



## 近三年论文发表情况

序号	题 目	作者/排名	发表年月	刊物名称(刊号)	刊物主办单位	论文级别(省级、核心、EI、SCI)
1	Analysis of the soil arching effect under pile-soil coupling for a landslide in the three Gorges Reservoir Area based on three-dimensional numerical simulation	连宝琴/独撰	2015-04	Mechatronics Electronic Industrial and Control Engineering(1000-8993)	法国Atlantis Press 出版社	EI
2	Investigate on axial load behaviors of T-shaped CFT stub columns with binding bars	郑新志/1	2014-01	Applied Mechanics and Materials (1660-9336)	Trans Tech Publications Inc	EI
3	“师徒结对、订单培养”育人模式的实践与探索	周晖/独撰	2013-08	教育与职业(1004-3985)	中华职业教育社	中文核心
4	发挥建筑行业企业背景优势创新政行企校合作育人机制——以广州城建职业学院为例	周晖/1	2013-07	中国职业技术教育	中国职业技术教育	中文核心
5	矿物成分对软土强度性质的影响分析	周晖/独撰	2013-07	工业建筑(1000-8993)	中冶集团建筑研究总院	中文核心
6	人工土固结过程中微观结构效应研究	周晖/独撰	2012-08	工业建筑(1000-8993)	中冶集团建筑研究总院	中文核心
7	民办高校内部管理体制改革创新的实践探索	周晖/2	2012-04	教育与职业(1004-3985)	中华职业教育社	中文核心
8	喷射成形6061铝合金的显微组织与力学性能研究	刘丘林/1	2015-06	粉末冶金工业(1006-6543)	钢铁研究总院	中文核心
9	放电等离子烧结高合金工具钢的组织与性能	刘丘林/1	2013-08	粉末冶金工业(1006-6543)	钢铁研究总院	中文核心
10	节理型黄土开挖边坡塌滑破坏机理	连宝琴/1	2015-01	煤田地质与勘探(1001-1986)	中煤科工集团西安研究院有限公司	中文核心





11	武汉地铁名都车站基坑开挖监测与数值分析	连宝琴/1	2014-05	长江科学院院报 (1001-5485)	长江科学院	中文核心
12	关于YJ项目设计变更及签证管理的研究	张招华/1	2012-11	价值工程 (CN 13-1085/N)	中国技术经济研究会价值工程专业委员会	中文核心
13	工程项目施工阶段的工程造价控制策略研究	张招华/1	2012-08	价值工程 (CN 13-1085/N)	中国技术经济研究会价值工程专业委员会	中文核心
14	政产学研协同创新育人机制的实践与思考——以广州城建职业学院为例	周晖/2	2014-03	职业 (1009-9573)	北京市工贸技师学院	省级
15	珠江三角洲软土分布特征及成因的地质与水文环境分析	周晖/独撰	2014-07	广东土木与建筑 (1671-4563)	广东省建筑科学研究院	省级
16	高职《地基与基础工程施工》课程教学改革探索	周晖/1	2013-08	职业教育研究ISSN (1672-5727)	天津职业技术师范大学	省级
17	国外高职院校实践教学体系设置的分析与启示	周晖/独撰	2012-08	高等职业教育——天津职业大学学报 (1008-8415)	中国高职研究会-天津职业大学	省级
18	民办教育产权制度改革的对策与措施探索	周晖/1	2012-03	职业 (1009-7573)	中国劳动社会保障出版社	省级
19	高职学校建筑力学图乘法教学探讨	林小松/1	2014-04	当代教育实践与教学研究 (2095-6711)	方圆电子音像出版社	省级
20	建筑力学在施工中的应用	林小松/2	2014-03	青年时代 ISSN 1002-6835	共青团贵州省委	省级
21	高职建筑工程技术专业仿真模拟实训项目的开发与实践	鄢维峰/1	2015-04	山东工业技术 (1000-8993)	山东省经济和信息化委员会新技术推广站	省级
22	高强预应力混凝土管桩(PHC)施工技术及质量控制	鄢维峰/独撰	2013-08	山西建筑 (1009-6825)	山西省建筑科学研究院	省级
23	高职建筑工程技术专业“订单式”人才培养模式的探索与实践——以广州城建职业学院建筑工程技术“安全员”订单班为例	鄢维峰/独撰	2013-01	佳木斯教育学院学报 (1000-9795)	佳木斯教育学院	省级



24	浅谈高职建筑工程技术专业基于顶岗实习过程的毕业设计改革	鄢维峰/独撰	2012-08	太原城市职业技术学院学报	太原城市职业技术学院	省级
25	低碳背景下绿色建筑的发展现状及趋势	文健/独撰	2015-01	资源节约与环保(1673-2251)	天津市节能协会	省级
26	新型铺地材料在绿色室内设计中的应用体现	文健/独撰	2014-08	城市建筑(1673-0232)	黑龙江科学技术出版社	省级
27	建筑工程施工现场基层管理技能分析研究	陈勇/1	2014-06	门窗(1673-8780)	建筑材料工业技术监督研究中心	省级
28	高工程造价专业的课程项目化改造研究	蒋晓云/独撰	2013-09	华章	吉林省社会科学院	省级
29	高职院校开展校企合作的探索与研究	蒋晓云/独撰	2013-08	山西青年	山西青少年报刊社	省级
30	关于提升高职院校工程造价专业教师执教能力的若干思考	蒋晓云/独撰	2013-08	知识经济	重庆市科学技术协会	省级
31	建筑工程施工信息管理研究	邹泽忠/独撰	2015-05	城市建设理论研究(2095-2104)	国资委商业网点建设开发中心	省级
32	浅议高职教育中的校企合作问题	邹泽忠/独撰	2012-08	中国科技财富(1671-461X)	科技日报社	省级
33	工程造价专业资源库建设研究与应用	张红霞/独撰	2013-12	城市建设理论研究11-9313/TU	国资委商业网点建设开发中心	省级
34	基于市场需求开展工程造价专业人才培养调研和分析	张红霞/独撰	2012-06	中国房地产业(1002-8536)	中国房地产协会	省级
35	《工程量清单报价实训》课程改革方案	喻甜香/独撰	2015-01	商品与质量(1006-656X)	中商科技技术信息研究所	省级
36	提高建筑工程造价审核的措施和方法	喻甜香/独撰	2015-01	商品与质量(1006-656X)	中商科技技术信息研究所	省级



37	工程建设监理工作的几点思考	喻甜香/独撰	2013-12	城市建设理论研究(2095-2104)	商业网点建设开发中心	省级
38	膨胀土边坡土钉支护的有限元分析	李建华/1	2014-03	湖南交通科技(1008-844X)	湖南省交通科学研究院	省级
39	陶粒对陶粒混凝土微观结构和强度的影响	刘丘林/2	2014-01	城市建设理论研究(2095-2104)	商业网点建设开发中心	省级
40	高职建筑材料课程教学做一体化教学改革研究	刘丘林/1	2013-12	山西建筑(1009-6825)	山西省建筑科学研究院	省级
41	注册造价工程师资格考试研讨	杨树峰/独撰	2015-03	城市建设理论研究(2095-2104)	国资委商业网点建设开发中心	省级
42	建筑设计技术专业技能型人才培养模式研究	曾澄波/独撰	2015-04	四川水泥(1007-6344)	四川省建材工业科学研究院	省级
43	浅谈古建筑修缮工程中全生命周期工程造价管理	曾澄波/独撰	2015-03	大观(2095-8250)	开封东京文学文化传媒有限责任公司	省级
44	高职《安装工程施工》课程教学改革研究	曾澄波/独撰	2014-11	建筑工程技术与设计(2095-6630)	湖南科学技术出版社有限责任公司	省级
45	构建建筑工程技术专业实践教学体系	曾澄波/独撰	2014-11	房地产导刊(1009-4563)	广州招商服务推广中心	省级
46	产学研结合教学模式研究	曾澄波/独撰	2014-02	建材世界(1674-6066)	武汉理工大学	省级
47	建筑设备工程技术专业课程评价体系改革研究	曾澄波/独撰	2014-01	江西建材(1006-2890)	江西省建材科研设计院	省级
48	等电位连接研究	曾澄波/独撰	2014-01	科教前沿(14-0060)	共青团陕西省委	省级
49	建筑设备工程技术专业教改研究	曾澄波/独撰	2013-04	软件教育现代化(1003-6970)	中国电子学会天津电子学会	省级



50	钢结构在建筑结构设计中存在的问题分析	万正河/独撰	2015-04	工程技术 (1671-5586)	重庆维普资讯有限公司	省级
51	校企合作产学研一体化改革与实践	刘俊明/独撰	2014-09	中国科技纵横 (1671-2064)	中国民营科技促进会	省级
52	建筑工程学院专业课程整合和改革	蒋玉燕/独撰	2015-05	基层建筑 (1003-5628)	济南军区政治部	省级
53	高职院校(土力学与地基基础)课程教学模式	连宝琴/独撰	2015-03	商品与质量 (1006-656X)	中商科技技术信息研究所	省级
54	浅议软土地基桩侧负摩擦力	连宝琴/独撰	2015-03	商品与质量 (1006-656X)	中商科技技术信息研究所	省级
55	建筑工程资料真实性研究	连宝琴/独撰	2014-11	房地产导刊 (1009-4563)	广州招商服务推广中心	省级
56	高职土建类专业绿色建筑相关课程开发及校企合作初探	李霞/独撰	2014-05	课程教育研究 (2095-3089)	中国外语学习学研究会	省级
57	高职土建类专业绿色建筑相关课程开发及校企合作初探	李霞/独撰	2014-05	课程教育研究 (2095-3089)	中国外语学习学研究会	省级
58	建筑信息化模型在建筑业的发展与思考	印宝权/独撰	2015-02	信息周刊 (1673-5080)	中国科学技术信息研究所	省级
59	BIM技术在高程工程管理专业课程体系中的应用	印宝权/独撰	2015-03	工程技术 (1671-5586)	重庆维普资讯有限公司	省级





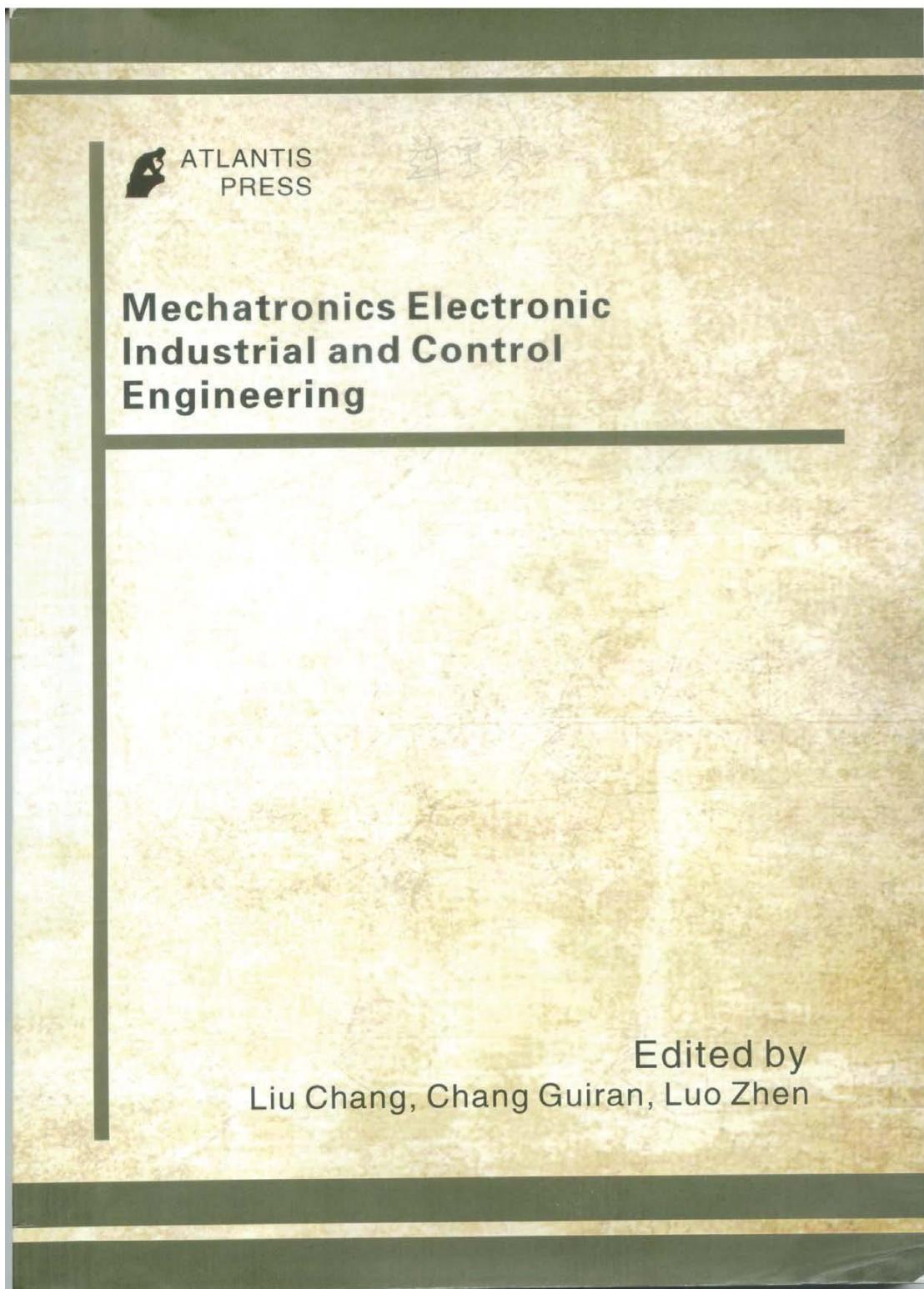
60	碳纤维布加固预应力混凝土结构探讨	印宝权/独撰	2014-06	城市建设理论研究(2095-2104)	商业网点建设开发中心	省级
61	《建筑结构基础》在课程模块的相互交融中细化教学任务	刘赛红/独撰	2015-04	工程建设标准化(1004-2989)	中国工程建设化标准化协会	省级
62	如何利用11G101-1图集识图结构施工图	刘赛红	2014-11	江西建材(1006-2890)	江西省建材科研设计院	省级
63	浅析砼结构的裂缝成因和控制方法	刘萍/独撰	2015-03	建筑与发展(1006-656X)	中商科学技术信息研究所	省级
64	建筑施工中的协调管理	刘萍/独撰	2013-05	城市建设理论研究(2095-2104)	商业网点建设开发中心	省级
65	建筑施工企业工程项目风险控制	刘萍/独撰	2012-03	中国房地产业(1002-8536)	中国房地产协会	省级
66	依托“校中企”提升高职教师专业技术服务能力研究	张招华/1	2015-05	开封教育学院学报(1008-9640)	开封教育学院	省级
67	基于BIN-5D的建筑工程项目造价管理研究	张招华/独撰	2015-04	内蒙古煤炭经济(1008-0155)	内蒙古自治区煤炭经济研究会	省级
68	传统承发包模式下的设计界面管理研究	张招华/1	2012-06	城市建设理论研究(2095-2104)	国资委商业网点建设中心	省级





## 佐证材料（部分论文）：

1、Analysis of the soil arching effect under pile-soil coupling for a landslide in the three Gorges Reservoir Area based on three-dimensional numerical simulation





### Table of Contents

A Framework of Satellite Observation Data Integration System Xie Rong, Li Xiangxiang, Liu Yawen and Yu Liang .....	1205
The Implementation and Application of Data Mining in University Students' Grades Jiang Hongyan and Li Liangjun .....	1209
Experimental Investigation on Quench Characteristics of NbTi/Bi2223 Hybrid Superconductor Pi Wei, Shi Xiaochuan, Dong Jin and Wang Yinshun .....	1213
Dynamic Response Analysis of Titanium Alloy Plate under Thermal Environment Zou Xufeng, Guo Dingwen, Zhang Li and Pan Kai .....	1217
Enterprise – supplier Information Sharing Research Review Jiang Xiaorong and Yang Hui .....	1221
Research on the Effects of Enterprise– Supplier Information Sharing on Enterprise Innovation Performance Jiang Xiaorong and Yang Hui .....	1226
One Attribute-Based Proxy Signature Sun Changxia, Yan Yu, Guo Yufeng and Si Haiping .....	1231
A Fast Approach to Perform Susceptibility Measurement in A Stepped-mode Reverberation Chamber Meng Lingyuan, Wei Guanghui, Pan Xiaodong and Wan Haojiang .....	1236
Research on Modeling for Combined Three–level DC–DC Converter Liu Shulin, Song Yaya, Yin Xiaohu and Qi Lili .....	1240
Prospect Value Analysis of Food Safety Punitive Damage System in China Xiao Hanjie, Chen Yao and Xu Jianxin .....	1244
Application of Laser Ultrasonic Visualization Detectionin the Detection of Cylinder Sleeve Ji Min, He Jingfeng, Lai Youqiang and Xiao Ruliang .....	1248
Air Valve Clearance Fault Diagnosis of Diesel Engine Based on Acoustic Signal Data Processing Cao Shuhua, Ning Dayong and Xu Jiujun .....	1252
Challenges and Related Issues for Building Chinese Legal Ontology Zhang Ni, Wang Ping and Pu Yifei .....	1256
SH–SAWs in layered Piezoelectric Structures Carrying an Array of Microbeams Yuan Lili, Fu Xian and Ding Benjie .....	1262
Decision–making Model and Risk of R & D Outsourcing Based on Supply Chain in IT Yi Juan .....	1266
Nitrogen and phosphorus removal from contaminated water by five aquatic plants Fu Xiaoyun and He Xingyuan.....	1270
A Safety Monitoring System for Power Tower Structure Zheng Xin, Liu Zhixiong, Wu Zhangqin and Wang Jin.....	1274





Comprehensive Evaluation of Urban Community Safety Based on Hayashi Quantification Theory III

Li Fei and Wan Xiangyun ..... 1278

Analysis of the soil arching effect under pile–soil coupling for a landslide in the Three Gorges Reservoir Area based on three –dimensional numerical simulation

Lian Baoqin, Wang Xingang and Li Jianhua ..... 1282

Research on assembly line balancing based on electronic products

Zhao Ling ..... 1286

Analysis on the Impact for Power Quality of Wind Farms and Network Operation

Gan Baozhong and Liu Tao ..... 1290

Analysis on the Status of Energy Saving

Cheng Xin ..... 1294

Energy Technology Exploration of Element Power Transmission and Distribution System

Zhang Minghao ..... 1298

Research and Exploration on Intelligent Substation Information Integration Applications

Jin Chengming, Zhao Yongbin, Li Wei and Yu Hai ..... 1302

Research of Microgrid Optimization Scheduling Strategy Based on Customer Interactive

Wang Ling ..... 1306

Research on Impact of Distributed Generation Based on Distribution Network

Zhu Qishun, Zhang Minghao, Sun Xin and Jin Chengming ..... 1310

Research on Reactive Power Compensation Based on Distribution Network

Wang Ling ..... 1314

The Brief Technical Analysis on Power System Automation

Liu Tao and Zhang Fusheng ..... 1318

The Failure Analysis and Treatment Measures of Relay Based on Power Systems

Xu Jian and Xu Zhuoran ..... 1322

Application and Development of the Power System Dispatching Automation Technology

Chen Zhizhou and Gan Baozhong ..... 1326

Construction of power production safety management

Wang Ling ..... 1330

Parameter Identification System of the Oceanic Heat Flux between Ice and Ocean

Yang Yu ..... 1334

Research on Application and Development of Power System Relay Protection Technology

Xu Jian and Hu Jinjing ..... 1338

Research on Power Communication Application in the Smart Grid

Wang Ling ..... 1342





# Analysis of the soil arching effect under pile-soil coupling for a landslide in the Three Gorges Reservoir Area based on three-dimensional numerical simulation

Baoqin LIAN

Department of Building Engineering  
Guangzhou City Construction College, Guangdong  
Guangzhou, China  
e-mail: 328602223@qq.com

Jianhua Li

Department of Building Engineering  
Guangzhou City Construction College, Guangdong  
Guangzhou, China  
e-mail: 914108739@qq.com

Xingang Wang\*

State Key Laboratory of Continental Dynamics  
Northwest University  
Xi'an, China  
e-mail: wangxingang4202@163.com

**Abstract**—Deflection of stress direction occurs near anti-slide piles, forming obvious soil arches with adjacent piles as springers and creating the “soil arching effect”. Based on the stress conditions for anti-slide piles, a mechanical analysis is conducted on the soil arching effect, and three rational equations are concluded, namely, the arch axis equation, the soil arch thickness equation, and the theoretical equation of soil arch thickness along the sliding direction. Combined with one landslide in the three gorges reservoir area, numerical analysis model is established, the landslide displacement and shear stress calculation results show that the pile has obvious slip resistance effect, the piles and soil coupling to prevent sliding. Three-dimensional numerical analysis was carried out on the pile, the intuitive “soil arching effect” be found from the anti-slide pile and soil. The soil arch thickness and height of anti-slide pile can be determined according to the soil sliding thrust and the theoretical formula that combines three dimensional numerical analysis for the soil arch effect, which can provide references for the anti-slide pile design and achieve the goal of safe and economic to prevention and control the landslide.

**Keywords**—landslide; soil arching effect; anti-slide piles; numerical calculation; the coupling of piles and soil;

## I. INTRODUCTION

In slope protection engineering, anti-slide piles, for their strong anti-slide performance, flexible pile position and wide scope of application, have become one of the most widely used deep anti-slide retaining measures at present[1]. Under lateral load, anti-slide piles generate the so-called “soil arching effect” as they interact with the soil, which is an important basis for investigating the reinforcement mechanism and design theory regarding anti-slide piles<sup>[1-2]</sup>. Soil arching was first proposed by Terzaghi based on trap door experiment<sup>[3]</sup>. Later, a number of scholars began to vigorously study the soil arching effect. Their research outcomes are mainly divided into three categories: (1) theoretical analysis<sup>[4-8]</sup>, mainly involving the establishment of relevant mathematical physics equation and investigation of the relationship

between soil arching effect of anti-slide piles and pile spacing; (2) numerical simulation<sup>[9-14]</sup>, mainly involving the simulation of pile-soil interaction by use of numerical analysis software; (3) experimental study<sup>[15]</sup>, mainly involving the study of pile-soil interaction by laboratory experiment.

The landslide sliding force is in non-horizontal spatial distribution, while the direction of stress near anti-slide piles deflects, forming soil arches with adjacent piles as springers. Among the references, little consideration is given to the soil arching effect under pile-soil interaction in three-dimensional status<sup>[4-15]</sup>. In this paper, a landslide in the Three Gorges Reservoir Area was chosen as an example to conduct a three-dimensional numerical analysis on the soil arching effect under pile-soil interaction by use of the three-dimensional numerical analysis software FLAC3D.

## II. MECHANICAL ANALYSIS OF SOIL ARCHING EFFECT

Soil arches are formed under the effect of landslide sliding force, further forming arched stress zones, similar to statically determinate arches in structural mechanics; soil arch of unit thickness was taken for stress analysis (see Fig. 1.)<sup>[9-10]</sup>.

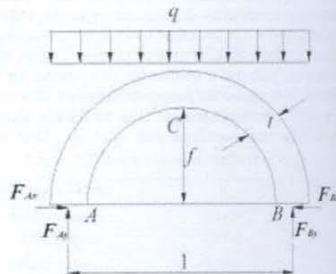


Figure 1. Mechanics calculation chart of soil arch

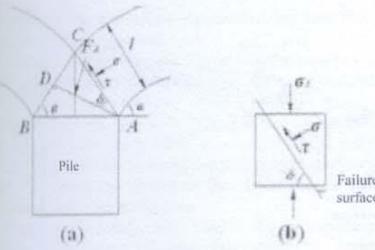


Figure 2. Mechanical analysis of soil behind piles

In Fig. 1,  $q$  represents landslide sliding force;  $l$  represents soil arch span, i.e., pile spacing;  $t$  represents soil arch thickness;  $f$  represents soil arch height;  $F_{Ax}$ ,  $F_{Ay}$ ,  $F_{Bx}$  and  $F_{By}$  are respectively horizontal reacting force and vertical reacting force at springers. A rational arch axis equation can be obtained, which is written as

$$y = \frac{4f}{l^2} (l - x)x \quad (1)$$

Stress inside soil arches will form a compression zone; if the force applied to the soil in the compression zone is greater than the soil shear strength, failure of the entire soil arch will take place. Fig. 2 shows the mechanical analysis of soil arch height and thickness. In Fig. 2,  $AB=b$  is back-side thickness of pile;  $AD=t$  is soil arch thickness;  $AC$  is length of failure surface;  $\delta$  is angle between failure surface and maximum principal stress surface;  $\sigma$  and  $\tau$  are respectively normal stress and shear stress on the failure surface;  $FA$  is resultant force at springers.

$$\delta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \quad (2)$$

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \frac{ql}{8f} \sqrt{16f^2 + l^2} \quad (3)$$

$$t = b \sin \theta = \frac{b \cos \delta}{2 \cos \theta} \quad (4)$$

$$\theta = 135^\circ + \frac{\varphi}{2} - \alpha \quad (5)$$

$$t = \frac{b \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{2 \cos(135^\circ + \frac{\varphi}{2} - \alpha)} \quad (6)$$

Substituting Eq. (1)-(5) into

$$\tan \alpha = \frac{4f}{l} \quad \alpha = \arctan \frac{4f}{l} \text{ gives:}$$

$$\tan \alpha = 4 \tan \delta = 4 \tan (45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \quad (7)$$

Substituting Eq. (7) into Eq. (6) gives the soil arch thickness along the sliding direction:

$$\begin{aligned} t &= \frac{b \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{2 \cos(135^\circ + \frac{\varphi}{2} - \alpha)} \\ &= \frac{b \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \sin \alpha - \sin(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cos \alpha} \\ &= \frac{b \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{6 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cos \alpha} \\ &= \frac{b}{6} \cot(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \frac{1}{\cos \alpha} \end{aligned} \quad (8)$$

### III. ENGINEERING EXAMPLE AND THREE-DIMENSIONAL NUMERICAL MODEL

In the three-dimensional numerical model, Majiagou Landslide I in the Three Gorges Reservoir Area was taken as example; the medial axis profile of Landslide I (see Fig. 3) was chosen to establish the numerical model. At present, this landslide has been controlled with anti-slide piles. Considering the pile-soil effect and pile-pile effect, four completed piles (length: 18m; cross-section: 2m×3m; pile spacing: 5m) in the middle of the landslide were chosen for three-dimensional analysis of the anti-sliding effect of anti-slide piles and the soil arching effect. ANSYS pretreatment was adopted for the model; densified meshing was carried out partially in the pile and soil survey zone and landslide-slip zone; FLAC3D software was introduced; the model had 117,544 units and 118,917 nodes in total (see Fig. 4). The pile side friction was simulated through the interface set between the pile side surface and the soil layer[16]; an interface was also set between the pile tip and the soil layer; the "guide-in guide-out method" was used to establish the interface model (see Fig. 4).

The undersurface and left and right sides of the computational model were fixed and its top surface was free; the front and back sides of the model were also fixed. The mechanical parameter of each medium in the pile-soil model could affect the accuracy of calculated results; Mohr-Coulomb model was adopted for rock and soil mass and elastic model for anti-slide piles; parameters were obtained by laboratory experiments.

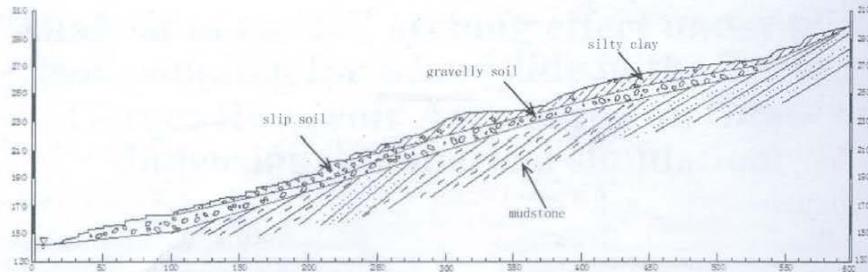


Figure 3. Engineering geologic profile of Landslide I

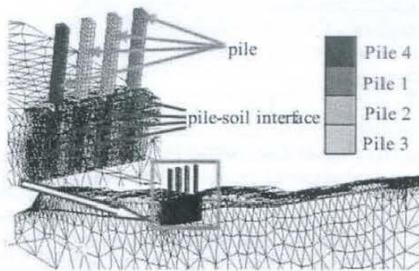


Figure 4. Pile-soil's interface in the model

TABLE I. CALCULATION PARAMETERS OF MODEL

Name	density (g/cm <sup>3</sup> )	Cohesion (MPa)	Angle of internal friction (°)	bulk modulus (GPa)	Shear modulus (GPa)
silty clay	2.1	0.052	33	0.011	0.0083
slip soil	2.4	0.018	14.5	0.0083	0.0018
gravelly soil	2.1	0.063	35	0.0667	0.0222
mudstone	2.4	2.16	32.3	1.55	1.16
anti-slide pile	2.5	-	-	11.667	15.556

#### IV. ANALYSIS OF CALCULATED RESULTS

After numerical calculation, a series of sections were taken to conduct a three-dimensional analysis of the soil arching effect. The elevation of pile top is 104m; the results of several experiments show that the soil arching effect of shear force is obvious from the elevation of 97.5m (Y-axis), i.e., 6.5m away from the pile top (see Fig. 5 a~h).

For the section 6.5m below the pile top (Fig. 5-a), the map of shear stress of pile side soil shows arches looking like "round-backed armchairs"; the friction between pile side soil and pile causes obstruction again the soil, which results in deflection of shear stress trajectory and thus forms shear stress arches on the pile side and wide-angle layered stress arches behind the piles. For the sections 7-7.5m below the pile top (Fig. 5 b~c), there are obvious

layered shear stress arches behind each pile; the arch angles tend to be steep; the "saddle-like" area enlarges; there is an obvious shear stress compression zone behind each pile, and the compression zone gradually enlarges. For the sections 8-9m below the pile top (Fig. 5c-f), the "saddle-like" stress arch area gradually reduces, and the value of shear stress in the compression zone behind each pile increases up to 0.26MPa. For the sections 9-11m below the pile top (Fig. 5 g-h), the compression zone behind each pile enlarges, and the value of shear stress in the compression zone behind each pile increases up to 0.3MPa; stress arches between piles gradually disappear.

The arch thickness and height can be determined according to the landslide sliding force and Eq. (1)-(8) with combination of numerical simulation analysis of sectional diagrams. Shear stress arches behind the piles are 6.5-9.5m away from the pile top (Fig. 5 a-g); principal stress arches behind the piles are 7-9.5m away from the pile top (Fig. 5 d-g). The pile-soil stress changes at the position 9m away from the pile top; the soil around pile bears partial downslide stress of the landslide.

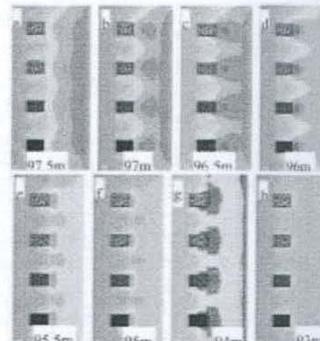


Figure 5. Section of a-h shear stress

#### V. CONCLUSION

Based on the stress conditions for anti-slide piles, a mechanical analysis was conducted on the soil arching effect, and three rational equations were concluded, namely, the arch axis equation, the soil arch thickness



equation, and the theoretical equation of soil arch thickness along the sliding direction.

Taking a landslide in the Three Gorges Reservoir Area as an example, a numerical analysis model was established for computational analysis after anti-slide piles were constructed on the landslide. The calculated results show that the anti-slide piles have an obvious slide resistance effect; the anti-slide piles and the soil behind the piles play a role in preventing sliding of the landslide; the pile-soil "coupling" can prevent sliding.

When considering the model for computing the working conditions of anti-slide piles, a series of horizontal sections below the tops of anti-slide piles were chosen for three-dimensional numerical analysis of the soil arching effect. In the sectional diagrams of shear force, it is found that the anti-slide piles and the soil around pile all have visible "soil arching effect".

In practical engineering construction design, the soil arch thickness and height of anti-slide piles can be determined according to the landslide sliding force and the theoretical equation with combination of numerical simulation analysis of sectional diagrams, thus to optimize the design of anti-slide piles and achieve the goal of safe and economic prevention and control of landslides.

#### ACKNOWLEDGMENT

This study is partially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 41302219)

#### REFERENCES

- [1] LI Shao-jun, CHEN Jing, LIAN Cao. Mechanical model of soil arch for interaction of piles and slope and problem of pile spacing[J]. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(5): 1352–1358. (in Chinese).
- [2] FENG Wen-juan, JU Xiao-dong. Design method for anti-slide piles based on FLAC3D[J]. Journal of Geotechnical Engineering, 2011, 33(suppl2): 256-259.
- [3] TERZAGHI K. Theoretical soil mechanics[M]. New Youk: John Wiley&Sons, 1943.
- [4] OSSCHER B, PETER J. GRAY, DONALD H. Soil arching in sandy slopes[J]. Journal of Geotechnical Engineering, 1986, 112(6): 626–645.
- [5] ITO T, MATSUI T, HONG W P. Extended design method for multi-row stabilizing piles against landslide[J]. Soils and Foundations, 1982, 22(1): 1–13.
- [6] HASSIOTIS S, CHAMEAU J L, GUNARATNE M. Design method for stabilization of slopes with piles[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 1997, 123(4): 314–323.
- [7] ZHAO Ming-hua, LIAO Bin-bin, LIU Si-si. Calculation of anti-slide piles spacing based on soil arching effect[J]. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(4): 1211–1216.
- [8] WU Ming, PENG Jianbing, XU Ping, et al. Study on earth pressure against rigid retaining walls considering soil arching effects[J]. Engineering Mechanics, 2011, 28(11) : 89 - 96.(in Chinese)
- [9] CAI F, UGAI K. Numerical analysis of the stability of a slope reinforced with piles[J]. Soils and Foundations, 2000, 40(1): 73–84.
- [10] LIANG R, ZENG S. Numerical study of soil arching mechanism in drilled shafts for slope stabilization[J]. Soils and Foundations, 2002, 42(2): 83–92.
- [11] WEI W B, CHENG Y M. Strength reduction analysis for slope reinforced with one row of piles[J]. Computers and Geotechnics, 2009, 36(7): 1176–1185.
- [12] DANIEL PRADEL, JASON GARNER, ANNIE ON LEI KWOK. Design of drilled shafts to enhance slope stability[C]/Proceedings of 2010 Earth Retention Conference. Los Angeles: [s. n.], 2010: 920–927.
- [13] KOURKOULIS R, GELAGOTTI F, ANASTASOPOULOS I, et al. Slope stabilizing piles and pile-groups: parametric study and design insights[J].Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering,2011,137(7).
- [14] WANG Xingang, HU Bin, LIAN Baoqin, et al. 3D Analysis of Interaction Of Landslide And Anti-Slide Pile System Under Sudden Change Of Reservoir water Level [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2013, 32(12): 2439–2446.
- [15] GAO Chang-sheng, WEI Ru-long, CHEN Sheng-shui. Centrifugal model tests on deformation of slopes reinforced with piles[J].Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2009, 31(1): 145-148.
- [16] Chen Yuming, Xu Dingping. FLAC/FLAC3D Foundation and engineering examples [M]. China Water Conservancy and Hydropower Press, 2008.





### 3. “师徒结对、订单培养”育人模式的实践与探索

创刊于 1917 年 全国中文核心期刊

# 教育与职业

## EDUCATION AND VOCATION



ISSN 1004-3985  
24>  
9 771004 398134

24 总第 772 期  
2013年8月下

- 中高职衔接的理论分析与实践探索
- 中职专业设置与我国经济结构适应性探究
- 我国高职高专经费来源的区域不均衡研究
- 高职教育深度校企合作机制创新的再思考



教育与职业杂志社  
理事会

理事长

李重庵 全国人大常委  
中华职业教育社副理事长

副理事长

陈广庆 中华职业教育社总干事  
黄尧 国务院参事

常务理事(排名不分先后)

纪宝成 原中国人大校长  
朱清时 南方科技大学校长  
杨学义 北京外国语大学党委书记  
王亚杰 北京邮电大学党委书记  
蒋笃运 河南省教育厅厅长  
辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长  
刘惠民 山西省教育厅副厅长  
李和平 安徽省教育厅副厅长  
鲍学军 浙江省教育厅副厅长  
王键 湖南省教育厅副厅长  
霍金花 河南省焦作市副市长  
徐朝金 浙江省衢州市教育局党委书记、局长  
逄增海 青岛拓普信息工程专修学院院长

高林 原北京联合大学副校长  
李怡民 北京市交通学校党委书记、校长

梁永生 深圳信息职业技术学院副院长  
于果 江西蓝天学院董事长

刘林 北京城市学院党委书记  
夏伟 顺德职业技术学院院长

胡大白 黄河科技学院院长  
刘淑珍 北京市电气工程学校校长

张玉琴 浙江衢州中等专业学校校长  
刘常青 青岛黄海学院董事长

祁柱晓 内蒙古电子信息职业技术学院院长  
胡振文 石家庄铁路职业技术学院

党委书记、院长

李大卫 天津中德职业技术学院院长  
郑学标 厦门华夏职业学院院长

顾章炮 厦门华夏职业学院党委书记  
兰天 学林高等教育部课题研究编辑部主任

张剑峰 北京市公共交通高级技工学校校长  
吴宏岳 广东女子职业技术学院院长

林夕宝 青岛求实职业技术学院院长  
范利仁 黑龙江农垦工程职业学院

党委书记、院长

刘国生 广州铁路职业技术学院院长  
张建国 中华英才网总裁

吴雷 东方标准人才服务有限公司总裁  
宋国华 河南漯河医学高等专科学校校长

唐永泽 南京工业职业技术学院党委书记  
蒋国平 南京工业职业技术学院院长

李杨威 天津狮博院副院长

范宏 西安职业技术学院党委书记  
李长才 西安职业技术学院院长

陈明宇 紫琅职业技术学院董事长  
刘文清 广东工程职业技术学院党委书记

目 录

地区高校英语语言教师职业发展与教育研究 苏全彩 73  
高校辅导员职业精神与职业能力“三不同”辨析 王禹 肖文学 75

心理健康教育

大学生幸福感缺失与教育及幸福能力培养的研究 李春 77  
发展性心理教育视野下的高职生情绪发展状况调查研究 黄志良 蒋丽琼 钱少月 79

浅谈高校班级心理委员工作机制 孔志光 王晶 81

职业指导

基于人才特色的大学生就业核心竞争力培养策略 吴炜 83  
高校社会体育专业学生职业生涯规划构建与实践研究 孙亮亮 余涛 85

未来取向的发展在中职生职业生涯规划中的作用 邵倩 冯伊乔 88

论当前大学生就业诚信缺失的原因及对策 彭容 90

以积极心理学为导向的高职学生职业生涯指导实践研究 王利云 李春丽 刘淑霞 92

半工半读对高职学生职业心理的影响研究 周晶 94

高校创业教育与大学生社会化发展 陈文娟 任泽中 96

大学生创业现状的问题分析与建议 黎昕 98

进化教育论对高职创新创业教育的启示 周登超 100

经济困难大学生就业现状及援助对策研究 王海波 102

教学理论

论以学习者为中心的教学策略转换研究 刘桂辉 103  
东西方文化差异和大学英语自主学习理论与实践研究 闫爱静 106

学科教育

基于行业发展的船舶职教专业建设研究 张依莉 李晏丞 108

“师徒结对·订单培养”育人模式的实践与探索 周晖 111

财经类高校“艺术设计与管理复合型人才”培养模式初探 孙娜蒙 113

中国现代高校数学教育创新研究 李志军 114

基于学生厌学的高职高专高等数学教学改革与实践 曹玉松 117

新形势下改进高等数学教学实践与探索 王爱华 119

理工科高校背景下的英语专业本科改革刍议 张琪 121

信息化时代大学英语教学模式探索 吴非晚 王成祥 124

航海英语教学中学生跨文化交际能力的调查研究 张敬品 谢娇 葛爽 126

高职护理综合能力培养的探讨 秦爱华 128

课程与教材

“五化”教学模式下深化课程教学改革的理性思考 左晓琴 130

大学生职业生涯规划课程教学模式探索 郭海侠 132

西部地区应用型本科院校ESP课程建设研究 廖乃帆 134



## “师徒结对、订单培养”育人模式的实践与探索

周晖

[摘要]高等职业教育是以服务为宗旨、以就业为导向的教育，旨在培养生产、建设、管理、服务一线的高端技能型人才。在科学技术和社会经济快速发展的今天，“师徒制”在职业教育领域仍有其旺盛的生命力。广州城建职业学院建筑工程技术专业与企业优势人力资源深度融合，以传统的“师徒制”为载体，实践“师徒结对、订单培养”的校企合作育人模式，思考“订单式现代学徒制”的建立，为深化高职教育人才培养模式改革进行了有益的实践与探索。

[关键词]高职业教育 师徒制 订单培养

[作者简介]周晖(1979—)，女，浙江金华人，广州城建职业学院建筑工程技术系主任，讲师，博士，研究方向为建筑结构及高职教学管理。(广东 广州 510925)

[课题项目]本文系2012年度广东省高等职业教育教学改革项目“发挥建筑行业企业背景优势 创新合作办学模式实践研究”(项目编号：20120202059)的阶段性成果和2011年度广州城建职业学院重点课题“建筑工程技术专业产学结合与行业资源利用研究”(项目编号：Z2011-01)的结题成果。

[中图分类号]G712 [文献标识码]A [文章编号]1004-3985(2013)24-0111-02

教育部教成[2011]12号文明确指出：高等职业教育必须坚持以服务为宗旨、以就业为导向，走产学研结合发展道路的办学方针，以提高质量为核心，以增强特色为重点，以合作办学、合作育人、合作就业、合作发展为主线，创新体制机制，深化教育教学改革。“高职院校大力推行‘订单式’人才培养模式，是高职产学研紧密结合的重要体现。这不仅有利于高职教育人才培养模式的改革，还有利于调动企业办学的积极性与主动性，发挥企业优势资源在办学过程中的作用，为企业培养适用人才。广州城建职业学院(以下简称我校)建筑工程技术专业与企业优势人力资源深度融合，以传统的“师徒制”为载体，实施“师徒结对、订单培养”的校企合作育人模式，探索“现代学徒制”的建立，为创新校企合作体制机制，深化高职教育人才培养模式的改革提供了成功的案例。

### 一、师徒制与职业教育的内在关系

“师徒制”由来已久，最早可追溯到春秋战国时期。我国历史上的“师徒制”是手工制造业中人才培养的主要方式，之前盛行的学徒制就是其典型的代表。新中国成立后，以私有制经济为依托的学徒制开始向半私人关系的工厂师徒制转变。当时规定，凡具有中、小学及以上学历的新工人都要由企业指定技能高超的师傅进行技能传授和帮带，学徒期满2~3年后，由企业考核定出技能等级，因而这种关系是以传授技能为主要目的。从西方职业教育的发展历程来看，现代职业教育是在“师徒制”的基础上为适应工业大革命需要而产生的教育类型。建筑业作为世界上最古老的行业之一，其师徒制开端于奴隶社会时期，在封建社会的工匠时期达到高峰。与其他行业不同，工业化以来，师徒制在建筑业加以改良以后，以新的方式沿用下来，成为民间普遍存在的职业技能培训方式。

目前，类似于“订单培养”的现代学徒制在大部分欧洲国家、拉美国家非常盛行，并以此作为实施职业教育的一种重要形式，以密切职业教育与劳动力市场的关系。在我国，随着社会经济

的发展和经济改革的深入，“师徒制”被高度发展的科学技术和现代企业组织形式所取代。但是随着职业教育的快速发展，要求校企合作、工学结合、职业技能训练与就业岗位需求的无缝对接，已成为实现职业教育人才培养目标的基本要求，由此应运而生的“订单培养”育人模式则较好地满足了这一基本要求。以就业为导向的高职教育其内在的本质需求则反映出“师徒制”在职业教育领域仍有其旺盛的生命力。

### 二、师徒制与订单培养的深度融合

传统师徒制是一种在实际工作过程中以师傅的言传身教为主要形式的职业技能教学形式。师傅“手把手”地教，徒弟在师傅的指导下影响下学习知识和技能，经过一定年限的学习以后，徒弟可以出师成为正式的技工。“订单式”人才培养模式，是指企业根据岗位需求与学校签订用人协议后，由校企双方共同制订人才培养方案、共同参与教学与管理、共同考核选拔学生上岗等一系列教育教学活动，是“工学结合”人才培养模式的一种。“该模式根据用人单位的实际需要(订单)，有针对性地对学生的未来进行必要的规划与设计，即围绕就业岗位要求确定知识技能结构、课程设置、教学内容，依托用人单位，为企业“量身定做”各岗位所需人才，实现职业教育与就业岗位最大限度的无缝对接。

高职建筑工程技术专业的人才培养目标主要是为建筑企业培养生产一线所需的“施工员”，我校与广州恒盛建设工程有限公司(以下简称公司)合作共建的恒盛建筑工程技术“订单班”(以下简称恒盛班)，实施“师徒结对、订单培养”育人模式是从学生在校期间的第二学年开始，根据校企双方共同制订的人才培养方案组织教学，第三学年由企业人力资源部在公司内部选拔业务能力突出、责任心强的技术骨干担任指导学生的“师傅”，企业完全按照订单培养的要求实施“师徒结对”，同时结合建筑企业的生产实际选择毕业设计项目，在学校指导教师和企业师傅的共同指导下完成毕业设计和毕业实习，经企业考核通过后成为企业正式员工的人才培养模式。

2013年8月下 111



◎ 教育与职业

第24期(总第772期)

这一培养模式实施过程中,通过“师徒结对”让每位师傅、徒弟均明确各自的责任与义务,师傅之间进行双向考核并捆绑其工作绩效。学生(徒弟)要填写“日工作”情况并与师傅签署意见,每周要将顶岗情况通报给各工程项目部,每月要反馈给公司人力资源部,人力资源部派专人进行顶岗实习情况的监督与检查;公司每月定期将分散于各项目部的恒盛班学生(一般每个项目部安排3~5名同学)集中起来,通报并反馈同学们的当月表现,并派技术人员进行建筑施工、建筑安全及建筑法律法规方面的专题讲座;公司还不定期组织施工员技能考核并将学生(徒弟)的考核成绩与师傅绩效挂钩。这是我校首次尝试与建筑业大型国企合作“师徒结对订单式”人才培养模式,取得了良好效果;通过培训、实习、考核、双向选择,订单班大部分同学与恒盛公司签订就业协议;恒盛公司一年为顶岗实习学生支付生活补助近90万元;我校聘恒盛公司兼职教师40人,通过“师徒结对”模式为全体恒盛班学生(4人)提供毕业实习、毕业设计指导;由于校企双方对首批定向培养的学生均较满意,进而加大合作力度;恒盛班多数学生在近半年的时间内,掌握了建筑工程技术专业核心岗位的操作技能,能够独立顶岗操作;鉴于恒盛公司人性化的管理,允许学生轮岗或换岗,使得在一年内大部分同学有机会接触监理员、安全员和预算员等岗位,真正实现“一专多能”,就业学生满意度高。

实践证明,我校恒盛班“师徒结对、订单培养”育人模式的实施,可以有效规避“订单式”人才培养过程中可能出现的诸如企业自身经营困难导致“订单”流产、企业人事变动导致“订单”难以进行或使“订单”流于形式等不确定性因素,从而使“订单”培养得以顺利而有效地实施。这也为更深层次地进行校企合作打下坚实基础,使学生的敬业精神与岗位技能明显提高,为今后的职业发展奠定了良好的基础。

三、建立“订单式现代学徒制”育人模式的思考

现代学徒制是通过学校、企业的深度合作与教师、师傅的联合传授,对学生以技能培养为主的现代人才培养模式。建筑企业正由劳动密集型企业向技术密集型企业转变,建筑产品和人民群众生产生活息息相关而事关公共安全,其施工作业职业技能的培养也就显得尤为重要。高职校企“订单培养”是一项复杂的社会系统工程,而高职土建类专业因工作安全问题突出,集中顶岗尤为困难,因而订单培养模式下建立现代学徒制势在必行。<sup>①</sup>

1. 转变职业教育观念。从政府角度看,近年来中央政府在大力推进职业教育、推动社会对职业技术教育态度的转变上做了大量的工作,现在急需各级地方政府能将中央有关职业教育精神落实到实处,真正推动高等职业教育成为高等教育的一种有效形式而不是考生高考失利后的无奈之选,让全社会逐步形成重视职业技术教育的良好风尚。其次,校企双方都必须认识到,积极参与高职校企合作教育包括实施“订单培养”是校企双方共同的责任和义务。企业要做大做强,人才作为第一资源是核心竞争力,校企合作共建订单班,对企业而言,不是无偿的付出,而是对企业未来发展最有效的提前投资,也是提高企业员工忠诚度的有效途径。

2. 实现校企师资互补。现代学徒制理念认为,在培养企业所需技能型人才上,企业不是作为用人单位而处于“配角”的位

置,而应是有针对性地精选优势技术力量参与人才培养,在与职业院校共同育人过程中唱“主角”。我校恒盛班学生的培养过程中,校企双方真诚合作,主动选派精英将参与教学,将传统教学中的师生关系转化为“师徒”关系,实现了校企优势人力资源互补,这为订单人才培养目标的实现起到了关键作用。

3. 精选优秀企业合作。订单培养能否真正成功,关键取决于合作企业。对土建类专业而言,主要面向的是建筑施工企业与房地产企业。首先,学校应选择建筑行业里的龙头企业或知名企业,企业规模与社会经济效益是“订单培养”需求的基础,也是降低风险的有效途径。其次,企业管理者的社会责任感非常重要。与我校紧密合作办学的广州中辰钢结构有限公司的总经理曾说过:“钢结构是未来发展的趋势,我们建订单班,不仅是我为企业培养人才,更重要的是为了整个钢结构行业培养人才。”有社会责任感的企业管理者是“订单培养”成功的基础。

4. 构建校企利益共同体。利益是一切合作的基础。学校的最大利益是提高教学质量,使培养的人才得到社会的最大认可;企业的最大利益是要获得自己想要的适用人才,增强其核心竞争力,实现利润最大化;而学生的最大利益就是要使自己成为社会有用人才,使其人生价值得到最大的体现。从政府或教育主管部门的角度看,伴随我国经济结构调整和转型升级,急需大批高素质技能型人才,要求高职院校通过校企合作加强人才培养工作。从学校的角度看,高职院校要发挥好人才培养、科学研究、社会服务三大功能,必须切实开展校企深度合作。从企业的角度看,要想实现转型升级和跨越式发展,就要与高职院校开展全方位的合作,构建校企深度融合的利益共同体。

5. 健全协调组织机构。要避免订单培养“虎头蛇尾”,除了各方要转变观念、协调利益之外,校企双方应共同成立相应的订单管理的组织协调管理机构,制定出订单培养的方案和具体指导手册以规范订单培养过程中的教育行为。校企双方应明确各自在订单培养中享有的权利和承担的义务,派专人进行组织与协调(商),以解决订单培养过程中存在的问题。只有双方目标一致且共同努力,才能保证订单培养有章可循,可持续地发展下去。

通过“师徒结对、订单培养”育人模式在建工恒盛班的成功实践,高职土建类专业与知名建筑企业合作实施订单培养模式,有利于技术技能型人才的培养,有利于学校提高办学质量、塑造品牌文化,有利于企业找到批量的“下得去、留得住、用得上”的适用人才。而校企深度合作、共同实施“订单式现代学徒制”育人模式是土建类专业校企融合、实现互惠共赢的有效途径。<sup>②</sup>

[注释]

① 教职成[2011]12号[Z].2011-09-29.

② 李明.高职“订单式”人才培养长效机制的建立[J].开封大学学报,2011(3):62.

③ 朱怀志.对高职教育建立“订单式”培养长效机制的思考[J].中国职业技术教育,2007(19):21.

112 2013年8月下





#### 4. 发挥建筑行业企业背景优势创新政行企校合作育人机制——以广州城建职业学院为例

中华人民共和国教育部主管

# 中国职业技术教育

Chinese Vocational and Technical Education

全国中文核心期刊  
RCCSE中国核心学术期刊

## 综合

教育部召开加快发展新型职业农民中职教育座谈会

浙江部分高职院校党委书记畅谈党的群众路线教育实践活动

中英职业教育现代学徒制暨现代职业教育体系研讨交流会在京举行

黄河水院办学系列专题:学校管理篇/追求梦想篇/校企合作篇/文化建设篇

运用现代移动互联网技术 助推中国“职业教育梦”

树专业标杆 建职校典范 博世汽车职业教育合作项目

BOSCH 博世 汽车检测设备(深圳)有限公司

25 旬刊 2013



## 综合改革

- 中等职业学校学生成素质能力大赛的理论创新与实践探索 史文生(64)  
发挥建筑行业企业背景优势 创新政行企校合作育人机制  
——以广州城建职业学院为例 周晖 程忠国 鄢维峰(70)  
战略性新兴产业发展视阈下高职人才培养创新研究 何守林 林桂花(73)

## 管理方略

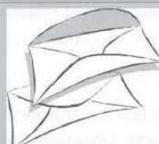
- 化工类高职院校校园文化校企共建的模式与途径 张麦秋(77)  
对高职院校“推动实现更高质量就业”的若干思考 刘萍 赵英华 韩胜难(80)  
关于国家骨干高职院校建设校企合作的实践与思考 唐伯武(82)

## 调查与实证分析

- 基于学校视角的中职毕业生就业满意度调查研究 王玉欣(85)  
退役士兵职业技能培训满意度实证研究 刘峰(90)  
沧州市高职学生体质健康现状及策略的探讨 李淑清 姜盼 左骁(94)

## 郑重声明：

为保障投稿安全，即日起本刊投稿信箱  
更改为 cvate1632@vip.188.com，特此声明。



封面：博士汽车检测设备(深圳)有限公司 封二：博士汽车检测设备(深圳)有限公司  
封三：国泰安 封底：浙江亚龙教育装备股份有限公司  
彩插：浙江科技工程学校 浙江省云和县中等职业技术学校 浙江省宁海县第一职业中学  
温州市职业中等专业学校 海盐县理工学校 浙江省象山县职业高级中学  
三门县职业中等专业学校 海南省机电工程学校 中山市中等专业学校  
广西物质学校 南宁市卫生学校 天水市职业技术学校 重庆市龙门浩职业中学校  
高等教育出版社 上海蓝卓教育信息科技有限公司  
广告：封面、封二、封三、封底、插十七、插十八 版式设计：刘耀华

-3-





2013年第25期  
综合

中国职业技术教育  
Chinese Vocational and Technical Education

综合改革

## 发挥建筑行业企业背景优势 创新政行企校合作育人机制

——以广州城建职业学院为例

周晖，程忠国，鄢维峰

(广州城建职业学院，广东 广州 510925)

**摘要：**通过坚持“以质量特色立校、以学生成才为本”的办学理念，充分发挥建筑行业企业背景优势，以合作办学、合作育人、合作就业、合作发展为主线，不断创新政行企校合作机制，深化教学改革，探索构建以职教集团为依托的校企利益共同体。

**关键词：**建筑行业企业；订单培养；师徒结对；合作共建；利益共同体

广州城建职业学院坚持“以质量特色立校、以学生成才为本”的办学理念，充分发挥建筑行业企业背景优势，以合作办学、合作育人、合作就业、合作发展为主线，不断创新政行企校合作机制，深化教学改革，教学质量和社会声誉明显提高，呈现出招生就业“两旺”的良好局面。

一、发挥建筑行业企业背景优势，构建产教对接的政行企校育人平台

高等职业教育具有高等教育和职业教育双重属性，以培养生产、建设、服务、管理第一线的高端技能型专门人才为主要任务。校企合作是学校和企业共同参与人才培养、实现课堂教学和实践教学相结合的重要途径，是培养学生综合素质与职业技能的重要手段，也是职业教育的办学方向。学院充分发挥广州市建筑业联合会与广州建筑集团有限公司的建筑行业企业背景优势，近三年来先后与广东省著名的建筑企业合作组建长、短期订

单班，包括“道和钢结构订单班”、“中辰钢结构订单班”、“敏捷地产订单班”、“恒盛建工技术班”和“广州建总安全员订单班”。

学院根据建筑行业企业需要，与企业协商确定订单培养的合作形式，先后与广州建筑集团有限公司及其属下8家实体公司合作开办的“安全员订单班”，瞄准施工现场技术员职业，并落实到安全员具体岗位，校企共同制定人才培养方案，广州市技术监督局、建筑业联合会及企业的专家与技术骨干定期来校开展专题教学和实践指导，真正实现政、行、企、校“四方联动”参与教学，着力培养适应建筑施工行业生产一线需要的建筑安全技术与管理能力的高端技能人才。目前该班学生已与学校和企业签订“三方协议书”，即将到企业参加顶岗实习。又如与华阳国际设计集团广州公司合作开办的华阳建筑设计订单班，校企双方按照“2+0.5+0.5”的模式修订专业人才培养方案后开展

**基金项目：**2012年度广东省高等职业教育教学改革项目(省级项目编号：20120202059)；广州城建职业学院重点课题(校级课题编号：Z2011-01)。

**作者简介：**周晖(1979—)，女，浙江金华人，广州城建职业学院建筑工程技术系系主任，土木讲师，博士研究生，主要研究方向为建筑结构及高职教学管理；

程忠国(1957—)，湖北洪湖人，广州城建职业学院副院长，副教授，研究方向为高等职业教育教学管理；

鄢维峰(1981—)，男，湖北天门人，广州城建职业学院建筑工程技术系副系主任，工程师，在职硕士，主要研究方向为建筑施工及高职教学管理。

— 70 —

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>





教学,前四学期(2)以学校主导进行素质教育和专业基础训练;第五学期(0.5)企业派技术骨干每周来校上课,校企双方共同完成专业理论知识学习和岗位技能强化训练,同时完成6周的毕业设计指导;第六学期(0.5)以订单企业为主导,安排学生到华阳集团在广州、深圳、重庆、上海、长沙等区域的分公司的方案、建筑、结构和职能四大部门进行岗位实践,在学校的配合下完成学生顶岗实习,真正实现了工学结合,使学生专业技能和职业素养得到实质性的培养。这些订单班有一年期的,也有三年期的,在深化人才培养模式改革、使企业真正参与人才培养的全过程、培育专业特色等方面收到较好效果。

#### 1.合作制定专业人才培养方案

围绕高职人才培养目标,校企共同参与对“订单”企业相应岗位所需知识、能力、素质的系统分析,将企业文化、职业素养及岗位技能训练等直接列入人才培养方案。构建“两块四层一贯穿”的课程体系,即课程体系由“职业素质与专业能力模块”和“综合素质与能力模块”及“公共学习领域、专业基础学习领域、专业能力学习领域、专业拓展学习领域”构成,始终贯穿“以职业能力的培养为主线”,突出对工作岗位核心职业技能的培养。

#### 2.合作管理教学全过程

订单企业全程参与“订单培养”的教学过程,实现“工学交替”。一方面把建筑企业一线技术骨干请进学校,让他们在专业核心课程、实践教学环节中担任主讲或指导教师。另一方面学生到企业实习,校企均指定专人参与学生指导和管理的全过程。其中,“恒盛建工技术班”实行“师徒结对形式”,企业派出专门的企业指导教师(师傅)带学生(徒弟),每个月由公司人力资源部同时对师傅和徒弟进行考核并将考核结果纳入绩效;基于集中顶岗的优越性,学校派专任教师每月送教下企业进行专项知识的培训和辅导。最终,学生的顶岗实习成绩由企业指导教师和专任教师根据学生的实习表现及任务完成情况来评定,并直接纳入学校的学籍成绩管理,以保证学生达到“订单”的要求。

#### 3.合作开发课程

高等职业教育有职业教育的重要属性,因此,必须将以企业真实工作任务为载体的工学结合所

需的关键能力培养融入专业教学体系,以增强毕业生就业能力,并以此深化课程内容、教学方法和教学手段改革。在课程开发方面,通过聘请建筑行业企业专业技术人员和具有丰富实践经验的能工巧匠共同参与课程标准、课程(教材)的编写及审核工作;在分析施工员职业岗位技能需要的基础上,实现教学内容模块化、模块内容项目化、项目内容任务化、任务内容过程化;能力目标明确,实训过程清晰,以真实的工作任务为载体,体现教师在“做中教”,学生在“做中学”,注重突出学生职业素养和职业能力的培养。通过上述努力,基本形成了适合高职人才培养需要的较为规范的教学文件。

#### 4.合作共建校内、外实训基地

通过积极探索校内生产性实训基地建设和校外实践基地的校企共建新模式,共建既满足学校实训又满足企业研发、融教学、培训、职业技能鉴定和技术研发功能于一体的实训基地和生产车间,以提高学生实际动手的能力。建筑工程技术专业利用建筑行业、企业优势,合作共建校内建工基础、建工综合、建筑环境、工程造价四大校内实训基地(近3万平方米)和近30个校外实践基地。其中,校企共建的建工实训场、建筑设备实训室、建筑装饰实训场的建设水平受到国内土建类同行、专家的高度评价。

目前,我院正全力推进与企业深度合作,共同建设具有真实职业氛围、集产、学、研于一体的校内“教学企业”。如与广建集团旗下的广州恒盛建设公司合作共建“现代建筑施工技术研发中心”,与华阳国际设计公司合作正在筹建中的“现代建筑设计技术研发中心”等。

#### 5.合作建设“双师结构”教师队伍

为了实现校企优势人力资源的互补,坚持把“走出去、请进来”落到实处。一方面要求专任教师以调研、兼职的方式走向合作企业(一般每年2~6个月),与企业共同解决一些管理和生产中的实际问题;另一方面聘请合作企业的技术骨干来校培训教师的实践教学技能,提高其执教能力。同时,充分利用合作企业的技术优势,建立起了一支由企业能工巧匠组成的实践教学指导教师队伍。目前,就建筑工程技术专业而言,就已组建100多人的兼职教师队伍,他们在统一制定的课程标准、实训(作业)指导书等基本教学文件指导下,围绕人

-71 -





才培养目标和具体的课程教学目标开展协调一致的教学活动,把实践教学任务落到实处。

#### 6.合作参与质量考核与评价

吸收行业企业参与人才培养质量评价,并将毕业生就业率、就业质量、企业满意度、创业成效等作为衡量人才培养质量的核心指标。主要通过聘请企业技术骨干参与教学质量的考核与评价,配合学院开展毕业生企业满意度调查。学生在企业的实习成绩由企业指导教师根据学生的实习表现及任务完成情况来评定,并直接纳入学校的学籍成绩管理,以保证学生在合作企业实习工作的顺利完成,同时也对人才培养质量进行反馈。如建筑工程技术专业围绕“擅识图、能计算、懂技术、会管理”四大核心能力,突出对学生职业能力的培养,取得显著成绩。通过毕业生就业情况调查,2010届本专业毕业生专业对口率高达91.40%,用人单位对本专业毕业生综合满意度较高,评价优良率达到99.4%,称职率为100%,优秀的教学质量得到了社会和企业的充分认可。

二、创新体制机制,探索构建以职教集团为依托的校企利益共同体

一个合作组织得以长期生存和繁荣的最好途径就是利益协调,因而各成员的利益是维系其合作关系的内核。同样,高职院校与企业的合作也是建立在一定的利益基础之上的,因为利益是双方产生合作驱动力的根本源泉,良好的利益机制是推进校企合作深度发展的动力和维系校企合作良性运转的纽带。

#### 1.组建职教集团,形成校企合作共赢的利益共同体

对学校而言最大的利益是提高教学质量,使培养的人才得到社会最大程度的认可;企业的最大利益是要获得自己想要的适用人才,增强核心竞争力,实现利润最大化;学生最大利益就是要使自己成为社会的有用之才,使其人生价值得以最大体现。从政府或教育主管部门的角度看,伴随我国经济结构调整和转型升级,急需大批的高素质技能型人才,政府在一定程度上扮演了校企合作的引导者、协调者和推动者,出台的大量高职教育政策文件中,均要求高职院校通过行企校合作,建立产学研结合的长效机制、大力推行工学结合

的人才培养工作。从学校的角度看,高职院校要发挥好人才培养、科学研究、社会服务三大功能,必须切实开展校企深度合作。从企业的角度看,要想实现转型升级和跨越式发展,就要与高职院校开展全方位的合作。只有通过校企合作,才可“量身打造”出认可企业文化的、符合企业需要的高端技能型人才。

目前,我国高职教育校企合作基本是临时性、阶段性的,校企双方没有共同组建合作组织、联合机构或管理部门,没有固定的交流场所与互动合作平台,尤其缺乏共同的愿景、明确的合作章程,必要的校企合作资源及政策的相关约束等,更谈不上校企双方是利益共同体。2012年5月,广东省教育厅主办,我院承办的“广东省建筑业、房地产业与高职院校合作对话论坛”成功举办,与会的政府、建筑企业、高职院校代表均一致认为,除了政府应加强统筹,优化产教对接环境外,依托建筑业、房地产业知名企业和相关高职院校组建职教集团,形成校企深度融合、合作共赢的利益共同体势在必行。

#### 2.依托职教集团构建产学研合作发展的育人平台

学院依托建筑企业背景优势,和广建集团、乔鑫集团、敏捷地产、华阳国际等相关建筑行业领域内产业链长、成长性好的企业集团或多家企业,以及相关高职院校共同组建职教集团,并以此为依托构建产学研合作发展的育人平台。通过完善合作机制、拓展合作领域、健全合作保障,来全面推进校企深度合作,充分发挥各自的优势,从而较好地实现各合作主体的利益诉求。真正实现“合作办学、合作育人、合作就业、合作发展”,形成具有广东特色和地方产业集群烙印的校企合作模式。

#### 参考文献:

[1]教育部.关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见(教职成[2011]12号)[Z].2011.

[2]罗伯特·欧文斯著,窦卫霖,温建平等译.教育组织行为学[M].北京:中国人民大学出版社,2007.

[3]王振洪,邵建东.构建利益共同体 推进校企深度合作[J].中国高等教育,2011,25,(2).

责任编辑:张 现

- 72 -

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>





## 5、矿物成分对软土强度性质的影响分析





# Industrial Construction

## 工业遗产保护与再利用

1 工业遗产开发的驱动力研究	高祥冠	常江
5 当代西方工业遗址景观设计中的文化表达维度解析	李同予	邹广天
9 我国工业遗产保护及再利用的思考	谢涤湘	朱雪梅
13 河南省工业遗产与历史文化名城保护	郭璇	孙莹
18 历史文化名城保护框架下的洛阳工业建筑遗产保护和再利用	孙艳	乔峰
23 南通唐闸 1895 工业遗迹复兴规划设计	田勇	张羽
26 天津工业历史遗存的调查统计分析及更新研究	张长锐	温泉
29 文脉整合·功能复合·市场契合——湖南宝山国家矿山公园规划策略思考	黎启国	郑伯红
33 小型工业厂房的文化更新探讨	洪亘伟	刘志强
37 联合地下空间开发的城市工业文化遗产的保护研究	程敏	黄双华 陈伟, 等
39 先张法预应力螺旋肋钢棒自锚预应力传递长度的试验	陈萌	付瑞佳 王宝朝, 等
43 地震动输入方向对空间框架非线性反应特征的影响	杨红	黄皓
52 耗能阻尼器参数对其减震性能的影响研究	彭泽清	张洵安 连业达, 等
57 纤维增强复合材料加固金属管线试验研究与设计分析	贾彬	张志伟 陈晓强
61 矿物成分对软土强度性质的影响分析		周晖
65 氯化钙对宁夏湿陷性黄土结构性影响的研究	崔自治	张群 王晓芸
68 土石坝黏土心墙的材料动力特性试验	张培	朱涵 赵科, 等
72 预应力高强混凝土管桩抗震性能试验研究	戎贤	徐晚哲 李艳艳
76 三种弹性本构模型预测路基变形的对比研究	刘兴华	张璐 杨松, 等
80 高延性水泥基复合材料抗压强度尺寸效应的正交试验研究	邓明科	常云涛 梁兴文, 等
86 海洋环境条件下不同结构区域混凝土耐久性研究	赵晖	张亚梅 明静
91 内嵌碳纤维板加固圆木柱轴心抗压性能试验研究	淳庆	张洋 潘建伍
96 高大模板扣件式钢管支撑体系现场实测与分析	郑莲琼	蔡雪峰 庄金平, 等
101 超深、超大地下连续墙钢筋笼吊装过程研究	杨宝珠	邵强 丁克胜, 等

## 工程建设技术标准动态

105 钢筋混凝土梁斜截面受剪承载力的对比分析	王峰	史庆轩
110 经济发展与建筑结构的安全性	贡金鑫	王幻

## 现代钢结构

115 新规范雪荷载取值在门式刚架轻钢结构檩条设计中的应用研究	李佳欣	张勇
120 钢管聚丙烯纤维砂浆短柱动态性能试验研究	孙长征	鞠程宇 赵同峰
125 中承式连续梁拱组合桥拱梁固接区受力性能模型试验研究	赵金钢	占玉林 赵人达, 等
130 大跨度单层网壳结构风洞试验研究	林拥军	宋长江 罗楠, 等
135 门式刚架优化与传统设计的相关特性比较及几个合理设计参数		林贤根

## 工程事故分析

139 双层地基上某建筑物不均匀沉降原因分析及加固措施	肖俊华	孙剑平 祝健
-----------------------------	-----	--------

## 工程实景

145 李渡新区体育中心体育场罩棚结构设计	符锴	戴国欣 高沛峻, 等
150 饱和松散砂层中挖孔桩双液注浆截水帷幕的实施	陈安生	陈柯 吴义

## BIM 技术与应用

155 探讨基于 BIM 的设计阶段的流程优化		张晓菲
-------------------------	--	-----

## 世界文化遗产名录中的工业遗产

		刘伯英
--	--	-----

二〇一三年七月第七期



## 矿物成分对软土强度性质的影响分析

周晖

(广州城建职业学院, 广州 510925)

**摘要:**通过X射线衍射法定量分析珠江三角洲软土的矿物组成,并采用乙二醇乙醚吸附法(EGME法)测试人工土样与天然土样的总比表面积,研究黏土矿物与非黏土矿物对土体强度特性变化的影响。经分析后发现:黏土矿物(如蒙脱石)通常为片状颗粒,具有很大的比表面积,故吸附的结合水膜较厚,颗粒间的直接接触点较少,颗粒间由结合水膜连接的胶结作用明显,粒间由于易于错动而形成润滑摩擦,表现为抗剪强度与内摩擦角低,黏聚力高;非黏土矿物颗粒(如石英)通常为粒状或针状,比表面积小,吸附水膜较薄,黏聚力较低,粒间大多为直接接触使得摩擦角增加,从而其强度得以增加。

**关键词:**软土;黏土矿物;非黏土矿物;比表面积;强度

**DOI:** 10.7617/j.issn.1000-8993.2013.07.015

### ANALYSIS OF MINERAL COMPOSITION IMPACT ON SOFT SOIL'S STRENGTH PROPERTIES

Zhou Hui

(Guangzhou City Construction College, Guangzhou 510925, China)

**Abstract:** The mineral composition of the PRD's soft clay was analyzed quantitatively by using the X-ray diffraction method, and the total specific surface area of artificial soil samples and natural soil samples was tested by EGME method for studying the influence of mineral composition to the soil's strength characteristics. It is found that clay mineral (such as montmorillonite) is usually lamellar particle, has a large specific surface area, the adsorptive bound water membrane is thicker, intergranular direct contact between particles is less, the cementing actions connected by the combined water film is more obvious, and lubrication friction is formed intergranular due to easy movement, which can be expressed by the lower shear strength and smaller angle of internal friction and the high cohesive force. And non-clay mineral particles (such as quartz) are usually granular or needle, specific surface area is small, adsorbed water film is thinner, cohesive force is low, and there is a direct contact with the friction angle between particles, so as to increase its strength.

**Keywords:** soft soil; clay mineral; non-clay mineral; specific surface area; strength

### 1 概述

我国沿海地区广泛分布淤泥质海岸,按其沉积环境细分有滨海相沉积的天津塘沽、浙江温州、宁波等地,溺谷相沉积的闽江口平原,三角洲相沉积的长江三角洲、珠江三角洲等<sup>[1]</sup>。由于软土区域特性明显、工程性质应用复杂,相比渤海湾、长江三角洲、闽江三角洲地区的软土,珠江三角洲软土含水量更高、土质更软<sup>[2-3]</sup>,因此,准确确定软土强度参数对于软土工程有着重要意义。通过对珠江三角洲软土成因的矿物成分研究分析,将该区域软土的矿物成分特征与其强度特性相联系,为今后该地区软土工程的开展提供借鉴。

天然软土因其矿物成分不同,其骨架颗粒的形态存在明显差异。天然软土的骨架颗粒往往是由黏

粒及集合体组成的,黏土矿物(如高岭石、蒙脱石等)颗粒形状大多为片状或杆状,排列随机且分散,具有很大的比表面积;软土中的非黏土矿物(如石英、长石等)通常以粒状、针状为主,其比表面积较小。图1所示为反映珠江三角洲典型软土颗粒特征的电镜扫描图片,可清晰看出颗粒的形态特征。

### 2 软土矿物成分分析及比表面积测试

#### 2.1 珠江三角洲软土矿物成分分析

利用X射线衍射分析法及布拉格方程可以对

作    者:周晖,女,1979年出生,博士,讲师。

电子邮箱:zhouhuanhui@126.com

收稿日期:2013-01-28

Industrial Construction Vol. 43, No. 7, 2013

工业建筑 2013年第43卷第7期 61

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>



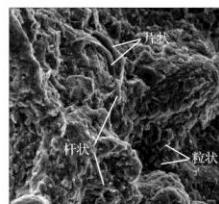


图1 珠江三角洲典型软土的颗粒特征

Fig.1 Particle characteristics of typical soft soil in PRD

各种土壤进行物相鉴定<sup>[5-8]</sup>。表1为利用该法测得的珠江三角洲典型软土的矿物组成情况,图2即为珠江三角洲典型软土的X射线衍射图谱。

由表1和图2可知,珠江三角洲地区软土粗颗粒的造岩矿物主要为石英、云母、长石及少量绿泥石,软土中的黏土矿物成分主要以蒙脱石、高岭石、伊利石为主。

## 2.2 软土试样的比表面积测试

### 2.2.1 测试原理

试样比表面积测试的方法主要包括仪器法和吸

表1 珠江三角洲典型软土的矿物组成

Table 1 Mineral composition of typical soft soil in PRD

土样名称	矿物组成成分及比例/%											
	蒙脱石	伊利石	白云母	高岭石	绿泥石	石英	长石	方解石	石膏	石盐	硬水铝石	赤铁矿
南沙淤泥	22.2	—	22.8	12.1	10.9	19.0	7.6	2.0	—	—	3.0	—
金沙洲淤泥质黏土	23.2	—	11.7	8.4	—	47.9	4.9	—	3.9	—	—	—
番禺淤泥	26.5	—	8.3	19.5	—	32.9	10.1	—	—	2.6	—	—
深圳淤泥质土	25.1	—	17.2	36.0	—	11.2	8.3	—	—	—	—	2.2
珠海淤泥	18.4	11.8	—	26.4	—	15.1	8.9	—	8.8	6.0	—	4.7

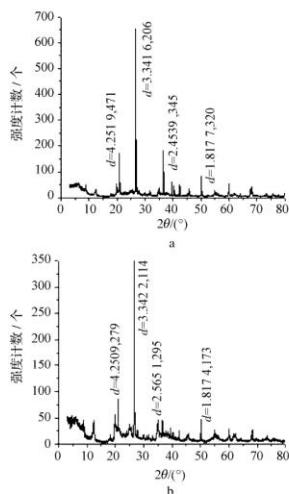


图2 珠江三角洲软土X射线衍射图谱

Fig.2 X-ray diffraction pattern of soft soil in PRD

附法,其中后者应用较多<sup>[7-8]</sup>。本文所采用的乙二醇乙醚吸附法(EGME法)的原理是在维持一定的乙二醇乙醚(EGME)蒸汽压下,使EGME分子成单分子层吸附在土颗粒表面,按吸附的质量和分子大小计算出土颗粒的比表面积,其试样的总比表面积 $S_s$ 如式(1)所示<sup>[9]</sup>。

$$S_s = \frac{W_2 - W_1}{2.86 \times 10^{-4} \times (W_2 - W_0)} \quad (1)$$

式中: $S_s$ 为总比表面积,  $\text{m}^2/\text{g}$ ;  $W_0$ 为铝盒质量,  $\text{g}$ ;  $W_1$ 为铝盒+干样质量,  $\text{g}$ ;  $W_2$ 为铝盒+干样+吸附的EGME质量,  $\text{g}$ ;  $2.86 \times 10^{-4}$ 为换算因数。

### 2.2.2 测试结果分析

表2、表3分别为珠江三角洲软土主要矿物成分、珠江三角洲天然软土的总比表面积测试结果。

表2 主要矿物成分总比表面积测试结果(EGME法)

Table 2 Total specific surface area test results of main mineral composition (EGME method)

试样成分	铝盒 $W_0/\text{g}$	铝盒+干样 $W_1/\text{g}$	铝盒+干样+吸附的EGME $W_2/\text{g}$	总比表面积/ ( $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )	
				$S_s$	$S_a$
膨润土(主 要成分蒙 脱石)	9.011 7	10.087 9	10.237 4	426.5	426.9
高岭土(主 要成分高 岭石)	8.969 2	9.970 3	10.109 2	426.0	428.3
石英	8.711 3	9.716 3	9.856 6	17.6	17.6
长石	8.891 1	9.897 2	9.902 3	17.3	17.3
	9.532 4	10.536 9	10.541 9	18.0	18.0
	8.944 6	9.947 9	9.948 6	2.4	2.7
	8.713 6	9.715 3	9.716 1	2.8	
	9.013 1	10.015 2	10.016 0	2.8	
	9.029 5	10.041 6	10.042 9	4.5	4.5
	8.599 1	9.601 4	9.602 7	4.5	
	8.313 7	9.320 4	9.321 7	4.5	

由表2结果可知,珠江三角洲4种典型矿物颗粒的总比表面积按石英、长石、高岭石、蒙脱石顺序依次增大。黏土矿物蒙脱石的总比表面积最大,约427  $\text{m}^2/\text{g}$ ,非黏土矿物石英的总比表面积最小,为

表3 珠江三角洲天然软土总比表面积测试结果(EGME法)  
Table 3 Total specific surface area test results of the PRD's natural soft soil (EGME method)

试样成分	铝盒 $W_0/g$	铝盒 + 干样 $W_1/g$	铝盒 + 干 样 + 吸附 的 EGME $W_2/g$	总比表面积/ ( $m^2 \cdot g^{-1}$ )	
				$S_g$	$S_s$
南沙淤泥	8.313 2	9.317 6	9.345 5	94.5	92.8
	8.596 1	9.592 8	9.619 8	92.2	
	9.023 3	10.021 6	10.048 5	91.7	
金沙洲淤泥	8.678 9	9.684 8	9.713 5	97.0	97.4
	9.027 1	10.031 2	10.059 5	95.8	
	8.593 5	9.595 6	9.624 9	99.3	
番禺淤泥	8.563 4	9.561 6	9.587 4	88.1	89.1
	8.954 1	9.952 0	9.978 3	89.8	
	8.953 2	9.952 5	9.978 7	89.3	
深圳淤泥	8.322 7	9.328 9	9.363 2	115.3	115.5
	9.027 7	10.031 5	10.065 6	114.9	
	8.696 3	9.698 3	9.732 8	116.4	

2.7  $m^2/g$ , 蒙脱石的总比表面积分别是石英、长石的158.1倍、94.9倍;高岭石的总表面积分别是石英、长石的6.5倍、3.9倍。分析原因可知,由于黏土矿物蒙脱石、高岭石属层状硅酸盐,具有特有的片(层)状结构(图1),故其总表面积远大于非黏土矿物的石英和长石;非黏土矿物中的石英晶体属于三方偏方面体晶类,常发育成完好的柱状晶体,而长石常发育成为平行a轴、b轴或c轴的柱状或厚板状晶体,两者并不具有黏土矿物的片层状结构,而以粒状为主,故总表面积均较小(图1)。

由表3可见,珠江三角洲各地软土的总比表面积在85.0~115.5  $m^2/g$ ,平均值为95.96  $m^2/g$ 。总体来说,广州地区(包括南沙、金沙洲、番禺)软土的总比表面积较深圳地区比表面积略小。从矿物成分的角度来看,即软土中黏土矿物(如蒙脱石)的相对

含量越高,土样的总比表面积就越大,而非黏土矿物(石英和长石)的相对含量越高,软土样的总比表面积也就越小。对比广州番禺软土、深圳软土矿物成分后发现(表1),两者蒙脱石含量相当(26.5%和25.1%),但前者的高岭石、白云母含量较低,长石、石英的含量却远高于后者,故其总表面积也要小,很好地证明了土颗粒的比表面积测试结果与其矿物成分的组成和含量结果相吻合。

### 3 矿物成分对软土强度的影响分析

软土中不同矿物成分因其颗粒特征不同,导致比表面积、表面微电场强度、结合水膜厚度及液塑性指标等均不同,进而影响软土的强度特性<sup>[10]</sup>。珠江三角洲典型矿物的人工土样和天然软土样的快剪试验条件参数见表4。在快剪试验中每组试样4个,分别施加100,200,300,400 kPa的竖向压力,剪切速率为0.8 mm/min,其中,人工土样以击样法制备,配制的含水量在塑限附近,天然软土为原状样。

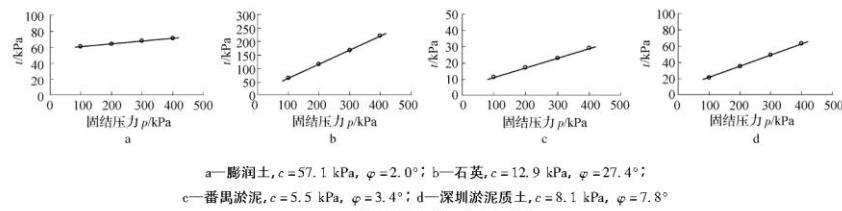
表4 典型矿物的人工土样和天然软土样的快剪试验参数

Table 4 Quick shear test parameters of typical mineral's artificial soil samples and natural soft soil samples

试样成分	试样 数量	干密度 $\rho_d /$ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	孔隙 比 $e$	液限 $w_L /%$	塑限 $w_p /%$	含水量 $w /%$
膨润土	4	0.96	1.59	180.9	52.3	53.9
石英	4	2.23	0.88	16.8	11.1	12.7
番禺淤泥	4	1.36	2.06	42.6	22.9	74.1
深圳淤泥质土	4	1.34	1.52	45.1	19.8	58.3

注:膨润土的主要成分为蒙脱石。

图3为各组试样的快剪强度试验曲线,其具体数值列于表5中。



a—膨润土,  $c = 57.1$  kPa,  $\varphi = 2.0^\circ$ ; b—石英,  $c = 12.9$  kPa,  $\varphi = 27.4^\circ$ ;  
c—番禺淤泥,  $c = 5.5$  kPa,  $\varphi = 3.4^\circ$ ; d—深圳淤泥质土,  $c = 8.1$  kPa,  $\varphi = 7.8^\circ$

图3 各试样的快剪强度试验曲线

Fig. 3 Quick shear strength test curve of the samples

由快剪试验结果可以总结出不同矿物成分试样的强度特性有显著差异:

1) 对于单一成分的土样,随着竖向压力提高,土样的抗剪强度均逐渐增大,但强度增长幅度不同(表5中的膨润土和石英试样),表明不同成分矿物

颗粒的强度性质具有各自的特点。与100 kPa压力对应的抗剪强度相比,其他各级压力下膨润土(主要成分为蒙脱石)试样强度的增长幅度在7.8%~18.1%,石英为81.2%~241.2%,说明膨润土的抗剪强度增长相对不明显,而石英强度却有大幅增长;

矿物成分对软土强度性质的影响分析——周晖

63



表 5 试样的抗剪强度及其强度指标

Table 5 Shear strength of soil samples and their strength index

试样成分	各级竖向压力下的抗剪强度 $\tau$ /kPa				快剪指标	
	100	200	300	400	c/kPa	$\phi$ / (°)
膨润土	60.2	64.9	67.2	71.1	57.1	2.0
石英	64.5	116.9	167.8	220.1	12.9	27.4
番禺淤泥	11.4	17.2	23.0	29.1	5.5	3.4
深圳淤泥质土	21.8	35.5	49.2	62.9	8.1	7.8

在相同的竖向压力下, 膨润土试样的抗剪强度明显低于石英强度, 随着荷载的增加, 此现象加剧; 在强度指标方面, 膨润土黏聚力较高而内摩擦角较小仅为 $2^\circ$ , 而石英的内摩擦角接近 $28^\circ$ , 黏聚力接近13 kPa。

2) 对于番禺和深圳的天然软土而言, 由于其黏土矿物成分含量较高(表1所示, 均超过50%)且含水量较高, 使得其抗剪强度指标均较低, 两者黏聚力均小于10 kPa, 分别为5.5 kPa和8.8 kPa, 摩擦角均小于 $10^\circ$ , 分别为 $3.4^\circ$ 和 $7.8^\circ$ 。

#### 4 结语

通过研究珠江三角洲典型矿物的人工土样和天然软土样的颗粒特征、比表面积结果, 分析矿物成分对软土强度性质的影响, 得到如下主要结论:

- 1) 对于单一成分的土样, 随着竖向压力提高, 土样的抗剪强度逐渐增大。比较而言, 非黏土矿物石英试样比黏土矿物蒙脱石试样的强度增幅大。
- 2) 天然软土因其黏土矿物成分含量较高且含水量较高, 使得其抗剪强度指标均较低。
- 3) 土体的宏观强度性状可以看作是不同类型矿物颗粒微观摩擦和胶结性质的综合体现, 微观摩擦和胶结性质与颗粒表面的吸附结合水含量密切相关。

关, 而结合水的情况又与颗粒特征密切相关。

4) 由于黏土矿物通常为片状颗粒, 具有很大的比表面积, 随比表面积增加粒间吸附作用增强, 吸附的结合水膜增加, 颗粒间的直接接触点就越少, 颗粒间由结合水膜连接的胶结作用就越明显, 粒间由于易于错动而形成润滑摩擦, 表现为抗剪强度与内摩擦角低, 而黏聚力高; 而非黏土矿物颗粒(如石英)通常为粒状或针状, 比表面积小, 吸附结合水的胶结作用弱, 吸附水膜较薄, 黏聚力较低, 粒间大多为直接接触使得摩擦角增加, 从而使其强度得以增加。

#### 参考文献

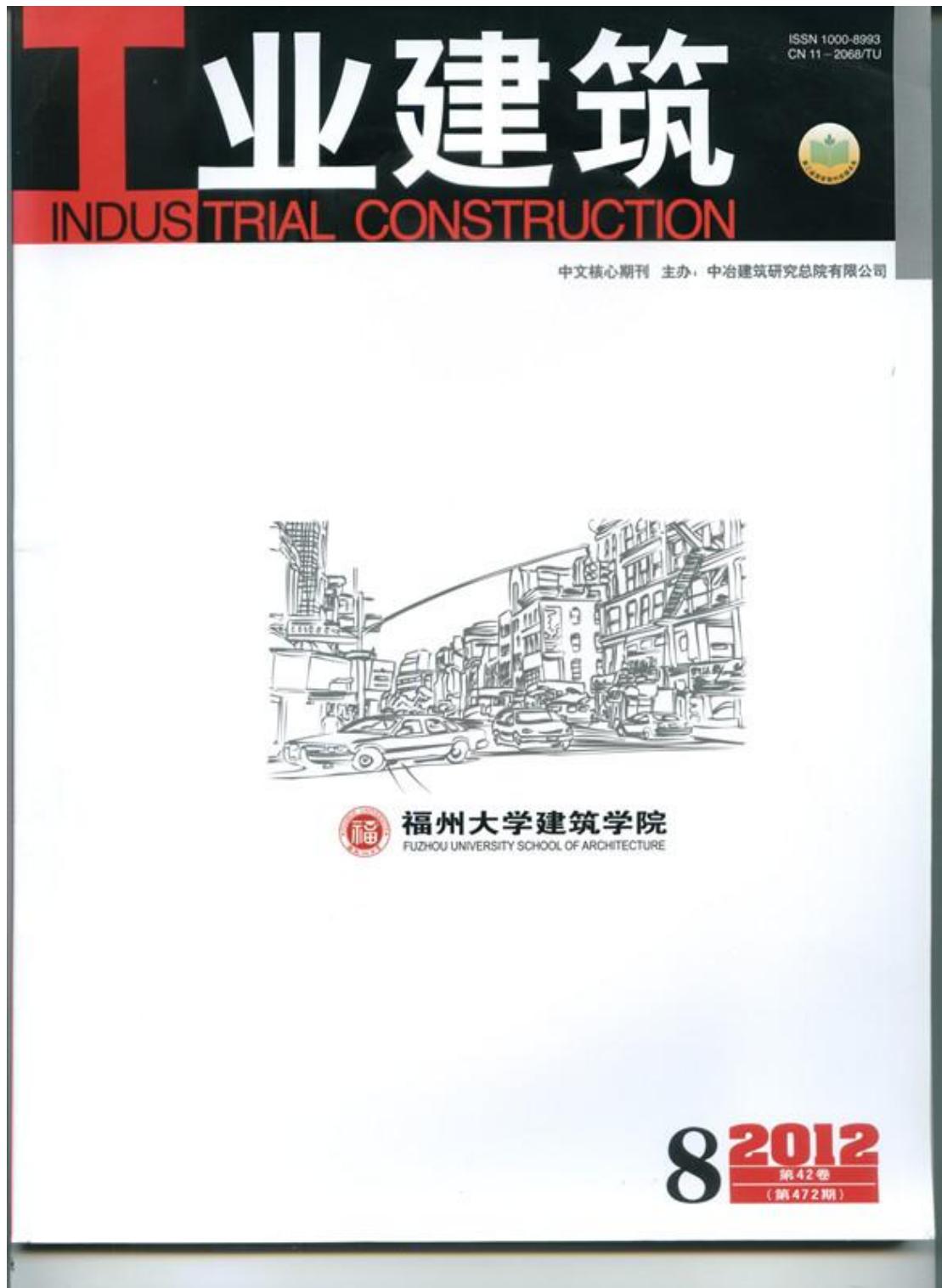
- [1] 周晖, 房营光, 禹长江. 广州软土固结过程微观结构的显微观测与分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28 (S2): 3830 - 3837.
- [2] 陈国能, 张珂. 珠江三角洲晚更新世以来的沉积—古地理 [J]. 第四纪研究, 1994 (1): 67 - 74.
- [3] 陈晓平, 黄国怡, 梁志松. 珠江三角洲软土特性研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22 (1): 137 - 141.
- [4] Zhou Hui, Fang Ying-guang, Gu Ren-guo, et al. Microscopic Analysis of Saturated Soft Clay in Pearl River Delta [J]. Journal of Central South University of Technology, 2011, 18 (2): 504 - 510.
- [5] 李明德, 秦勇. X射线衍射物相分析在胶凝材料研究中的应用 [J]. 云南建材, 1999 (2): 21 - 23.
- [6] 李娟, 于斌. 黏土矿物对储层物性的影响 [J]. 中国西部科技, 2011, 10 (22): 8 - 9.
- [7] 孟昭福, 张一平, 郭仲义. 有机修饰壤土表面特性的研究: I. CEC 和比表面积 [J]. 土壤学报, 2008, 45 (2): 370 - 374.
- [8] Carter D L, Heilmann M D, Gonzalez C L. Ethylene Glycol Monoethyl Ether for Determining Surface Area of Silicate Minerals [J]. Soil Science, 1965 (100): 356 - 360.
- [9] 邱正松, 丁锐, 于连香. 泥页岩比表面积测定方法研究 [J]. 钻井液与完井液, 1999, 16 (1): 9 - 11.
- [10] 梁健伟. 软土变形和渗透特性的试验研究与微观参数分析 [D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [11] 陈浩宇, 余红发, 刘连新, 等. 混凝土在海洋环境和除冰盐条件下的氯离子扩散行为 [J]. 华中科技大学学报: 城市科学版, 2005 (9): 48 - 52.
- [12] Luping T, Andersen A. Chloride Ingress Data from Five Years Field Exposure in a Swedish Marine Environment [C] // Proceedings of 2nd International RILEM Workshop on Testing and Modeling the Chloride Ingress in Concrete. Paris: 2000.
- [13] CECS 53: 93 混凝土碱含量限值标准 [S].
- [14] Berube M A, Dorion J, Duchesne J, et al. Laboratory and Field Investigations of the Influence of Sodium Chloride on Alkali-Silica Reactivity [J]. Cement and Concrete Research, 2003 (33): 77 - 84.
- [15] Sibbick R G. Mechanism Affecting the Development of Alkali-Silica Reaction Hardened Concretes Exposed to Saline Environments [J]. Magazine of Concrete Research, 1998, 50 (144): 147 - 159.

(上接第90页)

- [12] 陈浩宇, 余红发, 刘连新, 等. 混凝土在海洋环境和除冰盐条件下的氯离子扩散行为 [J]. 华中科技大学学报: 城市科学版, 2005 (9): 48 - 52.
- [13] Luping T, Andersen A. Chloride Ingress Data from Five Years Field Exposure in a Swedish Marine Environment [C] // Proceedings of 2nd International RILEM Workshop on Testing and Modeling the Chloride Ingress in Concrete. Paris: 2000.
- [14] CECS 53: 93 混凝土碱含量限值标准 [S].



## 6、人工土固结过程中微观结构效应研究





# INDUSTRIAL CONSTRUCTION

## 可装配式密肋复合墙结构体系的研究

- 1 基于 IDA 法的生态复合墙结构抗震性能评估  
6 基于统一强度理论的生态复合墙结构 ABAQUS 二次开发平台建设  
12 基于不同剪跨比的生态复合墙体抗震性能及受剪承载力分析  
18 开洞生态复合墙体抗震性能及抗侧刚度研究  
23 基于统一强度理论生态复合墙体受剪极限承载力分析  
27 联肢生态复合墙体抗震性能及受剪承载力研究  
33 现砌加强筋生态复合墙体斜截面抗剪承载力研究  
37 生态复合墙结构桩接基础优化设计分析  
41 桩支生态复合墙结构非线性地震反应分析  
45 拉萨传统城市建筑色彩的内涵及形态表现  
49 湖南地区节能住宅屋顶设计研究  
54 钢筋混凝土梁疲劳弯曲损伤指标的计算方法  
59 下沉式楼面板结构受力性能数值分析  
64 新型混合配筋预应力混凝土土管桩抗弯性能试验研究  
69 核电站取水口建筑物的抗震性能分析  
75 桩端刺入的离心机试验研究  
79 黏土矿物及粉粒对普格达组粉质黏土可塑性的影响  
84 人工土围挡过程中微观结构效应研究  
89 合成纤维水泥稳定土抗裂性试验研究  
93 广州新客站主站房逆作法施工及预应力混凝土张拉全过程模拟分析  
97 潍阳体育场预应力钢结构施工技术  
102 浅埋大断面隧道施工工法优化分析  
108 建构在不良地层中穿越别墅区施工技术  
113 成都东客站钢结构工程“青铜面具”柱钢结构加工制作技术

黄 锋 蒋小平 张程华, 等  
黄 锋 刘 华 赵 冬, 等  
刘健籽 黄 锋 张程华, 等  
尚春林 黄 锋 张程华, 等  
黄 锋 王君斌 张程华, 等  
杨雪姣 黄 锋 侯莉娜, 等  
张文斌 张程华 黄 锋, 等  
张 薇 卢俊龙 黄 锋, 等  
田 洁 黄 锋 卢俊龙, 等

丁 权 刘和平  
肖 敏 张国强 刘宏成  
贾金青 张丽华 孟 刚  
刘海峰 孙 宁 黄辉辉, 等  
王新玲 高会宗 周同和, 等  
薛志成 王振清 袁 强, 等  
周 健 王强强 郭建军  
徐宝恒 徐则民 孟庆会, 等  
高大峰 任禹州 王方辉, 等  
张开臣 徐 刚 钱笑钦, 等  
王泽强 陈新礼 尤德清, 等  
吴占瑞 潘春燕 唐进才  
徐笑蓉 吕秋鸿 刘 新  
钱志忠

## 名家论坛

- 118 我国规范中混凝土结构用钢筋的若干规定

金虎根

## 综 述

- 121 几种新型工业化住宅结构体系综述

黄 锋 张振中 赵 冬, 等

## 现代钢结构

- 128 门式刚架平齐式檩板梁柱节点有限元与试验分析  
133 新型组合桁架式吊车梁试验研究  
139 飘带形大跨屋盖风致响应振型耦合效应研究  
144 钢管混凝土构件抗弯刚度折减系数的回归分析  
149 成都双流国际机场 T2 航站楼空间粗骨料节点极限承载力研究  
154 水泥工厂预均化库落地球面网壳优化设计

林仁德  
谢 翠 罗 润 邓 丽  
孙演雁 张旭伟 陈家光  
吴乃森 吴志坤 赵艳艳, 等  
邵铁峰 王 伟 陈以一  
尹 超 赵树丽 陈忠华, 等

## 鉴 定·加 固·改 造

- 158 某钢管混凝土系杆拱桥病害检测及其加固

吕建根 王荣祥

## 国 际 科 技 交 流

- 162 近年美国老年居住建筑设计的发展趋势

张天宇

## 建 筑 设 计 漫 谈

- 166 建筑结构与体造型的创新互动

刘永进 罗梦潇

## BIM 技术与应 用

- 169 Rhino 在大同图书馆中的 BIM 实践

杜书波 孙胜男 李慧勇



## 人工土固结过程中微观结构效应研究

周晖

(广州城建职业学院, 广州 510925)

**摘要:**通过定量分析固结人工土的微观结构,研究非黏土矿物与黏土矿物对土体微观结构(颗粒和孔隙)变化的影响。经ESEM图片比对分析后发现:非黏土矿物长石试样颗粒较大,粒间大多以面-面连接,结构较致密,加载后,大颗粒碎散成小颗粒,颗粒平均粒径减小,圆形度提高,颗粒定向性变化较大而其分布分维数呈现下降趋势;黏土矿物高岭土试样颗粒较小,粒间大多以边-边、边-面连接,孔隙较多,加载后,团聚现象明显致使颗粒平均粒径增大,圆形度降低,孔隙也逐渐向团聚单元体内部孔隙转变,在加载初期( $p < 100 \text{ kPa}$ ),颗粒与孔隙的定向概率熵与分布分维数均明显下降,之后趋于稳定。

**关键词:**非黏土矿物;黏土矿物;微结构;定向概率熵;分布分维数

### MICROSTRUCTURE EFFECTS OF ARTIFICIAL SOIL IN THE CONSOLIDATION PROCESS

Zhou Hui

(Guangzhou City Construction College, Guangzhou 510925, China)

**Abstract:** The effect on the soil microstructure (grain and pore) of non-clay on clay minerals and clay minerals is analyzed quantitatively by studying the artificial soil's microstructure in the consolidation process. The ESEM image analysis found that the non-clay minerals feldspar sample has the following characteristics including larger particles, face to face connection mostly with dense structure. After loaded large particles shattered into small particles, particle mean diameter decreases, increases, the particles directional change greatly and its distribution fractal dimension shows a downward trend. However, clay mineral kaolin sample has smaller particles, which are connected with edge to edge or edge to face with more pore. After loaded, agglomeration significantly causes the average granule diameter to increase, the circularity reduce, pore also gradually change to internal porosity of agglomeration unit, in the early stage of loading ( $p < 100 \text{ kPa}$ ), directional probability entropy and fractal of particle and pore are significantly decreased, then tends to be stable.

**Keywords:** non-clay minerals; clay minerals; microstructure; directional probability entropy; distribution fractal

### 0 引言

土的固相矿物成分比较复杂,一般由各种结晶质的非黏土和黏土类矿物、非晶体材料、有机物以及沉淀析出的盐类等几部分组成,其工程土体成分中的绝大多数为无机质结晶的非黏土和黏土矿物。

长期的工程实践表明<sup>[1-3]</sup>,虽然工程土体成分中非黏土矿物含量往往比黏土矿物含量多得多,但是后者对土体性状的影响程度却远超前者,其深层次的原因还在于两者微观结构的巨大差异。当土体中有黏土矿物存在,较小的黏土矿物颗粒会包裹在非黏土矿物颗粒的表面,使得非黏土矿物颗粒之间不能直接接触,从而黏土矿物得以控制土体的性状。当土体受到固结荷载作用时,由于其中黏土矿物的作用,促进了土颗粒间的相互运动,增大了土体的压缩性。通过对不同矿物成分配比的固结人工土进行

微观结构定量分析,研究土体受到荷载作用后,非黏土矿物与黏土矿物对其微观结构(颗粒单元体和孔隙)变化的影响。

### 1 试样及其制备

#### 1.1 试样制备

本试验用土包括非黏土矿物长石和黏土矿物高岭土。除了利用常规土工试验测试其主要物理力学参数外,还运用 Mastersizer 2000 型激光粒度分析仪测试两种人工土的体积平均粒径和表面积平均粒径,测量范围为  $0.02 \sim 2000 \mu\text{m}$ , 测试方法为湿法。

作 者:周晖,女,1979年出生,博士研究生,讲师。

E-mail:zhouhuihan@126.com

收稿日期:2012-02-28

表 1 为两种人工土的主要物理力学参数和平均粒径。根据粒度分析结果,长石和高岭土的平均粒径达到微米级,均属于极细颗粒土。

表 1 土的主要物理力学参数及平均粒径

Table 1 The main physical and mechanical parameters and the average particle size of the soil materials

土样名称	土颗粒相对密度	液限/%	塑限/%	指数限/	体积平均粒径/ $\mu\text{m}$	表面平均粒径/ $\mu\text{m}$
长石	4.78	11.6	6.2	5.4	10.24	2.70
高岭土	2.76	61.4	35.1	26.3	6.12	2.32

注:体积平均粒径,即具有此粒径的颗粒的体积正好等于所有颗粒的体积的平均值;表面平均粒径,即具有此粒径的颗粒的表面积正好等于所有颗粒的表面积的平均值。

为研究矿物成分对加载后土体微观结构的影响,依据矿物成分配比共制作了 4 组试样,试样成分及其物理性质如表 2 所示。

表 2 试样成分及物理性质

Table 2 Sample composition and physical properties

编号	试样成分	干密度 $\rho_d / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	初始孔隙比		初始含水量 $w / \%$
			$e_0$	$w / \%$	
Y1	100% 长石	2.83	0.69	10	
Y2	100% 高岭土	1.10	1.51	50	
Y3	50% 长石 + 50% 高岭土	1.81	1.08	27.5	
Y4	33.3% 长石 + 66.7% 高岭土	1.64	1.09	33.3	

## 1.2 常规固结试验

根据常规固结试验中土体压缩量与时间关系可求出试样在最终荷载稳定后的孔隙比  $e_0$ ,图 1 即为各试样孔隙比  $e$  随荷载  $p$  的变化曲线( $e-p$  曲线)。

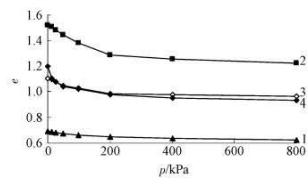


图 1 人工土试样的  $e-p$  曲线  
Fig. 1 The  $e-p$  curve of the artificial soil sample

由图 1 可知,长石试样(非黏土矿物)总压缩量很小,孔隙比降幅很小,说明其结构相对致密;高岭土试样(黏土矿物)总压缩量较大,尤其加载初期( $p \leq 200 \text{ kPa}$  时)压缩量突变明显,加载后期( $p > 200 \text{ kPa}$  时)压缩趋缓。这既与试样的初始孔隙比有关也说明非黏土矿物试样的微观结构更致密;对于

人工土固结过程中微观结构效应研究——周晖  
?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

两种矿物混合试样,其孔隙比介于纯矿物试样之间,说明两种矿物混合后,由于颗粒粒径更不均匀,级配变好使得微观结构更加稳定。

## 1.3 ESEM 样品制备

将固结前和各级荷载后的土样分别制备 ESEM 样品<sup>[4-5]</sup>,放入 Quanta 200 环境扫描电子显微镜的观测仓中,选择试样竖直断面为观测面,控制仓内温度 5 ℃,压力 650 Pa。对各试样样品进行微观观测并拍摄 ESEM 图片,如图 2 所示。

## 2 土体固结过程的微观结构效应

### 2.1 微观结构形态特征分析

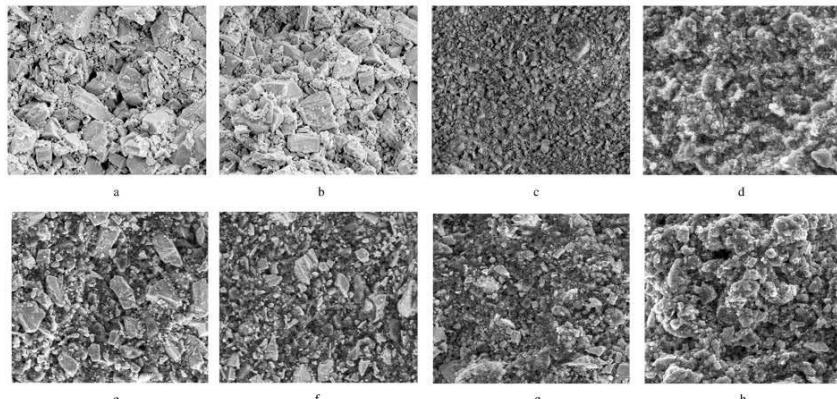
土体结构的形态学特征,即颗粒单元体或孔隙的大小、形状、表面特征及其定量化的比例关系,如颗粒单元体或孔隙的粒径(分布)、孔径(分布)、周长和总面积、形状系数等。

由图 2 可见,  $p = 0 \text{ kPa}$  时,非黏土矿物试样与黏土矿物试样在微观形态上存在明显差异。长石试样(Y1)颗粒较大,棱角分明,粒间大多以面-面方式连接,相互嵌固,较多的碎屑填充于大颗粒之间,孔隙少而结构较致密;高岭土试样(Y2)颗粒较小,无明显棱角,有较多颗粒以聚合体形式存在,个别呈片状,粒间多以边-边、边-面方式连接,孔隙分布多;两种矿物混合试样(Y3、Y4)中较大的长石颗粒被较小的高岭土颗粒包裹,使大部分长石颗粒间不能直接接触,粒间嵌固作用明显减弱,有较多团聚在一起的颗粒单元体存在,随着高岭土含量的增加,团聚现象明显,孔隙分布较多。

随着荷载的增加,长石试样(Y1)的颗粒结构更加致密,粒间以面-面接触为主,相互间嵌固作用更加明显,颗粒难于滚动和移动,孔隙主要分布于粒间;高岭土试样(Y2)的颗粒出现了明显的团聚现象,颗粒排列方式也由边-边,边-面连接向面-面连接转变,孔隙也逐渐由粒间孔隙向团聚单元体内孔隙转变。

两种矿物混合试样(Y3、Y4)中,长石颗粒多数被细小的高岭土颗粒所包裹,Y3 试样中,长石颗粒被包裹程度弱,一些长石颗粒之间仍接触,在荷载作用下,土体颗粒更加密实;反之,高岭土所占比例较高的试样(Y4),长石颗粒被包裹程度强,大部分长石颗粒与颗粒之间不能相互接触,随荷载的增加,颗粒团聚现象明显,当荷载达到 800 kPa 时颗粒团聚单元体广泛分布。

ESEM 图片经处理,得到各级荷载下颗粒的粒径分布如表 3 所示。随着荷载增加,长石试样(Y1)



a—Y1, 0 kPa; b—Y1, 800 kPa; c—Y2, 0 kPa; d—Y2, 800 kPa; e—Y3, 0 kPa; f—Y3, 800 kPa; g—Y4, 0 kPa; h—Y4, 800 kPa  
图 2 人工土试样 ESEM 图片 ( $\times 2000$ )  
Fig. 2 ESEM photos of the artificial soil samples ( $\times 2000$ )

的较大颗粒明显减少,而小颗粒比例增多,说明在压カ作用下,大颗粒碎散成小颗粒;相反,高岭土试样(Y2)的较小颗粒含量减少,而大于  $20 \mu\text{m}$  的颗粒逐渐出现并增多,说明颗粒团聚现象逐渐呈现;两种矿

表 3 各试样颗粒在不同压力下的粒径分布

Table 3 Size distribution of particles at different pressures

试样	压力 / kPa	颗粒所占百分含量 /%			
		<1 $\mu\text{m}$	1~5 $\mu\text{m}$	5~20 $\mu\text{m}$	>20 $\mu\text{m}$
Y1	0	25.5	61.4	13.1	0
	200	32.8	59.6	7.6	0
	400	33.4	60.7	5.9	0
	800	35.2	61.9	2.9	0
Y2	0	15.2	78.8	6.0	0
	200	9.3	78.7	11.6	0.4
	400	7.8	76.4	15.1	0.7
	800	7.5	73.6	18.1	0.8
Y3	0	26.8	67.1	6.1	0.0
	200	24.4	68.1	7.1	0.4
	400	22.1	67.5	10.0	0.4
	800	20.9	67.9	10.9	0.3
Y4	0	25.5	69.4	5.1	0.0
	200	22.3	68.1	9.2	0.4
	400	20.8	67.3	11.0	0.9
	800	19.6	65.4	13.9	1.1

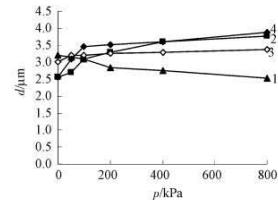
物混合试样(Y3)中,颗粒初始粒径较大,荷载增加使其小颗粒减少,中等粒径颗粒增加并有较大粒径产生,这与两种颗粒之间的包裹作用有关,当长石颗粒被包裹住时,大荷载作用下也不易使其大颗粒破碎;高岭土比例高的试样(Y4),由于高岭土本身等效粒径较小且数量较多的缘故,随着荷载的增大,其

小颗粒减小,大颗粒(团粒)增多,这说明其颗粒的团聚现象显著。

各试样的等效粒径  $d$ 、颗粒平均圆形度  $R$  随荷载的变化关系分别如图 3、图 4 所示。由图 3 知,黏土矿物含量较大的试样(Y2、Y4),颗粒等效粒径变化程度大,这说明黏土矿物增加了颗粒的活动性,使土颗粒更易发生转动和聚合;由图 4 知,当黏土矿物成分比例较高时(Y2、Y4),其土体颗粒初始圆形度较高,随荷载增大,颗粒的压缩变形更为明显,颗粒平均圆形度变化程度大,说明黏土矿物成分使土颗粒间转动阻力减小,使颗粒的活动性增大。由于两种配比试样(Y3、Y4)成分比例相差不大,故其圆形度的变化情况也较为接近。

## 2.2 微观结构的排列特征

微观结构的排列特征主要是指结构单元体或孔隙在空间中的排列状况,是微观结构在几何学上的



1—Y1; 2—Y2; 3—Y3; 4—Y4  
图 3 颗粒平均粒径与固结荷载关系( $d-p$  曲线)  
Fig. 3 The  $d-p$  curves of samples



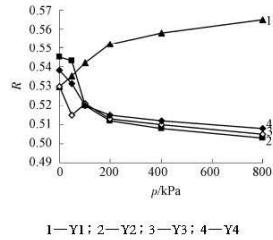


图 4 颗粒平均圆度与固结荷载关系( $R-p$  曲线)

Fig. 4 The  $R-p$  curves of samples

主要表现<sup>[4]</sup>。现仅从分布分维数  $D_p$  和定向概率熵  $H_m$  两项指标对土体的微观结构排列特征进行研究。

### 2.2.1 分布分维数 $D_p$

由相关文献可知<sup>[5-8]</sup>, 分布分维数  $D_p$  主要反映颗粒或孔隙的分布状况,  $D_p$  越大说明颗粒或孔隙越分散, 反之说明集团化程度越高。

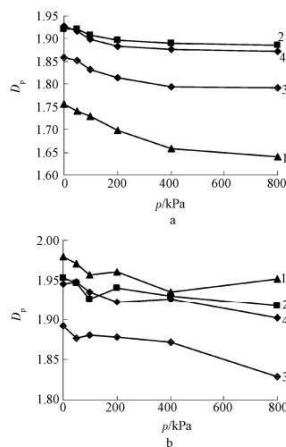
由图 5 可知, 颗粒的分布分维数较孔隙的分布分维数变化更加稳定且有规律, 这是由于孔隙在荷载增加的过程中, 同时发生大孔隙分离成小孔隙与小孔隙兼并成大孔隙的现象, 导致其分布分维数变化趋势出现波动, 但总体呈现下降趋势。在加载初期 ( $P \leq 200$  kPa 时), 各组试样的颗粒分布分维数降幅较大, 当荷载达到 400 kPa 时, 长石试样 (Y1) 由于有小部分颗粒被压碎, 分布分维数变化较大, 其余试样颗粒分维数基本趋于稳定。

### 2.2.2 定向概率熵 $H_m$

定向概率熵  $H_m$ <sup>[9-10]</sup> 主要反映颗粒或孔隙的有序化程度,  $H_m$  越大说明颗粒或孔隙的有序性越差, 反之则越好。

图 6 为定向概率熵  $H_m$  随荷载的变化关系。由于各组试样均为矿物粉末击样制备而成, 故颗粒的初始概率熵  $H_m$  均较高, 表现出较大的无序性, 而各组试样孔隙的定向概率熵  $H_m$  均较颗粒小, 原因是孔隙对荷载作用更为敏感, 相对颗粒更显有序。

随着荷载的增加, 各组试样的颗粒与孔隙的定向概率熵  $H_m$  均呈现下降趋势, 表明其有序性增强, 但各组反应仍有差异。长石试样 (Y1) 由于结构紧密, 在受到荷载作用时, 土颗粒不易发生转动, 使得颗粒定向性变化很小, 仍表现出比较大的无序性; 高岭土试样 (Y2) 受到荷载作用后, 颗粒定向性变化显著 ( $P \leq 100$  kPa 时), 说明黏土矿物颗粒活动性较强, 容易发生转动, 当荷载超过 100 kPa 后, 颗粒定向性渐趋稳定; 由两种配比试样 (Y3、Y4) 定向性变化趋势可以说明, 黏土矿物成分比例的增加, 能对土体内部起到一定的润滑作用, 有助于微观结构内部

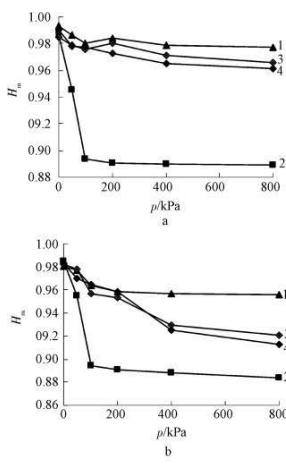


a—颗粒; b—孔隙

1—Y1; 2—Y2; 3—Y3; 4—Y4

图 5 人工土颗粒、孔隙的  $D_p-p$  关系

Fig. 5 The  $D_p-p$  curves of artificial soil particles and pores



a—颗粒; b—孔隙

1—Y1; 2—Y2; 3—Y3; 4—Y4

图 6 人工土颗粒、孔隙的  $H_m-p$  关系

Fig. 6  $H_m-p$  curves of artificial soil particles and pores

颗粒在受荷时的运动, 相对于颗粒而言, 孔隙受荷载变化带来的定向性影响则更为显著。

### 3 结语

1) 由 ESEM 图片可知, 非黏土矿物试样与黏土

87



矿物试样在微观形态上存在明显差异。长石试样颗粒较大，棱角分明，粒间大多以面—面方式连接，相互嵌固，颗粒较难滚动和移动，孔隙主要分布于粒间，荷载增加使得大颗粒碎散成小颗粒；高岭土试样颗粒较小，大多以聚合体形式存在，粒间大多以边—边、边—面方式连接，孔隙分布多，荷载增加使得颗粒团聚现象明显，其排列方式也转向面—面连接，孔隙也逐渐由粒间孔隙向团聚单元体内部孔隙转变。

2) 对于黏土矿物含量较大的试样，因黏土矿物增加了颗粒的活动性，使得土颗粒更易发生转动和聚合颗粒，故在荷载增加过程中等效粒径变化程度较大，且土体颗粒初始圆形度较高，荷载作用下，颗粒的压缩变形更为明显。

3) 荷载增加使得各组试样颗粒与孔隙的分布分维数均呈现下降趋势，但前者更加稳定且有规律。而孔隙在加载过程中，因同时出现大孔隙分离成小孔隙、小孔隙兼并成大孔隙的现象，导致其分布分维数变化趋势出现一定波动。

4) 荷载增加使得各组试样颗粒与孔隙的定向概率熵  $H_m$  均呈现下降趋势，表明其有序性增强。长石试样因结构相对牢固，颗粒定向性变化很小，仍表现出比较大的无序性；高岭土试样加载初期 ( $P < 100 \text{ kPa}$  时)，颗粒定向性变化显著，之后趋于稳定；配比试样定向性变化说明，黏土矿物成分能对土体

(上接第 101 页)

形等施工参数，并据此制定了切实可行的施工方案，确定了合理的张拉方案，确保了工程施工质量满足设计及相关规范要求。

2) 本工程钢结构安装、拉索安装及张拉均为高空作业，特别是拉索安装和张拉难度较大，通过设计专用工装及工具，并精心组织施工，顺利完成了该项目的预应力施工任务。

3) 根据该结构特点确定合理的预应力施加方案，总体上采用对称分级的张拉方法。具体施加方法为：支撑条件下，将各种拉索进行预紧；然后，同时张拉 LS2 和 LS4 拉索，LS3 被动受力，后拆除支撑，最后，进行拉索 LS1 预应力张拉工作。

4) 对于索结构等非线性较强的结构施工，必须对施工过程的结构和构件变形进行全过程监测和控制。如果发现偏差较大，则应立即停止，分析原因，并准确评估偏差对结构功能的影响；然后，采取措施确保复杂结构的施工质量和安装精度要求。本工程通过测量控制结构安装过程，保证了钢结构及拉索施工安全，确保工程施工精度满足要求。根据索力

内部润滑作用，有助于微观结构内部颗粒在受荷时的运动。相对于颗粒而言，各组孔隙定向性受荷载的影响则更为显著。

#### 参考文献

- [1] Mitchell J K. 岩土工程土性分析原理 [M]. 高国瑞, 韩选江, 张新华,译. 南京:南京工学院出版社,1988.
- [2] 施斌, 刘志斌, 姜洪涛. 土体结构系统层次划分及其意义 [J]. 工程地质学报, 2007, 15 (2): 145 - 153.
- [3] Cheng X H, Janssen H, Barenda F B J, et al. A Combination of ESEM, EDX and XRD Studies on the Fabric of Dutch Organic Clay from Oostvaardersplassen (Netherlands) and its Geotechnical Implications [J]. Applied Clay Science, 2004, 25 (3): 179 - 185.
- [4] 周晖, 房普光, 禹长江. 广州软土固结过程微观结构的显微观测与分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28 (S2): 3830 - 3837.
- [5] 李福芳, 彭元贵. 珠江三角洲软土微结构的定量研究 [J]. 华东地质学院学报, 2001, 24 (2): 127 - 130.
- [6] 施斌. 黏性土微观结构研究回顾与展望 [J]. 工程地质学报, 1996, 4 (1): 39 - 44.
- [7] 吴义祥. 工程黏性土微观结构的定量评价 [J]. 中国地质科学院院报, 1991, 23 (2): 143 - 150.
- [8] 黄丽. 液和软黏土微观孔隙的定量分析及其分形研究 [D]. 武汉:武汉理工大学, 2007.
- [9] 王清, 王凤艳, 肖树芳. 土微观结构特征的定量研究及其在工程中的应用 [J]. 成都理工大学学报, 2001 (2): 41 - 46.
- [10] 施斌. 黏性土微观结构定向性的定量研究 [J]. 地质学报, 1997, 71 (1): 36 - 44.

和竖向位移的抽查结果可见，预应力张拉满足了规范和设计要求，为类似的工程提供一个很好的借鉴。

#### 参考文献

- [1] 陆耀麟, 尹思明, 刘锡良. 现代预应力钢结构 [M]. 北京:人民交通出版社, 2003.
- [2] CECS 180:2005. 预应力钢结构技术规程 [J].
- [3] GB 50205—2001. 钢结构工程施工质量验收规范 [J].
- [4] 王泽强, 秦杰. 印度尼西亚亚运会主体育场预应力钢结构施工技术 [J]. 工业建筑, 2008, 38 (12): 8 - 11.
- [5] 王泽强, 秦杰. 金沙遗址采光顶预应力悬索结构设计与施工 [J]. 工业建筑, 2008, 38 (12): 26 - 29.
- [6] 沈斌, 秦杰. 天津滨海国际会展中心(二期)预应力钢结构施工技术 [J]. 施工技术, 2008, 37 (4): 59 - 60.
- [7] 尤德清, 王泽强, 陈新礼. 萍乡体育场吊挂结构预应力施工技术 [C] // 全国钢结构学术年会论文集. 北京:中国钢结构协会, 2011:532 - 537.
- [8] 王泽强, 秦杰. 2008 年奥运会羽毛球馆弦支穹顶结构预应力施工技术 [J]. 施工技术, 2007, 36 (11): 9 - 11.
- [9] 秦杰, 王泽强. 2008 年奥运会羽毛球馆预应力施工监测研究 [J]. 建筑结构学报, 2007, 28 (6): 83 - 91.
- [10] 杜彦凯, 刘敏敏. 连云港体育馆弦支穹顶预应力张拉技术研究 [C] // 2009 预应力上海论坛学术论文集. 上海:2009:541 - 548.

工业建筑 2012 年第 42 卷第 8 期

88  
?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>





## 7. 民办高校内部管理体制改革的实践探索

创刊于 1917 年 全国中文核心期刊

# 教育与职业

## EDUCATION AND VOCATION

论文 (15)

ISSN 1004-3985  
9 771004 398127

12 总第 724 期  
2012年4月下

- 论职业教育与非职业教育的分类
- 差异化竞争与特色办学: 新建地方本科院校竞争策略及路径
- 职业院校专业设置需求驱动模式的构建
- 高等职业教育校企合作价值认同的思考





刊名题字 赵朴初  
本期封面 长春师范学院

教育与职业 (旬刊)  
EDUCATION AND VOCATION

第 12 期

2012年4月下 总第724期

主管:中共中央统战部  
主办:中华职业教育社  
编辑:《教育与职业》编辑部  
出版:《教育与职业》杂志社  
顾问:王明达 陶西平  
社长:李重庵  
副社长兼总编辑:陈广庆

编委(按姓氏笔画排列)  
石伟平 刘来泉 刘 康 李树海  
李重庵 李益生 陈广庆 杨东平  
杨金土 余祖光 张文珊 侯小娟  
俞启定 高 奇 黄 兖 谢维和  
程方平 韩晓光

执行总编辑:李益生  
编辑部主任:刘 杰  
编辑部副主任:李 飞  
首席编辑:杨春霞  
美编:郭梅英  
排版:单克芳  
法律顾问:炜衡律师事务所 吕 锋

社址:北京市崇文区永外安乐林路甲69号  
邮编:100075  
网址:www.evhchina.com.cn  
E-mail:zazhi1917@263.net  
办公室:(010)87810536 67210795(传真)  
稿件查询:(010)67214710  
事业拓展部:(010)87279634 87204949(传真)  
广告经营许可证:京崇工商广字第0043号  
国际标准刊号:ISSN 1004-3985  
国内统一刊号:CN 11-1004/G4  
国内总发行:北京报刊发行局  
国外发行:中国国际图书贸易总公司  
国内邮发代号:82-139  
国外邮发代号:SM-3318  
印刷:北京联兴盛业印刷股份有限公司  
出版日期:每月21日  
定价:12.00元

目录

CONTENTS

研究与探索

- 论职业教育与非职业教育的分类 唐永泽 王晓东 5  
差异化竞争与特色办学:新建地方本科院校竞争策略及路径 李斌琴 卢志成 8  
基于知识流的高职院校核心竞争力评价指标体系研究 余 霞 张智光 12  
职业院校专业设置需求驱动模式的构建 魏慧敏 闫志利 15  
高等职业教育校企合作价值认同的思考 李瑞友 葛竹兴 朱其志 18  
提升企业参与职业教育意愿与动力的中英两国策略比较 陈 斌 21

教育管理

- 民办高校内部管理体制的实践探索 程忠国 周晖 曾光辉 23  
基于五竞争力模型的高职院校竞争状况分析与系统创新研究 陈国雄 26  
高等教育质量督导“省—校—系”三级联动工作机制初探 陈文贵 梁福成 穆树发 29  
基于人力资源管理的高校危机管理运行体系研究 王 珊 31  
基于绩效管理的高校预算管理体制创新研究 管玉红 王宝昌 34  
高职院校两级教学管理研究 林徐润 36  
差异化管理理念下高校班级管理工作探究 叶巧群 38  
推进高职院校学生管理工作创新研究 赵建军 高 媛 朱爱茹 40  
试论大学自主招生联考 李雄鹰 刁 瑜 42  
高职院校体育科研问题的分析及对策 顾 健 45  
新形势下大学生学习型党支部建设的实践与研究 蒙红光 48  
新时期高职院校学生党校建设中存在的问题及对策 盛志冲 谭建华 严潇睿 50  
高职院校学生综合素质测评运作模式研究 曹科岩 陈国梁 52  
大学毕业生创业服务体系体系建设研究 王世伟 55  
对新形势下高校校园环境建设的思考 陈玉海 李汉超 刘蓓蓓 57  
试论高职院校的院系文化 赵红深 59

德育研究

- 基于人文素质教育的高职院校大学生思想政治素质培养 唐晓英 62  
理工类院校研究生人文素质现状调查研究 周小军 胡 鹏 程兆莹 64  
互联网背景下大学生思想政治教育探析 石昌瑞 潘金彪 67



## 民办高校内部管理体制改革的实践探索

程忠国 周晖 曾光辉

[摘要]在新的形势下,民办高校如何迎接挑战,抓住机会,发挥优势,按照建立现代大学制度的内涵要求,深化内部管理体制改革,以促进自身的持续发展,是民办高校面临的紧迫任务。广州城建职业学院在这方面进行了一些有益的实践和探索,积累了一定的成功经验。

[关键词]现代大学制度 民办高校 内部管理 体制改革

[作者简介]程忠国(1957-),男,湖北洪湖人,广州城建职业学院副院长,副教授,研究方向为高等职业教育教学管理;周晖(1979-),女,浙江金华人,广州城建职业学院建筑工程技术系主任,讲师,在读博士,研究方向为高等职业教育管理;曾光辉(1972-),男,湖南宁乡人,广州城建职业学院教务处副处长,讲师,硕士,研究方向为高等职业教育管理。(广东 广州 510925)

[中图分类号]J648.7 [文献标识码]J [文章编号]1004-3985(2012)12-0023-03

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》明确提出建设中国特色现代大学制度的目标,引起全社会的关注。民办高等教育是我国高等教育由“精英教育”向“大众化教育”发展的直接产物,是我国高等教育的重要组成部分。《民办教育促进法》和《民办教育促进法实施条例》颁布实施以来,我国民办高校

得到迅猛发展。在新形势下,民办高校如何迎接挑战,抓住机会,发挥优势,按照建立现代大学制度的内涵要求,深化内部管理体制改革,以促进自身的持续发展,是民办高校面临的紧迫任务。

### 一、现代大学制度及其内部管理体制改革的基本内容

现代大学制度就是在政府的宏观调控下,大学面向社会,依

观决策和导向作用,享有充分的发言权和决策权。目前英国共有一百五十多个CBI,几乎覆盖了所有主要的产业。它们的任务就是代表企业界和雇主,行使制定本行业国家职业资格标准、维护和改进国家工作标准的权利,确保国家职业资格证书体系能够适应企业的发展,不断完善从而最大限度地满足企业和就业者的需求。

### 四、结论

借鉴英国的职业教育经验,在政策面上:我们一方面要加强职业教育重要意义的宣传力度,深化整个社会对职业技术教育意义的认识;另一方面要采取具体步骤改革原有的教育体制,力争在现有政策上有所突破,发展双轨制的高等教育体系,提升职业教育的地位,使高等职业教育获得与传统高等教育相当的社会地位,开辟两者互相融合、互相贯通的途径,最终实现二元并轨。从而改变社会上鄙视职业教育的传统观念,引导我国职业教育由政府主办的办学模式向企业主办的办学模式转变。在法律层面:我国政府应该加大职业教育的法律供给,明确企业参与职业教育的主体地位,规定其责任与义务,使企业广泛参与并介入人才培养从技能体系的确定到教学过程展开的全过程。企业和学校之间从岗位的提供、学生的应聘、实践场所的设置、薪金的支付以及学生工作质量的监督、学习效果的考核等形成一套系统的有机融合的运行机制。这种企业和高等院校有机融合的新实践教学模式,将让学生最大限度地缩短从学校到企业之间的适应期,同时让企业分享高等职业教育的成果,满足其对高端技能型人才的需求,实现学校和企业的共赢,从而使我国的职业教育更加适应当前经济发展的需要,更具灵活性、开放性。在国家职业资格证书体系层面,我国必须成立代表政府具体负责在

全国推行国家职业资格制度的权威部门,全面清理现有的职业资格证书,把各种资格证书置于统一的资格框架之中,在各种资格之间建立相应的联系,鼓励企业积极支持和参与国家职业资格证书能力标准的制定与推广,明确企业在能力标准的制定过程中具有决定作用,建立具有科学的培养与认证体系、统一的职业资格标准体系,树立职业资格证书的权威性。与此同时,还应加大力度,打破行政条块分割,使职业资格证书与教育部的学历证书建立对应互通的关系,从而更好地满足就业者就业和升学的需要。■

### 〔参考文献〕

- [1] 李厚俭.英国高等职业教育的现状、管理与特点 [J].辽宁高职学报,2008(7).
- [2] 赵文学.英国高等职业技术教育的特点与发展趋势 [J].现代教育科学,2005(3).
- [3] 段太勇,李佑成,方丽华.英国高等职业教育的特点及其启示 [J].成人教育,2009(2).
- [4] 隋亮.论我国职业教育法律体系的重构 [J].继续教育研究,2011(9).
- [5] 黄鸿鸿,于爱红.英国高等职业教育的主要特点 [J].教育评论,2004(9).
- [6] 郭红云.英国职业技术教育的发展历程及启示 [J].中国职业技术教育,2003(2).
- [7] 黄日强,邓志军.英国企业参与职业教育初探 [J].高等职业教育——天津职业大学报,2004(2).
- [8] 潘建华.英国高等职业教育的特点及其启示 [J].边缘经济与文化,2007(9).

(栏目编辑:黄晶晶 桂敏)

2012年4月下 23





◎ 教育与职业

第12期(总第724期)

教育管理

法自主办学，实行民主管理。从宏观来看就是国家对高等教育管理的政策和法律以及政府对大学的管理措施；从微观看就是各个大学的内部治理结构、管理体制和运行机制。它要求正确理解和明确大学举办者、管理者和办学者之间的权利和义务，全面把握和落实大学作为法人实体和办学主体所应具有的权力和责任。而建立现代大学制度的核心是要处理好“两个关系”：一是政府、学校和社会的关系，主要是明确政府对学校该不该管、该管什么、如何去管的权责界限；二是学校的内部关系，主要是按照学校的性质、特点和发展需要，依法建立科学高效的内部管理体制。作为民办高校其内部管理体制改革的基本内容主要包括：第一，依法完善民办高校法人治理结构，建立出资人、决策者、执行者和监督者，以及其他各利益相关主体之间相互制约的有效机制，落实学校法人财产权和办学活动监督制度。第二，完善民办高校内部领导体制、组织制度和评价制度，健全院（校）长负责和教授治学、社会监督、民主管理机制。第三，依法加快学校章程建设，依规确立行政权和学术权的关系，探索决策权、执行权、监督权分离的管理新模式。第四，加强校园民主和法制建设，维护广大师生员工的合法权益，建立较为完善的激励机制，充分调动其参与学校管理的积极性、主动性和创造性。

二、民办高校内部管理体制的主要特征

1. 领导体制上实行董事会领导下的院（校）长负责制。目前，大多数民办高校实行董事会领导下的院（校）长负责制，这一管理体制有效地将董事长与院（校）长的职权分开。董事会负责筹资经营、选聘院（校）长和监督检查等工作职能，而院（校）长则全面负责学校的教学、科研、财务、人事和其他行政管理工作。这样有利于加强学校领导，提高学校管理决策水平；有利于加强学校与社会各界的广泛联系和学校与企业的产学研结合，拓宽学校教育经费投入渠道；也有利于扩大学校的服务面和办学自主权。同时，这种管理体制也带有较浓厚的“家族文化”特色而与现代大学制度的要求格格不入。在部分民办高校，董事会领导下的院（校）长负责制，往往变成了董事长领导下的院（校）长负责制。部分出资人往往越俎代庖，致使办学者无法开展正常教学与管理工作，更无从谈起充分发挥教育专家的主观能动性和创造性了。究其原因是，出资人与管理者的职权范围划分不清，或者虽有明确的规定但在实际操作过程中又不遵守。要是出资人除了这所学校外并无其他成功的事业，那他们对学校的直接干预就会更多。这也是许多民办高校外聘的院（校）长更替较为频繁的主要原因。

2. 人事管理上实行全员聘用制与权富弹性的薪酬管理制度。全员聘用制是现代企业管理制度的重要内容，也是优胜劣汰人才竞争机制的突出体现。这种人才选用制度对促进民办高校的发展起到了重要作用，也对其教员的心态和行为发生着直接的影响。从其师资队伍结构状况来看，普遍存在“两极”状态，即师资队伍大多数是由退休教师和刚从大学毕业的年轻人构成。其心态基本表现为：老教师以发挥余热而得到充实，年青教师把民办高校作为“跳板”来实现将来的自我发展而得到“充电”。加之民办高校的社会地位及认可度问题，部分教师因缺乏归属感而使师资队伍流动性很大。民办高校的薪酬体制是极富弹性的，一般是根据人才市场的人才供求状况来进行调整，

这与公立高校的档案工资制有很大的不同。教职员的工资在公立高校是“定”出来的，而在民办高校往往是“谈”出来的或是“说”出来的，同一层次的人才，其薪酬水平有时会有较大的差别。这样的薪酬体制虽然有它积极的一面，但引发的诸多消极因素也是不可忽视的。

3. 教学与学术管理上实行教学指导委员会和学术委员会制度。民办高校一般都设置教学指导委员会和学术委员会。教学指导委员会的主要职责是依据学院的办学指导思想，研究教学管理、教学建设与教学改革工作中的一些重大问题，并提出教学改革与发展的建设性意见。学术委员会的主要职责是咨询和审议学校中长期教育及科研发展规划；对学院的教育事业发展规划和科学研究工作的重大问题提出建议或评议性意见；咨询和评审学校各类科学项目、科研成果，鉴定科研成果的学术水平；受理有关学院知识产权纠纷的学术评议、审议事项等。这两个机构从组成人员来看，前者由学院、系部及相关职能部门主要领导构成；后者除有一定数量的教授及有较高职称的专业人员参与外，其他构成成员也与前者基本相同，因而这两个机构在实际的运作中也基本是合二为一了。

4. 教学组织与运行上实施以学年学分制为主的教学管理制度。学分制是以选课为核心，教师指导为辅助，通过绩点和学分，衡量学生学习质量和综合教学管理制度。它与班建制、导师制合称三大教育模式。而学年学分制则是既规定修业年限，又实行学分制的教学管理制度。民办高校因受教学资源不足、学生自身素质相对偏低及学生行政管理难度加大等实际情况的限制，一般都实行学年学分制。这样在选课类型上主要表现为专业限选课和公共任选课。且选修课程的学分比例一般只占到应修总学分的30%左右。近70%的学分仍由教学计划规定的必修课程所占用。实施这种教学管理制度虽然对保证教学运行的正常和教学秩序的稳定起到了重要的作用，但对增强教师的竞争意识，关注个性教育来激发学生的学习积极性、主动性和独立性，有效地开发学生的潜能等的实际作用是不大的。

三、民办高校内部管理体制改革的实践探索

广州城建职业学院是2007年经广东省政府批准独立设置的高职院校，近年来呈现出晚起步、快起飞，招生就业“进销两旺”的发展势头。重要原因之一就是在学院内部管理体制建设方面独树一帜，建立了出资人—教育职业经理人—院长构成的学院领导体制。实行董事会（教育职业经理人）领导下的院长负责制，基本建立了出资人、决策者、执行者和监督者以及其他各利益相关主体之间相互联系、相互制约的内部治理结构，在学院内部管理体制改革方面积累了一定的成功经验。

1. 凝练高校管理理念，完善法人治理结构，构建科学、民主、和谐的内部领导体制。高校管理理念是高校管理者对高等学校管理中管理权力的分配和限制、权力资源的配置、不同权力主体的地位和作用的总体看法，其核心是管理的价值取向。广州城建职业学院按照国家相关法律法规的要求建立了独立法人制度，形成了由“董事会（出资人）—院务管理委员会（执行董事、教育职业经理人）—院长”构成的领导体制。并把董事会领导下的院长负责制落到实处：董事会全力支持院长在行政事务上的独





教育管理

立决断权,为院长解除诸如基建、对外协调等各种非教学事务。为利于工作,董事会在闭会期间,设立院务管理委员会作为派出机构代行董事会职权。由教育职业经理人牵头的院务管理委员会制度的设立,有效避免了一些民办院校“家族式”管理的弊端,提高了决策效率。该领导体制的形成,使得管理权力的分配和限制、权力资源的配置、不同权力主体的地位和作用更加明确和清晰,领导决策体制也显得科学、民主。院长办公会、院长接待日、院长信箱、院领导听课、走访学生宿舍和实习点等制度的坚持实施,以及不定期召开各类座谈会、听证会和尊重民意、广集民智网络沟通平台的建立也为构建科学、民主、和谐的内部领导体制奠定了良好的基础。

2. 实施院系目标管理,强化学院服务、保障功能,扩大系部办学自主权。为进一步确定各专业教学单位作为办学实体的主体地位,2008年以来,本院先后两次出台了关于进一步完善院系两级管理,扩大系部办学自主权的若干意见。在实施目标管理的同时,明确了系级教学单位的组织结构、工作机制、工作职责;也规定了系部在教学、学生、人事、财务等方面的权利。学院对专业教学单位的管理转向宏观管理、目标管理、总体调控和法制监督,变行政指挥的管理手段为支持、保障和协调服务。在内部组织领导下减弱“行政化”,加强“学术化”,逐步改变学院对其单一的行政领导关系,建立符合专业特点的内部管理体制和运行机制,使系级教学单位真正成为富有生机与活力的教学、科研、专业和课程建设的主体,形成有效有序的教学管理体系。由于给予了各专业教学单位确有实际意义的办学自主权,各专业教学系积极与行业企业开展广泛合作以实现优势互补、资源共享,在合作办学、合作育人、合作就业、合作发展方面取得了可喜的成绩。

3. 深化学分制改革,突出学生个性培养,全面推行学生自主管理模式。学分制是建立在选课制基础上的一项教学管理制度,它有利于保障学生学习上的自主权,有利于学生的个性及全面发展以及多样化人才的培养。由于民办高校的学生主要是在普通高考分数划定后的第三、四批考生中录取,有相当部分甚至是降分录取的,并且是由普高生和职高(中专)生组成,导致其思想和文化素质参差不齐且自信心明显不足。2008年以来,本院深化以学分制为重点的教学制度改革,先后完善了《学分制实施细则》《学生学籍管理实施细则》《关于实施导师制的若干意见》及相关补充规定。这对激励教师提高授课质量、引领学生个性发展、树立人人成才的观念起到了很好的推动作用。在学生管理上,为营造良好的育人氛围,提出了“齐抓共管全员育人体系”的思路,树立“教书育人、管理育人、服务育人”的三育人意识;构建了包含四个子体系的人才培养体系:突出学生职业技能培养的教学体系;着力学生综合素质提高的学生工作体系;专业、精干、高效的管理、服务和后勤保障体系;感化、激励人的校园文化体系。为此,本院不断加强教风、学风、管理作风建设。从2008年开始,全面推行以“学生自主管理”为主线的工作模式,改变传统、单一的行政管束性手段的运用,构建由辅导员指导、学生干部主导、全体学生共同参与的学生事务管理体系,在学习上配备由专业课任课教师担任的导师,着力培养学生的自主管理、自我教育和自主学习能力,全院也逐渐形成了“管理人员主动热情为

人才培养服务、教师努力教书育人、学生自觉自主成才”的良好校风。

4. 坚持以人为本,拓展教师发展空间,构建和谐、高效、公平的激励机制。教师是高等学校的主体。这种主体地位决定了高等学校在构建内部治理结构及运行机制时,还必须充分考虑教师作为特殊人力资本的价值,因此构建科学合理的激励机制就显得尤为重要。广州城建职业学院始终把教师队伍建设当成重中之重来抓,投入巨资,引培并举,大力度、多途径开展教师职称能力培训和测评,并以此为基础实施校内教师专业技术职务评聘制度,对促进教师执教能力的提高,对激发全体教师工作的积极性、主动性与创造性起到了很好的推动作用。本院自2009年开始启动国际职业教育交流培训活动以来,着力构建一种基于尊重教师的薪酬体系,出台了各种吸引、稳定与激励人才的措施,先后组织7批近百名骨干力量赴新加坡、德国、加拿大、香港等国家和地区学习、考察。目前已与加拿大莫哈克文理学院、新加坡南洋理工学院、德国F+U教育集团等高校和培训机构建立了合作关系。对此董事会全力提供经费保障,除每学年用于新教师岗前培训和全体教师执教能力培训的固定培训费外,2009年广东省财政厅、教育厅为本院“提高教师执教能力,优化双师素质结构”培训项目下达120万元民办教育奖励基金,学院董事会另给予配套建设经费350万元。2010年,本院用于教师培训的经费高达542万元。

5. 坚持依法办学,构建独立行使监督职责的监事机构,健全监督机制。健全的监督机制是完善民办高校法人管理结构、减少办学风险的最为迫切而又十分必要的重要方面。监事机构是现代法人治理结构中不可缺少的组成部分,但这一机构空缺是目前民办高校普遍存在的问题。广州城建职业学院为健全监督机制,监事会在学院设办公室作为常设机构,与学院的审计监察室合署办公,负责纪检、监察、审计及受理举报、投诉、申诉、复议等工作。这样该机构的职能实际上包含了法制监督、校纪校风监督、党纪党风监督、财务审计监督、民主监督、社会监督等。他们与董事会、院务管理委员会之间没有利益关系,其主要职责是监督董事会对学校办学经费的投入以及校长对决策的执行等情况。其作用是监督、保障学校的决策合法与执行有力,因而对监督学校依法办学、依法治校起到了很好的作用。■

[参考文献]

- [1] 袁贵仁.认清形势,明确思路,开拓创新,推动职业教育实现科学发展 [J].职业技术教育,2010 (36).
- [2] 杨伟长.民办高校治理制度研究 [M].北京:国防科技大学出版社,2006.
- [3] 潘懋元,徐辉,邹大光,等.民办高校内部管理体制改革与发展研究——第四届中外民办高等教育发展论坛演讲摘编 [J].浙江树人大学学报(人文社会科学版),2010 (9).
- [4] 冯淑娟,徐绪卿.论建立和完善民办高校法人治理结构 [J].黑龙江高教研究,2008 (9).
- [5] 张剑波,杨炜长.完善法人治理结构:民办高校可持续发展的重要保障 [J].湘潭大学学报(哲学社会科学版),2007 (1).



## 8、喷射成形 6061 铝合金的显微组织与力学性能研究

● 中国科技论文统计源期刊      ● 中国核心期刊（遴选）数据库收录期刊      ● 中国科技核心期刊  
● 中国学术期刊影响因子年报统计源期刊      ● 中国学术期刊综合评价数据库来源期刊      ● 中文核心期刊

**粉末冶金工业**  
FENMO YEJIN GONGYE  
POWDER METALLURGY INDUSTRY

中国钢协粉末冶金分会 中国机协粉末冶金分会 中国有色金属加工工业协会 会刊

3 2015  
第25卷 总第147期  
ISSN 1006-6543  
CODEN FYGOFU

**莱芜钢铁集团粉末冶金有限公司**

我们谨向您提供  
钢铁粉末系列产品和优质的技术服务

ISSN 1006-6543  
9 771006 654153

中国钢研科技集团有限公司  
中国钢协粉末冶金分会  
中国机协粉末冶金分会

CHINA IRON & STEEL RESEARCH  
INSTITUTE GROUP  
PM ASSOCIATION OF CHINA  
STEEL CONSTRUCTION OF CIETY  
POWDER METALLURGY ASSOCIATION OF CHINA  
MACHINE COMPONENTS INDUSTRY ASSOCIATION



## 粉末冶金工业

FENMO YEJIN GONGYE

第25卷 第3期

2015年6月

### 目 次

#### 专家论坛

钛合金粉末热等静压数值模拟及性能研究 ..... 郎利辉, 王刚, 布国亮, 黄西娜, 喻思 (1)

#### 研究与开发

水雾化制备Fe-Si-B-C非晶软磁粉末及其晶化过程的研究

..... 覃思思, 李志, 王志勇, 谭澄宇, 曾克里 (7)

稀土添加量对TiC基钢结硬质合金性能的影响 ..... 陈骏, 郭志猛, 罗骥, 陈存广, 陈文 (12)

喷射成形6061铝合金的显微组织与力学性能研究 ..... 刘丘林, 王艳群 (17)

室温HPT制备SiC<sub>p</sub>/Al复合材料的硬度分布特征 ..... 马俊林, 王成国, 石文超, 李萍, 薛克敏 (23)

不同尺寸HDH钛粉末烧结后的显微组织与力学性能分析 ..... 刘珍珍, 王春明, 肖素芬, 陈云贵 (29)

真空烧结温度对WC-TiC-TaC-Co硬质合金组织和性能的影响

..... 陈慧, 彭玲玲, 姜中涛, 邓莹, 涂铭旌 (33)

烧结工艺对CuSn10含油轴承组织与性能的影响

..... 钱杭君, 刘子利, 刘希琴, 陶杰, 张浩瀚, 邹德华 (37)

WC-Cu-Ni粉末烧结层的组织与性能研究 ..... 王黎明, 胡梅 (44)

烧结温度对过滤用SiO<sub>2</sub>多孔陶瓷性能的影响 ..... 李悦, 刘昆, 姚春战, 刘大成, 郝斌 (51)

#### 评述与进展

SiC颗粒增强Al基复合材料的研究现状与进展 ..... 李敏, 王爱琴, 谢敬佩, 孙亚丽, 张衡 (55)

粉末冶金表面致密化齿轮的国产化分析 ..... 彭景光, 陈迪 (61)

#### 革新与交流

高密度高强度高精度粉末冶金同步器齿毂生产工艺探讨 ..... 孙国勤 (65)

#### 科技前沿

苏州纳米所在碳纳米材料高能柔性电容器研究方面取得进展 ..... (6)

美国科学家研发出油水分离的新材料 ..... (54)

国防科大研制成功新型超轻纳米材料 ..... (71)



第 25 卷 第 3 期  
2015 年 6 月

粉末冶金工业  
POWDER METALLURGY INDUSTRY

Vol. 25, No.3, p17-22  
Jun. 2015

DOI: 10.13228/j.boyuan.issn1006-6543.20140102

## 喷射成形 6061 铝合金的显微组织与力学性能研究

刘丘林, 王艳群

(广州城建职业学院建筑工程学院, 广东 广州 510925)

**摘要:**研究了喷射成形 6061 铝合金的显微组织和力学性能,并与熔铸成形 6061 铝合金进行对比。结果表明,喷射成形 6061 铝合金显微组织较好,但由于其还未进行致密化处理,组织内存在一定的孔隙,各项拉伸性能低于熔铸成形 6061 铝合金。

**关键词:**喷射成形; 6061 铝合金; 显微组织; 力学性能

**文献标志码:**A      **文章编号:**1006-6543(2015)03-0017-06

### Study on microstructure and mechanical properties of spray formed 6061 aluminum alloy

LIU Qiu-lin, WANG Yan-qun

(Institute of Architecture and Engineering, Guangzhou City Construction College, Guangzhou 510925, China)

**Abstract:** The microstructure and mechanical properties of spray formed 6061 aluminum alloy were studied, and were also compared with casting 6061 aluminum alloy. The results show that the microstructure of spray formed 6061 aluminum alloy is more uniform. However, there are residual pores in the samples, leading to worse tensile properties for the spray formed 6061 aluminum alloy.

**Key words:** spray forming; 6061 aluminum alloy; microstructure; mechanical property

随着社会经济的快速发展和节能环保的大力提倡,在各行业零部件高性能化和轻量化的进程中,铝合金是最佳的选择<sup>[1]</sup>。铝合金的成形方法有很多,目前铸造法仍是生产铝合金最普遍的方法,主要包括重力铸造法、低压铸造法、挤压铸造法等。但是,采用铸造法制备的铝合金,存在很多问题,包括:强度低、塑性差、刚度差、耐热性和耐腐蚀性不佳等。

采用粉末冶金工艺可以实现传统熔铸工艺制备高性能铝合金无法胜任的任务<sup>[2]</sup>。但是,粉末冶金法也存在一些难以克服的缺点:(1)制造工序相当复杂;(2)制粉过程能量利用率极低,粉末收得率也低;(3)粉末的氧化较严重,产品的韧性不高;(4)难于制备大型零部件<sup>[3-4]</sup>。

而喷射成形工艺是介于铸造和粉末冶金之间

的一种快速凝固工艺,与传统工艺不同,制备出的合金显微组织和力学性能也有很大的差异。本文采用喷射成形技术制备 6061 铝合金,并对其显微组织和力学性能进行了分析研究。

### 1 实验

采用广东佛山兴发铝业有限公司的熔铸态 6061 铝合金为母合金材料,其成分见表 1。可知,各元素含量均在标准范围内,根据 Mg/Si 元素形成 Mg<sub>2</sub>Si 相的质量比为 1.73,可知母合金中 Mg 元素稍有过量。

采用 ZGSP-0.2 型喷射成形设备进行喷射成形实验,其雾化喷嘴为一次聚焦环孔式喷嘴,喷射方式为固定式。采用高压 N<sub>2</sub> 雾化,通过反复调整过热

**作者简介:**刘丘林(1983—),男,硕士,讲师,主要从事粉末冶金技术的研究。

**收稿日期:**2014-12-19

度、喷射距离、喷射角、雾化压力、偏心距等工艺参数,最终确定较为合理的喷射成形工艺参数(见表

2),得到了外轮廓形状较好且质量较高的喷射成形坯,如图1(a)所示。

表1 6061铝合金化学成分(质量分数)

元素	Mg	Si	Cu	Fe	Cr	Zn	Mn	V	%	Al
标准	0.80~1.20	0.40~0.80	0.15~0.40	<0.70	0.04~0.35	<0.25	<0.15	<0.05	余量	
实际	0.88	0.47	0.25	0.18	0.11	0.02	0.01	0.01	98.07	

表2 喷射成形实验工艺参数

工艺参数	取值
过热度/℃	~100
喷射距离/mm	~500
喷射角/(°)	10~30
辅助雾化压力/MPa	~0.3
主雾化压力/MPa	~0.6
导流管直径/mm	3.5~4.0
偏心距/mm	~50
接收器旋转速度/(r·min⁻¹)	40~60
接收器下降速度/(mm·s⁻¹)	2~4

注:由于喷射成形实验过程比较难控制,辅助雾化压力需要人为进行实时调整,该参数在整个实验过程中并不是一直稳定不变的。

分别在图1(b)所示的(A)(B)(C)(D)(E)5个部位取样,用排水法测定各样品的密度,计算得喷射成形坯的平均相对密度为97.49%。之后,分析样品(B)(孔隙率为0.68%)的组织性能,并与熔铸成形6061铝合金进行对比。

## 2 结果与分析

### 2.1 显微组织对比分析

#### 2.1.1 金相组织对比分析

图2是6061铝合金不同工艺状态下的金相显微组织。2种试样都经水磨砂纸预磨—机械抛光—电解抛光(电解液为70%高氯酸(质量分数)10 mL+无

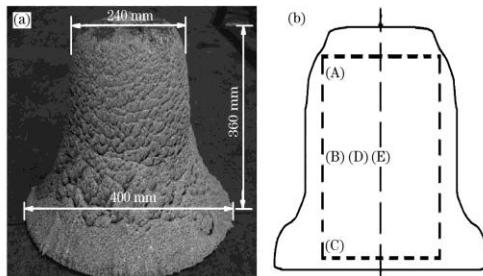
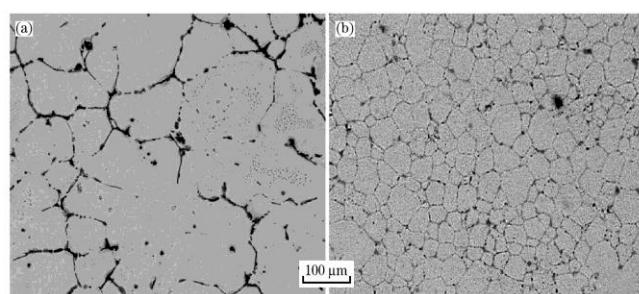


图1 喷射成形坯宏观形貌



(a) 熔铸态; (b) 喷铸态。

图2 6061铝合金不同工艺状态下的金相组织

水乙醇 90 mL, 电压 20 V, 电解时间约 15 s)后, 用 Kaller 试剂进行腐蚀。可以看到, 熔铸态 6061 铝合金为粗大枝晶组织, 并且第二相偏聚于晶界处, 组织很不均匀, 这归因于原材料在铸造过程中的冷却速度慢, 合金元素容易偏析, 晶粒长大严重的缘故。而喷射态 6061 铝合金为较细小的等轴晶, 且在晶界处没有发现粗大的第二相聚集区, 组织非常均匀, 如图 2(b)所示。这是由于喷射成形过程是材料在惰性气氛中借助高压惰性气体雾化形成固液两相的颗粒喷射流, 并直接喷射到较冷基底上, 产生撞击、粘结、凝固而形成沉积坯, 材料的冷却速度很快<sup>[5]</sup>, 从而沉积坯晶粒细小、组织均匀、无宏

观偏析。

### 2.1.2 XRD 物相对比分析

对熔铸态 6061 铝合金和喷射态 6061 铝合金进行 XRD 分析, 如图 3 所示。可以看出, 熔铸态 6061 铝合金和喷射态 6061 铝合金的相成分基本相同, 除了有很明显的 Al 元素衍射峰外, 没有发现 6061 铝合金主要析出相 Mg<sub>2</sub>Si 和次要析出相 AlFeSi 相<sup>[6]</sup>。根据表 1 中 Mg、Si 元素的含量, 计算得合金中 Mg<sub>2</sub>Si 的质量分数最高只有 1.28%, 因此推测, 可能是由于含量过少, 以至于在 XRD 衍射图中很难发现 Mg<sub>2</sub>Si 相和 AlFeSi 相的衍射峰。为了得到精确结果, 借助能谱仪进行进一步分析。

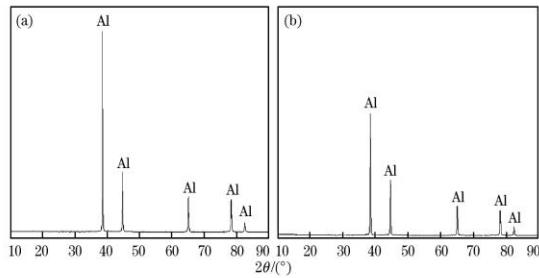


图 3 6061 铝合金不同工艺状态下的物相分析

### 2.1.3 析出相能谱(EDS)对比分析

图 4 是熔铸态 6061 铝合金晶界显微照片及能谱分析。Mg 原子分数为 33.48%, Si 原子分数为

44.13%, 其余为 Al。由于 6061 铝合金主要包含 Mg<sub>2</sub>Si 和 AlFeSi 析出相<sup>[6]</sup>, 因此可知熔铸态 6061 铝合金晶界析出相主要为 Mg<sub>2</sub>Si 相。

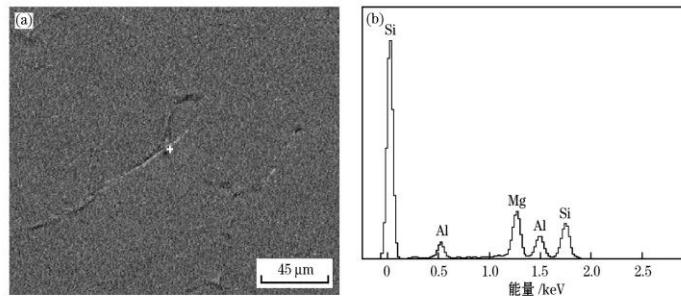
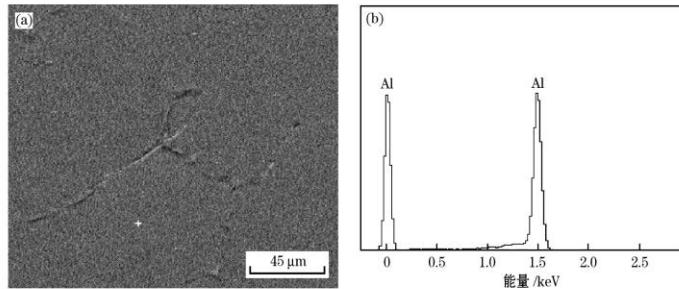


图 4 熔铸态 6061 铝合金晶界显微照片及能谱分析

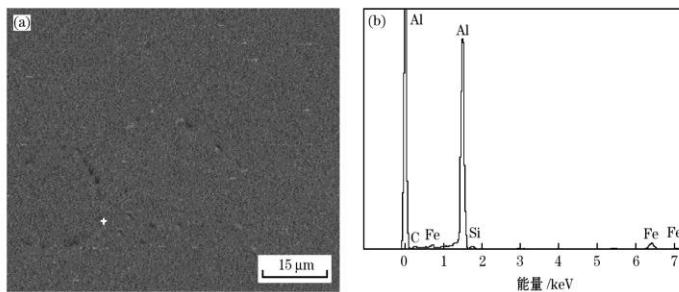
图 5 是熔铸态 6061 铝合金晶内显微照片及能谱分析。只可看到 Al 元素的峰, 可知其晶内没有合金元素, 或者合金元素含量很少没有被探测到, 主要是因为熔铸工艺造成了合金元素的晶界偏析。

图 6 是喷射态 6061 铝合金晶界显微照片及能谱分析。Al 原子分数为 61.95%, Fe 原子分数为 4.67%, Si 原子分数为 1.95%, 可知喷射态 6061 铝合金晶界析出相主要为 AlFeSi 相。



(a) 晶内显微照片; (b) 能谱分析。

图5 熔铸态6061铝合金晶内显微照片及能谱分析

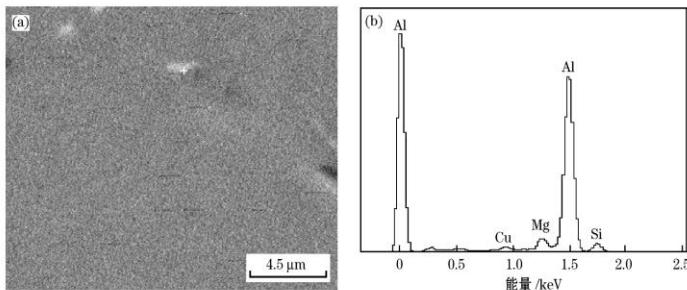


(a) 晶界显微照片; (b) 能谱分析。

图6 喷射态6061铝合金晶界显微照片及能谱分析

图7是喷射态6061铝合金晶内显微照片及能谱分析。Mg原子分数为5.37%，Si原子分数为

10.95%，可知喷射态6061铝合金晶内析出相主要为Mg<sub>2</sub>Si相。



(a) 晶内显微照片; (b) 能谱分析。

图7 喷射态6061铝合金晶内显微照片及能谱分析

比较图4、图5、图6、图7，可以看出，熔铸态6061铝合金中Mg<sub>2</sub>Si相主要析出于晶界处，且较粗大，呈连续条状，其晶内只发现了Al元素，没有第二相存在；而喷射态6061铝合金中，晶界处分布着断

续的细小颗粒状AlFeSi相，晶内有颗粒状的Mg<sub>2</sub>Si相析出。造成熔铸态和喷射态合金内析出相分布和形态区别的主要原因是：在铸造工艺中，原材料在熔铸过程中的冷却速度较慢，合金元素容易偏

析、聚集于晶界处, 形成分布于晶界上的较粗大的第二相; 而在喷射成形过程中, 冷却速度很快, 合金元素来不及偏聚, 因此在其晶界和晶内都分布着细小的第二相<sup>[7]</sup>。

## 2.2 力学性能对比分析

图8是熔铸态6061铝合金和喷射态6061铝合金的拉伸性能对比。可以看出, 熔铸态6061铝合金的抗拉强度195.1 MPa、屈服强度141.5 MPa、断后伸长率27.39%, 均比喷射态6061铝合金的160.4 MPa、116.2 MPa、13.2%要高。这是因为喷射态合金在进行致密化之前, 内部存在一定的孔隙, 这对合金的力学性能相当不利; 而熔铸态合金虽然显微组织不如喷射态合金均匀, 但出于其为全致密材料, 所以力学性能较好。

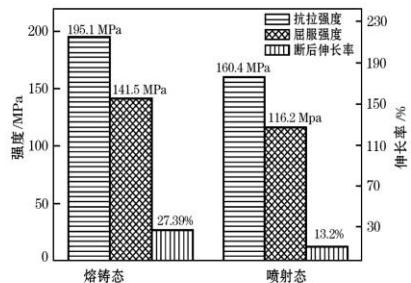


图8 不同工艺状态6061铝合金的力学性能

## 2.3 拉断试样及断口形貌对比分析

熔铸态6061铝合金和喷射态6061铝合金拉伸后的试样宏观形貌如图9所示。可以看出, 熔铸态6061铝合金试样有明显的缩颈, 而喷射态6061铝合金试样缩颈不是很明显, 这说明熔铸态6061铝合金的塑性比喷射态6061铝合金要好。图10是不同工艺状态6061铝合金的微观断口形貌。可以看到, 熔铸态6061铝合金断口存在大量韧窝, 属于典型的韧性断裂; 但喷射态6061铝合金断口却由一些颗粒界面组成, 这是因为喷射态合金成形后沉积颗粒间的结合强度不够高, 同时有些沉积颗粒间还存在一些孔隙, 在拉伸实验中, 合金受到拉应力的作用, 结合强度不够高且有孔隙存在的颗粒界面便成为了裂纹的形成和扩展源。因此喷射态6061铝合金的拉伸性能低于熔铸态6061铝合金。

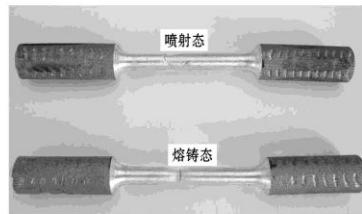
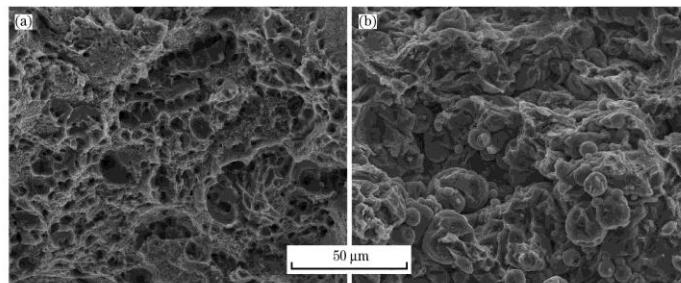


图9 不同工艺状态6061铝合金拉伸后的试样宏观形貌



(a) 熔铸态; (b) 喷射态  
图10 不同工艺状态6061铝合金的断口形貌

## 3 结论

(1) 喷射成形6061铝合金组织均匀, 山细小的等轴晶组成, 第二相弥散分布于晶内和晶界, 组织中存在少量的孔隙; 而熔铸态6061铝合金晶粒粗大, 第二相偏聚于晶界处, 组织很不均匀。

(2) 通过XRD和EDS对合金进行物相分析, 喷射成形6061铝合金坯在晶粒内部分布着颗粒状Mg<sub>2</sub>Si相, 在晶界上分布着颗粒状AlFeSi相; 而熔铸态6061铝合金主要在晶界处析出条状Mg<sub>2</sub>Si相。

(3) 对合金进行室温拉伸力学性能测试, 喷射态6061铝合金由于还未进行致密化处理, 组织内存



·国外信息·

### 透博梅卡公司使用增材制造技术生产直升机引擎零件

世界著名的直升机引擎制造企业透博梅卡公司(Turbomeca)开始在法国 Bordes 的工厂使用增材制造技术大规模生产引擎零件。透博梅卡公司宣布:透博梅卡公司正在利用选择性激光熔化技术制造 Arrano 发动机的燃料喷射器喷嘴和阿蒂丹 3 发动机的燃烧室旋流器。这些引擎零件是透博梅卡公司最新型号的产品,也被认为是现在最先进的涡轮轴产品。在透博梅卡公司发行的出版物中曾报道:“经过多年的发展和原型试验,透博梅卡公司已经进入利用最新的增材制造技术批量生产零件的阶段,透博梅卡公司在 Bordes 的工厂是法国首先利用增材制造技术为宇航推进产业大规模生产零部件的工厂之一。”透博梅卡公司使用细颗粒镍基超合金粉为原料,利用选择性激光熔化技术,通过迭加 20~100  $\mu\text{m}$  的金属薄层制造金属零件制品。增材制造有利于简化制造工艺,传统方法制造的燃料喷射器喷嘴是由几个零件组成的,而使用增材制造方法生产的燃料喷射器喷嘴是一体的,并具有先进的喷射和冷却功能。信息摘译自《金属增材制造》网站 <http://www.metal-am.com/news/003097.html> 2015-1-12/2015-1-20

(孙世杰)

### 金属材料3D打印领域创立《金属增材制造》期刊

在 2014 年 5 月成功推出《金属增材制造》网站 (<http://www.metal-am.com>) 之后,2015 年 4 月 Inovar 通信有限公司将出版发行一个新的面向金属增材制造领域的学术刊物——《金属增材制造》,《金属增材制造》期刊将以印刷版(ISSN 2057-3014)和数字版(ISSN 2055-7183)公开发行,报道金属增材制造领域的新闻,以及有关的技术和商业发展方面的文章。Inovar 通信有限公司位于英国什鲁斯伯里(Shrewsbury)市,是一个在金属粉末行业有 12 年以上从业经验的出版公司,其在金属粉末行业拥有的杂志还包括《粉末冶金评论》和《国际粉末注射成形》。《金属增材制造》期刊为季刊,将特别专注于金属材料增材制造领域的发展动态,不仅向目前参与这一行业者提供相关信息,还将向全世界零件制品生产企业和潜在的用户宣传金属材料增材制造技术。2015 年 4 月底创刊的第 1 期《金属增材制造》的电子版将可以免费从《金属增材制造》网站 (<http://www.metal-am.com>) 下载,印刷版的《金属增材制造》可以通过订购或在 2015 年 5 月 18 日—5 月 20 日美国圣地亚哥市召开的增材制造与粉末冶金研讨会期间购买。读者如果需要了解有关《金属增材制造》期刊编辑出版方面的问题,可以与 Nick Williams ([nick@inovar-communications.com](mailto:nick@inovar-communications.com)) 或 Paul Whittaker ([paul@inovar-communications.com](mailto:paul@inovar-communications.com)) 联系,Jon Craxford 负责《金属增材制造》期刊的广告业务。信息摘译自《金属增材制造》网站 <http://www.metal-am.com/news/003133.html> 2015-2-2/2015-3-15

(孙世杰)

在一定孔隙,拉伸性能低于熔铸态 6061 铝合金。

[4] 彭超群,黄伯云.喷射沉积技术[J].有色金属,2002,54(1): 12-15.

参考文献:

- [1] 肖亚庆.铝加工技术实用手册[M].北京:冶金工业出版社,2004.
- [2] 赵长谦,方世杰.粉末冶金高强铝合金在汽车工业中的应用[J].汽车工艺与材料,2004(9): 1-5.
- [3] 张春芝,边秀芳.粉末冶金铝合金的研究现状和发展趋势[J].特种铸造及有色合金,2008(年会专刊): 55-57.
- [4] Srivastava V C, Mandalb R K, Ojha S N. Evolution of microstructure in spray formed Al-18%Si alloy [J]. Materials Science and Engineering: A, 2004, 383: 14-20.
- [5] 郑春阁.喷覆成型与连铸铸造 6061 铝合金之塑性加工性及机械性能的研究[D].台北:国立成功大学,2004.
- [6] 霍光,王学兵,况春江,等.喷射成形过共晶 AlSi 合金锭坯的渐变组织研究[J].粉末冶金工业,2011, 21(6): 26-29.
- [7] 霍光,王学兵,况春江,等.喷射成形过共晶 AlSi 合金锭坯的渐变组织研究[J].粉末冶金工业,2011, 21(6): 26-29.



## 9、放电等离子烧结高合金工具钢的组织与性能



第 23 卷 第 4 期  
2013 年 8 月

粉末冶金工业  
POWDER METALLURGY INDUSTRY

Vol. 23 No. 4  
Aug. 2013

# 金属展

## 3 大会

13.org

主编:杨树森  
副主编:李献璐 韩凤麟 曲选辉  
王尔德 易健宏 李元元  
王鸿海 舒正平 方玉诚  
樊学全  
委员:(以姓氏笔画为序)  
王平 王健 王尔德 王鸿海  
王崇琳 亓家钟 方玉诚 尹海清  
申承秀 印红羽 曲选辉 吕大铭  
齐国强 仲守亮 汤慧萍 纪向军  
严彪 严培义 李元元 李森蓉  
李献璐 杨树森 肖志瑜 况春江  
汪礼敏 张宏才 陈越 邵健  
林晨光 易健宏 罗锡裕 金成海  
周武平 孟庆芳 赵九洲 赵慕岳  
荆慧 胡连喜 柳学全 侯开太  
耿涤 桂业伟 贾成厂 倪冠曾  
徐哲之 郭庚辰 曹勇家 崔建民  
葛启录 韩伟 韩凤麟 韩建国  
焦立新 舒正平 蔡一湘 谭清平

编辑出版:《粉末冶金工业》编辑部  
编辑部主任:荆慧  
责任编辑:王惠娟  
地址:北京市海淀区学院南路 76 号  
邮编:100081 传真:(010)62185365  
电话:(010)62182922 (010)62181028  
电子邮件:powderbj@163.com  
印刷:北京昌平百善印刷厂  
国内发行:北京报刊发行局  
国外发行:中国国际图书贸易总公司  
订阅处:全国各地邮局(国内代号 82—79)  
北京 399 信箱(国外代号 BM5649)

刊号:ISSN 1006-6543  
CN11-3371/TF

广告经营许可证:京海工商广字第 8024 号

期刊基本参数:CN11-3371/TF \* 1991 \* b \* 16 \* 64 \* zh \* P \* ¥10.00 \* 2000 \* 28 \* 2013-08

### 目 次

研究与评述  
制造零件用的铬钢粉 ..... Jeanette Lewenhagen( 1 )  
高负载粉末冶金齿轮选择性表面致密化 ..... 韩风麟( 6 )  
水热合成法制备细颗粒钨铜氧化物复合粉体 ..... 赵晶, 李维文, 张盘龙, 魏世忠, 官方方, 马瑛华( 18 )  
具有优异高频特性非晶磁粉芯的制备及磁性能研究 ..... 王湘粤, 卢志超, 黄纯波, 陆曹卫, 李德仁( 22 )  
感应熔覆  $Mg_2FeB_6/Fe$  耐磨涂层的组织与性能研究 ..... 顾彦杰, 郭志猛, 刘祥庆, 曾 鲜, 陈 文( 27 )  
不同表面活性剂对硅油基磁流体性能的影响 ..... 谭易明, 郑慧萍, 郭志猛, 林 涛, 孙 森( 33 )  
TiC 含量对 TiCp/M2 高速钢复合材料性能的影响 ..... 李小峰, 肖志瑜, 罗 飞, 吴苑标, 邱 诚( 39 )  
放电等离子烧结高合金工具钢的组织与性能 ..... 刘丘林, 王艳群( 45 )  
硅铝复合材料杨氏模量有限元计算研究 ..... 刘 超, 浦玉萍, 沈 伟( 50 )  
粉末微注射成形的现状与展望 ..... 罗铁钢, 蔡一湘( 54 )  
国内外采煤截齿合金的现状与发展 ..... 刘华平, 余立新, 陆庆忠( 65 )

行业动态  
中国钢协粉末冶金分会发布主要金属粉末的生产销售统计 ..... ( 64 )  
中国机械通用零部件协会粉末冶金分会发布 2012 年度创新优秀 ..... ( 64 )  
新产品奖和粉末冶金机械零件产量及应用领域统计 ..... ( 64 )  
Federal Mogul 有限公司在中国上海建立新的工厂 ..... ( 69 )  
中国工程院化工、冶金与材料工程学部会议—暨 2013 年粉末注射 ..... ( 69 )  
成形技术产业高峰论坛即将召开 ..... ( 69 )

国外信息  
2012 年英国 GKN 公司粉末冶金部门的销售额比上年略有增长 ..... ( 5 )  
日本 NTN 有限公司开发出不含镍的耐腐蚀轴承材料 ..... ( 5 )

方针政策  
工信部力推两大节能环保工程 ..... ( 17 )  
解读《钢铁工业规范条件》方针政策 ..... ( 32 )

网络信息  
Sintermetal 公司在墨西哥扩大粉末冶金制品生产 ..... ( 26 )  
2012 年版粉末冶金工业发展路线图(连载一) ..... ( 44, 49 )  
印度 Jayesh 工业有限公司扩大细金属粉的产能 ..... ( 53 )

专利信息  
雾化法制备低氧低松比铜基粉末的方法 ..... ( 70 )  
粗晶结构 WC-Co 硬质合金的制造方法 ..... ( 70 )  
用于制造金属粉末压制品的粉末压机 ..... ( 70 )  
一种粉末冶金制品连续脱脂、烧结、淬火、回火多功能炉 ..... ( 70 )  
一种粉末冶金凸轮制动的制造工艺 ..... ( 70 )  
一种粉末冶金异形孔的整形芯棒 ..... ( 70 )

新书简介  
《粉末冶金汽车零件(设计·生产·应用)》出版 ..... ( 26 )

征稿启事  
《金属功能材料》征稿启事 ..... ( 38 )



## 放电等离子烧结高合金工具钢的组织与性能

刘丘林, 王艳群

(广州城建职业学院 建筑工程技术系, 广东 广州 510925)

**摘要:**本文研究了放电等离子烧结(PS)参数对 HGSF01 高合金工具钢致密度、硬度的影响规律, 以及烧结态 HGSF01 高合金工具的显微组织、抗弯强度和摩擦磨损性能。结果表明: 材料的致密度随烧结温度的升高和保温时间的延长呈上升趋势, 而硬度则是先升高后降低; 经 SPS 得到的材料晶粒细小, 晶粒尺寸约为 5 μm, 碳化物颗粒细小、均匀、弥散分布在基体上; 烧结态材料的抗弯强度比电渣重熔态材料提高了一倍, 耐磨性比电渣重熔态材料略有提高。

**关键词:**高合金工具钢; 放电等离子烧结; 显微组织; 力学性能

**中图分类号:**TG146.2<sup>+1</sup>; TG376      **文献标识码:**A

**文章编号:**1006-6543(2013)04-0045-05

MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF SPS HIGH-ALLOY TOOL STEEL

LIU Qiu-lin, WANG Yan-qun

(Guangzhou City Construction College Department of Architectural Engineering Technology, Guangzhou 510925, China)

**Abstract:** In this paper, the effects of SPS parameters on density and hardness of HGSF01 high-alloy tool were studied. The microstructure, bending strength and friction and wear properties of sintered HGSF01 high-alloy tool were also investigated. The results showed that the materials' density had a rising trend with increasing sintering temperature and holding time, while the hardness rised at first and then decreased. The samples after SPS were characterized by a fine-grained (about 5 μm) structure with relatively small and uniform carbide particles located in the matrix. The bending strength of sintered materials was twice as high as the ESR materials' bending strength, while the wear resistance of SPS materials is slightly higher than that of the ESR materials.

**Key words:** high-alloy tool steel; spark plasma sintering; microstructure; mechanical properties

放电等离子烧结(PS)是结合了传统电流烧结和热压烧结的一种在低温短时间内实现高效、快速烧结的一种新型烧结技术, 在较低烧结温度和较小压力条件下可将粉末原料烧结成具有高性能的材料。图 1 为其工作原理图。

HGSF01 高合金工具钢是一种新型工模具钢, 由于其作为刀具、模具使用场合的特殊性, 决定了它必须具有高强度、高硬度、高韧性、高耐磨性等性能。

而通过传统铸造和电渣重熔工艺制备的 HGSF01 高合金工具钢存在晶粒粗大、组织不均匀、碳化物严重偏析和碳化物粗大等缺陷, 使钢材的综合性能不高<sup>[1]</sup>。

为了充分发挥出 HGSF01 高合金工具钢的性能, 提高相应工模具的使用寿命; 又由于通过放电等离子烧结可获得高致密度的烧结试样, 同时使烧结试样具有超细微观组织结构, 与电渣重熔方法相比,

收稿日期: 2013-02-28

作者简介: 刘丘林(1983—), 男(汉), 湖南郴州人, 工学硕士, 主要研究方向为粉末冶金技术。



能解决电渣重熔合金中存在的晶粒粗大、宏观偏析严重、析出相粗大等问题<sup>[2,3]</sup>, 提高合金的力学性能。为此, 作者采用 SPS 技术制备了 IIGSF01 高合金工具钢, 并对其组织性能进行了分析研究。

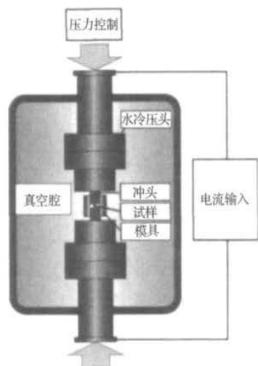


图 1 放电等离子烧结工作原理图

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料及工艺

设定球磨时间、球料比、烧结温度、升温速率和保温时间为本试验的试验因素, 各因素均取 3 个水平, 进行五因素三水平正交试验, 正交试验因素水平表如表 1 所示。

表 1 放电等离子烧结正交试验因素水平表

因素		球磨时间 / h	球料比	烧结温度 / °C	升温速率 / °C · min⁻¹	保温时间 / min
1		40	7.5 : 1	1 000	50	3
2		60	10 : 1	1 050	75	5
3		80	15 : 1	1 100	100	10

采用 QM 2SP 型行星式球磨机将合金元素粉末机械合金化制备 IIGSF01 高合金工具钢粉末, 各合金元素按 IIGSF01 高合金工具钢成分(见表 2)配比。铁粉采用的是羰基铁粉, 颗粒大小为 3~5 μm, 其余合金元素均为纯度 99.9%、<50 μm(300 目)的单质元素粉。

表 2 IIGSF01 高合金工具钢化学成分(质量分数) %

C	Cr	Mo	W	V	Fe
0.9~1.3	6.5~8.5	1.5~1.8	少量	1.5~3	余量

SPS 烧结采用日本进口的 DR SINTER type

SPS 825 放电等离子设备, 将机械合金化制备的粉末称取 32 g, 装入直径为 30 mm 的石墨模具中, 粉末与模具内壁之间以及粉末与上下压头之间用光滑的碳纸隔开。装完料后将模具放入放电等离子烧结系统内, 轴向压紧, 抽真空至低于 8 Pa 并加 50 MPa 压力。按照设定的升温速率达到烧结温度并在该温度下保温一定时间, 烧结过程中始终保持 50 MPa Z 轴向压力。烧结结束后, 随炉冷却, 卸压, 取出模具, 空冷到室温, 然后脱模, 清除烧结试样表面的石墨纸。最终烧结试样尺寸为 φ30 mm × 6 mm。

### 1.2 性能测试方法

采用阿基米德排水法测量试样的密度; 用 IIRC 150 型洛氏硬度计测硬度, 取 5 点的算术平均值; 在型号为 LEICA DMI 5000M 的金相显微镜下观察试样的金相组织; 用 Quanta 200 扫描电子显微镜拍摄微观组织形貌; 使用微机控制电子万能试验机 CMT5105 进行弯曲试验, 试样尺寸为: 长 16 mm × 宽度 4 mm × 厚度 2 mm, 跨距 10 mm; 在 M 2000 型摩擦磨损试验机上进行摩擦磨损试验, 主轴转速 214 r/min, 载荷 200 N, 试验时间 1 h, 磨环规格 φ47 mm × 10 mm, 磨块尺寸 10 mm × 10 mm × 3 mm。

## 2 结果与讨论

### 2.1 烧结温度、保温时间对 IIGSF01 高合金工具钢致密度、硬度的影响

#### 2.1.1 烧结温度对试样致密度的影响

图 2 为正交试验中烧结温度对 IIGSF01 钢致密度的影响趋势图。在 1 000°C、1 050°C、1 100°C 时致密度平均值分别为 93.96%、96.93%、98.04%。可见, 随着烧结温度的升高, 材料的致密度呈上升的趋势。从烧结机理分析可知: 随着烧结温度的升高, 烧结驱动力增大, 这有利于材料致密化的进行。在烧结过程中, 只有从晶内到颗粒颈部的晶界扩散和晶格扩散才能导致材料的高度致密化<sup>[4]</sup>。实验中, 随烧结温度的升高, 大部分晶界气孔被排除, 粉末颗粒间互相结合加剧, 晶粒开始接触, “烧结颈”充分形成, 并逐渐长大; 粉末颗粒间的细小间隙被粉末颗粒快速填充, 吸附在粉末表面的气体大量逸散。此时烧结的主要驱动力不再是表面能的减少, 而是晶界能的降低, 粉末颗粒的接触面逐渐转变成晶界, 并不断向两边颗粒内移动, 烧结颗粒之间由松散的“连接”逐步转变成有较强作用的“联结”,

随着“联结”强度进一步增加,烧结体密度进一步提高;此时材料致密化过程接近完成,粉末间的原子扩散下降,致密度上升速率变慢。由此可推知,在一定的范围内,烧结体的致密化程度是随着烧结温度的升高而升高的,但其致密化速度却随着烧结温度的升高而降低。

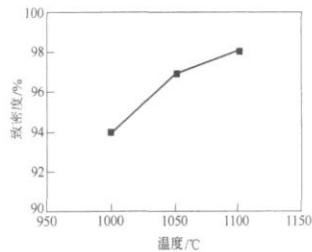


图2 烧结温度对HGSF01钢致密度的影响

### 2.1.2 保温时间对试样致密度的影响

图3为正交试验中保温时间对HGSF01钢致密度的影响趋势图。从图中可以看出:随着保温时间的延长,试样平均致密度逐渐增大。表明保温时间对试样的致密度有一定的影响。随着保温时间的延长,各种扩散作用充分进行,残留在烧结试样内的孔隙逐渐消失,不规则孔隙充分球化,因而试样的致密度逐渐增大。实验中,保温时间过短为3 min和5 min时,“烧结颈”没有充分形成,颗粒之间的接触面没有完全转变成晶界,烧结还没有充分进行,试样平均致密度只有95.12%和95.90%;当保温时间为10 min时,试样平均致密度达到97.91%,此时,“烧结颈”已经基本形成,颗粒之间的接触面基本消失、转变成晶界,孔隙率减少,致密度提高。

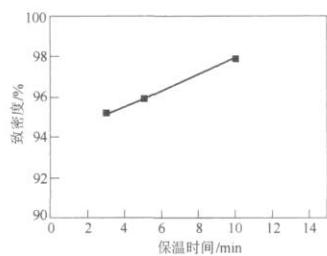


图3 保温时间对HGSF01钢致密度的影响

### 2.1.3 烧结温度、保温时间对试样硬度的影响

图4和图5为烧结温度和保温时间对烧结试样

硬度值的影响趋势图。可以看出:试样的平均硬度随着烧结温度的升高和保温时间的延长先升高后降低。这是由于当烧结温度较低时,试样的烧结为固相烧结,此时试样的硬度主要取决于固体颗粒的本征硬度,而此时试样烧结的致密化程度也较低,试样内部存在大量的孔隙,因此一定程度上影响其烧结硬度的提高。当烧结温度升高,试样由固相烧结转变为液相烧结,此时固相颗粒在液相中溶解并在不平衡的毛细管力的共同作用下,逐步促进坯体的致密化,颗粒间的结合强度增强,使得试样的硬度增加。但当烧结温度过高,又会因为某些组份的挥发和烧蚀造成基体硬度的下降<sup>[5]</sup>。另外,在烧结初期,随着保温时间的延长,试样致密化程度增加,空隙消失,烧结体硬度快速上升;但随着保温时间的进一步延长,易导致晶粒的长大,碳化物溶解,使得硬度值不再上升,反而下降。此外,比较图4、图5,还可以看出,保温时间对试样硬度的影响没有烧结温度的影响大。

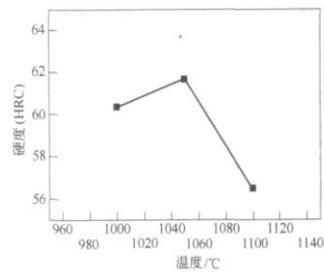


图4 烧结温度对HGSF01钢硬度的影响

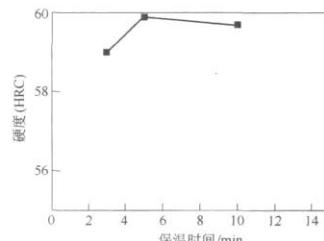


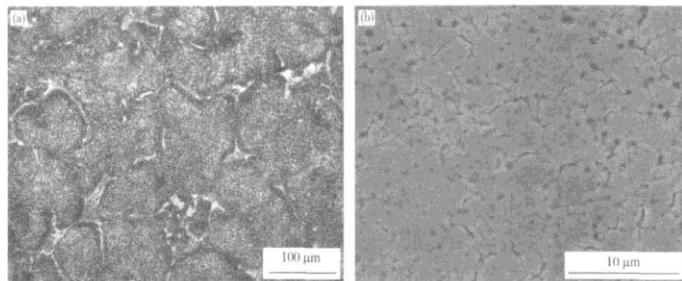
图5 保温时间对HGSF01钢硬度的影响

### 2.2 烧结(SPS)态HGSF01高合金工具钢显微组织分析

图6为不同工艺状态的HGSF01高合金工具

钢显微组织。电渣重熔态组织[图 6(a)]晶粒粗大,尺寸在  $100 \mu\text{m}$  左右。粗大的碳化物呈网状珠光体在晶界析出,且有鱼骨状的共晶莱氏体的出现。晶内的碳化物呈不规则的块状且分布不均匀,组织中存在少量的疏松。而烧结态组织[图 6(b)]晶粒细小,晶粒尺寸在  $5 \mu\text{m}$  左右。大量细小的碳化物颗粒均匀分布在基体上,无明显偏聚现象,组织非常均

匀。同时,试样中存在少量的孔洞,但是孔洞直径一般不超过  $1 \mu\text{m}$ 。相比较起来,烧结态组织的晶粒明显细化,碳化物分布更加均匀。这是由于烧结前粉末颗粒本来就很细,而 SPS 又具有加热迅速、烧结时间短的特点,能够有效抑制晶粒的长大。同时烧结态组织中的析出碳化物,也来不及长大,最终尺寸非常细小,形成了不同于电渣重熔态的共晶碳化物形态。



(a) 电渣重熔态; (b) 烧结态  
图 6 HGSF01 钢显微组织

### 2.3 烧结( SPS )态 HGSF01 高合金工具钢力学性能测试

#### 2.3.1 抗弯强度

图 7 为电渣重熔态和烧结态合金的抗弯强度对比。从图中可知,烧结态的合金抗弯强度( $1520 \text{ MPa}$ )比电渣重熔态合金的抗弯强度( $750 \text{ MPa}$ )提高了一倍多。这是由于 HGSF01 高合金工具钢作为一种高硬度钢(硬度在 HRC $59\sim60$  以上的钢),其强度不仅取决于马氏体的含碳量和奥氏体的数量,还取决于组织特征,比如晶粒度和晶粒边界状态、碳化物弥散程度和分布特点、应力分布特点和残余奥氏体量。其中,晶粒度和碳化物对强度的影响最大<sup>[6]</sup>。随着晶粒尺寸的增大和碳化物分布不均匀程度的增加,钢的强度几乎成比例降低。SPS 合金的晶粒非常细小,且碳化物细小、不连续分布,晶界处颗粒状的 MC 型碳化物对晶界有钉扎作用,能有效阻止断裂过程中裂纹的扩展。因此,使得烧结态材料有比较高的抗弯强度。而电渣重熔态合金晶粒粗大,碳化物分布不均匀,沿晶界分布的粗大碳化物又极易成为裂纹源,当应力达到一定程度,裂纹迅速扩展到整个试样截面而断裂,从而表现出较低的抗弯强度。

#### 2.3.2 耐磨性

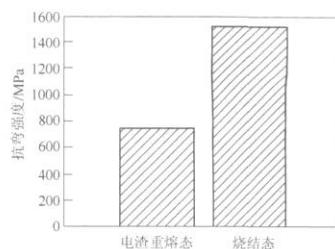


图 7 电渣重熔态和烧结态的抗弯强度对比

图 8 为电渣重熔态和烧结态合金的耐磨性对比。从图中可以看出,电渣重熔态和烧结态合金在摩擦磨损实验后的磨痕宽度分别为  $4.02 \text{ mm}$  和  $3.78 \text{ mm}$ ,电渣重熔态的磨损量略大一些。工具钢的抗磨损能力不仅取决于基体组织,还取决于第二相,如第二相的性质、数量、形貌、分布状态和尺寸大小等<sup>[7]</sup>。用烧结方法制备的材料,基体组织中 C 和合金元素的含量都比铸态的要高,具有更高的硬度;且烧结态材料基体组织中的碳化物细小均匀,摩擦磨损过程中,能够有效的承载和传递应力,阻碍裂纹的扩展;但由于烧结态试样不是全致密的,存在一定的孔隙,这又为磨损裂纹的扩展创造了条件,部分抵消了前面所述的优势。而电渣重熔态试样的组织中



虽然存在粗大的、棱角分明的碳化物，在磨损过程中容易断裂破碎从材料中分离出来，割裂基体或者在基体表面滑动，加剧材料的磨损；但由于其致密度较高，几乎没有孔隙，又加大了磨损裂纹形成和扩展的难度，所以其耐磨性只比烧结态材料略差一些。

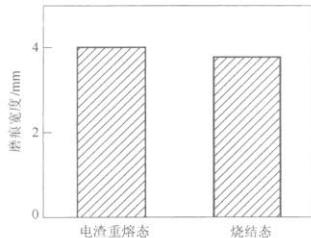


图8 电渣重熔态和烧结态的磨痕宽度对比

### 3 结论

(1) 在一定的范围内，HGSF01 高合金工具钢的致密度随烧结温度的升高和保温时间的延长呈上升趋势，而硬度则是先升高后降低。

(2) 经放电等离子烧结得到的 HGSF01 高合金

工具钢具有晶粒细小(尺寸约为  $5 \mu\text{m}$ )，碳化物颗粒均匀、细小、弥散分布在基体上的优良组织。

(3) 与电渣重熔态 HGSF01 高合金工具钢相比，烧结态 HGSF01 高合金工具钢的抗弯强度提高了一倍，耐磨性略有提高。

### 参考文献

- [1] 戚正风,王传雅.少无来氏体高合金工具钢[J].材料热处理学报,2001,22(1):31-34.
- [2] 彭超群,黄伯云.喷射成形技术[J].有色金属,2002,54(1):12-15.
- [3] 史海生,颜飞,樊俊飞,等.喷射成形技术在高合金工模具钢中的应用[J].粉末冶金材料科学与工程,2008,13(3):165-170.
- [4] Dwivedi S N, and Upadhyay K. Plasma Aided Manufacturing of Ceramics and Composite Materials[J]. International Journal of Production Research, 1993, 31 (4):901-912.
- [5] 李文虎,刘福田,黄巍岭,等.烧结温度对利用废钢粉制备铁基粉未冶金制品的影响[J].山东冶金,2006,28 (4):40-41.
- [6] 吴元昌.试样表面状态对淬硬粉未冶金高速钢抗弯强度的影响[J].粉末冶金工业,1999,9(4):36-40.
- [7] 刘家浚.材料磨损原理及其耐磨性[M].北京:清华大学出版社,1993. 278.

(上接第 44 页)

#### 1.3 医疗市场

在医疗市场里存在很多的次级市场，医疗市场领域的产品包括：化妆和美容、牙科、诊断设备、医院家具和设备、移植植物、医疗流动设备、轮椅、假体、医药品和外科用装置、急救和伤口护理等方面。金属注射成形制品在医疗市场中的应用主要分布在三个领域里：牙科制品、整形制品、其他医疗装置和设备，产品在这三个部分市场的应用方向构成了医疗设备和诊断行业。现在已经确定在医疗设备和诊断行业内有两个只能采用金属注射成形技术生产产品的次级市场，这两个次级市场是：外科或手术器械和移植植物市场，在外科或手术器械次级市场内还包括了微创手术用产品市场，微创手术用产品市场是金属注射成形技术应用发展最快的领域，微创手术用产品经常是一次性使用的，这类产品的产量近年出现了显著的增长。移植植物市场可以被进一步分成以下三个领域：牙科、整形外科和心率调整。

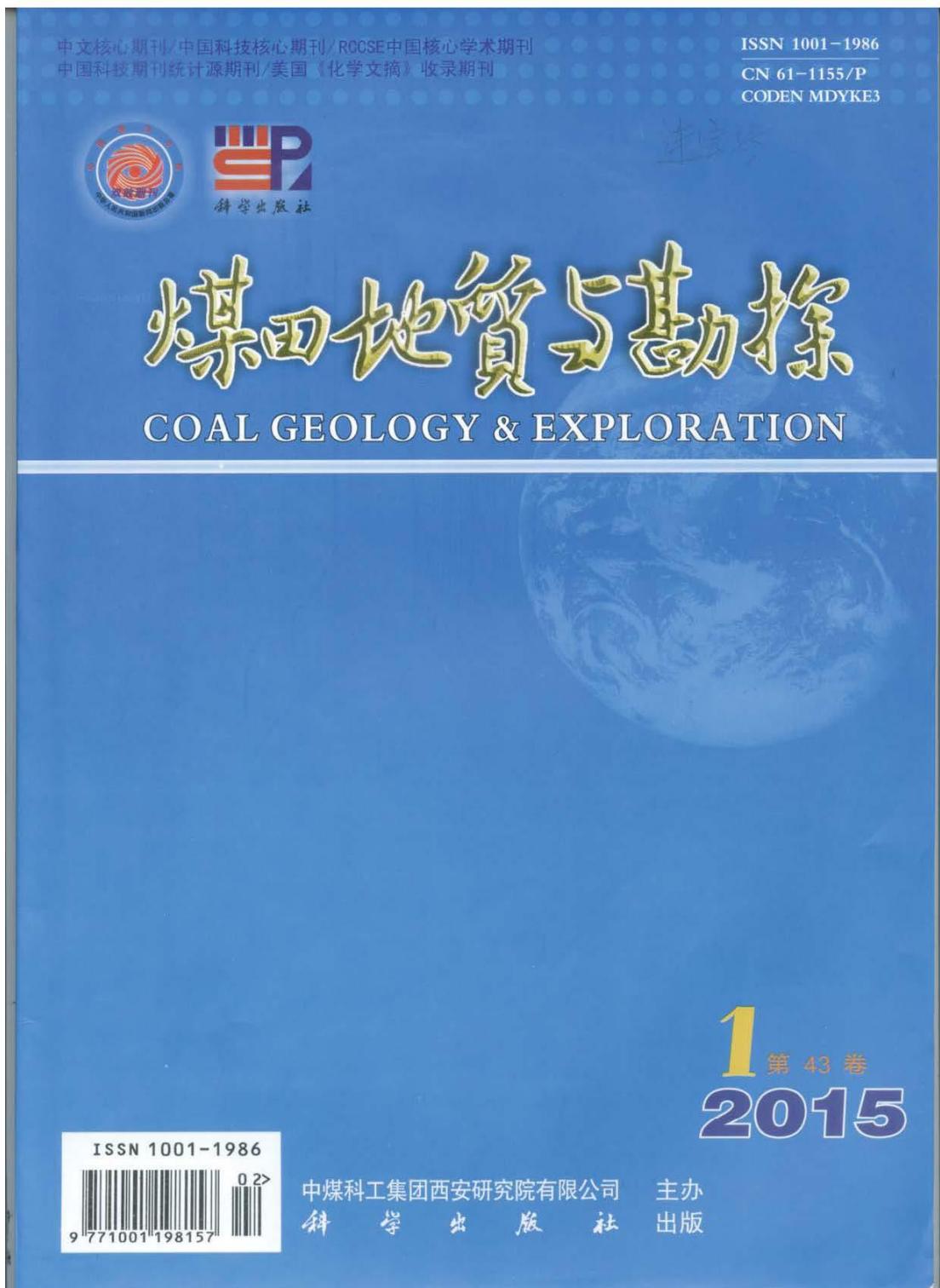
#### 1.4 国防工业

继续存在的和潜在的各种威胁，将刺激开发侦察、安全保护、运输和能源等领域的技术，以满足国防和安全保卫的需要，随着 X 光扫描等安保检查领域的技术发展，将会继续使用粉末冶金钨基合金材料制作的准直器和护罩，钨基合金材料仍将被用于制造穿甲弹，以及使用于飞机和导弹中的平衡重量。为了减少运输过程中能源的消耗，远程运输燃料时需要使用粉末冶金制镁、铝和钛等轻金属材料。化石燃料替代能源的使用将会增加，使用化石燃料替代能源会增加对一些粉末冶金制品的需求。生产一些拥有独特性能的制品，可能需要使用如放电等离子烧结等粉末冶金新技术，制造和修复零件，可能会使用粉末冶金快速制造技术，如：选区激光烧结和冷喷涂等。信息摘译自美国金属粉末工业联合会网站 [http://www.mpif.org/IntroPM/2012\\_Industry\\_Roadmap.pdf](http://www.mpif.org/IntroPM/2012_Industry_Roadmap.pdf) /2012-7-4

(孙世杰)[未完待续]



## 10、节理型黄土开挖边坡塌滑破坏机理





## 煤田地质与勘探

MEITIANDIZHI YU KANTAN

2015年第1期

(双月刊 1973年创刊)

第43卷 总247期

### 目 次

#### ·煤田地质 矿井地质·

- 开滦矿区唐山矿构造特征及成因演化 ..... 唐 鑫, 朱炎铭, 赵少磊, 史 乾 (01)  
东欢坨矿 8 煤瓦斯异常的地质因素 ..... 付常青, 朱炎铭, 蔡 图 (07)  
复合水力化增透技术在低渗突出煤层瓦斯抽采中的应用 ..... 邱德才, 武贵生, 陈冬冬, 唐志龙 (13)  
煤岩动静力学参数关系试验研究 ..... 于师建, 杨永杰, 刘伟韬 (17)

#### ·煤层气·

- 潞安矿区煤储层裂隙及其与人工裂缝的关系 ..... 李 鑫, 傅雪海 (22)  
二氧化氯对煤储层物性改变的机理研究 ..... 郭红玉, 拜 阳, 夏大平, 王惠风, 陈俊辉, 马俊强 (26)  
钻井液对煤心煤层气解吸损失量的影响 ..... 谢向向, 张玉贵, 姜家钰, 张大伟 (30)

#### ·水文地质工程地质·

- 井筒冻结孔解冻涌水发生机制及其控制技术 ..... 吴 璇, 王晓东, 武光辉, 朱明诚 (35)  
综采顶板砂岩富水性多元信息预测评价 ..... 崔雪丽, 李文平 (43)  
钻孔单位涌水量换算的理论与实践 ..... 奚砚涛, 冯春莉, 郭英海, 郑世书 (48)  
西藏某水电站左岸坝肩边坡地震稳定性分析 ..... 杨国俊, 王亮清, 梁 烨, 何 娇 (52)  
含水率对滑带土强度参数的影响 ..... 陈小龙, 丁建峰, 简文星 (58)  
加筋地基承载力研究现状 ..... 郭鹏辉, 李良勇, 陈宝成, 杨晓楠 (62)  
节理型黄土开挖边坡塌滑破坏机理 ..... 连宝琴, 王新刚 (68)  
枣园区块煤层气井产出水化学特征及动态变化规律 ..... 朱卫平, 唐书恒, 吕建伟, 韩继凡, 张海霞, 徐建红 (72)

#### ·煤田物探·

- 基于 STA/LTA 方法的微地震事件自动识别技术 ..... 段建华, 程建远, 王云宏, 陆 斌, 朱红娟 (76)  
关于频率电磁测深几个问题的探讨(八)——频率电磁测深与瞬变电磁测深的关系 ..... 陈明生 (81)  
高密度电法三电位电极系装置勘察适用性研究 ..... 李 彬, 庾先国, 汪楷洋, 张 庚 (86)  
物探方法探测煤矿区岩浆岩侵入体探讨 ..... 王正科, 彭德然, 卢 琳, 苏进昌 (91)  
瑞利波技术超前探测掘进工作面构造异常 ..... 李 胜, 邱晓鑫, 李军文 (96)

#### ·探矿工程·

- “三软”单一煤层水力冲孔卸压增透机理及现场试验 ..... 冯文军, 苏现波, 王建伟, 秦俊宾, 李贤忠 (100)  
基于 ANSYS 的 PDC 钻头钎焊裂纹应力场和应力强度因子分析 ..... 唐胜利, 杨 亮, 孙利海 (104)

期刊基本参数: CN61-1155/P\*1973\*b\*A4\*108\*zh\*P\*¥30.00\*1350\*22\*2015-02

2015年02月25日出版

公开发行

邮发代号: 52-14

国内定价: 30.00 元





COAL GEOLOGY  
&  
EXPLORATION

2015 No. 1

(Bimonthly Started in 1973)

Vol. 43 Sum. 247

CONTENTS

Tectonic characteristics and genetic evolution of Tangshan mine in Kailuan mining area.....	TANG Xin, ZHU Yanming, ZHAO Shaolei, et al (1)
Geological factors of gas anomaly of seam 8 in Donghuantu mine of Kailuan mining area.....	FU Changqing, ZHU Yanming, CAI Tu (7)
Compound-hydraulic technology enhancing permeability in lowly permeable and outburst-prone seam.....	QIU Decai, WU Guisheng, CHEN Dongdong, et al (13)
Experimental study on the relationship between dynamic and static mechanical parameters of coal.....	YU Shijian, YANG Yongjie, LIU Weitao (17)
The relationship between natural fractures and artificial fractures in coal reservoir.....	LI Xin, FU Xuehai (22)
Transformation mechanism of coal reservoir physical properties by chlorine dioxide.....	GUO Hongyu, BAI Yang, XIA Daping, et al (26)
The influence of drilling fluid on coal bed methane desorption loss of coal core in Lu'an mining area.....	XIE Xiangxiang, ZHANG Yugui, JIANG Jiayu, et al (30)
Mechanism and control technology of water inrush from shaft freezing holes after thawing .....	WU Zhang, WANG Xiaodong, WU Guanghui, et al (35)
Forecasting and assessment of water abundance of sandstone roof by multivariate information .....	CUI Xueli, LI Wenping (43)
The theory and practice of conversion about specific capacity.....	JI Yantao, FENG Chunli, GUO Yinghai, et al (48)
Analysis on the seismic stability of left abutment slope of a hydropower station in Tibet.....	YANG Guojun, WANG Liangqing, LIANG Ye, et al (52)
The influence of water content on the strength parameter of soil in slip zone.....	CHEN Xiaolong, DING Jianfeng, JIAN Wenxing (58)
Research status of bearing capacity for geosynthetic-reinforced foundation .....	GUO Penghui, LI Liangyong, CHEN Baocheng, et al (62)
Collapsed sliding failure mechanism of slope excavation in joint loess.....	LIAN Baoqin, WANG Xingang (68)
The characteristics and dynamic changes of produced water from coalbed methane wells in Zaoyuan block .....	ZHU Weiping, TANG Shuheng, LYU Jianwei, et al (72)
Automatic identification technology of microseismic event based on STA/LTA algorithm .....	DUAN Jianhua, CHENG Jianyuan, WANG Yunhong, et al (76)
On the relationship between the frequency electromagnetic sounding with the transient electromagnetic sounding .....	CHEN Mingsheng (81)
Applicability of tri-potential electrode arrays of high density resistivity .....	LI Bin, TUO Xianguo, WANG Kaiyang, et al (86)
Detection of magmatic intrusive mass by geophysical methods in coal mining area .....	WANG Zhengke, PENG Deran, LU Lin, et al (91)
Advanced detection technology of Rayleigh wave for detection of abnormal geological structure in excavation face .....	LI Sheng, QI Xiaoxin, LI Junwen (96)
The mechanism and field test of permeability improvement by hydraulic flushing in three-soft and single coal seam .....	FENG Wenjun, SU Xianbo, WANG Jianwei, et al (100)
ANSYS-based analysis on stress field and stress intensity factor of brazing seam in PDC bits .....	TANG Shengli, YANG Liang, SUN Lihai (104)

Feb. 2015



第 43 卷 第 1 期  
2015 年 2 月

煤田地质与勘探  
COAL GEOLOGY & EXPLORATION

Vol. 43 No.1  
Feb. 2015

文章编号: 1001-1986(2015)01-0068-04

## 节理型黄土开挖边坡塌滑破坏机理

连宝琴<sup>1</sup>, 王新刚<sup>2</sup>

(1. 广州城建职业学院建筑工程系, 广东 广州 510925; 2. 中国地质大学工程学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 黄土节理控制着黄土区地下水或者地表水的运输通道, 黄土节理的发育致使黄土节理扩张为局部大的拉张裂隙, 在拉张力作用下使得黄土高原地区塌滑灾害频繁发生。通过野外调查和分析, 提出了黄土开挖边坡塌滑破坏可分为 4 个阶段: 坡脚侵蚀剥落阶段、坡顶拉裂阶段、垂直裂隙扩展阶段、边坡整体塌滑破坏阶段。结合工程实例, 通过概化的三维数值分析模型, 使用岩土工程软件 FLAC<sup>3D</sup> 模拟分析了在 3 种降雨量条件(40 mm/d, 80 mm/d, 100 mm/d)下, 降雨 2 d 后概化模型的塌滑破坏情况, 这可为工程地质条件相同地区的黄土开挖边坡塌滑变形破坏的分析以及防治提供一种有效分析范例。

**关键词:** 黄土节理; 塌滑破坏; 塌滑阶段; 数值分析

中图分类号: P642.2; TU44 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1001-1986.2015.01.014

### Collapsed sliding failure mechanism of slope excavation in joint loess

LIAN Baoqin<sup>1</sup>, WANG Xingang<sup>2</sup>

(1. Department of Building Engineering, Guangzhou City Construction College, Guangzhou 510925, China;

2. Department of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Transport channels of groundwater or surface water in loess area are controlled by loess joint, loess joint development leads to the loess joint expansion and becomes local large tensile cracks, collapse sliding disasters have occurred frequently under the action of tension in the loess plateau. Through the field investigation and analysis, the collapse loess slope sliding failure can be divided into four stages: slope erosion peeling off stage, the top tensile splitting stage, vertical crack expansion stage and slope overall collapse sliding failure stage. The collapse sliding failure situation was simulated and analyzed by using the geotechnical engineering software FLAC<sup>3D</sup> through 3d numerical analysis model in combination with practical engineering cases in three rainfall conditions (40 mm/day, 80 mm/day, 100 mm/day) after two raining days, providing an effective analysis paradigm for analysis and control of collapse sliding deformation and failure under the same engineering geological conditions in excavation of loess slope.

**Key words:** loess joint; collapsed sliding failure; collapse and sliding stage; numerical analysis

黄土具有大孔隙、垂直节理发育、湿陷性等特殊性质<sup>[1]</sup>, 黄土节理在我国黄土地区普遍发育<sup>[2]</sup>。黄土节理往往控制着黄土区地下水或者地表水的运输通道<sup>[3]</sup>, 致使黄土节理扩张为局部扩大的拉张裂隙, 在拉张力作用下使得黄土高原地区塌滑灾害频繁发生<sup>[4]</sup>。国内外学者对黄土塌滑破坏进行了大量研究<sup>[5-11]</sup>。深入研究节理型黄土开挖边坡塌滑式破坏机理对于黄土开挖边坡区域灾害的预测和预防有重要的指导意义。

本文以山西某煤矿黄土开挖边坡黄土塌滑为例, 在野外调查的基础上探讨了黄土塌滑的形成条件和破坏模式。利用岩土工程软件 FLAC<sup>3D</sup> 对黄土塌滑变形破坏过程进行数值模拟分析, 这可为工程地质条件相同地区的黄土开挖边坡塌滑变形破坏的分析以及防治提供一种有效分析范例。

#### 1 工程概况

山西忻州神达梁家碛煤矿位于河曲县城东北

收稿日期: 2013-09-09

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41172281); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(摇篮人才计划 CUGL10-0413; 特色学科团队 CUG090104); 国家重点基础研究发展计划(973 计划)课题(2011CB710604)

作者简介: 连宝琴(1985—), 女, 福建大田人, 硕士研究生, 从事岩土工程教学与科研工作。

E-mail: qin20054184@126.com

引用格式: 连宝琴, 王新刚. 节理型黄土开挖边坡塌滑破坏机理[J]. 煤田地质与勘探, 2015, 43(1): 68–71.



处。属黄土高原的一部分, 大部分被黄土覆盖, 钻孔揭露最大厚度 87.50 m, 该区黄土固结差, 垂直节理发育。区内沟谷仅在雨季时汇集表流形成较大流量, 对冲沟产生强烈下切侧蚀, 使沟谷加长加深。在切割较深的沟谷边缘, 因黄土垂直节理发育, 受自重应力及流水侧蚀的影响, 常见崩落、塌滑现象。

## 2 黄土节理调查与塌滑阶段分析

根据现场区域节理裂隙调查成果以及前期边坡勘察试验成果, 用 disp 软件绘制节理散点图(图 1)和节理玫瑰花图(图 2)。从图 3 可以看出该区域黄土开挖边坡缓倾角节理的较少, 垂直节理较多, 垂直节理更易在降雨作用下形成拉张裂隙, 这加剧了黄土塌滑的形成。

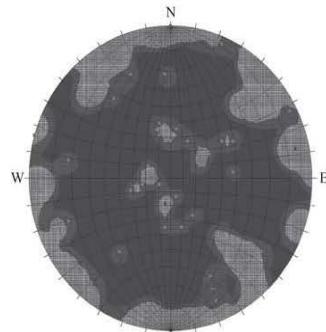


图 1 黄土节理散点图  
Fig.1 Loess joint scatter

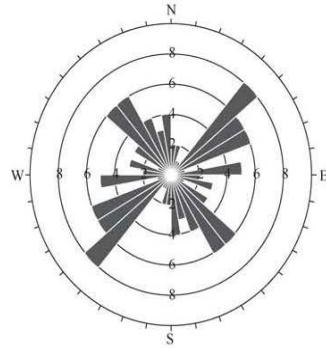


图 2 黄土节理玫瑰花图  
Fig.2 Loess joint rose diagram

黄土开挖边坡塌滑的破坏过程<sup>[12]</sup>可以分为 4 个阶段:

a. 坡脚侵蚀剥落阶段 塌滑破坏初期, 降雨从黄土体内渗流汇集到坡脚位置, 坡脚应力过大, 而

黄土强度低, 在重力作用下黄土沿着节理裂隙剥落, 坡脚形成局部侵蚀剥落空腔(图 4)。

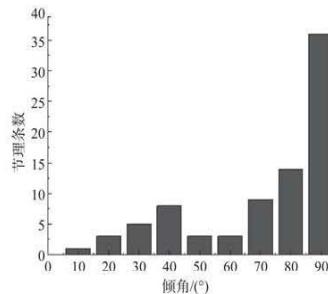


图 3 黄土节理倾角分布统计图  
Fig.3 Loess joint dip distribution diagram

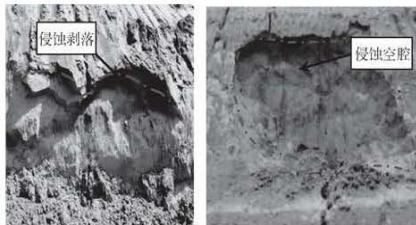


图 4 坡脚侵蚀剥落  
Fig.4 Erosion peeling off

b. 坡顶拉裂阶段 坡脚剥落到一定状态后, 黄土开挖边坡坡面上的土体悬空, 坡体出现了不均匀沉降, 黄土开挖坡体强度也由原来的峰值强度降为残余强度, 从而在开挖边坡坡顶产生沿着垂直节理分布的拉裂区(图 5)。

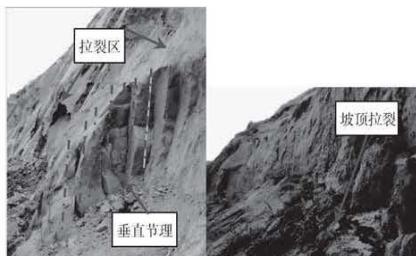
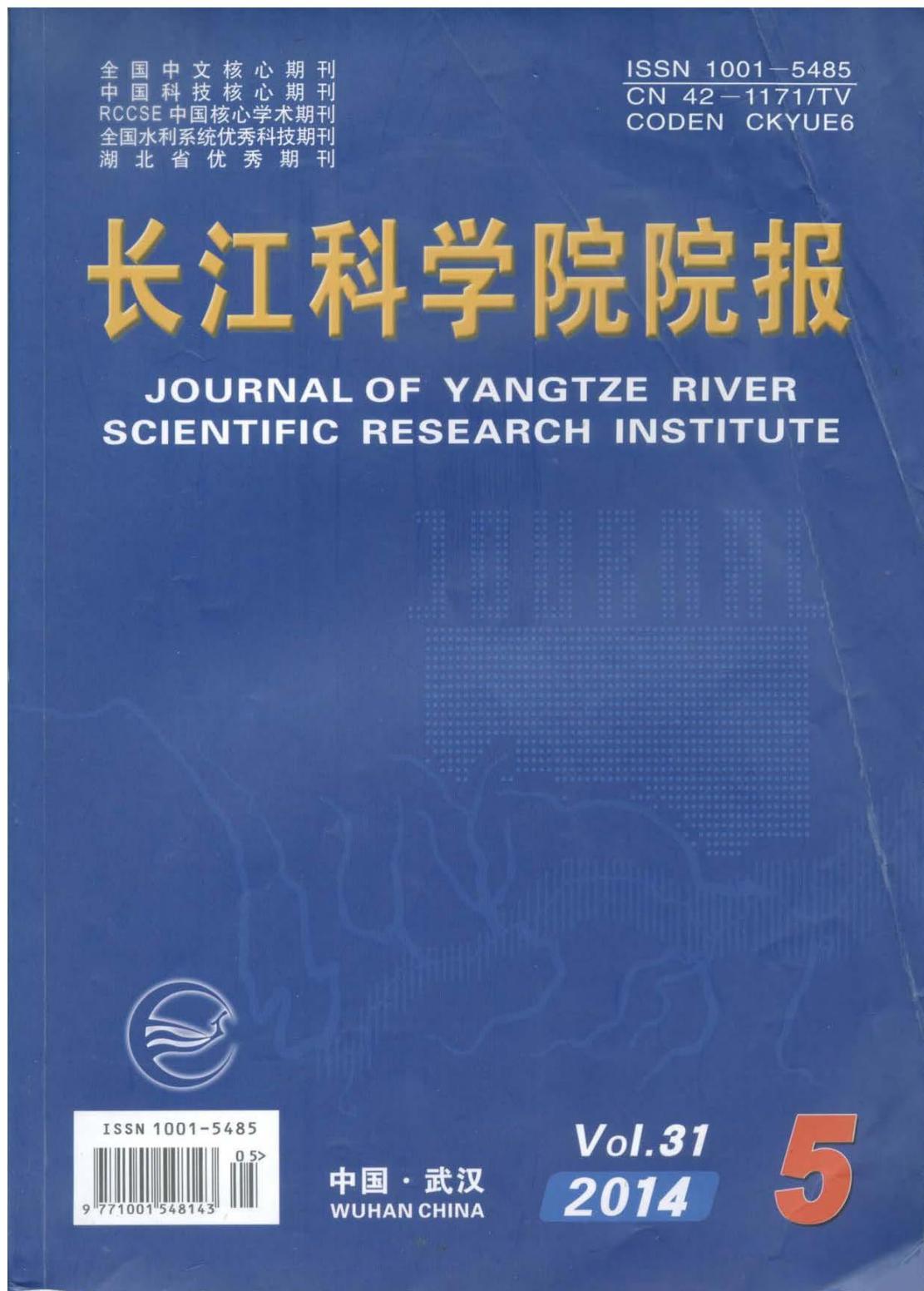


图 5 坡顶拉裂  
Fig.5 Tensile splitting at slope top

c. 垂直裂隙扩展阶段 在降雨径流的集中冲刷下, 黄土垂直节理张开, 裂隙扩大, 并继续向深处扩展。此时黄土开挖边坡后缘的拉张应力进一步集中, 被黄土节理分割而成的块体部分悬空失去连接, 形成不稳定块体(图 6)。



## 11、武汉地铁名都车站基坑开挖监测与数值分析





## 长江科学院院报

(月刊)

2014年5月 第31卷 第5期 总第187期

### 目 次

#### 江湖泥沙与治理

冲积性河流河床横断面形态研究与进展 ..... 廖治棋 范北林 黄莉 陈静婷 李凌云(1)  
水资源与环境

后评估方法在建设项目水资源论证中的应用 ..... 彭雪君 黄薇(7)  
河流泥沙吸附磷的研究现状与展望 ..... 陈野 李青云 曹慧群(12)  
植物气生根在富营养水治理中的应用——以夹竹桃为例 ..... 杜双楠 刘本洪 程永红(17)  
河口水资源几个问题研究进展 ..... 夏欢 常福宣(22)

#### 工程安全与灾害防治

基于模糊综合评价的改进层次分析法在滑坡危险评价中的应用 ..... 胡启芳 范雷 董治军 周火明 杨宜 李亚杰(29)

武汉地铁名都车站基坑开挖监测与数值分析 ..... 连宝琴 胡斌 王新刚 刘飞 余宏明(34)  
一种用于三维滑坡模型试验数据处理的新方法 ..... 于志伟 程圣国(39)

#### 岩土工程

Hoek-Brown 强度准则在隧道岩体稳定分析中的应用研究 ..... 李守龙 李宗利 黄高峰(43)  
EN - 1 离子土壤固化剂对滑坡带土扰动样的改性机理研究 ..... 雷雯 项伟(47)  
循环荷载作用下珠海隧道饱和黏土软化试验研究 ..... 孙阳光 高玉峰 刘建民 曹久亭 黄思杰(52)

基于有限元法的土石坝施工填筑数值仿真及位移修正方法探讨 ..... 卢晓春 田斌 孙大伟 孙开畅(56)

不同掺剂对水泥土动力特性的影响 ..... 张鹏 朱珍德 王军 王海洋(62)  
考虑拱效应的矩形巷道顶板稳定性 ..... 李海军 杨逾(68)

海上风电机组基础浪致疲劳分析 ..... 施军伟 杨敏 王伟 王其标(74)  
深基坑三维应力场和渗流场耦合分析与模拟 ..... 梁志松(79)

砂砾石土灌浆浆液扩散半径试验研究 ..... 秦鹏飞 符平 王春 王丽娟(84)

#### 水工结构与材料

有限元模拟 FRP 筋混凝土双向板的冲切过程 ..... 侯黎黎 张亚坤(87)

#### 信息技术应用

面向无人机水域影像的自动拼接方法 ..... 王雅萍 陈宜金 谢东海 吴俣(92)

#### 仪器设备与测试技术

多路水深流速自动采集系统设计与应用 ..... 马志敏 苏姗 胡文斌(97)

#### 水利工程建设与管理

碾压混凝土坝平层铺筑仓面施工模拟 ..... 杜志达 郝雪莹(102)

#### 三峡工程运用 10 年后长江中游江湖演变与治理学术研讨会专栏

三峡工程运行后泥沙问题与江湖关系变化 ..... 胡春宏 王延贵(107)

三峡水库蓄水后荆江大堤险工段近岸河床演变分析 ..... 段光磊 龙慧 郭满姣(117)

#### 信息之窗

·简讯· 长江科学院派员赴鄱阳湖湿地进行查勘及项目交流(67) 长澳公司喜获高新技术企业证书(73) 长江科学院新

获两项国家发明专利(91) 长江科学院派员参加 2014 年河南南水北调工作会议(96)

本期责任编辑:曾小汉; 英文编辑:陈敏

期刊基本参数: CN42 - 1171 / TV \* 1984 \* m \* A4 \* 122 \* zh \* P \* ¥ 10.00 \* 1300 \* 23 \* 2014 - 05

本刊电子信箱: cjk@163.net

本刊投稿网址: <http://ckyyb.crsri.cn>



JOURNAL OF YANGTZE RIVER SCIENTIFIC  
RESEARCH INSTITUTE

( Monthly )

May 2014 Vol. 31 No. 5 Sum No. 187

CONTENTS

RIVER-LAKE SEDIMENTATION AND REGULATION

Research Progress of Riverbed Cross-section of Alluvial River

..... LIAO Zhi-qi, FAN Bei-lin, HUANG Li, CHEN Jing-ting, LI Ling-yun( 1 )

WATER RESOURCES AND ENVIRONMENT

Post-Evaluation Applied to Water Resources Assessment for Construction Projects ..... PENG Xue-jun, HUANG Wei( 7 )

Research Status and Prospect of Phosphorus Adsorption by River Sediment ..... CHEN Ye, LI Qing-yun, CAO Hui-qun(12)

Application of Aerial Roots in Eutrophic Water Treatment: A Case Study on *Neriumindicum* ..... DU Shuang-tao, LIU Ben-hong, SHUI Yong-hong(17)

Research Progress on Several Issues of Estuarine Water Resource ..... XIA Huan, CHANG Fu-xuan(22)

ENGINEERING SAFETY AND DISASTER PREVENTION

Application of Modified Analytic Hierarchy Process Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation to Landslide Risk Assessment

..... HU Qi-fang, FAN Lei, DONG Zhi-jun, ZHOU Huo-ming, YANG Yi, LI Ya-jie(29)

Monitoring and Numerical Analysis on the Foundation Pit Excavation for Mingdu Station of Wuhan Subway

..... LIAN Bao-qin, HU Bin, WANG Xin-gang, LIU Fei, YU Hong-ming(34)

A Novel Method of Data Processing for 3-D Landslide Model Test ..... YU Zhi-wei, CHENG Sheng-guo(39)

ROCK-SOIL ENGINEERING

Application of Hoek-Brown Failure Criterion to Stability Analysis of Tunnel Rock Mass

..... LI Shou-long, LI Zong-li, HUANG Gao-feng(43)

Mechanism of Disturbed Sliding Zone Soil Improved by EN-1 Ionic Soil Stabilizer ..... LEI Wen, XIANG Wei(47)

Experimental Study on the Softening of Saturated Clay of Zhuhai Tunnel under Cyclic Loading

..... SUN Yang-guang, GAO Yu-feng, LIU Jian-min, CAO Jiu-ting, HUANG Si-jie(52)

Construction Simulation and Displacement Modification of Earth-rock Dam Based on Finite Element Method

..... LU Xiao-chun, TIAN Bin, SUN Da-wei, SUN Kai-chang(56)

Effect of Additives on Dynamic Properties of Cement-Stabilized Soils

..... ZHANG Peng, ZHU Zhen-de, WANG Jun, WANG Hai-yang(62)

Stability of Rectangular Roadway Roof in Consideration of Arch Effect

..... LI Hai-jun, YANG Yu(68)

Analysis on Wave-Induced Fatigue of Offshore Wind Turbine Foundation

..... JIN Jun-wei, YANG Min, WANG Wei, WANG Qi-biao(74)

Analysis and Numerical Simulation on the Coupling Between 3-D Stress Field and Seepage Field During Deep Excavation

..... LIANG Zhi-song(79)

Experimental Research on Diffusion Radius of Slurry in Sand and Gravel Layer Grouting

..... QIN Peng-fei, FU Ping, WANG Chun, WANG Li-juan(84)

HYDRAULIC STRUCTURE AND MATERIAL

Finite Element Simulation on the Punching Process of FRP Reinforced Concrete Two-way Slabs

..... HOU Li-li, ZHANG Ya-kun(87)

INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION

Automatic Mosaic Method for UAV Water-Area Images ..... WANG Ya-ping, CHEN Yi-jin, XIE Dong-hai, WU Yu(92)

INSTRUMENTATION DEVELOPMENT AND TESTING TECHNIQUES

Design and Application of Multi-point Flow Velocity Acquisition System ..... MA Zhi-min, SU Shan, HU Wen-bin(97)

CONSTRUCTION AND MANAGEMENT OF WATER CONSERVANCY PROJECTS

Simulation of Flat-spread Concrete Placement in Roller Compacted Concrete Dam ..... DU Zhi-da, HAO Xue-ying(102)

MONOGRAPH ON THE SYMPOSIUM OF RIVER-LAKE EVOLUTION AND REGULATION

IN MIDDLE YANGTZE RIVER 10 YEARS AFTER THREE GORGES PROJECT OPERATION

Sediment Problems and Relationship Between River and Lakes Since the Operation of Three Gorges Project

..... HU Chun-hong, WANG Yan-gui( 107 )

Evolvement of Riverbed Near Bank of Dangerous Reach along Jingjiang River Levee after the Impoundment of Three Gorges

Reservoir ..... DUAN Guang-lei, LONG Hui, GUO Man-jiao(117)





## 武汉地铁名都车站基坑开挖监测与数值分析

连宝琴<sup>1</sup>,胡斌<sup>2</sup>,王新刚<sup>2</sup>,刘飞<sup>2</sup>,余宏明<sup>2</sup>

(1. 广州城建职业学院 建筑工程系, 广州 510925; 2. 中国地质大学(武汉) 工程学院, 武汉 430074)

**摘要:**运用国际岩土数值软件 FLAC<sup>3D</sup>建立武汉地铁二号线名都车站基坑模型,并对比现场监测数据,研究该地铁基坑开挖引起的变形规律。结果表明:数值分析结果与现场监测成果吻合;高楼层的保利华都因其基础为桩基础,故地铁基坑开挖后沉降位移较小,其侧基坑地表沉降曲线呈“三角形”;低矮楼层的西藏中学因其基础为条形浅基础,故地铁基坑开挖后沉降位移较大,其侧基坑地表沉降曲线呈“阶梯状”。对比现场监测成果与数值模拟分析结果,数值模拟可较好地分析了解基坑开挖引起的变形规律,从而为信息化施工、基坑支护方案的修正提供有效合理的依据。

**关键词:**FLAC<sup>3D</sup>; 地铁基坑; 变形规律; 数值模拟分析

中图分类号:O319.56

文献标志码:A

文章编号:1001-5485(2014)05-0034-05

### 1 研究背景

地铁现已成为人类出行的重要城市交通工具,但是由于地铁基坑及隧道的开挖,必然引起周围土体及岩体的应力发生变化,从而造成周边地表沉降,地下管线沉降,周边建筑物沉降、变相、倾斜、甚至倒塌,从而造成严重的工程事故<sup>[1-3]</sup>。

对于地铁开挖引起的工程问题已经成为岩土工程问题的热点之一,20世纪30年代,Terzaghi 和 Peck 等人提出了支撑荷载大小的总应力法以及预估挖力稳定程度的理论<sup>[4]</sup>;我国学者王霆等<sup>[5]</sup>利用 Peck 方法对北京地铁车站和区间浅埋暗挖法施工引起地表沉降问题进行了研究;韩煊<sup>[6]</sup>将 Peck 方法和随机介质理论方法进行了对比分析,并给出了我国部分城市的沉降槽宽度建议值<sup>[6-9]</sup>。随着计算机技术的发展,数值模拟分析方法被引入基坑工程的研究工作,成为一种研究基坑工程较为有效的方法。

本文利用三维有限差分软件 FLAC<sup>3D</sup>建立武汉地铁名都车站开挖模型,进行数值计算,对比现场实测数据,为地铁开挖过程中时空效应预测以及信息化施工,提供有效合理的依据。

### 2 工程概况

武汉地铁二号线名都车站深基坑工程,采用半

挖法施工,在该基坑的开挖深度2倍范围内:北侧分布有在建的约20层住宅楼保利华都,住宅楼基础为桩基础;南侧分布有层高约5~6层的西藏中学学生公寓楼,采用条型浅基础(图1)。车站主体的围护结构采用钻孔灌注桩,围护结构内部水平受力体系采用钢管内支撑方案(图2)。

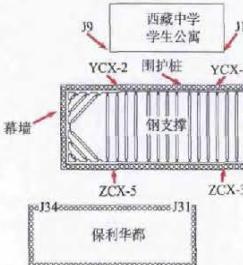


图1 基坑位置及监测点

Fig. 1 Location of foundation pit and monitoring points



图2 钢支撑现场照片

Fig. 2 Photos of steel support

收稿日期:2013-04-13;修回日期:2013-06-16

基金项目:国家自然科学基金面上项目(41172281);973计划项目(2011CB710604);中央高校摇篮人才计划(CUGL100413);中央高校特色学科团队(CUC090104)

作者简介:连宝琴(1985-),女,福建三明人,硕士,主要从事岩土工程数值模拟及教学等研究,(电话)18986111520(电子信箱)328602223@qq.com。

通讯作者:胡斌(1974-),男,山东曲阜人,博士,教授,主要从事隧道与边坡稳定性分析、岩土工程数值模拟研究,(电话)13971330172(电子信箱)40275083@qq.com。

### 3 数值分析模型

模型采用国际大型通用软件 ANSYS 的前处理平台建立,取该基坑开挖范围 2~3 倍,长 240 m,宽 140 m,高 50 m(图 3)。

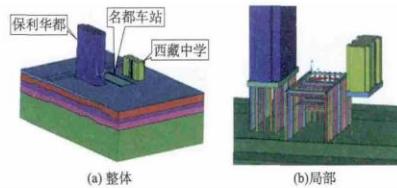


图 3 ANSYS 模型图

Fig. 3 ANSYS model

在桩土接触区域细化模型网格,并导入 FLAC<sup>3D</sup> 软件中,模型共 270 968 个单元,167 928 个节点(图 4)。将计算模型底面和 4 个侧面固定,顶面自由。模型计算参数如表 1。在模拟桩-土共同作用的实际情况时,需考虑桩体与土体之间的接触与滑移,因此,在两者之间设置桩土接触面。土体、墙、楼板、基础采用摩尔-库伦模型,桩、钢支撑、冠梁采用弹性模型。抗滑桩和土体之间的摩擦角取桩周土 0.6~0.7 倍,黏聚力取相邻土层 0.7~0.8 倍(表 2)。

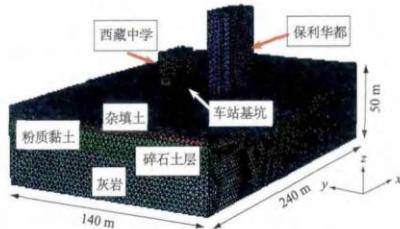


图 4 FLAC<sup>3D</sup> 模型图

Fig. 4 FLAC<sup>3D</sup> model

表 1 模型计算参数

Table 1 Parameters for model calculation

岩土及 结构名称	密度 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	黏聚 力/kPa	内摩擦 角/(°)	剪切模 量/MPa	体积模 量/MPa
杂填土	1.86	5	4	1.79	8.3
粉质黏土	1.97	18	35	6.67	2.00
碎石土	1.93	42	14	1.75	2.33
灰岩	2.67	2 000	48	$9.02 \times 10^3$	$1.31 \times 10^4$
冠梁	2.50			$1.17 \times 10^4$	$1.56 \times 10^4$
桩	2.50			$1.00 \times 10^2$	$3.00 \times 10^2$
钢支撑	7.80			$8.33 \times 10^4$	$1.11 \times 10^5$
墙	2.50	1 250	47	$2.98 \times 10^3$	$1.53 \times 10^3$
楼板	2.50	1 800	48	$4.46 \times 10^3$	$2.29 \times 10^3$
浅层基础	2.50	1 800	48	$4.46 \times 10^3$	$2.29 \times 10^3$

表 2 接触面计算参数

Table 2 Parameters for contact surface calculation

桩土接触面性质	C/kPa	$\varphi/(^\circ)$
杂填土-桩接触面	3.5	2.8
粉质黏土-桩接触面	12.6	24.5
碎石土-桩接触面	29.4	9.8
灰岩-桩接触面	1 400.0	33.6

### 4 现场实测数据与计算结果分析

#### 4.1 现场监测数据

武汉地铁二号线名都车站深基坑工程,对基坑侧壁采用测斜管监测,周围建筑物埋设的监测点如图 1 所示。测斜管的监测数据 YCX-2, ZCX-5 如图 5、图 6 所示,第 1 层钢支撑架设稳定后最大位移出现在基坑顶部,第 2、3 层钢支撑架设稳定后最大位移出现在基坑中下部呈“弧状”;基坑周围建筑物的监测点 J1, J9, J31, J34 监测成果如图 7 所示,可以看出在同一地铁开挖基坑两侧的建筑物沉降位移有很大差异,采用条形浅基础的西藏中学监测点 J1 和 J9 沉降明显大于采用桩基础保利华都监测点 J31 和 J34。

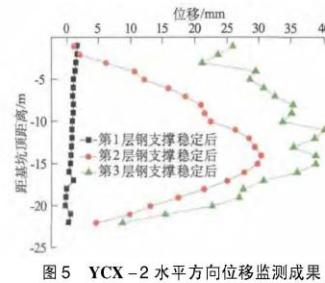


图 5 YCX-2 水平方向位移监测成果

Fig. 5 Monitoring results of inclinometer YCX-2

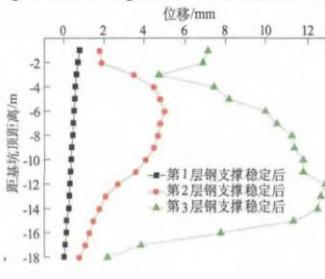


图 6 ZCX-5 水平方向位移监测成果

Fig. 6 Monitoring results of inclinometer ZCX-5

#### 4.2 水平位移(Y 方向) 数值模拟分析

开挖至 2.9 m 稳定后(第 1 层钢支撑位置),从图 8(a)可以看出 y 负方向最大位移为 1.2 mm,y 正方向最大位移为 0.8 mm。这与现场实测监测成果

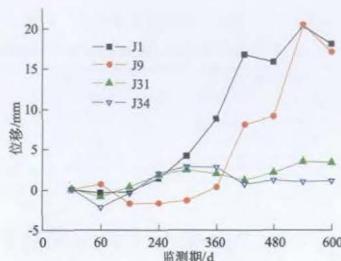


图 7 建筑物沉降监测成果

Fig. 7 Monitoring results of building subsidence

(图 5、图 6)在数值以及位置上都相符合。

开挖至 8.1 m 稳定后(第 2 层钢支撑位置)从图 8(b), 可以看出  $y$  负方向最大位移 31.6 mm,  $y$  正方向最大位移为 6.1 mm, 最大位移发生在基坑中部位置, 且靠近西藏中学的基坑测斜点 YCX - 2 较靠近保利华都高层建筑物的测斜点 ZCX - 5 位移绝对值较大。

开挖至 13.2 m 稳定后(第 3 层钢支撑位置), 从图 8(c)可以看出  $y$  负方向最大位移为 39.9 mm,  $y$  正方向最大位移为 12.1 mm, 最大位移发生在基坑垂直向中部位置, 且靠近西藏中学的基坑测斜点 YCX - 2 较靠近保利华都高层建筑物的测斜点 ZCX - 5 位移绝对值较大, 这与现场实测监测成果

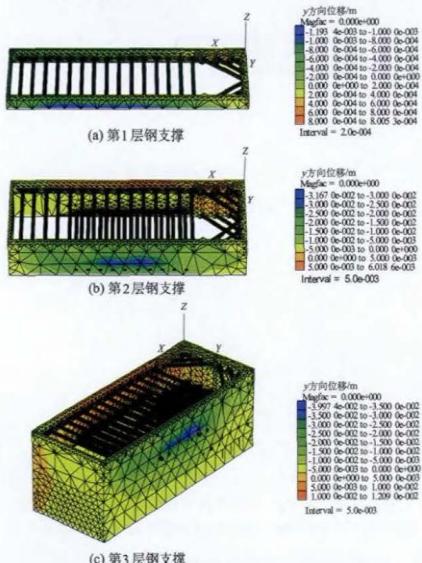


图 8 钢支撑稳定后  $Y$  方向位移图

Fig. 8 Displacement in  $Y$  direction after steel support stabilized

(图 5、图 6)在数值以及位置上都相吻合。

#### 4.3 沉降位移数值模拟分析

从第 3 层开挖加钢支撑稳定后地表沉降位移图(图 9)可见, 基坑周围建筑物的位置与基础形式不同沉降位移也不同, 西藏中学处最大沉降位移为 20.6 mm, 保利华都处最大沉降位移为 10 mm 左右。

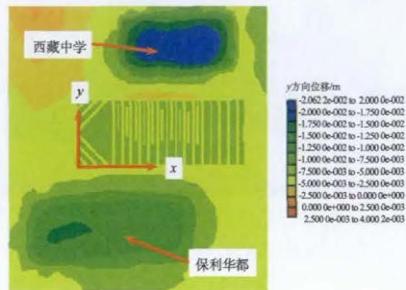


图 9 第 3 层钢支撑稳定后地表沉降位移图

Fig. 9 Ground surface subsidence after the third layer steel support stabilized

在数值模型中, 基坑与周围建筑物之间设置一系列等距的数值模拟监测点, 在第三层钢支撑稳定后地表沉降数值模拟监测结果如图 10。保利华都处最大地表沉降位移约 6 mm, 西藏中学处最大沉降位移约 21 mm, 这与图 7 中现场监测数据基本吻合。基坑周边保利华都侧, 地表沉降曲线拟合关系为:  $Y_1 = 1.01 \times 10^{-5} - 1.73 \times 10^{-5} X - 7.72 \times 10^{-6} X^2 + 4.13 \times 10^{-7} X^3$ ; 基坑周边西藏中学侧, 地表沉降曲线拟合关系为:  $Y_2 = 1.24 \times 10^{-4} + 1.68 \times 10^{-4} X - 6.39 \times 10^{-5} X^2 + 2.94 \times 10^{-6} X^3$ 。从地表数值模拟监测曲线来看西藏中学侧地表沉降位移较大, 应在施工中注意防护与实时监测。

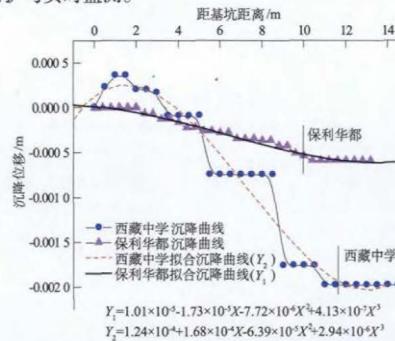


图 10 地表沉降数值模拟监测位移及拟合结果

Fig. 10 Monitored and fitted subsidence of ground surface



## 5 结 论

(1) 运用国际岩土数值软件 FLAC<sup>3D</sup>建立武汉地铁二号线名都车站基坑模型, 对比现场监测数据, 研究地铁基坑开挖引起的变形规律, 数值分析结果与现场监测成果吻合。

(2) 高楼层的保利华都因其基础为桩基础, 故地铁基坑开挖后沉降位移仅约 5 mm, 其侧基坑地表沉降曲线呈“三角形”, 拟合公式为  $Y_1 = 1.01 \times 10^{-5} - 1.73 \times 10^{-5}X - 7.72 \times 10^{-6}X^2 + 4.13 \times 10^{-7}X^3$ ; 低矮楼层的西藏中学因其基础为条形浅基础, 故地铁基坑开挖后沉降位移较大约 21 mm, 其侧基坑地表沉降曲线呈“阶梯状”, 拟合公式为  $Y_2 = 1.24 \times 10^{-4} + 1.68 \times 10^{-4}X - 6.39 \times 10^{-5}X^2 + 2.94 \times 10^{-6}X^3$ 。

(3) 从现场监测成果和数值模拟结果的对比分析来看, 利用数值仿真模拟可以实现对基坑开挖、支护过程中的各个施工工序, 以及基坑支护过程中重点部位的超前时空预测, 较好地了解地铁开挖基坑对其周围建筑物的相互影响, 从而为信息化施工、指导基坑支护方案的修正, 提供有效合理的依据。

### 参考文献:

- [1] 江晓峰, 刘国彬, 张伟立, 等. 基于实测数据的上海地区超深基坑变形特性研究 [J]. 岩土工程学报, 2010, 32(增2): 570 - 573. (JIANG Xiao-feng, LIU Guo-bin, ZHANG Wei-li, et al. The Research on Deformation Characteristics of Super Deep Foundation Pit Based on the Measured Data in Shanghai [J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2010, 32 (Sup. 2): 570 - 573. (in Chinese))
- [2] 刘宝琛. 综合利用城市地面及地下空间的几个问题 [J]. 岩石力学与工程学报, 1999, 18(1): 109 - 111. (LIU Bao-chen. A Few Questions about the Comprehensive Utilization of the Urban Ground and Underground Space [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 1999, 18(1): 109 - 111. (in Chinese))
- [3] 柳建国, 程良奎. 北京地区基坑支护技术的发展与工  
程实践 [J]. 岩土力学, 2009, 30(4): 1013 - 1017. (LIU Jian-guo, CHENG Liang-kui. Pit Support Technology Development and Engineering Practice in Beijing [J]. Rock and Soil Mechanics, 2009, 30(4): 1013 - 1017. (in Chinese))
- [4] Terzaghi, K, Peck R B. Soil Mechanics Engineering Practice [M]. New York, 1948.
- [5] 王霆, 刘维宁, 张成满, 等. 地铁车站浅埋暗挖法施工引起地表沉降规律研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(9): 1855 - 1861. (WANG Ting, LIU Weineng, ZHANG Cheng-man, et al. Study of Ground Settlement Induced by Shallow Metro Station Constructions [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2007, 26(9): 1855 - 1861. (in Chinese))
- [6] 韩煊. 隧道施工引起地层位移及建筑物变形预测的实用方法研究 [D]. 西安: 西安理工大学, 2006. (HAN Xuan. The Analysis and Prediction of Tunneling-induced Building Deformations [D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2006. (in Chinese))
- [7] 孟丹, 臧晓光, 于广明, 等. 地铁车站开挖引起地表沉降分析方法的对比研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2012, 31(6): 1169 - 1178. (MENG Dan, ZANG Xiao-guang, YU Guang-ming, et al. Comparative Study of Analytical Methods for Round Surface Settlement Induced by Subway Station Construction [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2012, 31(6): 1169 - 1178. (in Chinese))
- [8] 张爱英. 基坑开挖对邻近建筑物影响的数值模拟分析 [D]. 西安: 西安科技大学, 2008. (ZHANG Ai-ying. Numerical Analysis of the Adjacent Structure in Foundation Excavation Engineering [D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2008. (in Chinese))
- [9] 曾远, 李志高, 王毅斌. 基坑开挖对邻近地铁车站影响因素研究 [J]. 地下空间与工程学报, 2005, 8(4): 642 - 645. (ZENG Yuan, LI Zhi-gao, WANG Yi-bin. Research on Influencing Factors of Deep Excavation Adjacent to Subway Station [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2005, 8(4): 642 - 645. (in Chinese))

(编辑:曾小汉)

## Monitoring and Numerical Analysis on the Foundation Pit Excavation for Mingdu Station of Wuhan Subway

LIAN Bao-qin<sup>1</sup>, HU Bin<sup>2</sup>, WANG Xin-gang<sup>2</sup>, LIU Fei<sup>2</sup>, YU Hong-ming<sup>2</sup>

(1. Department of Building Engineering, Guangzhou City Construction College, Guangdong 510925;

2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** FLAC<sup>3D</sup> was employed to establish the numerical model of the foundation pit of Mingdu station of Wuhan subway line 2. By comparing the numerical analysis with field monitoring data, we analyzed the regularity of de-



formation caused by excavation. Results show that numerical analysis is consistent with field monitoring results. High-rise building Baolihudu in the north of the foundation pit suffers small settlement owing to its pile foundation, and the settlement curve of the side-pit's ground surface displays a triangle shape; while Tibetan school in the south undergoes large settlement because of its strip shallow foundation, with stepped settlement curve of the side-pit's ground surface. The numerical simulation analysis could well reflect the deformation regularity, and could provide effective and reasonable basis for the informatized construction and the modification of foundation pit support scheme.

**Key words:**Fast Lagrangian Analysis of Continua in 3-dimensions (FLAC<sup>3D</sup>) ; subway foundation pit; deformation regularity; numerical simulation analysis

(上接第 28 页)

## Research Progress on Several Issues of Estuarine Water Resource

XIA Huan, CHANG Fu-xuan

(Water Resources Department, Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** At present, researches on estuarine water resources are focused on seawater intrusion, water quality and ecological environment. In this paper, the characteristics of estuarine water resources are summarized, and the recent research progresses on estuarine water resources are presented from the following four aspects: seawater intrusion, adverse impact of human activities, evaluation of estuarine river health, and estuary management. As the economy grows, increasing attention will be paid to estuarine river health. Researches on the characteristics of estuarine water resources and the estuarine region's socioeconomic demand should be strengthened to support the socio-economic development and eco-environmental protection.

**Key words:**estuary; water resources; impact of human activity

(上接第 33 页)

Jinsha River, we selected slope angle, formation lithology, geological structure, bank slope structure and other 6 factors to assess the bank slope landslide hazard. Fuzzy comprehensive evaluation (FCE) model and modified analytic hierarchy process (AHP) are employed for the hazard assessment. Results revealed that the Wudongde reservoir area can be divided into high risk area, medium risk area, low risk area, and extremely low risk area, respectively accounting for 6.64%, 5.77%, 60.20%, and 27.39% of the whole area. The result provides support for the prevention, reduction, and governance of bank slope landslides.

**Key words:**modified AHP; FCE; risk assessment

本刊网址:<http://ckyyb.crsri.cn>





## 12、关于 YJ 项目设计变更及签证管理的研究

DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2012.29.042

Value Engineering

· 99 ·

### 关于 YJ 项目设计变更及签证管理的研究

The Study of Management of Design Changes and Engineering Visa in YJ Projects

张招华 ZHANG Zhao-hua; 张原 ZHANG Yuan

(华南理工大学土木与交通学院, 广州 510640)

(School of Civil Engineering and Transport, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**摘要:**本文结合工程实例分析了 YJ 项目设计变更及工程签证管理中存在的问题。在此基础上提出了一些加强设计变更和工程签证管理的措施。

**Abstract:** In this paper, the author puts forward the problems in the management of design changes and engineering visa in YJ projects. On this basis, some measures are proposed to strengthen the management of design changes and engineering visa.

**关键词:**YJ 项目; 设计变更及工程签证管理; 措施

**Key words:** YJ projects; the management of design changes and engineering visa; measures

中图分类号: TU71

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2012)29-0099-03

#### 0 引言

设计变更和工程签证工作是施工管理中很重要的一项内容, 它是建设工程施工合同实施中的一项基础性工作, 是工程索赔的重要依据。因为它内容广泛、构成原因复杂、规律性较差、发生的时间长, 所以难以确定其造价。重视和搞好这项工作对建设单位正确确定工程造价、有效控制投资和工程进度具有重要的意义。

#### 1 目前设计变更及签证管理中存在的一些问题

笔者通过调查研究, 发现目前我国建设项目中设计变更及签证管理存在以下问题:

1.1 设计图纸质量差, 设计深度不够, 造成不必要的设计变更发生。设计变更是工程施工过程中保证设计和施工质量, 完善工程设计, 纠正设计错误以及满足现场条件变化而进行的设计修改工作。但是往往建设单位立项后急于施工, 允许设计工期较短, 导致设计单位为了赶工期只注重完成设计图纸不注重设计质量, 导致设计出现很多错误和漏洞, 施工过程中才发现设计问题, 造成不必要的设计变更的发生, 影响工期和增加工程造价。

1.2 没有合理的发起流程, 确认手续不规范。很多建设项目建设由于赶工期, 甲方没有走设计变更及签证发起流程, 没有下发指令单, 大多口头协议先施工后签证, 导致后来很多甲方没有口头通知的地方施工单位也报签证, 造成签证的扯皮; 还有些施工单位因建设单位口头同意或未经同意变更的情况下快速施工, 隐蔽施工内容, 造成既成的事实, 到联系单签证时, 给工作量的确认带来困难。不少施工企业办理现场签证及设计变更的确认手续仅有监理工程师或发包人现场工程师确认, 未送监理单位及业主单位盖章确认。有的素质差的监理人员和施工单位联合起来欺骗甲方, 签证的工程量往往比实际发生的工程量大很多, 而甲方往往没有深入施工现场不易察觉, 造成签证费用大大增加。合同要求设计变更、签证要有充分的依据, 如设计单位出具的设计变更通知单、甲方下发的现场签证指令

作者简介: 张招华 (1988-), 女, 江西吉安人, 硕士, 研究方向为工程项目管理。

单, 现场收方单等等, 但是往往签证结算时得不到落实, 施工单位不提供依据, 甲方仍然给予他们签证结算。

1.3 现场缺乏造价知识丰富的造价师, 很多设计变更及签证没有得到控制。很多建设单位现场没有驻场造价人员, 只有监理和建设单位的现场管理人员, 而这些现场人员往往只熟悉施工工艺, 施工技术, 严重缺乏造价知识。有些现场工程师业务素质差, 对预算和有关规定不熟悉, 不应签证的项目随意签证。有的签证单由施工单位填写, 既不调查, 也不审查, 只管签字等等, 致使工程结算时无法核实。

1.4 施工单位钻空子更换材料增加签证费用。在建设过程中, 许多项目在招标时没有指定某些具体材料的品牌、质量等, 而是由施工单位在考虑达到业主的项目总体质量的要求条件下, 由施工单位自主定品牌、报价格, 参与投标竞争, 中标后材料单价不予调整。在投标时, 施工单位往往通过低价竞争来取得中标, 但在施工过程中, 施工单位又会故意说某种材料品牌买不到或者说服业主换价格高的材料, 通过工程签证单, 提高投标用材的价格, 弥补了当时施工单位材料低价报标的损失, 造成工程造价增加。

1.5 合同内容不明确, 施工单位钻空子进行签证。有些项目, 合同专用条款编写千篇一律, 没有针对性和可操作性。一些容易引起争议的项目没有在合同中约定费用是否已包括在合同约定的结算方式里面。比如议价项目、材料价格等在合同中没有约定的。还有合同结算方式是总价包干的合同, 在合同专用条款中没有明确规定临时设施是否包括在总价里面, 引起后面的签证扯皮。

#### 2 案例分析

本工程是一个大型工业建设项目, 设备基础、厂房承台基础和配电房是土建项目, 主体结构是钢结构项目, 总建筑面积约为 100 万平方米。由于建设方决定项目投资决策后一年之后投产, 工期非常短所以采用一边设计一边施工的方式加快进度。工期紧张以及压缩施工前期设计阶段的工期导致设计变更和现场签证费用占到工程造价的





10%以上。笔者结合亲身经历,分析该项目在设计变更和现场签证管理中存在以下问题。

1) 边设计边施工,使得不必要的设计变更增多。施工前没有设计出完整的一套图纸,使得在做好了基础后,施工一层柱时才发现两个设计图纸中轴线出错了,而且是基础的轴线设计出错了,这就需要更改基础图纸,砸掉重新施工。类似的图纸质量差导致设计变更的例子还很多,如①设计的不同专业之间存在冲突,土建的设计不能满足幕墙安装的条件;②设计图纸存在漏洞,忘了设计管道预留;③已经按原图纸砌筑好了墙,但是甲方临时改变使用功能,要将墙变动位置。

2) 工程现场缺乏造价知识丰富的工程师,有些定额或施工组织设计方案已经包括了的也报签证,导致没有很好地控制签证费用。施工现场管理人员造价知识匮乏,如下雨天气导致工作面被水淹没,需要抽干水再进行施工,一周内累计抽水台班没有达到合同规定的数量时是属于定额里措施费用里的,不能给予签证。类似的情况还有下雨导致停工、停电、淤泥的处理等等。

3) 设计变更和现场签证审批流程过于简单,没有要求提供充足的依据。现场签证的仅仅是工程师签字即可,这样容易使签证受个人主观意识的支配。设计变更有的是随便个人以工作联系单签字便可以作为结算依据。在后期申报设计变更和签证费用时,建设单位没有要求施工单位提供变更图纸、收方单、计算式和合同依据等。

### 3 加强设计变更及现场签证管理的一些对策

为了让建设单位能有效地管理设计变更及签证,有效地控制工程造价,得到应有的经济效益,笔者提出以下几点措施。

3.1 加强设计图纸的审核,减少设计变更。设计变更发生越早带来的损失越小。在图纸没有完全出来之前,最好不要匆忙施工,工期再短也不能过分压缩设计工期。等设计图纸整套蓝图设计出来后,应该由造价工程师编制施工图预算,计算各项造价指标,然后与公司制定的造价指标标准值对比,看是否有指标超过标准值而需要进行优化设计。在施工前应该由甲方委托专家组对施工图设计进行了全面、严格的审查,避免设计中存在漏洞。如果实在工期太紧,在一部分图纸出来后甲方组织监理、承包、设计等各有关单位召开设计与施工协调会议,对设计上存在的问题进行了讨论和研究,最大限度地减少错、漏、差,较好地保证设计质量,尽量减少工程施工中的变更。

3.2 加强合同管理,有效地控制设计变更及签证。首先,要求哪些是合同内应该完成的工作量,哪些是合同之外的工作量,哪些项目是允许调整的,哪些项目是不允许调整的。合同中做好对一些重要的和价格高的设计材料单价的认定,并且对材料名称和规格等的表述尽量详细和清晰,不给予施工单位钻材料更换的空子。合同要规定设计变更、签证的费用的上限,比如不超过合同价的10%才可以按照设计变更、签证费用结算,如果超过10%,该设计变更、签证无效。在设计变更、签证发生前由成本中心制订好变更签证的综合单价,在合同中约定综合单价,以免工

程量的单价产生争议。签证单要及时办理,以免拖很长一段时间后现场工程师对发生的签证记忆模糊,这时施工单位会在办理签证时多报工程量,增加签证费用。如合同中约定签证办理的时间(比如现场签证发生后5天内)施工单位应办理签证,超过期限的视为自动放弃资格,成本专员将不再处理该签证。

3.3 成本中心预算部对设计变更和现场签证进行预算,在现场有一支驻场造价工程师队伍。在设计单位下发设计变更申请后,由造价师分析工程变更对工程造价的影响,将变更前后的工程造价指标进行对比并与参考值对比,从经济上对变更进行分析,寻求最经济的变更方案。如果设计变更及签证费用超过建设方制定的标准,则应该重新考虑是否有必要设计变更及签证,或者寻求更经济有效的措施。现场造价工程师在办理签证时要分清是否和定额内容或者施工组织设计方案重复。现场造价工程师还应该加强设计变更、签证的资料管理。专门把发生的设计变更、签证集中管理,设计变更、签证的编号都是连贯的,做一个目录,目录对应的那页是对变更、签证事件的一个描述,把变更、签证发生的原因、目的进行描述,然后附上相应的联系单、会议纪要、设计变更、签证指令单等依据。这样,做设计变更、签证结算时才能有据可依,很容易明确设计变更、签证的责任方。

3.4 制定多级审批流程,利用OA审批,金蝶系统存档。为了加强对工程设计变更、现场签证的管理,建设单位应该制定多级审批流程。设计变更的发起应该由工程部利用OA通知设计单位下发设计变更文件,然后由成本专员编制设计变更预算通过OA提交给成本中心预核算部经理,待经理审批后用OA通知工程部人员下发变更签证指令单通知施工单位发生设计变更。对于签证单的管理,首先由工程部在签证发生后及时把它们录入系统,在OA系统上发起审批;然后由公司预核算部的成本专员审核,仔细核对是否属于应该签证的内容,签证的费用计算是否正确,核实后提交上级领导审批,最后领导审批确认后才生效。设计变更及签证流程如图1。

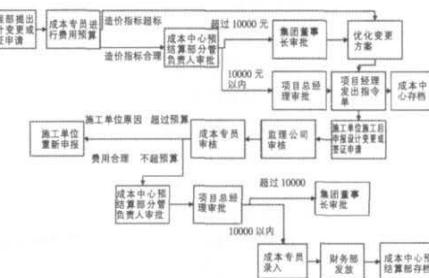


图1

为了保证设计变更及签证的准确性,应该做到以下几点:

①通过设计变更和现场签证指令单的上线审批,审批通过后才能作为施工依据,杜绝随便个人以工作联系单签字就可以施工并结算,制造人为的结算争议,导致成本的



## 工程项目施工中常见质量问题研究

Project Construction Quality Control Research

曲松 QU Song; 王东 WANG Dong

(五矿置业有限公司, 北京 100010)

(Minmetals Real Estate Co.,Ltd., Beijing 100010, China)

**摘要:**本文研究的重点是工程施工中经常出现的质量问题和解决对策。施工项目质量控制是一个从工序质量到分项工程质量、分部工程质量、单位工程质量的系统控制过程,也是一个由对投入原材料的质量控制开始,直到完成工程整体质量检验为止的全过程的系统工程。

**Abstract:** The focuses of this paper are quality problems that often appear in the construction and measures. Construction project quality control is a system control process including process quality, the quality of the sub-project, quality of the segment project, the unit project quality, also is a whole-process systems engineering from quality control of raw materials to the overall project quality inspection.

**关键词:**工程项目施工;质量问题;分析与防治措施

**Key words:** construction of the project; quality control; analysis and preventive measures

中图分类号: TU71

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2012)29-0101-03

### 0 引言

目前,我国城乡建设事业蓬勃发展,建筑施工队伍不断壮大,建筑施工企业正经历着前所未有的发展和挑战。建筑工程的质量受诸多因素的影响,在设计、施工过程中,质量问题仍频频出现,质量事故导致的人员伤亡、财产损失现象也时有发生。随着我国建筑施工企业逐渐的成熟和完善,质量控制在企业经营中将处于以往不可比拟的地位。没有质量控制,就没有经济效益。只有在符合规定的质量标准的前提下,满足质量、工期、成本等要求,才可能获得最佳的经济效益,为社会提供更多的优质、安全、适用、经济、美观的复合型建筑产品。

### 1 工程项目质量的影响因素分析

对于一个工程项目,影响施工质量的主、客观因素很多,但归纳起来,主要有五大方面,简称 4M1E,即指:人 (Man)、材料 (Material)、机械 (Machine)、方法 (Method) 和环境 (Environment)。因此,在施工过程中,对这五方面的因素严加控制和预防,是保证施工项目质量的关键。

1.1 人的控制 人,是指直接参与施工的组织者、指挥者和操作者。人,作为控制的对象,是要避免产生失误;作

作者简介:曲松 (1980-),男,河南唐河人,研究生,工程师,五矿置业有限公司,项目管理部,研究方向为房地产经济学。

增加。②通过“一单一算”对于设计变更、现场签证及收方单的及时处理,避免争议的发生及时间长久后单据的正确性及有效性无法查证,导致无效成本的发生。③工程部的现场管理人员要做好设计变更及现场签证的计算依据,工程量的计算式或收方单、单价的合同依据或合同外单价审批单等资料必须上传给成本专员。④在系统导出的设计变更结算单、签证结算单、收方单才有效。在设计变更及签证发生后半个月内,由成本专员把设计变更及签证单录入金蝶系统存档。这样可以避免设计变更及现场签证的文件丢失或者重复,减少不必要的纠纷和增加工程造价。

总之,设计变更和工程签证管理是工程管理的一项系

为控制的动力,是要充分调动人的积极性,发挥人的主观能动作用。管理人员应学习分析人的心理行为,把握人的思想活动,调整人的情绪稳定。此外,应严格执行持证上岗,禁止无专业资质的人员上岗操作技术性工作;对不懂装懂、图省事、碰运气、有意违章的行为,必须及时制止。

1.2 材料控制 工程材料是指构成工程实体的各类建筑材料、构配件、半成品以及设备等,它们是建筑项目质量的物质基础。工程材料选用是否设计要求、材料搭配是否合理、产品是否合格、材质是否经过检验等,都将直接影响建设工程的结构性能、外表及观感效果、使用功能等。工程材料是影响工程质量的根本因素,在施工过程中必须高度重视。

1.3 机械控制 机械控制包括施工机械设备、工具等控制。施工中要根据不同工艺特点和技术要求,选用合适的机械设备,并正确使用、管理和保养好机械设备,以充分发挥机械设备的工作有效性。为此,确保机械设备处于最佳使用状态。施工机械设备规格、型号、作业参数等是否符合建设项目施工特点,性能是否先进稳定,操作是否方便安全等,都将会直接影响建设项目的施工质量。

1.4 方法控制 这里所指的方法控制,包含施工方案、施工工艺、施工组织设计、施工技术措施等的控制。在工程施工中,施工方案是否合理、施工工艺是否先进,操作是否

系统工程,是安全过程、全方位、经常性的管理。加强对设计变更和签证的管理工作,对规范项目施工各参与单位的行为,确保工程质量工期,控制工程造价,进而全面提升建筑市场管理水平具有十分重要的意义。

### 参考文献:

- [1]李强,吴聪颖,李迎军.工程计价方法的探索与研究[J].工业建筑,2007(37):1168-1170.
- [2]曲涛.房产开发工程成本控制重点及方法之我见[J].建设管理,2010,5(13):36-37.
- [3]《建设工程造价管理相关文件汇编》中国建设工程造价管理协会编.
- [4]建设工程价款结算办法[1].建 120041369 号[S].



## 13、工程项目施工阶段的工程造价控制策略研究

DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2012.20.043

· 96 ·

价值工程

### 工程项目施工阶段的工程造价控制策略研究

The Study of Project Cost Control Strategy during the Construction Phase of the Project

张招华 ZHANG Zhao-hua; 张原 ZHANG Yuan

(华南理工大学土木与交通学院, 广州 510640)

(School of Civil Engineering and Transport, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**摘要:**本文首先阐述了工程造价的基础理论知识及工程造价管理流程;然后就YN工程实例分析了该工程项目施工阶段工程造价控制中存在的问题;最后针对这些问题提出了施工阶段工程造价控制的策略。

**Abstract:**First, this paper elaborated the basic theory of the project and cost management process. Then it instanced YN projects as an example to analyze the problems in the construction phase of the project cost control. Finally, it proposed the strategy of construction phase of the project cost control.

**关键词:**施工阶段;工程造价;控制策略

**Key words:**construction phase; project cost; control strategy

中图分类号: TU723.3

文献标识码:A

文章编号:1006-4311(2012)20-0096-03

#### 0 引言

在工程建设中,项目工程造价管理工作是一项核心的工作,这直接关系着建设方的切身利益和工程的质量好坏。在如今建设投资项目日益增多,资金匮乏的情况下,如何合理利用有限资源,提高固定资产投资使用效率,成为造价管理的核心课题。本文以YN工程为例,分析该工程施工阶段的工程造价控制存在的问题,并针对这些问题提出了施工阶段工程造价控制的策略。

#### 1 项目工程造价基础理论知识

1.1 工程造价的定义及组成 项目的工程造价就是项目建设的过程中全部费用的支出的总和。工程造价的管理与控制贯穿于工程项目的投资决策阶段、设计阶段、招投标阶段、施工阶段、竣工验收阶段等,因此,工程造价控制涉及范围相当广,要求具备各方面的专业知识,是一项难度比较大的工作。工程造价是由设备及工器具购置费用、建筑安装工程费用、工程建设其他费用、预备费、建设期贷款利息、固定资产投资方向调节税等组成。而本文重点讨论的是建筑安装工程费用。建筑安装工程费用由直接费、间接费、利润、税金组成。直接费由直接工程费(人工费、材料费、施工机械使用费)和措施费组成,间接费由施工管理费和规费组成。

#### 1.2 工程造价管理流程图如下:



图 1

①项目投资决策阶段,应该深入地调查项目相关的社会、经济和技术的投入,来确定建设的规模、标准、内容和周期。分析项目的可行性,对项目的整体投资进行合理的估算,为项目的决策提供科学的依据。②设计阶段,做好设计工作,加强工程的事前控制,着力提高设计质量,减少工程变更,实现企业良好的经济效益。③招投标阶段,做好工程量清单的编制,建设单位尽可能对清单项目的特征详细描述,评标之前做好内部标底。审查投标单位报价时,汇总

作者简介:张招华(1988-),女,江西吉安人,硕士,研究方向为工程项目管理。

分析投标单位的报价与内部标底进行对比,避免有单价过高或过低,特别要研究工程量大的项目单价,以免承包商采用不平衡报价日后产生索赔。在编制合同条款时,能约定所有变更处理的原则及方法,能将项目管理融入合同条款中,尽量做到风险量化、责任明确化,以便公正地维护双方的合法权益。④施工阶段,监理单位要充分地发挥其监督作用,严格地控制施工的质量、进度,尤其做好材料的质量验收工作,保证材料无误以后才可使用。尽量减少设计变更,认真处理必须发生的设计变更和现场签证,对涉及到费用增减的设计变更和签证,必须经设计单位代表、甲方现场代表、总监理工程师三方都签字才生效。⑤竣工决算阶段,坚持依据现行的计价规范,按照施工合同和招标文件的规定以及根据竣工图、现场签证和设计变更进行审核。结算不能单对图纸和工程变更来计算审核,应该深入现场,细致核对,确保工程结算的质量,使项目最终的工程造价经济合理。

#### 2 案例分析

2.1 工程造价信息概况 YN工程是一个工业建设项目中的生活区宿舍楼,是一个六层的钢筋混凝土框架结构,三栋总共面积约15000m<sup>2</sup>。该工程合同工期总日历天数共180天,最终结算总价以竣工结算量为准。该工程的计价方式为定额计价方式,合同暂定总价为2200万元,但不是固定总价的计价方式,决算价要按照实际完成的工程量和单价(施工月份市场信息价平均价)来确定。由于该工程是一工业厂房附带的宿舍楼,前期没有经过投资决策阶段,招标前设计图纸没有完全出来,所以该工程的标书不是工程量清单编制的标书也不是定额计价方式编制的标书,而是看哪个单位的下浮率大来招标的。施工阶段的工程造价主要是承包商申报的进度款,包括依据图纸和定额规范计算的工程造价和现场签证费用。合同规定承包商每个月都可以申报进度款,进度款按实际工作量的90%支付,工程款付至合同承包价的95%时,不再支付工程款。由于施工阶段工程造价没能有效地控制,到了施工后期阶段,还没有进行竣工验收,出现了工程累计支付的进度款超出了暂定总价很多的现象。

#### 2.2 施工阶段造价管理出现的问题



**2.2.1** 按月申报进度款，导致工程造价很难控制 合同约定好了，承包商每个月都可以申报进度款。建设单位出于想清楚地知道到该月为止工程造价是多少，要求承包商按累计进度的方式来申报进度款，就是每个月都把从开工到申报时该月累计完成的工程量和签证的工程造价计算出来，建设单位支付的进度款额是累计工程造价减去至上月为止累计支付的进度款额。首先，按照月份来申报进度款，使得造价工程师的工作量大大增加，不利于集中精力审核关键的水分大的部分。比如说报进度款的时候，刚好楼板的钢筋绑了一半，那么造价工程师就要精确地计算这一半楼板钢筋的数量，这使得用软件来计算工程量很不方便，因为工程师每一次建模都是建好几层或整栋楼的模型来计算工程量，不可能这个月工程进度到哪就建模到哪，而且每个月建一点。然后，该工程造价是按照定额计价方式计算，分部分项工程费由定额分部分项工程费和价差组成，而计算价差的单价由施工月份市场信息价平均价来定。由于每个月的信息价是在变化的，所以每个月计算出来的价差都不一样，工程造价师很难确定价差的真实性。最后，按月申报进度款，不利于承包商重视工程进度，因为不管工程进度如何，每个月都可以拿到进度款，而建设单位也没有制定一个清晰的参考指标来确定承包商申报的进度款有没有超出形象进度的工程造价。

**2.2.2** 材料单价没有很好地确定 在审核进度款时，虽然工程量是经过造价工程师仔细计算过的，材料价格是经过查询市场信息价确定的，但是这些材料价格有很大的水分并且不易被造价工程师发现。第一，市场信息价往往比材料厂家报价要高，而且承包商大批量购买材料时还能比材料厂家报价优惠点；第二市场信息价滞后，无法确定本施工月份的材料信息价，只能以上个月的信息价为准；第三，同一种品牌的材料分优等、中等、次等，而不同等级的材料价格相差是很大的，特别是装修材料，同一品牌不同等级的材料价格相差甚远，具体情况如表1。虽然工程施工过程中所用的材料品牌在甲方指定的品牌范围内，但是承包商用的材料往往以次充好，用的是次等品，但是报的材料单价是优等品的价格。造价工程师只是依据承包商提供的质量证明书来确定材料的品牌，并不能区分该材料是优等品还是次等品，即使要承包商出具优等品的证明，也可能造假的。

表 1

名称	等级				
		A	B	C	D
仿古砖(60×200)		61	61	66	72
热镀锌钢管(DN50 2.3 厚)		164	235.06	474.55	577.32
铜质防火门		510	560	570	580
电力电缆(ZR-YJV-5*10)		31.85	33.26	35.16	36
乳胶漆		190	228	268	398
原实木门		1100	2680	2980	3680

### 2.3 施工阶段工程造价管理应采取的对策研究

**2.3.1** 设定一个明确的参考指标来支付进度款 建设方应该在图纸全部出来后，请造价工程师做好一份准确的预算。然后以土建、装修、安装为形象指标，分析土建、装修、安装各占预算价的百分比，假如土建费用占预算价的

50%，装修费用占预算价的30%，安装费用占预算价的20%。在签订合同时建设方指定承包商只能以节点形象进度申报进度款，分别以50%土建、装修、安装和100%土建、装修、安装为节点。比如第一次进度款在完成50%土建时申报，那么我们很容易判断进度款不能超过550万元，第二次进度款在完成100%土建时申报，那么我们很容易判断进度款不能超过1100万元。以此类推，直到累计支付的进度款达到预算价的85%时拒绝再支付进度款，只有竣工验收后经过决算才支付剩余的款额。这样，不仅能有效地控制工程造价，减少造价工程师过多繁琐的审核工作，还可以激励承包商加快施工进度，而不是前面的按月支付进度款那样无视工程的进度。

表 2

形象指标	工程造价参考指标	形象进度		对应的工程造价(万元)	
		总预算价	2200 万元	50%	100%
土建	1100 万元(50%总预算价)	50%	100%	550	1100
装修	660 万元(30%总预算价)	50%	100%	330	660
安装	440 万元(20%总预算价)	50%	100%	220	440

**2.3.2** 备储材料价格信息 建设单位应该事先指定那些质量要求严格的、昂贵的、不同等级价格差异比较大的材料的品牌，在合同签订时写下这些材料的品牌和等级。在合同签订前，造价工程师深入调查好这些材料的厂方报价(通过打电话或网上查询等方式咨询多个厂家的报价)，取个平均价，再将这些价格略微上涨点(具体视材料的单价来定上涨率)，确定好材料的单价作为审核时的单价。为了方便查询材料价格，造价工程师可以建立一个专门的材料价格网站，界面如图2，存放一些信用比较好、价格比较公道的厂家的网址，直接链接网址就可以看到材料价格，而且这些价格能随厂家的价格变动自动更新。这样，我们

有色金属
广东伟业铝厂有限公司四川办事处 <a href="http://cd.zjten.com/fac/fac_type.html?id=01">http://cd.zjten.com/fac/fac_type.html?id=01</a>
四川宏森发钢铁有限公司 <a href="http://cd.zjten.com/fac/fac_type.html?id=02">http://cd.zjten.com/fac/fac_type.html?id=02</a>
钢筋
湘潭钢铁集团有限公司 <a href="http://finance.ifeng.com/company/data/news/2530.shtml">http://finance.ifeng.com/company/data/news/2530.shtml</a>
上海宝山钢铁集团股份有限公司 <a href="http://zhidao.baidu.com/question/10352015">http://zhidao.baidu.com/question/10352015</a>
铝型材
中国联塑集团控股有限公司 <a href="http://www.investide.cn/enterprise/enterpriseDetail=7608">http://www.investide.cn/enterprise/enterpriseDetail=7608</a>
广东雄塑科技实业有限公司 <a href="http://www.eh.gongchang.com/space.php?do=comreg&amp;con">http://www.eh.gongchang.com/space.php?do=comreg&amp;con</a>
铝合金建筑型材
广东广铝集团有限公司 <a href="http://www.cantonbrand.com/Company/default.aspx?id=108">http://www.cantonbrand.com/Company/default.aspx?id=108</a>
珠海亚铝贸易有限责任公司 <a href="http://www.haojixun.com/zh/jiancai/6513.html">http://www.haojixun.com/zh/jiancai/6513.html</a>
新中源陶瓷企业集团
新中源陶瓷企业集团 <a href="http://www.sogou.com/sogou?query=A2&amp;pi">http://www.sogou.com/sogou?query=A2&amp;pi</a>
广东东鹏陶瓷股份有限公司 <a href="http://dongpeng.tmall.com/shop/viewShop">http://dongpeng.tmall.com/shop/viewShop</a>

图 2



## 我国农村公路养护中的问题及对策研究

Problems in China's Rural Highway Maintenance and Countermeasures

郝占辉<sup>①</sup> HAO Zhan-hui;周洲<sup>②</sup> ZHOU Zhou

(①西安铁路职业技术学院,西安 710014;②西京学院,西安 710016)

(①Xi'an Railway Vocational & Technical Institute, Xi'an 710014, China;

②Xijing University, Xi'an 710016, China)

**摘要:**公路作为农村重要基础设施,在新农村建设中的地位尤显重要。但公路建成之后,养护与管理过程中产生的法律问题成了社会广泛关注的焦点。本文在系统介绍农村公路养护现状的基础上,从法律制度视角进一步分析公路养护的重要性,进而提出加强农村公路养护工作的对策建议。

**Abstract:** As an important infrastructure, rural highway plays an important role in the new rural construction. But after highways are built, legal problems in maintenance and management process became the focus of society. This paper introduced the current situation of rural highway maintenance, from a perspective of legal system, further analyzed the importance of the highway maintenance, and then put forward the countermeasures to strengthen rural highway maintenance.

**关键词:**新农村建设;农村公路;养护;对策

**Key words:** new rural construction; rural highway; maintenance; countermeasures

中图分类号:U41

文献标识码:A

文章编号:1006-4311(2012)20-0098-02

### 1 我国农村公路交通发展的现状

农业、农村、农民问题,始终是全党工作的重中之重。新中国成立 60 多年,尤其是改革开放 34 年来,我国农村公路发展取得了显著成就。农村公路的规模不断扩大,通达深度逐步提高,运输量日益提高,布局日趋合理,技术状况逐年改善,总体服务水平明显提高。据有关部门统计,截至 2010 年底,全国公路网总里程达到 398.4 万公里,农村公路通车里程达到 345 万公里,占我国公路总里程的 76%。其中,农村公路中等级公路约占农村公路里程的 86.6%;<sup>③</sup> 三级以上公路约占农村公路里程的 21.6%;乡(镇)、建制村公路通达率分别达到 99.8% 和 94.3%,初步形成了基本通达乡镇、建制村的农村公路网络。此外,还有未纳入统计的村与村之间简易公路约 154 万千米,等外公路约占 64%,未铺装路面里程约占 77%。从这些数字上可以肯定建国 60 多年来我们在农村公路建设上的巨大成就。我们坚信,随着新农村建设的成功推进,我国农村公路交通事业将会有更加辉煌的锦绣前景。

**作者简介:**郝占辉(1981-),男,吉林伊通人,西安铁路职业技术学院基础部讲师,硕士,研究方向为政策与法治、思想政治教育;周洲(1984-),女,湖南岳阳人,西京学院助教,硕士,研究方向为经济学与经济管理。

能随时直接链接查看到各种材料的价格,查询价格非常方便,还可以作为储备信息供以后的工程使用。同时,监理工程师应该深入现场,对施工所用的材料进行深入地了解和熟悉,并且搜集合格证书和产品质量证明书,确保承包商所用的材料确实符合建设单位指定的品牌和等级。

### 3 结束语

本文仅针对施工阶段的工程造价控制进行研究,显然仅在施工阶段控制工程的造价是远远不够的,要做好工程造价控制工作,还必须在投资决策阶段、设计阶段招投标阶段、竣工决算阶段加强工程的造价控制。

### 2 我国农村公路交通发展的制约因素

**2.1 责任主体问题** 我国现行的法律法规还没有完全明确农村公路的养护主体。《中华人民共和国公路法》第 8 条明确规定:“乡、民族乡、镇人民政府负责本行政区中乡道的建设和养护工作。”本法第 38 条规定:“县、乡级人民政府应当在农村义务工的范围内按照国家规定组织公路两侧的居民履行公路建设和养护提供劳务的义务。”人民交通出版社的《公路交通法学》中解释“乡道”概念的时候提到“乡道……由县人民政府协同有关部门规划、建设、管理和养护。”从法理上讲,只要有明确的责任主体,就能追究过错责任,此处的农村公路养护却没有明确的责任主体。主体的不明确造成了责任的不明确、义务的不明确。因此造成农村公路有人建设而无人管理的情形。

**2.2 养护经费问题** 众所周知,公路建设属于资金密集型工程,同样,公路的养护也需要耗费大量的人力、物力、财力。农村公路不同于其他道路有专项资金来源,如目前的养路费、收费公路的通行费、高速公路的通行费等等,这些都能解决非农村公路的养护资金问题。而农村公路的养护资金基本上靠自筹,由于公路的养护周期长、见效慢,普通的乡镇、行政村以及贫困地区的县政府财政资金有限,在经过农田、水利、教育、行政事业支出后就基本

### 参考文献:

- [1]中国建设造价建设管理协会编.建设工程造价管理理论与实务[M].中国计划出版社,2008.
- [2]宋向东.房地产项目开发成本控制的策略研究[J].住宅产业,2007(7):62-63.
- [3]余江.房地产开发项目全过程成本控制研究与应用[D].重庆:重庆大学,2007:21-23.
- [4]王瑞保.浅谈建设单位对工程项目的造价管理.科技经济市场,2008.
- [5]张志宇.房地产工程项目成本管理存在的主要问题及对策[J].探索,2009(2).



## 14、政产学研协同创新育人机制的实践与思考——以广州城建职业学院为例

**职业 OCCUPATION**  
职业指导工作刊物 职业教育核心刊物

中华人民共和国人力资源和社会保障部主管

2014.03 下

争做职业教育改革“排头兵”

探索校企合作之路 提升职业教育发展动力

工学结合一体化课程模式保障体系研究

试论如何开展精细化职业指导

国内统一刊号 CN11-4601/D  
ISSN 1009-9573  
9 7871069 95707  
RMB 10.00

职教名校  
北京市工贸技师学院



MAJOR | 专业建设

## 政产学研协同创新育人机制的实践与思考 ——以广州城建职业学院为例

文/程忠国 周晖 鄢维峰

**摘要：**广州城建职业学院坚持“以质量特色立校、以学生成才为本”的办学理念，充分发挥建筑行业企业背景优势，以合作办学、合作育人、合作就业、合作发展为主线，在构建以“职业培训联盟”为依托的利益共同体，创新政产学研协同育人机制方面进行了有益的实践和探索。

**关键词：**建筑行业企业 育人机制 现代学徒制 利益共同体

**课 题：**2012年度广东省高等职业教育改革项目（省级项目编号：20120202059）；广州城建职业学院重点课题（校级课题编号：Z2012-14）。

校企合作、工学结合是高职教育最本质的特征，高职院校要实现培养生产、建设、管理、服务一线需要的高素质技能型人才的定位目标，必须坚持以服务为宗旨、以就业为导向，走产学研结合的办学之路。近几年来，广州城建职业学院坚持“以质量特色立校、以学生成才为本”的办学理念，充分发挥建筑行业企业背景优势，以合作办学、合作育人、合作就业、合作发展为主线，创新政产学研协同育人机制，深化教育教学改革，教学质量和社会声誉明显提高，新生报到率和毕业生就业率连续五年在省内同类院校保持前列，呈现规模、质量、效益的良性协调发展态势。

### 一、政产学研协同创新育人机制的重要意义

教育部《关于全面提高高等教育质量的若干意见》（教高〔2012〕4号）的文件中明确指出：坚持“需求导向、全面开放、深度融合、创新引领”原则，瞄准世界科技前沿，面向国家战略和区域发展重大需求，以体制机制改革为重点，以创新能力提升为突破口，通过政策和项目引导，大力推进协同创新。随着我国经济社会的快速发展，协同创新已经成为整合创新资源、提高创新效率、增强创新效果、传播创新成果的重要方式。高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分，高职院校作为高职教育的主要载体，同其他高等院校一样承载着人才培养、社会服务、科技研发和文化传承创新的重要任务。产业的发展和科技的进步对高职人才培养提出了更高更新的要求，高职院校要坚持重点培养适应产业转型升级和企业技术创新需要的发展型、复合型和创新型技术技能人才的培养目标，必须要汇集多元主体的资源优势，推动与政府、行业企业、科研院所的

协同创新，让不同的创新主体在合作育人中发挥其应有的作用。通过产教对接、工学结合开发行业、企业服务市场，为企业服务、企业改造升级提供技术和劳动力支持，以及为企业提供优质的定向培训服务，增强学校的服务意识和服务能力，确立高职教育在行业、企业发展中的基础性、支撑性和关键性的地位。因此，通过人才培养主体的多元化来创新育人机制，这已成为高职院校实现其培养目标的基本要求，对高职院校的可持续发展具有重要意义。

### 二、政产学研协同创新育人机制的实践探索

近三年来，学校充分发挥广州市建筑业联合会、广州建筑集团有限公司等建筑行业企业背景优势，汇集多方创新力量组建“广东精通职业培训联盟”，并以此为依托，校企合作开展现代学徒制试点工作；校企、校所合作建立技术研发（服务）中心；多方协同建设“现代公司实训中心”，创新育人机制，强化社会服务功能。

#### 1. 多方协同建立“职业培训联盟”，搭建协同育人平台

为适应人力资源强省建设和“加快转型升级，建设幸福广东”的需要，为建设现代产业体系提供技术技能人才支撑，在广东省人力资源与社会保障厅广东省职业训练局的直接参与和支持下，学校组建了“广东精通职业培训联盟”。该联盟由广州精通教育投资有限公司（学校举办者）牵头，以广州天马电动车有限公司、广州天马摩托车有限公司、广州市建筑集团有限公司、广州翡翠皇冠假日酒店有限公司、广州从化凯旋假日酒店等企业为主体，以广州城建职业学院、广州精通技工学校、广州精通驾驶员培训学校、广州维嘉职业培训学校、广州精通教育科技有限公司



## 专业建设 | MAJOR

司等教育培训和研究机构为依托，吸纳相关行业企业、职业技术院校以及培训机构等组成，并从以下几个方面开展工作。

(1) 组织专业技术人员和教师根据职业标准的要求，开发一批适应新技术新工艺要求的课程标准、职业技能标准和与之配套的教材，形成规范的职业培训文件。

(2) 建立人才互聘制度，合作互聘一批人才，实现双方人才优势互补。

(3) 结合生产中的实际问题，有针对性地合作申报科研项目，为解决生产建设中的技术难题提供基本思路和技术路径，增强联盟的服务功能。

(4) 合作共建深度融合的校外实践教学基地，发挥其在产业规划、先进技术应用、兼职教师选聘、实习实训和学生就业等方面的优势。

### 2. 校企协同开展现代学徒制试点，创新人才培养模式

学校建筑工程技术系与广州恒盛建设工程有限公司深度合作，以传统的“师徒制”为载体，实施“师徒结对、订单培养”的育人模式，探索“现代学徒制”的建立，为创新校企合作育人机制，深化人才培养模式改革，提供了成功的案例。

学生在校期间的第二学年开始，根据校企双方共同制订的人才培养方案组织教学，第三学年由企业人力资源部在公司内部选拔业务能力突出、责任心强的技术骨干担任指导学生的“师傅”，企业完全按照订单培养的要求实施“师徒结对”，学生在企业通过“拜师仪式”接受“一带一、手把手”的顶岗实习，同时结合建筑企业生产实际选择毕业设计项目，在学校指导教师和企业师傅的共同指导下完成毕业设计和毕业实习，经企业考核通过后成为企业正式员工。这是学校首次尝试与建筑业大型国企合作实施“师傅结对订单式”人才培养模式，这为探索现代学徒制的建立奠定了良好的基础。

### 3. 校企、校所协同建立技术研发（服务）中心，强化社会服务能力

依托“广东精诚职业培训联盟”丰富的创新资源，学校各院系与深圳华阳国际设计集团广州公司、广州民用建筑科学设计院等企业和科研院所合作，分别成立了恒盛现代建筑技术研发中心、华阳现代建筑设计技术研发中心、新型城镇化规划与设计中心、天马现代制造技术研发中心、富华建设工程咨询服务中心、睿海会计城建营运中心等，企业技术人员和学校师生共同承担各级各类技术研发和服务项目，提升专业服务产业及社会的能力。

同时，学校利用现代信息技术，按照“把企业搬进校园”的理念，通过建设“现代公司实战中心”构建“虚拟商业社会环境VBSE实训平台”，利用“职业培训联盟”的企业资源，搜集整理真实的工作项目和典型工作任务，结合课程教学，让学生通过在多类社会组织中从事不同职业岗位的“工作”，训练在现代商业社会中从事经营管理所需的综合执行能力、综合决策能力和创新创业能力，体验复杂市场营销环境下的企业经营活动，学会工作、学会思考，从而培养自身的全局意识和综合职业素养。建成后的“现

代公司实战中心”可以通过与国际相关课程公司建立紧密合作，开展相关国际化课程培训，形成中国教学中心；也可通过与当地政府及行业企业合作，开展员工培训，承担技能等级鉴定工作，拓展社会服务功能。

### 三、政产学研协同创新育人机制的理性思考

协同创新是指围绕创新目标，多主体、多因素共同协作，相互补充、配合协作。随着我国经济结构调整和产业转型升级，企业急需大批具有创新能力的技术技能型人才。作为高职院校要培养适应产业转型升级和企业技术创新需要的发展型、复合型和创新型技术技能人才，多元主体的共同参与、协同创新育人机制已成为必然趋势。

#### 1. 构建协同创新体制机制，政府要发挥主导作用

构建协同创新机制的关键所在是政府部门要充分发挥其主导和桥梁作用，要加大对产学研用结合的资金投入和政策支持力度，打破行业、地域、部门的界限，鼓励和支持行业企业、科研院所同职业院校联合建立技术研发机构等创新组织，引导不同创新主体间的充分合作以及创新要素的有效聚合，构建起完整的协同创新体制机制。

#### 2. 建立多元长效的创新组织，形成利益共同体是关键

对学校的最大利益是提高教学质量，使培养的人才得到社会最大程度的认可；对企业的最大利益是要获得自己想要的适用型人才，增强核心竞争力，实现利润最大化；对科研院所就是要使其研究成果最大限度地转化为现实的生产力，以获得最大的经济效益和社会效益；对学生的最大利益就是要使自己成为社会的有用之才，使自己人生价值得以最大体现。因此如何使多元主体利益得到相应的满足，建立以政府为主导，以促进创新人才培养，服务社会经济发展为宗旨的多元利益共同体势在必行。只有通过完善合作机制、拓展合作领域、健全合作保障，充分发挥各自的优势，才能较好地实现各合作主体的利益诉求。

#### 3. 发挥协同创新的主体作用，高职院校要加强内涵建设

高职院校要在政产学研协同创新育人机制过程中发挥其主体作用，必须加强自身内涵建设。第一，要坚持正确的办学定位，科学地做好顶层设计，创新组织模式和运行机制；第二，要加强师资队伍建设，以引进和培养高水平、高素质的专业带头人为重点，加强专业教学团队建设，以适应经济社会发展的需要，提升专业服务产业的能力。第三，要系统改革人才培养模式，以产教对接为切入点，把课堂学习与课外活动、校内教学与校外实践、国内教学资源与国外教学资源有机结合起来，突出教学过程的实践性、开放性和职业性，强化产学研结合，形成寓教于研的人才培养模式。

#### 参考文献：

- [1]教育部.关于全面提高高等教育质量的若干意见(教高[2012]4号)[Z].2012.
- [2]王振洪,邵建东.构建利益共同体推进校企深度合作[J].中国高等教育,2011(Z1).

(作者单位：广州城建职业学院)