

目次

见血清总生物碱提取工艺的优化

..... 李国平,王钰蓉,郑诗雪,庄欢欢 (1)

蛇骨粉的研制及工艺优化

..... 吴玉琼,胡永乐,徐晓斌,傅新征,温爱国 (5)

闽北芥菜腌制过程中亚硝酸盐变化规律的探讨

..... 张静,徐颖惠,黄艳,傅新征,王淑培,谢心莲 (9)

天仙果预防关节炎活性部位筛选

..... 张秋萍,陈雪梅,李少华,王增烈,高忠坂 (15)

微生物发酵法提取大豆渣膳食纤维的研究

..... 赵泰霞,朱杏玲 (18)

闽楠天然林林分结构规律的研究

..... 林笑雨,黄思猷,唐巧倩,江希钿 (23)

基于 Vague 集的林菌模式可持续经营评价

——以三明市大田县为例

..... 陈启超,陈昌雄,张巧巧 (29)

“九龙兰”等 14 份武夷名丛茶树资源主要生化成分分析

..... 冯花,罗盛财,王飞权,李远华,黄毅彪,严芸 (35)

福建省茶产业发展影响因子的灰色关联分析

..... 黄毅彪,叶国盛,林燕萍 (42)

乌龙茶品种加工东方美人茶品质比较研究

..... 周炎花,蔡烈伟,杨双旭,吴士斌,胡波,郭胡津,张艳丽 (46)

主范式的求解及其应用 黄忠铨,周榕 (51)

双幂变换下参数的极大似然估计存在唯一性研究

——以线性回归模型为例

..... 丘甜,华伟平,李新光,白鹏 (55)

武夷学院学报



国际标准刊号: ISSN 1674-2109

国内统一刊号: CN 35-1293/G4

第 35 卷 总第 137 期

2016 年 第 3 期(月刊)

编辑委员会

顾 问: 付贤智 黄汉升
兰思仁 杨江帆
主 任: 李宝银
副 主 任: 吴承祯 刘用麟 (常务)
编 委: (以姓氏笔画为序)
卢道明 刘用麟
李宝银 李远华
吴承祯 陈良壁
陈 铎 陈荣村
沈慧芳 杨 升
林 超 郑细鸣
郭翠莲 郭 萌
徐颖惠 路善全
蔡明田

编辑部

主 编: 李宝银
副 主 编: 刘用麟 (常务)
沈慧芳
责任编辑: 陈 果 叶丽娜
华伟平 陈 虹
白 琳 冯起国
夏婷婷 杨飞飞
英文审译: 陆 刚

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

目次

CONTENTS

基于工作流和 QoS 的物联网服务组合技术研究
 潘俊虹 (59)

一种基于噪声检测的标准中值滤波改进方法 林宛杨 (63)

钢渣-石粉混凝土工作性和水泥胶砂力学性能实验研究
 田尔布,王逢朝,康海鑫,连跃宗,崔秀琴 (67)

声波清灰在烧结机头电除尘器上增效改造研究应用
 钟国坚 (72)

石墨棒负载 ZnWO₄ 薄膜电极光电催化性能研究
 谢文菊,王志涛,吴方棣 (76)

水泥混凝土路面断裂力学的应用现状及前景
 王 荣 (81)

基于 K60 的航拍检测四轴飞行器的设计与实现
 孙蕾,冯德旺,景林,钟新秀,龚力 (84)

体育教师工作满意度与学校生态环境的相关研究
 蔡月如 (90)

中国马拉松运动及其“热效应”的研究探讨 窦浩浩 (94)

微型化学实验在有机化学实验教学中的应用研究
 耿涛,徐基贵,朱军,周丹红,刘超 (99)

“电子电路类”课程教学改革研究
 张容娟,王琨,李宗峰 (102)

工程教育认证标准下应用型本科土木工程专业建设的
 研究与实践 杨焱,魏超,王逢朝 (106)

见血清总生物碱提取工艺的优化

李国平, 王钰蓉, 郑诗雪, 庄欢欢

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:利用加热回流法提取见血清总生物碱,以生物碱含量为考察指标,通过单因素试验考察料液比、提取温度、提取时间和乙醇体积分数 4 个因素对总生物碱提取率的影响,并通过正交试验设计确定提取见血清总生物碱的最佳工艺参数,结果表明:见血清生物碱的最佳提取工艺条件为料液比 1:25,提取温度 90 ℃,提取时间 2.5 h,乙醇体积分数 50 %;在此工艺条件下,见血清总生物碱的含量达到 2.34 %。

关键词:生物碱;见血清;正交试验;加热回流法;提取率

中图分类号:Q946.88 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0001-04

见血清(*Liparis nervosa*)属于兰科羊耳蒜属,为地生或者附生草本,分布于福建、江西、浙江、湖南、台湾、广东、广西及西南地区^[1]。全草含生物碱,味苦、性凉,有凉血止血、清热解毒的功效^[2-3]。有关见血清的研究尚不多,主要集中在见血清的生药鉴定^[4]、质量标准^[5]、化学成分^[6-7]和药理作用^[8-9]等。赵颖等^[10]通过色谱法确定见血清生物碱为吡咯里西啶类生物碱,董艳芳等^[11]的研究表明见血清总生物碱具有较强的抑菌活性和抗氧化性,宋芹等^[12]对见血清的止血作用进行了科学评价,认为见血清止血活性突出,是亟待开发的止血新药资源。见血清的止血效果与其生物碱含量相关,如何高效提取其总生物碱且保持生物碱的特性及品质对于该药材的综合开发利用具有重要的意义。文旭等^[13]曾利用超声波辅助法研究了见血清生物碱的提取工艺,

本文应用常规加热回流法,通过单因素试验和正交试验设计筛选出最佳的提取工艺条件,为见血清止血药的开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

药材:见血清全草,采自福建武夷山山区,洗净后自然风干,再放入烘箱中于 65 ℃下烘干 48 h,粉碎,过 0.5 mm 筛备用。

主要试剂:苦参碱标准品、无水甲醇、乙酸乙酯、95% 乙醇、盐酸、氨水等均为分析纯。

主要仪器:UV-3000 紫外可见分光光度计(上海美普达仪器有限公司)、R205B 旋转蒸发器(上海申生科技有限公司)、pH-100 精密酸度计(长沙科仪仪器设备有限公司)等。

1.2 方法

1.2.1 生物碱的提取

称取 5 g 预处理好的药材至圆底烧瓶中,置于加热回流提取器中,按照单因素试验和正交试验中设置的不同条件分别进行提取,将乙醇提取液旋转蒸发得浸膏。向该浸膏中加入 100 mL,0.6 mol/L 盐酸,振荡

收稿日期:2015-08-22

基金项目:福建省林业科学研究项目(闽林科[2013]5号);福建省科技厅战略性新兴产业重点项目(2014N0030);国家级大学生创新创业训练计划项目(201310397008、201410397006)。

作者简介:李国平(1966-),男,汉族,教授,主要从事植物多样性保护与可持续利用研究。

溶解,使其充分反应 30 min,过滤;滤液用氨水调到 pH=11,用 100 mL 乙酸乙酯分 2 次萃取。再用旋转蒸发仪蒸发,萃取液浓缩蒸干后,用无水甲醇定容至 25 mL,用移液枪精密吸取 50 μL 到 10 mL 容量瓶中,用无水甲醇定容至 10 mL 备用。

1.2.2 生物碱定量测定

见血清中生物碱属于吡咯里西啶类的化合物,目前尚无见血清生物碱标准品,故本研究选择苦参碱标准品作为对照品。经对苦参碱标准溶液进行全波长扫描,表明在波长 220 nm 处吸收值最大,故选择 220 nm 为测定波长。精确称取苦参碱标准品 3.20 mg,置于 25 mL 容量瓶中,加入甲醇稀释至刻度,稍稍振荡使其溶解均匀,得到质量浓度为 0.128 mg/mL 的储备液;取储备液 1.00、2.00、3.00、4.00、5.00 mL 于 10.00 mL 容量瓶中配制成质量浓度为 0.012 8、0.025 6、0.038 4、0.051 2、0.064 0 mg/mL 的梯度溶液,在波长 220 nm 下测定吸光值,作吸光度(y)对浓度(x)的标准曲线图(图 1),得到回归方程为 $y=0.030x-0.0004$,表明苦参碱标准品在质量浓度为 0.013 0~0.065 0 mg/mL 的范围内与其吸光度呈良好的线性关系。

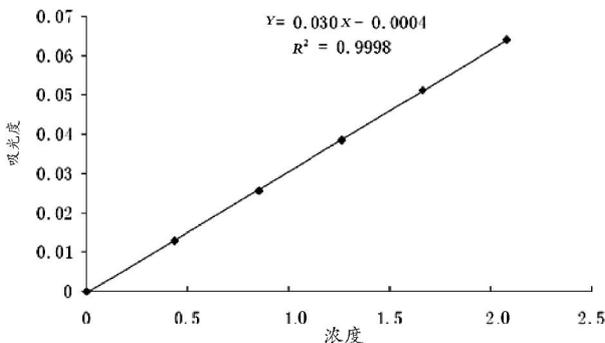


图 1 见血清生物碱的标准曲线

按 1.2.1 制备见血清提取液并测定吸光度,根据下式计算见血清总生物碱的含量(mg/g)。

$$c = \frac{(A+0.0004)}{0.0309} \times 10 \times \frac{25/0.05}{m \times 1000} \quad (1)$$

式中:A 为吸光度;m 为见血清干粉质量。

1.2.3 生物碱提取工艺的优化

1.2.3.1 单因素试验

试验选择料液比、提取温度、提取时间、乙醇体积分数这 4 个单因素,考察各因素不同水平(如表 1)对见血清总生物碱含量的影响,每次试验均重复 3 次。

表 1 单因素试验因素水平表

水平	料液比(g/mL)	提取温度(°C)	提取时间(h)	乙醇体积分数(%)
1	1:10	40	0.5	40
2	1:15	50	1.0	50
3	1:20	60	1.5	60
4	1:25	70	2.0	70
5	1:30	80	2.5	80
6	1:35	90	3.0	90

1.2.3.2 正交试验

根据单因素试验结果,分别选取较优因素水平,设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,进一步考察料液比、提取温度、提取时间、乙醇体积分数对见血清总生物碱含量的影响,以此优化其提取工艺。选取因素水平如表 2。

表 2 正交试验因素水平表

水平	A 料液比(g/mL)	B 提取温度(°C)	C 提取时间(h)	D 乙醇体积分数(%)
1	1:15	70	1.5	40
2	1:20	80	2.0	50
3	1:25	90	2.5	60

2 结果与分析

2.1 料液比对见血清总生物碱提取含量的影响

在提取温度 60 °C、提取时间 1.0 h、乙醇体积分数 70 % 的条件下,不同料液比对见血清总生物碱提取含量的影响如图 2。由图 2 可知,总生物碱含量随料液比值的升高而逐步提高,料液比为 1:25 时,总生物碱含量达最高,当料液比大于 1:25 时,总生物碱含量趋于降低。考虑到过高的提取料液比会增加后续操作的难度,且造成试剂浪费,因此,选择料液比 1:15、1:20、1:25 作为正交试验中的料液比的 3 个水平。

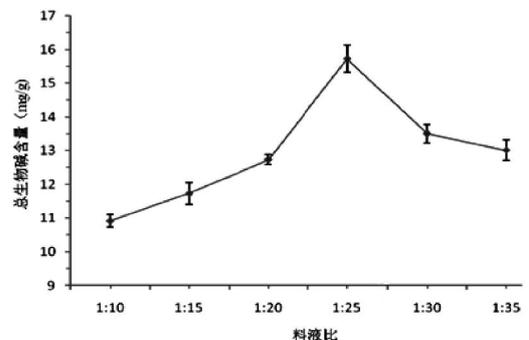


图 2 料液比对总生物碱提取效果的影响

2.2 提取温度对总生物碱提取含量的影响

在料液比 1:15、提取时间 1.0 h、乙醇体积分数 70 %

的条件下,不同提取温度对总生物碱提取含量的影响如图3。如图3所示,当提取温度为40~60℃时,总生物碱的提取含量变化曲线趋于平缓,提取得率不高。当提取温度达到70℃时,总生物碱的提取含量达到最高,超过70℃后,总生物碱提取含量迅速降低但高于40~50℃时的提取得率。因过高的温度会致使乙醇挥发速度加快,影响见血清总生物碱的溶出效果;此外,温度过高,总生物碱不稳定,容易分解,影响见血清总生物碱的提取含量。故选用70、80、90℃作为正交试验中提取温度的3个水平。

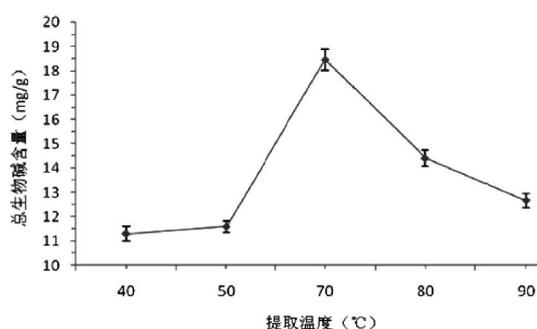


图3 提取温度对总生物碱提取效果的影响

2.3 提取时间对总生物碱提取含量的影响

在实验条件为料液比1:15、提取温度60℃、乙醇体积分数70%时,不同提取时间对总生物碱提取含量的影响如图4。由图4可知,随着提取时间的延长,见血清总生物碱的提取含量逐渐增加;当提取时间超过2.0h后,总生物碱的提取含量开始降低。这可能是由于提取时间过长,杂质的浸出量也增加,从而影响生物碱的提取效果,因此,在正交试验中选用1.5、2.0、2.5h作为提取时间的3个水平。

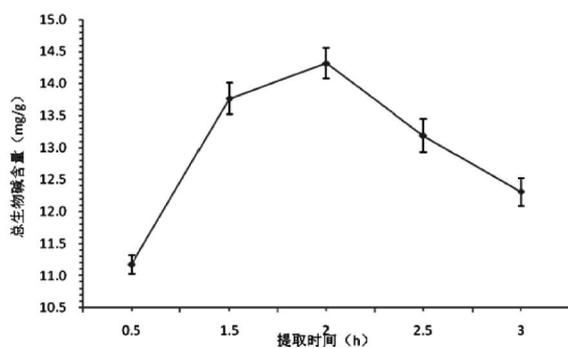


图4 提取时间对总生物碱提取效果的影响

2.4 乙醇体积分数对总生物碱提取含量的影响

在实验条件为料液比1:15,提取温度60℃,提取时间1.0h时,不同提取时间对总生物碱提取含量的

影响如图5。如图5所示,当乙醇体积分数为50%时,总生物碱的提取含量为最高;随着乙醇体积分数的进一步升高,总生物碱的提取含量降低。这可能是因为随着乙醇体积分数的增大,一些醇溶性杂质的溶出量也增加,从而影响了生物碱的提取,因此,选择乙醇体积分数40%、50%、60%作为正交试验中的3个水平。

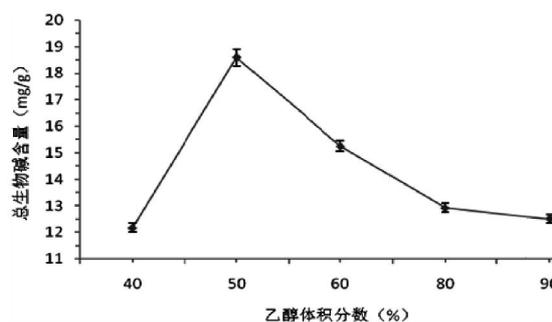


图5 乙醇体积分数对总生物碱提取效果的影响

2.5 最佳提取工艺的优化

以料液比、提取温度、提取时间、乙醇体积分数作为考察因素,根据单因素试验结果,设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,对见血清总生物碱提取工艺进行优化,结果如表3。

表3 正交试验设计结果

试验号	料液比	温度 (°C)	时间 (h)	乙醇体积分数 (%)	总生物碱含量 (%)
1	1:15	70	1.5	40	1.05
2	1:15	80	2.0	50	1.37
3	1:15	90	2.5	60	1.71
4	1:20	70	2.0	60	1.39
5	1:20	80	2.5	40	1.58
6	1:20	90	1.5	50	1.58
7	1:25	70	2.5	50	2.19
8	1:25	80	1.5	60	1.52
9	1:25	90	2.0	40	1.59
K_1	4.13	4.63	4.15	4.22	
K_2	4.55	4.47	4.35	5.14	
K_3	5.30	4.88	5.48	4.62	
k_1	1.38	1.54	1.38	1.41	
k_2	1.52	1.49	1.45	1.71	
k_3	1.77	1.63	1.83	1.54	
R	0.39	0.14	0.45	0.30	
主次顺序					$C>A>D>B$
优化组合					$A_3 B_3 C_3 D_2$

极差分析结果表明:对见血清总生物碱提取含量影响最大的因素是提取时间,其次为提取过程中的料液比、乙醇体积分数、提取温度。由此可确定最佳的提取工艺条件为 $A_3 B_3 C_3 D_2$,即料液比1:25,提取温度90℃,提取时间2.5h,乙醇体积分数50%。在此条件

下做验证试验,见血清总生物碱含量为 2.34 %。

3 结论

见血清是武夷山地区道地药材,品质佳,药效确切,其药用价值与其总生物碱含量密切相关。本研究以乙醇为提取剂,采用加热回流的方法提取见血清总生物碱,通过单因素试验考察对料液比、提取温度、提取时间和乙醇体积分数这 4 个因素对见血清总生物碱提取含量的影响,再通过正交试验设计筛选出提取见血清总生物碱的最优工艺条件为:料液比 1:25,提取温度 90 ℃,提取时间 2.5 h,乙醇体积分数 50 %,在此条件下提取见血清总生物碱,含量达 2.34 %。该提取工艺操作过程简单,设备成本低,工艺成熟度高,有一定的应用前景,可为见血清生物碱的开发利用提供科学依据。

参考文献:

[1] 国家中医药管理局中华本草编委会.中华本草[M].上海:上海科学技术出版社,1999.

[2] 王旭红,余过奠.中国兰科药用植物[J].中国野生植物资源,1993(4):15.

[3] 周继铭,刘常五,冉崇行,等.复方见血清外用止血药的初步研究[J].中国医院药学杂志,1983,3(3):101-103.

[4] 罗红.见血清的显微鉴定[J].中国伤残医学,2013,21(2):122-124.

[5] 侯杰荣.见血清质量标准研究[D].泸州:泸州医学院,2012.

[6] 赵颖,胡少南,王昌华,等.兰科药用植物见血清乙酸乙酯部位化学成分研究[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(22):111-113.

[7] 赵颖,胡少南,王昌华,等.见血清化学成分研究[J].中草药,2013,44(21):2955-2959.

[8] 董艳芳,陈法志,郭彩霞,等.见血清多糖的抑菌活性与抗氧化性[J].湖北农业科学,2012,51(12):2570-2573.

[9] 赵颖,胡少南,郑一敏,等.见血清提取物止血作用的实验研究[J].中国药房,2013,24(31):2884-2886.

[10] 胡少南,赵颖,郑一敏,等.见血清的气相色谱-质谱联用分析[J].重庆理工大学学报(自然科学),2014,28(2):54-58.

[11] 董艳芳,李伟阳,叶睿超,等.见血清总生物碱的抑菌活性和抗氧化性研究[J].四川大学学报(自然科学版),2010,47(3):669-673.

[12] 宋芹,赵琦,苟小军,等.见血清止血作用研究[J].成都大学学报(自然科学版),2013,32(1):27-28,31.

[13] 文旭,葛彦双,崔龙,等.超声波辅助提取见血清总生物碱工艺研究[J].四川大学学报(自然科学版),2013,32(1):182-186.

(责任编辑:叶丽娜)

A Study on Optimization for Extracting Total Alkaloids from *Liparis Nervosa*

LI Guoping, WANG Yurong, ZHENG Shixue, ZHUANG Huanhuan

(School of Ecology and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 35430)

Abstract: In order to increase the extraction efficiency of total alkaloids from *Liparis nervosa*, the influences of the ratio of material to solvent, extraction temperature, extraction time and ethanol concentration on the yield of total alkaloids by using heating reflux method were studied in this paper. Based on the single factor experiments, the optimum extraction technology was determined by orthogonal design. The optimum extraction conditions were obtained as follows: the ratio of material to solvent 1:25, extraction temperature 90 ℃, extraction time 2.5 h and ethanol concentration 50 %. Under the optimized extraction conditions, the content of total alkaloids in *Liparis nervosa* herb that collected from Wuyishan district was 2.34%.

Key words: alkaloid; *Liparis nervosa*; orthogonal test; heating reflux method; extraction efficiency

蛇骨粉的研制及工艺优化

吴玉琼¹, 胡永乐², 徐晓斌¹, 傅新征¹, 温爱国³

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300;

3.武夷山蛇类研究所, 福建 武夷山 354300)

摘要:以蛇骨为原料研制骨粉,并优化其最佳制备工艺。在借鉴传统骨粉加工工艺的基础上,分析了蛇骨前处理的最佳方法,并采用正交试验对木瓜蛋白酶用量、酶解温度、酶解时间、pH、高压处理时间等参数进行了优化。结果表明:蛇骨粉制备最佳方法为酶解高压处理法,其最佳参数为木瓜蛋白酶酶用量 1%,酶解温度 60 ℃,pH 为 6,酶解时间 3 h, 120 ℃高压 30 min。

关键词:蛇骨粉;酶解;高压;最佳参数

中图分类号:TN05 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0005-04

动物骨粉中含有丰富的矿物质,其中包括人体所必需的常量矿物元素钙和磷,而且它们的比例 2:1,是体内吸收钙磷的最佳比例^[1-2]。此外,骨粉中还含有 12.0%~35.0% 的优质蛋白质和 17 种氨基酸,包括人体所必需的 8 种氨基酸,其中,含量较多的为甘氨酸、谷氨酸、脯氨酸、丙氨酸和天冬氨酸^[3]。骨粉中也含有合理的脂肪酸比例,棕榈酸和硬脂酸为其主要的饱和脂肪酸,不饱和脂肪酸油酸和亚油酸两者的比例接近 1:1,符合营养协会推荐人体摄入脂肪酸的组成比例^[4]。

骨粉作为一种天然的营养食品添加剂,被广泛应用于各种食品中。经酶制剂作用后骨粉中的蛋白质水解成小分子肽和游离的氨基酸,具有原料的天然肉香气,经反应后,具有各种不同风味,可添加于肉制品(如火腿肠、香肠、低温肉制品等)、方便面的调味包、酱类食品、休闲食品中^[5-6];骨粉也可以作为肉味香精的前体,经过美拉德反应,获得不同风味的肉味香精,如鸡肉香精、排骨香精、猪肉香精、牛肉香精、羊肉香精等^[7]。此外,骨粉常作为动物饲料的营养强化剂,对动物饲养起到补充钙、磷等营养素的作用^[8-9]。

目前动物饲料、食品加工中所使用的动物骨粉多为畜禽类的骨头制成,少数使用鱼类下脚料研制而成,以蛇骨加工骨粉的尚少。有研究表明以蛇骨作为活性钙来源在动物体内的吸收利用较好,能有效地补

充钙质^[9-11]。

武夷山有丰富的生态环境,为蛇的栖息、繁衍提供了适宜的条件,因此本地的蛇类养殖户就有数十家,养殖基地面积达 300 m²,据调查,每年产蛇量可达上百吨,而这些菜蛇在被加工利用过程中蛇骨均被弃去,这不仅是资源的浪费,还可能造成环境污染。以武夷山蛇博园提供的蛇骨为原料,采用不同处理方法制备蛇骨粉,确定出最佳工艺参数,为蛇骨的综合开发利用提供有利的参考依据,也对促进蛇养殖业具有重要经济意义。

1 材料与方法

1.1 材料

以武夷山蛇博园提供的人工养殖王锦蛇(*Elaphe carinata*)、赤链蛇(*Dinodon rufozonatum*)等鲜蛇骨为原料,速冻备用;木瓜蛋白酶(80×10⁴ U/g)购于上海沃凯药业有限公司。

1.2 方法

1.2.1 蛇骨加工工艺流程

(1)蛇骨前处理:蛇骨→解冻→清洗→酶解→高压蒸煮→骨渣备用

(2)骨粉加工:骨渣→真空冷冻干燥→粉碎→过筛→成粉

1.2.2 操作要点

原料蛇骨上留存大量的蛇肉,若直接干燥制成产品则腥味重,蛋白质及脂肪含量高,不符合食品级骨

收稿日期:2015-03-11

基金项目:福建省科技厅重点项目(2012Y0063)。

作者简介:吴玉琼(1973-),女,汉族,副教授,主要从事食品营养、食品工艺的研究。

粉的质量要求^[12],需要对蛇骨进行脱肉处理。不同的处理方法对骨粉品质影响较大,分别采用以下四种方法脱肉处理,并确定最佳参数。

(1)沸水浴蒸煮法

取洗净的蛇骨 100 g 于 120 °C 的沸水浴中蒸煮 30 min 后,观察蛇骨的脱肉情况。

(2)高压蒸煮法

取洗净的蛇骨 100 g 于 120 °C 高压蒸煮 30 min 后,观察蛇骨的脱肉情况。

(3)酶解法

取洗净的蛇骨 100 g 置于 500 ml 的烧杯中,添加一定量的蒸馏水,再加入 1% 的木瓜蛋白酶,于 55 °C 的恒温水浴锅中酶解 3 h 后,观察蛇骨的脱肉情况。

(4)酶解高压法

取洗净的蛇骨 100 g 置于 500 ml 的烧杯中,添加一定量的蒸馏水,再加入 1 % 的木瓜蛋白酶,于 55 °C 的恒温水浴锅中酶解 3 h 取出用清水清洗,再于 120 °C 高压蒸煮 30 min 后,观察蛇骨的脱肉情况。

1.2.3 最佳酶解条件的确定

以木瓜蛋白酶的水解度为目标参数,选取酶用量、酶解温度、酶解时间、pH 四个单因素对水解度的影响。并在单因素试验的基础上,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验优化木瓜蛋白酶酶解反应条件(见表 1)。

表 1 正交试验设计表

水平	因素			
	酶用量(%)	酶解温度(°C)	酶解时间(h)	pH
1	0.80	55	2	5.5
2	1.00	60	3	6
3	1.20	65	4	6.5

1.2.4 高压蒸煮时间的确定

(1)不同高压时间对骨粉质量的影响

将原料蛇骨用 1%(W/W) 木瓜蛋白酶在 pH 为 6.5、温度为 60 °C 下水解 3 h 后的样品于 120 °C 条件下分别高压蒸煮 10、20、30、40 min,然后真空冷冻干燥,粉碎,制粉。

(2)不同高压时间对粉碎效果的影响

将 20,40,60,80,100 目的筛网由上到下依次叠放,取蛇骨粉 20 g,于相同条件下粉碎相同时间后过筛,收集通过各筛网的骨粉样品,称重后计算其所占比例。

1.2.5 蛇骨粉成品品质评定

(1)蛇骨粉感官质量测定

在自然光下肉眼观察蛇骨粉颜色,亮度及色差采

用色差仪测定。

(2)蛇骨粉理化指标测定

蛋白质含量的测定参照 GB/T 5009.5-2010 半微量凯氏定氮法;灰分含量的测定参照 GB/T 5009.4——2010 食品中灰分的测定;钙含量的测定采用 EDTA 滴定法;磷含量的测定采用磷钼蓝分光光度法;蛋白水解度的测定采用中性甲醛滴定法。

2 结果与讨论

2.1 不同脱肉方法对蛇骨粉质量的影响

由表 2 可得知,蛇骨上附有的大部分肉经煮沸或高压蒸煮处理后可以去除,但蛇骨表面及蛇骨之间仍残留有部分蛇肉,不利于蛇骨的净化,经此工艺处理制得的蛇骨粉颜色呈黄或黄褐色,两种处理方法均存在较重的腥味;经酶解处理后,蛇肉去除效果较好,但脊骨部分仍存在胶质样物质,这些物质在一定程度上仍会影响蛇骨粉产品的颜色和腥味;进一步采用高压处理可使这些胶质样物质与骨分离,使骨变得洁白,腥味明显降低。高压处理可以将蛇骨中的蛋白质含量由酶解后的 24.99%降低到 13.78%,蛋白质的去除率接近一半。

表 2 不同处理方法脱肉效果比较

方法	煮沸 30 min	高压 30 min	酶解	酶解后高压
脱肉情况	脊骨黏连 上附少量 的肉	脊骨黏连 上附少量 的肉	无肉 少量脊骨 黏连	无肉 脊骨完全 分离
颜色	黄色	黄褐色	淡黄色	白色
腥味	极重	重	略有腥味	腥味较淡
蛋白质(%)	—	—	24.99±0.27	13.78±0.32

2.2 最佳酶解条件的确定

2.2.1 不同酶用量对蛋白质水解度的影响

由图 1 可知,当酶解温度、时间、pH 值一定时,酶用量增加,水解度也随着增加。当酶用量增加到 1% 时,水解度增加趋于平缓,当酶用量到一定程度,水解度将不再增加,因为作为底物的蛇骨上的蛇肉足以被水解,故从节约成本考虑,选择 1% 酶用量较适当。

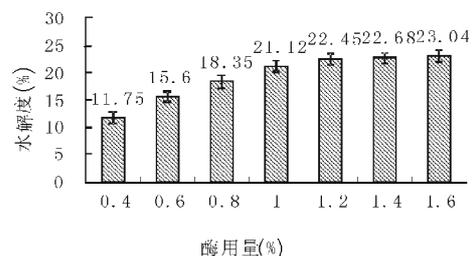


图 1 不同酶用量对蛋白质水解度的影响

2.2.2 不同酶解温度对蛋白质水解度的影响

由图2可知,蛋白质的水解度随着温度的升高而逐渐增大,当温度上升到60℃时,水解度最大;超过65℃时,水解度降低。当酶解温度在一定范围内,酶促反应速率随温度升高而上升,温度过高时酶受热变性,反应速率反而随温度上升而下降。可见,酶解温度应控制在60℃左右为宜。

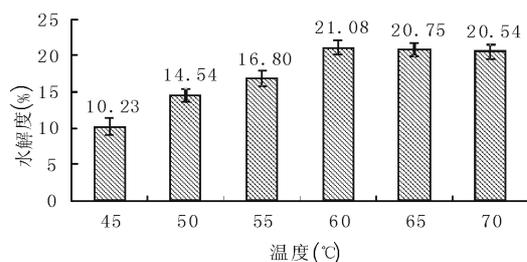


图2 不同酶解温度对蛋白质水解度的影响

2.2.3 不同酶解时间对蛋白质水解度的影响

由图3可知,水解度随着酶解时间的延长而增加,当酶解时间为3h后,水解度的增加程度趋于平缓。故而,酶解时间可控制在3h左右。

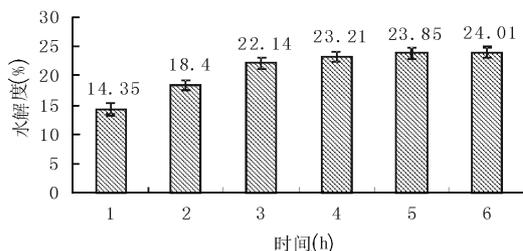


图3 不同酶解时间对蛋白质水解度的影响

2.2.4 不同pH对蛋白质水解度的影响

由图4可知,水解度随着酶解pH的升高而增加,当pH为6时,蛋白质水解度可达到最高,pH超过6,水解度便开始下降。实际操作中pH选择6。

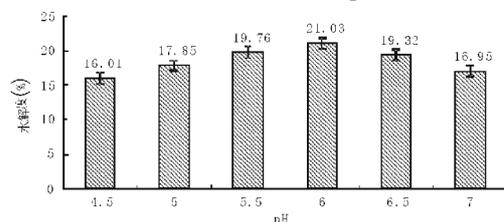


图4 不同pH对蛋白质水解度的影响

2.2.5 正交试验

由表3可知,酶用量(A)、酶解温度(B)、酶解时间(C)、pH(D)4个因素对水解度影响大小顺序为:酶用量>pH>酶解温度>酶解时间,水解度最大的条件组合是A₂B₂C₂D₂,即酶用量1%,酶解温度60℃,酶解时间3h,pH为6。

表3 正交试验结果

编号	A	B	C	D	水解度/%
1	1	1	1	1	16.52
2	1	2	2	2	17.34
3	1	3	3	3	16.58
4	2	1	2	3	17.95
5	2	2	3	1	18.16
6	2	3	1	2	19.27
7	3	1	3	3	17.34
8	3	2	1	2	15.56
9	3	3	2	1	18.22
K ₁	16.813	17.270	17.117	17.633	—
K ₂	18.460	18.0233	17.837	17.983	—
K ₃	17.040	17.020	17.360	17.697	—
R	1.647	1.003	0.720	1.286	—
主次顺序	A>B>D>C				
优水平	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	

2.3 高压处理对骨粉品质的作用

2.3.1 不同高压时间对骨粉质量的影响

结果(表4)表明,随高压蒸煮时间的延长,蛋白质含量呈下降趋势,其中高压蒸煮10min产品蛋白质含量约减少一半,至30min产品蛋白质含量降低不明显($p>0.05$)。高压可以赋予产品良好的色泽,但高压处理时间对颜色的影响不明显,产品经高压处理后亮度(L*)明显增加,产品黄色(b*)及红色(a*)值均下降,产品由淡黄色转为白色。高压处理时间过短(小于10min),干燥后的蛇骨骨质较硬,不易折断,而处理20min以后的骨质脆易折断。

表4 不同高压处理时间对蛇骨粉品质的影响

时间(min)	蛋白质(%)	颜色			干燥后骨质
		L	a*	b*	
0	24.65±1.43	60.54±0.43	2.07±0.26	14.96±0.85	骨硬
10	18.37±3.05	67.19±1.01	1.49±0.38	10.57±1.39	骨硬
20	15.16±2.57	69.23±2.48	1.43±0.25	10.48±0.76	骨较脆且容易折断
30	12.28±0.89	67.84±0.85	1.36±0.41	10.69±0.13	骨较脆且容易折断
40	11.47±1.32	69.08±0.79	1.40±0.19	10.27±0.34	骨较脆且容易折断

2.3 不同高压时间对骨粉粉碎效果的影响

结果(如图5)表明,所有蛇骨样品粉碎粒度分配趋势相同,即20、40、100目收集的样品较多,而60目及80目收集的样品较少。但随高压蒸煮时间的延长,蛇骨粉碎细度增加,60目及80目收集的样品比例随高压处理时间的延长而降低,100目收集的样品比例则随高压处理时间的延长而升高,说明高压处理有利于

蛇骨的细化过程。但高压处理时间超过 30 min,不会
再明显增加产品的粉碎细度,因此选择将酶解后的样
品于 120 ℃下进行高压处理 30 min。

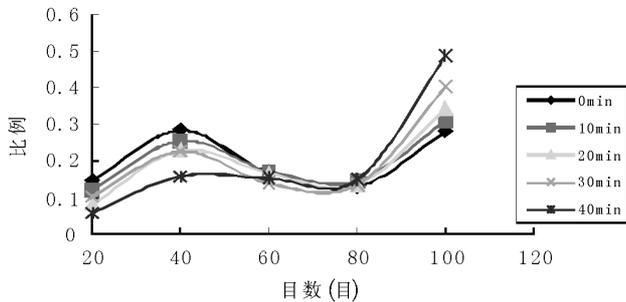


图 5 不同高压时间对骨粉粉碎效果的影响

2.4 最佳工艺参数条件下制备蛇骨粉的质量评定

2.4.1 感官评定结果

产品为乳白色粉末状,无肉眼可见杂质,颗粒大
小十分均匀,表面无凹陷,无粘结现象;带有动物蛋白
特有的气味。

2.4.2 理化分析结果

从表 5 各成分含量均符合或超过骨粉推荐标准
值,此法制备的骨粉可作为食品添加剂使用。

表 5 蛇骨粉理化成分测定结果

成分	含量(%)
蛋白质	13.54±1.23
灰分	16.07±0.94
钙	32.32±1.17
磷	15.07±1.03

3 结论

通过单因素及优化试验的结果分析可得出以下结
论:以蛇骨为原料制备骨粉时,最佳脱肉方法可采用先
酶解后高压;在酶解过程中,酶用量、酶解温度、酶解时

间、pH 等 4 个因素对蛋白质水解度影响大小顺序为:
酶用量>酶解时间> pH> 酶解温度,最佳条件是酶用量
1%,酶解温度 60 ℃,酶解时间 3 h,pH 为 6;高压处理
不仅能去除蛇骨残留蛋白质,还有利于蛇骨的粉碎,最
佳条件为酶解后的蛇骨 120 ℃高压 30 min。

参考文献:

- [1] 赵光英.动物骨粉的应用研究[J].肉类研究,2005(7):25-29.
- [2] 杨桂苹.骨粉营养成分的分析[J].食品研究与开发,1997(4):
32-35.
- [3] 赵瑞香,连喜军,王欣.利用酶法促使骨粉中钙转化的研究
[J].食品科学,2003(3):34-36.
- [4] 江新业.多肽骨粉的制作工艺及市场分析[J].中国食品添加
剂,2006(10):275-277.
- [5] 白建,梁亚萍,黄素珍.骨粉新产品的开发研制[J].肉类研究,
2006(1):33-36.
- [6] Martnezvi, Jesus P, Santaella M. The content and nutritional
significance of minerals on fish flesh in the presence and ab-
sence of bone[J]. Food Chemistry,2000(4):503-509.
- [7] 刘文年.开发加工利用骨头的可行性研究[J].食品工业科技,
1991(5): 22-25.
- [8] 李赤翎,刘仲华,俞建.骨粉膨化休闲食品研制[J].食品研究
与开发,2007(4):108-110.
- [9] 史可,舒普荣.蛇骨粉中活性钙在动物体内吸收和利用的研
究[J].蛇志,2001(1):20-21.
- [10] 洪鹏志.酶解罗非鱼下脚料制备的超微罗非鱼骨粉营养价
值分析[J].食品与机械,2007(3):125-131.
- [11] 王朝旭.酶法水解骨蛋白最佳条件的研究[J].食品科学,
2001(2):48-49.
- [12] 赵霞,马丽珍.酶解骨蛋白的研究[J].食品科技,2003(7):99-101.

(责任编辑:叶丽娜)

Processing and Process Optimization Snake Bone Powder

WU Yuqiong¹, HU Yongle², XU Xiaobin¹, FU Xinzheng¹, WEN Aiguo³

(1. College of Tea and Food Science, Wuyi University, Wuyishan Fujian 354300; 2. College of Ecological and Resources, Wuyi University,
Wuyishan Fujian 354300; 3. Wuyishan Snakes Research Institute, Wuyishan Fujian 354300)

Abstract: With snake boner as a raw material be processed to bone meal, and then the process is optimized. Reference of the tradi-
tional technology of bone meal processing, The optimum bone meal processing is analyzed, and adopt orthogonal design to optimize papain
enzyme dosage, reaction temperature, reaction time, pH, high pressure time. The result suggested: Best process of snake bone meal is en-
zymolysis - high pressure processing, the best argument is the amount of enzyme papain 1%, reaction temperature 60℃, pH of 6, hydroly-
sis time 3 h, 120℃ high pressure 30 min.

Key words: snake bone meal; enzymolysis; high pressure; best parameters

闽北芥菜腌制过程中亚硝酸盐变化规律的探讨

张静¹, 徐颖惠², 黄艳¹, 傅新征¹, 王淑培¹, 谢心莲¹

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:通过调研收集了10种闽北芥菜不同的腌制方法,从中遴选出最具代表性的4种腌制方法进行了实验室再现。试验通过测定芥菜腌制过程中每间隔24h的亚硝酸盐质量比,确定“亚硝酸盐高峰”的产生时间,探索芥菜的不同部位、不同腌制方法中亚硝酸质量比的动态变化,获取安全的不同芥菜的腌制时间。

关键词:腌制;芥菜;亚硝酸盐;闽北

中图分类号:TS255.53 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0009-06

芥菜是十字花科芸薹属,1年生或2年生的草本植物,俗称盖菜或青菜,有些地方还称之为大头菜、雪菜、大芥、雪里蕻、黄芥等^[1]。在我国芥菜的栽培历史悠久,最早可以追溯到公元前六世纪以前,其发源地是西北地区,次生起源中心是四川盆地^[2]。目前广泛种植的有茎芥、根芥、叶芥和薹芥^[3]等4大类型芥菜。

蔬菜的腌制是我国最古老的蔬菜加工储存方式,它不仅是我国珍贵的民族遗产之一,也是历代劳动人民的智慧结晶。在福建闽北地区尤其是农村,芥菜制作的闽北传统腌菜因为其制作方法简单,消耗的成本低,风味独特,具有特别的香、酸、脆、咸等优质口感受到了广大消费者的青睐,很多居民都喜欢食用芥菜腌制的各种腌菜。但随着人们知识水平和生活水平的提高,人们对食品安全的重视,芥菜制成的各种腌菜中的亚硝酸盐含量也越来越受到人们的关注。

亚硝酸盐引起食物中毒的机率较高,摄入0.2~0.5g的亚硝酸盐即可引起中毒,当摄入量达到3g时会造成死亡^[4-5]。亚硝酸盐的毒性表现在它可以将血液里

正常的血红蛋白转化成高铁血红蛋白,即将血红蛋白中的二价铁氧化成三价铁,从而使其失去结合氧的能力,导致组织细胞陷入缺氧中毒状态,严重的话会引起人体呼吸困难甚至危及生命^[6]。另外,由于亚硝酸可与次级胺反应生成强烈致癌的亚硝胺,所以亚硝酸盐能在胃中与仲胺、酰胺以及氨基酸等反应形成强致癌的N-亚硝基化合物,引起消化系统癌变^[7-8]。

闽北地区芥菜制成的各种传统小菜深受人们的喜爱,但由于历史、环境等各种原因,有的传统芥菜制作方法已经失传或面临失传的危险,因此继承、完善并发展芥菜制作腌菜的方法,显得意义重大,任重道远。对芥菜制作闽北传统腌菜进行了详细的调研,收集并整理制作方法,为更好地保存和发扬闽北传统腌菜的制作方法做出一定的贡献,并对芥菜腌制过程中亚硝酸盐的生成规律进行研究,确定不同传统腌制芥菜方法中“亚硝峰”消失的时间,为人们能够成功地避开“亚硝峰”,更安全、科学、营养地食用传统腌制芥菜提供参考依据。

收稿日期:2015-12-02

基金项目:武夷学院对接南平产业发展科技专项重点项目(N2011WZ07);福建省中青年教师教育科研项目(JA14313);南平市指导性科技计划项目(N2014D07)。

作者简介:张静(1982-),女,汉族,讲师,主要从事食品微生物及生物技术、食品安全方面的研究。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

从调研结果中挑选出了具有代表性的4种芥菜腌制腌菜的方法进行实验室精确再现。4种腌制方法分别是:盐水泡菜、盐腌芥菜、酸芥菜(加饭汤型)、豆

腐乳泡芥菜芯。试验材料均购自武夷山市农贸市场或武夷学院闽联超市。

- (1) 盐水泡菜: 新鲜芥菜、生姜、花椒、辣椒、食盐。
- (2) 盐腌芥菜: 新鲜芥菜、食盐。
- (3) 酸芥菜(加饭汤型): 新鲜芥菜、饭汤。
- (4) 豆腐乳泡芥菜芯: 新鲜芥菜头、豆腐乳汤汁。

试剂: 亚铁氰化钾、乙酸锌、冰醋酸、硼酸钠、对氨基苯磺酸、盐酸萘乙二胺、亚硝酸钠等均为分析纯, 由国药集团化学试剂有限公司生产; 水为二级水或去离子水。

1.2 仪器

V-1100D 型可见分光光度计: 上海美普达仪器有限公司; TE124S 电子分析天平(0.1 mg): 塞多利斯科学仪器(北京)有限公司; WP-UP-UV-20 型微量有机除热源型超纯水机: 四川沃特尔科技发展有限公司; DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱: 上海精宏实验设备有限公司; 九阳 JYZ-C051 料理机: 九阳股份有限公司; 市售透明玻璃泡菜坛等用具。

1.3 方法

1.3.1 闽北传统腌制芥菜的制作方法

通过询问调查方法对分散在闽北十县市农村传统腌制芥菜的种类、品种、原料、制作方法等进行搜集、挖掘、鉴别及整理, 共整理了盐水泡菜、盐腌芥菜、酸芥菜(加水型)、酸芥菜(加饭汤型)、红糟芥菜、盐腌芥菜芯、豆腐乳泡芥菜芯、豆腐乳泡芥菜皮、盐腌芥菜皮和干腌菜等 10 种腌制芥菜的方法, 涵盖了不同的制作方法、不同的辅料、不同的芥菜部位制作的腌菜。这些方法不仅改变了芥菜的风味, 延长了芥菜的保存期限, 也充分体现了闽北人民的智慧和勤劳。

根据芥菜制作闽北传统腌菜的调研结果, 从中选择出盐水泡菜、盐腌芥菜、酸芥菜(加饭汤型)和豆腐乳泡芥菜芯等 4 种具有代表性的、受欢迎的芥菜腌制方式在实验室模拟制作。其加工方法如下:

方法 1: 盐水泡菜:

(1) 原辅料:

新鲜芥菜、开水、生姜、花椒、辣椒、盐

(2) 制作流程:

芥菜 → 选料 → 洗净、晾晒 → 装坛密封 → 发酵 → 成品
 ↑
 泡菜坛洗净 → 加盐水 → 冷却 → 加入配料

(3) 操作要点:

① 选料: 选择适量新鲜芥菜, 不宜太嫩或太老。

② 洗净、晾晒: 除去残根烂叶, 将芥菜洗干净, 晾晒至菜柔软, 大约半干。

③ 装坛、密封: 将泡菜坛洗净, 装入适量食盐(盐水浓度约 8%~10%), 加入开水。待盐水冷却至室温后, 将生姜、花椒、辣椒加入坛中。再将芥菜装坛, 要装满, 并且全部淹没在盐水里, 装好后液面和坛口相距约 6~7 cm, 然后盖上坛盖, 密封好。需要注意, 如果使用老坛水, 芥菜装坛时应该再加入适量的食盐, 以保持一定的盐水浓度, 一般按 50~70 g/kg 的比例加入, 并且菜和盐层层交替加入。

④ 发酵及成品: 将泡菜坛置于温暖的地方进行发酵, 10~14 d 左右即可食用, 此后应该把坛转移至阴凉的地方。使用过的泡菜液, 如果没有变质可继续使用, 泡制的时间会相应减短, 泡菜水的使用时间越长, 制作出的泡菜风味越浓。

方法 2: 盐腌芥菜

(1) 原辅料:

新鲜芥菜、盐

(2) 制作流程:

选料 → 洗净 → 晾晒 → 切段 → 加盐揉搓 → 装盆压实 → 发酵 → 生食或熟食

(3) 操作要点:

① 选料、清洗: 选择适量新鲜芥菜, 不宜太嫩或太老。除去残根烂叶, 将芥菜清洗干净。

② 晾晒、切段: 将已经清洗干净的芥菜, 置于室外进行晾晒, 以除去表面水分, 并使芥菜内部的水分有少许散失, 再将芥菜切成小段。

③ 加盐揉搓: 洒抹少许盐, 放入盆中双手用力揉搓, 使菜中的水分渗出。晾晒至菜柔软, 稍去水分。

④ 装盆压实: 将芥菜放入备好的坛子、桶、或盆内里, 压实, 然后用洗净的棕叶和大石头压紧腌制。

⑤ 发酵: 数日(顺昌县)或半个月(光泽县)后便可取出生食或熟食, 不同地区喜欢的食用时间不同。

方法 3: 酸芥菜(加饭汤型)

(1) 原辅料:

新鲜芥菜、饭汤

(2) 制作流程:

选料→洗净→切段→热烫→冷却→装盆压实→加饭汤发酵→成品→烹食

(3) 操作要点:

①洗净、切段:选择适量新鲜芥菜,不宜太嫩或太老,除去残根烂叶,将芥菜洗干净,切分成两段或四段。

②热烫、冷却:将切好的芥菜在沸水中煮 1~2 min,菜变软,大概五成熟时用筷子捞起,冷却。

③装盆压实:稍冷却后直接将菜层层交错排在盆或大碗中,不用刻意沥干。盖上小于盆口或碗口的盖子,然后在上面积压干净的重石,压至水挤出。

④加饭汤:用重石压一段时间后,在盆中加入适量温或冷的饭汤。

⑤发酵:约经 3 d 左右,即可取食,发酵腌制时间短芥菜辣而不酸,时间越长菜越酸且越没有辣味,时间最多不超过半个月,否则易变质。

方法 4:豆腐乳泡芥菜芯

(1) 原辅料:

新鲜芥菜头、豆腐乳汤汁

(2) 制作流程:

芥菜头→清洗、去皮→切片→晾晒→装罐或瓶→浸泡→压实密封→发酵→成品

(3) 操作要点:

①清洗、去皮:选择新鲜、成熟度适宜的芥菜头,不宜太嫩或太老,除去残根和茎叶,将芥菜头洗干净,然后去除表面粗皮得到菜芯。

②切片、晾晒:将菜芯切成厚约 0.5 cm 左右的片,置于太阳下晾晒,晒制八九成干,注意不能晒到酥。

③装罐、浸泡:将晒好的芥菜芯装入罐或瓶中,加入豆腐乳汤汁至淹没菜芯。

④压实、密封:尽量将罐中菜芯压实(在购回的豆腐乳的内表面有一塑料卡片,可起到将菜芯浸泡在豆腐乳汁中的良好效果)。加盖、封口,7 d 后即可取出直接食用。

1.3.2 亚硝酸盐质量比变化的测定方法

对实验室里模拟制作的盐水泡菜、盐腌芥菜、酸芥菜(加饭汤型)和豆腐乳泡芥菜芯分别每隔 24 h 取样,测定该腌制时间下的亚硝酸盐质量比,每个样品

每次做三个平行,根据同时测定的亚硝酸盐标准曲线计算样品中亚硝酸盐的质量比,求三者平均值。亚硝酸盐质量比的测定采用《食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》中的盐酸萘乙二胺分光光度法^[9]。

2 试验结果

2.1 亚硝酸盐标准曲线的测定与绘制

根据 2.3.2 的测定方法,分别取 0.00、0.50、1.00、1.50、2.00、2.50、3.00、3.50、4.00 mL (相当于亚硝酸钠 0.0、2.5、5.0、7.5、10.0、12.5、15.0、17.5、20.0 μg)亚硝酸钠标准使用液,经过测定吸光度绘制出亚硝酸盐标准曲线,其结果如图 1。

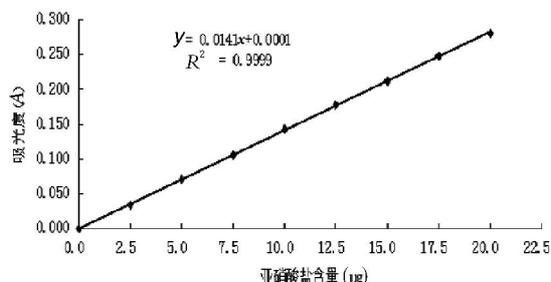


图 1 亚硝酸盐标准曲线

2.2 盐水泡菜制作过程中亚硝酸盐变化规律

对实验室里模拟制作的盐水泡菜每隔 24 h 取样检测其中亚硝酸盐质量比,绘制亚硝酸盐变化曲线,如图 2。

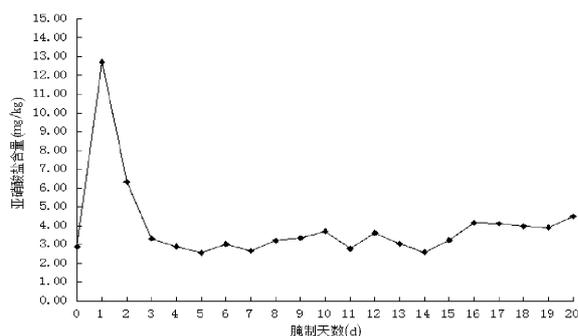


图 2 盐水泡菜样品中亚硝酸盐质量比变化曲线

新鲜芥菜经过晾晒后亚硝酸盐质量比为 2.88 mg/kg,腌制 1 d 后,盐水泡菜中的亚硝酸盐质量比迅速上升,达到峰值 12.71 mg/kg;此后亚硝酸盐的质量比逐渐下降,腌制 3 d 后,亚硝酸盐的质量比趋于稳定,保持在 4 mg/kg 以下。在腌制过程中,亚硝酸盐质量比有些起伏,原因可能是芥菜腌制过程中每天开盖取样,使泡菜坛中的环境始终处于有氧环境,好氧型微生物

不能得到显著抑制而导致的。在后期,亚硝酸盐质量比稍微有些上升,原因可能是15 d后超过了盐水泡菜的保质期,微生物大量繁殖,芥菜变质腐烂。

2.3 酸芥菜制作过程中亚硝酸盐变化规律

对实验室里模拟制作的酸芥菜每隔24 h取样检测其中亚硝酸盐质量比,绘制亚硝酸盐变化曲线,如图3。

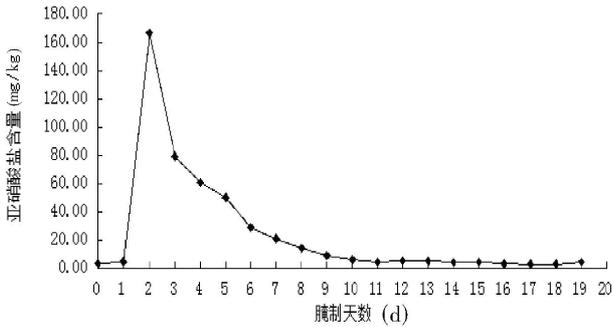


图3 酸芥菜样品中亚硝酸盐质量比变化曲线

新鲜芥菜中亚硝酸盐质量比为3.31 mg/kg,腌制初期酸芥菜中的亚硝酸盐质量比迅速上升,腌制2 d后,亚硝酸盐的质量比达到峰值,为166.44 mg/kg;此后亚硝酸盐的质量比逐渐下降,腌制11 d后,亚硝酸盐的质量比趋于稳定,保持在4 mg/kg以下。腌制12 d时亚硝酸盐质量比有微小的波动,原因可能是每天开盖取样,使酸芥菜处于有氧的条件下引起的。酸芥菜的亚硝酸盐高峰峰值很高的原因是样品中加入了饭汤,增加了营养成分从而促进细菌的快速大量繁殖而导致的。

2.4 盐腌芥菜制作过程中亚硝酸盐变化规律

对实验室里模拟制作的盐腌芥菜每隔24 h取样检测其中亚硝酸盐质量比,绘制亚硝酸盐变化曲线,如图4。

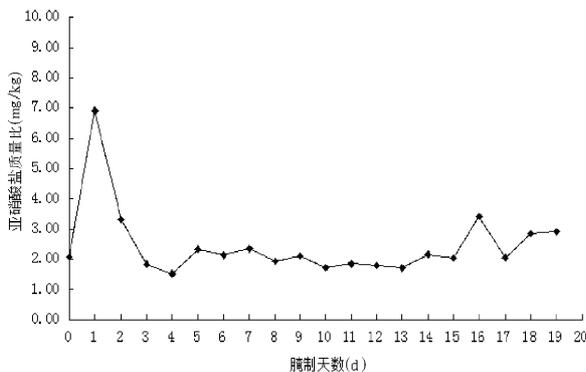


图4 盐腌芥菜样品中亚硝酸盐质量比变化曲线

新鲜芥菜晾晒、腌制一天后芥菜中亚硝酸盐质量

比为2.08 mg/kg,腌制1 d后,盐腌芥菜中的亚硝酸盐质量比上升,达到峰值6.92 mg/kg;此后亚硝酸盐的质量比开始逐渐下降,腌制2 d后,亚硝酸盐的质量比趋于稳定,虽然有些波动但是均保持在4 mg/kg以下,波动的原因可能是每天开盖取样导致的。盐腌芥菜的“亚硝峰”峰值均比盐水泡菜和酸芥菜的低,原因是食盐浓度较高导致,有相关研究表明:食盐浓度愈大亚硝峰值愈低^[10]。

2.5 豆腐乳泡芥菜芯制作过程中亚硝酸盐变化规律

对实验室里模拟制作的盐腌芥菜每隔24 h取样检测其中亚硝酸盐质量比,绘制亚硝酸盐变化曲线,如图5。

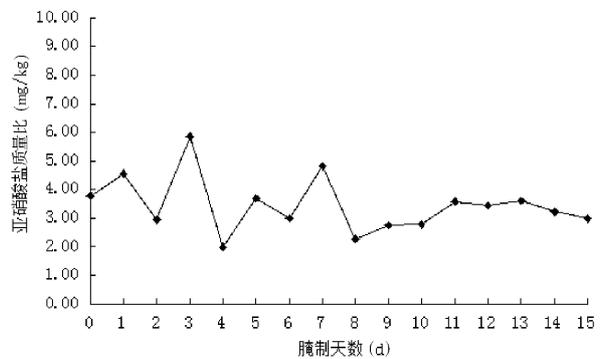


图5 豆腐乳泡芥菜芯样品中亚硝酸盐质量比变化曲线

新鲜芥菜芯烘干后亚硝酸盐的质量比为3.78 mg/kg,腌制初期豆腐乳泡芥菜芯中的亚硝酸盐质量比稍有上升,腌制3 d后,亚硝酸盐的质量比达到峰值,仅为5.86 mg/kg;此后亚硝酸盐的质量比开始逐渐下降,腌制8 d后,亚硝酸盐的质量比趋于稳定,保持在4 mg/kg以下。在腌制过程中,亚硝酸盐质量比有些起伏,原因有二:一是制作过程中每天开盖取样所引起;二是因为芥菜芯的大小、厚薄程度有些差异,导致浸泡的程度有些不同而引起。虽然图中亚硝酸盐质量比变化起伏相对多些,但是其最大值才为5.86 mg/kg,整体变化波动范围很小,其原因也有二:一是豆腐乳本身含有较多的食盐抑制了细菌的繁殖,二是芥菜芯本身水分含量较多,当晒干后质量和体积都有较大的减少,结构紧实,以至于产生的亚硝酸盐释放缓慢,从而没有出现明显的“亚硝峰”。

从图2~5可以看出,腌制前期四种样品中亚硝酸盐质量比均呈现先上升后下降的变化趋势,并且图2、图3、图4在初期均出现了明显的“亚硝峰”现象。

3 分析和讨论

大量研究证实:蔬菜腌渍过程中亚硝酸盐质量比都是先增加后减少的变化趋势,而且都会出现“亚硝峰”的现象。刘玉龙^[11]发现在大白菜腌制过程中亚硝酸盐的质量比变化中出现了“亚硝峰”现象。李基银^[12]也证明在蔬菜腌渍过程中一般都会有“亚硝峰”现象。马占玲^[13]、郭双霜^[14]、钱志伟等^[15]分别在研究大白菜、萝卜腌制的实验中也证明了这一现象。本次实验结果显示,试验中的四种样品中亚硝酸盐质量比的变化趋势基本相同,且与大量研究证实的一样,亚硝酸盐质量比先增加后减少,而且均出现了“亚硝峰”的现象。

许多研究也表明蔬菜在腌制过程中“亚硝峰”的峰值和出现的时间与食盐浓度、环境温度、酸度、有害微生物污染等因素有关。燕平梅等^[16]指出腌制蔬菜中“亚硝峰”的形成是因为发酵过程中杂菌所导致的。Andersson R^[17]证明,发酵蔬菜中亚硝酸盐大量生成的原因是黄杆菌属和肠杆菌等革兰氏阴性菌产生的硝酸还原酶。吴正奇等^[18]指出蔬菜腌制过程中容易被具有很强的硝酸还原能力的大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等微生物污染。有研究证明 pH=4.5 及以下能够抑制硝酸还原酶的活性,减弱其硝酸还原的作用^[19-20]。此外,已生成的亚硝酸盐仍继续被还原或被酸分解破坏,亚硝酸盐质量比逐渐下降,即出现了“亚硝峰”。亚硝酸盐与乳酸发生作用生成亚硝酸,当温度越高、酸度越大时,亚硝酸被分解得越快。亚硝酸盐除了与酸反应被分解之外,一些乳酸菌和大肠杆菌产生的亚硝酸盐还原酶也可以降低亚硝酸质量比^[21]。纪淑娟等^[22]发现乳酸菌对亚硝酸盐的降解分为:初期是亚硝酸盐还原酶降解为主要因素,后期以酸降解为主。

在芥菜腌制的初期,乳酸菌迅速繁殖,此时芥菜所在的环境还没有形成酸性,各种有害菌也会迅速繁殖,因此导致亚硝酸盐质量比上升。随着腌制的进行,环境中氧减少加上酸度升高,抑制了硝酸还原菌的生长,但是并不会影响厌氧的乳酸菌代谢产酸,因此形成的酸性环境会逐渐减弱硝酸盐还原能力。

因此,闽北传统芥菜小菜中亚硝酸盐产生的原因

主要有以下几个方面:一、在新鲜芥菜中的亚硝酸盐质量比并不多,但是它含有大量的硝酸盐。主要原因是其生长期间大量、不合理地施用氮肥,致使土壤中硝酸盐含量过多,芥菜吸收的氮肥无法完全转化,造成过量的硝酸盐被积累^[23]。二、在芥菜制作闽北传统小菜的过程中,使用腌制或泡菜等制作工艺,发酵菌会伴随着整个过程,尤其在发酵菌大量增殖的时候,大量的硝酸盐还原酶使菜肴中的亚硝酸盐质量比增加。三、制作过程中,往往会被许多的杂菌污染,尤其在制作条件控制不理想的状态下,比如大肠杆菌、摩根氏变形菌等微生物大量繁殖都可以将菜中的硝酸盐还原成亚硝酸盐。四、在制作过程中会使用到水,如果水中含有较多的硝酸盐,或含有能产生硝酸盐还原酶的菌存在的话都会导致亚硝酸盐质量比的增加。

4 结论

芥菜制作闽北传统小菜过程中会产生亚硝酸盐,并且在初期会形成“亚硝峰”,亚硝酸盐质量比先增加后减少。

不同的制作方法,过程中产生的亚硝酸盐最大值不同,酸芥菜的“亚硝峰”峰值最大,为 166.44 mg/kg,其次是盐水泡菜,“亚硝峰”峰值为 12.71 mg/kg,盐腌芥菜峰值为 6.92 mg/kg,豆腐乳泡芥菜芯的“亚硝峰”峰值最小,为 5.86 mg/kg。不同制作方法过程中样品出现峰值的时间也有区别,但是均在腌制 1~3 d 内出现。

芥菜不同的部位在制作小菜的过程中产生的“亚硝峰”峰值不同,茎叶部位所产生的峰值均比菜芯部位的峰值高,并且食盐浓度不同、菜的大小或厚薄不同也会影响腌制过程中亚硝酸盐质量比的变化和峰值的大小。

盐水泡菜中亚硝酸盐质量比在制作的 3~15 d 内均满足我国绿色食品酱腌菜卫生标准(不超过 4 mg/kg)的要求,这阶段可以放心食用。酸芥菜在制作第 11 d 之后,亚硝酸盐的质量比趋于稳定,保持在 4 mg/kg 左右,可见生活中人们 3 d 左右就食用酸芥菜是极不健康的,应该在 11~15 d 左右之间食用。盐腌芥菜第二天以后亚硝酸盐质量比就小于 4 mg/kg,最高峰值也在我国酱腌菜亚硝酸盐质量比应小于等于 20

mg/kg 的规定范围内, 因此人们平时在制作数日或半个月左右食用是安全的。豆腐乳泡芥菜芯在制作第 8 d 之后, 亚硝酸盐的质量比趋于稳定, 保持在 4 mg/kg 之内, 其峰值小, 整体波动范围很小, 故生活中人们在制作一周后食用是安全放心的。

参考文献:

- [1] 俞永和. 芥菜的营养价值及高产高效栽培技术[J]. 上海蔬菜, 2012(3):99-100.
- [2] 陈材林, 周源, 周光凡, 等. 中国的芥菜起源探讨[J]. 西南农业学报, 1992(3):3-7.
- [3] 杨以耕, 刘念慈, 陈学群, 等. 芥菜分类研究 [J]. 园艺学报, 1989 (2):114-121.
- [4] 毛由三, 谢三星. 亚硝酸盐中毒有关问题浅谈[J]. 动物毒物学, 1995 (1):35-37.
- [5] Hou J C, Jiang C G, Long Z C. Nitrite level of pickled vegetables in Northeast China[J]. Food Control, 2013, 29(1):7 - 10.
- [6] Spencer J, Whiteman M A, Halliwell B. Nitrite -induced deamination and hypochlorite-induced oxidation of DNA in intact human respiratory tract epithelial cells.[J]. Free Radical Biology & Medicine, 2000, 28(7):1039 - 1050.
- [7] 宋圃菊. N-亚硝基化合物[J]. 中国酿造, 1995 (3):3-8.
- [8] 徐莹, 李景军, 何国庆. 食用泡菜安全性分析 [J]. 中国食物与营养, 2005 (4):56-57.
- [9] GB/T 5009.33-2010, 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定[S]. 北京:中华人民共和国卫生部, 2010.
- [10] 段翰英, 李远志, 蒋善有, 等. 泡菜的亚硝酸盐积累问题研究[J]. 食品研究与开发, 2001, 22(6):15-17.
- [11] 刘玉龙. 大白菜腌渍过程中亚硝酸盐形成规律的研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学, 1989.
- [12] 李基银. 腌菜质量与卫生[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1988.
- [13] 马占玲. 白菜和酸菜中亚硝酸盐含量的变化规律[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(11):6505-6506.
- [14] 郭双霜. 发酵萝卜中亚硝酸盐的变化规律及相关微生物的分离和发酵特性研究[D]. 雅安:四川农业大学, 2013.
- [15] 钱志伟, 郭森. 泡菜腌制过程中总酸、Vc 和亚硝酸盐含量的动态观察[J]. 江苏调味副食品, 2000(1):16-18.
- [16] 燕平梅, 薛文通, 张慧, 等. 不同贮藏蔬菜中亚硝酸盐变化的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(6):242-246.
- [17] Andersson R. Nitrate reduction during fermentation by Gram-negative bacterial activity in carrots [J]. International Journal of Food Microbiology, 1985, 2(4):219-225.
- [18] 吴正奇, 凌秀菊. 酱腌菜生产过程中亚硝酸盐和亚硝胺的产生与预防[J]. 中国调味品, 1996 (8):8-12.
- [19] 何淑玲. 泡菜发酵过程中亚硝酸盐生成和降解机理的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2006.
- [20] Raffaella D C, Surico R F, Sonya S, et al. Selection and use of autochthonous mixed starter for lactic acid fermentation of carrots, French beans or marrows[J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 127(3):220 - 228.
- [21] 杨洁彬. 乳酸菌:生物学基础及应用[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1996.
- [22] 纪淑娟, 孟宪军. 大白菜发酵过程中亚硝酸盐消长规律的研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(2):42-46.
- [23] 大连轻工学院. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1999:315-319.

(责任编辑:叶丽娜)

Investigation on the Changing Rules of Nitrite in the Pickled Mustard during Pickling Process in North Fujian

ZHANG Jing¹, XU Yinghui², HUANG Yan¹, FU Xinzheng¹,
WANG Shupe¹, XIE Xinlian¹

(1.School of Tea and Food, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2. School of Ecology and Resources Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Through the investigation and research, collected ten kinds of different picking methods mustard in North of Fujian and selected four typical methods among them. We made pickled mustard in laboratory according to these methods and determined the concentration of nitrite at the intervals of 24 h, thus to get the peak level time of nitrite content. Through exploration the dynamic changes of nitrite in different parts of mustard and pickled method, the safety pickling times of different mustards were assessed.

Key words: pickle; mustard; nitrite; North Fujian

天仙果预防关节炎活性部位筛选

张秋萍¹, 陈雪梅¹, 李少华², 王增烈³, 高忠坂⁴

(1.厦门市中医院药剂科, 福建 厦门 361009; 2.武夷学院茶与食品学院, 福建 武夷山 354300;
3.厦门市马巷卫生院药剂科, 福建 厦门 361009; 4.三明市食品药品检测中心, 福建 三明 365001)

摘要:采用溶剂法提取分离天仙果不同极性部位,以 Freund's 完全佐剂型关节炎大鼠模型对天仙果提取分离的各部位进行预防关节炎的药效学筛选。实验表明天仙果醇提、醇提水沉部位具有明显的预防关节炎作用,其中以醇提水沉组效果最佳,即中等极性部位具有预防关节炎作用。

关键词:天仙果;活性部位;预防关节炎;Freund's 完全佐剂

中图分类号:R284.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0015-03

天仙果为桑科榕属植物天仙果 (*Ficus erecta*)的根,俗称“牛奶籽根”、“牛奶浆根”。在福建省武夷地区民间常将天仙果与肉类煲汤食用,香气四溢,汤水醇美,是当地居民预防关节炎药膳煲汤首选食材。本文以佐剂性关节炎大鼠模型^[1]对天仙果提取分离的各部位^[2]进行预防关节炎的药效学筛选,现将结果报道如下。

1 实验材料

1.1 材料

天仙果,购于福建省武夷山市,足容量测量装置,70%酒精(食用级),Freund's 完全佐剂(批号:SLBK1731V sigma),蒸馏水。

1.2 动物

Wistar 大鼠,体质量(180±20)g,清洁级(上海斯莱克公司,合格证号:2014-0005)。正常饲养3天后供试。

2 方法与结果

2.1 天仙果不同部位的制备

2.1.1 天仙果水提部位的制备:

取天仙果粉末(过12目筛)40g,置于1L烧瓶中,加20倍量水,浸泡1h,煎煮两次,每次1h,滤过,合并滤液,浓缩至2.5g/mL(以生药量计),备用。

2.1.2 天仙果水提醇沉部位的制备:

取天仙果粉末(过12目筛)40g,置于1L烧瓶中,加20倍量水,浸泡1h,煎煮两次,每次1h,滤过,合并滤液,浓缩至1:1.1,加3倍量70%乙醇沉淀,冰箱静置过夜,除去上清液,下层溶液回收乙醇至无醇味,加水调整为2.5g/mL(以生药量计),备用。

2.1.3 天仙果醇提部位的制备:

取天仙果粉末(过12目筛)40g,置于1L烧瓶中,加20倍量70%乙醇,浸泡1h,煎煮两次,每次1h,滤过,合并滤液,回收乙醇至无醇味,加水调整为2.5g/mL(以生药量计),备用。

2.1.4 天仙果醇提水沉部位的制备:

取天仙果粉末(过12目筛)40g,置于1L烧瓶中,加20倍量70%乙醇,浸泡1h,煎煮两次,每次1h,滤过,合并滤液,回收乙醇至无醇味,加3倍量水沉淀,冰箱静置过夜,除去上清液,浓缩,加水调整为2.5g/mL(以生药量计),备用。

收稿日期:2015-09-10

基金项目:福建省卫生厅青年课题(2013-2-97)。

作者简介:张秋萍(1985-),女,汉族,药师,主要从事中药制剂学方向研究。

2.2 方法与结果

2.2.1 天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠足肿胀度的影响

取(180±20) g Wistar 雄性大鼠,实验前先适应性喂养 3 d,随机分为六组,每组 10 只,预留一组做为空白对照组,其余各组于每只大鼠右后足跖皮内注射 Freund's 完全佐剂 0.1 mL 致炎。测量致炎及给药后大鼠足肿胀度,造模后第 8 d 开始灌胃给药,连续给药 7 d,各给药组按照为 5 g/kg(以生药量计)体重剂量的灌胃,空白对照组、模型对照组给予相同体积的生理盐水。观察天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠足肿胀度的影响^[3]。

用蓝色记号笔在大鼠右足踝关节处划圈,用足容量测量装置测量大鼠足肿胀度。采用 graphpad prism5.01^[4],各组结果以(mean±s)表示,组间比较采用均数比较法,实验结果见表 1,分析结果见图 1。计算公式:

$$\text{抑制率 } I(\%) = \frac{E_c - E_t}{E_c} \times 100\% \quad (1)$$

其中 E_c 和 E_t 分别代表模型对照组和给药组的平均肿胀度。

表 1 天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠足肿胀度的影响(mean±s, n=10)

组别	n	剂量(g/kg)	药前(mL)	药后(mL)	抑制率 E(%)
空白对照组	10	-	2.03±0.058	2.04±0.049	-
模型对照组	10	-	2.64±0.059	2.65±0.059	-
水提部位	9	5	2.61±0.078	2.62±0.070	-1.95
水提醇沉部位	10	5	2.66±0.067	2.65±0.064	-2.40
醇提部位	9	5	2.67±0.073	2.53±0.084	11.29
醇提水沉部位	10	5	2.67±0.083	2.51±0.080	14.33

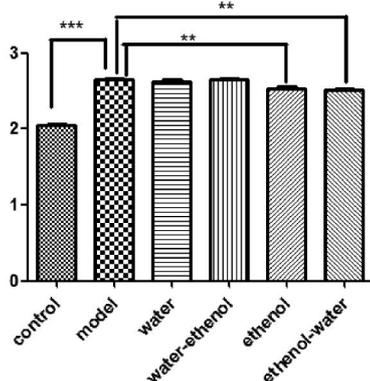


图 1 天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠足肿胀度的影响

根据统计,模型组与空白组比较,受试大鼠足肿胀度 $P < 0.01$,差异具有高度统计学意义,提示造模成功;给药后,醇提部位组与模型组比较 $P < 0.05$,差异具有统计学意义;醇提水沉组与模型组比较 $P < 0.05$,差异不具有统计学意义。

2.2.2 天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠体质量的影响

称量致炎前及给药前后 2.2.1 中大鼠体质量,采用 graphpad prism5.01,各组结果以(mean±s)表示,组间比较采用均数比较法,实验结果见表 2,分析结果见图 2。

表 2 天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠体质量的影响(mean±s, n=10)

组别	剂量(g/kg)	造模前(g)	给药前(g)	给药后(g)
空白对照组	-	182±3.5	215±8.5	250±7.5
模型对照组	-	185±4.0	210±7.0	240±9.5
水提部位	5	178±5.5	206±9.5	246±8.0
水提醇沉部位	5	186±4.5	208±12.0	244±13.5
醇提部位	5	188±7.0	210±8.5	253±7.5
醇提水沉部位	5	185±5.5	213±11.0	250±10.5

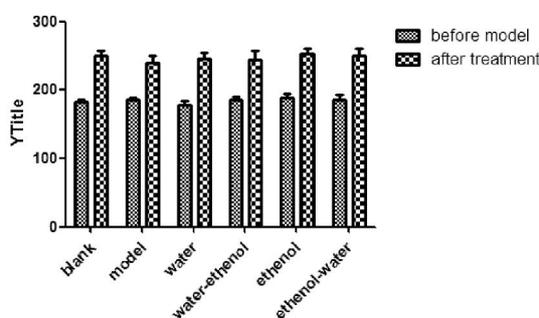


图 2 天仙果提取物对弗氏完全佐剂型大鼠体质量的影响

各组在造模前和给药后体质量比较 $P > 0.05$,差异不具有统计学意义。

3 讨论

类风湿性关节炎是一类致残性极高的自身免疫功能障碍性疾病,现今抗风湿药物一线药物以激素、非甾体抗炎药为主,疗效明确、毒副作用较大。天仙果作为武夷山地区民间药食同源植物,主要用于预防关节炎性疾病,因此本实验选用弗氏完全佐剂型关节炎模型,采用造模后 7 d 给药方法进行研究,实验结果

表明,天仙果对弗式完全佐剂型关节炎模型具有明显的效果,其中尤以醇提、醇提水沉组效果为佳,也侧面印证了当地民众将天仙果与肉类煲汤方法的科学性;通过对弗氏完全佐剂型大鼠体重的分析,天仙果各提取部位均对大鼠体重无影响,不影响大鼠体重的正常增长,大鼠的体重波动都在正常范围内。

参考文献:

[1] 夏丽娟,陈飞虎,阮晶晶,等.重组人内抑素诱导佐剂性关节

炎大鼠滑膜细胞凋亡的研究[J].中国药理学通报,2008,24(8):52-56.

[2] 龚莉,向大雄,隋艳华.黄精心血管活性部位的筛选[J].中药新药与临床药理,2007,18(4):301-302.

[3] 徐叔云,卞如濂,陈修.药理实验方法学[M].北京:人民卫生出版社,2001:920-921.

[4] 彭芳,金建华,余方.Graphad prism 5.01 在科技期刊统计图表中的应用[J].中国科技纵横,2010(1):104-105.

(责任编辑:夏婷婷)

Screening on the Active Fractions of Prevent Arthritis from *Ficus Erecta*

ZHANG Qiuping¹, CHEN Xuemei¹, LI Shaohua², WANG Zenglie³, GAO Zhongban⁴

(1.Department of Pharmacy, Xiamen Traditional Chinese Hospital, Xiamen, Fujian 361009;

2.School of Tea and Food Science, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

3.Xiamen Maxiang Hospital Pharmacy, Xiamen, Fujian 361009;

4.Sanming Food and Drug Inspection Center, Sanming, Fujian 365001)

Abstract: The active components from *Ficus erecta* were extracted by solvent separation methods, and their Prevent Arthritis effects on AA rat model. Among the extracts from *Ficus erecta*, ethanol and ethanol-water extract has good Prevent arthritis effect, ethanol-water extract better, the parts with medium polarity from *Ficus erecta* have the best Prevent arthritis.

Key words: Fairy fruit; active site; prevent arthritis; Freund's complete adjuvant

微生物发酵法提取大豆渣膳食纤维的研究

赵泰霞, 朱杏玲

(武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:以新鲜豆渣为原料,以保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌(1:1)为发酵剂,利用发酵法来提取大豆膳食纤维。以可溶性膳食纤维(SDF)得率为衡量指标,探讨发酵时间、发酵剂接种量、脱脂奶粉和白砂糖添加量以及发酵温度等因素对发酵工艺的影响,并利用正交试验进行工艺优化。结果表明,最佳工艺条件为:发酵时间 30 h,发酵剂接种量 5%,3%脱脂奶粉+0.5%白砂糖,发酵温度 41℃,提取的 DF 得率为 75.6%,SDF 得率为 17.2%。成品呈浅黄色,无豆腥味、并有一股淡淡的特殊香味。

关键词:大豆渣;膳食纤维;可溶性膳食纤维;发酵

中图分类号:TS214.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0018-05

豆渣是各类大豆制品如豆腐、腐乳、豆腐干、豆乳等生产加工过程中所产生的副产物^[1-8]。据研究,相对于其他谷类作物来说,豆渣是一种十分理想的膳食纤维源,其含量达 50%~70%,其纤维质感好、口感佳^[9],通过加工处理得到的食用大豆纤维粉,在众多天然膳食纤维源中是最价廉质高的,同时也是非常好的多功能蛋白——膳食纤维添加剂^[10]。

我国大豆年消费量巨大,豆渣约占总重的 15%~20%,但并未对豆渣进行大规模的深加工利用,更多的是将其用作猪饲料或遗弃。然而,由于新鲜豆渣含水量高,约 70%~80%,容易腐败变质;更重要的是用豆渣喂猪非常麻烦,必须煮熟、控制使用量,且容易引起消化不良,若是误食变质的豆渣,严重者可造成死亡。因此,不少饲养员排斥使用豆渣饲料,这更加剧了豆渣资源的浪费。针对这种情况,将豆渣进行深加工,提取豆渣中的膳食纤维,研究如何提取质量好、纯度高、生理活性好的膳食纤维具有很高的实际应用价值。

目前,用微生物发酵法提取大豆渣膳食纤维的研究工艺尚未成熟。与化学分离法、化学试剂-酶结合分离法、超声波辅助提取法和膜分离法相比,用发酵法提取的膳食纤维更安全、纯度高,更重要的是提取过程简单、成本低、易实现工业化生产。因此,本文研究如何通过发酵法来获得更安全、口感佳,无豆腥味的膳食纤维。

1 材料与方法

1.1 供试材料

大豆渣、白砂糖均为市售;脱脂奶粉(完达山乳业股份有限公司);菌种:保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌(实验室菌种库自备);MRS:培养基广东环凯微生物有限公司,NaOH、HCl、Na₂CO₃、95%乙醇均为分析纯。

1.2 仪器设备

立式压力蒸汽灭菌器:上海东亚压力容器制造有限公司;电热恒温培养箱:上海智城分析仪器制造有限公司;电热恒温培养箱:上海智城分析仪器制造有限公司;超净工作台:苏州净化设备有限公司;电热恒温鼓风干燥箱:上海精宏实验设备有限公司;真空泵:巩义市予华仪器有限责任公司。

收稿日期:2015-10-16

作者简介:赵泰霞(1983-),女,汉族,助教,主要从事乳品微生物学研究。

2 试验方法

2.1 工艺流程

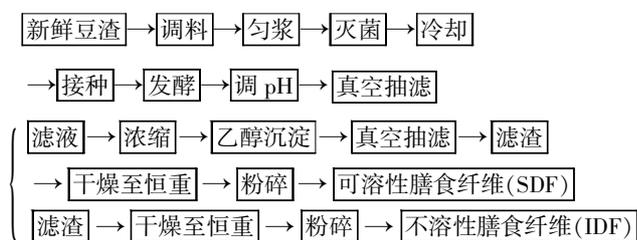


图 1 工艺流程图

2.2 菌种活化和驯化

保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌的适宜培养基为牛乳或脱脂乳粉,为使菌种能在大豆渣料液培养基中生长良好,须分别对其进行驯化^[4]。具体方法如下:

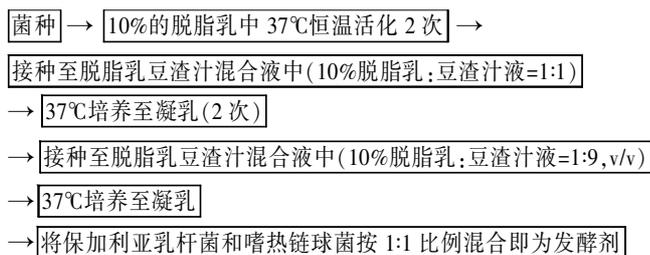


图 2 菌种活化流程图

注:豆渣汁——将豆渣加蒸馏水打浆,使其混合均匀,真空抽滤取其滤液。

2.3 操作要点

2.3.1 选料

选取新鲜的豆渣(生产豆腐下脚料,呈淡黄色,豆腥味浓),不能选择已发酸、发臭、发霉的豆渣。

2.3.2 调料

称取 20 g 豆渣,装入 100 mL 锥形瓶中,并按照 1:2 的料液比往锥形瓶中加入已溶解了适量脱脂奶粉和白砂糖的蒸馏水,混合均匀。

2.3.3 灭菌

95 °C加热灭菌 15 min^[3]。

2.3.4 接种

在无菌操作台中,无菌加入适量的生产发酵剂。

2.3.5 发酵

在适宜温度下培养一定时间,发酵至呈凝乳状态、淡黄色、能闻到轻微的酸味。

2.2.6 调 pH

将发酵好的豆渣用蒸馏水清洗 1~2 次,然后用 2%的 Na₂CO₃ 溶液将 pH 调至中性,pH 为 6.6~6.8^[3]。

2.3.7 产品

将上述豆渣进行真空抽滤,滤液和滤渣分别进行如下处理:

a、不溶性膳食纤维(IDF):将滤渣进行 70 °C恒温干燥,并干燥至恒重,粉碎过 60 目筛,即得 IDF,备用。

b、可溶性膳食纤维(SDF):将滤液进行浓缩,用 4 倍体积的 95%乙醇溶液进行沉淀^[12],沉淀 1.5 h^[13],过滤取滤渣,于 70°C干燥至恒重,粉碎过 60 目筛,即得 SDF,备用。

2.4 单因素试验

该试验将发酵时间 t(min)、菌种接种量、脱脂奶粉和白砂糖的添加量、发酵温度 T(°C)设为单因素,每个因素分别设 5 水平:发酵时间 t(min)分别为 12、24、36、48、60 h,菌种接种量为 1%、3%、5%、7%、9%,脱脂奶粉和白砂糖的添加量为 3.5%脱脂奶粉、3%脱脂奶粉+0.5%白砂糖、2%脱脂奶粉+1.5%白砂糖、1%脱脂奶粉+2.5%白砂糖、3.5%白砂糖,发酵温度 T(°C)为 35、38、41、44、47 °C。

2.5 正交试验

在单因素实验的基础上,设计 L₉(3⁴)正交试验,每个试验重复 3 次,对正交试验的数据进行直观和方差分析,确定发酵法提取大豆膳食纤维的最佳工艺条件。交试验因素水平见表 1。

表 1 正交试验因素水平表

	A	B	C	D
水平	发酵时间 (h)	菌种接种量 (%)	脱脂奶粉+ 白砂糖(%)	发酵温度 (°C)
1	24	1	3%+0.5%	38
2	30	3	2%+1.5%	41
3	36	5	1%+2.5%	44

3 结果与分析

3.1 发酵时间对膳食纤维得率的影响

由图 3 可以看出,发酵时间在 24 h 前,大豆渣

SDF的提取率随着发酵时间的延长急剧增加;发酵时间在24 h时,大豆渣SDF的提取率达到最大,这说明适当延长发酵时间有利于提高SDF的得率;发酵时间在24 h后,大豆渣SDF的提取率增幅不大,并稍微有些下降。

原因分析:发酵前期时间过短,酶活性低,菌种发酵不完全,乳酸等代谢产物生成较少,影响IDF转化为SDF;发酵时间适宜,IDF大量转化为SDF,使SDF的提取率达到最大;但发酵时间过长,次级代谢产物及有害物质增多,不利于菌体生长,同时一些结构紧密的IDF不能再转化为SDF,因此,SDF的提取率有所下降。

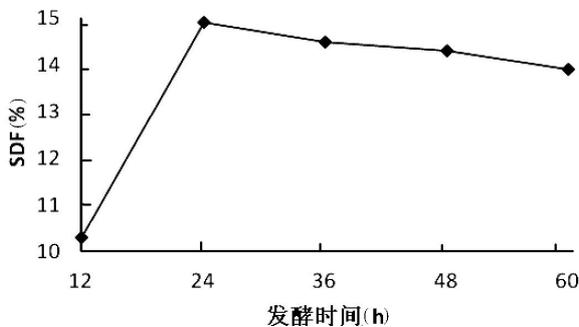


图3 发酵时间对膳食纤维得率的影响

3.2 发酵剂接种量对膳食纤维得率的影响

由图4可以看出,当发酵剂接种量小于3%时,大豆渣SDF的提取率随着接种量的增加而迅速提高;接种量为3%时,大豆渣SDF的提取率达到最大,这说明适当增加发酵剂接种量有利于提高SDF的提取率;当发酵剂接种量大于3%时,随着接种量的增大,SDF提取率缓慢下降并趋于平缓。

原因分析:过少的发酵剂接种量,影响菌种生长繁殖,转化速率低,SDF的提取率低;发酵剂接种量过多时,前期生长过快,衰老细胞增多,发酵产酸过多,影响乳酸菌代谢,导致转化动力不足,影响SDF的提取率。

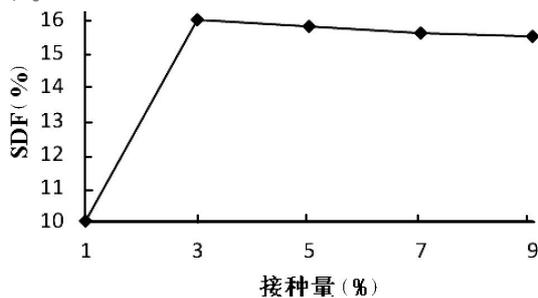


图4 发酵剂接种量对膳食纤维得率的影响

3.3 脱脂奶粉和白砂糖添加量对膳食纤维得率的影响

从表2可以看出,对照组SDF的提取率最低,说明加入脱脂奶粉和白砂糖的豆渣培养基营养更丰富,更适合乳酸菌的生长。添加3%脱脂奶粉+0.5%白砂糖时,SDF提取率最高,原因可能是此时乳酸菌对IDF的降解作用增强,使大量IDF转化为SDF。

表2 脱脂奶粉和白砂糖添加量对膳食纤维得率的影响

添加成分	3.5%脱脂奶粉	3%脱脂奶粉+0.5%白砂糖	2%脱脂奶粉+1.5%白砂糖	1%脱脂奶粉+2.5%白砂糖	3.5%白砂糖	对照
SDF/%	15.1	16.3	15.8	13.4	12.6	9.1

3.4 发酵温度对膳食纤维得率的影响

由图5可以看出,发酵温度低于41℃时,SDF的得率随着发酵温度的升高而大幅度提高;发酵温度超过41℃时,SDF的提取率有所降低。说明温度过低或过高都影响菌体的生长繁殖及乳酸菌等代谢产物的生成,导致SDF的提取率降低。

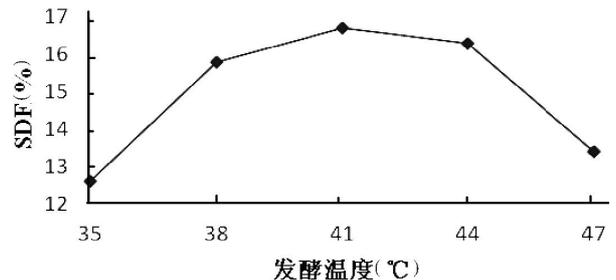


图5 发酵温度对膳食纤维得率的影响

3.5 发酵工艺条件的优化

根据单因素试验的结果,设计了L₉(3⁴)正交试验。通过对数据进行直观和方差分析,可确定提取大豆膳食纤维的最佳工艺条件。结果见表3和表4。

表3 直观分析

项目	发酵时间 A(h)	接种量 B(%)	添加物 C(%)	发酵温度 D(°C)	SDF提取率(%)
1	1	1	1	1	13.3
2	1	2	2	2	14.5
3	1	3	3	3	14.4
4	2	1	2	3	15.4
5	2	2	3	1	16.2
6	2	3	1	2	17.2
7	3	1	3	2	15.1
8	3	2	1	3	16.2
9	3	3	2	1	15.4
K _{SDF1}	14.067	14.600	15.567	14.967	-
K _{SDF2}	16.267	15.633	15.100	15.600	-
K _{SDF3}	15.567	15.667	15.233	15.333	-
R _{SDF}	2.200	1.067	0.467	0.633	-
主次顺序	A>B>D>C				
优水平	A ₂	B ₃	C ₁	D ₂	-
优组合	A ₂ B ₃ D ₂ C ₁				

从表 3 可以看出,发酵时间的极差 R 最大为 2.200,是影响 SDF 提取率的最主要因素。主次顺序为 $A>B>D>C$,即发酵时间>菌种接种量>发酵温度>脱脂奶粉和白砂糖的添加量。由于脱脂奶粉和白砂糖添加量的极差最小,作为误差列。

表 4 方差分析

因素	偏差平方和	自由度	F 比	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	显著性
A	7.580	2	21.844	19.000	99.000	*
B	2.207	2	6.360	19.000	99.000	*
D	0.607	2	1.749	19.000	99.000	-
误差	0.35	2	-	-	-	-

注:* 表示差异具有高度统计学意义。

从表 4 可以看出,发酵时间和菌种接种量对可溶性膳食纤维的影响显著,发酵温度、脱脂奶粉和白砂糖的添加量对其影响不显著。正交试验结果表明,最优组合为 $A_2B_3D_2C_1$,即最佳发酵工艺为:发酵时间 30 h,菌种接种量 5%,3%脱脂奶粉+0.5%白砂糖,发酵温度 41 ℃。

按以上最佳组合方案 $A_2B_3D_2C_1$ 作验证试验,经三次重复实验,测得的大豆渣总膳食纤维的平均得率为 75.6%,SDF 占总膳食纤维的比例为 17.2%,且持水力为 6.19 g/g,溶胀性为 8.14 mL/g。

4 结论与讨论

大豆渣是一种质优价廉的膳食纤维源,本文以新鲜豆渣为原料,利用保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌(1:1)混合菌种发酵制备的膳食纤维是一种呈浅黄色、无豆腥味,并带有一种特殊香味的粉末。通过单因素和正交试验,最佳工艺条件是:发酵时间 30 h,菌种接种量 5%,3%脱脂奶粉+0.5%白砂糖,发酵温度 41 ℃。

膳食纤维持水力和溶胀性的大小是衡量膳食纤维品质好坏的两个重要特性,持水力和溶胀性越大则表示膳食纤维的吸水、吸油能力越强,表面积及吸附性也越大,因而膳食纤维的生理活性也越好。按上述发酵条件制备的膳食纤维持水力高、吸水性强,持水力和溶胀性也较为理想;制取的总膳食纤维(TDF)提取率为 75.6%,且可溶性膳食纤维(SDF)占 TDF 的比

例高达 17.2%,是一种优质的膳食纤维。

在本实验中,并没有除去豆渣中的蛋白质、脂肪和淀粉。具体原因如下:

据研究,豆渣中脂肪以及淀粉含量都特别低,不会对发酵过程产生影响,因此没有必要除去。如在涂宗财^[3]等对豆渣原料成分的分析中发现脂肪含量只有 2.5%;在王波等^[10]对豆渣原料成分的分析中发现脂肪和淀粉的含量都小于 1%。虽然,豆渣中蛋白质含量为 10%~20%、灰分的含量为 4%左右,比较高,但是由于菌种可以消耗豆渣中的蛋白质和淀粉等杂质,也可以不用除去。本文要求发酵过程中产酸,原因是:适量的产酸,有利于 IDF 转化为 SDF,提高 SDF 的含量,从而获得生理活性更高、品质更好的大豆膳食纤维。

参考文献:

- [1] 张振山,叶素萍,李泉,等.豆渣的处理与加工利用[J].食品科学,2004,25(10):400-406.
- [2] 裘纪莹,陈蕾蕾,王未名,等.发酵法制备高品质膳食纤维的研究进展[J].中国食物与营养,2010 (6):24-27.
- [3] 涂宗财,李金林,汪菁琴,等.微生物发酵法研制高活性大豆膳食纤维的研究[J].食品工业科技,2005 ,26(5):49-51.
- [4] 李想.发酵法制备豆渣可溶性膳食纤维[D].哈尔滨:东北农业大学食品学院,2008.
- [5] 左茜,张士康,朱科学,等.乳酸菌发酵法制备茶渣可溶性膳食纤维的工艺研究[J].食品工业科技,2013, 34(5):138-141.
- [6] 唐仕荣,刘全德,苗敬芝,等.超声波协同酶法提取牛蒡膳食纤维工艺[J].徐州工程学院学报(自然科学版),2011,26(1):6-11.
- [7] Scharlau D, Borowicki A, Habermann N,et al. Mechanisms of primary cancer prevention by butyrate and other products formed during gut flora-mediated fermentation of dietary fiber [J].Mutation Research/Reviews in Mutation Research, 2009,682(1):39-53.
- [8] 刘美艳,黄秦,于江,等.豆渣在食品工业中的应用研究[J].粮食科技与经济,2012,37(5):44-46.
- [9] 钟振声,孙晓燕,杨晓泉,等.大豆膳食纤维的分离提取,功能及其应用[J].中国食品添加剂,2005 (C00):247-249.
- [10] 沈祥坤,应恺.利用豆渣生产优质大豆膳食纤维的研究[J].现代食品科技,2006,22(3):277-279.
- [11] 毛慧君,文良娟,李英军,等.发酵法从西番莲果渣中制备膳食纤维的研究[J].食品科学,2010 (3):193-197.

- [12] 赖海涛.豆腐渣制取膳食纤维的研究[D].厦门:集美大学, 2011.
- [13] 王庆玲,董娟,汪继亮.豆渣中可溶性膳食纤维提取工艺的研究[J].中国酿造,2011 (3):135-138.
- [14] 尹礼国, 徐州, 张超, 等. 发酵法制备苦竹笋膳食纤维工艺条件优化[J]. 中国酿造, 2012, 31(6): 102.
- [15] 徐学玲.大豆膳食纤维的超声提取及性质研究[D].合肥:合肥工业大学,2010.
- [16] 王波, 张颖, 肖颜林, 等. 豆渣膳食纤维的制备工艺研究[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(3): 10-14.
- (责任编辑:叶丽娜)

A Study on the Extraction of Soybean Dietary Fiber with Fermentation Method

ZHAO Taixia, ZHU Xingling

(School of Tea and Food Science, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Soybean dietary fiber was extracted by using fresh residue as materials to be fermented by lactobacillus *Bulgaria* and streptococcus *thermophilus* (1:1). Index on the soluble dietary fiber (SDF) extraction rate, effects of fermentation time, inoculating volume of starter culture, skimmed milk powder and sugar content, fermentation temperature etc. on fermentation technology was studied by single factor tests, using orthogonal test to optimize the preparation technology. The results showed that the optimal technological parameters was fermentation time 30 h, inoculating volume 5%, skimmed milk powder 3% + sugar 0.5%, fermentation temperature 41°C, DF was 75.6%, SDF was 17.2%. And the product with no bean smell had pale yellow and a faint fragrance.

Key words: soybean residue; dietary fiber; SDF; fermentation

闽楠天然林林分结构规律的研究

林笑雨, 黄思猷, 唐巧倩, 江希钊

(福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002)

摘要:利用闽楠天然林样地调查数据,对其林分结构规律进行研究。研究结果得出:闽楠天然林的林分直径分布呈中间高两边低的不对称山状曲线,可用威布尔概率密度函数进行拟合。在同一树高阶内,直径分布也基本呈不对称山状曲线,均可用对数正态分布函数、伽玛分布函数和威布尔概率密度函数进行拟合检验。林分树高分布呈贝塔分布,最高的树木为平均高的 1.74 倍,最矮的树木为平均高的 0.29 倍,变动系数 31.88%,说明闽楠天然林林分树高的变动幅度较大。在同一径阶内,树高分布也是呈不对称山状曲线,用贝塔分布函数和威布尔分布函数拟合效果最好,其次是正态分布函数。径阶内的最小树高为径阶平均高的 0.38~0.75 倍,最大树高为径阶平均高的 1.28~1.58 倍,其树高变动幅度小于整个林分,且随径阶加大树高变动幅度逐渐缩小。研究闽楠天然林林分结构规律,对保护和利用其森林资源有着重要意义。

关键词:闽楠;结构规律;直径分布;树高分布

中图分类号:S757.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0023-06

楠木,为中亚热带常绿乔木,最高可达约 30 m,胸径可达 1 m, 主指桢楠属 (*Phoebe nees*) 和润楠属 (*Machilus nees*)木材^[1]。桢楠归类为楠木本类,主要有闽香园林金丝楠,缅甸黄楠,小叶楠等;润楠归类为楠木旁类,主要有水楠,大叶楠,滇楠,紫楠等。楠木为樟科常绿大乔木,国家二级保护渐危种,分布区于亚热带常绿阔叶林区西部,气候温暖湿润,生长在气温约 0~38 ℃,年降水量为 1 400~1 600 mm 的亚热带区域^[2],楠木是驰名中外的珍贵用材树种,在我国贵州、四川、重庆、湖北等地区有天然分布,是组成常绿阔叶林的主要树种。本文利用闽楠天然林标准地材料,对其林分结构特征进行研究,为掌握闽楠天然林的林分结构规律提供科学依据。

1 试验地概况

试验地位于福建省三明市明溪瀚仙镇连厝村沙

收稿日期: 2015-12-23

基金项目: 福建省自然科学基金项目(B0010019)。

作者简介: 林笑雨(1990-),男,汉族,在读硕士研究生,从事森林经理学研究。

通讯作者: 江希钊(1958-),男,汉族,教授,博士生导师,从事森林经营与资产评估研究。

洲坑甲自然保护小区,位于北纬 26°08'~26°39',东经 116°47'~117°35'。平均海拔高度 200~300 m 之间,属亚热带海洋性季风气候,年平均气温 18 ℃,年平均降雨量 1 800 mm,年平均无霜期 261 d,气候温和,雨量充沛,冬少严寒,夏无酷暑,光照充足。

试验地上的闽楠天然林为异龄林,乔木层主要以闽楠为主,还混生有苦椎、枫香、樟树等。林下植被丰富,种类繁多。灌木层主要有桂花幼树、芒萁、小叶石楠,楠木幼树等,灌木密度约为 50%~60%。草本层主要有络石,常青藤,凤尾蕨,石松,麦冬,显齿蛇葡萄,韭蕨,夹迷,石栎,豆崖藤,水芋,木莓,蓑草,鸢尾,次雪丹,老鼠矢,铁线莲等。

2 研究方法

2.1 资料收集和整理

在福建省三明市明溪瀚仙镇连厝村沙洲坑甲自然保护小区的闽楠天然林林分内,选择有代表性的地段设置 100 m×100 m 的样地,并在所选择的样地范围内对所有活立木进行每木调查,测定每株树木的直径、树高等测树因子,其中所测直径为胸径,即乔木主干离地表 1.3 m 处直径大小^[3]。按直径 4 cm、树高 2 m 的组距将样地的每株树木进行归组统计(见下表),以

表 1 每木卷尺数据统计情况

径阶 (cm)	树高(m)												合计	
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26		28
4	18	20	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
8	2	3	24	26	23	23	9	4	-	-	-	-	-	114
12	-	2	11	17	26	23	21	11	7	-	-	-	-	118
16	-	-	-	6	8	27	27	35	16	6	1	-	-	126
20	-	-	-	1	2	19	22	26	16	8	4	-	-	98
24	-	-	-	-	1	8	17	28	17	17	3	-	-	91
28	-	-	-	-	-	5	9	16	13	11	7	1	-	62
32	-	-	-	-	-	3	4	8	6	8	3	1	-	33
36	-	-	-	-	-	-	4	5	2	3	5	1	1	21
40	-	-	-	-	-	-	2	1	2	5	1	-	-	11
44	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	2	1	-	7
合计	20	25	46	51	60	108	116	135	79	60	26	4	1	731

此作为研究闽楠天然林林分结构规律的基本数据。

利用 Excel 软件, 对所测直径和树高进行数据整理, 并根据其与株数之间的关系分别绘制折线图, 得到图 1、图 2。

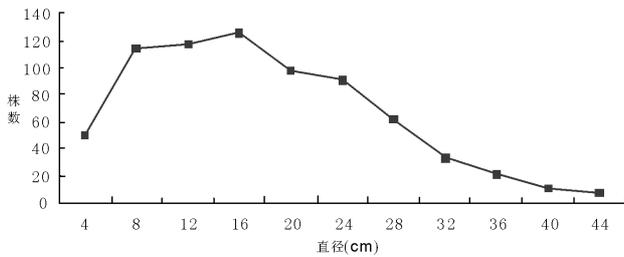


图 1 株数与直径关系图

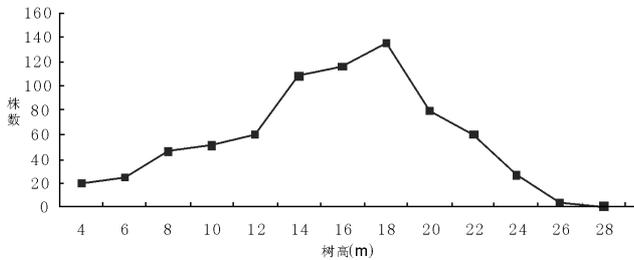


图 2 株数与树高关系图

2.2 概率密度函数

采用概率密度函数描述闽楠天然林林分的直径和树高分布规律^[4-5]。为适应不同情况下的闽楠天然林直径分布和树高分布形状变化的特点, 选用的函数需有较大的灵活性^[6], 其主要表现在函数对偏度和峰度变化的适应力上, 以下采用五种的概率密度函数描述闽楠天然林林分的直径和树高分布规律。

(1) 正态分布的概率密度函数:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (1)$$

式中: $x = \frac{d-\bar{d}}{\sigma_d}$; d 为林木所测胸径; \bar{d} 为林分算术平均

胸径($\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$, 为林分总株数); σ_d 为林分直径标

$$\text{准差}(\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2})。$$

(2) 对数正态分布的概率密度函数:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln x - \bar{u})^2}{2\sigma^2}\right] & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中: \bar{u} 为随机变量 $\ln x$ 的平均数; σ 为随机变量 $\ln x$ 的标准差。

(3) Weibull 分布密度函数:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right] & x > a, b > 0, c > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

式中: a 为位置参数; b 为尺度参数; c 为形状指数。

(4) Γ 分布的概率密度函数:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} \exp(-\beta x) & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \quad (4)$$

式中: α 为形状参数; β 为尺度参数。

数学期望 $E(x)$ 和方差 $V(x)$ 分别:

$$E(x) = \frac{\alpha}{\beta}, \quad V(x) = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (5)$$

Γ 分布是适应性比较强的概率分布, 当 $\alpha=1$ 时, Γ 分布为指数分布, 当 $\alpha = \frac{n}{2}, \beta = \frac{1}{2}$ 时, Γ 分布为卡平方分布^[7]。

(5) β 分布的概率密度函数

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (6)$$

其中, 参数 α, β 决定了其分布曲线类型和形状。

一个林分的直径分布究竟服从什么分布类型,应进行统计假设检验。最常用的检验方法有 χ^2 检验和柯尔莫哥洛夫检验^[8]。 χ^2 检验是以林分总体为对象。柯尔莫哥洛夫检验则是以径阶累积频数样本值与相应理论值的偏差大小作为依据作出检验判断,比 χ^2 检验精确。但一般情况下,这二种检验方法的结论是一致的,所以通常采用 χ^2 检验。

此外,可用于说明林分直径和树高分布的特征数还有:变动系数,反映分布范围大小,其值大则离散程度大^[9];偏度,大于0为左偏,小于0为右偏;峰度,其值愈大,概率密度曲线愈尖峭,反之愈平坦^[10]。

3 结果分析

3.1 直径结构规律

3.1.1 林分直径分布

闽楠天然林属于异龄林,异龄林林分直径结构比同龄林分要复杂,其分布受林分年龄结构、树种特性及组成、更新方式及过程、自然灾害、采伐方式及强度、立地条件等多种因素影响,其直径分布呈近似中间高两边低的不对称山状曲线,即林木株数一开始随

着直径的增加而增加,16 cm 径阶时达到最大值,之后随着直径的增大,林木株数开始减小,最后趋于平缓。

闽楠天然林林木株数和直径的变化特性为:小径阶时林木株数随直径增加而增加,到达16 cm 径阶时林木株数到达最大,而后随直径增加而减少,呈现不对称山状曲线。用五种概率密度函数进行拟合,通过计算得出各函数的卡方值:正态分布为50.06,对数正态分布为42.37,威布尔分布为5.34,伽玛分布为29.51,贝塔分布为27.80,临界值为15.51,结果显示,只有威布尔分布函数能够通过检验,各参数为: $a=2.729, b=17.715, c=1.803, \chi^2=5.338 < \chi^2_{0.05}=15.507$ 。 χ^2 检验表明,闽楠天然林的直径分布服从威布尔分布。

3.1.2 各树高阶直径分布

各树高阶的直径分布指在林分同一树高阶内各径阶的林木株数^[11]。各树高阶的直径分布在树高阶小于8 m 树高阶时,株数随直径增加而减小。但其它各树高阶的直径分布则是均呈中间高两边低的非对称山状曲线。现用五种概率密度函数拟合各树高阶的直径分布,并计算平均值、标准差、变动系数、偏度、峰度等特征值,结果如下表所示。

由表3可知,各树高阶的直径分布用对数正态分

表2 林分直径分布检验数据和结果

径阶 (cm)	实际 株数	正态分布		对数正态		威布尔		伽玛分布		贝塔分布	
		理论株数	误差%	理论株数	误差%	理论株数	误差%	理论株数	误差%	理论株数	误差%
4	50	42.380	-15.24	35.037	-29.93	48.563	-2.87	30.849	-38.30	63.995	27.99
8	114	75.118	-34.11	138.010	21.06	107.435	-5.76	114.871	0.76	106.470	-6.61
12	118	109.593	-7.12	158.151	34.03	131.249	11.23	150.983	27.95	118.022	0.02
16	126	131.608	4.45	129.308	2.63	128.117	1.68	139.202	10.48	114.414	-9.20
20	98	130.093	32.75	93.286	-4.81	108.071	10.28	107.619	9.82	101.742	3.82
24	91	105.850	16.32	63.969	-29.70	81.321	-10.64	74.895	-17.70	83.808	-7.90
28	62	70.891	14.34	43.030	-30.60	55.501	-10.48	48.601	-21.61	63.447	2.33
32	33	39.079	18.42	28.819	-12.67	34.704	5.16	30.005	-9.08	42.997	30.29
36	21	17.731	-15.57	19.360	-7.81	20.017	-4.68	17.845	-15.02	24.535	16.84
40	11	6.621	-39.81	13.095	19.04	10.701	-2.72	10.310	-6.27	10.028	-8.83
44	7	2.035	-70.93	8.934	27.63	5.322	-23.98	5.820	-16.86	1.542	-77.97
平均误差			24.46		19.991 511		8.134 821		15.8		17.44

表3 各树高阶直径分布检验结果

树高阶 (m)	平均值	标准差	偏度	峰度	变动 系数	五种分布的 χ^2 值					$\chi^2(0.05)$ 值
						正态	对数正态	威布尔	伽玛	贝塔	
10	7.86	3.57	0.67	-0.04	45.37	7.30	5.33	0.85	2.81	1.21	5.99
12	11.47	3.54	1.13	1.47	30.85	12.56	1.32	1.43	1.00	5.01	5.99
14	15.74	6.19	0.63	-0.14	39.32	12.66	5.55	3.26	6.21	4.45	9.49
16	19.41	7.69	0.81	0.46	39.60	13.36	1.73	2.08	2.08	10.62	14.07
18	21.36	6.92	0.55	0.19	32.40	12.89	7.58	6.77	8.20	20.59	14.07
20	22.48	6.65	0.45	-0.22	29.60	4.90	2.78	1.70	4.60	4.54	11.07
22	27.07	7.24	0.53	-0.34	26.76	8.13	5.81	5.23	7.39	6.74	11.07
24	30.45	7.37	0.08	-0.68	24.22	7.00	7.59	6.68	10.34	6.40	11.07

布函数、伽玛分布函数和威布尔概率密度函数拟合效果都相对较好,各树高阶均能通过卡方检验,拟合率达100%。说明这三种分布函数既可以拟合山状曲线,也可以拟合下降曲线,具有良好的适应性。各树高阶的直径分布拟合效果其次的是贝塔分布,只有一个树高阶不能通过卡方检验,拟合率为83.3%。而正态分布函数有3个径阶未能通过卡方检验,拟合率仅为38%,在五个分布函数中通过率是最小的。

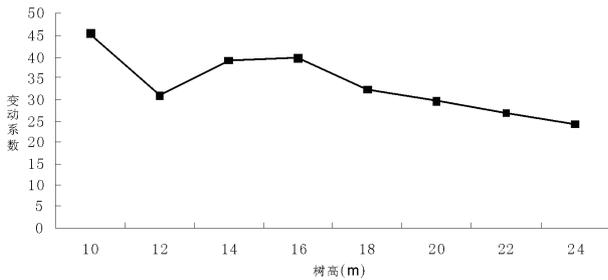


图3 变动系数与树高关系图

各树高阶的直径变动系数均在20%以上,未超过46%。各树高阶内的最细树木为树高阶平均直径的0.38~0.64倍,最粗树木为树高阶平均直径的1.31~2.10倍,说明在同一树高阶内,闽楠天然林直径变化的离散程度较大。由图3看出,不同树高阶的直径变动幅度之间的差异主要体现在,树高阶小,相对直径的变动幅度大;树高阶大,则相对直径的变动幅度小。

从偏度来看,各树高阶的偏度为正,其直径分布为左偏。而各树高阶的峰度则有正有负,表明各树高阶的直径分布和标准正态分布曲线相比,有的平缓有的尖峭。

3.2 树高结构规律

3.2.1 林分树高分布

林分树高分布是指整个林分各树高阶的林木株数,尽管林分内各株树木的树高不同,但从总体上看,以中等高度的树木占大多数,向两端树高阶逐渐减少,呈中间高两边低的山状曲线^[12]。现用五种概率密度函数进行拟合,得到如下结果。

通过计算得出,用五种概率密度函数进行拟合闽楠天然林林分树高分布规律,其卡方值分别如下:正态分布为56.21,对数正态分布为338.35,威布尔分布为130.25,伽玛分布为1797.97,贝塔分布为102.02,临界值为18.31,结果显示,所有概率密度函数都不能通过卡方检验,其中正态分布和贝塔分布的卡方值最接近于临界值,于是将两者进行误差分析,根据平均误差显示,贝塔分布的平均误差相较于正态分布的平均误差更小,故可认为贝塔分布最适合闽楠天然林林分树高分布规律。

林分树高若以平均高为准,则林分最高的树木为平均高的1.74倍,最矮的树木为平均高的0.29倍。若将林分平均高看作1,用相对值表示,则林分树高的变动范围为0.29~1.74,变动系数31.88%,说明闽楠天然林林分树高的变动幅度较大。林分树高的偏度为-0.36,表明树高颁布曲线为右偏。峰度为-0.37,说明闽楠天然林林分树高分布曲线略为平坦。

3.2.2 各径阶树高分布

径阶树高分布是指在林分同一径阶内各树高阶

表4 林分树高分布检验数据和结果

径阶 (cm)	实际株数	正态分布		对数正态		威布尔		伽玛分布		贝塔分布	
		理论株数	误差%	理论株数	误差%	理论株数	误差%	理论株数	误差%	理论株数	误差%
4	20	8.07	-59.65	1.82	-90.90	3.59	-82.05	0.24	-98.82	4.34	-78.30
6	25	19.07	-23.70	20.93	-16.28	20.13	-19.50	8.35	-66.59	23.28	-6.87
8	46	38.23	-16.89	61.97	34.72	46.08	0.18	40.92	-11.04	49.13	6.79
10	51	64.98	27.41	99.37	94.84	75.18	47.41	87.60	71.76	74.24	45.56
12	60	93.65	56.08	114.98	91.63	99.91	66.51	120.90	101.49	93.59	55.98
14	108	114.45	5.97	109.93	1.79	113.30	4.90	127.51	18.07	104.16	-3.55
16	116	118.62	2.26	93.35	-19.53	111.61	-3.79	112.23	-3.25	104.71	-9.73
18	135	104.25	-22.78	73.41	-45.62	96.07	-28.84	86.77	-35.73	95.55	-29.22
20	79	77.70	-1.65	54.86	-30.55	72.25	-8.54	60.84	-22.99	78.37	-0.79
22	60	49.10	-18.16	39.62	-33.96	47.34	-21.10	39.54	-34.10	56.12	-6.46
24	26	26.31	1.21	27.96	7.54	26.89	3.40	24.18	-7.00	32.76	26.01
26	4	11.96	198.95	19.43	385.70	13.16	228.98	14.07	251.73	13.00	225.08
28	1	4.61	360.77	13.36	1236.40	5.51	451.44	7.85	685.31	1.75	74.53
平均误差			61.19		160.73		73.36		108.30		43.76

的林木株数。各径阶的树高分布规律与整个林分基本一致,变化趋势均呈中间高两边低的非对称山状曲线。现用五种概率密度函数拟合各径阶的树高分布,并计算平均值、标准差、变动系数、偏度、峰度等特征值,结果如表 5 所示。

由表 5 可知,各径阶的树高分布用贝塔概率密度函数和威布尔概率密度函数检验效果最好,各径阶均能通过卡方检验,检验率达 100%。其次是正态分布,只有一个径阶未能通过卡方检验,检验率达 88%。用对数正态分布进行检验有 6 个径阶的树高分布均能通过卡方检验,检验率达 75%,而伽玛分布函数只有 2 个径阶通过卡方检验,检验率仅 25%,在五个分布函数中效果最差。

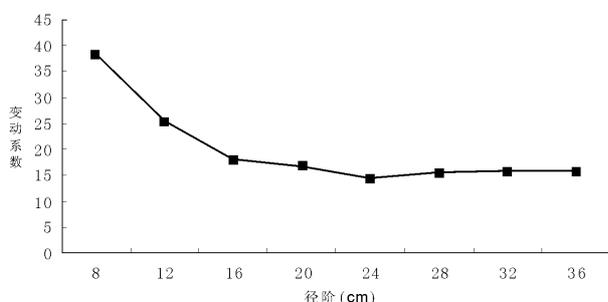


图 4 变动系数与径阶关系图

从图 4 中可以看出,树高变动系数大体上随径阶增加而减小。以径阶平均高为基准,径阶内的最小树高为径阶平均高的 0.38~0.75 倍,最大树高为径阶平均高的 1.28~1.58 倍。若将径阶平均高看作 1,则径阶内的树高变动范围为 0.38~0.75 至 1.28~1.58。显然,径阶内的树高变动幅度小于林分的树高变动幅度,但不同径阶的树高变动幅度存在差异,从整体上看,径

阶越小,树高变动幅度越大,即随径阶加大树高变动幅度逐渐减小,之后趋于平缓。

从表中看出 16、24、32 cm 径阶的偏度为负,其余径阶的偏度为正,说明各径阶的树高分布大多数为左偏。从峰度来看,所有径阶为负,表明各径阶的树高分布曲线较为平缓。

4 结论

闽楠天然林的直径分布和林分树高分布均呈中间高两边低非对称山状曲线,其中直径分布主要表现在,闽楠天然林的株数一开始随直径增加而增加,到达 16 cm 径阶时,其株数到达最大值,之后随直径增加株数逐渐减少,最后趋于平缓;而林分树高分布情况则是,林木株数一开始随树高增加而增加,而树高到达 18 m 高阶时,其林木株数到达最大值,之后株数随树高增加而逐渐减少,最后趋于平缓。

其各径阶树高的分布规律与整个林分基本一致,变化趋势均呈中间高两边低的非对称山状曲线,而各树高阶的直径分布在树高阶小于 8 m 树高阶时,株数随直径增加而减小,其它则是呈现中间高两边低的非对称山状曲线,可视其实际情况分别用正态分布、威布尔分布和贝塔分布函数描述。

本研究的缺陷在于,考虑到由于所研究的闽楠天然林所处的地理位置和地形较为复杂,不同地段、地势的林木接受水分和光照都会受到不同程度的影响,导致不同年龄段的林木在树高分布和直径分布上不一定那么均匀精确,所以会出现少许波动,但总体上

表 5 各径阶树高分布检验结果

径阶 (cm)	平均值	标准差	偏度	峰度	变动系数	五种分布的 X^2 值					$X^2(0.05)$ 值
						正态	对数正态	威布尔	伽玛	贝塔	
8	9.65	3.70	0.24	-0.80	38.38	11.339	16.83	9.50	25.12	3.61	11.07
12	13.37	3.40	0.06	-0.66	25.44	3.391	5.52	2.01	12.18	2.90	11.07
16	16.44	2.96	-0.12	-0.29	17.99	5.663	15.01	10.18	52.27	9.13	11.07
20	17.47	2.92	0.21	-0.33	16.72	5.559	4.87	5.35	17.66	8.28	11.07
24	18.53	2.68	-0.02	-0.64	14.48	4.361	5.77	3.73	11.83	3.02	9.49
28	19.32	2.98	0.07	-0.74	15.44	2.134	3.31	2.77	9.30	1.05	9.49
32	19.52	3.08	-0.04	-0.73	15.76	2.055	3.21	3.03	8.24	1.79	9.49
36	20.77	3.29	0.03	-0.98	15.82	7.572	8.32	8.18	12.96	5.35	9.49

没有太大影响。

研究闽楠天然林分结构规律，对于了解其生长状态、生长收获预估和经营管理都具有一定的指导意义。

参考文献:

[1] 刘志雄,费永俊.我国楠木类种质资源现状及保育对策[J].长江大学学报(自然科学版),2011(5):221-223.

[2] 贾贤,黄秋生,刘光华,等.我国楠木资源的研究现状[J].中国园艺文摘,2014(10):55-59.

[3] 孟宪宇.测树学[M].北京:中国林业出版社,1996:188-216.

[4] 金星姬,李凤日,贾炜玮,等.树木胸径和树高二元分布的建模与预测[J].林业科学,2013(6):74-82.

[5] Wang Lingzhi, Qian Fucui.Technique of Probability Density Function Shape Control for Nonlinear Stochastic Systems[J].Journal of Shanghai Jiaotong University (Science),2015 (2): 129-134.

[6] 徐洪香,刘秀娟.以创新应用能力为核心的概率统计课程教

学模式的探索与实践[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2013(4):137-139.

[7] Yan Zaizai, Ma Junling, Nie Zankan. A new estimate of shape parameter in the family of gamma distribution[J]. Applied Mathematics: A Journal of Chinese Universities, 2000(4):419-424.

[8] 孙红卫,董兆举,赵拥军.对统计假设检验的误解与误用[J].中国卫生统计,2012(1):147-148.

[9] 王文森.变异系数:一个衡量离散程度简单而有用的统计指标[J].中国统计,2007(6):41-42.

[10] 田禹.基于偏度和峰度的正态性检验[D].上海:上海交通大学,2012.

[11] 徐海,赵中华,陈瑞生,等.贵州天然阔叶混交林不同径阶林木的空间分布特征分析[J].贵州林业科技,2011(4):10-17.

[12] 刘发林.南方集体林区木荷次生林生长规律及经营技术研究[D].长沙:中南林业科技大学,2013.

(责任编辑:华伟平)

Studies on the Stand Structure of Machilus Natural Forest in Fujian

LIN Xiaoyu, HUANG Siyou, TAN Qiaoqian, JIANG Xidian

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

Abstract: Based on the Sample-plot survey data in Fujian machilus natural forest, studies on it's stand structure. The Results showed that: The distribution of the diameter distribution on Fujian Machilus natural forest is present on a asymmetric montiform curve that the middle is higher than those of the sides. it can fitting by weibull distribution. In the same height grade, The distribution of the diameter distribution is also present on a asymmetric montiform curve, it can fitting by normal distribution, normal distribution and weibull distribution. The distribution of the height distribution is present on beta distribution , the tallest tree is 1.74 times higher than the average, the shortest tree is 0.29 times higher than the average, the coefficient of variation is 31.88%, it illustrates that the amplitude of fluctuation of natural forest of Fujian machilus Stand height is big. In the same diameter grade, The distribution of the height distribution is present on a asymmetric montiform curve, it can fitting by beta distribution and weibull distribution for optimum results, and the second is normal distribution. And the minimum tree is 0.38~0.75 times higher than the average in the same diameter grade, the maximum tree is 1.28~1.58 times higher than the average, the amplitude of fluctuation of the height is less than the entire stand's, and it will gradually narrowing with the diameter increasing. Studies on the stand structure of Fujian Machilus natural forest is important to protect and use its forest resources.

Key words: Fujian machilus, stand structure, diameter distribution, height distribution

基于 Vague 集的林菌模式可持续经营评价

——以三明市大田县为例

陈启超, 陈昌雄, 张巧巧

(福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002)

摘要:发展林下经济林菌模式是促进林农增收,促进森林生态价值增长的有效途径。林菌模式可持续经营的有效评价对指导产业发展,分析产业当前发展的过程中薄弱环节和未来发展隐患具有重要意义。本研究在兼顾生态、经济、社会效益的基础上提出了相应的评价体系,阐述运用 Vague 集理论进行评价的方法和原理,并对三明市大田县林菌模式进行实证评价。实证分析结果证明了该方法的有效性及其可行性,表明大田县林菌模式经营的可持续性较好,为产业未来的发展提供了依据。

关键词:林菌模式;可持续;Vague 集理论;评价

中图分类号:S7-9 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0029-06

合理利用林下空间,发展林下经济项目是提高林地单位面积的经济效益,促进林农增收的有效途径,对项目经营的可持续评价对于项目未来的发展决策具有重要意义。为符合现代林业的可持续发展要求,林菌模式的可持续经营评价需是涉及生态、经济、社会的多层次综合评价。部分评价因子具有难以标准化,主观性强的特点。Vague 集是对传统模糊评价的扩展,能准确的表达评价中主观的模糊信息,同时兼顾正面、反面、侧面信息对评价结果的影响,提高评价结果的准确性。

1 研究区域概况

本研究以福建省三明市大田县林下经济林菌模式为研究区域,该模式主要食用菌为红菇。红菇属于

与树木根系共生,具有较高食用价值和经济价值的真菌,主要生长在林分结构保持完好的以壳斗科为主的天然阔叶林林下,大田县林下生长红菇种类为红菇(*Russula lepida*)和梨红菇(*R. cyanoxantha*)。据调查,大田县阔叶林林下能生长野生红菇、梨红菇的山场面积达 4 333 hm²,现有天然阔叶林林下红菇、梨红菇培植 3 867 hm²,野生红菇、梨红菇资源丰富、品质优良,是红菇、梨红菇的重要产区。红菇多分布于具有阔叶林长势优良,林下遮阴度适中,海拔 800 m 以下的阔叶林,出菇位置分散但相对固定。

1.1 自然概况

大田县位于福建省中部,属戴云山脉西麓中段山区,森林覆盖率达 68.57%。气候类型为中亚热带季风气候,区域内山地分布较多,具有小气候特性。年平均气温 18.9 ℃,一月最高,七月最低。全年无霜期平均 298 d,降霜期在 12 月至 3 月之间。雨量充沛,近 30 年,年平均降水量 1 550.2 mm,主要集中在春夏两季,秋季少雨,雨热同期。日照充足,年平均日照时数 1 723.8 h,年平均相对湿度 79%。土壤主要有黄壤和红壤,土壤深厚,厚度一般为 80~120 cm,表土层 30 cm 左右,有机质含量较高,土壤肥沃,但有效磷含量较低。

收稿日期:2016-01-14

基金项目:福建省科技厅资助省属高校项目(06F5008)。

作者简介:陈启超(1991-),男,汉族,在读硕士研究生,主要从事森林可持续经营的研究。

通信作者:陈昌雄(1963-),男,汉族,教授,从事森林经营管理研究。

1.2 林菌模式经营概况

大田县林菌项目的经营主体有两类,分别为4家红菇专业合作社和1650户农户自主采集经营。大田县通过对专业合作社进行资金补助方式,积极引导农民建立专业合作社,使红菇生产做到从资源管护、采收、加工、包装、销售整个过程实现统一,达到资源利用和收益的最大化。同时,县林业科技推广中心与福建省林科院合作开展“红菇生境恢复技术研究”,与农科院合作开展“红菇标准化示范区”、“菌根肥推广应用”等课题研究,扩大基地面积,提高产量。同时大田县以合作社下属山场为基础建立林下经济林菌示范基地建设,目前拥有2个省级红菇生产示范基地。农民自主经营水平总体属于粗放式经营,经营方式基本停留在原始采集阶段,而农民林业专业合作社集约化经营程度较高。总体而言,红菇合作社集约化经营水平高于自主经营,单位林地收益高。

2 评价指标体系的构建及赋权

林下经济的本质是在发挥森林生态系统主体效益的前提下,利用林下空间从事生产活动,从生态经济学的角度出发,生产产品可称为生态经济产品。同时,现代林业的价值内涵需通过生态、经济、社会的价值链来体现,因此对林菌模式的可持续经营评价,必须考虑各效益的合理构成。

本研究在参考前人的研究基础上^[1-12],构建林菌模式可持续经营评价体系,采用层次分析法^[13]对各项指标进行赋权,为节约篇幅,计算过程不再详述,完整评价体系及赋权结果详见表1,其中 R_i 代表一级指标, $i=1,2,3$; R_j 代表二级指标, $j=1,2,3,4,5,6$; R_{jm} 代表3级指标, $m=1,2,3,4,5$ 。

3 基于 Vague 集的林菌模式可持续经营评价

3.1 Vague 集的原理

(1)Vague 集的概念。 X 是一个域论, x 是其中任意一元素。 X 中的一个 Vague 集 A 可用一个真隶属函数 t_A 和一个假隶属函数 f_A 表示, $t_A(x)$ 是从支持 x 的证据所导出的 x 的隶属度下界, $f_A(x)$ 则是从反对 x 的证

据所导出的 x 的否定隶属度下界,不确定部分为 $1-t_A(x)-f_A(x)$,表示 x 对 Vague 集的犹豫程度。 $t_A(x)$ 和 $f_A(x)$ 将区间 $[0,1]$ 中的实数与 X 中的每一个元素联系起来^[14]。

(2)Vague 集的运算法则。 \otimes 和 \oplus 为 Vague 集计算符号。

①数乘运算: 设 K 为常数,且 $K \in (0,1)$, $A=[t_A, (1-f_A)]$, 则有:

$$A \otimes K = [K \cdot t_A, K \cdot (1-f_A)] \quad (1)$$

②有限和运算, 设 A 和 B 分别为两个 Vague 值, 则有:

$$A \oplus B = [\min\{1, t_A+t_B\}, \min\{1, (1-f_A)+(1-f_B)\}] \quad (2)$$

3.2 评价步骤

(1)设定评语集。林菌模式可持续经营评价的评语集设定为{可持续性好、可持续性较好、可持续性一般、可持续性较差、可持续性很差}。

(2)构建评价矩阵。矩阵中的元素为 S_{ijm}^n , 即每专家根据某一评价等级对3级指标 R_{jm} 的选择评价结果, n 表示5个评语等级, $S_{ijm}^n = [t_{ijm}^n, 1-f_{ijm}^n]$ 。以 $S_{R_{111}}^1$ 为例,假设10名专家对三级指标 R_{111} (经营林分面积)进行评价时,2位选择了等级1(可持续性好),6位选择了其它指标,2位选择了弃权,表面对于等级1,2位表示支持,6位表示反对,2位表示犹豫,根据 Vague 集的原理此时 $S_{R_{111}}^1 = [0.2, 0.4]$ 。矩阵中每一行表示专家对一个3级指标5个评语等级的选择结果,每一列表示所有3级指标对某一评价等级的 Vague 集隶属度,即根据5个等级评语集可以得到5个等级的评价集 V_n ($n=1,2,3,4,5$)。由此构成的 Vague 集评价矩阵如下:

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{R_{111}}^1 & S_{R_{111}}^2 & S_{R_{111}}^3 & S_{R_{111}}^4 & S_{R_{111}}^5 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{R_{211}}^1 & S_{R_{211}}^2 & S_{R_{211}}^3 & S_{R_{211}}^4 & S_{R_{211}}^5 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{R_{311}}^1 & S_{R_{311}}^2 & S_{R_{311}}^3 & S_{R_{311}}^4 & S_{R_{311}}^5 \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: $i=1,2,3$; $j=1,2,3,4,5,6$; $m=1,2,3,4,5$ 。

(3)基于 Vague 集的模糊综合评价。在确定评价体系、各指标权重、评价矩阵 S_i 后进行 Vague 集模糊综合评价,评价的计算步骤和计算公式为:

①计算评语集 V 上的等级 Vague 集子集

$$V_i = W_i \otimes S_i \quad (4)$$

式中: w_i 为评价目标层次 3 级指标对应的权重,针对不同的目标层次进行评价时,3 级指标对应的权重不同。

②计算等级 Vague 集子集的评价值,根据公式(1-4),得出的计算公式为:

$$V_{in} = \left[\min \left\{ 1, \sum w_i t_{R_{im}}^* \right\}, \min \left\{ 1, \sum w_i (1 - f_{R_{im}}^*) \right\} \right] \quad (5)$$

③计算评价值的排列顺序,计算公式使用 Chen 和 Tan 提出的计分函数^[15]:

$$T_i(X_i) = t(X_i) - f(X_i) \quad (6)$$

④根据 $T_i(X_i)$ 值大小判定隶属度,值约大表示隶属度约大,反之越小。

表 1 林菌模式可持续经营评价体系及权重分配

目标层	一级指标	二级指标	三级指标	全局权重	
林菌模式 可持续经 营评价 s	R ₁ 生态效益 可持续性 (0.315 8)	R ₁₁ 森林生态系统 发展指标(0.500 0)	R ₁₁₁ 经营林菌模式林分面积(0.184 2)	0.029 1	
			R ₁₁₂ 经营林菌模式林分天然林与人工林之比(0.169 5)	0.026 8	
			R ₁₁₃ 经营林分中生态公益林比例(0.231 7)	0.036 6	
			R ₁₁₄ 经营林菌模式林分主要建群种分布(0.218 9)	0.034 6	
			R ₁₁₅ 林下采集食用菌种类(0.195 7)	0.030 9	
		R ₁₂ 环境生态效益 指标(0.500 0)	R ₁₂₁ 发挥水土保持效益林分比例(0.258 9)	0.040 9	
			R ₁₂₂ 发挥水源涵养效益林分比例(0.241 5)	0.038 1	
			R ₁₂₃ 林分能发挥固碳效益的活立木蓄积量(0.260 1)	0.041 1	
			R ₁₂₄ 防治污染投入占生产总投入比例(0.239 5)	0.037 8	
			R ₂₁₁ 国家及地方扶持政策数(0.186 0)	0.009 3	
			R ₂₁ 政策支持度 (0.121 2)	R ₂₁₂ 政策落实率(0.218 4)	0.010 9
				R ₂₁₃ 林菌模式各级示范基地数量(0.156 1)	0.007 8
	R ₂₁₄ 获得政府资金补贴金额(0.266 9)	0.013 4			
	R ₂₂ 市场需求 指标(0.172 8)	R ₂₁₅ 林改推进程度及集体林占总体比例(0.172 6)	0.008 6		
		R ₂₂₁ 市场对林菌产品的需求程度(0.384 3)	0.019 3		
		R ₂₂₂ 市场价格变动趋势(0.321 4)	0.023 0		
		R ₂₂₃ 龙头企业及著名品牌数量(0.294 3)	0.021 0		
		R ₂₃₁ 各类经营主体数量(0.189 1)	0.013 5		
	R ₂₃ 经营主体 发展水平指标(0.154 0)	R ₂₃₂ 农户占有经营自主权比例(0.145 6)	0.009 3		
		R ₂₃₃ 各类经营主体经营林分面积比例(0.214 1)	0.013 6		
		R ₂₃₄ 各类经营主体年产值占总体比例(0.244 2)	0.015 5		
		R ₂₃₅ 集约化经营发展水平(0.207 0)	0.013 2		
		R ₂₄₁ 用材林年平均蓄积生长量(0.065 6)	0.005 3		
		R ₂₄ 系统生产力 指标(0.196 3)	R ₂₄₂ 各类食用菌单位面积林地产量(0.309 9)	0.025 1	
			R ₂₄₃ 单位食用菌生产成本(0.083 5)	0.006 8	
			R ₂₄₄ 当年新增林菌种植面积(0.256 7)	0.020 8	
			R ₂₄₅ 生产受自然条件和灾害影响程度(0.284 3)	0.023 1	
			R ₂₅₁ 资金保障及其构成(0.309 8)	0.018 1	
	R ₂₅ 产业未来发展 保障及潜力指标 (0.141 0)		R ₂₅₂ 适合发展林菌模式且尚未投产林分面积比例(0.257 3)	0.015 0	
		R ₂₅₃ 生产水平有待提高林分面积比例(0.278 0)	0.016 2		
		R ₂₅₄ 地区剩余可用劳动力人数(0.154 9)	0.009 0		
		R ₂₆₁ 活立木采伐产值(0.142 5)	0.012 6		
		R ₂₆₂ 食用菌销售产值(0.207 3)	0.018 4		
R ₂₆ 经济效益指标 (0.214 6)	R ₂₆₃ 单位面积林地产值(0.188 5)	0.016 7			
	R ₂₆₄ 林菌产值年增长率(0.176 7)	0.015 7			
	R ₂₆₅ 农户从事林菌生产平均年收入(0.285 1)	0.025 3			
	R ₃₁ 促进就业指标 (0.364 7)	R ₃₁₁ 经营主体就业岗位增长率(0.307 6)	0.030 4		
		R ₃₁₂ 拉动农户从事林菌生产户数(0.429 6)	0.042 4		
		R ₃₁₃ 促进农户返乡就业数(0.262 7)	0.026 0		
R ₃₂ 科技发展指标 (0.301 7)	R ₃₂₁ 培育相关人才队伍数量(0.379 9)	0.031 0			
	R ₃₂₂ 从业人员教育水平(0.155 4)	0.012 7			
	R ₃₂₃ 开展科技教育等公益事业次数(0.092 9)	0.007 6			
	R ₃₂₄ 配合相关科研机构开展科学研究状况(0.161 5)	0.013 2			
	R ₃₂₅ 新技术应用情况(0.210 2)	0.017 2			
	R ₃₃ 社会影响指标 (0.333 6)	R ₃₃₁ 生态意识的提高(0.500 0)	0.045 2		
		R ₃₃₂ 对解决林权纠纷的影响(0.500 0)	0.045 2		

4 大田县林菌模式可持续经营评价

4.1 Vague 集评价价值计算

根据上述的评价思路,对大田县林菌模式红菇项

目经营的可持续性进行评价,邀请 15 位专家对评价体现的各项指标根据评语集进行判定选择,允许在判定过程中根据自身的犹豫程度选择放弃。将专家的判定结果统一收集,根据式(3)处理,得到各项指标的

表 2 大田县林菌模式可持续经营评价指标 Vague 集评价价值

评价指标	可持续性好	可持续性较好	可持续性一般	可持续性较差	可持续性很差
1 R_{111} 经营林分面积	[0.333, 0.400]	[0.467, 0.533]	[0.133, 0.200]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]
2 R_{112} 林分天然林与人工林之比	[0.267, 0.400]	[0.400, 0.533]	[0.200, 0.333]	[0.000, 0.133]	[0.000, 0.133]
3 R_{113} 生态公益林比例	[0.600, 0.600]	[0.400, 0.400]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]
4 R_{114} 林分主要建群种分布	[0.400, 0.733]	[0.267, 0.600]	[0.000, 0.333]	[0.000, 0.333]	[0.000, 0.333]
5 R_{115} 林下采集食用菌种类	[0.267, 0.467]	[0.400, 0.600]	[0.133, 0.333]	[0.000, 0.200]	[0.000, 0.200]
6 R_{121} 水土保持林比例	[0.467, 0.467]	[0.467, 0.467]	[0.067, 0.067]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]
7 R_{122} 水源涵养林比例	[0.600, 0.667]	[0.333, 0.400]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]
8 R_{123} 林分能发挥固碳效益的活立木蓄积量	[0.333, 0.733]	[0.200, 0.600]	[0.067, 0.467]	[0.000, 0.400]	[0.000, 0.400]
9 R_{124} 防治污染投入占生产总投入比例	[0.067, 0.533]	[0.267, 0.733]	[0.200, 0.667]	[0.000, 0.467]	[0.000, 0.467]
10 R_{211} 国家及地方扶持政策数	[0.267, 0.467]	[0.200, 0.400]	[0.333, 0.533]	[0.000, 0.200]	[0.000, 0.200]
11 R_{212} 政策落实率	[0.133, 0.467]	[0.200, 0.533]	[0.333, 0.667]	[0.000, 0.333]	[0.000, 0.333]
12 R_{213} 各级示范基地数量	[0.067, 0.333]	[0.400, 0.667]	[0.267, 0.533]	[0.000, 0.267]	[0.000, 0.267]
13 R_{214} 获得政府资金补贴金额	[0.133, 0.467]	[0.133, 0.467]	[0.267, 0.600]	[0.133, 0.467]	[0.000, 0.333]
14 R_{215} 林改推进程度及集体林占总体比例	[0.333, 0.467]	[0.333, 0.467]	[0.200, 0.333]	[0.000, 0.133]	[0.000, 0.133]
15 R_{221} 市场对林菌产品的需求程度	[0.467, 0.867]	[0.133, 0.533]	[0.000, 0.400]	[0.000, 0.400]	[0.000, 0.400]
16 R_{222} 市场价格变动趋势	[0.200, 0.533]	[0.067, 0.400]	[0.200, 0.533]	[0.200, 0.533]	[0.000, 0.333]
17 R_{223} 龙头企业及著名品牌数量	[0.200, 0.467]	[0.200, 0.467]	[0.200, 0.467]	[0.133, 0.400]	[0.000, 0.267]
18 R_{231} 各类经营主体数量	[0.133, 0.333]	[0.333, 0.533]	[0.267, 0.467]	[0.067, 0.267]	[0.000, 0.200]
19 R_{232} 农户占有经营自主权比例	[0.333, 0.533]	[0.267, 0.467]	[0.200, 0.400]	[0.000, 0.200]	[0.000, 0.200]
20 R_{233} 各类经营主体经营林分面积比例	[0.133, 0.467]	[0.333, 0.667]	[0.200, 0.533]	[0.000, 0.333]	[0.000, 0.333]
21 R_{234} 各类经营主体年产值占总体比例	[0.133, 0.200]	[0.533, 0.600]	[0.267, 0.333]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]
22 R_{235} 集约化经营发展水平	[0.067, 0.200]	[0.400, 0.533]	[0.267, 0.400]	[0.000, 0.133]	[0.000, 0.133]
23 R_{241} 各类林分年平均蓄积生长量	[0.133, 0.600]	[0.133, 0.600]	[0.133, 0.600]	[0.067, 0.533]	[0.067, 0.533]
24 R_{242} 各类食用菌单位面积林地产量	[0.200, 0.267]	[0.467, 0.533]	[0.200, 0.267]	[0.000, 0.067]	[0.067, 0.133]
25 R_{243} 单位食用菌生产成本	[0.067, 0.467]	[0.067, 0.467]	[0.267, 0.667]	[0.133, 0.533]	[0.067, 0.467]
26 R_{244} 年平均新增林菌种植面积	[0.067, 0.400]	[0.133, 0.467]	[0.200, 0.533]	[0.267, 0.600]	[0.000, 0.333]
27 R_{245} 生产受自然条件和灾害影响程度	[0.133, 0.333]	[0.333, 0.533]	[0.333, 0.533]	[0.000, 0.200]	[0.000, 0.200]
28 R_{251} 资金保障及其构成	[0.133, 0.400]	[0.267, 0.533]	[0.200, 0.467]	[0.133, 0.400]	[0.000, 0.267]
29 R_{252} 适合发展且尚未投产林分面积比例	[0.133, 0.267]	[0.467, 0.600]	[0.200, 0.333]	[0.067, 0.200]	[0.000, 0.133]
30 R_{253} 生产水平有待提高林分面积比例	[0.133, 0.533]	[0.067, 0.467]	[0.333, 0.733]	[0.067, 0.467]	[0.000, 0.400]
31 R_{254} 地区剩余可用劳动力人数	[0.400, 0.400]	[0.333, 0.333]	[0.267, 0.267]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]
32 R_{261} 活立木采伐产值	[0.067, 0.267]	[0.267, 0.467]	[0.200, 0.400]	[0.133, 0.333]	[0.133, 0.333]
33 R_{262} 食用菌销售产值	[0.267, 0.333]	[0.333, 0.400]	[0.333, 0.400]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]
34 R_{263} 单位面积林地产值	[0.133, 0.267]	[0.467, 0.600]	[0.267, 0.400]	[0.000, 0.133]	[0.000, 0.133]
35 R_{264} 林菌产值年增长率	[0.133, 0.467]	[0.067, 0.400]	[0.267, 0.600]	[0.200, 0.533]	[0.000, 0.333]
36 R_{265} 农户从事林菌生产平均年收入	[0.267, 0.267]	[0.400, 0.400]	[0.333, 0.333]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]
37 R_{311} 经营主体就业岗位增长率	[0.267, 0.533]	[0.133, 0.400]	[0.267, 0.533]	[0.067, 0.333]	[0.000, 0.267]
38 R_{312} 拉动农户从事林菌生产户数	[0.267, 0.267]	[0.200, 0.200]	[0.400, 0.400]	[0.133, 0.133]	[0.000, 0.000]
39 R_{313} 促进农户返乡就业数	[0.133, 0.333]	[0.133, 0.333]	[0.333, 0.533]	[0.200, 0.400]	[0.000, 0.200]
40 R_{321} 培育相关人才队伍数量	[0.067, 0.267]	[0.533, 0.733]	[0.333, 0.533]	[0.200, 0.400]	[0.000, 0.200]
41 R_{322} 从业人员教育水平	[0.133, 0.267]	[0.333, 0.467]	[0.333, 0.467]	[0.067, 0.200]	[0.000, 0.133]
42 R_{323} 开展科技教育等公益事业次数	[0.333, 0.400]	[0.600, 0.667]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]	[0.000, 0.067]
43 R_{324} 配合相关科研机构开展科学研究状况	[0.133, 0.333]	[0.400, 0.600]	[0.267, 0.467]	[0.000, 0.200]	[0.000, 0.200]
44 R_{325} 新技术应用情况	[0.133, 0.400]	[0.200, 0.467]	[0.267, 0.533]	[0.133, 0.400]	[0.000, 0.267]
45 R_{331} 生态意识的提高	[0.333, 0.333]	[0.667, 0.667]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]	[0.000, 0.000]
46 R_{332} 对解决林权纠纷的影响	[0.267, 0.467]	[0.133, 0.333]	[0.333, 0.533]	[0.067, 0.267]	[0.000, 0.200]

Vague 值,详情见表 2。

4.2 评价结果与分析

(1)大田县林菌模式可持续经营评价结果

根据公式(5),计算 $V_{11}=[0.009\ 70, 0.0.011\ 63] \oplus [0.007\ 14, 0.010\ 71] \oplus [0.021\ 95, 0.021\ 95] \oplus [0.013\ 83, 0.025\ 35] \oplus \dots \oplus [0.015\ 06, 0.015\ 06] \oplus [0.012\ 05, 0.021\ 09] = [0.255\ 32, 0.442\ 08]$ 。

同理可得 $V_{12}=[0.309\ 73, 0.496\ 50]$, $V_{13}=[0.192\ 02, 0.378\ 78]$, $V_{14}=[0.045\ 22, 0.231\ 99]$, $V_{15}=[0.004\ 17, 0.190\ 93]$ 。

计算出的值后根据公式(6),进行排序,排序结果为:根据隶属度最大原则判定结果为:可持续性较好>可持续性一般>可持续性较差>可持续性差。结果表明大田县林菌模式可持续经营评价“可持续性较好”隶属度最高。

(2)一级指标评价结果

评价步骤和原理不变,将评价目标层级改变为一级指标生态、经济、社会发展 3 方面的可持续性。同理可得:

$V_{生态} = ([0.376\ 88, 0.566\ 32], [0.350\ 15, 0.539\ 60], [0.083\ 53, 0.272\ 97], [0.000\ 00, 0.189\ 45], [0.083\ 53, 0.272\ 97])$,

隶属度最高的为“可持续性好”。

$V_{经济} = ([0.183\ 79, 0.566\ 32], [0.273\ 27, 0.488\ 55], [0.237\ 85, 0.453\ 13], [0.063\ 38, 0.278\ 66], [0.010\ 08, 0.225\ 47])$,

隶属度最高的为“可持续性较好”。

$V_{社会} = ([0.222\ 74, 0.362\ 87], [0.318\ 25, 0.458\ 39], [0.248\ 58, 0.388\ 71], [0.070\ 23, 0.210\ 37], [0.000\ 00, 0.140\ 13])$,

隶属度最高的为“可持续性较好”。

(3)二级指标评价结果

对 11 个二级指标的评价结果为:3 指标个对“可持续性好”隶属度最高,分别为 R_{11} 森林生态系统发展指标、 R_{12} 环境生态效益指标、 R_{22} 市场需求指标;2 个指标对“可持续性一般”隶属度最高,分别为 R_{21} 政策支持度、 R_{31} 促进就业指标;剩余 6 个指标均为对“可持续性较好”隶属度最高。

(4)评价结果分析

大田县林菌模式评价结果显示,总体经营可持续

性较好,其中生态效益的可持续性好,经济效益和社会效益较好。从二级指标的评价结果来看,发展的薄弱环节主要在于政策的支持程度和促进社会就业问题。大田县发展林菌产业的主要食用菌类为红菇,生长林分多为生态林和集体林,对于产业经营的集约化需要加强政府的政策引导和资金支持。同时,经营主体多为农户,产业提供社会就业岗位能力较差。三级指标的隶属度结合专家评价过程的犹豫程度表明,红菇在市场交易过程的价格变动存在一定隐患,人工培育技术的发展,可能会打破目前红菇供不应求的市场关系,对红菇售价造成冲击。因此大田县林菌发展需积极关注相关培育技术,应对生产转型。

5 结论

本研究在兼顾生态、经济、社会三方面效益的基础上,构建了林下经济林菌模式可持续经营评价体系,引入 Vague 集理论,使评价过程中正面信息、负面信息、不确定信息得到有效的表达,使得评价结果更加准确,并以三明市大田县林菌模式为例进行实证分析。通过实证分析得到以下结论:(1)林菌模式经营可持续性评价体系能有效的体现系统发挥的生态效益、经济效益、社会效益的真实情况,能有效帮助经营主体掌握产业经营现状。(2)在量化评价中运用 Vague 集理论能有效发现林菌模式在经营过程中的薄弱环节和不足,优化资源利用效率,避免无意义的建设,使林菌模式的综合效益得到持续发挥。

此外,以下几点问题还需进一步研究:(1)评价体系中部分评价指标只能体现当前的获益情况,无法准确反映长期的变化规律,评价体系需要通过实践改进。(2)指标量化分析的方法可进一步优化,从而提高结果的准确性。(3)发展林下经济是合理利用林地空间,促进森林生态价值增值,林农增收的有效途径,但部分林农由于缺乏科学的指导经营林下经济失败,因此关于林下经济的经营方案和评价体系的规范化的研究仍需要加强。

参考文献:

[1] 蒋涤非,邱慧,易欣. 城市雨水资源化的景观学途径及其综

- 合效益评价[J]. 资源科学,2014(1):65-74.
- [2] 黄易. 基于可拓学的桐梓县林下经济建设项目可持续性评价[D].北京:北京林业大学,2012.
- [3] 刘龙耀. 国有林场森林可持续经营指标体系构建及评价研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [4] 王虎. 北京市区域林下经济复合度评估研究[D].北京:北京林业大学,2011.
- [5] 张祖荣. 我国森林社会效益经济评价初探[J]. 重庆师专学报,2001(3):23-26.
- [6] 徐超. 福建省三明地区发展林下经济实证研究[D].北京:北京林业大学,2013.
- [7] 刘春艳. 沂水县林:菌复合经营经济效益及敏感性分析[D].泰安:山东农业大学,2014.
- [8] 屠六邦. 农林复合经营技术: 林菌复合经营类型与技术[J]. 林业科技开发,1999,01:54-55.
- [9] 程鹏,曹福亮,汪贵斌等.农林复合经营的研究进展[J].南京林业大学学报(自然版),2010,34(3):151-156.
- [10] 耿玉德,张朝辉. 国有林区林下经济发展的生态位态势测度研究:以黑江省为例[J]. 林业经济,2013(3):57-61.
- [11] 李荣波. 海林地区林下经济发展问题与对策研究[D].长春:吉林大学,2013.
- [12] 潘忠虎. 林下经济发展模式探讨及效益评价方法[J]. 安徽农学通报,2012(13):138-139.
- [13] 冯旭,王琳.层次分析法赋权的模糊综合评判在人力资源评价中的应用[J].人力资源管理(学术版),2009(10):115-116.
- [14] 唐志刚. Vague 集理论及其应用研究[D].南宁:广西大学,2007.
- [15] 蒋涤非,邱慧,易欣. 城市雨水资源化的景观学途径及其综合效益评价[J]. 资源科学,2014(1):65-74.

(责任编辑:华伟平)

The Evaluation to Sustainable Management about Edible Fungus Intercropping Words Model Based on Vague Sets Theory

——taking Datian, Sanming as an example

CHEN Qichao, CHEN Changxiong, ZHANG Qiaoqiao

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

Abstract: Edible fungus intercropping words model is a effective way to promote farmers' income and develop ecological value growth of forest. The effective evaluation about sustainable management of edible fungus intercropping words model was of great significance to analysis the weaknesses and risks which were existed in current or future industry developing. Taking into account the ecological, economic and social benefits, a evaluation system was proposed, the methods and principles were described by using Vague set theory, and given a empirical evaluation to edible fungus intercropping words model which in Datian county, Sanming city. The empirical results demonstrated the effectiveness and feasibility of this method, and the result showed that the business sustainability about edible fungus intercropping words model at Datian county was better which provide a basis for future development.

Key words: edible fungus intercropping words model; sustainability; vague sets theory; evaluation.

“九龙兰”等 14 份武夷名丛茶树资源 主要生化成分分析

冯 花^{1,2,3}, 罗盛财⁴, 王飞权^{1,2,3}, 李远华^{1,2,3}, 黄毅彪^{1,2,3}, 严 芸^{1,2,3}

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 中国乌龙茶产业协同创新中心, 福建 武夷山 354300; 3.武夷学院 福建省高校茶叶工程研究中心, 福建 武夷山 354300; 4.武夷山龟岩茶业有限公司, 福建 武夷山 354300)

摘 要:对九龙兰等 14 份武夷名丛茶树资源的主要生化成分进行了测定与分析。结果表明,14 份武夷名丛中除了部分名丛之间各生化成分差异不显著外,其他名丛之间各生化成分含量均表现出显著的差异性;变异性分析发现,各生化成分的变异幅度较大,平均变异系数为 16.05%,其中氨基酸最高(30.40%),水浸出物最小(8.39%),表明在生化成分的改良上氨基酸具有较大的潜力,而水浸出物最小;根据适制性与酚氨比的关系,初步认为:九龙兰、王母桃、醉八仙、鹰桃、竹叶青适制绿茶,关公眉、红海棠、不见天、玉笋、醉水仙、正玉兰、金丁香、红杜鹃、醉墨适制乌龙茶;按照特异资源筛选的标准,初步认为:关公眉(57.73%)为高水浸出物茶树资源,九龙兰(5.04%)、醉八仙(5.41%)、竹叶青(5.52%)为高氨基酸茶树资源。

关键词:武夷名丛;生化成分;茶树资源

中图分类号:S571.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0035-07

武夷山市位于福建省西北部,享有世界自然与文化双遗产,是红茶与乌龙茶的发源地,也是我国重点产茶县之一^[1-2]。武夷山产茶历史悠久,茶树种质资源十分丰富,素有茶树品种资源王国之称,其丰富的茶树种质资源是在优越的生态环境条件下,经过长期的自然杂交途径进行基因重组与基因突变及人们不断的人工选择,选育出各种优良单株即单丛,在此基础上又优中选优,形成名丛,即武夷名丛^[3]。

武夷山名丛茶树资源十分丰富,目前收集和保存

的武夷名丛茶树资源有数百份。作为地方茶树种质资源,武夷名丛是生产上直接利用、品种创新和生物技术研究的基础,也是武夷山茶区的宝贵财富,如历史上著名的武夷四大名丛、大红袍,以及被审定为省级良种并作为武夷山当家品种的肉桂均来自武夷名丛^[4-5]。正因如此,近年来关于武夷名丛茶树种质资源的研究有了较多的报道,王飞权等从生化成分^[6-7]、叶片解剖结构^[8]和夏暑茶资源的红茶适制性^[9-10]三方面对武夷名丛茶树资源进行了研究,发现武夷名丛茶树资源的生化成分存在丰富的多样性和变异性,一批名丛在生化成分上具有特异性,同时还间接地发现了一批抗逆性和生产力指数较高的名丛,通过加工发现个别武夷名丛的夏暑茶鲜叶适合加工红茶;邱友梅等^[11]发现武夷名丛的生化成分在春秋两季均表现出显著的差异性和季节性变化;李远华等^[12]人发现武夷山四大名丛都是无性系、灌木型、植株中等大小、树姿半披张、分枝较密、叶片上斜着生、叶形长椭圆形、叶质软厚、绒毛多;洪永聪等^[13]人发现武夷岩茶“十大名丛”的生物学特性均存在一定的差异性和多样性。

收稿日期: 2015-07-30

基金项目: 武夷学院校科研基金资助项目(XL1208);福建省科技重点项目(2013N0033);国家级大学生创新性实验项目(201510397007);福建省大学生创新性实验项目(201410397051);福建省科技计划项目(2014N0008)

作者简介: 冯花(1985-),女,汉族,讲师,主要从事茶树种质资源与茶叶加工技术的研究。

通讯作者: 李远华(1963-),男,汉族,教授,主要从事茶学及生物技术的研究。

在武夷名丛茶树资源的开发研究方面,虽然取得了一定的研究成果,但对于如此丰富的武夷名丛茶树资源的研究而言只是冰山一角。因此,本文立足于此,继续开展和完成了对九龙兰等 14 份武夷名丛的主要生化成分的测定与分析,旨在探明该 14 份名丛资源的主要生化成分含量及其差异性、变异性、特异性和适制性等特性,为进一步开发利用这些名丛资源提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 保存地生态环境及材料来源

武夷山市龟岩茶树种质资源圃地处武夷山风景区梅子桥村,土层深厚,灌溉条件便利。年平均气温 17.9℃,平均最高气温 23.6℃,平均最低气温 14.0℃,一年中,气温最高是 7 月,平均 33.5℃,最低是 1 月,平均 3.5℃,≥10℃活动积温大于 5 000℃;夏秋季节日照时数达 8.5 h/d,漫射光多,降雨量大于 1 500 mm,相对湿度在 80%左右,雨量充沛,湿度适宜^[13]。

于 2014 年 4 月至 5 月,选取武夷山市龟岩茶树种质资源圃保存的九龙兰等 14 份武夷名丛为研究对象,其基本信息见表 1。各武夷名丛均在来源地采集生长健壮的茶穗于龟岩茶树种质资源圃进行扦插繁育,按照茶树种质资源圃的建设标准移植、编号、保存,树龄基本在 3~10 年之间。

表 1 14 份武夷名丛茶树资源的基本信息

序号	资源名称	资源编号	来源地
1	不见天	JM001	九龙窠九龙涧峡谷凹处
2	玉笋	JM008	北斗峰
3	醉水仙	JM017	刘官寨
4	正玉兰	JM021	状元岭
5	九龙兰	JM022	九龙窠
6	金丁香	JM031	野猪槽
7	王母桃	JM037	青狮岗
8	关公眉	JM041	内鬼洞
9	醉八仙	JM043	北斗峰
10	红海棠	JM046	内鬼洞
11	红杜鹃	JM047	内鬼洞
12	鹰桃	JM076	九龙窠
13	醉墨	JM081	九龙窠
14	竹叶青	MM003	马头岩

1.2 方法

1.2.1 杀青与固样

取各名丛的第一轮茶树新梢一芽二叶做为试验材料,分别采用蒸汽杀青、烘箱干燥法固样,同时做好标记和记录工作,固样材料用万能粉碎机(天津泰斯特 10 000 r/min)粉碎,各样品之间破碎度保持一致,并妥善保存于冰箱中,供生化成分的测定使用。

1.2.2 测定方法

水浸出物、茶多酚、氨基酸及咖啡碱的含量测定均参考文献 14 的方法。黄酮类化合物总量的测定采用三氯化铝比色法^[15]。生化成分测定中所用试剂为市售分析纯级。各生化成分的测定均为 3 次重复的平均值,每个重复的数值为 3 个平行的平均值。

1.3 数据统计与分析

各生化成分的最大值、最小值、平均值、标准差以及变异系数采用 Excel (2003 版) 分析;方差分析在 Dps(V7.05 版)软件上进行。

2 结果与分析

2.1 14 份武夷名丛各生化成分的含量与方差分析

2.1.1 水浸出物的含量与方差分析

水浸出物亦指茶叶中的水溶性物质,其水浸出物质量分数的多少,反映了茶叶中可溶性物质含量的高低,同时也代表茶汤的厚薄程度。因此,茶叶水浸出物质量分数的测定,在茶叶品种鉴定、出口检验、样品分析等方面,常常作为分析项目之一^[16]。

分析发现(见表 2),14 份武夷名丛春茶的水浸出物含量在 42.38%~57.73%之间,平均含量为 46.68%,含量最低的是鹰桃(42.38%),含量最高的是关公眉(57.73%)。14 份武夷名丛水浸出物含量由低到高依次为:鹰桃<王母桃<九龙兰<醉八仙<玉笋<金丁香<红海棠<竹叶青<正玉兰<红杜鹃<醉水仙<不见天<醉墨<关公眉。

方差分析结果显示(见表 2),14 份武夷名丛中除了不见天与醉墨、竹叶青与正玉兰、红海棠与金丁香、九龙兰与王母桃间水浸出物含量差异不显著外,其他名丛之间水浸出物含量差异显著,甚至极显著。按照水浸出物含量的大小,结合方差分析的结果可将 14 份武

夷名丛大致分为以下四类:第一类为关公眉(57.73%);第二类由醉墨和不见天组成,含量分别为49.27%、49.24%;第三类由醉水仙、红杜鹃、正玉兰、竹叶青、红海棠和金丁香组成,含量在47.63%~45.2%之间;第四类由玉筍、醉八仙、九龙兰、王母桃和鹰桃组成,含量在44.69%~42.38%之间。

2.1.2 咖啡碱的含量与方差分析

咖啡碱是茶叶中重要的滋味物质,与茶黄素缔合后形成的复合物具有鲜爽味,咖啡碱含量在茶叶中一般为2.0%~4.0%。此外,咖啡碱可以增加血清中游离脂肪酸的水平,具有利尿和增加胃酸分泌的功能^[7]。

分析发现(见表2),14份武夷名丛春茶的咖啡碱

含量在2.54%~4.49%之间,平均含量为3.53%,含量最低的是金丁香(2.54%),含量最高的是九龙兰(4.49%)。14份武夷名丛咖啡碱含量由低到高依次为:金丁香<鹰桃<醉八仙<醉墨<红海棠<竹叶青<王母桃<玉筍<不见天<关公眉<红杜鹃<醉水仙<正玉兰<九龙兰。

方差分析结果显示(见表2),14份武夷名丛中除了醉水仙与正玉兰、关公眉与不见天、红海棠与醉墨间咖啡碱含量差异不显著外,其他名丛之间咖啡碱的含量差异显著,甚至极显著。按照咖啡碱含量的大小,结合方差分析的结果可将14份武夷名丛大致分为以下三类:第一类由九龙兰、正玉兰、醉水仙和红杜鹃组

表2 14份武夷名丛茶树资源主要生化成分分析

资源名称	W(水浸出物)%	W(咖啡碱)%	W(黄酮)%
九龙兰	43.27±0.24hiFG	4.49±0.04aA	1.00±0.01hH
王母桃	42.8±0.05hiG	3.59±0.03fF	1.18±0.02cBC
关公眉	57.73±0.34aA	3.78±0.01dD	1.02±0.00gG
醉八仙	43.59±0.00ghFG	2.81±0.01iI	1.2±0.01bB
红海棠	45.73±0.05defDE	3.14±0.01hH	1.09±0.01eE
鹰桃	42.38±0.42iG	2.75±0.02jI	0.83±0.01iI
竹叶青	46.12±0.53deCDE	3.4±0.01gG	1.17±0.00cC
不见天	49.24±0.24bB	3.75±0.01dD	1.23±0.01aA
玉筍	44.69±0.21fgEF	3.66±0.10eE	0.99±0.01hH
醉水仙	47.63±0.05cC	4.30±0.03bB	1.18±0.01cBC
正玉兰	46.25±0.00deCDE	4.32±0.02bB	1.09±0.01eE
金丁香	45.2±0.05efDE	2.54±0.01kI	1.23±0.02aA
红杜鹃	46.68±2.23cdCD	4.06±0.01cC	1.14±0.01dD
醉墨	49.27±0.56bB	3.12±0.01hH	1.05±0.00fF
平均值/%	46.47	3.55	1.10
最大值/%	57.73	4.49	1.23
最小值/%	42.38	2.54	0.83
标准差	3.90	0.62	0.11
变异系数/%	8.39	17.46	10.00

注:表内数值=平均值±标准方差;A表示显著性水平在0.01,a表示显著性水平在0.05;“%”表示质量分数,下表同。

表2(续) 14份武夷名丛茶树资源主要生化成分分析

资源名称	W(茶多酚)%	W(氨基酸)%	酚氨比
九龙兰	23.67±0.05gG	5.04±0.02cC	4.70
王母桃	21.56±0.07jJ	3.81±0.07eE	5.66
关公眉	27.71±0.05dD	3.07±0.02fF	9.02
醉八仙	23.06±0.11hH	5.41±0.04 aA bB	4.26
红海棠	28.43±0.05cC	2.26±0.06kJ	12.56
鹰桃	19.88±0.07kK	3.95±0.04dD	5.03
竹叶青	22.41±0.08iI	5.52±0.01aA	4.06
不见天	28.41±0.11cC	2.73±0.05iH	10.41
玉筍	24.56±0.22fF	3.05±0.02fF	8.04
醉水仙	29.87±0.07bB	2.92±0.04gG	10.24
正玉兰	31.11±0.15aA	3.01±0.01fF	10.34
金丁香	24.29±0.14 fF	3.01±0.02fF	8.07
红杜鹃	31.16±0.04aA	2.84±0.03hG	10.97
醉墨	26.51±0.07eE	2.62±0.02jI	10.12
平均值/%	25.90	3.52	8.11
最大值/%	31.16	5.52	12.56
最小值/%	19.88	2.26	4.06
标准差	3.63	1.07	2.86
变异系数/%	14.02	30.40	35.27

成,含量在 4.49%~4.06%之间;第二类由关公眉、不见天、玉筍、王母桃和竹叶青组成,含量在 3.78%~3.4%之间;第三类由红海棠、醉墨、醉八仙、鹰桃和金丁香组成,含量在 3.14%~2.54%之间。

2.1.3 黄酮类的含量与方差分析

黄酮类化合物是茶叶最主要的生化成分之一,在茶叶中的黄酮类化合物主要是黄酮醇及其苷类,是构成茶黄色素的重要组分,是乌龙茶与绿茶汤色的重要组成成分^[17-18]。

分析发现(见表2),14份武夷名丛春茶黄酮类含量在 0.83%~1.23%之间,平均含量为 1.25%,含量最低的是鹰桃(0.83%),含量最高的是不见天

(1.23%)。14份武夷名丛黄酮类含量由低到高依次为:鹰桃<玉筍<九龙兰<关公眉<醉墨<红海棠<正玉兰<红杜鹃<竹叶青<醉水仙<王母桃<醉八仙<金丁香<不见天。

方差分析结果显示(见表2),14份武夷名丛中除了不见天与金丁香、竹叶青与醉水仙、红海棠与正玉兰、九龙兰与玉筍间黄酮类含量差异不显著外,其他名丛之间黄酮类含量差异显著,甚至极显著。按照黄酮类含量的大小,结合方差分析的结果可将14份武夷名丛大致分为以下三类:第一类由金丁香、不见天、醉八仙、醉水仙、王母桃和竹叶青组成,含量在 1.17%~1.23%之间;第二类由红杜鹃、正玉兰、红海棠、醉墨、

关公眉和九龙兰组成,含量在1.00%~1.14%之间;第三类由玉筍和鹰桃组成,含量分别为0.99%和0.83%。

2.1.4 茶多酚的含量与方差分析

茶多酚又称茶单宁或茶鞣质,是一类存在于茶树中的多元酚的混合物,茶鲜叶中多酚类的含量一般在18%~36%(干重)之间^[17]。因此对成茶品质色、香、味的形成具有重要作用,是决定茶叶颜色和滋味的主体成分^[16]。

分析发现(见表2续),14份武夷名丛春茶的茶多酚含量在19.88%~31.16%之间,平均含量为25.73%,含量最低的是鹰桃(19.88%),含量最高的是红杜鹃(31.16%)。14份武夷名丛茶多酚含量由低到高依次为:鹰桃<王母桃<竹叶青<醉八仙<九龙兰<金丁香<玉筍<醉墨<关公眉<不见天<红海棠<醉水仙<正玉兰<红杜鹃。

方差分析结果显示(见表2续),14份武夷名丛中除了正玉兰与红杜鹃、红海棠与不见天。玉筍与金丁香之间茶多酚含量差异不显著外,其他名丛之间茶多酚含量差异显著,甚至极显著。按照茶多酚含量的大小,结合方差分析的结果可将14份武夷名丛大致分为以下三类:第一类由红杜鹃、正玉兰、醉水仙、红海棠、不见天和关公眉组成,含量在27.71%~31.16%之间;第二类由醉墨、玉筍、金丁香、九龙兰、醉八仙和竹叶青组成,含量在22.41%~26.51%之间;第三类由王母桃和鹰桃组成,含量分别为21.56%和19.88%。

2.1.5 氨基酸的含量与方差分析

氨基酸是由氨基和羟基组成的有机化合物,是茶叶的主要的生化成分之一。茶叶氨基酸的组成、含量以及它们的降解产物和转化产物也直接影响茶叶的品质^[17]。

分析发现(见表2续),14份武夷名丛春茶的氨基酸含量在2.26%~5.52%之间,平均含量为3.54%,含量最低的是红海棠(2.26%),含量最高的是竹叶青(5.52%)。14份武夷名丛茶多酚含量由低到高依次为:红海棠<醉墨<不见天<红杜鹃<醉水仙<正玉兰<金丁香<玉筍<关公眉<王母桃<鹰桃<九龙兰<醉八仙<叶青。

方差分析结果显示(见表2续),14份武夷名丛中除了关公眉与玉筍、金丁香、正玉兰间茶多酚含量差

异不显著外,其他名丛之间茶多酚含量差异显著,甚至极显著。按照氨基酸含量的大小,结合方差分析的结果可将14份武夷名丛大致分为以下四类:第一类由竹叶青、醉八仙和九龙兰组成,含量在5.04%~5.52%之间;第二类由鹰桃和王母桃组成,含量分别为3.95%和3.81%;第三类由关公眉、玉筍、金丁香和正玉兰组成,含量在3.01%~3.07%之间;第四类由醉水仙、红杜鹃、不见天、醉墨和红海棠组成,含量在2.26%~2.92%之间。

2.1.6 酚氨比值分析

酚氨比是茶多酚含量与氨基酸含量的比值,可作为茶树品种适制性的参考,一些研究认为,氨基酸含量高,酚氨比低(<8)则适制绿茶,茶多酚含量高,酚氨比高(>15),则适制红茶,酚氨比值在8~13之间,适制乌龙茶^[17,19-22]。

分析发现(见表2续),14份武夷名丛春茶的酚氨比值在4.06~12.56之间,平均比值为8.11,比值最低的是竹叶青(4.06),比值最高的是红海棠(12.56)。14份武夷名丛酚氨比值由高到低依次为:竹叶青<醉八仙<九龙兰<鹰桃<王母桃<玉筍<金丁香<关公眉<醉墨<醉水仙<正玉兰<不见天<红杜鹃<红海棠。根据所得酚氨比值的大小,将14份武夷名丛分为两大类:第一类由九龙兰、王母桃、醉八仙、鹰桃和竹叶青组成,酚氨比值在4.06~5.66之间;第二类由关公眉、红海棠、不见天、玉筍、醉水仙、正玉兰、金丁香、红杜鹃和醉墨组成,氨比值在8.04~12.56之间。

2.2 各生化成分的变异性分析

茶叶生化成分的变异系数是用来衡量茶叶之间各生化成分变异程度的一个统计数量^[11]。由表2可知,14份武夷名丛春茶的主要生化成分的变异系数在8.39%~30.40%之间,其平均值为16.05%,其中变异系数最大的是氨基酸(30.40%),其次分别是咖啡碱(17.46%)、茶多酚(14.02%)、黄酮类(10.00%),最小的是水浸出物(8.39%),表明在生化成分的改良上,氨基酸的改良潜力较大,而水浸出物的最小。

2.3 适制性的分析

按照酚氨比与适制性的关系,可知,14份武夷名丛中,有5份武夷名丛(九龙兰、王母桃、醉八仙、鹰桃、竹叶青)的酚氨比 <8.0 ,适制绿茶,9份武夷名丛(关公眉、红海棠、不见天、玉筍、醉水仙、正玉兰、金丁香、红

杜鹃、醉墨)的酚氨比在 8~13 之间,适制乌龙茶。

2.4 特异资源的筛选

特异资源指茶树鲜叶干样的一芽二叶中水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱等超常量的资源,也包括通过评价鉴定筛选出的抗逆性资源^[1]。随着当前消费的多元化和茶叶成分保健功效研究的不断深入,茶氨酸、茶多酚、咖啡碱等含量特异的茶树种质资源具有广阔的应用前景。一般认为水浸出物含量 $\geq 51\%$ 、氨基酸含量 $\geq 5.0\%$ 、茶多酚含量 $\geq 38.0\%$ 、茶多酚含量 $\leq 15.0\%$ 、咖啡碱含量 $\geq 5.0\%$ 、咖啡碱含量 $\leq 1.0\%$ 的茶树资源为特异资源^[7]。

本研究对 14 份武夷名丛茶树资源的主要生化成分进行分析发现,关公眉的水浸出物含量为 57.73%,高于 51%,九龙兰、醉八仙、竹叶青氨基酸含量分别为 5.04%、5.41%、5.52%,高于 5.0%。因此,初步认为,关公眉为高水浸出物茶树资源,九龙兰、醉八仙、竹叶青为高氨基酸茶树资源。

3 小结

本研究从茶多酚、氨基酸等 5 个主要生化成分的角度,对 14 份武夷名丛茶树资源进行了方差分析和变异性分析,发现 14 份武夷名丛中除了部分名丛之间各生化成分的含量差异不显著外,其他名丛之间各生化成分的含量均表现出显著甚至极显著的差异;变异系数较高、类型比较丰富,14 份武夷名丛各生化成分的变异系数较高,均值达到 16.05%,且幅度较大,尤其是氨基酸、咖啡碱的变异系数较高,说明武夷名丛茶树资源在氨基酸和咖啡碱上具有很大的选择潜力。

从生化成分的含量分析发现,14 份武夷名丛茶树资源主要生化成分含量比较丰富,其中九龙兰在咖啡碱和氨基酸含量上、关公眉在水浸出物和茶多酚含量上、不见天在水浸出物、黄酮类及茶多酚含量上、醉水仙在水浸出物、咖啡碱及茶多酚含量上、正玉兰在咖啡碱和茶多酚含量上均比较丰富,因此,可以作为优良的茶树资源进行选育。

酚氨比是一个体现茶树资源适制性的重要指标,以此为依据进行适制性分析,初步发现 14 份春季武夷名丛茶树资源中有 5 份资源(九龙兰、王母桃、醉八

仙、鹰桃、竹叶青)适制绿茶,9 份(关公眉、红海棠、不见天、玉笋、醉水仙、正玉兰、金丁香、红杜鹃、醉墨)适制乌龙茶。虽然可以根据不同武夷名丛的生化成分组成选育出适制不同茶类的品系或品种,但其适制性还应该通过加工试验进一步确定。

在特异茶树资源的筛选中,发现九龙兰、醉八仙、竹叶青氨基酸含量和关公眉的水浸出物含量均超出常规含量。因此,初步断定九龙兰、醉八仙、竹叶青为高氨基酸茶树资源,关公眉为高水浸出物茶树资源,可以作为培育高功能性成分的育种材料或茶叶深加工中功能性成分的提取材料加以利用。

参考文献:

- [1] 程长琴.武夷山市茶产业发展特征及对策研究[J].经济师,2013(3):225-226.
- [2] 张锡友.武夷山市茶产业发展研究[J].现代农业科技,2011(10):382-383.
- [3] 罗盛财.武夷岩茶名丛录[M].北京:科学出版社,2007.
- [4] 陈亮,杨亚军,虞富莲.中国茶树种质资源研究的主要进展和展望[J].植物遗传资源学报,2004,5(4):389-392.
- [5] 姚月明,陈永霖.武夷肉桂茶树品种开发利用[J].茶业通报,1994,16(3):12-13.
- [6] 王飞权,冯花,罗盛财,等.部分武夷名丛种质资源生化成分分析[J].黑龙江农业科学,2012(4):107-109.
- [7] 王飞权,冯花,王芳,等.42 份武夷名丛茶树资源生化成分多样性分析[J].植物遗传资源学报,2015,16(3):670-676.
- [8] 王飞权,吴淑娥,冯花,等.部分武夷名丛叶片解剖结构特性研究[J].中国农学通报,2013,29(4):130-135.
- [9] 王飞权,冯花,罗盛财,等.武夷名丛‘向天梅’夏暑红茶适制性研究[J].食品研究与开发,2013,34(15):51-55.
- [10] 钟兰馨,冯花,罗盛财,等.三种武夷名丛夏暑红茶适制性研究[J].黑龙江农业科学,2013(9):84-86.
- [11] 邱有梅,王飞权,罗盛财,等.不同季节武夷名丛茶树种质资源生化成分分析[J].西北农业学报,2012,21(10):117-122.
- [12] 李远华,张媛媛,罗盛财.武夷山四大名丛的植物学性状观察及主要生化成分分析[J].蚕桑茶叶通讯,2013(6):27-32.
- [13] 洪永聪,卢莉,辛伟,等.武夷岩茶“十大名丛”种质生物学特性的鉴定与评价[J].中国农学通报,2012,28(28):234-238.
- [14] 张正竹.茶叶生物化学实验教程[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [15] 黄意欢,叶银芳,包先进.茶学实验技术[M].北京:中国农业

- 出版社,1997.
- [16] 牟凤娟,徐峥嵘.不同茶树资源生化成分差异的初步研究[J].安徽农业科学,2006,34(4):685-687.
- [17] 宛晓春,黄继轸,沈生荣.茶叶生物化学[M].3 版.北京:中国农业出版社,2003.
- [18] 罗丽,郭雅玲.福建乌龙茶黄酮类化合物含量分析[J].中国茶叶加工,2004(3):32-34.
- [19] 程启坤.茶叶品种适制性的生化指标:酚氨比[J].中国茶叶,1983(1):38.
- [20] 杨亚军.茶树育种品质早期化学鉴定-Ⅱ.鲜叶的主要生化组分与绿茶品质的关系[J].茶叶科学,1991(2):59-64.
- [21] 杨亚军.茶树育种品质早期化学鉴定-I.鲜叶的主要生化组分与红茶品质的关系[J].茶叶科学,1990(2):127-131.
- [22] 张泽岑.对茶树早期鉴定品质指标和酚氨比的一点看法[J].茶叶通讯,1991(3):22-25.

(责任编辑:叶丽娜)

An Analysis on Main Biochemical Components of Fourteen Wuyi Mingcong Tea Germplasms Including “Jiu Long-lan”

FENG Hua^{1,2,3}, LUO Shengcai⁴, WANG Feiquan^{1,2,3},

LI Yuanhua^{1,2,3}, HUANG Yibiao^{1,2,3}, YAN Yun^{1,2,3}

(1.School of Tea and Food Science, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2.Collaborative Innovation center of Chinese Oolong Tea Industry, Wuyishan, Fujian 354300;

3.Tea Engineering Research Center of Fujian Higher Education, Wuyishan, Fujian 354300;

4.Tea Industry Co., Ltd. of Wuyishan Guiyan, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Detecting and analyzing main biochemical components of Wuyi Mingcong Tea Germplasms including ‘Jiu Long-lan’ and other thirteen categories. According to the results, there are no appreciable difference of biochemical components among some of them but the others have significant differences. When analyzing the variability, the variation of biochemical components are in big change ranges. The average coefficient of variation is 16.05%, in which amino acid is the highest one (30.40%) and water extract is the lowest one (8.39%), it showed that amino acid has great potential in the biochemical components improvement while water extract has low improvement potential. On the basis of the relationship between the processing suitability and the phenol ammonia, a preliminary determination was made: there were Jiu Longlan, Wang Mutao, Zui Baxian, Ying Tao, Zhu Yeqing Ming Congs are suitable for making green tea, Guan Gongmei, Hong Haitang, Bu Jiantian, Yu Da, Zui Shuixian, Zheng Yulan, Jin Dingxiang, Hong Dujuan, Zui Mo Ming Congs are suitable for making Oolong tea. According to the screening criteria of specific resource the preliminary judgment was made: Guan Gongmei was high water extract tea germplasm resources; Jiu Longlan, Zui Baxian, Zhu Yeqing was high amino acid tea germplasm resources.

Key words: Wuyi Mingcong; biochemical components; tea germplasms

福建省茶产业发展影响因子的灰色关联分析

黄毅彪^{1,2,3}, 叶国盛¹, 林燕萍^{1,2,3}

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.福建省高校茶叶研究中心, 福建 武夷山 354300;
3.中国乌龙茶产业协同创新中心; 福建 武夷山 354300)

摘要:选取规模以上精制茶企业加工数、茶园面积、茶叶生产价格指数、出口额、茶叶总产量及茶园采摘面积等6个因子,对福建省茶产业发展影响因子进行关联分析。研究表明影响福建省茶产业发展的主要因素为精制茶企业加工数,其次是茶叶出口额、茶叶产量等。秉承为福建省茶产业健康发展提供科学决策参考的宗旨,并提出建议和对策。

关键词:福建茶产业;茶产值;灰色关联理论;发展现状

中图分类号:F326 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0042-04

福建是我国最大的乌龙茶生产省份和发源地,生产历史悠久,产品特色明显,在国内外市场上享有较高的声誉^[1]。福建独特的地理环境和气候特点为该省茶产业的综合发展提供了有利条件^[2]。福建省茶产业呈现出市场需求与经济效益双增的态势,茶产业已成为产业关联度大、带动作用强的重要产业^[3]。为此,本研究采用灰色关联对福建省茶产业进行实证分析,通过对历史数据进行处理,分析福建茶产业增长产生影响的因素,以及各因素影响程度,并提出对策。从而为维持茶产业发展良好的发展态势,朝着更加多元化方向发展提供依据。

1 灰色关联的理论介绍

1.1 灰色理论与灰色关联度分析

1982年我国著名学者邓聚龙教授提出灰色系统理论和方法,其预测与诊断分析的新理论,目前已经

广泛的运用于农业和社会经济领域。灰色系统理论以“部分信息已知,部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”不确定系统为研究对象,通过了解、认知“部分”已知信息,实现对系统运行行为和演化规律的正确把握和描述^[4]。

灰色系统理论的提出,其目的就是通过一定的方法理清系统中各因素间的主要关系,找出影响最大的因素,把握矛盾的主要方面^[5]。其基本思想是根据系统发展过程中因素间相对变化的情况,也就是变化大小,方向及速度等指标的相对性,来判断两者的关联度大小^[6]。灰色关联度的应用涉及社会科学和自然科学的各个领域,尤其在社会经济领域,如国民经济各部门投资收益、区域经济优势分析、产业结构调整等方面,都取得较好的应用效果。因此,关联度分析适用性更强,更适合福建茶叶产业发展现状的动态分析。

1.2 数据来源与模型构建

应用灰色关联分析,确定以2006~2012年为基期的福建茶叶总产值、茶叶生产价格指数(上年价格=100)、出口额、茶园总面积、茶叶实际采摘面积、茶叶总产量为研究对象。统计数据来源于《中国统计年鉴》、《中国海关统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《福建统计年鉴》以及中国茶叶流通协会所公布的相关资料和数据。其中,福建茶叶总产量、茶园实有面积、茶叶实际采摘面积及茶叶生产价格指数来自于

收稿日期:2015-10-07

基金项目:福建省大学生创新创业训练计划项目(201410397032);武夷学院校科研基金资助项目青年专项(XQ201302);福建省科技计划项目(2014N0008);南平市科技计划项目(N2012Z06(3));福建省教育厅A类项目(JA12329)。

作者简介:黄毅彪(1982-),男,汉族,讲师,主要从事茶学研究。

《中国统计年鉴》,福建茶叶总产值和出口金额来自于《福建统计年鉴》,福建规模以上精制茶企业加工数来自于《福建企业年鉴》。数据处理以计量经济专业软件 DPS 处理系统(Data Processing System)为主,并以 Excel 作为辅助计算工具。

灰色关联分析建模步骤如下:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_l |y(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_l |y(k) - x_i(k)|}{|y(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_l |y(k) - x_i(k)|}$$

第一步:确定反映系统行为特征的参考数列和影响系统行为的比较数列^[7]。反映系统行为特征的数据序列,称为参考数列。影响系统行为的因素组成的数据序列,称比较数列。

设参考数列(又称母序列)为 $Y = \{Y(k) | k = 1, 2, \dots, \Lambda, n\}$; 比较数列(又称子序列) $X_i = \{X_i(k) | k = 1, 2, \dots, \Lambda, n, i = 1, 2, \dots, \Lambda, m\}$ 。

第二步,变量的无量纲化。由于系统中各因素列的量纲(或单位)不同,有些数值的数量级相差悬殊^[8]。由下列计算公式得出:

$$x_i(k) = \frac{x_i(k)}{x_i(l)}, k = 1, 2, \dots, \Lambda, n; i = 0, 1, 2, \dots, \Lambda, m \quad (2)$$

第三步,求得关联系数。

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_l \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_l \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_l \Delta_i(k)} \quad (3)$$

ρ 称为分辨系数,用来反映两组被比较序列在某一时刻的靠近程度。越小,分辨力越大,一般 ρ 的取值区间为(0,1),值可视情况而定。通常取 $\rho = 0.5$ 。

第四步,计算关联度。关联度 r_i 公式如下:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k), k = 1, 2, \dots, \Lambda, n \quad (4)$$

第五步,关联度排序。将每个子序列对同一母序列的关联度按靠近程度排序,组成关联序。如果 $r_1 < r_2$,则比较数列 x_2 对于参考数列 y 有更大的影响。在算出 $X_i(k)$ 序列与 $Y(k)$ 序列的关联系数后,计算各类关联系数的平均值,平均值 r_i 就称为 $Y(k)$ 与 $X_i(k)$ 的关联度^[9]。

2 福建省茶产业发展影响因子关联度计算

2.1 福建省茶产业发展现状

2012 年福建茶园中面积达 221.46 万 hm^2 , 福建规

模以上精制茶企业加工数 426 个, 出口总金额达 10.49 千万美元, 茶叶总产量 32.1 万 t, 其中白茶产量占到全国白茶总产量的 90%。中国茶类按加工方式分六大类, 而福建拥有乌龙茶、红茶、白茶、绿茶 4 个大类, 茶类齐全, 基本上已形成了闽南、闽北的乌龙茶区, 闽东绿茶区, 闽西北的多类茶区。其中乌龙茶作为特种茶的龙头品种发展势头最强, 每年的产量约占全国产量的 70%~80%, 而且产量所占的比重逐年呈稳步上升, 红茶次之。目前福建拥有安溪铁观音、武夷山大红袍、白牡丹, “三大”功夫红茶, 茉莉花茶系列等名优茶叶产品^[10]。据数据统计显示, 2012 年全省从事茶叶种植、生产、加工、物流、销售的相关人员达 500 多万人, 涉茶人员超过 1 500 万人。茶产业作为福建省的 9 大支柱产业之一。2012 年全省茶叶直接产值 161 亿元, 营销总额达 110 亿元。安溪县去年仅毛茶产值就达 4 亿元、占全县农业产值的 22.3%, 年创税收 3 200 多万元, 农民人均收入 3 700 元中毛茶收入占 20% 以上。

2.2 影响福建茶业总产值指标的选取

本文所探讨研究的福建茶业经济增长, 特指茶叶总产值的增长。围绕茶产业发展现状的影响因素, 国内学者对其做了相关研究。许月丽、汤一利用 1985 年至 2001 年的样本数据对我国茶叶投入产出关系与相对产出效率的变化状况进行了实证分析, 所得结果显示: 首先茶叶投入产出关系的实证结果表明, 由于产值与产量变化所受影响因素不尽相同, 因而二者的投入产出关系实证结果也有所差异。具体而言, 劳动要素投入量的增加对茶叶产量有正的影响但对茶叶产值没有影响^[11]。茶产业不仅是一个生产系统, 而且还是一个复杂的经济系统, 产业的总量指标不仅受各种内生变量的影响, 而且还受多种外生变量的制约。

除了上述研究成果提出的影响因素外, 福建茶产业发展也得益于地方政府资金支持, 行业管理制度的改善, 茶叶企业深化, 茶叶高新技术在茶叶生产中得到广泛应用, 都为福建茶叶产业注入新的生命力。本文在上述结论的基础上, 对影响福建茶业发展的因素全面考虑和比较, 结合福建实际情况, 选取了 2006~2012 年福建规模以上精制茶企业加工数、茶园面积、茶叶生产价格指数(与上年价格比例为 100%)、出口额、采茶面积及茶叶总产量作为茶叶总产值的影响因素。

2.3 关联度计算

将表1福建省2006~2012年茶叶总产值和六个影响茶叶总产值的因子的数据带入上述模型中,在菜单下选择“其它方法→灰色系统→关联分析”功能项。执行灰色关联分析时,输入母序列个数1,分辨系数取0.5,数据转换方式选择初值化,并选择输出Y与其它因子的绝对差值,得到按时间序列划分的各因子X与茶叶总产值Y的关联系数和关联度,分析结束时系统输出如下结果如表2所示:

表2 福建省茶叶总产值Y和六个影响因子的关联度

关联矩阵	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Y	0.591 4	0.570 9	0.569 6	0.595 2	0.756 0	0.758 7

将各因子的关联度按与母序列的靠近程度从大到小排序,其关联顺序为:福建精制茶企业加工数(个)>茶叶出口金额(千万美元)>茶叶总产量(万t)>茶叶生产价格指数(与上年价格比例为100%)>实有茶园面积(千hm²)>本年采摘茶园面积(千hm²)。其中福建规模以上精制茶企业加工数、茶叶出口金额与茶叶总产值的关联度为0.7587和0.7560,属于高度关联。低度关联的因子是茶叶总产量、茶叶生产价格指数、本年实有茶园面积、采摘茶园面积,关联度分别为0.5952、0.5914、0.5709、0.5696。

3 对策与建议

本文根据灰色关联理论分析了福建省茶叶产业的发展现状的主要影响因素,来阐述茶产业经济增长的特点。针对这些主导因素和次要因素,对茶产业进行调整和优化,以实现福建省茶行业达到经济效益、社会效益和生态效益的有机统一,促进茶业经济健康、稳定、可持续发展。因此,根据上述数据分析,提出

以下对策建议:

3.1 企业对策

茶叶企业是茶业经济的细胞,市场经济下茶业经济的发展有赖于茶叶企业发展壮大。要想做大做强茶叶企业,第一:应对中小型茶叶企业和小规模生产的茶农进行整合,扩大经营规模,形成产业集聚;第二:重视品牌效应,茶企要将品牌打造到战略地位,提高茶叶的竞争力,实现从茶叶大省向茶叶强省的转变。

3.2 生产对策

针对我省茶产业生产力水平低、卫生质量差、农药和重金属等残留高等的问题,应做到:第一,在茶叶市场日趋激烈的情况下,茶叶质量是决定因素。建设一批标准化茶园,使基地茶园达到品种良种化、栽培生态化、生产无公害化^[2]。第二:加大新建茶园的发展力度,做好科学规划。另一方面,鼓励茶产品生产、加工企业的质量认证和管理,确保茶产品质量安全。第三:调整不合理的茶产业生产结构,遵循一定的原则,除此之外,还应该从茶业生产结构变动的规律出发,对福建茶业生产结构进行调整和升级。第四:茶产业各部门协调发展,相互促进、相互补充,提高经济效益,满足社会需求的程度。

3.3 市场对策

茶产业的发展和基地建设的规模取决于市场的开拓。第一:网络营销在茶叶市场营销中起到越来越重要的作用,因此企业要提升茶叶市场的营销技术。第二:重视包装的作用。包装可以宣传与展示茶叶产品,是运输茶叶产品、包装茶叶质量、传达相关信息的重要媒体。第三茶叶品牌要进行市场定位,可以采用以品茶消费为主线,以多渠道消费为分线的策略进行。第四:制定茶叶销售策略和茶叶价格策略,从源头上降低成本,满足各阶层的消费者,来赢得市场。

表1 福建省2006~2012年茶叶总产值与六个影响茶叶总产值的因子

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
茶叶生产价格指数 X_1 (与上年价格比例为100%)	100.4	104.6	97.8	102.7	111.5	107.2	101.1
实有茶园面积 X_2 (千hm ²)	159.82	169.76	188.93	194.84	201.2	211.34	221.46
本年采摘茶园面积 X_3 (千hm ²)	139.87	150.68	167.84	173.39	178.35	186.00	195.53
茶叶总产量 X_4 (万t)	20.01	22.39	24.73	26.57	27.26	29.6	32.1
茶叶出口金额 X_5 (千万美元)	4.85	5.16	5.28	6	7.84	9.25	10.49
福建精制茶企业加工数 X_6 (个)	134	178	244	283	328	376	426
茶叶总产值 Y(万元)	426 935	623 329	741 939	794 188	995 813	1 364 708	1 616 605

4 结论

通过对福建省茶叶总产值及其影响因子的灰色关联度分析,可以得出以下结论:第一,在目前的生产条件下,规模以上精制茶企业加工数仍然是决定茶叶产值的首要因子。第二,茶叶总产量和茶叶生产价格指数是影响福建茶叶总产值的重要因子。茶叶总产量代表了茶产业之数量规模^[13]。茶叶生产价格指数越高说明生产成本的上升,从而影响到茶叶的产值。第三,茶园面积为相对次要的因素,一方面是由于福建省茶区资源利用率并不是很高,不少茶区生产要素之配置出现失衡,相对资本和劳动力投入的不足,茶园面积已出现“过剩”;另一方面,茶园基础设施建设跟不上,高技术推广应用程度不高,茶园布局结构不合理,生产力低的老茶园数量多。灰色系统理论是宏观经济关联分析的有效工具,研究结果与实际吻合度大,因此该方法对于分析影响福建省茶产业发展的主要因素是十分有效的,并且可以根据分析结果提出重点对策。

参考文献:

- [1] 杨江帆,庄佩芬,叶乃兴.福建乌龙茶多重保护体系的构建[J].武夷学院学报,2008,27(5):4-12.

- [2] 张磊,杨如兴,尤志明.福建省茶产业发展的优势、问题及对策[D].中国茶叶,2009(5):23-24.
- [3] 孔祥瑞.福建省茶产业发展的现状、问题及策略[D].湖南农业科学,2004(16):46-48.
- [4] 朱书瑞.脆弱性评估模型及其在煤矿企业中的应用研究[D].河南:河南大学,2008.
- [5] 潘莉.组合预测模型在城市公共交通需求预测中的应用[D].合肥:合肥工业大学,2005.
- [6] 魏海宁.灰色关联度方法在灾害性天气评估中的应用研究[D].南京:南京信息工程大学,2011.
- [7] 李晓燕.中国能源消费与经济增长的灰色关联分析[J].重庆大学学报,2010(5):31-35.
- [8] 赵天宏,沈秀璞,杨德光,等.灰色关联度分析在玉米抗旱生理鉴定中的应用[D].沈阳:沈阳农业大学,2003.
- [9] 刘琼.陕西省果业发展的灰色关联分析[J].安徽农学通报,2012(5):26-27.
- [10] 夏文顶.福建茶业发展的战略思考[J].发展研究,2003(9):42-43.
- [11] 夏文顶.投入产出关系回归修正最小二乘法相对效率[J].茶叶,2005(4):241-244.
- [12] 侯大为.武夷山茶文化旅游 SWOT 分析及发展战略[J].武夷学院学报,2014,33(4):22-25.
- [13] 孔玉屏.我国茶产业增长特点的实证研究[D].浙江:浙江大学,2006.

(责任编辑:叶丽娜)

Grey Correlative Analyses on Factors Affecting Fujian Tea Industry Development

HUANG Yibiao^{1,2,3}, YE Guosheng¹, LIN Yanping^{1,2,3}

(1.School of Tea Science and Biology,Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2.Tea Engineering Research Institute of Fujian Colleges and Universities, Wuyishan, Fujian 354300;

3.China Oolong Tea Industry Collaborative Innovation Center, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Selecting the refined tea processing enterprises above designated size number in Fujian, garden area, the price index of tea producer, exports value, the total yield of tea and picking area as factors.This paper executed correlation analysis on factors affecting Fujian tea industry. The results showed that the dominant factor affecting the growth is the number of refined tea processing enterprises, followed by the exports value and total yield of tea.To solve the problem,this paper puts forward some countermeasures and suggestions for the healthy development of Fujian tea industry to provide sci-entific reference for the decisions-making.

Key words: Fujian tea industry; tea product value; gray correlative analysis; development status

乌龙茶品种加工东方美人茶品质比较研究

周炎花¹, 蔡烈伟¹, 杨双旭¹, 吴士斌², 胡波¹, 郭胡津¹, 张艳丽¹

(1.漳州科技职业学院 茶学院, 福建 漳浦 363202; 2.漳州市科技开发服务中心, 福建 漳州 360000)

摘要: 研究以青心乌龙、金萱、铁观音、梅占、黄金桂 5 个乌龙茶品种为试验对象, 鲜叶原料以一芽二叶为标准加工成东方美人茶, 采用密码感官审评和化学成分分析方法, 对其品质特点进行比较研究。结果表明, 叶椭圆形、节间短、茸毛多的品种(青心乌龙、金萱)更利于形成东方美人茶“白毫显露, 白、绿、黄、红、褐五色相间”的外形特征; 芽叶肥长、节间距长的品种(梅占)制成的茶样外形得分最低; 参试的乌龙茶品种均表现出明显的花果香和蜂蜜味。

关键词: 乌龙茶; 品质; 东方美人茶

中图分类号: S571.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)03-0046-05

台湾是我国乌龙茶主要产地之一。台湾茶区现有栽培的茶树品种, 除台湾山茶及从印度引入的阿萨姆种以外, 其余 70 多个地方品种均由福建省等茶区引入^[1]。台湾乌龙茶的产制技术由福建传入, 经过长期的发展, 已自成一格, 产品外形及内质与大陆乌龙茶有所不同^[2]。有些茶叶还有其特殊风味^[3]。凭借良好的地缘、人缘优势, 闽台茶业合作与交流在两岸三地独领风骚。台湾茶叶企业在福建省内投资的有自产自销型、自产兼收购型、纯收购型以及茶叶产销与茶机结合经营的各种类型。这些台资茶业企业, 无不以“台式乌龙茶”作为当家品种之一^[4]。上世纪 90 年代初, 天福集团创办人李瑞河先生从台湾引进金萱、翠玉、四季春、青心乌龙、青心大冇等台湾茶种, 在漳浦培植栽种, 随之扩种周边县市。仅漳浦县种植金萱面积逾 600 hm², 有加工厂 35 家, 茶叶年产值超过 5 000 万元。目前, 这些茶树品种春茶原料主要用来加工台式

乌龙茶, 夏暑茶原料主要用来加工东方美人茶(白毫乌龙茶)。

东方美人, 又称椪风茶、白毫乌龙、香槟乌龙, 为台湾名茶中的名茶, 是新竹县北埔、娥眉及苗栗县头份所产特色茶。以受茶小绿叶蝉吸食的幼嫩茶芽为原料, 手工揉捻控制发酵程度(其发酵程度一般的发酵度为 50%~60%), 使茶叶产生独特的蜜糖或熟果香^[2-3]。白毫乌龙成品外观不重条索紧结, 以芽尖带白毫越多者越高级, 要求白毫显露, 枝叶连理, 白、绿、黄、红、褐相间, 犹如花朵; 汤色呈琥珀色; 具熟果香、蜜糖香; 滋味圆柔醇厚; 叶底浅褐色, 有红边, 芽叶成朵^[5]。

在台湾当地, 东方美人茶选用茶树品种一般有: 青心大冇、青心乌龙、白毛猴等^[1]。近年来, 也有对东方美人茶的制茶工艺进行研究^[6-10], 但对品种间制成的东方美人茶品质差异研究较少。为深入研究不同茶树品种原料对东方美人茶品质的影响, 本试验采用 5 个不同的乌龙茶品种, 包括青心乌龙、金萱、铁观音、梅占、黄金桂, 比较不同乌龙茶茶树品种加工东方美人茶的品质差异。

1 材料方法

1.1 供试鲜叶原料

供试茶树品种: 采自漳州科技职业学院茶树品种

收稿日期: 2015-08-01

基金项目: 福建省茶叶精深加工产业技术公共服务平台;
漳州科技职业学院校级科研项目。

作者简介: 周炎花(1983-), 女, 汉族, 讲师, 主要从事茶叶加工与品质研究。

通讯作者: 蔡烈伟(1968-), 男, 汉族, 教授, 主要从事茶文化产业与经济研究。

园的5个茶树品种(青心乌龙、金萱、铁观音、梅占、黄金桂)。鲜叶采摘时间:2014年6月。鲜叶采摘标准:1芽2叶。

1.2 试验设计

设五个处理即5个茶树品种(青心乌龙、金萱、铁观音、梅占、黄金桂)。

1.3 加工工艺

1.3.1 东方美人茶加工工艺流程

鲜叶→晒青→摊晾→做青→发酵→杀青→回潮→揉捻→干燥→成品。

1.3.2 晒青

约下午4点,移到室外进行晒青,摊叶量约0.6 kg/m²。晒青方法和乌龙茶加工相同,但时间要求较长,约20~40 min,控制茶青失水率15%~20%。以叶色由鲜绿转为暗绿,叶缘开始红变叶梢较萎软,握叶柔软,青气减退、清香花香初露为适度。

1.3.3 晾青

将晒青适度的茶青收回晾青间,上架摊晾,晾青时间约60 min。当手捏晾青叶略有刺手感,且花香初露进行摇青。

1.3.4 做青

东方美人茶做青间温度25℃左右,相对湿度60%~70%。做青在夜间进行,采用机械摇青,转速为15 r/min,摇青4次,每次间隔时间由短到长,摊青厚度由薄到厚,控制失水率达50%~60%。以叶色黄褐,失去光泽,叶缘红边明显,青气消失,花果香显露为适度。具体掌握如下表1。

表1 不同的摇青处理

项目	时间	摊叶厚度	摇青程度	备注
第一次摇青	2~3 min	10 cm左右	青气显露	晾青2 h后,进行第二次摇青
第二次摇青	5~8 min	15 cm左右	青气减退,清香初显,叶缘红变	晾青2 h后,进行第三次摇青
第三次摇青	10~12 min	20 cm左右	清香显露,花香初显,叶缘两成红变	3摇后,发酵3~4h

1.3.5 发酵

发酵间温度25℃,相对湿度70%,茶青厚度20 cm左右。由于此时茶青失水较多,为促进茶青发酵,

可在茶青上覆盖湿布,整个发酵时间约4 h,其间上下翻拌茶青1次。以叶面泛红鲜艳,青气退去,花果香显露为适度,发酵程度60%~65%为宜。

1.3.6 杀青

用乌龙茶炒青机进行杀青。温度控制在230~250℃左右,投叶量5 kg,时间2~3 min。以听到滚筒内发出“沙、沙、沙”响声,手握杀青叶刺感明显为适度。杀青后即用包揉袋套好进行静置回潮,时间30 min。

1.3.7 揉捻

将回潮的茶叶倒入包揉袋扎紧,进行两次揉捻。第一次揉捻10 min,揉后松开,将茶团解散均匀;第二次揉捻5 min,揉至70%以上的茶条呈螺旋状即可,解团,把茶末筛净,静置30 min,进行回潮。

1.3.8 干燥

分两次烘干,初烘温度110℃左右,摊叶厚度约1~2 cm;第二次采取低温慢烘,温度控制在80~85℃,烘至足干,手捏茶叶成粉末状,含水量约为6%~7%。

1.4 茶叶感官审评方法

茶样感官审评参照国家标准方法(GB/T 23776—2009)。审评方法为:称取3 g茶样,沸水冲泡,冲泡5 min,由评茶师3名对茶样进行感官密码审评,采用评语与评分结合加权分法进行茶叶品质评价,满分为100分,其中外形占20%,香气30%,滋味30%,汤色10%,叶底10%。

1.5 茶叶生化成分检测方法

用分光光度法对产品的TF,TR,TB含量进行测定,水浸出物(GB/T 8305—2013)、茶多酚(GB/T 8313—2008)、氨基酸(GB/T 8314—2013)、可溶性糖、咖啡碱,每个样品重复三次。

1.6 主要试验设备和检测仪器

6CYQT-90 乌龙茶摇青机;6CRM-25 型名茶揉捻机(浙江省富阳茶叶机械总厂产),6CS-110 乌龙茶杀青机(福建安溪产),6CH-90 型名茶烘干机(福建佳友机械公司产),DHG-9240A 电热干燥箱(浙江省富阳茶叶机械总厂产),CHA-905 型提香机(福建安溪产),乌龙茶摇青机,UV-2550 紫外分光光度计(日本岛津仪器有限公司产),BS124S 电子分析天平(德国赛多利斯仪器公司产)等。

1.7 数据分析方法

试验数据分析采用 Excel 和 DPS 软件处理。

2 结果分析

2.1 不同品种茶树鲜叶性状比较

鲜叶是形成茶叶品质的物质基础,是制定合理的制茶技术措施的依据^[9]。由于不同品种茶树的芽叶形状、节间长短、茸毛密度存在差异,鲜叶原料的芽叶性状在很大程度上影响着茶叶成品的外形^[11]。本试验选取 5 个乌龙茶品种芽叶的详细性状(叶形、芽头形状、茸毛性状、节间长短)进行比较研究,结果如表 2 所示。可知,一芽二叶长、一芽二叶百芽重和节间距以梅占最大,以青心乌龙最小,金萱、铁观音和黄金桂的相近;第二叶叶形多以椭圆形和长椭圆形为主;芽叶的肥壮度以梅占最大,金萱和铁观音次之,青心乌龙和金观音较瘦;芽叶茸毛以青心乌龙、金萱和梅占较多,铁观音和黄金桂茸毛较少。

表 2 不同品种茶树鲜叶的芽叶性状

品种	一芽二叶长(cm)	一叶与二叶节间均长(cm)	一芽二叶百芽重(g)	叶形	芽叶肥壮度	芽叶茸毛
青心乌龙	3.5	0.5	18.5	长椭圆形	中等偏瘦	多
金萱	4.0	0.8	24.2	椭圆形	中等	多
铁观音	4.3	1.0	25.6	椭圆形	中等	中
梅占	4.9	1.3	30.4	长椭圆形	偏壮	多
黄金桂	4.1	0.9	23.5	长椭圆形	中等偏瘦	少

2.2 不同品种东方美人茶外形感官比较分析

由表 3 可以看出,外形方面,青心乌龙品种加工的东方美人茶因外形白毫显露,五色明显,芽叶连枝,色泽褐红匀称,得分最高;其次是金萱品种;铁观音和黄金桂品种加工的茶样由于白毫不明显,得分略低于金萱;而梅占制作的东方美人茶外形白毫不显露,且茶条偏大,在揉捻中造成较多的破碎,外形得分最低。干茶色泽上,青心乌龙和金萱茶样的色泽褐红匀齐,得分较高;梅占、铁观音和黄金桂的色泽偏暗,得分稍低。各品种的得分情况与试验原料的芽叶性状分析结论基本相吻合。

2.3 不同品种东方美人茶内质感官比较分析

内质方面“蜜糖香”和“蜂蜜味”是东方美人茶品质的灵魂。由表 3 可以看出,香气上,各品种均有花果香带蜜糖香,其中青心乌龙茶样因蜜糖香高持久、带有花果香,得分最高;而金萱和铁观音品种茶样也有较浓的蜜糖香、花果香,得分略低于青心乌龙茶样。汤色上,5 个品种的茶样茶汤色泽基本表现为橙红,明亮度上区别不明显。茶汤的滋味,5 个品种基本以醇厚甘鲜为主,茶汤中蜂蜜味在不同品种间有一定差异,汤中蜂蜜味以青心乌龙和金萱较为突出,铁观音的茶样次之,梅占茶汤中主要表现为浓醇鲜爽,但蜂蜜味不够突出,这可能与其芽叶较肥壮,发酵进行缓慢有关。叶底上,青心乌龙、金萱和铁观音的发酵程度较为适宜,以褐红明亮为主;金萱、青心乌龙叶底完整性最佳,其次是铁观音和黄金桂,梅占的叶底完整性较差。综合得分以青心乌龙最高,金萱、铁观音、黄金桂次之,梅占的得分较低。

表 3 不同品种东方美人茶的感官审评结果

品种	外形(20%)		香气(30%)		汤色(10%)		滋味(30%)		叶底(10%)		总分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
青心乌龙	白毫显露,五色明显,芽叶连枝,褐红	95.1	蜜糖香、花果香浓郁	96.5	橙红明亮	96.1	醇厚甘鲜,显蜂蜜味	95.3	褐红成朵	95	95.7
金萱	白毫尚显,五色尚明,芽叶连枝,红褐	91.5	蜜糖香、花果香浓郁	95.1	橙红明亮	94.7	醇厚甘鲜,尚显蜂蜜味	93.6	褐红较成朵	93.2	93.7
铁观音	有白毫,尚芽叶连枝,红褐	88.3	花果香浓郁带蜜糖香	93.5	橙红明亮	95	醇厚甘鲜,有蜂蜜味	93.2	褐红尚成朵	86.8	91.9
梅占	有白毫,尚匀整,尚红褐	80.4	花果香尚浓郁带蜜糖香	91.8	橙红明亮	91.5	浓醇鲜爽,有蜂蜜味,略青涩	87.5	尚红,带青稍成朵	85.3	87.6
黄金桂	芽叶连枝,乌黑	84.6	花果香尚浓郁带蜜糖香	91.4	红明亮	92.8	甘鲜,尚显蜂蜜味	92.5	红亮较成朵	92.3	90.6

2.4 不同品种东方美人茶化学成分比较

对比感官审评结果(表3)和化学的结果(表4)可以看出.一般酚氨比高的品种加工的东方美人茶品质都比较好,排名靠前.不同品种间保留的茶多酚的含量有差异,梅占保留的茶多酚最多,与其芽叶较肥壮,发酵缓慢有关.一般认为,TF、TR含量高,比例较大(TF>0.7%,TR>10%,TR/TF=10~15时),茶汤红亮;TF少,茶汤亮度差;TR少,茶汤浅红,说明发酵不足;TB多,茶汤深红,说明发酵过度^[12].本试验中,不同乌龙茶品种制成的东方美人茶,其TF含量在0.9%~1.3%,TR的含量在9%~12%之间,结合感官审评结果,以上述工艺制茶,黄金桂的发酵程度偏重,干茶乌黑油润,茶汤颜色偏红,香味偏甜;青心乌龙、金萱和铁观音发酵适度,香味以蜜糖香味为主;而梅占的发酵偏轻,香气中带有青气,味中显青涩.化学品质结果与感官审评结果基本一致.

3 讨论

3.1 品种因素

台湾茶区普遍认为,以青心大有、青心乌龙为原料制作的东方美人茶品质最佳.在制作东方美人茶时,需考虑品种的芽叶性状^[7].本试验所选的5个乌龙茶品种,以青心乌龙制作的外形最优,其外形白毫显露,白、绿、黄、红、褐五色相间,完整性较好.金萱和铁观音品种制作的美人茶外形也较好,但若要使白毫显露,可以考虑采摘一芽一叶.研究表明,叶椭圆形、节间短、茸毛多的乌龙茶品种更利于达到美人茶的造型的要求.

3.2 工艺因素

据陈宗懋^[13]报道,茶小绿叶蝉危害后的新梢含有特殊香气的化合物(2,6-二甲基-3,7-辛二烯-2,6-二醇),被害芽梢香气成分中这种化合物高达21.3%~22.3%,而一般正常芽梢中该物质仅占芽梢香气成分的0.6%~0.7%.本试验研究发现乌龙茶品种加工的东方美人茶,都表现出浓郁的花果香,且带有不同程度的蜜糖香,这可能与其受茶小绿叶蝉咬食和其独特的品种、加工工艺有关系.参试的5个乌龙茶品种,青心乌龙、金萱和铁观音的发酵速度和程度相近,制成的产品蜜糖香浓郁、滋味醇厚甘鲜,带有蜂蜜味.而梅占品种,由于其芽叶相对较长、壮实,在揉捻过程中容易破碎,应适当增加摇青次数和时间,促进茶青失水及青气散失;黄金桂是5个参试品种中发酵性最好的品种,香气甜感最浓,滋味甜醇,应适当的减少摇青力度和时间,控制发酵程度.

3.3 季节因素

本试验在6月初开展,在闽南茶区,该时期茶小绿叶蝉的发生量已较多,茶青受叮咬明显.不同品种制成的东方美人茶均有不同浓度的蜜糖香,滋味以醇厚甘鲜为主,带有蜂蜜味.其他季节的茶青是否能重现该品质特征,有待进一步研究.

3.4 市场前景

近年来,漳州市茶产业发展迅速,但由于较大面积的老龄茶园茶小绿叶蝉发生为害较重,致使传统茶叶特别是夏暑茶品质严重下降;而且制茶成本逐年上升,许多夏暑茶茶青被弃采.随着生活水平的提高,崇尚自然、追求安全、讲求无残留、无公害的绿色茶叶已经成为人们消费的时尚.东方美人茶在我国大城市如

表4 不同品种东方美人茶的化学成分检测结果

品种	水浸出物 (%)	氨基酸 (%)	茶多酚 (%)	可溶性糖	咖啡碱	茶黄素 TF (%)	茶红素 TR (%)	茶褐素 TB (%)	酚氨比	TR/TF
青心乌龙	38.42	2.25	20.34	3.38	2.82	1.12	11.87	3.15	9.04	10.60
金萱	39.37	2.38	21.62	3.45	2.95	0.97	10.56	3.73	9.08	10.89
铁观音	40.13	2.65	23.25	3.41	3.09	1.21	10.82	3.37	8.77	8.94
梅占	41.31	2.97	25.08	3.56	3.24	1.23	9.54	3.46	8.44	7.88
黄金桂	38.94	2.42	21.59	3.44	2.86	1.05	11.94	4.18	8.92	11.37

北京、上海、天津及欧美国家极为畅销,平均单价达1 000元,具有较大的市场开发潜力^[4]。利用乌龙茶夏暑茶原料加工东方美人茶,提高茶叶产品附加值,促进茶农增收,具有良好的发展前景。

参考文献:

[1] 陈荣冰,姚信恩.台湾乌龙茶品种[J].中国茶叶,2002,24(4):10-11.

[2] 阮逸明.台湾乌龙茶的发展及特色[J].中国茶叶,2005(3):13-14.

[3] 阮逸明.台湾乌龙茶的发展及特色[J].中国茶叶,2005(4):14-15.

[4] 管曦.闽台茶叶产业的对比分析与发展启示[J].新疆农垦经济,2009(4):23-27.

[5] 施兆鹏,黄建安.茶叶审评与检验[M].4版.北京:中国农业出版社,2010.

[6] 官发松.东方美人茶(椀风茶)加工技术[J].茶叶科学技术,

2006(4):50.

[7] 林光华,陈玉成,余成法,等.东方美人茶加工工艺及适制品种试验初报[J].福建茶叶,2009(2):16-17.

[8] 赖志泽,郑建安.东方美人茶的制作技术[J].茶叶科学技术,1997(4):34-35.

[9] 赵国锋.华安县东方美人茶开发前景及其加工技术要点[J].福建农业科技,2009(6):22-23.

[10] 杨维时.谈茶树品质育种[J].福建茶叶.1986(4):11-14.

[11] 陈岱卉,叶乃兴,邹长如.茶树品种的适制性与茶叶品质[J].福建茶叶,2008(1):2-5.

[12] 宛晓春.茶叶生物化学[M].4版.北京:中国农业出版社,2003.

[13] 陈宗懋.茶小绿叶蝉危害后芽梢的特殊香气组分有了进一步研究[J].中国茶叶,1998(4):2.

[14] 周宁.黄旦茶树制作“东方美人茶”加工工艺[J].农业研究与应用,2014(2):27-28.

(责任编辑:叶丽娜)

A Study on the Quality of Oriental Beauty Tea Made from Different Oolong Tea Cultivars

ZHOU Yanhua¹, CAI Liewei¹, YANG Shuangxu¹,
WU Shibin², HU Bo¹, GUO Hujin¹, ZHANG Yanli¹

(1.School of Tea, Zhangzhou College of Science and Technology, Zhangpu, Fujian, 363202;
2.Science and Technology Development Service Center of Zhangzhou, Zhangzhou, Fujian, 360000)

Abstract: The paper probes into the quality of of Oriental beauty tea Made from Different Oolong Tea Cultivars. This research compares the quality of 5 kinds of Oriental beauty tea made from Qingxin oolong, Jinxuan, Tieguanyin, Meizhan, Huangjingui. According to one bud two leaves picking standard, these five cultivars are processed into Oriental beauty tea. Also a comparative studies on characteristics of its quality based on the sensory code review and chemical composition analysis have been carried out. The results shows that the bud and leaf characteristics favor the formation of Oriental beauty tea, “white, green, yellow, red, brown colored and white” shape characteristic; Bud leaf fertilizer and the distance between sections long made tea scored lowest sample shape; in summer, different oolong tea cultivars all showed obvious honey aroma and honey taste.

Key words:oolong tea; quality; oriental beauty tea

主范式的求解及其应用

黄忠铕, 周 榕

(武夷学院 数学与计算机系, 福建 武夷山 354300)

摘 要:数理逻辑作为数学及思维科学的一个分支,在各学科领域的发展中,有着广泛的应用。讨论数理逻辑中的重要概念主范式的求解方法:真值表法、等值演算法、等值替换结合二进制数法及构造树法等;并且论述主范式在命题公式中的若干作用。

关键词:主析取范式;主合取范式;极小项;极大项

中图分类号: O158 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)03-0051-04

作为信息科学和计算机科学的数学基础离散数学,是一门核心课程。它能够培养学生思维形式和逻辑表达的能力,从而应用于实际解决问题,而且对于学术的研究也是非常重要的^[1]。数理逻辑是离散数学的重要组成部分,而主范式是数理逻辑的重要概念,在理论及应用中都有重要的地位,它在计算机科学与技术专业和信息与计算科学的后续课程,比如数据结构、编译原理、软件工程等有广泛的实质性应用^[1]。

本文主要以逻辑推理的思想为起点,讨论几种求解主范式的方法,比如:真值表法、等值演算法、逻辑等值替换结合二进制数加以求解法及构造树法^[2]。通过对范式的研究,能够清楚地了解其在数理逻辑中的一些作用。

1 主范式的求法

1.1 真值表法

利用真值表法求解命题公式 A 的主范式具有一

定的普遍性。求主析取范式的一般步骤为:①写出 A 的真值表;②找出 A 的全部成真赋值;③求出每个成真赋值对应的用名称表示的极小项,按角标从小到大进行析取^[3]。

例 1 根据真值表法求出命题公式 $(P \vee Q) \rightarrow (P \wedge R)$ 的主析取范式为:

$$(\neg P \wedge \neg Q \wedge \neg R) \vee (\neg P \wedge \neg Q \wedge R) \vee (P \wedge \neg Q \wedge R) \vee (P \wedge Q \wedge R) \Leftrightarrow m_{000} \vee m_{001} \vee m_{101} \vee m_{111}。$$

对偶地求主合取范式一般步骤如下:①写出 A 的真值表;②找出 A 的全部成假赋值;③求出每个成假赋值对应的极大项(用名称表示),按角标从大到小进行合取^[3]。如例 1,可得出所求主合取范式:

$$(\neg P \vee \neg Q \vee \neg R) \wedge (\neg P \vee \neg Q \vee R) \wedge (P \vee \neg Q \vee R) \wedge (P \vee Q \vee R) \Leftrightarrow M_{010} \wedge M_{011} \wedge M_{100} \wedge M_{110}。$$

真值表法普遍运用于求解主范式当中,任何形式的命题公式均适用。运用此法比较易于我们理解与计算,但先求出公式的真值表时,若命题变项较多,则会加大工作量,并且容易出错。

1.2 等值演算法

利用命题公式有无穷多个等值式的特性,我们可以采用等值演算法进行求解。求主析取范式的步骤^[4]:

设所给公式 A 为含 n 个命题变项,

收稿日期:2015-10-10

基金项目:福建省精品课程项目(Sj2010003)。

作者简介:黄忠铕(1973-),女,汉族,副教授,主要从事代数方面的研究。

①求 A 的析取范式 A'；

②若 A' 中的某个简单合取式 B_j 中既不含命题变项 p_i, 又不含 ¬p_i, 则将 B_j 如下展开：

$$B_j \Leftrightarrow B_j \wedge 1 \Leftrightarrow B_j \wedge (p_i \vee \neg p_i) \Leftrightarrow (B_j \wedge p_i) \vee (B_j \wedge \neg p_i)$$

继续这一过程，直到 B₁, B₂, …, B_s 都被展成长度为 n 的极小项为止；

③将重复的命题变项“消去”，可以通过 p 代替 p ∨ p, 0 代替 p ∨ ¬p, m_i 代替 m_i ∨ m_i；

④将极小项排序，并用 Σ 表示，如 m₃ ∨ m₄ ∨ m₆ 记为 Σ(3, 4, 6)，也可不用 Σ 表示。

例 2 已知公式 A 含 3 个命题变项 p, q, r, 且析取范式为：

$$(p \wedge \neg q) \vee (\neg p \wedge \neg q \wedge r) \vee \neg r,$$

求 A 的主析取范式。

解 用快速法求解：

$$A \Leftrightarrow (p \wedge \neg q) \vee (\neg p \wedge \neg q \wedge r) \vee \neg r$$

$$\Leftrightarrow (p \wedge \neg q \wedge (r \vee \neg r)) \vee (\neg p \wedge \neg q \wedge r) \vee \neg r$$

$$r \wedge ((p \wedge \neg p) \wedge (q \vee \neg q))$$

$$\Leftrightarrow (p \wedge \neg q \wedge r) \vee (p \wedge \neg q \wedge \neg r) \vee (\neg p \wedge \neg q \wedge r) \vee (p \wedge q \wedge \neg r) \vee (\neg p \wedge q \wedge \neg r) \vee (\neg p \wedge \neg q \wedge \neg r)$$

$$\Leftrightarrow m_{101} \vee m_{100} \vee m_{001} \vee m_{110} \vee m_{010} \vee m_{000}$$

$$\Leftrightarrow m_0 \vee m_1 \vee m_2 \vee m_4 \vee m_5 \vee m_6$$

$$\Leftrightarrow \Sigma(0, 1, 2, 4, 5, 6).$$

求 A 的主合取范式的步骤与求主析取范式的类似，具体如下：

①求 A 的合取范式 A'；

②若 A' 中的某个简单析取式 B_j 中既不含命题变项 p_i, 也不含 ¬p_i, 则可将 B_j 如下展开：

$$B_j \Leftrightarrow B_j \vee 0 \Leftrightarrow B_j \vee (p_i \wedge \neg p_i) \Leftrightarrow (B_j \vee p_i) \wedge (B_j \vee \neg p_i)$$

继续这一过程，直到 B₁, B₂, …, B_s 都被展成长度为 n 的极大项为止；

③将重复出现的命题变项“消去”。

④将极大项排序，并用 Π 表示，如 m₃ ∧ m₄ ∧ m₆ 记为 Π(3, 4, 6)，也可不用 Π 表示。

例 3 已知公式 B 中含有 3 个命题变项 p, q, r, 且

合取范式为 (p ∨ q ∨ ¬r) ∧ ¬p, 求 B 的主合取范式。

解 用快速法求解：

$$B \Leftrightarrow (p \vee q \vee \neg r) \wedge \neg p$$

$$\Leftrightarrow (p \vee q \vee \neg r) \wedge (p \wedge \neg q \vee r) \wedge (p \wedge \neg q \vee \neg r)$$

$$\vee (\neg p \wedge \neg q \vee r) \wedge (\neg p \wedge \neg q \wedge \neg r)$$

$$\Leftrightarrow M_6 \wedge M_5 \wedge M_4 \wedge M_1 \wedge M_0$$

$$\Leftrightarrow M_0 \wedge M_1 \wedge M_4 \wedge M_5 \wedge M_6$$

$$\Leftrightarrow \Pi(0, 1, 4, 5, 6).$$

当命题公式化为析取或合取范式，各合取式或析取式仍缺少一两个命题变项时，用此法会较快求解。但同真值表法一样，当命题变项较多时，工作难度加大，容易出错，所以比较不适用。

1.3 逻辑等值替换结合二进制数求解法

当命题变项较多出现时，前两种方法的求解过程有些繁琐且工作量较大，所以可以采取逻辑等值替换结合二进制数求解法，简化求解的过程。此法与真值表法及等值演算法性比较，较为简洁实用。

①将命题公式等值替换成仅由 ¬、∧ 和 ∨ 表示的形式，化简得到由合取子式析取的析取范式；

②求析取范式中每一个合取子式所含的所有极小项，利用二进制数可求解出；

③去除重复出现的极小项，并作出这些极小项的析取，即得出主析取范式；

④求出主析取范式所有极小项的对应二进制数，同时得出十进制数，将 0 到 (2ⁿ-1) 中未出现的数写出，由这些数的二进制数作出相应的极大项，再由极大项的合取得出主合取范式^[2]。

例 4 求 P → (Q → R) 的主范式。

解

$$P \rightarrow (Q \rightarrow R)$$

$$\Leftrightarrow P \rightarrow (\neg Q \vee R)$$

$$\Leftrightarrow \neg P \vee (\neg Q \vee R)$$

$$\Leftrightarrow \neg P \vee \neg Q \vee R.$$

于是析取范式 ¬P ∨ ¬Q ∨ R 中有三个基本积 ¬P, ¬Q 和 R。由合取子式 ¬P 可得出四个极小项 ¬P ∧ Q ∧ R, ¬P ∧ ¬Q ∧ R, ¬P ∧ Q ∧ ¬R, ¬P ∧ ¬Q ∧ ¬R,

他们相对应的二进制数为 011,001,010,000,十进制数就是 0,1,2,3;由合取子式 $\neg Q$ 得四个极小项 $\neg P \wedge \neg Q \wedge R, P \wedge \neg Q \wedge R, \neg P \wedge \neg Q \wedge \neg R, P \wedge \neg Q \wedge \neg R$,他们对应的二进制数为 001,010,000,100,十进制数为 0,1,2,4;由合取子式 R 可得四个极小项 $\neg P \wedge \neg Q \wedge R, \neg P \wedge Q \wedge R, P \wedge \neg Q \wedge R, P \wedge Q \wedge R$,他们相对应的二进制数为 001,011,111,101,十进制数就是 1,3,5,7;消去重复项得主析取范式:

$$(P \wedge Q \wedge R) \vee (P \wedge \neg Q \wedge R) \vee (P \wedge \neg Q \wedge \neg R) \vee (\neg P \wedge Q \wedge R) \vee (\neg P \wedge \neg Q \wedge R) \vee (\neg P \wedge \neg Q \wedge \neg R) \vee (\neg P \wedge Q \wedge \neg R) = \Sigma(0,1,2,3,4,5,7)$$

再由 0 到 7 中未出现的整数是 6,得对应的二进制数 110,对应的极大项为 $P \vee Q \vee \neg R$ 。

1.4 构造树法

当所给的公式较多且易化成合取范式时,运用此方法会简化很多,该法的核心思想就是利用析取对合取的分配律^[5]。

例 5 某社团从张大、李二、王三、赵四、刘五五名干事中选派部分人去外地实训见习,由于他们及社团的需要,出现了以下几个条件:

- (1)张大和李二必有一人去;
- (2)若是王三去,赵四也去;
- (3)刘五和李二一起去或一起不去;
- (4)王三和刘五中只有一人去;
- (5)李二不去的话,赵四和刘五就不去。

用构造树法分析如何对他们进行选派。

解 将命题符号化: P :张大去, Q :李二去, R :王三去, S :赵四去, T :刘五去,相应的命题条件为: $P \vee Q, R \rightarrow S, Q \leftrightarrow T, (R \wedge \neg Q) \vee (\neg R \wedge Q), Q \rightarrow S \wedge T$ 。

所求出的选派方案即为五个公式的主析取范式:

$$W \Leftrightarrow (P \vee Q) \wedge (R \rightarrow S) \wedge (Q \leftrightarrow T) \wedge ((R \wedge \neg Q) \vee (\neg R \wedge Q)) \wedge (\neg Q \rightarrow (\neg S \wedge \neg T))$$

$$\Leftrightarrow (P \vee Q) \wedge (\neg R \vee S) \wedge (\neg Q \vee T) \wedge (\neg T \vee Q) \wedge (R \vee \neg Q) \wedge (\neg R \vee Q) \wedge (Q \vee \neg S) \wedge (Q \vee \neg T)$$

$$\Leftrightarrow (P \vee Q) \wedge (\neg Q \vee R) \wedge (\neg R \vee Q) \wedge (\neg R \vee S) \wedge (\neg S \vee Q) \wedge (\neg Q \vee T) \wedge (\neg T \vee Q)。$$

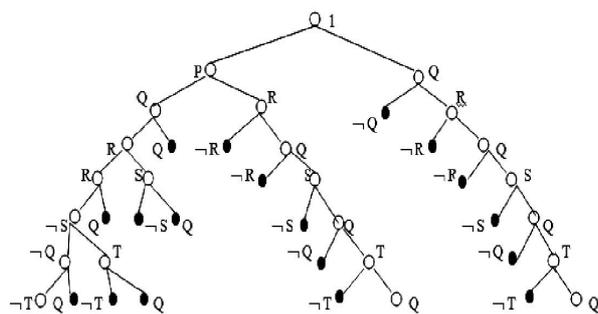


图 3-1 例 5 构造树

从构造树中看出,黑色为终止叶子节点,从另外的非终止叶子节点到根节点 1 的路径可以得出三条: $\neg T \wedge \neg Q \wedge \neg S \wedge \neg R \wedge P, T \wedge Q \wedge S \wedge R \wedge P$ 及 $T \wedge Q \wedge S \wedge R$,即得出方案:张大一人去;五人同去;只有张大不去。

小结:所给的命题比较容易化成合取范式,此法利用析取对合取的分配律,会很大程度地简化计算过程,不容易出现命题公式较多就出错的问题,比较实用。

2 在数理逻辑中,主范式的作用

2.1 判断命题公式是否等价

通过本文定理 2 可得,主范式唯一,即若 A 等值于 B ,则 A 与 B 主范式同类型。逆命题:若 A 与 B 主范式同类型,则 A 等值于 $B^{[1-2,4]}$ 。

2.2 判别命题公式类型

根据主析取范式中极小项的个数,可以判断出命题公式的类型。当含有全部 2^n 个极小项时,为永真(重言)式;不含任何极小项时,为永假(矛盾)式;至少含有一个极小项时,为可满足式^[1-2,4]。

2.3 判断命题公式的赋值情况并推出真值表

根据主析取范式极小项角码的二进制数为成真赋值,主合取范式极大项角码的二进制数成假赋值,从而可直接推出真值表^[1-2,4]。

2.4 判断推理过程是否正确

推理是由前提推出结论的过程,通过主范式可以验证公式等值式与蕴含式是否永真,从而判断推理过

程正确与否^[1-2,5]。

3 结论

数理逻辑作为一门基础学科,它所发挥的作用已不言而喻了。不管是在生活中的简单事例,还是在学术研究中,它都显得至关重要。但在命题公式的求解中,难免会出现公式繁琐的情况,所以,范式性质的运用能大大简化求解过程。在所有范式概念中,主范式是使用最为广泛的。因此,本文介绍了四种方法,对求法进行深入地研究,在计算过程中可根据实际问题灵活地选择计算方法,从而提高计算的效率和正确性。

参考文献:

- [1] 王青海. 数理逻辑中范式教学探讨 [J]. 计算机教育,2008 (12):60-62.
- [2] 吕诚,孙秀华,吕敏.主范式的计算方法及其在命题公式中的作用[J].宜春学院学报, 2011,33(4):39-40.
- [3] 耿素云,屈婉玲.离散数学学习指导与习题解析[M].北京:清华大学出版社, 2005:22-25.
- [4] 杨菲.主析取范式的求法及其应用[J].科教文汇(下旬刊), 2013(6):53-54.
- [5] 储昭辉.主范式在数理逻辑中的重要作用[J].滁州学院学报, 2006(4):44-46.

(责任编辑:叶丽娜)

Solution and Its Applications of Principal Normal Form

HUANG Zhongxian, ZHOU Rong

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

Abstract: As a branch of mathematics and noetic science, Mathematical logic has a broad real application in the development of various disciplines. we sum up the four methods of solving the principal normal form, such as: truth table method, equivalent algorithm, replacement combining binary number method and tree construction method, etc. And we sum up the main applications of special normal forms in the proposition formula.

Key words: principal disjunctive normal form; principal conjunctive normal form; minterm form; maximum form

双幂变换下参数的极大似然估计存在唯一性研究

——以线性回归模型为例

丘 甜¹, 华伟平², 李新光¹, 白 鹏³

(1.武夷学院 商学院, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 生态与工程学院, 福建 武夷山 354300;
3.云南财经大学 统计与数学学院, 云南 昆明 650221)

摘 要:在双幂变换下,使用极大似然估计方法估计正态线性回归模型中的变换参数,并研究其存在唯一性。根据极大似然函数性质可知,0 是其无条件驻点。模拟研究表明,极大似然估计的取值满足存在唯一性,但模型中抽样的随机性会影响其取值是否为无条件驻点 0。

关键词:双幂变换;存在唯一性;正态线性回归模型;极大似然估计;模拟研究

中图分类号:O213.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0055-04

目前,现代科学技术仍在快速发展中,同时统计分析相关理论也在不断发展与完善,统计推断已成为极为重要的分析方法之一。在考察可观测随机因变量 Y 和解释变量 X 之间的关系时,经常采用如下正态线性回归模型^[1-2]:

$$\begin{cases} Y=X\beta+\varepsilon, \\ \varepsilon\sim N_n(0,\sigma^2I_n) \end{cases} \quad (1)$$

其中 $\beta\in R^p$ 为回归系数, ε 为不可观测随机误差向量。模型(1)实际上需要 Y 满足 Gauss-Markov 条件^[3]: $Y\sim N_n(X\beta,\sigma^2I_n)$ 。若数据不满足 Gauss-Markov 条件,则将对该数据进行某种“治疗”。数据变换就是一种常用的处理有问题数据的办法。

收稿日期:2015-09-20

基金项目:福建省自然科学基金项目(B0010019);福建省社科项目(FJ2015C241);福建省中青年骨干教师教育科研项目(JAS150608);校科研基金项目(XD201402)。

作者简介:丘甜(1988-),女,汉族,助教,主要从事空间计量模型的统计推断研究。

通讯作者:白鹏(1968-),男,汉族,教授,主要从事时间序列数据分析研究。

Box-Cox 变换是至今为止研究的最为透彻的变换^[4-5]。通过引入参数 λ ,可以使 $Y_1(\lambda), Y_2(\lambda), \dots, Y_n(\lambda)$ 来自一正态线性回归模型,达到对原来数据的“综合治理”。但注意到 Box-Cox 变换存在截断问题,即当 $\lambda<0$ 时, $Y(\lambda)$ 在 $-1/\lambda$ 处右截断,而 $\lambda>0$ 时, $Y(\lambda)$ 在 $-1/\lambda$ 处左截断,只有在 $\lambda=0$ 时, $Y(\lambda)$ 取值范围是 $(-\infty, +\infty)$,从而认为 Y 经过 Box-Cox 变换得到的 $Y(\lambda)$ 是一组正态样本是不正确的(除了 $\lambda=0$ 这种情况)。

为了克服 Box-Cox 变换中的截断问题,Zhenlin Yang^[6-7]引入了双幂变换:

$$Y(\lambda)=g(Y,\lambda)=\begin{cases} \frac{Y^\lambda-Y^{-\lambda}}{2\lambda}, & \lambda\neq 0 \\ \log Y, & \lambda=0 \end{cases} \quad (2)$$

当假定其来自正态线性回归模型的正值观测数据 $Y=(Y_1, \dots, Y_n)^T$ 经双幂变换变换为 $Y(\lambda)=(Y_1(\lambda), \dots, Y_n(\lambda))^T$,即满足

$$\begin{cases} Y(\lambda)=X\beta+\varepsilon, \\ \varepsilon\sim N_n(0,\sigma^2I_n). \end{cases} \quad (3)$$

其中 Y 是 $n\times 1$ 维的观测向量, X 是 $n\times p$ 阶的已知设计矩阵, β 是 $p\times 1$ 维的回归系数向量,随机误差项 ε

是 $n \times 1$ 维随机误差项, 其需满足 $E(\varepsilon_i) = 0, Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, n$ 且 $Var(\varepsilon) = \sigma^2 I_n$, 其中 I_n 是 n 维的单位矩阵, $\lambda \in (-\infty, +\infty), \beta \in R^p, \sigma^2 > 0$ 是未知参数。而在具体变换过程中, 寻找合适的 λ 值很重要。显然, $Y(\lambda) = Y(-\lambda)$, 对一切 $\lambda \in (-\infty, +\infty)$ 成立, 这意味着根据样本 $Y = (Y_1, \dots, Y_n)^T$ 不能唯一确定模型(3)中的参数 λ 。为了消除这种不确定性, 本文研究将 λ 限制在区间 $[0, +\infty)$ 内。本文的目的在于探讨模型中参数 λ 极大似然估计的存在唯一性, 为双幂变换的应用提供理论依据。

1 参数的极大似然估计

由模型 (3) 可得未知参数 λ, β, σ^2 基于 $Y = (Y_1, \dots, Y_n)^T$ 的对数似然函数为:

$$L(\lambda, \beta, \sigma^2 | Y) = \log J(Y, \lambda) - \frac{n}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (Y(\lambda) - X\beta)^T (Y(\lambda) - X\beta),$$

$$\lambda \in [0, +\infty), \beta \in R^p, \sigma^2 > 0 \tag{4}$$

其中 $J(Y, \lambda)$ 表示变量 $Y(\lambda) = (Y_1(\lambda), \dots, Y_n(\lambda))^T$ 和 $Y = (Y_1, \dots, Y_n)^T$ 之间的变换 Jacob 行列式, 其表达式为:

$$J(Y, \lambda) = \prod_{i=1}^n \left| \frac{\partial f(Y_i, \lambda)}{\partial Y_i} \right| = \frac{1}{2} \prod_{i=1}^n [Y_i^{\lambda-1} + Y_i^{-(\lambda+1)}],$$

$$\lambda \in [0, +\infty) \tag{5}$$

当 $\lambda \geq 0$ 已知时, 由式(4)利用熟知的正态线性回归模型极大似然估计的结果可得知 (β, σ^2) 的极大似然估计分别为:

$$\begin{cases} \tilde{\beta}(\lambda) = (X^T X)^{-1} X^T Y(\lambda), \\ \tilde{\sigma}^2(\lambda) = \frac{1}{n} Y(\lambda)^T (I_n - P_X) Y(\lambda), \end{cases} \lambda \in [0, +\infty) \tag{6}$$

其中 $P_X = X(X^T X)^{-1} X^T$ 为一正交投影阵^[8]。将式(6)代入式(4)中可得:

$$\begin{aligned} \tilde{L}(\lambda | Y) &:= L(\lambda, \tilde{\beta}(\lambda), \tilde{\sigma}^2(\lambda) | Y) \\ &= \log J(Y, \lambda) - \frac{n}{2} [\log(2\pi\tilde{\sigma}^2(\lambda)) + 1], \end{aligned}$$

$$\lambda \in [0, +\infty) \tag{7}$$

这说明了参数 $\lambda \in [0, +\infty)$ 的极大似然估计是以下极值问题 $\max_{\lambda \in [0, +\infty)} \tilde{L}(\lambda | Y)$ 的解 $\hat{\lambda}_{ML} \in [0, +\infty)$, 而参数 $\beta \in R^p, \sigma^2 > 0$ 的极大似然估计分别为 $\hat{\beta}_{ML} = \tilde{\beta}(\hat{\lambda}_{ML}), \hat{\sigma}_{ML}^2 = \tilde{\sigma}^2(\hat{\lambda}_{ML})$ 。用 Matlab 中内嵌的函数 fminbnd 可方便地算出 $\hat{\lambda}_{ML}$ ^[9-10]。而由式(7)可知:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tilde{L}(\lambda | Y)}{\partial \lambda} &= \frac{\partial \log J(Y, \lambda)}{\partial \lambda} - \frac{n}{2\tilde{\sigma}^2(\lambda)} \frac{\partial \tilde{\sigma}^2(\lambda)}{\partial \lambda} \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{Y_i^\lambda - Y_i^{-\lambda}}{Y_i^\lambda + Y_i^{-\lambda}} \log Y_i - \frac{1}{\tilde{\sigma}^2(\lambda)} Y(\lambda)^T (I_n - P_X) \frac{\partial Y(\lambda)}{\partial \lambda} \end{aligned} \tag{8}$$

由此可知:

$$\left. \frac{\partial \tilde{L}(\lambda | Y)}{\partial \lambda} \right|_{\lambda=0} = 0 \tag{9}$$

这说明 $\lambda=0$ 无条件地为函数 $\tilde{L}(\lambda | Y), \lambda \geq 0$ 的驻点。 $\lambda=0$ 到底是否为函数 $\tilde{L}(\lambda | Y), \lambda \geq 0$ 的极大点, 现进行研究。

2 存在唯一性模拟研究

通过计算机软件 Matlab 模拟对数似然函数 $\tilde{L}(\lambda | Y), \lambda \geq 0$ 及其对参数 λ 的一阶偏导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda | Y)}{\partial \lambda}$,

$\lambda \geq 0$ 研究它们的函数性质。相关代码为:

```
function func_dpt2(n,p,lambda,Lambda,beta,sigma2,a,b,N)
```

```
% 画出极大似然函数  $\tilde{L}(\lambda | Y)$  与一阶导数  $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda | Y)}{\partial \lambda}$  的
```

```
散点图。其中, n, p 分别为样本量及回归系数  $\beta$  的维数, lambda 表示参数  $\lambda$  的真实值, Lambda 是设计矩阵 X 进行奇异值分解中的  $\Lambda$ , Beta 为  $\beta$  的真实值, Sigma2 是  $\sigma^2$  的真实值, a, b 是模拟图像中  $\lambda$  的取值范围, N 代表画出点的个数。
```

在模拟研究时, 首先取定 $n=100, p=3, \sigma_0^2=0.05$, 变换参数真实值为 $\lambda_0=1$, 回归系数真实值为 $\beta_0 = [-1.0, 1]^T$,

通过计算机软件 Matlab 随机产生正态样本 $Y(\lambda)$, 由逆变换可得到样本 Y , 设计矩阵 $X_{n \times p}$ 也可通过奇异值分解随机产生得到。大量模拟研究表明, $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 的图像呈现出图 1 和图 2 两种情形:

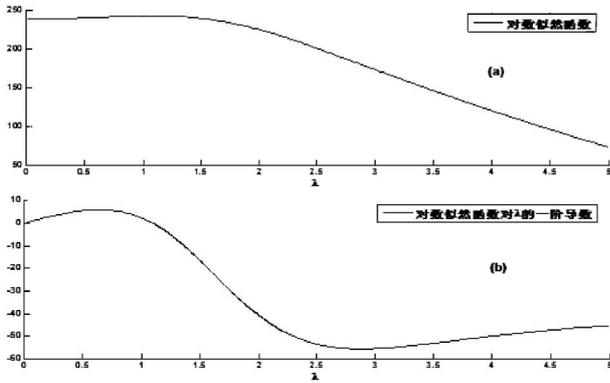


图 1 函数 $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 及其一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda}, \lambda \geq 0$

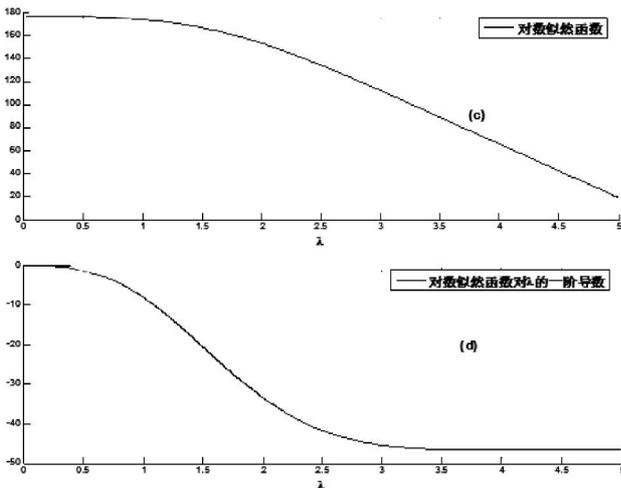


图 2 函数 $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 及其一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda}, \lambda \geq 0$

根据上面给定的真实值, 作出对数似然函数 $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 与其关于 λ 的一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda}, \lambda \geq 0$ 的图, 其中变换参数 λ 控制在 $[0, 5]$ 区间内。从图中可看出, 函数 $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 的上述无条件驻点 0 有时为唯一极大点(图 2), 有时不是极大点。而在无条件驻点 0 不是函数 $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 的极大点时, 存在着另外一个极大点(图 1)。这说明了无条件驻点 0 不是所需要的 λ 的极大似然估计 $\hat{\lambda}_{ML} \in [0, +\infty)$, 而应该选择另一个极大点为 $\hat{\lambda}_{ML} \in [0, +\infty)$ (在无条件驻点 0 为唯一极大点

时, 可看作另一个极大点与其重合)。

而一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda}, \lambda \geq 0$ 也分别呈现出两种图像性质, 一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda}, \lambda \geq 0$ 有时为严格小于 0(图 2), 有时同时存在正数、负数及 0 这三种情况, 即不严格小于 0(图 1)。

对数似然函数 $\tilde{L}(\lambda|Y)$ 满足 $\tilde{L}(\lambda|Y) = \tilde{L}(-\lambda|Y)$, 即函数 $\tilde{L}(\lambda|Y)$ 的图像性质表现为关于纵轴 $y=0$ 对称, 且另一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda} = h(\lambda)$, 则满足 $h(\lambda) = -h(-\lambda)$, 即在图像上一阶导数 $\frac{\partial \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda}$ 关于 $y=x$ 轴对称。从而有对数似然函数 $\tilde{L}(\lambda|Y)$ 关于 λ 的二阶导数 $\frac{\partial^2 \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda \partial \lambda}$ 在 $\lambda=0$ 处的取值存在两种情况, 即

$$\left. \frac{\partial^2 \tilde{L}(\lambda|Y)}{\partial \lambda \partial \lambda} \right|_{\lambda=0} \begin{cases} < 0, \hat{\lambda}_{ML}=0, \\ > 0, \text{其他.} \end{cases} \quad (10)$$

3 结论

双幂变换下正态线性回归模型中未知参数的估计常用极大似然估计法, 本文通过研究极大似然函数的图像性质, 得到了 $\lambda=0$ 是对数似然函数 $\tilde{L}(\lambda|Y), \lambda \geq 0$ 的无条件驻点的结论, 并通过大量模拟研究表明极大似然估计 $\hat{\lambda}_{ML}$ 的取值满足存在唯一性, 但模型中抽样的随机性会影响其取值是否为无条件驻点 0。由于造成此现象的机制较为复杂, 不是本文工作能够弄清的, 只有留待以后细致的研究。

参考文献:

- [1] 张金槐. 线性模型参数估计及其改进[M]. 湖南: 国防科技大学出版社, 2000: 5-35.
- [2] 王桂松, 史建红. 线性模型引论[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 175-178.
- [3] 陈希孺, 王桂松. 近代回归分析[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 1987.

- [4] Amemiya T, Powell J L. A comparison of the Box-Cox maximum likelihood estimator and the nonlinear two-stage least squares estimator[J]. *Journal of Econometrics*. 1981(17): 315-381.
- [5] Kwanho C, Johnson. Asymptotic theory for Box-Cox transformations in linear models [J]. *Statistics & Probability Letters*, 2001, 51(4): 337-343.
- [6] Yang Zhenlin. A Modified Family of Power Transformations [J]. *Economics Letters*, 2006, 92(1): 14-19.
- [7] Yang Z L, Eden F. Inference for general parametric functions in Box-cox-type transformation models[J]. *The Canadian journal of statistics*, 2008,36(2): 301-319.
- [8] 王松桂. 线性统计模型:线性回归与方差分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999:1-20.
- [9] 丘甜,白鹏,华伟平. 双幂变换下线性回归模型中参数的极大似然和最小二乘估计的比较研究[J]. *金融经济*,2013(24): 92-93.
- [10] Balakrishnan N, Jie M. Existence and uniqueness of the MLEs for normal distribution based on general progressively Type-II censored samples[J]. *Statistics & Probability Letters*, 2003,64(4): 407-414.

(责任编辑:叶丽娜)

An Existence and Uniqueness Study on Maximum Likelihood Estimation for Parameters under Dual Power Transformation

——Taking Linear Regression Model as an example

QIU Tian¹, HUA Weiping², LI Xinguang¹, BAI Peng³

(1. School of Business, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2. School of Ecology Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

3. School of Statistics and Mathematics, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming, Yunnan 650221)

Abstract: Under dual power transformation, the maximum likelihood estimation is used to estimate the parameters in normal linear regression model and then study the existence of uniqueness for the parameters. According to the properties of maximum likelihood function, 0 is the unconditional stationary point. The simulation study shows that the existence of uniqueness of the value of maximum likelihood estimate is satisfied. However, the randomly sampling in model may affect whether the value is unconditional stationary point.

Key words: dual power transformation; existence of uniqueness; normal linear regression model; maximum likelihood estimate; simulation study

基于工作流和 QoS 的物联网服务组合技术研究

潘俊虹

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:物联网近年发展迅猛,由感知层 RFID 采集的数据经过传输层进行处理为应用层提供数据资源。但是海量的数据如何进行组合调度以及物联网环境下对信息的整合都面临较大的挑战。采用 Web Services 技术,依据 QoS 指标建立了一种基于工作流的物联网 Web 服务组合模型,并实现对 Web 服务的评价和动态组合,可以对物联网 Web 服务进行重组和优化,从而提高物联网 Web 服务组合调度的准确度、灵活性、可用性和智能化。

关键词:工作流 QoS;物联网;Web 服务;动态组合调度

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0059-04

物联网(the internet of things, IOT)顾名思义就是物物相连的互联网。主要是通过射频识别(RFID)、红外感应、激光扫描、全球定位系统等信息传感设备,通过相应的协议,将各种物品互联进行信息交换和通讯,实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种新型网络^[1]。物联网基本架构可以分为三层:感知层、网络层和应用层。感知层主要有 RFID 系统组成,感知层搜集物体或者环境信息通过网络层进行数据转发,为应用层提供必要的信息资源。为了增加 RFID 标记的物品可见性,需要创建具有关联 RFID 的 Web 服务,将内部的 Web 服务连接到集成服务器,然后再通过 SOA (service-oriented architecture,面向服务的体系结构)实现服务互联化,最终在异构网络间实现信息的采集、交换与共享。然而由于物联网连接的目标是具有感知功能的物理设备,且企业各自建设的物联网系统没有统一的标准,服务所在环境动态变化等原因,用于传统虚拟实体的 Web 服务标准无法直接应用现有物联网设备。所以需要对传统 Web 服务模型进行扩展,通过物联网应用中间件技术及多层关键技术融合

与集成应用^[2]。本文通过基于工作流和服务质量 QoS (quality of service) 动态组合技术构建了一种物联网服务组合模型实现对物联网服务的组合,提高了服务的准确性和灵活性。物联网 Web 服务架构如图 1 所示:

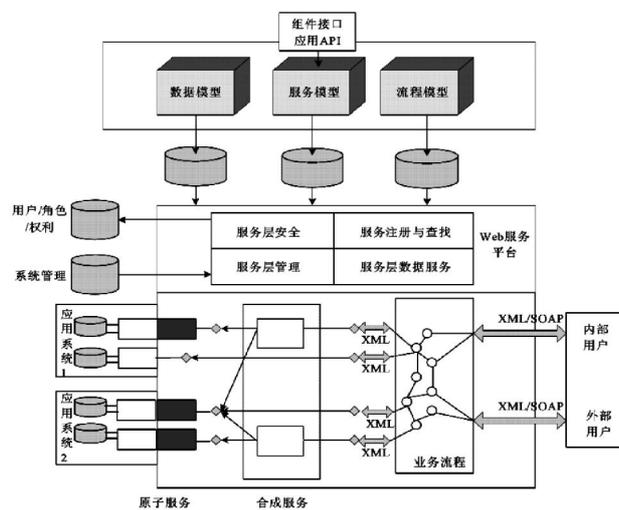


图 1 物联网 Web 服务架构

1 物联网服务组合技术

服务组合技术是基于软件重用的理念,把系统中现有的 Web 服务,按照一定规则组合从而创建新的满足用户复杂功能需求的高质量服务。Web 服务组合

收稿日期:2015-11-10

作者简介:潘俊虹(1980-),男,汉族,讲师,主要从事物联网研究。

已经是业界研究的热点,然而 Web 服务组合尚未有一个统一定义,研究者也从不同角度出发对其进行了大量研究,按照方法论的角度大致可以分为三种:基于工作流的服务组合、基于智能规划的服务组合、基于软件工程方法的服务组合。其中基于工作流的服务组合技术主要借鉴工作流技术中的建模方法,服务描述语言吸收了工作流模型成果。目前,基于流服务组合研究主要集中在 Web 执行流程,主要有:BPML4WS (business process execution language for Web services)、BPML (business process modeling language)、E-FLOW 等^[3]。

2 基于工作流的 Web 服务组合参考模型

基于工作流的系统执行过程实际上对分散的 Web 服务进行组合的过程。首先定义业务领域的的数据、服务及流程模型。服务层数据模型定义了在服务间交换、提供服务请求所使用的业务层数据。流程模型定义采用了 WS-BPEL 方式实现业务流程。模型定义完毕后,系统可利用 Web 服务平台,创建使用原子服务和合成服务的业务流程。Web 服务平台具有发现已有服务、注册新的合成服务、安全访问已有服务等^[4]。基于工作流的 Web 服务组合参考模型如图 2 所示:

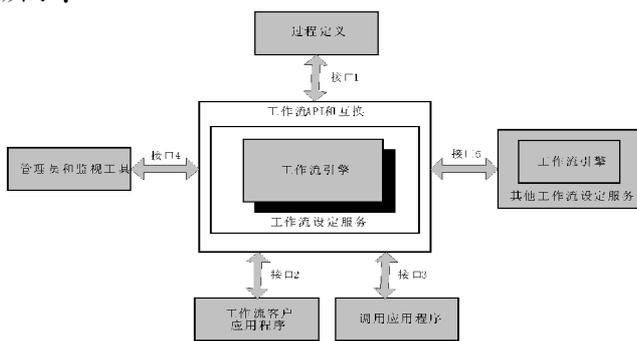


图 2 工作流服务组合参考模型结构图

3 基于工作流的物联网 Web 服务组合建模

3.1 工作流中的 Web 服务描述

在物联网中,设备服务作为一个 Web 服务组件出现在网络中,提供数据采集和设备控制功能。而工作流引擎或者其他上层应用通过建立在 HTTP 等协

议之上的 SOAP 协议实现对设备接口的调用。在工作流引擎中需要对 Web 服务的操作、访问该操作的服务位置信息、参数信息等进行描述。对参数的描述包括名称、类型以及是否需要输入参数和输出结果等,以方便工作流引擎可以根据这些信息对各个活动节点进行绑定和对 Web 服务进行合理有序的调用。因此为了方便系统解读,本文利用 XML 对 Web 服务进行如图 3 所示代码规范化描述:

```

- <Application id="">
- <WebServiceOperation>
- <Service>
  <EndPoint>访问服务URL</EndPoint>
  <TargetNamespace>命名空间</TargetNamespace>
  <BindingName>绑定服务信息</BindingName>
</Service>
</WebServiceOperation>
- <FormalParameters>
  <!-- 访问参数定义,其中mode定义参数类别 -->
- <FormalParameter ID="" Mode="IN/OUT/INOUT">
  <BasicType Type="" />
</FormalParameter>
</FormalParameters>
</Application>

```

图 3 物联网 Web 服务描述

3.2 服务流程定义描述

本文通过一个四元组的形式对服务流程定义描述如下:

$\langle Identity, Description, ActivitySet, TransitionSet \rangle$

其中:Identity 表示服务流程定义的唯一标识;

Description 表示对改流程定义的描述;

ActivitySet 表示流程中的节点集合;

TransitionSet 表示服务流程中服务组合的

依赖关系。如下图 4 所示代码描述:

```

- <WorkflowProcesses>
- <WorkflowProcess>
- <ProcessHeader>
  <Create>Oct 11 2015</Create>
  <Description />
</ProcessHeader>
- <Activities>
  <!-- 活动节点 -->
- <Activity Id="activity1" Name="">
- <Implementation>
  - <Task>
    - <TaskApplication Id="">
      - <ActualParameters>
        <ActualParameter />
      </ActualParameters>
    </TaskApplication>
  </Task>
</Implementation>
- <StartMode>
  <Automatic />
</StartMode>
</Activity>
  <!-- XOR节点 -->
- <Activity Id="activity2" Name="">
  <Route />
  - <TransitionRestrictions>
    - <TransitionRestriction>
      - <Split>
        - <TransitionRefs>
          <TransitionRef Id="transition1" />
          <TransitionRef Id="transition2" />
        </TransitionRefs>
      </Split>
    </TransitionRestriction>
  </TransitionRestrictions>
</Activity>
</Activities>
  <!-- 路由信息 -->
- <Transitions>
  <Transition Id="transition1" Name="transition1" From="" To="" />
  <Transition Id="transition2" Name="temp:150" From="" To="" />
  <Condition Type="CONDITION">temp>150</Condition>
</Transitions>
</WorkflowProcess>
</WorkflowProcesses>

```

图 4 服务流程定义描述

3.3 QoS 模型与计算

服务质量 QoS(Quality of Service)是各种存在服务供需关系场合中普遍存在的概念。用于评估服务提供方满足客户服务需求的能力。在面向物联网环境中,由于 Web 服务的未知性和随意性,服务质量也就具有很强的不确定性,且随着 Web 服务数量的不断增加,服务请求在服务功能满足需要的情况下,对服务质量要求越来越高^[5]。本文在综合分析了现有的 QoS 模型的基础上,结合物联网环境下服务的特点选择执行成本(RC)、执行时间(RT)、服务声誉(AC)、可靠性(RE)、可用性(AV)五个参数指标来衡量服务质量和动态组合新的服务。本文采用的 QoS 计算模型如下:

$$\text{执行成本: } Q_{rc}(p) = \sum_{i=1}^n q_{rc}(s_i, op_i);$$

$$\text{执行时间: } Q_{rt}(p) = CAP(q_n(s_i, op_i) \cdots, q_n(s_n, op_n)); CAP: \text{关键路径算法};$$

$$\text{服务声誉: } Q_{ac}(p) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n q_{ac}(s_i);$$

$$\text{可靠性: } Q_{re}(p) = \prod_{i=1}^n (e^{-q_{re}(s_i) \times z_i});$$

$$Z_i = \begin{cases} 0, & s_i \text{ 不在关键路径上} \\ 1, & s_i \text{ 在关键路径上} \end{cases};$$

$$\text{可用性: } Q_{av}(p) = \prod_{i=1}^n (e^{-q_{av}(s_i) \times z_i});$$

$$Z_i = \begin{cases} 0, & s_i \text{ 不在关键路径上} \\ 1, & s_i \text{ 在关键路径上} \end{cases};$$

从上述模型中可以得出服务质量 QoS 的值为:

$$QoS = Wrc + Wrt + Wac + Wre + Wav;$$

W 代表使用或定义服务的用户凭借经验构造的不同因素的值,值越大表示性能越优越。在服务查找过程中,用户调用精确的匹配来查找符合要求的服务。在所有查询得到的服务中再通过查询每个服务包含的评价因素值,求得每个服务的 QoS 值,选取 QoS 值最大的服务进行绑定,最后在运行时实现调用。

3.4 工作流引擎

本文采用工作流引擎为 Apache ODE,该引擎支持 BPEL、Xforms、WebService,框架比较灵活。ODE BPEL 编译器、ODE BPEL 运行时、ODE 数据访问对象(DAOs)、ODE 集成层(ILs)和用户工具之间耦合度低。引擎是驱动流程流动的主要部件,主要功能包括:流程

定义的导入导出、同客户端应用程序和工作列表处理程序之间的交互、软件工具和应用程序的调用、不同工作流管理系统之间的协同工作、管理和监视功能。

4 物联网 Web 服务组合过程

在上述工作完成之后,本文就可以利用工作流引擎进行调度服务。工作流引擎主要任务是负责解析流程定义,管理流程创建,控制流程运行以及与外部应用系统协同工作。工作流引擎调度执行过程如图 5 所示:

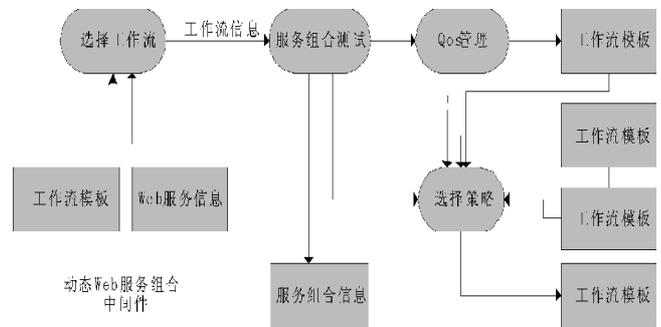


图 5 基于工作流的动态 Web 服务组合

引擎启动后根据配置信息初始化引擎的配置,然后解析流程定义文件适配成流程模型,并存储到数据库中。引擎执行时首先创建并启动流程实例,将活动节点绑定外部应用。一旦执行到应用活动,则会调用相应的外部处理程序处理并将结果数据返回存储到流程变量然后继续执行直到流程执行完毕。具体执行步骤如下:

- (1) 服务消费用户提交服务需求,需求包含功能描述、输出要求、参数、Qos 信息等;
- (2) 查询流程定义库是否有相符的流程定义,若有则交给引擎执行,否则进入步骤 3;
- (3) 分析用户提交的服务描述,提取所需的 Web 服务及各 Web 服务之间的依赖关系;
- (4) 根据对流程定义的描述和 Web 服务之间的依赖关系建立流程模板;
- (5) 从 UDDI 服务注册中心查找分析得到的 Web 服务,并根据 QoS 计算方法和 Web 服务依赖关系计算组合服务的 QoS 属性,选择满足用户需求的 Web 服务并绑定到流程模板。

(6)将完整的流程定义文件部署到 workflow 引擎中执行,执行完毕将结果返回用户。

5 小结

本文通过对基于 workflow 服务组合模型进行扩展,设计了基于流程的物联网服务动态组合建模并实现 Web 服务的动态组合调度。这种基于流程的服务组合模板、QoS 服务规则和服务自定义的策略能够使得物联网服务在中间件不变的情况下满足企业业务逻辑的多样性需求。通过本文的研究,可以建立基于业务的计算无关模型,来描述物联网业务协同并将之转换为一个平台无关服务协同模型,从而达到提高物联网 Web 服务的灵活性、稳定性和智能化的目的。

参考文献:

- [1] 刘伟.工作流动态服务组合技术研究[D].西安:西北大学,2007:36-38.
- [2] 马喜兴.物联网平台中服务组合机制的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2007:28-32.
- [3] 黄杰.基于工作流的 Web 服务组合系统[J].电子测试.2013(13):262-263.
- [4] 陈廷斌.面向 SCM 的物联网动态服务及应用中间件技术.大连交通大学学报[J],2012(1):43-46.
- [5] 田加正.物联网环境下基于 QoS 的 Web 服务组合研究[D].北京:中国石油大学,2011:11-14.

(责任编辑:夏婷婷)

A Reserch on IOT Web Service Composition Technology Based on Workflow and QoS

PAN Junhong

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

Abstract: With fast development of the IOT, the data collected by the sensing layer RFID can be processed to provide data resources for application layer through transport layer. But how the vast amounts of data are combined scheduling and the integration of information under the IOT environment are facing greater challenges. Adopting the Web Services technology, the paper established a basis of QoS indexes Internet Web service composition model based on workflow and realize the combination of evaluation and dynamic for Web Service on the IOT to restructure and optimize the Web service, so as to improve the accuracy of the Internet Web service composition scheduling and flexibility Availability and intelligent.

Key words: workflow; QoS ; IOT; Web service; dynamic combined scheduling

一种基于噪声检测的标准中值滤波改进方法

林宛杨

(福建船政交通职业技术学院 信息工程系, 福建 福州 350007)

摘要:针对传统标准中值滤波法和自适应中值滤波法在检测椒盐噪声的过程中易造成图像细节模糊的缺陷,提出了一种基于图像噪声二次检测的中值滤波改进方法。方法中采用的图像噪声二次检测算法提取全局的可疑噪声,利用方向信息确定实际图像噪声点的位置,并针对确定的噪声点进行中值滤波。模拟实验结果表明,该滤波器可以有效滤除图像中的椒盐噪声,效果优于标准中值滤波和自适应中值滤波。

关键词:椒盐噪声;中值滤波;检测窗口;图像去噪

中图分类号:TP391.41 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0063-04

椒盐噪声常发生在数字图像信号在形成和传输过程中,是由图像传感器、传输信道和编码处理等因素影响下产生的黑白相间的亮暗点^[1]。它具有脉冲性的噪声信号,与周围像素值差异大,严重影响人们对图像及信息的观察和分析。当前,对椒盐噪声的常见滤除方法是有均值滤波和中值滤波法^[2]。均值滤波法属于线性处理,对图像中每个像素都要均值代替,易使图像细节发生模糊。中值滤波针对椒盐噪声随机性的特点,使用非线性去噪算法进行滤波,在一定条件下可以克服线性均值滤波器造成的图像细节缺陷。

标准中值滤波算法对整个图像中的所有像素点均进行中值滤波,并未区分灰度值中的信号点和噪声点,因此算法虽然处理了所有的噪声点,但也处理了信号点,模糊了图像的细节。从而使整幅图像受到影响。但由于其对所有像素统一处理,改变了非噪声像素点的灰度值,在处理点、线、尖顶细节多的图像会容易引起图像信息丢失。

学者们提出了许多改进的算法来克服这个问题^[3]。针对这个方向,主要的研究思路是通过对噪声点的有

效检测,对噪声点进行针对性去噪,如采用模糊隶属函数对中值滤波法进行加权^[4],通过改进的矢量^[5]、自适应中值滤波^[6-7]和二次自适应中值滤波法^[8]等。但目前很少人从算法上来解决标准中值滤波存在的问题。

为了找到一种可达到在滤除噪声的同时更好地保护图像细节的算法。本文结合椒盐噪声的特征,提出了一种基于噪声检测的中值滤波改进算法。在噪声点确定方面,尝试通过对全局噪声和局部基于方向的噪声进行两级检测来减少后续处理量。随后,针对检测出的噪声点,采用标准中值滤波来算法完成图像的滤波。

1 算法思想

1.1 噪声检测

针对上述问题,本文算法首先确定图像中的噪声点,根据各类改进的算法,采用了一种分级检测的基于方向中值的图像椒盐噪声检测算法^[9]。具体算法的流程图如图 1 所示。

考虑到椒盐噪声通常表现为图像中的灰度极大值或极小值。通常情况下,定义灰度值为 0 和 255 为椒盐噪声的像素,即大部分灰度值均集中在这两个极值点附近。根据此原理将图像中的像素点分为噪声像

收稿日期:2015-11-03

基金项目:福建省教育厅科技 A 类项目(JA14217,JA14223)。

作者简介:林宛杨(1981-),女,汉族,讲师,主要从事数据库、图形图像方面的研究。

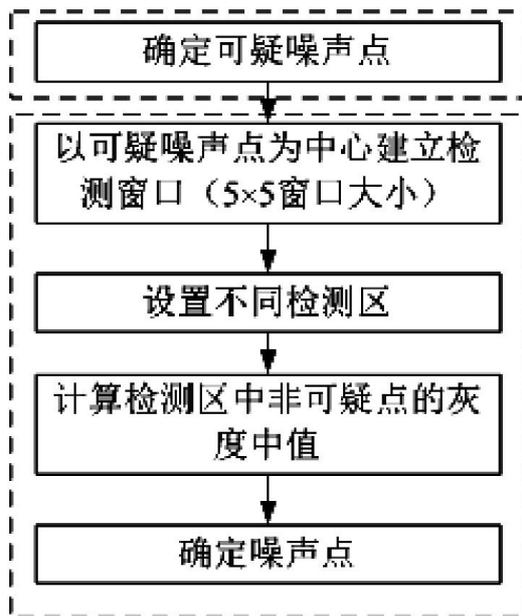


图1 去噪算法流程图

素点与信号像素点,初步确定可疑噪声点,判断公式如式(1)所示。式(1)中, δ 为预先设定的阈值,通常为不大于10的自然数,实验中 δ 取值为2,若坐标 (x,y) 像素点灰度值满足式(1),表明该像素点为可疑噪声点,否则为信号点。

$$f(x,y) \in [0, \delta] \text{ or } [255 - \delta, 255] \quad (1)$$

其次,图像中的极值点不全是噪声点,因此,以可疑噪声点为中心来建立噪声点检测窗口,对其进行二次检测。为了提高计算效率,算法以可疑噪声点为中心建立 5×5 的检测窗口。

第三,在检测窗口中设置9个噪声检测区域,在 5×5 的检测窗口建立9个噪声检测区 $S_1 \sim S_9$ 。

第四,对所有噪声检测区中像素的灰度值进行中值提取和计算。其像素中值计算如式(2)所示。

$$A_n = \text{median}\{S_n\} \quad (2)$$

式中, $\text{median}\{\}$ 表示是对噪声检测区域中的像素灰度值进行中值提取; S_n 表示为第 n 个检测区中除可疑噪声点外其他像素灰度值集合; A_n 表示第 n 个检测区的灰度中值。

最后,分别计算可疑噪声点像素灰度值与 A_n 的差值绝对值,并与预先设置好的阈值进行比较,实验中阈值取5,若9个噪声检测区中有6个区域(及以上)大于的差值绝对值,则认为该可疑噪声点为噪声

点,否则为信号点。

1.2 对确定噪声点进行中值滤波

在噪声点确定后,对其进行中值滤波处理得到最终的滤波图像。中值滤波能够有效抑制噪声,是一种非线性信号处理技术。单一像素点的灰度值均可设为该点相邻窗口内的全部像素点灰度值的中值。可以用相邻窗口的中值来代替数字序列中一点或图像,通过让周围的像素值接近的真实值的方式来消除孤立噪声点。二维中值滤波输出为如式(3)所示。可按像素值的大小进行排序,形成单调上升或下降的二维数据序列。

$$g(x,y) = \text{med}\{f(x-k, y-l), (k, l \in W)\} \quad (3)$$

其中, W 为 3×3 或 5×5 区域的二维模板,可以是圆形、圆环形、线状和十字形等,本文实验中采用 5×5 区域。 $f(x,y)$ 为初始图像, $g(x,y)$ 为滤波后图像。算法仅仅对检测出来的椒盐噪声进行过滤,和传统的中值滤波和自适应滤波法相比,大大减少了待处理的像素点,更好的保留图像细节。

2 仿真实验分析

为验证本文提出的算法,在Matlab7上采用像素为 512×512 的Lena灰度图像和 256×256 的Tire图像。通过在10%至50%的噪声密度下,密度间隔为20%,对本文算法进行了仿真实验。通过使用标准中值滤波算法、自适应中值滤波算法(RAMF),与本文的算法进行比较,其中RAMF与标准自适应中值滤波均采用 (7×7) 滤波窗口。通过图像直观效果对比和峰值信噪比两种方法来比较滤波效果。

2.1 Lean 测试结果

图2为像素为 512×512 的Lena标准灰度图像。



图2 测试图像Lean原图

表 1 为使用标准中值滤波算法、RAMF 算法及本文算法针对不同噪声密度图像滤波后的峰值信噪比值。由表可知,相对于其他两种算法,本文算法处理不同灰度分布图像时去噪后图像的峰值信噪比(peak signal-to-noise ratio, PSNR)值的均有一定程度的提升,PSNR 值均为最大,说明滤波前后图像接近程度越大,去噪效果最好。

表 1 使用不同算法滤波后
不同噪声密度 Lena 图像的 PSNR 值

PSNR(%)	标准中值滤波	自适应中值滤波	本文算法
10%	28.481 0	38.281 8	41.451 2
30%	25.414 1	33.8930	36.315 0
50%	23.568 3	30.169 8	33.734 5

图 5 为不同算法对加噪 50%Lean 图像去噪结果比较图。通过比较可以看出,当噪声密度达到 50%的时候,未经处理的图像变得异常模糊,如图 3(a)所示。标准中值滤波处理的图像中出现了噪声块,如图 3(b)所示。而预先对图像中噪声点进行检测,确定灰度为“0”或“255”的像素点确定为噪声,进而采用自适应中值滤波处理,如图 3(c)所示,能够较好去除图像中的噪声,图像更为清晰。经本文算法处理后的图像,如图 3(d)所示,能够较好地保护图像的细节信息,显得相对平滑和清晰。



(a)50%噪声图像(b)标准中值滤波(c)自适应中值滤波(d)本文算法
图 3 不同算法对加噪 50%的 Lean 图像去噪结果比较

2.2 Tire 测试结果

由于 Lean 图象无极值灰度区,为了进一步比较本文算法和其它噪声检测算法的性能,在 Matlab7 上采用像素为 256×256 的标准 Tire 图像,其灰度值分布集中于极值灰度区间,如图 4 所示。

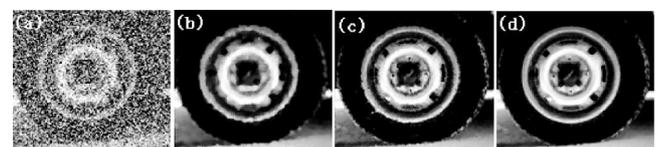


图 4 测试图像 Tire 原图

表 2 使用不同算法滤波后
不同噪声密度 Tire 图像的 PSNR 值

PSNR(%)	标准中值滤波	自适应中值滤波	本文算法
10%	25.606 2	35.774 8	37.523 4
30%	23.424 9	30.776 2	33.178 0
50%	21.78 4	26.874 3	30.896 7

表 2 为使用 RAMF 算法、标准中值滤波算法及本文算法针对不同噪声密度图像滤波后的峰值信噪比值。表中可以看出,相对于其他两种算法,本文算法处理不同灰度分布图像时 PSNR 值均为最大,说明其滤波能力明显强于传统滤波器,滤波效果最好。图 5 为不同算法对加噪 50%Tire 图像去噪结果比较图。由图 5 (a)可见,加噪 50%的 Tire 图异常模糊经过标准中值滤波算法后,图像比较模糊,如图 5(b)所示,图像中噪声并未得到明显滤除。经自适应中值滤波处理后,如图 5 (c)所示,图像中出现了明显的椒噪声块。而经过本文算法处理后,噪声得到较好的去除,如图 5(d)所示。



(a)50%噪声图像 (b)标准中值滤波(c)自适应中值滤波 (d)本文算法
图 5 不同算法对加噪 50%Tire 图像去噪结果比较

4 结语

本文提出了一种基于噪声点二次检测的改进中值滤波算法。该算法首先采用基于方向中值的图像椒盐噪声分级检测提取出实际噪声点,而后对噪声点进

行中值滤波。实验结果表明,该算法能更好的保留图像的细节,提高图像的峰值信噪比,算法优势明显,得到较好的滤波效果。

参考文献:

- [1] Sulaiman S N, Matlsana N A M. Denoising-based clustering algorithms for segmentation of low level salt- and- pepper noise- corrup- ted images[J]. Transactions on Consumer Electronics, 2010,56(4) : 2702-2710.
- [2] 张东,覃凤清,曹磊,等.基于中值滤波的椒盐含噪图像去噪方法[J].宜宾学院学报,2014,14 (6):1108-110.
- [3] 罗玲,王修信.一种高效去除椒盐噪声的中值滤波方法[J].微电子学与计算机,2011,28(11):118-121.
- [4] 王芳,满益云.基于模糊中值滤波的椒盐噪声去除方法[J].模糊系统与数学,2012,26 (1):166-173.
- [5] 李刚,魏计林.强椒盐噪声彩色图像的改进矢量中值滤波算法[J].计算机与数字工程,2011,39(4):157-160.
- [6] 曾宪佑,黄佐华,周进朝,等.一种去除椒盐噪声的自适应极值中值滤波算法[J].计算机与现代化,2012(11):70-76.
- [7] 乔坤,郭朝勇,毛东.一种去除椒盐噪声的自适应开关中值滤波算法[J].计算机应用于软件,2011,28(10):253-256.
- [8] 李刚,魏计林.强椒盐噪声图像的二次自适应中值滤波算法[J].微计算机应用,2011,32(4):22-26.
- [9] 陈健,郑绍华.基于方向中值的图像椒盐噪声检测算法[J].计算机应用,2012,32(10) :2790-2792.

(责任编辑:叶丽娜)

An Improved Median Filtering Algorithm Based on Noise Detection

LIN Wanyang

(Information Engineering Department, Fujian Chuanzheng Communication College, Fuzhou, Fujian 350007)

Abstract: Concerning the defect that the traditional the standard median filtering window and the adaptive median filtering window may easily cause the fuzzy image details, a new filtering algorithm to the salt and pepper noise based on filtering after dectection was proposed. First, the global suspicious noise was extracted by the twice detection of the image nosie. Then, the actual image noise level was determined by the direction information. Last, the determined noise points was filtered by the median filter.. The experimental results show that the algorithm can effectively filter out salt and pepper noise, the effect is better than the standard median filter and the adaptive median filter.

Key words: salt and pepper noise; median filter; detection window; image denoising

钢渣-石粉混凝土工作性和水泥胶砂力学性能实验研究

田尔布, 王逢朝, 康海鑫, 连跃宗, 崔秀琴

(三明学院 建筑工程学院, 福建 三明 365004)

摘要:利用钢渣微膨胀补偿石粉干缩的思想,复掺钢渣-石粉取代部分水泥进行混凝土工作性和水泥胶砂强度实验。实验结果分析表明:复掺钢渣-石粉增大了混凝土拌合物的坍落度,但混凝土拌合物的黏聚性和保水性会随着石粉掺量增大而变差;因钢渣具有活性,参与后期二次水化反应,3、28 d 胶砂强度随着钢渣掺量(25%以内)增加而基本保持不变,而 7 d 的随着钢渣掺量增加而减少;石粉不具有活性,3、7、28 d 胶砂强度随着石粉掺量增加整体呈现下降趋势;复掺钢渣、石粉的 3、7、28 d 胶砂强度随着复掺掺量增加,整体呈现下降趋势,且随着石粉掺量增加,强度下降趋势明显。

关键词:钢渣;石粉;坍落度;强度

中图分类号:TU528 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0067-05

钢渣是钢铁冶炼中排放的废弃物,由于钢渣安定性和易磨性较差,因此钢渣的综合利用率仅 20%^[1-2],钢渣粉磨到一定细度时,游离的 CaO 和 MgO 被活化,在水泥水化早期就参与反应生成 Ca(OH)₂ 和 Mg(OH)₂,经水化反应后生成较多的结晶水化物、具有膨胀特性的钙矾石,体积微膨胀;而石粉部分取代机制砂(0~20%)进行混凝土干缩试验,发现干缩率随石粉含量增加完全呈递增趋势^[3-5]。对于钢渣和石粉对混凝土性能研究有很多研究^[6-10],但是很少利用钢渣微膨胀补偿石粉带来的干缩的研究还很少,因此本文将先对复掺钢渣-石粉取代部分水泥进行混凝土和水泥胶砂力学性能进行研究,以期对后续研究提供借鉴。

收稿日期:2016-01-08

基金项目:福建省教育厅科技项目(JA12307);福建省科技厅重点项目(2013Y0076);福建省自然科学基金指导性计划项目(2012D125);福建省自然科学基金(2015J01646);三明学院科研发展基金(B201302/G)。

作者简介:田尔布(1981-),男,汉族,讲师,主要从事结构工程(混凝土结构)研究。

1 试验材料与配合比

1.1 实验材料

(1)水泥

本研究采用红狮牌 P.O 42.5 型普通硅酸盐水泥,其主要技术指标见表 1。

表 1 水泥的主要技术指标

标准稠度用水量(g)	比表面积(m ² /kg)	凝结时间(min)		抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)		安定性	氯离子(%)
		初凝	终凝	3 d	28 d	3 d	28 d		
139.5	380	165	250	24.9	50.4	5.0	8.9	合格	0.007

(2)粗集料

为福建三明的花岗岩碎石,其物理性能测试结果如表 2 所示。

表 2 粗集料性能测试结果

含泥量(粘土质)(%)	含泥块量(%)	针、片状颗粒总含量(%)	压碎指标(%)	紧密密度(kg/m ³)	堆积密度(kg/m ³)	碱活性
0.4	0.2	0.3	10.7	1540	1390	无潜在活性

(3) 细集料

本研究细集料为三明沙溪河产的河砂，属中砂，各项指标均符合规范的相关要求，其物理性能测试结果如表3所示。

表3 细集料性能测试结果

细度模数	含泥量 (%)	含泥块量 (%)	氯离子含量 (%)	表观密度 (kg/m ³)	堆积密度 (kg/m ³)
2.7	1.8	0.2	0.001	2530	1420

(4) 钢渣

本实验所用钢渣的生产商为福建福建钢源粉体有限公司，主要化学成分及技术指标见表4。

表4 化学成分及技术指标

化学成分含量 (%)									比表面积 (m ² /kg)	流动度比 (%)	含水量 (%)	安定性	活性指数 (%)	
SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	f-CaO	Al ₂ O ₃	MnO	RO ₂	7d					28d	
22.4	45.1	3.0	21.5	0.91	4.1	1.0	1.9	390	125	0.7	合格	69	80	

(5) 石粉

本实验所用的石粉为福建省三明市某公司研磨生产的石粉，45 μm 方孔筛筛余量 10%，其主要化学成分及技术指标见表5。

表5 化学成分及技术指标

化学成分含量 (%)									密度 (kg/m ³)	比表面积 (m ² /kg)	需水量比 (%)
SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O				
67.30	3.01	1.33	2.99	4.58	15.90	0.33	3.72	2930	320	102	

1.2 配合比

用于测试钢渣、石粉交叉掺量混凝土坍落度的配合比见表6。用于测试钢渣、石粉交叉掺量混凝土胶砂强度的配合比见表7。

表6 钢渣、石粉交叉掺量混凝土坍落度的配合比

水胶比	钢渣 (%)	石粉 (%)	用量 (kg)						
			水	水泥	石粉	钢渣	砂	碎石	
0.56	0.0	0.0	195	348.0	0.0	0.0	687	1170	
0.56	2.5	5.0	195	321.9	8.7	17.4	687	1170	
0.56	10	5.0	195	295.8	17.4	34.8	687	1170	
0.56	2.5	7.5	195	313.2	26.1	8.7	687	1170	
0.56	7.5	10.0	195	287.1	34.8	26.1	687	1170	
0.56	12.5	12.5	195	261.0	43.5	43.5	687	1170	

表7 钢渣、石粉交叉掺量混凝土胶砂强度的配合比

水胶比	钢渣 (%)	石粉 (%)	用量 (kg)			
			水	水泥	钢渣	石粉
0.5	0.0	0.0	225	450.00	0.00	0.00
0.5	2.5	5.0	225	416.25	11.25	22.50
0.5	10	5.0	225	382.50	22.50	45.00
0.5	2.5	7.5	225	405.00	33.75	11.25
0.5	7.5	10.0	225	371.25	45.00	33.75
0.5	12.5	12.5	225	337.50	56.25	56.25

2 实验与实验结果与分析

2.1 坍落度试验

根据相关的规范，在混凝土搅拌均匀后进行坍落度试验，实验结果见表8和图1。从表8和图1可以看出，随着石粉和钢渣总掺量增加，整体呈出增大趋势，而黏聚性和保水性却呈现变差趋势。从比表面积上分析，因为石粉的比表面积(320 m²/kg)略小于水泥(380 m²/kg)，石粉可起到填充作用，减少使颗粒间的空隙，降低空隙水量，增加自由水量，进而增大了混凝土拌合物的流变性能，故随着石粉取代水泥质量的增加，混凝土的坍落度不断增大。同时因为石粉的吸附水能力较水泥差，致混凝土拌合物的黏聚性和保水性会随着石粉掺量增大而变差。

表8 坍落度实验结果

钢渣掺量 (%)	石粉掺量 (%)	坍落度 (mm)	工作性能描述	
			黏聚性	保水性
0.0	0.0	45	良好	良好
2.5	5.0	65	良好	良好
10.0	5.0	70	良好	良好
2.5	7.5	70	一般	一般
7.5	10	75	一般	一般
12.5	12.5	105	一般	一般

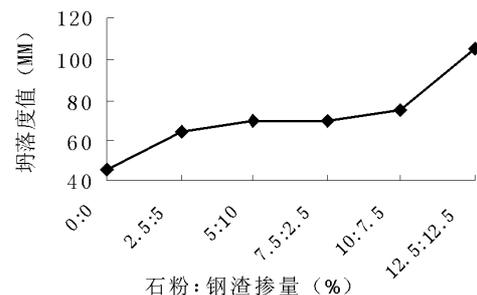


图1 石粉-钢渣交叉掺量混凝土的坍落度变化曲线

2.2 强度试验

2.2.1 单掺钢渣粉对胶砂强度的影响

单掺钢渣粉对胶砂强度的实验结果见表 9,图 2、图 3 为钢渣掺量和时间对胶砂抗压、抗折强度的影响曲线。

表 9 单掺钢渣胶砂强度

钢渣掺量(%)	抗压强度(MPa)			抗折强度(MPa)		
	3 d	7 d	28 d	3 d	7 d	28 d
0	22.55	46.65	51.00	4.93	6.93	8.13
5	23.20	40.22	53.48	4.73	6.37	7.90
10	22.60	36.56	56.69	4.67	6.00	8.57
15	23.42	39.04	52.23	4.93	5.80	7.80
20	20.56	36.93	50.11	4.83	6.40	8.23
25	21.32	32.14	51.46	5.13	5.93	7.67

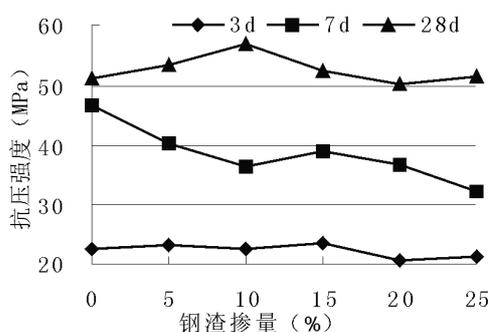


图 2 钢渣掺量对抗压强度的影响

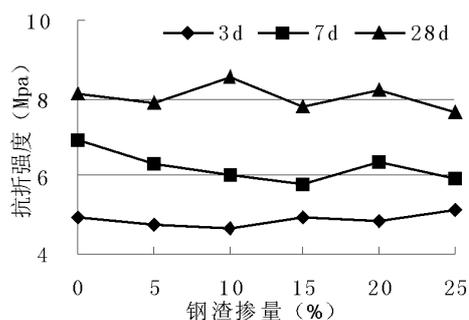


图 3 钢渣掺量对抗折强度的影响

由表 9 和图 2 可以看出,随着钢渣增加,胶砂 3 d 抗压强度整体呈现先增大后减小趋势,但是变化不明显,7 d 抗压强度却呈现整体下降趋势,而 28 d 的呈现先增大后减小,最后相对持平。从图 2 可以看出,钢渣掺量 10%左右,对胶砂强度影响开始产生突变。由于钢渣对参与早期水化几率较低,胶砂强度主要由水泥产生,因此 3 d 的胶砂强度随着钢渣掺量变化影响不大;而 7 d 胶砂强度,由于钢渣掺量增加,减少了中期水化的水泥,从而导致胶砂强度下降;由于钢渣参

与了二次水化反应,胶砂 28 d 后期强度整体上与空白组相当,甚至更高。同样,由图 3 可以看出,胶砂抗折强度随着钢渣掺量增加整体上表现出与其抗压强度相近的规律。

2.2.2 单掺石粉对胶砂强度的影响

单掺石粉对胶砂强度的实验结果见表 10,图 4、图 5 为石粉掺量和时间对胶砂抗压、抗折强度的影响曲线。

表 10 单掺石粉胶砂强度

石粉掺量(%)	抗压强度(MPa)			抗折强度(MPa)		
	3 d	7 d	28 d	3 d	7 d	28 d
0	20.80	36.20	49.41	4.73	6.13	7.63
5	26.04	32.13	44.44	4.20	5.05	6.73
10	20.22	31.88	44.79	4.47	5.47	7.40
15	17.49	28.25	38.60	3.67	5.27	6.17
20	18.25	29.94	43.78	3.53	5.37	7.00
25	16.18	26.13	34.10	3.60	4.40	5.67

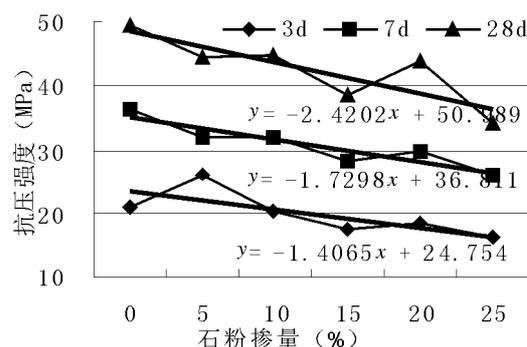


图 4 石粉掺量对抗压强度的影响

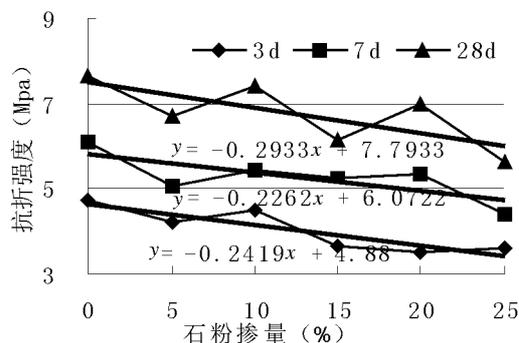


图 5 石粉掺量对抗折强度的影响

由表 10 和图 4 可以看出,胶砂 3 d、7 d、28 d 抗压强度随着石粉掺量增加,整体呈现下降趋势。从图 4 中可以看出,3 d、7 d、28 d 胶砂抗压强度下降的趋势是逐渐增大,主要因为石粉没有活性,其不参与二次水化反应,仅仅起填充效应作用,不像钢渣参与水泥

中后期二次水化反应,且3 d胶砂中水泥主要进行了一次水化作用,而7 d、28 d胶砂中水泥一次、二次水化均起重要贡献,所以石粉掺量越大,二次水化作用效果就越差。因此,3 d、7 d、28 d胶砂抗压强度下降的趋势随着石粉掺量增大而增大。同理,由图5可以看出,胶砂抗折强度随着石粉掺量增加整体上表现出与其抗压强度相近的规律。

2.2.3 复掺钢渣、石粉对胶砂强度的影响

复掺钢渣、石粉对胶砂强度的实验结果见表10,图6、图7为复掺掺量和时间对胶砂抗压、抗折强度的影响曲线。

表 11 复掺钢渣、石粉胶砂强度

抗压强度(MPa)			抗折强度(MPa)		
3 d	7 d	28 d	3 d	7 d	28 d
26.94	40.92	45.09	6.00	7.53	8.57
26.07	36.04	46.20	5.57	6.77	8.60
19.05	29.21	46.61	4.57	6.47	9.43
18.35	19.65	34.31	3.97	3.83	7.50
15.09	19.88	24.55	3.13	4.07	5.70
14.87	19.08	24.12	3.37	4.00	4.87

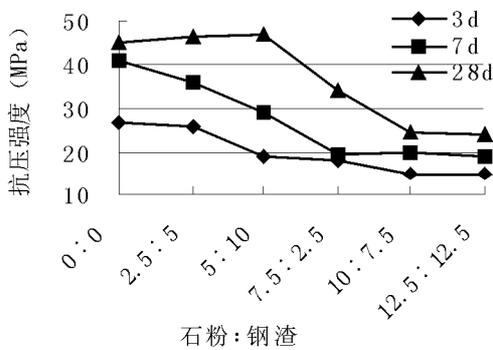


图 6 石粉、钢渣掺量对抗压强度的影响

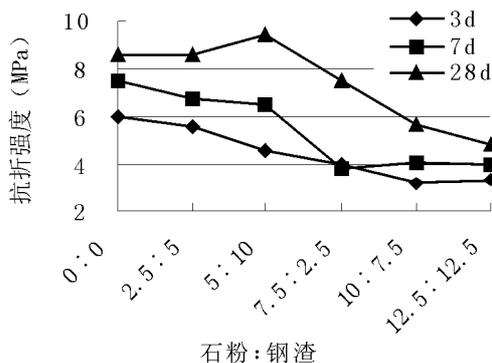


图 7 石粉、钢渣掺量对抗折强度的影响

由表11和图6可以看出,复掺钢渣、石粉的胶砂3、7、28 d抗压强度随着复掺掺量增加,整体呈现下降趋势;图6中,在石粉掺量较小(5%)范围内,由于钢渣参与二次水化作用,胶砂后期强度随着钢渣掺量增大而增大,但是随着石粉掺量增大,胶砂强度不管是早期3 d还是中后期7、28 d均处于下降趋势,且28 d胶砂强度持续快速下降的。其中,掺量(石粉:钢渣=10.0:7.5)至(石粉:钢渣=12.5:12.5)时,图6中抗压强度基本没有变化,这主要由于增加5%钢渣掺量对强度有利的贡献抵消石粉不利贡献。同理,图7所示,胶砂抗折强度随着复掺钢渣、石粉掺量增加整体上表现出与其抗压强度相近的规律。

3 结论

在水泥混凝土拌合物中,石粉可起到填充作用,减少使颗粒间的空隙,降低空隙水量,增加自由水量,增大了混凝土拌合物的坍落度,同时因为石粉的吸附水能力较水泥差,致混凝土拌合物的黏聚性和保水性会随着石粉掺量增大而变差。

水泥中3 d早期基本不进行二次水化反应,钢渣参与后期二次水化反应,因而3 d的胶砂强度随着钢渣掺量变化影响不大,7 d胶砂强度随着钢渣掺量增大而下降,28 d胶砂后期强度整体上基本不变,甚至更高。而石粉没有活性,3、7、28 d胶砂强度随着石粉掺量增加,整体呈现下降趋势。

复掺钢渣、石粉的3、7、28 d胶砂强度随着复掺掺量增加,整体呈现下降趋势,且随着石粉掺量增加,强度下降趋势明显。

参考文献:

- [1] 吴蓬,梁志强,吕宪俊. 钢渣粉的胶凝性能及活化研究进展[J]. 中国粉体技术,2015(4):80-84.
- [2] 张劲,陆文雄,王雪,等. 钢渣的利用及其应用研究进展[J]. 粉煤灰综合利用,2014,02:46-50.
- [3] 涂昆,刘家祥,邓侃. 钢渣粉和钢渣水泥的活性及水化机理研究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版),2015(1):62-68.
- [4] 邢琳琳. 钢渣稳定性与钢渣粗骨料混凝土的试验研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2012.

- [5] 姚楚康. 石粉特性对混凝土性能的影响研究[D].武汉:武汉理工大学,2014.
- [6] 蔡基伟. 石粉对机制砂混凝土性能的影响及机理研究[D].武汉:武汉理工大学,2006.
- [7] Zhang Tongsheng, Yu Qijun, Zhang Jiangxiong, et al. Preparation of high performance blended cements and reclamation of iron concentrate from basic oxygen furnace steel slag[J]. Resources, Conservation & Recycling . 2011, 56(1):48-55.
- [8] Yi Huang, Xu Guoping, Cheng Huigao, et al. An overview of utilization of steel slag [J]. Procedia Environmental Sciences. 2012, 16(4):791-801.
- [9] 田尔布,刘奋醒,张仁巍. 粗集料骨架结构的高强混凝土工作性研究[J]. 公路,2011(10):162-165.
- [10] 蔡琪瑛. 磨细钢渣粉对水泥混凝土性能影响的研究[J]. 混凝土与水泥制品,2012(5):5-8.

(责任编辑:叶丽娜)

An Experimental Study on Steel Slag-stone Powder Concrete Workability and Cement Mortar Mechanical Properties

TIAN Erbu, WANG Fengchao, KANG Haixin, LIAN Yuezong, CUI Xiuqin

(School of Architecture and Civil Engineering, Sanming University, Sanming, Fujian 365004)

Abstract: Referencing the ideological of slag expansion compensating micro powder shrinkage, test the concrete workability and mortar strength mixed with steel slag-powder to replace part of the cement. Steel slag-stone powder increases the slump of concrete mixture, but concrete mixture cohesiveness and water retention will deteriorate with increasing stone powder content; The steel slag participates post-secondary hydration reaction because of its active properties, and 3, 28 d mortar strength substantially unchanged with steel slag content (less than 25%) increased, but 7 d mortar strength decreases with the steel slag content increasing; 3, 7, 28 d mortar strength show a downward trend with stone powder dosage increase because it does not have an active; 3, 7, 28 d mortar strength show overall downward trend with complex mixed content increases, and the strength decreased significantly with the stone powder content increases.

Key words: steel slag; stone powder; slump; strength

声波清灰在烧结机头电除尘器上 增效改造研究应用

钟国坚

(闽西职业技术学院 机械工程系, 福建 龙岩 364021)

摘要:主要解决 340 m² 烧结机头电除尘器阳极下部侧部振打、阴极顶部电磁锤振打清灰力不足影响除尘效率的问题,通过采用电除尘末电场声波清灰技术作为辅助手段进行技术改造,实现了烟囱排放浓度 ≤ 80 mg/Nm³ 的预定目标。

关键词:电除尘器;声波清灰;电磁锤振打;机械振打

中图分类号:TB499 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0072-04

新兴铸管新疆有限公司和静工业园年产 3 000 000 t 特钢项目是新兴际华集团“十二五”冶金板块重点项目。公司长期遇见 340 m² 烧结机头电除尘器阳极下部侧部振打、阴极顶部电磁锤振打清灰力不足的问题。基于新兴铸管新疆有限公司的委托,闽西职业技术学院与龙岩市五环环保设备有限公司建立校企合作,通过采用电除尘末电场声波清灰技术作为辅助手段进行技术改造,实现了烟囱排放浓度 ≤ 80 mg/Nm³ 的预定目标。

由龙岩市五环环保设备有限公司设计、生产、安装、调试的新兴铸管新疆有限公司 180 m² 烧结机配套 340 m² 双室三电场 BCC340-3 除尘器,于 2011 年 4 月份开始安装,2011 年 11 月份开始生产运行。BCC340-3 电除尘器详细技术参数见表 1。

1 BCC340-3 电除尘器存在问题概述

自 2011 年 11 月份开始生产至 2012 年 3 月份,极板极线没有明显积灰现象,电场电流、电压比较稳定,电流、电压如表二所示。但从 2012 年 4 月份开始,随着烧结产量的提高,烧结机基本满负荷运行,电除尘

表 1 BCC340-3 电除尘器主要技术参数

名称	技术参数	名称	技术参数
电除尘器型号	BCC340-3 卧式双室三电场	处理风量	1 170 000 m ³ /h
室数/电场数	2 室/3 个	壳体设计压力	最大-21 000, +8 000 Pa
同极间距	450 mm	极板型式	ZT24(W 形)板
流通截面积	340 m ²	极板有效高度:	14.5 m
总集尘面积 @400	20 358 m ²	阳极振打方式	侧向旋转整体仿形锤振打
比集尘面积 @400	62.64 m ² /m ³ /s	极线型式	针刺线
烟气流速	0.96 m/s	阴极振打方式	顶部电磁锤振打
压力损失	≤ 300 Pa	漏风率	≤ 3%
保证除尘效率	≥ 98.4%	电场有效宽度	2×11 700 mm
入口气体含尘浓度	5 g/Nm ³	要求出口气体含尘浓度	≤ 80 mg/Nm ³
电源	一电场采用 GGAJ06-1.5A/90KVCC 三相高压硅整流变压器;二、三电场采用 GGAJ02-1.2A/72KVCC 高压硅整流变压器		

器入口浓度的增加,除尘器的电流、电压呈逐渐下降的趋势,电流、电压如表三所示。低压柜电压、电流表摆动频繁,电场闪烁明显,烟囱时而超标排放,根据厂家自行检测结果,烟囱排放浓度在 200~300 mg/m³,远大于设计值 ≤ 80 mg/Nm³。2012 年 4 月底停机检查发现,电除尘器第一、第二电场极板上部有少部分积灰,

收稿日期:2015-10-06

基金项目:福建省教育厅科学技术研究计划项目(JA15727)。

作者简介:钟国坚(1982-),男,汉族,讲师,主要从事机械教学与研究。

但不明显,第三电场极板、极线上部积灰严重。厂家组织人员用人工方式对电除尘器进行清灰,清灰后前一个月,电除尘器电压、电流基本恢复到2012年3月份以前的数值,烟囱也能达标排放。到5月底电除尘器电压、电流又恢复到人工清灰时的值,烟囱无法达标排放,停机检查后发现三个电场上半部极板有不同程度的积灰,特别是第三电场约8 m以上极板积灰厚度在8 mm以上,且离顶部位置越高,积灰呈越厚趋势。

表2:

表2 2011年11月至2012年3月份
电场电流、电压情况

左室一电场				左室二电场				左室三电场			
A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2
84	218	160	80	84	119	300	62	200	300	800	52
右室一电场				右室二电场				右室三电场			
A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2
60	207	200	50	150	200	520	58	170	220	550	58

表3 2012年4月份后电场电流、电压情况

左室一电场				左室二电场				左室三电场			
A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2
96	210	282	29	84	60	120	21	143	174	500	20
右室一电场				右室二电场				右室三电场			
A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2
46	158	329	30	90	131	294	34	103	174	314	38

2 存在的问题原因分析

针对电除尘器出现第三电场电压、电流小,除尘效果不好,烟囱超标排放,本项目组立即组织技术人员到新兴铸管新疆有限公司烧结厂现场进行调查。发现主要有如下六点原因造成^[1]:

(1) 烧结工艺变化大,工况不稳定,烟气温度波动幅度比较大。

(2) 烟尘的比电阻值变化幅度比较大。

(3) 烟气的含水量比较大,平均值达到11.05%。

(4) 烟尘细而轻飘,呈絮状,其中含Na、K的氧化物和氯化物较多,收尘难度比较大,容易排至空中。

(5) 烧结机头电除尘器收回的粉尘重新返回到烧

结配料,细而轻的粉尘再次回到电除尘器,不利于电除尘器收尘。

(6) 阳极侧部振打的特点是单点局部振打,振打力从作用点传递到极板附有灰尘的表面上时,沿途衰减较大,其有效传递距离短,清灰范围受到限制。

随着极板积灰加厚,振打加速度明显衰减和损耗,振打力很难传递到整个极板。由于第三电场粉尘细而粘,粉尘之间附着力强,加速了极板积灰。电场电压、电流明显降低,带电灰尘电荷不易释放而造成反电晕现象,针对此情况本项目组经过多方考虑及对比各种方案,最终选用石家庄神笛环保科技有限公司的低频声波清灰发生器作为电除尘器第三电场的的一个提效实验方案。

3 解决问题的方案

3.1 低频声波清灰原理

高强度声波作用于极线、极板时,可激励板、线产生和机械振打相同的表面波;当表面波频率与板固有频率接近或相同时,会出现谐振或近似谐振现象,此时振动加速度将很大,积灰会自然脱落。由低频声波发生器产生高强度低频声能,通过与电除尘器外壳相连的声导管传输至电除尘器工作室,形成声能量场。在剧烈的大幅震荡的声场作用下,极板、极线与积灰层之间将由于粒子震动碰撞而使各种结合力被破坏,灰粒导电性能得到提高,积灰层表面张力被改变;声波的疲劳效应在短时间内使积灰层龟裂速度加快而变得疏松;极板、极线与积灰层接触面由于介质密度发生突变,形成驻波波腹(震动位移增大一倍),使积灰层脱落速度加快;高强度的声波可以改善极线放电特性,提高灰粒子“荷电”速度和效率,延缓极线结瘤;“声凝聚”可以使灰粒子粒度增大,便于捕集,提高电除尘器收尘效率,从而降低尾尘排放。

3.2 增效改造方案的确定

声波清灰范围计算:

计算公式: $20\log(\text{清灰范围 } r_m) = \text{半自由场额定声压级 } L_p - 135 \text{ dB}$;

计算结果如下:

200 W、135 dB/125 Hz, 清灰半径 $r=1 \text{ m}$;

- 800 W、141 dB/125H, 清灰半径 r=2 m;
 - 10 kW、152 dB/125Hz, 清灰半径 r=7.1 m; (神笛科技公司经验公式)
 - 12.6 kW、153 dB/125Hz, 清灰半径 r=8 m;
 - 20 kW、155 dB/125Hz, 清灰半径 r=10 m;
- (神笛科技公司经验公式)

注：①是按公示的计量报告数据的计算结果,并不表示该厂家声波清灰实际范围;②以上估算数据会由于灰的性质、清灰对象的结构存在偏差;设计安全系数经验值为:1.2~1.5,即实际清灰范围按计算值的5/6~2/3进行,较为稳妥;③计算结果会由于安装位置发生变化。

根据计算结果,选用 DSQ-22 型低频声波发生器,可满足清灰要求;

本方案选用的 DSQ-22 型低频声波发生器额定技术参数如表 4:

表 4 DSQ-22 型低频声波发生器额定技术参数

技术参数/型号		DSQ-22 型低频声波发生器
清灰范围(m)		6~12
声压级(dB)		152/口(f=125 Hz)
声功率(kW)		2x10
气源	气源类型	压缩空气
	额定工作压力(MPa)	0.5
流量(Nm ³ /min)		6
电动机	电压(V)	~380
	功率(kW)	0.75
电磁阀	电压(V)	~220
	功率(kW)	0.07
工作温度	电机(℃)	≤80
	电磁阀(℃)	≤60
主机外型尺寸(mm)		910x450x700
重量(kg)		130

选用 SPK-1- II 2 调频控制柜 (340 m² 电除尘器),实现全自动程序控制;

- 工作环境:室内,无腐蚀性气体和可燃气体;
- 工作温度:-10~50 ℃;
- 电源:~220 V 50 Hz;
- 外型尺寸:600x600x1800;
- 声波导管:选用 SGW1 碳钢声波导管;

4 增效改造效果

声波清灰器投入运行后,第三电场电压、电流稳定,波动明显减少,电压、电流平均值较安装前均有不同程度提高,除尘效率明显改善,电流电压见表 5 所示。

表 5 声波清灰器投入运行后电流电压情况

左室一电场				左室二电场				左室三电场			
A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2
87	266	300	90	70	80	135	250	250	320	930	51
右室一电场				右室二电场				右室三电场			
A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2	A1	V1	A2	V2
45	173	150	50	100	170	300	53	230	270	800	54

在新兴铸管新疆有限公司安环处环保监测中,机头电除尘器出口浓度较改造前有明显降低,平均排放浓度在 65 mg/m³ 左右,低于设计值 ≤80 mg/Nm³。通过改造前后对比总结如下^[2]:

(1) 声波清灰器可以有效解决电场上部积灰,弥补机械振打力衰减导致电场上部清灰效果差的问题,改善了电场阴极线放电效果,达到了最初的目的。声波清灰不能完全取代传统机械振打和电磁振打,只能对传统振打技术起到辅助作用。

(2) 声波清灰器装在末电场,在工作时会导致电除尘器二次扬尘,声波清灰的周期设定不能太短。

(3) 声波清灰器在工作时整台电除尘器会发生震动,发出的噪声较大,造成声音污染。

(4) 340 m² 电除尘器末电场顶部安装 2 台声波清灰略显不足,可考虑在在每室每个电场顶部各安装一台。

(5) 在声波清灰器振打时间的设定上还需要进一步摸索,对于不同类型的除尘器结构和粉尘特性,声波清灰的时间、周期设定都不同,需要更进一步,更为严谨的科学试验。

本项目组对新兴铸管新疆有限公司烧结厂 340 m² 烧结机机头电除尘器末电场清灰系统的增效改造,一方面为新兴铸管新疆有限公司电除尘器的使用维护提供了新的技术方案,另一方面也证明在电除尘器安装声波清灰器可有效弥补机械振打及电磁振打装置振打力不足的缺陷,而且能有效清除极板、极线积灰,

改善电场内的工作条件,对于收集特殊性质的粉尘起到了很大的作用。采用声波清灰器辅助清灰,可以解决电除尘极板、极线积灰问题,提高除尘效率,给电除尘器的维护和日常管理带来极大的方便^[2]。声波清灰器也有一定的缺陷,不能完全替代机械振打及电磁振打装置,如何解决声音污染、二次扬尘是个急需解决的问题。

参考文献:

- [1] 杨军.莱钢 105 m² 烧结机头电除尘器提效改造的研究与实践[A];中国金属学会 2009 年烧结工序节能减排技术研讨会论文集[C];2009.
- [2] 陈家强. 烧结机头电除尘器清灰系统的增效改造[J].烧结球团,2009(1):55-56.
- [3] 唐国山.工业电除尘器应用技术[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [4] 陈茂梅.声波清灰技术在工业生产中的应用[A];第九届全国电除尘/第一届脱硫学术会议论文集[C];2001.
- [5] 胡彦涛, 陈三凤. 声波清灰器在烧结机头电除尘器中的应用[J]. 烧结球团,2006(1):52-54.
- [6] 王岳, 高宝桐. 声波清灰器在燃煤电厂电除尘器中的应用[J]. 华北电力技术,2008(4):12-15.

(责任编辑:叶丽娜)

Sonic Soot Cleaning Head Electrical Precipitator in Sintering Efficiency Modification Research and Application

ZHONG Guojian

(Department of Mechanical Engineering, Minxi Vocational and Technical College, Longyan, Fujian, 364021)

Abstract: This article is the result of minxi vocational and technical college and longyan city rings environmental protection equipment co., LTD., university-enterprise cooperation projects, the service object is the emerging casting pipe co., LTD., sintering plant in xinjiang. This research mainly solve the 340 m² sintering machine head anode lower lateral oscillation, the cathode electric filter at the top of the electromagnetic hammer vibrating dust, problems that influence efficiency of dust removal by the end of the electric field as the sound wave sootblower auxiliary means of technical renovation, implements the chimney emission concentration of 80 mg/Nm³ or less intended target.

Key words: electric dust collector; sonic soot cleaning; electromagnetic vibration hammer to play; mechanical vibration

石墨棒负载 $ZnWO_4$ 薄膜电极光电催化性能研究

谢文菊, 王志涛, 吴方棣

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:利用溶胶-浸渍提拉法制备了高温石墨棒负载 $ZnWO_4$ 薄膜电极。利用红外光谱和循环伏安测试等手段对催化剂和电极进行表征。以亚甲基蓝为目标降解产物,研究了电极对亚甲基蓝的光电催化作用,并讨论了外加电压以及负载膜层数对亚甲基蓝去除率的影响。实验结果表明:石墨棒负载 $ZnWO_4$ 薄膜电极具有明显的光电催化活性,能够在 175 W 高压汞灯下有效地除去溶液中的亚甲基蓝。当外加电压为 2 V,负载 4 层薄膜,0.5 mol/L K_2SO_4 溶液中光电催化降解 2 h,10 mg/L 亚甲基蓝的去除率可达到 61.16%。

关键词:浸渍-提拉法; $ZnWO_4$ 薄膜;光电催化;亚甲基蓝

中图分类号:TB332 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0076-05

近年来, $ZnWO_4$ 作为一种重要功能无机材料,成为光催化领域研究较多的光催化剂之一^[1]。由于 $ZnWO_4$ 具有良好的光催化性能,所以在光催化降解废水当中的有机物有较多的应用和研究。目前,应用在废水处理研究中的 $ZnWO_4$ 多为粉末材料^[2],这导致其在实际应用过程中存在回收难、易凝聚和光催化活性低等缺点,并且 $ZnWO_4$ 受光照激发产生的光生电子与空穴在短时间内复合的几率很大,导致其催化氧化的量子效率较低。这些问题制约了 $ZnWO_4$ 的产业化发展^[3]。为了解决这个难题,催化剂固定技术称为国内外学者研究的焦点之一。虽然这项技术能够提高界面电荷的传递速率,降低光生电子和空穴的复合率,提高光解效率,但其提高效率有限。有研究表明,薄膜化

$ZnWO_4$ 具有很高的光催化效率^[4]。因此,将 $ZnWO_4$ 薄膜化负载在导电基体上,并施加外加偏压,采用光电催化技术则有可能进一步提高 $ZnWO_4$ 薄膜光催化降解效率。

采用浸渍-提拉法^[5]制备了 $ZnWO_4$ 薄膜电极,并以石墨棒为载体,通过高温烧结制备石墨棒负载 $ZnWO_4$ 薄膜电极,研究了膜电极的表面官能团和电化学性质,并以该电极作为工作电极、石墨棒为对电极、饱和甘汞电极为参比电极组成光电催化反应体系,以亚甲基蓝作为目标降解产物,研究不同偏压、涂覆层厚度及薄膜电极使用次数对模拟污染物亚甲基蓝的光催化降解效率影响。

2 实验部分

2.1 主要仪器和试剂

KSL-1200X 型马弗炉(合肥科晶材料科技技术有限公司);DF-101S 型集热式恒温磁力加热搅拌器(开

收稿日期:2015-10-26

基金项目:武夷学院校级青年项目(XQ201301);福建省教育厅 JK 项目(JK2014052)。

作者简介:谢文菊(1986-),女,汉族,助教,主要从事化工新型材料研究与开发。

封市宏兴科教仪器厂);PHS-3CT 型数字 pH 计;S10H 型超声波清洗机(致微(原门)仪器有限公司)。V-1100D 型可见分光光度计(上海美谱达仪器有限公司);WQF-200 傅立叶红外光谱仪。

仲钨酸铵(AR),阿拉丁化学试剂有限公司;无水乙醇(AR),广东汕头西陇化工厂有限公司;磷酸(AR),国药集团化学试剂有限公司;柠檬酸(AR),国药集团化学试剂有限公司;硝酸锌(AR),国药集团化学试剂有限公司;亚甲基蓝(AR),国药集团化学试剂有限公司。

2.2 ZnWO₄ 溶胶的制备

称取仲钨酸铵 2.550 2 g 溶于 100 mL 的蒸馏水中,再置于 DF-101S 型集热式恒温加热磁力搅拌器中搅拌,设置温度为 65 °C,搅拌速度为 366 r/min。待仲钨酸铵完全溶解,再加入 2.969 8 g 硝酸锌,继续搅拌 10 min,加入 4.210 4 g 柠檬酸。持续搅拌 150 min,使溶液均匀后冷却,形成透明且略带黄色的 ZnWO₄ 溶胶,将该溶胶液置于烧杯中密封保存,放置备用。

2.3 石墨棒负载 ZnWO₄ 薄膜的制备

首先将石墨棒依次用无水乙醇、蒸馏水清洗 30 min,烘干;然后再用 20%的磷酸浸泡 24 h,取出干燥,即可得到预处理好的石墨棒。将该石墨棒用块状泡沫固定一端,将石墨棒浸在制备的溶胶液中 20 min,以恒定速度垂直提拉,在 100 °C 下干燥 20 min,再置于程序控温马弗炉中于 500 °C 下煅烧 3 h (升温速度为 2 °C/min)后取出,得到 ZnWO₄ 薄膜电极。重复上述步骤,可制备多层膜的薄膜电极。分别以 ZW-1、ZW-2、ZW-3、ZW-4 表示涂覆 1 层、2 层、3 层和 4 层的薄膜电极。

2.4 光催化剂的性能测试

红外性能测试(FTIR):样品经 KBr 混合压片处理后用 WQF-200 傅立叶红外光谱仪测定粉体的物相与结构。循环伏安测试:利用 RST5000 电化学工作站在室温下测定负载有薄膜的电极的循环伏安曲线。实验参数设置:静置电位≈开路电位,电压扫描

范围 0.16 V-1.16 V,扫描速率为 0.05 V/S。

2.5 光电催化氧化反应

实验在自制的光电催化反应器中进行,装置示意图如图 1 所示,工作电极为负载了 ZnWO₄ 薄膜的石墨电极,对电极为高温石墨棒,参比电极为饱和甘汞电极。在 0.5 mol/L 硫酸钾溶液中加入 10 mg/L 亚甲基蓝溶液 25 ml,以 175 W 高压汞灯作为光源,外加 1V 偏电压,进行光电催化反应。用 V-1100D 型可见分光光度计测定亚甲基蓝溶液的吸光度变化,用来计算亚甲基蓝去除率。根据光照前后的吸光度的变化,按下式计算亚甲基蓝的降解率: $D=[(C_0-C_t)/C_0] \times 100\%$,式中 D 为降解率, C_0 和 C_t 分别为亚甲基蓝的初始浓度和降解 t 时间后的浓度(mg/L)。

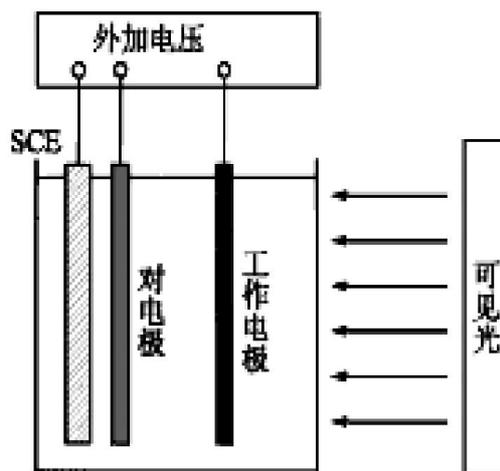


图 1 光电催化反应器示意图^[4]

3 结果与分析

3.1 红外光谱分析

图 2 是负载 ZnWO₄ 薄膜前后的石墨棒的红外光谱图。由图中可以看出,负载 ZnWO₄ 薄膜后的石墨棒产生红外偏移的现象。纯石墨棒的吸收峰的位置分别有 3 600~3 800、2 358、1 680、1 537、1 317、732、666、411 cm⁻¹ 等,负载 ZnWO₄ 薄膜的石墨棒的吸收峰的位置分别有 3 400~3 550、2 351、1 400~1 600、1 297、1 123、754、567~755 cm⁻¹ 等,说明氧化过的石墨棒上

含有大量的含氧基团,如羰基、羧基、羟基、环氧基等,而负载 $ZnWO_4$ 薄膜的石墨棒较纯石墨棒多了几个特征峰,483 cm^{-1} 附近为 Zn^{2+} 、 $Zn-O$ 特征吸收峰^[7]。此外,可以看出负载 $ZnWO_4$ 薄膜后的石墨棒的吸光强度强于纯石墨棒。

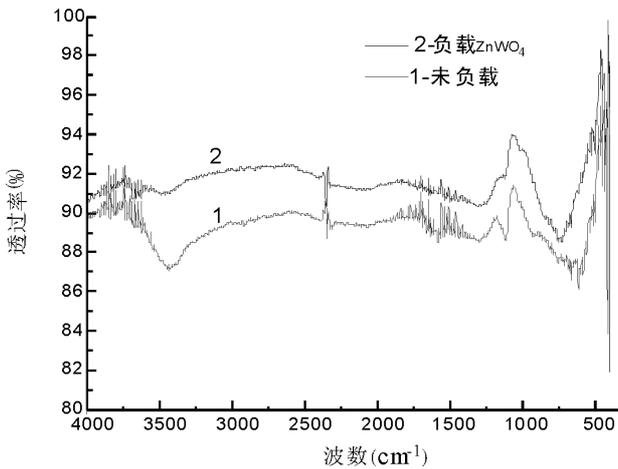


图2 负载 $ZnWO_4$ 前后的石墨棒的红外光谱图

3.2 电化学性能分析

如图3(a)所示为未经过负载的石墨棒电极在0.5 mol/L K_2SO_4 溶液中的循环伏安曲线,可以看出该电极表面没有出现氧化还原峰,曲线较为平滑,即说明未经过负载的石墨棒上没有相应的氧化还原电位的离子。

如图3(b)所示为不同薄膜层钨酸锌薄膜电极在0.5 mol/L K_2SO_4 溶液中的线性扫描循环伏安曲线(图中a-d曲线分别为ZW-4、ZW-3、ZW-2、ZW-1电极),扫描速率为0.05 V/s,从图中可以看出,随着 $ZnWO_4$ 薄膜层数的增加,光电流增大,且出现几个微小的氧化还原峰,可能是由于石墨棒上负载的薄膜材料中含有 Zn 、 $W-O$ 等具有氧化还原电位的离子,且随着涂层的增加,可见光催化活性增加,从而使电流增大。而ZW-1薄膜上的氧化还原峰较少,可能是由于ZW-1薄膜只经过一次浸泡、干燥、煅烧,石墨棒表面负载的 $ZnWO_4$ 的量较少。而且从图(b)中可看出,在电压为0.6~0.7V之间出现氧化还原峰,表明电极有发生相应的氧化还原反应,即 $ZnWO_4$ 薄膜发生细微的电

解反应,且在实验过程中还观察到工作电极上还有氢气产生,电压增大还会使石墨棒有些许掉落说明电解程度较大。

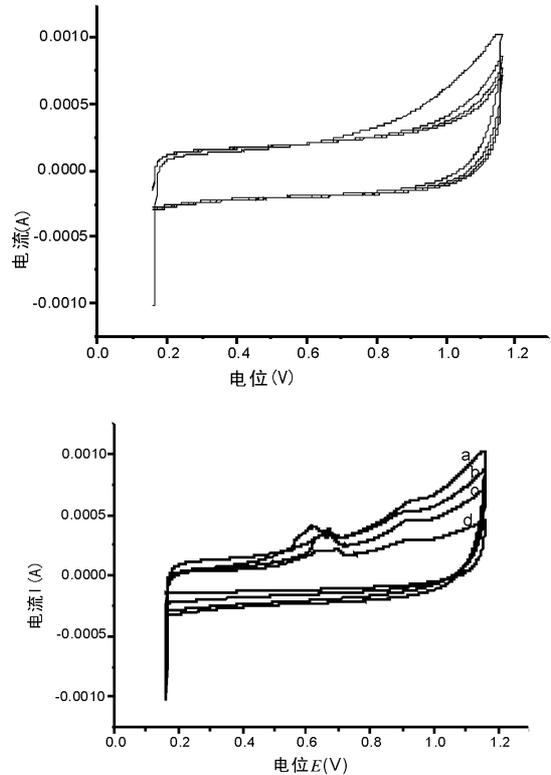


图3 不同膜层电极的循环伏安图谱

3.3 $ZnWO_4$ 薄膜电极对亚甲基蓝的光电催化活性

图4为不同条件下亚甲基蓝的去除效率曲线。可以发现:ZW-1薄膜电极进行光电催化和单独使用ZW-1薄膜电极电催化和光催化,反应2h亚甲基蓝的去除率比较后可得出光电催化效果明显高于电催化和光催化,电催化效果最差。这是由于光电催化使得电子在外加偏压的作用下,光向对电极方向做定向运动,从而减少了电子-空穴的复合的机会,延长了空穴的寿命,很大方面地提高了有机物的降解效率。而电催化对电子的激发没有那么强烈,因此电催化效果最低。

此外,随着薄膜层数的增加,亚甲基蓝的降解率不断提高,当薄膜层数为4层时,降解效率最高,这是因为光电催化反应在一定程度上是由催化剂受到激发后产生的空穴-电子对的数目决定的,增加负载的催化剂的量一定程度上提高了降解的效率。

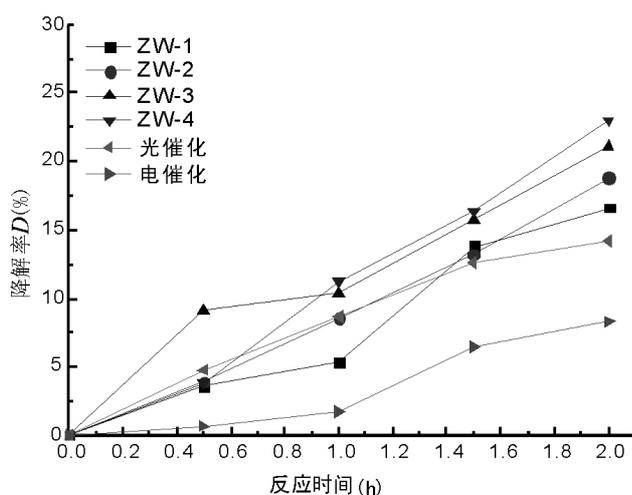


图4 不同条件对亚甲基蓝去除效率的影响

以 ZW-4 薄膜电极为阳极,考察了外加偏压对亚甲基蓝的降解效率的影响,结果如图 5 所示。由图可以发现,外加电压从 0~2.5 V 逐渐升高,亚甲基蓝的降解效率逐渐提高,当外加偏压为 2.5 V 时,亚甲基蓝的降解率可达 86.18%,但发现工作电极出现严重的脱落,石墨棒上负载的催化剂几乎都掉落。为避免此类情况,实验时应选择外加 2 V 的偏电压,当电压为 2 V 时,降解亚甲基蓝的最终效率可达到 61.16%,这是因为外加偏压促使光生电子向对电极运动,降低了空穴对⁻电子的复合机会,增加了空穴与亚甲基蓝的反应机会,所以随着阳极偏压的增大,光电催化降解效率逐渐加强。

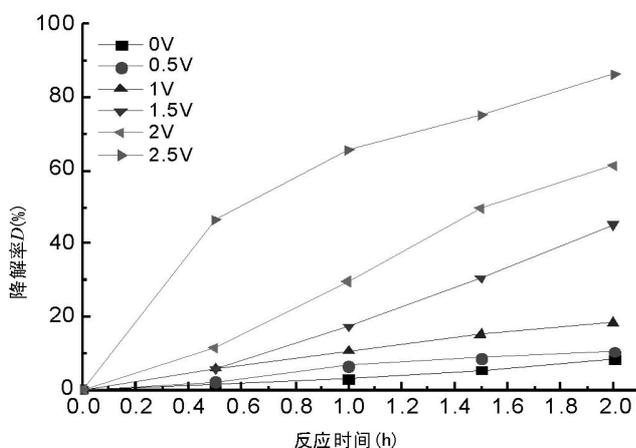


图5 外加偏压对膜电极光电降解亚甲基蓝的影响

为了考察薄膜电极的重复使用效果,利用 ZW-4 薄膜电极作为阳极,外加电压为 2 V,考察了电极的使

用次数对亚甲基蓝降解效率的影响,结果如表 1 及图 6 所示。由图 6 可看出,电极反复使用 4 次,对亚甲基蓝的降解率影响不大,降解变化范围在 54%~56%之间,说明其受实验次数影响不大,即该薄膜电极具有一定的稳定性。造成有所下降的原因是电极表面负载的催化剂有少量脱落,从而使催化效果有所降低。

表 1 ZW-4 电极的使用次数和去除率的测定结果

使用次数	1	2	3	4
降解率(%)	56.50	56.02	55.98	54.67

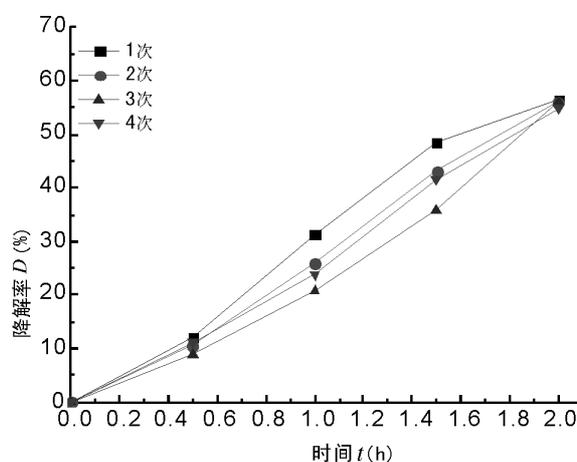


图6 使用次数对膜电极光电降解亚甲基蓝的影响

4 结论

通过溶胶-凝胶法制备了 ZnWO₄ 溶胶,再用浸渍烧结法制备了石墨棒负载 ZnWO₄ 薄膜电极,并在高压汞灯下进行光电催化降解亚甲基蓝试验。实验结果表明:石墨棒负载 ZnWO₄ 薄膜电极,在光电协同条件下,展示出明显的光电催化活性,能够在 175 W 高压汞灯下有效地去除溶液中的亚甲基蓝,对于浓度为 10 mg/L 亚甲基蓝溶液,采用 4 层 ZnWO₄ 薄膜电极作为催化剂,外加电压为 2 V,光电催化降解 2 h,亚甲基蓝的去除率可达 61.16%,并且该电极可以反复使用。

参考文献:

- [1] 韩莉锋,王志涛,金恺,等. ZnWO₄/竹炭复合材料的制备及其

- 光催化性能研究[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2014 (4): 16-19.
- [2] 王颖,黄妙良,钟起权,等. ZnWO₄ 纳米晶光催化剂的制备及表征[J]. 人工晶体学报, 2009, 38 (1): 64-70.
- [3] 张伟,施周,张茜,等. 复合光催化剂 (TiO₂/多壁碳纳米管) 制备工艺条件对甲基橙光催化降解动力学的影响[J]. 环境化学, 2011, 30(2): 549-554.
- [4] Zhao X,Yao W,Wu Y, et al. Fabrication and photoelectrochemical properties of porous ZnWO₄ film[J]. J Solid State Chem, 2006,179(8): 2562-2570.
- [5] 庞里涛,刘永红,程刚. TiO₂/ACF 复合材料的制备及表征[J]. 应用化工,2014(10):1754-1757.
- [6] 张祖云,石倩,王玉萍,等. 石墨棒载 Bi₂TiO₅-TiO₂ 复合膜电极光电催化降解亚甲基蓝[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2013(4):72-77.
- [7] 武志富,李素娟. 氢氧化锌和氧化锌的红外光谱特征[J]. 光谱实验室,2012(4):2172-2175.

(责任编辑:叶丽娜)

Preparation and Photocatalytic Activity of ZnWO₄ Films Electrode Supported Graphite Rod

XIE Wenju, WANG Zhitao, WU Fangdi

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

Abstract: The film electrode of ZnWO₄ loaded on high temperature graphite rod was prepared by Sol-gel reaction and dip-coating method. The film electrode were characterized by FIRT and cyclic voltmetry (CV). The influence of impressed voltage and number of coating layers on the removal efficiency of methylene blue were investigated. The experimental results showed that the photoelectrocatalytic removal efficiency of 10 mg/L methylene blue can reach 61.16 % under 175 W lamp irradiation for 120 min, and using graphite rod supported 4 coating layers ZnWO₄ film as working electrode , 0.5 mol/L K₂SO₄ as supporting electrolyte with 2 V impressed voltage.

Key words: dip-coating method; ZnWO₄ membrane electrode; photoelectro catalysis; methylene blue

水泥混凝土路面断裂力学的应用现状及前景

王 荣

(武夷学院 土木工程与建筑学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:总结断裂力学应用于水泥混凝土路面断裂性能的研究现状,包括水泥混凝土路面断裂力学参数的常用模型、试验方法等。基于对研究现状的总结,该领域的水泥混凝土路面的标准断裂模型和试验方法有待形成。

关键词:断裂力学;水泥混凝土路面;断裂模型;断裂性能

中图分类号:U416.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0081-03

近年来,随着重载交通和大流量交通成为公路运输的主要特点,普通混凝土路面材料的一些缺点和不足逐渐的暴露出来,其中水泥混凝土路面板的早期断裂是水泥混凝土路面在使用过程中所体现出来的最主要的路面病害问题之一。

混凝土材料由于浇注时的泌水作用和干燥期间的收缩受到硬骨料的限制,先天性有许多微裂。当其扩展为宏观裂缝后,结构易发生低应力脆断,传统力学和强度理论在研究混凝土的断裂机理问题时,暴露出不足。

断裂力学承认结构中含有宏观裂缝,将远离裂缝端的广大区域仍假定为均质连续体,它适用于材料本身对脆断敏感,且带有宏观裂缝的缺陷体。因此,断裂力学理论与水泥混凝土路面之间建立某种联系,对水泥混凝土路面研究具有重要意义。

1 断裂力学在水泥混凝土路面的应用研究现状

1.1 通过断裂力学参数研究水泥混凝土路面断裂机理

1.1.1 断裂模型的选取

由于水泥混凝土是准脆性材料,且路面板是有典型的薄板结构,因此,断裂力学理论适用于水泥混凝土路面上,必须选用与混凝土材料实际行为更为接近的非线性断裂模型,并且该模型要能够有效避免尺寸效应,这样,尺寸效应造成的名义应力问题才能得以解决。

Bazant 提出的尺寸效应律^[1],被研究者广泛借用或者修正,例如,美国伊利诺伊大学的 Shreenath Rao 和 Jeffery Roesler^[2]通过修正尺寸效应律公式,得到的断裂韧度能够从本质上不依赖于试件的尺寸,仅仅作为一种混凝土材料本身的固有属性。尺寸效应造成的名义应力问题得到一定的解决,获得能够较好表征水泥混凝土路面断裂问题的断裂力学参数。

由我国徐世焯教授等提出的双 K 模型以及新 K_R 阻力曲线模型,能较好表征混凝土的裂缝发展。双 K 模型提出了裂缝扩展过程中用应力强度因子表述的两个关键控制参数的概念,即起裂韧度 K_{IC}^{ini} 和失稳韧

收稿日期:2015-10-24

基金项目:武夷学院校级课题(XL1207)。

作者简介:王荣(1980-),女,汉族,讲师,主要从事道路工程的研究。

度 K_{IC}^{III} ,在实际工程应用中, $K \leq K_{IC}^{III}$ 可作为重要结构裂缝扩展稳定性的判断准则; $K_{IC}^{III} < K < K_{IC}^{III}$ 可作为主要结构失稳扩展前的安全警报; $K = K_{IC}^{III}$ 可作为一般结构裂缝扩展的判断准则^[3]。

新 K_R 阻力曲线模型,是通过三点弯曲切口梁在单调加载下的荷载—裂缝口张开位移曲线 (P-CMOD),用解析法计算混凝土断裂全过程的阻力曲线。由两部分组成:一部分为起裂前混凝土本身所固有的抗裂能力,称为起裂韧度 K_{IC}^{III} ;另一部分是由粘聚力提供的阻力,它与混凝土的抗拉强度 f_t 、粘聚力 $f(\sigma)$ 及有效裂缝长度 a 有关,称为 $K_c(f_t, f(\sigma), a)$ ^[4], K_R 阻力曲线可表示为:

$$K_R(\Delta a) = K_{IC}^{III} + K_c(f_t, f(\sigma), a) \quad (1)$$

除此之外,由断裂能定义直接推导获取断裂参数,也成为路面研究者使用的方法之一。但该方法需要繁琐的数学推导及计算,同时由于该法只能针对某一具体研究对象,通过推导得到相应的公式,适用性问题暂无法得到广泛的验证。

1.1.2 试验方法

国际材料和结构试验室联合会(RILEM)推荐的断裂力学试验方法为楔入劈拉试验与三点弯曲梁试验。由于三点弯曲梁试验的结构形式简单、便于浇注等优点,国内外多数学者通过三点弯曲梁试验获取断裂力学参数。标准楔入劈拉试验虽结构形式略微复杂,但试验结果稳定,并能同时获取断裂能及断裂韧度参数。

其次,部分学者根据研究目标的不同在标准楔入劈拉试验的基础上进行改良,使得试验结果更加贴合路面断裂问题。例如, Tscheegg E K 在对路面夹层的断裂力学行为研究中^[5],采用改进的楔入劈拉方法进行断裂能的获取。由于试件是现场取芯,能够有效减小试件的变异性,对路面加铺层结构的开裂行为描述更加贴切。但是该方法比标准楔入劈拉试验过程复杂,未被研究者广泛采用。

1.2 预估路面板的疲劳寿命

基于断裂参数的获取,研究者进一步通过断裂参数与疲劳方程相结合,进行路面疲劳寿命的预估。例

如,水泥混凝土路面车辆荷载作用次数与稳定断裂韧度折减值之间的具有如下关系^[6]:

$$K_I/K_{IC}^{III}(n) = a - \beta \lg(N_f - n) \quad (2)$$

式中: K_I 为相应轴载作用于各种路面厚度的应力强度因子; K_{IC}^{III} 为起裂断裂韧度; N_f 为重复荷载作用的次数; a, β 为参数,波特兰水泥协会推荐 $a=0.972$, $\beta=0.0828$ 。

因此,通过断裂试验所获得的起裂断裂韧度可以求得 N_f ,达到预估路面疲劳寿命的目的。

1.3 优化路面设计、材料及施工方案

研究者通过分析不同配合比,不同养护条件,不同荷载作用下,断裂力学参数的变化,得到指导路面设计、材料及施工的优化方案。例如,钢纤维加筋混凝土路面被研究者通过断裂力学理论证实具有更优异的路面性能,哈工大的曹鹏等^[7]及黄河水利研究院的张廷毅等^[8]均通过三点弯曲梁试验得到的断裂韧度值,判定材料抗开裂性能有所提升,而 Beatrice B^[9]就此问题不仅通过有限元还以足尺板试验加以验证。陈辉^[10]通过研究不同温湿度养护条件下,断裂力学参数变化规律,给出相关工程技术建议。

2 亟待解决问题及研究前景

通过以上总结可以发现,目前断裂力学已成为混凝土路面研究的一个重要方向,但诸多问题仍有待解决:

(1)适用于水泥混凝土路面的标准断裂模型和试验方法有待形成。

目前,研究人员通过试验归纳总结,逐步得到较多与混凝土材料实际行为较为接近的新型模型,具有较强的适用性和应用价值。但进一步寻找适合水泥混凝土路面模型,解决尺寸效应问题,仍将是断裂力学应用于水泥混凝土路面的热点研究问题。

(2)基于断裂力学理论,研究早龄期性状对水泥混凝土路面断裂性能的影响。

水泥混凝土的早龄期性状对路面后期的使用性能有着极其重要的影响,在相关研究领域已形成共识。水泥混凝土路面板作为面层从铺筑的开始到运营

期间都是直接暴露于外界复杂的环境之中。即使同一时间段浇筑的同一种配合比的路面板由于早龄期水泥混凝土发展状态的不同,面板不同位置处的断裂力学参数会表现出差异性,最终导致断裂的位置难以预判。有研究表明,直接浇筑在不平整基层之上的水泥混凝土路面面层,在早龄期阶段随着水泥水化过程的不断进行,结构强度也不断增大。在强度不断发展的过程中,随之而来的变形收缩会沿着路面板的板顶和板底表现出一定程度的差异性,从而导致板边的翘曲,这种在早龄期逐渐形成的固化翘曲具有记忆性,该性状对后期路面的使用性能具有潜移默化的影响。因此,以水泥混凝土断裂力学作为依据,研究早龄期性状对水泥混凝土路面断裂性能的影响具有重要的意义,也是解决水泥混凝土路面断裂问题的关键。

(3) 进一步通过对水泥混凝土路面断裂机制研究,优化设计、施工、运营管理及养护方案。

3 结语

依据断裂力学理论,进一步建立水泥混凝土路面的外载、构件、缺陷三者之间定量关系,对研究路面的断裂机理,进而找到有效提高路面断裂性能的途径,延长路面使用寿命,具有重要意义。

参考文献:

- [1] Bazant Z P. Size effect in blunt fracture: concrete, rock, metal[J]. *Journal of Engineering Mechanics*, 1983, 110(4):518-535.
- [2] Rao S, Roesler J. Characterization of effective built-in curling and concrete pavement cracking on the palmdale test sections[R]. *Institute of Transportation Studies*, 2005.
- [3] 徐世焯, 赵艳华. 混凝土裂缝扩展的断裂过程准则与解析[J]. *工程力学*, 2008(25):20-33.
- [4] 赵朝华, 李建伟, 魏姍. 柔性纤维混凝土的新阻力曲线和双K断裂参数的试验研究[J]. *交通标准化*, 2010(11):60-63.
- [5] Tschegg E K, Ehart R J A, Ingruber M M. Fracture behavior of geosynthetic interlayers in road pavements [J]. *Journal of transportation engineering*, 1998, 124(5): 457-464.
- [6] 易志坚, 吴国雄, 周志祥, 等. 基于断裂力学原理的水泥混凝土路面破坏过程分析及路面设计新构思[J]. *重庆交通学院学报*, 2001, 20(1):1-12.
- [7] 曹鹏, 冯德成, 曹一翔, 等. 三点弯曲纤维增强混凝土缺口梁的断裂性能试验研究[J]. *工程力学*, 2013(30):221-231.
- [8] 张廷毅, 李树山. 钢纤维掺量对高强混凝土断裂性能的影响[J]. *混凝土*, 2012(12):87-89.
- [9] Belletti B, Cerioni R, Meda A, et al. Design aspects on steel fiber-reinforced concrete pavements [J]. *Journal of materials in civil engineering*, 2008 (20): 599-607.
- [10] 陈辉. 路面水泥混凝土断裂力学参数特性研究[D]. 福州: 福州大学, 2013.

(责任编辑:叶丽娜)

Current Situation and Application Prospect of Fracture Mechanics in Cement Concrete Pavement

WANG Rong

(School of civil engineering and architecture, Wuyi university, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: The research status of fracture mechanics applied to cement concrete pavement performance is summarized including the common model, test method, and so on. Based on the summary of the research status, the research prospect of this field is discussed.

Key words: fracture mechanics; cement concrete pavements; fracture model; fracture properties

基于 K60 的航拍检测四轴飞行器的设计与实现

孙 蕾, 冯德旺, 景 林, 钟新秀, 龚 力

(福建农林大学 计算机与信息学院, 福建 福州 350002)

摘 要:四轴飞行器技术成熟、操作简单,在多旋翼飞行器中应用最为广泛,能够在恶劣环境中执行拍摄和勘测任务,广泛应用于各行各业中。采用 Freescale K60 微处理器作为主控芯片实现四轴飞行器的设计,通过 GY-86 传感器模块获取姿态数据,采用 PID 控制算法实现四轴飞行器的平稳飞行。同时,通过 5.8G 无线网桥搭建固定点的无线图像监控传输系统来实现航拍检测。

关键词:K60;四轴飞行器;航拍检测

中图分类号:TP368,S49 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0084-06

随着近年来无人机技术的逐渐成熟,其已被广泛应用于各行各业中,从军事上的航拍侦查到农林业中的农业喷洒、火情监控,再到娱乐中的航空摄影,无人机的发展已进入了热潮。当前,亚马逊公司已在努力推广无人机的送货服务,同时,旧金山的一些医药公司也开始使用无人机提供紧急药物配送服务。2010年,法国 Parrot 公司发布了世界上首款流行的四旋翼飞行器 AR.Drone。AR.Drone 的面世也推动了四轴飞行器在中国市场上的发展。2013 年 1 月中国大疆公司推出了带航拍功能的 DJI Phantom 四轴飞行器,引领了四轴飞行器发展的新热潮。但由于目前主流的航拍四轴飞行器多用于商业销售,对其开发技术还未进行完整的公开,而国内外航模爱好者公开发布的四轴飞行器设计多是基于 Arduino 等 8 位单片机设计,由于其 I/O 接口数的局限,飞行器功能扩展性很差,并没有将四轴飞行器的优势发挥出来。同时,由于经费原因,很多航空护林总站面临设备老化,飞行能力不足等问题,缺乏高效、经济、易维护的飞行平台。因此本文提

出了基于 K60 主控芯片的航拍监测四轴飞行器的设计,通过实时传输航拍图像执行恶劣环境中的勘测任务和日常及小范围监测工作。不但成本低,易于实现,而且功能扩展性强,为后期功能优化和特定领域的定制使用提供了强有力的依据,尤其可以应用于农林业遥感测绘。

1 四轴飞行器硬件设计

1.1 四轴飞行器的基本原理

四轴飞行器是一种多旋翼微型飞行器,利用四个旋翼作为飞行引擎实现空中飞行,飞行模式分为“+”模式和“X”模式。飞行器的姿态涉及到 2 个空间坐标系:地理坐标系统和机体坐标系统^[2]。地理坐标系统是以地球表面为参考的坐标系统,机体坐标系统是以飞行器为参考的坐标系统。四轴飞行器的飞行姿态通过控制四个电机的转速进行控制,电机的转速不同,提供的升力不同。当螺旋桨提供的升力大于、等于或小于机体重力时,四轴飞行器可分别实现上升、悬停和下降。飞行器的主控板接收来自发射器的发射信号并通过 PID 算法将其转换为控制信号控制电子调速器,电子调速器将控制信号转换为控制电机的电流实现姿态控制。飞行姿态控制如图 1 所示:

收稿日期:2015-11-17

基金项目:福建省自然科学基金资助项目(2012J01190);

福建省科技厅资助项目(2012J01191)

作者简介:孙蕾(1992-),女,汉族,在读硕士研究生,主要从事嵌入式技术研究。

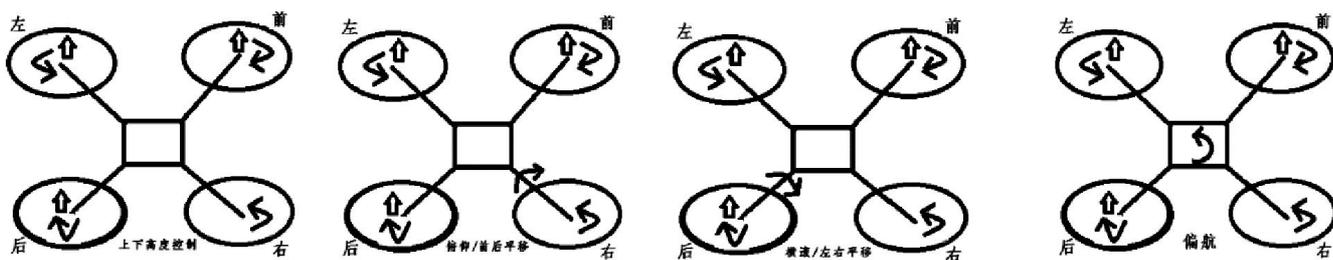


图 1 四轴飞行器飞行姿态图

1.2 四轴飞行器硬件设计实现

本设计的四轴飞行器基于 K60 芯片,基本架构主要包括苏州大学设计的飞思卡尔 K60 主控板,GY-86 传感器模块,ublox-GPS 模块,无刷电机,电子调速器,电源和遥控通信模块。主控通过 GY-86 传感器模块得到四轴飞行器当前姿态数据,并将当前姿态数据和通过无线遥控通信设备接收的目标姿态数据一起作为输入信号输入到姿态 PID 控制器中,PID 姿态控制器通过内部计算输出相应的控制信号分别驱动 4 个电机。而视频传输系统作为独立模块,通过 SJCAM 高清摄像头和 5.8 GHz 无线技术实现视频图像抓取和传输,实现航拍和导航功能。

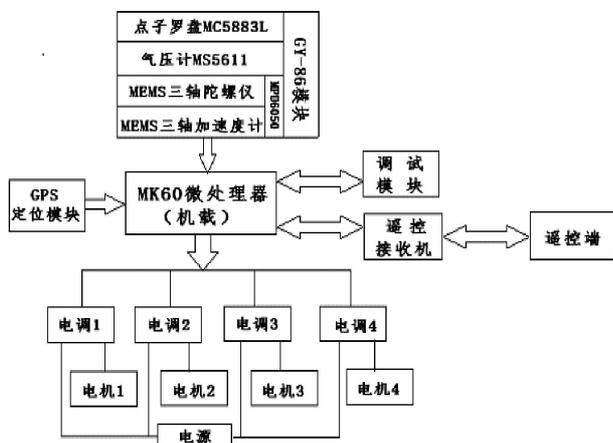


图 2 控制系统硬件结构框图与 k60 主控芯片

K60 系列微控制器具有 IEEE1558 以太网接口,高速 USB 2.0 接口和丰富的模拟、通信、定时和外设控制接口,具有硬件加密以及防篡改探测能力,内存可从 256 M 扩展到 1 G,同时提供可选的单精度浮点单元、NAND 闪存控制器和 DRAM 控制器。此外内部集成了 DM9000 网卡和网络控制模块,可拓展无线通信功能。

本文使用的飞思卡尔 K60 主控芯片含有 5 个通用 I/O 接口,共 100 个引脚。GY-86 传感器模块和

GPS 模块都使用 I2C 协议进行通信,现选用端口 D 的 8、9、10、11 号引脚,将其配置为 I2C 通信模式,GY-86 传感器模块对应 I2C0,SCL 接 PTD8,SDA 接 PTD9;GPS 模块对应 I2C1,SCL 接 PTC10,SDA 接 PTC11。飞行器通过输出 PWM 波对电机进行控制,在 K60 中使用 FTM 通道定时器产生 PWM 信号,将端口 C 的 3、9、11、10 号引脚分别接在四轴飞行器的电子调速器上来输出控制无刷电机的 PWM 脉冲。遥控器和主控通过 THRO/ROLL/PITCH/YAW/AUX1/AUX2 六个通道进行通信,现将遥控接收器的六个通道分别接在端口 E 的 4、5、6、7、8、9 引脚并配置为中断输入模式进行通信。

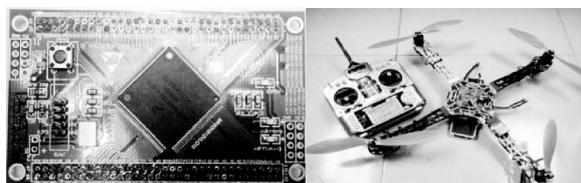


图 3 k60 主控芯片与四轴飞行器实物

GY-86 传感器模块集成了 MEMS 传感器 MPU6050、HMC5883L 三轴数字罗盘和 MS5611 气压传感器,使用 I2C 协议与 K60 主控通信;MPU6050 传感器包含 MEMS 三轴陀螺仪和 MEMS 三轴加速度计。

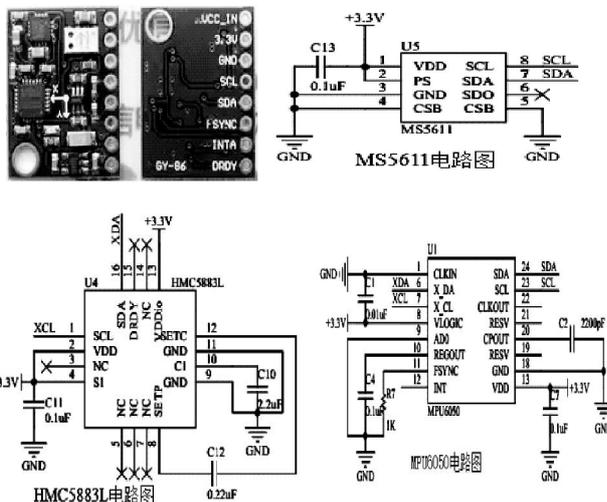


图 4 GY-86 模块

在开发过程中,为了便于调试,将整个主控电路分为3大模块:PCB底板、飞思卡尔 K60 主控板、GY-86 集成电路板。其中利用 PCB 底板把主要模块接口引出以避免复杂绕线。引出接口如下:程序烧写接口 FTDA, 串口调试接口 UART,K60、GY-86 模块接口,电子调速器接口 9、3、11、10, 遥控器接口 THRO、ROLL、PITCH、YAW、AUX1、AUX2。

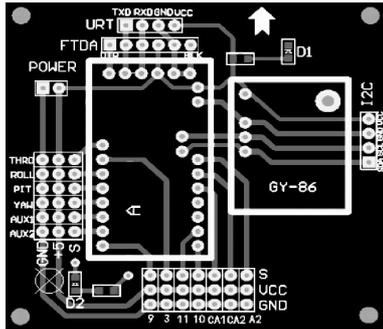


图5 底板电路连接图

四轴飞行器的电机、电子调速器和螺旋桨要遵循一定的配置原则。四轴飞行器采用外转子无刷电机,通过控制三色线的时序方向来控制电机的旋转方向。螺旋桨分为正反桨,为了抵消螺旋桨的自旋力,飞行器要求相邻桨的转动方向相反。电机提供动力使螺旋桨旋转,电机转速越大,产生的升力越大,电机转速越小,驱动的力量越大。同时,螺旋桨尺寸越大,产生的升力也越大,因此大尺寸的螺旋桨要搭配低转速的电机,小尺寸的螺旋桨要与高转速的电机搭配,以此来提供足够的升力。电子调速器将主控的控制信号转变

成电流信号控制电机转动。同时,电子调速器还起到降压的作用,将电池供电电压降到主控所需电压(一般为5V)并输出为主控板供电。

表1 电机螺旋桨与电子调速器的配置

电子调速器	电机	螺旋桨
天行者 SkyWalker	朗宇 X2212	1047
额定电流 20 A	KV980	直径 10 英尺,浆叶角 47 度

2 四轴飞行器软件设计

四轴飞行器软件系统如下图所示,主控接收遥控器控制信号同时采集传感器的姿态数据,然后通过互补滤波算法对传感器数据进行姿态融合、消除累计误差解算出飞行姿态角,最后将遥控器的控制信号和姿态角作为输入信号通过PID控制算法输出对应的PWM脉冲控制电机。整个设计采用C语言作为编程语言,基于飞思卡尔公司的Codewarrior10.1开发环境进行编程,并通过串口下载程序到主控芯片。

2.1 系统初始化与数据接收和读取

首先四轴飞行器上电进行系统初始化,主要包括引脚配置,传感器模块中各传感器初始化,在初始化时将端口E的4,5,6,7,8,9引脚配置为中断输入模式接收来自遥控器的控制信号。当引脚接收到遥控信号时发送中断,执行中断函数ISR()。在系统初始化后可

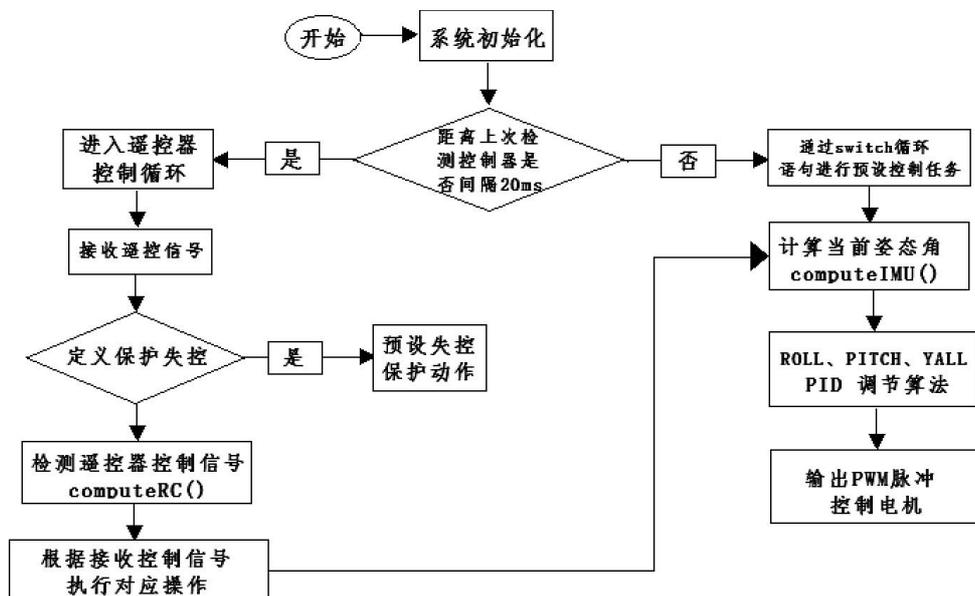


图6 软件控制流程

以通过构建函数读取各传感器数据。

2.2 姿态融合算法

在四轴飞行器的飞行过程中通过传感器模块采集其姿态数据,在姿态数据采集过程中,陀螺仪具有良好的动态响应特性,但计算姿态时,需要对时间进行积分运算,因此随着时间的加长会产生累积误差^[5];三轴数字罗盘和加速度传感器测量姿态时没有累积误差,但动态响应较差。因此可以采用互补滤波算法融合姿态数据,解算出四轴的姿态角,提高姿态角的准确度。

利用互补滤波算法对加速度和角速度进行融合解算出 Roll 和 Pitch 姿态角,对于偏航角 yaw,需要将角速度和磁场方向数据进行互补滤波,方法与前者类似。

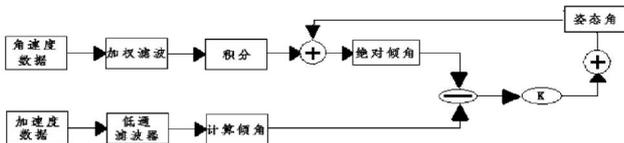


图 7 姿态解算流程图

图中描述了 Roll、Pitch 姿态角所采用的滤波和融合算法^[6]：

(1)对于加权滤波,设计中使用加权方法:

$$g(k)=[g(k)+g(k-1)*(N-1)]/N \quad (1)$$

式中:表示第 k 次读取到的值, $1/N$ 为当前值所占的权重。

(2) K 代表着对角速度计算的修正量。在对应程序中,四轴飞行器三轴姿态角的解算结果如下^[6]:

$$\text{angle[ROLL]} = _ \text{atan2}(\text{EstG32.V.X}, \text{EstG32.V.Z});$$

$$\text{angle[PITCH]} = _ \text{atan2}(\text{EstG32.V.Y}, \text{invmagXZ} * \text{sqGX_sqGZ});$$

$$\text{yaw_heading} = _ \text{atan2}(\text{EstM32.V.Z} * \text{EstG32.V.X} - \text{EstM32.V.X} * \text{EstG32.V.Z}, \text{EstM32.V.Y} * \text{invG} * \text{sqGX_sqGZ} - (\text{EstM32.V.X} * \text{EstG32.V.X} + \text{EstM32.V.Z} * \text{EstG32.V.Z}) * \text{invG} * \text{EstG32.V.Y});$$

2.3 PID 控制

PID 控制是对系统出现的偏差分别进行比例(P)、积分(I)和微分(D)三种运算,然后通过叠加来消除系统偏差的反馈回路控制方法。经过姿态解算得到四轴飞行器当前姿态后,目标姿态与当前姿态将会产生姿态偏差,为了使飞行器达到目标姿态,需要采用 PID 控制算法消除偏差,控制模型如下图^[3]:

比例系数 K_p 决定了四轴纠正偏差的力度, K_p 越大表示四轴抵抗外力的强度越强,但 K_p 太大会引起四轴飞行器发生震荡甚至侧翻,太小会导致纠正力不足。积分系数 K_i 调节累积偏差,直至累积偏差为零。如果 K_i 值太小,将无法抑制因 K_p 过大而引起的震荡;如果 K_i 值太大,则会降低 PID 调节的反应能力。微分系数 K_d 能有效抑制下一时刻可能发生的倾斜。

运用 PID 控制原理和参数分别对 ROLL、PITCH、YAW 三个通道的控制量进行计算,输出 PID 控制量 $\text{axisPID}[] = \text{PTerm} + \text{ITerm} - \text{Dterm}$ ^[3]。对于 PID 控制中 K_p 、 K_i 、 K_d 的确定,在控制理论中需要测定系统的传递函数,本文利用试验法得到 PID 参数组合,使其达到理想的控制状态 P,I,D 均为 0。其参数调试过程如下所示:

1.增大 P ,观察 P 对四轴飞行状态的影响直到其发生强烈震荡,再减小 P 。 $P=0.5$,响应很慢,但不会发生震荡; $P=1.0$,响应稍微变快,但不会发生震荡; $P=2$,响应变快,但不会发生震荡; $P=3$,发生震荡,但震荡慢慢衰减;* 取 $P=3$ 继续调试。

2.加入 D 值,观察 D 对震荡的控制能力; D 过大会发生过冲,过大会发生迟滞,以稍微过冲为佳。 $P=3$, $D=5$,有较大的过冲和少量的震荡,衰减很快; $D=10$,仍有过冲,幅度减小; $D=15$,少量过冲; $D=20$,少量过冲; $D=25$,没有过冲,但反应变的迟缓;* 取 $D=12$ 继续调整。

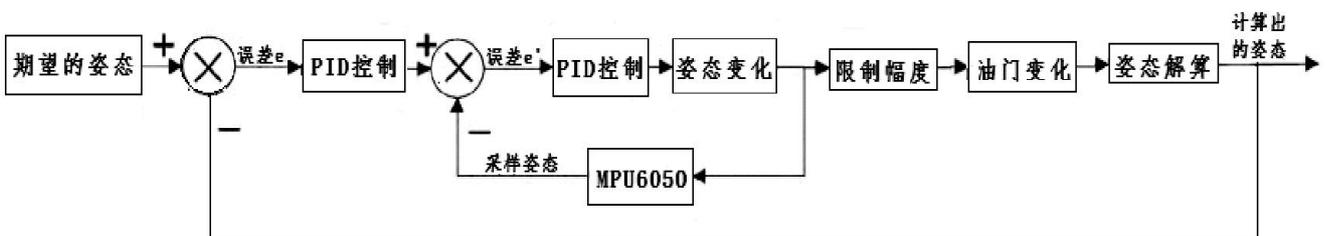


图 8 PID 模型图

3.加入 I 值,观察 I 对偏差的修正能力, I 加快了响应速度,但也会导致过冲或振荡。 $P=3, D=20, I=0.01$ 明显修复偏差,但仍然存在; $I=0.02$ 仍存在偏差; $I=0.03$,偏差基本消除但产生了少量过冲; $I=0.04$,产生明显过冲; $I=0.026$,以 0.002 为间隔在 $I=0.03$ 临界点处上下浮动,观察四轴飞行器的飞行状态,此刻偏差几乎消失,同时没有产生过冲。

4.以 $P=3, D=30, I=0.04$ 继续调节,直到飞行器状态稳定并与 $P=3, I=0.026, D=12$ 这一状态对比,取最佳飞行状态。



图9 PID参数调试及上位机PID参数显示

2.4 电机控制

通过PID控制算法,计算出姿态角上的PID控制量,然后再基于遥控油门值 rcCommand[THROTTLE] 计算出电机的控制量,最后以PWM脉冲形式输出控制电机。FTM_PWM[]代表电机的控制量,在 write_FTM()函数中将 FTM_PWM[]写入寄存器,程序如下:

```
#define PIDMIX(X,Y,Z) rcCommand[THROTTLE] + axisPID[ROLL]*X + axisPID[PITCH]*Y + YAW_DIRECTION * axisPID[YAW]*Z
FTM_PWM[5] = PIDMIX(-1,+1,-1); //REAR_R
FTM_PWM[6] = PIDMIX(-1,-1,+1); //FRONT_R
FTM_PWM[3] = PIDMIX(+1,+1,+1); //REAR_L
FTM_PWM[4] = PIDMIX(+1,-1,-1); //FRONT_L
```

3 航拍系统设计

本飞行器主要用来实现恶劣环境中的勘探和日常及小范围监测,因此图像传输无法通过有线闭路来实现,需要采用无线技术。无线图像传输系统从应用上可分为两大类:固定点图像监控传输系统、移动视频图像传输系统。但移动视频图像传输系统多用于现场实时监控,因此本文主要采用基于 5.8G 频段的固定点图像传输系统。

5.8 GHz WLAN 产品采用正交频分复用技术,在此频段的 WLAN 产品基于 IEEE802.11a 协议进行通信,一般传输速率可以达到 54 Mbit/s。根据 WLAN 的传输协议,在点对点应用时有效速率为 20 Mbit/s,在点对多点应用时每路图像的传输速率约 500 kbit/s。对于无线图像传输而言,基本解决了“高清数字图像在无线网络中的传输”问题。然而 5.8 GHz WLAN 产品虽然可以满足四轴飞行器视频侦察传输要求,但为了减轻传输负担,降低误码率,仍需要对视频进行压缩。因此图像传输时先由视频压缩编码模块进行 H.264 压缩编码,然后将压缩后的视频数据通过 RTP 数据包经无线传输模块传送到客户端。

由于 5.8 GHz WLAN 产品技术未公开,本设计采用 5.8G 无线传输设备成品进行图像传输,包括 TS351 发射器和 RC805 接收器。视频采集通过云台搭载 Sjc- cam1080P 高清摄像头抓取视频图像来实现。对云台的控制需要通过俯仰和横滚两个通道,在遥控器的接收端选择通道 AUX1、AUX2 接收云台的控制信号,使遥控器可以同时控制四轴飞行器的飞行姿态和云台的拍摄角度。在云台控制器上搭载 HDMI-SDI 转换器将 Sjecam 收集到的视频图像转换为 SDI 信号,通过 TS351 无线发射器将信号发射到控制端进行接收查看。

图像传输具体过程为:摄像头将采集到的实时视频传送给 TS351 发射器,TS351 发射器将实时视频数据进行压缩后通过无线信号 SDI 发送给 RC805 接收器,接收器将接收的数据通过 EasyCap 视频采集卡送入上位机显示。

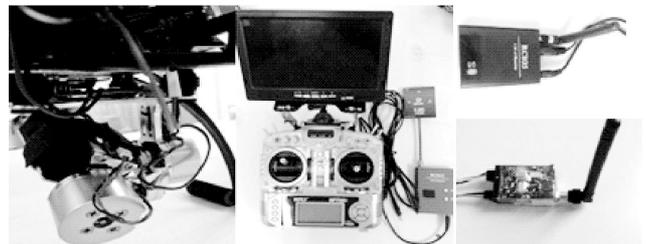


图10 云台图像发射与地面控制接收系统



图11 四轴飞行器自稳飞行

4 结论

本文主要实现了基于 k60 的航拍检测四轴飞行器的设计,采用飞行控制系统和航空拍摄系统两个相互独立的模块完成航拍监测任务,使用 5 200 mAh 蓄电池供电,飞行器可以持续飞行 40 min。在试验过程中飞行较稳定,能达到预期的抗干扰能力,可以实时将图像传输至控制端完成监测任务。

基于 K60 的四轴飞行器系统与国内外流行的开源 Arduino 四轴飞行器相比,其功能扩展性得到了极大的提高,由于其具有丰富的 I/O 接口,可以采用一个 GY-86 模块实现所有姿态数据的读取,控制灵敏度高,稳定性好,大大降低了设计成本,同时由于其主控芯片携带 DM9000 无线网卡,可实现基于数据网络的视频传输,这将会使后续研究中使用移动设备进行实时随地监测成为可能。此外,文章提出了使用 5.8 G 无线传输技术进行航拍视频传输,将 5.8 G 无线技术与

无人机结合起来,这将大大降低航拍视频传输成本。但限于目前电池技术水平,飞行器的飞行时间相对较短,这也为小型无人机发展提出了新的要求。

参考文献:

- [1] 刘峰,吕强.四轴飞行器姿态控制系统设计[J].计算机测量与控制,2011.19(3):583-585.
- [2] 何科君,张鹏,廖天予,等.手势控制微型四轴飞行系统设计与实现[J].自动化与仪器仪表,2014.11:126-128.
- [3] 陆伟男,蔡启钟,李刚,等.基于四轴飞行器双闭环 PID 控制[J].科学技术与工程,2014,14(33):127-131.
- [4] 张奎.基于 K60 的智能小车控制系统设计与实现[D].杭州:杭州电子科技大学,2013.
- [5] 聂鹏,李佩华,李正强,等.基于卡尔曼滤波的小型无人机姿态估计算法研究[N].沈阳航空航天大学学报,2013(6):5.
- [6] 刘杰.四轴飞行器研究与设计[D].南京:南京邮电大学硕士学位论文,2013.

(责任编辑:夏婷婷)

Design and Implementation of Four Axis Aircraft Based on K60 for Aerial Detection

SUN Lei, FENG Dewang, JING Lin, ZHONG Xinxiu, GONG Li

(School of Computer and Information Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Four-axis aircrafts have been used in various sectors for its simple operation and mature technology. It is possible to perform shooting and detection tasks in harsh environments. In this paper, we use the FreescaleK60 microprocessor as the master chip to design the aircraft. At the same time, we use PID control algorithm to achieve the smooth aviation and acquire the attitude data via GY-86 sensor modules. Meanwhile, we employ the 5.8G wireless bridge to build a wireless image transmission system to achieve the function of aerial detection.

Key words: K60; axis aircraft; aerial detection

体育教师工作满意度与学校生态环境的相关研究

蔡月如

(漳州职业技术学院 公共教学部, 福建 漳州 363000)

摘要:针对当前福建省高职院校体育教师工作满意度的情况,并与学校体育生态环境的感知进行相关性研究。通过回归方程,更直观地体现了影响体育教师工作的关键因素,进而提出一些建议与对策,以期提高体育教师的满意度指数。

关键词:高职院校;体育教师;满意度;生态环境

中图分类号:G807.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0090-04

工作满意度的研究从 1933 年梅奥做的霍桑实验至今,一直是一个研究热点。人们喜欢从人与人之间关系、个人的发展方面、职业的成就感等不同因素研究与工作满意度的联系。从不同角度对教师工作满意度产生的行为动力进行深入研究,从而有针对性的改变或改善政策、制度、法规等。关于体育教师的工作满意度的研究起步较晚,目前还未引起足够的重视。本文通过调查福建省高职体育教师的工作满意度现状,分析其影响因素与学校生态环境各维度之间的关系,查找影响教师工作积极性的主要因素,改善教师管理方案,实施科学化、人性化管理,提高教师的工作热情,有效地促进学校生态体育的可持续发展提供参考。

1 研究方法

本研究采用分层抽样的比例分配法,确定福建船政交通职业学院、黎明职业大学、福建水利电力职业技术学院等 12 所福建省高职院校,随机抽取体育教师 151 名作为调查对象(发放问卷 151 份,回收问卷

151 份,有效问卷 144 份)进行调查,问卷有效率是 95.4%。

本研究参考了西北师范大学吕国光博士编写的《教师工作满意度调查问卷》和引用蔡传明博士自编的《中学体育教师对学校生态环境感知量表》,结合所需稍作修改,问卷的信度和效度均在可接受的范围内^[1-3]。同时采用 SPSS16.0、Excel 统计软件对调查数据所进行统计分析。

2 研究结果与分析

2.1 研究结果

2.1.1 福建省高职院校体育教师工作满意度总体情况

福建省高职院校体育教师工作满意度总体情况见表 1。

表 1 福建省高职院校体育教师工作满意度总体情况

维度	样本数	该维度指标数	平均数	标准差	每题平均得分
教学满意	144	7	24.17	4.011	3.45
环境满意	144	6	18.86	3.895	3.14
升迁满意	144	4	11.45	2.323	2.86
收入满意	144	6	16.68	3.876	2.78
管理满意	144	7	21.34	3.997	3.05
工作满意度总分	144	30	92.5	14.354	3.08

收稿日期:2015-09-10

基金项目:福建省教育厅资助科技项目(JA14206)。

作者简介:蔡月如(1982-),女,汉族,讲师,主要从事体育教育的研究。

从表 1 中统计分析的结果可以看出,高职体育教师整体工作满意度总分为 3.08,没有超过 3.24,也就是说体育教师对其工作满意度的感知一般,从每题平均得分的结果来看,5 大结构维度的满意度得分依次排序为:教学满意 > 环境满意 > 管理满意 > 升迁满意 > 收入满意。由此可以看出,体育教师很满意工作本身,但是对工资待遇收入是不满意的,薪酬福利是值得管理层重点关注的问题。

2.1.2 体育教师工作满意度与学校生态环境感知的相关分析

为了进一步探索高职体育教师的生态环境感知对其工作满意度的影响情况,采用了 Pearson(积差相关系数)对两者的相关关系进行了分析,由表 2 的相关分析的结果可以看出,高职体育教师工作的学校生态环境感知整体及其各个维度与工作满意度整体及其各个维度之间存在非常显著的正相关。学校生态环境感知与工作满意度的相关系数达到 0.773;学校生态环境和工作满意度的各个维度之间的相关系数介于 0.309 至 0.745 之间。其中工作满意度的管理、升迁、教学满意度的相关系数较高,依次是 0.745、0.688、0.639,而环境和收入满意度的相关系数较低,分别是 0.526、0.447。学校生态环境感知的校长行为、工作待遇、教学条件、教改教研氛围的相关系数较高,其系数依次是 0.695、0.627、0.591、0.558,而政策制度和人际关系的相关系数较低,分别是 0.513、0.434。

表 2 福建省高职院校体育教师工作满意度与学校生态环境感知的相关分析

项目	学校生态环境感知	工作待遇	校长行为	人际关系	政策制度	教学条件	教改教研氛围
工作总满意度	0.773**	0.591**	0.695**	0.434**	0.513**	0.627**	0.558**
教学满意	0.639**	0.478**	0.587**	0.622**	0.502**	0.703**	0.616**
环境满意	0.526**	0.396**	0.511**	0.538**	0.435**	0.601**	0.571**
升迁满意	0.688**	0.679**	0.677**	0.440**	0.584**	0.638**	0.535**
收入满意	0.447**	0.423**	0.396**	0.309**	0.411**	0.385**	0.367**
管理满意	0.745**	0.550**	0.724**	0.596**	0.705**	0.618**	0.663**

注:**表明相关在 0.01 水平上差异具有统计学意义。

2.1.3 体育教师工作满意度与学校生态环境感知的回归分析

从统计学得知,积差相关系数只能说明研究变量的发展变化方向与大小方面存在一定的关系,但不能确定研究变量之间的关系。为了进一步明确学校生态环境感知的各维度对其工作满意度的影响程度,本研究采用了多元线性回归分析法对福建省高职体育教师工作的学校生态环境感知与工作满意度进行了回归分析。把工作满意度作为因变量,学校生态环境感知的 6 个维度作为自变量,由表 3 可以得出,学校生态环境感知的 6 个自变量因子,随着模型中的自变量的增加,复相关系数和判定系数值与之成正相关,但不是自变量数越多越好,第 6 个模型与第 5 个模型相比,能更确切反映拟合优度的校正判定系数随着自变量的增加反而减少。由此可见比较理想的是第 5 个回归模型。表中还列出了第 5 个模型的 Durbin-Watson 检验值 1.835,接近于 2,可以认为残差之间基本相互独立,满足回归分析的基本条件^[3]。

表 3 回归模型综述

模型	复相关系数	判定系数	校正判定系数	Durbin-Watson
1	0.486a	0.236	0.234	-
2	0.507b	0.257	0.255	-
3	0.543c	0.295	0.296	-
4	0.622d	0.387	0.384	-
5	0.715e	0.511	0.492	1.835
6	0.717f	0.514	0.490	-

注:a.校长行为,b.校长行为、教学条件,c.校长行为、教学条件、工作待遇,d.校长行为、教学条件、工作待遇、教改教研氛围,e.校长行为、教学条件、工作待遇、教改教研氛围、政策制度,f.校长行为、教学条件、工作待遇、教改教研氛围、政策制度、人际关系,g.工作满意度总分。

表 4 学校生态环境因子对工作满意度总分回归方程的回归系数表

因子	标准化回归系数	T 值	显著性
校长行为	0.538	8.012	0.000
教学条件	0.225	5.223	0.000
工作待遇	0.314	5.785	0.000
教改教研氛围	0.164	3.848	0.000
政策制度	0.353	6.321	0.000
人际关系	0.087	1.749	0.591

表3和表4可以得出,该回归方程模型的复相关系数为0.715,判定系数为0.511,说明高职体育教师工作的学校生态环境5个因子,对教师的工作满意度的决定系数为51.1%,超过一半可以判定具有显著的回归效应。依据标准化回归系数Beta的绝对值越大,对因变量的影响程度就越大,反之就越小,在6个因子中“校长行为”因子对高职体育教师的工作满意度影响最大,Beta值为53.8%。得出的标准化回归方程为:工作满意度=0.538×校长行为+0.353×政策制度+0.314×工作待遇+0.225×教学条件+0.164×教改教研氛围。

2.2 分析

2.2.1 福建省高职院校体育教师工作满意度情况

高职体育教师的工作满意度的5个维度中,最满意的是教学因素,最不满意的是收入因素。物质需求是人的第一需要,学校需从根本上改善教师的和生活和工作,切实提高体育教师的待遇,从而使体育教师这一职业真正成为令人尊敬的职业^[4]。

2.2.2 高职体育教师工作满意度与学校生态环境感知因子关系

本研究发现,高职体育教师工作的学校生态环境感知中人际关系感知因子对其工作满意度没有影响,但其他5个因子对工作满意度有较强的预测力。

2.2.3 学校生态环境因子对高职体育教师工作满意度的影响

在上述的标准化回归方程中,提高体育教师的工作满意度,从学校生态环境方面,以校长行为为主,在感知问卷41条目,有12条属于校长行为方面的,有领导和管理者肯定并满意体育教师对学校付出的工作,对体育教师的切实关心没有偏袒,对体育运动竞赛、校园体育文化等等的重视。高职院校以专业技术教育为中心,从事公共课教学的体育教师的直接作用容易被忽视,校领导更多注重技术专业教师,这样倾斜的天平,易导致体育教师的工作积极性差,对工作满意度低等消极、负面的结果。其次是政策制度,高校教师最关注职称的晋升。当职数有限时,首先被忽略的是公共课教师。大部分高职院校,体育教师的职位数设置较少,重视企业实践经历和指导学生技能竞赛获奖的评聘条件对体育教师不利;在科研课题申报上,体育类的课题也是容易被忽视的,因为与高职院

的专业建设没有相关性,所以评聘的所需要条件,体育教师没有平等的对待,严重的打击了体育教师工作的积极性,所以制定完善合理科学的政策制度势在必行。再者学校需提高教师待遇,增加薪酬,制定与其他专业教师统一薪酬标准,多劳多得。最后是教学条件和教改教研氛围改善。完善配套体育设施,重视教学改革,制定科学的管理体制等。

3 结论与建议

3.1 结论

(1)工作满意问卷测量结果表明:体育教师对总体的工作满意度得分(3.08分)略高于中间值(3.00分)。五个分量表的得分由高到低排序,教师对自己的教学工作最满意,对所得报酬最不满意。

(2)高职体育教师工作满意度与学校生态环境感知之间存在非常显著的正相关。相关系数为0.773,其中工作满意度与生态环境分量表的相关系数分别为校长行为因素(0.695)、教学条件因素(0.627)、工作待遇因素(0.591)、教改教研氛围因素(0.558)、政策制度因素(0.513)、人际关系因素(0.434)。校长行为和教学条件因素对体育教师的工作满意度的有着相对明显影响,而人际关系因素的影响相对的不明显。

(3)标准化回归方程为:工作满意度=0.538×校长行为+0.353×政策制度+0.314×工作待遇+0.225×教学条件+0.164×教改教研氛围。其模型说明除了人际关系这一变量没有显著的预测力,其他五个变量有显著的预测力,以校长行为的预测力最强。

3.2 建议

(1)鉴于高职体育教师工作满意度与学校生态环境感知之间存在非常显著的正相关,高职体育教师的学校生态环境感知对其工作满意度有正向的预测作用。因此提高体育教师的工作满意度,可以从学院领导对体育的重视程度,对体育教师多给予关注,经常与他们沟通,减少因矛盾而产生的负面的、不满的工作情绪,提高工作绩效,与其他学科持平,从而增强凝聚了,提高体育教师的工作热情和幸福感。

(2)应用生态学的乘补原理,在回归方程的模型中,如果要提高高职体育的工作满意度,主要是以校

长行为因子为主,其次是政策制度和工资待遇因子,最后是教学条件和教学教改氛围因子。乘补原理告诉我们,当某个决定性因子出现暂时性不足,可以考虑与之高相关的因子作为替代因子。例如,体育教师的工资待遇暂时无法得到改变,因此,建议学校领导可以通过完善政策制度,使体育教师在政策法规中找到平衡点,提高体育教师的工作满意度。

(3)应用生态学的 Liebig 最小因子定律^[5]与“木桶原理”一致。在上述的研究结果中,人际关系因子对体育教师的工作的满意度没有显著性的影响。Liebig 最小因子定律表明,没有显著性并不代表没用,可以完全忽视,其实在特定的条件下,人际关系因子对工作满意度的影响是不容忽视。良好的人际关系是造就和谐、朝气的校园环境,是增强体育教师对学校的向心力,不可缺少的条件。因此,建议学校要营造良好、和

谐的人际氛围,使学校像家一样,老师们就像兄弟姐妹,遇事同心协力,不计得失,那么无形中的满意度便会得以提升。

参考文献:

- [1] 吕国光. 教师信念及其影响因素研究[D]. 兰州:西北师范大学, 2004.
- [2] 梅雪雄. SPSS 在体育统计中的应用[M]. 北京:人民教育出版社, 2008:267-677.
- [3] 蔡传明. 福建中学体育教师学校生态环境感知情况调查[J]. 体育科学研究, 2007,11(4): 87.
- [4] 胡兆蕊. 影响高校体育教师工作满意度的因素及其对策研究[J]. 教育与职业, 2013,30(778): 94.
- [5] 范国睿. 教育生态学[M]. 北京:人民教育出版社, 2000: 198.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on Degree of Satisfaction of PE Teachers' Work and School Ecological Environment

CAI Yueru

(Public Education Department, Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou, Fujian 363000)

Abstract: The paper makes a systemic analysis reasearch to the current situation of satisfaction of PE teachers' work in higher vocational colleges in Fujian province and the correlation with perception of school ecological environment was studied. Regression equation was applied to directly manifest the key factors influencing PE teachers' work. And then giving some suggestions and countermeasures to enhance degree of satisfaction of PE teachers.

Key words: higher vocational colleges; PE teachers; degree of satisfaction; ecological environment

中国马拉松运动及其“热效应”的研究探讨

窦洁洁

(福建师范大学 体育科学学院, 福建 福州 350108)

摘要:分析了国内外马拉松运动的发展历史,报告了我国马拉松运动近年来在发展中呈现出一种新的现状,表现为:马拉松运动与全民健身活动息息相关,成为构建和谐社会的重要载体,丰富城市文化和经济发展的新途径和新动力,论述了马拉松运动“热效应”背后的原因,对马拉松运动在发展过程中产生的问题和解决办法进行了简要的研究和分析,提出了促进马拉松运动发展需在管理上更加制度化、规范化、科学化,同时应当充分发挥体育主管部门和当地政府积极性的建议。

关键词:马拉松运动;“热”效应;全民健身

中图分类号:G822.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0094-05

1 马拉松运动的发展

1.1 马拉松运动在全球的发展历程

马拉松运动的发展经历了数百年的历程^[1],发展历程大致呈现出以下几个特点,第一,举办赛事每年都呈递增趋势,所涉及到的举办地区以遍布世界各地。第二,马拉松举办的次数和规与举办国的经济发展水平、体育文化氛围、群众参与运动积极性有着十分紧密的关系,第三,参与马拉松运动的主体逐年增加,现如今不仅仅是专业的运动员参加马拉松赛事,从事各种各样职业的群众、高管、白领、学生也逐步参与到这项运动中来。

在国外,马拉松运动也十分火热,法国的巴黎,日本的福冈,英国的伦敦都相继举办了规模宏大的马拉松赛事。其中,日本的福冈马拉松赛是亚洲历史最悠久的马拉松赛事,20世纪70年代以后,马拉松运动已经传播到世界各地,特别是在一些发达的欧洲国家,由于具有浓厚的体育氛围,因此群众参与度也更加积极,现如今,几乎所有的国际大都市都有自己的马拉松赛事。

1.2 中国马拉松运动的发展

我国是在1981年在北京举办了首届马拉松赛

事,也是市场化程度最高的一个赛事,我国第一届马拉松赛事的成功召开可谓意义重大^[2],在我国举办的前几届马拉松赛事中,只允许专业选手参加,当时的运动员只有几十人,组委会通过设置名次和奖金的办法来吸引众多运动员来参加比赛,以此提高观赏性和知名度,这种举措在全世界范围内开始广泛传播,同时,众多的马拉松记录被创造和打破,大大的提高了知名度和观赏性。

2 我国马拉松运动的特点

2.1 马拉松运动成为全民健身的重要平台

2011年,中国田径协会明确规定要贯彻实施《全民健身计划(2011-2015)》,以马拉松运动为龙头^[3],在开展马拉松运动的同时,努力把马拉松运动和全民健身结合起来,并逐步发展形成以赛事、活动为平台,覆盖面广、特点鲜明的全民健身运动模式。我国目前开展的马拉松活动,不仅包括国内外的专业运动员,还有业余马拉松爱好者,另外,从参与人群的性别来看,女性选手参与马拉松赛事的比例逐年增高,从职业上来看,每年都有众多的明星,白领,高管参与到马拉松赛事中来,这表明:全民健身的意识明显得到了提高,全民健身理念在更多的群众观念中得到了加强。

2.2 马拉松运动成为了公共服务产业,带动城市经济发展

在我国,各地政府和体育管理部门均重视马拉松赛事,在人力,物力和财力上面给予大力支持,各地政

收稿日期:2015-07-01

作者简介:窦洁洁(1990-),男,汉族,在读硕士研究生,主要从事体育人文社会学研究。

府都精心设计比赛线路,利用马拉松赛事平台向国内外运动员展示城市魅力和地区特色,丰富了马拉松赛事的内容,不仅如此,各地政府还利用比赛修整道路、美化环境、促进文明、教育市民,使马拉松运动成为城市发展的新动力和重要生产力。部分省市领导对马拉松的重视还体现在建设了以马拉松或健身为标志的马拉松大道或体育公园,各地通过马拉松赛事平台,向人民充分展示了城市风光,促进了当地的经济发展和城市建设^[4]。

2.3 赛事国际化和专业化水平不断提高,竞技水平稳定提升

为了能够创造更好的成绩和提高举办国和举办城市的知名度和影响力,几乎所有的举办国都会在选手的邀请和参赛上面下了十足的功夫,一些来自肯尼亚、埃塞俄比亚的高水平运动员纷纷参加了中国马拉松赛事。其中,不乏出现优异的成绩,继2013年厦门马拉松赛会纪录被打破之后,2014年北京马拉松赛事来自埃塞俄比亚的选手以2小时7分16秒的成绩获得男子组的冠军,并打破了中国尘封27年的马拉松赛会纪录,不断出现的竞技成绩的突破,将国内马拉松赛事水平推向了一个新的高度。

2.4 带动举办城市相关产业的发展,市场竞技和企业责任和谐发展

由于马拉松运动是一项参与人数最多的群众性体育活动,^[5]政府有责任利用城市资源打造和服务赛事,努力把马拉松赛事打造成为一个以人为本、高尚健康、积极向上的赛事活动,马拉松赛事超越自我的精神与企业文化的融合,对企业的知名度、信誉度、和品牌形象有积极的促进和提升作用,每年的马拉松赛事都会吸引国内外知名企业的关注,阿迪达斯、北京现代、厦门建发等知名企业以冠名和制定产品等多种方式参与到赛事当中来,有力的保障了马拉松运动的持续发展。每届赛事期间,举办城市都能带来大量的旅游者,同时带来的也是巨大的消费潜力,与马拉松赛事相配套的餐饮业、娱乐业、交通运输业、酒店业等都得到了巨大的商机。

3 探究马拉松赛事的“热”效应

2011年,全国有22场马拉松赛事,2012年,有33场比赛,2013年已经达到了50场,参与人数达到了

50万人次,近几年来,每年的参赛人数均呈现出递增的趋势,这些都足以说明马拉松运动的火热程度,而“马拉松热”现象的背后则包含了赛事性质独特,组织引导正确,经济快速发展等诸多原因。

3.1 长跑运动的广泛开展以及良好的经济、社会环境

3.1.1 国民经济稳定增长、生活水平显著提高、群众全民健身意识的逐步增强

近些年来,随着经济的快速发展和稳步增长,人们的收入和幸福指数不断提高,空闲时间也不断增多为更多群众参与马拉松赛事提供了良好的条件。2009年,我国颁布实施了《全民健身条例》,两年之后,又颁布实施了《全民健身计划(2011-2015)》,在国家体育总局以及各地省市政府的有效推行下,人民参与健身运动的热情高涨,生活节奏的加快和巨大的生活压力也使得众多的群众对健身的需求日益增长,与之带来的则是众多群众对健身意识的不断增强^[6]。

3.1.2 运动的广泛开展

根据近些年来体质健康调查报告以及专家分析,我国目前以走、跑形式锻炼的人数占体育人口总数的60%,而以马拉松为代表的长跑赛事不需要专业培训、不需要特别的器材、老少皆宜,是最简单、最便利、最有效的健身方式,也是群众基础最大,参与人数最多的群体。

3.2 马拉松独特的赛事特性赋予了其广泛的影响力

3.2.1 专业运动员和群众选手同场竞技

在大多数的体育赛事当中,都是专业运动员同相同水平的选手参与竞技,而爱好者更多的是才场外观看和助威,不能亲自参与其中,更难获得与专业选手同场竞技的机会,而马拉松赛事则打破了这个常规,在所有的马拉松赛事中,群众选手都能获得和专业运动员同场竞技的机会,并且享受着同一个起点、同一条赛道、同时出发、最后抵达同一个终点,实现了群众和专业选手的同场竞技,使得比赛更具有观赏性和参与性^[7]。

3.2.2 以城市作为赛场的独特魅力

众多的体育赛事均是在体育馆或体育场进行比赛,而马拉松的比赛场地更多的是以城市为名片,其赛场也具有开放性的特点,马拉松赛事的比赛地点是一座城市,而不是局限于某一体育馆和体育场地,且赛事的举办不受场地的限制。

3.3 马拉松赛事的综合影响力

马拉松赛事群众选手与专业运动员同场竞技的

特点,决定着马拉松赛事不仅可以为全民健身提供一个很好的机会和平台,同时,马拉松赛事的快速发展也带动了整个跑步产业乃至体育产业的快速发展。从全民健身方面来看,参与马拉松运动的选手中,99%都是群众选手,全民健身的分量更多、更深、也更重。目前,马拉松及相关运动已成为一种简单、有效、时尚的健身方式,不仅向群众提供了一个体育赛事服务产品,同时也在向群众宣传一种良好的健身意识和健身习惯,为使更多的人参与到体育锻炼中来做出了积极的贡献,从竞技体育发展来看,马拉松赛事的成功召开,可以提高我国中长跑项目在世界的的影响力,有利于我国运动员在奥运会、世锦赛及国内外各种体育赛事中取得优异成绩,我国优秀的运动员孙英杰、王军霞、白雪、周春秀等优秀女子马拉松运动员均从马拉松赛事中脱颖而出。孙英杰在2002年亚运会上取得5 000 m和10 000 m两枚金牌,成绩分别为当年世界第二和世界第四,白雪夺得2009年世锦赛马拉松项目冠军,实现了我国女子马拉松运动员历史性的突破,邢慧娜夺得雅典奥运会女子万米金牌,周春秀夺得2006年汉城马拉松和2007年伦敦马拉松的双料冠军,并且在2007年大阪世界田径锦标赛中取得第二名的成绩,我国马拉松运动组织也积极为履行国家体委在1995年7月6日提出的《奥运争光计划纲要》而努力着^[9]。从为文化建设及和谐社会建设服务来看,马拉松文化无时无刻不在宣扬着一种挑战自我,努力拼搏,的精神,这种精神在当今和谐的社会当中,极大的促进了举办国和举办城市进行当地文化的宣传和传播。

4 马拉松赛事发展过程中存在的主要问题分析

影响我国马拉松运动竞技水平的因素是多方面的,其存在的问题主要包括:赛会奖金和成绩的不协调,没有健全的应对突发事件的举措,教练员的整体文化水平不高,缺乏高水平的运动群体,训练指导思想不明确,后备人才力量不足,比赛过程中的环境污染问题和交通不便问题等,这些因素都制约着我国马拉松运动的发展以及传播。

4.1 教练员的整体水平不高,缺乏“一专多能”型的教练员

90%的专家认为,我国马拉松教练员的整体水平

不高,这在所有的问题中排首要地位,教练员水平的高低在一定程度上决定着运动员的水平能否得到提高^[9],从中国竞技体育长期的发展历程来看,凡是长期能取得成功的体育运动项目,都具有一支高水平,善于管理,理念先进的教练团队,反过来说,凡是长期落后,竞技水平不高的体育运动项目,教练员的水平普遍都不会很高,教练员是运动员训练的主要设计者和引导者,也是管理工作的重要决策者,因此,教练员的综合素质在运动员的训练过程中扮演着关键的角色,拿游泳运动项目来说,游泳教练团队的整体素质和水平比田径项目要好一些。另外,我国马拉松运动员在训练过程中,几乎都是由教练员一人参与全程的操作,缺乏对运动员生理指标的检测,缺乏合理的膳食补充,一个成功的教练员不仅是一个训练专家,更应当是一个生理专家,医学专家,优秀的教练员更应当是一个全能的复合型人才,我国的运动员由于受到很多因素的限制,大部分的教练员都是“一专”,缺乏“多能”。

4.2 教练员重视过往经验,忽视创新,训练方法和模式单一

合理的训练方法和手段在一定程度上对训练效果起着积极的促进作用,同样,陈旧的训练方法不仅会带来不利的训练效果,而且会大量的浪费人力,财力,物力,更是影响着运动员的职业生涯,目前,我国马拉松教练员的训练手段基本上都是采用“师徒传承”的方式进行训练,而且在训练方法上单一枯燥,缺乏创新性,只有高效,科学,系统,创新的科学方法才能造就出优异的运动员^[10],才能使运动员在激烈的比赛中取得好的成绩,我国的马拉松教练员有点是具有十分丰富的经验,同时也出现了经验制约着创新,教练员科研能力差的局面,我国80%的教练员未在任何期刊上发表过任何文章,而在核心期刊上发表过文章的教练员仅为2%,在运动员的训练过程中,一些科研专家提出的训练方法和手段,很难得到教练员们的认可和采纳,教练员们更多的是沿用以往自己积累的经验对运动员进行培养,教练员缺乏与科研人员的及时沟通和交流,这也制约着我国马拉松运动员的技术水平。

4.3 赛会奖金和成绩的不协调、不平衡,志愿服务存在差异

马拉松运动虽说产生了极大的社会效益和宣传效益,也促进了全民健身活动的开展,从整理情况来看,参加全程和半程马拉松的人数在不断增加^[9],但总

体人数还是较少,较高的赛会奖金和较低的运动成绩明显出现了不协调、不平衡的局面,在志愿服务过程中,对专业选手和群众选手的服务仍存在差异,因此,在马拉松赛事中,群众的推广程度、科学的训练意识、以及科学的指导理念仍需培养和加强。

4.4 马拉松运动带来的交通和环境问题给市民的生活带来诸多不便

尽管马拉松赛事在群众中具有很大的欢迎程度,但作为一项公路赛事,马拉松或多或少的会给当地的交通带来影响,这也为赛事的组织者和城市的管理者提出了不小的挑战,在这一点上,澳门马拉松可以作为一个典范城市,由于受地方太小的限制,澳门马拉松赛事要围绕着同样的场地跑两圈,在比赛期间,警察随时根据选手的位置疏导车辆,保证交通的顺畅和比赛的顺利进行,由于管理有序,澳门马拉松也成为了市民心中一项非常受欢迎的活动。马拉松赛事的举办必定会对举办城市的环境带来一定的影响^[10],垃圾多、如厕难都是国内外马拉松赛事所面临的尴尬问题,对此,国外的一些高水平赛事的先进理念和做法就非常值得我们学习,例如伦敦马拉松赛事,组委会会在起点和沿途共设立 1 250 个移动厕所,在出发点还专门设立了 400 多个移动小便池,还为残疾人马拉松选手设立了一定数量的专用移动卫生设备,在选择移动厕所时,组委会也尽量考虑环保、低碳问题,此外,厕所内使用的材料也确保不含甲醛,厕所内的卫生纸也是再生纸等。

5 我国马拉松运动发展的对策研究

我国马拉松运动员在发展的过程中既要保持现有的优势,又要解决目前存在的主要问题,应当以训练为核心,创新为手段,敢于打破传统落后的训练方法和理念,注重科研,加强管理,这样马拉松运动成绩取得巨大突破并不是遥远的事情。

5.1 改变传统的训练理念和方法,在创新上下足功夫,走出适合自己发展的道路和模式

我国的马拉松教练员在培养运动员的过程中,严重依赖过往的经验^[11],在训练方法上大都是“师傅带徒弟”的传统训练方法,纵观中国竞技体育发展历程,我国挑选教练员,很大程度上都是运动员退役后直接担当教练,殊不知,“金牌运动员”并不一定能转换为“金

牌教练”,这两者之间的能力水平,知识结构是完全不同的,因此,运动员退役后经过简单的培训直接上岗做教练的做法应当严厉禁止。在创新上面,应当体现在培训力度和和交流力度上,多举办马拉松的研讨会,召集科研人员,相关专家和和学者定期就行交流经验,针对马拉松运动存在的问题进行商讨解决,多学习国外马拉松运动成功的经验,开阔教练员的眼界。努力为教练员提供学习和进修的机会,增强和提高教练员的科研意识,努力打造全能型的教练员,这些手段能在很大程度上促进中国马拉松运动的发展。

5.2 针对突发事件,推出细化安全教育新举措,加强赛事组织管理

近几年来,随着马拉松赛事规模的不断扩大,参赛人数越来越多,赛事过程中不可避免的会发生一些意外事件,比如近几年比赛中的猝死事件。对此,国家体育总局和田管中心不仅要推出细化安全宣传教育的新举措,而应继续加强赛事组织管理工作,因为只有参赛选手了解自己的身体状况,才能有效的进行自我保护,此外,在今后的马拉松报名环节中,还应当细化对参赛风险的告知与提醒,并不断的利用广播和大屏幕提醒参赛运动员在比赛中量力而行,赛会组织者和参赛选手要共同重视这个问题,避免在比赛中悲剧的发生。

5.3 全面了解和把握马拉松运动发展的项目规律

教练员和相关专家应当从世界马拉松运动发展的特点,技战术水平,体能等多角度来探寻中国马拉松运动发展的规律,在运动员选材上面,应当学习和借鉴国外的选材理念,从中长跑运动员当中选择集“中跑、长跑、马拉松”与一体的运动员,不应当把中长跑运动员和马拉松运动员分开,国外的众多优秀马拉松选手,如:拉德克利夫,野口水木均是中长跑运动员出身,另外,世界马拉松运动的发展趋势在耐力的基础上越来越强调速度,在今后的马拉松运动发展历程中,更应当确定速度是马拉松运动的核心。培养耐力,速度都要好,能胜任各种路段的全能型运动员是今后世界马拉松运动的发展方向之一。

5.4 建立健全的多级训练体质

运动员常年的训练,必然要以合理的训练体质作为保证,我国目前的训练体质包含三个层次,分别是:中小学课外的训练、竞技学校和体校、以及专业的运动队。为了使运动员常年保持高水平的竞技状态,使

运动员合理系统的进行训练,各个层次之间必然要相互联系,紧密配合,避免出现自行其是的局面,应当从多种方式进行努力,例如:针对不同年龄段制定不同的训练大纲、建立均衡的奖励制度、对工作在基层的马拉松教练员定期开展思想教育,避免出现急功近利的思想,除此之外,还应当鼓励社会各界举办马拉松俱乐部。

6 马拉松运动的前景展望

随着经济水平的不断提高以及人们对于生活质量要求的不断提高,马拉松在以后的发展过程中受到的关注程度也会越来越高,在未来将继续呈现出高速发展的态势,马拉松也将成为我国全民健身的主要运动之一,成为促进经济文化发展,展示城市形象,推动社会和谐进步的重要力量。这也将对管理者提出更高的挑战,要促进马拉松赛事又快又好的发展,就要对马拉松赛事的管理进一步制度化、规范化、科学化,从制度上解决制约马拉松发展的若干问题,此外,中国田径协会应当充分发动当地政府和体育主管部分的积极性,鼓励更多有条件的城市举办马拉松和长跑赛事,扩大城市影响力,为全民健身和社会发展做出更大贡献,推动马拉松与城市文化相互融合、相互促进、共同发展。

参考文献:

- [1] 黄成华.江苏省扬州鉴真半程国际半程马拉松赛事的现状和发展研究[D].苏州:苏州大学体育科学学院,2010.
- [2] 吴艳.我国部分国际马拉松竞赛管理过程研究综述[J].广州体育学院学报,2013(2):7-10.
- [3] 高丽丽.兰州国际马拉松赛的运行特征分析[D].兰州:西北师范大学体育学院,2013.
- [4] 石红阳.我国马拉松赛事开展现状分析与发展对策研究[D].郑州:河南大学体育学院,2013.
- [5] 王海,王大川,李颖川.我国马拉松赛事研究[J].体育文化导刊,2012(2):23-26.
- [6] 刘国永,杨桦.2014年中国群众体育发展报告[M].北京:社会科学文献出版社,2014:155-159.
- [7] 陶茜,缪佳.上海国际马拉松赛的推广策略[J].体育科研,2013(4):15-17.
- [8] 张健.对我国城市马拉松赛社会效益的分析与研究[J].赤峰学院学报(自然科学版),2013(2):43-47.
- [9] 陈以恒.体育赛事品牌建设研究:以厦门国家马拉松为例[D].厦门:厦门大学传播学院,2009:25-28.
- [10] 李城.北京马拉松的品牌战略研究[D].北京:北京体育大学研究生院,2011.
- [11] 于奎龙.我国女子马拉松项目的竞技现状、存在的主要问题及其对策研究[D].昆明:云南师范大学体育学院,2006.

(责任编辑:叶丽娜)

Discussion on Chinese Marathon Sport and Its "heat effective"

DOU Jiejie

(School of Physical Education, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract: Analysis the history of marathon sport, and report the new circumstance in recent years about marathon sport, and shows that marathon sport is related to the national fitness activities And become the important carrier of building a harmonious society, at the same time, it is the new way and motive power of abundant city culture and economy development, discuss the behind reason of marathon sport, analysis the new problems and solutions in the development of the sports, put forward the solutions of in management, that is need more institutionalized, standardized, scientific, at the same time, it need the help of the sports department and local governments

Key words: marathon sport; heat effective; national wide fitness

微型化学实验在有机化学实验教学中的应用研究

耿 涛, 徐基贵, 朱 军, 周丹红, 刘 超

(宿州学院 化学化工学院, 安徽 宿州 234000)

摘 要:根据有机化学实验课程教学的特点和要求,对部分实验教学内容进行了微型化学实验的设计与改革。通过微型化学实验的改革,提高了学生实验的基本操作能力和应用实践能力,同时激发了学生学习有机化学实验课程的兴趣和学习积极主动性,提高了教学效果。通过微型化实验有效减少试剂的用量,节约了实验成本,同时降低能耗和污染排放,符合有机化学实验“绿色化”的理念。

关键词:微型有机化学实验;应用能力;教学改革

中图分类号:G420 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0099-03

有机化学实验是我校应用化学、化学工程与工艺、食品质量与安全、生物技术等专业的一门专业基础课程,在常规有机化学实验教学过程中通常消耗试剂量较大,并且多数试剂有毒有害。同时,实验后反应产物及副产物等污染物成分复杂,不易处理,会造成环境的污染^[1-2]。如何有效降低有机化学实验对环境的污染,成为各高校急需解决的任务。微型化学实验是近年来国内外迅速发展起来的一种化学实验的新理念、新方法^[3]。微型有机化学实验与传统的实验方法相比可以有效减少试剂的用量,同时减少反应时间,降

低能耗和污染排放。

一、微型有机化学实验在教学中的应用

在应用化学专业的有机化学实验课程的教学中,选用对氨基苯磺酸的制备、乙酰水杨酸的制备这两个实验,让两组学生分别按照常规有机化学实验和微型有机化学实验完成以上实验项目。

(一)对氨基苯磺酸的制备

1.常规有机化学实验

在 50 mL 单颈圆底烧瓶中加入 6 g 新蒸馏的苯胺,置于冰水中,逐滴加入 10.2 mL 浓硫酸。安装上冷凝管后,利用油浴 180~190 °C,加热 1.5 h^[4]。冷却至室温后,将混合物倒入 50 mL 冷水中,冷却后,抽滤,用蒸馏水洗涤三次得到粗产品。用热水重结晶,得到最终产品,干燥后,称重得 4.86 g,产率为 32.6%。

2.微型有机化学实验

在 5 mL 单颈圆底烧瓶中加入 1 g 新蒸馏的苯胺,置于冰水中,利用移液枪准确量取 1.7 mL 浓硫酸,逐滴加入单颈圆底烧瓶中。安装上冷凝管后,利用

收稿日期:2015-08-22

基金项目:宿州学院应用化学专业卓越工程师教育培养计划(szxyzyjh201401);宿州学院教学研究项目:应用型人才培养模式下有机化学实验内容改革(szxyjyxm201132);化学工程与工艺专业工程应用型人才培养模式创新实验区(szxy-py-cx201302);应用能力培养为导向的应用化学专业实验教学改革与实践(szxyjyxm201225)。

作者简介:耿涛(1976-),男,汉族,副教授,主要从事功能材料研究。

油浴 180~190 °C,加热 1 h,检查反应完成。冷却至室温后,将混合物倒入 20 mL 冷水中,冷却后,抽滤、洗涤得到粗产品。用热水重结晶,得到最终产品,干燥后,称重的 0.79 g,产率为 31.8%。

(二) 乙酰水杨酸的制备

1. 常规有机化学实验

在 100 mL 单颈圆底烧瓶中加入 6.9 g 水杨酸、18 mL 乙酸酐,然后加入 0.5 mL 浓硫酸,混匀后将圆底烧瓶置于水浴中,在 60~70 °C 条件下,加热 20 min^[5]。冷却至室温后,在搅拌下将混合物倒入 50 mL 冷水中,冷却 15 min 后,抽滤,用冷水洗涤三次得到产品。干燥后,称重得 5.6 g,产率为 63.2%。

2. 微型有机化学实验

在 5 mL 单颈圆底烧瓶中加入 0.35 g 水杨酸,用移液枪加入 0.9 mL 乙酸酐和 0.025 mL 浓硫酸,混匀后,组装成回流装置,在 90 °C 条件下水浴加热,回流 10 min。将混合物倒入 20 mL 冷水中,冷却后,得到白色沉淀,抽滤,用冷水洗涤、干燥后,称重得 0.25 g 产品,产率为 55.6%。

(三) 两种实验方法的比较

表 1 对氨基苯磺酸的制备常规实验与微型实验的比较

实验	试剂用量	产物质量	产率	学时
常规实验	苯胺 6 g; 浓硫酸 10.2 mL	4.86 g	32.6%	5
微型实验	苯胺 1 g; 浓硫酸 1.7 mL	0.79 g	31.8%	3

表 2 乙酰水杨酸的制备常规实验与微型实验的比较

实验	试剂用量	产物质量	产率	学时
常规实验	水杨酸 6.9 g; 乙酸酐 18 mL	5.6 g	63.2%	4
微型实验	水杨酸 0.35 g; 乙酸酐 0.9 mL;	0.25 g	55.6%	3

从表 1 和表 2 中可以看出,在微型有机化学反应中试剂的用量分别减少 80% 和 95% 的情况下,微型实

验的产率与常规实验相比只有少量下降,实验所用学时数与比常规实验相比,分别减少 2 学时和 1 学时。微型有机化学实验可以有效节约试剂及溶剂的用量,降低了对环境的污染,减少了实验时间,提高了学习效率。

二、微型有机化学实验对学生应用能力的培养

根据不同专业的特点,在有机化学实验教学中,对一些常规实验做了微型化学实验的改革,在进五年的微型有机化学实验教学改革中,通过相同专业学生实验过程对比,发现学生在实践动手能力等方面有明显的提高,主要表现在以下几个方面。

对新知识、新技能领悟能力增强。微型有机化学实验是传统实验方法与实践创新知识的结合,不断地将有机化学发展过程中新的实验方法和新的科研成果引进实验教学体系中,拓宽了学生的知识面。

突出学生主体地位,实验积极主动。在设计性实验中,让学生自己查找相关实验资料,自主设计微型有机化学实验方案,在多步的微型有机化学实验操作中,不断地实践锻炼,并在每一步反应后做分析与对比,统筹兼顾,加强合作,顺利完成实验方案。

实践操作能力加强。微型有机化学实验所用试剂量少,反应时间短,试验过程不易观察,这就要求学生在实验过程中,要更加细心观察和熟练操作,从而提高了学生们观察、分析和解决问题的能力。

三、结语

通过微型有机化学实验的教学改革,取得了较好的实验课堂教学效果,有效减少试剂的用量,节约了实验成本,提高了实验效率。同时降低能耗和污染排放,部分实现有机化学实验“绿色化”的理念。微型有机化学实验的开展,进一步加强了学生实验的基本操作能力和应用实践能力的锻炼,也激发了学生学习有

机化学实验课程的兴趣和自主学习的能力,为培养高素质应用型人才打下了基础。

参考文献:

- [1] 周雄.微型有机化学实验教学实践与思考[J].实验室科学, 2008,(6): 49-50.
- [2] 杜鹃.高校实验室污染现状调查及排污管理方案研究[J].四川环境,2006,25(4):7-9.
- [3] 翁晴.微型实验在高校有机化学实验教学中的实践与思考[J].化学工程与装备, 2013,(11): 212-213.
- [4] 马军营.有机化学实验 [M].北京:化学工业出版社, 2007.
- [5] 黄涛,张泊民.有机化学实验 [M].北京:高等教育出版社, 1998(2).

(责任编辑:叶丽娜)

A Research on Microscale Chemistry Experiment Applied in Organic Chemistry Experiment

GENG Tao, XU Jigui, ZHU Jun, ZHOU Danhong, LIU Chao

(School of Chemistry & Chemical Engineering, Suzhou University, Suzhou, Anhui 234000)

Abstract: According to the characteristics of organic chemistry experiment course, design and reform micro chemical experiment on the part of the experimental teaching content. Through the micro chemical experiments reform, we can improve the students' basic skills of experimental operations and application of practical ability, increase the students' interest in organic chemistry experiment and learning initiative, and improve the teaching effect. Through miniaturization experimental saves the experiment cost, we effectively reduce the amount of reagent, at the same time reducing energy consumption and pollution emissions, and keep it in accordance with the concept of "green" in organic chemistry experiment.

Key words: microscale organic chemistry experiment; application ability; teaching reform

“电子电路类”课程教学改革研究

张容娟, 王 琨, 李宗峰

(阳光学院, 福建 福州 350015)

摘 要:针对电子电路类课程概念抽象、原理推导多而烦杂、工程性强、学习难度大等特点,同时课程学时数普遍压缩的现状。文章从调整考核方式、教学大纲、课堂教学方法和手段、实践教学以及发挥电子设计类大赛的促进作用等方面进行研究,全方位多角度地构建适合于应用型、创新创业型人才培养的独立院校电子电路类课程教学的新模式。

关键词:独立院校;电子电路类;教学改革

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)03-0102-04

高校电子电路类课程模拟部分主要包括电路分析基础、模拟电子电路及通信电子电路,它是电气、电子信息类专业知识平台的重要核心课程,是学生在电子技术入门阶段的专业基础课程,具有很强的理论性,同时具有很强的实践性^[1-3]。

在独立学院、新办本科院校中,学生在学习电子电路类课程时普遍感觉课程理论性太强,公示推导偏多,内容比较枯燥,学习积极性不高,从而导致恶性循环,使整个课程教学陷入僵局,也给后续的理论教学和实践教学造成极大的困扰^[4]。究其原因主要有:(1)电子电路类课程难度较大,多数教材理论推导缜密却枯燥,内容多而杂;(2)采用的教学手段、方法单一,无法引起学生的学习兴趣;(3)授课对象的理论水平有限,

基础知识不够扎实,对于繁琐的理论难于理解;(4)课程学时压缩严重,教师无法在有限的学时中全面讲解知识内容,对学生的自学能力要求高。

随着课程改革的深化,教学实践中提高教学的有效性越来越受到各高校的重视。如何使学生掌握课程内容,提高学习兴趣,增强实际应用能力成为了亟待解决的问题。本文将围绕以上的问题,提出相应的改革措施。

1 调整考核方式

调整考核方式即调整考核中的成绩比例。在传统的学生考核方式中以期末考试为主,平时成绩为辅^[5]。目前普遍使用的成绩比例是期末考试成绩占总成绩的70%,平时成绩占总成绩的30%。这种成绩分配比例会造成部分学生平时不认真学习,仅通过期末突击的方式来通过考核。虽然这部分学生能够通过考核,但是实际并无法真正的掌握相关知识,也不能对电子电路类课程的学习保有兴趣。

收稿日期:2015-10-28

基金项目:2015年福建省本科高校教育教学改革研究项目“应用型人才培养模式下电子电路类课程教学改革研究”(JAS151374)。

作者简介:张容娟(1983-),女,汉族,讲师,主要从事嵌入式应用系统开发研究。

新的考核方式应更为注重对学生的学习态度、学习过程以及知识掌握程度的考核。可以提高平时成绩比例提高至 40%,增加期中考测试部分内容,比例为 30%,期末考成绩比例降低为 30%。其中,平时成绩由作业、小测、考勤组成。一方面,小测与作业相结合的方式可以最大可能杜绝学生为了应付任务,抄袭作业的情况;另一方面,小测的测试内容与作业相同或者稍作改动,能够有效考察学生是否独立完成作业。如此,平时成绩不仅可以更为准确的反映学生的学习情况,也能巩固学生所学的基础知识。

2 灵活的“教学大纲”

及时修改课程教学大纲,注重培养学生兴趣,教师授课必须放弃传统的“赶进度”的思想,转而以提高学生的接受能力和保有学生学习兴趣为目标。传统的教学方式依照教学大纲完成所有的教学内容,但是实际上该教学内容并非适用于所有学生,教师在授课过程中应该以学生的接受程度作为衡量授课进度的标准。

对独立院校而言,不论是理论教学还是实践教学都需要面对一个最大的问题:学时压缩。为了让学生更多地进行自主学习,诸多院校采取了压缩学时的方法:保持总学分不变,降低了每学分所需的学时。以电路(3 学分)课程为例,从原来的 72 学时压缩为 48 学时。在不删减教学内容的前提下,要求学生掌握所有的内容是不现实的,至少无法在课堂上实现。这就要求在实际教学中坚持理论知识以“够用为度”为原则,调整教学内容,改革电子电路类的教学方式。首先,在保证课程衔接的连续性的基础上,减少课堂讲授内容,增加学生课外学习比例,培养学生的自学能力。该教学改革实现的前提是学生必须具有学习的主动性,这就需要充分的调动学生的学习兴趣。其次,将课内实验列为独立课程开设和考核,电子电路类课程能够作为实验课单独开设的包括电路分析基础实验、模电实验、通信电子电路实验等。实验课程的单独考核也有利于提高学生的实践能力和创新能力。

3 改变教学方法

在电子电路类课程此课程中,教师的授课方式多为板书与多媒体相结合的方式,教学进度较快,有可能出现只有少数的学生能够跟上教师的思路,大部分同学精神无法集中的现象。目前,应对该现象的方法多为增加提问的互动环节,适当集中学生的注意力。笔者调查发现,此种解决方法容易使学生对上课产生畏惧、逃避情绪,或者应激性给出不确定的答案,并不能有效解决该问题。基于此种情况教学方法的改变势在必行。

首先,改变传统的以传递知识为目标的教学方式,即教学过程中首先要克服满堂灌的方式,应该以培养学生的学习能力为目标,并且以保有学生的学习兴趣为首要重点。在教学过程中教师要学会“换位思考”,经常站在学生的角度考虑,经常使用引导式教学,且在教学过程中注重学生的自学,自我思考,以及表达能力的培养。可适当增加分组讨论式教学方法,由“教师讲”变成“学生自己说出来”,不仅锻炼学生的口头表达能力,也反应出知识真正的为学生所接受。同时,在这个过程中还可以有效的发挥出理解能力强的学生的传帮带作用,并培养他们的团队意识。

其次,改变教学方式还要把困难、抽象的教学内容简单化、具体化。最行之有效的方法就是进一步加强多媒体教学的教辅作用,引进 EDA 工具中的一个完整的电子电路计算机仿真设计工具软件 Multism。该软件把课程的抽象理论以直观的波形或者数据的形式呈现在学生的眼前。教师可以在理论课之前设计好电路,根据需要灵活的改变电路的参数,使得在授课过程中理论知识直接得到验证,让学生如同感受到在实践课程一样^[6],有效的减少了实践课验证性实验的比例,而腾出更多的时间和精力来完成综合性、设计性的实验。图 1 为 Multisim 的半波整流仿真电路图和仿真结果,它把课堂上抽象难懂的内容(如,二极管的工作状态及其等效模型)以直观的形式呈现到学生

的眼前,能更好吸引学生的注意力与提高学生的学习兴趣,从而更加有利于知识的获取。

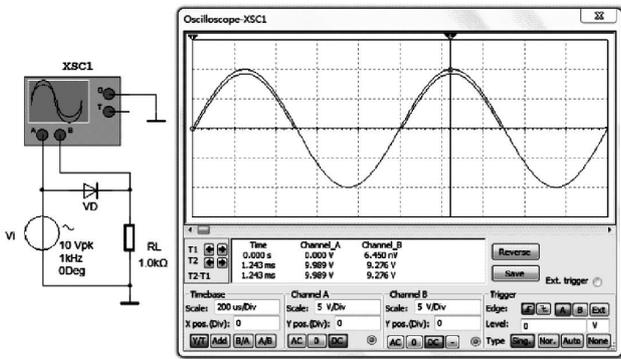


图 1 半波整流仿真电路

4 加强实践教学环节

电子电路类课程包括理论课程和实验课程,而实践课程又可以分为课内实验课程和课程设计,三者之间相辅相成,关系如图 2 所示。课内实验与理论教学同步,是对理论知识的检验和巩固;课程设计是学生在经过理论教学和课内实验的训练之后,阅读相关文献、查找相关资料,设计出功能较为完善的应用项目,是对所学的理论知识以及相关课内实验知识学习成效的综合检验。课内实验和课程设计在教学管理上独立设课、独立考核,从而将实践环节的重要性提高到与理论课同等的地位,而不再是理论课的附属,突出了实践技能培养的加强。

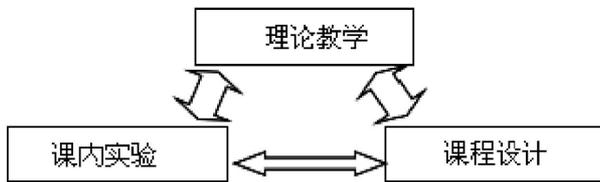


图 2 理论课与实践课相辅相成关系

笔者在调查研究中发现,许多院校在实践课安排上存在“简单验证性实验偏多,综合设计性实验偏少”的问题。针对此类问题,可以在理论课教学过程中引入上文所述的仿真软件 Multisim,减少验证性实验的在课程中的比重;在实践课上使用自主编写的电子电路类实验指导书,采用“分类型、分层次、分阶段、渐进

式”的实验教学模式,并安排相应的实验项目。这些实验项目有 3 种类型,分三个阶段进行,第一阶段主要是验证型实验,该过程是初学者理性认识与感性认识相结合不可缺少的入门实验环节;第二阶段主要是设计型实验,学生在验证型实验基础上,进一步理论联系实际,能根据实际要求设计出相关模块;第三阶段是综合设计型实验,这是实验最高阶段,也是对前两个阶段的加强和检验。通过三阶段的训练学生的实践水平得到明显提升。

当前高校在实践教学环节上还普遍存在“理论授课教师不参与实验教学”的不合理现象,容易造成理论课程和实验课程的断层,削弱学生理论联系实际的能力。反之,理论授课教师兼任实验课程教师,能够在实验指导过程中与学生沟通,及时获取学生对理论教学掌握情况的反馈信息,收集学生动手能力的第一手资料,增强了实践教学环节的效果。

5 充分发挥电子设计类大赛的促进作用

大学生电子设计竞赛作为面向大学生的重要科技活动,目标是培养大学生的实践创新意识、团队协作的人文精神和理论联系实际的能力,适应了社会对应用型人才的需求^[7]。它为电子电路类课程的教学改革提供了一个很好的切入点。竞赛的题目涉及电子电路类课程的诸多方面,有助于学生将离散的知识通过分类、分层和联系的方式系统化,简化认知,明确重点,达到求同、求异、求和的目的。近几年来笔者所在学院在全国大学电子竞赛和福建省电子竞赛中荣获 40 几个奖项,在竞赛中不断总结出适应电子电路类课程的教学方法,有效的提高了学生的实践创新能力。

6 小结

电子电路类课程的教学质量将直接影响学生专业课的学习水平、创新实践能力的培养、毕业设计的

质量及今后胜任工作的能力。本文结合电子电路类课程的教学现状,从调整考核方式、灵活教学大纲、改变教学方法、加强实践教学以及发挥电子设计类大赛的促进作用等方面,提出了一系列改革措施。目前在电子设计大赛、物联网大赛等竞赛活动中取得了一定的成绩,但是教学改革这条路还必须一直进行下去才能适应时代潮流。

参考文献:

- [1] 邱关源.电路[M].五版.北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 童诗白,华成英.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [3] 高如云.通信电子线路[M].西安:西安电子科技大学出版社,2008.
- [4] 那振宇,符策,谭克俊,等.电子通信专业电路课程教学改革探讨[J].中国现代教育装备,2014(13):67-68.
- [5] 吴卫兵,高天星,刘增良.基于过程考核的电路课程教学改革与实践[J].铜陵学院学报,2015(1):118-120.
- [6] 孙晓艳,黄萍.基于 Multisim 的电子电路课堂教学[J].现代电子技术,2006,29(24):142-144.
- [7] 王良成,浅谈结合电子设计竞赛进行电子类实验教学改[J].实验室科学,2015,14(3):46-49.

(责任编辑:叶丽娜)

Study on Curriculum Teaching Reform of Electronic Circuit Category

ZHANG Rongjuan, WANG Kun, LI Zongfeng

(Sunshine College, Fuzhou, Fujian 350015)

Abstract: For electronic circuit course is abstract concept, principle various and troublesome, practical for engineering, learning difficulties, and the present situation of the course period is mostly been compressed at the same time. This articles study from adjusting the inspection way, teaching outline, teaching methods and instrumentality, practice teaching, and the promotion effect of bring into the function of electronic design competition, to build a new mode of teaching electronic circuit which is suitable for practical, innovative and entrepreneurial talent training at independent colleges from entire angular range.

Key words: independent colleges; electronic circuits category; teaching reform

工程教育认证标准下应用型本科土木工程专业建设的研究与实践

杨焱, 魏超, 王逢朝

(三明学院 建筑工程学院, 福建 三明 365004)

摘要:2015版工程教育认证标准结合中国加入《华盛顿协议》的契机进行相关修订,引导高校进行工程专业建设。在工程教育过程中,院系要把工程教育认证标准融入专业建设中,结合应用型本科院校办学定位,分析工程教育认证背景下土木工程专业培养方案修正和专业后续建设方向,尝试将能力培养融入课程体系与教育教学过程中,完善硬件环境建设和师资队伍建设和通过循环式持续改进促进专业建设。

关键词:高等工程教育;专业认证;土木工程;专业建设

中图分类号: G648.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)03-0106-04

工程教育认证是工程技术行业的相关协会连同工程教育工作者对工程技术领域相关专业的高等教育质量加以控制,以保证工程技术行业的从业人员达到相应教育要求的过程^[1],是国际通行的工程教育质量保障制度。

土木工程专业在1994年由建设部批准成立了教育评估委员会,开始实行认证制度,是我国工程学士学位专业中按照与国际通行的专门职业性专业认证接轨的制度进行认证的首例。^[2]2013年6月,中国成为《华盛顿协议》的预备成员,标志着我国工程教育专业认证进入实质性的实施阶段^[3];2015年3月,中国工程教育专业认证协会结合《华盛顿协议》的考察意见,修订印发《工程教育认证标准》,为高校本科工程教育认证提出了普通标准和专业补充标准,引导高校进行工程专业建设。

1 工程教育认证标准的主要内容

工程教育专业认证的主要内容包含两方面:一是合格评估。首先由相应机构和部门指定某专业的最低标准,然后采用制定专业的最低标准对高校的教育质量进行评估,以此判断该专业是否合格。二是专业整改。通过持续的自评、专家评审等一系列认证措施,以鼓励和促进没有达到“专业认证”标准的专业改进工作,提高质量^[2]。

以上需要注意二点:一是,合格评估的出发点和落脚点是本专业是否符合工程教育认证标准,目的是发现不足和问题并加以改进;二是,采取“能力导向”(根据《华盛顿协议》中原词 outcome-based 翻译)的认证标准,即将学生和毕业生的素质和能力作为最直接的质量准则,并以促进其持续发展作为认证的最终目标^[4]。

近年来,对于工程教育认证的研究已成为热点话题,国内关于工程教育认证的研究逐渐增多,但主要集中于理论层面的梳理和探讨。偏向于介绍国外当前工程教育认证的基本做法(涉及的国家主要包括美国、英国、法国、德国、加拿大、韩国和日本等),包括国外主要发达国家的工程教育专业认证制度在制度沿

收稿日期:2015-07-26

基金项目:三明学院教学改革项目“基于工程教育认证标准的专业建设研究”(J150632)

作者简介:杨焱(1987-)女,汉族,助理研究员,主要从事高校教学管理研究。

革、组织机构、认证过程、认证标准等方面的情况;或是介绍国际相互认可,如介绍加拿大与法国工程教育相互认可、欧洲工程教育相互认可等,较少研究如何将工程教育认证的标准融入具体专业建设中,用具体的标准、专业认证促进专业建设等细节问题上。

因此,由于我国工程教育认证制度才刚刚建立,专业认证也处于试点阶段,如何将《华盛顿协议》和《中国工程教育专业认证协会工程教育认证标准(2015)》的精神和标准引入专业建设之中,特别是研究如何以专业认证为契机,紧紧抓住如何构建工程教育认证标准下应用型本科土木工程专业建设这个关键点,显得十分迫切而且重要。

2 工程教育认证标准在应用型本科土木工程专业建设中的融合应用

2.1 预计解决的主要问题

从地方经济社会特色和“大土木”现实需求出发,参照认证标准,应用型本科院校土木工程教育亟需解决以下问题:

(1)以企业为背景,以需求为导向,在对行业认知的基础上,明确区分人才培养目标(毕业生在毕业后5年左右能够达到的职业和专业成就)和毕业要求(对学生毕业时应该掌握的知识和能力的具体描述^[5]);

(2)根据应用型本科院校的发展定位,明确对土木工程专业毕业生的毕业能力;

(3)根据对毕业生的能力要求,优化专业课程体系和内容建设;

(4)完善教学过程,确保实践环节的效果,支持培养目标的实现;

(5)融合第一课堂和第二课堂,培养应用型高素质专业人才。

2.2 实践过程中的主要方法

2.2.1 专业人才培养方案修订

基于以上认识,我院在新修订的2015级土木工程人才培养方案中,以工程教育认证通用标准、土木类专业补充标准和土木工程专业评估标准为导向,与建筑、规划行业企业相沟通,分析中国注册工程师的职业要求,结合应用型大学的办学定位和市场需求,理解专业培养目标与课程要求的关联矩阵,确定应用型本科院校土木工程专业定位和培养目标。同时,持续借鉴已申请通过专业评估高校的经验,不断完善具有应用型特色的专业人才培养方案。

2.2.2 专业课程体系和内容建设

《工程教育认证标准(2015)》修订完善了12条毕业生通用素质要求^[5],结合土木工程特色,将这些要求融入土木工程专业建设中,建构土木工程专业毕业生必须具备的能力体系。图1表示了土木工程专业毕业

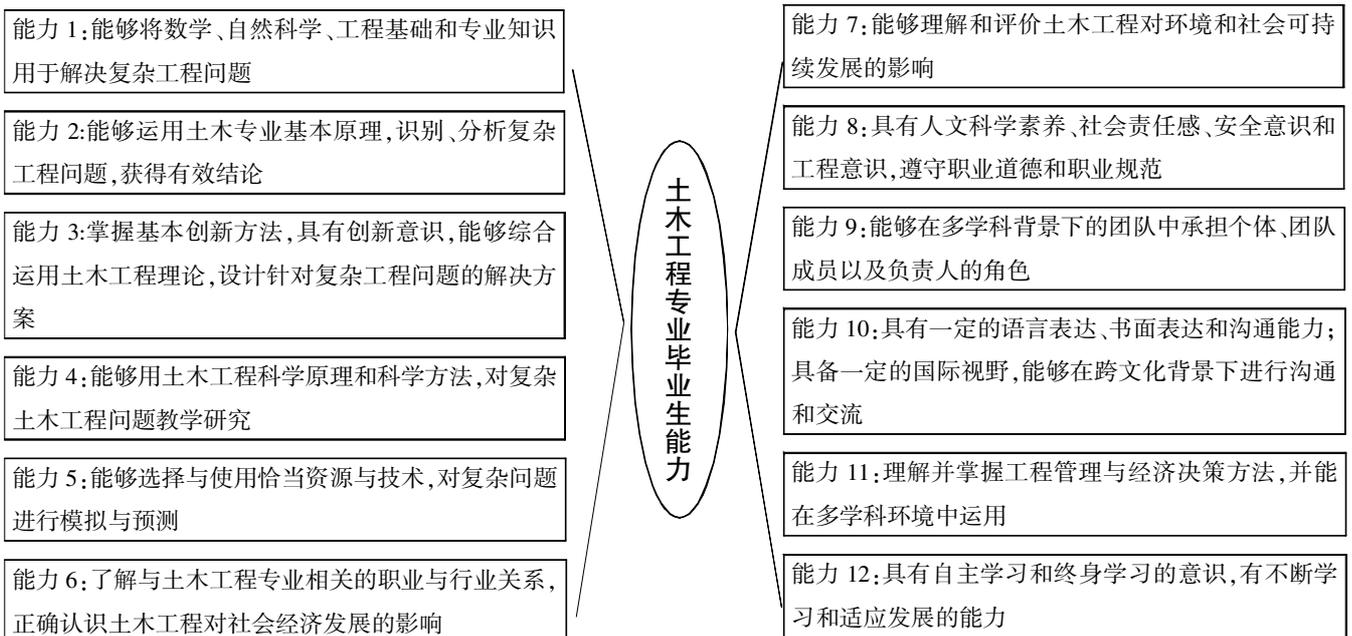


图1 土木工程专业毕业生必须具备的能力体系

生必须具备的能力体系。

根据上图的信息,我们可以对应用型本科土木工程专业课程体系和内容进行系统的梳理、整合与改革,形成能力培养与课程体系的有效融合。

能力 1-7 相关的课程主要有数学、物理学、计算机科学、导论、制图、材料、三大力学、水力学、土力学、土木工程学(结构、施工、经济、管理类课程)等;

能力 8-12 相关的课程主要有语文、英语、思想政治课、创业基础、就业指导、心理健康课、体育、人文社科选修课、各类实习、课程设计、毕业设计等;

每种能力的培养都涵盖了通识教育类课程、土木工程专业基础课程、土木工程专业方向课程,并依托课程选修制度,组合成完善的课程体系。

2.2.3 学校的物质和人员的保证

为了实现上述的培养目标,我院加强了各类教室的、实验室和校外实习基地的建设,与企业建立长期的合作关系,让学生了解土木工程施工环节,了解土木工程施工绑扎钢筋、支模板、浇混凝土、拆模等过程;图书馆土木工程及相关专业图书利用率高,且每年均订购一定数量的新图书;有现行工程建设法规文件、标准规范、标准图集等,且方便共享;有不断更新的专业软件,满足教学和毕业设计需要。

教师队伍整体结构合理,各专业方向有学科带头人并形成学术梯队,专任教师承担 80% 以上的主干课程授课任务,同时具有一定的工程实践经验,有较为稳定的科研方向和科研成果,并积极参与教学研究和改革。同时,基于行业标准进行“双师型”队伍建设,通过“内培外引”,鼓励专职教师考取相关岗位技能证书和考评员证书,成为土建行业技能鉴定培训考证的培训师,使教师在日常授课中无障碍地贯彻培育未来工程师的理念,对学生的职业生涯规划、职业从业教育有足够的指导。

2.3 实践取得的阶段性进展

2.3.1 突出鲜明的地方特色

提高人才培养对本地区行业形势的敏感度,是培养应用型高质量毕业生的突破口。拿土木工程路桥方向为例,三明市地处闽西北,为跨越深谷或穿越山岭,高速公路和高速铁路的建设必然离不开各种桥梁和隧道等结构构造物,山区地面高差大、横坡陡直,山区

高架桥弯坡桥多、高墩大跨多、墩台形式多,设计中需协调好桥梁各细部构造与地形地质间关系。在日常授课过程中,融入这些特色知识,一定能更好地为地区经济服务,同时增强毕业生在本地区就业的竞争力。从职业发展的角度看,在人才培养的过程中,有意识地让学生了解本地区的行业特色和形势,这对留住人才非常重要。

2.3.2 日渐完善的课程平台

从“大土木”现实需求出发,根据毕业生能力体系要求,课程体系涵盖了土木工程专业知识课程平台和工科通识教育课程平台。我院土木工程专业分为建筑工程、道路与桥梁、岩土与地下工程三个方向,新修正了 2013 年版人才培养方案,明确要求学生选修专业特点模块课程 6 学分,例如岩土(结构)工程师基础、岩土工程师专业知识及案例、结构工程师专业考试等特色课程,紧密联系工程认证标准。且增加了学生实习和实训课时比例,开设一些由浅入深、由局部到全局,循序渐进的实训类课程。现阶段,我院正在分析 BIM 应用在教学中的现状,探讨如何将工程信息化模型引入到实践教学中,以提高教学水平与教学质量,培养面向一线的应用型土木工程人才。

2.3.3 内外结合的教学模式

为保障课程内容与实践的充分结合,根据课程性质,我院确立了第一课堂和第二课堂相结合的教学模式。改变原有依附于理论教学由实验教师主导的实验教学模式,建立以学生为中心的,理论课教师参与的实验教学模式;结合教师的科研项目,引导学生参与一些水平较高、紧跟研究前沿的创新性实验;解决课内实验教学学时不足,提倡学生根据自己的意愿进行开放性实验;鼓励学生申报大学生创新活动,培养学生创新意识和初步科研能力等等。课堂内外相结合的教学模式,不仅拓展了学生学习的时间和空间,同时也设置了相应的学分认定,进一步培养学生的工程能力,使培养应用型人才的办学思想落到实处。

3 专业建设过程中的持续改进

持续改进是工程教育认证的行动模式^[6]。即持续性地将认证结果应用于本专业系统进行整改,使专业

质量不断改进提高。这种“评价是为了改进”的观点认为:院系应该将在专业建设中得到的评价和意见建议,纳入持续改进的过程,并对改进的结果进行再评价,当评价的结果不合格的时候,继续查找问题,即进入“发现问题——反馈建议——实施落实——发现问题”的循环。

关于持续改进信息的获取,主要通过教师、在校生、应往届毕业生、用人单位反馈等途径获得,特别是对毕业生的调查,尤其要关注毕业后从事土木行业的毕业生的发展现状,这有助于专业建设的掌舵者更准确把握行业发展动向和所需毕业生之间的关系。对于面向地区社会经济应用发展的应用型本科院校,更是要紧密把握区域发展的脉搏,提升毕业生本地区的就业竞争力,根据需要调整专业培养目标、课程体系、师资队伍、支持条件和对毕业生的要求,构建专业自我完善机制,以此促进教学质量的不断提升。

工程教育专业认证近些年发展迅猛,但和国外相比,起步较晚、影响范围较小,在认识、支持、实施等方面还存在许多不足,有待改善。但是,通过专业认证并不是专业建设的终极目的,遵循专业建设的国际范式、持续改进专业建设的行动能力、培养更多高质量

的工程类毕业生,才是我们不断进行专业建设的动力。本文主要基于我国工程教育认证标准和我院土木工程专业建设进行了一些尝试,希望可为相关院校土木工程专业建设提供一些参考。

参考文献:

- [1] 韩晓燕,张彦通,王伟.高等工程教育专业认证研究综述[J].高等工程教育研究,2006(6):6-10.
- [2] 毕家驹.中国工程专业认证进入稳步发展阶段[J].高教发展与评估,2009(1):1-5.
- [3] 新华网.中国加入《华盛顿协议》工程教育质量得到国际认可[EB/OL].(2013-08-21)http://news.xinhuanet.com/abroad/2013-08/21/c_125217105.htm.
- [4] 绍辉,葛秀坤,毕海普,等.工程教育认证在专业建设中的引领与改革思考[J].常州大学学报(社会科学版),2014(1):104-107.
- [5] 中国工程教育认证.工程教育认证标准[EB/OL].(2013-08-21).<http://ceea.heec.edu.cn/>.
- [6] 周凌波,王芮.从《华盛顿协议》谈工程教育专业建设[J].高等工程教育研究,2014(4):6-14.

(责任编辑:叶丽娜)

A Research and Practice on Civil Engineering Specialty Construction of Universities of Applied Technology under the Engineering Education Accreditation Standards

YANG Han, WEI Chao, WANG Fengchao

(School of Civil Engineering and Architecture, Sanming University, Sanming, Fujian 365004)

Abstract: 2015 edition of engineering education accreditation standards combined with China's accession to the "Washington Accord" as an opportunity to carry out the relevant amendments. Meanwhile, engineering education should integrate the engineering education accreditation standards with specialty construction, combine school-running orientation, analysis the rectification of the training program and the direction of the subsequent construction of civil engineering specialty, try to integrate the ability training into the curriculum system as well as the teaching process, improve construction of hardware environment as well as the construction of teachers team, and through the continuous improvement of the circular type to promote professional development.

Key words: higher engineering education; professional accreditation; civil engineering; specialty construction

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.3 Vol.35, Mar., 2016

- A Study on Optimization for Extracting Total Alkaloids from *Liparis Nervosa*
..... LI Guoping, WANG Yurong, ZHENG Shixue, ZHUANG Huanhuan(1)
- Processing and Process Optimization Snake Bone Powder
..... WU Yuqiong, HU Yongle, XU Xiaobin, FU Xinzheng, WEN Aiguo(5)
- Investigation on the Changing Rules of Nitrite in the Pickled Mustard during Pickling Process in North Fujian
..... ZHANG Jing, XU Yinghui, HUANG Yan, FU Xinzheng, WANG Shupe, XIE Xinlian(9)
- Screening on the Active Fractions of Prevent Arthritis from *Ficus Erecta*
..... ZHANG Qiuping, CHEN Xuemei, LI Shaohua, WANG Zenglie, GAO Zhongban(15)
- A Study on the Extraction of Soybean Dietary Fiber with Fermentation Method ZHAO Taixia, ZHU Xingling(18)
- Studies on the Stand Structure of Machilus Natural Forest in Fujian
..... LIN Xiaoyu, HUANG Siyou, TAN Qiaoqian, JIANG Xidian(23)
- The Evaluation to Sustainable Management about Edible Fungus Intercropping Words Model Based on Vague Sets Theory
——taking Datian, Sanming as an example CHEN Qichao, CHEN Changxiong, ZHANG Qiaoqiao(29)
- An Analysis on Main Biochemical Components of Fourteen Wuyi Mingcong Tea Germplasm Including “Jiu Long-lan” FENG Hua, LUO Shengcai, WANG Feiquan, LI Yuanhua, HUANG Yibiao, YAN Yun(35)
- Grey Correlative Analyses on Factors Affecting Fujian Tea Industry Development
..... HUANG Yibiao, YE Guosheng, LIN Yanping(42)
- A Study on the Quality of Oriental Beauty Tea Made from Different Oolong Tea Cultivars
..... ZHOU Yanhua, CAI Liewei, YANG Shuangxu, WU Shibin, HU Bo, GUO Hujin, ZHANG Yanli(46)
- Solution and Its Applications of Principal Normal Form HUANG Zhongxian, ZHOU Rong(51)
- An Existence and Uniqueness Study on Maximum Likelihood Estimation for Parameters under Dual Power Transformation
——Taking Linear Regression Model as an example QIU Tian, HUA Weiping, LI Xinguang, BAI Peng(55)
- A Reserch on IOT Web Service Composition Technology Based on Workflow and QoS PAN Junhong(59)
- An Improved Median Filtering Algorithm Based on Noise Detection LIN Wanyang (63)
- An Experimental Study on Steel Slag-stone Powder Concrete Workability and Cement Mortar Mechanical Properties TIAN Erbu, WANG Fengchao, KANG Haixin, LIAN Yuezong, CUI Xiuqin(67)
- Sonic Soot Cleaning Head Electrical Precipitator in Sintering Efficiency Modification Research and Application
..... ZHONG Guojian (72)
- Preparation and Photocatalytic Activity of ZnWO₄ Films Electrode Supported Graphite Rod
..... XIE Wenju, WANG Zhitao, WU Fangdi(76)
- Current Situation and Application Prospect of Fracture Mechanics in Cement Concrete Pavement
..... WANG Rong (81)
- Design and Implementation of Four Axis Aircraft Based on K60 for Aerial Detection
..... SUN Lei, FENG Dewang, JING Lin, ZHONG Xinxiu, GONG Li(84)
- Research on Degree of Satisfaction of PE Teachers' Work and School Ecological Environment CAI Yueru(90)
- Discussion on Chinese Marathon Sport and Its “heat effective” DOU Jiejie(94)
- A Research on Microscale Chemistry Experiment Applied in Organic Chemistry Experiment
..... GENG Tao, XU Jigui, ZHU Jun, ZHOU Danhong, LIU Chao(99)
- Study on Curriculum Teaching Reform of Electronic Circuit Category
..... ZHANG Rongjuan, WANG Kun, LI Zongfeng(102)
- A Research and Practice on Civil Engineering Specialty Construction of Universities of Applied Technology under the Engineering Education Accreditation Standards YANG Han, WEI Chao, WANG Fengchao(106)