

目次

抹茶锥栗豆渣三复配曲奇饼干特征风味成分分析
..... 廖素兰, 翁器林, 王磊, 虞华玲, 黄志刚 (1)

武夷岩茶赤叶斑病的病原菌鉴定
..... 武广珩, 王东晓, 傅仙玉, 赵家儒, 聂云春, 李国平 (8)

武夷山地区茶园土壤硒、钼元素形态与茶叶中累积特征
..... 廖树彩 (13)

武夷岩茶副产品黄片再加工工艺优化
..... 石玉涛, 李照莹, 周巧芳, 郑淑琳 (17)

不同杉木林经营模式凋落物特征比较 李俊宁 (22)

武夷山天然林现状与保护对策研究 林久光 (27)

不同林龄银合欢生长季土壤呼吸影响因素分析
..... 崔羽, 严思维, 吴建召, 罗清虎, 林勇明, 王道杰 (31)

基于模糊综合评判和主成分分析的福州市空气质量评价
..... 李毓峰, 尤翠玲, 刘金福, 尤添革, 旷开金, 吴默妮, 游少萍 (39)

优化过程知识引导的斗杆结构智能遗传寻优方法
..... 张洋梅, 沈振辉, 花海燕 (45)

简易智能教室模拟照明控制器的设计
..... 阮承治, 饶金辉, 俞晴, 江聪彬 (52)

基于 GWR 模型的福建省区域经济差异主导因素研究
..... 李双双, 温晓琴 (58)

液压起升式机械式停车设备安全保护装置检验要点探讨
..... 黄奶秋 (64)

基于 gamma 校正的多尺度 Retinex 的预处理算法研究
..... 陈亮, 林增 (68)

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 37 卷 总第 167 期
2018 年 第 9 期(月刊)

编辑委员会

顾问: 付贤智 黄汉升
 兰思仁 杨江帆
 李宝银

主任: 吴承祯

副主任: 刘用麟 (常务)

编委: (以姓氏笔画为序)

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

编辑部

主 编: 吴承祯

副 主 编: 刘用麟 (常务)
 沈慧芳

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

英文审译: 魏景春

目
次
CONTENTS

基于节约算法的企业物流配送路径优化研究
——以罗冠陶瓷福州市物流配送路径为例
..... 王 静, 林晓毅, 向建红 (75)

基于 PCA—DEA 法的银行效率评价研究
..... 郑 航, 许淑娴, 陈永平 (80)

旅游经济学视角下的福建省城市旅游竞争力评价研究
..... 李 娜, 陈雪琼 (85)

公允价值计量研究综述 曾婉臻 (91)

大数据视角下的高校资产管理系统优化分析
..... 刘瑞芬 (96)

“亲近业界、产教融合”理念下对《功能高分子材料》教学的
探索 杨小炳, 林维晟, 华伟平 (100)

地方性高校园艺学专业基础化学实验教学改革与实践
..... 李少华, 翁 睿, 史凌珊, 刘金仙, 张 渤 (103)

转型发展背景下地方本科院校仪器设备管理的问题及对策
——以武夷学院茶与食品实验教学中心为例
..... 郑淑琳, 姜成彪, 杨宇华 (106)

抹茶锥栗豆渣三复配 曲奇饼干特征风味成分分析

廖素兰¹, 翁器林², 王磊¹, 虞华玲¹, 黄志刚¹

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 信息技术与实验室管理中心, 福建 武夷山 354300)

摘要:采用抹茶粉、锥栗粉和豆渣粉进行复配制作曲奇饼干,利用顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用技术对抹茶粉、锥栗粉、豆渣粉及其三复配曲奇饼干的挥发性成分进行分析鉴定。结果表明:抹茶粉、锥栗粉和豆渣粉的挥发性成分分别为 70、59 和 43 种;复配曲奇饼干共鉴定出 70 种挥发性成分,主要由醚类、酮类、杂环类、醛类及烯烃类等化合物提供,其特征风味物质主要是 2-十一酮、2,6,6-三甲基-1-环己烯醛、D-柠檬烯、2,6,10,14-四甲基-2-十六烯、香叶醇、 δ -十二内酯、叔丁基二硫醚、二异丁基二硫醚、茴香脑及麦芽酚、2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)-吡喃-4-酮、四氢-6-戊基-二氢-吡喃-2-酮等杂环类。

关键词:复配曲奇饼干;风味物质;顶空固相微萃取;气相色谱-质谱联用

中图分类号: O657.63; TS255.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0001-07

抹茶具有生津止渴、清热解毒、防辐射、降血脂、增加排尿等保健功能^[1]。锥栗具有口感香甜、营养丰富、健胃健肾等众多优点,是老少皆宜的天然木本粮食^[2-3]。豆腐、豆浆生产过程中所产生的豆渣副产物,约占大豆总质量的 16%~25%,保留有较高的营养成分,包括蛋白质、脂质、纤维素、黄酮和矿物质等^[4-5]。曲奇饼干是青少年和儿童喜爱的零食,却具有含糖量和脂质量较高的缺点。固相微萃取法是由加拿大 Arther 和 Pawliszyn 等 1990 年提出的一种新的样品前处理技术,它运用相似相溶的原理,通过萃取头上的涂层来吸附食品中的香气物质^[6-7]。将抹茶粉、锥栗粉和豆渣粉添加到曲奇饼干中,得到本实验室研制的兼具美味

与营养三复配曲奇饼干^[8]。利用顶空固相微萃取技术分别富集抹茶粉、锥栗粉、豆渣粉及复配曲奇饼干中挥发性成分,并利用气相色谱-质谱分离鉴定,通过谱图库检索结合人工图谱解析,确定了抹茶粉、锥栗粉、豆渣粉的挥发性成分及复配曲奇饼干的特征风味成分,为抹茶粉、锥栗粉及豆渣粉的应用提供了一定依据,亦初次提供了抹茶粉及锥栗粉挥发性成分组成。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

抹茶粉、豆渣粉、锥栗粉自制;低筋面粉、白糖、鸡蛋、食盐、小苏打、脱脂奶粉、黄油等均为市售。

1.2 仪器与设备

Agilent 7890A GC-MS 联用仪:美国 Agilent 公司;固相微萃取装置,65 μ mPDMS/DVB 固相微萃取头:美国 Supelco 公司;MG38CB-A 烤箱:广东美的厨房电器制造有限公司;FW100 高速万能粉碎机:天津恒瑞科教仪器有限公司;HM4400 搅拌器:北京中兴柏粹电器有限公司。

收稿日期:2018-07-23

基金项目:国家自然科学基金(21407118);福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划(闽教科[2016]23 号);福建省中青年教育科研重点项目(JA13314);福建省科技计划重点项目(2015N0035)。

作者简介:廖素兰(1974-),女,汉族,副教授,主要从事现代分析技术及食品安全方面研究。

1.3 方法

1.3.1 配方与制作工艺

复配曲奇饼干配方^[8]:以面粉为 100 g 计,抹茶粉 3.26 g、豆渣粉 6.8 g、锥栗粉 7.5 g、黄油 55.71 g、盐 1.25 g、小苏打 1.25 g、奶粉 2.5 g、白糖 30 g、蛋黄 15 g。

复配曲奇饼干制作工艺^[8]:豆渣置 100 °C 的鼓风干燥箱至完全干燥,待冷却后粉碎,过 100 目筛,备用。去壳后的锥栗置于蒸笼上蒸 10 min,冷却后粉碎并平铺于烤盘,在 120 °C 的烤箱中烘烤 3 h,冷却,过 100 目筛,备用。黄油室温软化后,加入适量砂糖粉搅拌均匀,再加入适量蛋黄搅拌均匀,每次搅打 1 min,最后加入混匀的低筋面粉、小苏打、盐粉、豆渣粉、锥栗粉、脱脂奶粉、抹茶粉,搅拌后制成的面团置于冰箱中冷藏 45 min,取出切片、印花,放入温度设置在 150 °C 的烤箱,第一次烤制 5 min 后取出,翻一面,继续烤制 3 min 后取出,翻一面,再继续烤制 2 min 后取出,冷却至室温,及时包装。

1.3.2 HP-SPME-GC-MS 分析方法

将固相微萃取头置于 GC 进样口于 250 °C 下老化 20 min。称取 2.0 g 研碎的样品于 15 mL 顶空瓶中,封口后置于 60 °C 水浴中平衡 10 min,磁力搅拌 300 r/min,然后插入固相微萃取头提取 40 min 后取出进样。进样口解析时间为 3.5 min。

GC 条件:色谱柱为 HP-5MS 石英毛细柱(30 m×0.25 mm,0.25 μm);载气(He)流速 1.0 mL/min;进样口温度为 250 °C;升温程序:40 °C 保持 3 min,以 3 °C/min

升至 210 °C,保持 3 min,然后以 15 °C/min 的速率升温至 230 °C,保持 3 min;不分流进样。

MS 条件:电子轰击离子源;电子能量 70 eV;离子源温度 230 °C;质量扫描范围 35~450 m/z。

1.3.3 数据分析方法

挥发性成分的化合物及数量采用 (NIST05 和 NIST11)谱图库的检索并经过人工图谱解析确定。用峰面积归一化法分析各成分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 复配曲奇饼干特征风味成分分析

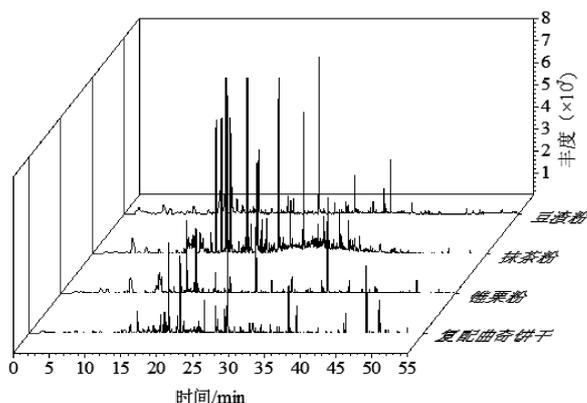


图 1 HS-SPME-GC-MS 联用分析豆渣、抹茶、锥栗和复配曲奇挥发性成分总离子流色谱图

Figure 1 GC-MS total ions chromatogram of volatile components in maccha, castanea henryi, bean dregs, or blended Cookies analyzed by HS-SPME-GC-MS

表 1 GC-MS 对抹茶、豆渣和锥栗复配曲奇挥发性成分分析

Table 1 Compare GC-MS results of volatile components in maccha, castanea henryi, bean dregs, blended Cookies

编号	类别	保留时间/min	化合物	相对含量/%			
				三复合曲奇	抹茶粉	锥栗粉	豆渣粉
1		8.92	2-庚酮	0.74	—	—	1.70
2		16.82	苯乙酮	0.58	—	—	—
3		18.32	2-壬酮	2.09	—	—	—
4		20.87	5-乙基-6-甲基-3-庚烯-2-酮	—	0.30	—	—
5		26.81	d-二氢香芹酮	—	0.75	—	—
6	酮类	27.68	2-十一酮	13.40	—	—	—
7		32.21	茉莉酮	0.13	—	—	—
8		34.45	香叶基丙酮	—	—	0.60	0.74
9		35.76	β-紫罗兰酮	—	1.38	—	—
10		43.92	2-十五烷酮	0.88	—	—	—
			酮类总量	17.82	2.43	0.60	2.44

编号	类别	保留时间/min	化合物	相对含量/%			
				三复合曲奇	抹茶粉	锥栗粉	豆渣粉
11		5.58	己醛	—	3.31	—	—
12		9.30	庚醛	—	0.64	1.30	1.00
13		11.84	苯甲醛	0.26	0.49	1.34	1.69
14		13.66	反式-2,4-庚二烯醛	—	1.24	—	—
15		13.91	辛醛	—	0.67	—	1.49
16		15.90	苯乙醛	0.93	0.44	1.97	4.52
17		18.90	壬醛	1.95	6.77	9.78	9.33
18		21.52	反式-2-壬烯醛	0.56	0.68	0.91	0.91
19		23.70	癸醛	0.94	1.24	2.19	1.87
20		24.02	(E, E)-2,4-壬二烯醛	0.53	0.54	—	—
21	醛类	24.41	2,6,6-三甲基-1-环己烯醛	2.45	0.59	—	—
22		25.77	4-甲氧基苯甲醛	—	—	0.26	0.47
23		26.25	反式-2-癸烯醛	1.39	0.84	—	—
24		26.67	橙花醛	0.17	0.85	—	—
25		28.31	十一醛	0.16	—	—	—
26		28.67	(E, E)-2,4-癸二烯醛	0.63	—	—	—
27		30.74	反-2-十一烯醛	0.90	—	—	—
28		32.67	十三醛	0.14	—	—	—
29		48.72	金合欢基乙醛	—	—	0.44	0.38
30		48.01	十八醛	0.10	—	—	—
			醛类总量	11.11	18.30	18.19	21.66
31		12.56	β -蒎烯	0.32	—	—	0.46
32		15.10	D-柠檬烯	3.30	1.50	1.77	6.63
33		16.15	罗勒烯	—	0.39	—	—
34		16.62	γ -松油烯	0.80	—	—	—
35		23.01	十二烯	—	—	—	0.31
36		26.80	(Z)-3-十四碳烯	0.35	—	—	—
37		31.16	α -葎澄茄油烯	—	0.48	—	—
38	烯烃类	32.34	长叶烯	—	1.86	—	—
39		32.63	(+)- α -柏木萜烯	—	0.70	0.47	0.56
40		32.96	石竹烯	—	1.28	—	—
41		33.70	2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊基)二环[3.1.1]七碳-2-烯	—	1.17	—	—
42		34.87	壬基环戊烯	0.47	—	—	—
43		36.69	β -防风根烯	—	0.56	—	—
44		47.05	2,6,10,14-四甲基-2-十六烯	4.98	—	—	—
			烯烃类总量	10.22	7.94	2.24	7.96
45		8.07	己醇	—	—	—	1.00
46		12.93	1-辛烯-3-醇	0.64	0.49	—	3.14
47		15.29	2-乙基己醇	0.46	0.85	0.90	1.52
48		15.46	苯甲醇	—	1.24	—	—
49		17.15	环辛醇	—	—	—	0.28
50		19.20	苯乙醇	—	6.88	—	1.15
51		15.70	3,5-辛二烯-2-醇	—	—	—	0.33
52		17.20	反式-2-辛烯-1-醇	0.23	—	—	—
53		17.35	辛醇	0.93	—	—	—
54	醇类	18.06	α -甲基-[4-甲基-3-戊烯基]环氧乙烷基甲醇	0.41	7.67	—	—
55		22.88	α -萜品醇	—	—	0.81	2.15
56		24.71	橙花醇	—	0.57	—	—
57		25.42	(Z)-3,7-二甲基-3,6-辛二烯-1-醇	—	0.45	—	—
58		25.98	香叶醇	2.44	9.71	—	0.26
59		38.84	反-橙花叔醇	—	0.31	—	—
60		40.16	雪松醇	—	0.41	—	—
61		49.02	植物醇	0.78	—	—	—
62		41.74	tau.依兰油醇	—	0.18	—	—
			醇类总量	5.89	28.76	1.71	9.83
63		13.25	戊酸	0.79	—	—	—
64		13.38	己酸	0.64	—	—	4.00
65	酸类	22.54	辛酸	0.60	—	—	—
66		31.20	癸酸	1.66	—	—	—
67		38.96	月桂酸	0.19	—	—	—
			酸类总量	3.88	0	0	4.00

编号	类别	保留时间/min	化合物	相对含量/%			
				三复合曲奇	抹茶粉	锥栗粉	豆渣粉
68		17.29	辛基环丙烷	—	—	—	1.03
69		18.69	十一烷	0.83	—	1.53	7.64
70		23.44	十二烷	0.77	0.58	0.63	1.44
71		27.07	碘十三烷	—	0.47	—	—
72		27.99	十三烷	0.21	0.77	0.38	0.63
73		28.22	1-戊基-2-丙基环戊烷	—	0.31	—	—
74		29.69	庚基环己烷	—	0.57	—	—
75		31.3	2,6,10-三甲基-十一烷	0.30	0.91	0.33	1.00
76		32.31	十四烷	0.72	1.3	2.64	5.24
77		34.09	正辛基环己烷	—	0.29	—	—
78		34.18	壬基环戊烷	—	0.46	0.27	0.42
79	烷烃类	34.82	4,11-二甲基十四烷	—	0.98	0.94	2.09
80		36.40	十五烷	0.42	0.54	1.65	2.78
81		38.49	2,6,10-三甲基-十四烷	—	—	—	0.38
82		38.83	6-丙基十三烷	—	—	0.31	0.71
83		40.27	十六烷	0.43	0.26	1.75	1.32
84		42.09	2,6,10-三甲基-十五烷	0.11	0.25	0.79	0.65
85		42.18	十一烷基环戊烷	—	0.17	0.3	0.26
86		43.91	十七烷	—	—	0.76	—
87		44.13	2,6,10,14-四甲基十五烷	—	0.21	0.78	0.45
88		47.45	十八烷	0.18	—	0.39	—
89		47.79	2,6,10,14-四甲基-十六烷	0.14	—	—	—
			烷烃类总量	4.11	8.07	13.45	26.04
90		14.26	乙酸叶醇酯	—	1.61	—	—
91		16.72	己酸乙基酯	—	—	—	0.81
92		22.16	三氟乙酸壬酯	0.38	—	—	—
93		22.86	(Z)-丁酸-3-己烯酯	0.17	1.38	—	—
94		23.06	水杨酸甲酯	0.83	2.64	—	—
95		23.27	丁酸-反-2-己烯酯	—	0.28	—	—
96		25.11	正戊酸-(Z)-3-己烯酯	—	0.28	—	—
97		29.82	2-氨基苯甲酸甲基酯	—	0.43	—	—
98		30.37	三醋酸甘油酯	—	—	—	0.42
99		30.61	椰子醛	—	—	—	0.26
100	酯类	30.66	1,4-辛内酯	0.42	—	—	—
101		31.07	2-乙基-3-羟己基-2-丙酸甲酯	—	—	—	1.95
102		31.55	(Z)-己酸-3-己烯酯	0.51	—	0.61	0.56
103		34.55	邻苯二甲酸二甲酯	0.68	2.26	—	—
104		37.29	磷酸三丁酯	2.55	0.66	13.35	6.40
105		43.15	桃醛	0.36	—	—	—
106		44.20	δ -十二内酯	1.58	—	—	—
107		49.68	邻苯二甲酸异辛酯	—	0.20	1.84	0.61
108		51.67	棕榈酸甲酯	0.08	—	—	—
109		52.77	邻苯二甲酸二丁酯	0.45	0.15	0.64	0.42
			酯类总量	8.01	9.89	16.44	11.43
110		19.47	叔丁基二硫醚	9.29	0.44	—	—
111		21.07	二异丁基二硫醚	6.88	0.26	—	—
112	醚类	27.28	茴香脑	2.27	0.39	8.52	0.73
113		42.60	二辛醚	—	—	—	0.38
			醚类总量	18.44	1.09	8.52	1.11

编号	类别	保留时间/min	化合物	相对含量/%			
				三复合曲奇	抹茶粉	锥栗粉	豆渣粉
114		9.65	2,5-二甲基吡嗪	—	—	4.47	—
115		13.40	2-戊基呋喃	—	1.69	—	7.80
116		13.64	2-乙基-6-甲基吡嗪	—	—	2.05	—
117		13.75	2-乙基-5-甲基吡嗪	—	—	4.01	—
118		14.48	二乙烯基-6-甲基吡嗪	—	—	1.08	—
119		14.90	1-甲基-2-(1-甲基乙基)-苯	—	0.15	—	—
120		16.36	5-甲基-2(3H)-呋喃酮	—	—	—	0.75
121		16.79	2-乙酰基吡咯	—	—	2.06	1.13
122		17.28	顺式氧化芳樟醇	—	8.21	—	—
123		17.52	3-乙基-2,5-二甲基吡嗪	—	0.18	14.71	—
124	杂环及	17.60	3,5-二甲基-2,5-二氢-2-呋喃酮	0.76	—	0.72	1.42
125	芳香	17.94	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪	—	—	0.71	—
126	烃类	19.18	麦芽酚	1.59	—	2.24	—
127		19.94	4,5-二甲基-2-异丙基噻唑	0.40	—	—	—
128		20.45	苜蓿	—	0.66	—	—
129		20.67	2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)-吡喃-4-酮	2.30	—	—	—
130		21.28	2,3-二乙基-5-甲基吡嗪	—	—	0.36	—
131		21.90	2,2,6-三甲基-6-乙基四氢-2H-呋喃-3-醇	—	0.64	—	—
132		33.65	香豆素	0.73	—	—	—
133		36.00	4a,5-二甲基-3-异丙烯基-1,2,3,4,4a,5,6,7-八氢萘	—	0.75	—	—
134		36.19	四氢-6-戊基-二氢-吡喃-2-酮	5.28	—	—	—
135		48.84	咖啡因	4.25	—	—	—
136		51.42	四氢-6-辛基-二氢-吡喃-2-酮	0.17	—	—	—
			杂环及芳香烃总量	15.48	12.28	32.41	11.10

注:—为未检出。

抹茶粉、锥栗粉、豆渣粉及其三复配曲奇饼干的挥发性成分由 GC-MS 分析得到总离子(TIC)色谱图如图 1, 筛选出匹配度高于 70%的挥发性物质并进行分析, 试验数据分析结果见表 1, 各项指标以测定平均数表示。

如图 1、表 1 所示, 根据风味物质的化合物类别, 抹茶的风味成分主要包括醇类 (28.76%), 醛类 (18.3%), 杂环及芳香类 (12.28%), 酯类 (9.89%), 烷烃类 (8.07%), 烯烃类 (7.94%), 酮类 (2.43%), 醚类 (1.09%) 八大类, 共测定出 70 种挥发性化学成分。豆渣主要风味物质为烷烃类 (26.04%), 醛类 (21.66%),

酯类 (11.43%), 杂环及芳香类 (11.1%), 醇类 (9.83%), 烯烃类 (7.96%), 酸类 (4.0%), 酮类 (2.44%) 和醚类 (1.11%), 共测出 59 种挥发性化学成分。锥栗粉主要以杂环及芳香类 (3-乙基-2,5-二甲基吡嗪), 醛类 (壬醛), 酯类 (磷酸三丁酯), 烷烃类 (十四烷) 等组成, 共测出 43 种挥发性化学成分。三复配曲奇饼干主要风味物质为醚类 (18.44%), 酮类 (17.82%), 杂环及芳香类 (15.48%), 醛类 (11.11%), 烃类 (14.32%), 酯类 (8.01%), 醇类 (5.89%) 及酸类 (3.88%), 共鉴定出挥发性成分 70 种。陶虹伶等^[9]报道的普通曲奇的主要风味成分为醛类 (40.13%)、酮类

(26.26%)、烃类(12.82%)、杂环和芳香族化合物(10.49%)以及醇类(10.30%),即己醛、庚醛、苯甲醛、壬醛、糠醇、1-辛烯-3-醇、2-庚酮、2-壬酮、右旋萜二烯、4-乙基癸烷、十七烷、2-戊基呋喃 12 种。刘志云等^[9]报道的豆沙曲奇主要风味物质为醛类(35.03%)、烃类(26.17%)、酮类(17.36%)、杂环和芳香族化合物(10.94%)以及醇类(10.50%),即右旋萜二烯、4-甲基癸烷、(E)-2-十一碳烯、4,6-二甲基十二烷、十三烷、1,2,4,5-四噻烷、己醛、庚醛、苯甲醛、壬醛、糠醇、1-辛烯-3-醇、2-庚酮、2-壬酮、2-戊基呋喃 15 种。结果显示,无论是在种类还是数量上,复配曲奇饼干风味组成更加丰富,这些风味物质主要源于抹茶、锥栗及豆渣本身自带的挥发性成分及在加热烘焙过程中各风味物质发生的化学反应形成的产物。

在三复配曲奇烘焙过程中,抹茶、锥栗及豆渣中的挥发性物质会有一定的损失,还有一些会改变原来的风味成分而生成新的挥发性成分。与普通曲奇相比,三复配曲奇风味中醛类、醇类、烷烃类物质相对含量下降较多,但出现了醚类、酯类及酸类。与抹茶粉、豆渣粉挥发性成分相比,三复配曲奇挥发性成分中的酮类、醚类物质相对含量明显增加,醛类和醇类物质相对含量下降,这可能是由于醇类物质在加热过程中被氧化生成醛类或进一步生成酮类物质,且醇类易分解、易挥发,从而导致醇类物质损失^[11]。烷烃类通常对风味贡献较小。2-十一酮(芸香、桃香)在三复配曲奇中含量达 13.4%。醚类多有香辛料香气。叔丁基二硫醚、二异丁基二硫醚及茴香脑在三复配曲奇中相对含量较大,高达 18.44%。三复配曲奇挥发性成分中的茴香脑在抹茶、锥栗及豆渣挥发性成分中都有,但含量较三者下降;叔丁基二硫醚、二异丁基二硫醚仅在抹茶挥发性成分中检出,而在三复配曲奇中相对含量增加较多,相对于抹茶挥发性成分,三复配曲奇的醇类物质相对含量下降明显,可能是由于三复配曲奇烘焙过程部分醇脱水转变为醚;而二辛醚仅在豆渣挥发性成分中,在三复配曲奇烘焙过程中损失。酯类具有各种水果香气,三复配曲奇挥发性成分酯类中桃醛(γ -十一内酯)具有强烈的桃子香气, δ -十二内酯具有强烈水果和油脂香气。吡嗪类和呋喃类化合物为焙烤类食品的典型风味物^[10],而在三复配曲奇烘焙过程中吡

嗪类、呋喃类损失,主要风味物为焦糖香吡喃酮,如:2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)-吡喃-4-酮、四氢-6-戊基-二氢-吡喃-2-酮、香豆素,噻唑类有米糠香气,麦芽酚(焦奶油硬糖的特殊香气)可能来源于锥栗自带挥发性成分。

3 结论

采用固相微萃取结合气相色谱-质谱联用仪器进行抹茶、豆渣及锥栗三复配曲奇饼干挥发性物质的测定及鉴定,鉴定出该曲奇饼干共 70 种挥发性成分,主要由醚类、酮类、杂环类、醛类及烯炔类等化合物提供,其特征风味物质主要是 2-十一酮、2,6,10,14-四甲基-2-十六烯、2,6,6-三甲基-1-环己烯醛、香叶醇、 δ -十二内酯、叔丁基二硫醚、茴香脑及 2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)-吡喃-4-酮、二异丁基二硫醚、麦芽酚、D-柠檬烯、四氢-6-戊基-二氢-吡喃-2-酮等杂环类。研究明确了三复配曲奇饼干特征风味成分及其分析方法,亦初次提供了抹茶粉及锥栗粉挥发性成分组成。

参考文献:

- [1] 施建平,宋炜.抹茶粉的开发及应用[J].上海茶叶,2006(1):22-22.
- [2] 兰冬梅.微波对锥栗全粉理化性质的影响及即食锥栗的研制[D].福建:福建农林大学,2016.
- [3] 郑诚乐,吴少华,余文琴,等.锥栗果实营养成分分析与品质的模糊评判[J].福建林学院学报,2003,23(4):293-296.
- [4] 李华.低脂高纤维大豆食品[J].农产品加工,2011(8):28-29.
- [5] 杨君,聂燕华,林丹琼.高蛋白高膳食纤维豆渣饼干的研制[J].现代食品科技,2013,29(4):792-795.
- [6] ARTHUR C, PAWLISZYN J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers[J]. Anal. Chem,1990,62(19):2145-2148.
- [7] 廖素兰,翁器林,唐云云,等.不同萃取方式分析武夷水仙茶挥发性成分[J].食品工业科技,2017,38(12):7-16.
- [8] 廖素兰,黄志刚,虞化铃.响应面法研制抹茶锥栗曲奇饼干[J].粮食与油脂,2017,20(12):34-38.
- [9] 陶虹伶,杨文建,裴斐,等.松茸曲奇特征风味成分分析鉴定[J].食品科学,2016,37(16):98-99.

- [10] 刘志云,胡秋辉. 香菇粉和豆沙复配曲奇特征风味物质分析[J].食品科学, 2016, 37(20):128-134. production of pump kin seed oil(Part2:volatile compounds) [J]. Food Chemistry, 2004, 84(3): 367-374.
- [11] SIEGMUND B, MURKOVIC M. Changes in chemical composition of pump-kin seeds during the roasting process for (责任编辑:华伟平)

Analysis of Characteristic Flavor Components in Maccha Castanea Henryi Bean Dregs Blended Cookies

LIAO Sulan¹, WENG Qilin², WANG Lei¹, YU Hualing¹, HUANG Zhigang¹

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

2. Information Technology & Laboratory Management Center, Wuyi University, Wuyishan 354300)

Abstract: Maccha powder, castanea henryi powder and bean dregs powder were selected for production of blended cookies. The volatile components of maccha powder, castanea henryi powder, bean dregs powder, and blended cookies were analyzed and identified by headspace solid-phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS). The results showed that there were 70, 59 and 43 volatile components identified in maccha powder, castanea henryi powder and bean dregs powder. A total of 70 volatile components in the blended cookies were also identified. The characteristic flavor components of blended cookies were 2-undecanone, 2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-aldehyde, D-limonene, 2,6,10,14-tetramethyl-2-hexadecene, geraniol, δ -dodecanolactone, ditertbutyl disulfide, diisobutyldisulfide, anethole, maltol, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4(H)-pyran-4-one, tetrahydro-6-pentyl-2H-pyran-2-one.

Key words: blended cookies; flavor components; headspace solid phase microextraction(HS-SPME); gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)

武夷岩茶赤叶斑病的病原菌鉴定

武广珩^{1,2}, 王东晓¹, 傅仙玉³, 赵家儒¹, 聂云春¹, 李国平^{1,2}

(1.武夷学院生态与资源工程学院, 武夷山 354300; 2.福建省生态产业绿色技术重点实验室, 武夷山 354300;

3.武夷学院茶与食品学院, 武夷山 354300)

摘要:2017年夏,在福建省武夷学院内的岩茶水仙品种中发现赤叶斑病。通过发病症状和致病性测定发现,水仙叶片分离的病原菌经人工接种离体叶片可引起典型的茶赤叶斑病表型。通过形态观察发现该病原菌 CCYB1 为真菌,初期菌丝为白色,产孢后平板呈黑褐色;孢子为红褐色至黑褐色,表面略显粗糙。将 CCYB1 的 rDNA-ITS 扩增测序结果进行 Blast 和构建进化树分析发现,该病原菌与塔宾曲霉(*Aspergillus tubingensis*)同属一支。综上所述,我们从水仙叶片中分离的真菌 CCYB1 为塔宾曲霉,可引起武夷岩茶的赤叶斑病。

关键词:赤叶斑病;武夷岩茶;病原菌;塔宾曲霉

中图分类号:S432.44 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0008-05

茶赤叶斑病是茶园成叶、老叶常见病害之一,我国各主要产茶省均有报道,发生普遍,局部地区发生严重^[1]。该病的发生特点是病斑面积大,传播速度快,严重干扰茶树正常的生理代谢,特别是光合作用,大大减少了树体内有机物质的积累^[2]。茶赤叶斑病已发现致病菌为茶生叶点霉(*Phyllosticta theicola*),属半知菌亚门真菌,且对不同茶树品种侵害存在差异^[3]。近年来,对于茶赤叶斑病的病原报道较少,尚未发现其他致病菌。本文通过对引起武夷岩茶赤叶斑病的病原菌进行鉴定、形态观察和 rDNA-ITS 序列分析,以期确定茶

赤叶斑病的病原菌,为该病害的防治提供治理依据。

1 材料与方法

1.1 症状观察及病菌采集

2017年7月至8月,在福建省南平市武夷学院茶学系实验茶园内观察发现茶赤叶斑病,记录并拍下茶赤叶斑病的病害症状,采集病害严重且仍有韧性的水仙品种茶叶。

1.2 病原菌的分离培养

参考张小芳等^[4]用无菌手术刀切取叶片病健交界部位 5 mm×5 mm 的小片组织,先用 75% 的酒精浸泡 45 s,再用无菌水重复冲洗 3 次后,无菌吸水纸吸干水分。于无菌研钵中,加入适量无菌水及无菌石英砂进行研磨,组织研磨后静置 10 min。用接种环蘸取研磨静置溶液,分别接种于纯 PDA 培养基、PDA 茶汁液培养基(茶汁液为采摘新鲜茶叶 150 g 剪碎,加入 1 000 mL 蒸馏水煮沸 30 min 后过滤得到的滤液^[5];其中,纯 PDA 培养基未加入茶汁,PDA 茶汁液培养基则是吸取 100 μL、150 g/L 茶汁液涂布在 PDA 培养基上)。将培养皿倒置于温度为 25 ℃、光照为 4 800 Lux 的光照培

收高日期:2018-06-19

基金项目:福建省科技平台建设项目(2017N2005); 2016 福建省高校杰出青年科研人才培育计划闽科教[2016]23 号;福建省自然科学基金青年项目(2016J05086);福建省属高校科研专项(JK2015050);武夷学院引进人才科研启动项目(YJ201503)。

作者简介:武广珩(1981-),男,汉族,讲师,主要从事植物与微生物互作研究。

通讯作者:李国平(1966-),男,教授,主要从事资源植物生理生态研究。

养箱中进行培养。

1.3 病原菌纯化

培养 72 h,挑取生长旺盛的菌丝进行菌种划线培养,待菌丝生长较多时再挑取菌丝点在平板中央,让其长满整个平板,置 4 °C 冰箱中保存备用。

1.4 致病性测定

1.4.1 离体叶片接种

根据韦洁玲之前报道的接种方法^[6],并做部分修改。在产孢茂密的培养基中加入适量无菌水清洗,将整皿的分生孢子洗下,加入 0.2 % 的吐温 20 °C,摇匀,过滤得到孢子悬浮液,血球计数板计数后,用无菌水调整为 1×10^8 个/mL,制备成供试孢子悬浮液。摘取健康茶树新梢的嫩叶、近平展着生的二三叶^[7],用 75% 的酒精擦拭消毒,用无菌水冲洗后晾干。将茶叶置于 PDA 培养基上,用接种针蘸取孢子悬浮液于茶叶上分别均匀打 3~4 个孔完成接种,接种 8 片茶叶。以接种无菌水为对照。接种完成后,置于 25 °C、4 800 Lux 的光照培养箱中进行培养,定期观察并记录发病情况。

1.4.2 染色与拍照

按照接种后天数收集接种病菌的叶片置于 Trypan Blue 染液 (20 mL 乙醇,10 mL 苯酚,10 mL 超纯水,10 mL 83% 乳酸和 10 mg 台盼蓝粉末) 中煮沸 15~20 min;染色后的叶片用水合三氯乙醛 (2.5 g/mL) 过夜脱色至半透明状;用超纯水洗涤后用 50% 甘油保存^[8]。使用显微镜观察拍照。

1.5 病原菌形态学观察

用无菌接种环挑取平板上纯化后的菌体制片,在正置荧光显微镜 (Leica DM2500) 下观察菌丝和孢子的形态特征,并进行拍摄。根据病原菌的形态及菌落形成特征,参考相关资料进行病原菌鉴定。

1.6 病原菌分子鉴定

1.6.1 病原菌 DNA 的提取

从贮存的 PDA 茶汁培养基上刮取足量的菌丝和孢子,加入液氮研磨,采用植物基因组 DNA 提取试剂盒 (天根生化科技有限公司,DP130227) 说明书进行 DNA 的提取。将收集到的 DNA 溶液经 1% 琼脂糖凝胶电泳检测后,置于 -20 °C 冰箱保存备用。

1.6.2 rDNA-ITS 序列测定和序列分析

采用真菌通用的引物 ITS1 (5' -TCCGTAGGT-

GAACCTGCGG -3') 和 ITS4 (5' -TCCTCCGCT-TATTGATATGC-3') 对病菌进行 PCR 扩增。PCR 反应体系为:2×Tap MasterMix 25 μL,ITS1 和 ITS4 各 2 μL,模板 DNA 1μL,RNase-Free Water 加至 50 μL。PCR 反应条件为:94 °C 预变性 5 min;94 °C 变性 45 s,52 °C 退火 45 s,72 °C 延伸 90 s,35 个循环;72 °C 终延伸 10 min;16 °C 保存。取 5 μL PCR 产物用 1% 琼脂糖凝胶中进行电泳检测,随后 PCR 产物送至生工生物工程 (上海) 股份有限公司测序。将测序结果通过 GenBank 数据库进行序列比对,用 MEGA 7 软件构建系统发育树进行分析。

2 结果与分析

2.1 病害症状

赤叶斑病一般 5~6 月开始发病,7~8 月为发病高峰期,该病害主要危害嫩叶、成叶^[9]。赤叶斑病在武夷学院茶园水仙叶片的发病初期,多从叶尖或叶边缘开始产生浅褐色病斑,病斑面积较小 (图 1A),后扩展到半叶或全叶,形成不规则的、面积较大的赤褐色病斑,病斑边缘具有深褐色隆起线,病健交界明显 (图 1B),后期病斑上生有许多黑色隆起的细小粒点 (图 1C)。

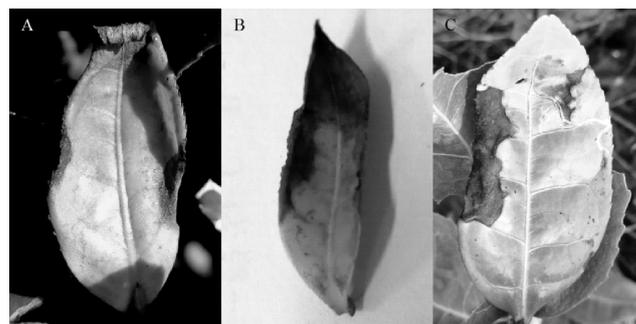


图 1 武夷岩茶水仙叶片赤叶斑病发病情况

Figure 1 Disease symptom of red leaf spot disease in nature

A: 发病初期; B: 发病中期; C: 发病后期

2.2 病原菌的致病性测定

为了确认分离纯化的病原菌为茶赤叶斑病的致病菌,我们进行致病性实验。在离体叶片上人工接种分离的病原菌,接种的叶片均有发病,发病率为 100%,对照组均未发病 (图 2A)。接种后 3 d (图 2B) 出现浅褐色病斑,5 d 病斑逐渐增大,颜色加深,7 d 病斑扩展减慢,10 d 病斑呈赤褐色 (图 2C)。该表型类似于

上述武夷学院茶园水仙茶树叶片所观察的茶赤叶斑病表型。

将感染病菌的茶叶经 Trypan Blue 染色液染色, 脱色液过夜脱色处理后, 置于显微镜下观察。结果发现, 病菌大多数生长在栅栏组织内, 接种后 3 d 孢子已经萌发菌丝(图 2D、2E)。孢子萌发产生的菌丝数量与长度随接种后天数逐渐增加(图 2F、图 2G), 生长到一定程度后, 菌丝和孢子梗相互缠绕形成分生孢子器(图 2H)。病斑上形成的黑色粒点即病菌的分生孢子器, 黑色, 有孔口, 呈球形或近球形(图 2I)。之后, 此接种发病茶叶经再分离、再纯化获得的菌株与原接种的菌株形态特征及菌落特点一致, 获得了相同的病原菌, 符合柯赫氏法则。上述结果证明, 原接种的菌株为茶赤叶斑病的致病菌, 我们将其命名为 CCYB1。

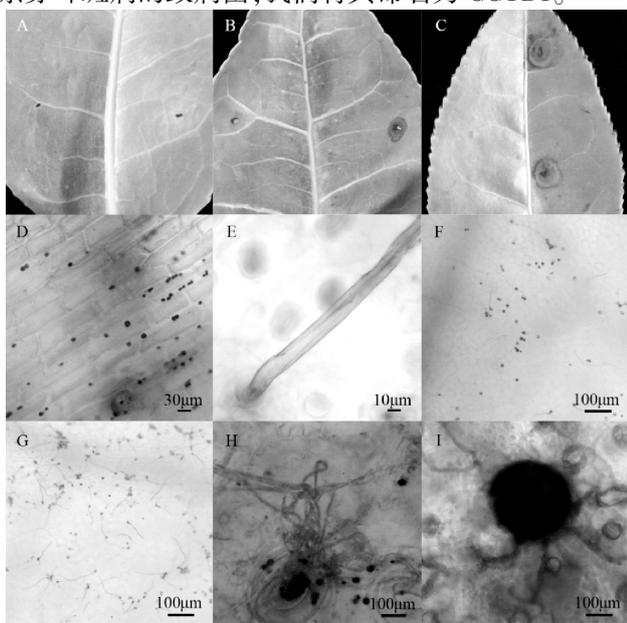


图 2 接种病原菌叶片表型

Figure 2 The symptoms of CCYB1 on the inoculated leaves

A: 对照, 无菌水接种; B: 接种后 3 天; C: 接种后 10 天;
D、E、F: 接种后 3 天叶片 Typan blue 染色;
G、H: 接种后 10 天叶片 Typan blue 染色; I: 分生孢子器

2.3 病原菌的培养性状与形态特征

将茶赤叶斑病菌 CCYB1 在不同培养基上进行划线培养, 如表 1 所示培养 3 d 后观察到病菌在涂抹了 100 μL 茶汁液的培养基上生长情况较好, 培养基孢子萌发率为 50%, 而无涂抹的培养基孢子萌发率为 0。结果表明, 涂抹茶汁液更易于茶赤叶斑病菌孢子的萌发。

表 1 茶汁对 CCYB1 病原菌的孢子萌发的影响

Table 1 Effect of tea juice on spore germination of CCYB1

培养基	涂抹茶汁液 (μL)	平板个数	生长良好平板个数	萌发率(%)
PDA 茶汁培养基	100	6	3	50
PDA 培养基	0	5	0	0

将菌株 CCYB1 纯化后的孢子在 PDA 茶汁培养基上 25℃ 恒温培养 5 d 即长满直径为 90 mm 的培养皿。菌丝生长初期为白色绒状, 产孢后逐渐变黑(图 3A); 生长后期平板菌落整体呈黑褐色, 边缘有白色菌丝体(图 3B), 菌落反面为黄色(图 3C)。将菌体制片, 在显微镜下观察孢子的形态, 发现分生孢子呈红褐色至褐黑色, 单胞, 呈圆形或椭圆形, 两端内凹, 且孢子四周光滑或稍粗糙(图 3D)。

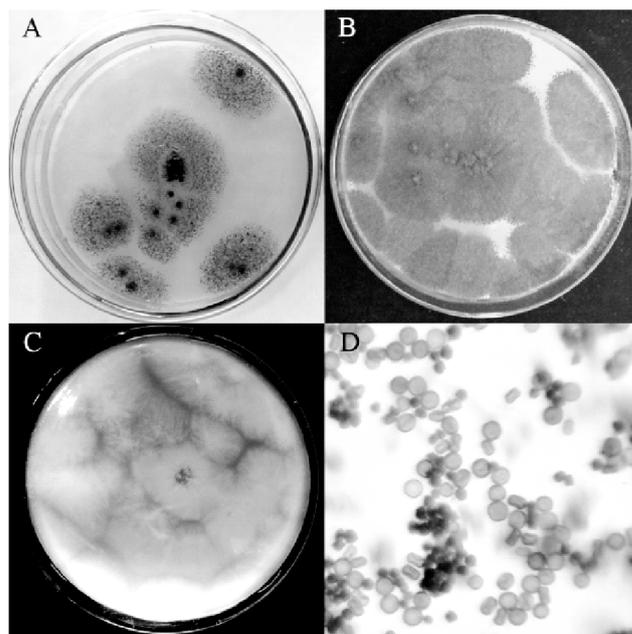


图 3 CCYB1 在生长情况和分生孢子形态

Figure 3 The culture characteristics and morphology of CCYB1

A: 菌丝生长初期; B: 菌丝生长后期;
C: 菌丝生长后期背面; D: 分生孢子

2.4 病原菌的分子鉴定

通过对病原菌 CCYB1 的 rDNA-ITS 基因片段进行 PCR 扩增, 获得一段 603 bp 片段(图 4)。将测序得到的序列提交到 GenBank(登录号: MG279093)。利用 BLAST 进行同源性比较, 结果显示分离的病原菌与塔宾曲霉(*Aspergillus tubingensis*)的相似度达 100%。构

建系统发育树显示(图 5),分离的病原菌与 *Aspergillus tubingensis* (KT803072.1、KP994290.1、KF434096.1、KF434094.1、KF434093.1)聚在同一分支。再根据之前所观察的 CCYB1 菌落特征,查询中国微生物与病毒主题数据库,发现与数据库中塔宾曲霉相关特征吻合。综合上述病原菌的形态特征和分子鉴定结果,最终确认 CCYB1 是塔宾曲霉。

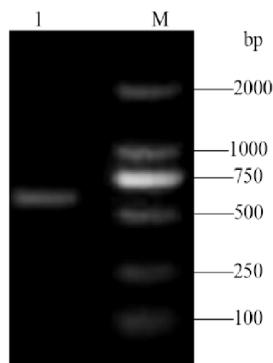


图 4 CCYB1 病原菌 rDNA-ITS 的 PCR 扩增

Figure 4 PCR amplification of rDNA-ITS of CCYB1

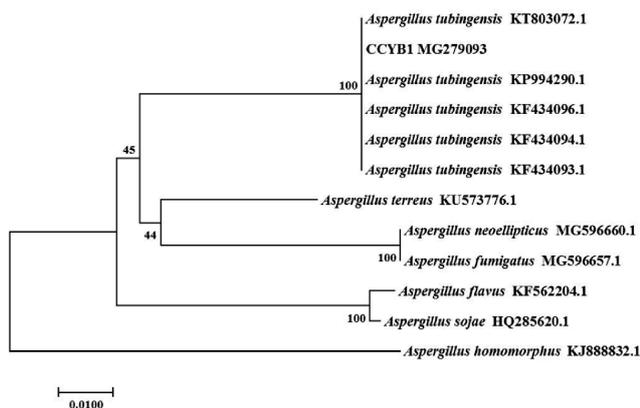


图 5 N-J 算法构建进化树

Figure 5 Neighbor-joining phylogenetic tree based on rDNA-ITS gene sequences

3 结论与讨论

国内外关于茶赤叶斑病的研究较少,我国的报道主要侧重于病害的发生规律、病害与叶片结构的关系以及病害防治方法,未见有涉及病原菌鉴定的详细资料。茶赤叶斑病已报道的致病菌为茶生叶点霉(*Phyllosticta theicola*),属半知菌亚门真菌^[3]。

本研究分离纯化的 CCYB1,通过致病性测定和 rDNA-ITS 序列的比对分析,发现作为茶赤叶斑病致

病菌的 CCYB1 是塔宾曲霉 (*Aspergillus tubingensis*)。塔宾曲霉属半知菌亚门,半知菌纲,壳霉目,杯霉科,菌落在 25~37 °C 均可生长。我们所发现的 CCYB1 特征是具有黑褐色菌落,较长的分生孢梗柄和较小的分生孢子,分生孢子呈红褐色至褐黑色,近球形,表面稍粗糙,上述特征与中国微生物与病毒主题数据库内的描述一致。

之前的研究尚未发现自然状况下塔宾曲霉危害茶叶的现象。本研究中的塔宾曲霉 CCYB1 经离体叶片针刺法接种致病菌,发现 CCYB1 可以侵染武夷岩茶水仙叶片,产生的赤褐色病斑,与田间茶赤叶斑病发病类似。2017 年有报道发现,塔宾曲霉能够使小桐子染上叶斑病,同时还发现对环境的适应力可能与寄主小桐子的生长环境以及叶片的生理生化性质有关^[10]。塔宾曲霉 CCYB1 的发现,为深入研究茶赤叶斑病的致病机理研究和田间防治提供了理论参考。

以往的研究还发现,塔宾曲霉能够对环境中一定浓度的 Pb²⁺ 起到固定作用^[11];能够通过优化发酵条件,对类黑精和蜜糖酒精废水有一定的脱色作用^[12];对聚氨基甲酸酯具有生物降解作用^[13]。结合上述研究,塔宾曲霉 CCYB1 在工业生产和废弃物循环利用方面具有实际应用的可能性,为今后环境治理提供了更多的菌种选择。

参考文献:

- [1] 杨丽丽. 茶树品种对茶赤叶斑病和茶尺蠖抗性机制的初步研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2009.
- [2] 高旭晖,郭胜好. 茶赤叶斑病的发生规律[J]. 植物保护学报, 1999,26(2):133-136
- [3] 杨丽丽,孙钦玉,杨云秋,等. 不同茶树品种对茶赤叶斑病抗性的初步鉴定[J]. 茶业通报, 2009, 31(4):154-155.
- [4] 张小芳,付丽娜,李雪,等. 中华常春藤细菌性叶斑病病原菌的鉴定[J]. 植物病理学报, 2016, 46(5):584-590.
- [5] 陈玉森,刘伟,叶乃兴,等. 茶轮斑病菌与灰斑病菌的特性比较及致病观察[J]. 茶叶科学,2009,29(6):449-455.
- [6] 韦洁玲,黄丽丽,郜佐鹏,等. 苹果树腐烂病室内快速评价方法的研究[J]. 植物病理学报, 2010, 40(1):14-20.
- [7] 高旭晖. 茶赤叶斑病与叶片结构及空间位置的关系[J]. 茶叶科学,1997,17(1):21-26.
- [8] FRYE C A, TANG D, INNES R W. Negative regulation of

- defense responses in plants by a conserved MAPKK kinase [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2001, 98(1):373-378.
- [9] 杨耀军,李复春,金汉娥,等. 茶园主要病害调查及综合防治措施探讨[J]. 湖北植保, 2013(4):19-20.
- [10] 高源,周春香,杨丽芬,等. 小桐子叶斑病菌塔宾曲霉的生物学特性研究[J]. 云南农业大学学报, 2017, 32(4):600-605.
- [11] 吴津,郝瑞霞,鲁安怀,等. 塔宾曲霉的生物学特征及其对环境中 Pb²⁺的固定作用研究 [J]. 环境科学学报,2015,35(1):144-151.
- [12] 蓝丽娜,唐爱星,覃益民,等. 塔宾曲霉 F12 对类黑精及糖蜜酒精废水的脱色机理[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2014(3):570-577.
- [13] KHAN S, NADIR S, SHAH Z U, et al. Biodegradation of polyester polyurethane by *Aspergillus tubingensis* [J]. Environmental Pollution, 2017, 225(1):469.

(责任编辑:华伟平)

Identification of the Red Leaf Spot Disease Pathogen in Wuyi Rock Tea

WU Guangheng^{1,2}, WANG Dongxiao¹, FU Xianyu³,
ZHAO Jiaru¹, NIE Yunchun¹, LI Guoping^{1,2}

(1. School of Ecological and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, Wuyishan, Fujian 354300;

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

Abstract: In the summer of 2017, symptoms of a suspected red leaf spot were observed on the leaves of Wuyi rock tea plants in Wuyi University, Fujian province. The pathogen isolated from the leaves of Shuixian could induce the typical phenotype of tea red leaf spot by inoculating the isolated leaves. Morphological observation showed that the pathogen CCYB1 was a fungus, the initial hyphae was white, and the plate was black-brown after sporulation; the spores were reddish-brown to black-brown, and the surface was slightly rough. The rDNA-ITS sequencing results of pathogenic strain CCYB1 were analyzed by Blast and constructed Phylogenetic tree. The pathogen was found to belong to the same family as *Aspergillus tubingensis*. In conclusion, the fungus CCYB1 isolated from Shuixian is *Aspergillus tabinensis*, which can cause red leaf spot of Wuyi rock tea.

Key words: red leaf spot disease; Wuyi rock tea; pathogen; *aspergillus tubingensis*

武夷山地区茶园土壤硒、钼元素形态与 茶叶中累积特征

廖树彩

(1. 武夷山星村中学, 福建 武夷山 354300; 2. 福建省生态产业绿色技术重点实验室, 福建 武夷山 354300)

摘要: 硒(Se)、钼(Mo)是人体必需微量元素,为研究武夷山茶园土壤和茶叶硒、钼含量及其形态组成与有效性,采集了武夷山19个代表性茶园土壤和茶叶样品,并测试土壤硒、钼含量与形态以及茶叶中两种元素的含量。分析结果显示,茶园土壤硒含量均值为 $0.521 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,其中有机结合态含量占总量近75%,生物可利用性系数均值为2.30%,富集系数均值为0.281。土壤钼含量均值为 $1.900 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,以残渣形态为主,占总量超过71%,生物可利用性系数为4.88%,富集系数为0.035。茶园鲜叶中硒均值为 $0.126 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,钼为 $0.065 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,局部区域缺钼现象较严重,建议追施钼肥。

关键词: 茶园土壤; 硒; 钼; 形态; 武夷山

中图分类号: S153 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0013-04

硒、钼是人体的必需营养元素,硒可有效预防克山病和大骨节病^[1],钼可有效防止龋齿,促进铁元素在机体中的新陈代谢,保护心肌和利于预防贫血、癌症等^[2,3]。然而,我国大面积土壤中硒、钼元素普遍匮乏^[4,5]。茶树具有较强富集硒的能力^[6],但硒是否为茶树的必需元素至今仍存在争议^[7]。钼是茶树生长发育必需的矿质营养元素,其含量直接影响茶树的产量与品质^[8]。

近年来,国内外学者对茶园土壤、茶叶中硒、钼含量及其对茶叶品质影响等方面作了一定量的研究^[1,6]。但武夷山作为我国红茶和乌龙茶的发源地,有关该茶区土壤与茶叶硒、钼含量,土壤硒、钼形态组成与生物可利用性的研究却鲜见报道。考虑到硒、钼对茶树的重要性和武夷茶区有关研究的贫乏,文中研究武夷山茶区土壤和茶叶硒、钼含量,土壤化学形态组成与可利用性,这对促进武夷山茶园的经营管理,提高茶叶产量和品质提供了重要理论依据,具有一定的实践意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

武夷山市位于武夷山脉北段,属亚热带地区典型的亚热带季风气候,全境总面积 $2\,798 \text{ km}^2$ 。经济作物主要有水稻、茶叶、毛竹等。其中茶叶为当地传统农业主导产业之一,且产茶历史悠久,品种多样化。截至2014年,茶园种植面积十余万亩,茶叶总产量达 $7\,800 \text{ t}$,总产值15.8万亿元。

1.2 采样与分析方法

于2015年5月上旬,采集武夷山19个代表性茶园土壤样品,样点主要分布在桐木关保护区,九曲溪保护区和风景区(图1)。在茶园样地按蛇形布点法,在各点处取0~20 cm的表层土壤1~2 kg,混合成1个样点。土壤样品带回室内,拣去石砾、植物根系和碎屑,在室内通风处风干,并按四分法进行缩分、碾磨过100目尼龙筛,备用。元素硒用XGY1011型原子荧光光谱仪(AFS)测定,钼以IRIS Advantage等离子体发射光谱仪(ICP-OES)测定。硒、钼形态划分方法采用中国地质调查局地质调查技术标准—生态地球化学评价样品分析技术要求(DD2005-03)进行,将形态划分为7

收稿日期:2018-07-10

基金项目:武夷学院科研基金项目(XD201702)。

作者简介:廖树彩(1974-),女,汉族,中学一级教师,主要从事中学生物教学与研究。

种,水溶态、离子交换态、碳酸盐结合态、弱有机结合态(腐殖酸态)、铁锰氧化物结合态、强有机结合态和残渣态,该方法今年来在我国已经得到较广的应用^[89]。pH值的测定采用酸度计(固:水=1:50);有机质(TOC)采用重铬酸钾容量法。实验控制加标回收率的范围为90%~110%。



图1 武夷山茶园土壤采样点分布

Figure 1 Distribution of tea garden soil sampling sites in Wuyishan city

2 结果与分析

2.1 茶园土壤重金属含量

经分析测试所得,武夷山茶园土壤pH值范围为4.21~5.78,呈酸性。由于茶树是喜酸性植物,酸度对植物吸收土壤矿质元素产生的影响显著^[7]。已有研究表明,当pH值为4.5~5.5之间生长最佳^[10];低于4.0时,茶树的生长受到抑制;高于6.5时,茶树生长缓慢;高于7.0时甚至可能导致茶树的死亡^[11,12]。因此,该茶区土壤酸度适宜茶树生长。有机质范围为28.69~65.10 g/kg,对照土壤有机质水平等级划分的情况(有机质含量大于20~30为中等水平;30~40为高等水平;>40为极高水平)^[13],该茶区茶园土壤有机质达到了中、高水平。

表1所示,武夷山茶园土壤硒元素含量范围为0.225~0.922 mg·kg⁻¹,平均含量为0.521 mg·kg⁻¹,略低于福建省土壤平均含量水平(0.551 mg·kg⁻¹)^[14],但明显高于全国土壤平均水平(0.216 mg·kg⁻¹)^[15]。有资料显示,当茶园土壤达到0.4 mg·kg⁻¹时,为富硒土壤^[6]。可见,武夷山部分茶园土壤已达到富硒土壤水平。土壤钼元素含量在0.805~5.774 mg·kg⁻¹范围,平均

值为1.900 mg·kg⁻¹;明显低于福建省土壤中钼的均值(5.14 mg·kg⁻¹)^[14],但高于全国土壤中钼的均值(1.20 mg·kg⁻¹)^[15]。这与研究区域地壳岩类最为发育的是花岗岩且其分布面积广的地质背景有关。

表1 武夷山茶园土壤硒、钼含量 (mg·kg⁻¹)

Table 1 The total amount of Se and Mo in tea garden

soil in Wuyishan (mg·kg⁻¹)

项目	范围	均值	标准差	变异系数%
硒	0.225~0.922	0.521	0.174	0.33
钼	0.805~5.774	1.900	1.25	0.66

2.2 茶园土壤硒、钼形态分布

如图1所示,武夷山茶园土壤硒元素各形态均值含量分布情况为腐殖酸态>强有机态>残渣态>碳酸盐态>离子交换态>水溶态>铁锰氧化态。其中腐殖酸态含量为0.171 mg·kg⁻¹,占总量的37.71%;强有机态含量为0.168 mg·kg⁻¹,占总量的37.03%。因此,有机态为优势形态,两种形态总和占全部形态总量近75%,且两种有机态所占的总量比值相当。

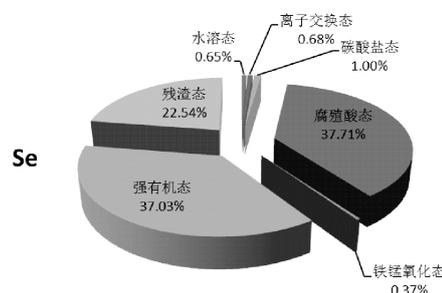


图2 武夷山茶园土壤硒元素形态分布

Figure 2 Speciation of Se in tea garden soil in Wuyishan

武夷山茶园土壤钼元素各形态含量分布情况见图2,具体为残渣态>腐殖酸态>强有机态>铁锰氧化态>碳酸盐态>离子交换态>水溶态。其中,残渣态含量为1.212 mg·kg⁻¹,占总量的71.01%。可见,该茶区土壤钼以残渣态为主,均值占总量的百分比超过71%。

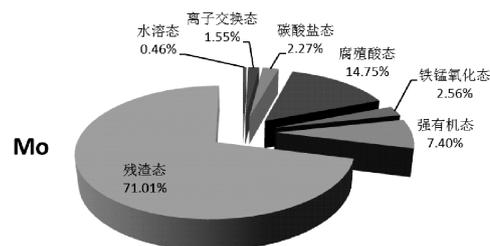


图3 武夷山茶园土壤钼元素形态分布

Figure 3 Speciation of Mo in tea garden soil in Wuyishan

2.3 茶园土壤硒、钼形态有效性

生物有效性,即生物能直接或较直接利用的土壤重金属形态(水溶态、离子交换态、碳酸盐态)含量与全量的比值^[8,9],用生物可利用性系数 K 来描述: $K=(\text{水溶态}+\text{离子交换态}+\text{碳酸盐态})/\text{土壤全量}$ ^[9]。由此计算出武夷茶区土壤硒元素的生物可利用性系数平均为 2.30%,钼元素的生物可利用性系数平均为 4.88%,见图 3。可见,硒元素的生物可利用性系数明显低于钼元素。

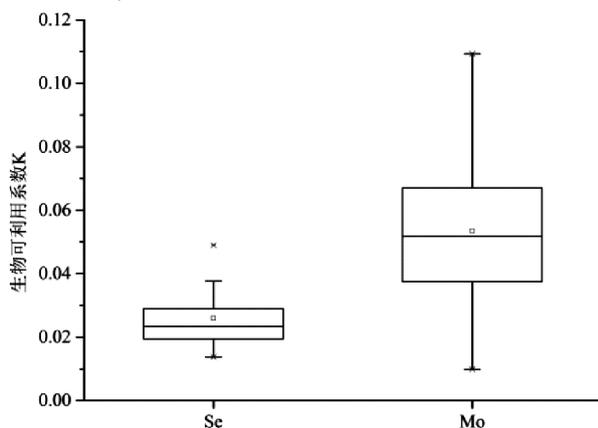


图 4 武夷山茶园土壤生物有效性分析

Figure 4 Soil bioavailability of tea garden in Wuyishan

2.4 茶叶硒、钼含量

经测试得出,武夷山茶园鲜叶中硒元素含量在 0.088~0.239 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间,平均水平达到 0.126 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。据报道,茶叶一般硒含量为 0.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,高硒区茶叶硒元素的含量约 1.49 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,最高可达 6.59 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ^[16]。因此,武夷山茶叶含硒量只达到了一般水平,与高硒区茶叶含硒量相比明显偏低。

武夷山茶园鲜叶中钼元素含量在 0.017~0.323 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 之间,均值为 0.065 mg/kg ,其中 80%以上的样点中鲜叶钼含量低于 0.100 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。据有关研究表明,茶树新梢中钼含量低于 0.100 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,茶树会显现出缺钼的症状,而高于 5.000 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时属于钼元素过量^[16]。可见武夷山茶园鲜叶钼元素在局部区域颇为匮乏,建议采取相应的施肥措施。

2.5 茶叶对土壤硒、钼富集能力

富集系数指植物体内元素的含量和土壤中对元素含量比值,可以评价农作物将土壤中某种元素吸收到自身体内能力的指标,富集系数越大,说明其吸收能力越强^[17]。表 2 所示,该茶区硒元素的富集系数在 0.142~0.641 之间,平均为 0.281;钼元素的富集系数在

0.014~0.155 之间,平均为 0.035。与上文两元素在土壤的生物可利用系数 K 值比较,土壤硒元素的生物可利用性系数虽然明显低于钼元素,但硒元素的富集系数却明显大于钼元素,这恰好说明了茶树具有较强的天然富集硒的能力,与相关研究一致^[6,7]。而植物对钼的富集性较弱,也是钼相对贫乏的原因之一^[12,16]。

表 2 武夷山市茶叶硒、钼元素富集系数

Table 2 Se and Mo enrichment factors of tea in Wuyishan

富集系数	硒	钼
最小值	0.142	0.014
最大值	0.641	0.155
均值	0.281	0.035

3 结论与建议

武夷山茶园土壤酸度适宜茶树生长,土壤肥力较高。土壤硒均值为 0.520 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 其中部分已达到富硒土壤水平。钼均值为 1.900 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;明显低于福建省土壤中钼的均值含量。茶园鲜叶中硒的均值达到 0.126 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,为一般水平。茶叶钼元素含量均值为 0.065 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,其中 80%以上的样点属于缺钼的水平,缺钼现象较严重。

武夷山茶园土壤形态和有效性分析得出,土壤硒元素以腐殖酸态和强有机态为明显优势形态,两种形态总和占总量近 75%。土壤钼以残渣态为主,均值占总量的百分比超过 71%。此外,土壤硒的生物可利用性系数 (2.30%) 明显低于钼 (4.88%),但硒富集系数 (0.281) 却明显大于钼 (0.035),这恰好说明了茶树具有较强的天然富集硒的能力,而植物对钼的富集性较弱,也是钼相对贫乏的原因之一。由于钼属于植物体必需营养元素,缺钼会影响茶树对氮的富集能力,影响茶叶蛋白质、氨基酸等含量,还会影响茶汤的口感和茶叶品质^[20]。因此,鉴于武夷山茶园鲜叶钼元素极为匮乏,且富集钼能力较弱,建议追加钼肥的配施,采取有效措施提高土壤钼含量或活性态组分,从而进一步提高茶叶产量和品质。

参考文献:

- [1] 贾朝佩, 周俊, 朱江. 我国主要富硒茶的增硒途径与开发前景[J]. 茶叶通报, 2010, 32(2): 81-84.
- [2] ZHANG M, HU CX, ZHAO XH, et al. Impact of molybdenum on Chinese cabbage response to selenium in solution culture[J]. Soil Sci. Plant Nutr., 2012, 58(5): 595-603.
- [3] 张木, 胡承孝, 赵小虎, 等. 钼硒互作对小白菜产量及营养品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(3): 72-76.
- [4] 马立峰, 石元值, 韩文炎, 等. 浙江省部茶园土壤钼含量状况及影响因素研究[J]. 土壤肥料, 2005, (4): 33-35.
- [5] 宋兴洪. 茶园根外追肥施钼技术 [J]. 四川农业科技, 1991, (5):26-27.
- [6] 沈慧芳, 杨波, 方克明, 等. 江西浮梁茶园土壤硒与茶叶硒富集能力的研究[J]. 上海农业学报, 2015, 31(1): 59-62.
- [7] 于振, 李建科, 黄瑞蕊, 等. 陕西汉阴茶园土壤硒含量及茶叶硒富集能力[J]. 食品科学技术学报, 2013, 31(4): 15-18.
- [8] 陈岩, 季宏兵, 朱先芳, 等. 北京市得田沟金矿和崎峰茶金矿周边土壤重金属形态分析和潜在风险评价[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(11): 2142-2151.
- [9] 王勤锋, 解启来, 杨彬, 等. 硒的土壤化学特性及有效性研究进展[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2011, 37(4): 220-224.
- [10] 廖万有. 我国茶园土壤的酸化及防治 [J]. 农业环境保护, 1998, 17(4): 178-180.
- [11] 赖飞, 张宝林, 杨清, 等. 凤冈县茶园土壤 pH 值变异特征及调控对策[J]. 农技服务, 2012, 29(5): 570-571.
- [12] 马立峰. 重视茶园土壤的极速酸化和改良 [J]. 中国茶叶, 2001, 23(4): 30-31.
- [13] 唐剑锋, 胡孔峰, 尹健, 等. 信阳市茶园土壤有机质和速效氮磷钾的分布[J]. 河南农业科学, 2007(5): 81-84.
- [14] 陈振金, 陈春秀, 刘用清, 等. 福建省土壤环境背景值研究[J]. 环境科学, 1992, 13(4): 70-75.
- [15] 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [16] 黄小东, 姚乃华, 金星耀. 关于茶树硼、钼营养的几个问题 [J]. 茶叶通报, 1989(3): 30-31.
- [17] 叶宏萌, 李国平, 袁旭音, 等. 武夷山市区土壤重金属积累及种阔叶树富集特征 [J]. 热带作物学报, 2016, 37(3): 466-469.
- [18] 张木, 胡承孝, 孙学成, 等. 钼硒配施对小白菜钼硒形态及硒价态的影响[J]. 土壤, 2014, 46(5): 894-900.

(责任编辑: 华伟平)

Distribution Characteristics Selenium, Molybdenum in Tea Garden Soils and Bioaccumulation in Tea Leaves of Wuyishan Area

LIAO Shucui^{1,2}

(1. Xingcun Middle School of Wuyishan, Wuyishan, Fujian 354300;

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-industrial Green Technology, Wuyishan 354300)

Abstract: Selenium (Se) and molybdenum (Mo) are both essential trace elements for human body. Total contents, chemical forms and bioavailability to tea leaf of Se, Mo element in soils and total contents of tea leaf from 19 tea gardens of Wuyishan city are studied. Analysis shows that, the average content of Se in soil is $0.520 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, and species distribution is strongly bound to organic matter > weakly bound to organic matter > residual > carbonate > ion exchangeable > water soluble > Fe/Mn oxide bound, and the content of bound to organic matter is nearly 75% of total contents. The average biological availability coefficient of Se was 2.30% in soil, and the mean value of enrichment coefficient is 0.281. The average content of Mo in soil is $1.900 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, and species distribution is residual > weakly bound to organic matter > strongly bound to organic matter > Fe/Mn oxide bound > carbonate > ion exchangeable > water soluble, and the residual content is more than 71% of total contents. The average biological availability coefficient of Mo was 2.30% in soil, and the mean value of enrichment coefficient is 0.281. The average Se, Mo contents of fresh tea leaves is $0.126 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0.065 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, respectively. We should increase topdressing Mo fertilizer for its more serious deficiency phenomenon in some area.

Key words: tea garden soils; selenium; molybdenum; speciation; Wuyishan

武夷岩茶副产品黄片再加工工艺优化

石玉涛¹, 李照莹¹, 周巧芳², 郑淑琳¹

(1. 武夷学院 茶与食品学院, 中国乌龙茶产业协同创新中心, 福建 武夷山 354300;

2. 霞浦县茶叶技术推广站, 福建 霞浦 355100)

摘要:为提高武夷岩茶副产品黄片的利用价值,以武夷水仙黄片为研究对象,采用蒸软—揉捻—干燥—烘焙工艺进行再加工处理,以蒸软时间、揉捻时间、烘焙时间为考察因素,通过单因素试验及正交试验优化再加工工艺。根据生化成分测定和感官审评结果,水仙黄片再加工处理的最佳工艺参数为:蒸软 40 min,揉捻 10 min,烘焙 3 h。再加工后的水仙黄片产品,外形条索较为紧结,香气持久,汤色橙黄明亮,滋味醇厚,感官品质显著提高,主要内含生化成分含量比例更加协调。

关键词:武夷岩茶;副产品;再加工;生化成分;感官品质

中图分类号:S571.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0017-05

武夷岩茶加工时,在揉捻过程中不成条索的部分,因条索疏松、粗大,在毛茶筛选拣剔工序中拣剔出来的副产品,俗称为“黄片”^[1]。据调查,黄片及其他夹杂物等副产品约占毛茶总量的 20%~30%。黄片因外形和内含物质比例欠佳,口感、香气差,一般低价批量出售或覆盖茶树行间作为肥料,利用率低下^[2]。如何使茶叶副产品变废为宝,已引起学者的关注^[3-7]。黄片的鲜叶原料品质与精茶原料品质一致,原料产地(山场)较好的黄片,如正岩和半岩产区的黄片等副产品,虽外形不佳,但泡饮后口感醇厚,持久耐泡。通过再加工工艺改变其粗松的外形,促使内含物质发生转化、比例进一步协调,使其成为可销售的泡饮产品,可大大提高武夷岩茶副产品的利用价值。以武夷岩茶水仙黄片为原料,采用单因素试验及正交试验优化武夷岩茶

黄片再加工工艺,为武夷岩茶副产品的再加工利用和综合价值的提高提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为武夷岩茶水仙黄片和精茶,由武夷山市岩皇茶厂提供。茛三酮、氯化亚锡、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、酒石酸钾钠、硫酸亚铁、三氯化铝均为分析纯,购自中国医药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验设备

粉碎机(FZ-102型,天津市泰斯特仪器有限公司)、茶叶烘焙机(RXF-30型,广东省饶平特力烘干机厂)、电子天平(GK系列型,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司)、数显恒温水浴锅(HH-4型,国华电器有限公司)、分光光度计(V-11000型,上海美谱达仪器有限公司)。

1.3 试验方法

黄片均匀混合后,按蒸软—揉捻—干燥—烘焙的工艺流程进行再加工。采用蒸锅蒸软,温度 100 ℃,时间 10~50 min。揉捻采用手工揉捻,时间 5~25 min。干燥温度 90 ℃,时间 30 min。烘焙采用茶叶烘焙机,温

收稿日期:2018-07-15

基金项目:福建省教育厅科技项目(JK2013055);福建省大学生创新创业训练计划项目(Sj201210397750);中国乌龙茶产业协同创新中心专项(闽教科[2015]75号);大武夷茶产业技术研究院(2018N2004)。

作者简介:石玉涛(1984-),男,汉族,讲师,主要从事茶叶加工与品质化学的研究。

度 110 ℃,时间 2 ~6 h。

1.3.1 单因素试验

设蒸软时间 10、20、30、40、50 min 5 个处理,控制温度 100 ℃; 设揉捻时间 5、10、15、20、25 min 5 个处理; 设烘焙时间 2、3、4、5、6 h 5 个处理,控制温度 110 ℃,每个处理设 3 次重复,其他条件同上。

1.3.2 正交试验设计

根据单因素试验结果,采用三因素三水平正交设计(表 1),优化蒸软时间、揉捻时间、烘焙时间参数。

表 1 正交试验因素水平编码表

Table 1 Design of orthogonal experiments

处理	蒸软时间/min	揉捻时间/min	烘焙时间/h
a	20	5	3
b	20	10	4
c	20	15	5
d	30	5	4
e	30	10	5
f	30	15	3
g	40	5	5
h	40	10	3
i	40	15	4

1.3.3 测定方法

(1)生化成分测定。水浸出物含量测定参照 GB/T 8305—2002; 茶多酚含量测定采用酒石酸亚铁比色法; 游离氨基酸含量测定采用茚三酮试剂比色法^[8]。

(2)感官品质分析。根据 GB/T 23776—2009 中乌龙茶审评方法,采用百分加权评分法,其权重按照外形、汤色、香气、滋味、叶底分别为 20%、5%、30%、35%、10%进行^[9]。

1.4 数据分析处理

采用 Excel 进行数据汇总、整理。利用 SPSS 进行单因素方差分析,组间比较采用 Duncan 检验法。

2 结果与分析

2.1 水仙黄片与精茶生化成分测定

主要生化成分测定结果表明(表 2),水仙黄片与水仙精茶中茶多酚、游离氨基酸和水浸出物含量无显著差异,主要品质成分含量接近。

表 2 水仙精茶、水仙黄片主要生化成分含量

Table 2 The contents of main biochemical composition in tea samples

样品	茶多酚/%	游离氨基酸/%	水浸出物/%
水仙精茶	(26.53±0.17)aA	(2.21±0.06)aA	(36.16±1.00)aA
水仙黄片	(25.73±1.07)aA	(2.04±0.07)aA	(35.29±0.30)aA

注:表中同列数据后标不同大写字母表示 0.01 差异显著水平,不同小写字母表示 0.05 差异显著水平。

2.2 单因素试验结果分析

蒸软时间对茶多酚、游离氨基酸和水浸出物含量有显著影响,随着蒸软时间的延长,三者含量呈先升后降的趋势。茶多酚含量在蒸软 20 min 时最高,游离氨基酸和水浸出物含量在蒸软 30 min 时最高(表 3)。揉捻时间对茶多酚、游离氨基酸和水浸出物含量有显著影响,随着蒸软时间的延长,三者含量呈先上升后下降趋势。揉捻 10 min 时,茶多酚、游离氨基酸和水浸出物含量最高(表 4)。烘焙时间对茶多酚、氨基酸和水浸出物含量有显著的影响,随着烘焙时间的延长,三者含量呈先升高后下降的趋势,茶多酚、游离氨基酸含量在烘焙 4 h 时含量最高。烘焙使茶中可溶性物质不断分解出来,水浸出物在烘焙 5 h 时含量最高(表 5)。

表 3 不同蒸软时间处理主要生化成分含量

Table 3 The contents of main biochemical components in tea samples with different steaming time

处理/min	茶多酚/%	游离氨基酸/%	水浸出物/%
10	(21.75±0.10)aAB	(2.66±0.13)aAB	(35.78±0.28)aA
20	(23.36±0.15)bC	(2.62±0.53)aAB	(36.43±0.21)bB
30	(21.18±0.30)cA	(2.75±0.2)4aA	(37.11±1.05)cC
40	(22.04±0.33)aB	(2.41±0.81)bB	(35.91±1.02)aA
50	(20.17±0.39)dD	(2.50±0.12)bB	(35.11±0.97)dD

注:表中同列数据后标不同大写字母表示 0.01 差异显著水平,不同小写字母表示 0.05 差异显著水平。

表 4 不同揉捻时间处理主要生化成分含量

Table 4 The contents of main biochemical components in tea samples with different rolling time

处理/min	茶多酚/%	游离氨基酸/%	水浸出物/%
5	(22.89±0.34) _{acABC}	(2.43±0.19) _{Bb}	(36.39±0.64) _{bB}
10	(23.42±0.39) _{bC}	(2.58±0.17) _{aA}	(37.03±0.31) _{aA}
15	(23.20±0.14) _{bBC}	(2.46±0.74) _{bB}	(36.22±1.97) _{bcBC}
20	(22.70±0.26) _{adAB}	(2.42±0.49) _{bB}	(34.95±1.83) _{cC}
25	(22.44±0.12) _{dA}	(2.37±0.35) _{bB}	(35.94±0.46) _{dD}

注:表中同列数据后标不同大写字母表示 0.01 差异显著水平,不同小写字母表示 0.05 差异显著水平。

表 5 不同烘焙时间处理主要生化成分含量

Table 5 The contents of main biochemical components in tea samples with different baking time

处理/h	茶多酚/%	游离氨基酸/%	水浸出物/%
2	(22.32±0.16) _{bcAB}	(2.24±0.43) _{bA}	(35.53±0.63) _{aA}
3	(22.54±0.18) _{abAB}	(2.34±0.42) _{abA}	(36.23±0.53) _{bB}
4	(22.95±0.32) _{aA}	(2.38±0.50) _{aA}	(36.50±1.87) _{bB}
5	(22.18±0.22) _{cB}	(2.08±0.64) _{cB}	(37.49±0.08) _{cC}
6	(21.53±0.36) _{dC}	(2.04±0.15) _{cB}	(36.45±0.42) _{bB}

注:表中同列数据后标不同大写字母表示 0.01 差异显著水平,不同小写字母表示 0.05 差异显著水平。

2.3 正交试验结果分析

2.3.1 正交试验主要生化成分测定

茶多酚是茶汤中苦涩味的呈味物质,茶叶加工过程中,多酚类物质被部分氧化、聚合、降解及转化,形成滋味醇爽的品质特点,多酚类保留过多或氧化产物过量积累都可导致风味的散失^[10]。正交试验样品生化成分含量测定结果表明(表 6):再加工处理各因素对茶多酚含量影响的主次因素依次为烘焙>蒸软>揉捻。随着烘焙时间的延长,茶多酚含量呈先降后升的趋势,在烘焙 4 h 时含量最低;随蒸软时间的延长,茶多酚含量呈现先升后降的趋势,在蒸软 40 min 时含量最低,茶多酚含量在揉捻 10 min 时含量最低。氨基酸为水溶性物质,是茶汤鲜爽滋味的主要来源,同时对茶叶香气形成具有重要作用^[11]。再加工处理各因素对

游离氨基酸含量的影响依次揉捻>烘焙>蒸软,其含量在揉捻 10 min 时含量最高,而且随着烘焙时间的延长而下降,在烘焙 3 h 时含量最高,在蒸软 40 min 时含量最高。水浸出物是茶叶中的水溶性物质的总和,其含量多少反映茶汤厚薄和浓淡,与茶叶品质呈正相关^[11]。再加工处理各因素对水浸出物含量的影响依次为蒸软>烘焙>揉捻,水浸出物含量随着蒸软时间和揉捻的延长而增加,分别在蒸软 40 min、揉捻 10 min 时含量最高,水浸出物含量随烘焙时间的延长而升高,在烘焙 5 h 时含量最高。

表 6 正交试验茶样主要生化成分含量测定结果及直观分析

Table 6 Results of orthogonal experiments

生化成分	试验因素	蒸软时间/min	揉捻时间/min	烘焙时间/h
茶多酚/%	K_1	25.19	25.35	26.02
	K_2	25.71	25.26	24.83
	K_3	25.18	25.47	25.22
	R	0.53	0.21	1.19
	游离氨基酸/%	K_1	2.38	2.49
K_2		2.45	2.56	2.38
K_3		2.52	2.30	2.39
R		0.14	0.26	0.20
水浸出物/%		K_1	37.59	37.50
	K_2	37.28	37.91	37.87
	K_3	38.33	37.68	38.18
	R	1.05	0.41	1.04

注: K_1 、 K_2 、 K_3 表示各组因素每种水平的平均值,R 表示极差。

2.3.2 正交试验感官审评结果

再加工处理各因素对感官品质的影响依次为蒸软>揉捻>烘焙(表 7)。随着蒸软时间的延长,茶叶条索更易成型,蒸软 40 min 的样品条索最紧结,滋味最浓。揉捻 10 min、15 min 时,条索、滋味较好。烘焙 5 h 时,茶汤颜色浅橙红,滋味醇厚。感官审评得分最高的处理组合为 h:蒸软 40 min、揉捻 10 min、烘焙 3 h,样品外形和茶汤品质总体较好。

表7 正交试验感官品质审评结果及直观分析

Table 7 Results of sensory evaluation

处理	外形/分数	香气/分数	汤色/分数	滋味/分数	叶底/分数	总分
<i>a</i>	黄褐,较粗松 77	平和 75	橙黄 76	纯正 75	黄张 75	75.45
<i>b</i>	黄褐,较粗松 78	平和 75	橙黄 78	醇和 79	黄张 75	77.15
<i>c</i>	黄褐,较紧结 80	纯和 80	浅橙红 78	醇和 78	黄张,火味 73	78.5
<i>d</i>	黄褐,较粗松 78	较持久 82	橙黄 78	尚醇厚 80	黄张 75	79.6
<i>e</i>	黄褐,较紧结 81	较持久 82	浅橙红 79	醇和 79	黄张,火味 73	79.7
<i>f</i>	黄褐,较紧结 81	纯和 80	橙黄 79	醇厚 81	黄张 75	80
<i>g</i>	黄褐,较粗松 78	平和 76	浅橙红 80	尚醇厚 80	黄张,火味 73	77.7
<i>h</i>	黄褐,较紧结 82	较持久 79	橙黄 79	醇厚 83	黄张 75	80.6
<i>i</i>	黄褐,较紧结 82	纯和 78	橙黄 78	醇和 79	黄张 75	79.15
K_1	77.03	77.58	78.68			
K_2	79.77	79.15	78.63			
K_3	79.15	79.22	78.63			
R	2.08	1.64	1.00			

注: K_1 、 K_2 、 K_3 表示各组因素每种水平的平均值, R 表示极差。

3 结 论

武夷岩茶副产品黄片中茶多酚、游离氨基酸、水浸出物等主要生化成分含量较高,具有进行再加工的良好基础。试验在单因素考察的基础上采用正交试验对黄片的再加工工艺进行优化,采用蒸软—揉捻—烘干—烘焙工艺流程对武夷岩茶水仙黄片进行处理,综合单因素试验和正交试验结果,获得其最佳工艺参数为蒸软 40 min、揉捻 10 min、烘焙 3 h。该工艺条件处理的水仙黄片产品,外形条索较为紧结,香气持久,汤色橙黄明亮,滋味醇厚,感官品质明显提高。再加工处理促进了内含生化成分中苦涩味物质茶多酚含量降低,游离氨基酸和水浸出物含量提高,主要品质成分比例更加协调,可作为日常泡饮产品。

参考文献:

- [1] 夏涛.制茶学[M].3版.北京:中国农业出版社,2016:164.
- [2] 连清秀,连祖辉.武夷岩茶现状研究[J].农业与技术,2017,37(14):162.
- [3] 马艳凌,黄伙水.茶副产品的综合利用[J].福建茶叶,2014,36(6):35-37.
- [4] 高仁金,陈云平,张于驰,等.茶废料中茶单宁提取工艺对比研究[J].闽江学院学报,2013,3(2):34.
- [5] 吴颖,张婉婷,丁兆堂,等.茶梗多糖的提取与纯化研究[J].中国茶叶,2010(1):24-26.
- [6] 杨江帆,黄彪,王彦威.茶叶产业剩余物制备环境友好型复合功能材料的研究与开发[J].武夷学院学报,2011,4(30):2.
- [7] 马森.从武夷岩茶生产副产品中提取咖啡碱及方法的改进[J].应用科技,2011,1(1):38.
- [8] 张正竹.茶叶生物化学实验教程[M].北京:中国农业出版社,2009:35-44.

- [9] 施兆鹏.茶叶审评与检验[M].北京:中国农业出版社, 2010: 148-156.
- [10] 陈华葵,杨江帆.武夷岩茶不同岩区品质形成研究进展[J].食品安全质量检测学报,2016,7(1):257-262.
- [11] 郑淑琳,鄢行炜,李远华,等.不同人工光源萎凋对武夷岩茶品质的影响[J].现代农业科技,2017(21):256-257.

(责任编辑:叶丽娜)

Optimization of the Reprocessing Technology for Byproduct of Wuyi Rock-essence Tea

SHI Yutao¹, LI Zhaoying¹, ZHOU Qiaofang², ZHENG Shulin¹

(1. School of Tea and Food Science, Wuyi University, Collaborative Innovation Center of Chinese Oolong Tea Industry, Wuyishan, Fujian, 354300; 2. Tea Technology Promotion Station of Xiapu County, Xiapu, Fujian, 355100)

Abstract: In order to improve the comprehensive utilization value of the byproduct of Wuyi rock-essence tea, by taking the byproduct of Wuyi Shuixian as research object, adopting the reprocessing technology of steaming, rolling, dying, baking, and using time of steaming, time of rolling, time of baking as investigating factors, the optimum reprocessing technology was studied by single factor experiment and orthogonal design. The results showed that the optimum reprocessing technology was steaming time 40 min, rolling time 10 min and baking time 3 hours. After being reproduced, the cord of the tea sample was tight, the aroma was long and heavy, the color of soup was clear and orange yellow, and the taste was mellow. The sensory quality of the sample was improved obviously, and the proportion of the biochemical components was more coordinated.

Key words: Wuyi rock-essence tea; byproduct; reprocessing; biochemical components; sensory quality

不同杉木林经营模式凋落物特征比较

李俊宁

(仙游林业局, 福建 莆田 351200)

摘要:对不同杉木林经营模式和天然常绿阔叶林的凋落物量、组成及动态变化特征进行了定位研究,分析比较了 5 种森林生态系统的凋落物特征。结果表明:不同森林生态系统年凋落量有明显的差异,从高到低依次为:天然常绿阔叶林>2 代杉木萌芽林>杉木老龄林>1991 年 2 代杉木人工林>1993 年 2 代杉木人工林,杉木林凋落量每年为 $4.917\ 0\sim 6.626\ 4\ t\cdot hm^{-2}$,低于天然常绿阔叶林的 $9.774\ 0\ t\cdot hm^{-2}$ 。2 代杉木萌芽林凋落大于杉木老龄林,与该杉木林中阔叶树凋落物较多有关,杉木老龄林及 1991 年 2 代杉木人工林、1993 年 2 代杉木人工林凋落物随着林龄的增加而增加,但差异较小。在凋落物各组分中,落叶占各系统总凋落物量的比例最高(53%~74%),其次为枝和果;各群落凋落物总量呈现明显的月度变化,一年中大致均有两个凋落高峰期,即:4—6 月和 12 月。常绿阔叶林凋落叶以阔叶类为主,杉木林中凋落叶则为阔叶、针叶并存。研究结果可为杉木主伐年龄确定、混交林经营提供理论依据。

关键词:杉木林;天然常绿阔叶林;凋落物量;凋落物组成;月度变化

中图分类号: S718.55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0022-05

凋落物(Litter)是指植物在生长发育过程中,由地上部分生成并归还到地表的所有新陈代谢物的总称,包括林分内的枯枝、枯叶、野生动物残体及粪便等,是降解者物质和能量的主要来源,亦称枯落物^[1]。凋落物作为养分的载体,对森林生态系统养分循环和平衡方面起着重要作用。早在 1876 年,德国科学家 Ebermayer 就开始研究凋落物在养分循环中的作用,至今已有超过 140 年的历史^[2],而后国内外许多学者对森林凋落物的数量、分解、养分归还及其影响因素等方面也做了大量的研究,大大推动了凋落物研究,对森林生态系统的稳定发挥了重要作用^[3]。

杉木是中国最重要的速生丰产用材林之一,对林业生产、开发具有举足轻重的作用^[4]。然而由于杉木自身的一些生物学特性,如化感作用,或因经营不善等原因,多代连栽杉木人工林生态系统常出现生物多样

性降低、地力衰退等问题,严重制约了杉木人工林产量、质量,影响林业可持续发展^[5-6]。关于杉木人工林地力衰退等问题的研究始于 20 世纪 80 年代,而近年来,随着该问题的不断凸显,已成为众多研究人员普遍关注的焦点问题之一^[7]。

由于速生丰产杉木林本身归还给土壤的凋落物较少,且杉木凋落物分解较慢,从而导致养分归还林地较少,引起土壤养分的收支不平衡,导致土壤酸化,自我增肥能力弱,造成杉木人工林地力衰退^[8]。虽然采用人工疏伐、施肥、混交等营林技术,可在一定程度上改善林地凋落物的分解环境,加快其分解速度^[9],但对于已经郁闭的林分,仅依靠人为经营管理,效果常常比较有限。因此,如何通过对杉木人工林生态系统结构进行有效调控,改变凋落物数量、质量及其组成,加快凋落物的分解,提高凋落物养分归还量,达到维护地力平衡的目的,已成为当前杉木人工林地力衰退防治技术体系中的一个重要目标。本研究通过对不同杉木林经营模式凋落物进行 1 年监测,比较了凋落物的产量、组分以及动态特征,并同周边常绿阔叶林凋落物

收稿日期:2018-05-29

作者简介:李俊宁(1988-),男,汉族,助理工程师,主要从事森林资源经营管理方面的研究工作。

动态特征进行比较,以探索亚热带地区杉木人工林的能量循环,为该区域杉木人工林可持续经营提供理论依据。

1 研究地概况与方法

1.1 研究地概况

本研究试验林位于仙游县西苑乡,为仙游县主要林区,素有“绿色金库”之称,地处仙游县西北部,东经118°33',北纬25°29',隶属戴云山脉,东北与永泰县毗邻,西北与永春、德化县接壤,是莆田市木兰溪的发源地。该区气候属于中亚热带海洋性季风气候,日照充足,雨量充沛,年日照总时数1 815 h,年太阳辐射量102 cal/cm²,年平均温度16.9℃,年降雨量在1 800~2 500 mm之间,海拔在200~1 800 m之间,研究地坡度一般在25°左右,主要成土母岩是沉积岩和变质岩,土壤为黄红壤,土层较厚。

1.2 研究方法

在该乡的半岭村、西苑村、柳园村、岭峰村、凤山村建立了5个不同群落类型凋落物收集区,包括1991年及1993年2代杉木林、老龄杉木林、2代杉木萌芽林、常绿阔叶林。分别在5个不同森林生态系统内设置一个10 m×10 m固定样地,对各样地的林木状况、物种组成等群落信息进行调查和记录(表1)。

表1 群落类型样地乔木层物种生长状况

Table 1 Growth situations of tree layer species in samples of each system

群落类型	树种	林龄/a	密度/(株·hm ⁻²)	平均树高/m	平均胸径/cm
1991年2代杉木林	杉木	25	1 467	14.82	17.59
1993年2代杉木林	杉木	23	2 600	11.20	11.89
老龄杉木林	杉木	>50	883	22.15	25.93
	阔叶树		433	9.16	10.90
2代杉木萌芽林	杉木	23	1 000	9.98	13.37
	阔叶树		900	7.19	7.90
常绿阔叶林	阔叶树	>100	1 000	11.40	20.10

采用收集器法对各群落内的凋落物动态变化进

行1年监测,即在固定样地两条对角线上设置5个竹质编织筐(1 m×1 m),每月收集一次凋落物,带回实验室进行相关研究,监测时间从2014年2月至2015年1月。凋落物分为针叶、针枝、针果、阔叶、阔枝、阔果和其他七类,分别进行称重,然后将分类好的凋落物放到烘箱,70℃烘干至恒重,称重并粉碎保存以供其他测定分析之用。

2 结果分析

2.1 各林分类型年凋落物总量及组成

由图1可以看出,各群落类型年凋落量处于5.178~9.774 t·hm⁻²之间,处于亚热带森林年凋落量(3~11 t·hm⁻²)的范围内^[10]。不同群落类型年凋落量有差异,从高到低为常绿阔叶林>2代杉木萌芽林>杉木老龄林>1991年2代杉木林>1993年2代杉木林。天然常绿阔叶林为9.774 0 t·hm⁻²,2代杉木萌芽林为6.626 4 t·hm⁻²,杉木老龄林为5.485 9 t·hm⁻²,1991年2代杉木林为5.178 1 t·hm⁻²,1993年2代杉木林为4.917 0 t·hm⁻²。

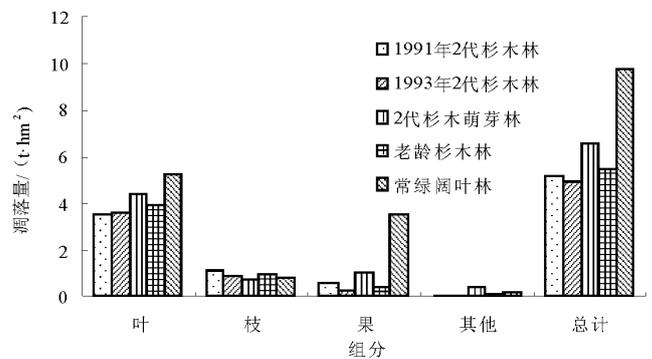


图1 不同林分类型年凋落物组成

Figure 1 Annual litter constituents in each forest type

由表2可以看出,在凋落物各组中,落叶占总凋落物的比例最高,所占比例在53%~74%之间;其次为枝和果,枝的凋落量所占比例在8%~22%之间;果的凋落量所占比例在5%~37%之间;其他类所占比例最小,仅在1%~6%之间。不同森林生态系统,各组所占比例大小排序有所不同,常绿阔叶林和2代杉木萌芽林呈现出叶>果>枝>其他,而其他3个杉木林生态系统则是叶>枝>果>其他。

表2 不同林分类型年凋落物各组分比例(%)

Table 2 Proportion of each litter component in each system

系统名称	叶	枝	果	其他	合计
天然常绿阔叶林	53.59	8.54	36.01	1.87	100.00
杉木老龄林	71.65	18.37	7.52	2.46	100.00
2代杉木萌芽天然更新林	66.24	11.86	15.95	5.96	100.00
1991年2代杉木人工林	67.24	21.35	10.32	1.10	100.00
1993年2代杉木人工林	73.90	19.13	5.15	1.83	100.00

从表2还可以看出,同一组分所占比例在不同森林生态系统之间有所差异,落叶在总凋落物中所占的比例呈现1993年2代杉木林>杉木老龄林>1991年2代杉木林>2代杉木萌芽林>常绿阔叶林。枝凋落量所占比例最低的是天然常绿阔叶林(8.54%),最高的是1991年2代杉木林;从果实所占比例来看,天然常绿阔叶林和2代杉木萌芽天然更新林较高(36.01%和15.95%),1993年2代杉木林较低(5.15%)。其他类凋落物所占比例最高为2代杉木萌芽林,最低为1991年2代杉木林。

2.2 不同系统凋落物总量的月度动态

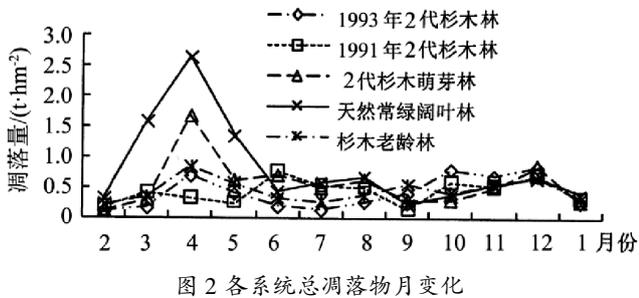


Figure2 Months change of each system total litter content

从图2可以看出,各系统总凋落物量的月度变化较为明显,各系统凋落物总量在1年中均有两个凋落高峰期,但是各系统高峰期发生的时间不完全一致。杉木老龄林、1993年2代杉木林、2代杉木萌芽林和常绿阔叶林4个系统凋落物的第一高峰期发生的时间较一致,均在4月份,因为3月份气温回升,林内环境干燥,于是导致凋落的第1个高峰期的出现;4个系统凋落的第2高峰期发生的时间也比较统一,都在12月份,这是由于气温下降,各系统落叶量的增加导致第2高峰期的发生;凋落的第1峰值均大于第2峰值,且相差幅度较大,这可能与森林群落的生物学特

性和气候条件等有关。而1991年2代杉木人工林系统凋落物的第一高峰期在6月;第二高峰期在12月;凋落的第一峰值大于第二峰值,但相差幅度较小。

2.3 各组分凋落物量的月度动态

由图3可以看出,各系统不同组分凋落量月变化较大,但大致都有两个凋落量高峰期。1991年2代杉木林中,叶的凋落量在12月达到最大值,月变化差异较大,而枝的凋落最高峰则是在7月,果和其他的月变化较小;1993年2代杉木林中,叶的凋落量有3个高峰期,4月、10月和12月,枝果和其他月变化较小;2代杉木萌芽林叶和枝的凋落量月变化规律较为一致,它们均在4月和12月达到最大值,且月变化较大,果和其他月变化较小;常绿阔叶林叶和枝的月变化规律也较为一致,凋落量的最大值都在4月份且变化较大,果和其他的凋落量月变化较小;杉木老龄林叶、枝凋落量月变化较为一致,均在4月、12月最大,单月变化较其他类型杉木林变化更为稳定。

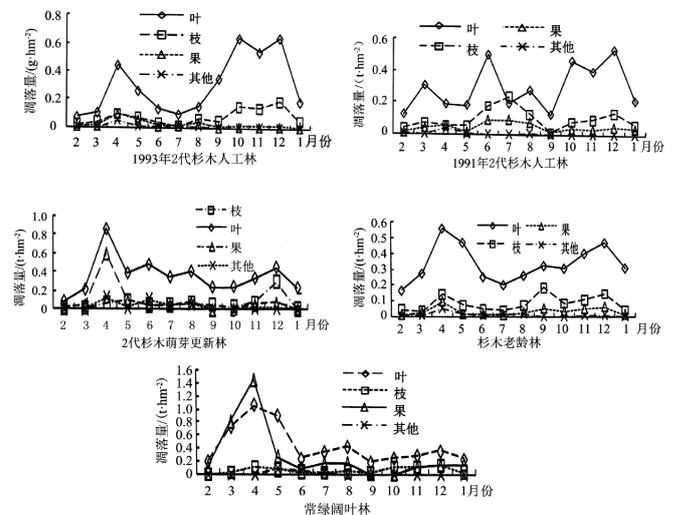


图3 各林分类型凋落物各组分动态统计

Figure 3 Seasonal change of each litter composition in each forest type

2.4 各系统针阔叶类凋落物量的月度动态

由图4可以看出,各系统阔叶类凋落物量的月变化较大,差异较明显。天然常绿阔叶林、杉木老龄林和2代杉木天然萌芽更新林阔叶类凋落物的第一高峰和第二高峰分别为4月和12月,且第一高峰明显大于第二高峰。而1991年2代杉木人工林和1993年2代杉木人工林阔叶类凋落物的月变化则较不明显,这可能与杉木人工林仅零星分布少量阔叶树有关。

针叶类凋落物的凋落量月变化较明显,但不同系统凋落物高峰期出现的时间不完全一致。杉木老龄林、1993年2代杉木人工林和2代杉木萌芽天然更新林3个系统针叶类凋落物的凋落量的第一和第二高峰分别为4月和12月,且第一峰值小于第二峰值;1991年2代杉木人工林系统针叶类凋落物的凋落量的第一和第二高峰分别为6月和12月,该系统两个凋落高峰的差别较小;天然常绿阔叶林无针叶类凋落物。

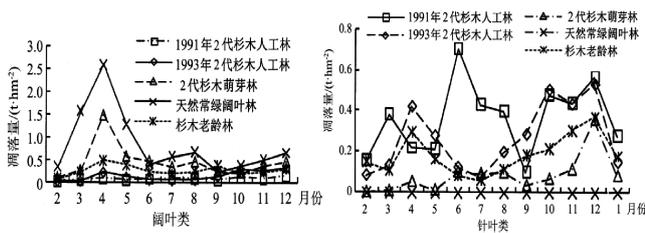


图4 各系统针阔叶类凋落物凋落量的月变化

Figure 4 Seasonal change of needle broad-leaved litter content in each system

3 结论与讨论

杉木林凋落量每年为 $4.917\ 0\sim 6.626\ 4\ t\cdot hm^{-2}$,低于天然常绿阔叶林的 $9.774\ 0\ t\cdot hm^{-2}$,各林分年凋落量有明显的差异,从高到低为常绿阔叶林>2代杉木萌芽林>杉木老龄林>1991年2代杉木人工林>1993年2代杉木人工林,常绿阔叶林显著大于杉木林,这与一些学者认为的针叶林凋落量远小于阔叶林凋落量的观点一致^[11-12]。

在凋落物各组分中,凋落叶占总凋落物的比例最高,所占比例在53%~74%之间;其次为枝和果,枝的凋落量所占比例在8%~22%之间;果的凋落量所占比例在5%~37%之间;其他类所占比例最小,仅在1%~6%之间。不同森林生态系统,各组分所占比例大小排序有所不同,天然常绿阔叶林和2代杉木萌芽天然更新林呈现出叶>果>枝>其他,而其他3个杉木林生态系统则是叶>枝>果>其他。杉木老龄林(71.65%)和1993年2代杉木人工林(73.90%)与绵阳官司河流域柏木林落叶所占比重75.44%接近^[13]。2代杉木萌芽林(66.24%)、1991年2代杉木林(67.24%)与贡嘎山峨嵋冷杉林的落叶比重68.72%^[14]相似。

各系统总凋落物量的月度变化较为明显,各系统

凋落物总量在一年中均有两个凋落高峰期,但是各系统高峰期发生的时间不完全一致。杉木老龄林、1993年2代杉木人工林、2代杉木萌芽天然更新林和天然常绿阔叶林4个系统凋落物的第一高峰期发生的时间较一致,均在4月份,4个系统凋落的第二高峰期发生的时间也比较统一,都在12月份,而1991年2代杉木人工林系统凋落物的第一高峰期在6月;第二高峰期在12月。常绿阔叶林凋落叶以阔叶类为主,2代杉木萌芽林、杉木老龄林阔叶类阔叶树种较多,凋落叶中阔叶类也有相当比重,而1991、1993年2代杉木人工林阔叶树较少,阔叶类凋落物的月变化则较不明显。

常绿阔叶林、2代萌芽林、老龄杉木林内阔叶树较多,因而凋落物组成及月度变化较为类似,常绿阔叶林物种丰富,物种代谢节律不同,因而凋落物通常较杉木多。杉木凋落物通常以枝条形式脱离树体,因而叶片、枝的凋落量较多,材用杉木林虽然已到主伐年龄,甚至超过主伐年龄,但由于人工密植等原因,林分环境不利于果实发育,因而杉木林内果实凋落量较低。混交林经营有利于提高杉木林凋落量^[15],这与本文研究结果一致,同时混交林经营还有利于减缓杉木的自毒作用。成熟杉木林凋落量趋于稳定^[16],与本文研究结果相符。本研究结果可为混交林经营、杉木林主伐年龄确定提供理论依据。

参考文献:

- [1] 王凤友. 森林凋落量研究综述 [J]. 生态学进展, 1989, 6(2): 82-98.
- [2] EBERMEYER E. Die gesamte Lehre der Waldstreumit Rücksicht auf die chemische Beschaffenheit des Waldbaues [M]. Berlin: Springer, 1876: 116.
- [3] EDMONDS R L, THOMAS T B. Decomposition and nutrient release from green needles of western hemlock [J]. Canadian Journal of Forest Research, 1995, 25(7): 1 049-1 057.
- [4] 陈春林, 周国英, 吴毅, 等. 湖南黄丰桥林场杉木速生丰产林健康评价 [J]. 生态学杂志, 2012, 31(11): 2 872-2 876.
- [5] 魏晓晓, 王士亚, 陈爱玲, 等. 不同化感型杉木无性系对连栽地的生理响应 [J]. 森林与环境学报, 2017, 37(1): 22-28.
- [6] YANG Y S, CHEN G S, GUO J F, et al. Decomposition dynamic of fine roots in a mixed forest of Cunninghamia lanceolata [J]. Journal of Ecology, 2017, 105(1): 1-11.

- olata and *Tsoongiodendron odorum* in mid-subtropics[J]. *Annals of Forest Science*, 2004, 61(1): 65-72.
- [7] SELVARAJ S, DURAISAMY V, HUANG Z, et al. Influence of long-term successive rotations and stand age of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantations on soil properties [J]. *Geoderma*, 2017, 306: 127-134.
- [8] 杨玉盛, 郭剑芬, 陈银秀, 等. 福建柏和杉木人工林凋落物分解及养分动态的比较[J]. *林业科学*, 2004, 40(3): 19-25.
- [9] 肖文娅, 刁娇娇, 费菲, 等. 不同强度间伐对杉木人工林凋落物分解速率的影响 [J]. *生态环境学报*, 2016, 25(8): 1291-1299.
- [10] 陈银秀. 福建柏人工林凋落物特性的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2002.
- [11] 刘文耀, 荆贵芬, 郑征. 滇中常绿阔叶林及云南松林枯落物的初步研究[J]. *广西植物*, 1989, 9(4): 347-355.
- [12] 翁轰, 李志安. 鼎湖山森林凋落物量及营养元素含量研究 [J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1993, 17(4): 299-304.
- [13] 骆宗诗, 向成华, 慕长龙. 绵阳官司河流域主要森林类型凋落物含量及动态变化[J]. *生态学报*, 2007, 27(5): 1772-1781.
- [14] 罗辑, 程根伟, 宋孟强, 等. 贡嘎山峨眉冷杉林凋落物的特征[J]. *植物生态学报*, 2003, 27(1): 59-65.
- [15] 周东雄. 杉木乳源木莲混交林凋落物研究 [J]. *生态学杂志*, 2005, 24, 38(6): 595-598.
- [16] 陈梦瑶, 林开敏, 许诺, 等. 不同杉木林类型林地现存凋落物空间分布特征及其取样策略[J]. *热带作物学报*, 2017(4): 49-53.

(责任编辑: 华伟平)

Litters Characteristic of Different Management Model in *Cunninghamia Lanceolata* Forest

LI Junning

(Xianyou Forest Bureau, Putian, Fujian 351200)

Abstract: In this paper, *Cunninghamia lanceolata* forest of different management model and natural broad-leaved evergreen forest litter content, composition and dynamic characteristics are in the long-term locate studies, comparing and analyzing five kinds of systematic litter laws. The results indicate that there are differences amount of mean annual total litterfall in the different forest ecosystem, from high to low are natural broad-leaved evergreen forest > second-generation sprout natural regeneration > old-growth *Cunninghamia lanceolata* forest > second-generation *Cunninghamia lanceolata* plantation in 1991 > second-generation *Cunninghamia lanceolata* plantation in 1993; annual litter content of *Cunninghamia lanceolata* forest was 4.917~6.6264 t·hm⁻² which was lower than that of natural broad-leaved evergreen forest (9.7740 t·hm⁻²). For each component of litters in each ecosystem, leaves were the biggest part (53%~74%), followed by branch and fruit. Total litter content in each ecosystem showed significantly seasonal change and roughly all have two litter peak (April—June and December). Broad leaf was the main kind of leaf litter in the natural broad-leaved forest while broad and conifer leaf also took great proportion in the *Cunninghamia lanceolata* plantation.

Key words: *Cunninghamia lanceolata* forest; natural broad-leaved evergreen forest; litter content; litter composition; seasonal change

武夷山天然林现状与保护对策研究

林久光

(福建省武夷山市林业局, 福建 武夷山 354300)

摘要:以武夷山天然林为对象,结合天然林资源现状,分析了武夷山天然林存在个人所有权属占有比例高、生态林与商品林比例不合理、天然阔叶林面积占比天然林面积不高等问题,提出通过赎买、租赁、生态补助等措施维护林农利益,建立长效管理机制,加强森林生态效益补偿资金使用,完善天然林监督管理机制等保护对策。

关键词:天然林;现状分析;保护对策;武夷山

中图分类号:S758 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0027-04

天然林是森林生态系统的重要组成部分,结构稳定、生物多样性丰富^[1-4],对维护国家生态安全,促进生态文明建设和经济社会可持续发展具有不可替代的作用。党的十八届五中全会明确提出,“十三五”期间要“完善天然林保护制度,全面停止天然林商业性采伐”。为切实贯彻落实党的十八届五中全会精神,严格保护天然林资源,进一步完善天然林保护措施,2015年国家林业局就下达了关于严格保护天然林的通知,从2016年起全面停止全国国有林场天然林商业性采伐,积极推进集体和个人所有的天然林协议停止商业性采伐,逐步实现全国天然林资源保护全覆盖。加强天然林管护队伍和基础设施建设,建立健全天然林管护体系,地方各级林业主管部门要积极协调本级财政加大对天然林保护的投入,确保把停止天然林商业性采伐的要求落实到位。对生态脆弱和生态区位重要地区未划入公益林的天然林,应科学调整公益林区划,划定为公益林,实行严格保护^[5-8]。因此,探索天然林资源保护对策已是重要课题。本文将结合武夷山天然林资源现状,分析存在的问题,探讨天然林保护对策。

1 天然林的基本情况

武夷山市共7个乡镇、3个街道、4个农茶场、115个行政村,境内有武夷山自然保护区、武夷山风景名胜区、市属国有林场1个、县国有林场6个和2个农场。全市土地总面积 $2.81 \times 10^5 \text{ hm}^2$,林业用地面积 $2.38 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占土地总面积84.73%,有林地面积 $2.24 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其中天然林面积 $1.62 \times 10^5 \text{ hm}^2$,各乡镇区域的林地面积及天然林面积情况具体见下表。

表1 各乡镇区域的林地面积及天然林面积情况

Table 1 Woodland area and natural forest area
in each township area

乡镇	林地/hm ²	天然林/hm ²	天然林比例/%
崇安	5 967.00	2 935.98	49.20%
新丰	3 817.00	1 681.18	44.04%
武夷	17 564.00	8 350.14	47.54%
星村	63 201.00	46 579.81	73.70%
兴田	25 177.00	8 460.05	33.60%
五夫	14 132.00	8 551.30	60.51%
上梅	19 842.00	14 987.86	75.54%
吴屯	19 783.00	13 802.65	69.77%
岚谷	24 907.00	20 528.48	82.42%
洋庄	43 147.00	35 938.81	83.29%
全市	237 537.00	161 816.26	68.12%

收稿日期:2018-07-09

作者简介:林久光(1960-),男,汉族,工程师,主要从事森林资源经营管理、森林资源保护等方面的研究工作。

由表 1 可知,天然林占全市林地面积的 68.12%,其中大于 50%的主要集中在星村、五夫、上梅、吴屯、岚谷、洋庄等 6 个乡镇,兴田的天然林占比最低,只有 33.6%。因此从天然林面积比例可以看出武夷山市的天然林是武夷山林业的非常重要组成部分。这也与武夷山市政府的政策息息相关,市政府始终坚持“生态立市、旅游兴市”的战略,持续抓好森林生态保护,早在 2006 年就率先停止阔叶树采伐审批,2008 年全面禁止天然针叶林皆伐,2013 年全面禁止重点生态区位林木和所有天然林采伐。因此,武夷山市的天然林对保护区域自然环境具有重要意义,同时保护好现有的天然林不被侵占、破坏也是在间接地保护环境。

2 天然林存在的问题分析

2.1 天然林储备高,但个人所有权属占有比例高

天然林的林木所有权和使用权、林地使用权涉及到国家、集体和个人所有,武夷山市各乡镇天然林的权属也包括国家、集体和个人所有,即除林地所有权属国家外,天然林资源资产的其他 3 权(林木所有权、林木使用权、林地使用权)既有国家和集体所有,又有个人所有,各乡镇权属面积具体见下图。

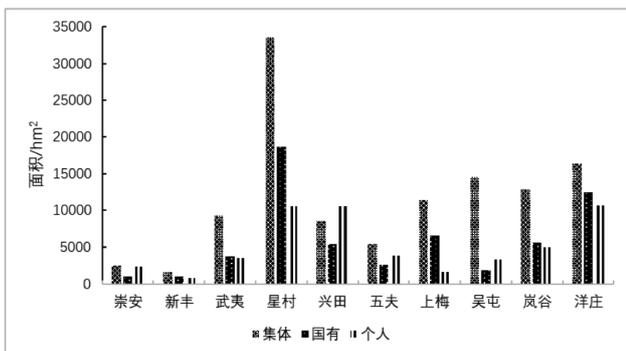


图 1 各乡镇区域各权属面积

Figure 1 Ownership area of each township

各乡镇区域的天然林各权属所有百分比均未超过 50%。由图 1 可知,崇安、新丰、武夷、兴田、五夫、吴屯、岚谷等 7 个乡镇或区域个人所有的天然林面积接近或超过国家所有,即 70%的乡镇区域天然林个人所有面积接近或超过国家所有,特别是兴田乡镇的个人所有的天然林明显高于国家和集体所有,因此从国家所有的角度考虑天然林保护,还需要大量的资金成本

收赎个人所有的天然林资源资产。

2.2 生态林与商品林比例不合理

根据森林发挥的主导功能不同,将森林划分为生态林和商品林 2 大类,其中生态林是以发挥生态、社会效益为主导功能的森林。因此提高生态林的面积对维护和改善区域生态环境、保持区域生态平衡、保护区域生物多样性等方面具有重要的作用。现从森林发挥的主导功能角度分析武夷山市各乡镇区域生态林、商品林情况,具体见下图。

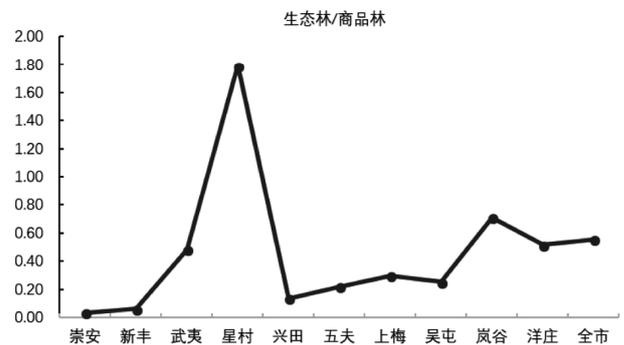


图 2 各乡镇区域生态林和商品林情况

Figure 2 Ecological forests and commercial forests in various towns and villages

由图 2 可看出,全市总体的生态林面积高于商品林,而星村、岚谷、洋庄等 3 个乡镇的生态林较高,特别是星村的生态林面积明显高于商品林,其他乡镇区域的生态林面积低于商品林,特别是崇安、新丰、兴田、五夫、上梅、吴屯等 6 个乡镇区域的商品林面积较大。因此从发挥生态、社会效益的角度,还有待进一步地合理规划好各乡镇区域生态林与商品林的面积比例。

虽然一系列限伐保护政策的出台,对这些原本属于商品林范畴的天然林被列入生态保护范畴,使得天然商品林采伐利用与生态保护之间的矛盾愈发突出,林农收益受到极大影响。因此这类由于商品林转为生态林而出现的问题对策也需要进行探讨。

2.3 天然阔叶林面积占比天然林面积不高

阔叶林在改善林地环境条件、发挥林地的生态效益、抗御灾害的能力等方面较显著的作用,因此分析天然阔叶林的面积所占比例,可以掌握天然林的质量问题。从阔叶树种为优势树种的天然林面积占天然林总面积情况来进一步分析武夷山各乡镇区域天然林质量问题,具体见图 3。

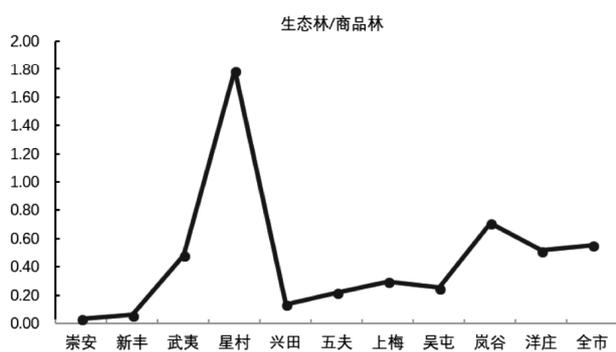


图3 各乡镇区域天然阔叶林占比天然林的面积情况

Figure 3 Area of natural broad leaved forest in natural area of each town area

由图3可看出,全市整体来看,阔叶树种是武夷山市天然林较重要树种,因为其阔叶树种面积占比不到40%。从各乡镇视角可知,除了五夫、星村、兴田等3个乡镇外,其他乡镇区域的阔叶树种所占其天然林比较均低于40%,特别是吴屯、崇安、新丰等3个乡镇区域的阔叶树种所占其天然林比较均低于25%。因此,还有待进一步的改善树种组成结构,增加阔叶树种的面积比例,提高天然林抵御自然灾害和改善立地环境的能力。

3 天然林保护对策研究

3.1 赎买、租赁、生态补助等措施维护林农利益

政府以“生态得保护、林农利益得维护”为目标,统筹社会、经济、生态协调发展,出资购买停止商业性采伐的天然林纳入补助范围,在林农自愿的前提下,根据林分、林权的具体情况,政府通过赎买、租赁、生态补助等3种方式实现对禁伐林木的收益兑付,参照生态公益林进行保护管理。

(1)赎买措施。对停止商业性采伐的天然林,以树种和出材量为依据,通过公开竞价或协商后,以林权转让的方式将林木所有权收归国有,林地使用权转让二十年,改善武夷山市各乡镇区域个人所有所占的比重。

(2)租赁措施。对停止商业性采伐的天然林,林农不愿意转让林木所有权的,由林权所有者参照生态公益林进行保护管理,政府按面积每年支付租赁费,租赁费以时间的长短分档。在租赁期间,林权权利人可

进行林权抵押贷款、流转和保护性经营(如发展森林旅游、养蜂等)。

(3)生态补助。不愿意按以上两种方式收储的停止商业性采伐的天然林,可列入生态补助,参照国家级生态公益林进行管理和补助。

通过以上措施,生态保护与林农收益矛盾得到显著缓解,各项政策逐步得到林农的认可。

3.2 长效机制管理机制

(1)层层落实管护责任制。林木所有权收归国有的,由各林业站(国有林场)工作人员对辖区内的天然林管护责任进行分片包干,落实管护监督责任,并积极开展天然林保护的指导服务工作。市林业局成立天然林(生态公益林)护林队,专门负责全市天然林(生态公益林)日常管护情况的检查与监督。

(2)对租赁性质已签订补助的天然林的管护,实行护林员队伍“乡聘、站管、村监督”、建立“联片、联合、联动”的天然林管护机制,真正做到天然林“山有人管、林有人护、火有人防、责有人担”的目标。

针对目前放弃禁伐补助的乡镇及农户,将加大宣传力度,尽量做通林户的思想工作,在全市放弃禁伐补助的天然林林农中寻求突破,扩大天然林禁伐的补助面积。

(3)签订管护合同。通过天然林(生态公益林)管护机制改革工作,落实管护主体,根据各村的具体情况指导其对生态公益林采取联户管护、专业管护和委托管护等形式进行管护,具体管护方案提交村民代表大会通过后执行。同时按照《福建省重点生态公益林护林员管理办法》规定,结合当地实际,对护林员进行推荐、筛选,符合规定条件的予以择优聘用,并在林业站的指导下由林权所有者与护林员签订天然林(公益林)管护合同,聘用后由市林业局发给天然林(生态公益林)护林员证,依法以合同形式明确了双方的责、权、利。

进一步加强天然林的建设和管护力度,创新工作方法,落实责任,切实把天然林管好,提高天然林质量,更好地发挥天然林的生态效益、社会效益、经济效益,继续推进天然林的建设。

严厉打击各类违法违规行,各职能部门要开展专项检查,依法严厉打击破坏天然林的各类违法违规

行为。采取个案查处和专项检查相结合的形式,依法加大查处力度。对因玩忽职守、滥用职权、徇私枉法造成天然林破坏的行政机关工作人员,要依法依规追究责任,从严查处。国家林业局各派驻森林资源监督机构要切实加强监督检查,重点巡查国有林区、国有林场、生态脆弱和生态区位重要地区的天然林保护管理工作。

3.3 加强森林生态效益补偿资金使用

根据《武夷山市森林生态效益补偿基金管理暂行规定》等有关精神,补偿资金使用范围为天然林(生态公益林)所有者补偿费、管护主体(含护林员)管护费、村集体监管费、管护区内的造林补植费等费用,其中生态公益林所有者补偿费不得低于65%。在使用和分配所有者补偿费时,严格依法履行村民会议或村民代表会议表决程序,充分尊重和体现所有者的意愿。

(1)加强资金使用管理,规范支出机制。根据《福建省人民政府关于推进生态公益林管护机制改革的意见》文件精神,森林生态效益补偿资金使用安排、分配比例均通过村民会议或村民代表会议决定。各林权单位必须确保森林生态效益补偿基金管理制度化、规范化,对挤占、挪用补偿基金或未按有关规定保护和管理好生态公益林的单位,扣减、停拨直至取消下年度补偿金,并视情节轻重,依法依规追究有关人员责任。

(2)建立奖罚制度。对违反合同规定、未认真履行管护职责造成天然林(生态公益林)被破坏的林权单位或个人,按经济责任书条款规定扣发该林权单位部分或全部补偿费用,扣发的资金由林业局统筹安排,用于天然林(生态公益林)植被恢复和奖励管护优秀

单位和个人。

3.4 完善天然林监督管理机制

加强领导,在管护责任上,将天然林管护列入各乡(镇)政府、街道办领导任期考核目标责任制,作为绩效考核的重要组成部分。健全完善天然林管护机制,形成强有力的管护网络体系,有效遏制破坏森林资源的势头,确保天然林区良好的治安秩序,促进武夷山天然林保护管理步入规范化、制度化轨道。

参考文献:

- [1] 邓永刚.我国天然林保护现状、问题及对策研究[J].农村经济,2015(8):35-37.
- [2] 杨全生,汪有奎,李进军,等.祁连山自然保护区天然林保护工程的成效分析[J].中南林业科技大学学报,2015,35(1):89-95.
- [3] 刘世荣,马姜明,缪宁.中国天然林保护、生态恢复与可持续经营的理论与技术[J].生态学报,2015,35(1):212-218.
- [4] 肖化顺,曾思齐,欧阳君祥,等.天然林抚育经营技术研究现状与展望[J].中南林业科技大学学报,2014,34(3):94-98.
- [5] 洪加凤,梅浩,戴前石.天然林保护工程中森林管护存在的问题及对策[J].中南林业调查规划,2011,30(4):15-17.
- [6] 何东进,吴景贤,谢益林,等.中国天然林保护与可持续经营问题与对策[J].福建林学院学报,2007(2):186-192.
- [7] 陈蓬.国外天然林保护概况及我国天然林保护的进展与对策[J].北京林业大学学报(社会科学版),2004(2):50-54.
- [8] 唐守正,刘世荣.我国天然林保护与可持续经营[J].中国农业科技导报,2000(1):42-46.

(责任编辑:华伟平)

Study on Current Situation and Protection Countermeasures of Natural Forest in Wuyishan

LIN Jiuguang

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

Abstract: Based on the natural forest in Wuyishan and the present situation of natural forest resources, the paper analyzes high proportion of individual ownership, irrational proportion of ecological forest and commercial forest and low area of natural broad-leaved forest area in Wuyishan. And the paper puts forward the measures to safeguard the interests of the forest farmers through the measures of redemption, leasing and ecological subsidies, establish a long-term management mechanism, strengthen the use of compensation funds for forest ecological benefits, and improve the protective measures for the supervision and management mechanism of natural forests.

Key words: natural forest; present situation analysis; protection countermeasures; Wuyishan

不同林龄银合欢生长季土壤呼吸影响因素分析

崔羽^{1,2}, 严思维^{1,2}, 吴建召^{1,2}, 罗清虎^{1,2}, 林勇明^{1,2*}, 王道杰³

(1. 福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002; 2. 省教育厅 福建省高校森林生态系统过程与经营重点实验室, 福建 福州 350002; 3. 中国科学院水利部 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 640001)

摘要:利用 Li-8100 开路式土壤呼吸仪测定蒋家沟流域 10、16、27 年生银合欢林(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)的土壤呼吸、温湿度,基于单因素方差分析和 Pearson 相关性分析方法,研究了泥石流频发区土壤呼吸与土壤理化性质之间的关系。结果显示:1)不同林龄银合欢生长季土壤呼吸速率的日动态变化规律基本一致,其土壤呼吸速率、温度、湿度变化趋势随时间推移均呈现出规则的单峰变化曲线,土壤呼吸速率表现为 10 年生>16 年生>27 年生;2)不同林龄银合欢生长季土壤呼吸与温度和湿度间呈显著正相关($p<0.05$);3)不同林龄根系和凋落物处理对土壤呼吸的贡献随着林龄的增加而增大;4)土壤呼吸与土壤有机质(SOC)、全氮(TN)、水解氮(AN)、蔗糖酶和孔隙度间均呈现显著正相关($p<0.05$),但过氧化氢酶与土壤呼吸没有显著的相关性($p>0.05$),不同林龄孔隙度、养分、酶含量变化表现为随着林龄增大而减小。5)干热河谷地区银合欢林土壤呼吸随林龄增大而减小,并可用土壤理化性质来解释生长季土壤呼吸的变化特征。

关键词:银合欢;土壤呼吸;温度;水分;土壤理化性质

中图分类号:S714.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0031-08

土壤呼吸(Soil respiration)指土壤在其新陈代谢中产生大量 CO₂ 释放到大气中的过程^[1],主要包括 3 个生物化学过程:植物根系呼吸、土壤微生物异氧呼吸和土壤动物呼吸;1 个化学氧化过程:少量土壤有机

质氧化产生二氧化碳^[2]。在整个陆地生态系统中,森林作为主体,其土壤呼吸占总呼吸量的 69%,森林土壤呼吸的变化影响着全球碳平衡^[3],因此,为进一步认识森林土壤碳库对全球碳循环的影响,需对森林土壤的 CO₂ 释放量与呼吸动态变化进行研究。近年来,森林土壤呼吸成为陆地生态系统碳循环过程和全球气候变化研究的重要和热点内容之一,国内外学者针对森林土壤呼吸开展了大量的研究工作,然而当前对于森林土壤呼吸的研究主要侧重于由植被类型、分布范围等产生的差异性及其主要影响因素^[4-6],研究发现土壤呼吸受土壤温湿度、土壤有机质和氮含量、pH、凋落物、植被类型、根系生物量等生物因子、非生物因子与人类活动共同作用影响^[7],而人工林生态系统中不同林龄土壤呼吸特征与影响因素的研究却相对较少。人工植被营造措施是干热河谷脆弱生态系统生态恢复与水土流失治理的主要方法之一,其对区域性碳循环与平衡的影响机制、碳库的贡献特征等问题尚不明确,因此,开展脆弱生态系统人工林土壤呼吸及其与理化性质关系的研究,对于探讨脆弱生态系统人工造林对碳循环和平衡的影响效应、人工林土壤碳库循环和平衡

收稿日期:2018-07-22

基金项目:国家自然科学基金项目(41790434);福建农林大学杰出青年科研人才计划项目(xjq201716);福建农林大学科技创新专项基金项目(CXZX2017111,CXZX2017283)资助;Supported by the National Natural Science Foundation of China(41790434);the Outstanding Young Scientific Research Project of Fujian Agriculture and Forestry University(xjq201716);the Scientific and Technological Innovation Foundation of Fujian Agriculture and Forestry University (CXZX2017111 and CXZX2017283)。

作者简介:崔羽(1995-),女,汉族,硕士研究生,主要从事自然地理学研究。

通讯作者:林勇明(1982-),男,汉族,副教授,主要从事区域资源优化、生态学方面的研究。

具有重要的科学意义。

云南东川蒋家沟流域自1988年以来,人工引种银合欢进行造林,银合欢喜光、耐高温干旱,少有病虫害;深根性,能固氮,生长迅速,萌生力和自然更新能力强,对土壤要求不严,对该地区多变的温度和湿度变化有较好的适应能力,是目前金沙江干热河谷地区优良的造林树种^[8],现保存有较完整的不同年龄银合欢人工林群落。前人对该区域银合欢人工林的研究主要集中在群落根系固土垂直效应、枝系分布特征以及各级分枝率、群落结构与物种组成、土壤理化性质变化等方面^[9-12],但在多变的水热条件下,银合欢生长季内的土壤呼吸与生态因子之间的动态关系的研究尚未见到报道,从而无法准确把握干热河谷脆弱生态系统在生长季的碳循环特征,不利于营林管理措施的总结优化。因此,本研究采用Li-8100土壤呼吸仪(配带土壤呼吸室),对云南蒋家沟流域不同林龄银合欢生长旺季(8月)土壤呼吸动态变化及其影响因子进行观测与分析,旨在揭示不同林龄银合欢林地土壤呼吸与土壤环境之间的关系,从而解释泥石流频发区人工植被定植、存活、生长的策略,并为进一步揭示干热河谷脆弱生态系统人工林土壤CO₂释放的过程以及传递机理提供基础数据,也可为我国西南地区人工林土壤碳库动态和生态系统碳平衡研究提供参考。

1 研究区基本概况和方法

1.1 基本概况

研究区所在的蒋家沟位于金沙江下游一级支流小江流域内,地理坐标为103°06'~103°13'E、26°13'~26°17'N。该区新老构造错综复杂,新构造运动尤其活跃,岩性一般较为软弱(以易风化破碎的砂岩和板岩为主),岩层走向十分破碎。地貌类型为侵蚀中山,地势自东到西呈阶梯状下降,海拔范围1042~3269 m,流域内低于1600 m的区域为干热河谷带^[13]。干湿季分明,5~10月为湿季,降水量占全年88%。该区多年平均气温大于20℃,极端高温可达40.9℃,最低气温-6.2℃;多年平均降水量约691 mm,平均蒸发量约3638 mm,蒸发量为降水量的5倍以上^[14]。长期的水土流失和泥石流作用导致该区域石漠化严重,土壤为含

砾石较高的初育土。

1.2 样地设置

试验时间为2015年7月25日至8月26日,选择中国科学院东川泥石流观测研究站西侧坡面的10年生、16年生和27年生银合欢人工林为调查样地。由于取样点坡度较大,林木分布较分散,10年生银合欢林分布面积约为600 m²,仅可设置一个30 m×20 m样地,为实现对照取样,本研究在3个年龄的林地中均选取了30 m×20 m样地;其中10年生与另两个样地的间隔约50 m,16年生和27年生样地间隔约20 m^[2],并对其进行样地调查(表1)。在样地调查后,在每个林龄样地,设置3个10 m×10 m样方,用于阻根处理、去凋落物处理和保留凋落物处理,每个处理重复3次。利用挖壕法进行阻根处理,即在样地四周挖垂直深度约50 cm(不见根系的深度)的壕沟,随后将植物根系切断,插入塑料膜作为障碍物,阻止根向样地内生长^[15];去凋落物处理即将环内枯落物清走,在土壤环上放置孔径1 mm×1 mm的细网,防止凋落物进入^[16];保留凋落物处理即正常处理。处理后分别嵌入PVC土壤环(Φ20 cm×H10 cm),夯入土中5 cm,并夯实基座外的土壤,试验期间不再移动PVC土壤环。

林下植被样地概况:10年生银合欢林下主要植被以银合欢幼苗为主,并伴有少量的茅草(*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.)和小叶荩草(*Arthraxon lancifolius* (Trin.) Hochst.),林下群落总盖度约为59%;16年生银合欢主要以银合欢幼苗为主,林下植被主要有小花杭子梢(*Campylotropis macrocarpa* Bge. Rehd.)、小叶荩草、剑麻(*Agave sisalana* Perr. ex Engelm.)等,林下植被总盖度约为51%;27年生银合欢林下主要以银合欢幼苗为主,有少量灌木,分别为苦刺(*Solanum deflexicarpum* C. Y. Wu et S. C. Huang)和剑麻,草本多为黄背草(*Themeda triandra* Forsk. Var. *Japonica* (Willd.) Makino)和小叶荩草,林下植被总盖度约为55%。

1.3 样品与数据采集

本研究采用LICOR公司研发的LI-8100开路式土壤碳通量测定系统测定土壤呼吸的各项指标。待各处理样方稳定后,每间隔5天测定1次日平均值,测定时间为早上9:00-11:00,共测5次。若遇降雨,在雨

表 1 不同林龄银合欢样地概况

Table 1 Characteristics of *Leucaena leucocephala* forests in different ages

林龄/a	经度/°	纬度/°	海拔/m	平均坡度/°	平均树高/m	平均胸径/cm	郁闭度	凋落物层厚度/cm	圈内凋落物生物量/g·m ⁻²
10	103°08'00"	26°14'41"	1400.00	28.50	7.99	5.60	0.55	0.80	789.81±43.65
16	103°07'59"	26°14'43"	1351.80	33.90	10.13	7.87	0.70	1.50	838.49±55.99
27	103°07'50"	26°14'52"	1315.10	26.80	12.34	10.19	0.80	2.60	1112.89±42.68

晴天晴 2 日后测定,若持续阴天,则在无降雨的时候测定;在测定土壤呼吸的同时,用军工铲挖取不同林龄 0~20 cm 的土壤样品,按五点取样法均匀混合,装入标记好的自封袋内带回实验室分析,一部分放置于 4 °C 冰箱中保存留用以测定酶活性。于 8 月 17 日、23 日、24 日 3 天对 3 个样地分别进行日动态测定。日动态测定前 1 天对样方进行检查和测定前准备,在不干扰土壤圈的前提下,从根部齐地剪出地上植物。日动态测定时间为 7:00~17:00,时间间隔为 2 h,每个处理每次仪器重复 3 次。在测量土壤呼吸的同时,分别记录 LI-8100 自带温度计和水分传感器温度和水分变化。

1.4 样品测定

蔗糖酶(Invertase)和纤维素酶(Cellulase)活性:采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定;过氧化氢酶(Catalase)活性:采用紫外分光光度法测定;土壤有机质(OM):采用重铬酸钾-外加热法测定;土壤全氮(TN):采用凯氏定氮法测定;土壤水解氮(AN):采用碱解-扩散法测定;土壤 pH:pH 计(STARTER3100)测定^[15, 17-18]。

1.5 数据分析

土壤呼吸速率和温度根据指数模型 $y=aebx$, y 表示土壤呼吸速率, x 表示土壤温度, a 为 0°C 时土壤呼吸速率, b 为温度反映系数。 $Q_{10}=e^{10b}$ 表示土壤呼吸对温度的响应程度。

运用 SPSS19.0 对数据进行单因素 (one-way ANOVA) 方差分析、双变量相关分析中的 Pearson 相关分析和 LSD 检验,利用 Excel 2003 绘制图形。

2 结果与分析

2.1 不同林龄银合欢土壤呼吸日动态

不同林龄银合欢林土壤呼吸速率的日动态变化

规律基本一致,表现为先增大后减小的趋势。一般从 7:00 开始缓慢上升,随着土壤温度的上升,土壤呼吸达到最大,在 13:00 - 15:00 达到峰值,随后土壤呼吸逐渐减小(图 1)。10、16、27 年生银合欢林土壤呼吸速率日动态变化分别为 2.01~2.30、1.17~1.93、1.21~1.67 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 日平均土壤呼吸速率为 2.10、1.65、1.46 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; 其呼吸速率高低顺序依次为:10 年生>16 年生>27 年生。从整个观测周期可知:10 年生银合欢林地土壤呼吸速率始终高于 16、27 年生,且在 13:00 达到峰值;而 16 年生土壤呼吸速率随着时间的推移和温度的上升而超过 27 年生林地呼吸,中老林龄土壤呼吸峰值较幼林龄晚,两者在 15:00 达到峰值。

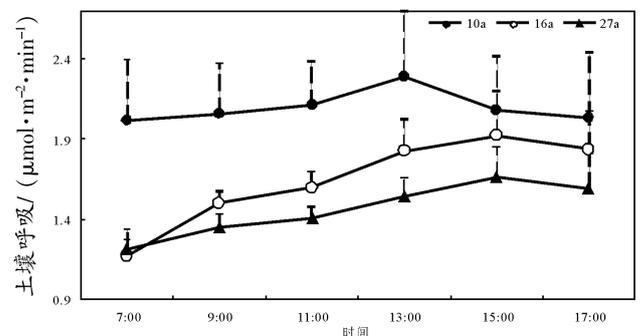


图 1 不同林龄银合欢土壤呼吸速率日动态变化

Fig.1 Diurnal variations of soil respiration rate in different ages of *Leucaena leucocephala*

不同林龄银合欢林地生长季土壤呼吸速率、温度、湿度变化曲线随着日期的推移呈现出规则的单峰变化曲线(图 2 a、b、c),即在 5~15 日之间呈现上升趋势,20 日均呈现显著下降趋势,25 日又有回升的趋势。3 种林龄的土壤呼吸速率变化基本一致,并与对应 5 cm 深温度和湿度的变化曲线基本吻合;土壤呼吸大小具有一定的差异:在整个观测期内,10 年生,16 年生,27 年生银合欢林土壤呼吸平均排放速率分别为 1.96、1.74、1.60 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 土壤呼吸排放速率呈随

着林龄的增大而减小的趋势。10年生,16年生,27年生银合欢林土壤温度的月温差分别为:7.05、6.95、7.23 °C(图 2b);湿度变化范围随着林龄增大而增大,分别为:26.18~30.78、24.15~30.40、25.99~34.50 %(图 2c)。

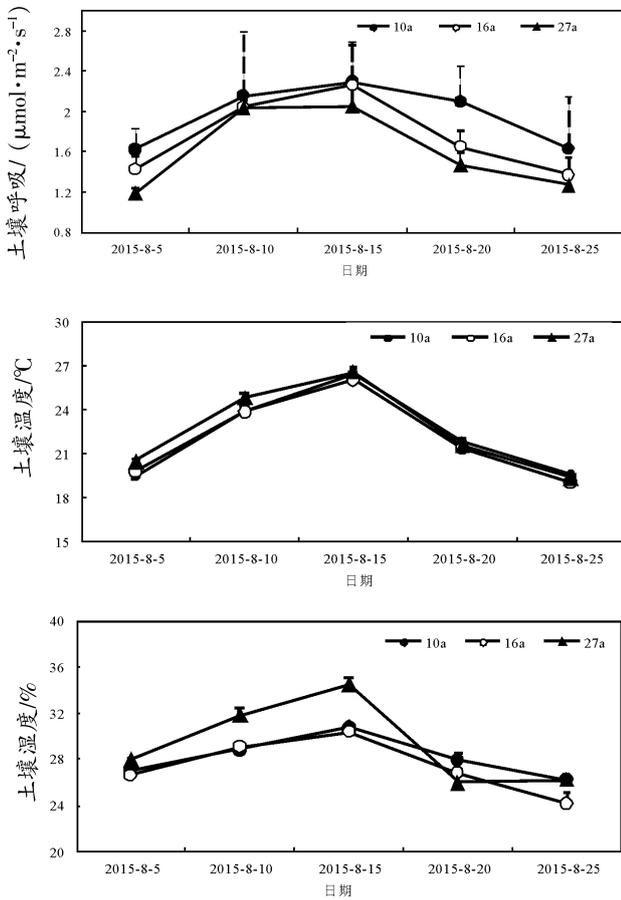


图2 不同林龄银合欢土壤呼吸、温度、湿度生长季变化
Fig.2 The variations of soil respiration rate(a), soil temperature(b) and soil moisture(c) in different ages of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in August

2.2 不同林龄银合欢土壤呼吸与土壤5cm深温度和湿度的关系

研究区域各个林龄的5cm深土壤呼吸速率对土

壤温度的变化十分敏感,二者呈显著正相关指数函数关系($p < 0.05$)(表 2), R^2 介于 0.84~0.99 之间,在 3 种林龄中,16 年生银合欢土壤呼吸与温度的拟合程度最好。10、16、27 年生银合欢土壤呼吸的 Q_{10} 值分别为: 1.48, 2.14, 2.25, 表明在观测期内,土壤呼吸对温度的依赖程度随着林龄的增大而增大。

影响土壤呼吸的另一重要指标是土壤湿度;研究区所属的干热河谷降雨主要集中在夏秋季,而降水是土壤水分最主要的来源。在整个观测期内,不同林龄银合欢林地土壤 CO_2 排放速率与土壤 5 cm 处湿度均存在显著的线性相关($p < 0.05$)。但土壤呼吸与水分的相关性小于温度。

2.3 根系和枯落物对银合欢土壤呼吸的影响

整个生长季观测周期内,不同林龄银合欢林 3 种处理土壤呼吸速率波动趋势相似。总体表现为:阻根处理测的土壤呼吸速率最小,保留凋落物处理的土壤呼吸速率大于去凋落物处理(图 3 a、b、c)。分析根系与枯落物对土壤呼吸的影响发现,3 种林龄土壤呼吸均随着林龄增大呈现出不断减小的趋势,而根系呼吸和枯落物呼吸对总呼吸的贡献则随着年龄增大而增大,其中根系对土壤呼吸的贡献按林龄增大顺序分别为:16.8%、43.5%、47.7%,枯落物对土壤呼吸的贡献按林龄增大顺序分别为 31.7%、34.2%、42.6%(图 3d)。

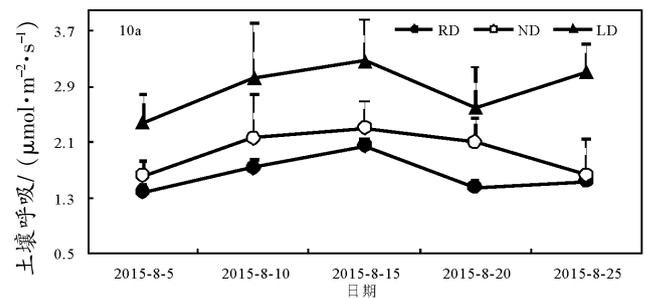


表 2 不同林龄银合欢土壤呼吸与土壤温度、土壤呼吸与湿度的关系

Table 2 Correlation of soil respiration to soil temperature and soil moisture in different ages of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

温度-呼吸	方程	R^2	P	Q_{10}	湿度-呼吸	方程	R^2	P
$X_t - Y_r$	Regression equation				$X_w - Y_r$	Regression equation		
10a	$y = 0.5975e^{0.0527x}$	0.84	0.023	1.69	10a	$y = 0.1617x - 2.5913$	0.82	0.034
16a	$y = 0.3199e^{0.0762x}$	0.99	0.000	2.14	16a	$y = 0.1540x - 2.4726$	0.90	0.014
27a	$y = 0.2487e^{0.0813x}$	0.91	0.009	2.25	27a	$y = 0.0989x - 1.2943$	0.78	0.047

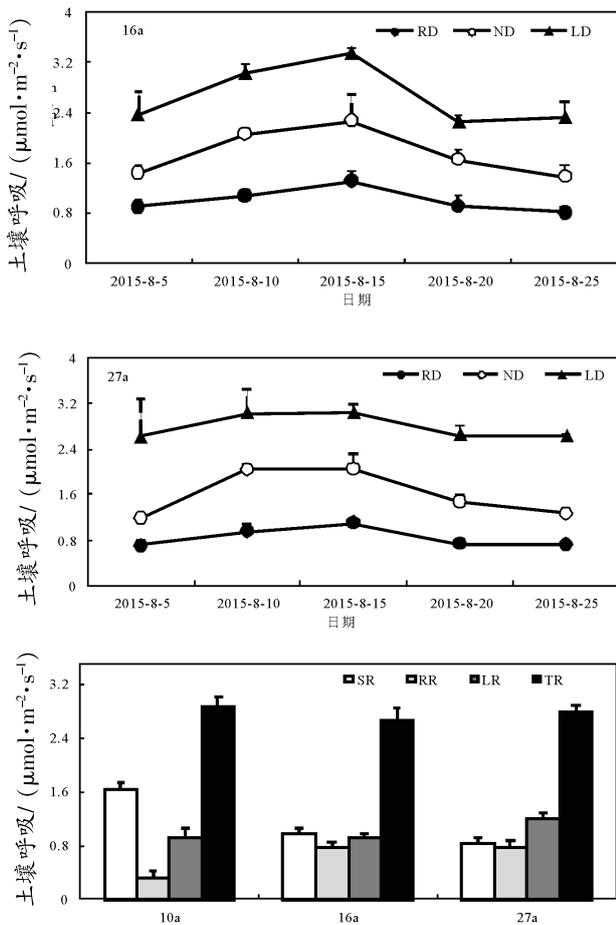


图3 去根和加凋落物处理对不同林龄土壤呼吸的影响

Fig.3 Effects of root exclusion and litter treatment on soil respiration in different ages of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

注:RD表示去根处理;ND表示去除凋落物处理;LD表示保留凋落物处理;SR表示土壤呼吸;RR表示根系呼吸;LR表示枯落叶呼吸;TR表示土壤总呼吸。

2.4 土壤理化性质对银合欢土壤呼吸的影响

分析不同林龄银合欢林地的土壤理化性质可发现(表3):不同林龄银合欢林孔隙度表现为随着林龄变大而减少的趋势,且10年生与16年生、27年生间有显著差异性($p < 0.05$),表明10年生银合欢林地的土壤通气状况、土壤松紧度优于16年生和27年生银合欢林地。不同林龄银合欢林地土壤pH值均呈弱碱性,10年生pH最小但三者间无显著差异。土壤有机质、全氮、水解氮、过氧化氢酶与蔗糖酶含量随着林龄增长均呈下降趋势,除水解氮含量外,10年生均显著大于16年、27年生。

通过Pearson相关性分析对土壤呼吸、土壤理化性质动态变化规律进行分析可得(表4),土壤呼吸与过氧化氢酶、蔗糖酶、土壤有机质、全氮和孔隙度间均存在显著正相关关系($p < 0.05$),而水解氮则与土壤呼吸没有显著的相关性($p > 0.05$)。

3 结论与讨论

3.1 水热条件对土壤呼吸的影响

前人研究表明,土壤呼吸的变化是温度和水分共同作用的结果^[7]。温度升高可导致植被生物量增加,土壤碳含量升高,进而影响土壤呼吸,二者存在显著相关性,主要关系模型有线性模型、指数模型、二次方程、乘幂模型等^[9]。本研究中,土壤呼吸与土壤温度的月变化曲线基本一致,采用指数型模型对其进行模

表3 不同林龄银合欢土壤理化性质

Table 3 soil physical and chemical properties in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit forests of different age

林龄/a	孔隙度/%	pH	有机质/ $g \cdot kg^{-1}$	全氮/ $g \cdot kg^{-1}$	水解氮/ $mg \cdot kg^{-1}$	过氧化氢酶/ $ml \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$	蔗糖酶/ $g \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$
10	54.46±0.66a	7.92±0.03a	58.06±2.55a	3.43±0.21a	179.71±25.53a	17.21±1.64a	6.00±0.23a
16	47.29±2.09b	8.04±0.02a	43.75±4.50b	2.52±0.15b	148.56±23.60a	10.15±1.15b	4.18±0.11b
27	42.92±1.95b	7.97±0.05a	40.49±8.17c	2.29±0.46c	98.82±10.82a	7.76±0.22b	3.86±0.21b

注:不同小写字母表示不同龄级间差异显著($p < 0.05$)

表4 银合欢林地土壤呼吸与土壤理化性质的关系

Table 4 Correlation of soil respiration and soil physical and chemical properties in different ages of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

变量	有机质	全氮	水解氮	过氧化氢酶	蔗糖酶	孔隙度
银合欢林地土壤呼吸	0.647**	0.518*	0.500	0.575*	0.585*	0.612*

注:*表示相关性显著($p < 0.05$);**表示相关性极显著($p < 0.01$)

拟,结果显示同一林龄的土壤呼吸速率与5 cm深土壤的温度存在显著正相关($p < 0.05$)关系,符合前人的研究结果^[20-21]。不同林龄银合欢林地观测期内的温差较小(分别为7.05、6.95、7.23),而10年生、16年生、27年生银合欢的温度对土壤呼吸敏感性 Q_{10} 值分别为1.69、2.14、2.25,这表明老林龄对温度变化的响应较为敏感,造成老林龄银合欢 Q_{10} 高于中幼龄林的原因:可能是老林龄枯落叶堆积厚,温度波动较小,使得土壤呼吸更多地受到土壤温度的限制,即中老林龄银合欢土壤呼吸对温度反应敏感。

影响森林生态系统土壤表面 CO_2 通量的另一个重要环境因子是土壤水分,它通常影响植物的根系分布、呼吸作用以及微生物活性^[22]。前人研究发现,当土壤水分在土壤持水量范围内,尤其在土壤水分是影响土壤呼吸主要胁迫因子的区域,如干旱或半干旱地区,二者呈现显著正相关关系^[23]。本研究发现不同林龄银合欢林地土壤呼吸与其对应5 cm深的湿度呈现显著正相关,土壤呼吸与土壤湿度的月变化也曲线基本一致,说明干热河谷地区林地土壤湿度也是土壤呼吸的主要影响因子。土壤含水量太低导致根系或微生物活动减弱, CO_2 将会减少;土壤水分过高使土壤孔隙减小,会影响 O_2 进入与 CO_2 排放^[20]。本研究发现不同林龄土壤湿度表现出老林龄>幼中龄林的趋势,与土壤呼吸速率大小存在差异(幼中龄林>老林龄)(图1),这可能是因为老林龄土壤湿度更接近田间持水量,反而阻碍了土壤通透性,导致 CO_2 和 O_2 传输困难,土壤呼吸值偏小^[24],但相关内容仍需进一步研究。

3.2 根系和枯落物对土壤呼吸的贡献

前人研究认为,凋落物层可为微生物、真菌的活动提供有机质,主导着土壤主要生物化学过程,凋落物的减少可引起土壤呼吸减弱^[7,25]。从本研究整个观测周期来看:与正常处理比较,阻根处理降低了土壤呼吸速率,而保留凋落物处理则提高土壤呼吸速率。去根处理使土壤呼吸速率降低,根系呼吸按林龄从小到大依次贡献:16.8%、43.5%、47.7%(图3),与北温带阔叶林和樟树生长季根系呼吸贡献率大小基本一致^[26-27]。植物在生长旺季时,较强的光合作用可为根系提供较多的物质和能量,刺激根部生长,从而增大了根系 CO_2 的排放;然而,阻根处理不仅切断了植物生理活动的

呼吸,还切断根际微生物养分的来源(根系能分泌易被微生物利用的有机质和改变pH、土壤结构、水分等土壤物理和化学环境),导致根际微生物数量及其酶活性的下降,使土壤呼吸速率大幅下降^[28],因此,去根处理对根系较为发达的中老林龄影响更大。在整个土壤呼吸观察周期,保留凋落物处理显著增加土壤的 CO_2 排放,这与Sulzman研究得出的凋落物能增加土壤呼吸的结论一致^[29]。Riach等^[30]得出全球森林生态系统中枯枝落叶对土壤呼吸的平均贡献率为33%,本研究发现枯落物处理对幼、中、老林龄的土壤呼吸贡献率分别为31.7%、34.2%、42.6%,老林龄的贡献率与Riach的研究结果存在较大差异,这可能由以下两个原因造成:1)银合欢老林龄根系过多,呼吸作用强于幼、中龄林;2)枯落物的增加引起 CO_2 浓度与温度的升高,而厚重的枯落物又使老林龄土壤降温慢,吸引更多种类和数量的土壤微生物和真菌,增强了土壤呼吸作用。

3.3 土壤呼吸与土壤养分和酶的关系

林地的生长发育需要松紧适宜的土壤环境,而土壤环境易受外界因素影响^[31]。本研究表明,银合欢林地土壤呼吸与土壤孔隙度存在显著正相关($p < 0.05$);这是由于土壤是多孔系统,土壤微生物等呼吸所释放的 CO_2 多聚集在孔隙当中,进而扩散到大气中,从而表现出土壤呼吸速率受 CO_2 释放通道顺畅程度的影响^[32]。土壤孔隙度呈现出随着林龄增大而减小的趋势,这可能是由于银合欢密集的细根导致土壤紧实度增加,使孔隙度、水稳性团聚体减少,引起土壤透气性下降,从而阻碍了气体的顺畅排放,最终导致呼吸排量的降低^[33]。

土壤理化特性可以调控土壤呼吸。在土壤温度和湿度相对稳定时,土壤有机质是微生物的物质基础,对土壤的碳通量起决定性作用。土壤有机质含量影响土壤通风性、湿度和阳离子保持能力,为土壤微生物进行分解过程排放二氧化碳提供物质基础,一般而言,土壤有机质含量与土壤呼吸呈正相关^[23, 34-36],这与本研究得到的结果一致。土壤中氮是植物氮素营养的主要来源,有机态的氮经矿化作用转化为铵,被植物利用并释放二氧化碳,在温度水分稳定的情况下,氮含量的高低将影响土壤呼吸速率和土壤呼吸动态变化^[37]。土壤中氮含量与微生物活性间也存在显著的相

互作用关系,并最终影响土壤 CO₂ 的排放,因此土壤呼吸速率与全氮、水解氮呈显著正相关^[8],本研究证实银合欢林地土壤全氮与土壤呼吸呈现显著正相关($p < 0.05$),但水解氮对土壤呼吸却无显著相关;这说明在干热河谷区水解氮并非影响植物根系和土壤微生物代谢活动的主要成分。另外,本研究还发现,不同土壤有机质、全氮、水解氮含量以及微生物过氧化氢酶、蔗糖酶活性皆随着林龄增大而减小,且幼龄林与老龄林间存在显著差异(除水解氮外)。银合欢为了获取更多的养分和水分以及应对松散的土壤状况,会延伸更多的细根来适应松散、贫瘠、干旱的土壤环境^[2],这种现象在中老林龄银合欢林地中较为普遍,这可能是导致老龄林土壤有机质、全氮下降的原因。

本研究仅对短周期内不同林龄银合欢林地生长季土壤呼吸与土壤理化性质之间的关系进行研究,下一步将继续对其长期跟踪调查,以期为解释泥石流频发区人工植被定植、存活、生长提供一定的依据与参考。

参考文献:

- [1] NADELHOFFER KJ, BOONE RD, BOWDEN RD, et al. The DIRT experiment: Litter and root influences on forest soil organic matter stocks and function [M] / Foster D, Aber J, eds. *Forests in Time: The Environmental Consequences of 1000 Years of Change in New England*. New Haven, CT: Yale University Press, 2004: 300-315.
- [2] 李元,时伟宇,闫美杰,等.土壤呼吸影响因素概述及展望[J].水土保持研究,2013,20(5): 311-316.
- [3] 潘辉,黄石德,洪伟,等.相思人工林土壤呼吸及残差呼吸的季节格局[J].福建林学院学报, 2011,31(4): 309-314.
- [4] 王会来,刘娟,姜培坤,等.森林土壤呼吸对人为干扰因素的响应[J].自然资源学报,2017,32(7): 1240-1255.
- [5] 王红,王邵军,李霁航,等.森林土壤呼吸及其主要调控因素研究进展[J].西北林学院学报,2017,32(1): 92-97.
- [6] 叶红,杨红,曹舰艇.不同土地利用方式土壤呼吸速率动态研究进展[J].广东农业科学,2017,44(8): 66-73.
- [7] 张东秋,石培礼,张宪洲.土壤呼吸主要影响因素的研究进展[J].地球科学进展,2005,20(7): 778-785.
- [8] 李智财.干热河谷地区银合欢育苗及造林技术[J].广西农业科学,2005,36(4): 377-378.
- [9] 郭灵辉,王道杰,陈东,等.蒋家沟泥石流区银合欢细根固土效应[J].水土保持通报,2011,31(5): 85-89.
- [10] 林勇明,王道杰,葛永刚,杨美玲.不同经营模式下新银合欢的枝系特征差异分析[J].中国农学通报,2009,25(16): 112-115.
- [11] 林勇明,崔鹏,王道杰,等.泥石流频发区人工新银合欢林群落特征[J].中国水土保持科学,2009,7(6): 63-67.
- [12] 邓浩俊,陈爱民,严思维,等.不同林龄银合欢重吸收率及其 C: N: P 化学计量特征[J].应用与环境生物学报,2015,21(3): 522-527.
- [13] 张有富.云南蒋家沟泥石流区干热退化山地引种拟金茅的技术与效果[J].山地学报,2000,18(6): 563-567.
- [14] 崔鹏,王道杰,韦方强.干热河谷生态修复模式及其效应:以中国科学院东川泥石流观测研究站为例[J].中国水土保持科学,2005,3(3): 60-64.
- [15] 郭健,康永祥,夏国威,等.毛白杨人工林生长季根呼吸特征研究[J].西北林学院学报,2016, 31(2): 15-19,44.
- [16] 李思思,贺康宁,田赟,等.青海高寒区 5 种典型林分土壤呼吸季节变化及其影响因素[J].北京林业大学学报,2016,38(10): 95-103.
- [17] 关松荫.土壤酶及其研究方法[M].北京: 农业出版社,1986: 271-340.
- [18] 严旭升.土壤肥力研究方法[M].北京: 农业出版社,1998: 123-174.
- [19] 高人,唐英平,杨玉盛,等.杉木人工林和水稻田土壤呼吸 Q₁₀ 值的影响因素初探[J].亚热带资源与环境学报,2007,2(4): 9-14.
- [20] 周海霞,张彦东,孙海龙,等.东北温带次生林与落叶松人工林的土壤呼吸[J].应用生态学报,2007,18(12): 2668-2674.
- [21] 陈宝玉,刘世荣,葛剑平,等.川西亚高山针叶林土壤呼吸速率与不同土层温度的关系 [J]. 应用生态学报,2007,18(6): 1219-1224.
- [22] 骆亦其,周旭辉.土壤呼吸与环境[M].北京: 高等教育出版社,2006.
- [23] 赵吉霞,王邵军,陈奇伯,等.滇中高原云南松幼林和成熟林土壤呼吸及主要影响因子分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2014,38(3): 71-76.
- [24] 王光军,田大伦,闫文德,等.去除和添加凋落物对枫香和樟树林土壤呼吸的影响[J].生态学报,2009,29(2): 643-652.
- [25] 陈灿,江灿,范海兰,等.凋落物去除/保留对杉木人工林林窗和林内土壤呼吸的影响[J].生态学报,2017,37(01): 102-109.
- [26] LEE M, NAKANE K, NAKATSUBO T, et al. Seasonal change in the contribution of root respiration to total soil

- respiration in a cool-temperate deciduous forest [J]. *Plant Soil*, 2003,255(1): 311-318.
- [27] 杨淞,张超,杨辉,等.根与凋落物对樟树人工林土壤呼吸的影响[J].*现代农业科学*,2015(12): 159-168.
- [28] 朱凡,王光军,田大伦,等.杉木人工林去除根系土壤呼吸的季节变化及影响因子[J].*生态学报*,2010,30(9): 2499-2506.
- [29] SULZMAN EW, BRANT JB, BOWDEN RD, et al. Contribution of aboveground litter, belowground litter, and rhizosphere respiration to total soil CO₂ efflux in an old growth coniferous forest [J]. *Biogeochemistry*, 2005,73(1): 231-256.
- [30] RAICH JW, NADELHOFFER KJ. Below ground Carbon allocation in forest ecosystems: global trends [J]. *Ecology*, 1989,70(5): 1346-1354.
- [31] 井大炜.不同覆膜方式对杨树林下土壤物理性状及呼吸速率的影响[J].*水土保持通报*,2014,34(2): 38-42.
- [32] 方精云, 王妮. 作为地下过程的土壤呼吸: 我们理解了多久?[J].*植物生态学报*,2007,31(3): 345-347.
- [33] 王燕,宫渊波,尹艳杰,等.不同林龄马尾松人工林土壤水土保持功能[J].*水土保持学报*,2013,27(5): 23-31.
- [34] 陈书涛,刘巧辉,胡正华,等.不同土地利用方式下土壤呼吸空间变异的影响因素[J].*环境科学*,2013,34(3): 1017-1025.
- [35] 耿远波,章申,董云社,等.草原土壤的碳氮含量及其与温室气体通量的相关性[J].*地理学报*,2001,56(01): 44-53.
- [36] SIKORA L J, MCCOY JL. Attempts to determine available carbon in soils [J]. *Biology and Fertility of Soils*,1990,9 (1), 19-24.
- [37] 林力涛,孙学凯,胡亚林,等.氮添加对沙质草地土壤呼吸及其温度敏感性的影响[J].*生态学杂志*,2015,34(06):1614-1621.
- [38] 徐洪灵,张宏,张伟.川西北高寒草甸土壤理化性质对土壤呼吸速率影响研究 [J]. *四川师范大学学报*,2012,25(6): 835-841.

(责任编辑: 华伟平)

Analyzing the Factors That Affect Soil Respiration During the Growing Season in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

CUI Yu^{1,2}, YAN Siwei^{1,2}, WU Jianzhao^{1,2}, LUO Qinghu^{1,2}, LING Yongming^{1,2*}, WANG Daojie³

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

2. Key Laboratory for Forest Ecosystem Process and Management of Fujian province, Fuzhou, Fujian,350002;

3. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan, 640001)

Abstract: This paper aimed to find the relationship between soil respiration and soil physical and chemical properties by single factor analysis of variance and Pearson correlation analysis. The soil respiration, temperature and moisture in the different forest ages (10, 16 and 27 year-old) of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit were determined by using the Li-8100 open-type soil respiration apparatus. The results showed that: (1) the soil respiration rate in different ages of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit had the same diurnal dynamics during the growing season and all curves of soil respiration, temperature and moisture showed regular and single peak curves in different time. The sequence of soil respiration in different ages of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit follows as: 10 a>16 a>27 a. (2) Soil temperature and moisture significantly affected the soil respiration rate ($p<0.05$) in different ages of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit. (3) Root exclusion and litter treatment enhanced soil respiration with the ages of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit. (4) The soil respiration showed a significant positive correlation with soil organic matter (SOC), total nitrogen (TN), available nitrogen (AN), Invertase and soil porosity ($p<0.05$), but Catalase had no obvious relationship with soil respiration ($p>0.05$). In addition, soil porosity, nutrient content and enzyme of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit decreased with the age of forest. (5) The results showed that the soil respiration of *L. leucocephala* (Lam.) de Wit decreased with the age of forest in the dry-hot valleys and explaining the variation of soil respiration in growth season by soil physical and chemical properties.

Key words: *Leucaena leucocephala*; soil respiration; temperature; moisture; soil physical and chemical properties

基于模糊综合评判和主成分分析的 福州市空气质量评价

李毓峰^{1,2}, 尤翠玲^{1,2}, 刘金福^{1,2}, 尤添革^{1,2}, 旷开金^{1,2}, 吴默妮¹, 游少萍³

(1.福建农林大学 计算机与信息学院, 福建 福州 350002; 2.生态与资源统计, 福建省高校重点实验室, 福建 福州 350002;
3.福建省气象信息中心, 福建 福州 350001)

摘要:以福州市师大、鼓山、紫阳、快安、五四北路、杨桥西路6个监测点的空气质量为研究对象,基于主成分分析和模糊数学分析方法,分析福州市各个监测点环境空气质量的主要影响因素并做出评价。结果表明:1)运用模糊综合评价判定福州空气质量为一级;2)第一主成分为空气悬浮颗粒PM_{2.5}和PM₁₀,第二主成分O₃或者NO₂;3)福州市各个监测点环境空气质量在不同月份的综合得分,1、2、12月份得分较高,污染程度比较严重。

关键词:空气质量;主成分分析;模糊综合评判

中图分类号:X823 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0039-06

随着城市和工业的发展,空气污染问题日益严重,空气质量问题备受关注^[1-3]。福州作为福建省省会,是福建省政治、文化、交通中心,也是中国东南沿海重要的新一线城市。因此,探讨福州空气质量评价研究是极其必要的。

目前,空气质量的评价方法主要有层次分析法^[4]、灰色模型法^[5]、人工神经网络法^[6]等,各有特色。但忽略了评价过程中方法、主体及评价标准的不确定性和模糊性,即人类活动对空气环境的影响极为复杂,在空气环境影响评价的识别和度量上均存在明显模糊性。可见,采用模糊关系合成原理,将一些边界不清和不易量化的因素定量化并进行综合评价,是一种较合理完善的评价方法。通过加权算术平均合成法确定隶属度,建立模糊数学模型对福州市空气质量做模糊综合评价,进而采用主成分分析方法,筛选影响福州市空

气质量的最主要因素,提取几个少数综合变量反映原来复杂的变量信息,旨在提出改善空气质量建议。

1 研究方法

1.1 数据来源

采用细颗粒物(PM_{2.5})、可吸入颗粒物(PM₁₀)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)、臭氧(O₃)等6个指标,以师大、鼓山、紫阳、快安、五四北路、杨桥西路6个监测点测定福州市空气质量指标。其中五四北路、杨桥西路、紫阳、师大监测点位于城区三环内,快安监测点位于三环外马尾镇,鼓山监测点位于远离人口密集区的鼓山风景区内,以鼓山点位为对照点。

1.2 模糊综合评价

以模糊数学为基础,应用模糊关系合成原理,将一些边界不清,不易量化的因素定量化,对受到多种因素影响的事物或对象做出一个总体评价。它能解决模糊的、难以量化的问题^[7]。

1.2.1 建立因子集合

根据目前城市环境空气监测因子,令 $U = u_i = \{u_1, u_2, u_3, \dots\}$ 。

收稿日期:2017-09-13

作者简介:李毓峰(1995-),女,汉族,硕士研究生,主要从事统计学研究。

通讯作者:刘金福(1966-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事生态管理研究。

1.2.2 建立评价集

根据《环境空气质量标准》(GB3095-1996),建立评价集评价集合为: $V=v_j=\{v_{j1},v_{j2},v_{j3}\}=\{\text{一级,二级,三级}\}$

1.2.3 建立隶属函数

当 $j=1$ 时,

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & u_i \leq v_{i1} \\ |(u_i - v_{i2}) / (v_{i1} - v_{i2})| & v_{i1} < u_i < v_{i2} \\ 0 & u_i \geq v_{i2} \end{cases} \quad (1)$$

当 $j=2$ 时,

$$r_{ij} = \begin{cases} 0 & u_i \leq v_{i1} \text{ 或 } u_i \geq v_{i3} \\ |(u_i - v_{i1}) / (v_{i2} - v_{i1})| & v_{i1} < u_i \leq v_{i2} \\ |(u_i - v_{i3}) / (v_{i3} - v_{i2})| & v_{i2} < u_i \leq v_{i3} \end{cases} \quad (2)$$

当 $j=3$ 时,

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & u_i \leq v_{i2} \\ |(u_i - v_{i2}) / (v_{i3} - v_{i2})| & v_{i2} < u_i < v_{i3} \\ 1 & u_i \geq v_{i3} \end{cases} \quad (3)$$

1.2.4 建立模糊矩阵

将不同监测点的值代入隶属函数,模糊矩阵 R 为:

$$R=r_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & r_{i3} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$i=1,2,\dots,5; j=1,2,3.$

1.2.5 建立权重集

令 b_i^j 为 j 监测点、 i 污染因素的权重。采用主因素突出赋权法中常用的超标倍数法计算权重系数并归一化,

$$b_i^j = \left[u_i^j \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^3 v_{ij} \right) \right] / \sum_{j=1}^5 \left[u_i^j \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^3 v_{ij} \right) \right],$$

则权重集为 $B^j=\{b_i^j\}$ 。

1.2.6 综合评判

在得到模糊矩阵 R 和权重集 B 基础上,进行模糊综合评价

$$A=B \oplus R = (b_1, b_2, \dots, b_6) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{61} & r_{62} & r_{63} \end{bmatrix} \quad (5)$$

1.3 主成分分析

主成分分析方法是在研究多变量的问题时,利用变量之间的相关性,提取几个尽可能多地反映原来变量的信息综合变量,是一种降维的方法^[8]。

1.3.1 观测样本数据进行标准化处理

$$Z_i = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i} \quad (6)$$

$$\text{其中, } \bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n}, \sigma_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1},$$

1.3.2 计算相关系数矩阵

$$R=r_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{np} \end{bmatrix}$$

其中

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{kj} - \bar{x}_j)^2}}, i, j=1, 2, \dots, p \quad (7)$$

1.3.3 计算相关系数矩阵的特征值和特征向量

计算特征多项式 $|\lambda I - R| = 0$, 得到特征值 λ_i , 从大到小依次排列 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$, 即为第一主成分对应的特征值; 设 λ_i 对应的特征向量为 e_i , e_i 为单位化特征向量, 即 $|e_i| = 1$, 用 e_{ij} 表示向量 e_i 的第 j 个分量。

1.3.4 确定主成分, 解释主成分的意义

$$\begin{cases} Y_1 = t_{11}X_1 + t_{12}X_2 + \dots + t_{1p}X_p = T_1'X \\ Y_2 = t_{21}X_1 + t_{22}X_2 + \dots + t_{2p}X_p = T_2'X \\ \vdots \\ Y_p = t_{p1}X_1 + t_{p2}X_2 + \dots + t_{pp}X_p = T_p'X \end{cases}$$

$$\text{用矩阵表示为 } Y = T'X \quad (9)$$

其中, $Y=(Y_1, Y_2, \dots, Y_p)'$, $T=(T_1, T_2, \dots, T_p)$ 。寻找一组新的变量 Y_1, Y_2, \dots, Y_m , 这组新的变量要求充分的反映原变量 X_1, X_2, \dots, X_p 的信息, 且相互独立。确定主成分的原则: 特征值大于 1.0 或者累计方差贡献率 85% 以上因子数确定为主成分个数。本文采用特征值大于 1.0 原则。

2.3.5 计算综合得分

$$\text{综合得分} = \left(\frac{\lambda_1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \right) F_1 + \left(\frac{\lambda_2}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \right) F_2 + \dots + \left(\frac{\lambda_n}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \right) F_n, \quad (10)$$

其中 λ_1, λ_2 为第一、二主成分所对应的特征值, n 为提取的主成分个数。

2 结果与分析

2.1 模糊综合评价

根据收集的监测数据,对 PM_{10} 、 NO_2 、 O_3 、 SO_2 共 4 个监测指标进行模糊综合评价,因子集合为 $U = u_i = \{u_1, u_2, u_3, u_4\} = \{\text{PM}_{10}, \text{SO}_2, \text{NO}_2, \text{O}_3\}$, 评价集合为评价集合为: $V = v_{ij} = \{v_{i1}, v_{i2}, v_{i3}\} = \{\text{一级}, \text{二级}, \text{三级}\}$ 。福州市 2016 年空气质量监测结果见表 1。

表 1 空气质量监测结果

Table 1 Results of air quality monitoring

项目	mg/m ³								
	师大	鼓山	紫阳	快安	五四北路	杨桥西路	一级标准	二级标准	三级标准
PM_{10}	0.045 0	0.034 5	0.051 1	0.047 6	0.048 7	0.039 6	0.04	0.10	0.15
SO_2	0.006 3	0.004 3	0.005 2	0.006 3	0.005 1	0.004 9	0.02	0.06	0.10
NO_2	0.028 3	0.013 7	0.030 7	0.028 5	0.033 0	0.027 4	0.04	0.04	0.08
O_3	0.056 0	0.074 8	0.047 1	0.046 6	0.057 9	0.050 8	0.12	0.16	0.20

由表中数据建立师大(a)、鼓山(b)、紫阳(c)、快安(d)、五四北路(e)、杨桥西路(f)6个监测点的评价因素和分级标准集合。

$$U = \begin{bmatrix} 0.045 0 & 0.034 5 & 0.051 1 & 0.047 6 & 0.048 7 & 0.039 6 \\ 0.006 3 & 0.004 3 & 0.005 2 & 0.006 3 & 0.005 1 & 0.004 9 \\ 0.028 3 & 0.013 7 & 0.030 7 & 0.028 5 & 0.033 0 & 0.027 4 \\ 0.056 0 & 0.074 8 & 0.047 1 & 0.046 6 & 0.057 9 & 0.050 8 \end{bmatrix},$$

$$V = \begin{bmatrix} 0.04 & 0.10 & 0.15 \\ 0.02 & 0.06 & 0.10 \\ 0.04 & 0.04 & 0.08 \\ 0.12 & 0.16 & 0.20 \end{bmatrix}$$

评价因素集合中一、二、三、四、五、六列分别为师大(a)、鼓山(b)、紫阳(c)、快安(d)、五四北路(e)、杨桥西路(f)年平均监测值,分级标准集合中一、二、三、

四行分别为 PM_{10} 、 NO_2 、 O_3 、 SO_2 的一级、二级、三级标准值。根据隶属函数建立模糊矩阵:

$$R^a = \begin{bmatrix} 0.917 2 & 0.082 8 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R^b = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$R^c = \begin{bmatrix} 0.814 8 & 0.185 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R^d = \begin{bmatrix} 0.873 8 & 0.126 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$R^e = \begin{bmatrix} 0.854 3 & 0.145 7 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R^f = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

由于各单项评价指标对空气质量综合评价的贡献不同,可对各项指标给予一定权重,采用加权法,令

为 j 监测点、 i 污染因素的权重,则 $b_i = \left(\frac{u_i}{v_i} \right) / \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{v_i}$, 得

到权重集为:

$$B^a = (0.320 7 \quad 0.071 8 \quad 0.366 0 \quad 0.241 5)$$

$$B^b = (0.309 6 \quad 0.062 4 \quad 0.222 2 \quad 0.405 8)$$

$$B^c = (0.356 0 \quad 0.058 1 \quad 0.387 9 \quad 0.198 0)$$

$$B^d = (0.346 0 \quad 0.074 1 \quad 0.375 0 \quad 0.204 9)$$

$$B^e = (0.321 4 \quad 0.054 1 \quad 0.394 0 \quad 0.230 5)$$

$$B^f = (0.309 6 \quad 0.062 2 \quad 0.388 3 \quad 0.239 9)$$

在得到模糊矩阵 R 和权重集 B 基础上,进行模糊综合评价,各个监测点的综合评价指数为:

$$A^a = (0.973 4 \quad 0.026 6 \quad 0)$$

$$A^b = (1 \quad 0 \quad 0)$$

$$A^c = (0.934 1 \quad 0.065 9 \quad 0)$$

$$A^d = (0.956 3 \quad 0.043 7 \quad 0)$$

$$A^e = (0.953 2 \quad 0.046 8 \quad 0)$$

$$A^f = (1 \quad 0 \quad 0)$$

根据最大隶属原则,取 A 向量各分量值中的最大值,各监测点的第一个分量均最大,由此判定福州市空气质量均为一级,可得福州空气质量水平整体是好的,适宜居住发展。

进一步探讨目前影响福州市空气质量的最主要因素,及时控制影响大的因素,才能使得福州的空气

质量继续保持一级优状态。

2.2 主成分分析

表 2 相关系数矩阵

Table 2 Correlation coefficient matrix

项目	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
PM _{2.5}	1	0.581	0.519	0.526	0.374	0.018
PM ₁₀	0.581	1	0.560	0.367	0.014	0.199
SO ₂	0.519	0.560	1	0.367	0.072	0.240
NO ₂	0.526	0.367	0.367	1	0.392	-0.407
CO	0.374	0.014	0.072	0.392	1	-0.323
O ₃	0.018	0.199	0.240	-0.407	-0.323	1

据监测数据,利用 SPSS 软件对 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO、O₃ 共 6 个监测指标进行主成分分析。本文将对监测点师大进行详细分析说明。将数据进行标准化,通过操作结果得 Kaiser-Meyer-Olkin 值都接近为 0.7, Bartlett 检验的 p 值为 0.000 接近于 0, 远小于 0.05, 可见, 适合采用主成分分析, 即计算得到相关系数矩阵见表 2。

主成分特征值和方差贡献率计算结果见表 3。

表 3 解释的总方差

Table 3 Explains about total variance

成份	特征值	方差贡献率 / %	累积方差贡献率 / %
1	2.587	43.120	43.120
2	1.638	27.299	70.419
3	0.699	11.655	82.074
4	0.459	7.651	89.725
5	0.322	5.369	95.094
6	0.294	4.906	100

提取方法:主成份分析。

根据提取特征值大于 1 的主成分,所以提取 2 个主成分,第一主成分方差贡献率 43.12%,第二主成分方差贡献率 27.299%,累积贡献率达到 70.419%。本文将前 2 个成分选作主成分进行分析。前 2 个主成分的特征向量见表 4。前 2 个主成分表达式:

$$Y_1 = 0.835X_1 + 0.849X_2 + 0.792X_3 + 0.494X_4 + 0.129X_5 + 0.314X_6$$

$$Y_2 = -0.054X_1 - 0.05X_2 + 0.342X_3 - 0.703X_4 + 0.744X_5 - 0.806X_6$$

第 1 主成分 F₁ 所包含的信息量 43.12%, 它的主要代表变量为 X₁(PM_{2.5})和 X₂(PM₁₀),其权重系数分别为 0.835 和 0.849,反映了 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 这两个监测要素是影响空气质量的主要因素;第 2 主成分 F₂ 包含的信息量为 27.299%, 它的主要代表变量为 X₆(O₃),其权重系数分别为 0.806, 反映了这个监测变量是影响空气质量的重要因素,各个监测点旋转成份矩阵见表 4。

表 4 旋转成份矩阵(a)

Table 4 Rotation component matrix(a)

项目	成份	
	1	2
PM ₁₀	0.849	-0.050
PM _{2.5}	0.835	-0.054
SO ₂	0.792	0.342
O ₃	0.314	-0.806
CO	0.129	0.744
NO ₂	0.494	0.703

提取方法:主成分分析法。a. 旋转在 3 次迭代后收敛。

表 5 各个监测点旋转成份矩阵(a)

Table 5 Rotation component matrix of each monitoring point(a)

监测点	成分	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
师大	1	0.835	0.849	0.792	0.494	0.129	0.314
	2	-0.054	-0.050	0.342	0.703	0.744	-0.806
鼓山	1	0.851	0.859	0.735	0.486	0.117	0.126
	2	0.051	0.142	0.060	0.776	0.680	-0.853
紫阳	1	0.851	0.859	0.735	0.126	0.117	0.486
	2	0.051	0.142	0.060	-0.853	0.680	0.776
快安	1	0.850	0.865	0.698	0.121	0.074	0.530
	2	0.079	0.195	-0.062	-0.852	0.644	0.744
五四北路	1	0.886	0.837	0.741	0.395	0.602	0.203
	2	0.110	0.118	-0.082	-0.748	0.629	0.675
杨桥西路	1	0.862	0.738	0.527	0.583	0.095	0.360
	2	-0.046	0.242	-0.138	0.649	0.710	-0.77

根据表中的数据可以得出,6个监测点的提取的第一主成分变量均为 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$;师大、鼓山、杨桥西路3个监测点提取的第二主成分变量为 O_3 ,而紫阳、快安、五四北路提取的第二主成分变量为 NO_2 。第一主成分可解释为空气悬浮颗粒,第二主成分可解释为反映空气中臭氧或者二氧化氮的一个综合指标。由公式(10)计算综合得分得到各个城市每个月份综合得分结果,见表6。

综合得分越大,则说明空气质量相对较差,由表6可知1、2、12月份空气质量综合得分普遍比较高,空气质量相对于其他月份较差,存在一定程度污染。

表6 各个监测点每个月份综合得分

Table 6 Composite scores in each month of each monitoring point

项目	师大	鼓山	紫阳	快安	五四北路	杨桥西路
1月份	57.69	48.27	65.14	63.82	76.72	52.25
2月份	56.48	39.41	78.96	81.39	78.48	55.33
3月份	43.41	37.35	63.14	72.55	60.69	42.07
4月份	50.59	23.90	56.24	52.97	50.10	37.20
5月份	42.48	25.85	71.54	77.60	74.91	44.08
6月份	34.29	19.01	52.86	60.78	64.75	36.00
7月份	33.86	23.73	63.51	63.91	64.75	38.26
8月份	38.73	16.71	63.50	55.61	73.19	35.38
9月份	24.91	10.69	69.06	66.56	45.84	29.92
10月份	31.79	12.09	50.84	45.65	51.65	35.32
11月份	51.03	25.68	50.43	52.10	62.03	51.98
12月份	64.27	40.87	62.78	74.18	79.39	61.63

3 结论与讨论

1)通过模糊综合评判法,建立福州市2016年环境空气质量综合评价模型,对环境空气质量进行综合评价得到环境空气质量均为一级优,与福州市实际情况符合,说明构建模型有效。可利用所建立的模型对其他城市的环境空气质量进行综合评价,尤其是对空气质量差的城市进行评价,便于对该城市地区环境的关注和治理。

2)采用主成分分析方法,提取几个少数综合变量来反映复杂变量信息,为空气质量问题分析提供科学、准确的方法。通过6个监测点,得出福州市空气质量污染的主要因素为空气悬浮颗粒、 O_3 、 NO_2 。综合得分发现空气污染最为严重的是1、2、12三个月份,其原因可能在于春节期间春运和烟花爆竹、金纸等燃放。

3)空气悬浮颗粒、 O_3 、 NO_2 主要来源是工业过程发电冶金、机动车尾气排放、家庭烹调的燃煤等。依国内外研究调查和发现: PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 对人类健康有明显危害性,可引起机体呼吸系统、免疫系统损伤。可见,建议工业要走可持续性发展道路,尾气排放须经处理,提倡使用绿色燃料,鼓励市民多使用环保交通工具,如公交车、共享单车等。落实好这些措施福州空气质量才能继续保持一级优。

4)在主成分方法中,仅收集福州市2016年数据分析,没将多年动态空气质量进行对比;且考虑学习更优化的算法,搜集多年数据来分析,将构建模型预测。运用模糊评价过程中,权重确定是极其重要的,反映各个因素在评价过程中所起作用大小,笔者仅考虑最普遍的加权平均法,并没有考虑更理想研究方法确定权重。

参考文献:

- [1] 蔺雪芹,王岱.中国城市空气质量时空演化特征及社会经济驱动力[J].地理学报,2016,71(8):1357-1371.
- [2] 陈永林,谢炳庚,杨勇.全国主要城市群空气质量空间分布及影响因素分析[J].干旱区资源与环境,2015,29(11):99-103.
- [3] 李茜,宋金平,张建辉,等.中国城市化对环境空气质量影响的演化规律研究[J].环境科学学报,2013,33(9):2402-2411.
- [4] 周世营.基于层次分析的福州市环境空气质量评价[J].低碳世界,2017(9):24-27.
- [5] 倪海璐.基于灰色模型的武汉市空气质量评价和影响因素分析[D].武汉:华中科技大学,2013.
- [6] 田静毅,范泽宣,孙丽华.基于BP神经网络的空气质量预测与分析[J].辽宁科技大学学报,2015,38(2):131-136.
- [7] 胡永宏,贺恩辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000.
- [8] 薛薇.统计分析与SPSS的应用[M].北京:中国人民大学出版社,2014.8.

- [9] 杨晓艳,鲁红英.基于模糊综合评判的城市环境空气质量评价[J].中国人口资源与环境 2014,24(S2):143-146. 空气质量研究[J].牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2016(3):15-17.
- [10] 吕铃钥,李洪远.基于模糊综合评判的京津冀地区空气质量评价[J].南开大学学报(自然科学版),2016,49(1):62-68. (责任编辑:叶丽娜)
- [11] 李伟丽,杨鹏辉,孙漩,孙伟.基于主成分分析法的京津冀

Fuzhou City Air Quality Assessment Based on the Principal Component Analysis and Fuzzy Comprehensive Evaluation

LI Yufeng^{1,2}, YOU Cuiling^{1,2}, LIU Jinfu^{1,2,3}, YOU Tiange^{1,2},
KUANG Kaijin^{1,2}, WU Moni¹, YOU Shaoping³

(1. School of Computer and Information Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;
2. Key Laboratory of Ecology and Resources Statistics of Universities and Colleges in Fujian Province, Fuzhou, Fujian 350002; 3. Meteorological Information Center in Fujian, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Using the air quality of the Fujian Normal University, Gushan, Ziyang, Kuai'an, based on principal component analysis and fuzzy mathematical model, the author analyzes the main influencing factors and makes evaluations. Research results show that: 1) By using the fuzzy comprehensive evaluation, the air quality grade is found at the first stage; 2) The first principal component are PM_{2.5} and PM₁₀, the second principal component are O₃ and NO₂; 3) By comparing the scores of air quality in different months, it was found that the scores in January, February and December were higher, and the pollution degree in these three months was serious.

Key words: air quality; principal component analysis; fuzzy comprehensive evaluation

优化过程知识引导的斗杆结构智能遗传寻优方法

张洋梅¹, 沈振辉¹, 花海燕²

(1.福建江夏学院 工程学院, 福建 福州 350108; 2.福建工程学院 机械与汽车工程学院, 福建 福州 350108)

摘要:针对现有挖掘机斗杆结构智能数值寻优方法,未能提取利用优化群体优化过程中产生的目标知识及约束知识指导数值寻优,致使结构数值寻优效率较低,常收敛于局部最优解等问题,提出一种基于优化过程知识的斗杆结构遗传寻优方法,构建优化过程知识引导的群体选择算子、个体综合状态判断算子、群体交叉算子和群体变异算子,以充分利用优化过程知识指导斗杆结构遗传寻优过程。以中小型挖掘机耳板分离式斗杆结构为例,对比三种不同斗杆结构数值寻优结果,证实了优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优方法的可行性与高效性。

关键词:挖掘机斗杆;遗传算法;优化过程知识;结构优化

中图分类号:TH122 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0045-07

随着资源与能源的日益稀缺,最大限度的实现节能省材是结构优化设计的根本任务。为实现快速优质的结构智能优化设计,若直接利用传统的数值算法已无法满足结构智能优化数值寻优的要求。现有的结构智能优化数值寻优方法大多是纯数值寻优算法与分析软件相结合^[1,2],或是将 2 种不同数值算法相结合^[3-5],或是利用静态知识模型引导数值寻优过程^[6,7]。例如,文献[1]针对某机械的悬臂结构的优化设计问题,建立了单目标非线性优化设计数学模型,采用遗传算法与 Matlab 软件相结合进行优化计算;文献[2]以弧形闸门结构为研究对象,将改进遗传算法、Visual Basic 编程语言、和有限元软件 ANSYS 二次开发技术相结合,利用 Visual Basic 建立弧形闸门结构优化系统,以实自动调用 ANSYS 进行弧形闸门参数化建模,并对弧形闸门进行结构截面优化和结构尺寸优化;文献[5]针对复杂结构优化问题,提出了 HS(协调搜索)和 FA(萤火虫算法)两种算法,并证实了这两种搜索算法可在较短

的时间内完成全局寻优;文献[6][7]提出了基于知识的遗传算法,利用设计领域知识指导结构遗传寻优过程。这些不同的解决方法均是探讨数值算法的改进或是把静态系统知识与数值优化算法相结合,一定程度上提高了优化速率并改善了优化结果,但均未能提取和利用优化过程中产生的群体目标知识及约束知识指导结构优化,致使在求解高维多约束复杂结构优化问题时,无法最大限度地减少每一代优化群体结构全局寻优时间的问题,易陷入局部最优解。为此,有必要研究优化过程知识引导的结构智能数值寻优方法,通过提取和利用优化过程知识指导结构数值寻优过程。以挖掘机斗杆结构为例,构建基于优化过程知识的斗杆结构智能遗传寻优方法,实现充分提取和利用优化过程知识指导结构遗传寻优过程。

1 斗杆结构智能遗传寻优算法

为有效提高斗杆结构遗传算法的全局寻优效率,并最大限度地减少每一代优化群体的约束处理时间和结构全局寻优时间的问题,建立优化过程知识引导的群体选择算子、个体综合状态判断算子、优化过程知识引导的群体交叉算子和优化过程知识引导的群体变异算子,以构建基于优化过程知识的斗杆结构智能遗传寻优算法。

收稿日期:2018-05-17

基金项目:2017 年福建省中青年教育科研项目(JAT170613);福建工程学院科研启动基金项目(GY-Z14075)。

作者简介:张洋梅(1989-),女,汉族,实验师,主要从事工程结构智能优化设计的研究。

1.1 优化过程知识引导的群体选择算子

要实现斗杆各板件总体积最小化,需充分发挥结构材料潜能,为此,根据各板件总体积大小与材料强度特征发挥程度建立个体适应度值计算公式。以中型挖掘机耳板分离式斗杆结构为例,建立个体适应度值计算公式,如(公式1)所示,其取值范围为(0,1),结构各板件总体积的数量级为 10^7mm^3 ,结构最大应力值的数量级为 10^2Mpa 。

$$Pf_i = 0.6 \times \frac{1}{V_i} \times 10^{-7} + 0.4 \times ES_i \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$ES_i = \frac{1}{K} \times \sum_{k=1}^K \left[\frac{1}{C} \times \sum_{c=1}^C (Stress_{ic} - MStress_k) \right] \quad (2)$$

式中:1) Pf_i 表示第*i*个个体的适应度值;

2) V_i 表示第*i*个个体的各板件总体积大小;

3) ES_i 表示第*i*个个体在综合多工况下各应力特征截面之间的应力差;

4) K 表示工况个数, C 表示斗杆结构应力特征截面个数, $Stress_{ic}$ 表示个体*i*的应力特征截面*c*在工况*k*下的最大应力值, $MStress_k$ 表示个体*i*在工况*k*下的最大应力值。

挖掘机斗杆结构数值寻优区间为高维复杂空间,在斗杆结构全局寻优阶段,若优秀个体选择不当,极有可能把某些存在候选最优解的搜索区域过早排除,致使遗失部分最优解或陷入局部最优。为了能够尽可能保存个体的多样性,群体选择算子的选择策略为根据计算后所得的个体适应度值大小,将优化群体分为优秀可行个体、可行个体、优秀不可行个体和不可行个体,并将优秀可行个体作为优秀个体直接遗传到下一代,把可行个体和不可行个体作为父代配对交叉个体,而优秀不可行个体则作为父代变异个体,以得到斗杆结构遗传寻优的下一代优化群体。

1.2 个体综合状态判断算子

为实现父代个体的综合状态判断,有必要建立个体综合状态判断算子。通过识别个体各应力特征截面的应力状态,并结合实数编码个体各个基因位的目标灵敏度知识,判断父代个体各个基因位的期望搜索方向及合理调整步长,以有效提高斗杆结构全局寻优效率。应力特征截面的应力状态是指在综合多工况下斗杆结构应力特征截面的最大应力与结构材料许用应力的关系,并以应力状态码进行标识。由斗杆结构各应力特征截面应力状态码组成的编码串可有效表征

个体应力状态,其个体应力状态编码串表示如下:

$$S_i = \{S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{ic}\} \quad (3)$$

$$S_{ic} = \begin{cases} -2 & Stress_{ic} > 1.2 \times [\sigma] \\ -1 & [\sigma] < Stress_{ic} \leq 1.2 \times [\sigma] \\ 0 & 0.8 \times [\sigma] < Stress_{ic} \leq [\sigma] \\ 1 & 0.7 \times [\sigma] < Stress_{ic} \leq 0.8 \times [\sigma] \\ 2 & 0.5 \times [\sigma] < Stress_{ic} \leq 0.7 \times [\sigma] \\ 3 & Stress_{ic} \leq 0.5 \times [\sigma] \end{cases} \quad (4)$$

式中:1) S_{ic} 表示父代个体*i*的第*c*个应力特征截面的应力状态码,其值大小表示该应力特征截面*c*需被调整的期望大小,正负号则表示应力特征截面*c*的期望调整方向, $c=1,2,L,C$ 为应力特征截面编号, C 为斗杆结构应力特征截面个数;

2) $Stress_{ic}$ 表示父代个体*i*的第*c*个应力特征截面在综合多工况下的最大应力值;

3) $[\sigma]$ 表示当前斗杆结构材料的许用应力值。

实数编码个体各基因位均为指定的全局优化变量,根据父代个体应力状态编码串 $S_i = \{S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{ic}\}$,可查询父代个体*i*各个基因位的期望调整方向和调整幅度,得到父代个体*i*各基因位的操作码 m_{ij} ,则父代个体*i*基因位操作编码串 M_i 如下所示:

$$M_i = \{m_{i1}, m_{i2}, \dots, m_{ij}\} \quad (5)$$

$$m_{ij} = a_{ijc} \cdot r_{jc} \cdot t_j \quad (6)$$

式中:1) M_i 表示父代个体*i*的基因位操作编码串, $i=1,2,L,I,I$ 为父代个体的个数;

2) m_{ij} 表示父代个体*i*的第*j*个基因位的操作码, $j=1,2,L,J,J$ 为个体的基因位个数;

3) a_{ijc} 表示父代个体*i*的第*j*个基因位对应应力特征截面*c*的应力状态码 S_{ic} 的响应值;

4) r_{jc} 表示个体的第*j*个基因位对应应力特征截面*c*最大应力值的影响程度值;

5) t_j 表示个体的第*j*个基因位对影响程度值 r_{jv} 的响应值。

$$a_{ijc} = \begin{cases} -0.2 & S_{ic} = -2 \\ -0.1 & S_{ic} = -1 \\ 0 & S_{ic} = 0 \\ 0.06 & S_{ic} = 1 \\ 0.12 & S_{ic} = 2 \\ 0.2 & S_{ic} = 3 \end{cases} \quad (7)$$

$$r_{jc} = \begin{cases} 1 & m_{ij} \text{ 对 } Stress_c \text{ 正相关显著} \\ 0 & m_{ij} \text{ 对 } Stress_c \text{ 的相关性不显著} \\ -1 & m_{ij} \text{ 对 } Stress_c \text{ 负相关显著} \end{cases} \quad (8)$$

$$t_j = \begin{cases} 1.1 & r_{jV} = 0 \\ 0.9 & r_{jV} \neq 0 \end{cases} \quad (9)$$

$$r_{jV} = \begin{cases} 1 & m_{ij} \text{ 对 } V \text{ 正相关显著} \\ 0 & m_{ij} \text{ 对 } V \text{ 的相关性不显著} \\ -1 & m_{ij} \text{ 对 } V \text{ 负相关显著} \end{cases} \quad (10)$$

式中: r_{jV} 表示个体的第 j 个基因位对各板件总体积 V 的影响程度值。

1.3 优化过程知识引导的群体交叉算子

为了尽可能的提高子代个体优于父代个体的概率,需充分提取父代个体目标知识及约束知识,以用于判别父代交叉配对个体各基因位是否需要交叉操作,并确定各基因位的期望搜索方向与合理搜索步长,从而完成两父代交叉个体各基因位的交叉操作。两父代交叉个体的具体操作如下:

两父代交叉个体为: $X_1 = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1J}\}$ 和 $X_2 = \{x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2J}\}$; 得到新的子代个体为: $X'_1 = \{x'_{11}, x'_{12}, \dots, x'_{1J}\}$ 和 $X'_2 = \{x'_{21}, x'_{22}, \dots, x'_{2J}\}$; 交叉算子表达式为:

$$\begin{cases} x'_{1j} = x_{1j} + a_{1j} \cdot m_{1j} \cdot |x_{2j} - x_{1j}| \\ x'_{2j} = x_{2j} + a_{2j} \cdot m_{2j} \cdot |x_{2j} - x_{1j}| \end{cases} \quad (11)$$

式中: 1) m_{1j} 为个体 1 (即为父代交叉个体 X_1) 第 j 个基因位的操作码, m_{2j} 为个体 2 (即为父代交叉个体 X_2) 第 j 个基因位的操作码, 其值由(公式 6)计算可得;

2) a_{1j} 、 a_{2j} 为 $[0, 1]$ 之间的均匀分布随机数。

两父代交叉个体 X_1 和 X_2 经交叉算子操作后, 得到两个新的子代个体 X'_1 和 X'_2 , 而两父代交叉个体 X_1 和 X_2 的第 j 个基因位的交叉概率, 如(公式 12)所示:

$$P_{cj} = \begin{cases} p_{ch} & r_{jc} \neq 0 \\ p_{cl} & r_{jc} = 0 \end{cases} \quad (12)$$

式中: 1) P_{cj} 表示两父代交叉个体 X_1 和 X_2 的第 j 个基因位的交叉概率;

2) r_{jc} 表示个体的第 j 个基因位对应力特征截面 c 的应力灵敏度值;

3) p_{ch} 表示灵敏度值 $r_{jc} \neq 0$ 时父代交叉个体第 j 个基因位的交叉概率;

4) p_{cl} 表示灵敏度值 $r_{jc} = 0$ 时父代交叉个体第 j 个基因位的交叉概率。

1.4 优化过程知识引导的变异算子

为充分发挥每个个体的特点, 需对变异个体的不同基因位进行不同的变异操作。为了避免变异后个体质量变差, 本文对几何形状变量基因位和非几何形状变量基因位分别进行不同的变异操作。根据几何形状约束知识, 提取父代变异个体 i 的一级编码串 $C_{i[j]}$ 知识, 以获取父代个体 i 的几何形状基因位 j 对应的网格区间矩阵上、下限值 H_{ij} 和 L_{ij} , 通过限制父代个体 i 的几何形状基因位 j 在区间 $[L_{ij}, H_{ij}]$ 内进行变异操作, 以保证变异操作后得到的子代个体仍满足结构几何形状约束。父代变异个体的具体变异操作如下:

父代变异个体 i 为: $Y_i = \{y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iJ}\}$; 得到新子代个体 i 为: $Y'_i = \{y'_{i1}, y'_{i2}, \dots, y'_{iJ}\}$; 其中: $i = 1, 2, \dots, N_m$, N_m 为父代变异个体的个数; J 为个体的基因位个数。

当 $S_{ic} < 0$ 时, 变异算子为:

$$y'_{ij} = \begin{cases} y_{ij} + a_j \cdot m_{ij} \cdot |H_{ij} - y_{ij}| & 1 \leq j \leq J_1 \\ (1 + a_j \cdot m_{ij}) \cdot y_{ij} & J_1 \leq j \leq J \end{cases} \quad (13)$$

当 $S_{ic} \geq 0$ 时, 变异算子为:

$$y'_{ij} = \begin{cases} y_{ij} + a_j \cdot m_{ij} \cdot |y_{ij} - L_{ij}| & 1 \leq j \leq J_1 \\ (1 + a_j \cdot m_{ij}) \cdot y_{ij} & J_1 \leq j \leq J \end{cases} \quad (14)$$

在(公式 13)和(公式 14)中:

1) m_{ij} 为父代变异个体 i 的第 j 个基因位的操作码, 其值由公式(5-6)计算可得;

2) H_{ij} 、 L_{ij} 为父代变异个体 i 第 j 个基因位的几何形状一级码 $C_{i[j]}$ 所对应的网格区间的上、下限值, 其 $j = 1, 2, \dots, J_1$, J_1 为斗杆结构几何形状变量的基因位编号;

3) J 为基因位个数, 即: 斗杆结构全局优化变量个数;

4) a_j 为 $[0, 1]$ 之间的均匀分布随机数。

父代变异个体 i 不同基因位发生变异的概率计算公式如下:

$$P_{mij} = \begin{cases} p_{mh} & r_{jc} \neq 0 \\ p_{ml} & r_{jc} = 0 \end{cases} \quad (15)$$

式中: 1) P_{mij} 为父代变异个体 i 的第 j 个基因位的变异概率, $i = 1, 2, \dots, N_m$, $j = 1, 2, \dots, J$;

2) r_{jc} 表示个体第 j 个基因位对应力特征截面 c 的最大应力值的影响效果;

3) p_{mh} 表示值 $r_{jc} \neq 0$ 时, 父代变异个体第 j 个基因

位的变异概率;

4) p_{ml} 表示值 $r_{jc}=0$ 时, 父代变异个体第 j 个基因位的变异概率。

2 优化过程知识引导的斗杆结构智能遗传寻优过程

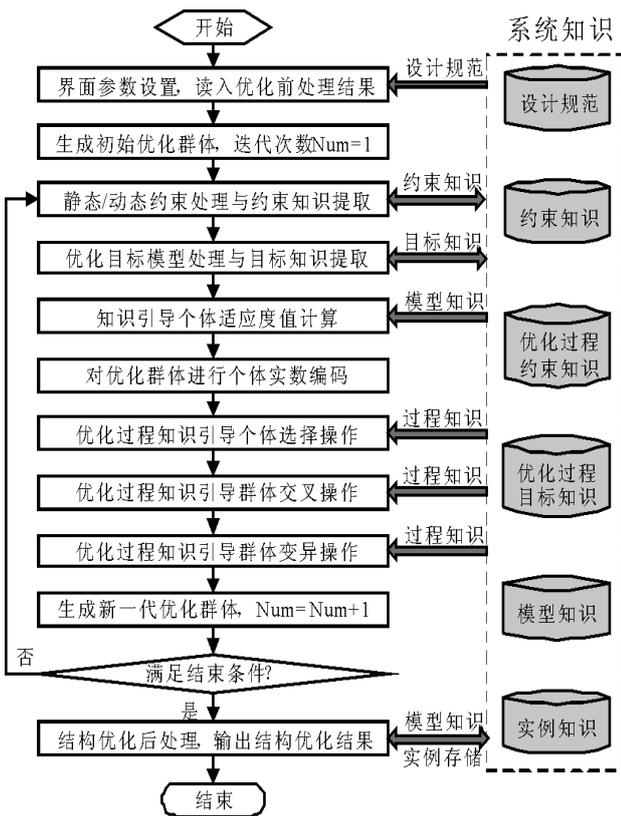


图 1 知识引导的斗杆结构遗传寻优过程

Figure 1 Genetic optimization process of stick based on optimization knowledge

复杂斗杆结构智能优化设计过程可分为: 结构方案设计阶段、结构优化前处理阶段、结构数值寻优阶段和结构优化后处理阶段, 利用已构建的个体综合状态判断算子、优化过程知识引导的选择算子、交叉算子和变异算子, 以完成优化过程知识引导的斗杆结构智能遗传寻优, 其主要流程如图 1 所示。经选择算子操作确定直接遗传至下一代的优秀个体、交叉个体和变异个体, 并利用综合状态判断算子判断交叉个体和变异个体各基因位的期望搜索方向及合理调整步长, 以有效提高全局寻优效率。

(1) 通过结构智能遗传寻优软件界面设置遗传算法主要参数, 如图 2 所示, 并导入斗杆结构优化前处理

结果。

(2) 采用拉丁超立方抽样法对全局优化变量取值区间进行均匀抽样, 得到斗杆结构初始优化群体。

(3) 对优化群体进行结构约束处理, 并提取当前优化群体的静态/动态约束知识, 确定各斗杆个体的应力状态值, 作为群体优化过程结构应力约束知识存储于优化过程知识库。

(4) 计算当前优化群体的目标函数值, 提取当前优化群体的目标知识, 并存储于优化过程目标知识库。

(5) 利用已建立的智能遗传算法适应度计算公式, 对当前优化群体进行个体适应度值计算。

(6) 对当前优化群体的每个个体进行实数编码。

(7) 利用优化过程知识引导的选择算子对当前优化群体进行选择操作, 实现优化群体的分类。选取出可直接遗传到下一代的个优秀个体、需进行交叉操作的个配对个体和需进行变异操作的个个体。

(8) 利用优化过程知识引导的交叉算子对个父代个体进行配对交叉操作, 以得到个新的子代个体。

(9) 利用优化过程知识引导的变异算子对个父代个体进行变异操作, 以得到个新的子代个体。

(10) 得到新一代的优化群体。

(11) 对新一代优化群体进行优化结束条件判段, 若迭代次数已满或优化群体已满足收敛条件, 则转入 (12); 若迭代次数未满足且优化群体不满足收敛条件, 则转入 (3), 进入下一代遗传进化。

(12) 进入斗杆结构优化后处理阶段, 对最优解进行结构参数圆整处理, 并对圆整后的斗杆结构进行局部调优。输出斗杆结构智能优化设计结果, 并将此优化实例存储于实例知识库。智能遗传寻优结束。

3 斗杆结构智能遗传寻优软件

以 VC++6.0 为主开发平台, 采用面向对象的编程思想, 结合 Pro/E 软件二次开发语言 Pro/Toolkit、ANSYS 分析软件宏命令 APDL 语言和遗传算法, 开发了斗杆结构智能遗传寻优模块, 如图 2 所示。通过此软件界面输入已知参数和遗传算法参数; 然后, 点击“结构方案设计”、“一键结构优化”和“优化实例存储”控件, 便可完成结构智能遗传寻优并将优化结果存储于实例知识库。



图2 挖掘机斗杆结构智能遗传寻优模块界面
Figure 2 The software module of intelligent genetic optimization of excavator stick

4 斗杆结构智能遗传寻优方法实例应用

4.1 斗杆结构优化已知条件

以中小型反铲挖掘机(标准斗容量)斗杆结构为例,已知条件有液压系统驱动参数(取值如图2所示)和斗杆机构参数(各铰孔之间的距离)取值如表1所示。斗杆结构在不同工况下的受力情况不同,本文,以GB9141-88中规定的4种典型挖掘工况作为斗杆结构智能优化设计的主要计算工况。

表1 应用实例已知斗杆机构参数值 单位:

Table 1 The value of mechanism parameters in testing case [mm]

机构参数	L_{EF}	L_{EN}	L_{FG}	L_{FN}	L_{FQ}	L_{GN}	L_{NQ}
取值	945.78	3720	832.15	2410.42	2848	2254.43	450

4.2 斗杆结构优化目标

要实现斗杆结构各板件总体积最小化,应在满足设计强度要求的前提下,充分发挥结构材料强度性能,本文以综合4种典型挖掘工况下斗杆结构最大应力值与斗杆结构各应力特征截面最大应力值之间的差值来表征斗杆结构应力分布状况。因此,综合多工况的斗杆结构智能优化模型可表示为:

$$\begin{cases} \min f_0(X) = V(X) \\ \min f_n(X) = M_{\max} - M_n(X) (n=1,2,\dots,N) \end{cases} \quad (16)$$

式中:1) $V(X)$ 为斗杆各板件总体积的表达式;

2) $f_n(X)$ 为综合4种典型工况下斗杆结构的最大应力值与斗杆结构各应力特征截面最大应力值之差;

3) $M_{\max} = \max \{M_1(X), M_2(X), \dots, M_N(X)\}$ 为综合4种典型工况下的斗杆结构最大应力值;

4) $M_n(X)$ 为斗杆结构第 n 个应力特征截面在综合4种典型工况下的最大应力值, $n=1,2,\dots,N$, N 为斗杆结构应力特征截面的个数。

4.3 优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优过程

斗杆结构智能优化设计包括:结构方案设计阶段和结构遗传寻优阶段。

在斗杆结构方案设计阶段,根据已知条件,利用设计规范知识引导斗杆结构方案设计,完成斗杆结构方案设计,确定当前待优化斗杆结构方案为耳板分离式斗杆,结构图如图3所示。

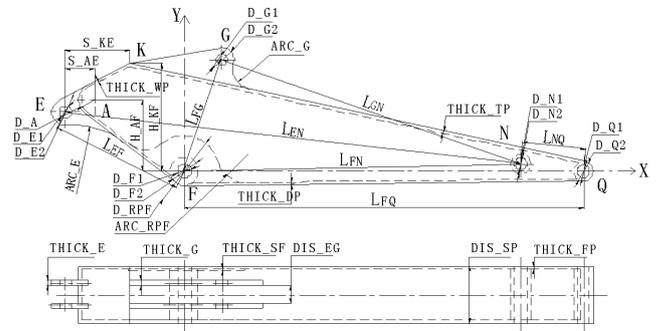
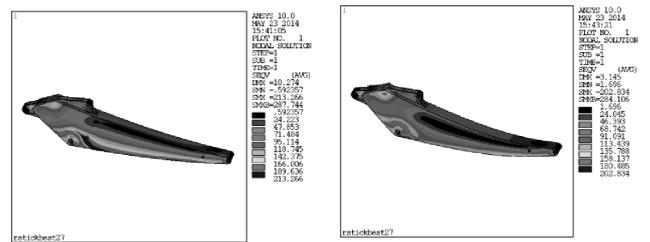


图3 挖掘机斗杆结构图

Figure 3 Structure diagram of excavator stick

结构遗传寻优阶段,在斗杆结构智能遗传寻优模块界面(如图2所示),输入已知参数和遗传算法参数;点击“结构方案设计”控件,导入斗杆结构参数体系;点击“一键结构优化”控件,完成斗杆结构智能遗传寻优过程,得到最优斗杆结构;点击“优化实例存储”控件,将优化结果存储于实例知识库。为满足结构加工工艺要求,对结构参数值进行圆整,并对圆整后的斗杆结构进行局部调优,以得到满足斗杆结构加工工艺要求与斗杆结构强度要求的最优斗杆结构。该最优斗杆结构在4种典型挖掘工况下的应力云图,如图4所示,该最优斗杆结构的样本名称为“”。



(a) 挖掘工况一

(b) 挖掘工况二

(a) First mining condition

(b) Second mining condition

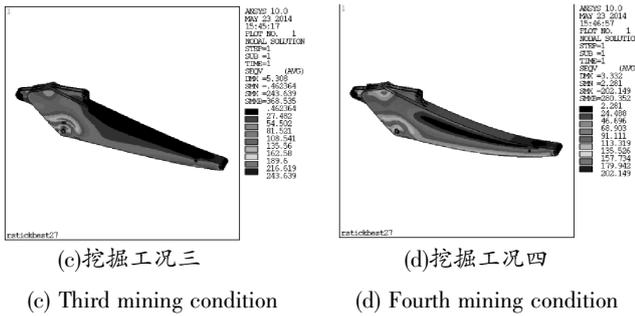


图 4 优化后处理所得最优斗杆结构的应力云图

Figure 4 Stress nephogram of the best-optimized stick structure by optimized post-processing

图 4 为 4 种典型挖掘工况下最优斗杆结构的应力云图,其结构最大应力发生在挖掘工况三,其值为,小于许用应力,满足斗杆结构强度约束条件。此最优斗杆结构的各板件总体积大小、总优化时间、综合多况结构应力最大值与最小值、结构前 3 阶固有频率值,如表 2 所示。

表 2 优化后处理所得最优斗杆结构数据

Table 2 The data of best-optimized stick by optimized post-processing

总体积 /mm ³	优化时间/h	多工况应力/MPa		固有频率/Hz		
		最大值	最小值	一阶	二阶	三阶
5.901×10 ⁷	1.29	243.64	202.15	37.36	57.36	106.41

4.4 斗杆结构智能优化设计结果对比分析

为证实优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优方法的有效性,从数值寻优方法和知识库构建方面,说明本文遗传寻优方法与纯数值遗传寻优方法、静态知识引导的遗传寻优方法(文献[7])的区别,如表 3 所示。对比这三种不同方法所得最优斗杆结构部分主要板件体积大小,如表 4 所示,对比这三种方法所得最优斗杆结构数据,如表 5 所示。

表 3 三种不同优化方法的主要区别

Table 3 The main difference of three different optimization methods

对比项目	纯数值遗传寻优	文献[7]寻优方法	本文寻优方法
数值寻优方法	纯数值的斗杆结构遗传寻优算法	将结构参数灵敏度知识引入斗杆结构遗传数值寻优过程	将群体优化过程知识引入遗传寻优算法,构建了优化过程知识引导的斗杆结构智能遗传寻优方法
系统知识库	设计者的主观经验知识	建立经验知识、规则知识、模型知识和实例知识等静态知识库	1)建立设计规范知识、约束知识、模型知识和实例知识等静态知识库; 2)建立优化过程目标知识和优化过程约束知识的动态知识库。

表 4 对比不同遗传寻优方法所得最优斗杆的部分结构参数

Table 4 Compare the part structural parameters of best-optimized stick by different genetic optimization methods [mm]

结构参数	含义	取值(mm)			斗杆体积改进情况
		纯数值寻优方法	文献[7]方法	本文方法	
DIS_SP	两侧板距离	274.10	248.09	235.60	上盖板、下盖板、弯板体积均大幅度减小
THICK_TP	上盖板厚度	9.95	8.96	8.00	
THICK_DP	下盖板厚度	10.06	8.49	7.00	
THICK_WP	弯板厚度	22.13	21.64	15.00	
THICK_FP	侧板厚度	11.70	10.35	8.00	侧板体积大幅度减小
THICK_E	斗杆液压缸耳板厚度	38.65	37.12	28.00	斗杆液压缸耳板体积减小
ARC_E	斗杆液压缸耳板倒圆	1103.98	1112.00	1091.00	
THICK_G	铲斗液压缸耳板厚度	24.90	20.38	21.00	铲斗液压缸耳板体积略增大
ARC_G	铲斗液压缸耳板倒圆	311.96	308.00	305.00	
D_RPF	侧板加强板直径	402.07	460.80	442.00	与动臂连接铰孔 F 的加强板体积略增大
ARC_RPF	侧板加强板倒圆直径	391.65	422.40	410.00	
THICK_SF	侧板加强板厚度	22.48	17.00	21.00	

由表 4 可知,优化过程知识引导遗传寻优方法应用实例最优斗杆结构上盖板、下盖板、弯板、侧板、斗杆液压缸耳板的体积均有大幅度降低,其耗材量与文献[7]最优斗杆结构的对应板件耗材量相比,降低了 15.2%、21.7%、34.2%、22.7%、24.1%;但铲斗液压缸耳板、铰孔 F 加强板的体积,与文献[7]最优斗杆结构相比,分别增大了。铲斗液压缸耳板与铰孔 F 的加强板仅是斗杆局部结构,其耗材量在斗杆结构整体耗材量中所占比例甚小。因此,在结构优化过程中,通过合理增大个别斗杆局部结构体积的方式,实现斗杆主要板件结构体积最大限度的减小,是可取的。

表 5 三种不同优化方法所得的最优斗杆结构数据

Table 5 The data comparison of best-optimized stick by three different optimization methods

优化方法	总体积 /mm ³	优化时间/h	多工况应力值/MPa	固有频率/Hz	
			最大值	最小值	
			一阶	二阶	三阶
纯数值寻优方法	8.106×10 ⁷	54.42	222.06	177.20	47.10 54.12 118.45
文献[7]寻优方法	7.31×10 ⁷	6.17	239.05	188.39	38.77 55.15 107.79
本文寻优方法	5.814×10 ⁷	1.29	243.64	202.14	37.23 57.68 106.16

由表 5 所示数据可知,优化过程知识引导遗传寻优方法应用实例所得最优斗杆结构各板件总体积、耗时为;与纯数值寻优方法最优斗杆结构总体积、耗时相比,总体积减小了、效率提高了;与文献[7]寻优方法最优斗杆结构总体积、耗时相比,总体积减小了、效率提高了。材料许用应力为,三种寻优所得最优斗杆结构均满足结构应力约束要求,前 3 阶固有频率均大于,均可有效避免斗杆结构发生共振,故优化过程知识引导遗传寻优方法是可取的。

5 小结

将群体优化过程知识与遗传寻优算法进行了充分结合,构建了优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优方法,开发设计了斗杆结构智能遗传寻优功能需求模块,实现了优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优,提高了结构优化求解的自动化程度及智能化水平。以斗容的中型挖掘机耳板分离式斗杆结构优化设计为例,结果表明:与静态知识引导的遗传寻优方法相比,斗杆结构优化效率提高了 79.1%,结构耗材量减少了 20.5%,结构耗材量的减少,主要体现在斗杆结构上盖板、下盖板、弯板及左右侧板等主要板件结构体积的减小,证实了优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优方法可显著降低结构耗材量,提高结构优化

效率,体现了优化过程知识引导的斗杆结构遗传寻优方法的可行性和有效性。

参考文献:

- [1] 吴立华,白洁,左亚军,等. 基于 Matlab 的遗传算法在结构优化设计中的应用[J]. 机电工程技术,2017, 46(10):44-47.
- [2] 章昕. 基于数值模拟与改进遗传算法的弧形钢闸门结构优化研究[D].合肥:合肥工业大学,2017.
- [3] ADERIANI A R, SHARIATPANAH M, PARVIZI A. Simultaneous topology and size optimization of locomotive structure using multinary genetic algorithms [J]. Journal of Mechanical Science and Technology, 2017, 31(3):1283-1291.
- [4] 郑国文,谢习华. 基于改进双种群遗传算法的复合材料层合板铺层优化设计[J]. 玻璃钢/复合材料,2017 (06):28-32.
- [5] MIGVEL L, FADEL C F, FADELM L F. Shape and size optimization of truss structures considering dynamic constraints through modern metaheuristic algorithms [J]. Expert systems with applications, 2012(39): 9458-9467.
- [6] WENDT K, CORTES A, MARGALEF T. Knowledge-guided genetic algorithm for input parameter optimisation in environmental modelling [J]. Procedia Computer Science, 2012: 1367-1375.
- [7] 杨铁明. 基于知识的综合多工况挖掘机斗杆结构优化设计关键技术研究[D].福州:机械工程及自动化学院,2012.

(责任编辑:叶丽娜)

Optimal Process Knowledge-Based Genetic Optimization Algorithm for Excavator Stick

ZHANG Yangmei¹, SHEN Zhenhui¹, HUA Haiyan²

(1.School of Enginnering, Fujian Jiangxia University, Fuzhou, Fujian 350108;

2. School of Mechanical and Automative Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract: In view of the deficiencies existing in current knowledge-based global numerical optimization for excavator stick such as the insufficiency in acquiring and utilizing optimal process knowledge to guide the global numerical optimization for stick, the easily falling in local optimal solution and so on, the optimal process knowledge-based genetic optimization algorithm for excavator stick is proposed. By establishing the selecting operator, crossover operator and mutation operator based on optimal process knowledge to realize the sufficiency in utilizing optimal process knowledge to guide the genetic intelligent optimization algorithm for stick. The structural optimization of ear-plate stick for medium hydraulic excavator is taken as example, which demonstrates that the genetic optimization algorithm based on optimal process knowledge for stick is feasible and efficacious.

Key words: excavator stick; genetic algorithm; optimal process knowledge; structural optimization

简易智能教室模拟照明控制器的设计

阮承治, 饶金辉, 俞 晴, 江聪彬

(武夷学院 机电工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:为使校园教室的照明系统能够实现智能化的控制,本文设计了一款采用单片机作为主控制器的智能教室模拟照明控制器。该控制器主要由单片机主控系统和电源模块组成,其中单片机主控系统是由时钟电路、光照及人数检测模块、模拟照明模块、测温电路、独立按键控制电路、显示模块等六个子模块组成。系统通过光照和定时时间段两个必要条件,结合实时人数信息对模拟照明系统进行合理的控制。通过对该设计的仿真和硬件调试,结果表明该控制器的设计方案可行,能实现对照明系统的智能化控制。

关键词:单片机;智能化;人数检测;光线检测;照明系统

中图分类号:TN46 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0052-06

当今世界面临能源严重短缺的问题,传统的照明控制方式已经难以满足人们对节能控制系统的要求^{[1][2]}。我国是一个教育大国,学校的教室数量大,但教室的照明系统多为开放式管理,照明控制方式大都是采用传统的开关面板手动控制^[3]。这种手动的照明管理方式较为落后,经常会出现管理不及时、不到位的情况,智能化、自动化程度不高,电能存在浪费的现象^{[4][5]}。

面对当前的教室电能浪费问题,文中结合当前环境的光照强度、人数信息及时间定时设置等条件,设计并制作一款采用单片机 STC89C52RC 为核心的模拟教室照明智能化控制器。该控制器主要由主控制模块和电源供电模块组成,系统界面采用液晶显示屏,通过该显示屏可将人数信息、实时时间、当前环境温度等信息实时显示。使用该控制器,能减少电能浪费和学校的经费支出,有效改进教室照明控制系统的管

理方式。

1 总体方案

系统主要由电源供电模块和以单片机为核心的控制模块来组成,电源模块为单片机提供直流电源。本系统的主要作用为控制照明系统,为另外扩展本系统的功能,显示模块具有测试室温的作用。单片机控制模块主要是由时钟电路、光照及人数检测模块、模拟照明模块、测温电路、独立按键控制电路、显示模块等六个子模块构成。系统总体设计方案如图 1 所示。

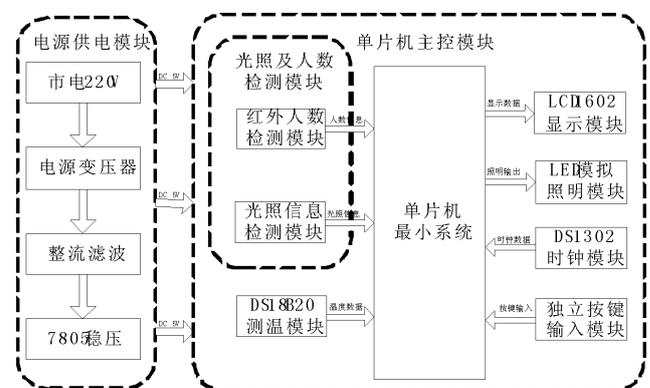


图 1 系统总体设计方案

Figure 1 System overall design

收稿日期:2018-06-05

基金项目:福建省自然科学基金面上项目(2018J01471);福建省大学生创新训练项目(2017110397047, 2018110397035);福建省教育厅中青年项目(JAT160506)。

作者简介:阮承治(1984-),男,汉族,讲师,主要从事自动控制和图像处理技术的研究。

2 系统硬件电路的设计

系统的设计主要是由单片机主控系统和电源模块组成。单片机主控系统是由时钟电路、光照及人数检测模块、模拟照明模块、测温电路、独立按键控制电路、显示模块等六个部分电路构成。其中,电源模块是以变压、整流、滤波、稳压四个部分的电路构成。

2.1 单片机最小系统

单片机的正常运行除了电源的供电外还需要有由复位电路、时钟振荡电路构成的最小系统来提供支持^[6]。单片机最小系统设计如图 2 所示。

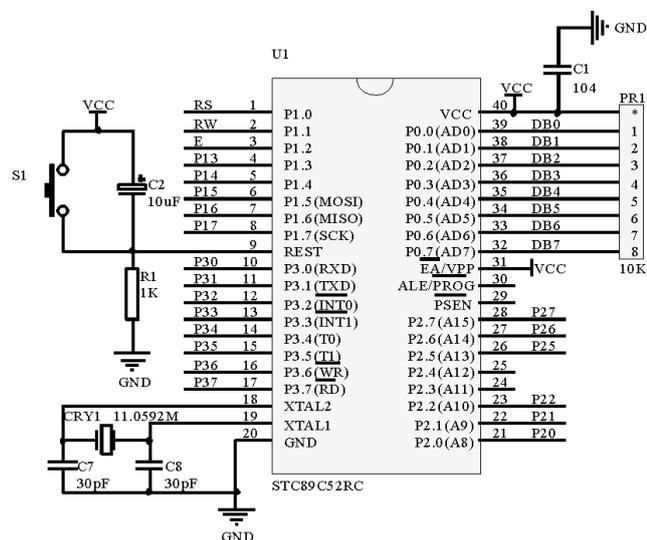


图 2 单片机最小系统

Figure 2 MCU minimum system

通过以单片机为核心的主控制的模块,处理由两对红外对管通过人体在通过门时所产生的先后触碰反射、导通的顺序,来构成的人数计算;结合光敏电阻所采集到的光照强度信息,判断是否为光线不足,若是则结合判断当前设置的定时时间段内来确定是否开启照明灯;最后采用 LCD1602 显示屏来显示实时的人数、时间、温度等信息量。

2.2 主要子模块电路

DS1302 时钟芯片结合一个 32.768kHz 晶振模块组成时钟电路,通过对年、月、日、时、分、秒等时间信息的计算,将实时时间传输到单片机,为单片机系统提供时基支持,最终通过液晶显示模块显示出时间信息。时钟模块电路如图 3 所示。

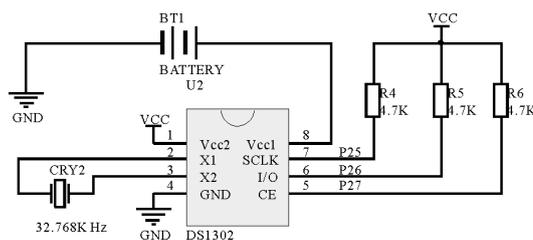


图 3 时钟模块

Figure 3 Clock module

光敏电阻检测室内光线强度信息,红外对管检测教室人数信息,二者连接一个 LM339 四电压比较器,该比较器及外围电路构成光照及人数检测模块^[7]。利用其比较器工作特性分别对其光敏电阻进行光线检测后输出的电压、红外对管检测到人体通过时的导通电压与固定参考电压进行比较,在其相对应的比较器输出脚输出高电平或低电平。最终将此高、低电平信号送到单片机 I/O 口,从而让单片机对光线、人数的检测数据进行处理并进行后续的运行工作。光照及人数检测电路如图 4 所示。

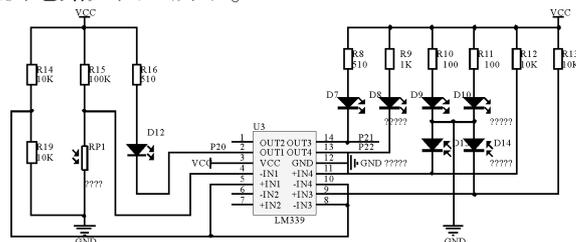


图 4 光照及人数检测模块

Figure 4 Lighting and number detection module

本系统采用四个 LED 发光二极管来模拟教室的四路照明灯。当系统判断到当前条件符合开灯条件时,则会开启相对应盏数的灯来模拟实际环境中的照明灯开启情况。采用另两个 LED 发光二极管作为手动/自动模式的指示灯,当系统处于手动模式或自动模式下时,系统则会开启相对应模式指示灯。模拟照明电路如图 5 所示。

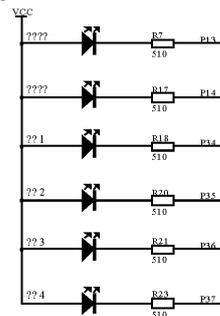


图 5 模拟照明电路

Figure 5 Analog lighting circuit

通过 DS18B20 传感器采集到室内的实时温度,将其温度数据通过数据总线传输至单片机^[8]。通过单片机将数据处理完成后送至显示模块将其显示出实时温度量。测温电路如图 6 所示。

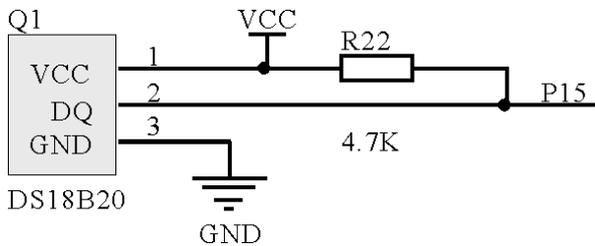


图 6 测温电路

Figure 6 Temperature measuring circuit

2.3 电源模块

本系统的电源供电电路是由 AC220V 的市电经变压器降压成 AC12V,经过桥式整流并滤波后,通过三端稳压模块 7805 将电压稳压在+5V,最终为系统提供电源支持。电源模块设计电路如图 7 所示。

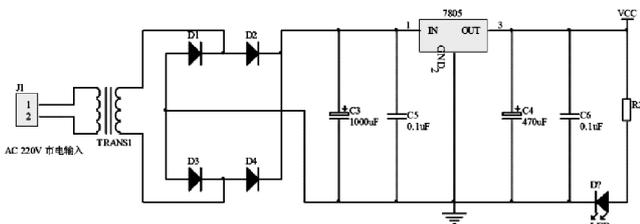


图 7 电源模块

Figure 7 Power module

3 系统软件的设计

3.1 主程序设计

系统的总体程序设计包括自动控制模式和手动控制模式。经过上电初始化后系统处于自动控制模式,此时,若有人进出教室,LCD1602 液晶显示屏将会按单片机所接收到的人员增减情况进行实时人数显示,并会根据当前的人数、当前所处的时间段、当前的光线情况对照明系统进行一个合理控制。当使用者切换至手动控制模式,通过手动开关按键即可根据需求对照明系统进行手动控制。主程序流程如图 8 所示。

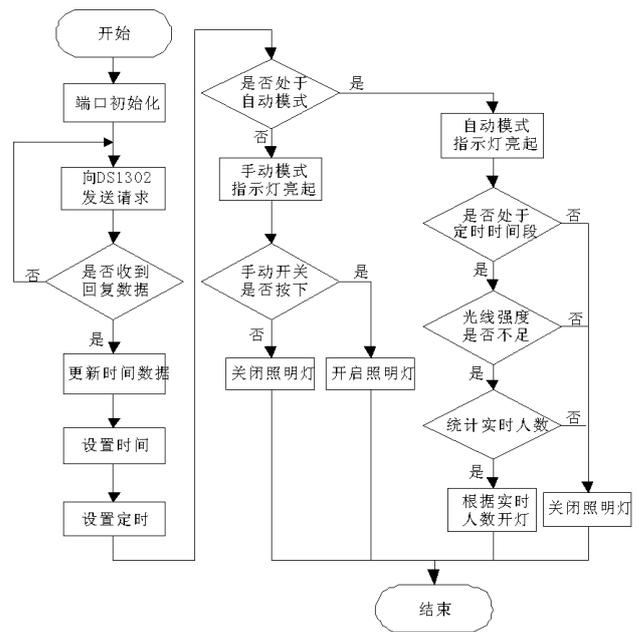


图 8 主程序流程图

Figure 8 Main program flow chart

3.2 主要子程序设计

3.2.1 人数统计模块程序设计

本系统的人数检测统计模块是利用“门外”、“门内”两组红外对管作为人数检测的传感器。当“门内”的红外对管检测到有人通过时,程序则通过检测判断“门外”的红外对管是否已经检测到有人通过,如果“是”则在液晶显示上加 1;否则就保持当前检测状态并返回到程序的初始扫描状态,等待下一个检测数据。人数统计程序流程如图 9 所示。

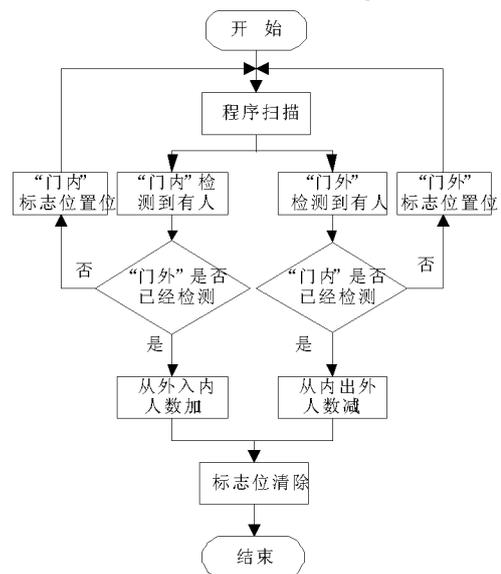


图 9 人数统计程序流程图

Figure 9 People counting program flow chart

3.2.2 时钟模块程序设计

本系统开机自检初始化的过程中,当检测到其正处于工作中时,则对其进行初始化工作并重新启动。DS1302 时钟在进行读/写的过程中,使用的都是 BCD 码。而单片机软件程序对时间参数设计是采用二进制码,所以在与时钟芯片通讯时需要将 BCD 码和二进制码之间实行转换^[9]。时钟模块程序流程如图 10 所示。

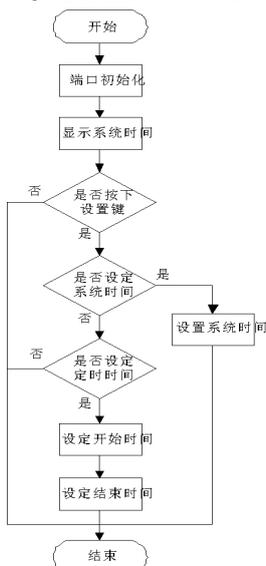


图 10 时钟模块程序流程图

Figure 10 Clock module program flow chart

4 软件仿真与硬件调试

4.1 仿真调试

为了验证本系统硬件电路及软件程序的设计是否符合要求,利用 Proteus 7.8 对其硬件和程序进行仿真验证。仿真电路如图 11 所示。

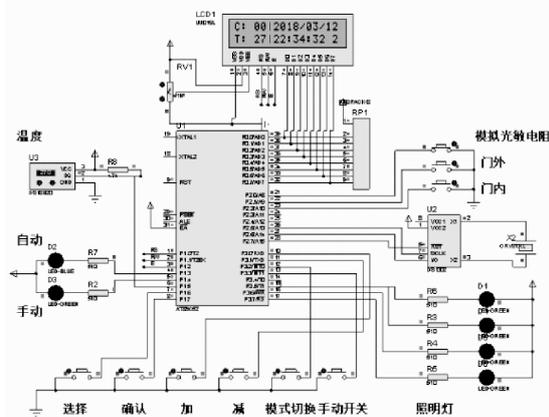


图 11 仿真电路图

Figure 11 Simulation circuit diagram

在仿真电路中,除通过以上的自动模式仿真之外,本次仿真实验还对其在手动模式下进行仿真实验。仿真实验结果显示,该系统的软硬件都能够满足本系统的设计要求。

4.2 实物制作与调试

利用 Altium Designer 10 对本系统设计 PCB 单面板,采用腐蚀法制作电路板,最后进行插件焊接调试。每个模块焊接完成后,需要逐一对其模块进行功能调试及对出现的故障进行排除。制作并调试通过后的实物如图 12 所示。

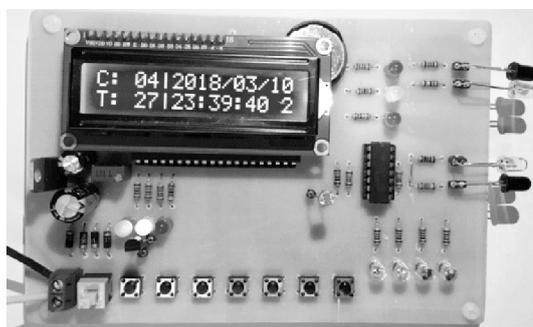


图 12 实物图

Figure 12 Physical map

4.2.1 基本功能测试

首先利用独立按键对定时功能进行测试。当开机运行后按下设置键,则显示界面由初始显示状态切换至系统时间设置或定时时间测试;选择设置系统时间或定时时间的选择方式则是通过再次按下功能设置键进行选择,时间的加减可通过加、减键进行调整,设定完成后按下确认键使系统确认生效。定时功能设置界面如图 13 所示。

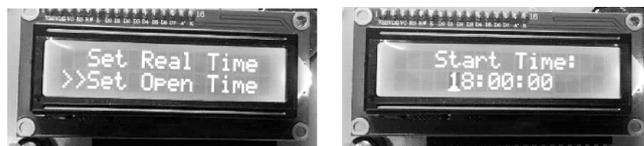


图 13 定时功能设置界面

Figure 13 Timing function setting interface

在功能测试的过程中,用热缩套管将光敏电阻套住,以模拟光线不足环境,将系统时间设置在定时时间段内,用手在两对红外对管之间模拟人体进出门时的来回移动,并观察 LCD1602 液晶显示屏上人数的变化是否相应的增减情况,观察模拟照明 LED 灯是有相应的开启或关闭情况。最后,将热缩管去除,以模

拟系统在光照充足的环境下的运行情况,以及将系统时间设置在定时时间段外,并观察系统的运行情况。通过基本功能测试结果表明系统功能能正常运行,符合设计基本要求。

4.2.2 人数检测与光线检测模块测试

首先测量光敏电阻在光线充足时与光线不足时,输入到电压比较器第 4 脚的电压情况。测量结果如图 14 和 15 所示。经过测量,此组电压符合系统设计要求。

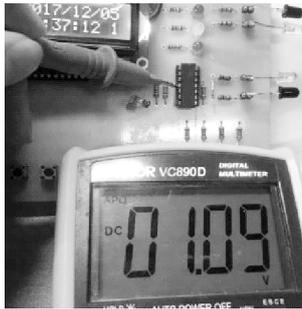


图 14 光线充足检测电压

Figure 14 Light sufficient detection voltage

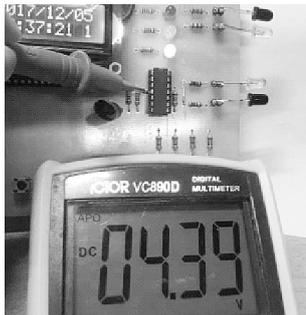


图 15 光线不足检测电压

Figure 15 Low light detection voltage

再测量人数检测模块在检测到人员通过与未检测到人员时,输入到待比较电压管脚的电压情况,测量结果如图 16 和 17 所示。从测试结果看,检测到人员与未检测到人员通过分别为高和低电平,即为单片机进行人员计数提供合适的信号。

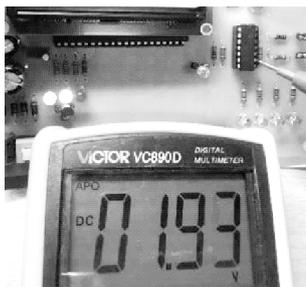


图 16 有人通过时电压

Figure 16 Voltage when someone passes

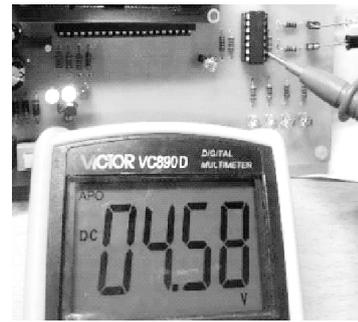


图 17 无人通过时电压

Figure 17 Voltage when no one passes

将系统上电开机后,将系统工作模式切换至自动模式,观察各个模块的显示数据。将当前系统时间设置到默认的定时时间段内,即 18:00--22:00 之间,在两对红外对管间通过人员进、出门,并通过液晶显示屏实时显示当前教室内的人数信息,照明系统也能够根据当前教室内人数的情况进行开启或关闭相对应的照明灯的盏数。当人数在 1-5 人之间时,系统则开启一盏照明灯。当系统人数在 6-10 人之间,系统则开启两盏照明灯。当人数在 11-15 人之间时,系统则开启三盏照明灯。当人数多于 15 人时,系统则开启四盏照明灯。其次,将系统的工作模式切换至手动模式,此时照明灯的亮、灭则只受手动开关控制。通过测试,系统分别在两个工作模式下的工作状态都符合设计要求。

5 总结

设计利用 STC89C52RC 单片机为主控芯片,结合教室内光照强度、人数信息及定时设置等参数条件,采用红外对管模块对教室的人数进行统计,并使用光敏电阻来检测教室内的光照强度,完成教室照明系统的智能化控制。本设计系统除可在自动模式下控制照明灯外,还可切换为手动模式控制照明系统。虽在调试与制作过程中,是通过发光二极管模拟照明系统,但系统测试结果证明该系统的工作原理能基本满足设计要求,可达到节约电能资源,降低经济成本的目的。

参考文献:

[1] 姚俊红. 高校教学楼照明节电控制系统的研发 [J]. 照明工程学报, 2011, 22(4): 84-86.

- [2] 杨臻. 高校楼宇智能节电系统的研究与 SOPC 实现 [D]. 北京: 华北电力大学, 2007.
- [3] 顾玲玲, 袁樵. 低碳照明设计途径[J]. 照明工程学报, 2012, 23(2):74-78.
- [4] 伍世云, 罗江, 王益艳, 等. 基于单片机的高校教室照明节能智能控制系统的设计 [J]. 电子设计工程, 2016, 24(23): 180-182.
- [5] 闫展坤. 智能照明控制系统研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [6] 阮承治, 林文都. 基于单片机的智能散热器设计[J]. 宜春学院学报, 2014, 36(3): 47-50.
- [7] 赵贺. 一种实用可调直流稳压电源电路的设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2015(2): 23-24.
- [8] 王怀光, 任国全, 范红波. 基于 DS18B20 温度传感器的半导体制冷装置研制[J]. 中国测试, 2014, 40(1): 73-77.
- [9] 范歆琦, 吴梦露, 王宇俊, 等. 基于 CH376 的格式化存储高铁电缆温度检测系统[J]. 仪表技术与传感器, 2017(9): 76-79.

(责任编辑:叶丽娜)

The Simple Design of Intelligent Classroom Lighting Controller

RUAN Chengzhi, RAO Jinhui, YU Qing, JIANG Congbin

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to realize intelligent control of campus classroom lighting system, this paper designed a smart classroom simulation lighting controller that used a single-chip microcomputer as the main controller. The controller is mainly composed of the single-chip microcomputer main control system and power module. The microcomputer control system is made up of six sub-modules, which are clock module, light intensity and personnel number collection and detection modules, analog lighting module, temperature detection module, independent key control circuit and display module. Combining with the real-time personnel number information, the system controls the simulated lighting system reasonably through the two necessary conditions of light intensity and timing time period. Through the simulation and hardware debugging of the design, the results show that the design of the controller is feasible and can realize the intelligent control of the lighting system.

Key words: single-chip microcomputer; intelligent; personnel number detection; light intensity detection; lighting system

基于 GWR 模型的福建省区域经济 差异主导因素研究

李双双, 温晓琴

(福建农林大学东方学院 经济系, 福建 福州 350017)

摘要:运用地理加权回归(GWR)模型方法,对 2006 年、2016 年福建省 67 个县(市、市辖区)区域经济差异主导因素的空间异质性进行实证研究。结果表明地理加权回归模型对福建省区域经济差异的解释效果总体优于普通最小二乘法回归模型的解释效果,且劳动力、人均固定资产投资、第二产业结构、人均社会消费品零售对福建省区域经济增长的影响均存在空间异质性。进一步分析四个主导因素的空间异质性,并从发展交通建设、发展特色主导产业、产业结构调整、刺激消费等方面提出相关建议,以促进福建省区域经济协调发展。

关键词:区域经济;地理加权回归模型;空间异质性;福建省

中图分类号:F127 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0058-06

区域经济差异一直以来都是区域经济学和经济地理学研究的着重点之一^[1]。福建省是中国沿海开放省份,近年来经济飞速发展,是我国经济增长速度最快的省份之一^[2]。然而,随着福建省经济的增长,各个地区间的经济差距也在不停的增长,为了减小各地区间的经济差异,分析产生此差异的原因所在是十分有必要的。目前,关于福建省区域经济差异的研究已逐渐展开,如:卢丽春等通过可以多层次分解的 Theil 系数测量了改革开放以来福建省各区域经济发展的差异程度^[3];陈培阳等从时间序列的动态趋势来阐释区域经济的差异,分析 1990—2006 年间福建省区域经济差异的空间格局演化^[4];李永实运用变异系数和经济区位商等方法对福建省区域经济差异格局机器动力机制进行了探讨^[5];张辉鑫等采用变异系数、泰尔指数分解方法对区域经济总体差异及组间差异进行了分析^[6]。以上研究主要是从时间维度进行分析,利用整

个地区的综合时间序列数据对福建省区域经济差异进行传统回归分析,能较好的揭示区域经济差异的时间变化,但在一定程度上也容易掩盖区域经济的空间差异。如果在研究分析中忽略这种空间异质性的影响,建立具有固定不变的常数回归模型,模型估计结果将存在偏差且缺乏解释力度。因此,在探究福建省各区域经济差异的主导因素过程中,有必要考虑空间异质性的存在。

基于此,本研究运用地理加权回归模型对福建省区域经济发展差异的主导因素进行分析,探讨各主导因素对福建省各区域经济影响的空间异质性,以弥补这方面研究存在的不足,并以此为依据,为促进福建省区域经济协调发展提供建设性指导意见。

1 指标选取与数据来源

人均 GDP 能够剔除人口规模对经济的影响,因此本文选取福建省各地区的人均 GDP 作为衡量各区域经济差异的指标。依据前人研究^[7-11],选取使用频率较高的影响区域经济差异的因素作为主导因素指标,包括:①劳动力 x_1 (从业人员数/常住人口总数);②人均固定资产投资 x_2 (固定投资总额/常住人口总数);③

收稿日期:2018-06-21

基金项目:2018 年福建省中青年教育科研项目(JAS180913)。

作者简介:李双双(1997-),女,汉族,在读本科生,主要从事区域经济方面的研究。

通讯作者:温晓琴(1991-),女,汉族,硕士,主要从事区域经济方面的研究。

第二产业结构 x_3 (第二产业生产总值/国内生产总值);
④人均社会消费品零售额 x_4 (社会消费品零售总额/常驻人口数)。

目前大多数关于福建省区域经济差异的研究限于市级水平,为更加详细地表现空间异质性,本研究以福建省 67 个县(市、市辖区)为区域单元进行研究。同时,为更仔细地呈现区域经济影响因素对经济推动作用的区域动态变化过程,本研究选取 2006 年和 2016 年两个年份进行比较分析。文中使用的各指标原始数据均出自 2007 年和 2017 年福建省统计年鉴,并且已经对原始数据进行了均值化的处理以达到无量纲化。

2 研究方法

2.1 地理加权回归(GWR)模型

地理加权回归模型属于空间计量经济学模型,与其他空间回归模型不同之处在于,特定区域的回归系数不再是利用全局信息获得的固定系数,而是通过构建观测点地理位置的位置权重函数,利用邻近观测值的子样本数据信息进行局域加权回归估计而得到,是会随着空间上局部地理位置的变化而变化的参数 β_j^i 。模型基本形式如下:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(u_i, v_i)x_{ij} + \varepsilon_i \quad (1)$$

式(2)中, (u_i, v_i) 是第 i 个样本点的空间坐标, x_{ij} 表示第 i 个样本点的第 j 个变量, $\beta_0(u_i, v_i)$ 和 $\beta_j(u_i, v_i)$ ($j=1, 2, \dots, k$) 分别表示第 i 个样本点的回归常数项和第 j 个回归参数, k 是自变量的个数。通过在每一个位置 (u_i, v_i) 利用加权最小二乘法对参数进行局部估计得出:

$$B(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y \quad (2)$$

式(3)中, X 是由 x_{ij} 构成的变量矩阵, $W(u_i, v_i)$ 是基于邻近或距离概念的空间权重矩阵,是包含权重函数 $w_j(u_i, v_i)$ 的对角矩阵。

在实证分析中,空间权重函数通常取下列两种函数形式:

(1) 高斯权重函数:

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left[- \left(\frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right], j=1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

(2) bi-square 权重函数

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left[\left(\frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right]^2, & d_{ij} \leq h, j=1, 2, \dots, n \\ 0, & d_{ij} > h, j=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (4)$$

式(4)与式(5)中, d_{ij} 为从 (u_i, v_i) 到 (u_i, v_j) 的距离, h 为带宽。地理加权模型中最为关键的问题就是准确得出带宽的值。为了取得最佳带宽, S.Fotheringham 等人提出 AIC 最小准则,即模型的 AIC 值取得最小时,对应的值为最佳带宽^[12]。

3 基于 GWR 模型的福建省区域经济差异主导因素分析

3.1 普通最小二乘法(OLS)回归模型估计与分析

以劳动力、人均固定资产投资、第二产业结构、人均社会消费品零售为解释变量,以人均 GDP 为被解释变量,建立普通最小二乘法回归模型,可得相关结果(表 1)。从表 1 数据可以看出:2006 年 OLS 模型的拟合优度为 0.908, 2016 年的拟合优度为 0.680, F 统计值分别为 153.782 和 32.928, 两个年份的数据均通过了 1% 显著性检验 ($P < 0.01$), 说明各主导因素之间均与福建省人均 GDP 存在显著的线性关系。

虽然福建省区域经济发展情况能够通过 OLS 回归模型较好地反映出来,但区域经济数据属于空间数据,存在空间异质性问题,这与 OLS 回归模型的假设要求相背离所以,OLS 回归模型的结果值存在一定的误差。运用 GWR4 软件对 2006 年与 2016 年福建省区域人均 GDP 进行空间自相关检验,得出 2006 年的 Moran's I 值为 0.328, 2016 年的值为 0.296, 两个年份数据均通过显著性检验 ($P < 0.01$), 结果说明福建省区域经济在空间上并不是呈现随机分布的状态,而表现为显著地空间集聚。因此,为更好地解释福建省区域经济差异的实际情况,本研究采用在 OLS 模型的基础上嵌入了空间相关性和空间异质性的 GWR 模型进行分析。

3.2 地理加权回归(GWR)模型估计与分析

本研究确定空间权重矩阵选择了高斯权重函数方法,用 GWR4 软件根据相关数据建立 GWR 模型,并且通过 AIC 最小准则来确定最优带宽,得出的结果

如表 2 所示。由表 2 可知:比较 OLS 模型与 GWR 模型的结果数据,2006 年与 2016 年 GWR 模型的 R² 值均较大,说明 GWR 模型在一定程度上解决了传统计量经济学模型设定存在的偏差,GWR 模型对福建省区域经济差异的解释效果总体优于 OLS 模型的解释效果。

表 1 普通最小二乘法回归模型的估计结果

Table 1 Estimation results of ordinary least squares regression model

年份	2006 年		2016 年	
	系数	T 统计量	系数	T 统计量
劳动力 x_1	0.175***	3.060	0.160***	3.059
人均固定资产投资 x_2	0.185***	4.778	0.469***	3.895
第二产业结构 x_3	0.431***	6.504	0.174***	3.397
人均社会消费品零售	0.248***	5.168	0.206***	3.396
拟合优度 R^2	0.908		0.680	
F 统计量	153.782		32.928	

注:*** 表示显著水平为 1%。

表 2 地理加权回归模型的估计结果

Table 2 Some results of geographical weighted regression model

年份	2006 年	平均值	2016 年	平均值
劳动力 x_1 系数	-0.020 to 0.185	0.130	0.119 to 0.194	0.149
人均固定资产投资 x_2 系数	0.155 to 0.249	0.198	0.119 to 0.207	0.172
第二产业结构 x_3 系数	0.443 to 0.462	0.438	0.453 to 0.514	0.479
人均社会消费品零售 x_4 系数	0.390 to 0.549	0.254	0.199 to 0.226	0.212
最优带宽 h	60		67	
拟合优度 R^2	0.929		0.704	

3.3 各主导因素对福建省区域经济影响的空间异质性分析。

如前所述,能够计算出各解释变量随空间位置的变化而发生变化的参数是 GWR 模型最主要的特点,且可以充分说明各解释变量参数的空间异质性。为了更好地分析各因素对福建省各区域经济的影响力大小及其空间异质性,运用 Arcgis 软件的自然间断点分级法,将模型计算出的各影响因素的回归参数分为 4 类,并对结果进行阐明。

3.3.1 劳动力因素

由图 1 可以看出,2006 年的劳动力因素对福建省区域经济的促进作用表现为自西向东逐渐增加。在 2006 年以前,福建省东部地区有着明显的劳动力聚集的现象^[14],这些地区的产业基础较好,经济发展水平较

高,基础设施较为完备,且交通更为便利,它们对劳动力有着较大“吸引力”。而建宁县的回归参数表现为负值,说明在 2006 年中,建宁的劳动力对建宁县的经济发展起抑制作用。在早期,建宁县绝大部分青壮年选择外出务工,导致建宁县人口流出严重,引发人口老龄化等一系列问题,最终抑制了经济的发展。

而 2016 年的劳动力因素对福建省区域经济的作 用则表现为自东北向西南递增。2007 年,闽西南“厦门、泉州、漳州、龙岩、三明”五市,首次签订部门合作协议,交通致力于打造“两小时经济圈”,厦门、泉州、漳州、龙岩、三明五市之间逐渐形成一个健全的交通网络,“同城效应”开始展现。交通发展便利,促进了产业间的协作,各具特色和优势的产业开始聚集发展,提供了大量的就业岗位,人口流入比重增加,大大地促进了闽西南五市的经济发展和社会效益。其中,“十一五”期间漳州的服务业取得了飞速的发展,逐渐成为漳州市经济的主要组成部分和人民就业的主要途径^[15]。且其民营经济发展迅速,资本结构呈现多元化,导致就业岗位明显增加,劳动力流入增长明显。从图中即可看出,相比 2006 年,到 2016 年时劳动力因素对漳州大部分地区经济促进作用明显提高。此外,近几年,永定县开展民资“回归工程”政策,积极引导去外地发展并且发展良好的永定籍贯的企业家回到永定县发展,在提供各类惠民利民的政策的基础上还提供各类合适的创业平台,不仅为永定县提供了大量的就业岗位,而且促进了优秀人才的流入。永定县从 06 年劳动力流出严重的几大县变成劳动力迅速流入状态。

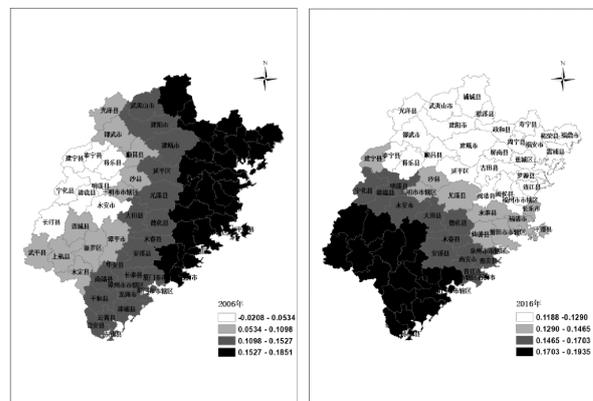


图 1 2006 年与 2016 年 GWR 模型劳动力回归参数的空间异质性
Figure 1 Spatial heterogeneity of regression parameters of labor force of GWR model in 2006 and 2016

3.3.2 人均固定资产投资因素

由图2可知,在2006年时,人均固定资产投资对福建省区域经济的影响自东北向西南逐渐增加。从固定资产定义可知,建筑工程是固定资产投资的一个重要的组成部分。通过福建省各区域建筑企业总收入及从业人数数据^[17]即可得出,福建省闽东和闽北地区(宁德、福州、南平等)的建筑企业从业人员数相对较少,建筑行业总收入不高,且每年的增长速度也较为缓慢。这和各城市的经济基础和城市规模有着很紧密的联系,以宁德市为例,宁德市的城市规模大小和财政收入情况在福建省均处于较低水平,其建筑行业收入水平相对福建省其他地区处于下游位置。而闽西地区(龙岩、三明部分地区)的建筑企业总收入和从业人数则明显更高。因此,福建省2006年的人均固定资产投资对区域经济的影响呈现出自西南向东北递减的趋势。

自2006年之后,闽南闽中(泉州、厦门、莆田等)这些经济更为发达的地区开始兴起。由于泉州、厦门位于沿海地区,同时也是“海峡西岸”的核心城市,虽然2006年当期的建筑总收入和从业人数不高,但后期每年涨幅很大。从2006年至2010年,闽南和闽中地区在建筑行业已经稳居福建省第一、第二位置,且福州作为福建省省会,财政的大量投入也让福州建筑业发展迅猛。因此,2016年人均固定资产投资对福建省区域经济的影响转变为自西北向东南递增。

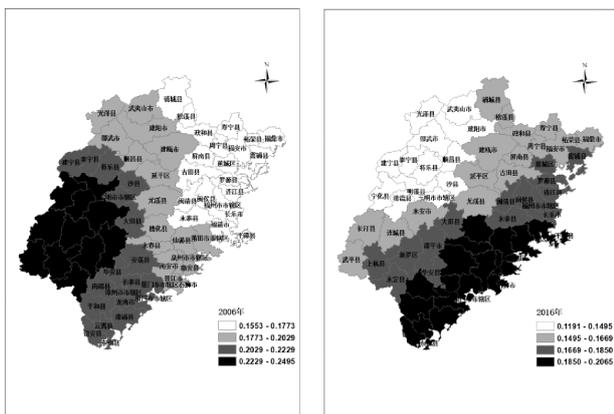


图2 2006年与2016年GWR模型人均固定资产投资回归参数的空间异质性

Figure 2 Spatial heterogeneity of regression parameters of per capita fixed asset investment of GWR model in 2006 and 2016

3.3.3 第二产业结构因素

由图3可知,2006年与2016年的第二产业结构

因素对福建省区域经济的影响均为以南平三明为中心向四周减少。闽南(厦门、泉州、漳州)均位于沿海地区,具有得天独厚的地理优势,福州也是福建省经济发展首要城市之一,这些地区在早期工业产业便已形成一定规模,且发展水平已经较高,导致近几年第二产业对这部分地区经济发展的推动力较小。而内陆地区如闽北、闽中、闽西(南平、三明、龙岩)等地区,由于山区面积广阔,为采掘业提供了天然的便利条件,从而带动了重工业的发展,促进了当地的经济水平。

近年来,南平市政府持续实施“绿色发展,科技创新”发展战略,工业发展迅速,培育、打造了一系列在全省乃至全国同行业领先地位的骨干工业企业,民营企业 and 三资企业逐步成为工业持续发展新的重要支撑。同时,三明市、龙岩市也相继提出“工业强市”“工业致富”发展战略,第二产业结构对其区域经济发展有着重要的推动作用。

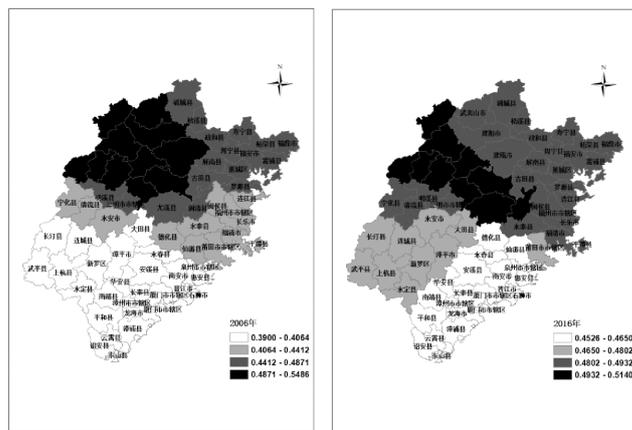


图3 2006年与2016年GWR模型第二产业结构回归参数的空间异质性

Figure 3 Spatial heterogeneity of regression parameters of Second industrial structure of GWR model in 2006 and 2016

3.3.4 人均社会消费品零售因素

由图4可以看出,2006年时人均社会消费品零售因素对福建区域经济的影响呈现自北向南逐渐增加的趋势,而到了2016年影响程度却基本相反福州市消费品市场“十一五”期间实现了巨大的变化,社会消费品零售总额实现了翻倍增长,不仅总量稳居全省第一,而且每年的增长幅度也占据首位。各行业竞相发展,自图4可知,时至2016年社会消费品零售对福州经济已产生至关重要的影响。自2011年以来,宁德市

响应政府政策,致力于推动消费品市场的增长,消费品市场的规模逐步增大,市场供求格局业产生了转变,致使宁德市居民消费水平对宁德市区域经济的影也越来越大。

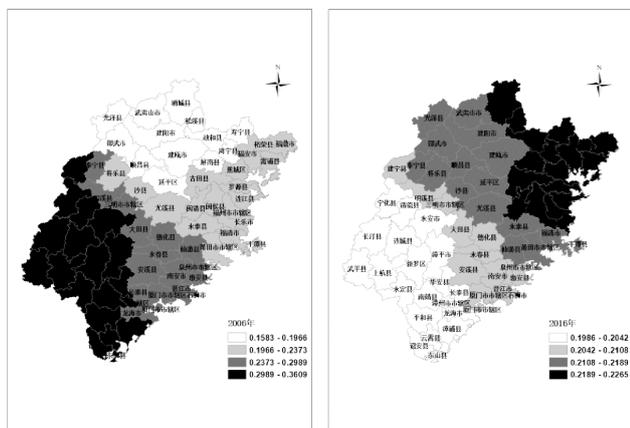


图 4 2006 年与 2016 年 GWR 模型人均社会消费品零售额回归参数的空间异质性

Figure 4 Spatial heterogeneity of regression parameters of Per capita social consumer goods retail sales of GWR model in 2006 and 2016

4 建议

综上所述,福建省的区域经济含有空间效应,且各主导因素对经济影响存在空间异质性。因此,为了减小福建省各区域经济差异,促进福建省区域经济的发展,提出以下建议:

(1)重视城市交通建设,增强福建省各市之间的合作关系。交通是连接各城市的纽带,是区域产业生产力发展的先决条件,交通设备基础完善,不仅可以加强城市与周边城镇之间的交通联系,还可以加强东南沿海地区与内陆之间的合作关系,节约运输成本,推动项目合作,促进区域经济协调发展。

(2)重点发展具有各地区特色的产业。福建省各地区应进一步发展福建省特色产业,推动产业向规模化、标准化、产业化方向发展,充分开发自然资源的潜在作用,发挥传统产业。如:泉州的鞋服产业,厦漳的闽台合作农产品,安溪的茶叶以及闽西的红色旅游业和矿产资源等,围绕各地区主导产业,集中规划布局。

(3)调整产业结构。各地区要跟据本地区的具

生产情况进行产业结构的变革。沿海地区第二产业发展日趋成熟,对经济发展推动力已经不甚明显。第一、第二产业结构稳定发展的同时,还应着重对第三产业的发展,致力于服务业水平的提高。而内陆地区则应进一步巩固、加强工业化建设,采用先进的科学技术发展生产力,同时注重本地区地理环境优势,并驱发展现代农业、生态旅游等。

(4)刺激消费。改变消费结构,福建省大多地区居民消费从原本的偏重于食品消费的温饱型消费转变为享受型消费,但和发达地区还是存在着一定的差距,这也从侧面体现了居民整体消费不高,消费结构单一的特点,所以消费结构也有待改善。

参考文献:

- [1] 魏后凯.现代区域经济学[M].北京:经济管理出版社,2011: 431-432.
- [2] 张和东,廖善刚,郭亚军.福建省农业经济增长区域差异变化分析[J].亚热带资源与环境学报, 2011,6(3):82-87.
- [3] 卢丽春.福建省区域经济发展差异分析[D].厦门:厦门大学, 2006.
- [4] 陈培阳,朱喜钢.福建省区域经济差异演化及其动力机制的空间分析[J].经济地理,2011,31(8):1252-1257.
- [5] 李永实.福建区域经济发展格局变化研究[J].世界地理研究, 2001,10(2):71-77.
- [6] 张辉鑫.改革开放以来福建区域经济差异及其对策研究[D].福州:福建师范大学,2002.
- [7] 俞路.基于 GWR 模型的长三角区域经济增长主导因素研究[J].工业技术经济,2011,30(8):27-32.
- [8] 孙久文,姚鹏.基于空间异质性视角下的中国区域经济差异研究[J].上海经济研究,2014(5):83-92.
- [9] 张尔俊,马立平,闫博.财政支出对我国区域经济增长的影响研究[J].统计与决策,2013(23):169-172.
- [10] 董亚宁.基于新经济地理学理论的甘肃省县域经济发展差异[J].地域研究与开发,2016,35(1):87-90.
- [11] 邵留长,乔家君,汪永新.河南省县域经济空间结构及演进特征[J].地域研究与开发,2016, 35(1):64-69.
- [12] FOTHERINGHAM S, BRUNSDON C, CHARLTON M. Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships [M].New York: John Wiley & Sons, 2002,27-64.
- [13] 向京京.县域经济与农村城镇化发展研究[D].武汉:华中师

- 范大学,2008.
- [14] 张望.劳动力分布的地区差距及其收敛性分析:以福建省为例[J].统计与信息论坛,2009,24(2):40-45.
- [15] 方赐德.漳州服务业发展现状的理性分析[J].分析师,2011(12):240-241.
- [16] 方智.福建省建筑企业总收入和从业人数集聚研究[J].商场现代化,2012(30):255-257.
- [17] 侯杰.福建省产业转型升级对经济发展的影响:基于政府产业政策视角的实证分析 [J]. 莆田学院学报,2017,24(4):38-43.
- [18] 苏红霞.三明制造业发展的探析[J].福建商业高等专科学校学报,2010(4):19-23.
- [19] 刘睿.社会消费品零售总额与第三产业的关系[J].统计与咨询,2015(2):44-45.
- (责任编辑:叶丽娜)

Study on Leading Factors of Regional Economic Differences in Fujian Province Based on GWR Model

LI Shuangshuang, WEN Xiaoqin

(Department of economics, Dongfang Collge, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou Fujian 350017)

Abstract: By using the geographical weighted regression model, the spatial heterogeneity of dominant factors of the regional economic differences in the 67 counties (cities) of Fujian Province in 2006 and 2016 is analyzed. The results show that the geographical weighted regression model is better than the ordinary least squares regression model to explain the regional economic disparity in Fujian province, and labor force, per capita fixed asset investment, second industrial structure, and per capita social consumer goods retail sales are the factors of regional economic differences that there are certain spatial heterogeneity. In order to promote the coordinated development of regional economy in Fujian Province, this paper further analyzes the spatial heterogeneity of four dominant factor and puts forward some suggestions developing urban transportation, developing characteristic leading industries, industrial structure adjustment and stimulate consumption.

Key words: regional economy; geographical weighted regression model; spatial heterogeneity; Fujian Province

液压起升式机械式停车设备安全保护装置检验要点探讨

黄奶秋

(福建省特种设备检验研究院 宁德分院, 福建 宁德 352100)

摘要: 液压起升式机械式停车设备通过液压缸运动升降载车板或其他载车装置进行汽车搬运, 要掌握该类型机械式停车设备安全保护装置的检验要点必须熟悉其结构组成、工作原理、电气控制原理、液压工作原理。以常用的简易升降类机械式停车设备为例, 依据标准规范中安全保护装置项目中要求的条款项目, 逐条实施检验。

关键词: 液压; 机械式停车设备; 安全保护装置; 检验

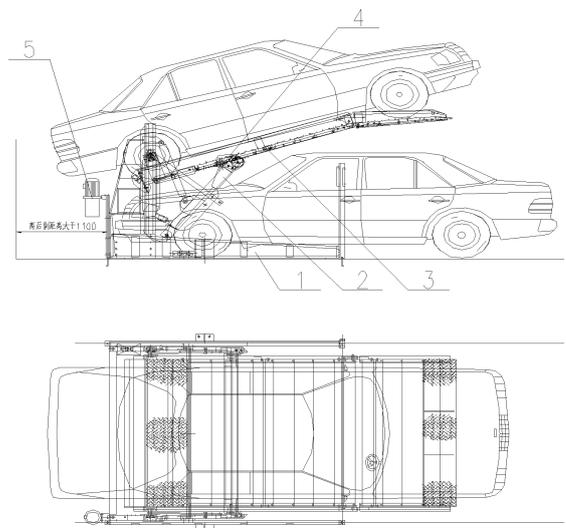
中图分类号: U491.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0064-04

随着人民生活水平的不断提高, 汽车工业的快速发展, 汽车保有量逐年增加。国内城镇化建设加速发展, 城镇“停车难”已成为民生关注的热点问题。如何有效提高既有城镇建设基础停车数量, 已然成为当今城镇科学规划的核心。机械式停车设备正是在原有建筑状态下安装的机械设备, 它是根据机械结构组合的, 可成数学倍数地增加可停车数量, 深受欢迎。该设备的出现一定程度上解决了城镇“停车难”的问题。而液压式简易升降机械式停车设备, 由于其结构紧凑, 维护便捷, 存取车方便, 在城镇基础建设中被广泛采用。本文以常用的简易升降类机械式停车设备为例, 结合日常工作经验, 阐述了液压式简易升降机械式停车设备中安全保护装置的检验要点, 为检验人员的检验工作提供参考和依据, 从而确保该类型机械式停车设备安全保护装置的检验工作到位。

1 液压式简易升降类机械式停车设备

机械式停车设备是机械式汽车库中运送和停放汽车设备的总称。机械式停车设备型式按起升方式可分为: 钢丝绳起升、链条起升、丝杆起升、液压起升、齿

轮齿条起升、齿形带起升和其他起升。其中液压起升是通过液压缸运动升降载车板或其他载车装置进行汽车搬运的方式^[1]。而简易升降类机械式停车设备是使用升降或俯仰机构使汽车存入或取出的结构型式^[2]。该类型中某型号的停车设备采用全框架钢结构, 设计二层, 可设置于室外、室内或地下停车场, 主要由钢结构框架、载车板、驱动机构、安全保护装置及机构、电气控制设备、液压驱动泵站等部件组成, 其结构如图1所示。



1, 钢结构 2, 驱动机构 3, 载车板 4, 安全机构 5, 液压泵站

图1 二层俯仰式简易升降停车设备结构示意图

Figure 1 Schematic diagram of structure of simple lifting and stopping equipment with two floors of pitch

收稿日期: 2018-06-26

作者简介: 黄奶秋(1983-), 男, 汉族, 工程师, 主要从事电梯、起重机械等特种设备检验工作。

停止开关应无法自动复位,且操作复位后,设备上不得有任何启动。

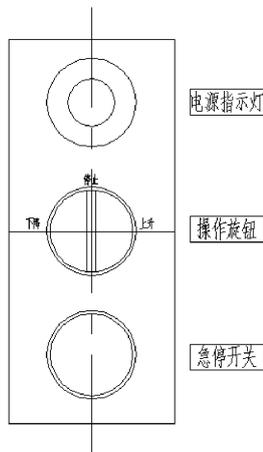


图4 操作面板示意图

Figure 4 Operation panel diagram

(2)防止超限运行装置。当升降限位开关出现故障时,防止超限运行装置应使设备停止运行。设备正常作上升运行时,由图3中可知,当运行到一定位置到达停车设备存放点时,上升限位开关动作,驱动电机控制回路常闭触点断开,液压泵驱动电机接触器失电,主回路中液压泵驱动电机停止运行,停车设备就位。当上升限位开关出现故障时,液压泵驱动电机仍运行。但由图2可知,此时油缸5中充满液压油,如果电机继续运行油缸中的活塞继续推动杆运动,则载车板继续上升运行。现场可模拟上升限位开关故障失效,当运行到一定位置到达停车设备存放点时,继续向右旋转操作升降功能旋钮,液压泵向油箱内吸油,观察载车板是否继续动作。此种类型停车设备液压回路油箱中的油常常经过设计计算,确保载车板到达停车设备存放点时,油箱中几乎不剩液压油,此时液压缸中液压油容量加上液压管路中的液压油容量就是油箱的设计容量,即: $V_{设}=V_{缸}+V_{管}$ 。当载车板到达停车设备存放点时,如果此时上升限位开关失效,液压泵驱动电机继续运行,但此时油箱中几乎没有液压油,活塞中缺少推动活塞杆运动的液压油,杆停止动作。从而实现升降限位开关出现故障,设备停止运行的功能。因此,需要定期-检查油箱中的液位是否正常,液位过高或过低均不允许,过高时,当升降限位开关出现故障时,防止超限运行装置无法使设备停止运行;过低时,载车板无法上升至存放点位置。

(3)阻车装置。检查出现以下情况时,是否在汽车车轮停止的位置上设置阻车装置:当搬运器沿汽车前进和后退方向运动时,有可能出现汽车跑到预定的停车范围之外时,阻车装置的高度不应低于25mm(当采用其他有效阻车时,也可不再设置此阻车装置)。该类型机械式停车设备因使用升降或俯仰机构使载车板作升降运动,汽车极易因受汽车重力在沿载车板方向的水平力作用而产生滑移。因此,现场需确认载车板上是否设置不低于25mm阻车装置或其他有效措施。

(4)防坠落装置。检查载车板运行到位后,若出现意外,有可能使载车板从高处坠落时,是否设置防坠落装置,即使发生钢丝绳、链条等关键部件断裂的严重情况,防坠落装置也能够保证载车板不坠落。现场可查看,设备上是否具备当液压回路泄漏、液压元件损坏时,液压缸中的液压油泄漏,载车板仍能在原位。该类型某机械式停车设备的防坠落装置采用自动上锁、自动释放的工作方式如图5、6所示,当载车板上升至上位时,挂钩自动锁住台板,当需要取上位载车板的车时,通过操作面板上的钥匙开关旋转向下,电磁铁自动打开安全挂钩,载车板下降到地面,完成取车。

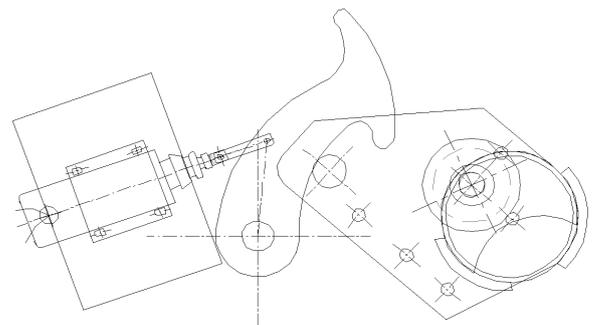


图5 锁住状态

Figure 5 State of locking

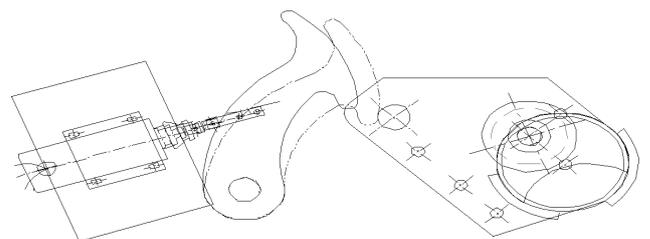


图6 解锁状态

Figure 6 State of unlocking

(5)控制连锁功能。检查停车设备的汽车存取由几个控制点启动,这些控制点是否相互联锁,是否仅能从所选择的控制点操作。现场查看设备的存取控制点数,如为1个,则无需验证。如为多个,则应只能在某一控制点操作完成存取。

(6)警示装置。停车设备应设有能发出声或光报警信号的警示装置,在停车设备运转时该警示装置应起作用。现场可模拟空载工况下,运行停车设备,观察是否发出光或声报警信号。由图3可知,该类型某机械式停车设备具有声光报警警示装置功能。

3 总结

安全保护装置在机械式停车设备中的重要性不言而喻,它决定了设备运行的安全程度,日常检验检测中应加以重视。各项目之间彼此存在有机联系,检验时不能将安全保护装置独立于其他项目之外,只有从整个设备的角度出发才能确保设备的安全运行。如安全保护装置与各机构的安全紧密关联,项目中液压系统的安全要求间接决定了安全保护装置的功能。此

外,检验时还应加强设备日常使用维护说明中关于安全保护装置相关资料的审核。

参考文献:

- [1] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 机械式停车设备分类:GB/T 26559—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 机械式停车设备术语:GB/T 26476—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局. 起重机械安装改造重大修理监督检验规则:TSG Q7016—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 机械式停车设备通用安全要求:GB 17907—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [5] 国家质量监督检验检疫总局. 机械式停车设备型式试验细则:TSG Q7013—2006[S]. 北京:中国计量出版社,2007.

(责任编辑:叶丽娜)

Discussion on the Main Points of Inspection of Safety Protection Device of Hydraulic Lifting Mechanical Parking Equipment

HUANG Naiqiu

(Fujian Special Equipment Inspection and Research Institute Ningde Branch, Ningde, Fujian 352100)

Abstract: Hydraulic lift mechanical parking equipment handles vehicle through hydraulic cylinder movement lifting plate or other vehicle loading device. To master the inspection points of safety protection device of this type of mechanical parking equipment, we must be familiar with its structure composition, working principle, electric control principle and hydraulic working principle. Taking the common simple lifting and lifting mechanical parking equipment as an example, the inspection shall be carried out one by one in accordance with the terms and conditions of the safety protection device project in the standard specifications.

Key words: hydraulic; mechanical parking equipment; safety protection device; inspection

基于 gamma 校正的多尺度 Retinex 的 预处理算法研究

陈 亮, 林 增

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:在行人检测过程中,图像预处理环节至关重要,其处理的效果好坏与行人检测的准确程度息息相关。本文重点考虑光照的影响,提出了一种新的图像预处理方法:基于 gamma 校正后的多尺度 Retinex 图像预处理算法。其原理是将视频图像进行伽马校正,以此来增强图像中物体的信息与背景的对比度,再采用多尺度的 Retinex 算法对实验图像处理,使得图像更加平滑,更符合人类的视觉要求。通过实验证明本文提出的方法在行人检测中更具有优势。

关键词:直方图均衡化;伽马校正;Retinex 算法

中图分类号: O242 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0068-07

在当今社会行人检测为人们的生活提供了很大的便利,而行人检测由于受到环境的影响使检测的准确率受到影响,而光照是影响行人检测的一大关键影响因素。人们往往通过对视频图像进行预处理来提高行人检测的准确性。目前,针对光照的预处理方法有直方图均衡化、伽马校正法、Retinex 算法等。但是由于光照因素的复杂性,往往还达不到非常理想的效果,时有出现漏检、错检等情况。

本文主要主要针对上述问题进行研究,提出了基于 gamma 校正后的多尺度 Retinex 图像预处理算法。通过实验效果表明在特定的光照条件下,本文的算法效果更佳。

1 图像的预处理算法

基于视频行人检测的预处理算法研究目的是将图像中的行人从背景中凸显出来,使图像检测获得更

多有效信息^[1]。光照环境的变化是对视频行人检测一大影响因素,对受光照因素污染的图像基本预处理方法以下几种方法。

1.1 直方图均衡化

直方图均衡化:将原始图像进行灰度处理,矫正灰度处理后的图像。经过灰度处理的直方图包含信息量更多,因而图像的清晰度更高。该图像增强方式基于累计分布函数,增强变换相关图像,因而该方式具有全局性特点^[2]。

直方图均衡化流程如图 1:

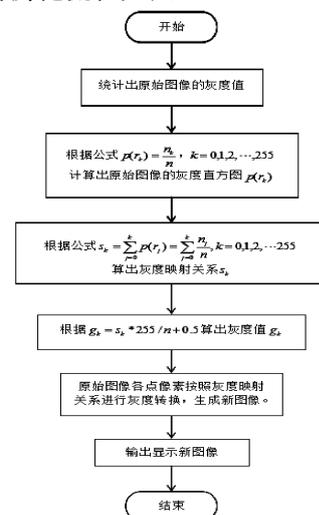


图 1 直方图均衡化算法流程图

Figure 1 Flow chart of histogram equalization algorithm

收稿日期:2018-06-20

基金项目:福建省科技厅项目(2017WJ004);武夷学院
科研基金项目(科技)(一般项目)(XL201706)。

作者简介:陈亮(1986-),男,汉族,助教,主要从事:图形
图像处理的研究。

r_k 代表第 k 个灰度级, n 代表最初图像的像素, r_k 代表像素数量, n_k 代表处理图像的灰度级, r_k 代表出现像素的概率, $p(r_k)$ 代表灰度级, g_k 为第 k 个灰度级别变换后的灰度值。

直方图均衡化可以扩大灰度间距, 使其趋于均匀, 进而形成反差效果, 提升图像清辨识度, 实现图像增强^[2]。如图 2-3 所示, 其灰度过度集中于某个较小范围内, 导致仅仅通过视觉不能对相关的图像内容进行辨识, 原始图像在处理之后, 清晰度得以提升, 辨识难度降低。

直方图均衡化存在以下两个特点:

(1) 按照灰度级别频率的不同, 分别增强相应的灰度级别, 即分别加大每个级别的间距。

(2) 原始图像灰度级别的个数可能存在减少现象, 即可以简并相关频率较小的灰度级别。

$$\left[\sum_{j=0}^{i+1} n_j * 256/n \right] > \left[\sum_{j=0}^i n_j * 256/n \right], i=0,1,2,\dots,255 \quad (1)$$

当满足公式 1 时, 才能够实现不同灰度级别的映射, 即简并现象。通过简并现象不但会过度增强频次较多的灰度级别, 还会造成重要信息的破坏或者丢失, 无法实现预期目标。

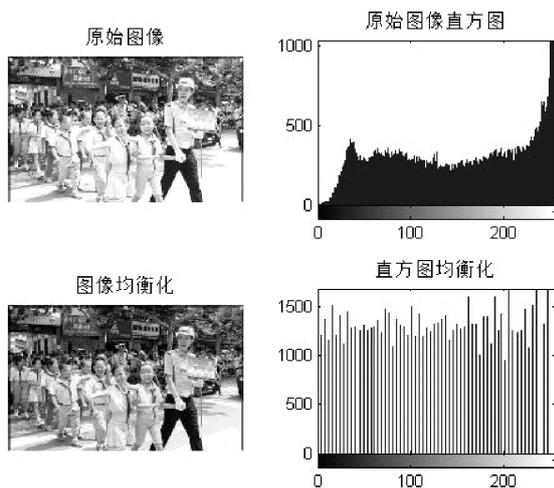


图 2 直方图均衡化实验结果

Figure 2 Experiment results of histogram equalization

直方图均衡化实验所得到的图像呈灰度化, 可能导致目标原本灰度级过大的图像信息得到简并, 导致细节信息丢失。

1.2 伽马(gamma)校正法

图像处理技术中, Gamma 校正技术的应用非常普遍, 通过伽马校正进行修正, 图像信息的对比效果更

加明显, 相关的处理形式如下^[3]:

$$s=c*(r+\varepsilon)^\lambda \quad (2)$$

其中 r 代表输入图像的输入数据, c 代表常量系数, 通常可将其设为 1, ε 代表补偿系数, λ 决定了像素变换方式, $\lambda=1$ 时代表线性变换, 不会影响对比度, $\lambda \neq 1$ 时表示指数变换, 会导致相应的对比度发生改变, Gamma 校正的效果可参照图 3 所示。



图 3 Gamma 校正实验结果

Figure 3 Experiment results of gamma calibration

图 2-4 中左边为原始图像, 当 $\varepsilon=0, \lambda=0.5$ 时, 矫正效果如右图。

如上图所示, Gamma 校正方法存在对高光区校正程度的不足。不仅如此, 如果缺乏对图像视觉效果的整体经验评价, 在图片处理过程中, 很难确定一个合理的 Gamma 数值来修正原始图像, 在很大程度上制约了该方法的实际应用^[2]。

1.3 Retinex 算法原理

基于色彩的相关理论, Retinex 能够实现边缘增强、颜色恒常性以及灰度压缩的均衡, 所以可有效的增强处理不同类型的图像, 特别是彩色图像。

Retinex 算法的理论基础是色彩恒常性, 即人类视觉系统可以对感知到亮度或者颜色进行调节。按照该理论的观点, 物体的反射特点决定了视觉系统感知到的亮度和色彩通常而言, 色彩由于场景照度导致的变化较为缓和, 而色彩由于表面导致的变化较为突然。对比两种变化形式, 可以轻易分辨出图像照度以及表面变化^[4]。

在 Retinex 算法中, 存在一个基本假设, 即:

$$F(x,y)=R(x,y)I(x,y) \quad (3)$$

F 代表原始图像彩色信息, R 代表反射率, I 代表入射光。

原理示意图如图 4 所示:

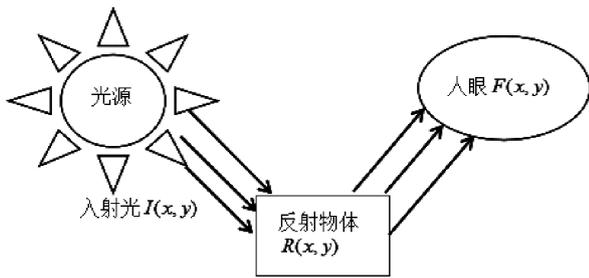


图 4 Retinex 原理示意图

Figure 4 Schematic diagram of Retinex

Retinex 算法的原理说明原始图像的色彩信息在很大程度上取决于反射物体 $R(x,y)$, 其信息的动态范围则取决于入射光 $I(x,y)$ 。

Retinex 算法的基本流程是:初步处理原始图像的色彩信息 $F(x,y)$, 估算反射光的照射分量 $I(x,y)$, 以及发射物体相应的反射分量 $R(x,y)$, 可以提升影像光照的均匀度, 从而有针对性的增强处理原始图像, 实现最佳的视觉效果。

在增强处理图像的实际过程中, 理论意义上的乘积运算通常会被更简洁的加减法取代, 具体表达公式如下:

$$f(x,y) = r(x,y) + i(x,y) \quad (4)$$

其中 $f(x,y) = \log(F(x,y))$, $r(x,y) = \log(R(x,y))$, $i(x,y) = \log(I(x,y))$ 。

通过视觉系统, 我们不能直接估算反射分量, 但对入射光部分进行相关估算, 再根据公式 3 估算反射分量, 最后通过修正可获取最后的结果。Retinex 算法的计算过程可参照框图 5 所示。

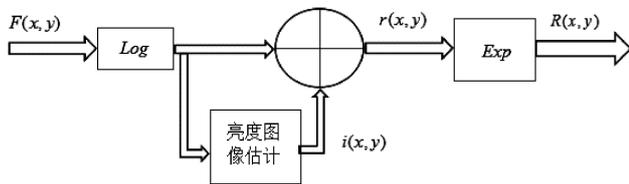


图 5 Retinex 算法过程框图

Figure 5 Process block diagram of Retinex algorithm

Retinex 算法能够在提升待处理图像对比度和亮度的同时, 最大程度的缩减动态灰度范围。随着光照均匀度的提升, 可以提升原始图像在亮区和暗区内容的显示效果。除此之外, Retinex 算法具有一定的稳定性, 通常不会随着图像的变化而发生改变, 因此在增

强彩色图像方面, 有明显的优越性^[4]。在实验中, 实验运行的速度较为缓慢, 耗时较多, 同时处理过后的图像亮度区域会被过度的放大。

实验效果如下图 6 所示:



图 6 Retinex 算法实验结果

Figure 6 Experiment results of Retinex algorithm

2 基于 gamma 校正后的多尺度 Retinex 算法

本文提出一种新的基于光照污染的图像预处理算法: 基于 gamma 校正后的多尺度 Retinex 算法。经过实验的结果表明, 本文的算法效果更佳。

2.1 多尺度 Retinex 算法

2.1.1 多尺度 Retinex 算法

多尺度 Retinex 算法为数个单尺度 Retinex 算法输出的加权平均, 可以在确保图像色彩不变的同时, 将图像信息突显, 相关公式如下所示:

$$R_i(x,y) = \sum_{n=1}^N \omega_n R(x,y) = \sum_{n=1}^N \omega_n [\log I_i(x,y) - \log(F_n(x,y) * I_i(x,y))] \quad (5)$$

$$F_n(x,y) = C_n \exp \left[-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma_n^2} \right] \quad (6)$$

$I_i(x,y)$ 代表输入图像第 i 个颜色通道的像素值, $i \in (R, G, B)$ 通道中的一个, $F(x,y)$ 代表高斯函数, $*$ 代表卷积运算, $R_i(x,y)$ 就是所需获取的第 i 个颜色通道的输出图像, 在原始图像中将亮度图像的估算值减去得到该值; N 代表尺度的数量, ω_n 代表和所有尺度有关的权重值, C_n 和 σ_n 则代表所有尺度上高斯卷积函数的标准偏差和系数。

针对多尺度 Retinex 算法的相关定义存在多个尺度下,并进一步将不同的 C_n 和 σ_n 分配到相应尺度上,这样在提升图像内容细节对比度的同时,确保图像彩色信息不会丢失。按照 Jobson 等研究者的相关成果,就绝大部分图像而言,基于这三个尺度的运算已经足够,并且各个尺度上的权重值可以是一样的。通常而言,三个尺度在选择过程中,可以和高、中、低三个尺度分别对应, ω_i 能按照进行细微调节^[9]。

Jobson 等相关研究者的实验数据可参照下表 1 所示:

表 1 多尺度 Retinex 算法常数列表

Table 1 Constant list of Retinex algorithm with multi-scale

常量	N	σ_1	σ_2	σ_3	α	β	ω	G	b
数值	3	15	80	250	125	46	1/3	192	-30

算法效果如图 7:



图 7 多尺度 Retinex 算法效果图

Figure 7 Experiment results of Retinex algorithm with multi-scale

可以看出经过多尺度 Retinex 算法在彩色图像处理过程中,会出现“颜色失真、泛白、整体亮度较低”等问题,无法将颜色效果原本的展现出来^[9]。

2.2 基于 Gamma 校正后的多尺度 Retinex 算法

基于 Gamma 校正后的多尺度 Retinex 算法是将图像经过 Gamma 校正,得以保存梯度信息,图像的对比度得到加强^[14],再利用多尺度 Retinex 算法处理,能有效克服了图像只经过多尺度 Retinex 算法的泛白和图像失真现象,从而达到更好的预处理效果。

基于 Gamma 校正后的多尺度 Retinex 算法流程如图 8:

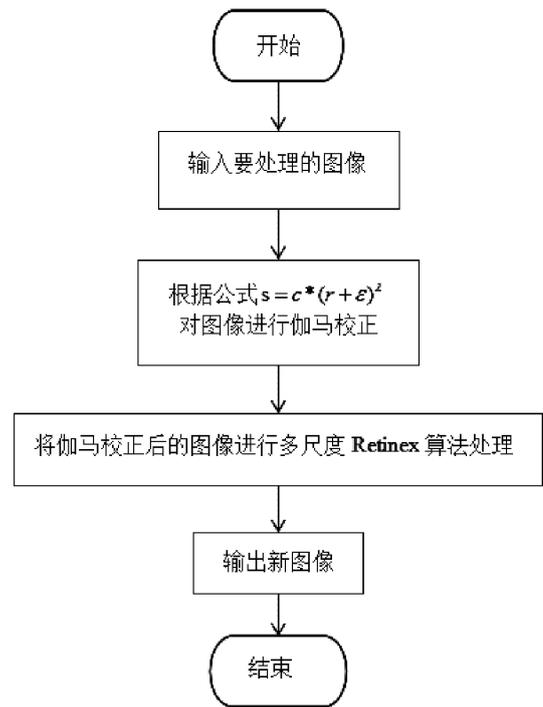


图 8 基于 Gamma 校正后的多尺度 Retinex 算法流程图

Figure 8 Flow chart of Gamma-corrected multiscale Retinex algorithm

算法效果如图 9:



图 9 实验效果图

Figure 9 Experimental effect diagram

从实验结果表明新的预处理方法处理后的效果得到有效的改善,相对效果更好。

3 仿真实验与结果分析

本文采用目前比较流行的方法:梯度方向直方图^[14] (Histogram of Oriented Gradients, HOG)对待处理图像

进行行人检测实验,用检测到的行人数量多少以及检测是否有效来判断图像预处理的效果好坏。

实验验证采用受光照污染图像经过相应预处理后进行行人检测实验。实验结果如下:



图 10 原图 1 行人检测结果

Figure 10 Results of pedestrian detection original figure 1

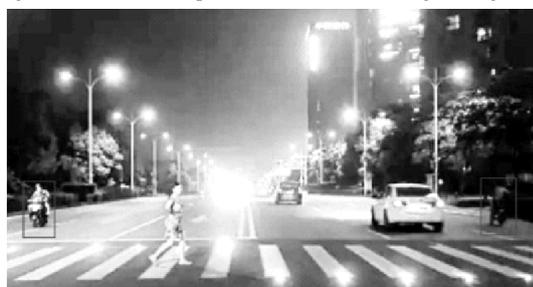


图 11 直方图均衡化后行人检测结果

Figure 11 Results of pedestrian detection after histogram equalization

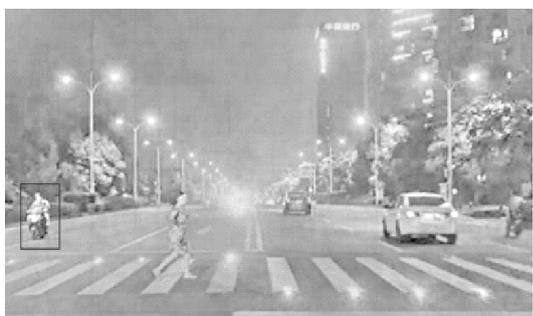


图 12 伽马校正法后行人检测结果

Figure 12 Results of pedestrian detection after gamma correction

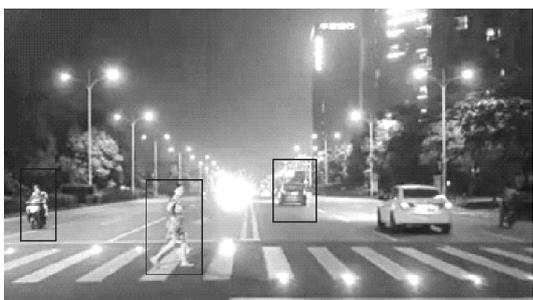


图 13 Retinex 算法后行人检测结果

Figure 13 Results of pedestrian detection after Retinex algorithm



图 14 本文方法预处理后的行人检测结果

Figure 14 Results of pedestrian detection after preprocessing in this



图 15 原图 2 行人检测结果

Figure 15 Results of pedestrian detection original figure 2



图 16 直方图均衡化后行人检测结果

Figure 16 Results of pedestrian detection after histogram equalization



图 17 伽马校正法后行人检测结果

Figure 17 Results of pedestrian detection after gamma correction



图 18 Retinex 算法后行人检测结果

Figure 18 Results of pedestrian detection after Retinex algorithm



图 19 本文方法预处理后的行人检测结果

Figure 19 Results of pedestrian detection after preprocessing in this paper

经过梯度方向直方图 (Histogram of Oriented Gradients, HOG) 对光照不同的图像进行行人检测后,得到的行人检测人数及准确性如下表 2 所示:

表 2 夜晚光照弱情况下行人检测实验结果

Table 2 Results of pedestrian detection under weak light at night

	原图 1	直方图均衡化	伽马校正	Retinex 算法	本文提出的算法
检测人数	2	2	3	1	3
实际人数	3	3	3	3	3

表 3 夜晚光照弱情况下行人检测实验结果

Table 3 Results of pedestrian detection results under weak light at night

	原图 2	直方图均衡化	伽马校正	Retinex 算法	本文提出的算法
检测人数	4	2	4	4	5
实际人数	7	7	7	7	7

其中,伽马校正虽然在图 1 中虽然检测出的人数的数量与实际人数数量相同,但存在这一个误判。从表

中可以看出,采用本文所提出的预处理算法得到的预处理图像对行人检测实验有一定的帮助,得到的效果更好。

5 总结

基于伽马校正后的多尺度 Retinex 算法通过多组实验验证,此方法可以有效的提高图像的对比度,避免了直方图均衡化带来的图像信息简并情况,有效的解决了 Retinex 算法的泛白,整体呈灰色的情况,同时还能降低伽马校正对高光区校正不足的影响。从而体现出基于伽马校正后的多尺度 Retinex 算法在特定的光照条件下的处理效果,在特定的受光照污染的图像行人检测的预处理上效果更佳。

参考文献:

- [1] 陈永亮. 灰度图像的直方图均衡化处理研究[D]. 合肥:安徽大学,2014.
- [2] 汪秦峰. 基于直方图均衡化和 Retinex 的图像去雾算法研究[D]. 西安:西北大学,2016:15-16.
- [3] 叶茂胜,李必军,莫柠锴,等. 基于色域差分与伽马校正的交通灯识别[J]. 软件导刊,2016,15(09):157-160.
- [4] 肖燕峰. 基于 Retinex 理论的图像增强恢复算法研究[D]. 上海:上海交通大学,2007.
- [5] 丁毅,李玉惠,李勃. 基于图像不同亮度区域特征的 Gamma 矫正方法[J]. 计算机技术与发展,2016,26(06):37-39+45.
- [6] 张彭,刘旭,李海峰. 自适应图像直方图均衡算法[J]. 浙江大学学报(工学版),2007,41(4): 630-633.
- [7] SIM K S, TSO C P, TAN Y Y. Recursive sub-image histogram equalization applied to gray scale images [J]. Pattern Recognition Letters, 2007, 28(10): 1209-1221.
- [8] 许欣,陈强,王平安,等. 消除光晕现象的快速 Retinex 图像增强[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2008, 20(10): 1325-1331.
- [9] SENGEE N, SENGEE A, CHOI H K. Image contrast enhancement using bi-histogram equalization with neighborhood metrics[J]. Consumer Electronics, IEEE Transactions on, 2010, 56(4): 2727-2734.
- [10] 杜明,赵向军. 改进 Retinex 的光照变化人脸图像增强算法[J]. 计算机科学,2016,43(02):105-108+112.
- [11] 韦皓瀚. 监控场景下的行人检测与跟踪及系统设计[D]. 南

- 京:南京理工大学,2017.
- [12] 嵇晓强.图像快速去雾与清晰度恢复技术研究[D].北京:中国科学院研究生院(长春光学精密机械与物理研究所), 2012:26-27.
- [13] 吕绍东.复杂光照下人脸检测的研究[D].成都:电子科技大学,2015.
- [14] 姚河花.基于梯度方向直方图的人体检测算法的改进[D].成都:电子科技大学,2014:19-26.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on Multiscale Retinex Preprocessing Algorithm Based on Gamma Correction

CHEN Liang, LIN Zeng

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

Abstract: In the process of pedestrian detection, the image preprocessing process is very important. The effect of its processing is closely related to the accuracy of pedestrian detection. This paper focuses on the influence of illumination, and proposes a new image preprocessing method: a gamma-corrected multi-scale Retinex image preprocessing algorithm. The principle is to first perform gamma correction on the obtained video image, so as to enhance the contrast of the information and the background of the object in the image, and then use the multi-scale Retinex algorithm to process the experimental image, making the image more smooth and more in line with human vision. Experiments prove that the method proposed is more advantageous in pedestrian detection.

Key words: histogram equalization; gamma correction; retinex algorithm

基于节约算法的企业物流配送路径优化研究

——以罗冠陶瓷福州市物流配送路径为例

王 静, 林晓毅, 向建红

(武夷学院 商学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:物流作为企业的“第三利润源”,对企业健康发展的作用越来越凸显。但随着物流业发展的同时,高比例的物流成本也成为困扰所有企业的重要症结。如何有效降低企业物流成本,提升企业物流效益,成为各家企业都十分重视的重要课题。企业物流配送费用是构成企业物流费用的重要组成部分,以实际企业的配送路径优化方案为出发点,探讨企业物流配送路径优化问题,对降低企业物流配送费用,提升企业效益具有重要借鉴意义。

关键词:物流配送路径;节约算法;罗冠陶瓷

中图分类号:F259.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0075-05

物流作为企业的“第三利润源”,对企业健康发展的作用越来越凸显。但随着物流业发展的同时,一直居高不下的物流成本也成为困扰所有企业的重要症结。如何有效降低企业物流成本,提升企业物流效益,成为各家企业都十分重视的重要课题。而配送费用又是产生物流成本的关键原因之一。配送费用的高低主要取决于配送线路的长短,配送线路的合理化有助于企业缩短配送路径、提高车辆装载率,从而减少车辆汽油消耗以及人工费用,降低物流成本。因此对配送线路的合理优化成为了各个企业发展现代物流的当务之急。

罗冠陶瓷有限公司是一家建材企业,其主营业务是瓷砖的制造加工以及销售,罗冠陶瓷采用的是自营物流,企业物流配送具有一定的典型性。本文选用节约算法对罗冠陶瓷的企业物流配送路径进行优化分析,能极大的降低罗冠陶瓷的配送成本,提高罗冠陶瓷的物流运作效率,从而提高罗冠陶瓷在市场上的竞争力与效益,同时可以为其他企业物流配送路径优化

提供一定的借鉴意义。

1 罗冠陶瓷福州配送中心物流配送路径现状

1.1 罗冠陶瓷福州配送中心经销商信息

(1)福州配送中心经销商分布情况

罗冠陶瓷有限公司的总部在广东省佛山市。目前,公司在福州设立了一个大型配送中心,福州各地客户所需要的货物都是由该配送中心直接发出。配送中心采取的是自营物流方式,配送车辆与司机都是公司自有的,目前可供调度的车辆共有 5 t 和 2 t 两种类型,车辆的平均速度为 50 km/h,运输成本为 2 元/t/km。目前福州市的经销商主要有 10 家,具体分布如下图所示:



图 1 福州配送中心经销商分布图

Figure 1 Distribution map of distributor in Fuzhou distribution center

收稿日期:2018-02-23

基金项目:福建省中青年教育科研社科 A 类项目
(JAS160552)。

作者简介:王静(1985-),女,汉族,助教,主要从事农业经济管理方面的研究。

(2)福州配送中心经销商需求信息情况

罗冠陶瓷福州配送中心的10家经销商的需求信息如下表所示:

表1 经销商需求信息

Table 1 The demand information of distributor

经销商	经销商位置	需求量 (t)	卸货时间 (h)	客户要求时间窗 (h)
A	永泰县樟城镇南湖路	1.9	0.43	(2.0,4.0)
B	闽清坂东	0.8	0.25	(1.5,3.0)
C	福州市闽侯县	2.5	0.55	(2.0,3.5)
D	连江浦口	1.3	0.30	(2.0,4.0)
E	连江官坂	1.0	0.33	(3.0,5.5)
F	长乐市金峰镇驴峰大道附近	1.8	0.42	(2.0,3.0)
G	长乐市鹤上镇鹤上街	1.5	0.37	(1.5,3.0)
H	长乐市漳港镇裕丰路和商行街的交叉口附近	0.5	0.17	(3.0,5.0)
I	长乐市城南车站加工厂	1.9	0.50	(1.0,2.5)
J	长乐市鹤上镇福北路物流园区	2.4	0.50	(2.0,3.0)

1.2 罗冠陶瓷福州配送中心各条配送路径现状相关信息

罗冠陶瓷福州配送中心目前的配送路径是根据经销商之间的距离进行安排的,经销商的之间距离比较近的采用循环配送,而距离远的就采用一对一的单独配送。配送中心P向10家经销商的配送路径目前总共有7条,具体配送情况见下表:

表2 目前各条配送路径的相关信息

Table 2 The relevant information of various distribution routes at present

方案	需求量 (t)	车辆数量	数量 (辆)	装载率	配送里程 (km)	配送时间 (h)
①P→G→H→I→P	3.9	5	1	78%	95.4	2.94
②P→J→P	2.4	5	1	48%	73.4	1.90
③P→A→P	1.9	2	1	95%	128.2	3.03
④P→B→P	0.8	2	1	40%	162.0	3.45
⑤P→C→P	2.5	5	1	50%	56.2	1.75
⑥P→D→P	1.3	2	1	65%	116.2	2.70
⑦P→E→F→P	2.8	5	1	56%	183.8	4.35

根据表2的配送路径信息可以得出:

配送总里程为 95.4+73.4+128.2+162+56.2+116.2+183.8=815.2km

配送总时间为 2.94+1.9+3.03+3.45+1.75+2.7+4.35=20.12h

车辆平均装载率为 (78%+48%+95%+40%+50%+65%+56%)/7=62%

配送成本=815.2×(3.9+2.4+1.9+0.8+2.5+1.3+2.8)×2=25434.24元

2 运用节约算法对罗冠陶瓷配送路径的优化

虽然福州配送中心采用自营物流的方式进行货物配送,但在物流配送路径的选择上,没有综合考虑物流配送的车辆返程空载率、单条配送路径上的经销商需求量对车辆的要求、装卸货物时间效率等因素,而是简单的根据经销商的位置远近来决定,导致物流成本提高,物流配送效率降低。节约算法可以有效的针对这些缺陷进行路径的优化,减少物流成本。

2.1 节约算法的简介

节约算法是在1964年由国外的学者Clarke和Wright提出的^[1]。其可用于解决车辆数不确定的车辆路径问题^[2]。它的核心思想是将车辆在运输过程中向两个单客户往返的配送路线 $L_i=\{0 \rightarrow i \rightarrow 0\}$ 和 $L_j=\{0 \rightarrow j \rightarrow 0\}$ 整合成一个存在多客户的闭合配送环路 $L^*=\{0 \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow 0\}$ 。通过整合,减少了运输的里程,使得各点的需求量不超过车辆的载重吨数为止,按照同样的原理继续对下一辆车进行优化。相应的变化值称为两点间的最短距离,其大小为: $\Delta C_{ij}=C_{i0}+C_{0j}-C_{ij}$ 。

2.2 计算求解优化

(1)根据地图上所显示的经销商的分布,可以画出以下配送网络图。

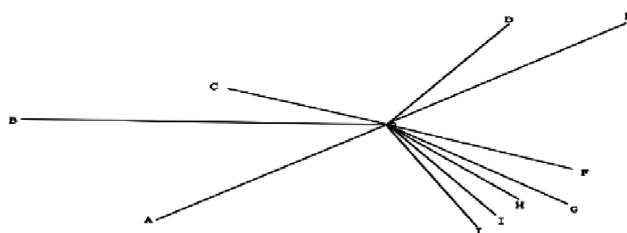


图2 配送网络图

Figure 2 The distribution network diagram

(2)根据地图上定位出来的距离 2,从点 P 到 10 个经销商的距离,以及 10 个经销商之间的距离。画最短距离表,如下表所示:

表 3 最短距离表

Table 3 The table of shortest distance

	P	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	64.1									
B	81.0	57.0								
C	28.1	92.2	57.5							
D	58.1	122.2	123.5	66.0						
E	75.0	139.1	143.9	86.4	20.4					
F	46.6	110.7	127.6	74.7	82.6	62.2				
G	37.3	101.4	118.3	65.4	92.7	72.3	10.1			
H	42.6	96.9	123.6	70.7	100.7	81.7	19.5	9.4		
I	33.5	81.7	114.5	61.6	91.6	96.9	34.7	24.6	15.2	
J	36.7	76.1	117.7	64.8	94.8	102.5	40.3	30.2	20.8	5.6

(3)计算节约里程数,画出节约里程表。

表 4 节约里程表

Table 4 The table of saving mileage

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
B	88.1								
C	0.0	51.6							
D	0.0	16.6	20.2						
E	0.0	12.1	16.7	112.7					
F	0.0	0.0	0.0	22.1	59.4				
G	0.0	0.0	0.0	2.7	40.0	73.8			
H	9.8	0.0	0.0	0.0	35.9	69.7	70.5		
I	15.9	0.0	0.0	0.0	11.6	45.4	46.2	60.9	
J	24.7	0.0	0.0	0.0	9.2	43.0	43.8	58.5	64.6

根据节约里程法的基本原理。连接配送中心 P 和 2 个经销商 A、B, 形成一个三角形的配送环路,PA+PB-PC 所得出来的结果就是节约里程数。例如:

$$P \rightarrow A: 64.1 \text{ km} \quad P \rightarrow B: 81 \text{ km} \quad A \rightarrow B: 57 \text{ km}$$

$$\text{节约里程数} = PA + PB - AB = 64.1 + 81 - 57 = 88.1 \text{ km}$$

(4)列出节约里程排序表。如表 5 所示:

表 5 节约里程数排序

Table 5 The sort of saving mileage

编号	路线	节约里程数	编号	路线	节约里程数
1	D→E	112.7	15	E→G	40
2	A→B	88.1	16	E→H	35.9
3	F→G	73.8	17	A→J	24.7
4	G→H	70.5	18	D→F	22.1
5	F→H	69.7	19	C→D	20.2
6	I→J	64.6	20	C→E	16.7
7	H→I	60.9	21	B→D	16.6
8	E→F	59.4	22	A→I	15.9
9	H→J	58.5	23	B→E	12.1
10	B→C	51.6	24	E→I	11.6
11	G→I	46.2	25	A→H	9.8
12	F→I	45.4	26	E→J	9.2
13	G→J	43.8	27	D→G	2.7
14	F→J	43			

(5)根据上面所说的车辆时速为 50 km/h,可以得出车辆行驶时间表如下:

表 6 车辆行驶时间表

Table 6 The table of vehicle driving time

	P	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1.3									
B	1.6	1.1								
C	0.6	1.8	1.1							
D	1.2	2.4	2.5	1.3						
E	1.5	2.8	2.9	1.7	0.4					
F	0.9	2.2	2.6	1.5	1.7	1.2				
G	0.7	2	2.4	1.3	1.9	1.4	0.2			
H	0.9	1.9	2.5	1.4	2	1.6	0.4	0.2		
I	0.7	1.6	2.3	1.2	1.8	1.9	0.7	0.5	0.3	
J	0.7	1.5	2.4	1.3	1.9	2.1	0.8	0.6	0.4	0.1

(6)求解最优配送路径。

1)求初始解:根据节约里程数排序表里的大小排序,将线路 D→E、F→H、E→F 连起来。配送总里程为 764.2km,需要 2t 车辆 4 辆,5t 车辆 3 辆。

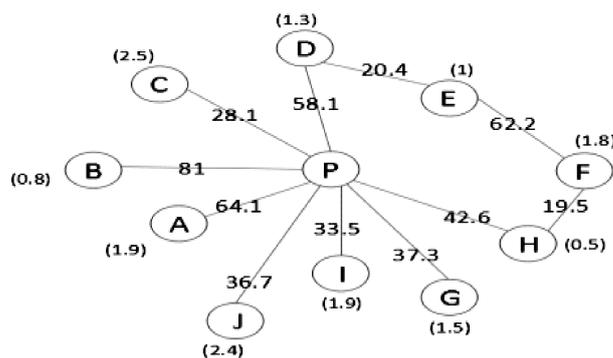


图 3 初始解配送路径

Figure 3 The distribution path of initial solution

2)求二次解,按节约里程数从大到小排序,将线路 A→B、A→I 相连接。配送总里程为 660.2 km,需要 2 t 车辆 1 辆,5 t 车辆 4 辆。

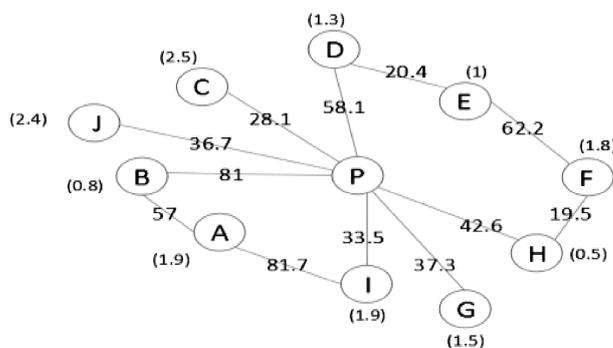


图 4 二次解配送路径

Figure 4 The second distribution path

3)求最终解,按节约里程数的从大到小的排序,将路线 G→J 连接起来。配送总里程为 616.4 km,需要 5 t 车辆 4 辆。

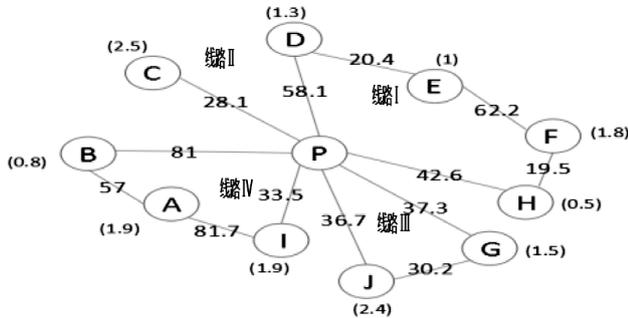


图 5 最终解配送路径

Figure 5 The final solution to distribution path

4)优化后的路径在地图上表示,如下图所示:

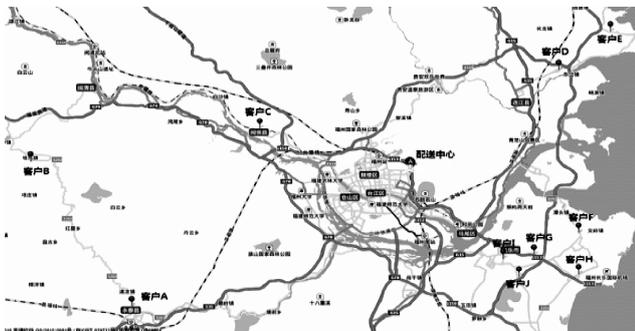


图 6 优化的路径图

Figure 6 The diagram of optimal path

(7)从最优解中可以得到 4 条车辆行驶路线。如表 7 所示。

表 7 配送线路信息

Table 7 The information of distribution line

序号	配送路径	配送距离(km)	配送时间(h)
1	P→H→F→E→D→P	202.8	4.1
2	P→I→A→B→P	253.2	5.0
3	P→G→J→P	104.2	2.0
4	P→C→P	56.2	1.2

(8)根据车辆行驶时间表以及到达各个经销商后的卸货时间,列出配送路线信息服务表。

表 8 配送路径 1 服务信息表

Table 8 The service information table of distribution path 1

路径 1	P→H→F→E→D→P			
经销商	H	F	E	D
需求量(t)	0.5	1.8	1.0	1.3
行驶时间(h)	(0.0,0.90)	(1.07,1.47)	(1.89,3.09)	(3.42,3.82)
卸货时间(h)	(0.9,1.07)	(1.47,1.89)	(3.09,3.42)	(3.82,4.12)
到货时间(h)	0.90	1.47	3.09	3.82
时间窗(h)	(3,5)	(2,3)	(3,4)	(3,4)

表 9 配送路径 2 服务信息表

Table 9 The service information table of distribution path 2

路径 2	P→I→A→B→P		
经销商	I	A	B
需求量(t)	1.9	1.9	0.8
行驶时间(h)	(0.00,0.7)	(1.20,2.80)	(3.23,4.33)
卸货时间(h)	(0.70,1.2)	(2.80,3.23)	(4.33,4.58)
到货时间(h)	0.70	2.80	4.33
时间窗(h)	(1.00,2.50)	(2.00,4.00)	(1.50,3.00)

表 10 配送路径 3 服务信息表

Table 10 The service information table of distribution path 3

路径 3	P→G→J→P	
经销商	G	J
需求量(t)	1.50	2.40
行驶时间(h)	(0.00,0.70)	(1.07,1.67)
卸货时间(h)	(0.70,1.07)	(1.67,2.17)
到货时间(h)	0.70	1.67
时间窗(h)	(1.50,3.00)	(2.00,3.00)

表 11 配送路径 4 服务信息表

Table 11 The service information table of distribution path 4

路径 4	P→C→P
经销商	C
需求量(t)	2.5
行驶时间(h)	(0,0.6)
卸货时间(h)	(0.6,1.15)
到货时间(h)	0.6
时间窗(h)	(2,3.5)

经过上面的计算可以得知,优化后的配送路径,配送总里程为 616.4 km,配送时间(含卸货时间以及车辆返回配送中心的时间)为 15.7 h。车辆平均装载率 $[(4.6/5+4.6/5+3.9/5+2.5/5)/4 \times 100\%]=78\%$ 。

2.3 配送路优化前后配送情况比较

表 12 优化前后分析

Table 12 The analysis of before and after optimization

状态	优化前	优化后	前后变化量
配送总里程(km)	815.20	616.40	节约 198.30
配送成本(元)	25434.24	19231.68	节省 6202.56
配送总时间(h)	20.12	15.7	节约 4.42
所需配送车辆	5t:4 辆 2t:3 辆	5t:4 辆	节约 2t:3 辆
车辆平均装载率	62%	78%	提高 16%

3 结语

对罗冠陶瓷有限公司的原有配送路径进行分析,发现原来的路径具有很大的随意性。因此,根据这样的现状提出了需要采取配送路径优化的措施来改善罗冠陶瓷的现状,降低配送成本,来提高企业的竞争能力。通过前期的调查以及与配送中心负责人的沟通,决定采用节约算法进行优化,将使罗冠陶瓷有限公司在配送的各个方面都得到改善,配送的时间缩短,车辆行驶的总里程以及所需的车辆减少,装载率

得到极大的提高,从而降低配送成本。应用节约算法对该公司配送路径优化,给企业物流成本带来明显的节约,对其他企业物流配送路径的优化也具有很强的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 刘俊娥,李奇.基于节约里程法的北京市家乐福超市配送线路优化方案[J].技术与方法,2015,1(35):107-108.
- [2] 王芳.基于节约算法和改进节约算法的配送路线优化[J].商界论坛物流交通,2015,51(9):194-195.

(责任编辑:夏婷婷)

A Study on Optimization of Enterprise Logistics Distribution Path Based on Saving Algorithm

——Taking Fuzhou Distribution Path of Crown Ceramic Co., Ltd. as an Example

WANG Jing, LIN Xiaoyi, XIANG Jianhong

(School of Business, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: As the "third profit source" of enterprises, logistics plays a more and more important role in the healthy development of enterprises. But with the development of the logistics industry, the high proportion of logistics costs has become an important problem for all enterprises. How to effectively reduce the logistics costs and improve the logistics efficiency of enterprises has become an important issue which all enterprises attach great importance to. Enterprise logistics cost is an important part of the enterprise logistics cost, taking the optimization scheme of the distribution path of the actual enterprise as the starting point. This paper discusses the optimization of the enterprise logistics routing problem, which is of great significance to reduce the cost of enterprise logistics and distribution and to improve the efficiency of enterprises..

Key words: logistics distribution path; saving algorithm; crown ceramic

基于 PCA—DEA 法的银行效率评价研究

郑 航¹, 许淑娴², 陈永平¹

(1.武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300; 2.武夷学院 机电工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:为了满足 DEA 方法的拇指法则,有效提高 DEA 模型的区分度。通过 PCA 法来筛选投入、产出变量,最后将 13 个评价指标综合为 2 个代表性的投入主因子和 2 个产出主因子;再结合 DEA 模型中的 CCR 模型对我国 8 家银行效率进行评价分析。结果表明:PCA 和 DEA 结合的模型进行银行的效率评价,有效的决策单元由原来的 6 个减少为 4 个,说明该组合评价模型能提高评判的精准性,增加有效单元的区分度,具有一定的适用性。

关键词:DEA;BCC;PCA;银行效率

中图分类号:N949 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0080-05

随着中国加入到 WTO, 中国银行将面临更加严峻的挑战, 银行间的竞争集中表现为效率的竞争, 如何提高银行的效率是能否经受考验的关键。国内外对银行效率评价研究已有很多, 对银行投入和产出效率评价大都采用 DEA 方法。文献[1]-[4]使用 DEA 模型来评价银行效率问题, 采用不同的投入和产出变量, 从生产效率的角度来评价银行效率水平。文献[5]为区别 DEA 有效决策单元之间异同, 应用了超效率 DEA 模型。文献[6]采用超效率 DEA 模型与 Tobit 模型结合, 利用超效率 DEA 得分对全部支行进行排序之后, 再应用 Tobit 模型进行了效率影响因素分析, 发现存款特点、收入结构、支行类型、区划分布等因素对支行的运营效率构成了显著影响。文献[7]应用 AHP-DEA 模型, 通过 AHP 法对评判指标构造判断矩阵从而减少评价者的主观性, 应用 DEA 方法计算得到客观数据, 以量化的数据指标来判断商业银行绩效水平。文献[8]通过因子分析法对全国 13 家主要商业银行 15 个绩效指标进行分析, 得出各家银行在银行规模因

子、银行人均效益因子、银行安全性因子、银行成长性因子、银行盈利性因子诸方面的表现, 并按照特征值加权给出了各家银行的绩效排序。文献[9]利用改进因子分析法对反映银行规模效率的 28 个指标筛选, 得出 2008-2013 年的主因子, 应用熵值法对主因子进行客观赋权, 进而得出每年各大商业银行的绩效评分排名。基于以上学者大多采用 DEA 法从效率值等角度评价银行效率, 但从投入和产出变量之间的线性相关性, 评价指标个数过多等将影响 DEA 模型的有效评价性的角度, 考虑较少。因此本文为遵循 DEA 方法的拇指法则^[9](即评价对象至少是投入、产出指标变量的两倍的限制), 提高评判的精准性, 增加有效单元的区分度, 同时也为了解决投入和产出变量之间的线性相关性的问题。采用 PCA—DEA 方法的组合模型来评价我国银行效率。

2 PCA/DEA 综合评价模型

2.1 PCA(主成分分析原理)

主成分分析是一种降维的多元统计方法^[10]。其特点在于将多指标变量降维成少数几个相互独立但包含原变量大部分信息。具体计算步骤:第一步:标准化原始数据 X , 计算 X 的相关系数矩阵 R ;第二步:求 R

收稿日期:2018-06-14

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JT180558)。

作者简介:郑航(1988-),男,汉族,助教,主要从事金融系统分析、微分方程研究。

的特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ 及对应的特征向量 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_p$; 第三步: 根据累计方差的贡献率达到 85%, 取前 m 个特征值及相应的特征向量, 得到因子载荷阵 $A = (a_{ij})_{p \times m}$; 第四步: 写出主成分: $F_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{im}X_p, (i=1, 2, \dots, p)$ 。

2.2 DEA 模型

DEA 法是评价具有多投入和多产出的决策单元相对效率的有效方法之一, 它的优势在于不需要建立变量之间的函数关系, 有效避免主观因素, 在对产出变量加权求和与投入变量加权求和的比值基础之上, 来测算决策单元的相对效率^[12]。DEA 法目前使用最多的两种模型分别是 CCR 模型和 BCC 模型。CCR 模型如下表示:

$$\begin{cases} \max h_i = \frac{\sum_{r=1}^s a_{rk} O_{rk}}{\sum_{i=1}^m \beta_{ik} I_{ik}} \\ \text{st. } h_{jk} \frac{\sum_{r=1}^s a_{rk} O_{rj}}{\sum_{i=1}^m \beta_{ik} I_{ij}} \leq 1, j=1, 2, \dots, n \\ a_{rk} \geq 0, r=1, 2, \dots, s \\ \beta_{ik} \geq 0, i=1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (1)$$

上式中 O_{rk} 为第 r 个决策单元的 k 个产出变量, I_{ij} 为第 i 个决策单元的 j 个投入变量。 a_{rk}, β_{ik} 分别为产出与投入变量的权向量。这里满足 $0 \leq h_i \leq 1$ 。当时 $h_i = 1$, 即第 i 个评价单元位于效率前沿边界上, 是技术有效的状态。

3 实证分析

3.1 指标体系的建立

选取投入和产出指标借鉴中国银行竞争力报告^[13]对世界各银行排名时所用的指标, 共选取了 13 个指标来对我国银行的效率进行分析。能具体体现银行总体的实力与业务运作能力, 银行的管理能力, 银行整体的规模等的指标作为投入指标, 如资产总额、员工数、业务及管理费等; 而能反应出银行的收入状况, 或直接体现出银行综合效益水平的指标作为产出指标, 如利润总额、利息净收入、手续费及佣金净收入等, 具体见表 1。

表 1 投入与产出指标

Table 1 Input and output indicators		
	指标	变量
投入	业务及管理费(百万)	A_1
	资产减值损失(百万)	A_2
	员工数(人)	A_3
	贷款损失准备(百万)	A_4
	资产总额(百万)	A_5
	负载总额(百万)	A_6
	不良贷款率(比率)	A_7
产出	利息净收入(百万)	B_1
	手续费及佣金净收入(百万)	B_2
	营业收入(百万)	B_3
	利润总额(百万)	B_4
	归属于母公司股东的净利润(百万)	B_5
	成本收入比(比率)	B_6

3.2 计算过程

本文选择了中国四大国有银行: 建设银行(CBC)、农业银行(ABC)、工商银行(ICBC)、中国银行(PBC); 四家代表性的商业银行: 兴业银行(CIB)、民生银行(CMBC)、交通银行(BCM)、招商银行(CMB), 共 8 家银行作为评价对象, 这些评价对象具有同质性。

指标数据来源于 2015 年的各银行的年报, 由于投入、产出各指标都有不同的量纲, 如果直接带入 DEA 模型中将降低分析效率, 因此将投入和产出指标 A_1-A_7, B_1-B_6 应用 spss20.0 软件分别进行归一化, 消除量纲影响。得到 $A'_1-A'_7, B'_1-B'_6$, 由于表 2, 3 中投入和产出各指标归一化得分数据有负值, 不满足模型中投入、产出变量非负性的约束条件, 故对上述数据向上平移 2 个单位^[14], 见公式(2)。

$$A'_i + 2 = x_i, B'_j + 2 = y_j, (i=1, 2, \dots, 7; j=1, 2, \dots, 6) \quad (2)$$

平移后投入和产出分别记为 x_1, x_2, \dots, x_7 和 y_1, y_2, \dots, y_6 , 结果见表 2, 3。

将表 2, 3 中各投入 (x_1, x_2, \dots, x_7) 和产出 (y_1, y_2, \dots, y_6) 代入到模型(1), 应用 deap2.1 软件计算得各评价单元的技术效率, 计算结果见表 4。

由表 4 可看出技术有效的决策单元为 6 个, 非有效的为 2 个, 区分度低。这是由于评价指标个数过多, 会违背拇指法则。因此考虑缩减投入和产出指标个数, 故对投入指标和产出指标进行主成分分析, 选取代表性主因子。依据主成分分析法步骤对投入指标

表 2 归一化后投入变量

Table 2 The input variable after normalization

DMU	$A'_1(x_1)$	$A'_2(x_2)$	$A'_3(x_3)$	$A'_4(x_4)$	$A'_5(x_5)$	$A'_6(x_6)$	$A'_7(x_7)$
建设银行	0.84 (2.84)	1.60 (3.60)	0.67 (2.67)	0.61 (2.61)	0.91 (2.91)	0.90 (2.90)	-0.05 (1.95)
农业银行	1.18 (3.18)	1.18 (3.18)	1.36 (3.36)	1.82 (3.82)	0.83 (2.83)	0.85 (2.85)	2.20 (4.20)
兴业银行	-1.16 (0.84)	-0.56 (1.44)	-0.99 (1.01)	-0.95 (1.05)	-0.96 (1.04)	-0.96 (1.04)	-0.38 (1.62)
工商银行	1.14 (3.14)	-0.05 (1.95)	1.17 (3.17)	0.67 (2.67)	1.24 (3.24)	1.24 (3.24)	-1.30 (0.70)
民生银行	-0.91 (1.09)	-1.03 (0.97)	-0.95 (1.05)	-0.98 (1.02)	-1.08 (0.92)	-1.08 (0.92)	0.01 (2.01)
交通银行	-0.76 (1.24)	-1.29 (0.71)	-0.76 (1.24)	-0.68 (1.32)	-0.70 (1.30)	-0.70 (1.30)	-0.24 (1.76)
中国银行	0.47 (2.47)	0.07 (2.07)	0.36 (2.36)	0.21 (2.21)	0.69 (2.69)	0.68 (2.68)	-0.46 (1.54)
招商银行	-0.79 (1.21)	0.07 (2.07)	-0.86 (1.14)	-0.71 (1.29)	-0.94 (1.06)	-0.94 (1.06)	0.23 (2.23)

注:括号内数据是各投入指标数据归一化后+2

表 3 归一化后产出变量

Table 3 Output variable after normalization

DMU	$B'_1(y_1)$	$B'_2(y_2)$	$B'_3(y_3)$	$B'_4(y_4)$	$B'_5(y_5)$	$B'_6(y_6)$
建设银行	1.07 (3.07)	1.07 (3.07)	1.07 (3.07)	1.03 (3.03)	1.03 (3.03)	-0.37 (1.63)
农业银行	0.94 (2.94)	0.23 (2.23)	0.75 (2.75)	0.46 (2.46)	0.51 (2.51)	1.42 (3.42)
兴业银行	-0.92 (1.08)	-1.10 (0.90)	-1.00 (1.00)	-0.95 (1.05)	-0.93 (1.07)	-1.89 (0.11)
工商银行	1.28 (3.28)	1.58 (3.58)	1.32 (3.32)	1.55 (3.55)	1.56 (3.56)	-0.43 (1.57)
民生银行	-1.07 (0.93)	-0.63 (1.37)	-1.00 (1.00)	-0.97 (1.03)	-0.97 (1.03)	0.84 (2.84)
交通银行	-0.78 (1.22)	-1.06 (0.94)	-0.82 (1.18)	-0.75 (1.25)	-0.75 (1.25)	0.59 (2.59)
中国银行	0.31 (2.31)	0.49 (2.49)	0.47 (2.47)	0.47 (2.47)	0.40 (2.40)	0.01 (2.01)
招商银行	-0.82 (1.18)	-0.57 (1.43)	-0.79 (1.21)	-0.85 (1.15)	-0.85 (1.15)	-0.17 (1.83)

注:括号内数据是各产出指标数据归一化后+2

表 4 各银行评价效率

Table 4 Banks evaluate efficiency

DMU	TE(技术效率)	PTE(纯技术效率)	SE(规模效率)
建设银行	1.000	1.000	1.000
农业银行	0.992	1.000	0.992
兴业银行	1.000	1.000	1.000
工商银行	1.000	1.000	1.000
民生银行	1.000	1.000	1.000
交通银行	1.000	1.000	1.000
中国银行	0.984	0.991	0.993
招商银行	1.000	1.000	1.000

(x_1, x_2, \dots, x_7) 、产出指标 (y_1, y_2, \dots, y_6) 进行归纳综合。由于投入变量的前两个主成分的累计方差贡献率达到,即前两个主成分包含了7项投入指标的大部分信息,选取前两个主成分为新的投入变量,分别记为: I_1, I_2 ;同理,产出变量的原始两个主成分的累计方差贡献率达到,也综合了原6项产出指标,新的产出变量分别记为: O_1, O_2 。结果见表5,6。同时应用spss软件得出投入产出各成分载荷矩阵,计算结果见表7。

在投入主成分 I_1 中,资产减值损失、资产总额、业务及管理费等载荷较高,称为总付出因子。 I_2 中不良贷款率载荷较高,称为不良贷款率比因子。而在产出主成分 O_1 中利息净收入、营业收入、利润总额等载荷较高,称为总收益因子。 O_2 中成本收入比载荷较高,称

为成本收入比因子。

$$I_1 = 0.921 \times X_1 + 0.988 \times X_2 + 0.987 \times X_3 + 0.969 \times X_4 + 0.961 \times X_5 + 0.963 \times X_6 + 0.288 \times X_7 \quad (3)$$

$$I_2 = 0.293 \times X_1 - 0.117 \times X_2 - 0.071 \times X_3 + 0.194 \times X_4 - 0.271 \times X_5 - 0.265 \times X_6 + 0.945 \times X_7 \quad (4)$$

$$O_1 = 0.986 \times Y_1 + 0.974 \times Y_2 + 0.996 \times Y_3 + 0.997 \times Y_4 + 0.997 \times Y_5 + 0.096 \times Y_6 \quad (5)$$

$$O_2 = 0.041 \times Y_1 - 0.057 \times Y_2 + 0.024 \times Y_3 - 0.054 \times Y_4 - 0.05 \times Y_5 + 0.995 \times Y_6 \quad (6)$$

上式中 $X_1, X_2, \dots, X_7; Y_1, Y_2, \dots, Y_6$ 为原始投入和产出指标数据,再对 I_1, I_2, O_1, O_2 分别进行归一化,应用公式(2),再带入模型(1),使用deap2.1软件计算评价对象的技术效率、纯技术效率、规模效率,具体结果见表8。

表5 投入解释的总方差

Table 5 Total variance of input interpretation

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	5.496	78.520	78.520	5.496	78.520	78.520
2	1.179	16.842	95.361	1.179	16.842	95.361
3	0.303	4.334	99.696			
4	0.013	0.182	99.878			
5	0.008	0.113	99.990			
6	0.001	0.010	100.00			
7	0.000000563	0.000000804	100			

表6 产出解释的总方差

Table 6 Total variance of output interpretation

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	4.910	81.841	81.841	4.910	81.841	81.841
2	1.001	16.687	98.528	1.001	16.687	98.528
3	0.074	1.234	99.762			
4	0.012	0.206	99.969			
5	0.002	0.031	100			
6	0.00000037	0.00000617	100			

表7 投入产出各成分载荷矩阵

Table 7 Input and output load matrix of each component

指标	投入主成分		指标	产出主成分	
	I_1	I_2		O_1	O_2
业务及管理费	0.921	0.293	利息净收入	0.986	0.041
资产减值损失	0.988	-0.117	手续费及佣金净收入	0.974	-0.057
员工数	0.987	-0.071	营业收入	0.996	0.024
贷款损失准备	0.969	0.194	利润总额	0.997	-0.054
资产总额	0.961	-0.271	归属于母公司股东的净利润	0.997	-0.05
负载总额	0.963	-0.265	成本收入比	0.096	0.995
不良贷款率	0.288	0.945			

表 8 改进后各银行评价效率

Table 8 The improved efficiency of bank evaluation

DMU	TE(技术效率)	PTE(纯技术效率)	SE(规模效率)
建设银行	1.000	1.000	1.000
农业银行	1.000	1.000	1.000
兴业银行	0.488	0.525	0.929
工商银行	1.000	1.000	1.000
民生银行	0.973	1.000	0.973
交通银行	0.908	0.974	0.933
中国银行	0.855	1.000	1.000
招商银行	1.000	1.000	1.000

4 结果分析

对比表 4 和表 8 技术有效的评价单元个数,不难发现,当对投入和产出指标进行主成分筛选后,再结合 DEA 模型进行效率评价,技术有效的决策单元由原来直接使用 DEA 法评价的 6 个,降为 4 个。而纯技术效率和规模效率非有效的评价单元也增多。结果表明 PCA 与 DEA 方法相结合组合评价模型在评价银行效率方面,能提高评判的精准性,体现出一定的区分度。因此该组合评价方法具有一定的理论价值和实用意义,而各非有效的银行应该采取措施减少资产减值损失、加大业务及管理费的投入,减少不良贷款率,从而达到技术有效。

参考文献:

[1] YUE P Y. Data envelopment analysis and commercial bank performance: a primer with applications to Missouri banks [J]. Federal Reserve Bank of St. Louis, 1992, 74(1): 31-45.
 [2] WILSON P W. The contribution of on-site examination rat-

ings to an empirical model of bank failures [R]. Federal Reserve Bank of St. Louis, 1999, 89-91.
 [3] GORAN B, TED L. Evaluating the performance of Swedish savings banks according to service efficiency [J]. European Journal of Operational Research 2008, 185(3): 1663-1673.
 [4] 张健华. 我国商业银行效率研究的 DEA 方法及 1997-2001 年效率的实证分析 [J]. 金融研究, 2003(03): 11-25
 [5] LI S L, JAHANSHALOO G R, KHODABAJHSHI M. A Super-Efficiency Model for Ranking Efficiency Units in Data Envelopment Analysis [J]. Applied Mathematics & Computation, 2007, 184(2): 205-210.
 [6] 赵翔. 银行分支机构效率测度及影响因素分析: 基于超效率 DEA 与 Tobit 模型的实证研究 [J]. 经济科学, 2010(1): 85-96.
 [7] 陈敏. 我国商业银行绩效评价浅析: 基于 AHP-DEA 模型 [D]. 合肥: 安徽大学, 2014: 31-40.
 [8] 饶勇勤, 袁兢业. 基于因子分析法的上市商业银行经营绩效评价研究 [J]. 市场周刊(理论研究), 2017(5): 75-76.
 [9] 朱一鸣, 刘宏, 周正龙. 基于改进因子分析与熵值法的银行绩效评价 [J]. 会计之友, 2014(35): 79-82.
 [10] 罗艳. 基于 DEA 方法的指标选取和环境效率评价研究 [D]. 北京: 中国科技大学, 2012: 36-37.
 [11] 于秀林, 任雪松. 多元统计分析 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1995: 184-188.
 [12] 魏权龄. 数据包络分析 (DEA) [J]. 科学通报, 2000(17): 1793-1808.
 [13] 王松奇, 刘煜辉. 中国银行竞争力报告 [M]. 北京: 中国金融出版社, 2015: 138-181.
 [14] 侯文, 刘琳琳, 韩友发. 基于因子分析与数据包络分析的高校专业建设效率评价研究: 以辽宁省高校数学与应用数学专业为例 [J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(17): 33-41.

(责任编辑: 叶丽娜)

A Research on Bank Efficiency Evaluation Based on PCA and DEA

ZHENG Hang¹, XU Shuxian², CHEN Yongping¹

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

2. School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to satisfy the thumb rule of DEA method, we effectively improve the division of DEA models. PCA method is used to screen the input and output variables. Finally, the 13 evaluation indexes are integrated into 2 representative input factors and 2 output main factors, and then the efficiency of China's 8 banks is evaluated and analyzed with the BCC model in the DEA model. The results show that the efficiency evaluation of the bank is evaluated by the factor analysis and DEA combined model. The effective decision unit is reduced from 6 to 4. It shows that the combined evaluation model can improve the accuracy of the evaluation and increase the degree of the effective unit, and it has certain applicability.

Key words: DEA; BCC; PCA; bank efficiency

旅游经济学视角下的福建省 城市旅游竞争力评价研究

李娜, 陈雪琼

(华侨大学 旅游学院, 福建 泉州 362021)

摘要:福建省旅游业具有良好的发展潜力,研究城市旅游竞争力可以为城市旅游业的发展提供一定的指导。运用主成分分析法对福建省 9 个城市的旅游竞争力进行了研究,从旅游发展业绩、旅游发展潜力、旅游经济支持力度、旅游社会支持力度、交通承载力、生态环境水平等 6 个一级指标对福建省的 9 个城市旅游竞争力进行了评价。经研究发现,福建省城市旅游竞争力综合指标从高到低排名依次为福州、厦门、泉州、漳州、三明、南平、宁德、龙岩、莆田。

关键词:旅游经济学;主成分分析法;城市旅游竞争力

中图分类号:F590 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)09-0085-06

近几年,随着旅游产业的兴盛,其对国民经济的贡献比重持续增加,国家对旅游业的重视程度也在不断加强,从党的十九大报告中可以看出旅游已经成为人民追求生活品质的美好生活方式的重要途径。近些年来,福建省旅游产业不断发展,旅游收入不断增长,在《福建省“十三五”旅游业发展专项规划》中提出,“十三五”期间随着 21 世纪海上丝绸之路核心区、全国首个生态文明先行示范区、中国(福建)自由贸易试验区等一系列国家战略的部署推进,全省旅游业将迎来历史性重大发展契机^[1],福建省旅游产业不断发展,旅游收入不断增长,福建省旅游业的潜力很大。由于各地都逐渐重视旅游业的发展,其竞争力也在不断加强,城市旅游是城市发展过程中的重要组成部

分,其发展已处于竞争性的增长阶段^[2],研究城市旅游竞争力可以为城市旅游业的发展提供一定的指导。

1 文献综述

关于竞争力的研究起源于 20 世纪 80 年代末 PORTER 提出的竞争优势理论,他认为一个产业要想在国际竞争中取得成功,因素条件、需求条件、相关和支持性产业等方面都应具有相对优势^[3]。后来学者们开始在旅游领域应用竞争优势理论,这为城市旅游竞争力评价奠定了理论基础。

1.1 旅游竞争

我国有关旅游竞争的研究始于 20 世纪 90 年代,有些学者进行了旅游资源方面的竞争研究,如保继刚以茂名市沙滩为例,研究了滨海沙滩旅游资源开发的空间竞争^[4];张春香对河南省的文化旅游资源进行了竞争优势分析^[5];单纬东根据创新理论和资源观理论发现,旅游经济竞争优势的获取受到科技创新与异质性文化旅游资源的影响^[6];很多学者对区域旅游竞争进行了相关研究,如李芸提出各旅游地应从资源条件、需求条件、旅游环境、旅游管理、介入机会这五个

收稿日期:2018-03-23

基金项目:旅游跨界融合创新催生新业态的机理与路径研究项目(2018R0066);华侨大学研究生科研创新能力培育项目(17013121008)。

作者简介:李娜(1994-),女,汉族,硕士研究生,主要从事旅游企业管理研究。

通信作者:陈雪琼(1967-),女,汉族,教授,主要从事旅游企业管理研究。

方面提高区域旅游竞争力^[7];陈思源研究发现,主成分分析与两维图论聚类分析有机结合研究区域旅游目的地的竞争优势是可行的并能较好地反映区域旅游竞争优势和空间相关性^[8];张河清等人对广东省的旅游产业集群竞争态势进行了比较分析^[9]。

1.2 城市旅游竞争力

城市旅游竞争力是指在旅游产业本身素质和城市旅游环境的综合作用下,通过旅游企业在旅游市场上销售其产品而反映出来的持续发展壮大的能力,具体表现在表层的旅游产品竞争力、操作层的旅游企业竞争力和内因层的旅游生产要素竞争力等三个层面上^[10]。国内学者对某个区域或城市的旅游竞争力指标体系构建与评价研究关注较多,如武传表运用因子分析法,从综合经济实力、生态环境状况和科教文卫、基础设施建设、旅游业发展水平五个指标比较了中国14个沿海开放城市的旅游竞争力^[11],张河清等人运用因子分析法和聚类分析法,从经济竞争力、环境竞争力、旅游产业竞争力和社会竞争力4个指标对长三角与珠三角这两个区域的城市旅游竞争力进行了评价^[9],王琪延利用模糊一致矩阵法,从旅游市场竞争力、旅游产品及资源竞争力、旅游服务竞争力和城市发展竞争力四个评价指标体系对我国省会及以上城市的旅游竞争力进行了评价^[12],黄松通过模拟仿真运算构建了旅游科技创新竞争力、旅游发展潜力竞争力、旅游发展保障竞争力、旅游环境支撑竞争力与旅游经济发展竞争力这5个竞争力指标体系,对智慧旅游城市的旅游竞争力进行了评价^[13],徐知渊运用层次分析法和BP人工神经网络模型,从旅游市场、资源丰度、基础设施、辅助产业、产业创新、城市经济总体水平这六个方面的竞争力评价指标体系对长三角16个城市进行了城市旅游产业竞争力评价^[14]。

综上所述,对福建省城市旅游竞争力研究还很匮乏,本文借鉴前人对城市旅游竞争力评价指标体系的研究成果,按照福建省的发展状况,从旅游发展业绩、旅游发展潜力、旅游社会支持力度、交通承载力、旅游经济支持力度、生态环境水平这6个一级指标对福建省的9个城市旅游竞争力进行了评价,有助于福建省各地级市根据自身旅游业水平提出合理的政策。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

本文运用主成分分析法对福建省9个城市的旅游竞争力进行了研究,主成分分析法主要指通过降维过程,用较少的指标来代替和综合反映原来较多的信息,这些综合后的指标就是原来多指标的主要成分^[15],分析时,通常以公因子累计贡献率大于85%作为确定公因子的数量标准,提取数据的主要信息,以公因子的方差贡献率的比重作为权重,以各因子得分的加权求和作为城市旅游竞争力综合得分,综合竞争力得分越高,该城市的旅游竞争力越高^[16]。

2.2 数据来源

本文数据主要来源于福建省厦门、泉州、莆田、漳州、龙岩、三明、南平、宁德、福州这9个城市的统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报,由于最新的统计信息截止到2016年,因此本文分别选取2016年各个城市的统计信息。

2.3 指标体系构建

合理地选取有效的评价指标是正确评价旅游竞争力的基础。本文根据城市旅游竞争力评价指标的科学性、系统性、可操作性原则^[17],结合福建省各市的旅游实际情况与数据获取的可行性,以旅游发展业绩、旅游发展潜力、旅游经济支持力度、旅游社会支持力度、交通承载力、生态环境水平这6个一级指标与28个二级指标对各市的旅游竞争力进行评价(表1)。

3 研究结果

3.1 城市旅游竞争力测评

由于统计资料以实际数据为主,所以需要剔除不同指标数值的量纲差异,对每个变量进行标准化处理^[18]。本文运用SPSS17.0软件对所有指标的原始数据进行标准化处理(表2)。

然后运用主成分分析法进行因子分析,按照公因子累计贡献率超过85%的原则提取5个公因子(表3),记 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 、 F_6 对应的的方差贡献率分别为 w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 、 w_5 、 w_6 ,由表3可以看出, $w_1=57.900%$, $w_2=12.830%$, $w_3=9.900%$, $w_4=6.690%$, $w_5=6.260%$,

表 1 城市旅游竞争力评价指标体系

Table 1 Urban tourism competitiveness evaluation index system

一级指标	二级指标
旅游发展业绩	旅游总收入 X_1 (亿元)、入境游客人数 X_2 (万人次)、国内游客人数 X_3 (万人次)、国际旅游外汇收入 X_4 (亿美元)、国内旅游收入 X_5 (亿元)
旅游发展潜力	4A 及以上景区数 X_6 (个)、4 星及以上星级宾馆饭店数 X_7 (个)、旅行社数量 X_8 (个)、地区生产总值 X_9 (亿元)、人均地区生产总值 X_{10} (元)
旅游经济支持力度	第三产业增加值 X_{11} (亿元)、第三产业占比 X_{12} (%)、第三产业固定资产投资占比 X_{13} (%)
旅游社会支持力度	城镇从业人员数 X_{14} (万人)、城镇居民人均消费支出 X_{15} (元)、城镇居民人均可支配收入 X_{16} (元)、农村居民人均可支配收入 X_{17} (元)、普通高校在校学生数 X_{18} (万人)、固定资产投资 X_{19} (亿元)
交通承载力	公路客运量 X_{20} (万人)、民用汽车拥有量 X_{21} (辆)
生态环境水平	人均公园绿地面积 X_{22} (平方米)、污水处理率 X_{23} (%)、生活垃圾无害化处理率 X_{24} (%)、公共图书馆数 X_{25} (个)、博物馆数 X_{26} (个)、城市建成区绿化覆盖率 X_{27} (%)、空气优良天数占比 X_{28} (%)

表 2 福建省城市旅游竞争力数据标准化处理结果

Table 2 Standardized data processing results of Fujian's urban tourism competitiveness

指标	厦门	泉州	莆田	漳州	龙岩	三明	南平	宁德	福州
X_1	1.872	0.983	-0.832	-0.501	-0.658	-0.879	0.086	-0.863	0.793
X_2	2.153	1.132	-0.5	-0.303	-0.64	-0.7	-0.544	-0.726	0.129
X_3	1.562	1.09	-0.899	-0.725	-0.461	-0.917	0.3531	-0.965	0.962
X_4	2.117	0.648	-0.593	-0.545	-0.794	-0.825	0.2747	-0.856	0.574
X_5	1.693	0.977	-0.893	-0.504	-0.628	-0.889	-7E-04	-0.855	1.1
X_6	0.891	0.624	-1.514	0.6236	0.0891	0.3564	-0.178	-1.782	0.891
X_7	1.334	1.763	-0.739	-0.739	-0.238	-0.453	-0.31	-1.167	0.548
X_8	2.329	-0.23	-0.881	-0.436	-0.788	-0.659	0.1731	-0.178	0.665
X_9	0.313	1.742	-0.666	-0.016	-0.63	-0.647	-0.848	-0.766	1.518
X_{10}	1.928	0.493	-0.572	-0.654	0.0931	0.1598	-1.184	-1.084	0.822
X_{11}	0.85	1.193	-0.681	-0.105	-0.65	-0.702	-0.834	-0.826	1.756
X_{12}	0.997	-0.51	-0.605	-0.39	-0.59	-0.747	-0.694	2.1691	0.369
X_{13}	1.207	0.219	0.5156	-0.093	-1.885	-0.636	-0.663	1.3498	-0.01
X_{14}	1.087	1.18	-0.55	-0.424	-0.872	-1.005	-1.066	0.2417	1.408
X_{15}	2.072	0.589	-0.362	-0.392	-0.572	-0.467	-1.169	-0.597	0.899
X_{16}	2.018	0.966	-0.283	-0.457	-0.508	-0.625	-0.921	-0.866	0.676
X_{17}	1.922	0.997	-0.113	-0.011	-0.494	-0.771	-1.089	-0.989	0.546
X_{18}	0.717	0.394	-0.64	-0.143	-0.669	-0.604	-0.598	-0.735	2.278
X_{19}	-0.34	0.974	-0.519	0.215	-0.313	-0.351	-0.72	-1.109	2.158
X_{20}	-0.07	0.78	-0.554	-0.681	-0.813	-0.701	-0.813	0.8264	2.029
X_{21}	2.073	-0.75	-0.484	-0.244	-0.245	-0.54	-0.548	-0.611	1.35
X_{22}	2.454	-0.25	-0.955	-0.046	-0.5	-0.257	-0.603	0.4734	-0.31
X_{23}	2.266	0.241	-0.498	-0.192	-0.215	-0.89	0.5153	-1.19	-0.04
X_{24}	-0.11	0.251	0.3728	0.5066	0.8348	0.312	-1.937	-1.329	1.102
X_{25}	0.108	0.433	-2.163	0.1082	-0.865	1.0815	0.1082	0.1082	1.081
X_{26}	0.963	-1.11	-1.109	-0.167	0.0209	-0.073	-0.356	-0.262	2.093
X_{27}	0.739	0.786	0.0414	0.682	-2.464	0.0777	-0.382	0.183	0.337
X_{28}	0.895	0.426	-1.141	0.0418	-2.002	0.8954	0.5822	-0.358	0.66

$w_6=3.570\%$ 。这 6 个公因子累计贡献率为 97.15%, 达到了提取因子的满意累计贡献率, 这 6 个因子反映了原指标信息的 97.15%, 并且可以作为反映福建省城市旅游竞争力的综合指标。接着根据成分得分系数矩阵(表 4)和经过标准化处理后的结果计算每个因子得

分: 即用标准化的每个指标的统计数据乘以对应成分得分系数的总和, 即:

$$F_1=0.953X_1+0.906X_2+\dots+0.573X_{28},$$

$$F_2=-0.111X_1-0.242X_2+\dots-0.126X_{28},$$

$$F_3=-0.159X_1-0.229X_2+\dots-0.173X_{28},$$

$$F_4=0.097X_1-0.09X_2+\dots+0.689X_{28},$$

$$F_5=-0.104X_1-0.211X_2+\dots-0.141X_{28},$$

$$F_6=-0.183X_1+0.057X_2+\dots+0.241X_{28}。$$

最后以它们的方差贡献率作为权重进行加权计算出旅游综合竞争力得分,

$$F = \frac{w_1F_1+w_2F_2+\dots+w_6F_6}{w_1+w_2+\dots+w_6} = \frac{57.90 \times F_1 + 12.83 \times F_2 + 9.90 \times F_3 + 6.69 \times F_4 + 6.26 \times F_5 + 3.57 \times F_6}{97.15}。$$

经过上式计算得福建省9个城市的综合分数及排名(表5)。

表3 城市旅游竞争力的5个公因子累计贡献率

Table3 Cumulative contribution rate of 5 common factors of

urban tourism competitiveness			
公因子	特征值	方差贡献率(%)	累计贡献率(%)
F_1	16.21	57.90	57.90
F_2	3.59	12.83	70.74
F_3	2.77	9.90	80.64
F_4	1.87	6.69	87.33
F_5	1.75	6.26	93.59
F_6	1.00	3.57	97.17

表4 城市旅游竞争力成分得分系数矩阵

Table 4 Urban tourism competitiveness component

score coefficient matrix						
指标	成份1	成份2	成份3	成份4	成份5	成份6
Zscore(X_1)	0.953	-0.111	-0.159	0.097	-0.104	-0.183
Zscore(X_2)	0.906	-0.242	-0.229	-0.090	-0.211	0.057
Zscore(X_3)	0.911	-0.002	-0.173	0.146	-0.109	-0.327
Zscore(X_4)	0.912	-0.260	-0.215	0.110	-0.073	-0.147
Zscore(X_5)	0.968	-0.012	-0.088	0.088	-0.063	-0.205
Zscore(X_6)	0.672	0.435	-0.330	0.392	0.103	0.205
Zscore(X_7)	0.860	0.145	-0.254	0.022	-0.311	-0.137
Zscore(X_8)	0.839	-0.443	-0.058	0.137	0.251	-0.074
Zscore(X_9)	0.790	0.468	0.208	-0.072	-0.298	-0.065
Zscore(X_{10})	0.858	0.080	-0.273	-0.155	0.182	0.213
Zscore(X_{11})	0.906	0.361	0.169	-0.080	-0.090	-0.045
Zscore(X_{12})	0.267	-0.576	0.602	-0.235	0.322	-0.107
Zscore(X_{13})	0.393	-0.633	0.532	-0.250	-0.235	0.166
Zscore(X_{14})	0.867	0.038	0.383	-0.253	-0.112	-0.109
Zscore(X_{15})	0.945	-0.100	-0.053	-0.235	0.056	0.169
Zscore(X_{16})	0.947	-0.077	-0.171	-0.214	-0.098	0.084
Zscore(X_{17})	0.906	-0.039	-0.201	-0.281	-0.156	0.170
Zscore(X_{18})	0.838	0.383	0.267	-0.017	0.172	-0.078
Zscore(X_{19})	0.606	0.745	0.230	-0.014	-0.039	-0.040
Zscore(X_{20})	0.567	0.241	0.713	-0.171	0.034	-0.263
Zscore(X_{21})	0.812	-0.135	-0.087	-0.100	0.502	0.066
Zscore(X_{22})	0.645	-0.635	-0.064	-0.013	0.250	0.221
Zscore(X_{23})	0.751	-0.331	-0.520	0.108	0.010	-0.113
Zscore(X_{24})	0.266	0.706	-0.156	-0.456	0.153	0.418
Zscore(X_{25})	0.431	0.213	0.387	0.685	0.159	0.132
Zscore(X_{26})	0.591	0.185	0.190	0.115	0.739	-0.026
Zscore(X_{27})	0.505	-0.237	0.477	0.169	-0.454	0.407
Zscore(X_{28})	0.573	-0.126	0.267	0.689	-0.141	—

表5 福建省9个市的旅游竞争力综合实力排序

Table 5 Comprehensive competitiveness ranking of 9 cities in Fujian

城市	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F	排名
福州	1.205	1.4512	1.1932	-0.035	1.016	-0.530	1.080	1
厦门	1.800	-1.567	-0.921	-0.199	0.544	0.471	0.810	2
泉州	0.831	0.680	0.026	-0.086	-2.120	-0.410	0.430	3
漳州	-0.325	0.315	0.062	0.294	-0.130	1.283	-0.090	4
三明	-0.618	0.397	-0.006	1.151	0.271	1.613	-0.160	5
南平	-0.570	-0.557	-0.524	1.763	-0.250	-1.490	-0.420	6
宁德	-0.743	-1.315	1.8351	-0.451	0.341	-0.440	-0.450	7
龙岩	-0.760	0.800	-1.422	-0.857	1.125	-0.770	-0.510	8
莆田	-0.821	-0.203	-0.243	-1.580	-0.790	0.273	-0.690	9

3.2 福建省城市旅游竞争力综合评价结果分析

由表4可知,指标 F_1 中二级指标值较高的有国内旅游收入 X_5 (亿元)、旅游总收入 X_1 (亿元)、人均可支配收入 X_{16} (元)、城镇居民人均消费支出 X_{15} (元);指标 F_2 中二级指标值较高的有固定资产投资 X_{19} (亿元)、地区生产总值 X_9 (亿元);指标 F_3 中二级指标值较高的有公路客运量 X_{20} (万人)、第三产业占比 X_{12} (%)、第三产业固定资产投资占比 X_{13} (%);指标 F_4 中二级指标值较高的有空气优良天数占比 X_{28} (%)、公共图书馆数 X_{25} (个)、4A及以上景区数 X_6 (个)、城市建成区绿化覆盖率 X_{27} (%);指标 F_5 中二级指标值较高的有博物馆数 X_{26} (个)、民用汽车拥有量 X_{21} (辆)、旅行社数量 X_8 (个); F_6 中二级指标值较高的有生活垃圾无害化处理率 X_{24} (%)、城市建成区绿化覆盖率 X_{27} (%)、空气优良天数占比 X_{28} (%)、人均公园绿地面积 X_{22} (平方米)、人均地区生产总值 X_{10} (元)。

由表4、表5综合分析可知,厦门市与泉州市的旅游收入较高;福州市的固定资产投资、地区生产总值较高,漳州市的空气优良天数占比、人均公园绿地面积等指标较高;宁德市的第三产业占比、第三产业固定资产投资占比等指标较高;南平市的空气优良天数占比、公共图书馆数等指标较高;龙岩市的博物馆数等指标较高;三明的城市建成区绿化覆盖率、人均公园绿地面积等指标较高,莆田市的各项指标均较低。

3.3 运用主成分分析结论对福建省各市聚类分析

在上述主成分分析的基础上,运用SPSS对福建省9个城市的旅游竞争力进行聚类分析,得出图1,从图中可以看出,可以把9个城市的旅游竞争力聚成4

类。福州、厦门属于第一类,泉州属于第二类,漳州、三明、南平、宁德、龙岩属于第三类,莆田属于第四类。第一类为旅游竞争力很强的城市,福州、厦门经济发展较好,旅游资源丰富,城市旅游业发展的好;第二类为旅游竞争力较强的城市,共有泉州一个城市,由城市旅游竞争力综合评价结果分析可知,泉州的指标 F_5 得分较低,即泉州的博物馆数量、旅行社数量等指标较低;第三类为旅游竞争力一般的城市,共有五个城市,这几个城市的旅游收入都很低,旅游竞争力的多项指标都较低;第四类为旅游竞争力较弱的城市,共有莆田一个城市,由城市旅游竞争力综合评价结果分析可以看出,莆田的旅游收入最低,固定资产投资、地区生产总值、第三产业占比、第三产业固定资产投资占比等指标都不是很低,空气优良天数占比、公共图书馆数、城市建成区绿化覆盖率、博物馆数、民用汽车拥有量等指标都很低。

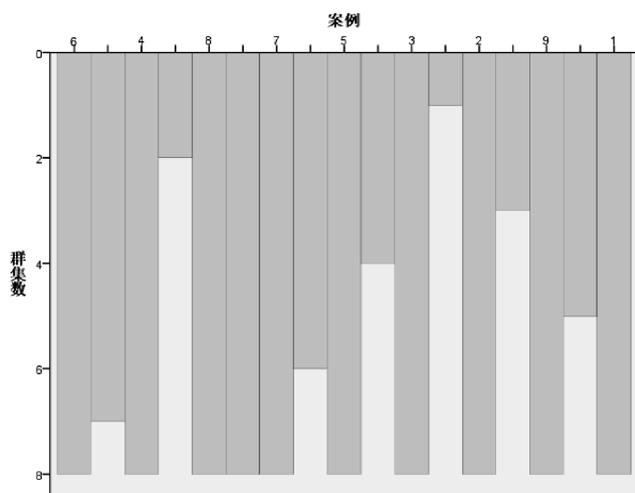


图1 福建省9市聚类分析冰柱图

Cluster analysis of icicles in 9 cities of Fujian Province

4 结论与讨论

随着旅游产业的兴盛,其对国民经济的贡献比重持续增加,福建省旅游业具有良好的发展潜力,研究城市旅游竞争力可以为城市旅游业的发展提供一定的指导。本文按照福建省的发展状况,运用主成分分析法对福建省9个城市的旅游竞争力进行了研究,从旅游发展业绩、旅游发展潜力、旅游经济支持力度、旅游社会支持力度、交通承载力、生态环境水平这6个

一级指标对福建省的9个城市旅游竞争力进行了评价,经过研究发现,福建省城市旅游竞争力综合指标从高到低排名依次为福州、厦门、泉州、漳州、三明、南平、宁德、龙岩、莆田。福州、厦门属于第一类,为旅游竞争力很强的城市,福州、厦门旅游资源丰富,城市旅游业发展的较好,这类城市要注意在原有资源的基础上深挖游客需求,提升游客的旅游体验,进一步扩大城市旅游竞争力。泉州属于第二类,为旅游竞争力较强的城市,由城市旅游竞争力综合评价结果分析可知,泉州的博物馆数量、旅行社数量等指标较低,泉州应该适当扩大博物馆数量,泉州的旅游资源比较丰富,除了加大旅游投资之外,还应当加强旅游宣传来提升城市旅游竞争力。漳州、三明、南平、宁德、龙岩属于第三类,为旅游竞争力一般的城市,这几个城市的旅游收入都很低,旅游竞争力的多项指标都较低,这些城市拥有较好的旅游资源,但由于基础设施不足,宣传力度不够,加之其它高品牌资源对其有一定的影响使其城市旅游竞争力不强,这些城市除了充分挖掘优质的旅游资源、建设独特的旅游景区外还要利用新媒体进行营销,加强旅游基础设施的建设。莆田属于第四类,为旅游竞争力较弱的城市,由城市旅游竞争力综合评价结果分析可以看出,莆田的旅游收入最低,固定资产投资、地区生产总值、第三产业占比、第三产业固定资产投资占比等指标都不是很低,空气优良天数占比、公共图书馆数、城市建成区绿化覆盖率、博物馆数、民用汽车拥有量等指标都很低。莆田的经济水平不强,旅游资源优势也不够明显,旅游竞争力比较弱,莆田应当综合发展,可以利用周边城市的旅游资源来带动自身发展,进行整合营销、协同发展,从而提升旅游竞争力。

按照福建省的发展状况,从6个一级指标对福建省的9个城市旅游竞争力进行了评价并给出了每个城市发展的建议,有助于福建省各地级市根据自身旅游业水平提出合理的政策。由于城市竞争力的衡量指标很多,本文选取的竞争力指标有限,未来可以在深入调查每个城市的发展情况以后合理选取衡量的指标来提升比较的科学性。

参考文献:

- [1] 福建省人民政府.福建省十三五旅游发展专项规划[EB/OL].
http://www.fujian.gov.cn/zc/zwgk/ghxx/zxgh/201604/t20160406_1157894,2016-04-05.
- [2] 彭皎飞.湖南省城市旅游竞争力比较研究[J].城市问题,2013(6):57-61.
- [3] PORTER M E. The Competitive Advantage of Nation [M]. New York: The Free Press, 1985.
- [4] 保继刚,梁飞勇.滨海沙滩旅游资源开发的竞争分析:以茂名市沙滩开发为例[J].经济地理,1991(2):89-93.
- [5] 张春香.河南省文化旅游资源识别与竞争优势分析[J].河南社会科学,2006(6):91-93.
- [6] 单伟东,许秋红.科技创新、异质性文化旅游资源与旅游竞争优势[J].科技管理研究,2014,34(24):182-187.
- [7] 李芸.区域旅游的竞争及其联动发展[J].南京师大学报(自然科学版),2002(2):79-82.
- [8] 陈思源.区域旅游目的地竞争优势的空间聚类分析:以浙江省为例[J].地域研究与开发,2012,31(1):85-88.
- [9] 张河清,王蕾蕾,田晓辉.区域旅游产业集聚绩效及竞争态势比较研究:基于广东省21个城市的实证分析[J].经济地理,2010,30(12):2116-2121.
- [10] 苏伟忠,杨英宝,顾朝林.城市旅游竞争力评价初探[J].旅游学刊,2003(3):39-42.
- [11] 武传表,王辉.中国14个沿海开放城市旅游竞争力定量比较研究[J].旅游科学,2009,23(4):13-18+30.
- [12] 王琪延,刘志勇.基于模糊一致矩阵的中国城市旅游竞争力研究:中国省会及以上城市旅游竞争力排名[J].经济问题探索,2012(5):7-13.
- [13] 黄松,李燕林,戴平娟.智慧旅游城市旅游竞争力评价[J].地理学报,2017,72(2):242-255.
- [14] 徐知渊,吕昌河.长三角城市旅游产业竞争力综合比较研究:基于AHP法与BP人工神经网络模型[J].中国人口·资源与环境,2017,27(S1):237-240.
- [15] 赖国毅,陈超.SPSS 17 中文版-统计分析典型实例精粹[M].电子工业出版社,2010.
- [16] 黄润龙.数据统计与分析技术:SPASS 软件实用教程[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [17] 刘中艳,罗琼.省域城市旅游竞争力测度与评价:以湖南省为例[J].经济地理,2015,35(4):186-192.
- [18] 董锁成,李雪,张光海,等.城市群旅游竞争力评价指标体系与测度方法探讨[J].旅游学刊,2009,24(2):30-36.

(责任编辑:华伟平)

Evaluation of Urban Tourism Competitiveness in Fujian Province from the Perspective of Tourism Economics

LI Na, CHEN Xueqiong

(School of Tourism, Huaqiao University, Quanzhou, Fujian 362021)

Abstract: The tourism industry in Fujian Province has a good potential for development. Studying the competitiveness of urban tourism can provide some guidance for the development of urban tourism. This article uses the principal component analysis method to study the tourism competitiveness of nine cities in Fujian Province, including the tourism development performance, tourism development potential, tourism economic support, tourism social support, traffic carrying capacity, and ecological environment level. The level indicators evaluated the tourism competitiveness of nine cities in Fujian Province. The research shows that the comprehensive indicators of Fujian's urban tourism competitiveness ranked highest in order from Fuzhou, Xiamen, Quanzhou, Zhangzhou, Sanming, Nanping, Ningde, Longyan, Putian.

Key words: tourism economics; principal component analysis; urban tourism competitiveness

公允价值计量研究综述

曾婉臻

(福建师范大学 经济学院, 福建 福州 350108)

摘要: 通过文献资料法,了解到公允价值在国外的演变经历了 SFAS157 颁布前-SFAS157 颁布后至金融危机前-金融危机发生后三个阶段,在我国的演变经历了引入-全面弃用-谨慎运用-独立计量准则阶段,得知公允价值信息质量具有如实反映性和可靠性的特征,同时,总结出公允价值符合全面收益观和投资者保护的理论基础。

关键词: 公允价值计量;相关性;可靠性;理论基础

中图分类号: F233 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0091-05

2014 年 1 月财政部颁布了《企业会计准则第 39 号—公允价值计量》(CAS39),标志着公允价值计量重要性越来越突出。随着资本市场的日益完善,会计界对公允价值的研究也日趋完善,主要对国内外公允价值计量的文献进行总结,以趋为公允价值的进一步研究提供基础。

1 公允价值的定义及演变过程

1.1 公允价值在国外的定义及演变过程

根据公允价值演变的主要历史进程,其定义在国际上的演变,主要分成三个阶段:

第一阶段,SFAS157 颁布以前公允价值的定义。20 世纪 50 年代,公允价值首次引入,逐渐获得会计界的认可。20 世纪 80 年代公允价值在会计界的运用越来越广泛。1977 年,FASB 在 SFAS15 中对公允价值进行定义,强调交易实质是正常的交易,而非强制或清算中进行的交易,该修订为以后的定义所沿用。1980 年 FASB 在 FAS33 中将不确定性因素引入公允价值。1982 年 6 月 FASB 在 FAS60 中对公允价值的定义进

行了进一步修正,强调自愿的交易行为。IASB 从 20 世纪 80 年代开始使用公允价值,并于 1995 年发布了《国际会计准则第 32 号—金融工具:披露和列报》(IAS32)。其中明确提到:“公允价值是指在某项公平交易中,熟悉情况的双方当事人自愿进行资产交换或清偿负债的交易行为时所使用的金额。”定义涉及了资产和负债,并对交易双方进行了界定。但是,该阶段的准则对于计量时点和价值基础的定义较为模糊,没有具体操作指南进行指导,不具有操作性,为企业虚构财务报表提供了空间 (Topping,2002 和 Benston,2006)。

第二阶段,SFAS157 颁布后至金融危机前的定义。FASB 于 2006 年发布 SFAS157 首次对公允价值进行系统的阐述和规定,将其定义为“在计量日,市场参与者之间进行的有序交易中,出售一项资产所能获得或者转移一项负债所需支付的价格”。其统一规范了公允价值的定义,从脱手价格、市场参与者的角度来考虑资产或负债的公允价值。Barth 和 Landsman 认为 FASB 应用脱手价格是由于更注重资产当前的财务状况 (面向现在),而非计划购置的财务问题 (注重未来),所以更侧重于从卖方视角出发,将公允价值定义为脱手价格。该准则被称为国际会计界公允价值计量准则发展史上意义非凡的丰碑(谢诗芬等,2010)。

第三阶段,金融危机发生以来的定义。金融危机

收稿日期:2018-04-27

作者简介:曾婉臻(1993-),女,汉族,硕士研究生,主要从事财务会计理论的研究。

的爆发,引发了学术界对公允价值适用性的讨论。为了应对金融危机,2009年5月,国际会计准则理事会(IASB)在《公允价值计量》的征求意见稿中重新对公允价值进行阐述,将其定义为“在计量日的有序交易中,市场参与者之间出售一项资产所能收到或转移一项负债将会支付的价格”。2011年5月,FASB和IASB同步发布了专门的公允价值计量准则的新规范对公允价值准则进行了修订。IASB正式发布《国际财务报告准则第13号——公允价值计量》(IFRS13),对公允价值的计量框架以及披露提出了要求。IFRS13最大的贡献在于实现了“三统一”:统一了公允价值的定义;统一了公允价值的披露要求,统一了公允价值的计量指引^[4]。总之,国外对于公允价值的定义处于不断的完善和发展。

1.2 公允价值在我国定义及演变过程

我国引入公允价值将近20年的时间里,主要包含四个历程,即引入——全面弃用——谨慎运用——专门计量准则阶段。

第一阶段,引入阶段(1998-2000年)。1998年6月,我国颁布了《企业会计准则——债务重组》,公允价值第一次出现在债务重组中。我国引入该计量属性的目的就是为会计使用者提供更相关、更有用的信息,以满足经济决策的需要。

第二阶段,全面弃用阶段(2001-2005年)。2001年,国际市场上发生了动荡,例如美国安然公司等财务丑闻的曝光。这些丑闻打击着投资者的信心。我国由于资产市场还不成熟,不具备活跃市场,要获得准确的公允价值较为困难。在这种背景下,企业以公允价值计量具有很大的自主权,成为许多企业操纵盈余的工具。为了避免这种情况继续发生,财政部对准则进行了修订,修订后的投资准则不再允许采用公允价值进行计量。

第三阶段,谨慎运用阶段(2006-2013年)。2006年2月,财政部颁布了《企业会计准则——基本准则》,引用IASB的定义,将其界定为“资产和负债按照在公平交易中,熟悉情况的交易双方自愿进行资产交换或者债务清偿的金额计量。”这代表着公允价值再次引入到我国会计准则中。

第四阶段,独立计量准则阶段(2014年至今)。

2014年我国颁布了《企业会计准则第39号——公允价值计量》(CAS39),基本上沿用了IFRS13准则中的解释,将其定义为“市场参与者在计量日发生的有序交易中,出售一项资产所能收到或者转移一项负债所需支付的价格。”金融危机爆发,原有准则逐渐显露出弊端,国际上陆续出现了修正法则,我国的公允价值准则的修订也逐渐和国际趋同。

2 公允价值的信息质量特征

2.1 可靠性与如实反映性

如实反映性满足公允价值本质特征。“如实反映性”的内涵来源于“可靠性”,可靠性存在定义界定模糊,如实反映性正好解决这一问题。在FASB和IASB的联合概念框架中,“如实反应性”最终取代“可靠性”。如实反映性满足公允价值“真实与公允”的内涵。Bath(2007)认为公允价值能够体现未来的现在的风险和价值的,因而能够如实放映会计信息^[5]。许松涛(2012)通过研究发现公允价值每期需要进行重新计量,能够反映现时的市价,更好的反映财务信息,因而能够如实反映其会计信息^[6]。因此,如实反映是符合公允价值的本质特征,取代可靠性成为两个基本质量特征之一是必然趋势。

2.2 公允价值的相关性

由于公允价值计量还未完全体现市场特征,也未提供具体的披露和计量准则,对实务指导尚不清晰,因此,研究仍具有重要意义。首先,一些学者研究表明,以公允价值计量的信息在整体上含有显著的价值相关性和增量的信息含量,Barth通过实证研究发现公允价值与历史成本相比更加可靠和相关。Dietrich等(2000)、邓传洲(2005)、谭洪涛等(2009)、刘永泽等(2011)、叶康涛等(2011)、刘宝莹(2014)、邓永勤等(2015)通过对公允价值的价值相关性进行研究,得出了类似的结论。另一些学者认为,不论是否采用公允价值计量,公司的会计盈余、企业信息都不存在显著差异,即不完全支持公允价值与历史成本相比计量具有显著的增量解释能力。Eccher et al.(1996)、谢荣(2007)、罗婷、薛健和张海燕(2008)、路晓燕(2008)、王建新(2010)支持了以上的观点。笔者认为新准则对

公允价值计量的引入,尤其是2014年我国颁布的CAS39,在一定程度上提升了财务报告信息的含量,提高了财务信息整体的解释能力。

2.3 公允价值可靠性与相关性的辩证关系

公允价值是两者权衡的结果(Johnson,2005)。谢诗芬教授指出,“公允价值兼具相关性和可靠性”,并且他认为应该分两种情况来考虑:首先,在理想环境下,其既相关且可靠;其次,在非理想环境下,两者均有所减弱,但能通过改造环境,促使两者均有所提升。宋扬(2010)认为公允价值能兼顾相关性和可靠性,不会出现一增一减情况。并且公允价值可以增加信息质量。Richardson等(2005)、彭韶兵(2008)、韦恩·R.兰兹曼等(2008)^[4]、马建威等(2010)、陈骏(2013)等提出类似的观点。

会计信息存在在相关性与可靠性选择上的矛盾。从投资者的角度,他们关注总体信息质量,倾向于兼具两种特征;而从经理人的角度,他们关注会计信息和付出相关。一些学者认为可靠性更为重要。葛家澍(1999)曾指出,两者缺一不可,其中,可靠性是基础和核心^[5]。周伟(2013)提出了类似的观点。而另一些学者认为相关性更为重要。Wallman(1996)通过研究提出相关性是首要的,比可靠性重要^[6]。夏冬林(2004)研究认为会计信息应兼具可靠性和相关性,绝对可靠难以获得且没有必要,并且相关性将占据主要地位^[7]。还有一些学者认为公允价值的引入在增加相关性的同时也许会对可靠性造成消极影响。Benston(2006)通过对安然公司财务丑闻的案例研究,提出公允价值在提高相关性的同时,可能造成利润操纵,严重破坏会计信息的可靠性。Barth等(2005)、王玉涛等(2009)、叶建芳等(2009)、张先治、季侃(2012)等也通过研究得出管理层会利用公允价值来调节利润,造成盈余平滑的现象。

笔者认为,相关性和可靠性(SFAC No.8中是如实反映性)是会计的两个基本质量特征。两者是相互依存、缺一不可的。在公允价值运用过程中,可能存在选择上的矛盾,关键在于找到两者之间的权衡关系,促进公允价值计量更好的服务于会计。

3 公允价值的理论基础

3.1 公允价值符合全面收益观

国际上很早出现了全面收益的观点,1980年FASB最先提出这个理论,经过三十多年的发展,全面收益概念框架已成为许多国家的收益计量基础。80年代早期,收益代表会计学收益,反映企业已实现的收入和费用之间的差额,这种观点在当时获得了广泛的认可。80年代以后,传统的会计收益已经不能满足会计核算的需要,会计除了核算已实现的收入和费用,还应当反映未实现的利得和损失,无论收益有没有实现,只要净资产提高,就应当予以确认。至此收入费用观逐渐被资产负债观所取代,相应的传统的收益理论开始转变为全面收益理论。张博(2014)提出由于历史成本在实现和配比原则条件的制约下,造成确认的内容不够完整,而全面收益观下的公允价值具备未来预期性和市场性的特征,改善了这一情况,促使会计收益更加满足真实的收益。刘永泽(2009)、马建威等(2010)、林钟高等(2012)等也提出类似的观点。

笔者认为,资产负债观下的全面收益计量模式下,应用公允价值计量能够较好的反应企业净资产的增减变动,能准确的反应企业的价值。有助于企业改善资产负债的管理,优化资产和资本的结构,提高决策水平,有助于企业的长远发展。因此,公允价值符合全面收益观的要求。

3.2 会计目标理论-受托责任观、决策有用观和投资者保护

财务会计目标是会计理论的重要组成部分。会计目标决定着会计计量属性,计量模式的选择最终服务于财务报告目标,所以会计目标的演变满足公允价值计量的现实需求。会计目标理论的研究主要可以分为三类:

第一,以受托责任观为主。受托责任观学派认为会计目标主要是反映受托人受托责任的履行情况的财务信息,强调可靠性,侧重历史成本,关注过去的信息,在计量上选择历史成本。葛家澍等(2003)提出基于我国当前的市场环境,受托责任观更为恰当。姬瑞芳(2009)、夏冬林(2015)^[8]提出了类似的观点。我国2006年2月发布的《企业会计准则-基本准则》侧重受

托责任观,同时兼顾决策有用观。

第二,从受托责任观向决策有用观转变。决策有用观学派认为,会计目标是向信息使用者提供有助于经济决策的量化财务信息,在计量上选择“公允价值”计量模式(林春树,2015)。国外对于决策有用观点的关注较早,1970年APB的第4号公告第一次提出了财务会计目标的“决策有用性”,并且试图将受托责任观与决策有用观相互融合。国内学者对决策有用观的研究较晚,葛家澍、杜兴强(2005)认为决策有用观是受托责任观的延续和发展^[9]。曹璧(2012)也提出类似的观点。同时一些学者认为公允价值计量属性符合决策有用观(朱丹等,2010)。

第三,一些学者提出了投资者保护的观点。外国学者很早就提出了投资者保护观(Watts,1997,Levitt 1998,La Porta等,1998)。国内学者对于投资者保护的关心较晚。席龙胜(2013)认为受托责任观和决策有用观都只关注股东的权益,而忽略了其他利益相关者的信息需求^[10]。因此,对会计目标进行重构,提出了“权益者保护的观念”。谢志华(2014)也提出了类似的观点。IASB提出采用公允价值计量时,管理者使用自由裁量权可能被机会主义者滥用,并通过牺牲股东利益来增加其财富。然而,一国法律制度在保护外部股东(即投资者保护)的有效性可以限制管理人员滥用公允价值计量时的酌情权。梁利辉等(2014)认为投资者保护能够提高公允价值计量的稳健性^[11]。Lara(2009)、董红星(2011)得出了类似的结论。笔者认为公允价值会计能为投资者提供更加可靠、透明的信息,能够满足投资者保护的需要,符合投资者保护的会计目标观念。

一直以来,会计理论的研究都受到国内外学者的广泛关注。全面收益观、投资者保护观的提出,都满足公允价值的计量,为其发展奠定了理论基础,成为其未来发展强劲的后盾。

4 总结

公允价值研究属于会计前沿问题,以FASB和IASB为代表的国际会计准则制定机构对公允价值的研究日益成熟。而我国的公允价值起步较晚,公允

价值的研究还处于早期阶段,有关公允价值文献的研究主要以规范研究为主,实证研究相对较少,这与我国的实证数据尚且不足有关。本文通过对公允价值计量的国内外研究进行总结,得出了几个主要结论:

第一,公允价值计量的准则制定经历了一个曲折的过程。无论在国内还是国外,公允价值的应用过程都不是一帆风顺的,不断受到质疑和改进的过程。公允价值计量在我国经历了从引入—全面弃用—谨慎运用—专门计量准则的阶段,应用时间虽短,但是应用过程颇为曲折,并且在实务中一直处于不断的完善和发展的过程。

第二,公允价值计量在我国的应用仍有很大的提升空间。CAS39的颁布和应用,虽然在一定程度上促进公允价值计量的应用和发展,但是与国外相比,例如美国,我国公允价值的运用仍然还存在很大的提升空间。因此,我们应当积极借鉴国外公允价值计量准则的先进性,通过不断的研究,来改进我国公允价值的准则的应用和发展。

第三,可靠性与如实反映性是公允价值最主要的信息质量特征。公允价值计量兼具可靠性和相关性,但两者在应用中不可避免的存在选择上的矛盾,关键在于会计使用者权衡两者之间的关系,选择最有利的方式来应用公允价值。

第四,公允价值会计符合投资者保护的观点。公允价值发展具有滞后性,其发展的四个阶段都与投资者紧密相关,公允价值计量可以提高投资者可获得的信息质量。公允价值计量提高决策有用性,从而增加对投资者事前的保护,并且公允价值能够提供更加透明的会计信息,从而满足对投资者事后的保护。

总之,《企业会计准则第39号—公允价值计量》的推广,标志着我国公允价值准则体系,逐渐与国际准则的进一步趋同。随着公允价值计量规范引入后,中国上市公司的财务报告信息质量将逐步提升,更加符合投资者保护的会计目标。公允价值层级的规范将促进公允价值运用的可依据性,公允价值层级信息的披露,以及会计职业判断的不断完善,都将进一步提高会计信息的可靠性和相关性。在可预见的未来,公允价值的运用将越来越广泛,并且越来越规范,满足投资者使用会计信息的需要,同时促进我国会计准则

制度的不断完善。

参考文献:

- [1] 杨书怀.公允价值计量与投资者保护研究[M].北京:经济科学出版社,2016.
- [2] BARTH M E. Research,Standard Setting,and Global Financial Reporting [C]// International Conference on Accounting Standards. 2007:71-165.
- [3] 许松涛. 资产弃置义务会计处理研究[D].长沙:中南大学, 2012.
- [4] 韦恩·R. 兰兹曼, 刘强安. 公允价值会计信息相关且可靠吗:来自资本市场研究的证据[J]. 当代会计评论, 2008(2): 122-139.
- [5] 葛家澍. 未来财务会计和财务报告的模式: 兼论会计信息的可靠性与相关性[J]. 财务与会计, 1999(2):6-9.
- [6] WALLMAN S M H. The future of accounting and financial reporting part II: The colorized approach [J]. Accounting Horizons, 1996, 10(2):138-148.
- [7] 夏冬林. 财务会计信息的可靠性及其特征 [J]. 会计研究, 2004(1):20-27.
- [8] 夏冬林. 受托责任、决策有用性与投资者保护[J]. 会计研究, 2015(01):25-31.
- [9] 葛家澍、杜兴强. 财务会计概念框架与会计准则问题研究 [M].北京:中国财政经济出版社,2005
- [10] 席龙胜. 会计目标重构:基于企业利益相关者契约理论[J]. 财会通讯, 2013(12):15-17.
- [11] 梁利辉, 陈一君. 投资者保护与会计稳健性: 基于投资者保护时期与区域维度的研究 [J]. 中南财经政法大学学报, 2014, 205(4):88-96.

(责任编辑:叶丽娜)

Research Review of Fair Value Measurement

ZENG Wanzhen

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

Abstract: Through the literature data method, this paper understands that the evolution of fair value abroad has experienced three stages before the promulgation of SFAS157 – after the promulgation of SFAS 157 and before the financial crisis – after the financial crisis. The evolution in China has experienced the introduction – comprehensive depreciation – cautious use – independent measurement criteria stage. It is known that the quality of fair value information has the characteristics of truthful reflection and reliability. At the same time, it concludes that the fair value is in line with the theoretical basis of comprehensive income view and investor protection.

Key words: fair value measurement; correlation; reliability; theoretical basis

大数据视角下的高校资产管理系统优化分析

刘瑞芬

(武夷学院 资产处, 福建 武夷山 354300)

摘要: 针对高校资产管理系统中存在的各种问题, 对大数据视角下资产管理系统的设计与实现进行了优化分析, 对主要模块进行了描述。该系统能够在最快速度之内完成对各类数据的处理, 对资产进行合理化配置、维修和报废处置, 有助于高校资产管理实现科学决策。

关键词: 大数据; 资产管理; 优化分析

中图分类号: G647 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0096-04

大数据是近年来信息技术不断发展的产物, 能够运用新型处理模式完成对海量信息资产的管理, 具有更强的决策力、洞察力和程序的优化能力。大数据的应用范围非常广泛, 洛杉矶警察局最早联合加州大学利用大数据对犯罪行为进行预测, 取得了良好的效果; 统计学家 Nate Silver 利用大数据预测出了 2012 年美国大选的结果。目前很多国家的医疗行业都在海量数据的挑战下积极推进医疗体系信息化发展, 因而大数据分析也被逐渐应用在医疗行业中。本文主要对大数据视角下高校资产管理系统的设计与实现进行优化分析。

1 大数据的含义及特征

大数据 (big data) 来源于 2012 年 2 月 The New York Time 网站上刊登的一篇名为 The Age of big data 的文章, 其作者为 Steve Lohr,^[1]他在文章中指出, 我们已经进入到大数据时代了, 尤其是在商业、经济等领域, 决策不再是仅仅依靠经验和直觉了, 而是得益于海量的数据和分析。

所谓大数据, 不仅仅指的是数据的规模十分庞大, 并且信息的类型十分繁多, 更新速度极快。大数据定义兼顾到两个方面, 一是数据必须要海量数据的集合, 其规模之大必须是在一定时间内不能用常规的计算软件对其进行内容提取、综合管理和处理。二是在提取、管理和分析的时候必须要依赖于全新的技术体系。总的来说, 大数据具有“4V”特征, 分别是 Volume (容量)、Variety (种类)、Velocity (速度) 和 Value (价值)。

1.1 数据总量迅速增长 (Volume)

数据总量巨大是大数据的基本特征, 也是最根本的属性。根据 IDC 的定义, 在进行大数据分析的时候必须要保证数据容量大于 100TB。导致数据容量剧增的原因就是当今时代下的各类用户已经逐渐习惯利用网络共享各种数据, 使得流传于网络中的数据越来越多; 其次就是如今人们获取数据的渠道越来越多, 并且获取数据的能力也在不断加强, 因此网络上流传的数据越来越接近事物本身, 与真实世界的联系越来越近, 随之而来的是数据的复杂性逐渐加剧, 并且各种不同类型的数据同时涌入人们的视野, 因此数据的总量呈现出不断增加的趋势^[2]。另外一个主观原因就是人们现在处理数据的方式和理念已经发生了彻底的变化, 人们已经逐渐开始从多角度来实现对数据的精确分析, 因此纳入考虑范围的数据类型越来越多,

收稿日期: 2018-07-20

作者简介: 刘瑞芬(1974-), 女, 汉族, 助理研究员, 主要从事高校资产管理的研究。

因此在客观程度上就增加了数据样本的总量,逐渐逼近原始的总体数据总量。

1.2 数据类型更加多样(Variety)

大数据又一重要的特点就是数据的种类十分众多且复杂多变,这与传统的结构化信息时代有着根本的差异。原先的结构化信息的主要属性是大众化和标准化,因此数据的复杂程度呈线性增长的趋势,新出现的数据也可以利用传统的方法进行处理,不许用过多考虑细节问题,只需要提取出有用的信息即可。而大数据时代的信息变得更加半结构化,无论是在生活还是工作中,非结构化的数据已经占据数据总量的75%以上,增长速度也是原来的二十倍之多。

1.3 数据处理更加迅速(Velocity)

数据的动态采集技术是数据采集传输的飞跃式发展,能够在最短时间之内完成对海量数据的实时采集、传输和分析,主体可以在最短时间之内完成对整个环境变化了解和掌控,获取到自己想要的信息,在此基础上做出准确的决策。基于此,大数据平台的数据处理速度得到了飞速的发展,已经可以在1s之内完成对全部数据的处理,得出最终结果,超出这个时间范围的数据结果就是失效的。

1.4 数据价值密度更低(Value)

价值密度低是大数据的基本属性之一,也是面临的重要问题之一。在一般情况下,如果要获得数据的全部细节,大数据会提供数据引入策略允许采取所有原始数据,但是这种引入方式会导致大量的错误数据被引入,造成数据的绝对数量激增,有效信息的比例会直接下降^[9]。因此必须要着手于解决这一问题,从低密度的数据中过滤出真正有用的数据。

2 大数据对高校资产管理的影响

随着社会的不断发展,高校的资产总量得到了飞速的发展,尤其是资产管理的数据总量呈现出剧烈的膨胀趋势,数据类型逐渐趋于多样化,而现阶段的资产管理模式已经不能满足现在的资产用量,存在着管理系统落后、信息传递速度较慢、不能满足实时查询等功能,因此必须要在大数据环境下对资产管理系统进行升级优化,使其能够最大限度满足海量信息资产

的管理与应用。传统资产管理与大数据时代下资产管理的差异见表1。

表1 大数据背景下的资产管理和传统资产管理对比

Table 1 Comparison of asset management and traditional asset management in a large data context

	大数据视角下的资产管理	传统资产管理
数据总量	可达TB级别	以MB和GB为主
数据类型	非结构化数据,类型较多	结构化数据,类型单一
数据处理速度	1s之内得出处理结果	1s之外输出结果
数据价值密度	偏低	较高

3 大数据视角下的资产管理系统设计

3.1 设计原则

大数据最根本的原则不仅要求数据的总量大,还须有新型的技术系统的支撑,要满足“4V”特征。在大数据视角下设计资产管理系统的时候必须要按照大数据思维出发,建立起容量庞大,数据种类十分多样化的数据库(Database)和能够达到安全与效率并行的数据处理平台,使得输出的数据结果具有更高的利用价值^[4]。因此,系统建设的总体目标就是能够服务于有效的资产评价决策,实现资源的合理配置,避免出现资产闲置和使用效率低下的问题。

3.2 资产管理系统软件架构

该系统主要由三层组成,分别是感知层、网络层和应用层。感知层的组成部分是RFID标签和读写器,RFID标签可以实现对每个固定资产进行标记,然后利用读写器识别这些电子标签。网络层的组成是由WIFI、2G/3G/4G网络构成的,利用网络将读写器读取到的数据标签传输到控制中心之中。应用层主要是由DBMS(database management system,数据管理系统)和应用系统软件组成,可以实现对各个任务流程的管理,将固定资产的各种数据进行整合运用。

3.3 主要功能模块

大数据视角下的资产管理系统可以有效提升资产管理的效率,使这种资产能够实现最大限度地智能化和信息化,从采购到预算管理,到报表管理等等各方面都有涉及。

3.3.1 系统管理

该模块主要包括的是用户管理、权限管理和密码管理, 这些子模块共同组成系统管理这一上位模块。该模块主要是对进行该系统的所有用户进行账户管理, 划分不同职位的访问权限, 以及设置不同的登录密码。

3.3.2 数据管理

这个模块主要实现的是对数据的导入、导出和备份, 是整个系统的核心模块, 在对数据进行管理之前, 必须要让所有数据录入到系统之中, 最终数据的结果也会通过该系统实现输出。如果需要对数据进行备份的话也要依赖该模块完成, 此外还可以实现对数据的恢复。

3.3.3 报表管理

该模块主要的管理对象就是各部门、各类别、各年度的报表, 将各种报表收集起来之后, 可以在该模块内实现整合管理, 将各类信息进行统一规划和计算, 对全部报表进行长期的保存和管理。

3.3.4 采购管理

这个模块的功能就是管理每一个采购步骤, 首先是制定出科学合理的预算目标, 然后发起招标活动, 对各个应标对象进行审查, 然后追踪招标全过程。在招标完成之后, 还必须要对全部的标书文件进行储存和管理。

3.3.5 资产管理

该模块是整个系统中最关键的环节, 主要的功能是资产查询、资产变更和资产删除, 从而实现资产不断增加的目的。

3.3.6 预测管理

对资产风险的预测也是资产管理系统的功能之一, 该模块可以实现对资产需求的预测, 资产配置的预测、维修的预测以及资产报废的预测。

该系统在运行过程中可以对资产实现灵活的管理, 将采购与管理有机地结合在一起, 使资产的配置更加合理, 下面将对预测模块进行详细的分析。

3.4 资产管理系统中的预测管理

在设计预测管理模块的时候才用的是多层次因果分析法, 这种方法的优点就是实现对资产需求、配置、维修和报废的全方位预测, 使资产的利用率达

到最佳。多层次因果分析法的操作流程如图 1 所示。



图 1 多层次因果分析法的主要流程

Figure 1 Main processes of multi-level causal analysis

1. 利用定量分析法计算出不同资产组合对使用者需求的影响;
2. 执行预先制定好的 what-if 方案, 通过需求模型进行预测和演练;
3. 根据上一步预测的结果, 将资产的供应和需求匹配关联;
4. 将各类信息进行整合, 得出最佳资产管理方案。

3.5 实例运用

以某高校的投影仪管理为例进行详细的说明, 首先是要确定出和投影仪实际供应和需求的所有数据, 对高校内全部投影仪资源进行整合, 然后对未来一段时间之内所需要的全部投影仪数量进行预测, 然后将全部初始数据, 包括设备数据、教师数据和学生数据作为建模的基础, 利用相关的需求因素建立起初始需求关系模型, 然后在模型的基础上, 建立起投影仪设备与单个需求之间的线性回归模型, 之后对模型进行多次模拟和测试, 保证建立的模型合理可靠, 最后利用全部海量数据建立起预测方案, 将方案进行测试, 将其中不合适的地方进行修改和替换, 最终得出预测需求结果。其具体流程如图 2 所示。

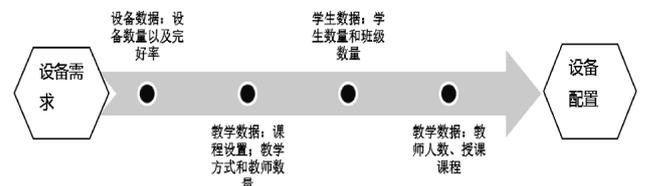


图 2 实例流程图

Figure 2 Example Flow Chart

4 结束语

综上所述, 大数据已经成为当前信息时代主要的技术支持之一, 各行各业都必须抓住这一宝贵的机

会,充分利用大数据的优势和长处,实现对信息资产的合理配置和有效利用,使资产管理达到较高的水平。大数据视角下的资产管理系统可以灵活处理各类数据,将其整合成为有序的集合体,实现快速的查询功能,并且可以对各种资产的需求、配置、维修以及报废做出精准地预测,使高校能够在最短时间之内做出科学的资产管理决策,从根本上提高工作效率。

参考文献:

[1] 曹熠城. 大数据视角下的高校资产管理系统研究 [J]. 南阳

师范学院学报, 2017, 16(9):25-27.

[2] 陈瑛, 吴志勇. 大数据视角下数字媒体行业资产管理系统框架研究[J]. 科技创业月刊, 2014(6):187-188.

[3] 陈岷. 大数据时代下实物资产可视化管理系统的研究与应用 [C]// 财务资产与物资管理实践:2015 全国电力行业企业管理创新论文大赛获奖论文. 2015.

[4] 肖锋. 大数据时代的高校资产管理模式变革趋势探究[J]. 财会学习, 2015(12):179-180.

(责任编辑:叶丽娜)

Optimization Analysis of University Asset Management System from the Perspective of Big Data

LIU Ruifen

(Department of Asset Management Wuyi University, Wuyishan, Fujian, 354300)

Abstract: Aiming at various problems in university asset management system, this paper optimizes the design and implementation of asset management system from the perspective of big data and describes the main modules. This system can process all kinds of data within the fastest speed, rationalize the allocation, maintenance and disposal of assets, and is helpful for the scientific decision-making of university asset management.

Key words: big data; asset management; optimization analysis

“亲近业界、产教融合”理念下对 《功能高分子材料》教学的探索

杨小炳, 林维晟, 华伟平

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:功能高分子材料是高分子材料与工程专业必修课,里面涉及的内容与人们的生活息息相关。通过本课程系统的学习,对学生思维的拓展、其他相关专业课的学习以及对增加学生对高分子材料的认知,都能起到很好的铺垫作用。针对武夷学院高分子材料与工程专业功能高分子材料课程的教学,从四个方面阐述了改善教学质量的方法,分别是:注重生活实例的引入;增强师生间的互动;注重因材施教;注重理论课与实验课相结合。

关键词:功能高分子材料;铺垫作用;教学质量

中图分类号: G712 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0100-03

随着科学与技术的发展,传统的材料(金属材料和非金属材料)已经无法满足人们日益增长的物质生活需求。为了突破相关的限制,高分子材料应运而生。高分子材料质量轻、易改性、易成型等特点,使其具有其他传统材料所不可比拟和不可取代的优异性能,进而被广泛的应用于国民经济、科学研究、国防建设等各个领域,成为现代社会生活中衣食住行用各个方面不可缺少的材料^[1]。在这样的背景下,高分子材料与工程专业成为我国乃至全世界非常重要的专业。高分子材料与工程专业意在培养能在高分子材料的合成改性和加工成型等领域从事科学研究和技术开发的高级工程技术人才。本专业包含有机化学、无机化学、物理化学、高分子化学、高分子物理、聚合物成型工艺、聚合物流变学、聚合物加工原理、高分子材料研究方法、功能高分子材料等课程。其中,功能高分子材料是本专业的一门重要必修课。该课程主要包括反应型高分子材料、导电高分子材料、高分子液晶材料、高分子功能膜、医用高分子材料和吸附性高分子材料等内容。学好有机化学、无机化学、物理化学、高分子化学、

高分子物理等基础学科是学好功能高分子材料的基础。学好功能高分子材料能为学生以后就业或者进一步深造学习提供很好的基础。同时,功能高分子材料还与我们的生活息息相关。但是该课程涵盖内容广泛、逻辑性强,涉及的有机物的种类多、相同分子式化合物存在多种同分异构体、合成反应中产物不单一,加上学院学生基础薄弱,学生普遍反映此门课程学习起来比较困难,教师在教授课程中也感受到了学生学习的吃力,学生容易遗忘知识点。因此优化高分子工程与材料专业学生的功能高分子材料教授过程是十分有意义的,我们主要从如下四个方面进行了优化。

1 课程教学中注重生活实例的引入

功能高分子材料理论性较强、较抽象,学生学起来有一定的困难,加上很多学生对有机化学提不起兴趣的根本原因可能是没有发现该课程的用武之地,不能将高分子工程与材料与功能高分子材料联系起来,很多时候觉得与自己的专业课没什么关系,认为学与不学没什么影响,造成了主观情绪上的放松,散失了学习兴趣。俗话说:兴趣是最好的老师,要从根本上改善学生这种无所谓的学习态度,必须要充分调动学生的学习兴趣。在教学过程中我们有意识的多例举一些需要用运用功能高分子材料的知识来解决生活中遇

收稿日期:2018-07-06

基金项目:武夷学院教学改革研究项目(JG201740)。

作者简介:杨小炳(1987-),男,汉族,讲师,主要从事光催化、电催化研究。

到的问题。例如,在当今社会,人们的物资生活水平大幅度提高,但是伴随而来的环境污染、化学污染以及电离辐射等致癌物质、致癌因素使得癌症已成为诱导人类死亡的一大疾病,如何有效的杀死癌细胞、提高癌症患者的成活率以及减少癌症患者的病痛成为科研工作者的研究目标,研究发现利用光敏剂可对癌细胞进行光导治癌^[2]。再比如,医生在给病人做手术时,留下的伤口使用生物医用高分子材料来缝合,生物医用高分子材料对人体无毒害作用,在伤口愈合后,可以被人体所吸收^[3]。在对病人进行药物治疗时,为了减少药物对人体正常细胞的伤害,通常使用壳聚糖等高分子材料为载体,使得药物纳米颗粒具有细胞识别的功能,能准备到达病变细胞释放药物^[4]。通过这些例子,让学生感受到功能高分子材料知识就在他们的身边,意识到功能高分子材料虽然只是作为一门专业基础课,但是与我们的生活息息相关,这样学生的学习主动性就会增强。

2 课堂上增强师生间的互动

第一堂课上跟学生自我介绍、讲述自己的求学经历时学生的兴趣挺高的,进入主课题后学生表现的很被动,在课堂会尽量避免和教师进行目光交流和口头交流,当面对全班提问,希望有学生回应时,往往会出现比较尴尬的局面。当然有些时候是问题较难,他们确实回答不出来。但有些很浅显的知识,即使他们知道问题的答案,他们仍然保持沉默,课后也很少有学生少来提问,教学效果很大的影响,通过作业也反映出教学效果的不理想。通过一段时间的教学反思,总结出课堂上应该加强与学生间的互动交流,尤其是后三排的学生,老师上课时候的活动范围不要局限于讲台,后面开始走下讲台,走到学生中间去,走进后排坐的同学当中去,鼓励他们上讲台演板,不会的问题也引导他们思考,这样学生逐渐建立了自信心,遇到一些书写化学结构的问题也开始尝试动笔,而不像最初那样畏难了^[5]。其次,加强了与学生间的沟通,利用课外时间与学生进行了面对面的交流沟通,关心询问学生对老师上有机化学课有哪些感受和建议,事后积极对学生的建议采取吸纳实施,也取得了可观的效果,线下学生会主动跟教师交流,提问有机化学课堂上没弄懂的知识点,一一耐心讲解,长期以来,跟学生的关

系也更加亲密,有些学生直接把教师当朋友,向教师倾诉生活琐事。

3 注重因材施教

通过对学院学生功能高分子材料学习情况进行调查后发现,学生在化学教育背景、学习态度、学习策略等方面存在着差异。由于高分子工程与材料在招生时对学生高中所选科目并没有限制,从而导致高分子工程与材料专业的学生既有文科生又有理科生,显然文科生的化学基础是十分薄弱的,这样因材施教的理念在教学过程中就显得非常重要^[6]。通过对学生化学知识进行一次摸底考试后,我们将学生分成了文科班和理科班,分别制定教学计划和教学目标。对于文科班的学生主要以最基本知识点的教学为主,比如在讲解有机物的命名前需要先给大家复习元素周期表,再详细讲解烷烃和烯烃的命名,再配以大量的练习题,让文科班的学生打下良好的化学环境基础,这样其它有机物的命名就能以此类推,很容易掌握,进而再深入学习有机物的物理化学特性以及有机物的制备;对于理科班学生我们的教学目标相对来说更高,要求学生不仅要掌握基础性知识还要进一步掌握提高性和发展性的知识,比如学生不仅要熟练掌握各类有机物官能团的结构和典型性质还要进一步掌握各类有机物的命名和主要性质,甚至要掌握含有两个官能团以上的有机物的命名和化学性质。通过分班教学,既考虑到了学困生的能力,又考虑到了优生的发展和提高,能够为后面食品专业课的学习奠定良好的基础。

4 注重理论课与实验课的协调统一

功能高分子材料的相关实验对本课程的学习有着重要的作用,开设相关实验不仅能配合理论教学,进一步巩固升华课堂所学的基本理论知识,同时激发学生学习和提高对有机化学课程的积极性。开设相关实验课程,提高学生观察、动手和思考问题的能力。但在实验教学的过程中发现相关实验课的内容老旧,不能适应新时代的要求,如在相关的物化实验课中,采用的是旋光法观察蔗糖的旋光度,不能很好的体现液晶高分子材料中溶致液晶和热致液晶的相关性能。功能高分子材料理论课和专业实验课之间的协

调统一性较差,存在某些方面的脱节,如:理论课和实验课在教学进度安排上不匹配,可能会存在学生还没进行相关实验的理论学习就要先进行实验了;还有理论课和实验课教学内容间的联系不够紧密,功能高分子材料这门课程知识体系较庞大,内容复杂,系统性和逻辑性强,但学院安排的总学时只有24学时,想要在有限的课时内将这门课程讲熟透较困难。因此为了更好的发挥实践课程在功能高分子材料这门课程中的作用,我们探讨了功能高分子材料理论及相关实践教学改革的措施,主要有以下几点:一、以往该专业的功能高分子材料课程的理论部分和实验部分由不同的老师共同完成,在教学内容上如果沟通不够的话,很容易造成有功能高分子材料理论课和实践课教学进度安排上的不匹配,改革后将功能高分子材料课程的理论和实践课统一安排给一位老师上,教师根据自己的理论课程教学大纲和教学进度表安排实验教学内容及实验进度,适时的做出一些调整。二、学生基础相对偏弱,若使用教材跟其它层次较高的高校一样为全国高等农林院校“十一五”或“十二五”规划教材,很多基础知识阐述不够详细或者直接跳过,不利于学院高分子工程与材料专业学生的学习,改革后在教材的订购上我们将严格把关,精准定位,学生上课使用教材以基础为主^[7]。

生态与资源工程学院在“亲近业界、产教融合”理念指导下旨在培养一批生产、建设、管理、服务第一线需要的高级技能应用型人才,注重理论联系实际、培养学生的实践能力。在功能高分子工程与材料专业理论课

的建设中,功能高分子材料作为该专业课程建设的重要组成部分具有不可忽视的地位,为了提高人才质量,不断改善功能高分子材料的教学方法,从而为后续高分子工程与材料专业课程的教学做好准备,为培养本专业优秀人才奠定基础。

参考文献:

- [1] 龚建良,吴宇雄,谭惠平,等. 高分子材料与工程专业实验教学体系改革初探[J]. 高教论坛,2006(4):56-58.
- [2] SHAVIT R, ILOUZE M, FEINBERG T, et al. Mitochondrial induction as a potential radio-sensitizer in lung cancer cells—a short report [J]. Cellular Oncology, 2015, 38(3):247-252.
- [3] NIZAMOGLU S, GATHER M C, HUMAR M, et al. Bioabsorbable polymer optical waveguides for deep-tissue photomedicine [J]. Nature Communications, 2016(7):10374.
- [4] KRISHNAMOORTHY M, HAKOBYAN S, RAMSTEDT M, et al. Surface-initiated polymer brushes in the biomedical field: Applications in membrane science, biosensing, cell culture, regeneration medicine and antibacterial coatings [J]. Chemical Reviews, 2014, 114(21): 10976-11026.
- [5] 西鹏. 互动式、开放性教学模式在功能高分子化学教学中的应用[J]. 高分子通报,2012(6):111-116.
- [6] 侯自新. 注重学思结合 注重知行同意 注重因材施教:人才培养模式改革创新中的数学课程建设与改革[J]. 中国大学教育,2012(3):4-7.
- [7] 赵璠云,陈良璧,刘瑞来. 高分子材料与工程服务地方应用型人才培养体系转型的探索[J]. 武夷学院学报,2015,34(6): 86-88.

(责任编辑:叶丽娜)

Exploration of the Teaching of Functional Polymer Materials Under the Concept of "Close to the Industry and Integration of Production and Education"

YANG Xiaobing, LIN Weisheng, HUA Weiping

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

Abstract: Functional polymer materials is a required course for students of polymer materials and engineering. Its content is close to our daily life. Through the systematic study, it is beneficial for students to open up their thinking, learn the related courses and develop deep understanding on polymer materials. Based on the course of polymer materials and engineering on the student of polymer materials and engineering in our school, we proposed four ways to improve the quality of teaching: bringing in examples of our daily life, enhancing the interaction between teachers and students, teaching according to the aptitude and paying attention to the combination of theory course and experiment course.

Key words: functional polymer materials; paving; quality of teaching

地方性高校园艺学专业基础 化学实验教学改革与实践

李少华, 翁睿, 史凌珊, 刘金仙, 张渤

(武夷学院 茶与食品学院/中国乌龙茶产业协同创新中心/福建省高校茶叶工程研究中, 福建 武夷山 354300)

摘要:基础化学实验作为园艺专业历史悠久的一门实验类课程,由于课时较少,教学内容较为陈旧,尤其是近年来随着地方高校整体应用型转型,原有的教学形式与新时期园艺教学需求存在差距,作者结合自身教学实践,应用多种教学方法,对基础化学实验内容与授课方法进行了充实革新,旨在提升实验课程教学质量,提高学生化学综合素质。

关键词:基础化学实验;地方高校;教学改革

中图分类号: O62-42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0103-03

基础化学实验是园艺专业学生必修的一门独立实践性课程,是无机及分析化学、有机化学课程的重要组成部分,亦是园艺学专业学生升入大学阶段学习后最早接触的实验课^[1]。基础化学实验主要培养学生独立进行化学实验操作、观察、记录、分析归纳实验现象、撰写实验报告等多方面的能力,同时进一步巩固学生对化学基础理论的理解,强化学生对化学知识的应用,实操技能的掌握,操作习惯的养成,和化学思维的形成。学生对本课程掌握的好坏,直接影响化学课程,还会影响到后续生物化学、植物生理学、土壤学等实验课程的学习。该课程对园艺学生化学基本素质的培养具有不可替代的作用。

传统上,园艺专业基础化学实验一般仅有 32-48

学时,涵括无机及分析化学和有机化学实验内容,远少于理工科专业同类课程课时^[2-3];授课上,一般采用示教方式,教师讲解示教后,学生开始实验,教师纠正学生操作^[4];考核上,一般将操作成绩与报告成绩作为平时成绩,结合期末考核成绩作出综合评判,学生学习较为被动,且急于完成实验,往往忽视综合能力培养。随着我国新办本科院校整体应用型转型^[5],该教学方法明显与新时期培养应用型园艺高级人才的目标不匹配,必须进行相应的改革,才能满足用人单位人才需求。我们结合自身园艺学专业教学实践,对基础化学实验内容与授课方法进行了革新,旨在提升实验课程教学质量,提高学生化学综合素质。具体介绍如下。

1 运用教法激发学生在学习热情

1.1 应用式教学

武夷学院作为全国百所产教融合项目建设高校,武夷学院圣农食品学院作为福建省首批示范性产业学院,围绕应用型学科专业建设与应用型人才培养进行转型,基础化学实验为适应园艺专业应用性人才培养的目标,在选择实验材料时,避免简单化学试剂的

收稿日期:2017-12-08

基金项目:国家级大学生创新性实验项目(201510397007);武夷学院教育教学与改革项目(JG201722);福建省中青年教育科研项目(JAT160512);福建省高等学校学科带头人培养计划资助(闽教师[2018]3号);南平市科技项目(N2017DN05)。

作者简介:李少华(1984-),男,汉族,讲师,硕士研究生,主要从事天然产物研究。

验证操作,以常见园艺产品为主,吸引学生,使同学们学以致用,如在氧化反应反应中加入脐橙中维生素C的测定,在紫外分光光度计使用中选择茶叶咖啡碱的含量测定等。未来还将引入药用植物如槐米、乌头、紫玉兰花等材料加强基础化学实验的实用性。教学形式上,积极开设第二课堂,开展开放性实验室项目,对学生进行差异性培养,与南平市出入境检验检疫局、武夷学院分析测试中心及圣农集团等单位合作,导师公布开放性实验项目,学生与导师为双向选择,利用课余时间学生到各合作单位实践,开展研究性实验、检测性实验、应用性实验,使得课堂教学得以延伸,进一步激发学生的学习热情,提高学生的实验技能熟练度,促进师生交流。

1.2 参与式教学

以学生为中心,形成小团队,在教师协助指导下,自主设计实验方案,观察实验过程,分享实验心得,激发学生的潜能。我们在秋季基础化学实验中开设《桂花精油的提取》设计性试验,学生利用武夷学院校园内丰富的桂花资源,提取桂花精油。实验前,同学们分组,查阅文献资料,与教师交流理解相关原理,分别设计了水蒸气蒸馏法、石油醚萃取法、蒸馏-萃取法等提取桂花精油,自行收集桂花原料;实验中,同学们按照实验方案,在教师协助下搭建相关设备,观察实验过程,收集目标液,分离精油;实验后,老师组织讨论,大家分析、总结各自实验中的优点及不足,分享反思实验,教师点评,改进,并各自完成实验报告。经过该教学方法,同学们积极性得到充分发挥,课前课后一直在与老师讨论实验相关问题,尤其是学生们在闻到自己分离得到的桂花精油时,自豪与满足感油然而生,学生的实验自信心也得到激发。

1.3 启发式教学

我们在基础化学实验全课题应用启发式教学法,如课堂开始阶段以提问方式了解学生对实验原理,反应方程式,实验方法等实验预习情况,并引导学生复习理论课知识点。实验过程中采用设疑来启发学生思考,如在蒸馏实验时,提问“为何沸点为100℃以下的溶液用水进行冷凝,而100℃以上的用空气来冷凝?”;分馏实验中,在展示刺型分馏柱时提问“刺型分馏柱为何可以起到分馏的效果?”;滴定实验时,“指示

剂为何滴2~3滴?”等,引发同学们进行思考讨论,让同学们快速掌握实验要点,注重实验细节的观察和思考。

2 丰富教学内容及形式吸引学生注意

2.1 延伸教学内容

在实验内容设置上采取夯实基础-突出创新的策略,将同一类型化学实验进行拓展成一系列实验,丰富实验内容,节约课时,在保证四大滴定等基础课基础上,加入设计性实验。如酸碱滴定实验《NaOH标准溶液的标定及食醋中总酸量的测定》是基础化学实验中的经典实验,以酸碱中和反应原理测定食醋中有机酸的含量,而有机酸是果蔬产品中一类重要的风味与物质,类似的反应也可以应用到园艺产品脐橙、山楂等有机酸测定,我们将柑橘中有机酸的含量测定加到此实验中,充实了实验内容,实验用时由原来的3课时变为4课时,仅增加1学时,即可多完成一组实验,同时引导学生发散性思维,举一反三,提高学习主动性。又如《茶叶中咖啡因的提取》作为有机化学经典综合性实验,原实验方案仅从茶叶中升华得到白色结晶,未进行成分鉴定,我们将其延伸,增加了白色结晶运用生物碱试剂进行鉴别的内容,通过颜色的变化同学们更直观体验出,茶叶提取升华后的是生物碱类成分,使得该实验由有机化学综合性实验,上升为有机化学-无机及分析化学大综合性实验。通过该教学方法,一方面使得有机化学-无机及分析化学实验课程有机融合,另一方面也增强了学生动手兴趣。

2.2 改进教学形式

多媒体作为当今理论课教学的首选工具,在实验教学环节应用仍较为缺乏。教师主要以“教材+示教”方式进行基础化学实验的讲授,由于实验室空间较大,学生人数较多,人员较为分散,且学生刚开始接触此类实验,学生对实验的理解尤其实验细节的掌握大打折扣,往往导致教学质量不佳。为此,我们把多媒体技术带入实验室,在实验室架设移动投影仪,将事先制作的实验Flash视频等展示,尤其是细节操作部分进行放大重点投放,形象生动的展示了实验过程,同学们迅速掌握实验要领,大幅提高了实验效率。

3 结语

通过对基础化学实验课程改革,使教学方法更加完善,教学内容更加丰满,无机及分析化学与有机化学更加融合,实验的应用性得以增强,学生学习的热情提高,实验自信心也得到激发,取得了良好的教学效果。

参考文献:

[1] 高明丽,黄微,刘卫,等.无机化学实验课程启发式教学探析

[J]. 大学化学,2016,31(10):10-13.

[2] 姚天扬,王志林.实施全面化学教育提高人才培养质量[J]. 无机化学学报,2000(2):363-367.

[3] 毛燕,王学利,曹华茹,等.农林大学“有机化学实验”课程教学的探索和实践[J]. 化学教育,2013,34(8):59-61.

[4] 石开云,邹晓川.应用型本科院校有机化学实验教学改革实践与探索[J]. 化学教育,2016,37(16):34-42.

[5] 袁腾,刘英菊,陈燕舞,等.以应用型人才为导向的分析化学实践教学改革探索 [J]. 实验室研究与探索,2017,36(6): 209-212.

(责任编辑:华伟平)

Basic Chemistry Experiment Teaching in Local College of Horticulture Major

LI Shaohua, WENG Rui, SHI Lingshan, LIU Jinxian, ZHANG Bo

(School of Tea and Food Science, Wuyi University/Collaborative Innovation Center of Oolong Tea Industry in China/Tea Engineering Research Center of Fujian Higher Education, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Basic chemistry experiment is an ancient course of horticulture in recent years with the local college as an application-oriented transformation. The basic chemistry experiment is faced with the problems of reducing the teaching time and outmoded teaching contents. This paper analyzed and reformed teaching contents and teaching methods of basic chemistry experiment according to our teaching experience. We encouraged students to practice innovation to improve the quality of teaching and improve students' chemistry literacy. It was helpful to improve the comprehensive quality of the students.

Key words: basic chemistry experiment; local college; teaching reform

转型发展背景下地方本科院校 仪器设备管理的问题及对策

——以武夷学院茶与食品实验教学中心为例

郑淑琳, 姜咸彪, 杨宇华

(武夷学院 茶与食品学院, 中国乌龙茶产业协同创新中心, 茶叶福建省高校工程研究中心, 福建 武夷山 354300)

摘要: 仪器设备是高校教书育人、科学研究、服务社会的物质保障。地方本科院校在推进向应用技术型大学转型发展过程中, 实践教学力度不断加大, 仪器设备数量不断增加, 使用频率也不断提高, 仪器设备的管理问题日益突出。本文结合武夷学院茶与食品实验教学中心仪器设备管理的实际情况和经验, 分析了地方本科院校仪器设备管理存在的问题, 提出了做好高校仪器设备管理工作的对策与建议。

关键词: 地方本科院校; 转型发展; 仪器设备

中图分类号: G482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)09-0106-04

当前, 国家正在大力引导地方本科院校向应用技术型大学转型发展, 着力于培养高素质、实践动手能力强的人才。应用型人才的培养, 要求高校在人才培养中不断加大投入, 加强实践教学^[1-2]。近年来, 武夷学院正大力推进向应用技术型大学转型^[3], 办学投入不断加大, 仪器设备数量持续增加。茶与食品实验教学中心(以下简称中心)是武夷学院下设的 13 个实验教学中心之一, 中心现有仪器设备总数 3000 余台(套), 总价值约 1200 万元, 承担茶学、园艺、食品质量与安全、食品科学与工程等多个专业 1000 余名师生的实验教学、毕业论文实验和科研工作。随着仪器设备数量的增加和使用人学时数的不断提高, 仪器设备的管理问题日益突出。本文结合武夷学院茶与食品学院实验教学中心仪器设备管理的实践, 分析了当前地方本科院校仪器设备管理中存在的突出问题, 并提

出了改进对策与建议, 为地方本科院校仪器设备的科学管理提供借鉴。

1 地方本科院校仪器设备管理中存在的主要问题

1.1 管理制度不完善, 监督机制不健全

地方本科院校大多是在专科院校的基础上格建设, 实验室和仪器设备管理的经验欠缺。部分地方本科院校没有制定和完善相应的仪器设备管理制度, 对仪器设备的采购、使用、维护没有明确的规范和要求, 管理条例的执行和监督不到位, 一旦出现问题找不到相应的责任人, 给仪器设备的管理造成困难, 从而影响正常的教学科研工作^[4]。

目前我校的仪器设备管理实行“统一领导、归口管理、分级负责、责任到人”的二级管理体制。学校资产管理处设有资产管理领导小组, 指导全校的仪器设备管理工作, 制定了《货物(服务)采购管理办法》、《国有资产管理暂行办法》、《货物(服务)验收办法》、《国有资产管理暂行办法》、《资产清查及处置管理办法》、《实验仪器、办公设备等资产报损(报废)处理试行细则》等仪器设备管理制度。但由于学校升本时间短, 目前制定的部分规章制度只列举了宏观的管理要求, 缺

收稿日期: 2017-10-31

基金项目: 武夷学院教育教学与改革项目(JG201706); 中国乌龙茶产业协同创新中心专项(闽教科[2015]75号); 大武夷茶产业技术研究院(2018N2004)。

作者简介: 郑淑琳(1986-), 女, 汉族, 助理实验师, 主要从事实验室管理、茶叶加工与品质的研究。

乏详细、可操作的管理细则,导致制度执行不到位。同时监督和考核机制不够完善,造成管理环节薄弱,监督机制不健全的局面。

1.2 仪器设备采购论证流程不顺畅、采购论证不充分

仪器设备的采购工作是一项政策性强、专业程度高、牵涉面广的系统工程^[7]。目前由于经验的欠缺,地方本科院校在仪器设备的政府采购过程中,普遍存在采购论证制度不健全、采购计划编制难度大、采购方案缺乏论证、缺乏有效的监督机制等问题^[8]。针对仪器设备采购的现实情况,如何保证采购的合理性、时效性、经济性,值得每一位仪器设备管理人员深思。以中心为例,学院没有形成一套仪器设备采购计划编制与采购方案论证的机制,同时缺乏有效的监督机制。采购计划需要考虑各学科的发展方向,并且需要结合前沿理论,往往因任务时间紧,采购计划编制不够科学、合理。同时,采购论证工作涉及选择专家、设备查重、使用情况、配套环境、技术人员、运行消耗、利用率、学科发展等要素^[9],但因采购时间紧迫,难免出现论证不充分的情况发生。中心近几年购置了大批仪器设备,但由于采购论证过程不够规范,对仪器设备的市场调研不够充分,导致很难购得性价比最优、实用性最强的仪器设备。

1.3 仪器设备管理队伍建设较为薄弱

地方本科院校由于岗位及编制的限制,专职仪器设备管理员数量偏少的情况比较常见,岗位职责不明确,人员流动性大,队伍不稳定;多数仪器设备管理员为本科学历,知识结构不合理,能力和素质跟不上当前仪器设备更新的步伐;此外,高校对仪器设备管理员缺乏定期有效的业务指导及培训,存在培养、考核、奖惩机制不健全等问题^[5-6]。以中心为例,中心现有专职仪器设备管理员1名,专职实验员1名、兼职实验室主任1名。由于实验技术人员少,岗位职责不明确,专职仪器设备管理员除了负责仪器设备的管理以外,还承担着实验教学中心的日常管理工作,工作内容繁杂,导致仪器管理工作的时间无法保证。近年来,中心新采购的仪器数量在短期内大幅增长,造成仪器设备管理员的大部分时间用于采购、验收、报销等工作,无法对现有仪器进行良好的管理和维护。

1.4 仪器设备利用率低,维修维护难度大

地方本科院校在升本及应用技术型转型过程中,为了实现各方面评价指标的达标,仪器设备的管理存

在着重采购轻管理、重使用轻维护的弊端。仪器设备的维修维护技术力量薄弱,维修经费较为缺乏,导致仪器设备维修维护难度大。此外,仪器设备管理员的考核中没有体现维护、检修的工作量,因此也没有受到仪器设备管理员的重视。

以中心为例,目前尚未制定仪器设备维修维护的细化、量化规程;学校和学院没有设置专项的仪器设备维修经费,维修费用难以保障;武夷学院地处县级市武夷山市,周边没有提供维修服务的企业,校内也没有一支能够全面承担维修任务的维修技术队伍,同时由于仪器设备管理人员少、业务水平不足,难以承担所有设备的维护维修工作。以上原因,致使部分故障设备无法及时维修维护,最终被闲置、报废。此外,每年有200余名毕业生进入中心开展毕业实验工作,部分指导教师没有按照要求对学生进行仪器设备操作规程的培训,导致学生对仪器设备的操作不够熟练,造成仪器设备的坏损率极高,利用率严重降低。

1.5 仪器设备信息化管理有待提高

高校仪器设备存在复杂、数量多、信息量大、信息变化快、更新快等特点,传统的管理模式无法满足仪器设备的管理需要^[10]。大多地方本科院校还采用单机静态信息仪器设备管理系统,无法实现仪器设备的动态管理。传统仪器设备管理模式造成仪器设备实时动态管理缺失、仪器设备信息采集不规范、仪器设备信息不能共享等问题,导致设备重复建设和浪费的现象较为严重^[11]。例如中心的仪器设备管理员只能看到本院系仪器设备的部分信息,无法查询到仪器设备的供应商及经办人,不利于维修维护工作的顺利进行和固定资产去向的跟踪。由于信息化程度低,导致管理人员在仪器设备的盘点、清查、报废、报损等工作上耗费大量的时间,管理效率低下。

2 做好地方本科院校仪器设备管理工作的对策与建议

2.1 建立和健全仪器设备管理制度,形成科学的管理体系

仪器设备是实践教学和科研活动正常开展的前提和保障,做好仪器设备的管理对于应用型人才培养具有重要的作用。只有建立一套科学合理、体系完善的管理制度,才能有效地保证仪器设备管理工作的有

序进行,保证实践教学落到实处,促进应用型人才培养水平的提高^[12]。

完善仪器设备管理制度,细化操作规程,实行精细化管理。在现有规章制度的基础上,完善和细化《大型仪器设备采购论证制度》、《仪器设备管理员培训、考核评价和奖惩制度》、《固定资产的保管使用和养护制度》等目前较为薄弱但又能较好提高管理效果的制度,并逐步实行精细化管理。进一步完善监督机制,有效防止采购环节的腐败风险。成立二级学院仪器设备管理小组,明确岗位职责。例如,二级学院通过成立仪器设备采购小组、仪器设备验收小组、仪器设备维修鉴定小组、仪器设备清查小组等专家小组,明确责任范围、细化管理责任,实施落实到人,提高仪器设备管理人员的责任心和积极性。

2.2 完善仪器设备采购论证制度,加强购前论证

完善高校仪器设备采购论证制度,加强购前论证,对全面推进高校内部控制建设、最大限度地发挥财政资金的使用效率具有重要作用。充分发挥专家论证在高校政府采购工作中的积极作用,对进一步提高高校政府采购效率,更好地实现公开、公平、公正,具有重要意义^[13]。

首先,制定《仪器设备采购计划编制办法》、《仪器设备采购论证办法》等管理办法,建立一套行之有效的监督机制。其次,成立仪器设备采购论证专家库,专家水平及专家组成的合理性对论证成功具有重要的作用,通过成立专家库,保证论证的科学性和合理性。第三,充分调研拟购设备及同类设备在学校的分布情况及使用情况,同时多方调查拟购设备的技术性能指标及售后服务情况。第四,考虑仪器设备的配套环境、配套人员及配套运行经费。要充分考虑拟购资产所需的安装运行环境,防止设备先到,但因无法安装,导致设备闲置的情况发生。提前安排好拟购设备的技术人员和配套运行经费,保证设备能够得到良好的使用和维护。

2.3 加强仪器设备管理队伍建设,增强管理观念

仪器设备管理员是高校仪器设备管理工作的主体,仪器设备管理员的管理水平、业务能力的高低以及责任心、服务意识的强弱直接决定了仪器设备管理的整体水平。只有提升仪器设备管理员的业务水平和服务意识才能使仪器设备管理工作再上新台阶,才能更好地为学生应用能力的培养和提高服务^[9]。

增设专兼职仪器设备管理人员,充实管理队伍。通过招聘仪器设备管理员,缓解管理队伍人员紧缺的状况;或开展勤工俭学活动,增加学生助理承担管理工作中部分辅助性工作,提高仪器设备管理员的服务质量。建立和健全仪器设备管理队伍的培训、考核机制。加强仪器设备管理员的岗前培训,定期开展日常培训,通过系统的培训,不断提升仪器设备管理员的业务水平;定期选派管理人员到省级或国家级实验教学中心进行交流培训,提高业务水平;组织管理人员积极参加学术研讨会、业务培训会等相关的技术交流活动,开拓视野,切实提高管理水平。同时,通过有效的考核机制,鼓励仪器设备管理员积极探索高校的仪器设备管理经验。最终建成一支技术精湛、发展稳定、组织规范、结构合理的仪器设备管理队伍。

2.4 加强仪器设备的维修维护,提高利用率

仪器设备维修是一项涉及面广、技术要求高、程序复杂的工作,加强仪器设备的日常维护、保养和检查,实现仪器设备维修的专业化、规范化、制度化等,有利于延缓仪器设备性能退化、减少甚至避免故障问题或意外损坏,提升仪器设备的使用效能并延长使用寿命^[7]。

完善仪器设备维修制度,建立和健全《仪器设备维护与维修管理办法》,明确仪器设备维修细则,明确仪器设备管理人员的职责,建立监督机制。建立仪器设备损坏赔偿机制,从而督促使用人员熟练掌握仪器设备的使用规程,加强使用人员的责任心,做好仪器设备的使用和维护工作。将仪器设备维护维修常规化,改变“重购置使用,轻维修保养”的观念。将被动维修转变为主动维护,避免仪器设备出现严重故障后才维修的情况发生。在节假日及寒暑假前后,对仪器设备进行检查保养;针对武夷山湿度大、梅雨季节长的特点,对大型设备及精密仪器进行相应的除湿处理。设置专项维修经费,并加大仪器设备维修经费的投入;增强仪器设备维修力量,通过招聘技术人员,组建一支校内的仪器设备维修队伍;建立仪器设备维修培训机制,提高管理人员的维护维修能力。同时通过建立设备维修激励机制,将仪器设备的完好率、维修维护情况与仪器设备管理员的年度考核与晋职晋级相关联,提高仪器设备管理员的工作积极性。

2.5 加强仪器设备信息化管理建设

先进的信息化管理手段是提高仪器设备管理工

作效率,解决仪器设备管理中无序、低效和不确定性等问题最有效的方法^[12]。信息化是仪器设备得以开放共享的前提条件,通过信息化实现仪器设备的实时监控,掌握实时动态,使各部门间的仪器设备得到有效调配,实现资源共享。

首先,制定《仪器设备信息化管理办法》,做到信息化管理工作有章可循、权责分明。办法中应明确仪器设备信息化主体及职责、信息安全管理要求、信息化人员队伍建设等,根据实际管理需要进行细化。其次,升级仪器设备管理系统,进一步完善仪器设备管理系统的各项功能,实现实验设备及实验项目的统筹管理,提高信息化程度。再次,通过专业、系统的培训建立一支仪器设备信息化管理人才队伍,实现资源共享,提高仪器设备的使用效益。借助信息化的管理优势,有效提高仪器设备的管理水平,为教学和科研提供更好的服务。

3 结语

仪器设备作为高校人才培养和科研工作的重要物质基础,应加强仪器设备的管理工作。地方本科院校在向应用技术型大学转型发展的过程中,要建立科学的仪器设备管理制度和管理体系,完善仪器设备采购论证制度并加强购前论证,不断加强仪器设备管理队伍建设,强化仪器设备的维护保养,加强仪器设备的信息化管理,切实提高仪器设备的管理水平,更好地为应用型人才培养服务。

参考文献:

- [1] 袁岳骊.地方本科院校转型发展问题、现状及路径[J].职教论坛,2017(25): 70-74.
- [2] 胡晓敏.应用技术大学人才培养的认识与探索[J].教育与职业,2014(27): 29-31.
- [3] 李宝银.地方新建本科院校转型发展的背景与路径——以武夷学院为例[J].武夷学院学报,2014(33): 1-4.
- [4] 陆晓旺,魏坤霞.高校仪器设备管理问题及对策探索[J].产业与科技论坛,2015(14): 238-239.
- [5] 余志华,王广君.加强实验教学队伍建设,提高开放实验教学水平[J].实验技术与管理,2012(4):211-213.
- [6] 彭高明.高校固定资产管理队伍建设与思考[J].实验室研究与探索,2017(36):266-268.
- [7] 齐龙,王文强,孙志宏,等.浅谈高校实验仪器设备维修与保养[J].现代科学仪器,2012(2):172-175.
- [8] 赵艳丽.我国高校政府采购存在的问题及对策研究[D].大连:大连海事大学,2015:28-32
- [9] 贾延江,温光浩,刘慧兵,等.设备购置论证与采购管理研究[J].实验技术与管理,2009(5):15-17.
- [10] 彭世金,施岱松.仪器设备网络化管理的研究与探索[J].实验室研究与探索,2006(8):1031-1033.
- [11] 陈文相.高校固定资产信息化管理研究[J].实验室科学,2014(5):179-181.
- [12] 何凌.加强高校仪器设备管理的探析[J].实验室科学,2017(2):201-203.
- [13] 余海波,吴均林,陈晶,等.规范高校政府采购专家论证机制的思考[J].经贸实践,2017(14):231-232.

(责任编辑:夏婷婷)

Problem and Countermeasure in the Management of Universities Instrument and Equipment under the Background of Local Universities Transition

—Based on the Experimental Teaching Center of Tea and Food Sciences of Wuyi University

ZHENG Shulin,JIANG Xianbiao,YANG Yuhua

(School of Tea and Food Science, Wuyi University, Collaborative Innovation Center of Chinese Oolong Tea Industry, Tea Engineering Research Center of Fujian Higher Education, Wuyishan, Fujian, 354300)

Abstract: In the process of local universities exploring an application-technology oriented transition, the number and the frequency of usage of instrument and equipment were increasing. As a result, the management problem of instrument and equipment is becoming increasingly acute. In this paper, the present problems of instruments and equipment management of local universities were analyzed and suggestions were given based on the present situation of Experimental Teaching Center of Tea and Food Sciences of Wuyi University, so as to provide reference for instruments and equipment management of universities.

Key words: local universities; transition; instrument and equipment

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.9 Vol.37, Sept., 2018

- Analysis of Characteristic Flavor Components in Maccha Castanea Henryi Bean Dregs Blended Cookies
..... LIAO Sulan, WENG Qilin, WANG Lei, YU Hualing, HUANG Zhigang(1)
- Identification of the Red Leaf Spot Disease Pathogen in Wuyi Rock Tea
..... WU Guangheng, WANG Dongxiao, FU Xianyu, ZHAO Jiaru, NIE Yunchun, LI Guoping(8)
- Distribution Characteristics Selenium, Molybdenum in Tea Garden Soils and Bioaccumulation in Tea Leaves of Wuyishan Area LIAO Shucai(13)
- Optimization of the Reprocessing Technology for Byproduct of Wuyi Rock-essence Tea
..... SHI Yutao, LI Zhaoying, ZHOU Qiaofang, ZHENG Shulin(17)
- Litters Characteristic of Different Management Model in *Cunninghamia Lanceolata* Forest LI Junning(22)
- Study on Current Situation and Protection Countermeasures of Natural Forest in Wuyishan LIN Jiuguang(27)
- Analyzing the Factors That Affect Soil Respiration During the Growing Season in *Leucaena leucocephala*(Lam.) de Wit CUI Yu, YAN Siwei, WU Jianzhao, LUO Qinghu, LING Yongming, WANG Daojie(31)
- Fuzhou City Air Quality Assessment Based on the Principal Component Analysis and Fuzzy Comprehensive Evaluation LI Yufeng, YOU Cuiling, LIU Jinfu, YOU Tiange, KUANG Kaijin, WU Moni, YOU Shaoping(39)
- Optimal Process Knowledge-Based Genetic Optimization Algorithm for Excavator Stick
..... ZHANG Yangmei, SHEN Zhenhui, HUA Haiyan(45)
- The Simple Design of Intelligent Classroom Lighting Controller
..... RUAN Chengzhi, RAO Jinhui, YU Qing, JIANG Congbin(52)
- Study on Leading Factors of Regional Economic Differences in Fujian Province Based on GWR Model
..... LI Shuangshuang, WEN Xiaoqin(58)
- Discussion on the Main Points of Inspection of Safety Protection Device of Hydraulic Lifting Mechanical Parking Equipment HUANG Naiqiu(64)
- Research on Multiscale Retinex Preprocessing Algorithm Based on Gamma Correction
..... CHEN Liang, LIN Zeng(68)
- A Study on Optimization of Enterprise Logistics Distribution Path Based on Saving Algorithm
——Taking Fuzhou Distribution Path of Crown Ceramic Co., Ltd. as an Example
..... WANG Jing, LIN Xiaoyi, XIANG Jianhong(75)
- A Research on Bank Efficiency Evaluation Based on PCA and DEA
..... ZHENG Hang, XU Shuxian, CHEN Yongping(80)
- Evaluation of Urban Tourism Competitiveness in Fujian Province from the Perspective of Tourism Economics
..... LI Na, CHEN Xueqiong(85)
- Research Review of Fair Value Measurement ZENG Wanzhen(91)
- Optimization Analysis of University Asset Management System from the Perspective of Big Data LIU Ruifen(96)
- Exploration of the Teaching of Functional Polymer Materials Under the Concept of "Close to the Industry and Integration of Production and Education" YANG Xiaobing, LIN Weisheng, HUA Weiping(100)
- Basic Chemistry Experiment Teaching in Local College of Horticulture Major
..... LI Shaohua, WENG Rui, SHI Lingshan, LIU Jinxian, ZHANG Bo(103)
- Problem and Countermeasure in the Management of Universities Instrument and Equipment under the Background of Local Universities Transition
——Based on the Experimental Teaching Center of Tea and Food Sciences of Wuyi University
..... ZHENG Shulin, JIANG Xianbiao, YANG Yuhua(106)