结合上述对训后跟踪指导模式确立的依据阐释,以及现有训后跟踪指导的不足的基础上,初步设计出“全员全程助落地式”训后跟踪指导模式的模型,如图2所示。

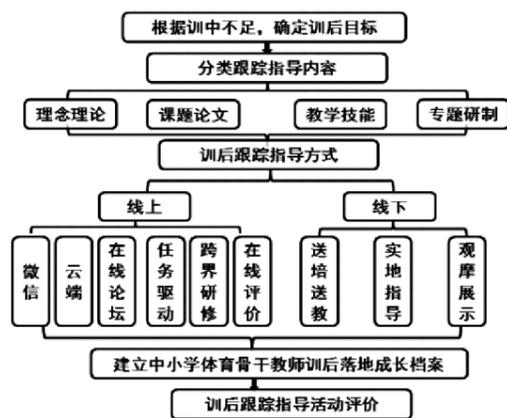


图2 “全员全程助落地式”训后跟踪指导模式的设计
Figure 2 The design of following guidance mode after training about full course assistant landing

“全员全程助落地式”训后跟踪指导模式主要围绕参训学员在训中的不足,以及应用训中所学理念与知识,在训后实践教学的实施过程存在的问题或困惑得到解决,把训中所学的内容进行分类跟踪指导,通过线上与线下的不同形式进行全员全程的训后跟踪指导。最后建立教师训后跟踪指导成长档案,形成训后跟踪指导活动的评价体系。教师训后跟踪指导模式的开展,旨在建构一种基于学员作为成人学习者的特点,帮助学员把集中学习的先进理念与方法运用到教育教学中,设计个性化“全员全程助落地式”的训后跟踪指导模式。提高参训学员在训后学习的主动性、自主性,让参训学员积极主动地建构自己的方式的训后跟踪指导模式。帮助学员把训中的学习内容应用到教育教学中,解决学员在教育教学中实践过程中的问题与困惑,提高培训的实效性,促进学员的自身专业的自主发展。从本次培训后的成果与效果分析的数据可以看出:本次训后跟踪指导模式是一种比较成功的模式。

4 训后跟踪指导模式的应用成果

训后跟踪指导模式的开展,极大丰富了体育教师训后跟踪模式的理论基础,建构一种“根据作为成人的中小学教师的学习的特点,基于帮助中小学教师训中内容落地服务,按照各自需求选择训后跟踪学习内容和活动方式,关注个性,凸显服务”的体育教师训后跟踪指导模式。通过训后跟踪指导,训后成效显著,主要体现四个方面,一是职业道德水平不断提高;二是个人素养不断提升,个人荣誉屡创佳绩;三是科研素养不断提升,课题论文成果丰硕;四是教育教学专家靠拢,示范引领辐射加强。

4.1 职业道德水平不断提高

通过与当地教研员、学校领导、同事、学生等座谈交流反映了解到,在师德水平方面:通过集中培训返校后学员更乐于接任务了、更有钻研精神了、更有上进心了、更乐于帮个体育教师了、更乐于分享了、更乐于合作了。得到当地教育局、进修学校,以及一线老师的一致好评,起到了很好的示范引领作用。

4.2 个人素养不断提升,个人荣誉屡创佳绩

通过训后跟踪,参训教师们个人综合素养不断提升,教师个人获奖及荣誉统计如图3所示。

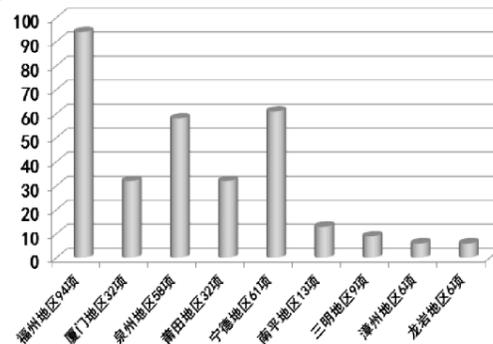


图3 体育教师获奖及荣誉训后跟踪汇总
Figure 3 Summary of the sports teacher's awards and post-training follow-up

福州地区有 29 项;厦门地区有 10 项;泉州地区有 18 项;莆田地区有 10 项;宁德地区有 19 项;南平地区有 4 项;三明地区有 3 项;漳州地区有 2 项;龙岩地区有 2 项。这可以表明教师在训后在教学实践及各项工作方面都更有上进心,获得国家级、省级、市级、区级、县级、校级的荣誉总统计为 311 项,其中获得国

家级荣誉四项;福州三中金山校区的魏各顺老师获得“全国十佳活力园丁”优秀教师、福建省优秀教师等荣誉称号。

4.3 科研素养不断提升, 课题论文成果丰硕

通过训后跟踪指导, 参训学员科研素养不断提升。学员们开始注重平时上课的一些经验积累, 能紧密地联系自身的教学与专业发展。慢慢懂得思想、懂得研究。能够独立的申报课题; 或者是几个学员的共同合作研究申报课题。并且很多学员已经取得了阶段性成果。课题立项总计为 69 项, 其中作为课题主持立项为 50 项; 论文在不同的 CN 刊物上发表有 25 篇。其中参训学员厦门外国语学校王巧娟老师的论文《运用多种心理训练方法 调节学生体育中考心理状态》获 2013 全国十四城市体育学科论文评比二等奖等。

4.4 教育教学专家靠拢, 示范引领辐射加强

通过训后跟踪指导后的学员已成为当地颇有名气的教师, 受邀参加省、市、区县、校的专题讲座、指导青年教师参加各级各类评比活动, 以及受邀参与各级各类的评委工作, 都得到了领导、同仁们的一直肯定, 逐步向教育教学专家靠拢。如在省级培训班开设实践课——《排舞》、专题讲座——《片段教学的实际演练与技巧》、实践课——《五祖拳》、实践课——《排舞》、实践课——《啦啦操》、专题讲座——《治组策略》、专题讲座——《微视频的制作与完善》, 其中参训学员福州第十一中学的刘爱丹老师于 2014 年 3 月被教育厅邀请参加“名师送培送教”等。

5 训后跟踪指导模式应用的反思与启示

5.1 跟踪内容更细化, 任务驱动更明确

此次训后跟踪指导中, 发现跟踪指导的学员对自己训后研修的内容, 没有明确目标, 没有做好训后研修的计划。大部分学员都希望在集中培训结束前教师能够跟他们一起制定研修任务计划, 让他们很明确自己的训后研修任务, 带着任务一步一步的推进, 才能够达到预期的目标。

5.2 跟踪方式更多元, 线上线下更默契

此次训后跟踪指导采用的是混合式的跟踪指导, 虽然有采用了形式多样的线上线下跟踪, 但与参训学

员进行访谈调查的结果显示: 多数参训学员认为线上的跟踪指导平台太多, 最好能够集中研发一个带有教研功能区、带有固定的专家答疑时间功能区, 他们在教学应用过程中的困惑及问题直接留在线上平台, 让专家和同仁们及时共同的研讨交流来解惑。还有最好能够建立个人成长档案、建立个人研修档案、我的研磨痕迹等, 让自己很清晰自己研修内容的程度与进度, 便于及时地监督和提醒自己。他们也认为线下跟踪指导最好能有计划性的定期举行送教送培、师徒结对、专家实地跟踪指导、优质课教学观摩展示等活动。因此, 如何完善混合式的训后跟踪交流平台, 是我们需要进一步考虑的问题。

5.3 跟踪导师更合理, 管理团队更精细

此次训后跟踪导师原本设想是由高校专家、国培专家、省培专家、教研员、特级教师、一线优秀教师(骨干、学科带头个体体育教师、名师)等多元化的专家导师团, 但真正在实施模式跟踪过程中, 却只有省培专家、部分教研员、一线优秀教师(也只有参训的优秀学员)等组成导师团。这样就大大影响了跟踪指导的针对性、实效性, 如, 在课题申报与论文写作过程中急需高校专家的跟踪指导, 可是我们的跟踪导师团队中却没有配备; 在实地跟踪指导与当地教研员的交流更多的是靠个人的交情在做事, 无法形成规范化的跟踪制度。

5.4 跟踪资源更丰富, 直观材料更突出

此次培训项目组在提供训后跟踪资源上, 虽然上传了大量的视频与文字材料等丰富的资源, 但与参训学员进行访谈调查的结果显示: 他们希望能把集中培训阶段专家授课的视频上传平台, 这样在训中不能理解或者一下子不能接受的教育教学理念与方法就可以随时进行移动化学习; 有的学员还建议把专家们的大专题变成微课的形式, 这样的微课更适合信息化的微学习、碎片化学习, 不至于为了领会专题中的一个点, 而像“海底捞针”, 在大专题中一直查找, 在今后提供跟踪指导资源过程中, 我们项目组需要进一步研究微课。

5.5 跟踪指导更全面, 薄弱地区更助力

此次训后跟踪指导服务首先应体现服务性, 努力落实“助落地”理念, 做到关注学员个性和地区差异性的服务。在训后跟踪结果可以看出, 莆田地区、南平地区、三明地区、龙岩地区、宁德地区在课题立项、论文

发表、指导青年教师、教研能力等方面相对较弱,今后在进行训后跟踪指导过程中应加大服务的力度。与参训学员任职学校、地市教研员之间需进一步协调,使其教育行政部门及学校能密切合作,积极落实“助落地”的训后跟踪指导模式。

5.6 跟踪机制更完善,激励制度更给力

首先训后跟踪指导的专项经费应在在制订培训计划时,就必须把跟踪指导计划经费纳入年度教育专项经费预算中;其次与各级教育主管部门达成共识,通过教育行政部门下文给指导专家颁发聘书等形式,制定《“跟踪服务”实施方案》,让指导专家的跟踪指导成制度化、规范化,使专家团队的跟踪指导成为教育行政和培训机构共同推进训后跟踪指导的主力军,第

三鼓励“优秀种子优待”政策,建立教师培训激励机制。

参考文献:

- [1] 林秀春,徐瑞芳.福建省体育骨干教师训后跟踪指导需求调查[J].龙岩学院学报,2016,34(3):132-136.
- [2] 教育部关于深化教师培训模式改革全面提升培训质量的指导意见.教师[2013]6号[EB/OL].[2013-05-06].http://www.jyb.cn/info/jyzck/201305/t20130516_537980.html.
- [3] 白晓明,陆少颖,黄全明,等.农村中小学骨干教师培训后跟踪服务的思考[J].宁波大学学报(教育科学版),2012,34(1):76-81.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on the Design and Application of Fujian Sports Teachers After Training Guidance Mode

LIN Xiuchun¹, HUANG Qian², XU Ruifang³

(1.Fujian Institute of Education, Fuzhou, Fujian350025;

2. College of Physical Science, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 352100;

3.Minjiang University, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract:In order to make the training more effective, more durable and more exciting, we can improve the learning initiative, improve the training and follow the guidance of the model, using the literature research, questionnaire survey, interview, logical analysis and so on. The research shows that: after the training, the existing training is not standardized. The research thinks that the design pays attention to the personality, the full course assistant landing training mode, which can mobilize the enthusiasm and initiative of the students, and has achieved remarkable results.

Key words: full course assistant landing training mode; physical education teacher; after training tracking guidance

初中生参加课外体育活动内部动机的调查与分析

王海霞, 周迎春

(福建师范大学 体育科学学院, 福建 福州 350108)

摘要:采用文献资料、问卷调查、访谈、比较、数理统计、逻辑分析等研究方法,对城市、乡镇共四所学校360名初中生参加课外体育活动内部动机的基本情况进行定性与定量分析。分析表明:(1)当前初中生参加课外体育活动的内部动机处于中上等水平,其内部动机大多是出于参与者自身的喜爱。(2)受生理特点及发育状况的影响,男、女初中生在参加课外体育活动的内部动机仅在兴趣/乐趣这一维度具有显著性差异。(3)不同年级的初中生参加课外体育活动的内部动机在主观能力、压力/紧张、价值/有用性这三个维度上具有显著性差异。(4)城、乡中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在兴趣/乐趣、主观能力、努力/重要性、价值/有用性这四个维度上具有显著性差异。(5)示范与非示范中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在主观能力、努力/重要性、压力/紧张这三个维度上具有显著性差异。

关键词:初中生;内部动机;课外体育活动

中图分类号:G807.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0083-06

随着学校体育事业的不断发展,课外体育活动不仅是学校教育体系的重要组成部分,也是实现学校体育目标的基本途径之一。内部动机是影响初中生参加课外体育活动的主要因素,较高水平的内部动机会使参加者在课外体育活动中表现得更加努力,注意力更加集中,练习的时间更久,持续的时间也更长;较低水平的内部动机则有可能使参加者放弃并退出课外体育活动。因此把握分析初中生参加课外体育活动的内部动机在不同变量上的特征,有利于更好的提出有针对性的措施来提高初中生参加课外体育活动的内部动机,从而提高课外体育活动的质量,为实现学校体育目标,推动学校体育事业的发展提供保障。

1 研究对象及研究方法

1.1 研究对象

本文以初中生参加课外体育活动的内部动机为

研究对象;以时代中学(城市)、江南水都中学(城市)、明溪县城关中学(乡镇)、明溪县夏坊中学(乡镇)四所中学各年级共360名学生为调查对象。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷调查法

1.2.1.1 测量工具。

本研究采用 Ryan, R.M., Mims, V., & Koestner, R. (1983) 研制的《内部动机测量量表》(Intrinsic Motivation Inventory, IMI), 该量表是一种多维测量工具。每个分量表的条目校标方面其因子载荷都达到 0.6 以上, 同时交叉载荷不超过 0.4, 具有良好的信度和效度, 已被广泛的应用于内部动机和自我调节有关实验中 (Ryan, 1982; Ryan, Connell, & Plant, 1990; Ryan, Koestner & Deci, 1991 等)^[1-3]。

该量表由标准的 6 个分量表构成。即兴趣/乐趣(7 道题目)、主观能力(6 道题目)、努力/重要性(5 道题目)、压力/紧张(5 道题目)、主观选择(7 道题目)、价值/有用性(7 道题目), 共包含 37 道题目。所有题目采用李克特式 7 级量度, 即“从根本不对”到“非常对”, 计分分别为 1、2、3、4、5、6、7。内部动机量表的计分方法: 首先将题目 3、4、13 的分数倒过来, 即用 8 减去该

收稿日期: 2017-10-22

基金项目: 福建省科技厅项目(2017R1032-1)。

作者简介: 王海霞(1993-), 女, 汉族, 硕士, 主要从事体育教育训练学。

题目的分数,把剩余的数字作为该题目的分数。然后,计算每个分量表下所有题目得分的平均值,作为各分量表得分,得分越高则表明此内部动机的水平越高。前人的多数研究表明兴趣/乐趣是内部动机的自我表述分量表;主观能力是内部动机的自述,是一项正向预测指标分量表;压力/紧张是内部动机的负面预测指标分量表。

1.2.1.2 试测方法。

根据研究的需要,采用分层加便利随机抽样的方法,向时代中学、江南水都中学两所城市中学和城关中学、明溪县夏坊中学两所乡镇中学共四所中学初一、初二、初三的学生分别发放问卷。每所学校共发90份(每个年级发30份:男、女分别15份),共发问卷360份。问卷回收360份,回收率为100%,剔除所有有明显规律性(如答案填写统一数字等)、填写不完整答案和填写多个答案的所有问卷,经过筛选得出无效问卷共40份,有效问卷共320份,有效回收率89%。

2 结果与分析

2.1 相关概念界定

2.1.1 动机

专门研究动机的心理学家罗伯茨(Roberts,1992,p.5)认为,“动机是指个体参与那些将受到他人评价,与他人进行竞争,或试图达到某些优异标准的任务时起着很重要作用的人格、社会 and 认知等因素”^[4]。

动机是推动一个人进行体育活动的内在心理过程或内部动力。其基本含义是:能引起并维持人的活动,将该活动导向一定目标,以满足个体需要的念头、愿望或理想等(毛志雄,2003a),动机是个体的内在过程,行为是这种内在过程的结果^[5]。

2.1.2 内部动机

内部动机指行为动机由个体的内在需要所引起的。来自学生自身好奇、好动或好胜的心理,如对做事感兴趣,渴望从体育活动中获得身体上的快感、乐趣、刺激,以及希望满足自尊心、上进心、荣誉感、义务感、归属感和自我实现等心理需要的动机,均属于内部动机。此外,内部动机对于人们参加体育活动的推动力量更大,维持的时间也较长^[6]。

2.1.3 课外体育活动

课外体育活动是指在校内体育课堂以外进行的体育活动,包括课外体育锻炼、课外体育训练、课外体育竞赛等。它是以学生为主要对象,以健身活动为主要内容,以满足广大学生身心需要为目的,促进学生身体、心理和社会适应能力和谐发展的体育锻炼活动^[7]。

2.2 初中生参加课外体育活动内部动机的总体分析

表1 初中生参加课外体育活动内部动机的总体状况统计

Table1 General situation of junior high school students' internal motivation to participate in extracurricular sports activities

项目	样本量 N	最大值 Max	最小值 Min	平均数 M	标准差 SD
兴趣/乐趣	320	7.00	1.43	5.369	1.947
主观能力	320	7.00	1.00	4.545	1.828
努力/重要性	320	7.00	2.20	4.297	1.500
压力/紧张	320	6.40	1.60	3.356	1.422
主观选择	320	6.29	1.00	3.735	1.442
价值/有用性	320	7.00	2.29	5.640	2.034
平均值	—	6.78	1.58	4.490	1.696

从表2可知,(1)初中生在兴趣/乐趣、价值/有用性这两个维度的平均数较高分别为5.369和5.640,这表明初中生参加课外体育活动大多是出于个人的兴趣爱好,同时他们认为参加课外体育活动可以起到愉悦身心、锻炼身体的作用,反映出他们能充分认识到参加课外体育活动的意义及对自身的重要性。(2)在主观能力这一维度的平均数为4.545,得分处于中上等水平,表明初中生在参加课外体育活动时能掌握一定的技能,而且该技能会使参加者体验到快乐。(3)在压力/紧张这一维度的平均数最低为3.356,原因可能是学生对体育学习环境、学校规则制度以及老师、学生都比较熟悉,因此思想上会较放松,即在参加课外体育活动时会感到很轻松,不会产生不情愿参加课外体育活动的现象。总的来说,初中生参加课外体育活动的内部动机处于中上等水平。

2.3 初中生参加课外体育活动的内部动机在不同性别间的特征分析

表 2 不同性别的初中生参加课外体育活动内部动机的特征分析

Table2 characteristics of internal motivation of junior high school students of different genders to participate in extracurricular sports activities

项目	男		女		t	P
	M	SD	M	SD		
兴趣/乐趣	5.521	1.023	5.229	1.099	6.038*	0.015
主观能力	4.603	1.149	4.493	1.158	0.709	0.400
努力/重要性	4.340	0.838	4.255	0.805	0.853	0.356
压力/紧张	3.782	0.871	3.688	0.881	0.925	0.337
主观选择	3.403	0.953	3.302	1.033	0.835	0.362
价值/有用性	5.671	1.069	5.614	1.142	0.213	0.645

注: * P<0.05

从表 3 可知,(1)女生参加课外体育活动的内部动机小于男生,这一现象出现的原因可能是:男生更喜欢自由,在参加课外体育活动时能够获得比体育课上更大的运动空间,活动的时间、内容、强度,乃至活动的对象都具有较大的选择性,符合大多数男生的运动需求。(2)男、女生仅在兴趣/乐趣这一维度上具有显著性差异,而其他维度均不具有显著性差异。出现这种现象的原因可能是:初中生受生理特点及发育状况的影响,不同性别的初中生在有氧能力、无氧能力、肌肉力量、协调柔韧等方面存在明显差异性;通过走访发现目前初中生课外体育活动除了课间操、体锻课等以全体学生为对象的项目外,其他项目大多数是以篮球赛、足球赛等竞争、对抗较激烈的运动项目,而从这些项目符合这一时期男生的发育特点,因此参加课外体育活动的内部动机在兴趣/爱好这一维度差异较大,而其他各维度未产生相应的影响。

2.4 初中生参加课外体育活动的内部动机在不同年级间的特征分析

表 3 不同年级的初中生参加课外体育活动内部动机的基本情况

Table3 Basic situation of internal motivation of junior high school students participating in extracurricular sports activities in different grades

项目	初一		初二		初三	
	平均数	标准差	平均数	标准差	平均数	标准差
兴趣/乐趣	5.371	1.071	5.328	1.114	5.331	0.992
主观能力	3.896	0.945	4.351	1.178	4.401	1.176
努力/重要性	4.201	0.809	4.327	0.905	4.331	0.762
压力/紧张	3.620	0.902	3.773	0.892	3.821	0.847
主观选择	3.242	0.971	3.481	1.032	3.556	0.946
价值/有用性	5.678	0.969	5.626	1.168	5.792	1.112

由表 4 可知,(1)三个年级的学生在兴趣/乐趣、价值/有用性这两个维度上的得分明显高于其他维度且得分较平稳,表明参加课外体育活动是出于参与者自身的喜爱,可得出兴趣/乐趣是初中生参加课外体育活动的主要驱动力,其带来的益处也是值得肯定的。(2)受年级因素的影响,初中生参加课外体育活动的内部动机在压力/紧张这一维度上逐渐递增。其原因可能是:随着近年来国家对体育的重视度不断增加,体育中考的分值呈现递增趋势;而体育被列为中考的必考科目,体育成绩对学生的影响很大,尤其是初三的学生面临着升学的压力,因此,压力/紧张会增大。(3)在其他各维度得分逐渐升高,可能是因为随着年龄的不断增长,初中生生长发育日趋完善,身体素质及运动能力逐渐提高;学生知识及经验的不断增多,参加课外体育活动的自主选择能力逐渐升高,且越来越能认识到课外体育活动的意义。

表 4 不同年级的初中生参加课外体育活动内部动机的方差分析

Table 4 Analysis of variance of internal motivation of junior high school students participating in extracurricular sports activities

项目	组类	平方和	df	均方	F	P
兴趣/乐趣	组间	1.565	3	0.522	0.453	0.716
	组内	364.2	317	1.153	—	—
	总数	365.77	320	—	—	—
主观能力	组间	25.256	3	8.419	6.736**	0.000
	组内	394.969	317	1.250	—	—
	总数	420.225	320	—	—	—
努力/重要性	组间	2.161	3	0.720	1.069	0.363
	组内	212.955	317	0.674	—	—
	总数	215.116	320	—	—	—
压力/紧张	组间	7.014	3	2.338	3.106*	0.027
	组内	237.901	317	0.753	—	—
	总数	244.915	320	—	—	—
主观选择	组间	3.261	3	1.087	1.101	0.349
	组内	312.061	317	0.988	—	—
	总数	315.323	320	—	—	—
价值/有用性	组间	9.413	3	3.138	2.605*	0.042
	组内	380.663	317	1.205	—	—
	总数	390.075	320	—	—	—

注: *P<0.05, **P<0.01

由表 5 可知,不同年级的初中生参加课外活动的内部动机在压力/紧张、价值/有用性、主观能力这三个维度上具有显著性差异,其中压力/紧张、价值/有用性

($P<0.05$),主观能力($P<0.01$),表明不同年级的初中生参加课外活动的内部动机在压力/紧张、价值/有用性、主观能力这三个维度上存在差异性。

采用最小显著差法(Least Significant Difference法)对具有显著性差异的相关维度进行多重比较(LSD),统计结果如表6所示。由表6可知,在主观能力这一维度,九年级与七年级之间、八年级与七年级之间、七年级与八、九年级之间存在高度显著性差异($P<0.01$);在压力/紧张这一维度,七年级与九年级之间存在显著性差异($P<0.05$);在价值/有用性这一维度,九年级与七年级之间、八年级与七年级之间、七年级与八、九年级之间存在显著性差异($P<0.05$)。综上所述,初中生参加课外体育活动的内部动机在压力/紧张、价值/有用性、主观能力这三个维度上受年级影响较大。

表5 对有差异的维度进行多重比较的结果(LSD)

Table5 mutiple comparisions of different dimensions(LSD)

变量	组别(I)	组别(J)	均值差(I-J)	标准误	显著性(P)
主观能力	九年级	八年级	-0.1433	0.1614	0.375
		七年级	0.5121*	0.1611	0.002
	八年级	九年级	0.1433	0.1614	0.375
		七年级	0.6554**	0.1525	0
	七年级	九年级	-0.5121*	0.1611	0.002
		八年级	-0.6554**	0.1525	0
压力/紧张	九年级	八年级	-0.1531	0.1253	0.222
		七年级	-0.2423	0.1250	0.053
	八年级	九年级	0.1531	0.1253	0.222
		七年级	-0.0891	0.1184	0.452
	七年级	九年级	0.2423*	0.1250	0.043
		八年级	0.0891	0.1184	0.452
价值/有用性	九年级	八年级	-0.0334	0.1584	0.833
		七年级	-0.3857*	0.1581	0.015
	八年级	九年级	0.0334	0.1584	0.083
		七年级	-0.3523*	0.1497	0.019
	七年级	九年级	0.3857*	0.1581	0.015
		八年级	0.3523*	0.1497	0.019

注:* $P<0.05$,** $P<0.01$

2.5 初中生参加课外体育活动的内部动机在城、乡中学间的特征分析

表6 城、乡中学的初中生参加课外体育活动内部动机的差异分析

Table 6 differents in the internal motivation of junior high school students to participate in extracular sports activities in urban and rural middle schools

项目	城市		乡镇		t	P
	M	SD	M	SD		
兴趣/乐趣	5.496	0.831	5.240	1.021	6.023*	0.015
主观能力	4.715	1.361	4.376	0.867	7.042**	0.008
努力/重要性	4.429	0.874	4.162	0.742	8.614**	0.004
压力/紧张	3.650	0.893	3.818	0.853	2.912	0.089
主观选择	3.352	1.102	3.328	0.874	0.168	0.682
价值/有用性	5.856	1.073	5.425	1.100	12.61**	0.000

注:* $P<0.05$,** $P<0.01$

从表7可知,在兴趣/乐趣这一维度上,城市中学的初中生参加课外体育活动内部动机的得分大于乡镇中学(5.496>5.240),表现为 $P<0.05$,具有显著性差异;在主观能力(4.715>4.376)、努力/重要性(4.429>4.162)、价值/有用性(5.856>5.425)这三个维度上,城市中学的初中生参加课外体育活动的内部动机的得分均大于乡镇中学,表现为 $P<0.01$,具有高度显著性差异。

出现这种现象的原因是:(1)城市中学课外体育活动内容丰富、组织形式多种多样、趣味性较强,对学生的吸引力大。(2)城市中学的师资力量较强,能让学生充分认识到课外体育活动的价值。(3)城市中学的场地器材、教学设备较齐全,能满足大多数学生的需求,为学生的运动提供了理想的平台。因此,城、乡中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在兴趣/乐趣、主观能力、努力/重要性、价值/有用性这四个维度上存在显著性差异。

2.6 初中生参加课外体育活动的内部动机在示范与非示范中学间的特征分析

表 7 示范与非示范中学的初中生参加课外体育活动内部动机的差异分析

Table 7 Analysis of internal motivation of junior high school students participating in extracurricular sports activities in demonstration and non-model middle schools

项目	示范中学		非示范中学		t	P
	M	SD	M	SD		
兴趣/乐趣	5.472	0.983	5.468	1.148	2.953	0.087
主观能力	4.566	1.090	4.486	1.216	0.861**	0.004
努力/重要性	4.493	0.715	4.203	0.908	5.298*	0.022
压力/紧张	3.672	0.766	3.800	0.975	1.654**	0.009
主观选择	3.323	0.981	3.388	1.009	0.333	0.564
价值/有用性	5.692	1.035	5.640	1.175	0.687	0.411

注:* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

从表 8 可知,示范与非示范中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在兴趣/爱好、价值/有用性这两个维度上分值相差不大且不具有显著性差异,表明初中生参加课外体育活动与自身的兴趣紧密相连,与锻炼价值密切相关。在努力/重要性、主观能力、压力/紧张这三个维度上具有显著性差异,其中努力/重要性($P < 0.05$),主观能力、压力/紧张($P < 0.01$)。

出现这种现象的原因可能是:(1) 非示范中学的老师对体育不够重视,学生也抱着无所谓的态度。(2) 示范中学的学生能选出适合自己的运动项目、发挥自己的特长,并能在此基础上努力做的更好;而非示范中学的学生对选择自己的运动项目比较盲目,不能充分发挥自己的优势,因此,当做不好某项运动时,会认为是自己的能力差,对自己不够自信,从而产生自卑心理,压力就会变大。因此,示范与非示范中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在努力/重要性、主观能力、压力/紧张这三个维度上存在显著性差异。

3 结论与建议

3.1 结论

3.1.1 从总体上来讲,初中生参加课外体育活动的内部动机处于中上等水平。内部动机大多是出于自身兴

趣爱好和认为参加课外体育活动可以起到愉悦身心、锻炼身体的作用。

3.1.2 男生参加课外体育活动的内部动机大于女生,但是受生理特点及发育状况的影响,男、女初中生在参加课外体育活动的内部动机仅在兴趣/爱好这一维度具有显著性差异。

3.1.3 不同年级的初中生参加课外体育活动的内部动机在压力/紧张、价值/有用性、主观能力这三个维度上存在显著性差异。在主观能力和价值/有用性这两个维度,九年级与七年级之间、八年级与七年级之间、七年级与八、九年级之间都具有显著性差异;在压力/紧张这一维度,七年级与九年级之间有显著性差异。

3.1.4 城、乡中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在兴趣/乐趣、主观能力、努力/重要性、价值/有用性这四个维度上存在显著性差异。在兴趣/爱好这一维度上具有显著性差异;在主观能力、努力/重要性、价值/有用性这三个维度上具有高度显著性差异

3.1.5 示范与非示范中学的初中生参加课外体育活动的内部动机在努力/重要性、主观能力、压力/紧张这三个维度上存在显著性差异。在努力/重要性这一维度上具有显著性差异;在主观能力、压力/紧张这两个维度上表现为具有高度显著性差异。

3.2 建议

学校应加强初中生对课外体育活动的正确认识,充分发挥的体育灵活性、游戏性、竞争性,满足初中生的心理需求,进一步提高内部动机。

中学体育组应根据男女生的性别差异区别对待,合理的安排适合他们的课外体育活动,从而激发学生的积极性。

中学体育组应当合理的安排一些能提高运动能力且能减轻压力的课外体育活动,让学生在玩中学,在学中乐。

国家应加大对乡镇及非示范中学师资力量的投入,教导学生在思想上认识到课外体育活动的价值及重要性,培养学生自信的态度。

政府应加强政策支持,加大对城镇中学场馆设备的完善,缩小城、乡中学的差距,以满足学生的运动需求,从而统筹城乡的协调发展。

参考文献:

[1] Ryan,R.M. Control and information in the interpersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory [J].Journal of Personality and Social Psychology,1982(43):450-461.

[2] Ryan,R.M.,Connell,J.P.,& Plant,R.W.Emotions in non-directed test learning[J]. Learning and Individual Differences,1990(2):1-17.

[3] Ryan,R.M. Koestner,R.,& Deci,E.L. Varied forms of persistence:When freechoice behavior is not intrinsically motivated [J],Motivation and Emotion,1991(15):185 -205.

[4] Arnold LeUnes Jack R.Nation 著.姚家新等译.运动心理学导论第三版[M].陕西:陕西出版社,2005:10.

[5] 毛志雄.体育运动心理学简编[M].北京:北京体育大学出版社,2011:18.

[6] 季浏.体育心理学教与学指导[M].北京:高等教育出版社,2006:65.

[7] 杨铁黎,陈雁飞,马凌.课外体育活动指导[M].北京:高等教育出版社,2014.

(责任编辑:叶丽娜)

Junior High School Students to Participate in Extracurricular Sports Activities Investigation and Analysis of the Internal Motivation

WANG Haixia, ZHOU Yingchun

(Sports Science Institute, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract:The use of literature, questionnaire, interview, comparison and mathematical statistics, logic analysis and other research methods, to city, township, a total of four schools, 360 junior high school students to participate in extracurricular sports activities basic situation of the internal motive for qualitative and quantitative analysis. Analysis showed that: (1) the current junior middle school students to participate in extracurricular sports activities of the internal motives in the medium to high level, the internal motive is mostly for the participants themselves. (2) affected by physiological characteristics and the status of the development of male and female junior high school students participate in extracurricular sports activities in only the internal motive interest/fun this dimension has significant difference. (3) the different grade of junior high school students to participate in extracurricular sports activities of the internal motivation, stress/strain in subjective ability and value/usefulness the three dimensions have significant difference. (4) city, township middle school of junior middle school students to participate in extracurricular sports activities of the internal motive in interest/fun, subjective ability and effort/importance/usefulness and value these four dimensions have significant difference. (5) the demonstration and the demonstration school of junior middle school students to participate in extracurricular sports activities of the internal motives in the subjective ability and effort/importance, stress/strain the three dimensions have significant difference.

Key words: junior high school students; internal motivation; extracurricular sports activities

跳绳运动的发展路线研究

王言

(福建师范大学福清分校 体育学院, 福建 福清 350300)

摘要:跳绳是我国一项历史文化悠久的传统体育项目。在介绍了跳绳运动的国内外发展现状及中国跳绳国际化的基础上,运用文献资料法、数理统计法等研究方法分析了跳绳运动,理清其迅速发展的路线为:相关部门自上而下的推广和普及以及立足学校体育谋发展,走竞技体育发展及群众体育路线。

关键词:跳绳;发展路线;研究

中图分类号:G806 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0089-05

1 跳绳的发展现状

1.1 国内发展现状

跳绳起源于中国,迄今为止已有数千年,在汉代的《乐舞百戏车出行图》中就雕刻有跳绳画面^[1],说明跳绳在汉代就已经发展成为一项具有广泛群众基础的娱乐活动,唐、宋、明、清分别称跳绳为“透索”、“跳索”、“白索”、“绳飞”,民国时期才称之为“跳绳”^[2]。1939年在福建举行的国民体育表演会上便设有跳绳表演项目^[3]。同时在校的体育课和课外活动中开始出现跳绳运动,由于受历史条件的限制,跳绳在这一时期并未得到发展和创新,甚至一度陷入低谷。1957年胡安民将“花式跳绳”更名为“花样跳绳”(以下简称跳绳)并沿用至今。1959年在陕西师范大学开设了我国第一个跳绳培训班,通过培训班对跳绳进行整理和规范,并开创了举办地方跳绳比赛这一历史,还实现了跳绳比赛的首次电视台直播。2003年“跃动花样跳绳队”诞生上海体育学院,成立至今已荣获全国花样跳绳比赛冠军、世界青年跳绳锦标赛亚军和亚洲跳绳

锦标赛冠军等多项荣誉^[4],中国的跳绳开始走出国门走向世界。

2007年国家体育总局制订并印《中国跳绳竞赛规则》,这是我国第一部跳绳竞赛规则。它的制定完善了我国跳绳的竞赛规则,使跳绳竞赛的开展更加规范和统一,并以此为契机举办了全国跳绳公开赛,借此打开我国跳绳运动发展的新局面,促使其走上规范、健康、快速的发展轨道^[5]。2010年国家体育总局将跳绳比赛划分为计时计数赛、花样赛和表演赛3大类,并提出详细的评价标准,结束了我国跳绳无统一竞赛标准的历史。

1.2 国际发展现状

十七世纪初,跳绳随着荷兰船队漂洋过海传播到世界各地。当前跳绳不仅是大众健身和娱乐的运动项目,而且成为正式的体育比赛项目,且呈现组织化、规范化的发展特点。1996年国际跳绳联盟(World Skipping Association)成立,成员至今已发展到六十多个国家或地区,并举办多届世界跳绳锦标赛^[6]。在欧美的美国、英国、加拿大等国家和亚洲的日本、韩国、印度等国家都将跳绳作为正式的比赛项目,在美国、澳大利亚等发达国家的知名俱乐部就有500多家^[7]。

1.3 中国跳绳的国际化

2009年中国跳绳队员参加第5届亚洲跳绳锦标赛,标志着我国的跳绳开始与国际比赛接轨。在2010

收稿日期:2017-03-08

作者简介:王言(1987-),男,汉族,助教,主要从事体育教学训练理论与实践的研究。

年参加的第8届世界跳绳锦标赛上取得了2项亚军的好成绩,最重要的是中国独创的“车轮跳”技术在世界范围得到推广和应用,并在随后的2011年、2012年、2013年和2014年连续参加第6届亚洲跳绳锦标赛、第9届世界跳绳锦标赛、第7届亚洲跳绳锦标赛和第10届世界跳绳锦标赛^[8],形成了系统化的国际比赛参与机制。2009年以后中国跳绳开始走上国际赛事的舞台,向世界展示中国跳绳的技艺和特色,迅速发展和壮大起来,并在国际舞台拥有自己的一席之地和话语权。陈阳辉于2016年当选亚洲跳绳联盟主席,并在第11届世界跳绳锦标赛期间出任世界跳绳联盟副主席,这是迄今为止中国人所担任的跳绳联盟最高职务,也是中国跳绳不断强盛的体现^[9]。

2 跳绳运动发展路线分析

2.1 跳绳运动的挖掘和推广

在跳绳运动开展初期,从项目继承人、高等院校、地方政府到国家体育总局等不同的个人和组织为跳绳运动的挖掘和推广做出了贡献。他们通过丰富跳绳技术和完善跳绳规则等途径挖掘跳绳内容;通过举办培训班、比赛、成立协会和组建运动队等形式促进跳绳的推广和普及。从胡安民将“花式跳绳”更名为沿用至今的“花样跳绳”并对跳绳技术进行创新到国家体育总局制订第1部跳绳竞赛规则并举办全国跳绳公开赛,打开了跳绳发展的新局面。经过50年的挖掘和推广,从最初的民间和自发的锻炼行为发展成为全国和有组织的运动项目,走上规范化和快速化的发展轨道。

跳绳运动的推广经历了由个别组织和零散的在个别地区进行推广和普及,到由国家体育总局社会体育指导中心(以下简称中心)联合相关职能部门在全国范围内开设跳绳教练员和裁判员培训班进行系统化和专业化的推广和普及,使得跳绳运动在短时间内得到了极大的普及,跳绳的技术水平得到了极大的提高。据作者的不完全统计,在2013-2016年的四年间由指导中心开设的全国教练员培训班多达60余次,除了跳绳氛围浓厚的上海、广州等地多次开设外,共在大庆、洛阳和南宁等28个城市开设过培训班,包括了黑龙江、河南、广西等16个省和上海、天津两个直

辖市(表1)。范围覆盖我国东北、华中、华南等全部7个地区,真正实现跳绳全国范围的推广,有力的促进了跳绳的普及、规范和提高。

表1 全国跳绳教练员培训班开设情况

Table 1 The rope skipping coaches training situation

培训年份	培训地点	培训次数
2013	厦门、青岛、上海、广州、成都、长治、大连	7
2014	上海、淄博、秦皇岛、厦门、郑州、天津、上海、银川、池州、太原、上海、惠州、深圳、上海、洛阳	15
2015	河源、东莞、淮南、洛阳、上海、惠州、高台、大同、南宁、上海、上海、深圳	12
2016	上海、潍坊、厦门、深圳、太原、上海、淄博、广州、上海、深圳、广州、广州、上海、花都、深圳、洛阳、南昌、大庆、淄博、高台、成都、南宁、杭州、惠州、广州、洛阳、成都、淄博、南宁	25

数据来源:中国跳绳官方网站

2.2 与学校体育相结合

学生不仅拥有充足的学习时间而且对新鲜事务的接受能力强,学校的学习氛围也便于形成良好的跳绳环境,进而大面积的进行跳绳推广和普及,所以学校是体育的摇篮,传统体育项目进校园是促进其走向规范化、科学化和普及化的必由之路^[10]。从1959年在陕西师范大学开设新中国第一个跳绳培训班开始,跳绳就与学校体育结下了不解之缘并与学校体育紧密结合在一起,跳绳走上规范化和快速化发展道路离不开在学校的推广、普及和提高。

以2013-2016年指导中心联合相关职能部门在各地举办的全国跳绳教练员培训班为例,在4年间开设的59个培训班中有多达51个培训班的承办单位为中小学、大中专院校和体育运动学校等(表2),由学校承办培训班的比例高达86%(图1),可见学校在跳绳的推广过程中发挥了举足轻重的作用。

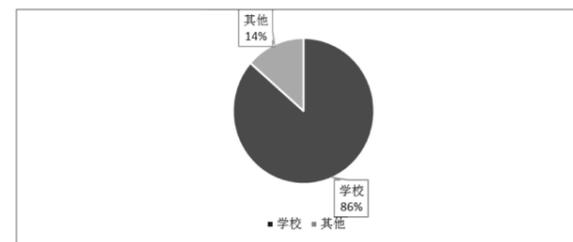


图1 全国跳绳教练员培训班比例图

Figure 1 The rope skipping coaches training scale map

表 2 全国跳绳教练员培训班举办单位

Table 2 The sponsor of ropping skipping coaches training courses across the country

年份	举 办 单 位
2013	厦门一中、北京师范大学青岛附属学校、上海财经大学、广州市番禺区沙涌小学、成都市海滨小学、长治市潞安小学、大连市西岗区实验小学
2014	上海财经大学、张店区铁路小学、燕山大学、厦门大学、八十二中学、天津电子信息职业技术学院、上海财经大学、银川市社会体育指导中心、池州市第二中学、山西体育职业学院、上海财经大学、广东省惠州市体育运动学校、光明新区光明爱华小学、东莞松山湖中心小学、安徽省社会体育指导中心
2015	深圳新华中学、广东省河源市第一中学、东莞松山湖中学、淮南市总工会、洛龙区第二实验小学伊川分校、上海体育学院、惠州市体育运动学校、高台县全民健身活动中心、大同市教育局、南宁市第十九中学、上海财经大学、上海财经大学
2016	上海体育学院、山东省昌邑市奎聚小学、福建省双十中学、光明新区群众体育中心、山西体育职业学院、上海体育学院、桓台实验学校、广州市番禺区沙涌小学、上海体育学院、广州市番禺区沙涌小学、上海财经大学、深圳市龙岗区体育中心、洛龙区第一实验小学、南昌县莲塘二中、大庆市第十九中学、高台县全民健身活动中心、成都高新区世纪城南路学校、南宁市第十九中学、杭州经济技术开发区景苑小学、北师大卓越实验学校、广州体育学院、洛阳市老城区古香小学、成都市海滨小学、淄博市周庄村正阳路小学、南宁学院

数据来源:中国跳绳官方网站

在全国跳绳联赛 2015-2016 赛季,赛事组委会将联赛分为学校和社会俱乐部两组,学校组包括中小学组、初高中组、大学组和特教学校组 6 个小组,俱乐部组包括甲、乙组 2 个小组(表 3),各级各类学校在全国跳绳联赛的构成比例中高达 75%(图 2),据作者了解,虽然联赛设置了俱乐部组,但是其参与比赛的队伍和人数都非常有限。是以学校为单位和学生为主力的参赛队伍促进了联赛的繁荣发展和构成了联赛的绝对主力。

表 3 2015-2016 全国跳绳联赛分组

Table 3 2015-2016 national skip league group

项 目	学 校	社会俱乐部
小学乙组 (三年级以下组)	初中组	社会俱乐部组乙组 (14 岁及以下)
小学甲组 (四年级以上组)	高中组	大学组 特教 学校组 社会俱乐部组甲组 (15 岁及以上)

数据来源:中国跳绳官方网站

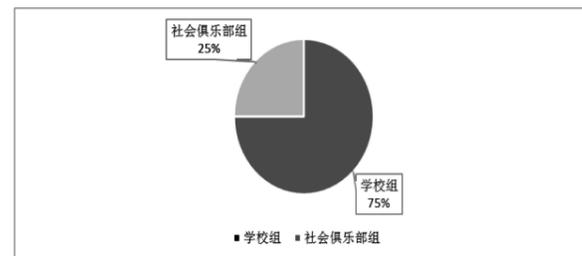


图 2 全国跳绳联赛分组比例图

Figure 2 National skip league group scale map

由此可见,学校在跳绳的推广、普及和提高过程中发挥了举足轻重的作用,由于跳绳与学校体育紧密的结合起来进推广、普及和提高,立足学校体育谋跳绳发展才促进了跳绳运动的迅速发展和繁荣昌盛,培养了大量的跳绳人才,为我国跳绳水平的不断进步、为跳绳比赛水平的提高和中国跳绳的国际化发展打下了深厚的基础。

2.3 走竞技化发展路线

从 2007 年第 1 部跳绳竞赛规则的制定,并在指导中心的推动下举办了全国跳绳公开赛开始,标志着跳绳开始走竞技体育发展路线,这也是跳绳水平不断进步和跳绳自身特点所决定的。在 2014-2016 年举办的 21 场全国跳绳比赛中(表 4),有 20 场不同类型的全国比赛都包含计时计数赛、花样赛和表演赛 3 大类。因为计时计数赛属于体能主导类速度性和体能主导类耐力性项目;花样赛和表演赛属于技能主导类表现难美性项目,所以这 3 大类比赛的竞速、竞难和竞美等竞技体育色彩浓厚,走挖掘人体潜能和更高、更快、更强的竞技体育发展路线是由跳绳自身的项目特点决定的。

由于我国跳绳从 2007 年才真正开始走上竞技化的发展道路,虽然其推广、普及和提高迅速但毕竟只有短短十年的时间,还有很多方面发展的不够完善,更没有形成自下而上的运动员培养和输送模式,但是

正因为如此也为在校学生和跳绳爱好者们提供了更好的机会和平台。在全国比赛中取得优异成绩的运动员可以通过集训方式进行选拔并代表国家参加国际跳绳比赛(表5)。而在全国比赛中获得优异成绩的运动员几乎全部为来自中小学和高校等学校的学生,他们通过坚持跳绳获得了更好的发展,也带动了更多的学生加入到跳绳运动中来,可见跳绳能够走上快速竞技化的发展道路得益于学校体育做基础和铺垫。

表4 国内跳绳比赛

Table 4 Rope skipping game at home

赛季	赛事	合计
2014-2015	全国跳绳锦标赛、全国跳绳联赛6个分赛区、全国校园跳绳大课间展示大赛、全国跳绳冠军赛	21
2015-2016	全国跳绳锦标赛、全国跳绳联赛8个分赛区、全国跳绳冠军赛、中国跳绳公开赛、全国跳绳单项挑战赛	

数据来源:中国跳绳官方网站

表5 国际跳绳比赛

Table 5 International rope skipping

年份	赛事	合计
2014	世界跳绳锦标赛	5
2015	亚洲跳绳锦标赛	
2016	国际跳绳公开赛、世界跳绳锦标赛、国际跳绳邀请赛	

数据来源:中国跳绳官方网站

2.4 群众体育路线

在全国跳绳教练员培训班的举办单位中,14%是由地方的社会体育指导中心和全民健身活动中心构成(表2)以及全国跳绳比赛的参赛组别设置有俱乐部组别(表3)。由此可见,跳绳在与学校体育完美结合和走竞技化发展道路的同时也在尝试走大众健身的群众体育路线。跳绳起源于我国民间,有着广泛的群众基础,同时由于跳绳的开展不受时间、场地影响和锻炼效果良好的特点,回归和根植群众体育为全民健身和健康中国服务也是其应有之义。只是相对于跳绳在学校体育和竞技体育领域开展的如火如荼,其在群众体育领域的推广和投入力度就显得远远不够。

3 结论

进行全国范围的跳绳教练员培训是跳绳得以推广和普及的前提条件。立足学校体育谋跳绳发展是跳绳能够迅速普及和提高的根本原因。学校在跳绳运动的普及过程中发挥了无可替代的作用。走竞技体育发展路线是跳绳水平不断发展和提高的必由之路。也是跳绳自身特点决定的。群众体育路线是跳绳服务于全民健身和健康中国的应有之义。跳绳作为传统体育项目应坚持群众体育路线为全民健身做出应有的贡献。

4 建议

跳绳作为起源于中国的传统体育项目通过国家体育总局组织精英人员和相关职能部门在全国范围内的推广,特别是与学校体育相结合进行推广和普及,迅速发展壮大起来。在普及的基础上立足学校体育得天独厚的条件并结合跳绳自身的特点和优势与竞技体育相结合促进了跳绳竞技化的迅速发展。同时立足于广泛的群众基础为全民健身服务。在推广发展的过程中学校体育是跳绳推广、普及和提高的立足点和归宿。建议我国传统体育项目在发展的过程中可以尝试与学校体育紧密结合,以促进其迅速的推广、普及和提高。

参考文献:

- [1] 王海英,马云慧.跳绳的现代转型审视[J].体育文化导刊,2014(8):49.
- [2] 张建伟.论中国古代的跳绳运动[J].兰台世界,2014(10):111.
- [3] 吴琼.论花样跳绳运动的人文价值[J].四川体育科学,2015(2):5.
- [4] 王然科.中外跳绳运动发展研究[J].体育文化导刊,2011(9):41-43.
- [5] 李颜敏.跳绳运动的起源与发展探究[J].安徽体育科技,2015,36(4):58.
- [6] 江波.国外跳绳运动发展动态[J].解放军体育学院学报,2005,24(2):74.
- [7] 王然科.中外跳绳运动发展研究[J].体育文化导刊,2011(9):42.

- [8] 唐颖婷,朱强,李胜席.国际跳绳联盟的发展现状和趋势[J].当代体育科技,2014,4(23):188-189.
- [9] 中国代表当选亚跳联主席[EB/OL].[2016-09-08].http://www.crsachina.com/index.php/news.
- [10] 李蕾,李效辉,赵发田.中国民族传统体育的发展过程与未来趋势[J].北京体育大学学报,2004,27(6):748-751.
- [11] 唐颖婷.在普通高校公共体育课中开展花样跳绳课的探索研究[J].当代体育科技,2016,6(7):83-84.
- [12] 王秋艳.重庆市高校体育课程引入花样跳绳的探索性研究[D].重庆:西南大学,2015:34-35.
- [13] 刘同记,龚园,任俊奇.花样跳绳进入我国高校体育的可行性研究[J].体育文化导刊 2014,12(12):134-137.
- (责任编辑:叶丽娜)

Rope Skipping Development Route

WANG Yan

(Physical Education College, Fujian Normal University, Fuqing Campus, Fuqing, Fujian 350300)

Abstract: Rope skipping has a long history and is one of traditional sports in China. This paper uses the methods of documentary, mathematical statistics method to skip the traditional sports development route to carry on the analysis of the project, clarify its rapid development route and the root cause is: the relevant functional departments from the top down the promotion and popularization and based on the school sports development, etc. Promote the continuous improvement of the rope skipping development route and provide reference for the development of traditional sports.

Key words: rope skipping; development route; research

地方性应用型大学基因工程课程 教学改革探索与实践

武广珩^{1,2}, 傅仙玉³

(1.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300; 2.福建省生态产业绿色技术重点实验室, 福建 武夷山 354300;
3.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:基因工程作为生物工程专业的核心课程,占据着人才培养的重要位置。作为地方性应用型大学,基因工程课程的开设应当立足于为学生建立完整的知识架构,通过综合利用教学方法,培养既能继续深造学习、又可以迅速对接和服务地方企事业单位的专业人才。

关键词:基因工程;地方性应用型大学;教学改革

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0094-03

生物技术、信息技术和纳米技术,并称为本世纪三大高新技术,正在以惊人的速度改变着我们的生活方式和国民经济的发展。^[1-3]进入本世纪,随着测序技术的快速发展,如何解析所获的基因组信息进而明确每个基因的功能,为日后构建完整的基因功能图谱提供有用信息成为重中之重。因此,功能基因组学的研究日益重要和增多,而作为主要手段的基因重组技术即基因工程技术愈发体现其价值所在。^[4]基因工程的概念最初诞生于上世纪的 70 年代,是利用 DNA 体外重组或 PCR 扩增技术从某种生物基因组中分离感兴趣的基因,然后经过一系列加工修饰形成重组 DNA 并将其转入适当的受体细胞,以期使受体细胞能够表达重组 DNA 获得新遗传性状的技术。近些年随着科技的不断进步,基因工程的新概念、新理论、新技术和新应用层出不穷,逐步渗透到了生命科学领域的每一个角落^[5]。

由于生物产业的逐步壮大,出现了大量的专业人

才的需求,高校为了满足社会需求相继开设了生物工程、生物技术等专业,并且都把基因工程设立为本专业最重要的专业必修课程之一。该课程质量直接关系到学生专业知识体系的构建、专业素质和创新能力的培养。我国《中共中央“十三五”规划》对生物产业等新兴产业的发展提出要求,^[6]基因工程课程必须适应当今我国国民经济发展培养具有以创新精神和实践能力为核心的人才。作为一个地方性应用型本科院校,开设基因工程课程,既要满足国家专业建设需要同时还要能够发挥特色服务地方生物产业发展的需求。^[7]鉴于此,我们结合基因工程课程教学大纲重新修订,对课程体系、教学内容、教学方法和教学手段等方面进行了探索式的教学改革,以期使人才的培养能够适应国家、省市和地区的发展要求。

1 建立合理的专业知识认知体系

1.1 精简内容

基因工程作为一门进阶性课程,专业技术性很强,需要学生掌握一定的生物学知识的基础。在武夷学院本课程安排在大三的上学期开设,之前已经修习了与之相关的分子生物学、遗传学、细胞学、微生物学和生物化学等多门基础课程,具备了较为完整的理论知识体系。同时其与发酵工程、蛋白质工程和细胞工

收稿日期:2016-07-07

基金项目:2016 年福建省高校杰出青年科研人才计划(闽科教[2016]23 号);福建省教育厅 JK 类科技项目(JK2015050);武夷学院引进人才科研启动项目(XJ201503)。

作者简介:武广珩(1981-),男,汉族,讲师,主要从事植物与微生物互作研究。

程等学科有着紧密的联系,存在着一定内容的重复。课前针对学生已经具备课程相关的理论和实践基础,合理精简基因工程教学内容,避免重复。

1.2 突出重点

基因工程核心知识主要包括两部分。第一部分就是基因工程的基本原理与技术,包括基因工程的基本概念、分析手段、克隆所需的工具酶和载体、目的基因的获得以及与载体的重组、重组体的转化和筛选、外源基因的表达。第二部分就是基因工程技术在国民经济生产中的应用,包括生产用微生物和转基因动植物的制备、动植物品种的改良、功能基因组学研究、生物药物的生产和基因诊断治疗等方向。

1.3 强化实用

武夷学院作为一所福建闽北地区的本科院校肩负着服务地方经济发展的责任,需要为本地区企事业单位,尤其是闽北特色和新兴产业,及时输送合格人才。通过引入本地区企事业单位的实用案例不仅能够有效吸引学生的注意力和调动积极性,还能够提高学生就业之后的上手能力。例如,在讲解分子标记章节时,我们结合本地实际介绍了两个案例,分别是福建省农科院利用分子标记辅助育种技术选育抗稻瘟病水稻和福建省某市刑事侦查科针对一名强奸案犯罪嫌疑人 DNA 比对所做的 STR 分型分析。^[8,9]通过对两个现实案例的剖析和讲解,学生能够很快了解和掌握不同分子标记的概念、原理和作用范围,同时对于毕业之后可从事行业及岗位职责有了更加直观和明确的认识。

1.4 了解前沿

基因工程作为一门前沿实用学科,内容和内涵更新迅速。目前我们所选用教材大多偏重原理和基础,且更新速度始终会落后于技术本身的发展速度。故而,为了满足学生们日益增长的知识需求,我们在教学过程中添加了发表在高层次学术论文的成果,将生物工程领域新的科研成果、科学理论和新颖技术的介绍给学生。例如将 Nature biotechnology、Cell、Protein & cell 等期刊杂志对基因编辑技术 CRISPR 在植物、动物以及人类胚胎方面的应用进行条理性的讲解和介绍,既具备新颖性同时还具备可借鉴和可操作性,让学生明白新技术并不是离我们非常遥远和不可接

触,只要具备一定的基础条件结合本地特色同样可以开展创新性的研究和应用。^[10-12]同时由于移动终端和无线网络的普及,鼓励学生利用碎片时间多浏览生命科学及产业类的网站和论坛,使学生对于本专业的研究领域和就业需求趋势有一个切实认识,如生物谷、丁香园、生物经济产业大会以及 QQ 群等。

2 改进教学方法,提高教学效果

2.1 板书与多媒体结合

由于染色体和基因并不能直观的被学生感知,如果仅仅依赖板书,基因工程的教学内容就会显得过于抽象和繁琐。目前大多数的高校都已经广泛采用了多媒体教学且电子设备功能日益丰富,通过录制教学视频和制作 Flash 动画可以使课堂图文并茂、有声有色,焕发知识的魅力。例如讲解聚合酶链式反应技术(PCR)的时候,录制 PCR 混合体系在三个不同温度水浴锅之间的转换视频,让学生直观而真切的了解每一循环的三阶段的目的和原理;Flash 动画演示 PCR 体系内部的微观过程,让学生能够更加容易的理解和掌握;同时通过二者的结合又讲述了 PCR 技术最初的历史渊源,进而突出了 PCR 仪的发明为何如此重要以至于可以获得诺贝尔奖。但多媒体教学存在课件内每一页的内容相对独立,不能很好的表达内容间的连续性和关联性,失去了原先板书整体架构的阐释能力。所以在讲授过程中必须要将传统的板书与多媒体教学融合,做到既自主、生动又整体、连贯。

2.2 提倡“启发式”“研讨式”教学方法

目前,很多高校都存在学生学习相对被动的问题。其中很重要的一点原因就是 90 后的学生自我意识很强,之前无往而不利的被动的讲授式教学方法已经不能适应现阶段的学生要求。因此我们需要反思现阶段的教学实际,推行“启发式”“研讨式”的教学方法,转变思维变注入为启发,变被动为主动,提高学生的积极主动性。例如我们以 2015 年 11 月美国 FDA 批准转基因三文鱼上市为例,要求学生 6 人分组讨论该决定的合理性,在讨论过程中学生们学习分析了转基因鱼的制备过程所采用的原理技术和技术风险,同时还讨论了这种鱼苗的如何控制转基因扩散的问题。

同时老师在此类讨论过程中必须适时的对学生的提问加以纠偏和范围控制,否则很容易出现主题偏移。

2.3 教师的科研与教学结合

由于福建闽北地区含有丰富的植物资源,并且笔者主要从事植物的转基因工程的研究,所以经常会把科研工作研究技术和结果融入到教学当中。这样能够以闽北特色植物为例,将主流的工程技术流程介绍给学生,贴近当地的科研和生产实践。例如,福建农林大学关于基因工程技术在水稻花发育基因 MADS6 研究和转基因水稻材料创制中的应用。^[13]通过该案例的可以使使得学生将之前所学的分子标记的使用、基因获得、载体构建和植物细胞工程等学习的内容进行一个有机的整合,打通教材章节间的壁垒,实现融会贯通。

3 展望

基因工程这门课程由于其发展迅速,很多的技术进步信息多来自外文的学术期刊和会议纪要,这样要求从事本行业的学生,要有坚实的专业英语学习基础。尽管武夷学院作为一个地方性应用型大学,生物工程专业多面向地区服务;但随着“一带一路”战略的实施,本地企事业单位同样需求专业双语人才,所以希望在随后的教学中能够引入双语教学,提升学生的专业背景,能更好的开拓视野。

参考文献:

[1] 张晓第.加强生物产业创新,促进国民经济可持续发展[J].生物产业技术,2007(1):79-86.

[2] 李仲琴,高伟波,谢琛.计算机信息技术推动经济发展的机

制研究[J].财经界, 2015(32):15-15.

[3] 任红轩.纳米技术——未来经济的发动机[J].高科技与产业化,2011,7(12):40-42.

[4] 朱兴全,林瑞庆,宋慧群.功能基因组学研究概述[J].中国兽医科技,2004,33(7):29-34.

[5] 朱旭芬,赵小立,张铭.基因工程实验课程的建设与实践[J].中国大学教学,2006(3):44-45.

[6] 习近平.关于《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》的说明[J].当代兵团,2015(23):17-22.

[7] 陈锋.关于部分普通本科高校转型发展的若干问题思考[J].中国高等教育,2014(12):4-8.

[8] 田大刚,陈在杰,陈子强等.分子标记辅助选育聚合抗稻瘟病基因和抗白叶枯病基因的水稻改良新恢复系[J].分子植物育种,2014(5):843-852.

[9] 李军,姜先华,于蛟.混合生物样品的组分分析及其 STR 基因型判定[J].中国法医学杂志,2004, 19(1):3-5.

[10] Wang, H.,Yang, H.,Shivalila, C. S., et al. One-step generation of mice carrying mutations in multiple genes by CRISPR/Cas 9-mediated genome engineering [J].Cell,May 9,2013,153(4): 910-918.

[11] Shan, Q.,Wang, Y.,Li, J., et al. Genome editing in rice and wheat using the CRISPR/Cas system [J]. Nat Protoc,2014,9 (10):2395-410.

[12] Liang, P.,Xu, Y.,Zhang, X., et al. CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human trippronuclear zygotes [J]. Protein and Cell, May,2015,6(5):363-372.

[13] Duan, Y.,Xing, Z.,Diao, Z., et al. Characterization of Os-mads6-5, a null allele, reveals that OsMADS6 is a critical regulator for early flower development in rice (Oryza sativa L.)[J]. Plant molecular biology, Nov,2012,80(4-5):429-442.

(责任编辑:夏婷婷)

Exploration and Practice on the Teaching Reform of Gene Engineering Course in Local Applied University

WU Guangheng^{1,2}, FU Xianyu³

- (1. College of Ecology and Resources Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian, 354300;
 2. Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, Wuyishan, Fujian, 354300;
 3. College of Tea and Food Science, Wuyi University, Wuyishan, Fujian, 354300)

Abstract: Gene engineering, as the core course of bio-engineering, occupies an important position in the training program of talents. As a local application oriented university, Gene engineering course teaching is training professional personnel who both can continue to study, and can quickly dock and serve for local enterprises and institutions, based on establishing the complete knowledge structure and comprehensive use of teaching methods.

Key words: gene engineering; local applied university; teaching reform

应用技术大学分析化学实验教学改革的动力与出路

苏丽鳧^{1,2}, 冯起国³

(1.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300; 2.福建省生态产业绿色技术重点实验室, 福建 武夷山 354300;
3. 武夷学院 马克思主义学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:分析化学实验教学是高校应用技术型人才培养的重要实践环节,其教学水平的提升是地方本科高校战略转型发展的必然逻辑。在转型发展中,分析化学实验教学存在着诸多现实问题。分析化学实验教学改革的动力之源,不仅来自于外源性动力的引导和推动,而且来自于高校自身生存发展的内源性动力。为了推动分析化学实验教学改革和培养应用技术型人才,促进地方本科高校战略转型的发展,福建省高校实验教学示范中心做了大量的研究、探索和实践工作:(1)构筑具有应用技术大学特色的分析化学实验教学内容体系;(2)建立科学合理的分析化学实验教学考核评价体系,从而推动地方本科高校向应用技术大学战略转型发展。

关键词:地方本科高校战略转型;应用技术大学;应用技术型人才;分析化学;实验教学改革

中图分类号: O652.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0097-05

2014年6月,教育部等六部门联合出台了《现代职业教育体系建设规划(2014-2020年)》,该规划提出引导一批本科高等学校转型发展。支持定位于服务行业和地方经济社会发展的本科高等学校实行综合改革,向应用技术类型高校转型发展^[1]。我国地方本科高校战略转型发展是大势所趋、势在必行。应用技术型大学是区别于研究型本科高校的一种新型本科高校体系。应用技术大学是以应用科技为特色,以服务地方(行业)为主旨,以产学研一体化、校企合作育人为人才培养模式的应用技术类型高校^[2]。应用技术大学应紧密结合地方特色,注重学生实践能力培养应

用技术型人才,且从教学体系建设体现“应用”二字^[3]。分析化学实验教学是高校培养化学化工类专业学生实践能力、科研能力等综合素质能力的重要环节,是应用技术大学开展高等教育的主要内容之一,而分析化学实验教学改革是应用技术大学教育教学改革的重要环节,是提高学生工程实践能力、动手能力、应用和创新能力重要路径。

传统的分析化学实验教学还存在着许多与应用技术大学人才培养目标不相适应的问题。在地方本科高校向应用技术大学战略转型背景下,首先我们要弄清楚培养的人才将来要从事什么?这些人才具备什么样的知识结构?具体到分析化学实验教学领域,我们应该如何依据人才培养规格来对其进行有效改革,提高实验教学质量,培养应用技术型人才,已是摆在应用技术大学面前的一个重要课题。近年来,围绕这个新课题,应用技术型本科试点高校武夷学院做了大量的研究、探索和实践工作。本文依托福建省高校实验

收稿日期: 2017-08-29

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目(201710397009);武夷学院青年基金项目(XL1210)。

作者简介: 苏丽鳧(1985-),女,壮族,助理实验师,主要从事环境水处理及检测研究。

教学示范中心,以地方本科高校向应用技术大学战略转型中分析化学实验教学存在的现实问题为出发点,通过战略转型中的外源性动力和内源性动力,以期应用技术大学分析化学实验教学改革和培养应用技术型人才找到正确的出路。

1 应用技术大学分析化学实验教学改革的动力

地方产业结构优化升级对人才培养结构需求的变化,培养应用技术型人才,提升地方本科高校服务地方经济发展的水平,是地方本科高校向应用技术大学转型的必然趋势。促进地方本科高校向应用技术大学转型,不仅需要产业结构优化升级的外源性动力因素的引导和推动,更是地方本科高校寻求特色、转向内涵生存发展的内源性动力因素的主动诉求使然。外源性动力和内源性动力不仅成为推动地方本科高校向应用技术大学战略转型发展的重要力量,更是分析化学实验教学做出改革的两股重要推动力。

1.1 产业结构优化升级为导向的外源性动力

国家经济结构调整、产业转型优化升级迫切需要大量的创新型、应用技术型人才。然而相关人才的缺乏严重制约了国家经济结构的调整和产业转型优化的升级。高等教育的人才培养结构已经不适应产业结构调整的需求。这种需求转变将成为地方本科高校向应用技术大学转型的重要动力^[4]。产业转型优化升级对地方本科高校转型发展的推动力主要体现在培养什么样的人才和发展什么样的教育上。反观现实,学生动手能力差,应用技术能力薄弱,不能满足现实产业发展对人才的需求。例如,分析化学实验中,学生应该很娴熟地掌握样品的称量及其溶液的配制、溶液的滴定与数据的读取,实际情况却是在实验课中普遍存在着学生使用仪器和器皿不准确、实验操作动作不规范等现象。

因此,转型发展现代职业技术教育,充分发挥分析化学实验教学在人才培养中的突出作用,改革分析化学实验教学不能满足产业结构调整、高等教育结构

改革和现代职业教育体系需要的现状,以培养高素质、会创新的技术技能型人才,来更好地融进地方发展、产业结构优化升级,为解决人才需求和供给的结构性矛盾、为新兴产业提供人力资源保障和智力支持就显得极为重要。

1.2 寻求特色、转向内涵生存发展的内源性动力

我国地方本科高校办学定位不清晰、特色不鲜明、功利化思想严重、盲目扩张,造成地方高校学科专业趋同。实验教学在人才培养中的内容选择、考核方法上也存在着同质化现象。这样造成的后果就是高校丧失了竞争优势,甚至有些地方本科高校遇到了招生难、学生就业难的难题。

针对当前地方高校办学面临的竞争压力和发展困境,武夷学院寻求发展模式之变,在成为应用技术大学建设试点院校以来,主动融入区域经济社会发展大局,积极服务地方经济转型升级,努力实现人才培养与地方社会经济发展需求相衔接。在此背景下,福建省高校实验教学示范中心启动了以“应用技术”为特色的内涵式发展的路子。譬如,实验教学示范中心设置“矿泉水中营养成分的检测分析”“高分子制品成分分析”“化妆品质量主要指标的分析”等与实际应用相关的实验题目。通过这些实验项目,学生能够用常规分析方法结合现代分析技术、手段及仪器等解决发现的问题,整理和分析数据,完成研究成果报告。这些都强化了培养学生的创新和应用技术能力,使化学分析和仪器分析的学习达到协调统一;也为高年级本科生创新、应用技术技能的培养起到良好的衔接作用,同时促使毕业生提前思考择业的问题^[5]。

基于内源性动力因素,福建省实验教学示范中心紧紧围绕应用技术型人才的培养,构建了具有应用技术大学特色的分析化学实验教学内容体系和考核评价体系,为推动地方本科高校成功转型,开拓地方本科高校生存发展空间,探索到了一条特色化、内涵式发展的新思路。

2 应用技术大学分析化学实验教学改革战略出路

分析化学实验是应用技术大学一门重要的、实践性很强的基础课程。在地方本科高校转型发展中,重点应对分析化学实验教学的内容和考核评价这两大部分进行深度的、特色化的改革,构建具有“应用技术”特色的内容体系和考核评价体系。

2.1 构筑具有应用技术大学特色的分析化学实验教学内容体系

现阶段的分析化学实验教学主要依附于理论教学,承担着验证分析化学理论知识的角色,表现在:不能很好地体现应用技术大学专业特点,缺乏衔接地方经济发展的实验项目,内容应用性体现的不够强,不能适应应用技术科学的发展,与其他实验课程衔接不够紧密,不能满足社会、经济、生态发展的需要。分析化学实验教学的内容在培育学生创新能力、实践能力方面还比较欠缺,还没有形成以学生为中心的实验教学内容体系。在地方本科高校转型发展战略背景下,针对实验教学存在的问题,应用技术大学应改革并构筑具有自身特色的分析化学实验教学内容体系,突出实用性、体现应用性。

2.1.1 优化整合以应用性为导向的分析化学实验教学内容体系

分析化学实验课程的优化整合应依据学生所学专业,面向地方社会经济发展的需求,以应用性为导向构筑实验教学内容体系,注重学生应用技术能力的培育。

福建省实验教学示范中心顺应专业发展的市场需求,将大学阶段的各门实验课程作为一个生态系统进行考量,以应用技术能力培养为中心,打破各种实验的边界,重组各门实验课程;建立由被动接受理论知识型向培育应用技术能力型转型,使课程优化整合充分体现为以应用技术型为特色的人才培养目标;针对分析化学学科的特殊性,结合实验教学内容,特聘企事业单位专家来福建省实验教学示范中心授课。例

如,聘请质检部门的分析检测专家来兼职实验课,其授课内容可涉及环境监测、污水处理、食品分析、农产品药残检测等方面,是实际应用情景的写照,学生喜于听,乐于接受,实验教学效果更好,更能引起学生对实验教学各个环节的注意和重视^[6]。

2.1.2 分析化学实验形式要多层次化

现行的实验采用验证性实验形式,具体做法是要求学生严格按照规定步骤进行操作,以达到精确度、不犯错的目。但是在这种实验进行中,学生难以体会到在选择、尝试、失败和成功中学习的乐趣,学生难以得到科学思维的创造性的训练,分析问题和解决问题的能力更是得不到提高。为了激发学生的学习积极性、主动性,启发学生探究与创新精神,培养学生理论联系实际,独立分析问题和解决问题的能力,分析化学实验应在内容的设计和编排上,减少验证性实验比例^[7],增加与经济发展和企业生产联系紧密的项目,增加综合性实验、设计性实验、研究性实验、开放性实验、微型化和绿色化实验比例,通过这些多层次的实验教学,培养具有会动手操作、会技术研发、会经营管理等应用技术特质的人才,促成学生实践应用能力、就业能力和创业能力的养成。

2.1.3 分析化学实验教材的内容应侧重应用技术性和绿色生态性

分析化学实验作为福建省高校实验教学示范中心的一门必修课程,其教材内容应满足应用技术型实验教学改革的需求。福建省高校实验教学示范中心实验教材突破了传统观念的束缚,集约内容,在教学内容选择上,一是适应了应用技术大学各专业的可持续发展;二是体现了分析化学实验应用性、实践性的特征;三是在实验内容上渗入了绿色生态思维,例如,在实验过程中,应坚持以绿色思维为导引,推进分析化学实验生态化,培养学生的绿色生态思维,循环使用实验试剂,减少实验成本和环境污染。根据应用技术大学的特点,教材内容还应增加对接满足社会经济发展的应用技术性实验,提升学生运用所学分析化学理论知识和技术去分析、解决实际问题的能力,提高学

生创新意识和实践能力。将实际问题、难题带到实验课堂上,提高学生做实验的积极性和主动性,激起了学生去探究和创新的热情,推进应用型、复合型、技能型人才的培养。

2.2 构建具有应用技术大学特色的分析化学实验教学考核体系

应用技术大学分析化学实验考核评价体系的构建首先要厘清思路,摆脱传统高校实验教学考核的思维惯性,依据自身特色和需要,建立科学合理且具自身特色的实验教学考核评价体系。这是分析化学实验教学改革的重要组成部分,对推进地方本科高校向应用技术型本科高校战略转型具有重要的指导意义。

2.2.1 教师对学生的考核评价体系

实验教学效果的评定必须配套科学合理的考核评价体系,然而现行的实验课成绩评定由平时成绩(一般情况下在60%~70%之间)和实验报告成绩(一般情况下在30%~40%之间)两大部分组成,平时成绩主要包括实验操作技能、实验课态度、实验数据、出勤记载等多方面进行量化打分。这样的综合成绩评定存在着诸如部分学生伪造实验数据,抄袭他人的实验报告等不端行为,违背了成绩评定的公平性,难以调动学生的积极性,不能真正实现“注重实验过程”的考核目的;另外,这种不完善的考核评价标准,不适应应用技术大学人才的培养,达不到对学生创新能力考核的目的,学生的开拓精神和创新思维体现不出来,达不到对学生应用技术能力考核的目的。

基于以上问题,福建省高校实验教学示范中心对现行的实验考核评价体系进行改革,将各种考核进行量化成分数并动态地贯穿于实验全过程。改革后的实验考核评价体系包括平时成绩考核、实验报告考核和期末实验考核三部分,三者所占分数比例分别为40%、30%和30%。其中平时成绩考核部分增设实验预习考核,这样就激励了学生积极、主动地参与实验准备,充分理解了实验原理、实验步骤。例如,通过实验预习,学生了解和掌握了一些诸如滴定管、各种测量方法、分析天平的使用等的校准和使用的基本操作技

能,这样大大减少了实验过程中不规范操作情况的发生率,保证了所得数据的准确性。实验报告则强调规范性、实验结果和数据与原始记录的一致性,以及对实验结果分析讨论的深度和广度^[8]。期末实验考核包括实验理论考核和操作技能考核,其中实验操作技能考核是改革后增设的。在实验操作考核时,教师可以根据学生对分析方法的选择、分析仪器的选择、仪器安装和操作规范等方面进行考核,同时教师也可以针对实验过程中所出现的相关问题和实验现象进行提问。学生实验结束后,教师当场评分,并对实验成绩进行点评^[9]。这种考核方式,能够激发学生实验兴趣,提高实验能力,培养学生严谨的实验作风,达到提高分析化学实验效果和培养应用技术型人才的目标。

2.2.1 学生对教师的考核评价体系

本科高校现行的实验教学考核方式一般是教师对学生的单向考核,没有设立学生对教师评价考核这一块。福建省高校实验教学示范中心对此进行了改革,增设学生对教师考核部分,构建双向实验考核评价体系。这种考核方式既检查了学生的学习效果和应用技术能力,又能使教师看到自身的不足,不断地提高自己的实验业务水平,更好地服务学生,保证实验教学质量。尤其在战略转型发展背景下,教师更应该加强学习,主动走进企业,将在企业研修中获得的实际经验运用到实验课堂上。这样对应用技术型人才培养便有了具体和明晰的实施思路。

3 结语

福建省高校实验教学示范中心在外源性和内源性动力推动下对分析化学实验教学做出了改革,以适应转型发展和对应用技术型人才的需求。应用技术大学必须从市场对人才需求出发,以培养创新型、应用技术型人才的办学定位为落脚点,培养各类应用技术和创新型人才,形成实践能力和应用技术能力培养的分析化学实验教学内容体系和考核评价体系,彰显应用技术大学的特色,全面提高实验教学效果,进一步

满足中国经济结构优化升级的需要。

参考文献:

- [1] 教育部等6部门.现代职业教育体系建设规划(2014-2020年)[EB/OL]. (2014-06-16)[2017-05-06]. <http://www.moe.edu.cn>.
- [2] 刘海峰,顾永安.我国应用技术大学战略改革与人才培养要素转型[J].职业技术教育,2014(10):11-16.
- [3] 刘明贵.实践教学在应用型本科高校人才培养中的地位和作用[J].高等农业教育,2010(2):6-9.
- [4] 赵新亮.地方本科高校向应用技术大学转型的动力机制与战略[J].高校教育管理,2015(2):39-40.
- [5] 蔡怀鸿,孟建新,杨培慧,等.应用型人才培养模式下的本科分析化学实验教学改革初探[J].广东化工,2014(1):176-177.
- [6] 易兰花,丁永兰,揭嘉,等.高校分析化学实验教学模式的改革与探索[J].高校实验室工作研究,2014(9):79-80.
- [7] 王芬.农科分析化学实验教材和课程特点[J].大学化学,2005(2):11-12.
- [8] 李秀华.优化分析化学实验教学的探索[J].福建师范大学学报(自然科学版),2011(3):31-32页.
- [9] 宿艳.改革分析化学实验考核方法 提高学生的基本操作技能[J].实验室科学,2015(2):233-234.

(责任编辑:叶丽娜)

The Motive Force and Outlet of Analytical Chemistry Experiment Teaching Reform in Applied Technology University

SU Liman^{1,2}, FENG Qiguo³

(1.School of Ecological and Resources Engineering,Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2. Fujian Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, Wuyishan, Fujian 354300;

3.School of Marxism,Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Analytical chemistry experiment teaching is an important practice link in personnel training of technical talents for application in universities. The improvement of its teaching level is an inevitable logic of the strategic transformation of local undergraduate universities. In the process of transformation, there are many practical problems in the analytical chemistry experiment teaching. The origin of the reform of Analytical chemistry experiment teaching not only derived from the guidance and promotion of exogenous power, but also from the endogenous motive force of the development of universities themselves. In order to promote the reform of analytical chemistry experiment teaching and cultivate technical talents for application and to promote the strategic transformation of local undergraduate universities, in Fujian University Experimental Teaching Demonstration Center, a lot of research, exploration and practical work have been done: (1) to construct an analytical chemistry experiment teaching content system with the characteristics of applied technical universities; (2) to establish a scientific and reasonable analytical chemistry experiment teaching assessment system and to promote the strategic transformation and development from local undergraduate universities to applied technology universities.

Key words: strategic transformation of local university; applied technology university; technical talents for application; analytical chemistry; experimental teaching reform

大学生工程实践创新能力培养的研究

郑清兰

(闽南理工学院 实践教学中心, 福建 石狮 362700)

摘要:大学生工程实践创新能力培养是应用型本科人才培养的核心,但现高校教育体系培养的综合素质能力与用人单位需求存在一定的差距,不能满足社会、企业人才需求。文章首先分析现在大学生工程实践创新能力培养存在不利的原因;其次根据上述原因,研究提出有效提高大学生工程实践创新能力培养措施;并在基础上研究出大学生工程实践创新能力长期有效运行模式。

关键词:工程实践;创新能力;过程管理

中国分类号: G482;C939 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-2109(2017)12-0102-05

每年有大量大学本科毕业生走出校门到新的企业单位,大部分学生不能处理企业工程技术创新,其中主要原因是现高校人才培养体系不利于大学生工程实践创新能力培养,制约大学生工程实践创新能力实质性训练,影响学生专业知识应用及综合能力素质。大学生工程实践创新能力培养是提高大学生专业知识水平及综合能力素质有效途径。

1 大学生工程实践创新能力培养存在不利原因

现高校的人才培养体系不利于大学生工程实践创新能力培养主要表现在:教育思想落后,跟不上社会行业发展要求;教学方式单一——讲授为主;实践创新活动不够,学校上层政策支持力量不够,各个部门没有协调配合;传统评价单一,以考试成绩或学分评定学生能力,无法激发学生、老师的创新潜能等方面。

收稿日期:2016-01-13

基金项目:电工电子示范教学中心项目(SJS003)。

作者简介:郑清兰(1983-),女,汉族,实验师,主要从事实验室教学与管理方面的教学和研究。

1.1 教育思想观念落后,高校存在重理论轻实践,重知识传授轻能力培养的倾向

目前部分高校教师在教学过程中,只讲授课内知识,很少延伸到课外专业知识探索和学科、产业前沿,没有理顺课内与课外关系,无法让学生对课程、专业的感兴趣。定位应用型本科高校在制定人才培养计划方案时,实践教学学时占只有20%~30%左右,其它类型大学就更少。就闽南理工学院来说,虽是一所应用型本科高校,但以前大部分的教学主要以理论教学为主,实践教学为辅,理论教学占整个培养计划学时的70%以上,实践教学只占整个培养计划学时的20%~30%左右,学生在大学四年期间实践锻炼机会很少,分析实际问题能力没有得到锻炼,解决实际问题更少^[1-2]。

表1 理论与实践学时比例

Table 1 The proportion of hours between theory and practice

课程名称	总学时	理论学时	实践学习	校外实习	实践所占比例
PLC技术	64	56	8	0	12.5%
电工技术	64	48	16	0	25.0%
单片机原理及应用	80	54	16	0	20.0%

1.2 教学方式较为单一、学生被动接受知识,不善于独立思考,提出方案并解决问题的能力较薄弱

本科教学方式较为单一,主要以满堂灌,老师讲授为主,学生被动听课学习,学生没有交流机会,不感兴趣的课程也只能呆在课堂内,时间长了,导致大部分学生消极学习、应付性学习,不利于学生创新性、研究性学习,更不利于学生独立思考,提出方案并解决问题能力的培养。特别是应用型本科的实验课,教学方式直接影响学生的动手及思维的发展,就以闽南理工学院来说吧,实验课上课时,主要由教师讲解一下实验原理及操作注意事项,讲完后学生就跟着实验指导书完成实验,测量数据。由于没有老师的启发,学生的实验课就是单纯的测测数据,而没有深入去研究实验所延伸的一些领域。不利于学生动手能力的培养。

1.3 开展工程实践创新活动不够,本科学生参加工程实践或科研活动的机会较少,实践动手能力较差

表 2 大学生创新项目情况汇总表

Table 2 Summary of College Students' innovative projects
单位:元

项目 资金	购置 工具	项目 材料	学生 收益	指导教师 收益	是否符合 学院要求
500	100	400	0	0	是
5 000	1 000	3 500	0	500	否
10 000	2 000	4 000	0	5 000~1 000	否

以闽南理工学院大学生创新项目为例子,从表 1 可以看出,普通本科高校缺少政策支持,多部门联合配合,管理体制不够完善,对学生、老师参加开展工程实践创新活动缺少激励措施,无法激发学生、老师积极性。学生、老师开展这项活动属自发性,存在不确定因素很多,无法保证长期有效;部分高校科研相对少,老师在开展科研活动时,很少有学生参与,大部分只有老师自己组织完成,学生很少有机会参加的机会。

1.4 传统评价制度不利于工程实践创新能力培养

许多高校沿袭“应试教育”模式下的评价体制,评价方式单一。就闽南理工学院电子专业的各别课程来说,不管是基础课还是专业课,实验成绩所占的比例都较少。学生主要以理论考试成绩为主,其占总成绩

的 80%以上,课程考核方式单一,以试卷考试为主。学生可以不需要任何的实验成绩,只要通过理论考试就可以得到相应的学分,只要总学分达到学校要求,学生就可以顺利毕业,所以学生宁愿花大量时间在书本上,应对期末的考试,也不愿意做实验方面的研究,特别是做工程实践方面的项目,结果导致工程实践创新能力培养无法有效开展,无激发学生的潜能^[9]。

表 3 电子专业个别课程考核情况

Table 3 Assessment of individual courses in electronic specialty

课程名称	评价方式	总学分
单片机原理及应用	理论试卷 80%, 实验 20%	理论试卷成绩+实验成绩
DSP 系统	理论试卷 85%, 实验 15%	理论试卷成绩+实验成绩
感测与传感技术	理论试卷 85%, 实验 15%	理论试卷成绩+实验成绩
电路	理论试卷 50%, 实验 50%	理论和实验单独学分成成绩
MATLAB 原理及应用	理论试卷 80%, 实验 20%	理论试卷成绩+实验成绩

2 大学生工程实践创新能力培养的有效措施

2.1 基于学科大类平台的课程体系改革

加入福建省高校联盟体系,与厦门大学联合办学,在实现资源共享的基础上,结合自身特点,将工程实践创新能力的培养纳入人才培养方案内,实现各学科大类的核心课程进行课程设计,分别建立了电子信息工程、电气工程、通信工程等学科平台课程,为了筑建本科生宽厚扎实基础,最后将各学科平台课程进行精品课程建设,针对专业基础课程设置独立实验课程和课程设计,针对专业课程设置独立设计性、综合性实验课程,培养学生的专业实践创新能力,并通过选拔方式设定主讲教师。

2.2 建设专业实验室、工程实训中心、实训基地

实践教学环境建设是培养工程实践创新能力重要保障,为了满足各学科平台课程的实践教学,实践教学中心要大力发展与相匹配专业实验室、工程实训

中心、实训基地。专业实验室属校内实践场所,主要承担以独立设计性、综合性实验课程为主,目的是加强学生实践创新能力的培养;重点建设工程实训中心,教学方法主要以工程项目为导向,根据学生特长,以团队为单位,培养工程实践能力及团队协作能力;与当地企业合作^[4],共建实训基地,实现学校与企业沟通合作的桥梁,能提供给企业真实项目进行训练,为学生提供工程实践创新项目、场所,解决企业技术难题,保证工程项目来源,技术的先进、前沿,实现实践教学环境层次化。

2.3 修订有利于工程实践创新能力培养的教学管理制度

2.3.1 设置创新学分

在人才培养计划中要明确规定,每个理工学生必须获得4个创新活动学分才能毕业,每个文科学生必须获得3个创新活动学分才能毕业,并对学生参加创新活动要有明确规定。学生根据自己的特长和爱好从事科研和实践创新活动而取得具有一定创新意义的劳动成果,经学校相关部门认定后,学校要给予相应的学分。

2.3.2 设置学科专业不同选定时间

在学科大类平台课程建全的基础上,实现了学生一年级选学科,二年级选专业,四年级选专业方向的目标,驱动学生对专业的兴趣及个性发展。

2.3.3 激励政策方面

要明确规定老师在指导课外科研学术方面,可被纳入工作量,并指导学生在课外科研、学术、科技创新或学科竞赛中两次以上获得国家竞赛优异成绩,可以作为教师晋升条件之一;同时学生达到两次以上获得国家竞赛优异成绩,可作为免试推荐攻读研究条件之一,极大鼓舞教师、学生的积极性,促进发挥教师、学生的潜能。

2.3.4 本科大学生工程实践创新能力考核制度

本科大学生工程实践创新能力考核主要以团队、项目为单位,每个团队由组长和组员组成,组长有选拔组员权力,有赏罚权限。每个团队根据自己特长兴趣爱好,制定出团队的发展方向,预期目标。根据目标的实施过程进行考核,这是前期团队学习建设,是以过程管理考核为主,目标考核为辅。等团队建设趋于

稳定,团队考核要与工程项目相结合,以完成工程项目数量、难易程度为依据,以提前完成工程项目作为奖励,以超过工程项目时间作为处罚,这种考核方式结合工程项目合同周期,可以培养学生责任感,紧迫感,成就感^[5-6]。

2.4 开展有利于工程实践创新活动途径

2.4.1 自主开展校内活动

学校除了给老师、学生提供实践教学环境外,并明确规定以下活动可以纳入实践创新学分,学生可以自主选择参加自己感兴趣的活动的。活动类别分别如下。

1) 自主立项科研训练:设立国家、省、校、院系四级自主立项体系。自主参加教师科研;教师申请科研项目^[7],并根据学科技术要求,面向学生,选择优秀学生参加。

2) 自主研修前沿讲座:学校根据各学科要求,开展不同类别讲座,学生可以选择自己感兴趣的课题参加,同时要求学生完成相应综述、调研报告。

3) 自主参加各类竞赛:设立国际、国家、省、校、院系五级竞赛体系。自主提交研学作品;鼓励学生自主非立项科研,学校提供匹配经费。自主发表学术论文、申请专利;鼓励学生自主发表学术论文、申请专利,学校有对应补贴规定。

2.4.2 与校外企业合作开展活动

以校企合作共建实践基地为依托,以团队为单位,以项目为牵引,以过程管理为主,目标管理为辅,按实践基地制度流程开展活动。实践基地负责人监督以下运行过程:

1) 合同签订:根据企业实际工程项目需求,企业提出技术要求、双方商定每个细节、校方组织团队完成,双方签订合同。

2) 组织完成:由组长主持安排项目完成进度表及每个成员任务,成员严格按照任务要求执行,在完成过程中遇到不能解决的技术难题,应跟组长汇报^[8-9],组长主持召开会共同商讨解决,还不能处理,可以申请校外指导老师帮助解决。同时在处理过程中,提升学生处理项目沟通、技术能力。

3) 日常管理:实践基地日常管理是由老师、学生共同管理,实行导师学徒制,老生带新生制,管理者主

要由指导老师、学生组成,老师做监督,方向性指导,专业知识指导,资源整合;学生自己组织团队,自己团队管理^[10](日常管理,项目管理,开放管理、组长选举)与企业工程技术人员沟通,协助指导教师完成项目技术合同订定、项目结题报告、论文、专利等编写,同时锻炼学生吃苦耐劳精神,提高学生沟通能力、分析、解决问题能力,进一步提高学生综合素质。

3 大学生工程实践创新能力培养有效运行模式

大学生工程实践创新能力培养模式是稳固基础逐步加深层次化教学,实现干中学、学中研、研中创教学过程,如图1所示。要实现这个运行模式必须要有相应的硬件设备、保障制度及政策支持。

1)课内教学:包括理论和实验教学,主要内容是专业基础课程或企业真实项目前沿技术引入课堂,让学生学习专业基础知识,驱动学生兴趣。

2)开放性实验:属于实验教学,其主要内容是独立设计性、综合性实验,专业实验课在掌握专业基础知识基础上,进一步掌握专业知识,目的是锻炼学生自主实践创新能力。课内教学,开放性实验这两个过程属于干中学层次^[11]。

3)工程实践训练:属于课内实验延伸到课外知识应用,其主要内容来源是企业真实项目的部分内容作为课题或学生自主研学课题,目的是训练学生工程实践能力及知识应用能力,同时让学生适应工程训练环境等。

4)各类学科竞赛:属于学科前沿知识应用,其主要内容以各学科竞赛课题为主,按竞赛规则、要求、设计、实现完成任务,并进行比赛。目的训练学生对学科前沿知识掌握及应用,同时提高学生团队管理能力,拓展学生知识面等。工程实践训练、各类学科竞赛这两个过程属于学中研层次。

5)企业真实项目:属于综合素质能力应用,其主要内容按企业工程要求,解决企业技术难题或技术创新,目的训练学生根据企业现场实际问题,分析问题并提出可行性方案及解决办法,同时为实践基地提供项目来源、保证技术的前沿性,减轻资金负担。解决企业真实项目这过程属于研中创层次。

大学生工程实践创新能力培养模式是动态的,使其保持长期有效运行,学校必须根据学科或行业的发展,加强教师科研能力培养,研究出新的科研成果,保持技术的先进优势,加强先进设备投入,保证设备先进性,积极参加企业技术创新改造,更加了解企业动向^[12]。

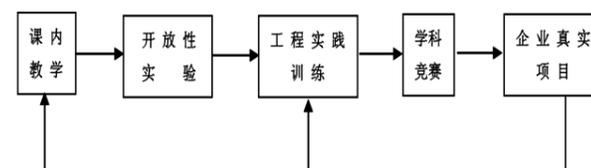


图1 逐步加深层次化教学模式

Figure 1 Step by step teaching mode

4 结语

通过研究稳固基础逐步加深层次化教学模式运行,可以促进第一课堂与第二课堂紧密结合,让实践教学倒推理论教学,让学生对理论知识的渴望,有效调动学生积极性,并掌握本专业,学科技术的实际应用,解决企业实际问题为企业技术创新提供服务更好的体现自身价值,社会责任,对自身的职业生崖起重要作用,缩短学生在企业的实习时间,减少企业和社会培训压力。

参考文献:

- [1] 郭伟锋.校企合作共建实践基地的稳定性研究[J].实验室技术与管理,2015,32(8):194-198.
- [2] 刘兴太.大学生科研创新能力的培养[J].武警后勤学院学报(医学版),2007,16(6):597-599.
- [3] 刘志军.实验改革和实施开放实验模式的创新实践[J].实验技术与管理,2006,23(1):17-19.
- [4] 张安富.创新实习基地建设 探索学研育人新机制[J].中国高等教育,2008(20):33-34.
- [5] 段徐,章燕棋,应美丹,等.大学生科研训练计划现状调查研究[J].中国高等医学教育,2007(3):58-59.
- [6] 郭伟锋.校企合作共建实验室的博弈分析[J].泉州师范学院学报,2014,32(2):105-109.
- [7] 郭伟锋.校企合作共建实验室的运行机制研究[J].实验室科学,2013,16(3):108-111.

- [8] 王浩.论高校科研与教学融合问题[J].山东行政学院学报, 2006(1):113-115.
- [9] 孙良旭,吴建胜.工程实践驱动的路由交换技术课程教学环境构建研究[J].实验技术与管理,2014,31(9):212-215.
- [10] 郭伟锋.校企合作共建实验室的可持续发展研究[J].实验科学与技术,2014.12(1):137-139.
- [11] 何小平,李明.校企合作共建实验室的研究与实践[J].企业科技与发展,2008,2(4): 195-197.
- [12] 曹海平.实验课程群的立体化教材建设[J].实验室研究与探索,2011,3(5):104-107.
- (责任编辑:华伟平)

College Students' Innovation Ability of Engineering Practice

ZHENG QingLan

(Practical Teaching Center, Minnan University of Science and Technology, Shishi, Fujian 362700)

Abstract: College Students' engineering practice innovation ability training is the core of application oriented undergraduate education, but now general ability and talent and employer demand for cultivating college education system there is a certain gap, which can not meet the social, business professionals demand. This paper analyzes the existing engineering practice innovation ability online students adverse reason; secondly the above reasons, the study proposes to effectively improve students engineering practice and innovation capacity-building measures; and on the basis of engineering practice and innovation ability of university students develop a long-term effective operation mode.

Key words: engineering practice; innovation ability; process management

高校应用型转型下化工热力学课程的教学实践

吴方棣, 范荣玉

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:在高校应用型转型的背景下,高校应更注重应用型、技术型人才的培养。针对化工热力学理论性和工程应用性均较强的特点,结合近年的教学经验,通过采用案例教学,计算机辅助教学等手段,同时注意培养学生的思维能力和自主学习能力,并在科研、课外实践中加强应用,让课程体系更好的为应用型人才培养服务。

关键词: 化工热力学;应用型;教学实践

中图分类号:G642 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2017)12-0107-03

为适应当前经济和社会发展的要求,地方本科高校需要大力培养高级应用型技术人才;因此,转型发展是大多数地方新建本科院校适应地方经济和社会发展的需要^[1,2]。武夷学院于2007年升本以来,根据应用型办学定位,结合地方区域特色,积极培育并初步形成“传朱子理学,做武夷文章,育新型工科”的办学特色。对于应用技术型大学,人才培养是目标,课程体系建设则是根本。因此推动课程体系改革将是新建本科院校内涵建设与应用型转型的核心内容^[2]。

化工热力学是化学工程的重要分支和基础学科,是化学工程与工艺专业及相关专业的专业基础课。化工热力学的原理和知识应用是从事化工过程的研究、开发以及设计等方面工作必不可少的重要理论基础,是一门理论性与工程应用性均较强的课程。本课程要求学生能掌握流体热力学性质(如: p 、 V 、 T 、 H 、 S 等)意义及计算方法;掌握热力学定律在化工过程能量计算和过程热力学分析中的应用;熟悉各种溶液热力学性质定义、物理意义、计算方法及其相互关系;掌握平衡

条件、平衡判据及流体相平衡数据和化学平衡数据计算方法。

然而,化工热力学逻辑性和理论性强,公式、模型方程多且复杂;导致学生在学习过程中,多有畏惧心理^[3-5]。结合近年的教学经验,根据化工热力学的特点,为了提高教学效果,增强学生学习的主动性和积极性,笔者进行了以下的探索和实践。

1 案例讲解促进教学

化工热力学的理论性较强,单纯的讲解理论学生往往觉得枯燥且难于接受。因此在教学过程中,通过引入大家日常学习、生活中熟悉的具体事例,来激发学生的学习兴趣 and 加深对概念和理论知识的理解。例如,在讲解流体的 p 、 V 、 T 相图时,以恒压容器内过冷水的加热过程来进行说明,在加热过程中,水的状态变化依次为:过冷状态-饱和液体状态-汽液混合物-饱和蒸汽状态-过热蒸汽状态;再把这个过程描绘在 T - V 相图上,学生对该相图的基本组成,物质状态的变化规律就能够更好的理解;进一步可推广到 P - V 、 P - T 相图的过程。再如在制冷原理的分析讲解中,通过以大家熟悉的冰箱、空调为例,来对制冷循环过程进行分析,让大家对抽象的概念有更形象直观的理解。

收稿日期:2017-04-16

基金项目:福建省教育厅科技产学研项目(JA15508)。

作者简介:吴方棣(1985-),男,汉族,讲师,主要从事传质与分离的研究。

解。在如何理解溶液偏摩尔性质的概念中,以偏摩尔体积为例:在一个无限大的、颈部有刻度的容量瓶中,盛入大量的乙醇水溶液,在乙醇水溶液的 T、P 和浓度都保持不变下,加入 1 mol 乙醇,充分混合后,量取瓶上的溶液体积的变化,这个变化值即为乙醇在这 T、P 和浓度下的偏摩尔体积;把这个抽象的概念以大家熟悉的乙醇水溶液来进行讲解,让同学能够更好的理解这些基本的概念。

2 加强计算机的辅助教学

上文已提及,化工热力学的公式、模型方程多且复杂;单纯的依靠人为的计算工作量大且效率低下。而借助计算机和相应的软件,可以大大方便我们的计算过程,也有助于把更多的时间和精力投入到具体的过程应用中,提高学生的学习兴趣和加强应用能力的培养;这与应用型人才的培养目标是一致的。依托我校的省级虚拟仿真实验中心,对于化工热力学计算常用的辅助计算软件如 Aspen Plus、Visual Basic、Matlab 等都进行了配备,并开设了相应的课程。在热力学的各个章节中,都可以借助这些软件来进行辅助计算。如流体饱和性质的计算、估算,流体 P、V、T 性质计算等都可以通过 Aspen Plus 来完成^[6,7];对于活度系数模型(NRTL、Wilson、UNIQUAC 等)参数的计算,可以借助 Visual Basic、Matlab 等软件编程来实现。

3 加强思维能力的培养

化工热力学教学,除了传授课本知识以外,更重要的任务是培养学生的思维能力,而不是简单使用公式进行计算的能力^[8]。化工热力学中有很多的公式推导、计算,这要求学生应该要有良好的逻辑推理能力。因此,在课堂的讲解过程中,应该注意培养学生的演绎推理能力及数学逻辑;当遇到新的问题时,学生能够自行的解决,而不是局限于课堂讲解的内容。例如在流体热力学性质的计算中,maxwell 关系式(包括第一、第二关系式)是焓、熵等热力学性质计算关系式推导的基础,而 maxwell 关系式是由物理化学中学过的四个热力学基本关系式(内能、焓、自由能和亥姆霍兹

函数)结合数学中的倒易关系得到的;因此,在课堂的讲解中,把这些逻辑关系讲解清楚,学生在解题和分析问题时,就更能理清思路,找准问题的切入点。

归纳总结的能力有助于让学生把学过的内容进行整理、比较,找出异同点,帮助其记忆和理解,起到事半功倍的效果。在热力学很多章节的教学过程中,都可以引导学生进行归纳总结。例如,在第四、五、六章中,涉及到很多的效率、系数,在教学过程中,引导学生进行总结,放在一起比较,如表 1 所示。机械效率主要体现做功过程的效率,热效率主要是热功转化过程的效率,等熵和热力学效率主要反映过程的理想性与非理想性的差异程度。通过比较,让学生加强对做功过程、耗功过程和热功转化过程的理解,同时也有助于对不同效率、系数的比较和记忆。

表 1 热力学效率、系数

Table 1 Thermodynamic efficiency and coefficients

效率	做功过程	耗功过程
机械效率	$\eta_m = \frac{W_s}{W_{s(R)}}$	$\eta_m = \frac{W_{s(R)}}{W_s}$
热效率	$\eta_T = \frac{W_N}{Q_H} \eta_C = 1 - \frac{T_L}{T_H}$	制热、制冷系数
等熵效率	$\eta_s = \frac{W_s}{W_{s(R)}}$	$\eta_s = \frac{W_{s(R)}}{W_s}$
热力学效率	$\eta_a = \frac{W_s}{W_{id}}$	$\eta_a = \frac{W_{id}}{W_s}$

4 培养学生自主学习能力

课堂学习的时间、学习的内容是有限的,因此应改变传统灌输式的学习模式,让学生学会独立思考,发挥创造、创新能力,培养学生的自主学习能力^[9]。比如在化工过程热力学分析中,可以让学生自己选择一个具体的化工过程,结合课本第四、五、六章节的内容,对过程进行能量分析、熵分析和有效能的分析。在纯流体、溶液热力学性质和汽液平衡的计算中,可以让学生以小组的形式,针对化工生产过程的实例,对该体系物质进行热力学性质的计算和相平衡数据的计算,并对该反应过程、分离过程进行设计,设计结果可与实际的生产过程进行比较,以验证过程的准确

性;从而激发学生的求知欲与探索精神;同时也做到学以致用,符合当下我校培养应用型人才的办学定位。

5 在科研实践中学习

化工热力学,除了有较强的理论性外,其对工程应用性的要求也较高。仅仅通过课本理论知识的学习是不够的,还应通过科研实践,学以致用,把所学知识应用到具体过程中。例如在毕业设计中,大多涉及到对反应器的选型,反应器的选择依据参数包括:物质的物性(物质状态、密度、粘度等)、反应的动力学、热力学、相平衡数据等,这些数据的获得就要求同学运用热力学的知识去估算或测定相应的数据。同时,同学在参与老师的科研项目,如本人的柑青醛和新铃兰醛汽液平衡研究中,就要求学生能够应用活度系数模型去拟合、估算相平衡数据。此外,同学在课外实践,如:大学生创新性实验等环节中,经常也需要应用热力学和动力学的方法来对数据进行分析计算。通过这些实践环节,来强化对所学知识的掌握,也提高了学生对学习的兴趣。

6 结语

化工热力学是化工专业开设的一门专业基础课,虽有较强的理论性,但理论学习的最终目的还在于应用。因此,在教学过程中,通过案例教学、计算机辅助

教学和科研实践等环节,在掌握好理论知识的情况下,加强对所学内容的应用,为培养应用型技术人才服务。同时,在教学过程中,加强对学生思维能力和自主学习能力的培养,不仅能为本课程服务,同时也能为其他课程的学习及学生未来的发展产生积极的影响。

参考文献:

- [1] 刘芳,李全良,王筠,等. 高校转型期化工热力学课程的教学实践[J]. 周口师范学院学报, 2016, 33(5):102-105.
- [2] 李宝银. 地方新建本科院校转型发展的背景与路径[J]. 武夷学院学报, 2014, 33(1):1-4.
- [3] 童张法, 陈小鹏, 王琳琳, 等. 坚持特色教学打造化工热力学精品课程[J]. 化工高等教育, 2010(6): 19-23.
- [4] 蔡江涛, 周安宁, 杨志远, 等. 《化工热力学》教学实践与方法交流[J]. 广州化工, 2015, 43(17):205-207.
- [5] 杨文, 冯艳艳, 王桂霞. 化工热力学教学方法的探讨[J]. 梧州学院学报, 2016, 26(3):83-85.
- [6] 陈新志, 赵倩, 钱超. 基于 Aspen Plus 的化工热力学教学(II) 纯物质饱和性质计算[J]. 化工高等教育, 2011(6):58-60.
- [7] 陈新志, 张哲明, 钱超. 用 Aspen 软件辅助化工热力学教学(一)状态方程计算流体的 p-V-T 性质[J]. 教育教学论坛, 2016(21):214-216.
- [8] 王毅. 浅论化工热力学教学中学生思维能力的培养[J]. 化工高等教育, 2015(5):95-99.
- [9] 徐飞, 曹顺安. 《化工热力学》课程的教学改革探讨[J]. 广州化工, 2015, 43(23):269-270.

(责任编辑:华伟平)

Teaching Practice in Chemical Thermodynamics Based on Practical Reform of the College

WU Fangdi, FAN Rongyu

(School of Ecological and Resources Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Colleges and universities should pay more attention to practical and technical talents training under the background of practical reform of college. We are using case teaching and computer assisted teaching in the teaching process, for chemical thermodynamics features profound theories and engineering applicability. We also try to develop the students' thinking ability and autonomous learning ability in the teaching process. In addition, we help the students to apply the knowledge of chemical thermodynamics in scientific research and extracurricular practice. So the course system can be better adapted to the practical talents training.

Key words: chemical thermodynamics; practical reform; teaching practice

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.12 Vol.36, DEC., 2017

- Application of BIM Technology in Building Energy Saving Design WEI Tianyun(1)
- Study on the Adsorption Characteristics of Phenol Wastewater by Water Hyacinth Activated Carbon
..... ZHUO Qian, CHEN Yinye, CHEN Huangting, LI Quanyin, YANG Wenqing(5)
- Investigation on the Microstructure of Activated Carbons Prepared by Potassium Salts Activation Methods
..... CHEN Cuixia, CAI Zhenghan, LIN Xing, LIN Guangfeng, LIN Yongmei(11)
- Construction Strategy of Landscape Rainwater System Based on LID in Residential Area
..... CAI Jiazhen, HUANG Jing, TANG Shuling, JIANG Xiaotong(15)
- Design of Zero Crossing Switch for Low Voltage Power Capacitor WANG Zhuhua, ZHANG Shiqian(21)
- A GNSS Attitude Determination Algorithm Based on PSO Ambiguity Resolution
..... DAI Qing, CHANG Yunyan(26)
- Study on the Relationship Between Economy、Resources and Environment in Fujian Under the Guidance of
Ecological Civilization CHEN Hong, LIU Jinfu(30)
- Evaluation of Express Industry Upgrade Capability of Nine Cities in Fujian Province
..... ZHONG Yunshan, WANG Dongfang, JIN Qinghao(35)
- Study on the Temporal and Spatial Characteristics of Beijing 's Inbound Tourism Market ZHANG Jin(41)
- Empirical Analysis on the Impacts of the Deepening of Agricultural Loans on Farmers' Income of Fujian Province
..... SHANG Yiqiang, CHEN Yanling, FU Weiwei, ZHUANG Peifen(46)
- Implementation of Bilingual Teaching Reform of University Physics under the Background of the
International Teaching HONG Hailian, WANG Zongci, YAN Huixian, LIN Junwu(52)
- The Research of Bus Station Based on the Clustering and Social Network Analysis
..... CHEN Yazhou, GUO Shizheng, SONG Jie(56)
- Site Quality Accurate Evaluation of *Pinus elliottii* Plantation in Minbei NI Weixing(61)
- Response of Antioxidant Enzyme of *Tripterygium wilfordii* under the Stress of Pseudocercospora Elaeodendri Toxin
..... ZHANG Zuquan(68)
- Optimization of Soxhlet extraction process of Chinese fir bracts polyphenols by response surface optimization
..... LI Jia, ZHANG Jian, ZHANG Jiajun, LYU Mengmeng, LIN Sizu, CHEN Yu(72)
- Research on the Design and Application of Fujian Sports Teachers After Training Guidance Mode
..... LIN Xiuchun, HUANG Qian, XU Ruifang(78)
- Junior High School Students to Participate in Extracurricular Sports Activities Investigation and Analysis of the
Internal Motivation WANG Haixia, ZHOU Yingchun(83)
- Rope Skipping Development Route WANG Yan(89)
- Exploration and Practice on the Teaching Reform of Gene Engineering Course in Local Applied University
..... WU Guangheng, FU Xianyu(94)
- The Motive Force and Outlet of Analytical Chemistry Experiment Teaching Reform in Applied Technology
University SU Liman, FENG Qiguo(97)
- College Students' Innovation Ability of Engineering Practice ZHENG Qinglan(102)
- Teaching Practice in Chemical Thermodynamics Based on Practical Reform of the College
..... WU Fangdi, FAN Rongyu(107)