

目 次

Stancu 型 q -Bernstein-Durrmeyer 算子的逼近性质
..... 任美英 (1)

可负载纳米金颗粒的 PS-*b*-PEO 有序多空孔膜的制备与
表征 王兆礼, 江慧华, 赵升云, 龚新怀 (5)

SiO₂·*n*H₂O-AHMT 高效净化甲醛功能材料的开发与应用
..... 魏常锦, 张丽红, 叶飞, 杨盛松, 杨智香, 刘佳铭 (10)

武夷山不同区位常见茶园茶叶功能性状研究
..... 江兴友 (16)

农业非点源氮磷流失风险评估的研究
..... 叶宏萌, 袁旭音, 林 皓 (22)

关于退市制度下我国 ST 公司信息披露问题的思考
..... 杨凯洪, 卿 松 (28)

影响房地产价格因素的区域实证分析
——以新疆省为例
..... 赵鹏霞, 王合玲 (34)

广东省区域宏观税负差异特征分析与测算
——基于泰尔指数分析法
..... 刘 婵 (38)

S 商品房项目挣值管理成本控制研究
..... 邹灵涵 (46)

合并单元测试仪同步功能的设计与应用
..... 吕念芝 (52)

基于二维小波变换的图像二值化方法
..... 林玉容, 陈美龙 (58)

EPC 物联网的中药材追溯编码技术研究
..... 盛 魁, 马 健 (62)

武夷学院学报



国际标准连续出版物号: ISSN 1674-2109

国内统一连续出版物号: CN 35-1293/G4

第 38 卷 总第 179 期

2019 年 第 9 期(月刊)

编辑委员会

顾 问: 付贤智 黄汉升 兰思仁
杨江帆 李宝银

主 任: 吴承祯

副 主 任: 郑细鸣

编 委: (以姓氏笔画为序)

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

编辑部

主 编: 吴承祯

副 主 编: 郑细鸣 沈慧芳 陈 果

责任编辑: 叶丽娜 冯起国 白 琳

夏婷婷 苏娟娟 聂传朋

张文静

英文审译: 魏景春

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY



桩长径比对建筑单桩承载性能影响分析
 蔡雪霁, 颜玲月, 黄凌君, 沈永炎 (67)

鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度变化的 CT 分析
 叶旻斐 (72)

“健康中国”视域下夜跑运动安全问题及策略研究
 任学锋, 陈焕伟 (80)

深化产教融合培养应用型人才的举措探讨
 胡家朋, 赵升云, 范荣玉, 张传海,
 徐颖惠, 陈培珍, 林皓, 李灵, 赵璠云, 林维晟, 张敏 (83)

以共享模式指导机械类专业学科竞赛培养创新人才
 林 铮, 林 权, 刘其南 (88)

“六步教学法”在 MATLAB 课程中的应用
 ——以武夷学院为例
 夏婷婷, 蒋 艺, 江 玲 (92)

应用技术型高校学生“双创”能力的精准提升
 ——基于结构方程模型的实证分析
 丘 甜, 华伟平, 梁丽萍 (96)

食品科学与工程专业有机化学课程教学改革探索
 ——以武夷学院为例
 黄 艳, 洪永聪, 马春华, 杨宇华 (101)

电路分析中受控源处理方法解析
 党丽琴, 孙 玮 (105)

Stancu 型 q -Bernstein-Durrmeyer 算子的逼近性质

任美英

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要: 基于 q -整数概念, 引进一类 Stancu 型 q -Bernstein-Durrmeyer 算子, 研究了该算子列的一些逼近性质。得到了算子列的一个 Korovkin 型收敛定理, 并给出了算子列收敛速度的一些估计。

关键词: Stancu 型 q -Bernstein-Durrmeyer 算子; q -整数; 连续模; 收敛性

中图分类号: O174 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2019)09-0001-04

自 1997 年 Phillips^[1]引进 q -Bernstein 算子以来, 基于 q -整数概念的 q -微积分在逼近论中的应用引起了人们的极大关注, 成为了逼近论方向的一个研究热点, 很多这方面的专家学者致力于该领域的研究, 得到了许多重要的结论, 如文献[1-6]。2012 年, 任美英^[7]基于 q -整数概念引进并研究了如下 q -Bernstein-Durrmeyer 型算子:

$$M_{n,q}^Q(f;x) = f(0)p_{n,0}(q;x) + f(1)p_{n,n}(q;x) + \sum_{k=1}^{n-1} p_{n,k}(q;x) \int_0^1 \mu_{n,k}^Q(t) f(t) dt, \quad (1)$$

其中 $f \in C[0,1], x \in [0,1], 0 < q < 1, Q > 0, n \in \mathbf{N}$,

$$p_{n,k}(q;x) := \binom{n}{k}_q x^k (1-x)_{q}^{n-k}. \text{ 对 } 1 \leq k \leq n-1,$$

$$\mu_{n,k}^Q(t) = \frac{t^{Q[k]_q-1} (1-t)^{Q([n]_q-[k]_q)-1}}{B(Q[k]_q, Q([n]_q-[k]_q))},$$

$$B(x,y) = \int_0^1 t^{x-1} (1-t)^{y-1} dt (x,y > 0) \text{ 是 Euler Beta 函数。}$$

基于上述 q -Bernstein-Durrmeyer 型算子, 引进一

类 Stancu 型 q -Bernstein-Durrmeyer 算子, 并研究该算子列的若干逼近性质。

首先, 我们介绍来自 q -微积分理论[8-9]的若干 q -整数概念和记号。

让 $q > 0$, 对非负整数 k, q -整数 $[k]_q$ 和 q -阶乘 $[k]_q!$ 分别定义为:

$$[k]_q := \begin{cases} \frac{1-q^k}{1-q} & q \neq 1, \\ k, & q = 1 \end{cases}$$

$$\text{和 } [k]_q! := \begin{cases} [k]_q [k-1]_q \cdots [1]_q, & k \geq 1, \\ 1 & k = 0. \end{cases}$$

让 $q > 0$, 对非负整数 $n, k, n \geq k, q$ -二项式系数定义为:

$$\binom{n}{k}_q := \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}.$$

让 $q > 0$, 对非负整数 $n, (x-a)^n$ 的 q -模拟 $(x-a)_q^n$ 定义为:

$$(x-a)_q^n := \begin{cases} 1, & n=0, \\ (x-a)(x-qa) \cdots (x-q^{n-1}a), & n \geq 1. \end{cases}$$

构造 Stancu 型 q -Bernstein-Durrmeyer 算子如下:

$$M_{n,q}^{(Q,\alpha,\beta)}(f;x) = f\left(\frac{\alpha}{[n]_q+\beta}\right) p_{n,0}(q;x) + f\left(\frac{[n]_q+\alpha}{[n]_q+\beta}\right) p_{n,n}(q;x) + \sum_{k=1}^{n-1} p_{n,k}(q;x) \int_0^1 \mu_{n,k}^Q(t) f\left(\frac{[n]_q t + \alpha}{[n]_q + \beta}\right) dt, \quad (2)$$

收稿日期: 2018-08-16

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(2018J01428)。

作者简介: 任美英(1965-), 女, 汉族, 教授, 主要从事函数逼近论研究。

其中 $f, x, n, q, Q, p_{n,k}(q; x), \mu_{n,k}^Q(t)$ 如上(1)式所述, α, β 是两个实参数, 且满足 $0 \leq \alpha \leq \beta$ 。

注 1: $\alpha = \beta = 0$ 时, (2)式退化为(1)式。

注 2: 正常数 C 与 f, n, x, q 无关, 出现的地方不同, 表示的数值可能不同; 若 $f \in C[0, 1]$, 记

$$\|f\| = \max\{|f(x)|; x \in [0, 1]\}。$$

1 几个引理

为了研究的需要, 引入几个辅助结论。

引理 1.1^[7] 对 $M_{n,q}^Q(t^s; x), s=0, 1, 2$, 我们有

1. $M_{n,q}^Q(1; x) = 1;$
2. $M_{n,q}^Q(t; x) = x;$
3. $M_{n,q}^Q(t^2; x) = \frac{(1+Q)x}{1+Q[n]_q} + \frac{qQ[n-1]_q x^2}{1+Q[n]_q}。$

引理 1.2 对 $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t^i; x), i=0, 1, 2$, 有

1. $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(1; x) = 1;$
2. $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t; x) = \frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta};$
3. $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t^2; x) = \frac{[n]_q}{[n]_q + \beta} \left(\frac{(1+Q)x}{1+Q[n]_q} + \frac{qQ[n-1]_q x^2}{1+Q[n]_q} \right) + \frac{2[n]_q \alpha x}{([n]_q + \beta)^2} + \frac{\alpha^2}{([n]_q + \beta)^2}。$

证明 由(1)、(2)式知, 对非负整数 m , 有

$$M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t^m; x) = \sum_{j=0}^m \binom{m}{j} \frac{[n]_q^j \alpha^{m-j}}{([n]_q + \beta)^m} M_{n,q}^Q(t^j; x),$$

因此, 由引理 1.1 可知, 所述的结论正确。

引理 1.3 对算子 $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x)$, 有

1. $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t-x; x) = \frac{\alpha - \beta x}{[n]_q + \beta};$
2. $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}((t-x)^2; x) \leq \frac{1+Q}{1+Q[n]_q} x(1-x) + \left(\frac{\beta + \alpha}{[n]_q + \beta}\right)^2。$

证明 因为

$$\begin{aligned} M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t-x; x) &= M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t; x) - x M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(1; x); \\ M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}((t-x)^2; x) &= M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t^2; x) - 2x M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t; x) + x^2 M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(1; x)。 \end{aligned}$$

从而根据 $[n]_q = 1 + q[n-1]_q$ 和引理 1.2, 并注意到 $x \in [0, 1]$, 易得所述结论。

引理 1.4 对算子 $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x)$, 我们有

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) \right| \leq \|f\|。$$

证明 由(2)式给出的定义和引理 1.2, 我们有

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) \right| \leq \|f\| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(1; x) = \|f\|, \text{引理证毕。}$$

让 $W^2 = \{g \in C[0, 1]; g', g'' \in C[0, 1], \delta > 0, f \in C[0, 1], \text{Peetre's K-泛函定义为:}$

$$K_2(f, \delta) = \inf\{\|f-g\| + \delta \|g''\|; g \in W^2\}。$$

设 $\delta > 0, f \in C[0, 1]$, f 的二阶光滑模和一阶连续模分别定义为:

$$\begin{aligned} \omega_2(f; \sqrt{\delta}) &= \sup_{0 < h \leq \sqrt{\delta}} \sup_{x, x+2h \in [0, 1]} |f(x+2h) - 2f(x+h) + f(x)|, \\ \omega(f; \delta) &= \sup_{0 < h \leq \delta} \sup_{x, x+h \in [0, 1]} |f(x+h) - f(x)|。 \end{aligned}$$

根据一阶连续模的性质, 对 $f \in C[0, 1]$, 有

$$\lim_{\delta \rightarrow 0^+} \omega(f; \delta) = 0。$$

引理 1.5^[10] 若 $f \in C[0, 1]$, 则 $K_2(f, \delta) \leq C \omega_2(f; \sqrt{\delta})$, 其中 C 是一个正常数。

2 主要结论

定理 2.1 设 $f \in C[0, 1], q_n \in (0, 1)$, 则序列 $\{M_{n,q_n}^{(Q, \alpha, \beta)}(f)\}$ 在 $[0, 1]$ 上一致收敛于 f 当且仅当 $\lim_{n \rightarrow \infty} q_n = 1$ 。

证明 如果 $q_n \in (0, 1)$ 且 $\lim_{n \rightarrow \infty} q_n = 1$, 由文献[11]知, 当 $n \rightarrow \infty$ 时, 有 $[n]_{q_n} \rightarrow \infty$ 。从而, 由引理 1.2 可知, 对 $e_s(x) = x^s, s=0, 1, 2$, 我们有 $\lim_{n \rightarrow \infty} \|M_{n,q_n}^{(Q, \alpha, \beta)}(e_s; \cdot) - e_s\| = 0$ 。由著名的 Bohman-korovkin 定理^[12], 我们得到 $\{M_{n,q_n}^{(Q, \alpha, \beta)}(f)\}$ 在 $[0, 1]$ 上一致收敛于 f 。

另一方面, 若序列 $\{M_{n,q_n}^{(Q, \alpha, \beta)}(f)\}$ 在 $[0, 1]$ 上一致收敛于 f , 则 $\lim_{n \rightarrow \infty} q_n = 1$ 。事实上, 若不然, 注意到 $q_n \in (0, 1)$, 则必存在一个子列 $\{q_{n_k}\}$, 使得 $q_{n_k} \in (0, 1)$ 且

$$\lim_{k \rightarrow \infty} q_{n_k} = q_0 \in [0, 1), \text{这样} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{[n_k]_{q_{n_k}}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1 - q_{n_k}}{1 - (q_{n_k})^{n_k}} = 1 - q_0。$$

从而, 结合引理 1.3, 有

$$\lim_{k \rightarrow \infty} (M^{(Q, \alpha, \beta)}(t; x) - x) = \lim_{k \rightarrow \infty} (M^{(Q, \alpha, \beta)}(t-x; x)) \\ = \frac{(\alpha - \beta x)(1 - q_0)}{1 + \beta(1 - q_0)}.$$

这表明序列 $\{M^{(Q, \alpha, \beta)}(t; x)\}$ 在 $[0, 1]$ 上非一致收敛于 x , 与已知矛盾. 因此 $\lim_{n \rightarrow \infty} q_n = 1$, 定理证毕.

定理 2.2 对算子 $M^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x)$, 必存在某个常数 $C > 0$, 使得

$$\left| M^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq C\omega_2\left(f; \frac{\delta_n}{\sqrt{2}}\right) + \omega(f, \delta_n),$$

$$\text{其中 } \delta_n = \sqrt{\frac{1+Q}{4(1+Q[n]_q)} + \left(\frac{\beta+\alpha}{[n]_q+\beta}\right)^2}.$$

证明 定义算子

$$\widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) = M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f\left(\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta}\right) + f(x), \quad (3)$$

其中 $f, x, n, q, Q, \alpha, \beta$ 如上(1)式所述, 则由引理 1.2 知, $\widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(1; x) = 1, \widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(t; x) = x$. 让 $g \in W^2$, 对 $t, x \in [0, 1]$, 由泰勒公式知

$$g(t) = g(x) + (t-x)g'(x) + \int_x^t (t-u)g''(u)du.$$

因此, 我们有

$$\widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(g; x) - g(x) = \widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}\left(\int_x^t (t-u)g''(u)du; x\right).$$

于是, 由(3)式可得

$$\left| \widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(g; x) - g(x) \right| \leq \\ \left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}\left(\int_x^t (t-u)g''(u)du; x\right) + \right. \\ \left. \left| \int_x^{\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta}} \left(\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta} - u\right)g''(u)du \right| \leq \right. \\ M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}\left(\left|\int_x^t |t-u|g''(u)|du\right|; x\right) + \\ \left|\int_x^{\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta}} \left|\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta} - u\right|g''(u)|du\right| \leq \\ \left[M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}((t-x)^2; x) + \left(\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta} - x\right)^2\right] \|g''\|,$$

由引理 1.3 知, 对 $x \in [0, 1]$, 有 $M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}((t-x)^2; x) \leq \delta_n^2$,

$$\left(\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta} - x\right)^2 \leq \left(\frac{\alpha + \beta}{[n]_q + \beta}\right)^2 \leq \delta_n^2, \text{ 所以}$$

$$\left| \widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(g; x) - g(x) \right| \leq 2\delta_n^2 \|g''\|.$$

另一方面, 由(3)式及引理 1.4 知,

$$\widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) \leq M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) + 2\|f\| \leq 3\|f\|, \text{ 所以}$$

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq \\ \left| \widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f-g; x) \right| + \left| \widetilde{M}_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(g; x) - g(x) \right| + \\ \left| g(x) - f(x) \right| + \left| f\left(\frac{[n]_q x + \alpha}{[n]_q + \beta}\right) - f(x) \right| \leq \\ 4\|f-g\| + 2\delta_n^2 \|g''\| + \omega(f, \delta_n).$$

对上式右边关于 $g \in W^2$ 取下确界, 由 Peetre's K -泛函定义可得

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq 4K_2\left(f; \frac{\delta_n}{2}\right) + \omega(f, \delta_n), \text{ 从而由引理} \\ 1.5 \text{ 知, } \left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq C\omega_2\left(f; \frac{\delta_n}{2}\right) + \omega(f, \delta_n), \text{ 定}$$

理证毕.

定理 2.3 设 $q \in (0, 1), f \in C[0, 1], x \in [0, 1]$, 则

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq 2\omega(f, \delta_n), \text{ 其中 } \delta_n \text{ 如定理 2.2 中} \\ \text{所述.}$$

证明 由引理 1.2, 可得 $\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| =$

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f(t) - f(x); x) \right| \leq M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(|f(t) - f(x)|; x). \text{ 因} \\ \text{为对 } \forall t, x \in [0, 1] \text{ 和 } \forall \delta > 0, \text{ 我们有 } |f(t) - f(x)| \leq (1 + \delta^{-2} \\ (t-x)^2)\omega(f, \delta), \text{ 因此,}$$

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq \\ \left[M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(1; x) + \delta^{-2} M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}((t-x)^2; x) \right] \omega(f, \delta).$$

从而, 由引理 1.2 和引理 1.3, 并注意到

$$\max_{x \in [0, 1]} x(1-x) = \frac{1}{4}, \text{ 可得}$$

$$\left| M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; x) - f(x) \right| \leq (1 + \delta^{-2}\delta_n^2)\omega(f, \delta),$$

取 $\delta = \delta_n$, 则得到所需的结论.

推论 2.1 让 $M > 0, 0 < \gamma \leq 1$. 若在 $[0, 1]$ 上 $f \in \text{Lip}_M^\gamma$,

则 $\|M_{n,q}^{(Q, \alpha, \beta)}(f; \cdot) - f\| \leq 2M\delta_n^\gamma$, 其中 δ_n 如定理 2.2 中所述.

证明 设在 $[0, 1]$ 上 $f \in \text{Lip}_M^\gamma (M > 0, 0 < \gamma \leq 1)$, 则 f 在 $[0, 1]$ 上连续. 因为对 $\forall \delta > 0, f \in \text{Lip}_M^\gamma$ 等价于 $\omega(f, \delta) \leq$

$M\delta_n^\gamma$, 因此, 对 $\forall x \in [0,1]$, 根据定理 2.3, 可得

$$\left| M_{n,q}^{(Q,\alpha,\beta)}(f;x) - f(x) \right| \leq 2M\delta_n^\gamma, \text{ 这蕴含推论证毕。}$$

参考文献:

[1] PHILIPS G M. Bernstein polynomials based on the q -integers [J]. Ann. Numer. math., 1997, 4:511-518.

[2] GUPTA V, FINTA Z . On certain q -Durrmeyer type operators [J]. Appl. Math. Comput., 2009,209(2): 415-420.

[3] ̈RKÜ M, DOGRU O. q -Szász-Mirakyan-Kantorovich type operators preserving some test functions[J]. Appl. Math. Lett., 2011, 24(9): 1588-1593.

[4] MISHRA V N, KHATRI K, MISHRA L N. Statistical approximation by Kantorovich-type discrete q -Beta operators [J]. Adv. Differ. Equ-NY., 2013, 345(1): 1-15.

[5] ACU A M, MURARU C V. Approximation properties of bivariate extension of q -bernstein-schurer-kantorovich operators[J]. Results Math., 2015, 67(3/4): 265-279.

[6] BAXHAKU B, AGRAWAL P N. Degree of approximation for bivariate extension of chlodowsky-type q -bernstein-stancu-kantorovich operators [J]. Appl. Math. Comput., 2017, 306: 56-72.

[7] 任美英. q -Bernstein-Durrmeyer 型算子的逼近性质[J].模糊系统与数学, 2012, 26 (5): 107-112.

[8] KAC V G, CHEUNG P. Quantum Calculus [M]. New York: Springer-Verlag, 2002.

[9] GASPER G, RAHMAN M. Basic Hypergeometric Series [M]// Encyclopedia of Mathematics and its applications, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

[10] DEVORE R A, LORENTZ G G. Constructive Approximation [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1993.

[11] VIDENSKII V S . On q -Bernstein polynomials and related positive linear operators (in Russian) [J].Problems of Modern Mathematics and Mathematical Education, St.-Petersburg, 2004, 118-126.

[12] 陈文忠.算子逼近论[M].厦门:厦门大学出版社, 1989.

(责任编辑:陈 果)

Approximation Properties of the Stancu Type q -Bernstein Durrmeyer Operators

REN Meiyong

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

Abstract: Based on the concept of q -integer, a kind of Stancu type q -Bernstein Durrmeyer type operators is introduced, and some approximate properties of the operators are studied. A convergence theorem of Korovkin type is established. Some estimations for the rate of convergence are given.

Key words: Stancu type q -Bernstein Durrmeyer operators; q -integer; modulus of continuity; convergence

可负载纳米金颗粒的 PS-b-PEO 有序多空孔膜的制备与表征

王兆礼, 江慧华, 赵升云, 龚新怀

(福建省生态产业绿色技术重点实验室, 闽北竹产业公共技术创新服务平台, 武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:采用实验室合成的结点处带有三硫酯基团的嵌段共聚物 PS-b-PEO 为原料,通过水滴模板法制备得到六方排列的蜂窝状有序多孔膜。比较不同溶剂,四氢呋喃(THF)、二氯甲烷(CH_2Cl_2)、氯仿(CHCl_3)、二硫化碳(CS_2),对有序多孔膜的影响。采用 NaBH_4 处理有序多孔膜,是使有序多孔膜孔的边缘出现可与金相互作用的巯基,之后通过原位制备纳米金的方法,将纳米金颗粒负载到多孔膜孔的边缘,实现纳米金颗粒的有序排列。

关键词:三硫酯;PS-b-PEO;嵌段共聚物;蜂窝状有序多孔膜; NaBH_4 纳米金

中图分类号:TB383.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0005-05

水滴模板法制备有序多孔膜^[1]是在 1994 年 Francois 等^[2]提出来的,该方法是利用湿度比较大的气流吹过聚合物溶液表面,溶剂挥发而制备得到的蜂窝结构排列的多孔膜。聚合物溶液中溶剂挥发造成聚合物溶液表面温度降低,气流中的水蒸气凝结成水滴落在聚合物溶液中,由于对流作用和毛细力的原因这些水滴排列到聚合物溶液的表面。水滴凝结到溶液表面之后,透明的聚合物溶液变得不再透明。聚合物溶液中溶剂挥发之后,水滴起到模板的作用,之后水滴再挥发就得到六方排列的蜂窝状有序多孔膜。因此水滴的大小就直接决定了有序多孔膜孔径的大小,这样就很容易通过以下几个参数来调节有序多孔膜的尺寸:聚合物溶液的浓度,聚合物的结构,聚合物的分子量及浇注条件。目前文献中报道的利用水滴模板法制备得到的有序多孔膜的孔径尺寸通常在 50 nm 到 20 μm

之间^[1]。

功能性纳米颗粒的自组装是一种控制纳米器件的结构,光性能和电性能的一种新方法,这种方法可以通过控制纳米颗粒的内部核颗粒尺寸^[3-7]以及纳米颗粒所负载在的配体^[8]来实现对纳米器件的结构和光电性能的调控。这些组装后的纳米颗粒的性能与单个的纳米颗粒相比,其性能明显不同。例如,这些自组装的纳米颗粒具有独特的尺寸依赖性的光性能、电性能和催化性能,这就使得这些自组装的纳米颗粒在光材料、表面增强拉曼散射材料、化学和生物传感器及催化等领域有很好的应用前景。制备周期性排列的纳米颗粒结构的早期工作涉及多步过程过程,通常要用纳米颗粒涂覆的格子结构材料做模板来将纳米颗粒组装成二维或三维超结构材料^[9,10]。因此开发简单廉价的新方法来获得微米和纳米尺寸的纳米颗粒自组装,就成为很多领域亟待解决的问题^[11]。

最近,已经有一些学者报道了不同的方法来实现负载有金属纳米颗粒的胶束自组装成各种非六方的有序结构,如带状^[12],孔膜^[13],网络^[14],还有环形结构等^[15]。此外,Stowell 和 Korgel 等^[16]通过 Marangoni 不稳定作用来将金属纳米颗粒自组装成规则的蜂窝状有序排

收稿日期:2019-03-18

基金项目:福建省科技厅引导性项目(2016H0031);福建省教育厅项目(JAT160503);南平市科技计划产业支撑项目(N2015H02)。

作者简介:王兆礼(1981-),男,汉族,讲师,主要从事复合材料方面的研究。

列的多孔膜。在溶剂挥发^[17]条件下不同的不稳定机理可能形成相似的排列,例如(spinodal-)dewetting^[18, 19],热毛细效应^[20-22]还有表面张力驱动现象^[23],但是很难通过这些不稳定机理实现对形貌和排列尺寸的控制^[18, 24]。

首先利用水滴模板法,利用实验室合成的结点处带有三硫酯集团 PS-b-PEO 嵌段共聚物制备得到六方排列的有序多孔膜,然后,我们用 NaBH₄ 的水溶液对制备得到的有序多孔膜进行处理,将三硫酯基团还原成巯基,最后利用硫元素与纳米金之间的相互作用将纳米金颗粒负载到蜂窝状排列的有序多孔膜。为纳米颗粒的排列提供了一种新方法,且该方法可以很容易扩展到利用其它材料来实现纳米金的固定排列。

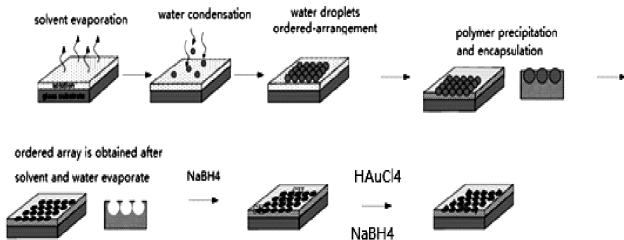


图1 制备可负载纳米金的 PS-b-PEO 有序多孔膜的路线
Fig.1 Route to prepare PS-b-PEO honeycomb membrane attached with gold nanoparticles

1 实验部分

1.1 材料

PS-b-PEO,实验室合成;PET片材,东莞市大塑胶有限公司;四氢呋喃(THF),杭州双林化工试剂厂,分析纯;二氯甲烷(CH₂Cl₂),杭州双林化工试剂厂,分析纯;氯仿(CHCl₃),国药集团化学试剂有限公司,分析纯;二硫化碳(CS₂),上海试四赫维化工有限公司,分析纯;硼氢化钠(NaBH₄)南京化学试剂股份有限公司;四氯金酸(HAuCl₄)百灵威科技。

1.2 实验方法

水滴模板法制备有序多孔膜:有序多孔膜由水滴模板法制备得到,所用装置如图2所示。首先配制不同浓度的 PS-b-PEO 嵌段共聚物二硫化碳溶液,每次吹膜时首先取 100 μL 嵌段共聚物二硫化碳溶液滴在 PET 片上,让 3 L/min 的潮湿气流在其表面吹过。气流

的湿度维持在 80%以上。待溶剂挥发溶液固化聚合物成膜之后,在室温下干燥。水滴模板法用的实验装置如图2所示。

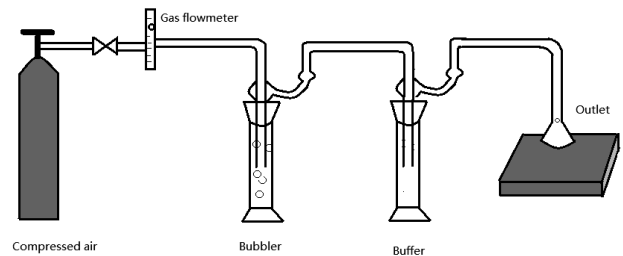


图2 水滴模板法的实验装置

Fig.2 Schematic illustration of the experiment setup for airflow technique

NaBH₄ 处理有序多孔膜:将制备好的有序多孔膜浸入 NaBH₄/H₂O 溶液中 24 h,然后用去离子水冲洗 10 次以上以去除吸附的 NaBH₄。之后,将蜂窝膜放置真空烘箱中在室温下干燥。

纳米金在有序多孔膜上的有序排列:为了实现纳米金在有序多孔膜上的有序排列我们使用的方法是,先用 NaBH₄/H₂O 溶液处理有序多孔膜,之后在有序多孔膜浸入的情况下,向 HAuCl₄ 的水溶液中按 2:1 的比例缓慢滴加 NaBH₄/H₂O 溶液制备纳米金,使得纳米金直接吸附到有序多孔膜的表面。24 h 之后,取出有序多孔膜,用去离子水多次冲洗,然后用氮气吹干。纳米金颗粒负载有序多孔膜的制备工艺如图1所示。

1.3 测试

扫描电镜(SEM):采用扫描电镜(FESEM, Sirion-100, FEI)用来观察样品的表面形貌,如果是用二次电子背散射的方法测试,样品不需要喷金,如果不是背散射的测试方法测试,样品需要用 ion sputter JFC-1100 进行喷金处理。

原子力显微镜(AFM):在轻敲模式(tapping mode)下,以 2 Hz 的扫描速度操作。使用的探针是 Si₃N₄,扫描速率为 0.5~2 Hz。每个样品至少扫描 30 张图像。原子力显微镜图像在 SPA 400/SPI3800N (Seiko instruments Inc., Japan)原子力显微镜上得到。从 AFM 界面图中可得到表征嵌段共聚物薄膜结构的参数,如薄膜周期性长度和宽度,这些参数直接从截面图中统计得到。为确保数据的可信性,从不同区域获取至少 10 个

数据取其平均值,并给出标准偏差。

2 结果与讨论

2.1 溶剂性能对蜂窝膜形貌的影响

首先,我们研究了不同溶剂对蜂窝状有序多孔膜形貌的影响,将 PS-b-PEO 嵌段共聚物溶解在四种不同的溶剂中,四氢呋喃(THF),二氯甲烷(CH_2Cl_2),氯仿(CHCl_3),二硫化碳(CS_2),配制成浓度为 5% 的溶液,然后在同样的实验条件下,水滴膜板法制备有序多孔膜。图 3 给出了不同溶剂溶液制备得到的有序多孔膜结果。由图 3 可以看出,用 CS_2 做溶剂可以制备得到规整排列的蜂窝状有序多孔膜。在同样的条件下,用 THF, CH_2Cl_2 , CHCl_3 通过水滴膜板法制备蜂窝状有序多孔膜都没有成功。如早期文献报道^[25],溶剂挥发速率还有液滴之间的相互作用是制备蜂窝状排列的有序多孔膜的关键因素。由于挥发速率主要取决于溶液的蒸气压还有溶剂的分子量,通常较高的蒸气压和较低的分子量会造成较快的溶剂挥发速率。表 1 给出了不同溶剂的各种信息。由表 1 可以看出, CS_2 挥发得最快,其次是 THF。由于 PEO 亲水链段的存在,较慢的溶剂挥发速率就使得 PEO 链段有时间来吸收水滴中的水分,这样使用较慢挥发速率的 CH_2Cl_2 和 CHCl_3 就会因为 PEO 链段吸水而不能得到规整结构的蜂窝状结构有序多孔膜。而水可以和四氢呋喃混溶,这样在用四氢呋喃做溶剂的时候,水滴就进入到 PS-b-PEO/THF 溶液中,聚合物也很快溶解到 THF 中,因此在水和 THF 挥发完全之后没有得到蜂窝状结构有序多孔膜。二硫化碳溶剂因挥发速率特别快,与水又不能互溶,结构果用 CS_2 做溶剂时可以得到规整排列的蜂窝状结构有序多孔膜。

表 1 使用过的溶剂的物理性能(20°C)

	°C			
Solvents	THF	CS_2	CH_2Cl_2	CHCl_3
Vapor Pressure(kPa)	23.46(25°C)	39.24	47	21.28
Molecular Weight	72	76	85	119

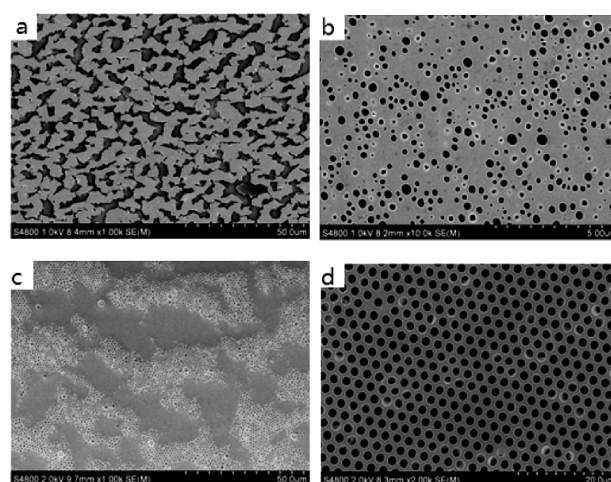


图 3 不同溶剂制备有序多孔膜的形貌:a) THF, b) CH_2Cl_2 , c) CHCl_3 , d) CS_2 ; 3 mg/mL PS-b-PEO; 3 L/min 气流速度
Fig.3 FESEM images of the porous films prepared from 3 mg/mL PS-b-PEO solution of different solvents under 3 L/min air-flow: a) THF, b) CH_2Cl_2 , c) CHCl_3 , d) CS_2

2.2 嵌段共聚物有序多孔膜先用 NaBH_4 处理再负载纳米金

图 4 给出了 NaBH_4 还原前后 PS-b-PEO 有序多孔膜的 SEM 结果。从实验结果来看,经过 $\text{NaBH}_4/\text{H}_2\text{O}$ 处理,有序多孔膜的孔径变大。原因应该是经过 NaBH_4 处理,三硫酯键被还原,而聚集在多孔膜边缘部分的部分 PEO 因为三硫酯键的还原而断裂后溶解在水溶液中,因而造成有序多孔膜孔径变大。同时由于有序多孔膜中 PEO 段吸水而造成整个多孔膜的形貌发生变化。

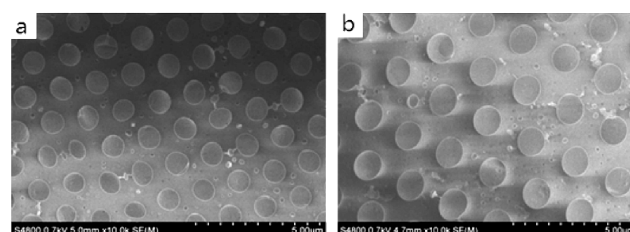


图 4 NaBH_4 处理有序多孔膜前后的形貌:
a) 处理前, b) 处理后

Fig.4 Casting PS-b-PEO/ CS_2 and then reduce the film with NaBH_4 to get honeycomb membrane with thiol group
a) before reduction, b) after reduction

图 5 表征了吸附上纳米金之后的多孔膜。从原子力结果来看,高度图在孔的边缘高度有明显的变化,从相图的结果来看在孔的边缘相角也有很大的波动,

应该是孔壁的边缘吸附有纳米金的结果造成了这种现象。但是在多孔膜的其它地方也发现有纳米金吸附上去的显现。也就是说这种发放的结果是孔壁边缘有部分纳米金吸附自组装的明显迹象,但是纳米金在膜的其它部分也有排列。

我们用原子力表征了纳米金自组装后的有序多孔膜。从实验结果来看,纳米金颗粒无规分布在整个膜上,但是有序多孔膜的边缘部分高度图的结果高度有明显变化,而相图的结果相角也有明显的不同,因此可以判断虽然纳米金无规分布在整个有序多孔膜上,但是膜孔的边缘也排列了相当数量的纳米金颗粒。这一实验结果有背散射 SEM 测试(图 6)进一步验证了。(背散射电子的产额对原子序数十分敏感,故再进行分析时,从试样上原子序数较高的区域中可得到比原子序数较低区域更多的背散射电子,也就是说原子序数较高的部位要比原子序数较低的部位亮,因此背散射 SEM 可用于微区成分定性分析。)从 SEM 结果来看,膜孔的边缘特别发亮应该是排列有一部分纳米金颗粒的结果,同时在膜的其它部分也分布有相当数量的纳米金。由原子力和 SEM 结果我们可以判断这种方法的结果是实现了纳米金颗粒在有序多孔膜的无规分布,但是孔壁边缘分布有较多的纳米金颗粒。

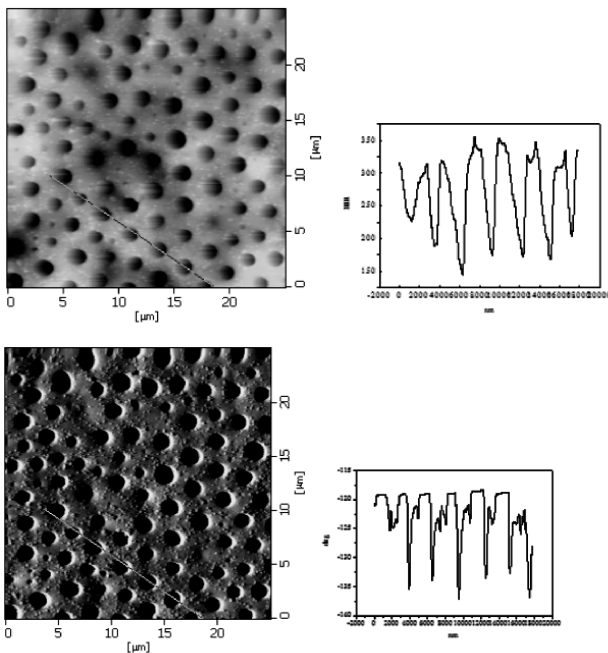


图 5 负载纳米金颗粒后有序多孔膜的原子力图像
Fig.5 AFM images of honeycomb membrane attached with gold nanoparticles

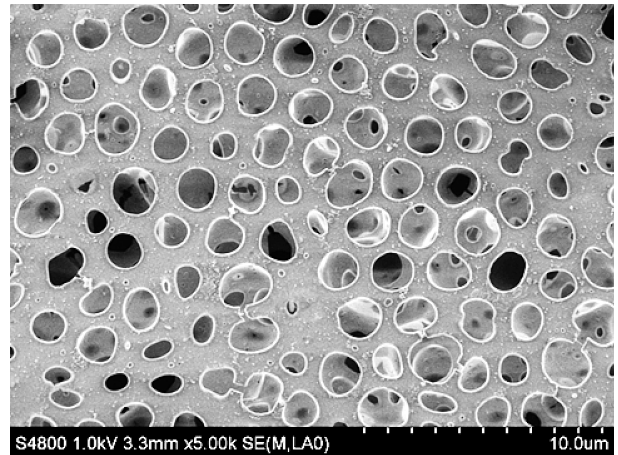


图 6 负载纳米金后的有序多孔膜的扫描电镜图像
Fig.6 SEM images of honeycomb membrane attached with gold nanoparticles

结论

实验结果发现,与 CH_2Cl_2 , CH_2Cl_3 和 THF 比起来, CS_2 是水滴模板法制备 PS-b-PEO 有序多孔膜比较好的溶剂。用 NaBH_4 处理之后,可以使有序多孔膜孔的边缘带有巯基,依靠巯基与纳米金的相互作用可以实现纳米金颗粒负载在有序多孔膜上。

参考文献:

- [1] BUNZ U H F. Breath figures as a dynamic templating method for polymers and nanomaterials. *Adv. Mater.* 2006,18 (8): 973-989.
- [2] WIDAWSKI G, RAWISO M, FRANCOIS B. Self-organized honeycomb morphology of star-polymer polystyrene films[J]. *Nature* 1994, 369(2):387-389.
- [3] ALIVISATOS, A.P. Semiconductor clusters nanocrystals and quantum dots[J]. *Science* 1996, 271(5251):933-937.
- [4] BRUS L. Quantum crystallites and nonlinear optics [J]. *Appl. Phys. A.* 1991.53(6):465-474.
- [5] LENGLET J, BOURDON A, BACRI J C, et. al., Second-harmonic generation in magnetic colloids by orientation of the nanoparticles[J]. *Phys. Rev. B* 1996. 53(22):14941-14956.
- [6] ALIVISATOS A P. From molecules to materials: current trends and future directions[J]. *Adv. Mater.* 1998, 10(16):1297-1336.
- [7] TRINDADE T, O'BRIEN P, PICKETT N L. Nanocrystalline semiconductors: synthesis, Properties, and perspectives [J].

- Chem. Mater. 2001,13(11):3843–3858.
- [8] PILENI M P, Nanocrystal self-assemblies fabrication and collective properties [J]. J. Phys. Chem. B 2001,105 (17): 3358–3371.
- [9] ZHANG J, COOMBS N, KUMACHEVA E, et al. A new approach to hybrid polymer-metal and polymer-semiconductor particles [J]. Adv. Mater. 2002,14(23):1756–1759.
- [10] LIANG Z, SUSHA A, CARUSO F. Gold nanoparticle-based core-shell and hollow spheres and ordered assemblies thereof [J]. Chem. Mater. 2003,15(16):3176–3183.
- [11] LINDER B. Phase transitions and critical Phenomena [J]. American Journal of Physics,1979,40(6):927.
- [12] HUANG J X, KIM F, TAO A R, et al, Spontaneous formation of nanoparticle stripe patterns through dewetting [J]. Nat. Mater. 2005, 4(12):896–900.
- [13] FAHMI A, PIETSCH T, GINDY N, Hierarchical nanoporous structures by self-assembled hybrid materials based on block copolymers [J]. Macromol. Rapid Commun. 2007, 28 (24):2300–2305.
- [14] MARTIN C P, BLUNT M O, PAULIAC-VAUJOUR E, et al. Controlling pattern formation in nanoparticle assemblies via directed solvent dewetting[J]. Phys Rev. Lett, 2007, 99(11): 116103–116107.
- [15] LIU Z, LEVICKY R. Formation of nanoparticle rings on heterogeneous soft surfaces [J]. Nanotechnology,2004, 15(11): 1483–1488.
- [16] STOWELL C, KORGEL B A, Self-assembled honeycomb networks of gold nanocrystals [J]. Nano Lett., 2001,1(11): 595–600.
- [17] BORMASHENKO E, POGREB R, STANEVSKY O, et al. Mesoscopic Patterning in thin polymer films formed under the fast dip-coating process [J]. Macromol.Mater.Eng., 2005, 290(2):114–121.
- [18] SHARMA A. Many paths to dewetting of thin films: anatomy and physiology of surface instability [J]. Eur. Phys. J. E, 2003, 12(3):397–407.
- [19] KARGUPTA K, KONNUR R, SHARMA A. Spontaneous dewetting and ordered patterns in evaporating thin liquid films on homogeneous and heterogeneous substrates [J]. Langmuir, 2001, 17(4):1294–1305.
- [20] GONUGUNTLA M, SHARMA A. Polymer patterns in evaporating droplets on dissolving substrates[J]. Langmuir, 2004, 20(8):3456–3463.
- [21] BESTEHORN M, MERKT D. Regular surface patterns on Rayleigh-Taylor unstable evaporating films heated from below [J]. Phys. Rev. Lett., 2006, 97(12):127802–127804.
- [22] BUFFONE C, SEFIANE K, EASSON W. Marangoni-driven instabilities of an evaporating liquid-vapor interface [J]. Phys. Rev. E, 2005, 71(5):56302–56308.
- [23] HATZIAVRAMIDIS D. Stability of thin evaporating condensing films in the presence of surfactants [J]. Int. J. Multiphase Flow, 1992, 18(4):517–530.
- [24] ROMAN O G. Phys. Fluids, 2002, 14, 1895–1909.
- [25] PANG J, HAN Y C, YANG Y M, et al, The influencing factors on the macroporous formation in polymer films by water droplet templating. Polymer, 2004,45(2):447–452.

(责任编辑:叶丽娜)

Preparation and Characterization of PS-b-PEO Membrane Attached with Gold Nanoparticles

WANG Zhaoli, JIANG Huihua, ZHAO Shengyun, GONG Xinhui

(Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, Science and Technology Innovation Public Service Center of Minbei Bamboo Industry, School of Ecology and Resources Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Strictly ordered and closely packed nano- and micro-porous film was prepared through breath figure (BF) technique with block copolymer PS-b-PEO with trithiocarbonate bearing at the junction synthesized in lab as raw material. It is studied how solvents (THF, CH₂Cl₂, CHCl₃, CS₂) influence films morphology. NaBH₄ was used to treat these films, and thiol group appeared at the edge of the porous. Gold nanoparticles were attached to the edge of the porous through preparation in situ.

Key words: trithiocarbonate; PS-b-PEO; block copolymer; honeycomb membrane; NaBH₄ gold nanoparticle

SiO₂·nH₂O-AHMT 高效净化甲醛功能材料的开发与应用

魏常锦¹, 张丽红², 叶飞³, 杨盛松³, 杨智香³, 刘佳铭³

(1. 闽北职业技术学院 食品系, 福建 南平 353000; 2. 漳州职业技术学院 食品与生物工程系, 福建 漳州 363000;
3. 福建皓尔宝新材料科技有限公司, 福建 漳州 363000)

摘要: 在白炭黑表面上修饰(CH₃)₃SiCl(SiO₂·nH₂O(OH)_n), 借助 SiO₂·nH₂O(OH)分子中-OH 与 4-氨基-3-联氨-5-巯基-1,2,4-三氮杂茂(AHMT)的-HS 反应, 原位合成一种 SiO₂·nH₂O-AHMT' 化合物。考察 SiO₂·nH₂O-AHMT、HEB-01 (皓尔宝-01 型)无机功能性内墙涂料、HQX 空气净化球、立邦漆和大宝漆等去除室内空气中 HCHO 的效果, 同时探讨了 SiO₂·nH₂O-AHMT' 高效分解甲醛的反应机理。

关键词: 白炭黑; 4-氨基-3-联氨-5-巯基-1,2,4-三氮杂茂; 净化甲醛

中图分类号: TQ637 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-2109(2019)09-0010-06

当前国内面市的的内墙涂料主要有溶剂型涂料、水溶性涂料(包括乳液型涂料)、无溶剂型涂料(以热固性树脂为成膜物质)和无机水性功能性涂料^[1]。前三者有一定有机挥发物(VOC), 生产与应用过程随着高 VOC 的叠加效应将严重污染环境。尤其在面对室内装修大规模使用溶剂型涂料和含有高 VOC 的合成板、地板、床垫、窗帘、壁纸等建材排放出大量的甲醛、卤代烃、苯、甲苯、二甲苯、乙苯等有害气体^[2]的背景下, 开发、生产、销售和使用可有效清除有害气体的绿色、功能化的内墙涂料已成为中国涂料发展的趋势^[3]。当前室内空气中甲醛的污染治理采用通风、过滤、光催化、化学吸收、负离子、等离子、紫外线消毒、臭氧消毒、生物净化和绿色植物净化技术^[4], 以及负载纳米 TiO₂ 及 Cu/Pd 金属离子的改性活性炭纤维(ACF)功能材料^[5]、空调器^[6]和低甲醛、低 VOC 含量的多功能环保

型内墙乳胶漆^[7]、日本“硅藻泥”、国内“盐湖硅藻泥”和“HEB-01 无机功能性内墙涂料”^[8]等, 在净化室内空气中甲醛取得一定的效果。其中无机功能性内墙涂料在国内市场形成竞争态势, 呈现逐渐取代有机内墙涂料的局面。日本“硅藻泥”、“盐湖硅藻泥”和“HEB-01 无机功能性内墙涂料”等品牌分别采用吸附、光照净化甲醛和吸附-催化负氧离子氧化甲醛无需能源净化联用技术, 具有绿色安全环保等独特优点。进一步提高无机功能性内墙涂料的甲醛净化率、更有效地调控室内空气质量的高新技术已成为国内外研究热点与发展趋势。

在实验研究中, 原位合成一种 SiO₂·nH₂O-AHMT' 化合物, 并在 SiO₂·nH₂O-AHMT' 化合物中加入适量的 M⁺高效催化剂, 从而制得 SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺预混合剂。该预混合剂在 HEB-01 型无机功能性内墙涂料中, 基于碱性介质条件下 SiO₂·nH₂O-AHMT' 分子中-NH₂ 与室内空气中 HCHO 缩合而生成 SiO₂·nH₂O-AHMT'-CH₂ 缩合物, 从而去除室内空气中 HCHO, M⁺催化该缩合反应, 导致甲醛的净化率从现有的 80% 提高至 90%, 快速消除甲醛的危害。

收稿日期: 2019-06-12

基金项目: 漳州市自然科学基金资助项目(ZZ2018J45)。

作者简介: 魏常锦(1983-), 女, 汉族, 讲师, 主要从事食品安全与质量检测的研究。

1 实验部分

1.1 材料与方法

紫外可见分光光度计(岛津 UV-2550);0.125 m³ 玻璃样品舱和对比舱(自制);1.0 μL 平头微量进样器(上海医用激光仪器厂);吸收液(三乙醇胺-偏重亚硫酸钠-乙二胺乙酸二钠溶液),0.5%AHMT(分析纯);甲醛(分析纯);5 mol/L 氢氧化钾溶液(分析纯);1.5%高碘酸钾溶液(分析纯);SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺预混合剂(自制);HEB-01(皓尔宝-01型)无机功能性内墙涂料,水性全效净味立邦漆,大宝漆,脂溶性立邦漆和水溶性净味 120 立邦漆。除了 HCHO 标准试剂外,其它为分析纯,水为三次亚沸水。

1.2 实验方法

称取样品 187.5 g 涂料,按 1:0.9 的比例加水搅拌均匀后,分别涂在 2 块 25 cm×25 cm 的玻璃板(厚度 4~6 mm)的表面上,在(20±5)℃、相对湿度(50±10)%条件下自然干燥 7 d,制得试样板,备用。

参照 GB/T 16129—1995《居住区大气中甲醛卫生检验标准方法》,将试样板和空白玻璃板分别放入样品舱和对比舱内的样品架上,每个舱内放置 2 块板。往样品舱和对比舱内中注入 1.0 μL HCHO,静置 30 min,开风扇鼓风 30 min,停止鼓风,用大气采样器分别取样品舱和对比舱内吸取 20 min 中含有 HCHO 空气于装有 5.0 mL 吸收液的吸收管中。之后静置 10 min 后,开风扇鼓风 30 min,吸取 20 min 中含有 HCHO 空气;重复 2 次。

1.3 HCHO 净化率的测定

参照 GB/T 16129—1995《居住区大气中甲醛卫生检验标准方法》,从吸收管中取 2.0 mL 试液于 25 mL 比色管中,加 1.0 mL 5 mol/L 氢氧化钾溶液,1.0 mL 0.5%AHMT 溶液,盖上管塞,轻轻颠倒混匀三次,放置 20 min,加入 0.3 ml 1.5%高碘酸钾溶液,显色 5 min,定容到 25 mL,混合均匀后扫描其吸收光谱。按以下公式计算

$$\text{净化效率}/\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%。$$

2 结果与讨论

2.1 SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺ 去除室内空气中 HCHO 的效果

2.1.1 HEB-01 涂料的甲醛净化率

取 HEB-01 涂料,分别添加 6.4%的 d(TiO₂-硅藻土)、e(蓖麻油酸锌)、f(SiO₂·nH₂O-AHMT)、g(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)和 h(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT),按其规定的用量三次涂刷于玻璃板上,干燥,同时做 b、c(空白实验),然后测试其室内空气甲醛净化率(图 1)。

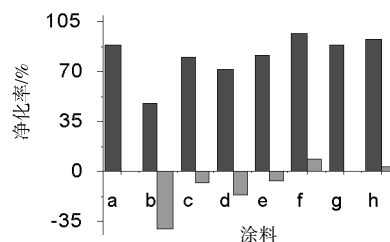


图 1 HEB-01 涂料及其改性涂料(用量 6.4%)的室内空气甲醛的净化率

Fig. 1 Purification rate of formaldehyde in indoor-air by using HEB-01 and its modified coatings (6.4%)

由图 1 可见,HEB-01 涂料、TiO₂-硅藻土和蓖麻油酸锌本身对室内空气甲醛净化率分别为 88.6%(a)、48.1%(b)和 79.8%(c),如掺杂 6.4%的 d(TiO₂-硅藻土)、e(蓖麻油酸锌)对室内空气甲醛净化率分别为 72.0%(d)、81.6%(e),与 HEB-01 涂料比较,其对室内空气的平均甲醛净化率分别降低了 40.5%、8.8%、16.6%和 7.0%。

当掺杂 6.4%的 f(SiO₂·nH₂O-AHMT)、g(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)和 h(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT),与 HEB-01 涂料比较,f(SiO₂·nH₂O-AHMT)和 h(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT)对室内空气的平均甲醛净化率依次增加了 8.2%和 3.5%,其中 SiO₂·nH₂O-AHMT 对室内空气的平均甲醛净化率提高的幅度最大;g(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)对室内空气的平均甲醛净化率仅降低了 0.3%。

2.1.2 HQX 净味球的甲醛净化率

分别取 HEB-01 涂料、TiO₂-硅藻土、TiO₂-硅藻土

(6.4%)–HEB-01 涂料、蓖麻油酸锌(6.4%)+HEB-01 涂料、 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT(6.4%)–HEB-01 涂料等制成直径 0.2 cm 的圆球,干燥,得 HQX 净味球、 TiO_2 –硅藻净味球、 TiO_2 –硅藻土–HQX 净味球、蓖麻油酸锌–HQX 净味球、和 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT 净味球。各取 187.5 g 净味球分散于两个白瓷盘中,测试其对室内空气的甲醛净化率(图 2)。

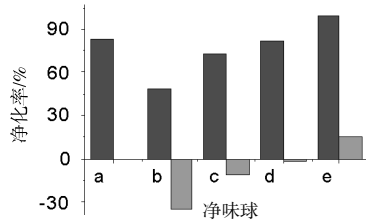


图 2 净味球对室内空气甲醛的净化率

Fig. 2 Purification rate of formaldehyde in indoor-air by net-flavour ball

由图 2 可见,a (HQX 净味球)、b(TiO_2 –硅藻土净味球)、c (TiO_2 –硅藻土–HQX 净味球)、d (蓖麻油酸锌–HQX 净味球)和 e($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT–HQX 净味球)的室内空气甲醛平均净化率分别为 82.9%、48.1%、72.0%、81.6%和 98.6%,与 a (HQX 净味球)比较,b、c、d 的室内空气甲醛平均净化率(%)下降 34.8%、10.9%和 1.3%,而 e 提高了 15.7%,结果表明, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT 对 HQX 净味球的甲醛净化率的增效作用最强。

2.1.3 水性全效净味立邦漆的甲醛净化率

取水性全效净味立邦漆,分别添加 6.4%的 b (TiO_2 –硅藻土)、c (蓖麻油酸锌)、d ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT)、e(TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌)和 f(TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌– $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT),按其规定的用量三次涂刷于玻璃板上,干燥,同时做 a(空白实验),然后测试其对室内空气的甲醛净化率(图 3)。

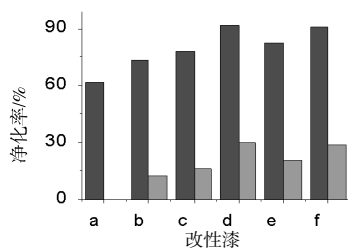


图 3 全效净味立邦漆及其改性漆对室内空气甲醛的净化率

Fig. 3 Purification rate of formaldehyde in indoor-air by using Nippon paint "Odour-less all one Interior" and its modified coatings

由图 3 可见,全效净味立邦漆本身对室内空气甲醛净化率为 61.5%(a),掺杂 6.4%的 b(TiO_2 –硅藻土)、c (蓖麻油酸锌)、d($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT)、e (TiO_2 –硅藻土+蓖麻油酸锌)和 f(TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌– $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT) 对室内空气的平均甲醛净化率分别为 73.6%、77.4%、95.2%、81.9%和 90.6%,与全效净味立邦漆比较, TiO_2 –硅藻土、蓖麻油酸锌与 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT 等使全效净味立邦漆的室内空气的平均甲醛净化率提高幅度依次为 12.1%、15.9%、29.7%、20.4%与 29.1%,结果表明, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT 提高全效净味立邦漆的室内空气的平均甲醛净化率最高。

2.1.4 脂溶性大宝漆的甲醛净化率

取大宝漆,分别添加 6.4%的 b (TiO_2 –硅藻土)、c (蓖麻油酸锌)、d ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT)、e (TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌)和 f(TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌– $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT),按其规定的用量三次涂刷于玻璃板上,干燥,同时做 a(空白实验),然后测试其对室内空气甲醛净化率(图 4)。

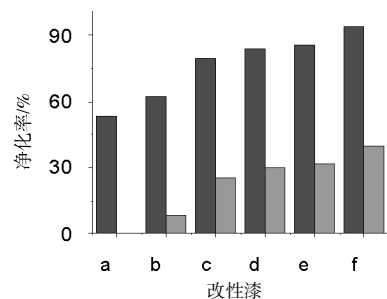


图 4 大宝漆及其改性漆对室内空气甲醛的净化率

Fig. 4 Purification rate of formaldehyde in indoor air by using Dabao paint and its modified coatings

由图 4 可见,大宝漆本身对室内空气甲醛净化率为 53.7%(a),如掺杂 6.4%的 b(TiO_2 –硅藻土)、c(蓖麻油酸锌)、d($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT)、e(TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌)和 f (TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌– $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT),其对室内空气的平均甲醛净化率分别为 62.2%、79.2%、83.8%、85.4%和 93.5%,与大宝漆比较, TiO_2 –硅藻土、蓖麻油酸锌、 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT、 TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌与 TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌– $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ –AHMT 等使大宝漆的室内空气的平均甲醛净化率提高幅度依次为 8.5%、25.5%、30.1%、31.7%与 39.8%,结果表明, TiO_2 –硅藻土–蓖麻油酸锌– $\text{SiO}_2 \cdot$

H₂O-AHMT 提高大宝漆的室内空气的平均甲醛净化率最高。

2.1.5 脂溶性立邦漆的甲醛净化率

取立邦漆,分别添加 6.4%的 b(TiO₂-硅藻土)、c(蓖麻油酸锌)、d(SiO₂·nH₂O-AHMT)、e(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)和 f(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT),按其规定的用量三次涂刷于玻璃板上,干燥,同时做 a(空白实验),然后测试其对室内空气甲醛净化率(图 5)。

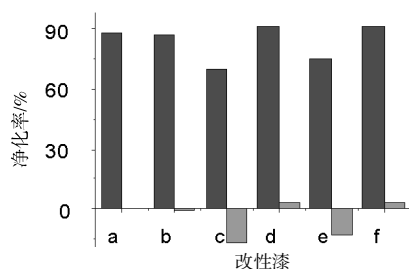


图 5 立邦漆及其改性漆对室内空气甲醛的净化率

Fig. 5 Purification rate of formaldehyde in indoor-air by using Nippon paint and its modified coatings

由图 5 可见,立邦漆本身对室内空气甲醛净化率为 88.0%(a),如掺杂 6.4%的 b(TiO₂-硅藻土)、c(蓖麻油酸锌)、d(SiO₂·nH₂O-AHMT)、e(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)和 f(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT),其对室内空气的平均甲醛净化率分别为 87.7%、69.7%、91.2%、75.1%和 91.4%;与立邦漆比较,TiO₂-硅藻土、蓖麻油酸锌和 TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌等使立邦漆的室内空气的平均甲醛净化率降低幅度依次为 -0.3%、-17.3%与 -12.9%,而 SiO₂·nH₂O-AHMT 和 TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT 使立邦漆的室内空气的平均甲醛净化率增加幅度分别为 3.2%与 3.4%,结果表明, SiO₂·nH₂O-AHMT 和 TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌 SiO₂·nH₂O-AHMT 均可提高立邦漆的室内空气的平均甲醛净化率。

2.1.6 净味 120 立邦漆的甲醛净化率

取净味 120 立邦漆,分别添加 6.4%的 b(TiO₂-硅藻土)、c(蓖麻油酸锌)、d(SiO₂·nH₂O-AHMT)、e(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)和 f(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT),按其规定的用量三次涂刷于玻璃板上,干燥,同时做 a(空白实验),然后测试其对室内空气的甲醛净化率(图 6)。

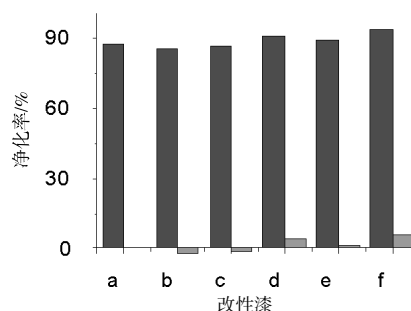


图 6 净味 120 立邦漆及其改性漆对室内空气甲醛的净化率(%)

Fig. 6 Purification rate of formaldehyde in indoor-air by using Nippon paint-120 and its modified coatings

由图 6 可见,净味 120 立邦漆本身对室内空气甲醛净化率为 87.0%(a),掺杂 6.4%的 b(TiO₂-硅藻土)、c(蓖麻油酸锌)、d(SiO₂·nH₂O-AHMT)、e(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌)和 f(TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT),其对室内空气的平均甲醛净化率分别为 85%、86.1%、90.7%、88.6%和 93.1%,与净味 120 立邦漆比较,TiO₂-硅藻土、蓖麻油酸锌的室内空气的平均甲醛净化率降低 2.0%、0.9%;而 SiO₂·nH₂O-AHMT、TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌与 TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT 等使的室内空气的平均甲醛净化率提高幅度依次为 3.7%、1.6%与 6.1%,TiO₂-硅藻土-蓖麻油酸锌-SiO₂·nH₂O-AHMT 提高 120 立邦漆的室内空气的平均甲醛净化率最高。

2.2 SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺ 去除室内空气中 HCHO 的持续性

按 6.4 (%)SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺用量生产的 HEB-01 无机功能性内墙涂料,制版,经历 44 d (2012.2.28-2012.4.12)重复测试其净化室内空气甲醛的净化率(%),结果见图 7。

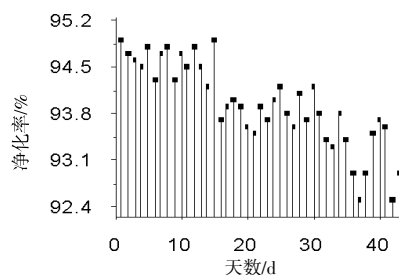


图 7 HEB-01 无机功能性内墙涂料对净化室内空气甲醛的持续性

Fig. 7 The persistence of HEB-01 inorganic functional interior-wall coating for purifying indoor-air formaldehyde

由图 7 可见, 室内空气甲醛的净化率在 92.5%~94.9%之间, 具有净化室内空气甲醛的持续性。

2.3 SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺去除室内空气中 HCHO 的可靠性

按 SiO₂·H₂O-AHMT'-M⁺不同用量生产 HEB-01 无机功能性内墙涂料(产量 2 吨), 并作空白试验。随机取样 2 kg, 送检, 参照 JC/T 1074—2008《室内空气净化功能涂覆材料净化性能》标准所规定的方法检测 HEB-01 涂料的室内空气的甲醛净化率, 结果如表 1 所示。

表 1 HEB-01 涂料的室内空气甲醛的净化率(国家建筑材料工业环境监测中心检测)

Tab.1 Purification rate of formaldehyde in indoor-air by using HEB-01 coating

	%							
编号	01(a)	02(b)	03 (c)	04(d)	05(e)	06(f)	06 (g)	08(h)
SiO ₂ ·nH ₂ O-AHMT' (w/w)	0	0.38	0.62	1.0	2.0	3.2	6.4	10.0
国家检测结果	81.5	82.2	83.4	83.7	88.6	89.8	92.8	92.6
提高幅度		0.7	1.9	2.2	7.1	8.3	11.3	11.1

由表 1 可见, 01、02、03、04、05、06、07 和 08 的 HEB-01 涂料的室内空气甲醛的净化率分别为 81.5%、82.2%、83.4%、83.7%、88.6%、89.8%、92.8% 和 92.6%, 与 HEB-01 涂料比较, 提高室内空气甲醛的净化率的幅度依次为 0.7%、1.9%、2.2%、7.1%、8.3%、11.3% 与 11.1%, SiO₂·nH₂O-AHMT' 的最佳用量为 6.4%, 其甲醛净化率高达 92.8%。

2.4 SiO₂·H₂O-AHMT'-M⁺高效分解甲醛的反应机理

SiO₂·nH₂O(OH)_n 表面含有孤立-OH 基、连生-OH 基和双生-OH 基等多个 OH 基, 其中孤立-OH 基与双生-OH 基都没有形成氢键, 具有较高的活性^[9]。经 (CH₃)₃SiCl 处理^[10], SiO₂·nH₂O (OH) 分子仅剩余极少的活性-OH。此时 SiO₂·nH₂O (OH) 分子中-OH 与 AHMT 的 HS-反应而生成 SiO₂·nH₂O-AHMT' 化合物机理图如下。

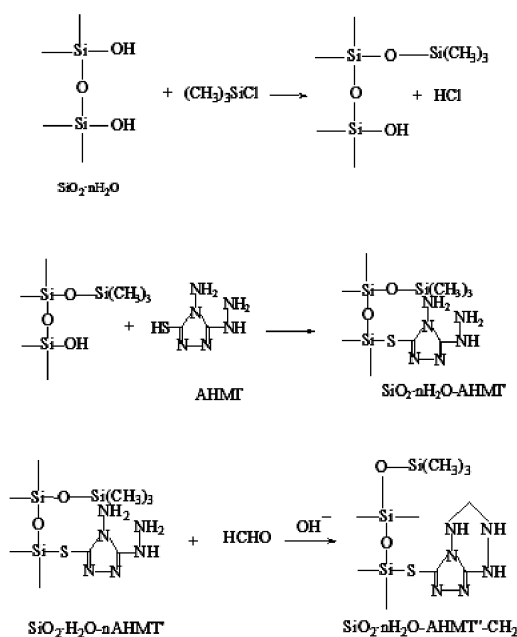
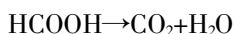
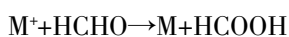


图 8 SiO₂·nH₂O-AHMT' 的原位合成及其去除室内空气中 HCHO 反应

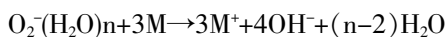
Fig.8 In situ synthesis of SiO₂·nH₂O-AHMT' and its reacted with HCHO in indoor-air

在 HEB-01 型无机功能性内墙涂料中碱性介质条件下 SiO₂·nH₂O-AHMT' 分子中-NH₂ 与室内空气中 HCHO 缩合而生成 SiO₂·nH₂O-AHMT''-CH₂ 缩合物^[11], 从而去除室内空气中 HCHO。

当高效催化 M⁺存在时, 其与 HCHO 发生氧化还原反应, 结果生成 M、HCOOH、CO₂ 和 H₂O:

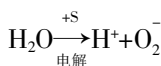


M 又被 O₂(H₂O)_n 负离子氧化而生成 M⁺:

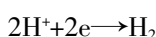


生成的 M⁺继续与 HCHO 反应, 加速 SiO₂·H₂O-AHMT' 分子中-NH₂ 与室内空气中 HCHO 缩合反应的进行, 对缩合反应显示了强的催化作用, 从而连续清除居室中 HCHO。

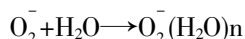
此外, 由于 HEB-01 无机功能性内墙涂料内部含有电气石(S)。当 S 与水接触瞬间可将水电解而生成 H⁺与 O²⁻^[12-14]:



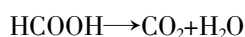
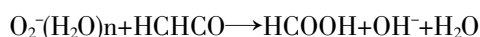
H⁺从 S 之间的微弱电流中得到电子:



O₂⁻与水分子结合形成空气负离子 O₂⁻(H₂O)_n :



一部分 O₂⁻(H₂O)_n 扩散室内,使空气清新、舒适;一部分 O₂⁻(H₂O)_n 负离子将浸透、氧化 HCHO 而生成 HCOOH、OH⁻,最后 HCOOH 进一步分解成 CO₂ 和 H₂O,有效去除室内 HCHO 的污染。



3 结束语

以 SiO₂·nH₂O 和 AHMT 为原料,用表面结构修饰和原位合成法制得 SiO₂·nH₂O-AHMT' 化合物。借助 SiO₂·nH₂O-AHMT' 与室内空气中 HCHO 缩合反应和 M⁺的催化作用,从而推出 SiO₂·nH₂O-AHMT'-M⁺高效-净化甲醛新技术。该技术已成功用于 HQX 净味球、水性全效净味立邦漆、大宝漆、脂溶性立邦漆和水溶性净味 120 立邦漆去除室内空气中 HCHO,甲醛的净化率从现有的 80%提高至 90%,快速消除室内空气中 HCHO 的污染,有效保护环境和维护人们身心健康,有力地推动功能性涂料与环境科学的研究进展。

参考文献:

- [1] 唐丽娜,范玲瑜,江雪林.浅谈环保建筑涂料[J].科技传播,2011(5):43.
- [2] 奚丽荷,朱忠其,张瑾,等.室内空气中甲醛污染的治理技术

[J].材料导报,2007,21(4):92-95.

- [3] 徐峰.我国水性建筑涂料的应用与发展[J].现代涂料与涂装,2009,12(7):27-38.
- [4] 李于晓.室内空气污染治理技术研究现状[J].黄石理工学院学报,2010,26(6):21-25.
- [5] 季银炼,顾中铸.低温等离子体协同改性 ACF 净化甲醛的实验研究[J].环境工程学报,2009,3(8):1478-1482.
- [6] 袁琪,肖德玲,李海英.家用空调器净化技术的应用与实验研究[J].洁净与空调技术,2011(2):22-26.
- [7] 钟鑫,孙慧,罗建瑞,唐雅敏.多功能环保型内墙乳胶漆的研究[J].化学建材,2008,24(2):4-10.
- [8] 刘佳铭,胡世荣,杨天隆,郑子山,黄决,张茂生,朱文明,叶飞 [J].皓尔宝-01 功能性内墙涂料的开发与应用.节能环保,2008(5):50-51.
- [9] 郑丽华,刘钦甫,程宏飞.白炭黑表面改性研究现状[J].中国非金属矿工业导刊,2008(1):12-15.
- [10] 于欣伟,陈姚.白炭黑的表面改性技术[J].广州大学学报(自然科学版),2002,1(6):12-16
- [11] 中华人民共和国卫生部.GB/T 16129—1995 居住区大气中甲醛卫生检验标准方法分光光度法[S].
- [12] 曹慧玲,张力,吕广镛.电气石吸附降解亚甲基蓝等有机染料的研究[J].广东化工,2004,34(1):30-34.
- [13] 罗绍华,唐子龙,闫俊萍,等.电气石基网眼多孔陶瓷的制备及其对甲基橙的吸附和降解作用[J].硅酸盐学报,2005,33(10):1231-1236.
- [14] 张晓晖,吴瑞华,汤云晖.电气石的自发电极性在水质净化和改善领域的应用研究[J].中国非金属矿工业导刊,2004,(3):39-42.

(责任编辑:叶丽娜)

Development of Functional Materials Based on Purification Effect of SiO₂·nH₂O-AHMT on Formaldehyde and its Application

WEI Changjin¹, ZHANG Lihong, YE Fei³, YANG Shengsong³, YANG Zhixiang³, LIU Jiaming³

(1. Department of Food, Minbei Vocational and Technical College, Nanping, Fujian 353000;

2. Department of Food and Biology Engineering, Zhangzhou Profession and Technology Institute, Zhangzhou, Fujian 363000;

3. Fujian Yuhehaoyue New Materials Science and Technology Limited Company, Zhangzhou, Fujian 363000)

Abstract: In this paper, (CH₃)₃SiCl was modified on the surface of silica (SiO₂·nH₂O (OH)_n), then in situ synthesis of SiO₂·nH₂O-AHMT' compounds was carried out by the reaction of -OH in SiO₂·nH₂O (OH)_n with -HS in 4-amino-3-hydrazine-5-sparse-1,2,4-triazocyclopentadiene (AHMT). Effect of removal formaldehyde in indoor air was investigated by using SiO₂·nH₂O-AHMT', inorganic functional paint of interior wall (HEB-01), air purifying ball (HQX), Nippon paint and Dabao paint. At the same time, the decomposition mechanism of formaldehyde was also discussed.

Key words: white carbon black; 4-Amino-3-hydrazino-5-mercapto-1,2,4-triazole; formaldehyde purification

武夷山不同区位常见茶园茶叶功能性状研究

江兴友

(武夷山林业局, 福建 武夷山 354312)

摘要:为掌握武夷山不同区位茶园的茶树叶片功能性状,分析比较不同茶树对环境空间变异的影响,揭示植物对环境的适应机制,以正岩、半岩、洲茶分布区的105、水仙及肉桂3个品种茶为研究对象,采用叶厚度、叶面积、叶干质量、比叶面积、叶干物质含量等指标评价各品种茶的叶片功能性状。结果表明:水仙的叶片厚度为0.55~1.04 mm;叶面积为648.00~3 118.00 mm²;比叶面积为7 348.79~32 956.81 mm²/g;叶干物质含量为8.84%~39.59%;相对水分亏缺为0.54%~9.01%。肉桂的叶片厚度为0.40~0.78 mm;叶面积为329.00~1 801.00 mm²;比叶面积为6 745.21~20 955.22 mm²/g;叶干物质含量为21.93%~41.49%;相对水分亏缺为0.68%~32.74%。105的叶片厚度为0.56~0.79 mm;叶面积为383.00~1 211.00 mm²;比叶面积为7 469.10~16 305.73 mm²/g;叶干物质含量为22.59%~36.54%;相对水分亏缺为1.56%~66.04%。由相关性可知,水仙、肉桂、105茶树种叶片的比叶面积(SLA)与中干物质含量LDMC成负相关,且相关性在0.01上表示极为显著,叶面积AR与茶叶片厚度TH成正相关,与比叶面积SLA、相对水分缺失RMD成负相关。

关键词:品种茶;功能性状;区位;叶干物质含量;比叶面积

中图分类号:S571.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0016-06

植物功能性状是植物在生长过程中,为了适应环境的变化得出的产物,主要包括植物对四周生境的适应,逐步造成对生态系统功能有必然影响的植物性状,如叶面积、叶干物质含量等。而叶片是暴露在外部环境中的主要植物器官,与植物生物量的利用息息相关。此外,叶片功能性状具有比较强的操作性且测量方便,可以把植物的生理功能更佳地揭示出来,体现出与其他不同植物群体的相似性状关连等特性^[1],已经是大多数研究者研究植物适应周围环境的重要突破点。

目前,国内外对植物叶功能性状的研究主要是体现在一种或者几种植物的几个主要性状进行深入分析,王楚楚等^[2]对翅荚木的功能性状进行分析,得出比叶面积与叶组织密度呈显著负相关;元峥等^[3]以茶树

品种为研究对象,对功能性状进行分析,得出比叶面积与叶干物质含量呈极显著负相关,比叶面积与叶干重、叶厚度呈极显著负相关。

有大量的学者对武夷山茶园或茶叶做过研究,主要内容涉及茶叶品质、茶叶化学成分、茶园病害、茶园土壤物理化学成分、制茶工艺、产业品牌、茶叶价值等^[4-10],但对于武夷山不同区位的茶叶功能性状鲜为报道,因此,为揭示武夷山常见茶园的生理功能状况,以武夷山面积分布较大的水仙、肉桂及105等品种茶为研究对象,测定茶叶片厚度(TH)、叶面积(AR)、比叶面积(SLA)、叶干物质含量(LDMC)和相对水分缺失(RMD)5项植物功能性状,从不同坡位上分析茶叶功能性状的空间变异。

1 材料与方法

由于武夷山不同区位的小环境、茶叶价格、茶叶品质差异较大,因此按武夷山实际情况,选择武夷山

收稿日期:2019-06-20

作者简介:江兴友(1978-),男,汉族,主要从事茶叶、毛竹产业研究。

地区的正岩、半岩和洲茶分布区的水仙、肉桂及 105 茶品种为研究对象,按区域品种范围分为下坡、中坡、上坡,每个区域选取 50 株生长状况优良的茶树种作为取样植株,尽可能选择大小差不多的植株,于上午 11 时之前每株随机采集 20 片生长良好、没有病虫害的较为成熟的鲜叶片。迅速装入预先编好的密封袋中,冷藏带回实验室,并按以下指标方法测定茶叶叶片结构功能性状。

(1)叶厚度(TH):采用数显游标卡尺测量;

(2)叶面积(AR):将叶片平铺,利用叶面积扫描仪扫描测量;

(3)叶鲜质量:利用 1/10000 电子天平称量;

(4)叶饱和鲜质量:将叶片浸泡在水中,放在黑暗处 12 h 后,用吸水纸吸干茶叶表面水分后称量^[11];

(5)叶干质量(LDMC):先把茶叶放入 105 °C 的烘箱中杀青 20 min,再将温度调至 60 °C 直到质量不发生变化,取出称量^[12]。

茶叶的其他功能性状用以下的计算公式:

(6)比叶面积(SLA)=叶面积/叶片干质量(mm²/g)^[13];

(7)叶干物质含量(LDMC)=叶干质量/叶饱和鲜质量 *100%^[14];

(8)相对水分亏缺(RMD)=(叶饱和鲜质量-叶片鲜质量)/(叶饱和鲜质量-叶干质量)*100%^[15];

(9)可塑性是指植物在生长过程中,为了适应环境,通过调整其形态、生理等性状使其与生境相一致,它的值越高表示植物具有高的潜在适应能力,为各指标的最大值减去最小值再除以最大值^[16]。

采用 Excel 进行数据的统计和处理,用 SPSS 进行单因素方差分析(one way ANOVA)和 Duncan 法多重比较。

2 研究结果

2.1 正岩区功能性状分析

垂直位置为上坡、中坡、下坡,3 个品种的叶片性状存在见表 1,他们的性状存在显著差异。其中 TH 为 0.41~1.04 mm,水仙最大;AR 为 512.00~3 118.00 mm²,水仙最大,105 最小;SLA 为 9 243.88~16 305.73 mm²/g,105 最大,肉桂最小;LDMC 为 20.75%~36.67%,肉桂

最大,水仙最小;RMD 为 0.72%~16.97%,水仙最小,肉桂最大。

表 1 垂直位置上品种茶叶叶片性状

Tab.1 Leaf characteristics of varieties of tea at vertical position

品种	叶片厚度 (TH)/mm	叶面积 (AR)/mm ²	比叶面积 (SLA)/mm ² /g	叶干物质含量 (LDMC)/%	相对水分缺失 (RMD)/%
水仙	0.89 **	2 320.20 **	13 530.71	24.70%	2.43%**
肉桂	0.67	1 407.83 **	12 457.94	28.27%*	7.22%**
105	0.67**	758.50 **	11 524.25	27.29%	5.61%

注:**表示极显著,*相关性表示显著,下同。

由表 1 可知,水仙的 TH、AR 和 RMD 在垂直位置上的差异极为显著,肉桂的 AR 及 RMD 在垂直位置上的差异极为显著;而 LDMC 在垂直位置上的差异为显著差异,105 的 TH 和 AR 在垂直位置上的差异极为显著。

用核心区的各功能性状的各指标的最大值减去最小值再除以最大值为可塑性指数,分析结果见表 2。

表 2 垂直位置上品种茶叶的叶片可塑性指数

Tab.2 Leaf plasticity index of varieties of tea at vertical position

品种	垂直位置	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
水仙	上坡	0.28	0.32	0.13	0.25	0.41
	中坡	0.27	0.24	0.33	0.16	0.58
	下坡	0.12	0.29	0.30	0.08	0.87
肉桂	上坡	0.46	0.37	0.18	0.27	0.53
	中坡	0.18	0.34	0.20	0.07	0.89
	下坡	0.19	0.18	0.35	0.17	0.78
105	上坡	0.35	0.50	0.16	0.27	0.48
	中坡	0.29	0.36	0.31	0.14	0.52
	下坡	0.14	0.23	0.41	0.06	0.63

由表 2 表明,同一品种茶叶的叶片可塑性指数在垂直位置上存在差异,水仙、肉桂和 105 的 TH 和 AR 的可塑性指数在上坡较大,说明它在上坡具有更高潜在适应能力,在下坡和中坡的可塑性指数较小,表明其主要吸收漫射光能进行利用以保护光合器官。

表 3 垂直位置上水仙叶片性状之间的相关性

Tab.3 Correlation among leaf traits of narcissus in vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.553**	1			
比叶面积	-0.433*	-0.759**	1		
叶干物质含量	0.498**	0.724**	-0.859**	1	
相对水分缺失	-0.408*	-0.615**	0.437*	-0.105**	1

由表 3 可知,垂直位置上水仙的 TH 与 AR 和 LDMC 成正相关,且相关性在 0.01 上表极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;AR 与 LDMC 正相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 RMD 成正相关;LDMC 与 RMD 成负相关。

表 4 垂直位置上肉桂叶片性状之间的相关性

Tab.4 Correlation among leaf traits of cinnamomum cassia in vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.219	1			
比叶面积	0.313	-0.391*	1		
叶干物质含量	-0.086	0.514**	-0.866**	1	
相对水分缺失	-0.054	-0.466 **	0.248	-0.324	1

由表 4 表明,垂直位置上肉桂的 TH 与 AR 和 SLA 成正相关,与 LDMC 和 RMD 成负相关;AR 与 LDMC 正相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著;与 RMD 成正相关;LDMC 与 RMD 成负相关。

表 5 垂直位置上 105 叶片性状之间的相关性

Tab.5 Correlation of 105 leaf characters at vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.316	1			
比叶面积	0.621	-0.470	1		
叶干物质含量	-0.770**	0.374	-0.918**	1	
相对水分缺失	0.310	-0.199	0.288	-0.291	1

由表 5 表明,垂直位置上 105 的 TH 与 AR、SLA 和 RMD 成正相关,与 LDMC 成负相关;AR 与 LDMC 成正相关,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 RMD 成正相关,与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著;LDMC 与 RMD 成负相关。

2.2 半岩区功能性状分析

半岩区垂直位置上 3 个品种的叶片性状存在见表 6,他们的性状存在显著差异,其中 TH 为 0.40~0.99 mm,水仙最大,肉桂最小;AR 为 649.00~2 916.00 mm²,水仙最大,肉桂最小;SLA 为 6 745.21~32 956.81 mm²/g,肉桂最大,水仙最小;LDMC 为 8.84%~41.49%,水仙最大,105 最小;RMD 为 1.08%~30.74%,水仙最小,肉桂最大。

表 6 垂直位置上品种茶叶叶片性状

Tab.6 Leaf traits of cultivars in vertical position

品种	叶片厚度 (TH)/mm	叶面积 (AR)/mm ²	比叶面积 (SLA)/(mm ² /g)	叶干物质含量 (LDMC)/%	相对水分缺失 (RMD)/%
水仙	0.84	2 298.87 **	9 556.74 **	31.63%	4.40%
肉桂	0.55	935.43 **	10 591.93 **	31.64%	13.18% **
105	0.66	1 016.00 **	9 637.13	32.02%*	9.62%

由表 6 可知,水仙的 AR 和 SLA 在垂直位置上的差异极为显著,肉桂的 AR、SLA、LDMC 及 RMD 在垂直位置上的差异极为显著,105 的 AR 在垂直位置上的差异极为显著,LDMC 在垂直位置上的差异一般显著。

用半岩区的各功能性状的各指标的最大值减去最小值再除以最大值为可塑性指数,分析结果见表 7。

表 7 垂直位置上品种茶叶的叶片可塑性指数

Tab.7 Leaf plasticity index of varieties of tea at vertical position

品种	垂直位置	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
水仙	上坡	0.28	0.35	0.26	0.75	0.77
	中坡	0.17	0.22	0.20	0.12	0.84
	下坡	0.21	0.24	0.76	0.19	0.59
肉桂	上坡	0.37	0.38	0.07	0.28	0.65
	中坡	0.33	0.29	0.41	0.23	0.70
105	下坡	0.34	0.30	0.24	0.20	0.59
	上坡	0.25	0.33	0.23	0.31	0.63
	中坡	0.20	0.28	0.28	0.30	0.56
	下坡	0.14	0.21	0.40	0.23	0.51

由表 7 表明,同一品种茶叶的叶片可塑性指数在垂直位置上存在差异,水仙、肉桂和 105 的 TH 和 AR 的可塑性指数在上坡较大,说明它在上坡具有更高潜在适应能力,在下坡和中坡的可塑性指数较小,表明其主要吸收漫射光能进行利用以保护光合器官。

表 8 垂直位置上水仙叶片性状之间的相关性

Tab.8 Correlation among leaf traits of narcissus in vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.084	1			
比叶面积	-0.205	-0.347	1		
叶干物质含量	0.168	0.545**	-0.939**	1	
相对水分缺失	-0.112	-0.028	-0.108	-0.008	1

由表 8 表明,垂直位置上水仙的 TH 与 AR 和 LDMC 成正相关,与 SLA 和 RMD 成负相关;AR 与 LDMC 正相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC,且相关性在 0.01 在上表示极为显著;LDMC 与 RMD 成负相关。

表 9 垂直位置上肉桂叶片性状之间的相关性

Tab.9 Correlation among leaf traits of cinnamomum

cassia in vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.170	1			
比叶面积	-0.243	-0.251	1		
叶干物质含量	0.196	0.313	-0.967**	1	
相对水分缺失	-0.163	-0.250	0.747**	-0.829**	1

由表 9 表明,垂直位置上肉桂的 TH 与 AR 和 LDMC 正相关,与 SLA 和 RMD 成负相关;AR 与 LDMC 正相关,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC 成负相关,与 RMD 成正相关,且相关性都在 0.01 上表示极为显著;LDMC 与 RMD 成负相关,且相关性在 0.01 在上表示极为显著。

表 10 垂直位置上 105 叶片性状之间的相关性

Tab.10 Correlation of 105 leaf characters at vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.294	1			
比叶面积	-0.295	-0.890**	1		
叶干物质含量	0.369	0.797**	-0.979**	1	
相对水分缺失	0.131	-0.562	0.346	-0.232	1

由表 10 表明,垂直位置上 105 的 TH 与 SLA、LDMC 和 RMD 成正相关,与 AR 成负相关;AR 与 LDMC 成正相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 RMD 成正相关,与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著;LDMC 与 RMD 成负相关。

2.3 洲茶区功能性状分析

洲茶区的茶叶性状存在显著差异(表 11),其中 TH 为 0.46~1.04 mm,水仙最大,肉桂最小;AR 为 329.00~3 118.00 mm²,水仙最大,肉桂最小;SLA 为 7 731.26~20 955.22 mm²/g,肉桂最大,105 最小;LDMC 为 20.75%~40.20%,105 最大,水仙最小;RMD 为 0.68%~66.04%,105 最大,肉桂最小。

表 11 垂直位置上品种茶叶叶片性状

Tab.11 Leaf characters of varieties of tea at vertical position

品种	叶片厚度 (TH)/mm	叶面积 (AR)/mm ²	比叶面积 (SLA)/mm ² /g	叶干物质含量 (LDMC)/%	相对水分缺失 (RMD)/%
水仙	0.73	1 004.73 **	15 708.09 **	23.41% *	4.87% **
肉桂	0.58 *	573.23 **	15 801.61	24.94%	2.93%
105	0.72*	775.00**	8 503.76 *	31.67%	16.13%

由表 11 可知,水仙的 AR、SLA 及 RMD 在垂直位置上的差异极为显著,肉桂的 AR 在垂直位置上的差异极为显著,TH 在垂直位置上的差异显著,105 的 AR 在垂直位置上的差异极为显著,TH 和 SLA 在垂直位置上的差异显著。

用洲茶区茶叶的各功能性状的各指标的最大值减去最小值再除以最大值为可塑性指数,分析结果见表 12。

表 12 垂直位置品种茶叶的叶片可塑性指数

Tab.12 Leaf plasticity index of tea varieties in vertical position

品种	垂直位置	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
水仙	上坡	0.35	0.58	0.20	0.51	0.89
	中坡	0.23	0.27	0.21	0.23	0.75
	下坡	0.32	0.45	0.56	0.09	0.58
肉桂	上坡	0.26	0.55	0.20	0.45	0.84
	中坡	0.25	0.52	0.37	0.23	0.87
	下坡	0.22	0.44	0.47	0.20	0.81
105	上坡	0.23	0.54	0.17	0.32	0.98
	中坡	0.15	0.39	0.20	0.26	0.76
	下坡	0.09	0.25	0.32	0.13	0.63

由表 12 表明,同一品种茶叶的叶片可塑性指数在垂直位置上存在差异,水仙、肉桂和 105 的 TH 和 AR 的可塑性指数在上坡较大,说明它在上坡具有更高潜在适应能力,在下坡和中坡的可塑性指数较小,表明其主要吸收漫射光能进行利用以保护光合器官。

表 13 垂直位置上水仙叶片性状之间的相关性

Tab.13 Correlation of leaf traits of narcissus in vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.037	1			
比叶面积	-0.080	-0.519**	1		
叶干物质含量	-0.032	0.601**	-0.862**	1	
相对水分缺失	0.016	-0.091	-0.396*	0.134	1

由表 13 表明,垂直位置上水仙的 TH 与 AR 和 RMD 成正相关,与 LDMC 和 SLA 成负相关;AR 与 LDMC 正相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC,且相关性在 0.01 在上表示极为显著;LDMC 与 RMD 成正相关。

表 14 垂直位置上肉桂叶片性状之间的相关性

Tab.14 Correlation of leaf traits of cinnamomum cassia in vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.226	1			
比叶面积	0.170	-0.206	1		
叶干物质含量	-0.008	0.279	-0.789**	1	
相对水分缺失	0.304	-0.195	0.122	-0.170	1

由表 14 表明,垂直位置上肉桂的 TH 与 AR、SLA 和 RMD 成正相关,与 LDMC 负相关;AR 与 LDMC 正相关,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 在上表示极为显著,与 RMD 成正相关;LDMC 与 RMD 成负相关。

表 15 垂直位置上 105 叶片性状之间的相关性

Tab.15 Correlation of 105 leaf characters at vertical position

功能性状	叶片厚度 (TH)	叶面积 (AR)	比叶面积 (SLA)	叶干物质含量 (LDMC)	相对水分缺失 (RMD)
叶片厚度	1				
叶面积	0.599	1			
比叶面积	0.142	-0.029	1		
叶干物质含量	0.059	0.459	-0.375**	1	
相对水分缺失	-0.295	-0.711*	0.153	-0.804**	1

由表 15 表明,垂直位置上 105 的 TH 与 AR、SLA、LDMC 成正相关,与 RMD 成负相关;AR 与 LDMC 成正相关,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 在上表示极为显著,与 RMD 成正相关;LDMC 与 RMD 成负相关。

3 结论

植物的各个功能性状不是独立发挥作用的,各性状之间存在必然的相关性,叶片的功能性状可以有效地揭示植物在生长过程中为了适应环境的改变而逐渐形成的生存策略。

水仙、肉桂和 105 的茶叶片的 SLA 在垂直位置上下坡>上坡,下坡土壤养分与上坡相比相对较高,并且下坡光照强度较弱,较大的比叶面积可以充分进行光合作用,能够提高叶片对环境的利用率。LDMC 在坡位上的差异与 SLA 刚好相反,水仙、肉桂和 105 的茶叶片的 LDMC 在垂直位置上上坡>下坡,LDMC 是植物对于养分元素的保有能力的结果,下坡由于土壤养分较高,使其茶树种的密度变大,从而保留养分的能力减弱,上坡的 LDMC 比下坡的更大。水仙、肉桂和 105 的茶叶片的 AR 在坡位上上坡>下坡,AR 主要反映叶片的大小,由于上坡保持土壤养分更为稳定,阳光更充足,有利于叶片的生长。由相关性表明,水仙、肉桂和 105 茶树种叶片的 SLA 与 LDMC 成负相

关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,AR 与 TH 成正相关,与 SLA、RMD 成负相关。

水仙和肉桂的 TH、AR、SLA、LDMC 及 RMD 在水平层次上的差异极为显著,105 的 AR 和 SLA 在水平层次上的差异极为显著。LDMC 和 AR 在水平层次上周边区域>核心区>缓冲区,而 SLA 在水平层次上周边区域<核心区<缓冲区,说明茶叶片在周边区域具有更高潜在适应能力,周边区保持营养物质的效率更稳定。由相关性表明,水平层次上水仙、肉桂和 105 的 TH 与 AR 成正相关,AR 与 LDMC 成正相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著,与 SLA 和 RMD 成负相关;SLA 与 LDMC 成负相关,且相关性在 0.01 上表示极为显著。水平层次上肉桂和 105 的叶片性状主成分都主要受到 LDMC 的影响,水仙的叶片性状主成分都主要受到 AR 的影响。

参考文献:

- [1] 孙梅,田昆,张贇,等.植物叶片功能性状及其环境适应研究[J].植物科学学报,2017,35(6):940-949.
- [2] 王楚楚,钟全林,程栋梁,等.引种期同质园翅荚木主要叶功能性状与种源地环境关系[J].生态学报,2019(13):1-7.
- [3] 亓峥,庞志强,卢炜丽,等.云南不同茶树品种(系)叶性状及变异性[J].科学技术与工程,2019,19(7):36-44.
- [4] 张婷婷,张宾乐,王俗欢,等.超声辅助提取武夷岩茶茶梗中茶多酚的工艺优化[J].食品工业科技,2019(16):140-144+150.
- [5] 段联勃,李娟,徐杰,等.超高效液相色谱-串联质谱测定武夷岩茶中咖啡碱、茶氨酸和儿茶素[J].中国茶叶,2019,41(7):38-42.
- [6] 石玉涛,李照莹,周巧芳,等.武夷岩茶副产品黄片再加工工艺优化[J].武夷学院学报,2018,37(9):17-21.
- [7] 张婷婷,张宾乐,王俗欢,等.武夷岩茶茶梗超声浸提茶汤工艺的响应面优化[J/OL].食品工业科技:1-9[2019-10-14].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.ts.20190401.1004.011.html.
- [8] 华伟平,江希钿.茶青价格和产量模型在水仙茶园评估中的应用[J].商业会计,2018(22):73-75.
- [9] 邱晓红,陈思彤,张钊,等.武夷水仙茶的品质化学特征[J].茶叶学报,2018,59(1):47-52.
- [10] 叶国盛,赵宇欣.明清时期武夷茶鉴评辑考[J].武夷学院学报,2018,37(1):1-4.
- [11] 王玉平,陶建平,刘晋仙,等.不同光环境下 6 种常绿阔叶林树种苗期的叶片功能性状[J].林业科学,2012,48(11):23-29.
- [12] 喻阳华,钟欣平,程雯.黔西北地区优势树种叶片功能性状与经济谱分析[J].森林与环境学报,2018,38(2):196-201.
- [13] 董星光,曹玉芬,田路明,等.中国野生山梨叶片形态及光合特性[J].应用生态学报,2015,26(5):1327-1334.
- [14] 喻阳华,李光容,皮发剑,等.赤水河上游水源涵养树种的水分生理特征[J].水土保持学报,2015,29(4):201-206.
- [15] 胡启鹏,郭志华,李春燕,等.植物表型可塑性对非生物环境因子的响应研究进展[J].林业科学,2008,44(5):135-142.
- [16] 范苏鲁.大丽花生理生化指标对水分胁迫响应机制的研究[D].泰安:山东农业大学,2011.

(责任编辑:叶丽娜)

Functional Characteristics of Common Tea Gardens in Different Locations in Wuyishan

JIANG Xingyou

(Wuyishan Bureau of Forestry, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to understand the functional characteristics of tea leaves in different tea gardens in Wuyishan, analyze and compare the effects of different tea plants on the spatial variability of the environment, and reveal the adaptive mechanism of plants to the environment, Narcissus, Cinnamomum cassia and 105 tea varieties in Zhengyan, Hemiyuan and Zhoucha tea districts were taken as the research objects, and leaf thickness, leaf area, leaf dry mass, specific leaf area and leaf dry matter content were used to evaluate them. Functional traits of leaves of tea varieties. The results showed that the leaf thickness was 0.55 to 1.04 mm, the leaf area was 648.00 to 3 118.00 mm², the specific leaf area was 7 348.79 to 32 956.81 mm²/g, the leaf dry matter content was 8.84% to 39.59%, and the relative water deficit was 0.54% to 9.01%. The leaf thickness of Cinnamomum Cassia was 0.40 to 0.78 mm, the leaf area was 329.00 to 1801.00 mm², the specific leaf area was 6745.21 to 20955.22 mm²/g, the leaf dry matter content was 21.93% to 41.49%, and the relative water deficit was 0.68% to 32.74%. The leaf thickness of 105 was 0.56 to 0.79 mm, leaf area was 383.00 to 1 211.00 mm², specific leaf area was 7 469.10 to 16 305.73 mm²/g, leaf dry matter content was 22.59% to 36.54%, relative water deficit was 1.56% to 66.04%. According to the correlation, SLA in leaves of Narcissus, Cinnamomum cassia and 105 tea species was negatively correlated with LDMC, and the correlation was extremely significant at 0.01. AR was positively correlated with TH and negatively correlated with SLA and RMD.

Key words: variety tea; functional traits; location; leaf dry matter content; specific leaf area

农业非点源氮磷流失风险评估的研究

叶宏萌, 袁旭音, 林 皓

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

摘 要:农业非点源氮磷流失已经成为我国水体富营养化的最主要污染源,具有显著的时空差异性。首先介绍农业非点源污染的定义、产生原因和特点,并针对农业非点源导致的氮磷流失风险进行介绍,包括风险评估方法(辨识空间差异)和时间差异性的研究。总结国内运用氮磷及综合污染指数评价法已较为普遍,但尚局限于关键源区的筛选,并多集中于农业小流域或者局部的林业区,缺乏关键期的筛选。因此,今后亟待结合不同水文期的差异加强氮磷及综合流失风险的时空差异研究。

关键词:农业非点源;氮磷流失;风险评估;时空差异

中图分类号:X820.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0022-06

随着经济发展和人口增加,全球范围内的水污染问题日益加剧。其中,水体氮、磷的超标导致的富营养化问题最为严重和普遍^[1],已成为制约社会经济发展的重大环境问题。例如,欧洲、北美洲、南美洲和亚太地区发生富营养化水域的比例分别是53%、48%、41%和54%;而我国的700多条河流(包括长江、黄河和珠江等)中,就有70.6%的河流面临富营养化的风险^[2]。通常而言,氮、磷是控制湖泊或河流中藻类生长的关键因子^[3]。随着点源污染的控制,非点源污染成为了全球水体氮、磷超标的主要来源^[4-7],被国际社会公认为人类饮用水源的最大威胁^[8],近几十年来受到越来越多的关注^[9]。

据2010年《第一次全国污染源普查公报》显示,我国农业非点源污染排放的氮、磷的负荷量依次为270.46万t和28.47万t,分别占氮、磷排放总负荷量的53.1%和67.3%^[7]。因此可以认为,农业非点源是我国水体富营养化的最主要来源。同时,氮磷流失过程是一个综合气候、地形、土壤、降雨、土地利用和管理方式

等多种因素的复杂过程,具有显著的时空差异性^[10-11]。但是,当前对农业非点源氮磷及综合流失的研究多集中于空间差异的研究,对时间分布差异的关注尚薄弱。因此,文中较为系统的介绍了农业非点源污染的定义、产生原因和特点,并针对农业非点源导致的氮磷流失风险进行介绍,包括风险评估方法(辨识空间差异)和时间差异性的研究,指出已有研究的不足,以期更好的了解农业非点源污染,对农业非点源氮磷流失风险的时空差异评估和针对性治理研究提供参考依据。

1 农业非点源污染概述

1.1 定义

非点源污染通常是在降水和径流冲刷的作用下,溶解态或颗粒态的污染物从非特定范围的地域通过径流过程汇入接纳水体而引起的污染^[12]。其污染源范围的界定就直接影响污染排放负荷量的计算,但由于污染管理水平的差异,不同国家或者地区,对其界定范围往往存在差异^[5]。

其中,农业非点源污染是最为普遍和严重的非点源污染,长期以来受人们所关注。农业非点源污染(又称农业面源污染)在学术界主要有两种理解^[13],狭义的含义专指种植业农田污染,而广义上则涵盖了农村生

收稿日期:2019-04-08

基金项目:福建省教育厅A类科技项目(JAT170591);南平市重点科技计划项目(N2017T02)。

作者简介:叶宏萌(1984-),女,汉族,博士,讲师,主要从事水资源保护和环境地球化学研究。

活与农业生产(包括种植业、畜禽和水产养殖业)两个方面。

1.2 产生原因

导致农业非点源污染的主要原因包括以下几个方面:(1)农药、化肥的施用;(2)水土流失污染。其中,土壤侵蚀是规模最大、危害程度最严重的一种农业非点源污染;(3)农村生活污水的未处理或未达标排放;(4)畜禽或水产养殖的粪便排放及剩余饵料等;(5)农村生活垃圾的随意堆放或处理;(6)灌溉污水和(7)大气的干湿沉降等^[5,12]。

1.3 污染特点

由于非点源污染主要由降雨径流、土壤侵蚀、地表溶质溶出和土壤溶质渗漏4个过程形成,不同过程之间相互联系、相互作用,导致了农业非点源污染具有来源模糊性、发生随机性、分布广泛性、机理复杂性、时间潜伏性、污染隐蔽性和难监测、难治理等特点^[12-13]。

2 农业非点源氮磷流失风险评估的研究综述

2.1 主要氮磷流失风险评估方法

截止目前,非点源氮磷流失风险计算的主要方法有野外实测法、输出系数法、物理模型法和污染指数法^[14]。其中,野外实测法需要结合气象条件,长期连续的同步监测降雨量、径流量及水质的过程变化,准确度较高,但兼具监测工作量大、持续时间长且费用消耗高等缺点,不便于该法的普及运用。输出系数法属于经验模型,以实地观察或实验数据为基础,具有结构简单和数据获取容易等特点^[15],但忽略了非点源污染复杂的迁移转化过程^[16],测算精度通常较低,更适用于大范围的污染普查,尤其适用于农业非点源研究初期以及资料缺乏地区,具有较强的实用性。物理模型法考虑了污染物的产生和迁移过程,并定量模拟不同污染物的组分含量,计算结果准确可靠,但模型所需数据资料繁多、机理相对复杂、运行周期长,计算效率低、对尺度较为敏感,更适合于中小流域^[14,17]。污染指数法又称概念模型,是一种半定量评估指标体系,该法包括源因子和迁移因子两个子体系进行评估氮、磷元素从各污染源流失至水体的风险程度。与传统物理模型法的定量化评估不同,氮磷污染指数法的数据需求量少且容易获得、机理简单、操作简便、运行周期短、推广实用性强,并可准确评价区域内氮磷流失的

风险高低,便于筛选关键源区和对应的采取针对性治理措施,在大尺度范围的风险评估与关键源区识别方面比其他方法有着显著的优势,近年来在我国得到了广泛的应用^[18-19]。以下针对氮磷污染指数法进行阐述。

氮磷污染指数法(氮磷指标体系法)从评价元素的角度可以分为磷指标体系法、氮指标体系法及氮磷综合评估体系^[13]。

2.1.1 磷指标体系法

最早的磷指标体系(PI, Phosphorus Index)法来源于1993年, Lemunyon和Gilbert两位学者以土壤本底养分含量、化肥施用量、土壤侵蚀及地表径流为基本指标构建了土壤磷流失的敏感性评价体系,但只对基本指标的影响因子进行统一计算^[20]。20世纪90年代末,人们开始将影响因子区分为源因子与迁移因子两类,并以两类因子指标的乘法运算得到最终的磷流失风险^[21],同时发现了磷流失严重的区域主要分布在两类因子的高风险重叠区域,从此,开始了PI法对磷流失的关键源区识别的运用^[22]。2000年, Gburek和Sharpley对PI法进行了第二次修正,引入了距河道有效距离因子(农业区距离河道距离)^[22],进一步提高了该法的准确度和可操作性,利于普及运用^[23-26]。

国内的学者也对PI法进行了较为广泛的改进与应用。最先引入的是,张淑荣等(2003)应用该法估算了于桥水库流域农业非点源的磷流失风险^[27]。后来,王丽华等(2006)根据我国的实际情况,增设了最佳管理措施因子和冰雪冻融因子,修正了磷肥施用量的计算,加强了PI法在我国的适用性^[28];李琪等(2008)基于PI分级方案^[29],也提出了修正的磷分级方案^[30];周惠平等(2008)以巢湖流域为例,引入了土壤磷吸持指数和磷饱和指标,提高了风险评估的准确性^[31]。李文超等(2014)以洱海源头典型小流域凤羽河流域为例,根据中国高原特征对PI法进行了简化和修正,建立了中国高原农业流域磷指数评价体系,并应用于研究区农业非点源磷(溶解态磷和颗粒态磷)流失风险的评价及关键源区的识别^[32]。

2.1.2 氮指标体系法

随着PI法的发展,氮指标体系(NLIs, Nitrogen Loss Index System)法也于20世纪九十年代中期得到了研究和发展^[33]。根据指标体系构建重点的差异,NLIs法可以分为三类:源因子型^[34-37]、迁移因子型^[38-39]与综合型指标^[33]。其中,源因子型的NLIs法的研究集中于

对氮源(以氮素平衡指标体系最为典型,即研究氮的输入输出平衡来得到氮的流失量)的分析构建而成,应用最为广泛^[35-37]。

就 NLI 法在国内的研究发展而言,单独采用该法进行氮流失风险评估的研究很少,主要集中于农田、林地氮流失负荷的估算和氮形态组分流失模型的构建^[13]。例如,侯彦林等(2008)等监测了农田的氮素流失,并提出了农田氮淋失过程的“物质、动力和因素”三环节的概念模型,制定了微观或小区域非点源氮污染评价的若干标准与方法^[40]。

2.1.3 氮磷综合评估体系

随着氮、磷污染指数体系法的发展,学者们逐步认识到氮磷流失的差异性及分别单独治理的矛盾性。例如,某些减少氮流失的管理措施可能会增加土壤中磷的含量,进而加剧了土壤磷流失;而免耕措施虽然减少了土壤磷流失,却可能促进氮的淋溶,提高氮的流失风险^[41]。因此,结合氮、磷两元素进行的氮磷综合评估体系近年来受到了学者们的关注和研究^[42]。

最早于 2000 年,Heathwaite 基于对氮、磷单独指标体系的综合分析,开始了构建氮磷综合评估体系的初探,首次提出了综合源因子与迁移因子的农田氮磷流失指标体系的概念模型^[43]。随后,该模型体系得到了很快的发展,较具有影响力的代表学者有 McDowell^[44]、Bechmair 等^[45]和 Drewry 等^[18]研究者都相继构建了各种类型的综合评估体系。

随着氮磷综合评估体系的建立和发展,该法近几年在国内也得到了较广泛的应用。张平等(2011)以密云水库沿湖集约化农区东庄小流域为例,发现该流域氮、磷不同元素流失风险的空间分布差异较大,进一步说明了氮磷综合指标的重要性^[46]。张汪寿等(2013)以土地利用、径流量和距离因子等为参评指标,利用改进的理想解法确定指标权重,最终建立了多准则分析评价体系,应用于北京怀柔区北宅小流域的农业非点源氮磷流失风险评估与关键源区识别^[47]。孙作雷(2015)以土壤侵蚀、地表径流、土壤质地、土壤渗透性及距离河道有效距离为参评指标对苕溪流域农业非点源氮磷污染风险进行了氮、磷及氮磷综合指标的流失风险评价^[13]。樊慧慧(2016)对合肥城郊二十辟河流域的某农业汇水区进行氮磷流失风险指数模型计算,表明氮磷流失的高风险区主要分布在距离河流较近的区域,表明迁移因子中距河道距离的重要性^[48]。耿若

楠(2017)则对淮北地区蚌埠市怀远县某一人工林地土壤的氮磷流失风险进行指数模型计算,结果表明该区人工林氮流失以中等风险为主,磷流失以低风险为主^[49]。Ye et al.(2017)对苕溪流域进行了氮、磷及综合指标评价,并筛选关键源区,提出对应非点源污染防治对策^[10]。

综上所述,国内学者对污染指数法的应用越来越注重氮磷综合风险的评估。但其应用多数局限于农田、林地等局部区域或者小流域农业非点源氮磷综合流失风险的研究,结合不同水文期的迁移因子进行农业非点源氮磷及综合流失风险的时空分布特征的有关报道仍属鲜见^[10,18]。

2.2 氮磷流失的时间差异性

氮、磷流失过程是一个涉及土壤类型、水文条件、地形地貌、土地利用类型等多种因素的复杂非点源污染过程。与空间上的关键源区相似,农业非点源污染负荷在时间上也存在一定的变化规律,与降雨径流是农业非点源污染输出、迁移的最主要动力紧密相关。研究表明,年际或年内水文过程的差异对氮磷流失的影响显著^[10],其污染负荷输出可能会集中于某一水文年或年内某一水文时期或某一季节表现得更为严重^[50]。

高超等(2005)表明旱地和水稻田用地在极端降水事件(高强度降水)期间随地表径流发生流失的养分含量占全年流失总量的 50%以上^[51]。张继宗等(2009)对太湖平原农田区域径流氮磷污染监测结果表明,降雨量越大,历时越长,农田氮磷流失浓度和流失量越大,因此,汛期的径流氮磷流失几率和流失强度均大于非汛期^[52]。张皓天(2010)^[53]、刘博等(2011)^[14]、Francesconi, et al. (2016)^[54]、Lee, et al. (2018)^[55] 利用 SWAT (Soil and Water Assessment Tool) 模型进行不同流域非点源氮磷污染评估,结果都表明了,氮磷污染负荷量与降雨量呈正相关关系,汛期是氮磷负荷输出的关键期。施练东等(2011)通过应用 SWAT 模型,模拟出汤浦水库流域农业非点源氮磷污染负荷的季节变化规律呈不规则的“W”形态变化,雨季前期(5 到 6 月)和作物收获后(10 月),流域内氮磷的流失量会达到全年的最大值^[56]。张桂轲(2016)以 SWAT 模型对长江流域非点源氮磷流失风险进行模拟的结果表明,氮磷输出负荷在年内分布差异显著,丰水期总氮和总磷的负荷强度远远高于枯水期,5 月至 9 月总氮、总磷负荷量占全年总负荷量的比例分别为 74% 和 85%。其

中,氮素的输出受到降雨、径流动力传输过程和氮素供给量的共同控制;农业流域氮素供给充足,降雨、径流过程的控制作用更加凸显,因此,汛期的氮素浓度高于非汛期;而在非农业流域,受氮素供给量的控制,汛期氮素浓度可能还低于非汛期^[57]。

3 小结

综上所述,在不同区域内,各因素随时空尺度及局部环境的变化对非点源氮磷流失产生的影响力亦随之变化,因此,如何有效地模拟和估算全球各流域氮磷流失风险状况仍是困扰研究者的一个现实难题^[5]。同时,水文过程的差异对氮磷流失的影响显著^[10,18],通过合理评估研究区域的农业非点源氮磷污染负荷的时空分布差异,识别并筛选氮磷流失发生严重的关键源区和关键期,对于采取时空针对性的非点源污染的防治是极为必要的。但有关非点源氮磷流失关键期筛选的报道多运用物理模型(主要是 SWAT 模型)进行,尚缺乏氮磷综合流失风险模型的运用。而运用氮磷及综合污染指数法尚局限于关键源区的筛选,并多集中于农业小流域或者局部的林业区,缺乏关键期的筛选^[31]。因此,亟待结合不同水文期的差异加强氮磷及综合流失风险的时空差异研究。

参考文献:

- [1] RODRIGO M A, VALENTIN A, CLAROS J, et al. Assessing the effect of emergent vegetation in a surface-flow constructed wetland on eutrophication reversion and biodiversity enhancement[J]. *Ecological Engineering*, 2018, 113: 74–87.
- [2] MOHAMED Z A, CARMICHAEL W W, Hussein A A. Estimation of microcystins in the freshwater Fish *Oreochromis niloticus* in an Egyptian fish farm containing a microcystis bloom[J]. *Environmental Toxicology*, 2003, 18(2): 137–141.
- [3] DING S M, CHEN M S, GONG M D, et al. Internal phosphorus loading from sediments causes seasonal nitrogen limitation for harmful algal blooms [J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 625: 872–884.
- [4] RONG Q Q, CAI Y P, CHEN B, et al. An enhanced export coefficient based optimization model for supporting agricultural nonpoint source pollution mitigation under uncertainty[J]. *Science of the Total Environment*, 2017, 580: 1351–1362.
- [5] 刘庄, 晁建颖, 张丽, 等. 中国非点源污染负荷计算研究现状与存在问题[J]. *水科学进展*, 2015, 26(3): 432–442.
- [6] MIAO H, FOOKS J R, GUILFOOS T, et al. The impact of information on behavior under an ambient - based policy for regulating nonpoint source pollution[J]. *Water Resources Research*, 2016, 52(5): 3294–3308.
- [7] 中华人民共和国环境保护部. 第一次全国污染源普查公报[R]. 中华人民共和国国家统计局, 2010.
- [8] CORWIN D L, VAUGHAN P J, LOAGUE K. Modeling non-point source pollutants in the Vadose zone with GIS[J]. *Environmental Science & Technology*, 1997, 31(8): 2157–2175.
- [9] FRAGA I, CHARTERS F J, O'SULLIVAN A D, et al. A novel modelling framework to prioritize estimation of non-point source pollution parameters for quantifying pollutant origin and discharge in urban catchments [J]. *Journal of Environmental Management*, 2016, 167: 75–84.
- [10] YE H M, YUAN X Y, HAN L, et al. Risk assessment of nitrogen and phosphorus loss in a hilly-plain watershed based on the different hydrological period: A case study in Tiaoxi watershed[J]. *Sustainability*, 2017, 9(8): 1493–1506.
- [11] HECKRATH G, BECHMANN M, EKHOLM P, et al. Review of indexing tools for identifying high risk areas of phosphorus loss in Nordic catchments [J]. *Journal of Hydrology*, 2008, 349(1): 68–87.
- [12] 郭鸿鹏, 朱静雅, 杨印生. 农业非点源污染防治技术的研究现状及进展[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(4): 290–5.
- [13] 孙作雷. 茗溪流域农业非点源污染风险评估研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [14] 刘博, 徐宗学. 基于 SWAT 模型的北京沙河水库流域非点源污染模拟[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(5): 52–61.
- [15] 薛利红, 杨林章. 面源污染物输出系数模型的研究进展[J]. *生态学杂志*, 2009, 28(4): 755–761.
- [16] SHRESTHA S, KAZAMA F, NEWHAM L T H, et al. Catchment scale modelling of point source and non-point source pollution loads using pollutant export coefficients determined from long-term in-stream monitoring data[J]. *Journal of Hydro-environment Research*, 2009, 2(3): 134–147.
- [17] LUCCI G M, MCDOWELL R W, CONDRON L M. Phosphorus source areas in a dairy catchment in Otago, New Zealand[J]. *Soil Research*, 2012, 50(2): 145–156.
- [18] DREWRY J J, NEWHAM L T H, GREENE R S B. Index models to evaluate the risk of phosphorus and nitrogen loss at catchment scales [J]. *Journal of Environmental Management*, 2011, 92(3): 639–649.
- [19] CHERRY K A, SHEPHERD M, WITHERS P J A, et al. Assessing the effectiveness of actions to mitigate nutrient

- loss from agriculture: A review of methods[J]. *Science of the Total Environment*, 2008, 406(1): 1–23.
- [20] LEMUNYON J L, GILBERT R G. The concept and need for a phosphorus assessment tool[J]. *Journal of Production Agriculture*, 1993, 6(4): 483–486.
- [21] SHARPLEY A N, WELD J L, BEEGLE D B, et al. Development of phosphorus indices for nutrient management planning strategies in the United States[J]. *Journal of Soil & Water Conservation*, 2003, 58(3): 137–151.
- [22] GBUREK W J, SHARPLEY A N, HEATHWAITE L, et al. Phosphorus management at the watershed scale: A modification of the phosphorus index [J]. *Journal of Environment Quality*, 2000, 29(1): 130–144.
- [23] BEEGLE D B, WELD J L, GBUREK W J, et al. The Pennsylvania Phosphorus Index: Version 1 User Documentation [J]. 2001, 18(5): 105–109.
- [24] ANDERSEN H E, KRONVANG B. Modifying And Evaluating a P Index For Denmark [J]. *Water Air & Soil Pollution*, 2006, 174(4): 341–353.
- [25] TUHKANEN H, UUSITALO R, YLI-HALLA J, et al. Modification of P index for Finland[R]. *International Phosphorus Transfer Workshop (IPTW): Connecting Phosphorus Transfer from Agriculture to Impacts in Surface Waters*, 2001.
- [26] BECHMANN M, KROGSTAD T, SHARPLEY A. A phosphorus index for Norway[J]. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 2005, 55(3): 205–213.
- [27] 张淑荣, 陈利顶, 傅伯杰, 等. 农业区非点源污染潜在危险性评价; 以于桥水库流域磷流失为例[J]. *第四纪研究*, 2003, 23(3): 262–269.
- [28] 王丽华, 王晓燕, 张志锋, 等. 磷指数法: PI(PIndex)的修正及应用[J]. *首都师范大学学报(自然科学版)*, 2006, 27(2): 85–88.
- [29] HUGHES K J, MAGETTE W L, KURZ I. Identifying critical source areas for phosphorus loss in Ireland using field and catchment scale ranking schemes [J]. *Journal of Hydrology (Amsterdam)*, 2005, 304(1/2/3/4): 430–445.
- [30] 李琪, 陈利顶, 齐鑫, 等. 奶水河流域农耕区非点源磷污染危险性评价与关键源区识别[J]. *环境科学*, 2008, 29(1): 32–37.
- [31] 周慧平, 高超. 巢湖流域非点源磷流失关键源区识别[J]. *环境科学*, 2008, 29(10): 2696–2702.
- [32] 李文超, 任天志. 高原农业流域磷流失风险评价及关键源区识别: 以凤羽河流域为例[J]. *农业环境科学学报*, 2014, 33(8): 1591–1600.
- [33] FIGUEROA V U, DELGADO J A, CUETO W J A, et al. A new Nitrogen Index to evaluate nitrogen losses in intensive forage systems in Mexico[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2011, 142(3): 352–364.
- [34] BUCZKO U, KUCHENBUCH R O. Environmental indicators to assess the risk of diffuse nitrogen losses from agriculture[J]. *Environmental Management*, 2010, 45(5): 1201–1222.
- [35] GOODLASS G, HALBERG N, VERSCHUUR G. Input output accounting systems in the European community: An appraisal of their usefulness in raising awareness of environmental problems [J]. *European Journal of Agronomy*, 2003, 20(1/2): 17–24.
- [36] JANSON V, BUSMANIS P, DZALBE I, et al. Catchment and drainage field nitrogen balances and nitrogen loss in three agriculturally influenced Latvian watersheds[J]. *European Journal of Agronomy*, 2003, 20(1/2): 173–179.
- [37] SCHRDER J J, NEETESON J J. Nutrient management regulations in the Netherlands [J]. *Geoderma*, 2008, 144 (3): 418–425.
- [38] ALLER L, BENNETT T, LEHR J H, et al. Drastic: a system to evaluate the pollution potential of hydrogeologic settings by pesticides[J]. *Acs Symposium*, 1986, 315(1): 141–158.
- [39] PAZ J M D, DELGADO J A, RAMOS C, et al. Use of a new GIS nitrogen index assessment tool for evaluation of nitrate leaching across a Mediterranean region [J]. *Journal of Hydrology*, 2009, 365(3): 183–194.
- [40] 侯彦林, 李红英, 周永娟, 等. 中国农田氮面源污染研究: II 污染评价指标体系的初步制定[J]. *农业环境科学学报*, 2008, 27(4): 1277–1282.
- [41] SHARPLEY A N, SMITH S J. Wheat tillage and water quality in the Southern plains [J]. *Soil & Tillage Research*, 1994, 30(1): 33–48.
- [42] 张恒, 曾凡棠, 房怀阳, 等. 基于 HSPF 及回归模型的淡水河流域非点源负荷计算 [J]. *环境科学学报*, 2012, 32(4): 856–864.
- [43] HEATHWAITE L, SHARPLEY A, GBUREK W, et al. A conceptual approach for integrating phosphorus and nitrogen management at watershed scales[J]. *Journal of Environmental Quality*, 2000, 29(1): 158–166.
- [44] MCDOWELL R W, SHARPLEY A N, KLEINMAN P J A. Integrating phosphorus and nitrogen decision management at watershed scales [J]. *Jawra Journal of the American Water Resources Association*, 2010, 38(2): 479–491.
- [45] BUIVIDAITE M. Integrated tool for risk assessment in agricultural management of soil erosion and losses of phosphorus and nitrogen[J]. *Science of the Total Environment*, 2009,

- 407(2): 749–759.
- [46] 张平, 高阳昕, 刘云慧, 等. 基于氮磷指数的小流域氮磷流失风险评估[J]. 生态环境学报, 2011, 20(6): 1018–1025.
- [47] 张汪寿, 耿润哲, 王晓燕, 等. 基于多准则分析的非点源污染评价和分区: 以北京怀柔区北宅小流域为例[J]. 环境科学学报, 2013, 33(1): 258–266.
- [48] 樊慧慧. 合肥市郊典型农业小流域土壤氮磷形态及流失风险评估[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016.
- [49] 耿若楠. 淮北地区典型人工林地土壤氮磷形态及流失风险分析[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017.
- [50] COPPENS J, HEJZLAR J, Sorf M, et al. The influence of nutrient loading, climate and water depth on nitrogen and phosphorus loss in shallow lakes: a pan-European mesocosm experiment[J]. *Hydrobiologia*, 2016, 778(1):13–32.
- [51] 高超, 朱继业, 朱建国, 等. 极端降水事件对农业非点源污染物迁移的影响[J]. 地理学报, 2005, 60(6): 991–997.
- [52] 张继宗, 张维理, 雷秋良, 等. 太湖平原农田区域地表水特征及对氮磷流失的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1497–1503.
- [53] 张皓天, 张弛, 周惠成, 等. 基于 SWAT 模型的流域非点源污染模拟[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2010, 38(6): 644–650.
- [54] FRANCESCONI W, SRINIVASAN R, PÉREZ-MIÑANA E, et al. Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to model ecosystem services: A systematic review[J]. *Journal of Hydrology*, 2016, 535:625–636.
- [55] LEE S, YEO I Y, LANG M W, et al. Assessing the cumulative impacts of geographically isolated wetlands on watershed hydrology using the SWAT model coupled with improved wetland modules [J]. *Journal of Environmental Management*, 2018, 535:37–48.
- [56] 施练东, 俞海平, 朱建坤, 等. 基于 SWAT 模型的汤浦水库流域非点源污染模拟 [J]. 水生态学杂志, 2011, 32(3): 66–70.
- [57] 张桂轲. 长江流域上游非点源污染及其对水文过程的响应研究[D]. 北京: 清华大学, 2016.

(责任编辑:叶丽娜)

Risk Assessment of Nitrogen and Phosphorus Loss from Agricultural Non-point Sources

YE Hongmeng, YUAN Xuyin, LIN Hao

(School of Ecology and Resources Engineering, Fujian Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology,
Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Agricultural non-point source nitrogen and phosphorus loss has become the main source of water eutrophication in China, with significant spatial and temporal differences. This paper introduces the definition, causes and characteristics of agricultural non-point source pollution, and introduces the risk of nitrogen and phosphorus loss caused by agricultural non-point source pollution, including risk assessment methods (identification of spatial differences) and time differences. It is concluded that the evaluation methods of nitrogen, phosphorus and comprehensive pollution index have been widely used in China, but they are still limited to the screening of key source areas, and mostly concentrated in small agricultural basins or local forestry areas, lacking the screening of key periods. Therefore, it is urgent to strengthen the study of spatial and temporal differences of nitrogen and phosphorus and their comprehensive loss risks in the future in light of the differences in different hydrological periods.

Key words: agricultural non-point sources; nitrogen and phosphorus loss; risk assessment; spatial and temporal differences

关于退市制度下我国 ST 公司信息披露问题的思考

杨凯淇, 卿 松

(集美大学 财经学院, 福建 厦门 361021)

摘 要:通过梳理退市风险警示制度的演变,以及该制度诱导的盈余管理手段和信息披露现状,总结这些现象造成的不良后果。针对这些消极后果,建议采取变通财务报表的信息列示,单独披露报表附注的重要内容,明确规定 ST 公司临时信息披露的内容与时间等强化信息披露的手段来完善 ST 制度。信息披露的规范可以减少信息不对称,加强外部监督对公司盈余管理的约束,更好地保护中小投资者的利益。

关键词:退市制度;ST 制度;信息披露;盈余管理

中图分类号:F830 **文献标识码:**A **文章编号** 1674-2109(2019)09-0028-06

退市制度的出现是为了淘汰资本市场上的劣质公司,使更多的资源流入优质的上市公司,起到优化资源配置的作用,而风险警示制度(ST、*ST)是为了在淘汰劣质公司的同时,保护中小投资者的利益,引导理性投资,激励被警示上市公司改善经营管理,将证券监管与法律制度有机结合起来,并且引入退市威胁还能解决上市公司的道德风险^[1]。然而,根据多年的制度施行效果来看,最初积极的想法几乎没有实现。自 2001 到 2017 年,我国 A 股市场共 96 家公司退市,退市率不足 1%,而美国纳斯达克的退市率约为 9%,东京证券交易所的退市率超过 10%。我国上市公司被打上 ST 标签后,经常脱帽再戴帽。这些中国“特色”表明了退市制度的无效。

原先对 ST 制度的研究主要集中于评价制度的作用,而在近几年很多学者关注 ST 类公司的摘帽方法,以及由此造成的后果,从而提出加快取消 ST 制度的建议^[2-3]。通过回顾对退市风险警示制度的演变历程,

发现我国监管部门实施 ST 制度,不仅是为了保护投资者,同时也想给上市公司一次自救的机会,只是还未找到平衡两者的方法。因此重点探讨监管部门应如何强化 ST 公司的信息披露情况,以便给上市公司“名正言顺”的自保机会,同时又为中小投资者提供有益的保护。

1 我国退市制度下退市风险警示的演变与现状

为了维护证券市场健康稳定的发展,证监会在 1998 年首次颁布了特别处理制度(ST),要求沪深交易所对存在财务状况或其他状况异常的上市公司的股票交易实行特别处理。后来监管层又推出 PT 制度,与 ST 制度类似,是为了提示风险,增加市场透明度,避免股价异常波动。由于投资者认为国有公司不可能退市,导致国有 ST、PT 类股票频繁的资产重组,从而激发了市场的投机风气。因此,证监会在 2001 年取消 PT 制度,沪深交易所将“主营业务正常运作”和“扣除非经常性损益后的净利润为正”作为 ST 公司摘帽条件,严格限制 ST 公司的盈余管理手段。然而由于存在一些资质较好的上市公司因业绩的暂时波动也可能被 ST,给公司造成不利影响^[4],所以 2012 年沪深交易所不再将“扣除后的净利润为正”作为 ST 公司摘帽的

收稿日期:2019-02-21

作者简介:杨凯淇(1994-),女,汉族,硕士研究生,主要从事财务管理的研究;
卿松(1971-),男,汉族,教授,主要从事财务管理的研究。

必要条件。这也从侧面说明了交易所也倾向于给优质公司一个自救的机会,但也造成了我国资本市场上一批“不死鸟”的出现。

随着证券市场的不断发展,ST制度已经进行了多番的修订更新。深交所2012年修订的创业板上市规则中,取消了ST制度,强化了退市风险警示的信息披露要求。上交所2014年修订的主板上市规则中,ST制度包含两类,一类是存在终止上市风险的风险警示,简称“退市风险警示”,标识为“*ST”;一类为存在其他重大风险的其他风险警示,标识为“ST”。现阶段的退市制度放松了*ST公司摘帽的条件,但是若*ST公司未成功摘帽被暂停上市,想要恢复上市则需要满足扣非经常性损益后净利润为正。由于前后规定的松紧差别,非经常性损益成为*ST公司盈余管理的首要选择^[9]。再加上对信息披露的要求没有严格的规范,导致*ST公司和中小投资者的信息不对称更加严重,导致资源配置更加低效。

2 我国ST制度下公司的盈余管理现状及后果

由于ST制度存在缺陷以及公司经营状况的改善需要较长的时间,因此大多数ST公司往往利用盈余管理的手段来改善业绩^[6],这些公司利用了监管部门的部分量化规定,将非经常性损益变成调节净利润有力武器,使得一些偶然的非经常性损益变得可预期了^[7],正是由于非经常性损益内容的扩充和损益表列报方式造成了这些现象^[8]。

一些学者研究发现不论是应计还是真实盈余管理都会对公司未来的经营产生负面影响^[9],而且真实盈余管理可能会对公司的长期价值产生更严重的负面影响^[10]。这也解释了大部分ST公司摘帽后业绩没有得到显著改善^[11],甚至在摘帽后业绩普遍出现下滑的现象^[12]。因此,对于濒死公司而言,虽然盈余管理行为可以暂时改善自身状况,但随着真实盈余管理的损害效应逐步显现出来,公司可能会再次经历“濒死体验”,*ST安泰(证券代码:600408)和*ST天化(证券代码:000912)从2013年到2018年的两次戴帽都证明了上述结论。

3 ST公司盈余管理手段和信息披露的现状

由于退市制度中缺少对ST公司信息披露的规范,使得很多*ST公司为了摘帽进行有利于自身的盈余管理时,选择性地简略披露重要信息,造成很多中小投资者,特别是不熟悉财务会计的投资者会被公司财务报表表面的数据、以及附注中表述不清的陈述迷惑。本文接下来分析目前*ST公司常用的盈余管理手法和相对应的信息披露情况。

3.1 流动资产减值准备的计提与转回

龚程晨和宋钦(2013)发现会计准则虽然禁止了长期资产减值准备的转回,但流动资产减值准备的转回却没有作出限制^[13]。因此,上市公司仍可以利用存货跌价准备、坏账准备的计提和转回进行盈余管理。对于*ST公司,常通过少计提减值来美化财务报表;或者在亏损较大的年度,大量计提减值准备,以便在摘帽年度,通过少计提减值或减值准备的转回,增加当年利润。例如,*ST安泰资产减值损失金额在2013年到2015年呈现先升后降的态势,2014年资产减值损失是2013年的3倍,2015年又急剧缩小,其存货跌价准备变动情况也与资产减值损失变动大体一致,然而其只在报表附注中展示了明细项的金额,却对这些异常原因只字未提。再看一汽夏利(证券代码:000927)在2015年摘帽年度收回了账龄已达5年以上关联方的应收账款,其原先已计提了50%的坏账准备,在2015年年报中公司对此只是简单的解释,得到了第二大股东的支持。

3.2 资产重组

*ST公司资产重组有两种方式,一种以高于账面价值的金额向关联方出售亏损的资产,另一种是向其他方出售公司的优质资产。相比于前一种,后一种更不利于公司的长期发展。但一些公司又通过“售后租回”的合同继续使用这些优质资产,以保证未来稳定经营。

例如,2015年底,一汽夏利在扭亏关键年度,将其分公司的部分资产、产品开发中心以及汽车研究所股权转让与其控股股东,一次性确认了9.95亿元的利得。公司对出售资产的解释是减少过剩产能,剥离不利于产品升级的资产,然而公司还表示将采取委托开

发或技术许可获得开发中心的技术和服务,这就是变相的“售后回租”。对于资产评估增值的原因,只是说明有哪些明细资产增值,具体原因并未陈述。再看公司后两年的表现,2016年略有盈利,但营业收入比2015年减少约40%,2017年再次亏损,营业收入比2016年减少28%,这也侧面说明公司的经营状况并没有改善。同样的情况也出现在*ST天化,该公司将不良资产高价出售给控股股东的同时,还选择性收购了控股股东拥有的盈利子公司的股权,改善了账面金额,却未对其进行解释说明。

3.3 债务重组

许多亏损上市公司利用债务重组进行盈余管理^[4]。当债务公司经营困难时,债权人执意收回全款或申请公司破产都是不明智的选择。债权人给予一定的让步,不仅有利于债务人度过经营危机,而且有利于债权人更限度地收回债务。特别当债务人是上市公司时,债权人还能保持稳定的客源。*ST安泰在2015年与7家债权人签署了《债务豁免协议》,总共豁免了约1.4亿的债务,但对于债务重组的过程也没有作出具体的披露。

3.4 关联交易

关联交易形式有很多种,而且常常会 and 上述的债务重组和资产重组结合起来。我国上市公司常与关联公司之间存在资金占用的关系。关联方在占用上市公司巨额资金的同时也利用支付资金占用费向上市公司输送利润。

例如,*ST安泰在2015年与其关联方新泰钢铁实施重大资产置换,将持有的51%的安泰冶炼的股权与新泰钢铁公司持有的100%的安泰型钢股权进行置换,置出了亏损的子公司,置入了盈利能力好的子公司。不良资产的剥离可以使得其亏损情况不会影响到上市公司合并报表的利润状况,另一方面,优质资产的注入也改善了公司的账面利润。而且该年关联方将资金拆借款全部偿还完毕。*ST安泰“其他应收款”科目2015年的余额比2014年下降了77%,主要是关联方非经营性欠款的偿还,公司也确认了一笔约2.1亿的资金占用费收入。然而公司对于这些异常情况也只是在报表附注中披露了明细项目金额,并没有对这些金额进行补充说明,如资产置换的评估、资金占用费

所使用的借款利率。

3.5 政府补助

蒋恩平(2013)发现地方政府往往出于经济、就业和社会稳定等因素帮助当地上市公司脱离困境,而上市公司往往通过这一政府补助的方式实现扭亏为盈^[5]。例如,*ST安泰2015年度政府补助增幅超过400%,当年政府补助划分为收益类的金额高达1.18亿,全部计入“营业外收入”科目。虽然*ST安泰有披露获得补助的项目名称,每次获得的政府补助也有临时公告,但是并未说明这些项目具体是做什么用,项目对公司和社会有什么影响。*ST天化则是通过调整政府补助收益确认时点和收益性质,将政府补助提前计入2015年的利润中。一汽夏利也用同样的手法,将政府补助的换代轿车开发及产业化项目提前摊销,2015年的摊销额是2014年的5倍,然而年报并未对此作出说明,并且相比*ST安泰,一汽夏利很少有关于政府补助的临时公告。

通过对多家*ST公司的年报进行分析,笔者发现这些公司都将异常变动项目的金额隐藏在财务报表的汇总金额中,导致投资者很难判断公司真实的经营绩效,特别是不熟悉财会知识的投资者,更不可能去报表附注中查找相应的信息。再看公司的报表附注,异常变动金额只披露了明细科目,但并未说明其产生的原因、存在的合理性、以及对公司经营业绩的影响。特别是对资产重组的资产定价、政府补助金额本身的透明度就低,再加上公司对这些项目简略的披露,投资者不可能清楚了解这些项目背后的真实情况。虽然笔者认为政府补助、资产重组、债务重组确实有益于公司经营改善,但是如果公司只打算将其作为盈余管理的手段,而不是经营改善的手段,那么这些方法只能糊弄投资者,扰乱信息对资本市场的资源配置的功能。

4 退市制度下ST公司信息披露的强化措施

大多学者将*ST公司盈余管理的不良后果归责于我国会计准则的缺陷,例如会计准则没有对“重要性”做出准确的、明确的界定;准则过于强调和国际趋同,原则导向给了管理层更大的盈余管理空间^[6]。然而笔者认为会计准则无论是“规则导向”,还是“原则导

向”,别有用心的公司依然能钻空子,所以更重要的是监管层如何监管、规范公司的财务信息披露行为,通过恰当的信息披露减少信息不对称,利用外部监督来约束公司的不当行为。本文从以下四个方面建议来强化有用的信息披露。

4.1 变通和规范财务报表的信息列示

我国公司的财务报表一般都是根据财政部印发的通用格式进行列报,不像英美等国家的财务报表,他们没有规定固定的格式,只是要求公司根据其经营情况,必须披露某些项目,报表项目的名称也可以根据公司实际变化自行调整。通用格式的缺陷就是很多上市公司的财务报表上列示了很多金额为0的资产,而对公司重要的资产却汇总或分散列示,造成报表信息既冗余又不相关。例如,我国非经常性损益的披露以表外披露为主,相关项目或内容大多散落在“营业外收入/支出”“资产减值损失”“投资收益”等项目中,这非常不利于报表使用者直观地获取相关信息。

因此,笔者认为监管部门可以根据会计准则赋予的原则性导向对相关的报表列示进行变通和规范。建议强制要求*ST公司在财务报表中单独列示一些重要的子项目,例如在“应收账款”下单列“应收关联款”;在“持有待售资产”下单列“终止经营资产”;在“营业外收入”下单列“政府补助”;在“资产减值损失”下单列“流动资产减值准备”。监管层也可以设置一些相对指标来强制信息单独列示,例如要求*ST公司必须根据重要性原则在财务报表中单独列示对当期净利润产生50%影响的会计科目。投资者不仅能够在报表中直观地看出对公司的利润产生重大影响的活动,还能直接察看到相关附注说明,对公司的当前经营状况和持续发展能力进行较为恰当的判断,对是否继续持股进行理智的决策。

对于一些能反映管理层资产重组意图的科目,似乎对*ST公司的投资者没有起到相应的预测作用,例如*ST天化和*ST安泰从2015年开始就较为频繁地进行资产重组,但是2015年到2017年的报表中“持有待售资产”的金额始终为0,而“资产处置收益”金额都相当大。根据逻辑推理公司本年度的“资产处置收益”应大部分来自上一年度的“持有待售资产”。因此,如果本年度的“资产处置收益”明显大于上一年度的

“持有待售资产”,说明*ST公司存在为了扭亏为盈而进行损害自身价值的资产变卖。所以恰当的列示一些财务报表项目,信息使用者就能够初步识别公司的端倪。

4.2 独披露报表附注中的信息

虽然上市公司的年报中,监管层会要求将非经常性损益的明细金额单独列示出来,但却没有要求对这些金额进行解释说明,既然已要求将非经常性项目单独披露,那么相关的文字阐述也需相应地归集到这块区域,以免投资者在不同的年报部位找相关的信息解释,也防止上市公司借由散落的信息来省略相关信息的披露。例如遍观一汽夏利2015的年报,其对非经常性损益中的2.7亿元“其他”项没有进行任何说明。所以统一规范非经常性损益详细信息的披露位置,既可以使投资者方便获得有用的信息,也防止公司有意遗漏信息。

会计准则虽然对涉及关联方的资产重组有较为细致的规定,但是上市公司依旧缺少对资产评估定价的具体内容进行披露,再加上评估中介估价的准确性也存在疑虑,所以需要监管部门对此进行明确规定,并密切监控,对异常金额要求公司进行详细的答复。由于公司的财务状况存在稳定性,所以信息披露和监管主要着重于异常金额的形成说明。例如,对于异常大额的债务重组,需要适当披露具体协商的内容,是否使公司负有其他的义务;对于异常的政府补助,更需要上市公司对政府补助披露金额确认为当期损益的依据,以及政府补助的合理性。

根据单独列示的重要子项目,要求将这些项目索引至报表附注中详细披露项目的成因、合理性、明细结构、处理过程、对公司今后可能产生的有利或不利的影 响。对于公司存在的异常项目的金额,都应要求公司披露这些金额占当年净利润的比例,这样的信息披露不仅能使投资者了解公司真实业绩,也能反过来促使公司认真对待其目前存在的经营问题并积极改进。

4.3 明确规定临时信息披露的内容与时间

证监会和交易所对临时信息披露的内容、时间都有较为明确的规定,但是对于*ST公司应要求更严格的临时信息披露规范。借鉴创业板的每周披露一次退市风险提示公告的要求,主板也可以要求公司加强披露戴帽当年公司采取的各项扭亏为盈的办法和相应

的进展状况。然而创业板不同的公司对退市风险提示公告的披露内容也有详略之分,可能是由于当公司扭亏有望时自然倾向披露更多积极的信息,增加投资者信心,而处境确实难以扭转时倾向于避重就轻,所以监管部门可以对披露内容的详细程度进行规范。

例如创业板公司星河生物(证券代码:300143)在2016年公司股票存在被暂停上市风险的提示性公告中披露了可能暂停上市的详细原因,公司对此采取的措施,这些措施的当前进展,预期会产生什么结果信息。这样的定期的信息披露确实更能给投资者带来更多的决策依据,起到对投资者风险警示的作用,这一点是完全值得主板借鉴的;而金亚科技(证券代码:300028)在2018年可能暂停上市或终止上市提示性公告中只是含糊其辞、比较笼统的表述,一些内容简略带过,这可能会增加投资者误判的可能性。

4.4 其它配套的强化措施

4.4.1 对*ST制度立新规

(1)建议对*ST公司,连续三年亏损后直接进入终止上市的程序,略过暂停上市这一阶段。因为没有“暂停上市”进一步的缓冲,*ST的退市风险警示才能真正对投资者起到警示作用。暂停上市时不能交易股票,中小投资者反而可能被套住,直接进入终止上市程序,并在终止阶段出台相关规定,大股东是否收购中小股东股票,以及中小股东对公司责任人的诉讼求偿,这样更能起到保护中小投资者的作用。上市需要连续三年盈利,退市就对应连续三年亏损,从而使上市规则和退市规则更好衔接。

(2)对当年摘帽的*ST公司再进行为期两年的考察,两个年度的考察均以“持续经营利润”或“扣除非经常性损益后净利润”大于零为准,考察期第一年小于零的公司直接再进入退市风险警示,第二年再为负数,则直接进入终止上市程序。这样可以减少*ST公司反复戴帽的现象。

4.4.2 加强对*ST公司信息披露的监督

对于*ST公司信息披露真实性的监控,不仅需要借助公司内部治理层的力量,也要借助会计师事务所的力量,让公司的内部控制和事务所的审计报告来保证信息的真实性。因此,建议要求*ST公司的注册会计师在内部控制审计报告中,对内控审计中所使用的

标准进行披露,如果采用的标准和公司内控自评报告中所用的标准不一致也需要进行解释说明。对于摘帽当年的审计报告,注册会计师应在“关键审计事项”中对两、三个对净利润产生重大影响的项目的审计过程进行简要描述。如果对财务报告的信息存在重大疑虑,证券交易所可以要求另请一家会计师事务所对*ST公司进行审计,并出具审计报告。

对于信息披露规则的执行,监管层应更密切关注ST类公司,确保公司按要求及时披露信息,并且按照规定格式和细节要求来披露信息。监管层应对违规、虚假披露信息的公司,以及协助上市公司披露虚假信息和有瑕疵信息的中介机构(资产评估机构、会计师事务所等)进行警示和严厉惩罚。证监会可以进一步把退市的权责交给交易所,由交易所来具体操作。交易所本身是市场机构,市场繁荣与否对交易所而言有直接利害关系,其会更有意愿去主动淘汰无价值的上市公司。

通过上述的分析和建议,希望我国的退市制度更加重视关键信息的详细披露,减少上市公司与中小投资者之间的信息不对称。充分的信息披露不仅可以保护投资者利益,反过来还能通过外部监督迫使上市公司更加注重自身经营能力的提升,减少短视的盈余管理行为。

注释:本文资料与数据来源于上市公司年度报告

参考文献:

- [1] 杜巨澜,黄曼丽.ST公司与中国资本市场的行政性治理[J].北京大学学报(哲学社会科学版),2013,50(1):142-151.
- [2] 冯科,李钊.中外退市制度比较分析[J].首都师范大学学报(社会科学版),2014(5):71-80.
- [3] 赵海云,许可.中国主板退市制度问题研究:基于ST制度存在的有效性分析[J].武汉金融,2013(2):19-22.
- [4] 姜国华,王汉生.上市公司连续两年亏损就应该被“ST”吗?[J].经济研究,2005(3):100-107.
- [5] 秦娜娜.*ST公司非经常性损益盈余管理问题研究[D].济南:山东大学.2017:57.
- [6] 蔡春,朱荣,和辉,等.盈余管理方式选择、行为隐性化与濒死公司状况改善:来自A股特别处理公司的经验证据[J].会计研究,2012(9):31-39.
- [7] 白晓.非经常性损益策略与公司特别盈余管理:基于2009

- 年扭亏公司年报的验证 [J]. 山西财经大学学报, 2011, 51: 147-148.
- [8] 路军伟, 马威伟. 非经常性损益、隐蔽空间与上市公司盈余管理: 来自沪深 A 股市场 2009-2013 年的经验证据 [J]. 山西财经大学学报, 2015(5): 113-124.
- [9] 许文静, 王君彩. 应计盈余管理动机、方向与公司未来业绩: 来自护市 A 股经验证据 [J]. 中央财经大学学报, 2018(1): 68-76.
- [10] GUNNY K. The Relation Between Earnings Management Using Real Activities Manipulation and Future Performance: Evidence from Meeting Earnings Benchmarks [J]. Contemporary Accounting Research, 2010, 27(3): 855-888.
- [11] 和丽芬, 朱学义, 王传彬. 内部控制质量与财务困境恢复: 基于 2007—2011 年沪深 A 股 ST 公司数据 [J]. 经济经纬, 2014, 31(1): 118-123.
- [12] 程文莉, 何闻伟. 退市压力下 ST 公司摘帽绩效的实证研究 [J]. 会计之友, 2014 (2): 53-59.
- [13] 龚程晨, 宋钦. 存货跌价准备净计提与盈余管理的关系: 来自沪深两市制造业上市公司的证据 [J]. 会计之友, 2013 (14): 110-113.
- [14] 谢海洋. 债务重组准则变化与上市公司盈余管理 [J]. 中南财经政法大学学报, 2013(1): 110-114.
- [15] 蒋恩平. 地方政府补助与上市公司盈余管理研究 [J]. 商业会计, 2013(14): 106-108.
- [16] 彭迪云, 王江寒. 我国 ST 公司实现摘帽的盈余管理案例研究: 以 ST 凤凰为例 [J]. 中国注册会计师, 2017(1): 71-75.

(责任编辑: 聂传朋)

Thoughts on the Information Disclosure of ST Companies in China Under the Delisting System

YANG Kaiqi, QING Song

(School of Finance and Economics, Jimei University, Xiamen, Fujian 361021)

Abstract: In order to effectively play the role of delisting system, the article summarizes the evolution of delisting risk warning system and the common earnings management methods and information disclosure status induced by the system, summarizing the adverse consequences caused by these phenomena. In response to these negative consequences, it is recommended to adopt the information disclosure of the flexible financial statements, to separately disclose the important contents of the notes to the statements, to clearly stipulate the content and time of the temporary information disclosure of the ST company. By strengthening the information disclosure and reducing information asymmetry, the special treatment can be improved. With external supervision, the constraints on the earnings management of listed companies will better protect the interests of small and medium investors.

Key words: delisting system; special treatment; information disclosure; earnings management

影响房地产价格因素的区域实证分析

——以新疆省为例

赵鹏霞, 王合玲

(新疆财经大学 应用数学学院, 新疆 乌鲁木齐 830012)

摘要: 采用了多元线性回归模型从新疆整体, 新疆划分为北疆、南疆和东疆以及加入虚拟变量三个实证分析探究影响新疆房地产市场价格的因素, 从而得到影响房地产市场区域波动的主要因素。结果表明在新疆不同区域影响房地产价格的因素也不同。

关键词: 房地产价格; 新疆; 多元线性回归; 影响因素

中图分类号: F012 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2019)09-0034-04

自古房地产作为不动产和固定资产在人民生活都具有举足轻重的地位。近年来,“一带一路”和“丝绸之路经济带”计划已在新疆开始实行,这对新疆的经济发展有着巨大的影响,新疆房地产业又是新疆经济发展不可忽视的重要组成部分,它深刻影响着新疆人民的幸福感和新疆的经济形势和产业结构。而目前新疆的房地产市场发展水平高低不同,各地州房地产价格有高有低。因此分析和找到影响新疆房地产价格的主要影响因素,有利于新疆房地产业长期稳定发展,又有利于为“一带一路”建设做贡献。

1 文献综述

对房地产价格影响因素分析的文章不少。Malpezzi S 等^[1]创建了一个模型,研究了房价受宏观因素的影响程度,结果说明消费、供给和投资都对房价有重大影响。周建军等^[2]以湖南省为例对其各省市房地产价格影响因素进行了分析,从四个方面进行实证,具体得到了影响湖南省房地产价格的三大关键因素并给出建议。袁芳^[3]先是对影响因素排序,然后找到

影响房地产价格的主要因素,最后进行房价预测。王鹤^[4]运用广义空间面板数据模型分析我国东、中、西区域影响房价的因素及其差异。纪祥裕^[5]实证分析了房地产价格变动及其空间溢出效应对产业结构升级的影响。梁云芳等^[6]则是对比比较了不同区域的房产价格,找到了主要影响因素。

基于新疆的地理位置特殊,又是一带一路建设的重要地区,因此对新疆分区域实证分析房地产价格影响因素是势在必行的。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源及指标选取

考虑到数据的可获得性,本文选择新疆 2008—2016 年十三个地州市的六个影响因素进行有关分析,各数据均来自于各地州统计年鉴。从需求及供给角度选取具体的变量如表 1 所示。

表 1 指标选取

Tab.1 Indicator selection

变量	代表符号	单位	选取角度
生产总值	x_1	万元	需求
城镇居民可支配收入	x_2	元	需求
本年完成投资	x_3	万元	供给
本年施工房屋面积	x_4	万 m^2	供给
本年竣工房屋面积	x_5	万 m^2	供给
房地产价格	y	元/ m^2	反映房地产价格

收稿日期:2019-03-28

基金项目:2016 年国家社会科学基金(16BTJ024)。

作者简介:赵鹏霞(1993-),女,汉族,硕士研究生,主要从事空间统计学研究。

为了更好的分析新疆的房地产价格状况,在具体分析时,我们将十三个地州市按传统划分为三个区域:北疆、南疆、东疆。各区域和包含城市如下表2。

表2 区域划分

Tab.2 Regional division

区域	包含城市
北疆	乌鲁木齐市、克拉玛依市、昌吉回族自治州、伊犁州直属县(市)、塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州和阿勒泰地区
南疆	巴音郭楞蒙古自治州、克孜勒苏柯尔克孜自治州、喀什地区和和田地区
东疆	吐鲁番地区和哈密地区

2.2 数据描述分析

在进行分析之前先对各地区平均房地产价格做一个简单的描述性统计分析如图1所示,从折线图中可以看出乌鲁木齐市房价平均水平总体较高,其他地区房价相比于乌市大致在3000元上下波动。这是历年平均房地产价格,它不能看出每年各地房地产价格的变动。

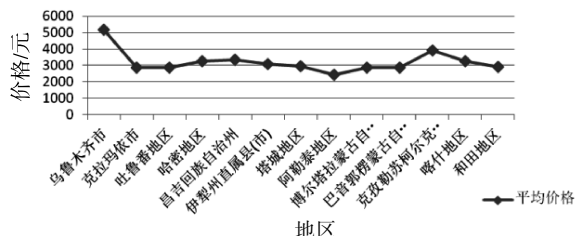


图1 各地平均价格折线图

Fig. 1 Average price line chart

下面是新疆分区域房地产价格折线图,由图二可知,北疆所包含的各地州平均房地产价格相对高于其他两个区域,南疆区域次之。这也许是新疆地域广袤,各区域难免存在经济发展不均衡的问题。

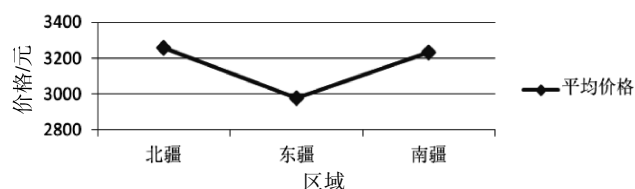


图2 分区域房地产平均价格折线图

Fig.2 Sub-regional real estate average price line chart

另外,还做了各地区2008—2016年的折线图,可以看出每年各地州房价的走势。从历年折线图可以看出各地州房价逐年攀升,这是意料之中的。总的来说

乌鲁木齐从房价水平处于最高水平;且从图中可以看出喀什和田等地区房价攀升速度在后几年逐渐加快,从2008年的1500元左右增加至2016年的5000元左右,除了该地区自身经济发展外,这与国家和新疆对该地区的政策实施是密不可分的。由于篇幅有限,这里不再展示有关分析的折线图。

2.3 模型介绍

本文所用数据为面板数据(Panel Data),它既有时间序列的特征,也有截面数据的特征,即由 n 个时间点和 m 个对象组成的数据。面板数据由于同时包含两个维度,因此在寻找数据时有较高的难度,不易获得。

在实证分析时,采用多元线性回归模型和加入虚拟变量模型进行分析,具体介绍如下。

多元线性回归模型是指包含一个因变量和若干自变量的回归模型,相比单一线性回归模型其优势在于可以有多个自变量来解释因变量,避免遗漏重要解释变量。其模型表示如公式(1)所示:

$$y=c+\beta x_i+\mu_i \quad (1)$$

其中, y 为应变量, c 为截距项, β_i 为自变量系数, x_i 为自变量, μ_i 为误差项, $i=1,2,\dots,6$ 。

虚拟变量(Dummy Variables)回归模型是指在上述多元回归模型中引入一个或多个虚拟变量而组成的模型。加入虚拟变量回归的好处是一个回归结果可以解释两种情况,即一个回归模型有两用。对于有定性变量的数据分析,该方法尤其适用。

引入虚拟变量的方式有加法引入和乘法引入以及加法和乘法同时引入。其中加法引入只影响回归的截距项而不改变其他参数;而乘法引入则影响模型的斜率但并不影响截距项;当既引入加法又引入乘法时,则模型的截距项和斜率同时受到影响。在具体分析时,可根据实际问题选择虚拟变量的引入方式。

另外还需注意虚拟变量的引入规则,分为两种情况:如果回归模型有截距项,则在模型中引入 $(m-1)$ 个虚拟变量;若回归模型无截距项,则设置 m 个虚拟变量,其中 m 为分类变量的个数。

3 实证分析

实证分析均采用Eviews 8软件,该软件是计量经

济学分析常用软件,其具有操作简单,功能强大等特点。

主要从三个方面进行实证,分别是新疆整体,从新疆分为三个区域以及加入虚拟变量进行具体分析。在分析前,我们对面板数据进行取对数操作,目的是消除数据的异方差。

3.1 新疆整体房地产价格影响因素实证分析

首先基于面板数据,我们从新疆整体进行实证分析,建立如下多元线性回归模型:

$$y=c+\sum_{i=1}^6\beta_i x_i+\sum_{i=1}^6 L(x_i)+L(y)+\mu_i \quad (2)$$

其中, c 为截距项, β_i 为系数, x_i 为自变量, μ_i 为误差项, $L(x_i)$ 为 x 的滞后项, $L(y)$ 为 y 的滞后项, $i=1,2,\dots,6$ 。

在这里,因变量 y 为房地产价格,自变量 x_1 为生产总值, x_2 为城镇居民可支配收入, x_3 为本年完成投资, $x_4(-1)$ 为本年施工房屋面积滞后一期, $x_5(-1)$ 本年竣工房屋面积滞后一期, $y(-1)$ 房地产价格滞后一期。回归结果如下表2。

表3 新疆整体房地产价格影响因素实证分析结果

Tab. 3 Empirical analysis of the factors affecting the overall real estate price in Xinjiang

变量	系数	标准差	T	P
C	14 257.07	390.524 5	36.507 49	0.017 4***
LOG(x_1)	55.541 52	2.545 409	21.820 27	0.029 2***
LOG(x_2)	1 552.318	40.090 92	38.719 95	0.016 4***
LOG($x_3(-1)$)	654.803 8	17.133 42	38.217 92	0.016 7***
LOG(x_4)	1 030.018	5.797 018	177.680 7	0.003 6****
LOG(x_5)	102.376 9	4.908 097	20.858 78	0.030 5***
LOG($y(-1)$)	-4 476.114	72.545 40	-61.700 86	0.010 3***
R ²	0.999 986	Ad-R ²	0.999 903	

注:*,**,***,****分别代表20%,10%,5%,1%的显著性水平

由结果知,模型R²为0.999 986,调整的R²为0.999 903,整体模型拟合较好。各个解释变量回归结果都有良好的显著性, x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 和 x_5 每增长1%, y 增加55.541 52元,1 552.318万元,654.803 8元,1 030.018元和102.376 9元。从需求供给角度来看, x_1 、 x_2 增加引起房地产价格上升遵循经济规律; x_4 、 x_3 和 x_5 是供给因素,其增加也引起房地产价格上升,这不遵循经济规律,说明新疆房地产市场存在投机需求;而当期房地产价格增加,使得人们对买房预期减少,进而使得

下一期房价减少。

3.2 北疆、南疆和东疆房地产价格影响因素实证分析

为了看新疆房地产价格影响因素是否存在区域差异,按照上述回归法分别对北疆、南疆和东疆数据进行回归,建立如下模型:

$$y=c+\sum_{i=1}^6\beta_i x_i+\sum_{i=1}^6 L(x_i)+L(y)+\mu_i \quad (3)$$

其中,各符号含义与(2)式相同,回归结果如表4。

表4 北疆房地产价格影响因素实证分析结果

Tab. 4 Empirical analysis of factors affecting real estate prices in northern Xinjiang

变量	北疆	南疆	东疆
C	15.080 77	14 257.07***	4.772 805
LOG(x_1)	0.021 699	55.541 52***	-0.022 426
LOG(x_2)	-1.535 402	1 552.318***	-0.715 696
LOG($x_3(-1)$)	0.246 104*	654.803 8***	0.081 404
LOG(x_4)		1 030.018****	
LOG($x_4(-1)$)	0.329 406		0.377 697
LOG(x_5)		102.376 9***	
LOG($x_5(-1)$)	-0.464 300**		-0.135 970
LOG($y(-1)$)	0.598 876*	-4 476.114***	1.021 722
R ²	0.999 542	0.999 986	0.900 003
Ad-R ²	0.996 792	0.999 903	0.300 024

注:*,**,***,****分别代表20%,10%,5%,1%的显著性水平

由上述分析知,北疆和南疆地区模型拟合度较好,东疆地区模型拟合效果一般。对北疆地区房地产平均价格有显著性影响的主要因素有: x_3 (本年完成投资)、 x_5 (滞后一期竣工房屋面积)和(滞后一期房地产平均价格) y 。对南疆地区房地产平均价格有显著性影响的主要因素有: x_1 (生产总值)、 x_2 (城镇居民可支配收入)、 x_3 (本年完成投资)、 x_4 (本年施工面积滞后一期)、 x_5 (滞后一期竣工房屋面积)和 y (滞后一期房地产平均价格)。而东疆地区不显著。

3.3 含有区域虚拟变量的新疆房地产价格影响因素实证分析

引入区域虚拟变量,此时模型含有截距项,依据虚拟变量引入规则应引入两个虚拟变量(即当 $D=1$ 时,代表北疆地区; $D=0$ 时,代表南疆和东疆地区)。至于虚拟变量引入方式经过检验,乘法引入时R²值更大,故选取乘法引入虚拟变量。结果如表5。

表 5 引入地区虚拟变量的房地产影响因素的分析结果

Tab. 5 Analysis results of real estate influencing factors introducing regional dummy variables

变量	系数	标准差	T	P
C	2.946 970	1.037 937	2.839 259	0.005 6****
LOG(x ₁)	0.033 458	0.008 922	3.749 921	0.000 3****
LOG(x ₂)	0.178 227	0.108 629	1.640 692	0.104 4*
LOG(x ₃)	0.075 111	0.034 338	2.187 420	0.031 4****
LOG(x ₄ (-1))	-0.171 776	0.049 686	-3.457 260	0.000 8****
LOG(x ₅ (-1))	0.116 817	0.044 633	2.617 306	0.010 4**
LOG(y(-1))	0.306 400	0.083 092	3.687 491	0.000 4****
D1(LOG(x ₁))	-0.012 904	0.080 118	-0.161 057	0.872 4
D1(LOG(x ₂))	0.278 373	0.139 928	1.989 398	0.049 8****
D1(LOG(x ₃))	-0.220 813	0.122 284	-1.805 734	0.074 4**
D1(LOG(x ₄ (-1)))	-0.028 389	0.186 446	-0.152 265	0.879 3
D1(LOG(x ₅ (-1)))	-0.051 647	0.167 891	-0.307 623	0.759 1
D1(LOG(y(-1)))	-0.001 056	0.129 812	-0.008 137	0.993 5
R ²	0.648 614	Ad-R ²	0.600 698	

注:*,**,***,**** 分别代表 20%,10%,5%,1%的显著性水平

由结果知,模型的拟合优度为 0.648 614,D-W 为 2.180 440,说明模型残差不存在严重的序列自相关。从系数来看,北疆 GDP 系数为 0.020 554,南疆和东疆 GDP 系数为 0.033 458;北疆本年完成投资为-0.145 702,东疆和南疆为 0.075 111;北疆本年施工面积为-0.200 165,东疆和南疆为-0.171 776;北疆滞后一期房地产价格为 0.305 344,东疆和南疆为 0.306 400;说明北疆比南疆和东疆对房地产价格拉动作用小;北疆城镇居民可支配收入系数为 0.456 6,东疆和南疆城镇居民可支配收入为 0.178 227;北疆本年竣工面积为 0.065 17,东疆和南疆为-0.051 647;说明北疆对房地产价格拉

动作用更大。

4 结论

由 Eviews 实证分析我们得到如下结论:

1.从整体分析看,除 GDP 和本年施工房屋面积滞后一期外,其余因素均对房地产价格有明显影响。

2.分北疆、南疆和东疆来看,影响三个区域的因素各有不同。

3.加入虚拟变量后,可知北疆相比与南疆和东疆受供给影响小,需求因素大。也可看出在新疆供求理论表现不明显。

参考文献:

- [1] MALPEZZI S A Simple Error Correction Model of House Prices[J]. Journal of Housing Economics, 1999,8(1):27-62.
- [2] 周建军,戴为,鞠方,等.基于空间计量的房地产价格影响因素分析以湖南省为例[J].财经理论与实践,2015(6):114-119.
- [3] 袁芳.西安市房地产价格影响因素分析及预测[J].现代经济信息,2018(1):477-478.
- [4] 王鹤.基于空间计量的房地产价格影响因素分析[J].经济评论,2012(1):48-56.
- [5] 纪祥裕.城市房价、空间溢出效应与产业结构升级:基于中国城市数据的空间计量分析[J].哈尔滨商业大学学报(社会科学版),2018(2):38-48.
- [6] 梁云芳,高铁梅.我国商品住宅销售价格波动成因的实证分析[J].管理世界,2006(8):76-82.

(责任编辑:白 晔)

A Regional Empirical Analysis of Factors Affecting Real Estate Price: ——A Case Study of Xinjiang Province

ZHAO Pengxia, WANG Heling

(School of Applied Mathematics, Xinjiang University of Finance and Economics, Urumqi, Xinjiang 830012)

Abstract: This paper adopts multiple linear regression model to analyze the factors affecting the real estate market price in Xinjiang from the whole Xinjiang. Xinjiang divided into northern Xinjiang, southern Xinjiang and eastern Xinjiang, and the virtual variables are introduced to explore the major ones. The results show that the factors affecting real estate prices in different regions of Xinjiang are also different.

Key words: real estate price ;Xinjiang; multiple linear regression ;influencing factors

广东省区域宏观税负差异特征分析与测算

——基于泰尔指数分析法

刘 婵

(福建师范大学 经济学院, 福建 福州 351000)

摘 要:以广东省 2008—2017 年间的税收收入和地区生产总值为样本数据,从总体税负趋势、产(行)业税负、地区税负、税收弹性四个角度综合分析广东省宏观税负总体运行特征,并运用泰尔指数分析法对其进行税负差异值测算。研究发现,广东近十年间宏观税负水平持续走高直到 2016 年后才有所下降;房地产和金融业为主要税收来源的第三产业已成为影响宏观税负走势的核心产业。此外,在区域经济发展不平衡和产业发展结构差异双重因素下促使区域宏观税负差异化明显且差异程度逐年升高,其中,区域之间税负差异是影响区域税负总差异的主要因素。结合实证结果从经济发展、产业转型、税收改革、财政收支等方面提出了平衡税负差异相关建议。

关键词:税负差异;泰尔指数;财税政策

中图分类号:F810.42

文献标识码:A

文章编号:1674-2109(2019)09-0038-08

在我国,财税不仅定义为经济范畴,更是国家治理领域的核心手段之一。2012年,党的十八届三中全会从制度保障层面重新阐释了财税体制的功能和定位。因此,财税体制改革力度逐年有增无减。为使财税体制改革真正落地,2014年6月我国发布《深化财税体制改革总体方案》,以期在2020年基本建立现代财税制度。近年来,我国新一轮财税体制改革成绩斐然,其中预算改革和税制改革效果最为显著。此外,随着国家对税制改革的重拳出击,税负问题也备受社会和理论界关注并逐渐成为研究的重点领域和热点问题。我国宏观税负轻重也成为了学界探讨的焦点之一。目前,虽然理论界对国内宏观税负高低各有看法,但税负偏重基本成为学界统一共识。在实践层面,国家也实施了一系列减税降费政策。《2019年国务院政府工

作报告》显示,2018年我国对增值税改革力度再次加强,将增值税税率各降低1%,统一小规模纳税标准,并试行留抵退税制度,全年实际减税降费规模高达1.3万亿元,约占当年财政税收的9%。2019年,为进一步深化税制改革,增值税税率在2018年改革基础上再降3%税率。并实行个税专项附加扣除,预计2019年全年减税降费规模达到2万亿元。由此可见,在我国宏观经济面临外部冲击和内部风险的双重挑战下,减税降费无疑成为了我国经济高质量发展的新财税支撑点。然而,税收是政府财政的核心来源。在国家大力实行减税降费的情况下,如何保持政府财政收支平衡、补齐减税短板成为理论界亟待解决的问题。广东省作为国内前三甲的纳税大省,在推进财税体制改革方面理应起到模范作用。为此,本文以宏观税负差异为切入点,以2008—2017年税收和经济数据为样本进行分析,并依据结论提出相应的地方财税政策优化建议。

收稿日期:2019-04-15

基金项目:2014年国家社科基金重点项目(14AGL007);

2013年国家社科基金青年项目(13CGL024)。

作者简介:刘婵(1994-),女,汉族,硕士研究生,主要从事国有资本经营预算、国有资产评估、循环经济研究。

1 文献综述

早在里根时代,美国经济学家亚瑟·拉弗(1974)

就提出了著名的“拉弗曲线”,认为税收收入与税率并不成正比关系,而是税收收入达到最高点后反而随税率的提高而减少。随后 Barro(1990)、Penden (1991)和 Scully(1995)分别通过计量实证得出宏观税负与经济增长关系具有反向关系并测出具体的宏观税负最优比例,从而为宏观税负与经济增长的关系奠定理论基础。

我国对宏观税负的研究成果也颇为丰富。近年来,宏观税负研究范围也涉及到国家、区域、行业和企业等层面。在国家层面,宏观税负与经济增长关系研究和最优税负测算的研究最多。如李伟光(2016)利用国民收入支出法对中国长期宏观数据进行实证分析发现宏观税负每增加 1%,下期经济增长幅度则下降 0.065%,呈现不显著的反比关系。再如,姚林香等(2016)^[1]通过实证发现我国宏观税负与经济增长之间存在负相关性而税制结构则恰恰相反,还分别测算出小口径、中口径和大口径下的最优宏观税负为 14.88%、17.37%和 24.73%。丁丹(2017)^[2]则以政府、企业和消费者行为为切入点,运用理论模型推导相应的计算公式测算出我国最优宏观税负率为 21.9531%。而陆前进等人(2019)以供给侧结构性改革为研究背景,通过 MIU 模型和 ARDL 实证检验发现我国宏观税负和经济增长呈“倒 U 型”关系,并估计出我国最优宏观税负率为 18.6%。在区域税负方面,张晓丽等(2017)^[3]、刘书明等(2018)^[4]多位学者过面板数据分析发现,我国东中西部宏观税负差异存在显著差异,因此新一轮税制改革必须更加注重公平原则^[5]。在行业层面,王华春等(2017)^[6]引入相对税负概念对行业税负竞争差异进行分析,得出行业税负随要素流动的变化而呈现不同地区的税收竞争表现。王曙光等(2019)^[6]结合“死亡税率”含义对中国制造业的最优税负率进行测算得出制造业税负虽未触及高税负但仍有盈利过低困境,并推导出我国出现税负重的假象的根源在于产业结构失衡和税负不公。在企业方面,吴珊等(2017)^[7]通过三种税负口径分别计算对比 IMF 成员国企业税负,发现我国企业税负远高于其他国家,从而提出我国减轻企税负担的关键点在于涉企收费和政府基金^[7];桂俊煜(2018)则基于财务报表角度构建评价模型并对 3506 家上市公司 2016—2017 年的税费数

据进行实证分析,发现有 10 个行业综合税负压力均高于行业市场平均水平^[8]。事实上,近年来理论界对宏观税负研究已逐渐呈现多元化发展趋势。如谢舜等(2018)通过实证发现税负对居民的幸福感知为负相关^[9]。此外,学者还发现税负水平对民营企业、中小企业的研发创新也有显著的负向作用^[10-11],政府实行减税降费才是其做大做强关键所在^[12]。在宏观税负测量方法方面也各有不同。其中,运用摩尔系数法、泰尔指数分析法和 OLS 回归分析法分析地区税负差异化最为广泛,如姜朋(2017)^[13]、刘书明(2018)^[4]、华富(2018)^[14]等。

通过文献梳理表明,我国宏观税负研究成果众多,研究范围也逐渐从国家宏观层面深化到行业宏观税负差异化研究,研究方向和定量测算方法也各有创新。但是,以国家层面探讨宏观税负与经济增长关系的研究仍为最主要研究领域,区域宏观税负、产业宏观税负研究次之,以单一省域宏观税负差异化研究仍为少数。本文基于泰尔指数分析法,以广东省 2006—2016 年税收和经济数据为样本进行税负差异分析,以期对相关财税部门提供相应的地方财税政策优化建议。

2 当前广东省宏观税收总体运行特征

目前,我国理论界对宏观税负的测算主要分为大中小三种口径,即分别以中央政府税收、中央地方政府税收总额和总财政收入占国内生产总值的比重。但也有学者运用地方政府税收收入与地方生产总值之比来衡量区域宏观税负水平,如王华春(2018),姜朋(2017)等参考文献^[5,13]。广东省作为经济高度发达和产业结构完整的区域,其税负水平直接影响全国财政收入和税负水平。因此,基于前人已有的经验以及数据的可获取性,将地方财政税收收入占地方生产总值之比作为衡量广东宏观税负水平高低,并通过描述性统计发现广东省宏观税收具有以下几个特征。

2.1 税收和地区生产总值保持稳步增长,宏观总体税负呈现稳升有降。

依据 2009—2018 年的广东统计年鉴的相关数据进行分析得出,从税收总额来看,广东省近十年间地税收收入持续保持稳定增长趋势,在 2017 年达到 8 871.89 亿元,为历史最高值。但是,2016 年后国家为缓解经济

下行压力而加大减税力度并实施普惠性降费,从而导致地方税收增长幅度逐渐减小。在经济发展方面,广东十年间 GDP 总量不断上升,但 GDP 增速基本呈现下降趋势。由图 1 可看出,广东 2008—2017 年的 GDP 降速幅度速度呈现先急速后缓慢趋势。从 2010 年的最高增速 12.4% 开始急速下降至 2012 年的 8.01%,之后 GDP 一直保持低速稳定增长阶段,这也表明当前广东的经济发展处于新常态趋势。从宏观税负来看,广东 2008—2017 税负水平保持波动增长趋势,税负水平从 2008 年的 7.71% 一直稳定增长至 2016 年 10.04%,在 2017 年税负水平开始下降约 0.2%。根据宏观税负公式定义,经济增长与税收增长的不同步必定造成税负水平呈现不同程度的波动。显然,在 2015 年之前,广东的税收收入增长速度大于 GDP 增速,此后在减税降费以及经济新常态发展的双重作用下,宏观税负增长幅度开始逐渐降低。

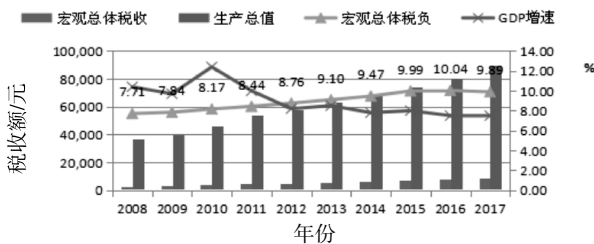


图 1 广东 2008—2017 年宏观税负水平趋势图

Fig.1 2008—2017 Guangdong macro tax burden level trend chart

2.2 第三产业成为税收主要来源,金融业和房地产税收贡献最大。

从税收贡献来看,广东各产业税收贡献差异化明显。其中第一产业税收与税收贡献呈现不规则增长趋势,第二产业则在保持税收总额增长的趋势下,税收比重却逐渐减小。由表 1 可得,第三产业税收从 2008 年就超过全年地税收入一半水平,达到 66.55%。十年间,第三产业税收比重再增加 10 个百分点,仅 2017 年地税收入就占领全年总额的 3/4,成为地方财政税收最主要来源。这也充分表明广东的经济发展在 2008 年就从粗放式发展模式转为以现代服务发展为主的绿色经济发展模式。从税负角度来看,十年发展期间第一产业税负水平基本保持不变,第二产业宏观税负水平保持稳定增长的同时稍有下降,而第三产业则显著高于前两者且与总体宏观税负基本保持相同发展趋势。从行业来看,房地产和金融行业是广东经济发

展和税收来源的核心行业,十年间分别创造财政税收总额 12162.21 亿元和 5353.19 亿元,平均每年创造 1216.22 亿元和 535.32 亿元,其中房地产业的宏观税负均值高达 28.82%,位居行业榜首,制造业每年创收 773.75 亿元,但宏观税负与其他行业相比处于较低水平,成为仅次于房地产业和金融业的高纳税、轻税负的行业。建筑业也以平均每年 419.61 亿的税收总额成为广东四大重点行业之一。但从长远来看,房地产业的快速增长必然给税收和经济带来压力。因此,政府必须加快行业优化发展政策,预防税收结构性风险。

表 1 广东 2008—2017 年税收收入情况表^②

Tab.1 2008—2017 tax income in Guangdong Province

年份	第一产业		第二产业		第三产业	
	税收收入/亿元	税收比重/%	税收收入/亿元	税收比重/%	税收收入/亿元	税收比重/%
2008	4.12	0.16	839.26	33.29	1 677.95	66.55
2009	3.86	0.14	869.16	32.24	1 822.52	67.61
2010	3.81	0.12	1 050.47	32.27	2 200.58	67.61
2011	5.21	0.13	1 267.89	31.80	2 714.53	68.07
2012	9.04	0.19	1 291.55	27.83	3 341.05	71.98
2013	12.29	0.24	1 386.09	27.26	3 686.32	72.50
2014	11.52	0.20	1 570.95	27.56	4 118.00	72.24
2015	9.39	0.14	1 749.62	26.45	4 856.56	73.41
2016	9.29	0.14	1 653.80	25.15	4 911.71	74.71
2017	11.82	0.19	1 539.03	24.24	4 798.16	75.57

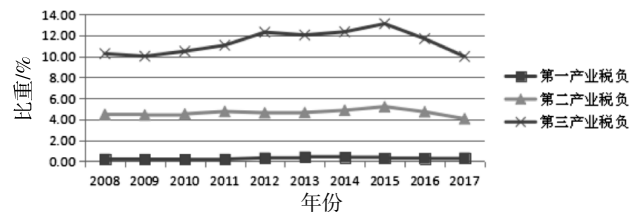


图 2 广东 2008—2017 年产业宏观税负趋势图

Fig.2 2008—2017 industry macro tax burden trend in Guangdong Province

2.3 经济发展不平衡导致区域税负水平差异化明显

区域宏观税负定义为区域内各市财政税收收入与各市生产总值之比。由图 3 可知,广东各经济区域宏观税负呈梯级性发展。其中,珠三角宏观税负最高,东翼和西翼地区宏观税负水平平均低于 4% 且小于粤北山区税负水平。珠三角是广东的经济命脉区域,其宏观税收贡献占全省比例高达 88.41%^③。为进一步分析珠三角区内部税负差异,将珠三角区根据其经济发达程度进行进一步划分(见图 3),发现珠三角 A 区税收

总额和 GDP 分别约为 B 区 5 倍和 4 倍,宏观税负差异明显。此外,B 区的宏观税收水平与粤北山区几乎保持协同增长趋势。事实上,广东各经济区域税负呈现如此差异化水平,主要原因在于地区经济不平衡、产业发展结构不同导致税收贡献能力不同。就经济发展而言,珠三角十年 GDP 平均值为 51 529.63 亿元,东翼、西翼及粤北山区分别为 4 332.38 亿元、4 866.35 亿元和 3 932.67 亿元,三者经济总量之和约为珠三角总量的三分之一。就税收贡献而言,珠三角区居于首位,而东翼西翼由于近几年来大量引进高新技术产业以及政府加大其税收优惠力度,使得税收低于粤北山区,最终导致宏观税负低于粤北山区且保持下降趋势。此外,粤北山区的非金属矿产业成本增加和烟草业的高度集聚也是粤北山区宏观税负处于中等水平且持续增加的原因之一。

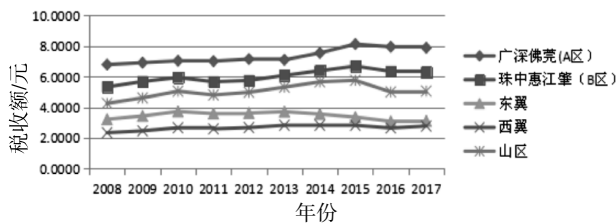


图 3 广东省 2008 年—2017 年经济区域宏观税负趋势图④

Fig.3 2008—2017 economic regional macro tax burden trend in Guangdong Province

2.4 宏观税收与经济增长协同增长较差

税收弹性即税收收入增幅与 GDP 现价增幅的比值,是衡量税收与经济增长协调性的指标之一。税收协调系数(区域或产业税负与宏观税负之比)则反映区域和产业税收贡献与经济贡献的协调程度。从表 2 可知,广东税收增长与经济发展呈显著不协同趋势。其中 2008—2011 年期间税收弹性区间为 [1,1.32],表明税收与经济发展虽不协调但宏观税负仍保持在合理水平之内。但在 2012—2015 年期间,弹性系数显著大于均值 1.32,表明宏观税负水平已处于高水平时期且经济发展与税收增长协调性逐渐变差直到 2016 年后才有所缓解,在 2017 年下降为 0.85,与国家税收弹性水平基本保持相同。从区域角度来看,珠三角核心区域税负与经济发展协同性最强,珠三角边缘区和粤北山区协同系数虽小于 1,但基本保持在稳定水平。粤东西北地区由于近年产业转型升级而实行大量税收优惠政策导致税收贡献力度最小。从产业角度看,三次产业税收协调系数均不等于 1,但第三产业的税收协调系数均大于 1,表明第三产业税收水平对经济增加的价值较高,税收贡献能力最强,同时产业税负也处于高水平阶段。

表 2 广东 2008—2017 年区域、三次产业税收协调系数值⑤

Tab.2 2008—2017 regional and tertiary industry tax coordination coefficient value

年份	广东	区 域					产 业		
		珠三角 A 区	珠三角 B 区	东翼	西翼	粤北山区	第一	第二	第三
2008	1.18	1.00	0.78	0.47	0.34	0.63	0.03	0.66	1.51
2009	1.24	1.02	0.84	0.51	0.36	0.68	0.03	0.65	1.48
2010	1.30	1.00	0.85	0.53	0.38	0.72	0.02	0.64	1.50
2011	1.24	0.95	0.77	0.48	0.35	0.65	0.03	0.64	1.49
2012	1.55	0.89	0.72	0.45	0.33	0.62	0.04	0.58	1.53
2013	1.46	0.88	0.76	0.46	0.35	0.66	0.05	0.58	1.50
2014	1.51	0.91	0.77	0.43	0.34	0.68	0.05	0.59	1.49
2015	1.80	0.91	0.75	0.37	0.32	0.64	0.03	0.58	1.46
2016	1.06	0.97	0.78	0.38	0.33	0.61	0.03	0.58	1.43
2017	0.85	1.11	0.89	0.44	0.39	0.71	0.05	0.57	1.41
均值	1.32	0.96	0.79	0.45	0.35	0.66	0.04	0.61	1.48

3 基于泰尔指数分析法的广东省宏观税负差异值测

3.1 研究方法及样本选择

泰尔指数分析法最早由荷兰学者泰尔 (1967) 用来测量收入不平等, 随后被广泛运用于地区经济发展、税收差异等问题的研究。因此, 为进一步衡量其差异化程度, 将采用泰尔指数分析法对广东各地区宏观税负差异值进行测算。泰尔指数的优势在于: 一是具有可分解性, 在研究省域税负差异时可避免使用县级数据, 降低数据搜寻难度; 二是能够通过计算区域之间和区域内部税负对总体差异的贡献程度来分析影响因素。借鉴姜鹏 (2017)^[12]、华富 (2018)^[13]、刘畅 (2014) 等^[15]学者的研究, 将采用 GDP 作为权重计算泰尔指数。具体计算过程如下:

$$I = I_w + I_b; I_w = \sum_{i=1}^n (G_i/G) I_i;$$

$$I_i = \sum_{j=1}^m (G_{ij}/G_i) \ln[(G_{ij}/G_i)/(T_{ij}/T_i)];$$

$$I_b = \sum_{j=1}^n (G_j/G) \ln[(G_j/G)/(T_j/T)];$$

其中, G 表示全省 GDP, G_i 代表各区域 GDP, G_{ij} 代表第 i 区域中第 j 个地级市 GDP; T 为全省税收, T_i 代表各区域税收, T_{ij} 代表第 i 区域中第 j 个地级市税收; m 为各区域地级市个数, n 为划分的 5 个经济区域; I_w 代表区域内部差异值, I_b 为区域之间差异值, 泰尔指数差异越大, 表明税负差异程度越大。

选取广东区 2008—2017 年各地级市 GDP 和财政预算中的税收收入作为样本数据。地级市 GDP 均来源于《2018 年广东统计年鉴》, 税收收入来自于各地级市历年《统计年鉴》, 其中, 由于 2008—2014 年佛山数据缺失, 采用财政预算税收收入进行替代。汕尾和江门 2008—2014 年则采用财政决算税收收入替代。在经济区域划分方面, 传统方法将广东划分为 4 大区域, 为进一步探析珠三角九市税负差异情况, 依据经济发展、产业优势和地理位置对珠三角区域进行重新划分, 具体见表 3。

表 3 经济区域划分情况

Tab.3 Economic area classification table in Guangdong Province

经济区域	区域各地级市
珠三角经济 A 区	广州、深圳、佛山、东莞
珠三角经济 B 区	惠州、珠海、中山、江门、肇庆
东翼	汕头、汕尾、潮州、揭阳
西翼	湛江、茂名、阳江
粤北山区	韶关、河源、梅州、清远、云浮

3.2 广东省经济区域总体税负测算结果及影响分析

3.2.1 经济区域税负差异指数分析

套用公式对各区域税负差异进行泰尔指数测算, 如表 2 所示, 可以发现广东经济区域间的总体税负差异在 2008—2017 年几乎呈现波动上升趋势。其中, 在 2009 年泰尔指数值为 0.102、出现小幅回落, 2017 年因减税影响导致税收差异出现较大幅度缩小。区间税负差异基本与总差异保持相同趋势, 区域内部差异则有所不同, 在 2002—2014 年均有所下降趋势。从各区域内部泰尔指数均值来看, 西翼地区税负差异程度最小且在 2010 年后差异程度逐年降低, 表明湛江、茂名、阳江三市之间的税收负担在 2010 年后逐渐趋于一致水平, 粤北山区市泰尔指数均值处于中下水平且幅度保持 [0.004, 0.017] 变动。与前两者相比, 汕头、汕尾、潮州、揭阳四市税收负担在 2014 年后虽有小幅上升, 但几乎保持单一平稳状态。珠三角 A 区城市税负差异程度最高, 约为 B 区各市的两倍, 根本原因在于地级市之间产业布局不同, 即广州深圳以金融和房地产为主的税收贡献远大于以制造业为主的东莞佛山两地税收贡献。与珠三角 A 区相比, B 区泰尔指数均值为 0.036, 差异程度相对较小但变化趋势与 A 区基本保持一致; 这表明珠三角外围城市在总量商量虽然不及 A 区四市, 但经济发展和税收增长速度依然保持协同增长。

3.2.2 经济区域税负差异对广东总体税负差异的影响

根据表 3 计算各区域内部和区域之间税负差异的贡献率。从图 3 可知, 区域间的税负差异对总差异贡献程度最高, 在 2012—2014 年的贡献程度超过 70% 以上, 其余年份则保持在 60% 以上水平。这表明广东各区域间的税负差异虽有降低但依然保持在水准状态。从各个区域内部来看, 珠三角区 A 区的贡

表 4 广东省 2008—2017 年宏观税负泰尔指数差异值

Tab.4 2008—2017 macro tax burden Theil index difference value in Guangdong Province

年 份	珠三角 A 区 I_1	珠三角 B 区 I_2	东翼 I_3	西翼 I_4	粤北山区 I_5	区域内部 I_a	区域之间 I_b	总体差异 $I(I_a+I_b)$
2008	0.050	0.032	0.023	0.016	0.012	0.041	0.065	0.106
2009	0.048	0.032	0.014	0.014	0.012	0.039	0.063	0.102
2010	0.053	0.035	0.017	0.023	0.010	0.044	0.067	0.111
2011	0.055	0.033	0.019	0.012	0.008	0.044	0.074	0.118
2012	0.044	0.028	0.018	0.009	0.004	0.037	0.097	0.134
2013	0.044	0.028	0.019	0.006	0.005	0.037	0.116	0.153
2014	0.046	0.033	0.018	0.006	0.007	0.039	0.120	0.160
2015	0.080	0.040	0.025	0.002	0.017	0.065	0.132	0.197
2016	0.085	0.057	0.026	0.001	0.015	0.071	0.132	0.204
2017	0.071	0.039	0.024	0.000	0.015	0.057	0.106	0.163
均值	0.057	0.036	0.020	0.009	0.010	0.047	0.097	0.145

献程度与区间税负贡献保持对称趋势,税负差异贡献依然位于 5 大经济区域之首。珠三角 B 区的税负贡献在波动中保持下降趋势。东翼、西翼和粤北山区的总体贡献程度较小,其中西翼地区在 2010 年后贡献率一直下降且在 2015 年后处于 1% 水平之下。

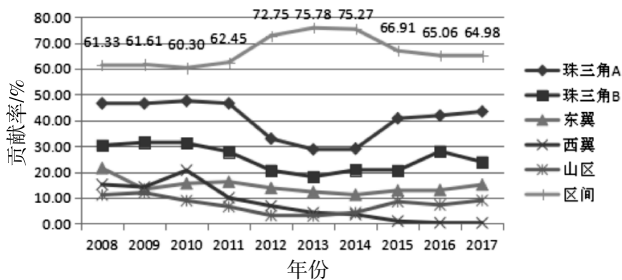


图 4 各区域内部差异及区间差异对总差异贡献走势图

Fig.4 Contributions of internal differences and interval differences to total differences

4 结论与建议

通过对广东 2008—2017 年的税收收入和 GDP 进行描述性统计以及泰尔指数分析,可以发现广东十年间宏观税负水平持续走高直到 2016 年后有所下降。房地产和金融业为主要税收来源的第三产业成为影响宏观税负走势的核心产业,但势必带来一定的税收结构风险。此外,在区域经济发展不平衡和产业发

展结构差异双重作用下促使区域宏观税负差异化明显,差异程度逐年升高。研究还发现区域之间税负差异是影响广东区域税负总差异的主要因素,平均贡献率达到 70% 以上水平。宏观税负是区域经济和税收能力高低的主要衡量指标之一。为实现广东经济协调发展,提高各区域税收能力,将根据各区域宏观税负水平差异提出以下几点建议。

4.1 创新区域协调发展新机制, 缩小地区经济发展差距

由税负定义可知,经济发展是影响宏观税负的主要因素之一。为缩小区域税负差异,政府应当重视区域经济的协调发展。具体来看,一是加快珠三角城市群建设并充分发挥珠三角九市的区域服务功能,加强对发展落后地区科技、金融、商务和高新技术领域的支持,实现“机制帮扶、产业帮扶、民生帮扶”为一体的区域互助机制;二是转变观念认识,建立区域产业发展新格局,即转变“经济落后区域发展低端产业”观念,把握好梯度转移机遇,通过“总部+基地”或“研发+生产”等方式实现跨区域产业共建,努力把粤东西北地区打造成珠三角的产业延伸区;三是各发挥区域优势所长,夯实经济增长基础设施,即加强交通运输建设、缩小区域时空距离,加大产业园区建设力度,发挥产业集群效应,积极推进城区“扩容提质”,提高中心

城市辐射带动作用。

4.2 推动区域产业结构升级,稳步提高区域税收收入

产业结构调整与区域税收增长存在互为因果、相互促进的关系。因此缩小地区宏观税负差异,必须加快区域产业转型升级。首先,因地制宜实现产业升级,形成“产业-税收”良性循环发展。鼓励珠三角城市向欠发达地区实行产业转移,优先发展十大战略新兴行业;加大东翼地区制造业和高新技术产业的税惠力度并形成新的财税支撑点;强化西翼地区石油等工业特色发展,加快实现工业后现代化转型;巩固粤北山区向现代农业发展趋势,加大旅游业、物流业等现代服务业税收扶持力度,形成生态特色发展区。其次,弱化地区产能过剩行业优惠力度,逐步有序淘汰落后产业,落实供给侧结构性改革。最后,发挥税收在产业发展创新要素的导向作用。一方面要加大欠发达区域人才、科技等方面的优惠支持力度,实现创新驱动产业发展;另一方面要建立长效的税收优惠评价机制,创造产业税收公平环境,促进产业和税收协调发展。

4.3 深化地区税收制度改革,增强区域税收政策弹性

减税降费需做到“有增有减”才能实现缓解经济压力、建立现代税收制度。而深化地区税制改革,增强税收政策弹性将有利于促进地区经济发展、调节税负差异。首先要结合地区税收结构、增强税收政策柔性力度。即坚持区域产业特色为导向,针对性实施减税优惠政策;加强增值税减税改革力度,逐步提高直接税收比重;扩大间接税收优惠范围,转变税收优惠方式。其次,适度扩大地方对特征税目征税力度调整权或立法权,如以省级立法开征特定税目,地级市政府享有一定税收优惠力度调整权等。最后完善税收征管体系、厘清地方征管侧重点,如加大珠三角等发达城市个税征管力度,调节地区税负差异平衡;注重内陆山区城市税收风险识别,强化税收流失控制;积极运用现代信息技术,创建税务共享服务平台。

4.4 规范财政非税收入来源,确保公共财政收支平衡

多数学者通过实证发现政府支出与宏观税负具有正向关系。因此,在国家大力推行减税降费下,地方政府更应该注重财政支出结构管理以维持合理的财政赤字水平。具体而言,首先政府应当主动挖掘开源渠道,盘活各类资金和资产,加强非税收入来源精细

化管理,适度提高国有资本利润上缴财政比例,收回长期沉淀资金等。其次要完善地方预算管理制度,严格执行预算支出安排,提高预算执行透明度,建立健全绩效评价机制,实行项目终身责任追究制;严格控制包含“三公费用”等在内的一般预算支出,积极引导社会资本参与公共服务建设项目,加大保障和改善民生等重点领域的支出力度。最后,建立健全的纵横向财政转移支付和补偿制度,及时弥补减税短板所造成的地方财政困难问题。

注释:

- ① 由于《广东统计年鉴》税收并未有分产(行)业税收,为保持统计口径,采用《中国税务年鉴》中地税系统分地区分产业收入代替地方产业总税收。
- ② 根据《中国税务年鉴 2009-2018》计算整理所得。
- ③ 根据《广东统计年鉴 2009-2018》计算整理得出。
- ④ 根据广东各地区历年《统计年鉴》和相应财政决算表计算整理得出。
- ⑤ 根据《中国税务年鉴 2009-2018》,《广东统计年鉴 2009-2018》计算整理所得。

参考文献:

- [1] 姚林香,汪柱旺.我国最优宏观税负水平实证研究:基于经济增长的视角[J].当代财经,2016(3):33-42.
- [2] 丁丹.我国最优宏观税负水平估计及区域差异性研究[D].武汉:中南财经政法大学,2017.
- [3] 张晓丽,李峰,吴瀚.我国宏观税负的纵向公平性研究:1992-2015年[J].宏观经济研究,2017(10):31-40+53.
- [4] 刘书明,郭姣.中国宏观税负区域差异变化趋势与影响因素分析[J].统计与决策,2018,34(18):150-153.
- [5] 王华春,刘栓虎.行业相对税负差异与税收优惠改革研究[J].国家行政学院学报,2017(3):87-91+131.
- [6] 王曙光,孙慧玲,朱子男.中国制造业“死亡税率”的测算与因应策略[J].财经问题研究,2019(1):92-98.
- [7] 吴珊,李青.当前我国企业宏观税负水平与结构研究:企业宏观税负的国际比较及政策启示[J].价格理论与实践,2017(1):31-35.
- [8] 桂俊煜.关于我国上市公司综合税负水平的研究:基于上市公司财务报表的实证分析[J].价格理论与实践,2018(2):95-98.
- [9] 谢舜,魏万青,周少君.宏观税负、公共支出结构与个人主观幸福感兼论“政府转型”[J].社会,2012,32(6):86-107.

- [10] 林志帆,刘诗源.税收负担与企业研发创新:来自世界银行中国企业调查数据的经验证据[J].财政研究,2017(2):98-112.
- [11] 郭明杰,费堃桀.产权性质、税负水平与企业创新投入:基于“去杠杆”的宏观背景[J].财会通讯,2018(24):102-105+110.
- [12] 杨继生,黎娇龙.制约民营制造企业的关键因素:用工成本还是宏观税负?[J].经济研究,2018,53(5):103-117.
- [13] 姜朋,梁俊娇,李羨於,郭文武.我国区域间税负水平差异空间分布特征及分析[J].税务研究,2017(6):20-27.
- [14] 华富,陈旭煜.福建省宏观税负水平差异分析测算与影响机制探究:基于泰尔指数法与 OLS 回归分析[J].发展研究,2018(3):75-85.
- [15] 刘畅.广东省区域经济发展不平衡现状及对策研究[D].重庆:重庆师范大学,2014.

(责任编辑:白 晔)

Analysis and Measurement of Regional Macro Tax Negative Difference Characteristics in Guangdong Province

——Based on the Theil Index Analysis Method

LIU Chan

(School of Economics, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 351000)

Abstract: Based on the sample data of fiscal tax revenue and regional GDP in Guangdong Province from 2008 to 2017, the macro tax burden of Guangdong Province was comprehensively analyzed from the perspectives of overall tax burden, industrial tax burden, regional tax burden and tax elasticity, these overall operational characteristics, and using the Theil index analysis method to calculate the tax difference value. The study found that Guangdong's macro tax burden continued to rise in the past decade until it fell after 2016; the tertiary industry, the main source of tax revenue for the real estate and finance industry, has become a core industry affecting the macro tax burden; in addition, in the regional economy under the dual factors of development imbalance and structural difference of industrial development, the regional macro tax burden differentiation is obvious and the degree of difference is increasing year by year. Among them, the tax difference among regions is the main factor affecting the total regional tax burden. Finally, combined with the empirical results, the corresponding suggestions are put forward from the aspects of economic development, industrial transformation, tax sources and financial mechanism.

Key words: tax difference; theil index; fiscal and taxation policy

S 商品房项目挣值管理成本控制研究

邹灵涵

(福州外语外贸学院 财金学院, 福建 福州 350202)

摘要:结合 S 商品房项目,将挣值分析法应用于 C-a1 地块的研究,通过指标计算与分析,发现该项目的成本和进度存在偏差,出现成本超支、进度延后的问题。查找原因后发现,因为材料费、人工费和机械费上出现不同程度的超支,设计变更导致返工,施工技术与管理问题导致延误,进而从控制材料成本、合理组织施工方面提出有效的纠偏措施,帮助项目进展回到计划中,不但挽回了前期损失,节约总成本,工期还略有提前,取得了较好的成本管控效果。

关键词:挣值分析法;房地产;项目管理;成本控制

中图分类号:F270.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0046-06

在改革开放后的短短三十几年中,房地产市场也步入了市场经济时代。商品房的建设与开发,使房地产行业成为我国经济发展中关系民生的主导产业。特别是在近几年,人们出于居住与投资的双重需求,对房地产的需要量正处于不断攀升的态势,这也令房地产的价格居高不下,给整个行业带来了巨大的利润。因而,越来越多企业开始转向房地产市场,投资开发各类楼盘,引发了激烈的竞争,利润渐渐被摊薄。要想在激烈竞争中胜出,使自身不断发展壮大,开发企业对房地产项目的质量、成本、进度进行合理控制是非常必要的。房地产企业之间的竞争,就是开发项目成本控制力的竞争,成本控制力的高低,决定企业收益的大小。因此,加强成本控制是帮助企业提高未来竞争力的重要手段,也是企业持续生存与发展的必然要求。

1 项目成本控制的概念与内容

项目成本控制是指在项目管理过程中,为了控制材料、人工、机械和其他费用的支出,根据成本管理计

划对项目成本进行管理,对实际成本和计划成本进行对比分析,发现偏差并找出偏差原因,及时采取纠偏措施,尽量保证项目成本控制在预算范围内,对项目的资金支出进行核算和监控的一系列过程^[1]。

以项目成本的构成内容为控制对象,项目成本控制的内容包括材料费控制、人工费控制、机械费控制和管理费控制^[1]。以项目成本的形成过程为控制对象,项目成本控制的内容又包括事前控制、事中控制和事后控制^[2]。

判断一个项目是否取得成功,其中一个关键指标就是关注该项目的成本是否被控制在可接受的范围内,这是项目成本管理的重点内容。对于一个企业而言,其项目成本控制能力的强弱直接关系到他们经济效益的高低,所以,企业总是将成本控制放在一个项目中最最重要的位置^[2]。

2 挣值分析法的核心要素及基本原理

挣值,也称赢得值,是专门用来有效度量 and 比较已完成工作量和计划要完成工作量的一个变量^[3]。挣值分析法是对项目进度和成本进行综合控制的一种有效方法,它对于计划完成的工作、实际挣得的利益、实际花费的成本进行比较,以确定成本和进度是否按

收稿日期:2019-03-02

作者简介:邹灵涵(1984-),女,汉族,讲师、会计师、非执业注册会计师,主要从事成本管理研究。

计划进行^[4]。

2.1 挣值分析的核心要素

挣值分析的核心要素包括三个关键变量 PV、AC 和 EV,两个偏差 CV 和 SV,两个绩效指标 CPI 和 SPI。

PV 为计划值,即计划工作量的预算成本, $PV = \text{计划工作量} \times \text{预算单价成本}$ 。

AC 为实际值,即已完成工作量的实际成本, $AC = \text{实际工作量} \times \text{实际单价成本}$ 。

EV 为挣值,即已完成工作量的预算成本, $EV = \text{实际工作量} \times \text{预算单价成本}$ 。

CV 为成本偏差, $CV = EV - AC$,即已完成工作量的实际成本与其预算成本之间的差额。 $CV > 0$ 表示项目成本节约; $CV < 0$ 表示项目成本超支。

SV 为进度偏差, $SV = EV - PV$,即按照预算价格,已完成工作量与计划工作量之间的差额。 $SV > 0$ 表示项目工期提前; $SV < 0$ 表示项目工期延误。

CPI 为成本绩效指数, $CPI = EV/AC$,即在实际工作量下,预算成本与实际成本的比值。 $CPI > 1$ 表示项目成本节约; $CPI < 1$ 表示项目成本超支。

SPI 为进度绩效指数, $SPI = EV/PV$,即在预算价格下,实际工作量与计划工作量的比值。 $SPI > 1$ 表示项目工期提前; $SPI < 1$ 表示项目工期延误。

2.2 挣值分析的基本原理

挣值分析法将工作范围、进度和成本纳入同一个二维坐标系中,通过比较 PV、AC、EV 三者之间的关系,以确定成本执行情况和进度完成情况^[5]。通过图 1 可以看到项目在每一个特定的时间点上三个变量所处的状态,以此来判断目前整个项目的开展情况。

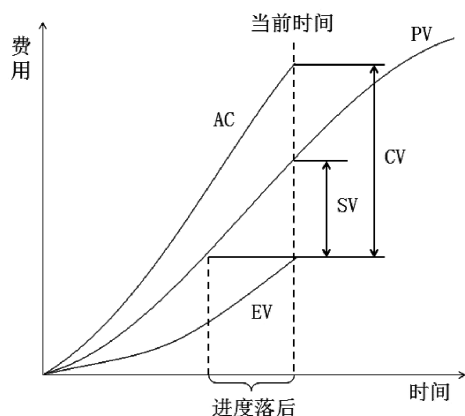


图 1 挣值分析法基本原理图

Fig.1 Basic schematic diagram of earned value analysis

3 挣值分析法在 S 商品房项目成本控制中的应用

3.1 S 商品房项目的概况

S 项目临近 F 市的地铁二号线,交通便利,与城市综合体 S 广场毗邻,它是由 S 地产公司于 2014 年开发的。住宅外立面采用金属铝单板+定制玻璃幕墙,加上高楼的恢宏气势,让人感受天空之城的震撼。小区周边生活配套设施齐全,能满足业主们的日常生活需要。

3.2 S 商品房项目应用挣值分析法的必要性

目前,房地产开发企业大多是采用整体承包的方式建设房地产项目,S 地产公司对于项目成本的管控主要是通过对财务指标的计算和分析来进行,对于进度和成本的控制是分别进行的,而这两者其实又是紧密联系、息息相关的。因此,企业应当建立一套全过程、动态的成本控制方法,加强对成本支出和项目进度的双重管理。挣值分析法就是这么一种针对项目费用和进度进行同步管控的方法,将它应用于 S 商品房项目,可以贯穿于项目实施的全过程,通过两个偏差、两个指标帮助项目经理及时发现问题。当进度落后或成本超支时,都能够根据偏差原因找到适当的应对措施,从而提高成本控制的效果,使项目进展回归到预期的路线上来,保障项目顺利完工。

3.3 挣值分析法的应用

S 商品房项目于 2015 年经过招投标委托某建筑工程局完成 C-a1 地块 A、B、C、D 四栋楼的建筑安装总承包工程。现就以 A 楼为例,对其施工阶段第 1 季度至第 4 季度(即 2015 年 5 月 1 日至 2016 年 4 月 30 日)的成本执行情况做如下分析。

1. 三个关键变量的计算与分析

根据项目组提供的各季度计划成本、计划工作量、实际成本和实际工作量可以算出第 1 季度至第 4 季度的 PV 值、AC 值、EV 值及其累计数。再根据计算出的 PV 累计数、AC 累计数和 EV 累计数,绘制成本/进度偏差曲线图,如图 2 所示。在图 2 中,横轴表示时间,以季度为单位,共 4 个季度,纵轴表示成本,即三个变量的累计数,通过折线来描绘 PV、AC 和 EV 三个变量随着时间推移的大致走向。从图中可以观察到,

刚开始三条曲线是基本重合的,从第三季度开始出现不太明显的分开趋势,到第四季度呈现出比较明显的扩大趋势。曲线之间偏离的距离反映出该项目成本和进度的偏差程度,即不断呈现出越变越大的态势。

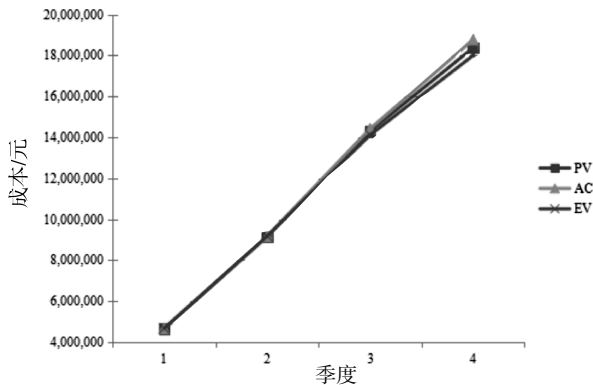


图2 成本/进度偏差曲线图

Fig.2 Cost / schedule deviation curve one

2. 偏差指标及绩效评价指数的计算与分析

根据第1季度至第4季度的PV值、AC值和EV值,可以计算出每个季度的成本偏差CV和进度偏差SV,并绘制出CV、SV随时间变化的折线图,如图3所示。

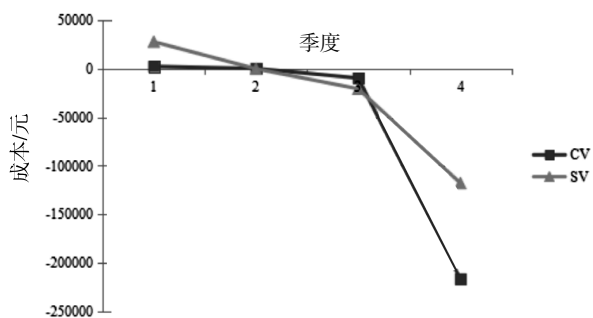


图3 CV,SV折线图

Fig.3 CV, SV fold line

同时也能计算出每个季度的成本绩效指数CPI和进度绩效指数SPI,并绘制出CPI、SPI随时间变化的折线图,如图4所示。

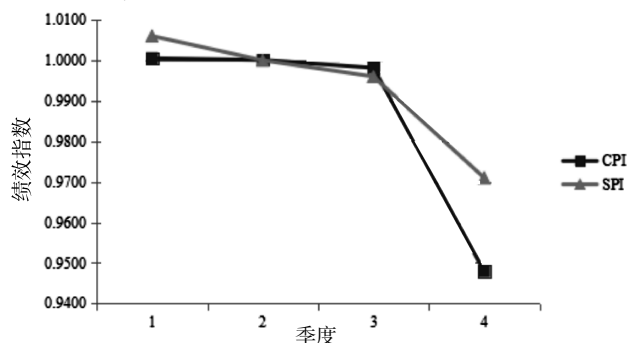


图4 CPI,SPI折线图

Fig.4 CPI, SPI fold line

结合图2、图3和图4可以看出,在项目开始的第一季度和第二季度,三个变量的曲线基本重合,说明项目在成本和进度上都符合预期,甚至在第一、第二季度还出现了成本节约、进度超前的现象。但是从第三季度开始,CV和SV曲线下降至0以下,CPI和SPI曲线下降至1以下,这说明成本开始出现超支,进度也渐渐在落后,但此时的偏差还比较小,属于可以接受的范围。然而第四季度以后,CV和SV曲线、CPI和SPI曲线继续下滑,而且下降趋势明显,偏离计划越来越远。这说明项目成本在超支,进度在延后,并且已经超出了可以接受的偏差范围,若不及时找出原因,采取有效的措施进行补救,让偏差继续扩大下去的话,将无法按照成本预算和进度计划完成整个项目。

综上所述可知,A楼的成本和进度都是不达标的,在这两方面的控制绩效都比较差,那么整个S商品房项目同样存在此类问题,这时候必须进行阶段性的纠偏、整改。那么只有先找出问题出现的原因,才能对症下药。

3.4 偏差分析

1. 成本超支及其原因

就A楼第一季度至第四季度单独发生的成本而言,在材料费、人工费和机械费上出现了不同程度的超支,其中材料费超支2.06%,人工费超支1.15%,机械费超支0.57%。而以A楼作为典型,其存在的问题,同样也代表了整个S商品房项目在材料费、人工费和机械费上存在的问题。

(1) 材料成本超支及其原因

S商品房项目材料成本超支主要发生在采购阶段、领用阶段和回收阶段。在材料采购过程中,由于采购人员工作不得力,未能很好地执行招投标制度,导致最终没能选择最优的供应商,以致于产生材料进价偏高的现象。同时,有部分供应商不在本地,且所处的地点距离项目现场较远,增加了材料的运输成本,导致材料总成本上升。在领用过程中,物资保管人员未能按照计划控制好材料的领用量和消耗量,没能及时汇总上报材料的使用情况,导致日积月累,越超支越多。在项目阶段工程完成后,没有对剩余材料及时回收,致使有的丢失、有的浪费了,然而这部分成本也被计入到工程中,虚增了材料成本。另外,由于项目在第

四季度出现过设计变更和返工,不免也会导致材料的使用超出预算。

(2)人工成本超支及其原因

S商品房项目人工成本超支主要是因为是在第四季度出现过工程返工以及人员技能和素质不够高,没能发挥出人工的最高效率。由于前期设计不严密,项目中期出现过设计变更和返工,导致施工环节增加、修补、重复,进而导致工日增加,提高了人工总成本。项目组在选用人员上,不够重视他们技能的高低和素质的优劣,并且在项目开展前期,对他们在操作技能和规范上的培训也不够,匆忙上岗。这样一来,施工人员每日完成的工作并没有达到理想的最高值,工作效率不够高,日积月累,使工日不断增加,不但拖延了进度,也提升了人工成本。

(3)机械费用超支及其原因

S商品房项目机械费用超支主要是由于以下两点原因:第一,对机械设备调配不当,经常出现设备闲置的现象,使用率比较低,成本增长较快。如果是租入的设备,它的成本是按照租赁时间来计算的,所以即便是闲置的机械,也依然会产生成本,发生不必要的费用支出。第二,对设备没有做定期保养。有的设备使用时间过长,工作人员却忽略对其保养维修,导致机械被迫停用,工程停工或者只能重新租用同类设备,又重复发生机械成本。

2.进度延误及其原因

(1)设计变更导致返工

S商品房项目在施工的第四季度,建设单位发现原设计与实际情况不符,提出多项设计变更,导致施工图纸频繁修改。一方面,图纸修改要将前面施工的部分拆除,按新图纸返工重做;另一方面,图纸修改需要等待,不及时提供图纸就会导致项目停滞。这样一来,工程量增加了,进度拖延了,材料成本、人工成本、机械费用都跟着增加了。

(2)施工技术与管理问题

S商品房项目没有使用最先进的技术和机械设备,施工组织形式也不够先进,这会增加不必要的工作量,降低施工生产效率。另外,与施工有关的部门较多,在施工管理上比较混乱,协调不到位或衔接不及时,都会使得现有的施工能力不能充分发挥。供应商

不能及时提供施工所需材料,机械设备不能如期抵达现场,操作人员和机械搭配不当,这些都会影响施工进度,还会增加项目成本。此外,项目施工进入重要阶段时,恰巧遇到当地连续降雨,施工难以连续进行。

3.5 纠偏措施

1.成本超支的纠偏措施

(1)材料成本超支的纠偏措施

材料费在整个项目的建筑安装总成本中所占的比例大致为68.9%,因此,材料成本的超支,是整个项目成本超支的主要原因,控制材料成本尤为重要,可以从采购、领用、回收三个阶段入手。

①采购阶段

第一,在采购前做好充分的市场调查,选取有资质的供应商,货比三家,确保采购到价格低、质量优的施工材料。比如砼界面处理剂,不同供应商的报价差距较大,在采购时就应该对质量仔细鉴别,对价格认真考量。第二,考虑供应商的位置以及材料的运输工具和运输方式,就近购料,使用合理的工具运输,降低不必要的运费开支。第三,对于大宗物资按照计划实行集中采购,这样能更好地节约采购成本。比如钢筋、水泥、中砂、碎石等需求量较大的建筑材料,就应该实行批量采购,以获取最大的价格折扣。第四,材料入库后要安排专人保管,对于不同类型的材料分开储存,做好保护措施。

②领用阶段

第一,物料保管人员在领用时应认真审核领料单,只能按定额领取材料。第二,在材料使用上,可以推广新的施工技术,力求在使用新技术、新工艺后能够降低对材料的消耗。第三,对材料的进场时间要提前进行安排,并做好材料堆放的现场管理,避免额外支出的搬运费。第四,物料保管人员应该对各类物资建立台账,时刻关注材料的使用情况,对材料使用效率进行监督和反馈。

③回收阶段

第一,剩余材料,要有专门渠道单独管理,建立专门台账,及时回收、及时退库。第二,对利用价值低的则不建议通过复杂的程序回收,这样更能降低回收成本。

(2)人工成本超支的纠偏措施

人工费在整个项目的建筑安装总成本中所占的

比例大致为 12.8%,因此,有效控制人工成本也能为整个项目节省不少开支。

首先,在人员的选取上,应该重视他们的技能和素质。对施工人员也应进行必要的岗前培训,在操作规范、操作技能、现场安全等方面开展有针对性的实践教育,并且还要考核,只有通过考核才能上岗。

其次,各施工队也应注意合理安排施工,在充分利用时间的同时,也要注意让工人适当休息。对于露天施工的情况,也要充分考虑到季节和天气的影响。该项目所在城市春天雨季较长,降雨频繁,降雨量大,而夏季炎热,时间长达数月。如遇到酷暑和雨季,可以适当减少工作量,这样有利于在不耽误进度的前提下节约人工成本的支出。

最后,公司和项目组应制定并落实合理的绩效奖惩制度,令员工都有良好的成本控制意识,根据各施工阶段成本控制的具体效果和人员对指标的完成情况,确定每个员工最终的薪酬。

(3)机械费用超支的纠偏措施

机械费在整个项目的建筑安装总成本中所占的比例大致为 10.9%,因而要加强对机械费用的控制,应从以下三个方面着手:

第一,在项目前期做好周密计划和安排,确定出每天机械设备和相应操作人员的使用计划。对于从外部租入的设备,要规划好租赁的数量和期限,还要合理安排好设备的入场时间和操作顺序。只有这样才能有效提高机械设备的利用率,避免使用冲突或闲置现象的发生。

第二,项目施工前,要安排专人对所有设备进行一次详细检测,一旦发现问题及时处理。在施工过程中,也要安排专人做好设备的定期保养工作,确保不要因为保养或维护不到位而影响施工进度。

第三,对设备的调度、使用和保养进行有效监督,随时掌握设备的作业情况,填好调度手册、使用手册和保养手册,明确机械设备是否按照安排在规定的时间内和范围内作业。

2.进度延误的纠偏措施

(1)对施工进度计划进行调整

监理工程师在调整进度计划时,要全面系统地考虑问题,从质量、成本、进度三方面综合出发,不能只

考虑到工期。另外还要考虑气候因素的影响,尽量避开雨季、严寒和酷暑,才能保证工程顺利开展。一项工程能否按时完工,并不完全取决于各施工队和各项作业的完成速度,更重要的是在进度的控制上能否做到连续性、均衡性和协调性,使各项活动按程序、有条不紊地作业^[6]。

(2)设计变更的纠偏措施

设计变更的提出应当具有及时性,施工队应与设计人员时常沟通,设计人员应针对项目近一个季度的施工内容和部位,依据房地产建造的质量标准和档次要求重新审视之前已经做出的设计,重新审查施工图纸,如果发现问题及时修改,提早提出变更,不要等到开工了再去变更,这样就可以在一定程度上避免返工现象的发生。

(3)施工技术与管理的纠偏措施

首先,要提高施工组织形式的先进性,可以通过增加施工人数、增加机械设备数量,调集高水平、高技能的技术人员来强化整支施工队伍^[6]。同时,还可以考虑将原来的工程进行适当分割后平行发包,由多个施工队伍在多个工作面平行施工。在技术方面,可以使用更为先进的施工技术、管理技术、施工机械设备和建筑材料,提高施工的机械化和自动化水平,从而提高劳动效率^[9]。

其次,要强化施工管理上的协调性,施工管理人员应该根据变化的情况,随时采取措施调整,充分利用设备和人员,令工程有序地开展,避免突击赶工,也避免各工序间由于衔接不当而出现等待甚至停滞。

最后,在施工时间的选择上,也要注意避开雨季,这样能避免做无用功,以取得更多有效的工时,使总体计划得以顺利实施^[7]。

3.6 改进后的效果及借鉴作用

通过挣值分析法对 A 楼前四个季度的成本控制状况进行分析后,从第五季度开始,对整个 S 商品房项目进行纠偏、整改,力求通过后期补救,能够降低前期工程因成本超支和进度延误带来的不利影响。A 楼第五季度至第十二季度(即 2016 年 5 月 1 日至 2018 年 4 月 30 日)的成本与进度控制情况如图 5 所示。

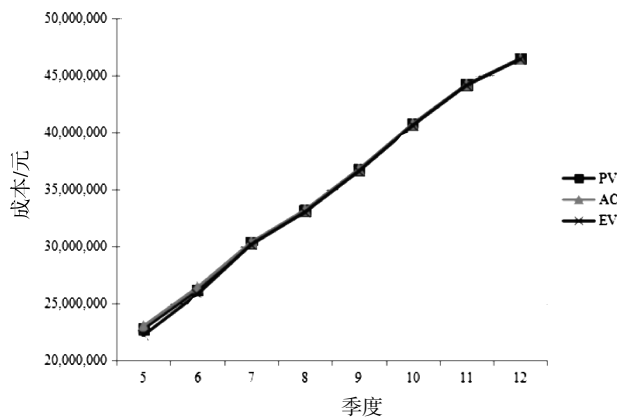


图 5 成本/进度偏差曲线图二

Fig.5 Cost / schedule deviation curve two

从图 5 可见,第五、第六季度还处于成本超支、进度延误的状态,那是因为项目正处于纠偏、整改的磨合期,节支效果并不明显。但从第七季度开始,各项绩效指标显示,项目纠偏效果良好,超支和延期的危机都在逐步化解,项目进度和成本都处于受控状态。经过阶段性的纠偏,不但挽回了前期项目带来的损失,而且实际总成本还节约了 1 252 元,总工期也比计划略有提前,取得了较好的成本管控效果。

房地产项目具有投资规模大、期限时间长的特点,越是如此,挣值管理方法带来的效益就越大。挣值管理是一种项目综合管理系统,也是一种精细化、预警式的管理方法。S 商品房项目在使用它的过程中确实能够及时发现问题,为管理者提供决策依据,尽最大可能保证项目按时、按预算成本、按质量要求顺利完成。虽然这是一个已经完工的项目,但对其深入研

究分析的结果依然能够为该公司今后开发的其他项目提供参考和借鉴。S 地产在今后开发的项目建设中,应当充分利用挣值分析法进行成本控制,实时监控费用开支和工作量的完成情况,一旦发现偏差及时处理。同时,在今后的房地产项目施工过程中,应该更加注重施工管理,包括使用先进的施工材料和施工技术,强化施工队伍建设,在施工现场合理安排和调度材料、人员以及机械设备,实现施工过程的连续性、均衡性和协调性。

参考文献:

- [1] 高慧.F 高校综合实验楼项目成本控制改进研究[D].南京: 河海大学,2014.
- [2] 赵涛,潘欣鹏.项目成本管理[M].北京:中国纺织出版社, 2004:226-227.
- [3] 长青,吉格迪,李长青.项目成本/进度集成管理的绩效评价研究[M].北京:经济科学出版社,2010:75,88-91,160,163.
- [4] 胡德银.应用赢得值评估原理实行项目费用/进度综合控制[J].化工设计,1994(2):46-51.
- [5] 刘锦,魏慧丰.挣值管理实践应用[M].北京:中国经济出版社, 2012:7-10.
- [6] 赖一飞.项目计划与进度管理[M].武汉:武汉大学出版社, 2007:174-177.
- [7] 杨悦.基于挣值法的工程项目成本控制改进研究[D].重庆: 重庆理工大学,2017.

(责任编辑:聂传朋)

A Research on Cost Control of S Commercial Housing Project Based on Earned Value Management

ZOU Linghan

(School of Finance, Fuzhou College of Foreign Studies and Trade, Fuzhou, Fujian 350202)

Abstract: Combining with the S commodity housing project, the earned value analysis method is applied on the study of the C-a1 parcel. Through index calculation and analysis, it is found that the cost and schedule of the project have deviation, cost overruns and schedule delays. It is found that because the cost of raw materials and artificial cost and mechanical cost overruns of varying degrees on design changes lead to rework. Construction technology and management problems lead to delay, and then from the aspects of controlling the cost of materials, reasonable organization construction the paper puts forward effective corrective measures, helps project progress back to the plan, not only save the loss, saving the total cost, time limit for a project is also slightly ahead of time, better cost control effect is obtained.

Key words: earned value analysis; real estate; project management; cost control

合并单元测试仪同步功能的设计与应用

吕念芝

(福州理工学院 工学院, 福建 福州 350001)

摘要:结合智能变电站对合并单元测试仪时间同步方式和精度的要求,提出了一种多时钟源的时钟同步设计方案。该方案中时钟源可以从 GPS/北斗、内部时钟、外部秒脉冲、外部 IRIG_B(DC)码任选一种,输出多种形式的高精度 IRIG_B(DC)和秒脉冲信号。介绍合并单元测试仪的整体功能、同步功能的硬件设计和软件设计、该同步功能的应用。具备该同步功能的测试仪可以满足智能变电站中二次设备的同步检测,确保其安全可靠运行。

关键词:合并单元测试仪;FPGA;IRIG_B(DC 码);同步;秒脉冲

中国分类号:TN02 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0052-06

智能电网是在集成、高速双向通信网络的基础上,利用先进技术设备及先进测量方法,实现电网的安全运行。智能变电站是电力输送的中转站,是实现智能变电站内智能电气设备间信息共享和互操作的现代化变电站。智能变电站利用强大的通讯协议使各种设备之间实现互操作,实现智能化^[1-2]。

与传统变电站相比,智能变电站的结构体系发生了巨大变化。智能化变电站的二次系统采用分层结构,包括站控层、间隔层、过程层^[1-2]三个部分。互感器、保护及断路器的电缆硬导线连接被光纤代替,间隔层的保护测控设备的电流电压采样值输入由模拟量变为数字量,保护测控设备的模拟信号采样也由装置内部实现转变为各个过程层的合并单元(MU)实现。合并单元性能的好坏影响着整个智能变电站的稳定,其准确性直接关系到电网安全运行。合并单元测试仪是智能变电站调试、检测最重要的工具之一,可以实现对合并单元以下项目的测试:合并单元 ET 通讯、合并单

元精度测试、合并单元绝对延时测试,合并单元对时精度测试,合并单元守时精度测试。合并单元测试的项目都与时间基准有密切关系,合并单元测试仪时钟同步功能直接影响测试仪器的性能评估结果。精准统一的时间基准,对电子系统故障分析,保护电力系统安全运行有着重要作用。

目前合并单元测试仪同步功能中的时钟源主要接收 GPS/BD 卫星信号,时钟源信号单一,在环境恶劣时信号接收困难。同时,同步功能输出的秒脉冲信号和 IRIG_B(DC)码的精度还需要进一步提高。鉴于此,本文提出多时钟源高精度的时间同步功能设计方法,并应用在合并单元测试仪中,旨在提高合并单元测试仪对合并单元同步功能测试的准确性,保证其运行的安全性和可靠性。

1 合并单元测试仪整体功能简介

合并单元测试仪^[3]集成了液晶触摸屏功能,无需 PC 客户端软件,即可独立完成测试任务。整个设备接口丰富,具有强大的实时数据处理能力。测试仪具备光纤以太网接口,可以接收或输出多路 IEC61850-9-1/2 采样值报文。测试仪还具备光纤接口,可以接收和发送 IEC60044-7/8(FT3)采样数据,模拟电子式互感器

收稿日期:2019-02-26

项目基金:基于 FPGA 的时间同步装置的设计与研究
(Kfkt2019002)。

作者简介:吕念芝(1980-),女,汉族,工程师,讲师,主要从事嵌入式方向的研究。

采样数据发送。测试仪通过光纤以太网口,可以接收和发送多路 GOOSE 报文数据。测试仪通过 GPS/北斗模块外接天线或者通过外部秒脉冲和 IRIG_B 码获取高精度的时间基准,产生秒脉冲或 IRIG_B 码输出,对二次设备进行同步。测试仪还可以接入被测设备的对时同步信号或者采样同步脉冲信号,检验被测设备的对时数据及精度。测试仪硬件整体功能设计图如图 1 所示。

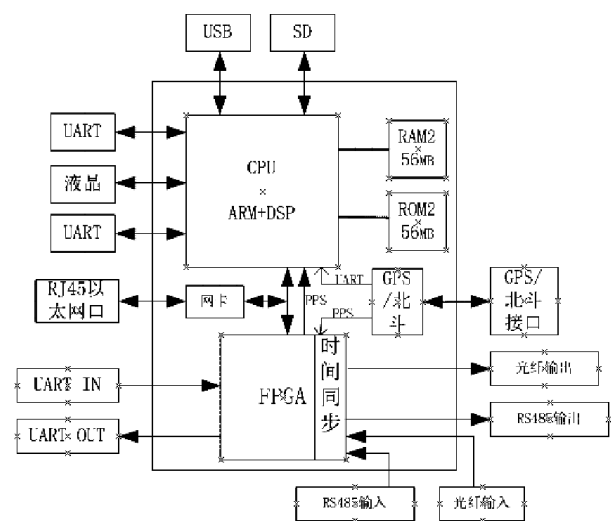


图 1 合并单元测试仪硬件结构图

Fig. 1 Hardware structure of merging unit tester

2 同步功能设计

2.1 同步信号源

合并单元测试仪在做各种功能测试之前,首先要设置同步模块。同步模块的设计精度决定了整个仪器的测试精度。同步模块输出两种同步信号:IRIG_B (DC)码和秒脉冲。这两种信号有多种输出方式,主要有:光信号输出、TTL 电平输出、RS232 输出、RS485 输出。

当合并单元测试仪作主时钟时,同步功能信号源优先选择 GPS/北斗卫星时间,当天气或使用环境造成搜星困难时可以选择本地时钟。当合并单元测试仪作从时钟时,同步功能信号源可以选择外部 IRIG_B(DC)码和外部秒脉冲信号。

2.2 硬件电路设计

根据合并单元同步脉冲的输出要求,时间同步模块有两个主要功能,首先将 IRIG_B 码解码,解码出

的秒脉冲和时间信息再经过编码程序生成所需的 IRIG_B(DC)时间码输出。围绕这两个功能的外围电路和核心电路结构如图 2 所示。CPU 芯片 OMAP3530 是合并单元测试仪的核心,其内部集成了 Cortex-A8 和 DSP 内核。FPGA 芯片选用 Alter 公司的 EP4CE6F17C8。UM220-T 实现了双系统精密授时,支持静态授时、单星授时,功耗低。因为 FPGA 芯片只能接收 TTL 电平信号,当 IRIG_B(DC)输入为 RS485 差分信号时,还需要电平转换电路。电力系统中经常需要光信号的传输,因此还需要光电转换。具体硬件电路结构图如图 2 所示。

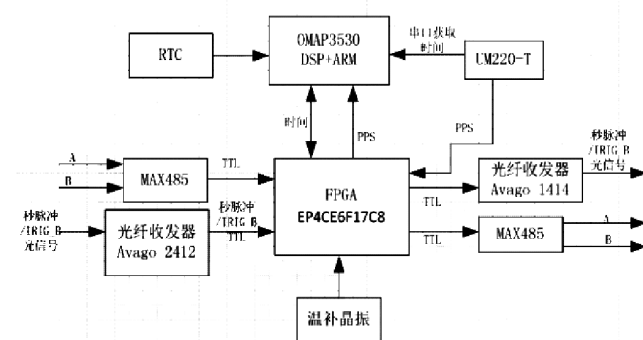


图 2 时间同步功能硬件结构图

Fig. 2 Hardware structure diagram of time synchronization function

3 软件程序设计

时间同步功能的软件设计包括 CPU 的串口通信和基于 FPGA 的硬件可编程语言设计。本文主要介绍基于 FPGA 的硬件可编程语言设计。为了便于软件的实现和可移植性,同步功能按模块化结构进行设计。软件主要包含以下模块:输入信号源切换模块、码元解码模块、B 码编码模块、脉冲同步模块和信号输出切换模块。各模块之间的信号关系如图 3 所示。

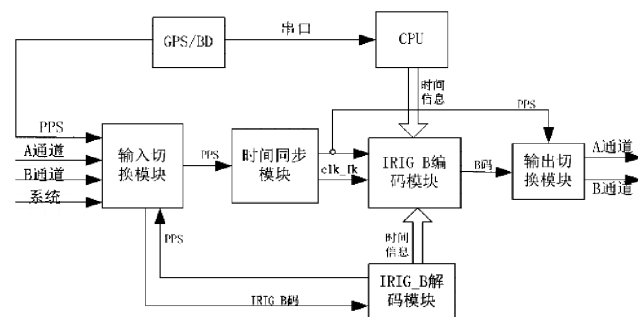


图 3 时间同步功能模块关系图

Fig. 3 Diagram of time synchronization function modules

基于 FPGA 的编码和解码方法已经有很多文章^[3-8]介绍过,下文只对解码模块做些简单介绍,重点讲述高精度秒脉冲和编码模块中的数据处理这两个方面的软件设计。

3.1 IRIG_B 码元解码简述

IRIG_B 码(DC)共有三种码元,每一个码元占用 10ms 的时间,逻辑“0”和逻辑“1”所对应码元的高电平分别为 2 ms 和 5 ms,P 码元是位置码元,对应的高电平为 8 ms 的时间。在本设计中每 1 ms 视为 1 bit,有脉宽视为高电平“1”,否则为低电平“0”,则 IRIG_B 码中 3 种码元“1”、“0”和“P”对应的二进制分别 1111100000、1100000000 和 1111111100,转换为十六进制 03e0、0300 和 03fc。

首先 FPGA 分频产生 1kHz 的时钟信号,识别以上 3 种码元,通过判断寄存器的内容是否是 0ff3fc,识别出帧头。根据帧头和 IRIG_B 码的上升沿开始计数,计到 99 识别出 100 个码元。根据 IRIG_B 码定义,把相应的年、月、日、时、分和秒的信息存放到对应的寄存器中,同时,输出脉宽为 8ms 的秒脉冲。具体功能模块如图 4 所示。

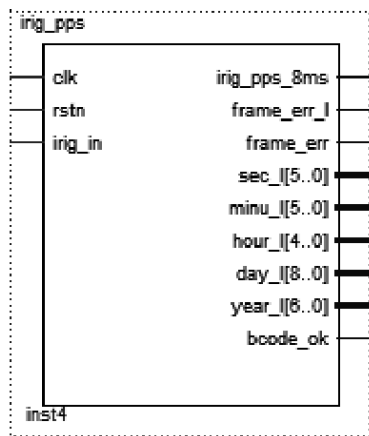


图 4 IRIG_B 码解码模块

Fig.4 IRIG_B decoding module

3.2 秒脉冲同步

秒脉冲误差来源一般有几个方面:外部信号的随机误差、内部晶振的累计误差、逻辑处理及传输介质的延迟导致的误差。要得到高精度的秒脉冲信号,需要通过一定的算法在一定程度上消除外部信号的随机误差、本地时钟的累计误差和补偿各环节出现的延迟。

外部秒脉冲的随机误差可以通过外部或者内部

自动设置校正值的方式弥补。首先 FPGA 计算外部秒脉冲的宽度,判断其是否在设定的误差范围。如果在有效范围内,设置一个寄存器记录外部秒脉冲的个数,容量不超过 16。当外部秒脉冲宽度不在有效范围内即出现了随机误差,这时可以通过手动校正或者内部自动校正的方式进行。手动校正数值通过液晶面板输入,内部校正值存放在寄存器 adjusting 中,寄存器 adjusting 的值是记录的 16 次外部秒脉冲宽度的平均值。

外部秒脉冲判断正确后,把外部秒脉冲的上升沿和内部晶振的上升沿一起作为内部秒脉冲计数器的使能信号,则在一定程度上可以消除晶振的累积误差。程序如下:

```

always @ (posedge clk or negedge rstn) //ppsout
内部秒脉冲输出
begin
if(! rstn)
ppsout_1<=1'b0;
else if ((count_ppsout ==26'b0) ||(ppsout_delay&&ppsout_ok_current&&ppsout_ok_last&&(~ppsout_ok_2last))) //第一次外部秒脉冲从无效到有效,则自动同步内部秒脉冲
ppsout_1<=1'b1;
else ppsout_1<=1'b0;

```

信号的输出需要通过物理介质进行传输,因此需要考虑相应物理传输延迟。逻辑处理也会影响同步精度:IRIG_B 码的解码、秒脉冲帧头检测等。解码需要延迟 1~2 个时钟周期来检测帧头的到来,因此秒脉冲输出会滞后真实时刻 1~2 个时钟周期的时间。传输介质的延迟和逻辑处理这部分延迟通过定值补偿的方式进行修正。

通过实际测试,经过该方法处理的秒脉冲同步精度可以优于 30 ns。

3.3 编码模块中的数据处理

3.3.1 BCD 码转十六进制

IRIG_B 码中数值都是采用 BCD 码表示形式。为了方便与上层 CPU 通信,需转换成十六进制形式。为了程序的可读性,根据年、月、日、时、分、秒的 BCD 码表示需要的二进制位数编写了不同的转换代码。具体

包括以下模块:bcd_hex5、bcd_hex6、bcd_hex6、bcd_hex9、bcd_hex7、sub3。例如“时”的BCD码表示形式需要6位二进制数,转换为十六进制调用模块bcd_hex5。部分代码如下:

```
wire [3:0] i1,i2;wire [3:0] o1,o2; assign i1= A[4:1];
assign i2={A[5],o1[3:1]};
sub3 m1(i1,o1);sub3 m2(i2,o2); assign B={o2[2:0],
o1[0],A[0]}。
```

3.3.2 闰年识别

为了提高同步精度,B码编码中需要对时间进行重构:提前判断下一秒的时间信息。为了防止下一秒时间溢出,需要对秒、分、时、天的下一秒做出判断。比如当前时间是平年的365天23小时59分59秒,下一秒天数为1。如果当前时间是闰年的365天23小时59分59秒,下一秒天数为366。闰年主要影响天数的BCD编码,因此需要根据当前输入的年份判断当年是否是闰年。考虑到与上层CPU的通讯,所有的时间信息都由BCD码转成16进制形式。在IRIG_B码定义中规定只能记录99年,因此能被4整除就是闰年,不能整除就是平年。16进制的特殊形式,只需要判定最低两位能否被4整除。具体代码如下,其中暂时寄存器day_temp存放的是当前时钟源信息中的天的数值,寄存器day_out_hex是输出的B码中天的数值。

```
if ((sec_temp>=6'd59)&& (minu_temp==6'd59)&&
(hour_temp==5'd23))
begin
if (((day_temp==9'd365)&& (year_temp[1:0]! =
2'b0))||((day_temp==9'd366))
day_out_hex<=9'd1;
else
day_out_hex<=day_out_hex+1'b1;
end
else
day_out_hex<=day_temp。
```

4 测试应用

4.1 同步设置

开始各项测试前,必须先设置同步模块。同步模

块可以被外部时钟源同步,也可以使用内部的基准或GPS来同步。“时间源选择”用于设置时间同步模块的参考源。时间源包括:内部时钟、GPS、A端口输入、B端口输入。设置确认后一般几秒钟后,即可同步,此时任务条会出现绿色同步图标,具体操作界面如图5所示。



图5 同步设置操作界面

Fig.5 Synchronized setup operating interface

4.2 时间误差测试

时间误差测试用于测试被测合并单元同步模块的性能,测试分为对时误差测试和守时误差测试。对时测试开始测试后,不需断开同步信号,比对合并单元输出的秒脉冲或者采样脉冲与基准的偏差。守时测试与对时测试连接方式相同,仅支持秒脉冲测试,但是测试过程中需要断开同步信号,具体连接和操作如图6所示。

经过多次测试,通过延迟补偿后的合并单元测试仪的秒脉冲时间精度优于30 ns,准秒时沿上升时间5 ns。

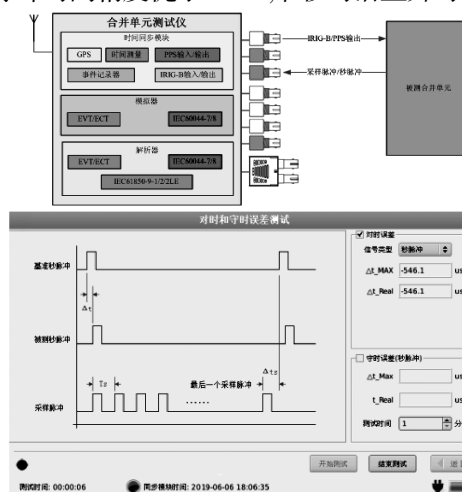


图6 时间误差测试连接示意图和测试界面操作图

Fig.6 Time error test connection diagram and test interface operating diagram

4.3 ET 测试

ET 测试用于测试合并单元对 ET 发送数据解析的情况以及通讯链路的情况。测试前必须先连好连线,将同步信号连接到合并单元,将发送信号连接到合并单元,将采样脉冲信号从合并单元连到测试仪(如果有)。具体连接和操作界面如图 7 所示。

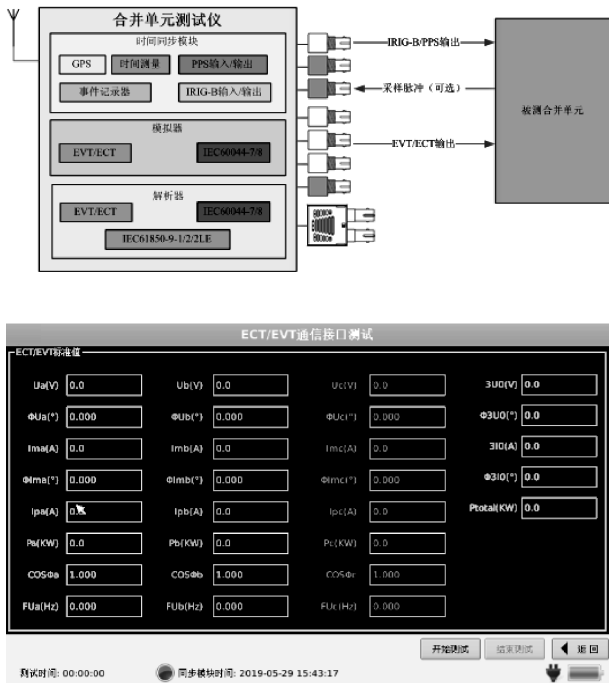


图 7 ET 测试示意图和操作界面

Fig.7 ET test schematic diagram and operation interface

测试页面自动显示发送设置后所对应的三相电压电流参数。点击“开始测试”,窗口左下角会显示测试时间,同时能够在合并单元界面上看到正确的三相电压电流值。

4.4 精度测试

精度测试用于测试合并单元对 ET 发送数据解析并重采样输出报文与原基准数据的差异。合并单元测试仪的数据采集精度为 $\pm 0.01\%$,仪器允许误差 $\pm 0.05\%$ 。测试前先选择接收口为串口或者为网口,同时连好连线,将同步信号连接到合并单元,将发送信号连接到合并单元,将采样脉冲信号从合并单元连到测试仪(如果有),将合并单元的 IEC61850-9-1/2/3LE 或 IEC60044-7/8 输出连到测试仪。测试数据如表 1、2 和 3 所示。

表 1 数字通道交流电压试验值

Table 1 AC voltage measurement of digital channel

频率/Hz	标准值/V	测试值/V	误差/V	允许误差/V
50	11.5	11.50	0.000 0	$\pm 0.005 8$
50	28.9	28.90	0.001 0	$\pm 0.014 5$
50	57.73	57.742	0.012 0	$\pm 0.005 8$
50	69.280 0	69.293	0.013 0	$\pm 0.346 4$
50	86.620 0	86.635	0.015 0	$\pm 0.433 1$
55	57.740 0	57.755	0.015 0	$\pm 0.288 7$

表 2 数字通道交流电流试验值

Table 2 AC current measurement of digital channel

频率/Hz	标准值/A	测试值/A	误差/A	允许误差/A
50	0.250 0	0.250	0.000 0	$\pm 0.000 3$
50	1.000 0	1.000	0.000 0	$\pm 0.001 0$
50	2.000 0	2.001	0.001 0	$\pm 0.002 0$
50	3.000 0	3.001	0.001 0	$\pm 0.003 0$
50	4.000 0	4.001	0.001 0	$\pm 0.004 0$
50	5.000 0	5.001	0.001 0	$\pm 0.005 0$

表 3 数字通道频率试验值

Table 3 Frequency measurement of digital channel

标准值/Hz	指示值/ Hz	误差/ Hz	允许误差/ Hz
45.000	45.001	0.001	± 0.045
50.000	50.000	0.000	± 0.050
55.000	55.001	0.001	± 0.055

测试结果表明,合并单元测试仪的数字通道能够正确采集报文数据,数据误差满足允许误差范围,各功能正常运行。

5 结束语

针对智能变电站对合并单元测试仪时间同步功能和精度的需求,设计了一种具有多时钟源输入,输出高精度秒脉冲和 IRIG_B(DC)码的同步功能。文中主要介绍了同步功能的硬件电路设计、软件设计和同步功能测试应用。测试应用结果表明,测试仪的同步功能设计能满足允许误差范围,能够满足对变电站二次设备(智能单元、合并单元、保护测控设备等)的时间同步需求。具备多输入时间源同步功能的测试仪能

够有效提高工程测试及日常运行维护的工作效率,具有较高的推广价值。

参考文献:

- [1] 张喜玲,蒋冠前,马跃军.模拟式合并单元测试仪的设计[J].电力系统保护与控制,2018(10):170-175.
- [2] 李澄,陆玉军,王宁,等.智能变电站便携式综合测试仪的研制[J].江苏电机工程,2016(3):19-22.
- [3] 许波,刘威.基于FPGA的IRIG-B解码模块设计[J].电子测量技术,2018(3):124-128.
- [4] 陈伟,王宇.一种IRIG-B解码器的设计与实现[J].导航定位学报,2016(3):94-99.
- [5] 贾磊,崔永俊.基于FPGA的IRIG-B(AC)时间码解码器的设计[J].电子器件,2016(2):370-373.
- [6] 田园,李大鹏.基于FPGA的IRIG-B编解码设计与实现[J].计算机测量与控制,2016(3):218-220.
- [7] 张艳.基于FPGA的IRIG-B DC码解码器的设计[J].火控雷达技术.2013(1):70-73.
- [8] 刘晖,骆长春.一种基于FPGA单芯片的IRIG-B时间编码技术及其实现[J].宇航计测技术,2015(4):69-74.

(责任编辑:叶丽娜)

Design and Application of a Merging Unit Tester

LV Nianzhi

(School of Electrical Engineering, Fuzhou Institute of Technology, Fuzhou, Fujian 350001)

Abstract: Based on the requirement of time synchronization method and precision of integrated unit tester for intelligent substation, a clock synchronization design scheme is proposed. In this scheme, the clock source can be chosen from GPS/Beidou, internal clock, external second pulse and external IRIG_B (DC) code to output various forms of high-precision IRIG_B (DC) and second pulse signals. Firstly, the whole function of the combined unit tester is introduced. Then the hardware and software design of the synchronization function are introduced. Finally, the application of the synchronization function is introduced. The test instrument with the synchronization function can satisfy the synchronization detection of the secondary equipment in the intelligent substation to ensure its safe and reliable operation.

Key words: merging unit tester; FPGA; IRIG_B(DC); synchronization; second pulse

基于二维小波变换的图像二值化方法

林玉容, 陈美龙

(闽南科技学院 计算机信息学院, 福建 泉州 362332)

摘要:针对包含文字的数字图像,提出一种基于二维小波变换的图像二值化方法。对数字图像进行小波分解、低通滤波和小波重构等操作,得到背景分布(不包含文字信息)和前景分布(包含文字信息)。再通过基于直方图的二值化算法对前景分布图像进行处理。在 Matlab 2014a 中验证了该方法的良好性能,实验表明采用二维小波变换后,包含文字的数字图像二值化效果明显提高。

关键词:文字图像;二维小波变换;二值化

中图分类号:TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0058-04

数码相机与智能手机的不断推广产生大量的数字图像,蕴含着丰富的信息。数字图像中的文字识别、特征提取、人工智能模式识别等都需要对图像进行分析。二值化是进行图像分析前必要的预处理操作^[1-2],其性能的优劣直接影响图像分析的结果。二值化的方法很多,基于直方图的二值化算法是其中一类重要的方法。根据阈值选取办法,基于直方图的二值化算法分为灰度平均值、百分比阈值、基于谷底最小值阈值、迭代最佳阈值等几十种方法。这类方法具有容易实现、执行速度快等特点,因此应用广泛,但效果不稳定,特别是对复杂背景的数字图像二值化效果不佳。

小波变换具有多分辨率分析的特点,能够有效去除图像中的噪声,提取图像的局部特征,因此在直方图二值化算法的基础上,提出一种基于二维小波变换的图像二值化方法,研究该方法在包含文字信息的数字图像中的二值化处理情况。

1 基于二维小波变换的二值化处理

利用小波变换良好的去噪性,对原图像经过多级小波变换,代表原图像信息的小波系数的绝对值较大,而代表图像噪声信号的小波系数的绝对值相对较小。然后进行小波滤波,将绝对值小于阈值的小波系数过滤,从而达到去噪的效果^[3-4]。研究的基于二维小波变换的二值化处理具体步骤如下所述。

1.1 转化为灰度图像

对一幅宽 W , 高 H 的彩色图像,按照灰度化转换公式(1)进行灰度化处理,得到灰度图像 GRAY。

$$\text{GRAY}(x,y)=0.298\ 9\times R(I(x,y))+0.587\ 0\times G(I(x,y))+0.114\ 0\times B(I(x,y))\quad (1)$$

其中, $x\in[1,W]$, $y\in[1,H]$ 。 $R(\cdot)$ 、 $G(\cdot)$ 和 $B(\cdot)$ 分别表示像素点的红色分量、绿色分量和蓝色分量。

1.2 去噪

对包含文字图像的去噪处理包括小波分解、小波滤波、重构和图像插值等,将图像中的前景文字作为噪声去除,从而得到不包含文字信息图像的近似背景分布。

1.2.1 小波分解

在图像分析中,小波变换即将图像进行多分辨率

收稿日期:2018-10-24

项目基金:2017年福建省教育厅中青年(科技类)课题(JAT170872)。

作者简介:林玉容(1989-),女,汉族,硕士,助教,主要从事水声通信、数字图像处理技术研究。

分解。先对灰度图像做 1 层小波分解,在 1 层小波分解的基础上再作 2 层小波分解,以此类推执行 L 次,得到第 L 层近似系数 A_L 和三个方向的细节系数,分别是水平细节系数 D_L^H 、垂直细节系数 D_L^V 和对角细节系数 D_L^D ,其过程如图 1 所示。

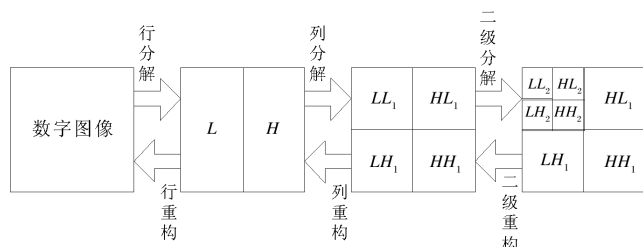


图 1 多级二维小波分解与重构示意图

Fig.1 Diagram of multistage two-dimensional wavelet decomposition and reconstruction

对图像进行 L 层小波分解,得到 $3L+1$ 个子带,其中包括 1 个低频基带 A_L (最高层分解的近似系数)和 $3L$ 个高频子带(每一层分解的细节系数) D_j^H 、 D_j^V 和 D_j^D ($1 \leq j \leq L$)。

1.2.2 小波滤波

小波分解后进行低通滤波,平滑数字图像中的文字部分,即将小波分解结果中大于阈值 T_n 的细节系数置为 0,保留小于 T_n 的部分。在阈值选取时,依照的是由 DoNoho 提出的 visuthrink 方法^[9],如公式(2)所示。

$$T_n = \sigma_n \times \text{sqr}t(2 \ln N) \quad (2)$$

其中, $\sigma_n = c/0.6715$, c 为小波细节系数绝对值的中值。 $N = 3 \times H_L \times W_L$, H_L 和 W_L 分别是 L 级小波分解后得到的系数矩阵的行数和列数。

1.2.3 小波重构和图像插值

对高层小波进行 1 次重构(如图 1 所示),得到文字被过滤掉的图像缩略图。由小波重构得到的背景分布缩略图比原图像小很多,所以要使用图像插值的方法将图像放大到原图大小。比较了多种插值算法,包括最近邻插值、双线性插值和双三次插值法,提出的方法采用了在细节保持方面表现较好的双三次插值^[6]。

1.2.4 前景分布

将灰度图像和背景分布作差得到图像的前景分布(包含文字信息)近似图。有些像素点在过滤噪声时值变大,这是因为小波滤波的过程是对图像做平滑处理,在作差运算后可能出现负值,对于这种情况将该

像素点的值置为 0。

1.3 计算阈值和二值化处理

通过传统的基于直方图的灰度平均值、迭代最佳阈值和 Otsu 算法计算全局阈值,并将全局阈值与背景分布相叠加,形成局部阈值。根据得到的全局阈值和局部阈值进行二值化处理,确定图像中每一个像素点的像素值,最终得到二值化图像。

2 实验对比和分析

实验采用 Matlab 2014a 对图像进行处理,分别通过灰度平均值、迭代最佳阈值和 Otsu 算法来计算全局阈值,比较提出方法和传统算法的二值化效果,同时对全局阈值和局部阈值的图像二值化结果进行对比。然后,将提出方法和常用的局部阈值二值化算法(Niblack 算法和 Benrsen 算法)进行比较和分析。实验处理的图像包括手机照片、数码相机拍摄的照片和网络下载的图片。

2.1 灰度平均值

灰度平均值算法简单,但是性能较差。对手机(1 200 万像素)拍摄的一幅字帖进行 1 级小波变换,处理结果如图 2 所示。灰度平均值算法得到的全局阈值并不能很好地分离前景和背景分布,采用二维小波变换后,效果明显提升,且局部阈值的二值化效果优于全局阈值,这是由于局部阈值更能反映局部特征。

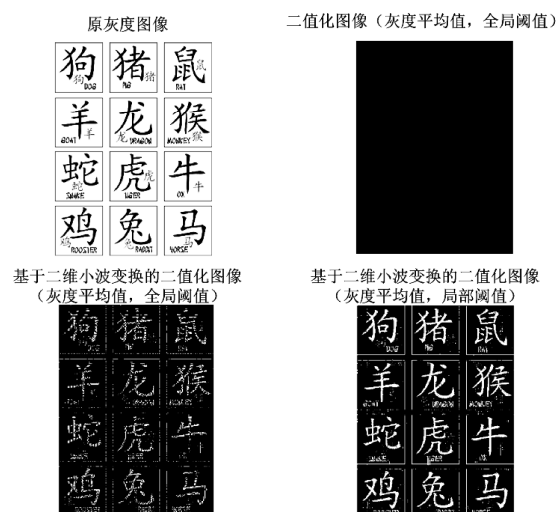


图 2 基于二维小波变换和灰度平均值算法的二值化图像

Fig.2 Two-valued image based on two-dimensional wavelet transform and grayscale mean algorithm

2.2 迭代最佳阈值

采用迭代最佳阈值算法对网络下载的一幅图像计算全局阈值并进行基于2级变换的二值化操作,结果如图3所示。未采用小波变换的迭代最佳阈值算法处理后仍存在严重的背景噪声,基于二维小波变换的二值化方法对文字的提取性能明显优于未采用小波变换的情况,局部阈值的效果更优。



图3 基于二维小波变换和迭代最佳阈值算法的二值化图像

Fig.3 Two-valued image based on two-dimensional wavelet transform and iterative optimal threshold algorithm

2.3 Otsu 算法

采用 Otsu 算法对数码相机(像素 2 000 万)拍摄的一幅海报进行3级小波变换,二值化结果如图4所示,基于二维小波变换的二值化效果明显优于只采用 Otsu 算法的效果。

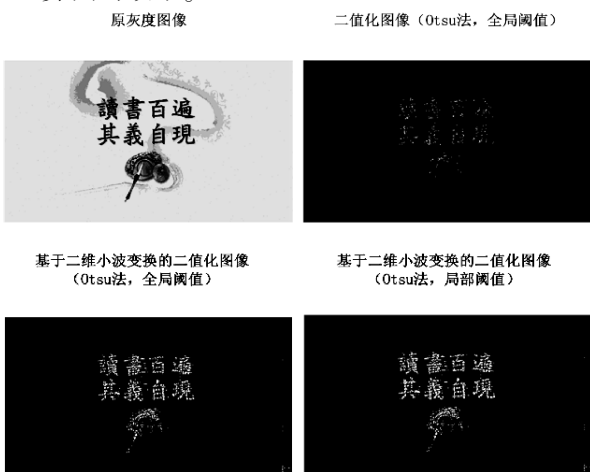


图4 基于二维小波变换和 Otsu 算法的二值化图像

Fig.4 Bivalued images based on two-dimensional wavelet transform and Otsu algorithm

通过图2-4可知,相比于常见的全局阈值算法,提出的基于二维小波变换的方法二值化效果明显提升。

为进一步验证其性能,将提出的方法与常见的局部阈值算法(Niblack 和 Bernsen 算法)进行仿真对比。

2.4 Niblack 算法

Niblack 算法复杂度低,实现灵活,但对域模板大小的选择直接影响该算法的性能,选择不当将引入伪噪声或丢失信息。采用基于二维小波变换的二值化方法能够有效去除背景噪声,弥补 Niblack 算法存在的不足,效果如图5所示。



图5 基于二维小波变换和 Niblack 算法的二值化图像

Fig.5 Two-valued image based on two-dimensional wavelet transform and niblack algorithm

2.5 Bernsen 算法

Bernsen 作为另一经典的局部二值化算法,其二值化效果较好,如图6所示,采用提出的方法后,对背景噪声(非文字部分)的滤除效果进一步改善,为后续的文字提取和识别降低干扰。



图6 基于二维小波变换和 Bernsen 算法的二值化图像

Fig.6 Binarization image based on two-dimensional wavelet transform and bernsen algorithm

综合上述实验,针对包含文字的数字图像,分别在灰度平均值、最佳迭代阈值、Otsu 算法得到全局阈值和 Niblack、Bernsen 算法得到局部阈值的前提下,采用提出的基于二维小波变换的方法进行图像处理计算复杂度提高,但是能够有效抑制非文字部分的干扰,二值化效果都有明显提升,验证了该方法的有效性。采用多级二维小波变换处理,其复杂度是 $O(M^2N \log N)$ (M 表示二维小波变换的级数, N 表示图像的像素点数)。处理图像包含手机、数码相机拍摄的照片以及网络上下载的图片,说明该方法性能稳定,适用范围较广。

3 总结

对于包含文字的数字图像,传统的二值化算法并不能很好地区分文字部分和非文字部分。提出的方法通过小波分解、滤波、小波重构和插值等操作将包含文字的部分分离,将不包含文字的部分作为噪声滤除,从而得到更优的二值化效果。

参考文献:

- [1] 完颜勇.基于对比度增强和背景估计的文档图像二值化[J].
电子科技,2018(4):20-24.
- [2] 张万绪,孟虹岐,吴长忠,等.弱光背景下文本图像二值化

提取算法[J].西北大学学报(自然科学版).2017(2):191-196.

- [3] 张健.复杂图像文本提取关键技术与应用研究[D].天津:南开大学,2014:22-33.
- [4] 段银雪.基于 K-means 的图像文字识别与提取研究[J].电子技术与软件工程.2015(9):88.
- [5] DoNoho D.L. Denoised by soft thresholding [J]. IEEE Transactions on Information Theory. 1995(41): 613-627.
- [6] Keys, R. Cubic convolution interpolation for digital image processing[J]. Acoustics, Speech and Signal Processing, 1981 (6): 1153-1160.

(责任编辑:叶丽娜)

Image Binarization Method Based on Two-Dimensional Wavelet Transformation

LIN Yurong, CHEN Meilong

(School of Computer Information, Minnan Science and Technology University, Quanzhou, Fujian 362332)

Abstract: An image binarization method based on two-dimensional wavelet transformation is proposed for digital image containing text. Wavelet decomposition, low-pass filtering and wavelet reconstruction are performed on the digital image to obtain the background distribution (excluding text information) and foreground distribution (including text information). Then the foreground distribution image is processed by binarization algorithm based on histogram. The good performance of this method was verified in Matlab 2014a, and the experiment showed that the binarization effect of digital image containing text was significantly improved after two-dimensional wavelet transform was adopted.

Key words: text image; two-dimensional wavelet transformation; binarization

EPC 物联网的中药材追溯编码技术研究

盛魁¹, 马健²

(1.安徽中医药科学院 亳州中医药研究所, 安徽 亳州 236800; 亳州职业技术学院 信息工程系, 安徽 亳州 236800)

摘要: 为了保障中药材的质量安全,探索了基于 EPC 物联网的中药材追溯编码技术。通过分析中药材流通所涉及的主要环节,确定影响中药材质量的可追溯关键点信息,运用 EPC 对中药材追溯码进行设计,并构建了基于 EPC 物联网的中药材追溯系统。系统在实验室进行了原型构建及测试,结果证明 EPC 编码方案正确、可行,系统运行良好,能够实现中药材从种苗培育、种植、加工、交易到销售的全程跟踪与追溯,对中药材质量追溯管理具有现实意义和实用价值。

关键词: 中药材;EPC 物联网;EPC 编码;追溯模式

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2019)09-0062-05

中药材质量是中药产业健康发展的基础和关键,随着我国中医药产业的快速发展,市场对中药资源的需求量不断增加,但中药材流通环节中以假乱真、以次充好案件频发,影响了中药饮片、配方颗粒和中成药的质量安全。保障中药材质量安全的重要手段就是实施中药材追溯,产品电子代码(Electronic Product Code)EPC 编码技术可以为每一个中药材进行唯一编码,构造一个中药材信息实时共享的“物联网”,实现中药材从种苗培育、种植、加工、交易到销售的全程跟踪与追溯。

近年来,随着物联网理论日臻成熟,许多学者对 EPC 编码技术进行了研究,并提出了许多有效的 EPC 编码规则和方案。杨建强等以生鲜产品为具体研究对象,设计了基于无限射频识别(RFID)标签的 EPC 编码规则,实现对生鲜产品全生命周期的数据采集、传输、处理^[1];毛林等以农资为具体研究对象,运用 EPC

对农资追溯码进行设计,实现农资的产品、质量、责任的追溯目标^[2];吴冬等以食品为具体研究对象,设计并实现了基于 RFID-EPC 的食品冷链追溯系统,实现食品从生产、物流和销售全过程信息追溯^[3];舒远仲等以食品为具体研究对象,提出一种基于 EPC GID-96 型食品供应链追溯标签编码方案设计,合理分配了 EPC 各代码段^[4];淳娇以肉制品为研究对象,设计适合肉制品追溯系统的 EPC 编码规则,实现对肉制品从源头养殖到最终销售等环节追溯^[5];黄成伟等以棉种为具体研究对象,设计基 RFID 和 EPC 物联网的棉种供应链追溯系统,实现棉种供应链企业之间的信息共享,降低企业的生产经营成本^[6];颜波等以罗非鱼为具体研究对象,采用 RFID 和 EPC 物联网技术设计了水产品追溯平台,对水产品从养殖、加工、配送到销售进行追溯^[7]。这些研究和设计为中药材 EPC 编码的设计和追溯系统的设计提供了理论依据和实例。

结合现实应用需求,以 EPC 物联网为基础,运用 EPC 编码技术对中药材流通环节关键点信息进行编码设计,构建基于 EPC 物联网架构的中药材追溯系统模型,实现对中药材从种苗培育、种植、加工、交易配送到销售的跟踪与追溯,有效解决了中药材质量安全问题和隐患,实现中药材流通信息资源共享。

收稿日期:2019-04-07

基金项目:安徽省优秀青年人才支持计划重点项目(gxyqZD2016529);安徽省高等学校省级自然科学研究重点项目(KJ2015A417,KJ2018A0887)。

作者简介:盛魁(1981-),男,汉族,副教授,主要从事物联网和数据挖掘的研究。

1 EPC 物联网

物联网是新一代信息技术的重要组成部分^[8],采用智能传感、识别技术和普适计算等通信传感技术,构建一个“物物相连的互联网”^[9],其目的是实现物品智能化识别、定位、跟踪、监控和管理^[10]。EPC 物联网是在互联网的基础上,利用 RFID、产品 EPC、无限数据通信技术,实现全球物品的自动识别和信息的互联与共享的物品互联网。EPC 物联网的关键是 EPC,EPC 系统的组成如图 1 所示,其核心思想是使用 EPC 编码方法对 RFID 标签进行编码,通过射频识别技术 RFID 扫描电子标签,读取标签内实体对象唯一的标识符 EPC 码,完成信息采集和录入,RFID 获取 EPC 码后将编码传送给服务器,通过 Internet 对标识的物品进行智能识别、跟踪^[11]。

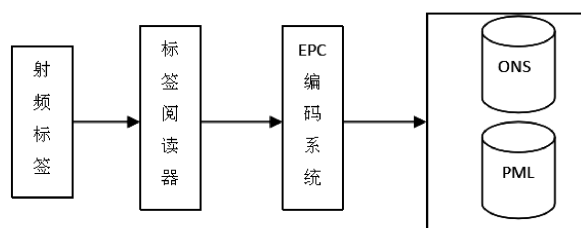


图 1 EPC 系统的组成

Fig.1 Composition of the EPC system

EPC 是一种编码系统,通过对 EAN.UCC 条形码系统的扩充,实现对单品进行标志。EPC 编码是由一个版本号加上域名管理者、对象分类、序列号三段数据组成的一组数字^[12]。其中版本号标识 EPC 编码体系的版本信息;域名管理者字段是识别中药材流通参与主体的信息;对象分类字段记录中药材确切类型的信息;序列号字段是单一对象识别的代码。根据标签存储信息的长度将 EPC 编码分为 EPC-64、EPC-96 和 EPC-256 三个版本,EPC 编码结构和类型如表 1 所示。

表 1 EPC 编码结构

Tab.1 EPC encoding structure

编码方案	编码类型	版本号	域名管理者	对象分类	序列号
EPC-64	TYPE I	2	21	17	24
	TYPE II	2	15	13	34
	TYPE III	2	26	13	23
EPC-96	TYPE I	8	28	24	36
	TYPE I	8	32	56	160
EPC-256	TYPE II	8	64	56	128
	TYPE III	8	128	56	64

2 中药材溯源关键因素分析

中药材具有药品、农副产品和商品的多重属性,决定了中药材追溯过程的复杂性,追溯码所表示的信息越多,就越容易获取所需信息,若要对流通过程中全部信息进行记录和追溯,不仅会增加追溯码标签的大小还会增加读取可追溯性信息的时间,这既不经济也不必要。根据“流程分析-关键点控制”的思路^[13],以 HACCP 和 GAP 关键环节为重点,归纳出中药材质量安全追溯的关键点信息。①种苗培育环节:对各类种苗商,过程溯源关键点信息包括种苗培育者、种苗名称、培育周期、出苗日期、种苗去向等信息②中药材种植环节:对各类种植者,过程溯源关键点信息包括种植者信息、药田地块号、种苗来源、种植日期、药材名称、采收日期、采收人员、中药材去向等信息③加工环节:对各类加工者,过程溯源关键点信息包括加工者、加工地、加工批次、加工日期、药材名称、药材来源、药材去向、包装储运等信息④交易环节:对于各级中药材交易市场,过程溯源关键点信息包括交易市场名称、中药材名称、交易日期、中药材来源、中药材去向等信息⑤销售环节:对于各类销售终端,过程溯源关键点信息包括销售单位、销售日期和数量、供应商单位、购买日期和数量等信息。

3 中药材溯源编码设计

3.1 EPC 编码类型的选择

根据中药材溯源系统的要求,结合中药材质量追溯的特殊性,选择 EPC-256 III 型编码。因为 EPC-256 III 的域名管理区段的段长最长,能够实现中药材在追溯过程中归属情况复杂的问题,是中药材追溯最合适的编码类型选择。

3.2 EPC 编码设计方案

3.2.1 域名管理编码设计

中药材流通过程中参与主体主要涉及种苗培育者、中药材种植者、中药材加工者、中药材交易市场、中药材销售商五类群体。EPC 管理者码段用 76 位数字标识中药材流通过程中各节点参与主体代码,域名

管理者的代码只能识别中药材流通中企业名称,其他特定相关信息还是需要存储在数据库中。用最高位的2位数字来表示参与主体类别,其对应编码1代表种苗商,2代表种植者,3代表加工者,4代表药材交易市场,5代表销售商。用36位数字来标识参与主体识别码,中药材种苗培育者和种植者可为药农、中药材种植合作社和中药材种植基地,药农用其18位代码用其身份证号码表示,合作社和种植基地用其18位统一社会信用代码表示。中药材加工有种植户自己加工和专业企业加工两种,种植户加工用其18位身份证号码表示,专业企业加工用其18位统一社会信用代码表示。中药材交易市场分为小型集市交易市场和大型药材交易中心,小型集市交易市场一般为个体工商户,大型药材交易中心为企业,两者识别码均可用其18位统一社会信用代码表示。销售商可分为医院、药厂和药店,三者均可用其18位统一社会信用代码表示。

3.2.2 对象分类编码设计

对象分类码段用24位数字标识中药材类别、名称以及产地字段代码。中药材来源占2位,表示中药材来源为种植还是野生,其对应编码1代表种植类药材,2代表野生类药材;中药材类别代码占2位;表示中药材类别为植物药、动物药还是矿物药,其对应编码为1代表植物药,2代表动物药,3代表矿物药。中药材名称代码占4位,编码参照《中药大辞典》收录的每种中药材建立唯一编码,如1412代表亳白芍编码。中药材产地编码16位,编码参照《中华人民共和国行政区划代码》的规定,省市县三级组成,如341602代表安徽亳州市谯城区。

3.2.3 序列号分类编码设计

序列号段使用16位数字来识别中药材的每个与主体的序列号及其在流通过程中每个环节的批号序列号,前21位表示各控制点的年月日,后15位表示的是各参与主体的批次流水号。

3.2.4 EPC 编码生成

EPC 编码包含标头(H)、通用管理者代码(W)、对象分类代码(R)及序列代码(G)四个字段,对中药材相关信息进行存储,实现对每批中药材的唯一标识。在执行算法前需要把十进制编码转为二进制编码,编

码生成算法^[14]如下:

步骤 1. 获取域名管理者代码 W, 判断 W 的值是否满足 $[0,2^{28}]$, 若满足则拼接标头 H 和域名管理者 W, 将拼接后的数据 X 赋值给字符串 S, 获取对象分类代码 R; 否则生成的 EPC 码失败。

步骤 2. 检查对象分类代码 R, 判断 R 的值是否在 $[0,2^{56}]$ 内, 若满足则拼接数据 X 和对象分类代码 R, 将拼接后的数据 Y 重新赋值给字符串 S, 获取序列号代码 G; 否则生成的 EPC 码失败。

步骤 3. 检查序列号代码 G, 判断 G 的值是否在 $[0,2^{64}]$ 内, 若满足则拼接数据 Y 和序列号代码 G, 将拼接后的数据 Z 重新赋值给 S, S 内的数据就是 EPC 码, 生成 EPC 成功, 否则生成的 EPC 码失败。

根据上述 EPC 各字段代码设计与分配方案, 对某中药材种植合作社 2018 年 8 月 10 日采收的批号为 006 的亳菊进行了唯一编码 193341602MA2MQLXD6Y-214127341602-180810006。其中 193341602MA2MQLXD6Y 是域名管理者, 1 代表中药材种植合作社, 93341602MA2MQLXD6Y 代表亳州市谯城区某中药材种植专业合作社; 21412341602 是对象分类号, 2 代表种植类, 1 代表植物, 4127 代表亳菊, 341602 代表安徽省亳州市谯城区; 180810006 是序列号, 20180810 代表 2018 年 8 月 10 号(采收时间), 006, 流水号。

4 中药材码编码的应用

将 EPC 编码技术应用于中药材追溯系统中, 实现对中药材质量追溯管理, 找到问题中药材的来源并确定出现问题的环节, 有效地防止问题中药材流入市场, 确保中草药的安全^[15]。根据功能划分和便于实现的原则, 基于 EPC 物联网架构的追溯系统的层次结构可表示为环境层, 服务层, 数据层, 应用层和客户层等五层, 如图 2 所示。

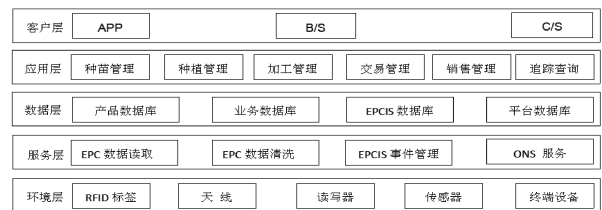


图 2 中药材追溯系统架构体系层次图

Fig. 2 Structure of Chinese Herbal Medicine Retrospective System

环境层由 RFID 标签,阅读器,天线,传感器和终端设备组成,主要用于收集中药材原始数据。在信息采集过程中通过数字签名方式来实现数据的安全传输,RFID 标签上的内容除具有中药材的唯一标识外,还有中药材参与主体的数字签名,并经过加密处理形成唯一标识的电子标签。读写器利用 RFID 标签和天线进行通信,并完成标签识别码和内存数据读写操作。服务层主要由 EPC 中间件、EPCIS 和 ONS 服务器组成,主要负责中药材信息的数据传递和处理;EPC 中间件主要负责处理由 RFID 系统读取的数据信息并将信息发送到 ONS 服务器。ONS 服务器依据预先注册的 EPC 编码来查找中药材编码,将其返回 EPCIS 的地址,若系统为查询状态则返回该中药材的追溯信息,而若为写入操作,则其将在 ONS 服务其中完成 EPC 编码的注册,将中药材详细信息存储到 EPCIS 服务器中。数据层主要用于存储和维护服务层传输的数据,并根据业务的不同存入不同业务的服务器。应用层是系统应用的集中层,包含种苗培育、种植、加工、交易、销售和追溯查询等一系列应用模块。客户层提供了移动终端、PC 端的操作界面,满足不同用户对信息查询需求。

中药材追溯系统以“种苗培育—中药材种植—中药材加工—中药材交易—中药材销售”为主线进行构建,实现中药材流通信息的跟踪和追溯,以中药材追溯功能需求为基础,进行了功能模块设计,如图 3 所示。

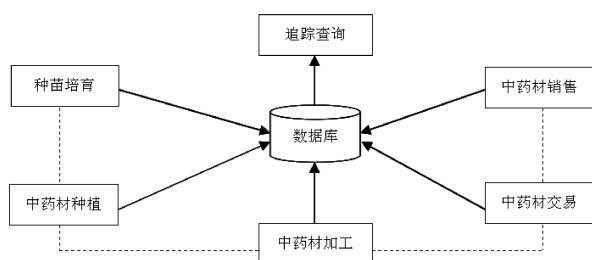


图 3 中药材追溯系统的功能结构图

Fig. 3 Functional structure of the retrospective system for Chinese Herbal Medicine

通过对追溯系统层次结构和功能结构图进行分析,系统主要实现采集与记录功能和信息查询两大功能。信息采集与记录功能包种苗培育管理模块、中药材种植管理模块、中药材加工管理模块、中药材交易

管理模块和中药材销售管理模块,通过 RFID 系统和 EPC 编码将各模块信息传输至数据库服务器。信息查询功能主要包含追踪查询模块,为流通各环节用户提供中药材信息查询服务。

运用 UML 建模技术对系统进行建模分析,采用物联网技术和 EPC 编码技术,选用 Visio Studio 2017 开发平台,利用 MySQL 数据库和 RDIFramework.NET 框架,运用 C#.net 编程语言,实现一个信息整合的 EPC 物联网中药材追溯系统。系统在实验室进行了原型构建及测试,结果证明 EPC 编码方案正确、可行,系统运行良好,信息传递畅通,可是实现中药材流通各环节的跟踪与追溯,中药材流通过程中数据共享,为用户提供数据查询服务。

5 结束语

中药材是中医药的物质基础,中药材的质量影响到临床疗效与用药安全,关系中医药事业持续健康发展。通过对中药材种植、加工、交易、销售等环节溯源关键因素的分析,利用 EPC 编码体系对中药材进行有效标识,并将 EPC 编码应用于中药材追溯系统中,为中药材的种植者、经营者和管理者提供了一种质量控制手段,为消费者的安全消费提供有效的追溯途径,进而为其他农产品追溯提供了思路和参考方案。

参考文献:

- [1] 杨建强,张成龙.基于 RFID 技术的生鲜产品供应安全溯源研究[J].食品工业,2018,39(5):165-168.
- [2] 毛林,成维莉,程涛,等.基于产品电子代码(EPC)编码的农资追溯系统应用研究[J].浙江农业科学,2018,59(7):1312-1318.
- [3] 吴冬燕,李邓,吴阳等.基于 RFID-EPC 技术的食品冷链追溯系统[J].食品工业,2017(4):238-240.
- [4] 舒远仲,吴小玲,戴海辉.一种基于 EPC GID-96 型食品供应链追溯标签编码方案设计[J].物流工程与管理,2017,39(4):81-84.
- [5] 淳娇.基于 EPC /RFID 技术的肉制品电子溯源系统研究与实现[D].南京:南京农业大学,2016.
- [6] 黄成伟,马本学,蒋伟,等.基于无线射频技术和 EPC 物联网的棉种供应链可追溯系统设计[J].江苏农业科学,2017,45(23):239-243.

- [7] 颜波,石平,黄广文.基于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台开发[J].农业工程学报,2013(15): 172-183.
- [8] 郭业帅. 物联网中基于信用等级服务调度模型研究[D]. 兰州:西北师范大学,2016.
- [9] STAKE T, THIESSE F, FLEISCH E. Ex-tending the epc network-the potential of RFID in anti-coun-terfeiting[C].Symposium on Applied Computing-SAC,2005:1607-1612.
- [10] LUIGI A, ANTONIO I, GIACOMO M. The Internet of Things: A survey[J].Computer Networks,2010,54(15):2787-2805.
- [11] EPC global. EPC Tag Data Stander Version 1.2[S]. Tag Data Stander Work Group,2006.
- [12] 张顺.基于 RFID 技术的油制辣椒生产管控关键技术研究[D].贵阳:贵州大学,2015.
- [13] 韩威威,郑业鲁,李泽,等.农产品安全追溯信息系统设计与实现[J].广东农业科学,2010(10):20-23.
- [14] 谭用秋,吴新森,唐向红,等.酒用物联网 RFID 标签 EPC 编码技术研究与应用[J].电子技术,2015(3):16-20.
- [15] 杨浩雄,马家骥.中药材可追溯性的消费者感知价值研究[J].中国中医药信息杂志,2018,25(1):1-4.

(责任编辑:聂传朋)

A Research on Traceability Coding Technology of Chinese Medicinal Materials Based on EPC Internet of Things

SHENG Kui, MA Jian

(1.Bozhou Institute of Traditional Chinese Medicine, Anhui Academy of Traditional Chinese Medicine, Bozhou, Anhui 236800; 2.Department of Information Engineering, Bozhou Vocational and Technical College, Bozhou, Anhui 236800)

Abstract: In order to ensure the quality and safety of Chinese herbal medicine, the retrospective coding technology of Chinese herbal medicine based on EPC Internet of Things was explored. Through analyzing the main links involved in the circulation of Chinese herbal medicine, determining the key points that affect the quality of Chinese herbal medicine, using EPC to design the tracing code of Chinese herbal medicine, and constructing a tracing system of Chinese herbal medicine based on the EPC Internet of Things. The system has been prototyped and tested in the laboratory. The results prove that the EPC coding scheme is correct, feasible, and the system operates well. It can track and trace the Chinese herbal medicine from seedling cultivation, planting, processing, and trading to sales. It is of practical significance and practical value to manage the quality of Chinese herbal medicine retrospectively.

Key words: Chinese herbal medicine; EPC Internet of things; EPC encoding; retrospective mode

桩长径比对建筑单桩承载性能影响分析

蔡雪霁¹, 颜玲月¹, 黄凌君¹, 沈永炎²

(1.三明学院 建筑工程学院, 福建 三明 365004; 2.三明学院 后勤处, 福建 三明 365004)

摘 要:桩长径比对建筑桩基承载性能影响较明显,结合三明学院新建工科实训大楼项目中 4 根不同长径比的单桩静载测试数据,应用有限元软件 GTS 对其进行荷载沉降曲线、桩身轴力和侧摩阻力分析。研究表明:工程实测桩顶位移曲线与理论计算曲线拟合较好,能够满足仿真需求;长径比增大, $Q-S$ 曲线越趋于缓和,桩身压缩量占总沉降比例也越大,桩身轴力主要衰减在桩身中上部,端阻力所占比重减小,桩侧摩阻力随深度增加发挥程度降低。结论对实际工程桩基长径比设计具有一定的参考价值。

关键词:单桩;长径比;承载性能

中图分类号:U443.15 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0067-05

桩长径比对工程结构桩基承载性能影响较明显。一些学者针对不同长径比下桩基的承载力展开研究。马文杰等^[1]基于在黄土中不同桩长径比对桩基承载性能的影响进行了室内模型试验研究,经过对比分析探究了桩基的沉降特性、桩侧摩阻力和端阻力随竖向荷载以及沿深度变化的特点;王学知等^[2]结合常州高架道路一期工程中静载荷试验与桩身应力测试结果,对长径比相近桩径不同钻孔灌注桩的载荷传递规律与承载性状进行分析探讨;史日磊等^[3]利用 FLAC3D 数值模拟软件,模拟分析不同长径比时,在竖向荷载作用下,桩身轴力、侧摩阻力、端阻力及侧摩阻力与端阻力的荷载分担关系,并总结相应规律。李文萍等^[4]结合工程实例对桩基进行 ANSYS 有限元模拟分析,对不同长度的大直径嵌岩灌注桩分别通过计算得出了桩土位移云图和荷载-沉降关系曲线。郭彦超等^[5]采用室内模型试验对砂土中不同长径比单桩水平非线性振

动特性进行了研究,分析了不同荷载幅值和长径比对单桩水平非线性振动特性的影响。近年来,关于实际工程中建筑桩基在不同长径比的承载性能研究还较少。以三明学院新建工科实训大楼桩基为例,通过对现场不同长径比的单桩进行竖向抗压静载实验分析,理论上根据土体力学以及桩土接触状态,采用有限元软件进行 GTS 模拟建模分析,得到基桩荷载沉降曲线、桩身轴力曲线和桩侧摩阻力曲线,并对桩侧摩阻力和桩端阻力进行探讨,其结果可为其余相关实践工程应用提供参考。

1 桩土接触有限元计算理论

MIDAS/GTS 应用软件可用于桩基承载力模拟。鉴于 Mohr-Coulomb 模型计算参数易获取,应用简便,且能够在较低应力水平下与实测值近似^[6],因此本文采用该弹塑性模型,土体采用实体三维单元模拟,同时设置同一土层土体均质、各向同性。

为方便计算,桩基利用梁单元线弹性体模拟,而桩土界面则采用 GTS 软件中特有的摩擦接触单元来模拟。桩底采用弹簧单元模拟支撑。

收稿日期:2019-04-05

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JT180504)。

作者简介:蔡雪霁(1989-),女,汉族,助教,主要从事岩土、结构工程研究。

2 工程实例与模拟模型

2.1 工程概况

三明学院新建工科实训大楼，总建筑面积 29 978.587 m²，其中地上建筑面积为 26 179.015 m²，地下建筑面积为 3 799.572 m²。本工程共有冲孔灌注桩 177 根，桩长为 13~50m，桩径为 800 mm、900 mm、1 000 mm。桩基穿越地层主要有杂填土、含粘性土卵砾石、强风化花岗岩三种。取 4 根不同长径比的桩进行试验分析，分别为 6# 桩，桩长 32.54 m，桩径 900 mm，长径比 36.16；9# 桩，桩长 32.50 m，桩径 1 000 mm，长径比 32.50；87# 桩，桩长 16 m，桩径 800 mm，长径比 20；156# 桩，桩长 32.58 m，桩径 800 mm，长径比 40.73。

2.2 模拟模型

2.2.1 建模及边界条件

模型根据桩长最大值 32.54 m，桩径最大值 1 000 mm，经试算，土层水平范围 X、Y 方向各取 16 倍桩径即 16 m，土层总厚度取 50 m，考虑桩端和桩周土层的影响范围，桩基顶端和土层表面齐平，模型采用自由网格划分，边界考虑所有网格组自动约束，并设置 Rz 约束桩梁单元。网格划分和边界约束见图 1（以桩径 1 000 mm 的 9# 桩为例）。

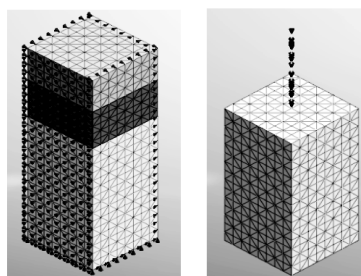


图 1 9# 桩网格划分模型及边界约束立面图

Fig.1 9# pile meshing model and boundary constraint elevation

2.2.2 相关参数确定

地基土分布情况及桩的力学模型参数见表 1。桩土接触面法向刚度 kn，数量级为 1.0×10¹³ N/m³，取 4.0×10¹³ N/m³；剪切刚度取 200 MPa，与土体模量同一数量级^[7]；各层土体模量依据地勘报告数据取整获得，本文杂填土取 5 000 KPa，粘土卵砾石取 100 MPa，砂土状强风化花岗岩取 40 GPa。黏聚力、内摩擦角和泊松比采用工程地勘资料数据。

依据现场桩基钻孔原始资料显示，土层表面高程 50 m，与设计值相符；同时终孔高程 6# 桩 20.5 m，9# 桩 33.3 m，87# 桩 35.2 m，156# 桩 33.7 m，均与设计值相差不多。实际土层为杂填土、含粘性土卵砾石和强风化花岗岩，持力层为强风化花岗岩，且各类土层总厚度和设计值相差较小，因此可以认为实际土层与地勘资料基本吻合。

表 1 土层分布情况和模型力学参数

Tab.1 Soil layer distribution and model mechanics parameters

桩号	桩长 /m	桩径 /mm	混凝土弹性模量/Mpa	法向刚度 kn/(N/m ³)	剪切刚度 /Mpa	土层	土体模量/Mpa	位置	层厚/m	高程 /m	黏聚力 /KPa	内摩擦角/°	泊松比
6#	32.54	900	31.5	4.0×10 ¹³	200	杂填土	5	第 1 层	9	41~50	15	20	0.2
						含粘性土卵砾石	100	第 2 层	21	20~41	18	30	0.3
						强风化花岗岩	40 000	第 3 层	20	0~20	20	30	0.3
9#	32.50	1 000	31.5	4.0×10 ¹³	200	杂填土	5	第 1 层	7	43~50	15	20	0.2
						含粘性土卵砾石	100	第 2 层	10	33~43	18	30	0.3
						强风化花岗岩	40 000	第 3 层	33	0~33	20	30	0.3
87#	16.00	800	31.5	4.0×10 ¹³	200	杂填土	5	第 1 层	6	44~50	15	20	0.2
						含粘性土卵砾石	100	第 2 层	9	35~44	18	30	0.3
						强风化花岗岩	40 000	第 3 层	35	0~35	20	30	0.3
156#	32.58	800	31.5	4.0×10 ¹³	200	杂填土	5	第 1 层	3	47~50	15	20	0.2
						含粘性土卵砾石	100	第 2 层	13	34~47	18	30	0.3
						强风化花岗岩	40 000	第 3 层	34	0~34	20	30	0.3

3 计算结果分析

3.1 荷载沉降曲线

检测单桩竖向抗压承载力,采用慢速维持荷载法进行加载,根据规范每级加载量取最大试验荷载的 1/10,最大试验荷载为单桩竖向抗压承载力特征值的 2 倍,6# 桩为 8 600 kN,9# 桩为 10 400 kN,87# 桩为 3 200 kN,156# 桩为 7 400 kN,第一级按 2 倍分级荷载加载,在每一级荷载作用下,桩的沉降量每小时不超过 0.1 mm,并连续出现两次,可进行下一次加载。由此可得实测桩顶荷载沉降曲线,同时与有限元软件 GTS 模拟理论分析得到的桩顶和桩端荷载位移曲线进行对比,结果见图 2。

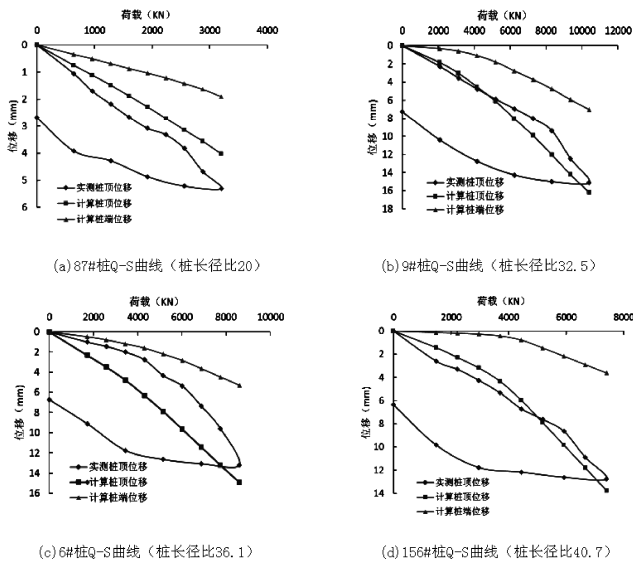


图 2 实测和计算 Q-S 曲线

Fig.2 Measured and calculated Q-S curves

由试桩 Q-S 曲线可以得出:

(1) 实测桩顶位移曲线与计算桩顶位移拟合结果较好。虽然二者仍存在一定偏差,但基本符合单桩受压变形规律,不影响总体结果。说明本文采用的模拟模型参数,如土体和桩体材料、接触面参数、网格划分、本构关系等均合理,模型能够模拟真实的试桩过程,又由于模拟模型不可能完全仿真,以及地勘资料 and 实际土层情况存在些许误差,故存在微小偏差,但不影响总体结果。

(2) 如图 2 所示,试桩实测曲线均为缓变型曲线,无明显拐点,说明该工程试桩试验均尚未达到破坏荷

载,具备一定的富余度,桩的承载力性能发挥良好。

(3) 如图 3 所示,随着长径比的增大,桩端位移 Q-S 曲线逐渐趋于缓和。其原因为桩底与土的接触面积越大,桩端土被压密的范围也越多,因而桩端土承受的面积更大,曲线也就相对较缓。由于 6# 桩和 9# 桩长径比相差不大,故二者相差不明显,但均较 87# 桩缓和,不影响结果。

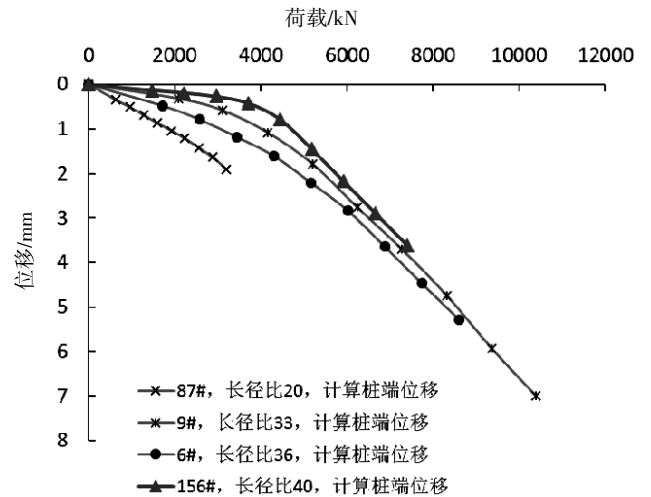


图 3 桩端位移计算 Q-S 曲线

Fig.3 Q-S curve of pile end displacement calculation

(4) 随着长径比的增大,桩身压缩量占总沉降比例也增大,压缩比例短桩约为 50%,长桩约为 70%。本工程试桩计算结果如表 2。

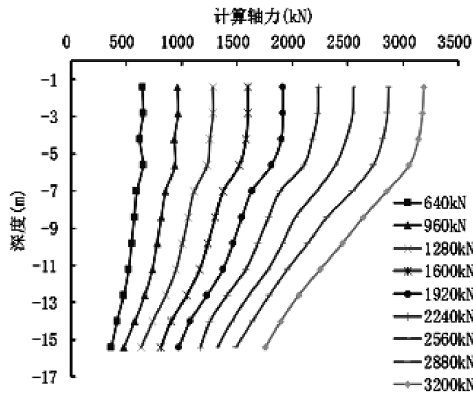
表 2 桩身压缩参数

Tab.2 Pile compression parameters

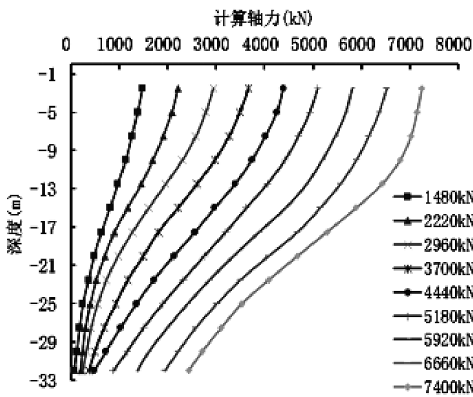
桩号	桩长/m	长径比	桩端位移/mm	桩顶位移/mm	桩身压缩比例/%
87#	16.00	20	1.905	4.03	52.7
9#	32.50	33	7.005	16.17	56.7
6#	32.54	36	5.280	14.90	64.6
156#	32.58	40	3.615	13.76	73.7

3.2 桩身计算轴力曲线分析

桩身轴力分析是研究桩荷载传递的重要方法,本文采用 GTS 有限元软件计算的轴力曲线见图 4,选择 87#、156# 桩,桩径均为 800 mm,桩长差距较大,具有代表性。



(a) 87#桩身轴力曲线



(b) 156#桩身轴力曲线

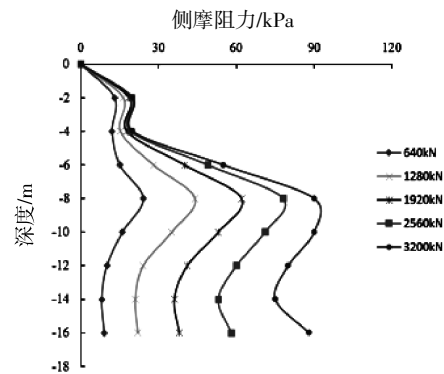
图4 计算桩身轴力曲线

Fig.4 Computing axis force curve of pile body

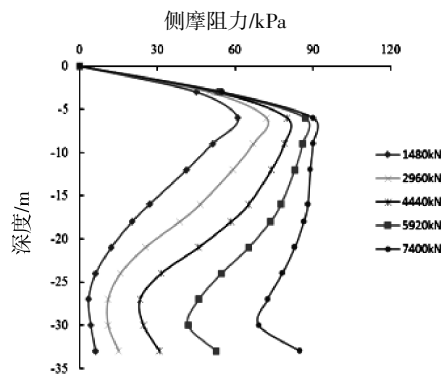
根据桩身轴力曲线可知:(1)轴力最大位置在桩顶,桩身计算轴力随深度增加而减小,随荷载增大而增大,符合桩的荷载传递规律。(2)长径比较小的87#短桩中下部衰减明显,长径比较大的156#长桩中上部衰减明显,这是因为长桩相较于短桩,端部摩阻力发挥较晚且比例较少,主要由侧摩阻力承担。(3)随着长径比的增大,桩端轴力所占比重减少,87#桩端轴力在荷载3200kN时为1750kN,所占比例为0.55,而156#桩端轴力在荷载7400kN时为2400kN,所占比例为0.33,说明长桩主要靠摩阻力承载。(4)由文献[8]可知,轴力变化曲线随深度衰减的程度与桩周土体模量密切相关,土体模量越大,曲线斜率变化越大,反之则收敛越慢。桩基持力层处于强风化花岗岩层中,计算轴力曲线衰减过程成非线性变化,该层土体模量最大,故斜率变化最明显。

3.3 桩侧摩阻力分析

图5是本工程典型短桩和长桩桩侧摩阻力随深度分布曲线。可以看出:(1)荷载越大,同一深度的桩基侧摩阻力也越大。(2)根据土层分布,侧摩阻力随土层的改变呈现明显的转折现象,侧摩阻力均未超过规范规定的桩侧土摩阻力标准值(其中杂填土标准值为22kPa,粘土卵砾石标准值为100kPa,强风化花岗岩标准值为120kPa),说明实际极限值比规范规定值更小。因此进行侧摩阻力计算分析时,桩土接触面最终剪力(即能达到的最大计算侧摩阻力)均适当减小,因此杂填土标准值为20kPa,粘土卵砾石标准值为90kPa,强风化花岗岩标准值为100kPa。(3)不同长径比的桩,对于长径比较大的156#长桩施加荷载过程中,中上部侧摩阻力充分发挥,下部发挥相对不完全;长径比较小的87#短桩,侧摩阻力总体发挥较充分;由于桩端底部增强效应,不论短桩长桩底部均有侧摩阻力增大的现象。(4)随桩顶荷载增加,桩身中上部摩阻力总体呈缓慢增加趋势,而中下部摩阻力呈加快增加趋势。



(a) 87#桩侧摩阻力曲线



(b) 156#桩侧摩阻力曲线

图5 桩侧摩阻力深度分布曲线

Fig.5 Distribution curve of pile side friction depth

4 结论

(1) 三明学院新建工科实训大楼项目在静载下实测桩顶位移曲线与 GTS 有限元模型计算桩顶位移曲线拟合较好,能够满足实际工程仿真要求,同时本工程基桩具有足够承载力。

(2) 长径比越大,单桩 $Q-S$ 曲线越趋于缓和,桩身压缩量占总沉降比例也越大。

(3) 短桩中下部轴力衰减明显,长桩中上部轴力衰减明显,随长径比增大,桩端轴力所占比重减小。

(4) 不同长径比的桩,长径比较大时,中上部侧摩阻力充分发挥,下部发挥相对不完全;长径较小时,侧摩阻力总体发挥较充分;由于桩端底部增强效应,不论短桩长桩底部均有侧摩阻力增大的现象。

(5) 随桩顶荷载增加,桩身中上部摩阻力总体呈缓慢增加趋势,而中下部摩阻力呈加快增加趋势。

参考文献:

- [1] 马文杰,蒋代军,王博林,等.桩长径比对桩基承载性能影响的试验研究[J].四川建筑科学研究,2018,44(6):69-73.
- [2] 王学知,赵春风,赵洪平.深厚土层中长径比相近灌注桩承载性状[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2009,28(6):957-960.
- [3] 史日磊,孙超,郭浩天,等.长径比对桩基端阻力和侧摩阻力影响的数值模拟[J].吉林建筑大学学报,2018,35(6):26-29.
- [4] 李文萍,沈炜雍,肖南.大直径嵌岩灌注桩长径比问题的计算和分析[J].工程建设与设计,2010(3):104-110.
- [5] 郭彦超,刘欢,黄茂松.砂土中不同长径比单桩水平非线性振动特性模型试验[J].岩土工程学报,2015,37(增刊2):57-60.
- [6] 吴鹏,龚维明,梁书亭等.用三维有限元法对超长单桩桩端承载力的研究[J].岩石力学,2006,27(10):1795-1799.
- [7] 吴怀忠,王汝恒,张桂福等.土与结构接触面的本构关系与数值模拟[J].四川建筑科学研究,2007,33(5):88-90.
- [8] 刘贵强,周伟,高小平.合肥地区大直径超长桩承载特性研究[J].建设科技,2016(13):150-152.

(责任编辑:聂传朋)

An Analysis of Influence of Length-diameter Ratio of Pile on Bearing Capacity of Single Pile in Building

CAI Xueji¹, YAN Lingyue¹, HUANG Lingjun¹, SHEN Yongyan²

(1. School of Architectural Engineering, Sanming University, Sanmin, Fujian 365004;

2. Logistics Infrastructure Division, Sanming University, Sanming, Fujian 365004)

Abstract: The influence of pile length-to-diameter ratio on the bearing capacity of pile foundation is obvious. This paper combines the static load test data of four different length-diameter ratios in the new engineering training building project of Sanming University, and loads it with finite element software GTS. Settlement curve, pile axial force and side friction analysis. The research results show that the measured displacement curve of the pile top and the theoretical calculation curve fit well, which can meet the simulation demand; the length-diameter ratio increases, the $Q-S$ curve tends to be moderate, and the pile compression ratio accounts for the total settlement ratio. The axial force is mainly attenuated in the upper part of the pile body, the proportion of the end resistance is reduced, and the side frictional resistance of the pile is reduced with the increase of the depth. The conclusion has certain reference value for the design of the actual engineering pile foundation length to diameter ratio.

Key words: single pile; aspect ratio; bearing capacity

鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度变化的CT分析

叶旻斐

(武夷学院 旅游学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:选取120例鼻窦冠状位CT为研究材料,对鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度变化进行观察分析,期望能为下鼻甲骨折外移术提供理论依据。该实验分3组,其中鼻中隔偏曲组42例、鼻中隔无偏曲组49例、手术组29例。选下鼻甲中前部的3个CT层面,在CT片上直接勾画双侧下鼻甲骨角度及面积,计算机自动生成测量数值,再取平均值进行统计学分析。结果显示,鼻中隔偏曲对侧下鼻甲存在肥大的同时还存在着下鼻甲骨角度变大,偏曲对侧下鼻甲肥大和角度变大共同影响鼻腔通气功能。鼻中隔偏曲伴对侧下鼻甲肥大患者用下鼻甲压榨骨折外移术能达到下鼻甲减容及缩小下鼻甲骨角度目的,从而改善鼻腔通气功能。

关键词:下鼻甲骨角度;下鼻甲压榨骨折外移术;CT

中图分类号:R765 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0072-08

临床工作中发现鼻中隔偏曲患者往往伴随偏曲对侧下鼻甲结构改变,其中包括下鼻甲肥大及下鼻甲骨角度的变化。目前普遍认为偏曲对侧下鼻甲肥大继发于鼻中隔偏曲的代偿性肥大;但国外也有学者提出相反的观点^[1],他们认为先天性或损伤造成的单侧下鼻甲骨性肥大引起鼻中隔偏曲。这种代偿性肥大包括粘膜和骨质的增生,但具体机制尚未明确。

关于鼻中隔偏曲患者在行鼻中隔矫正术后是否需要同时行下鼻甲手术以及进行何种类型的下鼻甲手术国内外学者的观点也不尽相同。有人报道有代偿性下鼻甲肥大的病人下鼻甲骨增大明显,尤其下鼻甲骨的前端和中间部位增大明显^[2]。鼻中隔偏曲病人下鼻甲骨明显比正常人宽,该发现是对鼻中隔偏曲病人实行下鼻甲成形术的支持^[3]。Grymer^[4]认为骨性下鼻甲肥大应给予处理;对粘膜性下鼻甲肥大病例,该作者观察比较了单纯行鼻中隔矫正术与联合完成对侧下鼻甲成形术两组病人,发现其疗效差异无显著性。

Fuat Buyuklu^[5]通过CT发现下鼻甲骨折外移术前术后下鼻甲骨与鼻腔外侧壁的距离发生变化,认为“下鼻甲压榨骨折外移术”是损伤较小、较为安全有效的术式,能够有效改善轻到中度下鼻甲肥大的鼻腔通气情况。根据我们所涉猎文献在鼻中隔偏曲对侧下鼻甲结构变化的研究中很少有提到下鼻甲骨角度变化,因此本文利用鼻窦冠状位CT对鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度进行观察分析,期望能为下鼻甲骨折外移术提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

鼻中隔偏曲组:2017年1月至2019年1月于福建医科大学附属第一医院耳鼻咽喉科门诊行鼻窦冠状位CT检查的鼻中隔偏曲(单纯高位、前部及后部鼻中隔偏曲除外)共42例,其中男性26例,女性16例,最小年龄18岁,最大年龄64岁,平均年龄33岁。

鼻中隔无偏曲组:2017年1月至2019年1月于福建医科大学附属第一医院耳鼻咽喉科门诊行鼻窦冠状位CT检查的鼻中隔大致居中共49例,其中男性

收稿日期:2019-06-10

作者简介:叶旻斐(1988-),女,汉族,主治医师,主要从事鼻科学研究。

23 例,女性 26 例,最小年龄 19 岁,最大年龄 61 岁,平均年龄 32 岁。

手术组:2018 年 3 月至 2018 年 12 月于福建医科大学附属第一医院耳鼻咽喉科门诊行鼻窦冠状位 CT 检查的鼻中隔偏曲伴下鼻甲肥大并入院行手术治疗的患者(单纯高位、前部及后部鼻中隔偏曲除外)29 例,其中男性 19 例,女性 10 例,最小年龄 18 岁,最大年龄 57 岁,平均年龄 31 岁。

1.2 影像检查技术及方法

CT 检查采用 Toshiba 公司 Aquilion16 层螺旋 CT 扫描,全部采用冠状位鼻窦平扫。扫描体位:患者在检查床上取仰卧位,头后仰;层厚与层间距:5 mm;扫描基线:听眶下线的垂线;扫描范围:前为眶前缘后至枕骨大孔前缘。

1.3 测量方法

将扫描后获得的图象传送到东芝工作站及 Start PACS 系统进行图片分析(软组织窗(300/40HU)进行观察)。

测量部位:下鼻甲平均长度 50~60 mm,CT 扫描层距 5 mm,所以从前到后在鼻窦冠状位 CT 扫描中下鼻甲出现层数大约有 9~13 层;从前往后 CT 可以扫描到的下鼻甲层数用阿拉伯数字标志(如图 1)。为了使所选取的 CT 层面能较好反应映下鼻甲中前部情况以及便于相对统一数据分析,当扫描到的下鼻甲总层数是 9、10 及 11 层时,取第 3、4、5 下鼻甲层面进行测绘;当总层数为 12 和 13 层时取第 4、5、6 层面;分别测量所取下鼻甲层面的面积和角度,取这 3 个层面的平均值进行统计学分析。(测绘层面的选取详见下图 1)。

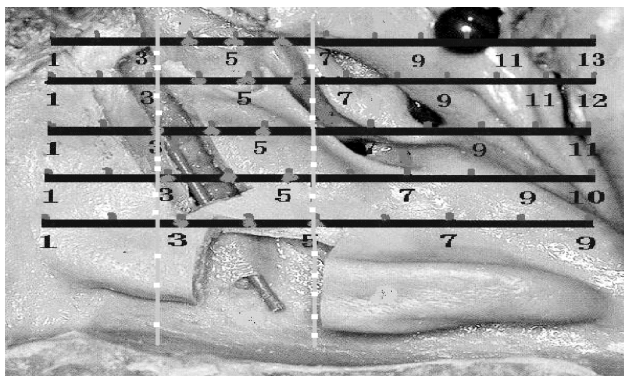


图 1 测绘层面的选取

Fig.1 Level of surveying and mapping

下鼻甲骨角度的测量:下鼻甲骨鼻腔外侧壁附着处为顶点 A,下鼻甲骨最偏离鼻腔外侧壁处为 B 点,测量出 AB 的距离,以 A 为顶点,线段 AB 长度为半径向外旋转至与鼻腔外侧壁有一交点为 C 点, $\angle BAC$ 的大小,即为下鼻甲骨角度。(下鼻甲骨角度的测量方法见图 2)



图 2 下鼻甲骨角度的测量方法

Fig.2 Measurement of inferior turbinate bone angle

下鼻甲面积的测量:通过手工勾画出所选红色区域内三个 CT 层面的双侧下鼻甲面积。(下鼻甲面积的测量方法见图 3)



图 3 下鼻甲面积的测量方法

Fig.3 Measurement of inferior turbinate area

统计学处理:所得数据为计量资料,记录为 $\text{Mean} \pm \text{SD}$,采用 Microsoft office excel 2003 软件进行处理,统计分析采用配对样本的 t 检验及两个独立样本的 t 检验,比较相关数据的差异性,认为 $P < 0.05$ 时差异具有统计学意义。

1.4 术前下鼻甲结构测量与分析

鼻中隔右侧下鼻甲骨的平均角度 (56.954± 9.522)°与左侧下鼻甲骨的平均角度 (57.447± 10.025)°比较, $P=0.220, P>0.05$, 差异无统计学意义。说明鼻中隔无偏曲组鼻中隔左右侧下鼻甲骨角度没有显著性差异。以下统一用右侧下鼻甲骨角度作为鼻中隔偏曲组的正常对照组。

表 1 鼻中隔无偏曲组鼻中隔左右侧下鼻甲骨角度对比情况

Tab.1 Contrast of bilateral inferior turbinate bone angles in normal group

项 目	侧 别	
	鼻中隔右侧	鼻中隔左侧
下鼻甲骨角度(°)	56.954±9.522	57.447±10.025
<i>t</i> Stat	-1.242	
$P(T \leq t)$ 双尾	0.220	

鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度 (65.063±11.238)°与偏曲同侧下鼻甲骨角度 (52.191±9.571)°比较, $P=3.359 \times 10^{-13}, P<0.05$, 差异有统计学意义。说明鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度大于相对应偏曲同侧下鼻甲骨角度。与此同时, 鼻中隔偏曲对侧下鼻甲面积 (1.340±0.396)cm²与偏曲同侧下鼻甲面积 (0.725±0.494)cm²比较, $P=3.450 \times 10^{-9}, P<0.05$, 差异有统计学意义。说明鼻中隔偏曲对侧下鼻甲面积大于相对应同侧下鼻甲面积。

表 2 鼻中隔偏曲组的偏曲对侧与同侧下鼻甲骨角度及面积对比情况

Tab.2 Contrast of bilateral inferior turbinate bone angles and area in abnormal group

项 目	侧 别	
	鼻中隔偏曲对侧	鼻中隔偏曲同侧
下鼻甲骨角度(°)	65.063±11.238	52.191±9.571
<i>t</i> Stat	-10.508	
$P(T \leq t)$ 双尾	3.359×10^{-13}	
下鼻甲面积(cm ²)	1.340±0.396	0.725±0.494
<i>t</i> Stat	7.484	
$P(T \leq t)$ 双尾	3.450×10^{-9}	

鼻中隔偏曲组的偏曲同侧下鼻甲骨角度(52.191± 9.571)°与鼻中隔无偏曲组的鼻中隔右侧下鼻甲骨角度(56.954±9.522)°比较, $P=0.034, P<0.05$, 差异有统计学意义。说明鼻中隔偏曲同侧的下鼻甲骨角度小于鼻中隔无偏曲组的下鼻甲骨角度。

表 3 鼻中隔偏曲同侧与鼻中隔无偏曲右侧下鼻甲骨角度对比情况

Tab.3 Contrast of inferior turbinate bone angles (the same side of the deflection and unbiased right) between abnormal and normal group

项 目	侧 别	
	鼻中隔偏曲同侧	鼻中隔无偏曲右侧
下鼻甲骨角度(°)	52.191±9.571	56.954±9.522
<i>t</i> 双尾临界	2.010	
$P(T \leq t)$ 双尾	0.034	

鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度 (65.063±11.238)°与鼻中隔无明显偏曲组的鼻中隔右侧下鼻甲骨角度 (56.954±9.522)°比较, $P=0.001, P<0.05$, 差异有统计学意义。说明鼻中隔偏曲对侧的下鼻甲骨角度大于鼻中隔无明显偏曲组的下鼻甲骨角度。

表 4 鼻中隔偏曲对侧与鼻中隔无偏曲右侧下鼻甲骨角度对比情况

Tab.4 Contrast of inferior turbinate bone angles (the offside of the deflection and unbiased right) between abnormal and normal group

项 目	侧 别	
	鼻中隔偏曲对侧	鼻中隔无偏曲右侧
下鼻甲骨角度(°)	65.063±11.238	56.954±9.522
<i>t</i> 双尾临界	2.020	
$P(T \leq t)$ 双尾	0.001	

1.5 诊断

鼻中隔偏曲程度诊断标准:参考颜军等^[6]人在临床调查中对鼻中隔偏曲程度进行的分类: I度偏曲(轻度):鼻中隔距离正中线小于 0.3 cm; II度偏曲(中度):鼻中隔距正中线 0.3~0.6 cm; III度偏曲(重度):鼻中隔距离正中线大于 0.6 cm。

表 5 鼻中隔偏曲组和手术组鼻中隔偏曲程度分布情况

Tab.5 Degree of nasal septum deviation in group with deviated nasal septum and in group being operated on

对比组	鼻中隔偏曲程度		
	轻度	中度	重度
鼻中隔偏曲组(例)	4	28	10
手术组(例)	0	25	4

1.6 手术方法

鼻内镜下鼻中隔偏曲矫正术+下鼻甲压榨骨折外移术:鼻内镜下行传统方式的鼻中隔矫正术;下鼻甲压榨骨折外移术参照李晓军等人的方法^[7]:在 0°鼻内镜直视下,用止血钳沿下鼻甲根部进行压榨,并且将止血钳及压榨部位向外旋转 90°,以将下甲骨折向鼻腔外侧。下鼻甲间断压榨,待鼻粘膜有明显压榨痕迹、苍白时即可。

2 结果与分析

治愈:鼻甲明显好转,无粘连现象,鼻塞消失,可见下鼻甲与鼻中隔间距 3 mm 以上。好转:鼻甲缩小,但是下鼻甲与鼻中隔间距 3 mm 以下,鼻腔通气好转。无效:治疗后鼻塞无好转现象,症状没有消失。

手术组患者术后一个月复查鼻窦冠状位 CT,根据疗效标准,手术组 29 例双侧下鼻甲与鼻中隔间距均大于 3 mm,大部分间距分布在 5~8 mm(25 例)。术后 1 个月随访全部患者治愈。

表 6 原鼻中隔偏曲同侧及对侧下鼻甲与鼻中隔间距的分布情况

Tab.6 The distance between the inferior turbinate and the septum in narrow and wide nasal

对比组	原鼻中隔偏曲同侧及对侧下鼻甲与鼻中隔的间距(mm)			
	3~4	5~6	7~8	9~10
同侧例数(例)	3	11	14	1
对侧例数(例)	3	14	12	0

2.1 手术组偏曲对侧及同侧下鼻甲骨角度术前术后测量结果与分析

下鼻甲压榨骨折外移治疗后,术前偏曲对侧下鼻甲骨角度(62.329 ± 14.049)°与术后偏曲对侧下鼻甲骨角度(47.868 ± 12.447)°比较, $P=1.372 \times 10^{-4}$, $P < 0.05$,差异有统计学意义。说明下鼻甲压榨骨折外移术使偏曲对侧下鼻甲骨角度变小;术前偏曲同侧下鼻甲骨角度(52.355 ± 11.583)°与术后偏曲同侧下鼻甲骨角度(46.134 ± 0.396)°比较, $P=2.671 \times 10^{-2}$, $P < 0.05$,差异有统计学意义。说明下鼻甲压榨骨折外移术也同样可使偏曲同侧下鼻甲骨角度变小。

表 7 下鼻甲压榨骨折外移术前术后偏曲对侧及同侧下鼻甲骨角度对比情况

Tab.7 Comparison of inferior turbinate angles in both side of nasal before and after operation

偏曲对侧下鼻甲骨角度(°)	术前	术后
		62.329 ± 14.049
<i>t</i> Stat	4.818	
$P(T \leq t)$ 双尾	1.372×10^{-4}	
偏曲同侧下鼻甲骨角度(°)	52.355 ± 11.583	46.134 ± 0.396
<i>t</i> Stat	2.413	
$P(T \leq t)$ 双尾	2.671×10^{-2}	

2.2 手术组偏曲对侧与同侧下鼻甲面积术前术后测量结果与分析

下鼻甲压榨骨折外移治疗后,术前偏曲对侧下鼻甲面积(1.278 ± 0.411)cm²与术后偏曲对侧下鼻甲面积(0.882 ± 0.285)cm²比较, $P=3.212 \times 10^{-6}$, $P < 0.05$,差异有统计学意义。说明下鼻甲压榨骨折外移术使偏曲对侧下鼻甲面积变小;术前偏曲同侧下鼻甲面积(1.057 ± 0.302)cm²与术后偏曲同侧下鼻甲面积(0.793 ± 0.246)cm²比较, $P=2.422 \times 10^{-4}$, $P < 0.05$,差异有统计学意义。说明下鼻甲压榨骨折术同样可使偏曲同侧下鼻甲面积变小。

表 8 下鼻甲压榨骨折外移术前术后偏曲对侧与同侧下鼻甲面积对比情况

Tab.8 Comparison of inferior turbinate area in both side of nasal before and after operation

偏曲对侧下鼻甲面积(cm ²)	术前	术后
		1.278±0.411
<i>T</i> Stat	6.626	
<i>P</i> (<i>T</i> ≤ <i>t</i>) 双尾	3.212×10 ⁻⁶	
偏曲同侧下鼻甲面积(cm ²)	术前	术后
	1.057±0.302	0.793±0.246
<i>T</i> Stat	4.561	
<i>P</i> (<i>T</i> ≤ <i>t</i>) 双尾	2.422×10 ⁻⁴	

3 讨论

3.1 下鼻甲结构与功能

下鼻甲是鼻腔最大的鼻甲,长度接近每个人的食指,具有调控鼻腔大部分空气流量,维持两侧鼻腔阻力,调节吸入空气的温度、湿度、滤过和清洁等作用^[8]。下鼻甲分为外侧粘膜层、中间的下鼻甲骨质、内侧粘膜层;内侧粘膜层较外侧粘膜层厚(内侧粘膜层平均厚度为 1.76 mm,外侧粘膜层平均厚度为 1.03 mm)。中间的下甲骨为松质骨,由许多针状或片状的叫做骨小梁的骨质互相交织构成的,成人的下甲骨中含有大量的脂肪组织和血管。陷窝中含有大量的骨细胞^[9]。下鼻甲骨成对存在但不对称,根据发育程度可大致分为 4 型:板障型(62.19%)、硬化型(8.83%)、混合型(28.63%)和气化型(0.35%)^[10]。

3.2 鼻中隔偏曲对侧下鼻甲结构改变与机理探讨

鼻中隔偏曲不仅引起偏曲侧鼻腔通气功能下降,引起阻塞,结构逐渐萎缩;同时为减少过度通气,宽敞侧鼻腔的下鼻甲、中鼻甲的结构逐渐代偿性增生肥大,从而引起双侧鼻腔功能异常,最终引起阻塞性炎症^[11]。

这种代偿性肥大具体的机制和原因尚不明确。目前多数人认为鼻中隔偏曲伴发的对侧下鼻甲肥大为继发于鼻中隔偏曲的代偿性肥大。鼻腔过宽或过窄都会破坏气流屏障的精巧平衡,使空气不能与鼻腔黏膜充分接触,产生鼻阻。鼻中隔偏曲患者偏曲的对侧空

间较正常相对扩大,而偏曲同侧较正常相对减小,这就破坏了气流屏障的精巧平衡,偏曲对侧的鼻阻力就可能减小,为了重新恢复气流平衡,可能就会引起下鼻甲的代偿性肥大^[12]。卜国铨等^[13]人推测当鼻中隔偏曲时,由于气流的改变,刺激鼻腔副交感神经和感觉神经分泌 VIP 和 P 物质。这两种物质使阻力血管(微动脉和动静脉吻合)收缩,容量血管(微静脉和窦状隙)扩张,结果使下鼻甲发生代偿性肥大。Gerhard^[14]和 Grevers^[15]认为肌支持物是窦状隙组织的收缩因素,通过其收缩,阻止下鼻甲粘膜的静脉回流入循环系统,引起下鼻甲的充血肿胀。

临床工作中发现鼻中隔偏曲对侧下鼻甲除了肥大还常常还存在下鼻甲骨与鼻腔外侧壁之间的角度改变。我们利用鼻窦冠状位 CT 测绘偏曲对侧下鼻甲骨与鼻腔外侧壁之间的角度,发现鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度比偏曲同侧下鼻甲骨角度大,也比鼻中隔无偏曲的下鼻甲骨角度大。从影像学角度证实了鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨与和鼻腔外侧壁之间的角度变大即下鼻甲内移,为下鼻甲外移手术提供理论依据。

目前关于鼻中隔偏曲对侧下鼻甲骨角度变大机理还不明确。我们试图从生物力学角度加以探讨,简述如下:(1)下鼻甲为鼻腔独立的骨性结构附着于鼻腔外侧壁;从冠状位上看,下鼻甲形似一摇门,以附着处为轴,在所受不为 0 的外力合力持续作用下可朝鼻腔内外侧移动。下鼻甲所受的外力主要来自下鼻甲外侧粘膜肥厚时对鼻腔外侧壁压力的反作用力(以下 F_1 表示)和下鼻甲内侧粘膜肥厚时对鼻腔内侧壁(鼻中隔)压力的反作用力(以下 F_2 表示)。(2)根据牛顿第三定律:作用力=反作用力,此处作用力为来自肥厚的下鼻甲粘膜压力即压力大小决定反作用力大小;来自肥厚的下鼻甲粘膜对鼻腔内外侧壁的压力除了和粘膜肥厚程度有关外还和下鼻甲外侧空间(以下鼻甲骨距外侧壁的距离 D_1 表示)和内侧空间(以下鼻甲骨距鼻中隔的距离 D_2 表示)有关,空间越大越容易缓冲下鼻甲粘膜肥厚对鼻腔内外侧壁产生的压力,即下鼻甲粘膜肥厚产生的压力和下鼻甲内外侧空间大小成负相关。(3)鼻中隔偏曲使鼻中隔偏离中线,结果 D_2 变大;由于 D_2 变大,可以有效缓冲来自下鼻甲内侧粘膜肥大产生对鼻中隔的压力,结果 F_2 变小;当 $F_1 > F_2$ 时,下

鼻甲所受的合力方向与 F_1 相同,方向向内侧,故下鼻甲在合力持续作用下发生内移,表现为下鼻甲骨与鼻腔外侧壁之间的角度变大。(下鼻甲骨角度变化机理详见图 4)



图 4 下鼻甲骨角度变化机理

Fig.4 Mechanism of inferior turbinate bone angle change

3.3 下鼻甲手术方式的探讨

目前,对鼻中隔偏曲对侧肥大下鼻甲是否需要手术处理及处理方式尚存争论。Grymer^[4]认为骨性下鼻甲肥大应处理,对黏膜性下鼻甲肥大病例,该作者观察比较了单纯行鼻中隔矫正术与联合完成对侧下鼻甲成形术两组病人,发现其疗效差异无显著性。鼻中隔偏曲病人下鼻甲骨明显比正常人宽,该发现是对鼻中隔偏曲病人实行下鼻甲成形术的支持^[3]。由于鼻中隔偏曲致对侧下鼻甲代偿性肥大,而单纯矫正鼻中隔后,进一步加重了下鼻甲肥大侧鼻腔的狭窄,因此,联合手术更符合此类疾病的实际要求^[16]。如果对代偿性肥大的下鼻甲认识不足,未予相应的处理可能导致鼻中隔手术的失败^[17]。例如有国外文献报道:做鼻中隔矫正术未行鼻甲减容术的结果是 71%~80%患者鼻塞无减轻^[18]。

我们观点是:(1) 鼻中隔偏曲对侧下鼻甲明显肥大且下鼻甲内移超过中线(本组有一半患者超过中线)必须处理,否则偏曲对侧下鼻甲会挤压鼻中隔使其不能复位到中线而导致鼻中隔手术失败;(2) 偏曲对侧下鼻甲肥大没有超过中线为下鼻甲压榨骨折外移术的相对适应证;下鼻甲压榨骨折外移术为微创手术,对下鼻甲的功能影响极小,同时可以早期改善鼻腔通气功能,缓解鼻塞等症状且术后疗效较为显

著,因此也可以考虑将该方法用于具有下鼻甲手术相对适应证的患者。

1882 年,Jarvis 最早记载了下鼻甲切除手术。19 世纪 90 年代至 20 世纪初,Jones、Holmes 等知名专家开展下鼻甲全切除手术,1904 年 KJllian 等提出了下鼻甲外移骨折手术的概念。与此同时,Low、Linhart 等报道了下鼻甲黏膜下切除的手术方法。进入 90 年代,出现了下鼻甲电凝切除术、低温等离子射频消融和内镜下下鼻甲成形术等新技术,收到了良好的治疗效果^[18,19]。

下鼻甲骨骨折外移术是通过缩小下鼻甲和鼻腔外侧壁角度而达到改善鼻腔通气问题。Fuat Buyuklu^[5]等人对 10 名鼻中隔偏曲伴下鼻甲肥大的病人行鼻中隔偏曲矫正术后加做双侧下鼻甲骨骨折外移。术后 9 个月复查鼻窦 CT 评估患者预后表明下鼻甲骨骨折外移术具有操作简单、不费时、痛苦小、安全等优点。单纯下鼻甲骨骨折外移术治疗下鼻甲肥大明显病人效果不佳的原因是下鼻甲外移骨折术既不减轻粘膜肥厚又不解决骨质肥大^[20]。因此有不少作者提出加用下鼻甲压榨技术缩小下鼻甲容积并取得良好效果^[21]。压榨下鼻甲减容机理是压榨下鼻甲后,肥厚的下鼻甲组织内血管闭塞、血栓形成、组织退缩^[22]。本组下鼻甲压榨骨折外移术后下鼻甲缩小、下鼻甲角度也同时缩小,病人术后症状明显改善。(详见图 5)

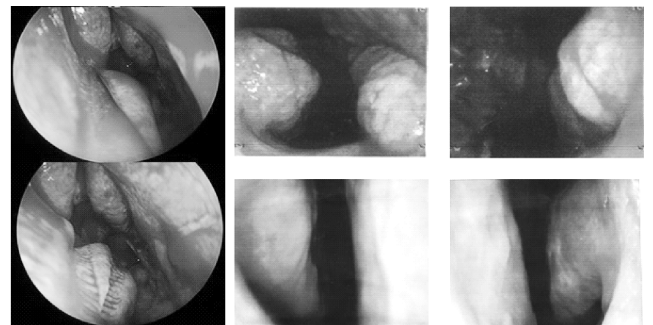


图 5 下鼻甲压榨骨折外移术后鼻内镜检查

Fig.5 Endoscopic examination of the nose after outfracture of the inferior turbinate operation

3.4 研究方法分析

我们选择下鼻甲中前部作为研究部位,主要考虑:①鼻中隔偏曲对下鼻甲影响主要是中前部下鼻甲^[2,23]。②单纯鼻中隔高位偏曲主要影响中鼻甲结构改变,所以给予排出。③单纯前部(鼻瓣区)鼻中隔偏曲对下鼻甲结构影响小,给予排出。④鼻中隔后部偏曲比较少

见,为了便于研究,也给予排除。

考虑到常规鼻窦冠状位 CT 扫描层距 5 mm,层距较大,如果测量 1 个层面数值可能误差大,所以我们选择分别测量下鼻甲中前部 3 个断层的面积和角度,取其平均值进行分析,可以减少误差。

有报道^[9]下鼻甲骨内移测量有采用下鼻甲骨距离鼻腔外侧壁距离作为指标,但是在实际应用时我们发现该指标在不同鼻腔大小(每个患者鼻腔大小都不一样)时存在变异较大问题,如图示在角度不变情况下 $D_1 > D_2$ 而采用下鼻甲骨角度就可以避免这个缺陷。(详见图 6)

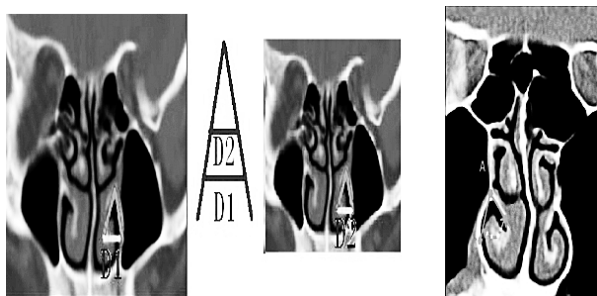


图 6 下鼻甲骨角度和距离作为测量指标优缺点

Fig.6 The advantages and disadvantages of the measurement index

4 结论

鼻中隔偏曲病人建议术前行鼻窦冠状位 CT 检查,如果 CT 提示鼻中隔偏曲对侧下鼻甲有肥大和角度改变,建议偏曲对侧下鼻甲需要同时手术。

鼻窦冠状位 CT 观察发现鼻中隔偏曲对侧下鼻甲面积大于相对应同侧下鼻甲面积,提示鼻中隔偏曲对侧下鼻甲存在肥大现象;同时鼻中隔偏曲对侧下鼻甲还存在角度变大现象。鼻中隔偏曲对侧下鼻甲肥大和角度变大共同影响患者鼻腔通气功能。

鼻中隔偏曲伴对侧下鼻甲肥大的患者采用下鼻甲压榨骨折外移术能有效地达到下鼻甲减容及缩小下鼻甲骨与鼻腔外侧壁之间角度目的,从而改善鼻腔通气功能。

参考文献:

[1] GILEAD B M D, ILAN H D S, RACHEL B B A, et al. Histopathology of the inferior turbinate with compensatory

hypertrophy in patients with deviated nasal septum. [J]. Laryngoscope, 2000,110:2100 - 2105.

[2] UZUN L, SAVRANLAR A, BEDER L B. Enlargement of the bone component in different parts of compensatorily hypertrophied inferior turbinate[J]. Am J Rhinol,2004,18(6): 405-410.

[3] EGELI E, DEMIRCI L, YAZYCY B, et al. Evaluation of the inferior turbinate in patients with deviated nasal septum by using computed tomography [J].Laryngoscope, 2004, 114(1): 113-117.

[4] GRYMER L F, ILLUM P, HILBERG O. Septoplasty and compensatory inferior turbinate hypertrophy:A randomized study evaluated by acoustic rhinometry. [J].Laryngol Otol, 1993,107:413.

[5] FUAT B, M D, OZCAN C, M D, EVREN H, M D, et al. Outfracture of the Inferior Turbinate: A Computed Tomography Study [J].Plast. Reconstr. Surg. 2009,123: 1704.

[6] 颜军,李新梅,杨桂花.鼻中隔偏曲发生率的人群调查. [J].新疆医科大学学报,2000,23(2):166-167.

[7] 李晓军. 鼻内镜下鼻甲骨折外移压粹术治疗慢性肥厚性鼻炎临床分析[J].中外医疗,2012,31(18):32.

[8] GRAY H. Anatomy of the Human Body [M]. Philadelphia: LEA & FEBIGER, 1918.

[9] BERGER G, BALUM A M, OPHIR D. The normal inferior turbinate: histomorphometric analysis and clinical implications [J].Laryngoscope, 2003,113:1192-1198.

[10] REDDY S S. Turbinate Dysfunction: Focus on the role of the inferior turbinates in nasal airway obstruction [J]. Grand Rounds Presentation,2003,87:556-561.

[11] 曲秋懿,陶泽璋.鼻中隔偏曲下鼻甲肥大组织病理学观察 [J].武汉大学学报(医学版):2002,23(3):222-224.

[12] SULSENTI G,PALMA P.Tailored nasal surgery for normalization of nasal resistance [J]. Facial Plastic Surg,1996,12: 333-345.

[13] 卜国铨,顾之燕.鼻部应用解剖和超微结构[J].中华耳鼻咽喉科杂志,1990,25(6):377.

[14] GERHARD G, WASILIONS N K.Intervascular smooth muscle fibers and muscular bolsters in nasal swell bodies of humans[J].Am Otol Rhinol,1995,104:144.

[15] GERVERS G, KAMARGAKIS W.Morphological variability of smooth muscle cells in human nasal swell bodies[J].Arch Otorhinolaryngol, 1996,253:147.

[16] 刘胜刚.鼻内镜下鼻中隔下鼻甲联合手术治疗鼻腔结构异

- 常 172 例[J].临床医学,2012,32(1):98-99.
- [17] 李威龙,温湘玲.鼻中隔偏曲治疗的沿革和现状[J].临床耳鼻咽喉科杂志,2004,18(11):701-704.
- [18] Hol M K, HUIZING E H. Treatment of inferior turbinate pathology: a review and critical evaluation of the different techniques [J]. Rhinology, 2000, 38(4):157-166.
- [19] JACKSON L K. Controversies in the management of inferior turbinate hypertrophy: a comprehensive review[J]. Plast Reconstruct Surg,1999,103:300-312.
- [20] 葛文彤,周兵,王琪.下鼻甲手术历史和现状[J].耳鼻咽喉-头颈外科,2003,10(4):203-207.
- [21] 李亚波,顾兴华,苏跃.下鼻甲骨折外移术治疗慢性肥厚性鼻炎的体会[J].吉林医学,2010,31(35):6528-6529.
- [22] 孙绍伦,汪涛,胡德馨,等.鼻内镜下鼻甲骨折外移压榨术治疗慢性肥厚性鼻炎 105 例分析[J].贵州医药,2011,35(2):133-134.
- [23] 李佩忠,黄选兆,项济生.鼻中隔偏曲对鼻气道阻力的影响[J].临床耳鼻咽喉科杂志,1997;11(7),317-318:326.
- (责任编辑:叶丽娜)

An Analysis of the Change in Angle of Inferior Turbinate Bone in the Opposite Side of Nasal Septum Deviation by CT

YE Minfei

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

Abstract: 120 coronal plane CT scans of the paranasal sinuses were divided into 3 groups: 42 cases with deviated nasal septum, 49 cases without deviated nasal septum were 29 cases that underwent a septoplasty and outfracture to both inferior turbinates by the same surgeon. Single out three slices which the anterior and middle portion of the inferior turbinates can optimally display, in which to draw the angle and cross-sectional area by hand and the data calculated by Start PACS SYSTEM will appear in computer screen automatically. The results confirmed that septal deviation can lead to an increase in volume of both mucosa and bone of the inferior turbinate, and can also cause the change in the angle between the inferior turbinate bone and the lateral wall of the nasal, which cause nasal obstruction. Patients who are tolerated by nasal septum with hyperplastic inferior turbinate complicated can be treated by outfracture of the inferior turbinate procedures, which can display a reduction in the angle and tankage and finally improve the mycteric venting.

Key words: the angle of inferior turbinate bone; outfracture of the Inferior Turbinate; CT

“健康中国”视域下夜跑运动安全问题及策略研究

任学锋, 陈焕伟

(江苏航运职业技术学院 体育部, 江苏 南通 226010)

摘要:文章主要运用文献资料法,分析研究夜跑运动兴起的社会动因,梳理夜跑运动存在的安全问题,提出新时代背景下夜跑运动发展的策略。文章认为夜跑运动表达了人们对自我生物属性的身份认定与健身诉求,应该加快对夜跑运动的全方位研究,以便能为夜跑运动的发展提出更多实质性建议,从而优化夜跑运动保障体系,确保夜跑运动走向健康、安全之路。

关键词:健康中国;夜跑运动;夜跑安全

中图分类号:G886.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0080-03

健康中国,是2016年8月习近平总书记在全国卫生与健康大会上发表的重要讲话内容^[1]。2018年8月26日,中共中央政治局召开会议,审议通过“健康中国2030”规划纲要。在“健康中国”理念指导下,随着人民生活水平的不断提高和老龄化社会的加剧,健康不再意味着只是医疗水平的提高,运动不再只是意味着金牌的多少,人民大众对健康的认知和追求提到了更高的层次,人民大众希望通过体育锻炼来提高自身健康水平的意愿越来越强烈。“健康中国”所提倡的全民健身、全员参与性与人民大众追求健康的需求相辅相成、相得益彰。在全民健身的热潮下,夜跑运动作为一种新兴的健身方式正在悄然兴起,从出现以来便很快风靡全国,成为了夜色中一道亮丽风景线。“健康中国”“健康第一”“运动即良医”等健康标语已经在群众中广泛流传。特别是在健身步道、沿江风景带、沿河风景带等场地迅速兴建的背景下,夜跑运动的群体数量迅速发展,成为城市的“另类景观”。

1 夜跑运动产生的社会动因

1.1 全民健身的需求

随着《全民健身计划纲要》的不断实施,2012年党

的十八大提出要加强民生建设,打造我国文化软实力,提高人民健康水平。2014年10月20日,国务院印发的《关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见》提出:“把增强人民体质、提高人民健康水平作为根本目标,将全民健身上升为国家战略。”在全民健身思想引导下,人们追求健康生活方式的意识日渐增强,日常生活中越来越多的人重视锻炼身体,追求健康的思想理念深入人心。

全民健身想要实现真正的全员参与,必须借助某种方法简单、直接有效、容易推广、容易组织的锻炼方式,而夜跑运动的多种属性正与此相契合。夜跑运动对场地的适应性强,不需要专业器械,凭借其锻炼方式简单、效果明显、老少皆宜等特点受到广大城市运动爱好者的追捧。正如村上春树在《当我谈跑步时我谈些什么》中所言,“你不需要别人来帮你,你也不需要任何特殊的设备,不一定要到特定的地方去。只要你有一双跑鞋、一条好的路,就可以跑得很高兴。”^[2]可见,夜跑运动的兴起与这项运动本身的功能、特点关系密切,与全民健身所倡导的健康理念相统一。

1.2 城市健身的新潮

我国的城镇化建设急速加快,改变了以往人们的居住形态,更多的人被赶上了楼,身体锻炼的空间缩小,加快了人们外出锻炼的步伐。社会急速发展,人们的生活水平已经由原来温饱转变为基本小康,生活质量大幅提高,人的需求层次也在发生变化,追求身体健康的标准也更高,这促使更多的人通过锻炼来改善体

收稿日期:2018-08-09

作者简介:任学锋(1982-),男,汉族,讲师,主要从事体育教学和武术研究。

质。据美国医学保健专家指出,人体最适宜的锻炼时间为下午6点至8点,经过一天的学习和工作,人体的机能逐步释放,机能对各种活动的适应水平最佳^[9],由此显现夜跑更能适应机体的状态。除此之外,城市生活节奏快、工作压力大,很多上班族白天难以拿出固定时间锻炼身体,甚至没有时间进行运动,只能在晚间选择简单易行、灵活方便的运动项目。在这种全面健身、全民奔跑的背景下,夜跑运动也就应运而生^[10]。

1.3 虚拟与现实的交融

随着大数据时代的来临和互联网技术的不断发展,以4G、微信、拼跑团、咕咚、Running、益跑网、跑步论坛等为代表的社交网络、跑步APP、跑步论坛、虚拟组织对城市夜跑运动的发展起到推波助澜的作用,为城市夜跑运动附上“网络化”“时尚前沿”等色彩。而跑步运动同质化、可量化、可分享的特点也非常符合社交网络的规律,人们的交流互动不再局限于现实的空间,在各项网络平台上,人们进行信息传递,交流心得,分享经验更为直接、简便^[9],网络的虚拟空间延伸了人们原有的生活空间,成为人们进行体育互动的又一个领域。参与者线上交流、互动的同时,还可以通过线下的跑步活动,实现面对面共同参与、体验夜跑运动的乐趣,实现共同的目标、价值追求,找寻群体认同,以更为直接的方式增进人与人之间的交流。因此,夜跑运动全方位的社交功能也是夜跑族踊跃参与的重要原因。

2 夜跑运动安全事故梳理

2.1 由于缺乏专业技术指导和科学锻炼的意识而造成的安全事故

大多数夜跑者由于缺少专业技术指导,缺少科学锻炼知识而造成运动伤害事故,有一些夜跑者由于操者得不到及时救助,甚至危及生命。2016年7月,南宁一小伙夜跑锻炼过度导致身体不适,后因救助不及时猝死。某大学生第一次与同学一起夜跑,由于速度太快,咬牙坚持一个小时,结果导致运动性横纹肌溶解,进而出现急性肾功能衰竭等。

2.2 夜跑路线不当,交通安全意识淡薄导致的伤害事故

部分夜跑者跑步时着装颜色过暗,跑步时佩戴耳

机,选择不当的夜跑路线,甚至无视交通规则。例如:2017年8月8日,重庆一男子在一条新建道路进行夜跑时不慎掉入马路井盖内。2017年5月5日,据江阴广播报道,江阴的桑师傅晚上在马路上跑步,结果被一辆摩托车撞伤。2014年4月18日晚,上海一女子在非机动车道夜跑,在过马路时由于违章闯红灯不幸被车撞死等等。

2.3 人身安全意识差导致的刑事案件

有夜跑者的人身安全意识比较淡薄,夜跑路线选择比较偏僻且都是单独夜跑,给一些不法分子造成了可乘之机。2014年8月,杭州单身夜跑姑娘遭劫,脖子、胳膊被连砍数刀。2015年10月,高校女舞蹈教师吕某夜跑失踪,6日后被警方确认失踪女教师已遇害。2017年12月,四川乐山女教师王某夜跑离奇失踪等。

由此可见,夜跑运动流行趋势的背后隐藏着巨大的安全隐患,寻找科学合理的应对夜跑运动安全的措施与策略,理应成为当下我们讨论的议题。

3 新时代新策略,全力助推夜跑运动健康、安全发展

3.1 健全相关法律法规和保障设施,规范夜跑路线

成立专门的夜跑管理保障机构,出台相应的保护夜跑健康发展的法律法规,依法设置夜跑规定路线,沿途设置照明设施,设立专门的服务点,并且严格控制机动车辆驶入夜跑路线,对闯入者按照相关法律法规进行处罚。

对于构建、规划的健身步道,依据护城河、公园、城市娱乐场所的生态、环保特点,从实际出发,因地制宜,重点突出“安全意识”,切实从服务国家健康的战略要求出发,系统规划、整体布局、完善服务设施,规范夜跑路线,为夜跑者提供一个舒适、安全的夜跑环境。

3.2 构建多元化的宣传渠道,提高参与者安全意识

夜跑运动参与者安全意识薄弱是造成夜跑伤害事故的主要原因和内在原因,因此采取切实可行的措施,提高参与者自身安全意识是首要任务。比如在夜跑相对集中的地方设置安全宣传栏,对夜跑者随时宣贯安全知识、安全技能以及危险情况的自我保护等。利用互联网手段进行安全知识等的宣传,通过手机信息发送,微信公众号等手段加强对夜跑运动参与者的

运动强度、运动量、运动损伤、运动保健等专业知识的普及。定期举办公益性培训,对夜跑运动爱好者进行定期培训。组建夜跑运动社会体育指导员队伍,随时随地对夜跑运动参与者进行健身指导和安全意识宣贯。总之,利用多重手段,全方位宣传夜跑运动安全知识,将夜跑运动安全事故发生率降到最低。

3.3 利用科技手段,定制个性化的夜跑运动套餐

科技的高速发展、新型智能运动设备的普及,改变了人们的生活,改变了传统的运动监控方式。夜跑者可以借助智能手机运动APP、智能手环、智能手表等设备随时监控自己的运动强度、运动量、运动时间、实时心率等运动数据,根据自身实际情况,定制适合自己的运动处方,量力而行,循序渐进,这样既增加了夜跑的趣味性、时尚性又提高了夜跑运动科学、合理性,避免由于运动强度过大等造成的运动伤害。

3.4 鼓励社会资本参与,促进夜跑运动发展

根据国务院印发的《关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见》,政府机构对夜跑运动进行基础建设、合理规范的同时,可以大力吸引社会资本投资,鼓励社会资本进入夜跑运动领域,建设相关设施,开发相关产品,提供相关服务。政府引导,设立由社会资本筹资的夜跑运动产业投资基金,有条件的地方可设立夜跑运动发展专项资金,对符合条件的企业、社会组织给予项目补助、贷款贴息和奖励。鼓励保险公司围绕夜跑运动运动群体推出多样化的保险产品。

4 结语

夜跑运动作为一项新兴的极具城市风格的体育运动形式,符合全民健身的需求,释放了城市人群对运动的渴望,促进了网络虚拟与现实的交融,拓展了人们的生活空间强,有助于人类更好的享受生活,但是其在发展过程中,仍表现出许多不完善的地方,其中安全问题尤为显著。分析夜跑运动中的安全事故,提出改进策略,促进夜跑运动的健康、安全发展,能够满足城市上班族对运动的需求,有助于全民健身的广泛开展。

参考文献:

- [1] 何凡.解读习近平的“健康中国”:新意中的心意[N].凤凰新闻,2016-08-26(1).
- [2] 村上春树.当我谈跑步时我谈些什么[M].海口:南海出版公司,2010: 2-4.
- [3] 冯士军,蓝果.都市夜跑:时尚运动切莫忽视科学与安全[J].妇女生活.2016(4):4-6.
- [4] 程纪香,关文涛.全民健身视阈下城市夜跑运动的社会学解读[J].中国学校育,2016,3(7):21.
- [5] 吴迪.城市夜跑运动的社会问题解析及治理路径研究[J].南京体育学院学报(社会科学版),2016,30(2):58-62.

(责任编辑:聂传朋)

A Research on the Safety Problems and Strategies of Night Running in the View of “Healthy China”

REN Xuefeng, CHEN Huanwei

(Department of Sports, Jiangsu Shipping College, Nantong, Jiangsu 226010)

Abstract: By adopting the method of literature review, this paper analyzes the social causes of the rise of night running, teases out the safety problems of night running and puts forward some strategies for the development of night running in the new era. The paper holds that night running expresses people's identity cognizance of self-biological attributes and demands for body-building. It is necessary to speed up the comprehensive study of night running so as to make more substantial suggestions for the development of night running. In this way, we can optimize the night running movement safeguard system and ensure that the night running movement move forward toward the healthy and safe direction.

Key words: healthy China; night running; night running safety

深化产教融合培养应用型人才的举措探讨

胡家朋, 赵升云, 范荣玉, 张传海, 徐颖惠, 陈培珍,
林 皓, 李 灵, 赵璠云, 林维晟, 张 敏

(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:经济领域的供给侧结构性改革对高等教育发展提出了新要求,产教融合对于解决人才供给与产业需求之间的关键在于人才培养体系中各环节的有机衔接。从创建产业学院、改革创新机制、搭建创新平台等方面提出了三大举措,持续深化应用型大学的产教融合,实现“专业链、产业链、利益链”有机衔接,形成一条合作共赢、共荣发展的人才培养新模式,为地方性本科院校提升应用型人才培养质量提供参考。

关键词:产教融合;应用型人才;协同育人

中图分类号:X703.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0083-05

当前,我国经济发展进入了新常态,以新产业新业态新模式为核心的新动能不断增强,推动我国经济平稳增长和经济结构转型升级,新技术和新产业发展势头强劲,尤其是高新技术植入传统产业,急需一批具有较强行业背景知识、工程实践能力、胜任行业发展需求的应用型人才^[1]。然而,高等教育培养的人才创新能力不足,对如何适应并支撑产业升级转型的技术创新需要相对滞后,而“用工荒”和“就业难”并存的问题,凸显了高等教育供给数量不足、供给结构有待完善,迫切需要借助经济领域的供给侧改革推动高等教育发展^[2-3]。高校人才培养供给侧与社会产业需求侧之间存在的错位、“两张皮”等问题,引起了党和政府部门以及社会各界越来越多的关注和思考^[4-5]。

为了满足当前经济结构转型和产业优化升级,对高素质应用型人才的需求,国务院办公厅发布了《关于深化产教融合的若干意见》,将产教融合作为促进国家教育改革、人才培养和经济社会协调发展的重要举措,形成了政校企协同推进的工作格局,如何实现人才培养过程中各个体系的有机衔接,是实施的关键^[6-7]。国家“十三五”规划与“中国制造 2025”,均提出地方性本科院校要走产教融合之路^[8]。

产教融合是培养高素质应用型人才的必然要求,如何实现产教实质性、深层次的融合,打造“专业链、产业链、利益链”共同体,实现可持续深度融合,是推进“产教融合、协同育人”的应用技术型人才培养的关键。以生物资源利用专业群为例,探讨各项举措的实施,深化产教融合,提升应用型人才培养质量。

收稿日期:2019-03-19

基金项目:福建省教育厅教研教改项目(FBJG20190219, XNFZ2018001);福建省虚拟仿真实验教学中心项目(XNSY2018001)。

作者简介:胡家朋(1980-),男,汉族,副教授,主要从事环境功能材料及水污染治理与控制研究。

1 专业群向产业学院推进,不断贴近用人实际培养人才

为了适应我国产业结构调整、高新技术发展和自主创新能力提升的要求,面对产业升级对复合人才培

养的新需求,组建生物资源利用专业群,以服务于区域生物医药、生物制造、生物环保等生物产业群,着力培养生物资源利用产业所需的应用型技术人才,以提高从业人员职业能力和产业技术研发能力,促进区域生物产业绿色发展。

1.1 实施“定向班”预就业模式,推进校企双主体育人

以专业群关联的产业需求和就业为导向,充分体现面向应用、服务地方经济建设的整体定位,进一步加强校企、校地合作,深化产教融合,共育产业需求的应用型人才。与地方企业深度融合办学,组建“定向班”,校企共同参与课程教学、共同开发课程资源和教学案例、共建教学科研平台、共同开展高校产学研合作项目等。通过多方面的深入合作,提升“定向班”学生的职业能力和职业素养,推进校企合作“双主体、预就业”的人才培养模式改革。

1.2 探索“1+n”多企联合机制,孵化产业学院

本着“互相支持、互相渗透、双向介入、优势互补、资源利用、利益共享”的原则加强合作,与多家企业签订框架合作协议,推进校企多点对接的“生物产业学院”的组建,培养适应产业需求的应用型人才。通过顶岗实习、毕业实践,用人单位与毕业生的“零距离”接触,密切专业群学生与用人单位之间的联系纽带,有效培养适应专业岗位要求、服务地方经济能力强的应用型人才。

1.3 促进企业全程参与,推动人才共育过程

为提高专业群人才培养与产业需求的契合度,组建校企联合的专家咨询委员会,审议专业群人才需求分析报告,对专业群人才培养方案提出修订意见,校企合作参与课程开发、案例教材编写、课程资源建设、课程教学、实践指导、实训项目开发、实训室建设、师资培养等,通过企业全程参与专业群建设和人才培养过程,实现校企人才共育、过程共管、成果共享、责任共担。

2 四项协同建设创新产教融合机制,扎实校企合作育人

当前我国发展校企合作实际操作层面主要依赖校企之间的需求协定,其普遍存在的问题是企业对于校

企合作参与热情不高,校企合作的难点是如何实现“互利共赢”^[9]。以服务地方区域产业链为目标,深入开展校企、校地合作,积极推进“产教融合、协同育人”的应用型专业群建设,紧密对接区域产业发展需求,构建校企合作育人的“四协同”建设的管理和运行新体系。

2.1 对接产业链各专业的协同建设

专业群是一个有机的整体,组群专业之间紧密关联,围绕专业群人才培养目标构建模块化的课程教学体系,打破以专业系为单位的组织管理方式,课程设置充分反映产业链相关领域对专门人员的知识和技能要求,以实际应用为导向,制定和实施职业能力和职业素养“双融合”的“三阶段、三一体”的应用型专业群人才培养模式,如图1所示。按照“基础能力-专项能力-综合能力”培养、以及“理实一体、虚实结合、工学融合”的培养路径,构建“基础共享、核心分立、拓展互选”的专业群课程体系,如图2所示。根据产业链不同岗位对职业能力的要求,进行课程模块化设计,进一步优化了以培养学生能力为导向的专业群课程模块。在充分发挥各专业优势的前提下,强化了专业交叉和融合,避免了知识传授过程中的重复性,突出了专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,实现了知识适用、够用和能用,培养学生解决复杂工程技术问题的综合能力和素质,将职业素质和创新教育贯穿人才培养的全过程,有效对接适应新经济、新产业、新工科的现代复合型人才培养目标和规格,有力地推进了应用型人才培养进程。

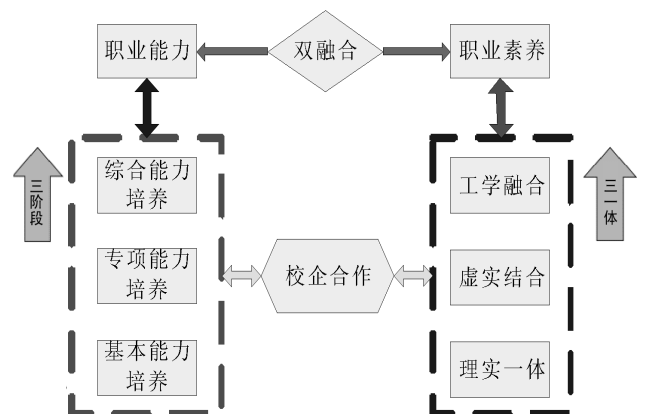


图1 职业能力和职业素养双融合的人才培养模式

Fig.1 Double integration talent cultivation model of professional ability and professional accomplishment

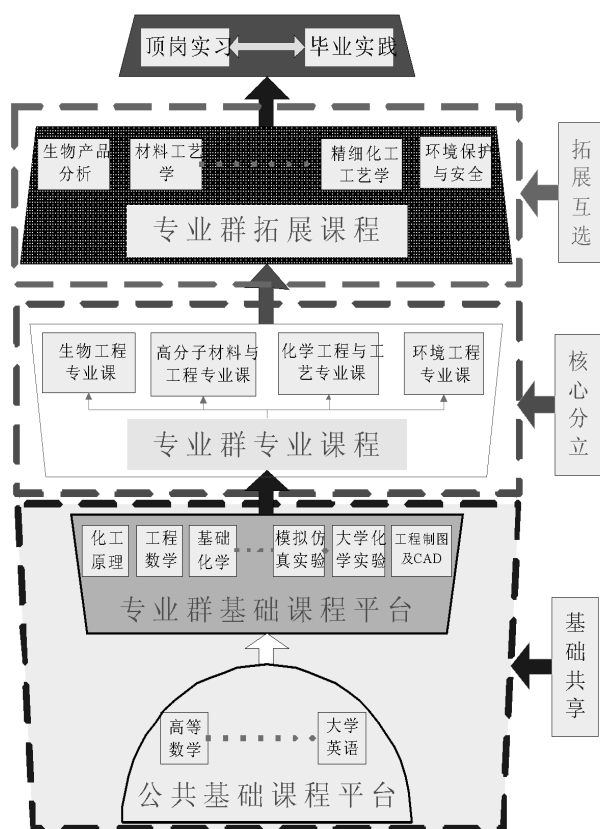


图2 专业群课程体系

Fig.2 Curriculum system of specialty groups

2.2 对接产业链的师资协同建设

在专业群的师资协同建设上,始终坚持“内培外引、引聘结合”的原则,内外结合,打造“双师双能型”教学团队。

(1) 组建模块化课程教学团队

根据专业群现代模块化课程理论与方法,探索确定课程设置原则,形成突出职业能力培养的应用型课程模块。联合组建基础化学、工程设计、生物资源利用、工艺开发、过程控制、环境管理等模块化教学团队,每个教学团队均有企业高级技术人员参与,发挥他们在行业的先进经验,推行案例化、项目化教学改革。

(2) 创建应用研究型学科团队

专业群实行“走出去,请进来”的人才策略,依托省级特色创新平台,汇聚创新资源。引进院士工作站团队、特聘教授以及“闽江学者”讲座教授等高层次人才,组建高水平应用研究型学科团队。根据闽北产业升级改造需求,搭建产学研平台,聘请企业高级技术人员,加入应用研究型学科团队,开展科技应用与攻关。

(3) 优化双师双能型应用团队

以学生职业能力培养为导向,坚持柔性人才引进机制,创造条件引进了多名企业高层次技术人才,与本专业群教师联合开展专业课及实践课教学,实现理论与实践的互补。同时选派专业教师到企业一线挂职锻炼,积极开展校企合作,共同开展学习研究和项目合作,打造一支既能开展理论教学,又能指导实践教学的“双师双能型”师资队伍。通过选派骨干教师到台湾、美国、德国进修学习,引进台湾博士等举措,多渠道学习先进的应用型人才培养经验,补强专业群应用型师资队伍,进一步优化应用型教学团队结构。

2.3 对接产业链路径设计的校企协同建设

以专业群关联的产业需求和就业为导向,进一步加强校企、校地合作,深化产教融合,共育产业需求的应用型人才。本着“合作育人、资源共享、融合发展”的原则加强合作,专业群在总结完善单一企业“定向班”的基础上,进一步拓展与地方企业的战略合作,共建“1+n”多企联合的“产业学院”。

为提高专业群人才与产业需求的契合度,组建校企专家咨询委员会,企业全程参与专业建设和人才培养过程,以校企专家咨询委员会为联系纽带,带动企业全程介入专业群人才培养的过程,实现校企人才共育、过程共管、成果共享、责任共担。

2.4 对接产业链的管理机制协同建设

着力构建“人才共育、过程共管、成果共享”的校企合作体制机制,形成互惠共赢的利益共同体。组建由学院领导、专业带头人和系主任、行业企业专家、教师代表等多方参与的专业群建设指导委员会,建立健全行政管理、教学科研管理、资源利益分配等各项规章制度,统筹和协调专业群内各专业的发展规划,确立工作目标,执行监督考评等。

3 借助教科研平台,全面聚焦应用技术型人才培养

教学与科学研究是高校的两大重要职能,两者并重,相辅相成。坚持“立足闽北、服务福建、面向全国”的定位,以培养适应区域产业应用型高级人才为使命,打造服务社会的新平台,积极推进“区域特色鲜

明、服务地方能力强”的高水平应用型学院建设。利用高水平平台的优势,将科研成果转化为教学,促进教学质量的提升,培育出高素质的创新性应用型人才,有效地提升服务社会能力。

3.1 借助平台,丰富资源,拓展人才培养新模式

地方高校的创新应用型人才培养离不开企业的参与,利用平台仪器设备的优势,通过产学研合作教育,与企事业单位以产学研合作形式推动联合共跨专业的实践教育基地和实验室,积极探索与行业、企事业单位、地方政府等联合培养人才的新机制,共育产业需求的应用型人才。通过校企合作共同建立实训基地,使学生适应地方经济社会发展需求;校企合作共建虚实结合的仿真工厂,搭建虚拟仿真实实践教学平台,为学生营造良好的模拟实践环境。

3.2 借助平台,多元教学,提高人才培养质量

教科研平台实施学生开放的资源共享制度,开展多元化、多层次的教学育人活动,培养创新应用型人才。将科研平台作为第二课堂进行理论、实验和实践教学。将《仪器分析》、《虚拟仿真实验实训》等课程,结合科研平台的分析仪器设备以及实际企业案例进行授课,理论与实践相结合,更有利于学生的理解和掌握;依托科研平台,为大学生科技节活动、大学生创新性实验项目等课外科技创新活动,提供一定的物质保障和技术支撑,创造良好的氛围,激发学生的积极性,实现科研反哺教学,提升应用型人才培养质量。

3.3 借助平台,校企共建,创建虚实结合的教学体系

依托多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等现代信息技术,推进信息技术与教学深度融合,创建“绿色化工技术福建省虚拟仿真实验教学中心”。构建化工过程与安全、污染物控制与清洁生产、生物资源绿色利用等三大模块的虚拟仿真实实践教学体系,实现了单元操作、2D/3D 全流程工艺仿真和虚拟现实 3D 仿真,使得学生可以在虚拟环境中完成各项实践教学的内容(如图3所示)。围绕企业实际生产工艺联合开发“半实物仿真工厂”,实现“虚实结合,理实一体”的教学改革。同时,建设了仿真中心网络平台,逐步向省内高校和企事业单位推进开放共享的仿真资源。

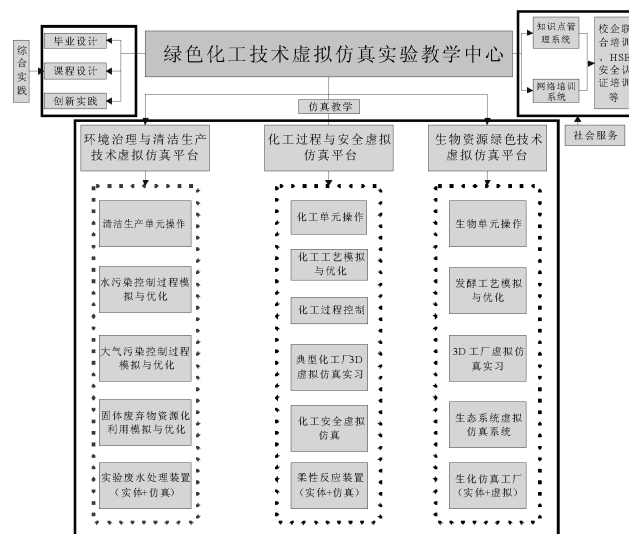


图3 绿色化工技术虚拟仿真实验教学中心建设体系

Fig.3 Construction system of green chemical technology virtual simulation experimental teaching center

4 结语

在产教融合与应用型高校转型背景下,通过产业学院建设,建立理论与实践结合培养实用型人才的组织机构,搭建教科研创新平台,创建高校与行业企业协同合作机制,完善“产教融合、协同育人”的人才培养模式,持续优化课程体系与教学运行模式,进一步加强高素质师资队伍建设和教学资源建设,全面提升学科专业建设质量,实现“专业链、产业链、利益链”的有机衔接,促进应用型技术人才培养质量的提升。

参考文献:

- [1] 王健,许秀清,詹友基. 产教融合:培养高素质应用型人才的必由之路[J]. 中国高校科技, 2016(7): 55-57.
- [2] 张意忠. 高等教育供给侧现状、问题与改革思考[J]. 教育与教学研究, 2019, 33(1): 69-79.
- [3] 何晓芳, 宁桂玲, 孟长功. 高等教育供给侧结构性改革的现实矛盾:以工科教育为例[J]. 清华大学教育研究, 2018, 39(6): 96-102.
- [4] 曹胜强, 李东. 枣庄学院:产教融合培养应用型人才[N]. 中国教育报, 2018-11-13(8).
- [5] 高雪春, 王娇. 新时代高等教育供给侧改革的路径透视[J]. 铜仁学院学报, 2018, 20(11): 47-53.

- [6] 肖陆飞,汪蓓蓓,安晓婷,等. 深化“产教融合”促进“专本”职业教育衔接[J]. 六盘水师范学院学报, 2018, 30(5): 117-120.
- [7] 王巧云. 民办本科高校在深化产教融合背景下校企合作的几点思考[J]. 教育教学论坛, 2018,387(45): 30-31.
- [8] 王晓玉. 产教融合视域下地方新建本科院校的育人路径[J]. 中国成人教育, 2018,451(18): 87-89.
- [9] 姜波,程国建,张伟,等. 专业群对接产业链的研究与实践-以西安培华学院中兴电信学院为例[J]. 知识经济, 2016(18): 115-116.

(责任编辑:叶丽娜)

The Measures to Deepen the Production-Education Integration and Improve the Quality of Cultivating Applied Talents

HU Jiapeng, ZHAO Shengyun, FAN Rongyu, ZHANG Chuanhai, XU Yinhui, CHEN Peizhen, LIN Hao, LI Ling, ZHAO Jinyun, LIN Weisheng, ZHANG Min
(Fujian Provincial Key Laboratory of Eco-Industrial Green Technology, School of Ecology and Resources Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Supply side structural reforms in the economy field have raised a new demand for the higher education. The key of industry-education integration to solving the contradiction between talent supply and industrial demand lies in the organic connection of each link in the talent training system. The three major measures of industrial college establishment, innovation mechanism reform and innovation platform building had been put forward in this paper. The production-education integration of applied universities was keeping and promoting the organic connection of specialty chain, industry chain and profit chain, The new training mode of a win-win cooperation and common prosperity bold talent development was promoted. The construction of this mode has an important reference value for improving the quality of cultivating applied talents of the local higher educational institutions.

Key words: production-education integration; applied talent; cooperative education

以共享模式指导机械类专业学科 竞赛培养创新人才

林 铮, 林 权, 刘其南

(武夷学院 机电工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:传统模式指导机械类专业学科竞赛时存在着教师指导能力不足、学生创新与实践能力提升慢、实验设备条件不足、作品可行性不强等问题。根据共享的理念将共享模式引入到学科竞赛指导过程中,分别从教师共享、学长共享、实验设备共享、企业技术共享等四个方面对该指导模式进行了分析,四个方面的共享其实质分别为隐性知识共享、显性知识共享、资源共享和实践经验共享。应用共享模式后,学科竞赛成绩进步明显,提高学生学习的积极性与主动性,增强学生的实践应用能力与创新精神。

关键词:共享模式;学科竞赛;机械专业;创新人才

中图分类号:G642 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0088-04

在传统课堂教学中往往重理论轻实践,难以有效地培养学生的应用能力与创新精神^[1]。作为大学的第二课堂,学科竞赛重点锻炼学生发现、分析并解决生活与工程中存在问题的能力^[2-3],对培养机械类专业学生的实践应用能力、创新意识具有重要作用,是培养高素质应用型、创新型人才的重要途径之一^[4-5]。各高校都极其重视学科竞赛对学生实践与创新能力的培养,但目前学科竞赛在师资力量、设备使用、保障机制、管理体系等方面尚存在着较多的问题^[6-8],无法充分发挥学科竞赛在“以赛促学、以赛促创、以赛促研”等方面的作用^[9]。

随着共享单车、共享经济的兴起,共享的理念已被大部分人熟知与接受。共享模式的核心思想是各种资源、信息、知识在其所需要的不同人群、环境内的共同分享,达到高效、合理利用的目的^[10]。将共享模式应

用于机械类专业学科竞赛指导过程中,可有效提高学生理论知识与实践经验的效率,增大实验设备的使用率,增强学生的实践应用能力与创新精神。

1 机械类专业学科竞赛指导现状分析

机械类专业学科竞赛的传统指导模式为:在某项学科竞赛的主题与内容发布后,由学校相关专业所在院系的负责老师组织教师、学生进行校内预报名,学生组队之后由学校统一安排或学生自行联系的1~2位教师进行指导。学生需要在教师的指导下完成:赛题解析、创意构思、结构设计、图纸绘制、实物加工制造、设计文档编写以及现场竞赛等环节。目前,在大多数高校机械类专业学科竞赛指导中主要有四个问题。

1.1 教师指导能力不足

近年来机械类专业学科竞赛的题目难度不断加大,竞赛所考察的知识也越来越系统化,对创新性、应用性的要求也越来越高。在传统指导模式下每个参赛队伍只由1~2位老师指导,而每个老师因“术业有专攻”,受其自身专业知识、实践经验、创新能力的限制,在面对各种类型的竞赛题目、设计要求、加工要求时,往往

收稿日期:2019-03-19

基金项目:福建省本科高校教育教学改革研究项目(FB-JG20170171);福建省中青年骨干教师教育科研项目(JAT160510)。

作者简介:林铮(1984-),男,汉族,硕士,讲师,主要从事机械专业教学与科研。

存在无法对学生进行充分地、有效地指导的情况。尤其是在需要“机”与“电”相结合完成机电一体化的作品时,单个老师的指导能力将严重不足。

1.2 学生创新、实践能力提升慢

学科竞赛主要目的在于培养大学生的创新设计意识、综合设计能力与团队协作精神以及工程实践的能力,参赛过程中以教师为主导、学生为主体。学生的创新、应用能力的获得与提高,一方面需要教师的引导,另一方面需要学生自己不断学习与锻炼。在实际竞赛指导过程中,因教师的时间、精力有限或指导能力不足,学生需要通过学校所开设课程的学习以及课外自学的方式来获取相关的知识,所需时间较长、能力提升速度较慢。在学生组队时往往以同专业、同年级的同学为主,专业背景相同,组员相互间较难取长补短。同时,机械类学科竞赛不但注重作品的创新设计,而且往往需要完成各零部件的加工与装配,学生无法通过自学来掌握各种机床、加工设备的实际操作技能。

1.3 实验设备条件不足

因担心学生对机床设备操作不熟练,可能导致机床加工精度下降甚至损坏,存在人身伤害的安全隐患,实验师资力量薄弱等原因,机械专业实验室中的各类机床对学生的开放力度较小。竞赛作品中各种零件的制作多采用3D打印或者直接外购的方式,学生的工艺设计、加工技能、实践操作能力无法得到有效的锻炼。

1.4 作品可行性不强

目前大部分教师都是研究生毕业后直接入职高校,往往存在懂理论、重科研、轻实践的现象。教师的实践经验少,所指导的作品就可能存在着结构设计不合理、材料选择不恰当、制造工艺不规范、加工精度低、制造成本高、实用性不强等问题,将直接导致竞赛成绩不佳、竞赛层次低,从而进一步使学生的参赛积极性降低,难以培养出创新性、应用型人才。

2 共享模式分析与实践

针对以上传统指导模式存在的问题,近三年来武夷学院机械类专业在学科竞赛指导过程中引入共享

的理念,分别在以下四个方面采用共享模式。

2.1 教师共享——隐形知识共享

每个教师都有各自不同的专业特长,通过组建一支专长互补、理论知识与实践经验互助、“机”与“电”相结合的指导教师团队,可以解决单个教师指导能力不足的问题。在每次指导过程中采取教师共享的模式,即每个参赛队伍都由指导教师团队共同指导。每位指导教师都可根据自己的专业特长、实践经验对每个竞赛作品的各个设计、制造环节从不同角度提出相应的指导意见。

教师共享不仅仅是一种多位教师共同指导的形式,更重要的是一种隐形知识共享模式。隐性知识与可从书本、课件等资料中直接获取的显性知识不同,它是个人将显性知识经过长期积累、吸收消化、实践验证后得到的更高层次的知识与经验。在设计过程中,一个作品的创意与结构设计往往没有最优解,此时不同老师之间不同的想法、创意与构思在交流过程中将启发学生的发散思维,通过隐形知识的共享培养学生的创新精神。

2.2 学长共享——显性知识共享

为了解决学生创新、实践能力提升慢的问题,我校成立了由学生自主管理、教师协助指导的机电科技创新协会,并依托该协会开展机械类学科竞赛活动。该校级协会以高年级学生为骨干,每年都面向全校新生吸纳对机电科技创新有兴趣的新成员,协会成员不仅仅有机电专业的学生,还有电子类、计算机类等不同专业的学生。在大学一年级时,协会骨干会对新成员在基础知识的学习、绘图软件的操作、小型机械加工设备的使用等方面进行有针对性的培训,为后续的学习与竞赛打下基础。在竞赛组队时,低年级学生若有较好的创意可自行组队,也可以加入到高年级的队伍中。作为协会成员不管是哪种组队方式,在作品的设计制造过程中,高年级学长都能对低年级学生进行一定的指导。

与教师指导时隐形知识共享不同,学长共享主要是显性知识共享。在竞赛前期的培训中,通过学长对低年级学生尚未学到的相关课程、教材、软件、加工设备的介绍、指导与演示,使低年级学生能很快的掌握设计、制造的基础技能并提升实践能力。同时,在竞赛

作品制作过程中,协会中各组参赛队不同创意、不同类型的作品聚集在一起相互比较,学生的创新意识将得到激发。

2.3 实验设备共享——资源共享

实验设备共享主要通过两个途径来解决加工设备条件不足的问题。第一,针对一些常用、安全性高、操作简单的小型加工设备,如:3D 打印机、小型折弯机、台式钻床、雕刻机等,购置后由机电科技创新协会统一管理并专门用于学生的学科竞赛和科技创新活动,参赛学生在经过培训合格之后可以共同使用这些设备。第二,通过开放专业实验室与金工实训中心(尤其是机床类设备)的方式,将实验实训设备共享以解决学生加工传动类零件的难题。学生科技作品中容易加工的零部件占比较大,可由学生通过途径一自行加工;而小部分工艺复杂、需使用机床加工的零件,可在教师的指导下利用开放实验室的设备完成加工。

在鼓励大学生积极参加科技活动的背景下,近年来学科竞赛作品数量增多导致实验耗材消耗量较大。我校通过设置学生科技经费、活动经费等专项经费与大学生创新创业训练计划项目建设经费相结合的方式,所有参加学科竞赛的队伍都可以使用专项经费,从而实现各参赛队间资源共享。

2.4 企业技术共享——实践经验共享

为克服竞赛作品可行性低、教师实践经验少的问题,我校机械类专业与福建建阳龙翔科技发展有限公司、华闽南配集团股份有限公司等企业合作构建大学生学科竞赛和科技创新平台,实现企业技术共享。通过邀请企业技术骨干人员加入指导师资队伍,将学科竞赛题目“真题”化,增强学生的工程意识,提高学生

分析并解决实际问题的能力。同时,对于竞赛作品中结构复杂、加工难度大的零件可利用企业的先进设备(如:五轴加工中心),由企业导师现场指导学生进行加工,提高学生的加工水平与实践能力。

3 共享模式应用效果

3.1 学科竞赛成绩进步明显

“大学生机械创新设计大赛”与“大学生工程训练综合能力竞赛”作为传统的、影响力最大的机械类专业学科竞赛,均为教育部资助项目,并且都被中国高等教育学会《高校竞赛评估与管理研究》专家工作组列入高校竞赛排行榜的竞赛项目中。2016年开始在学科竞赛指导过程中采用共享模式后,武夷学院学生在这两项竞赛中的成绩逐年提高、进步明显,近年来在两项学科竞赛中的获奖情况如表1所示。由表1可知,未采用共享模式前(2015年)学生获省级一等奖数量很少,而采用共享模式指导后获省级一等奖的数量与比例均显著增加,且优异的成绩能连续三年(2016—2018年)稳定保持。

3.2 以赛促学培养创新人才

近年来随着竞赛成绩的提高,学科竞赛在学生中的影响也越来越广泛,我校机械专业学生的学科竞赛参与率也逐步提高。参赛过程中对设计、制造等方面知识的需求与应用,直接促进了学生学习专业课程的积极性。同时,共享模式中的学长共享与实验设备共享,能够提高学生自学未知理论知识、实践技能的主动性,如:参加竞赛的学生在大学一、二年级时就已自学并掌握三维建模、运动仿真、有限元分析等软件的

表1 两项学科竞赛中的获奖情况

Tab.1 The award-winning situation of students in two discipline competitions

获奖等级	机械创新设计大赛				工程训练综合能力竞赛				
	2015年 第九届	2016年 第十届	2017年 第十一届	2018年 第十二届	2014年 第三届	2015年 第四届	2016年 第五届	2017年 第六届	2018年 第七届
省级一等奖	0	5	6	7	1	1	8	3	8
省级二等奖	3	4	4	4	1	2	1	0	1
省级三等奖	3	0	0	0	2	0	0	0	0

使用,能够操作 3D 打印机、激光切割机等设备。而在教师隐形知识共享与企业实践经验共享的过程中,可以逐步培养学生的创新意识与创新精神。

4 结论

针对机械类专业学科竞赛传统指导模式所存在的问题,将共享模式引入到学科竞赛指导过程中。以武夷学院机械类专业的学科竞赛作为实践对象,分别从教师共享、学长共享、实验设备共享、企业技术共享等四个方面对该指导模式进行了分析。采取共享的指导模式后,学科竞赛成绩进步明显,提高了学生学习的积极性与主动性,学生的实践能力、创新精神得到增强。

参考文献:

- [1] 全蕾,蒋年德.依托竞赛促教改,培养创新创业人才[J].东华理工大学学报(社会科学版),2018,37(4):372-374.
- [2] 杨志斌,赵昕.学科竞赛促进教学改革与创新能力培养[J].实验室科学,2018,21(5):238-240.
- [3] 严军,易海志.基于地方高校的学科竞赛管理体系构建与实

践:以湖北理工学院为例[J].湖北师范大学学报(自然科学版),2017,37(3):99-103.

- [4] 尹彩霞,张平湖,柯锦泉.基于大学生创新创业能力培养的学科竞赛“五化”长效机制构建[J].中国现代教育装备,2018,293(13):88-91.
- [5] 侯建华,陈少平,陈锟,等.大学生学科竞赛模式的改革与实践[J].实验技术与管理,2017,34(11):19-22.
- [6] 孙凯传,陈海宝,杨斌,等.探索地方应用型高校学科竞赛人才培养模式[J].陕西学前师范学院学报,2017,33(11):113-116.
- [7] 孙亚星,李建亮,张志强.三位一体实践类学科竞赛指导模式探讨[J].实验室研究与探索,2018,37(10):234-237.
- [8] 杨祖彬,李平,杜力,等.“学、赛、产”联动的制造类专业学科竞赛内涵体系构建[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2017,34(1):98-103.
- [9] 林权,林燕.基于合作学习模式进行科技竞赛和大创训练培养应用型人才[J].山东农业工程学院学报,2017,34(4):162-164.
- [10] 甘露,曾德明,谢赤.知识共享在高校创新人才培养中的作用[J].大学教育科学,2006,4(4):106-109.

(责任编辑:叶丽娜)

Guiding the Discipline Competition of Mechanical Specialty by Sharing Mode to Train Innovative Talents

LIN Zheng, LIN Quan, LIU Qinan

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

Abstract: When the traditional model guides the mechanical professional discipline competition, there are problems such as insufficient teacher guidance ability, slow improvement of students' innovation and practice ability, insufficient experimental equipment conditions, and weak feasibility of the works. According to the concept of sharing, this paper introduces the sharing mode into the process of discipline competition guidance, and analyses the guiding mode from four aspects: teacher sharing, student sharing, experimental equipment sharing and enterprise technology sharing. The essence of sharing in four aspects is tacit knowledge sharing, explicit knowledge sharing, resource sharing and practical experience sharing. After the application of the sharing mode, the discipline competition achievements have improved significantly, the enthusiasm and initiative of students have been improved, and the practical application ability and innovative spirit of students have been enhanced.

Key words: sharing mode; discipline competition; mechanical specialty; innovative talents

“六步教学法”在 MATLAB 课程中的应用

——以武夷学院为例

夏婷婷, 蒋艺, 江玲

(武夷学院 数学与计算机学院, 福建 武夷山 354300)

摘要: 文章讨论了“六步教学法”的基本概念, 以武夷学院为例, 提出了基于“六步教学法”在 MATLAB 课程中的应用具体方案, 具体分为资讯、计划、决策、实施、检查、评估, 在教师、学生、课程等角度取得明显成效。

关键词: 六步教学法; 行动导向; MATLAB 课程改革

中图分类号: TN105 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2109(2019)09-0092-04

随着经济全球化, 各国经济对高素质人才产生了迫切需求, 高等教育也逐渐向国际化发展, 应用型本科高校则肩负起为国家和社会培养多元化创新型、应用型人才使命。^[1]

应用型本科高校为了更好的培养高素质、综合性人才, 对课堂教学进行改革成为其必要手段之一。目前, 很多应用型本科高校仍采取传统课堂模式, 以灌输式教学为主, 这不但严重影响了学生主动学习的积极性, 也有碍于教学质量和效果的提高。随着信息技术的日趋发展, 学生获得知识的手段和方法也日趋便捷, 这使得学生对教师的要求不仅仅满足于知识的传授, 同时更多的希望通过教师课堂上的引导, 得到能力上的提升。“行为导向”教学模式采取“以人为本”“以学生为主体, 教师为客体”的教育理念, 其能够有效地培养学生的综合能力, 为我国应用型本科院校、高职院校的教学改革指明了发展方向。

1 “六步教学法”的基本概念

20 世纪 80 年代, 德国的教育领域最先提出了以“行动为导向”的教育理念, 并强调了“以活动为基础, 以能力为本位”的思想。^[2] 在整个教学过程中, 教师和学生采取互动、交流、共同参与等方式来一起完成教学任务, 其作用在于把“教”与“学”进行了最大程度上的优化与互融。

“六步教学法”则是以“行动为导向”为基础, 其强调“以学生为中心, 以教师为主导, 教学做一体化”而展开的教学活动。将“六步教学法”应用于课程教学与设计, 不仅可以有利于理论知识的深入和扩展, 更有利于实践与理论相互影响, 相互作用。

“六步教学法”主要包含“资讯、计划、决策、实施、检查、评估”六步, 每个过程有不同的任务和时间要求, 学生在教师的引导下独立完成。^[3] 资讯是学生根据任务要求进行相关方向资料信息的搜集; 计划是通过搜集到的信息, 进一步筛选、加工, 完成项目初步的方案制定; 决策是通过一系列的讨论和研究, 确定出最终的方案; 实施是学生根据实施方案进行独立的工作, 并完成任务; 评价是对完成的项目进行质量和过

收稿时间: 2019-05-10

基金项目: 武夷学院校级一般科研项目(XL201308)。

作者简介: 夏婷婷(1985-), 女, 汉族, 讲师, 主要从事光纤通信、信息论与编码方向的研究。

程的评价和总结。

2 “六步教学法”在光纤通信课程中的应用

MATLAB 是通信工程应用性较广的一门必修课,本文从武夷学院通信专业, MATLAB 课程中选取一个项目,如:“车牌识别系统设计”为例,来具体描述“六步教学法”具体应用:

2.1 资讯

教师下达一个任务的主体,如:“基于 MATLAB 的车牌识别系统设计”。学生进行小组讨论后,借助互联网、手机、电脑、微信公众号、学校图书馆等方式进行信息搜集。教师引导学生如何更快速、有效的搜索资料,例如:借助图书馆知网、MATLAB 论坛、MATLAB 编程书籍等。学生边搜资料,边进行资料信息的审核、筛选,以及有用信息的记录等工作。其中重点查找和搜索数字图像处理方面的资料,以及实现车牌识别功能相关的流程图、调用函数、仿真代码、数学公式等。

2.2 计划

在计划阶段,老师将对全班学生进行分组,采取每组 5 人左右最佳方式。^[4]同时学生也可自行组队,教师进行适度调配,主要根据每组学生能力强、弱进行搭配。之后老师确定出每组的组长。组长将对搜集来的资料进行项目的任务分配,比如:图像数据采集模块、图像预处理模块、车牌定位模块、字符分割与识别模块。各小组成员根据各自的任务进行思考与讨论,形成初步的方案。

2.3 决策

在决策阶段,由于每个学生对图像处理和 MATLAB 软件掌握知识的层次、深度的不同,会出现不同的设计方案。例如:车牌定位可以利用形状、边缘特征等,采取数字图像处理、边缘检测、形态学技术等不同方法。又比如:车牌图像进行二值化之后进行滤波,有的学生采取均值滤波,有的则采取中值滤波。接着,小组内每个成员在教师的引导下,自述自己的方案可行性和优缺点,然后小组内进行讨论,之后再行组间

讨论,最终各小组决定出每组最佳的系统设计方案,为下一步的实施阶段做好准备。

2.4 实施

实施阶段是六步法中关键的一步,在这个过程中可以培养学生解决问题的能力。通过决策阶段所确定的方案结果,学生进行具体方案的实施。在这个过程中,学生需要借助流程图、函数指令,以及 MATLAB 程序原始代码来完成。实施过程中会出现代码错误,无法出图现象,解决办法是需修改原代码,修改参数,或者重新调整操作流程等方式。由于每个任务模块完后, MATLAB 软件中都会相应出一张仿真图,因此学生可以通过观察仿真图,来确定实施阶段完成情况。在整个实施阶段,需要学生独立完成,教师负责观察与记录。

2.5 检查

从资讯到评估六步教学过程中,检查都始终存在。资讯阶段,教师需要对学生搜集的资料信息进行辨别、审查;计划阶段,学生需要在老师的指导下对方案进行多次修改;实施阶段,各组学生对方案执行过程中,所发现的问题,进行修改、记录,这些都属于检查。

检查阶段,各学生小组通过自查和小组间互查方式,需及时发现问题,解决问题。例如:在编程代码调试阶段,要进行多次的错误检查,分析错误原因。对仿真结果图进行观察,发现实验结果是否吻合理论基础。整个检查过程中需要师生相互配合,相互协调,共同完成,缺一不可。

2.6 评估

每个小组派出一个代表,将本组设计好的“车牌识别系统”通过 MATLAB 代码仿真、运行、出图的方式,展示给大家。在此过程中,小组代表边演示描述系统在设计过程中所运用到的知识、方法、原理,以及目前依然存在的问题等,同时其他各组可以对该组提出质疑。通过各组间的互评,最终对团队配合力、纪律考勤、系统性能、完成度,四项内容进行综合测评,可以采取优、良、中、差、不及格,五级制。在评估此过程中,

教师扮演参与者,参与提问和对各组设计系统提出提出修改意见,最后进行总结。

3 教学成效与反思

3.1 “六步教学法”成效

3.1.1 教师角度

六步教学法将老师从传统“一言堂”“填鸭式”的教学模式中解脱出来。^[5]教师在教学中的身份从教学主体转变为教学客体。从教学过程中起主导作用,转变为在教学过程中起组织、引导、激励、监督、检查……等作用,这个过程中对老师的各方面能力与协调,提出了更多的要求。在整个六步教学法的过程中,教师除了在课堂发挥多种功能外,同时也需要花更多时间和精力多角度观察学生的学习情况,这个过程扩大了教师对学生学习的观察视角,同时更容易发现学生学习上的问题,及时给予帮助,这在传统课堂上是很难做到的。

3.1.2 学生角度

对于传统 MATLAB 课程中,学生普遍表示学习兴趣不高,对学过知识掌握不牢,同时具有一定的畏惧心理,不知道如何运用所学知识处理学科问题。在将“六步法教学法”应用于 MATLAB 课程之后,本届学生反馈学习效率高、兴趣足,能够充分发挥其主观能动性。学生在学习过程中能够做到有序的,按部就班进行,同时积极发挥集体团结精神,互帮互助,共同思考问题,寻求解决方法。这降低了一部分学生对学习新知识、新技术的恐惧心理,逐渐培养了他们的自信心。

3.1.3 课程角度

第一,“六步教学法”不仅充分的发挥出了 MATLAB 课程在通信专业本科课程中重要作用,也为后续专业课程、毕业论文、综合设计性课程等打下了一定的基础。为社会、企业提供了更多学习能力强、技术水平高、职业素养高的通信本科专业的人才。

第二,“六步教学法”在 MATLAB 课程中的应用,

不仅达到了人才培养方案的制定目的,更强化和促进了课程改革方案与人才培养方案之间相辅相成,相互作用的关系。MATLAB 课程特点既需要较强理论知识,同时又需要大量实践活动,六步教学法充分的发挥了学生的动脑思考,动手操作的能力,达到了知行合一,教学一体化的效果,这一效果满足了 MATLAB 课程设置的需求,也为其他同类课程的改革提供一定参考考。

3.2 教学反思

首先,“六步教学法”应用于 MATLAB 课程中,发现一部分学生对一些理论概念认识不深,实验结果不够理解,表现出学习吃力的现象。导致这一现象主要原因是学生先导的专业课基础知识掌握不牢,不够扎实,或因数学能力有限,数学分析能力比较薄弱导致。另一主要原因是教师对学校生源能力素质前期调查不充分,不够了解。

其次, MATLAB 课程中采用“六步教学法”,目前在本校还处于试点改革课程状态。针对于一些习惯了传统课程,习惯了教师“一言堂”的学生,有可能具有思考力不强,动手能力差的问题。学生从被动学习到主动学习,从只“听”,到“听,看,做,思”多种能力协调配合综合,这在其生理上和心理上都存在一定难度,这需要给学生一定的时间来适应,因此在制定任务方案初期,教师在布置任务时应该考虑从难度不高,易于实现的任务开始,逐渐提高任务的难度,达到循序渐进的效果。

最后,学校要多开展课程改革研讨会,加大对教研教改项目的支持力度。鼓励专业教师在科研、教研过程中不断提高自身水平,学习更先进的、更前沿的知识、方法,将所学知识、方法应用到课堂中来。

4 总结

“六步教学法”对建设应用性本科高等院校具有一定的指导性意义,以武夷学院为例,将六步法应用于 MATLAB 课程,给出了具体操作方案,初步取得了

一定的教学成效。“六步教学法”是个很好的方法,但不适于完全照搬国内外的改革方法,需要结合本校的办学定位、学生特点进行有针对性的教学方案制定。教师需要在“边学边教”“边学边做”的过程中不断的调整、完善方案,不断发现问题,解决问题,最终形成一套具有自己特色、适合于本校人才培养的课程改革方案。

参考文献:

[1] 冯旭.关于六步教学法在《汽车空调系统结构与维修》课程

教学中的应用探析[J].现代职业教育,2019(1):81.

[2] 李亚兵,周艳丽.六步教学法在单片机教学中的应用初探[J].教育培训,2019(5):38.

[3] 王国庆.浅谈“六步法”在汽车维修教学中的应用[J].现代职业教育,2019(3):126.

[4] 邢艳秋.六步法应用于带式输送机的设计[J].学科探索,2018(13):37.

[5] 邹玉清.浅谈项目教学“六步法”在高职课程中的运用[J].教育园地,2013(8):145.

(责任编辑:叶丽娜)

Application of "Six-Step Teaching Method" in MATLAB Course —Taking Wuyi University as an Example

XIA Tingting, JIANG Yi, JIANG Ling

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

Abstract: This article discusses the basic concept of the "six-step teaching method". Taking Wuyi University as an example, the paper puts forward a specific plan based on the "six-step teaching method" in the MATLAB course, which are specifically divided into consultation, planning, decision-making, implementation, inspection, evaluation. Remarkable results have been achieved in terms of teachers, students and courses.

Key words: six-step teaching method; action orientation; MATLAB curriculum reform

应用技术型高校学生“双创”能力的精准提升

——基于结构方程模型的实证分析

丘甜¹, 华伟平², 梁丽萍¹

(1.武夷学院 商学院 区域绿色经济发展研究中心, 福建 武夷山 354300;

2.武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘要:为分析校企合作对“双创”人才培养的影响,选取510名福建省地方性应用型技术型本科学校参与过校企合作的学生为研究样本,建立以知识分享为中介,学校投入、企业投入影响参与校企合作的学生“双创”能力的结构方程模型开展实证分析。研究表明,学校投入和企业投入对知识分享有直接的正向作用,学校投入和企业投入对“双创”能力有间接的正向作用,企业投入对学生“双创”能力提升的影响更显著,知识分享对“双创”能力有直接的正向作用。研究认为学校应通过提升“双创”导师水平、提高在校生的知识分享能力等措施增强知识分享中介作用,进而提升“双创”能力。

关键词:“双创”能力;校企合作;人才培养;结构方程模型

中图分类号:G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0096-05

大众创业万众创新的大背景下,建设创新型国家最需要的是人才,而且是具有创新意识和创业精神的优秀人才。高等学校作为人才供给侧的主要供给方,对于实施创新驱动战略起着桥梁作用。因此,高校学生的创新创业(简称“双创”)教育是服务经济社会转型发展的主战场,也是高等教育面向社会、面向市场经济办学的重要举措。现代创新理论是约瑟夫·熊彼特提出的,而以人为本的创新2.0模式成为新世纪对创新重新认识的探索和实践。作为培养创新人才的一种重要方式,校企合作教育被广泛推崇。现代科技快速发展,学校教育在新技术方面可能存在一定滞后性,通过校企合作的方式,使应用技术型学生掌握最

新的实用技术和较强的技术创新能力,是应用技术型人才培养的重要途径。

现阶段,国内外对校企合作的研究在观念、理论角度、实施模式和影响因素上已取得一定的研究成果^[1-9]。但现有的研究仍然存在不足,校企合作的实施仍然面临诸多困难。大多数学者从教育视角定性分析校企合作和创新人才培养之间的关系,定量研究相对较少。

采用结构方程模型方法,通过对校企合作行为、知识分享与创新人才“双创”能力关系的实证分析,分析校企合作成效的主要影响因素及影响程度,旨在为应用技术型高校在校企合作中培养学生“双创”能力方面提供一定的借鉴。

收稿日期:2019-04-01

基金项目:教育部产学合作协同育人项目(201702068048, 201802202006);福建省中青年教师教育科研项目(JAS170533);福建省中青年教师教育科研项目(JT180554)。

作者简介:丘甜(1988-),女,汉族,讲师,主要从事统计学研究。

通讯作者:梁丽萍(1966-),女,汉族,教授,主要从事财政学研究。

1 结构方程模型构建

结构方程模型(SEM)是带有潜在变量的一种验证性因子分析方法,可用于探究变量间的因果关系,是一种重要的定量分析方法^[10]。采用结构方程模型方法,可以有效解决本领域影响因素及作用机理复杂的问题,发现校企合作对双创教育发生作用的基本规律。

在高校教育过程中,知识分享是知识由知识拥有

者到知识接受者的跨时空扩散的过程。基于已有理论分析和参考文献的研究成果,结合应用型高校校企合作模式特点,提出以知识分享为中介,学校投入、企业投入影响参与校企合作的学生“双创”能力的作用模型(图1),并建立相应的研究假设(表1)。

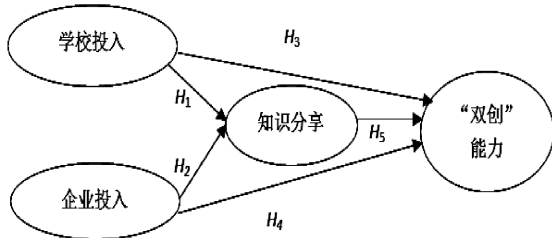


图1 校企合作对“双创”人才培养的影响模型

Fig.1 The impact model of school-enterprise cooperation on talents cultivation of entrepreneurship and innovation

表1 研究假设汇总

Tab.1 Summary table of research hypothesis

标号	研究假设
H_1	学校投入对知识分享有直接的正向作用
H_2	企业投入对知识分享有直接的正向作用
H_3	学校投入对“双创”能力有间接的正向作用
H_4	企业投入对“双创”能力有间接的正向作用
H_5	知识分享对“双创”能力有直接的正向作用

2 高校校企合作与应用型人才培养实证分析

2.1 数据收集

在广泛梳理文献、参考前人研究成果的基础上,结合应用型高校特点用学校投入和企业投入两个潜在变量来考察校企合作,知识分享为中介潜在变量,并用“双创”能力来考察学生参与校企合作后的成效,对相关潜在变量进一步细化成14个测量指标,见表2。

用李克特五级量表评价表2中测量指标,评价等级分为非常不同意、不太同意、不确定、比较同意、非常同意,赋予1~5分不同分值。问卷针对武夷学院、三明学院和龙岩学院等福建省地方性应用型本科学校,采用纸质版和网络形式,委托各高校实习教师发放给参与过校企合作的学生共510名,获取有效样本数据495份。

表2 校企合作投入、知识分享及“双创”能力测量指标

Tab.2 Measuring indicators of school-enterprise cooperation input, knowledge sharing and innovation and entrepreneurship ability

潜在变量	指标(观测变量)
学校投入	学校授课教师水平很高(X_1)
	学校课程适应企业需要(X_2)
	学校为企业提供员工培训服务(X_3)
	学校为企业提供文化设施服务(X_4)
企业投入	企业为学生提供教学项目(X_5)
	企业专家会担任兼职教师(X_6)
	企业为学生提供专门企业指导老师(X_7)
	企业指导老师水平很高(X_8)
知识分享	学生能从指导老师处获得工作诀窍(X_9)
	学生能从指导老师处分享工作经验(X_{10})
	学生能得到指导老师手把手指导(X_{11})
“双创”能力	学生参加校企合作后,有更多创新想法(X_{12})
	学生参加校企合作后,能将创新想法用在工作中(X_{13})
	学生参加校企合作后,能用新方法提高工作效率(X_{14})

2.2 问卷效度与信度分析

效度指的是问卷数据的有效性。在结构方程模型中,潜在变量是否设置合理,样本数据是否具有代表性均可通过效度分析来确认。运用SPSS软件进行KMO检验,有效性的标准为大于0.6。通过对数据的效度检验,得到KMO取值为0.887,说明问卷具有有效性,数据适合构建结构方程模型。

信度指的是数据的一致性程度。一致性主要反映调查问卷中各题目之间的关系,考察各个题目是否测量了相同的内容。一致性越高,信度也越高。信度分析则是进行Bartlett检验,运行结果系数大于0.7,说明数据有较好的信度。借助软件SPSS分析数据的内部一致性,得到问卷整体及各潜变量的系数(见表3)。经分析计算得到系数最小值为0.771,最大值为0.785。问卷整体信度达到了0.906,说明问卷具有较高的可靠性和内在一致性,14个观测变量是可信的。

表3 潜在变量信度分析

Tab.3 Reliability analysis of latent variables

潜在变量	观测变量个数	系数
学校投入	4	0.778
企业投入	4	0.771
知识分享	3	0.773
“双创”能力	3	0.785

2.3 校企合作与应用型人才培养关系分析

2.3.1 基本情况分析

通过 SPSS 软件对问卷数据进行均值分析,能够更直观地反映参加校企合作的学生对各个测量指标的实际感知情况。分析结果表明,学校与企业在校企合作投入方面水平较高,学生对学校授课教师的水平评价较高,学校所学课程能够较好地对接企业需求,企业对学校培养应用型人才方面也提供了较大的帮助,如参与教学项目的设置,提供讲座服务等,学生在参与校企合作过程中知识分享水平较高,参与校企合作后“双创”能力有较大提高。见表 4。

表 4 测量指标均值表

Tab.4 Mean of measurement index

潜在变量	测量指标	均值(分)	标准差(分)
学校投入	X ₁	4.21	0.701
	X ₂	3.86	0.755
	X ₃	3.98	0.762
	X ₄	4.16	0.755
企业投入	X ₅	4.18	0.879
	X ₆	4.09	0.772
	X ₇	4.10	0.796
	X ₈	4.22	0.750
知识分享	X ₉	4.19	0.624
	X ₁₀	4.30	0.606
	X ₁₁	3.93	0.846
“双创”能力	X ₁₂	3.98	0.720
	X ₁₃	4.06	0.734
	X ₁₄	3.95	0.776

2.3.2 模型拟合

模型拟合包括模型评价与参数估计,通过 AMOS 软件得到常用拟合指数的计算结果(表 5)和参数估计值(表 6)。表 5 显示模型拟合指数均符合标准,模型拟合的较好,可以认为该模型具有有效性。参数显著性检验方面,采用极大似然估计法,分析学校投入与企业投入对知识分享和“双创”能力的影响、知识分享对“双创”能力的影响程度。表 6 显示各个路径系数的 P 值均小于 0.05,通过显著性检验,符合拟合要求,说明具有统计显著性,能够为进一步分析提供依据。根据收集的问卷数据拟合得到标准化路径图如图 2 所示。

表 5 模型拟合指数评价标准及取值

Tab.5 Fitting index evaluation criteria and values of model

拟合指数	χ^2/df	RMSEA	RMR	CFI	IFI
评价标准	<5	<0.1	<0.05	>0.9	>0.9
结果	2.09	0.092	0.036	0.905	0.907

表 6 模型标准化路径系数估计结果

Tab.6 Estimation of standardized path coefficients of model

路径	标准化系数	P 值
知识分享<---企业投入	0.86	***
知识分享<---学校投入	0.41	0.012
“双创”能力<---学校投入	0.29	0.008
“双创”能力<---知识分享	0.75	***
“双创”能力<---企业投入	0.58	0.016

注:表格中的“***”表示取值接近于零,B<---A 中单向箭头“<---”表示 A 可能影响 B,但 B 不影响 A。

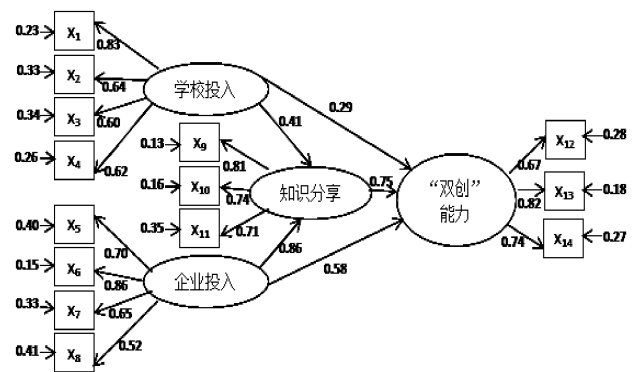


图 2 影响模型的标准化路径图及参数估计

Fig.2 Standardized path map and parameter estimation of impact model

2.3.3 模型结果分析

结构方程模型中,路径系数支持研究假设。从图 2 和表 6 来看,在校企合作中,学校投入、企业投入与知识分享之间的路径系数分别为 0.41 和 0.86,学校投入、企业投入与“双创”能力之间的路径系数分别为 0.29 和 0.58,知识分享与“双创”能力之间的路径系数为 0.75,以上路径系数均为正值,说明学校投入对知识分享有直接的正向作用(H₁),企业投入对知识分享有直接的正向作用(H₂),学校投入对“双创”能力有间接的正向作用(H₃),企业投入对“双创”能力有间接的正向作用(H₄),知识分享对“双创”能力有直接的正向作用(H₅),假设能通过检验。从路径系数大小可知,知

识分享在培养应用技术型高校学生“双创”能力方面发挥较重要的中介作用。

在反映学校投入的测量指标中,路径系数均大于0.60,说明是主要影响因素。在考察的测量指标中,企业投入的最主要影响因素是企业专家会担任兼职教师 X_6 ,路径系数为0.86。知识分享作为培养应用技术型高校学生“双创”能力的中介效应,其观测指标的路径系数均大于0.70,影响均较显著。同时,在反映学生“双创”能力方面的三个影响因素中影响最为显著的为能将创新想法用在工作中 X_{13} ,路径系数为0.82。

3 研究结论

通过理论研究和实证分析,验证了学校投入、企业投入,知识分享与“双创”能力之间存在着因果关系。

3.1 校企合作对参与校企合作的学生“双创”能力提升有显著影响,学校应进一步提升“双创”导师水平

通过对参与校企合作的应用技术型高校学生调研所收集的数据进行实证研究,学校投入、企业投入均与“双创”能力有显著的正影响关系,表明学校和企业在校企合作方面的投入均能有效提升学生“双创”能力。进一步探索发现,在学校投入层面,由于学校课程是否适应企业需要、是否为企业提供员工培训服务及是否为企业提供文化设施服务考察的主要是学校满足企业需求方面的情况,并不是直接作用于学生,因而对学生“双创”能力提升的影响程度低于学校授课教师水平,学校授课教师水平所占因子负荷相对较大,说明起到至关重要的作用。而当前应用技术型高校在创新创业教育方面面临的一个主要问题是教师专业水平不够。因此,教师应转变教学理念,培养学生自学能力,从传授知识为主转向培养学生自主学习与创造为主,在教学中使学生积极主动地参与教学,以学生为中心,培养其创新意识,教师必须具备创新思想与意识,以培养应用技术型人才为目标,将最前沿的知识引入课堂,为学生探索创新提供理论基础,引领学生全方位提升自己。

3.2 企业投入对学生“双创”能力提升的影响大于学校投入

在校企合作中,与学校投入相比,企业投入对学

生“双创”能力的影响更为显著,是提升参与校企合作学生“双创”能力的关键因素。因此,学校应加大企业投入,提高对参与校企合作学生“双创”能力的影响,注重提高在校生的知识分享能力。学校在对大学生进行双创教育的同时,要主动与企业合作,通过企业的反馈与需要,有针对性的培养人才,注重学生理论知识和实践技能的有效结合,利用高效的创新技术、专利等科研资源,引进企业的实际项目,共同培养符合社会需要的人才。

3.3 知识分享在校企投入和学生“双创”能力提升中发挥中介作用

隐性知识分享的主要途径是实践,显性知识也要通过实践才能实现内在化,吸收、消化并升华为自身的隐性知识,从而促进知识的学习,因此,校企合作中知识获取过程对学生“双创”能力有显著影响。从结构方程模型可知,知识分享在学校投入、企业投入和“双创”能力之间均起到中介作用。校企合作是提升学生“双创”能力的关键因素,企业对参与校企合作学生的信任至关重要,学校要同企业建立长期互惠深入的战略伙伴型合作关系,加强彼此信任。参与校企合作的学生在实践中获取与工作相关的宝贵隐性知识,同感受到企业认可和信任,将有助于提高其对企业的归属感,因而能够提高其知识分享行为,同时将在学校所学的显性知识内化为隐性知识,并在应用知识解决问题的过程中提升“双创”能力。

参考文献:

- [1] ADAMS G, HAGE J. Comparative Localization of Academic and Industrial Spillovers [J]. Journal of Economic Geography, 2002(2):253-278.
- [2] 李正卫,王迪钊,李孝缪.校企合作现状与影响因素实证研究:以浙江为例[J].科技进步与对策,2012,29(21):150-154.
- [3] 吴颖,李宽宽.基于知识溢出的校企合作知识投入决策模型[J].科技管理研究,2017,37(5):109-117.
- [4] 徐科军,黄云志.校企合作培养创新人才的探索与实践[J].中国大学教学,2014(7):52-55.
- [5] 张利痒,杨希.企业参与校企合作职业教育影响因素的实证研究[J].中国职业技术教育,2008(33):56-59.
- [6] 金鑫,王蓉.高职院校办学主体差异与校企合作水平的实证分析[J].高等教育研究,2013(2):50-56.

- [7] 张锋.校企合作视角下高职院校师资队伍建设路径探析[J]. 教育理论与实践,2017(9):14-15.
- [8] 陈萦.应用型本科院校校企合作模式的调查研究[J].高校教育管理,2009(6):42-48.
- [9] 王旭生,郑秋香.校企合作 加强技能型人才培养[J].中国职业技术教育,2009(7):30-33.
- [10] 辛士波,陈妍,张宸.结构方程模型理论的应用研究成果综述[J].工业技术经,2014(5):61-71.

(责任编辑:叶丽娜)

Accurate Enhancement of Students' Innovation and Entrepreneurship Ability in Applied Technological Universities ——An Empirical Analysis Based on Structural Equation Model

QIU Tian¹, HUA Weiping², LIANG Liping¹

(1.School of Business, Regional Green Economic Development Research Center, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300;
2.School of Ecology and Resources Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: In order to analyze the influence of school-enterprise cooperation on the cultivation of innovation and entrepreneurship ability, 510 students who participated in school-enterprise cooperation in Fujian local applied technology-based undergraduate schools were selected as samples, and a structural equation model was established for an empirical analysis, in which knowledge sharing was the intermediary and school input and enterprise input affected the students' ability of innovation and entrepreneurship in school-enterprise cooperation. The research shows that school investment and enterprise investment have a direct positive effect on knowledge sharing, school investment and enterprise investment have an indirect positive effect on innovation and entrepreneurship ability, enterprise investment has a more significant impact on students' innovation and entrepreneurship ability, and knowledge sharing has a direct positive effect on innovation and entrepreneurship ability. It is believed that schools should enhance the intermediary role of knowledge sharing by improving the level of innovation and entrepreneurship tutors and students' knowledge sharing ability so as to enhance the "double-creative" ability.

Key words: innovation and entrepreneurship ability; school-enterprise cooperation; talent cultivation; structural equation model

食品科学与工程专业有机化学课程教学改革探索 ——以武夷学院为例

黄艳^{1,2}, 洪永聪^{1,2}, 马春华^{1,2}, 杨宇华^{1,2}

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

摘要:有机化学是高校食品科学与工程专业学生的一门必修的专业基础课程。针对目前本专业该课程存在的问题,结合专业特点,尝试从增加隐形课时、优化教学内容、构建新型教学模式、改革实验教学及考核方式等多方面进行了有机化学课程教学改革,以期提高学生的学习效果,亦为该课程今后的建设和发展提供借鉴和参考。

关键词:食品科学与工程;有机化学;教学改革;武夷学院

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0101-04

有机化学作为食品科学与工程专业的一门专业基础课程,在食品专业的整个课程体系中有举足轻重的地位。该课程知识的掌握程度将直接影响学生对生物化学、食品化学、食品营养学以及食品分析等后续专业课程的学习。为了提升教学质量,针对目前本校该专业有机化学课程教学存在的问题(如课程总学时少、教学内容繁复、教学模式单一、课程考核方式不合理,以及实验教学未能达到培养学生实践能力和创新意识目标等),笔者根据本校有机化学课程组近年来积累的教学经验,提出了一些改革思路与建议。

1 有机化学教学中存在的问题

1.1 课程总学时少,教学内容繁复

总课时短是食品科学与工程专业有机化学课程教学面临的第一大问题。化学专业的有机化学课程通常开设两个学期,总学时不少于 100 课时,而目前本校食品科学与工程专业有机化学课程只开设一个

学期,总学时为 48 学时,相较于化学专业,学时缩减过半。有机化学教材众多,但没有针对食品科学与工程专业专用教材。在教学过程中,学生普遍反映有机化合物数量繁多、化学反应机理难不好理解、知识点繁杂不好记忆等问题。有机化学内容繁多,若面面俱到,则只能蜻蜓点水;若只讲解重点章节,则会打破有机化学的内在逻辑,从而提高学生的学习难度^[1]。因此,如何根据专业特点简化及优化教学内容,是食品科学与工程专业有机课程组亟需解决的一个问题。

1.2 教学模式单一,课程考核片面

有机化学的传统教学是采用课堂讲授式进行,随着信息技术的高速发展,教育信息化驶入快车道,课堂讲授式的弊端不断凸显,如教学以教师教为主,过分或片面强调知识的传授,忽略了学生的主体地位,使学生对枯燥的有机课程知识学习积极性不高甚至产生厌学情绪。因此,课程组亟需转变教学观念和教学角色,将传统的“满堂灌”、“填鸭式”的教学观念转变为教学融合、以学为主,从单纯的知识传授转变为导学、助学、促学、评学,根据教学内容采用不同的教学模式方法,灵活运用现代多媒体教学手段,以充分激发学生的学习兴趣,全面调动学生学习的积极性。

课程考核作为学习过程管理的重要内容,直接体现和反映了学生对知识的理解掌握程度及教师的教学效果。传统的考核方式中,期末卷面成绩与平时考

收稿日期:2019-03-23

基金项目:福建省“2011 协同创新中心”中国乌龙茶产业协同创新中心专项(闽教科[2015]75 号)。

作者简介:黄艳(1984-),女,汉族,讲师,硕士,主要从事食品科学的研究。

核成绩的比例为 7:3 或 8:2,显然期末成绩所占比重较大,而平时过程管理却被忽视。笔者认为一门课程的学习,除了卷面成绩外,平时的过程表现亦很重要,其体现了学生参与或融入课程学习中的程度。通过这门课程教学,除了使学生掌握有机化学的基本理论外,更需培养学生分析及解决问题的能力。因此,有机化学课程考核应该是多元化的。

1.3 实验教学未能达到能力培养目标

实验教学作为连接有机理论知识与食品科学的桥梁,是食品科学与工程专业人才培养的重要组成部分,对培养学生的动手能力、创新思维及夯实专业基础起着举足轻重的作用^[2]。伴随我校向“应用型本科院校”的转型,食品科学与工程专业在人才培养上,更加重视培养学生的创新精神和实践能力。转型之前,本专业的有机化学实验与无机化学实验统归于基础化学实验课程中,有机实验总课时占基础化学实验课时的 50%,为 20 课时,总学时少,且授课教师为本校化工专业教师,因不了解食品专业需求,因此所开设的实验均为通用实验,专业性弱,学生未能体会到有机化学与食品学科的密切联系。此外,传统的实验教学方式通常由教师根据实验教材讲解实验原理、实验步骤、实验注意事项,或进行示范教学,再由学生进行实验操作并完成实验报告^[3],这种教师讲授演示、学生接受性学习的教学方式,不利于激发学生独立思考的能力,也不利于培养学生分析解决问题的能力,更谈不上创新意识。

2 有机化学教学的改革建议

2.1 增加隐形课时,优化教学内容

针对总课时少这一问题,在每次课程结束后,教师会通过网络教学平台发布一些课程习题供学生练习,以加强学生对本次教学内容的巩固和记忆,做到随课随练。此外,学生可在学习平台讨论区提出问题,鼓励学生在讨论区交流探讨,促进学生间形成良好及浓郁的学习氛围。对学生提到较多的重点、难点问题,教师可在讨论区进行系统解答指导。再者,对于一些课外延伸或拓展内容,可以让学生自行搜集相关资料,并在课外开展一些专题讨论,鼓励学生自主学习,实现教与学的有效融合。通过网络教学平台上学生间的交流、教师的指导,以及课外专题讨论等操作,

增加了学生的隐形课时,当然也增加了教师的工作量,但着实提高了学生的学习效果。

近年来,本校食品科学与工程专业选取孙景琦主编的《有机化学》作为教材,并根据专业特点,适当删减教学内容,并融入与食品专业相关的有机知识及教学案例。在教学过程中,课程组以官能团为主线,选取具有代表性的有机化合物进行重点讲解,在学生掌握各类有机物的命名、结构、化学性质等基本理论外,将有机反应机理部分穿插至相应章节进行讲解,以便更好地分散难点^[4],如亲电取代反应机理在芳香烃部分讲解,亲电加成反应机理穿插在烯烃部分,亲核取代反应机理在卤代烷部分讲解,亲核加成反应机理穿插在醛、酮部分等。根据各反应机理可以简化有机化学的章节课数,帮助学生在短时间内接受并记住常见的有机反应机理,构建属于自己的有机化学体系^[5]。讲授部分删减了环醚、现代波谱分析等内容。

此外,在教学过程中将有机化学理论与食品科学知识相结合,增加有机化学在食品学科的相关应用与体现,如将乙烯的用途在不饱和烯烃中讲述,使学生了解乙烯可用作未成熟果实的催熟剂,但它会产生一些消极的影响如加快叶绿素的分解、促进果蔬衰老等;在羧酸衍生物部分可举例说明天然食品及其加工中常见的有机酸,如酒石酸作为果蔬食品中重要的有机酸,因其钾盐难溶于水和乙醇,在葡萄汁酿酒过程中沉淀析出,故而得名酒石酸,在食品加工中可作为食品酸味剂、啤酒发泡剂使用;在醛酮部分可引入斑蝥黄色素,作为动物饲料添加剂,其可使蛋黄的颜色更橙黄鲜明,许多商家基于此生产了所谓的“土鸡蛋”,鸡蛋身价倍增,尽管色素添加合法,但却欺骗了消费者。类似的例子不胜枚举,尽管涉及的内容不够深入全面,但亦使学生感受到有机化学课程对食品专业学习的重要性。

2.2 构建多元教学模式,改革片面考核方式

2.2.1 尝试构建新型教学模式

通过参考国内外多种教学模式的实例,汲取课堂教学和网络学习各自的优势,并结合有机化学课程教学的特点,在部分章节的教学中,课程组尝试构建慕课^[5]、翻转课堂^[6]、微课^[7]等新型教学模式。在教学过程中,教师根据不同的教学内容,灵活运用不同的、适宜的新型教学模式,对于提高学生自主学习性和提升学

习效果非常有效。

下面选取“单环芳香烃”一节所涉及的“苯的结构”和“亲电取代反应”为例,分析如何引入新型教学模式来开展更高效的课堂教学。对于苯结构的讲解,可以由学生在课前通过慕课,对苯的结构、单环芳烃的特征化学性质-亲电取代反应进行预习,使学生对这两部分内容有一定的了解和认识。在课堂教学中,引导学生找到单环芳烃具有特征性质的结构根源——大 π 键的存在,进而提出“为何苯环的大 π 键不同于烯烃的 π 键”这一问题,通过“碳原子的杂化方式和 π 键的形成”这一主题微课,加之课堂学生讨论及教师引导,得出苯环的大 π 键是由相邻碳原子上未参与杂化的p轨道侧面重叠形成,因六个碳原子首尾相连,因此这个大 π 键是一个闭合或环形大 π 键,因苯环中形成了封闭的环状共轭体系,体系能量降低,因此苯环 π 键有别于烯烃 π 键,结构更稳定,此结构也决定了它的“芳香”性——不易被氧化、不易发生亲电加成而易发生亲电取代反应。对于单环芳烃的特征反应,学生在慕课学习中已对此类反应有了基本的认识,辅以教材中的多个亲电取代反应实例,这部分知识点适合于采用多个微课及翻转课堂进行更深入的学习。首先,就亲电取代反应而言,学生对于取代反应在高中阶段已熟知,但反应中牵涉到的亲电试剂属于新知识,因此可以通过“亲电试剂与亲核试剂”的微课学习,让学生理解这两类进攻试剂的结构性质,引导学生归纳总结常见的亲电试剂和亲核试剂类型及特点;其次,通过慕课和教材学习,开展以“亲电取代反应的反应历程或机理”为主题的翻转课堂,分解这一知识点,引导学生总结主要反应步骤;最后在亲电取代的多元取代产物的判断中,重点知识“定位规律”以翻转课堂的形式开展,以氯苯、甲苯、苯酚、硝基苯为例,引导学生理解诱导效应、共轭效应如何影响苯环二元取代的反应产物,即理解电子效应对定位规律产生的影响,总结两类定位基(邻对位、间位)的特点、定位规律的实质以及主要应用。

实践证明,在课堂教学的基础上,合理运用慕课、微课及翻转课堂等新型混合的教学模式,充分体现了学生的主体作用及教师的主导作用,不仅激发了学生的学习兴趣,同时给予教师课堂教学更多的弹性,引导学生线上线下的自主学习,极大地扩充了学习时

间,对于学生对课程知识的掌握与巩固、教学质量的提升极为有益。

2.2.2 注重过程监督,建立多元考核方式

为更多关注学生的学习过程,课程组将有机化学课程的平时考核成绩提高至总成绩的40%,并采用多元化全过程的考核方式,平时成绩评定部分在传统考核方式(上课出勤、课堂表现、作业情况)的基础上增加了网络教学平台表现及期中小测。作业部分,不局限于以往的课后练习,还增添了网络平台发布的练习、有机小论文、专题讨论、学习心得体会等多种形式;课堂表现主要是考察学生课堂讨论、课堂发言回答等参与课堂学习的积极程度,对于踊跃回答问题者以及课堂互动积极者均可以给予一定奖励加分;网络教学平台表现主要是看学生在教学网络平台的提问及交流情况,表现越活跃,发言越积极,参与度越高,所得奖励分越多;期中小测属于阶段性检验学生学习效果的一种考核方式,通过期中考试,可以使学生认知自身对知识的掌握程度,发现学习漏洞,并及时调整学习心态和方法,更有效率和目的性的进行课程后半部分的学习。通过采取以上全程监督的方式,一方面使平时成绩有据可循,一目了然,不失公允,且很好地反映了学生整个学期的学习情况;另一方面对学生起到较好的监督和引导,实践发现极少学生出现平时不认真而期末临时抱佛脚的现象。

2.3 改革实验教学,注重能力培养

针对以上问题,食品科学与工程系对有机化学实验进行了大刀阔斧的改革,首先将该课程从基础化学实验中独立出来,单独开课,并提高了实验总课时至32学时,其次选取具有化学知识背景的食品专业教师授课,根据食品学科发展的新形势、新动态,对实验教学内容进行探索性的优化,除了有机化学实验的一般知识及实验基本操作的学习,后续实验尽可能地选取与食品专业相关的实验内容,如茶叶中咖啡因的提取、菠菜色素的提取和分离、花生仁中油脂的提取、牛乳中酪蛋白的提取分离等实验的开设,使学生对天然有机化合物的提取及其分离方法有了更深刻形象的认识。此外,还可开设一些与食品相关的有机化合物(如乙酸乙酯、苯甲酸乙酯、肉桂酸等)制备的综合性实验。

对于不同类型的实验,灵活运用不同的教学方式

方法。在讲解实验基本操作时,可采用问题式教学,如有机化合物熔点测定这个实验,在讲解实验原理时可设计以下问题:测定有机物熔点的作用是什么?有机物的熔点是一个固定值吗?有机物中含有杂质时测得的熔点是偏低还是偏高?在讲解实验装置及操作时则可设计以下问题:熔点测定的方法有哪些,各种方法的利弊是什么?采用毛细管法测定熔点时,熔点管的制备需要注意什么问题?温度计水银球应位于提勒管中什么位置?熔点测定至少需要测几次?如何根据实验现象记录熔点数据?哪些情况会导致测出的熔点偏高或偏低?通过这种问题式教学,使学生能够较好地掌握了熔点测定的操作及注意事项,并能够根据实验结果分析误差产生的原因。对于综合性实验,可采用启发式与引导式教学。如乙酸乙酯制备这个实验,教师可提前1~2周通知学生分组查阅相关文献,引导学生设计实验方案,同时要求学生做好教材部分的预习工作。待学生实验结束后,对实验结果进行整理与讨论,启发学生评价每组实验方案的优缺点,并提出改进建议^[8]。通过这种启发与引导式教学,既培养了学生查阅文献的能力,又树立了学生的环保和创新意识,激发学生探索和创新研究的积极性,为后期毕业论文的进行打下基础。

3 结束语

实践证明,通过增加隐形课时、优化教学内容、构建新型教学模式、改革实验教学及改革考核方式进行

食品科学与工程专业有机化学教学改革,充分激发了学生的学习兴趣,提高了学生学习的自主性和积极性,极大地提高了教学质量。当然,教学改革并非一劳永逸,伴随科学技术日新月异,为培养适应地方需求的应用型人才,就必须不断地进行并深化教学改革。在今后教学过程中,课程组将勤于总结,不断改进,致力创新,在教学改革道路上继续探索前行。

参考文献:

- [1] 陈金磊,于泓.浅谈食品专业《有机化学》课程教学改革探索[J].教育教学论坛,2018(39):147-148.
- [2] 赵丽娇,任婷,钟儒刚.食品质量与安全专业基础化学课程教学改革与探索[J].中国轻工教育,2011(5):69-70,88.
- [3] 翟科峰,张东京,段红,等.地方院校食品专业有机化学实验课程的改革探索[J].阴山学刊(自然科学版),2017,31(4):145-147.
- [4] 曹团武,何树华,封享华,等.食品科学与工程专业有机化学教学改革研究[J].中国西部科技,2014,13(6):98-99.
- [5] 王晔峰.新型教学方式在“有机化学”教学中的融汇应用[J].科教导刊(上旬刊),2016(6):119-120,126.
- [6] 陈华仕.翻转课堂在大学有机化学教学中的实践应用[J].石化技术,2018,25(10):259.
- [7] 刘思鸣,王卫,王淑芬.基于网络教学平台的“有机化学”微课教学探讨[J].新课程研究(中旬刊),2018(12):109-110,113.
- [8] 耿会玲,张涛,周乐,等.基于创新能力培养的乙酸乙酯合成实验教学改革与探索[J].高等理科教育,2019(1):74-80,88.

(责任编辑:叶丽娜)

An Exploration on Teaching Reform of Organic Chemistry Course in Food Science and Engineering

—Taking Wuyi University for an Example

HUANG Yan^{1,2}, HONG Yongcong^{1,2}, MA Chunhua^{1,2}, YANG Yuhua^{1,2}

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

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

Abstract: Organic chemistry is a specialized compulsory course for students of food science and engineering in colleges and universities. In view of the existing problems in the course and meanwhile taking its characteristics into consideration, the author tried to carry out the teaching reform from many aspects such as increasing invisible periods, optimizing teaching content, constructing a new teaching mode, reforming experiment teaching and examination methods, in order to improve the students' learning effect and provide some reference for the construction and development of the course in the future.

Key words: food science and engineering; organic chemistry; teaching reform; Wuyi University

电路分析中受控源处理方法解析

党丽琴, 孙 玮

(武夷学院 机电工程学院, 福建 武夷山 354300)

摘 要:受控源是电路分析中的一个重要的电路模型,含有受控源的电路分析是《电路分析》教学中的一个重点、难点。结合具体实例,对电源等效、等效电阻求解、电路分析方法、叠加定理应用等不同情况下受控源的处理方法进行了详细的阐述,并在常规分析的基础上提出了更加简单的分析方案,为学生的学习提供了更加广阔的思路。

关键词:受控源;电路分析;电源等效

中图分类号:TM133 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-2109(2019)09-0105-05

支路电流法、回路电流法(网孔电流法)和结点电压法等分析方法,以及叠加定理、替代定理、戴维宁(诺顿)定理等基本定理构成了线性电阻电路分析的基础,再结合电源的等效、电阻的串并联以及电阻的 Δ -Y的等效变换就可以对任意一个线性电阻电路进行详尽分析。而在电路理论中,电源模型分为独立电源和受控电源两种,根据电路分析课程的多年教学经验发现:学生对独立电源组成的电路分析起来比较得心应手,而对受控源电路的分析往往显得顾此失彼、力不从心。针对这种情况,对电路分析中受控源电路的几种情况进行总结,以便学生在学习过程中更容易理解和掌握。

众所周知,独立电源代表外界对系统所施加的信号或激励,可以为电路系统提供按给定时间函数变化的电压信号或电流信号。而受控源是由电子器件抽象而来的一种模型,只是电路中某一处电压或电流对另外一处电压或电流的控制关系的反映;与独立电源不同,受控源的电压或电流的大小和方向不是给定的时间函数,而是受电路中某个地方的电压(或电流)的控

制^[1],并非严格意义上的电源,只是一种概念上的借用。

另外从伏安特性来看,在其线性范围内,受控源可以看作电阻元件;从功率与能量的角度来看,受控源又具有电源的特性,因此受控源根据使用情况的不同,有时可以当作独立源来处理,有时又不能当作独立源来处理。

正是由于受控电源与独立电源之间的诸多差异性,导致学生在对含有控制源的电路进行系统分析时,往往会出现各种各样的失误。针对这个问题,本文结合线性电阻电路分析的基础,比如:支路电流法、回路电流法(网孔电流法)和结点电压法等分析方法,以及叠加定理、替代定理、戴维宁(诺顿)定理等基本定理,再结合电源的等效、电阻的串并联以及电阻的 Δ -Y的等效变换等方法,对含有受控源的电路系统,在运用不同的电路分析方法时,分受控源可以当作独立电源处理以及不可以当作独立电源处理两种情况,分别进行了具体的分析与总结。

1 把受控源当作独立电源处理的情形

受控源当作独立电源处理的情况包括电源的等效变换和电路的基本分析方法(网孔电流法、回路电流法和结点电压法)两种情况。

收稿日期:2019-03-21

基金项目:福建省教育厅科技项目(JA15526)。

作者简介:党丽琴(1980-),女,汉族,讲师,主要从事电子技术研究。

1.1 基于电源等效变换的电路分析

对实际电源一般有两种不同的电路模型,一种是理想电压源与电阻的串联组合,另一种则是理想电流源与电阻的并联组合,并且两种模型是可以进行相互等效的^[1,3]。对于受控电压源和受控电流源也是一样的,即受控电压源与电阻的串联组合和受控电流源与电阻的并联组合也是可以相互等效的,不过相互等效的两个受控源应该是受同一个控制量所控制的,并且在电路变换前后,控制量应该始终保留在电路中。具体可以通过如下的例题进行分析。

例 1:如图 1 所示,已知 $R_1=R_2=R_3=2\ \Omega$, $r=4$, $U_s=15\ V$,要求利用电源等效,求解图中电流 i_1 。

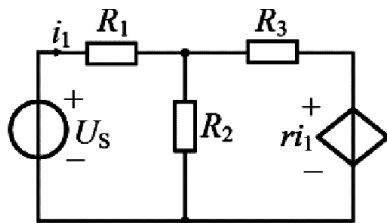


图 1 例 1 图

Fig.1 Diagram for example 1

解:由图 1 知,受控电压源受电流 i_1 控制,故 i_1 所在电压源支路保留不变,即不能将独立电压源与电阻 R_1 的串联形式等效为电流源与电阻的并联形式,但受控电压源与电阻的串联可以等效为受控电流源与电阻的并联,等效后电路如图 2 所示。

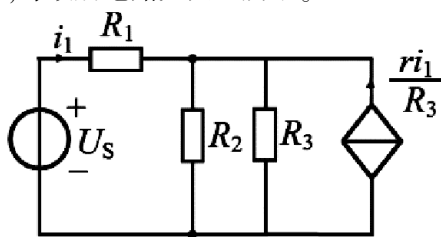


图 2 图 1 等效电路(a)

Fig.2 Equivalence circuit for figure 1(a)

再根据电源转换将受控电流源与电阻的并联转换为受控电压源与电阻的串联,如图 3。

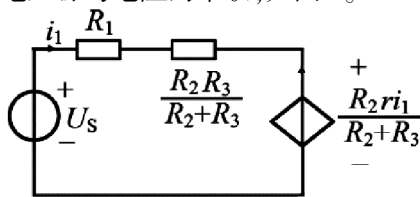


图 3 图 1 等效电路(b)

Fig.3 Equivalence circuit for figure 1(b)

此时即可根据电路的 KVL 方程求解图中电流 i_1 :

$$\begin{aligned}
 U_s &= R_1 i_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} i_1 + \frac{R_2 r}{R_2 + R_3} i_1 & (1) \\
 &= 2i_1 + \frac{2 \times 2}{2+2} i_1 + \frac{2 \times 4}{2+2} i_1 \\
 &= 5i_1 \\
 i_1 &= \frac{U_s}{5} = \frac{15}{5} = 3\ A
 \end{aligned}$$

1.2 基于电路基本分析方法的电路分析

电路的基本分析方法包括支路电流法、网孔电流法、回路电流法和结点电压法。无论在哪一种分析方法中只要涉及到受控源,都可以将受控源当作独立源进行方程的列写。但是,在电路方程列写结束后,由于受控源控制量的关系,电路所包含的未知量的数目会大于所列方程的数目^[4]。故此时需要找出控制量与未知量之间的关系列出增补方程,以便电路的求解。

例 2:如图 4 所示,要求列出该电路的结点电压方程。

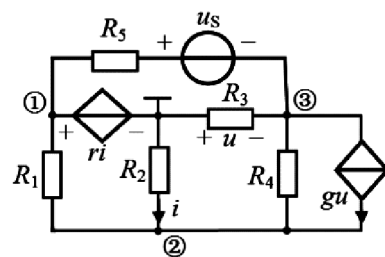


图 4 例 2 图

Fig.4 Diagram for example 2

解:根据参考结点选取原则,将其选在无伴电压源负极,其余结点序号如图所示。由结点电压法的标准方程,将受控源当作独立源列出结点方程如下:

$$u_{n1} = ri \quad (2)$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)u_{n2} - \frac{1}{R_1}u_{n1} - \frac{1}{R_4}u_{n3} = gu \quad (3)$$

$$-\frac{1}{R_5}u_{n1} - \frac{1}{R_4}u_{n2} + \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5}\right)u_{n3} = -gu - \frac{u_s}{R_5} \quad (4)$$

再由受控源的控制量与未知量之间的关系列写增补方程如下:

$$u = -u_{n3} \quad (5)$$

$$i = -u_{n2}/R_2 \quad (6)$$

2 受控源不能当作独立电源处理的情形

受控源不能当作独立电源处理的情况包括等效电阻的求解(涉及到的内容有:戴维宁定理、诺顿定理、最大功率传输定理和动态电路的分析)和叠加定理的应用。

2.1 等效电阻的求解

2.1.1 一般情况下等效电阻的求解

对不含受控源的电路,如果为无源一端口网络,直接利用电阻的串并联以及 $\Delta \leftrightarrow Y$ 的转换等方法实现等效电阻的求解,如果为含源一端口网络,只要将内部电源除源后再按照无源一端口网络的等效电阻求解方法求解即可^[2]。

对于含有受控源的电路,即要采用外加电源法或者开路短路法(电压电流法)进行求解,以下通过例题进行详细的说明。

例 3:求如图 5 所示电路 ab 端的等效电阻。

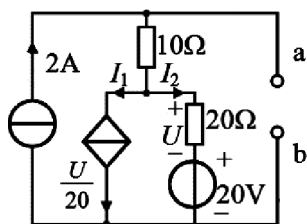


图 5 例 3 图

Fig.5 Diagram for example 3

该电路为含有受控源的二端网络,可以采用外加电源法进行求解,注意此处受控电流源一定要保留在电路中,内部电源(2 A 电流源)除源后,外加电压为 U_0 、电流为 I_0 的电流源,电路如图 6 所示。

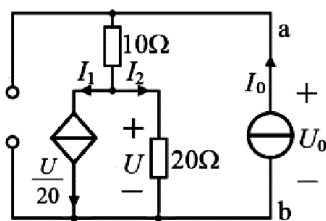


图 6 外加电源法求等效电阻

Fig 6 The additional electrical source to get equivalent resistance

由图知:

$$I_1 = I_2 = \frac{I_0}{2} = \frac{U}{20}$$

则外加电流源两端电压:

$$U_0 = 10I_0 + 20 \times \frac{I_0}{2} = 20I_0 \quad (7)$$

故:

$$R_{eq} = \frac{U_0}{I_0} = 20 \Omega$$

2.1.2 特殊情况下等效电阻的求解

其实根据受控源控制量的不同,有两种特殊情况需要注意,即:①当受控电流源受自身电压的控制时,就可以将该受控源等效为一个电导,电导的电导值为转移电导;②当受控电压源受自身电流的控制时,就可以将该受控电压源等效为一个电阻,电阻的阻值为转移电阻。例如图 6 中的受控电流源的控制量为 U ,而电流源两端的电压也为 U ,故该受控电流源就可以等效为一个 $\frac{1}{20} S$ 的电导,其等效电阻为 20Ω ,等效电路如图 7 所示:

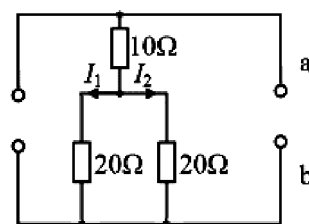


图 7 特殊情况等效电阻的求解

Fig.7 Solving equivalent resistance in special cases

故上述电阻的等效电阻可以这样计算:

$$R_{eq} = 10 + 20 // 20 = 20 \Omega$$

这种方法要比前面外加电源法简单很多,但要求学生一定要掌握熟练后才能应用。

2.2 运用叠加定理进行电路分析

叠加定理指出,在线性电路中,任一支路的电流(或电压)可以看成是电路中每一个独立电源单独作用于电路时,在该支路产生的电流(或电压)的代数和。对于不含受控源的电路,其叠加定理应用比较简单明了,而当电路中含有受控源时,问题就比较复杂了:一般教材中,在利用叠加定理求解电路时,受控源要保留在各个分电路中。可以证明,如果学生能够熟练掌握受控源的特性,受控源也可以当作独立电源而应用于叠加定理中,下面分情况予以分析。

2.2.1 受控源保留的叠加定理应用

在这种情形下,受控源需要保留在各个分电路中,其控制量也应该随着分电路中参数的变化而变

化。具体通过如下的例题4来具体说明。

例4:求出图8中电压源电流*i*和电流源电压*U*。

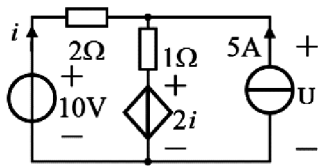


图8 例4图

Fig.8 Diagram for example 4

画出分电路图。(让电压源、电流源分别工作,电压源工作时电流源开路,电流源工作时电压源短路)

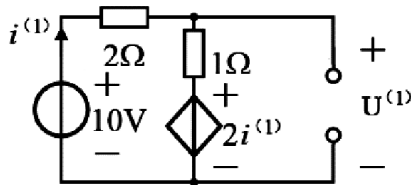


图9 电压源单独工作

Fig.9 The voltage source works independently

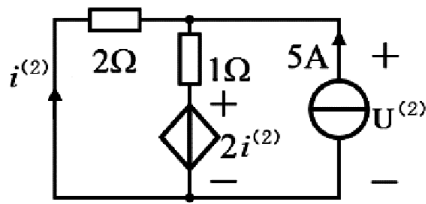


图10 电流源单独工作

Fig.10 The current source works independently

10 V 电压源作用(5 A 电流源开路,如图9所示):

$$i^{(1)} = (10 - 2i^{(1)}) / (2 + 1) \quad (8)$$

$$i^{(1)} = 2 \text{ A}$$

$$u^{(1)} = 1 \times i^{(1)} + 2i^{(1)} = 3i^{(1)} = 6 \text{ V}$$

5 A 电流源作用(10 V 电压源短路,如图10所示):

$$2i^{(2)} + 1 \times (5 + i^{(2)}) + 2i^{(2)} = 0 \quad (9)$$

$$i^{(2)} = -1 \text{ A}$$

$$u^{(2)} = -2i^{(2)} = -2 \times (-1) = 2 \text{ V}$$

然后,由叠加定理可得:

$$u = u^{(1)} + u^{(2)} = 6 + 2 = 8 \text{ V} \quad (10)$$

$$i = i^{(1)} + i^{(2)} = 2 + (-1) = 1 \text{ A} \quad (11)$$

2.2.2 受控源当作独立源处理的叠加定理应用

把受控源视作独立源,也就是让受控源像独立源一样单独工作,但要注意,在受控源单独工作时,其控制量不再是由控制量在该电路中的分量控制,而是由

控制量在总电路中的总量来控制^[15]。

例5:图8所示的电路系统,如果将受控源当作独立源处理,那么,各独立电源分别工作的分电路图如图11、图12及图13所示。

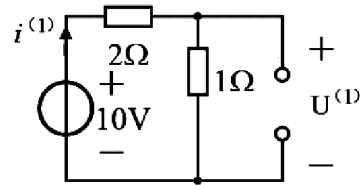


图11 电压源单独工作

Fig.11 The voltage source works independently

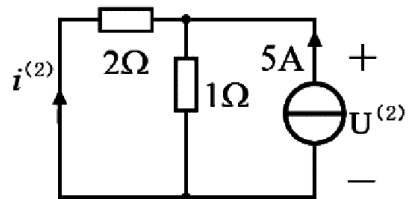


图12 电流源单独工作

Fig.12 The current source works independently

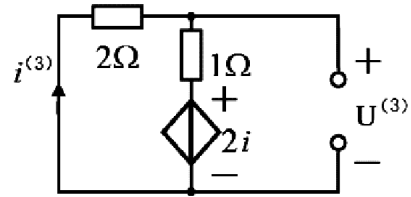


图13 受控电压源单独工作

Fig.13 The controlled voltage source works independently

对于电压源单独工作的分电路(如图11所示):

$$i^{(1)} = \frac{10}{2+1} = \frac{10}{3} \text{ A},$$

$$u^{(1)} = 1 \times i^{(1)} = 1 \times \frac{10}{3} = \frac{10}{3} \text{ V}.$$

对于电流源单独工作的分电路(如图12):

$$i^{(2)} = -\frac{1}{2+1} \times 5 = -\frac{5}{3} \text{ A},$$

$$u^{(2)} = 1 \times (5 + i^{(2)}) = 1 \times (5 - \frac{5}{3}) = \frac{10}{3} \text{ V}.$$

对于受控电压源单独工作的分电路(如图13):

$$i^{(3)} = -\frac{2i}{2+1} = -\frac{2i}{3} \text{ A},$$

$$u^{(3)} = 1 \times i^{(3)} + 2i = 1 \times (-\frac{2i}{3}) + 2i = \frac{4i}{3} \text{ V}.$$

最后,利用叠加定理:

$$i = i^{(1)} + i^{(2)} + i^{(3)} = \frac{10}{3} + (-\frac{5}{3}) + (-\frac{2i}{3}) = \frac{5}{3} - \frac{2i}{3} \quad i = 1 \text{ A} \quad (12)$$

$$U=U^{(1)}+U^{(2)}+U^{(3)}=\frac{10}{3}+\frac{10}{3}+\frac{4i}{3}=\frac{20}{3}+\frac{4\times 1}{3}=8\text{ V}\quad(13)$$

分析结果与受控源没有单独工作的分析结果完全一致,但分析过程要简单得多,只是要特别注意,在受控源单独工作的分电路中,控制受控源的控制量为电路参数的总量,而不是分量。

3 结语

对含有受控源的电路系统,根据电路分析方法的不同,对受控源的处理方法分别做了分析与总结,对于提高《电路分析》有关课程的教学质量、使得学生更快的掌握受控源电路的处理方法,具有积极的意义。

参考文献:

- [1] 邱关源.电路(第五版)[M].北京:高等教育出版社,2006:18-19.
- [2] 黄艳.含受控源二端网络等效电阻的求解[J].科技资讯,2014(35):179-180.
- [3] 胡翔骏.电路分析[M].北京:高等教育出版社,2001:76-79.
- [4] 李凤霞,张玉峰,张玲玉.含受控源电路的处理方法[J].长沙通信职业技术学院学报,2009,8(3):74-76.
- [5] 李光,李云鹏.关于叠加定理中受控源作为独立源处理的探讨[J].科技创新导报,2015(34):240-241.

(责任编辑:叶丽娜)

An Analysis of Controlled Source Processing Methods in Circuit Analysis

DANG Liqin, SUN Wei

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

Abstract: Controlled source is an important circuit model in circuit analysis, and the analysis of circuits with controlled sources are critical and difficult in the teaching of Circuit Analysis. This paper described different processing methods of the controlled sources under different circumstances like power equivalence, resistance equivalence solution, circuit analysis method, the application of superposition law with practical examples. It presented a simpler analysis scheme on the basis of normal analysis method, and provided a wider thought for students.

Key words: controlled source; circuit analysis; power equivalence

JOURNAL OF WUYI UNIVERSITY

No.9 Vol.38, Sept., 2019

- Approximation Properties of the Stancu Type q -Bernstein Durrmeyer Operators REN Meiying(1)
- Preparation and Characterization of PS-b-PEO Membrane Attached with Gold Nanoparticles
..... WANG Zhaoli, JIANG Huihua, ZHAO Shengyun, GONG Xinhuai(5)
- Development of Functional Materials Based on Purification Effect of $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -AHMT on Formaldehyde and
its Application
..... WEI Changjin, ZHANG Lihong, YE Fei, YANG Shengsong, YANG Zhixiang, LIU Jiaming (10)
- Functional Characteristics of Common Tea Gardens in Different Locations in Wuyishan JIANG Xingyou(16)
- Risk Assessment of Nitrogen and Phosphorus Loss from Agricultural Non-point Sources
..... YE Hongmeng, YUAN Xuyin, LIN Hao(22)
- Thoughts on the Information Disclosure of ST Companies in China Under the Delisting System
..... YANG Kaiqi, QING Song(28)
- A Regional Empirical Analysis of Factors Affecting Real Estate Price:
——A Case Study of Xinjiang Province ZHAO Pengxia, WANG Heling(34)
- Analysis and Measurement of Regional Macro Tax Negative Difference Characteristics in Guangdong Province
——Based on the Theil Index Analysis Method LIU Chan(38)
- A Research on Cost Control of S Commercial Housing Project Based on Earned Value Management
..... ZOU Linghan(46)
- Design and Application of a Merging Unit Tester LV Nianzhi(52)
- Image Binarization Method Based on Two-Dimensional Wavelet Transformation
..... LIN Yurong, CHEN Meilong(58)
- A Research on Traceability Coding Technology of Chinese Medicinal Materials Based on EPC Internet of Things
..... SHENG Kui, MA Jian (62)
- An Analysis of Influence of Length-diameter Ratio of Pile on Bearing Capacity of Single Pile in Building
..... CAI Xueji , YAN Lingyue, HUANG Lingjun, SHEN Yongyan(67)
- An Analysis of the Change in Angle of Inferior Turbinate Bone in the Opposite Side of Nasal Septum Deviation
by CT YE Minfei(72)
- A Research on the Safety Problems and Strategies of Night Running in the View of "Healthy China"
..... REN Xuefeng, CHEN Huanwei(80)
- The Measures to Deepen the Production-Education Integration and Improve the Quality of Cultivating
Applied Talents HU Jiapeng, ZHAO Shengyun, FAN Rongyu,
ZHANG Chuanhai, XU Yinhui, CHEN Peizhen, LIN Hao, LI Ling, ZHAO Jinyun , LIN Weisheng, ZHANG Min(83)
- Guiding the Discipline Competition of Mechanical Specialty by Sharing Mode to Train Innovative Talents
..... LIN Zheng, LIN Quan, LIU Qinan(88)
- Application of "Six-Step Teaching Method" in MATLAB Course
——Taking Wuyi University as an Example XIA Tingting, JIANG Yi, JIANG Ling(92)
- Accurate Enhancement of Students' Innovation and Entrepreneurship Ability in Applied Technological Universities
——An Empirical Analysis Based on Structural Equation Model
..... QIU Tian, HUA Weiping, LIANG Liping(96)
- An Exploration on Teaching Reform of Organic Chemistry Course in Food Science and Engineering
——Taking Wuyi University for an Example
..... HUANG Yan, HONG Yongcong, MA Chunhua, YANG Yuhua(101)
- An Analysis of Controlled Source Processing Methods in Circuit Analysis DANG Liqin, SUN Wei(105)