

目次

武夷学院茶学科教园昆虫多样性调查
..... 黄威,尤嵩,聂传朋(1)

茶梗中活性提取物对鲜切苹果的护色效果
..... 陈志杰(6)

柚皮开发残渣对水体六价铬吸附性能分析
..... 郑璐嘉,谢建华(11)

天宝岩保护区居民受偿意愿及影响因素
..... 李宁,赵敬东,蔡昌棠,刘进山,陈妍,陈凤,何东进(16)

福建省农业经济系统与生态系统的耦合协调性分析
..... 陈晓瑜,赵慧芳,潘祖鉴,孙晓航,林玉蕊(21)

城市公园景观恢复性量化评价模型
..... 费馨慧,陈智龙,林心影,陈健翎,郑涵青,黄启堂(28)

感受记录法在建筑室内空间环境中应用的定量评价
..... 吴燕青,吴超滨(34)

闽东北、闽西南中心城市辐射力的差异性分析
..... 邱钰芬(39)

安徽省生鲜农产品供应链风险评价
..... 王翠,潘银凤(45)

机械手臂动态抓取控制系统设计
..... 郑晓斌(51)

福建省体育与旅游产业发展的耦合协调分析
..... 陈慧娟,许金富(56)

梅山传统武术文化的内涵及成因
..... 孙蛟,杨少雄,邹序桂(62)

武夷学院学报



国际标准连续出版物号: ISSN 1674-2109

国内统一连续出版物号: CN 35-1293/G4

第40卷 总第203期

2021年 第9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: 郑细鸣

编委: (以姓氏笔画为序)

卢道明 刘卫群 任宇红
许亦善 李远华 李宝银
吴承祯 陈 锋 沈慧芳
杨 昇 张乔根 张志雄
张国林 张品端 郑细鸣
姜景莲 姚进生 赵升云
郭翠莲 梁丽萍 雷能忠
廖 斌

编辑部

主编: 吴承祯

副主编: 郑细鸣 沈慧芳 陈 果

责任编辑: 叶丽娜 冯起国 白 琳
聂传朋 白 晔 张文静

英文审译: 魏景春

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

目次

CONTENTS

大学生健康生活方式的现状调查与分析 许霞(68)

云技术下的高校数字艺术博物馆设计 李燕萍(73)

工程造价专业教育教学改革探索
——基于专业核心能力的调查
..... 魏太兵,谢程乐,陈安琪,陈冬花(78)

机械制造技术基础的试卷分析对课程教学的启示
..... 葛小乐,汪洪峰,刘胜荣,宋妮妮(82)

地方高校高分子材料检测方法的课程教学改革
..... 刘瑞来,丁晓红(86)

地方高校生物资源利用专业群建设
..... 林维晟,华伟平,赵升云,胡家朋,付兴平(90)

热工理论基础课程思政的探索与实践
..... 周吓星,杨文斌,饶久平,曾钦志(95)

应用型本科高校细胞生物学实验教学改革
..... 段训威,杨槟煌,柯佳颖,许婉芳,董乐,吴文林(99)

程序设计类课程第二课堂教学成效及对策
..... 李淑婷,祁辉(103)

以科创协会为载体的高校学科竞赛工作模式
..... 杨信锬(107)

武夷学院茶学科教园昆虫多样性调查

黄威^{1,2}, 尤嵩², 聂传朋^{2*}

(1.福建农林大学 园艺学院, 福建 福州 350002; 2.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:对武夷学院校内茶园的昆虫进行调查,就茶园与教学区草坪的昆虫多样性进行对比分析,了解其生态群落多样性,为茶园病虫害的综合防治及校园生态环境的优化提供一定的参考。本次调查共搜集到昆虫11目36科57种,其中优势类群为鞘翅目、鳞翅目与膜翅目;植食性昆虫占比最大。通过香农-威纳(Shannon-Wiener)指数、Pielou均匀度、物种丰富度等表征指数的计算与比较,其生态系统处于中级水平。综合实际情况,通过间作等方式改善茶园生态系统,从而起到茶园病虫害的生态控制,建议通过优化植被种类及分布情况,进一步改善校内生态多样性。

关键词:茶园;昆虫;生态系统;武夷学院

中图分类号:Q968.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0001-05

1 研究目的

茶园害虫与天敌是构成茶园生态系统的重要组成部分,茶树的生长发育与昆虫群落的分布及构成密切相关。由于昆虫对生态环境的高度敏感性,其对生态平衡具有极其重要的指示作用,昆虫多样性的变化在一定程度上指示了当地生态环境的变化^[1]。大量生产实践证明,栽培或农事活动可人为地改变昆虫种群的组成。随着建筑用地不断扩大及人为破坏导致其周边生态系统的结构变化,茶山的昆虫多样性随之发生改变^[2],因此在生态茶园的建设发展过程中应及时对其生态系统进行检测。

收稿日期:2021-01-03

基金项目:福建省自然科学基金项目(2020J01405);武夷学院高级引进人才科研启动项目(YJ201904, YJ202003)。

作者简介:黄威(1998-),男,汉族,在读研究生,主要从事园艺学的研究。

通讯作者:聂传朋(1974-)男,汉族,教授,硕士生导师,主要从事生态学的研究。

随着国家对食品安全的重视程度加大,茶产业逐渐向无公害、有机茶迈进,茶树病虫害的生态防治已成为趋势,目前国内已有部分茶园进行了对昆虫多样性调查^[3]。选定武夷学院校内茶山进行害虫及其天敌资源调查并与教学区草坪昆虫多样性进行比较,旨在了解茶园主要害虫和天敌资源种类,为优化茶园的生态多样性环境、制定茶树病虫害的生态防治技术以及茶园高质量生产提供一定的参考。在此基础之上,对武夷学院校内绿地的优化升级、改善校园生态多样性提供一定理论依据。

2 材料与方法

2.1 校园概况

武夷学院位于福建省武夷山市,校内拥有茶学科教园茶山200余亩,位于117°37'22"E—118°19'44"E、27°27'31"N—28°04'49"N之间,属中亚热带季风湿润气候^[4]。该地全年温和湿润、气温较均匀,校园内年降水量多,湿度大,雾日长,具有垂直变化显著等气候特点,适合茶树的生长发育。年均温度约17.6℃,年平均降水量达1800mm,年平均降雨日数164.6d。

2.2 标本的采集与制作

通过实地调查结合查阅相关文献资料等方法^[5-6],在校内茶山及同文教学区草坪分别设立 6 m×6 m 的样方,每周 3 次对该样地进行调查,调查时使用搜捕法、网捕法、振落法、灯光诱集法等,将所有采集到的个体进行统计分类,记录抓捕地点和种类等,后期制作标本并编号归类^[7]。

2.3 数据处理及分析

依据收集整理结果,在 Biodap 中进行分析计算出 Pielou-均匀度指数、物种丰富度指数以及香农-威纳指数^[8]。

多样性指数采用香农-威纳指数: $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ ($i=1,2,\dots,S$);

物种丰富度指数: $E = (S - 1) / \ln N$;

Pielou-均匀度指数: $J = H / \ln S$;

其中: S 为物种数目; H 为物种多样性指数; N 为物种的个体总和; J 为均匀度。

3 结果与分析

3.1 武夷学院校园内昆虫物种名录

在此次对武夷学院校园昆虫调查中,共收集昆虫标本 231 只,分属于 11 个目,36 个科,57 个种。其中鞘翅目 (17 种) 采集到的物种最多, 占总种数的 29.8%。物种多样性由高到低分别为鞘翅目(17 种)、鳞翅目(11 种)、蜻蜓目(7 种)、膜翅目(6 种)、直翅目(5 种)、半翅目(4 种)、同翅目(3 种); 蜚蠊目、脉翅目、广翅目及双翅目均为 1 种。调查结果可参见表 1。

表 1 武夷学院昆虫物种名录

Tab.1 List of insect species in Wuyi University

目	科名	种名	个数
鞘翅目 (Coleoptera)	金龟科 (Scarabaeidae Latreille)	独角仙 (<i>Allomyrina dichotoma</i>)	2
		黑金龟甲 (<i>Aliassotum pauper</i> Burmeisten)	1
		金花金龟 (<i>Cetonia aurata</i>)	2
		铜绿丽金龟 (<i>Anomala corpulenta</i> Motschulsky)	5
		红脚绿金龟 (<i>Anomala cupripes</i> Hope)	3
	鳃角金龟科 (Melolonthidae)	云斑鳃金龟 (<i>Polyphylla laticollis</i> Lewi)	4
		鳃金龟 (<i>Serica orientalis</i> Motschulsky)	3
		暗黑鳃金龟 (<i>Holotrichia parallela</i>)	8
	天牛科 (Cerambycidae)	大牙土天牛 (<i>Dorysthenes paradoxus</i>)	2
		星天牛 (<i>Anoplophora chinensis</i>)	6
		云斑天牛 (<i>Batocera horsfieldi</i>)	3
		象鼻虫 (<i>Elaeiodobius kamerunicus</i>)	5
		小黑新锹甲 (<i>Neolucanus sinicu</i>)	5
		叩头虫 (<i>Pleonimus canaliculatus</i> Fal-dermann)	3
		步甲 (<i>Carabid beetles</i>)	3
		虎甲 (<i>Cicindela sexguttata</i>)	2
		七星瓢虫 (<i>Coccinella septempunctata</i>)	7
半翅目 (Hemiptera)		蝽科 (Pentatomidae)	细毛蝽 (<i>Dolycoris baccarum</i> L.)
		椿象 (<i>Erthesina fullo</i>)	5
	荔蝽科 (Pentatomidae)	荔枝蝽 (<i>Tessaratoma papillosa</i>)	6
	猎蝽科 (Reduviidae)	黑猎蝽 (<i>Pirates femoralis</i>)	9

目	科名	种名	个数
蜻蜓目 (Odonata)	蜻科 (Libellulidae)	薄翅蜻蜓 (<i>Pantala flavescens</i>)	5
		闪绿宽腹蜻 (<i>Lyriothemis pachygastra</i>)	1
		黄蜻 (<i>Pantala flavescens Fabricius</i>)	5
		玉带蜻 (<i>Pseudothemis zonata</i>)	1
		斑丽翅蜻 (<i>Rhyothemis variegata arria</i>)	3
		黑丽翅蜻 (<i>Rhyothemis fuliginosa Selys</i>)	5
双翅目 (Diptera)	虼科 (Coenagriidae)	杯斑小虼 (<i>Agriocnemis femina</i>)	3
	果蝇科 (Drosophilidae)	果蝇 (<i>Drosophila melanogaster</i>)	5
鳞翅目 (Lepidoptera)	蛱蝶科 (Nymphalidae)	蛱蝶 (<i>Nymphalis antiopa</i>)	3
		玉杵带蛱蝶 (<i>Athyma jina Moore</i>)	1
		黑端豹斑蝶 (<i>Argyreus hyperbius</i>)	3
		琉璃蛱蝶 (<i>Kaniska canace</i>)	2
	凤蝶科 (Papilionidae)	燕尾凤蝶 (<i>Papilio machaon</i>)	2
	粉蝶科 (Pieridae)	菜粉蝶 (<i>Pieris rapae</i>)	5
		黄粉蝶 (<i>Eurema blanda</i>)	3
	大蚕蛾科 (Saturniidae)	冬青大蚕蛾 (<i>Archaeoattacus edwardsii</i>)	1
	斑蛾科 (Hirundinidae)	茶斑蛾 (<i>Eterusia aedea L.</i>)	1
	鹿蛾科 (Ctenuchidae kirby)	茶鹿蛾 (<i>Amatagermana felder</i>)	3
夜蛾科 (Noctuidae)	剑纹夜蛾 (<i>Acronycta rumicis</i>)	3	
膜翅目 (Hymenoptera)	姬蜂科 (Ichneumonidae)	姬蜂 (<i>Chlorocryptus Smith</i>)	12
	木蜂科 (Apidae)	黄胸木蜂 (<i>Xylocopa pendiculata</i>)	3
	胡蜂科 (Vespidae)	黄胡蜂 (<i>Vespula vulgaris</i>)	6
		胡蜂 (<i>Vespula vulgaris</i>)	11
	蜜蜂科 (Apoidae)	黄领花蜂 (<i>Xylocopa sauteri</i>)	2
蚁科 (Formicidae)	切叶蚁 (<i>Leafcutter an</i>)	6	
直翅目 (Orthoptera)	蝗科 (Acrididae)	东亚飞蝗 (<i>Locusta migratoria manilensis</i>)	1
		大青蝗 (<i>Chondracris rosea rosea</i>)	2
	螻蛄科 (Gryllotalpidae)	东方螻蛄 (<i>Gryllotalpa orientalis Burmeister</i>)	7
	蟋蟀科 (Gryllidae)	蟋蟀 (<i>Nemobius vittatus</i>)	6
	螽斯科 (Tettigoniidae)	螽斯 (<i>longhorned grasshoppers</i>)	9
同翅目 (Homoptera)	蝉科 (Cicadidae)	黑翅蝉 (<i>Huechys sanguinea</i>)	5
		蚱蝉 (<i>Cryptotympana atrata</i>)	10
	沫蝉科 (Cercopidae)	沫蝉 (<i>Aphrophora flavipes Uhler</i>)	2
蜚蠊目 (Blattaria)	蜚蠊科 (Blattidae)	蜚蠊 (<i>Blatta orientalis</i>)	3
脉翅目 (Neuroptera)	蝶角蛉科 (Ascalaphidae)	蝶角蛉 (<i>Libelloides coccajus</i>)	3
广翅目 (Megaloptera)	齿蛉科 (Corydalida)	齿蛉 (<i>Corydalidae Leach</i>)	2

3.2 多样性指数分析

不同样地昆虫类群及物种多样性指数分析,如表2、3所示。

表2 不同样地昆虫类群及物种多样性

Tab.2 Insect groups and species diversity in different areas

目	后山茶园/个	同文教学楼周围草坪/个
鞘翅目	55	10
半翅目	18	5
蜻蜓目	23	3
鳞翅目	20	2
膜翅目	32	8
直翅目	16	9
同翅目	15	2
蜚蠊目	3	0
脉翅目	3	0
广翅目	2	0
双翅目	4	1
合计	191	40
种类	40	17

比较2个样地的物种数,同文草坪的物种数为17种,后山茶园的物种数为40种,约为同文草坪的2.4倍。其中鞘翅目与鳞翅目的种数占总数49.91%,蜚蠊目、广翅目、双翅目和脉翅目均为一目一种。

表3 不同样地昆虫物种多样性指数和均匀度指数

Tab.3 Insect species diversity index and evenness index at different sites

指数	后山茶园	同文教学楼周围草坪
Shannon-Wiener 指数(H')	2.04	1.85
Pielou-均匀度指数(J)	0.85	0.89

从多样性指数分析,在此次调查的2个样地中,后山茶园的香农威纳指数较同文周边草坪高出0.19;从Pielou-均匀度指数来看,同文草坪仅略高于后山茶园。

4 讨论与结论

武夷学院校内茶园较教学区受人为干扰少,植被相对丰富,有利于昆虫的生存繁衍,因此采集到的昆虫标本数量较多。本调查研究表明,校内昆虫以植食性为主,其中发现了较多的蟋蟀、东方蝼蛄等茶园害虫^[9],其对茶树的根系危害较大,武夷学院校内茶园属

于纯茶园,且种植密度较大,缺乏多层次、多物种的生态搭配,极易使茶园中茶树病虫害危害加重。建议充分保护和利用茶园的天敌资源,扩大天敌的种群与数目,维持茶园生态平衡,从而达到茶园的生态生产。可在茶园间种一些乔木从而丰富物种多样性,为茶园扩充立体生态位,有助于天敌昆虫种数与数目的增加^[10]。此外,在必要时辅助使用药剂防治,达到控制害虫的目的。未来茶园的发展将更注重自然生态的调控,针对武夷学院茶园的生态调控将任重道远^[11]。

在校园的生态建设方面,此次调查发现较多牛科昆虫,由于校内多为结构单一的人工植被,因此对校内的柳树和梧桐等乔木型植被的影响较大。其次,发现了较多具强螫针的胡蜂科昆虫,在校园管理中建议加强对人危害性较大昆虫的管理。武夷学院校内的园林植物群落空间结构以乔木和草坪为主,校内的乔木型植被多以杜英和香樟等为主,层次较单一^[12-13]。虽然植被覆盖率较高,但校园绿地建设以及植被分布上仍需优化升级。同文教学区周围的植被过于单一,大面积铺植草坪的做法对昆虫多样性的影响较大,可适当结合各生物的习性合理配置资源物种,如增加灌木型绿植面积等。大多数昆虫群落的香农-威纳指数一般在1.5~3.5之间^[14],2个样品采集地的香农-威纳指数均在1.8~2.1之间(表3),表明武夷学院符合大多数昆虫群落的香农-威纳指数,生态环境较稳定,且后山茶园处的昆虫多样性及昆虫群落都较丰富和稳定。校园内的昆虫物种数量较多,但昆虫多样性水平较低且群落结构不合理,不同昆虫种类间分布均匀程度较弱,其生态系统处于中级水平且波动性不强。校园生态建设基本符合生态多样性要求,后期在校园生态建设上还需逐步完善。

参考文献:

- [1] 辛娟,董凤林.我国昆虫多样性利用与保护面临的问题及建议[J].甘肃农业科技,2013(1):49-51.
- [2] 武正成,武文卿,李川.城市化过程中的昆虫生态[J].山西农业科学,2008(2):35-37.
- [3] 陈海霞,万建蓉,周洪军,等.生态茶园主要害虫及天敌昆虫种类调查[J].湖南农业科学,2018(7):62-64.
- [4] 聂传朋,蔡鸿辉,李焰焰.武夷学院茶山土壤生态因子调查

- [J].武夷学院学报,2020,39(3):5-10.
- [5] 柳傲,张诗晟,杨中侠.湖南农业大学校园昆虫的多样性调查[J].贵州农业科学,2018,46(7):53-58.
- [6] 王婧,耿慧,于建中,等.上饶师范学院校园昆虫多样性调查研究[J].现代园艺,2019,42(23):27-28.
- [7] 廖肖依,肖芬.昆虫标本的采集、制作和保存方法[J].现代农业科技,2012(6):42-43.
- [8] 吴坤君,龚佩瑜,盛承发.昆虫多样性参数的测定和表达[J].昆虫知识,2005(3):338-340.
- [9] 朱运华,谢小群,曹挥华,等.茶园害虫种类调查[J].蚕桑茶叶通讯,2014(2):36-37.
- [10] 柴正群,杨发军,朱建青,等.云南普洱茶树主要害虫及其综合防治[J].中国西部科技,2012,11(12):51-53.
- [11] 孙春霞,邵元海,徐德良.茶园病虫害绿色防控技术研究进展[J].茶叶,2019,45(4):193-196.
- [12] 黄小巾,康远腾,方双艳,等.武夷学院校园人工木本植物现状调查与分析[J].现代园艺,2018(1):13-15.
- [13] 杨鹭生,李国平.武夷学院校园野生草本植物资源与园林应用[J].武夷学院学报,2014,33(3):63-71.
- [14] 阎海平,谭笑,孙向阳,等.北京西山人工林群落物种多样性的研究[J].北京林业大学学报,2001(2):16-19.

Survey of Insect Diversity of Tea Plantation in Wuyi University

HUANG Wei^{1,2}, YOU Song², NIE Chuanpeng^{2*}

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

2.School of Tea and Food, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300, China)

Abstract: The purpose of this study is to collect and investigate the insects in the tea garden of Wuyi University, compare the insect diversity between the tea mountain and the lawn in the teaching area, so as to find out the diversity of its ecological community. It provides some reference for the comprehensive control of tea garden diseases and insect pests and the optimization of campus ecological environment. The results showed that 57 species of 36 families of 11 orders were collected in Wuyi University, among which the dominant groups were Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera. Through the calculation and comparison of Shannon-Weiner index, Pielou uniformity, species richness and so on, the ecosystem of the insect population in school is at the intermediate level. According to the actual situation, the ecological system of tea garden is improved by intercropping and so on, so as to control the ecological diseases and insect pests of tea garden. It is suggested that the ecological diversity in the school should be further improved by optimizing the species and distribution of vegetation.

Key words: tea plantation; insect; ecological system; Wuyi University

(责任编辑:叶丽娜)

茶梗中活性提取物对鲜切苹果的护色效果

陈志杰

(闽西职业技术学院, 福建 龙岩 364000)

摘要:通过微波萃取法提取茶梗中的生物活性成分,并运用正交试验设计,研究其在不同浓度、温度、浸泡时间条件下,对鲜切苹果的护色效果。单因素试验表明,浸泡温度为30℃时褐变指数最低;褐变指数随浸泡时间延长而降低;提取液浓度为70%时褐变指数最低。正交试验表明,在40%提取液浓度、浸泡时间10 min、浸泡温度35℃的组合条件下,鲜切苹果的褐变指数最低,在自然条件下放置4 d后,其褐变程度低,有效延缓鲜切苹果的氧化,能最大限度保护其色泽变化。

关键词:活性提取物;茶梗;鲜切苹果;护色效果;褐变指数

中图分类号:Q945 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0006-05

我国是产茶大国,2018年茶叶总产量已经突破260万t,而茶梗是茶叶加工中的一个重要副产物,且比重非常大,约占茶叶毛重的30%^[1]。茶梗中含有多种天然生物活性成分,包括茶多酚、茶蛋白、类黄酮、儿茶素、生物碱、茶叶皂苷等,其氨基酸和总糖量甚至高于茶叶^[2]。这些生物成分有助于清除自由基,其产生的代谢产物也同样具有抗氧化能力,能显著的作用于其它生物体特别是果蔬类,减缓其氧化速度,延长保质期。虽然茶梗在其营养组成上有巨大的优势和开发潜力,但当前我国茶叶梗的使用途径有限,利用率极其低下,民间茶叶梗多用于室内或者车内吸附异味,很多茶叶梗甚至被当成废物丢弃,如能将茶梗中的活性物质加以有效利用,则能产生巨大的经济效应。由于苹果在被切开后,其细胞中的多种酚类物质会外流,会被空气缓慢氧化成褐色的醌类物质,醌类进一步氧化聚合变成黑色物质^[3],而醌类的形成不仅影响鲜切苹果的外观,且其具有致癌性,人体摄入后有毒害作用,因此以茶梗为原料,提取出茶梗中的生物活性成分,研究其

对鲜切苹果的护色效果。通过该次研究以期能变废为宝,为茶梗的挖掘利用提供新的思路。

1 材料与方法

1.1 材料和试剂

茶梗,购于龙岩茶叶店;苹果,购于龙岩大润发超市;70%乙醇。

1.2 仪器与设备

微波炉,美的M1-L236A;电子天平,BSAZ24S;恒温水浴锅,HWS-2B;榨汁机,德国OROWA;分光光度计,756P;离心机(TGL-16)。

1.3 方法

1.3.1 茶梗预处理

茶梗用不锈钢刀具切断,切成约1 cm长度。

1.3.2 茶梗活性物质的提取^[4]

称取20 g茶梗,盛入微波器皿中,加入100 mL蒸馏水,微波萃取20 min,收集萃取液,用容量瓶加蒸馏水分别定容稀释为不同浓度的提取液,放置备用。

1.3.3 苹果的处理

苹果洗净、削皮、去核,切成块状,按正交试验表的设计分为9组,在不同条件下浸泡茶梗提取液,其

收稿日期:2021-02-05

作者简介:陈志杰(1981-),男,汉族,讲师,主要从事食品加工与检测的研究。

中不同的浸泡温度通过水浴恒温锅进行设定。

1.3.4 单因素试验

分别用浸泡时间、浸泡温度、提取液浓度为因素,进行单因素对鲜切苹果的色泽影响。

1.3.5 正交试验设计

苹果的褐变受多方面因素的综合影响,其氧化过程是协同作用的结果。从单一因素去探讨苹果的抗氧化效果显然有很大的局限性,为了更科学全面的体现提取液中活性成分对鲜切苹果的护色影响,采用3因素3水平试验,分为9个实验组,因素水平见表1。

表1 因素水平表

Tab. 1 Factor level table

水平	试验因素		
	浓度/% A	浸泡时间/min B	浸泡温度/°C C
1	20	5	25
2	40	10	35
3	80	20	45

1.3.6 鲜切苹果护色测定

褐变指数(browning index)的测定^[9]:每一组分别称取5g苹果块放入榨汁机中,加入10mL70%乙醇,放置20min,6000r/min离心10min,收集上清液备用。设定波长420nm,用乙醇液做空白对照组,用分光光度计测出上述上清液吸光度L。每一试验组每隔一天测定一次褐变指数。吸光度L值越大代表褐变指数越大,褐变程度就越严重。

褐变指数=(L×V)/m,其中:L为吸光值,V为提取液体积(mL),m为样品质量(g)。

2 结果与分析

2.1 单因素分析

2.1.1 温度

称取5g鲜切苹果,用水浴恒温锅调节不同温度,分别在温度20、25、30、35、40、45、50、55℃下用40%茶梗提取液浸泡,浸泡时间为10min,放置1d后测定各组褐变指数。

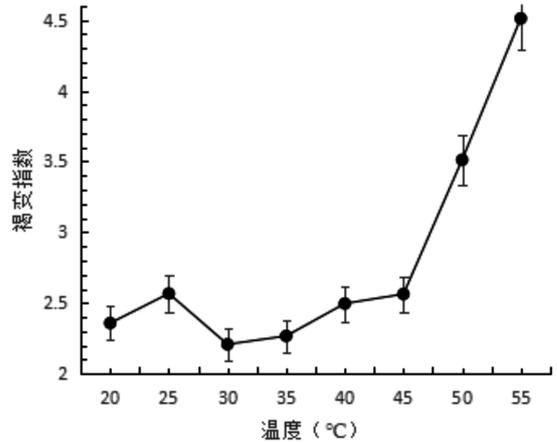


图1 温度对褐变指数的影响

Fig.1 Effect of temperature on Browning Index

从图1可以看出,温度在20~25℃之间,褐变指数呈上升趋势;温度在25~30℃之间,褐变指数呈下降趋势;温度在30~55℃之间,褐变指数呈上升趋势;褐变指数最低点温度在30℃,数值为2.208,原因是茶梗中茶多酚酶等生物活性酶的最适温度在30℃左右,高于或者低于这个温度,酶的反应速率显著下降,其抗氧化能力降低,特别是温度高于50℃之后,其酶系统几乎失活,褐变指数呈指数级上升趋势。

2.1.2 浸泡时间

称取5g鲜切苹果,浸泡温度设定为30℃,用40%茶梗提取液浸泡,浸泡时间分别为0、5、10、15、25、30、35min,放置1d后测定各组褐变指数。

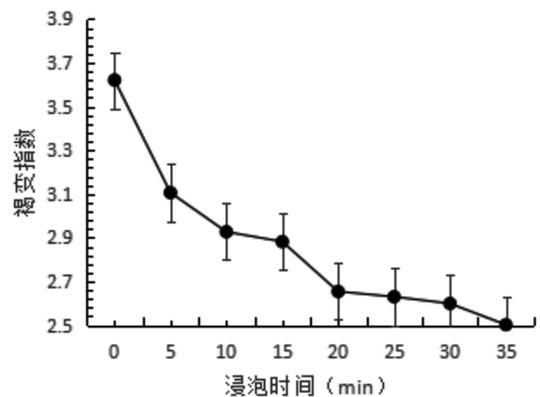


图2 浸泡时间对褐变指数的影响

Fig. 2 Effect of soaking time on Browning Index

从图2可以看出,随着浸泡时间的延长,褐变指数呈逐步下降的趋势,说明浸泡时间越长,其对苹果的抗氧化能力越强,护色能力越强,但是浸泡时间超过20min之后,褐变指数下降的趋势越来越弱,原因是苹果切面产生的多酚类物质与自由基已经被充分

反应完全。

2.1.3 提取液浓度

称取 5 g 鲜切苹果，提取液浓度分别为 20%、40%、60%、80%、100%，浸泡温度设定为 30 ℃，浸泡时间 10 min，提取液浓度分别为 20%、40%、60%、80%、100%，放置 1 d 后测定各组褐变指数。

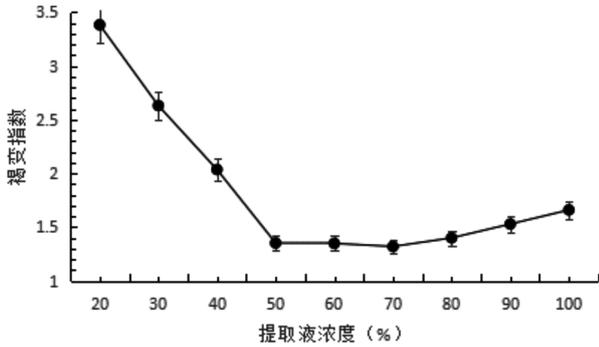


图3 提取液浓度对褐变指数的影响

Fig. 3 Effect of extract concentration on Browning Index

从图 3 可见，提取液浓度从 20%~60% 区间时，褐变指数逐步减小，但是在 70%~100% 区间，褐变指数又慢慢成上升趋势，但上升幅度很弱，原因可能是提取液浓度过大时，会对苹果的内在生物合成系统造成破坏，包括抑制苹果内氨基酸、脂肪酸等次级代谢物的生成途径，从而影响苹果的感官^[6]。

2.2 正交试验分析

2.2.1 褐变指数分析

该试验一共分为 9 个实验组，每个实验组每隔一

天测定一次吸光度值 A，共测定 4 d，带入公式计算出对应的褐变指数。测定结果见图 4。

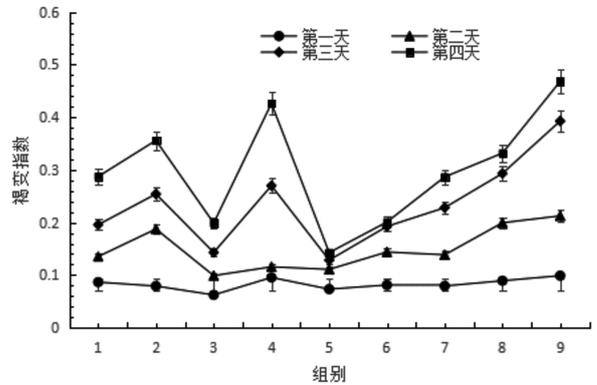


图4 放置 4 d 各组的褐变指数

Fig.4 Browning index of each group for four days

从图 4 可以看出，随着时间推移，所有组的褐变指数都在变大，原因是鲜切水果在被切开后，切面会产生大量自由基^[7]，加速苹果的褐变过程。第 3 组跟第 5 组的褐变程度较低，且随着时间的推移，吸光度 A 值的变化不是很大，原因是茶多酚酶在该条件下，生物活性较高，清除自由基的能力较强，有较强的抗氧化效果。第 9 组的变化最大，其褐变指数也跳跃的比较大，在第 2 天的时候其褐变指数就高达 0.212 5，说明在该组条件下，茶梗中活性成分的功能受到抑制，无法发挥最大功效。

2.2.2 正交试验表分析

正交试验结果见表 2，从极差值结果可知温度对

表 2 $L_9(3^4)$ 正交试验

Tab. 2 $L_9(3^4)$ orthogonal test

试验号	因素			褐变指数				总和
	浓度 A/%	时间 B/min	温度 C/℃	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	
1	20	5	25	0.086 5	0.135 2	0.195 7	0.287 3	0.704 7
2	20	10	45	0.079 1	0.187 5	0.254 1	0.356 0	0.856 7
3	20	20	35	0.062 2	0.098 9	0.142 9	0.198 8	0.502 8
4	40	5	45	0.095 4	0.115 6	0.269 9	0.426 3	0.907 2
5	40	10	35	0.073 2	0.110 8	0.128 4	0.142 7	0.455 1
6	40	20	25	0.081 1	0.143 8	0.192 4	0.200 8	0.618 1
7	80	5	35	0.079 2	0.138 5	0.228 1	0.286 6	0.732 4
8	80	10	25	0.089 2	0.199 4	0.293 2	0.331 8	0.913 6
9	80	20	45	0.098 8	0.212 5	0.392 8	0.468 2	1.172 3
K_1	2.064 2	2.344 3	2.236 4					
K_2	1.980 4	2.225 4	1.690 3					
K_3	2.818 3	2.293 2	2.936 2					
极差 R	0.837 9	0.118 9	1.245 9					
主次顺序				$C>A>B$				
优水平	A_2	B_2	C_2					
优组合				$A_2 B_2 C_2$				

护色影响最大,其次是浓度,时间的影响最小。最优的实验组和应该是 $A_2B_2C_2$,即浓度 20%,时间 10 min,温度 35 ℃是最佳工艺条件。

从表 2 可以看出,3 个因素中,浸泡温度的重要性最大,其次是提取液浓度,最后是浸泡时间。最优组合为第 5 组实验,即在 40%提取液浓度、浸泡时间 10 min、浸泡温度 35 ℃的组合条件下,鲜切苹果的褐变指数最低,护色效果最佳,结果表明并不是温度越高护色效果越好,原因是高温会使茶多酚酶失活^[8],且高温浸泡会使苹果蛋白质变性,维生素遭破坏,口感变差,使苹果的食品属性大打折扣;浸泡时间也不是越长越好,主要原因是一定时间后,苹果切面物质已经被氧化完全,到达一个平台期,同时长时间的浸泡液会加速鲜切苹果中水溶性维生素的流失;提取液的浓度也不是越高越好,原因可能是酶催化的底物饱和^[9]。

2.2.2 正交试验表分析

表 3 正交试验结果方差分析

Tab.3 Analysis of variance of orthogonal test results

来源	平方和	自由度	均方差	F 值	$F_{(0.05)}$
A	1.650	2	0.825	3.840	19
B	0.002	2	0.001	0.004	
C	0.260	2	0.130	0.600	
误差 E	0.430	2	0.215		
总变异 CV	2.340	8			

2.3 鲜切苹果感官分析

鲜切水果的感官色泽是其天然水果的重要生物特性,也侧面反应出它的营养价值,是消费者对它最直观的期望,但是水果中的天然色素极不稳定^[10],接触空气后会被逐渐氧化分解。分别拍摄了 9 组实验组在放置不同时间之后的照片,以期通过感官分析验证之前的褐变指数测定。

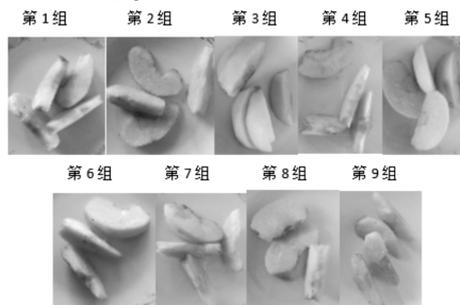


图 5 第一天色泽观察

Fig. 5 Colour and lustre observation on the first day



图 6 第二天色泽观察

Fig.6 Colour and lustre observation on the second day

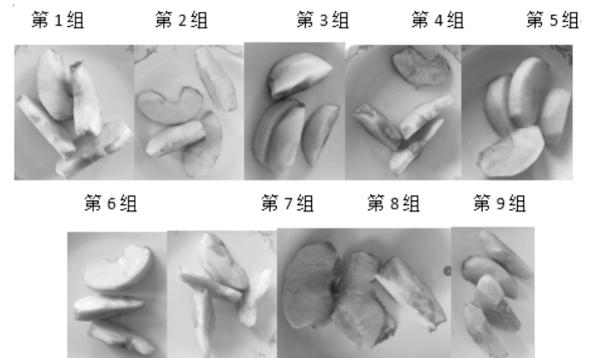


图 7 第三天色泽观察

Fig. 7 Colour and lustre observation on the third day



图 8 第四天色泽观察

Fig. 8 Colour and lustre observation on the fourth day

从图 5 至图 8 可以看出,随着放置时间的增长,第 3 组和第 5 组的颜色变化相对较小,褐变程度较低;第 9 组的颜色变化最大,褐变程度最高。感官观察结果与之前的褐变指数测定结果是相一致的。

3 结论

研究表明,茶梗中的提取出的生物活性物质中含

有较丰富的抗氧化活性物质,其提取液在浸泡鲜切苹果后,会有效遏制苹果表面酚类物质及自由基的氧化,延缓褐变反应,较大程度的保持苹果的自然色泽,有较强的护色作用,通过正交试验可知在浓度40%,温度35℃,浸泡时间10min条件的实验条件下,茶梗提取液对鲜切苹果的护色效果最好。茶梗作为茶叶加工的一个副产物,本身含有丰富的天然抗氧化剂,且对人体无毒害作用,通过本实验,表明其可用于鲜切水果的护色处理,为茶梗的加工利用提供了新的应用思路,对实际生产具有一定的理论指导意义。

参考文献:

- [1] 沈强,潘科,郑文佳.茶叶副产物的开发利用现状[J].贵州茶叶,2012,40(4):3-6.
- [2] 王伟伟,施莉婷,俞露婷,等.不同茶类加工副产物的化学成分分析[J].食品工业科技,2018,39(24):260-265.
- [3] 连文绮,樊迎,张丹.不同褐变抑制剂对鲜切苹果保鲜性能的影响[J].山西农业科学,2018,46(2):284-287.
- [4] 王伟伟,张建勇,陈琳,等.茶梗的综合利用研究进展[J].茶叶通讯,2020,47(1):20-24.
- [5] 齐海萍,胡文忠,姜爱丽,等.几种抗褐变剂对鲜切富士苹果褐变的抑制效果[J].江苏农业科学,2011,39(4):358-360.
- [6] 管馨馨,胡文忠,李婉莹,等.毛茶茶多酚提取工艺优化及其对鲜切苹果品质的影响[J].食品工业科技,2019,40(23):124-129.
- [7] 李长江,朱珊珊,王娜,等.Vc@SeNPs 抗氧化活性评价及其对鲜切苹果品质的影响[J].食品与发酵工业,2020,46(13):174-181.
- [8] 李京赞,刘玉德,石文天,等.植物果蔬的褐变及抑制的研究[J].包装与食品机械,2019,37(1):63-67.
- [9] 魏敏.鲜切苹果酶促褐变底物研究[J].现代园艺,2015(15):5-6.
- [10] 余丹丹,黄素雅.果蔬前处理过程护色工艺研究及浅析[J].粮食与食品工业,2016,23(6):56-60.

Color Protection of Fresh Cut Apple by Active Extract From Tea Stem

CHEN Zhijie

(Minxi Vocational and Technical College, Longyan, Fujian 364000, China)

Abstract: The bioactive components of tea stem were extracted by microwave extraction, and their color protection effects on fresh cut apple were studied by orthogonal experiment design under different concentration, temperature and soaking time. The single factor test showed that the Browning index was the lowest when the soaking temperature was 30℃. The Browning index decreased with the extension of soaking time. The lowest Browning index was found when the solubility of the extract was 70%. The orthogonal test showed that the Browning index of fresh-cut apples was the lowest under the conditions of 40% extraction solubility, soaking time 10 minutes and soaking temperature 35℃. The Browning degree of fresh-cut apples was low after 4 days under natural conditions, which effectively delayed the oxidation of fresh-cut apples and protected their color change to the maximum extent.

Key words: active extract; tea stem; fresh cut apple; color protection; browning index

(责任编辑:聂传朋)

柚皮开发残渣对水体六价铬吸附性能分析

郑璐嘉, 谢建华

(1.漳州职业技术学院 食品工程学院, 福建 漳州 363000;
2.农产品深加工及安全 福建省高校应用技术工程中心, 福建 漳州 363000)

摘要:采用 FeSO_4 改性综合开发后的柚皮残渣,开展水体六价铬 Cr(VI) 吸附研究,探讨吸附剂添加量、吸附时间、吸附温度、废水 pH 值及废水 Cr(VI) 初始浓度对吸附效果的影响。静态吸附实验结果表明,当废水 Cr(VI) 含量为 50 mg/L 时,综合考虑成本及 GB 8978—2002 污水综合排放标准,最佳吸附条件为:吸附温度为 20 $^{\circ}\text{C}$,废水 pH 值为 2,吸附剂添加量为 10 g/L,吸附时间为 60 min,此时 Cr(VI) 的去除率和吸附量可分别达 99.05% 和 4.95 mg/g。

关键词:柚皮残渣;水体六价铬;吸附性能;废水处理

中图分类号:X703.1;TS209 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0011-05

Cr(VI) 是一种重要的水体污染物,印染、电镀、皮革制造、炼钢、采矿等工业过程都能产生含铬废水^[1],而产生的 Cr(VI) 能在水体中富集并通过饮水、饮食等环节进入人体,从而对环境和人体健康产生严重影响,因此 Cr(VI) 污染问题一直是水体污染治理等方面研究的热点。水体中 Cr(VI) 的处理主要包括离子交换法、蒸发回收法、化学还原沉淀法、电化学还原法和吸附法等^[2-3]。其中吸附法特别是生物质吸附法具有效率高、价格低廉、环境友好等特点而得到广泛应用^[4]。生物质吸附法的作用机理是利用纤维素的特性对重金属离子进行吸附,因为纤维素是一种具有多孔隙和较大比表面积的纤维状多毛细管的立体规整性高分子聚合物,且其分子内含有许多亲水性羟基,对重金属离子具有一定的吸附作用。此前已有研究采用柑橘、香蕉、柚子、石榴等纤维素含量较高的果皮开展水体 Cr(VI) 吸附研究^[5-8]。

然而上述研究均将果皮不加以利用直接开发为吸附剂,事实上,果皮中一般含有许多可开发利用的物质,可提取香精、黄酮、果胶、膳食纤维、天然色素等产品。这些物质对吸附作用贡献较小,有研究发现,这些物质大多为有机物,作为吸附剂进入水体可能导致水体中生化需氧量(BOD)和化学需氧量(COD)含量增高^[9-10],造成二次污染。如果我们可以将果皮上有用的物质先进行提取后再开展吸附研究,一方面可以更大程度提高果皮的利用价值,避免浪费,另一方面可能还可去除对吸附过程贡献较小或可能造成二次污染的物质,提高果皮吸附剂的吸附效率和环保性。而将果皮进行开发利用后的残渣制作成吸附剂,是否也能达较好的吸附效果还尚未见报道。

漳州平和县是蜜柚之乡,2020年全县蜜柚种植规模 $4.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 、年产量达 130 万 t,年产值 50 亿元,涉柚产业产值超百亿元^[11]。柚子中一半以上的质量是果皮,实现对柚皮的综合利用具有重要意义。针对柚皮的特点,尝试将柚皮开发后的残渣制作为高效重金属吸附剂,并采用 FeSO_4 对其进行改性。 FeSO_4 本身就是一种水处理剂^[12],相对其他改性物质不仅对水体影响较小还可能提高水处理效果。开展实验探讨 FeSO_4 改性的柚皮开发残渣对水体 Cr(VI) 的吸附效果,并尝

收稿日期:2021-01-29

基金项目:福建省中青年教师教育科研项目(JAT191420);
福建省科技计划项目(2018N2002)。

作者简介:郑璐嘉(1989-),女,汉族,讲师,主要从事环境生态、环境治理方面研究。

试探究最佳吸附条件。

1 材料与方法

1.1 主要仪器与试剂

主要仪器:紫外可见分光光度计;微型高速粉碎机;pH计;水浴恒温振荡器;数显鼓风干燥箱;电子显微镜。

主要材料与试剂:材料有漳州平和产黄柚柚皮;试剂有重铬酸钾、二苯碳酰二肼、丙酮、氢氧化钠、盐酸、磷酸、硫酸,均为分析纯。

1.2 吸附剂的制作及表征

对柚皮中的香精、黄酮、果胶、膳食纤维、天然色素等产品进行提取后的残渣用清水仔细洗涤,在65℃的条件下,放置于鼓风烘箱中(105±2)℃干燥一昼夜至恒重。烘干后经微型高速粉碎机粉碎,过80目筛,放入干燥器备用。按1:10的质量比称取上述处理后的柚子皮粉和FeSO₄,用1L蒸馏水将两者混合并在常温条件下以150 r/min的速度振荡2h,再次放置于鼓风烘箱中(105±2)℃干燥一昼夜至恒重,取出后过80目筛,得到FeSO₄改性柚皮残渣吸附剂(wasted pomelo peel, WPP)。

用电子显微镜扫描WPP的结果显示,该吸附剂表面粗糙,孔道和通道较多,比表面积大,表面均一性较好。这说明该吸附剂具有一定的吸附能力。

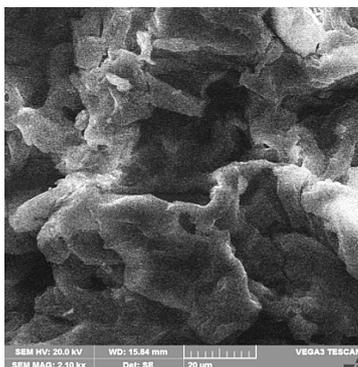


图1 WPP电子显微镜扫描图

Fig.1 SEM image of WPP

1.3 模拟废水的制备及吸附实验

取分析纯重铬酸钾溶液加蒸馏水配制不同浓度的Cr(VI)模拟废水,pH值为6~6.5。往250 mL具塞锥形瓶中装入100 mL模拟废水,通过控制废水pH、吸

附剂添加量、吸附时间、吸附温度、废水初始Cr(VI)浓度,开展静态吸附实验,探究吸附剂WPP对水中Cr(VI)的吸附能力,用二苯碳酰二肼分光光度法测定水中Cr(VI)含量,并计算Cr(VI)去除率 R 和吸附量 q 。相关计算公式为

$$R = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

$$q = \frac{(C_0 - C_1) \times V}{M \times 1000} \quad (2)$$

其中: R 为Cr(VI)去除率(%); q 为Cr(VI)吸附量(mg/g); C_0 为吸附前溶液中Cr(VI)含量(mg/L); C_1 为吸附后溶液中Cr(VI)含量(mg/L); M 为吸附剂添加量(g); V 为溶液体积(mL)。

2 结果与讨论

2.1 吸附剂添加量对吸附效果的影响

取100 mL Cr(VI)初始浓度为50 mg/L的模拟废水,pH值为6.5,在室温20℃的条件下,分别往其中加入0.2、0.4、0.6、0.8、1、1.2、1.4、1.6 g吸附剂WPP,吸附时间为120 min,吸附完成后计算Cr(VI)的吸附量和去除率,结果如图1所示。结果显示,随着吸附剂添加量的增加,Cr(VI)的去除率逐渐上升,但Cr(VI)的吸附量逐渐下降。出现上述现象的原因为Cr(VI)浓度一定的情况下,增加吸附剂添加量将会有更多的吸附点位剩余,所以吸附量逐渐降低。当添加量为1 g时,Cr(VI)去除率可达95%以上,继续增加添加量,Cr(VI)的去除率增加速度明显减缓并接近100%。为了更好地发挥吸附剂吸附潜能,避免浪费,选择1 g作为最佳添加量。

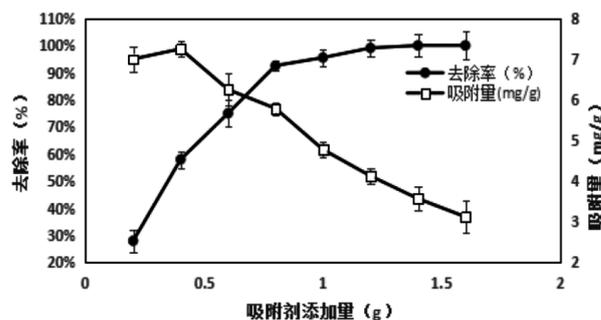


图2 吸附剂添加量对吸附效果的影响

Fig.2 Effect of adsorbent mass on Cr(VI) adsorption efficiency

2.2 吸附时间对吸附效果的影响

取 100 mL Cr(VI)初始浓度为 50 mg/L 的模拟废水, pH 值为 6.5, 在室温 20 °C 的条件下, 往其中加入 1 g 吸附剂 WPP, 分别在振荡 10、20、30、40、50、60、90、120 min 时测定 Cr(VI)的吸附量和去除率, 结果如图 2 所示。结果显示, 随着吸附时间的增加, Cr(VI)的吸附量和去除率均逐渐上升, 在 60 min 时分别达到 97.53% 和 4.88 mg/g, 基本达到吸附平衡。之后由于吸附点位越来越少, 去除率和吸附量的上升速度都逐渐降低, 在 120 min 时去除率和吸附量甚至有所降低, 这可能是吸附时间较长出现了解吸现象所致。综合考虑吸附剂的利用率, 可选择 60 min 作为吸附时间。

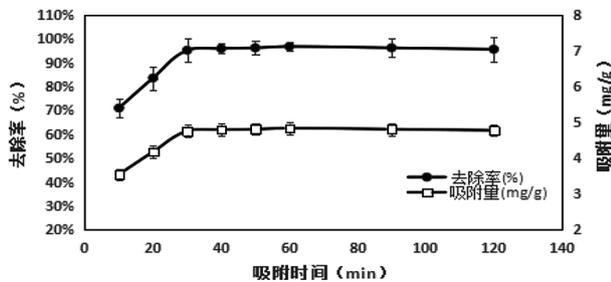


图 3 吸附时间对吸附效果的影响

Fig.3 Effect of adsorption time on Cr(VI) adsorption efficiency

2.3 吸附温度对吸附效果的影响

取 100 mL Cr(VI)初始浓度为 50 mg/L 的模拟废水, pH 值为 6.5, 往其中加入 1 g 吸附剂 WPP, 分别在 20、25、30、35、40、45、50 °C 的条件下振荡 60 min, 随后测定 Cr(VI)的吸附量和去除率, 结果如图 3 所示。结果表明, 随着吸附温度增加, Cr(VI)的吸附量和去除率都有所上升。可能的原因是 20 °C 以下时, 吸附的过程主要以物理吸附为主, 达到 20 °C 时分子热运动最为活跃容易出现解吸的现象^[13], 所以去除效率和吸附量都较低。随着温度逐渐上升, 吸附过程转为化学吸附为主, 吸附剂 WPP 通过 Fe²⁺改性, 化学吸附作用明显, 随着温度升高, 化学吸附作用增加, 所以去除效率和吸附量都逐渐增加。但值得一提的是, 反应温度从 20 °C 上升至 50 °C 的过程中, 去除效率和吸附量的增幅较小, 分别仅从 95.53% 和 4.77 mg/g 升至 98.24% 和 4.91 mg/g, 并未达到显著水平 ($P > 0.05$)。由于增温将耗费较多的成本及能源, 综合考虑, 吸附实验可在室温下开展。

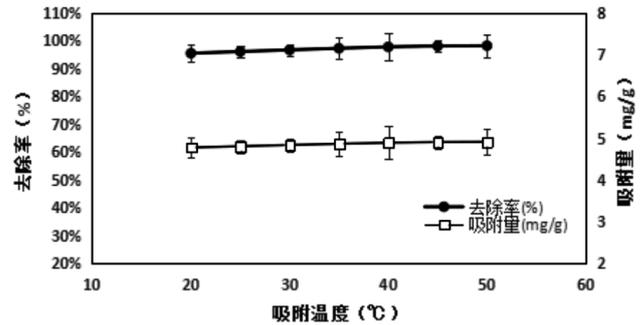


图 4 吸附温度对吸附效果的影响

Fig.4 Effect of reaction temperature on Cr(VI) adsorption efficiency

2.4 pH 值对吸附效果的影响

取 100 mL Cr(VI)初始浓度为 50 mg/L 的模拟废水, 用 H₂SO₄ 和 NaOH 将废水的 pH 值分别调至 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12, 然后加入 1 g 吸附剂 WPP, 在 20 °C 室温下, 振荡 60 min 后测定 Cr(VI)的吸附量和去除率, 结果如图 4 所示。结果显示, 随着 pH 值的升高, Cr(VI)的吸附量和去除率都逐渐降低。可能的原因是, 在 pH 值较低的情况下, Cr(VI)主要以 Cr₂O₇²⁻的形式存在, 只有少部分以 CrO₄²⁻的形式存在, 而柚子皮对 Cr₂O₇²⁻的吸附能力更强, 所以去除率和吸附量较高^[14]。随着 pH 值升高, CrO₄²⁻和 Cr₂O₇²⁻含量所占比重发生变化, 去除率和吸附量将逐渐降低, 因此有研究认为废水 pH 值越低对 Cr(VI)的吸附越有利。结果还显示, 去除率和吸附量在 pH 值小于 8 时下降的幅度较小, 大于 8 之后开始显著下降 ($P < 0.05$)。许多研究都发现柚子皮对废水 pH 值有一定的缓冲能力^[14]。废水 pH 值小于 8 时, 加入吸附剂 WPP 后废水 pH 值会适当降低。而当废水 pH 值大于 8 时, 加入吸附剂 WPP 对废水 pH 值基本无影响, 这说明柚子皮对 pH 值废水的缓冲能力有一定范围。综上, 废水 pH 值较低对吸附过程较为有利, 但是当 pH 值小于 2 时会造成水体污染, 所以此处选择 2 作为废水 pH 调节值。

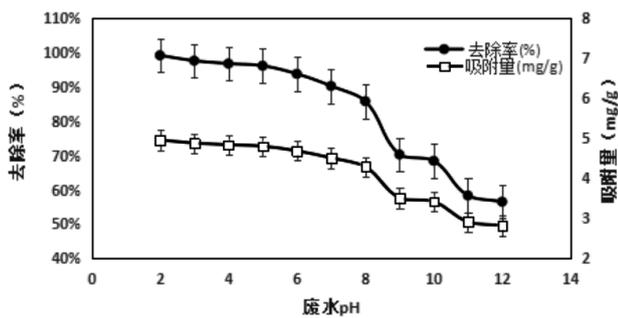


图5 废水 pH 值对吸附效果的影响

Fig.5 Effect of pH on Cr(VI) adsorption efficiency

2.5 Cr(VI)初始浓度对吸附效果的影响

为更好地探究吸附剂的吸附效果，我们分别取 100 mL Cr(VI)初始浓度为 20~100 mg/L 的模拟废水，往其中加入 1 g 吸附剂 WPP，在室温 20 ℃，废水 pH 值为 2 的条件下振荡 60 min，测定吸附剂的吸附量和 Cr⁶⁺ 的去除率，结果如图 5 所示。结果显示，随着 Cr(VI) 初始浓度的增加吸附量和去除率都逐渐增加，在 50 mg/L 时达到峰值分别为 99.06% 和 4.95 mg/g，之后由于吸附点位基本被占据，所以吸附量和去除率开始下降。研究表明，一般电镀厂产生的污水 Cr(VI) 浓度为 50~100 mg/L^[14]，在当前实验条件下，吸附剂 WPP 对 Cr(VI) 浓度为 50 mg/L 的废水处理后浓度为 0.47 mg/L，符合 GB 8978—2002 污水综合排放标准中 Cr(VI) 最高允许排放质量浓度。因此，在实际运用中，通过调整吸附条件例如根据比例调整吸附剂的添加量可能还可处理更多其他浓度的含铬废水。

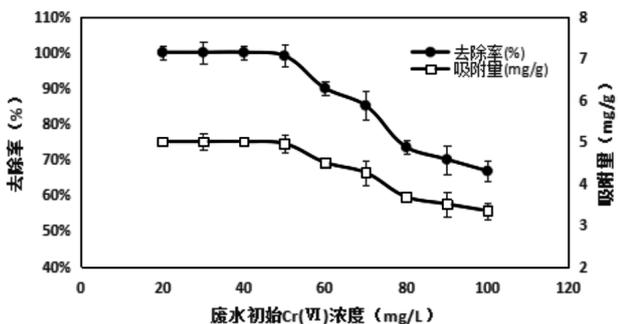


图6 废水初始对吸附效果的影响

Fig.6 Effect of initial mass concentration on Cr(VI) adsorption efficiency

3 结果与展望

(1) 研究所开发的吸附剂 WPP 对水体中 Cr(VI) 具

有较好的吸附效果，同时可实现对柚皮更充分的应用和避免水体的二次污染。吸附剂 WPP 可能可以开发成为一种低成本、环保、高效的水体 Cr(VI) 吸附剂。

(2) 静态吸附实验结果表明，综合考虑成本及吸附效果，在室温下，当废水 pH 值为 2，吸附剂添加量为 10 g/L，振荡时间为 60 min 时吸附剂对 Cr(VI) 的去除率和吸附量最高。处理后可使 50 mg/L 的含铬废水中 Cr(VI) 含量符合 GB 8978—2002 污水综合排放标准。通过调整实验条件，吸附剂 WPP 可能可以处理更多浓度的含铬废水。

(3) 吸附剂 WPP 可以达到较好的 Cr(VI) 去除效果，但吸附量还不够高。之后可进一步开展研究探讨相关吸附机理并在此基础上尝试其他改性方式，以期获得更好地吸附效果。

参考文献:

- [1] SUGASHINI S , BEGUM K M M S , RAMALINGAM A . Removal of Cr(VI) ions using Fe-loaded chitosan carbonized rice husk composite beads (Fe-CCRCB): Experiment and quantum chemical calculations [J]. Journal of Molecular Liquids, 2015, 208: 380-387.
- [2] POKHRELI D , VIRARAGHAVAN T . Arsenic removal from an aqueous solution by a modified fungal biomass[J]. Water Research, 2006, 40(3):549-552.
- [3] 王建龙,陈灿. 生物吸附法去除重金属离子的研究进展[J]. 环境科学学报, 2010, 30(4): 673-701.
- [4] 陈艺敏. 枇杷核吸附废水中铜离子的实验研究[J]. 漳州职业技术学院学报, 2020, 22(2): 81-85.
- [5] JAMIL R M , SAIMA Q M , M I B , et al. Characterization of banana peel by scanning electron microscopy and FT-IR spectroscopy and its use for cadmium removal [J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2008, 66(2):260-265.
- [6] MOHAMMAD A ,RIFAQAT A K R ,RAIS A ,et al. Adsorption studies on Citrus reticulata (fruit peel of orange): removal and recovery of Ni(II) from electroplating wastewater[J]. Journal of Hazardous Materials, 2000, 79(1):117-131.
- [7] AMIT B ,A K M ,MIKA S .Adsorptive removal of cobalt from aqueous solution by utilizing lemon peel as biosorbent [J]. Biochemical Engineering Journal, 2009, 48(2):181-186.
- [8] RIFAQAT A K R , FOUZIA R , MOHAMMAD K . Removal of Cr(VI) from electroplating wastewater using fruit peel of

- Leechi (*Litchi chinensis*) [J]. *Desalination and Water Treatment*, 2012, 49(1/2/3):136-146.
- [9] 裴媛媛,刘敬勇,王靖宇,等. 柚子皮对水中 Pb(II)吸附性能的试验研究[J]. *广东农业科学*, 2011, 38(16): 134-136.
- [10] 聂锦霞,张大超. 柚子皮粉对含铬废水的吸附效果及吸附动力学研究[J]. *安徽农业科学*, 2012, 40(2): 976-977.
- [11] 赖伟玲. 平和蜜柚节将于 22 日开幕[N]. *闽南日报*, 2020-09-06(02).
- [12] 全国化学标准化技术委员会水处理剂分会. 水处理剂硫酸亚铁: GB 10531—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [13] 付宏渊,邱祥,王琼,等. 铁盐改性柚子皮对含铬废水的吸附性能[J]. *中南大学学报(自然科学版)*, 2017,48(9): 2271-2278.
- [14] 沈士德,徐娟. 改性柚皮粉对水中 Cu(II)和 Zn(II)的吸附[J]. *环境科学与技术*, 2010, 33(12): 115-119.
- [15] 李航彬,钱波,黄聪聪,等. 钡盐沉淀法处理六价铬电镀废水[J]. *电镀与涂饰*, 2014, 33(9): 391-395.

Analysis on the Adsorption of Cr(VI) in the Water on Pomelo Peel Residue

ZHENG Lujia, XIE Jianhua

(1.School of Food and Biology Engineering, Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou, Fujian 363000, China;

2. The Applied Technical Engineering Center of Further Processing and Safety of Agricultural Products,

Higher Education Institutions in Fujian Province, Zhangzhou, Fujian 363000, China)

Abstract: The pomelo peel were comprehensively utilized and the residue modified by FeSO_4 were used to carry on the research on the Cr (VI) in water. Affecting factors on the adsorption including adsorbent dosage, adsorption time, pH value, reaction temperature and initial concentration of Cr (VI) were investigated. The result of static adsorption experiment showed that under the optimum conditions, reaction temperature of 40 °C, pH of 2, adsorbent dosage of 10 g/L and adsorption time of 60 min, the removal rate and adsorption capacity of Cr(VI) were 99.05% and 4.95 mg/g respectively, considering the economic cost and relevant standards.

Key words: pomelo peel residue; Cr(VI) in water; adsorption; sewage treatment

(责任编辑:叶丽娜)

天宝岩保护区居民受偿意愿及影响因素

李宁¹, 赵敬东², 蔡昌棠³, 刘进山³, 陈妍¹, 陈凤¹, 何东进^{1*}

(1.福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002; 2.福建江夏学院, 福州 福建 350002;
3.永安天宝岩国家级自然保护区, 福建 永安 366032)

摘要:运用天宝岩国家级自然保护区的居民调查数据,采用条件价值评估法中有关受偿意愿的调查方法和多元逻辑回归分析方法,研究居民的生态补偿意愿及其影响因素。结果表明:保护区居民的家庭收入与林地面积密切相关,区内居民具有一定的环境保护意识;198份有效问卷中愿意接受补偿的比例为98.99%,居民生态补偿意愿为345.75元/hm²;Logit回归模型的计量分析结果表明,居民的受偿意愿受教育水平、干部职位、家庭总收入、家庭劳动力数量、居民获得信息的数量以及是否居住在保护区内有显著影响。研究认为提高保护区居民的生态保护意识,实施合理的生态补偿是解决森林生态系统保护与可持续发展问题的关键。

关键词:生态补偿;受偿意愿;条件价值评估法;天宝岩国家自然保护区

中图分类号:F327 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0016-05

建立自然保护区对维护区域生态系统平衡、保护资源环境等方面具有重要作用^[1]。如何通过行政和经济手段,协调自然保护区与周边社区之间的利益关系、缓解自然保护区与当地发展之间的矛盾,是自然保护区管理所面临的基本问题^[2]。作为一种促进生态保护和调节利益相关者关系的经济手段,生态补偿制度正日益受到人们的关注,在自然保护区建立生态补偿制度,是解决自然保护区资金短缺、拓宽融资渠道、协调保护区与周边地区经济发展矛盾的关键^[3]。生态补偿在我国海洋^[4-6]、森林^[7-8]、流域^[9-10]等领域应用广泛,为天宝岩自然保护区的生态补偿研究和实践提供重要的参考依据。生态补偿研究包括内涵、主体、标准、方式及效应评价等方面^[11-12],其补偿标准是生态补

偿研究的重点,制定合理的补偿标准,有利于促进自然保护区资源环境的保护和社区经济的可持续发展。

目前我国对自然保护区的生态补偿没有统一标准,为了取得较好的生态环境和社会经济效益,科学合理的生态补偿标准应充分考虑居民的生计和主体地位,其受偿意愿是补偿标准的关键要素^[13]。因此,研究以天宝岩自然保护区为例,对保护区居民进行问卷调查,并通过Logit回归模型分析居民受偿意愿的影响因素,结合居民的受偿意愿确定合理的补偿标准,对激发居民参与保护的积极性和完善保护区生态补偿政策具有重要意义。

1 研究区概况

福建省天宝岩国家级自然保护区位于福建省永安市,总面积为11 015.38 hm²,属于中低山地貌,海拔580~1 604.8 m。这里主要保护森林生态系统和生物资源,其中重点保护对象是长苞铁杉林(*Tsuga longibracteata* W C Cheng)、猴头杜鹃林(*Rhododendron simiarum* Hance)等原始森林和东南地区首次发现的山间盆地泥炭藓沼泽。天宝岩保护区有西洋镇、清水乡

收稿日期:2020-07-09

基金项目:国家自然科学基金项目(31370624,41301203);
福建省自然科学基金项目(2008J0116,2011J01071)。

作者简介:李宁(1996-),女,汉族,在读研究生,从事森林经理学研究。

通讯作者:何东进(1969-),男,汉族,教授,从事森林生态学与景观生态学研究。

和上坪乡 3 个乡镇,以及龙头、丰田、内炉等 12 个行政村,44 个自然村,其中在保护区内有 5 个自然村,分别是沟墩坪、南后、三百寮、香木岭和西溪村,有 111 户 459 人^[14]。

2 研究方法

2.1 数据来源

调查与试验所得数据通过中国期刊网、万方数据库、国家林业部和环境保护部工作网等查阅天宝岩自然保护区的研究成果资料,福建省相关机构以及天宝岩自然保护区网站发布的社会公共资源数据等。

2.2 问卷设计

主要从当地居民对建立天宝岩保护区的态度、居民采取的保护措施所希望得到补偿的思路来设计问卷,调查的主要内容分为 3 个部分:第 1 部分主要是以开放性的问题了解受访者的基本情况、收入来源和其他生产生活情况;第 2 部分是询问居民对建立天宝岩保护区的态度;第 3 部分是了解区内保护措施对居民家庭生活生产带来的影响以及居民的受偿意愿。在天宝岩保护区共向当地居民发放 200 份(200 户)问卷,有效问卷 198 份,有效回收率为 99%,这表明问卷设计得比较合理,内容关乎保护区居民的切身利益,居民的积极参与度较高。

2.2 研究方法

条件价值评估法(contingent valuation method, CVM)是目前世界范围内比较热门地衡量环境物品经济价值的重要方法^[15]。在假想市场条件下,可以使用直接调查和咨询的方法了解人们对生态系统服务功能的支付意愿或受偿意愿,再用其支付意愿或受偿意愿评估出环境商品的经济价值^[16]。因此,本文选择 CVM 法中的受偿意愿(willings to accept, WTA)方法对天宝岩保护区居民的受偿意愿、影响因素和接受补偿意愿值的差异性进行分析。

3 天宝岩国家级自然保护区居民受偿意愿分析

3.1 受访者的特征分析

此次调查中,男性人数(67.17%)高于女性人数

(32.83%)的两倍;受访者年龄 51 岁以上(55.05%)最多,其次为 31~50 岁(33.33%)。在问卷调查期间,发现当地大部分青壮年到外地经商和务工,留守家庭的主要是老人和妇女;受访者的受教育程度集中在初中和小学以下水平,两者所占比例为样本总量的 86.37%,说明居民的受教育程度普遍偏低;居民家庭劳动力为 1 人最多,占样本总量的 50%,说明大部分家庭劳动力少,收入水平低;从居民拥有的林地面积来看,48.48%的居民拥有林地面积在 2.0~3.3 hm² 之间,说明当地居民对林地依赖程度高,急需当地政府制定并实施合理的生态补偿政策。

3.2 居民对建立保护区的态度分析

通过调查保护区居民对建立保护区的态度情况,发现 25.26%的居民非常支持,56.57%的居民不支持,说明建立自然保护区对居民生产生活产生负面影响。

(1)建立保护区的负面影响。分析不支持建立保护区的原因表明,93.94%居民没有得到足够的补偿资金,这是不支持建立保护区的主要原因;88.89%的居民认为建立保护区减少了林地面积,加上就业困难,难以维持生计;70.71%的居民认为林地被划入保护区,会限制伐木和木材的生产经营,造成经济损失;20.71%的居民认为限制烧柴能源的利用;44.44%的居民不清楚生态补偿政策。这些说明有效的政策宣传有助于改善居民对建立保护区的态度,同时提高保护区内居民生态补偿标准,是改变居民对建立保护区态度的关键(图 1)。

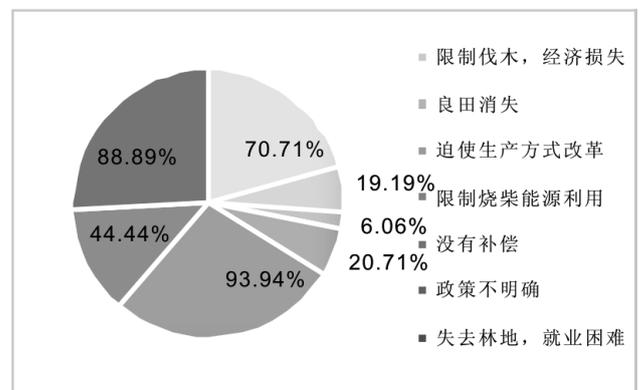


图 1 建立保护区的负面影响

Fig.1 Negative impact of establishing protected areas

(2)建立保护区的正面影响。11.11%的居民认为建立保护区给他们带来了新的思想,使他们理解了保

护生态环境的重要性;6.06%的居民认为改变了生产生活方式,从而探索新的经济发展道路;3.54%的居民认为给当地引进了新的技术(如推广林业实用科技),使传统经济模式发生变革;35.86%的居民认为交通状况有所改善;19.70%的居民认为保护了生物多样性,野生动物的数量正在增加;14.14%的居民认为水质变好;11.11%的居民认为绿地面积增加(图2)。

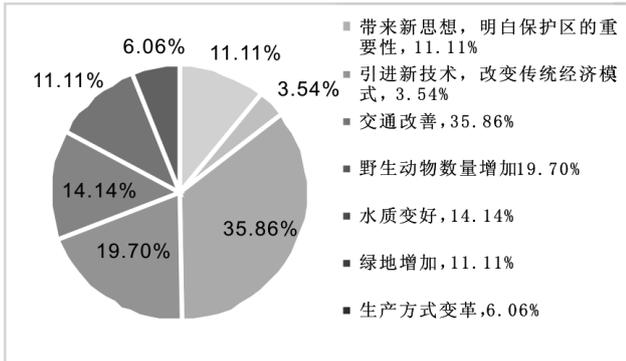


图2 建立保护区的正面影响

Fig.2 Positive impact of establishing protected areas

3.3 保护区居民受偿意愿分析

根据居民的受偿意愿值描绘投标数额的人数频率分布(图3),受偿意愿分布在0、30、90、120、150、300、375、450、525、600、900、1 200、1 500 元/hm²,其中受偿意愿为375元/hm²的人数最多,占有效问卷的27.27%,其次是受偿意愿为300与525元/hm²的人数,分别占有效问卷的20.71%与22.73%,而1.01%的居民(受偿意愿值为0元)不愿意接受补偿。

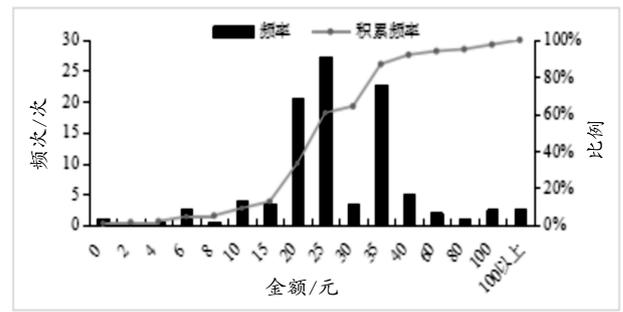


图3 受偿意愿频率分布

Fig.3 Frequency distribution of willingness to accept

根据受偿意愿分布频率数据,可以计算出保护区居民受偿意愿值为

$$E(WTA) = \sum_{i=1}^{16} P_i \cdot b_i \quad (1)$$

其中: $E(WTA)$ 为居民的受偿意愿值; P_i 为第*i*投标点人数的概率; b_i 为投标数额。

根据公式(1)计算出居民受偿意愿值为345.45元/hm²,约为国家级公益林补偿标准的1.5倍,可以反映出补偿标准与居民的受偿意愿存在一定的差异。目前福建省对生态公益林实施中央财政及省财政资金补偿政策,自2001年到2016年补助从20.25元/hm²提高到330元/hm²,补助增加了16倍。

3.4 居民受偿意愿的影响因素分析

对影响居民生态补偿意愿的相关因素进行计量经济学分析,是验证WTA有效性的关键之一,也为科学制定生态补偿标准提供重要依据。变量分为3类:

表1 解释变量定义

Tab.1 Definition of explanatory variables

解释变量	变量定义				均值	标准差	最大值	最小值	
性别	1=女	2=男			1.67	0.47	2	1	
年龄	1≤30岁	2=31~35岁	3≥51岁		2.43	0.69	3	1	
受教育程度	1≤小学	2=初中	3=高中	4=大专	5≥本科	1.63	0.75	5	1
是否有干部身份	1=是		2=否			1.93	0.26	4	1
家庭总收入	1≤1万元	2=1~3万元	3=3~5万元	4≥5万元		2.16	0.8	4	1
家庭林地面积	1≤10亩	2=1~3亩	3=30~50亩	4=50亩		2.67	0.76	4	1
家庭林地收入	1≤1万元	2=1~2万元	3=2~3万元	4≥3万元		1.75	0.82	4	1
家庭劳动力数量	1=1人	2=2人	3=3人	4=4人		1.62	0.72	4	1
获得信息量	1=多		2=少	3=无		2.04	0.39	3	1
是否住保护区内	1=是		2=否			1.69	0.46	2	1

一是受访者特征变量,主要有性别、年龄、受教育程度、是否有干部身份、家庭总收入、家庭林地收入;二是居民农林经营要素投入变量,有家庭林地面积、家庭劳动力数量;三是居民对补偿政策的认知变量,有获得信息量的多少、是否居住在保护区内。对解释变量的定义和描述性统计结果如表 1 所示,建立计量方程如下:

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \mu \quad (2)$$

其中: Z 代表居民受偿意愿的投标值; X_i 为解释变量; β_i ($i=1,2,\dots,9$)为回归系数; β_0 为常数项; μ 为随机误差项。

对样本数据的具体分析采用 SPSS 25.0 版本中 Analyze-regression-multinomial logistic regression 进行模拟,模型在 5%时具有统计学意义,表明模型拟合效果较好。从模型回归方程的显著性检验水平可以看出,居民的受教育程度、是否有干部身份、家庭总收入、家庭林地收入、家庭劳动力数量、居民获得的信息量、是否居住在保护区内等对 WTA 的影响较为显著。

Logit 模型的估计结果表明:性别和年龄对受偿意愿的影响小,而受教育程度(学历)、是否拥有干部身份、家庭总收入、获得信息量、林地面积与居民的受偿意愿有负显著影响,家庭劳动力数量、家庭林地收入、是否居住在保护区内等与居民的受偿意愿有正显著影响(表 2)。

表 2 模型参数估计与检验

Tab.2 Estimation and test of model parameters

变量	回归系数 B	标准 误差	卡方值 W	自由 度	显著性 P	$\exp(B)$
性别	-0.003	1.011	0.000	1	0.998	0.997
年龄	-0.029	0.827	0.001	1	0.972	0.972
学历(EDU)	-0.932	0.683	1.858	1	0.173	0.394
干部(CAD)	-14.565	0	0	1	0	4.73×10^{-7}
家庭总收入 (FI)	-1.041	0.591	3.096	1	0.078	0.353
家庭林地 面积(FFA)	-0.164	0.248	0.441	1	0.007	0.848
家庭林地 收入(FFI)	0.584	0.24	5.936	1	0.015	1.794
家庭劳动力 数量(FLN)	0.935	0.695	1.812	1	0.178	2.548
获得的 信息量(I)	-1.870	0.849	4.851	1	0.028	6.487
是否居住在 保护区(RP)	0.550	0.815	0.455	1	0.500	1.733

4 结论与讨论

4.1 讨论

(1)对建立保护区的态度讨论,福建省天宝岩国家级自然保护区的建立,具有维护生态平衡和保护生物多样性的重大意义,当地居民的保护在这项长期系统工程中起着关键作用。居民对建立保护区的态度,有 25.26%支持,有 56.57%反对,支持的原因是保护区可以改善生态环境、保护濒危物种及发展新的产业。不支持的主要原因是占用了林地面积,林地生产要素减少,造成家庭经济损失。调查中还发现,多数受访者不清楚生态补偿政策,因此,政府应加强生态补偿政策的宣传,让更多的居民了解生态补偿政策及可以产生的生态价值,有助于改变社区居民对建立自然保护区的态度。

(2)对保护区居民受偿意愿的影响因素讨论,采用 Logit 模型进行分析居民受偿意愿的影响因素。当地居民的受教育程度越高,可供选择的就业机会越多,受偿意愿越低;拥有干部职位的居民政治觉悟高,了解国家生态补偿政策,其受偿意愿低;当地居民家庭总收入越多,家庭生产模式多样,对林地依赖程度小,其受偿意愿比较低;家庭劳动数量多,具有大量的青壮劳动力可以外出经商和务工,其受偿意愿也比较低。而那些居住在保护区内,家庭林地面积较大,主要收入为林业经营的居民,由于保护区的建立,这部分居民的生产生活和家庭收入等方面受到较大影响,因此,这部分居民的生态补偿意愿较高。

(3)生态补偿是以保护和可持续利用生态系统服务为目的,是促进保护生态环境的经济手段,但并不是收入补偿,补偿金额不能与居民生活水平挂钩。然而,研究认为保护区居民的林地依赖程度和生活来源是影响生态补偿意愿的重要因素。因此,为促成公正合理的保护局面,今后在制定和完善生态补偿政策时,必须考虑到居民的生活差异。

4.2 结论

通过天宝岩保护区 198 份(户)居民的实地调查,运用 Logit 回归模型和 WTA 法,对天宝岩保护区居民补偿标准和受偿意愿的影响因素进行分析,得出的主要结论如下:(1)以 198 份调查问卷数据为基础,运用

条件价值评估法 (CVM) 估算的居民受偿意愿为 345.75 元/hm², 可以作为生态补偿标准的下限。(2) 目前保护区居民补偿意愿与受教育程度、是否拥有干部身份、家庭总收入、获得信息量、林地面积有负显著影响; 与家庭劳动力数量、家庭林地收入、是否居住在保护区内等有正显著影响。(3) 居民的受偿意愿还与居民是否支持建立保护区态度有关, 支持建立保护区并了解生态补偿政策对维护生态多样性具有积极作用的居民, 其受偿意愿较低。

参考文献:

- [1] 陈传明, 胡国建. 自然保护区公共管理模式研究: 以福建省天宝岩国家级自然保护区为例 [J]. 亚热带资源与环境学报, 2018, 13(1): 1-8.
- [2] 戴其文. 广西猫儿山自然保护区生态补偿标准与补偿方式 [J]. 生态学报, 2014, 34(17): 5114-5123.
- [3] ZHANG J H, ZHANG J, LIANG Y L, et al. An analysis of touristic ecological footprint and eco-compensation of Jiuzhaigou in 2002 [J]. Journal of Natural Resources, 2005, 20(5): 735-744.
- [4] 许瑞恒, 林欣月, 姜旭朝. 海洋生态补偿研究动态综述 [J]. 生态经济, 2020, 36(7): 147-153.
- [5] 于冰, 胡求光. 海洋生态损害补偿研究综述 [J]. 生态学报, 2018, 38(19): 6826-6834.
- [6] 沈满洪. 海洋生态损害补偿及其相关概念辨析 [J]. 中国环境管理, 2019, 11(4): 34-38.
- [7] 蒋毓琪, 杨怡康. 基于选择实验视角的浑河流域森林生态补偿意愿的实证研究 [J]. 林业经济, 2020, 42(1): 59-66.
- [8] 马橙, 高建中. 森林生态补偿、收入影响与政策满意度: 基于陕西省公益林区农户调查数据 [J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(11): 58-64.
- [9] 张化楠, 接玉梅, 葛颜祥, 等. 流域禁止和限制开发区农户生态补偿受偿意愿的差异性分析 [J]. 软科学, 2019, 33(12): 121-126.
- [10] 张化楠, 葛颜祥, 接玉梅. 流域内优化和重点开发区居民生态补偿意愿的差异性分析 [J]. 软科学, 2010, 10(13): 1-8.
- [11] KINZIG A P, PERRINGS C, CHAPIN F S, et al. Paying for ecosystem services: promise and peril [J]. Science, 2011, 334(6056): 603-604.
- [12] BRENDAN F, KERRY T, MATTHEW Z, et al. Ecosystem services and economic theory: Integration for policy-relevant research [J]. Ecological Applications, 2008, 18(8): 2050-2067.
- [13] 韩鹏, 黄河清, 甄霖, 等. 基于农户意愿的脆弱生态区生态补偿模式研究: 以鄱阳湖区为例 [J]. 自然资源学报, 2012, 27(4): 625-642.
- [14] 赵敬东. 天宝岩森林生态系统服务功能与生态补偿机制研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2011.
- [15] 陈琳, 欧阳志云, 王效科, 等. 条件价值评估法在非市场价值评估中的应用 [J]. 生态学报, 2006, 26(2): 610-619.
- [16] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价 [J]. 应用生态学报, 1999, 9(5): 635-640.

Willingness to Accept and Influencing Factors of Tianbaoyan Residents in Nature Reserve

LI Ning¹, ZHAO Jingdong², CAI Changtang³, LIU Jinshan³,
CHEN Yan¹, CHEN Feng¹, HE Dongjin^{1*}

(1. School of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China; 2. Fujian Jiangxia University, Fuzhou, Fujian 350002, China; 3. Tianbaoyan National Nature Reserve, Yong'an, Fujian 36603, China)

Abstract: Based on the survey data of residents in Tianbaoyan National Nature Reserve, the survey method of WTA in CVM and multiple logistic regression analysis were used to study the residents' willingness to pay for ecological compensation and its influencing factors. The results show that: the family income of the residents in the reserve is closely related to the forest area, and the residents in the reserve have a certain awareness of environmental protection; 98.99% of the 198 valid questionnaires are willing to accept compensation, and the residents' willingness of ecological compensation is 345.75 yuan/hm²; the econometric analysis results of Logit regression model show that the residents' willingness to receive compensation is significantly affected by education level, cadre position, total household income, the number of household labor force, the number of information obtained by residents and whether they live in the reserve. It is considered that improving the residents' awareness of ecological protection and implementing reasonable ecological compensation are the key to solving the problems of forest ecosystem protection and sustainable development.

Key words: ecological compensation; willings to accept; contingent valuation method; Tianbaoyan National Nature Reserve

(责任编辑: 叶丽娜)

福建省农业经济系统与生态系统的耦合协调性分析

陈晓瑜^{1,2}, 赵慧芳^{1,2}, 潘祖鉴^{1,2}, 孙晓航^{1,2}, 林玉蕊^{1*}

(1.福建农林大学 计算机与信息学院, 福建 福州 350002; 2.生态与资源统计福建省高校重点实验室, 福建 福州 350002)

摘要:对1990—2017年福建省农业经济系统与生态系统的统计数据进行分析,运用熵值法、灰色关联分析法、耦合度模型研究两系统的发展水平、耦合度、协调发展度的演变规律。结果表明:福建省农业经济系统与生态系统的灰色关联度高,耦合作用较强;1990—2017年福建农业生态环境系统与农业经济系统耦合协调度由1990年中度失调到2017年初级协调;农业生态综合评价指数与农业经济系统综合评价指数皆是良性稳步上升的变化趋势;数据预测福建省将于2022年农业生态系统与农业经济系统达到中级协调。建议因地制宜合理利用生态资源,加强农业现代化规模生产,加强农药化肥的使用监督。

关键词:农业经济系统;农业生态系统;灰色关联度分析;耦合协调度模型;福建省

中图分类号:F327;X22 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0021-07

近年来,随着“乡村振兴”战略不断深入人心,三农问题持续受到关注,农业现代化的发展势在必行^[1]。但在大力发展农业经济的同时,大量化肥农药的使用以及破坏森林开拓耕地等人为因素会引起生态系统的破坏,与绿色可持续发展理念不符。因此,以自然承载力为依据发展农业经济才能得以持续发展。福建省位于中国的东南部,亚热带季风气候带来水稻一年两熟,充分利用较少的土地养着众多人口,森林覆盖率达65.95%,常年居全国第一;具有丰富的太阳能资源,雨量充沛,暖和湿润等气候资源丰富,具有种植农作物的种种良好条件,但是福建省地形主要是丘陵,人均耕地只有0.03 hm²左右,只有全国的平均水平的36%,农业经济水平落后于全国平均水平。农业生态环境经济系统,顾名思义它是由两部分构成的

一部分是农业生态系统,另外一部分是农业经济系统,两个子系统通过自然界或者人为因素经过复杂的交互耦合形成^[2]。研究农业经济系统与农业生态环境系统的耦合,促进二者的协调对福建省农业资源的高效利用、农村农业经济的快速发展有重要作用^[3]。

美国著名生态学家Odum在1986年创立了能值理论和分析方法,研究农业生态环境经济系统^[4]。在我国改革开放以来,人口日益增长与有限的自然资源之间的矛盾日益突出,众多学者在此时结合中国国情提出生态系统耦合的相关的探讨。研究发现传统的林业草业等系统均得不到良好的利用,只有结合研究耦合关系,才可以维护各个系统协调发展、可持续发展与高效发展^[5-6]。在此基础上,王金凤^[7]对于农业生态系统提出水肥耦合的研究,西北地区过度放牧以及降雨量不足地区提出草业—荒漠—绿洲进行耦合。江激宇等^[8]对安徽省农业生态环境与经济的耦合协调发展进行研究,得出两系统各阶段的发展演变规律。从目前的研究看来,国内外学者对于生态系统的研究,主要以多个系统结合以自然的生态规律发展为主线耦合。在研究区域上,关于农业生态环境经济系统的耦合协调发展研究主要集中于北方破坏比较严重的区域,但是

收稿日期:2020-06-18

基金项目:福建省自然科学基金资助项目(2017J05001)。

作者简介:陈晓瑜(1995-),女,汉族,在读研究生,主要从事生态与环境统计研究。

通讯作者:林玉蕊(1963-),女,汉族,教授,主要从事统计学、数值代数研究。

关于我国平原丘陵一带以梯田为主的小块种植地较少研究。运用灰色关联度评价、耦合度协调发展度模型,得出福建省的农业生态与经济系统的灰色关联度、综合评价指数、耦合度协调度,并判断两系统之间的耦合发展规律,为福建省农业经济的健康发展和保护农业生态环境提供科学的理论依据。

1 指标体系构建与数据来源

系统是一个由许多部分构成的整体,农业耦合的过程是复杂的,应该符合科学性、简洁性、可操作性等相关原则的多个指标构成。借鉴现有的研究成果^[9-11],结合福建省的实际情况,分别选取农业经济系统和农业生态系统的评价指标。研究数据主要来源是1990—2017年的《福建省统计年鉴》中农业经济系统与生态系统所选取的指标的数据以及福建农业经济与社会发展公报的部分数据合并,缺失年份的数据时间序列模型计算整理所得,两个子系统的指标评价体系如表1所示。

表1 福建农业经济与生态环境系统的权重

Tab.1 The weight of Fujian agricultural economy and ecological environment system

系统	评价指标	单位	指标类型	权重
农业经济系统	农民人均收入	万元	正向	0.135 6
	农业产值占第一产业总产值比重	%	正向	0.041 3
	农业全社会固定资产投资	亿元	正向	0.325 1
	农村用电量	10 ⁸ kW	正向	0.140 4
	农业生产总值	亿元	正向	0.106 3
	农业机械总动力	10 ⁴ kW	正向	0.071 8
	第一产业占GDP比重	%	反向	0.051 9
农业生态系统	人均粮食产量	kg	正向	0.127 6
	农田有效灌溉面积	10 ³ hm ²	正向	0.341 3
	化肥使用量	10 ⁴ t	反向	0.037 1
	农业用水总量	10 ⁸ m ³	反向	0.072 7
	农田的农药使用量	10 ⁴ t	反向	0.043 0
	农用塑料薄膜使用量	t	反向	0.108 7
	人均耕地面积	hm ²	正向	0.076 3
森林覆盖率	%	正向	0.186 9	
除涝面积	10 ³ t	正向	0.134 0	

2 研究方法与模型构建

2.1 综合评价指数分析

2.1.1 数据标准化处理

由于每个指标的数量单位不一致,需要利用极差标准化法对原始数据进行无量纲化处理。

正向指标使用:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (1)$$

反向指标使用:

$$x'_{ij} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (2)$$

式中: $i=1,2,\dots,n$,表示年份; $j=1,2,\dots,m$,表示指标个数; $x_{j\max}$ 是第 j 个指标在所研究的年份中的最大的值, $x_{j\min}$ 则是第 j 个指标在所研究的年份中最小的值。 x_{ij} 表示的是在第 i 年中的第 j 个指标的原始数据, x'_{ij} 是 x_{ij} 经过标准化之后得出的数值。

2.1.2 建立综合评价函数

为了消除主观因素的影响,这里计算权重选取了熵值法^[12],首先通过计算可以得到各指标的权重 W_j ,再利用加权法分别计算农业经济系统综合评价指数 $F(x)$ 与农业生态系统综合评价指数 $G(y)$ 。

$$F(x) = \sum_{j=1}^m W_j X_{ij} \quad (3)$$

$$G(y) = \sum_{j=1}^n W_j Y_{ij} \quad (4)$$

式中: x 是农业经济系统的各评价指标; X_{ij} 是农业经济系统第 i 年第 j 项指标标准化后的值; y 是农业生态系统的各评价指标; Y_{ij} 是农业生态系统第 i 年第 j 项指标标准化后的值。

2.2 灰色关联分析法

依据灰色系统理论,灰色关联法可以在不完全的信息中比较各指标间发展趋势的相似程度,从而得出指标间的关联程度^[13]。某一年福建省农业经济系统的第 m 个指标与农业生态系统的第 n 个指标的灰色关联系数 $\xi_{m,n}$ 和关联度 $R_{m,n}$ 的公式如下

$$\xi_{m,n} = \frac{\frac{\min}{m} \frac{\min}{n} |X_{ij} - Y_{ij}| + p \frac{\max}{m} \frac{\max}{n} |X_{ij} - Y_{ij}|}{|X_{ij} - Y_{ij}| + p \frac{\max}{m} \frac{\max}{n} |X_{ij} - Y_{ij}|} \quad (5)$$

$$R_{m,n} = \frac{1}{N} \sum_{m,n=1}^N \xi_{m,n} \quad (6)$$

式中: $\frac{\min}{m} \frac{\min}{n} |X_{ij} - Y_{ij}|$ 为两级最小绝对差值, $\frac{\max}{m} \frac{\max}{n} |X_{ij} - Y_{ij}|$ 为两级最大绝对差值; p 为分辨系数, 反映关联系数间的差异显著性, 取 0.5; N 表示指标的个数, 关联度 $R_{m,n}$ 的取值范围在 0~1 之间, 该值越大, 表示两个系统之间的关联性越大, 耦合作用也越强, 等级划分如表 2 所示。

表 2 关联度类型及耦合作用等级划分

Tab.2 Classification of correlation degree and coupling action level

$R_{m,n}$	0~0.35	0.35~0.45	0.45~0.65	0.65~0.85	0.85~1.00
类型	较低关联	低关联	中等关联	高关联	极高关联
耦合作用等级	极弱	弱	中等	较强	极强

2.3 耦合评价模型

物理学中的容量耦合系数模型可用来度量两个或两个以上的系统之间相互影响和相互作用的动态关联过程^[14], 根据该模型构造农业经济系统与农业生态系统的耦合度函数模型。

$$C = \sqrt{\frac{F(x)G(y)}{[F(x)+G(y)]}} \quad (7)$$

$$M = \alpha F(x) + \beta G(y) \quad (8)$$

$$D = \sqrt{C \times M} \quad (9)$$

式中: C 是根据物理耦合模型构造的耦合度, 这里代表福建省农业经济系统和农业生态系统的耦合度值, 该值越大表示两个系统的耦合作用越强; M 在这里表示两个系统的综合评价函数, α β 分别表示农业经济发展和农业生态发展的贡献程度的待定系数, 由于文中两个系统的重要性一致, 这里 α 和 β 均取值为 0.5; D 是耦合协调度, 可以反映两个系统的整体协同发展程度, 取值范围在 0~1 之间, 其等级划分标准如表 3 所示。

表 3 耦合协调度值对农业发展阶段等级区分

Tab.3 Differentiation of agricultural development stages by coupling coordination degree value

发展阶段	耦合协调度 D	区分发展度	类别	备注
协调发展阶段	(0.8,1]	优级协调发展	$F(x) > G(y)$	生态环境滞后的友好相互促进型
			$F(x) = G(y)$	同步优级协调发展型
			$F(x) < G(y)$	经济滞后的友好相互促进型
	(0.7,0.8]	中等协调发展	$F(x) < G(y)$	生态环境滞后的友好相互促进型
			$F(x) = G(y)$	同步中等协调发展型
			$F(x) < G(y)$	经济滞后的友好相互促进型
转型阶段	(0.6,0.7]	初级协调发展	$F(x) > G(y)$	生态环境滞后的友好相互促进型
			$F(x) = G(y)$	同步初级协调发展型
			$F(x) < G(y)$	经济滞后的友好相互促进型
	(0.5,0.6]	勉强协调发展	$F(x) > G(y)$	生态环境滞后的友好相互促进型
			$F(x) = G(y)$	同步勉强协调发展型
			$F(x) < G(y)$	经济滞后的友好相互促进型
发展失调阶段	(0.4,0.5]	濒临失调发展	$F(x) > G(y)$	生态环境滞后的相互抑制型
			$F(x) = G(y)$	同步濒临失调发展型
			$F(x) < G(y)$	经济滞后的相互抑制型
	(0.2,0.4]	中度失调发展	$F(x) > G(y)$	生态环境滞后的敌对相互抑制型
			$F(x) = G(y)$	同步中度失调发展型
			$F(x) < G(y)$	经济滞后的敌对相互抑制型
(0,0.2]	极度失调发展	$F(x) > G(y)$	生态环境滞后的敌对相互抑制型	
		$F(x) = G(y)$	同步极度失调发展型	
		$F(x) < G(y)$	经济滞后的敌对相互抑制型	

3 结果分析

3.1 关联度分析

由上述公式(5)、(6)可分别得出福建省农业经济

系统各指标与农业生态系统综合评价指标的灰色关联度,以及农业生态系统各指标与农业经济系统综合评价指标的灰色关联度,并将各指标的灰色关联度由大到小排序,如表 4 所示,通过关联度的大小来比较各指标对两个系统的影响程度。根据表 2 的等级划分,从农业经济系统的各指标灰色关联度来看,关联度在 0.65 以上的指标有 4 个,说明这 4 个指标对农业经济-生态耦合系统有重要影响,其中,影响程度最大的指标分别为农民人均收入,灰色关联度达到 1,说明农民人均收入的提高有助于加强两个系统的耦合作用,其次,农业生产总值、人均粮食产量、农村用电量都对耦合作用有较大影响,灰色关联度分别达到 0.977、0.907、0.864。同时,农业经济系统的平均关联度为 0.721,对农业生态系统的耦合作用较强。从农业生态系统的各指标灰色关联度来看,关联度在 0.65 以上对耦合作用有重要影响的指标也有 4 个,其中,影响程度最大的指标分别为人均耕地面积,灰色关联度达到 1,说明人均耕地面积是加强两系统耦合作用所要考虑的重要指标,另外,除涝面积、农业用水总量、农田有效灌溉面积也是对耦合作用影响大的 3 个指标。农业生态系统的平均关联度也达到为 0.680,对农业经济系统的耦合作用较强。从总的来看,农业生态系统与农业经济系统存在较强的相关性,两个系统的发展互相依赖。

表 4 农业经济系统与农业生态环境系统的灰色关联度及排序

Tab.4 Grey correlation of agricultural economic system and ecological environment system

排序	农业经济系统指标	灰色关联度	排序	农业生态系统指标	灰色关联度
1	农民人均收入	1.000	1	人均耕地面积	1.000
2	农业生产总值	0.977	2	除涝面积	0.836
3	人均粮食产量	0.907	3	农业用水总量	0.724
4	农村用电量	0.864	4	农田有效灌溉面积	0.707
5	农业机械总动力	0.580	5	森林覆盖率	0.586
6	第一产业占 GDP 比例	0.515	6	农用塑料薄膜使用量	0.552
7	农业产值占第一产业总产值比例	0.498	7	化肥使用量	0.542
8	农业全社会固定资产投资	0.431	8	农田的农药使用量	0.493

3.2 综合发展水平与耦合协调度分析

根据耦合评价模型,计算得到福建省 1990—2017 年的农业经济系统综合评价指数 $F(x)$ 、农业生态系统综合评价指数 $G(y)$ 、2 个系统的综合评价指数 (M)、耦合协调度 (D),再结合表 2 耦合协调度值对农业耦合等级协调程度划分,构建一张关于福建省 1990 年到 2017 年农业发展协调程度以及综合评价值表,如表 5 所示。

表 5 福建省农业经济与生态系统综合评价值及耦合协调发展程度

Tab.5 Comprehensive evaluation value and coupling and coordinated development degree of agricultural economy and ecosystem in Fujian Province

年份	$F(x)$	$G(y)$	M	D	协调程度	大小关系
1990	0.002 8	0.003 1	0.002 9	0.038 4	极度失调	$F(x)<G(y)$
1991	0.010 1	0.039 6	0.024 8	0.099 9	极度失调	$F(x)<G(y)$
1992	0.028 1	0.070 4	0.049 2	0.149 1	极度失调	$F(x)<G(y)$
1993	0.057 2	0.094 0	0.075 6	0.191 5	极度失调	$F(x)<G(y)$
1994	0.082 3	0.107 7	0.095 0	0.217 0	中度失调	$F(x)<G(y)$
1995	0.091 3	0.121 8	0.106 6	0.229 6	中度失调	$F(x)<G(y)$
1996	0.102 7	0.144 5	0.123 6	0.246 8	中度失调	$F(x)<G(y)$
1997	0.120 3	0.146 4	0.133 4	0.257 6	中度失调	$F(x)<G(y)$
1998	0.131 2	0.150 1	0.140 7	0.264 9	中度失调	$F(x)<G(y)$
1999	0.144 9	0.175 0	0.160 0	0.282 2	中度失调	$F(x)<G(y)$
2000	0.182 7	0.351 6	0.267 2	0.356 0	中度失调	$F(x)<G(y)$
2001	0.205 9	0.368 4	0.287 2	0.371 1	中度失调	$F(x)<G(y)$
2002	0.236 6	0.370 6	0.303 6	0.384 8	中度失调	$F(x)<G(y)$
2003	0.267 5	0.404 5	0.336 0	0.405 6	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2004	0.286 3	0.446 2	0.366 2	0.422 7	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2005	0.320 0	0.492 9	0.406 4	0.445 6	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2006	0.332 5	0.533 1	0.432 8	0.458 8	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2007	0.357 3	0.581 3	0.469 3	0.477 4	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2008	0.388 4	0.548 0	0.468 2	0.480 3	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2009	0.406 3	0.551 7	0.479 0	0.486 6	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2010	0.438 8	0.561 0	0.499 9	0.498 1	濒临失调	$F(x)<G(y)$
2011	0.473 6	0.576 0	0.524 8	0.511 0	勉强协调	$F(x)<G(y)$
2012	0.518 5	0.868 8	0.693 7	0.579 3	勉强协调	$F(x)<G(y)$
2013	0.559 7	0.903 4	0.731 5	0.596 3	勉强协调	$F(x)<G(y)$
2014	0.598 8	0.903 0	0.750 9	0.606 3	初级协调	$F(x)<G(y)$
2015	0.632 9	0.806 7	0.719 8	0.597 7	勉强协调	$F(x)<G(y)$
2016	0.662 2	0.825 4	0.743 8	0.608 0	初级协调	$F(x)<G(y)$
2017	0.730 7	0.829 2	0.780 0	0.623 9	初级协调	$F(x)<G(y)$

3.2.1 综合发展水平分析

结合表 5 可知,1990—2017 年的农业经济系统和农业生态环境系统的综合评价指数都呈现出良好的增长趋势,农业经济系统综合评价指数 $F(x)$ 由 1990 年的 0.002 8 增加到 2017 年的 0.730 7,增加了 0.727 9;农业生态环境系统综合评价指数 $G(y)$ 由 1990 年的 0.003 1 增加到 2017 年的 0.829 2,增加了 0.826 1 这表明福建省的农业经济与农业生态环境增长比较同步,但农业经济的发展持续落后于农业生态环境的增长,由于历史惯性以及对拟合增长曲线,进一步预测该地区农业经济与农业生态环境的增长走向,如图 1 所示。

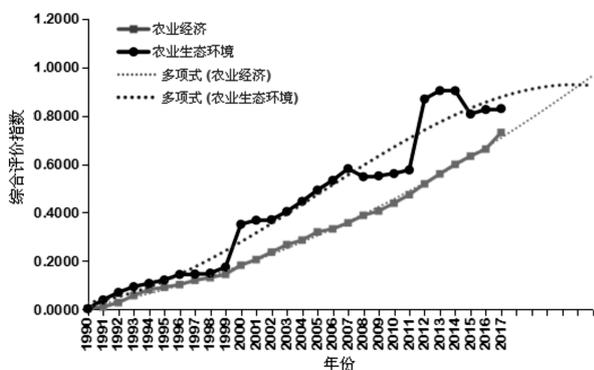


图 1 福建省农业经济系统-农业环境系统综合指数

Fig. 1 Comprehensive index of agricultural economic and environment system in Fujian Province

从农业经济发展这条曲线看:1990—1999 年,农业经济曲线呈现一种微微上凸式缓慢增长;2000—2009 年 $F(x)$ 的曲线近乎于一次函数式正比增长,2011—2017 年间图像稍微呈现下凸快速增长。在 2017 年时达到最大值 0.730 7。主要原因关键是政策因素的变化,自建国以来土地公有制的确立,十年文革的结束,自改革开放以来,家庭联产承包责任制的成功实施以及全国性成功推广。农业生产积极性大幅度提高,沿海开发城市的开放加快进出口产品。农民收入日益提高,粮食生产稳定发展。此外国家聚焦三农,对农民进行种植补贴自然因素的欠收进行保障以及丰收的粮食收购避免菜贱伤农等种植情况发生,农业“五新入户”深入推进,农村综合改革不断深化,“一村一品”快速发展,促进了农业经济的加速增长。

其次在农业生态环境这条曲线上:1990—1999 年函数图像是上凸的,即表明 $G(y)$ 的斜率是递减的,又因为在纵坐标上整体上是上升的,所以属于增长的但

是平缓的;2000 年出现一个小高峰,接着 2002—2008 年又是平缓增长;2008—2012 年出现一个低谷,在 2011 年达到谷底;随后 2011—2017 年又出现一个增长的高峰,在 2013 年时达到最高峰;主要原因在于 2000 年在对外开放的同时意识到保护环境的重要性;2011 年福建省加大对自然资源的开发力度,导致生态环境在一定程度上受到了破坏;2013 年以来福建省认真贯彻习总书记的指导,让福建省山更绿,水更清,对于农业环境的保护更加注重,宣传力度已经加大。福建人民基层人员广泛普及保护环境,粗放型开发想精细化发展。农业生态指数持续上涨。

通过时序分析进一步预测该地区农业经济与农业生态环境的增长走向,从图 1 的拟合预测结果来看,两类的综合评价指数越来越相近,最终预计在 2022 年左右出现综合评价指数相等的情况,即 $F(x) = G(y)$,根据对耦合协调度的划分,此时福建省农业生态与农业经济系统应该达到初级协调友好促进型。

3.2.2 耦合协调度分析

由表 5 可知,在 1990 年的时候综合协调指数 M 的值只有 0.002 9,耦合协调度 D 值只有 0.038 4,此时的协调程度是极其失调。到了 2017 年 M 值增加到 0.905 4, D 值增加到 0.628 3,此时协调程度已经从失调转变为初级的协调,整体上升波动趋势如图 2 所示。福建省农业生态环境与农业经济系统的耦合是成功的,但是从图 2 中 D 值的曲线来看,该函数是上升的斜率只有 0.020 1。可以得出虽然 D 值在增加但无疑是缓慢的,因此福建还要对于二者的耦合因地制宜的有所改进。而且还要加大力度整合农业生态环境,创造更高的农业经济效益,为福建省的整体经济健康发展贡献更大的价值。

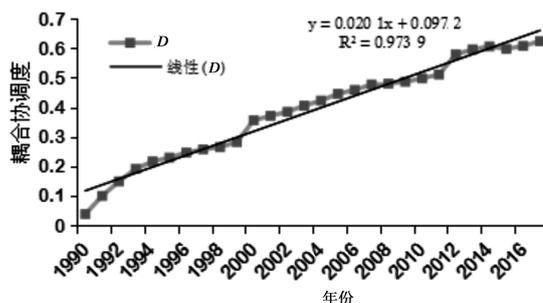


图 2 福建省农业经济系统-农业生态系统耦合协调度

Fig. 2 Coupling coordination degree of agricultural economic-ecosystem in Fujian Province

1990—2017年,如图2所示 D 值曲线一直围绕线性曲线波动,蜿蜒上升。由 D 值的变化以及根据表格对协调的划分。可以将福建农业生态经济耦合协调发展分以下3个阶段。

第一阶段为1990—2002年的失调阶段。1990年开始以来沿海开放城市政策取得成功,外资的大量引入。经济带动了农业的发展,农业资源得到大力的开发,但是这一时期的农业资源开发属于粗放型,资源得不到最优化的利用,大量农业资源浪费,1994—2002年为中度失调等级。虽然农业资源得到开发但是没有很好的利用。对于农业经济来说是增长,背后是农业生态环境被破坏的严重后患。走上了先破坏再治理的道路,因而 D 值也有下降的趋势,是农业生态与农业经济二者发展失调。

第二阶段为转型阶段,即为2003—2010年的濒临失调阶段,距离两个系统协调仅为进一步之遥。福建省提出了加强扶持农业发展,更注重三农,放弃了原先较为粗放的开发方式。科学的管理解放了大量的劳动力,农业资源得到进一步的开发利用的同时注意了保护农业生态环境。此时的耦合进一步朝向协调发展,较快的增长。

第三阶段是2011—2017年的协调阶段。2011年以来, D 的数值仍然在增长。根据目前已有的研究对耦合协调度的划分,已经是协调的状态,农业生态环境与农业经济的发展是科学的。因为这一阶段福建成功转型,第三产业带动了大量的经济发展,消费出口以及投资三辆马车拉动了经济发展,加上福建沿海省份独特的地理位置。大量的资金资金涌入农业资源开发,同时新技术科学革命带来的成果,使得农业经济得到增长。此时的耦合已经处于初级协调状态。未来农业的经济与生态的发展将更进一步。

4 结论与建议

通过选取福建省1990—2017年农业经济系统与农业生态系统的指标数据进行灰色关联度分析和耦合评价模型分析,结果表明:

(1)农业经济系统中农民人均收入、农业生产总值、人均粮食产量和农村用电量4个指标对两系统的

耦合作用有较大影响,农业生态系统中的人均耕地面积、除涝面积、农业用水总量和农田有效灌溉面积4个指标对耦合作用有较大影响,同时两系统的平均灰色关联度的均达到高关联类型,相互耦合作用较强。

(2)1990—2017年的农业经济系统和农业生态环境系统的综合评价指数都呈现出良好的增长趋势,整体上农业经济系统稍微落后于农业生态系统,但自2010年以后,农业经济系统的综合评价指数的增长速度大于农业生态系统,最终预计在2022年左右福建省农业生态与农业经济系统应该达到初级协调友好促进型。

(3)从两系统的耦合协调度来看,福建省的耦合协调程度不断改善,1990—2002年一开始处于极度失调状态,此阶段对自然资源的利用是有限的;1994—2002年改善到中度失调;2003—2010年进一步改善到濒临失调;从2011年开始由失调变为协调,2014年到2017年在协调上进一步由勉强协调发展到初级协调。

综上所述,福建省在经济增长的同时,也要面临大自然的挑战,基于农业经济系统与农业生态系统的耦合协调发展现状,提出6点建议。

(1)全面分析当地生态环境、特种农作物生长特点,结合市场需要,因地制宜创新地区农业生产模式。福建地区土壤呈酸性且山地丘陵地形占比大,适合种植茶树等高经济作物,提高农业经济。

(2)根据农作物生长的时间节律,采用复合栽培措施和工程技术手段,合理利用时间组合和季节更迭,实现生产的周年合理搭配。将农、林、牧、渔各业生产在平面和立体空间上进行合理搭配和科学布局,充分利用农产品生产空间,优化农业生态环境。

(3)对农村的基础设施加大建设,加强农业现代化规模生产,合理使用农业机械解放劳动力,通过多种渠道增加农民的收入;大力建设农村实用人才队伍,开发农村人力资源。对支农政策大力加强,对农民进行鼓励补助。

(4)研究更多无公害的绿色农产品,进而提升市场竞争力,实现农业经济稳定持续发展。发展生态农业,借助生物间的制约、互促特点,利用生物效应进行病虫害防治,减少药物的使用对生态环境的破坏。

(5)加强农药化肥的使用监督,保护土壤水域不受污染,建设农业信息共享平台,利用信息平台推广各项先进生态农技,同时利用多媒体技术进行生态环保宣传,使保护环境深入人心。

(6)拓展农业的功能,依托现代农业园区、高效生态农业基地等,开发休闲观光农业,提供亲近自然、感受农村气息、体验农业文明的场所。

参考文献:

- [1] 曹小玉,郑晶.福建省生态农业评价体系构建与实证分析[J].台湾农业探索,2016(4):49-54.
- [2] 林俊杰.基于 GeoDa 的福安市乡镇农业经济格局时空演变分析[J].中国农学通报,2018,34(19):145-151.
- [3] 王建兴,韩申山,侯沛.陕西省农业经济发展的时空差异演变研究[J].中国农学通报,2016,32(27):194-199.
- [4] 宋永永,米文宝,杨丽娜,等.宁夏农业生态环境与经济耦合协调演化研究[J].南方农业学报,2015,46(5):922-928.
- [5] 任继周,万长贵.系统耦合与荒漠—绿洲草地农业系统:以祁连山—临泽剖面为例[J].草业学报,1994(3):1-8.
- [6] 万里强,侯向阳,任继周.系统耦合理论在我国草地农业系统应用的研究[J].中国生态农业学报,2004(1):167-169.
- [7] 王金凤.浅谈森林生态与林业产业耦合系统的结构关系[J].知识经济,2011(23):118.
- [8] 江激宇,项升,戴姗.安徽省农业生态环境与经济耦合协调发展研究[J].沈阳大学学报(社会科学版),2019,21(5):531-536.
- [9] 贾士靖,刘银仓,邢明军.基于耦合模型的区域农业生态环境与经济协调发展研究[J].农业现代化研究,2008(5):573-575.
- [10] 刘新平,孟梅.新疆农业生态经济协调发展耦合关系分析[J].新疆农业科学,2010,47(5):1002-1008.
- [11] 王继军,姜志德,连坡,等.70年来陕西省纸坊沟流域农业生态经济系统耦合态势[J].生态学报,2009,29(9):5130-5137.
- [12] 仇方道,汤茜.基于熵值法的徐州市农业可持续发展评价研究[J].徐州师范大学学报(自然科学版),2005(2):74-78.
- [13] 张珺,张妍.基于灰色系统理论的生态农业与生态旅游耦合协调度测算分析:以湖南省为例[J].生态经济,2020,36(2):122-126,144.
- [14] 慕智玉.四川省城镇化与耕地集约利用耦合协调关系研究[D].成都:四川师范大学,2016.

Analysis on the Coupling Coordinated Development of Agricultural Economy and Ecological System in Fujian Province

CHEN Xiaoyu^{1,2}, ZHAO Huifang^{1,2}, PAN Zujian^{1,2}, SUN Xiaohang^{1,2}, LIN Yurui¹

(1.School of Computer and Information Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China; 2.Key Laboratory of Ecology and Resources Statistics of Universities, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: Based on the statistical data of agricultural economic system and ecological system in Fujian Province from 1990 to 2017, entropy method, grey relational analysis method and coupling degree model were used to study the evolution law of development level, coupling degree and coordinated development degree of the two systems. The results show that, on the whole, the grey correlation between agricultural economic system and ecological system in Fujian Province is high, and the coupling effect is strong. From 1990 to 2017, the degree of coupling coordination between the agro-ecological environment system and the agro-economic system in Fujian changed from moderate imbalance in 1990 to primary coordination in 2017. The agro-ecological comprehensive evaluation index and agro-economic system comprehensive evaluation index both have a benign and steady rising trend. It is predicted that the agricultural ecosystem and agricultural economic system in Fujian Province will reach the intermediate coordination in 2022. It is suggested to make rational use of ecological resources according to local conditions, strengthen modern large-scale agricultural production, and enhance the supervision of the use of pesticides and fertilizers.

Key words: agricultural economy; agricultural ecological system; grey correlation analysis; coupled coordination model; Fujian Province

(责任编辑:叶丽娜)

城市公园景观恢复性量化评价模型

费馨慧, 陈智龙, 林心影, 陈健翎, 郑涵青, 黄启堂*

(福建农林大学 园林学院, 福建 福州 350002)

摘要:从环境心理学的角度,引入恢复性景观的概念,借鉴心理物理学研究方法,选择了福州市3所具有代表性的城市公园,对园中的绿色景观、蓝色景观及灰色景观进行景观恢复性评价实验。借鉴谢弗图片分析法,通过Photoshop软件统计像素值,进行景观类型的划分及占比计算,得出各类景观占比的客观数据;通过恢复性评价实验得出恢复性评分的主观数据;通过SPSS相关性分析,得出各类景观占比与其恢复性评分之间的关系,并通过曲线估算进一步探究其具体的函数关系,根据主客观数据的拟合结果,分别得到了3类景观的占比与恢复性评分之间的关系模型。分别选择3类景观中具有最佳拟合优度的关系模型,最终综合得出适用于城市公园的景观恢复性评价模型。通过此模型能够将客观的景观占比数据转化为主观的恢复性评分数据,模拟出人们在城市公园中的恢复性心理感受,进而为城市公园的恢复性景观营造与提升提供理论支持和数据支撑。

关键词:城市公园;恢复性评价;环境心理学;福州市

中图分类号:TU986.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0028-06

随着社会的快速发展,社会竞争压力增加,人们的生活节奏不断加快,由此导致了人们心理、生理疾病等问题日渐突出,城市居民长期处于一种心理被消耗的状态。而城市公园为城市居民在日常的生活工作之余进行休闲娱乐、健身锻炼的主要场所之一,其建设受到广泛的重视^[1],良好健康的城市公园景观环境的营造具有十分重要的意义^[2]。中国共产党第十九次全国代表大会也提出“健康中国战略”^[3],立足于风景园林学科,如何通过景观营造设计,建设具有良好恢复性效益的环境,使人们能够在其中减轻压力,得到身心恢复,逐渐成为被广泛关注的问题^[4-6]。

环境心理学相关应用的十分重要的一方面是其

理论可直接用于指导风景园林规划与设计^[7]。引入环境心理学中的“恢复性”概念,恢复性环境最早由Kaplan夫妇提出,它是指能够帮助人们缓解压力、减轻心理疲劳、促进心理、生理健康的环境^[8];具有恢复性的环境能够让人们更好地从心理疲劳以及压力相伴的消极状态中恢复过来^[9]。相关理论认为恢复性环境应该具有远离性(being away)、延展性(extent)、魅力性(fascination)、和相容性(compatibility)4个特征^[10]。1983年,Ulrich通过实验的方法首次验证了自然环境对健康发挥着促进作用^[11-12]。人们只需安静的观看水体、树木等自然环境的组成要素,就能够使人们的行为、注意力以及心理感受发生变化,这种变化通常是正向的,能够减小人们处于紧张环境中的压力,使人们快速得到压力缓解及身心恢复^[13-14]。Ulrich通过实证研究提出了恢复性环境中应该包含足够的植物、水体、山峦等自然性元素^[15]。英国一项研究表明,若居住区域附近具有更多绿色空间,则能够使该居住区域内的居民表现出更少的精神压力问题,同时居民的幸福感和相对于居住区周围绿色空间较少的居民更强^[16]。

收稿日期:2020-07-23

项目基金:福建省科技厅引导性(重点)项目(2017Y0003);
优硕资助基金项目(1122YS01004)。

作者简介:费馨慧(1996-),女,汉族,在读研究生,主要从事风景园林规划与设计的研究。

通信作者:黄启堂(1963-),男,汉族,教授,硕士生导师,主要从事风景园林设计、园林工程。

当居住空间的周边的绿色空间面积增加时,居民的精神健康也会得到相应的提高^[17]。居住区、工作区的绿化覆盖率均被证实会影响到减缓压力的效果,当居住区的林冠覆盖率大约为 30%时,对人们的恢复性效应是没有树木的住区环境的 3 倍^[18]。有研究表明,高水平的绿色环境在一定程度上能够有效地减缓人们的精神压力,并且降低抑郁症以及焦虑症水平^[19-20],学校附近区域的绿色环境还有助于提高学生的认知能力^[21]。

前人对于景观评价方向的研究较多集中在景观的满意度评价、喜好度评价等方面,较少研究涉及到景观的恢复性属性,而对景观恢复性评价进行量化的研究更是寥寥^[22]。因此,通过引入环境心理学中恢复性环境的概念,探究城市公园中的绿色景观、蓝色景观、灰色景观占比与其恢复性评价之间的关系,得到可以将客观的占比数据转化为主观恢复性评价数据的函数关系模型,以期能够让更多的研究者关注到景观的恢复性建设,同时为城市公园中的恢复性景观建设提供理论指导及数据支撑。

1 研究方法

1.1 研究区域概况

综合考虑研究地的占地面积、水体景观占比等多方面因素,选择了西湖公园、左海公园、茶亭公园 3 个城市公园作为实验研究区域。3 个公园的具体陆地、水体占地面积如表 1 所示。其中,西湖公园位于福州市中心区域,于 1914 年建国,是一座历史悠久的综合性城市公园,是迄今为止福州市内保存最为完整的一座古典园林,具有众多著名的历史文化景观如柳堤、开化寺、宛在堂、大梦山等;左海公园位于福州西北部,与西湖公园相邻,园区内有大量休闲娱乐设施,是福州居民日常进行休闲活动的主要场所之一,属于休闲娱乐性公园;茶亭公园建于 1986 年,位于福州市台江区,园区面积较小,园内以亲水休憩景观为主,是一座极具古典园林特色的综合性城市公园。上述 3 座城市公园建国历史悠久,游人数较大。园区内设施较为完善,均包含水体景观即蓝色景观和丰富的植物景观即绿色景观,以及适量灰色景观如园林建筑、小品等。3 座城市公园均十分具有代表性且园内景观能够满足

实验需求,因此选择以上 3 个城市公园作为研究区域。

表 1 研究区域概况

Tab.1 Overview of the study area

公园名称	总占地面积/hm ²	园区内水体面积/hm ²	建国年份	公园属性	主要特色
西湖公园	42.51	30.30	1914	综合性城市公园	福州迄今为止保存最完好的古典园林,园区内保留有众多历史文化古迹
左海公园	35.47	18.14	1990	综合性休闲娱乐公园	园区内儿童娱乐设施众多,游人多以儿童、年轻人为主要群体
茶亭公园	7.02	2.00	1986	现代化公属区域性综合公园	古典园林风格的公园,园区内多亲水休憩设施,以荷花而闻名

1.2 景观恢复性评价实验

1.2.1 实验材料的获取

在实验取景的过程中,由于大量游人会增加取景的难度,且为避免由光线不同造成的景观照片质量不一致而使实验出现失误,因此选择天气晴朗、光线明亮的非周末的下午进行调研。在选定的每个公园内拍摄长宽比为 4:3 的景观照片约 50 张,总计在 3 个城市公园内共拍摄获取景观图片约 150 张。照片拍摄要求避免画面中出现大量的人及高大灰色建筑物,拍摄时天空占比约为整个画面的 1/3 左右,保证照片拍摄点距离地面 1.6 m。

1.2.2 问卷设计及发放

自变量为不同类型景观元素的占比,因变量为景观恢复性评价分值。问卷 D 设置参考自评恢复量表(SRSS)及知觉性评价量表(PRS),在引离、迷人、延展及兼容 4 个维度,共计设置了 8 个题项,通过语义分析法选择 8 对形容词,进行打分,具体分值赋值如表 2 所示,以此获得主观的景观恢复性评价分值数据。

表2 恢复性评分标准

Tab.2 Restorative scoring criteria

恢复性评价维度	描述景观恢复性的形容词对	恢复性评分分级描述及对应分值				
		-2	-1	0	1	2
引离	放松的—紧张的	非常放松	较放松	一般放松	较紧张	非常紧张
	和谐的—突兀的	非常和谐	较和谐	一般和谐	较突兀	非常突兀
迷人	丰富的—单一的	非常丰富	较丰富	一般丰富	杂单一	非常单一
	喜欢的—讨厌的	非常喜欢	较喜欢	一般喜欢	较讨厌	非常讨厌
延展	有趣的—乏味的	非常有趣	较有趣	一般有趣	较乏味	非常乏味
	协调的—杂乱的	非常协调	较协调	一般协调	较杂乱	非常杂乱
兼容	愉悦的—烦躁的	非常愉悦	较愉悦	一般愉悦	较烦躁	非常烦躁
	舒适的—难受的	非常舒适	较舒适	一般舒适	较难受	非常难受

1.3 数据处理

将调研所得的照片根据其所包含的景观元素类型划分为3类:绿色景观、蓝色景观、灰色景观。每类景观的元素组成如表3所示。参考谢弗图片分析法,采用统计像素值的方法,对每张图片中的景观元素类型进行划分区域。对调研获取的150张图片材料进行进一步处理,采用统计像素值的方法,使用Photoshop软件分别统计出每张照片中各类景观的像素量及所占面积比,即得到各类景观占比的客观数据。将实验获取的主客观数据导入SPSS进行相关分析,以得出3类景观的不同占比与其恢复性评价之间的相关关系。根据相关分析的结果,选择适合的函数,进一步进行曲线估算,得出不同类型景观占比与其恢复性评价分值之间的更加具体直观的关系模型,最后拟合3类景观评价模型,综合得出适用于城市公园空间的景观恢复性量化评价模型。

表3 各类景观的元素构成

Tab.3 Elements of various landscapes

景观类型	绿色景观	蓝色景观	灰色景观
景观构成元素	乔木	喷泉	建筑
	灌木	瀑布	景观小品(如雕塑等)
	草地	水池	基础设施(如路灯等)
	花卉	湖泊	

2 结果与分析

表4 皮尔逊相关分析的结果

Tab.4 Results of Pearson correlation analysis

变量	皮尔逊相关性	显著性(双尾)	个案数
绿色景观恢复性评分与绿色景观占比	0.984	0.000	150
蓝色景观恢复性评分与蓝色景观占比	0.635	0.000	150
灰色景观恢复性评分与灰色景观占比	-0.963	0.000	150

表5 综合分析结果

Tab.5 Comprehensive analysis results

变量	相关性	恢复性评分分布	最优模型	拟合优度	拟合后模型
绿色景观恢复性评分与绿色景观占比	显著正相关	0~2	三次函数模型	0.977	式(1)
蓝色景观恢复性评分与蓝色景观占比	显著正相关	0~2	三次函数模型	0.860	式(2)
灰色景观恢复性评分与灰色景观占比	显著负相关	-2~1	三次函数模型	0.973	式(3)

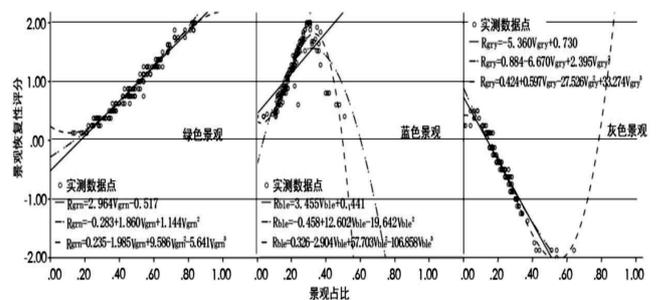


图1 景观占比与恢复性评分拟合结果

Fig.1 The fitting result of landscape proportion and restorative evaluation score

2.1 绿色景观主客观数据拟合分析

将实验获得的恢复性评价主观数据与不同类型景观占比的客观数据导入SPSS中进行皮尔逊相关分析,结果如表4所示,在显著性水平为0.01时,绿色景观的恢复性评价分值与绿色景观占比两者之间存在显著的正相关关系,随着绿色景观占比的增加,其恢复性评价分值也呈现逐渐上升的趋势。恢复性评价的分值主要集中在0~2之间,150个实验数据中未出现恢复性评分为负值的情况,绿色景观产生的恢复性效益较为良好。为进一步探讨两者之间是否存在某种确

切的函数关系,使用曲线估计,选择线性函数、二次函数、三次函数3种函数关系,对主客观数据进行拟合,得到3种曲线及其对应的函数关系模型,如图1所示。其中,线性函数模型的调整后 R^2 为0.967,二次函数模型的调整后 R^2 为0.973,三次函数模型的调整后 R^2 为0.977。拟合优度最佳的为三次函数曲线,因此绿色景观占比与其恢复性评价之间的关系模型可以表示为

$$R_{gm}=0.235-1.985V_{gm}+9.586V_{gm}^2-5.641V_{gm}^3 \quad (1)$$

其中: R_{gm} 为绿色景观恢复性评价分值; V_{gm} 为绿色景观占总体景观的比例。

2.2 蓝色景观主客观数据拟合分析

对实验获取的蓝色景观对应的主客观数据进行皮尔逊相关分析,结果如表4所示,蓝色景观的恢复性评价分值与其占比在0.01水平下呈显著的正相关关系。对蓝色景观恢复性与蓝色景观占比进行数据拟合,通过曲线估算得到的结果如图2所示。蓝色景观的恢复性评价分值主要集中在0~2之间,可以看出,蓝色景观产生的恢复性效益普遍较为良好。在景观占比较低时,蓝色景观的恢复性评价分值随着其占比的上升而上升,在占比达到31%时出现峰值,之后随着景观占比的增加,恢复性评价分值呈现下降趋势。在曲线估算中同样选择线性函数、二次函数、三次函数进行拟合估算,3类函数拟合模型的调整后 R^2 分别为:0.399、0.670、0.860。显然,三次函数曲线模型具有最高的拟合优度。因此,蓝色景观恢复性评分与蓝色景观占比之间的关系模型可以表示为

$$R_{blu}=0.326-2.904V_{blu}+57.703V_{blu}^2-106.858V_{blu}^3 \quad (2)$$

其中: R_{blu} 为蓝色景观恢复性评价分值; V_{blu} 为蓝色景观占总体景观的比例。

2.3 灰色景观主客观数据拟合分析

对灰色景观占比的客观数据与灰色景观恢复性评分的主观值进行皮尔逊相关性分析,得到的结果如表4所示,两者之间在0.01水平下存在显著相关关系,且灰色景观的恢复性评价分值随着灰色景观占比的增加而降低。通过曲线估计对两者之间的关系进行进一步的探究,选择3类函数得到的拟合曲线如图3所示,灰色景观的恢复性评价分值集中在-2~1之间,可以看出相对于绿色景观及蓝色景观来看,灰色景观

产生的恢复性效益较差。线性函数的调整后 R^2 为0.927,二次函数的调整后 R^2 为0.934,三次函数的调整后 R^2 为0.973。显然,具有最佳拟合优度的为三次函数曲线模型。因此,灰色景观恢复性评价分值与其占比之间的关系模型可以表示为

$$R_{gy}=0.424+0.597V_{gy}-27.526V_{gy}^2+33.274V_{gy}^3 \quad (3)$$

其中: R_{gy} 为灰色景观恢复性评价分值; V_{gm} 为灰色景观占总体景观的比例。

2.4 城市公园景观恢复性评价模型

城市公园景观通常由绿色景观、蓝色景观及灰色景观三类景观共同构成,3类景观之间相互叠加、混合,但不是简单的数学叠加,因此,进一步通过专家问卷的方式对3类景观进行赋权。向具有风景园林学专业五年及以上学习背景的专家共30位发放问卷,对3类景观之间的相对重要性进行两两比较,最终得到的权重结果为:绿色、蓝色、灰色景观的权重分别为0.4266、0.3817、0.1917。因此,城市公园景观恢复性评价 R_c 可以表示为: $R_c=0.4266R_{ge}+0.3817R_{blu}+0.1917R_{gy}$,(R_c 为城市公园景观恢复性的心理感受量; R_{ge} 、 R_{blu} 、 R_{gy} 分别为绿色景观、蓝色景观、灰色景观的主观恢复性心理感受量)。结合式(1)、(2)、(3)可以得出,城市公园景观恢复性量化评价模型可以表示为

$$R_c=0.305-0.847V_{gm}-1.108V_{blu}+0.114V_{gy}+4.089V_{gm}^2+22.025V_{blu}^2-5.277V_{gy}^2-2.406V_{gm}^3-40.788V_{blu}^3+6.379V_{gy}^3 \quad (4)$$

其中: V_{ge} 、 V_{blu} 、 V_{gy} 分别为绿色景观、蓝色景观、灰色景观的景观占比的客观值。通过此模型,可以将城市公园中3类景观的占比的客观数据转化为景观恢复性评价的主观心理数据,近似地模拟出人们在城市公园中游玩时的心理感受,进而用于指导城市恢复性景观的营造。

2.5 模型验证分析

根据上述拟合过程,3类景观占比与其对应的恢复性评分之间的关系方程均选择了具有最佳拟合优度的函数模型,为进一步以实践为基础来验证模型的有效性、科学性,在同样的研究地点另收集相关景观占比及其对应的景观恢复性评分数据20组,以对模型的可靠性进行分析。首先通过模型计算出20组数据对应的恢复性评分预测值,对景观恢复性评分的

预测值与实际主观评分值之间的差异性进行成对样本 T 检验,得到的结果如表 6 所示。检验统计量 T 值的显著性 P 为 0.751, 因此景观恢复性的主观评价

与模型预测值之间不存在显著差异。由此证明景观恢复性评价模型具有良好的效度,可以良好的表示各类景观占比与景观恢复性评价之间的关系。

表 6 预测值与实测值差异显著性检验结果

Tab. 6 Results of significant difference between predicted and measured values

配对	平均值	标准差	配对差值		T	自由度	显著性 (双尾)	
			标准误差 平均值	置信区间				
				下限				上限
景观恢复性(主观评价)- 景观恢复性(模型预测值)	-0.004 17	0.057 92	0.012 95	-0.031 27	0.022 94	-0.322	19	0.751

3 结论及讨论

城市公园是人们进行日常休闲娱乐活动的主要场所,其恢复性景观的营造对促进城市居民身心健康有着十分重要的作用。通过景观恢复性评价实验,探讨了城市公园景观占比与景观恢复性评价之间的关系,最终得到 3 类景观各自占比与其对应的恢复性评价之间的关系模型,通过赋权最终拟合得到适用于城市公园空间的景观恢复性量化评价模型,如式(1)~(4)所示。通过此模型,能够将景观的恢复性评价进行量化处理,将客观测得的景观占比数据转化为主观恢复性心理感受值,进而用于指导恢复性景观的建设。但在对绿色、蓝色、灰色景观之间占比及恢复性的横向比较及每类景观各自恢复性评价的纵向比较分析方面存在不足之处,后续相关研究者应注重加强针对此部分的分析讨论。能够让跟多的研究者注意到环境的恢复性效益建设,同时为城市公园景观的恢复性营造与提升提供理论支持及数据支撑。

参考文献:

- [1] 张云路,高宇,李雄,等.习近平生态文明思想指引下的公园城市建设路径[J].中国城市林业,2020,18(3):8-12.
- [2] ZHAO J W, WU J X, WANG H D. Characteristics of urban streets in relation to perceived restorativeness[J]. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 2020,30(2):309-319.
- [3] 黄雪丽,张蕾.森林康养:缘起、机遇和挑战[J].北京林业大学学报(社会科学版),2019,18(3):91-96.
- [4] 陈伯楠.绿色都市公园景观设计[J].现代园艺,2020,43(13):109-115.
- [5] 王军,张百舸,唐柳,等.公园城市建设发展沿革与当代需求及实现途径[J].城市发展研究,2020,27(6):29-32.
- [6] 薛睿杰,吴晨.以公园城市建设推动城市可持续发展[J].北京人大,2020(6):20-22.
- [7] 翟宇佳.基于环境心理学的风景园林规划设计策略初探:以自然环境偏好理论为例[C]//中国风景园林学会.中国风景园林学会 2016 年会论文集,2016:105-113.
- [8] KAPLAN R, KAPLAN S. The Experience of nature: A psychological perspective [M]. Cambridge: Cambridge University Press,1989:142.
- [9] HARTIG T. Issues in restorative environments research: Matters of measurement [C]// Proceedings of the 11th Conference on Environmental Psychology, Almería: University of Almería & the Spanish Association of Environmental Psychology, 2011:41-66.
- [10] MAAS J, VERHEIJA R A. Are health benefits of physical activity in natural environments used in primary care by general practitioners in the Netherlands [J]. Urban Forestry and Urban Greening, 2007, 6(4):227-233.
- [11] LACEY J I, LACEY B C. Some autonomic-central nervous system interrelationships [J]. Physiological Correlates of Emotion,1970(1):205-227.
- [12] ULRICH R S, SIMONS R F, LOSITO B D, et al. Stress recovery during exposure to natural and urban environments [J]. Journal of Environmental Psychology, 1991,11 (3):201-230.
- [13] COHEN S. Cognitive processes as determinants of environ-

- mental stress [J]. *Issues in Mental Health Nursing*,1985,7(1/2/3/4):65–81.
- [14] KARIN L , TOMMY G , KJELL M S . Selective attention and heart rate responses to natural and urban environments[J]. *Journal of Environmental Psychology*,2003,23(2):125–134.
- [15] SEBASTIAN S . Creating the future of applied psychophysiology and biofeedback: From fantasy to reality [J]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*,1998,23(2):98–106.
- [16] WHITE M P , ALCOCK I , WHEELER B W , et al. Would you be happier living in a greener urban area? A fixed-effects analysis of panel data[J]. *Psychological Science*, 2013, 24(6): 920–928.
- [17] ALCOCK I , WHITE M P , WHEELER B W , et al. Longitudinal effects on mental health of moving to greener and less green urban areas [J]. *Environmental Science & Technology*, 2014, 48(2): 1247–1255.
- [18] LOTTRUP L , GRAHN P , STIGSDOTTER U K . Work-place greenery and perceived level of stress: Benefits of access to a green outdoor environment at the workplace [J]. *Landscape & Urban Planning*, 2013, 110(1): 5–11.
- [19] BEYER K M , KALTENBACH A , SZABO A , et al. Exposure to neighborhood green space and mental health: Evidence from the survey of the health of Wisconsin [J]. *International Journal of Environmental Research & Public Health*, 2014, 11(3): 3453.
- [20] HARTIG T , MITCHELL R , DE V S , et al. Nature and health [J]. *Annual Review of Public Health*, 2014, 35(1): 207–228.
- [21] PAYAM D , MARK J N , MIKEL E , et al. Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A* , 2015, 112(26): 7937–7942.
- [22] 傅婧.基于视觉传达的城市景观规划设计研究:评《城市滨水景观规划设计》[J].*水资源保护*,2020,36(3):105.

Quantitative Evaluation Model of Landscape Restoration for Urban Parks

FEI Xinhui, CHEN Zhilong, LIN Xinying, CHEN Jianling,
ZHENG Hanqing, HUANG Qitang

(School of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: From the point of view of environmental psychology, this study introduces the concept of restorative landscape, draws lessons from the research method of psychophysics, and selects three representative urban parks in Fuzhou City to carry out landscape restoration evaluation experiments on green landscape, blue landscape and gray landscape in the garden. Based on Schaeffer's image analysis method, the objective data of landscape proportion were obtained by Photoshop software to calculate pixel value and divide landscape type. And the subjective data of restorative score were obtained by restorative evaluation experiment. Based on SPSS correlation analysis, the relationship between the proportion of landscape and its restorative score was obtained, and the specific functional relationship was further explored by curve estimation. According to the fitting results of subjective and objective data, the relationship model between the proportion of three kinds of landscape and the restorative score was obtained. The relationship models with the best goodness of fit in the three types of landscape were selected, and the landscape restoration evaluation model suitable for urban parks was obtained. Through this model, the objective landscape proportion data can be transformed into the main pipeline recovery score data, so as to simulate people's restorative feelings in urban parks, and then provide theoretical and data support for urban park restoration landscape construction and promotion.

Key words: urban park; restoration evaluation; environmental psychology; Fuzhou City

(责任编辑:聂传朋)

感受记录法在建筑室内空间环境中应用的定量评价

吴燕青, 吴超滨

(福建林业职业技术学院 图书馆, 福建 南平 353000)

摘要:以福建林业职业技术学院图书馆为例,运用感受记录法对建筑室内空间环境进行定量分析与评价。采取问卷调查的方式获得各项评价因子的数据,通过多因子变量分析得出综合评价因子数据进行科学的统计分析与对比评价,结合环境心理学和室内设计原理相关知识,得到更全面的综合评价结果,指出图书馆室内空间环境存在的不足,从而得出对高校图书馆的建筑空间环境设计有针对性的结论,具有一定的指导和参考意义。

关键词:空间环境;室内建筑;感受记录法;因子分析

中图分类号:TU242.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0034-05

1 感受记录法评价步骤

1.1 简介

Charles 在 1957 年提出一种感受记录法(semantic differential method, SD 法),又称心理测定方法。一般参与人数范围在 20~50 人之间,评价原理为通过语言沟通进行心理感受测定,评价尺度为 5 段制^[1]。评价的过程为:首先确定评价对象和评价尺度,并对评价对象的心理反应进行评价,分析试验数据的数量化并进行因子分析,最后抽出评价轴。

SD 法最大的特点是能够对被调查者心理感受的情况进行定量分析。首先选取特定人群,并研究人们日常生活中使用的语言要素,对语言要素进行尺度划分,然后测试人群的语言行为打分并量化,这不仅是心理学领域中一种重要的研究方法,在不断的發展中也逐渐应用到建筑、室内等相关领域中^[2]。

目前,在建筑空间环境领域,SD 法已成为基本的环境心理评价方法。这种 SD 法主要是依据建筑空间环境而定的,以空间使用者的需求为根本出发点,将

空间使用者的需求与建筑空间环境特点相结合,深入分析空间使用者对各部分语言表述的打分情况,并转化为空间定性量化的指标^[3]。

1.2 评价对象的确定

图书馆作为高校在校师生学习生活的重要场所,是高校实现服务育人的重要一环。为使高校图书馆最大程度发挥出其应有效能,提高使用效率,实现空间利用、空间布局、室内环境优化,就必须对该空间进行科学规划和使用,以达到最大限度合理利用空间的目的。

福建林业职业技术学院新图书馆是建校以来单体建筑面积和体量最大、投入资金最多的基建项目。总建筑面积超过 12 000 m²。整个图书馆包含 8 个阅览室,近 1 120 个阅览座位。包含基本书库,特藏书库,档案室,自习室,电子阅览室等功能。

首先,为了数量化统计分析的评价,常采用 5 段制被评价空间环境类型,具体分别是:原木色阅览空间、色彩创新阅览空间、普通家具、榫卯结构木家具,如图 1。考虑到整个图书馆空间面积较大,被感受的空间因区域不同,空间感受也不同,因此,先通过放映各空间区域的多幅照片,让评价者对各类空间有一个全面的认识。然后选取各区域空间的一幅典型照片,让评价者对该空间进行打分评价,采用 SPSS 变量分析程序对评价结果进行因子分析。

收稿日期:2020-09-07

作者简介:吴燕青(1982-),女,汉族,讲师,主要从事环境工程的研究。



图 1 图书馆空间环境样本照片

Fig.1 sample photos of library space environment

1.3 问卷调查表的制定及评价者

根据奥斯顾德的研究理论,在对整体空间制定评价体系时,至少要从评价(好与坏)、行动(主动与被动)和力量(强与弱)这 3 个维度来进行评价^[4]。问卷调查表是基于多元评价尺度作出的,如表 1 所示,问卷调查表是在分析建筑学、美学、环境心理学、园林学和设计学等多学科相关知识的基础上,基于 SD 法选出了 21 对形容词^[5]进行空间环境评价分析。根据上文中采用 5 段制为评价尺度,由左开始,分别给予数值 1、2、3、4、5,进行数值化分析。

表 1 空间环境评价的形容词对

Tab. 1 Adjective pairs of space environmental assessment

序号	评价要素	评价项目	评价因子	
1	设计要素	整体空间感	开敞的	封闭的
2		空间密度感	宽敞的	拥挤的
3		空间开放度	开放的	密闭的
4		空间尺度	适宜的	不宜的
5		整齐度	统一的	凌乱的
6		现代感	现代的	古典的
7	物理空间	空间变化度	丰富的	单调的
8		流线合理度	合理的	混乱的
9		功能布局	合理的	混乱的
10		安静度	宁静的	嘈杂的
11		装饰度	朴素的	华丽的
12		温度	舒适的	寒冷的
13	精神空间	光感	明亮的	昏暗的
14		开敞度	宽敞的	拥挤的
15		色彩丰富度	丰富的	单调的
16		色彩冷暖度	暖色调的	冷色调的
17		安全性	有安全感的	无安全感的
18		私密性	开放的	私密的
19		美感	富有美感的	没有美感的
20		氛围感	有学习氛围的	无学习氛围的
21		艺术感	独特的	平淡的

为了尽可能减少因评价者知识结构不同对空间环境感受效果评价的影响,在确定评价者时,选择了 2 组不同的阅览者,共 43 名。第 1 组为建筑工程专业学生(20 名),第 2 组为建筑室内设计专业学生(23 名)。总共发出问卷 43 份,回收 43 份,有效 43 份,回收率 100%,有效率 100%。

2 SD 法评价结果与分析

2.1 视觉效果总体评价

各样本评价的平均值见表 2。

表 2 SD 法评价结果表

Tab.2 SD evaluation results

序号	项目	样本 1 木色阅览 空间	样本 2 彩创新阅 览空间	样本 3 普通家具	样本 4 榫卯结构 木家具
1	整体空间感	4.27	4.52	4.27	4.33
2	空间密度感	4.41	4.61	4.25	4.36
3	空间开放度	4.62	4.74	4.33	4.43
4	空间尺度	4.29	4.46	4.26	4.51
5	整齐度	4.51	4.38	4.42	4.52
6	现代感	4.48	4.56	4.35	4.66
7	空间变化度	4.27	4.61	4.29	4.25
8	流线合理度	4.38	4.36	4.41	4.72
9	功能布局	4.31	4.60	4.25	4.27
10	安静度	4.52	4.55	4.35	4.62
11	装饰度	4.43	4.51	4.52	4.61
12	色彩丰富度	4.18	4.4	4.22	4.36
13	光感	4.46	4.61	4.30	4.28
14	开敞度	4.29	4.51	4.52	4.62
15	温度	4.21	4.88	4.42	4.47
16	色彩冷暖度	4.44	4.85	4.51	4.61
17	安全性	4.47	4.61	4.63	4.58
18	私密性	4.21	4.31	4.35	4.23
19	美感	4.46	4.62	4.31	4.21
20	氛围感	4.57	4.28	4.45	4.22
21	艺术感	4.29	4.33	4.32	4.65

根据评价者对不同阅览空间区域的评价结果可知样本 2(色彩创新阅览空间)与其他空间区域相比,在空间密度感、空间开放度、空间变化度、色彩丰富度、色彩冷暖度、美感等方面得到了很高的评价,显示了阅览者对这些空间比较喜欢。而样本 1(原木色阅览空间)与样本 3(普通家具)在整体空间感、空间变化度、流线合理度、功能布局、温度、私密性、艺术感等方

面得分较低。显示了公众对这些空间感到枯燥乏味。样本 4(榫卯结构木家具)在空间变化度、功能布局、美感等方面的得分也相对较低,但其他方面的感受则受大部分阅读者喜爱。

部分样本评价曲线及解析见图 2。评价结果的依据为评价曲线图^[6],可以看出,不同形容词对的评价结果不同。有些评价曲线较为平缓,有些则较为陡峭,且具有或上或下的突出点,这代表在评价指标中存在最高分和最低分。在样本的差异性方面,则可以发现所有样本评价曲线与标准曲线都无法重合,有些趋势相同或相似,有些则趋势相反^[7]。

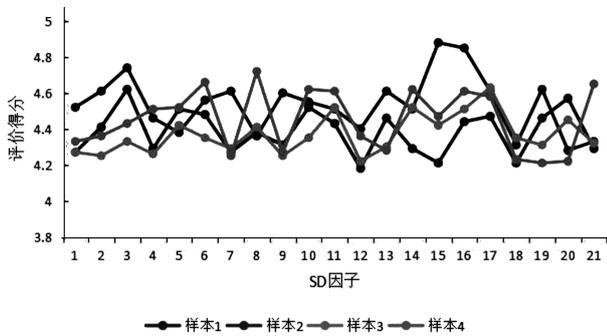


图 2 SD 评价曲线图

Fig.2 SD evaluation curve

样本 2(色彩创新浏览空间)各个数据几乎全高于平均值,评价值总体较高。样本 1(原木色浏览空间)和样本 3(普通家具)各项数据相对都较低,而样本 4(榫卯结构木家具)的各项数据接近于平均值。对这 4 类空间区域的评价也再一次说明色彩创新浏览空间优于原木色浏览空间。而榫卯结构木家具也受到大部分阅读者的青睐。通过喜好度调查(见表 3),表明人们对色彩创新变化的空间情有独钟,总体看来更倾向色彩创新浏览空间。

表 3 喜好度调查结果

Tab.3 Preference survey results

样本	1	2	3	4
喜好度	67.4	75.8	70.1	73.4

由评价结果、分类型评价曲线与平均值曲线^[8]以及喜好度调查表综合分析可知,以色彩创新浏览空间给人们留下深刻美好的印象。相比之下,原木色浏览空间则给人留下了不和谐的印象,同时也留下了缺乏变化的印象。

2.2 相关分析

用因子分析法求得特征向量及因子,让评价者掌握浏览空间的视觉效果评价构造,然后采用因子分析中的主成分和正交回转轴法抽出评价因子轴,并对其具体数据进行解释^[9]。利用表 2 的 4×21 阶的评价矩阵,计算相关系数。由于因子间存在冗余现象较严重,经过逐步回归剔除了冗余因子,从而留下 6 个因子进行分析(表 4)。从结果中可以看到每一项因素均至少与另一项因素显著相关,几个相关因素可能共同说明一个问题,也说明各因素间并非独立,有冗余因素。

表 4 相关系数表

Tab.4 Table of relevant factors

项目	整体空间感	整齐度	现代感	装饰度	色彩丰富度	私密性
整体空间感	1.000	0.740	0.935	0.696	0.917	-0.917
整齐度	-0.029	1.000	0.754	0.885	0.509	-0.734
现代感	0.408	0.626	1.000	0.340	0.607	-0.562
装饰度	0.140	0.885	0.543	1.000	0.642	-0.864
色彩丰富度	0.388	0.164	-0.111	0.604	1.000	-0.596
私密性	-0.609	-0.734	-0.731	-0.864	-0.941	1.000

2.3 因子分析

2.3.1 公共因子碎石图

公共因子碎石图可以确定需要保留的公共因子数量,并最终绘制出因子关联的方差散点图(图 3)。图中横坐标代表共有多少个公共因子数,纵坐标则代表其特征值。从图中可以看出,前 3 个公共因子的特征值变化十分显著,而其后的公共因子的特征值的变化则不显著,表现为曲线走势平缓^[10]。这表示前 3 个公共因子能够充分反应原变量中所蕴含的数据信息。

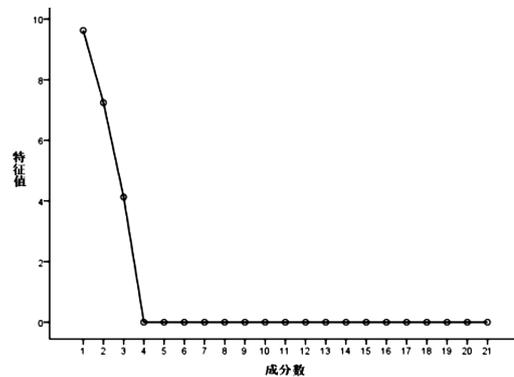


图 3 碎石图

Fig.3 Gravel map

2.3.2 计算相关系数矩阵的特征值及相应特征向量

因子载荷矩阵是根据原始变量数据得出的具有相关性系数的矩阵。首先要确定因子变量,最后得出变量的因子载荷矩阵。也就是对原始变量进行主成分分析^[1]。如表5所示,反应出原始变量的值受因子变量初始解的影响。第2列所示为因子变量的特征值。其中主成分方差的大小代表了在描述主成分原始变量时所起的作用的大小,是一个描述特征值的十分重要的变量。特征值越大,则表示在描述被评价对象时,所起的作用越大。从其数据可以看出,特征值随着因子变量的递增而逐渐减小。第1行特征值为9.628,随后

因子所描述的方差逐渐减少,变量相关系数的3大特征值分别为9.628、7.243、4.129。表中第3列所示为各因子变量的方差贡献率,说明该因子所描述的方差占原变量总方差的比例。由表5可知,3个主要因子的方差贡献率分别为45.849%、34.489%、19.662%,其累计贡献率已达100%。第3列所示为各因子变量的方差贡献率,也代表了因子变量的方差值占原始变量方差值的比例。从表5可以看出,前3个变化显著的特征值的方差贡献率占比很高,提取标准为因子的特征值大于1。也就是说原始变量所蕴含的信息已经足够能通过前3个因子变量反映出来。

表5 解释的总方差

Tab.5 Explanatory total variance

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
1	9.628	45.849	45.849	9.628	45.849	45.849
2	7.243	34.489	80.338	7.243	34.489	80.338
3	4.129	19.662	100.000	4.129	19.662	100.000
4	1.840×10 ⁻¹⁵	8.762×10 ⁻¹⁵	100.000			
5	1.600×10 ⁻¹⁵	7.618×10 ⁻¹⁵	100.000			
6	6.143×10 ⁻¹⁶	2.925×10 ⁻¹⁵	100.000			
7	5.232×10 ⁻¹⁶	2.492×10 ⁻¹⁵	100.000			
8	3.223×10 ⁻¹⁶	1.535×10 ⁻¹⁵	100.000			
9	2.510×10 ⁻¹⁶	1.195×10 ⁻¹⁵	100.000			
10	1.979×10 ⁻¹⁶	9.424×10 ⁻¹⁶	100.000			
11	8.767×10 ⁻¹⁷	4.175×10 ⁻¹⁶	100.000			
12	5.375×10 ⁻¹⁷	2.559×10 ⁻¹⁶	100.000			
13	-3.653×10 ⁻¹⁷	-1.740×10 ⁻¹⁶	100.000			
14	-1.194×10 ⁻¹⁶	-5.684×10 ⁻¹⁶	100.000			
15	-1.883×10 ⁻¹⁶	-8.968×10 ⁻¹⁶	100.000			
16	-3.434×10 ⁻¹⁶	-1.635×10 ⁻¹⁵	100.000			
17	-3.855×10 ⁻¹⁶	-1.836×10 ⁻¹⁵	100.000			
18	-4.118×10 ⁻¹⁶	-1.961×10 ⁻¹⁵	100.000			
19	-6.840×10 ⁻¹⁶	-3.257×10 ⁻¹⁵	100.000			
20	-1.211×10 ⁻¹⁵	-5.765×10 ⁻¹⁵	100.000			
21	-1.414×10 ⁻¹⁵	-6.735×10 ⁻¹⁵	100.000			

2.3.3 因子载荷矩阵

利用因子载荷矩阵,可以考察主因子的经济含义及其与内部主要指标之间的数量关系。未经过旋转的载荷矩阵中,各因子的模型代表变量并不突出,不能对因子做出很好的解释。因此有必要进行旋转,采用“最大方差法”进行因子正交旋转,旋转后的公共因子解释原始数据的能力并没有大幅提高,但因子载荷矩阵与因子得分系数矩阵都发生了变化,因子载荷矩阵

中的元素更倾向于0或±1,这样对各因子的经济意义解释就更加清晰了。

旋转以后,从表6可以看出,主因子 F_1 在整体空间感、私密性上具有较大载荷, F_2 在整齐度、装饰度上具有较大载荷, F_3 在现代感、色彩丰富度上具有较大载荷。从旋转空间中的成分图,如图4,可以更加直观的看出各指标与主成分因子之间的相关性情况。

表 6 成分矩阵

Tab.6 Composition matrix

项目	成分		
	1	2	3
整体空间感	0.677	0.689	0.259
整齐度	0.029	0.988	0.153
现代感	0.448	0.506	0.737
装饰度	0.189	0.936	-0.297
色彩丰富度	0.392	0.289	-0.873
私密性	-0.650	-0.746	0.144

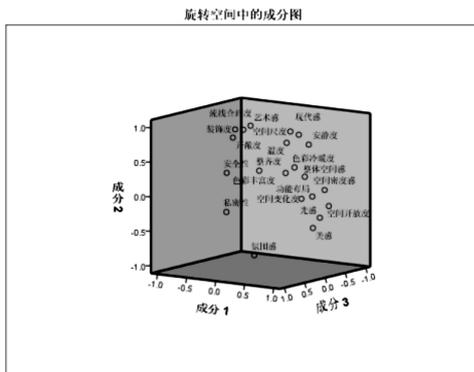


图 4 旋转空间中的成分图

Fig.4 Composition diagram in rotation space

3 结论

高校图书馆建筑公共空间基于 SD 法的对比研究,通过评价数据分析得出以下结论:

(1)将 SD 评价法引入图书馆空间环境评价,对选取的 4 种不同空间类型进行了分析,评价指标详细具体,不仅避免了主观性干扰,评价结果也得到量化,与非量化评价相比是一种进步,评价结果有助于客观评价图书馆空间特点,为提升该空间环境奠定基础。

(2)结果表明色彩创新阅览空间评分值最高,该空间丰富强烈的创新色彩以及变化多样的造型设计,更加受到年轻阅读者的青睐。原木色阅览空间和普通家具得到评价价值较低。而榫卯结构木家具的各项指标接近于平均值。

参考文献:

- [1] 章俊华.规划设计学中的调查分析法:因子分析[J].中国园林,2004,38(9):73-78.
- [2] 庄惟敏.SD 法与建筑环境空间评价[J].清华大学学报,1996,82(4):43-48.
- [3] 何晓群.多元统计分析[M].北京:中国人民大学出版社,2004.
- [4] 朱小雷.建成环境主观评价方法研究[M].南京:东南大学出版社,2005.
- [5] 陈雅北.建筑室内外空间设计的研讨[J].建材与装饰,2017,26(29):55-67.
- [6] 左亮.基于 SD 法的建筑功能策划预评价[D].天津:天津大学,2008.
- [7] 张长河,裴惠敏.论图书馆的功能变化与建筑设计[J].山西建筑,2006,23(9):88-91.
- [8] 汪浩.基于 SD 法的建筑内部公共空间环境评价:以清华大学第六教学楼 B 区为例[J].华中建筑,2007,30(5):17-33.
- [9] 赵金玲.浅论高校图书馆阅览室的人本服务[J].图书馆园地,2007,22(3):55-57.
- [10] 李力红.公共建筑设计空间功能的创新[J].城市建筑,2017,25(8):31-33.
- [11] 张响.基于 SD 法的城市空间感知研究[D].上海:同济大学,2008.

Quantitative Evaluation of Indoor Space Environment Based on Semantic Differential Method

WU Yanqing, WU Chaobin

(Library, Fujian Forestry Vocational and Technical College, Nanping, Fujian 353000, China)

Abstract: Taking the library of Fujian Forestry Vocational and Technical College as an example, this paper uses SD method (factor analysis) to quantitatively analyze and evaluate the indoor space environment. The data of various evaluation factors are obtained by questionnaire survey. The data of comprehensive evaluation factors are obtained by multi-factor variable analysis. Scientific statistical analysis and comparative evaluation are carried out. Combined with the relevant knowledge of environmental psychology and interior design principles, a more comprehensive evaluation result is obtained, and the shortcomings of library interior space environment are pointed out. So we can draw the conclusion of the architectural space environment design of university library, which has certain guidance and reference significance.

Key words: space environment; indoor architecture; SD method; factor analysis

(责任编辑:聂传朋)

闽东北、闽西南中心城市辐射力的差异性分析

邱钰芬

(龙岩学院 经济与管理学院, 福建 龙岩 364000)

摘要:以中心城市辐射理论为基础,采用层次分析法构建福州、厦门的城市辐射力评价指标,分析福州和厦门的区域辐射力差异性。研究表明:福州的综合辐射力水平高于厦门,但闽西南协同发展区各城市的综合辐射力优势高于闽东北协同发展区;由于经济腹地狭小,厦门在经济、产业、创新、基础设施四个准则层领域辐射力均不及福州,但对外开放辐射力优势明显,人均经济指标高于福州。为增强两市在闽东北、闽西南协同发展区的辐射能力,应各自推动比较优势产业发展,逐步发挥区域经济一体化的发展优势。

关键词:辐射能力;区域经济;闽东北;闽西南;层次分析法

中图分类号: F127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2021)09-0039-06

由于区域经济发展的不均衡性,以中心城市作为经济增长极的带动模式仍是推动区域经济增长的重要选择。为促进区域经济的协同发展,国内在已形成的长三角、珠三角和环渤海地区经济圈的基础上,积极打造新的经济增长核心地带。为了配合打造新的经济增长极,中共福建省委十届六次全会对加快闽东北、闽西南两大协同发展区建设进行了部署,推出了深化山海协作、推动城乡统筹的“福建方案”。区域协调发展方案对由福州、莆田、南平、宁德组成的闽东北一翼及由厦门、漳州、泉州、龙岩、三明组成的闽西南一翼的协调发展具有重要意义。作为闽东北、闽西南协同发展区的中心城市,福州、厦门的区域辐射力大小受人口规模、经济结构、地方政府活动、自然资源分布等因素影响,经济带动能力存在差异性,原地域切割的独立发展模式需要向协调发展模式转变。因而研究福州、厦门的区域辐射能力有利于从城市综合实力、产业结构、创新机制、开放程度等方面寻求闽东

北、闽西南的区域协同发展,有助于一体化经济发展政策在省内的有效实施。以区域中心城市辐射力差异性作为研究对象,应用层次分析法构建福州、厦门两大中心城市的区域辐射力指标体系,探寻促进闽东北、闽西南协同发展的策略。

1 文献回顾

区域经济发展的差异性分析一直是学者们研究区域经济发展的重要课题。传统城市集聚效应理论认为从经济学原理角度分析,城市的规模效应直接导致了城市经济集聚现象的产生^[1]。由于城市集聚的市场规模较大,城市内部可以发挥生产成本低、劳动力资源丰富、资源共享等优势,推动经济增长^[2]。但在区域中心城市带动研究方面,新地理经济学的学者更多地从首位度、市场潜力、断裂点理论、主成分分析、AHP法等方面进行中心城市的辐射力分析。美国学者弗里德曼的核心-边缘理论^[3]成为许多研究的研究基础,后期许多研究证实中心城市运用集聚效应产生的技术、资金、规模、信息、物流优势,通过涓流效应拉动外围城市经济增长^[4-6]。国内学术界的研究还关注于中心城市的辐射能力分析,通过中心城市的要素分析,构建

收稿日期:2020-09-25

基金项目:2019 福建省中国特色社会主义理论年度项目
(FJ2019ZTB092)。

作者简介:邱钰芬(1983-),女,汉族,副教授,主要从事应用金融的研究。

辐射力指标体系,揭示或对比中心城市对周边区域的辐射能力。殷晓莉^[7]等利用主成分分析法对国内 31 个主要城市进行综合竞争力分析,认为东部沿海地区城市的辐射能力高于中西部地区的主要原因是城市基础设施建设水平的差异性。

大多数学者认为区域中心城市的优势资源集聚有利于带动周边区域的经济增长,带动能力受城市竞争力、内部空间割裂程度、市场潜能等因素影响。蔡之兵等^[8]利用空间计量方法对北京、上海 2 个城市对京津冀区域和长江三角洲区域的周边城市带动能力进行测试,发现上海对周边城市区域的经济增长具有正向拉动作用,而北京由于京津冀地区的内部经济发展差异大,对周边区域却产生负向的空吸作用。Portnov^[9]通过对欧洲 4 700 多个城市的样本实证检验得出中心规模城市经济增长与周边区域经济增长不存在正向相关关系,城市集群程度越高,越无法拉动周边区域的经济增长。国内学术界也对区域政策进行了模型评估,探讨区域政策对地区经济发展的效果,研究集中于西部大开发政策、东北振兴政策及中部崛起政策。研究表明通过政策支持,区域经济的差异性缩小,但亦出现政策短期性成效、部分生效甚至政策失效的情况。

通过文献梳理,发现过去国内外的研究以新地理经济学为主,通过地理差距、空间断裂点、双重差分分析、层次分析法等分析方法区分中心城市的辐射力层次、指标分析其辐射效能。集中于超大经济规模的城市及成熟的经济划分区域。对闽东北、闽西南经济协同区的中心城市辐射及带动能力研究较少。由于闽东北、闽西南经济协同区划分有别于传统的闽南金三角经济圈、海峡西岸经济区的区域划分,在研究方法上,采用层次分析法计算福州、厦门的综合辐射能力,分析不同领域的差异性原因,并提出区域带动的相关建议。

2 福州、厦门城市辐射力指标构建

2.1 分析方法

层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 是美国运筹学家萨蒂 (Saaty) 于上世纪 70 年代初,为美国国防部研究电力分配课题时,根据各个工业部门对

国家福利的贡献大小,运用多目标综合评价提出的一种决策分析方法。层次分析法将定量分析和定性分析结合起来,通过设定最终目标及层次划分,解决了决策过程中,由于多目标而难以量化的问题。在确定各层次各因素之间的权重时,将不同因素进行两两比较,尽可能减少由于性质不同导致因素之间比较的困难性。层次划分中目标层即最终所要研究的问题,准则层是目标层辐射力的若干表现方面。每一个目标层都是由若干准则层加以约束和表现的。

城市辐射力不仅受宏观经济、政策环境、社会状况等多方面影响,还受地方区域经济增长指标限制,因而缺乏统一的城市辐射力测算体系。层次分析法通过不同目标层、准则层和方案层的指标体系划分及一致阵检验确定权向量的方法,能够将城市辐射力进行量化计算,对城市的辐射力差异性进行比较。

2.2 指标体系的构建

中心城市的辐射力计量由多个层次的子系统共同作用,从子系统的指标依存度考虑,本文选择经济、产业、创新、基础设施、对外开放这 5 个准则层来衡量福厦两市的辐射力,再从经济规模、人均经济发展水平、产业规模、产业质量、科技投入、教育、电讯、交通、利用外资、国际旅游等 10 个方面,选取 25 个指标作为城市辐射力评价的指标体系,对 2018 年福州和厦门区域辐射力水平进行分析,从而评估两市的综合辐射能力并进行差异性比较。

2.3 数据处理及权重的确定

在判断矩阵重要性标度时,设定标度值 1~9 及倒数。1、3、5、7、9 分别表示 2 个元素比较的重要性逐步增加,9 表明前者比后者极端重要。2、4、6、8 则表示上述判断的中间值。若元素 i 与元素 j 的重要性互为倒数,则标度值为倒数。

表 1 随机一致性指标 RI 值

Tab.1 RI value of random consistency index

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

由于 AHP 法需要确定矩阵一致性检验的数据,即, λ_{\max} 是判断矩阵的最大特征根,CR 是一致性比率,

n 是成对比较因子个数, 检验结果 $CI < 0.1$ 的情况, 说明具有满意的一致性。参照以往文献运用专家评分的研究成果, 采取对要素已经通过一致性检验的指标层

权重。分别确定准则层、领域层和指标层的权重, 并计算出指标层相对于目标层的权重(见表 2)。

另外, 由于主体分析的是闽东北、闽西南 9 县市

表 2 城市辐射力评价指标体系及权重

Tab.2 Evaluation index system and weight of urban radiation power

目标层(A)	准则层(B)	领域层(C)	指标层(D)	相对于目标层比重
城市综合 辐射力	经济辐射力 B_1 (0.45)	经济规模辐射力 C_1 (0.5)	人口 D_1 (0.1)	0.023
			国内生产总值(GDP) D_2 (0.31)	0.070
			社会固定资产投资 D_3 (0.19)	0.043
			财政收入 D_4 (0.25)	0.056
			社会消费品零售总额 D_5 (0.15)	0.034
	人均经济水平辐射力 C_2 (0.5)	人均 GDP D_6 (0.28)	0.063	
		人均固定资产投资 D_7 (0.24)	0.054	
		城镇人均纯收入 D_8 (0.24)	0.054	
		农民人均纯收入 D_9 (0.24)	0.054	
	产业辐射力 B_2 (0.21)	产业规模 C_3 (0.59)	工业总产值 D_{10} (0.68)	0.084
			第三产业增加值 D_{11} (0.32)	0.040
	产业质量 C_4 (0.41)	二三产业产值比重 D_{12} (0.65)	0.056	
		二三产业比值 D_{13} (0.35)	0.030	
	创新辐射力 B_3 (0.14)	科技 C_5 (0.5)	科学事业费支出 D_{14} (0.65)	0.046
			科学事业费支出占财政支出比重 D_{15} (0.35)	0.025
	教育 C_6 (0.5)	教育支出 D_{16} (0.65)	0.046	
		高等学校在校人数 D_{17} (0.35)	0.025	
	基础设施辐射力 B_4 (0.1)	交通辐射力 C_7 (0.75)	客运总量 D_{18} (0.56)	0.042
			货运总量 D_{19} (0.44)	0.033
	电讯辐射力 C_8 (0.25)	邮电业务总量 D_{20} (0.42)	0.011	
		互联网用户数 D_{21} (0.58)	0.015	
	对外开放辐射力 B_5 (0.1)	利用外资辐射力 C_9 (0.78)	实际利用外资金额 D_{22} (0.69)	0.054
			进出口总金额 D_{23} (0.31)	0.024
	国际旅游辐射力 C_{10} (0.22)	国际旅游外汇收入 D_{24} (0.5)	0.011	
		入境旅游者人数 D_{25} (0.5)	0.011	

的目前的辐射力情况, 因而仅对 2018 年的数据进行横向比对, 未采用面板数据进行纵向比较。研究福州、厦门两大中心城市的辐射能力时, 由于主体目的是对两大协同合作区的情况进行差异化分析, 因而采用闽东北、闽西南协同区内县市数据, 而非超大城市的相关数据进行标准化数据处理, 计算 9 县市的地区辐射力指标。

2.4 综合辐射力的计算

由于指标层 25 个要素的参数单位不同, 必须对原始数据进行无量纲化的处理, 采用极大值标准化, $X_{ij} = X_j / (\max X_j)$ ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$), 选择福建省 9 地市数据, 对原始数据的线性变换, 使结果落到 [0,1] 区间, 并建立标准化数据表。不同城市的综合辐射力计算通过线性加权求和模型 $A = \sum W_i X_i$ ($i=1, 2, \dots,$

25), 具体计算公式为: $A = WD_1 X_1 + WD_2 X_2 + \dots + WD_{25} X_{25}$, 其中 A 表示城市辐射力, X_n ($n = 1, 2, \dots, 25$) 为指标层的各个指标值, WD_n ($n = 1, 2, \dots, 25$) 为各个指标相对于目标层(A)的权重值。通过准则层 B、领域 C 的比重值(X_n), 计算指标层 D 对应的 25 个参数相对于目标层的比重(WD_n)。将 25 个指标层的标准化数值乘以各自所占比重值得出分值($\sum W_i X_i$)计算出不同城市的综合辐射力分值。

3 实证结果及讨论

3.1 综合辐射力评价

从 25 个指标值的加权计算结果比较, 将福州、厦门、泉州、漳州、龙岩、莆田、三明、宁德、南平 9 个城市

的原始数据进行极大值标准化处理,每个城市的综合力辐射得分(见表3)情况来看,闽东北、闽西南两大中心城市的分值最高。福州综合辐射力为0.915,厦门为0.824,福州市的分值略高于的原因在于人口众多、地域广阔,国民生产总值、工业总产值、第三产业增加值的总量优势。厦门则在财政收入总量、人均GDP、人均可支配收入、对外开放经济、二三产业结构等方面具有比较优势。

从两大协同区划分情况看,闽东北协同发展区四市(含平潭区)的综合得分为2.209,闽西南协同发展区五市的综合得分为3.038。闽西南五市的辐射优势明显主要原因在于厦漳泉(分列2、3、4位)指标层数据基本都高于闽东北协同发展区的城市(除福州外),尤其是泉州,综合辐射力得分几近于厦门。其余的三明、龙岩两大城市的综合辐射力也高于闽东北的宁德和南平。从构成城市的单一综合辐射力和加总辐射力影响力来看,闽西南协同发展区均具备优势。

表3 2018年福建省各市县综合辐射力评价结果

Tab.3 Evaluation results of comprehensive radiant power of cities and counties in Fujian Province in 2018

福州	厦门	泉州	漳州	莆田	三明	龙岩	宁德	南平
0.915	0.824	0.804	0.525	0.494	0.447	0.438	0.425	0.375

3.2 准则层指标实证结果分析

3.2.1 经济综合辐射力

从两个城市经济辐射力的综合得分来看,福州的经济辐射得分为0.395,厦门为0.331。总体来看,福州经济辐射力具有优势,福州是经济辐射得分高的原因主要在于地域、人口优势。厦门的总面积约为福州的七分之一,人口约为福州的一半。^[10]国内生产总值及社会固定资产投资规模远不及福州,但厦门市的财政收入总量、人均GDP、人均收入均超过福州(表4)。

表4 福州、厦门准则层辐射力评价结果

Tab.4 Radiation force evaluation results of Fuzhou City and Xiamen City criteria layers

城市	经济	产业	创新	基础设施	对外开放
福州	0.395	0.181	0.195	0.099	0.044
厦门	0.331	0.146	0.176	0.071	0.100

3.2.2 产业辐射力

从产业辐射力综合得分来看,福州为0.181,厦门为0.146,总体差距不大。从指标项目的标准化数值看,福州、厦门的二、三产业结构评分不相上下。据2019年国民经济和社会发展统计公报显示,福州三大产业结构为5.6:40.8:53.6,厦门三大产业结构为0.4:41.6:58.0。厦门第一产业比重极低,第三产业所占比重高于福州。但福州2018年的工业总产值是厦门的1.34倍,第三产业增加值是厦门的1.49倍(见表5),在产业体量上占据优势。

表5 福州、厦门指标层数据对比

Tab.5 Comparison of index layer data between Fuzhou City and Xiamen City

指标	福州	厦门	指标	福州	厦门
人口 D_1 (万人)	774	411	科学事业费支出 D_{14} (亿元)	29.1	29
国内生产总值(GDP) D_2 (亿元)	7 856.81	4 791.41	科学事业费支出占财政支出比重 D_{15} (%)	3.1	3.2
社会固定资产投资 D_3 (万元)	6 505	2 622	教育支出 D_{16} (亿元)	165.9	136
财政收入 D_4 (亿元)	680	755	高等学校在校人数 D_{19} (万人)	31.4	16.3
社会消费品零售总额 D_5 (亿元)	4 666	1 542	客运总量 D_{20} (万人)	9 670	4 693
人均GDP D_6 (元)	102 037	118 015	货运总量 D_{21} (万吨)	30 093	30 804
人均固定资产投资 D_7 (万元)	8.4	6.4	邮电业务总量 D_{22} (亿元)	588.9	399.1
城镇人均可支配收入 D_8 (元)	44 457	54 401	互联网用户数 D_{23} (万户)	1 181	796
农民人均纯可支配收入 D_9 (元)	19 419	22 410	实际利用外资金额 D_{24} (亿美元)	7.8	17.2
工业总产值 D_{10} (亿元)	7 857	5 845	进出口总金额 D_{25} (亿元)	2 453	6 005
第三产业增加值 D_{11} (亿元)	4 157	2 787	国际旅游外汇收入 D_{26} (亿美元)	18.1	39
二、三产业产值比重 D_{12} (%)	77	71	入境旅游者人数 D_{27} (万人次)	162	360
三、二产业比值 D_{13} (%)	130	141			

注:来源为2018年福建统计年鉴、地方国民经济和社会发展统计公报

3.2.3 创新辐射力

城市创新驱动主体受地区科教文卫支出及高校发展状况影响。福州、厦门的创新辐射力综合得分分别为 0.195 和 0.176,出现差距的主体原因在教育支出及高校数量。在科教领域,两个中心城市的科学事业费支出相当,但福州市教育支出及高校的数量、在校人数均高于厦门,具有人才培养地的数量优势。但厦门的人力资源吸引力优于福州,不仅是省内的人口迁移的首选地,还吸引了最大量的省外人口。

3.2.4 基础设施辐射力

从交通、电讯的数据计算,福州的基础设施辐射力得分为 0.099,厦门为 0.071。由于人口基数大,2018 年全年,福州客运总量约为厦门的 2 倍,邮电业务总量比厦门高出 189.8 亿元,互联网用户数比厦门多 385 万户。但值得注意的是,厦门的货运总量却比福州高 7.10×10^6 t(表 5)。2019 年,厦门港货物吞吐量完成 2.13×10^8 t,增幅远超福州。相比之下,厦门的航空运输、港口运输具有较大优势,而福州的电讯总量高于厦门。

3.2.5 对外开放辐射力

在对外开放辐射力方面,厦门对外开放辐射力综合得分为 0.100,福州为 0.044。2018 年,厦门实际利用外资金额数量是福州的 2.2 倍,进出口总金额是福州的 2.45 倍,国际旅游外汇收入及入境旅游者人数分别是福州的 2.16 和 1.33 倍(见表 5)。从外资引进的结构分析,厦门第二第三产业利用外资增长较快,制造业实际使用外资占比过半。总体上,厦门对外经济发展优势远超福州。

形成以上指标层差距的客观原因众多,主要原因在于两大城市的地域、人口规模差距过大。但在闽东北、闽西南协同区内的辐射能力却各占优势。厦门地域狭小,土地面积仅占全省土地面积的 1.3%,是福州的七分之一,但经济密度高,地方财政有较强的“造血能力”,经济发展质量高。在闽西南协同区具有地域、产业聚集、交通一体化等优势,提升了厦门的经济辐射效能。对外经济发展优势明显,主要得益于多层次的开放格局。从中外合资、外商独资到利用境外资源、开展跨国经营、开拓新兴市场等,实现多维度的对外经济发展模式。福州市的经济综合辐射值虽高于厦

门,但产业集聚优势不足。相对于闽西南协同区,福州首位度优势过于明显,闽东北其余城市与中心城市的经济总量差距较大,经济增长上可能过于依赖中心城市的规模优势带动^[1]。另外,福州进出口总额、实际利用外资的总量较少,对外开放的深度、广度均不及厦门,对外资的市场吸引力相对不足。

4 结论与启示

城市经济辐射力不仅反映经济带动力高低,也反映了中心城市未来的发展潜力。^[2]运用层次分析法对闽东北、闽西南 9 县市、25 个经济指标计算各县市的经济辐射力。从计算结果看,福州的综合辐射力评价分值略高于厦门,闽西南协同发展区综合辐射力评价分值远高于闽东北协同区,尤其是厦漳泉地区。福州在经济综合辐射能力、产业辐射以及基础设施辐射力方面具有比较优势,主体原因在于地域、人口的总量优势。厦门在经济发展质量、港口贸易以及对外开放方面具有显著优势。因此建议两大中心城市根据辐射要素,发挥各自优势,提升区域辐射能力。

(1)从产业结构优化入手,提升中心城市创新能力。结合闽东港口经济、鞋业制造、电子制造业优势,闽北生态、资源优势,打造闽东北生态环境共保联治机制。带动闽北绿色农业、旅游文化创意产业发展,通过“武夷品牌”“生态效应”,在发挥“绿水青山”的比较优势基础上,变生态优势为经济优势。集聚闽东北区域的优质生产要素,实现产业集聚带动效应。厦门应重点发挥金融中心、创新中心、人才中心的优势,在产业转型中,努力提升产业创新能力,重点发展科技创新平台,构建“研究所+工程中心+产业化基地+产业发展基金”的协同创新系统,联合打造上中下游产业联系紧密、相互配套的产业集群,共同建设产业集聚区、产业基地和产业园区。通过创新平台搭建,适当转移制造基地,摆脱地域狭小带来的总量产出限制。

(2)加强基础设施建设,加大区域辐射力度。福州应发挥闽北已有的大交通优势,进一步实现基础设施互联互通,依托港口、湾区形成若干临港产业集聚区。建设东南国际航运中心和区域性航空枢纽港,促进厦门本土航运企业和航空公司做大做强。以厦门为枢

纽,拓展闽西南协同区区内海铁、海陆、海空等多式联运,打通东南沿海现代化物流通道,为拉动闽西南内部资源流通以及对外贸易提供物流基础。

(3)利用自由贸易区的政策优势,进一步打通国际贸易的通道。福州应开辟更多洲际货运包机航线;加快“一二三三”国际供应链管理平台建设,不断完善海外仓布局。推动金融改革创新,推出更多专属外贸融资产品,提升实际利用外资的效率。吸引更多的海外企业入驻,提升城市国际化水平。厦门应注重加大第三产业的开放程度,扩大服务业招商引资。加快高端服务领域开放及开拓新型利用外资方式,结合闽西南发展环境和产业结构特点,采取差异化引资,拓展对外投资发展空间和潜力。

参考文献:

- [1] MARSHALL A . Principles of Economics[M]. London: Macmillan, 1890.
- [2] DURANTON G D ,PUGA D .Micro-foundations of urban agglomeration economies [C]//HENDERSON J V and THISSE J F Handbook of Regional and Urban Economics. Amsterdam: North-Holland Publishing Company,2004.
- [3] 包卿,陈雄.核心-边缘理论的应用和发展新范式[J].经济论坛,2006(8):8-9.
- [4] SMITH N .Uneven development: nature, capital and the production of space[M]. Oxford: Basil Blackwell,1990.
- [5] KRUGMAN P .Increasing returns and economic geography[J]. Journal of Political Economy,1991,99:483-499.
- [6] SASSEN S .Global cities and global city regions: A comparison in global city region,trends,theory,policy [M]. Oxford: Oxford University Press,2001.
- [7] 殷晓莉,王里克.城市综合竞争力评价研究[J].生产力研究,2005(11):5-11.
- [8] 蔡之兵,满舰远.中国超大城市带动区域经济增长的效应研究[J].上海经济研究.2016(11):3-11.
- [9] PORTNOV B A .Urban clusters as growth foci:Evidence from the analysis of european urban system [J].European Planning Studies,2007,14(9):1287-1314.
- [10] 孙漫,林洪相,颜澜萍.一张蓝图绘到底,福州城市建成区40年增加15倍 [EB/OL]. (2018-11-14) [2021-2-18].<http://www.hxnews.com/news/fj/fz/201811/14/1650168.html>.
- [11] 何龙斌.边缘地区接受省会城市经济辐射研究[J].经济问题探索.2013(8):74-78.
- [12] 方文婷,滕堂伟,陈志强.福建省县域经济差异的时空格局演化分析[J].人文地理.2017(2):103-110.

Analysis on the Differences of Radiation Force in Central Cities in Northeast Fujian and Southwest Fujian

QIU Yufen

(School of Economics and Management, Longyan University, Longyan, Fujian 364000, China)

Abstract: Based on the radiation theory of central city, the evaluation index of urban radiation force of Fuzhou and Xiamen is constructed by using analytic hierarchy process (AHP), and the regional radiation force differences between Fuzhou and Xiamen are analyzed. It is found that the comprehensive radiation power level of Fuzhou is higher than that of Xiamen, but the comprehensive radiation power advantage of cities in southwest Fujian coordinated development area is higher than that of northeast Fujian coordinated development area. Due to the narrow economic hinterland, Xiamen's radiation power in economy, industry, innovation and infrastructure is less than that of Fuzhou, but the radiation power of opening to the outside world is obvious, and the per capita economic index is higher than that of Fuzhou. In order to enhance the radiation ability of the two cities in the northeast and southwest of Fujian, we should promote the development of comparative advantage industries and gradually give full play to the development advantages of regional economic integration.

Key words: radiation capacity; regional economy; Northeast Fujian; Southwest Fujian; analytic hierarchy process

(责任编辑:白 晔)

安徽省生鲜农产品供应链风险评价

王翠^{1,2}, 潘银凤¹

(1.宿州学院 商学院, 安徽 宿州 234000; 2.克里斯汀大学 国际学院, 马尼拉 1004)

摘要:结合安徽省生鲜农产品的特性,从节点内、节点外和整体3个方面对其供应链存在的风险进行了分析,使用层次分析法构建风险评价指标体系。研究表明:生鲜农产品供应链目前所存在的风险中,整体风险所占权重比值最大,是生鲜农产品供应链风险产生的主要原因,物流风险在整体风险中占比较大。根据评价结果,以乡村振兴战略对农产品供应链构建提出指导意见为依据,结合安徽省生鲜农产品供应链特点,提出建立冷物流链渠道管理、增强信息化层级、形成供应链核心企业、增强政府监管等控制对策。

关键词:生鲜农产品;供应链;风险评价;乡村振兴;层次分析法;安徽省

中图分类号:F713 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0045-06

生鲜农产品不同于其他产品,自然环境对其生产影响较大,产品的生产和销售具有明显的季节性和区域性,导致供应具有不确定性,产品本身易腐坏变质和消费者对产品新鲜度的要求越来越高,使其供应链具有很强的时效性,这需要供应链各节点成员快速反应,相互配合,以最快最优的方式低成本低损耗的把产品送到消费者手中。

对于农产品供应链风险评价,不同的学者采用不同的方法进行研究。王凯旋等^[1]构建6维农产品供应链绩效评价指标体系,并结合灰色聚类和模糊综合评价法研究。隋博文^[2]选取结构方程模型构建跨境农产品供应链联盟绩效评价体系。曹炳汝等^[3]采用DEA和主成分分析法从经济、供应链运营、创新、环境等4个方面对山东省绿色农产品供应链进行评价。Dai等^[4]

采用模糊多维偏好分析-线性规划法提取风险评价指标体系,运用层次分析法从生产加工、配送和零售4个方面对“农超对接”模式下的供应链风险进行评价,包括大数据引入带来的新风险。李远远等^[5]运用ANP法确定指标权重,构建基于ANP-Fuzzy模型的农产品供应链风险评价方法。Syed等^[6]提出使用帕累托分析法进行食品供应链风险识别,构建混合灰色决策试验与评估实验室模型,以评估主要风险之间的关系。Golnar等^[7]认为稳健性和弹性是管理风险的2个关键技术,并提出明确的定义和度量标准,为农业供应链风险管理的实践和未来研究提供了启示。

由此可见,目前对于供应链风险评价进行的定量研究相对较少,评价方法缺乏统一的标准。安徽省处于华东腹部,农业资源丰富,是我国主要的粮食生产省份,生产多种经济作物,也是我国畜牧业大省和主要的淡水养殖基地。以安徽省生鲜农产品供应链为例,对其供应链内外部风险进行分析,构建风险评价指标体系,收集相关数据进行评价。理论上采用可行且便于计算的层次分析法和模糊综合评价法,选取安徽省这一中部地区进行供应链风险评价研究,丰富研究方法,扩大研究的覆盖范围。实践上该研究能够帮

收稿日期:2020-09-29

基金项目:安徽省高校人文社科研究项目(SK2019A0538);
宿州学院重点科研项目(2016yzd11);宿州学院博士科研启动项目(2019jb13)。

作者简介:王翠(1983-),女,汉族,讲师,主要从事区域物流与供应链的研究。

助相关企业识别和正确评价供应链中存在的风险,提高生鲜农产品供应链相关从业者的风险意识和控制、管理能力,帮助农民和相关从业者稳定收入。

1 生鲜农产品供应链风险分析

1.1 供应链节点内风险

节点内风险指的是供应链上各个节点企业自身存在的风险,这些风险存在于各节点企业内部,表现形式各不相同。首先是农业生产者及原材料供应商。供应商提供的劣质种子和农资产品,农民小规模、分散化的生产方式引起的生产效率低下,农民文化水平低使生产过程中较少采用科学化的生产方式,都会导致产品质量和供应无法得到保证。其次是生鲜农产品加工企业。在生鲜农产品的流通加工过程中,不恰当不完善的产品包装会导致产品在运输和储存过程中发生腐烂、变质等现象,从而降低产品新鲜度。最后是生鲜农产品经销商。生鲜农产品成熟是有周期性的,在时间上供应较为集中,价格波动无法避免且波动较大。

1.2 供应链节点外风险

节点外风险指的是来自于外部的、不受节点企业控制的各种干扰因素。首先是自然因素。生鲜农产品的生产具有区域性和季节性特点,生产受到各种因素的影响,如自然因素、地理条件和种植水平等,导致果蔬产量下降,为生鲜农产品供给带来不稳定性。其次是市场环境不确定性。市场上农产品种类在不断增多形成了农产品市场发展多元化,使不同消费者对生鲜农产品具有不同需求。最后是政治政策影响。体现在政策倾斜及落实不到位,缺乏统一规范化的流程,政府与市场的协调差,一定程度增加了生鲜农产品经营者的经营风险。

1.3 供应链整体风险

整体风险主要指在供应链节点企业之间物流、信息流和资金流传递过程中发生的各种风险。信息风险,生鲜农产品市场需求难以预测以及信息多变性,较难获取完全的市场信息。农户较少采用先进的信息技术,导致信息传递失真或延时,信息无法实现节点企业之间的共享,形成供应链的信息风险。信用风险,每个企业一般都是以考虑自身利益的最优,利益的分配和道德水平都会对成员的信用产生影响。物流风险,生鲜农产品的物流配送中运输、储存、装卸搬运等任何一个环节处理不当都会对农产品质量产生很大影响,生鲜农产品供应链结构的复杂性也进一步增加了其物流风险。合作风险,生鲜农产品供应链上的生产者大多为散户,批发市场也多为个体营销者,他们的合作意识较为薄弱,在合作时难免产生摩擦,与生鲜农产品供应链无缝对接和高度协调的目标相违背。食品质量安全风险,生鲜农产品供应链的每个环节都可能因为自然灾害、技术方法不当等各种原因引起质量安全风险,产品质量安全具有高度的不确定性。

生鲜农产品供应链存在的各种风险及关系可以用图1表示。

生鲜农产品供应链存在的各种风险及关系可以用图1表示。

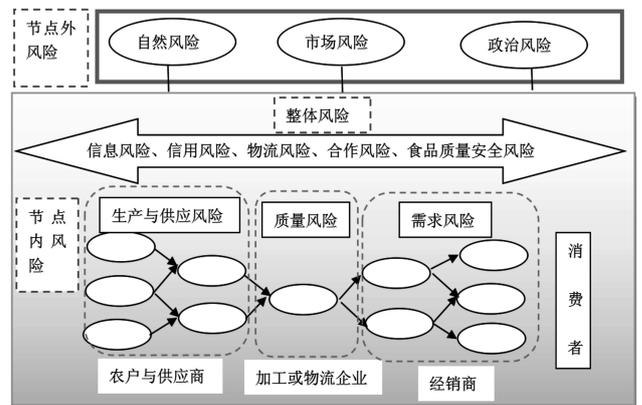


图1 供应链风险系统

Fig.1 Supply chain risk system

2 生鲜农产品供应链风险评价指标体系构建

2.1 构建原则

2.1.1 系统化原则

生鲜农产品供应链涉及的节点企业及相关主体较多,指标体系的建立应当本着全面系统化的原则,从而全面评价生鲜农产品供应链风险这一评价对象的整体特征。在构建时,要考虑到供应链上各节点成员所扮演的角色以及角色的重要程度,查找在每个节点、每个环节可能出现的风险,力求全面反映供应链所面临的各种风险,并对风险类型进行鉴别,保证指标体系建立的科学性和全面系统性。

2.1.2 重点性原则

构建生鲜农产品供应链风险评价指标体系时,由

于供应链的复杂性和生鲜农产品本身的特殊性,其风险因素有很多,相应的评价指标也会相对较多,考虑到计算量和计算难度,以及部分风险发生的概率可以忽略不计,进行风险评价时不可能也不必把所有的风险因素都归纳其中^[6]。这就要求在选择指标时采用重点性原则,对生鲜农产品供应链中出现的所有风险进行整合后,对其进行筛选,从众多因素中选取部分重要指标进行评价。

2.1.3 可比性原则

指标体系需要对不同的风险因素进行对比分析,不同的风险评价指标应该是相互独立的且具有一定的区分度,有共同的基础,可以进行风险大小的比较和衡量,即可比性原则。只有各评价指标之间具有可比性,才能更好的反映供应链存在的各种风险的程度,从而有针对性的提出风险防控措施。

2.2 风险评价方法

层次分析法(analytic hierarchy process,AHP)是将决策要素分解为不同层次,进行定性和定量分析的一种决策方法^[8]。其运算步骤如下。

2.2.1 构造判断比较矩阵

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} = A(a_{ij})$$

它们各自对应不同的指标体系,以一级指标 a 来说,它支配下一级指标 X_1, X_2, \dots, X_n ,对于这些二级元素来说,它们对应的一级指标有不同的重要性,并以此赋予不同的权重值。用矩阵 A 作为两两比较的矩阵,矩阵 A 中 a_{ij} 表示 X_i 相对于 X_j 重要性。赋值所对应的不同指标说明见表 1。

表 1 比例尺度参照值

赋值(X_i/X_j)	指标说明
1	指标 X_i 与 X_j 同等重要
3	指标 X_i 与 X_j 稍微重要
5	指标 X_i 与 X_j 明显重要
7	指标 X_i 与 X_j 十分重要
9	指标 X_i 与 X_j 绝对重要
2,4,6,8	对应于以上两相邻指标判断的中间情况
各赋值的倒数	如果 X_i 与 X_j 的两两比较结果为 a_{ij} , 则指标对的比较结果为 $a_{ji}=1/a_{ij}$

2.2.2 层次单排序一致性检验

判断矩阵的构建是否合理,用 λ_{max} 的特征向量值进行计算。一致性检验指一个合理范围,也就是对于矩阵 A 来说,符合构造的合理条件。一般用 CI 表示, CI 越小,说明一致性越好。为了减小判断误差^[9],一般采用 $\lambda-n$ 的数值来衡量 A 的一致程度。

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

CI 值越接近于 0,一致性程度越高;一般用随机一致性指标 RI 来进行判断

$$RI = \frac{CI_1 + CI_2 + \cdots + CI_n}{n}$$

表 2 平均随机一致性指标 RI 标准值

阶数	2	3	4	5	6	7	8	9
RI 值	0.00	0.52	0.89	1.12	1.25	1.36	1.41	1.46

考虑到随机性的偏化,引入系数 CR ,用来降低对偏离的误差,若 $CR < 0.1$,一致性检通过,公式为

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

2.2.3 层次总排序

首先对各个单排序的权重值的影响进行划分,在此基础上对各个层次之间进行影响因素比较,确定层次总体排序。

2.3 生鲜农产品供应链风险评价体系构建

对生鲜农产品供应链风险从节点内、节点外和整体 3 个方面进行了分析,结合参考文献,构建二级指标体系对生鲜农产品供应链风险进行评价,如图 2。

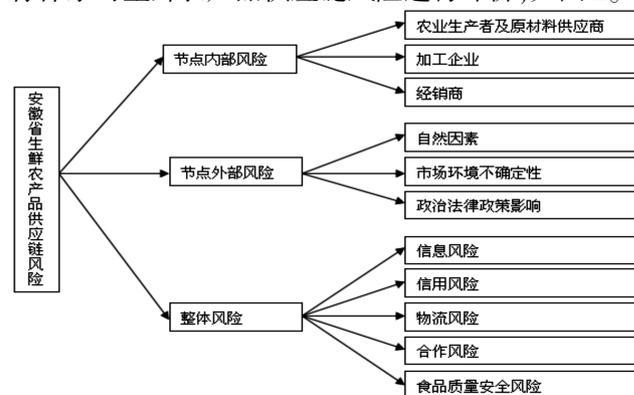


图 2 生鲜农产品供应链风险评价指标体系

Fig.2 Risk evaluation index system of fresh agricultural products supply chain

3 安徽省生鲜农产品供应链风险评价

采用模糊综合评价法,按照上述评价指标体系编制问卷,采取专家意见法向部分高校学者和生鲜农产品行业专家发放,根据问卷结果对安徽省生鲜农产品供应链的一级指标和二级指标分别进行判断对比,结果详见表 3~6。

表 3 一级指标比较判断得分

Tab.3 Comparison and judgment scores of first level indicators

一级指标	节点内部风险	节点外部风险	整体风险
节点内部风险	1	3	1/2
节点外部风险	1/3	1	1/4
整体风险	2	4	1

表 4 二级指标节点内风险比较判断得分

Tab.4 Comparison and judgment scores of second level indicators(Intra node)

二级指标节点内	农业生产者	加工企业	经销商
农业生产者	1	1/2	2
加工企业	2	1	3
经销商	1/2	1/3	1

表 5 二级指标节点外风险比较判断得分

Tab.5 Comparison and judgment scores of second level indicators (Outside the node)

二级指标节点外	自然因素	市场环境不确定	政治法律政策因素
自然因素	1	2	1/3
市场环境不确定	1/2	1	1/5
政治法律政策影响	3	5	1

表 6 二级指标整体风险比较判断得分

Tab.6 Comparison and judgment scores of second level indicators (Overall risk)

二级指标整体风险	信息风险	信用风险	物流风险	合作风险	食品质量安全风险
信息风险	1	2	1/2	2	2
信用风险	1/2	1	1/4	2	3
物流风险	2	4	1	3	5
合作风险	1/2	1/2	1/3	1	2
食品质量安全风险	1/2	1/3	1/5	1/2	1

通过一致性检验分别得到 CR 和 RI 值。对于相关数据利用软件进行计算,得到各个指标的权重值,如表 7 所示。

表 7 计算结果综合指标权重表

Tab.7 Comprehensive index weight table of calculation result

一级准则层	权重	二级风险因素	权重	综合权重
节点内部	0.320	农业生产者	0.297	0.095 0
		加工企业	0.540	0.172 8
		经销商	0.163	0.052 1
节点外部	0.122	自然因素	0.230	0.028 1
		市场环境不确定性	0.122	0.014 9
		政治法律政策影响	0.648	0.079 1
整体风险	0.558	信息风险	0.219	0.122 2
		信用风险	0.517	0.087 6
		物流风险	0.435	0.242 7
		合作风险	0.116	0.064 7
		食品质量安全风险	0.073	0.042 9

表 7 显示出生鲜农产品供应链风险中各个风险的比重。根据各级指标权重表可以看出,在一级指标中,整体风险所占比重最大,为 0.558。其次是节点内风险,比重为 0.32。在所有二级指标中,物流风险的风险价值最高,其次是加工企业,分别为 0.242 7 和 0.172 8。因此,在安徽省生鲜农产品供应链中,加工企业对生鲜农产品进行的简单再加工和供应链的物流活动还存在较大风险,需要进行防范和控制。

4 乡村振兴战略下安徽省生鲜农产品供应链风险控制对策

通过分析发现,安徽省生鲜农产品的供应链存在许多风险。乡村振兴战略对农业发展提出了指导性意见,结合意见,安徽省可从以下方面加强对生鲜农产品供应链风险的控制。

4.1 加强物流基础设施建设,提高农产品运送质量

在供应链风险评估中,可以看出安徽省物流风险占比较大,在列出的 11 个二级指标中,物流风险比重为 0.242 7,原因在于安徽省农产品大部分都是常温或者单温区速冻车皮开展物流运输,农产品冷链物流标准化、专业化都略显不足,冷藏设备的更新换代相对滞后,因此应当加快物流尤其是农产品冷链物流的发展。中央一号文件继续聚焦“三农”,提出要“完善县乡村物流基础设施网络”“加强农产品物流骨干网络和冷链物流体系建设”^[10],这些政策都强调了物流基础设施建设。安徽省农产品物流在发展过程中呈现出市场竞争力比较弱,物流效率低下,货源不稳定,物流

网络分散等缺陷,使农产品在物流过程中面临损耗比重大、新鲜度流失严重和物流成本居高不下等风险,落后的物流设施设备是这些风险形成的重要原因之一。在乡村振兴战略的支持下,农村交通物流设施条件的改善和冷链物流体系的建设,都将使安徽省农产品物流基础设施得到进一步完善,这会大大的降低农产品供应链中的物流风险,同时,也减少了政治法律政策倾斜和落实不到位等带来的风险。

因此,结合乡村振兴战略,安徽省首先应以政府为主导,加大对各地区尤其是农村冷链物流标准基础设施设备的投资,包括冷藏仓库、冷藏车辆等,推进物流标准化运作,保证生鲜农产品运送质量;其次大力培养第三方物流企业,尤其是龙头企业。第三方物流企业拥有专业的物流基础设施设备,能够为农产品供应链提供专业化的物流服务,减少投资风险,提高服务水平。目前安徽省农产品第三方物流企业较多,但是规模小,基础设施不健全,提供服务范围有限,无法有效的实现其功能。

4.2 构建农产品物流信息平台,增强信息共享

安徽省生鲜农产品分散且小规模种植方式,使得安徽省生鲜农产品物流信息水平低下,供应链缺乏足够的信息交流与共享。乡村振兴战略鼓励互联网企业建立产销衔接的农业服务平台,加强农业信息监测预警和发布,提高农业综合信息服务水平,实施智慧农业工程和“互联网+”现代农业行动^[11]。该措施可以从以下方面减少农产品供应链的风险:第一,减少了信息风险。众所周知,供应链中存在着牛鞭效应,生鲜农产品本身市场需求又较难预测,农户获取和传递信息的能力较弱,产销衔接的农业服务平台的建立,可以缓解信息在供应链传递中的失真和延迟;第二,农业信息的监测预警和发布减少了市场环境不确定性带来的风险。信息监测预警包括农业信息的采集、分析和发布,被看作是农产品市场化的基础,可以对农产品市场运行的核心数据进行监测,提高了农产品市场的健康发展能力,减少了市场风险;第三,减少了自然因素风险和食品质量安全风险。乡村振兴战略提出了实施智慧农业工程和“互联网+”现代农业行动,这两者体现了现代信息技术在农业中的应用。通过物联网技术,生产人员可以通过监测数据对农产品生产环境

进行分析,并有针对性的进行自动灌溉、施肥、喷药等,减少自然灾害带来的风险;农产品溯源系统可以实现对农产品的追踪和清查,增强用户对生鲜农产品安全程度的信心,确保农产品质量安全。

安徽省可充分发挥政府作用,加强农产品信息服务体系建设,利用电台、电视和互联网络等多种形式,让农民能及时获取相关信息;为保证市场信息和产品信息传递的真实性,可以建立相应的奖惩机制,如节点企业能主动进行信息的充分共享,给予订单、信誉等形式的奖励,反之,则进行罚款、取消订单等惩罚,避免信息沟通不畅带来的各种风险;搭建可追溯的农产品物流信息平台,该平台的主要作用在于当通过平台提供的产品质量出现问题时,可确定其责任主体,减少产品质量安全风险。

4.3 发展供应链核心企业,控制管理风险

安徽省虽然是生鲜农产品种植大省,但由于农产品供应链中种植户与企业的核心意识薄弱,忽略核心企业的领导作用,经营主体规模小、实力弱、覆盖窄,导致农产品供应链流通成本较高,效率低下。在乡村振兴战略中,龙头企业发挥着重要作用,具体体现在:第一,建立完善的供应链合作伙伴评估选择体系,多标准多层次选择合作伙伴,并对其进行绩效评估,减少合作风险;第二,设计合理的供应契约,建立合理的供应链利益分配和成本风险分担机制,降低道德风险;第三,增强农产品供应链弹性,快速响应市场上不断变化的消费者需求,减少市场环境不确定性带来的风险。

在政府的扶持下,培养一些具有良好前景的大型农产品加工企业或物流企业为龙头企业,成为生鲜农产品供应链的核心企业。引导龙头企业参与生鲜农产品的生产、加工、流通和销售过程,依靠其人才、技术等资源优势,形成对供应链的显著影响,充分发挥龙头企业对整条生鲜农产品的辐射带动作用。

4.4 加强风险预警管理,建立应急处理机制

根据安徽省生鲜农产品供应链风险分析结果,针对供应链中存在的物流、加工企业、市场等重要风险,可以建立风险预警管理机制,设定合理的风险范围,当达到临界点时即发出预警并及时处理,从而降低风险发生的可能性^[12]。对于无法避免或预测的风险,提前

做好应对危机的准备,风险出现时不慌乱,良好的应急处理机制可以风险和损失控制在最小范围内。

5 结论

采用层次分析法,对安徽省生鲜农产品供应链风险进行了评价分析,得出物流风险、加工企业风险和 市场风险是形成供应链风险的主要原因,结合乡村振兴战略,认为战略中改善农村交通物流设施条件可以提高农产品运送质量,减少生鲜农产品供应链中的物流风险;建立产销衔接的农业服务平台可以减少信息风险,加强农业信息监测预警和发布可以减少农产品市场不确定性带来的风险;实施智慧农业工程和“互联网+”现代农业行动减少了供应链中的自然因素和食品质量安全风险;乡村振兴战略对龙头企业的支持使其能够更好的发挥对整条供应链的主导推动作用,提高供应链价值。

生鲜农产品供应链的运作受到多方面的制约与影响,在研究中未能考虑全部风险,且收集的定量数据偏少,因此采用了层次分析法,结合专家意见法确定各指标的权重,研究方法还有待进一步完善。

参考文献:

- [1] 王凯旋,杨玉中.绿色农产品供应链绩效评价的灰色聚类:模糊综合模型及应用[J]. 数学的实践与认识,2020,50(2): 111-119.
- [2] 隋博文.跨境农产品供应链联盟绩效评价研究:基于广西—东盟的实证分析[J].北京交通大学学报(社会科学版),2017,16

- (3):129-136.
- [3] 曹炳汝,樊颜青.基于 DEA 与主成分分析的绿色农产品供应链绩效评价研究[J]. 科技管理研究,2017,36(6):72-77.
- [4] DAI M ,LIU L . Risk assessment of agricultural supermarket supply chain in big data environment[J]. Sustainable Computing: Informatics and Systems, 2020(28): 100420.
- [5] 李远远,刘礼帅.基于 ANP-Fuzzy 模型的农产品供应链风险评价研究[J].数学的实践与认识,2017,47(13):24-32.
- [6] SYEDMITHUN A , ABDUL M , GOLAM K , et al. Framework for evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction [J]. Journal of Cleaner Production, 2019,228(8):786-800.
- [7] GOLNAR B , MICHAEL J , TAVA L , et al. Agribusiness supply chain risk management: A review of quantitative decision models[J]. Omega,2018,79(9):21-42.
- [8] 百度百科.层次分析法[EB/OL].(2019-02-21)[2020-08-07].<https://baike.baidu.com/item/层次分析法/1672>.
- [9] DONG Q , ORRIN C . An orders-of-magnitude AHP supply chain risk assessment framework[J]. International Journal of Production Economics, 2016,182(12):144-156.
- [10] 中国冷链物流网.罗霞建言:加强农村物流发展,支撑乡村振兴战略 [EB/OL].(2019-03-21)[2020-07-29].[http:// www.cclcn.com/shtmlnewsfiles/ecomnews/454/2019/201932121082813301.shtml](http://www.cclcn.com/shtmlnewsfiles/ecomnews/454/2019/201932121082813301.shtml).
- [11] 中共中央,国务院.乡村振兴战略规划(2018-2022年)[EB/OL].(2018-09-26)[2020-07-12].http://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5331958.htm.
- [12] 周松松,赵成贵,刘新星,等.法治指标权重计算模型算法及其统计分析[J].云南民族大学学报(自然科学版),2018(6):89-93.

Risk Evaluation of Fresh Agricultural Products Supply Chain in Anhui Province

WANG Cui^{1,2}, PAN Yinfeng¹

(1.Business School, Suzhou University, Suzhou, Anhui 234000, China;

2.Center for International Education, Philippine Christian University, Manila 1004, Philippines)

Abstract: Combined with the characteristics of fresh agricultural products, this paper analyzes the risks in the supply chain from three aspects: inside the node, outside the node and the overall, and constructs the risk evaluation index system using AHP. Anhui Province is rich in fresh agricultural products resources. This paper classifies, sorts out and evaluates the risks existing in the supply chain of fresh agricultural products, and concludes that the overall risk accounts for the largest proportion of the total risks, which is the main reason for the risks of fresh agricultural products supply chain, and the logistics risk accounts for a large proportion in the overall risk. According to the evaluation results, based on the guidance combined with the characteristics of fresh agricultural products supply chain in Anhui Province, this paper puts forward some control countermeasures, such as establishing cold logistics chain channel management, strengthening information level, forming supply chain core enterprises, and strengthening risk warning management.

Key words: fresh agricultural products; supply chain; risk assessment; rural vitalization; analytic hierarchy process; Anhui Province

(责任编辑:聂传朋)

机械手臂动态抓取控制系统设计

郑晓斌

(福建船政交通职业学院, 福建 福州 350007)

摘要:对机械手臂动态抓取以及 NJ 控制器的运作机理与算法等进行深入的探究,并进行 NJ 运动控制器的仿真实验。结果显示,NJ 运动控制器伺服电机的实际转速在发生较大的变化时,所需的时间极短,仅仅需要 0.32 s;实际转速完全跟随给定转速的时间,同样也可有效控制在 0.22 s 左右;在添加诸如白噪声等一定干扰因素的情况下,NJ 伺服电机的实际转速仍可在既定短时间内与给定转速保持一致,且存在的误差极小。这表明基于 NJ 运动控制器的机械手臂具有较高的性能,能准确完成动态抓取。

关键词: NJ 运动控制器;机械手臂;自动化;动态抓取

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-2109(2021)09-0051-05

机械自动化进程不断加快,工厂中的相关设备不断更新换代,在许多工业环节中,传统的人工操作管理已逐渐被智能化的机械设备所取代。造成该种现象的原因主要为两个方面,其一是在生产过程中大型设备可能会对工人的人身安全造成威胁,其二是智能化机械设备的工作效率高于人工^[1]。机械手臂是一种新兴智能化机械设备,可以准确接收指令并自动完成,具有较强的智能性与高效性^[2]。机械手臂的工业生产中的广泛使用可以有效规避安全风险,大大提升生产效率与产品质量^[3]。有鉴于此,此次研究将针对机械手臂的动态抓取机理进行细致分析,并对 NJ 运动控制器的技术与算法进行探究,将其应用到机械手臂的设计中,旨在构建出更加高效的机械手臂系统设计方案。

收稿日期:2020-09-29

基金项目:2019年福建省中青年教育科研项目“机械臂驱动控制系统的智能化参数免调式技术研究”(JAT191190)。

作者简介:郑晓斌(1982-),男,汉族,副教授,主要从事智能电器控制、自动控制算法的研究。

1 基于 NJ 控制器的机械手臂控制方法研究

1.1 机械手臂动态抓取控制设计

机械手臂的主要构成成分包含了控制器、驱动系统、执行机构以及传感器等。其中控制器是机械手臂得以运转的核心成分,对整个系统的正常运行起到决定性的控制作用,控制器通过控制系统的程序来使执行机构按照命令完成指定的操作,且该指定的动作具有一定的规则性、轨迹性与可监测性,有时间和速度上的限制^[4]。驱动系统充当执行机构的驱动源,为机械手臂的运动操作提供动力。执行机构的作用为完成机械手臂的执行命令,其常见的动作包含手抓、夹钳与吸盘等。传感器实际上指的是位置监测传感器,其作用在于实时反馈被执行机构的实际位置给控制系统,便于将实时位置与设定位置进行对比分析,进而调整控制器,最终使执行机构准确地达到设定的标准位置^[5]。机械手臂的具体示意图见下。

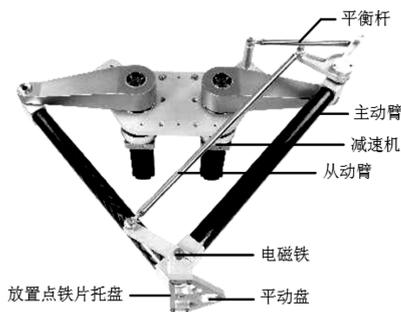


图1 并联机械手臂

Fig.1 Parallel manipulator

图1为机械手臂中具有典型性的两自由度并联机械手臂，由于该种机械手臂具有较强的平稳性、精确性与快捷性，因此其应用广泛，囊括了食品加工、材料包装、物流服务等多个行业。该装置安装在静平台上，由控制器与驱动系统下达命令使主动臂进行工作，主动臂与从动臂相连，牵一发而动全身，进而带动平动盘的运转。除此以外，该装置中还含有平衡杆、减速机、铁片、托盘等结构，所有部件协同合作，共同完成对目标物的抓取等操作任务。机械手臂单次动作的流程依次为电机运转、联轴器动、平衡杆调节、主从臂动、平动盘动、电磁铁吸收，以及铁片移放，完成上述步骤，即表明该次任务圆满完成。

1.2 NJ 运动控制器的技术分析

NJ 运动控制器是一种可编程自动化控制器，随着机械自动化水平和对运动控制要求的提高，该种控制器越来越适用于解决复杂的运动控制任务。NJ 运动控制器在完成控制工作时，可以较好地配置运动控制单元以及位置控制单元进行配置等相关操作，其 CPU 单元在管理和协调上述高功能单元时具有一定的高效性，可使单元交换信息时达到理想的速度与状态^[6]。另一方面，NJ 还具有丰富的指令系统，该系统根据其功能进行区分，则包含了梯形图指令和顺序输入输出指令等。NJ 中内置了 EtherCAT 端口，由于其通信周期与 CPU 单元的相关处理周期是同步的，因此运动控制和顺序控制均可拥有稳定的周期，在通过相关设备变量来对数据进行访问时，可忽略普通 PLC 访问时的地址问题。EtherCAT 的全称为 Ethernet Control Automation Technology，作为一种高性能的工业网络系统，具有较强的通信功能，有着更加高效快捷的优越性。NJ 的 EtherCAT 网络配置，见图 2。

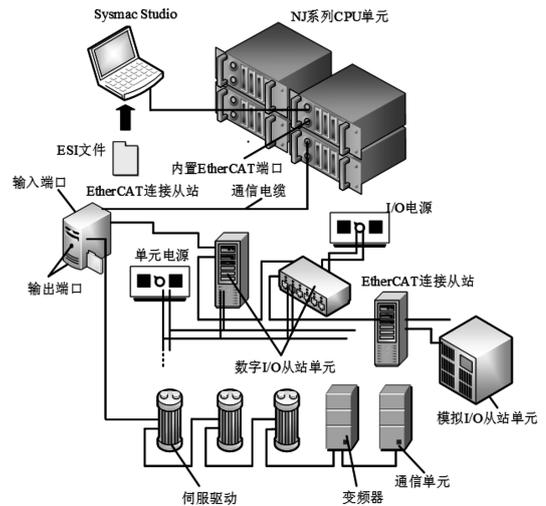


图2 NJ的EtherCAT网络配置

Fig.2 EtherCAT network configuration of NJ

EtherCAT 主站在对整个网络进行管理的过程中，对所有从站进行实时的监测，并与其交换相关数据信息。EtherCAT 中的输出端口与另一台设备的输入端口相连，将其中的相关数据传输给相连设备，但若连接到了相连设备的输出端口，则会导致数据交换出现错误。EtherCAT 中所有从站接收到的来自主站的数据，可以相互之间多次进行数据交换。在 NJ 的 CPU 单元中，设置了一种软件模块，即 MC 功能模块(motion control function module)，该模块可以通过 EtherCAT 端口完成高达 64 轴的运动控制。轴指的是运动控制系统中的控制对象，此控制对象可以是一个实际的伺服驱动，也可以是一个编码器，甚至还可以是相对应的虚拟伺服驱动或者编码器。多个轴组合而成一个轴组，以完成相对而言较为复杂的动作，包括直线插补、圆弧插补等。图 2 中的 Sysmac Studio 中通常用来设置轴组变量，每个轴组中最多含有 4 个轴，轴组数量上限为 32，轴组完成的直线插补如图 3 所示。

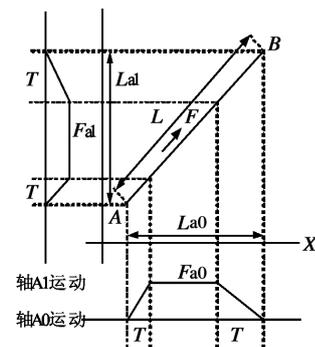


图3 直线插补示意图

Fig.3 Schematic diagram of linear interpolation

图3中表示的是从A点到B点二者之间的两轴直线插补,直线插补从本质而言就是对插补运动进行分解,将其转换为各个轴的运动。当轴处于运行过程中时,可以对同一条运动控制指令下的若干个例程进行执行操作,该项功能即缓冲模式,其主要作用是可以按顺序多次执行相关的运动控制执行,具有一定的秩序性。另一方面,每一个轴智能有一条多次执行指令被缓冲模式处理,而作为单轴运行的多轴则无法进行轴组指令的若干次执行。综上所述,机械手臂的工作流程如图4所示。

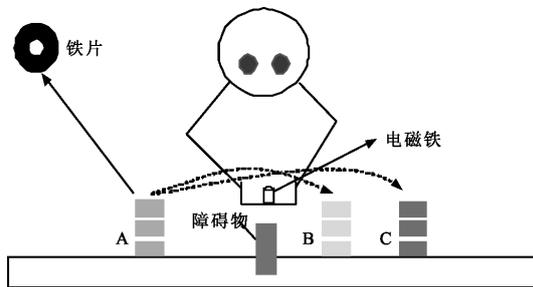


图4 工作流程说明

Fig.4 Workflow description

从图4中可知NJ控制器在实现小铁片的抓取和存放时的具体工作流程,初始状态时有12个小铁片位于A点,B与C两点为空。当指令下达时,机械手臂利用电磁铁吸合小铁片,越过障碍物,将处于A点的小铁片依次放到B点;在吸合完所有的小铁片后,机械手臂回到原点,随后再按照同样的方式将所有小铁片放回到A点;机械手臂再次回到原点,吸合小铁片避开障碍物,并将小铁片依次放置到C点;最后一步运用同样的手段将所有位于C点的小铁片依次放回到A点。完成上述操作即表明机械手臂实现了一个周期的运动任务,这是NJ控制器的自动运行部分,除此以外,NJ控制器还具有手动运行程序的功能。手动运行程序也同等重要,其作用包含回归原点、绝对定位等。

1.3 NJ运动器伺服电机的数学模型

NJ运动控制器伺服系统的核心在于电机的控制,在该伺服系统中应用的是永磁同步电机,这是一种非线性多变量系统,在对其微分方程进行分析与求解时需要在d、q矢量坐标系下建立求解方程,以分析该电机的稳态及瞬态运行性能^[7]。永磁同步伺服电机的定子上存在着对称绕组,分别为A、B、C,在转子上设置了永磁材料。由于定子和转子之间通过气隙磁场耦

合,存在着相对运动,因此其中的电磁关系具有一定的复杂度。此种伺服电机的机械运动方程见下

$$T_e - T_l = J \frac{d\omega}{dt} + B\omega \quad (1)$$

式中: T_e 代表着电磁转矩, T_l 表示负载转矩, J 表示转子与负载的转动惯量, B 代表着转子的粘滞摩擦系数,而 ω 则指的是电机的转速。在永磁同步伺服电机的正常运行过程中,其微分方程的表达形式具有多样性。在空间坐标系A、B、C中,电结构与磁结构上的电机转子不对称,要在该坐标系下对伺服电机的动态特性进行分析具有较大的难度。因此需要建立d、q、O矢量坐标系,对坐标进行相应的变换,将伺服电机中固有的时变系数微分方程,转变为简单的常系数方程,简化运算与分析的过程,提高运算效率,d、q、O矢量坐标系可看作为旋转坐标系,其转速与定子磁场的转速一致。在d、q、O旋转坐标系下,永磁同步伺服电机可建立等效模型,此模型见图5。

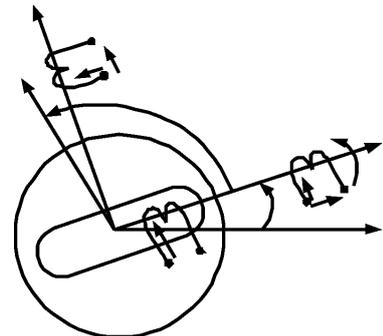


图5 d、q、O旋转坐标系的永磁同步伺服电机等效模型

Fig.5 The equivalent model of PMSM in d、q、O rotating coordinate system

图5中的角 β 表示的是转矩角,是该电机模型中的定子电流空间矢量与磁场直轴轴线的夹角。由于通过d、q计算获得的电磁转矩的值实际上就是该伺服电机的真实值,且其功率不变,因此从A、B、C空间坐标系到d、q、O旋转坐标系之间,存在着式(2)的变换。

$$\begin{pmatrix} i_d \\ i_q \\ i_o \end{pmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{pmatrix} \cos \theta & \cos (\theta-120^\circ) & \cos (\theta+120^\circ) \\ -\sin \theta & -\sin (\theta-120^\circ) & -\sin (\theta+120^\circ) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{pmatrix} \quad (2)$$

式(2)中: i_d 代表着永磁同步伺服电机在d、q、O旋转坐标系中的直轴电流, i_q 代表其交轴电流,而 i_o 则代表的是O轴电流;该伺服电机的A、B、C 3相绕组电流则

分别以 i_A 、 i_B 和 i_C 来表示。磁链方程

$$\begin{cases} \psi_d = L_d i_d + \psi_f \\ \psi_q = L_q i_q \end{cases} \quad (3)$$

式中： ψ_d 表示在该伺服电机中的直轴磁链； ψ_q 指的是相对应的交轴磁链； L_d 与 L_q 分别指此电机的直轴同步电感与交轴同步电感。随后将伺服电机中的三相变量通过一定方式化为常系变量，电压方程

$$\begin{cases} u_d = \frac{d\psi_d}{dt} - \omega\psi_q + R_s i_d \\ u_q = \frac{d\psi_q}{dt} - \omega\psi_d + R_s i_q \end{cases} \quad (4)$$

通过式(4)可知， u_d 和 u_q 分别指该伺服电机中的直轴电压与交轴电压，可知该电机的电磁转矩相应的矢量方程

$$T_e = P_n \psi_s^r \times i_s^i \quad (5)$$

式中： P_n 是指定子绕组极对数；该伺服电机磁链综合与定子电流的合成矢量分别以 ψ_s^r 与 i_s^i 来表示，这两个合成矢量的计算公式分别见式(6)与式(7)

$$\psi_s^i = \psi_d + j\psi_q \quad (6)$$

$$i_s^i = i_d + j i_q \quad (7)$$

根据图 5 可知， $i_d = i_s \cos \beta$ ， $i_q = i_s \sin \beta$ ，将此条件代入式(5)、式(6)、式(7)，化简可得式(8)，见下

$$T_e = P_n \left[\psi_f i_s \sin \beta + \frac{1}{2} (L_d - L_q) i_s^2 \sin 2\beta \right] \quad (8)$$

对式(9)进行分析，可知该式中的第一项表示定子电流与磁场之间的磁矩，第二项代表着磁阻转矩，在矢量控制的过程中， L_d 与 L_q 的值不相等，因此可通过增加伺服电机的输出力矩、拓展其调速范围等手段来进行有效的矢量运动控制，使控制系统更易操作，转矩控制的精度高，且具有较强的稳定性和快捷性。

2 实验与分析

通过对 NJ 运动控制器及其伺服电机的相关分析，并结合永磁同步伺服电机的数学模型等，进行 NJ 运动控制器速度控制的仿真实验。在空载情况下提取到的速度跟踪数据中，对 0 到 4 000 ms 的相关实验数据进

行了提取，并给定速度条件的范围，该范围从基本转速的 0 r/min 到额定转速 3 000 r/min，且速度控制在每秒内均会发生一次反转，最终得到的速度响应曲线如下图所示。

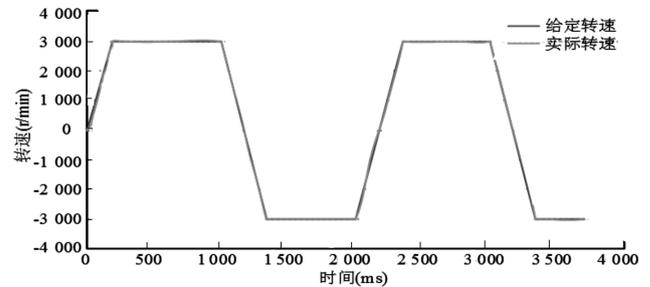


图 6 空载 NJ 速度响应曲线

Fig. 6 No load NJ speed response curve

根据图 6 可知，NJ 运动控制器的永磁同步伺服系统在速度控制方面取得喜人的成绩，具有较为理想的控制效果，实际转速跟随给定转速的效果极为明显，两条速度响应曲线基本上是重合的。而且实际转速完全跟随给定转速所需的时间很短，仅需要 200 ms 左右。但若将此速度响应曲线放大来看，会发现其实实际转速存在一定的微小波动，并不是完全稳定。另一方面，对伺服电机的速度控制使用了自适应控制算法来进行优化，其速度仿真与电流响应的结果如下图所示。

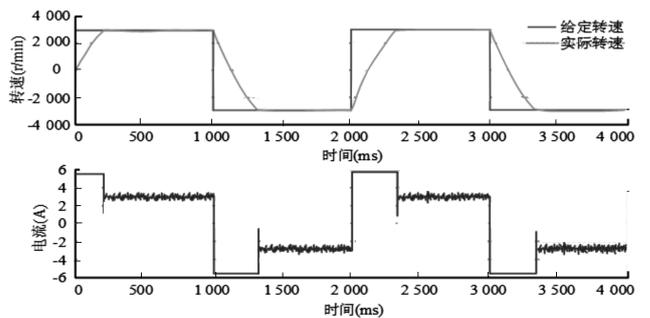


图 7 空载速度与电流响应曲线

Fig. 7 No load speed and current response curve

图 7 中分别展示了速度仿真曲线与电流响应曲线，该图中取控制预测时间的间隔为 3 ms，控制系统相应的加权矩阵系数设置为 0.1，输出柔化曲线的系数设置为 0.75，将遗忘因子的值设定为 0.999，除此之外，辨识系数的矩阵系数为 106。关于电流系数的设置包含对的电流大小进行限制，令其不得超过 5.7 A，且无负载的影响。由图中可知在对空载速度进行控制时，受电流最大值的限制，NJ 运动控制器的速度仿真曲线

与设定的值基本符合一致,其辨识结果较为准确。伺服电机控制器的实际转速,从速度为正 3 000 r/min 的状态转变到负 3 000 r/min 所花的时间极短,仅为 0.32 s。速度仿真曲线显示,实际转速完全跟随给定转速的时间控制在 0.22 s 左右,与实际情况基本保持一致。在添加了白噪声进行一定干扰的情况下,控制系统的电流尽管存在脉动,然而伺服电机的实际转速仍然能够在短时间内完全跟随给定转速,保持基本无误差的状态。这显示出 NJ 运动控制器具有较强的稳定性和抗干扰能力,将 NJ 运动控制器应用到机械手臂动态抓取工作中时,可以高效地实现机械手臂的各项工作目标。具体而言,NJ 运动控制器可以使机械手臂准确地获取目标抓取物的位置,实现对其的精准定位,依次对其进行吸合处理,快速准确地将目标抓取物从初始位置移动到目的位置,最后回归原点,具有较强的准确性和实用性。

3 结论

计算机技术的发展蒸蒸日上,其应用范围也愈来愈广,工厂中的机械设备与计算机技术进行有机的结合,大量智能化的机械设备不断涌现,其中机械手臂是应用最为广泛的工业设备之一。为了对机械手臂的动态抓取功能进行优化,提升工业生产的效率,对机

械手臂的运作机理、NJ 运动控制器及其伺服电机等方面进行深入的探析与实验。结果显示 NJ 运动控制器速度控制的效果极为理想,能快速地达到给定转速等目标,表明将 NJ 运动控制器应用到机械手臂中具有较高的可行性,显著提升其工作性能。此次研究尽管有幸取得一定的成果,但受到实验条件的限制,得出的结果不够全面,希望在未来的研究中能够进行更加深入且全面的实验分析。

参考文献:

- [1] 孙龙飞,房立金.机械手臂结构与性能分析[J].农业机械学报,2017,48(9):402-410.
- [2] 喻学涛.机械手臂转角自动控制器设计与改进[J].现代电子技术,2017,40(18):107-109,113.
- [3] 郑伟勇,李艳玮,周兵.两自由度机械手臂的交叉耦合模糊逻辑控制[J].沈阳工业大学学报,2019,41(3):326-331.
- [4] 康积龙,侯卫萍,李晨颖,等.多功能园艺修剪机械手臂的设计与特性分析[J].森林工程,2019,35(4):86-92.
- [5] 崔钰,郭峤枫.超声波探伤在机械手臂应用中的信息监测研究[J].信息技术,2017(4):68-70.
- [6] 刘洁,孙延永,高磊.基于 NJ 运动控制器的 Delta 机器人动态抓取控制系统设计[J].电子器件,2018,41(6):202-207.
- [7] 靳云发,王绍宗,张倩,等.一种通过设置伺服控制参数抑制机械振动的方法[J].机械工程师,2019(9):20-22.

Design of Dynamic Grasping Control System of Mechanical Arm

ZHENG Xiaobin

(Fujian Vocational College of Shipping Administration, Fuzhou, Fujian 350007, China)

Abstract: The dynamic grasp of manipulator and the operation mechanism and algorithm of NJ controller are deeply explored, and the simulation experiment of NJ motion controller is carried out. The results show that when the actual speed of NJ motion controller servo motor changes greatly, the time required is very short, only 0.32s; the actual speed completely follows the given speed, it can also be effectively controlled at about 0.22s; under the condition of adding certain interference factors such as white noise, the actual speed of NJ servo motor can still be given in a short time. The rotational speed is consistent and the error is very small. This shows that the manipulator based on NJ motion controller has high performance and can accurately complete dynamic grasping.

Key words: NJ motion controller; robotic arm; automation; dynamic grasping

(责任编辑:叶丽娜)

福建省体育与旅游产业发展的耦合协调分析

陈慧娟¹, 许金富^{2*}

(1.福建技术师范学院 体育学院, 福建 福清 350300; 2.福建江夏学院 体育产业发展研究中心, 福建 福州 350108)

摘要:通过构建体育产业与旅游产业耦合指标体系,采用熵值法和耦合协调度模型,对福建省2013—2017年体育产业与旅游产业综合发展水平及耦合协调情况进行实证分析。结果表明:2013—2017年间体育产业与旅游产业综合水平均呈现稳步上升态势,旅游产业综合水平好于体育产业,但体育产业综合水平的发展速度快于旅游产业;5年间福建省体育产业-旅游产业系统从总体均值来看,经济效益最好,就业效应次之,支撑条件最低,从福建省体育产业发展速度分析,5年间就业效应增长速度最快,支撑条件次之,经济效益最慢;旅游产业中的经济效益综合发展水平在2014年后呈大幅度增长,市场规模综合水平呈稳步增长;体育产业和旅游产业系统的耦合协调类型特征基本表现为体育产业滞后和旅游产业滞后交替演化的发展态势,耦合协调等级从2013年的轻度失调发展到2017年的良好协调,整体呈现上升的趋势。

关键词:体育产业;旅游产业;耦合协调度;福建省

中图分类号:G80-05;F59

文献标识码:A

文章编号:1674-2109(2021)09-0056-06

随着我国经济的快速发展,“体育+旅游”越来越受大众消费的青睐。体育产业和旅游产业的互动融合发展是顺应市场需求、推动经济转型升级的必然要求^[1]。2010年国务院印发《关于加快发展体育产业的指导意见》和2014年《国务院关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见》中指出,发挥体育产业的综合效应和拉动作用,推动体育产业与旅游等相关产业的复合经营,促进体育旅游等相关业态的发展^[2-3]。2015年国务院办公厅颁发《关于加快发展生活性服务业促进消费结构升级的指导意见》再次指出,进一步推动体育运动、竞赛表演、健身休闲与旅游活动融合发展^[4]。福建省体育产业在全国处于领先地位,为了加快促进

我省体育产业高质量发展,福建省政府颁发《关于加快体育产业发展促进体育消费的十条措施》《福建省体育产业发展“十三五”规划》《关于加快发展健身休闲产业的实施意见》再次强调,促进体育与相关产业融合发展,推动与健康旅游结合,将发展体育旅游产业作为推动福建省体育产业转型升级,实现高质量发展的重要环节^[5-7]。福建省体育产业在全国处于领先地位,当前福建省体育产业的工作重点是从体育用品制造业向体育服务业的倾斜,我省体育产业已从单一的体育鞋服制造,转型为以体育装备制造为支柱,竞赛表演业和体育培训业为依托,场馆运营、健身休闲、体育中介服务协调发展的现代产业体系^[8]。2015年,福建省人民政府颁发《关于进一步深化旅游业改革发展的实施意见》提出利用山海资源优势,打造“两条旅游带即蓝色生态旅游带和绿色生态旅游带”,构建“三大旅游核心”,建设“三大旅游集聚区”,并促进旅游与相关产业融合^[9]。在体育产业转型升级和旅游产业快速发展的背景下,体育与旅游产业的融合,不仅激发体育产业的活力,也为旅游产业的创新转型提供新方向^[10],

收稿日期:2020-05-18

基金项目:福建省社会科学规划项目(FJ2019C013);福建省中青年教育科研项目(JAS20220)。

作者简介:陈慧娟(1984-),女,汉族,讲师,主要从事体育产业的研究。

通讯作者:许金富(1989-),男,汉族,副教授,主要从事体育产业的研究。

体育产业与旅游产业作为五大幸福产业两大重要产业,对福建省的体育产业与旅游产业融合发展具有重要的意义。

体育产业与旅游产业的融合已成为学者们研究的热点,程林林^[11]最先提出体育产业融合的概念,并从体育的产业融合的机理、原因、作用和意义等方面进行研究。雷波^[12]从市场需求、资源共享、关联互补、科技进步和发展趋势 5 个方面分析体育产业与旅游产业融合的基本条件,探讨两大产业融合发展的三种模式及差异。冯欣欣等^[13]基于经济的理论视角,探究体育产业与旅游产业融合的模式,分析两大产业实现融合的机制。金媛媛等^[14]从我国体育产业与旅游产业融合的现状,提出体育资源与旅游资源难以实现有效共建共享、体育旅游制度建设滞后、体育旅游精品缺乏、体育旅游市场认知度低、体育旅游人才存在结构性短缺等问题。许金富等^[15]基于耦合协调度模型、探索性空间数据分析方法,构建体育产业和旅游产业发展耦合协调评价指标体系,探讨中国 31 个省市体育产业和旅游产业综合水平及耦合协调度时序、空间分异特征。

综上所述,虽然近年来体育产业与旅游产业问题已成为学者们研究的热点,但研究多为理论层面的论述,虽然有少数学者结合数据对全国或单个地区进行研究,但鲜见针对福建省体育产业与旅游产业融合趋势进行计量分析。因此,基于耦合协调理论,构建体育产业与旅游产业耦合指标体系和耦合协调度模型,对福建省体育产业和旅游产业的综合水平和融合发展进行测算,以期对福建省两产业的健康、高质量发展有所裨益。

1 研究方法

1.1 熵值法

体育产业发展综合水平和旅游产业综合发展水平评价涉及到多个指标进行衡量,由于各指标之间的量纲和单位各不相同,为了保证分析结果的科学性、客观性及准确性,采用熵权法来计算指标权重,能有效的避免主观因素的影响,赋值过程透明,权重具有较高的可信度^[16]。熵值法计算过程如下:

第一步, $x'_{ij} = (x_{ij} - x_{j\min}) / (x_{j\max} - x_{j\min}) + 0.01$

x_{ij} 表示第 j 个指标第 i 年的原始数据; $x_{j\max}$ 表示第 j 个指标的最大值, $x_{j\min}$ 表示第 j 个指标的最小值,由于数据在进行无量纲化过程中会出现 0 或负值过程,故在公式后加上 0.01,进而消除上述现象;

第二步, P_{ij} 为计算系统中各指标的比重,其计算公式为

$$P_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}} \quad (1)$$

第三步, E_j 为第 j 个指标的熵值,其计算公式为

$$E_j = -k \sum_{j=1}^n \frac{P_{ij}}{n(P_{ij})}; \quad (2)$$

第四步,根据熵值计算差异度 A_j ,其计算公式为

$$A_j = 1 - E_j, \quad (3)$$

其中 $j=1, 2, 3, \dots, n$;

第五步,计算体育产业或旅游产业第 j 项指标权重 W_j ,

$$W_j = \frac{A_j}{\sum_{j=1}^n A_j}; \quad (4)$$

第六步,建立体育产业和旅游产业综合评价函数 (U_x),其公式为

$$U_x = \sum_{j=1}^n W_j M_{ij}; \quad (5)$$

M_{ij} 表示体育产业或旅游产业第 j 项指标第 i 年的标准化值,函数 U_x 值越大,说明体育产或旅游产业综合水平状况越好,函数 U_x 值越小,则相反。用 U_1 表示体育产业综合指数,用 U_2 表示旅游产业综合指数,体育产业或旅游产业的综合指数反映的是其综合水平^[15]。

1.2 耦合协调模型

(1)耦合度的计算公式为

$$C = \left(\frac{U_1 \times U_2}{(U_1 + U_2) \times (U_1 + U_2)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

C 为两个系统的耦合度,耦合度的值在 0~1 之间,其值越大耦合性越好,说明体育产业和旅游产业之间的影响越激烈,其值越小耦合性越低,说明两产业之间的影响越小。 U_1 代表体育产业综合水平, U_2 代表旅游产业的综合水平。

(2)耦合协调度的计算公式为

$$T=\alpha U_1+\beta U_2;D=(C+T)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

其中: T 为体育产业和旅游产业综合协调指数; D 为耦合协调度,耦合协调度反映系统间协调配合、良性循环的关系, D 值越大,两个系统之间的耦合协调关系

就越好。 α 和 β 为待定系数,经咨询6位相关领域专家,将和系数确定为0.5。参考王珞珈^[17]的研究,对体育产业系统与旅游产业系统的耦合协调度进行等级划分,根据两个产业综合发展水平 U_1 和 U_2 的关系,进行协调类型的划分。

表1 体育产业与旅游产业系统耦合协调度等级与类型划分

Tab.1 Classification and type of coupling coordination between sports industry and tourism industry

协调度区间	协调等级	U_1 与 U_2	类型特征	协调度区间	协调等级	U_1 与 U_2	类型特征
0~0.09	极度失调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后	0.50~0.59	勉强协调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后
		$U_1\approx U_2$	同步发展			$U_1\approx U_2$	同步发展
		$U_1<U_2$	体育产业滞后			$U_1<U_2$	体育产业滞后
0.10~0.19	严重失调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后	0.60~0.69	初级协调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后
		$U_1\approx U_2$	同步发展			$U_1\approx U_2$	同步发展
		$U_1<U_2$	体育产业滞后			$U_1<U_2$	体育产业滞后
0.20~0.29	中度失调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后	0.70~0.79	中级协调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后
		$U_1\approx U_2$	同步发展			$U_1\approx U_2$	同步发展
		$U_1<U_2$	体育产业滞后			$U_1<U_2$	体育产业滞后
0.30~0.39	轻度失调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后	0.80~0.89	良好协调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后
		$U_1\approx U_2$	同步发展			$U_1\approx U_2$	同步发展
		$U_1<U_2$	体育产业滞后			$U_1<U_2$	体育产业滞后
0.40~0.49	濒临失调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后	0.90~1.00	优质协调	$U_1>U_2$	旅游产业滞后
		$U_1\approx U_2$	同步发展			$U_1\approx U_2$	同步发展
		$U_1<U_2$	体育产业滞后			$U_1<U_2$	体育产业滞后

2 指标体系

为了揭示体育产业与旅游产业之间发展的协调情况,在评价体育产业和旅游产业综合发展水平中,构建综合、全面的评价指标体系是非常重要的。指标选择在遵循科学性、系统性、可靠性、针对性等原则的基础上,借鉴参考赵世伟^[18]、张欣^[19]、许金富等^[15]、王珞珈等^[17]、符莲等^[20]相关研究的指标体系,确定指标体系初稿。为了使指标更能反映出体育产业和旅游产业真实情况,通过咨询5位专家咨询后,指标体系进行优化整合,最终确定本研究评价指标体系。其中,体育产业评价系统从经济效益、就业效应、支撑条件3个方面选取11个指标,旅游产业评价系统从经济效益和市场规模2个方面选取了9个指标。数据来源于《体育事业统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《福建省统计年鉴》《中国旅游统计年鉴》、中国统计数据应用支持系统。

表2 福建省体育产业与旅游产业系统耦合协调发展评价指标体系及指标权重

Tab. 2 The evaluation index system and index weight of the coupling and coordinated development of Fujian sports industry and tourism industry system

系统层	子系统层	表达层	指标层	指标权重
体育产业与旅游产业耦合协调	体育产业	经济 效益	体育用品主营业务收入	0.079
			体育服务业营业收入	0.086
			体育彩票销售额	0.086
			体育企业固定资产投资	0.010
			体育企业单位数	0.067
			体育企业就业人员平均工资	0.081
			体育用品制造业从业人员	0.128
			体育服务业从业人员	0.089
			体育基金会	0.098
			体育本科、高职院校机构数	0.103
			体育健身工程	0.082
旅游产业	市场 规模	经济 效益	国内旅游收入	0.119
			国际旅游(外汇)收入	0.124
			入境过夜游客人均花费	0.119
			旅游饭店主营业务收入	0.122
			入境旅游人数	0.121
			国内旅游人数	0.109
			A级旅游景区数	0.094
			旅游饭店企业数	0.087
			旅行社总数	0.106

3 体育产业与旅游产业耦合协调实证分析

3.1 体育产业与旅游产业综合水平分析

由表3可知,2013—2017年间的总体均值来看,体育产业综合水平为0.412,旅游产业综合水平为0.462,体育产业总体均值低于旅游产业。从体育产业与旅游产业的年复合增长率分析,体育产业综合水平增长速度为70.5%,而旅游产业增长速度为14.5%,说明我省体育产业正在快速发展,其发展速度比旅游产业要快,并存在较大的提升空间。

表3 福建省体育产业与旅游产业综合指数及各子系统指数

Tab.3 Sports industry and tourism industry composite index and each subsystem index in Fujian Province

系统 (子系统)	2013	2014	2015	2016	2017	总体 均值	年复合 增长率/%
体育产业 综合指数 U_1	0.082	0.285	0.450	0.552	0.689	0.412	70.5
经济效益	0.012	0.058	0.201	0.245	0.306	0.162	67.6
就业效应	0.011	0.188	0.105	0.176	0.243	0.143	318.2
支撑条件	0.082	0.038	0.145	0.130	0.140	0.107	200.1
旅游产业 综合指数 U_2	0.119	0.194	0.406	0.656	0.937	0.462	14.5
经济效益	0.119	0.039	0.129	0.278	0.447	0.202	39.3
产业规模	0.012	0.155	0.278	0.378	0.490	0.260	370.5

3.2 体育产业综合水平分析

从表3可知,福建省体育产业的综合水平在2013年最低,仅为0.082。从2014年开始,综合水平呈稳步上升,2017年体育产业综合发展水平比2013年有显著提高,为0.689。究其原因体育产业作为福建经济发展的新动能,为推动体育产业的发展,福建省先后出台《关于加快体育产业发展促进体育消费的十条措施》《“十三五”体育事业发展专项规划》,提出推动体育用品制造业转型升级,从传统的单一体育用品制造业向服务业倾斜,推进智能制造,制造+服务等发展模式,随着体育产业的转型升级,体育产业总值迅速提升,到2017年福建省体育产业总产值高达3801亿元,位居全国前列,并占全国体育产业总产值近1/5^[21]。

从福建省体育产业3个维度综合水平的5年总体均值上看,经济效益最好,其值为0.162,就业效应次之,其值为0.143,支撑条件最低,其值为0.107。5年间经济效益综合水平呈增长态势,侧面反映了福建省体育产业收益较好。就业效应综合水平总体呈增长态势,但在2015年出现小幅下降,2015年国家出台供给侧结构性改革,就业人口的不足导致供给侧结构性改革受限制。支撑条件综合发展水平,在2014年出现下降,2015年呈现增长,随后又呈现出不稳定小幅波动式增长,2014年10月国务院颁发《关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见》,该文件的颁布对体育产业的发展具有重要的政策支撑作用,所以,2015年支撑条件综合水平才开始增长。从福建省体育产业经济效益、就业效应、支撑条件的发展速度分析,5年间就业效应增长速度最快为318.2%,说明体育产业在促进就业方面具有突出作用。支撑条件次之,增长速度为200.1%,经济效益最慢,其增长速度为70.5%,由于福建省是以体育制造业为主,但服务业作为体育产业的主体结构,所占比例较低,只有优化体育产业结构,让体育制造业服务化,才能加速体育产业的发展,进而加快经济效益的增长。

3.3 旅游产业综合水平分析

表3可知,2013—2017年间福建省旅游产业的综合发展水平整体呈现稳步上升趋势,2013至2014年综合水平较低,分别为0.119和0.194,但随着“两条旅游带”“三大旅游核心”“三大旅游集聚区”等政策措施的贯彻落实^[9],2015年旅游产业综合水平出现较大提升,增加了0.212。随着《福建省旅游条例》《关于大力发展体育旅游的指导意见》等相关政策的落地,2017年福建省旅游产业综合水平显著提高,达到最大值(0.937)。福建省人民政府关于《进一步深化旅游业改革发展的实施意见》推出创新营销方式,创新办展模式,如厦门中秋旅游嘉年华、妈祖文化旅游等活动、构建“清新福建”旅游产品体系、营销体系和服务体系等措施来促进福建省旅游产业的发展,加快旅游产业转型升级^[9]。

福建省旅游产业两个维度5年间总体均值看,经济效益为0.202,产业规模为0.260,产业规模好于经济效益。2013—2017年旅游产业中经济效益综合发展水平在2014年下滑而后呈大幅度增长,由于入境过

夜游客人均花费指标下降导致 2014 年经济效益综合发展水平下滑。市场规模综合发展水平呈稳步增长。从福建省旅游产业经济效益、市场规模的发展速度上看,市场规模的年复合增长率为 370.5%,而经济效益为 39.3%,说明了市场规模的年复合增长率远远超过经济效益。

3.4 体育产业和旅游产业耦合协调度类型分析

根据产业耦合的分析模型,对体育产业 U_1 和旅游产业 U_2 的大小进行比较,可以判断耦合协调度的类型。当 $U_1 > U_2$,说明旅游产业滞后于体育产业;当 $U_1 = U_2$,说明体育产业与旅游产业同步发展;当 $U_1 < U_2$,说明体育产业滞后于旅游产业^[2]。根据以上的原理,由表 4 可知,体育产业滞后和旅游产业滞后呈交替演化的发展态势,2013 年体育产业滞后于旅游产业 0.037;2014—2015 年,体育产业发展迅速,而旅游产业滞后;2016 年开始旅游产业综合水平开始反超同期的体育产业,且两者差距呈逐渐增大的趋势,2017 年体育产业综合水平滞后于旅游产业 0.248,说明我省旅游产业正在快速发展中。从 5 年间两产业耦合协调类型的发展特征分析,说明体育产业与旅游产业之间已经开始相互影响。

表 4 2013—2017 年福建省体育产业与旅游产业综合发展水平及耦合协调等级

Tab.4 The comprehensive development level and coupling coordination level of sports industry and tourism industry in Fujian Province during 2013—2017

年份	U_1 (体育产业综合水平)	U_2 (旅游产业综合水平)	C (耦合度)	D (耦合协调度)	耦合协调等级	耦合协调度类型
2013	0.082	0.119	0.983	0.314	轻度失调	体育产业滞后
2014	0.285	0.194	0.982	0.485	濒临失调	旅游产业滞后
2015	0.45	0.406	0.999	0.654	初级协调	旅游产业滞后
2016	0.552	0.656	0.996	0.775	中级协调	体育产业滞后
2017	0.689	0.937	0.988	0.896	良好协调	体育产业滞后

3.5 体育产业和旅游产业耦合协调等级分析

由表 4 可知,从 2013—2017 年福建省体育产业和旅游产业耦合度 C 基本保持在 0.982~0.999 之间,其均值为 0.990,表明福建省 5 年间两个产业互动发展的耦合性良好,两者之间相互作用强烈,耦合协调

趋势愈加明显。耦合协调等级从 2013 年的轻度失调发展到 2017 年的良好协调,整体呈现上升的趋势,并可以划分为 3 个阶段:第一,失调阶段(2013—2014),该阶段经历轻度失调—濒临失调,在此阶段中福建省体育产业与旅游产业系统的协调度由 0.314 上升到 0.485,呈现稳定增长态势。从体育产业—旅游产业系统综合水平平均表现为上升,体育产业综合水平发展迅速,而旅游产业滞后,二者的发展步调不一致,表现出失调不和谐关系。第二,初级协调阶段(2015 年),体育产业和旅游产业系统的耦合协调等级发展为初级协调阶段,耦合协调度仅为 0.654,仍然处于较低水平的协调期。第三,协调阶段(2016—2017 年),该阶段从中级协调—良好协调阶段,两者的耦合协调度由 2016 年 0.775 上升到 2017 年的 0.896,协调度越来越高,两产业之间的协同效应逐步增强,说明两产业能较好地相互融合、促进发展。

4 结论

通过以上对福建省体育产业和旅游产业系统耦合协调关系的分析,可以得出以下结论。

(1)2013—2017 年间体育产业与旅游产业综合水平平均呈现稳步上升态势,旅游产业综合水平好于体育产业,但体育产业综合水平的发展速度快于旅游产业。

(2)2013—2017 年间福建省体育产业从总体均值来看,经济效益最好,就业效应次之,支撑条件最低。5 年间经济效益和就业效应综合水平均呈增长态势,但就业效应在 2015 年出现小幅下降;支撑条件综合发展水平呈现出先下降后增长,随后又呈现出小幅度波动式增长。从福建省体育产业发展速度分析,5 年间就业效应增长速度最快,支撑条件次之,经济效益最慢。

(3)旅游产业的综合发展水平 U_2 整体呈现上升趋势。旅游产业中的经济效益综合发展水平在 2014 年下滑而后呈大幅度增长;市场规模综合发展水平呈稳步增长。

(4)体育产业和旅游产业系统的耦合协调类型特征基本表现为体育产业滞后和旅游产业滞后交替演化的发展态势;耦合协调等级从 2013 年的轻度失调发展到 2017 年的良好协调,整体呈现上升的趋势。

参考文献:

- [1] 王辉.促进体旅互动融合 助力经济转型升级[N].中国体育报,2016-05-16(03).
- [2] 国务院办公厅.国办发[2010]22号:关于加快发展体育产业的指导意见[Z].2010.
- [3] 国务院办公厅.国办发[2014]46号:关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见[Z].2014.
- [4] 国务院办公厅.国办发[2015]85号:关于加快发展生活性服务业促进消费结构升级的指导意见[Z].2015.
- [5] 福建省人民政府.闽政办[2015]40号:关于加快体育产业发展促进体育消费的十条措施[Z].2015.
- [6] 福建省体育局.闽体[2016]563号:福建省体育产业发展“十三五”规划[Z].2016.
- [7] 福建省人民政府.闽政办[2017]119号:关于加快发展健身休闲产业的实施意见[Z].2017-10-17.
- [8] 林作明.持续推进福建体育产业高质量发展[N].中国体育报,2019-12-27(02).
- [9] 福建省人民政府.闽政办[2015]23号:关于进一步深化旅游业改革发展的实施意见[Z].2015.
- [10] 明庆忠,王娟.体育与旅游融合发展的新趋势与新应对[C].昆明旅游交易会体育旅游论坛,2019.
- [11] 程林林.体育的产业融合现象探析[J].成都体育学院学报,2005,31(3):22-25.
- [12] 雷波.我国体育产业与旅游产业互动融合模式分析[J].北京体育大学学报,2012,35(9):40-44.
- [13] 冯欣欣,林勇虎.基于体验经济的体育产业与旅游产业融合模式及其实现机制[J].体育文化导刊,2017(9):108-112.
- [14] 金媛媛,杨越,朱亚成.我国体育产业与旅游产业融合发展研究[J].体育文化导刊,2019(6):82-87.
- [15] 许金富,陈海春.中国体育产业与旅游产业发展耦合关联性测度及空间相关分析[J].山东体育学院学报,2019,36(1):9-16.
- [16] 王富喜,毛爱华,李赫龙,等.基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J].地理科学,2013,33(11):1323-1329.
- [17] 王珞珈,董晓峰,刘星光,等.旅游产业与生态文明城市发展协调关系的定量研究:以敦煌市为例[J].生态科学,2017,36(4):194-201.
- [18] 赵世伟.体育产业基地竞争力评价研究:基于广东省21个地级市的实证分析[J].首都体育学院学报,2015,27(6):493-499.
- [19] 张欣.基于模糊理论的体育产业竞争力评价[J].广州体育学院学报,2017,37(1):20-27.
- [20] 符莲,熊康宁,高洋.喀斯特地区旅游产业与生态环境耦合协调关系定量研究:以贵州省为例[J].生态经济,2019,35(1):125-130.
- [21] 黄仙妹.福建省出台22条措施关于促进体育产业高质量发展[N].人民网-福建频道,2019-05-16(04).
- [22] 叶宋忠.体育产业与养老产业融合发展协调度评价研究:以我国东部地区11个省市为例[J].成都体育学院学报,2019,45(2):62-69.

The Development and Coupling Coordination Analysis of Sports and Tourism Industry in Fujian Province

CHEN Huijuan¹, XU Jinfu²

(1. School of Physical Education, Fujian Polytechnic Normal University, Fuqing, Fujian 350300, China;

2. Sports Industry Development Research Center, Fujian Jiangxia University, Fuzhou, Fujian 350108, China)

Abstract: With the development of China's social economy, the interaction and integration of sports industry and tourism industry has become an objective demand. Based on the establishment of the coupling index system between the sports industry and the tourism industry, this paper adopted the entropy method and the coupling coordination degree model to make an empirical analysis of the comprehensive development level and coupling coordination of the sports industry and the tourism industry in Fujian Province from 2013 to 2017. Results show that:2013—2017, the level of sports industry and tourism industry has a steady rise, comprehensive level better than the sports industry, while the comprehensive level of sports industry development is faster than the tourism industry. After 2014, the comprehensive development level of economic benefits in the tourism industry has increased significantly, and the comprehensive level of market size has increased steadily. The characteristics of the coupling and coordination types of the sports industry and the tourism industry are basically the development trend of the sports industry lag and the tourism industry lag. The level of coupling coordination developed from mild maladjustment in 2013 to good coordination in 2017, with an overall upward trend.

Key words: sports industry; tourism industry; coupling coordination degree; Fujian Province

(责任编辑:张文静)

梅山传统武术文化的内涵及成因

孙蛟¹, 杨少雄^{1*}, 邹序桂²

(1.福建师范大学 体育科学学院, 福建 福州 350117; 2.怀化学院 体育与健康学院, 湖南 怀化 418000)

摘要:采用实地调查、非结构性访谈、文献资料法,基于梅山武术物质、制度与精神文化研究其文化内涵,旨在形成梅山武术文化整体认知,为传统武术长远发展提供参考。研究发现:梅山武术在形成与发展中,不断吸收中华优秀传统文化来塑造自身文化体系,孔孟仁学观念、宗教巫术文化、传统姓氏血缘与娱乐养生观念对梅山武术文化建构有重要意义。

关键词:梅山武术;文化内涵;文化成因;传统文化

中图分类号:G852 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0062-06

武术作为体育中人类所创造的文化现象,一方面表现出中华民族特有的文化内涵,是多民族文化交相呼应的产物,另一方面它的形成受传统文化的影响,具有普遍规律性。梅山地处湖湘中部,以湘江中部贯穿,旧时为梅山之地,称当地人为“梅山蛮”。宋朝《开远桥记》中,描写梅山人群居在梅山峒中,“出操戈戟,居枕铠弩,刀耕火种,摘山涉猎”^[1],梅山武术在这神秘而悠长的地域里萌生出来。公元960年,梅山峒蛮李天华等峒主经营梅山,内修外攘,练武演兵,抵御朝廷征讨与外出狩猎中壮大了梅山武术,得以雄踞一方、与朝廷抗衡。宋神宗时期,朝廷深感忧患,改为绵柔招抚之策,设立“新化”县,指派汉族人于此地移居,才将梅山纳入政府管辖,并以“新化”之地名延续至今。明清时期,新化武术活动尤为昌盛,武术名家层出不穷,至今,梅山武术仍为武林界领军门派。纵观历史,习武已成当地世代沿袭的风俗特点,欣欣向荣的梅山武术展现出特有的民族文化特征,受传统文化影响具有明

显文化内涵^[2]。鉴此,探究梅山武术文化内涵及成因,对于深刻研究和理解梅山武术有着重要意义。

1 梅山武术的文化内涵

武术文化隶属于中国传统文化^[3],在传统文化土壤中孕育出来,并在历史长河中绵延至今。中国传统文化追崇“实用理性”,在劳动人民日常生活中积淀,受孔孟儒学熏染不断发展,而武术源于人兽相搏、战事纷争与生产劳动,五千多年历史积淀中,展现独特民族文化内涵。梅山武术作为传统文化载体,与当地民风民俗、宗法制度与精神信仰密不可分。本文从物质、制度与精神三个角度去剖析其文化内涵,以俯视视角来形成大局认识。

1.1 朴实无华的物质文化

梅山武术内容紧凑,朴实无华。梅山拳谱云:“冲拳为三角,挑拳似牛角,相打紧逼前,拳法似刀镰”^[4],一步连三响,上可护头胸,下能防阴招,“拳打卧牛之地”,虽不善用腿,然注重桩功。以阴阳五行理论为基础,崇尚精气神三宝,要求习武者形神合一,气运丹田,劲发于腰。梅山拳种套路多达一百多种,但现今流传于世的只有六十多种,主要有梅城拳、祖师拳、醉拳、猴拳等,由于隶属南拳体系,套路动作大多短小精悍,具备多元表现形式与浓烈审美气息,不限场地,老

收稿日期:2020-09-10

基金项目:湖南省教育厅科学研究项目:梅山传统武术文化整理编目与数字化保护研究(18C0984)。

作者简介:孙蛟(1996-),男,汉族,在读研究生,主要从事民族传统体育学的研究。

通讯作者:杨少雄(1965-),男,汉族,教授,主要从事民族传统体育学及武术产业的研究。

少皆宜。器械套路,兼并长短双软,主要有王爷大刀、梅山梭镖、梅山耙、四字凳、长烟筒等(图1),而练习臂力的鸳鸯石锁在当地人家中也常见。许多器械都是征战与劳作中创造的,凝聚了众先辈的心血,不仅如此,长凳毛巾、烟斗扁担、长尺铁耙,日常生活用品在梅山人手中悉心加工都成了克敌制胜的武器,古朴器械与梅山武术相结合便能在狩猎中搏猛兽,在战争中抵官兵。梅山人世代信奉“梅山教”,梅山教主“张五郎”是当地人择徒拜师、入教进派时都必须跪拜的人物,“张五郎”以“翻天倒地”“翻坛倒峒”的形象著称,寓意着梅山人“终岁不服王法”。通过实地调查发现,为营造良好尚武气息,梅山诸多村落公路两旁竖立梅山传统武术造型的器械模型和宣传语,墙壁上喷绘上武术套路动作图案,大门前悬挂武术文化对联。村头空地设有固定习武点(图2),以拳师负责,定时带领村民习武健身,这些富有教化意义的传统武术宣传氛围,使当地人耳濡目染中将武术文化积极传承下来。



图1 梅山武术器械图

Fig.1 Martial arts equipment



图2 梅山武术习武点

Fig.2 Martial arts practice site

1.2 教巫一体的制度文化

梅山武术源于蚩尤传说,旧时梅山聚集少数民族,未受统治者管辖,梅山蛮“信巫鬼,尚淫祀”^[5],梅山武术于“非集权或多中心权力系统”的部落社会中孕育出来,以血缘、姓氏、地域为连接纽带^[6]。封建社会战

乱交织,个人力量太过渺小,只能从属于群体。在旧时生产落后情况下,梅山人基于谷物种植和畜牧产业,生产效率比“寻食队伍”高很多,故而部落人数较多。梅山峒主把不同部落联合起来形成跨氏族、亲属、地域的等级性“社团”,并不断繁衍下去,梅山人以牺牲家庭权力换取整个部落群体的利益,以此来抵御朝廷或异族人的征战和换取安全保障。峒蛮首领为维系部落长治久安,制定出诸如长老、宗法、血缘制度等适用于社会内部的管理体系。这个过程中,赵天祥、扶天锡、李天华等梅山峒主慢慢成了权力中心,为区分异族人群,又以“梅山教”“黑虎教”等宗教结合梅山巫术固化民心,维系绝对的统治权威。逐步形成了梅山内部制度体系,而梅山武术在这制度下发展起来,不断适应国家政治制度的变迁。

据史料记载,蚩尤聚集地——新化梅山,是原始巫术起源地之一。封建社会以前,有着高超巫术的人拥有相当社会威望,作为“九黎”族群“巫首”,蚩尤带领梅山人以“舞武”的巫术形式在祭祀中祈求神灵保佑种族兴旺^[7],将战争中厮杀武术动作反复演练,此时梅山武术的雏形逐步形成,从日常生产劳作中分化出来。巫师们将原始巫术、传统医学和梅山武术三者融合,诸如有着巫术气息的“画符练水”,实际上是掌握中医的巫师们,将含活血化瘀、消肿止痛的中草药涂抹在练武者皮肤表面,并玄虚地念咒说道,使练武者心理上产生积极暗示。

1.3 尚武崇教的精神文化

梅山峒主为教化民众、拉拢人心,以“梅山教”作为统治工具,梅山人择徒拜师时,其文化礼仪与“梅山教”入教仪式如出一辙,供奉的都是“翻天覆地”的教主“张五郎”及历代梅山峒主神祇。“梅山教”隶属巫教体系,是自然教派与人神教派的结合体,在宗法教化与军事活动中,逐渐孕育出梅山人尚武好战的个性品质。原始部落的利益冲突常演变为大规模倒戈相见,梅山人为了捍卫领地或争夺资源,在峒主带领下日夜操练武术,于是尚武精神日益成熟。战争后通过祭祀将战争中的武术技法与经验加以总结,不断丰富并传给后人,使尚武精神延续至今。宋熙宁五年,统治阶级一改刚硬政策,以绵柔之计使“新化”设县归顺朝廷管辖,儒学渗透至梅山成为精神支柱。新化文风日趋昌

盛,孔孟思想中的人伦道德成为梅山人精神主导,也就有了“学武先习德,练功先练忍”的追求。

随着封建王朝的建立,儒学渐渐成为正统潮流,虽然阻隔了武术发展,但因战事纷争,军事化身体训练得以强化。“梅山蛮性剽悍,历不服中土”^[8],自两汉到北宋,朝廷对梅山蛮征讨于正史记载多达数十起,虽然讨伐交战不断,但无法有统治者降服此地。西晋至五代十国年间,武术文化空前发展,加上常年抵御朝廷征讨,梅山拳种流派趋向成熟,尚武民风成为当地特色。宋神宗“开梅”建县后,朝廷以怀柔政策使梅山各峒主逐渐分化,梅山人全民皆兵、旷日习武与朝廷交战的情况得到暂时缓解,然而尚武民风却一直保留。从北宋至明清,程朱理学受统治者推崇,统治阶级为了固化统治,奴化民性,采八股取士制度,将重文轻武发挥到了极致,严重阻碍了梅山武术的发展。政治影响加上梅山地区农业欠发达,梅山人着力发展手工业与商业,凭借武术本领,走镖经商,行侠仗义。新中国成立后,梅山人习武氛围依然浓烈,即使经历了“文革”也未曾断续,改革开放后更有再现当年辉煌的迹象,新时代下,国家大力推崇文化自信,梅山武术作为社会主义文化建设的基石,为实现中华民族伟大复兴的中国梦添砖加瓦。

2 梅山武术的文化成因

传统文化是中华民族智慧的结晶,作为文化现象的民族传统体育,从它发展历史来看,着实受到了传统文化的影响。民族传统体育的文化表现为:价值上的长幼尊卑趋向、形式上的三纲五常观念与内容上的崇文推柔追求。探究传统文化对梅山武术的影响及其文化成因,才能全方位、多层次、立体化理解梅山武术的发展过程。

2.1 孔孟仁学观念对梅山武术的影响

“中国传统文化是以儒家伦理道德为核心的社会文化体系”^[9]。自孔子以来,再经汉朝发展,直至朱熹等使儒学系统成型,孔孟仁学作为统治阶级维护权威的工具,对社会各阶层产生了深渊影响。孔子推崇“礼节”“中庸”,导致传统武术附注在“礼”的影响下,“谦退中庸”“温文尔雅”的君子之道成了传统武术内涵文

化。民族文化土壤中的梅山武术,以孔孟儒学为基本准则,传统伦理道德用以调节与约束习武者的道德行为。“董仲舒创立‘三纲五常’,朱熹应用‘三纲五常’为天理”^[10],在其思想潮流下,梅山武术表现出伦理道德气韵,衍生出教化育人的功效,把道德凌驾于习武之上,成“完善成圆”的状态。古代儒家思想融原生文化与国家意识为一体^[11],对梅山武术施加统摄性影响,儒家思想的尊义礼数孕育出梅山武德规范^[12]。梅山武术并不注重凶残蛮横的技击形式,在个人修养方面,不过分追求胜利、迎驾别人之上,但也不是一味退让,而是“智者不惑,仁者不忧,勇者不惧”^[13]。宋朝儒学兴盛梅山后,习武者把武德与拳艺统一修养,强调习练高尚道德品质,又不过分炫耀武技。

梅山武术中师父对于徒弟成长起到重要影响,师父不仅对于技法简单教授,且更多地影响了徒弟的道德责任感。以儒家纲常为基础的师徒关系付诸在梅山武术上,成为道德约束的手段,也为武德体系的构建提供了基础,梅山门派具有一套缜密的师门礼节,不是一味地形式主义,而是为了稳健师徒关系的宗法体系。农耕文明下习练梅山武术,是从事农作外的生存技巧,通过梅山拜师礼仪,徒弟才可以学到梅山正宗功夫,武术技法的教授是确认师徒名分后单独的延传,此乃入门弟子与载入系谱弟子的差异(图3)。同时,在教拳的过程中,除了对徒弟技艺能力的考评,师父更注重道德水平的优劣,也是儒家礼仪的起始。在不同场域下师与徒行为举止受到“仁礼”的制约,“仁礼”折射出不同宗法下身份地位的异同,孔孟仁学影响下的师徒从属关系是伦理与情感儒化的再现。当然,师父对徒弟的教化也映射在日常的武术训练当中,多样的套路形式、训练模式,加上长期的身心磨练,由浅入深地强化了徒弟对于孔孟仁学遵从和对梅山武术的信仰。习练梅山武术需要旷日持久地坚守,礼节的儒化在时间的发酵下,深深嵌入梅山武者心底,在师父的日夜教诲下,梅山门派的道德纲常、观念价值成了习武者约定俗成的道德规范。然而,仁礼是“守道”的方法,过分强调将流于形式主义,即师徒间过度关注仪式规范^[14]。

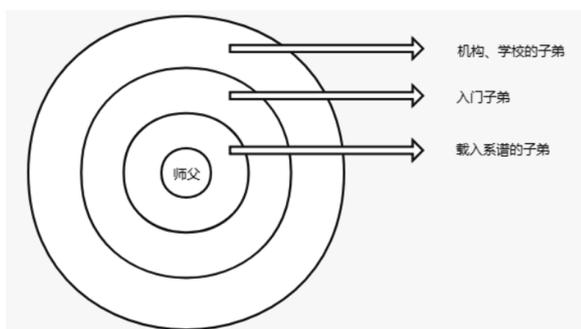


图3 梅山武术师徒亲疏关系

Fig.3 Relationship between martial arts teachers and apprentices

2.2 宗教巫术文化对梅山武术的教化

宗教与巫术在梅山中广泛存在并充满神秘气息,周朝以后,儒、道、法三家思想引领社会潮流,但宗教作为上层建筑和精神统治权威,在封建社会展现重要作用,也给作为传统文化的梅山武术留下深刻宗法烙印。

“梅山教”是统治阶级管辖较弱的边远少数民族信仰的宗教,是原始宗教或正统宗教的演化。宗教作为信仰和行为准则由它所做的内容决定,教主通过组织大规模农民运动,反抗统治阶级暴政,教主“张五郎”的倒立形象就是“历不服王法”很好地印证。“梅山教”在形式上影响梅山武术的礼仪规范,拳师择徒授艺前,有一套复杂的礼仪流程,并在收徒前尊拜张五郎神祇。并且,门派中还有神秘的“练水”绝活,梅山人信仰这种能力以对付冥冥中可怖的东西^[5],诸如梅山巫术中的“止血水”“接骨水”虽然玄乎,但确有功效。那些封建玄乎的习俗给梅山武术带来了神秘色彩,也使传承人保守观念强烈,从而使传承受到影响,抹杀了作为武术大门派应有的地位。

交通不便、文化水平有限的年代,梅山人基于传统信仰下依附于神鬼精神寄托,由农耕文化中孕育,依托民间渠道流传,在文化挖整中,门派相关典籍中与传承人口语中有大量玄乎其玄的故事,以及祖拳师(大多为旧梅山峒主)与“张五郎”、蚩尤的神化形象。《史记·封禅书》中描写:“(黄帝)南伐至于召陵,登熊山”。“熊山”接近于今湖南新化与安化边境。21世纪初,梅山周边出土了刻有蚩尤图案的石碑,这使得学者把梅山与“蚩尤的老宅”联系在一起^[6]。在笔者所调研的新化“王爷山”,老一辈传承人相信祖师爷们可腾云跨风、金刚不坏,认为习练梅山武术可以祛病养生,祭祖拜先可以保佑风调雨顺,传承人有在师门族谱前

习练梅山武术的惯习(图4),颇具宗教文化仪式。传统形式的宗教文化通过祭拜“张五郎”并加以言语说道、意念冥想而与神巫交流,是宗教巫术在文明闭塞时期所构建的信仰体系。现如今科技发展日新月异,民间信仰抑或转为理性崇拜,祭祖拜神在梅山人眼里是不忘门派规矩,而非封建迷信,习武、收徒的上香、磕头,是对祖师恩情的崇武尚德。祭拜祖师习惯延续至今,不是简单地祈求神祖保佑,而是表达对师恩的感激之情,是梅山武术凝聚人心的重要仪式活动,是传统神圣信仰向新文化意识方面的转换,而梅山武术传承人的宗教信仰形式也随之转换。

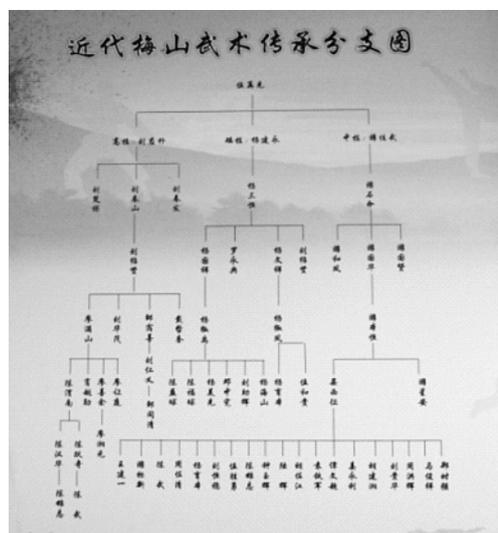


图4 近代梅山武术系谱

Fig.4 Modern Meishan martial arts pedigree

2.3 传统姓氏血缘对梅山武术的浸染

种族主义为梅山部落的共同精神,梅山武术的演变与部落个性特质息息相关,其民风民俗可视为一种文化模式,传统姓氏家族的思想理念与生活方式受到严格制约,使得梅山武术竞技性越来越淡化,而娱乐表演的成分强化。2000年,大熊山发现了“蚩尤屋场”^[7]石碑,揭示了梅山人为蚩尤后代的身份。蚩尤为“九黎”部落“巫首”,与黄帝交战失败后,“九黎”部落南迁至今梅山。在历代峒主领导下,日夜操练武术,加上纷繁战乱与封闭社会环境,使早期梅山武术经历了不断发展。此后,梅山后人一直以血缘姓氏作为纽带,遵从族内宗法长老制度。封建社会尤为看重体育形式的民俗与政治联系,统治阶级以此束缚与教化民众,维护封建权威,武术与礼节所捆绑,形成自身价值观念。后来梅山武术门派体系繁杂,相互间明争暗斗,诸如“传男

不传女”“非我族内,其心必异”^[18]的观念很普遍,同时血缘种族的行为与观念限制了本族与外族人交往,阻碍了武术文化的普及与传播,使此门派只得在自身活动范围里进行。由于受限森严的尊卑制度,先前梅山武术没有系统比赛规则,对抗中追求点到为止,不战取胜。

传统姓氏血缘在梅山武术传承中是维系人情关系行为意向的重要纽带,是维系门派成员间亲属感的交往法则。血缘姓氏重情义、淡利害。在梅山武术系谱中,“师父”亦是老师亦是父亲,师母、师叔、师兄、师妹亦是带有伦理纲常亲疏,天下习练梅山武术的子弟论辈分定大小。“现在拜师傅,不要烟酒不要钱”,亦如父亲向儿女传授拳击一样,梅山武术传承人普遍认为授技是自己分内之事,不需要收费。但若是开办培训机构或学校,则会收取一定费用,以支持机构或学校运营,在促进梅山武术中获取个人利益不是不可,此乃异场域下的新的传承形式。且培训机构里的人员非真正意义上的梅山武术子弟,传统血缘姓氏所延传的梅山武术中规定可行镖养家但不可打拳卖艺,不同场域下培育出的梅山武术子弟,起身份认同抑或有所差异。

2.4 娱乐养生观念对梅山武术的渗透

梅山武术健身观的形成,得益于军事作战的助力,军事的成败关乎梅山部落的存亡,军事力量强弱往往与士兵军事技巧与训练能力联系,故此梅山武术从古到今在训练过程中都强调其实战性,全面提升训练者的身体素质成了必要条件,同时在近现代也有梅山武术家将走镖作为自己的谋生手段,其技法水平就决定了其业务水平的高低,在配合梅山“练水”绝活,使习练者身体强壮,习练梅山武术更具威慑力。梅山武术的养生观,需要考究如何提高竞技能力,在传统梅山武术的训练中,需要围绕“精、气、神”对于梅山武术进行习练,对“止 waters、化骨水”等中医理论的运用,实际上提升了技能水平,“习练武术首需聚气,气满则神现,神现则神形具备”,练功前后,涂抹药水,将一些跌打损伤、祛痛消肿的中草药水涂抹在练习者的皮肤,使其皮肤粗糙而不易破裂,医拳互鉴,不仅强体健魄,且更好地增加机体抗击打能力。基此,梅山武术的养生观其本质是回归至提高技击水平,强体健身。

随着国家对民族传统体育的重视,大众人群在休

闲健身、修身养性方面愈发向往。梅山武术与民风民俗、生活习性关系密切,在参与过程中,不仅身心愉悦、精神充实,而且追求更高层次的延年益寿。武术是健身与表演为主的强健体魄的运动项目,节庆佳节、谷物丰收、闲暇空隙时,当地人将梅山武术与休闲娱乐结合,使喜悦氛围越发浓烈。新中国成立初期,梅山人常常在农闲和新年举行大型武术表演^[19],武术的竞技、操练与表演之风盛行城乡。当地人注重性情随心,不推崇喜怒过分溢于言表,而看重内在情感,使梅山武术注重身心协调平衡,而不过分追求身体锻炼,以儒家中庸之道为基础,追求人与自然和谐发展^[20],参与者通过身体认知感悟梅山武术中蕴含的高深哲学,并在日常生活中内省为处世法则与价值观念^[21]。通过内外兼修,形成了梅山武术的价值体系。在梅山武术演练中,人适应自然界,而自然界又调理人,构成了梅山武术丰富多彩、内容迥异的套路技击理论和方法。但这也阻碍了梅山武术竞争精神的发展,使得安于现状、温和不争变为潮流。虽然梅山武术的技击性不如从前,但梅山武术可以使人体形态得到锻炼,^[22]而且内调五脏六腑,抚顺经络精神。长期练习能提高抗击打能力,掌握高超武术技法,达到强健身体、自卫防身的功效。

3 结语

中国传统文化是融入不同时期、民族与流派的文化庞大集合体,是世界上流传久远与保存完整的古老文明,传统文化内在价值在长期演变中,扎根于民族内心,形成较为成熟的精神涵养,并渗透至武术文化深处。中华民族正在复兴之路上大步流星,武术文化承载着民族历史的文化底蕴,“肩负诠释中华‘和’文化的历史使命”^[23]。蓬勃发展的梅山武术文化承载几千年的文化变迁,是湖湘文化、南方文化甚至是中华文化的首要代表,虽然与时代出现过短暂裂痕,但从文化内涵而言促进了人与自然、群体与国家和谐发展。在推进“文化自信”的道路上,探究梅山武术的价值内涵,秉承民族优秀精神文化,坚定地维护传统武术文化,才能在任重道远的传统武术发展道路上渐行渐远。

参考文献:

- [1] 罗兴国.湖南体育史资料[M].长沙:湖南人民出版社,2010:145.
- [2] 王家忠.中华武术与中国近代革命的史学研究[J].沈阳体育学院学报,2015,34(2):136-140.
- [3] 支川.中华武术文化概论[M].北京:清华大学出版社,2015:154.
- [4] 中国体育博物馆.中华民族传统体育志[M].桂林:广西民族出版社,1990:176.
- [5] 李莘,宛霞.中国武舞的历史演进与新时期发展问题研究[J].沈阳体育学院学报,2020,39(6):137-144.
- [6] 朱汉民.特殊性与普遍性融合:湖湘文化精神特质的历史构建[J].湖南大学学报,2016(6):47-52.
- [7] 熊少波,周平,白晋湘.湖南传统节庆体育之湖湘文化解读[J].西安体育学院学报,2013,30(1):31-33.
- [8] 晏西征.梅山拳[M].长沙:湖南人民出版社,2018:65.
- [9] 司马云杰.文化价值论[M].西安:陕西人民出版社,2003:93.
- [10] 李保强,陈海岩.儒家“义”伦理思想的历史传承及其当代教育价值[J].学校党建与思想教育,2018(20):28-30.
- [11] 乔凤杰.中国武术与传统文化[M].北京:社会科学文献出版社,2006:87.
- [12] 漆振光,赵光圣,郭玉成,等.学校武术教育中的武德传承内容及对策:基于武术家口述史的研究[J].西安体育学院学报,2019,36(6):718-723.
- [13] 于志钧.中国传统武术史[M].北京:中国人民大学出版社,2006:100.
- [14] 金耀基.从传统到现代[M].北京:中国人民大学出版社,1999:38.
- [15] 卿光明,冯媛媛,何颖.一体、分化、结合:医患关系演进与重构的反思[J].成都体育学院学报,2019,45(6):67-73.
- [16] 孙蛟,杨少雄,朱东,等.人类学视域下梅山武术传承研究[J].牡丹江师范学院学报(自然科学版),2021(1):55-62.
- [17] 李新吾,李志勇,新民.梅山蚩尤:南楚根脉 湖湘精魂[M].长沙:湖南文艺出版社,2012:64.
- [18] 陈保磊,王岗.“家文化”视角下传统武术师徒制度的社会学解读[J].沈阳体育学院学报,2020,39(4):129-136.
- [19] 刘飞舟,肖谋文.建构、解构和重构:我国民族传统体育发展路径分析:以新化梅山武功为案例[J].武汉体育学院学报,2014,48(1):65-68.
- [20] 李凤成.传统武术的哲学理念溯源[J].体育与科学,2019,40(2):81-87.
- [21] 金玉柱,郭恒涛.中国武术“道·术”关系的身体哲学考释[J].武汉体育学院学报,2019,53(9):61-66.
- [22] 周小林,刘为坤,孔德银.难以承受之重:传统武术核心价值之现代性审视[J].山东体育学院学报,2019(1):47-52.

Internal and External Moulding: An Analysis of the Cultural Connotation and Causes of Meishan Martial Arts

SUN Jiao¹, YANG Shaoxiong¹, ZOU Xugui²

(1.School of Physical Education and Sports Science, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350117, China;

2. School of Physical Education and Health, Huaihua University, Huaihua, Hunan 418000, China)

Abstract: Based on the material, system and spiritual culture of Meishan martial arts, this paper studies the cultural connotation of Meishan martial arts with the methods of field investigation and unstructured interview and literature, aiming to form the overall cognition of Meishan martial arts culture and provide reference for the long-term development of traditional martial arts. It is found that in the formation and development of Meishan martial arts, Chinese traditional culture is constantly absorbed to shape its own cultural system. Confucius and Mencius' concept of benevolence, religious witchcraft culture, traditional surname blood relationship and entertainment health preservation concept are of great significance to the construction of Meishan martial arts culture.

Key words: Meishan martial arts; cultural connotation; cultural causes; traditional culture

(责任编辑:张文静)

大学生健康生活方式的现状调查与分析

许霞

(武夷学院 学生工作部, 福建 武夷山 354300)

摘要:以闽北某高校在校大学生为例,通过调查大学生健康生活方式的现状,分析其影响因素,以便能针对性开展健康教育,促进大学生健康水平。采用大学生健康生活方式评价量表(HLQCS),随机调查了武夷学院三千多名在校大学生,结果表明:大学生健康生活方式评价量表平均总得分为(138.25±19.87)分,运动锻炼行为维度的得分率最低,为57.65%,健康责任行为维度得分率最高,为82.26%。大学生健康生活方式各维度得分在性别、年级、专业、气质、自感健康状况上存在显著差异($P<0.05$)。结论:大学生健康生活方式水平不高,学校应加强对大学生开展健康生活方式的宣传与教育,健康生活行为的指导与干预是一项迫切的任务。

关键词:健康生活方式;人口学特征;影响因素;大学生

中图分类号:G4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0068-05

健康是人们幸福生活的最重要指标,而个人行为与生活方式因素对健康的影响占60%^[1]。生活方式是健康管理的核心内容。通过调查大学生健康生活方式的现状,探讨大学生健康生活方式的影响因素,以便能针对性开展健康教育,促进大学生健康水平。

1 对象与方法

1.1 研究对象

随机选取闽北某高校不同专业的部分在读在校大学生,于网上进行问卷调查。受测3171名大学生中,男生1274人(40.2%),女生1897人(59.8%);年级分布:一年级944人(29.8%),二年级1127人(35.5%),三年级763人(24.1%),四年级337人

(10.6%);来自城市的学生360人(11.4%),来自乡镇的学生529人(16.7%),来自农村的学生2282人(72.0%);在自感气质类型中:胆汁质736人(23.2%),多血质1144人(36.1%),黏液质638人(20.1%),抑郁质653人(20.6%);在自感健康状况调查中:自感健康1685人(53.1%),自感亚健康1409人(44.4%),自感不健康77人(2.4%)。专业分布情况如下表1。

表1 专业分布情况一览表

Tab.1 Distribution of specialties

专业	人数	比例/%
文科类	1012	31.9
理工类	1479	46.6
农学类	339	10.7
艺术类	341	10.8
合计	3171	100

1.2 方法

1.2.1 调查工具

采用王冬等编制的量表进行大学生健康生活方式的评估,该量表主要包括运动锻炼行为、规律生活

收稿日期:2021-04-07

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JAS180532)。

作者简介:许霞(1977-),女,汉族,讲师,主要从事学生心理健康教育与发展研究。

行为、饮食营养行为、健康危害行为、健康责任行为、人际关系行为、压力管理行为、生命欣赏行为等 8 个维度,共 38 个条目,涉及外显和内隐两个维度、每个条目采用 Likert5 级评分,总分为 38~190 分,得分越高表明大学生的生活方式越健康^[2]。量表的内部一致性信度 Cronbach's α 系数为 0.911,各维度相关系数为 0.630~0.906。

1.2.2 调查方法

采用统一指导语,使用计算机、手机等智能终端作答,电子问卷采用无记名方式,共发放问卷 3 173 份,回收有效问卷 3 171 份,回收率为 99.93%。

1.2.3 统计学方法

在答题的截止期,直接下载网络上填写的原始数据,所有数据导入 SPSS 20.0 软件并进行统计分析。

2 结果

2.1 大学生健康生活方式量表各维度得分情况

大学生健康生活方式量表平均总得分为(138.11±19.32)分。从各维度的得分率排序可知,得分率最低的是运动锻炼行为维度,为 57.70%,健康责任行为维度得分率最高,为 82.37%,如表 2。

表 2 健康生活方式量表各维度得分及排序

Tab.2 Scores and ranking of dimensions of healthy lifestyle scale

维度	得分	得分率	得分率排序
运动锻炼行为	11.54±2.63	57.70	8
饮食营养行为	13.60±3.44	68.02	7
规律生活行为	13.79±3.50	68.93	6
健康危害行为	14.17±2.57	70.84	5
压力管理行为	18.55±3.70	74.19	4
生命欣赏行为	18.64±4.15	74.56	3
人际关系行为	23.11±4.65	77.04	2
健康责任行为	24.71±4.16	82.38	1
外显性健康行为	77.81±10.67	70.74	
内隐性健康行为	60.30 ±9.70	75.37	
总分	138.11±19.32	72.70	

注:得分率=维度的实际得分/该维度可能的最高得分×100%

2.2 不同人口学特征、自感健康状况以及气质类型上的得分比较

以性别、年级、专业、自感健康状况以及气质类型为自变量比较大学生健康生活方式的得分。数据显示:除生命欣赏行为维度外,不同性别在各个维度上差异显著;除饮食营养行为、压力管理行为外,不同年级和专业在其他维度上都存在差异显著;不同气质状况和不同自感健康状况在所有维度上有显著差异;性别、年级、专业、自感健康状况以及气质类型在总得分上有显著差异,见表 3。

表 3 不同人口学特征在大学生健康生活方式总分上的得分比较

Tab.3 Comparison of different demographic characteristics in the total score of healthy lifestyle of college students

特征	分类	得分	t/F	P
性别	男	137.04±21.67	2.45	0.000
	女	138.83±17.54		
年级	大一	139.86±19.01	5.36	0.001
	大二	138.25±19.35		
	大三	136.58±18.79		
	大四	136.15±20.82		
专业	文科类	140.30±18.60	8.845	0.000
	理工类	136.32±20.15		
	农学类	138.76±16.97		
	艺术类	138.68±19.20		
自感健康状况	健康	142.50±19.43	107.12	0.000
	亚健康	133.58±17.57		
	不健康	124.77±22.14		
不同气质状况	胆汁质	138.81±19.98	26.09	0.000
	多血质	140.89±19.38		
	黏液质	137.84±17.44		
	抑郁质	132.68±19.09		

注:显著性差异水平 $P \leq 0.001$

2.3 不同人口学特征在大学生外显行为上的得分比较

在运动锻炼行为、规律生活行为、饮食营养行为、健康危害行为及健康责任行为等 5 个外显行为中,运动锻炼行为得分在不同性别、年级上比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$);规律生活行为得分在性别上差异显著,在年级、家庭所在地地上差异均无统计学意义

($P>0.05$); 饮食营养行为得分在性别上有显著性差异 ($P<0.05$), 在年级、家庭所在地上无显著差异; 健康危害行为得分在不同性别和年级、家庭所在地上比较, 均有显著性差异 ($P<0.05$); 健康责任行为得分在不同性别、年级上比较, 有显著性差异 ($P<0.05$), 见表 4。

表 4 不同人口学特征在外显行为上的得分比较

Tab.4 Comparison of explicit behavior scores of different demographic characteristics

特征	分类	运动锻炼	规律生活	饮食营养	健康危害	健康责任
性别	男	12.16±2.95	13.52±3.67	13.89±3.54	13.67±2.88	3.72±4.78
	女	11.12±2.29	13.96±3.35	13.40±3.36	14.50±2.27	5.37±3.53
	<i>t/F</i>	10.56	-3.39	3.92	-9.06	-11.18
	<i>P</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
年级	大一	11.98±2.71	14.13±3.48	13.59±3.44	14.33±2.52	25.19±3.95
	大二	11.46±2.44	13.77±3.41	13.57±3.47	14.20±2.49	24.62±4.15
	大三	11.15±2.61	13.61±3.57	13.60±3.39	14.00±2.69	24.42±4.21
	大四	11.41±2.83	13.23±3.50	13.74±3.44	13.94±2.60	24.30±4.51
	<i>t/F</i>	15.01	6.61	.22	3.19	6.67
	<i>P</i>	0.000	0.840	0.882	0.023	0.000
家庭所在地	农村	11.48±2.60	13.77±3.49	13.59±3.42	14.31±2.52	24.61±4.17
	城市	11.74±2.82	13.86±3.56	13.66±3.54	13.67±2.68	24.92±4.32
	城镇	11.56±2.54	13.76±3.40	13.57±3.43	13.99±2.56	25.00±3.80
	<i>t/F</i>	2.11	0.16	0.09	14.21	2.11
	<i>P</i>	0.120	0.840	0.900	0.000	0.120

注: 显著性差异水平 $P\leq 0.001$

3 讨论

从表 2 可知, 外显维度中的大学生运动锻炼行为 (57.70%)、规律生活行为 (68.93%)、饮食营养行为 (68.02%)、健康危害行为 (70.84%) 4 个维度的得分率均低于量表的平均得分率 72.70%, 以运动锻炼行为维度的得分率最低 (57.70%), 这与张成等^[9]的研究结果一致, 因此, 我们要加强对大学生外显性行为的关注和引导, 特别是对运动锻炼行为的干预, 把大学生健康责任意识通过外在的行为干预, 提高屏蔽生活陋习的能力。良好的体育锻炼习惯对于大学生的心理健康起着积极的作用^[9], 外显的行为对内隐的行为有重

要的影响; 从表 2 可知, 内隐行为维度的 3 个方面的得分率均高于外显行为得分率 (70.74%), 高于量表的平均得分率, 这与谢红光的研究结果一致, 认为: 人们从健康教育获得的知识和技能并不总是能转化为健康行为, 从个体心理、动机来解释行为改变, 是加强健康教育的策略^[5-6]; 在研究中, 饮食营养行为维度的得分率较低, 排在第七, 这与包大鹏等^[7]的调查发现一致: 大部分大学生没有良好的饮食习惯, 有 15.4% 的大学生每天只吃适量的蛋类、肉类食物, 仅有 5.6% 的学生饮食种类比较丰富。

表 3 的数据显示: 大学生的健康生活方式在性别、专业、年级上的得分有显著差异, 这说明我们需要依据性别、专业特点和年级不同来进行健康教育的引导与干预, 做到因材施教。这与胡贝贝等^[8]的研究不完

全一致,与徐难等^[9]的研究一致可能与研究所选取的样本量、所选区域以及采用的测量工具有关;另外,本研究显示,大学生健康生活方式得分在自感健康和不同气质方面比较,有显著性差异($P<0.05$)。

表4数据显示,大学生健康生活方式的外显性行为维度在性别、年级、专业以及家庭所在地上均有显著差异。男生在规律生活维度上得分低于女生,在外显性行为维度的其他四个方面上均高于女生;规律生活、健康危害和健康责任行为的得分随年级的升高而降低($P<0.05$),而运动锻炼行为和饮食营养在大三阶段到达最低,这可能与低年级学生和高年级学生相比较,低年级学生在课程或就业等方面的压力较小有关,一般而言,大三的课程较其他年级的课程多,而大四又面临着就业的压力。有研究显示,压力越大,青少年的饮食质量越低^[10]。因此,根据学生的不同性别、年级、专业等特点进行行为的预防及干预是至关重要的。

4 结论

(1)重视理论与实践的双重指导,以促进个体的内隐的健康意识与其外显行为相互促进与转化

构建相关学科教学与教育活动相结合、课堂教育与课外实践相结合、经常性宣传教育与集中式宣传教育相结合的健康教育模式^[11]。大学校园应通过课堂教学的主渠道加强对大学生健康的引导,同时将系统的实践训练与团体活动辅导,将理论与实践有机结合,帮助大学生形成积极的健康行为并乐在其中,摒弃理论与实践分割进行的片面指导。

(2)尊重大学生心理发展规律,通过激励机制来养成良好的生活方式

自我意识在大学期间得到了迅猛发展,自主与自律的能力开始逐步养成,我们通过正面强化、反面强化、反馈促进、惩罚等激励机制发挥大学生自我管理,

促进大学生养成健康行为,实现将内隐的力量转化为个体的外显的健康行为,并通过各种强化训练内化为个体稳定的行为习惯。

(3)关注个体人口学特征,在健康生活方式养成过程中,因材施教

要注重性别、年级、专业以及个体的体质和气质类型的差异,定制合理化的体育锻炼和饮食计划,学校要依据学生身心发展的规律科学地实施健康行为干预措施。

参考文献:

- [1] 钱媛媛,唐凤,周旭,等.在校大学生生活方式与心理状况调查研究[J].科教文汇,2020(14):3.
- [2] 王冬,许宏,吴娴波.大学生健康生活方式评价量表的考评及修订[J].中国学校卫生,2011(7):790-792.
- [3] 张成,潘秋予,彭玮,等.在校大学生健康生活方式与行为现状调查分析[J].西昌学院学报(自然科学版),2016,30(2):5.
- [4] 杨云.体育锻炼对大学生心理健康影响的研究[J].长春师范大学学报,2009,28(4):86-88.
- [5] 陈玉平,刘雪琴,蔡德鸿.骨质疏松症健康信念量表的信度和效度测定[J].中国临床康复,2005,9(3):196.
- [6] 谢红光.体质健康信念对大学生体育锻炼行为意向及行为习惯的影响[D].北京:北京体育大学,2012.
- [7] 包大鹏,华立君,田芳.黑龙江省普通高校大学生健康生活方式调查及养成教育的对策研究[J].体育世界:学术版,2012(3):2.
- [8] 胡贝贝,刘洁,王宇潇,等.大学生健康行为现状及其与成就动机的关系[J].卫生软科学,2015,29(10):642-645.
- [9] 徐难,陶月仙,吕金萍.大学生健康生活方式调查研究:以杭州市某高校为例[J].卫生职业教育,2017,35(20):4.
- [10] 李晓珍,王锋,陈青山,等.广州某校大学生健康知识态度及教育效果评价[J].中国公共卫生,2011(7):879-880.
- [11] 曾钊,刘娟.中共中央国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》[J].中华人民共和国国务院公报,2016(32):5-20.

Investigation and Analysis of College Students' Healthy Lifestyle

XU Xia

(Student Affairs Department, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300, China)

Abstract: University students in Northern Fujian as an example, through the investigation of the current situation of College Students' healthy lifestyle, analysis of its influencing factors, in order to carry out targeted health education, promote the health level of college students. Methods: More than 3 000 college students in a university in northern Fujian were randomly investigated by using the college students' healthy lifestyle assessment scale (HLQCS). Results: The average total score of college students' healthy lifestyle evaluation scale was (138.25±19.87), the score rate of sports and exercise behavior dimension was the lowest,7.65%, and the score rate of health responsibility behavior dimension was the highest,82.26%. There were significant differences in the scores of each dimension of college students' healthy lifestyle in gender, grade, major, temperament and self-perceived health. Conclusion: the level of healthy life style of college students is not high, the school should strengthen the propaganda and education of healthy life style of college students, and the guidance and intervention of healthy life behavior is an urgent task.

Key words: healthy lifestyle; demographic characteristics influential factors; undergraduates

(责任编辑:张文静)

云技术下的高校数字艺术博物馆设计

李燕萍

(泉州工艺美术职业学院 党政办, 福建 德化 362500)

摘要:通过研究运用虚拟现实技术、三维扫描技术、网络技术、多媒体技术等将实体博物馆(以泉州工艺美术职业学院云端博物馆为例)以数字方式展现出来,构成一个虚拟数字艺术博物馆,实现高校文化作品数字化,搭建高校特别是艺术类高校文化建设网络平台,多方位多角度落实新时代高校以文化人、以文育人的总体目标。

关键词:高校数字艺术博物馆;虚拟现实技术;作品数字化;文化建设

中图分类号:TU242.5;TP319 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0073-05

随着5G时代的到来,互联网已成为展示、传递和获取知识的极其快捷、方便、广泛的渠道。在2021年5月,中央宣传部、国家发展改革委、文化和旅游部、国家文物局等9个职能部门联合发布《关于推进博物馆改革发展的指导意见》,意见明确强调,要进一步加快推进博物馆藏品的数字化,完善博物馆藏品信息库,加大对基础设施信息的开放力度,深入挖掘和展示中华优秀传统文化中可以跨越历史时空的重要思想观点、价值准则、审美风格,以古鉴今、古为今用、启迪后人。要发挥教育功能,支持博物馆参与学生研学实践活动,促使博物馆成为学生研学实践的重要载体。要优化传播服务,充分发挥博物馆在文旅融合发展、促进文化消费中的作用^[1]。高校博物馆收藏着高校大师名师作品、历届毕业生优秀作品及高校各类学业作品展作品,这些作品行走于高校的历史长河,又见证了高校的发展历程,传承着高校独特的文化,展示着高校的办学水平,承载着高校的品牌建设。作为文化传播、品牌建设的重要媒介之一,在互联网+时代,更应该利用大数据其独特的魅力和强大的竞争优势,通过互联网将高校博物馆的育人功能、品牌功能发挥出来。

收稿日期:2021-06-22

基金项目:福建省中青年教师教育科研项目(JAT191476)。

作者简介:李燕萍(1985-),女,汉族,实验师,主要从事高校行政管理、计算机应用的研究。

1 高校数字艺术博物馆建设现状

20世纪90年代初,美国最早地出现数字博物馆,紧接着,欧洲部分的信息科技比较发达大国与传统文化的传承中国家也陆续启动建设和引进数字博物馆。我国对于博物馆的数字化探索始于40年前。2003年11月28日,中国博物馆学会成立数字化专业委员会,数字博物馆的研究也就此由国家文物局正式立项^[2]。初期阶段,我国的数字故宫博物馆的主要任务之一是积极地进行对实体博物馆的信息化建设,重点是通过现代计算机科学技术搜集、整理、保存、加工和展览各类文物资料,在博物馆应用软件的研发与运营以及对局部信息系统基础设施的建设中都取得了不错的效果^[3]。教育部在2001年11月1日印发的《面向21世纪教育振兴行动计划》一号文件中首次明确提出,要继续加快推进建设“现代远程教育网上公共资源建设—大学数字博物馆建设工程”一期建设项目,重点建设扶持包括北京航空航天大学、山东大学、复旦大学等18所高校具有自身体育特色的知名大学并对博物馆全部建成进行了大学数字化基础建设和升级改造^[4],其中主要目的也就是我们要努力创造一种面向数字化的体育教学资源共享系统,探索一种高校网络体育教学的全新模式,促进高校互联网资源共享教学机制的

健康发展。国内的高等院校,除上述几所外,艺术博物馆的展示方式还是以实物为主,对通过以数字方式进行展示的研究和建设方面并不多见。

2 高校数字艺术博物馆的建设研究

高校本身承载着文化育人的功能,高校数字艺术博物馆是研究中国优秀传统文化和现代文化、社会历史和文化、美学艺术等方面的重要载体,是了解过去,思考现在,启迪未来的一种新的重要场所,提供“馆藏品与数据与人”之间的双向多元交互通道,是基于实体作品,运用互联网、虚拟现实、三维扫描等技术,将实体作品数字化,从而实现作品线上展示、管理为一体的新型博物馆。它打破了传统展厅时间、空间等的局限,把作品实物数字化。人们可以通过互联网借助移动端或者电脑端直接观赏到作品,同时了解作品的详细信息等,实现实体展馆的线上体验。同时,高校数字艺术博物馆将成为未来高校向社会展示其办学成果、宣传自身办学品牌的一个重要窗口,跨过高校的围墙实现更大意义上的文化育人、增强社会大众文化素养为目标的一个重要载体。

2.1 开发关键技术

本数字艺术博物馆的技术支撑包括云技术、三维扫描技术、虚拟现实技术、网络技术、多媒体技术等。

2.1.1 虚拟现实技术

虚拟现实(virtual reality, VR)是集计算机科学技术、通信科学技术、仿真科学技术、教育科学技术于一体的新型综合性技术^[9]。其目的是利用科学技术进行模拟创造出一个虚拟的三维世界,构造表现出的三维空间,给用户提供了视觉、听觉、触摸等四种感官的三维现实模拟环境,让使用者充分享受到像身临其境般的参观、体验性环境,是一种可以进行交互式的三维动态视景,是通过计算进行模拟的环境和对实体性行为的系统仿真,是通过计算机科学技术将虚拟和现实相结合,具有交互性、想象性、沉浸性等三个主要特征。

2.1.2 三维扫描技术

三维扫描技术(3D scanning technology)是一种通过高精度测量直观反映真实世界本来面目的扫描技术。与我们使用传统的二维平面图像扫描和激光摄影

机的扫描成像技术不同,三维图像扫描的主要图像扫描点是物体从线到图片、纸张等二维图形图案转变为真实的立体的可触摸的实物。

2.2 高校数字艺术博物馆设计

数字艺术博物馆基于云技术运用虚拟现实技术构建虚拟场景,通过3D扫描、建模工具将作品展示在云端,利用数字手段,通过可视化方式最终将构建好的数字作品在网上发布。

2.2.1 现有展厅情况

学院主动对接福建省、泉州市工艺美术产业发展的需求,调整优化专业设置,专注培养服务工艺美术全产业链技术技能人才,构建了三大省级服务产业特色专业群,覆盖学院现有的所有专业,初步形成“专业生态链服务工艺美术全产业链”办学格局。目前现有的展厅有海丝情·陶瓷韵展厅、学院教师作品展示厅、毕业生作品展示厅等,主要用于展示学院办学成果,囊括学院及客座教授级大师、名师作品,学院在陶瓷领域颇有研究的新生代教师作品,与台湾高校交流合作闽台交流、与韩国高校交流合作的陶瓷艺术作品等。

2.2.2 高校数字艺术博物馆设计

数字艺术博物馆分为前端展示系统和后端管理系统。前端展示系统包含4个常设展馆和多个非常设展馆,常设展馆分别为大师作品馆、校友作品馆、文化创意作品馆、3D美院校史馆;多个非常设展馆可以是3D特色主题文化馆、3D师生优秀作品馆、3D科技成果馆等。

(1)大师作品馆。学院经过40余年的办学发展历史文化沉淀,已经培养出一批在行业颇具影响力的国家级工艺美术、国家级陶瓷艺术大师、非遗传承人,本展馆重点展示这些已成为行业顶级影响力大师的作品。

(2)校友作品馆。学院经过多年的深耕细作,秉承坚定服务当地经济社会发展的办学理念,主动对接省市工艺美术产业发展的需求,已经培养出大批技术技能人才。其中不少毕业生已经成长成为省级工艺美术大师、陶瓷艺术大师、工艺美术名人、全国技术能手等。本展馆主要用于按照不同的主题集中展示教师、校友省级大师、新秀等的作品。

(3)文化创意作品馆。文化创意设计是服务现代

艺术设计和文化创意产业,设计是核心竞争力,是依靠创意人的智慧、技能和天赋将作品与文化融合的一种表达方式。本展馆主要用于展示设计艺术系师生通过将作品与文化高度融合设计的优秀作品。

(4)3D 美院校史馆。一个学校的校史馆是学校的编年史,是以陈列学校发展历史、展示学校办学过程和不同时代学校面貌的场馆,用于展示学院办学以来的文博全景陈列。

2.2.3 高校数字艺术博物馆系统构架

本系统架构由以下三层结构构成,如图 1 所示。

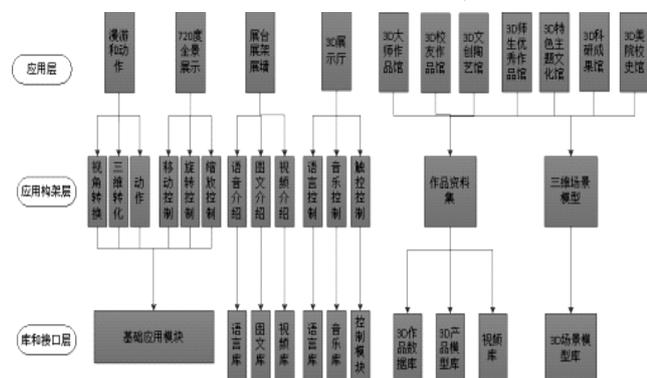


图 1 高校数字艺术博物馆系统构架

Fig.1 System frame of university digital art museum

(1)库和接口层。库和接口层主要提供该系统基本支撑的类库、模块和接口,包括场景库、产品数据库和文字、多媒体的处理接口。

(2)应用框架层。采用模块化开发方法,通过使用库和接口层提供的接口,将实现相同或相似功能的封装成为一个模块进而供应用层来开发使用。

(3)应用层。通过使用应用框架层提供的模块与之相交互,实现资源按需分配,为用户提供一个可视化的交互式界面。

2.3 高校数字艺术博物馆展示

该数字艺术博物馆通过可视化方式提供学校的作品展示,支持图、文、视频、3D 全景等多种媒体形式;前端展示系统主要分为场馆立体全景展示、作品 720°立体展示。后台管理系统包括:主要用于展示学院场景结构设计与搭建功能、室内外软硬装设计功能、云渲染功能、管理后台设计功能等。以前端展示系统为例。

2.3.1 场馆立体全景展示

前端展示系统使用 3D 数字引擎是基于 Threejs 深度跨平台跨终端展示系统。通过定制的 Shader 脚

本、高保真 UV 压缩算法,从加载速度、渲染内存、渲染性能等方面保证单体模型、三维场景在各个平台的流畅,能够高度还原光照、漫反射等复杂效果。可以把实体展厅直接展示在云端,也可以是使用 3D 场景模型库自定义需要的场景(如图 2、图 3 所示)。



图 2 总展馆大厅

Fig.2 General Exhibition Hall



图 3 大师作品馆大厅

Fig.3 Master works exhibition

用户进入展馆之后,可以根据地标提示进行场景漫游,实现全视角模式立体参观浏览整个展馆,还可以根据语音提示进行展馆导览,实现在线下实体参观的体验模式。

2.3.2 作品 720°立体展示

3D 技术扫描通过技术手段获取物体每一个点,从而形成一个高模拟高还原的三维数字模型,再通过 3D 模型引擎可以实现物体 720°全方位展示。用户通过点击作品,作品即刻加载 3D 引擎显示作品,再辅助多媒体语音、视频的介绍,可以实现作品前后左右上下看,实现作品 720°旋转,还可以实现作品放大、缩小,移动位置,真正实现线下直观观赏作品的满足感,

如图(图 4、图 5、图 6)所示。



图 4 作品全景图

Fig.4 Panorama of works

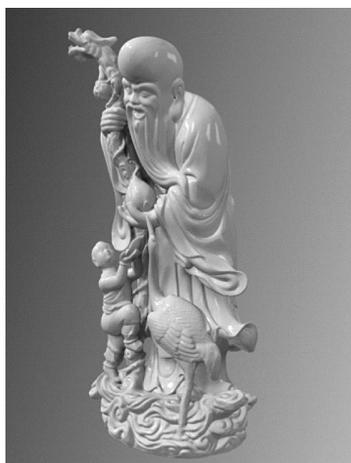


图 5 作品侧面图

Fig.5 One side of the work



图 6 作品细节图

Fig.6 Details of the work

3 高校数字艺术博物馆建设的意义

3.1 实现数字化,进一步增强社会服务能力

以往,高校举办的师生作品展、历届毕业生作品展及高校收集的名师作品、大师作品、甚至优秀校友作品等在每一次展览完成后存放于学院作品展厅中,时间久了,作品往往出现破损或者丢失,更有甚者,因为场

馆的限制,作品多了之后,很多作品就被堆积在一个角落。久而久之,这些原本优秀的作品丧失了它的功能。

现在,可以利用高校数字艺术博物馆将每一届每一件优秀的展览作品通过 3D 技术进行建模,将每一件作品数字化。让作品在材质、质感等方面保持直观、清晰、明了,最后进行渲染,让参观者随时随地在互联网上就可以 720°旋转欣赏到作品。对于学院来讲,通过互联网展示学院教学成果,既可以多角度、多维度地宣传高等院校品牌的目标,又可以横跨过高等院校的围墙,通过移动互联网不断扩展,充分实现育人职责,切实地增强对社会服务的能力,传播一切有利于人类社会发展和进步的社会主义思想道德、科学技术和文化知识,不断地丰富广大社会各界人士和群众的思想文化生活,切实地有助于我们高校的文化自信走深、向实。

3.2 创新展示方式,促进高校培养复合型人才

在国务院颁布的《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》中明确提出:要进一步加强对应用能力的培训,加快对复合类人才的培养,鼓励联合培养和创新性人才,充分利用世界各地的智力资源,支持其他有关研究单位及专家组织开展“互联网+”的基础知识和应用性人员培训^[6]。此高校数字艺术博物馆一方面创新了其作品的展示形式,学院师生的作品也可以通过移动互联网向世界乃至整个世界展示;另一方面,博物馆艺术作品的展示形式、所使用的技术、收藏管理等促使大学生从多方面、更高维度地发展,实现了互联网人才与我国传统产品制造行业人才的双向融合,培育了一批综合性的、集专业素养和各种专业技巧于一体的复合型技能技术人才。

3.3 实现产品商品化,完成高校成果转化

教育部在 2016 年印发的《促进高等学校科技成果转化转移行动计划》中明确提出,要加强技术转移,要整合校内各类技术转移、转化机构,促进高校技术转移机构与市场化第三方技术转移机构在信息、人才、孵化空间、技术转移平台载体等方面的共享、共建力度,形成集对接市场需求、促进成果交易、投融资服务等为一体的成果转化服务体系^[7]。而该系统后续的订单模块的建成可以从互联网角度实现作品商品化,实现科技成果转化。

4 结语

高校数字艺术博物馆建设项目工程是中华民族文化的传承和记忆被激活的一条新路线,也是中华民族文化进一步走向全球的新发展探索,是增强中华民族文化自信的重要载体。高校数字艺术博物馆是一个专门用于综合展览和陈列艺术的网络平台,超越了它作为一个历史文化展示传播媒介和平台的功能,使得参观者更加立体地感受和欣赏到中国人民群众所创造的各种物质和文化产品,通过这种数字化进行展示的形态和方式,深刻地影响着其展示的主题、元素、故事背景、内涵和精神、叙述方式等各个方面,对于推动其文化自信方面将会产生最强烈的共生效应,具有十分重要的意义。

参考文献:

[1] 中央宣传部,国家发展改革委,教育部,等.文物博发[2021]

16号;关于推进博物馆改革发展的指导意见[Z].(2021-05-11)[2021-06-13].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1700841254718450252&wfr=spider&for=pc>.

- [2] 张丽莹,闫志.非物质文化遗产数字化保护研究:以西藏唐卡文化数字化为例[J].信息与电脑(理论版),2016(10):161-162.
- [3] 赵秀琴.数字化博物馆建设的几点思考[J].文教资料,2010(9):105.
- [4] 王锐.数字博物馆资源虚拟化与数据集成方法研究[D].济南:山东大学,2010.
- [5] 杨璇,朱开屿.中国数字博物馆大事记[J].数字图书馆论坛,2010(1):99-104.
- [6] 马凤娟,李涛.基于Web 3D的网上三维地球科学博物馆构建研究[J].2012,11(9):1-2.
- [7] 教育部办公厅.教技厅函[2016]115号;关于印发《促进高等学校科技成果转移转化行动计划》的通知[EB/OL].(2016-10-13)[2021-04-30].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe_784/201611/t20161116_288975.html.

Research and Design of University Digital Art Museum Based on Cloud Technology

LI Yanping

(Office of Party and Administrative Affairs, Quanzhou Arts and Crafts Vocational College, Dehua, Fujian 362500, China)

Abstract: This project showed a virtual digital art museum in digital way through the research and application of virtual reality technology, three-dimensional scanning technology, network technology, multimedia technology, the physical museum (Taking Quanzhou Arts and Crafts Vocational College online museum as an example), which achieved digitalization of cultural works in colleges and universities. Building a network platform for cultural construction in colleges and universities, especially art colleges and universities, we should implement the overall goal of educating people with culture in colleges and universities in the new era.

Key words: University digital art museum; virtual reality technology; digitalization of cultural works; cultural construction

(责任编辑:叶丽娜)

工程造价专业教育教学改革探索

——基于专业核心能力的调查

魏太兵, 谢程乐, 陈安琪, 陈冬花

(武夷学院 土木工程与建筑学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:工程造价专业为工程建设培养专门人才,市场需求较大,但专业培养过程中也面临一些不可忽视的问题。针对武夷学院工程造价专业培养的核心能力进行调查,通过专家访谈,对不同核心能力的重要程度进行评价,通过问卷的方式对大三、大四及已毕业的学生进行核心能力达成度调查。通过调查发现,武夷学院工程造价专业教育教学过程存在的造价技能不足、团队协作意识不强等四个问题,同时研究针对这些问题提出提高教育教学质量的解决方案。旨在探索武夷学院工程造价专业教育教学改革方向,提高武夷学院工程造价专业核心竞争能力。

关键词:工程造价;人才培养;核心能力;问卷调查;教学改革

中图分类号:G642.0;TU723.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0078-04

工程造价专业是近年新设立的本科专业,主要培养从事工程设计概算编制、工程施工图预算编制、工程量清单编制、投标报价编制、工程结算编制等工作的专门人才。

随着我国建筑工程及基础设施建设蓬勃发展,市场对工程造价专业人才需求也越来越大。据调查,工程造价从业人员中,只有1/3左右具有大专以上学历,大部分由工民建、财经、管理类等专业改行而来,知识面单一,缺乏工程技术与工程管理专业理论知识。因此,工程造价专业人才的培养是行业稳定健康发展的基础。目前我国约266所高校招收工程造价专业,每年为社会输送大量的造价专业人才,但是由于工程复杂程度及技术工具的不断变化,社会对工程造价专业人才提出了更高的要求。

为适应社会及企业发展需要,工程造价专业的教育教学模式也不断进行改革,包括高职院校^[1-3]及本科

院校的改革探索^[4-6],武夷学院的工程造价专业也在实践中探索自己的改革思路。

1 工程造价专业核心能力要求

武夷学院自2010年开始招收工程造价本科专业,至今已培养超过810名造价专业本科毕业生。为提升教育教学质量,扩大学历适用范围,工程造价专业2018年接受IEET技术教育认证,专业也特别针对培养目标制定了的专业核心能力,具体包括8条核心能力:1)掌握工程造价专业实务所需的知识、技能及工具等;2)具备初步的科学研究能力、实施工程实验和建立建筑信息模型(BIM)的能力,并能够对实验结果进行分析及处理;3)掌握工程造价基本工具和方法,具有综合运用理论和技术手段从事工程项目全过程工程造价管理工作的基本能力;4)具备计划管理、有效沟通、团队合作创新创业能力;5)确认、分析及解决工程造价实务技术问题的能力;6)了解与本专业生产、设计、研发、环保和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规,能正确认识工程对于客观世界和社会的影响;7)具有人文社会科学素养、社会

收稿日期:2020-05-06

基金项目:福建省教育规划项目(FJJKHX17-029)。

作者简介:魏太兵(1978-),男,汉族,博士,副教授,主要从事建筑节能、BIM技术、大数据分析、工程管理的研究。

责任感和工程职业道德;8)具备相关行业与领域工程造价专业人员职业资格基础知识;正确认识终身学习,具有不断学习和适应发展的能力。

2 核心能力问卷调查

为掌握该校工程造价专业核心能力达成情况,持续改进教育教学质量,探索未来专业教育教学改进方向,研究设计一份针对核心能力的调查问卷。问卷设计了12个问题,从问题3开始将每个核心能力用具体技能的掌握程度来量化达成情况,同时对涉及面较广的某些核心能力做进一步调查,如采用“是否看的懂施工图”来主要反映核心能力1,同时提问“您能明白图纸上集中标注的含义”来侧面反映基本知识和技能的掌握程度。研究通过这种方式,对核心能力达成度进行调查。具体针对核心能力的问卷问题包括:3、您能看的懂建筑结构施工图吗;4、您能明白图纸上集中标注的含义吗;5、您掌握以下几种BIM软件(Revit、Equest、Ecotect、其他);6、您现在学会了几项造价及项目管理相关软件(晨曦、广联达、海迈、鲁班、Project);7、您参与几个团队项目,并顺利完成既定目标;8、您能独立完成招、投标文件的编制吗;9、您能独立编制工程量清单与套定额吗;10、您能了解建筑、安装工程的基本施工工艺吗;11、您了解招、投标活动的基本程序及相关规定吗;12、您准备哪种注册考试(二级造价工程师、一级造价工程师、二级建造师、一级建造师)。

问卷调查进行两个步骤,第一、邀请专家进行核心能力权重评价;第二、问卷发放及分析。

2.1 核心能力权重评价

研究请5位业内专家应用01评分法对每个核心能力的重要程度进行打分,建立评分矩阵。(见表1)

表1 核心能力重要性评分矩阵

Tab 1. Rating matrix of core competence level

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	总计
1		1	1	1	1	1	1	1	7
2	0		1	0	1	1	1	1	5
3	0	0		0	1	1	1	1	4
4	0	1	1		1	1	1	1	6
5	0	0	0	0		1	1	1	3
6	0	0	0	0	0		1	1	2
7	0	0	0	0	0	0		1	1
8	0	0	0	0	0	0	0		0
合计									28

接着对5位业内专家打分进行汇总,量化核心能力权重。

表2 专家评分汇总表

Tab.2 Summary table of expert evaluation

编号	A	B	C	D	E	总分	均值	权重
1	7	6	7	7	5	32	6.4	0.23
2	5	5	4	4	7	25	5	0.18
3	4	4	1	5	5	19	3.8	0.13
4	6	7	6	6	6	31	6.2	0.22
5	3	2	3	3	3	14	2.8	0.10
6	2	3	0	2	2	9	1.8	0.06
7	1	1	5	1	1	9	1.8	0.06
8	0	0	2	0	0	2	0.4	0.01
总计	28	28	28	28	28	141	28.2	1

注:均值=总分/5;权重=均值/45

通过核心能力权重分析,可以看出工程造价专业核心能力中,对基本技能的掌握是业界最看重的内容,要求同学在校期间掌握基本的造价知识及技能,这是直接决定造价专业能否从事基础岗位的先决条件;团队协作能力也是业界非常注重的部分,它直接影响到学生在实际项目进行中是否能顺利完成的关键;接下来对造价工具(算量计价软件等)的掌握程度也是决定学生能否胜任专业工作的必备条件。

2.2 问卷发放及分析

研究向工程造价专业接触主要专业课程不久的大三学生,即将毕业的大四学生,及已经走向工作岗位的毕业同学发放问卷,研究共收回有效问卷153份,包括大三的83份,大四的37份,毕业近5年的33份。

研究依据每个核心能力的权重,对相应问题的答案进行量化评分,分值从0~100,分值越高,表示核心能力达成度越高,通过问卷收集,得到3组数据:

表3 问卷调查得分表

Tab.3 Questionnaire score

项目	大三	大四	已毕业
样本数据个数	83	37	33
样本均值	47.08	66.46	84.81
样本标准差	22.09	19.84	15.42
抽样平均误差	2.429	0.536	0.470
置信水平	95%	95%	95%
自由度	82	36	32
t值	1.99	2.03	2.037
误差范围	4.829	1.09	0.95
置信下限	42.26	65.37	83.86
置信上限	51.90	67.55	85.76

从问卷结果可以看出,接触专业知识不久的大三学生对核心能力的评分处于42.26~51.90之间;即将毕业的大四学生评分处于65.37~67.55之间;已毕业从事造价行业工作的同学评分从83.86~85.76。可以看出大三同学由于专业知识掌握程度分化较为严重,对核心能力的认可也较为分散,而随着专业知识的掌握及工作经验的增加,核心能力的达成情况随之增加,对核心能力的认可程度也更高。

通过问卷结果分析,我们总结工程造价专业在教育教学存在一些问题,主要有以下四点:

(1)学生掌握的知识“杂而不精”,没有精通造价技能,缺乏竞争力;

(2)团队协作能力不强,团队合作意识不够;

(3)现有课程体系缺乏实质性融合,与核心能力无法对应;

(4)各实践教学环节相对独立,实践教学的效果并不理想。

3 教育教学提高解决方案

根据核心能力调查情况,结合学科发展方向和建设的要求,工程造价专业计划通过完善人才培养方案和充实专业方向内涵,以培养高素质应用型人才为目标,以培养学生实践能力和创新精神为出发点,建立具备较强的专业综合素质与能力、实践能力、创新能力,具备健康的个性品质和良好的社会适应能力的课程体系。

3.1 扩大对外交流,加强造价专业技能教学

近年来,我国工程行业走出去步子加快,工程造价的发展也需要建立符合国际惯例的造价管理模式,随着信息时代的飞速发展,建筑造价行业专家系统的建立与广泛使用已成为现实。该校工程造价专业已经通过IIEET认证,将在此基础上进一步扩大专业与高水平院校接轨,与国际通用管理技术接轨,使工程造价专业教育教学改革能够适应市场需求,满足产业发展需要。

努力探索“基础-方向-企业需求”的三段式人才培养模式。以基础学科知识教育为铺垫,依据社会需求,制定学生发展学习方向,加强造价专业技能教学,

如清单规则、造价软件技能等,培养适应企业需求的工程造价人才。通过加强基础学科知识与方向学科知识的融会贯通,使学生在具备工程管理学科大知识背景的同时,尽早掌握企业需求方向的相关专业知识。

3.2 提高学生团队协作能力

团队合作是现代企业非常看重的基本素质,尤其是大型项目必须要在分工合作的基础上完成,工程造价中的计量与计价是一个较为复杂而繁重的工作,分工合作可以在有限的资源里达到最大效率。因此,如何提高学生的团队协作能力是教育教学过程需要重点考虑的问题。可以通过以下两种方式提高学生团队协作能力:其一,部分专业课程考核方式可以由试卷转换为分组完成课程设计,这样既让学生从枯燥的知识点记忆中解脱出来,又可以锻炼同学实际动手能力,更重要的是在分组完成设计过程中,通过分工合作提高学生团队协作能力。其二,部分实训实践环节可以从原来单人完成实训实践任务转换到分组完成,通过团队协作共同完成实训实践任务,如可以考虑毕业设计以团队方式完成,让每个同学参与其中,共同讨论,协作完成某项较为复杂的设计任务。

3.3 加强专业核心课程体系建设

随着建筑市场的快速发展和造价咨询、项目管理等相关市场的不断扩大,社会各行业如房地产公司、建筑安装企业、咨询公司等对造价人才的需求不断增加,针对造价不同专业方向宽口径,厚基础的毕业生需求,包括:土建,安装,市政,装饰装修,路桥,园林等。工程造价专业开设以建筑工程计量与计价、安装工程估价、建设工程招投标与合同管理、工程造价管理为专业课程。辅以路桥工程与估价、装饰装修计量计价、园林工程与估价、市政工程与估价为专业方向选修课的核心课程体系。另外,随着工程信息模型水平的不断发展,BIM将成为我国工程将来必须掌握的一项基本技能,社会迫切需要一批掌握懂技术、会管理、熟悉BIM技术的高素质人才,在这种需求大环境下,工程造价专业开设多门BIM相关课程,包括建筑信息模型技术应用、Revit基础、建筑工程软件建模与算量、安装工程软件建模与算量等多门BIM课程,为同学走出校园,适用社会需求打好坚实的基础。

3.4 融合实践教学课程

首先,需要充分发挥学院的资源优势,联手企业,形成校企联合的培养模式,瞄准社会和就业岗位需求,利用企业技术实践资源优势,对学生进行实践教育与培养。在合作内容上可以通过共同制定课程体系、开设具体有针对性的企业学分课程班、开展对外技术服务等,并以“订单式”“委培式”“冠名式”等多种合作形式开展校企合作,深化校企融合办学模式。

其次,在实践实训课程建设中,多门课程可以通过的共同使用一套典型工程图纸强化各个实践性环节的联系。工程造价专业培养计划共设7门实验必修课程,14门集中性实践必修课程,另外还有园林工程与估价、市政工程与估价课程设计两门选修实践课程,总共34.5个学分,占到总学分的21.56%。其中建筑信息模型(BIM)实验I(Revit基础)、建筑信息模型(BIM)实验II(建筑工程软件建模与算量)、建筑信息模型(BIM)实验III(安装工程软件建模与算量)、造价与招投标管理综合实践、房屋建筑学课程设计、工程结构课程设计、安装工程估价课程设计等实训实践课程完全可以通过共用图纸建立联系,让同学把专注点放在课程技能的掌握上,而不是熟悉图纸上。

4 结论

工程造价教育教学改革是专业适应社会发展需要,适应企业用人需求的重要内容,造价人才培养需按既定目标执行,也需依据需求的改变进行动态调整,通过向用人单位、向培养对象进行有针对性的调查是准确把握需求变化及培养模式改变的重要方法。

参考文献:

- [1] 冯建新.“1+X”制度下高职工程造价专业“鲁班工匠”人才培养模式研究[J].经济师,2020(10):182-183.
- [2] 赵勤贤.企业视角下高职工程造价专业校企协同育人模式调查研究[J].产业与科技论坛,2020,19(18):81-83.
- [3] 陈金华,郭华伦.在高职建筑工程造价专业课程体系中添加 BIM 课程的思考[J].太原城市职业技术学院学报,2015(2):103-104.
- [4] 包艳苹,王海龙.信息化背景下本科造价专业培养模式改革探索[J].大学教育,2020(4):161-163.
- [5] 尹贻林,白娟.应用型工程造价专业人才培养模式的探索与实践:以天津理工大学为例[J].中国工程科学,2015,17(1):114-119.
- [6] 黄剑,汪海津,尹贻林.基于 BIM 的工程造价专业课程体系与教学改革研究:以应用型本科高校为例[J].工程经济,2017,27(10):72-76.

Exploration on Teaching Reform of Engineering Cost ——Based on Professional Core Competence Survey

WEI Taibing, XIE Chengle, CHEN Anqi, CHEN Donghua

(School of Civil Engineering and Architecture, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300, China)

Abstract: The engineering cost specialty trains the specialists for the construction project. There is a large demand for professional talents. However, there are also some problems that can't be ignored in the process of professional training. This study investigates the core competence of engineering cost major of Wuyi University. Firstly, this study evaluates the importance of different core competence through expert interviews. Secondly, this paper makes a survey on the achievement degree of the core competence of the students who are junior and senior and have graduated by the questionnaire studies. Through the investigation, it is found that there are four problems in the teaching process of engineering cost major in Wuyi University, such as the lack of cost evaluation skills and the weak sense of teamwork. At the same time, the paper puts forward solutions to improving the quality of education and teaching. The purpose of the study is to explore the direction of teaching reform of engineering cost specialty in Wuyi University, and to improve the core competitiveness of engineering cost major in Wuyi University.

Key words: engineering cost; personnel training; core competence; questionnaire survey; teaching reform

(责任编辑:聂传朋)

机械制造技术基础的试卷分析对课程教学的启示

葛小乐, 汪洪峰, 刘胜荣, 宋妮妮

(黄山学院 机电工程学院, 安徽 黄山 245041)

摘要:为明确机械制造技术基础课程教学中存在的不足,对该课程的期末试卷进行分析,以机械设计制造及其自动化专业181名学生的考试成绩为样本,分析试卷的难度、区分度和信度。结果表明,成绩的最高分为90分,最低分为33分,平均分为60.28分,全卷的难度、区分度和信度分别为0.6028、0.3241和0.738。全卷的难度适中,区分度和信度良好,整体成绩近似呈正态分布。针对试卷分析中反映出的不足,应加强应用能力培养,对教学方法进行改革,以期达到学生综合能力提升的目的。

关键词:机械制造技术基础;试卷分析;教学质量;应用能力培养

中图分类号:TH16 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0082-04

机械制造技术基础是机械设计制造及其自动化专业的主干课程,主要讲述机械加工工艺流程设计、机床夹具设计、机械加工精度、机械加工表面质量以及装配工艺基础等内容。通过学习该课程,使学生掌握基本的机械制造专业知识,为学生的后续专业学习以及今后从事机械制造领域的相关工作奠定基础。期末考试是检测学生学习效果的重要途径,同时也是反馈教学质量的关键环节,在整个教学过程中起到“以考促教”“以考促改”的重要作用。为了解本课程在教学中的不足,以2016级机械设计制造及其自动化专业181名同学的机械制造技术基础期末考试成绩为研究对象,分析学生成绩的基本情况以及试卷的难度、区分度和信度,并根据试卷分析中反映的问题,探讨今后教学中的应对措施,以期提高本课程的

教学质量。

1 机械制造技术基础试卷分析

1.1 考试形式与试卷类型

机械制造技术基础课程的考核形式为闭卷考试,考试时长为2h,满分100分。试卷题型有选择题(30分)、填空题(20分)、简答题(18分)和综合分析题(32分)四种类型。考试试卷由教研室老师按照评分标准采用流水作业的形式进行批改。

1.2 考试成绩基本情况分析

学生总体的成绩分布情况如图1所示。由图1可知,成绩在30~39分之间的有8人,占比4.4%;成绩在40~49分之间的有32人,占比17.68%;成绩在50~59分之间的有52人,占比28.73%;成绩在60~69分之间的有42人,占比23.20%;成绩在70~79分之间的有32人,占比17.68%;成绩在80~89分之间的有14人,占比7.73%;成绩在90~100分之间的有1人,占比0.55%。其中,最高分为90分,最低分为33分,专业的平均成绩为60.28分,及格的人数为89人。大部分同学的成绩分布在60分左右,各分数段的成绩近似呈正态分布,符合教学规律。

收稿日期:2020-04-08

基金项目:安徽省机械制造技术教学团队(2017jxtd039);
机械类本科生工匠精神培养与创新能力提升的
机制研究项目(2017jyxm1198);机械工程学一流
本科人才示范引领基地项目(2019resfid078)。

作者简介:葛小乐(1990-),男,汉族,讲师,主要从事先进
制造技术的教学与研究。

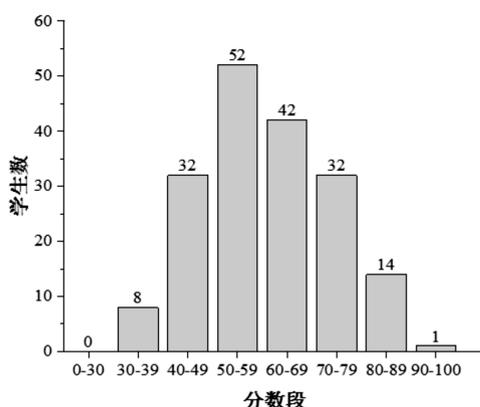


图1 不同分数段的学生数

Fig.1 Number of students in different score ranges

1.3 试卷的难度分析

为了进一步了解学生对不同题型的掌握情况,计算专业学生在各个题型中的平均得分和各个题型的难度,如表1所示。难度是指机械制造技术基础期末试卷的难易程度,是表征该试卷质量的重要参数^[1-2],难度可通过下式进行计算

$$N = \frac{F_i}{F} \quad (1)$$

式中: F_i 为学生在某一题型中获得的平均分; F 为该题型的总分值。

N 值在 0~1 之间变化, N 值越小,表明学生在该题型中获得的分数越少,即该题型的难度越大;反之,则表明该题型的难度越小。一般认为,当 N 值在 0.3~0.8 之间时,各题型的难度较为合理;当全卷的 N 值在 0.6~0.8 之间时,试卷的整体难度较为合理^[3]。

由表1可知,选择题的平均得分为 16.14 分,难度为 0.538 1;填空题的平均得分为 10.91 分,难度为 0.545 3;简答题的平均得分为 14.25 分,难度为 0.791 6;综合分析题的平均得分为 18.98 分,难度为 0.593 2;学生的综合平均得分为 60.28 分,试卷总体难度为 0.602 8。所有题型的 N 值都在 0.3~0.8 范围内,全卷的 N 值在 0.6~0.8 范围内,这说明机械制造技术基础期末试卷的总体难度适中,各题型的难度分布较为合理。从另一方面来看,选择题的 N 值最小,填空题的 N 值次之,紧接着是综合分析题,简答题的 N 值最大,这表明选择题和填空题的难度较大,学生的得分情况较差,而简答题的难度最小,学生的得分情况最好。由此可知,学生对选择题和填空题相关内容的掌握较差,这主要

是由于这两种题型对细节知识的考查较多,并且各个知识点较为分散,需要学生对课程内容十分熟悉才能获得理想的分数,因此,在以后的教学中应加强对课程细节知识的讲解和强调。此外,选择题、填空题、简答题和综合分析题的最高分分别为 30、20、18 和 32 分,最低分分别为 3、0、5 和 0 分,由此可见不同学生在不同题型中的得分相差较大,甚至有部分同学的单项得分为 0 分,对课程内容的掌握程度较差,所以在后期的教学中要加强对学生的教育和引导,不断改善教学方法,多关注不同层次学生的学习情况并提供学习辅导,以提高专业学生的总体成绩。

表1 不同题型的平均得分及难度

Tab.1 Average score and difficulty of different types of test questions

题型	选择题	填空题	简答题	综合分析题	总分
分值	30	20	18	32	100
平均得分	16.14	10.91	14.25	18.98	60.28
N	0.538 1	0.545 3	0.791 6	0.593 2	0.602 8

1.4 试卷的区分度分析

区分度是区分学生学习能力高低的参数,可用来表征不同学生学习能力的差异性,一般用以选拔学生能力为目的^[4]。试卷的区分度的公式为

$$Q = H_i - L_i \quad (2)$$

式中: H_i 为课程总成绩在前 27% 的学生在某一题型上的平均得分率; L_i 为课程总成绩在后 27% 的学生在某一题型上的平均得分率。

一般认为,试题的区分度 Q 应不低于 0.3,当 Q 大于等于 0.4 时,表明试题的区分效果较为明显,当 Q 小于等于 0.2 时,表明试题的区分效果较差^[5]。为了解学生学习能力的差异性,计算各题型以及全卷成绩的区分度,计算结果如表2所示。

表2 不同题型的区分度

Tab.2 Discrimination of different types of test questions

题型	选择题	填空题	简答题	综合分析题	总分
H	0.663 3	0.714 3	0.944 4	0.804 8	0.769 4
L	0.465 3	0.337 8	0.621 3	0.394 8	0.445 3
Q	0.198 0	0.376 5	0.323 1	0.410 1	0.324 1

根据表2的计算结果可得,选择题的 Q 值为 0.198 0,填空题的 Q 值为 0.376 5,简答题的 Q 值为

0.323 1,综合分析题的 Q 值为 0.410 1,由此可知,选择题的区分度较差,不易反映学生学习能力的差异性,而综合分析题的区分度较好,可以较好的反映学生学习能力的差异性,填空题和简答题的区分度良好。在以后的试卷出题中,要合理确定选择题的考核知识点,以更好的反映不同学生的学习效果。全卷的 Q 值为 0.324 1,这表明试题的整体区分性良好,可以反映出学生学习能力的差异性。

1.5 试卷的信度分析

为确定学生成绩的一致性 or 可靠性,计算试卷的信度。采用最常用的克隆巴赫 (Cronbach) Alpha 信度系数来表征成绩的稳定性或可靠性,该信度系数是通过公式估算试卷内部的一致性,克隆巴赫 Alpha 值越大,则考试成绩越稳定、越可靠^[6-8]。克隆巴赫 Alpha 信度系数的计算公式为

$$\alpha = \frac{T}{T-1} \left(1 - \frac{\sum_{m=1}^T S_m^2}{S_n^2} \right) \quad (3)$$

式中: T 为用于测试的题目数量; S_m^2 为第 m 个题目学生成绩的方差; S_n^2 为学生各个题目所得总分的方差。

克隆巴赫 Alpha 信度系数值在 0~1 之间,一般认为该值应不低于 0.7^[9]。本试卷的克隆巴赫 Alpha 值为 0.738,大于 0.7,这说明学生的考试成绩稳定可靠,考试结果的可信度较高。

2 试卷分析对机械制造技术基础课程教学的启示

2.1 试卷分析中反映出的不足

根据以上分析可知,机械制造技术基础期末试卷整体的难度和区分度都较好,能够达到课程考核的目的,但学生的考试情况仍反映出以下问题:

- (1)学生在选择题和填空题中的失分较多,表明学生对课程细节知识点的掌握较差;
- (2)学生在综合分析题中的得分一般,表明学生的知识灵活应用能力还有待进一步加强;
- (3)不同学生的成绩差距明显;
- (4)班级的及格率较低,教学方法有待进一步改进。

2.2 试卷分析对教学的启示

2.2.1 优化教学内容

由于机械制造技术基础课程的内容较多,且细节知识点较分散,学生在学习时不易形成连贯的知识体系,因此,为了提高学生的学习效果,应对教学内容进行优化,合理分配不同内容的讲授时间,以突出各章节的重点和难点,从而降低学生的课程学习难度,减轻学生的学习负担。同时,还应加强细节知识点的复习强度,在每次课中都应留出一定的时间对所讲的重点内容和细节知识点进行复习和强调,每章节结束后都安排一次章节总复习,以提高学生的知识掌握程度。

2.2.2 加强应用能力的培养

本课程与生产实际联系的十分紧密,对学生的知识应用能力要求较高,而考试结果表明学生在这方面的能力还有所欠缺,基于此,在后期的教学过程中应加强学生利用专业知识解决专业问题能力的培养。在教学过程中,应多与合作企业的生产实际相结合,比如在讲解机械加工工艺内容时,可带领学生到企业生产一线现场观摩零件的完整加工过程,这样有助于加深学生对加工工艺的认识,并反过来强化对理论知识的理解,从而形成实践与理论的相辅相成。对于计算类的内容,比如尺寸链的计算、定位误差的计算以及加工误差的计算,应多与实际的产品加工相结合,并加强课上的练习强度,以避免学生课下不练或抄袭。同时,要认真总结不同题型的解题步骤,使学生形成整体的解题思路,促进学生应用能力的提升。

2.2.3 强化指导

鉴于专业学生的成绩差距较大的问题,在后期的教学中应多关注不同层次学生的学习情况,加强与学生的沟通和交流,对学习困难的同学要分类指导,因材施教,以促进专业学生整体成绩的提升。比如对于学习效果不理想的同学,要与这些学生多交流,明确他们在学习中的困难和不足,根据实际情况划分不同的学习小组,对各学习小组进行课下单独辅导,并在课上多关注他们的学习状态,同时还可通过适当难度的课堂测试等途径建立学生的学习自信,激发学生的学习兴趣,让学生愿意学、学的会,从而提高学生的学习效果,缩小专业学生之间的成绩差距。

2.2.4 教学方法改革

本课程的及格率较低,表明班级整体的学习效果不好,教学方法有待进一步改善。目前的教学方法主要以老师课堂讲解为主,课堂氛围不够活跃,没有充分发挥学生学习的主动性,导致学生的学习效率不高,学习质量不好,基于此,在后期的教学过程中应不断革新教学方法和教学理念,确定学生在课堂上的主体地位,改善课堂的学习氛围,提倡自主探索式学习,要从老师教了什么转变到学生学到了什么上,进而促进教学质量的提升。可以选择一部分开放性的内容采用翻转课堂的形式进行教学,这样可以提高学生的课堂参与度,加深对课程内容的理解,让学生学有所获。此外,对于实践性较强的内容,可以采用项目式教学方法进行教学,该教学方法能够有效提高学生的知识应用能力和实践能力,从而促进学生综合能力的提升,达到应用型的人才培养目标。

3 结语

机械制造技术基础试卷分析表明学生对课程细节知识的掌握不够,对专业知识的灵活应用能力不强,不同学生的成绩差距较大,班级的及格率较低。针对以上不足,在以后的教学中,应对课程内容进行优

化,突出重点和难点,加强学生利用专业知识解决实际问题能力的培养,对学习效果较差的学生实施分类指导,同时进行教学方法改革,不断提高课程的教学质量,促进学生整体成绩的提升。对实践性和专业性较强的其他工科类专业课程的教学也具有一定的启示作用。

参考文献:

- [1] 张莉,王瑞庆,邓接楼.基于试卷分析的生态学课程教学改革[J].现代农业科技,2018(24):276-277.
- [2] 付应霄,廖亚平,刘长青,等.《医学细胞生物学》试卷分析及教学思考[J].齐齐哈尔医学院学报,2018,39(21):2551-2553.
- [3] 许小红.浅谈试卷分析常用的几个参数及其应用[J].中国校外教育,2019(12):68.
- [4] 张慧,张雅琼,林基艳.C 语言程序设计试卷分析对教学改革的启示[J].微型电脑应用,2017,33(6):8-10.
- [5] 刘胜伟,何锦悦.2017 级护理专业《药理学基础》试卷分析与教学思考[J].教育教学论坛,2019(17):237-238.
- [6] 金晓民.在网络环境下教学资源的组织与应用研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2008.
- [7] 倪晗,韩晓梦.基于 SPSS 的工程力学试卷质量分析[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2019(9):14-15.
- [8] 敖希琴,蒋静,曹莉.基于 SPSS 的试卷质量分析与建模[J].安庆师范学院学报(自然科学版),2016,22(4):37-40.

The Enlightenment of the Examination Paper Analysis of Fundamentals of Mechanical Manufacturing Technology to the Course Teaching

GE Xiaole, WANG Hongfeng, LIU Shengrong, SONG Weiwei
(School of Mechanical and Electrical Engineering, Huangshan, Anhui 245041, China)

Abstract: In order to understand the shortcomings in the teaching of "Fundamentals of Mechanical Manufacturing Technology", the final examination papers of the course were analyzed. Based on the examination results of 181 students majoring in Mechanical Design Manufacture and Automation, the difficulty, the discrimination and the reliability of the final examination papers were analyzed. The results show that the highest score, the lowest score and the average score are 90, 33 and 60.28, respectively. The difficulty, the discrimination and the reliability of the final examination papers were 0.6028, 0.3241 and 0.738, which reveals that the difficulty is moderate and the discrimination and the reliability are good. The total scores of all students are approximately normal distribution. In view of the deficiencies reflected in the examination paper analysis, we should strengthen the cultivation of application ability and reform the teaching methods in order to improve students' comprehensive ability.

Key words: fundamentals of mechanical manufacturing technology; examination paper analysis; course teaching; corresponding measures

(责任编辑:聂传朋)

地方高校高分子材料检测方法的课程教学改革

刘瑞来, 丁晓红

(武夷学院 生态与资源工程学院, 武夷山 福建 354300)

摘要: 高分子材料检测方法这一课程在该学科体系中占有重要地位,但在教学中普遍存在课程内容广、深度不够,重理论、轻实践,学生积极性不足,授课方式单一等问题。针对问题,提出教学内容整合、融入多元教学手段、建立教研相融和四位一体的评价体系等教学改革建议,旨在提高学生学习的积极性,增强创新意识和创新能力,提升分析问题、解决问题的实际动手能力,实现应用型、创新性人才的培养。

关键词: 高分子材料检测方法;人才培养;应用型本科院校;教学改革

中图分类号: O63-4;G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2021)09-0086-04

进入 21 世纪,人们生活水平的不断提高,对科技发展需求日益提高。其中生命科学、能源科学、材料科学、信息技术和纳米科学技术等领域技术得到了迅猛发展^[1]。材料科学作为众多科学与技术发展的基础学科,有着举足轻重的地位^[2]。高分子材料作为材料学的一个分支,其研究领域包括橡胶、塑料、纤维、胶黏剂、涂料和复合材料等,广泛应用于电气电子工业、农业、建筑业、航空航天、生物工程、环境保护、能源存储和医疗器械等国民经济领域,为新技术革命发挥着重要作用。我国对高分子材料的基础研究、工业化生产和实际技术应用投入了大量的人力和物力。其中,高分子材料与工程专业人才的培养是高分子材料学科能否快速发展的关键。如何培养学生独立获取知识能力、工程实践能力、工程创新能力和团队合作能力,成为高校人才培养的重点^[3-5]。

高分子材料检测方法讲述的是利用各种大型仪器分析和检测高分子材料的各种性能,包括结构鉴

定、热性能、形貌分析和力学性能等,是一门理论性和实践性并重的课程。通过本门课程学习,使学生掌握高分子材料研究中最常用的测试分析技术,涵盖结构鉴定、形貌表征分析、热分析、分子量及分子量分布、力学性能和吸附性能研究等。掌握各种大型分析仪器的工作原理、仪器组成、仪器维护等;掌握大型仪器检测中样品制备、测试、Origin 绘图、谱图分析等。培养学生解决高分子实际问题的能力,为学习后续课程和培养造就高级高分子技术人才打好一定基础。然而该课程内容广、实践性强、课程理论层次深、多学科交叉以及教学重、难点分散等特点,这些都对任课教师知识储备和学生的专业基础提出较高的要求。根据多年的教学经验,对该课程教学过程的现状及普遍存在的问题提出几点探究,以实现教学目标和提高学生学习效果,实现应用型、创新性人才培养目标。

1 课程现状

以武夷学院高分子专业为例,对该门课程进行教学现状分析。本课程教材为陈厚等主编、2013 年化学工业出版社出版的《高分子材料分析测试与研究方法(第二版)》。该教材分为 7 章分别为结构鉴定、分子量及分子量分布的测定、形态及形貌表征、热分析技术、

收稿日期:2020-09-15

基金项目:福建省高校产学研合作(2018Y4011);福建省教育厅项目(JAT170595,JAT170596)。

作者简介:刘瑞来(1984-),男,汉族,副教授,主要从事功能高分子材料研究。

流变性研究、力学性能测定和吸附性能测定。该课程应该是理论学习和实践相结合的一门课程,然而在培养方案中,该课程并无实践课,因此学生对该课程的学习感到单一、枯燥、难懂,从而影响到后续的学习。

2 教学存在问题

2.1 课程内容过广、深度不够

《高分子材料分析测试与研究方法》总共分为七章,几乎涵盖了高分子材料所有的检测方法,内容非常齐全,但是其内容深度不够,大部分测试方法理论部分讲授极少、实例应用较少,大部分内容蜻蜓点水,没有深度。例如,第一章节结构鉴定,包括红外光谱、拉曼光谱、紫外光谱、荧光光谱、质谱法、气相色谱、核磁共振、毛细管电泳、X射线分析和X射线光电子能谱。第一章就涵盖了10种大型仪器的检测方法。以红外光谱为例,该部分只有3页内容介绍红外光谱,对红外光谱的工作原理、仪器结构、维护与保养、红外光谱图的解析只是用少量的文字带过,学生一知半解,无法到达满意的教学效果。

2.2 课程重理论,轻实践

高分子材料检测方法的课程为32学时,全部为理论课,无实践教学环节,学生自主学习能动性差,课堂学习目的性不强,导致“听,不知所云”“学,不知所用”现象^[6]。以红外光谱为例,红外光谱的基本工作原理为“用一定频率的红外线聚焦照射被分析的试样,如果分子中某个基团的振动频率与照射红外线相同就会产生共振,这个基团就吸收一定频率的红外线,把分子吸收的红外线的情况用仪器记录下来,便能得到全面反映试样成份特征的光谱,从而推测化合物的类型和结构”。光从文字上去理解红外光谱的工作原理是比较难懂的。如果有一台红外光谱仪,测试一个有机物样品,结合样品得到的谱图去分析介绍红外光谱的工作原理,这样更加深入浅出、直观、易懂。另外单纯的理论课教学枯燥,容易使学生产生厌学、弃学心理。

2.3 学生学习积极性不足

由于课程内容过广、深度不够、重理论、轻实践,学时不足,课程内容难度较大。因此,大部分学生对课

程学习主动性不强、积极性不高、过渡依赖于教师讲授,属于填鸭式教学。不利于学生学习自主能力提高、创新思维培养、实践动手能力培养,最终不利于应用型、创新性人才培养^[7]。

2.4 授课方式单一

目前该课程主要以讲授为主,辅以板书和多媒体教学手段,该方式已经无法满足新工科条件下大学生对于课堂的要求。因此,对于本身就较为枯燥无聊的工科课程的学习非常被动,不利于学生知识的消化和吸收^[7-8]。

3 教学改革建议

3.1 教学内容整合

教材涉及内容广泛,但是内容泛泛而深度不够。因此根据高分子材料与工程专业学生应用型人才培养目标 and 学时数对教学内容进行整合,整合后的内容包括:红外光谱、紫外光谱、核磁共振谱图、质谱、气相色谱、凝胶渗透色谱法、热重分析、差示扫描量热分析、扫描电镜和透射电镜、X-射线粉末衍射和比表面积分析仪。其中红外光谱、核磁共振谱图、扫描电镜分别为4个学时,其余8个内容分别为2个学时,合计理论学时为28个学时。通过以上11个大型分析仪器学习,已基本能满足学生日常科研和工作需要,其余大型分析仪器,以学生自主学习为主。

3.2 改革授课模式,融入多元教学手段

建立以课堂教学为主、自主学习为辅、实践教学相结合的多元教学体系。其中理论学时为28个学时,实践学时为22个学时,即每个大型分析仪器安排2个实践课时。以红外光谱图为例详细叙述多元教学体系的实施。课前先将红外光谱图需要了解 and 掌握的知识点发给学生,让学生课前通过查阅文献、收集资料等方式制作PPT课件,通过制作PPT方式自主学习,对红外光谱图有一个大概的了解,带着疑问听课,学习目的性更强。课堂教学过程中根据教学目标,突出重难点,运用提问式、互动式和参与式等教学手段,提高学生的学习效率和目标。结合笔者科研实践经验,引入科研案例、工程案例和最新科研前沿,让学生亲身体会到本课程的重要性和实用性,开阔学生视野,

提高实践和创新能力。红外光谱的理论课程讲授完成后,让学生上机操作红外光谱仪(实践操作每个仪器2个学时)。例如如何测试一个未知的有机化合物,通过红外谱图判断其含有哪些基团。实践操作过程包括样品制备、测试、仪器维护、Origin绘图、谱图分析等。对该过程的操作和谱图分析评分,作为成绩考核的一部分。

3.3 建立教研相融、提升创新能力机制

高分子检测方法是一门理论抽象、实践性强、更新速度快的实用课程,缺乏实践训练能力的培养。对于科研大型仪器缺乏的地方高校而言,实践训练能力的培养尤为突出。因此如何将教学与科研相结合显得尤为重要^[9]。以红外光谱测试为例,讲授如何在教学中引入科研,让学生更加彻底理解教学内容。如“物质的红外光谱是其分子结构的反映,谱图中的吸收峰与分子中各基团的振动形式相对应”,该内容为红外光谱图的核心重点,如何理解这句话意思,对红外谱图的掌握起到了至关重要的作用。因此笔者引入了科研过程中发表的红外光谱图,如图1所示。图1b中1729和1429 cm^{-1} 处分别为聚丙烯酸分子支链羧基上C=O伸缩振动峰和丙烯酸链节-CH变形振动吸收峰,图1a中并没有出现上述两个特征吸收峰,而图1c中出现了上述两个特征吸收峰,说明聚丙烯酸成功接枝到纤维素纳米纤维上。因为红外光谱中吸收峰与分子中各基团的振动形式是一一相对关系。通过引入科研过程中碰到的现象,让学生对红外谱图的核心重点有了深刻的理解,提高学生的学习积极性和自主创新能力。

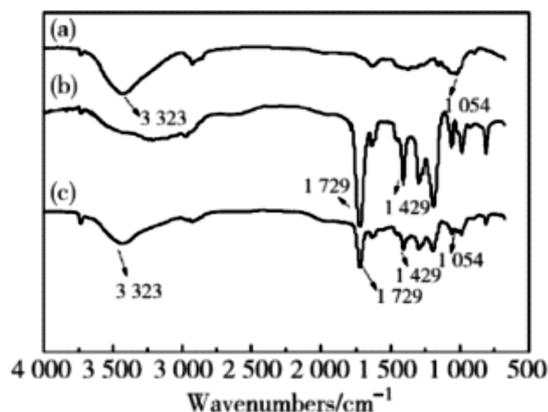


图1 红外光谱图:a)纤维素纳米纤维,b)聚丙烯酸,
c)纤维素接枝聚丙烯酸^[10]

Fig.1 Infrared spectrum: a) cellulose nanofiber;
b)polyacrylic acid; c) cellulose grafted polyacrylic acid^[10]

3.4 (平时考核+实践考核+PPT制作+期末考试)四位一体的评价体系建立

传统的考核方式为平时成绩30%、期末考试70%,这种考核方式很难提高学生学习积极性和自主学习能力。为了提高学生学习主体的地位,引入四位一体的评价体系,包括平时考核20%、实践考核25%、PPT制作25%、期末考试30%。其中,平时成绩由出勤率、课堂表现和课后作业组成;实践考核包括制样、大型仪器操作和维护、origin作图及其谱图分析等。PPT制作包括课件、视频动画和课堂试讲等组成;通过四位一体的评价体系建立,提高学生学习的积极性,增强了学生的创新意识和创新能力,提升学生分析、解决问题和实际动手能力,实现创新性人才的培养。

4 总结

针对该课程普遍存在的问题,提出的教学改革建议,包括教学内容整合,融入多元教学手段,建立教研相融和四位一体的评价体系。以期引导学生养成良好的学习习惯,增强创新意识和创新能力,提升分析问题、解决问题和实际动手能力,实现应用型、创新性人才的培养。

参考文献:

- [1] 张志强. 洞察科技发展趋势支撑科学发展决策[J]. 世界科技研究与发展, 2017, 39(1): 1-2.
- [2] 高吉成, 刘晶晶, 李大玉. 基于工程教育认证背景下的材料类学科基础课程教学研究:以材料科学基础为例[J]. 当代教育实践与教学研究, 2019, 15(8): 64-65.
- [3] 胡家朋, 赵升云, 范荣玉, 等. 深化产教融合培养应用型人才的举措探讨[J]. 武夷学院学报, 2019, 38(9): 83-87.
- [4] 赵璠云, 陈良璧, 刘瑞来. 高分子材料与工程服务地方应用型人才培养体系转型的探索[J]. 武夷学院学报, 2015, 34(6): 86-89.
- [5] 刘瑞来, 赵璠云, 郭绍英. 高分子材料与工程专业毕业实习现状分析及其对策建议[J]. 武夷学院学报, 2016, 35(9): 95-98.
- [6] 刘淑琼, 赵璠云. 聚合物共混改性课程现状及改革建议[J]. 高分子通报, 2018, 19(10): 74-78.
- [7] 叶宏萌, 吴芳芳, 胡家朋. 给水排水工程课程教学改革探讨:针对应用型本科院校环境工程专业[J]. 武夷学院学报,

- 2015, 34(6): 90-92.
- [8] KAPLOVITCH E , OTREMB A M , MORGAN M , et al . Cost-efficient medical education: An innovative approach to creating educational products[J]. Journal of Graduate Medical Education, 2019, 11 (6): 713-716.
- [9] ALLRED A , HOLLAND J S , SHUPERT A G , et al . Synthesis, modification, and application of sulfonated poly(styrene -co -maleic anhydride) as a stain blocker for polyamides: Polymer chemistry for the undergraduate organic laboratory [J]. Journal of Chemical Education, 2020, 97 (7): 2001-2005.
- [10] 林皓, 胡家朋, 刘瑞来, 等. 纤维素纳米纤维接枝聚丙烯酸 pH 响应水凝胶的制备及性能[J]. 材料导报, 2017, 36 (18): 55-58.

Exploration of Teaching Reform of Polymer Materials Test Methods Based on Local University

LIU Ruilai, DING Xiaohong

(School of Ecology and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300, China)

Abstract: Polymer materials and engineering is a subject with strong applicability. "Polymer Materials Test Methods" plays an important role in this subject. According to the years of teaching experience, the existing problems, including wide range and lacking in depth of course, lack of practice, learning tiredness of the student and simple teaching methods are analyzed. Some proposals of teaching reform for the course of "Polymer Materials Test Methods" are proposed from integration of teaching content, integrating diversified teaching methods, establishing a teaching and research integration and a four-in-one evaluation system. The purpose is to stimulate students' interest in learning, enhance their innovation awareness and ability, and facilitate their ability to analyze, solve and practice and realizes the training of applied and innovative talents.

Key words: polymer materials test methods; personnel training; application-oriented university; teaching reform

(责任编辑:叶丽娜)

地方高校生物资源利用专业群建设

林维晟, 华伟平, 赵升云, 胡家朋, 付兴平

(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 武夷学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:紧密贴近南平千亿级生物资源产业群建设,加快一流应用型专业调整,分析优化专业群人才培养模式,创新专业群教学资源,构建生物资源利用专业群。突出特色,发挥专业群的优势,实施“订单式预就业”“双证教育”的应用型人才培养模式改革,稳步推进“1+n”多企联合的生物产业学院建设,培养出社会需求的高技术人才,切实服务好地方经济发展。

关键词:生物资源利用;专业群;一流学科;地方经济;人才培养

中图分类号:Q-45;G642 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0090-05

随着新型冠状病毒在全球的肆虐,生物产业成为继信息产业之后世界经济中又一个新的主导产业,福建也将生物产业列为培育壮大和加快发展的战略性新兴产业之一,大力推进生物资源系列开发。闽北地区地处闽江上游,生态环境优良,森林覆盖率全国第一。境内各县市特别是武夷山市,生物资源十分丰富,被誉为“世界生物之窗”,是发展生态与生物资源利用主导型的生物产业的首选之地,也为生物资源利用专业群建设提供了广阔的空间。然而,在区域经济产业不断集群化发展的背景和趋势下,高校特别是地方高校,专业人才培养方式相对固定,大多数高校的人才培养难以全面的把握和契合地方经济发展对各方面人才的需求^[1],存在与企业需求之间“脱节”的问题。高等教育有必要面向产业和区域发展需求,创新教育组织形态,组建一流特色专业群,推动教育和产业联动

发展^[2],实现高等教育与产业经济零距离对接。武夷学院做为南平市的地方高校,依托地处海西绿色腹地的区位和资源优势,结合福建生态省建设和南平市绿色发展战略,积极探索,构建以生物工程、环境生态工程、化学工程与工艺、高分子材料与工程等专业为基础的生物资源利用专业群,加快提进特色化生物资源利用专业群建设,服务地方产业链的生物制造、生物医药等行业,培养满足企业需求的应用型技术人才,提升就业人才的职业能力和研发能力,促进地区生物产业快速发展,实现了对自身一流专业品牌的打造。

1 精准把握发展定位,推动专业群与产业群有效融合

1.1 精准定位服务,紧密对接区域生物产业发展

生物资源利用专业群紧紧围绕南平千亿级生物资源产业的发展布局,紧密联系企业需求,积极开展校企和校地深入合作,推动“产教融合、协同育人”的生物资源利用专业群建设,实施“订单式预就业”“双证教育”的专业群应用型人才培养模式改革,稳步推进“1+n”多企联合的生物产业学院建设。与福建青松股份有限公司、福建邵武海豚医药有限公司、福建杜氏木业有限公司等10余家大型企业,在校企合作育

收稿日期:2021-03-01

基金项目:武夷学院在线开课程(KC201705);福建省重大教改项目(FBJG20190219);武夷学院科研基金服务地方专项(XD201805);武夷学院教改项目(KC202019)。

作者简介:林维晟(1972-),男,汉族,副教授,主要从事环境生物技术研究。

人、共建创新基地、推进创新创业等开展全方位战略合作,实现了校企“双主体”育人,推动了专业群与区域生物产业群的紧密对接。

1.2 专业群深度整合,建立有效对接现代复合型人才培养模式

先后邀请省内外十余所高校和企事单位的专家30余人,开展专业群和应用型学科论证,对现有的生物工程、化学工程与工艺、环境工程和高分子材料与工程4个组群专业进行深度整合。建立“基础共享、核心特色、拓展互用”三阶段交叉型课程体系和“理工一体、虚实一体、学研一体”的培养路径,在掌握条理的专业知识及特色核心技能的基础上,提供四个专业交叉互选的专业群拓展课程平台,实现“专业知识交叉互选”。例如,四个专业有特色的专业选修课:生物产品分析、材料工艺学、精细化工工艺学、环境保护与安全等做为专业群拓展课程进行交叉互选,巩固和强化学生的专业知识及职业技能,同时培养学生的知识迁移及跨岗位能力。提出“基础知识—专项知识—综合知识”能力培养方式,制定和实施“三阶段、三一体”的生物资源利用专业群人才培养方案,将职业教育和创新培养做为人才培养的灵魂,适应新工科、新产业、新经济的企业发展需求,形成融入环境生态理念的“生物资源利用”和“竹资源利用”两个特色培养方向,努力推进交叉型、应用型专业群人才的培养。

1.3 学科交叉融合,协同推进应用型专业群建设

面向武夷山脉和闽江流域生态保护,以及区域生物产业发展重大需求,融合生态、生物、化工、材料等相关学科优势,开展科技创新、成果转化及应用型新工科人才培养^①,服务区域生态环境保护和生物资源利用产业绿色发展。协同推进应用型学科建设,以提升科研水平和服务地方产业能力,提高应用型人才培养质量为目标,依托省级生态产业绿色技术重点实验室和竹材工程技术中心等学科教学科研平台,重点围绕区域生物资源利用、生态环保、生物化工、新材料等主导产业的环境科学、环境工程和生物资源循环利用三个学科方向,积极培育专业硕士点,有效促进了应用型学科建设和专业群建设的融合发展。

2 契合产业需求,拓展专业群产教融合人才培养模式

2.1 有效实施预就业模式,校企双主体共同育人

以生物产业群需求和学生就业为导向,推进校企、校地深入合作,校企共同培育产业所需要的应用型高层次人才。努力推进与生物产业群相关企业融合办学,组建企业“预就业定向班”,企业参与“预就业定向班”相关专业课的教学、共同开发课程资源和教学案例。“预就业定向班”现与企业共同组建“武夷学院—海豚医药技术研发中心”、与青松化工合作开发“合成樟脑半实物仿真工厂”虚拟仿真教学项目、与永晶科技共同开展了高校产学研合作项目—“类风湿性关节炎 JAK1 抑制剂乌帕替尼全合成改进研究”。通过教学、科研、学生培养等各方面全方位的合作,培养“预就业定向班”学生的就业和工作能力,“双主体、预就业”校企合作培养模式初步建立。

2.2 探索人才联合培养,组建生物产业学院

专业群在结合“双主体、预就业”培养模式的基础上,提出“合作育人、资源共享、融合发展”,进一步拓展与福建建阳武夷味精股份有限公司、福建永晶科技有限公司和福建海豚医药技术有限公司等多家大型龙头企业合作战略合作,组建“1+n”多企联合生物产业学院,实现校企人才、设备、资源共享,共同开展应用型人才培养。产业学院的学生在校期间,在工作能力、企业文化、研究能力等与企业“零距离”接触,密切了与企业的关系,有效开展岗位要求适应性学习,形成服务能力强的专业性人才。

2.3 加强企业有效培养,完善校企共育模式

对于专业群人才的培养,许多高校往往只是学校出力,“一头热”,培养出的人才与产业需求的契合度不高。通过产业学院,专业群联合组建校企“培养方案专家咨询委员会”,共同书写专业人才需求分析报告,调整专业培养方向;共同修订专业群人才培养方案,建立有效的培养方案;共同实施人才培养,学校为企业开展在职员工的培养和共同开展科技攻关等,企业参与专业群课程开发、实践指导、科研平台建设等。通过企业全程参与专业群建设和人才培养,实现校企人才共育、过程共管、成果共享、责任共担,解决人才培

养过程中存在的问题和瓶颈,提高人才培养质量。

3 深化内涵建设,丰富专业群教学资源

3.1 组建专业群教师团队,提升服务地方产业能力

3.1.1 组建专业群课程教学团队

依据专业群“三阶段、三一体”的人才培养方案,重新建构课程教学体系,实施模块化设计,突出培养学生职业能力,形成应用型课程教学模块。根据模块化课程教学体系,邀请企业高级技术人员,组建基础课程、工艺开发、资源利用、过程控制、环境保护等模块化教学团队,充分利用企业技术人员在行业的先进工作经验和高校教师丰富教学经验,共同编写《发酵工程》《合成樟脑生产仿真实训》等10多门案例化、项目化课程讲义或实习指导书,推进教学改革,人才培养针对性与对接性更明确,团队力量更集中,教学效果更理想。

3.1.2 组建服务地方科研团队

依托专业群教学团队及省级特色创新平台,汇聚人才资源,通过“走出去,请进来”的方法,专业群先后引进了厦门大学、南开大学、华东理工大学等高层次人才,组建高水平应用研究型学科团队。围绕药用资源利用、竹资源循环利用等方面,开展多学科交叉领域研究,全力打造生物资源循环利用学科研究方向。根据闽北生物产业和竹产业升级改造需求,创建“南平资源化学产业技术研究院”“闽北竹产业公共技术服务平台”“武夷山农业特色产业技术创新平台建设”等科研平台,解决企业技术痛点,共同开展科技攻关,培养企业研发人才,推进项目成果转化。

3.2 构建“三阶段”专业群课程体系,凸显岗位能力导向

3.2.1 构建模块化课程体系

通过“三阶段、三一体”的生物资源利用专业群人才培养方案的制定和实施,专业群根据产业岗位对知识能力的不同需求,重新建构课程体系,实施模块化设计,形成工艺开发、检验检测、过程控制、设备分析、环境管理等5个模块化课程体系(见表1),优化专业群模块课程。构建模块化课程体系时,既注重专业优势特点,又考虑专业交叉融合;既避免知识体系的重

复性,又突出专业领域的最新成果,做到专业知识和实践能力够用、通用和好用,切实解决了学生工程能力培养的问题。

表1 生物资源利用岗位知识及能力要求

Tab.1 Knowledge and ability requirements for the post

岗位类别	拓展互选课程	知识及能力要求	对应专业
过程控制	化工仪表及自动化、生物质与废弃物资源利用、循环经济与安全、环境保护与安全、化工仪表及自动化实验、虚拟仿真实验实训、清洁生产课程实训、3s技术应用	1、掌握自然科学和工程技术基础,终身学习和适应发展的能力 2、掌握生物资源利用相关产业的专业知识与技能 3、工作中具备主动性善于发现和创造新的机会 4、具备良好的执行能力 5、注重团队协作,具有带领团队的能力	生物工程与高分子材料与工程
工艺开发	功能高分子、化工新型分离技术、天然产物与功能产品开发、工业催化、材料科学与工程、生物质与废弃物资源利用、循环经济与清洁生产	1、掌握自然科学和工程技术基础,终身学习和适应发展的能力 2、掌握生物资源利用相关产业的专业知识与技能 3、具有强烈的求知欲,较强的信息获得能力,宽泛的知识层面 4、具有开阔的视野,掌握行业技术发展前沿动态 5、具有发散性思维,卓越的创新能力 6、具有良好的团队协作能力	生物工程、化学工程与高分子材料与工程
检验检测	实验设计分析、生物产品分析及实验、仪器分析、化工仪表及自动化实验、材料性能分析测试实验、虚拟仿真实验实训、精细化工实验、清洁生产课程实训	1、掌握自然科学和工程技术基础,终身学习和适应发展的能力 2、熟练掌握检验检测标准、方法 3、熟悉各种检测仪器的维护、保养、使用 4、掌握各种检验检测技能 5、具有良好的团队协作能力	生物工程、化学工程与高分子材料与工程、环境工程
设备管理	环保设备设计与应用、化工仪表及自动化、化工仪表及自动化实验、生物质与废弃物资源利用、循环经济与清洁生产、拟仿真实验实训、清洁生产课程实训	1、掌握自然科学和工程技术基础,终身学习和适应发展的能力 2、掌握生物资源利用相关产业的专业知识与技能 3、了解生产设备的运行原理,掌握设备相关专业专业知识 4、熟悉各种设备的维护、保养、使用 5、具有良好的团队协作能力	生物工程、化学工程与高分子材料与工程
环境管理	环境保护与安全、生物多样性及保护、工程经济学、功能高分子、循环经济与清洁生产、污染生态学、清洁生产课程实训、虚拟仿真实验实训	1、掌握自然科学和工程技术基础,终身学习和适应发展的能力 2、掌握生物资源利用相关产业的专业知识与技能 3、掌握环境工程专业的知识与技能 4、具备污染控制工程的设计与运行管理的能力 5、掌握资源循环利用、清洁生产的相关知识和技能 6、具有良好的团队协作能力	环境工程、生物工程、化学工程与高分子材料与工程

3.2.2 充实案例化课程资源

专业群坚持“联合企业、重构课堂、追求真实学习情境”,充分利用校企设备资源,联合企业技术人员,针对骨干课程实行项目化教学改革。各项目采取案例教学模式,将教、学、做合为一课堂,达到真实学情境,构建理实一体化教学理念。核心课程运用企业真实案例教学、企业参与授课的覆盖率已达到 90%,形成“校企合作育人案例库”“课程资源案例库”和“仿真实验教学案例库”3 大类、26 个教学资源案例的专业群案例库,“生物资源利用专业群应用型人才培养案例库建设”获得 2017 年福建省本科高校重大教育教学改革项目立项。

3.2.3 建设信息化课程平台

通过武夷学院在线课程平台、清华在线教育平台、超星泛雅、智慧树等信息化平台,以及职业全能培训库、博学易知网络学习数据库,建设和丰富专业群教学资源。重点建设天然产物与功能产品开发、化工设计、分析化学等 13 门专业群在线开放课程,其中化工设计课程入选为省级精品资源共享课程,实现课程资源的开放共享。此外,本专业群 20 多门课程选用网络精品资源课程进行了辅助教学,研究利用 MOOC 资源、翻转课堂、辅助教学等模式增强学生和教师之间的互动,实现学生个性化的学习。完成不同类型课程的考核方式改革,从单一的笔试和作业,逐步实现多元化的课程评量方式,激发学生的思考、创新以及团队协作能力。

3.3 搭建校企融合专业群创新平台,改善实践条件

3.3.1 拓展校企共建科研平台

本着互惠互利的原则,整合校企优势资源,联合共建实验室和创新服务平台,充分利用和发挥学校的科技资源优势和企业吸纳、转化科技成果的市场优势,促进学校与企业产学研结合,推动企业及相关行业的科技进步^[4]。专业群共建“武夷学院-青松股份精细化工技术研究中心”“闽北竹产业技术公共服务平台”“竹纤维复合材料实验室”等多个校地、校企产学研合作平台。与南平市政府共建“南平市资源化学产业研究院”,形成与地方、企事业单位、政府行业等联合培养的新方式,以产学研合作形式推动联合共跨专业的实践教育基地,已建成一批相对稳定、覆盖面大

的校外实践基地,近 3 年新增省内实践基地 30 多家,为“零距离、预就业”合作育人,提供了良好的实践条件。

3.3.2 构建校企共用仿真平台

充分利用互联网、多媒体技术、虚拟仿真技术,构建校企共用虚拟仿真实验教学中心,促进信息技术与教学深度融合,建成“生物资源绿色利用”“污染物控制与清洁生产”“化工过程与安全”3 大模块为基础的专业群虚拟仿真教学体系,运用虚拟 3D 仿真实习单元操作、4D 工艺流程仿真来模拟现实企业生产,并向学生和企业员工免费开放,使得操作者在模拟环境中完成生产操作培训,解决现场难以完成的操作练习,真正实现“虚实结合,理实一体”的教学改革,构建了校企共用、共享的仿真资源,提高了师生服务地方企业的力量。

4 强化特色发展,突出专业群建设的有效性

4.1 专业群与产业群深度融合,预就业全过程培养模式特色显著

立足服务区域生物产业绿色发展,依托生物资源利用专业群与福建永晶科技有限公司、浦城绿康生化有限公司联合组建“永晶班”“绿康班”,实施“零距离,预就业”的校企联合培养模式,与相关专业学生签订了预就业协议。企业教师参与培养方案制定、实施案例化教学、开展师徒制顶岗实习、指导学生毕业论文等预就业人才培养全过程。通过“1+n”多企联合育人的新模式,组建生物产业学院,产教融合的预就业式人才培养成效显著,依托学院被推选为全国应用技术大学(学院)联盟生物与化学工程专业协作会副理事长单位,产生了更广泛的示范效应,有效提升了专业群的知名度。

4.2 企业实际案例有效融入,案例化仿真教学体系改革特色显著

以“面向应用、强化实践、亲近产业”为原则,以服务区域生物产业岗位需求和提高职业能力为导向,进一步深化产教融合,围绕专业群模块化课程体系,精选 10 家不同生产类别的企业实际案例,构建“校企合作育人案例库”“专业群课程资源案例库”和“仿真实

验教学资源案例库”3大类、26个案例资源库,企业教师参与的案例化教学深入推进。

为适应现代新工科和信息化建设需要,促进专业群跨界交叉融合,生物资源利用专业群建设“化工过程与安全”“生物资源绿色技术”“环境治理与清洁生产”3大模块的专业群虚拟仿真教学体系。校企合作开发的“合成樟脑生产工艺虚拟仿真项目”被推选申报国家级虚拟仿真实验项目,形成了体系完善、特色鲜明、开放共享的虚拟仿真教学体系,提升专业群在现代复合型人才培养和对外培训服务中的有效性。

4.3 创新资源持续融汇,创新和服务产业能力培养特色显著

生物资源利用专业群积极推进创新平台和学科团队建设,申报立项建设了6个省级创新平台,组建2个省级科技创新学科团队。组建省级院士专家工作站,引进国内知名高校的高层次人才7人组建“闽江学者”科研团队,推动应用型专业群建设。特别是“竹资源全价利用和竹生态产业链构建”研究团队,先后与南平纸业股份有限公司、福建和其昌竹业有限公司、福建海川塑胶有限公司等10余家大型企业合作推进了“竹清洁制浆水溶性仿生复合有机肥技术”“无甲醛生物基胶粘剂开发”“纳米钙复合材料开发”等应用型研发项目15项,共有60余名师生直接参与项目开发技术开发与成果转化,起到显著的示范和带动作用。通过高水平创新平台和学科团队建设,有效地促进学生创新能力培养和专业群服务产业能力的快

速提升。

5 结论

生物资源利用专业群对培养方案进行改革,加强校企合作和产教融合,推进校企命运共同体建设,创新专业群课程体系,形成区域产业需求的人才培养模式,改善教学条件,培养满足地方经济转型升级的新型专业人才。但是专业群的高水平、有特色建设任务仍然任重道远,比如师生从事一些高层次技术领域的研究工作能力还不足,专业群有必要进一步联合高层次院校或研究所,加强师资队伍建设,引进创新型领军人才,提升对产业集群的技术服务水平^[5]。

参考文献:

- [1] 杜雪梅.创建一流特色专业群的实现路径分析[J].电子技术,2020,49(10):122-123.
- [2] 李雪梅,李勇,柏松.化工技术品牌专业群建设对东营区域经济的影响[J].山东化工,2020,49(19):46-47,50.
- [3] 刘屈钱,阳梦华.基于技术技能积累与社会服务能力的专业群建设模式研究[J].职业教育研究,2021(1):56-60.
- [4] 李俊刚,甘潇.基于专业能力培养的微生物学课程群建设探索与实践[J].科技经济导刊,2020,28(30):96-97.
- [5] 陈琼,吕原君,丁长涛.机电一体化技术专业群建设的探索与实践—基于对接杭州湾及绍兴地区产业需求的视角[J].南方职业教育学刊,2020,10(5):38-45.

Construction of Specialty Group of Biological Resources Utilization in Local Universities

LIN Weisheng, HUA Weiping, ZHAO Shengyun, HU Japeng, FU Xingping

(1.School of Ecology and Resources Engineering, Wuyishan, Fujian 354300, China;

2.Fujian Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300, China)

Abstract: Close to the construction of hundred billion biological resources industrial group of Nanping City, it is imperative to accelerate the adjustment of first-class applied majors, analyze and optimize the training mode of professional group talents, innovate the teaching resources of professional group, and build a professional group of biological resources utilization. It is conducive to emphasizing its characteristics, giving full play to the advantages of specialty groups, implementing the reform of application-oriented talent training mode of "Ordered Pre-employment" and "Double Certificate Education", steadily promoting the construction of "1+n" multi-enterprise bio-industry college, training high-tech talents in social demand, and effectively serving the development of local economy.

Key words: biological resources utilization; professional group; first-class discipline; local economy; personnel training

(责任编辑:叶丽娜)

热工理论基础课程思政的探索与实践

周吓星, 杨文斌, 饶久平, 曾钦志

(福建农林大学 材料工程学院, 福建 福州 350002)

摘要:结合热工理论基础的课程特点,从教学内容设计和优化、思政目标凝练、思政元素挖掘及融入、教学方法改革等方面阐述课程思政教学的改革探索、实践与成效,以为理工科课程思政教学提供参考和借鉴。

关键词:热工基础;课程思政;思政元素;教学改革

中图分类号:G711;TK11+4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0095-04

热工理论基础是研究热能在工程上有效利用的一门综合性技术科学,是21世纪林业工程类、能源动力类、机械类、交通运输类、土建类、材料类、化工与制药类、轻工纺织食品类、环境与安全类专业人才工程素质的重要组成部分^[1]。热工理论基础这门课面向木材科学与工程专业大二学生,是专业必修课,其课程目标是掌握热能与机械能相互转换和热量传递的规律性,了解热工设备是如何按照热工理论研究的规律进行工作,了解提高能量转换经济性的途径和技术措施,为学生今后从事木材工业的科研工作和解决实际工程问题的初步能力奠定必要的热工理论基础。近两年的教学工作中,课程团队教师积极贯彻“三全”育人的教育方针,探索如何在课程教学过程中实现知识传授与价值引领同频共振、协同育人,获批学校课程思政教改项目,课程思政教学育人效果良好。

1 热工理论基础的课程特点

热工理论基础主要包含工程热力学和传热学两部分,工程热力学主要研究热能和机械能之间相互转换的规律及提高能量转换经济性的途径和技术措施;

传热学主要研究热量传递的规律。热工理论基础课程理论性强,涉及较多的公式和定律,比较枯燥难懂,而且需要学生有较强的实践性,掌握提高能源转换效率、合理利用能源的办法和途径。

2 热工理论基础课程思政的具体措施

发挥专业课程的隐性教育功能,以育人和专业知识传授、能力培养为目标,探求恰当的课程思政融入路径,培养德才兼备全面发展的人才具有重要的意义^[2]。将“立德树人”作为教学工作的中心环节,切实增强教师的“育德意识”和思政素养,做好课程的整体规划,在理论知识的讲述和实验课程的操练基础上,无痕地融入思政元素,以学生的获得感为“课程思政”改革效果的检验标准,达到“春风化雨,润物无声”的效果,实现全程育人。

2.1 凝练课程思政目标

在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养相结合,注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育,培养学生节约利用能源和资源意识,提升学生的生态文明意识,加强学生节能减排观念;弘扬精益求精的大国工匠精神,培养学生务实、严谨、创新的科学思维能力;引导学生热爱知识、热爱科学,培养学生善于思考、勤于实践的能力;倡导并践行社会主义核心价值观,增强学生科技强国意识,培养学生具有一颗感恩的心和科技报国的家国情怀,树立“强国志,报国行”的远大志向。

收稿日期:2021-01-28

基金项目:福建农林大学《热工理论基础》课程思政的实施与探索(SZ1320020)。

作者简介:周吓星(1987-),女,汉族,博士,副教授,主要从事生物质复合材料研究。

2.2 挖掘与融入思政元素

2.2.1 融入节能减排意识和生态文明教育

“节约资源是我国的基本国策”,节能减排是贯彻落实科学发展观、构建社会主义和谐社会的重大举措,是建设资源节约型、环境友好型社会的必然选择,是维护中华民族长远利益的必然要求。十九大报告中,习总书记指出坚持人与自然和谐共生,必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,推动生态文明建设。

2.2.2 融入科学发展观教育

通过讲解工程热力学和传热学的发展史,诠释其所蕴含的以人为本、全面、协调和可持续的发展观,引导学生珍惜大学四年时光,制定目标,规划人生。

2.2.3 融入求真务实的态度和工匠精神

热力学第一定律和热力学第二定律揭示了第一类和第二类永动机的想法都是徒劳的,强化学生对“实践是检验真理的唯一标准”的理解,培养学生务实的科研态度。工匠精神是一种严谨认真、精益求精、追求完美、勇于创新的精神。引导学生不仅需要严谨治学,更要勇于创新。

2.2.4 融入科技强国、科技报国理念

阐述热力学发展史,弘扬老一辈科学家为祖国科研事业奋斗终身的精神,结合当前科研热点以及科研改变生活的实例,引导学生树立科教兴国的意识,培养学生科技报国的情怀。强化工程伦理教育,深化工程师职业伦理和社会责任的价值培育,明确指出工程实践对人类生存与发展的重要意义。

2.2.5 融入中华民族传统高尚品格

“善上若水”“向上向善”“德厚者流光”“勿以善小而不为,勿以恶小而为之”,在课程讲解时挖掘古人处世的人生哲理,号召学生以正确的荣辱观为指导,坚定正确的行为导向。

2.3 优化教学内容,改革教学方法

2.3.1 优化教学内容创新教学方法

创新教学模式、改革教学手段、优化教学资源,实现“显性课堂”与“隐性课堂”相结合^[9]。采用普通高等教育“十一五”国家级规划教材,中国农业大学出版社李长友主编的《热工基础》作为授课教材,采用高等教育出版社张学学的《热工基础》作为参考教材。在绪论讲解能量与能源时^[4],通过数据、图片、视频等形式展示当前我国能源利用现状及存在问题,结合全球气温

变暖,我国能源资源匮乏、环境污染严重等实例,启发学生思考解决当前能源现状的方法,引导学生思考自己当前是否存在哪些不良习惯,由学生回答如何改变日常不良习惯。采用教师讲授、设问释疑、延伸思考、小结归纳等方法,鼓励学生思考除了节约资源还有哪些方法可以改变当前我国能源现状,有机结合节能减排理念宣传^[9],增强学生节能减排的意识。启发学生思考如何提高木材利用率及功能化改良木材,增加木材附加值,解决森林资源的稀缺性和经济发展对木材刚性需求的矛盾。再围绕科技是第一生产力、创新发展理念等思政元素,从发展生物质材料、生物质能源角度,进一步启发学生对自己所学专业的思考,引导学生从专业角度出发,为节能减排贡献一份力量,增强学生的专业认同感和成就感。结合当前能源利用率低的问题,引出热工基础是研究热能利用的基本原理和规律,以提高热能利用经济性为主要目的的一门学科,自然而然让学生感受到课程学习意义,激发学生学习兴趣。

第一章基本概念,提到“孤立系统”只是一个理想化的假想系统,在自然界并不存在真正的孤立系统,小到家庭、校园、社会、大到国家、全球,我们的行为都会对别人和社会产生一定的影响,因此我们参与公共生活时,必须举止文明,尊重他人的需要和公共利益。将抗击疫情的感人故事融入课程思政教学中,让同学们学习抗疫英雄们勇于担当的精神。我国在疫情期间始终对全国人民生命安全和身体健康负责,体现了社会主义制度的优势,同时我国始终秉持构建人类命运共同体理念,对全球公共卫生事业尽责,践行世界大同、天下为公,培养学生全球格局和胸怀天下的思维。讲到“压力”时,分享苏东坡的一首诗歌“题西林壁”,告诉学生要辩证地看待问题,辩证地看到压力,化压力为动力。讲解“可逆过程”时,提到“耗散效应”,向学生提问一天24h,你觉得哪些是没必要做的,而这些事情却耗散你很多的时间和精力,引导学生自我反思,珍惜时间,做好规划,减少不必要的精力消耗。

第二章热力学第一定律,讲述热力学第一定律发展过程中涌现的一批批科学家的典型故事,强调榜样力量,强化民族团结意识和爱国情怀。第一类永动机是不可能制成的,我们“心存高远”但要“脚踏实地”,以李大钊先生语录与学生共勉“凡事都要脚踏实地去作,不驰于空想,不鹜于虚声,而惟以求真的态度作踏

实的工夫。以此态度求学,则真理可明,以此态度作事,则功业可就。”

第三章热力学第二定律,讲到气体动力论和热力学的主要奠基人之一德国物理学家克劳修斯从小致力于研究热力学理论的故事,引发学生对梦想这个话题的讨论,鼓励学生要有梦想,要规划好大学四年时光,朝着梦想前进。

第四章水蒸气和湿空气,水蒸气来源于水的定压汽化过程,是热工技术上应用最广泛的工质。采用启发式讲解、设问共情、结尾点睛的方法,循序渐进、自然融入节约用水,保护水资源。举例关于“水”的古诗词、成语和哲理,引发学生讨论,出自《道德经》的“上善若水”,《太极拳》的“水静则柔,动则刚”,荀子的“水能载舟,亦能覆舟”等,希望与学生共勉,为人处世犹如水一般,善于便利万物,不与人纷争不休,有能容天下的胸襟和胸怀天下的气度。在讲到“干度”“过热度”时,自然谈到“凡事讲究一个度”。

第五章制冷装置循环,从制冷剂的发展概况,谈到制冷剂的使用要考虑减少对臭氧层的破坏,告诫学生以后从事在选购和使用制冷剂时,要注意燃烧性、爆炸性和毒性等安全性事项,深化工程伦理教育。

第六章热量传递基本方式,注重理论知识与日常生活的联系,加深学生对理论知识的理解和应用。提到纯铜的导热系数为 $398 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,而黄铜(70%Cu, 30%Zn)的导热系数为 $109 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,纯铝的导热系数为 $236 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,而铝合金(87%Al, 13%Si)的导热系数为 $162 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ^[6],纯金属的导热系数较大,我们可以通过这个现象发现物质的真伪。中国建筑能耗约占全国总能耗的 33%以上,且建筑能耗占社会总能耗的比例在逐年增长^[7],因此,国家提倡建筑节能,从 2001 年 10 月 1 日起,国家规定新规划的楼盘必须制作外墙保温层。木材作为多孔材料,导热系数很低,有望作为保温材料。当前,学院福建省“百人计划”专家特聘教授英国布鲁内尔范秒仔教授做了大量的真空绝热板研究,木材科学系新来教师张雪霞去年刚获得国家青年基金项目,研究竹纤维保温材料,同学们如果感兴趣可以去图书馆查阅相关文献,也可以加入创新创业实验项目,到实验室中进行科学研究。

2.3.2 丰富教学活动

通过讨论会、分享会、主题活动、实验等,激发并持续促进学生的学习热情。如:鼓励学生思考解决节

约资源的方法,学生自己制定蜕变计划、通过朋友圈打卡、雨课堂发布照片等形式记录践行过程,待课程结束时,学生总结自己这一个学期是否已经改掉原有的坏习惯,并由其他同学点评该同学的蜕变,有哪些还需持续改进,通过教师点评、学生反馈、他人点评、教师点评、学生反思、分享所思所得、教师总结等办法,促进学生养成节约用电、用水、用纸、环保出行的好习惯。期中设计“时政,我来说”环节,学生以与本课程相关的时事政治、新闻事件等为内容,在课堂上陈述观点,然后师生点评。

启发学生对生产实践及日常生活的观察及思考,鼓励学生应用传热学知识解释生活中出现的现象及问题。讲到傅立叶定律时,提出问题“傅里叶定律在木材干燥传热过程中的指导意义”巩固学生理论知识的理解和应用;布置传热学观察实验“从今天开始,注意观察你们洗好晾晒的衣服晾干情况,观察哪部分干的快,哪部分干的慢,并从传热学角度思考是什么原因”,进一步加深学生对知识的灵活应用和融会贯通。

强调理论与实践的统一,本课程除了 36 学时理论课,还有 8 学时实验课,包含导热系数测定和固体小球对流传热系数测定 2 个实验。实验成绩包括实验课程表现情况及实验报告撰写情况,采用小组自评、小组互评、教师点评等打分方式,调动每一个学生的学习积极性。要求学生要保持严谨的科学态度,正确使用符号、单位,如实记录实验数据,强调学术诚信的重要性。通过学生的实际操作,让他们真切感受到如果操作不当,实验结果会出错,由学生自己分析实验误差的原因,培养学生严谨务实的态度和解决问题的能力。

2.3.3 合理利用互联网技术

课堂上,让手机从“低头的工具”变成“抬头的利器”^[8]。根据不同知识点,设计一些判断题、选择题和开放性简答题,利用雨课堂,让学生进行线上回答,及时收集学生的答案。下课前留出一点时间,打开“弹幕”功能,让学生表达自己对本节课授课情况的想法,实时了解学生对授课内容的理解情况^[9]。老师在学生完成作业后,将作业答案及各章节归纳的重难点知识上传到网络教学平台供学生学习。课后,学生有不懂的问题可通过 QQ、微信等通信工具随时与老师保持联系,实现在线答疑,引导学生参与中国大学慕课精品课程的学习,开拓学生的视野,扩展学生的知识面。

2.3.4 优化考核方式

积极推行学生成绩量化考核管理,细化考核标准,增加考核方式。平时考核占60%,其中:课堂出勤占总评5%,严格执行课堂考勤,每缺席1次直接扣3分,迟到或者早退1次扣1分,无故旷课3次、迟到或者早退5次以上不能参加本课程的期末考试;出勤是体现社会主义核心价值观敬业的直观表现;课堂提问、讨论和互动占总评10%;课后作业占总评25%,共有4次作业,每次作业为计算题5题,要求认真完成,不抄袭其他同学作业,体现严谨、务实、诚信;实验成绩占总评20%;期末考试占40%,期末考核采用闭卷考试,考试题型灵活多样,考试题目合理融入思政元素。

2.3.5 切实加强教师思想政治工作

课程思政建设要取得成效,教师是关键^[10]。这两年,学校和学院开展一系列思政教学培训、课程思政竞赛,开展《习近平总书记教育重要论述讲义》的学习,目前材料工程学院木材科学系已有4门课程获学校课程思政项目,课程团队教师多次交流、研讨课程思政元素的挖掘和教学方法的设计,教师也不断以“四有”好老师的标准鞭策自己,以德立身、以德立学、以德施教。

3 热工理论基础课程思政的成效

通过能源和资源现状分析,增强学生节能减排、保护环境意识,养成学生节约资源的好习惯,以往学生下课后都不关电灯、不关空调,现在学生下课后能主动关掉电源;学生课后自主查阅文献、参与科研

项目,提高学生科研创新意识,学生的专业认识更加深刻,专业认同感提升,专业思想更加牢固;通过榜样力量的学习,培养学生科技强国意识和爱国主义情怀;通过作业和实验环节,培养学生严谨务实的科学态度和解决问题的能力,学生对热工理论知识的理解和把握更为积极、主动,学习热情和学习效果也得到了提高。

参考文献:

- [1] 王崧全,李达汉.浅谈本科院校热工基础课程的改革[J].教育教学论坛,2019,13(3):103-104.
- [2] 苏文.工程热力学课程实施思政教育的探索与实践[J].化工时刊,2020,34(1):40-41.
- [3] 李荣.新工科背景下课程思政融入工程热力学课程中的研究[J].化工时刊,2020,34(10):60-62.
- [4] 张学学.热工基础[M].3版.北京:高等教育出版社,2015.
- [5] 丁子珊,杨丽红,蒋会明,等.机械类热工基础教学过程与工程德育融合探索与实践[J].机电教育创新2020(3):158-159.
- [6] 李长友.热工基础[M].北京:中国农业大学出版社出版,2011.
- [7] 刘杉.绿色节能建筑能耗分析与增长趋势预测[J].粘接,2020,43(7):43-45.
- [8] 刘高洁.工程热力学课程中开展思政教育的探讨[J].教育教学论坛,2019(21):31-32.
- [9] 杜芳莉,刘剑坤,申慧渊.建筑环境与能源应用工程专业课程思政改革探析:以工程热力学为例[J].制冷与空调,2020,34(6):760-764.
- [10] 金灵华,陶玉强,王国平,等.热工过程及设备课程思政教育探索[J].化学时刊,2020,34(6):35-37.

Exploration and Practice of the Ideological and Political Education in the Course of Thermal Engineering Theory Foundations

ZHOU Xiaxing, YANG Wenbin, RAO Jiuping, ZENG Qinzhi

(1. School of Materials Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: Based on the characteristics of the course "Fundamentals of Thermal Engineering Theory", the exploration, practice and effect of the reform of ideological and political teaching are expounded in this paper from the aspects of teaching content design and optimization, concise ideological and political objectives, excavation and integration of ideological and political elements, and teaching method reform. Thus, the reference for the ideological and political teaching of science and engineering course is provided.

Key words: thermal engineering theory foundations; curriculum ideological and political education; ideological and political elements; teaching reform

(责任编辑:叶丽娜)

应用型本科高校细胞生物学实验教学改革

段训威^{1,2}, 杨槟煌¹, 柯佳颖^{1,2}, 许婉芳^{1,2}, 董乐^{1,2}, 吴文林^{1,2*}

(1.泉州师范学院, 福建 泉州 362100; 2.福建省海洋藻类活性物质制备与功能开发重点实验室, 福建 泉州 362100)

摘要:为构建应用型本科院校,提高细胞生物学实验教学水平,以细胞生物学实验课程改革实践为例,探析新建应用型本科高校细胞生物学实验教学存在的问题及改革方法,不断优化教学内容,丰富教学方式与手段,完善教学条件与考核。促进应用型本科高校细胞生物学实验教学示范中心建设,保障研究性教学的实施,提高学生自主学习和独立研究的能力。

关键词:细胞生物学;实验教学;教学改革;应用型高校

中图分类号:Q2-0;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0099-04

构建应用型高校教育是当前我国高等院校发展的重要方向,在新环境下,建设应用型本科高校需树立应用型教学理念^[1-2]。科学研究是应用型本科高校建设中应有之义,亦是培养应用型人才的重要途径,实验教学仍是其最佳切入点,细胞生物学(理论和实验)被认为是开展生物学专业学生科研素质训练的优选课程,其教学质量的好坏亦被认为是直接影响学生对生命科学理论和实验技术掌握程度的重要因素^[3]。20世纪以来,细胞生物学实验技术已逐步渗透到生命科学的各个学科,成为现代生命科学与医学研究的重要手段^[4]。如何通过细胞生物学实验教学调动学生自主学习的积极性,培养学生独立思考、勇于探索的精神,激发学生的想象力与创造力,培育素质高、综合能力

强的创新型人才,是新建应用型本科高校实验教学改革的重要任务之一。以探析新建应用型普通本科高校细胞生物学实验教学存在的问题与改革为例,优化与完善实验教学内容、条件与考核,旨在促进应用型本科高校细胞生物学实验教学示范中心建设。

1 细胞生物学实验教学中存在的问题

1.1 实验教学内容陈旧

实验教学在传统的教学观念中被视为理论教学的补充,传统细胞生物学实验教学模式,侧重于验证传统理论知识,诸如细胞凝集反应、细胞膜的渗透性、线粒体和液泡系的超活染色与观察、动物细胞微丝束的光学显微镜观察、巨噬细胞吞噬现象的观察等验证性实验依旧占据着实验教学内容的主要位置,纵观这些实验内容,其材料易得、操作简单、结果与过程可控,缺乏技术手段和知识的综合运用与探索,学生基本“照方抓药”式的机械模仿^[5]。然而这些实验内容一般适用生命科学研究初期的教学,在中学教育即可开展。

1.2 实验教学投入不足

细胞生物学实验涉及到细胞培养等内容,实验要求严格、周期长,对教学空间、设备、课程师资等均有

收稿日期:2020-04-21

基金项目:国家自然科学基金(41706139);福建省中青年
教师教育科研项目(JAT160409);泉州市科技
计划项目(2016Z073);福建省教育厅科技项目
(JT0838)。

作者简介:段训威(1987-),男,汉族,助理实验师,主要从事
实验室管理与细胞生物学研究。

通讯作者:吴文林(1968-),男,汉族,教授,主要从事分子
与细胞生物学研究。

较高要求⁶⁾。随着生命科学专业人数增多,实验教学资源紧缺:教学实验室空间及数量的不足,执行分批实践拖长教学时间;教学设备配备不足,通常采取分组实践,考核难以落实到每个学生;设备陈旧落后、更新慢,导致学难以致用,间接影响学生的积极性;课程组师资队伍配备不足,细胞生物学实验准备及教学指导工作繁杂、课时长,“1对1班”师资配比对学生的指导及监督等难以覆盖⁷⁾。

1.3 实验教学模式与技术贫乏

传统的细胞生物学实验教学与黑板、挂图、实物模型、投影仪、幻灯机及电视显微镜等分不开,教学维度单一、师生的时空无法交融,难以应付微观层面的教学,学生对染色体结构、细胞及其微环境等缺乏直观理解。此外,被动教学模式:“实验准备(教师)—原理、步骤介绍(教师)—按步操作(学生)—实验报告(学生)”在目前实验教学中较为普遍,将整个实验实训过程“分工”明确,学生成了“操作工”。

1.4 实验理论教学与实训教学脱节

细胞生物实验教学也有理论讲解与实训教学之

分,理论讲解普遍会涉及现代高端科研设备与技术的原理和基本方法,而在实训教学与技能操作中却与理论讲解关联甚少,如细胞培养技术的实验教学中,学生仅了解理论上的培养过程。实验教学与理论教学无实质性区别,理论讲解与实训教学严重脱节,实验教学难以实现应用型人才培养目标。

2 细胞生物学实验教学的改革

2.1 优化细胞生物学实验教学内容

实验教学内容的设计是决定实验教学能否取得良好效果的首要环节。良好的实验内容设计既能激活学生主观能动性,亦可激发学生创新实践潜力。细胞生物学实验教学应充分平衡基础和科学前沿,整合设计成8个大实验分讲解型、综合型(技能综合)、科研型3大类(见表1)。此外,通过增加实验教学课时数,匹配实验与理论教学进度,加强理论与实践的联系;构建技能综合型实验,整合单一技能实验,凸显层次化教学梯度,逐步提高学生实践能力;对接科学研究

表1 细胞生物学实验内容及其细分表

Tab.1 Experimental contents and subtables of cell biology

实验项目名称	具体实验内容	学时	层次
(一)细胞生物学实验课前言	1)细胞生物学实验课程的发展、理论基础与内容介绍	2	理论
(二)细胞培养基本方法和技术	1)细胞培养实验基础知识的介绍	0.5	综合型
	2)细胞复苏;细胞传代及计数;细胞冻存	3	
	3)细胞形态学观察;细胞培养污染的判断及预防	0.5	
(三)细胞免疫荧光染色方法和技术	1)细胞免疫荧光染色实验基础知识的介绍	0.5	综合型
	2)细胞接种;免疫荧光染色	3	
	3)荧光观察与结果分析	0.5	
(四)细胞增殖检测方法和检测技术	1)细胞增殖实验基础知识的介绍;实验设计与准备	1	科研型
	2)细胞的接种;药物处理;检测分析	3	
	3)数据处理与结果分析	1	
(五)细胞凋亡检测方法和检测技术	1)细胞凋亡实验基础知识的介绍;实验设计与准备	1	科研型
	2)细胞的接种或爬片;药物的处理;染色及检测分析	4	
	3)图片或数据处理与分析	1	
(六)质粒 DNA 转染细胞方法和技术	1)质粒转染实验基础知识的介绍	0.5	技能型
	2)细胞的接种;质粒 DNA 的转染;荧光观察转染效率	3	
	3)数据处理与结果分析	0.5	
(七)裸鼠移植瘤模型的建立方法和技术	1)移植瘤实验基础知识的介绍;实验设计与准备	1	科研型
	2)肿瘤细胞的培养及增殖;肿瘤细胞注射造模	4	
	3)移植瘤瘤径的测量及分离,移植瘤成瘤关键因素分析	1	
(八)原代细胞基本方法和技术	1)原代培养实验基础知识的介绍	1	技能型
	2)小鼠的解剖;消化与体外扩增培养	3	
	3)细胞形态学观察	1	

实践,增设科研型实验内容,注重文献查阅、方案设计、准备与操作、结果分析等能力的培养。同时,结合学科研究热点与成果,不断调整科研型实验教学内容,将新知识、新技术引入细胞生物学实验教学。

2.2 完善实验教学条件与人才队伍建设

细胞生物学实验教学内容的拓展及新型实验技术的引入需有相应的实验条件作为支撑。对建设应用型高校来说,较好的基础实验设施,优秀且稳定的实验教学队伍,是创新性实验教学顺利开展的保障。教研室不断争取学校和学院的积极投入,在实验室规划上,建设教学用细胞培养洁净室,与普通准备及分析实验室分开使用,在空间上基本实现全部或部分学生同时操作;在设备配备方面,普通低价设备实验教学独立使用,昂贵高端设备与学院科研平台实现互联互通,并建立实验教学设备分批迭代制度,逐步淘汰老旧设备。此外,为保证创新实验教学获得更好的效果,教研室充实课程组师资队伍,现有专任教师3人、实验技术人员2人,职称、学历及年龄结构趋于合理。

2.3 丰富细胞生物学实验教学模式与手段

实验教学应以激发学生自主学习,提高学生发现问题、设计方案、解决问题的能力为目的。在日常实验教学需组合多种教学模式^[8]:善用引导,采用翻转课堂教学模式,事先通过视频、实例等讲解引导学生发现问题、探讨解决方案,加深对实验全过程的理解,引导学生形成良好的科研思路;注重互动与讨论,教研室已建立显微互动教学实验室,将实验设计、数据处理、结果分析等纳入互动讨论教学内容,培养学生分析及应变能力。此外,教研室充分利用多种教学技术及软件呈现文本、图形、图像、动画、声音等信息,实现了从微观到宏观的视觉体验,从抽象到具体的全新理解。同时对复杂、危险、周期长的实验内容建立虚拟仿真教学系统,模拟实验教学环境,让抽象的实验过程形象逼真演示出来,加深了学生对实验过程与原理等知识的理解,有助于发展学生立体思维。

2.4 完善细胞生物学实验教学考核评定方式

考核是对教学和学习情况的评价,亦是对教学效果的反馈,良好的考核设计可实现教学-学习-优化教学的良性循环。教研室优化细胞生物学实验教学考核方案,采用平时考核和最终考核相结合的方式,平时

考核占15%(含课堂提问7.5%,考勤7.5%),考核学生的持之以恒与积累;最终考核占85%(实验理论40%,实验实训45%),考核学生对实验理论知识的掌握、临时应变、解决与分析问题等综合能力。实验理论考核:侧重考核前沿实验技术与原理、设备原理、试剂与耗材使用特点等;实验实训考核:侧重考核实验设计、准备与操作、报告书写等。

3 结语

在构建应用型本科高校改革中,需树立应用型教学理念,制定培养综合能力强、科学素养高的应用型人才培养目标^[9]。在深化实验教学改革中,提升学生综合科学素养始终坚持基础与前沿相结合,不断探索细胞生物学实验教学新策略,优化实验教学内容设计,灵活的运用多种实验教学手段,完善实验教学条件与考核方式。在深化应用型本科高校细胞生物学实验教学改革中需不断优化整合不同专业或学科之间同类实验内容,避免重复教学与教学资源的浪费,持续激活学生主观能动性;不断融合基础与科学前沿,注入新鲜知识与技术血液,激发学生探索与创新意识;不断调整综合设计型实验教学内容,实现层次化、梯度化教学,培育学生良好的科学素养。

参考文献:

- [1] 孟凡斌,张云峰,徐颖,等. 战略人力资源管理视角下应用型本科院校实践教学师资队伍建设路径探究[J]. 课程教育研究:学法教法研究, 2018(6): 31-32.
- [2] 陈祥,张玉玺. 新常态下应用型本科院校创新创业教育体系的构建[J]. 课程教育研究, 2016(33): 5-7.
- [3] 郭骞欢,颜康,郭兴启,等. 细胞生物学实验教学改革探索与实践[J]. 实验室科学, 2018, 21(1): 139-141.
- [4] 李洋,张红艳,李丰. 医学研究生分子细胞生物学技术实验课的探索与改革[J]. 基础医学教育, 2019, 21(3): 48-50.
- [5] 杨丽,张君,唐慧,等. 细胞生物学实验教学改革探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2019(15): 158-159.
- [6] 李巧峡,丁兰,许欣欣,等. 以“细胞骨架组分分布与定位”为主题的细胞生物学实验课程设计探索[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2020, 10(1): 52-56.
- [7] 王芬. 教学科研型高校生命科学实验室专职实验技术人员与

- 医学研究生关系的现状分析[J]. 科教导刊, 2019(5): 11-12.
- [8] 王红钢, 王军, 王子东. “翻转课堂+传统教学”的综合教学模式在生物化学实验教学中的应用研究[J]. 黄河水利职业技术学院学报, 2019, 31(2): 93-95.
- [9] 周洪波, 周平, 黄贤立. OBE理念下应用型本科人才培养方案的构建[J]. 高教学刊, 2018(10): 76-78.

Reform Strategies of Cell Biological Experimental Teaching in New Application-oriented Universities

DUAN Xunwei^{1,2}, YANG Binhuang^{1,2}, KE Jiaying^{1,2}, XU Wanfang^{1,2},
DONG Le^{1,2}, WU Wenlin^{1,2*}

(1.Quanzhou Normal University, Quanzhou, Fujian 362100, China; 2.Fujian Provincial Key Laboratory for
the Development of Bioactive Material from Marine Algae, Quanzhou, Fujian 362100, China)

Abstract: For the construction of application-oriented undergraduate colleges, and improving the teaching level of cell biology experiment, this paper takes the experimental curriculum reform of cell biology as a practical example to explore the problems and reform methods of cell biology experiment teaching in newly-built application-oriented universities. It is to constantly optimize the teaching contents, and advance the education manner and means, and improve the allocation of teaching conditions and assessments. It is aimed at promoting the construction of cell biological experiment teaching demonstration center in application-oriented universities, and ensuring the implementation of research-based teaching, and cultivating students' ability of independent study and research.

Key words: cell biology; experimental teaching; teaching reform; application-oriented universities

(责任编辑: 聂传朋)

程序设计类课程第二课堂教学成效及对策

李淑婷, 祁辉*

(三明学院 信息工程学院, 福建 三明 365004)

摘要:程序设计类课程是信息类相关专业的核心课程,依托该类课程培养涵盖学生的实践能力和思维能力等,对专业培养目标的达成度起重要支撑作用。三明学院在信息类相关专业针对程序设计类课程构建主要以“课程改革+竞赛平台”第二课堂教学模式,以2017级信息类专业为问卷调查对象,建立基于模糊综合评价的程序设计类课程的第二课堂教学成效评价分析,结合问卷调查和评价结果,对今后第二课堂教学改革提出优化对策。

关键词:程序设计课程;第二课堂;教学成效;模糊综合评价

中图分类号:TP311.1;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0103-04

地方性新建本科院校是我国高等教育的重要组成部分,但部分本科院校在办学定位和办学模式上趋于同质化。为此,建设成为具备“地方性,特色型,应用型”高水平的应用技术型大学,与老本科院校实现错位发展成为普遍共识。教育部出台《关于地方本科高校转型发展的指导意见》的征求意见稿,有力推动了地方性新建本科院校向应用技术型大学转变的步伐。三明学院作为福建闽中地区一所新建本科院校,学校坚守创建应用型强校的发展理念,并在具体操作层面采取“三落实”来实现“三对接”,以此来推动学校向高水平应用技术型大学转变^[1]。其中如何更好的实现课程内容和职业标准的衔接,开展包含“第二课堂”等新型教学模式改革是实现此类衔接的重要途径。为此,以三明学院程序设计类课程第二课堂教学模式改革为例开展研究。

1 第二课堂介绍

第二课堂的建设在实践育人方面具有重要意义,是基于培养学生学习兴趣,提高学习能力,训练学生对知识的再认识,再应用的有效途径,是第一课堂重要补充和延伸^[2]。为了全面贯彻落实应用型人才培养模式改革,三明学院于2014年开始将第二课堂教学列入到人才培养方案中,并采取“课程化”“项目化”及“学分化”的具体举措,以此来构建第二课堂教学模式,强化第二课堂实践载体作用^[3]。

信息工程学院作为三明学院的二级学院,积极对标学校的办学定位,准确定位人才培养目标。针对第二课堂新型教学模式的改革,多措并举,包括采取“课堂内外结合、多种形式互补”的模式,多层次全方位地夯实学生专业知识,并加强工程实践能力的培养,使工程项目训练贯穿于教学与第二课堂实践活动的全过程,使知识、能力和素质有机地融为一体,为工程型、应用型人才培养创造条件。根据培养方案中课程体系与专业核心能力及指标对应矩阵,程序设计类课程对于培养学生专业知能与实务技能具有高相关性,无疑是信息类专业的核心课程。为此,三明学院信息工程学院对程序设计类课程的教学尤为重视,成立程序设计教学团队,采取集中备课,教学研讨等方式夯实第一课堂的教学质量,并积极组织学生参与编程技能的训练,教师科研项目、创新实验项目以及各类程序设计竞赛等一系列第二课堂教学活动,并将团队协

收稿日期:2020-07-01

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JA15468; JAT200630);三明学院教学改革项目(J2010342; J1910305; J1910307);三明学院科学研究发展基金项目(B201402/Q; B202021)。

作者简介:李淑婷(1985-),女,汉族,助理研究员,主要从事高等教育管理的研究。

通讯作者:祁辉(1981-),男,汉族,副教授,主要从事应用统计的研究。

作、有效沟通、创新意识等职业素养渗透到第二课堂的教学活动中去,最后根据具体的成效让学生获取一定的第二课堂学分,最终实现“课程化”“项目化”及“学分化”的第二课堂构建,搭建起课程与职业的衔接^[9]。

通过程序设计类课程第二课堂教学模式改革的实践,学生在程序设计类竞赛及参与教师科研与创新实验项目研究中不断取得突破,为了能更准确地了解和掌握包括编程技能训练的教学情况和学生学习状况以及学生参与教师科研项目和创新实验项目、程序设计相关竞赛对学生工程实践能力培养的效果,为程序设计类课程第二课堂建设与开展提供有价值的决策信息和依据,为此,我们将设计科学合理的问卷,对 2017 级信息类相关专业学生开展问卷调查,在问卷调查的基础上对三明学院程序设计类课程第二课堂教学成效进行评价分析,并据此提出优化对策。

2 问卷设计和数据收集

2.1 问卷设计

调查问卷前半部分通过问学生一些感兴趣话题并逐步切换到了了解被调查者对第二课堂关注因素,以此彰显第二课堂的重要作用,让学生认识到本次问卷调查的重要性;调查问卷后半部分从学习效果、实务技能、抽象能力、未来期望等四个方面归纳了基于程序设计类课程第二课堂教学成效的主要评价指标。而这四个方面的评价指标又可以分解成如下的 12 个评价因素,分别为:学习兴趣、知识掌握程度、程序设计需求分析能力、团队协作能力、算法设计能力、代码规范化能力、学习能力、创新能力、逻辑思维能力、理解能力、就业及职业规划和研究生考试。并将以上评价因素转化为问卷中相应的问题,以此获得评价的相关数据。

2.2 问卷数据收集

以三明学院信息工程学院参与程序设计类第二课堂的 2017 级学生作为问卷调查的对象。为了提高抽样调查效率,采用集中式问卷答题,并对回收的调查问卷中相关数据整理,并采用国际上通用的 5 级李克特量表,将学生各项能力指标分级刻画为:好、很好、一般、不好、很不好,依次对应的得分为:5、4、3、2、1 分^[9]。结果如表 1 所示。本次问卷共历时一周,发放问卷 139 份,收回有效问卷 137 份,有效率为 98.6%。

3 基于模糊综合评价的第二课堂教学成效评价

利用模糊综合评价的方法,对程序设计类第二课堂教学成效展开评价。

3.1 分层设置指标

设置一级指标为程序设计类课程第二课堂教学成效,表示成 U ,设置二级指标为:学习效果、实务技能、抽象能力、未来期望,分别表示成: U_1, U_2, U_3, U_4 。在二级指标下分别设立 12 个三级指标,具体可见表 1。

表 1 程序设计类课程第二课堂问卷调查数据统计

Tab.1 Statistics of questionnaire survey in the second class of programming courses

二级指标	三级指标	5	4	3	2	1	合计
学习效果 U_1	学习兴趣 U_{11}	29	58	41	5	4	137
	知识掌握 U_{12}	34	56	38	5	4	137
实务技能 U_2	需求分析能力 U_{21}	34	55	41	3	4	137
	团队协作能力 U_{22}	35	47	44	5	6	137
	算法设计能力 U_{23}	42	45	39	5	6	137
	代码规范化能力 U_{24}	32	58	34	6	7	137
抽象能力 U_3	学习能力 U_{31}	41	49	41	2	4	137
	创新能力 U_{32}	32	49	44	7	5	137
	逻辑思维能力 U_{33}	34	60	37	2	4	137
	理解能力 U_{34}	36	53	39	5	4	137
未来期望 U_4	就业及职业规划和研究生考试 U_{41}	34	47	43	6	7	137
	研究生考试 U_{42}	39	47	40	5	6	137

3.2 建立评语集和评价分级标准

取评语集: $S=\{\text{非常有帮助, 比较有帮助, 一般, 帮助不大, 完全没帮助}\}$,并建立定量的评价分级标准,具体可见表 2。

表 2 定量分级评价标准

Tab.2 Evaluation criteria for quantitative classification

评价值	评语	定级
$V_i > 4.5$	非常有帮助	G_1
$3.5 < V_i \leq 4.5$	比较有帮助	G_2
$2.5 < V_i \leq 3.5$	一般	G_3
$1.5 < V_i \leq 2.5$	帮助不大	G_4
$V_i \leq 1.5$	没有帮助	G_5

3.3 构建三级评价指标的隶属度矩阵

由问卷调查的数据,利用模糊统计方法计算出学生的各项能力指标隶属度^[9],以此来构建教学成效测评中关于三级指标所对应的学习效果评价等级 V 的隶属度矩阵为

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.211 & 6 & 0.423 & 4 & 0.299 & 3 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \\ 0.248 & 1 & 0.408 & 8 & 0.277 & 4 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \end{pmatrix}。$$

同理可得,实务技能、抽象能力、未来期望分别所对应的三级指标隶属度矩阵为:

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.248 & 1 & 0.401 & 5 & 0.299 & 3 & 0.021 & 9 & 0.029 & 2 \\ 0.255 & 4 & 0.343 & 1 & 0.321 & 2 & 0.036 & 5 & 0.043 & 8 \\ 0.306 & 5 & 0.328 & 5 & 0.284 & 7 & 0.036 & 5 & 0.043 & 8 \\ 0.233 & 5 & 0.423 & 4 & 0.248 & 2 & 0.043 & 8 & 0.051 & 1 \end{pmatrix},$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} 0.299 & 2 & 0.355 & 7 & 0.299 & 3 & 0.014 & 6 & 0.029 & 2 \\ 0.233 & 5 & 0.357 & 7 & 0.321 & 2 & 0.051 & 1 & 0.036 & 5 \\ 0.248 & 1 & 0.438 & 0 & 0.270 & 1 & 0.014 & 6 & 0.029 & 2 \\ 0.262 & 7 & 0.386 & 9 & 0.284 & 7 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \end{pmatrix},$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0.248 & 1 & 0.343 & 1 & 0.313 & 9 & 0.043 & 8 & 0.051 & 1 \\ 0.284 & 6 & 0.343 & 1 & 0.292 & 0 & 0.036 & 5 & 0.043 & 8 \end{pmatrix}。$$

3.4 评价指标的权重计算和一致性检验

利用层次分析的方法^[6-7],通过构造各级评价指标的判断矩阵,计算出各级评价指标相对于下一级评价指标的权重向量,结果如表 3 所示。

表 3 各级评价指标的权重向量

二级指标	二级指标权重 w	三级指标	三级指标权重 $w_i(i=1,2,3,4)$
U_1	0.141 1	U_{11}	0.750 0
		U_{12}	0.250 0
U_2	0.262 7	U_{21}	0.156 9
		U_{22}	0.271 7
		U_{23}	0.483 2
		U_{24}	0.088 2
U_3	0.455 1	U_{31}	0.186 5
		U_{32}	0.347 2
		U_{33}	0.347 2
		U_{34}	0.119 1
U_4	0.141 1	U_{41}	0.857 2
		U_{42}	0.142 8

同时计算出各级判断矩阵的一致性检验系数,结果如表 4 所示。

表 4 判断矩阵的一致性检验系数

二级指标	三级指标	一致性检验系数
U_1	U_{11}	0
	U_{12}	
U_2	U_{21}	0.005 4
	U_{22}	
	U_{23}	
	U_{24}	
U_3	U_{31}	0.006 7
	U_{32}	
	U_{33}	
	U_{34}	
U_4	U_{41}	0
	U_{42}	

注:二级指标判断矩阵的一致性检验系数 $CR=0.003 8$

由表 4 可知,一致性检验系数均满足 $CR < 0.1$,表明所构造的判断矩阵满足一致性要求。

3.5 模糊综合评价

首先设 U_i 的模糊评判集为 b_i ,选择“ g ”为模糊组合算子并进行计算,结果如下

$$\begin{aligned} b_1 &= w_1 g R_1 = (0.750 \ 0, 0.250 \ 0) g \times \\ &\begin{pmatrix} 0.211 & 6 & 0.423 & 4 & 0.299 & 3 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \\ 0.248 & 1 & 0.408 & 8 & 0.277 & 4 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \end{pmatrix} = \\ &(0.220 \ 7, 0.419 \ 8, 0.293 \ 8, 0.036 \ 5, 0.029 \ 2), \\ b_2 &= w_2 g R_2 = (0.156 \ 9, 0.271 \ 7, 0.483 \ 2, 0.088 \ 2) g \times \\ &\begin{pmatrix} 0.248 & 1 & 0.401 & 5 & 0.299 & 3 & 0.021 & 9 & 0.029 & 2 \\ 0.255 & 4 & 0.343 & 1 & 0.321 & 2 & 0.036 & 5 & 0.043 & 8 \\ 0.306 & 5 & 0.328 & 5 & 0.284 & 7 & 0.036 & 5 & 0.043 & 8 \\ 0.233 & 5 & 0.423 & 4 & 0.248 & 2 & 0.043 & 8 & 0.051 & 1 \end{pmatrix} = \\ &(0.277 \ 0, 0.352 \ 2, 0.293 \ 7, 0.034 \ 9, 0.042 \ 2), \\ b_3 &= w_3 g R_3 = (0.186 \ 5, 0.347 \ 2, 0.347 \ 2, 0.119 \ 1) g \times \\ &\begin{pmatrix} 0.299 & 2 & 0.357 & 7 & 0.299 & 3 & 0.014 & 6 & 0.029 & 2 \\ 0.233 & 5 & 0.357 & 7 & 0.321 & 2 & 0.051 & 1 & 0.036 & 5 \\ 0.248 & 1 & 0.438 & 0 & 0.270 & 1 & 0.014 & 6 & 0.029 & 2 \\ 0.262 & 7 & 0.386 & 9 & 0.284 & 7 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \end{pmatrix} = \\ &(0.254 \ 2, 0.389 \ 0, 0.295 \ 0, 0.030 \ 0, 0.031 \ 8), \\ b_4 &= w_4 g R_4 = (0.857 \ 2, 0.142 \ 8) g \times \\ &\begin{pmatrix} 0.248 & 1 & 0.343 & 1 & 0.313 & 9 & 0.043 & 8 & 0.051 & 1 \\ 0.284 & 6 & 0.343 & 1 & 0.292 & 0 & 0.036 & 5 & 0.043 & 8 \end{pmatrix} = \\ &(0.253 \ 3, 0.343 \ 1, 0.310 \ 7, 0.042 \ 8, 0.050 \ 1)。 \end{aligned}$$

以三级模糊综合评价为基础,一级指标所对应的隶属度矩阵为 $R=(b_1, b_2, b_3, b_4)^T$,为此可计算出一级指标,即“第二课堂教学成效”的模糊评判集为

$$\begin{aligned} b &= w g R = (0.141 \ 1, 0.262 \ 7, 0.455 \ 1, 0.141 \ 1) g \times \\ &\begin{pmatrix} 0.220 & 7 & 0.419 & 8 & 0.293 & 8 & 0.036 & 5 & 0.029 & 2 \\ 0.277 & 0 & 0.352 & 2 & 0.293 & 7 & 0.034 & 9 & 0.042 & 2 \\ 0.254 & 2 & 0.389 & 0 & 0.295 & 0 & 0.030 & 0 & 0.031 & 8 \\ 0.253 & 3 & 0.343 & 1 & 0.310 & 7 & 0.042 & 8 & 0.050 & 1 \end{pmatrix} = \\ &(0.255 \ 3, 0.377 \ 2, 0.296 \ 7, 0.034 \ 0, 0.036 \ 8)。 \end{aligned}$$

在此基础上,对二级评价指标“学习效果”的综合评定为

$$\begin{aligned} V_1 &= 0.220 \ 7 \times 5 + 0.419 \ 8 \times 4 + 0.293 \ 8 \times 3 + \\ &0.036 \ 5 \times 2 + 0.029 \ 2 \times 1 \\ &= 3.766 \ 3, \end{aligned}$$

对照表 2 中的评价分级标准,可知评定结果为 G_2 ,即第二课堂教学的开展对提升学生学习效果比较有帮

助。类似的,对其余二级指标的综合评定结果如下

$$V_2=0.277\ 0\times 5+0.352\ 2\times 4+0.293\ 7\times 3+$$

$$0.034\ 9\times 2+0.042\ 2\times 1$$

$$=3.786\ 9,$$

$$V_3=0.254\ 2\times 5+0.389\ 0\times 4+0.295\ 0\times 3+$$

$$0.030\ 0\times 2+0.031\ 8\times 1$$

$$=3.803\ 8,$$

$$V_4=0.253\ 3\times 5+0.343\ 1\times 4+0.310\ 7\times 3+$$

$$0.042\ 8\times 2+0.050\ 1\times 1$$

$$=3.706\ 7,$$

对照表 2 评价分级标准,可知程序设计类课程第二课堂教学的开展对提升学生的实务技能、抽象能力、带给学生的未来期望均比较有帮助。进一步,对总体评定结果为

$$V=0.255\ 3\times 5+0.377\ 2\times 4+0.296\ 7\times 3+$$

$$0.034\ 0\times 2+0.036\ 8\times 1$$

$$=3.780\ 2,$$

即程序设计类第二课堂教学整体成效定级为“G₂”,比较有效。

4 基于程序设计类课程第二课堂建设与开展的对策与优化

进一步丰富第二课堂的教学,鼓励并支持学生积极参与教师科研项目和创新实验项目,提高学生参与教师科研项目比率,并逐步摒弃“为编程而编程”的教学模式,将学生能力的培养融入到整个专业培养目标

中。进一步拓展竞赛项目,指导学生参加“挑战杯”“互联网+”等综合性大赛,以此来检验我们的教学成效。

5 结论

通过设计调查问卷获取原始数据,以三明学院 2017 级信息类相关专业的学生为问卷调查对象,基于模糊综合评价的方法,以学生的学习效果、实务技能、抽象能力、未来期望等作为主要评价指标,对三明学院程序设计类课程的第二课堂教学成效进行评价分析,结果显示,第二课堂教学开展比较有助于提高学生上述能力。最后,结合问卷调查和评价结果,对今后第二课堂教学建设与开展提出相应对策与建议。

参考文献:

- [1] 张君诚,许明春.地方本科院校向应用技术大学转型“三落实”研究[J]. 三明学院学报, 2014, 31(3): 6-8.
- [2] 刘奇.高校第二课堂建设研究[J]. 教育与职业, 2014(6): 41-42.
- [3] 许明春,张君诚,曾玲.第二课堂重构与实践教学改革[J]. 实验技术与管理, 2014, 12(31): 178-213.
- [4] 徐晓伟.客户满意度指数的评价方法[J]. 统计与决策, 2005 (7): 7-9.
- [5] 许树伯.层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社, 1988.
- [6] 常建娥,蒋太立.层次分析法确定权重的研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2009, 29(1): 154-156.
- [7] 张雷,涂慰云,李天诚,等.基于层次分析法的福建省雷电灾害风险区划[J]. 武夷学院学报, 2017, 36(9): 54-59.

Research on Teaching Effect and Countermeasures of Second Classroom in the Course of Programming

LI Shuting, QI Hui

(School of Information Engineering, Sanming University, Sanming, Fujian 365004, China)

Abstract: The programming courses is the core course of the information related majors, relying on this kind of courses, cultivation of students' practical ability and thinking ability, which play an important role in supporting the achievement of major goals. Mainly based on the teaching mode of "curriculum reform + competition platform", Sanming University constructs a new style of second classroom for the programming courses in the information related majors. Taking the 17 level information major student as the survey object, and by the method of fuzzy comprehensive evaluation, we establish the effective evaluation analysis of second classroom teaching in the programming courses. Furthermore, combining the questionnaire survey and the evaluation results, we also put forward the optimization countermeasures for the second classroom teaching reform in the future.

Key words: course of programming; second classroom; teaching effect; fuzzy comprehensive evaluation

(责任编辑:聂传朋)

以科创协会为载体的高校学科竞赛工作模式

杨信锬

(武夷学院 机电工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:在全面振兴本科教育的背景下,高校更加注重对学生实践能力的培养。“三位一体”学科竞赛工作模式以学生科创协会为载体,由学生团队、专业教师、学院团委共同构建,在提升高校各类学科竞赛成绩的同时,也能够促进课程建设和创新创业教育工作,具有一定的现实意义。

关键词:学科竞赛;课程建设;创新创业;科创协会

中图分类号:G642 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2021)09-0107-03

在我国全面振兴本科教育的背景下,高校各类学科竞赛工作的组织和成果已成为高校第二课堂工作的重要组成部分和特色品牌,学生参加学科竞赛的成绩已成为评价学生实践能力和素质拓展的重要标准。^[1]但是,高校学院分团委在组织学科竞赛过程中,总会遇到缺乏管理的问题,一种以学生科创协会为载体的高校学科竞赛工作体制随之提出,该体制在提升学科竞赛成绩的同时,可有效串联二级学院团委和教学单位,保证学科竞赛工作的可持续性发展。

1 “三位一体”工作模式

以各自学院学科专业特点为基础,高校各二级学院至少组建一个学生科创类协会,基于学生团队、专业教师指导组、二级学院团委,“三位一体”构建协会工作模式。

在该模式中,各主体要做好分工协作。

科创类协会属于学生社团组织,需要以学生为本开展工作。协会的成员必须负责好协会的事务性管理工作,协会干部需要做好与教师指导组和团委的配合。

教师指导组的指导工作直接决定了协会的发展。指导组需要向学院申请一定面积的场所进行基地建设,同时要设计一套合理的培养方案,适合于协会成

员从新生到毕业的四年学习计划和竞赛计划,其中包括:各类慕课的学习、线下专题讲座、各类竞赛的针对性指导、学生参加院级到国际级各类竞赛的规划。指导组还要做好协会成员的专业能力考核。

团委做好专业以外的各项保障性工作,最重要的就是学分和经费保障。设计政策方案,帮助解决指导组的指导津贴,同时向各自学院和学校申请落实学科竞赛专项经费,落实校级以上各类学科竞赛奖励的政策,及时做好协会各类经费的申报和报销工作。还要负责好协会学生干部的思政教育^[2-3]和创新创业教育^[4],正确引导协会成员,同时种下创新创业的种子,最终将科创协会的学科竞赛成绩纳入到学生社团的考核指标中,给予适当奖励性政策,帮助参加科创协会实践活动的学生申报获取一定的素质拓展学分,将优秀的协会作为学院共青团工作的品牌进行打造。各自具体分工如表1。

表1 “三位一体”工作模式的分工

Tab.1 The division of labor in the trinity model

角色	学生团队	专业教师指导组	学院团委
职责	协会管理,包括:构建好协会的组织架构,协会行政管理,团队管理,实验室基地管理,对接指导组和团委,协会文化建设和线上线下宣传	专业指导,包括:对接院系,做好协会场地申报和管理,对接好本专业各类学科竞赛,制定学生学习计划,专业课程讲授,专题讲座,针对各类竞赛的针对性指导,参赛规划	保障性工作,包括:协会干部和成员的管理,经费保障,业绩考评,奖励政策,学分申报,思政教育和创新创业教育

收稿日期:2020-09-24

作者简介:杨信锬(1984-),男,汉族,讲师,主要从事检测技术与自动化装置的研究。

2 科创协会与课程建设的结合

根据“三位一体”模式做好协会的基础搭建后,协会还可以发挥出更大的延展功能,如图1所示。

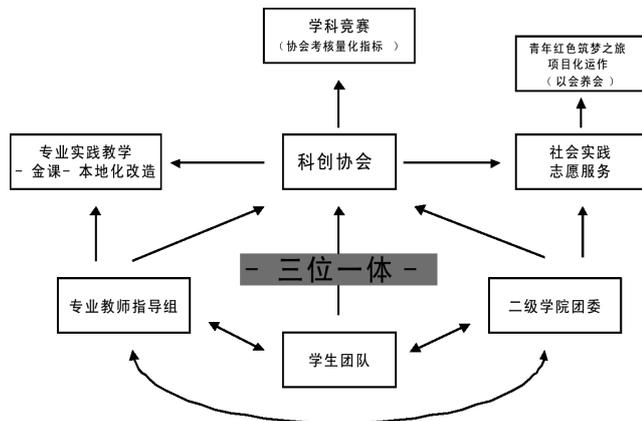


图1 “三位一体”工作模式

Fig.1 Trinity model of operation

2018年开始,教育部大力推动一流课程建设,建设五大“金课”^[2]。专业教师指导组可以把科创协会作为实践教学的“实验田”,在讲授课程和专题讲座的过程中,融入“翻转课堂”的思路,实施线上线下混合教学,将线上“金课”进行本地化改造,打造出适合本校本专业学生特点和培养需要的“金课”,在协会实验成功后,教师可将此教学方法复制到专业教学的课堂中。

学院团委可以充分利用本专业科创协会的专业特点开展有特色有专业的社会实践和志愿服务活动,以此为基础建设出有专业特色的社会实践课程,如果能够在活动中提炼出乡村振兴、精准扶贫和社区治理等元素,就可以从协会中裂变出可落地的公益创业项目,打造成为适合参加“互联网+”大学生创新创业大赛青年红色筑梦之旅的项目,在项目运营过程中,获取一定金额的公益创业利润,解决协会的经费问题,形成良性循环,保证协会可持续化运行。

3 科创协会与创新创业的结合

深化创新创业教育改革^[6-7]已成为高等教育改革的很重要的组成部分,高校的学科竞赛工作也必须向创新创业方向继续延展。激发创新创业活力,也必须创新大学生社团组织结构。

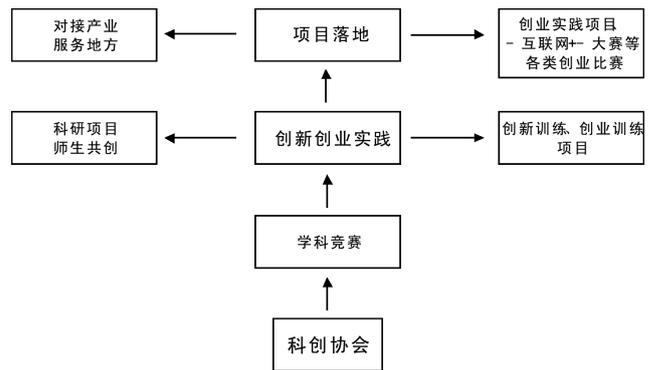


图2 科创协会与创新创业的结合

Fig.2 The combination of innovation association and entrepreneurship

团委在协会成员的日常教育过程中要加强创新创业教育,帮助同学们树立创新创业的意识。协会的成绩不能止步于在本专业的学科竞赛中获奖,团委和指导组共同研究,从优秀获奖项目中选取出适合于创新创业实践的项目和团队,在教师的指导下申报本校的大学生创新训练或创业训练项目,争取经费支持,开展创新创业实践。指导教师也可以选拔优秀的协会成员加入到教师科研项目中进行锻炼,依托于教师科研项目的软硬件支撑,开展创新创业实践训练,共研师生共创项目。经创新创业实践训练后,会产出具有自主知识产权的技术或产品,若市场调研、产品、团队、商业模式等条件都具备后,可以进行工商注册,成立正式的创业公司,并向学校申报成为大学生创业实践项目,争取更多的经费支持,对接地方市场和产业,将大学生创业服务于地方经济发展,发挥大学生创业的功能。同时指导团队积极参加中国大学生“互联网+”创新创业大赛等创业类比赛和评选,以赛代练,争取更多的融资渠道、创业指导等各方面资源^[8]。

学科竞赛工作是高校第二课堂工作的重要组成部分。以科创协会为抓手,不仅可以提高学科竞赛的成绩,还可以向课程建设、创新创业教育等方面延展,具有一定的现实意义。

参考文献:

[1] 陈宝生.全国教育工作会议上的讲话[J].中国高等教育,2018(5):7-16.

[2] 共青团中央书记处.充分发挥高校共青团在大学生思想政治工作的生力军作用;深入学习习近平总书记关于高校思想政治工作的重要论述[N].人民日报,2017-01-26(09).

- [3] 张驰.教师的课程思政建设意识及其培育[J].思想理论教育, 2020(9):71-76.
- [4] 钟志华,周斌,蔡三发,等.高校创新创业教育组织机构类型与内涵发展[J].中国高等教育,2018(22):15-17.
- [5] 吴岩.建设中国“金课”[J].中国大学教学,2018(12):4-9.
- [6] 吴岩.勇立潮头,赋能未来:以新工科建设领跑高等教育变革[J].高等工程教育研究,2020(2):1-5.
- [7] 孙玉山,张国成,曹建,等.基于大学生科创项目的新工科人才培养探索与研究[J].教育教学论坛,2020(40):202-203.
- [8] 李立红.团中央、教育部印发《关于在高校实施共青团“第二课堂成绩单”制度的意见》[N].中国青年报,2018-07-05(01).

The Work Mode of University Academic Competition Based on Science and Technology Innovation Association

YANG Xinkun

(School of Electrical and Mechanical Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300, China)

Abstract: Under the background of revitalizing undergraduate education in an all-round way, colleges and universities should pay more attention to the cultivation of students' practical ability. "Three-in-one" subject competition work model which uses the student S&T innovation association as the carrier is jointly constructed by the student team, professional teachers, and the college youth league committee. It can improve the achievements of university academic competition, and carry out curriculum construction and innovation and entrepreneurship education, which has certain practical significance.

Key words: academic competition; curriculum construction; innovation and entrepreneurship; science and technology innovation association

(责任编辑:聂传朋)

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.9 Vol.40, Sept., 2021

- Survey of Insect Diversity of Tea Plantation in Wuyi University
..... HUANG Wei, YOU Song, NIE Chuanpeng(1)
- Color Protection of Fresh Cut Apple by Active Extract from Tea Stem CHEN Zhijie(6)
- Analysis on the Adsorption of Cr(VI) in the Water on Pomelo Peel Residue ZHENG Lujia, XIE Jianhua(11)
- Willingness to Accept and Influencing Factors of Residents in Nature Reserve
..... LI Ning, ZHAO Jingdong, CAI Changtang, LIU Jinshan, CHEN Yan, CHEN Feng, HE Dongjin(16)
- Analysis on the Coupling Coordinated Development of Agricultural Economy and Ecological System in Fujian
Province CHEN Xiaoyu, ZHAO Huifang, PAN Zujian, SUN Xiaohang, LIN Yurui(21)
- Quantitative Evaluation Model of Landscape Restoration for Urban Parks
..... FEI Xinhui, CHEN Zhilong, LIN Xinying, CHEN Jianling, ZHENG Hanqing, HUANG Qitang(28)
- Quantitative Evaluation of Indoor Space Environment Based on Semantic Differential Method
..... WU Yanqing, WU Chaobin(34)
- Analysis on the Differences of Radiation Force in Central Cities in Northeast Fujian and Southwest Fujian
..... QIU Yufen(39)
- Risk Evaluation of Fresh Agricultural Products Supply Chain in Anhui Province
..... WANG Cui, PAN Yinfeng(45)
- Design of Dynamic Grasping Control System of Mechanical Arm ZHENG Xiaobin(51)
- The Development and Coupling Coordination Analysis of Sports and Tourism Industry in Fujian Province
..... CHEN Huijuan, XU Jinfu(56)
- Internal and External Moulding: An Analysis of the Cultural Connotation and Causes of Meishan Martial Arts
..... SUN Jiao, YANG Shaoxiong, ZOU Xugui(62)
- Investigation and Analysis of College Students' Healthy Lifestyle XU Xia(68)
- Research and Design of University Digital Art Museum Based on Cloud Technology LI Yanping(73)
- Exploration on Teaching Reform of Engineering Cost
—— Based on Professional Core Competence Survey
..... WEI Taibing, XIE Chengle, CHEN Anqi, CHEN Donghua(78)
- The Enlightenment of the Examination Paper Analysis of Fundamentals of Mechanical Manufacturing Technology to
the Course Teaching GE Xiaole, WANG Hongfeng, LIU Shengrong, SONG Weiwei(82)
- Exploration of Teaching Reform of Polymer Materials Test Methods Based on Local University
..... LIU Ruilai, DING Xiaohong(86)
- Construction of Specialty Group of Biological Resources Utilization in Local Universities
..... LIN Weisheng, HUA Weiping, ZHAO Shengyun, HU Japeng, FU Xingping(90)
- Exploration and Practice of the Ideological and Political Education in the Course of Thermal Engineering Theory
Foundations ZHOU Xiaying, YANG Wenbin, RAO Jiuping, ZENG Qinzhi(95)
- Reform Strategies of Cell Biological Experimental Teaching in New Application-oriented Universities
..... DUAN Xunwei, YANG Binhuang, KE Jiaying, XU Wanfang, DONG Le, WU Wenlin(99)
- Research on Teaching Effect and Countermeasures of Second Classroom in the Course of Programming
..... LI Shuting, QI Hui(103)
- The Work Mode of University Academic Competition Based on Science and Technology Innovation Association
..... YANG Xinkun(107)