

目次

26 份武夷名丛茶树种质资源秋茶生化成分多样性分析 张见明 (1)
不同冲泡温度对小种红茶化学成分浸出的影响分析 卢 莉, 李 源 (8)
国内市售茶叶中稀土含量调查 赵 峰 (12)
新形势下提升福建茶叶地理标志品牌竞争力研究 李玉榕, 谢向英, 杨 珊, 郑小清, 梁 静 (16)
尿素/硝酸镁复配增塑聚乙烯醇的性能研究 简绍菊, 杨为森, 林维晟 (21)
蔗糖、碳粉对雷公藤不定根生长和次生代谢产物含量 的影响 黄淑燕, 郑郁善 (25)
不同贮藏温度对超晚熟锥栗营养成分的影响 林 媛, 张 静, 郑艺君 (29)
13X 分子筛负载 TiO_2 对甲醛溶液的光催化降解 杨自涛, 王志涛, 吴方棣 (34)
具有 Hassell-Varley 型的随机捕食系统正全局解的存在性 叶丽霞, 兰德新 (38)
简易家用多路遥控器 陈石龙, 张馨华 (42)
基于改进的自适应中值滤波算法研究 陈 亮, 卓康花 (46)
乳腺癌 DCE-MRI 分析与辅助诊断软件应用 洪容容 (50)
垃圾焚烧底灰和石灰固化污水污泥性质的试验研究 崔广强, 孙家国 (57)
半柔性路面在市政道路中的应用技术综述 黄金龙 (61)

武夷学院学报



国际标准刊号: ISSN 1674-2109

国内统一刊号: CN 35-1293/G4

第 35 卷 总第 143 期

2016 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 叶琪璘 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 杨飞飞
英文审译:	陆 刚

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

目次
CONTENTS

肋柱整板式锚索在漳龙线挡墙加固中的应用
 李 昶, 雷能忠, 周 钦 (66)

浅谈杂厚填土层的桩基选型 杨春森 (69)

基于 AR(1)模型的纯保费的 Monte Carlo 模拟研究
 关清元, 洪梦莹 (73)

福建省普通高校体育工作现状调查研究
 林 俊, 肖荣辉, 黄 晖 (77)

对普通高校公共体育教师职业认同感的研究
 陈金霞 (83)

基于 CDIO 理念的化学工程与工艺专业实践教学体系的构建
 陈培珍, 刘俊劭, 范荣玉 (86)

服务地方应用型食品专业实验改革研究
 ——以武夷学院为例 许 原 (91)

高分子材料与工程专业毕业实习现状分析及其对策建议
 刘瑞来, 赵璿云, 郭绍英 (95)

应用创新型物联网人才培养实践教学体系研究
 余文森, 郭 磊 (99)

浅谈 VRML 虚拟实验技术在现代教育技术课程的应用
 马阿曼 (104)

《工程造价软件》课程教学改革探析
 黄张萍, 陈 坚 (107)

26 份武夷名丛茶树种质资源 秋茶生化成分多样性分析

张见明

(武夷学院 国际茶学研究中心, 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心, 福建 武夷山 354300)

摘要:为深入研究武夷山茶树种质资源,对 26 份武夷名丛的秋茶生化成分进行了评价鉴定和遗传多样性分析。结果表明,26 份武夷名丛的生化成分具有丰富的遗传多样性和变异性,平均遗传多样性指数为 1.87,平均变异系数为 19.35%。通过多变量的主成分分析,前 4 个主成分代表了 26 份资源生化成分多样性 91.81%的信息。基于生化成分,把 26 份资源聚类划分为 3 个类群,3 个类群除了咖啡碱和水浸出物含量差异不显著外,其他生化成分间均存在显著差异。第 I、III 类群大部分为适制乌龙茶的资源,第 II 类群为适制红茶的资源。初步筛选出茶多酚含量特异的种质 2 份(JM003 和 JM008)、水浸出物含量特异的种质 2 份(JM022 和 JM015)。

关键词:武夷名丛;茶树种质资源;生化成分;遗传多样性;聚类分析

中图分类号:S571.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0001-07

茶树种质资源是生产上直接利用、品种创新和生物技术研究的物质基础,具有十分重要的价值和意义^[1]。武夷山是世界自然与文化遗产地,也是红茶与乌龙茶的发源地,自然条件优越,为茶树的生长和繁育提供了良好的自然条件^[2]。武夷山产茶历史悠久,素有“茶树品种王国”之称,茶树种质资源十分丰富,据历史记载其种类多达 1187 种,为优异茶树新品种的选育提供了丰富的基因库,如历史上著名的武夷山四大名丛和省级良种肉桂均来自武夷名丛^[3-4]。因此,收集、保存、鉴定、评价和开发利用武夷名丛茶树种质资源对于武夷岩茶产业的发展具有十分重要的意义。

在武夷名丛的收集和保存方面,罗盛财等^[5]建立的九龙窠名丛园和武夷山市龟岩茶树种质资源圃收集和保存武夷名丛近百份,为武夷名丛的保护、研究及利用奠定了十分重要的基础。在武夷名丛的鉴定、评价与开发利用方面,近几年的研究报道逐年增加,如王飞权、钟兰馨等^[6-10]从生化成分、解剖结构以及夏暑茶鲜叶的红茶适制性方面对武夷名丛进行了一定的研究,发现武夷名丛的春茶生化成分具有丰富的遗传多样性,并筛选出部分生化成分特异的茶树资源,同时还间接地发现了一批抗逆性和生产力指数较高的名丛,通过加工发现个别武夷名丛的夏暑茶鲜叶适合加工红茶;冯花等^[11]发现九龙兰等 14 份武夷名丛的主要生化成分间差异显著且存在较大的变异性;邱友梅等^[12]发现武夷名丛的生化成分在春秋两季均表现出显著的差异性和季节性变化;洪永聪等^[13]发现武夷岩茶“十大名丛”的生物学特性均存在一定的差异性和多样性。这些均为武夷名丛的开发利用提供了一定的理论基础。

茶叶中的主要生化成分是形成优异茶叶品质的重要物质基础。在其他茶区,已有研究者对贵州^[14]、广

收稿日期: 2016-04-28

基金项目: 福建省对外合作产业化项目(2016I1008);福建省区域发展项目(2015N3013);福建省区域发展重大项目(2013Y3006);福建省 2011 协同创新中心——中国乌龙茶产业协同创新中心专项;福建省区域科技重大项目(2011N3026);国家级大学生创新性实验项目(201510397007)。

作者简介:张见明(1970-),男,汉族,农艺师,主要从事茶叶加工与茶资源综合利用研究。

西^[5]、云南^[6]、四川^[7]等地的地方茶树种质资源的生化成分进行了多样性分析,并筛选出了一批特异资源。在武夷山茶区,也有研究人员对武夷名丛的生化成分的多样性进行了研究报道^[8],但鲜见关于武夷名丛秋茶鲜叶生化成分的研究报道。因此,为了充分发掘武夷名丛茶树种质资源的利用潜力,了解其不同季节生化成分的多样性,提高秋茶资源的利用率,在同一生境下,本试验以武夷山茶区的26份武夷名丛为研究对象,于2015年秋季采其鲜叶进行生化成分的系统分析、鉴定与评价,深入了解其主要生化成分的变异性、多样性、适制性以及特异性,以期为武夷山秋茶资源的利用和新品种选育提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 武夷名丛保存地环境条件和基本信息

位于武夷山风景区梅子桥村的武夷山市龟岩茶树种质资源圃,具有深厚的土层和便利的灌溉设施。资源圃的平均最高气温是23.6℃、最低气温14.0℃,年平均气温是17.9℃,7月平均温度达33.5℃,是一年中气温最高月份,1月平均温度3.5℃,是最低月份,10℃以上的活动积温在5000℃以上;日照时数在8.5h/d的季节主要在夏秋季,主要以漫射光为主;1500

mm以上的降雨量和80%左右的湿度(RH)适宜茶树的生长^[9]。

2015年秋,本试验在武夷山市龟岩茶树种质资源圃中选取不见天、白牡丹等26份武夷名丛为试验对象(基本情况见表1),取其第一轮新梢的1芽2叶为原料进行固样(先用高温水蒸汽杀青,然后在恒温烘箱中烘干,烘干后用万能粉碎机磨碎,保持样品之间的破碎度一致),并冻藏于冰柜中备用。

1.2 生化成分测定方法

武夷名丛主要生化成分(水浸出物、茶多酚总量等4项)的测定均参照张正竹的方法^[10]。采用三氯化铝比色法测定黄酮类化合物的总量^[11]。试验均采用分析纯级药品试剂进行测定。

1.3 数据分析方法

采用Excel(2003)对所测指标的基本统计参数和遗传多样性指数进行分析。利用SPSS 20.0 for Windows统计软件进行主成分分析和聚类分析。其中,主成分分析采用因子过程的主成分分析法,并采用方差最大化正交法对各变量进行旋转,因子提取累积贡献率大于90%的部分。采用离差平方和法(Ward's method),距离为欧式平方距离进行聚类分析。聚类后,各类群间生化成分的差异分析采用单因素方差分析(One-way ANOVA)、最小显著差异法(LSD's

表1 26份武夷名丛的基本信息

序号	代号	名丛名称	来源地	序号	代号	名丛名称	来源地
1	JM001	不见天	九龙窠九龙涧凹处	14	JM036	紫竹桃	牛栏坑
2	JM003	白牡丹	马头岩水洞口	15	JM039	香石角	水濂洞
3	JM008	玉笋	北斗峰	16	JM043	醉八仙	北斗峰
4	JM011	石中玉	刘官寨	17	JM044	红鸡冠	内鬼洞
5	JM012	岭上梅	状元岭	18	JM049	不知春	流香涧
6	JM015	老来红	外九龙窠	19	JM055	小红梅	九龙窠
7	JM017	醉水仙	刘官寨	20	JM061	正太阴	外鬼洞
8	JM018	灵芽	刘官寨	21	JM066	小玉桂	九龙窠
9	JM019	玉嬪	刘官寨	22	JM068	岭下兰	慧苑狗洞
10	JM021	正玉兰	状元岭	23	JM073	正柳条	九龙窠
11	JM022	九龙兰	外九龙窠	24	JM078	九龙珠	九龙窠
12	JM026	月桂	霞宾岩下溪仔边	25	JM081	醉墨	九龙窠
13	JM035	金鸡母	九龙窠	26	JM082	过山龙	弥陀岩

method)进行多重比较。遗传多样性指数(H')采用文献15的方法进行计算。

2 结果与分析

2.1 26份武夷名丛秋茶鲜叶生化成分的基本参数和遗传多样性

26份武夷名丛秋茶鲜叶各生化成分的含量、最大值、最小值及遗传多样性指数(H')等见表2。由表可知,武夷名丛秋茶鲜叶在生化成分上表现出明显的差异,具有丰富的遗传多样性,6个生化成分的遗传多样性指数的变化范围为1.49~2.12,遗传多样性指数的平均值(H')达1.87。其中,H'最大的是黄酮类含量(2.12),其次为氨基酸(2.09)和水浸出物含量(2.00),咖啡碱最小(1.49)。

茶叶生化成分的变异系数是衡量茶树种质资源之间生化成分变异程度的一个统计量^[2]。对26份武夷名丛秋茶鲜叶生化成分的变异系数分析发现,6个指标的变异系数变化范围为9.83%~28.38%,平均变异系数为19.35%,表现出丰富的变异性,其中变异系数最大的是酚氨比,达到28.38%,其次是咖啡碱和氨基酸,分别为26.93%和19.67%;最小的是水浸出物,为9.83%,说明氨基酸和咖啡碱在生化成分上的改良潜力较大,水浸出物的潜力最小。

对26份武夷名丛秋茶鲜叶的生化成分含量分析发现,其水浸出物含量变化范围为34.38%~52.21%,平均值为46.59%,含量最高的是JM022(52.21%),其次是JM015(51.93%),最低的是JM017(34.38%),有73.1%的武夷名丛水浸出物含量超过了45%,说明武夷名丛秋茶鲜叶内含物质丰富;茶多酚含量变化范围为23.70%~41.19%,平均值为30.74%,含量最高的是JM003(41.19%),最低的是JM035(23.70%),有92.31%的武夷名丛茶多酚含量超过25%;氨基酸含量的变化范围为1.78%~3.70%,平均值为2.60%,含量最高的是JM068(3.70%),含量最低的是JM003(1.78%),超过2.5%的武夷名丛占53.85%;咖啡碱含量的变化范围为1.56%~4.31%,平均值为2.08%,含量最高的是JM049(4.31%),含量最低的是JM043(1.56%),超过2.0%的武夷名丛占42.31%;黄酮类总

量的变化范围为0.85%~1.73%,平均值为1.30%,含量最高的是JM044(1.73%),含量最低的是JM043(0.85%),超过1.2%的武夷名丛占62.0%。

酚氨比常作为判断茶树种质资源适制性的参考指标之一。通常认为,酚氨比低(<8)、氨基酸含量高的种质适制绿茶^[20];酚氨比高(>15)、茶多酚含量高的种质适制红茶^[21];而乌龙茶或红绿茶兼制的种质,则酚氨比值一般在8~13或8~15^[22-24]。从表2可知,26份武夷名丛秋茶鲜叶的酚氨比变异幅度最大,其变异系数达28.38%,其中比值低的仅7.81(JM043),高的达到23.09(JM003),其平均值为12.34。低于8的武夷名丛有1份,大于15的武夷名丛有3份,在8~13之间的武夷名丛有17份,5份在13~15范围内。

表2 26份武夷名丛生化成分的含量、变异系数及遗传多样性指数

名丛编号	水浸出物/%	咖啡碱/%	茶多酚/%	氨基酸/%	黄酮类/%	酚氨比
JM001	46.59	1.58	29.20	2.17	1.39	13.46
JM003	50.10	1.99	41.19	1.78	1.12	23.09
JM008	50.92	2.13	38.36	1.86	1.14	20.66
JM011	48.46	2.46	30.42	2.74	0.85	11.10
JM012	50.59	2.71	35.51	3.50	1.57	10.13
JM015	51.93	1.71	29.26	2.14	1.64	13.66
JM017	34.38	1.67	32.25	2.70	1.18	11.95
JM018	46.45	1.70	29.30	2.17	1.12	13.53
JM019	38.53	2.48	28.68	3.37	1.32	8.52
JM021	49.34	2.53	30.36	2.68	1.04	11.31
JM022	52.21	1.79	29.76	2.41	1.72	12.37
JM026	43.67	1.99	32.18	2.23	1.30	14.41
JM035	47.94	1.73	23.70	2.76	1.20	8.60
JM036	44.28	1.84	31.34	2.43	1.56	12.89
JM039	50.88	2.05	34.55	2.76	0.99	12.50
JM043	50.21	1.56	23.77	3.04	1.14	7.81
JM044	45.30	1.61	31.17	2.10	1.73	14.81
JM049	36.77	4.31	26.58	2.74	1.42	9.70
JM055	42.50	1.79	31.90	2.11	1.21	15.14
JM061	49.66	2.05	31.84	2.72	1.44	11.72
JM066	46.12	1.96	30.02	2.93	1.44	10.25
JM068	48.52	2.19	31.03	3.70	1.27	8.38
JM073	47.94	2.50	26.71	2.53	1.53	10.56
JM078	42.96	1.92	27.89	2.17	1.43	12.85
JM081	47.78	1.66	30.89	2.45	0.95	12.59
JM082	47.21	2.25	31.32	3.50	0.99	8.95
平均值(%) Average	46.59	2.08	30.74	2.60	1.30	12.34
最大值(%) Max	52.21	4.31	41.19	3.70	1.73	23.09
最小值(%) Min	34.38	1.56	23.70	1.78	0.85	7.81
标准差 SD	4.58	0.56	3.82	0.51	0.24	3.50
变异系数(%) CV	9.83	26.93	12.43	19.67	18.87	28.38
遗传多样性指数 H'	2.00	1.49	1.76	2.09	2.12	1.78

2.2 主要生化成分的主成分分析

为了更好地研究群体,常采用主成分分析方法解释群体方差的主要来源,简化研究性状从而获取解释方差的重要性状^[25]。以 26 份武夷名丛秋茶鲜叶的 6 个生化成分为变量,以累计贡献率 $\geq 90\%$ 为标准,确定了前 4 个成分为主要成分(表 3)。前 4 个主成分的累计贡献率达 91.81%,其包含了 6 个性状的绝大部分信息,进而用这四个成分对 26 份武夷名丛进行综合评价。第 1 个主成分的贡献率为 40.25%,其中酚氨比值的贡献最大,茶多酚含量次之,再次为氨基酸含量(负值),其特征所凝聚的生物学信息主要与酚氨比值、茶多酚与氨基酸的信息相关。第 2 主成分贡献最大的是咖啡碱含量,反映的主要是咖啡碱的信息;第 3 主成分中,体现的主要是水浸出物的信息;第 4 主成分主要反映的是黄酮类总量的信息。

表 3 主成分分析结果

项目	PC I	PC II	PC III	PC IV
水浸出物(%)	0.086	-0.184	0.940	0.016
咖啡碱(%)	-0.079	0.905	-0.221	0.049
茶多酚(%)	0.816	0.248	0.308	-0.213
氨基酸(%)	-0.742	0.492	0.203	-0.214
黄酮类(%)	-0.025	0.023	0.011	0.984
酚氨比	0.975	-0.188	0.050	0.004
特征值	2.42	1.15	1.11	0.83
累积贡献率(%)	40.25	59.41	77.94	91.81

2.3 生化成分的聚类分析

依据武夷名丛秋茶鲜叶主要生化成分的分析结果,将 26 份武夷名丛茶树种质进行了聚类(见图 1),同时,根据聚类的结果比较分析了各类群生化成分的差异(见表 4)。

由图 1 可知,26 份武夷名丛被聚为 3 个类群。其中,有 11 份武夷名丛聚到第 I 类群中,并分为 2 个亚群;JM055、JM026、JM078、JM001、JM036、JM044 为一个亚群;JM015、JM022、JM061、JM066、JM073 为一个亚群。第 II 类群包括 2 份武夷名丛:JM003 和 JM008。第 III 类群包括 13 份武夷名丛,分成 3 个亚群:JM017、JM019、JM049 为一个亚群;JM068、JM082、JM012 为一个亚群;JM035、JM043、JM018、JM081、JM011、JM021、JM039 为一个亚群。

JM011、JM021、JM039 为一个亚群。

从表 4 可知,三个类群除了水浸出物和咖啡碱的含量不存在显著差异外,其他各生化成分均有显著的差异。其中,茶多酚含量和酚氨比值以第 II 类群最高,且显著高于第 I 和第 III 类群;黄酮类总量以第 I 类群最高,且显著高于第 II 类群和第 III 类群;第 III 类群的氨基酸含量最高,并显著高于第 I 和第 II 类群。

总体比较可知,生化成分含量以第 II 类群最丰富,表现为水浸出物和茶多酚含量最高,且具有最高的酚氨比,该类群全部适制红茶;第 I 类群次之,除黄酮类含量最高外,水浸出物、茶多酚和氨基酸含量居中,酚氨比值较高,6 份适制乌龙茶,4 份适制红绿茶,1 份适制红茶;第 III 类群,氨基酸和咖啡碱含量最高,除了黄酮类居中之外,其他均最低,绝大部分适制乌龙茶,适制绿茶和红绿茶兼制各 1 份。

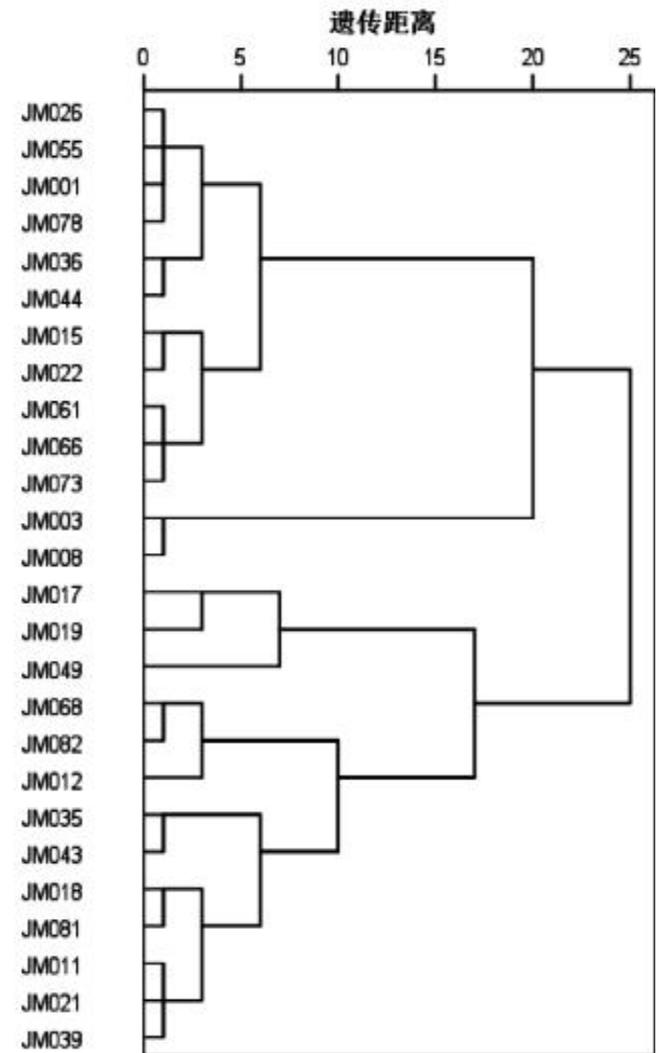


图 1 聚类分析结果

表 4 三个类群的主要生化成分的比较结果

主要生化成分	第 I 类群		第 II 类群		第 III 类群	
	$\bar{x} \pm s$	CV(%)	$\bar{x} \pm s$	CV(%)	$\bar{x} \pm s$	CV(%)
水浸出物(%)	46.65±3.42 a	7.33	50.51±0.58 a	1.15	45.93±5.56 a	12.10
咖啡碱(%)	1.89±0.25 a	13.45	2.06±0.10 a	4.81	2.25±0.73 a	32.42
茶多酚(%)	30.12±1.77 b	5.87	39.76±2.00 a	5.03	29.87±3.56 b	11.92
氨基酸(%)	2.36±0.28 b	11.68	1.82±0.06 b	3.11	2.93±0.46 a	15.58
黄酮类(%)	1.49±0.17 a	11.08	1.13±0.01 b	1.25	1.16±0.20 b	17.46
酚氨比	12.92±1.61 b	12.48	21.88±1.72 a	7.85	10.39±1.89 c	18.21

注:在 0.05 水平上,不同小写字母表示类群间差异显著。

3.4 生化成分含量特异的茶树种质的筛选

在茶叶深加工中功能性成分的提取和高含量功能性成分茶产品的生产过程中,生化成分含量特异的茶树种质往往是其生产的重要原料来源,同时该类种质可以作为杂交育种的亲本用于今后育种的研究^[26]。根据茶树特异性种质资源的生化成分指标:高水浸出物(≥51%);高氨基酸(≥5.0%);高茶多酚(≥38.0%)、低茶多酚(≤15.0%);高咖啡碱(≥5.0%)、低咖啡碱(≤1.0%)^[27]。本研究根据生化成分测定结果,从 26 份武夷名丛中筛选出 4 份在生化成分上比较特异的种质,详见表 5。

表 5 生化成分含量比较特异的种质

项目类型	名丛代码
高水浸出物(≥51%)	JM022(52.21%)、JM015(51.93%)
高茶多酚(≥38.0%)	JM003(41.19%)、JM008(38.36%)

注:括号内数据为各资源对应的生化成分含量。

在 26 份武夷名丛秋茶鲜叶生化成分分析中,发现茶多酚特异资源 2 份:JM003 (41.19%)、JM008 (38.36%);水浸出物特异资源 2 份:JM022(52.21%)、JM015(51.93%)。此外,还发现水浸出物含量较高的武夷名丛有:JM008 (50.92%)、JM039 (50.88%)、JM012 (50.59%)、JM043 (50.21%)、JM003 (50.10%)、JM061 (49.66%)、JM021 (49.34%)、JM068 (48.52%)、JM011 (48.46%),茶多酚含量较高的武夷名丛是 JM012 (35.51%),咖啡碱含量较高的是 JM049(4.31%),黄酮类含量较高的有 JM044(1.73%)和 JM022(1.72%)。以

上种质资源在今后秋茶生产和研究中具有较大开发利用价值。

3 讨论

表型多样性是遗传多样性与环境多样性的综合体现^[7]。对于茶树种质资源而言,生化成分则是其重要的表型性状,因此,本试验就主要生化成分对 26 份武夷名丛茶树种质所构成的群体进行了表型多样性研究。通过系统的测定与分析,发现 26 份武夷名丛秋茶鲜叶的主要生化成分的多样性指数和变异系数均较高,均值分别达 1.87 和 19.35%,但均较王飞权等^[7](2.06 和 22.02%)的研究结果低,变异系数却较邱友梅等^[12](16.99%)的结果高,这可能与研究材料的多寡及生化成分的季节性变化有关;与其他茶区相比,其多样性指数和变异系数均较贵州(2.31 和 25.45%)^[14]、广西(1.90 和 25.80%)^[15]和四川(1.92 和 26.80%)^[17]的低,而变异系数高于云南(16.53%)^[16],这可能与茶树种质资源的区域性分布和生化成分的季节性变化有关。26 份秋季材料生化成分的变异类型较为丰富,在酚氨比、咖啡碱和氨基酸含量上变异系数较高,说明秋季武夷名丛种质资源在酚氨比、氨基酸和咖啡碱上有较大的选择潜力。遗传多样性指数大于 2.0 有 3 个生化成分,说明其遗传多样性丰富,具有一定的改良潜力。

26 份武夷名丛秋茶鲜叶,茶多酚含量平均值为 30.74%,氨基酸含量平均值为 2.6%,咖啡碱含量平均

值为 2.08%,水浸出物含量平均值为 46.59%,黄酮类含量平均值为 1.3%,其茶多酚含量、水浸出物含量、黄酮类含量均高于王飞权等测定的结果,其他成分含量均偏低,表现出生化成分含量的季节性差异,但与邱友梅等的存在一定差异。本研究中,水浸出含量、茶多酚含量均较高,说明武夷名丛秋茶鲜叶内含物比较丰富,具有一定的开发和利用价值。

本试验依据秋茶鲜叶 6 个主要生化成分的分析结果,对 26 份武夷名丛茶树种质进行了主成分分析,在累计贡献率大于 90 %的前提下,提取了前 4 个主成分,这 4 个成分能够反映出武夷名丛的绝大部分信息。各主成分包含的信息存在一定的相关性,每个主成分均能够较为客观地体现出所控制的相应性状之间的关系,且不同生化成分在 4 个主成分中均有明显不同的特征向量。

在秋季,以遗传距离为 19 将 26 份武夷名丛茶树资源分成 3 个大组群。除了水浸出物和咖啡碱含量不存在显著差异外,3 大类群的其他成分均存在显著差异。酚氨比是判定茶树资源适制性的一个参考指标^[22],一般认为,酚氨比在 8 以下,且具有相对较高的氨基酸含量和相对较低的茶多酚含量,同时具有一定的水浸出物含量(32%~40%)和咖啡碱含量(3.3%~3.6%)的种质适制绿茶,酚氨比大于 15,且具有相对较低氨基酸含量和相对较高的茶多酚、水浸出物和咖啡碱含量的种质适制红茶,在这之间的为红绿茶兼制品种^[20-21,28]。贵州^[14]、广西^[15]、云南^[16]、四川^[17]等茶区已有研究人员对当地茶树资源的适制性进行了界定。本研究除依据以上研究结果外,同时参照了酚氨比在 8~13,且氨基酸和茶多酚含量适中的种质适制乌龙茶的标准^[23-24]。根据以上标准,发现第 I 类群部分种质适制乌龙茶,部分种质适制红茶或红绿茶兼制;第 II 类群全部种质适制红茶;第 III 类群绝大部分种质适制乌龙茶,个别种质适制绿茶或红绿茶兼制。总体来看,大部分武夷名丛适制乌龙茶,部分适制其它茶类,这与实际生产中武夷名丛用于生产乌龙茶的情况比较一致。

通过对 26 份武夷名丛秋茶鲜叶的生化成分进行系统的测定、分析与评价,初步筛选出 4 份生化成分比较特异的种质,如 JM003(41.19%)、JM008(38.36%)为茶多酚含量超常规的种质, JM022、JM015 为水浸出

物含量超常规的种质。这些种质可以为今后的茶叶深加工、功能成分的提取提供原料,同时也可以可以在茶树育种上加以利用。

参考文献:

- [1] 陈亮,杨亚军,虞富莲.中国茶树种质资源研究的主要进展和展望[J].植物遗传资源学报,2004,5(4):389-392.
- [2] 叶元高,徐斌.浅谈武夷山市茶产业发展的现状和展望[J].中国茶叶,2009(6):37-38.
- [3] 罗盛财.武夷岩茶名丛录[M].北京:科学出版社,2007.
- [4] 姚月明,陈永霖.武夷肉桂茶树品种开发利用[J].茶业通报,1994,16(3):12-13.
- [5] 罗盛财.九龙窠武夷岩茶名丛园的建立与利用研究初报[J].福建茶叶,1992(2):32-34.
- [6] 王飞权,冯花,罗盛财,等.部分武夷名丛种质资源生化成分分析[J].黑龙江农业科学,2012(4):107-109.
- [7] 王飞权,冯花,王芳,等.42 份武夷名丛茶树资源生化成分多样性分析[J].植物遗传资源学报,2015,16(3):670-676.
- [8] 王飞权,吴淑娥,冯花,等.部分武夷名丛叶片解剖结构特性研究[J].中国农学通报,2013,29(4):130-135.
- [9] 王飞权,冯花,罗盛财,等.武夷名丛‘向天梅’夏暑红茶适制性研究[J].食品研究与开发,2013,34(15):51-55.
- [10] 钟兰馨,冯花,罗盛财,等.三种武夷名丛夏暑红茶适制性研究[J].黑龙江农业科学,2013(9):84-86.
- [11] 冯花,罗盛财,王飞权,等.‘九龍兰’等 14 份武夷名丛茶树资源主要生化成分分析[J].武夷学院学报,2016,35(3):31-37.
- [12] 邱有梅,王飞权,罗盛财,等.不同季节武夷名丛茶树种质资源生化成分分析[J].西北农业学报,2012,21(10):117-122.
- [13] 洪永聪,卢莉,辛伟,等.武夷岩茶“十大名丛”种质生物学特性的鉴定与评价[J].中国农学通报,2012,28(28):234-238.
- [14] 陈正武,陈娟,龚雪,等.28 份贵州茶树种质资源的生化成分多样性分析[J].西南农业学报,2015,28(4):1517-1523.
- [15] 王新超,陈亮,杨亚军.广西茶树资源生化成分多样性分析[J].植物遗传资源学报,2010,11(3):309-314.
- [16] 堵源康,秦廷发,王子浩,等.云南 35 份茶树良种生化成分多样性分析[J].西南大学学报(自然科学版),2013,35(10):36-41.
- [17] 王小萍,唐晓波,王迎春,等.52 份茶树资源生化组分的表型多样性分析[J].茶叶科学,2012,32(2):129-134.
- [18] 张正竹.茶叶生物化学实验教程[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [19] 黄意欢,叶银芳,包先进.茶学实验技术[M].北京:中国农业

- 出版社,1997.
- [20] 杨亚军.茶树育种品质早期化学鉴定-Ⅱ.鲜叶的主要生化组分与绿茶品质的关系[J].茶叶科学,1991(2):59-64.
- [21] 杨亚军.茶树育种品质早期化学鉴定-Ⅰ.鲜叶的主要生化组分与红茶品质的关系[J].茶叶科学,1990(2):127-131.
- [22] 程启坤.茶叶品种适制性的生化指标:酚氨比[J].中国茶叶,1983(1):38.
- [23] 宛晓春,黄继轸,沈生荣.茶叶生物化学[M].3版.北京:中国农业出版社,2003.
- [24] 张文锦,郭专.乌龙茶鲜叶酚氨比与品质的关系及其调控[J].茶叶科学简报,1993(4):4,14-16.
- [25] 严学兵,周禾,王堃,等.披碱草属植物形态多样性及其主成分分析[J].草地学报,2005,13(2):111-116.
- [26] 林小端.我国茶树特异资源研究进展[J].贵州茶叶,2008(2):1-5.
- [27] 钟雷.武夷名丛种质资源特征特性研究及筛选[D].福州:福建农林大学,2009.
- [28] 陆锦时,魏芳华,李春华.茶树品种主要化学成分与品质的研究[J].西南农业学报,1994,7(增刊):1-5.

(责任编辑:陈 果)

Diversity Analysis of Biochemical Components in Autumn Shoots of 26 Wuyi Mingcong Tea Plant Germplasm Resources

ZHANG Jianming

(International Tea Research Center, Wuyi University, Collaborative Innovation Center of Chinese Oolong Tea Industry, Tea Engineering Research Center of Fujian Higher Education, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Biochemical components and genetic diversity in autumn shoots were analyzed in 26 Wuyi Mingcong tea germplasms from Wuyi mountain tea area to further study tea germplasm resources in Wuyi mountain. The results showed that the biochemical diversity and variation were high in 26 Wuyi Mingcong tea germplasms. The average diversity index and coefficient of variation were 1.87 and 19.35 %, respectively. In principal component analysis, the first four principal components represented 91.81 % of the biochemical diversity. Based on the biochemical data, 26 Wuyi Mingcong were clustered into 3 groups. In addition to the caffeine and water extracts content, other biochemical components exist significant difference of 3 groups. The cluster analysis showed that 26 Wuyi Mingcong were clustered into 3 groups. In addition to the caffeine content, other biochemical components exist significant difference of 3 groups. Most of the tea germplasms in the first and the third group suited to be processed Oolong tea. The tea germplasms in the second group suited to be processed green tea. 2 specificity resources with high tea polyphenols content (JM003 and JM008), 2 specificity resources with high water extracts content (JM022 and JM015).

Key words: Wuyi Mingcong; tea plant germplasm resources; biochemical composition; genetic diversity; cluster analysis

不同冲泡温度对小种红茶化学成分浸出的影响分析

卢莉^{1,2}, 李源¹

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.中国乌龙茶产业协同创新中心, 福建 武夷山 354300)

摘要:为了研究不同冲泡水温对小种红茶内含化学成分的浸出规律,设置冲泡温度 70、80、90、100 ℃,对小种红茶茶汤中主要化学成分进行检测。结果表明:随着冲泡水温的升高,茶汤中的茶多酚、氨基酸、咖啡碱、黄酮类浸出量增加;茶色素中茶黄素(Theaflavins)和茶红素(Thearubigins)随着水温升高,浸出量先升高后下降,分别在 90 ℃和 80 ℃达到最高值,茶褐素(Theabrownine)的浸出量与冲泡水温成正比;水温在 80~90 ℃时,TR/TF 比值在 10~15 之间,符合红茶 TR/TF 比值要求。小种红茶适宜在水温 80~90 ℃之间冲泡。

关键词:小种红茶;冲泡温度;化学成分;浸出量

中图分类号:TS275.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0008-04

风味独特的红茶日益受到消费者的青睐,市场需求量大,在世界茶叶生产、消费、出口和其他方面都占据了主要地位,据数据统计红茶产量约占世界总产量的 80%^[1]。世界红茶起源于武夷山,首先发明小种红茶,而后发展出工夫红茶、红碎茶。小种红茶是世界红茶的鼻祖,是武夷山红茶消费的主体,随着人们生活质量的逐渐提高,也越来越受到广大消费者的喜爱。武夷山品饮小种红茶,有人用 100 ℃开水冲泡,也有人冲泡之前将开水先晾至水温略微降低再冲泡。两种冲泡方法水温不同,茶汤中浸出化学成分也存在差异。笔者对武夷山市售不同等级小种红茶采用不同冲泡温度,对小种红茶茶汤中主要化学成分进行检测,探讨不同冲泡温度对小种红茶内含化学成分浸出的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用武夷山市售的金骏眉、银骏眉、正山小种(一

级)、正山小种(二级)。

1.2 试验仪器及试剂

试验仪器包括电子天平、铝制烘皿、干燥器、比色皿、磨碎机、随手泡、抽滤装置、DHG-9241A 电热恒温烘箱(控温±2 ℃)、UV-3200PC 紫外可见分光光度计、HH-4 数显恒温水浴锅、SHB-III 循环水多用真空泵、FW80 高速万能粉碎机、WP-UP-UV-20 纯水超滤设备等。

试验试剂包括乙酸乙酯、正丁醇、95%乙醇、碳酸氢钠、草酸、酒石酸钾钠、磷酸二氢钾、磷酸二氢钠、茚三酮、碱式乙酸铅、浓盐酸、浓硫酸、三氯化铝等。

1.3 试验方法

茶汤制备步骤为参照红茶感官审评标准,分别称取茶样 3 g,以茶水比 1:50,用温度计将水温分别控制在 100、90、80、70 ℃进行冲泡,计时 5 min 后立即将茶汤出汤备用。

测定方法:茶多酚的测定方法为酒石酸亚铁比色法 GB/T 8313-2002;氨基酸的测定方法为水合茚三酮比色法 GB/T 8314-2002;咖啡碱的测定方法为紫外分光光度法 GB/T 8312-2002;黄酮类的测定方法为三氯化铝比色法;茶黄素、茶红素、茶褐素的测定方法为系统分析法。

收稿日期:2015-12-23

作者简介:卢莉(1983-),女,汉族,讲师,主要从事茶树栽培与育种、茶叶加工方面的研究。

2 结果与分析

2.1 不同冲泡温度对小种红茶中茶多酚含量影响分析

茶多酚^[2]具有苦涩味,也被称为“茶单宁”,是茶叶中一种多酚类化合物的总称,各种茶叶品质特征的形成,都与茶多酚特性密切相关,尤其是构成红茶风味的重要物质。红茶中茶多酚在“发酵”中发生酶促氧化,其含量比鲜叶中的含量(18%~36%)明显降低。由图1可知,不同等级的小种红茶中茶多酚的浸出量与冲泡水温均成正相关,即水温越高,茶多酚浸出越多,90~100℃水温冲泡时茶多酚浸出量最多。对于不同等级的茶样,金骏眉与银骏眉茶汤中茶多酚含量差别不大,小种(一级)与小种(二级)茶汤中茶多酚含量差别也不大,但金骏眉、银骏眉与小种(一级)、小种(二级)茶汤中茶多酚含量差异较大。

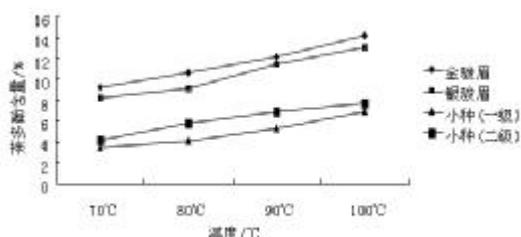


图1 不同冲泡温度下茶多酚浸出含量变化

2.2 不同冲泡温度对小种红茶中氨基酸含量影响分析

从图2可以看出,随着冲泡水温升高,不同等级的小种红茶中氨基酸的浸出量呈上升趋势。冲泡水温对小种红茶(一级)茶汤中氨基酸的含量影响相对较小。茶汤中氨基酸含量与小种红茶级别有关,等级越高,氨基酸含量越高。在不同冲泡温度条件下,氨基酸的浸出量变化比茶多酚小,酚氨比也随温度升高而升高,使得茶汤鲜爽程度与冲泡水温呈负相关。由于酚氨比过高,茶汤滋味苦涩,酚氨比过低,茶汤滋味淡薄。因此,从茶多酚与氨基酸含量的角度来看,常温80~90℃时,适中的酚氨比冲泡茶汤较为醇和,这与郭桂义^[3]的研究结果相一致。

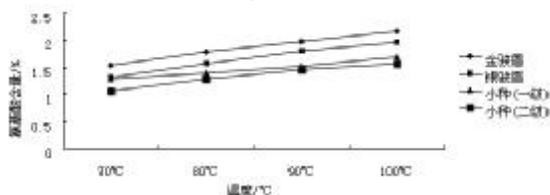


图2 不同冲泡温度下氨基酸浸出含量变化

2.3 不同冲泡温度对小种红茶中咖啡碱含量影响分析

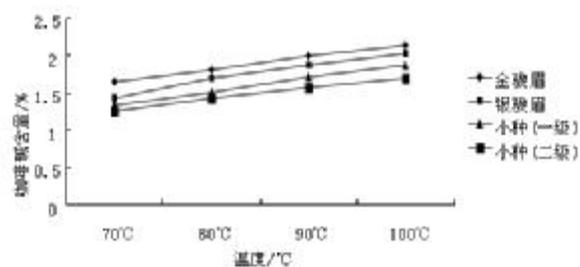


图3 不同冲泡温度下咖啡碱浸出含量变化

在图3中,不同等级的小种红茶在不同温度下冲泡,咖啡碱的浸出量随温度的升高而增加。不同茶样之间,不同温度对咖啡碱的浸出量影响差异较小。茶汤中咖啡碱含量也与小种红茶级别有关,等级越高,咖啡碱含量越高。

咖啡碱微带苦味,和茶多酚及其氧化产物络合后形成“冷后浑”,与茶汤的鲜爽度和浓度有关。少量的咖啡碱可以使身心处于一种兴奋状态,刺激机体中的中枢神经系统,诱发肾上腺素释放入血,增高机体血糖水平,注意力集中。过量的咖啡碱使人精神疲倦、身体发颤、难以入睡、刺激胃黏膜。一般成年男性每天大约消耗200mg的咖啡碱,多则无益^[4]。一般认为,红茶含有的咖啡碱在各茶类中含量较高,关崇新^[5]等人对福建的花茶、浙江的红茶及花茶、滇红、云南的沱茶5种茶叶中的咖啡因含量进行测定,结果表明不同茶类间,红茶中含有的咖啡碱含量较高。图3也显示红茶中咖啡碱含量较高,80~90℃的冲泡水温已经可以浸出足够的咖啡碱。

2.4 不同冲泡温度对小种红茶中黄酮类含量影响分析

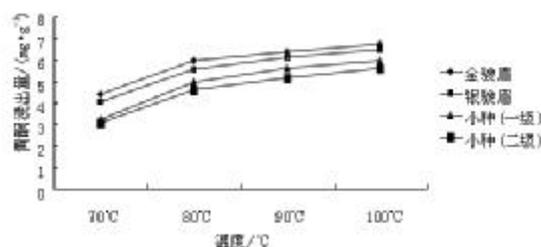


图4 不同冲泡温度下黄酮类浸出含量变化

图4中,4个小种红茶茶样在不同水温下冲泡,黄酮类的浸出量随温度的升高而升高,与温度成正相关。从不同温度段变化进行分析,70~80℃时变化较快,说明此温度段黄酮浸出量受温度影响较大,80~100℃之间,变化不大,黄酮浸出量增加趋于缓慢。总体上随着

水温的升高,黄酮浸出量增加。从不同茶样分析,金骏眉和银骏眉黄酮浸出含量差异不大,高于浸出含量同样差异不大的小种(一级)和小种(二级),总体来看,4个茶样黄酮浸出含量变化趋势是一致的。黄酮也是一种呈涩味物质,对咖啡碱的苦味也有增强作用,因此高温冲泡会影响红茶品质,这与有关研究相符^[6],因此不建议用 100℃ 水温冲泡小种红茶。

2.5 不同冲泡温度对小种红茶中茶色素含量影响分析

图 5 显示,茶黄素在一定的温度范围内(70~90℃)浸出含量随冲泡温度升高而升高,在 90℃ 时达到最大值,之后开始下降;在图 6 中茶红素浸出含量随冲泡温度先升高后下降,在 80℃ 时浸出含量最高,之后随着温度升高而下降;在图 7 中,由于受高温影响,茶黄素和茶红素进一步氧化为茶褐素,导致其浸出含量随温度的升高而升高;这三者的反映结果与有关研究结果^[7]相符。对不同茶样进行比较分析,随着等级升高,茶黄素与茶红素含量增加,黄褐色也随着茶样等级升高增加,但相对茶黄素与茶红素,不同等级间含量差异较小,总体分析,4个茶样中,茶黄素、茶红素及茶褐色随着水温变化趋势基本一致。

茶黄素具有辛辣和强烈收敛性,对红茶滋味有极为重要的作用,影响着红茶茶汤的浓度、强度和鲜爽度,尤其是强度和鲜爽度。茶红素是红茶汤色“红”的主要成分,也是汤味浓度和强度的重要物质,滋味甜醇。茶褐色滋味平淡,是红茶汤“暗”的主因。茶黄素和茶红素过高过低都会影响 TR/TF 的比值,TF、TR 含量高,比例较大,TR/TF=10~15 时,TB 较少,汤品优良;TB 较多,茶汤红暗不亮^[8]。图 8 中,温度在 80~90℃ 时,TR/TF 比值在 10~15 之间,结合图 7 茶褐素的浸出规律来看,在 85℃ 左右时茶褐素的浸出量比较合适。

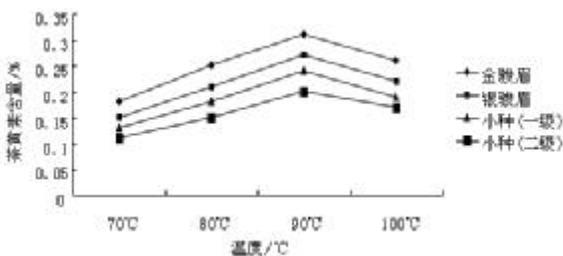


图 5 不同冲泡温度下茶黄素浸出含量变化

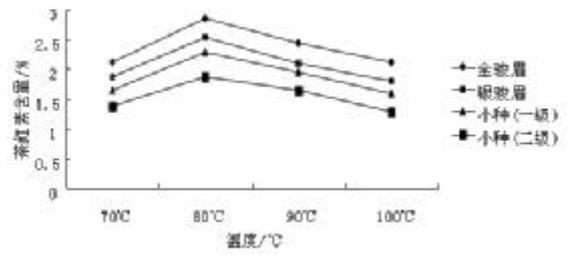


图 6 不同冲泡温度下茶红素浸出含量变化

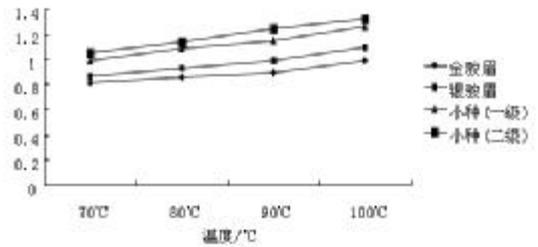


图 7 不同冲泡温度下茶褐素浸出含量变化

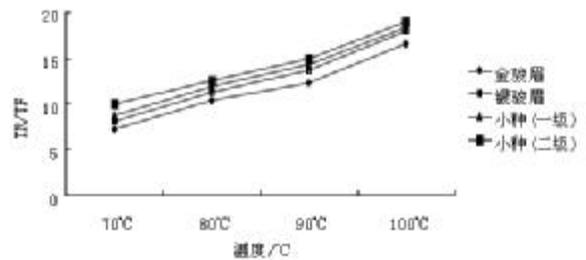


图 8 不同冲泡温度下 TR/TF 比值变化

3 结论

在相同的冲泡条件下,小种红茶茶汤中的茶多酚、氨基酸、咖啡碱、黄酮类含量随冲泡温度的升高而增加,茶多酚受水温影响比氨基酸大;茶黄素在 90℃、茶红素在 80℃ 时浸出量最高,之后随温度的升高均下降,茶黄素和茶红素受 90℃ 以上高温作用进一步转化为茶褐素,使得茶褐素随温度升高而升高,影响茶汤品质,因此 TR/TF 的最佳比值在 80~90℃ 左右。

对红茶而言,最重要的风味物质为呈鲜爽味的茶黄素和使茶汤滋味增强的茶红素,同时呈鲜味的氨基酸、涩味的茶多酚、苦味的咖啡碱、黄酮类等也起着重要的作用,一起构成红茶的品质。红茶品质的内质主要看 TR/TF 比值,综上所述,两者适宜的比值均在水温 80~90℃ 左右。红茶的冲泡的最佳水温,不是茶汤中各种化学成分浸出含量越多越好,而是能使对红茶品质起主导作用的 TR/TF 及其它物质的浸出含量达

到协调最佳。

由于感官审评容易受到审评人员主观因素的影响,通过不同冲泡水温对红茶茶汤中主要化学成分的检测,可以对感官审评进行补充,提供更为客观的数据分析,为红茶爱好者日常冲泡饮用给出较为合适的建议。

参考文献:

- [1] 余文权,薛凤仁.福建红茶的发展态势与展望[J].福建茶叶,2009(3):23-25.
- [2] 杨昌举.茶多酚与茶叶品质的关系[J].食品科学,1985(5):2-6.
- [3] 郭桂义,赵文净,陈秀兰,等.冲泡条件对信阳毛尖茶汤内主要滋味成分的影响[J].河南农业科学,2010(11):27-30.
- [4] 健平.咖啡因,健康杀手[J].中国食品,2000(10):15.
- [5] 关崇新,回瑞华,侯冬岩,等.茶叶中咖啡因含量的测定[J].鞍山师范学院学报,2001,3(3):45-47.
- [6] 李志华,国丽娟.冲泡方式对毛尖茶中黄酮浸出量的影响[J].大连民族学院学报,2010,12(5):21-24.
- [7] 李建芳,尹鹏,张江萍,等.浸提条件对红茶色素(TR/TF)浸出率的影响及红茶汤浸提工艺优化研究[J].食品科技,2012(6):101-108.
- [8] 宛晓春.茶叶生物化学[M].北京:中国农业出版社,2003:192-193.

(责任编辑:叶丽娜)

Analysis on the Impact on the Leaching of Chemical Components in Souchong Black Tea under Different Brewing Temperature

LU Li^{1,2}, LI Yuan¹

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

2.Collaborative Innovation Center for Chinese Oolong Tea Industry, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to study the leaching of chemical components of Souchong Black Tea under brewing temperature 70、80℃、90、100℃, the main chemical components of Souchong black tea were detected. The results showed that: With the increase of the brewing temperature, tea polyphenols, aminoacid, caffeine, tea flavonoids leaching amount increase; the leaching amount of theaflavins and thearubigins increase first and then decrease and reached the highest values at 90 degrees and 80 degrees respectively, theabrownine leaching amount and brewing temperature is proportional to; the ratio of TR/TF between 10-15 when the water temperature at 80 degrees -90 degrees, consistent with the requirements of black tea TR/TF ratio. The brewing temperature between 80 degrees and 90 degrees is suitable for Souchong Black Tea.

Key words: Souchong Black Tea; brewing temperature; chemical components; leaching amount

国内市售茶叶中稀土含量调查

赵 峰

(福建省产品质量检验研究院, 福建 福州 350001)

摘 要:对 2015 年市售的 701 批次茶叶稀土含量进行了调查,结果显示,乌龙茶的稀土含量水平最高,平均值为 3.72 mg/kg,有 59.5%样品超过 2.0 mg/kg 的指标;黑茶为其次,平均值为 2.29 mg/kg,稀土超标率 30.5%;绿茶、红茶和白茶中的稀土含量同属于较低水平,平均值分别为 1.26、1.41、1.11,超标率分别为 9.2%、6.4%、6.3%;黄茶稀土含量属低水平,平均值为 0.61 mg/kg,未发现超标样品。

关键词:茶叶;稀土

中图分类号:S571.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0012-04

稀土是由镧系元素(即原子序数从 57 到 71,共 15 个元素),及钪(Sc)、钇(Y),共 17 种元素组成,因它们常以氧化物或含氧酸盐伴生,且天然丰度较低,故而得名“稀土”。中国是世界第一大稀土资源国,已探明的稀土资源量约 6.588×10^{10} kg,占世界稀土资源的 41.36%。稀土具有独特的化学、物理性质,被公认为农牧渔业的“生长调节剂”和“工业维生素”。研究显示^[1],稀土元素可以提高植物的叶绿素含量,增强光合作用,促进根系发育,增加根系对养分吸收;还能促进种子萌发,提高种子发芽率,促进幼苗生长;使某些作物增强抗病、抗寒、抗旱的能力。近年来,茶叶中的稀土含量问题被舆论越来越多地关注,如:2015 年 5 月 17 日中央电视台“每周质量报告”专题报道了“福建乌龙茶稀土‘超标’问题”。茶叶稀土已成为继农药残留后影响产业发展的热点,本调查结果将有助于直观了解当前市售茶叶稀土含量状况。

1 材料与方法

1.1 样品来源

采样地点涉及华北、华中、华东、华南等地区的

收稿日期:2015-10-28

基金项目:福建省“2011 协同创新中心”中国乌龙茶产业协同创新中心(培育)专项(2013-51)。

作者简介:赵峰(1983-),男,汉族,工程师,主要从事食品质量与安全方向研究。

超市、茶叶零售店和批发市场,样品覆盖了全部 6 个茶类(构成情况如表 1),总数为 701 批次。

1.2 分析方法

依据 GB 5009.94-2012《食品安全国家标准 植物性食品中稀土元素的测定》对样品进行测试。

1.3 评价依据

依据 GB 2762-2005《食品中污染物限量》对茶叶中稀土含量的结果进行判定:稀土 $\leq 2.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

1.4 数据统计

测试结果依据茶类进行分类统计,分别计算了超标率、平均值、标准偏差等。

2 结果分析

2.1 总体情况分析

表 1 市售茶类稀土含量统计分析

类别	样品数 批次	超标数 批次	超标率/ %	最大值/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	最小值/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	均值/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	标准偏差/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
白茶	16	1	6.3	4.40	0.29	1.11	1.00
黑茶	131	40	30.5	7.60	0.30	2.29	1.43
红茶	78	5	6.4	6.90	0.20	1.41	0.84
黄茶	8	0	0	1.99	0.19	0.61	0.60
绿茶	347	32	9.2	6.20	0.01	1.26	0.79
乌龙茶	121	72	59.5	11.00	0.62	3.72	2.39
总计	701	150	21.4	11.00	0.01	1.88	1.62

全部 701 批次样品中,共有 150 批次样品稀土含量超过 $2.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,总体超标率为 21.4%,稀土含量均值为 $1.88 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,绝对标准偏差为 $1.62 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

茶类中除黄茶外,均发现了超标样品,超标率由高至低依次为:乌龙茶、黑茶、绿茶、红茶、白茶;其中,尤以乌龙茶的超标率最高,达 59.5%;黑茶的超标率居其次,达 30.5%;绿茶超标 9.2%;红茶和白茶的超标率约 6%。

从“平均值”上看,乌龙茶稀土最高,达到 $3.72 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;其次是黑茶,达到 $2.29 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;红茶、绿茶和白茶的稀土含量均值较为接近,依次分别为 1.41、1.26 和 1.11。从“绝对标准偏差”上看,最高是乌龙茶,达 2.39;其次为黑茶和白茶,分别为 1.43 和 1.00;红茶、绿茶和黄茶较为接近,依次分别为 0.84、0.79 和 0.60。

2.2 不同茶类稀土含量分布

2.2.1 白茶

表 2 白茶稀土含量分布区间

含量/ $(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	批次数	占比/%	累计百分比/%
≤ 2	15	93.8	93.8
$2 < \text{稀土} \leq 4$	0	0	93.8
$4 < \text{稀土} \leq 6$	1	6.2	100.0

由表 2 可知,多数白茶稀土含量属于较低的水平,仅有 1 批次样品异常偏高。

2.2.2 黑茶

表 3 黑茶稀土含量分布区间

含量/ $(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	批次数	占比/%	累计百分比/%
≤ 2	91	69.5	69.5
$2 < \text{稀土} \leq 4$	25	19.1	88.5
$4 < \text{稀土} \leq 6$	9	6.9	95.4
$6 < \text{稀土} \leq 8$	6	4.6	100.0

由表 3 可知,黑茶的稀土含量属于较高水平,有 69.5%的样品低于 $2.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,另外有 11.5%的样品含量甚至超过 $4.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

2.2.3 红茶

表 4 红茶稀土含量分布区间

含量/ $(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	批次数	占比/%	累计百分比/%
≤ 2	73	93.6	93.6
$2 < \text{稀土} \leq 4$	4	5.1	98.7
$4 < \text{稀土} \leq 6$	0	0	98.7
$6 < \text{稀土} \leq 8$	1	1.3	100.0

由表 4 可知,多数红茶(共 73 批次,占比为 93.6%)的含量低于 $2.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;共 4 批次(占比 5.1%)的稀土含量介于 $2.0 \sim 4.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 间;有 1 批次含量达 $6.9 \text{ mg}/\text{kg}$;通过与其它茶类的对比可知,红茶稀土含量属相对较低。

2.2.4 黄茶

黄茶的样品批次数较少,仅为 8 批次,未发现超标样品,其中最大稀土含量为 $1.99 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,且多数样品(其余 7 批次)含量低于 $1.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,为各茶类中最低。

2.2.5 绿茶

表 5 绿茶稀土含量分布区间

含量/ $(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	批次数	占比/%	累计百分比/%
≤ 2	315	90.8	90.8
$2 < \text{稀土} \leq 4$	29	8.4	99.1
$4 < \text{稀土} \leq 6$	2	0.6	99.7
$6 < \text{稀土} \leq 8$	1	0.3	100.0

由表 5 可知,多数绿茶(共 315 批次,占比为 90.8%)的含量低于 $2.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;共 29 批次(占比 8.4%)的稀土含量介于 $2.0 \sim 4.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 间;有 3 批次含量超过 $6.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,其中最高值为 $6.2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;通过与其它茶类的对比可知,绿茶稀土含量也相对较低,与红茶处于同一水平。

2.2.6 乌龙茶

表 6 乌龙茶稀土含量分布区间

含量/ $(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	批次数	占比/%	累计百分比/%
≤ 2	49	40.5	40.5
$2 < \text{稀土} \leq 4$	30	24.8	65.3
$4 < \text{稀土} \leq 6$	21	17.4	82.6
$6 < \text{稀土} \leq 8$	13	10.7	93.4
> 8	8	6.6	100.0

由表6可知,仅有49批(占比40.5%)的乌龙茶茶稀土含量低于 $2.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,共72批(占比59.5%)稀土含量超过 $2.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,其中甚至有8批(占比6.6%)稀土含量超过 $8.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。结合表1,通过与其他茶类的横向对比也显示,乌龙茶的稀土含量为最高。

3 讨论

现有研究显示,茶叶中稀土含量偏高,依次有以下三个方面原因。

3.1 地理环境背景

我国南方的江西、广东、广西、湖南、云南、福建和浙江等茶叶主产区的土壤都属于风化型土壤,土壤中含有丰富的离子型稀土资源(也称风化壳淋积型稀土资源),尤其是中重稀土含量较高^[2],土壤本底中的稀土经离子交换后,特别是在施用氮肥后(以尿素最为典型)成为水溶性有机物,被植物吸收,导致茶树鲜叶中稀土含量升高。

3.2 植物特性

稀土在植物体内的分布存在一定的规律性,一般而言以根部最高,其次为叶片组织,再次为叶茎与果实。

具体到叶片组织中,又随叶片组织成熟度的提高而增加,粗老叶片中的稀土含量高于幼嫩叶片。由于不同种类的茶叶对原料的选择有所不同,乌龙茶、黑茶、紧压茶通常采摘成熟度较高的开面叶,而绿茶、红茶通常只采嫩芽叶,因此原料成熟度越高的茶叶稀土元素的含量越高。这是乌龙茶类产品在稀土元素检测过程相对容易出现不合格的主要原因。

3.3 肥料施用

稀土具有提高作物叶绿素含量,促进根系发育等特点,少量稀土对茶叶有增产提质作用。相关企业在知情或不知情的情况下生产了含有稀土的肥料(叶面肥、复合肥)和农药,造成茶叶中稀土总量超标,也导致对茶园土壤的污染^[9]。

但是,目前对茶叶稀土采取 $2.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的限量指标确实也存在诸多不合理之处。首先,从稀土限量标准的演化上追溯,最早对茶叶稀土进行限量规定的标准是GB 13107-1991《植物性食品中稀土限量卫生标准》,当时由于分析测试技术的限制(采用分光光度

法),特别是缺乏可靠有效的定量分析方法,因此是在缺乏大样本的数据的基础上针对5种稀土演化物总量制定的限量指标,指标的科学性不充分^[4];GB 2760-2005实施后,延续了GB 13107中对茶叶稀土的限量规定,而随着稀土测试技术的完善(采用电感耦合等离子体质谱法,可实现对16种稀土氧化物总量的测定)^[9],"茶叶稀土超标"问题这才开始"暴露"出来,并逐渐引起了关注。GB 2762标准在2012的修订过程,卫生部门与农业部门对稀土限量出现了截然不同的意见,农业部门认为应取消或放宽限量值,而卫生部门认为应经过充分风险评估后再决定该指标的去留,为了审慎处理该问题,GB 2762-2012延续了2005版标准中的茶叶稀土限量规定,进而形成了"茶叶稀土"如今略显尴尬的局面。其次,从科学合理性的角度分析,"茶叶"的日摄入量远低于"粮食",但茶叶的稀土总量限量标准和粮食作物一样($2.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)是明显不合理的,应充分低考虑茶叶的日摄入量以及稀土元素的水溶性,有研究^[6-9]表明稀土成分本身难溶于水,采取泡饮方式食用的茶叶,在泡饮过程的溶出比例约为13%~50%。再次,目前的研究数据显示,我国居民膳食稀土元素暴露水平很低,膳食摄入稀土含量均值为 $0.133\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$,远低于文献报道^[10-11]中稀土日允许摄入量($1.2\text{--}57.6\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$),根据CAC(国际食品法典委员会)食品污染物标准制定原则^[2],应取消对稀土的限量指标。

目前,从世界范围上看,除中国对茶叶中的稀土限量有明确标准要求外,美国、日本、欧盟国家、澳大利亚、新西兰、印度以及台湾的其它地区等均无稀土限量标准。

茶叶中的稀土并不像消费者想象中的可怕,有研究表明^[13-14],适量摄入稀土元素对人体有一定积极作用,如消炎,抗肿瘤等。鉴于茶叶中稀土限量的争议性,笔者认为,当检测出茶叶中稀土含量超标时,监管部门应正视问题的存在,消费者无须过度恐慌,媒体也更不应过度渲染。

4 结论

本次调查结果表明,我国6大茶类中以乌龙茶的稀土含量为最高,其次是黑茶,红茶、绿茶、白茶和黄

茶这四个茶类的稀土含量则处于较低的水平。亦即,乌龙茶和黑茶的稀土存在含量偏高的问题,该结论与多数学者对个别省份所产茶叶稀土含量研究的结果一致^[15-16]。但现行国家标准对茶叶中稀土采取 $2.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的限量值,与我国实际茶叶产区地理背景中稀土含量情况不符合,有必要充分地考虑茶叶产品的日常食用量、食用习惯,重新进行风险评估后,对该限量进行调整。

参考文献:

- [1] 彭传斌,李大祥,宛晓春,等.茶叶中稀土元素的研究进展[J].食品安全质量检测学报,2015,6(4): 1199-1204.
- [2] 朱其清,刘铮.我国东部地区土壤中的稀土元素[J].中国稀土学报,1988,6(4): 59-63.
- [3] 骆和东,王文伟,王婷婷,等.福建省地产茶叶中稀土元素残留状况的研究[J].中国食品卫生杂志, 2014,26(6): 609-615.
- [4] 周卫龙,许凌,徐建峰,等.GB/T 5009.94-2003 测定茶叶中稀土总量的探讨[J].中国茶叶加工, 2007(2):34-36.
- [5] 钱聪,郭启雷.茶叶中五种稀土元素的测定.食品安全质量检测学报,2014,5(10):3238-3242.
- [6] 王瑾,邹新武,周卫龙,等.不同茶类冲泡过程中稀土浸出率实验分析[J].中国茶叶加工.2012(1): 12-13.
- [7] 徐清.浸泡法测茶叶中稀土氧化物的溶出量[J].福建轻纺, 2013,(4):38-41.
- [8] 汪东风,赵贵文,叶盛.茶叶中稀土元素的组成及存在状态[J].茶叶科学,1999,19(1):41-46.
- [9] 杨秀芳,孔俊豪,赵玉香,等.不同稀土含量水平茶叶中稀土浸出率研究[J].中国茶叶加工, 2012(1):14-17.
- [10] 纪云晶,崔明珍,栗建林,等.稀土农用安全性毒理学 [J].医学研究通讯, 1990, 19(11):26-27.
- [11] Xu E. The progress of resource, environment and health in China[M].Beijing:Peking University Medical Press, 2004.
- [12] WHO/FAO,2007,Codex Alimentarius Commission Procedural, Manual, 17th Edition, Rome, UN.
- [13] 李彦,李旭,张辉,等.稀土药物对大肠杆菌作用的初步研究[J].湖南学院学报,2008,10(4):19-22.
- [14] 倪瑾,孟祥顺,蔡建明,等.Schiff 碱稀土金属配合物对辐射导致肿瘤细胞 DNA 损伤及修复的影响[J].中华放射医学与防护杂志,2008,20(1):46-49.
- [15] 石元值,韩文炎,马立锋,等.茶叶中稀土氧化物总量现状及其溶出特性研究[J].茶叶科学,2011, 31(4):349-354.
- [16] 林锻炼.乌龙茶生产过程中稀土质量安全初探[J].标准科学,2010(4):50-52.

(责任编辑:夏婷婷)

Investigation on the Content of Rare Earth in Tea from Some Markets in China

ZHAO Feng

(Fujian Institute of Product Quality Inspection, Fuzhou, Fujian 350001)

Abstract: During year 2015, 701 batches of tea samples were applied in this research. According to the current national standard (GB2762-2005) the limitation of total rare earth elements was in 2.0 mg/kg . The results showed that Oolong Tea contented the highest level of the rare earth elements, in the average of 3.72 mg/kg , with 59.5% of the samples exceeded the limitation value. The Dark tea followed with the average value of 2.29 mg/kg . And there were 30.5% of Dark tea exceed the limitation. The others, such as Green Tea, Black Tea and White tea were all low in the rare earth content, with the average value 1.26 mg/kg , 1.41 mg/kg and 1.11 mg/kg , respectively. And there were only 9.2%, 6.4% and 6.3% batches of samples exceed the limitation. The Yellow contented the lowest level, with the average value of 0.61 mg/kg , and with no samples exceeded the limitation value.

Key words: tea; rare earth elements

新形势下提升福建茶叶地理标志 品牌竞争力研究

李玉榕, 谢向英, 杨 珊, 郑小清, 梁 静

(福建农林大学 管理学院, 福建 福州 350002)

摘 要: 基于目前福建茶叶地理标志品牌建设的现状, 文章分析了福建茶叶地理标志品牌建设的优势与机遇, 从地理标志品牌建设思路不清、地理标志品牌运作实力不济、地理标志品牌缺乏文化内涵三个方面阐释了新形势下福建茶叶地理标志品牌建设存在的问题。最后简析了新形势下福建茶叶地理标志品牌竞争力提升的对策, 力求为福建茶叶地理标志品牌可持续发展提供思路。

关键词: 茶叶; 地理标志品牌; 成长

中图分类号: G23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0016-05

地理标志, 又称原产地标志 (或名称), 诞生于 1994 年的《与贸易有关的知识产权协定》(简称 TRIPS 协定)将地理标志定义为:“识别一货物来源于一成员领土或该领土内一地区或地方的标识, 该货物的特定质量、声誉或其他特性主要归因于其地理来源。”地理标志作为一种单独类型的知识产权, 能够帮助消费者迅速获得产品的原产地、质量标准和生产方法等信息, 进而为消费者最大限度地节省时间, 减少搜寻成本^[1]。同时, 地理标志的良好声誉能够在一定程度上增强消费者对地理标志产品的偏好, 促销来源于该地的商品, 为特定地区的生产者带来经济价值。

收稿日期: 2015-11-10

基金项目: 福建农林大学新农村课题“福建地理标志农业创意发展及其扩散研究”(R201510); 福建省科协科技思想库研究重大专项课题 (FJKX-ZD1501)。

作者简介: 李玉榕(1991-), 女, 汉族, 在读研究生, 主要从事企业文化、文化经济的研究。

通讯作者: 谢向英(1973-), 女, 汉族, 副教授, 主要从事企业管理、文化产业的研究。

1 福建省茶叶地理标志品牌发展现状

福建地跨中亚热带和南亚热带, 气候温暖潮湿, 是茶树生长最适宜的区域, 得天独厚的地理位置创造了茶叶生产的先天优势, 在悠久的历史进程中, 福建生产了许多闻名遐迩的名茶和贡品, 业界常用“世界茶叶看中国, 中国茶叶看福建”这句流行语来形容福建在中国茶业中的地位。2013 年, 福建茶叶产量达到 3.5×10^5 t, 茶叶产值突破 200 亿元蝉联全国第一, 2014 年福建茶叶产量突破 4.0×10^5 t, 再次创下历史新高。在茶叶品种方面也不断推陈出新, 可以说福建早已成为我国最著名的茶叶产地、消费地、集散地和重要的茶文化传播地, 茶产业已成为福建农村经济的重要支柱和出口创汇的优势农业。

随着茶叶市场进入“品牌化”时代, 福建茶叶发展业迎来新的契机。2002 年“武夷岩茶”通过审核成为福建省第一个茶类地理标志商标以来, 福建加紧了对于茶叶地理标志保护的进程。截止 2014 年 12 月 31 日, 福建省已注册地理标志商标总数为 238 个, 其中茶叶地理标志商标共 45 个, 占全国茶叶地理标志商标的 24.7%, 在全国各个省市区茶叶地理标志商标中排名

第 1。

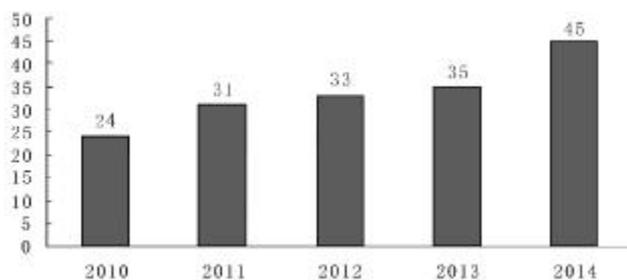


图 1 2010-2014 年福建省申请注册茶叶地理标志证明商标数量

注:数据来源于国家工商总局商标局

从区域跨度与种类分布上来看,图 2 中闽北的南平、宁德因原产地生态、气候优势而拥有最多的茶叶地理标志注册商标。从图 3 可以看出,乌龙茶作为福建省第一大茶类所拥有的地理标志商标的数量也是最多的,其次是红茶和绿茶。与各地市如火如荼地申报情况相适应的是茶叶经地理标志认证成为当地茶叶的公共品牌后为当地茶企带来的福音。主要表现在以下几个方面:(1)多种政策扶持。2012 年福建省政府通过《福建省促进茶产业发展条例》,要求省、市、县人民政府应当制定本行政区域茶产业发展规划,并将其纳入国民经济和社会发展规划。同时从茶树资源保护、茶叶新品种培育、茶叶市场规范、茶产业科技创新、茶产业金融产品和服务的发展、闽台交流等方面都提出了切实可行的政策要求及优惠措施,以期鼓励福建茶叶健康可持续的走品牌化发展道路。(2)多方联动发展。组织行业相关部门、调动产业上下游力量,整合资源和生产要素,形成了政府、企业、协会、农户共同参与推动茶叶地理标志品牌价值增值。(3)多项效益凸显。经过多年的发展,福建茶叶地理标志品牌的市场竞争力及产业积淀已经形成,不仅带动茶叶产品市场价值的提升、形成企业族群,还通过地区特色产业带动区域发展,实现农民增收、农村变美、农业做大做强。

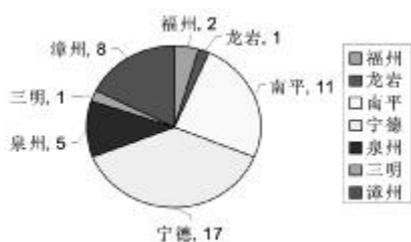


图 2 福建各区域申请注册茶叶地理标志证明商标数量

注:数据来源于国家工商总局商标局

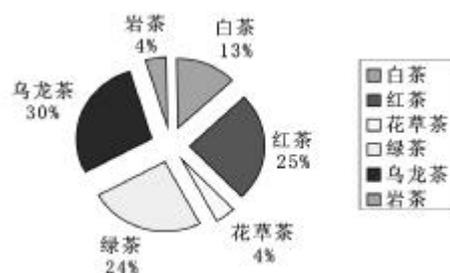


图 3 福建各茶类获得茶叶地理标志证明商标比例

注:数据来源于国家工商总局商标局

2 福建茶叶地理标志品牌竞争力的优势与机遇分析

2.1 福建茶叶地理标志品牌竞争力优势分析

2.1.1 福建茶产业持续转型升级

福建作为中国最重要的茶叶产区,茶叶产销一直处于全国前列。2014 年福建地区茶叶产量、产值双增。茶叶产量达 37 万 t, 产值增值空间在 14 ~20 亿元之间,由此可见福建茶业发展稳中不断提升。与此同时,茶及茶衍生品呈现出多元化发展格局,并进而成为茶业经济发展壮大的主要依托,就目前实际而言,茶业涉及三大产业:农业、食品轻工业和茶馆、茶餐饮、茶旅游等茶文化创意产业。消费者的偏好也慢慢转变,从近几年中国茶叶发展情况看,内销茶叶已经占茶叶总销售的绝对比例,茶叶产量和消费的种类也日趋多元化(见表 2)。十八届三中全会的召开及随后一系列政策的实施,国内茶叶市场消费逐渐回归理性,礼品茶逐渐消失,消费者越来越注重茶叶消费的精神附加价值。将现代生活方式与茶文化相融合,拓展茶叶在第二、第三产业的发展空间,以茶为媒,横向融通纵向延长产业链,将创意思维注入产业发展规划,为茶叶的多元化创意消费提供空间。

表 1 2009-2014 年福建省茶叶产量 单位:t

	2014	2013	2012	2011	2010	2009
福建省	372 087	346 989	320 958	295 976	272 616	265 659
福州市	24 803	21 934	19 535	18 168	16 578	15 537
泉州市	70 213	66 633	60 324	55 811	52 404	493 326
漳州市	61 584	59 726	55 173	50 728	49 425	46 614
三明市	36 035	33 221	31 164	29 712	27 388	25 469
宁德市	87 562	80 870	75 769	70 027	61 260	65 855
南平市	64 651	59 671	55 652	51 056	47 052	45 850
厦门市	1 424	1 353	1 349	1 326	1 340	1 369
莆田市	5 426	5 051	4 708	3 929	3 777	3 694

注:数据来源于福建省统计年鉴

表2 2009-2014年福建省茶叶产量分种类统计

种类	单位:t					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
红茶	6 545	13 473	22 707	27 365	36 866	43 359
绿茶	109 187	102 438	106 376	110 064	109 899	114 859
青茶	139 082	147 789	157 450	172 690	188 038	197 461

注:数据来源于福建省统计年鉴

2.1.2 福建地理标志茶叶人文资源积淀深厚

农业品牌文化凝结着农产品品牌的文化精髓和品牌特质,消费者对农业品牌形象识别和心理认同,将会强化其对农业品牌的消费偏好和市场定势。福建产茶的文字记载比陆羽《茶经》记载的还要早三百余年。著名的莲花峰及其莲花茶构筑了一道独特的侨乡茶文化风景线。建茶、斗茶在宋元二朝蔚然成风,明清时期,茶叶创新增多,开创乌龙制茶工艺,茶叶贸易渐盛,武夷山的茶山、茶水更是点缀了福建茶的文化底蕴。由此,通过对福建地理标志茶叶历史悠久的人文积淀的挖掘和利用,能够很好的提升品牌内涵,以此突出品牌特色,赢得市场占有率。

2.1.3 对台优势突出两岸茶叶交流

作为对台工作前线,2013年福建围绕“发挥对台优势,构建环海峡旅游圈”这条主线,以闽台深厚的渊源关系为纽带,着力先行先试,创新合作机制,搭建交流平台,通过在茶叶科技、人才、茶文化等方面合作,推进产业对接,将有助于两岸人民情感融合,茶业发展,助力两岸和平统一。在“和平统一”的发展前景下,以茶为媒,通过实现闽台深层次交流合作能将台湾休闲农业在品牌创建、运作等方面的资源基础和先进经验引进来,为福建地理标志茶叶的发展助力。

2.2 福建茶叶地理标志品牌竞争力机遇分析

2.2.1 “一带一路”战略的推动

“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”简称“一带一路”,是习近平主席于2013年提出的建设构想^[3]。“一带一路”战略的提出为福建茶叶发展带来契机。作为福建的传统特色优势产业,福建茶业的现代化发展亦是关联福建农业、农村与农民发展的重要问题。适时适境,抓住“海丝”机遇,通过“一带一路”经济层面的建设带动福建茶叶出口,促进福建茶同世界茶

的交流与合作,开拓闽茶国际茶市场的份额,提升闽茶品牌知名度和竞争力具有很强的时代意义。引导闽商不断适应国际茶市场消费需求变化新趋势,蓄势市场结构调整优化,实现引领世界茶叶消费潮流,满足全球化饮品消费需求目标,以科技创新推动茶产品转型升级。不仅能促进福建地区的经济发展,还能有效扩大其茶叶地理标志品牌的辐射圈,提升其品牌知名度。

2.2.2 政府重视地理标志品牌培育

中共中央2004年至2015年连续十二年发布以“三农”(农业、农村、农民)为主题的中央一号文件,加大对农村改革和农业现代化发展的扶持力度。农业部提出,在“十二五”期间,要推动建设15个品牌农产品市场,将其打造成价格形成中心、信息交流中心、物流集散中心。《福建省“十二五”现代农业发展规划》也明确提出,今后应推动与强化福建区域特色农业发展。在重点关注农业发展、提高农产品质量、培育农业品牌的社会背景下,推动茶叶地理标志发展,提高茶叶地理标志品牌竞争力,形成福建对外发展的特色名片显得极为重要。以安溪铁观音为例,在政府“现代茶业提升计划”的指导下全面推动茶业基础管理、品牌营销等方面的工作,加强了地理标志证明上标的使用管理。重新核准了达到要求的企业60家,其中还包括2家中国驰名商标和13家福建省著名商标,地理标志的品牌族群培育发展形成,品牌价值也随之实现“三连升”。

2.2.3 科技手段与产业思维为地理标志品牌建设提供了技术支持

随着科技的不断发展,使得现代的制茶工艺从传统的茶叶制作程序中解放出来,形成现代化的制茶技术,利用科技手段改善制茶工艺能在提高制作效率、降低制作成本的前提下保证茶叶品质,为地理标志的建设提供商品的质量保障。现代信息技术的发展,不仅提升了品牌茶叶质量,也加速了地理标志品牌建设的进程,对地理标志品牌的形成、传播起着不可替代的作用。“互联网+”时代的到来,利用信息通信技术以及互联网平台,让互联网与传统行业进行深度融合,创造新的发展生态。近年来,以八马、武夷星、华祥苑为首的地理标志茶企的陆续触电,不仅扩大了福建茶叶地理标志品牌的知名度,还能通过专业的数据分析创新福建地理标志品牌的发展模式,提升地理标志品

牌竞争力。

3 福建省茶叶地理标志品牌竞争力的深层次问题剖析

目前,福建省茶叶地理标志品牌与其他地理标志产品品牌相比主要存在品牌建设思路不清、品牌运作实力不济和品牌缺乏文化内涵等问题。对于品牌竞争力的提升主要局限地追求产品品质、口感、功能等方面,对地理标志品牌的市场化运营缺乏较强的管理能力。

3.1 地理标志品牌建设思路不清

福建茶叶品种丰富、品质上乘,极具地方特色,在全国乃至世界范围内都具有很强的竞争力。但从当前实际来看,福建省茶叶地理标志产品的品牌塑造远远落后于茶叶生产能力的发展,品牌经营意识薄弱、品牌经营主体不清、品牌价值被低估等问题明显。各县市对于区域性茶叶地理标志品牌的发展思路尚未理清,“重保护轻发展”成为福建省各县市茶叶地理标志品牌发展的通病,各县市在没有形成科学的、可持续发展的战略思路前纷纷申请地理标志产品,造成地理标志数量爆炸性增长。对申请成功的地理标志也缺乏有效的品牌建设,没有结合地方特色对地理标志品牌发展形成系统性战略,追求短暂经济效益、跟风发展现象层出不穷,难以带动地方特色茶叶的经济发展^[4]。

3.2 地理标志品牌运作实力不济

地理标志品牌的发展需要一套完整的系统支撑,人才、资金、技术、制度是品牌建设的重要组成元素和基本保证。福建省茶叶地理标志品牌的运作大部分依赖于政府支持,过分依赖政府导致地理标志品牌缺乏创新,活力不足,无法协调农户、企业、协会三方面的作为,品牌发展缺乏活力,无法激发其经济价值,地理标志品牌价值增长速度缓慢。如“武夷山大红袍”,2002年获国家地理标志保护产品,但是相关企业、茶农、协会缺乏对“武夷山大红袍”品牌的运作管理,致使除武夷山外的其他县市也开始生产所谓的“武夷山大红袍”,品种不纯,品牌泛滥,缺乏严格的品牌管理机制,导致品牌贬值。

3.3 地理标志品牌缺乏文化内涵

文化是提升品牌价值的隐性力量,地理标志产品

“原产地特性”使其代表了一个地区、一个民族甚至是一个国家的文化形象,其所蕴含的历史文化,农业技艺、民俗习惯等都是经历过长期的、持续的、反复的交易而得以传承下来的宝贵的人文财富,凝聚着原产地劳动人民的集体智慧和创造成果。地理标志产品所蕴含的文化价值已被广大民众认同和喜爱,能满足人们对地理标志产品的精神需求,促进人与地理标志产品、人与人、人与社会的和谐统一,提高地理标志品牌的创造力与感染力。然而,从现实操作来看,大部分茶叶地理标志品牌缺乏文化内涵,对地理标志的文化资源未能充分发掘,尚未显示出其文化价值。不管是茶叶包装的外观设计还是茶叶本身都缺乏文化因素,“同质化”使得在市场上销售的茶叶辨识度不高,难以在消费者心中留下独特的印象。如武夷山的“大红袍”,在产品包装上未能突出其品牌特色,市场营销及推广方式上也很少与当地特色茶文化结合,更多采用现代化形式推广,品牌建设严重缺乏文化因素。“同质化”与“浅内涵”导致企业及品牌竞争力无法提升。

4 促进福建茶叶地理标志品牌竞争力提升路径建议

4.1 发挥地理标志原产优势,理清区域茶叶地理标志品牌化发展思路

走地理标志品牌化道路,首先就要从观念认识上超越将“地理标志”限于知识产权保护的发展模式,以更宽广的视野和跟高的层次平台对待“地理标志”的市场应用,推进地理标志品牌建设,带动地方特色农业发展^[5]。其次,要突出原产地优势,地理标志产品具有显著的“原产地特性”,产品品质的形成归因于其产地的自然、人文、历史特性,因而极富有地域农业特色。此外,善于借势而为,利用地区发展环境提升品牌知名度,抓住时代需求走多元化发展道路。要抓住“一带一路”、“自贸区”背景下给予福建省的资源、平台和机遇,借助福州海丝战略枢纽城市定位,谋求地理标志茶业资源整合、茶叶科技发展、茶叶电子商务发展、茶业产业链延伸、茶文化创意产业发展等的商业化、现代化、国际化模式转化。

4.2 提高地理标志文化认识, 加深对茶叶地理标志的文化影响力的理解

文化是最具有创造力的资源, 借助文化提升福建茶叶地理标志竞争力, 首先要明确福建茶叶地理标志的文化内涵。福建茶叶文化底蕴深厚, 福建茶叶具有深厚的文化底蕴, 凭借独特的地理优势、温和的气候环境, 茶叶发展迅速, 茶叶文化也随之传播四海。对地理标志文化的认识不能停留在表面, 要深入到其本质, 要研究地理标志文化的内涵, 找出文化与社会现代化发展的契合点, 形成地理标志品牌发展的爆炸点, 从而提高地理标志品牌的竞争力。其次, 加强地理标志品牌文化内涵与市场消费者的沟通, 利用品牌标识、产品包装、品牌故事等形成产品与消费者之间的联结, 推动市场对地理标志品牌的认知和认同。

4.3 融入创意性思维, 增强茶叶地理标志品牌的市场竞争力

地理标志品牌竞争力的提升离不开创意思维的推动, 在繁杂庞大的商品市场中, 品牌的市场竞争力在很大程度上决定了产品的经济价值。市场上, 茶叶地理标志产品包装千篇一律, 致使消费者存在审美疲劳, 无法准确定位所需商品。优质的商品只有加上优秀的创意才能在竞争激烈的市场中独占鳌头。企业应在品牌建设中融入创意思维, 在产品的包装、推广、营销等方面创新路径, 从打造产品定位与视觉效果兼具的商品包装; 摒弃陈旧的宣传手段, 利用新兴媒体进行市场推广; 创新产品文化内涵, 让品牌更有“故事性”等角度提升品牌市场竞争力。

4.4 继续人才队伍建设, 提高茶叶地理标志品牌建设主体的综合素质

人才是品牌经营的主体, 是品牌建设的核心, 培养具有核心竞争力的复合型人才是提升农产品地理标志品牌竞争力的主要手段。改革开放以来, 我国大量引进优秀人才, 充足的人才储备量为地理标志品牌运作提供保障。但是随着地理标志品牌的发展, 现有的人才资源已经无法满足市场需要, 为地理标志品牌建设注入新鲜血液, 实现地理标志品牌竞争力质的飞跃迫不容缓。利用高校资源建立产-学-研人才质量提升路径, 培养兼具知识理论与社会实践的复合型人才, 增强福建茶叶地理标志建设团队实力, 为提升福建茶叶地理标志竞争力提供人才保证。

参考文献:

- [1] 郑婉婷. 地理标志提高农产品品牌竞争力实证研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2011.
- [2] 杨信. 民族地区地理标志保护存在的问题及对策分析: 以湖北恩施州为例 [J]. 湖北经济学院学报 (人文社会科学版), 2013, 10(5): 82-84.
- [3] 袁新涛. “一带一路”建设的国家战略分析 [J]. 经济问题探索, 2014(11): 5-9.
- [4] 谢向英, 郑美玲. 基于地理标志品牌成长的福建茶产业发展研究 [J]. 福建农林大学学报 (哲学社会科学版), 2011, 14(6): 25-28.
- [5] 谢向英. 推进地理标志品牌建设, 提升区域特色农业竞争力 [N]. 福建日报, 2013-10-4(3).

(责任编辑: 华伟平)

On the Brand Development of Fujian Tea Geographical Indications

LI Yurong, XIE Xiangying, YANG SHAN, ZHENG Xiaoqing, LIANG Jing

(College of Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Based on the present situation of brand construction of geographical indications of tea in Fujian, this paper analyzes the advantages and opportunities of Fujian tea geographical indication brand building. The problems of brand construction of geographical indications of tea in Fujian under the new situation are explained from three aspects: the unclear idea of the construction of geographical indication brand, the poor operation of the geographical indication brand and the lack of cultural connotation of the geographical indication brand. Finally, the paper analyzes the countermeasures to promote the competitiveness of geographical indication tea brand in Fujian under the new situation, and try to provide the ideas for the sustainable development of the geographical indication brand of Fujian tea..

Key words: tea; geographical indication brand; growth

尿素/硝酸镁复配增塑聚乙烯醇的性能研究

简绍菊, 杨为森, 林维晟

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:以尿素/硝酸镁为复配增塑剂,采用溶液共混及流延成膜法制备了复配增塑剂改性的聚乙烯醇(PVA)膜。采用 FTIR、DSC、TGA、XRD 和拉伸测试考察了增塑改性 PVA 膜的结构、热性能、结晶性能和力学性能。研究表明,尿素/硝酸镁复合增塑剂能破坏 PVA 分子内和分子间的氢键,降低 PVA 的结晶度和熔点,对 PVA 的增塑效果显著。增塑改性后的 PVA 膜的拉伸强度,断裂伸长率提高,在水中的溶胀率(DS)下降,溶失率(S)增加。

关键词:聚乙烯醇;增塑;尿素;硝酸镁

中图分类号:TQ325.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0021-04

PVA 是一种性能优良可完全生物降解的水溶性聚合物^[1-3]。由于 PVA 具有良好成膜性、乳化性、黏接性和阻隔性能被广泛应用于薄膜,纤维,涂料,粘接剂等领域。PVA 分子结构十分规整,分子链上含有大量的羟基,能在分子内和分子间形成氢键,使其熔点与分解温度接近,难以熔融加工。目前 PVA 膜大多采用溶液法通过流延的方式成膜,但该法工艺流程长、成本高,而热塑加工与其他成型方法相比具有工艺简单、能耗低、效率高等优点,因此大量的研究工作集中在破坏 PVA 的氢键作用和对 PVA 进行改性来改善纯 PVA 膜断裂伸长率不高和耐水性差等缺点。对 PVA 的增塑改性^[4-6]是目前的研究热点,小分子增塑剂与 PVA 形成氢键破坏 PVA 分子链内和分子链间氢键实现增塑作用。

PVA 常用的增塑剂有甘油、尿素、醇胺类及低分子量聚乙二醇等物质,但单独使用甘油或尿素时其易

在 PVA 中析出^[7-9],单一增塑剂的作用效果均不理想,研制具有优良作用效果的复合增塑剂具有十分重要的意义。无机镁盐中的镁离子可与 PVA 中氧原子的电子相互作用破坏 PVA 的氢键起到增塑作用,并可与其他有机类小分子形成性能良好的复配增塑剂^[9-11]。本实验采用尿素、硝酸镁复配增塑 PVA,研究了改性 PVA 的热性能、结晶性能、耐水性能及力学性能。

1 实验部分

1.1 实验试剂

PVA124, 上海展云化工有限公司; 硝酸镁(AR),上海展云化工有限公司;尿素(AR),西陇化工股份有限公司;蒸馏水,实验室自制。

1.2 样品的制备

将称取的 PVA124 加入到一定量的蒸馏水中,于 95 °C 水浴加热机械搅拌 2 h 使其充分溶解,然后加入不同含量的尿素/硝酸镁(质量比 2:1),于 60 °C 下搅拌 1 h 使其混合均匀,静置脱泡,倒在玻璃板上室温干燥成膜后,真空干燥 24 h,取出备用。

1.3 测试与表征

TGA 测试,采用美国 TA 仪器公司 STD Q600 同步热分析仪,在氮气气氛中进行,升温速率 10 °C·min⁻¹,

收稿日期:2015-12-27

基金项目:武夷学院一般项目(XL201301);福建省大学生创新创业训练项目(201510397033);武夷学院质量工程项目(XJ2011026)。

作者简介:简绍菊(1985-),女,汉族,讲师,主要从事高分子材料改性方面的研究。

测试温度范围为室温至 800 °C。

DSC 测试, 采用德国 NETZSCH 公司 DSC204 差示扫描量热仪(DSC), 在氮气气氛中进行, 升温速率 10 °C·min⁻¹, 测试温度范围 30~230 °C。

XRD 测试, 采用荷兰 Philips Analytical 公司 X 射线衍射仪, 以 CuK α 为辐射源, 在 2 θ 为 5~50° 范围内进行连续扫描。

溶胀率(DS)和溶失率(S)测定^[12]: 称取干燥的不同增塑剂含量的 PVA 膜(W₀), 置于 30 °C 去离子水中浸泡 24 h 后, 使其达到溶胀平衡, 取出用滤纸吸去表面水分, 再次称量 (W_E), 按下式计算膜的溶胀率(DS)。

$$DS = (W_E - W_0) / W_0 \quad (1)$$

将已浸泡 24 h 后的膜于 80 °C 真空干燥 24 h 后取出, 称重(W_d), 用下式计算溶失率(S)。

$$S = (W_0 - W_d) / W_0 \quad (2)$$

拉伸性能测定, 按 GB/T 13022—1991 标准制样, 采用中国济南(WDW-2E)微机控制电子万能试验机进行测定, 拉伸速度为 50 mm·min⁻¹。测试前将试样放入 50 % 相对湿度的空气环境中平衡一周, 50 % 的相对湿度由密封箱中放置饱和 Ca(NO₃)₂ 溶液获得^[13]。

2 结果与讨论

2.1 FTIR 分析

图 1 为纯 PVA 和加入 30 phr 尿素/硝酸镁增塑改性 PVA 的红外光谱图。从图 1 中 b 曲线纯 PVA 膜的红外光谱可以看出, 3 328、1 426、1 094 cm⁻¹ 分别为 PVA 分子链上 -OH 的伸缩振动、CH-OH 的弯曲振动及 C-O 伸缩振动引起的羟基特征吸收峰, 2 954、1 333 cm⁻¹ 分别 C-H 的非对称伸缩振动与面内弯曲振动吸收峰。与图 1 中 b 曲线相比可以发现, 改性 PVA 红外光谱图 1 的 b 中只多出 N-H 键的两个特征吸收峰, 分别在 1 660 cm⁻¹ 和 1 630 cm⁻¹ 处, 说明 PVA 与尿素/硝酸镁之间没有发生化学反应。且由图 1 中 a 曲线中可以看出增塑改性 PVA 的 CH-OH 弯曲振动吸收峰和 -OH 伸缩振动吸收峰均向高波数移动, 即由 1 426、3 328 cm⁻¹ 分别移动至 1 440 cm⁻¹ 和 3 340 cm⁻¹, 这表明增塑剂的加入降低了 PVA 分子链

及分子间的氢键作用的。这与甲酰胺、无机镁盐等其它增塑剂增塑结果一致^[11,14]。

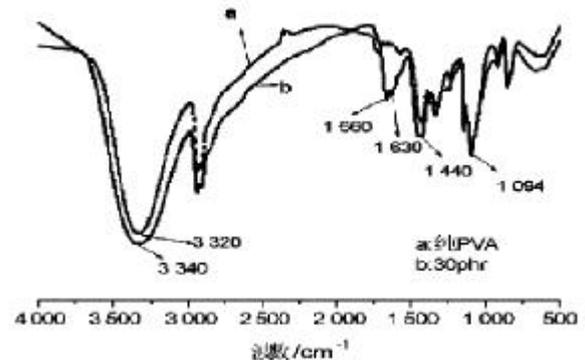


图 1 PVA 和 30 phr 尿素/硝酸镁增塑 PVA 的红外光谱图

2.2 DSC 分析

图 2 是不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的 DSC 曲线。将熔融峰的值定为 T_m, 图 2 可知, 纯 PVA 的熔点为 226.5 °C, 加入 10、20、30 phr 尿素/硝酸镁后 PVA 薄膜的熔点分别为 199.1、189.4、181.9 °C, 这表明改性 PVA 膜的熔点随着复配增塑剂用量的增加而降低, 增塑剂的加入破坏了 PVA 的氢键结构, 使得 PVA 的链段活动性增强, 因此对 PVA 的增塑效果明显。

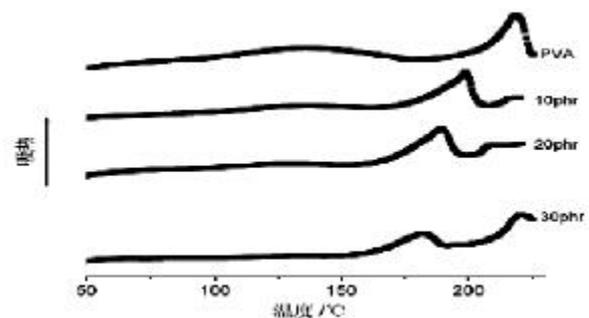


图 2 不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的 DSC 曲线

2.3 XRD 分析

图 3 为不同尿素/硝酸镁含量增塑改性的 PVA 膜的 XRD 图。PVA 是部分结晶聚合物, 在 2 θ =16.1° (001)、20.0° (101)、22.7° (200) 处出现其三个衍射峰。由图 3 可知, 纯 PVA 在 19.5° 处出现一个强衍射峰, 改性 PVA 膜在此处的衍射峰强度明显减弱, 且随着增塑剂含量的增加, 此衍射峰强度逐渐减弱, 这表明尿素/硝酸镁的加入能使 PVA 分子内和分子间氢键作用降低, 抑制 PVA 的结晶, 从而破坏 PVA 的结晶结构。

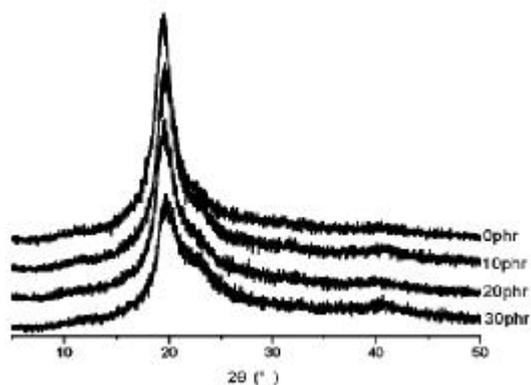


图3 不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的 XRD 曲线

2.4 TG 分析

图4 不同尿素/硝酸镁含量增塑改性的 PVA 膜的热失重曲线。PVA 的热分解反应分两步进行,第一步是羟基和醋酸酯基团的脱除生成水和醋酸小分子;第二步是 PVA 主链的断裂生成醛、酮、苯及其衍生物等^[15]。从图4可以看出,当增塑剂含量大于 10 phr 时改性后的 PVA 的热稳定性降低,表明尿素和硝酸镁破坏了 PVA 的结晶结构使其结晶度大大降低,无定形区的 PVA 更容易发生热降解。增塑 PVA 膜前期失重较大的原因主要是小分子增塑剂的挥发和分解造成的。

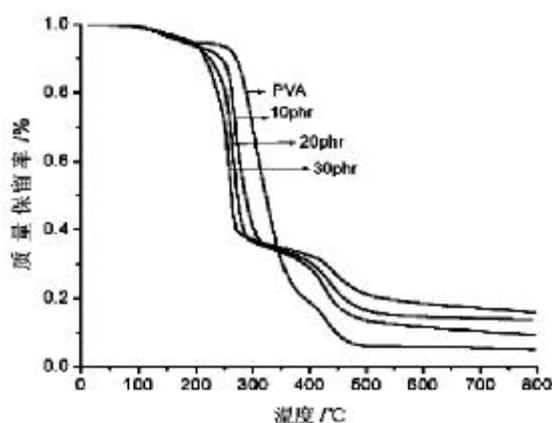


图4 不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的 TGA 曲线

2.5 耐水性能

PVA 分子链上含有大量的羟基使得 PVA 的亲水性强,耐水性差。图5 是不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的溶胀率和溶解率曲线图。由图可知,加入增塑剂后,PVA 膜的溶胀率显著降低(纯 PVA 的溶胀率为 2.79,加入 30 phr 尿素/硝酸镁改性后 PVA 膜的溶胀率降为 1.11),而改性后的 PVA 膜的溶失率增加。结果表明改性后的 PVA 分子链上的羟基被增塑剂屏蔽起来,耐水性得到改善,同时小分子增塑剂尿素、硝酸

镁易从 PVA 基体中溶出,导致改性后 PVA 膜溶失率增加。

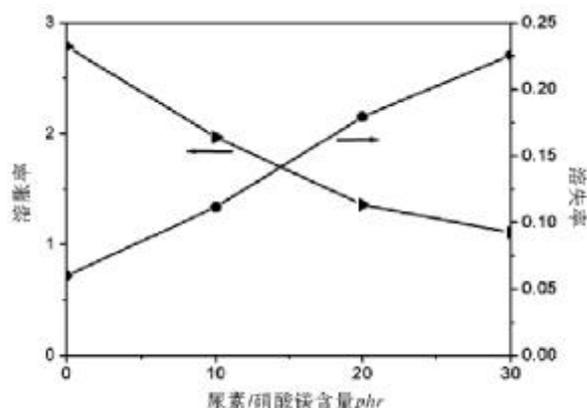


图5 不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的溶失率和溶胀率曲线

2.6 力学性能

表1 为增塑 PVA 膜的力学性能测试结果。从表1 可以看出,纯 PVA 的拉伸强度、断裂伸长率分别为 56.33 MPa、228.12%,随着增塑剂含量的增加,改性 PVA 膜的拉伸强度逐渐降低、断裂伸长率逐渐增加。当增塑剂增加到 30 phr 时,PVA 膜的拉伸强度为 26.10 MPa,为纯 PVA 膜的 46.33%,断裂伸长率增加到 551.18%,比纯 PVA 膜提高了 263.06%,这表明增塑剂的加入破坏了 PVA 的结晶结构,增加大分子的柔性,增塑效果显著。

表1 不同尿素/硝酸镁含量增塑 PVA 膜的力学性能

增塑剂含量/phr	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%
0	56.33	288.12
10	52.83	381.23
20	39.66	474.61
30	26.10	551.18

3 结论

(1)尿素/硝酸镁的加入使得 PVA 膜的 CH-OH 弯曲振动引起的羟基特征峰和 -OH 伸缩振动峰均向高波数方向移动,表明尿素/硝酸镁降低了 PVA 分子中的氢键作用。

(2)加入尿素/硝酸镁复配增塑剂后,PVA 膜的结晶度、熔点降低,在水中的溶胀率降低,溶失率增加,拉伸强度降低,断裂伸长率提高。当增塑剂含量小于 10 phr,热稳定性与纯 PVA 相当,但含量超过 10 phr

时其起始分解温度有所降低。

参考文献:

- [1] 严瑞瑄,唐丽娟. 水溶性高分子产品手册[M]. 北京:化学工业出版社,2003: 134.
- [2] Wang X M, Wu Y H, Hao Z F, et al. Preparation, Curing reactivity and thermal properties of titanium -doped silicone Resins[J]. Chem.Res.Chinese Universities,2010,26(5) : 851 - 856.
- [3] 汪秀丽,张玉荣,王玉忠. 淀粉基高分子材料的研究进展[J]. 高分子学报,2011(1): 24-37.
- [4] 邹石龙,何吉宇,杨荣. 聚乙烯醇增塑体系的性能[J]. 高分子材料科学与工程,2008, 24 (5): 84-87.
- [5] Lina C A, Kub T H. Shear and elongational flow properties of contents and degrees of polyvinyl alcohol melts with different plasticizer contents and degrees of polymerization [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2008, 200(2): 331-338.
- [6] Jyongsik J,Dong K L.Plasticizer effect on the melting and crystallization behavior of polyvinyl alcohol [J]. Polymer, 2003, 44(26): 8139-8146.
- [7] Novara C B, Frontaneto D'agogna B V, Sesto Calende G D T, et al. Method of producing plasticized polyvinyl alcohol and its use for the preparation of starch -based, biodegradable thermoplastic compositions [P]. US : 5462981,1995-10-31.
- [8] 任德财,林鹏,赵冬梅,等. 复配增塑剂对聚乙烯醇薄膜的增塑效果[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2013,32 (2): 212-215.
- [9] 夏超,刘磊,江献财. 己内酰胺/氯化镁复配增塑聚乙烯醇的性能研究[J]. 塑料科技,2012,40(1): 68-71.
- [10] 江献财,刘磊,夏超,等. PVA/Mg(NO₃)₂ 复合膜的制备及性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2011,27(1): 27-129.
- [11] 江献财,夏超,张熙,等. 氯化镁增塑改性聚乙烯醇[J]. 高等学校化学学报,2012,33(8): 1872-1876.
- [12] 江献财,徐文萍,唐宴东,等. 尿素/乙醇胺复配增塑聚乙烯醇性能的研究[J]. 高分子学报,2010(9): 1143-1147.
- [13] Ma X F, Yu J G, Wan J J. Urea and ethanolamine as a mixed plasticizer for thermoplastic starch [J]. Carbohydrate Polymers, 2006, 64(2): 267-273.
- [14] 李骑伶,江献财,代华. 尿素/甲酰胺增塑 PVA 的性能研究[J]. 塑料工业,2012,40(2): 24-26.
- [15] Thomas P S, Guerbois J P, Russell G F, et al. Therm.Anal. Calorim[J].2001,64(2) : 501-508.

(责任编辑:叶丽娜)

Study on Properties of PVA Film Plasticized with Mixture of Urea/ Magnesium Nitrate

JIAN Shaoju, YANG Weisen, LIN Weisheng

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

Abstract: The modified PVA films were obtained by casting method using urea/magnesium nitrate as a mixed plasticizer. The interaction between urea/magnesium nitrate and PVA was studied by FTIR spectra. The properties of urea/magnesium nitrate plasticized PVA films were investigated by DSC, TGA, XRD and tensile property testing. The results indicated that the hydrogen bonding in PVA films was formed by the addition of urea/magnesium nitrate. The crystalline of PVA was destroyed and the degree of crystallinity was reduced. The melting points of PVA films were reduced. The degree of swelling and tensile strength of modified PVA films decrease, but solubility and elongation at break increase..

Key words: PVA; plasticizer; urea; magnesium Nitrate

蔗糖、碳粉对雷公藤不定根生长和次生代谢产物含量的影响

黄淑燕, 郑郁善

(福建林业职业技术学院 园林系, 福建 南平 353000)

摘要:生根培养阶段,添加不同浓度蔗糖及碳粉,置于黑暗及光照条件下分别培养,15 d 后观测记录不定根生长情况,30 d 后,观测根系生长情况并测定根系中次生代谢产物(甲素)含量。试验结果表明,黑暗条件下培养,生根率及最早生根时间均优于光照条件,而光照条件下根系增长量优于黑暗条件,40 g·L⁻¹蔗糖及 0.5 g·L⁻¹碳粉(Ac)利于甲素含量的提高,而根系生长情况对甲素含量影响不明显。

关键词:蔗糖;碳粉;雷公藤;不定根生长;次生代谢产物含量

中图分类号:S567.19 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0025-04

雷公藤(*Tripterygium wilfordii* Hook.f.)属于卫矛科(Celastraceae)雷公藤属(*Tripterygium*)植物,又常称黄藤根、黄腊藤、水莽草、红药、断肠草、菜虫药等;多年生落叶蔓性灌木。雷公藤是我国传统的中药材,同时其次生代谢产物甲素具多方面的药用效果,因而近年来市场对其需求不断上升,导致野生雷公藤资源急剧减少,由于土地资源利用的局限性且自然条件下雷公藤生长周期长及甲素含量低等原因,使得其不能很好地满足市场的需求,所以寻找一种能够满足市场需求及提高雷公藤甲素含量的方法是当前科学研究是重要方向^[1]。就目前来看,通过组织培养的方式来生产雷公藤的有用次生代谢产物,不仅能降低其生长周期,还能通过一定的方法提高其有用次生代谢产物含量,具重要实用价值^[2-7]。

1 试验方法

1.1 试验材料

雷公藤组织培养生根阶段获得的无菌外植体。

1.2 雷公藤甲素提取工艺

将经组织培养获得的雷公藤完整植株经 60 ℃烘干,精密称取 2.0 g,用研钵加少许 78.64%的甲醇研碎,最后定容至 0.072 L,然后用聚乙烯膜封口,浸提 12 h,然后超声处理 39 min,过滤,残渣用甲醇冲洗 2-3 次每次 0.01 L,合并滤液,置于旋转蒸发仪中,在 65 ℃水浴锅减压浓缩蒸去甲醇,待蒸至膏状时,将其移至分液漏斗中,加 0.02 L 氯仿萃取,重复三次。合并萃取液,再次减压蒸去氯仿,待蒸干后,称取 9 g 的中性氧化铝,用甲醇:乙酸乙酯:乙醚=1:2:1 的洗脱液适量湿润后倒入中性氧化铝柱上(200 目,1.6 cm×20 cm),用洗脱液分两次,每次 0.04 L 洗脱,收集洗脱液并将其利用旋转蒸发仪蒸发至干燥状态,并将干状物质用色谱甲醇进行少量多次溶解,然后将其完全转移至 0.01 L 比色管中,用色谱甲醇定容至 0.01 L 处并摇匀,最后使用用 0.45 μm 滤膜过滤液体,转入样品瓶待测,每个样品三个重复^[8]。

收稿日期: 2016-01-15

基金项目: 国家科技支撑计划(2009BAI73B01); 福建省科技重大专项(2004YZ02-05); 福建省科技创新平台(2008Y2001)。

作者简介: 黄淑燕(1986-),女,汉族,助教,主要从事园林植物组织培养和中药材 GAP 研究。

通讯作者: 郑郁善(1960-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事森林培育学和中药材研究。

1.3 雷公藤甲素的 HPLC 测定

LCMS 中 LC 的各项指标如下:

流速为 $0.001 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$; 时间梯度为 $0.01 \text{ s}\sim 10.00 \text{ min}$; B 泵色谱甲醇比例 48%; A 泵水比例 52%, 10 min 停止本次样品工作, 开始下一个样品进样。

LC 冲洗梯度: 0.01 s B 泵色谱甲醇比例 10%, 60 min B 泵色谱甲醇比例 90%, 65 min 冲洗结束。

紫外灯检测器波长: 218 nm 。

色谱柱柱温: $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

色谱柱型号: SinocChrom ODS-BP $5 \mu\text{m}$ 。

尺寸: $4.6 \text{ mm}\times 150 \text{ mm}$ 。

柱号: E1913672。

进样量: $0.000 02 \text{ L}$ 。

1.4 雷公藤甲素标准曲线制作

利用天平准确量取雷公藤甲素标准品 $0.012 4 \text{ g}$, 并用甲醇溶解且定容于 0.025 L 容量瓶中, 配成浓度为 $0.496 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的雷公藤甲素标准液, 再以次稀释成浓度为 $0.248, 0.124, 0.062, 0.031, 0.015 5, 0.007 75 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的雷公藤甲素标准液, 制作标准曲线。

在上述色谱条件下, 以对照品峰面积为横坐标, 对照品浓度为纵坐标, 绘制出标准曲线, 雷公藤甲素在浓度 $0.007 75\sim 0.496 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 范围内线性关系良好, 且成分之间分离清晰。回归方程为: $y = 0.011 6x + 1.359 6$, $R^2 = 0.999 72$

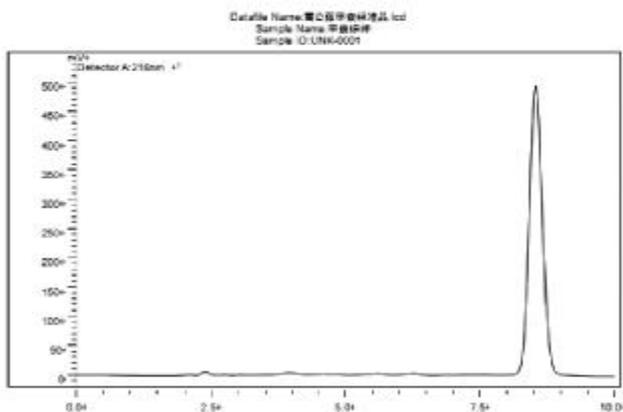


图 1 甲素标样

1.5 试验方案

每种处理分为暗培养和光培养两种培养方式^[9]。

1.5.1 蔗糖不同浓度添加对雷公藤组织培养不定根诱导及甲素含量的影响研究^[9-11]

将蔗糖的添加浓度设定为 $0, 20, 30, 40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, 在

配置培养基阶段按上述处理相应加入, 经过高压灭菌后备用。培养 15 d 后, 观测不定根生长状况, 培养 30 d 后, 测定其甲素含量。

1.5.2 碳粉不同浓度添加对雷公藤组织培养不定根诱导及甲素含量的影响研究^[9-11]

将 Ac 的添加浓度设定为 $0, 0.5, 1.0, 1.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, 在配置培养基阶段按上述处理相应加入, 经过高压灭菌后备用。培养 15 d 后, 观测不定根生长状况, 培养 30 d 后, 测定其甲素含量。

2 数据收集整理

生根率、平均根量的计算公式见式(1)、式(2)。

$$\text{生根率}(\%) = \frac{\text{生根总株数}}{\text{接种总株数}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{平均根量}(\%) = \frac{\text{根系总数}}{\text{接种总株数}} \times 100\% \quad (2)$$

最早生根时间(d): 待外植体接入培养基中之日起, 每天观察外植体生长状况, 待第一条根系长出并记录即为最早生根时间。

最长根长(cm): 接种 30 d 后, 将每个处理的所有外植体从培养基中用镊子取出后, 洗净根系上残留的培养基, 用卷尺测量最长根系的长度即为最长根长。

3 结果与分析

表 1 培养因子浓度水平

前体物质	水平及浓度/ $(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$		
	水平一	水平二	水平三
蔗糖	20	30	40
碳粉	0.5	1.0	2.0

表 2 不同培养基组合处理

处理号	处理方式
ZA ₁	1/2Ms+蔗糖 $20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $0.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₂	1/2Ms+蔗糖 $20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $1.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₃	1/2Ms+蔗糖 $20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $2.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₄	1/2Ms+蔗糖 $30 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $0.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₅	1/2Ms+蔗糖 $30 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $1.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₆	1/2Ms+蔗糖 $30 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $2.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₇	1/2Ms+蔗糖 $40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $0.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₈	1/2Ms+蔗糖 $40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $1.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
ZA ₉	1/2Ms+蔗糖 $40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ +Ac $2.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

表 3 接种 15 d,不定根诱导结果分析

处理号	生根率/%		平均根量/条		最早生根时间/d		最长根长/cm	
	光照	黑暗	光照	黑暗	光照	黑暗	光照	黑暗
ZA ₁	85	90	16.50	14.75	12	9	2.72	3.66
ZA ₂	100	100	11.25	13.55	13	9	2.12	3.53
ZA ₃	67	87	9.45	20.45	11	10	1.23	1.54
ZA ₄	100	100	17.05	20.50	9	9	3.26	2.90
ZA ₅	100	100	11.85	19.30	10	9	3.45	3.33
ZA ₆	75	100	10.05	26.20	13	10	1.45	3.43
ZA ₇	100	100	12.30	20.15	9	9	3.42	3.61
ZA ₈	100	100	7.13	18.95	12	11	2.83	2.31
ZA ₉	83	100	5.30	25.85	11	10	2.11	2.62

据表 3 统计结果显示:

(1) 观察发现,黑暗条件下生根率明显高于光照条件下,原因在于在黑暗条件下,植物对营养物质的吸收加强,植物细胞内内源激素水平及激素间平衡的变化,导致了生根率的提高。这与 Hammerschlag(1982) 研究结果一致。黑暗条件下,所有处理平均根量均高于光照处理。因而,在生根培养前期,若进行 1 个星期左右黑暗处理,利于外植体的根系诱导。

(2) 上述处理最早生根时间为 9 d,大部分出现在暗培养处理中,上述处理的最早生根时间,暗培养明显比光培养生根时间早,因而进一步验证了上述结论,处理 7 在黑暗与光照条件下的最早生根时间均是 9 d,因而对该种处理来说,黑暗及光照处理对根系诱导在出现的时间上无太大区别。

(3) 外植体根系长度并无一定规律性,因而只能认为根系长度可能与外植体的生长状况相关,平均根长长表明外植体生长状况良好,利于外植体纵向生长,根系短表明外植体生长较弱,但其不能被采用来判定某处理是否为最佳生根方案。

表 4 接种 30 d,不定根诱导及甲素含量结果分析

处理号	生根率/%		平均根量/条		最长根长/cm		甲素含量均值/ ($\mu\text{g}\cdot\text{gFW}^{-1}$)	
	光照	黑暗	光照	黑暗	光照	黑暗	光照	黑暗
ZA ₁	100	100	46.25	29.30	4.51	4.61	10.50	17.53
ZA ₂	100	100	47.25	25.80	3.82	3.64	4.06	4.34
ZA ₃	100	100	41.45	34.41	3.52	4.13	5.47	6.78
ZA ₄	100	100	47.51	35.33	3.77	3.92	10.43	25.16
ZA ₅	100	100	48.50	35.32	4.41	4.34	4.05	13.35
ZA ₆	100	100	42.72	40.41	5.12	4.50	5.52	12.88
ZA ₇	100	100	43.03	36.33	4.82	3.15	18.07	26.26
ZA ₈	100	100	44.06	32.81	4.21	3.52	12.56	24.15
ZA ₉	100	100	41.41	38.22	3.74	3.42	14.73	22.13

据表 4 统计结果显示:

(1) 接种 30 d 后,光照或黑暗条件下培养,生根率均达 100%。因而,上述基本培养基处理,均适宜雷公藤生根培养。

(2) 对试验获得数据进行分析可知,与接种 15 d 相比,所有处理的平均根量均提升 1~2 倍,但总体而言,光照条件下平均根量增长更快,黑暗条件下增长较慢,同时在该阶段,光照条件下平均根量多于黑暗条件。因而,在雷公藤生根培养的阶段中,1 个星期左右的暗培养利于根系诱导,若暗培养时间延长,则根系诱导受到抑制,可能原因是根系诱导无需消耗太多营养物质,一个星期的暗培养阻断了一些营养物质的大量供给,但当根系诱导之后,根系需要吸收一定的营养物质方能维持正常的生长增殖,若一直处于黑暗条件下,则营养供应不足,根系诱导便受到抑制。因而生根培养最佳的培养方式为在接种后进行 1 个星期左右暗培养,然后将其转至光照条件下培养,这样便可获得更多根量。

(3) 最长根长与营养物质吸收状况及外植体的生长状况相关,上述试验结果表明,培养 30 d 后,根系长度有所延长,但无一定规律性,表 3 亦表明,甲素含量不随根系长度延长而增加。因而,根系长短并不能作为判定其是否利于根系诱导及甲素含量提高的依据。

(4) 试验结果表明,所有处理光照条件下甲素含量低于黑暗条件,但处理 7(蔗糖 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, Ac $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) 在光照或是黑暗条件均获得了最高的甲素含量,即光照条件下 $18.07\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{gFW}^{-1}$, 黑暗条件下 $26.26\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{gFW}^{-1}$ 。综上所述,黑暗条件下利于雷公藤甲素的合成;暗培养环境,处理 7 甲素含量最高。(详见图 2、图 3)。

(5) 表 4 表明,以蔗糖浓度为计算基准,不论 Ac 使用浓度多少,不论培养条件是黑暗或光照, $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的蔗糖浓度可获得最大甲素含量, $20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 及 $30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的蔗糖含量,甲素含量相差不多;对于 Ac 使用浓度试验结果, $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 为最佳使用浓度。

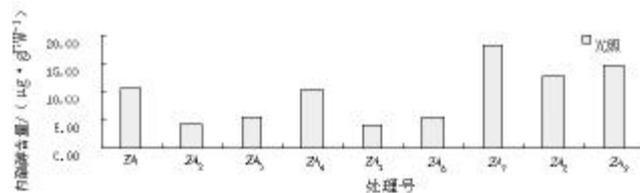


图 2 光照条件下蔗糖、Ac 添加对不定根诱导甲素含量影响

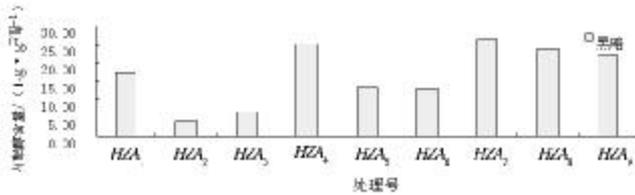


图 3 黑暗条件下蔗糖、Ac 添加对不定根诱导甲素含量影响

4 结论

在基本培养基培养因子不同浓度添加对雷公藤不定根诱导及甲素含量影响研究试验中得出:不论培养因子使用浓度多少,其对雷公藤的生根率均没有显著影响作用,培养 30 d 后,雷公藤不定根生长均能达 100%,但对于甲素含量,40 g·L⁻¹蔗糖及 0.5 g·L⁻¹碳粉(Ac)组合的浓度使用能取得较好试验效果。本试验结果亦得出,雷公藤不定根接种后,1 个星期暗培养后,转至光照培养,可令雷公藤在根系生长阶段根量增加,且根系生长状况得到提高。

参考文献:

[1] 尹作鸿,朱蔚华,于德全.雷公藤组织培养物中化学成分的研究[J].天然产物研究与开发,1991,3(2):46-51.

[2] 王丹,王振月,王宗权,等.药用植物次生代谢产物生产途径的研究概述[J].中医药信息,2008(1):29-32.

[3] 李永丽,周洲,李科友.细胞培养生产药用次生代谢物研究进展[J].安徽农业科学,2006,34(2):219-221.

[4] 张康健.药用植物次生代谢[M].西安:西北大学出版社,2001:44-49.

[5] 黄淑燕,雷公藤组织培养机理及次生代谢产物含量研究[D].福州:福建农林大学,2012.

[6] 孙立影,于志晶,李海云,等.植物次生代谢物研究进展[J].吉林农业科学,2009(4):4-10.

[7] 王莉,史玲玲,张艳霞,等.植物次生代谢物途径及其研究进展[J].武汉植物学研究,2007(5):500-508.

[8] 周维燕.植物细胞工程原理与技术[M].北京:中国农业大学出版社,2001:62.

[9] 吴少辉,刘光明.雷公藤内酯的提取、分析和药理作用研究进展[J].现代药物与临床,2011(1):36-39.

[10] 李琰,杨广隶,冯俊涛,等.碳源及植物生长调节剂对雷公藤愈伤组织生长和次生代谢产物含量的影响[J].林业科学,2010(9):224-228.

[11] 李琰,冯俊涛,王永宏.培养基及培养条件对雷公藤愈伤组织生长和次生代谢产物含量的影响[J].林业科学,2010(5):64-69.

(责任编辑:陈 果)

An Effect on the Adventitious Root Growth and Secondary Metabolite Content of *Tripterygium Wilfordii* for the Sucrose Toner

HUANG Shuyan, ZHENG Yushan

(Department of Landscape Architecture, Fujian Forestry Vocational Technical College, Nanping, Fujian 353000)

Abstract: In the rooting culture stage of *Tripterygium Wilfordii*, adding different concentrations of sucrose and carbon, under dark and light conditions respectively. The root growth of adventitious root was recorded after 15d. After 30d, the root growth was observed and the contents of secondary metabolites were measured. The experiment results showed that the cultivation of the light condition was better than the condition in the dark for the rooting rate and rooting time. But under the light condition, the root growth was better than that of the dark. 40 g·L⁻¹ sucrose and 0.5 g·L⁻¹ carbon were in favor of the increase for the content of the secondary metabolites, but the effect of root growth was not obvious.

Key words: sucrose; toner; *tripterygium wilfordii*; adventitious root growth; secondary metabolite content

不同贮藏温度对超晚熟锥栗营养成分的影响

林 媛¹, 张 静², 郑艺君²

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

摘 要:以超晚熟锥栗为试验材料,研究了不同贮藏温度(0、5、10℃)条件下锥栗营养成分的变化情况。结果表明,0℃的贮藏条件可以有效抑制锥栗淀粉、可溶性总糖、粗蛋白、氨基酸、粗脂肪、维生素 C 和灰分等营养物质的损失,同时有效控制了锥栗的纤维化和水分流失,保持了锥栗较好的营养品质。

关键词:超晚熟锥栗;营养成分;贮藏温度

中图分类号:TS 255.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0029-05

锥栗(*Castanea henryi*)俗称榛子,分布于我国南方亚热带地区,但人工规模栽培仅限闽北山区和浙南部分地区^[1-2]。锥栗果肉香甜细嫩,营养价值比板栗高,是一种天然的绿色食品,所以越来越受到人们的重视和喜爱^[3-4]。超晚熟锥栗原株是政和县星溪乡宝岱村野生锥栗群中唯一的一棵迟熟野生树,经政和县白岩农业科技示范场多年无性繁殖选育出超晚熟锥栗优株,栗果成熟期为 10 月下旬至 11 月上旬,比目前主栽晚熟品种油榛迟熟 25 d,其两大特点:一是成熟晚,产量高;二是抗病、抗虫能力较强^[5]。目前对超晚熟锥栗的研究仅限于其生物学特性和其栽培技术,还未见对其营养成分和优良品质的报道,本文通过比较不同贮藏温度对超晚熟锥栗营养成分的影响,旨在为超晚熟锥栗进一步的加工和贮藏提供基础理论依据和实践指导。

1 试验材料与方法

1.1 仪器与试剂

1.1.1 仪器

DHG-9075A 电热恒温鼓风干燥箱:上海慧泰仪

收稿日期:2016-05-10

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JB12284);
福建农林大学高等教育教学改革(0137g3)

作者简介:林媛(1983-),女,汉族,讲师,主要从事农产品
产后生物学与保鲜技术的研究。

器制造有限公司;PW80 高速万能粉碎机:天津市泰斯特仪器有限公司;V-1100D 可见分光光度计:上海美谱达仪器有限公司;AR224CN 分析天平:奥豪斯仪器(上海)有限公司制造;1761 凯氏定氮装置:天长市旭立玻璃仪器厂;KDN08C 数控消化炉:上海新嘉电子有限公司。

1.1.2 试剂

石油醚、氢氧化钠、硫酸铜、硫酸钾、硼酸、碘化钾、氢氧化钠、亚铁氰化钾、乙酸铅、硫酸钠、盐酸、碘酸钾、亚甲基蓝、甲基红、氢氧化钾、酒石酸钾钠、葡萄糖、茚三酮、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、碳酸氢钠、95%乙醇、无水乙醇、无水乙醚等均为分析纯。

1.2 供试材料与处理

供试超晚熟锥栗购自福建省南平市政和县,2014 年 11 月锥栗接近完熟时采收,当天运至实验室,挑选出无损伤、无病虫害、成熟度和大小基本一致的果实进行试验。果实用杀菌剂浸果 3 min,取出晾干后用 0.03 mm 厚打孔聚乙烯塑料保鲜袋包装,分三组分别存放于 0、5、10℃,每隔 30 d 测定一次营养成分。

1.3 测定指标与方法

锥栗水分含量采用直接干燥法测定(GB 5009.3—2010);淀粉采用酸水解法测定(GB/T 5009.9—2008);可溶性总糖采用蒽酮比色法测定^[6];粗蛋白采用凯氏定氮法测定(GB 5009.5—2010);氨基酸采用茚三酮吸光光度法测定^[6];粗脂肪采用索氏抽

提法测定(GB/T 5009.6—2003);粗纤维采用酸性洗涤
剂法测定(GB/T 5009.10—2003);维生素 C 采用二甲
苯萃取比色法测定^[7];灰分含量采用 GB 5009.4—2010
的方法,测定结果以栗果干质量计。

1.4 数据处理

以上各指标测定均重复 3 次,采用 SPSS18.0 数据
分析软件进行方差分析(ANOVA)和 Duncan 多重比较
法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏温度对超晚熟锥栗水分含量的影响

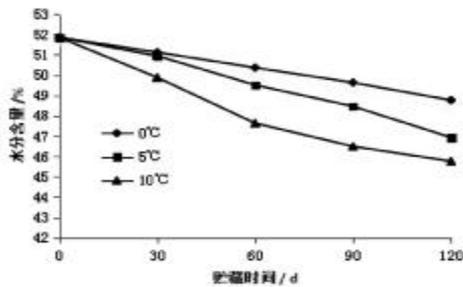


图 1 不同贮藏温度对超晚熟锥栗水分含量的影响

锥栗的水分含量是衡量品质的一个重要指标,一
定的水分含量可以维持果实的细胞膨压,保持果实新
鲜度^[8]。由图 1 可见,在贮藏 0~30 d 内,0 °C 和 5 °C
条件下贮藏的锥栗水分含量变化不明显,10 °C 条件
下贮藏的锥栗水分含量显著下降($P<0.05$);在贮藏
60~120 d 内,5 °C 和 10 °C 条件下贮藏的锥栗与 0 °C
条件下相比水分含量极显著下降 ($P<0.01$);在整个
贮藏过程中,0、5 °C 和 10 °C 条件下贮藏的锥栗水
分含量比贮藏前分别减少了 5.96 %、9.49 % 和 11.75 %。
上述结果表明,随着贮藏时间的延长,锥栗的水分含
量逐渐减少,贮藏温度越高,水分含量下降越快,贮
藏温度为 0 °C 时,锥栗的水分含量减少最为缓慢。

2.2 不同贮藏温度对超晚熟锥栗淀粉含量和可溶性总糖含量的影响

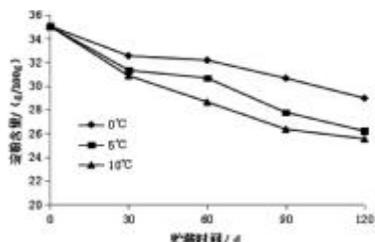


图 2 不同贮藏温度对超晚熟锥栗淀粉含量的影响

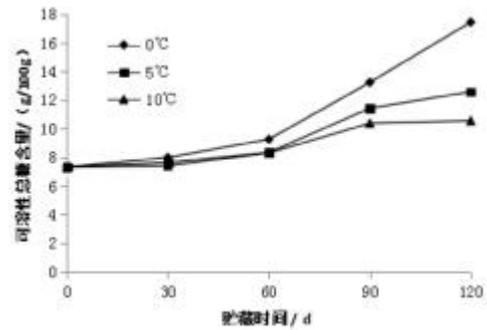


图 3 不同贮藏温度对超晚熟锥栗可溶性总糖含量的影响

淀粉和可溶性总糖是锥栗的主要营养物质,可溶
性总糖是锥栗贮藏过程中的中间代谢产物,它通过淀
粉水解产生,又被呼吸作用消耗^[9]。由图 2 和图 3 可
见,在整个贮藏过程中,锥栗淀粉含量呈下降趋势,可
溶性总糖含量呈上升趋势。经统计分析表明,在整个
贮藏过程中,5 °C 和 10 °C 条件下贮藏的锥栗淀粉降
解率分别为 25.26 % 和 27.14 %,与 0 °C 条件下贮藏
的降解率 17.35 % 有极显著差异 ($P<0.01$);5 °C 和
10 °C 条件下贮藏的锥栗可溶性总糖积累量分别为
12.59 g/100 g 和 10.56 g/100g,与 0 °C 条件下贮藏
的积累量 17.45 g/100g 有极显著差异 ($P<0.01$)。上
述结果表明,贮藏温度为 0 °C 时,锥栗的淀粉含量
减少最为缓慢,可溶性总糖积累最多,这说明低温可
以较好的保持锥栗营养品质,延缓老化变质。

2.3 不同贮藏温度对超晚熟锥栗蛋白质和氨基酸含量的影响

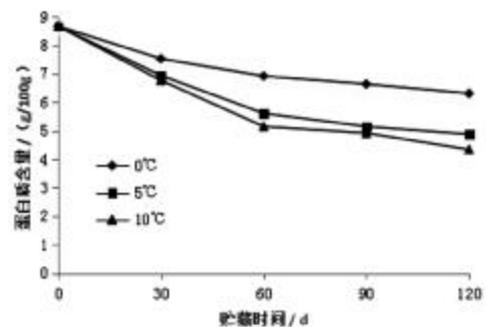


图 4 不同贮藏温度对超晚熟锥栗蛋白质含量的影响

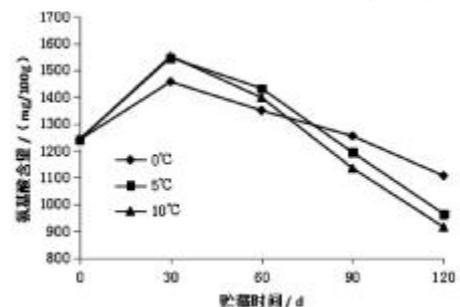


图 5 不同贮藏温度对超晚熟锥栗氨基酸含量的影响

蛋白质和氨基酸是衡量果蔬营养价值的重要指标^[9]。由图 4 和图 5 可见,锥栗蛋白质含量在贮藏初期下降较快,而后下降速度减缓;氨基酸含量在贮藏 0~30 d 内呈上升趋势,而后呈下降趋势。经统计分析表明,在整个贮藏过程中,5℃和 10℃条件下贮藏的锥栗蛋白质降解率为 43.71%和 49.94%,与 0℃贮藏条件下 27.22%的降解率差异极显著 ($P<0.01$);在贮藏 120 d 时,5℃和 10℃贮藏条件下锥栗的氨基酸含量分别为 964 mg/100 g 和 915 mg/100 g,与 0℃贮藏条件下 1 106 mg/100 g 的氨基酸含量差异极显著 ($P<0.01$)。上述结果表明,贮藏温度为 0℃时,锥栗的蛋白质降解最为缓慢,氨基酸消耗最少,营养品质保持最好。

2.4 不同贮藏温度对超晚熟锥栗脂肪含量的影响

贮藏中脂肪含量的变化不仅是体现锥栗营养品质变化的重要指标,也是影响锥栗风味、香气和色泽等感官品质的主要因素^[10]。由图 6 可见,锥栗在贮藏中,脂肪含量缓慢减少;其中 0℃条件下贮藏的锥栗脂肪含量下降幅度最小,特别是在贮藏 30 d 后变化趋于平缓。经统计分析表明,在贮藏 30~120 d 内,5℃和 10℃条件下贮藏的锥栗脂肪含量与 0℃条件下差异显著 ($P<0.01$)。上述结果表明,0℃的低温在贮藏中可以减少锥栗脂肪含量的变化,使锥栗的营养和感官品质得到较好的维持。

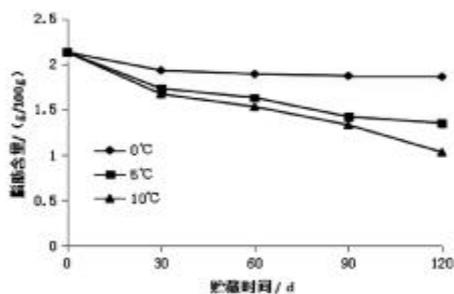


图 6 不同贮藏温度对超晚熟锥栗脂肪含量的影响

2.5 不同贮藏温度对超晚熟锥栗粗纤维含量的影响

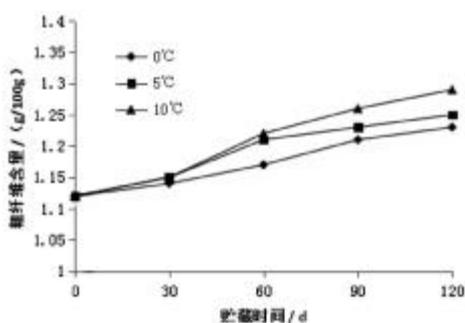


图 7 不同贮藏温度对超晚熟锥栗粗纤维含量的影响

纤维素被称为现代人的“第七大营养素”,适量的纤维可以维持良好的质地,对果蔬的品质和贮运有着重要的意义,但过高纤维容易使果蔬口感下降,品质和营养吸收均受影响^[9]。由图 7 可见,贮藏中锥栗粗纤维的含量随着贮藏时间的延长而增加,在贮藏 120 d 时,0℃条件下贮藏的锥栗粗纤维增加率仅为 8.94%,与 5℃和 10℃的粗纤维增加率 10.4%和 13.18%差异显著 ($P<0.05$),这说明 0℃的贮藏温度可以较好的维持锥栗的营养和口感,防止过度纤维化带来的品质劣变。

2.6 不同贮藏温度对超晚熟锥栗维生素 C 含量的影响

维生素 C 是一种人类必需的重要水溶性维生素,是衡量果蔬营养价值的重要指标之一^[11]。由图 8 可见,维生素 C 的含量随着贮藏时间的延长而不断下降,0、5℃和 10℃条件下贮藏的锥栗在整个贮藏过程中,损失率分别为 40.40%、50.26%和 67.59%。经统计分析表明,0℃的贮藏条件对维生素 C 水平的维持效果最好,与 5℃和 10℃的贮藏条件差异极显著 ($P<0.01$),这说明 0℃的低温对维生素 C 的损耗起到一定的抑制作用。

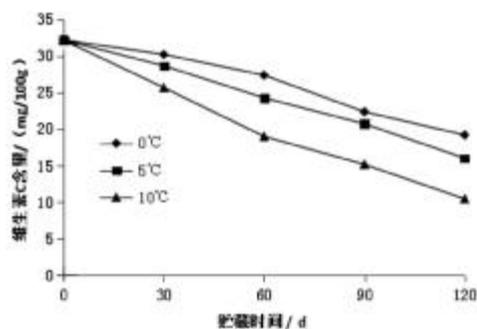


图 8 不同贮藏温度对超晚熟锥栗维生素 C 含量的影响

2.7 不同贮藏温度对超晚熟锥栗灰分含量的影响

灰分又称矿物质,是果蔬重要的营养物质之一,在各类果蔬中坚果的灰分含量最高,占 1.1~3.4%^[11]。由图 9 可见,刚采收的超晚熟锥栗灰分含量为 1.18 g/100 g,贮藏前期(0~60 d)灰分含量变化不明显,贮藏后期(60~120 d)与前期比下降较快。经统计分析表明,贮藏 0~60 d,0℃条件下贮藏的锥栗灰分含量与 5℃和 10℃的贮藏条件无显著差异 ($P>0.05$),贮藏 60 后,5℃和 10℃条件贮藏的锥栗灰分含量迅速下降,在贮藏 120 d 时,与 0℃的贮藏条件差异极显著 ($P<0.01$),这说明 0℃的贮藏条件可以维持较高的灰分含量。

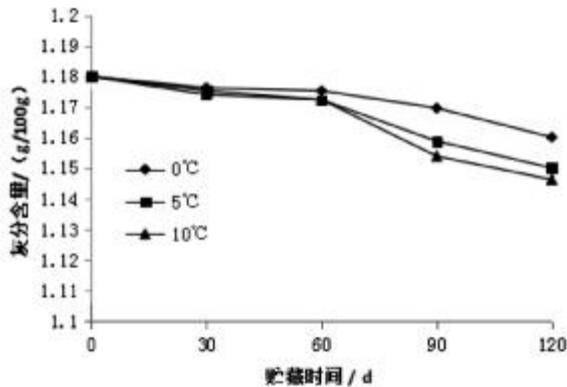


图9 不同贮藏温度对超晚熟锥栗灰分含量的影响

3 讨论与结论

在果蔬采收初期,呼吸作用和酶活性较强,各种代谢旺盛,淀粉、蛋白质和脂肪作为重要的营养物质,在淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶作用下被分解为小分子营养物质,进而被果蔬自身或微生物消耗^[1]。贮藏初期(0~30 d),0、5℃和10℃条件下贮藏的锥栗淀粉、蛋白质和脂肪含量均快速下降(如图2、图4和图6),这与贮藏初期酶活性较高有关;在此期间,淀粉的分解产物可溶性糖含量并没有迅速上升(如图3),这与贮藏初期的呼吸作用的消耗有关;在贮藏30 d后,5℃和10℃条件下淀粉、蛋白质和脂肪含量的下降速度虽有减缓,但较0℃条件仍有显著的下降趋势($P < 0.05$),在贮藏60 d后,5℃和10℃条件下贮藏的锥栗氨基酸含量迅速下降(如图5),与0℃贮藏条件差异极显著($P < 0.01$),这是由于此时氨基酸除了酶促催化产生脱氨作用和脱羧作用外,还可能作为微生物生长的氮源被消耗,这说明5℃和10℃的贮藏条件不能很好的抑制采后锥栗的酶活性和微生物的生长,营养物质损耗较大,0℃的贮藏环境有利于营养物质的保持。这与前人在板栗^[10]、圣女果^[12]上的研究结果相类似。

维生素和矿物质含量是衡量果蔬营养品质的重要指标。在贮藏中果蔬的维生素C较易损失,其主要原因有水分流失、氧化作用和抗坏血酸氧化酶的分解^[13,14]。0℃的贮藏条件对维生素C水平的维持效果最好(如图8),与5℃和10℃的贮藏条件差异极显著($P < 0.01$),但在整个贮藏过程中,损失率仍达到40.40%,这说明0℃的低温对维生素C的损耗起到一定的抑

制作用,但单靠低温条件,无法有效维持维生素C的含量,所以应考虑通过低温、低氧和酸性条件结合,来防止贮藏中锥栗维生素C的损失;贮藏后期(60~120 d)与贮藏前期(0~60 d)比较,矿物质(灰分)含量迅速下降(如图9),这可能与贮藏后期微生物的生长消耗了部分营养物质有关。

贮藏温度是影响果蔬品质的主要因素之一,低温通过抑制呼吸作用、酶活性和微生物生长,显著减少了贮藏期间营养物质的损失^[15]。本试验结果表明,随着贮藏时间的延长,超晚熟锥栗的营养价值逐渐下降,0℃的贮藏条件能较好的抑制锥栗的营养损耗,其中,水分含量、淀粉、可溶性总糖、粗蛋白、氨基酸、粗脂肪、维生素C和灰分等营养物质的变化极显著小于5℃、10℃的贮藏条件($P < 0.01$),这说明0℃的贮藏条件有利于保持超晚熟锥栗的营养品质。

参考文献:

- [1] 龚榜初,陈增华. 锥栗农家品种资源调查研究[J]. 林业科学研究,1997,10(6):574-580.
- [2] 郑诚乐,江由. 闽北锥栗品种资源及其利用前景[J]. 福建农业大学学报,1998,27(3):291-295.
- [3] 陈洁,汪浩明,张丛兰,等. 板栗的营养成分及加工特性研究. 现代食品科技,2013,29(4):725-728.
- [4] 郑诚乐,张小红,黄宁,等. 锥栗不同品种果实营养成分分析初报[J]. 亚热带植物科学,2002,31(4):5-8.
- [5] 陈家誉. 超晚熟锥栗优株生物学特性及其栽培技术 [J]. 福建农业科技,2013,(9):46-48.
- [6] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术[M]. 北京:科学技术出版社,2002.
- [7] Miller N J. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink [J]. Food Chemistry,1997,60(3):331-337.
- [8] 鲍世利,陈锦权,吴仲奔. 锥栗贮藏保鲜研究[J]. 广州食品工业科技,2003,19(2):18-21.
- [9] 李富军,张新华. 果蔬采后生理与衰老控制. 北京:中国环境科学出版社,2004.
- [10] 贺玉婷,唐正弦. 板栗感官品质与贮藏过程中营养成分变化趋势的研究. 轻工科技,2015,8(8):1-4.
- [11] 罗云波,毕阳. 果蔬采后生理与生物技术. 北京:中国农业出版社,2010.

- [12] 马超, 王艳颖, 金龙娇, 等. 不同贮藏温度下圣女果营养成分变化的研究[J]. 保鲜与加工, 2012, 12(4): 7-9. (3): 399-406.
- [13] 陈维. 探究贮藏温度对果蔬中维生素 C 含量的影响[J]. 生物学通报, 2005, 40(12): 51-52. [15] 王萌蕾, 陈复生, 杨宏顺, 等. 加工和贮藏对果蔬营养成分变化及抗氧化活性影响的研究进展 [J]. 现代食品科技, 2013, 29(3): 692-697.
- [14] Hunter K J, Fletcher J M. The antioxidant activity and composition of fresh frozen jarred and canned vegetables[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2002 (责任编辑: 叶丽娜)

Effects of Different Storage Temperatures on Nutrient Components of Extreme Late-maturing *Castanea henryi*

LIN Yuan¹, ZHANG Jing², ZHENG Yijun²

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

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

Abstract: The changes of nutrient components of 'extreme late-maturing' *Castanea henryi* at different storage temperatures (0°C, 5°C and 10°C) were investigated. The results showed that, when the temperature stay at 0°C, it could restrain the loss of starch, total sugar, protein, amino acid, fat, VC and ash, while fibrosis and water loss could be controlled efficiently, so the nutrient in *Castanea henryi* was well protected.

Key words: extreme late-maturing *Castanea henryi*; nutrient components; storage temperatures

13X 分子筛负载 TiO_2 对甲醛溶液的光催化降解

杨自涛, 王志涛, 吴方棣

(武夷学院 福建省生态产业绿色技术重点实验室, 福建 武夷山 354300)

摘要:采用溶胶-凝胶法制备了 TiO_2 光催化剂, 并通过固体扩散法将 TiO_2 负载在分子筛上, 制备出具有光催化性和吸附性的 $\text{TiO}_2/13\text{X}$ 复合材料。材料的形貌和结构特征用 SEM 和 XRD 进行表征。将材料用于光催化降解甲醛溶液, 考察了溶胶-凝胶法中水量、乙醇量、醋酸量和煅烧时间对甲醛降解活性的影响。探究了 13X 和 TiO_2 的质量比对复合材料光催化性能的影响。实验结果表明: TiO_2 最佳的制备条件为: 钛酸丁酯:水:乙醇:冰醋酸=10:9:30:0.7, 煅烧时间 3 h。当负载质量比为 1:0.2, 甲醛的降解率为 90.7%。

关键词: 13X 分子筛; TiO_2 ; 光催化; 甲醛溶液

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0034-04

甲醛是重要的有机原料, 主要应用在有机合成、塑料、染料和制漆行业。同时甲醛也是一种对环境危害相当大的污染物, 人体长期接触甲醛, 易产生皮肤过敏、呼吸道、肺功能和肝功能异常等疾病。因此, 研究更经济的水处理降解甲醛工艺对于改善人类生活环境有着重要的意义。目前, 处理废水中甲醛溶液的方法主要有: 二氧化氯法^[1], 生物处理法^[2], 缩合法, 光催化氧化法^[3]等。其中, 纳米 TiO_2 光催化剂不仅具有分解有机物、可降解有毒气体、杀菌等性能, 而且无毒、无污染, 是一种环境友好型光催化剂, 因此具有广泛的应用前景^[4-7]。但是, 目前此类光催化剂还只停留在实验室研究阶段。一方面是因为纳米级 TiO_2 颗粒细小, 在溶液中容易形成悬浮粒子, 悬浮粒子对光线的吸收降低了光的辐射深度; 另一方面有机物及其降解

产生的某些有害中间产物的浓度较低, 与 TiO_2 悬浮颗粒接触频率不高, 也减弱了催化降解效果^[8]。因此, 纳米 TiO_2 的负载是其商业化应用的一个瓶颈。

利用溶胶-凝胶法^[9]制备出纳米 TiO_2 , 以一定浓度的甲醛溶液作为目标降解物, 考察其降解效果, 研究了纳米 TiO_2 制备过程中水量、醋酸量、乙醇量和煅烧温度对光催化活性的影响, 确定较佳的反应条件。此外, 以 13X 分子筛为载体, 将最佳反应条件下制备的纳米 TiO_2 与其复合, 探究了负载比例对光催化性能的影响。

1 实验部分

1.1 溶胶-凝胶法制备 TiO_2 光催化剂

将钛酸丁酯和无水乙醇按一定比例混合, 搅拌 30 min 得到 A 液。将无水乙醇、冰醋酸和水按一定比例混合得到 B 液。再将 B 液缓慢加入到 A 液中, 并持续搅拌 30 min 得到溶胶。将溶胶静置 8 h 形成凝胶, 于真空干燥箱中 60℃干燥 5 h。最后放入马弗炉中高温煅烧, 产品经研磨后可得到二氧化钛。

1.2 固体扩散法制备 $\text{TiO}_2/13\text{X}$

首先, 将球形 13X 分子筛研磨粉碎, 过 100 目筛,

收稿日期: 2016-07-11

基金项目: 福建省教育厅科技项目(JB14104); 武夷学院校级青年基金(XQ201301); 福建省大学生创新创业训练计划项目(201510397043); 福建省教育厅科技产学研项目(JA15508)

作者简介: 杨自涛(1986-), 男, 汉族, 助教, 主要从事新型能源材料的研究。

蒸馏水洗涤数次,干燥后于 500 °C 煅烧 2 h 活化。将最佳条件制备得到的 TiO₂ 和活化后的 13X 分子筛按照一定的比例混合。然后,加入无水乙醇研磨至蒸发完全,如此反复两次。将混合物干燥后于 450 °C 煅烧 2 h 即可得到 TiO₂/13X 复合催化剂。

1.3 光催化实验

采用自制光催化反应装置(图 1 所示)进行光催化反应,光源采用 250 W 高压汞灯。用乙酰丙酮分光光度法测定光催化反应前后的甲醛浓度变化。具体方法:首先离心分离取反应物上清液 2 mL 于 25 mL 具塞比色管,加入 2.5 mL 乙酰丙酮缓冲液,60 °C 水浴加热 15 min,在波长 414 nm 处检测甲醛浓度变化。甲醛的降解率采用下式计算:

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

式中:R 为光催化降解率;C₀ 和 C 分别为光照前、后目标降解物浓度。

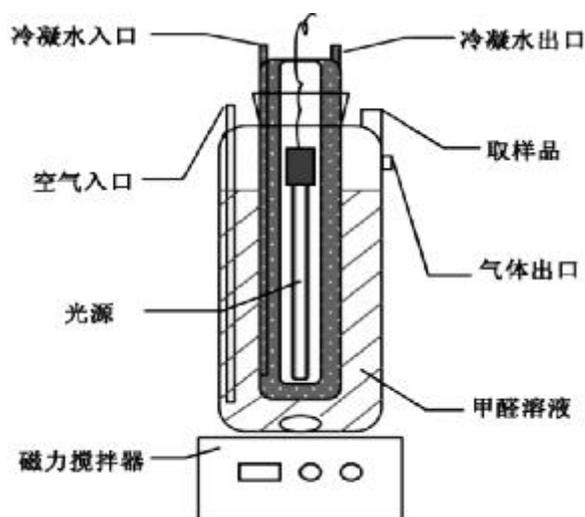


图 1 光化学反应仪

2 结果与讨论

2.1 复合材料的表征

图 2 是 TiO₂、13X 分子筛和 13X/TiO₂ 复合材料的 XRD 图谱。从 TiO₂ 的 XRD 图谱可以看出在 2θ=25.3° 处有很强的吸收峰,峰面窄,是 TiO₂ 吸收特征峰。说明 TiO₂ 结晶度良好,是锐钛矿型。比较负载前后 XRD 图谱可以发现,相对于 TiO₂ 和 13X 分子筛的

XRD 图谱,复合材料的 XRD 图谱增加了几条特征谱线,这正是锐钛矿晶型的 TiO₂ 特征谱线。说明 Ti 以锐钛矿晶型存于 13X 分子筛中。分析可能以两种方式负载于分子筛中:一种是以 TiO₂ 纳米粒子吸附于分子筛的表面和孔道中;另一种是 Ti 取代分子筛中的 Al、Si 等金属离子,进入分子筛的结构中^[10]。

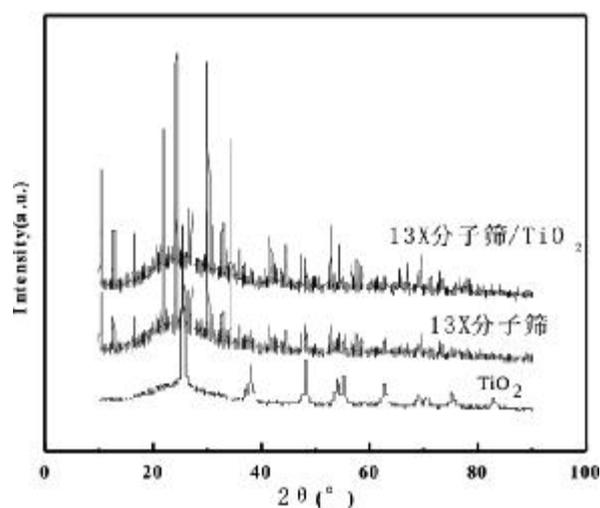


图 2 TiO₂、13X 分子筛和 13X/TiO₂ 复合材料的 XRD 图谱

图 3 是 TiO₂(a)、13X 分子筛(b)和 13X/TiO₂ 复合材料(c)的 SEM 图。从图(a)中可以看出,所制备的 TiO₂ 纳米粒子基本为球形,粒度分布较为均匀,呈现轻微团聚现象。图(b)显示 13X 分子筛呈圆形,粒度比较均匀,说明该种分子筛的晶型比较好。图(c)中颗粒也基本为圆形,但颗粒表面有些小颗粒物质出现,应该是 TiO₂ 纳米粒子附着在 13X 分子筛所致。

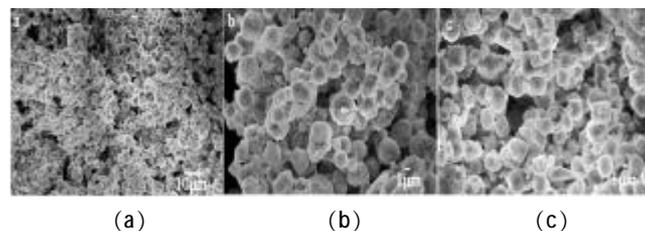


图 3 TiO₂(a)、13X 分子筛(b)和 13X/TiO₂ 复合材料(c)的 SEM 图

2.2 不同的水量对光催化剂性能的影响

固定钛酸丁酯:无水乙醇:冰醋酸=10:40:1,500 °C 焙烧 2 h 时,测得不同加水量对甲醛的降解率的影响实验结果如图 4 所示。当加水量为 9 mL 时,二氧化钛的光催化性能最好,甲醛的降解率为 81.8%。这可能是由于加水量影响到水解缩聚产物的结构,当加水量太少时,醇盐水解速率慢,影响 TiO₂ 的光催化活性。

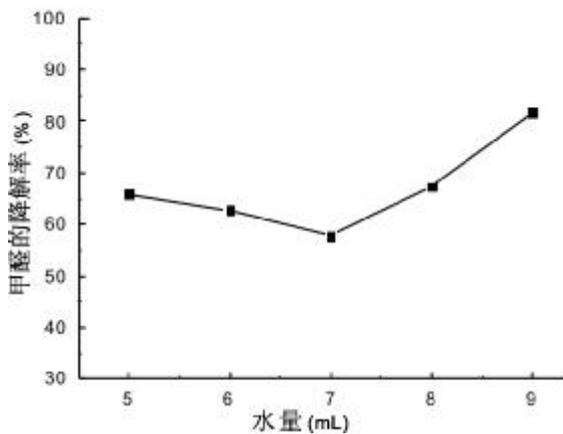


图4 不同的水量对甲醛降解率的影响

2.3 不同的冰醋酸量对光催化剂性能的影响

固定钛酸丁酯:无水乙醇:水=10mL:40mL:9mL, 500 °C煅烧 2h 时,测得不同加酸量对甲醛的降解率的影响实验结果如图 5 所示。当加酸量为 0.7 mL 时,二氧化钛的光催化性能最好,甲醛的降解率为 81.97%。在一定的酸量条件下,随着加酸量的增加,TiO₂ 晶粒的粒径变小,但是当酸量过多时,TiO₂ 晶粒的粒径突然增加,光催化活性降低。

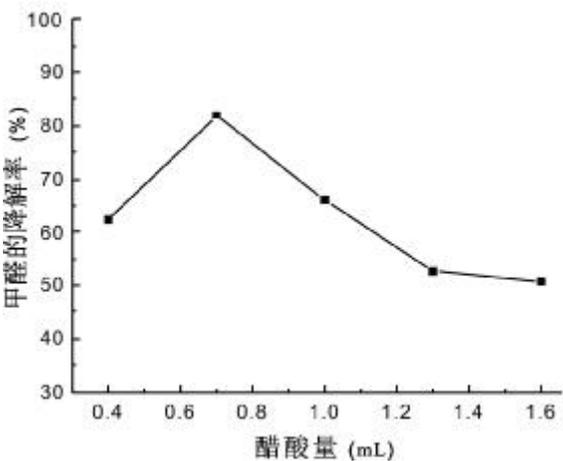


图5 不同的冰醋酸量对甲醛降解率的影响

2.4 不同的无水乙醇量对光催化剂性能的影响

固定钛酸丁酯:冰醋酸:水=10:0.7:9, 500 °C煅烧 2h 时,测得不同无水乙醇量对甲醛的降解率的影响实验结果如图 6 所示。当乙醇的量为 30 mL 时,二氧化钛活性最高,甲醛的降解率为 71.86%。但不同二氧化钛对甲醛降解率影响差别不大,因无水乙醇不参与水解反应,只是将钛酸丁酯溶解成稳定的溶胶体系。

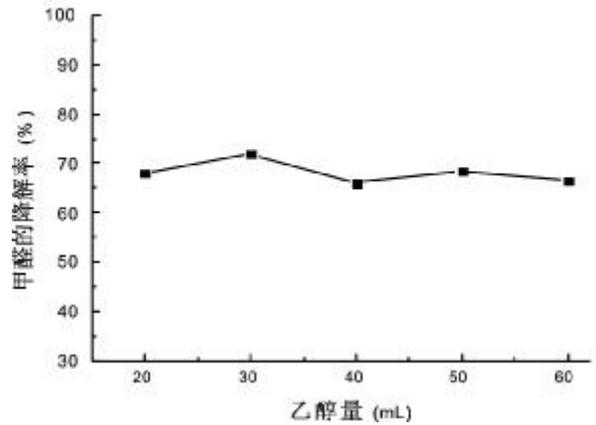


图6 不同的无水乙醇量对甲醛降解率的影响

2.5 不同的煅烧时间对光催化剂性能的影响

根据上述得到的最优条件,测得不同煅烧时间对甲醛降解率的影响结果如图 7 所示。煅烧时间为 3 h 时,二氧化钛的性能最好,甲醛的降解率为 78.76%。这是因为煅烧 3 h 的情况下,得到的几乎都为锐钛矿型的二氧化钛,而时间过长,有些转化为金红石型。据文献^[1]报道,锐钛矿型的 TiO₂ 光催化活性要比金红石型的 TiO₂ 光催化活性高,因此降解率下降。

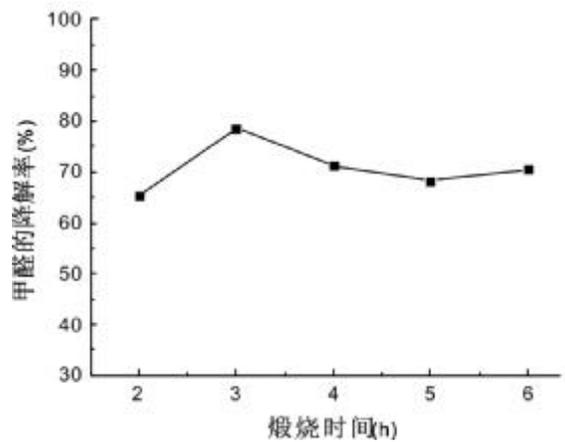


图7 不同的煅烧时间对甲醛降解率的影响

2.6 不同的负载质量比对 TiO₂/13X 性能的影响

在上述最佳工艺条件下,测得不同负载比对甲醛降解率的影响结果如图 8 所示。由图 8 可以看出,随着负载质量比的增大,甲醛的降解率先增大后减小。质量比在 0.1 到 0.2 之间,甲醛的降解率急剧升高。质量比在 0.2 到 0.4 时,降解率开始逐渐减小。这是由于随着 TiO₂ 的增加,TiO₂ 粒子对光线有遮蔽作用,影响了光催化速率。综合分析最佳的负载质量比为 1:0.2。此时甲醛的降解率为 90.7%。

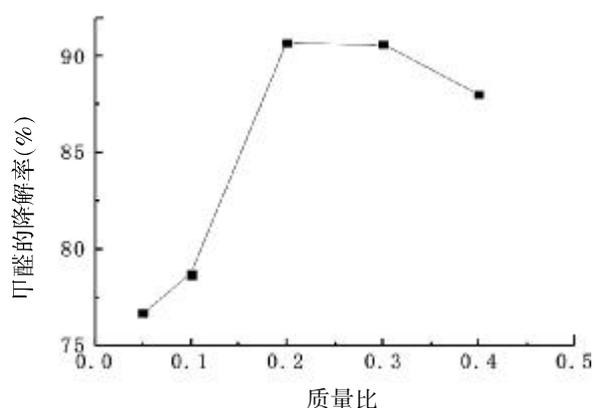


图8 不同的复合比例对甲醛降解率的影响

3 结论

以钛酸丁酯、无水乙醇、冰醋酸为原料,用溶胶-凝胶法制备了 TiO₂ 光催化剂,通过固体扩散法将 TiO₂ 负载在分子筛上,合成了 TiO₂/13X 复合材料。实验确定 TiO₂ 最佳的制备条件为:钛酸丁酯:水:乙醇:冰醋酸=10:9:30:0.7,煅烧时间 3 h。当负载质量比为 1:0.2,甲醛的降解率达 90.7%以上。说明 TiO₂/13X 复合材料有优异的光催化性能,揭示了其在处理甲醛废水中的潜力。

参考文献:

- [1] 岳秋艳,高宝玉.二氧化氯处理苯酚和甲醛废水的研究[J].山东环境,1998(3): 3-5.
- [2] Oliveira S, Moraes E M, Adorno M, et al. Formaldehyde

degradation in an anaerobic packed-bed bioreactor[J]. Water research, 2004, 38(7): 1685-1694.

- [3] 刘庆禄,林波.纳米材料与技术在水处理中的应用及前景[J].环境科学与管理,2007(23):98-101.
- [4] 鹿院卫,马重芳,夏国栋,等.室内污染物甲醛的光催化氧化降解研究[J].太阳能学报,2004, 25 (4):542-546.
- [5] 廖东亮,肖新颜,邓沁,等.二氧化钛光催化降解甲醛反应动力学研究[J].化工环保,2003,23 (4) :191-194.
- [6] 王君,韩建涛,等.TiO₂ 功能材料应用研究进展[J].钛工业进展,2004,21(4):25-28.
- [7] Hua X S, Zhang Y J, Ma N H, et al. A new coral structure TiO₂/Ti film electrode applied to photoelectrocatalytic degradation of reactive brilliant red [J].Journal of hazardous materials, 2009(172):256-261.
- [8] 陶红,张宇然,王璐,等.13X 分子筛负载 TiO₂ 对偶氮染料活性艳红的光催化降解[J].水资源与水工程学报,2010,21 (2):79-82.
- [9] 张梅,杨绪杰,陆路德,等.溶胶-凝胶法制备纳米 TiO₂[J].化工新型材料,2002, 30(1):35-37.
- [10] 张海洋,陶红,王璐,等.Ti/13X 分子筛复合材料的研制及其光催化性能[J].宜春学院学报,2008, 30(6) :41-45.
- [11] 赵洁,邱克辉,董宏伟,等.锐钛型纳米 TiO₂ 光催化降解与环保应用研究进展 [J]. 中国非金属矿工业导刊,2006(4): 50-55.

(责任编辑:夏婷婷)

Photocatalytic Degradation of Formaldehyde by Composite Materials of TiO₂ Loaded 13X Molecular Sieves

YANG Zitao, WANG Zhitao, WU Fangdi

(Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, Wuyi University, Wuyishan 354300)

Abstract: TiO₂ catalyst was prepared by the sol-gel method. Then, a novel composite materials of TiO₂ loaded 13X molecular sieves with adsorption and photocatalysis was synthesized by solid diffusion method. The structure and morphology of the materials was characterized by SEM and XRD. Furthermore, experiment photocatalytic degradation experiments for formaldehyde were carried out with an aim to inspect the influence of preparation conditions of TiO₂ on photocatalytic degradation performance. The results showed that the best prepared conditions were proved to be Ti(OC₄H₉)₄:H₂O:CH₃COOH:C₂H₅OH=10:9:0.7:30 and calcination time 3 h respectively. When the loading mass-ratio was 1:0.2, the photocatalytic degradation of formaldehyde was 90.7%.

Key words: 13X molecular sieves; TiO₂; photocatalytic; formaldehyde

具有 Hassell-Varley 型的 随机捕食系统正全局解的存在性

叶丽霞, 兰德新

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要: 基于 Hassell-Varely 型功能性反应和随机干扰, 研究了一类具有 Hassell-Varely 型的随机捕食系统正全局解的存在性与唯一性。利用随机微分方程中的比较原理及 Itô 积分方法, 给出了该系统正全局解的存在性与唯一性的充分条件, 为研究该系统全局渐进稳定奠定基础。

关键词: 随机扰动; Hassell-Varley 型功能性反应; 正全局解

中图分类号: O175 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0038-04

在生物种群的研究中, 研究者们把种群与种群之间相互竞争、捕食与被捕食、互惠合作等情况建成数学模型, 用来描述、预测以致调节和控制物种的发展过程和发展趋势。食饵-捕食者相互作用的关系是生物种群之间相互作用的基本关系之一, 是生态学、生物学的研究热点。

功能性反应是指单个捕食者在单位时间内捕食者、食饵的数量, 其在食饵-捕食者系统的研究中扮演着重要角色。目前, 对于不同功能性反应的食饵-捕食者系统已建立相应的研究成果^[1-12]。

1969 年, Hassell 和 Varley 首先发现捕食者种群之间的干扰影响捕食效率的实验证据, 并提出了现在被称作 Hassell-Varley^[6]型功能性反应

$$g_1(N, P) = \frac{AN}{P^R} \quad (1)$$

这里和分别代表食饵和捕食者种群规模(或者密度), 是捕食者搜寻食饵的效率, 用来表示捕食者之间

的干扰, 一般介于 0 到 1 之间。近年来, 具有 Hassell-VarleyH-V 型功能性反应的捕食系统深得许多学者的广泛关注, 并建立了相应的研究。

2013 年, 杨戈锋^[9]研究一类具有迁移效应的 Hassell-Varley 型功能性反应的捕食者-食饵系统, 利用比较原理和解的延展定理, 给出了该系统耗散性和持续生存的条件。

2012 年, 钟敏玲, 刘秀湘^[8]对一类具有 Hassell-Varley 型功能性反应的非时滞捕食者-食饵系统的周期解存在性问题, 通过对重合度定理的延拓定理的改进, 给出了一种新的解的估计方法, 同时运用拓扑度的同伦不变性, 给出了该系统周期解存在性的充要条件。

但目前对具有 Hassell-Varley 型功能性反应的捕食者-食饵系统的研究, 大多涉及其正周期解、持续生存的研究, 对于该系统的稳定性, 全局解的存在唯一性涉及的比较少, 而且对该类系统的研究很少考虑随机因素的影响。

然而, 在现实的生物系统中, 随机因素总是不可避免的。我们发现, 外界的随机扰动对生物的生长及种群的密度产生影响。因此, 随机生物系统模型的研究具有现实意义与应用意义, 是十分重要的。

Ji C Y 等^[11]利用随机微分方程的比较原理及 Itô 积分, 对一类具有随机干扰的时滞食饵-捕食系统进

收稿日期: 2016-01-05

基金项目: 国家自然科学基金(11202249), 福建省青年教师科研基金(JA15524)。

作者简介: 叶丽霞(1987-), 女, 汉族, 助教, 主要从事动力系统方面的研究。

行分析,给出了其系统正全局解的存在唯一性和该解的阶矩上界.目前,对具有随机扰动和时滞的食饵-捕食者系统的研究涉及比较少,尤其是具有 Hassell-Varley 型功能性反应的食饵-捕食者系统。

本文在王莉^[7]提出模型的基础上,考虑环境白噪声的干扰,提出一类具有随机扰动的食饵-捕食者系统,该系统具有 Hassell-Varley 型功能性反应函数。利用随机微分方程中的比较原理及 Itô 积分公式,在一些假定条件下,给出了该系统正全局解存在唯一性的充分条件。

1 预备知识

引理 1 (随机微分方程的比较原理) 设 $x_i(t)$ 分别是随机微分方程

$$dx_i(t) = f_i(x_i(t), t)dt + g(x_i(t), t)dB(t)$$

的解,其中 $f(x, t) \in C(\mathbb{R}_x[0, \infty])$, $g(x, t) \in C(\mathbb{R}_x[0, \infty])$ 。若还满足:

(1) 存在定义在上 $[0, \infty]$ 的满足 $\rho(0) = 0$ 以及

$\int_0^\infty \rho(s)ds = \infty$ 的函数 $\rho(s)$, 使得

$$|g(x, t) - g(y, t)| \leq \rho(|x - y|), x, y \in \mathbb{R}, t \geq 0;$$

(2) $f_1(x, t) < f_2(x, t), x \in \mathbb{R}, t \geq 0$;

(3) $x_1(0) \leq x_2(0)$;

则依概率 1 有 $x_1(t) \leq x_2(t), t \geq 0$ 。

2 主要结论

Hassell-Varley 模型是 Hassell 和 Varley 在 1969 年首次发现充裕的捕食者数量对捕食量有反作用的实验数据并提出的模型,该模型更形象地描述了生物系统相互作用的关系。H-V 型功能性反应的食饵-捕食系统的一般形式为:

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = x(t)(r - bx(t)) - \frac{ax^2(t)y(t)}{\gamma x^2(t) + y^{2\delta}(t)} \\ \frac{dy(t)}{dt} = -y(t)(k - cy(t)) + \frac{\beta x^2(t)y(t)}{\gamma x^2(t) + y^{2\delta}(t)} \end{cases} \quad (2)$$

$x(0) > 0, y(0) > 0, \delta \in (0, 1)$

其中, $x(t), y(t)$ 分别表示食饵种群和捕食者种群在 t 时刻的密度; r, k, a, β, γ 分别表示食饵内禀增长

率,捕食率,半饱常数,捕食者的死亡率和食饵生物量转化为捕食者生物量的转化率, δ 称为 Hassell-Varley 系数。该模型能够反映形成群体的捕食者之间的相互关系,对于某些构成群体的陆地捕食者,可设 $\delta = \frac{1}{2}$, 而对某些构成群体的水生捕食者,设 $\delta = \frac{1}{3}$ 更合适些,若 $\delta = 1$, 即捕食者没有形成群体,则模型就要变为比率型捕食者-食饵系统。

基于此,本文假设系统(2)中食饵和捕食者的内禀增长率 r, k 受到随机干扰,即

$$r \rightarrow r + \delta_1 \dot{B}_1(t) \quad k \rightarrow k + \delta_2 \dot{B}_2(t)$$

研究下列具有扰动的 Hassell-Varley 型功能性的食饵-捕食者系统:

$$\begin{cases} dx = \left[r - bx(t) - \frac{ax(t)y(t)}{\gamma x^2(t) + y^{2\delta}(t)} \right] x(t)dt + \delta_1 x(t)dB_1(t) \\ dy = - \left[k - cy(t) - \frac{\beta x^2(t)}{\gamma x^2(t) + y^{2\delta}(t)} \right] y(t)dt + \delta_2 y(t)dB_2(t) \end{cases} \quad (3)$$

其中 $\dot{B}_1(t), \dot{B}_2(t)$ 为环境的白噪声,是相互独立的标准布朗运动,且 $B_1(0) = 0, B_2(0) = 0; \delta_1, \delta_2$ 为噪声强度;定义初始函数 $x(0) = x_0, y(0) = y_0$ 。

下面将研究系统(3)的解是存在且唯一的。

全文中,除非特别说明,设 $(\Omega, \mathcal{F}, \{F_t\}_{t \geq 0}, P)$ 是完备的概率空间, $\{F_t\}_{t \geq 0}$ 满足通常条件,即单调递增且右连续, F_0 包含所有零测集, $B_1(t), B_2(t)$ 是定义在整个概率空间上的相互独立的布朗运动。

系统(3)中, $x(t), y(t)$ 表示种群密度,则由实际意义可知它们非负,现在我们通过变换,并利用引理 1 随机方程的比较原理,证明系统(3)的解存在唯一且是全局的。

定理 3.1 若下列条件

$$\gamma > 0, c > 0, \frac{r}{b} > 0, k - \frac{\beta}{\gamma} > 0 \quad (4)$$

成立,则对给定的初始函数 $x(0) = x_0, y(0) = y_0$, 系统(3)存在唯一解,且此解以概率 1 位于 \mathbb{R}_+^2 中,即 $(x(t), y(t)) \in \mathbb{R}_+^2 (t \geq 0), a.s.$ 。

证明:首先条件变换 $x(t) = e^{u(t)}, y(t) = e^{v(t)}$ 则可得到如下方程:

$$du(t) = \left[r - \frac{1}{2}\sigma_1^2 - be^{u(t)} - \frac{ae^{u(t)+v(t)}}{\gamma e^{2u(t)} + e^{2v(t)}} \right] dt + \sigma_1 dB_1(t) \tag{5}$$

$$dv(t) = - \left[r - \frac{1}{2}\sigma_1^2 - ce^{v(t)} - \frac{\beta e^{u(t)+v(t)}}{\gamma e^{2u(t)} + e^{2v(t)}} \right] dt + \sigma_2 dB_2(t)$$

具有初始函数

$$(u_0(\theta), v_0(\theta)) \in ([0, 0]; \mathbb{R}_+^2), t \geq 0$$

显然系统(5)系数满足局部 Lipschitz 条件,则在 $t \in [0, \tau_e]$ 上有唯一局部解 $(u(t), v(t))$, 其中 τ_e 是爆破时间,由 Itô 式可知 $x(t) = e^{u(t)}, y(t) = e^{v(t)}$ 是对任意给定的初始函数,系统(3)的唯一正局部解。

其次,证明此解是全局的,即证 $\tau_e = \infty$ 。

由 $x(t) > 0, y(t) > 0$ 可知,

$$dx(t) \leq [r - bx(t)]x(t)dt + \sigma_1 x(t)dB_1(t)$$

由于 $\frac{r}{b} > 0$, 则下列方程

$$\begin{cases} d\phi(t) = [r - bx(t)]x(t)dt + \sigma_1 x(t)dB_1(t) \\ \phi(0) = x_0 \end{cases}$$

有解. Itô 积分方法可解得

$$\phi(t) = \frac{\exp\left\{\left(r - \frac{1}{2}\sigma_1^2\right)t + \sigma_1 B_1\right\}}{\frac{1}{x_0} + b \int_0^t \exp\left\{\left(r - \frac{1}{2}\sigma_1^2\right)s + \beta B_s\right\} ds}$$

由引理 1 知, $x(t) \leq \phi(t), t \in [0, \tau_e], a.s.$ (6)

另外, $dy(t) \leq -[k - cy(t) - \frac{\beta}{\gamma}]y(t)dt + \sigma_2 y(t)dB_2(t)$

由于 $c > 0, k - \frac{\beta}{\gamma} > 0$, 则下列方程

$$\begin{cases} d\psi(t) \leq -[k - c\psi(t) - \frac{\beta}{\gamma}]\psi(t)dt + \sigma_2 \psi(t)dB_2(t) \\ \psi(0) = y_0 \end{cases}$$

有解. 由 Itô 积分方法可解得

$$\psi(t) = \frac{\exp\left\{\left(\frac{\beta}{\gamma} - k - \frac{1}{2}\delta_2^2\right)t + \delta_2 \beta_1\right\}}{\frac{1}{y_0} - \int_0^t \exp\left\{\left(\frac{\beta}{\gamma} - k - \frac{1}{2}\delta_2^2\right)s + \delta_2 \beta_s\right\} ds}$$

由引理 1 知, $y(t) \leq \psi(t), t \in [0, \tau_e], a.s.$ (7)

另一方面, 由于 $y(t) \leq \psi(t)$ 且 $\delta \in (0, 1)$, 则有

$$\begin{aligned} dx(t) &\geq \left[r - bx(t) - \frac{a}{2\sqrt{r}} y^{1-\delta}(t) \right] x(t)dt + \delta_1(t)x(t)dB_1(t) \\ &\geq \left[r - bx(t) - \frac{a}{2\sqrt{r}} y^{1-\delta}(t) \right] \psi(t)dt + \delta_1(t)x(t)dB_1(t) \end{aligned}$$

由于 $\frac{\gamma}{b} > 0$, 则下列方程

$$\begin{cases} d\Phi(t) = \left[r - b\Phi(t) - \frac{a}{2\sqrt{r}} \psi^{1-\delta}(t) \right] \phi(t)dt + \delta_1(t)\Phi(t)dB_1(t) \\ \Phi(0) = x_0 \end{cases}$$

有解. 由 Itô 积分公式可解得

$$\phi(t) = \frac{\exp\left\{\left(r - \frac{1}{2}\delta_1^2\right)t - \frac{a}{2\sqrt{r}} \int_0^t \psi^{1-\delta}(s) + \delta_1 \beta_1(s)\right\}}{\frac{1}{x_0} + b \int_0^t \exp\left\{\left(r - \frac{1}{2}\delta_1^2 - \frac{a}{2\sqrt{r}} \int_0^s \psi^{1-\delta}(u)du + \delta_1 \beta_1(s)\right\} ds}$$

则 $x(t) \geq \phi(t), t \in [0, \tau_e], a.s.$ (8)

又因为

$$dy(t) \geq -[k - cy(t) - \frac{\beta}{\gamma}]y(t)dt + \delta_2 y(t)dB_2(t)$$

由于 $c > 0$, 且 $k - \frac{\beta}{\gamma} > 0$, 则下列方程

$$\begin{cases} d\psi(t) \geq -[k - c\psi(t) - \frac{\beta}{\gamma}]\psi(t)dt + \delta_2 \psi(t)dB_2(t) \\ \psi(0) = y_0 \end{cases}$$

有解. 由 Itô 积分方法可解得

$$\psi(t) = \frac{\exp\left\{\left(-k + \frac{\beta}{\gamma} - \frac{1}{2}\sigma_2^2\right)t + \sigma_2 B_2\right\}}{\frac{1}{y_0} - \frac{1}{c} \int_0^t \exp\left\{\left(-k + \frac{\beta}{\gamma} - \frac{1}{2}\sigma_2^2\right)s + \sigma_2 B_s\right\} ds}$$

则 $y(t) \geq \psi(t), t \in [0, \tau_e], a.s.$ (9)

总之, 由式(6)-(9)式可知

$$\psi(t) \leq x(t) \leq \phi(t), \psi(t) \leq y(t) \leq \psi(t), a.s.$$

注意到, 当 $t \geq 0, \Phi(t), \phi(t), \Psi(t)$ 和 $\psi(t)$ 都存在.

所以 $\exists t \geq 0$, 对任意给定的初始函数 $x(0) = x_0, y(0) = y_0$ 系统(3-2)有唯一正解 $(x(t), y(t))$, 几乎处处成立, 证毕。

参考文献:

- [1] Liu M, Wang K. Global stability of stage-structured predator - prey models with Beddington - DeAngelis functional response[J]. ELSEVIER, Commun Nonlinear Sci Numer Simulat, 2011(16):3792 - 3797.
- [2] 张升泉, 刘会民. 具有非线性收获率和 Hassell - Varley 型功能性反应的差分方程组的周期解[J]. 生物数学学报, 2013(3):415-422.
- [3] 杨戈锋. 具有迁移效应的 Hassell - Varley - Holling 捕食者 - 食饵系统的持续生存[J]. 生物数学学报, 2013(1):61-66.

- [4] 沈柳平,姚晓洁,杨继昌. 一类具有 Hassell-Varley 型功能反应和脉冲的扩散捕食系统的正周期解存在性[J]. 数学的实践与认识,2011(13):228-240.
- [5] 钟敏玲, 刘秀湘. 脉冲时滞 Hassell-Varley-Holling 功能性反应捕食者:食饵系统周期解存在的充要条件[J]. 应用数学学报,2012(2):297-308.
- [6] Hassell M P, Varely G C. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control [J]. Nature, 1969(223): 1133-1137.
- [7] 王莉. 有 Hassell-Varley 型功能性反应的捕食者-食饵系统持续生存性[J]. 企业技术开发, 2012, 31(1): 1006-8937.
- [8] Ji C Y, Jiang D Q, Li X Y. Qualitative analysis of a stochastic ratio-dependent predator - prey system[J]. ELSEVIER, Journal of Computational and Applied Mathematics, 2011(235):1326 - 1341.
- [9] Li Y Q, Gao H L. Existence, uniqueness and global asymptotic stability of positive solutions of a predator - prey system with Holling II functional response with random perturbation [J]. ELSEVIER, Nonlinear Analysis, 2008(68):1694 - 1705.
- [10] 孟笑莹,邓其飞,彭云建. 具有随机扰动的食饵-捕食系统的稳定性[J]. 系统工程与电子技术,2011, 33(2): 385-389.
- [11] Ji C Y, Jiang D Q, Shi N Z. Analysis of a predator - prey model with modified Leslie - Gower and Holling -type II schemes with stochastic perturbation[J]. ELSEVIER, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 2009(359): 482 - 498.
- [12] Hye K K, Hunki B. The dynamical complexity of a predator - prey system with Hassell - Varley functional response and impulsive effect [J]. ELSEVIER, Mathematics and Computers in Simulation, 2013(94):1 - 14.

(责任编辑:叶丽娜)

Existence of Global Solutions Stochastic Prey-Predator System with Hassell-Varley Type Functional Response

YE Lixia, LAN Dexin

(School of Mathematics and Computer, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 334300)

Abstract: With Hassell-Varley type functional response and random disturbance, this paper further studies existence and uniqueness of global solutions stochastic prey-predator system with Hassell-Varley type functional response. A sufficient condition of existence and uniqueness of global solutions have been presented for such systems by using the comparison principle of stochastic differential equation and integral, contributing to study global asymptotic stability of the systems .

Key words: random disturbance; Hassell-Varley type functional response; global solutions

简易家用多路遥控器

陈石龙¹, 张馨华²

(1. 宁德师范学院 物理与电气工程系, 福建 宁德 352100; 2. 芯群集成电路(厦门)有限公司, 福建 厦门 361008)

摘要:以家用电器多路遥控器为研究对象,在研究和设计遥控的过程中,根据红外线的发射与接收,将光信号转换成电信号,通过对信号进行放大、有源滤波等处理,即可获得经调制后的脉冲序列,经 MCU 对脉冲序列进行解码、译码,即可还原二进制信号,不同的二进制信号表示遥控器不同的控制指令,实现对不同设备的控制。

关键词:遥控器;红外线;脉冲

中图分类号:TN92 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0042-04

现今科技的进步和人们生活水平的不断提高,带红外遥控的家用电器的种类繁多,但因市场上不同品牌型号的家用电器的配置,其配置的遥控器采用各自的信号频率或编码方式,这就造成其不能相互通用的原因,造成每个家用电器必须自带一个遥控器,为了使用其中某一电器,要专门使用其相对应的遥控器,这导致人们在使用这些家用电器带来了诸多不便。因此为了更加方便,当前市场上已有部分家用多路红外线遥控,它具有接收、存储和发送红外线编码的功能,可以对多个家用电器进行控制,从而实现遥控器的共用。

本次设计是利用 MS-C51 系列单片机作为 MCU,制作遥控发射控制器与信号接收器,发射控制器采用红外线发射,实现控制对应接收器中相应功能^[1]。本次设计的红外线遥控发射器利用脉冲数量进行编码,利用红外线接收头接收信号,再进行滤波、调制放大,经 MCU 进行解码识别,根据解码信息的不同,实现相对应的功能。

1 设计方案论证

当前市面上所采用的遥控器多数都采用专用集成模块,其特点在于制作简易、性能成熟,规模化等,但在键数和功能要求上受到一定限制,只应用于某一类的家用电器产品,使其应用范围被大大缩小。但在基于单片机下的红外线遥控系统,可自行编写程序,灵活多样、设定操作码个数等优点。本次设计是采用基于 MC-51 系列单片机遥控系统的设计,根据设定红外线脉冲个数进行编码、利用 MCU 进行解码,从而实现家用电器功能控制。本次基于 MC-51 系列单片机的红外线遥控器设计原理框图如图 1 所示,红外线信号接收控制系统设计的原理框图如图 2 所示。

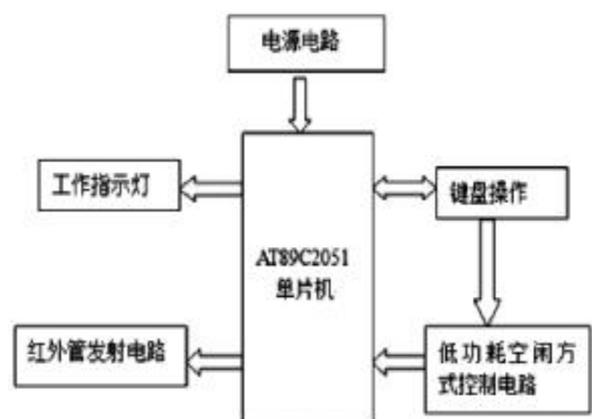


图 1 单片机遥控器设计原理框图

收稿日期:2015-12-30

基金项目:宁德师范学院青年教师专项(2013Q05)。

作者简介:陈石龙(1984-),男,汉族,助理工程师,主要从事控制理论与集成电路应用方面的研究。

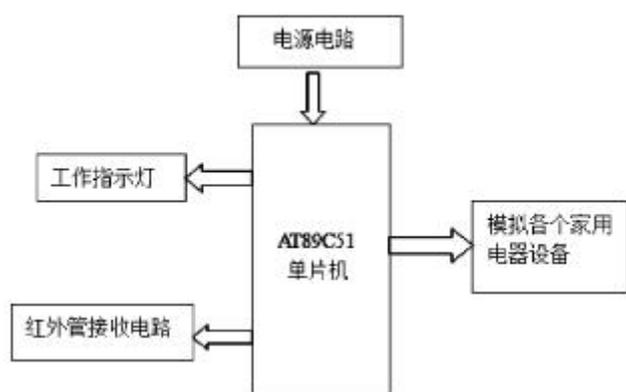


图2 单片机受控系统原理框图

2 硬件部分电路的设计

本次设计采用MC-51系列单片机作为核心处理器,系统硬件电路可分为红外线信号发射系统电路和接收系统电路两部分。

2.1 红外信号发射系统电路的设计

遥控信号发射电路是基于AT89C2051单片机为遥控器发射电路的MCU,并与遥控键盘、硬件复位控制电路、红外线信号发射电路、电源等部分组成^[2]。该部分系统电路一般都处于低功耗的节电模式,当键盘扫描到有效的输入信号时,通过外部中断唤醒单片机进行工作。当进行有效的键盘操作时,我们可以通过预先编写的软件来查询相应的有效键号,使红外线发射电路发射相应的编码信号,当信号发射完重新进入节电等待模式,等待下次中断唤醒,其电路原理图如图3所示。

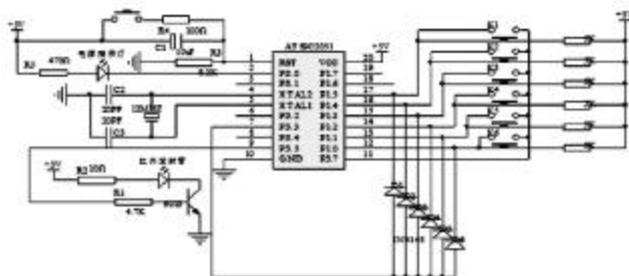


图3 遥控发送系统的电路设计原理

2.2 操作键盘的实现

按键开关直接和单片机的I/O口连接,按键开关电路的实现如图3所示。利用P1口作为按键接口来实现相应功能。为提高单片机利用率与节约电池能

量,该系统采用键盘中断扫描的工作方式,一般单片机处于空闲等待的节电工作模式,当扫描到有效按键时,即可触发单片机外部中断,调用查键和执行相应键的功能程序,实现键盘操作相应目的。

2.3 控制器电路部分

对于AT89C2051单片机节电工作方式有空闲与掉电两种,本次设计的遥控器采用前一种工作模式。其做法是将定时/计数器的IDL置高电平后,进入空闲等待节电工作模式。在该工作模式下,内部时钟只供给中断、串行口、定时器部分。利用二极管组成“与”门的原理来实现遥控器退出该工作模式^[2]。当有发生有效按键时,“与”门电路触发单片机发生外部中断,系统调用键盘扫描和红外线发射子程序,执行完毕后重新空闲待机,等待下一次的唤醒。在使用过程中单片机基本上都处于空闲待机的模式,能耗低,有利于保障电池的节能使用。

2.4 遥控信号发射与接收

信号信息码是利用单片机的定时器调制出一定频率(38.5 kHz)红外线载波发射信号,利用单片机I/O口输出信号,经三极管放大、滤波,由红外发射管进行发射,必须注意的是在选用电阻R2时我们必须选择恰当,因为R2阻值的大小是控制红外线发射的距离^[2]。红外线发射管是一种特殊的发光二极管,其内部材料与普通发光二极管不同,其工作原理是在二极管两端施加一定电压便可发射出红外线。电源工作指示灯是利用P3.0口接了一个发光二极管,当处于工作状态时,灯显示红色。

当前市场上的红外遥控接收器已集成模块化,本次设计也是采用集成化模块,一般为三引脚,输出为检波整形过的方波信号。一般红外接收头的封装大致有铁皮屏蔽和塑料封装两种,其引脚分别为电源正端、接地端和数据输出端,在使用过程中我们要分清相应的引脚功能。

3 遥控器的系统软件设计

3.1 初始化程序和主程序部分

初始化程序主要是置P1口、P3口为高电平,关闭遥控输出口P3.5,设置堆栈指针SP,选择定时器/计

数器 1、中断优先级级别,同时操作模式为自动 8 位重装载。

在执行主程序流程时首先进行初始化程序,再进入循环状态。但在循环过程中有两个主要的任务,调用键盘扫描程序和进入低功耗空闲待机。我们采用的思路是在完成键盘查询程序后随即进入空闲待机模式,直至外部中断 1 发射中断或者系统复位而退出,单片机重新进入循环部分调用键盘程序,其中初始化程序和主程序流程图如图 4 所示。

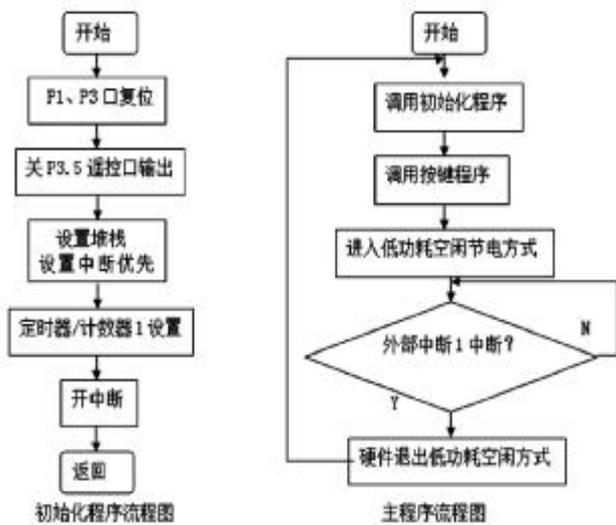


图 4 初始化程序和主要程序流程图

对于外部中断 1 服务程序的设计思路是^[4]:当有扫描到有效按键(按键必须进行除抖处理)时,利用与门电路来触发中断 1 发生中断,对 IDL 进行硬件清零,结束低功耗节电模式,执行进入低功耗空闲方式命令后面的一条指令,因此在外部中断 1 中断服务程序中只需执行中断返回指令即可。定时器 1 中断服务程序的设计思路是:因红外管发射的信号必须经高频调制载波后才可发射出去,利用定时器 1 的定时功能,在发射高频脉冲时,通过定时对 P3.5 口进行取反操作,即可调制成 38.5 kHz 高频发射信号。

外部中断 0 中断服务程序是利用红外接收器输出脉冲帧数据时,在第 1 位码的下降沿触发中断,调用子程序,实时接收数据帧,且应对起始码(第 1 位)的码宽进行量测验证。若起始码低电平码的脉冲宽度小于 2 ms 时,将作为错误帧处理。当间隔位的高电平脉冲宽度大于 3 ms 时,结束接收,然后读取累加器 A 中的脉冲个数,调用相应的功能程序。

3.2 按键、红外信号发射程序

本次的设计是采用脉冲个数作为编码格式^[5],根据不同数量的脉冲数代表不同的操作码信息,但最少有 2 个及以上的脉冲,以便于避免无效的信息码,其它信息码设置脉冲个数按逐个递增。为了使发射和接收可靠握手,我们应设置第一位码宽的宽度,本次设计我们设置为 3 ms,其余为 1 ms,码间距为 1 ms,遥控码数据帧间隔大于 10 ms。遥控器键盘上每个按键都有唯一键号和约定的相应功能,单片机通过调用键盘扫描程序,查得有效的按键,并发送相应键值约定的脉冲个数,我们采用的编码格式可根据图 5 所示。对于红外信号发射程序软件流程如图 6 所示。

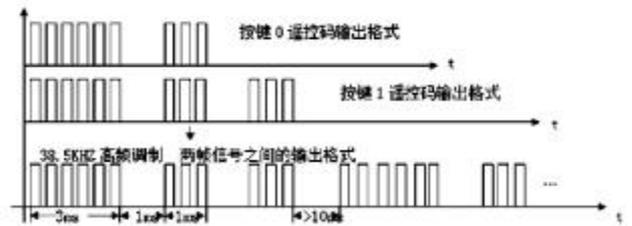


图 5 遥控编码格式示意图

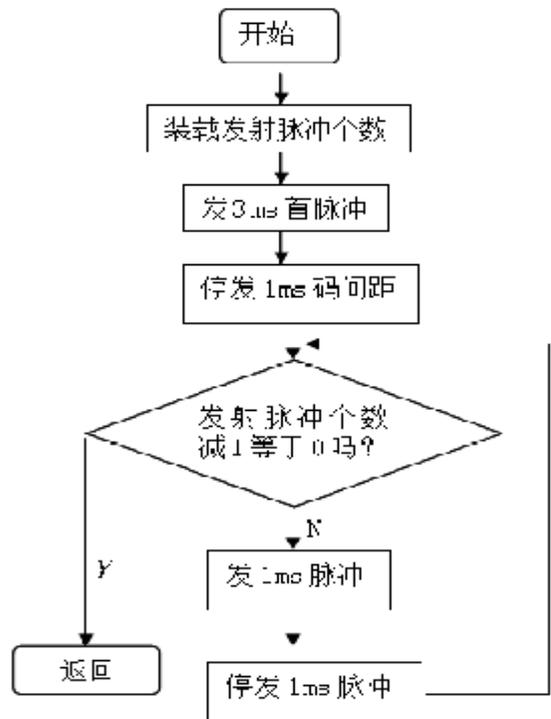


图 6 红外线信号发射程序流程图

由于红外产品成本低,抗干扰性强,所以很容易普及。还有该红外线遥控操作简便,对市面上所流行的红外线遥控器信息编码又可套用,达到稳定可靠的

系统。本设计的意义在于以下几个方面:首先适用于数字编码式红外线遥控型家用电器;再次该遥控器可控制多台家用电器;最后可通过软件设置遥控器键盘上的不同功能键,达到实现对多台家用电器控制的目的,我们又可学习如何控制各种不同类型的红外线遥控设备。

参考文献:

[1] 朱上上.设计思维与方法[M].长沙:湖南大学出版社,2005:32-41.

[2] 李光飞.单片机课程设计实例指导[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004:102-110.

[3] 安颖,刘丽娜.具有学习功能的智能遥控器[J].微计算机信息,2005(3):89-96.

[4] 黄智伟.无线数字收发电路设计:电路原理与应用实例[M].北京:电子工业出版社,2004:55-65.

[5] 王俊峰,薛鸿德.现代遥控技术及应用[M].北京:人民邮电出版社,2005:122-130.

(责任编辑:叶丽娜)

Simple Household Multi-path Remote Control

CHEN Shilong¹, ZHANG Xinhua²

(1. Department of Physics & Electrical Engineering, Ningde Normal University, Ningde, Fujian 352100;

2. HOLTEK Semiconductor of Xiamen INC., Xiamen Fujian 361008)

Abstract: Based on the research and design a remote control in the process of using infrared transmitting and receiving, will receive the optical signals into electrical signals, then the amplification, filtering, processing, access to the pulse modulation sequence, and then pulse sequence Demodulation and decoding conducted, we can restore a binary digital signal, different binary digital signal represents a different remote control commands, thus realizing the control of the alarm circuits and electronic circuits clock.

Key words: remote control; infrared; pulse

基于改进的自适应中值滤波算法研究

陈 亮, 卓康花

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要: 现有的自适应中值滤波算法对被高椒盐噪声污染的图像复原存在不足, 针对这一不足对自适应中值滤波算法进行改进, 利用米字型滤波器取代传统的矩形滤波器及改进的 X 型滤波器和十字型滤波器, 能够较好地减少计算量同时能够最大限度地保持图像信号的高频细节。在滤波过程中, 通过二分法和均值的思想尽可能选取模板中的有效的像素点, 能够以最高限度提高图像的信噪比。这样即保证了算法的实时性又能够有效去除噪声, 为后续的图像应用提供可能。

关键词: 自适应中值滤波; 米字形滤波器; 均值; 信噪比

中图分类号: O242 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0046-04

图像作为现代信息传输的一个重要的形式, 而在传输的过程中往往会被一些噪声所污染, 椒盐噪声就是其中一种常见的噪声。对于含有椒盐噪声的图像复原成为图像复原的一大热门问题。在大量的学者的研究过程中, 对于被椒盐噪声污染的图像进行复原的方法已经很多, 对于低椒盐噪声下的图像复原效果较好, 但是对于一些高椒盐噪声下的图像复原还存在不足, 效果不是特别理想。

针对高椒盐噪声下的图像复原提出一种基于改进自适应中值滤波算法, 算法首先, 运用“米字型”滤波器, 在高椒盐噪声下自适应中值滤波算法会不断扩大窗口, “米字型”滤波器在一定程度上有效地减少了运算量。其次, 此算法不至于频繁地扩大窗口, 从而更好地保留了图像信息, 所付出的代价是增加了运算量, 但增加的运算量的数量级比较小, 可以不予计较。最后, 对超出所设定的模板最大值的“当前值”的处理, 采用均值的思想, 结合均值滤波器的特点对窗口

通过判断是否为噪点而分类处理进行裁剪再求均值, 从而较好去除一些受窗口限制而无法去除的噪声点。这样即保证了算法去噪的有效性同时也保证算法的效率。用此改进算法和传统的矩形、十字形、X 型滤波器的自适应中值算法进行比较, 通过计算算法信噪比, 结果显示此改进算法在一定范围内的去噪效果明显优于现有的几种自适应算法。

1 自适应中值滤波基本原理和传统算法

1.1 基本原理

设 Z_{xy} 为矩形窗口区进行排序完的像素值, Z_{\min} 是 Z_{xy} 中灰度级的最小值, Z_{\max} 是 Z_{xy} 中灰度级的最大值, Z_{med} 是 Z_{xy} 中灰度级的中值, Z_{xy} 在坐标 (x, y) 上的灰度级, S_{xy} 为滤波器所选窗口, S_{\max} 是 S_{xy} 允许的最大尺度。

自适应中值滤波器算法可以分为两层:

A 层: $A_1 = Z_{\text{med}} - Z_{\min}$, $A_2 = Z_{\text{med}} - Z_{\max}$;

如果 $A_1 > 0$ 且 $A_2 < 0$, 则转到 B 层, 否则增大窗口尺寸

如果窗口尺寸 $\leq S_{\max}$, 则重复 A 层

B 层: $B_1 = Z_{xy} - Z_{\min}$, $B_2 = Z_{xy} - Z_{\max}$;

如果 $B_1 > 0$ 且 $B_2 < 0$, 则输出 Z_{xy} ; 否则输出 Z_{med}

收稿日期: 2016-03-01

基金项目: 福建省中青年教育科研项目 (JA15524);
武夷学院青年基金专项 (XQ201305)。

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。

1.2 算法流程图

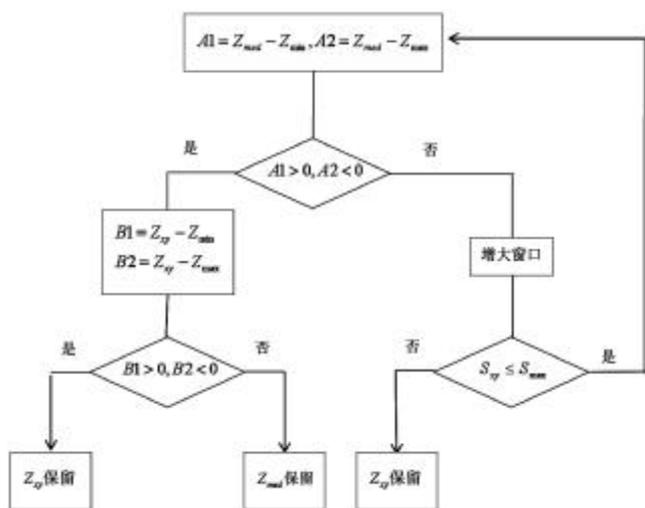


图1 改进自适应中值滤波算法流程图

2 改进自适应中值滤波的基本原理和流程图

2.1 基本原理

设 Z_{xy} 为‘米’形窗口区进行排序完的像素值, Z_{min} 是 Z_{xy} 中灰度级的最小值, Z_{max} 是 Z_{xy} 中灰度级的最大值, Z_{med} 是 Z_{xy} 中灰度级的中值, Z_{xy} 在坐标 (x, y) 上的灰度级, $A_1 = Z_{med} - Z_{min}$, $A_2 = Z_{max} - Z_{med}$; S_{xy} 为滤波器所选窗口, S_{max} 是 S_{xy} 允许的最大尺度;

情况 1: 当排序后不满足 $A_1 > 0 \& A_2 < 0$ 且满足 $A_1 = 0 \& A_2 < 0$ 时, 去掉排序后前的 $double(k/2) - 1$ 个, 找出剩下小于 Z_{max} 大于 Z_{min} 的元素个数为 d 个而且 d 不等于 0, Z_{med1} 为对 d 个元素取平均值;

情况 2: 当排序后不满足 $A_1 > 0 \& A_2 < 0$ 且满足 $A_1 > 0 \& A_2 = 0$ 时去掉排序完前的 $double(k/2) - 1$ 个, 找出剩下小于 Z_{max} 大于 Z_{min} 的元素个数为 d 个而且 d 不等于 0, Z_{med2} 为对 d 个元素取平均值; Z_{med3} 为窗口增大到最大而且在情况 1 或情况 2 中 $d=0$ 时, 对去掉排序完前的 $double(k/2) - 1$ 个, 剩下的所有元素取平均值;

改进的自适应中值滤波器算法可以分为两层:

A 层: 如果 $A_1 > 0 \& A_2 < 0$, 则转到 B 层;

否则如果满足情况 1 和 Z_{med1} 存在, 输出 Z_{med1} ;

如果满足情况 2 和 Z_{med2} 存在, 输出 Z_{med2} , 否则增大窗口尺寸

如果窗口尺寸小于 S_{max} , 则重复以上步骤

如果当窗口尺寸等于 S_{max} , 重复以上步骤还是不满

足条件, 根据情况 1 或情况 2 去掉排序完的 $double(k/2) - 1$ 个, 对剩下的元素值取平均得 Z_{med3} 并输出, 否则输出 Z_{xy} 。

B 层: $B_1 = Z_{xy} - Z_{min}$, $B_2 = Z_{xy} - Z_{max}$,

如果, $B_1 > 0 \& B_2 < 0$ 则输出 Z_{xy} , 否则输出 Z_{med} ;

2.2 算法流程图

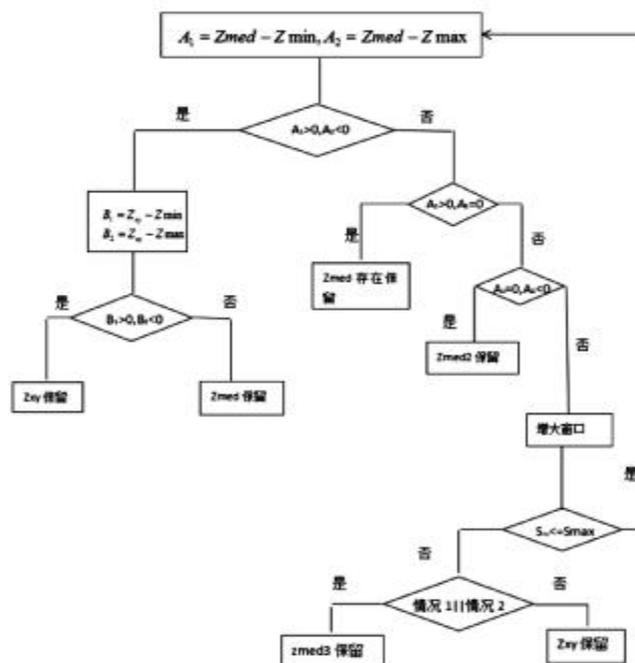
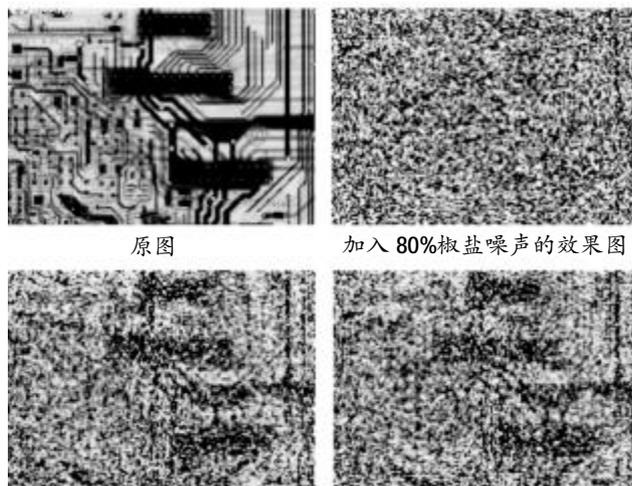


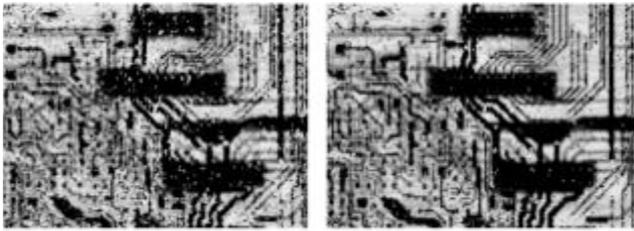
图2 改进自适应中值滤波算法流程图

3 仿真实验及结果分析

这种改进的算法与其他已存在的三种滤波算法滤波算法对电子电路板图像含 80% 的椒盐噪声下的滤波处理模拟, 效果如下:



X 字形自适应中值滤波效果图 十字形自适应中值滤波效果图



传统自适应中值滤波效果图 改进自适应中值滤波效果图

图 3 四种算法对含有 80%椒盐噪声效果图

在高噪声 80%的浓度下,改进的自适应中值滤波明显比十字形、X 字形以及传统的矩形窗口自适应中值滤波的去噪效果好,能够有效的复原图像。

信噪比是衡量图像复原效果好坏的方法,在不同的椒盐噪声下的图像利用改进的自适应中值滤波明显比十字形、X 字形以及传统的矩形窗口自适应中值滤波进行滤波处理,并计算其信噪比来更加客观的评价算法的优越性。

$$\text{信噪比:SNR} = \frac{f(x,y)^2}{(g'(x,y)-f(x,y))^2}$$

其中: $f(x,y)$ 是滤波算法后得到的图像矩阵, $g(x,y)$ 是原图像的灰度化矩阵, $g'(x,y)$ 是对 $g(x,y)$ 归一化后的矩阵。

对改进的算法与其他三种滤波算法对原图电子电路板图像进行不同椒盐噪声浓度下的去噪性能比。

表 1 不同噪声浓度下不同算法的滤波信噪比

椒盐噪声的浓度 (%)	米字形窗口改进的自适应中值滤波算法滤波后的 PSNR (db)	传统的自适应中值滤波算法滤波后的 PSNR (db)	十字形窗口自适应中值滤波算法滤波后的 PSNR (db)	X 字形窗口自适应中值滤波算法滤波后的 PSNR (db)
0.10	153.217 6	161.822 1	137.220 7	133.285 9
0.20	93.394 4	94.336 2	76.694 3	75.894 4
0.30	59.516 1	60.044 6	38.942 7	37.432 5
0.40	43.143 2	40.097 6	18.411 7	18.166 5
0.50	32.012 9	28.731 0	9.249 6	9.122 1
0.60	25.428 8	20.471 1	5.111 0	5.069 3
0.70	19.241 8	12.234 2	3.297 6	3.290 6
0.80	11.829 2	6.113 7	2.295 7	2.295 4

用 matlab 软件将上表中信噪比的数据进行拟合曲线,得到下图结果。

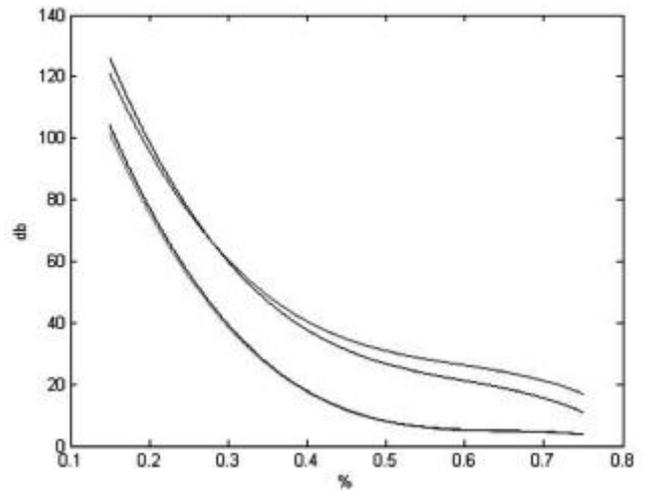


图 4 四种算法的信噪比拟合曲线

实验结果表明改进算法在椒盐噪声达到一定高时,信噪比比其他三种滤波算法都高,这也体现了的改进算法针对高椒盐噪声进行滤波的优越性。

4 结论

提出一种基于改进自适应中值滤波算法,采用“米字型”滤波器在自适应滤波过程中不断增大滤波窗口在不影响滤波效果上有效的减少了算法的运算量。在对自适应中值滤波算法的中值的选取过程中利用二分法选取中值,当出现多个信号点时采用均值思想,进行加权平均处理。当滤波窗口达到一定时,限制窗口大小以达到保证算法的效率,在滤波过程中采用均值的思想,保证了滤波效果。实验表明改进算法与现有的矩形窗口、十字形、X 形窗口自适应中值滤波算法进行对比,这种基于改进自适应中值滤波算法在椒盐噪声达到一定时具有明显的优势。

参考文献:

- [1] 曹治华,宋斌恒.多种形状窗口下的快速中值滤波算法[J].计算机应用研究,2006(3):85-88.
- [2] Hashem M M,Wahdan A M A,Salem Aetal.Extending the applicationof conditional signal adaptive median filter to impulsivenoise[C]//The 2006 International Conference on Computer Engineeringand Systems,2006:355-360.
- [3] 张霞,葛芦生.自适应中值滤波算法的研究与应用[J].微机计算机信息,2007,23(6):217-218.

- [4] 王艳侠,张有会.基于x字形窗口的自适应中值滤波算法[J].现代电子技术,2010,33(10):90-92.
- [5] 王晓凯,李锋.改进的自适应中值滤波[J].计算机工程与应用,2010,46(3):175-176.
- [6] 朱志恩.中值滤波技术在图像处理中的应用研究[D].沈阳:东北大学,2008.
- [7] 郭晓新,卢奕南,许志闻,等.自适应定向加权中值滤波[J].吉林大学学报,2005,43(4):494-495.
- [8] Gonzalez,R.C.等著,阮秋琦等译.数字图像处理[M].2版.北京:电子工业出版社,2007:179-193.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on Filter Algorithm Based on the Improved Adaptive Median

CHEN Liang, ZHUO Kanghua

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

Abstract: As there is imperfection in present adaptive median filtering algorithm of high salt and pepper noise pollution image restoration, this article focuses on making improvements on it to well reduce the computational burden and maintain a high frequency of image signal at maximum. Moreover, using m type filter to replace the traditional rectangular filter and modified X type filter and cross type filter, the SNR of image can be improved and the noise from the algorithm can be effectiuey removed by dichotomy and average selection. thus image application followed

Key words: adaptive median filter; M type filter; mean; signal-to-noise ratio

乳腺癌 DCE-MRI 分析与辅助诊断软件应用

洪容容

(福建警察学院 侦查系, 福建 福州 350007)

摘 要:乳腺癌的发病呈年轻化趋势,临床上能早发现、早检出,并准确诊断不失为挽救女性生命,恢复健康的重要手段。为此,在综述目前乳腺癌现常见诊断手段的基础上,研究乳腺癌 DCE-MRI 辅助诊断分析软件的背景理论与算法,其结合房室模型测定药代动力学参数,应用聚类和概率统计模型等对基于 DCE-MRI 乳腺癌良恶性诊断进行定量分析研究,处理尚不能直接在此软件应用的国内数据,并与目前肿瘤医院医生所测参数进行比较,所得分析结果具有一定的辅助诊断的作用。

关键字: DCE-MRI;PVE;聚类方法;凸分析

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0050-07

乳腺癌是一常见恶性肿瘤,已成为 35~54 岁(甚至更年轻)妇女死亡的首要原因,且发病率递增迅速。在我国乳腺癌发病率亦呈明显的上升趋势,年均增长速度却高出高发国家 1~2 个百分点。更值得关注的是乳腺癌的发病呈年轻化趋势,所以临床上能早发现、早检出,并准确诊断不失为挽救女性生命,恢复健康的重要手段。

在活体内动态增强对比图像提供了一种无创的方法分析各种与疾病初期、发展以及治疗相关联的功能变化,不失为一种有效的肿瘤防治辅助工具。乳腺动态增强磁共振成像 (dynamic contrast enhanced-magnetic resonance imaging, DCE-MRI) 因其高分辨率提高了病灶的显示清晰度,进而鉴别病灶形态学的细微表现,包括侵犯胸壁、肿瘤血管形态、疑似部位的淋巴结转移状况与信号强度。更重要的是,它能够提供传统 MRI 所不能够体现的乳腺病灶区域血流供给情况,以及注入示踪剂之后不同病灶部分的不同强化方式。由于它的这些特性,配合病变部位形态学上的诊断特点,为医生临床诊断提供了重要依据。

然而,由于图像分辨率和肿瘤组织异质性(即图像像素灰度不均匀特性)的限制,许多像素的示踪剂浓度经常需要描述不止一个的不同像素网格混合,即像素方面存在的部分容积效应问题(partial volume effect, PVE),它严重影响了传统房室模型(compartment model, CM)在药物动力学参数估计上的准确性。针对医学图像存在的灰度不均匀特性, Taheri S 等将部分容积补偿(partial volume compensation, PVC)方法应用与大脑单光子发射计算机化断层显像上,有效克服了 PVE 问题,提高了定量分析的准确性^[1];而 Karcher J C Karcher 等则在早已应用于正电子成像数据(positron emission tomography, PET)的多房室模型的基础上,提出通过两个间隙房室间动脉血浆交换的不同流速来解决乳腺 DCE-MRI 的灰度不均匀特性^[2];Roberta F 等根据乳腺 DCE-MRI 获得的半定量估计分析(主要是时间浓度曲线)来鉴别肿瘤良恶性^[3]。在国内,大连理工大学李珂主要做了乳腺 DCE-MRI 病灶良恶性计算机辅助诊断 (Computer-Aided Diagnosis, CAD) 的相关研究,从特征提取入手,设计了乳腺病灶良恶性分类器^[4]。更多的人则专注于研究乳腺病灶感兴趣区域的提取,包括水平集分割、交互式分割、聚类分析方法等。

主要研究乳腺癌 DCE-MRI 辅助诊断分析软件的

收稿日期:2016-03-16

作者简介:洪容容(1988-),女,汉族,助教,主要从事计算机图像处理研究、信息化侦查研究。

背景理论与算法,其结合房室模型测定药代动力学参数,应用聚类和概率统计模型等对基于 DCE-MRI 乳腺癌良恶性诊断进行定量分析研究,处理尚不能直接在此软件应用的国内数据,并与目前肿瘤医院医生所测参数进行比较,所得分析结果具有一定的辅助诊断的作用。

1 乳腺癌 DCE-MRI 及其诊断

目前,用于诊断乳腺疾病的影像学方法主要包括:乳腺超声、乳腺核磁共振(MRI)、乳腺钼靶以及正电子发射断层扫描技术等。其中,钼靶能够较准确地检出钙化点和肿块且操作简单但不能很好地显示致密小病灶及与腺体重叠的病灶;超声具有无放射性损害及最好地检测囊肿但视野有限、诊断粗略、易受外界干扰、不易检出微钙化,故易误诊为假阳性影响病灶进一步诊断;正电子发射断层扫描技术为一新兴检查方法,易发现较小病灶可进行量化分析但关键解剖标准的缺乏使得临床应用受限,需 CT、MRI 等作为辅助^[9]。

MRI 图像信息丰富、组织分辨率高,无人体损伤,可检出多中心多灶性病变,其中 DCE-MRI 能进行定量半定量分析,提供传统 MRI 所不能够体现的乳腺病灶区域的血流供给情况以及注入示踪剂之后不同病灶部分的不同强化方式,这样结合形态学和流体力学改变特性为医生临床初步诊断提供了重要依据^[9]。

1.1 乳腺病灶诊断

现医生对乳腺病灶诊断的方法有形态学特征、半定量与定量分析的血流动力学特征诊断等。在形态学方面,良性肿瘤一般表现为形状规则、边缘光滑、均匀强化的特征;恶性肿瘤则表现为形态不规则、边缘不光整或带毛刺、强化不均匀或环形强化。在动态增强动力学方面,由于肿瘤里的细胞分裂快,需要更多的养分才能维持其生长,并且恶性肿瘤会分泌出血管生成因子从而刺激血管增生,所以恶性肿瘤往往有更高的血管密度而且这些血管壁的通透性较强。示踪剂被注入静脉后会以不同的速度在乳房内各组织扩散。

1.2 时间信号强度曲线 TIC

从 DCE-MRI 中可以获得时间信号强度曲线 TIC 这一十分重要的半定量信息,它可以直接通过一个区

域内的时间信号强度曲线的判断,得出病灶微血管密度和通透性相关的信息。良性组织密度和通透性正常,故曲线呈持续缓慢上升的态势,而恶性组织微血管密度大、通透性异常,所以曲线呈现迅速升高后持续下降的态势。故据此大致将 TIC 曲线分为三大类(持续上升型-Persistent、平台稳定型-Plateau、流出廓清型-Washout)。

2 乳腺癌分析与临床软件-背景理论

2.1 CAM 算法

凸分析混合算法(CAM)^[6],有针对性地减轻 Partial Volume Effect(PVE)部分容积效应影响,最终提高房室模型中药代动力学参数估计的精度。CAM-CM 理论证明实际 DCE-MRI 数据涉及两个功能房室即组织数最小为 3,在此基础上比较进行 PVE 消除(即 CAM-CM 算法)和不进行 PVE 消除(其他算法)的药代动力学参数估计的准确性。实验结果表明,CAM-CM 能够显著提高动力学所估计参数的精度。最后,国外 DCE-MRI 乳腺癌数据在根据此算法开发出来的软件上运行,改进了的药带动力学的估计参数确有较高的准确性。

CAM-CM 算法中两个重要的聚类算法:近邻传播(affinity propagation,AP)聚类算法和 K-means 聚类算法。在执行聚类算法之前,需对待处理数据集进行正则化和参数初始化处理。

2.2 PVE

PVE 是指各医学影像设备成像时由于图像分辨率或者肿瘤组织异质性的限制,使得每个像素所代表的示踪剂等物质信号值描述的是同一扫描层面中两种或以上信号值的混合即平均值,故不能反映其中一种示踪剂等物质的信号值。PVE 对直接使用房室模型来进行药代动力学参数计算带来很大影响,故在计算这些参数时需考虑如何消除 PVE 带来的影响,提高计算的精度。

2.3 房室模型

药动学通常用房室模拟人体,只要体内某些部位接受或消除药物的速率相似,即可归入一个房室。把机体划分为一个或多个独立单元,可对药物在体内吸

收、分布、消除的特性做出模式图,以建立数学模型,揭示其动态变化规律。

3 国内数据处理

实验环境为: Intel(R) Pentium(R) CPU G850, 主频 2.90 GHZ, 4.00 G (2.91 G 可用) 内存, win7 操作系统, 软件平台是 Matlab 8.0.0.783(R2012b)。本文的实验数据来源于福建省肿瘤医院。

3.1 图像读取

由于 MRI 的图片可以看作一个数据矩阵,出于对矩阵操作的便利性,在 MATLAB 软件中读取 DICOM 标准的文件需要 dicomread 命令,读取后存为工作区间的一个 M*N 矩阵, M 和 N 分别为图像高度和宽度的像素数,矩阵每一个点对应的绝对值为该点的信号强度(信号强度的数据类型为 16 位整型)。另由于本课题研究的是 DCE-MRI 数据,需一次性读入不同节点同个片层的多张图像,可使用 for 循环一次读取完成。

3.2 改进的变分水平集分割

变分水平集分割在图像处理上得到了广泛的应用,而在医学影像图像处理领域, Li C 等针对医学影像图像灰度的不均匀性提出了一种新颖的基于区域的图像分割方法^[7],解决了分割中可能出现的灰度不均匀而导致分割失败的情况。这种新颖的分割方法考虑了噪声的影响,提出了图像模型公式,并据此推导出一局部灰度聚类性质,对水平集公式加以调整。而本文在此基础上加入尺度变换的停止函数,加快了演化曲线在分割时的速度,同时亦防止了弱边缘区域可能出现的边界泄露现象。

3.2.1 水平集公式及能量最小化

在水平集方法中,水平集是一个取正负符号的函数,这可以用来表示域 Ω 被划分成了两个不相交的区域 Ω_1 和 Ω_2 。让 $\phi: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ 为水平集函数,所以它对两个不相交区域的定义为: $\Omega_1 = \{x: \phi(x) > 0\}$ 和 $\Omega_2 = \{x: \phi(x) < 0\}$

先定义区域 Ω_1 和 Ω_2 的成员函数 $M_1(\phi) = H(\phi)$ 和 $M_2(\phi) = 1 - H(\phi)$, 这里 H 为单位阶跃函数。为方便起见,我们将常数 c_1, \dots, c_N 表示成向量 $c = (c_1, \dots, c_N)$,

因此水平集函数 ϕ , 向量 c 和偏移 b 都是能量 ε 的变量,所以也可以将其写成 $\varepsilon(\phi, c, b)$ 。因为能量可以表示成以下的水平集公式:

$$\varepsilon(\phi, c, b) = \int \sum_{i=1}^N e_i(x) M_i(\phi(x)) dx \tag{1}$$

$$\text{这里 } e_i(x) = \int K(y-x) |I(x) - b(x)c_i|^2 dy.$$

以上定义的能量 $\varepsilon(\phi, c, b)$ 为所提出水平集的能量数据项,现对整个能量定义为:

$$F(\phi, c, b) = \varepsilon(\phi, c, b) + \nu L(\phi) + \mu R_p(\phi) \tag{2}$$

$L(\phi)$ 和 $R_p(\phi)$ 均为正则项,有如下定义:

$$L(\phi) = \int |\nabla H(\phi)| dx \tag{3}$$

这里计算了零水平轮廓 ϕ 的弧度长度,被用以通过惩罚弧度长度来平滑轮廓。

式(2)项 $R_p(\phi)$ 则为:

$$R_p(\phi) = \int p(|\nabla \phi|) dx \tag{4}$$

其中 p 为能量密度函数: $[0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$, $p(s) = (1/2)(s-1)^2$, 对所有 s , 有 $p(s) \geq p(1)$, 即 $s=1$ 是 p 的最小值点。所以,能量 $R_p(\phi)$ 当 $|\nabla \phi| = 1$ 时取得最小值,这是符号距离函数的特性。这是 Li C 等提出的,在常规的变分水平集公式中被称作距离正则化水平集演化(distance regularized level set evolution, DRLSE)公式。

3.3.2 尺度停止函数

在推导得出上述水平集公式的基础上,希望在进行乳腺 MRI 分割时演化曲线能加快演化速度,同时希望避免弱边缘区域可能出现的边界泄露现象,现加入尺度变换的停止函数^[8],使得长度惩罚项 $L(\phi)$ 变为:

$$L(\phi) = \int_{\Omega} g_{a,b}(|\nabla I|)(k_{\phi} + w) |\nabla H(\phi)| dx \tag{5}$$

这里, $L(\phi)$ 中的停止函数 $g(z)$ 能够使得水平集分割过程中演化曲线可以停止在梯度值 $|\nabla I|$ 较大的边缘区域,然而它亦必须符合以下两个条件: (1) $\forall z$, 均有 $g(z) > 0$, 即 $\lim_{z \rightarrow +\infty} g(z) = 0$; (2) $g(z)$ 须为一单调递减函数。故最终参考文献^[9]采用尺度变化的停止函数为:

$$g_{a,b}(z) = \frac{a}{1 + (b|\nabla I|)^2} \tag{6}$$

其中, $a > 1, 0 < b < 1$ 。 $a > 1$ 可以使 $g(z)$ 比较大,最终加快曲线在同质区域进行演化的速度。 $0 < b < 1$ 则为了减

慢停止函数在边界区域的下降速度,以防止边界泄露。这样在经过一定迭代演化之后,选择不同值的系数 a, b 对应尺度停止函数 $g_{a,b}(z)$ 有不同的影响:

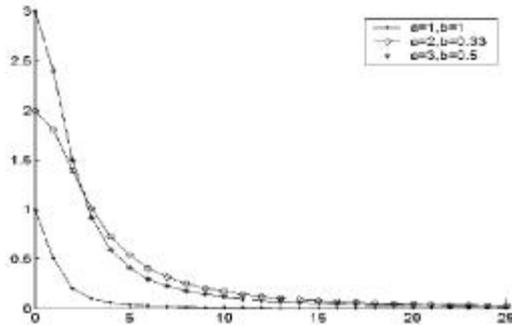


图 1 系数 a, b 不同时对尺度变换函数的影响

从图 1 中可以看出, $a=3, b=0.5$ 时, 停止函数初值较大, 故使得分割时能够在图像梯度较小的区域加快演化速度, 而在边界梯度较大的区域保证停止函数迅速下降, 最后趋于 0。

式 5 中 k_0 为变分水平集函数中的曲率, w 为一常

数, 用以调节曲率能量的大小。曲率 k_0 与 $\int_{\Omega} |\nabla H(\phi)| dx$ 一样, 亦保持了演化曲线的光滑, 同时加强了迭代能量, 而公式中的常量 w 使得演化曲线出现了拓扑结构的变化, 能够检测出非凸目标的边缘, 从而避免演化曲线陷入局部最优, 防止对目标区域过度分割。而 $|\nabla H(\phi)|$ 与演化曲线的法向量同向, 加快了演化曲线向边缘的运动速度。

3.3 分割结果

在上述理论证明的基础上, 将其运用于医院乳腺 DCE-MRI 上, 进行乳腺 DCE-MRI 的感兴趣区域提取。为了能得到较好的分割效果, 在进行此医学影像图像分割之前, 进行减影操作去除注入示踪剂前后增强不够明显的那些正常组织等区域, 从而突出增强的乳腺肿瘤部分, 增加图像的对比度。实验各参数详见下表 1, 现对医院乳腺癌 DCE-MRI 数据进行本文算法和原水平集算法分割, 而实验结果对比则以图 2 的形式给出。

表 1 实验各参数设置

实验参数	原水平集分割	改进的水平集
距离惩罚项系数	25	2
长度惩罚项系数	2	0.001*255
步长	0.02	0.01
尺度停止函数系数 a	—	3
尺度停止函数系数 b	—	0.5
曲率常数调节因子 w	—	0.5

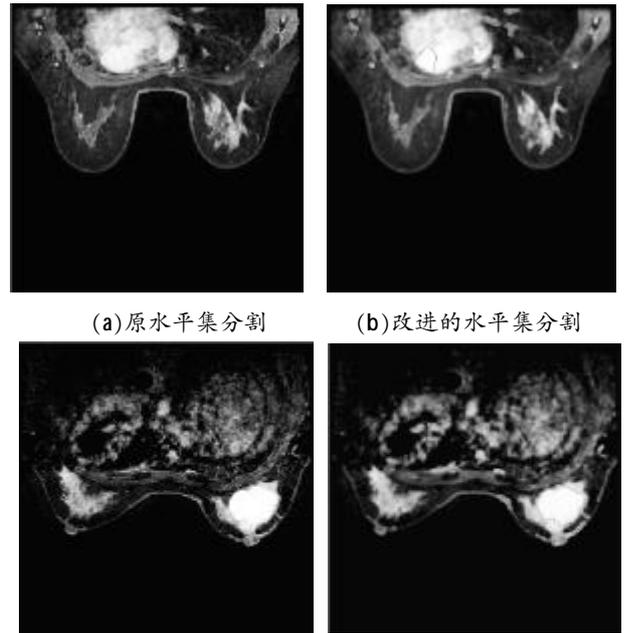


图 2 分割结果比较

3.4 乳腺癌 DCE-MRI 数据预处理

在进行医学图像处理时, 可能需要对因成像系统、设备等因素引起的噪声污染进行去除噪声的操作, 或者需要因具体处理研究的要求对采集的数据进行相应的预处理。一般, 去噪是最先进行的预处理步骤。并且, 由于实验对象是医学图像, 数据以 DICOM 的格式存储和读取, 医院、病人、设备等信息将直接在图像上显示, 实验前亦需对此进行处理, 去除这些信息。

在去除图像噪声的基础上可以对图像进行增强, 以消除图像中的无关信息, 恢复有用的相关信息, 并增强此信息对研究的可检测性, 最大程度地简化此类数据, 从而得到却改进所需特征的提取, 提高图像分割或是数据聚类的可靠性。其中, 本文实验的预处理包括: 图像去噪、图像增强、图像插值和最大强度投影图等。

将各种预处理操作利用 GUI 搭建 DCE-MRI 复杂肿瘤分析处理原型系统, 包括: DCE-MRI 图像的打开 (各个节点图像的查看和图像调窗处理)、图像分割、良恶性鉴别等。

打开功能主界面后, 首先进行图像打开操作, 可以自行选择存放在不同位置的 DICOM 图像, 由于本课题研究的是 DCE-MRI, 故所选图像为同一扫描片层的一序列图像, 选好后, 系统将提示你所选图像的

节点数。



图 3 所选图像节点数的确认

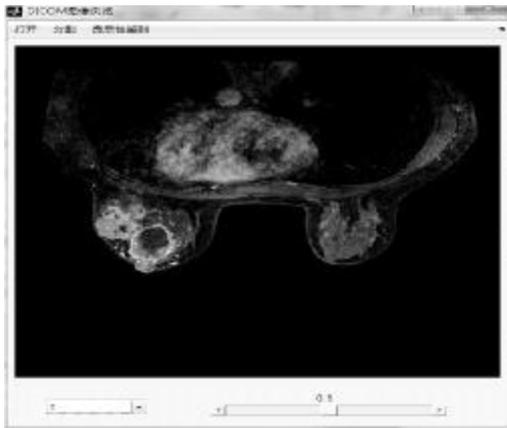


图 4 功能主界面

打开图像后,可以通过左下角的下拉菜单选择所要查看的任意节点图像,图 4 中打开的即为第 3 个节点图像,调窗处理的范围为 0~1,图中为 0.5。

接下来可以自行选择分割或者良恶性鉴别操作,若选择的是分割操作,则将跳出另一分割界面。本系统的分割分有最早增强率分割和改进的水平集分割:若选择的是水平集分割则可以看到整个曲线演化过程,而最终显示的为分割结果的二值图;若选择最早增强率分割则需要自行定义分割阈值和低信号阈值,可根据不同图像来设定这两个参数以便提高分割结果的准确性。

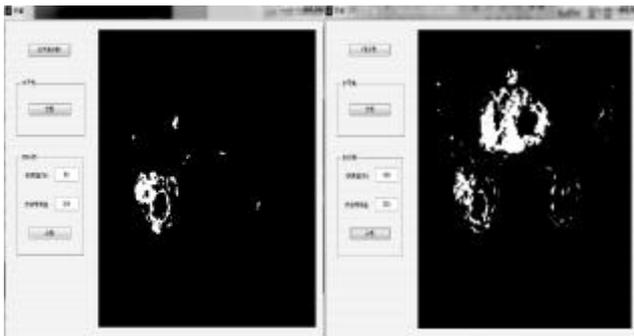


图 5 水平集分割结果

图 6 最早增强率分割结果

4 乳腺癌 DCE-MRI 辅助诊断分析软件

4.1 软件介绍

该软件为合作单位美国 virginia tech research center computational bioinformatics and bioimaging laboratory 开发的开源软件,功能是基于 AP 聚类的凸分析,开发之初是为了解决图像的盲源分离问题。解决乳腺癌的良恶性区分问题主要利用了软件中的 CAM-CM 的功能。

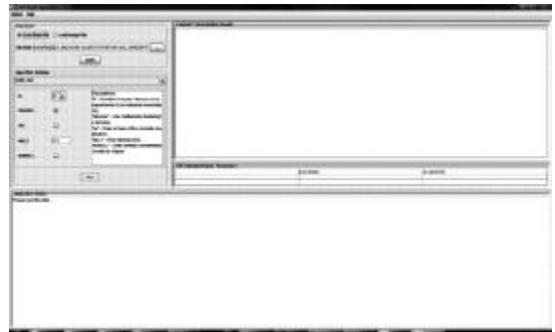


图 7 软件界面

如图 7 所示:软件界面的分为三个操作和显示区域,左上角为参数选择区,包括输入数据的导入和功能参数的设置,右上角为程序执行完成的结果——18 个节点的聚类中心的 TIC 曲线浓度值的显示,下方则为软件运行过程的日志和报错区域。

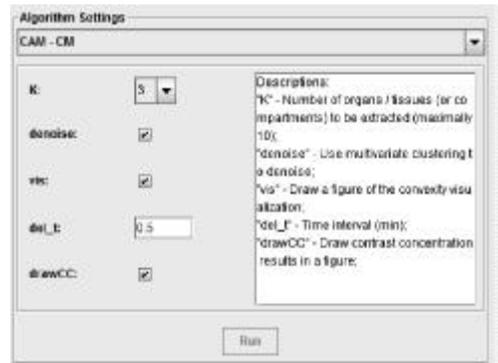


图 8 算法设置部分

图 8 中所展示的为软件界面的功能参数设置区域:在 Algorithm Settings 中可以选择软件执行的算法,包括 CAM-CM、nlCA、nWCA 等;K 为聚类中心的个数,默认为 3;denoise 为运用多元聚类进行去噪处理;vis 为分析过程的可视化显示即绘制可显示的图像(包括聚类结果和 TIC 曲线);del_t 为两相邻节点的时间间隔;drawCC 为以表格的形式显示示踪剂浓度

值的情况,共有三列十八行,对应于三个聚类结果及十八个序列图像节点。

4.2 国内数据演示

将进行去噪、插值和病灶感兴趣区域提取处理后的图像运行于此软件上,估算出医生所需要的动力学参数,辅助医生进行 DCE-MRI 定量分析。软件的输出结果包括:(1)示踪剂浓度值(对应于十八个节点的三个聚类中心);(2)估算出来的三个聚类中心的示踪剂浓度曲线(其中 flow1 代表的是 fast flow,flow2 代表的是 slow flow);(3)三个聚类中心的聚类结果。

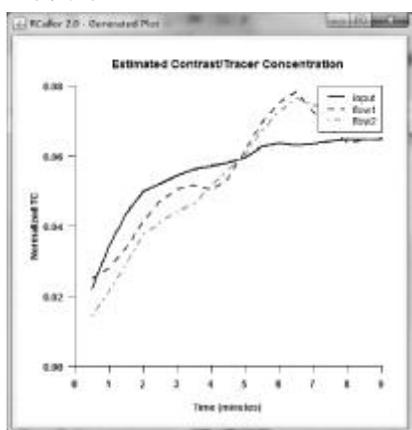


图 9 聚类出的三类 TIC 曲线形状(国内数据)

可以看到,图中三条曲线的走势较之国外数据不那么清晰、明了,然而还是可观察到它们各自的上升下降趋势:

表 2 三个聚类中心 TIC 曲线分析表

名称	曲线走势	对应 3TP 准则	良恶性判断	伪彩上色
input	呈现增幅减小的持续上升走势	Type I 持续上升型	良性肿瘤	蓝色分量
flow1	先呈现持续上升状而后出现下降	Type III 流出廓清型	恶性肿瘤	红色分量
flow2	先呈现上升而后一直保持相应高度	Type II 平台稳定性	无法判断,但恶性肿瘤的可能性比较大	绿色分量

注:三条曲线除了 Flow2 较为光滑之外,其他两条有出现在一个时间点上突然上升或者突然下降的情况,这可能是在插值操作时将两个时间点之间的浓度值(即像素灰度)取平均或者是由于聚类时由于数据的复杂性而造成不同节点间聚类结果不同而影响浓度值。

5 实验结果与分析

现对肿瘤医院采集的十个乳腺癌病人 DCE-MRI

数据进行定量参数估算,结果如下:

表 3 CAM 软件与福建省肿瘤医院 K^{trans} 和 k_{ep}

估算值的比较				
福建省肿瘤医院数据	K^{trans}	k_{ep}	K^{trans} (均值)	k_{ep} (均值)
1	0.259 2	1.19	0.348 8	1.27
2	0.392 3	1.073	0.243 3	1.00
3	0.830 1	4.88	0.573 6	4.87
4	0.346 6	0.910 7	0.54	1.16
5	0.333 5	1.465 8	1.02	1.42
6	0.391 4	4.724 7	2.75	5
7	0.365 8	1.489 5	0.291 0	1.53
8	0.582 8	1.189 9	0.789 6	1.34
9	1.081 4	1.778 8	3.14	1.51
10	0.487 9	2.877 8	3.95	2.85

注:进行参数估计的区域为同一病人同一扫描片层,后两列的 K^{trans} 和 k_{ep} 为某省肿瘤医院设备测出的参数值,其前面两个为本软件测出的参数值。本次所采集的上述十个乳腺 DCE-MRI 数据已经由医院鉴定,均为恶性。

从表中可以看出,CAM 软件估算的 K^{trans} 某省肿瘤医院估算出来的参数存在的一定的误差,但 k_{ep} 较为接近。一般地, K^{trans} 的值合理范围应是 0-1,肿瘤医院的个别数据存在大大超过的情况。由某省肿瘤医院设备测出来的 K^{trans} 和 k_{ep} 依赖于医生手工划定的感兴趣区域(ROI),给出的是整个划定的 ROI 的均值,并且还可能存在对于同一个手工划定的 ROI 还可能出现数值前后估算结果不同,所测出的值较为不稳定。而本软件在对 ROI 精确分割的基础上对数据进行了预处理,然后根据理论确定出来的组织数 $J=3$ 进行聚类,最终应用于传统房室模型的动力学参数估计上,估算出来的参数较为稳定。虽然此软件参数估算也有赖于分割的结果,但是本文乳腺 ROI 变分水平集的分割在一定程度上保证了分割的精确度。

这两个参数的测定意义在于可供医生作为初诊的依据,总体来说在恶性肿瘤中 K^{trans} 和 k_{ep} 的值高于良性肿瘤。然而定量研究在某省肿瘤医院中还不能作为独立的一项诊断指标,根据医生介绍,目前诊断方法还是形态学特征配合 TIC 曲线等半定量参数进行初步的肿瘤良恶性鉴别,又或者直接进行活检。定量参数在肿瘤良恶性诊断上,医院医生现依然将其作为课题来研究,还没真正广泛应用于实际诊断中。这也从另一个侧面说明,本文研究的 CAM 软件在国内医学领域具有相当的应用前景。

6 结语

本文首先主要研究了乳腺癌 DCE-MRI 辅助诊断分析软件的背景理论与算法,其结合房室模型测定药代动力学参数,应用聚类和概率统计模型等对基于 DCE-MRI 乳腺癌良恶性诊断进行定量分析研究。然后对乳腺 DCE-MRI 实验数据进行了预处理,其中包括图像读取、去噪、增强和最大强度投影。在进行预处理的基础上对乳腺 MRI 图像进行 ROI 分割,这使得国内数据得以在乳腺癌 DCE-MRI 辅助诊断分析软件-CAM 软件上应用。最后进行应用软件的实验处理与分析,包括了国外和国内数据。将 CAM 软件估算出来的国内数据的动力学参数与福建省肿瘤医院里所使用的设备估算出来的参数进行比较,发现参数在一定程度上比较接近,由于国内的数据为医院设备直接从实际病人身上采集得到,故不能知道其真实的值为多少,但较之医院得到的参数,CAM 软件估算出来的数据更为稳定,这也为以后医院里医生进行此方面动力学参数课题研究提供另一种可能,且对之后的研究具有一定的前景和价值。

感谢美国弗吉尼亚理工及州立大学电与计算机工程系的王跃教授及其研究团队,是他们为本课题提供了软件支持并帮忙解决在应用国内数据时遇到的部分问题。感谢上海交大生物医学工程的张素老师和马文军等同学,他们不论在课题的医学背景上还是在课题研究和应用上,包括实验研究、软件开发等方面都给予很大帮助。感谢福建省肿瘤医院的陈韵彬主任和她的学生郑德春及蔡林峰医生,他们给我提供了很

大的帮助和数据支持。

参考文献:

- [1] Taheri S, Sood R. Partial volume effect compensation for improved reliability of quantitative blood-brain barrier permeability[J]. *Magn. Reson. Imag.*, 2007(25):613-25.
- [2] Karcher J C, Schmid V J. Two tissue compartment model in DCE-MRI: A Bayesian approach[J]. *IEEE International Symp. Biomed. Imag.*, 2010(2):1627-1636.
- [3] Roberta, Salvatore, Vincenza, et al. Can semi-quantitative evaluation of uncertain (type II) time-intensity curves improve diagnosis in breast [J]. *J. Biomedical Science and Engineering*, 2013(6):418-425.
- [4] 李珂. 基于 DCE-MRI 的乳腺病灶良恶性计算机辅助诊断研究[D]. 大连:大连理工大学, 2011.
- [5] 马文军. DCE-MRI 乳腺数据处理及分析 [D]. 上海:上海交通大学, 2013.
- [6] Chen L, Choyke P L, Chan T H, et al. Tissue-specific compartmental analysis for dynamic contrast-enhanced mr imaging of complex tumors [J]. *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, 2011, 30(12): 2044-2058.
- [7] Li Chunming, Huang Rui, Ding Zhaohua, et al. A Level set method for image segmentation in the presence of intensity inhomogeneities with application to MRI[J]. *IEEE transactions on image processing*, 2011, 20(7):25-29.
- [8] 尤伟峰. 微分方程在乳腺癌 DCE-MRI 分析中的应用研究 [D]. 福州:福州大学, 2012.
- [9] 田巧玉. 基于偏微分方程的图像分割[D]. 重庆:重庆大学, 2008.

(责任编辑:夏婷婷)

The Application of DCE-MRI Analysis and Assistance for Detection of Breast Cancer

HONG Rongrong

(Department of Investigation, Fujian Police College, Fuzhou, Fujian 350007)

Abstract: The incidence of breast cancer was getting younger and younger. If it can be early discovered and detected clinically, and be diagnosed accurately, the lives of women will be saved and their health will be restored. In this paper, on the basis of summarizing the current means of diagnosis of breast cancer, the application software combine with a compartmental model to determine the pharmacokinetic parameters, and apply the clustering and probabilistic models, to conduct a quantitative analysis of benign and malignant breast cancer based on the DCE-MRI diagnosis. Now, learn the theory and algorithm of the software, process the domestic data which can't directly apply to the software, compared to the measured parameters from the doctors in the current cancer hospital. The analysis result will play a certain role in assisting the diagnosis.

Key words: DCE-MRI; PVE; clustering method; convex analysis

垃圾焚烧底灰和石灰固化污水污泥性质的试验研究

崔广强¹, 孙家国²

(1. 福建江夏学院 工程学院, 福建 福州 350108; 2. 武夷学院 土木工程与建筑学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:通过对污水污泥掺加垃圾焚烧底灰和石灰进行固化,确定了最小石灰掺加量,测试固化体的液塑限、无侧限抗压强度、击实性和微结构特征,通过研究发现随着垃圾焚烧底灰掺量的增大,液塑限及塑性指数均减小,无侧限抗压强度增大,当掺量约一半时,28 d 时的无侧限抗压强度可达 60 KPa 以上;对于纯污泥,其最大干密度为 7.9 KN/m³,最优含水量为 66%,随着垃圾焚烧底灰掺量的增大,最优含水量降低,最大干密度增大。最后给出了固化强度的预测公式,可用于预测不同龄期和不同掺量时的强度。

关键词:垃圾焚烧底灰;污泥;固化;填埋

中图分类号:X705 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0057-04

污水污泥是在水处理过程中形成的泥状物质,含有大量难降解有机物、病原微生物和寄生虫卵、重金属及氮、磷等物质,如不妥善处理,会造成严重的二次污染^[1-5]。为解决这一问题,国内外的研究者先后提出了减量化、资源化和无害化的要求^[6-10],主要从土地利用、填埋及热处理等三个方面进行研究,而目前我国主要以填埋为主,由于污水处理厂脱水后的污泥含水量较高,工程性质较差,直接填埋不能符合要求,故需要进行固化处理才能用于填埋^[11-12]。

目前,不少学者研究采用多种材料对污水污泥进行固化处理,取得了一定的固化效果^[13-16],有的固化需要消耗一定资源^[13-15]。同时我国许多垃圾焚烧站产生的大量垃圾焚烧底灰,目前仍做固废处置,尚未得到有效利用。垃圾焚烧底灰的某些化学性质与水泥中的

类似,工程性质与粗骨料的类似,然而这些性质均没有得到利用而被直接送到垃圾填埋场进行填埋。因此,本文利用垃圾焚烧底灰的化学性质与工程性质,与污水污泥混合固化,同时掺加一定量的熟石灰,研究固化后的工程性质,为污泥填埋和垃圾焚烧底灰处置提供参考。

1 试验材料与方法

试验所用的污泥取自福建省泉州市某污水处理厂,为原生污泥,已经脱水处理,呈黑灰色,恶臭,其物理性质为:pH 值位于 7.9~8.1 之间,含水量高达 223%,其它性质指标汇总于表 1。试验中加入熟石灰,其主要目的是杀死污泥中的微生物,减小恶臭。垃圾焚烧底灰取自泉州市某垃圾焚烧发电厂,呈现黑褐色,主要由 5 种不同成分组成,包括建筑垃圾、玻璃、陶瓷碎片、金属和其它未燃尽的有机质等,其中粗颗粒主要由建筑垃圾、金属和熔融体组成。在使用前先作预处理:(1)首先利用磁选设备将垃圾焚烧底灰中的金属清除,清除的金属备回收利用;(2)采用破碎机将底灰进行破碎,使得粒径均小于 1 mm;(3)采用有

收稿日期:2016-03-17

基金项目:福建省自然科学基金项目(2014J01172),福建江夏学院青年科研人才培养基金项目(JXZ2015004)。

作者简介:崔广强(1980-),男,汉族,讲师,主要从事岩土工程的教学与研究。

机氯化物水溶液对筛分的底灰进行喷洒消毒和杀菌。试验中所用的熟石灰和垃圾焚烧底灰的性质指标也汇总于表 1。

试验中,采用不同掺量的熟石灰和垃圾焚烧底灰分别固化污泥,根据《土工试验方法标准》(GB/T 50123-1999)测试固化体不同固化龄期的工程性质。试验前首先确定最小熟石灰掺量,根据 Sung 等(2002),石灰与污泥混合后的 pH 高达 12 时,才能有效地杀死细菌,根据此标准,判别石灰的最小掺量,不同掺量的石灰与污泥混合后的 pH 值汇总于表 2,可以看出,随着石灰掺量的增大,混合后的污泥的 pH 也增大,当石灰掺量为 6%时,不能满足要求,因此基于 pH 值试验结果,最低的熟石灰含量为 8%。

表 1 污泥和所用固化材料的性质

试验参数	污水污泥	熟石灰	垃圾焚烧底灰
比重	2.03	2.23	2.18
含水量(%)	223	-	-
均匀系数 Cu	8.12	51.21	16.61
曲率系数 Cc	1.22	1.75	0.76
平均粒径(μm)	111.7	238.5	4170.0
标准差	122.0	213.1	3780.6
变异系数(%)	109.2	89.4	90.8

表 2 不同固化龄期的 pH 值

石灰掺量/%	0d	30/d	60/d	120/d
6	12.1	12.1	12.0	11.8
8	12.4	12.3	12.3	12.2
10	12.5	12.4	12.3	12.2

2 试验结果

2.1 液塑性指标

使用锥式液限仪测定固化体的液限,首先将一定量的石灰(掺量为 8%,为石灰质量占湿污泥质量的比例)、焚烧底灰和污泥混合后装入试验所用的土杯,静置 2 小时后测试其液限;使用搓条法测试固化体的塑限,测试结果绘制于图 1 中,可以看出随着垃圾焚烧底灰掺量的增大,液塑限逐渐减小,塑性指数逐渐减小;当垃圾焚烧底灰掺量为 20%增大到 80%时,塑限指数为 9 降低为 1,若将固化体视为土体,根据固化体

的粒径和塑限指数,固化体属于粉土。

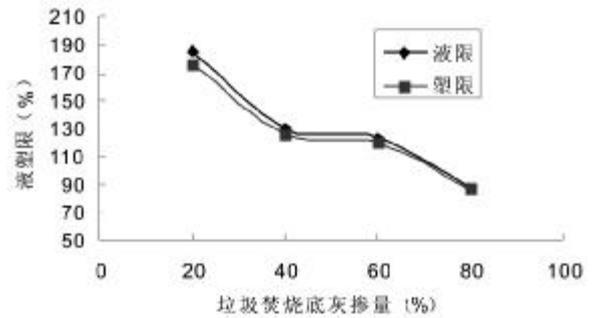


图 1 固化体的液塑限

2.2 无侧限抗压强度

为了研究不同垃圾焚烧底灰掺量对固化强度的影响,采用无侧限抗压强度试验测试不同固化龄期的无侧限抗压强度。试验前,首先制备试样,先将所取的污泥与一定量的垃圾焚烧底灰充分混合搅拌,然后倒入试样模中,试样模呈圆柱形,直径为 5 cm,高度为 12.5 cm;用塑料袋密封固化体并置于水中进行养护,养护时间为 28 d,分别测试不同固化龄期为 3、7、14、21、28 d 时的工程性质。

当垃圾焚烧底灰掺量不同时,不同养护时间的无侧限抗压强度测试结果绘制于图 2 中,固化后的无侧限抗压强度指标随垃圾焚烧底灰的掺量增加和固化龄期的增长而增大,强度的增长主要有二:一是垃圾焚烧底灰和污泥中无机成分中的少量活性氧化硅和氧化铝发生反应,生产水化硅酸钙和水化铝酸钙晶体;二是氢氧化钙晶化产生胶凝作用,也可使固化污泥强度得到提高。当掺量约一半时,28 d 时的无侧限抗压强度可达 60 KPa 以上。

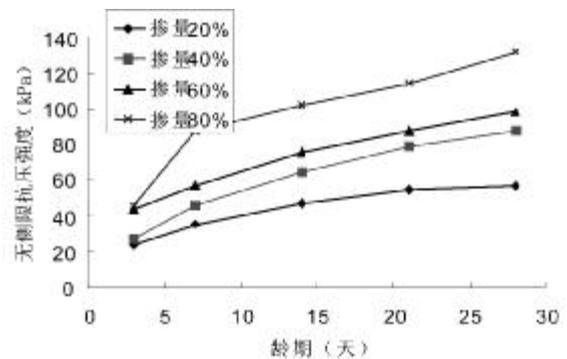


图 2 不同龄期和掺量固化后的无侧限抗压强度

2.3 击实试验

为了获得固化体最大的密实度,提高其强度,对固化体进行击实试验。试验前,首先将固化材料与污

泥进行混合,并静置 2 小时后进行,污泥的高含水量可以通过掺加熟石灰和垃圾焚烧底灰,使其降低。不同掺量的固化材料固化后的击实试验结果见图 3 所示。可以看出,对于纯污泥,其最大干密度为 7.9 KN/m^3 ,最优含水量为 66%;随着熟石灰和垃圾焚烧底灰掺量的增大,最优含水量逐渐降低,达到的最大干密度逐渐增大。当底灰掺量达 80%时,最大干密度可达到 9.7 KN/m^3 ,最优含水量为 38%。

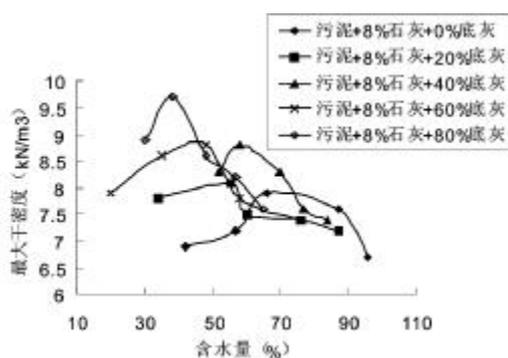


图 3 不同掺量固化材料的击实试验结果

2.4 微结构特征

为研究固化体的微结构特点和水化产物的形态及分布情况,进行电镜扫描 (SEM), 仪器为 Philips XL-30 型扫描电镜。固化龄期对微结构有影响,其中石灰掺量为 8%,垃圾焚烧底灰掺量为 40%,固化 7 d 和 28 d 的电镜扫描结果见图 4 所示,图中,白色代表土颗粒,黑色代表孔隙,可以看出,固化龄期越长,孔隙越小。固化污泥的颗粒孔隙小、密实度高就表明其强度高、渗透系数小。随着时间,石灰中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与土颗粒表面、垃圾焚烧底灰和污泥中无机成分中的少量活性氧化硅和氧化铝发生反应,生产水化硅酸钙和水化铝酸钙晶体。生产的晶体将污泥和固化材料颗粒之间的孔隙填充,并将颗粒紧紧连接成一体,相应强度得以提高。

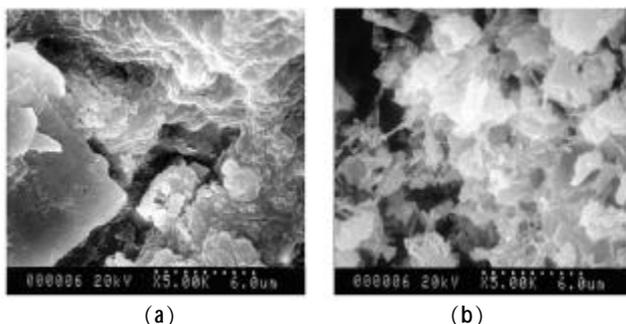


图 4 不同固化龄期时的固化体微结构特征

3 强度关系

为了使得污泥满足填埋要求,固化材料掺量要大于某一值和固化龄期要足够长时间,为了预测固化体强度,分析影响强度的主要因素并建立经验关系式。目前对于取龄期为多长时间的固化强度作为设计强度,仍没有统一的标准,若取 28 d 的固化强度作为填埋设计强度,则可表示为:

$$q_{u,28} = f(\alpha, \beta, \omega) \quad (1)$$

式中, α 和 β 分别为垃圾焚烧底灰的掺量和石灰掺量(%); ω 为污泥含水量(%)。

垃圾焚烧底灰的掺量和石灰掺量越大,固化龄期越长,污泥含水量越小,则固化强度越大,相反则越小。因此对于目前常用的带式脱水机脱水后的污泥,当石灰掺量为 8%时,14 d 的无侧限抗压强度与垃圾焚烧底灰掺量的关系为:

$$q_{u,14} = 0.87\alpha + 27.9 \quad (2)$$

28 d 的无侧限抗压强度与垃圾焚烧底灰掺量的关系为:

$$q_{u,28} = 1.28\alpha + 31.4 \quad (3)$$

德国资料指出,脱水后的污泥与垃圾混合填埋时,要求污泥含固率 $\geq 35\%$ 、抗剪强度 $> 25 \text{ KPa}$ 。以此抗剪强度为标准,加固后的无侧限抗压强度要大于 50 KPa ^[7]。对于试验中的固化污泥,若固化龄期取为 28 d 时,垃圾焚烧底灰掺量只要 20%时就能满足要求,若要养护龄期较短,相应的垃圾焚烧底灰掺量就需提高。由于污泥的低渗透性,固化反应较慢,28 d 养护龄期确实较长,可能会导致现场污泥堆积体积巨大的问题,可通过三种方法予以解决:(1)增大场地面积,消纳较大体积的污泥;(2)提高垃圾焚烧底灰掺量,如提高到 40%时,养护 15 d 即可达到填埋要求;(3)添加早强剂,提高固化污泥的早期强度。

4 结束语

随着垃圾焚烧底灰掺量的增大,液塑限逐渐减小,塑性指数逐渐减小;当垃圾焚烧底灰掺量为 20%增大到 80%时,塑限指数为 9 降低为 1,若将固化体

视为土体,根据固化体的粒径和塑限指数,固化体属于粉土。无侧限抗压强度指标随垃圾焚烧底灰的掺量增加和固化龄期的增长而增大,当掺量约一半时,28 d时的无侧限抗压强度可达 60 KPa 以上。对于纯污泥,其最大干密度为 7.9 KN/m³,最优含水量为 66%;随着熟石灰和垃圾焚烧底灰掺量的增大,最优含水量逐渐降低,达到的最大干密度逐渐增大。试验所得的固化污泥强度预测公式,可用于预测不同龄期的污泥固化强度。

参考文献:

- [1] 车承丹,朱南文,李艳林,等. 城市污水处理厂污泥固化处理技术研究[J]. 安全与环境学报,2008, 8(3):56-59.
- [2] Wliles C.C.Municipal solid waste combustion ash: state of the knowledge. *Journal of Hazardous Materials*, 1996, 17(1-3): 325-344
- [3] 张建铭,胡敏云,许四法. 两种典型垃圾焚烧灰渣特性的试验研究[J]. 环境污染与防治,2008,30(12): 50-55.
- [4] Amalendu B, Dennis S . Characterization of MSW incineratorash[J]. *Environmental Engineering*, 1989, 115(2):447-452.
- [5] 聂永丰. 中国固体废弃物管理与减量化 [J]. 环境保护, 1998,19(2):7-10.
- [6] 欧阳胜明,李锦波. 城市建筑垃圾的减量化、资源化和无害化处置技术[J]. 环境科学导刊,2012, 31(4): 74-75.
- [7] Mac Kezine W R, Hoxie N J, Proctor M E, et al . A massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidium infection transmitted through the public drinking water supply [J]. *New England Journal of Medicine*, 1994, 331 (3) :161 - 167 .
- [8] 陈萍,冯彬,詹良通. 以垃圾焚烧底灰为骨料的脱水污泥固化试验[J]. 中国环境科学,2014,34(10):2624-2630.
- [9] 蒋建国,王伟. 危险废物稳定化/固化技术的现状与发展[J]. 环境科学进展,1998,6(1): 55-62.
- [10] 王伟,袁光任. 我国固体废弃物处理处置现状与发展[J]. 环境科学,1997, 18(2): 87-90
- [11] 钱春军. 城市污泥固化处理工程技术研发与应用环境卫生工程[J]. 环境卫生工程,2010,18(6):55-58.
- [12] 曹胜,董晓楠,邢延峰. 某城市污水处理厂污泥固化处理研究[J]. 环境科学与管理,2014,39(8): 90-94.
- [13] 万辉. 浅析污泥水泥固化技术和工艺. 工程建设与设计 [J]. 2001,170(6):21-22
- [14] Kim E Ho, Cho J in-Kyu, Yi m S . Digested sewage sludge solidification by converter slag for landfill cover [J]. *Chemosphere*, 2005(59): 387 - 395 .
- [15] Lim S , Jeon W , Lee J , et al. Engineering properties of water /wastewater-treatment sludge modified by hydrated lime, fly ash and loess [J]. *Water Research*, 2002, 36(17) :4177-4184.
- [16] Zhen G , Lu X , Zhao Y , et al. Characterization of controlled low -strength material obtained from dewatered sludge and refuse incineration bottom ash: Mechanical and microstructural perspectives [J]. *Journal of Environmental Management*, 2013(129): 183-189.
- [17] Jack A B ,Willam J R . Sludge and its ultimate disposal [C]. Woburn: Ann Arbor Science Publishers Inc, 1988.

(责任编辑:华伟平)

Test Study on the Properties of Sewage Sludge Solidified by Waste Incineration Bottom Ash and Lime

CUI Guangqiang, SUN Jiaguo

(1.College of Engineering, Fujian Jiangxia University, Fuzhou, Fujian 350108;
2 .College of Civil Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Test on properties of the sewage sludge solidified by waste incineration bottom ash (WIBA) and lime with different amount was performed, the minimum amount of lime to add in was determined, and the liquid limit, plastic limit, unconfined compressive strength, compaction properties and micro-structural features were measured. Some conclusions were gotten: (1) the liquid limit, plastic limit would decrease, however the unconfined compressive strength would increase as the amount of WIBA increased, when the amount was about a half, the unconfined compressive strength would be over 60kPa; (2) For pure sludge, the maximum dry density was 7.9 kN/m³, optimum water content was 66%; (3) With the amount of WIBA increased, the optimum water content decreased and maximum dry density increased. Finally, the formulas to predict the strength were put forward, and could be used to calculate the strength with different WIBA amount and solidification age.

Key words: waste incineration bottom ash; sludge; solidification; landfill

半柔性路面在市政道路中的应用技术综述

黄金龙

(福州市规划设计研究院, 福建 福州 350000)

摘要:从半柔性路面结构特点、原材料选择、配合比设计、施工工艺及质量控制等方面介绍半柔性路面在市政道路公交站台、交叉口、BRT 专用道等特殊部位的应用。实践表明,半柔性路面具有优异的高温稳定性,对于改善路面高温重载变形问题有十分良好的应用前景。

关键词:半柔性路面;市政道路;配合比设计;施工控制

中图分类号:U416 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0061-05

市政道路渠化交通严重,公交站台、交叉口、BRT 专用道等处沥青路面车辙一直是困扰市政道路的一个大问题^[1-3]。这些区域沥青路面长期受到车辆频繁的刹车、起动、转向等特殊力的作用,剪切力作用力大,同时因公交站台、BRT 专用道中行驶的公交车承重大而出现严重的车辙病害,导致路面使用性能迅速降低。同时路面车辙影响车辆的行驶稳定性,进而对道路的安全与使用功能造成影响。

半柔性路面材料是指在大空隙基体沥青混合料(空隙率高达 20%~28%)结构中,灌入以水泥为主要成分的特殊胶浆复合而形成的路面材料。其作为刚性材料与柔性材料复合而成的路面材料,兼具水泥路面与沥青路面各自优良的路用性能,抗车辙、抗推移性能较好,耐油、耐酸、耐热、耐水、抗滑、景观装饰效果及取消伸缩缝等功能^[4]。

半柔性路面于 20 世纪 50 年代始于法国,随后在英国、美国、日本等发达国家开展了相应的研究与实践应用。日本从 1961 年开始在收费站、停车场、加油站、爬坡路段、公交专用道等特殊区域进行了大规模的加铺,取得良好的效果^[4]。我国对该种路面的研究应

用起步较晚,先后在广东、上海、重庆等地公路铺筑了部分试验路。并逐渐尝试运用于市政道路 BRT 专用道、交叉口、桥头等特殊部位,取得了不错的效果^[5-6]。

截止 2016 年 4 月,福州市区市政道路总里程达 1256 公里,道路总面积达 2834 万平方米,大量的公交站台、交叉口及公交专用道的路面都采用半刚性基层沥青路面结构,路面结构单一,出现了较为严重的车辙与推移病害,如图 1 所示。



图 1 车辙与推移病害

福州在气候上属于湿热地区,将半柔性路面引入公交站台、交叉口、BRT 专用道等特殊部位,对于改善路面高温重载变形问题具有十分良好的应用前景。但该型路面易发生表面裂缝、线型裂缝、针孔、麻面等破坏,使用寿命与基质沥青混合料的特性、水泥胶浆的流动性、基质沥青混合料的施工特性、水泥胶浆的灌入时机、养护决策等密切相关。南方湿热的气候容易对施工质量产生影响。因此,要将其成功运用在福州

收稿日期:2016-04-21

作者简介:黄金龙(1989-),男,汉族,工程师,主要从事路线及路基路面工程的研究。

的公交站台、交叉口、BRT 专用道等特殊区域,需重视半柔性路面的材料与施工特性。

本文笔者结合自身参与的半柔性路面现场施工经验,从福州的气候与交通状况出发,针对半柔性路面结构特点、原材料选择、配合比设计、路面施工工艺及质量控制等方面系统地介绍半柔性路面在市政道路中的运用与注意事项。

1 结构特点和破坏模式

1.1 结构特点

半柔性路面结构是由沥青混合料结构中粗集料通过嵌挤作用形成骨架,基体混合料的空隙率很大,达到 20%以上。再灌入水泥胶浆经凝结、硬化后生成晶体及胶凝体,填充空隙,形成“骨架—密实”结构(图 2)。在这样的结构特征下,半柔性路面具有以下优点:

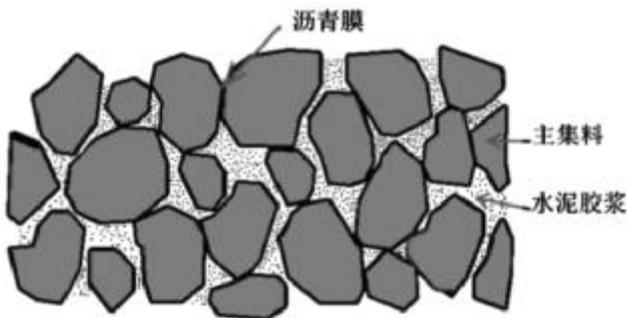


图 2 “骨架-密实”结构

(1)具有较强的抗重载能力

半柔性路面结构高温稳定性与抗疲劳特性均大大优于普通沥青砼路面,其动稳定度是普通沥青混合料的 20 倍左右,且温度敏感性较低。

(2)具有美化环境的功能

可利用对水泥胶浆进行着色,铺筑彩色半柔性道路,对交通进行渠化引导,进而美化了环境。

1.2 破坏模式

半柔性路面的主要破坏模式有以下几种:

(1)表面裂缝

水泥胶浆凝结硬化前后,由于灌浆时机选择不对以及不及时养生造成温差变化、湿度变化激烈而引起表面裂缝,如图 3 所示,但不影响该路面的正常使用。



图 3 表面裂缝

(2)线性裂缝

水泥胶浆的流动性不佳差会导致其可灌性差、灌入率低,致使半柔性结构中剩余空隙率过大。在车辆荷载和环境变化的共同作用下,将会产生较多的线性裂缝,如图 4 所示。

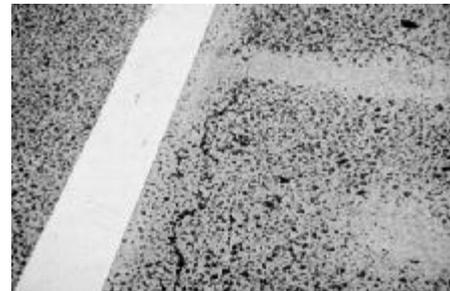


图 4 线性裂缝

(3)针孔

半柔性路面结构中基层不透水,灌浆后基体沥青混合料会滞留部分水分;基体沥青混合料摊铺碾压后未降低至预定温度,提前灌浆;基质沥青混合料孔隙率不足、封闭空隙过大;水泥胶浆流动性不够等均可能产生针孔现象。施工时可通过提高灌浆率来预防针孔的出现。

(4)麻面

基体沥青混合料现离析;水泥胶浆流动度差;灌浆后,过早用水清洗半柔性路面表面等均容易形成麻面。

2 原材料技术特点

2.1 基体沥青混合料

2.1.1 沥青

基体沥青混合料孔隙率较大,易沥青发生流淌,且将半柔性路面运用于市政道路中公交站台、交叉口、BRT 专用道等特殊区域时,受车辆重载的水平推移力、竖向剪切力较大。因此,从母体沥青混合料的稳

定角度出发,建议选用 SBS 改性沥青(基质沥青选用 70# 重载交通基质沥青)。结合福州高温多雨的特殊气候特性,给出运用于福州半柔性路面中 SBS 改性沥青的性能指标如表 1 所示。

表 1 SBS 改性沥青性能指标要求

指 标	单 位	技术要求		试验方法
针入度(25 °C,5 s,100 g)	0.1 mm	40~60		T0604
针入度指数 PI	—	≥0		T0604
延度 5 °C,5 cm/min	cm	≥20		T0605
软化点 TR&B	°C	≥82		T0606
运动粘度 135 °C	Pa·s	≤3		T0625
				T0619
闪点	°C	≥230		T0611
溶解度	%	≥99		T0607
弹性恢复 25 °C	%	≥75		T0662
贮存稳定性离析, 48 h 软化点差	°C	≤2.5		T0661
RTFOT(或 TFOT)后残留物				
质量变化	%	≤±1.0		T0610 和 T0609
针入度 25 °C	%	≥65		T0604
延度 5 °C	cm	≥15		T0605

2.1.2 粗集料

为形成大空隙的基体沥青混合料,则粗集料应具有较高的强度和抗压碎性。若强度不足,面层会逐渐磨光和破碎,从而形成缺油的断裂面,使面层变得不稳定,对于直接用于做上面层的甚为不利。参照国内外已有的研究经验,半柔性路面基体沥青混合料中粗集料的具体技术指标如表 2 所示。

表 2 基体沥青混合料中粗集料指标要求

指 标	技术要求		试验方法
	上面层	下面层	
集料压碎值	≤25%	≤28%	T0316
洛杉矶磨耗损失	≤28%	≤30%	T0317
视密度	≥2.60%	≥2.50%	T0304
对沥青的粘附性	≥5 级 1%	≥5 级 1%	T0616
坚固性	≤12%	≤12%	T0340
细长扁平颗粒含量	≤15%	≤18%	
其中粒径大于 9.5 mm	≤12%	≤15%	T0312
其中粒径小于 9.5 mm	≤18%	≤20%	
<0.075 mm 颗粒含量	≤1%	≤1%	T0310
软石含量	≤3%	≤5%	T0320
石料磨光值	≥42BPN	……	T0321
吸水率	≤2.0%	≤3.0%	T0304
石料的破碎面积	≥100%	≥100%	T0346

2.1.3 细集料

细集料建议采用人工砂,且应坚硬、洁净、干燥、

无风化、无杂质,并具有相应的级配范围,与沥青具有良好的粘附性。具体技术指标如表 3 所示。

表 3 基体沥青混合料中细集料指标要求

指 标	技术要求		试验方法
	快速路 主干道	次干道 支路	
视密度(g/cm ³)	≥2.5	≥2.45	T0328
坚固性(>0.3 mm 部分)	≥12%	-	T0340
含泥量(<0.075 mm 的含量)	≥3%	≥5%	T0333
砂当量	≥60%	≥50%	T0334
亚甲蓝值(g/kg)	≤25	-	T0346
棱角性(流动时间)	≥30s	-	T0345

2.1.4 矿粉

矿粉在基体沥青混合料中含量虽少但至关重要。由于混合料中粗集料较多,若缺少矿粉,必然会产生沥青流淌现象。矿粉的作用是吸附沥青,是其表面形成薄膜,进而对粗细集料产生粘附作用。一般采用石灰石粉,为提高半柔性路面的抗水损坏,可采用消石灰粉来代替部分的石灰石粉。矿粉的具体技术指标要求如表 4 所示。

表 4 矿粉的指标要求

指 标	技术要求		试验方法
	快速路 主干道	次干道 支路	
视密度(g/cm ³)	≥2.5	≥2.45	T0352
含水率	≤1%	≤1%	T0103 烘干法
粒度范围<0.6 mm	100	100	
<0.15 mm	90~100	90~100	T0351
<0.075 mm	75~100	70~100	
外观	无团粒结块	T0353	亲水系数
<1	T0353	塑性指数	<4
T0354	加热安定性	实测记录	T0355

2.2 水泥胶浆

水泥胶浆主要由水泥、水、矿渣及细砂拌制而成,必要时添加少量外加剂,如减水剂和膨胀剂。水泥一般选用 42.5 级普通硅酸盐水泥,细砂一般选用细度模数为 1.2 左右的特细砂,细砂应保证洁净、干燥、无杂质。应注意减水剂与膨胀剂的掺入量,其会在一定程度上降低水泥胶浆的流动度。

3 配合比设计

3.1 基体沥青混合料

根据国内外研究成果,采用体积法进行基体沥青混合料的配合比设计,能够有效控制混合料空隙率,保证材料组成的稳定性^[7-8]。体积法设计既能保证主骨架的充分嵌挤,又可充分利用细集料的填充、粘结作用,图5给出了基体沥青混合料的配合比设计流程。在确定基体沥青混合料的最佳沥青用量时,建议采用析漏试验和飞散试验相结合的方法来确定,并检验其马歇尔稳定度等指标。



图5 基体沥青混合料配合比设计

通过以上设计得到的基体沥青混合料应达到下表的指标要求。

表5 基体沥青混合料的指标要求

试验项目	技术要求	试验方法
击实次数(双面)	50次	T0702
沥青用量(%)	3.5~4.5	T0722
空隙率(%)	20~28	T0705
马歇尔稳定度(kN)	≥3.0	T0709
流值(mm)	≥2且≤4	T0709

3.2 水泥胶浆

水泥胶浆的工作性能直接决定半柔性路面材料的性能。因此,水泥胶浆应具有良好的流动性、足够的

抗压强度与抗折强度、较小的收缩性以及与混合料结合良好的性能。其一般参考《砌筑砂浆配合比设计规程》(JGJ 98—2000)的相关规定进行设计,设计得到的水泥胶浆应达到下表的指标要求。

表6 水泥胶浆的指标要求

试验项目	技术要求	备注
流动度(s)	10~14	Pload法
抗折强度(MPa)	>3.0	3d养生
抗压强度(MPa)	>15	

已有研究成果表明,适于半柔性路面的水泥胶浆水灰比宜控制在0.6左右,并可通过掺入少量矿渣来提高水泥胶浆的流动性。

3.3 半柔性路面材料

通过上述配合比设计得到的基体沥青混合料和水泥胶浆,将水泥胶浆灌入基体沥青混合料并养生7d龄期后,得到的半柔性路面材料应达到下表规定的技术要求。

表7 半柔性路面材料的指标要求

试验项目	技术要求	试验方法
空隙率(%)	20~28	T0705
马歇尔稳定度(kN)	≥9.0	T0709
流值(mm)	≥2且≤4	T0709
动稳定度(次/mm)	>15000	T0719

4 施工工艺与质量控制

根据半柔性路面结构的技术特点,结合国内外的施工经验,半柔性路面的主要施工流程如图6所示。福州地区半柔性路面一般选择夏季施工,但当气温高于38℃时,也不宜白天施工,可选择夜间施工,这样对交通的影响也比较小。



图6 半柔性路面施工工艺

4.1 基体沥青混合料的铺筑

这一过程包括基体混合料的生产、运输、摊铺、碾压及检测。由于基体沥青混合料空隙率较大,成功地铺筑应注意以下几个方面:

(1)其生产与常规沥青混合料基本相同,由于基体沥青混合料细集料较少,生产效率相对较低。因此,应严格控制拌和周期不低于 50 s。

(2)运输过程应加强保温控制,避免因运输导致混合料温度下降过快。由于基体沥青混合料细集料较少,空隙率较大,温度散失较快。

(3)为保证混合料空隙率,仅采用 10 t 钢轮静压 3-4 遍即可。

(4)通过肉眼观察或取芯试验,确保路面表面沥青膜裹覆均匀、铺面平整、空隙达设计要求。

4.2 水泥胶浆的生产与灌入

根据现场施工面积选择路拌法或厂拌法进行水泥胶浆的生产。对于市政道路中公交站台、交叉口等小规模施工,可以考虑路拌法生产,较为方便、灵活。当基体沥青混合料表面温度降低至 50 ℃时,即可开始灌入水泥胶浆。现场采用平板夯通过高频低幅的振动方式将水泥胶浆灌入基体沥青的空隙中,边灌入边振动,直至水泥胶浆不再渗透为止。个别区域由于施工原因,空隙率较小,水泥胶浆不易灌入,可采用灌入水泥净浆。

4.3 表面处理

水泥胶浆初凝后,应将路表上残留的水泥胶浆用扫把或洒水车清洗干净,直至表面露出凹凸不平为止。从而提高表面的抗滑系数或层间摩擦力。

4.4 养生

通常情况下,养生 2~3 d 即可开放交通。若在水泥胶浆中掺入早强剂,还可缩短养生时间。若半柔性路面当成路面结构的中下面层时,正常养生 1 d 后,即可施工上面层,由于高温的沥青混合料上面层和封

闭的环境下能有效提高水泥胶浆的水化反应速度,形成早强强度。

5 结语

半柔性路面具有优异的高温稳定性,重视其材料与施工特性,严格按照本文材料配合比、把握水泥胶浆灌入率与施工均匀性,将运用于福州地区市政道路公交站台、交叉口、BRT 专用道等特殊部位,对于改善路面高温重载变形问题将具有十分良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 冯怀响.公交站台、交叉口沥青路面车辙问题初探[J].价值工程, 2013(2):93-94.
- [2] 张腾,李慧颖,朱玉琴.南京市公交站台路面病害现状调查与防治措施[J].交通运输工程与信息学报, 2013,11(4):117-124.
- [3] 孙文浩,芦俊波.公交停靠站沥青路面病害调研与处治[J].北方交通, 2013(6):63-67.
- [4] 樊冬梅.半柔性路面的工程应用与技术经济分析[D].西安:长安大学, 2002.
- [5] 王鹏,李华.灌入式复合路面在交叉口路段养护工程中的应用[J].交通世界, 2015.32(373):34-35.
- [6] 邓成,黄冲,洪锦祥,等.超早强半柔性路面在市政路口的应用研究[J].公路工程, 2016.1(41):116-120.
- [7] 陈祥峰.高性能流动性水泥灌浆材料配合比设计及半柔性路面路用性能研究[D].西安:长安大学, 2002.
- [8] 吴国雄,梅迎军,李力.半柔性复合路面设计与施工[M].北京:人民交通出版社, 2009.

(责任编辑:华伟平)

The Summarize on Application of Semiflexible Pavement in Municipal Road

HUANG Jinlong

(Fuzhou Planning Design & Research Institute, Fuzhou, Fujian 350000)

Abstract: In this paper, application of semiflexible pavement in special parts of bus station, intersection and BRT lanes in municipal road are introduced, such as, the selection of raw materials, the mix design, construction technology and quality control. It is proved by practice that semiflexible pavement has an excellent high temperature stability, with a good application prospect for improving the high temperature deformation of heavy load pavement.

Key words: semiflexible pavement; municipal road; mix design; construction control

肋柱整板式锚索在漳龙线挡墙加固中的应用

李昶¹, 雷能忠², 周钦¹

(1.南昌铁路勘测设计院有限责任公司, 江西 南昌 330002; 2.武夷学院 土木工程与建筑学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:描述了漳龙线 K120+135~+215 段路肩挡土墙病害特征,依据工程地质条件对病害成因进行分析。对挡土墙进行了稳定性定量计算,提出采用肋柱整板式锚索对既有挡土墙进行加固,给出了肋柱整板式锚索设计方案。

关键词:肋柱式锚索;挡土墙;漳龙线

中图分类号:TU476.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0066-03

1 工程概况

漳龙线修建于 20 世纪 90 年代,设计线路等级较低,路基工程多为高填深挖,陡坡路基。漳龙线 K120+135~+215 段线路为左堤右堑,左侧既有为浆砌片石路肩墙,墙高 3~10 m,墙面凹凸不平,墙面 2 条由墙顶贯通至墙底的裂缝,缝宽 1~5 mm,现已用水泥砂浆修补,墙体下部外鼓,路肩墙外观见图 1。



图 1 路肩墙外观

收稿日期:2016-03-11

基金项目:福建省科技计划重点项目(2014Y0040)和国土资源部丘陵山地地质灾害防治重点实验室开放基金资助(FJKLGH2015K003)。

作者简介:李昶(1984-),男,汉族,工程师,主要从事铁路工程岩土勘察与设计的研究。

通讯作者:雷能忠(1969-),男,汉族,教授,主要从事工程地质灾害防治与国土资源勘查的教学与研究。

2 工程地质条件与路肩墙病害特征

2.1 工程地质情况

工程地处丘陵区,地层情况:表层填筑土,褐黄、棕红色,填料为粉质黏土夹强风化岩块,稍密,厚 3~10 m;其下为残坡积粉质黏土,褐黄、棕红色,含大量角砾,硬塑,中压缩性,厚 1~3 m;下伏砂岩,全风化层厚 1~3 m,灰白、褐黄、紫灰色,呈密实砂夹土状,可见原岩结构;以下强~弱风化含砾砂岩,钙质胶结,节理裂隙较发育。测区附近未发现活动断裂通过,区域构造稳定性较好。地下水不发育,地表水主要为雨季坡面流水。地层情况详见代表性路基横断面图(图 2)。

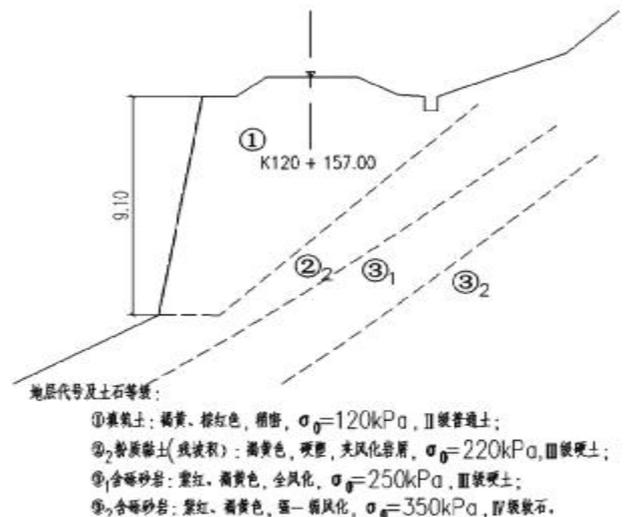


图 2 路基横断面

2.2 路肩墙病害特征

漳龙线 K120+135~+215 段左侧既有为浆砌片石路肩墙,墙高 3~10 m,挡墙墙面呈现凹凸不平感,局部表层砂浆有脱落,在 K120+136、K120+170 两处有一裂缝沿平台直接贯穿到挡墙底部,裂缝呈“S”型,缝宽约 1~5 mm,并在墙底部墙面有鼓胀现象,现已用水泥砂浆修补,墙体下部外鼓,挡墙外倾严重;K120+170 处墙顶存在裂缝,缝宽 2~3 mm。挡墙病害情况特征见图 3。根据工务段 2010 年 4 月重新设置的灰块观测,现已出现裂缝,表明墙体仍在开裂。依据相关规范,评估报告中指出墙体结构基本密实,厚度 50~110 cm, K120+140、K120+145、K120+165、K120+180、K120+200、K120+210、K120+215 不密实, K120+150、K120+160、K120+175、K120+205 存在脱空。综合评估属于不稳定挡墙,需加固处理。



图 3 挡土墙病害照片

图 3 挡土墙病害照片

3 路肩墙病害原因分析

路肩墙脚受雨水冲刷,挡墙基础埋深不足,地基持力层受力不均匀,挡土墙抗倾覆能力较差;在铁路长期的运营中,列车产生的动荷载效应,既有路基填筑土密实度较差,地表降雨渗入路基土体,而且部分泄水孔堵塞,排水不畅,导致土体强度降低,土压力增大,从而引起路肩墙开裂;路肩墙墙背土体回填不密实,受渗水水流的长期淘蚀,土体中细小颗粒局部流失,形成空洞,影响路肩墙的稳定^[1]。

4 挡墙加固方案的设计

4.1 计算参数

在参考分析、研究既有地质资料基础上,对场地进行地质调绘,获得漳龙线 K120+135~+215 段挡墙处设计参数见表 1。

4.2 挡墙稳定性计算

依据该工程的质量检测及评估报告,墙体厚度 0.5~1.1 m,本挡土墙最高处 10 m,挡墙内部砌体已风化脱落,石块之间粘结很弱,与土体融为一体。外部墙体亦多处出现裂缝,挡墙整体性亦较差。故本次计算不考虑挡土墙支挡作用,而挡土墙下部自然山坡,现场调绘未见山坡土体滑动及鼓出迹象。

根据以上分析,保守取滑面位于挡墙与地面线交界处,滑面平行于土层分界线。根据《铁路路基支挡结构设计规范》(TB 10025-2006)滑坡推力按下式计算^[2]:

$$T_i = KW_i \sin \alpha_i + \psi T_{i-1} - W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i - c_i l_i \quad (1)$$

$$\psi = \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i) \tan \phi_i \quad (2)$$

取 $K=1.05$,经计算得剩余下滑力 $E=314.992$ KN,下滑力方向平行于滑面方向,与水平面夹角 $\alpha=41.433^\circ$ 。

表 1 岩土类型及设计参数

岩土层编号	岩土名称	状态	重度 $\gamma/\text{kN/m}^3$	综合内摩擦角 $\varphi_i/^\circ$	孔壁摩擦阻力 τ/kPa	基本承载力 σ_0/kPa
①	填筑土	稍密	18.0	32	/	120
② ₂	粉质黏土	硬塑	19.5	35	/	220
③ ₁	全风化含砾砂岩	/	20.0	38	/	250
③ ₂	强~弱风化含砾砂岩	/	21.0	45	300	350

4.3 挡墙加固措施设计

结合现场地形条件,采用肋柱整板式锚索对既有挡墙进行加固,加固横断面示意图见图 4。

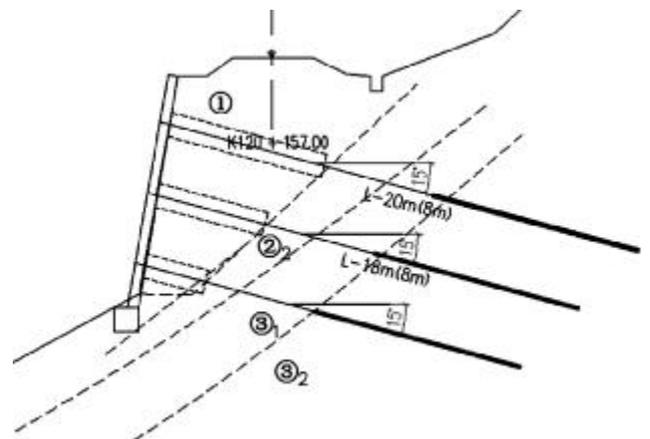


图 4 挡土墙加固横断面图

根据《铁路路基支挡结构设计规范》设计锚固力按下式计算:

$$P_1 = F / [\lambda \sin(\alpha + \beta) \tan \phi + \cos(\alpha + \beta)] \quad (3)$$

式中 P_1 -设计锚固力, F -单根锚索承受滑坡下滑力, ϕ -滑面内摩擦角, α -锚索与滑动面相交处滑面倾角, β -锚索与水平面内摩擦角, λ -折减系数。因墙后土体不密实,取折减系数取 0.9。

经计算得出设计锚固力 $P_1 = 292.2\text{KN}$,取 300KN。

钢绞线采用高强度低松弛的预应力钢绞线 ($\phi = 15.2\text{ mm}$)。

由下式计算所需锚索根数:

$$n = \frac{F_{s1} \cdot P_1}{P_u} \quad (4)$$

计算得 $n = 3$ 根。

锚固体长度分两步计算,根据水泥砂浆与锚固张拉钢材粘结强度计算锚固长度及锚固体与孔壁抗剪强度确定锚固长度,取两者之间较大者。锚索灌注砂浆采用 M35 水泥砂浆,孔径采用 130 mm。为提高锚固力,考虑锚索锚固段主要位于强~弱风化含砾砂岩中。

水泥砂浆与锚固张拉钢材粘结强度的锚固长度计算:

$$l_{sa} = \frac{F_{s2} \cdot P_1}{\pi \cdot d_s \cdot \tau_u} \quad (5)$$

计算得 $l_{sa} = 2.3\text{ m}$

固体与孔壁抗剪强度锚固长度计算:

$$l_a = \frac{F_{s2} \cdot P_1}{\pi \cdot d_n \cdot \tau} \quad (6)$$

计算得 $l_a = 7.3\text{ m}$ 。取锚固段长度为 8 m。

考虑自由段长度深入潜在滑动面不小于 1 m,且根据岩土层走向,自由段长度按 8~12 m 考虑。最终依据挡墙不同高度肋柱整板式锚索沿墙面布置见图 5。

因墙背填料及填筑土土体较松散,锚索施工钻孔过程中容易塌孔卡钻。在锚索钻孔前在锚索钻孔孔位采用小导管注浆加固挡墙后土体,为钻孔施工创造有利条件。在肋板施工完成后于墙面新设泄水孔,孔深较注浆范围略长,以防止滞水引起边坡二次病害^[9]。

5 结语

本工程已于 2013 年完工,从现场已实施情况看,达到了预期加固效果,保了线路安全运营,且施工中未中断既有线运营,取得了良好的经济效益。经过几次雨季的考验,监测未发现墙面及出现新的裂缝及变形,有效解决了病害。

铁路路基挡墙病害较多,可采取工程地质勘察等手段查明病害情况,分析其产生的原因并采取有效对策。挡墙加固设计方案是否合理取决于选取合适的地质参数及采用合理的地质模型。一般在山区低等级道路,不宜采用重力挡土墙等圬工方量较大的工程加固设计,而轻型的肋柱整板式锚索则成为一种常常使用的支挡结构。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国铁道部.TB 10001-2005 铁路路基设计规范[S].北京:中国铁道出版社,2005.
- [2] 中华人民共和国铁道部.TB 10025-2006 铁路路基支挡结构设计规范[S].北京:中国铁道出版社,2006.
- [3] 铁道部第一勘测设计院.铁路工程设计技术手册(路基)[S].北京:中国铁道出版社,1992.

(责任编辑:华伟平)

(下转第 98 页)

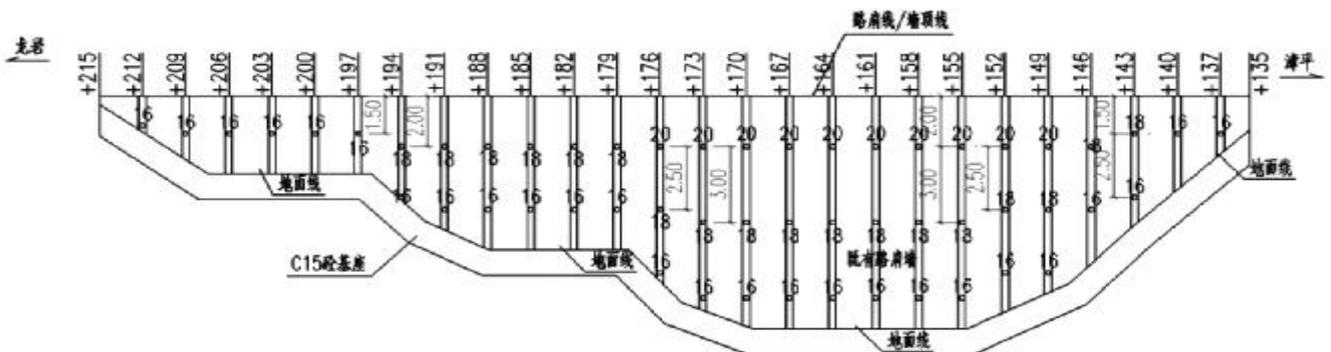


图 5 肋柱整板式锚索布置立面示意图

浅谈杂厚填土层的桩基选型

杨春森

(武夷学院 后勤处, 福建 武夷山 354300)

摘要:探讨如何从安全性、合理性及经济性三个方面进行杂厚填土层的桩基选型,首先介绍桩基选型的几个基本要素,即桩基类型、影响桩基选型的因素及桩型选择原则,其次结合实际案例进行分析,提出了较好的桩基优化过程模式为:地勘单位建议→设计单位建议→专家意见→建设单位组织反复论证→桩型最终确定,最后证明案例科学的选型带来了良好的经济效益;研究表明在地质条件特定下有多种桩基方案可以满足建筑物的使用功能需求时,只要在安全、合理框架下对桩基施工地区经验、施工的可靠性及经济性等方面进行多方案比较,优选桩型将取得良好的经济效益。

关键词:桩基选型;影响因素;优选过程

中图分类号:U445,551 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0069-04

桩基工程作为建筑主体的一个重要分部分项,不仅在造价上占据了较大比重,而且在施工期上也占据较长时间,科学合理的桩基选型,可以起到提高工程实体质量、缩短工程建设工期和节约工程建设成本的作用,将为工程建设带来可观的经济效益和社会效益。

随着科学技术的不断发展,各种桩基工程的新理论、新技术、新材料在建设进行了实践应用,为桩基选型提供了更多的选择空间,但桩基种类过于繁多,该如何最优选择将成为我们必须思考的现实问题,本文希望通过对桩基选型的案例研究,为工程建设的各方主体在安全性、合理性及经济性条件下如何桩基优选提供一些有益参考。

1 桩基类型概述

桩基按桩身材料分可以分为木桩、混凝土桩、钢桩及组合桩等;按承载力性状可分为纯摩擦桩、端承摩擦桩、端承桩与摩擦端承桩;按成桩方法可分为预制桩、灌注桩和搅拌桩;按桩的使用功能可分为水平

受荷桩、竖向抗压桩、抗拔桩和复合受荷桩;按桩径大小可分为小直径桩、中等直径桩和大直径桩;还可以桩对地基的影响程度、桩的横截面、插入状态、承台位置及端部形状等进行分类^[1]。

混凝土桩具有刚度大、承载力高、坚固耐用、能承受较大荷载的特点,在中国的现代化建设中得到广泛的应用。本文主要研究其在福建地区常见三种桩型的选择,即冲(钻)孔灌注桩、预制桩(静压预应力管桩)及人工挖孔灌注桩。

1.1 冲(钻)孔灌注桩

通过冲(钻)孔机械冲(钻)出桩孔,在桩孔中吊放钢筋笼后再浇筑混凝土而成的桩。根据成孔方法可分为泥浆护壁成孔和干作业成孔及全套管护壁成孔。具有不受地下水的影响,穿透力强、易达到预定的持力层,桩长、桩径可灵活调整等优点;缺点为施工时有噪音,存在泥浆排放和沉渣控制问题,桩身质量不易控制,施工过程中可能存在缩径、离析等质量事故,影响单桩承载力;适用于砂层、土层、卵砾石及岩层等不同地质情况。

1.2 预制桩(静压预应力管桩)

通过静压方式的压桩机械,将采用先张法预应力工艺和离心成型方法制成的一种空心圆柱型预制

收稿日期:2016-05-15

作者简介:杨春森(1981-),男,汉族,工程师,主要从事施工管理的研究。

应力高强混凝土管桩压入土层而成的桩。具有单桩承载力高,穿透能力较强,施工过程无噪声、无振动、质量易于控制,工期短、造价适中等优点;缺点为存在挤土效应问题,应考虑该桩基施工对邻近的已建建筑物、道路及已施工的相邻的桩造成的影响;适用于人工素填土、淤泥质土、粘性土、粉质粘土、密实的砂层及强风化层等土层^[2]。

1.3 人工挖孔灌注桩

通过人工方式挖掘出桩孔,然后安放钢筋笼,浇筑混凝土而成的桩。出于施工过程中的安全考虑,人工挖孔桩施工时应采取合理的护壁措施以防止孔壁坍塌和流砂现象发生造成的安全事故,通常采用钢筋混凝土护壁。具有施工操作简便,质量易于控制,施工无噪声、无污染、无挤土效应,对周围环境影响较小,且对成孔桩径、垂直度、持力土层和桩侧土层情况可直接检查,造价比较低等优点;缺点为工人劳动强度大,施工作业条件差,容易发生安全事故,采取的降排水措施,容易引起附近地面的沉降;适用于无地下水或地下水较少的粘土,粉质粘土,含少量的砂、砂卵石的粘性土层。

2 影响桩型选择的因素

桩型的选择需要综合考虑建筑结构类型、荷载性质与大小、工程地质和水文条件、施工对周围环境的影响、施工场地和设备的制约、当地桩基施工经验与制桩材料供应条件、造价和工期要求、施工安全等等因素^[3]。

3 桩型选择原则^[4]

经济合理、安全适用是桩型选择的基本原则。

4 工程案例分析

4.1 工程概况

武夷学院 24#、25# 学生公寓工程,设计六层,无地下室,由 24#、25# 学生公寓楼及连廊组成,框架结构,占地面积为 1 833.9 m²,建筑面积为 8 848.4 m²,场

地位于武夷山市武夷学院校区内西南侧,北侧为空地;南侧为 22#、23# 学生公寓(已建);西侧为战备路,东侧为空地(规划培训中心)。本工程重要性等级为二级,场地复杂程度等级为二级,地基复杂程度等级为二级,岩土工程勘察等级为乙级,地基基础设计等级为乙级。

4.2 工程地质和水文条件

4.2.1 建筑场地地形地貌

拟建场地为山坡地和田地,现已回填平整,地势较平坦、开阔,属剥蚀残丘地貌。

4.2.2 各岩土层结构特征及分布情况

自上而下划分为六层,各岩土层具体特征描述如下:

(1)素填土:主要以粘性土、碎石及块石回填为主,含少量建筑垃圾等,硬质含量约 20%~30%,堆填年限为近期堆填,本层分布于整个场地,层厚 3.60~7.10 m。

(2)粉质粘土:主要为粘性土,含砾石约 10~15%,大部分地段均有分布,层厚为 1.10~2.40 m。

(3)砂砾岩残积粘性土:主要由粘性土组成。本层分布于整个场地,层厚 0.60~2.20 m。

(4)全风化砂砾岩:砂砾岩结构、散体状构造,岩芯呈砂土状,为极软岩,岩体完整程度为极破碎,岩体基本质量等级为 V 级。本层分布于整个场地,厚度为 1.30~4.70 m。

(5)-1 砂土状强风化砂砾岩:砂砾岩结构、散体状构造,岩芯呈砂土状夹碎裂散体状,岩体极破碎,属极软岩,岩体基本质量等级为 V 级。本层分布于整个场地,厚度为 3.50~7.10 m。-2 碎块状强风化砂砾岩:砂砾岩结构、块状构造,岩芯呈碎块状,属软岩,岩体基本质量等级为 V 级。本层分布于整个场地,厚度为 1.50~3.50 m。

(6)中风化砂砾岩:砂砾岩结构、块状构造,岩芯呈短柱状和碎块状,属较硬岩,岩体完整程度为较破碎较完整,岩体基本质量等级为 IV。本层整个场地均有揭露,揭露厚度为 3.20~6.20 m。

4.2.3 地下水情况

勘察初见水位埋深在 2.10~3.80 m,稳定水位埋深为 1.60~3.30 m。场地内上部的素填土存在潜水,其富水性一般,透水性较好,直接受大气降水、地表水、生活用水的补给,富水性受季节性变化影响明显,水

位动态变化大,水量一般,但不排除局部富水。此外还接受大气降水及地下水侧向迳流补给,并通过蒸发及地下侧向迳流等方式排泄,受地表水影响较大。残积土富水性及透水性较差,为弱透土层。场地内风化岩中的基岩裂隙水、水力联系密切,其水量大小及渗透情况受基岩裂隙发育情况、裂隙的连通性及裂隙面特征影响有关。基岩风化差异显著,水量分布不均,富水性一般,但不排除局部水量较大,施工时应注意。基岩裂隙水主要受相邻含水层侧向及垂直补给,侧向排泄。地下水类型为潜水类型。受大气降水、地表水的影响呈季节性升降,近 3~5 a 水位变化幅度约 1.0~2.0 m。场地内地下水对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性,对地下钢结构具弱腐蚀性。场地内地基土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

4.3 岩土工程评价与分析

4.3.1 岩土体评述与持力层选择

本场地岩土层力学性能评述如下:

(1)素填土:呈松散状,工程性能差,不宜作为拟建物的基础持力层。

(2)粉质粘土:承载力特征值为 150 kPa,属中等压缩性土层,厚度较小,分布不均匀,且埋藏较深,不宜作为拟建物的基础持力层。

(3)砂砾岩残积粘性土:承载力特征值为 180 kPa,属中等压缩性土层,工程性能尚好,分布不均匀,且埋藏较深,不宜作为拟建物的基础持力层。

(4)全风化砂砾岩:承载力特征值为 260 kPa,厚度一般,工程性能一般,分布较均匀,但单桩承载力低,不宜作为基础持力层。

(5)-1 砂土状强风化砂砾岩:承载力特征值为 350 kPa,工程性能较好,分布较均匀,可作为拟建物的桩基础持力层。-2 碎块状强风化砂砾岩:承载力特征值为 500 kPa,工程性能较好,厚度较大,可作为拟建物的桩基础持力层。

(6)中风化砂砾岩:承载力特征值为 1 500 kPa,强度高,成份均匀,厚度大,工程性能好,可作为拟建物的桩基础持力层。

4.3.2 地基稳定性与均匀性评价

拟建场地周边地形较开阔,不存在其它如滑坡、

崩塌及泥石流等影响场地地基稳定性的不良地质作用,据地面调查及钻探结果显示,场地内及附近未发现其他人为地下工程及大面积开采地下水的活动,不会产生地面塌陷;未发现有隐伏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的地下埋藏物或构筑物,对于拟作基础持力层或桩端持力层及其影响深度范围内的岩土层中,未发现有地下洞穴、临空面、破碎岩体及软弱夹层等,地基稳定性较好。场地岩土层分布相对稳定,但场地分布的岩土层层面标高变化较大,评定拟建工程地基均匀性较差。

4.4 桩基优选过程

4.4.1 地勘单位建议

拟建物对差异沉降较敏感,场地浅部土层承载低,工程性能较差,浅部各土层在强度与变形等方面较难满足上部结构的要求,因此拟建物不具备采用天然地基浅基础的条件,故宜采用桩基础。

根据拟建场地工程地质条件,拟建物的结构特征、荷载情况及当地建筑经验,并对成桩可行性、基础施工对周围环境的影响和地下水对桩基施工的影响进行详细分析,认为拟建物基础类型可采用人工挖孔灌注桩、冲(钻)孔灌注桩或预应力管桩;若采用人工挖孔灌注桩或预应力管桩或可选用⑤-1 砂土状强风化砂砾岩作为桩基持力层,若采用冲(钻)孔灌注桩可选用⑥中风化砂砾岩作为桩基持力层,桩端全断面应进入持力层 1D 以上,承台埋深约 1.50 m,设计时应确保相邻基础的埋深及变形满足规范要求。

4.4.2 设计单位建议

通过对地勘报告分析,桩径 500 mm 桩长 10 m 左右的预应力管桩,选择⑤-1 砂土状强风化砂砾岩作持力层即可基本满足建筑物的单桩承载力要求,而满足同样单桩承载力要求,选择⑤-1 砂土状强风化砂砾岩作持力层的人工挖孔桩需要桩径 800 mm 桩长 10 m 左右,选择⑤-2 碎块状强风化砂砾岩作持力层冲(钻)孔桩需要桩径 700 mm 桩长 16 m 左右,考虑冲(钻)孔桩通常需要泥浆护壁,而人工挖孔桩又需要降排水措施,不利于现场施工控制,在基坑开挖后施工桩长显得较短,施工工期将会拉长,且预应力管桩承载力设计值要高于同桩径的冲(钻)孔灌注桩和人工挖孔灌注桩,单位承载力造价最便宜,^[9] 所以建议采用静压预应力

管桩的基础型式。

4.4.3 专家意见

根据上部建筑物荷载特点,结合周边环境及岩土层分布条件,设计采用静压预应力管桩的基础型式基本合理可行,以⑤-1砂土状强风化砂砾岩作为拟建物持力层时,该层上覆的填土中存在的粒径较大的碎块石及全风化砂砾岩,可能将成为沉桩时的阻抗层,需要采取引孔措施,同时考虑武夷山市不具备预应力管桩材料的供应条件及经验不足,其他摊销成本也将大大增加;人工挖孔桩虽具有施工无噪声、无污染、无挤土效应、质量易于控制及造价低等优点。但场地内存在残积土及风化岩遇水易软化、崩解,极易产生孔壁坍塌、流泥(砂)等现象,基础施工时不易成桩;因此建议采用技术比较先进、承载较好的旋挖成孔灌注桩基础型式。

4.4.4 桩基方案讨论确定

经过了建设单位组织的几次会议讨论,设计院最后做以下基础设计方案,采用旋挖成孔灌注桩基础型式,两栋楼共布桩156根,设计桩径700mm,设计桩长14~18m,以⑤-2碎块状强风化砂砾岩为持力层,单桩竖向承载力特征值 1.75×10^3 N。

5 结语

经过了地勘单位、设计单位、专家、建设单位大量的论证工作,最后确定采用了旋挖成孔灌注桩的基础型式。最后桩基工程经检测合格,施工质量较好。因此在地质条件特定下有多种桩基方案可以满足建筑物的使用功能需求时,只要在安全、合理框架下对桩基施工地区经验、施工的可靠性及经济性等多方面进行多方案比较,优先桩型将取得良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 陈凡,徐天平,陈久照,等.基桩质量检测技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2014:7.
- [2] 陈天丰.静压预应力混凝土管桩施工质量控制和常见问题处理[J].福建建筑,2006(2):100-103
- [3] 陈凡,徐天平,陈久照,等.基桩质量检测技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2014:7.
- [4] 李寓,薛文碧.建筑桩基础工程便携手册[M].北京:机械工业出版社,2002:4.
- [5] 聂荣君.浅析预应力管桩的优缺点[J].治淮,2003(7):33.

(责任编辑:叶丽娜)

Introduction to Miscellaneous Fill Thick Soil Pile Foundation Type Selection

YANG Chunsen

(Logistics Department, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Discusses how to from the aspects of safety, rationality and economy of three thick miscellaneous fill soil pile foundation of selection, First introduces pile foundation selection of a few basic elements, The pile foundation types and the influencing factors on the selection of pile foundation and pile type selection principle; The pile foundation types and the influencing factors on the selection of pile foundation and pile type selection principle, Good pile foundation optimization model is proposed: geological exploration units to design unit recommendation to expert advice to the construction unit group repeated proof eventually determine pile type, finally proved cases scientific selection has brought good economic benefit; Research shows that there is many kinds of pile foundation under the geological conditions of a specific scheme can meet the demand of building use function, as long as in the pile foundation construction in the framework of safety and reasonable experience, reliability and economy of construction schemes comparison, selection of pile type will achieve good economic benefits.

Key words: foundation selection; influencing factors; optimization process

基于 AR(1)模型的纯保费的 Monte Carlo 模拟研究

关清元, 洪梦莹

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:把随机利率, 转化成年利率, 然后用 AR(1)模型进行拟合, 并利用 SPSS 软件对拟合做出检验。经检验拟合效果比较好, 模型可用。以当前热销的前海人寿保险有限公司的万能保险为实证分析, 用 Monte Carlo 模拟的方法, 借助 MATLAB 软件求出了趸缴纯保费, 并预测了在 3σ 原则下的纯保费区间。

关键词:年平均加权利率; AR(1)模型; SPSS 软件; Monte Carlo 模拟; 3σ 原则

中图分类号: F224; F842 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0073-04

1997 年, Milversky M A^[1]得到了布朗运动随机利率下的连续保费现值的分布; 1999 年, Vanneste M^[2]等人得到了连续保费现值的近似计算公式; 2007 年, Kaas R, Dhaene J, Goovaerts M J^[3]和 DeSchepper A, Goovaerts M J^[4]等利用凸序的有关性质得到了保费现值的上界; 2001 年 Perry D 和 Stadje W^[5]在反射布朗运动作为随机利率的条件下, 对连续保费作了研究, 并给出了连续保费现值的期望值; 2003 年, Perry D 和 Stadje W 及 Yosef R^[6]考虑了将限定利率区间的情况, 并在随机利率为反射布朗运动条件下, 得到了连续保费的现值期望值。

在国内, 运用 Monte Carlo 技术对纯保费所做的研究不多。1997 年蒋庆荣^[7]在《随机利率下的终身寿险》中得到了终身寿险的纯保费的计算公式; 2001 年, 良艳怀, 玛恩民^[8]在《随机利率下综合人寿保险模型》中, 考虑了随机过程函数, 给出了综合人寿保险模型; 2003 年王丽艳, 柳扬^[9]在《随机利率下的准备金与寿险风险分析》中采用了 Bayes 方法, 得到了死亡率的经验分布; 2005 年东明^[10]在《申汇养老保险中隐性债务的双随机模型》中采用了 Wiener Process model 对养老保险隐性债务进行建模。

收稿日期: 2016-03-24

基金项目: 武夷学院科技类项目(XD201405); 国家级大学生创新训练项目(201410397002)。

作者简介: 关清元(1981-), 男, 汉族, 讲师, 主要从事计算数学、保险精算方向研究。

以上这些论文没有考虑用 AR 过程来模拟, 运用适当的方法证明了用 AR 过程来建模, 在现实生活中是可行的, 然后采用 Monte Carlo 模拟的方法得到了特定条件下纯保费的分布区间。在实证分析中, 运用 Matlab 软件并结合 Spss 软件, 首次对万能保险的趸缴纯保费, 进行了大量快速的模拟, 对提高万能保险趸缴纯保费的精度进行了新的尝试。

1 随机利率下的 AR(1)模型

1.1 数据处理

中国人民银行官方网站: 一年期定期存款利率的调整如表 1 所示:

表 1 存款利率

调整时间/ (年.月.日)	一年期存款 利率/%	调整时间/ (年.月.日)	一年期存款 利率/%
1990.04.15	10.08	2007.08.22	3.60
1990.08.21	8.64	2007.09.15	3.87
1991.04.21	7.56	2007.12.21	4.14
1993.05.15	9.18	2008.10.09	3.87
1993.07.11	10.98	2008.10.30	3.60
1996.05.01	9.18	2008.11.27	2.52
1996.08.23	7.47	2008.12.23	2.25
1997.10.23	5.67	2010.10.20	2.50
1998.03.25	5.22	2010.12.26	2.75
1998.07.01	4.77	2011.02.09	3.00
1998.12.07	3.78	2011.04.06	3.25
1999.06.10	2.25	2011.07.07	3.50
2002.02.21	1.98	2012.06.08	3.25
2004.10.29	2.25	2012.07.06	3.00
2006.08.19	2.52	2014.11.22	2.75
2007.03.18	2.79	2015.03.01	2.50
2007.05.19	3.06	2015.05.11	2.25
2007.07.21	3.33	—	—

由于每次调整，都会相应的维持一个时间区间，即可以把这些时间点看成是一个连续的时点序列。所以下面采用按照时间段加权的方法^[1]，将其转化为一个整数年的利率，公式为： $\bar{i} = \frac{\sum f_k i_k}{365}$ ，其中 \bar{i} 表示当年的平均利率水平， i_k 表示当年第 k 个利率水平， f_k 则表示第 k 个利率水平所维持的天数。由此计算可得各年的年平均利率如表 2 所示：

表 2 年平均利率

整数年	平均存款利率/%	整数年	平均存款利率/%
1991	7.89	2004	2.03
1992	7.56	2005	2.25
1993	9.43	2006	2.35
1994	10.98	2007	3.20
1995	10.98	2008	3.92
1996	9.17	2009	2.25
1997	7.13	2010	2.30
1998	5.06	2011	3.64
1999	2.92	2012	3.24
2000	2.25	2013	3.00
2001	2.25	2014	2.97
2002	2.02	2015	2.38
2003	1.98	—	—

1.2 利率模型的拟合

由于 AR(1)模型是回归模型的范畴，用 SPSS 软件做散点图如下：

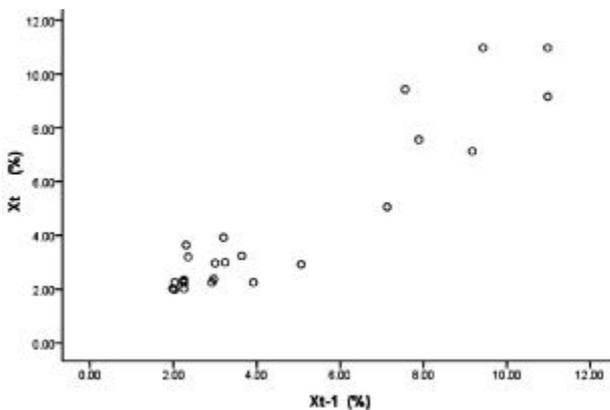


图 1 前一年利率 X_{t-1} 与后一年利率 X_t 的关系散点图

从图 1 可以看出： X_{t-1} 与 X_t 在较大程度上呈线性关系。所以初步判断对其用 AR(1)模型来拟合是可行的。

下面用 SPSS 软件对 X_{t-1} 与 X_t 的数量关系来进一步地求解，从而求出 AR(1)模型的参数。以下为 SPSS

的分析结果表：

表 3 回归变异图

模型	Anova ^b				
	平方和	df	均方	F	Sig.
1 回归	184.028	1	184.028	152.219	.000a
残差	26.597	22	1.209		
总计	210.625	23			

a. 预测变量: (常量), X_{t-1} (%)。

b. 因变量: X_t (%)

由表 3 可以看出，Regression 为 184.028，Residual Total 为 26.597，对应的 F 统计量的值为 152.219，且 $152.219 > F_{0.05}(1, 22) = 4.30$ ，又因为显著性水平 $\text{sig.} = 0.000 < 0.05$ 所以可以认为所建立的回归方程有效。

表 4 回归系数表

模型	系数 ^a				共线性统计量	
	非标准化系数 B	标准系数	标准误差	t	Sig.	容差 VIF
1 (常量)	.142	.411		.345	.734	
X_{t-1} (%)	.920	.075	.935	12.338	.000	1.000

a. 因变量: X_t (%)

由表 4 可以看出，非标准化的 Regression coefficient 的估计值为 0.920，标准 Error 为 0.075，标准化的 Regression coefficient 为 0.935，回归系数显著性检验的 t 统计量的值为且 12.338，且 $12.338 > t_{0.025}(22) = 2.074$ ，对应的显著性水平 $\text{sig.} = 0.000 < 0.05$ ，故可以认为方程是显著的。

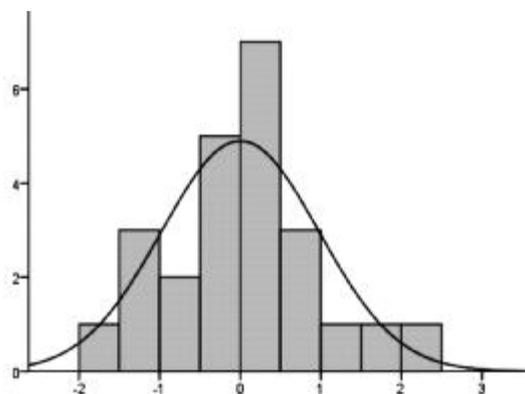


图 2 标准化残差直方图

图 2，反映了残差的分布情况，根据图形来看，残差项基本符合标准正态分布。

综上所述，可得利率模型为：

$$X_t = 0.920X_{t-1} + 0.142 + \varepsilon_t \quad (1)$$

2 前海人寿万能保险的 monte carlo 模拟实证

考虑到现在大多数人倾向于购买万能保险,且据一些保险公司透露,在销售的所有保险产品中,万能保险的比例已经达到了 30%~40%。万能保险既能够提供人身保障,又能够作为投资。

以前海人寿保险股份有限公司销售的万能险为例,由于万能险的保险额度设计有多种,本文特根据《万能保险精算规定》做出如下假设:提供 2.5%的结算收益率保底。

某男 50 岁投保前海人寿万能保险,保险期间是 10 年,该男在保险期内身故,在年末公司支付 1 万元的身故保险金;如生存至期满,同样可获得 1 万元的满期保险金。试分析该男的趸缴纯保费^[2]。以当前 2.38%的利率水平为基础,对未来 10 a 的利率情形进行随机模拟,得出趸缴纯保费的可能值,对上述过程进行 6 000 次 Monte Carlo 模拟,得出结果。

根据万能保险的趸缴纯保费公式:

$$A_x:\bar{n} = \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} p_x q_{x+k} + v^n p_x \quad (2)$$

而在每年是变化利率的情况下,此式演变为:

$$A_x:\bar{10} = \frac{q_{50}}{1 + \frac{i(1)}{100}} + \frac{p_{50} \cdot q_{51}}{(1 + \frac{i(1)}{100})(1 + \frac{i(2)}{100})} + \dots$$

$$\frac{{}_9 p_{50} \cdot q_{59}}{(1 + \frac{i(1)}{100})(1 + \frac{i(2)}{100}) \dots (1 + \frac{i(10)}{100})} + \frac{{}_{10} p_{50}}{(1 + \frac{i(1)}{100}) \dots (1 + \frac{i(10)}{100})} \quad (3)$$

根据中国人寿保险业男性经验生命表(2000~2003)可得:

$$k=0, q_{50}=0.002\ 666; k=1, p_{50} \cdot q_{51}=0.002\ 872;$$

$$k=2, {}_2 p_{50} \cdot q_{52}=0.003\ 068; k=3, {}_3 p_{50} \cdot q_{53}=0.003\ 272;$$

$$k=4, {}_4 p_{50} \cdot q_{54}=0.003\ 503; k=5, {}_5 p_{50} \cdot q_{55}=0.003\ 792;$$

$$k=6, {}_6 p_{50} \cdot q_{56}=0.004\ 141; k=7, {}_7 p_{50} \cdot q_{57}=0.004\ 583;$$

$$k=8, {}_8 p_{50} \cdot q_{58}=0.005\ 146; k=9, {}_9 p_{50} \cdot q_{59}=0.005\ 861;$$

$$k=10, {}_{10} p_{50}=0.964\ 600;$$

前海人寿 10 年期万能保险趸缴纯保费 Monte Carlo 仿真的 MATLAB 代码为:

```
for j=1:6000;
```

```
for i=1:9;
```

```
x(1)=2.38;
```

```
x(i+1)=x(i)*0.920+0.142+randn(1,1);
```

```
end;
```

```
y(j)=0.002666/(1+x(1)/100)+0.002872/(1+x(1)/100)/(1+x
```

```
(2)/100)+0.003068/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)/
```

```
100)+0.003272/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)/100)/
```

```
(1+x(4)/100)+0.003503/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)
```

```
/100)/(1+x(4)/100)/(1+x(5)/100)+0.003792/(1+x(1)/100)/
```

```
(1+x(2)/100)/(1+x(3)/100)/(1+x(4)/100)/(1+x(5)/100)/(1+x
```

```
(6)/100)+0.004141/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)/
```

```
100)/(1+x(4)/100)/(1+x(5)/100)/(1+x(6)/100)/(1+x(7)/100)
```

```
+0.004583/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)/100)/(1+x
```

```
(4)/100)/(1+x(5)/100)/(1+x(6)/100)/(1+x(7)/100)/(1+x(8)/
```

```
100)+0.005146/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)/100)/
```

```
(1+x(4)/100)/(1+x(5)/100)/(1+x(6)/100)/(1+x(7)/100)/(1+x
```

```
(8)/100)/(1+x(9)/100)+0.005861/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/
```

```
100)/(1+x(3)/100)/(1+x(4)/100)/(1+x(5)/100)/(1+x(6)/100)/
```

```
(1+x(7)/100)/(1+x(8)/100)/(1+x(9)/100)/(1+x(10)/100)+
```

```
0.9646/(1+x(1)/100)/(1+x(2)/100)/(1+x(3)/100)/(1+x(4)/
```

```
100)/(1+x(5)/100)/(1+x(6)/100)/(1+x(7)/100)/(1+x(8)/100)/
```

```
(1+x(9)/100)/(1+x(10)/100)
```

```
end;
```

```
y
```

```
mean(y)
```

```
std(y)
```

通过此代码,可以得到在 Monte Carlo 模拟下的平均趸缴纯保费 $\text{mean}(y)=8\ 162$ 元,标准差 $\text{std}(y)=1\ 070$,则根据正态分布的 3σ 原则,可得趸缴纯保费以 68.26%的概率落在区间[7 092,9 232]上,以 99.74%的概率落在区间[4 952,11 372]上。又根据此险种的保底收益率,可得实际趸缴纯保费以 68.26%的概率落在区间 [5 540,7 212] 上,以 99.74%的概率落在区间[3 868,8 883]上。

3 小结

根据每个时间点的利率数据进行时间加权平均、

AR(1)模型的构建以及用 spss 去做拟合的检验。最后用 Monte Carlo 模拟的方法对前海人寿保险公司一款热销的万能保险产品进行趸缴纯保费的实证分析,此测算是借助 MATLAB 软件平台所做。对人寿保险公司的其他的一些产品,可以类似的进行拟合化的控制预测,对保险公司定价风险的控制提供了新的思路,对于保险公司产品设计、运营和监控具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] Milevsky M A. The present value of a stochastic perpetuity and the gamma distribution [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 1997(20):243-250.
- [2] Milevsky M A. Martingales scale functions and stochastic life annuities a note [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 1999(24):149-154.
- [3] Kaas R, Dhaene J, Goovaerts M J. Upper and lower bounds for sums of variables [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2007(27):151-168.
- [4] De A, Goovaerts M J, Dhaene J, et al. Bounds for present value functions with stochastic interest rates and stochastic volatility [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2002(31):87-110.
- [5] Perry D, Stadje W. Function space integration for annuities [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2001(29):73-82.
- [6] Perry D, Stadje W, Yosef R. Annuities with controlled random interest [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2003(32):245-253.
- [7] 蒋庆荣. 随机利率下的终身寿险[J]. 杭州大学学报(自然科学版), 1997(2):8-14.
- [8] 良艳怀, 玛恩民. 随机利率下综合人寿保险模型[J]. 大连理工大学学报, 2001(5):29-31.
- [9] 王丽燕. 随机利率下的准备金与寿险风险分析[J]. 大连大学学报, 2003(4):17-35.
- [10] 东明, 郭亚军, 杨怀东. 社会养老保险中隐性债务的双随机模型[J]. 系统工程学报, 2005(6):570-577, 643.
- [11] 贾怀勤. 应用统计[M]. 北京: 对外经贸教育出版社, 1994: 45-54.
- [12] 杨静平. 寿险精算基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 2010.

(责任编辑:夏婷婷)

Simulation of Pure Premium of Carlo Monte Based on AR (1) Mode

GUAN Qingyuan, HONG Mengyin

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

Abstract: In this paper, it changes random interest rate into annual interest rate. Then it uses the AR (1) model to fit the rate. And it tests the fitting by using the SPSS Software model. It calculates the net single premium by using matlab software and it predicts the pure premium interval of the principle of "three", taking for example universal life insurance, hotly sold by sea life insurance company, by using the method of Monte Carlo simulation.

Key words: average weighted interest rate; AR (1) model; SPSS software; Monte Carlo simulation; three σ principle

福建省普通高校体育工作现状调查研究

林俊¹, 肖荣辉², 黄晖³

(1.武夷学院 体育教学部, 福建 武夷山 354300; 2.厦门信息学校, 福建 厦门 361009;
3.闽北职业技术学院, 福建 南平 353011)

摘要:运用前期研制的《普通高校体育工作评价指标体系》,采用文献资料法、调查法、数理统计法对福建省十所普通高校体育工作现状进行了调查和评分。结果显示:福建省普通高校体育工作现状不容乐观,各高校在贯彻实施《高等学校体育工作基本标准》的要求上还不到位,高校之间的体育工作水平存在较大的差距。在高校体育工作四个评价体系中,条件保障系统得分最低,反映出福建高校体育在师资队伍、经费投入、场地器材、安全保障等方面依然是薄弱环节。研究也验证了《普通高校体育工作评价指标体系》的科学性和可行性。

关键词:普通高校;体育工作;现状调查

中图分类号:G807.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0077-06

随着教育的不断深入和素质教育的全面推进,学校体育和学生的体质健康越来越受到党和国家的重视。然而长期以来,由于高校体育评价体系的缺失,使得大学体育工作相对薄弱,导致大学生群体体育意识淡薄,体育锻炼欠缺,身体素质在逐年下降。为了解决高校体育的矛盾,2014年6月教育部印发了《高等学校体育工作基本标准》的通知^[1](以下简称《基本标准》),《基本标准》从体育工作规划与发展、体育课程设置与实施、课外体育活动与竞赛等五个方面对高等学校体育工作进行了规范。时隔至今,《基本标准》已下发两年,各普通高校实施状况如何?体育工作是否有改善?基于此,研究以福建省10所普通本科院校为样本,运用前期根据《基本标准》研制的《普通高校体育工作评价指标体系》^[2]为调查工具,对福建省普通高校体育工作现状进行调查,旨在发现当前福建省普通高校体育工作存在的问题,并提出建设性的意见,同时也进一步验证《普通高校体育工作评价指标

体系》的科学性和可行性。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

研究以普通高校公共体育工作为研究对象,以福建省10所全日制普通本科院校为调查对象,10所院校包括:福建师范大学、福建医科大学、福建农林大学、福建师范大学福清分校、泉州师范学院、宁德师范学院、莆田学院、福建工程学院、武夷学院、三明学院。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

查阅国家部委和地方政府制定的有关于学校体育的政策、法律、法规;对CNKI期刊网进行检索,收集近年来有关高等学校体育管理、体育课程与教学、课外体育、学校体育资源、体育科学研究等方面的论文,了解当前我国高校体育面临的问题和现状以及区域发展的差异,为制定普通高校体育工作评价标准提供借鉴。

1.2.2 专家访谈法

通过调查、走访福建省部分高校公体部主任、体育教师,了解学校体育发展目标与困境,体育教师的

收稿日期:2016-06-20

基金项目:2013年度福建省教育科学“十二五”规划重点项目(FJKCGZ13-006)。

作者简介:林俊(1971-),男,汉族,副教授,主要从事体育教育、体育人文社会学研究。

工作状况和未来的发展规划,学生对体育的需求等。为制定普通高校体育工作评价标准提供依据,同时通过访谈,更深层次地了解当前高校体育工作的现状。

1.2.3 问卷调查法

以《普通高校体育工作评价指标体系》为框架,包括4个一级指标、12个二级指标和45个三级指标^[2]。通过查阅文献资料和专家访谈,分别制定了各个指标的评价标准,并制成调查问卷。问卷45个三级指标评价标准分A、B、C、D四级,分别赋予100、80、60、0分的分值。每一所高校分别选取一名体育教师对本校体育工作进行评分。

1.2.4 数理统计法

运用 Excel 对回收问卷的数据进行统计处理。

2 研究结果与分析

目前国内外通用的综合评分方法很多,如模糊综合评分法、权重综合评分法、多项综合均值法等。有研究认为这几个评价方法都较为科学,简便易行,且评价的结果基本一致^[3]。考虑到前期已经通过研究并赋予每一个指标权重(各指标权重见《普通高校体育工作评价指标体系研究》一文),因此,本次调查采用权重综合评分法进行评分。权重综合评分法的步骤如下:①计算三级指标得分。三级指标得分=(A等级专家数×100+B等级专家数×80+C等级专家数×60+D等

级专家数×0)÷专家总数×三级指标权重。本研究只有一名评分专家,因此,三级指标得分即为专家的评分乘以三级指标的权重。②计算二级指标得分,即三级指标得分之和乘以二级指标权重。③计算一级指标得分,即二级指标得分之和乘以一级指标权重。④最后计算总得分。即四个一级指标之和。

根据以上方法,分别计算了福建省10所本科院校一级指标(即分系统)的得分和总评分数(表1)。

从表1看,在被调查的10所高校中,总评的最高分为88.13分,最低分为52.42分,其中有4所高校的总评分在60分以下。而10所高校的平均分仅为67.15分。体现出福建省普通高校体育工作现状并不乐观,各高校之间的体育工作水平存在较大的差距。在普通高校体育工作四个评价系统中,条件保障系统最为薄弱,平均得分仅为55.85分。

2.1 组织与管理系統

组织与管理系統反映的是学校体育工作的运行体制、管理水平和领导的重视程度,是实现学校体育任务和目标的基础。该系统包括了组织机构和管理制度2个二级指标,以及领导机构、工作力度、部门机构设置、部门间协作等6个三级指标。

从调查评价看,组织与管理系统的平均得分为71.86,在四个系统中排在第二位。《基本标准》明确指出,要统筹规划学校体育发展,设置体育工作机构,配备专职干部,实行学校领导分管负责制,每年至少召

表1 10所高校权重综合评价得分一览表

	组织、管理系统(0.159)		条件保障系统(0.332)		体育实施系统(0.395)		体育效果系统(0.114)		权重总评 得分
	得分	权重得分	得分	权重得分	得分	权重得分	得分	权重得分	
1	77.92	12.39	71.63	23.78	81.52	32.20	76.49	8.72	77.09
2	87.36	13.89	65.87	21.87	82.28	32.50	91.32	10.41	78.67
3	55.35	8.80	47.74	15.85	50.56	19.97	78.33	8.93	53.55
4	95.22	15.14	79.82	26.50	88.84	35.09	100.00	11.40	88.13
5	68.24	10.85	32.05	10.64	67.24	26.56	45.88	5.23	53.28
6	47.42	7.54	36.99	12.28	73.29	28.95	86.67	9.88	58.65
7	92.01	14.63	76.02	25.24	81.29	32.11	95.70	10.91	82.89
8	53.84	8.56	61.08	20.28	56.56	22.34	77.46	8.83	60.01
9	82.08	13.05	48.49	16.10	69.70	27.53	88.86	10.13	66.81
10	59.18	9.41	38.83	12.89	58.28	23.02	62.28	7.10	52.42
平均值	71.86	11.43	55.85	18.54	70.96	28.03	80.30	9.15	67.15

开一次体育工作专题会议已是目前高校体育工作的基本要求。在被调查的 10 所普通高校中,均有主管体育的校(院)长或体育工作委员会,有 4 所高校每年至少召开一次体育工作专题校长办公会议,有 3 所高校不定期召开,有 3 所高校表示不召开体育工作专题校长办公会议,反映出学校领导对学校体育重视不够。在部门机构设置上,10 所高校均有独立设立体育(教学)部,但大部分学校体育(教学)部存在岗位设置上不尽合理,专职干部配备不足的问题。由于高校公共体育面对的是全校学生,工作涉及面大,需要各院系、各职能部门的支持与配合,调查中发现一些学校职能部门、院系与体育(教学)部门的配合较差,一定程度上阻碍了学校体育工作的开展。对上级制定的体育政策、法规、制度大部分学校能基本落实和执行,但也有 3 所学校表示只是选择性的落实。在部门规章制度的建设与实施上,只有 2 所学校表示部门规章制度健全,实施得力,其它 8 所学校的规章制度均不健全或基本健全,反映出学校体育管理制度、水平上存在较大的问题。

2.2 条件保障系统

条件保障系统是保证学校体育工作顺利开展的人力、物力、财力等资源和安全保障措施。包括师资队伍、教学条件与利用、安全保障 3 个二级指标,以及生师比、学历结构、器材设备、经费投入等 16 个三级指标。从调查评分看,本系统的 10 所高校平均得分为 55.85 分,为四个系统最低。表明师资队伍、教学条件、安全保障等环节依然是福建省高校体育工作的最薄弱环节。从纵向比较看,各个高校之间的条件保障系统也有较大差异,最高分达 79.82 分,而最低分只有 32.05 分。

从师资队伍看,体育教师的数量不足是当前最大的问题。调查发现,生师比(以开设体育课年级的学生数计算)在(150~180):1 的学校为 1 所,生师比在(181~210):1 的学校 2 所,其余的 7 所生师比均在 211:1 以上,其中还有 4 所学校的生师比在 241:1 以上。如果以《基本标准》规定的班生数不超过 30 人计算,则体育教师的周课时量均在 16 节以上,同时体育教师还要承担运动队训练、课外辅导、体质测试和科学研究等任务,超负荷的工作量严重影响了体育教学

的质量。从教师学历结构看,经过近些年实行的高校教师在职攻读硕士学位的举措,高校体育教师的学历有了大幅度的提高,所调查的 10 所学校具有硕士学位以上学历的教师均达到了 30%以上,其中有 6 所学校达到 50%以上。从职称结构看,高级职务专任教师的比例达到 30%以上的有 7 所,达 20%以上的有 2 所,只有 1 所达 10%,大部分院校基本符合《普通高等学校基本办学条件指标合格标准》(教育部教发〔2004〕2 号文)的高级职务教师占专任教师比例为 30%的要求。从科研能力看,高校体育教师的科研能力还有待于提高,有 7 所学校体育教师近三年在各种期刊公开发表论文每年人均不到一篇,只有 2 所学校达到人均 1 篇,一所学校达到人均 2 篇。这也反映出体育教师更需要再教育,而在调查中发现,体育教师每年参与各类学习和培训的机会较少,大部分学校体育教师每年参与学习和培训的比例只有 5%或以下。在职务评聘上,大部分高校基本秉持公平公正的原则,评聘与其它学科基本保持一致,但由于高校体育学科的特殊性,对于高校体育教师的学术评价、职称评定、职务聘任条件上仍然值得商榷,同时在工作量计算上,有 50%的学校表示并未将课余训练、课外辅导、体质测试等纳入工作量。

从教学条件与利用看,教育部于 2004 年就颁布了《普通高等学校体育场馆设施、器材配备目录》的通知,通知根据学校的学生数规定了体育场馆、设施的必配类目录、基本配备类目录和发展配备类目录。但在调查中发现,只有 3 所学校达到了基本配备类目录,3 所学校达到必配类目录,还有 4 所学校连必配类目录也无法达到。在体育器材配备上也只能是基本保证或勉强保证,说明学校在体育经费的投入上明显不足,大部分院校表示经费投入只能勉强满足日常体育工作运行的需求。经费投入的不足也在一定程度上阻碍了学校体育的信息化发展。

在安全保障方面,目前也是福建省高校体育的一个薄弱环节。主要表现在学校、教师虽然重视对学生进行体育安全教育,但往往只是挂在口头上,落到实处的安全教育干预较少,同时针对教师的体育安全技能培训也不足。大部分院校对体育场馆、器材、设施缺乏定期的安全检查,存在较大的安全隐患。学校体育

安全事故制度建设不健全,体育医务监督体系欠缺或不完备,风险管理、体育活动意外伤害保险制度依然缺乏。由于社会各方面原因的影响,体育活动意外伤害事故的处理仍然矛盾重重。特别是2010年教育部对《学生安全事故处理办法》进行了修改,加大了学校安全事故的责任。学校、教师为了规避风险,尽量减少有风险的运动项目的开展。学校体育安全事故的客观存在与学校体育发展需求之间的矛盾已经成为阻碍学校体育健康发展的障碍^[4]。因此,从立法上完善我国学校体育安全事故制度,同时根据《基本标准》的要求,加强风险管理,建立健全校园体育活动意外伤害保险制度,妥善处置伤害事件,已是迫在眉睫。

2.3 体育实施系统

体育实施系统是教师向学生传授体育知识、技能,通过体育促进学生身心健康的过程,也是高校教师体育服务社会的过程。体育实施系统是学校体育的核心,学校体育目标必须要通过体育实施环节来实现。该系统包括体育课程与教学、课外体育、社会服务、学生体质监测4个二级指标,和课程设置、课程内容、教学研究、群体竞赛等17个三级指标。从权重综合评分看,该系统10所高校的平均得分为70.95分,在四个系统中位列第三。

从体育课程与教学指标看,在课程设置方面,理论上都能达到《基本标准》的要求,即为一、二年级本科学生开设不少于144学时的体育必修课,但在调研中发现,由于新生军训和一些学校的院系每学期会安排1-2周多则甚至4周的见习或顶岗实习,除去军训、见习或实习,并达不到144学时,实际上多为122-138学时。如何切实保证足量的体育课课时,依然值得探讨。在教学内容上,7所学校开设10项左右的体育项目,1所只有6项,达到《基本标准》要求的不少于15项的学校只有2所。根据调查,教学项目达不到要求的主要原因是场地设施不齐全和师资力量的缺乏。在理论课教学上,80%的学校并未按照要求安排10%学时(每学期4学时)的理论课教学和进行理论课考试,造成学生体育文化、体育健康知识缺乏,难以满足学生健身的需求。在实践课教学方面,最突出的问题是班生数偏大。《基本标准》规定,体育课学生人数原则上不超过30人。在调查中发现,平均班生数在40人

左右的有5所学校、平均班生数在50人的有3所学校,大于50人的有2所学校,平均班生数在30人或30人以下的学校没有一所。班容量过大,严重影响了教学的质量,有7所学校反映体育教学质量一般或较差。同时班容量过大,对学生的学习也难以形成发展性评价。

在课外体育方面,2006年教育部、国家体育总局、共青团中央就下发了关于开展全国亿万学生阳光体育运动的决定,要求将课外体育活动纳入学校教学计划,健全制度、完善机制,面向全体学生设置多样化、可选择、有实效的锻炼项目,保证学生每天锻炼一小时^[5],而《基本标准》又重申了这点。调查显示,对于阳光体育活动有计划、有制度、有措施,并且实施得力的学校有3所,但有7所学校表示虽然有计划、有制度,但组织实施不得力或并没有付诸实施。调查中发现,一些学校课程安排较满,占用了课外活动时间,这也是实施不得力的一个原因。从群体竞赛看,坚持每年定期举办一次全校性综合运动会已经成为各个学校的惯例,并且各院系举办院系运动会也基本形成惯例。除综合性运动会外,90%以上的被调查学校每年还会举行7项以上的全校性单项体育比赛。在运动队训练与竞赛上,有4所学校表示有3支以上运动队坚持常年训练,2所学校有1支运动队,4所学校表示无常年坚持训练的运动队,只是有比赛任务时,临时组队训练。但被调查的80%的学校都能积极参与全国、省、市举办的各项体育竞赛活动。

在体育服务社会方面,目前高校体育教师已经成为国内外体育赛事裁判的重要组成部分,各个高校也都比较支持体育教师参与体育赛事的组织与裁判工作。而参与裁判工作,也是保证体育教师知识更新的一个重要渠道。然而根据《基本标准》的要求,高校体育教师要参与社会体育指导、健身辅导等公益活动还有待于加强。

自2002年开始,《学生体质健康标准》的实施已有十多年。经过十多年的探索,目前《学生体质健康标准》已逐步完善和全面实施。所调查的10所学校测试器材完善,有专门的测试场所,一些学校建立了学生体质测试中心,并有专人负责,每年对所有年级的学生进行测试。对测试的结果均进行统计,形成学生体

质健康年度报告,并按时上报国家学生体质健康标准数据管理系统。但对学生体质健康状况进行分析和研判,根据学生体质健康状况制定干预措施,并进行有针对性的指导,目前大部分学校表示还无法做到。《基本标准》规定:必须将测试结果列入学生档案,作为评优、评先及学生毕业的依据。关于这个规定,在2002年的《学生体质健康标准(试行方案)》^[6]中就已明确提出,但在调查中发现,有4所学校并未实施本规定,这在很大程度上造成学生对体育课、体育锻炼和学生体质测试的不重视。

2.4 体育效果系统

体育效果系统是通过体育教学、体育锻炼、运动训练、体育竞赛等手段,使学生的身心产生积极影响的程度。包括了体育锻炼效果、体育学习效果和运动训练效果3个二级指标和6个三级指标。

体育锻炼效果由学生体质健康测试达标率、良好率和学生参与体育锻炼的主观感受3个指标来衡量。从调查的结果看,大部分学校体质健康测试达标率均能达到85%以上,毕业班达到95%以上。而良好率达到50%以上的学校只有5所,测试的结果显示,达标率与前几年相比有大幅度的提高,这可能与近年来各校对学生体质健康测试越来越重视有关,也可能与2014年对学生体质健康标准进行了修订有关。新标准优秀、良好的门槛相对提高,而及格的标准相对降低^[7]。在对学生参与体育锻炼的主观感受进行调查时,大部分学校学生参与体育锻炼有较好的幸福感和满意度的比率并不高,表明大部分学生在体育锻炼中并没有形成积极、美好的感受。而良好的幸福感和满意度是学生形成终身体育观的基础,也是学校体育质量好坏的客观反映。

体育学习效果主要由体育课综合评价的及格率和良好率2个指标来衡量。从10所学校的调查的结果看,体育课综合评价的及格率和良好率并不理想,这预示当前福建省高校的体育课程模式、课程内容以及评价方式还存在一定的问题。调查中发现,由于场地器材、师资力量的限制,造成学生选课的自主性不高,无法选到自己喜欢的运动项目,也是学生体育学习效果不理想的主要原因之一。

运动训练效果主要由学生运动员的比赛成绩来

体现。从调查结果看,近三年来,参加省级或省级以上大学生各类体育比赛获得团体前八名达3项以上的学校有6所,获单项前八名达6项以上的学校有7所。只有1所学校表示三年来并未获得团体前八名的奖项,1所学校表示获单项前八名的奖项少于2项。调查结果表明,多数学校对运动训练比较重视,运动训练效果较好,尽管一些学校并未组建常年训练的校级运动队。

3 结论与建议

3.1 结论

福建省普通高校体育工作总体不容乐观,10所高校的平均得分仅为67.15分,体现了各高校在贯彻实施《基本标准》的要求上还不到位。得分最高的学校为88.13分,最低分为52.42分,反映出福建省普通高校之间的体育工作水平存在较大的差距。而在体育工作四个评价系统中,条件保障系统最为薄弱,平均得分仅为55.85分。

福建省普通高校体育工作存在以下不足:在组织与管理方面,体现出领导重视不够,岗位设置不尽合理,干部配备不足,管理制度不完善。在条件保障方面,主要体现在师资力量、经费投入、场地设施不足,体育活动的风险管理、意外伤害的处理制度和保险制度依然缺乏。在体育实施方面,体育课课时不足,内容不够丰富,班容量过大,理论教学欠缺是目前体育教学的主要问题。在课外体育活动的组织和学生体质健康测试结果的利用上有待于加强。在体育效果上,大部分学生在体育锻炼中并没有形成良好的主观体验,幸福感和满意度的比率不高,体育课学习综合评价不理想。

通过试用认为,前期研制的《普通高校体育工作评价指标体系》具有较高的科学性、全面性和可操作性,对普通高校体育工作具有较好的诊断与评价功能。但在评价标准的制定上略显粗糙,评价体系依然需要通过大范围的试用来进行修正。

3.2 建议

全面贯彻落实党的十八大精神和关于加强学校体育的部署。近期,党的十八届三中全会又作出了强

化体育课和课外锻炼的重要部署,国务院对加强学校体育提出明确要求,并颁布了《关于强化学校体育促进学生身心健康全面发展的意见》(国办发〔2016〕27号)。因此,各高校应认真学习贯彻国务院关于加强学校体育的部署,统一思想,提高认识,对照《基本标准》的要求,开展自查,切实提高普通高校的体育工作水平,促进学生身心健康。根据《关于进一步加强学校体育工作的若干意见》(国办发〔2012〕53号)的要求,各教育主管部门应适时组织开展高等学校体育工作评估,加强对高等学校体育工作进行有效监督和宏观调控,以达到以评促改,以评促建的目的。

充分发挥高校的创新能力,加强高校体育工作的创新。这包括丰富教学内容,优化体育教学;规范课外体育,推出特色体育活动;打造品牌体育竞赛,引领学生健康;充分利用网络,指导学生体质健康等。福建省高校应该发挥地理优势,加强海峡两岸高校体育教学、体育竞赛、体育社团的交流,借鉴成功经验,促进体育工作创新。

参考文献:

[1] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《高等学校体育工

作基本标准》的通知.教体艺〔2014〕4号[EB/OL].[2016-04-22][2014-06-12]http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/Moe_938/s3273/201406/t20140612_171180.html.

- [2] 林俊,练光祥.普通高校体育工作评价指标体系研究[J].体育科学研究,2014,18(6):65-72.
- [3] 方爱莲.学校体育工作质量综合评价(评分)方法比较研究[J].天津体育学院学报,2004,19(2):42-44.
- [4] 黄晓灵,黄菁,叶春,等.学校体育安全事故的现状成因:以重庆市为例[J].北京体育大学学报,2011(4):82.
- [5] 教育部,国家体育总局,共青团中央.《关于开展全国亿万学生阳光体育运动的决定》.教体艺〔2006〕6号[EB/OL].[2016-02-14][2010-01-01]http://www.moe.edu.cn/public-files/business/htmlfiles/moe/s3276/201001/80877.html.
- [6] 教育部,国家体育总局.《学生体质健康标准(试行方案)》及《〈学生体质健康标准(试行方案)〉实施办法》的通知.教体艺〔2002〕12号[EB/OL].[2016-03-19][2010-01-01]http://www.moe.gov.cn/Vs78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201001/t20100128_80825.html
- [7] 廖钟峰,覃建华,覃秀松,等.《国家学生体质健康标准2014年修订版》的实施对大学生体质健康水平影响的研究[J].体育科技,2015(5):106-109.

(责任编辑:夏婷婷)

Investigation and Research on the Current Situation of Physical Education in Colleges in Fujian

LIN Jun¹, XIAO Ronghui², HUANG Hui³

(1. PE Department in Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300; 2. Xiamen Information School, Xiamen, Fujian 361009;

3. Minbei Vocational and Technical College, Nanping, Fujian 353011)

Abstract: Based on "Evaluation index system of physical education in Colleges" the study investigates and grades the current situation of PE in 10 colleges in Fujian with documentation method, survey method and mathematical statistical method. The result shows that it is not optimistic about the current situation of PE in colleges in Fujian, colleges have not well implemented basic standards of PE in Colleges, and there is a big gap among the level of PE in Colleges. In the four evaluation systems of PE in colleges, Condition Guarantee System is the weakest, which reflects the weakness of teachers, financial input, ground and equipment, as well as security in PE of colleges. The study also confirms that "Evaluation index system of physical education in Colleges" is scientific and feasible.

Key words: colleges; PE; investigation on the current situation

对普通高校公共体育教师职业认同感的研究

陈金霞

(武夷学院 体育教学部, 福建 武夷山 354300)

摘要:从九个维度上对高校公共体育教师的职业认同感进行的调查研究,了解公共体育教师这个人群目前对自己职业的态度和认识,以及相关的感受。结果表明:多数公共体育教师比较满意目前的工作,但是也有一部分人产生了职业倦怠,就学校环境和社会因素等层面上来讲,公共体育教师职业认同感并不是很高。

关键词:公共体育教师;职业认同感

中图分类号:G807.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0083-03

教师职业认同简单来讲就是教师对自己身为教师的整体的看法。即教师在个人与社会相互持续活动中形成的对教师职业的价值、情感、投入等方面的总体看法;是教师自我发展的内在动力,是一种动态的状态和过程^①。主要可以从哲学,心理学,社会学三个方面来解释认同,这三个方面又是密不可分的,不能单独拿出来评价,常常是互相交叉来解释认同这个概念。音乐,体育,美术课程在整个教学课程中一直以来被认为是“小三门”,是不被重视的。但随着时间的推移,相关制度的制定,中考,高考的成绩中开始加入了体育这一项的分数。同时,随着青少年体质状况每况愈下的情况,体质健康测试也在每个学校展开,因此中学体育教师在整体的教师队伍中的地位与角色越来越重要。但是高校公共体育教育的情况不容乐观。因此本文试图通过对公共体育教师进行相关的调查和研究,来了解公共体育教师对自己职业的认同感。

1 研究对象与方法

研究对象为福建省高校公共体育教师,采用随机

抽样的方法从福建省的高校中抽取 210 名公共体育教师作为调查对象发放问卷,其中回收问卷 190 份,回收率为 90%,有效问卷为 184 份。问卷调查主要是从教师职业认同的 9 个维度上进行的(职业能力、职业特征、对职业特征的认同、对学校与部门领导的认同,同部门同事和不同专业同事的认同、学生认同、工作回报认同、工作背景、对学校归属感集体感的认同)。同时对其中的 16 名老师进行了访谈。

2 结果与分析

2.1 体育教师对工作的满意度,职业倦怠,离职倾向之间的关系

在调查的 184 份有效问卷中,有 15.36%的人对目前的工作非常满意,有 67.52%的体育教师对目前的工作较满意,这说明多数人还是较满意目前的工作。但是同时又有 46.7%的人产生了职业倦怠。

职业倦怠即一种因心理能量被长期奉献给别人的过程中被索取过多,而产生的以极度的情感耗竭、去人格化和个人成就感降低的心理状态,表现为自卑、厌恶工作、失去同情心等。职业倦怠主要有三个维度,即成就感低落,情绪衰竭和玩世不恭^②。情绪衰竭是其中的核心指标。同时只有 6.5%的人有离职倾向。

收稿日期:2015-12-21

作者简介:陈金霞(1982-),女,汉族,讲师,主要从事体育教育训练学及研究。

经过访谈得知,体育教师对目前的工作较满意主要存在以下几点:首先,工资待遇的提高。其次,教师职业比较稳定。再次,公共体育教师工作压力小。因为没有教授专业体育学院的学生,公共体育教师主要的授课对象是学校其他学院的学生,完成基础体育课程,比较轻松,没有学生的就业压力。

与此同时,为什么有如此多的人有职业倦怠。正是因为教学压力小,教学效能感较低,成就感不足,职后培养不足,没有较高的上升空间^[3-4]。经调查产生职业倦怠的人中教龄是影响最大的一个变量。教龄在5-15年之间的教师情绪衰竭,情绪低落多过于教龄在0-5年或者教龄更长的公共体育教师。在刚参加工作的教龄在0-5年之间的体育教师对工作的热情和积极性较高,同时女体育教师在情绪衰竭得分上比男体育教师要高。虽然有职业倦怠但同时由于上述满意度的原因以及当前就业形式不容乐观,离职风险较大,所以有离职倾向的教授公共体育课的体育教师较少。

2.2 学校因素对公共体育教师职业认同的影响

在学校因素中,我们主要围绕学校的条件;领导对体育教师的重视程度,也就是学校领导对体育事业的关注度、认可度,同事之间的关系及其互相的认同,学生对体育教师的认同,教师未来的专业发展等几个方面展开。在学校的条件这一方面,有86.5%的体育教师是比较满意的,主要体现在体育设施能满足基本的教学需求和完成课外体育锻炼和运动队的训练。这主要是由于国家现在大力发展体育事业,我们正在逐步进入一个全民健身的社会。其次是体育课程的实际权重,也就是体育这门课在学生整体所学课程中所占的比重。在调查中发现78.6%的体育教师认为就制度层面而言,体育课在作为一门公共课在该校整个的教学计划中是一门必修且学分较高的课程。

就领导对体育事业的重视程度而言,有35.6%的人认为学校领导比较重视体育事业,45.6%的人认为领导会偶尔关注体育,只有18.8%的人认为他们学校的领导不怎么关注体育,就这方面而言,高校领导对体育事业的重视程度要比中学的情况好。领导的重视主要体现在会有相当一部分经费投入到每年学校的体育事业中,例如运动队训练参加比赛,每年有固定计划安排的全校的体育运动竞赛,有全校羽毛球赛,

篮球赛,排球赛等。但是在体育青年教师职后培养方面等就显得很不足。有68.5%的体育教师,一年没有一次出外进修的机会。这就会导致我们的体育教师教育观念跟不上时代发展的需要,不能满足在快速发展的社会中大学生对知识的需求。这也就导致了学生对体育教师的职业认同度不高。

在对学生进行的调查中发现,56人中,有一半以上的同学片面的认为体育教师是一个很轻松没有技术含量的职业,体育课也是可有可无的一门课程。又因为学生是直接和体育教师进行接触的群体,所以学生对体育教师的认同直接导致或者影响体育教师自身对其职业的认同感。

除此之外,体育教师自己的同事之间是互相接触最多的又一群体。同事之间的关系如果很融洽那么会给平时的工作带来很大的帮助。在调查中发现86.3%的人会选择一般还好。同事之间对自己上课的认同是专业人士对自己工作的一种肯定与认可,是体育教师获得成就感与满足感很重要的一方面。

目前职称的评定是困扰教师未来发展的一个重要方面,职称高低决定收入多少,但是每个学校的职数是一定的。目前评定职称的方式主要是看论文的数量与质量,而教学只参考课时量。在满足课时量的情况下,对教学质量基本没有客观的衡量标准,也很难去衡量^[5-7]。如果要想评职称,教师很重要的任务就是发表文章来达到评定职称的要求。不言而喻,在全校教师公平竞争评定职称方面,体育教师相对来讲更加难以达到要求。所以,公共体育教师对自己未来的发展前途抱有不容乐观的态度。

2.3 社会环境和自身因素

社会对体育这门科学的认识也是影响体育教师职业认同感的重要方面。在调查中发现有78.3%的体育教师认为体育教师受人尊重程度一般,9.6%的体育教师认为受到社会尊重12.1%的体育教师认为体育教师不受人尊重。社会对体育教师的认可度不高,在社会交往中没有自豪感和成就感。所以,提高公众对体育教师的认可度,努力形成一种良好的尊师重教的社会风气,对提高教师的成就感和职业认同感能起到积极的作用^[8]。体育教师自身的因素也是影响职业认同感的一个方面,这主要体现在以下三点:1、体育教

师所受的教育即当学生时的经验;2、自我个人的特质;3、做教师以后的经验;这其中最重要的是第三点,做教师之后的经验是体育教师对其所从事的职业的一种全新的认识,是在自我特质的基础上,将逐步完成原本作为学生而如今作为体育教师这样一个角色的转变和定位。

3 结论与建议

3.1 应该提高公共体育教师的整体学历职称

给予体育教师充分的机会去进修和学习,重点加强高校公共体育青年教师职后培养。在能力结构层面上,提高实际应用能力,不断提高教育观念和自我更新知识的意识,改变知识结构,时刻紧跟时代发展的需要。

3.2 制定和执行相应的制度

维护体育教师的专业形象和地位,彻底改变在周围的同事,社会上的人们及同学们心中体育是一门可有可无课程的错误感念^⑨。提高体育教师的收入水平,给与体育教师更多的物质与精神奖励,来激励公共体育教师教书育人的内在动力,从而增加其职业认同感。

3.3 提高师德修养和敬业精神

学校多安排体育教师之间的交流活动,丰富教师

的业余生活,放松身心,增长见识,让其更好的投入到教育事业中去。

参考文献:

- [1] 方明军,毛晋平.我国大学教师职业认同现状的调查与分析[J]. 高等教育研究, 2008(7):56-61.
- [2] 汤国杰,高可清.普通高校体育教师职业认同量表的信效度分析[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2011(3):285-288.
- [3] 汤国杰.普通高校体育教师职业认同与职业生涯规划关系研究:一个假设理论模型[J]. 浙江体育科学,2010(6):47-49.
- [4] 黄艳,刘中凯.中学体育教师职业认同感的调查研究[J]. 浙江体育科学, 2009(4):116-119.
- [5] 汤国杰.普通高校体育教师职业认同理论模型构建与实证研究[J]. 北京体育大学学报,2009(3):98-101.
- [6] 刘婷,吴志华,迟新龙.中小学体育教师职业认同模型构建[J].体育科学研究,2011(1):89-92.
- [7] 蒋远松,卢鹏.高校体育教师职业认同与工作满意度初探[J]. 教育与职业,2014(3):78-79.
- [8] 田进.体育教师职业认同感研究[J]. 西南交通大学学报(社会科学版),2010(1):115-119.
- [9] 徐晓虹.眉山市中小学体育教师职业认同感的研究[J]. 四川体育科学,2012(3):115-119.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on Public Physical Education Teachers' Professional Identity

CHEN Jinxia

(Teaching Department of Physical Education, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: This article is the investigation of Public physical education teachers' professional identity which from the nine dimensions. The aim is to understand the attitude and understanding of their profession, as well as relevant experience. The results showed that the majority of the public physical education teachers are satisfied to their current job. But some people have job burnout. In terms of The school environment and social factors, the public PE teachers' professional identity is not high.

Key words: public PE teacher; professional identity

基于 CDIO 理念的化学工程与工艺专业实践教学体系的构建

陈培珍, 刘俊劭, 范荣玉

(1.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300; 2.福建省高校绿色化工技术重点实验室, 福建 武夷山 354300)

摘要:以培养具有实践创新能力和工程设计能力的应用型人才为导向,在化学工程与工艺专业实践教学引入 CDIO 工程教育理念,围绕“项目驱动、能力核心、产教融合”来构建 CDIO 三级项目实践教学体系,讨论了实践教学的保障机制,并采用多样化教学模式,以期在实践教学方面有所突破,从而实现蕴含 CDIO 教育理念的的教学目标,提高学生的工程实践能力和研究创新能力,实现人才培养与企业需求的“无缝对接”。

关键词:CDIO;实践教学;工程实践能力;化学工程与工艺

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0086-05

化学工程与工艺作为化学工业的主要学科领域,担负着促进化学工业及相关行业发展与进步的重要使命。随着工业化进程加快及生产规模日益扩大,国内培养的化学工程与工艺专业的工程师数量虽然大幅度提高,但社会对化学工程与工艺专业类人才需求的结构已经发生改变。当前企业需要更多的应用型人才,即要求化学工程与工艺专业本科生毕业生的工程实践能力必须不断加强,以满足新形势下的就业条件,从而在激烈的人才市场竞争中获胜。从当前国内的发展来看,我校化学工程与工艺专业的工程教育还存在着许多问题,例如学生明显缺少在项目或团队合作方面的实际训练、工程实践训练不足、实践能力差。而实践教学是培养具有创新能力和创新意识的高素质工程技术人员的重要环节^[1],是提高学生综合素质和实践能力必不可少的环节,也是培养学生创新精神和工程实践能力的有效途径。

CDIO 工程教育理念代表了构思 (conceive)-设计

(design)-实施 (implement)-运作 (operate),它以产品研发到产品运行的生命周期为载体,让学生从产品的调研、设计、制造、试验及验收的整个生命周期阶段以主动实践的方式学习工程知识^[2]。全面培养学生的工程实践和创新能力是 CDIO 工程教育的主要思想,此外学生的终生学习能力、对象的调控能力、团队的协作能力和个人的工程知识等也是不可忽视的方面^[3]。CDIO 理念提出了系统的能力培养、全面的实施指导以及实施检验的 12 条标准^[4],体现了课程计划的设计、学生学习经验、教学环境、教师发展、教学考核等方面的统一的系统性的要求,具有可操作性和较强的指导性。

借鉴国际流行的 CDIO 工程教育理念,化学工程与工艺专业围绕“项目驱动、能力核心、产教融合”来构建 CDIO 三级项目实践教学体系,以全面体现工程化能力培养的思路,实现人才培养与企业需求的“无缝对接”。

1 以社会需求为目的,构建基于 CDIO 理念的实践教学目标

实践教学目标是实践教学体系构建的基础。CDIO

收稿日期:2016-07-09

基金项目:福建省本科高校教育教学改革研究项目
(sj2014004)

作者简介:陈培珍(1968-),女,汉族,副教授,主要从事基础化学课的教学和功能高分子研究。

认为,应用型工程教育有 4 个重要的利益相关者集团:学生、工业界、大学教师和社会,专业人才培养目标和培养方案的确定依赖于对所有利益相关者需求的全面分析和调查^[9]。我们通过座谈和问卷调查方式了解毕业生就业状况及素质、实践、创新能力,邀请相关企业、高校专家来校提建议,还通过问卷调查了解用人单位对毕业生就业能力和素质的综合评价,了解社会对该专业人才知识、技能和素质等方面的实际需要。以 CDIO 能力大纲为指导纲领,构建“项目驱动、能力核心、产教融合”的化学工程与工艺专业实践课程教学体系与实践项目核心,突出实践能力、创新能力的培养,注重学生对实验(实践)方案的自主设计,使学生具有对化工生产过程进行控制、工艺设计和优化,对化工新产品、新技术进行开发与应用的基本能力,能在化工相关行业从事生产控制、工艺优化、质量管理、安全管理和技术开发等工作的应用型化工技术人才。

2 以 CDIO 项目为主导,构建知识和能力培养一体化的实践教学体系

CDIO 的标准 3 是集成化课程设置,标准 7 是集成化教学过程,因此,按照 CDIO 标准要求,化学工程与工艺专业的实践教学体系可采用一体化课程计划,以项目为载体实现多学科知识整合,学生以个人或者团队合作的形式,利用实践过程中的项目引出工程问题,在解决工程问题中强化自己的个人、人际交往能力与产品、过程和系统构建-设计-实施-运作(CDIO)能力。

以武夷学院化学工程与工艺专业为例,在人才培养方案制定过程中,实践课程体系主要由三级项目构成(图 1),一级项目从基础实验与设计、专业实验与设计到工程实践与设计,使学生系统地得到构建-设计-实施-运作(CDIO)的整体训练,贯穿于本科段教学^[6];二级项目包含基础实践、专业实践、创新实践和工程实践项目,作为一级项目的支撑,主要培养学生综合应用相关课程群知识解决实际工程问题的能力,以及学习能力、创新能力;三级项目主要以单门专业课程为基础,根据专业课程学习的需要设立的具体实验课

程和基于 CDIO 理念的实践项目的互补^[6],以加深学生对课程内容的理解与应用。该教学体系中从左到右表示项目的时间进度安排,从上到下表示同时开展的实践教学课程,带箭头的飘带和虚线箭头代表人文与素质拓展实践课程。整个实践教学体系从知识结构、实践能力和创新教育出发,打破传统课程间的壁垒,使实践项目有机融合、互相促进^[7],实现理论教学与实践教学相结合、能力培养与素质教育于一体的教学目标。具体内容如下:

(1)基础实践项目:以独立基础实验课程为主体,以验证、认知、设计实验项目为支撑,包括大学物理实验、大学化学实验、金工实习及高级分析工与分析技师的培训和考试,旨在培养学生的认知能力、实验操作技能、初步设计能力和严谨的科学态度。

(2)专业实践项目:以独立专业实验、设计类课程为主体,属于必做和选做相结合实践项目,包括一门仿真实验(化工仿真实验与实习)、二门专业基础实验(化工原理、化工仪表与自动化)和三门课程设计(化工原理、CAD、化工设计),旨在强化专业知识和工程技能,培养学生初步的综合设计能力。

(3)创新实践项目:以独立创新类实验课程为主体,为设计、探究、研发型实验,包括一门综合专业实验(化学工程与工艺专业实验)、一个学科竞赛(化工设计大赛)、一批大学生创新创业训练项目和一串第二课堂科技活动,是对应若干门关联的课程知识构建的课程群实践项目,鼓励学生“自选项目、自主设计、自己动手、自由探索”^[8],通过实践增强学生的动手能力、沟通与协作能力以及创新意识,挖掘学生的学习潜能和创新能力,增强学生的成就感。

(4)工程实践项目:学生通过毕业论文(设计)、专业实习、毕业实习等方式参与企业化工产品过程开发,能综合应用所学的化工理论知识与工程项目融为一体,通过选题—查阅文献资料—确定设计方案—设计计算—设计方案的实施—分析总结—设计图纸及报告—答辩等环节的锻炼,训练了学生自主研发能力、创新能力和设计能力,达到全面、系统的工程训练目的,提升了学生的工程实践能力,实现人才培养与企业需求的“无缝对接”。

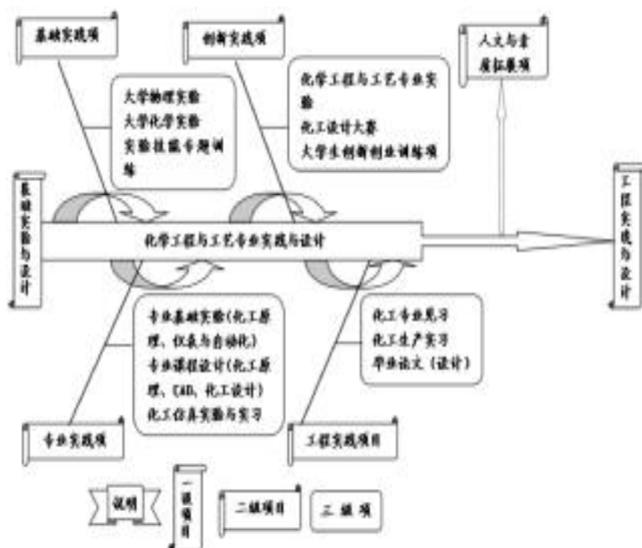


图 1 CDIO 工程教育理念的化学工程与工艺专业实践教学体系

3 以工程能力培养为核心，构建实践教学的保障机制

应用技术型大学人才培养方案能否取得好的效果，很大程度上取决于实践教学体系的执行力度，因此，构建实践教学体系的保障机制就显得特别重要。

3.1 打造“双师双能型”教学团队

CDIO 强调，如果希望教师能够讲授融合了学科知识的个人、人际交往能力以及产品、过程和系统建造能力的课程，那么他们自己必须熟练地掌握这些能力，而且需要有在工业环境中的工程实践经验，有完成一个实际产品或系统的构思、设计、实施和运行的经历^[9]。按照这一理念，我校出台了“双师双能”型师资队伍建设的文件，从以下几方面来提高教师的工程实践能力：

(1)有计划地选派教师到企业、科研院所、实践基地等生产一线进行实践操作、实践教学、技术指导、技能培训，同时教师可积极参与到企业的科技攻关和项目研发工作中，在实践中培养教师的实践工程能力；同时将具有一定工程背景的优秀人才请进学校充实专任教师队伍，进行理论课题研究和横向项目开发。

(2)聘请有工程背景、设计经验的设计院/企业老总、总工作为客座教师承担部分教学任务，到学校为学生举办讲座，传授化工过程的设计经验、介绍化工产品的研发方法、讲解最新的化工行业需求，使学生

感受专业前沿知识，拓宽学生专业知识面，培养学生的职业精神，提升工程能力。

(3)加强科技合作平台的共建，通过科学研究、技术服务、技术开发等方式带动一批教师参与工程实践、技术开发、产品研发，提高教师的工程实践和产学研合作能力。

(4)对符合学校教学工作岗位要求，且具备“双师双能”型资格条件的教师，学校将在岗位聘任、职称评聘、项目申报等方面给予优先考虑。

3.2 构建多元化实践教学基地

实践教学基地是实施实践教学、提高学生实践能力和创新能力的基本条件^[9]。根据“渗透融合”的理念，以建设教学示范中心和重点实验室为契机，整合校内外教学资源，构建多元化实践教学基地。

(1)实验室建设：基础实验依托武夷学院福建省基础化学实验教学示范中心开展；专业实验依托福建省高校绿色化工技术重点实验室、福建省高校化学工程与工艺特色专业等学科平台开展，主要有 2 个模块（化工原理实验、化学工程与工艺专业实验），包括基础数据测试实验、分离工程实验、反应工程实验和化工工艺实验，建设重点放在专业实验开发，逐步提高综合性、设计性实验的数量。通过实验室开放学生可自主选择参加教师的科研项目或大学生创新创业训练项目和第二课堂课外科技活动项目，让学生在教师指导下自主选题、自主研究，为学生提供研究、实验、发明创造的空间，增强学生的合作和团队意识。

(2)化工过程模拟与仿真实验中心建设：由于化工专业的实验装置通常都具有设备体积大、流程复杂、物料和设备的损耗较大等特点，所以实验套数一般较少，同一实验项目通常在 2 套左右。而且，考虑到化学物料的易燃、易爆和毒性问题，以及高压高温设备的强度问题，许多与实践结合十分紧密的实验项目也无法开设^[10]。建设化工过程模拟与仿真实验教学中心，构建高度仿真的虚拟实验环境，可以提供可靠、安全和经济的实验项目，实现真实实验难以完成的教学功能。该平台包括化工虚拟现实开发与应用、化工过程模拟与仿真、化工工艺模拟与优化、化工过程运行与控制、化工设计与分析等项目，学生在这种虚拟环境中，可以更好地完成从学科基础课到专业基础课以

至专业课的学习,实验内容更加贴近工程实践,学生动手实验的机会多,对课本知识与工程实践相结合的体会也较深,可以更好地达到人才培养方案所要求的教学效果。该平台还可扩展为网络虚拟化工实习平台,用于辅助学生实习,学生在虚拟化工厂中漫游,通过视觉、触觉及听觉等多感官“真实”感受化工厂中常见关键操作、安全隐患、故障设置,深化所学化工知识、学会故障排除^[1],脱离了校外见习的诸多限制,实现校内外化工专业见习一体化,为毕业前的生产实习打下良好基础。

(3)校企共建实训基地:为共同培养闽北地方经济发展需要的应用型化工专业人才,促进产业与教育的融合,校企双方本着“互相支持、互相渗透、双向介入、优势互补、资源利用、利益共享”的原则,我校与福建青松股份有限公司等 8 家企业建立了稳定的合作关系,合作共建实验室 1 个。实现由“参观型”向“顶岗型”逐步转变,提升了学生的工程实践能力、研究设计能力、综合开发能力和创新创业能力。

4 以提高学生综合素质为目的,采用多样化的教学模式

CDIO 工程教育理念要求教师以学生为中心,引导学生积极思考、不断探索、努力创新、沟通协作,因此,不同层次的实践项目要采用不同的教学模式。

(1)课程实验教学多采用项目驱动法,学生根据实验任务和基本要求,预先撰写详细的实验预习报告,并经实验指导老师确认,在整个实验过程中学生自主实验,遇到问题可以通过与教师、同学交流来解决,学生完成实验后现场提交实验报告,通过项目驱动充分调动了学生学习主动性和学习兴趣,提高了学生动手能力和分析问题的能力。

(2)课程设计采用“四化”教学模式,即设计内容真实化、设计手段现代化、设计任务协作化、成绩评定多化,该模式不仅能充分调动学生的学习积极性与主动性,提高教学效果,对学生团结协作精神的培养,综合应用所学知识分析和解决工程实际问题能力以及计算机应用能力的提高也具有很好的促进作用^[2]。

(3)毕业论文(设计)课题的开发,即将毕业的学

生直接进入企业做实习,在企业中完成毕业论文或设计,同时接受真实的生产操作锻炼,提前完成“试用期”;校企合作学生毕业论文(设计)的指导采用“双导师制”,这种“学校教师+产业导师”培养模式是一种在现实条件下比较好的、更能培养学生综合实践能力的培养新模式。

(4)化工仿真实验与实习依托合作企业的资源优势,利用虚拟现实、仿真装备与多媒体技术,融合多种互动硬件与数据库,对化工过程、化工工艺及化工设备的真实环节进行模拟仿真,形成具有特色的“三模式、四梯度、五结合”的虚拟仿真实验教学体系,采用“虚拟实验、仿真优化、实践创新”三种教学模式,通过“理论强化、现场认知、模拟仿真、工程实训”四个训练梯度,遵循“理论与实践、实验与生产、模拟与仿真、教学与科研、学校与企业”的五结合原则,实现学生工程能力与创新能力的提高,实现了化工过程模拟与仿真实验中心与企业共同建设的良好模式^[3]。

(5)专业见习、生产实习采用合作学习模式,4 人一组,组内学生自行分工、彼此合作,共同完成实习内容,考核按团队进行。实习前学生必须完成实习预报告,使学生对实习课题有初步了解,实习结束后学生对实习实训内容进行总结,撰写出实习报告并进行现场答辩。答辩采取分组答辩,由小组推选代表汇报实习成果后,教师随机抽取学生回答问题,这样既了解团队的整体实习情况,对于团队内各成员的表现也可以做出客观评定。实习团队的设置充分调动了学生的积极性,增强了学生的团队意识,而答辩环节则克服了团队考核可能导致的评价不公,极大促进学生实习动力的同时也强化了对实习的管理^[4]。

5 结束语

实践教学是一个复杂的过程,有很多规律要探索。我们通过多年的探索与实践,依托教学示范中心、重点实验室等学科平台,整合教学、科研和企业三方面的资源,构建了基于 CDIO 理念的化学工程与工艺实践教学体系,建设了融学生专业学习、科学研究、第二课程科技活动和实习实训于一体的实践教学基地,采用多样化教学模式以实现学生综合素质的全面提

高。实践结果表明,经过该实践教学体系培养的学生具有较强的工程实践能力,近三年来有10多名学生成为省级、国家级大学生创新性实践项目负责人,“挑战杯”全国大学生课外科技作品(福建赛区)竞赛获得三等奖1项、优秀奖1项,“挑战杯”福建大学生创业计划竞赛获得铜奖1项、优秀奖1项;近三年毕业生的签约率一直稳定在80%以上,15名学生成为校企合作办学“青松定向班”学员。但本项目的评价机制尚需进一步研究,各实践环节的内容与规范需进一步完善。

参考文献:

- [1] 宗士增,曹洪.优化实践教学体系建立大学生创新实践长效机制[J].中国大学教学,2011(9):81-83.
- [2] 查建中.工程教育改革战略“CDIO”与产学研合作和国际化[J].中国大学教学,2008(5):16-18.
- [3] 姚运金,徐川,杨保俊,等.基于CDIO工程教育理念的化学工程与工艺专业培养模式研究与探索[J].化工高等教育,2014,136(2):18-21.
- [4] GU X Y. Connecting abstract theories with concrete engineering skills in the CDIO learning cycle [J]. Journal of Research in Higher Education of Engineering, 2009 (1):11-23.
- [5] Edward C.重新认识工程教育:国际CDIO培养模式与方法[M].侯佩华,沈民奋,陆小华,译.北京:高等教育出版社,2009.
- [6] 谢爱娟,陶宇炜,罗士平等.基于CDIO理念下的高校实践教学体系的构建[J].常州大学学报,2015,16(3):118-121.
- [7] 朱高峰.工程教育中的几个理念问题[J].高等工程教育,2011(1):1-5.
- [8] 陶勇芳,商存慧.CDIO大纲对高等工科教育创新的启示[J].中国高教研究,2006(11):81-83.
- [9] 梁秀玲,李琼生,徐杜,等.“一主线、两平台、三层次”实践教学体系的构建与实施[J].实验室研究与探索,2012,31(8):304-307.
- [10] 李玲,王非.基于网络的虚拟现实技术在高校实验教学中的应用[J].实验科学与技术,2014,12(3):37-39.
- [11] 吴凤义,万新军.基于网络虚拟化工实习平台开发与应用[J].计算机与应用化学,2013,30(12):1517-1520.
- [12] 范荣玉.化工原理课程设计“四化”教学模式的构建与实践[J].武夷学院学报,2014,33(5):84-87.
- [13] 李亮亮,赵玉珍,李正操,等.材料科学与工程虚拟仿真实验教学中心的建设[J].实验技术与管理,2014,31(2):5-8.
- [14] 孙敏,朱玉蓉,杨保俊.基于CDIO模式的化工专业实习体系的构建与实践[J].广州化工,2013,41(17):222-224.

(责任编辑:华伟平)

Construction of Practice Teaching System in Chemical Engineering and Technology Based on CDIO Idea

CHEN Peizhen, LIU Junshao, FAN Rongyu

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

2.Key Laboratory for Green Chemical Technology of Fujian Higher Education, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to cultivate practical personnel who possesses ability of practical innovation engineering design, the paper introduces the concept of CDIO engineering education in the practice teaching of chemical engineering and technology, and constructs three level project practice teaching system of the CDIO around the “project driven, ability core, production and education integration”. The paper also discusses the guarantee mechanism of practical teaching, and uses a variety of teaching mode. All those are done to have a breakthrough in the practical teaching, realize the teaching goal of CDIO education concept, improving students' ability of engineering practice and research innovation, realize the “seamless connection” between talents training and enterprise needs.

Key words: CDIO; practice teaching; engineering practice ability; chemical engineering and technology

服务地方应用型食品专业实验改革研究

——以武夷学院为例

许原

(武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:以武夷学院食品专业实验为例,探索服务地方应用型食品专业实验改革,主要包括食品专业实验特点及培养目标、现有开设实验及存在不足、综合设计性实验改革。提出食品专业实验改革的优化方案;建立模块化实验体系、改革综合设计性实验内容、实施大学生创新性实验、与企业合作让学生更早进入生产一线,提高学生实践创新能力和岗位适应力。

关键词:服务地方;应用型人才;食品专业实验

中图分类号:TS201.6-4;G642 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0091-04

1 服务地方应用型人才培养特点

近十年中国的高等教育体系发生了重大变化,特别是地方院校如职业技术类和师范专科类向综合型本科大学转变。然而这些院校在转变过程中由于办学资金和师资能力有限,使这些院校失去原有的办学特点(如职业技能和师范类),而现有办学特点又不明确,使部分院校转型失败。服务地方应用型人才培养就是以服务地方经济发展为需要、提高人才培养质量为目的。在此背景下服务地方应用型本科院校应用而生,并得到了快速发展^[1]。例如笔者所在的武夷学院(本科)是由南平师范高等专科学校(专科)转型而来。学校的办学特点为根据应用型办学定位结合区域特色,积极培养并初步形成“传朱子理学,做武夷文章,育新型工科”的办学特色^[2]。以食品专业为例,为了满

足服务地方应用型人才需求,学校实行产教融合,围绕闽北传统食品产业的转型升级,构建紧密对接南平千亿食品产业的生态食品专业群。然而如何强化专业实践教学改革,适应地方产业需求,提高人才培养质量,是每个服务地方应用型院校亟待解决的问题。

2 食品专业实验特点及其培养目标

自改革开放以后,为了适应经济发展的需要,加强农产品的深加工,全国很多高校分别开设了食品专业,然而随着食品工业的快速发展,传统食品行业存在更新换代、规模化发展趋势。基于这一发展趋势,食品行业将需要大量的应用型专业人才^[3]。这就要求培养学生的创新能力、专业技术能力和解决生产中实际问题的能力,以适应社会对专业人才的需求^[4]。

食品专业实验是食品专业的一门专业实验课,其目的是为了培养食品质量与安全、食品科学与工程专业学生具有较强的实践能力,创新意识和较高的综合素质,能在各级食品卫生监督部门、食品生产企业管理部门、商检、科研院所、餐饮业等领域,从事食品生产、加工、贮藏、运输、销售等相关食品分析与检验、食品加工与保藏、安全评估与控制、质量与安全管理、品

收稿日期:2016-04-28

基金项目:福建省科技计划重点项目(2010N0029);南平市科技计划项目(N2013X01-2)

作者简介:许原(1970-),女,汉族,讲师,主要从事食品加工与安全研究。

质控制、技术开发、科技管理等工作的高级应用型专门人才。

通过食品专业实验,使学生掌握发酵工程技术,发酵食品的工艺流程;农产原料资源利用、生产和贮运的各种问题,粮食和园产品食品加工的原理、工艺以及质量控制,使学生熟悉和掌握农产食品加工工艺,肉、乳、蛋的形态结构,化学组成,各自基本的性质及其变化规律;肉、乳、蛋三大类产品加工的基本原理、方法,所需基本辅料的基本性质及作用,充分了解产品质量与加工条件和加工方法的关系,熟悉各种产品的关键工艺。为开发新产品打下良好的基础,它为实现生产合理化、科学化和现代化,为生产营养丰富、品质优良、种类繁多、食用方便的食品提供科学依据。通过强化实验实训环节,弥补了理论教学中实践环节上的不足,提高了学生的动手、实践能力,从理论和实践两方面全面提高了教学质量,为学生走上工作岗位充分发挥作用,打下了坚实的基础,培养“四会”产业应用人才,也为南平市打造千亿元食品产业输送合格人才。

3 原有实验体系及存在不足

原有食品专业实验主要包括两部分,分别为验证性实验和综合设计性实验,实验总学时72学时,其中验证性实验占总学时比例69.4%,综合设计性占总学时比例30.4%(见表1)。验证性实验开设内容包括以下12个实验:果蔬的干制、果蔬罐头的制作、果蔬糖制-果脯的制作、果蔬的速冻、果蔬汁饮料的制作、泡菜的制作、一次性发酵法制作主食面包、蛋糕的制作、韧性薄脆饼干的制作、酸奶的制作、豆类饮料的制作、猪肉松的加工。通过开设以上实验,使学生了解和掌握食品专业的基本原理、提高学生的操作技能。综合性、设计性实验开设内容包括以下4个实验:混合肉香肠工艺及保质期、山楂果肉汁饮料的制作、二次发酵法制作主食面包、酵母发酵力的测定。综合性、设计性实验的开设主要使学生掌握基本产品的设计能力、小论文撰写、食品专业有关法规的认知,进一步培养学生新产品设计,科研团队的合作和自信心的提高。

表1 原有食品专业实验项目开设情况

序号	实验项目	学时数	实验类别	所占比例/%
1	果蔬的干制	4		69.4
2	果蔬罐头的制作	4		
3	果蔬糖制-果脯的制作	4		
4	果蔬的速冻	4		
5	果蔬汁饮料的制作	4		
6	泡菜的制作	4	验证性	
7	一次性发酵法制作主食面包	6	实验	
8	蛋糕的制作	4		
9	韧性薄脆饼干的制作	4		
10	酸奶的制作	4		
11	豆类饮料的制作	4		
12	猪肉松的加工	4		
13	混合肉香肠工艺及保质期	6	综合	30.6
14	山楂果肉汁饮料的制作	5	设计性	
15	二次发酵法制作主食面包	6	实验	
16	酵母发酵力的测定	5		

然而原有实验体系开设的这些实验多以验证性实验为主,主要是在老师的指导下完成的、实验方法和步骤相对单一、实验各参数相对固定,学生缺少主动性和创新性。例如发酵法制作主食面包,酵母用量、发酵温度和发酵时间有一个比较固定的范围,这些发酵都属于常温发酵,是否可以让学生上网查阅最新的相关报道或文献,例如采用冷藏发酵等方法。另外,原有实验体系基本上是以食品加工基本过程进行设计,没有充分融入对接产业需求和学生岗位适应能力,难以实现应用型人才培养目标要求。

3 食品专业实验的改革

3.1 构建模块化实验教学体系,适应食品产业不同分类需求

按照食品产业原料分类不同,构建了3个食品专业模块实验教学体系。粮油焙烤工艺实验模块,共安排8个专业实验,40学时;肉乳制品工艺实验模块,共安排5个专业实验,20学时;果蔬工艺实验模块,共安排9个实验,40学时(见图1)。实验总学时数由原来的72学时,提高到100学时,设计综合设计性实验占

总学时比例由原来的 30.6%, 提高到 42%。通过模块化实验教学体系, 使学生能针对食品产业不同原料的形态结构、营养组分和产品标准, 采用不同的加工工艺及质量控制方法, 改善实验产品品质, 提高学生适应食品产业多元化市场需求的能力。

3.2 改革综合设计性实验内容, 提高学生综合实践能力

原有专业实验体系中综合性、设计性实验, 虽然体现了点面结合、生产与质量分析相结合, 但由于实验项目少、实验时间有限、人数较多, 实验缺乏深度, 主要表现在实验设计单一、参数范围小, 学生缺乏主动性。因此改革后综合、设计性实验应由原来的 4 个项目增加 8 个, 学时数也由原来 22 学时增加到 42 学时(见图 2)。同时, 改革实验内容, 丰富实验设计, 把食品加工工艺、食品感官检验、食品微生物检验和食品保质期等多门实验内容融入综合实验中, 提高学生的积极性和主动性。教师在实验过程中, 只对实验方案

提出建议供学生参考, 允许实验失败。通过比较学生产品外观、口感及质量, 详细讨论实验方案的优缺点, 提出相应改进措施, 真正提高学生学习的主动性、发挥创造能力^[9], 以及今后面向不同岗位的适应能力。

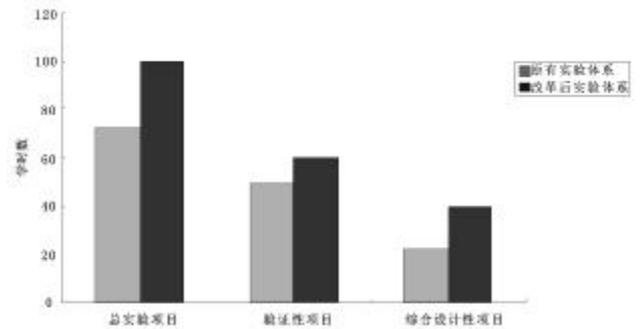


图 2 不同类别实验项目学时分布情况

3.3 实施开放研究计划(大学生创新性实验), 提高学生研究创新能力

然而由于时间和场所的限制, 综合性、设计性实验对学生创新能力的综合发挥及综合科研能力的提

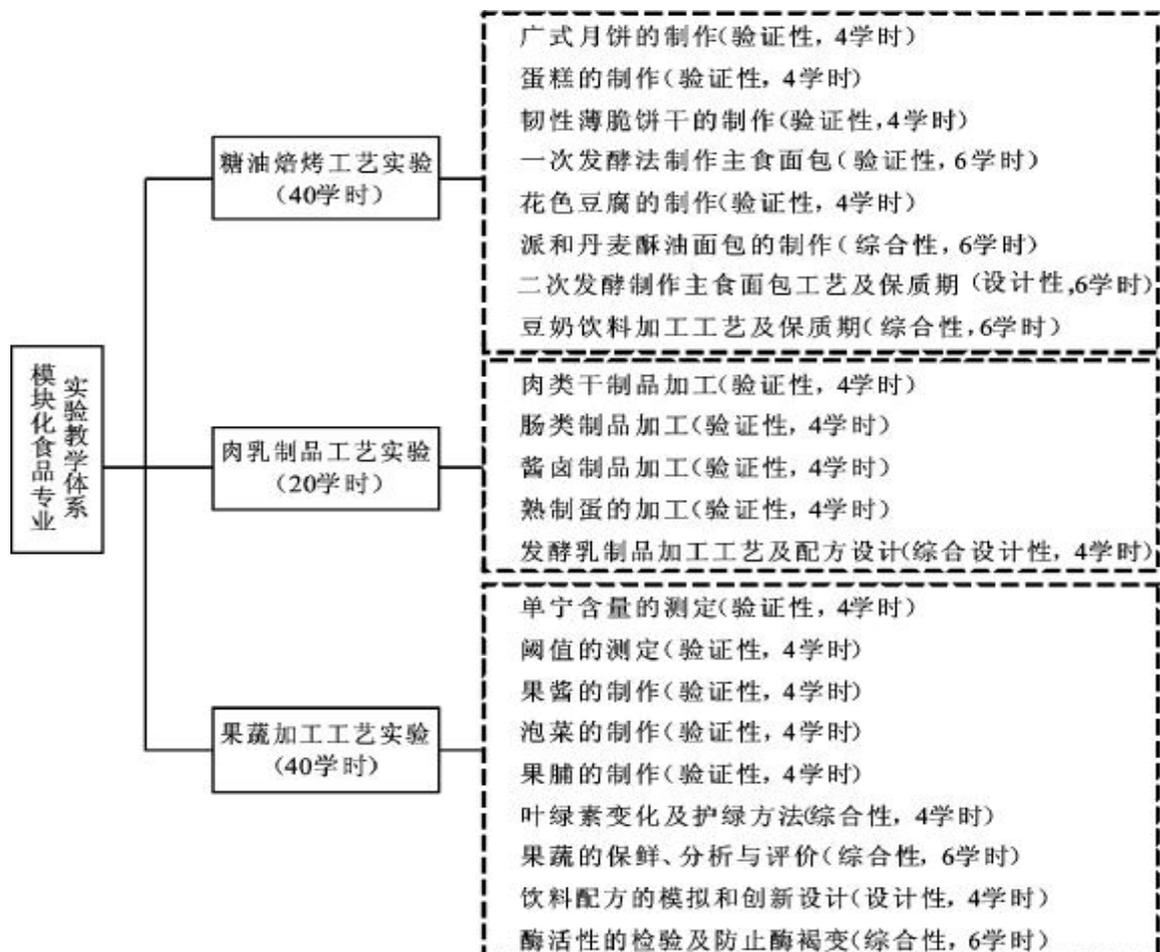


图 1 模块化实验教学体系示意图

高仍然有限。因此在结合本校实际情况,在进行综合、设计性实验的同时,开展课余研究计划的实施。课余研究计划的实施主要是充分利用未被利用的资源,让有余力的学生(大三、大四)参与科研项目研究。目前该方案的实施主要是通过国家大学生创新性实验、省大学生创新性实验和校大学生创新性实验。该创新性实验主要是通过学生选题、设计实验方案、组织实施、可能存在问题及解决办法、结果与讨论、课题总结和答辩等步骤实施。教师在该过程中主要起到指导和讨论作用,充分调动了学生的积极性、创新能力。通过结合创新性研究系统的训练,使学生真正了解食品科学研究的内涵。争取部分优秀本科生毕业时初步达到研究生科研水平。

3.4 推行校企合作育人,提高学生岗位适应能力

目前我校的食品专业与上市公司福建圣农发展股份有限公司合作办学,由圣农集团投资2亿元与我校共同成立圣农食品学院。该学院的成立通过发挥现有食品专业群的学科与人才优势,并依托圣农集团研发、加工、物流等优势资源,提高服务产业转型升级和区域经济发展。圣农集团除了可作为学生实习基地,还可作为学生科研场所。通过在一线生产企业的实践及科研训练,使学生对食品实际生产过程和岗位技能要求有了更加深刻的认识,提高学生今后从事专业岗位工作的适应能力。

4 结束语

综上所述,为了培养服务地方应用型的食品专业人才,提高实践动手能力和创新性思维,需要科学合理的实践教学体系。教学活动要不断革新,如精简实验内容,课余研究计划(大学生创新性实验)、社会实践、企业合作、毕业实习与就业结合等等。使大学生学到更多与专业知识相关的实践知识,从而建立培养学生创新能力和应用实践能力的有效途径,使应用型本科院校培养的学生更加适应地方经济发展需要。

参考文献:

- [1] 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(6): 83-86.
- [2] 武夷学院. 传朱子理学, 做武夷文章, 育新型工科: 武夷学院简介 [J]. 教育评论 2015 (1): 35-37.
- [3] 齐景凯, 锡林高娃, 刘燕. 浅谈食品科学与工程专业的教学改革 [J]. 吉林农业 2013, 20 (1): 179-180.
- [4] 叶阳, 王洋, 王凌云, 等. 地方本科院校食品专业学生实践能力培养措施分析 [J]. 安徽农业科学 2014, 42 (18): 6085 - 6087.
- [5] 徐学明, 陈正行, 李泉林, 等. 大食品专业综合实验的实践探讨 [J]. 无锡教育学院学报 2015, 25 (4): 78-80.

(责任编辑: 华伟平)

Study on Reformation of Serving Local Practical Talents Training of Food Technique Experiment ——Taking Wuyi University as a example

XU Yuan

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

Abstract: The reformation of serving local practical talents of food technique experiment in case of Wuyi University were discussed and explored. The reform measures of serving local practical talents of food technique experiment, including character and training objective of food technique experiment, shortcomings of the existing experiment, the reformation of comprehensive and designing experiment. The optimization schemes of food technique experiment, including establishing modular experimental teaching system, the reformation of comprehensive and designing experiment, the implementation of undergraduate innovation test program, cooperation with enterprise and making students reach front-line production earlier were presented. The idea can improve the practice innovation capability and meet the job requirement.

Key words: serving local; practical talents; food technique experiment

高分子材料与工程专业毕业实习 现状分析及其对策建议

刘瑞来, 赵璠云, 郭绍英

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:以高分子材料与工程为例,从应用型人才培养角度出发,阐述了高分子材料与工程专业现状、毕业实习现状、实习模式的构建与实施和实习评价体系设计,全面细化毕业实习操作规程和工作要求,加强对毕业实习全过程的组织、管理和控制。

关键词:专业实习;高分子材料与工程;应用型人才培养

中图分类号:G242.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0095-04

近十年来,我国高等教育体系结构发生了很大变化。地级市地方院校得到了快速发展,使一批专科学校转型为本科院校。而这些高校都是由原来的职业技术类或师专类学校转型而来,我们把这些院校称为新建本科院校^[1]。新建本科院校由于资金投入、科研水平、师资力量和学生素质等方面与老本科院校具有较大的差距,因此新建本科院校的学生培养应为服务地方应用型人才培养为主。如何培养适应经济社会需求人才,提高人才培养质量,是每个服务地方应用型院校面临的困境。毕业实习是高等工科院校在教学过程中的一个重要的实践教学环节,是理论与实际相结合的有效方式。毕业实习有助于学生了解本专业生产实际情况、了解社会及专业发展现状,促进理论知识与生产实践结合,培养学生的实践能力,教育学生热爱自己的专业,扩大视野,并为下一阶段的专业学习打下一定的实践基础^[2-3]。因此毕业实习在应用型人才培养有着至关重要的作用。本论文主要以高分子材料与工程专业为例,研究毕业实习包括专业现状分析、实习现状分析、实习模式的构建与实施和评价体系设计,为应用型人才培养提供一定参考。

1 高分子材料与工程专业现状分析

21 世纪科技发展迅猛,信息科学技术、生命科学与生物技术、能源科学与技术和纳米科学与技术得到了快速的发展。材料学是这些科学与技术发展的共同基础,高分子材料作为材料学的分支,受到人们的广泛关注。新材料已经被列为我国二十一世纪三大支柱产业之一。目前高分子材料已广泛应用于航空航天、近代通讯、电子工程、生物工程、医疗卫生和环境保护等领域,为新技术革命发挥着重大作用^[4-5]。国家对高分子材料的基础研究、实际应用、和产业化生产非常重视。高分子材料与工程专业不但应具有扎实的知识结构,广博的理论知识储备,能够将科学理论应用于实践,还应具有开拓精神和创新能力^[6-8]。目前高分子材料与工程专业学生专业能力的培养应达到以下方面要求:具有独立获取专业知识能力、具有一定的创新精神、具有敏锐的观察生活和捕捉社会发展走向及本学科最新发展动态的能力,以及运用所学的化学、高分子材料科学知识从事与材料有关的科研、设计、生产、管理等领域或部门工作的能力;根据所学的理论知识,掌握高分子材料的设计、合成和应用、高分子新材料的开发与应用,特别是功能高分子材料的开发;具有高分子材料的工业生产、质量控制、产品检测和生产管理能力;具有高分子材料改性及加工能力;

收稿日期:2016-03-21

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

开展科学研究和新材料的研发、创意设计。

2 高分子材料与工程毕业实习现状分析

随着社会改革和发展,高校的不断扩招、企业的市场运营和学生积极性的下降,使高分子材料与工程专业毕业环节面临越来越多困难,主要表现在以下几个方面:

2.1 学校方面

2.1.1 毕业实习经费投入不足

随着市场经济的主导发展,大量的专科院校向本科院校转型(笔者所在学校就是由专科学校向本科转型院校),使本科毕业生人数逐年增加,然而近几年高校的实习经费并没有随之增加。笔者所在学院的本科实习经费为每人300元,如此少的实习经费严重影响院系领导和带队教师对实习培训的信心。

2.1.2 毕业实习管理不严

目前毕业实习多样化发展趋势,加大了学校管理难度,扩招的影响使得师资力量严重不足,无暇顾及实习工作,难以起到主导作用。

2.1.2 实习时间不足,效率不高

毕业实习时间安排在大四下学期,大约为三个月,时间紧,进入实习单位后主要用于了解企业文化、熟悉环境,用于正常开展具体实习工作时间少,学生很难有机会去掌握真正的实践和通过实习提高应用能力。且毕业论文与毕业实习都在大四同一年,学生精力有限,不能全身心投入实习,严重影响实习效果。

2.1 学生方面

2.1.1 毕业生对实习不够重视

部分学生认为毕业实习就是到企业跑一跑,为毕业前找工作做准备,且部分学生认为毕业实习就是去企业玩一玩、打打临工、走过场完成学校布置的实习任务,并没有严格完成毕业实习手册上的相关内容。

2.1.2 就业形势影响学生积极性

一般的大型招聘会安排在每年的1月或2月,此时正值学生的实习期,部分学生为了找一份适合自己的工作,不得不放弃实习,全身心投入到找工作。

2.1.3 考研复试影响

研究生入学考试笔试通过学生,把大部分精力用

于复试上,使得本身时间紧的实习任务大打折扣。

3.1 实习单位方面

实习单位以私人企业为主,很多实习单位将学生当成额外负担,不愿意接受实习学生,且化学行业为高危行业,生产中易燃易爆、有毒有害等不安全因素较多,使得企业需要承担一定的安全风险,导致实习单位不稳定,接收单位热情不高。

3 实习模式的构建与实施

基于以上原因,笔者认为可将高分子材料与工程的集中与分散实习相结合,实习与毕业论文、就业相结合,建立以服务地方应用型人才培养目标为导向的实习质量保障体系,制定实习大纲、实习标准、实习手册等。实习目标、实习方案、实习方法、实习记录、实习总结、实习体会、实习成绩等均作详细要求,以保障实习过程的顺利完成,以完善实习效果评价体系。

3.1 集中实习与分散实习结合

集中实习主要以指导教师带队,到某些特定的高分子相关企业,参加的实习单位如下:武夷山华美实业有限公司(木塑加工企业)、邵武武夷轮胎厂、浦城龙华山组团(人造皮革加工厂)等企业。集中实习主要优点是由企业人员和带队指导教师有针对性的指导,师生交流充分,针对性强且日常生活有保障便于管理,安全系数高。然而缺点是实习面窄、实习企业较单一、不利于学生个性化发展需求。分散实习是学生根据自身的发展需求和以兴趣或就业为导向的有目的的自找实习企业。分散实习企业单位对实习生要求更高,在生产环节比较紧张时,实习生经常被当成正式员工使用。分散实习的优点是可提高学生的学习积极性和主动性,满足个性化发展需求,增加社会实践性、综合性和应用型,更早了解企业文化、企业运营、产品生产、产品质检、产品销售和产品售后等环节,提高就业机会。基于集中和分散实习的优缺点,将传统的集中实习与个性化的分散实习相结合,采取“集中、分散并举,加强实习过程监督”的模式,以培养服务地方应用型人才目标,提高实习效果。

3.2 毕业论文(设计)与实习结合

毕业论文是培养学生综合运用所学知识和技能

进行科学的研究方法,理论联系实际,独立分析解决实际问题的能力。毕业论文是学生从事本专业的基本训练,是大学四年来专业知识、能力的全面总结,是整个教学活动中不可缺少的重要环节,与实习有着同等的重要作用。将毕业论文与实习相结合,即把实习企业中某个生产环节中存在问题、工艺优化、产品设计和产品开发等内容作为毕业论文题目,以实习单位工程师指导为主,校内教师指导为辅的双重指导,完成研究与实践。毕业论文与实习相结合优点如下:一、学生已接触生产实践,毕业论文更有针对性,能将理论与生产实践相结合,提高学生应用知识的能力,弥补校内毕业论文脱离生产实践的不足;二、大大减少了校内毕业论文指导教师压力,使毕业论文题目更加多样化;三、促进指导教师参与企业的生产实践,对培养“双师型”教师起到了促进作用;四、加强校企合作,为产学研综合办学奠定基础。

笔者所在的高分子材料与工程专业部分学生的毕业论文在邵武轮胎厂、武夷山华美实业有限公司和浦城龙华山组团等企业组成。毕业论文的题目包括“冬天冰雪路面防滑轮胎花纹设计”“一种自充气式防爆轮胎的研制”“填料对轮胎抗滑性能的影响”“PVC人造革压纹机的研制与创新”和“PVC人造革抗老化性能研究”等。论文内容涉及产品设计、工艺优化、产品检测、产品销售等环节,深入实践开展调查与研究,学生收获很大,企业反响很好。学生毕业论文得到了企业工程师和校内指导教师的高度评价和肯定。学生的部分研究成果对实践生产具有巨大的指导意义。

3.3 就业与实习相结合

笔者学校的实习单位大部分为私人企业,只有与实习企业建立双赢模式,才能与其建立长期稳定的合作关系。基于以上目的,我们选择的实习单位优先以高成长性、且需要大量高分子材料与工程专业的用人单位。这样在实习期间就可上岗培训,实习结束后,通过双向选择,部分学生就可与企业签订就业合同。这种模式的建立是一种“双赢”模式,对学校而言,即解决了实习困难,又提高了就业率,而对用人单位而言,即解决了人才招聘难,又节约了培训成本,优化了人才结构,达到了双赢的目的。目前笔者所在学院的部分学生已成为邵武轮胎厂、浦城皮革厂等企业正式员

工,早期进厂的学生已成为实习单位技术骨干,说明这一模式深受企业和学生欢迎。

4 评价体系设计

目前对毕业实习的评价体系设计较简单,仅停留在开动员会、收实习报告、评定成绩等环节,该方法太简单、片面,不能如实反映学生实习情况。各专业应根据学科特点和教学目的,全面细化毕业实习操作规程和工作要求。加强对毕业实习全过程的组织、管理和控制。在实习中学生应将每天的实习内容、现场观察及分析的结果、搜集的资料、听取报告的内容、拟提出的问题和所得到的解答记入实习笔记中。实习笔记是编写实习报告的主要资料,也是指导教师检查学生实习情况的重要依据。在实习结束时学生应完成一份书面实习报告,实习报告要求反映规定的实习内容、表达自己的收获体会、实习问题的分析。实习报告要求条理清楚,文字通顺、书写工整,重点突出,并附有必要的草图或简图。

参考文献:

- [1] 赵璠云,陈良壁,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:以武夷学院为例[J].武夷学院学报,2015(5):83-85.
- [2] 周跃花,孙平,王娜.应用化学专业实习模式构建-基于地方高校的应用型人才培养目标[J].高教论坛,2011(7):54-57.
- [3] 汪卫琴.高校毕业实习工作的现状分析及对策建议[J].四川教育学院学报,2005(9):12-14.
- [4] 汪恽翔,张俐娜.天然高分子材料研究进展[J].高分子通报,2008(7):11-18.
- [5] 张开.功能高分子材料进展[J].材料导报,1992(1):15-20.
- [6] 何曼君,卜路嘉.高分子专业实验改革实践[J].化工高等教育,1992(4):46-48.
- [7] 殷勤俭,周歌,何波兵,等.高分子科学实验教学改革初探[J].高分子通报,2007(7):65-68.
- [8] 刘宇艳,于海洋,龙军,等.高分子材料与工程专业实践教学改革研究与探索[J].高分子通报,2011(11):102-106.

(责任编辑:夏婷婷)

An Analysis on the Current State of Undergraduate Graduation Practice and Proposals of Polymer Material and Engineering

LIU Ruilai, ZHAO Jinyun, GUO Shaoying

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

Abstract: Graduation practice is an important part of practical teaching in university and effective means to cultivate application-oriented personnel training. This article embarks on application-oriented personnel training of polymer material and engineering, elaborates current states of polymer material and engineering, current states of graduation practice, constructing and implementing of practice models, and practical evaluation system design. This paper expects to offer a reference to graduation practice for application-oriented personnel training.

Key words: professional practice; polymer material and engineering; application-oriented personnel training

(上接第 68 页)

Application of the Column-anchor Cable to Retaining Wall Reinforcement in Zhang-long Railway

LI Chang¹, LEI Nengzhong², ZHOU Qin¹

(1.Nanchang Railway Survey and Design Institute Co., LTD, Nanchang, Jiangxi 330002;

2.Department of Civil Engineering and Architecture, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: The disease Characteristics of retaining wall in the Zhang-long Railway K120+135 to +215 sections is described, and the causes were analyzed according to the engineering geological conditions. The stability of retaining wall is calculated. The layout of reinforcement of retaining wall is the column-anchor cable. The design scheme of column-anchor cable is given in detail.

Key words: column-anchor cable; retaining wall; Zhang-long Railway

应用创新型物联网人才培养实践教学体系研究

余文森, 郭 磊

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要: 基于应用创新型人才内涵、地域特色以及学校专业优势, 文章首先给出物联网工程专业应用创新型人才培养的目标定位, 构建由课程实验、应用技能训练和创新实践三个部分组成的层次递进的物联网工程专业实践教学体系。然后, 探索物联网工程专业实践教学模式改革, 创建由一体化的实践课程体系、课堂教学与在线教学相结合的混合实践教学模式、多元化的创新实践平台构成的实践教学新模式。

关键词: 应用型本科高校; 应用创新型人才; 物联网工程专业; 实践教学体系

中图分类号: G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0099-05

随着国民经济社会的快速发展和高等教育扩招, 我国的高等教育已经逐步由精英教育步入大众化阶段。高等教育大众化以后, 它的服务面扩大了, 不仅要培养各种高尖端人才, 也要培养各行各业的支撑人才。《国家中长期教育改革和发展规划纲要 (2010-2020 年)》指出, 不仅要努力培养造就“一大批拔尖创新人才”, 还需要培养造就“数以亿计的高素质劳动者、数以千万计的专门人才”。也就是说, 高等教育人才培养目标和方向日趋多元化, 因而从客观上要求高校实行分类发展。《国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》(以下简称“十三五规划”)也明确提出“推进高等教育分类管理和高等学校综合改革, 优化学科专业布局, 改革人才培养机制, 实行学术人才和应用人才分类、通识教育和专业教育相结合的培养制度”。地方性新建本科院校主要承担为地方经济社会发展培养人才以及提供服务的任务, 是应用型人才培养的主力军。这类院校在我国高等教育大众化进程中起着

不可替代的作用, 是我国高等教育结构调整的生力军。当前, 我国进入加快转变经济发展方式的关键时期, 迫切需要大量应用技术人才。因此, 党中央、国务院作出引导部分地方本科高校转型发展的重大决策。2014 年召开的全国职业教育工作会议作出了引导一批普通本科高校向应用技术型高校转型发展的战略部署。2015 年 10 月, 教育部、国家发改委、财政部联合发布《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》, 推动高校转型发展。武夷学院属于地方性新建本科院校, 2007 年经教育部批准为公办全日制普通本科院校, 2013 年通过教育部本科教学工作合格评估, 同年启动向应用型高校转型工作, 2014 年入选全国应用技术大学联盟成员校。近年来, 学校围绕闽北支柱产业的转型升级, 瞄准区域战略新兴产业发展需求, 构建了 6 大应用型专业群; 紧扣应用型人才培养, 整体构建了“应用驱动、职业引领、协同培养”的人才培养模式以及“与现代产业体系相适应, 与职业标准相衔接”的能力矩阵与对应性课程体系。

武夷学院数学与计算机学院自 2011 年开始依托计算机科学与技术专业设置物联网技术方向, 并于 2015 年 3 月获批物联网工程新专业。近年来, 学院抓住学校整体转型的契机, 在构建应用创新型人才培养为导向的物联网工程专业实践教学体系方面做了很多探索与实践, 为培养物联网工程专业应用创新型人

收稿日期: 2016-07-05

基金项目: 福建省本科高校教育教学改革研究项目 (JAS151342); 武夷学院转型发展教育教学改革与研究项目 (xj2014004)。

作者简介: 余文森 (1973-), 男, 汉族, 副教授, 主要从事数字图像处理、嵌入式系统及应用的研究。

才奠定了基础。

1 物联网工程专业应用创新型人才培养目标

1.1 应用创新型人才内涵

“十三五规划”提出“产业迈向中高端水平,农业现代化进展明显、工业化和信息化融合发展水平进一步提高,先进制造业和战略性新兴产业加快发展”的发展目标。这就需要一大批面向各行各业生产一线的应用创新型人才,以满足产业发展的需要。然而目前,许多高校对应用创新型人才培养的认识与举措还不到位。为此,文章首先对“应用创新型人才”这一词语的内涵进行梳理和解析。理解这一词语的内涵应该把握“应用型人才”和“创新人才”两词。关于应用型人才,目前并无权威性界定,学者们对此进行了广泛的讨论。华小洋等^[1]将本科高校培养的人才分为学术型人才和应用型人才两大类,认为“应用型人才主要致力于利用科学原理改造世界,通过社会实践创造性地解决现实问题,为人类社会提供物质和非物质财富”。宋克慧等^[2]也将人才分为研究型人才和应用型人才,认为“应用型人才重在培养其应用专业知识到实际生产,特别是将高新科技知识转化为生产力(包括管理能力和服力能力),为社会创造直接利益的能力”。吴中江等^[3]把人才分为研究型人才、应用型人才和技能型人才,认为“应用型人才就是与精于理论研究的学术型人才和擅长实际操作的技能型人才相对应的,既有足够的理论基础和专业素养,又能够理论联系实际将知识应用于实际的人才”。总之,应用型人才有别于传统本科高校培养的研究型人才和高职院校培养的技能型人才,是指具备一定的理论基础和专业素养,能将科学技术知识应用于人类社会生产实践,为人类社会创造直接利益的人才。

同样地,关于创新人才,国内外学者也从不同角度进行界定和探讨。冷余生^[4]认为“创新人才是指具有创造精神和创造能力的人,它是相对于不思创造、缺乏创造能力的比较保守的人而言的,这同理论型、应用型、技艺型人才类型的划分不仅不是并列的,而且要求不论是哪种类型的人才皆须具有创造性,也就是说,创造性是对各类人才的共同要求”。从这个表述,我们可以得出无论是研究型人才还是应用型人才

都包含着创新人才,也就是说,创新人才是分类型的。刘宝存^[5]认为“创新人才是具有创新意识、创新精神、创新能力并能够取得创新成果的人才”。邹绍清,罗洪铁^[6]认为,创新人才是指“具备较高的专业素质和创新能力并能为社会和人类创造出较为丰硕或重大影响的成果的人”。在国外,虽然没有与“创新人才”对等的概念,但专家学者们也从人力资本、技术创新、成功学等领域对创新人才展开了研究与探讨,在创新人才培养方面,强调人的个性全面发展的同时突出对创新意识、创新能力的培养。因此,我们可以认为,创新人才是具有合理的知识结构,具备较高的专业素质和创新能力,能够为人类社会创造出丰硕成果的人才。

基于前面关于“应用型人才”和“创新人才”论述,采用逻辑学中的“种加属差”法解析应用创新型人才的内涵。应用创新型人才是指具有合理的知识结构,具备较高的专业素质和创新能力,能将科学技术知识创造性地用于人类社会生产实践,为人类社会创造出丰硕成果的人才。

1.2 物联网工程专业应用创新型人才培养的目标定位

物联网技术集成了计算机、通信、电子、控制、系统工程等方面的技术,属于典型的“集成创新型”技术。同时,物联网技术又是应用性非常强的技术,必须与具体的应用领域相结,目前重点应用领域主要包括智能工业、智能农业、智能物流、智能交通、智能电网、智能环保、智能安防、智能医疗、智能家居等。因此,物联网工程专业是由计算机、通信、电子等多个学科融合形成的、应用性非常强的工程应用学科,该专业的学生应该按工程应用型人才进行培养。用人单位考核一个物联网工程专业毕业生时,除了重视毕业生的物联网专业基础外,更看重他是否能够胜任物联网一个特定应用领域实际工作的能力^[7]。在制定物联网工程专业人才培养目标时,应该充分利用发挥各高校自身以及所处地域的优势,形成自己的特色。武夷学院地处闽北山区,对接当地的主导产业升级以及小城镇、新农村建设的需要,学校组建了六大应用型专业群,物联网工程专业被纳入智慧城镇建设专业群。结合这些地域及专业优势,我们把物联网工程专业人才培养目标定位为,掌握物联网工程专业基本理论、知识和技能,能够胜任智慧农业或智慧城镇建设领域实际工作的应用创新型人才。

2 以应用创新型人才培养为导向的物联网工程专业实践教学体系构建

根据物联网工程专业应用创新型人才培养的目标定位,我们构建了以应用创新型人才培养为导向的物联网工程专业实践教学体系。基本思想是整合教学资源,优化课程结构,构建基础扎实、工程践性强的多层次递进式物联网工程专业实践教学体系。我们构建了三个层次递进的实践教学体系,包括:课程实验、应用技能训练和创新实践。

第一个层次是课程实验,以校内专业实验室为主,摒弃以验证性实验为主的传统实验教学模式,采用项目驱动的新教学模式,加大综合性、设计性实验的比重,重点强化学生对物联网专业基础理论知识的掌握,为应用创新能力的培养提供一个扎实的专业基础。主要课程包括:C语言程序设计实验,数据结构实验,面向对象程序设计实验,C#程序设计实验,移动终端应用开发实验,电路分析实验,电子技术基础(模、数)实验,单片机技术实验,RFID及传感器技术实验,数据通信与网络技术实验,无线传感器网络技

术实验,Linux操作系统实验,嵌入式技术实验。

第二个层次是应用技能训练,以校内实训实验室、校外实训基地为主,在学生掌握了扎实的物联网专业基础知识后,重点培养和训练学生在某一特定应用领域实际工作能力。根据智慧农业或智慧城镇领域应用型创新人才的目标定位,设置智慧农业和智慧城镇两个方向的实训课程,培养和训练学生在这两个特定方向上设计和开发物联网软硬件系统的能力。另外,通过专业见习、实习,培养和训练学生实际工作能力。主要课程包括:智慧农业或智慧城镇感知与控制实训,智慧农业或智慧城镇物联网网关设计实训,智慧农业或智慧城镇物联网应用系统开发实训,专业见习、实习。

第三个层次是创新实践,以大学生创客空间、大学生创新创业基地、校企合作创新实践平台、教师科研平台为主,在学生掌握了扎实的物联网专业基础知识和某一特定应用领域实际工作能力后,重点培养和训练学生的职业素质、创新意识、创新素质以及创新能力。主要包括:学科竞赛、创新创业大赛、大学生创新创业训练计划项目、校企合作项目、教师科研项目、毕业设计等课外创新实践模式。

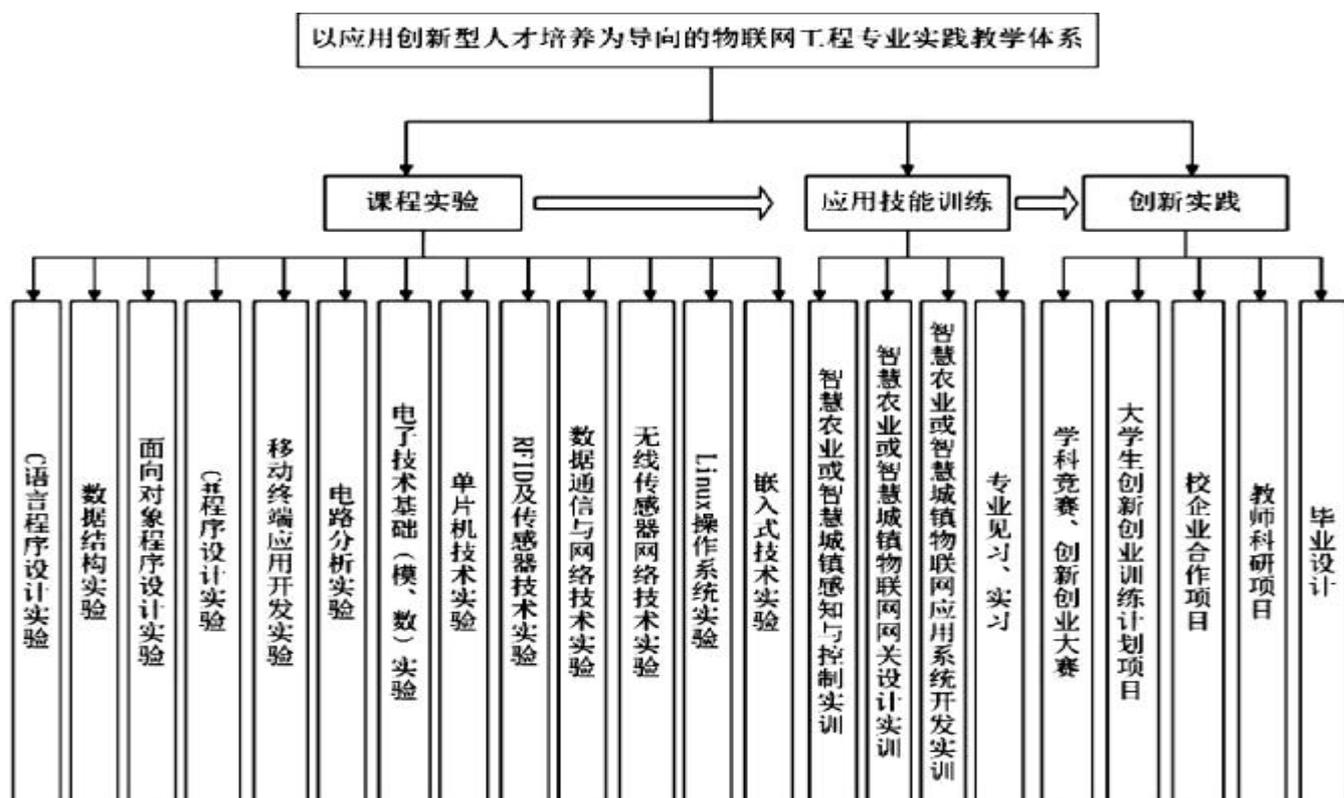


图1 物联网工程专业实践教学体系

3 物联网工程专业实践教学模式改革

3.1 加强顶层设计,构建一体化的实践课程体系

以智慧农业、智慧城镇领域实际工程项目为主线,打破过去“课程实验独立设置、各个课程联系不足”的弊端,构建一体化的实践课程体系。在顶层设计时,每门课程的实践内容不再是单纯为该门课程服务,而是要从整个工程项目的角度进行组织,重视各课程之间的贯通和隔合。首先,将知识和实践能力要素分散布置到C#程序设计实验、移动终端应用开发实验、单片机技术实验、RFID及传感器技术实验、无线传感器网络技术实验、嵌入式技术实验等第一层次的课程实验中,分散实施。然后,通过智慧农业或智慧城镇感知与控制实训、智慧农业或智慧城镇物联网网关设计实训、智慧农业或智慧城镇物联网应用系统开发实训等第二层次的实训课程综合汇总,实现综合应用能力的训练和培养。这样学生能够直接感受到所学的课程在实际项目中的地位和作用,从而激发其学习兴趣,同时也提高了学生综合应用所学知识解决实际问题的能力。

3.2 深化课内实践教学改革,提升学生的专业素质和工程实践能力

物联网工程专业是一个新兴专业,其实践教学受传统计算机科学与技术、电子信息工程等工科专业实践教学模式的影响,以教师为主,学生处于被动接受状态。课前,教师根据实验大纲确定实验项目,设计实验原理、实验内容和实验方案,编写实验指导书。课堂上,先由教师讲解实验原理和步骤,然后学生按照实验指导书上的详细步骤完成实验。课后,学生完成并提交实验报告。整个实验过程,学生按步就搬地完成实验,遇到问题直接求助教师,缺乏自主思考的空间和时间。在这种模式下,学生独立思考和解决工程实际问题的能力得不到锻炼,进而影响学生自主学习能力和创新能力的培养。此外,目前各高校物联网工程专业实践教学考核评价体系也比较单一,一般根据考勤、实验操作和实验报告来评定学生实验成绩。这种评价方式的主观性和随意性比较大,特别是实验操作没有一个具体的标准,其评价难以客观,因而不利于学生工程实践能力的培养。

为提升学生的专业素质和工程实践能力,近几年来,我们利用与企业合作开发的“潜能在线”教育平台,积极开展课内实践教学改革,设计了一个课堂教学与在线教学相结合的混合实践教学模式。该模式以专业素质和工程实践能力培养为主线,转变师生角色,以学生为中心,充分调动学生的主观能动性。模式包括课前自主实验、课堂演示与答辩、课后评价三个阶段。

课前自主实验阶段,首先,教师通过在线教育平台的在线导学模块,发布实验任务、教学PPT、教学讲解微视频以及其它学习资源。其次,学生根据教师发布的任务和提供的资源,自主完成实验原理、实验内容、实验方案的设计以及整个实验过程。学生在实验过程中遇到问题,可以通过在线教育平台的提问互动模块进行提问交流。为保证学生能够顺利完成自主实验,学院设立了开放实验室,学生可以通过实验室综合管理系统进行预约。在这一阶段,教师将实验任务与智慧农业或智慧城镇领域的工程实践项目相结合,学生通过自主实验、亲身经历工程实践项目,提高了自己的专业素质和工程实践能力。

课堂演示与答辩阶段,首先,学生根据课前自主实验,在课堂上汇报实验情况以及演示实验作品。其次,学生汇报完成之后进入答辩,由教师和其他同学提问,汇报学生回答。最后,教师根据学生汇报和答辩情况,对学生完成实验情况进行点评。这一阶段加强了师生之间、生生之间的互动交流,使学生的沟通交流能力得到锻炼,同时,也让教师了解到学生实验的真实情况。

课后评价段,首先,教师通过在线教育平台的在线评价模块,建立学生自评、学生互评、教师评价三位一体的评价体系,并给出评价标准。然后,学生和教师根据课堂演示和答辩的情况,通过在线评价模块,对每位同学的实验进行评价,包括学生自评、学生互评和教师评价三个部分。每个评价必须按照评价标准,写出评语并给出成绩。学生在给自己和别人写评语的时候,很容易看到自己的不足,并加以改正,同时也容易激发学习兴趣。

3.3 建立多元化的创新实践模式,强化学生的应用创新能力

依托大学生创客空间、大学生创新创业基地、校

企业合作创新实践平台、教师科研平台,建立多元化的创新实践模式,强化应用创新型人才培养力度。首先,通过大学生创客空间、大学生创新创业基地,积极组织和引导学生参加学科竞赛、大学生创新创业大赛。目前,学科竞赛大都针对学科专业的热点问题自主选题,要求学生给出一个较为完整的解决方案。这些竞赛不仅能够激发学生的学习兴趣,还能锻炼学生的工程实践能力、培养学生创新意识和创新能力。其次,通过大学生创新创业基地、教师科研平台,组织学生参加大学生创新创业训练计划项目以及教师科研项目。学生在教师的指导下,独立完成项目的选题、设计和研发。通过项目,增强了学生应用所学知识解决实际问题的能力,从而培养了学生应用创新能力。最后,通过校企合作创新实践平台,引入企业实际工程项目,学生按照企业项目开发流程和模式,参与实际项目的研发。具体实施分为两种模式,一种模式是学生经培训后,直接进入企业参与实际工程项目的研发。这种模式主要是针对学校附近的企业,比如武夷山市东方潜能软件科技有限公司、福建省锦润计算机系统有限公司等,企业提供研发场地和设备,学生利用课余时间到企业完成项目。另一种模式是针对外地企业,比如吉林省思密科技有限公司,企业提供研发设备,并派技术员到学校培训建立团队,学校提供场地给团队完成企业的项目。通过企业实际项目,不仅培养了学生的实战经验,还加强了学生的团队合作意识和协作精神。

4 结论

根据学校应用型人才培养的定位,我们结合地域及专业优势,制定了智慧农业或智慧城镇领域应用创新型人才培养的目标定位,构建了以应用创新型人才培养为导向的物联网工程专业实践教学体系。积极探索物联网工程专业实践教学模式改革,通过构建一体化的实践课程体系、设计课堂教学与在线教学相结合的混合实践教学模式、建立多元化的创新实践平台等措施,强化学生应用创新能力的培养,力求探索出一条适合应用型本科高校的物联网工程专业实践教学改革之路。

参考文献:

- [1] 华小洋,蒋胜永.应用型人才培养相关问题研究[J].高等工程教育研究,2012(1):101-103.
- [2] 宋克慧,田圣会,彭庆文.应用型人才的知能、能力、素质结构及其培养[J].高等教育研究,2012,33(7):94-98.
- [3] 吴中江,黄成亮.应用型人才内涵及应用型本科人才培养[J].高等工程教育研究,2014(2):66-70.
- [4] 冷余生.论创新人才养的意义与条件[J].高等教育研究,2000(1):50-55.
- [5] 刘宝存.什么是创新人才,如何培养创新人才?[N].中国教育报,2006-10-09(007).
- [6] 邹绍清,罗洪铁.试论创新型人才价值[J].中国人才,2008(12):12-14.
- [7] 吴功宜.对物联网工程专业教学体系建设的思考[J].计算机教育,2010(21):26-29.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on Practical Teaching System of Application-oriented and Innovative IOT Talents Cultivation

YU Wensen, GUO Lei

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

Abstract: Based on the connotation of application-oriented and innovative talents, region characteristics, and school's professional advantage, this paper first gives the orientation of talents cultivation of IOT engineering specialty, builds practical teaching system of IOT engineering specialty, which are three hierarchically related of such as course experiments, application skills training and innovation practice. And then, this paper further explores the reform of practical teaching mode of IOT engineering specialty, establishes the new mode of practical teaching composed of an integrated practical course system, a blended practical teaching model in which online teaching and classroom teaching is combined, and multiple innovative practice platform.

Key words: application-oriented university; application-oriented and innovative talent; IOT engineering specialty; practical teaching system

浅谈 VRML 虚拟实验技术在现代教育技术课程的应用

马阿曼

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要: 虚拟实验室是借助网络技术,多媒体技术、VR 技术建立的实验系统。虚拟实验室系统的实现模块包括,场景模型,虚拟软件部分,用户界面部分;技术要点包括场景建模,功能设计,用户交互设计。在这个虚拟的实验室里,学生可以自主的控制实验的学习时间和地点,在保证实验效果的基础上,可以很大程度降低建立实验室的难度与实验室资金的投入。作为现代教育技术这门课程实验是其一个重要组成部分,所以开发基于网络的虚拟实验系统并与物理真实实验相结合,能更好的开展实验教学工作。

关键词: 虚拟现实;虚拟实验;投影媒体

中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2016)09-0104-03

虚拟现实技术自二十世纪六十年代起步,八十年代虚拟现实的研究开始进入到实用化阶段,九十年代以来,计算机技术的快速发展使得虚拟现实技术作为教学领域的一种创新技术^[1]。1989 年美国的 William W教授首次提出虚拟实验室的概念,并把它描述成一个“没有围墙的研究中心”。虽然在我国虚拟现实教育应用发展和国外相比还是有一定的差距,但是现在已经引起了政府及相关部门的重视,虚拟现实的研究会逐步延伸到教育教学领域的各个方面。而虚拟实验室技术的应用前景诱人,也是我们实验教学方式的研究和改革的热点^[2]。

虚拟现实技术在教学上的应用,促进了教育教学手段的现代化和信息化^[3]。近些年国内在虚拟实验室的研究方面取得了很大的发展,特别出现了很多专业化、应用性强的产品,尤其是在教育领域,虚拟实验室的建设也得到了很多的重视和发展,目前已有部分学校建立了虚拟实验室。在国内已经有些大学组建了与

自己学校教育教学、学科研究等领域相关的虚拟实验室,^[2-3]这些实验室也已经应用于教育教学之中,实现了教学方法的改革和创新。

1 虚拟实验室系统实现的基本流程

1.1 技术流程

虚拟实验室的建立过程主要技术流程三部分组成:场景建模、功能设计、用户交互设计。主要技术流程如下图 1 所示:

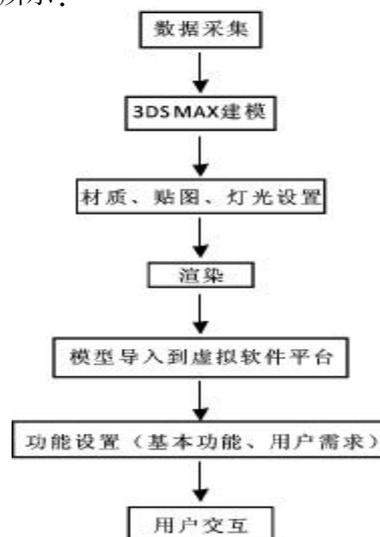


图 1 技术流程图

收稿日期:2016-04-20

基金项目:福建省武夷学院教学建设与改革项目 项目编号(xj2014020)。

作者简介:马阿曼(1981-),女,汉族,讲师,主要从事图形图像的研究。

1.2 系统结构与框架

虚拟实验教学系统的实现主要由以下三部分组成:

1.2.1 场景模型部分

这部分主要是纹理材质的选择处理、几何场景模型的建立及最后场景的纹理贴图建模。

1.2.2 虚拟软件平台

这部分通过虚拟软件平台获取场景数据,对场景的优化、漫游控制等从而搭建虚拟实景空间。

1.2.3 用户界面

用户使用的界面,用户通过用户界面进行学习模式的选择从而进行学习,具体结构如下图 2 所示:

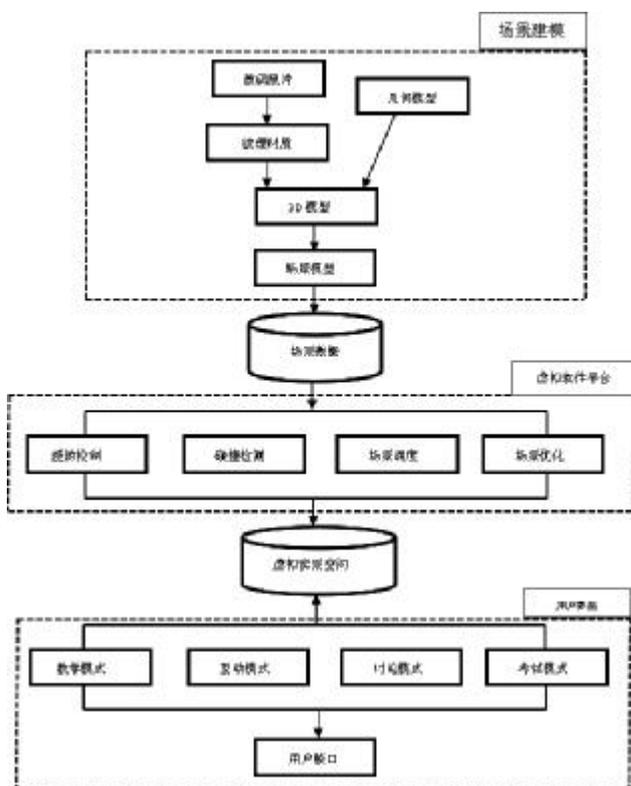


图 2 虚拟实验系统结构与框架

2 建立虚拟实验室的关键技术

2.1 建模问题

模型的创建一直是虚拟实验室建立中最基本的工作,也是工作量最大的部分。所以在虚拟实验室的建模过程中,我们可以采用 VRML 语言进行建模再结合其他专用的建模工具(如 3DSMAX)提高建模效率,最后生成 VRML 文件与 VRML 其它场景文件整合在

一起。因为一个场景的模型比较多所以在建模的过程中要对需要的模型先进行分类,如有交互要求的,没交互要求的,背景模型等等。分类之后建模,这样也便于我们后期管理和编辑。在现代教育技术课程多媒体投影的使用实验中,虚拟实验室建模主要集中在以下方面:实验环境(场景建模,多媒体教室,多媒体控制台),实验道具(多媒体投影仪)。

2.2 交互问题

交互性是指用户对虚拟环境中物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度。交互问题一直是虚拟实验室设计的难点问题。在现代教育技术课程多媒体投影的使用实验中,交互问题主要涉及到的对象为多媒体教室,实验道具(投影仪)。交互问题的主要内容为,多媒体教室的开门关门,教室的浏览,灯的开关。多媒体投影仪的操作控制,多媒体控制台的交互等等。

2.3 实时显示问题

在虚拟实验室进行虚拟实验的操作都是在网络环境中进行的,那么在网络环境下,三维的场景数据量比较大,所以三维场景的实时动态显示问题就显得格外重要。如果学生在虚拟实验操作中等待的时间比较长就会造成当视点发生移动变化时,新的视点场景不能及时更新,那么就会出现人动而场景未动的情况。当学生视点停止移动变化的时候,虚拟实验系统却将刚才延迟显示的场景显示出来,从而产生场景交叉错位。这样学生觉得虚拟实验不够流畅,降低了实验的沉浸感,从而对虚拟实验这种学习方式降低了学习兴趣。在现代教育技术课程多媒体投影的使用实验中,为了解决这个问题采用对实验场景进行分块处理,可见消隐处理及细节选择的方法。虚拟场景图像的实时动态显示问题采用图像差值及视图变换技术来解决^[4-5]。这样虚拟实验的场景就更加的真实,学生在学习时沉浸感更强,增加了学生学习的兴趣。

3 虚拟实验室在教学中的应用特点

近年来虚拟现实技术、信息处理技术、网络技术、多媒体技术的飞速发展。在教育领域出现了虚拟教室、虚拟实验室、虚拟图书馆、虚拟校园等。它们为教

育教学的发展注入了新的空气。基于网络的虚拟实验室可以有效地将现代信息新技术引入教学和实验中为学生营造一个全新的学习环境,发挥现有的教育资源的优势,实现教育资源的共享。近年来虚拟现实技术、信息处理技术、网络技术、多媒体技术的飞速发展。在教育领域出现了虚拟教室、虚拟实验室、虚拟图书馆、虚拟校园等。它们为教育教学的发展注入了新的空气。基于网络的虚拟实验室可以有效地将现代信息新技术引入教学和实验中为学生营造一个全新的学习环境,发挥现有的教育资源的优势,实现教育资源的共享。建立网上虚拟现代教育技术课程多媒体投影的实验系统有许多优点。

3.1 实验设备的节约

对于一个普通的地方性应用型高等院校来说,在校期间要注重培养学生的实际动手能力,可是由于我校资金不足,在实验设备以及实验环境搭建方面的投入明显不足。而对与现代教育技术课程中的多媒体投影的实验,投影仪的使用无疑是一个制约。虚拟实验环境的搭建,可是实现学生在虚拟的实验环境中操作多媒体投影仪,增强了操作性,减少了投影仪的使用以及设备损坏率,节约了设备的投入。

3.2 学习主体个别化自主性

在虚拟的实验环境中,学生的学习不受传统的教

学模式限制。学生可以自主学习,反复多次操作实验,同时还可以和同学互相讨论学习与老师进行互动,还可以进行测试。学生在虚拟实验环境中学习可以做到我的实验我做主,自主的安排自己的学习计划和学习模式,调动学生的学习积极性,提高学习质量。

3.3 打破时间的限制

在实验时间的安排上,虚拟的实验室里学生可以自由的控制实验的时间和地点,随时都可以登陆网站进行学习。

参考文献:

- [1] 汪成为.灵境技术的理论、实现及应用[M].北京:清华大学出版社,1996:34.
- [2] 闫青.基于VRML的网上虚拟实验室设计与实现[D].西安:电子科技大学,2007:10-25.
- [3] 姚文月.基于VRML的计算机原理虚拟实验室的研究与设计[D].南京:南京信息工程大学,2011:8-28.
- [4] 陈敏.基X3D技术构建机械制造技术虚拟装配实验室研究[D].南昌:南昌大学,2009:43-71.
- [5] 项慨.基于网络的虚拟实验系统的研究[D].武汉:华中师范大学,2006:6-13.

(责任编辑:夏婷婷)

Discussion on the Application of VRML Virtual Experiment Technology in Modern Educational Technology Course

MA Aman

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

Abstract: The study of virtual experiment is beneficial to the smooth progress of classroom teaching, and it also helps students to master the skills of the students. In this virtual lab, students can independently control the time and place of learning, in which based on the experimental results, can greatly minimize the establishment of laboratory and the difficulty of laboratory funds input. As a modern educational technology course experiment is one of the most important parts, so the development of virtual experiment system of the network and combined with the physical test based on experiment teaching can better carry out the work. Is analyzed in this paper the characteristics of the virtual experiment technology and in modern educational technology experiment teaching application, the basic process of analysis and implementation of virtual experiment system, the technical points, and students with the advantages of virtual experimental system for studying. Virtual laboratory is with the aid of network technology, multimedia technology, VR technology to establish experimental system. Including the implementation of virtual laboratory system module, scene model, virtual software part of the user interface part; Main technical points including the scene modeling, function design, user interaction design. In this virtual lab, the student can be independent control experimental study time and place, in the guarantee on the basis of experimental results, to a large extent reduce the difficulty of the laboratory and laboratory capital investment. As the course for the modern education technology experiment is an important component of the development of virtual experiment system based on network and so combined with physical real experiment, can better carry out the experimental teaching work.

Key words: virtual reality; virtual experiment; projection media

《工程造价软件》课程教学改革探析

黄张萍, 陈 坚

(武夷学院 土木工程与建筑学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:通过分析《工程造价软件》课程的基本情况及存在的问题,来分析本课程的教学改革,从两个角度进行分析教学改革,一是从教学过程设计方面,二是从教师的定位方面。最终使学生牢固掌握及实际应用本专业专业知识。最终形成学生获取知识、应用知识、总结知识等能力。通过有限的知识学习,形成终生学习的能力。

关键词:工程造价软件;教学改革;学习能力

中图分类号:TU723.3-4;G712 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2016)09-0107-03

工程造价专业是于 2004 年我国教育部颁发《普通高等教育本科专业目录》中开设的新兴土木工程技术与管理学交叉的复合型学科,自其成立以来越来越被教育界所关注。随着建筑行业在经营管理模式上逐渐与国际接轨,市场对工程造价专业人才提出了更高更新的要求。然面对此市场需求情况,我国高等教育人才培养方式的不足就被充分反映出来。就业市场表现为过剩和稀缺的现象同时存在,一方面毕业生被企业单位用人制度所淘汰,很难找到一份满意的就业,与此同时另一方面企业却招不到满意的人才。这使得目前人才市场一方面是“人才”资源浪费的同时,另一方面却是求贤若渴,从而高校和企业两方处于“人才”供需的胶着情况。出现这个问题除了企业的用人标准经常发生变化,条件越来越高,更侧重人才的综合能力,尤其是实际业务能力等因素外,实际上与工程造

价专业的人才培养模式有着直接关系。

工程造价专业主要培养学生从事造价行业事务的能力,其中主要的方面就是编制造价文件的能力,如编制投资估算、概算、招标控制价、投标报价、进度款结算、竣工结算、竣工决算的能力^[1]。而《工程造价软件》主要培养学生掌握运用图形算量软件和钢筋抽样软件建模计算工程量,使用计价软件编制造价文件。由此工程造价专业学生必须掌握工程造价软件并且熟练使用它,以便在能更快更好适应以后的工作岗位。目前有的学校很早就开设了软件算量这门课程但一直以来都是教学生如何画图如何操作软件,并没有从实际工程出来来验证学生做的到底对不对,学生学会的也就是会画图而已,为了适应社会需求培养合格的应用型人才,需要对工程造价专业软件课程进行教学改革,进行相应的实践性教学,有效地提高工程造价专业学生的软件算量应用能力,使其能够熟练和灵活的掌握造价软件的使用^[2]。

收稿日期:2016-04-01

基金项目:福建省教学改革研究项目“以应用能力培养为核心的工程造价‘全过程项目式’教学模式研究与实践”(sj2014002);福建省教育厅科技项目“基于 BP 神经网络的建筑施工企业技术创新风险管理研究”(JAT160514);武夷学院科研基金项目《建筑施工企业技术创新风险管理研究》(XL201305)。

作者简介:黄张萍(1985-),女,汉族,助教,主要从事工程管理的研

1 目前课程基本情况及存在的问题

1.1 课程基本情况

我们学校工程造价软件所用为广联达系列软件和晨曦造价软件包括钢筋算量软件、图形算量软件、计价软件及安装算量软件等。我们专业的《工程造价软件》课程是安排在大三下学期和大四上学期,两个学期,共 66 个学时来教学,主要讲授钢筋算量软件、

图形算量软件和计价软件。

1.2 存在的问题

第一,工程造价软件作为一种动手操作类课程,需要更多的时间来练习,才能熟能生巧,然而课堂上时间有限。第二,学生对图纸和图集不熟悉,对定额掌握不够充分,对应该掌握的前续知识点学得不精。第三,学生做完工程后没有有效的核对方法。第四,学生学习较被动,主动性有待改善。第五,目前学生的学习方法有待改进,不能较好地掌握及应用软件。

2 软件课程教学改革

2.1 教学过程设计

2.1.1 课上教学与课后教学相结合

(1)课上教学

首先,在上软件课之前,进行前续关键知识的复习。重视前识图能力与施工专业技能培养,我们的学生前期都学习了相关前续课程,比如《工程估价》、《工程造价管理》、《房屋建筑学》、《建筑结构》、《工程制图》、《建筑CAD》等课程。但是由于建筑结构、房屋建筑学等课程的授课老师多为建筑工程施工专业的教师,其上课内容也结合本专业课程的相关教学大纲,从而学生在学习过程中会觉得难学进而产生厌学的情绪,很少学生能够抓住重点知识学习^[3],识图能力较差,施工技术一知半解。但是工程造价软件类相关课程首先第一步就需要学生能够看得懂工程图纸,然后需要学生在进行工程造价计算的过程中能够懂得施工技术。因此在上工程造价软件课程前,需要事先复习相关前续课程,为本课程的学习扫清障碍。

其次,正式进行工程造价软件教学。教学过程设计主要通过以下六个步骤来实现:第一,寻找一个实际工程项目,通过一个实际工程案例进行软件的教学,完成图形算量,钢筋算量,计价过程。案例教学可以帮助学生碰到各种实际问题及时处理,具体形象地学习软件,达到更好地掌握软件及应用软件。因此首先需要找一个实际工程图纸。选择图纸,选择前续课程《工程估价》学生手工算量的同一套图纸,以便之后软件算量结果与手工算量结果进行对比分析,帮助学生更好地学习软件。第二,具体教学。下任务完成柱、梁、板等具体构件工程量计算,告诉同学们本次课需要达到的任务,老师用事先已经操作完成的成果展示给学生看,形成一个感性认识;在上一步任务促使下,

带学生一起熟悉之前选定的图纸并且分析讲解该图纸;根据图纸进行具体软件操作:建立构件、编辑构件属性、绘制构件、汇总计算等;老师进行相应的总结,并且对以前同学们中常常出现的问题进行集中讲解,以防学生犯同样问题;学生亦根据图纸进行具体任务操作。通过“教学做”一体完成图纸中构件属性编制、构件绘制操作,在教学过程中实现边讲边练,学生学完一个构件绘制操作后,随即实施任务^[4],老师全程进行答疑;任务完成即将结果与老师事先做的成果进行对比分析总结,并且给予打分,进行相应的鼓励。第三,期中考试,在学期中期对学生学习成果进行考核,同时可以督促学生加强学习。第四,到学期末时,整个软件讲解完,学生也相应地完成了整个工程的建模算量和套价,教师对该成果进行考核,作为平时作业成绩,如此可以督促学生学习,帮助他们解决实际工程的疑点,更好地掌握软件。第五,学生将该工程的软件算量结果跟之前《工程估价》课程的手工算量结果进行对比分析,以便发现问题,解决问题。第六,利用广联达软件考核平台对学生学期期末进行考核,并且把考核结果,具体错误的地方发给学生,让学生回去进行改正,以便更好地掌握软件。

(2)课后教学

软件课程是一门需要多动手操作的课程,由于课堂上学时有限,所以学生需要利用课后时间学习及练习。为学生提供相关的教学视频,提供相关学习总结资料,提供相关学习网站,比如广联达服务新干线等,帮助学生课后学习,同时教师进行相应的学习辅导及答疑。

2.1.2 以赛促学

学生学习自控能力较弱,缺少监督,同时课程学时上的限制,往往使得学生很难学得透、精。因此,为解决上述问题,将使用一种学习方法——“以赛促学”并以实际参加“全国院校‘广联达杯’算量软件大赛”,以实践技能竞赛来提高我们学习的积极性及有效性。该比赛是对广联达算量软件实际应用的技能比赛,该软件市场覆盖全国32个省市地区(包括香港和澳门特区),占据了70%左右的市场份额,已成功举办过八届全国院校算量软件比赛。本项目全过程围绕指导老师算量软件的教学、广联达培训老师的指导学习及比赛规则的解读、全国高校同学一起探讨学习算量软件问题,争取在校赛、省赛、全国决赛中获得佳绩。练赛相结合的方法是结合我校参加全国高校工程算量软件

大赛的契机,鼓励学生积极竞争,去大赛中磨练自己,并争取更好的成绩^[5],进而最终学好、学精、学透该工程算量,并能够达到实际应用的目的。

2.1.3 集中实训

通过集中实训加强学生对实践操作能力。老师下企业收集企业一线项目让学生进行整周实训。先把项目分发给学生,让学生熟悉项目背景及图纸等信息,同时教师提出要求,要求学生根据已有信息编制报价文件,此阶段综合性强,也是学生综合应用软件解决实际问题的阶段。学生根据已有的知识进行操作,老师可以从旁监督答疑,最后对此进行总结,对难点、重点之处跟学生交流、探讨解决处理方案。经过以上教学过程,相信工程造价专业的软件课程的学习可以得以提升,加强了学生对软件知识的掌握,学生的岗位技能也能得以提高^[1]。

2.2 教师的定位

在最初的几次授课里,学生可能会面对工程造价软件手足无措,此时教师就需要对任务进行详细地讲解、鼓励同时要多注意引导学生,在经过几次课后学生逐渐对软件操作有一些想法,同时软件操作的勇气与能力也会逐渐增强。在这整个过程中,教师的定位与传统模式下相比有了很大的变化,教师在教学过程中的中心地位被学生取代,教师的主要职能由教授知识变成了引导学生自主学习知识,教师将学习的主动权交给学生。通过这种新的教学方式去唤醒学生的主体意识,赋予学生比传统教学模式中多得多的参与学习的机会和权利,给学生创造进行独立思考、辨析的空间,主动地进行知识的建构。表面上看来在这种教学模式下,教师是由以前教学的主角变成了配角,好像轻松了很多。实际上,在新的教学模式下对教师有

了更高的要求,教师不仅需要知道软件的功能如何实现,更要仔细体会其中的思维过程并且能够处理学生在摸索过程中所遇到的各种各样意想不到的问题。这就要求教师在上课前精心准备,充分备课^[6]。

3 总结

通过上述方案对《工程造价软件》课程的教学改革,增强了本课程的实践性、技术性和现实性,从工程造价所需的理论知识到软件操作,充分发挥课题组不同教师的优势,分段实施,逐步深入。最终实现学生掌握工程造价软件及应用能力,牢固掌握本专业知识。同时形成学生自身的综合实践能力,最终形成获取知识(自主学习)、应用知识(解决问题)、总结知识(技术创新)等能力。即通过有限的知识学习,形成终生学习的能力。

参考文献:

- [1] 张玉英.以广联达软件为例浅谈《工程造价软件应用》课程教学改革[J].建筑工程技术与设计,2015(13):539.
- [2] 徐春媛,董菲.工程造价软件课程教学改革研究[J].山东农业工程学院学报,2014,31(3):39-40.
- [3] 史嘉伦,曹万里.工程造价软件课程教学改革研究[J].工程管理,2015,5(6):103.
- [4] 钱靓.基于造价员岗位工作任务的造价软件应用教改研究与实践[J].教育教学研究,2012,8(12):130-132.
- [5] 曹祥军,吴开微,柯燕燕.应用型本科院校工程造价实训课程教学改革探讨[J].集美大学学报,2014,15(4):119-124.
- [6] 袁涛,周伟,姚林君.专业软件教学改革初探[J].中国地质教育,2005,55(3):90-91.

(责任编辑:华伟平)

Research on Teaching Reform of The Engineering Cost Software

HUANG Zhangping, CHEN Jian

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

Abstract: Through analyzing the basic situation and existing problems of the course of engineering cost software, the teaching reform of the course is analyzed. This paper analyzes the teaching reform from two aspects, one is from the teaching process design, the two is from the teacher's orientation. Finally enable students to firmly grasp and practical application of this professional knowledge. Finally, the ability of students to acquire knowledge, apply knowledge and sum up knowledge is formed. Through limited knowledge learning, the ability of lifelong learning is formed.

Key words: engineering cost software; teaching reform; learning ability

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.9 Vol.35, Sep., 2016

- Diversity Analysis of Biochemical Components in Autumn Shoots of 26 Wuyi Mingcong Tea Plant
Germplasm Resources ZHANG Jianming(1)
- Analysis on the Impact on the Leaching of Chemical Components in Souchong Black Tea under Different
Brewing Temperature LU Li, LI Yuan(8)
- Investigation on the Content of Rare Earth in Tea from Some Markets in China ZHAO Feng(12)
- On the Brand Development of Fujian Tea Geographical Indications
..... LI Yurong, XIE Xiangying, YANG SHAN, ZHENG Xiaoqing, LIANG Jing(16)
- Study on Properties of PVA Film Plasticized with Mixture of Urea/ Magnesium Nitrate
..... JIAN Shaoju, YANG Weisen, LIN Weisheng(21)
- An Effect on the Adventitious Root Growth and Secondary Metabolite Content of *Tripterygium Wilfordii* for
the Sucrose Toner HUANG Shuyan, ZHENG Yushan(25)
- Effects of Different Storage Temperatures on Nutrient Components of Extreme Late-maturing *Castanea henryi*
..... LIN Yuan, ZHANG Jing, ZHENG Yijun (29)
- Photocatalytic Degradation of Formaldehyde by Composite Materials of TiO₂ Loaded 13X Molecular Sieves
..... YANG Zitao, WANG Zhitao, Wu Fangdi(34)
- Existence of Global Solutions Stochastic Prey-Predator System with Hassell-Varley Type Functional Response
..... YE Lixia, LAN Dexin(38)
- Simple Household Multi-path Remote Control CHEN Shilong, ZHANG Xinhua(42)
- Research on Filter Algorithm Based on the Improved Adaptive Median CHEN Liang, ZHUO Kanghua(46)
- The Application of DCE-MRI Analysis and Assistance for Detection of Breast Cancer HONG Rongrong(50)
- Test Study on the Properties of Sewage Sludge Solidified by Waste Incineration Bottom Ash and Lime
..... CUI Guangqiang, SUN Jiaguo(57)
- The Summarize on Application of Semiflexible Pavement in Municipal Road HUANG Jinlong(61)
- Application of the Column-anchor Cable to Retaining Wall Reinforcement in Zhang-long Railway
..... LI Chang, LEI Nengzhong, ZHOU Qin(66)
- Introduction to Miscellaneous Fill Thick Soil Pile Foundation Type Selection YANG Chunsen(69)
- Simulation of Pure Premium of Carlo Monte Based on AR (1) Mode GUAN Qingyuan, HONG Mengyin (73)
- Investigation and Research on the Current Situation of Physical Education in Colleges in Fujian
..... LIN Jun, XIAO Ronghui, HUANG Hui(77)
- Research on Public Physical Education Teachers' Professional Identity CHEN Jinxia(83)
- Construction of Practice Teaching System in Chemical Engineering and Technology Based on CDIO Idea
..... CHEN Peizhen, LIU Junshao, FAN Rongyu(86)
- Study on Reformation of Serving Local Practical Talents Training of Food Technique Experiment
——Taking Wuyi University as a example XU Yuan(91)
- An Analysis on the Current State of Undergraduate Graduation Practice and Proposals of Polymer Material
and Engineering LIU Ruilai, ZHAO Jinyun, GUO Shaoying(95)
- Research on Practical Teaching System of Application-oriented and Innovative IOT Talents Cultivation
..... YU Wensen, GUO Lei(99)
- Discussion on the Application of VRML Virtual Experiment Technology in Modern Educational Technology Course
..... MA Aman(104)
- Research on Teaching Reform of The Engineering Cost Software HUANG Zhangping, CHEN Jian(107)