

目次

多项时间-空间分数阶微分方程的 PIM 求解
..... 危国华 (1)

矩阵的三种等价关系及其分类
..... 黄述亮 (7)

北斗夏茶的适制性研究
..... 李远华, 王 艳, 陈雪津 (10)

武夷岩茶茶树花黄酒酿制工艺研究
..... 杨宇华, 张 静, 郑宝东, 李大婷, 王飞权 (18)

寒兰菌根的显微结构与菌根真菌的分离
..... 李国平, 杨鹭生, 李 娟 (23)

促进桉树焦枯病菌大量产孢的方法
..... 郭朦朦, 丁奕, 杨泽慧, 张清华, 冯丽贞, 宋漳 (29)

福建自贸区背景下体育旅游经济链建构策略研究
——以福建自贸区的福州、平潭、厦门等三个片区为例
..... 李加鹏, 陈海春 (34)

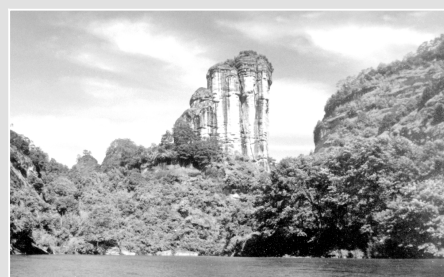
WebService 技术在古树名木电子导游系统开发中的应用
..... 林志鹏 (41)

福建省农民消费需求与农村金融发展关系动态研究
..... 刘思迪 (47)

校园网中基于一种并发闭环排队信息算法的 DHCP IP
分配方法 余 建, 刘孙发 (53)

U-RT 和 UJI 两种图书馆机器人系统运行方式对比研究
..... 庄新辉 (58)

武夷学院学报



国际标准刊号: ISSN 1674-2109

国内统一刊号: CN 35-1293/G4

第 37 卷 总第 161 期

2018 年 第 3 期(月刊)

编辑委员会

顾 问: 付贤智 黄汉升
兰思仁 杨江帆
李宝银

主 任: 吴承祯

副 主 任: 刘用麟 (常务)

编 委: (以姓氏笔画为序)

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

编辑部

主 编: 吴承祯

副 主 编: 刘用麟 (常务)
沈慧芳

责任编辑: 陈 果 叶丽娜
华伟平 陈 虹
白 琳 冯起国
夏婷婷 苏娟娟

英文审译: 魏景春

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

目次
CONTENTS

闽北湿地松材积生长率表的研制 倪伟星 (63)

永安市森林健康评价研究
..... 常 贇, 陈昌雄, 罗洁明 (69)

基于 AHP-风险矩阵法的绿色建筑施工阶段风险评价
..... 刘 进 (74)

BIM 技术在《建筑构造与识图》课程教学中的应用
..... 高婷婷 (78)

福建省第十届大学生结构设计竞赛赛后分析及研究
..... 范卫琴, 曾武华, 张红章 (82)

地方本科院校生物工程专业应用型人才培养模式构建
..... 贾小丽, 张传海, 胡永乐 (87)

食品机械工程制图与 CAD 课程教学改革探讨
..... 韩方凯, 张东京, 翟科峰, 王世雄, 徐礼生, 张兴桃, 高贵珍 (91)

《食品化学实验》课程的改革成效与建议
..... 张婷婷 (95)

应用型本科物联网导论课程教学改革与实践
..... 潘俊虹, 余文森 (98)

计算机专业服务产业实践教学体系改革研究
..... 连雁平, 吴 薇, 魏 毅 (102)

翻转课堂在案例化教学中的应用
..... 蒋 艺, 江 玲, 夏婷婷 (106)

多项时间-空间分数阶微分方程的 PIM 求解

危国华

(福建广播电视大学 三明分校, 福建 三明 365000)

摘要:采用多项式基点插值(PIM)配置法求解多项时间-空间分数阶微分方程。首先进行时间离散得到半离散格式。然后,利用多项式基点插值离散空间变量得到全离散格式。最后,利用数值例子验证了数值方法的有效性。数值例子表明,无论是等距节点还是非等距节点,所提出的数值方法均能很好的近似微分方程的精确解。

关键词:时间-空间分数阶微分方程;多项式基;配置法;点插值

中图分类号: O241.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)03-0001-06

近年来研究者们发现分数阶微分方程比经典的整数阶微分方程更为准确的描述现实生活中的各种现象,尤其分数阶扩散方程已被广泛用来描述特征方差尺度为时间的幂次的反常扩散过程。随后学者们讨论分数阶微分方程的数值解法^[1-9]。本文尝试采用差分/多项式基点插值配置法处理多项时间-空间分数阶微分方程,提出半离散格式以及全离散格式,并通过数值例子验证方法的有效性。

讨论如下多项的时间-空间分数阶微分方程:

$$\sum_{l=1}^k d_l {}^C D_t^{\gamma_l} u(x,t) = \kappa_\beta {}^R D_x^\beta u(x,t) - \kappa_1 \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} + \kappa_0 u(x,t) + f(x,t), x \in [a, b], 0 < t \leq T \quad (1)$$

带有初边值条件:

$$u(a,t) = 0, u(b,t) = \varphi(t), 0 < t \leq T \quad (2)$$

$$u(x,0) = \psi(x), a \leq x \leq b \quad (3)$$

其中 $d_1, d_2, \dots, d_k, \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k, \kappa_\beta, \kappa_0, \kappa_1$ 都是非负常数,且 $0 < \gamma_1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_k = 1$, ${}^C D_t^{\gamma_l} u(x,t)$ 表示函数 $u(x,t)$ 对时间变量 t 的 γ_l 阶 Caputo 分数阶导数^[10],即

$${}^C D_t^{\gamma_l} u(x,t) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(1-\gamma_l)} \int_0^t \frac{1}{(t-\eta)^{\gamma_l}} \frac{\partial u(x,\eta)}{\partial \eta} d\eta, 0 < \gamma_l < 1 \\ \frac{\partial u(x,t)}{\partial t}, \gamma_l = 1 \end{cases}, l=1,2,\dots,k$$

${}^R D_x^\beta u(x,t)$ 表示函数 $u(x,t)$ 对空间变量 x 的 β ($1 < \beta < 2$) 阶 Riemann-Liouville 分数阶导数^[10],即

$${}^R D_x^\beta u(x,t) = \frac{1}{\Gamma(2-\beta)} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \int_a^x \frac{u(\xi,t)}{\Gamma(x-\xi)^{\beta-1}} d\xi$$

这里 $\Gamma(\cdot)$ 为伽马函数。

本文假设时间-空间分数阶微分方程(1-3)的解 $u(x, \cdot) \in C^2[0, T]$ 。

1 离散格式

1.1 半离散格式

首先离散时间变量,令 $t_n = n\tau, n=0, 1, \dots, N, \tau=T/N$, 其中 τ 为时间步长。

对于 $0 < \gamma < 1$, 引入记号 $b_j^{(\gamma)} = (j+1)^{1-\gamma} - j^{1-\gamma}, j=0, 1, 2, \dots$, 在 $t=t_{n+1}$ 时间点离散各项,利用^[3]

$${}^C D_t^\gamma u(x, t_{n+1}) = \frac{1}{\tau^\gamma \Gamma(2-\gamma)} \sum_{j=0}^n b_j^{(\gamma)} [u(x, t_{n+1-j}) - u(x, t_{n-j})] + O(\tau^{2-\gamma})$$

得到下面格式:

收稿日期:2017-10-21

作者简介:危国华(1960-),男,汉族,讲师,主要从事微分方程数值解的研究。

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l}{\tau \Gamma(2-\gamma_l)} \sum_{j=0}^n b_j^{(\gamma_l)} [u(x, t_{n+1-j}) - u(x, t_{n-j})] + \\ & \frac{d_k}{\tau} [u(x, t_{n+1}) - u(x, t_n)] \\ = & \kappa_\beta {}^R D_x^\beta u(x, t) - \kappa_1 \frac{\partial u(x, t_{n+1})}{\partial x} + \kappa_0 u(x, t_{n+1}) + f(x, t_{n+1}) + R_{n+1}(x) \end{aligned} \quad (4)$$

其中

$$b_j^{(\gamma_l)} = (j+1)^{1-\gamma_l} - j^{1-\gamma_l}, \quad j=0, 1, \dots, N \quad (5)$$

以及

$$|R_{n+1}(x)| \leq C\tau \quad (6)$$

其中 C 为正的常数。

经整理, (4)式可改写为

$$\begin{aligned} & [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)} - \kappa_0 \tau] u(x, t_{n+1}) - \kappa_\beta \tau {}^R D_x^\beta u(x, t_{n+1}) + \\ & \kappa_1 \tau \frac{\partial u(x, t_{n+1})}{\partial x} \\ = & [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)}] u(x, t_n) + \tau f(x, t_{n+1}) + \tau R_{n+1}(x) \end{aligned} \quad (7)$$

令 $u^n = u^n(x)$ 为 $u(x, t_n)$ 的数值近似, $f^n = f^n(x)$ 表示 $f(x, t_n)$, 略去误差项 $\tau R_{n+1}(x)$, 可得到半离散格式:

$$\begin{aligned} & [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)} - \kappa_0 \tau] u^{n+1} - \kappa_\beta \tau {}^R D_x^\beta u^{n+1} + \kappa_1 \tau \frac{\partial u^{n+1}}{\partial x} \\ = & [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)}] u^n + \tau f^{n+1} \end{aligned} \quad (8)$$

1.2 多项式点插值

接下来介绍本文用到的离散空间变量的多项式点插值。

首先, 在问题域 $[a, b]$ 内生成场节点, 节点可以随机生成, 也可以人工加入节点。设有内部节点 x_1, x_2, \dots, x_{M-1} , 和边界节点 x_0, x_M 。

对每一个场节点, 都做一个包含该节点的支持域, 在实际计算中, 一般取节点平均间距的二到三倍大小^[1]。

设第 i 个节点 x_i 的支持域为 Ω_i , 支持域 Ω_i 内包含 m_i 个节点 $x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_{m_i}}$ 。为书写方便起见, 记 $D_i = \{i_1, i_2, \dots, i_{m_i}\}$, 这就意味着, 当 $l \in D_i$ 时, $x_l \in \Omega_i$ 。

接下来, 在节点的支持域内对函数 $u(x)$ 利用基函

数进行逼近。为了描述方便, 假设计算点的支持域内包含 m 个场节点 x_1, x_2, \dots, x_m , 连续函数 $u(x)$ 可以近似表示为:

$$\bar{u}(x) = \sum_{j=1}^m a_j p_j(x) = [p_1(x) p_2(x) \cdots p_m(x)] \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{bmatrix} = \mathbf{P}^T(x) \mathbf{a} \quad (9)$$

其中 $p_j(x)$ 为空间坐标变量的单项式, 被称为多项式基, m 是多项式基的个数, $\mathbf{a} = [a_1, a_2, \dots, a_m]^T$, a_j 为待定常数。一般地, 可取一维的 $m-1$ 次完备多项式为

$$\mathbf{P}^T(x) = [1 \ x \ x^2 \ \cdots \ x^{m-1}] \quad (10)$$

为了确定待定系数 $a_j (j=1, 2, \dots, m)$, 令 $\bar{\mathbf{u}}(x_i) = \mathbf{u}(x_i)$ ($i=1, 2, \dots, m$), 即

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m a_j p_j(x_1) &= a_1 + a_2 x_1 + a_1 x_1^2 + \cdots + a_m x_1^{m-1} = \mathbf{u}(x_1) \\ \sum_{j=1}^m a_j p_j(x_2) &= a_1 + a_2 x_2 + a_1 x_2^2 + \cdots + a_m x_2^{m-1} = \mathbf{u}(x_2) \\ &\vdots \\ \sum_{j=1}^m a_j p_j(x_m) &= a_1 + a_2 x_m + a_1 x_m^2 + \cdots + a_m x_m^{m-1} = \mathbf{u}(x_m) \end{aligned}$$

写成矩阵形式为

$$\mathbf{U}_s = \mathbf{P}_m \mathbf{a} \quad (11)$$

其中 $\mathbf{U}_s = [u(x_1) \ u(x_2) \ \cdots \ u(x_m)]$ 是节点上的函数值向量, 以及

$$\mathbf{P}_m = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & \cdots & x_1^{m-1} \\ 1 & x_2 & x_2^2 & \cdots & x_2^{m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_m & x_m^2 & \cdots & x_m^{m-1} \end{bmatrix}$$

由于 x_1, x_2, \dots, x_m 互不相等, 则矩阵 \mathbf{P}_m 是 m 阶可逆方阵。由(11), 有:

$$\mathbf{a} = \mathbf{P}_m^{-1} \mathbf{U}_s \quad (12)$$

将(12)代入(9), 可得

$$\bar{\mathbf{u}}(x) = \mathbf{P}^T(x) \mathbf{P}_m^{-1} \mathbf{U}_s = \sum_{i=1}^m \boldsymbol{\phi}_i(x) \mathbf{u}(x_i) = \boldsymbol{\Phi}^T(x) \mathbf{U}_s$$

其中 $\boldsymbol{\Phi}^T(x)$ 是形函数向量, 其定义为

$$\boldsymbol{\Phi}^T(x) = \mathbf{P}^T(x) \mathbf{P}_m^{-1} = [\boldsymbol{\phi}_1(x) \ \boldsymbol{\phi}_2(x) \ \cdots \ \boldsymbol{\phi}_m(x)] \quad (13)$$

容易得到,形函数向量 $\Phi^T(x)$ 的 k 阶(k 为正整数)导数为

$$\frac{d^k}{dx^k} \Phi^T(x) = \begin{bmatrix} \phi_1^{(k)}(x) \\ \phi_2^{(k)}(x) \\ \vdots \\ \phi_m^{(k)}(x) \end{bmatrix} = [P^k(x)]^T P_m^{-1},$$

形函数向量 $\Phi^T(x)$ 的 β 阶 (β 为正实数)左侧 Riemann-Liouville 导数为:

$${}_a^R D_x^\beta \Phi(x) = \begin{bmatrix} {}_a^R D_x^\beta \phi_1(x) \\ {}_a^R D_x^\beta \phi_2(x) \\ \vdots \\ {}_a^R D_x^\beta \phi_m(x) \end{bmatrix} = {}_a^R D_x^\beta P^T(x) P_m^{-1}.$$

于是,我们有

$$\frac{d^k}{dx^k} u(x) = \sum_{i=1}^n \phi_i^k(x) u(x_i),$$

$${}_a^R D_x^\beta u(x) = \sum_{i=1}^n {}_a^R D_x^\beta \phi_i(x) u(x_i).$$

1.3 全离散格式

接下来,我们将对方程(8)进行空间离散。

考虑内部节点 $x_i(i=1,2,\dots,m)$, 每个节点 x_i 对应的支持域为 Ω_i , 支持域 Ω_i 内包含 m_i 个节点 $x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_{m_i}}$, $D_i = \{i_1, i_2, \dots, i_{m_i}\}$ 。

为方便起见,记 $u_{i,m}^n = u^n(x_i)$, 假设方程(8)的近似解为

$$\bar{u}^n(x) = \sum_{j \in D_i} u_j^n \phi_j(x), x \in \Omega_i.$$

将该式代入方程(8), 并令 $x=x_i$, 于是, 可得

$$\begin{aligned} & [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)} - \kappa_0 \tau] \sum_{j \in D_i} u_j^{n+1} \phi_j(x_i) - \kappa_\beta \tau \sum_{j \in D_i} u_j^{n+1} {}_a^R D_x^\beta \phi_j(x_i) + \\ & \kappa_1 \tau \sum_{j \in D_i} u_j^{n+1} \phi_j'(x_i) \\ & = [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)}] \sum_{j \in D_i} u_j^n \phi_j(x_i) + \tau f_i^{n+1}. \end{aligned}$$

注意到 $\phi_j(x_i) = \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & j=i \\ 0, & j \neq i \end{cases}$, 因此, 我们得到每一个时

间层 $t=t_{n+1}$ 上的全离散格式

$$\begin{aligned} & [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)} - \kappa_0 \tau] u_i^{n+1} - \kappa_\beta \tau \sum_{j \in D_i} u_j^{n+1} {}_a^R D_x^\beta \phi_j(x_i) + \kappa_1 \tau \sum_{j \in D_i} u_j^{n+1} \\ & \phi_j'(x_i) \\ & = [d_k + \sum_{l=1}^{k-1} \frac{d_l \tau^{1-\gamma_l}}{\Gamma(2-\gamma_l)}] u_i^n + \tau f_i^{n+1}, i=1,2,\dots,M-1 \end{aligned} \quad (14)$$

边界条件为

$$u_0^{n+1} = 0, u_M^{n+1} = \varphi(t_{n+1}).$$

由幂函数的分数阶导数公式[10]:

$${}_a^R D_x^\beta (x-a)^\gamma = \frac{\Gamma(\gamma+1)}{\Gamma(\gamma-a+1)} (x-a)^{\gamma-a}, (\theta \leq m \leq a < m+1, \gamma > m),$$

得到(14)式中形函数 $\phi_j(x)(j=1,2,\dots,n)$ 在 x_i 的分数阶导数表达式为:

$$\begin{bmatrix} {}_a^R D_x^\alpha \phi_1(x_i) \\ {}_a^R D_x^\alpha \phi_2(x_i) \\ \vdots \\ {}_a^R D_x^\alpha \phi_n(x_i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(x_i-a)^{-a}}{\Gamma(1-a)} & \frac{(x_i-a)^{1-a}}{\Gamma(2-a)} & \dots & \frac{(x_i-a)^{k-a}}{\Gamma(k+1-a)} \end{bmatrix} P_{i,m}^{-1}$$

$k=n-1$

其中 $P_{i,m}$ 为节点 x_i 的支持域 $\{x_l, l=i_1, i_2, \dots, i_n\}$ 形成的方阵,

$$P_{i,m} = \begin{bmatrix} 1 & x_{i_1} & x_{i_1}^2 & \dots & x_{i_1}^k \\ 1 & x_{i_2} & x_{i_2}^2 & \dots & x_{i_2}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{i_n} & x_{i_n}^2 & \dots & x_{i_n}^k \end{bmatrix}$$

2 数值结果

为了避免在计算中产生 Runge 现象, 在构造场节点时选择 6 个临近节点作为局部支持域时 $k=5$, 此时, 基函数为 5 次完备多项式基。

例 1 考虑下列方程:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + {}_0^C D_t^\gamma u(x,t) = {}_0^R D_x^\beta u(x,t) + f(x,t), x \in [0, 1],$$

$0 < t \leq 1$

带有边值条件

$$u(0,t)=0, u(1,t)=t^2, t \in (0,1],$$

以及初始条件:

$$u(x,0)=0, x \in [0,1],$$

其中 $f(x,t) = \left[2t + \frac{2t^{1.2}}{\Gamma(2.2)} \right] x^2 - \frac{2t^2 x^{0.1}}{\Gamma(1.1)}$, $\gamma=0.8, \beta=1.9$ 。

该方程的精确解为 $u(x,t)=x^2 t^2$ 。

首先,将问题域[0,1]用规则节点 $x_i=ih (i=0,1,2, \dots, 100)$ 划分,采用全离散格式(14) 进行求解(计算中取 $m=5$),从图 1 看出,精确解和数值解吻合得很好。

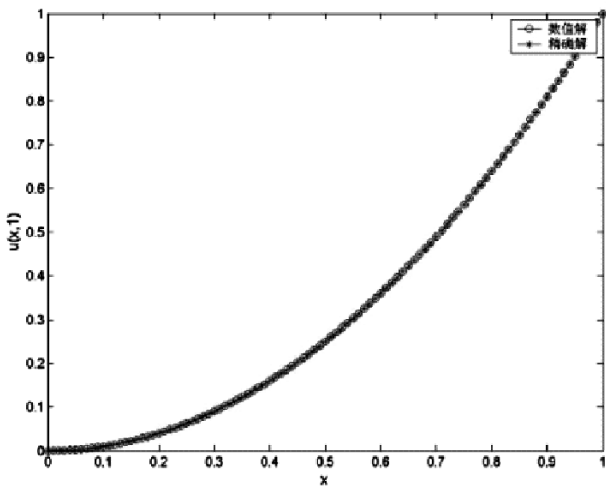


图 1 规则点划分的数值解与精确解

Figure 1 Numerical and exact solutions for regular distributed nodes

表 1 中列出时间步长变化时,数值解与精确解的误差以及误差阶。

表 1 采用规则点划分求解的数值解与精确解的误差以及误差阶

Table 1 Error of the numerical and exact solutions for regular distributed nodes

τ	ϵ_2	Order ₂	ϵ_∞	order _{∞}
1/10	1.113 6×10 ⁻²	--	7.321 2×10 ⁻³	--
1/20	5.380 3×10 ⁻³	1.049 5	3.535 7×10 ⁻³	1.050 1
1/40	2.599 7×10 ⁻³	1.049 4	1.708 3×10 ⁻³	1.049 5
1/80	1.259 6×10 ⁻³	1.045 4	8.278 7×10 ⁻⁴	1.045 1
1/160	6.131 1×10 ⁻⁴	1.038 7	4.031 9×10 ⁻⁴	1.037 9

接下来将问题域用不规则节点划分,采用全离散格式(14) 进行求解。图 2 给出此时精确解与数值解。

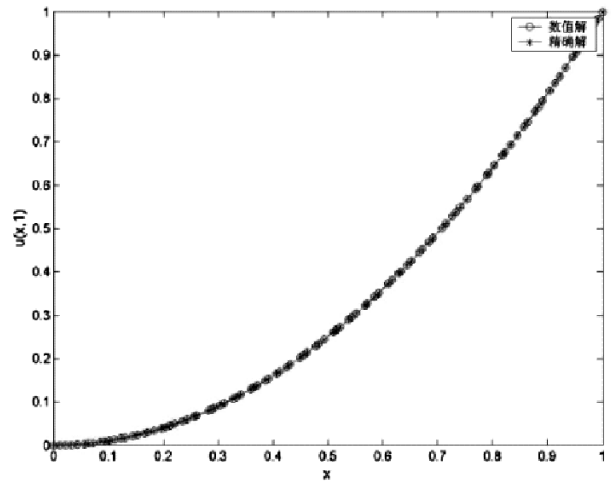


图 2 不规则点划分的数值解与精确解

Figure 2 Numerical and exact solutions for irregular distributed nodes

表 2 列出针对不规则点划分空间变量,时间步长变化时,数值解与精确解的误差以及误差阶。由此看出,本节提出的数值方法仍然适用于不规则点划分。

表 2 采用不规则点划分求得的数值解与精确解的误差以及误差阶

Table 2 Error of the numerical and exact solutions for irregular distributed nodes

T	ϵ_2	Order ₂	ϵ_∞	order _{∞}
1/10	1.125 6×10 ⁻²	--	7.319 9×10 ⁻³	--
1/20	5.435 6×10 ⁻³	1.050 2	3.533 2×10 ⁻³	1.050 9
1/40	2.623 7×10 ⁻³	1.050 8	1.705 1×10 ⁻³	1.051 1
1/80	1.268 6×10 ⁻³	1.048 4	8.243 1×10 ⁻⁴	1.048 6
1/160	6.148 4×10 ⁻⁴	1.045 0	3.994 7×10 ⁻⁴	1.045 1

例 2 考虑下列时间-空间分数阶微分方程

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + C_0 D_t^{\gamma_1} u(x,t) + C_0 D_t^{\gamma_2} u(x,t) = {}^R D_x^\beta u(x,t) - \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} + u(x,t) + f(x,t), x \in [0,1], 0 < t \leq 1$$

带有边值条件

$$u(0,t)=0, u(1,t)=t^2, t \in (0,1],$$

以及初始条件

$$u(x,0)=0, x \in [0,1],$$

其中 $\gamma_1=0.9, \gamma_2=0.6, \beta=1.8$, 且

$$f(x,t) = \left[2t + \frac{2t^{1.1}}{\Gamma(2.1)} + \frac{2t^{1.4}}{\Gamma(2.4)} \right] x^2(1-x)^2 - t^2 \left[\frac{2x^{0.2}(1-x)^2}{\Gamma(1.2)} - \frac{72x^{1.2}(1-x)}{\Gamma(2.2)} + \frac{288x^{2.2}}{\Gamma(3.2)} + 2x(1-x)^2 - 2x^2(1-x) - x^2(1-x)^2 \right],$$

该问题的精确解为 $u(x,t) = t^2 x^2(1-x)^2$ 。

同样,将问题域[0, 1]分别用等距节点划分以及非等距节点划分,采用全离散格式(14) 进行求解。从图 3 和 4 看出,无论是规则点,还是不等距节点,精确解和数值解吻合得很好。

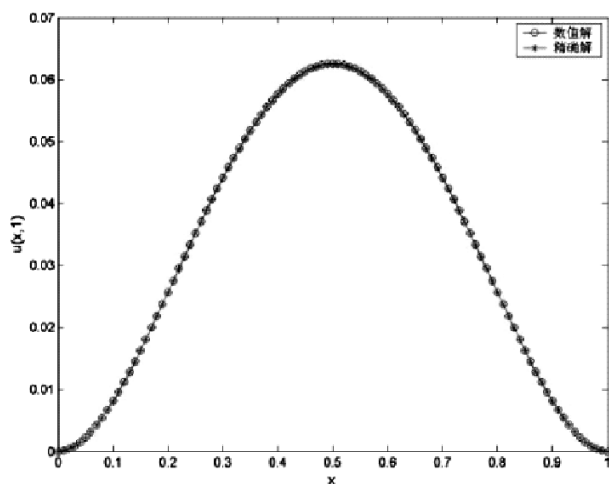


图 3 规则点划分时的数值解与精确解
Figure 3 Numerical and exact solutions for regular distributed nodes

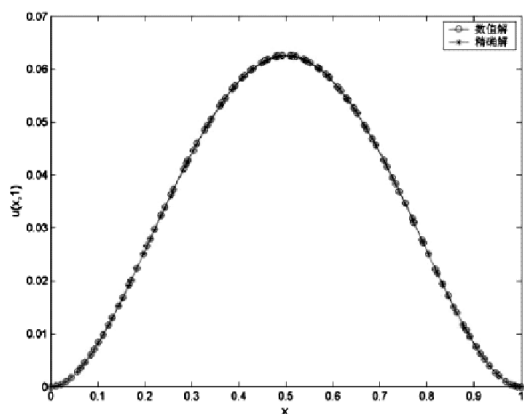


图 4 非等距节点划分时的数值解与精确解
Figure 4 Numerical and exact solutions for irregular distributed nodes

表 3 和 4 中给出规则点和不规则点划分空间变量,时间步长变化时的误差以及误差阶。

表 3 规则点划分时求得的数值解与精确解的误差以及误差阶

Table 3 Error of the numerical and exact solutions for regular distributed nodes

τ	ϵ_2	Order ₂	ϵ_∞	order _{∞}
1/10	2.196 8×10 ⁻²	--	1.252 4×10 ⁻³	--
1/20	1.054 1×10 ⁻²	1.059 4	6.008 5×10 ⁻⁴	1.059 7
1/40	5.056 7×10 ⁻³	1.059 7	2.882 3×10 ⁻⁴	1.059 8
1/80	2.431 2×10 ⁻³	1.056 5	1.385 7×10 ⁻⁴	1.056 6
1/160	1.172 3×10 ⁻³	1.052 3	6.681 7×10 ⁻⁵	1.052 3

表 4 非等距节点划分时求得的数值解与精确解的误差以及误差阶

Table 4 Error of the numerical and exact solutions for irregular distributed nodes

τ	ϵ_2	Order ₂	ϵ_∞	order _{∞}
1/10	2.192 8×10 ⁻²	--	1.250 5×10 ⁻³	--
1/20	1.052 4×10 ⁻²	1.059 1	6.000 0×10 ⁻⁴	1.059 4
1/40	5.051 4×10 ⁻³	1.058 9	2.879 4×10 ⁻⁴	1.059 2
1/80	2.431 3×10 ⁻³	1.054 9	1.385 6×10 ⁻⁴	1.055 3
1/160	1.175 0×10 ⁻³	1.049 0	6.693 5×10 ⁻⁵	1.049 6

参考文献:

- [1] DENTZ M, BERKOWIZ B. Transport behavior of a passive solute in continuous time random walks and multirate mass transfer[J]. Water Resources Research, 2003, 39 (5):1111-1130.
- [2] HARVEY C, GORELICK S. M. Rate-limited mass transfer or macrodispersion: Which dominates plume evolution at the Macrodispersion Experiment (MADE) site [J]. Water Resources Research, 2000, 36(3):637-650.
- [3] SUN Z Z, WU X N. A fully discrete difference scheme for a diffusion-wave system[J]. Apply Numerical Mathematics, 2006 (56): 193 - 209.
- [4] ZHANG Y, MEERSCHAERT M M, BAEUMER B. Particle tracking for time-fractional diffusion [J]. Physical Review E, 2008(78): 036705.
- [5] MEERSCHAERT M M, ZHANG Y, BAEUMER B. Particle tracking for fractional diffusion with two time scales [J]. Computers and Mathematics with Applications, 2010 (59): 1078-1086.
- [6] ZHUANG P, LIU F, ANH V, et al. New solution and

- analytical techniques of the implicit numerical method for the anomalous subdiffusion equation[J]. Siam Journal on Numerical Analysis, 2008, 46(2):1079–1095.
- [7] LIU Q, LIU F, TURNER I, et al. Numerical simulation for the 3D seepage flow with fractional derivatives in porous media [J]. Ima Journal of Applied Mathematics, 2008, 74(2): 201–229(29).
- [8] LI C, ZENG F. Finite difference methods for fractional differential equations [J]. International Journal of Bifurcation and Chaos, 2012,22(4) :1230014.
- [9] LI C, DENG W H, SHEN X Q.Exact Solutions and Their Asymptotic Behaviors for the Averaged Generalized Fractional Elastic Models [J]. Communications in Theoretical Physics, 2014,62(4): 443–450.
- [10] PODLUBNY. Fractional differential equations[M]. Salt Lake: Academic Press, 1999.
- [11] LIU G R.Mesh free methods: moving beyond the finite element method[M]. Boca Raton: CRC Press, 2005.

(责任编辑:叶丽娜)

PIM for Solving Multi–terms Time–space Fractional Equation

WEI Guohua

(Sanming Branch, Open University of Fujian, Sanming, Fujian 365000)

Abstract: In this paper, we make the first attempt to apply polynomial basis interpolation collocation method for the multi–terms time–space fractional equation. After discretizing the time variable a semi–discrete scheme is obtained, then a full discrete scheme is proposed after discretizing the space variable. Finally, the proposed numerical method is testified by numerical results with regular nodes and irregular nodes.

Key words: time–space fractional differential equation; PIM; collocation method; point interpolation.

矩阵的三种等价关系及其分类

黄述亮

(滁州学院 数学与金融学院, 安徽 滁州 239000)

摘要: 讨论了矩阵等价、矩阵相似和矩阵合同三种等价关系, 并由此确定了矩阵在这些等价关系下的分类。此外, 举例说明了三者的区别和联系及其在证明相关问题中的应用。

关键词: 等价关系; 矩阵等价; 矩阵相似; 矩阵合同

中图分类号: O151 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2018)03-0007-03

线性代数在自然科学和社会科学的等众多领域(如计算机辅助设计、软件工程、数字信号处理等)中有着广泛的应用, 其中包含的矩阵思想和方法是处理很多数学问题的重要工具。线性代数的主要研究内容基本上可以归结为矩阵问题, 涉及到的主要运算是矩阵的初等变换。将集合按照一定的规则进行分类是集合论中的一种常用方法, 而等价关系对于集合的分类起着重要的作用。同时, 等价关系是进一步学习相关数学课程(如抽象代数)的基础, 不少学者在这方面做了探讨, 得到了很多结果^[1-5]。特别需要指出, 智婕^[6]利用非常直观的形式展示了利用等价矩阵求逆矩阵、相似矩阵求 Jordan 标准形、合同矩阵化二次型标准形时的作用。总之, 等价矩阵、相似矩阵及合同矩阵这三个概念非常重要, 在学习线性代数的过程中出现的频率很高, 并且和许多问题有内在联系。文章将深入挖掘三者之间的关系, 这将有助于加深对相关问题的理解和把握。

1 等价关系与集合的分类

在集合论中, 假设集合 $A \neq \emptyset$, 则称 $A \times A$ 的一个子集 R 为 A 的一个二元关系, 它可以用来判断集合的元素之间是否具有某种性质。特别的, 条件更强且

更重要的二元关系是所谓的等价关系, 它要求具备自反性、对称性和传递性三个条件。集合的分类是数学中一个非常重要的概念, 如果(1) $\bigcup_{i \in I} A_i = A$; (2) $i \neq j$ 蕴含 $A_i \cap A_j = \emptyset$, 那么子集族 $S = \{A_i | i \in I\}$ 称为 A 的一个分类, 其中 I 为指标集。在给定集合的一个分类后, 每一个子集 $A_i (i \in I)$ 都是 A 的一个类, 关键的一个问题就是类中代表元的选择。事实上, 类里的任意一个元素都可以充当代表元, 而且同一类中的不同代表元有相同的属性, 具体问题中往往选择结构最简单的元素作为代表元。

众所周知, 集合的分类和集合上的等价关系之间有内在联系, 有下面的结果:

定理 1.1^[7] 给定集合 A 的一个分类: $S = \{A_i | i \in I\}$, 规定 $aRb \Leftrightarrow a, b$ 在同一个类, 则 R 是 A 上的一个等价关系。

定理 1.2^[7] 设 R 是 A 上的一个等价关系, 令 $[a] = \{x | xRa, x \in A\}$, 其中 $a \in A$, 则 $S = \{[a] | a \in A\}$ 就给出集合 A 的一个分类。

2 矩阵间的三种等价关系与分类

考虑某个数域 F 上全体 n 阶方阵组成的集合 $M_n(F)$, 对于 $A, B \in M_n(F)$, 按照下面方式规定二元关系:

R_1 (矩阵的等价): $AR_1B \Leftrightarrow B = PAQ$;

R_2 (矩阵的相似): $AR_2B \Leftrightarrow B = P^{-1}AP$;

R_3 (矩阵的合同): $AR_3B \Leftrightarrow B = P^TAP$,

这里 P, Q 是可逆矩阵。

收稿日期: 2017-11-01

基金项目: 安徽省省级大学数学教学团队(2014jxtd040);
安徽省省级教学研究重点项目(2016jyxm0724)。

作者简介: 黄述亮(1981-), 男, 汉族, 副教授, 主要从事代数学的研究。

经过验证发现,上面给出的三个二元关系都是等价关系,因此可以对全体矩阵进行分类。

首先,从矩阵等价的概念中可以直接看出,等价的矩阵必然同秩,反之也成立。于是,在矩阵等价意义下,按照矩阵秩的大小,全体 n 阶矩阵 $M_n(F)$ 可以被分成 $n+1$ 个互不相交的子集的并集:

$$M_n(F) = S_0 \cup S_1 \cup \dots \cup S_n, \text{ 其中 } S_r = \{A \in M_n(F) | r(A) = r\}.$$

这样,从每个类中可以选择一个结构最简单的矩阵 $\begin{pmatrix} I_r & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} (r=0, 1, 2, \dots, n)$ 做为代表元。由此可以看出,矩阵的秩在矩阵的等价关系下是一个常量。

其次,矩阵 $A, B \in M_n(F)$ 相似需要很强的限制条件,但是可以通过它们对应的 λ 矩阵等价来刻画:两个矩阵 A 和 B 是否相似的问题就转化成为验证是否有相同的不变因子。用抽象的线性空间(或者说线性变换)的语言来说就是:同一个线性变换在空间中两组不同基下对应的矩阵相似。显而易见,按照矩阵的相似关系可以把全体 n 阶复矩阵进行分类,总共有无穷多个等价类。这里指出,不变因子组在矩阵相似下是一个不变量。

最后,对于矩阵之间的合同,可以分成实数域和复数域两种情形来考虑。如果在复数域上讨论矩阵的分类,显然两个矩阵合同等价于它们有相同的秩,从而分类和矩阵等价的分类一致。如果在实数域上讨论该问题,可以按照矩阵的秩 r 和正惯性指数 p 两个指标来分类:

$$\text{令 } S_{ij} = \{A \in M_n(F) | r(A) = i, p = j, i \geq j, i = 1, 2, \dots, n\}, \text{ 则}$$

当 $r=0$ 时, $p=0$, 共 1 类;

当 $r=1$ 时, $p=0, 1$, 共 2 类,以此类推,

当 $r=n$ 时, $p=0, 1, 2, \dots, n$, 共有 $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ 类。

此时,全体实 n 阶矩阵分类如下:

$$M_n(F) = S_{00} \cup S_{10} \cup S_{11} \cup \dots \cup S_{n0} \cup S_{n1} \cup \dots \cup S_{nn}.$$

由此可以看出,矩阵在合同下的不变量有两个,我们可以选择秩 r 、正惯性指数 p 、负惯性指数 q 和符号差 $p-q$ 中的任意两个指标对全体实矩阵进行分类。

3 三者之间的关系

从上面的定义中可以看出,等价矩阵、合同矩阵、相似矩阵都可以保持矩阵的可逆性不变,并且它们之

间具有一定的区别和联系。显然,矩阵的合同与相似是矩阵等价的特殊情形:假如两个矩阵合同或者相似,那么一定等价,反之不然;矩阵的等价在上述三个关系中条件最弱;矩阵的相似和合同之间没有必然的联系,但是当定义中出现的可逆矩阵恰好是一个正交矩阵时,矩阵的相似和合同就变成了同一个概念。借助于初等矩阵,上面三种关系可以描述如下:

A 与 B 等价, 则有初等矩阵 $P_1, P_2, \dots, P_s, Q_1, Q_2, \dots, Q_t$ 使 $B = P_s P_{s-1} \dots P_1 A Q_1 Q_2 \dots Q_t$, 根据初等矩阵和初等变换的对应定理^[9], 上式表明对矩阵 A 做若干次初等行变换和列变换,而对于变换的方式没有任何要求。

A 与 B 相似, 则有初等矩阵 P_1, P_2, \dots, P_s 使 $B = P_s P_{s-1} \dots P_1 A P_1^{-1} P_2^{-1} \dots P_s^{-1}$, 这要求对矩阵做行列变换的次数相同,而且变换方式是同种类型。

A 与 B 合同, 即有初等矩阵 P_1, P_2, \dots, P_s 使得 $B = P_s P_{s-1} \dots P_1 A P_1^T P_2^T \dots P_s^T$, 这说明对矩阵做行和列变换时要求同步进行,即做一次行变换后必须对列进行对应的列变换。

由此得到一个结论,上面关于矩阵的三个关系本质上都是矩阵之间的初等变换,只是变换的方式有些不同。此外,三者之间的关系可以用数学中著名的 Venn 图描绘如下:

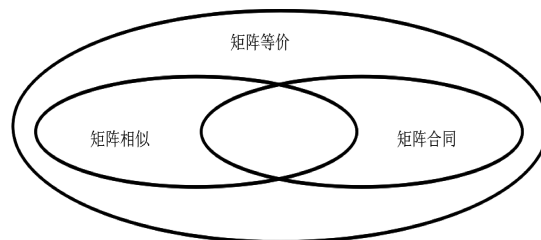


图 1 矩阵合同、相似、等价三者之间关系图

Figure 1 Relationship between matrix contract, similarity and equivalence

下面是几个概念之间不能互推时的一些反例。

例 3.1 设 $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, P = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ 则 $B = P^T A P$, 因此 A 与 B 合同, 显而易见, $Tr(A) = 1+3 \neq 1+2 = Tr(B)$, 从而 A 与 B 不相似。

例 3.2 设 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, P = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$, 则 $B = P^{-1} A P$, 即 A 与 B 相似。如果 A 与 B 合同, 则 $B = Q^T A Q$, 令 $Q = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, 得到矛盾等式: $ab = \pm \frac{1}{2}, ab = \frac{1}{4}$ 。

例 3.3 设 $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, 则 $B = A \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

这说明 A 与 B 等价。如果 A 与 B 合同, 则 $B = Q^T A Q$, 令 $Q = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, 得到矛盾关系式: $ab + cd = 0, ab + cd = 1$ 。

例 3.4 设 $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, 则 $B = A \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

则, 该式说明 A 与 B 等价。如果 A 与 B 相似, 则有可逆矩阵 Q , 使得 $B = Q^{-1} A Q = Q^{-1} E Q = E = A$, 这与题设矛盾。

4 应用举例

下面的例子表明矩阵的等价、相似和合同在证明相关问题时发挥着重要作用。

例 4.1 设 A 是 $m \times s$ 矩阵, B 是 $s \times n$ 矩阵, 证明 $r(AB) \geq r(A) + r(B) - s$ 。

证明: 令 $r(A) = p, r(B) = q$, 则有可逆矩阵 P_1, P_2 ,

Q_1, Q_2 使得 $A = P_1 \begin{pmatrix} E_p & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} Q_1, B = P_2 \begin{pmatrix} E_q & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} Q_2$, 从而

$AB = P_1 \begin{pmatrix} E_p & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} Q_1 P_2 \begin{pmatrix} E_q & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} Q_2$ 。令 $C = Q_1 P_2 = \begin{pmatrix} C_1 & C_2 \\ C_3 & C_4 \end{pmatrix}$, 则

C 是 s 阶可逆矩阵, 于是 $AB = P_1 \begin{pmatrix} C_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} Q_2$ 。由于矩阵

P_1 和 Q_2 均可逆, 故 AB 与 $\begin{pmatrix} C_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ 等价, 必然同秩。经

过比较可以看出, 矩阵 C_1 是从矩阵 C 中去掉 $s-p$ 个行和 $s-q$ 个列得到, 于是 $r(AB) = r(C_1) \geq s - (s-p) - (s-q) = p + q - s$ 。

例 4.2 设 A 和 B 为 n 阶方阵, 证明: A 与 B 相似 $\Leftrightarrow A = PQ, B = QP$ 这里 P 与 Q 中至少有一个是可逆矩阵。

证明: (必要性) 如果 A 和 B 相似, 那么存在可逆矩阵 P , 满足 $B = P^{-1} A P$ 。记 $P^{-1} A = Q$, 则 $A = P Q, B = Q P$ 。

(充分性) 如果 $A = P Q, B = Q P$, 其中 P 为可逆矩阵, 那么 $Q = P^{-1} A P$, 于是 $B = P^{-1} A P$, 即 A 与 B 相似。

例 4.3 设 A 和 B 都是 n 阶实对称矩阵, 证明: 如果 A 和 B 相似, 则 A 和 B 合同。

证明: 因为 A 和 B 相似, 根据相似矩阵的性质, 它们具有相同的特征值。假设 A 和 B 的全体特征值(重根按照重数计算)分别为 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 。由于 A 和 B 都是实对称矩阵, 因此有正交矩阵 Q_1 和 Q_2 使 $Q_1^T A Q_1 = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) = Q_2^T B Q_2$, 其中 $Q_i^T = Q_i^{-1} (i=1, 2)$ 。

于是, $A = Q_1 Q_2^T B Q_2 Q_1^T = (Q_2 Q_1^T)^T B Q_2 Q_1^T = Q^T B Q$, 这里 $Q = Q_2 Q_1^T$ 是可逆矩阵, 即 A 与 B 合同。

参考文献:

- [1] 郭增晓. 用等价关系对矩阵进行分类[J]. 石家庄大学学报, 2000, 12(2): 23-24.
- [2] 谢晓华. 矩阵的等价关系与分类 [J]. 科技视界, 2014, (21): 196-196.
- [3] 王晓玲, 侯建文. 矩阵三种关系间的联系[J]. 山西农业大学学报, 2004, 24(2): 189-190.
- [4] 胡婷. 论矩阵的三种等价关系[J]. 科教导刊, 2012 (32): 255-256.
- [5] 孙晓霞. 论等价关系在线性代数学习中的重要性[J]. 教育教学论坛, 2016(5): 172-173.
- [6] 智婕. 矩阵等价、相似、合同的联系[J]. 牡丹江师范学院学报, 2011, 76(3): 76-77.
- [7] 朱平天, 李伯燕, 邹园. 近世代数[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [8] 谭玉明, 王圣祥, 黄述亮. 线性代数及其应用[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2016.

(责任编辑: 叶丽娜)

Three Equivalence Relations of Matrices and Its Classifications

HUANG Shuliang

(School of Mathematics and Finance, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000)

Abstract: In this paper, we discuss three equivalence relations concerning matrix equivalence, matrix similarity and matrix contract. Moreover, the equivalence classifications under these equivalence relations are determined. Further, some examples are given to show that the difference and connection between them and also some applications in proving related problems.

Key words: equivalence relation; matrix equivalence; matrix similarity; matrix contract

北斗夏茶的适制性研究

李远华, 王艳, 陈雪津

(武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:武夷山有丰富的地方茶树名丛,对武夷山茶产业品种结构调整具有重要意义。对北斗的夏茶适制性研究,结果显示:(1)北斗植物学性状是灌木型,中叶类,中生种,叶片水平状或稍下垂,叶形为椭圆形,叶色深绿有光泽,叶面平或微隆起,叶质厚软,叶缘平或微波。(2)北斗制绿茶干茶色泽黄绿,滋味纯和略带涩,欠鲜爽;北斗制红茶花果香浓郁持久,滋味甜醇,收敛性稍差;北斗制乌龙茶滋味较醇厚,收敛性强,汤色佳。感官审评北斗不适制绿茶,适制红茶,制乌龙茶品质最优。(3)北斗制乌龙茶水浸出物含量最高达45.51%,北斗制绿茶茶多酚含量最高达34.23%,北斗制红茶咖啡碱含量最高达3.87%,北斗制绿茶游离氨基酸含量最高达2.36%。

关键词:北斗;名丛;夏茶;适制性

中图分类号:TS272 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0010-08

武夷山是世界自然和文化双遗产地,是红茶和乌龙茶的发源地,素有茶树品种王国之称^[1]。自1982年建立了武夷山名丛观察园,先后选育了大红袍、小红袍、半天妖、白牡丹、金观音、金锁匙、石乳、天游香、月中桂、石观音、老君眉、瓜子金、金丁香、金凤凰、银凤凰、金鸡公、石乳香等十八个名丛,风格各异^[2]。原产在武夷山的肉桂,1985年通过审定成为福建省级良种,之后又有白鸡冠、北斗、金雀舌、白牡丹、玉麒麟等一批优良名丛被各茶厂栽种^[3]。金雀舌、玉麒麟、毛猴、正太阴、北斗乌龙、半天妖等名丛单丛,经过连续几年的观察审评,因为具有比较稳定优良特性和优异品质,逐步得到推广应用^[4]。但武夷名丛历经沧桑,也出现分离变异、混杂现象,部分名丛甚至退化,面临消失状态。

罗盛财^[5]认为,名丛来自武夷山菜茶,是从武夷菜茶群体中分离优良单株所得,对当地生态环境和生产

制作存在许多共性。李远华等^[6]研究了武夷单丛玉麒麟的绿茶红茶乌龙茶暑茶的适制性,相比玉麒麟单丛加工绿茶和乌龙茶,玉麒麟加工红茶品质最优,适制红茶。李远华等^[6-7]也对留兰香等武夷单丛、四大武夷名丛的植物学性状及主要的生化成分进行了分析。王飞权等^[8]对部分武夷名丛种质资源生化成分进行分析,探明武夷名丛资源生化成分的差异性和适制性,认为武夷岩茶中名丛的水浸出物及茶多酚因名丛不同、季节不同差异显著,大部分名丛适合制作乌龙茶,部分适合制作绿茶,1份适制红茶或红茶乌龙茶兼制。但是,目前武夷山的北斗名丛有岩茶产品和植物学性状介绍^[9],而还没有看到深入研究的报道。

张新富等^[10]认为,以崂山茶区黄山群体种夏暑季节茶鲜叶为原料,按照传统工艺,是能够制作出较好的红茶品质。王飞权等^[11]以武夷名丛“向天梅”夏暑茶鲜叶为原料,也生产出较好的红茶。但武夷茶区主要进行春季乌龙茶或红茶的生产,秋季有少量生产,夏暑茶基本不产,造成夏暑茶鲜叶原料的浪费。因此,利用武夷名丛北斗,研究开发夏茶原料是否适制绿茶红茶乌龙茶等茶类,提高夏暑茶资源的利用率,将是一条增加武夷茶区经济效益的重要途径,对武夷山茶产业的发展具有重要的意义。

收稿日期:2018-02-13

基金项目:福建省自然科学基金面上项目(2016J01717);

国家级大学生创新创业训练计划项目
(201610397001)。

作者简介:李远华(1963-),男,汉族,教授,主要从事茶学及生物技术研究。

1 材料与方法

1.1 材料

(1)植物学性状观察:实验于8月在武夷山群洲茶业的茶叶基地进行,选取茶叶基地种植的北斗名丛为观测对象。

(2)北斗红茶、绿茶采摘标准:8月11日采摘武夷山群洲茶业茶叶基地,一芽二叶。北斗乌龙茶的采摘标准:8月11日采摘武夷山群洲茶业茶叶基地,开面采一芽四叶。对照组:红茶对照“福云六号”8月16日采摘武夷学院茶叶基地,绿茶对照“乌牛早”8月11日采摘武夷学院茶叶基地,红绿茶对照组采摘标准均为一芽二叶。乌龙茶对照“水仙”8月24日采摘武夷山九曲山茶业茶叶基地,开面采一芽四叶。制作工艺为传统工夫红茶、烘炒结合的绿茶和传统武夷岩茶。

(3)样品处理:茶类取样各个步骤鲜叶、萎凋、做青、杀青、揉捻、发酵、干燥。除鲜叶取120 g,其余均取半成品(成品)90 g,采用蒸青固样法,再用万能粉碎机制成茶粉,密封放于冰箱冷冻层保存。

1.2 方法

(1)植物学性状分析方法

用皮尺测量茶树植株的树高和树幅,用直尺测量茶树的叶片长和宽。观察和记录该单丛的树型、树姿、叶脉对数、叶缘形状、叶色、叶尖等。

叶片大小(cm^2)=叶长(cm)×叶宽(cm)×0.7(系数)

(2)品质感官审评测定

感官审评方法:根据“茶叶感官审评方法”GB/T 23776-2009,采用加权评分法^[12]。

绿茶总得分=外形(25%)+汤色(10%)+香气(25%)+滋味(30%)+叶底(10%)

红茶总得分=外形(25%)+汤色(10%)+香气(25%)+滋味(30%)+叶底(10%)

乌龙茶总得分=外形(20%)+汤色(5%)+香气(30%)+滋味(35%)+叶底(10%)

(3)生化成分测定方法

对制茶各个步骤中提取的半成品(成品)的水浸出物、茶多酚、咖啡碱、游离氨基酸的含量进行测定,并利用 excel 2007 整理数据和作图,对实验数据进行

相关分析,显著性检验。

(1)水浸出物含量测定:采用国标 GB/T 8305—2002 全量法测定^[13]。

(2)茶多酚含量测定:采用国标 GB/T 8313—2002 酒石酸亚铁分光光度法测定^[14]。

(3)咖啡碱含量测定:采用国标 GB/T 8312—2002 紫外分光光度法测定^[15]。

(4)游离氨基酸含量测定:采用国标 GB/T 8314—2002 茚三酮法测定^[16]。

1.3 研究内容

本实验主要对在群洲茶叶基地中种植的北斗名丛进行植物学性状观察,通过测定北斗夏茶红茶、绿茶、乌龙茶在加工过程中的生化成分含量,探讨其适制性。研究过程绿茶以乌牛早为对照,红茶以福云6号为对照,乌龙茶以水仙为照。研究内容包括:(1)通过观察测量北斗的树高、树幅、叶片长和宽等,主要从树型、树姿、叶形、叶色、叶质5个方面分析。(2)测定北斗绿茶、红茶、乌龙茶在各个加工工序中的水浸出物、茶多酚、咖啡碱、游离氨基酸含量,并与其对照组的进行对比。

2 结果与分析

2.1 北斗的植物学性状观察

表1 北斗主要植物学性状

Table 1 The botany traits of Beidou

调查项目	北斗
树型	灌木型
树姿	半开展
树高(cm)	35.38
树幅(cm)	49.96
一级骨干枝数量(个)	3
一级骨干枝周长(cm)	3.85
二级骨干枝数量(个)	4
二级骨干枝周长(cm)	2.15
叶长(cm)	7.30
叶宽(cm)	3.5
叶面积(cm^2)	17.88
叶形	椭圆形
叶缘	平或微波
叶色	深绿有光泽
叶尖形状	骤尖或圆尖
叶质	厚软
叶面	微隆起,有光泽
茸毛	少
叶脉对数(对)	8
叶齿锐度	较钝
叶齿深度	深
叶齿密度	密

从上表 1 看出,北斗树型灌木型,树姿半开张,中叶类,叶形为椭圆形,叶缘平或微波,叶色深绿有光泽,叶尖骤尖或圆尖,北斗的叶质厚软,叶面微隆起、有光泽,茸毛少,叶齿锐度较钝,叶齿深、密。

2.2 北斗的感官审评

由表 2 可知,北斗制绿茶审评总分 83.65,低于其对照组乌牛早绿茶 5 分,北斗制红茶审评总分 89.35,高于福云六号红茶 0.5 分,北斗制乌龙茶审评总分 91.85,高于水仙乌龙茶 1.55 分。北斗制绿茶滋味得最低分 83,由北斗制乌龙茶的香气得分 95 最高。

由北斗和对照组的感官审评结果可知,北斗与对照组相比,红绿茶外形比对照组好,乌龙茶比对照组差。从汤色来看,北斗汤色,红茶得分 91 最高,北斗乌龙茶汤色 88 次之,北斗绿茶汤色 84 最低,北斗红茶汤色红亮有金圈,有优质红茶特有的金圈。从香气看,北斗绿茶具有炒豆香,得分 83,北斗红茶和乌龙茶具有明显的花果香。北斗乌龙茶香气得香气最高分 94,

超过水仙乌龙茶。北斗绿茶的滋味差,带苦涩,没有乌牛早绿茶的鲜爽,从滋味上看,北斗不适合用于制作绿茶,而北斗红茶 88,滋味醇甜,收敛性稍差于福云六号红茶,适制红茶,北斗乌龙茶滋味醇厚,回甘快,得分 95 高于水仙乌龙茶的 93 分。北斗绿茶叶底差于乌牛早绿茶,北斗红茶优于福云六号红茶,北斗乌龙茶最好,高于水仙乌龙茶叶底分数。

从北斗与对照组的感官审评对比中可以看出,北斗不适制绿茶,适制红茶和乌龙茶。

2.3 北斗的主要生化成分分析

通过对北斗红茶、绿茶、乌龙茶成品及加工过程中的水浸出物、茶多酚、咖啡碱、游离氨基酸的含量进行测定和分析,研究结果如下:

(1) 水浸出物含量

北斗的水浸出物含量随着茶类不同、制茶工艺不同而不同,含量在 39.35%~47.81%见上表 3,其中北斗成品茶不同茶类水浸出物含量在 38.34%~45.51%。

表 2 北斗和对照组感官审评结果

Table 2 Sensory evaluation results of Beidou and control group

样品	外形	得分	汤色	得分	香气	得分	滋味	得分	叶底	得分	总分
北斗绿茶	黄绿,重实稍紧结,有白毫	88	浅黄,较亮	84	炒豆香	83	纯和略带苦涩	80	黄绿,较软厚	85	83.65
乌牛早绿茶	黄绿,尚紧结,有白毫	86	绿黄	85	明显板栗香	91	鲜爽	90	黄绿,较柔软匀整	89	88.65
北斗红茶	乌褐,有金毫,条索重实稍紧结	88	红亮,有金圈	91	花果香显	93	醇甜	88	尚匀,较软厚	86	89.35
福云六号红茶	色泽栗红,金毫显,条索较紧结	87	红亮,有金圈	91	甜纯,持久	90	鲜甜,回甘快	90	红亮尚匀,较柔软	85	88.85
北斗乌龙茶	乌褐,条索重实尚紧结	86	橙黄,较亮	88	花果香明显	94	醇厚,收敛性强	95	较匀整,有红边	88	91.85
水仙乌龙茶	条索重实,色泽乌褐	88	橙红	83	花果香明显,持久	92	滋味醇厚,回甘明显	93	红褐,红边显,较匀整	85	90.4

表 3 北斗和对照组制茶过程水浸出物含量变化(单位:%)

Table 3 Changes of water extract content in the tea process of Beidou and control group (unit: %)

	鲜叶	萎凋	做青	杀青	揉捻	发酵	干燥
北斗绿茶	47.14	--	--	46.91	45.04	--	39.35
乌牛早绿茶	43.07	--	--	43.04	42.87	--	42.16
北斗红茶	47.14	46.24	--	--	45.86	40.42	38.34
福云六号红茶	44.91	45.00	--	--	44.06	29.10	31.12
北斗乌龙茶	46.86	47.81	44.48	42.80	42.55	--	45.51
水仙乌龙茶	47.50	45.42	43.22	42.72	39.61	--	40.95

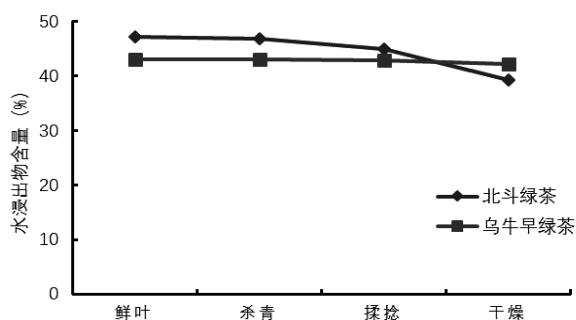


图1 北斗绿茶与乌牛早绿茶水浸出物含量变化

Figure 1 Change of water extract content in the tea process of Beidou green tea and Wuniuzao green tea

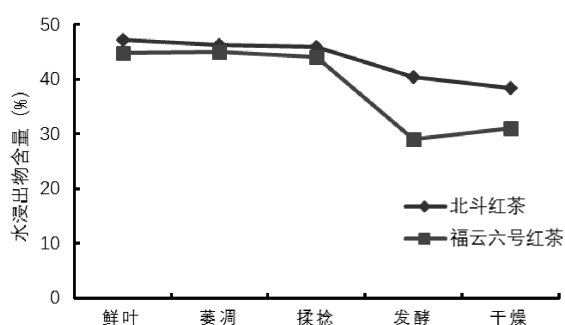


图2 北斗红茶与福云六号红茶水浸出物含量变化

Figure 2 Changes of water extract content in the tea process of Beidou black tea and Fuyun 6 # black tea

由图 1-3 可知,随着加工工艺的变化,茶叶的水浸出物总体是递减趋势,总体含量在 29.10%~47.81% 之间,其中北斗萎凋叶 47.81% 最高,以福云六号红茶发酵叶 29.10% 最低。北斗成茶水浸出物含量中,北斗绿茶水浸出物含量 39.35% 和北斗红茶水浸出物含量 38.34% 相差不多,其中北斗乌龙茶 45.51% 最高。北斗绿茶从鲜叶到成品下降 7.79%,北斗红茶下降 8.84%,北斗乌龙茶水浸出物从鲜叶到成品下降 1.36%,北斗绿茶和北斗红茶的水浸出物含量下降幅度大,北斗乌

龙茶水浸出物含量下降幅度小。

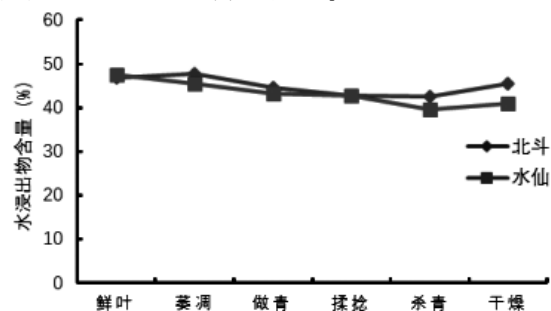


图3 北斗乌龙茶与水仙乌龙茶水浸出物含量变化

Figure 3 Changes of water extract content in the tea process of the Beidou Oolong tea and Shuixian Oolong tea

通过图 1-3 对比北斗成品茶与对照组,北斗绿茶的水浸出含量低于乌牛早绿茶 2.81%,北斗红茶的水浸出含量高于福云六号 7.22%,北斗乌龙茶的水浸出含量高于水仙 4.56%,通过以上对比可知,北斗红茶的水浸出物含量高,北斗乌龙茶水浸出物含量次之,绿茶水浸出物含量低。在制茶过程中各生化成分,水浸出物的含量随着加工工序的变化而变化,其中北斗绿茶鲜叶>杀青>揉捻>干燥,降幅最大的是揉捻和干燥,降幅为 5.68%。北斗红茶水浸出物递减变化是鲜叶>萎凋>揉捻>发酵>干燥,降幅最大的是揉捻和发酵,降幅为 5.44%。北斗乌龙茶水浸出物递减变化是萎凋>鲜叶>干燥>做青>杀青>揉捻,降幅最大的是萎凋和做青,降幅为 3.33%。

(2) 茶多酚含量

由表 4 可知,北斗的茶多酚含量随着茶类不同、制茶工艺不同而不同,含量在 22.28%~36.76%。北斗成品茶的茶多酚含量,北斗绿茶达 34.23% 最高,北斗红茶 22.28% 最低,北斗乌龙茶 24.93%。

表 4 北斗和对照组制茶过程茶多酚含量变化(单位:%)

Table 4 Change of polyphenol content in tea process of Beidou and control group (unit: %)

	鲜叶	萎凋	做青	杀青	揉捻	发酵	干燥
北斗绿茶	36.76	--	--	35.38	34.70	--	34.23
乌牛早绿茶	35.07	--	--	34.65	33.99	--	33.28
北斗红茶	36.76	35.41	--	--	33.43	22.82	22.28
福云六号红茶	31.23	29.44	--	--	26.64	17.66	17.09
北斗乌龙茶	32.28	31.70	27.50	26.23	25.95	--	24.93
水仙乌龙茶	29.91	28.26	22.60	21.13	21.27	--	20.92

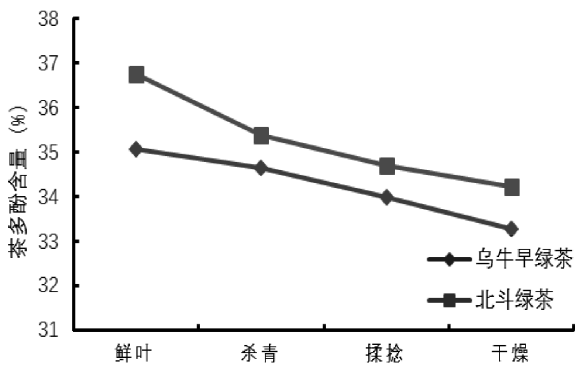


图4 北斗绿茶与乌牛早绿茶多酚含量变化

Figure 4 Changes of polyphenol content in tea process of Beidou green tea and Wuniu green tea

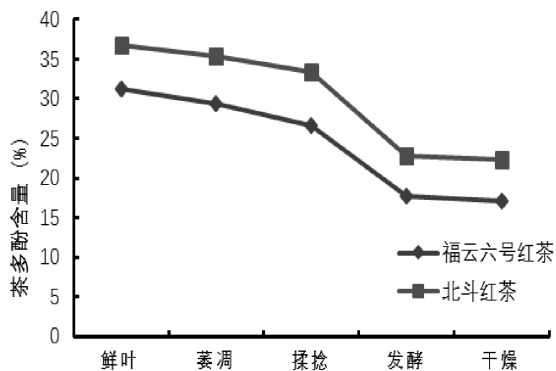


图5 北斗红茶与福云六号红茶多酚含量变化

Figure 5 Changes of polyphenol content in tea process of Beidou black tea and Fuyun 6 # black tea

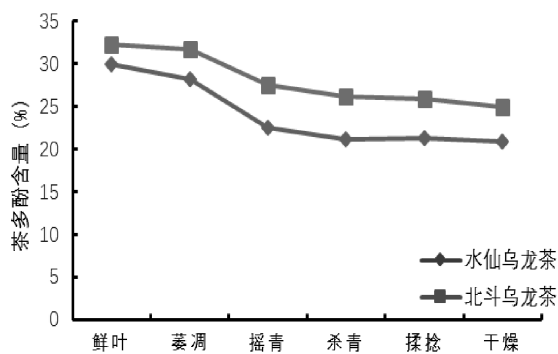


图6 北斗乌龙茶与水仙茶乌龙茶多酚含量变化

Figure 6 Changes of polyphenol content in tea process of Beidou Oolong tea and Shuixian Oolong tea

由图4-6得知,与对照组相比,北斗绿茶的茶多酚含量高于乌牛早绿茶0.95%,北斗红茶高于福云六号5.19%,北斗乌龙茶高于水仙4.01%,制茶过程中各生化成分,茶多酚的含量随着加工工序的变化而变化,其中北斗绿茶鲜叶>揉捻>杀青>干燥,降幅最大的是鲜叶和杀青,降幅为2.38%。北斗红茶水浸出物递减变化是鲜叶>萎凋>揉捻>发酵>干燥,在鲜叶到干燥工序中都是递减的,降幅为14.48%,北斗乌龙茶茶多酚递减变化是鲜叶>萎凋>做青>杀青>揉捻>干燥,做青过程中茶多酚含量降幅最大,达4.2%,北斗绿茶的茶多酚高于乌牛早绿茶。

(3) 咖啡碱含量

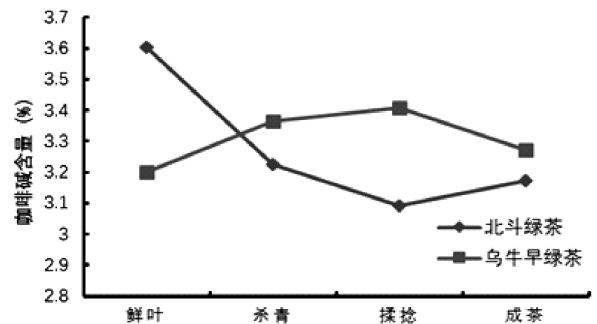


图7 北斗绿茶与乌牛早绿茶咖啡碱含量变化

Figure 7 Changes of caffeine content in tea process of Beidou green tea and Wuniu green tea

由表5可知,北斗鲜叶中咖啡碱的含量在2.52%~3.61%之间,细嫩茶叶咖啡碱含量比老叶多。北斗成品茶不同茶类咖啡碱的含量在2.99%~3.87%之间。

从图7-9看出,在加工过程中,北斗绿茶咖啡碱含量总趋势呈递减变化,北斗红茶与乌龙茶的咖啡碱含量呈总趋势呈递增变化,乌牛早和水仙是递增趋势,福云六号变化幅度不大。咖啡碱含量总体维持在2.13%~3.87%之间。成品以北斗红茶3.87%最高,以福云六号红茶2.24%最低。北斗成品茶的咖啡碱含量中,北斗红茶的3.87%最高,北斗绿茶的3.17%次之,

表5 北斗和对照组制茶过程咖啡碱含量变化(单位:%)

Table 5 Changes of caffeine content in tea process of Beidou and control group (unit: %)

	鲜叶	萎凋	做青	杀青	揉捻	发酵	干燥
北斗绿茶	3.61	--	--	3.23	3.09	--	3.17
乌牛早绿茶	3.20	--	--	3.36	3.41	--	3.27
北斗红茶	3.61	3.75	--	--	3.56	3.68	3.87
福云六号红茶	2.31	3.21	--	--	2.34	2.13	2.24
北斗乌龙茶	2.52	2.63	2.72	2.64	2.78	--	2.99
水仙乌龙茶	2.61	2.71	3.11	2.83	2.94	--	3.23

北斗乌龙茶 2.99%最低。

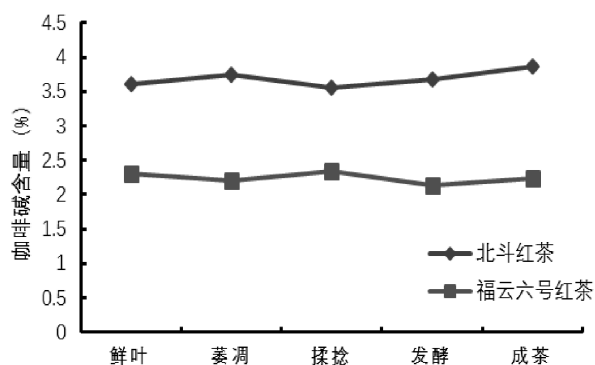


图 8 北斗红茶与福云六号红茶咖啡碱含量变化

Figure 8 Changes of caffeine content in tea process of

Beidou black tea and Fuyun 6 # black tea

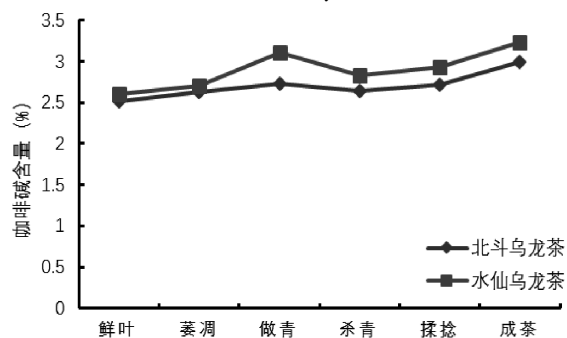


图 9 北斗乌龙茶与水仙乌龙茶咖啡碱含量变化

Figure 9 Changes of caffeine content in tea process of

Beidou Oolong tea and Shuixian Oolong tea

从图 7-9 再看出,与对照组相比,成品茶中,北斗绿茶的咖啡碱含量低于乌牛早绿茶 0.1%,北斗红茶高于福云六号 1.63%,北斗乌龙茶低于水仙 0.24%,制茶过程中各生化成分,咖啡碱的含量随着茶类不同、加工工序的变化而变化,其中北斗绿茶鲜叶>杀青>干燥>揉捻,降幅最大的是鲜叶和杀青,降幅为 0.38%。北斗红茶咖啡碱递减变化是干燥>萎凋>发酵>鲜叶>揉捻,变化无规律,萎凋和揉捻降幅最大,降幅为 0.19%,在最后干燥工序中,上升了 0.19%。北斗乌龙

茶多酚递减变化是干燥>揉捻>做青>杀青>萎凋>鲜叶,发酵到干燥的降幅最大,降幅为 0.21%。

(4) 游离氨基酸含量

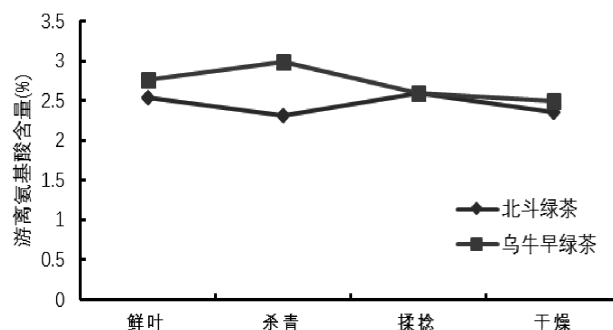


图 10 北斗绿茶与乌牛早绿茶游离氨基酸含量变化

Figure 10 Changes of free amino acid content in tea process

of Beidou green tea and and Wuniu green tea

由表 6 可知,随着茶类不同、制茶工序的变化,除了水仙乌龙茶,游离氨基酸含量总体趋势都呈递减变化,总体维持在 1.59%~2.99%之间,其中北斗成品茶不同茶类在 1.80%~2.36%之间。成品游离氨基酸含量中,最高的是乌牛早绿茶 2.50%,红茶 1.63%最低,北斗绿茶鲜叶与成品相比游离氨基酸下降了 0.18%。北斗红茶下降了 0.74%,北斗乌龙茶下降了 0.65%,北斗的乌龙茶和红茶鲜叶与成品茶相比下降值都大。

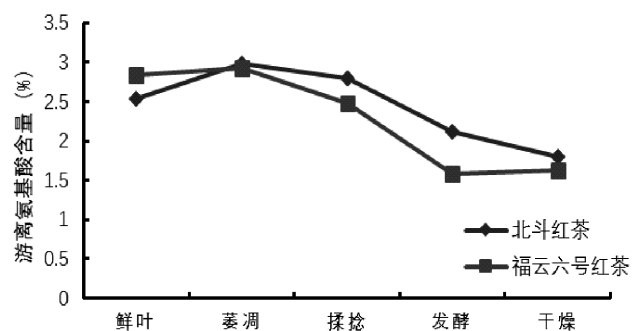


图 11 北斗红茶与福云六号红茶游离氨基酸含量变化

Figure 11 Changes of free amino acid content in tea process of

Beidou black tea and Fuyun 6 # black tea

表 6 北斗和对照组制茶过程游离氨基酸含量变化 (%)

Table 6 Change of free amino acid content in tea process of Beidou and control group (unit: %)

	鲜叶	萎凋	做青	杀青	揉捻	发酵	干燥
北斗绿茶	2.54	--	--	2.31	2.59	--	2.36
乌牛早绿茶	2.76	--	--	2.99	2.59	--	2.50
北斗红茶	2.54	2.99	--	--	2.79	2.11	1.80
福云六号红茶	2.84	2.93	--	--	2.48	1.59	1.63
北斗乌龙茶	2.58	2.59	2.55	2.76	2.15	--	1.93
水仙乌龙茶	1.83	2.29	1.74	1.84	1.77	--	1.89

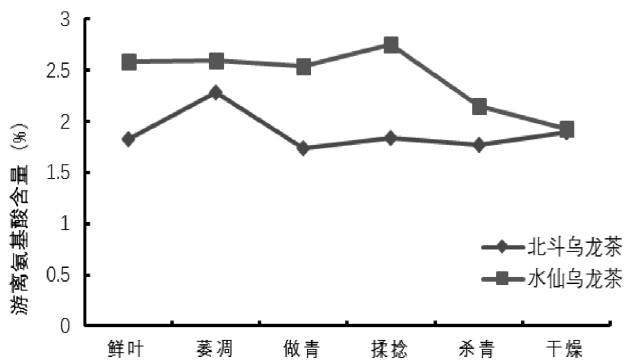


图 12 北斗乌龙茶与水仙乌龙茶游离氨基酸含量变化

Figure 12 Changes of free amino acid content in tea process of Beidou Oolong tea and Shuixian Oolong tea

通过图 10-12 看出,与对照组相比,成品茶氨基酸含量中,北斗绿茶的低于乌牛早绿茶 0.14%,北斗红茶高于福云六号 0.27%,北斗乌龙茶高于水仙 0.04%,制茶过程中各生化成分,氨基酸的含量随着茶类不同、加工工序的变化而变化,其中北斗绿茶揉捻>鲜叶>干燥>杀青,降幅最大的是杀青和揉捻,降幅为 0.28%。北斗红茶咖啡碱递减变化是萎凋>揉捻>鲜叶>发酵>干燥,变化先上升后下降,揉捻和发酵降幅最大,降幅为 0.68%。北斗乌龙茶茶多酚递减变化是杀青>萎凋>鲜叶>做青>揉捻>干燥。北斗绿茶的氨基酸含量 2.36%,比北斗红茶和乌龙茶含量高。

以上综合,北斗绿茶酚氨比为 14.93,北斗红茶酚氨比为 12.38,北斗乌龙茶酚氨比为 13.12,从酚氨比推测北斗不适合做绿茶,适合做乌龙茶和红茶,跟感官审评表现一致。

3 结论

为了探讨武夷名丛北斗夏茶的绿茶、红茶和乌龙茶的适制性,以乌牛早制绿茶、福云六号制红茶、水仙制乌龙茶等 3 个国家级良种为对照,观测北斗植物学性状、感官审评品质和分析主要生化成分含量变化,结果如下:

1. 北斗植物学性状:无性系,灌木型,中叶类,中生种。叶片水平状或稍下垂,叶形为椭圆形,叶色绿有光泽,叶面平或微隆起,叶质较厚软,叶缘平或微波。
2. 北斗感官审评:北斗制绿茶干茶色泽黄绿,滋味纯和略带涩,欠鲜爽的缺点。北斗制红茶花果香浓

郁持久,滋味甜醇,收敛性稍差于福云六号红茶。北斗制乌龙茶滋味较醇厚收敛性强,汤色佳。审评总分,绿茶 83.65,红茶 89.35,乌龙茶 91.85。

3. 北斗主要生化成分:(1) 北斗绿茶成茶水浸出物含量 39.35%,北斗红茶成茶水浸出含量 38.34%,北斗乌龙茶成茶水浸出物含量 45.51%最高;与对照组相比,北斗绿茶的水浸出含量低于乌牛早绿茶 2.81%,北斗红茶的水浸出含量高于福云六号红茶 7.22%,北斗乌龙茶的水浸出含量高于水仙乌龙茶 4.56%。(2)北斗绿茶成品茶多酚含量达 34.23%最高,北斗红茶成品茶多酚含量 22.28%最低,北斗乌龙茶成品茶多酚含量 24.93%;北斗绿茶的茶多酚含量高于乌牛早绿茶 0.95%,北斗红茶高于福云六号红茶 5.19%,北斗乌龙茶高于水仙乌龙茶 4.01%。(3)北斗成品茶的咖啡碱含量中,北斗红茶的 3.87%最高,北斗绿茶的 3.17%次之,北斗乌龙茶 2.99%最低;与对照组相比,成品茶中,北斗绿茶的咖啡碱含量低于乌牛早绿茶 0.1%,北斗红茶高于福云六号红茶 1.63%,北斗乌龙茶低于水仙乌龙茶 0.24%。(4)成品茶游离氨基酸含量中,最高的是乌牛早绿茶 2.50%,红茶 1.63%最低;与对照组相比,成品茶氨基酸含量中,北斗绿茶的低于乌牛早绿茶 0.14%,北斗红茶高于福云六号红茶 0.27%,北斗乌龙茶高于水仙乌龙茶 0.04%。

根据研究结果,相比北斗绿茶和红茶,北斗乌龙茶品质最优,适制红茶,不适制绿茶。

参考文献:

- [1] 李远华.茶[M].北京:中国农业出版社,2012.
- [2] 陈德华,徐仁淦.武夷名丛选育进展情况[J].福建茶叶,1997(1):78-79.
- [3] 杨忠焯,金文莲.名丛幽香:保护武夷岩茶名丛资源对发展武夷茶产业意义重大[N].闽北日报,2006-10-18.
- [4] 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.
- [5] 李远华,苏梅巧.玉麒麟的植物学性状、加工适制性和主要的生化成分研究[J].福建茶叶,2015(3):10-15.
- [6] 李远华,李英,罗盛财,等.留兰香等武夷单丛的植物学性状观察及主要生化成分分析[J].贵州茶叶,2013,41(3):12-16.
- [7] 李远华,张媛媛,罗盛财.武夷山四大名丛的植物学性状观

- 察及主要生化成分分析[J].蚕桑茶叶通讯,2013(6):27-32.
- [8] 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.
- [9] 罗盛财.武夷岩茶名丛录[M].北京:科学出版社,2007.
- [10] 张新富,王玉,胡建辉,等.夏暑茶鲜叶红茶适制性研究[J].食品研究与开发,2011,32(7):79-81.
- [11] 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(8):51-55.
- [12] 施兆鹏.茶叶审评与检验[M].4版.北京:中国农业出版社,2010.
- [13] 国标 GB/T 8305—1987[S].茶水浸出物测定.
- [14] 国标 GB/T 8313—2002[S].茶多酚含量测定.
- [15] 国标 GB/T 8312—2002[S].咖啡碱含量测定.
- [16] 国标 GB/T 8314—2002[S].游离氨基酸测定.

(责任编辑:叶丽娜)

Making Suitability Research on Beidou Summer Tea

LI Yuanhua, WANG Yan, CHEN Xuejin

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

Abstract: Wuyishan has great amount of local tea trees and it is very important to the structural adjustment of Wuyishan tea industry. The research on the making suitability of Beidou summer tea shows the following results: (1) The botany traits of Beidou is shrubby type, and mesophyte. Its leaf is horizontal or a little drooping, its leaf shape is oval and the color is green luster. The leaf is also thick and soft, and the leaf edge is straight or a little zigzag.(2) The green tea made from Beidou is yellow-green and it is tasted elegant but a little bitter and stale. Black tea made from Beidou smells persistent fruity, tastes mellow. But its sweet after drinking is not good. The oolong tea made from Beidou tastes mellow, its sweet after drinking is good, and its tea infusion looks good in color. It can be concluded that Beidou is not suitable to make green tea but it is suitable to make black from tasting. It is most suitable to make oolong tea. (3) The highest water extracts content of oolong tea made from Beidou can reach 45.51%, the highest tea polyphenol content of green tea made from Beidou can reach 34.23%, the highest caffeine content of black tea made from Beidou is 3.87%, and the highest free amino acids content of green tea made from Beidou is 2.36%.

Key words: Beidou; Mingcong; summer tea; making suitability

武夷岩茶茶树花黄酒酿制工艺研究

杨宇华^{1,2,3}, 张静^{1,3}, 郑宝东², 李大婷¹, 王飞权^{1,3}

(1.武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300; 2.福建农林大学 食品科学学院, 福建 福州 350002;
3.福建省武夷茶资源创新利用重点实验室, 福建 武夷山 354300)

摘要:为提高茶树花的综合利用价值,研究一种新型保健茶树花黄酒。以酒曲为菌种来源,糯米和茶树花为原料,通过优化茶树花与原料比例、菌种与糯米比例、发酵温度等工艺条件,以感官检验和茶多酚、总糖、非糖固形物、乙醇、总酸、氨基酸态氮、氧化钙等理化指标为依据,考察茶树花酒酿造工艺。通过单因素试验,确定茶树花酒较优发酵工艺为:茶树花量6%、酒曲量0.5%,温度28℃。酿造出的茶树花酒既有酒的固有风格,又有茶树花的清香,色泽浅黄透明,口感清爽醇和。

关键词:武夷岩茶;茶树花;黄酒;茶多酚;酒精度

中图分类号:TS261.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0018-05

我国是茶叶大国,茶叶产量占世界前列。武夷山是我国茶产业圣地,茶树花资源丰富。茶树花具有多种功效和作用,含有丰富的成份,其中含茶多酚13.02%,咖啡碱2.59%,氨基酸2.84%,蛋白质27.46%、儿茶素总量63.42 mg/g、总糖38.47%^[1-3],可调节人体神经,促进新陈代谢,提高免疫力,有解毒、降脂等功效^[4-6]。本文将茶树花与酒结合,经过发酵、过滤、陈酿形成新一代风味型的黄酒。提高了茶树花的经济价值,增加了茶叶的收益。该酒酒度低,色泽透亮,不刺喉,不上头,入口软绵,同时含有丰富的茶多酚、茶多糖、氨基酸等物质^[7-9]。武夷山每年茶叶产量较大,其中岩茶年产量千吨,茶叶生产过程中大量的茶树花等副产品未被充分利用^[10-14]。为此,本文利用武夷岩茶茶树花为原料,考察糯米与茶树花比例、糯米与菌种比例、发酵温度等工艺条件,酿造一种既有酒的固有风味,又有茶树花清香的新型保健茶树花酒,为

武夷岩茶茶树花黄酒市场开发提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

武夷岩茶茶树花:采摘于武夷学院茶学科教园,于盛花期采摘,后制成干花。糯米、甜酒曲均为市售。酒石酸亚铁溶液:按GB/T 601^[15]配制和标定;无二氧化碳水:按GB/T 603^[16]制备;钙指示剂、硫酸亚铁、酒石酸钾钠、硫酸铜等,均为AR,上海市展云化工有限公司。

1.2 试验设备

高速万能粉碎机:FW80(天津泰斯特仪器有限公司);电子天平:AR224CN(上海市奥豪斯仪器有限公司);电恒温培养箱:2DP-A2050A(上海市智城分析仪器制造有限公司);立式压力蒸汽灭菌器:YXQ-LS-50S11(上海市博迅实业有限公司);pH计:PB-10(北京市赛多利斯科学仪器有限公司);可见分光光度计:V-1100D(上海市美谱达仪器有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 茶树花酒酿制工艺流程

茶树花→粉碎 粉碎←酒曲

↓↓

优质糯米→清洗→蒸煮→冷却→拌匀→发酵→

收稿日期:2017-10-24

基金项目:艾草类黄酮的提取及抗氧化抑菌活性研究(XL201703);中国乌龙茶产业协同创新中心(闽教科[2015]75号)。

作者简介:杨宇华(1986-),女,汉族,助理实验师,主要从事食品科学的研究。

通讯作者:郑宝东,博士,教授,主要从事食品加工工艺、天然产物研究与应用的研究。

纱布过滤→二次发酵→抽滤→玻璃垂榕漏斗过滤→成品备用

1.3.2 操作要点

①原料预处理。称取一定量的糯米除杂洗净后,于烧杯中加入同等体积的水浸泡,备用。

②蒸煮。将上述已处理好的糯米放入锅内蒸煮。糯米需煮熟煮透、内无生心,冷却至室温,分别粉碎茶树花和酒曲。

③混合发酵。将预先设计好比例的茶树花粉和酒曲粉加入装有蒸熟糯米的烧杯中,搅拌混匀。将混匀好的原料密封好,放入培养箱中发酵 15 d。

④二次发酵。将一次发酵结束后的酒体和酒渣分离,等体积加入无 CO₂ 水进行二次发酵,再次放入培养箱中发酵 7 d。

⑤成品。经多次滤渣和滤菌过滤后,得到成品装瓶。

1.3.3 试验内容

①茶树花与原料比例对发酵的影响。曲米比为 0.007:1,原料(花和米)250 g,茶树花与原料比例分别为 0.02:1~0.12:1,置于 28 ℃恒温培养箱中发酵。通过对成品进行感官评价和理化指标测定,得到较佳茶树花与原料比例。

②酒曲与糯米比例对发酵的影响。将茶树花与原料比例中得到的较优水平设为固定因素,分别设酒曲与糯米比例为 0.2%~1.2%,置于 28 ℃恒温培养箱中发酵。通过对成品进行感官评价和理化指标测定,得到较佳酒曲与糯米比例。

③温度对发酵的影响。将得到的较佳茶树花量、酒曲比例定为固定因素,分别放置于 24~32 ℃恒温培养箱中发酵,通过对成品进行感官评价和理化指标测定,得到较佳发酵温度。

1.3.4 测定方法

(1)感官审评

参照 GB/T 13662—2008^[7](黄酒)中黄酒感官要求制定相关的评分标准,制定茶树花酒的感官评定标准见下表 1,组织 10 人从外观、香气、口感和风格四方面按细则要求逐项进行打分,累积计算出总分,所有参加品评人员分数累加,求平均值,即为该酒的最终感官评定分值^[18-20]。分数越高,说明茶树花黄酒的整体风格越好。

表 1 茶树花黄酒感官评定标准

Table 1 Criteria for sensory evaluations of Camellia

评价指标	评价标准	等级分值
外观	澄清透明,有光泽,色泽透亮	17~20
	澄清透明,有光泽,稍有沉淀	15~16
	透明,与本品色泽不符,稍有沉淀	12~14
	失光或氧化变色,浑浊,有沉淀	<12
香气	酒香怡人,有茶香	26~30
	酒香偏淡,稍有茶香	23~25
	酒香偏单薄,无茶香,有不良气味	18~22
	无香味,不良气味突出	<18
滋味	酒体丰富,口味协调,较为醇和,柔和爽口	34~40
	酒体细腻,口味协调,纯正无杂,微苦涩	30~33
	酒体较为细腻,无不良口味,较苦涩	24~29
	酒体单薄,苦涩较重,有异味	<24
色泽	色泽浅黄,透明,澄清	9~10
	色泽浅黄,透明度欠佳	7~8
	色泽偏暗,稍有浑浊	5~6
	色泽暗红,浑浊,有沉淀	<5

(2)理化指标分析

酒精度、总糖、非糖固形物、总酸、氨基酸态氮、氧化钙均参照 GB/T 13662—2008^[7](黄酒)中相对应的标准测定;

茶多酚:分光光度计法。

2 结果与分析

2.1 茶树花与原料比例对茶树花酒品质的影响

曲米比为 0.007:1。茶树花添加量为 5~25 g,设 0.2%~1.2% 6 个梯度,置于 28 ℃恒温培养箱中发酵,并在相同条件下对 6 个梯度酒做对比。所酿茶树花酒感官评分如表 2 所示,酒精度、总糖、非糖固形物、总酸、氨基酸态氮、氧化钙、茶多酚这些理化指标所得结果如图 1 所示。

表 2 感官品评数据表

Table 2 The data factors of sensory evaluation

花量/g 梯度/%	感官指标	综合 评分/分
5(0.2%)	酒体单薄,稍有苦涩,无明显茶香,色泽暗红	67
10(0.4%)	酒体单薄,稍有苦涩,略有茶香,色泽偏暗	76
15(0.6%)	酒香怡人,口味醇和,爽口,茶香扑鼻,色泽浅黄透明	83
20(0.8%)	酒香怡人,口感协调,稍有茶香,色泽透明	82
25(1.0%)	酒香怡人,口味纯正,茶香扑鼻,澄清	82
30(1.2%)	酒香怡人,口味醇和,茶香扑鼻,浅黄透明	82

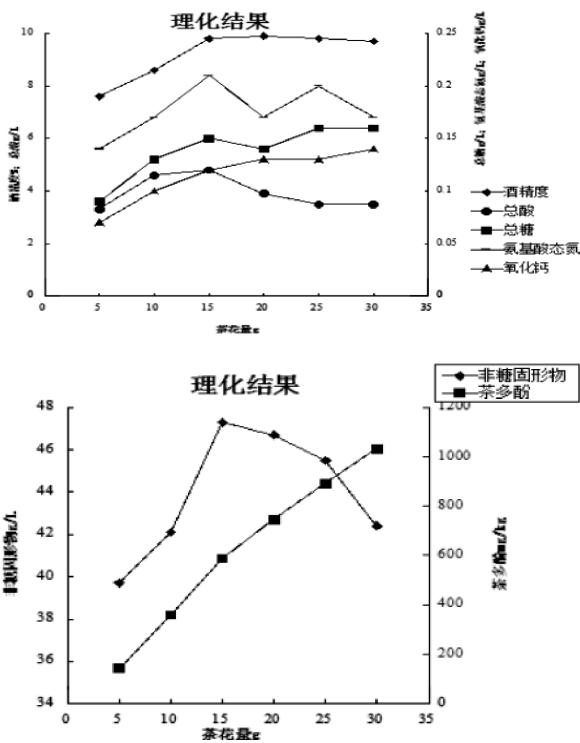


图1 茶树花与原料比例对茶树花黄酒品质的影响

Figure 1 Camellia and raw material ratio on the quality of Camellia

由表2可知, 茶树花添加量大于等于0.7%后感官评分均大于80分, 且变化趋势不大。结合图1理化分析指标, 酒精度先增加后趋于平缓, 在9.0%~9.3%之间缓慢增长, 糖度逐步增长, 酸度先增后减, 氨基酸态氮的含量先增后减再增, 但再次增长的高度没有超过最高点, 非糖固形物含量也是先增后减。茶多酚含量随着茶树花量增加而增加。氧化钙主要是由于水具有一定硬度, 氧化钙含量都比较低, 符合国家标准。由于茶树花的一些成分(如儿茶素类化合物)有抑菌作用, 如果茶树花添加比例过大则会抑制酵母菌的生长, 影响发酵正常进行, 并且浪费了茶树花资源; 若茶树花比例过小, 发酵产品中余香不足, 则发酵产品中无论在酒度、色泽还是风味上都不足。通过感官评价数据和分析茶树花黄酒酒精度、总酸等理化指标得出: 茶树花与原料比例为6%时发酵情况良好, 茶香较浓, 颜色澄清透明, 有光泽, 色泽透亮, 酒体细腻, 口味协调, 较为醇和, 柔和爽口, 纯正无杂。

2.2 酒曲与原料比例对酒酿品质的影响

花与糯米比为1:16, 酒曲添加量设0.2%~1.2%的5个梯度。置于28℃恒温培养箱中发酵, 并在相同条件下对5个梯度的酒做对比。所酿茶树花酒的感官评

分如表3所示, 酒精度、总糖、非糖固形物、总酸、氨基酸态氮、氧化钙、茶多酚这些理化指标所得结果如图2所示。

表3 感官品评数据

Table 3 The data factors of sensory evaluation

曲量/g 梯度/%	感官指标	综合评分/分
0.470(0.2%)	酒体单薄, 稍有苦涩, 无明显茶香, 不够优雅	71
1.175(0.5%)	酒香怡人, 口味醇和, 柔和爽口, 茶香扑鼻, 风味独特	83
1.645(0.7%)	酒体细腻, 略苦涩, 略有茶香, 稍有典型性	77
2.115(0.9%)	酒香怡人, 口感协调, 稍有茶香, 风格完好	81
2.820(1.2%)	酒体单薄, 苦涩, 无明显茶香, 无典型性	67

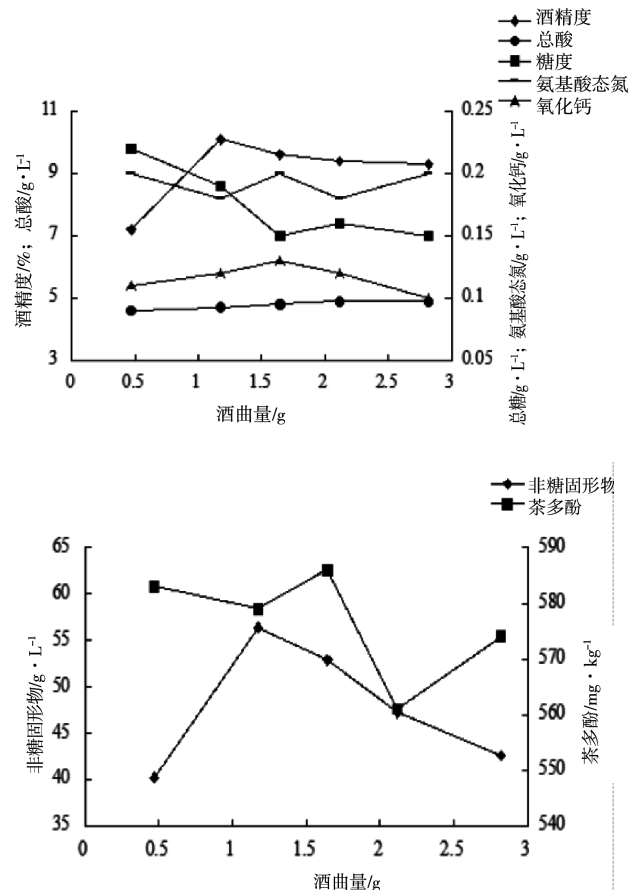


图2 酒曲与原料比例对茶树花黄酒品质的影响

Figure 2 Could and raw material ratio's influence

on the quality of Camellia

由表3可知, 酒曲与糯米比例在0.5%~0.9%之间感官评分均大于75分, 结合图2理化分析指标, 酒精

度随着酒曲量增加先增后缓慢减少,糖度先快速减少后趋于平缓,酸度几乎无变化、在酒曲与糯米比为0.7%时氧化钙含量达到最高,但总体含量变化较小,氨基酸态氮含量变化不大,小范围内波动,非糖固形物含量先增后减,其含量越高酒品越好,口味越佳。茶多酚含量随着茶树花量增加变化不大。在发酵过程5个梯度中,随酒曲量增加,糖充分降解,生成的酒精含量增加。但当加入酒曲量过大时,原料中营养物质被快速消耗,代谢副产物累积增多抑制了菌体代谢,酒精度反而下降。当酒曲与糯米比为0.2%左右时,此时酒淡而无味,是由于菌量太少,发酵效果不明显。当酒曲与糯米比为1.2%时,此时酒味不协调,酵母味重。综合感官评价数据和分析茶树花酒酒精度、非糖固形物含量等理化指标得出:酒曲与糯米比为0.5%时,茶酒风味最佳,此时酒清澈透亮,香味醇厚,微酸,有淡香茶香味。

2.3 发酵温度对酒酿品质的影响

花与糯米比为1:16,酒曲添加量为0.5%,分别置于24~32℃的3个梯度恒温培养箱中发酵,并在相同条件下对3个梯度的酒做对比。所酿茶酒感官评分如表4所示,酒精度、总糖、非糖固形物、总酸、氨基酸态氮、氧化钙、茶多酚这些理化指标所得结果如图3所示。

表4 感官品评数据

Table 4 The data factors of sensory evaluation

温度/℃	感官指标	综合评分/分
24	酒体单薄,苦涩较重,无茶香,无典型性	65
28	酒香怡人,口味纯正,爽口,茶香扑鼻,优雅	82
32	酒体单薄,有异味,无茶香,无典型性	61

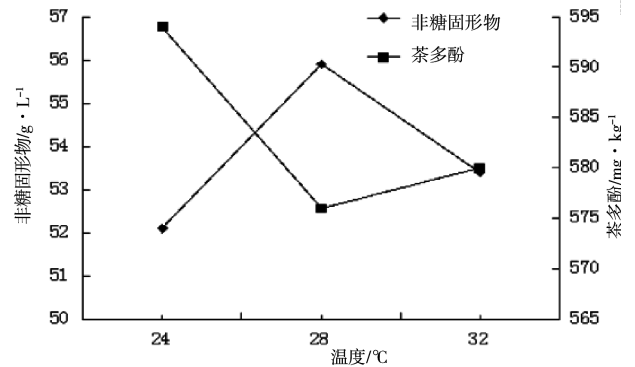
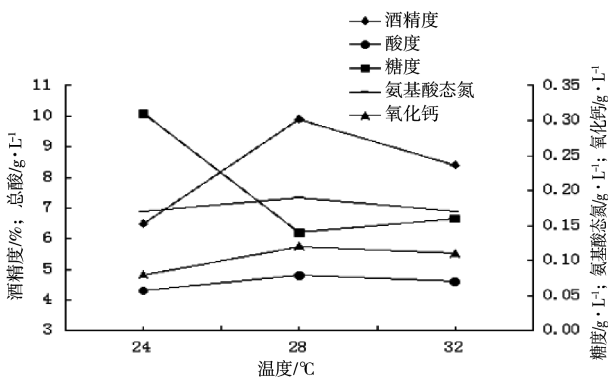


图3 发酵温度对茶树花黄酒品质的影响

Figure 3 The effects of fermentation temperature on Camellia quality

由表4感官评价可知,温度大于等于28℃时感官评分大于80分,结合图3理化分析指标,在24~28℃温度范围内,酒精度不断增加,当在28℃时,酒精度值达到最大,随着温度上升,酒精度轻微下降,而糖度先减后缓慢增长,酸度、氨基酸态氮含量、氧化钙、茶多酚含量变化不大,非糖固形物含量先增后减。在发酵过程3个温度梯度中,当温度低时,酵母菌生长受抑制,不能将所有的糖转变成为乙醇,残糖量高,酒精产率低;当温度适中时,酵母菌生长旺盛,可将大部分糖类转换成酒精;当温度过高,发酵速度过快,香气易散失,风味物质生成不足。通过感官评价数据和分析茶树花酒酒精度、糖度等理化指标得出:温度为28℃时,茶酒风味最佳,酒澄清透明,气味清香,口感较好,酒精度高,茶酒风味最佳。

3 结论

本研究以武夷岩茶茶树花和糯米为原料,考察茶树花与原料比例、菌种与糯米比例、发酵温度等工艺条件,得出茶树花黄酒较优发酵工艺为:茶树花量6%、酒曲量0.5%,温度28℃。酿造的茶树花黄酒存有酒的固有风格,且具备茶树花的清香,色泽澄清透明,口感清爽醇和,酒度低,老少皆宜,具有很好的市场前景。

参考文献:

[1] 郭龄盛,叶乃兴,杨江帆,等.茶树花酒的研制[J].中国茶叶,2005(6):40.

- [2] 白婷婷,孙威江.黄伙水茶树花的特性与利用研究进展[J].福建茶叶,2010(1):3-4.
- [3] 陈小萍,张卫明,史劲松,顾龚平.茶树花利用价值和产品的综合开发[J].现代农业科技,2017(3):97-98.
- [4] 卫春会,罗惠波,豆永强.我国茶酒生产现状及发展[J].酿酒科技,2007(10):52.
- [5] 王秋霜,赵超艺,凌彩金,等.国内外茶树花研究进展概述[J].广东农业科学,2009(9):44.
- [6] 王煜,王家林.发酵型绿茶酒的研究[J].中国酿造,2010(9):163-165.
- [7] 李建芳,周颖,周枫.绿茶酒液态发酵工艺参数的优化研究[J].茶叶科学,2011,31(4):313-318.
- [8] 彭小东,唐维媛,张义明.茶酒的生产工艺研究[J].中国酿造,2011(9):52.
- [9] 邱新平.茶酒发酵工艺研究[D].合肥:安徽农业大学,2010(8):46-49.
- [10] 严仲明.一种茶花酒及其制备方法[P].中国专利:CN101921690,2010(12).
- [11] XIE G F, DAI J, ZHAO G A, et al. Scientifically understanding of the health; protect function of rice wine [J]. China Brewing, 2004(13):30-31.
- [12] 傅斌.一种茶酒的制作方法[P].中国专利:CN101362999,2009(2).
- [13] 王代文,马瑞伟,冯艳丽.茉莉花茶酒工艺研究[J].中国酿造,2012(11):54-56.
- [14] 郭龄盛,叶乃兴,王振康.浅析茶类酒生产的现状及展望[J].茶叶科学技术,2005:27-28.
- [15] GB/T 601, 化学试剂 标准滴定溶液的制备[S].
- [16] GB/T 603, 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备[S].
- [17] GB/T 13662—2008, 国家标准 黄酒[S].
- [18] 刘锐,刘本国.发酵型茶酒生产工艺[J].食品研究与开发,2011(4):111-114.
- [19] 夏艳秋,朱强,葛丽华.番茄保健黄酒的研制[J].酿酒科技,2010(12):55-57.
- [20] 刘永乐,俞健,黄寿恩,等.甜型黄酒发酵过程中的生物和化学成分性质研究[J].中国食品学报,2004(1):39.

(责任编辑:叶丽娜)

A Study on the Brewing Technique of Wuyi Rock Tea-flower Yellow Rice Wine

YANG Yuhua^{1,2,3}, ZHANG Jing^{1,3}, ZHENG Baodong², LI Dating¹, WANG Feiquan^{1,3}

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

2.College of Food science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002;

3.Fujian Provincial Key Laboratory of Wuyi Tea Resources Innovation and Utilization, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to improve the comprehensive utilization of tea tree flower value, this paper studies a new type of health care Camellia. Could as sources of strains, glutinous rice and Camellia as raw material, by optimizing the Camellia and raw material ratio, proportion of strains with glutinous rice, fermentation temperature and other process conditions, with sensory test and tea polyphenol, total sugar, the sugar solids, ethanol, total acid, amino acid nitrogen, calcium oxide and other physical and chemical indicators as the basis, taking a liquor brewing process optimization of tea tree. Camellias determined by single factor experiment, the optimum fermentation process for: Camellia 6%, could amount 0.5%, temperature 28°C. Producing the Camellia has both the inherent style of wine, and Camellia fragrance, colour and lustre is pale yellow transparent, fresh taste.

Key words: Wuyi rock tea; camellia; yellow rice wine; tea polyphenols; alcohol

寒兰菌根的显微结构与菌根真菌的分离

李国平, 杨鹭生, 李 娟

(武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:以寒兰的新鲜营养根为材料,采用徒手切片法和苯胺蓝染色压片法,研究寒兰菌根的显微结构和菌根真菌的侵染方式,并采用常规分离法,对其内生真菌进行分离和初步鉴定。结果表明:寒兰(*Cymbidium kanran*)营养根具有典型的兰科植物菌根构造,菌根真菌通过破坏根被细胞进入根被,侵染皮层组织,在皮层薄壁细胞内形成菌丝团;从菌根中共分离到 36 个真菌菌株,包括帚霉属、丝核菌属、丛梗孢属、色二孢属、木霉属、镰刀菌属、角菌根菌属等 11 个种属,为进一步研究寒兰与其菌根真菌的共生关系和有益菌株的筛选奠定基础。

关键词:菌根结构;菌根真菌;分离鉴定;寒兰

中图分类号:S682.31 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0023-06

在自然条件下,兰科植物的根与土壤中的真菌共生成典型的菌根结构。菌根真菌不仅在兰科植物的种子萌发过程发挥重要作用,而且为植株提供碳水化合物和矿物质,增加抗逆性,促进兰科植物的生长发育^[1]。兰科菌根的形成可分为 2 个时期,一是在兰科植物种子萌发时,菌根真菌对种子的侵染;二是在胚芽形成幼根之后,菌根真菌对新根的侵染。相关研究表明^[2-4],菌根真菌侵染新根有 2 种方式,一种情况是根被不具通道细胞,菌根真菌通过破坏根被细胞而直接侵入皮层组织,进而形成内生菌根,如墨兰和建兰;另一种是通过根被上的通道细胞侵入根皮层组织进而形成内生菌根,如春兰、密花石斛、西藏虎头兰等。但是,高瑾等^[5]观察了春兰等 4 种地生兰的菌根形成过程,在春兰根被细胞中并未看到通道细胞,菌丝入侵的方式是通过破坏根被细胞而入侵的。

寒兰为兰科兰属植物,与春兰、建兰和墨兰等均属于我国国兰,主要分布于我国福建、浙江、江西、湖南、广东、广西、四川、贵州和云南等地^[6],其叶姿飘逸,花亭与叶等高或高出叶,花色艳丽丰富,常有浓烈香气,花期常集中在 10 月至 11 月开花,深受国人喜欢。近年来,由于野生寒兰遭受乱采滥挖,资源急剧减少。寒兰的种子多且细小,发育不完全,种子育苗的难度极大。播种育苗过程中需要筛选适宜的菌根真菌与其共生,胚才能正常的发芽生长。寒兰的传统繁殖方式是分株繁殖,但繁殖系数低。理论上可利用组培技术进行寒兰的快速大规模繁殖^[7],但要真正解决寒兰的快速繁殖还有许多问题需要解决,首要问题之一就是组培苗菌根化的问题,因其缺少共生菌根致使组培苗移栽成活率低,幼苗生长缓慢。目前,未见关于寒兰菌根结构及菌根真菌的研究报道。本研究以武夷山野生寒兰为材料,通过采用徒手切片法和苯胺蓝染色压片法,并借助光学显微镜对寒兰菌根进行观察,对其内生真菌进行分离培养、鉴定,以期为寒兰与其菌根真菌的共生关系研究和有益菌株的筛选奠定基础,为今后开展寒兰的快速繁殖和人工栽培技术研究提供参考依据。

收稿日期:2017-08-29

基金项目:福建省科技创新平台建设计划项目(2017N2005);福建省科技厅战略性新兴产业重点项目(2014N0030);国家级大学生创新创业训练计划(201610397006)。

作者简介:李国平(1966-),男,汉族,教授,主要从事植物种质资源与开发利用研究。

1 材料与方 法

1.1 材 料

野生成年寒兰,带花果,采自武夷山山区。

1.2 方 法

1.2.1 菌根显微结构观察

1.2.1.1 苯胺蓝染色压片的制作

参考乔元宝^[8]方法观察菌根真菌侵染情况:选取寒兰健康的新鲜营养根,剪成3 cm的小段,加入10% KOH于85℃下水浴30 min,自然冷却后滴加30% H₂O₂溶液处理10 min,之后冲洗根样至流出的水无颜色,再以10% HCl溶液处理5 min,加0.05%苯胺蓝乳酸溶液染色30 min。根样保存于85%乳酸溶液中备用。观察时取出根样,制作成临时装片,于显微镜下观察并拍照。

1.2.1.2 徒手切片的制作

选取寒兰健康的新鲜营养根,洗净,徒手切片,不染色或经番红-固绿染色法染色后在光学显微镜下观察菌根的结构特点并拍照。

1.2.2 菌根真菌的分离与鉴定^[9-11]

1.2.2.1 菌根真菌的分离纯化

剪切寒兰新鲜、健康营养根,清洗后在超净工作台上用0.1%升汞处理3~5 min,无菌水荡洗5~6次,切成3~5 mm的薄片,接种到PDA平板上,每皿4~5片,37℃恒温避光培养,待接种后的平板上形成一定大小的菌落后,从其边缘挑取菌丝转接到新的PDA平板。重复以上操作,直至获得纯种菌落。将纯化菌株转接到PDA斜面上,25℃下培养48 h,置于4℃冰箱中保存。

1.2.2.2 内生真菌的鉴定

将分离到的纯种菌根真菌,挑取少量菌丝画线于新的PDA培养基平板上,25℃恒温避光培养,待菌落长好后,观察并记录菌落形状、大小、边缘、正背面颜色、色素、气味等特征,作为表型鉴定分类依据。

产孢结构诱导:将分离到的纯种菌根真菌,挑取适量菌丝接种于麦麸糖培养基上,用镊子夹起无菌的盖玻片45°斜插入培养基中,在25℃恒温暗培养,待菌丝长满平皿后,转移至4℃冰箱,待4~6个月后镜检。

插片培养法:将无菌的盖玻片斜插入PDA培养基内,待菌丝布满盖玻片时,取出直接镜检,或盖到滴加一滴乳酸酚棉蓝染色液的载玻片上,封片后镜检,可观察菌丝在自然生长状态下的特征。

2 结果与分析

2.1 寒兰菌根显微结构

寒兰根较粗壮,直径为0.3~0.7 cm。新生根为乳白色,根尖为白色,后逐渐变成棕褐色,无根毛,根表皮上有少数棕褐色的凹陷小孔。寒兰菌根结构从外到内依次是根被、皮层和中柱(维管柱)(图1);内皮层由单层细胞组成,细胞较小,近圆形,排列紧密整齐;中柱最外围具中柱鞘,韧皮部与木质部交替分布,中间为髓部(图2)。菌根的根被是由几层紧密排列的厚壁细胞组成(图3)。

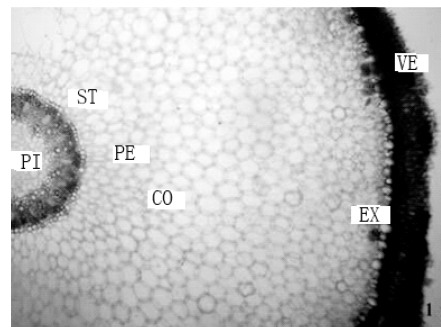


图1 寒兰菌根横切结构(×10)

VE.根被;EX.外层;CO.皮层;ST.中柱;PE.中柱鞘;PI.髓
Figure 1 Corrhizal microstructure of Cymbidium kanran(×10)

VE.Velamen;EX.Exodermis;CO.Cortex;ST. Stele;
PE. pericycle;PI. P ith

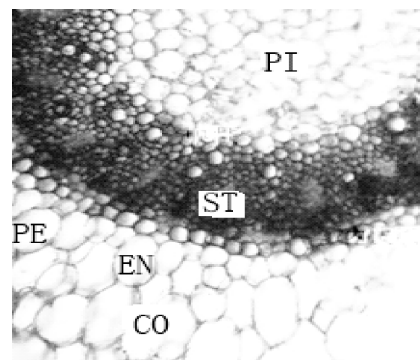


图2 寒兰菌根结构(×40)

CO.皮层;EN.内皮层;PE.中柱鞘;ST.中柱;PI.髓
Figure 2 Mycorrhizal microstructure of Cymbidium kanran(×40)
CO.Cortex;EN. Endodermis; PE. pericycle;ST.Stele; PI. Pith

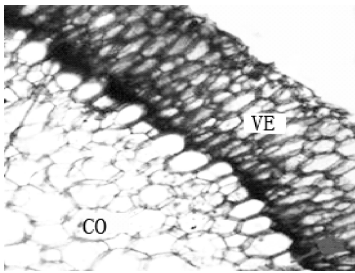


图3 寒兰菌根结构(×10),示根被
VE.根被;CO.皮层

Figure 3 Mycorrhizal microstructure of *Cymbidium kanran*,
showing the velamen(×10)
VE.Velamen;CO.Cortex

寒兰新根表面可观察到着色较深的部位,老根上有少数棕褐色的凹陷小孔,为菌根真菌的侵入点。根被层未观察到通道细胞,而通过苯胺蓝染色压片法观察发现,在根被细胞中有发达的菌丝团(图4),菌丝具有明显的横隔(图5),观察结果表明:寒兰的菌根真菌的入侵的主要方式是破坏寒兰的根被组织,进而感染皮层细胞,形成内生菌根。

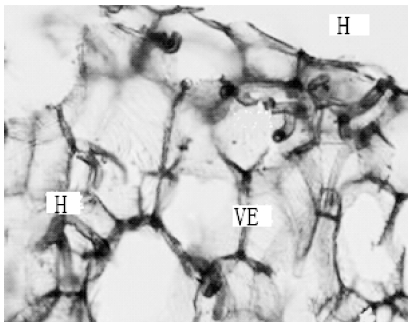


图4 菌根根被细胞中具菌丝(×40)
H.菌丝;VE.根被

Figure 4 Microscopic observation of hyphae in the velamen
cell(×40) H. Hyphae; VE.Velamen

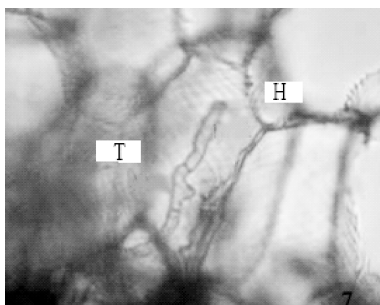


图5 示根被细胞内菌丝具横隔(×40)
H.菌丝;T.横隔

Figure 5 Showing the septate hypha of mycorrhizal
fungi in the velamen cell(×40)
H. Hyphae; T. Tabula

寒兰菌根皮层由二十层左右的排列不规则的薄壁细胞组成,占菌根横切面的一大部分。在老根皮层的薄壁细胞中,分布着大量的菌丝及菌丝团。在菌丝团形成之初,结构松散,菌丝较细,顶端呈触须状,可继续侵染下一个细胞(图6,7),菌丝团形成中后期,菌丝会继续膨大而形成的致密的菌丝团,结构也变得更为致密,几乎看不见菌丝(图8)。

在根尖中的皮层细胞中没有发现菌丝团,但在新生根的根被中有少量菌丝存在;在根被中仅有菌丝,没有成型的菌丝团;在维管柱中既没有成型的菌丝团,也没有松散的菌丝。

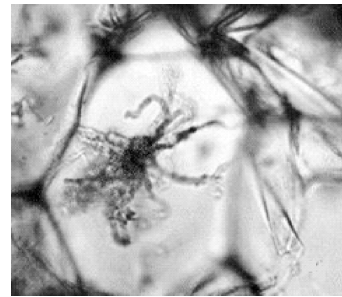


图6 示皮层细胞内菌丝团(×40)

Figure 6 Showing the hypha group in the cortex cell(×40)



图7 示皮层细胞内菌丝团(×40)
H.菌丝团

Figure 7 Showing the hypha group in the cortex cell(×40)
H. Hypha group

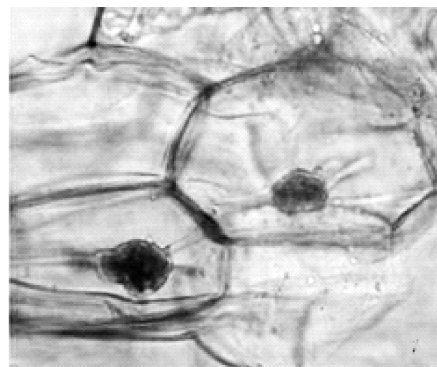


图8 示皮层细胞内致密的菌丝团(×40)

Figure 8 Showing the compact hyphae in the cortex cell(×40)

2.2 寒兰菌根真菌分离结果

通过常规分离、纯化培养,自寒兰新鲜营养根中共分离到真菌菌株36个;依据其菌落形态和菌丝的显微形态特征进行初步鉴定,36个真菌菌株隶属于10个属,其中7个属为帚霉属(*Eptographium*)、丝核菌属(*Rhizoctonia*)、丛梗孢属(*Monilia*)、色二孢属(*Diplodia*)、木霉属(*Trichoderma*)、镰刀菌属(*Fusarium*)和角菌根菌属(*Ceratorhiza*)(图9-15),其它3个属的分类位置尚不能确定。

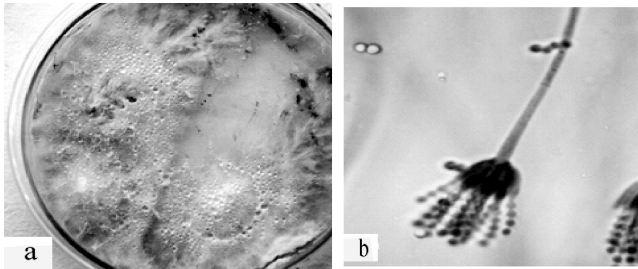


图9 帚霉属 *Eptographium* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

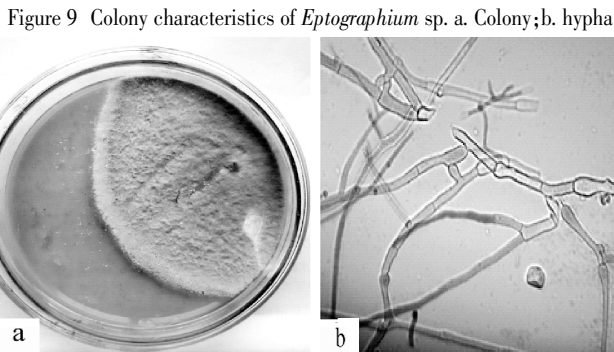


图10 丝核菌属 *Rhizoctonia* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

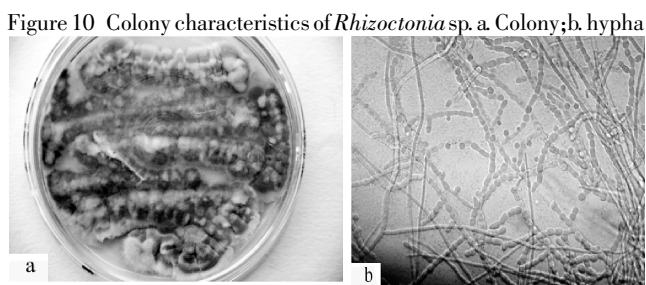


图11 丛梗孢属 *Monilia* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

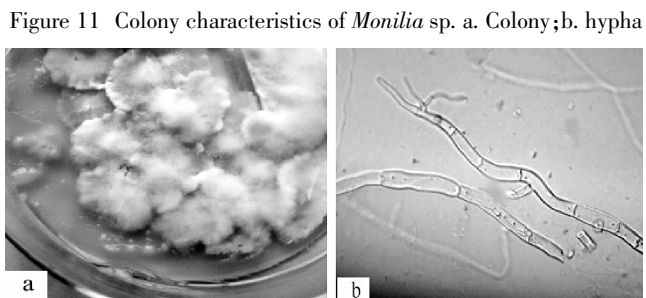


图12 色二孢属 *Diplodia* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

Figure 12 Colony characteristics of *Diplodia* sp. a. Colony;b. hypha

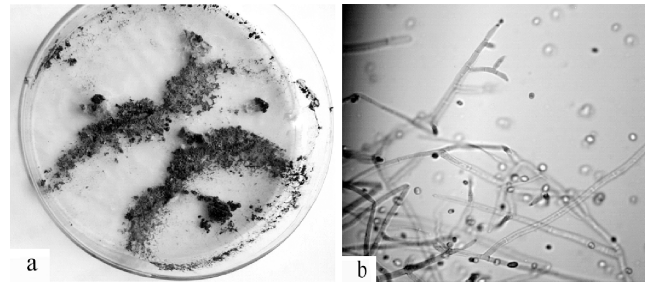


图13 木霉属 *Trichoderma* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

Figure 13 Colony characteristics of *Trichoderma* sp. a. Colony;b. hypha

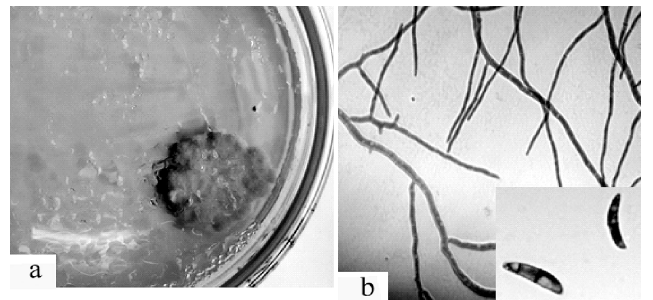


图14 镰刀菌属 *Fusarium* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

Figure 14 Colony characteristics of *Fusarium* sp. a. Colony;b. hypha

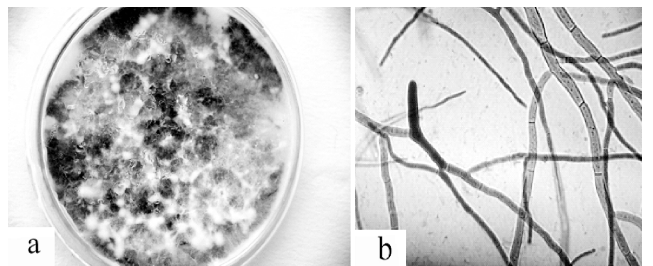


图15 角菌根菌属 *Ceratorhiza* sp.培养特征 a.菌落;b.菌丝

Figure 15 Colony characteristics of *Ceratorhiza* sp. a. Colony;b. hypha

3 讨论

通过组织切片法观察了寒兰根的显微结构,寒兰根横切结构从外到内依次是根被、皮层和中柱(维管柱),具内皮层,中柱具中柱鞘和髓部,结果表明寒兰根的显微解剖特征为典型的兰科植物根结构,与春兰、建兰、墨兰及独花兰等兰科植物的根结构相似^[2,12-14]。通过苯胺蓝染色方法观察了菌根真菌在寒兰根中的侵染和分布情况,在根被层和皮层细胞中可观察到菌丝团的分布,证明了寒兰在自然界是与菌根真菌共生的,而形成的典型菌根结构;新生根或者根尖细胞内无菌根真菌分布,成熟根的内皮层、中柱和中柱鞘细胞内

亦未观察到有菌丝分布;根被层未观察到通道细胞,但有发达的菌丝团分布,由此可推测,寒兰菌根真菌入侵的主要方式是通过破坏寒兰的根被细胞,进而感染皮层,在皮层细胞内定植,形成内生菌根。寒兰菌根真菌的侵染方式与墨兰^[12]、建兰^[13]以及扇脉杓兰^[8]等的类似,同属于无通道细胞的兰根。有研究表明^[2],与寒兰同属的春兰菌根则具有通道细胞,其菌根菌丝自外皮层薄壁通道细胞侵入皮层细胞。不过,真菌菌丝通过通道细胞侵染的方式多见于附生兰科植物,如密花石斛、卡特兰和西藏虎头兰等^[3-4]。

研究采集寒兰新鲜营养根进行内生真菌的分离、纯化培养,依据形态特征归类后共得到36个真菌菌株纯培养,并根据菌落形态、菌丝特征和产孢结构进行初步鉴定,36个真菌菌株分属帚霉属、丝核菌属、丛梗孢属、色二孢属、木霉属、镰刀菌属、角菌根菌属等10个属。由于兰科植物菌根真菌多缺乏稳定的形态学和培养特征,产孢诱导又往往不易成功,有的真菌本身并没有产孢结构,故单从形态学方面很难准确鉴定。近年来,人们普遍采用真菌的分子特征作为分类依据,分子鉴定可以从遗传进化的角度对真菌的种类、系统地位以及相互间的亲缘关系等做出判定,有效地提高了真菌鉴定的科学性和准确性^[15-16]。本研究主要采用了经典的形态学鉴定方法,所分离到的36个真菌菌株的确切分类位置有待利用分子生物学手段进行进一步的分子鉴定。

真菌在兰科植物的种子萌发阶段及其以后的生长发育中均发挥重要的作用。与兰科植物根共生的真菌具有专一性特点,同时,同一种兰科植物中的菌根真菌又具多样性^[7]。由于寒兰野生资源日趋枯竭,开展寒兰组织培养和快速繁殖研究是保护寒兰种质资源的重要技术手段之一。为了提高寒兰组培苗的驯化移栽成活率,以后应加强寒兰菌根中内生真菌的分离鉴定以及有益菌株的筛选工作,以期为实现寒兰工厂化育苗目标奠定基础。

参考文献:

[1] 陈瑞蕊,林先贵,施亚琴.兰科菌根的研究进展[J].应用与环

境生物报,2003,9(1):97-101.

- [2] 吕梅,伍建榕,马焕成.春兰菌根的显微结构观察[J].西南林学院学报,2005,25(2):8-11.
- [3] 范黎,郭顺星,肖培根.密花石斛等六种兰科植物菌根的显微结构研究[J].植物学通报,2000,17(1):73-79.
- [4] 丁晖,韩素芬,王光萍,等.卡特兰与丝核菌共培养体系的建立及卡特兰菌根显微结构的研究[J].菌物系统,2002,21(3):425-429.
- [5] 高瑾,王芳,伍建榕.4种地生兰菌根的显微结构研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(10):133-139.
- [6] 吴应祥.中国兰花(2版)[M].北京:中国林业出版社,1993,116-117.
- [7] 朱国兵.寒兰快速繁殖技术及其试管成花的研究[D].南昌:南昌大学,2006.
- [8] 乔元宝.扇脉杓兰菌根显微结构与内生真菌多样性[D].重庆:西南大学,2011.
- [9] 范黎,郭顺星,徐锦堂.我国部分兰科植物菌根的内生真菌种类研究[J].山西大学学报(自然科学版),1998,21(2):169-177.
- [10] 胡陶,李潞滨,杨凯,等.中国兰属植物菌根真菌的分离与鉴定[J].北京林业大学学报,2008,30(3):132-135.
- [11] Currah R S, Smreciu E A, Hambleton S. Mycorrhizae and mycorrhizal fungi of boreal species of *platanthera* and *coelloglossum*(orchidaceae)[J].Can J Bot.,1988(68):1171-1181.
- [12] 范黎,郭顺星,肖培根.墨兰菌根的结构及酸性磷酸酶定位研究[J].云南植物研究,1999,21(2):197-201.
- [13] 潘超美,陈汝民,叶庆生.野生建兰菌根的显微结构特征[J].广州中医药大学学报,2002,19(1):60-62.
- [14] 颜容,刘红霞,蔡怀颖,等.独花兰菌根的初步研究[J].北京林业大学学报,2006,28(2):112-117.
- [15] 王芝娜,李杰,张银杰.中国兰属植物菌根真菌的 rDNA ITS 分析[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(4):191-196.
- [16] McCormick M K, Whigham D F, O'Neill J. Mycorrhizal diversity in photosynthetic terrestrial orchids[J]. New Phytologist, 2004,163 (2):425-438.
- [17] 张辑.中国兰属植物内生菌多样性研究[D].北京:中国林业科学研究院,2012.

(责任编辑:华伟平)

Mycorrhizal Microstructure of Cymbidium Kanran and Its Mycorrhizal Fungi Isolation and Identification

LI Guoping, YANG Lusheng, LI Juan

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

Abstract: The mycorrhizal microstructure and the way of fungus infection of Cymbidium kanran roots were investigated and observed under optical microscope separately by freehand section method and aniline blue staining method. And, endophytic fungi from fresh mycorrhizal roots of Cymbidium kanran were isolated and identified preliminarily by conventional isolation method. The results showed this species possessed the typical mycorrhizal structure of orchid plants. Mycorrhizal fungi invaded root cortical tissues by destroying the velamen, and then formed peloton in parenchyma cells. 36 strains of mycorrhizal fungi were isolated and obtained, belonging to 11 genera, such as Eptographium, Rhizoctonia, Monilia, Diplodia, Trichoderma, Fusarium and Ceratorhiza, etc. It could provide reference for further research in the relationship between Cymbidium kanran plant growth and mycorrhizal fungus, and lay foundation of the screening out of beneficial strains.

Key words: mycorrhizal microstructure; mycorrhizal fungus; isolation and identification; Cymbidium kanran

促进桉树焦枯病菌大量产孢的方法

郭朦朦, 丁奕, 杨泽慧, 张清华, 冯丽贞, 宋漳

(福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002)

摘要:为了促进桉树焦枯病菌(*Calonectria pseudoreteaudii* YA51)在人工培养基上快速、大量的产生分生孢子,本试验在查彼特培养基(Czapek-Dox Medium)的基础上添加桉树叶煎汁、维生素 B₁、维生素 B₆ 或南美蟛蜞菊(*Wedelia trilobata*(L.) Hitchc.)煎汁,测定不同处理对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 产孢的影响。结果表明:在查彼特培养基中加入桉树叶煎汁和 4 g/L 的维生素 B₁,或者在查彼特培养基中加入南美蟛蜞菊煎汁均可促进 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 大量产孢,产孢量依次为 3.23×10⁶、1.43×10⁶ 个/mL。查彼特培养基明确的化学成分比不同时间配出的马铃薯葡萄糖琼脂培养基(Potato Dextrose Agar Medium, PDA)更利于 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 生长,此方法时间短,操作简单,产孢量高,可满足分子生物学试验要求。

关键词:桉树焦枯病菌;查彼特培养基;促进产孢;维生素 B₁;蟛蜞菊

中图分类号:S763 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0029-05

丽赤壳属(*Calonectria*)为广谱寄生真菌,可致多种植物病害,引起木本植物根腐、茎腐、叶斑以及焦枯等症^[1-3]。桉树焦枯病菌(*Cylindrocladium leaf blight*)是热带及亚热带桉树种植区内危害最严重的病害之一,也是我国林业检疫性病害^[4-8]。其主要症状为受害叶片顶端开始呈现焦枯状、在枯叶表面形成黑色小点,病健交接处有淡黄色晕圈,并使嫩枝梢枯,病害严重时可造成树冠光秃、枝干腐烂,个体生长势衰弱,林分蓄积量下降,严重阻碍桉树产业发展^[9]。前期研究发现,引起福建省桉树焦枯病病害发生的主要病原主要有 *Cakytensis*, *Capseudocolhounii*, *Capseudoreteaudii*^[7], 其中 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 为致病性强的优势种。

植物的病原学研究以及抗病性鉴定等工作的重

要环节之一是诱导促使真菌产生分生孢子^[9]。通常促进分生孢子产生的方法主要有近紫外光照射、菌落划伤、菌丝涂断、更换培养基或在培养基中加入植物煎汁或组织、某种营养成分等^[9-16]。课题组前期对桉树焦枯病菌研究中发现, *Ca. pseudoreteaudii* YA51 在马铃薯葡萄糖琼脂培养基(potato dextrose agar medium, PDA)中产孢量少且菌丝旺盛,不利于后期进行孢子原生质体的制备以及农杆菌介导转化试验。随着桉树的大规模种植,桉树焦枯病的危害日益加重^[7]。如何通过人工的方式快速、高效的获得大量孢子成为该病害研究的瓶颈。有鉴于此,本试验以查彼德培养基(Czapek-Dox Medium)为基础,添加不同组分旨在寻找促进 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 高效产孢的培养基配方,为后续研究奠定坚实基础。

收稿日期:2017-11-26

基金项目:福建农林大学科技创新专项基金项目(KFA17054A, KFA17053A)。

作者简介:郭朦朦(1993-),女,汉族,在读硕士研究生,主要从事森林病理学研究。

通讯作者:冯丽贞(1965-),女,汉族,博士,教授,主要从事林木生理学研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用菌株分离自福建福州地区桉树焦枯病病样叶片,为实验室鉴定的为 *Ca. pseudoreteaudii* YA51^[7]。

1.2 培养基

(1)马铃薯葡萄糖琼脂培养基(potato dextrose agar medium, PDA),加水定容至 1 L^[18]。

表 1 马铃薯葡萄糖琼脂培养基

Table 1 Potato glucose agar medium

组分	用量(g·L ⁻¹)
马铃薯	200
葡萄糖	20
琼脂	15

(2)查彼特培养基(czapek-dox medium, Czapek),加水定容至 1 L^[18]。

表 2 查彼特培养基

Table 2 Chapel medium

组分	浓度(g·L ⁻¹)
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.50
K ₂ HPO ₄	1.00
KCl	0.50
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.02
NaNO ₃	2.00
琼脂	20.00
蔗糖	30.00

(3)Czapek-Dox Medium+桉树叶煎汁 (Czapek+ELA),Czapek-Dox Medium 中以 3 g 桉树叶煮沸的煎汁取代纯水。

(4)Czapek-Dox Medium+桉树叶煎汁+维生素 B₁+维生素 B₆(CzapekE+VB₁+VB₆)

(5)Czapek-Dox Medium+南美蟛蜞菊(*Wedelia trilobata*(L.) Hitchc.)煎汁(Czapek+WTLA),其中以 3 g 蟛蜞菊叶片煮沸的煎汁代替纯水。

(6)Czapek-Dox Medium+桉树叶煎汁+维生素 B₁(CzapekE+VB₁),设置维生素 B₁的浓度梯度为 0.10、0.20、0.30、0.40、0.80、1.20、1.60、2.00、3.00、4.00、5.00 g·L⁻¹。

各培养基 110 kpa,121 °C灭菌 20 min,备用。

1.3 试验方法

1.3.1 培养基对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 生长的影响

将菌株接种于 PDA 培养基中,置于黑暗条件下,28 °C恒温培养 10 d,待菌落长至培养皿边缘时,用接种针挑取边缘新鲜菌丝,分别接种与上述(1.2 培养基)不同平板(直径 9 cm)中央,黑暗无光,28 °C培养 7 d^[9]。测量菌落直径,观察并比较不同培养基之间菌落特征以及生长速度的异同。以 PDA 培养基作为对照。每种培养基重复 3 皿。

1.3.2 培养基对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 产孢和孢子萌发率的影响

接菌方式与培养条件和 1.3.1 相同。培养 7 d 后,先用移液枪枪头轻轻刮掉菌丝,再以 2 mL 无菌水清洗全皿,并用枪头轻轻刮洗培养皿表面,并反复用菌液清洗,确保分生孢子没有粘附在培养基上,吸取 200 μL 置于血球计数仪板上计算和统计单位菌落面积的产孢量。以 PDA 培养基为对照。每种培养基重复 3 皿。

1.4 数据处理

利用 SPSS 和 Excel 对试验数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同培养基对菌落形态、生长的影响

不同培养基对菌株直径具有一定影响,其中 CzapekE+VB₁的平均直径最小,为 4.2 cm,CzapekE+VB₁+VB₆最大直径为 6.42 cm。PDA 直径居中(图 1)。说明复合维生素营养有宜菌落直径的生长。由图 2 可看出,不同培养基对菌落形态影响较大,PDA 和 CzapekE+VB₁+VB₆菌丝厚重,且菌落周边偏白,中央区域呈现淡褐色,但产孢较少,说明营养物质丰富,有利于菌丝生长。Czapek 和 Czapek+WTLA 菌落呈现深褐色,菌丝较稀疏,其中 Czapek 有菌株老化的趋势,且产孢不明显,表明营养匮乏,仅能维持菌落基本生长,无法为后期生长提供充足养分。Czapek+ELA 和 Czapek+VB₁菌落整体颜色偏白。CzapekE+VB₁可明显看出产孢区,菌丝稀疏。因此,以上试验结果说明在可维持基本生长的 Czapek 基础上,CzapekE+VB₁+VB₆菌丝过胜,不利于后期分生孢子液的制作,CzapekE+VB₁的组合菌丝稀少,且具有促进产孢的作用。

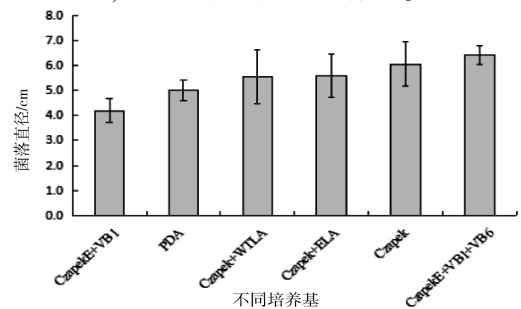


图 1 不同培养基对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 直径的影响
Figure 1 Effects of different culture media on mycelial growth of *Ca. pseudoreteaudii* YA51

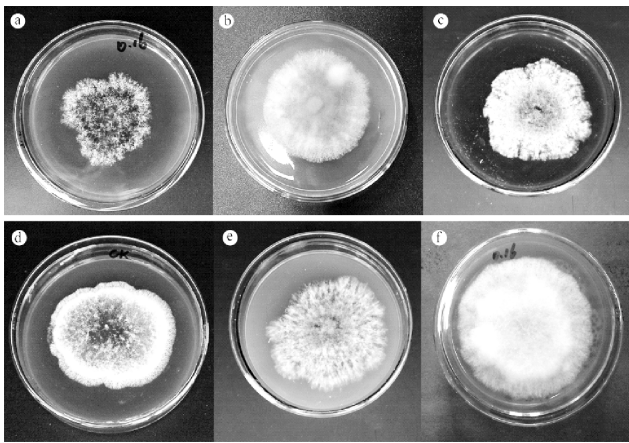


图2 不同培养基对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 形态和直径的影响

Figure 2 Effects of different culture media on mycelial growth and shape of *Ca. pseudoreteaudii* YA51

注:a~f依次为:CzapekE + VB₁、PDA、Czapek + WTLA、Czapek + ELA、Czapek、CzapekE + VB₁ + VB₆

a~f:CzapekE + VB₁、PDA、Czapek + WTLA、Czapek + ELA、Czapek、CzapekE + VB₁ + VB₆

2.2 不同培养基对产孢和孢子萌发率的影响

Czapek + ELA、CzapekE + VB₁、CzapekE + VB₁ + VB₆、Czapek + WTLA 均对菌株产孢有促进作用,产孢量依次为 1.33×10^6 、 1.17×10^6 、 7.00×10^5 、 1.43×10^6 个/mL,分别为对照组的2倍、2倍、1倍、3倍。但不同培养基对孢子萌发率影响不大,萌发率均在95%以上,表明不同组分不会造成菌落突变或死亡。

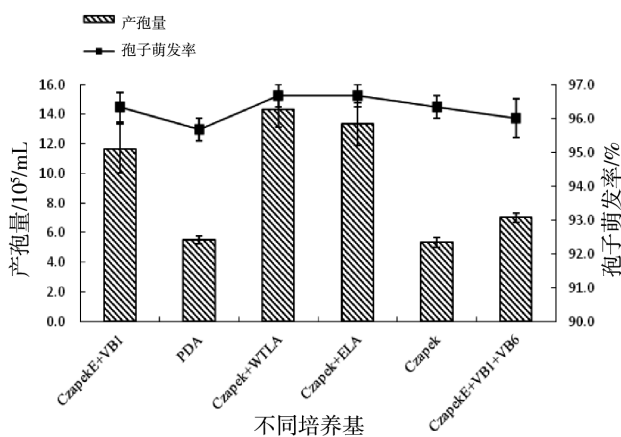


图3 不同培养基对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 产孢和孢子萌发的影响

Figure 3 Effects of different culture media on sporulation and conidia germination of *Ca. pseudoreteaudii* YA51

2.3 不同浓度维生素 B₁ 对菌落形态、生长速度的影响

对 VB₁ 促进产孢最佳浓度筛选试验表明。不同浓

度 VB₁ 对菌落直接影响不大(图4),但菌落形态有明显差异(图5)。添加桉树叶煎汁和 VB₁ 的菌落菌丝稀疏,肉眼可以明显观察到产孢区。然而,随着浓度的增加,菌落中间黄色区域明显变多,可见产孢区减少,有衰老趋势,因此,高浓度 VB₁ 对于 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 具毒害作用。

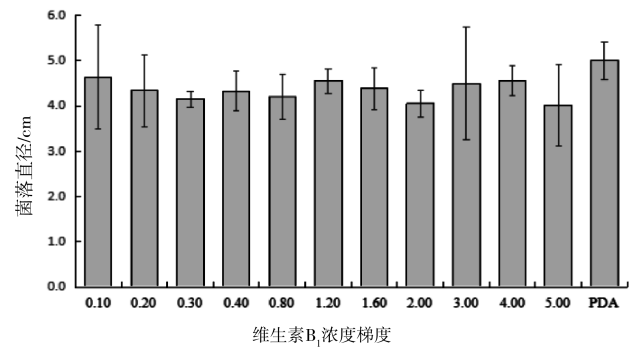


图4 不同维生素 B₁ 浓度对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 直径的影响

Figure 4 Effects of different vitamin B₁'s concentration on mycelial growth of *Ca. pseudoreteaudii* YA51

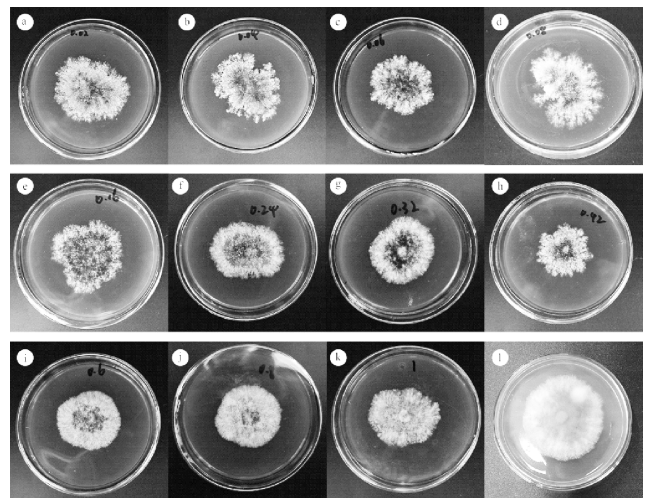


图5 不同维生素 B₁ 浓度对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 形态和直径的影响

Figure 5 Effects of different vitamin B₁'s concentration on mycelial growth and shape of *Ca. pseudoreteaudii* YA51

注:a~l依次为:0.1、0.2、0.3、0.4、0.8、1.2、1.6、2.0、3.0、4.0、5.0 g/L、PDA

a~l:0.1、0.2、0.3、0.4、0.8、1.2、1.6、2.0、3.0、4.0、5.0 g/L、PDA

2.4 不同浓度维生素 B₁ 对产孢和孢子萌发率的影响

随着 VB₁ 浓度的增加,产孢量和孢子萌发率的趋势为先增加后减少(图6),在 VB₁ 浓度为 $0.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到巅峰,产孢量为 3.23×10^6 个/mL,是对照组的6倍,自 $0.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 高峰后,产孢量极速下降,孢子萌发率

也随着浓度的增高而降低,因此,高浓度 VB_1 对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 有抑制作用,最适产孢 VB_1 浓度为 $0.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

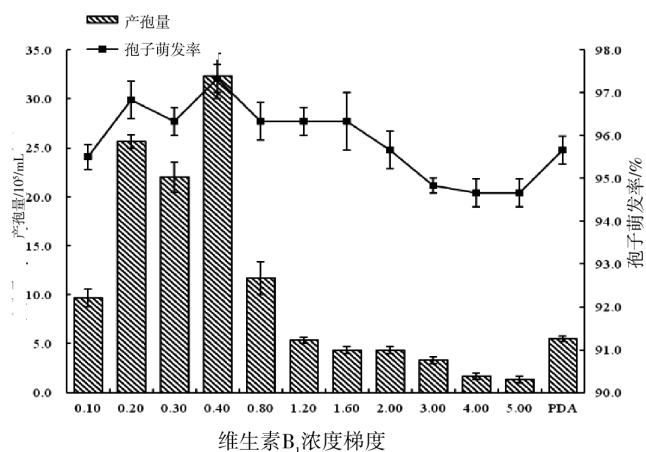


图6 不同维生素 B_1 浓度对 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 产孢量和孢子萌发率的影响

Figure 6 Effects of different vitamin B_1 's concentration sporulation and conidia germination of *Ca. pseudoreteaudii* YA51

3 小结与讨论

Ca. pseudoreteaudii YA51 在 PDA 培养过程中,一般需要 10 d 才会大量产孢,且产孢量低,无法满足 1.00×10^6 个/mL 的需求^[19-20]。本试验中,在 Czapek 的基础上添加桉树叶煎汁和 VB_1 可在培养 7 d 时达到 1.00×10^6 个/mL,既节约了时间,又满足试验需求量。

草莓炭疽病菌 (*Colletotrichum theobromicola*)、葡萄溃疡病菌 (*Botryosphaeria dothidea*) 等采用涂断菌丝或者刮伤菌落的方法进而促进产孢^[9,21-23],但此类方法不适宜 *Ca. pseudoreteaudii* YA51,本菌株在 PDA 培养基过程中易被青霉菌 (*Penicillium*) 污染,刮伤菌落后再培养,极大的增加了污染率。虽然在 PDA 基础上添加叶片煎汁等也可达到提高产孢量的作用^[24]。但 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 因营养物质的变化可引起可观的形态改变,我们在培养 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 中发现,不同批次的 PDA 中菌落形态也有差异,这是由于不同批次土豆的营养物质含量不同。

为了避免非可控因素,本试验采用主要营养成分来源明确的 Czapek 培养基,通过自主改变其中某种元素进而达到改变菌落形态的目的。添加桉树叶

煎汁的目的在于模拟和提供自然环境下菌株的生长环境。本试验结果表明,Czapek+ELA 产孢量为 1.33×10^6 个/mL,确有提高产孢量的作用,在其基础上再添加 VB_1 可进一步提高产孢量,最高可达 3.23×10^6 个/mL。何书婷等 2017 年发现入侵植物对某些真菌具有抑制作用^[25],其中相关研究表明蚜螟菊不仅可抑制植物生长,也对致病真菌菌的生长和活力具一定影响^[26-28]。因福建本省南美蚜螟菊居多,参照桉树叶煎汁的方式尝试南美蚜螟菊煎汁,发现可以促进 *Ca. pseudoreteaudii* YA51 产孢,此方法原材料丰富,成本廉价,操作简单。

参考文献:

- [1] PAUL C. Taxonomy and pathology of *Cylindrocladium* (*Calonectria*) and allied genera [J]. Mycologist, 2003,17(3):127-127.
- [2] LOMBARD L, CROUS P W, WINGFIELD B D, et al. Species concepts in *Calonectria* (*Cylindrocladium*) [J]. Studies in Mycology, 2010,66(1):1-13.
- [3] 陈帅飞,刘倩丽,李洁琼,等.中国丽赤壳属 *Calonectria* 真菌物种及遗传多样性[J].桉树科技,2015,32(2):34-56.
- [4] 陈全助,陈慧洁,郭文硕,等.桉树焦枯病菌(*Calonectria pseudoreteaudii*)生物学特性测定[J].福建林学院学报,2014,34(4):328-332.
- [5] RODAS C A, LOMBARD L, GRYZENHOUT M, et al. *Cylindrocladium* blight of *Eucalyptus grandis* in Colombia [J]. Australasian Plant Pathology, 2005,34(2):143-149.
- [6] CHEN S F, LOMBARD L, ROUX J, et al. Novel species of *Calonectria* associated with *Eucalyptus* leaf blight in South-east China [J]. Persoonia .2011, 26(1):1-12.
- [7] 陈全助,郭文硕,叶小真,等.福建省桉树焦枯病菌分类鉴定 [J].福建林学院学报,2013,33(2):176-182.
- [8] 朱建华,郭文硕,陈红梅,等.桉树焦枯病对桉树生长量的损失估计研究[J].中国森林病虫,2011,30(5):6-10.
- [9] 黄军凯,张国珍.促进草莓炭疽病菌大量产孢的方法[J].植物保护,2014,40(4):107-111.
- [10] 王拱辰,陈辉珍.促进镰刀菌产孢的培养基[J].植物病理学报,1995(2):165-166.
- [11] 宋漳,江英成,饶如春.氨基酸和维生素对绿僵菌液生分生孢子形成影响[J].福建林学院学报,2000(3):251-254.
- [12] 张淑红,段晓静,王建伟.氨基酸和维生素对白僵菌生长的影响[J].唐山师范学院学报,2008(2):51-52.
- [13] 阮元,马进川,薛元,等.维生素 B_1 、 B_6 和生长激素 2,4 - D 对

- 蛹虫草液体发酵虫草素产量的影响[J].菌物学报,2014,33(2):477-482.
- [14] 宋漳,周晓妹.维生素对白僵菌生长和液生分生孢子形成的影响[J].福建林学院学报,2010,30(3):198-201.
- [15] 马路,林衍铨,江晓凌,等.无机盐、维生素与植物生长调节剂对绣球菌菌丝生长的影响[J].菌物研究,2011,9(3):172-175.
- [16] 任桂梅,周茂林,毋楠,等.维生素 B1 对几种担子菌菌丝体生长的影响[J].安徽农业科学,2007(26):8075-8076.
- [17] 李国清,陈帅飞,吴志华,等.中国桉树焦枯病原菌物种多样性及致病力初步分析 [J]. 热带作物学报,2014,35(6):1183-1191.
- [18] 方中达.植病研究方法(第二卷)[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [19] 韩小路,白静科,张玮,等.PEG 介导的苹果果生刺盘孢 *Colletotrichum fructicola* 原生质体转化[J].西北农业学报,2016,25(3):442-449.
- [20] 金丽.农杆菌介导柑橘指状青霉遗传转化体系的优化及其致病机理的初步研究[D].武汉:华中农业大学,2016.
- [21] 姚晟伟,谢悦,李兴红.葡萄溃疡病病菌(*Botryosphaeria dothidea*)的诱导产孢方法评价[J].中外葡萄与葡萄酒,2011(9):4-7.
- [22] 王静,任安芝,谢凤行,等.几种诱导黑麦草 *Lolium perenne* L. 内生真菌产孢的方法[J].菌物学报,2005(4):120-126.
- [23] 赵红,王彩霞,陈晓忍,等.苹果腐烂病菌诱导产孢方法[J].中国农学通报,2012,28(10):151-154.
- [24] 陆宁海,徐瑞富,吴利民,等.长蠕孢菌产孢条件的研究[J].微生物学通报,2005(5):77-81.
- [25] 何书婷,贺锐林,王立,等.5 种入侵植物提取物对 2 种芒果病原真菌的抑制作用[J].热带生物学报,2017,8(1):22-28.
- [26] 李守婷,周艳,麻兵继,等.蟛蜞菊烯酸钠盐抑制植物病原真菌菌丝生长活性研究 [J]. 河南农业大学学报,2015,49(5):653-657.
- [27] 柯展鸿,陈雁飞,惠苗,等.南美蟛蜞菊和蟛蜞菊化感作用的比较研究[J].华南师范大学学报(自然科学版),2014,46(1):83-88.
- [28] 吴易.南美蟛蜞菊根系分泌物抑制土传致病真菌从而有益于其入侵[A].中国植物学会.生态文明建设中的植物学:现在与未来——中国植物学会第十五届会员代表大会暨八十周年学术年会论文集——第 2 分会场植物生态与环境保护[C].北京:中国植物学会,2013:1.

(责任编辑:华伟平)

A Method for Inducing Sporulation of *Calonectria Pseudoreteaudii* YA51 Pathogen from *Eucalyptus*

GUO Mengmeng, DING Yi, YANG Zehui,

ZHANG Qinghua, FENG Lizhen, SONG Zhang

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

Abstract: In order to promote *Calonectria pseudoreteaudii* YA51 from *Eucalyptus* to produce a large number of conidia on media in a short time, the effects of different mediums, adding *Eucalyptus* leaves', VitaminB₁, VitaminB₆ or *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc. leaves' on the Czapek-Dox Medium, on sporulation of *Ca. pseudoreteaudii* YA51 we determined. The results indicated that Czapek-Dox Medium+ *Eucalyptus* leaves' +4 g/L VitaminB₁ or Czapek-Dox Medium+ *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc. leaves' can induce the sporulation of *Ca. pseudoreteaudii* YA51, and the sporulation is 3.23×10^6 spore/mL and 1.43×10^6 spore/mL respectively. Compared to Potato Dextrose Agar Medium, the Czapek-Dox Medium's composition was more clear, and it also timesaving, easy operation and had higher sporulation that can meet the requirement of molecular biology test.

Key words: *calonectria pseudoreteaudii* YA51; czapek-dox medium; promoting sporulation; VitaminB₁; *wedelia trilobata*(L.) Hitchc.

福建自贸区背景下体育旅游经济链建构策略研究

——以福建自贸区的福州、平潭、厦门等三个片区为例

李加鹏^{1,2}, 陈海春²

(1.福建中医药大学 体育部, 福建 福州 350122; 2.福建师范大学 体育科学学院, 福建 福州 350108)

摘要:针对福建省体育旅游发展现状,充分发挥福建省自贸区福州、厦门、平潭三片区体育旅游地理、人文资源优势,结合福建省自贸区经济环境与政策导向,在城市体育旅游品牌建设,体育旅游资源开发,精品赛事品牌建设,体育旅游相关产业拓展,体育旅游基础配套设施建设,体育旅游服务业的完善,福建省自贸区相关政策,体育旅游保险制度等几方面对福建省自贸区体育旅游经济链构建的可行性和开发策略进行研究,对推进福建省自贸区体育旅游市场发展,拓展体育旅游经济链相关产业提供理论与技术支持。

关键词:福建省自贸区;体育旅游;体育产业;经济链

中图分类号:G80-05 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0034-07

随着国内经济的进一步发展,我国传统的居民旅游价值观从观光型旅游已逐步向度假休闲型旅游转变,体育旅游产业作为新经济时代背景下极具创新活力的产业形式,对促进区域经济产业结构发展与转型,增加劳动人口就业,改善体育生活价值观念,提高居民收入水平等多方面都有积极的促进作用。福建省地处东南沿海,气候宜人,素有“山海画廊、人间福地”之称,2015年4月福建省自由贸易试验区正式揭牌,设立福州、厦门、平潭三个片区,自贸区的设立,再加上“海峡西岸经济区”、“厦门经济特区”、“平潭综合实验区”、“海上丝绸之路核心区”等等一系列国家经济区的发展建设对推动福建地区体育旅游经济发展注入了新的动力。

收稿日期:2017-12-25

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JAS150286);
福建省社会科学规划项目(FJ2015C015)。

作者简介:李加鹏(1981-),男,汉族,讲师,福建师范大学在读博士生,主要从事体育经济学、体育教育训练学研究。

通讯作者:陈海春(1962-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事运动人体科学的研究。

1 构建“福建体育旅游经济链”理论基础

针对如何科学有效的整合现有体育旅游资源、促进体育旅游经济的融合与发展、带动体育衍生行业市场的创新机制等,提出依托福建省自由贸易试验区的建设,进一步贯彻落实科学发展观,以各地区体育旅游为主线,以各旅游点为基础,着力打造福建省自贸区体育旅游经济链的建设。据此提出关于构建“福建省体育旅游经济链”设想,其理论依据及基础主要有三点。

1.1 圈层经济理论

圈层经济理论是通过其中心辐射能力,利用多产业圈层的耦合,将整个区域经济紧密联系起来,既能充分发挥各地区区域间优势,还能够兼顾整体大局,实现不同地区优势的整合,便于提高整体区域实力^[1]。福州、厦门、平潭作为福建省重要的政治经济中心和综合实验区在福建省体育旅游发展过程中起着领头羊的作用,以三地为中心,以体育旅游为媒介,利用圈层经济理论,把福建省多地市体育产业经济进行合理开发利用,实现多链条的协调发展,避免同质化竞争^[2],同时突出优势,协调发展,实现福建省体育旅

游由点的发展到链的完善。

1.2 点-轴经济理论

在社会经济发展过程中,各类经济要素在“点”(中心城市和各级居民点)上聚集和体现,并依托线状各类基础设施“轴”(交通、通讯、水源通道)进行联系,“轴”对附近相关区域具有很强的吸附力和凝聚力,对链接点-轴地区的人员流通、信息交流、产品运输等等诸多方面起到积极地推进和扩散作用^[3]。福建省体育旅游经济链建设可结合福建省交通、通讯、水源通路等诸多优势对省内体育旅游线路进行协调发展,利用点-轴发展模式,最终实现以点带面,以轴为链的多层次立体结构发展模式,最终实现福建省体育旅游资源的优化配置,促进体育旅游市场的健康协调发展。

1.3 区域协调发展理论

区域协调发展理论是在经济一体化的发展趋势下,各地区基于互相开放的经济环境,加强各区域相互依赖程度、经济来往和经济协调,实现区域经济可持续发展。其本质就是要充分发挥各区域自身优势,结合自我发展特点调配区域间资源优势与合理分工,实现区域经济发展的一体化^[4]。福建省体育旅游经济链的开发要注重区域间的协调与互补,充分融合和发挥福州市人文体育旅游优势,厦门市现代竞技与高端体育产业经济优势以及平潭综合实验区的政策及海岛环境优势。以区域协调发展理论为前提,充分调动闽西北、闽西南的地理环境优势,打造福建省多地区、多区域联合互动、协调发展的体育旅游经济链。

2 “福建体育旅游经济链”构建的必要性和可行性

2.1 “福建体育旅游经济链”构建的必要性

国家体育总局体育科学研究所研究员鲍明晓提出“体育旅游是体育产业最大的“蛋糕”,中国目前正处在体育旅游被全面激活的前夜。”近几年国内体育旅游产业年均增长 30%~40%,就增速而言位居前列,但体育旅游产业仅占整个旅游行业产值的 5%左右,而欧美发达国家体育旅游价值比已高达 25%,由此可见巨大的市场潜力仍未被充分挖掘,体育旅游经济效应仍未形成规模性^[5]。福建省体育旅游资源丰富,既有闻名中外的名胜古迹又有叹为观止的自然景观,既有

丰富多彩的民俗传统体育运动,又有享誉海内外的现代竞技赛事;既有畲族民风的文化节庆又有闽越传统的历史风情,再加上便利的吃住行配套设施保障,体育旅游将是带动福建省旅游业发展的一支中坚力量。

福建省自贸区的设立无疑对推动区域经济发展,拓展地区贸易,提高居民收入等多方面产生积极影响,在此基础上,构建具有福建特色的体育旅游经济链,以福州、厦门、平潭三地为中心链条,以宁德、莆田、泉州、漳州、龙岩、三明、南平为辅助进一步整合体育旅游资源、完善相关配套设施建设、注重整体链条经济的开发,同时加快建设全国生态旅游先行区、全国生态旅游省、21 世纪海上丝绸之路旅游核心区、闽台两地体育旅游交流核心区建设,加强城市品牌形象推广、扩大产业规模、调整产业结构、优化产品体系、实现体育旅游资源的共享,把体育旅游经济培育成发展拉动福建省旅游产业发展的火车头^[6]。

2.2 “福建体育旅游经济链”构建的可行性

2.2.1 福建省城市体育旅游区域优势

(1)福州城市体育旅游区域优势

福州作为福建省自贸区的重要组成部分,其体育旅游产业的发展得到了当地政府的大力支持。以“福之州,青之运”为主题的第一届全国青年运动会在福州海峡奥林匹克中心盛大开幕,福州市借势青运会给世人充分呈现了一带一路海丝情,一方福水运神州的宏伟场面。此届青运会对加快福州市体育元素与休闲旅游、文体会展、素质培训、健康养生、互联网及高科技等领域的融合进度,再加上海峡奥体中心等一系列特级特大型体育建筑的落成为福州市打造“有福之州”的特色体育旅游产业奠定了基础。

表 1 2015 年-2016 年福州赛事统计表

Table1 Fuzhou tournament statistics in 2015-2016

序号	举办时间	体育赛事
1	2015 年 10 月	第一届全国青年运动会
2	2015 年 11 月	中国羽毛球公开赛
3	2015 年 11 月	第 31 届全球华人篮球邀请赛开赛
4	2015 年 11 月	环福州·永泰国际公路自行车赛
5	2015 年 12 月	福州国际马拉松暨海峡两岸马拉松邀请赛
6	2016 年 6 月	中华龙舟大赛(福建·福州站)
7	2016 年 11 月	环福州·永泰国际公路自行车赛
8	2016 年 12 月	福州国际马拉松赛

2015 年 11 月,第一届“海丝旅游节”(海上丝绸之路(福州)国际旅游节)在福州举行新闻发布会,旅游

节最大的特色就是推动旅游与体育的结合;为进一步深化体育产业与旅游产业之间融合,以“美丽中国·清新福建”为主题的首届“境外旅行商采购大会”在福州海峡国际会展中心开幕,共计16个国家和地区的代表参加了本次盛会,为促进体育旅游经济的发展挖掘体育旅游热点实现体育与旅游互利共赢起到了积极地促进作用。建设以福州“闽都文化”为主要特色的体育旅游市场,展现“有福之州”现代城市的魅力,强化“温泉之都”的品牌支撑,加快福州体育旅游城市名片的建设是构建福建省自贸区体育旅游经济链的重要措施之一。

(2) 厦门城市体育旅游区域优势

厦门作为经济特区以厦门岛为主体,环境优美,港阔水深,拥有多个天然海峡性港口、沿海大小岛屿星罗棋布,岛内群山环抱景色迷人、碧海蓝天外加著名的黄金沙滩适宜户外运动、野餐露营等休闲体育旅游的开展。2012年厦门市就提出拟把厦门市打造成为一个“体育生态岛”,同期出台了《厦门市人民政府关于加快发展体育产业的实施意见》,该意见的最终目的是把厦门市打造成为一个富有生活品质的生态之岛、享誉国内外竞技体育赛事中心、滨海休闲体育旅游天堂、体育用品行业制造、研发与营销基地。被誉为“国际田联路跑金牌赛事”的厦门国际马拉松赛以其较高的竞技水平、民众参与的广泛以及完善的配套设置服务是目前唯一可以与北京齐名的马拉松赛事,另外还有国际网球青少年组排名赛、海峡杯帆船赛、环岛自行车赛、厦门公开海域冬泳赛等著名赛事。民俗传统体育赛事同样也是厦门一大招牌,如2011年升格为国际级赛事的集美龙舟赛吸引了众多海内外参赛队伍齐聚厦门,另外高校龙舟赛、海峡两岸龙舟赛也同样为厦门民俗体育旅游增添了色彩。休闲体育是厦门国际旅游岛的另外一大特色,如观音山沙滩风筝节、五缘湾两岸垂钓赛、中国厦门国际游艇展、游艇基地及邮轮母港等等具有独特魅力的海峡西岸体育旅游文化赋予厦门体育旅游的烫金招牌。

(3) 平潭城市体育旅游区域优势

平潭岛作为福建省第一大岛,地理位置优越,旅游资源丰富,素有“千礁之岛”的美名,2015年正式列为福建省自贸区三片区之一,沙滩、湖泊、大海、岛礁、国家级海岛森林公园等,再加上福建省特有的海蚀地貌造就了平潭风景秀丽的自然人为景观。2016年1月

“云动平潭-中国(平潭)国际体育旅游资本高峰论坛系列活动”在北京国家体育场(鸟巢)举行,该论坛围绕平潭打造“国际旅游岛”为目标,积极探讨平潭作为海峡两岸旅游合作,体育资本融合,生态家园共建为出发点,集体育、旅游和资本于一体的新型运行方式,该论坛计划在平潭推出千人沙滩足球赛、体育旅游资本高峰论坛、万人沙滩体育嘉年华等活动。另外各类国际大型竞技赛事多次在平潭举办为当地体育旅游产业的发展起到了推波助澜的作用,2016年6月来自21个国家的运动健儿参加了第三届“海洋杯”中国平潭国际公路自行车公开赛;2015年全国风筝帆板锦标赛在平潭顺利举办;与此同时平潭还先后三次承办国际沙雕节,吸引了来自全球各地的沙雕爱好者前来参赛观摩,期间还举办了放飞大型风筝的活动、上演了当地富有民族风情的表演以及福建省沙滩小姐大赛、南少林武术擂台赛等诸多的文艺体育赛事。集健身、竞赛、娱乐、培训、旅游、购物、文化和休闲于一体的平潭奥林匹克体育中心项目也在紧锣密鼓的筹备之中,该体育中心完工后将为平潭承担各类大型比赛,满足当地居民健身,开展各类体育文化交流合作等活动的开展提供平台;另外当地民间传统体育运动项目同样丰富多彩具有代表性的有演练藤牌操、放风筝、武术、划龙舟等。“平潭国际旅游岛”的建设为该地区体育旅游产业经济的发展提供了广阔的发展平台,对推进平潭国际旅游岛建设,打造国际吸引力和竞争力的海洋旅游度假胜地,树立体育旅游城市名片进程注入动力。

2.2.2 福建省多城市化圈层、点轴城市群优势

福建省自贸区体育旅游经济链的布局要以自贸区建设为契机,以体育旅游市场为引导,坚持以品牌、理念、制度创新为引领,加强服务、资本、品牌、管理、协作等多环节的完善工作,积极发挥市场经济对体育旅游资源的调配作用,以清新福建省为品牌,推动福建省自贸区体育旅游产业的科学、健康、绿色、跨越式发展。

(1) 以福州为点,以闽东北为面

福州作为福建省省会城市,涵盖了福州和平潭两个自贸片区,南北以莆田、宁德为面,在福建省自贸区和“海上丝绸之路”的建设中起着举足轻重的作用。随着福州新区和平潭国际旅游岛建设的推进,以福州为点的陆上、空中交通枢纽功能不断完善,增强了闽东

北及周边地区的经济辐射;各类国际展销会、体育用品博览会的举办对加强福州“温泉之都”城市体育休闲旅游购物中心的建设起到了积极的助推作用;借助福州马尾等传统观光旅游的优势,大力拓展体育旅游项目,打造一批国家级生态体育休闲度假区,如鼓岭度假区、宁德世界地质公园、仙游九鲤湖、永泰东方第一漂流、宁德鸳鸯溪、白水洋、霞浦滩涂、渔人码头、湄洲岛、南日岛、嵛山岛、琅岐岛、三都澳等都是享誉省内外著名的游泳、攀岩、漂流、垂钓、户外生存、探险等方面的体育旅游景点。以福州为点,以闽东北为面,强化福、莆、宁城市体育旅游集群建设,提升体育旅游元素的福建省旅游发展格局中的地位和作用,共同推动福建省自贸区体育旅游经济链建设。

(2)以厦门为点,以闽南为面

厦门作为厦、漳、泉闽南经济金三角的核心城市,是一座美丽的现代化国际型港口风景旅游城市,隔海毗邻台湾,是闽台交流的重要平台。以厦门城市为点,以漳州、泉州为面,依托厦门国际旅游城市的优势结合漳州、泉州海上丝绸之路的历史文化积淀,大力发展现代竞技体育观赏参与游、游艇邮轮体验游、都市体育魅力游、滨海休闲度假游、闽南民俗体育体验游、体育用品购物游等等。在充分体验现代体育、科技体育、竞技体育、休闲体育的魅力同时感受各类闽南文化的沐浴如妈祖海上文化、南少林武术文化、龙舟文化,客家体育文化等民俗文化;其次要突出近台优势,通过两岸各类竞技体育比赛、民间传统体育邀请赛、体育企业交流研讨会等多种形式加强闽台体育旅游交流,发挥自贸区、厦门经济特区优势结合“大三通、小三通”的政策,加深闽台体育旅游交流合作;以闽南厦、漳、泉为主的经济金三角对增强闽南地区旅游经济,拓展现代体育旅游生活方式,引领高端体育旅游消费,倡导传统体育文化起到了积极的促进作用。

2.2.3 完善的体育旅游经济链配套设施

在饮食、住宿及交通方面,福州市、厦门市、平潭综合实验区积极引进多家高端品牌酒店,配合连锁酒店、地方饭店、旅馆、农家乐、特色小吃一条街等等饮食住宿硬件,再加上四通八达的海陆空交通旅游配套,在吃住行方面可满足各级不同体育旅游消费群体的需求;其次为满足体育旅游团体的购物需求福建自贸区配套有:“万国(国际)商品交易中心”、“左海旅游购物一条街”、“三坊七巷旅游购物一条街”、“中山路

步行街”、“厦门信达免税商场”、“大嶝小镇台湾免税公园”、“平潭台湾商品免税市场”,在游玩中可以购买到各类海内外物品;最后,娱乐方面各类大型游乐场如福州的贵安水世界、左海游乐场,厦门的方特游乐场、欢乐谷游艺世界、新地游艺世界,平潭的森林公园游乐场等等满足游客新奇、刺激的娱乐体验,另外的福州酒吧一条街、厦门酒吧一条街也是游客小酌怡情必到之处。因此,进一步完善体育旅游配套设施水平是保障福建省自贸区体育旅游经济链健康、科学、合理发展的有力措施之一^[7]。

2.2.4 健全的政策保障

福建省旅游业发展迅速,据福建省旅游局统计近几年福建省旅游产业各项中主要旅游经济指标增幅位居前列,且均高于全国平均水平,计划在2020年前实现旅游产值占省GDP总量的7%,旅游经济产值实现6900亿元收益。为促进福建省旅游市场的快速发展,先后颁布了诸多法律、法规及政策为福建自贸区体育旅游经济的快速健康发展提供了一个良好的宏观环境,同时对福建省体育旅游经济的发展提出了具体的发展目标与任务。针对福建省及地方政府的政策支持,自贸区各片区应把握发展契机,充分利用现有政策的有力支持与保障,加快体育旅游经济发展的改革创新,实现多行业协调促进发展,促进福建省自贸区体育旅游经济链快速发展。

表2 福建省体育旅游相关政策法规统计表

Table 2 statistical of regulation on sports tourism in Fujian province

序号	颁布时间	法规条例名称
1	2015年9月	《福建省人民政府关于进一步深化旅游业改革发展的实施意见》
2	2016年5月	《福建省“十三五”旅游业发展专项规划》
3	2016年4月	《福建省国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》
4	2015年4月	《中国(福建)自由贸易试验区总体方案》
5	2015年3月	《支持中国(福建)自由贸易试验区旅游业开放的意见》
6	2015年8月	《关于加快体育产业发展促进体育消费十条措施的通知》

3 构建“福建体育旅游经济链”可操作性建议

福建省自贸区体育旅游经济链的开发需进一步推动体育旅游资源的整合工作,加速体育旅游与其他产业的融合度,注重福建自贸区体育旅游经济链的品

牌化、个性化、多样化的发展模式,加快区域合作,实现资源共享与互补,通过改革创新完善体育旅游公共服务软实力,打造优越的福建省自贸区体育旅游环境,并结合地区发展特点延伸体育旅游经济链的辐射带动作用,以地区为点、以点带面,促进整体链条式发展模式,形成具有强大市场竞争力的福建省自贸区体育旅游经济链^[8]。

3.1 以福州、平潭、厦门为主链加大对闽西北、闽西南的辐射

闽西北作为福建省内陆城市涵盖三明市、南平市、武夷山市,拥有闻名中外号称“双世遗”(世界自然遗产与世界文化遗产)的武夷山、泰宁休闲旅游度假区,在这里可以体验“曲曲山回转,峰峰水抱流”号称中国最美溪流的九曲溪漂流;富有品味与养生的武夷茶文化体验旅游;休闲体育旅游中可体验大金湖、九龙湖撑船游览、休闲垂钓、下水捕捞、品味河鲜的渔民生活^[9]。闽西南与闽南地区重叠较多,除了厦门、漳州、泉州外主要延伸到闽西即龙岩市,闽西以客家文化、土楼世界文化遗产、生态休闲乡村游、森林探险游著称,同时还可以通过闽西革命历史博物馆、古田会议遗址、中央苏区旧址、新罗革命纪念地旅游区来瞻仰缅怀革命先烈,体验红军万里长征之路,弘扬努力拼搏的长征精神;闽西南拥有四通八达的交通网络,沿路群山环绕、风景秀丽,被意为是“最受欢迎自驾游旅游十佳品牌景区”。以福州、平潭、厦门为福建省体育旅游经济发展的主链加大对闽西北、闽西南内陆地区的辐射带动作用,积极推动福建省区域联动的体育旅游发展大格局。

3.2 以赛事为媒介,加强竞技、传统、民俗体育赛事品牌建设

各类竞技、传统、民俗体育赛事可吸引游客观赏自己喜爱的运动项目、体验不同的民俗风情、激发旅游健身热潮、感受体育旅游魅力,同时赛事又为城市宣传、名片打造、精神文明建设、基础设置完善、拉动经济增长等起到了积极的促进作用^[10]。近几年随着比赛水平不断提高、参与人数的不断增加,福建省各类竞技赛事影响力不断得到加强:福州国际沙滩排球赛、厦门国际马拉松、青运会、泰宁户外运动国际挑战赛、平潭国际风筝冲浪赛等,另外诸多国家级体育训练基地如排球、举重、蹦床、羽毛球等训练基地等也为福建省体育旅游经济的发展提供了一定的竞技体育

旅游资源的支撑;传统及民俗体育运动项目在福建省体育旅游经济中同样起着举足轻重的作用,如以福州为代表的闽都民俗文化节,项目主要有舞龙、舞狮、旱船、高跷、腰鼓、打钱串、闽剧、水榭赛诗、秧歌、接春、临水夫人祭祀大典、海神灯巡游、琴江抬阁等等诸多民俗项目,在参与、游玩、体验的过程中感知传统的魅力所在。厦门集美为代表的两岸龙舟赛,高校龙舟赛成为闽台民间体育交流的重要平台;民俗体育旅游也成为福建省体育旅游热点之一:有农耕健身大赛,内容丰富涵盖农耕、垂钓、摸螺、爬山;安溪民间“斗茶”活动不仅富有“雅、纯、和、礼”的精神内涵,同时在附有趣味性和挑战性的比赛中领略中国传统的茶文化;特有的民俗体育项目如背篓球、打尺寸、送龙船、跳鼓阵、客家花鼓等等极具观赏和参与体验性^[11]。据此以赛事为媒介,通过各类竞技体育、传统体育、民俗体育的赛事影响,进一步扩大福建省体育旅游经济产业的发展,推动自贸区体育旅游经济链的建设。

3.3 整合福建交通优势建设特色体育旅游线路品牌

体育旅游品牌路线建设决定着旅游区对游客吸引程度的高低,旅游客源的后续储备,同时也决定在市场经济环境下旅游区综合竞争力的高低,因此体育旅游品牌线路建设是推动地方旅游产业发展主力军之一^[12]。福建省优越的交通条件各条体育旅游经济链的开发奠定了必要的交通基础。^[13]通过多年基础设施建设,目前福建省铁路、公路、航空、水运等多项交通建设取得显著成效,铁路方面:多条高铁顺利通车如北线的合福高铁、温福高铁、京福高铁,西线的向莆高铁、赣龙高铁,南线的福厦高铁、厦深高铁等;高速公路方面计划“十三五”期间计划通车 6 000 km,实现“三纵八横”的高速主框架;航空方面泉州、翔安等新机场的建设再加上多条海内外航空线路的开通,为福州体育旅游空中客流资源提供了保障;水运方面海内外多条直通线路的开通等对推进福建省地区间、省内外旅游交通运输能力起到了巨大的推动作用。依托便利的省内外铁路、公路、机场以及港口等交通设施,结合旅游链资源进行配套,构建海陆空一体的体育旅游交通网络,开通福州、厦门、平潭及周边城市的观光专线、旅游快线、旅游直通车等,^[16]构建福建省体育旅游经济链之“大型赛事观赏之旅”、“闽都文化体验之旅”、“滨海休闲度假之旅”、“体育产业观光与购物之旅”、“传统体育文化之旅”等精品体育旅游线路,主打

“清新福建”、“魅力福州”、“厦门、平潭国际旅游岛”、“魅力闽南行”等体育旅游品牌。

3.4 完善福建省体育旅游资源的开发、整合、共享与互补

地区体育旅游资源相对具有区域体育旅游针对性、参与项目局限性、体验及效果功能单一性的特点,如何能使游客在体育旅游过程中全方位立体化的体验与感受体育旅游的魅力,针对此问题结合福建省体育旅游资源特点创造性建设新的发展模式^[9]。一方面通过加快福建省各地区体育旅游资源的开发和整合,增强自贸区体育旅游资源的竞争力与吸引力,如增强福州大型赛事、体育休闲等体育旅游资源的开发,增强厦门、平潭国际旅游岛竞技赛事旅游、海滨休闲体育旅游、水上运动项目旅游资源的开发与整合,突出地方特色增强体育旅游竞争力;其次通过加强多区域体育旅游资源的共享与互补^[9],加强地区间体育旅游资源的共享,打造福建闽东北、闽西北、闽西南三大体育旅游经济协作区,以链的形式实现多地区联动、互利、共赢的发展模式,如以福州、平潭、泉州、厦门、漳州为旅游链主推海岛旅游、城市休闲、水上运动、体育会展等蓝色海丝体育旅游经济链;依托福州、厦门的旅游交通优势,串联宁德、武夷山、南平、龙岩、三明等地区围绕山水等地貌特征主推生态养生、森林峡谷探险、山地越野、徒步攀登等绿色生态休闲体育旅游经济链;发挥古田会议、长征起点、中央苏区革命根据地等红色旅游资源优势,主推红色体验、爱国教育结合内陆乡村民俗体育特色,形成红色生态体育旅游经济链。因此在福建省体育旅游经济链建设过程中发挥各地优势的同时注重在原有旅游资源的基础上实现再开发、再整合、再共享与再互补。

3.5 拓展相关体育产业旅游项目

体育旅游产业发展的同时与其他相关产业密切相关,在构建福建省自贸区体育旅游经济链时应注重多产业结合,实现互利共赢^[4]。首先,拓展体育旅游与体育用品制造业的相结合:以泉州晋江为代表的体育用品制造基地聚集了3 000多家体育用品生产厂家^[2],著名的体育用品制造企业有安踏、361°、特步等体育用品巨头。在拓展的过程中,企业把大门敞开,实现游客的游购结合模式,一方面促进自我体育品牌的推广,增加企业收益,另外一方面也促进了福建省体育旅游资源的拓展与开发;其次,加强体育旅游与现代

工业的结合,厦门拥有是我国著名的游艇基地,漳州拥有福建省最大的游艇制造基地,福州拥有福建奔驰威霆房车制造改装基地等等这些现代工业的发展与体育旅游相结合一方面可以利用生产销售基地打造体育旅游新型项目,另一方面促进了企业品牌宣传,增加企业知名度同时对促进企业产品销售,培养潜在消费群体等方面都有积极的促进作用;再次,增强户外装备制造业与体育旅游的结合,福建作为全国著名的户外运动装备制造基地拥有骆驼、哥伦布、圣弗莱、图途、美骆世家等诸多户外装备品牌,相关产品涉及登山运动、野外露营、户外探险、激流漂流、深海潜水等运动项目^[9],这些户外装备制造业以展销、体验游的形式与体育旅游结合,不仅可以增加体育旅游的新奇性,同时对企业销售和产品研发等方面都有积极的促进作用。因此说,福建省自贸区体育旅游经济链建设与多产业结合才能实现体育旅游产业利益最大化,同时实现多行业互补共赢。

3.6 完善体育旅游保险制度

福建省自贸区体育旅游发展的优势项目主要体现在:登山、攀岩、游泳、漂流、探险、垂钓、户外生存等,这些体育旅游项目大多为参与型、体验型项目,其风险系数远比普通观光旅游高的多,这也是限制游客体育旅游消费的主要因素之一^[15]。针对体育旅游发展过程存在的人身安全问题,首先加强体育旅游项目的安全评估,对体育旅游项目中存在易发事故项目进行针对性整改,做到管理人员、工作人员、导游、游客对安全意识的提高和认知;其次,完善安全保障措施,把体育旅游安全隐患降到最低,做到既有惊险刺激的体验又有有惊无险保障;再次,与国家相关部门制定高危体育旅游项目的职业资格认证制度,实现专人、专项、专长的行业认证与注册制,保障游客在体育旅游项目中的安全;最后,完善体育旅游保险制度,针对体育旅游项目开发新的保险险种,增加与体育旅游项目相关的保险条款,细化保险项目,拓展宣传与销售保险渠道,满足不同群体在体育旅游发展过程中的需要。

福建省自贸区体育旅游经济链建设具有得天独厚的地理、人文优势,在此基础上体育旅游经济链的开发策略还应注意:构建以政府调控、地方主导、市场调节、专家指导、社会监督的福建省自贸区体育旅游经济链运行模式;完善自贸区体育旅游经济链中的相

关配套服务,克服单一体育旅游市场,注重相关经济链的建设,形成集餐饮、住宿、娱乐、休闲、购物于一体的多产业组合的体育旅游经济链配套服务设施;深挖畚族等地方少数民族传统民俗体育旅游项目资源,同时注重开发创意性体育旅游资源与项目如房车旅游、野外露营、越野骑行等等新兴体育旅游项目,实现现代体育旅游与传统体育旅游相结合模式;体育旅游客源方面在发展省内客源的同时注重拓展周边客源市场,利用优越的海陆空交通资源优势设立旅游专线,积极打通国内外客源市场;通过大众化的新闻媒介,利用网络媒体、电视广告媒体、收音广播、手机推送、报纸媒体、宣传图片等等媒介加大福建省自贸区体育旅游经济链的宣传,提升“清新福建”体育旅游的知名度;认真贯彻《2015年福建省旅游人才工作计划》,注重体育旅游人才的培养与引进战略,为福建省自贸区体育旅游经济链建设提供人才保障。

参考文献:

- [1] 吴小波. 圈层经济结构: 区域经济协调发展新模式 [D]. 长沙: 湖南大学, 2007: 16-18.
- [2] 高素英, 李能, 张焯, 等. 圈层经济视阈下区域空间布局优化实证研究[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(3): 31-36.
- [3] 陆大道. 关于“点-轴”空间结构系统的形成机理分析[J]. 地理科学, 2002, 22(1): 1-6.
- [4] 范振锐. 区域协调发展理论研究[J]. 湖北工程学院学报, 2017, 37(1): 116-118.
- [5] 中国经济新闻网 “体育+旅游” 将成亮眼蓝海 [EB/OL]. (2016-05-16) [2016-7-20]. <http://www.cet.com.cn/ycpd/sdyd/1763910.shtml>.
- [6] 闽委发[2012]9号. 中共福建省委福建省人民政府 关于加快旅游产业发展的若干意见 [EB/OL]. (2013-05-23) (2016-7-20). <http://www.investnd.gov.cn/bencandy.php?fid=51&id=3385>.
- [7] 王隆华. 福建体育旅游产业跨越发展的战略选择[J]. 南京体育学院学报(社会科学版), 2012, 26(1): 83-87.
- [8] 于敏, 吴尤敏. 福建省发展体育旅游的可行性分析[J]. 哈尔滨体育学院学报, 2006, 24(91): 20-22.
- [9] 王隆华, 许政红, 黄美. 福建体育旅游现状及发展策略探讨[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2014, 17(4): 80-84.
- [10] 杨强. 中国体育旅游研究 20 年: 述评与展望[J]. 中国体育科技, 2011, 47(5): 90-100.
- [11] 卢长宝, 郭晓芳, 王传声. 价值共创视角下的体育旅游创新研究[J]. 体育科学, 2015, 35(6): 30-31.
- [12] 倪铭, 叶慕. 云南少数民族传统体育旅游资源开发及探索[J]. 民族传统体育, 2016, 6(15): 144-145.
- [13] 余宣政. 福建海西体育旅游经济圈的构建与价值研究[J]. 三峡大学学报(人文社会科学版), 2010, 32(增刊): 106-107.
- [14] 王隆华. 福建体育旅游产业跨越发展的战略选择[J]. 南京体育学院学报, 2012, 26(1): 84-87.
- [15] 李刚, 孙晋海, 代刚. 城镇居民体育旅游风险知觉消费行为实证研究[J]. 北京体育大学学报, 2016, 39(6): 20-28.

(责任编辑: 叶丽娜)

A Study on the Constructive Strategy of Sports Tourism Economic Chain under the Background of Fujian Free Trade Zone

——Taking Fuzhou, Pingtan and Xiamen of the Fujian Free Trade Zone as an Example

LI Jiapeng

- (1. Department of Physical Education, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122;
2. College of Physical Education and Sport Science, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350000)

Abstract: It is a strategic and feasible research on the development of sports tourism economic chain in Fujian Free Trade Area. In view of the current development of sports tourism in Fujian Province, giving full play to the advantage of sports tourism geography and humanistic resources in Fuzhou, Xiamen and Pingtan, three free trade areas in Fujian Province, combining with the economic environment and policy guidance of Fujian province, this research is to focus on the following aspects of the brand building of city sports tourism: the resources development of sports tourism, the brand building of boutique events, the industries expansion of related sports tourism, the infrastructure construction, the service improvement and the insurance policy of sports tourism, all of which will offer a theoretical and technical reference to the development of Fujian sports tourism economic chain and the expansion of the related industries in sports tourism economic chain.

Key words: Fujian free trade area; sports tourism; sports industry; economic chain

Web Service 技术在古树名木电子导游系统开发中的应用

林志鹏

(福建林业职业技术学院 自动化工程系, 福建 南平 353000)

摘 要:针对各省市古树名木数据库资源未广泛使用与不能共享问题,且在手机平台下多任务访问古树名木信息性能不高,易出现未响应错误的问题,提出一种基于 Web Service 和 Android 结构的古树名木电子导游系统实现方法。系统框架由安卓手机应用平台、SQL Server 和基于 Web Service 的数据库服务器三部分组成。手机应用平台在访问 Web Service 服务器时,应用线程池技术,从而避免手机平台出现应用无响应错误。从而实现古树名木数据库开发利用和共享,系统的古树名木数据库中心采用 Web Service 与触发器技术结合方法,实现分布式异构古树名木数据库的同步操作。通过测试验证了系统的有效性。

关键词:古树名木数据库;Web Service 技术;电子导游系统

中图分类号:TP311 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0041-06

古树名木是活化石、活文物,隐藏着丰富的相关历史人化资源,对发展旅游经济具有巨大的经济和文化价值。现阶段下,各省市初步建立相应的古树名木信息数据库,但未进入下一步综合利用这些数据库,在实际中这些宝贵资源都是孤零零地存在,因此可以开发利用它的宝贵资源、宣传介绍它们的价值,建成风格各异的新景点。本文提出建立基于 Web Service 技术的古树名木电子导游系统,利用已建立的各省市古树名木数据库,在安卓平台下进行系统开发,通过开发利用,使人们更有意识地保护稀有古树名木资源。

在国内,文献[7]有比较多的学者在各个大小城市都建立有相应的古树名木数据库,并进行相关研究,取得初步的成果,文献[9]阐述了古树名木数据采集,并在此基础上,建立起相应的管理信息系统,主要是针对林业专家的。文献[5]主要分析了手机平台下,要集成分布式的异构数据库中存在的变化数据同步问

题,研究出如何有效解决此问题的方法。文献[6]阐述了采用安卓手机平台下实现信息系统开发,主要讲述了手机端与服务器数据的通信,这些研究虽有借鉴意义,但未对共享数据的有效获取上进行优化研究,因此为本文的研究指明了方向。

上面文献的分析,可见现研究阶段主要在于各省市古树名木电子导游系统的数据采集、管理问题,而本文着重在古树名木数据的集成交换问题,为将分布式古树名木数据库数据实现集成、交互、获取,提出了基于 WebService 和 Android 技术开发古树名木数据库下的电子导游系统 APP,本系统是对现阶段已有的各省市古树名木系统,和古树名木数据库管理系统的补充扩展,对行业发展、古树名木的开发利用具有相应价值。

1 系统设计

1.1 系统功能设计

古树名木下的电子导游系统是基于 Android 开发的系统,主要功能包括:首页印象,以古树名木的照片为主题,可切换古树名木导游省市,并大致浏览该省

收稿日期:2017-11-21

基金项目:2015 年福建省中青年教育科研项目
(JA15699)。

作者简介:林志鹏(1981-),男,汉族,讲师,主要从事计算机软件、算法、信息系统软件开发与应用研究。

市下的著名古树名木景点,为用户提供一个古树名木导游资源。附近模块,用户到达相应省市旅游地的著名古树名木景点、周边酒店、以及特色人文美食等推荐、古树名木历史文化传说介绍并包含古树名木搜索功能。古树名木旅游攻略,了解该省市的已有古树名木历史文化、特产等旅游攻略,还有推荐的旅行日志。地图服务,古树名木的 GPS 卫星定位服务,可查找用户当前位置的古树名木周边分布、周边银行、购物等场所的位置,线路设计,用户可根据自己的喜好,设计适合自己旅行的古树名木游览线路。天气查询,可查询当前省市的天气情况,方便为出行做准备。

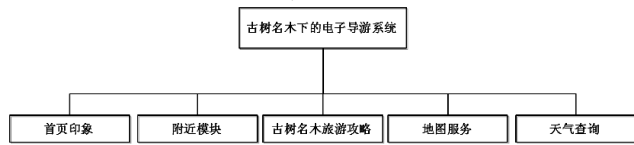


图1 功能模块

Figure 1 Function module

1.2 系统总体设计

系统总体由 Android 手机电子导游客户端、古树名木中心数据库、基于 WebService 技术的各省市异构古树名木数据库 3 个组成部分。安卓手机平台下的电子导游系统提供给操作用户的接口,它通过 WebService 技术访问古树名木数据库中心服务器,而古树名木数据库服务器中心,通过 WebService 技术的连接与各省市异构数据库进行相关的获取数据操作。系统架构如图 1 所示。

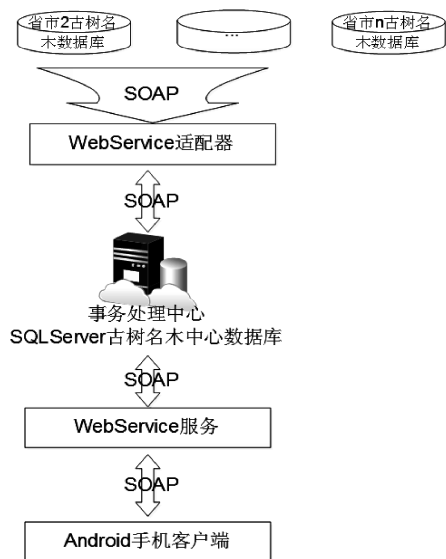


图2 系统总体设计

Figure 2 Overall design of the system

1.2.1 基于 WebService 的分布式异构古树名木数据库同步设计

(1)各省市古树名木异构数据库

各省市已经建立的异构数据库是计算机网络,利用对不同省市的若干古树名木数据库系统的集合共享,可以达到不同省市古树名木数据库之间数据的共享访问的目的,减少数据初始阶段的投入,为系统开发准备充足的数据源。

(2)古树名木中心服务器

古树名木中心服务器其主要作用是用来存储和管理各省市古树名木数据库的同步数据信息,并为电子导游系统提供共享数据,它首先为各个省市古树名木数据库结构,制定一套统一的数据结构标准,对各省市同步上来的数据进行清洗和合并,当用户提出访问请求时,系统提供相应的操作接口对古树名木中心数据库进行访问,而各个省市古树名木数据库的数据发生改变时,按统一的数据结构标准及时同步到古树名木中心数据库中。保证电子导游系统访问数据与各省市古树名木数据库的一致性。

(3)基于 WebService 分布式异构古树名木数据库同步方法

WebService 开发技术是一个与平台无关的应用程序开发技术,它基于 XML、SOAP 语言标准,为各平台下的应用程序开发统一提供标准化的服务。其在技术搭建过程,从逻辑结构上可以分为服务层、应用逻辑层和数据访问层。其中服务层是其核心服务部分。WebService 技术为本古树名木电子导游系统在服务层提供了函数调用和服务描述功能;在应用逻辑层上为处理古树名木电子导游系统的业务逻辑提供业务处理功能;在数据库访问层上为古树名木电子导游系统提供用户访问古树名木中心数据库的功能,并将各省市的古树名木更新数据,同步到古树名木中心数据库中。

其中古树名木数据同步操作是将当前各省市的古树名木状态数据进行回传到古树名木中心数据库结点,并用统一的数据结构进行清洗数据,再进行转换后,更新进入到古树名木中心数据库,保持数据的统一,提供给电子导游系统访问的一致性。在具体操作中可分成三个步骤,第 1 步骤完成各省市古树名木

数据的变化捕捉,第 2 步骤完成古树名木数据的转换,第 3 步骤完成古树名木数据转移的操作步骤。其中在第 1 个步骤中,为及时能捕捉到各省市的古树名木数据的变化,可以使用数据库的触发器法,还有应用程序插件技术的 API 法,结合使用数据库的日志表法、快照法等。在使用过程中,要清楚各自的优缺点,可以单独用,也可两个一起用。比如使用的数据库系统类型是 SQLServer,可使用其支持的触发器技术比较方便,且该技术有自动捕捉数据操纵事件的能力。但若全部采用此技术又会遇到不适配的情况,因为有部分数据库管理系统它是不支持触发器技术和日志机制的,此时对数据的变化获取,可结合日志表方法还有插件 API 技术来完成该操作,使其具备通用的同步操作,达到更好解决这个问题。

古树名木电子导游系统的各省市数据库与古树名木的中心数据库间需要进行同步操作,当用户在进行相关的数据库数据更新操作时,如果两者使用的数据库管理系统都支持触发器操作,那么其同步操作就比较容易,可以将更改的数据放在相关的日志表中,设置相关的定时器,进行调用同步函数来完成数据同步的操作。若有某省市的古树名木数据库管理系统不支持触发器技术,则需考虑采用 API 插件技术,即可将古树名木数据库的类型、相关表以及变更的古树名木数据,先进行捕获后,在操作事务提交前添加到控制变更表中,再利用定时器触发同步函数来完成变更数据的同步操作。在进行古树名木数据同步操作时,还要考虑数据标准的匹配、清洗、转换,这些具体的方法可参考其他相关文献。

1.2.2 系统 WebService 服务器端架构设计

古树名木下的电子导游系统开发研究中,系统总体设计上需对各省市的古树名木数据库进行对接,而这些数据库具有两个重要特性:分布性和异构性。为此系统需要引入 WebService 技术来解决具有这两种特性的数据库同步问题。因此对古树名木中心数据库的服务器端的技术要求严格。在基于 .net 平台下,中心数据库服务的架构可采用 MVC 三层架构软件思想, MVC 框架现成代码结构包含:Model (.cs 类文件)+View (aspx 页面)+Control (aspx.cs 代码文件),分别对应着表现层(MVC)、业务逻辑层 Business、持久层 DAO

来实现古树名木下电子导游系统的三层架构。其中 aspx 页面用于显示古树名木数据库数据,Service 接口用于实现古树名木电子导游系统业务逻辑处理。Model 类负责与古树名木数据库表字段的映射,实现处理 Business 层请求的数据结果,目的是为了解耦和,增加系统的可扩展性。

2 系统的实现

2.1 客户端实现

2.1.1 Android 手机电子导游系统实现

本系统是在 Eclipse 的开发环境下,使用 Java 语言进行开发,基于 Android 平台的开发环境,主要是搭建在以下环境下:ADT22.3.0,Android4.0.3, Eclipse 3.4 以上,JDK1.6.1, windowsXP。最后开发完成的功能示意图如图 3:



图 3 开发功能示意图

Figure 3 Development functional sketch diagram

古树名木电子导游系统的项目功能主要包含以下几大模块:

首页印象:以印象为主题,可切换古树名木所在的城市,并大致浏览该城市中的古树名木,为用户提供一个大概印象。

附近模块:用户所在地的古树名木,酒店,以及特色美食等推荐、介绍并包含搜索功能。

本地导游攻略:了解该地区所在城市的乡土文化,特产等导游攻略,推荐的旅行游记。

地图服务:GPS 卫星定位服务,可查找用户当前位置的周边银行,购物等场所的位置,线路设计中,用户可根据自己喜好,设计适合自己的旅行线路。

天气查询:可即时查询古树名木所在城市的当前

天气情况,方便为出行做准备。^[1]

2.1.2 电子导游与古树名木数据库服务器端的网络数据传输

由于手机古树名木电子导游客户端的古树、名木、酒店、美食、天气等信息来自于服务器端,Android客户端需要通过网络通信与服务器端进行连接。Android平台需通过标准Java接口、网络接口以及Apache接口三种方法来访问网络。这些接口在联网时都需要等待服务器端的响应,若服务器的响应时间超过5秒钟,Android手机端就会出现应用程序响应错误,要解决此问题,可以在主线程中创建一个新线程来进行联网,当有数据请求连接操作时,通过调用Handle对象中的SendMessage方法,将数据传递给主线程中的HandleMessage方法并更新UI。古树名木下的电子导游系统有很多功能需要访问服务器,如获取各省市古树名木、酒店信息、美食信息、天气信息等功能,在Android客户端都会创建多个新线程来处理相应的联网请求,此时新线程数达到一定的数目后,会使系统的性能受到很大影响,因未对线程的使用与否进行有效管理,现加上线程池技术,对线程的创建和销毁进行有效管理,使资源的时间和空间浪费问题得到比较好的解决,从而提高系统响应速度性能。本文在Android客户端采用线程池方法处理服务器端联网请求的流程图如下图3所示:

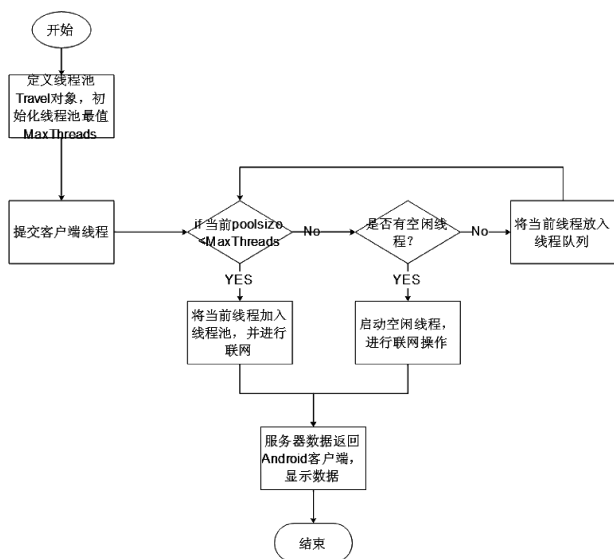


图4 服务器端与 Android 端数据网络数据传输

Figure 4 Data transmission between server and Android terminal data network

电子导游客户端与古树名木中心数据库服务器的网络数据传输流程是:

(1)先定义一个线程池对象 Travel,用于存放古树名木电子导游客户端对服务器端的联网请求数据,并初始化线程池最大值 MAXThreads。

(2)当有提交新请求客户端线程时,判断当前线程池大小 PoolSize,是否小于最大值 MaxThreads。

(3)如果是小于最大值,则将当前新联网线程加入线程池对象中,然后启动该新线程进行相应的联网操作。

(4)否则进一步判断,线程池中是否有当前有闲置线程,如果有,则启动该闲置线程进行相应的联网操作。如果没有,则只好将当前联网线程放入相应的线程等待队列中,再转入第2步。

(5)Travel 线程池中的线程执行相应的联网请求后,将返回的服务器端古树名木数据,再次返回给 Android 古树名木电子导游客户端,并显示出来,结束流程。

2.2 Webservice 服务器端实现

2.2.1 Webservice 服务器服务框架调用

Android 电子导游系统调用古树名木中心数据库的 Web Service 服务是实现的难点,注重解决分布式异构数据库系统之间多用户并发访问延迟的问题。^[4]在 Android 古树名木电子导游系统的开发中,并不能直接对 Web Service 进行编程,需要调用 KSOAP2 开发包来辅助完成。在 Web Service 中利用 SOAP 协议调用许多可以自定义的 API 接口,我们通过对 API 接口的编程就能够实现对多个用户的访问请求、远程数据库的响应进行协调与管理。具体来说开始时创建 HttpSETransport 传输对象,传入 Web Service 服务器地址,实例化相关的 ObjectSoapt 对象,传入所要调用 Web Service 的命名空间、Web Service 方法名,通过调用 HttpSETransport 对象的 call () 方法调用远程 Web Service 服务,获取从服务器端返回的 SOAP 响应消息,然后解析从服务器端返回的 SOAP 响应消息,显示出得到的服务器端数据。

2.2.2 古树名木数据库同步数据捕获过程

针对各省市的分布式异构古树名木数据库,设计不同的数据库同步捕获数据方法,从而获取相关不同

结构的数据,为了结构各省市古树名木数据库系统自身的特点和属性,可以统一采用 API 法日志表法,结合触发器技术配合完成各省市古树名木数据捕获。对于支持触发器功能的省市古树名木数据库系统就采用触发器技术,当有不支持的情况出现,则采用 API 中间件技术来实现捕获古树名木数据。

API 中间件技术实现捕获数据难度在于,怎样编写相应的古树名木数据库操作功能的中间件,而其编写复杂且易出问题,本文采用 .Net 平台中的 MVC 面向对象编程技术来实现中间件编程。在古树名木数据库数据捕获中关注怎样获取对古树名木数据库相关操作的信息,在 MVC 中对数据库的操作是系统的关注点,通常在异构环境下使用 WebService 来访问数据库是一种通用的方法,而 WebService 在本质上就是对 MVC 的数据库操作进行了封装,由此系统关注点转化为 WebService 对数据库的操作上。当对各省市数据库进行 DML 操作时需要调用 MVC 中的 Model 层 cs 文件,保存 save、更新 ChangeOrSave 以及删除 delete 方法,为了能捕获这些操作,需要在相应的方法编程上定义捕获通知,通知的类型有前置、返回后、抛出异常后还有环绕型的通知类型,前置通知是指连接点需要连接前置前就执行此通知,抛出异常后通知是指当数据库操作连接异常后执行此通知。而本系统在对捕获古树名木数据库操作时采用了返回后通知,是在古树名木数据库连接点正常完成后,将操作类型、操作表和变更的古树名木数据等通知信息,插入到增量日志表中,并依据日志记录信息通过定时器来调取同步函数实现同步操作,最后完成时还要删除相应的日志表记录动作。

3 系统测试及分析

本次实验要模拟 Android 客户端对服务器端的访问,对比真实的联网请求,设置了普通联网下跟线程池联网请求下,当电子导游系统访问古树名木中心数据库时,两者的性能数据对比,采用 iTestin 移动 App 自动化云测试软件,它支持功能测试、UI 测试、性能测试、稳定性测试、压力测试,返回包括日志和截图的详细测试报告,可结合 Testin 云测平台 500 多款 4600

多部终端批量验证功能点。客户端:华为荣耀 Honor4X。服务器端:Windows2008Server,Web 服务器 I-IS7.0,数据库 SQL Server2008。测试步骤:(1)点击手机电子导游系统附近—>古树名木景点如图 3 界面功能所示;(2) 点击古树名木景点后联网请求中心数据库服务器获取最近的古树名木景点数据。实验结果如表 1 所示:

表 1 并发访问延迟测试结果

比较内容	连接类型	网络延迟	传输量
平均值	普通	0.78	6 538
	线程池	0.63	8 603
最大值	普通	0.79	26 080
	线程池	0.65	36 106

从表 1 可以看出,Android 客户端采用线程池方式联网时,不论是在平均值还是在最大值都明显优于采用变通方式联网时所耗费的网络延迟,以及传输的数据总量。

4 结束语

本文提出了基于 WebService 和 Android 技术的古树名木电子导游系统的设计与实现。在 Android 手机端,用户通过安装 App 快速访问各省市的古树名木景点导游数据信息,提高了各省市的古树名木数据库的使用率,使古树名木的价值走入寻常百姓,增强百姓对古树名木的保护意识。同时 Android 电子导游客户端联网请求古树名木中心数据库时采用 WebService 服务,将各省市的数据库进行联结,并采用线程池的方法进行手机端访问,提高了系统的整体性能。对于分布式异构数据库采用了不同的数据捕获方法,整个系统架构方案对其他类似应用的开发具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 林志鹏. 古树名木下的电子导游系统开发[J]. 武夷学院学报(自然科学版), 2017,36(3):61-66.
- [2] 代品宣,李震,卢超,等. 基于 Android 的校园导游和定位系统设计及实现[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2015,

- 29(4):378-381.
- [3] 严志雁,陈桂鹏.基于 XML 和 Web Service 的农产品溯源数据交换技术设计与应用[J].江西农业学报,2016,28(11):80-84.
- [4] 魏晋. Web Service 在基于.Net 架构的招聘报名管理系统向 Android 系统拓展开发中的设计与应用 [J] 软件工程, 2017,20(1):40-42.
- [5] 张弓.基于 Android 与 Web Service 的危废转移管理系统的设计与实现[J].佛山科学技术学院学报, 2016,34(1):68-73.
- [6] 罗国涛,裴广.基于 Web Service 和 Android 的 C/S+B/S 结构手机电影系统[J].计算机应用与软件, 2015, 32(9):328-333.
- [7] 王云锦, 赵志宏. 基于 Web Service 的 Android 客户端与 Web 服务端数据交互实现 [J]. 信息化建设, 2016 (8):120-121.
- [8] 丁向鹏,方陆明.基于移动终端的古树名木采集系统开发与应用[J].信息与电脑,2016(21):130-133
- [9] WANG C L,SHE Z B.Research on Ancient and Famous Trees Monitoring and Management Based on Internet of Things[J].Computer Engineering,2015,41(5):316- 321.
- [10] 薄芳芳. 基于 BPR 的古树名木智能信息化管理系统研究 [J].安徽农业科学,2016,44(32):204-206.
- [11] 尹小俊.颜建辉.吴允平.基于物联网技术的古树名木环境监测系统[J].微型机与应用,2016, 35(10):63-66.

(责任编辑:夏婷婷)

Application of Webservice Technology in the Development of Electronic Guide System for Ancient Trees and Famous Trees

LIN Zhipeng

(Automation Engineering Department, Fujian Forestry Vocational Technical College, Nanping, Fujian 353000)

Abstract: According to the various provinces and cities of ancient and famous trees database resource sharing problem and not widely being used, and in the mobile phone platform under multi task access ovts performance information is not high, not prone to error response problems, the paper puts forward a Web Service tour system and Android structure of ancient wooden electronic guide implementation method based on the system framework by Android. Mobile phone application platform, SQL Server and Web Service based on the database server is composed of three parts. In the mobile phone application platform to access the Web Service server, using the thread pool technology, so as to avoid the mobile phone platform application not responding errors. In order to achieve the development and utilization of ancient and famous wood database and sharing system of ancient and famous trees using Web and Service database center the trigger technique combined with the method to realize synchronous operation of distributed heterogeneous ovts database. The validity of this system is verified through the test.

Key words: database of ancient and famous trees; web service technology; electronic tour guide system

福建省农民消费需求与 农村金融发展关系动态研究

刘思迪

(烟台大学 生命科学学院, 山东 烟台 264005)

摘要:通过收集福建农村金融发展水平、福建省农民人均消费支出水平、福建省农民人均可支配收入等一系列重要分析指标,基于协整检验、格兰杰因果关系检验、误差修正模型、脉冲响应分析及方差分解等理论,研究福建省农民消费需求与农村金融发展之间关系。结果表明:(1)福建省农民人均消费支出水平、福建农村金融发展水平及农民人均可支配收入之间存在协整关系;(2)农民人均可支配收入、储蓄投资转化率是农民人均消费的格兰杰原因,农村金融相关率与农民人均消费互为格兰杰因果关系;(3)脉冲响应分析和方差分解表明农民人均消费支出水平受农民人均可支配收入、农村金融相关率影响。因此,改善福建省农村居民消费离不开农村金融的支持,农村金融既可以影响农村居民消费,也可间接提高农村居民收入,优化农村消费环境。

关键词:金融发展;农民消费需求;协整与误差修正模型;格兰杰因果检验

中图分类号:F830 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0047-06

改革开放以来,我国农村金融取得了巨大的发展,农村金融作为农村经济发展重要的资本因素,金融制度的变革、金融变量的变化将对农村居民的消费水平、消费结构产生积极的影响^[1-2],被视为当前转变经济发展方式、增加农村内需的一大动力^[3]。MCKINNON R I,^[4] LEVCHENKO,^[5] BAYOUMIT^[6]等提出金融深化和金融抑制理论,认为金融发展有助于增加居民收入,缓解居民信贷约束,刺激居民消费,金融发展与居民消费之间关系问题开始引起学者广泛关注^[4-6]。我国学者在国内外学者研究基础上,对农村金融与农村消费动态关系进行了积极探索:孟姚娟^[7]通过分析农村金融发展影响农民消费的传导机制并构建 VAR 模型,实证分析 1978—2013 年中国农村金融发展与农民消费的关系,认为在样本期内农村金融发展直接或间接促进了农民消费增长;谢顺利等^[8]分析农村金融发展对农村居民消费的影响机理,运用 1995—2009 年的数据来实证研究,认为我国农村金融发展与农村居民消费

存在着长期均衡关系,且农村金融发展是农村居民消费增长的格兰杰原因;胡邦勇等^[9-10]运用 1979—2010 年时间序列数据,以脉冲响应分析方法探讨我国农村金融发展水平与农民消费之间动态关系,认为农民人均可支配收入、农村金融效率和农村金融规模都显著影响农民的消费支出,且农村金融效率和农村金融规模对农民消费支出的影响主要体现为长期效应,短期影响并不明显。

农村金融是现代农村经济的核心^[11],我国大部分地区农村金融发展缓慢,金融服务配置落后,服务质量和效率偏低,农村经济发展依旧困难。在改革开放政策的大背景下,福建省依托海洋优势带动农村经济迅猛发展,但目前农村金融工作滞后,农村金融服务效率偏低^[11-12],且关于农村金融发展水平与农民消费关系鲜有研究。因此,在此背景下,选择 1991—2013 年的农村金融发展水平以及农民消费等指标,通过农民人均可支配收入及人均消费等数据,建立分析模型,探讨两者之间相互关系并检验其作用机制,以期充分掌握农村金融发展与农民消费的关系,为福建省农村经济特点的金融机构、政策制度和服务方式提出相应的政策建议。

收稿日期:2017-11-03

基金项目:国家统计局重点项目(2015LZ18)。

作者简介:刘思迪(1998-),男,汉族,主要从事食品科学及农村区域经济研究。

1 研究方法

1.1 指标选择及数据来源

依据参考文献^[3,10]及数据的可获得性,选择代表性指标研究:以农民人均生活消费支出 C 作为因变量;可支配收入影响农村人均消费,选择农民人均可支配收入 Y 作为影响变量,农民的可支配收入既包括财产性收入,也包括非财产性收入;以农村金融效率、金融相关率、储蓄投资转化率表示农村金融发展水平。其中农村金融效率(FE)=农村贷款余额/农业存款余额,反映了农村金融机构把存款转化为贷款用以服务经济的效率;金融相关率(FC)=农业贷款余额/农村 GDP (以第一产业的产值作为农村地区生产总值),用以度量经济货币化程度;储蓄投资转化率(SI)=农村固定资产投资额/农户储蓄存款余额。数据来源于《福建统计年鉴》(1992—2014)以及公开发表论文中相关数据^[12-13]。为了消除模型数据的异方差性,对各时间序列数据取自然对数处理。

1.2 数据检验与计量模型

根据计量经济学基本原理,为防止模型出现虚假回归现象,在进行时间序列回归分析时,应检验时间序列平稳性。若时间序列表现出非平稳特征,则对时间序列进行差分变换并进一步检验差分序列的平稳性;通过 Johansen 协整检验法分析各变量之间长期均衡关系并通过向量误差修正模型研究各变量之间短期均衡关系;通过脉冲响应函数分析农村金融发展对农民消费冲击的动态变化;最后通过方差分解分析各变量冲击对模型内生变量的相对重要性。

(1)平稳性检验

目前使用比较广泛的是 ADF 检验 (augmented dickey–fuller test) 和 PP 检验 (phillips– perron test)。ADF 检验是当误差项存在自相关的情况下将 DF 检验进行的扩展,它假设模型包含足够多的滞后项使得一个 n 阶自回归模型的残差是白噪声的,并计算原假设滞后的差分项系数等于零的 t 统计量。PP 检验主要应用于一阶自回归模型的残差不是白噪声,而存在自相关的情况。

(2)协整检验与格兰杰因果检验

假定自变量序列为 $\{x_1\}, \dots, \{x_k\}$, 响应变量序列为

$\{y_i\}$, 构造回归模型 $y_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_{it} + \varepsilon_i$, 假定回归残差序列 $\{\varepsilon_i\}$ 平稳,我们称响应序列 $\{y_i\}$ 与自变量序列 $\{x_1\}, \dots, \{x_k\}$ 之间具有协整关系。格兰杰因果关系检验原理为:如果 x 是引起 y 变化的原因,则必须满足条件: x 应该有助于预测 y ,即在 y 关于 y 的过去值的回归中,添加 x 的过去值作为独立变量应当显著地增加回归的解释能力。

(3)脉冲响应

脉冲响应函数刻画的是,在扰动项上加一个标准差大小的冲击对于内生变量当前值和未来值所带来得影响。假设两变量的 VAR(1)模型为:

$$\begin{aligned} Y_t &= a_{11}Y_{t-1} + a_{12}X_{t-1} + \mu_{1,t} \\ X_t &= a_{21}Y_{t-1} + a_{22}X_{t-1} + \mu_{2,t} \end{aligned} \tag{1}$$

如果 $\mu_{1,t}$ 发生变化,不仅当前的 Y 值立即改变,而且还会通过当前的 Y 值影响到 Y 和 X 的今后取值。

(4)方差分解

脉冲响应函数描述的是 VAR 模型中的一个内生变量的冲击给其他内生变量所带来的影响。而方差分解(variance decomposition)是通过分析每一个结构冲击对内生变量变化(通常用方差来度量)的贡献度,进一步评价不同结构冲击的重要性。因此,方差分解给出对 VAR 模型中的变量产生影响的每个随机扰动的相对重要性的信息。

$$y_{it} = \sum_{j=1}^k (a_{ij}^{(0)} \varepsilon_{jt} + a_{ij}^{(1)} \varepsilon_{j,t-1} + a_{ij}^{(2)} \varepsilon_{j,t-2} + a_{ij}^{(3)} \varepsilon_{j,t-3} + \dots) \tag{2}$$

各个括号中的内容是第 j 个扰动项 ε_j 从无限过去到现在时点对 y_i 影响的总和。

2 结果分析

2.1 平稳性检验

回归分析时,首先需对时间序列变量平稳性进行检验。本文选择 ADF 检验法,依 AIC、SIC 准则选择滞后阶数,结果见表 1。

由表 1 可知,在 5%的显著水平下,各时间序列变量原序列的 ADF 绝对数值比 5%临界值绝对数值小,即各个变量原序列存在单位根,为不平稳序列。而一

阶差分序列的 ADF 绝对值均大于 5% 临界值绝对值,表明各个变量的一阶差分序列均不存在单位根,即各变量为一阶单整序列 I(1),可进行协整检验。

2.2 协整检验

采用 Johansen 协整检验法^[4]检验农民消费支出、农民可支配收入和农村金融发展水平各变量间的协整关系。根据 LR 检验统计量, AIC 和 SC 信息准则、HQ 信息准则,确定最优滞后阶数为 2,结果见表 2。由表 2 可知,在 5% 显著水平下,迹统计量和最大特征根统计量均拒绝零假设,表明时间序列 C、Y、FC、FE、SI 之间仅存在 2 个协整关系。农村金融发展水平对农民消费影响的第一个标准化协整方程见式(3),对数似然为 169.3673。

$$\ln C = 0.4568 \ln Y + 0.9470 \ln FC - 0.889 \ln FE + 0.6388 \ln SI + 5.049 \quad (3)$$

由式(3)可知,长期来看农民消费主要受农民可支配收入影响,农民可支配收入增加 1%,农民消费支出增加 0.456 8%,增长幅度较低。而农村金融相关率、农村金融效率、储蓄投资转化率每增加 1%,农民消费增加 0.947 0%, -0.889 0%, 0.638 8%。农村金融相关率、储蓄投资转化率对消费增加表现为正向作用,即农村

金融相关率、储蓄投资转化率的提升促进消费需求,而农村金融效率即贷存比增加抑制农村消费,与胡邦勇^[9]结论类似,可能由于农民消费贷款余额占农村贷款余额比例低,农民消费需求受到抑制。

2.3 格兰杰因果检验

协整检验结果表明,时间序列变量 ln C、ln Y、ln FC、ln FE、ln SI 之间存在着长期稳定均衡关系。可采用格兰杰因果关系检验法探讨农村消费与农村金融发展水平因果关系,见表 3。

表 3 农村消费与农村金融发展水平
格兰杰因果关系检验

Table 3 The granger causality test between rural consumption and rural financial development level

原假设	F 统计量	P 值
ln Y 不是 ln C 的格兰杰原因 *	0.289 11	0.049 5
ln C 不是 ln Y 的格兰杰原因	3.648 83	0.752 8
ln C 不是 ln FC 的格兰杰原因 *	4.077 68	0.037 1
ln FC 不是 ln C 的格兰杰原因 **	7.627 77	0.004 7
ln FE 不是 ln C 的格兰杰原因	1.604 96	0.231 6
ln C 不是 ln FE 的格兰杰原因	1.881 30	0.184 6
ln SI 不是 ln C 的格兰杰原因 **	10.588 50	0.001 2
ln C 不是 ln SI 的格兰杰原因	0.813 07	0.461 0

注:*表示在 5% 水平下具有统计学意义;**表示在 1% 水平下具有高度统计学意义。

表 1 各变量平稳性检验

Table 1 The result of augmented dickey–fuller unit root test

变量	ADF 检验值	各显著性水平下的临界值			检验结果	模型类型 (c, t, k)
		1%	5%	10%		
ln C	-1.811 763	-3.769 597	-3.004 861	-2.642 242	非平稳	(c, 0, 4)
ln Y	-1.958 551	-3.788 030	-3.012 363	-2.646 119	非平稳	(c, 0, 2)
ln FE	-1.218 931	-4.467 895	-3.644 963	-3.261 452	非平稳	(c, t, 4)
ln FC	-2.082 550	-4.440 739	-3.632 896	-3.254 671	非平稳	(c, t, 4)
ln SI	-2.138 925	-3.769 597	-3.004 861	-2.642 242	非平稳	(c, 0, 4)
D(ln C)	-2.906 553	-2.679 735	-1.958 088	-1.607 830	平稳	(0, 0, 4)
D(ln Y)	-6.176 062	-4.571 559	-3.690 814	-3.286 909	平稳	(c, t, 3)
D(ln FE)	-4.896 730	-3.788 030	-3.012 363	-2.646 119	平稳	(c, 0, 1)
D(ln FC)	-3.598 313	-3.788 030	-3.012 363	-2.646 119	平稳	(c, 0, 2)
D(ln SI)	-4.727 674	-3.788 030	-3.012 363	-2.646 119	平稳	(0, 0, 1)

注:检验模式(c, t, k)当中的 c、t、k 分别表示单位根检查模型当中截距项、时间趋势及滞后阶数, D(·)表示一阶差分。

表 2 Johansen 协整检验结果

Table 2 The result of cointegration test by Johansen

零假设	特征值	迹统计量	最大特征根	0.05 临界值	P
None *	0.910 556	117.048 50	50.697 05	69.818 89	0
At most 1 *	0.856 849	66.351 45	40.820 94	47.856 13	0.000 4
At most 2	0.605 820	25.530 51	19.549 89	29.797 07	0.143 3
At most 3	0.215 006	5.980 622	5.0836 52	15.494 71	0.697 8
At most 4	0.041 814	0.896 971	0.8969 71	3.8414 66	0.343 6

注:*表示 P 值小于 0.05。

由表3可知,在5%显著性水平下,农民可支配收入 $\ln Y$ 、储蓄投资转化率 $\ln SI$ 是农民消费 $\ln C$ 的格兰杰原因。反之,农民消费 $\ln C$ 并不是农民可支配收入 $\ln Y$ 、储蓄投资转化率 $\ln SI$ 的格兰杰原因。农村金融结构 $\ln FC$ 与农民消费 $\ln C$ 互为格兰杰因果关系,农村金融效率 $\ln FE$ 与农民消费 $\ln C$ 之间不存在格兰杰因果关系。因此,提升农民可支配收入、储蓄投资转化率、改善金融相关率有利于农村居民消费水平的提高,与协整检验结论一致。

2.4 误差修正模型

向量误差修正模型可衡量短期内各变量之间可能存在的失衡关系,基于向量误差修正模型考察各个时间序列间的短期动态关系,向量误差修正模型见式(4)。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{DL}_t = & \begin{bmatrix} 0.001 & 0.261 & -0.263 & 0.119 & -0.131 \\ 0.185 & 0.443 & -0.171 & 0.157 & -0.125 \\ 1.405 & -1.327 & 0.819 & -0.819 & 0.624 \\ -0.194 & 2.302 & 1.294 & -1.382 & 0.670 \\ -2.287 & 4.239 & 0.199 & -0.104 & -0.339 \end{bmatrix} \times \mathbf{DL}_{t-1} \\
 & + \begin{bmatrix} -0.270 \\ -0.230 \\ 1.333 \\ 1.417 \\ -0.154 \end{bmatrix} \times \mathbf{VECM}_{t-1} + \begin{bmatrix} 0.096 \\ 0.050 \\ -0.002 \\ -0.278 \\ -0.226 \end{bmatrix} \quad (4)
 \end{aligned}$$

其中, $L_t = [\ln C \ \ln Y \ \ln FC \ \ln FE \ \ln SI]$,
 $\mathbf{VECM}_{t-1} = [1.000 \ -0.457 \ -0.947 \ 0.889 \ -0.639] \times L_{t-1} - 5.049$

在上述误差修正模型中,误差修正系数大小反映短期对偏离长期均衡的调整力度,误差修正系数为-0.270。从短期来看,农民可支配收入增长率每增加1%,农民消费支出增长率增加0.261%,农村金融效率增长率每增加1%,农村居民消费支出增长率增加0.119%。而农村金融相关率、储蓄投资转化率每增加1%,农村居民消费支出分别下降0.263%、0.131%,对消费产生了消极的影响。

2.5 脉冲响应分析

对于VAR模型,可通过脉冲响应函数(IRF)刻画系统的动态特征,即每个内生变量的变动或冲击对它自己及所有其他内生变量产生的影响,农村金融发展与农民消费等变量间的正交化脉冲响应关系见图1。

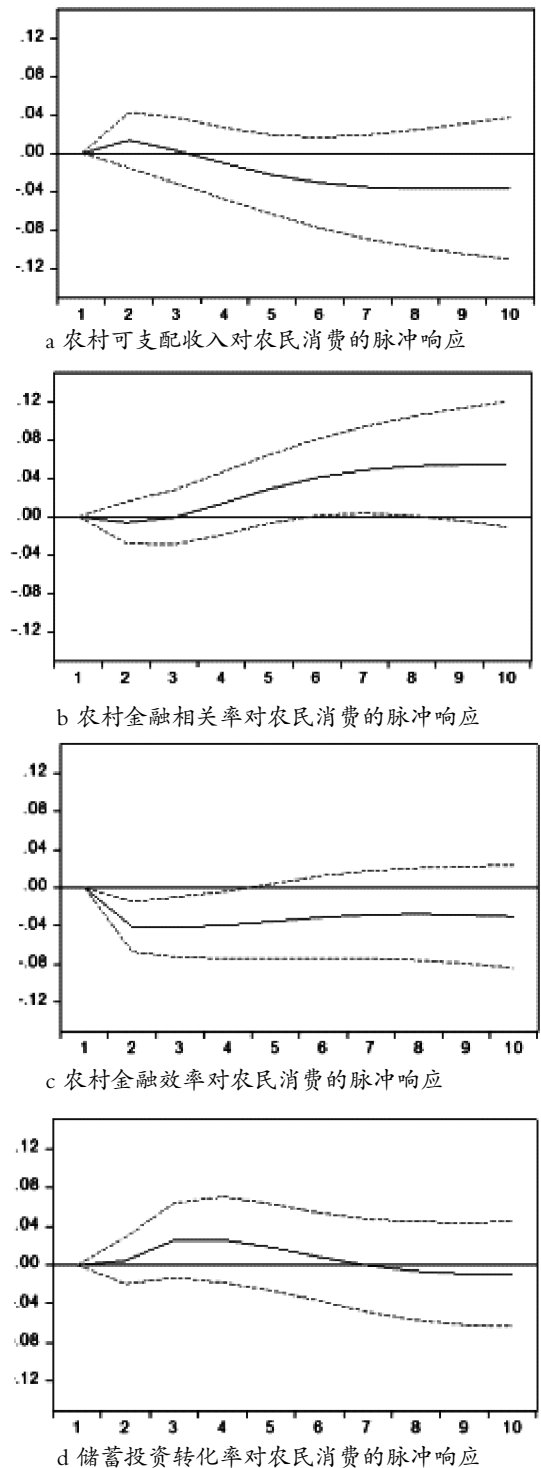


图1 金融发展水平对农民消费脉冲响应图

Figure 1 The impulse response diagram of financial development level to farmers' consumption

在图1中,纵轴表示响应程度,横轴表示冲击作用的滞后期长度,选取滞后10期观测变量之间影响程度。由图1可知,给定农村居民可支配收入一个标准差正向冲击后,农民可支配收入对农民消费需求的冲击效果,从第1期开始表现为正向冲击作用,即农

民可支配收入对农民消费需求正向影响,第2期达到最大,而后转为负向作用,可能由于预防性动机需要而降低当前的消费意愿。当金融相关率受到一个标准差冲击后,1~3期表现为微弱的负向作用,第4期开始表现为持续正向响应,在第8期后趋于稳定。当金融效率受到一个标准差冲击后,前10期为负向抑制作用。当储蓄投资转化率受到一个标准差正向冲击后,前7期表现为对农民消费需求正向促进作用,且在第4期表现为最大,在第7期之后转为负向响应。

2.6 方差分解

基于VAR模型可进行方差分解研究模型动态特征,方差分解见表4。

由表4可知,农民消费支出的变化主要受自身变化,居民可支配收入,金融相关率的影响。由于农民消费支出是模型中出现第一个内生变量,根据算法要求,第一步预测误差全部来自自身扰动。从第2期开始,农民消费支出的变化受自身扰动变化逐渐减小,由89.74%逐渐减为第10期的49.36%。农民消费支出变动来自农民可支配收入的扰动逐期上升,在长期中居民可支配收入的冲击能解释农民消费支出变动的20.95%。金融相关率的冲击解释农民消费支出的变动逐期上升,在长期达到24.89%。农民金融效率的冲击解释农民消费支出的变动在第三期最大达到6.87%,之后逐期下降维持在2%左右。储蓄投资转化率的冲击解释农民消费支出的变动在第3期达到最大,而后呈递减趋势,在长期达到2.17%。在农村金融发展水平变量中,农村金融相关率对农民消费影响最大,从长期来看农民可支配收入水平、农村金融相关率是影

响农民消费的主要因素。

3 结论与讨论

通过1991年、2013年时间段农民消费需求和农村金融发展关系分析,可知(1)协整检验表明农民消费支出水平、农村金融发展水平以及农民可支配收入间存在协整关系。格兰杰因果关系表明农民可支配收入、储蓄投资转化率是农民消费的格兰杰原因,农村金融结构与农民消费互为格兰杰因果关系;(2)脉冲响应分析表明,农村金融相关率对农民消费的影响主要体现为长期正向效应,储蓄投资转化率改善在短期内显著增加农民的消费支出,而长期内对农民的消费支出影响很小;(3)方差分解表明,长期农村金融效率和储蓄投资转化率对农民消费支出的影响较小,影响农民消费支出的主要因素主要是农民人均可支配收入、农村金融相关率。

在长期,提升农民可支配收入、储蓄投资转化率、改善金融相关率有利于农村居民消费水平的提高,推动农民消费需求提高。在短期,农村金融相关率、储蓄投资转化率抑制农村居民消费支出。这说明农村金融发展长期一定程度上会促进农民消费需求增加,但短期农村金融发展水平有待改善。发挥农村金融作用,可从几方面入手:(1)完善农村金融制度,优化金融环境^[5]。一是建设和完善农村保险体系;二是培养竞争性农村金融市场;三是培育优良的农村金融信用环境。(2)加大金融对农村建设信贷支持,提高农村居民消费能力。一是鼓励农村金融机构拓宽金融服务范围;

表4 方差分解表

Table 4 Variance decomposition table

Period	S.E.	ln C	ln Y	ln FC	ln FE	ln SI
1	0.040 463	100.000 0	0	0	0	0
2	0.053 991	89.743 62	0.000 223	0.079 874	3.180 408	6.995 875
3	0.077 355	68.696 60	5.915 037	5.019 554	6.865 620	13.503 19
4	0.110 900	58.310 83	16.678 59	13.780 16	3.699 730	7.530 699
5	0.130 738	49.804 25	20.951 68	18.810 91	4.812 835	5.620 323
6	0.131 909	49.139 76	21.737 25	18.614 39	4.939 945	5.568 660
7	0.155 319	52.854 40	19.587 89	19.893 28	3.643 101	4.021 324
8	0.200 648	50.687 93	19.830 29	24.274 60	2.703 983	2.503 195
9	0.223 567	49.417 61	21.016 44	24.964 03	2.575 809	2.026 117
10	0.223 925	49.357 62	20.949 43	24.893 42	2.621 030	2.178 497

二是根据县域农村经济发特点,制定适合区域发展的农村金融信贷政策;三是根基实际情况,积极推动多种形式的金融机构协调发展。(3)政府不仅要改善农村居民的消费问题,更需关注农村居民的消费倾向,引导人们树立正确、积极、有助于促进福建农村金融发展的消费观。

参考文献:

- [1] 李国政,杨峰.中国农村金融发展与农民消费结构研究[J].西南金融,2012(3):54-57.
- [2] 李芳琴,杨洁.农村金融发展对农村居民消费的影响研究[J].消费经济,2015,31(4):25-29.
- [3] 盛培宏.城乡一体化视角下农村金融发展与农民消费水平实证研究:基于江苏省1990—2010年时间序列数据[J].吉林工商学院学报,2013,29(4):78-81.
- [4] MCKINNON R I, SHAW E S. Money and capital in economic development[M]. Washington D C: Brookings Institute, 1973.
- [5] LEVCHENKO A. Financial liberalization and consumption volatility in developing countries [J]. International Monetary Fund Staff Papers, 2005(2):772-779.
- [6] BAYOUMI T. Financial deregulation and consumption in the UK[J]. Review of Economics and Statistics, 1993(75): 1121-1130.
- [7] 孟兆娟.农村金融发展对农民消费需求的影响研究[J].内蒙古农业大学学报(社会科学版),2017,19(2):16-21.
- [8] 谢顺利,周翼璇.我国农村金融发展对居民消费的影响研究[J].消费经济,2014,30(1):28-32.
- [9] 胡帮勇,张兵.中国农村金融发展对农民消费影响的实证研究:基于1979年—2010年的时间序列数据[J].经济经纬,2012,(6):22-26.
- [10] 胡邦勇,张兵.农村金融发展对农民消费影响的动态研究[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2013,13(1):34-38.
- [11] 王显明.福建省农村金融服务效率的实证研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [12] 林雅娜,陈烜,谢志忠.福建省农村金融服务效率评价研究[J].福建农林大学学报(哲学社会科学版),2014,17(5):31-36.
- [13] 林志钢.福建省农村金融资源配置效率研究[D].衡阳:南华大学,2014.
- [14] 张晓峒. Eviews 使用指南与案例[M].北京:机械工业出版社,2007:119-123.
- [15] 周磊.湖南省农村金融发展对农村居民消费的影响分析[D].湘潭:湘潭大学,2014.

(责任编辑:华伟平)

Study on the Dynamic Relationship Between Farmers' Consumption Demand and Rural Financial Development in Fujian Province

LIU Sidi

(College of Life Science, Yan Tai University, Yantai, Shandong 264005)

Abstract: Study on the relationship between the rural consumption demand of Fujian province and the rural financial development is of great significance for the development of the economy. By collecting of Fujian rural per capita consumption expenditure level, per capita net income of farmer, and a series of important rural financial development level indicators, based on co-integration test, granger causality test, error correction model, impulse response theory and variance decomposition theory, study the relationship between rural consumption demand and rural financial development of Fujian province. The results show that: (1) There is a co-integration relationship between the level of peasants' consumption expenditure, the level of rural financial development and the per capita net income of Fujian Province; (2) Farmer disposable income, savings investment conversion rate is the granger causality of farmers consumption, also the correlation rate of rural finance and farmers consumption is the granger causality for each other; (3) Impulse response analysis and variance analysis show that the level of rural consumption expenditure is affected by the per capita disposable income of farmers and the correlation rate of rural finance. Therefore, to improve rural residents' consumption in China can't depart from the support of rural finance. Rural finance can influence the rural residents' consumption, also can indirectly increase the income of rural residents and optimize the rural consumption environment.

Key words: financial development; farmers' consumption demand; co-integration and error correction model; granger causality test

校园网中基于一种并发闭合排队信息算法的 DHCP IP 分配方法

余 建, 刘孙发

(三明学院 现代教育技术中心, 三明 福建 365004)

摘 要:针对高校校园网络中 DHCP 服务器在高负载动态分配 IP 时经常出现无法获取 IP 或 IP 冲突等问题,提出一种基于先到先服务的闭合式服务机制的 M/M/mi 排队信息模型的 IP 分配方法。首先,给出了 DHCP 服务器分配 IP 所需等待时间的估算方法。同时,通过生灭过程(泊松分布)的原理给出了 DHCP 服务器在分配 IP 时网络系统的性能计算公式。最后,通过仿真实验数据分析给出了排队信息对 DHCP 服务分配 IP 时稳定性的影响。

关键词:校园网;DHCP;IP;排队信息;生灭过程

中图分类号:TP393.182 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0053-05

许多高校校园网经过多年的建设、升级与改造后,基本上都完成校园网的基础建设。由于早期电脑较少,一般高校都采用静态 IP 来分配校园网的 IP。伴随着近年来校园网组网规模的逐步扩大和电脑数量的激增,使用手工方法为师生分配 IP 地址的做法已经越来越不可取。网络管理员大多会通过带有 DHCP 功能的服务器为工作站自动分配 IP 地址,从而提高网络管理效率;当用户通过身份认证系统在登录校园网系统时,系统总有一段逗留的时间去获取动态 IP,特别是在高峰时间段用户可能会等待很长一段或出现获取不到 IP 或 IP 冲突的情况发生。如何更好的解决这个问题,同时对 DHCP 分配 IP 时能更深一层的研究,本文在结合 DHCP 服务器的原理下提出了一种带有闭合并联排队信息算法的 DHCP IP 分配方法。

1 DHCP 服务器原理

在整个 DHCP 服务器为 DHCP 客户端初次提供 IP 地址自动分配过程中,一共经过了以下四个阶段:发现阶段(DHCP 客户端在网络中广播发送 DHCP DISCOVER 请求报文,发现 DHCP 服务器,请求 IP 地址租约)、提供阶段(DHCP 服务器通过 DHCP OFFER 报文向 DHCP 客户端提供 IP 地址预分配)、选择阶段(DHCP 客户端通过 DHCP REQUEST 报文确认选择第一个 DHCP 服务器为它提供 IP 地址自动分配服务)和确认阶段(被选择的 DHCP 服务器通过 DHCP ACK 报文把在 DHCP OFFER 报文中准备的 IP 地址租约给对应 DHCP 客户端)。在 DHCP 客户端在获得了一个 IP 地址以后,就可以发送一个免费 ARP 请求探测网络中是否还有其它主机使用 IP 地址,来避免由于 DHCP 服务器地址池重叠而引发的 IP 冲突^[1]。

实际上当 DHCP 服务器在面对每天那些难以计数的 IP 服务请求的时候,网络上的 IP 分配服务器就像一个排队系统,IP 分配服务请求就像是一个个的 IP,处理请求的 DHCP 服务器就是服务台。当在某一时间点或一个时间区域内,服务请求的数量达到了高峰点,在这个高峰时期,服务器就处于高负载工作状

收稿日期:2017-12-14

基金项目:2015 年福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JA15466)。

作者简介:余建(1980-),男,汉族,实验师,主要从事网络技术和网络安全的研究。

态^[2],如图 1 所示。在高负载的状态下,大家都希望服务器的工作性能有较高效率的表现,并保持较高的数据吞吐量。因此,为了解决这个问题,首先就要用排队论的方法,对 DHCP 服务器在分配 IP 过程中的系统性能进行建模和分析。

共 190 条记录: 当前显示第 1 到第 10 条记录 定制显示列表

IP 登录时间

用户ID	用户名	用户IP	子网掩码	VLAN IP	VLAN Port	使用服务	上线时间	在线时长
20120161447		172.25.49.11	255.255.255.0	192.168.31.54	12	DHCP	2014-04-30 09:00:03	0时0分0秒
201121362127		172.25.124.24	255.255.255.0	192.168.31.131	7	DHCP	2014-04-30 08:59:32	0时0分38秒
20111362102		172.25.123.52	255.255.255.0	192.168.31.129	22	DHCP	2014-04-30 08:59:16	0时0分54秒
20101253130		172.25.131.53	255.255.255.0	192.168.31.142	17	DHCP	2014-04-30 08:59:01	0时0分59秒
20121492306		172.25.55.11	255.255.255.0	192.168.31.65	13	DHCP	2014-04-30 08:59:00	0时0分10秒
20121492309		172.25.51.41	255.255.255.0	192.168.31.58	9	DHCP	2014-04-30 08:58:48	0时0分23秒
20101253102		172.25.131.57	255.255.255.0	192.168.31.142	7	DHCP	2014-04-30 08:58:41	0时0分29秒
20101253245		172.25.131.25	255.255.255.0	192.168.31.142	3	DHCP	2014-04-30 08:58:04	0时0分17秒
20121492132		172.25.50.25	255.255.255.0	192.168.31.55	5	DHCP	2014-04-30 08:57:53	0时0分18秒
20100261115		172.25.121.63	255.255.255.0	192.168.31.125	13	DHCP	2014-04-30 08:57:43	0时0分28秒

图 1 校园网中 DHCP IP 登录情况表

Figure 1 DHCP IP login in campus network

2 传统排队理论模型类别

DHCP 中的 IP 分配一般属于 IP 分配系统中的无形排队,当某网段的 IP 被占用时,用户要获取的 IP 就得选择在系统中排队等待分配,而这种等待是不需要 IP 地址池中等待的^[3]。我们用 $M/Y/Z/A/B/C$ 来表示 IP 地址池中的排队队型,其中, M 表示相邻 IP 到达的时间间隔所服从的分布, Y 表示系统服务时间所服从的分布, Z 为服务器建立 IP 网段数量, A 为 IP 池容量, B 表示 IP 池的数量, C 为服务规则。通常用 P 表示泊松分布, E 表示爱尔朗分布。

传统的 $M/M/1$ 排队系统模型,是指用户 IP 到达和服务时服从泊松分布, DHCP 服务器中 IP 的 VLAN 数为 1 的排队模型,即 IP 尾数从 1 排到 254,这是 IP 排队模型的基础。我们把 IP 排队的过程看成是一种符合生物生灭的过程,它也是一种简当并广泛的随机过程。在 IP 地址池中,这些即将获取 IP 的到达看作“生”,用户退出网络,并重新释放出 IP 地址后看作是“灭”,校园网中的用户采用 DHCP 的方式来获取自身的 IP,就是通过生灭过程来实现的^[4]。我们假设 IP 到达的分布参数为,服务时间分布参数为,则根据生灭法则,同一时间内只能有一个 IP 到达和离开,IP 初始的排队效率值算法如下:

$$\begin{cases} \lambda_{n-1}p_{n-1} - (\lambda_n + \mu_n)p_n + \mu_{n+1}p_{n+1} = 0, 1 \leq n \leq k, \\ \lambda p_{n-1} - \mu p_n = 0, \\ \lambda_{k-1}p_{k-1} - \mu_k p_k = 0, \end{cases}$$

由此可得出系统中 IP 的平稳分配状态,排队系统在稳定状态下系统中有 IP 数为 n 的概率 $p_0 = 1 - p$, $p_n = p^n(1 - p)$, $n \geq 1, p < 1$ 。 $p_0 = \lambda / \mu$,我们一般称之为服务强度系数。同时可以得出:

IP 在系统中的排队时间 W_q 为:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{P}{\mu - \lambda} = W - \frac{1}{\mu}$$

3 闭合 IP 排队理论模型参数

现实意义中,由于校园 IP 分为了许多个不同的 VLAN 和 IP 段,相当于每个 VLAN 都是一个服务站。如直接按照标准的 $M/M/1$ 排队系统模型来分析校园网中的 IP 分配,可能得到的结果会存在很大的误差。在本文中,我们假设一个闭合排队网络由 N 个服务站组成,每个 IP 地址池都有自己的队列,都是此排队网络中的一个结点,其中第 i 个服务站也称为第 i 个结点 ($1 \leq i \leq N$) 包含的相互独立、相同的(即服务时间概率分布相同,平均服务率相同)服务台数量是 m_i 个,是一个 $M/M/m_i$ 型排队结点。此闭合排队网络共有 K 个 IP 在其中循环接受服务。闭合排队算法的计算原理是基于稳态时 2 个简单关系,即排队网络中每一个结点的 IP 的平均队长是此结点流量的函数^[5];闭合排队系统中各节点处的 IP 队长之和等于网络内 IP 总数。如图 2 所示。

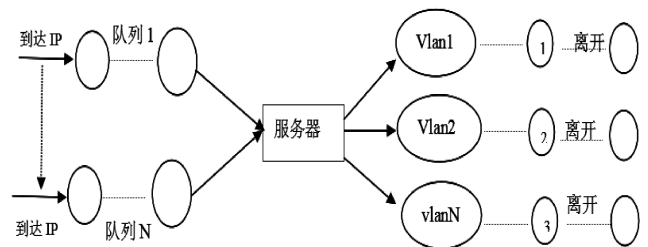


图 2 DHCP 服务的并联闭合排队模型

Figure 2 The parallel closed queuing model for DHCP services

根据上面提到的 DHCP 排队论的知识,由图 2 所示的排队通信过程可抽象为图 3 所示的模型。

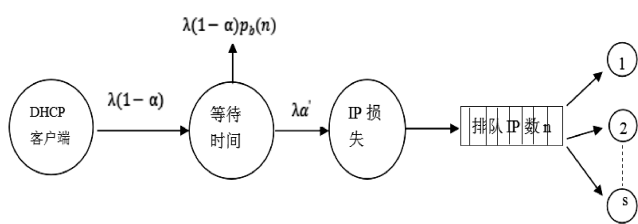


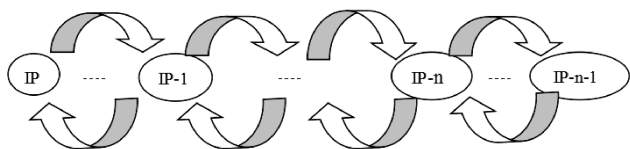
图3 带排队信息的 DHCP 服务系统流程图

Figure 3 DHCP service system flow chart with queuing information

并联闭合排队网络的第 1 个关系可表述为

$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda, n=0, 1, 2, \dots, K-1 \\ 0, n \geq K, \mu_n = \mu, n=1, 2, \dots, K \end{cases}$$

系统中最多只能容下 K 个 IP (等待位置只有 $K-1$ 个), λ_n 为排队网络中第 i 结点处 IP 的平均队长; λ_i 为通过第 i 个结点的 IP 流量; i 为排队网络中的结点 IP 编号, $i=1, 2, 3, \dots, K$ 。

图4 随机变量 λ_n 生灭图Figure 4 Random variable λ_n birth and death graph

4 基于改进的闭合排队论 IP 分配算法

假设系统能达到闭合状态, 对一个新分配的 IP 来说, 设到达过程是一个参数为 λ 的 Poisson 过程^[6], 如图 3 所示。长度 t 为的时间内到达 k 个呼叫的概率服从 Poisson 分布,

$$p_k(t) = \begin{cases} \left(\frac{\lambda t}{\mu}\right)^k e^{-\lambda t} / k!, & k=0, 1, 2, \dots \\ 0, & k > K \end{cases} \quad (2)$$

定义 1 系统空闲的概率

$$P_0 = \begin{cases} \frac{1-\rho}{1-\rho^{K+1}}, & \rho \neq 1 \\ \frac{1}{K+1}, & \rho = 1 \end{cases} \quad (3)$$

定义 2 系统有 n 个 IP 的概率 (IP 的损失率)

$$P_n = \rho^n P_0, n=1, 2, \dots, K \quad (4)$$

定义 3 IP 有效到达率

$$\lambda_e = \lambda(1-p_k) = \mu(1-P_0) \quad (5)$$

IP 损失率 p_k , IP 可进入系统的概率 $1-p_k$

定义 4 系统平均队长 (平均 IP 数)

$$L = \begin{cases} \frac{\rho}{1-\rho} - \frac{(K+1)\rho^{K+1}}{1-\rho^{K+1}}, & \rho \neq 1 \\ \frac{K}{2}, & \rho = 1 \end{cases} \quad (6)$$

定义 5 系统中 IP 平均排队队长 (平均等待服务的 IP 数)

$$L_q = \sum_{n=1}^K (n-1)P_n = L - (1-P_0) \quad (7)$$

定义 6 平均逗留时间

$$W = \frac{L}{\lambda_e} = \frac{L}{\lambda(1-P_k)} = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (8)$$

定义 7 平均等待时间

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda_e} = \frac{L_q}{\lambda(1-P_k)} = W - \frac{1}{\mu} \quad (9)$$

定义 8 IP 在系统中的逗留时间, 当 $K=1$ 时, 为单服务地址池损失系统

$$P_0 = \frac{1}{1+\rho}; P_1 = \frac{\rho}{1+\rho} \quad (10)$$

$$L = \rho = \frac{\rho}{1+\rho}; L_q = 0 \quad (11)$$

$$\lambda_e = \lambda(1-p_1) = \lambda P_0 = \frac{\lambda}{1+\rho} \quad (12)$$

$$W = \frac{L}{\lambda_e} = \frac{\rho}{\lambda} = \frac{1}{\mu}; W_q = 0 \quad (13)$$

5 校园网中的 IP 数据实验仿真结果与分析

实验采用 MATLAB7 仿真软件平台, 硬件平台为 Inter I7 处理器, 8G DDR3 的 PC 机。在实验中, 设到达过程是一个参数为 λ 的 Poisson 过程, 则长度为 t 的时间内到达 k 个呼叫的概率服从 Poisson 分布, 即 $p_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, k=0, 1, 2, \dots$, 其中 $\lambda > 0$ 为一常数, 表示了平均到达率或 Poisson 呼叫流的强度。

1、服务模式

设每个呼叫的持续时间为 τ_i , 服从参数为 μ 的负指数分布, 即其分布函数为 $P\{X < t\} = 1 - e^{-\mu t}, t \geq 0$

2、服务规则

先进先服务的规则 (FIFO)

3、理论分析结果

在该 $M/M/m_i$ 系统中, 设 $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, 则稳态时的平均等

待队长为 $L = \frac{\rho\lambda}{1-\rho}$, IP 的平均等待时间为 $W_q = \frac{\rho}{\mu-\lambda}$ 。我们根据校园网 IP 登录的值,输入仿真的 IP 数,计算第 1 个 IP 的离开时间,同时判断闭合排队系统是否接纳第 i 个 IP,计算第 i 个 IP 的等待时间、离开时间、标示位。并输出仿真的结果。

实验结果截图如下(K 分别为 1 000、100 000):

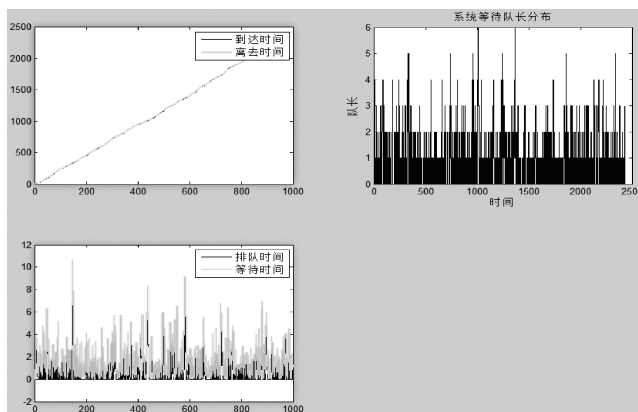


图 5 SimTotal 分别为 1 000 的排队变化关系图
Figure 5 A queuing change relationship diagram of 1 000 SimTotal, respectively

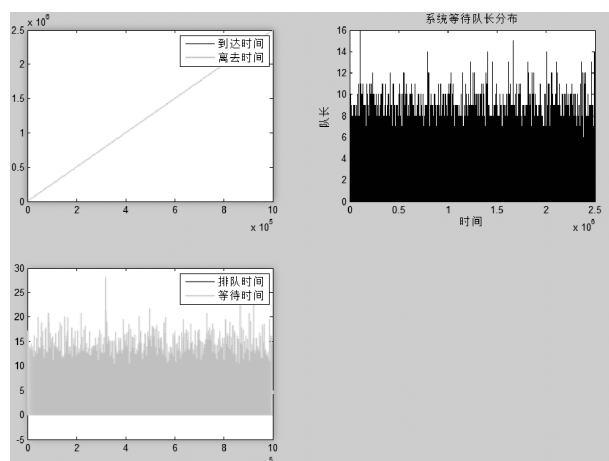


图 6 SimTotal 分别为 1 000 000 的排队变化关系图
Figure 6 A queuing change relationship diagram of 1 000 000 SimTotal, respectively

由图表 1 所示,当仿真的 IP 数为 1000 时,平均等待时间、平均排队时间、平均 IP 数、平均等待队长的平均值分别为:2.003 00、0.891 98、0.801 16、0.356 78。而当仿真 IP 总数=1 000 000 时,平均等待时间、平均排队时间、平均 IP 数、平均等待队长的平均值分别为:2.001 62、0.890 6、0.800 84、0.356 33。综上,可

表 1 二组仿真数据结果比较

Table 1 Comparison of the results of the two groups of simulation data

仿真 IP 总数=1000	1	2	3	4	5	平均值
平均等待时间	2.023 00	1.997 10	1.994 50	1.996 10	2.004 30	2.003 00
平均排队时间	0.911 47	0.886 50	0.882 93	0.884 04	0.894 95	0.891 98
平均 IP 数	0.810 10	0.798 46	0.793 34	0.799 58	0.804 33	0.801 16
平均等待队长	0.365 00	0.354 44	0.351 20	0.354 12	0.359 15	0.356 78
仿真 IP 总数=1 000 000	1	2	3	4	5	平均值
平均等待时间	2.002 90	1.997 50	1.994 30	2.001 90	2.011 50	2.001 62
平均排队时间	0.892 09	0.886 24	0.884 94	0.891 00	0.898 73	0.890 60
平均 IP 数	0.801 57	0.799 55	0.797 63	0.800 13	0.805 31	0.800 84
平均等待队长	0.357 02	0.354 74	0.353 94	0.356 12	0.359 82	0.356 33

以看出越着 IP 数的不断增长,排队时间变化并不太,说明并发闭合排队信息算法对系统有着很强的稳定性。

3 结束语

运用经典成熟的排队论来分析校园网中的 DHCP IP 排队方案,同时采用更多更准确的仿真数据分析,得出更符合实际的排队模型,为我们设计具有高质量和效率的 IP 地址服务器分配方案,并由此来分析服务器的负载率提供有价值的依据。从科学的角度看, $M/M/m$ 排队理论模型还有待进一步研究,以使该模型能更好地反映出 DHCP 服务器在分配 IP 时的各种性能特征,从而实现服务器在忙时的服务质量与效率的平衡。

参考文献:

- [1] 徐坚.利用 DHCP 中继代理实现跨子网服务[J].电脑知识与技术,2011(3):526.
- [2] 汤红军.DHCP 中继代理在校园网中的应用分析研究[J].计算机系统应用,2008(4):100.
- [3] 李颖利,赵相珺,吴杰仁.排队论数学模型在电子分诊系统中的应用体会[J].医疗卫生装备,2009,30(10):36-39.
- [4] 刘猛,孙冬石,于绍政.基于新型排队论的网络订餐服务优化研究[J].物流工程与管理,2017(5):115-117.
- [5] 于森,宫俊杰,唐加福,等.带排队信息提示的呼叫中心人力资源分配方法[J].东北大学学报(自然科学版),2014(1):2.
- [6] 张继文,王青.闭合排队网络的扩展求和算法及其应用[J].煤炭学报,2008(11):1311.

(责任编辑:叶丽娜)

DHCP IP Allocation Based on Concurrent Closed Queuing Information Algorithm in Campus Network

YU Jian, LIU Sun Fa

(Modern Education Technology Centre, Sanming University, Sanming, Fujian 365004)

Abstract: Aiming at solving the problem that DHCP server in the campus network often unable to obtain the IP or IP conflict problems when it is in high load dynamically allocating IP, the paper put forward a kind of closed type based on first come first service mechanism of $M/M/m$ queue information optimization method. First, the estimation method of the waiting time that DHCP server to assign IP is presented. Meantime, through the birth and death process (poisson distribution) principle, the network performance calculation formula is given when the DHCP server allocates IP. Finally, through the simulation experiment data analysis, this paper shows the influence of line information on the stability of DHCP service when it assigns IP.

Key words: campus network; DHCP; line information; birth and death process

U-RT 和 UJI 两种图书馆机器人系统运行方式对比研究

庄新辉

(武夷学院 图书馆, 福建 武夷山 354300)

摘要:本文对比了 U-RT 和 UJI 两种自主图书馆机器人系统运行方式。U-RT 机器人系统具有泛在空间能力,可以共享信息、知识,能访问分布在世界各地的服务器和数据存储设备。U-RT 机器人系统建立了基于 RFID 技术的泛在空间,实现了环境智能化,通过机器人本身和智能环境的交流配合完成书籍搜寻、定位和上下架等工作;UJI 机器人系统通过集成应用多学科不同的技术、算法,能在没人类干预下,在一个普通的图书馆自主实现定位书籍,从书架上抓取它并带给使用者。U-RT 和 UJI 两种图书馆机器人系统的运行方式展示了图书馆机器人技术发展的两个方向。

关键词:U-RT 图书馆机器人系统;UJI 图书馆机器人系统;运行方式

中图分类号:TP242.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0058-05

21 世纪我们迎来了科学技术突飞猛进日新月异的新时代。近 30 年来,被称为 21 世纪 3 大尖端技术(基因工程、纳米科学、人工智能)之一的人工智能技术快速发展,使得机器人开始能够胜任通常需要人类思考才能完成的复杂工作,如 1997 年 5 月,IBM 公司研制的深蓝(DeepBlue)下棋计算机战胜国际象棋大师卡斯帕洛夫(Kasparov)。借助人工智能技术的发展,智能机器人开始出现并进入应用^[1]。2016 年 3 月谷歌围棋人工智能 AlphaGo(被中国棋迷戏称为“阿尔法狗”)与韩国棋手李世石的最后一轮较量以前者获胜结束,最终这场轰动全球的“人机大战”的总比分定格在 4:1^[2]。当今世界,机器人技术的应用已经涵盖了工业制造、物流运输、国防、家政和医疗等领域。在信息化浪潮中,图书馆虽然也进入了现代化计算机时代,但更多的应用是在信息流上的智能化,图书馆缺少以机械化为基础的自动化,图书的上下架、搬运、贴条码、分类和查重等操作多数图书馆仍然依靠人工来完成^[3]。据统计,一个图书管理员在每天收回图书的过程中,平均手腕和手臂要有 32 000 次动作,这样的负

担和重复性劳动容易给图书管理人员造成严重的职业病,其对图书管理员的手指、腕关节、手肘、胳膊和项背等部位造成了严重的伤害^[4]。重复性的机械性劳动不仅仅是对身体能造成伤害,对人的精神层面也是一种伤害。欧美发达国家对能代替人体力劳动的图书馆机器人的研究应用较多,早在 1994 年 5 月瑞典恩金尔兹维克市公立图书馆安装了世界上第一个类人式机器人上下架图书的处理系统^[4]。本文主要阐述 U-RT 和 UJI 两种图书馆机器人系统。这两种机器人系统工作原理有各自的特点,根据其设计原理,能自主处理图书,替代图书管理员的工作,在没有人干预下可以自主的检索书籍,操作图书上下架,也被称为图书管理员机器人。

1 U-RT 机器人(the ubiquitous robot technology space)系统

U-RT 机器人是日本筑波大学智能系统研究所 Bong Keun Kim, Kenichi Ohara 等人研制的图书馆机器人系统。

U-RT 机器人系统具有无处不在的机器人视觉和环境智能能力,可以共享信息、知识,访问分布在全世

收稿日期:2017-11-19

作者简介:庄新辉(1971-),男,汉族,馆员,主要从事图书情报的管理和研究工作。

1.4 StarLITE 系统

这个系统被用来为机器人定位,其组成为机器人手眼系统 CCD 板摄像机(组成:广角摄像头、DSP 图像处理单元、IR 通信单元)和安装在天花板上的红外线信标构成。通过这两个系统建立的信息空间解决了机器人许多难题,如机器人本身的定位、路径规划和导航。通过 RFID 标签连接现实和虚拟空间,机器人能感知环境目标,锁定它们的位置^[10]。

U-RT 机器人系统通过机器人、智能地板、智能书架和用 RT 中间件编写的操作程序实现了泛在空间功能,能稳定可靠的实现图书的上下架操作。具有网络互联功能,通过网络发布图书的状态信息给读者,实现了即时反映图书馆中图书的状态。

2 UJI 机器人系统

UJI 是 Universitat Jaume I(西班牙海梅一世大学)的缩写,UJI 机器人是西班牙 Mario Prats · Ester Martínez · Pedro J. Sanz · Angel P. del Pobil 等人开发的一款图书馆机器人系统。

UJI 机器人的基础是型号 Nomad XR4000 机器人,它装备有无线电以太网,两个带 24 个声纳和 24 个红外线的环传感器,保险杠和 SICK 激光测距仪。这个机器人安装了有七个自由度的轻量级三菱 PA-10 机械手。机械手安装有手眼结构的双摄像头的立体摄像机,六自由度的力传感器安装在平行夹手和末端执行器链接的腕部。还有一些红外线距离传感器贴在机械臂上。

通过整合应用不同的技术(例如立体视觉、视觉跟踪、概率匹配、行动估计、多传感器抓取、视觉伺服和混合控制等技术)这款机器人能在没人干预下,仅仅通过提供的贴在书脊上的编码、图书馆地图和关于它的一些逻辑知识等信息,利用时空限制和环境的规律性,在一个普通的图书馆自主定位书籍,利用手眼视觉和力传感器从书架上抓取它并带给使用者。

其工作流程由用户界面、书籍定位、视觉模块和书籍检索等模块的相互配合来完成。

2.1 用户界面

这个系统首先有个基于互联网的用户界面,用户

通过这个界面传递想要寻找的书的编码信息给机器人。界面的另一个用途是监视机器人的活动和对模糊书签的人工识别。

2.2 书籍定位

书籍的定位是利用图书馆特征物来确定目标书架的位置,利用算法来辅助搜索在书架中的书籍;通过使用图书馆地图控制移动机器人到达指定的位置。具体的定位行动是定义书架同质结构(书架的行和列),定义合理的图书馆存储模型数据结构,实物结构被映射到逻辑结构中,逻辑结构设置参数有:建筑物的数量;每个建筑中层数的数量;每层中书箱的数量,相关的位置和结构(列数、行数和尺寸)。每个书架中第一列最左上端的第一本书的编码被存储用来做逻辑书架特征物。当机器人接收到要找的书籍编码信息后,机器人会把目标书籍编码与这些逻辑书架的特征物对比,找到目标书架信息。逻辑书架位置信息在图书馆地图中,机器人在图书馆地图中锁定放置目标书的书架。书架的位置锁定后利用图书馆地图来规划路径,指导移动平台到达目标处。机器人导航的实现用到 Player/Stage 软件,声呐、红外和激光测距传感器来规避障碍。进一步提高导航的能力要用到基于贝叶斯方法的概率定位和占用网格映射等方法。利用图书馆特征物能找到目标书架,但是目标书籍的精确定位要用到视觉指导和智能搜索算法。

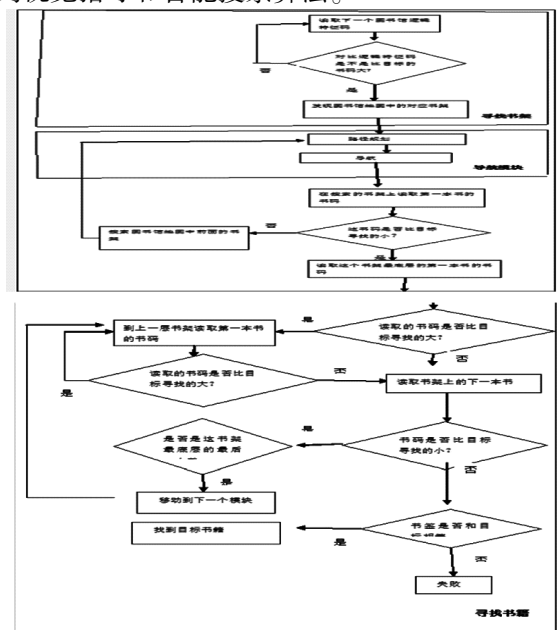


图3 智能搜索书籍算法流程图

Figure 3 Flow chart of finding a book

2.3 视觉模块

在书架中找到一本目标书籍的算法要用到视觉来定位、读取和对比书签。从图像中读取书签要用到图像分割、书签跟踪和光学字符识别(OCR)等技术方法。视觉模块不仅能从单个的图像中提取书码,而且也能从一系列的图像中提取书籍码。

图像的拍摄要用到平面估计的技术,UJI 机器人移动到目标书架前要保证有个好的拍摄视角拍摄书脊图像,这样图像的处理才能更准确容易,当机器人位置不是理想的拍摄位置时,通过视觉计算调整摄像机对准书脊平面。计算的方法是利用针孔摄像机模型和极线几何来联系在 3D 结构投影的 2D 图像信息。这个摄像机有两个摄像头在一个平面上,拍摄时有两个角度图像,通过对比找到相应点,通过最小标准方差法计算出平面。调整两者处于最佳的位置。

在拍摄的图像中锁定书签使用自动阈值分割算法。在拍摄的图像中分割图像,求出分割图像的平均亮度,以此亮度值为中心建立二进制图像,结果生成标签的二进制图像。

光学字符识别(OCR)用来提取图像中的文字。书签是用白纸黑字构成,通过分析亮度值,函数的最大值代表背景,函数最小值就代表了文字。通过这个方法锁定书签中的文字。

2.4 书籍拾取

目标书籍被找到后,视觉抓取系统用来提取书籍,它是用一个专门的平行状的抓手和摄像头组成。抓手有两个特殊的指尖,指尖是很薄,适合插入书籍见的缝隙中,为减少难度,左边的指尖比右边的长,左边的指尖先插入书籍间的缝隙,右边的指尖后插入。具体过程是:用力/视觉控制法到达目标书籍抓取位置。找到书籍的左边插入左手指尖,直到右边的指尖触碰到这本书。寻找书籍的右边插入右边的手指,这时候左端的手指保持在原位。这里用到了基于力和视觉伺服的联合混合控制法,这控制法有两个自由度,在平行方向利用书籍的边缘做为视觉特征用基于图像的视觉伺服。在垂直方向用力回馈传感器,触碰到书本后力感应开关打开。当接触时,所有的抓取过程都是通过力反馈来引导。首先,机器人试图找到在书左边的缝隙,并插入较长的左指甲进去。力控制法使

机器人向前施力,同时控制左侧的运动。当左手指位于书脊上,机器人检测到它不能向前移动时,它会向左移动,结合这个正面和横向运动,我们使机器人遵循这本书表面向左。当找到书左边缘时,机器人没有感觉到任何力量,力量控制法则使其向前移动。在此步骤中,机器人不会移动,因为前面没有障碍。为了插入左指尖,机器人总是试图向前移动,当它不能完成时,它移动往左边。按照这个策略,机器人很容易找到左边的缝隙,当机器人检测到其左指尖时相对于初始位置前进 2 厘米,它理解为第一个指尖已经是插入状态。为了插入右边的指尖,机器人仍然尝试向前移动手指。如果找不到正确的分隔,它会感觉到书脊回馈的阻力,但是这次,不是向右移动,而是张开握爪,当发现书籍右侧的缝隙时,手指可以自由前进,从而停止打开。再次,当机器人检测到夹具手指前进时相对于首次接触的初始位置为 4 厘米时,其认为两只手指都成功插入,提取动作和抓取任务完成^[4]。UJI 机器人系统通过整合多种跨学科技术和运用多种智能算法实现了图书上下架功能。

3 U-RT 和 UJI 两种图书馆机器人系统对比分析

U-RT 机器人系统由机器人、智能书架、智能地板、环境定位传感器和中间件组成。是由机器人和环境组成的系统,通过广泛利用 RFID 技术,在周围环境中埋设 RFID 标签、传感器和微处理器实现了环境智能。执行任务时通过机器人和环境的互动交流来完成,机器人本身的结构相对来说比较简单,更多的是依赖所处的智能环境,其发展的技术方向和物联网、智慧城市等发展方向一致。对现代化、智慧型新图书馆舍的建设有借鉴。

UJI 机器人系统整合了多种学科的技术,这些技术包括在线图像分割、立体视觉、视觉跟踪、概率匹配、行动估计、概率选择、多传感器抵达和抓取、视觉伺服和混合控制等。运用多种算法,UJI 机器人系统仅通过外界提供的书籍编码、图书馆地图和一部分图书馆逻辑结构知识就能完成它的工作。UJI 机器人系统在执行其任务时,对外部的条件依赖很少,通过自身

的能力来完成任务,能在普通的图书馆中应用,不需要建造特殊的环境,适应能力强。虽然 UJI 机器人系统复杂,但其行为更具有类人的特征,对环境依赖少,应用范围广。随着相关技术的发展成熟,成本会不断下降,其发展更具有潜力。图书馆的环境是半结构化环境,环境有些是固定的,也有每天变动的随机人、物,机器人导航、检索、寻架、摆书、取书等行为操作都是比较精细复杂的,这和人类所处的日常生活情景相近,如果 UJI 机器人系统技术在图书馆中发展应用成熟,在其他领域也会成为人类好帮手。

4 结语

U-RT 和 UJI 两种自主图书馆机器人系统的运行方式代表了技术发展的两个方向,一个是自身和环境组成系统,在建设机器人本身的同时,更注重对周围环境的开发建设;另一个更注重自身的能力开发,对环境的依赖程度较低。在当今,机器人技术代表了科技发展的前沿,其在军事、医学、工业制造等多个领域都有广泛的应用。相对其他行业,在图书馆的应用较少,特别是机械性的、能替代人类体力劳作的机器人研究应用更少。图书馆是技术、知识和信息的记录和传播者,也是文明发展的坚实基础。在现今的信息社会,图书馆事业受到了现代技术的冲击。图书馆的发展,很重要的一面是跟随当前的前沿科学技术,这不仅是体现在知识文献的存储方面,现代化场馆,自动化管理,图书馆机器人系统等开发应用亦是很重要的方面。

参考文献:

- [1] 夜风.全球智能机器人应用领域分析[EB/OL].[2013-08-29].
http://www.wjzs.org/news/html/20130829_14657.html.
- [2] 从“深蓝”到“阿尔法狗”:人机大战 20 年进化史[EB/OL].
[2016-3-29]. http://www.sohu.com/a/66573129_371013.
- [3] 刘琼.图书馆机器人系统研究[C].杭州:第五届全球智能控制与自动化大会,2004:4891-4893.
- [4] HANSSON R. Robot lends a hand in a Swedish library[J].
Industrial Robot, 1995, 22 (5) :34-35.
- [5] 百度百科.Ubiquitous, 社会 [EB/OL].[2017-7-30]. <https://baike.baidu.com/item/Ubiquitous%E7%A4%BE%E4%BC%9A/834162?fr=aladdin>.
- [6] 马满仓,徐启建.泛在网络技术及其应用[J].*无线电工程*,
2010, 40 (11) :7-9.
- [7] AKYILDIZ L F. Wireless sensor networks:a survey[J].*Computer Networks*,2002,38(8):393-422.
- [8] STANKOVIC J A. Real. Time communication and coordination in embedded sensor networks [J]. *Proceedings of the IEEE*,2003,91(7):1002-1022.
- [9] 陈积明,林瑞仲,孙优贤.无线传感器网络的信息处理研究[J].*仪器仪表学报*,2006,27(9):1107-1111.
- [10] BONG K K, KENICHI O, KOSEI K, et al. Design of Ubiquitous Space for the Robotic Library System and Its Application [C]. *Proceedings of the 17th World Congress :the International Federation of Automatic Control*, Seoul, July 6-11, 2008.
- [11] MARIO P, ESTER M, PEDRO J S, et al. The UJI librarian robot[J]. *Intel Serv Robotics* 2008(1):321 - 335.

(责任编辑:叶丽娜)

Research on Operation Mode of U-RT and UJI Two Kinds of Library Robot System

ZHUANG Xinhui

(Library of Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: This paper describes and compares the U-RT UJI two kinds of autonomous robotic library system operation mode. U-RT robot system has ubiquitous robot vision and environmental intelligence capabilities, can share information, knowledge, access and computer server and data storage devices distributed in the world; established based on RFID technology in the pan-space, to achieve the environment The UJI robot system through the integration of different technologies, this robot has no human intervention, in a common library autonomy locate the book, grabbing it from the shelf and bringing it to the user. U-RT and UJI two kinds of library robot system operation mode shows the library robot technology development in two directions, one is its own and the environment system; another self-contained system.

Key words: U-RT library robot system; UJI library robot system; operation mode

闽北湿地松材积生长率表的研制

倪伟星

(福建省武夷山市林业局, 福建 武夷山 354300)

摘要:为能在只具备单木和林分年龄、胸径的情况下预估生长量,分别以湿地松单木、林分为建模对象,应用改进单纯形法和 TOPSIS 法探索以单木、林分的年龄、胸径特征因子为辅助变量来建立单木、林分材积生长率模型的建模方法,编制湿地松单木、林分材积生长率表,为森林资源档案管理中小班生长量预测和数据更新提供科学依据。

关键词:湿地松;材积生长率;林业数表;改进单纯形法;TOPSIS 法

中图分类号:S714.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0063-06

森林采伐限额管理是保证森林资源可持续利用的一项重要措施,而准确的森林生长量估测值是确定管理采伐限额的重要依据^[1]。长期林业生产实践表明,以胸径和年龄为辅助变量,建立材积生长率预估模型,编制材积生长率表,是确定森林生长量的一种较好的方法^[2-3]。鉴于目前闽北地区尚缺乏适用湿地松的生长量表,通过收集资料,编制湿地松材积生长率表,为生产应用提供科学依据。

材积生长率表包括单木材积生长率表和林分材积生长率表,其中单木材积生长率表为森林生长量的预估提供了客观依据,但它需要通过调查取得现实林分各径阶的株数和材积来实现,不适用于只具备林分平均因子(如平均胸径、平均年龄)和蓄积量的情况下预估生长量。所以本次在研编单木材积生长率表的基础上,以林分总体为建模的基本单位,进一步探索以林分总体特征因子为辅助变量来建立林分蓄积生长率模型的建模方法,并编制林分材积生长率表,为森林资源档案管理中小班生长量预测和数据更新提供科学依据。

1 材料与数据处理

1.1 研究材料

在福建省南平延平区、政和县、武夷山等地选择郁闭度 0.4 以上且生长正常的湿地松,采集临时样地、固定样地以及伐区调查设计数据,样地面积为 0.067 hm²,形状为矩形。共采集了不同年龄和立地质量等级的样地 259 块,固定样地测定次数 2~5 次,年龄范围为 10~58 a。样地最小胸径为 5 cm,最大胸径为 37.1 cm,最小树高 1.5 m,最大树高 31.2 m,最小林分蓄积 28.4 m³/hm²,最大林分蓄积 356.0 m³/hm²,平均株数 2242 株/hm²。

样地每木检尺后,取 1~3 棵不同胸径的湿地松,有些是样地的优势木,将样木伐倒并按 1 m 为一个区分段,材积其树高(H)、带皮胸径(D)、去皮胸径、每个区分段中央带皮和去皮直径及梢头木底直径,并按 H 的 9/10、8/10、7/10、6/10、5/10、4/10、3/10、2/10、1/10,采集样木年龄(t),并收集以往采伐数据,共收集湿地松样木有 277 棵,其中 10 cm 以下的 38 株,12~20 cm 的 87 株,22~30cm 的 90 株,32~40 cm 的 31 株,42~50 cm 的 22 株,52 以上的 9 株。

1.2 单木数据预处理

根据树干解析材料,以每个龄阶相邻二次观测值作为一样本单元,按复利公式计算每个样本单元的材积生长率^[4]:

收稿日期:2018-02-11

作者简介:倪伟星(1959-),男,汉族,主要从事森林保护方面的研究。

$$P_v = [(v_b / v_a)^{\frac{1}{n}} - 1] \times 100\% \quad (1)$$

式中： P_v 为材积生长率， v_a 为期初单株材积， v_b 为期末单株材积， n 为间隔期。

按(1)式计算每个样本单元的材积生长率，并分别绘制材各生长率随直径和年龄的相关散点图，对存在异常情况的个别样本单元予以剔除，这样，经过整理后用于建模的样本单元共计 272 个。

1.3 林分数据预处理

依据样地每木检尺资料，求得样地各径阶株数及径阶材积。将年龄和径阶中值代入单木材积生长率模型中，求出各径阶材积生长率，乘以相应径阶的材积即得各径阶材积生长量，累加后为样地蓄积生长量，再除以样地蓄积量，求得样地蓄积生长率。以样地蓄积生长率为因变量，林分特征因子为辅助变量，建立林分蓄积生长率模型。

林分平均胸径和年龄是森林资源清查中必测的基本因子，与林分材积生长率紧密相关，尤以年龄的影响更为显著(实质上，胸径已内含有年龄的因素)。对于年龄相同的林分，立地条件好的平均胸径必然大于立地条件差的平均胸径，小密度林分的平均胸径必然大于大密度林分的平均胸径；而当平均胸径相同时，立地条件好的林分年龄必然小于立地条件差的林分年龄，小密度林分年龄必然小于大密度的林分年龄。因此，林分年龄和平均胸径可以综合反映出立地条件和林分密度不同对林分材积生长率的影响。基于此，选择林分年龄和平均胸径为辅助变量，来建立林分材积生长率模型。

2 编表模型与方法

材积生长率随直径和年龄增加而下降，通常显现反“丁”型或负指数型。为寻找最优的二元材积生长模型，我们选择了多个模型进行拟合对比，以相关指数、剩余标准差、总相对误差、平均系统误差、平均相对误差绝对值、预估数度为主要指标，对每个模型进行综合评定，最后确定湿地松最优级材积生长率模型，备选模型见式(2)~式(18)。数据均在 Excel 中处理。

$$P_v = b_0 t^{b_1} D^{b_2} \quad (2)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 t + b_2 1nD \quad (3)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 t + b_2 D \quad (4)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 1nt + b_2 D \quad (5)$$

$$P_v = b_0 + b_1 1nt + b_2 D \quad (6)$$

$$P_v = b_0 + b_1 t + b_2 D \quad (7)$$

$$P_v = b_0 + b_1 t + b_2 1nD \quad (8)$$

$$P_v = b_0 + b_1 1nt + b_2 1nD \quad (9)$$

$$P_v = b_0 + b_1 / t + b_2 / D \quad (10)$$

$$1/P_v = b_0 + b_1 / t + b_2 / D \quad (11)$$

$$P_v = b_0 + b_1 / t + b_2 / D \quad (12)$$

$$1/P_v = b_0 + b_1 / t + b_2 / D \quad (13)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 / t + b_2 / D \quad (14)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 / 1nt + b_2 / 1nD \quad (15)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 1nt + b_2 1nD + b_3 1nD + b_4 t 1nD \quad (16)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 1nt + b_2 1nD + b_3 1nD \quad (17)$$

$$1n P_v = b_0 + b_1 D + b_2 1nD + b_3 1nt + b_4 / D \quad (18)$$

式中： P_v 为材积生长率； D 为胸径； b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 为待求参数。

3 研制结果

3.1 单木材积生长率的研制

3.1.1 最优模型的选择

根据建模的样本单元，利用最小二乘法，经过计算机运算，求得各模型参数见下表。

表 1 模型参数

Table 1 Model parameter					
方程序号	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4
2	319 5.664 2	-1.206 1	-0.721 4	—	—
3	5.897 7	-0.062 6	-0.678 4	—	—
4	5.103 2	-0.121 2	-0.003 9	—	—
5	8.177 4	-0.179 6	-0.000 4	—	—
6	212.781 1	-31.894 2	-0.146 9	—	—
7	94.781 4	-2.975 8	-0.510 2	—	—
8	174.582 8	-0.617 8	-45.997 3	—	—
9	205.824 5	-23.674 1	-34.145 5	—	—
10	-22.798 5	499.948 1	207.686 6	—	—
11	25.787 5	-1.394 5	307.486 2	—	—
12	-22.789 1	799.684 2	-0.119 4	—	—
13	-0.050 1	0.005 9	0.002 8	—	—
14	1.497 6	21.558 3	-0.004 9	—	—
15	-1.435 2	12.781 4	0.604 5	—	—
16	8.178 4	-1.278 4	0.005 1	-0.614 8	-0.003 1
17	7.984 6	-1.667 6	0.004 9	0.617 2	—
18	10.347 1	0.029 9	-1.496 1	-1.207 2	-3.642 9

利用相关指数、剩余标准差、总相对误差、平均系统误差、平均相对误差绝对值、预估精度等 6 个评价指标对拟合的 17 个方程进行评价, 评价结果见下表。

从表 4-14 中, 各评价指标各有好坏, 为科学地选择出拟合效果较好的方程, 现利用 TOPSIS 分析法进行综合评价^[9], 具体评价结果见下表。

表 3 TOPSIS 法评价结果

Table 3 Evaluation results of TOPSIS method

方程序号	最优距离	最劣距离	C	优劣排序
2	0.045 4	0.319 5	0.875 6	1
3	0.102 6	0.245 0	0.704 9	6
4	0.133 2	0.216 1	0.618 7	9
5	0.105 1	0.243 3	0.698 4	7
6	0.297 1	0.077 4	0.206 7	17
7	0.263 5	0.108 0	0.290 6	16
8	0.249 1	0.117 8	0.321 1	15
9	0.156 1	0.195 2	0.555 6	11
10	0.166 6	0.190 4	0.533 3	12
11	0.212 1	0.133 8	0.386 7	13
12	0.223 8	0.132 7	0.372 3	14
13	0.155 2	0.222 4	0.589 0	10
14	0.045 6	0.320 1	0.875 2	2
15	0.066 7	0.279 8	0.807 5	4
16	0.071 0	0.277 9	0.796 5	5
17	0.123 4	0.242 1	0.662 3	8
18	0.043 8	0.302 8	0.873 7	3

一个理想的材积生长率模型, 除了要具有良好的拟合效果外, 还应尽量简捷, 且参数最好具有生物学意义。通过 TOPSIS 分析法综合评价结果来看, 式(2)的效果是较为理想的, 与二元材积模型山本式具有相同的结构形式, 反映了材积生长率随着年龄和直径增加而逐渐减少, 最终趋近于零的变化规律。这种变化规律符合树木生长的生物学特性, 且模型简单, 便于实际应用。采用逐步回归法所求的材积生长率模型, 虽然相关指数要略高于山本式, 但从其他各个评价指标来看, 并没有显示出明显的优越性, 且模型较之山本式复杂, 故不予采用。根据上述分析, 我们选择模型 $P_v = at^b D^c$ 编制湿地松单株木材积生长率表。

3.1.2 模型优化与编表

为提高模型拟合精度, 本次采用改进单纯形法对求解模型参数。用改进单纯形法优化材积生长率模型中的参数^[6], 则试验优化的因素就是方程中的各个参数, 目标函数是材积生长率的理论值和实际值的残差平方和 Q ^[7], 要求目标函数值越小越好, 即,

$$Q = \sum (P_v - \hat{P}_v)^2 = \min \quad (19)$$

现将式(2)作为材积生长率模型, 以最小二乘法所求 3 个参数作为初始值, 应用改进单纯形法对式(2)作

表 2 模型评价结合

Table 2 Model evaluation combination

方程序号	相关指数	剩余标准差	总相对误差	平均系统误差	平均相对误差绝对值	预估精度
2	0.974	3.44	0.724 9	-1.936 3	6.93	98.43
3	0.971	3.88	0.903 1	2.012 3	7.91	96.92
4	0.927	4.11	0.932 1	2.234 1	8.36	95.23
5	0.969	3.82	0.920 7	2.012 1	7.92	95.82
6	0.826	5.12	-2.632 0	-2.531 2	10.21	91.62
7	0.778	7.01	-1.234 3	-2.652 1	10.65	87.53
8	0.833	5.01	1.230 0	-3.423 1	9.66	91.56
9	0.953	4.63	-0.964 6	-2.351 1	8.36	94.99
10	0.845	5.23	-0.952 3	-2.134 4	8.95	94.66
11	0.852	4.81	1.324 0	2.456 1	8.66	94.77
12	0.887	4.52	1.303 5	-2.942 1	8.76	94.27
13	0.855	4.67	-1.053 0	-1.659 6	9.22	93.43
14	0.957	3.56	0.704 2	1.784 2	7.99	97.22
15	0.934	3.82	-0.792 1	-1.902 1	7.52	95.43
16	0.980	3.66	-0.824 1	-1.946 1	7.44	97.64
17	0.969	3.56	0.917 0	2.341 1	7.89	97.89
18	0.964	3.61	0.795 3	1.733 2	7.23	98.12

进一步的优化,求得材积生长率模型为:

$$P_v = 3054.5894 \times D^{-0.6176} t^{-1.2994} \quad (20)$$

材积生长率残差平方和 329.68, 剩余标准差 2.46。与优化前残差平方和 412.55, 剩余标准差 3.44 相比都下降,说明拟合精度有进一步提高。

为说明本次所建立的湿地松材积生长率模型适用,用未参加建模的 55 株样本,对优化后的材积生长率模型进行适用性检验,检验指标包括置信椭圆 F 检验、总相对误差、平均系统误差、平均相对误差绝对值、预估精度等 5 个。检验结果为,置信椭圆 $F=2.46$ [小于 $F_{0.05}(2, 55)=3.17$], 总相对误差 0.914%, 平均系统误差 1.787%, 平均相对误差绝对值 6.084%, 预估精度 98.55%。

通过检验说明,本次所建立的材积生长率模型适用,其误差较小,精度较高,可在林业生产实践上应用。据此,把材积生长模型按年龄和胸径展开,编成湿地松材积生长率表,具体见下表。

表 4 湿地松单株材积生长率表

Table 4 Single tree volume growth rate table of Pinus elliottii

年龄/a	胸径/cm	材积生长率/%	年龄/a	胸径/cm	材积生长率/%
6	6	98.45	14	14	19.40
6	8	82.43	14	16	17.87
6	10	71.82	14	18	16.61
8	8	56.72	16	16	15.02
8	10	49.42	16	18	13.97
8	12	44.15	16	20	13.09
10	10	36.98	18	18	11.98
10	12	33.04	18	20	11.23
10	14	30.04	18	22	10.59
12	12	26.07	20	20	9.79
12	14	23.70	20	22	9.23
12	16	21.83

3.2 林分材积生长率表的研制

与单木材积生长率的变化规律一样,林分材积生长率同样随林分平均胸径和年龄的增大而减少,呈“厂”型或负指数型曲线。通过对多个方程的分析对比,以下式模型效果较为理想:

$$P_m = a_0 t^{-b_1} \bar{D}^{-b_2} \quad (21)$$

式中: P_m 为林分材积生长率; t 为林分年龄; \bar{D} 为林分平均胸径; a_0, b_1, b_2 为参数。

用样地材料对上式进行拟合,求得各参数和统计指标为: $a_0=2903.5870, b_1=1.4932, b_2=0.4077$, 相关指数 0.961, 剩余标准差 2.7681。

式(2)拟合结果表明,对湿地松林分材积生长率的变化规律有较高的切合性能,故将其作为基本模型,但上式中的 b_1 和 b_2 对不同的林分年龄和平均胸径的取值是固定的,即对不同的材积生长率的变化率只取一个平均变化率予以代替。如果林分材积生长率模型中的参数 b_1 和 b_2 不随林分年龄的变化而发生改变,采用上式是适宜的。假如 b_1 和 b_2 随林分年龄的变化而发生相应的改变,则采用上式直接进行拟合,则欠妥。此时应将固定参数模型改为可变参数模型,从而提高模型的预估精度。基于这一想法,本研究将式(2)设计为可变参数形式,其通式为:

$$P_m = a_0 t^{-f_1(t, \bar{D})} \bar{D}^{-f_2(t, \bar{D})} \quad (22)$$

式(2)称为可变参数林分材积生长率模型,建模方法如下:以前述求解结果为基础,保持 $a_0=2903.5870$ 不变,分别龄阶和径阶去拟合式(23)。

$$P_m = 2903.5870 t^{-b_1} \bar{D}^{-b_2} \quad (23)$$

解出的参数 b_1, b_2 列于表 5、表 6。

表 5 不同径阶的参数 b_1, b_2 值

Table 5 Parameters b_1 and b_2 of different sizes

\bar{D}	b_1	b_2
6	1.403 4	0.596 5
8	1.435 2	0.403 4
10	1.296 3	0.753 1
12	1.289 3	0.662 2
14	1.301 3	0.463 5
16	1.279 9	0.563 2
18	1.267 1	0.421 3
20	1.224 6	0.732 8
22	1.189 2	0.562 3
24	1.245 6	0.462 1

表 6 不同龄阶的参数 b_1 、 b_2 值Table 6 Parameters b_1 and b_2 of different age order

龄阶	b_1	b_2
5	1.497 6	0.610 4
10	1.456 4	0.638 1
15	1.523 1	0.656 5
20	1.546 7	0.642 4
25	1.452 1	0.642 1
30	1.524 5	0.673 3
40	1.513 5	0.699 1

通过对表 5 和表 6 分别作散点图后发现, b_1 与平均胸径呈线性相关而与林分年龄基本无关, b_2 与林分年龄呈线性相关而与平均胸径基本无关。拟合 b_1 与 D 、 b_2 与 t 的模型为:

$$b_1 = 1.4962 - 0.01523D, R^2 = 0.866, F = 35.74 > F_{0.05} = 3.71 \quad (24)$$

$$b_2 = 0.5993 + 0.0001993t, R^2 = 0.824, F = 12.57 > F_{0.05} = 4.35 \quad (25)$$

上述二个方程经过 F 检验, 都达到极显著水平, 表明林分材积生长率方程中的参数 b_1 、 b_2 并非是某一固定常数, 而是分别随着林分平均胸径和年龄而变化而发生相关的变化。据此, 可将湿地松林分材积生长率模型的可变参数形式确定为:

$$P_m = a_0 \bar{D}^{-(a_1 - a_2 D)} \bar{D}^{-(a_3 + a_4 t)} \quad (26)$$

以 $a_0 = 2903.5870$, $a_1 = 1.4962$, $a_2 = 0.01523$, $a_3 = 0.5993$, $a_4 = 0.0001993$ 为初值, 林分材积生长率的实际值和理论值的残差平方和最小为目标函数, 采用改进单纯形法对上式进行优化求解, 得到如下的湿地松林分可变参数林分生长率模型:

$$P_m = 4012.7315 t^{-(1.3994 - 0.0087D)} \bar{D}^{-(0.7024 + 0.00121t)} \quad (27)$$

同样, 为说明其适用性和精度情况, 用未参加建模的 62 块样地, 对可变参数林分材积生长率模型进行适用性检验, 检验指标包括置信椭圆 F 检验、总相对误差、平均系统误差、平均相对误差绝对值、预估精度等 5 个。检验结果为, 置信椭圆 $F = 1.52$ [小于 $F_{0.05}(2, 60) = 3.15$], 总相对误差 1.429%, 平均系统误差 2.178%, 平均相对误差绝对值 7.561%, 预估精度 94.38%。

通过适用性检验结果表明, 本次建立的可变参数林分材积生长率模型适用, 其误差较小, 精度较高, 可在森林资源小班档案更新应用。现以林分年龄和平均胸径为辅助变量, 将式(27)展开成湿地松林分材积生长率表, 具体见下表。

表 7 湿地松林分材积生长率表

Table 7 Growth rate table for the split volume of *Pinus elliottii*

年龄/a	平均胸径 /cm	材积生长率 /%	年龄/a	平均胸径 /cm	材积生长率 /%
10	6	50.15	20	20	11.58
10	8	42.50	25	14	9.50
10	10	37.72	25	16	9.11
10	12	34.46	25	18	8.84
15	10	21.85	25	20	8.65
15	12	20.08	25	22	8.53
15	14	18.84	30	16	7.12
15	16	17.93	30	18	6.92
20	12	13.63	30	20	6.80
20	14	12.84	30	22	6.72
20	16	12.27	30	24	6.69
20	18	11.87

4 结论

编制材积生长率表是确定森林生长量的一种较好的方法。鉴于闽北目前尚缺乏适用湿地松的生长量, 通过收集样地、样木材料, 选取 17 个模型作为编制湿地松单木材积生长率表的备选方程, 通过 TOP-SIS 法拟合精度对比分析, 得到山本式的模型较优。

为进一步提高精度, 采用改进单纯形法求解方程参数, 建立了湿地松单木材积生长率方程。但在只具备林分平均因子(如平均胸径、平均年龄)和蓄积量的情况下预估生长量, 单木材积生长率方程不适合。本文通过对固定参数模型改为可变参数模型, 得到可变参数林分材积生长率模型, 采用改进单纯形法对进行优化求解, 得到如下的湿地松林分可变参数林分生长率模型, 编制了湿地松材积生长表, 为生产应用提供科学依据。

参考文献:

- [1] 程光明.杉木人工林材积生长率表编制的研究[J].福建林业科技,2006(3):56-59.
- [2] 曾小波.闽东杉木人工林材积生长率表的编制[J].林业勘察设计,2000(2):10-13.
- [3] 陈文雄.连江县湿地松人工林单木材积生长率表的研制[J].林业勘察设计,2012,64(2):5-8.
- [4] 黄修麟.尤溪国有林场杉木人工林单木材积生长率表编制研究[J].林业勘察设计,2010,60(2):8-11.
- [5] 华伟平,丘甜,盖新敏,等.基于交叉建模检验的黄山松二元材积模型建模技术[J].武夷学院学报,2015,34(6):13-17.
- [6] 江希钿.单木模型的研制及优化的研究[J].中南林业调查规划,1996(1):1-4.
- [7] 施恭明,江希钿,陈绍玲,等.福建省马尾松多形地位指数曲线模型的研究[J].林业勘察设计,2015,70(2):1-4.

(责任编辑:华伟平)

Development of *Pinus elliotii* Volume Growth Rate Table

NI Weixing

(Fujian Wuyishan Forestry Bureau, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to estimate the growth at the age and DBH of a single tree and stand, single tree and stand of *Pinus elliotii* were used as modeling objects, using the improved simplex method and TOPSIS method to explore the modeling method with single tree and stand age, DBH factors as auxiliary variables to establish the individual tree and stand volume growth rate model, volume growth rate table of single tree and stand of *Pinus elliotii* was compiled, which provided scientific basis for prediction and data update of growth rate for small class in forest resources archives management.

Key words: *Pinus elliotii*; volume growth rate; forestry tables; modified simplex method; TOPSIS method

永安市森林健康评价研究

常 贇, 陈昌雄*, 罗洁明

(福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002)

摘要:在我国林业战略目标处于转型的时代背景下,研究森林健康问题,不仅是完善生态化建设的理论内容,对营林工作的开展也起到了重要作用。本研究在永安市选取了 20 块具有代表性的标准地,以其中一块作为对照标准地,采用健康距离法,对其森林健康进行评价研究。结果表明,健康标准地有 3 块,亚健康标准地有 9 块,不健康和病态标准地共 7 块。树种组成单一和病虫害是造成森林不健康的最主要问题。其中树种组成单一说明森林结构不合理,也是导致病虫害严重的原因之一。对于不健康和病态的森林要优先治理,受害严重的地区可进行彻底的改造;对于亚健康的森林辅以人工更新,合理疏伐和补植;对健康的森林要继续保持其稳定,加强病虫害防治。这一研究在一定程度上弥补了当地对森林健康研究的缺乏,对日后开展更全面的健康评价研究具有一定的参考价值。

关键词:森林健康;健康距离;评价指标

中图分类号:S718.557 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0069-05

现代意义的森林问题是与国内外政治、经济和文化等紧密结合综合性问题。近年来,中国林业的发展战略正处于变革之中,以生态建设为主要方向。在这种情形下研究中国的森林健康问题,不仅符合时代的要求,也符合经济社会发展的内在需要。森林健康的研究对促进新农村建设、推进现代化林业以及在森林问题上与国际社会接轨都能起到重要作用,意义重大。同时,森林健康研究更是涉及中国林业生态建设工程理论完善与创新的重大课题,是提高森林质量效益的必然要求^[1]。

自从“十一五规划”明确提出要建设环境友好型社会后,我国林业进入高速恢复阶段,全国各地每年都有大面积新增林。但是发展过于粗狂,造林后多数都没有采用科学合理的营林措施,导致森林质量低

下。研究森林健康问题,对解决此类现象具有重要帮助。首先森林健康的理论研究为营林工作明确了方向;其次对于不同健康状态下的森林,采取何种经营措施以及经营措施的强度都是不同的,而健康评价的结果,可以为此提供依据,针对具体问题开展工作。

早在 20 世纪末,西方发达国家对森林健康问题已经开始重视。1983 年,德国最早对森林健康评价进行研究^[2],为其他地区的森林经营工作拓宽了思路。如今,西方发达国家已经形成完善的森林健康监测体系,通过周期性的监测,建立了覆盖范围非常广泛的监测体系,为林业工作的开展提供了专业、准确的数据支持^[3]。近十年来,我国对森林健康的研究也越来越多。甘敬^[4]依据完整性、稳定性、可持续性三方面完成对北京山区森林健康小班尺度的健康评价研究。卞西陈^[5]基于 BP 神经网络,对河北省北沟林场的森林健康进行了预警研究。曹立颜^[6]介绍了两个美国常用的森林动态评价模型,这两个模型都是基于 GIS 完成的,在预测森林发展上有重要作用。国内学者们对森林健康的研究推动理论发展的同时,也对我国营林工作开展起到了重要帮助。

收稿日期:2018-01-30

基金项目:福建农林大学科技创新专项基金(KFA17042A)。

作者简介:常贇(1991-),男,汉族,硕士研究生,主要从事森林资产评估的研究。

通讯作者:陈昌雄(1963-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事森林调查和评估的研究。

1 研究概况

1.1 实验标准地概况

福建省永安市 (116°56'E~117°47'E, 25°33'N~26°12'N)位于福建省中部偏西,总面积 294 2 km²,其中林业用地 2 550 km²。该市属典型的亚热带湿润季风气候,年均气温 14.3~19.2 ℃。年降雨量 1 490 ~2 060 mm^[7]。土壤以红壤和黄壤为主^[8],植被属于中亚热带照叶林植被带,植被类型多样^[9]。

一个健康的森林生态系统应该具有以下特征:有足够的物理环境因子、生物资源来维持森林生态系统;能从有限的干扰和胁迫因素中自然恢复;优势种植物所必需的物质如水、光、热、生长空间及营养物质等方面存在一种动态平衡;可以在森林各演替阶段提供多物种的栖息环境和所必需的生态学过程^[10]。为保证研究的准确性,应从永安市多个地区选取标准地,每块标准地的平均胸径、树高、蓄积量、层次结构等基本条件与标准地代表地区的平均值相接近。由于永安市土壤类型以红壤和黄壤为主,本研究选取的标准地也多为红壤和黄壤。从地势上看,永安市东北低而西南高,在选取标准地时,其海拔分布尽量满足此特点。在植被类型上,永安市有大面积的竹林,由于竹林和乔木林在评价指标上存在较大差异,本研究选取的标准地均为乔木林标准地,树种多为当地原有树种,部分样地为外来树种。为避免不同龄组之间做比较导致结果不准确,本研究所选的标准地均为成熟林。

在参考永安市二类调查的结果后,通过野外实地调查,共选取 20 块具有代表性的标准地,每块标准地面积为 25.82 m×25.82 m,对树高 1.3 m 以上的乔木并进行每木检尺。其中 1~14 号标准地为红壤标准地,15~18 号为黄壤标准地,19 号标准地为其他土类标准地,20 号为对照标准地。选取的对照标准地具有以下特点:天然、成熟乔木林,具有完整的层次结构,植被生长状况好;标准地内植被类型多样,优势树种为当地原有树种,郁闭度以 0.7 为最优,标准地内乔木生长状况良好,又不会影响林下植被生长需要的光照;标准地内土壤肥沃湿润,立地质量好,有较厚的土层和腐殖质层,土壤为红壤;受到病虫害干扰的程度轻,

坡度平缓,海拔接近平均海拔,整体抵抗力强。

1.2 实验方法

本研究采用陈高^[11]提出的健康距离评价方法,即采用健康损益值——健康距离(HD)来度量森林健康状况,健康距离表示受干扰生态系统的健康程度偏离模式生态系统的健康程度(即所谓的背景值状态)的距离,其计算公式如下:

计算公式如下:假设 A 和 B 是两个生态系统, x_1, x_2, \dots, x_n 是 A 与 B 的共同指标,为所采用的评价健康的指标;A 到 B 的绝对距离为 $B(x_i)-A(x_i)(i=1, 2, \dots, n)$, A 到 B 的相对距离为 $[B(x_i)-A(x_i)]/A(x_i)$,即 $\Delta(A, B)/A$ 。评价指标的权重为 $k_1, k_2, \dots, k_n(k_1+k_2+\dots+k_n=1)$,A 到 B 的综合距离为:

$$HD(A, B) = \sum_{k=1}^n \left| \frac{B(x_i)-A(x_i)}{A(x_i)} \right| K_i$$

1.3 指标选择

遵循代表性、科学性、层次性、动态性、实用性、定性定量结合六点原则的前提下,结合前人的研究^[12-14]以及实地调查的数据和永安市的资料数据,本研究选取的指标包括完整性指标(胸径、树高、蓄积量、郁闭度);可持续性指标(土壤厚度、腐殖质层厚度、立地质量等级)以及抗干扰指标(坡度、海拔、病虫害程度)。根据永安市提供的资料,将立地质量等级分为肥沃级(1级)、较肥沃级(2级)、中等肥沃级(3级)和贫瘠级(4级)。将病虫害等级分为无灾害(1级)、轻度灾害(2级)、中度灾害(3级)、较重灾害(4级)、严重灾害(5级)^[15]。

1.4 权重设计

指标权重赋值应用主成分分析法方差贡献率的大小,参照前人的研究^[16-18]并听取永安市当地的意见,根据实地调查情况做了细微的调整,具体如表 1。

表 1 各指标权重

评价目标	评价指标	评价要素	权重
永安市森林健康评价	完整性(B ₁)0.4	平均胸径(C ₁)	0.30
		平均树高(C ₂)	0.25
		蓄积量(C ₃)	0.25
		郁闭度(C ₄)	0.20
可持续性(B ₂)0.32	价指标体系(A)1.0	土壤厚度(C ₅)	0.30
		腐殖质层厚度(C ₆)	0.35
		立地质量等级(C ₇)	0.35
抗干扰(B ₃)0.28		坡度(C ₈)	0.35
		海拔(C ₉)	0.15
		病虫害程度(C ₁₀)	0.50

2 结果分析

2.1 森林健康评价结果

各标准地的调查结果如表 2 所示,以 20 号标准地为对照标准地,其余 19 个标准地分别比对 20 号标准地,计算其健康距离。

表 3 为 20 号对照标准地各项指标到其余 19 块标准地各项指标的相对距离及健康距离。上述计算共用到 10 个因子,将健康距离/因子个数得到标准化的健康距离。参照前人对森林健康等级划分的研究^[19-22],结合当地专家给出的意见,本研究将健康等级划分为:[0,0.50)为健康;[0.50,0.75)为亚健康;[0.75,0.90)为不健康;[0.90,1.00]为病态。

从表 3 可以看出标准地 1、12 和 13 属于健康的标准地。这三块标准地的腐殖质层相对较厚,立地质量也属于肥沃、较肥沃级的,在可持续发展上该片区

标准地附近的林地具有较好的表现。

标准地 3、4、6、7、9、11、14、16 和 17 属于亚健康状态。相比于对照标准地,亚健康标准地的立地质量较差,病害程度也较为严重,标准地内树种组成结构较为单一。其中标准地 16 的郁闭度明显高于对照标准地,建议伐去部分劣质木;标准地 3 和标准地 11 的郁闭度明显低于标准标准地,可以考律进行适当补植。

标准地 2、5、10 和 19 属于不健康标准地。标准地 2、5 和 19 立地质量较差,且标准地所处位置坡度较大。标准地 10 和 19 有较为严重的病虫害。

标准地 8、15 和 18 属于病态标准地。除了树种组成较为单一之外,标准地 8 的立地质量非常差,土壤贫瘠。而标准地 10 和 18 则有严重的病虫害,导致林木生长不佳。

2.2 森林健康经营措施

健康森林拥有完整的森林结构和较高的生产力,可以充分发挥森林的多种生态功能。对于这类森林,

表 2 标准地调查数据

Table 2 Sample survey data

标准地	平均胸径/cm	平均树高/m	蓄积量/m ³ /亩	郁闭度	土壤厚度/cm	腐殖质层厚度/cm	立地质量等级	坡度	海拔/m	病虫害程度	树种组成类型
1	26.6	16.5	219.0	0.6	55	8	2	28	180	2	10 湿地松
2	23.2	19.5	214.5	0.4	35	7	3	42	160	2	10 马尾松
3	26.6	20.2	192.0	0.3	50	7	3	15	230	2	10 杉木
4	16.5	10.6	163.5	0.6	50	8	3	30	380	2	10 杉木
5	14.1	11.1	63.0	0.2	45	7	3	35	300	2	10 马尾松
6	16.8	13.1	139.5	0.6	50	7	3	25	260	3	10 马尾松
7	21.2	16.5	153.0	0.5	50	7	3	28	420	2	7 杉木 3 硬阔叶树种
8	5.9	5.9	10.5	0.3	14	3	4	39	415	1	10 马尾松
9	16.2	12.5	142.5	0.5	50	7	3	20	220	2	10 杉木
10	20.2	11.1	69.0	0.4	60	8	3	10	175	4	9 马尾松 1 硬阔叶树种
11	15.5	11.1	147.0	0.3	50	8	3	30	290	2	10 马尾松
12	13.4	13.4	91.5	0.5	65	8	2	28	440	1	10 软阔叶树种
13	15.0	15.0	141.0	0.5	65	10	1	28	375	2	10 巨桉
14	11.0	9.0	105.3	0.4	65	8	2	28	440	2	10 其他软阔叶树种
15	3.4	4.2	18.0	0.2	65	8	3	26	370	4	10 杉木
16	16.8	10.1	123.0	0.9	65	9	3	26	270	2	10 硬阔叶树种
17	15.8	13.1	136.5	0.7	60	10	3	35	400	3	9 硬阔叶树种 1 马尾松
18	9.0	6.0	34.5	0.3	62	7	3	30	430	4	10 巨桉
19	14.5	12.8	147.0	0.5	55	7	3	36	350	3	9 杉木 1 马尾松
20	28.3	20.2	247.5	0.7	68	10	1	12	380	1	7 马尾松 2 硬阔叶树种 1 杉木

表3 标准地各指标到 dz 标准地的相对距离及健康距离

Table 3 Plots of various indicators to the relative distance dz plots and health distance

标准地	平均胸径	平均树高	蓄积量	郁闭度	土壤厚度	腐殖质层厚度	立地质量等级	坡度	海拔	病虫害程度	健康距离	健康距离标准化
1	0.06	0.18	0.12	0.14	0.19	0.2	1	1.33	0.53	1	4.75	0.475
2	0.18	0.03	0.13	0.43	0.49	0.3	2	2.50	0.58	1	7.64	0.764
3	0.06	0	0.22	0.57	0.26	0.3	2	0.25	0.39	1	5.05	0.505
4	0.42	0.48	0.34	0.14	0.26	0.2	2	1.50	0	1	6.34	0.634
5	0.5	0.45	0.75	0.71	0.34	0.3	2	1.92	0.21	1	8.18	0.818
6	0.41	0.35	0.44	0.14	0.26	0.3	2	1.08	0.32	2	7.30	0.730
7	0.25	0.18	0.38	0.29	0.26	0.3	2	1.33	0.11	1	6.10	0.610
8	0.79	0.71	0.96	0.57	0.79	0.7	3	2.25	0.09	0	9.86	0.986
9	0.43	0.38	0.42	0.29	0.26	0.3	2	0.67	0.42	1	6.17	0.617
10	0.29	0.45	0.72	0.43	0.12	0.2	2	0.17	0.54	3	7.92	0.792
11	0.45	0.45	0.41	0.57	0.26	0.2	2	1.50	0.24	1	7.08	0.708
12	0.53	0.34	0.63	0.29	0.04	0.2	1	1.33	0.16	0	4.52	0.452
13	0.47	0.26	0.43	0.29	0.04	0	0	1.33	0.01	1	3.83	0.383
14	0.61	0.55	0.58	0.43	0.04	0.2	1	1.33	0.16	1	5.90	0.590
15	0.88	0.79	0.92	0.71	0.04	0.2	2	1.16	0.03	3	9.73	0.973
16	0.41	0.50	0.50	0.29	0.04	0.1	2	1.17	0.29	1	6.30	0.630
17	0.44	0.35	0.45	0	0.12	0	2	1.92	0.05	2	7.33	0.733
18	0.68	0.7	0.86	0.57	0.09	0.3	2	1.5	0.13	3	9.83	0.983
19	0.49	0.37	0.41	0.29	0.19	0.3	2	2.0	0.08	2	8.13	0.813

其经营措施应以监测和保护为主,在保障森林生长优势的前提下,加强森林火灾和病虫害防治管理,使健康森林可以长期发挥其生态服务功能。

对于亚健康的森林应该间伐或者择伐掉部分生长较差、病虫害较严重的濒死木,并以人工促进天然更新为主,人工更新为辅的方式,对林分进行补植、疏伐等措施,加强病虫害防治,使亚健康森林不断向健康森林发展。

对于不健康和病态森林要优先加以整治,以改造为主,补植适宜树种,提高林分多样性。对于林相过于残破的林分,也可采取皆伐处理,对林分进行彻底改造^[23]。

3 结论

本研究结果表明,选取的标准地健康状况多为在亚健康状态,除去对照标准地外,健康和亚健康标准共 12 块,占 63.16%。在不健康和病态标准地中,林分结构和立地质量是引起森林不健康状态的主要原因。生物多样性差,林分结构单一导致森林的抵抗力差,

易发生较为严重的病虫害,在受到外界干扰后其恢复能力也差。而结构合理的林分具有较强的可持续性,抵抗力和恢复力都很强。所以对于大面积的纯林,补植、林下套种等经营措施可以有效促进林分可持续发展^[24]。立地质量是森林植被生长的基本条件,关系到植被生长所需要的养分。坡度、海拔等均与森林抗火灾能力有重要关系。

森林生态系统是处于不断变化中的,为了能更好地研究森林健康问题,需要考虑森林健康状况的动态变化趋势。效仿西方发达国家建立长期且全面的监测体系,以大量监测数据为依据开展营林工作,促进我国林业发展。

永安市对森林健康评价的研究较少,本研究希望能补充该方面空缺,起到抛砖引玉的作用。但是由于数据有限,取样的范围有限,想要对永安市全部的森林健康做出更具体、更精确的评价,需要更全面的数据,有待之后的研究。

参考文献:

- [1] 陈高,代力民,范竹华,等.森林生态系统健康及其评估监测[J].应用生态学报,2002,13(5):605-610.
- [2] FICPOMAP. Manual on methods and criteria for harmonized sampling,assessment,monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests[M].Hamburg:Federal Research Centre for Forestry and Forest Products,1988.
- [3] 王彦辉,肖文发,张星耀.森林健康监测与评价的国内外现状和发展趋势[J].林业科学,2007(7):78-85.
- [4] 甘敬,陈峻崎,张国桢,等.基于小班水平的北京山区森林健康评价研究[C].第二届中国林业学术大会——S6 森林昆虫与自然调控,中国广西南宁:2009.1-10.
- [5] 卞西陈,陈丽华,王鹏,等.BP 神经网络在森林健康预警中的应用[J].水土保持通报,2011(4):108-111.
- [6] 曹立颜,张宇,盖力岩,等.美国的森林动态评价模型及其对中国森林健康评价的启示[J].河北林果研究,2009(3):260-263.
- [7] 李霖.福建省永安市贡川镇低产丝栗栲次生林特征[J].山地学报,2007,25(3):333-337.
- [8] 潘尧燕.低产丝栗栲次生林分特征研究[J].林业勘察设计,2010(1):74-76.
- [9] 顾红梅,邓光华,翁贤权,等. 丝栗栲幼苗对不同氮含量及形态的营养响应[J].江西农业大学学报, 2016, 38(2):312-318.
- [10] 肖风劲,欧阳华,孙江华,等.森林生态系统健康评价指标与方法[J].林业资源管理,2004(1):27-31.
- [11] 陈高,代力民,姬兰柱,等.森林生态系统健康评估 I 模式、计算方法 and 指标体系[J].应用生态学报,2004,15(10):1743-1744.
- [12] 易志刚,蚁伟民,周国逸,等.鼎湖山三种主要植被类型土壤碳释放研究[J].生态学报,2003,23(8):1673-1678.
- [13] 章家恩,徐琪.退化生态系统的诊断特征及其评价指标体系[J].长江流域资源与环境,1999,8(2):215-220.
- [14] 杜晓军,高贤明,马克平.生态系统退化程度的诊断:生态恢复的基础和前提[J].植物生态学报,2003,27(5):700-708.
- [15] 陆庆轩,何兴元,魏玉良,等.生物指示物法评价沈阳市森林生态系统健康的研究[J].中国森林病虫,2006,25(1):13-15.
- [16] 王湘衡.基于复杂网络的森林健康评价研究[D].株洲:中南林业科技大学,2015.
- [17] 聂力.东钱湖区域森林生态系统健康评价研究[D].上海:华东师范大学,2008.
- [18] 高均凯.森林健康基本理论及评价方法研究[D].北京:北京林业大学,2007.
- [19] 张秋根,王桃云,钟全林.森林生态环境健康评价初探[J].水土保持学报,2003,17(5):16-18
- [20] 王刚.卧龙自然保护区森林生态系统健康评价研究[D].雅安:四川农业大学,2015.
- [21] 倪莉莉.基于小班水平的县级森林健康评价研究[D].南京:南京林业大学,2013.
- [22] 莫可.小班尺度用材林森林质量评价指标体系与方法研究[D].北京:北京林业大学,2015.
- [23] 张超.顺昌县森林健康与可持续经营评价[D].福州:福建农林大学,2014.
- [24] 蒙艳.维都林场森林健康评价研究[D].株洲:中南林业科技大学,2015.

(责任编辑:叶丽娜)

Study on Forest Health Evaluation of Yong'an City

CHANG Ze, CHEN Changxiong*, LUO Jieming

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

Abstract: Under the time background of the China's strategic goal of forestry in its transformation, researching the forest health problem is not only to perfect the theory content of ecological construction, but also to play an important role in the forestry work. The study selects 20 representative standard sites in Yong'an city, using one of them as the compared standard site, adopting the healthy-distance method to evaluate the forest health. The result shows that there are 3 healthy standard sites, 9 sub-health standard sites, and 7 unhealthy and pathological standard sites. The single plant species and pests and diseases are the most important problems in forest health. The single plant species embody the unreasonableness of forest structure, which is also one of the causes of pests and diseases. The unhealthy and pathological forests should take the priority and be given to treatment; The affected areas can be thoroughly rehabilitated. For sub-healthy forest, it should be supplemented by artificial regeneration, reasonable thinning and replanting; The healthy forests should be kept stable and strengthen pest control. The study makes up for the lack of local forest health research to some extent, and has certain reference value for future research on comprehensive health evaluation.

Key words: forest health; health distance; evaluation index

基于 AHP-风险矩阵法的 绿色建筑施工阶段风险评价

刘 进

(福建江夏学院 工程学院, 福建 福州 350108)

摘 要:为了全面评价绿色建筑施工阶段风险,从技术风险、成本风险和管理风险等方面建立绿色建筑施工阶段风险评价指标体系。采用层次分析法计算指标权重,将风险矩阵法引入绿色建筑施工阶段风险评价,提出一种融合层次分析法和风险矩阵法的绿色建筑施工阶段风险评价模型,并实例验证该模型的可行性和有效性,为绿色建筑施工阶段风险评价提供参考。

关键词:绿色建筑;风险评价;风险矩阵法;层次分析法

中图分类号:TU-9 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0074-04

节能减排、环境保护和可持续发展是当前人类的紧迫课题,在“十三五”规划的背景下,绿色建筑进入快速发展时期,成为未来建筑的主导趋势^[1]。绿色建筑作为一种新理念、高要求、力求与自然共生的建筑^[2],所面临的风险较一般建筑更为突出,而施工阶段是绿色建筑实现其价值的重要环节,也是风险较高的阶段。因此,为了确保绿色建筑项目顺利进行,有必要对绿色建筑项目施工阶段的风险问题进行研究。目前国内国外对此问题的研究报道较少^[3-4],且已有的少量研究主要集中在承包商视角,而鲜见业主视角的研究。本文基于业主视角,建立绿色建筑施工阶段风险评价指标体系,采用层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)确定风险指标的权重,将风险矩阵法引入绿色建筑施工阶段风险评价,构建基于层次分析法和风险矩阵法的绿色建筑施工阶段风险评价模型,为业主科学评价绿色建筑施工阶段的综合风险水平提供参考。

1 绿色建筑施工阶段风险评价指标体系的建立

基于业主视角,依据建筑施工风险源辨识思路,

收稿日期:2018-01-21

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JA15539)。

作者简介:刘进(1984-),女,汉族,讲师,主要从事土木工程管理方面的研究。

通过大量实地调研、专家访谈和文献查阅,识别绿色建筑施工阶段存在的各类风险因素,并对这些风险因素进行筛选、梳理和归纳,建立绿色建筑施工阶段风险评价指标体系,如表 1 所示。

2 绿色建筑施工阶段风险矩阵风险评价模型的建立

风险矩阵法是识别项目风险重要程度的一种结构性方法,以风险影响程度和风险发生概率两个准则来评价风险,根据最终评定的综合风险等级来制定风险管理策略从而最大程度地降低风险^[5]。

表 1 绿色建筑施工阶段风险评价指标体系

Table 1 Risk evaluation index system of construction stage of green building

一级风险指标	二级风险指标
技术风险	承包商缺乏绿色建筑施工经验,绿色材料、设备的缺乏,新型绿色材料、设备性能不稳定
成本风险	绿色建筑较高的投资导致资金筹措困难,项目延期的风险,未充分考虑绿色要求引起的索赔,承包商的报价不准
管理风险	业主缺乏绿色建筑的管理经验,监理对绿色建筑的监理能力较弱,缺乏绿色建筑的咨询顾问,缺少与绿色建筑相关的保险产品

2.1 风险矩阵栏的设计

根据绿色建筑施工阶段的风险特征,综合考虑风险矩阵法的适用性,提出适用于绿色建筑施工阶段的风险矩阵栏,如表 2 所示。

表 2 绿色建筑施工阶段风险矩阵栏

Table 2 Risk matrix column of construction stage of green building

风险因素	风险影响	风险概率	风险等级	Borda 数	Borda 序值	风险权重

2.2 风险影响等级和风险概率等级的说明

风险矩阵法综合考虑风险的影响程度和风险的发生概率,对待评项目的风险等级进行最直接的评价^[6]。根据绿色建筑施工阶段风险评价的需要,将风险影响程度和风险发生概率各分为五个等级,并对每个等级进行定义,如表 3 和表 4 所示。

表 3 风险影响等级的定义

Table 3 Definition of risk impact grade

风险影响等级	定义或说明
关键	导致绿色建筑项目无法完成,投资失败
严重	导致绿色建筑项目遭受严重的损失
一般	导致绿色建筑项目遭受中度损失
微小	导致绿色建筑项目遭受轻度的损失
可忽略	对绿色建筑项目几乎没有影响

表 4 风险发生概率的解释性说明

Table 4 Explanatory description of risk occurrence probability

风险概率范围/%	解释或说明
0~10	一般不会发生
11~40	不太可能发生
41~60	有可能发生
61~90	很有可能发生
91~100	几乎一定发生

2.3 风险等级的确定

通过将风险影响栏和风险发生概率栏的值输入风险矩阵来确定风险等级,风险等级尺度见表 5。

表 5 风险等级尺度表

Table 5 Scale table of risk grade

风险概率范围/%	风险影响				
	可忽略	微小	一般	严重	关键
0~10	低	低	低	中	中
11~40	低	低	中	中	高
41~60	低	中	中	中	高
61~90	中	中	中	高	高
91~100	中	高	高	高	高

2.4 Borda 数与 Borda 序值的确定

Borda 序值法是指由专家给出 N 个风险因素的群体 Borda 数,再对各风险因素的 Borda 数进行排序,从而度量各风险因素的重要程度^[7]。设 N 为风险因素总个数,评价准则为 k ,评价准则有两个: $k=1$,表示风险影响, $k=2$,表示风险概率,则 Borda 数的计算公式为:

$$B_i = (N - r_{i1}) + (N - r_{i2}) \quad (1)$$

其中, N 为风险因素总个数, r_{i1} 为高于第 i 个风险因素在 $k=1$ 准则下程度的风险因素个数, r_{i2} 为高于第 i 个风险因素在 $k=2$ 准则下程度的风险因素个数^[8]。

得到 Borda 数后,对其从小到大进行排列,则风险因素的 Borda 序值为比该风险因素的 Borda 数大的风险因素的数目^[9]。Borda 数越小,表示风险因素越关键。

2.5 基于 AHP 的权重确定

采用层次分析法确定风险因素的权重,邀请专家对风险因素进行两两打分,构造判断矩阵^[10],再采用方根法计算各风险因素的权重。

2.6 风险综合评价

采用加权法评定综合风险等级,将风险等级量化后乘以各风险因素的权重,再对结果求和即为风险综合评价价值,计算公式为:

$$RRT = \sum_{i=1}^k RR_i \times RW_i \quad (2)$$

式中, k 为风险因素的个数, RR_i 为风险等级量化值, RW_i 为风险因素的权重。风险等级的量化标准见表 6。

表6 风险等级量化表

Table 6 Quantification table of risk grade

风险等级	低	中等	高
量化标准	0.2	0.5	0.8

3 应用实例

3.1 风险等级的确定

以福州市某绿色建筑项目为对象,邀请多位专家对各风险指标的发生概率和影响程度进行综合分析,依据风险等级量化表划分其风险等级,再根据公式(1)确定 Borda 数,进而确定 Borda 序值。确定过程见表 7。

以“承包商缺乏绿色建筑施工经验”为例,比其风险影响程度高的风险因素个数为 1,即 $r_{11}=1$,比其风险发生概率大的风险因素个数为 0,即 $r_{12}=0$,则其 Borda 数为 $B_1=(11-1)+(11-0)=21$ 。

3.2 确定权重

采用层次分析法计算各风险因素的权重。根据“1-9”标度法,对评价指标的重要性进行两两比较并打分,整理后得到判断矩阵 R 如下所示:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 4 & 5 & 4 & 5 & 1/3 & 1/4 & 2 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1/2 & 1/3 & 4 & 5 & 3 & 1/4 & 5 & 2 & 3 \\ 1/3 & 2 & 1 & 1/2 & 5 & 6 & 7 & 1/3 & 1/5 & 1/3 & 1/4 \\ 1/4 & 3 & 2 & 1 & 4 & 5 & 6 & 1/4 & 1/5 & 4 & 5 \\ 1/5 & 1/4 & 1/5 & 1/4 & 1 & 1/2 & 2 & 1/3 & 5 & 3 & 1/4 \\ 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/5 & 2 & 1 & 2 & 1/3 & 1/4 & 1/4 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1/7 & 1/6 & 1/2 & 1/2 & 1 & 4 & 1/6 & 2 & 3 \\ 3 & 4 & 3 & 4 & 3 & 3 & 1/4 & 1 & 1/7 & 3 & 1/4 \\ 4 & 1/5 & 5 & 5 & 1/5 & 4 & 6 & 7 & 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 3 & 1/4 & 1/3 & 4 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/3 & 4 & 1/5 & 4 & 1/3 & 1/3 & 4 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

利用求根法计算各风险因素的权重,先按行相乘得 [1 800, 25, 0.388 9, 180, 0.003 1, 0.000 4, 0.001 6, 34.714 3, 4 032, 0.041 7, 0.026 3],再开十一次方得 [1.976 7, 1.339 9, 0.917 7, 1.603 3, 0.591 5, 0.491 0, 0.557 0, 1.380 5, 2.127 0, 0.749 1, 0.718 4],最后归一化得权重 [0.158 7, 0.107 6, 0.073 7, 0.128 8, 0.047 5, 0.039 4, 0.044 7, 0.110 9, 0.170 8, 0.060 2, 0.057 7]。

3.3 综合评价

$$RRT = \sum_{i=1}^6 RR_i \times RW_i = 0.8 \times 0.158 7 + 0.5 \times 0.107 6 + 0.5 \times 0.073 7 + 0.8 \times 0.128 8 + 0.5 \times 0.047 5 + 0.5 \times 0.039 4 + 0.2 \times 0.044 7 + 0.5 \times 0.110 9 + 0.5 \times 0.170 8 + 0.5 \times 0.060 2 + 0.5 \times 0.057 7 = 0.572 8。$$

即该绿色建筑项目施工阶段的综合风险等级为中等偏大风险。

4 结语

本文基于业主视角,建立了绿色建筑施工阶段风险评价指标体系,该评价体系分 2 个层次,并有技术风险、成本风险、管理风险三个方面,11 个评价指标。采用层次分析法计算风险指标的权重,引入风险矩阵法评价绿色建筑施工阶段风险,构建基于层次分析法和风险矩阵法的绿色建筑施工阶段风险评价模型,为业主管理和控制绿色建筑施工阶段风险提供有益参考。

参考文献:

- [1] 谷立静,张建国.我国房地产企业开发绿色建筑现状和启示[J].中国能源,2014,36(2):18-22.
- [2] 孙鸣春.全寿命周期成本理念下绿色建筑经济效益分析[J].

表7 绿色建筑施工阶段风险评价矩阵

Table 7 Risk evaluation matrix of construction stage of green building

风险因素	风险影响	风险概率	风险等级	Borda 数	Borda 序值	风险等级量化值	权重
承包商缺乏绿色建筑施工经验	严重	61~90	高	21	0	0.8	0.158 7
绿色材料、设备的缺乏	一般	41~60	中	15	5	0.5	0.107 6
新型绿色材料、设备性能不稳定	一般	41~60	中	15	5	0.5	0.073 7
绿色建筑较高的投资导致资金筹措困难	关键	41~60	高	18	3	0.8	0.128 8
项目延期的风险	微小	61~90	中	14	7	0.5	0.047 5
未充分考虑绿色要求引起的索赔	一般	11~40	中	10	8	0.5	0.039 4
承包商的报价不准	微小	11~40	低	5	10	0.2	0.044 7
业主缺乏绿色建筑的管理经验	一般	61~90	中	19	1	0.5	0.110 9
监理人员对绿色建筑的监理能力较弱	严重	41~60	中	17	4	0.5	0.170 8
缺乏绿色建筑的咨询顾问	一般	61~90	中	19	1	0.5	0.060 2
缺少与绿色建筑相关的保险产品	微小	41~60	中	10	8	0.5	0.057 7

- 城市发展研究, 2015, 22(9):25-28.
- [3] 周文中. 基于 ITFN 的建设项目施工绿色风险评价研究[D]. 大连:大连理工大学, 2013.
- [4] 章梦平, 何亚伯, 杨琳, 章凌霄. 基于 RBS 故障树和改进粗糙集信息熵的绿色建筑项目施工进度风险评估[J]. 项目管理技术, 2016, 14(12):34-37.
- [5] 张骁, 张雪辉, 白云. 基于贝叶斯网络-风险矩阵法的地下工程风险管理[J]. 安全与环境工程, 2017, 24(6):176-183.
- [6] 郭彦伟, 龚雪晴, 杨利明. 基于风险矩阵法的隧道洞口失稳风险评估[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2016,(8):28-30.
- [7] 孙长飞, 魏昕, 徐建豪. 风险矩阵法在企业物流外包风险评估中的应用[J]. 青岛大学学报(工程技术版), 2013, 28(1):68-71.
- [8] 付沙, 肖叶枝. 风险矩阵法在校园网络系统风险评估中的应用[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2011, 29(2):151-156.
- [9] 王爱莲, 李君. 基于风险矩阵法的石油销售企业人力资源管理风险评估[J]. 西安石油大学学报(社会科学版), 2013, 23(1):37-42.
- [10] 颜萱, 龚红卫, 仇进明. 基于模糊层次分析法的绿色建筑火灾风险评价[J]. 建筑科学, 2016, 32(2):118-123.
- (责任编辑:叶丽娜)

Risk Evaluation of Construction Stage of Green Building Based on AHP and Risk Matrix Method

LIU Jin

(School of Engineering, Fujian Jiangxia University, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract: In order to comprehensively evaluate the risk of construction stage of green building, risk evaluation index system of construction stage of green building was established from the aspects of technical risk, cost risk and management risk. Weight of index was calculated by analytic hierarchy process. Risk matrix method was introduced to evaluate the risk of construction stage of green building. A model based on analytic hierarchy process and risk matrix method were proposed to evaluate the risk of construction stage of green building. A case study was presented to verify the feasibility and validity of the model which provide a reference for the evaluation of risk of construction stage of green building.

Key words: green building; risk evaluation; risk matrix method; analytic hierarchy process

BIM 技术在《建筑构造与识图》 课程教学中的应用

高婷婷

(山东电子职业技术学院 智能制造工程系, 山东 济南 250200)

摘 要:对目前《建筑构造与识图》课程理论教学过于依赖课件和教材、实训教学缺乏针对有效性等问题进行了分析,提出了将 BIM(Building Information Modeling)技术引入课堂教学中的方法,进行了 BIM 技术在课程教学过程中理论和软件方面的可行性研究。利用 BIM 模型三维可视化的特点,将 BIM 技术融入到《建筑构造与识图》课前、课上、课下的教学实施中,以达到提高学生建筑施工图识读能力的目的。

关键词:BIM 技术;建筑构造与识图;课程教学

中图分类号:G642.421 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0078-04

《建筑构造与识图》是工程造价专业大学一年级开设的一门重要的专业基础课程,它主要研究画法几何、建筑施工图和民用建筑构造,培养学生严谨认真的制图思维和灵活多变的空间想象力,从而使学生获得识读建筑施工图的技能,为后续工程造价专业课程学习奠定基础。然而,传统的《建筑构造与识图》教学是以二维平面图形为基础,老师借助构造节点图片展示、施工视频观看等手段来引导学生读图,但由于学生没有工程实践经验,加上三维空间想象能力差,识图过程比较困难,以至于在后续的专业学习中,对正确计算工程量造成了很大的影响。为了提高教学质量和学生识图能力,在《建筑构造与识图》课程教学中引入 BIM 技术,利用 BIM 模型三维可视化的特点,帮助学生在平面图、立面图、剖面图的基础上,顺利识读建筑构造节点详图,实现二维平面图纸到建筑三维模型的成功转化,达到提高学生识读建筑施工图能力的目标。

1 《建筑构造与识图》课程教学目前存在的问题

工程造价专业《建筑构造与识图》课程通常安排在大学一年级上学期开设,理论性与实践性均比较强。进入高职以前,学生对于建筑专业名词接触的相当少,而且缺乏对建筑构件的观察和思考,所以不容易从平常生活中得到实际有效的体验。对构造做法和施工工艺等专业知识的了解已经让学生的兴趣大打折扣,再加上教师教学方法的受限、教材的抽象、枯燥、无趣,难免会打消学生对该门课学习的积极性。山西职业技术学院樊旭宏教师曾对高职院校土建类 3 个年级 642 名学生做过调查,其中,感到《建筑构造与识图》课程无聊或厌恶的人数高达 63.4%,感到有兴趣的不足 15.3%^[1]。造成这种现象的原因,除了学生自身的问题,还有以下两个方面的问题。

1.1 理论教学方面

在目前《建筑构造与识图》课程教学中,教师通常以多媒体为主粉笔板书为辅的方式进行教学。多媒体课件在投影部分通过 Flash 动画能够实现三面投影图和简单基本形体三维轴测图之间的转化,然而土建类教师一般不具备 Flash 技能,通常教学中用到的动画都是相关院校在申请精品资源课程的过程中花钱雇

收稿日期:2017-11-23

作者简介:高婷婷(1987-),女,汉族,助教,主要从事工程造价专业的研究。

佣专业人士制作的。这种方式费用高,而且所制作的动画不一定适合所在学校的教学。多媒体课件在建筑平面图和结构平面图的识图部分,能够提供一些形象、直观、生动的图片,但是不能帮助学生在脑海里建立三维的建筑模型,也不能呈现平面图、立面图、剖面图的形成过程,更不能把外墙节点详图和楼梯详图的“三维实体模型”搬进教室。此外,教材编写往往强化了投影部分截交线和相贯线这种理论难度大却实用性不强的知识点^[2],教师教学经常跟着教材走,弱化了形体剖切作图部分的训练,不利于学生对建筑剖面图、断面图的理解。

1.2 实训教学方面

《建筑构造与识图》是一门理论与实践结合非常密切的课程,众多高职院校都会在民用构造和施工图识图理论结束之后安排一周的实训。但是多数学校为了省钱省力,已经将实践教学沦为了集中一周的理论教学课堂作业,有的学校根据图纸准备若干问题让学生识图之后回答,有的学校干脆让学生抄绘整套图纸。回答对了问题,机械性的抄绘了图纸,但是学生对制图标准、规范和建筑构造细节依然不清楚。就算某些高职院校有条件有资金安排学生去建筑工地进行认识实习,但是为了学生的安全以及不影响施工现场的进度,往往走马观花草草结束,学生看到的都是施工的局部,没有针对性;个别示范性院校花费巨资在校内建立工法样板间,真实的将房屋建筑采用的各种材料、设备、工艺、工序展示出来,一定程度上有效提高了学生识图的能力。然而,无论去工地参观还是在校内实训基地参观,均不能将理论课程上的三维模型、剖切动态过程以及丰富多样的构造节点系统的呈现出来,无法自由灵活的帮助学生在脑海里建立与实物相对应的三维建筑模型。

高职学生不像本科学生,他们对理论知识本身就缺乏学习的兴趣,喜欢形象、生动、直白、易懂的事物,爱动手操作,尤其是利用电脑操作。这就要求我们高职教师必须想办法将《建筑构造与识图》课程与计算机软件有效融合,实现理论与实践的结合。

2 BIM 技术在《建筑构造与识图》课程教学中的可行性

BIM (Building Information Modeling) 是在建筑工程领域应用信息技术,实现对设计、施工和管理过程仿真和模拟的一种信息化技术与管理方法^[3]。BIM 技术利用信息化技术进行数字化表达,可以实现全人员、全过程、全方位的协同工作,具有协调性、模拟性、可视性、出图形和优化性五大特点,被认为是建筑领域改革生产力的突破性技术。BIM 技术在建筑领域得到广泛推广和应用的同时,也给课程教学改革与创新提供了新思路新契机,许多学者将 BIM 技术引入到课程教学与科学研究中^[3-6]。BIM 技术具有三维实体建模功能,可以实现对建筑图形放大、切割、旋转等处理,给高职《建筑构造与识图》课程教学改革提供了新的方法和途径。BIM 技术可视化的性质能够让学生清晰的看到建筑三维模型,所见即所得,直观的掌握建筑实体的信息,增加了课堂的可感知性、可参与性、直观性、趣味性,有利于学生更好的理解和掌握看图的技巧和方法,方面快捷,不用去施工现场,教师就可以在课堂上带着学生深入讲解建筑模型。

BIM 技术作为支撑建筑业生产力的革命性技术,它的快速发展是离不开 BIM 相关软件的支持。目前应用于中国市场的 BIM 软件数量较多,而 Revit 系列软件在 BIM 技术中扮演着重要的角色。Revit 软件主要用来建模与制图,Navisworks 主要用来漫游、探索三维建筑模型内部构造。对于创建好的建筑模型,Revit 能自动生成平立剖图纸,进行建筑效果图、建筑动画的显示,还能进行建筑构件的统计。图纸转化之间保持着信息的相关性和一致性,门、窗、墙体、屋顶等构件保持着智能型的关联。不像造价管理软件还需要花钱购置加密锁,Revit 软件只需电脑具备优良的 CPU、高配置的内存和显卡,就能在线下载安装,随时随地使用。教师备课可以提前使用 Revit 软件制作构件模型,供学生在课堂上进行二维图形与三维立体之间的对照,学生也可以根据 Navisworks 软件虚拟现实及漫游的功能,让自己自由穿梭在建筑任意位置。这种寓教于乐、寓学于乐的新型教学方式很适合喜欢趣味性、操作性的高职学生,使基于 BIM 技术的《建筑构造与

识图》课程教学改革成为可能。

3 BIM技术在《建筑构造与识图》课程教学中的应用

本文主要选用 Revit、Navisworks 两款软件应用到《建筑构造与识图》课程教学中,用来提高学生对建筑构造和建筑施工图识读的能力。

3.1 课前准备阶段

课前备课阶段,教师可以分别选择几套完整的来自于工程一线的建筑施工图纸(砖混结构、框架结构、框架剪力墙结构)利用 Revit 建立三维模型以便学生掌握多种结构类型的建筑构造。本文选择某三层框架结构的综合办公楼施工图纸建立三维信息模型,授课过程中可以向学生多方位、全方面的展示三维模型,如图 1 所示,使得学生对所识读的施工图纸有个整体的认识和把握。

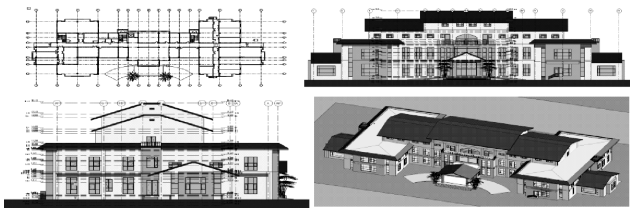


图 1 BIM 三维建筑模型和三视图

Figure 1 BIM 3D building model and three views

3.2 课上教学阶段

3.2.1 建筑构件的识读

课堂授课过程中,利用 BIM 三维建筑信息模型给学生讲解建筑的基本构件,如基础、墙和柱、楼层和地、楼梯、屋顶、门窗以及变形缝等,利用 Revit 视图中的选择框命令从三维信息建筑模型中选择一个构件进行三维展示、讲解和识读,学生可以利用观察、测量、剖切等手段,认识各类建筑构件;通过 Navisworks 虚拟漫游,教师可以带着学生在综合办公大楼内部自由穿梭,使学生对建筑构造的理解更加深刻。如在楼梯学习的时候,如图 2 所示,将楼梯从建筑模型中框选分离出来单独观察,利用 Revit 的 ViewCube 命令可以直观的看出楼梯的三维及楼梯平、立、剖的表达方式。和二维图纸上的楼梯平面图和剖面图进行一一对比,就能清晰的理解楼梯的构造和尺寸。比如,能够看出

楼梯间的开间和进深,能获取梯井的位置和大小、踏步的数量和尺寸、休息平台的宽度等信息。在将 Revit 软件建立的三维信息模型导入到 Navisworks 软件中进行虚拟漫游,就可将学生带到“楼梯现场”,防滑条、栏杆、栏板、扶手使用的材料、常规尺寸和做法以及与楼梯的连接关系等信息就可以生动直观的呈现出来。其它建筑构件的识读也可以采用这种方法来教学。BIM 三维建筑模型“所见即所得”的直观性和现场感,不仅提高了学生对建筑构造原理和施工做法的认识,还省去组织学生外出认识实习的麻烦和风险。

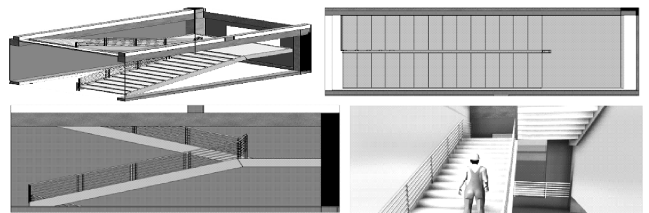


图 2 楼梯构件 BIM 三维模型、二维表达及其漫游

Figure 2 The BIM 3D model, two-dimensional expression and roaming of stair member

3.2.2 建筑施工图识读

帮助学生将二维平面的图纸信息转化为三维建筑信息模型是《建筑构造与识图》教学的主要任务。在以往的教学实践中,教师通常带着学生读整套施工图和构造节点详图来帮助学生认识“施工语言”;由于学生空间想象力有限,很难将平、立、剖、详图等二维图纸信息转化为要施工建设的三维建筑模型。BIM 解决了这一难题,实现了二维平面图形与三维立体模型的互相转化。教学过程中,可以拿着二维平面图与三维立体模型(见图 1)对照讲解与识读,也可以通过虚拟漫游“边走边看边讲边读”进行识图,使看图过程从枯燥的凭空想象变为有趣的体验,提升学生对构造节点和建筑布局的整体把握能力。教师还可以利用 BIM 三维模型,借助软件剖面框命令剖切查看建筑任意部分的构造,从而让学生理解“想象不到”的内部构造和构造详图。比如通过水平剖切,能够清楚的看到办公楼的平面布局,出入口的类型和位置、楼梯的类型和位置、墙和柱子的位置、截面和材料、门窗的类型和位置;通过侧面剖切,能够清楚的看到综合办公楼的内部构造、分层布局和构件的连接方式、材料和高度,更能清楚的看到楼梯的梯段数、结构形式,见图 3。学生哪里

不明白,就剖切哪里。可见,BIM 技术使得《建筑构造与识图》教学变得轻松容易有针对性。

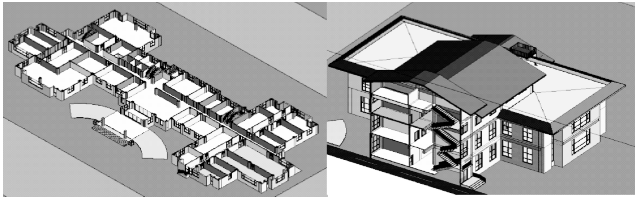


图 3 BIM 三维剖切图

Figure 3 BIM 3D cutting diagram.

3.3 课下练习阶段

在教学任务安排中,识图基础部分安排学生借助 Revit 软件成熟配套的教学视频自主学习建立轴网、标高和基本形体,并对基本平面体进行剖切,深刻的认识剖面图和断面图的形成原理。建筑构造和识读部分,选择建筑规模适当偏小、学生较为熟悉的校园宿舍楼作为建模作业,先绘制墙、门窗、楼板、屋顶、楼梯等基本构件,然后像搭积木似的结合图纸将建筑一层一层的建成 BIM 三维模型。模型从局部到整体都是三维可视的,所见及所得,有效提高学生对建筑构造节点构造原理的理解能力。教师需要将 Revit 配套视频内容进行任务分解,坚持“课下作业任务与课堂所学内容一致、课下所学视频内容与课下作业任务一致”的原则,将学生每次课下学习和作业练习时间控制在 60min 内,防止学生因任务多或者占用时间长而丧失学习的热情。课下练习建模培养学生逆向识图的一种方法,学生参与到建筑工程案例中会积极探索问题、主动分析图纸信息,借助 BIM 软件能够将二维图纸转化为三维建筑模型,这种教学方法不仅能够提高学生识图、辨图能力,而且也培养了学生学习的成就感。BIM 技术的出现,可以使得建筑识图课下练习作业变

得丰富有趣。

4 结论

对《建筑构造与识图》课程理论教学和实训教学中存在的问题进行了深入分析,论证了教学中引入 BIM 技术的可行性;利用 Revit、Navisworks 两款软件,以某综合办公楼为例,将 BIM 技术融入到《建筑构造与识图》课前、课上、课下的教学实施中,调动学生的积极性、创造性,培养学生的空间想象力,为提升工程造价教学质量和学生识图能力提供了一条有效的解决路径,也为后续工程量计算奠定良好的看图基础。

参考文献:

- [1] 樊旭宏,甄博.理实一体课程改革在《建筑构造与识图》教学中的实践与探讨[J].太原城市职业技术学院学报,2014(11):10-12.
- [2] 张艳芳.基于能力培养的专业基础课教学实践与研究:以建筑工程类专业《建筑构造与识图》课程为例[J].山西煤炭管理干部学院学报,2011,24(4):173-175.
- [3] 张尚,任宏.BIM 的工程管理教学改革问题研究(一):基于美国高校的 BIM 教育分析[J].建筑经济,2015,36(1):113.
- [4] 朱少君.将 BIM 技术应用于建筑专业识图教学的思考[J].泰州职业技术学院学报,2016,16(6):19-21.
- [5] 张鹤.基于 BIM 的建筑课程信息化教学设计[J].沙洲职业工学院学报,2014(2):37-40.
- [6] 李牧.将 BIM 建模软件引入土木工程制图教学的初探[J].教育教学论坛,2015(22):139-141.

(责任编辑:叶丽娜)

The Application of BIM Technology in the Architectural Construction and Recognition Chart Course

GAO Tingting

(Department of Intelligent Manufacturing Engineering, Shandong College of Electronic Technology, Shandong, Jinan 250200)

Abstract: This paper analyzes the existing problems that the theoretical teaching depends too much on courseware and textbooks and the practical teaching lacks effectiveness in the architectural construction and recognition chart course, introduces BIM technology and carries out the feasibility study on the theory and software of BIM technology in the course teaching. By using three-dimensional visualization of BIM model, BIM technology is integrated into the teaching implementation before, during, and after the “architectural construction and recognition chart” class in order to improve students’ ability to read construction drawings.

Key words: BIM technology; architectural construction and recognition chart; courses teaching

福建省第十届大学生结构设计 竞赛赛后分析及研究

范卫琴^{1,2}, 曾武华^{1,2}, 张红章^{1,2}

(1.三明学院 建筑工程学院, 福建 三明 365004; 2.三明学院 工程材料与结构加固福建省高等学校重点实验室, 福建 三明 365004)

摘要:从竞赛赛题、设计计算书、材料与设备、赛后的分析及总结等方面,分析了福建省第十届结构设计竞赛创新亮点,总结了本次结构竞赛亟待改进完善的地方,阐述了大学生结构设计竞赛应抓住时代脉搏,紧密联系工程实际,激发学生学习与创新的激情,同时要求不断完善竞赛赛题,优化加载设备与材料,创立赛后交流平台以总结经验教训,充分发挥竞赛的辐射作用。

关键词:结构设计竞赛;结构鲁棒性;赛后分析

中图分类号:TU318 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0082-05

大学生结构设计竞赛以培养学生的创新能力、动手能力、实践能力及团结协作能力等为宗旨,以培养发现问题、分析问题和解决问题能力为目标,在全国高校中盛行并不断成长壮大^[1-2]。福建省大学生结构设计竞赛始于2008年,至今已成功举办十届。每一届结构设计竞赛,均展现了别具一格的赛题、紧张而有序的模型制作过程、精彩而刺激的比赛加载现场以及做工精巧的结构作品等,值得我们去体会、学习和传承,但同时也存在一些瑕疵,需要我们去总结、回顾和反思。以福建省第十届结构设计竞赛为背景,从赛题的定制、模型优化设计、计算书的制作、最终竞赛和决赛等方面,探讨了本次结构竞赛中的成功之处,同时反思了本次结构竞赛中的不足,以总结经验教训。

1 赛事简介

福建省第十届大学生结构设计竞赛以“竹材建筑结构模型设计、制作和加载试验”为赛题,参赛者利用竞赛组委会提供的竹条、竹皮、热熔胶等材料,在规定时间内进行模型制作并编写设计书,最后按要求对结构加载。

1.1 模型要求

总体模型由加载台和建筑模型两部分组成,如图1所示。模型加载平台板为1100 mm×1100 mm的实木平台(厚度18 mm),通过高强螺杆与加载台底座连接,加载台右侧为水平向加载装置。

上部建筑属平面和立面不规则建筑。由三个总层数分别为3、4和5的子结构组成,底层平面为“L”形(图1和图2,各子结构的位置不允许变动)。建筑平面轴网尺寸为900 mm×900 mm,各拟设的柱子间距为150 mm,其中6个角柱为必选项,均应设置(用“□”符号表示,并进行了编号),而其余柱子为可选项(用“○”符号表示),按需设置。结构层最高最少为210 mm(层高计算到楼面或屋面),同层楼(屋)面标高应一致,总建筑高度(计算至最高点)不超过1200 mm。结

收稿日期:2017-12-21

基金项目:基于工程教育认证和德国FH理念的土木工程应用型人才培养改革研究重大教改项目(FB-JG20170327);《土木工程施工技术》在线课程建设(J1710614)。

作者简介:范卫琴(1981-),女,汉族,讲师,主要从事边坡稳定方面的研究。

构类型不限,但室内空间不允许设置空间斜撑(垂直投影线与建筑轴线不共线的支撑均定义为空间支撑)。

1.2 施加荷载

赛题要求所制模型上部建筑各层每 150 mm×150 mm 的平面面积内始终均施加 500 g 的竖向荷载。其他荷载的施加分两阶段进行。

第一阶段:在模型加载平台板的右侧分级进行水平力的加载和释放。第一级 20 kg,第二级 30 kg,第三级为自选项目,该级配重应大于 30 kg 且增量最小单位为 1 kg,加载上限为 50 kg。按等级由小到大依次加载,每级荷载施加完成后,在规定时间范围进行荷载释放,在确保结构不发生失效的前提下进行下一级加载。

第二阶段的加载是以第一阶段模型完好为前提条件,以拆除底层柱的形式进行。该阶段分二级进行拆除:第一级:拆除 1 个“角柱”(图 1 所示);第二级:为自选项目,拆除 1 个“中柱”。每一次加载完成后,模型静置 20 s 不出现结构失效,则判定该次加载成功。

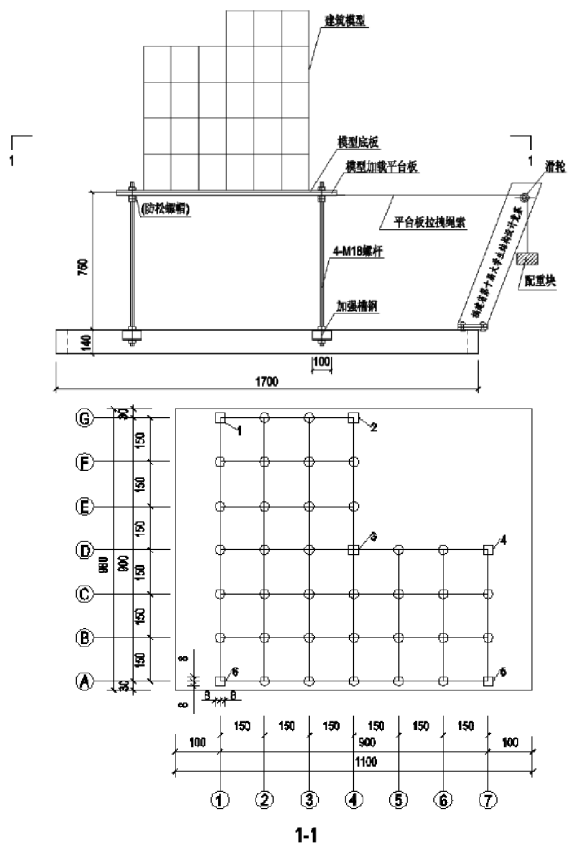


图 1 建筑模型和加载台平、立面示意图

Figure 1 The plane and elevation view of building model and loading table

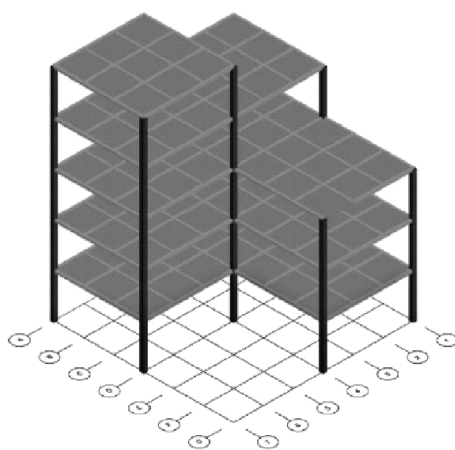


图 2 建筑模型效果图

Figure 2 Design sketch of building model

2 竞赛的反思与探讨

2.1 关于赛题

赛题思路来源于美国“9.11”世贸双子塔倒塌事件,国内外专家学者认识到传统的结构只保证“安全性、适用性和耐久性”的设计理念,在目前大环境下存在一定的不足或缺陷,并据此提出了另一项保证指标——结构鲁棒性(Structural Robustness)。国际标准 ISO 2394(1998)《结构可靠性通则》将结构鲁棒性定义为:“结构在火灾、爆炸、冲击以及各种人为错误或破坏等突发事件作用下,不发生与初始破坏不成比例的大范围倒塌的能力。”

“每 150 mm×150 mm 的平面面积内始终均施加 500 g 的竖向荷载”这一阶段模拟的是结构承受的竖向荷载;第一阶段的水平振动模拟的是建筑物承受地震、撞击等因素引起的振动作用;第二阶段中拆除角柱和中柱的设计则是模拟结构物局部发生破坏对结构整体的影响,即体现结构鲁棒性。赛题与时俱进,凸显了新的时代下人们对保障建筑物安全的更高准则,也是本次竞赛的创新所在。

赛题的本意是希望模型的主体结构在承受竖向荷载和水平振动之后,主体受力构件一旦失效,结构剩余部分还有抵抗连续倒塌的能力。从参赛作品来看:学生充分分析了加载要求,利用赛题漏洞,为保证第二阶段加载的绝对安全,在后续将要截断的柱子范围内设置是受力忽略不计的构件(图 3),图 3 中蓝色

填充的方框表示本次竞赛参赛作品出现的主要受力柱子的平面布置情况,黑色未填充的方框表示赛题强制设置的柱子位置,为减轻模型重量,此位置处的柱子都是用竹皮或最细的竹条做象征性的摆设而已。虽然没有违反赛题规则,但其实从结果来看,这样的模型在赛题所规定的加载过程中并没有真正体现结构的鲁棒性。如要真正体现赛题设计的初衷,笔者认为赛题应该规定为:拆除对象为主要受力构件之一——不论主要受力构件置于何处。

从建筑抗震理念出发,图3所示的设计方法也违背了建筑结构抗震原理。若果要让建筑更有利于抗震,应该增加建筑物的整体刚度。这意味着:在用料相同的前提下,应该是将主要受力构件分散在结构周边布置更合理^[3-4],但是图3中所有的主要受力柱均布置在结构内部。

除此之外,结构自始至终均施加500g的竖向荷载,是以标准形式的铁块放置在150mm×150mm的平面内来实现的,赛题的初衷是模拟建筑物要承受的竖向恒载和活载,既然是房屋,从使用功能上讲,肯定是会设置楼面板的,赛题没有明确要求有楼板设置,所以很多作品为了减轻重量,理所当然的在楼板的区间没有设置楼板,仅用几根竹条或竹皮来做了次梁,这种做法也违背了建筑结构的基本使用功能。

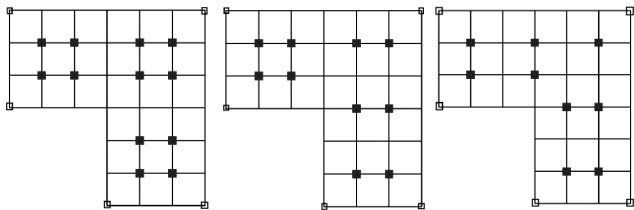


图3 柱子所在位置的平面布置图

Figure 3 The plane layout of the column position

赛题命题是保证竞赛成功、竞赛有意义有水平的关键,这就要求题目不能天马行空不切实际,既要来自实际中来,又要求难度不能过大,还要防止漏洞,同时也要考虑到竞赛评审的科学性和可操作性,以及测试仪器研发和指标设定的科学性、准确性、客观性,减少人为主观因素的干扰,以体现竞赛的公平性和公正性。

2.2 关于计算书

赛题中计算书评分部分仅占总分的10%,存在只

重视模型的制作,不重视理论分析的现象。实际参赛中,大部分学生是先把模型制作好,结构定型后才进行受力分析并制作计算书。由于模型制作的成本不高,所以学生实际是将模型进行多次的加载试验来优化设计,严重缺乏理论分析。这与结构先设计后施工的工程顺序相悖。赛题也没有明确计算书与加载结果的匹配要求,导致结构实际内力与计算书差异较大,计算分析其实并没有在结构选型和优化设计中起到重要作用,模型的设计过程具有一定的盲目性。

2.3 关于制作材料

赛题材料主要采用不同规格的竹条、竹皮及502胶水。结构设计竞赛中,选材要考虑加工方便,力学性能稳定、手工制作还要考虑材质要具备一定的安全性,历届制作模型的材料呈现多样化:有巴西白卡纸(牛皮纸)、木材、竹材、有机玻璃、铁质易拉罐、3D打印、棉纱线(铅丝线)和白乳胶、502胶水等。这些材料中,有的随环境的变化其力学性能不够稳定,比如白卡纸等。这些材料与建筑材料的性质都相去甚远,会影响模型的后期承载力,可能无法体现参赛队伍的真实水平。比如:502胶容易渗进竹材,渗入太多导致模型自重加大,这是不可忽视的,所以要在制作的时候既要保证该有的粘结度,又不能过多的使用。用上述材料做杆件,除了杆件本身的手工制作水平会影响到杆件质量外,杆件之间的连接是否牢固对于整体结构的稳定性也至关重要,从这点上来讲,结构的可靠性能很大程度上取决于学生的手工技巧,目前结构竞赛显得过于强调手工的制作水准。

结构大赛目的主要是培养学生运用所学专业知知识动手解决问题的能力。今后的赛题中材料选择除了考虑安全、稳定、制作方便外,最好还能够模拟现场实际运用较广泛的或者环保的材料。前者如钢筋、混凝土、砌块、以及现在很流行的3D打印材质等,后者如工业废料、生活垃圾等。

2.4 关于加载设备

本次结构设计竞赛采用长螺杆顶部设置加载平台、剪断配重块拉绳的方式,来模拟结构遭受冲击、爆炸等突发破坏作用。设备简单且能够达到竞赛的要求,反映出主办方在赛题设计和设备制作方面投入的精力,是智慧的结晶。但是,本次加载设备不能重复利

用,也没有利用之前的竞赛构件或本科教学设备配件,同时,设备也不能用于本科教学,存在资源浪费现象。因此在赛题选择时,应遵循厉行节约的原则,加载设备尽量从本科教学实验器材中或往届竞赛设备中选取或改造而来,降低成本,不能让参赛的费用成为比赛的障碍。

2.5 学生对于竞赛的把握

把握赛题规则,除了要弄清题目模型尺寸方面的要求外,还应该提前熟悉加载设备。

本次加载由一定重量的砝码预先作用在模型加载平台板上,平台板由此带动模型一起移动一段距离,随后释放砝码重量,从而平台板随模型一起做往返振动,通过这种方式来模拟地震作用,那么这种方式下的振动幅度有多大,对结构造成的影响有多少,很多学生没有现场观察和试验,凭自己主观经验感受来估计了模型的振动幅度,直到比赛的时候才发现真实的振动幅度远比想象中的要小很多,造成了结构材料浪费,结构安全度过高的后果。

其次,很多同学对建筑结构的设计概念有大致的把握,但是却鲜有同学认真分析和计算结构的受力和变形,例如题目已知材质的抗拉和抗压强度,很少同学认真分析每根杆件受到的压力有多大,这样的压力对于竹材来讲需要多大的横截面积,全凭主观意识,没有充分认识到材质的受力性能,导致材料的浪费。

虽然学生在竞赛中存在如上需要改进的方面,但是竞赛也能激励学生的自主学习能力。例如赛题要求要有相应的计算书,由于结构复杂,手算精度不高且难度较大,所以必须用有限元软件来进行,而这些计算软件目前本科教学并没有开设相关课程,学生可以通过网络课程来学习,也可以主动请教老师,无论通过哪种渠道,前提均要求学生有自主学习的兴趣和能力,学生能够投入到课外学习中来,由此大大扩展了他们的知识面。

2.6 竞赛后续环节

教育部卓越工程师计划的培养目标中强调:加强学校和社会的联系,在人才培养过程中加大工程实践教学的比例,加强学生工程实践能力的培养。通过竞赛可以培养团队合作精神、提高动手能力、设计、测量的能力、还可以增强学生自主学习的意识,扩展学生

的知识面,让学生在过程中体现出更多的创新,提高他们再遇到困难时解决问题的能力^[5-7]。

传统的竞赛方式主要有两方面:学生提交模型和计算书、进行加载同时并对自己的模型进行汇报,加载完成即意味着结构竞赛告一段落。此后,绝大部分学生就觉得任务完成了,作为学校和组织者,应该还可以增加一些反思的环节,包括老师和学生都应该尽可能的从中得到更多的收获,反思的方式可以是让参赛学生撰写心得体会、总结报告。把整个过程中的收获和遗憾好好总结,为自己下次竞赛或者下一届同学的比赛提供宝贵的经验教训;教师应该也设计合理的问题,在学生中展开相关的调查问卷,反思、改进每一年的竞赛方案,进一步完善和规范化竞赛的制度,做到题目多变,材料多样化,以创新研究为目标,鼓励学生多了解课外专业知识,发挥竞赛的辐射作用。同时,应设置一个有效交流平台,对比赛过程中及赛后存在的问题及时反馈给举办方及组织者,可对以后的比赛起改善和促进作用。

3 结论与展望

3.1 结论

福建省第十届结构设计竞赛以结构鲁棒性为主旨,抓住了时代脉搏,联系了工程实际,竞赛中激发了学生学习专业知识的兴趣,增强了学生理论联系实际意识,培养了学生创新实践精神,增强了学生动手能力、试验水平和团队协作能力。学生充分利用所学知识并发挥自学能力,通过观察实体结构,去理解专业理论知识,并把所学运用在模型制作上来;从加载失败的模型中学会总结分析并进行合理的优化和加固,同时极大地促进和推动了各高校实验教学改革的实验室、创新设计实践基地的建设,成为高校实践教学改革的切入点。竞赛得到了社会企业的大力支持和资助,企业在为竞赛提供良好条件的同时,也吸引了毕业生到企业工作,体现了社会参与教育、教育回报社会的良性互动关系。

3.2 展望

命题的好坏是竞赛能否成功举办的关键所在,应仔细考虑,减少歧义和漏洞,今后可以考虑用趣味竞

技方式与结构问题相结合的题目,还可以考虑公开征集命题,拓宽题型;加载设备应简单且要厉行节约为原则,充分利用历届加载设备及教学器材;制作材料不断要考虑学生加工制作的方便性,而且要尽量与工程实体材料吻合;结构设计制作要体现工程实际工艺,充分把握材料、构件和模型的实际性能;竞赛过程中及赛后,应建立有效的合作交流平台,总结经验教训;应逐渐对竞赛进行标准化管理,包括组织机构、组织程序和流程、竞赛过程规范化管理等方面制定相应标准,固定统一模式,从命题、竞赛组委会组织、专家聘任、场地布置、评审表格等方面制定统一标准和要求,使竞赛管理更加规范化和标准化,实现资源共享,确保竞赛质量水平和品牌形象。

参考文献:

- [1] 沈骅,韩雪梅.大学生学科竞赛的意义及保障机制[J].浙江树人大学学报,2013,13(3):52-55.
- [2] 程远兵.抗泥石流冲击吊脚楼房屋结构竞赛模型设计[J].力学与实践,2013,35(4):91-94.
- [3] 舒小娟,黄柱,周旭光.纸拱桥结构模型优化建模分析[J].力学与实践,2012,34(4):89-92.
- [4] 张佳,吴立香,彭扬波,等.山东省结构设计竞赛一等奖模型设计分析[J].力学与实践,2011,33(4):77-79.
- [5] 陈鑫,蔡新江.依托结构设计竞赛的大学生创新研学能力培养实践[J].盐城工学院学报,2014,27(4):65-67.
- [6] 熊涛.大学生结构设计竞赛对学生能力培养的探讨[J].高等建筑教育,2015,24(6):137-140.
- [7] 董倩,刘东燕.卓越土木工程师实践教学体系构建[J].中国大学教学,2012(1):76-80.

(责任编辑:叶丽娜)

Analysis and Research After the 10th Structural Design Competition for College in Fujian

FAN Weiqin^{1,2}, ZENG Wuhua^{1,2}, ZHANG Hongzhang^{1,2}

(1.School of Architectural Engineering, Sanming University, Sanming, Fujian 365004;
2.Key Laboratory of Engineering Material & Structure Reinforcement in Fujian Province University, Sanming University, Sanming, Fujian 365004)

Abstract: From the contest questions, design calculations, materials and equipment, analysis and summary after the competition, analyzing the innovation and highlights of the 10th Fujian college students structural design competition, summarizing that the structure competition needed to be improved and perfected, expounding that the competition should seize the pulse of the times, working closely with engineering practice, stimulating students' passion for learning and innovation. At the same time, it is required to improve the contest questions continuously, optimize the loading equipment and materials, establish the post match exchange platform to sum up experience and lessons, and give full play to the radiation of competition.

Key words: structural design competition; structural robustness; the post match analysis

地方本科院校生物工程专业应用型 人才培养模式构建

贾小丽, 张传海, 胡永乐

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

摘要:以地方本科院校转型发展为契机,结合生物工程相关产业发展现状,对生物工程专业本科人才培养方案完善、课程体系构建、教学方法改革、师资队伍建设等进行研究,以期构建有特色的生物工程专业人才培养模式,并不断加以完善和优化,从而培养出高素质应用型人才,促进区域经济发展。

关键词:生物工程;地方本科院校;人才培养模式

中图分类号:G640 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0087-04

新建本科院校的出现及发展,逐渐呈现出与传统大学间、以及新建本科院校之间的同质化现象,其培养出的学生与当今社会需要的高素质应用型人才不符。鉴于此,国务院于 2014 年 2 月召开常务会议提出,要先引领一部分地方本科院校向应用型高校转变,以适应我国经济发展的新需要和新常态。武夷学院作为一所新建地方本科院校,培养高层次应用型人才迫在眉睫,积极为快速发展的经济社会,及经济结构调整和产业升级贡献力量,同时也缓解了学生就业压力,实现自身的转型发展。

生物工程专业是生物高新技术成果产业化基础,是实验室研究产业化的重要支撑。广义上讲,生物工程是基因工程、细胞工程、酶工程、微生物工程、分子生物学以及生物化学工程学等多学科交叉渗透、相互融合、协调发展而成的新兴工程技术学科。同时,不同高校根据其自身发展不同,生物工程专业各有特色。

武夷学院生物工程本科专业,于 2011 年 9 月正式招生,经过 6 年不断的建设和发展,取得了良好的成绩,培养了 200 多名优秀学子,为闽北及福建省的经济社会发展作出了非常积极的贡献。如何借助学校转型发展的东风,不断改革生物工程专业人才培养模式,持续为地方经济建设服务,是每位专业教师需要思考的问题。本文就生物工程专业人才培养模式进行了探讨,以期不断完善高素质应用型人才的培养,为学校的转型发展及高等教育的可持续发展贡献力量。

1 办学理念转变,人才培养目标定位明确

地方性应用型本科院校生物工程专业发展应该着眼于区域优势的发挥,为区域经济结构调整和相关产业技术开发与进步服务,为促进人员就业、再就业服务。根据普通高校应用型专业人才的“基础扎实,知识面宽,实践能力强,素质高,有较强的创新精神”要求,突出应用性特色,构建生物工程专业的人才培养模式。

明确专业发展定位,办出专业特色。生物工程专业属于工科,办学过程中应注重工程意识的培养,能够在产业化工程设计、管理、生产以及新技术研究开发、新产品开发过程中,灵活地、创造性地运用生物工

收稿日期:2017-06-26

基金项目:2017 年福建省自然科学基金项目(2017J01649);
2016 年福建省武夷学院教育教学改革项目
(XJ2016040)。

作者简介:贾小丽(1980-),女,汉族,副教授,主要从事茶园生理生态研究。

程相关技术。随着市场经济体系不断完善以及科学技术不断发展,企业对人才的需求逐步明晰,仅仅具有较高理论水平是不够的,而“高素质复合型”应用人才缺口大大增加^[2]。随着学校转型发展的不断推进,武夷学院生物工程专业先后与多家企业开展更深入的合作,取得了良好的经济效益与社会效益。因此,不断完善应用型人才培养模式的,逐渐成为生物工程本科教育面临的重要课题。而且,应用型人才培养模式的完善需要多方面协同改革发展。比如,生物工程课程体系构建应注重知识面的拓宽,并适当增加应用性实践课程课时,同时也需强化工程训练和工程意识等。加强专业建设和学科建设过程中,充分发挥平台建设在生物工程专业建设、学科建设中的作用,凝练专业特色的教学、科研方向,组建学科团队、教学团队,积极推进教学改革与实践,逐步形成具有自身特色的应用型人才培养模式。重视实践环节教学,包括课程设计、实验课、认识实习、生产实习、毕业设计等,重视以学生为主的科技活动的开展,为学生的创新训练提供便利,为实习就业铺垫。如此才能建立起一整套培养高素质应用型人才培养体系,才能更好地服务社会经济发展,从而实现以应用型人才培养为目标,以社会需求为导向,以传授知识向培养能力转变,理论实践并重,校企联合培养为特征的高素质应用型人才培养模式。

2 课程体系构建应用化

传统本科课程体系以理论性、学术性等为特征^[3],应用型人才培养课程体系具有应用性、实践性,两者有明显区别。究其原因,传统的课程体系构建是建立在学科体系之上,而应用型本科专业课程体系的构建应该建立在学科的应用体系之上(包括行业生产体系、经济体系、技术体系等),应具有更强实践性,体现为以理论为指导,并以强化实践能力为目标,强调适应行业的发展及技术的更新,强调理论应用实际,强调市场需求,强调经济发展,强调社会实践等因素为前提,构建应用型本科人才课程体系。

2.1 课程体系模块化

武夷学院生物工程本科专业课程体系制订体现出模块教学,学生在一年级、二年级修读公共基础课

程、专业基础课程,从三年级开始分天然产物开发利用、发酵工程两个模块组建课程体系。同时,以专业模块方向的应用型人才培养目标为依据,制订课程教学标准,注意相关课程之间的联系与分工,避免教学内容的遗漏与重复。课程教学标准包括课程的基本描述、课程目标、课程设计思路、课程内容与要求、课程实施与建议(教学、考核、教材、课程资源与开发等方面的建议)等方面内容。以培养适应岗位需求和职业资格认定的应用能力为核心,以课程重组整合为抓手,紧扣人才培养目标,执行模块化教学,优化教学内容体系,学生的知识、能力、素质结构合理化,充分实现职业能力、职业素养相融合的应用型教学改革,构建理论基础能力、专业专项能力、专业综合能力培养的阶段式的课程体系。

2.2 重视实践教学体系优化

实践教学是生物工程课程体系的重要组成部分,也是培养学生实践创新能力的重要手段,包括实验、实训、实习等。除此之外,作为应用型本科人才的培养,平台建设也是实践教学中最重要工作之一。由学校、政府相关职能部门以及行业领域共同构建平台,加强与行业领域的密切合作,加强开展应用型生产实践教育,共享平台设备设施资源,从而与企业实现共赢,提升教师教学科研能力和学生的专业实践能力。武夷学院生物工程专业应依托福建省绿色化工技术虚拟仿真实验中心,以及省级工程中心、重点实验室等平台,开发专业核心技能培养、体现专业特色的“实体+仿真”实验实训项目,充分拓展了专业方向模拟训练项目,增加了实践性教学课时。

3 教学方式和方法多样化

在日常的教学过程中,改革以教材为指导、以课堂为中心的传统思维模式。引导学生充分关注行业领域、技术领域发展动态,以及社会经济发展方向。以培养学生能力为中心,推进教学方式方法的改革,充分利用探究式、参与式、案例式、讨论式等教学方法,激发学生积极主动地学习,并将多媒体、微课、慕课、虚拟仿真、在线开放等现代化教学手段与相应教学内容结合,提高教学质量和学生学习效果。比如,在精品课

程建设过程中,利用现代信息技术,完善教学内容,并通过网络教学平台,实现优质教学资源的共享,包括课程大纲、教案、电子课件、习题库,以及授课视频等,并不断开发、共享应用型案例库等资源,促进学生实践自主性学习。

同时,引导学生在实践中学习、思考、研究、创新的教学模式。重点开发以工作过程为导向、以企业生产实际为教学案例的应用型核心课程,加强学生模拟真实实践环境训练、综合素质训练、创新发散性思维模式训练等。总之,教学方法的多元化,可以将理论实践、产业教学、知识技术有机地结合起来。^[4]

4 师资队伍多元化

人才培养与教师队伍建设密切相关。教师队伍建设关系到应用型本科人才培养质量及其发展潜力。鉴于此,应用型本科高校应明确定位,以课程为建设单位,组建教学师资队伍,并定期开展教研活动,组织同行听课评课,开展教学研究。

在专业师资队伍建设中,加强“双师双能型”教师的引进与培养,高学历与高技能并重。一方面,选派人员赴国内外高水平单位进修,或者有计划组织中青年教师参与企业管理与生产实践,参与企业课题研究,吸纳企业高新技术,提高专业实践能力。另一方面,积极引进企业师资,尤其是高级工程师或者具有工程实践能力的教师,参与课程建设,开发校企合作课程,提升学生工程素养,当然引进方式可以多样化,比如柔性引进、兼职聘用、承办学术讲座等方式。再者,邀请企事业单位的资深专家、技术员、技师等参与到应用型人才培养的过程中也是不错的选择。最终,构建一支学历层次结构合理、实践能力强和教学科研水平高的师资队伍。

5 多方位产教融合,促进成果转化,带动学生就业

在地方本科院校向应用型高校转型过程中,产教融合起到至关重要的作用。各高校应当增强对产教融合的认识,加强管理队伍、师资队伍建设;积极与主管

部门联系,建议在经济、制度、协调以及监督等方面支持高校实施产教融合;积极与企业联系,加深产教融合层次,同时在教学实践过程中,不断完善和改进产教融合方式方法,以期取得更好的成效。

科学研究也是社会赋予高等学校的主要职能之一,同时也是应用型人才培养的重要支撑之一。生物工程专业应当充分发挥专业优势,开展以生物及其相关领域(医药、食品、茶学等领域)的应用技术研究,增强应用型人才的培养,实现“产学研”相结合、相协调的发展之路。同时,以区域社会经济发展的需求为导向,注重从市场寻找科研方向,或与企业进行深度合作,推动高校应用技术成果转化,为“产学研”格局的形成奠定基础。通常学生毕业设计往往是教师科学研究的一部分,具有创新性、应用性的科研项目可以激发学生热情和兴趣,保障毕业设计质量^[5],有效带动了毕业生的就业。

6 构建应用型本科人才培养质量评价体系

高校应当建立合理的人才培养质量评价体系,如此有助于学生把握学习方向、提高学习效率,提升就业率,增强学生社会竞争力,从而实现人才培养目标。

目前,人才培养质量评价体系在一些传统院校已经比较完善。应用型本科院校应不断优化教学过程控制,深化教学管理制度改革,不仅强调理论基础的夯实,学术研究能力的增强,同时还需理论联系实际,形成一套能在实际过程中发现问题,解决问题的质量评价体系^[6]。教学质量保障体系制度化,并规范实施,从而实现对本专业的办学思想、课程构建、师资队伍、教风与学风、教学效果、教学管理、教学条件、社会评价等方面的信息进行动态的监测管理。^[7]

参考文献:

- [1] 王新广,罗先群.生物工程专业设置的基本设想初探[J].高等理科教育,2005(3):105-108.
- [2] 张超.生物工程专业高素质复合型应用人才培养方案初探[J].安徽农业科学,2011,39(18):11343-11345.
- [3] 李儒寿.应用型本科人才培养模式改革探索:以湖北文理学院“211”人才培养模式为例[J].高等教育研究,2012,33(8):

- 65-70.
- [4] 陈小虎.校企融合培养应用型本科人才:理论思考与南京工程学院的实践[J].高等工程教育研究,2009(2):6-11,22.
- [5] 陈安徽,邵颖,陈宏伟.产学研背景下生物工程专业毕业设计教学改革[J].教育教学论坛,2016(41):71-72.
- [6] 陈小虎.“应用型本科教育”:内涵解析及其人才培养体系建构[J].江苏高教,2008(1):86-87.
- [7] 潘维真.地方性大学人才培养模式多样化改革探索[J].中国大学教学,2005(2):58-60.
- (责任编辑:夏婷婷)

Constructing Talents Training Mode with Applied Abilities of Bioengineering in Regional Four-year Colleges

JIA Xiaoli, ZHANG Chuanhai, HU Yongle

(Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, School of Ecological and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Under the environment of transitional development of regional four-year colleges, improving talents training mode of bioengineering, curriculum system construction, teaching methods reform, and teaching staff construction were researched combining with the current development of industries related with bioengineering. The professional talent training mode was expected to be constructed, and constantly improved and optimized to cultivate high-quality talents and promote the development of regional economy.

Key words: bioengineering; regional four-year college; talents training mode

食品机械工程制图与 CAD 课程教学改革探讨

韩方凯, 张东京, 翟科峰, 王世雄, 徐礼生, 张兴桃, 高贵珍

(宿州学院 生物与食品工程学院, 安徽 宿州 234000)

摘要:针对食品机械工程制图与 CAD 课程教学中存在的问题,探讨改革方法,以期提高教学质量。指出目前食品机械工程制图课程在课时安排、考核方式、教学资源及教学模式等方面存在的不足;特别针对教学模式改革创新,在微观层面上,提出采用课前观看教学微视频等新方法,进行兴趣培养、知识点预习和疑难点汇总等具体改进措施。

关键词:食品专业;机械制图;教学改革;教学模式;微视频

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0091-04

食品机械设计是食品工程专业高级专门人才最重要的能力要求之一^[1,2]。食品机械工程制图是食品机械设计的基础。在食品工程专业人才的培养体系中,将机械工程制图列入专业核心基础课程的位置;食品机械工程制图为后续食品机械与设备及食品工厂设计等专业核心课程的学习打下基础,非常重要。

食品机械工程制图课程要求学生掌握机械制图的基础理论,具备识图、读图和绘图的技术和能力,重点培养学生的形体想象能力、逻辑思维能力,以及创造和设计绘图水平^[3]。目前,作为机械设计思想精准表达的辅助,CAD 在工科领域如食品工程领域得到广泛的认可。随着科技的发展,传统的尺规绘图已经逐渐地被 CAD 绘图软件所代替。CAD 绘图软件功能日益

强大,且种类繁多,主要有 AutoCAD,CAXA,Solid-Works 和 Mastercam 等,在食品工程专业机械工程制图课程的学习中必不可少^[4-5]。

学好食品机械工程制图和 CAD 这门课程需要较强的逻辑思维能力和空间想象能力^[6]。普通高校本科生的学习能力参差不齐,部分学生基础较差,按照传统方法授课时往往收获不到良好的教学效果。针对目前普通高校存在的教学问题,食品专业机械工程制图与 CAD 课程的教学改革也势在必行。本文以宿州学院为例,就此课程目前存在的问题与相应改革措施展开分析与探讨。

1 食品机械工程制图与 CAD 教学中存在的主要问题

1.1 课时安排不合理

食品机械工程制图与 CAD 课程课时安排较少且上机绘图课时比例较小,不尽合理。机械工程制图与 CAD 是食品工程专业开设的专业核心基础课,涉及到投影理论、绘图的基本知识以及计算机绘图等内容^[7]。一般情况下,食品机械工程制图与 CAD 课程包含理论和上机两部分。机械类工科专业的课时通常在 108 个左右,非机械专业如食品等工科专业,相对来说课时安排非常少。食品机械工程制图与 CAD 总共 54 个

收稿日期:2017-04-21

基金项目:安徽省重大教学改革研究项目(2013zdjy153);安徽省重大教研项目(2016jyxm1038);安徽省卓越人才教育培养计划(2016zjjh065);安徽省教育厅教学研究重点项目(2016jyxm1022);安徽省质量工程项目(2015zjjh034,2015ck-jh108);宿州学院食品专业虚拟仿真实验教学中心项目(szxy2015fz01)。

作者简介:韩方凯(1989-),男,汉族,讲师,主要从事食品、农产品加工及品质检测新技术及食品专业核心课程教学新方法等方面的研究。

学时,其中理论课学时36个,上机绘图学时为18个。可以明显地看出,总学时安排较少且上机绘图学时比例较小。培养学生的绘图能力是机械工程制图课程最主要的任务之一,而绘图能力的提高通常是在掌握理论知识后,通过绘图实践实现的。上机绘图课时比例较小,学生的绘图能力得不到充分的练习和提高,自然不强,这和食品工程专业高级专门人才的培养目标不吻合。

1.2 考核方式安排不合理

上机绘图课成绩在课程考核总成绩中所占的比例较小,考核方式安排不尽合理。传统的食品机械工程制图与CAD课程考核方式以基础理论知识的掌握为主。食品机械工程制图的考核由理论考试成绩、上机绘图课成绩和平时成绩构成,三部分所占比重分别为50%,30%和20%。可以看出,上机绘图课程成绩占比过小,而食品机械工程制图是一门实践性很强的学科,如此考核方式使得学生只注重理论知识的学习,忽视上机绘图知识的掌握以及动手能力的锻炼,导致机械绘图能力薄弱,对于后续学习食品机械与设备、食品工厂设计等专业课程以及工程实践带来一定的难度。忽视实践和食品机械工程制图课程的教学目标背道而驰。

1.3 教学资源短缺

专业教材、教具等教学资源的缺乏,严重影响食品机械工程制图课程的教学效果。传统的食品专业机械制图与CAD课程一般直接采用机械工程类专业教材,教学内容基本一致。从基础知识的传授和基本能力的培养角度看,食品专业选用机械类专业的机械工程制图教材,本无区别。但是,从学生兴趣培养角度来看,就有明显的区别。实际情况是机械工程类专业教材针对机械专业的学生专门设计,并不包含食品相关知识,致使食品工程专业学生缺乏学习机械制图课程动力和兴趣,甚至有部分同学难以理解为什么要学习机械制图这门课程,自然难以获得良好的教学效果。

食品机械制图课程教学中的另外一个现象是教具的缺乏,这也是很多高校普遍存在的问题。由于食品机械制图与CAD课程要求很强的动手实践能力,除了每个人要有一套绘图工具,还需要很多相关立体模具。学生仅仅根据书本上的平面三视图去想象构件

的空间结构,需要有一定的逻辑思维基础。不同于简单的图形,只依靠三视图去想象稍微复杂图形的空间立体结构,对大部分学生有一定的难度,这就要求老师必须对每个人单独辅导,单独辅导会耗费大量的时间和精力,严重降低教学效率。

1.4 教学模式陈旧

以大班集体授课、多媒体课件和板书等方法 and 手段为主要特征的传统教学模式,存在诸多弊端,应用在食品机械工程制图课程的教学,难以获得良好的教学效果^[8-11]。在食品机械工程制图课程的教学,大班集体授课依旧是我国普通高校采用的主要教学方式。食品机械制图与CAD课程包括很多的基础理论知识,而且这些内容比较枯燥乏味,理解起来较为困难,学生一味地被动接受,在接受知识的同时容易限制自己的思维;另一方面,大班授课,满堂灌输,填鸭式教学使得课堂气氛不活跃,学生主动学习的积极性变差,容易导致学生对课程基本知识的掌握不够充分。上机绘图时,任课教师首先简述实验的原理和方法,学生根据老师教授的方法绘图,部分学生由于理论知识没有及时消化和吸收,往往不懂得如何入手,致使动手绘图能力较差,不能达到实践绘图的人才培养目标。更重要的是,大班集体授课的教学方式使得任课教师难以及时了解每个学生掌握机械制图基础知识的程度,不能做到因材施教。

目前,任课教师在食品机械工程制图课程授课时通常采取多媒体课件和板书相结合的教学手段,且课件较板书多。多媒体课件传授机械工程绘图的基础理论知识和技能,展示的平面图形较多,三维立体较少,部分学生基础差,空间逻辑能力不足以理解较深的内容,难以达到良好的教学效果。另一方面,由于食品机械工程制图课程内容较多,需要充分多的课件进行展示,知识点的闪现和闪离,减少了学生主动思考的时间,这会严重影响学生逻辑思维能力和空间想象能力的培养^[12]。

2 食品机械制图与CAD课程改革建议

针对食品工程专业机械工程制图与CAD课程教学中存在的一系列问题,提出解决方法建议。在课时

安排方面,不论理论课时还是上机绘图课时均应有所增加,且上机课时的比例应有所提高;在课程考核方式方面,应提高上机考核成绩在总成绩中的比例;针对食品工程机械制图课程专业教材缺乏的情况下,应联合食品领域和机械工程领域专家编写符合食品类人才培养计划的机械工程制图专业教材;针对教具短缺的情况,学校及二级学院应适当加大对食品专业机械制图课程教学资源的投入,尽量满足教学需求。教学模式的改革创新可通过任课教师的个人努力,统筹安排,进行实施,应是广大食品机械工程制图任课教师关注的重点。针对陈旧教学模式的弊端,在微观层面上,从学生课前预习、课中消化和课后总结三个方面提出了改进建议。最终目的是适应现代大学教育,建立高效课堂,提高学生的实践绘图能力,培养高素质食品机械专业人才。

2.1 课前预习

提出以课前观看教学微视频的新方式培养学生对食品机械工程制图课程的兴趣,同时做好课前预习工作。通过整合教学内容,任课教师可根据课程教学大纲提前做好每个章节的教学任务书,任务书要细化每个知识点,力求全面且易懂。对于比较难理解的知识点,整合后做成3~5 min的教学微视频,上传到该课程的网络资源库中,并及时传达上课学生通过学习这些资源进行课前预习。教师的作用不仅仅是知识的输送者,应该是智慧的引路人,能够引领大家主动上网浏览资源,锻炼大家自主学习的能力。此方法对教师的要求比较高,教师在制定教学内容时,要求内容新颖易懂,设计内容和提高学生动手能力相吻合。教学设计可以从食品机械中一些常见的案例着手,通过案例分析掌握知识的重要性,引入主题,最大限度的调动学生的积极性。预习过程中,碰到的疑难点可以利用网上平台反馈给任课教师,老师及时汇总整理学生提交的疑难点,将这些疑难点准备在上课的时候和学生做详细的探究。

2.2 课中消化

经过微视频中教学内容的课前预习,学生会对大部分的知识点比较熟悉,带着预习产生的问题,合并疑难点汇总后,在课堂上集中讨论,做到针对性学习。课堂教授对重要知识点应力求面面俱到,对于大部分

学生已经吸收消化的知识点课堂上就不用再详细讲解,可用几分钟带过,集中精力攻克疑难点,这样可以极大地提高效率,建立改革创新的高效课堂。通过对问题的讨论后,引领学生将所学的理论知识进行动手绘图,绘图的内容尽量丰富,这样学生可以根据自己的兴趣,自主选择,提高学习兴趣。课堂上以理论为主,同时注重绘图能力的培养,极大地调动学生的积极性,发挥每个学生的特长,取长补短,养成相互协作的习惯。课堂上需要补充一些制图模型等教学资源,让学生看着模型去检查自己绘制的三视图。实践作品可以让同学互相点评,相互之间找出各自的优点和不足,在掌握知识的同时,又锻炼了相互协作的团队精神,这也是当今大学生所需要加强锻炼的地方。

2.3 课后总结

课后要求学生对整个教学设计的内容进行思考和总结,并写出一份作业,主要内容包括所学到内容和课堂实践的绘图,还有在整个教学中有哪些心得体会。反思可以帮助学生对理论知识的强化理解。根据学生的作业,作为该课程的考核指标之一,这样可以极大地调动学生动手绘图积极性。同时教师也应该总结整个教学设计中的优缺点,并根据这些,优化教学设计中存在的不足,对于不足的地方要及时改正,不断完善整个教学设计,提高教学效果。

3 结语

机械工程制图是食品工程专业的核心基础课,知识点多,内容量大。目前,食品机械工程制图与CAD课程实际教学中存在一系列问题,难以取得良好的教学效果,急需改革。改革措施围绕课时安排、考核方式安排、教学资源和教学模式等方面进行。课改新方法的实施,可提高食品机械工程制图课程的教学效率,建立现代化新式课堂,适应社会发展需要,培养高素质食品专业技术人才。

参考文献:

- [1] 丁安栋,张雨薇.未来食品机械研发人才的培养[J].轻工机械,2005,23(2):140-142.
- [2] 刘登勇,盖圣美,史秋峰.农业院校食品机械类课程教学模

- 式的探索与实践 [J]. 食品与机械, 2011, 27(6):197-198.
- [3] 吴碧金, 胡志超, 崔晓梅. “画法几何及工程制图”教学改革研究与实践 [J]. 集美大学学报, 2007, 8(2):82-85.
- [4] 邝卫华, 夏军英. CAD/CAM/CAE 课程教学改革探讨 [J]. 教育与教学研究, 2006, 20(8):76-78.
- [5] 姬耀锋, 党培, 沈胜利, 等. CAD/CAM 技术在粮食机械设计制造中的应用研究 [J]. 包装与食品机械, 2011, 29(2):64-66.
- [6] 梁平. 有关《机械制图》教学的思考 [J]. 考试周刊, 2010(16): 238-238.
- [7] 成玲, 孙文芳. 高职院校《机械制图与 AutoCAD》教学改革初探 [J]. 轻工科技, 2010(7):131-132.
- [8] 相丽驰. 高等教育大众化背景下大班授课形式问题分析 [J]. 现代教育管理, 2004,(10):56-59.
- [9] 段平. 多媒体语言实验室大班授课调查分析 [J]. 外语界, 2001 (6):19-21.
- [10] 望军, 贾碧, 邸永江. 高校小班授课与大班授课的利弊分析 [J]. 教育教学论坛, 2016 (19):223-224.
- [11] 曹山岗. 高校大班授课问题探析 [J]. 科教导刊, 2014 (7):177.
- [12] 李信利, 吕月娥. 多媒体课件教学的弊端及应对策略 [J]. 计算机教育, 2007(7):15-17.

(责任编辑: 华伟平)

Teaching Reform Analysis of Food Mechanical Engineering Drawing and CAD

HAN Fangkai, ZHANG Dongjing, ZHAI Kefeng, WANG Shixiong,
XU Lisheng, ZHANG Xingtao, GAO Guizhen

(School of Biological and Food Engineering, Suzhou University, Suzhou, Anhui 234000)

Abstract: Reform methods were analyzed and proposed for improving teaching quality of food mechanical engineering drawing and CAD curriculum based on the deficiencies that emerged in teaching processes. Teaching defects of food mechanical engineering drawing were pointed out in terms of teaching arrangement, curriculum evaluation methods, teaching resources, and teaching pattern. Innovative methods of watching micro-videos before class etcetera were proposed at micro levels for interest cultivation, previewing of knowledge points, and summarizing of intrinsic difficulties for teaching mode innovation.

Key words: food specialty; mechanical drawing; teaching reform; teaching model; micro-video

《食品化学实验》课程的改革成效与建议

张婷婷

(武夷学院 茶与食品学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:《食品化学实验》是食品专业的一门重要实验课。阐述了武夷学院《食品化学实验》课程近几年经过改革后所取得的进步和改善之处;以及展望未来,该课程还有待进一步完善之处。

关键词:食品化学实验;课程改革;进步和改善;建议

中图分类号:G642.423 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0095-03

食品化学是食品科学与工程专业的专业基础课,食品化学实验是理论与实践相结合的一个重要环节,通过开设实验课程,使学生掌握食品中主要组成成分如蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素、色素等的理化性质及食品在加工贮藏过程中易发生的化学变化,强化动手操作能力,以及对实验数据处理、问题分析等方面的综合能力,对各试验所涉及的食物成分性质、反应机制等加深了解,为今后从事食品生产和食品卫生的管理,以及食品、保健食品的研究开发打下基础。

《食品化学实验》课程是食品专业的一门重要实验课,但是学院在过去由于各种硬件及软件条件限制等缘故,食品化学实验课程在教学上有许多不完善之处,经多年的努力,《食品化学实验》课程从实验教学条件到实验教学内容和方法上均有大大地改善和进步,并有待于进一步的完善与改进。主要表现在以下几个方面。

1 实验教学内容的优化

1.1 与理论教学相衔接

食品化学实验课程的教学目的虽因高校的培养

模式不同而异,但主要包括两个方面:第一,加深对理论教学的理解和解决;第二,培养一定的科研和解决实际问题的能力^[1]。要达到教学目的,需要高质量的实验内容和教学方法加以配合,因此,在实验内容的安排上进行了改革^[2]。食品化学课程的理论教学是根据食品中成分的分类如水分、油脂、蛋白质、碳水化合物、维生素、矿物质、酶、色素、食品中的风味物质等进行分章节教学,实验教学也应紧扣理论教学的重点,因此在原先实验内容(①油脂过氧化值的测定、②食品中总酸度的测定、③美拉德反应、④青菜中叶绿素含量的测定、⑤蛋白质的功能性质)的基础上,新增了“食品中水分(水分含量、水分活度)的测定”、“油脂酸价的测定”、“蛋白质含量的测定”等实验项目。使食品化学的实验教学内容更加丰富和紧扣理论教学。

1.2 不同课程的实验内容不重复

在《食品化学实验》教学内容的设置上过去也存在许多问题。例如,任课教师在设置《食品化学实验》课程的实验内容前,由于缺乏沟通容易出现同样的学生在两门不同的实验课程中可能做过相同或类似的实验。例如:《基础化学实验》和《食品化学实验》可能设置相同的“叶绿素的提取”或“维生素 C 的测定”的实验;以及《食品分析》实验课和《食品化学实验》也易出现相同的实验,如“蛋白质的测定-凯氏定氮法”等。而如今,我院食品专业教师采用集体编写大纲,集体备课的方式,且本专业已对所有课程的教学大纲进行了汇编,能一目了然地看清楚各门实验课程在实验内

收稿日期:2017-10-15

基金项目:福建省教育厅科技项目(JB14102)。

作者简介:张婷婷(1985-),女,汉族,讲师,主要从事食品化学与营养研究。

容及学时上的设置,避免了与《食品化学实验》出现相同或类似实验的现象。

2 改革实验考核方式

食品化学实验不同于理论课,需要建立一套符合该课程特点,能考核学生基本实验技能和创新能力的考核方式,这样才能更加公正、客观地评价学生的实验成绩^[2,3]。如今《食品化学实验》课程的考核方式有多种形式,如:考核学生对某一实验的操作能力是否熟悉掌握,以及操作是否规范;或要求学生对于一个食品化学方面的新问题进行实验设计,考核学生对实验的理解掌握程度以及综合设计能力;或同时考核学生的实验综合设计及实践操作的能力等。《食品化学实验》课程的最终总成绩以100分计,包括平时成绩60%和期末成绩40%两个部分。平时成绩由平时实验课的实验操作成绩和实验报告成绩的平均分构成;期末成绩的内容包括综合实验设计和实践操作的考核,目的是要使学生将实验操作技能、实验设计和科学态度联系起来,培养学生的科研能力,促进学生的主观能动性^[4]。

3 实验教学条件的改善

我院已建好独立的实验楼,更配备有两间“食品理化实验室”专用于《食品化学实验》课程的教学,添置了更加完善和先进的实验设备,可以完全满足《食品化学实验》课程的教学需求。实验教学条件的改善,能为学生提供更加完善的实验设备和充足的实验空间。充足的实验设备满足了实验教学的需要,新引进的现代先进实验设备丰富了学生的视野和实践操作能力;充足的实验场所,使实验分组设置由原先的3人1小组变为了2人一小组,增加了每个学生实践动手操作的机会。

4 完善与改进

在过去几年,《食品化学实验》课程追随着学院和专业成长的步伐共同进步。令人欣慰的是,与食品专业刚成立时相比,《食品化学实验》课程在教学上有了

极大的进步和改善,展望未来,该课程仍有一些不完善之处还有待改进。

4.1 实验与理论教学时间同步

如今食品化学的理论课程与实验课程为分阶段集中授课,在时间安排上没有刻意的衔接穿插,即前半学期集中上完理论课,后半学期再集中上实验课。建议将来在实验课的教学时间设置上,能与理论课教学同步进行,例如上完理论课“油脂”这一章后,能在紧接着的下一次课上,让学生着手做“油脂的过氧化值测定”的实验。这样理论课与实验课的同步教学,能更有助于通过实验教学加深学生们对相应章节理论知识的巩固和掌握。

4.2 增加自主创新型设计实验

在实验内容的设置上,应适当增加自主创新型设计实验项目。因为创新型实验能培养学生的创新能力和研究开发能力^[5],使实验教学从单纯的理论验证和基本操作训练,提高到了理论知识与实验技能有机结合的综合运用,锻炼学生的学习独立思考能力和创新能力,让学生全程参与实验,即从实验小组开始查阅文献资料、讨论实验方案、拟定较为详细的实验步骤到提交给实验教师审阅。实验教师再与同学共同讨论和修改实验方案,指出实验设计中存在的问题与需要注意的事项,最后确定实验方案的可行性及可操作性。这种实验模式有利于培养学生的查阅文献能力、逻辑思维能力以及对知识的综合运用能力,有利于培养学生严谨的科学态度,提高学生的综合素质^[6]。

4.3 用多媒体进行实验教学

实验课的教学方法也应有所改进,如今在学生进行实验操作前,任课教师对实验课程内容的讲解主要采用口述及黑板书写方式,而板书教学方式较为枯燥,且站在后排的学生可能不易看清黑板内容。因此,实验教学应当跟上理论教学的步伐,同样采用多媒体授课的方式,这样学生在聆听实验课程的讲解时,能与理论课程一样形象直观,容易加深理解。

4.4 逐步增设双语教学

随着全球化经济的发展,社会对具备双语能力的复合型人才的需求不断增长。在食品化学实验课程中增设双语教学能提高学生对食品化学领域英语的认识和应用能力,有利于学生将来在食品业领域里更好

地参与国际交流与合作。要在实验教学中增设双语教学,目前还有困难,需要在以下几方面做好准备:(1)加强任课教师的外语培训,提高教师的整体外语素质,在教学时能随时插入双语讲解;(2)调动学生的积极性,在实验仪器、试剂上增设外语标签,在实验预习和课后思考题中要求学生查阅外文文献,且在期末考核中增设双语考核;(3)在教材建设上,选择类似《食品化学实验双语教程》的教材,亦可由本教研室根据中文教材,翻译其中重要部分,进行自编双语讲义作为教材。(4)探索合理科学的教学模式,开展双语教学时,需要了解该班级学生的英语水平,循序渐进地推进双语的教学^[7]。

4.5 实验员配备的增加

实验工作人员的配备虽然与之前相比有所增加,但依然不足,例如缺乏为《食品化学实验》课程准备实验所需的仪器、试剂以及调配实验药品的实验员,因此在每次实验开展前,这项工作仍由任实验课的教师完成,这无疑耗费了许多实验课教师的时间和精力。因此,希望将来能再适当地补充实验工作人员,这样能让实验任课教师的精力更好地集中在对学生的实验课程教学方面。

5 结语

通过对近些年《食品化学实验》课程在教学内容、

考核方式和教学条件改革的总结,以及对未来提出的几点建议,期望本课程能在学院的学科发展和课程建设等方面发挥更大的作用,培养出适应现代食品行业实际发展需求的食品科学与工程方面的专业人才^[8]。

参考文献:

- [1] 李斌,汪超,谢笔均.食品化学实验课程教学改革初探[J].中国农业教育,2004,13(2):32.
- [2] 乐琳,张晓鸣.食品化学实验教学改革初探[J].商洛学院学报,2008,22(6):76-78.
- [3] 熊汉国,张俊.关于《食品化学与分析》课程实验教学改革创新的几点体会[J].科学教育论坛,2006 (1):85.
- [4] 付晓萍,黄艾祥,李凌飞,等.“食品化学”实验课程的改革与探索实验[J].大理学院学报,2015,14(12):56-58.
- [5] 李响,李晓雁.探索食品化学综合实验,培养学生研究开发能力[J].天津农学院学报,2007,14(4):59-61.
- [6] 乐琳.《食品化学》实验教学创新模式的探索[J].教育教学论坛,2015,23(6):242-243.
- [7] 刘玮,王岁楼,陈贵堂,等.食品化学实验双语教学的探索与实践[J].农产品加工,2013 (11):84-88.
- [8] 张丽.关于食品化学实验教学改革的几点体会[J].科技教育,2013(35):195.

(责任编辑:华伟平)

Reform Effects and Proposals of Food Chemistry Experiment course

ZHANG Tingting

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

Abstract: Food Chemistry Experiment is an important experiment course in the food profession. This article elaborates the progress and perfection after the reform of Food Chemistry Experiment course in Wuyi University in recent years; and looking forward to the future, this course still have much room to be perfected.

Key words: food chemistry experiment; course reform; progress and perfection; proposals

应用型本科物联网导论课程教学改革与实践

潘俊虹, 余文森

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:分析了《物联网导论》课程特点和教学现状,针对课程教学过程所面临的问题,结合武夷学院教学实际,以应用为导向,从课程教师素质提升、课程内容优化和教学大纲改革、教学方式和教学资源改进等方面对《物联网导论》课程教学进行改革尝试,改善了教学效果,为《物联网导论》课程教学提供了有益的参考和借鉴。

关键字:应用导向;物联网导论;教学改革

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0098-04

物联网是指通过全面感知、可靠信息传输和智能信息处理,形成物物相联、人物相联的一种智能信息服务系统,是信息化发展的新阶段。近年来,为了适应物联网技术发展需求,各大专院校相继开设了物联网工程专业。物联网技术涵盖了传感器、网络、通信、计算机、中间件、自动化、嵌入式、互联网等众多技术领域,涉及的行业更是繁多,产品应用多种多样,渗透到生产生活各个角落^[1]。这些新的专业属性决定了该专业在人才培养定位、专业课程设置以及教学方式方法上都不能照搬现有专业教学模式。

《物联网导论》作为物联网工程专业的基础课,其主要目的是要学生了解物联网基本概念、典型应用,并在此基础上了解物联网的体系结构和关键技术,明确所设各专业课的意义与内在关系,激发学生的专业兴趣,使其能够形成对“物联网工程”基本模型和基本问题初步和宏观认知,为后续专业课程的学习打下坚实的基础^[2]。作为一门专业启蒙课程,《物联网导论》在专业课程体系中具有重要意义。

1 《物联网导论》教学现状分析

首先是学生方面。物联网工程专业是一门全新的专业,新入学的学生没有任何物联网相关的概念,可参考资料也极少,入学后几乎是一张白纸,许多同学问得最多的问题便是“这个专业到底学的是什么?”。

其次是师资结构方面。物联网工程专业是新设专业,之前并没有专门从事此方面教学研究的专业教师。众多高校的物联网工程专业其实都脱胎于原来的计算机或者电子类相关专业。许多从事物联网专业教学的教师都由计算机、电子通信类专业转型而来,这就使得教师在把握物联网整体概念和体系结构,以及综合知识方面往往显得捉襟见肘。

再者是《物联网导论》课程内容构成。物联网涉及计算机、微电子、RFID、传感器技术、嵌入式技术、网络构建、数据存储、大数据、云计算、信息系统安全等众多领域和学科方向。许多教材只是简单地将这些知识点堆砌在一起,没有一条清晰的脉络^[3]。导论课程通常是以物联的层级架构展开讲解,但是由于内容繁杂,包罗万象,如果没有详略取舍的话,很容易给学生造成困惑和迷惘,无法正确认识物联网专业的性质,给后续专业的学习造成极大的心理压力。

收稿日期:2017-05-15

基金项目:福建省教育厅教改项目“物联网工程专业实践教学体系构建研究”(JAS151342)。

作者简介:潘俊虹(1980-)男,汉族,讲师,高级工程师,主要从事嵌入式系统、物联网技术的研究。

第四是教学方式。物联网工程是既有理论,实践性又很强的专业。且由于实践教学资源有限,现有教学方式都比较单一,通常是使用多媒体课堂演示教学为主,以教师为中心,学生成为被动接受者。再加上该门课程涉及的知识面宽广,由于缺乏基础,一味地填鸭式教学,往往会给学生造成学习压力,从而产生厌学情绪。单一的讲授式教学也无法适应物联网多学科交叉,和行业密切联系的专业特性^[4]。

最后是考核评价方式。当前的《物联网导论》课程多数采用传统的课程考核评价方式,例如我校导论课程综合成绩由平时成绩和期末考试成绩各占一定比例构成。平时成绩主要包含出勤、作业等构成占综合成绩比例占40%;期末采用闭卷考试,考试成绩占综合成绩比例60%。这种一考定成绩的方法,往往会造成考前突袭,且由于导论课程知识繁杂,多数学生都是死记硬背,虽然这种考核方式简单,但却无法科学合理地评价一个学生对物联网工程的认知程度。

2 《物联网导论》教学改革实践

针对上文所述的《物联网导论》课程教学所面临的一些问题,武夷学院(以下简称我校)依据学校应用型本科定位,通过两年的教学实践摸索,在师资构建、课程内容优化、教学方式和教学资源改进以及考核评价方式改进等方面做了一些尝试,并取得良好的教学效果。

2.1 积极转换教师角色,提升教师队伍综合素质

对于一门课程而言,最关键的莫过于任课教师。任课教师负责课堂组织、讲授、实验指导等各项具体工作。教师的素质直接决定了教学效果。由于《物联网导论》任课教师多从相关专业转型而来,教师对物联概念和体系结构以及各层的关键技术了解并不是很充分。针对这一问题,我校的做法主要从三个方面入手:

首先是分批送老师去较早办物联网专业的老本科院校和各大公司组织的短期培训班进修学习,让老师学习他们先进的办学经验,了解和学习物联网体系结构和关键技术。

其次是专业教师每周组织例会,集中讨论学习物联网方面的知识,每次由一位老师负责讲解学习内

容,其他老师参与讨论,共同学习进步。这样就迫使教师要不断自我学习提高。

再者是积极倡导“双师双能”型教师,我校利用节假日组织教师参与校企合作,鼓励教师进入合作企业挂职学习,提升理论水平同时也加强动手能力。不定期组织教师赴物联网发展迅速的长三角和珠三角一带参与业界研讨会交流学习。目前我校物联网工程专业“双师双能型”教师比例已经超过70%,为专业课教学奠定强有力的师资基础。

2.2 优化教学内容,厘清教学主线

新生中很多对计算机的基本结构还不了解,一些基本专业术语如客户端、协议等也没有具体概念,在讲述RFID、互联网、数据库等章节时,学生基本是一头雾水,而这些知识是计算机的基础内容,由于我校物联网专业不设“计算机基础”课程,笔者在教学中适当增加计算机基础知识,及时针对学生学习情况,对教学内容进行调整,补充计算机等专业的基础内容,最大程度排除学生的困惑。

如前所述,现在的《物联网导论》教材基本是将多学科知识进行笼统的堆砌,然而我们教学大纲必须按照学校的定位和专业设定的培养目标,对教学内容进行整体的优化。我校的定位是“应用型本科”,专业的培养目标也定位在培养能够分析物联网应用需求,能设计、实现和维护物联网应用系统且具有一定创新能力的技能型人才。因此,应用能力必须摆在第一位。《物联网导论》应该遵循“全局指导局部、以点带面”的方针构建基本知识框架,既强调基础知识,又注重技术应用。对各个章节内容,尤其是原理性的内容要尽量删减,着重通用知识的介绍和功能应用的讲解,逐步形成物联网概念、物联网组成部分与相关技术再到物联网实际应用这条贯穿《物联网导论》课程的教学主线,避免陷入内容大杂烩的误区^[5]。

以“传感器网络”这节为例,对于传感器的基本原理以及网络协议往往使人觉得枯燥无味难以理解,如果过分强调这方面的内容,则容易给学生造成很大的压力。这时要将重点转移到具体的应用,通过实际操作提高学生认知能力,利用实验让学生先掌握传感器的应用,让学生亲自动手进行无线网络的组网、路由的配置等,然后再导入物联网的传感器和网络构建的

概念,学生的思路更清晰,学习的积极性也会更高。

2.3 转变教学方式,活跃课堂教学

(1)上好新生的第一堂课程

从笔者多年的教学经验来看,一门课程的第一堂课尤其重要。上好第一堂课,不仅能明确学生的本门课程学习目标,还能激发学生的专业兴趣,对于后续专业的学习往往能起到意想不到的效果。

学生入学伊始,对新专业往往充满好奇,我们必须在专业的起步阶段进行很好的引导,让学生顺利跨进专业学习的大门。对于《物联网导论》来说,我们做法是第一课并不着急讲授课程内容,而是先给学生看一个具体的物联网应用^[6]。比如,向学生展示一套无线控制的照明灯具,并且让学生亲自动手进行操作。然后将这套无线控制系统的结构进行大致剖析,逐渐引入物联网应用的整体框架组成,各部分主要功能,一步步地在学生的脑海当中建立的物联网的初步认知。俗话说:“百闻不如一见”,通过这种方式近距离了解物联网的应用,直观感受能够让学生较深刻和迅速地建立起物联网的相关概念。

(2)优化课堂教学方式

按照建构主义学习观点,知识不是靠老师传授的,而是学习者在一定情境下通过其他人(教师或者学习伙伴)的帮助,利用必要的学习资料,通过意义建构的方式获得^[7]。因此,在教学过程中必须转变以“教师为中心”为以“学生为中心”的教学方式。比如在讲解“GPS定位”时,课前先由教师布置好任务,分给各个小组(3-5人组成),课堂上先有教师讲解一些基本知识,随后由各小组讨论,把自己关于“GPS定位”搜集的信息进行现场讲解分享,并有其他小组给其打分,构成平时成绩的一部分,最后由老师进行点评,通过这种课堂翻转的方式,活跃了教学氛围,也激发学生的学习兴趣,提升了教学效果。

(3)注重互联网、电子互动在教学中的应用

在讲解社交网络的时候,结合诸如微信、QQ、微博应用,讨论的氛围很容易带动起来。在讲解大数据、云计算章节的时候,可以介绍百度云盘、360云盘、华为网盘等云计算的产品,让学生领略云计算的风采。

物联网学科很多研究方向和技术领域与当今最前沿的信息产业紧密相关,教材的内容通常都会滞后

物联网发展一段时间。教师需及时把最新的物联网技术信息引入教学当中。通过建立QQ、微信群等流行的交互平台,既可以弥补课堂教学不足,又可以分享当下最前沿物联网技术和最新应用,拓展学生视野。贴近生活的最新技术能够很好地激起学生的学习兴趣。

2.4 改进教学资源,优化教学环境

对于初办的物联网工程专业来说,教学资源尤其实践教学资源匮乏是一大难题。实践教学资源的构建需要学校给予资金和设备方面的支持。我校通过以下三个方面优化实践教学资源:

一是专业实训室建设。两年来,我校根据专业的方向定位并结合地方产业特色,构建了“智慧农业”和“智慧城镇”两个方向专业实训室^[8]。《物联网导论》实验课将学生进行3~5人一组分组教学。例如对于“智慧农业”实训系统,首先由老师进行讲解,然后学生分组进行简单、初级的组装和调试,教师随时指导。

二是组织或者参与物联网相关竞赛。在实验教学中设立物联网系统组装调试竞赛环节,或者参加课外应用创新竞赛等方式提升学生的动手和创新能力。

三是校企合作开发实践教学资源。我校通过与福建光速达公司合作,建设了智能家居实验室,让学生有更多机会接触实际应用,培养真实案例的感知和初步动手实践的能力。以物联网企业为依托,通过引入业界工程师进入课堂,联合企业开发综合实践教学平台等措施提升实践教学资源深度。

2.5 建立综合考核评价体系

放弃期末统一闭卷笔试的考核方式。课程的综合成绩按照理论成绩50%+实践成绩40%+出勤成绩10%确定。理论成绩由平时课堂讨论成绩和期末论文两部分组成,比例各占50%。其中,平时讨论成绩在现场小组互相打分,教师再互评成绩进行审核,多次讨论取其平均成绩。期末论文需要每位学生提交一份正式论文,教师从运用知识的能力、分析问题的能力和论文的综合写作能力等多个角度对论文的质量进行综合性评价。实践教学部分主要考核学生的组装调试能力,多次实验取其平均成绩确定;此外若学生有参加竞赛,按照获奖情况酌情加分。出勤成绩按照考勤情况给出。

通过以上系统的考核方式,排除了一考定成绩的

现象,较为准确地反应出学生的综合能力和真实水平。

3 《物联网导论》导论教学改革成效分析

通过两年的努力,取得改革成效主要体现在以下三个方面:首先在师资方面,经过一系列的进修、培训学习以及教师之间的传帮带,《物联网导论》课程从由个别教师担任主讲到现在已经形成3人的固定教学团队,为课程教学提供强有力的师资保障。其次是通过课程内容的优化以及从以教师为中心到以学生为中心开放式教学的转变,显著活跃了课堂氛围,提高了学生们的主动性和知识吸收效率。据笔者粗略统计,学生活跃度(活跃学生数/班级总人数)从改变教学方式前的10%左右提高到了50%以上。第三是新的实践资源的构建和实践环节的优化,从一开始仅仅是基础的计算机操作,到现在囊括了物联网全过程实操训练,不仅增加了物联网体系概念认知,也提高了动手能力。而且得到一定实践锻炼的同学参加各种竞赛活动的积极性也显著提高,为以应用为导向教学打下良好基础。第四是考核方式转变使得考核学生更加全面合理,最初主要由期末笔试一考定成绩的方式造成大多数学生只会死记硬背、概念理解不清晰、动手能力差的现象得到好转,班级及格率也从93.2%提高到97.9%。

4 结束语

《物联网导论》是物联网工程专业的入门基础课,由于其内容交叉繁杂的特点,如何让学生建立起物

网体系概念,了解其基本技术,对于物联网建立其较为全面系统的认知是目前教学难点所在。教学过程中,需要不断摸索和总结,积极探索新的教学模式,逐步改善教学效果。笔者从应用型本科教学实际出发,对《物联网导论》教学面所面临的问题进行了剖析,通过对应用为导向的课程教学主线的把握,注重学生的动手能力和创新能力的培养,对课程教学模式进行了有益的尝试,收到预期教学效果,对于《物联网导论》课程教学有一定借鉴意义。

参考文献:

- [1] 郭亚军,王亮,王彩梅.物联网基础[M].北京:清华大学出版社,2013:1.
- [2] 卫兵,刘乐群,潘洁珠,等.当前物联网导论在应用型本科教学中存在问题的思考与改革[J].合肥师范学院学报,2014,32(3):88-89.
- [3] 王敏,张捐净.物联网导论课程实践教学探索[J].安阳工学院学报,2014(6):93-95.
- [4] 赵翠芹,黄星寿.基于网络资源的物联网工程导论课程教学改革[J].软件导刊,2016,15(9):193-194.
- [5] 张会芝.物联网专业导论课程的教学研究与实践[J].教育与教学研究,2016,258(9):54-56.
- [6] 喻恒.应用型本科教学下的物联网导论课程研究[J].信息与电脑,2015(6):109-110.
- [7] 陈连军.建构主义理论视角下引导互动式教学模式的探讨[J].黑龙江高教研究,2014(4):150-152.
- [8] 余文森,郭磊.应用创新型物联网人才培养实践教学体系研究[J].武夷学院学报,2016,35(9):99-103.

(责任编辑:华伟平)

Teaching Reform and Practice of the Introduction to the Internet of Things for Application-Oriented Undergraduate Colleges

PAN JunHong, YU WenSen

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

Abstract: The paper analyzes the characteristics and teaching situation of the course of Introduction to Internet of Things, aiming at the problems in the course of teaching, combined with the teaching practice of Wuyi University, based on application oriented and from the aspects of the improvement of teachers' quality, the optimization of course content, the reform of teaching syllabus, the improvement of teaching methods and teaching resources, etc. The reform of the course of Introduction to Internet of Things is attempted. As a result, the teaching effect is improved, which provides a useful reference for the teaching of the course of Internet of Things.

Key words: application oriented; Introduction to Internet of Things; teaching reform

计算机专业服务产业实践教学体系改革研究

连雁平, 吴 薇, 魏 毅

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:通过区域需求调研以及产业发展现状,立足于服务地方区域产业建设,构建“一个中心,两个方向,三个特色”的应用创新能力,重构校企合作、突出产教融合、共建教学团队以及完善实践教学条件的计算机专业实践教学课程体系,提升学生实践动手能力。

关键词:计算机专业;服务产业;实践教学;课程体系

中图分类号:TP3-0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0102-04

武夷学院是一所应用型新建本科院校,经过多年的建设,学校明确了地方性、应用型、有特色的办学定位,逐步形成了传朱子理学、做武夷文章的办学特色^[1]。计算机科学与技术专业是我校首批升本专业,自升本以来共有 7 届毕业生,按照学校转型发展需要以及应用型人才培养专业群建设,本专业已加入学校智能控制产业专业群,并以 2016 年 8 月获批福建省高等学校服务产业特色专业。围绕学校应用型转型发展,结合本专业特点,对接南平食品、旅游和健康养生产业链,采取多项措施,主动服务互联网+产业,凸显学校的办学定位和特色。通过进一步修订人才培养方案,重构应用型专业课程体系,加大实践教学投入,构建以用为本、突出实践能力的 Web 应用开发、Windows 应用开发、Android 应用开发、智能信息处理技术等四个实践课程群。

收稿日期:2017-08-06

基金项目:福建省自然科学基金项目(编号 2017J01406);福建省中青年教育科研项目(编号 JA15527);武夷学院高级引进人才科研启动项目(编号 YJ201607);武夷学院教育教学改革项目(编号 JG201701)。

作者简介:连雁平(1981-),男,汉族,讲师,主要从事 web 应用程序开发、数据挖掘的研究。

1 南平地方区域对计算机专业需求现状

据不完全统计,至 2016 年初,南平全市已有 300 余家网店做区域特色食品、旅游产品等销售工作;未来五年内,食品加工、旅游、健康养生产业急需掌握互联网技术、大数据处理分析、云计算、智能信息处理等 IT 人才近 5000 名。计算机科学与技术专业作为地方院校首批本科专业有着强烈的区域经济社会需求背景。福建省、南平市、武夷山市一贯重视信息产业发展,武夷山又是我省首批 2 个物联网重点示范区之一,武夷山的特色与支柱产业:旅游产业、茶产业等,需要大量区域应用型、具有一定创新实践能力、适应能力强、能自主持续学习的信息技术专业人才。经计算机科学与技术专业教学指导委员会研讨,确定本专业的人才培养要服务于信息服务产业与食品产业、旅游产业的深度融合,服务食品加工、旅游养生产业链的新技术、新模式、新业态发展。

2 计算机专业服务产业现状

本专业注重学生应用技术和实践能力培养,积极开展校企、校地合作,积极推行“产教融合、协同育人”

的工学结合人才培养模式,把教与学从传统的、封闭的课堂解脱出来^[3,4]。“互联网+茶叶、旅游服务”培训机构被福建省教育厅、福建省财政厅确立为福建省“互联网+”培训机构,“认知计算与智能信息处理实验室”由福建省教育厅确立为福建省高校重点实验室,“软件适用人才培养基地”被福建省信息化局确立为福建省软件适用人才重点培训基地;与数字武夷电子商务有限公司、福建锦润计算机系统有限公司、苏州市高博软件职业培训学校、厦门中软卓越教育服务有限公司等企业联合办学,实行校企合作“项目式”人才培养模式;与厦门大学、苏州大学、福州大学、福建农林大学、武夷山生物研究所等多家高校及科研院所开展教学科研合作,服务于应用型人才培养。部分课程的教学、实训在企业合二为一,实现“产教融合”。每届学生到实习基地进行实习、实训、毕业设计等实践性环节总体安排约32周。多年来,本专业已培养了大批的应用型技术人才,近三年50%左右的学生获得全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)职业技能资格证书,连续3年毕业生一次就业率达98%以上。

近三年,专业教师共主持省级以上科研项目19项,发表科研论文近100篇,其中发表在权威学术刊物和SCI、EI收录论文30多篇,发明专利1项;主持省市级教改项目7项;组织教师主编或参编教材6部。近三年学生参加信息服务应用技术竞赛获奖人数达70人次,其中国家级二等奖5人次;学生主持的大学生创新创业项目达18个,其中国家级8个;以学生为第一作者发表论文10余篇。从2014年开始,共有120人次参加全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试,共有65人取得软件设计师、网络工程师、数据库系统工程师、电子商务设计师、信息系统项目管理师、软件评测师等与专业技能相关的职业技能鉴定证书。

3 “一个中心,两个方向,三个特色”的应用创新能力

聚焦产业转型升级需求,对接南平食品加工和旅游两大千亿产业,通过对计算机科学与技术专业的人才培养方案、培养模式、课程体系和教学内容、教学形

式和手段、质量评价体系、师资队伍建设和实践教学平台建设等八个方面进行系统改革^[5],着眼于培养为食品加工、旅游及健康养生产业链转型升级服务的“互联网+”信息服务应用技术人才,不断提高计算机科学与技术专业教育教学水平、人才培养质量和服务地方能力;本着“以区域经济社会需求和就业为导向,以服务地方经济建设为目标,以培养高素质应用型复合人才为中心”的人才培养思路,坚持“产、学、研、政”合作的特色办学模式^[3,4],依托“互联网+食品加工、旅游及健康养生产业链”,采用课程、教学过程、教学评价、毕业设计与企业相结合的四结合方式,不断提高学生的应用创新能力和创业能力,着力培养食品加工、旅游及健康养生产业链转型升级亟需的“互联网+”应用型复合人才。

3.1 “一个中心”

“一个中心”是指以“互联网+产业应用型复合人才培养”为中心。深化产教融合,加强与IBM中国公司、恩智浦半导体公司、福建圣农集团有限公司、武夷山国家旅游度假区、武夷山武夷星茶业有限公司等本地茶企、南平市食品加工企业等合作,让企业参与课程体系的设计以及教学过程、教学评价、毕业设计的实施,培养符合企业转型升级需要的互联网+产业应用型复合人才。

3.2 “两个方向”

“两个方向”是指根据目前食品加工、旅游及健康养生产业链转型升级的实际需求,专业建设重点发展软件开发和智能信息处理两个方向。软件开发方向着重培养学生计算思维和系统开发能力,开发满足“互联网+食品加工、旅游及健康养生产业链”所需各类软件,通过企业调研和科学论证,设置web应用开发、Windows应用开发和APP应用开发等实践课程群;智能信息处理方向着重培养学生信息处理能力,通过数据挖掘、大数据处理分析、智能信息获取技术等产业信息化、网络化,为产业的发展提供智能信息服务。

3.3 “三个特色”

“三个特色”是指形成“服务于食品加工、旅游及健康养生产业链转型升级”的区域特色、“产教融合、协同育人”人才培养的实践特色和“多元化评价体系”的机制特色。其一,是指对接南平食品、旅游两大千亿

产业转型升级的需要,培养“互联网+”应用技术人才,形成鲜明的区域特色;其二,是指积极开展校企、校地合作,践行“产教融合、协同育人”的工学结合人才培养模式,与“互联网+”、食品、旅游等产业的龙头企业共建“互联网+”产教融合协同育人基地,让学生在真实的产业实践环境中成长,形成人才培养的实践特色。其三,是指建立完善的复合型人才培养评价体系,采用结合学生表现、教师评价、企业参与的多元化评价指标,形成鲜明的人才培养机制特色(如图1)。

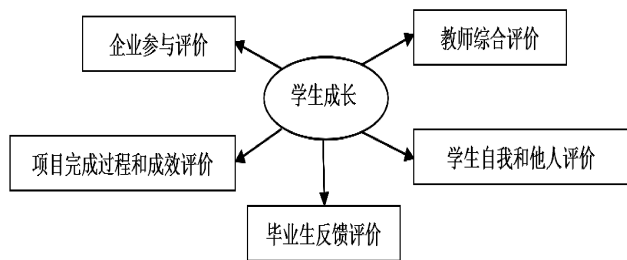


图1 多元化评价体系

Figure 1 Diversification Evaluation System

4 计算机专业实践教学体系构建

4.1 重构课程体系,突出产教融合

随着闽北食品、旅游及健康养生产业链的升级转型,以及武夷山建设国际智慧旅游城市,“互联网+”产业对应用型IT人才市场的需求提出了新的要求。为服务地方经济建设,面向“互联网+”产业,进一步梳理、完善人才培养方案:增设智能信息处理方向;重构人才培养课程体系:开设Java面向对象程序设计、Web应用开发、云计算、Android应用开发等互联网应用方向系列课程;深度融合校企合作:与互联网企业共建实践课程,采用项目驱动教学模式,根据企业的具体项目要求和产品标准对学生在企业平台或校企共建平台完成的实训项目、毕业设计等进行评价考核,实现人才培养与企业需求的“零距离对接”。

经过重新梳理、调整后的课程体系中的部分主干课程如下图2所示。重构的课程体系把课程分为职业素养、专业教育、服务产业应用、应用能力拓展等四类。其中,校企合作人才培养机制贯穿于绝大部四类课程中,特别是各个综合性实践教学环节。



图2 人才培养课程体系

Figure 2 Course System for Personnel Training

4.2 校企合作,共建教学团队

围绕以学科专业建设为中心,校企共建实践教学队伍,坚持“提高学历层次”和“充实双师双能型人才”师资队伍建设目标,加大人才引进和培养力度,建设一支具备高水平教、科研能力,胜任服务地方经济建设的教学梯队。

4.3 完善实验教学条件和实训平台建设

完善校内实训环境和实验设备条件建设,加大专业实验室的投入,对专业实验室升级改造或添置新设备以满足本科教学为主、科学研究与服务地方为辅的多层次、多元化的实验需求。设置校内实训基地“互联网+茶叶、旅游服务”培训机构和“互联网+创新创业工作室”;制定和完善实训方案、实训计划和实训流程;加强“政产学研”结合实践教学,以专业发展促进产业发展,以产业发展推动专业教学改革;加强校外实习基地建设。通过构建实验、实习实践,教师科研、学科竞赛、校企合作项目实训、毕业设计、企业毕业实习等循序渐进的一体化实践教学环节完成互联网+产业所需的应用型人才实践教学任务。

5 总结

随着我国高等教育步入大众化教育阶段后,高校

发展模式的多样化已是趋势,地方院校为能在高等教育激烈竞争格局中发展、前进,必须积极寻求特色发展之路^[1,2]。计算机科学与技术作为传统老牌专业,更要通过改革以适应新形势下的发展,以武夷学院计算机科学与技术专业为例,通过构建“一个中心,两个方向,三个特色”的应用创新能力,重构计算机专业实践教学课程体系,加强校企合作,在福建省服务产业特色专业建设指导和经费支持下,加大本专业实验室建设和实践教学环境建设,提升本专业服务地方区域经济发展的能力和水平。

参考文献:

[1] 李宝银.地方新建本科院校转型发展的背景与路径:以武夷

学院为例[J].武夷学院学报,2014,33(1):1~4.

[2] 李宝银,华伟平.应用型高校特色发展的实践探索[J].武夷学院学报,2016,35(1):1~3.

[3] 秦琳.以应用型人才培养促进区域经济发展和国家竞争力提升:德国应用技术大学的经验[J].大学(学术版),2013(9):60-66.

[4] 李春杰.构建校企合作背景下动态“4+X+1”应用型人才培养模式[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2011,13(3):94-96.

[5] 兰德新,陈文斌,叶丽霞.实践课程体系的构件及课程考量标准:以数学与应用数学专业为例[J].武夷学院学报,2017,36(3):87-90.

(责任编辑:叶丽娜)

Research of the Practice Teaching System of Computer Professional Service Industry

LIAN Yanping, WU Wei, WEI Yi

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

Abstract: Wuyi University is a newly built application-oriented institute. Computer specialty is a traditional old specialty. How to improve the construction of computer specialty is a challenge in the new situation. Through the investigation of regional demand and the status of industrial development, this specialty is based on the service of local area industrial construction, and building an application innovation ability of "one center, two directions and three characteristics", reconstructing the practice teaching curriculum system of computer specialty, improving students' practical ability.

Key words: computer specialty; service industry; practice teaching; course system

翻转课堂在案例化教学中的应用

蒋艺, 江玲, 夏婷婷

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:随着教育的快速推进,教育水平的不断发展,探讨适合新形势下的教学手段和教学模式势在必行,这些新的教学模式改变了传统的师生角色关系。翻转课堂迎合了当前教学环境的需求,能在一定程度上提升教学能力并拓宽教学手段;案例化教学是根据教学内容设计相关实例的一种方法,所设计的案例包含了知识点的完整内容。探讨翻转课堂和案例化教学在当前素质教育环境中的应用,并分析了翻转课堂在案例化教学中的优缺点和挑战,以期当前高校的发展提供建设性意见。

关键词:翻转课堂;案例化教学;素质教育

中图分类号:TN929.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2018)03-0106-04

20世纪50年代,著名心理学家C.R. Rogers提出“以学生为中心”的观点^[1],对传统的“以教师为中心”的教学模式产生了极强的挑战,并引起了轰动,从此“以学生为中心”还是“以教师为中心”便成为教育界探讨的话题之一。随着教育教学能力和时代的发展,教育界也越来越重视“以学生为中心”的教学模式,并逐步引入了教学实践过程中。随着时间的发展,美国一些高中提出了翻转课堂(Flipped Classroom)的教学方法,由于能够提升学生的学习自主性、团队协作的创新性,并改变学习氛围等,从而拥有了传统课堂不具有的优势^[2]。Maureen Lage 等于2000年介绍翻转教学模式及该模式所取得的成绩^[3],并介绍了翻转教学模式的实现办法,从此翻转教学模式逐步进入教育界的视野。Baker J W 于2000年介绍了翻转课堂模式,并和传统教学模式进行比较,分析了翻转课堂与传统教学模式的优缺点。美国Woodland Park High School的Jonathan Bergmann和Aaron Sams老师于2007年开始在课堂上采用翻转课堂的教学模式,并推动互联网在中小学教育中的应用。随着技术和思想的进步,人们逐步接受翻转教学模式,并得到了广泛的应用。

Bishop J L 等对翻转课堂的实现方法进行探索,介绍了实现翻转课堂的必要手段。随着电视技术、计算机技术、网络技术和互联网技术等技术的发展,翻转课堂逐步变成现实。麻省理工学院(MIT)于2001年设立了开放课程体系(Open Course Ware, OCW)^[6],该课程体系对能够对学生产生重要的帮助。然而开放课程体系受到网站和文献资料等的限制,为突破这些限制,一些企业开始提供网络教学服务。Salman Khan 于2011年在TED演讲中提出翻转课堂的概念,即“学生晚上在观看教学视频,白天回到教室写作业的教学模式”^[8],这与传统的“白天桑雪晚上写作业”的教学模式具有极大的改变,从而翻转课堂引起了教育家的重视。翻转课堂教学模式于2012年引入我国,并在教育界产生较大的影响^[9]。翻转课堂在我国也逐渐发展起来,并得到较为广泛的应用,如MOOC和云课堂等,逐步成为我国教育教学手段的一个扩充,弥补传统教学手段的不足。

1 翻转课堂与案例化教学的概念

1.1 翻转课堂概念

翻转课堂是重新调整课堂内外时间,将学习的决定权交给学生,即利用教学视频通过相关的网络为学生提供教学服务,学生在课外时间通过网络学习相关知识,而在课堂上则可以和老师进行沟通和探讨,因此在师生角色、课程学习模式和教学管理模式等均

收稿日期:2017-02-13

基金项目:武夷学院校科研基金资助项目(XL201708);大学生创新创业训练计划项目(201710397066)。

作者简介:蒋艺(1989-),男,土家族,助教,主要从事移动通信系统研究。

发生了一系列的改变^[10]。翻转课堂具有以下特点:

(1)教学视频短小。目前国内外应用翻转课堂教学视频,通常只有几分钟,较长的也只有十几分钟,每个视频均针对某个特点的内容,因此每个视频都能在学生注意力集中的时间范围内,同时每个视频查找较为方便;

(2)教学信息清晰。在教学视频制作中,屏幕上仅出现教学内容,教师一边播放教学内容,一边配合讲解,并配合适当的练习,巩固学生的知识点,从而使得教学内容明确清晰,便于学生把握相关知识点;

(3)重构学习流程。传统教学中,老师在课堂上将知识点传授给学生,学生需要在课后对知识点进行吸收,由于学生课后知识点吸收会因为缺少必要的帮助从而降低了学生学习的主动性和积极性;

(4)复习和监测方便快捷。由于学生观看了教学视频后,会紧跟几个小问题,可以帮助学生判断学习情况,并根据监测情况选择性地对已学知识点进行复习,并可在线向老师提问,老师能够集中对学生的问题进行解答,由于在线向老师提问,从而有利于增强更多的同学的理解能力。

如图1所示的 Robert Talbert 经过多年经验累积,总结出的翻转课堂模型系统,^[11]该模型大致介绍了翻转课堂的基本过程,为翻转课堂提供了建设性意见。为进一步改进翻转课堂教学模型,文献[9]对 Robert Talbert 的翻转课堂教学模型进行优化得到了如图2所示的翻转课堂模型,该模型完善了翻转课堂教学模式过程中的细节,对采用翻转课堂教学模型的师生提供详细的建议,最终辅助教师优化视频制作,并为师生关系提供更加完善的指导,有利于提高课堂翻转的教学效果。从图1和图2所示的翻转课堂教学模型可以看出翻转课堂需要经过课前自主学习和课中复习两个阶段,从而增强学生学习的主动性和积极性。

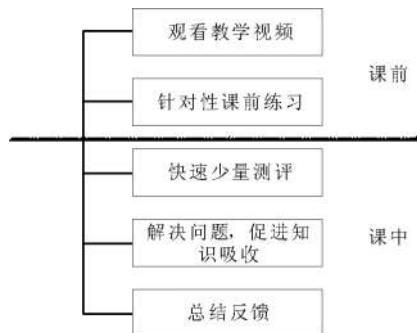


图1 Robert Talbert 翻转课堂模型

Figure 1 Reverse class model of Robert Talbert's

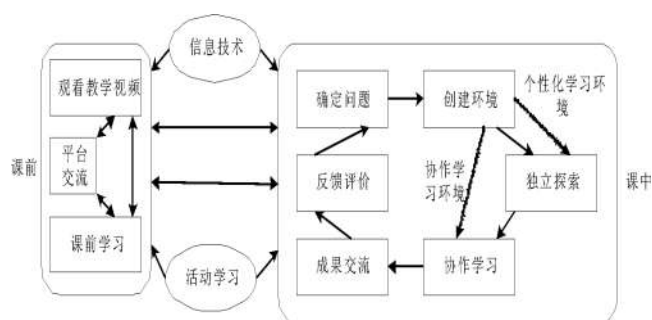


图2 文献[9]所提翻转课堂教学模型

Figure 2 Reverse class model in cultural^[9]

1.2 案例化教学概念

案例化教学具有不同的含义,其一是为了教学目标,在教师的指导下有学生选定具有代表性的典型案例,对问题进行具有针对性的分析、审理和讨论,作出判断的教学方法,该方法能够有效地提升学生的判断能力、决策能力和综合素质;第二是在教师的指导下,根据教学目标和内容需要,采用案例组织学生进行学习、研究和锻炼能力的方法;第三是通过具体的教育情景,引导学生对该情景进行讨论的教学方法,归纳起来案例化教学可以定义为在围绕教学目标,在教师的指导下,学生对呈现的典型案例进行分析讨论、归纳总结,从而培养学生思维能力的一种新型教学方法^[12]。

基于案例化教学的基础定义,案例化教学的实施过程包含了三个步骤:

第一是整理教学案例,由于课本中所涉及的案例通常是和相关知识点进行匹配,从而分布于课文的正文中,因此课本所涉及的案例通常零散,从而需要对案例进行收集和整合;

第二是对案例进行分析,归纳案例的相似性并寻找案例间的差异;

第三是对案例进行回顾与总结,并对学生的结论进行点评,以发挥学生的学习主动性和积极性。

由于案例化教学是通过一个或多个具有代表性的独立案例进行分析,让学生在案例的阅读、思考、分析和讨论的过程中培养出和自身习惯匹配的缜密的逻辑和思考方法,从而增强学生对相关问题的分析、解决和总结能力,从而提高学生的综合素质。案例化教学具有以下特点:

(1)目的明确,即让学生通过自身的努力对教学案例进行分析、归纳和总结,从而养成符合自身的逻辑思维习惯和解决问题的手段等;

(2)案例的客观性,即所涉及的案例是围绕教学

过程而设计的,与编辑者无关,而是让学生通过自身的努力对案例进行探索,得出属于自己的结论;

(3)综合性强,即通过教学案例的,让学生通过案例综合各方面内容的学习和深入理解,因此要求学生具有较强的基础知识,并且具有极强的问题分析能力、探索能力和决策能力。在启发学生进行对问题进行综合探讨,因此具有极强的实践性;

(4)过程的动态性。在教师的指导下,以学生为主体,并在教师的指导下让教师与学生、学生与学生、学生与团体之间的群体进行交往,从而能够动态地让学生探讨教学案例,最终形成多元化的结果。

2 翻转课堂在案例化教学中的应用

在翻转课堂模式下的案例化教学,为满足课程发展的需求,通常需要根据课程的发展需要,模拟完整的实践环境,然后设计相关的案例,然后根据案例的需求,由教师制作相关的教学视频,引导学生按照实例的过程逐步深入,直到最终完成实例的过程,在整合传统案例化教学和翻转课堂模型的基础上,本文研究翻转课堂在案例化教学中的应用。

如图3所示的翻转课堂模型在案例化教学中的应用模型,该模型直观的描述了翻转课堂教学模型在案例化教学中的应用流程,该模型包含课前教师准备阶段、学生课前学习阶段、课中学习阶段和课后教师总结归纳与案例细化阶段。

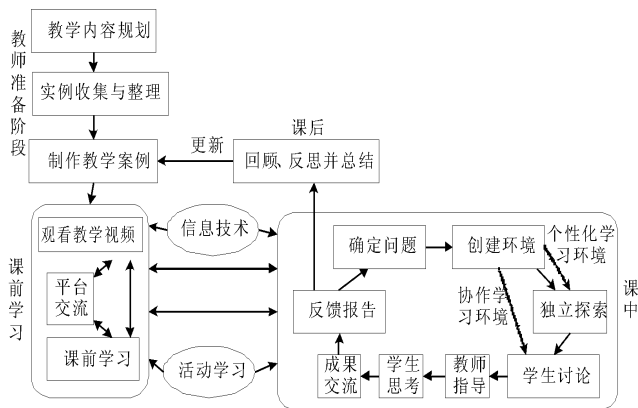


图3 翻转课堂在案例化教学中的应用模型

Figure 3 Application model of reverse class in case based study

2.1 教师准备阶段

课前教师准备阶段是老师收集、整理和制作案例等内容。案例化教学中,需要老师在课前根据教学内容的需要,规划学习内容,然后根据学习内容收集并

整理相关实例,最后整合实例,设计完整的教学案例的过程。

2.2 课前学习阶段

整理完整教学视频后,学生自主观看教学视频,对于一些特定的问题,通过教学平台进行探讨,在相互帮助的前提下完成知识点的学习。

2.3 课中探讨与思考阶段

学生在课前学习过程中,通常会与到一些难以解决的问题,为了更好的完成教学任务,在课堂中会根据视频内容提供相关练习,以增强学生对知识点的理解和掌握。

4 课后教师总结阶段

在课堂中,学生会提出不同的问题,学生将所提出问题进行处理,然后进行反馈,最后教师根据这些问题对案例进行更新,以及时满足学生复习的需要。

翻转课堂是一种和传统教学理念区别较大的教学方法,应用该方法能在一定程度上增强学生的学习积极性和主动性,有利于增强学生的综合素质,在案例化教学中采用翻转课堂模式具有以下有点:

(1)教学手段先进。目前学校主要采用的是传统教学模式,采取翻转课堂教学模式是一种相对较新的教学模式;

(2)教学质量提升。传统的教学模式中,学生学习知识点主要是在课堂中听教师讲授为主,然而这种教学模式往往由于学生学习的主动性限制,导致学生复习过程中面临一些难以理解的问题无法得到及时的指导;而采用案例化教学过程中,利用翻转课堂教学模式,有利于学生在课前主动学习,课后还能通过教学平台实现交流和沟通,在复习过程中,能够及时得到帮助,从而增强了教学效果,最终提升教学质量;

(3)增强学生学习积极性和主动性;传统的教学方式中,学生很难做到课前预习,而知识点的学习通常由教师在课堂中讲授实现;然而在翻转课堂模式中,学生需要在课前学习知识点,从而增强积极性和主动性;

(4)知识点的系统化;传统的教学过程中,课程的教学实例在知识点后,分别对应知识点设置,从而案例被分散到不同的章节,从而学生无法系统掌握所有知识点的应用;然而在案例化教学过程中,教师将案

例进行整合,通过在案例的教学过程中讲授知识点,从而在完成案例的过程中,了解知识点的应用;

(5)环境真实化;在案例教学模型中,需要模拟案例所涉及的工作环境,从而有利于使得学生在教学中按照工作所需进行知识点的理解和掌握,有利于通过模拟真实的教学环境,提升学生的学习能动性。

翻转课堂在案例化教学模型中,具有传统教学模式所不具有的优势,但也面临较大的挑战与不足:

(1)无论是 MIT、哈佛大学和耶鲁大学等世界名校,还是 MOOC 与网易云课堂等国内在线课程,都需要搭建相应的专业课程视频录制平台,因此需要投入较多的经费,若同时有多门课程采用翻转课堂教学模式,则会由于平台数量的限制无法实现翻转课堂模式;

(2)在教学过程中,由于学生自主学习知识点,同时所教授的学生人数较多,因此教师很难对学生的学习进度有效的掌握。

翻转课堂是一种新的教学方法,该方法强调学生的学习自主性,并在课堂内进行师生互动,有利于增强学生对问题的理解,从而增强学生的学习能力和动手能力。案例化教学是在根据教学内容,由教师整理教学实例,并引导学生根据实例完成知识点的学习过程。研究翻转课堂在案例化教学中的应用,有助于借助网络技术和计算机技术,有效地完成教学内容,并使得学生根据需要进行知识点的复习与理解,从而有

利于增强学生的综合素质。

参考文献:

- [1] ROGERS C R. Client-centered therapy; its current practice, implications, and theory[J]. Client-centered therapy: its current practice, implications and theory, 1965 (1): 134 - 136.
- [2] 何朝阳, 欧玉芳, 曹祁. 美国大学翻转课堂教学模式的启示[J]. 高等工程教育研究, 2014(2):148-151.
- [3] LAGE M J, PLATT G J, TREGLIA M. Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment [J]. The Journal of Economic Education, 2000, 31(1): 30-43.
- [4] MICHAELJ. Where's the evidence that active learning works [J]. Advances in Physiology Education, 2006, 30(4):159-159.
- [5] 张金磊, 王颖, 张宝辉. 翻转课堂教学模式研究[J]. 远程教育杂志, 2012, 30(4):46-51.
- [6] 刘汉龙, 王腾飞. 中国翻转课堂研究的现状与发展[J]. 软件导刊·教育技术, 2015(7):7-10.
- [7] 何克抗. 从“翻转课堂”的本质,看“翻转课堂”在我国的未来发展[J]. 电化教育研究, 2014 (7): 5-16.
- [8] TALBERT R. Inverting the Linear Algebra Classroom [J]. Primus Problems Resources & Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 2014, 24(5):361-374.
- [9] 王青梅, 赵革. 国内外案例教学法研究综述[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2009, 31(3): 7-11.

(责任编辑:冯起国)

The Application of Flipped Class in Case Based Studying

JIANG Yi, JIANG Ling, XIA Tingting

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

Abstract: With the development of education reform, education level is rapidly increased, to explore new teaching method and mode is imperative, which would change traditional role of teachers and students. Flipped class meet the requirement of current teaching environment, which would enhance the ability of teaching and generate new teaching methods, thus increased quality of education; and case based studying is a new teaching skill which is designed by the content that contains all related knowledge. The application of flipped class in case based study is discussed in this paper, and the advantages and disadvantages is analyzed, in order to provide constructive suggestions for the development of colleges and universities.

Key words: flipped class; case based teaching; quality oriented education

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.3 Vol.37, MAR., 2018

- PIM for Solving Multi-terms Time-space Fractional Equation WEI Guohua(1)
- Three Equivalence Relations of Matrices and Its Classifications HUANG Shuliang(7)
- Making Suitability Research on Beidou Summer Tea LI Yuanhua, WANG Yan, CHEN Xuejin (10)
- A Study on the Brewing Technique of Wuyi Rock Tea-flower Yellow Rice Wine
..... YANG Yuhua, ZHANG Jing, ZHENG Baodong, LI Dating, WANG Feiquan(18)
- Mycorrhizal Microstructure of *Cymbidium Kanran* and Its Mycorrhizal Fungi Isolation and Identification
..... LI Guoping, YANG Lusheng, LI Juan(23)
- A Method for Inducing Sporulation of *Calonectria Pseudoreteauidii* YA51 Pathogen from *Eucalyptus*
..... GUO Mengmeng, DING Yi, YANG Zehui, ZHANG Qinghua, FENG Lizhen, SONG Zhang(29)
- A Study on the Constructive Strategy of Sports Tourism Economic Chain under the Background of Fujian Free Trade Zone
——Taking Fuzhou, Pingtan and Xiamen of the Fujian Free Trade Zone as an Example LI Jiapeng(34)
- Application of Webservice Technology in the Development of Electronic Guide System for Ancient Trees and
Famous Trees LIN Zhipeng(41)
- Study on the Dynamic Relationship Between Farmers' Consumption Demand and Rural Financial Development in
Fujian Province LIU Sidi(47)
- DHCP IP Allocation Based on Concurrent Closed Queuing Information Algorithm in Campus Network
..... YU Jian, LIU Sun Fa(53)
- Research on Operation Mode of U-RT and UJI Two Kinds of Library Robot System ZHUANG Xinhui (58)
- Development of *Pinus elliotii* Volume Growth Rate Table NI Weixing(63)
- Study on Forest Health Evaluation of Yong'an City CHANG Ze, CHEN Changxiong, LUO Jieming(69)
- Risk Evaluation of Construction Stage of Green Building Based on AHP and Risk Matrix Method LIU Jin(74)
- The Application of BIM Technology in the Architectural Construction and Recognition Chart Course
..... GAO Tingting(78)
- Analysis and Research After the 10th Structural Design Competition for College in Fujian
..... FAN Weiqin, ZENG Wuhua, ZHANG Hongzhang(82)
- Constructing Talents Training Mode with Applied Abilities of Bioengineering in Regional Four-year Colleges
..... JIA Xiaoli, ZHANG Chuanhai, HU Yongle(87)
- Teaching Reform Analysis of Food Mechanical Engineering Drawing and CAD
..... HAN Fangkai, ZHANG Dongjing, ZHAI Kefeng, WANG Shixiong, XU Lisheng, ZHANG Xingtao, GAO Guizhen (91)
- Reform Effects and Proposals of Food Chemistry Experiment course ZHANG Tingting(95)
- Teaching Reform and Practice of the Introduction to the Internet of Things for Application-Oriented
Undergraduate Colleges PAN JunHong, YU WenSen (98)
- Research of the Practice Teaching System of Computer Professional Service Industry
..... LIAN Yanping, WU Wei, WEI Yi(102)
- The Application of Flipped Class in Case Based Studying JIANG Yi, JIANG Ling, XIA Tingting(106)