

两岸四地高性能与超高性能混凝土学术交流会议论文集

*Proceedings of the Conference
on High Performance Concrete and Ultra-High Performance
Concrete in Chinese Mainland, Hong Kong, Taiwan, Macao*

叶浩文 冯乃谦 冉志伟 林力勋 令狐延◇主编

中国建材工业出版社



两岸四地高性能与超高性能 混凝土学术交流会论文集

**Proceedings of the Conference on High Performance
Concrete and Ultra-High Performance Concrete
in Chinese Mainland, Hong Kong, Taiwan, Macao**

叶浩文 冯乃谦 冉志伟 林力勋 令狐延 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

两岸四地高性能与超高性能混凝土学术交流会论文集/叶浩文等主编, —北京: 中国建材工业出版社, 2010. 10
ISBN 978-7-80227-852-3

I. ①两… II. ①叶… III. ①高强混凝土—学术会议—文集 IV. ①TU528. 31-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 186773 号

内 容 简 介

本书内容涉及高强高性能混凝土技术在多方面的最新进展, 包括新材料的研究与开发, 高性能混凝土的配制以及施工的新工艺、新技术, 混凝土质量控制中的测试手段与方法, 预制构件的节能创新, 工程应用与典型案例案例分析等等。值得一提的是本论文集在超高性能混凝土课题研究方面, 收录了有关围绕中建四局正在深圳建设的 441.8 米高的京基金融中心项目开展的 C120 高性能混凝土的系列试验研究的论文, 详细介绍了该工程的最新研究成果。

论文集内容丰富, 研究深入, 创新点多, 实用性强, 为高性能混凝土科技工作者提供了大量的技术资料 and 宝贵的工程实践经验; 同时, 典型工程案例也为今后同类工程提供了有价值的借鉴。

本书可供土木工程施工及建筑材料研究、生产等相关技术人员参考, 也可供大学相关专业的师生参考。

两岸四地高性能与超高性能混凝土学术交流会论文集

叶浩文 冯乃谦 冉志伟 林力勋 令狐延 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/16

印 张: 35.5, 彩 0.25

字 数: 1059 千字

版 次: 2010 年 10 月第 1 版

印 次: 2010 年 10 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-852-3

定 价: 90.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

两岸四地高性能与超高性能 混凝土学术交流会

(中国深圳 2010)

组织委员会

主任：叶浩文

副主任：卢遵荣 祖黎虹 陈乐雄 关国雄

委员：袁燕 曲清飞 高育欣 张健 郭云来 余斌

学术委员会

主任：冯乃谦

副主任：陈延年 黄然 冉志伟

委员：韩素芳 张大鹏 冷发光 顾国荣 石云兴

郝挺宇 朋改非 刘强

秘书处

秘书长：林力勋

副秘书长：令狐延 杨瑞瑜 殷挚 项小英

秘书：刘光荣 漆贵海 董艺 赵祯 姬小亮

主办单位

中国建筑第四工程局有限公司

中建总、广州市建总西塔总承包部

贵州中建建筑科研设计院有限公司

长沙中联重工科技发展股份有限公司

清华大学老科技工作者协会

深圳市正强投资发展有限公司

美国混凝土协会新加坡分会

深圳市京基房地产股份有限公司

前 言

近年来,中国建筑第四工程局有限公司在广东等地异军突起,先后完成并继续承建了许多特大型超高层建筑。在广州,联合完成了441米高的广州新地标“珠江新城西塔”;在深圳,正在建设441.8米高的深圳市新地标“深圳京基金融中心”;在重庆,承建了330米高的“重庆环球金融中心”……面对这些超大超高工程项目,中建四局组织了深圳市利建混凝土有限公司、深圳市金众混凝土有限公司、深圳市正强投资发展有限公司、广州天达混凝土有限公司、中建商品混凝土有限公司、清华大学老科技工作者协会、深圳市京基房地产股份有限公司及美国混凝土协会新加坡分会等单位,形成“产学研”团队联合攻关,解决了许多复杂的施工难题。2007起富有开创性地在广州珠江新城西塔项目开展了C100自密实混凝土的研究,2009年继续在深圳京基金融中心项目开展了C120高韧性无收缩自密实混凝土的研究,掀开了工程建设与混凝土技术研究相结合的新篇章。

为了使高性能混凝土技术成果得到分享、交流,并促进其进一步发展,中建四局继2008年在广州举办“超高层混凝土泵送、超高性能混凝土技术研发与应用国际学术研讨会”后,又于2010年10月28日、29日在深圳市召开了“两岸四地高性能与超高性能混凝土学术交流会”,有来自6个国家和地区的200余名代表参加了这次国内外混凝土行业的学术交流盛会。

本次会议收集学术论文80多篇,经会议学术委员会审核,择录了其中73篇论文汇编成论文集。该论文集内容涉及混凝土技术在诸多方面的最新进展,包括新材料研究与开发,高性能混凝土的配制,混凝土施工新工艺、新技术,混凝土质量的测试手段与方法,预制构件的节能创新,工程应用与典型案例分析等等。值得注意的是在超高性能混凝土研究方面,收录了由中建四局课题组结合深圳京基金融中心项目开展的C120高性能混凝土的系列试验研究论文6篇,详细介绍了最新的研究成果。论文集内容丰富,实用性强,为读者提供了大量的技术资料 and 宝贵的工程实践经验。

我们在编辑论文集时采取来稿照登,文责自负的原则,仅对部分文字进行了必要的修改,对文章中各种不同学术观点未作统一,以供读者分析选用。由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者予以指正。

编 者

2010年10月于广州

目 录

第一部分 中建四局京基超高性能混凝土课题研究

深圳京基金融中心工程超高性能混凝土的研究	叶浩文 (3)
The Research of Ultra-high Performance Concrete in Shenzhen Kingkey Finance Center	Ye Haowen (3)
深圳京基金融中心工程 C120 混凝土配制研究	中建四局课题组 (13)
The Research of C120 Ultra-high Performance Concrete of Shenzhen Kingkey Finance Center Project	Research Group of China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd (13)
超强高性能混凝土的保塑性试验研究	中建四局课题组 (22)
The Experimental Research on Plasticity Maintaining of Ultra-high Strength and Performace Concrete	Research Group of China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd (22)
京基金融中心 C120 超高强高性能混凝土收缩试验研究	中建四局课题组 (28)
The Experimental Research of Contractibility of Ultra-high Strength and Performance Concrete in Kingkey Project	Research Group of China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd (28)
京基金融中心 C120 超高性能混凝土断裂韧性试验研究	中建四局课题组 (36)
The Experimental Research of Fracture Toughness of Ultra-high Strength and Performace Concrete in Kingkey Project	Research Group of China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd (36)
超高性能混凝土的抗火性能与对策研究	中建四局课题组 (42)
The Research of Fire-resistant Property and Strategy of Ultra-high Performance Concrete	Research Group of China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd (42)

第二部分 综 述

高性能混凝土研究方向前瞻	关国雄 冯怀善 陈嘉健 (51)
Foresight of Research Directions for High-Performance Concrete	A. K. H. Kwan W. W. S. Fung J. J. Chen (51)
混凝土技术的回顾与展望	冯乃谦 (58)
Retrospect and Prospect of Concrete Technique	Feng Naiqian (58)
高强混凝土的研究应用和发展趋势	冷发光 王永海 周永祥 韦庆东 (68)
Research Application and Development Trend of High Strength Concrete	Leng Faguang Wang Yonghai Zhou Yongxiang Wei Qingdong (68)
混凝土欧洲新标准 EN206-1 在新加坡的应用及商品混凝土搅拌站的认证制度简介	陆金平 (74)
The European New Standard of Concrete EN206-1's Application in Singapore and the Brief of Certification System of Commercial Concrete Mixing Station	Lu Jinping (74)
超高性能混凝土性质与耐久性探讨	纪茂杰 黄 然 (82)
Properties and Durability of High Performance Concrete	Ji Maojie Huang Ran (82)
普通混凝土的高性能化	林力勋 (90)
High Performance of Common Concrete	Lin Lixun (90)
绿色混凝土研究现状与发展	陈尚伟 王玉麟 王勇 徐立斌 漆贵海 董艺 (97)

Current Situation and Development of the Research of Green Concrete

..... Chen Shangwei Wang Yulin Wang Yong Xu Libin Qi Guihai Dong Yi (97)

第三部分 材料研究与配制技术

广州珠江新城西塔工程 C70 ~ C90 高强高性能混凝土配制技术简述

..... 叶浩文 顾国荣 徐立斌 张杰华 (107)

The Discussion of Producing Technology of C70 ~ C90 High Strength High Performance Concrete
in Guangzhou Zhu Jiang New City West Tower Project

..... Ye Haowen Gu Guorong Xu Libin Zhang Jiehua (107)

铝质材料对碱 - 硅酸反应膨胀性的影响 封孝信 胡晨光 (113)

Effect of Aluminous Materials on Expansion due to Alkali-Silica Reaction

..... Feng Xiaoxin Hu Chenguang (113)

超硫酸盐水泥若干物理性能的研究 牛全林 冯乃谦 (119)

Composition, Proportion and Properties of Super-sulfated Cement Niu Quanlin Feng Naiqian (119)

新加坡再生骨料微观结构的研究 Tan Kanghar Negar Roghanian Didier Talamona (123)

Investigating the Microstructural Properties of Recycled Aggregate Concrete in Singapore

..... Tan Kanghai Negar Roghanian Didier Talamona (123)

粒料比重对自充填混凝土工程性质的影响 陈柏存 张大鹏 杨宗毅 西学伟 (132)

Effects of Bulk Density of Aggregate on Engineering Properties of Self-Compacting Concrete

..... Chen Botsun Zhang Dapeng Yang Zongrui Xi Xuwei (132)

整合灰关联分析技术与实验设计法对再生混凝土多重质量特性综合评估

..... 张清云 黄然 李秉展 邱志强 (138)

The Comprehensive Evaluation of Properties of Recycled Concrete by Integrated Correlation
Analysis on Grey to Experimental Design Method

..... Zhang Qingyun Huang Ran Li Bingzhan Qiu Zhiqiang (138)

利用循环式流化床灰碱活化炉石水泥砂浆特性之研究 ... 黄 然 郑安 郑赞庆 黄宏谋 陈义中 (150)

Effects of Circulating Fluidized Bed Combustion Ash on the Properties of Alkali-Activated Slag

Cement Mortars Huang Ran Zheng An Zheng Zhanqing Huang Hongmou Chen Yizhong (150)

超高强自密实混凝土配制 江加标 Y J Kim (163)

The Production of Ultra-high Strength Self-compacting Concrete Jiang Jiabiao Y J Kim (163)

聚丙烯纤维对 C100 超高性能混凝土改性的研究

..... 冯乃谦 王 喆 王晓梅 马 政 郭自力 齐世坤 (168)

Research on Faculty Development of C100 Ultra-high Performance Concrete for Polypropylene Fibe

..... Feng Naiqian Wang zhe Wang Xiaomei Ma Zheng Guo Zili Qi Shikun (168)

氯离子吸附剂的研发与应用 冯乃谦 王湘才 齐世坤 (177)

Production and Application of the Chlorine Ion Absorbent

..... Feng Naiqian Wang XiangCai Qi Shikun (177)

超高性能混凝土的新组分——微珠 李 浩 陈乐雄 冯乃谦 (187)

New Components of the Ultra High Performance Concrete——Micro Bead

..... Li Hao Chen Lexiong Feng Naiqian (187)

高性能减振混凝土的试验研究 邹笃建 (191)

The Experimental Investigation on High Performance Damping Concrete Zou Dujian (191)

矿渣-偏高岭土聚合物早期凝结硬化性能研究 杨 涛 彭小芹 王开宇 孟祥杰 (198)

- Study on the Early Bonding and Hardening Properties of Slag-metakaolin Composite Geopolymer
 Yang Tao Peng Xiaoqin Wang Kaiyu Meng Xiangjie (198)
- 粉煤灰火山灰效应在山砂混凝土中的研究 漆贵海 徐立斌 彭小芹 王玉麟 (204)
- Study on pozzolanic effect of fly-ash in Pit Sand Concrete
 Qi Guihai Xu Libin Peng Xiaoqin Wang Yulin (204)
- 骨料颗粒级配对 C90 高性能山砂混凝土的影响研究
 徐立斌 王 勇 漆贵海 王玉麟 陈尚伟 (211)
- Study on the Effect of Aggregate Particle Grading on C90 High-performance Pit sand Concrete
 Xu Libin Wang Yong Qi Guihai Wang Yulin Chen Shangwei (211)
- 硅粉配制高强混凝土技术效果 王 勇 曾小萍 陈尚伟 (218)
- Technical Effect of High Strength Concrete with Silica Powder
 Wang Yong Zeng Xiaoping Chen Shangwei (218)
- C80 高强高流态机制砂混凝土试验研究 高育欣 徐国栋 殷新博 唐天明 王明月 (223)
- Experiment Research of C80 Machine-made Sand Concrete with High Strength and High-flowability
 Gao Yuxin Xu Guodong Yin Xinbo Tang Tianming Wang Mingyue (223)
- 京金融中心底板大体积混凝土的配制与应用 高芳胜 尤立峰 (228)
- Proportioning and Application of Large Volume Concrete in the Soleplate of Kingkey Finance Center
 Gao Fangsheng You Lifeng (228)
- 预应力蒸养超高性能混凝土管桩的研制
 冯乃谦 陈乐雄 叶浩文 李 浩 徐勋龙 陈潮龙 周奇明 齐世坤 (234)
- The Research and Producing of Pre-stressed Steam-cured Ultra-high Performance Concrete Tubular Pile
 Feng Naiqian Chen Lexiong Ye Haowen Li Hao
 Xu Xunlong Chen Chaolong Zhou Qiming Qi Shikun (234)
- 预应力蒸养高强混凝土管桩经济和社会效益分析 杨瑞瑜 陈鸿杰 (247)
- The Analysis of Economic and Social Benefit of Pre-stressed Steam-cured High-strength Concrete
 Tubular Pile Yang Ruiyu Chen Hongjie (247)
- 管桩行业节能减排综合利用的措施与建议 魏宜龄 李 龙 何友林 (249)
- The Measures and Suggestions of Comprehensive Utilization of Energy Conservation and Emission
 Reduction in Tubular Pile Industry Wei Yiling Li Long He Youlin (249)
- 山砂及山砂混凝土的研究历程 林力勋 (254)
- The Research Course of Pit Sand and Pit Sand Concrete Lin Lixun (254)

第四部分 性能研究与测试技术

- 广州珠江新城西塔工程 C100UHPC、UHP-SCC 性能研究 ... 顾国荣 叶浩文 徐立斌 张杰华 (261)
- The Performance Study On C100UHPC、UHP-SCC in Guangzhou Zhujiang New City West Tower Project
 Gu Guorong Ye Haowen Xu Libin Zhang Jiehua (261)
- 水中自充填混凝土应用探讨 赵文成 陈冠宇 (268)
- The Discussion of Application of Self-filling Concrete in Water Zhao Wencheng Chen Guanyu (268)
- 光纤传感器测量混凝土收缩技术介绍和减缩剂效果的实验评估
 关国雄 陈嘉健 冯怀善 吴沛林 (278)
- Shrinkage Measurement of Concrete Using Fiber-Optic Sensor and Experimental Evaluation of
 Shrinkage Reducing Agents A. K. H. Kwan J. J. Chen W. W. S. Fung P. L. Ng (278)
- 再生骨料缺陷对再生混凝土力学性能的影响 朋改非 张九峰 (287)

Influence of Flaws in Recycled Aggregate on Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete	
.....	Peng Gaifei Zhang Jiufeng (287)
透水混凝土的制备、物理力学性能及其工程应用	
.....	石云兴 张 涛 霍 亮 戴文占 张燕刚 罗 兰 张少彪 (296)
The Production, Physical Performance and Engineering Application of Pervious Concrete	
.....	Shi Yunxing Zhang Tao Huo Liang Ji Wenzhan Zhang Yangang Luo Lan Zhang Shaobiao (296)
超高性能混凝土后张预应力梁抗弯承载力分析	 吴香国 郭庆勇 王滨生 (303)
Flexure Loading Capacity Analysis of Ultra High Performance Concrete Post Tension Pre-stressing Girder	
.....	Wu Xiangguo Guo Qingyong Wang Binsheng (303)
超高性能水泥基复合材料夹层复合结构挤出试验与界面抗剪参量	
.....	吴香国 杨光泽 郭庆勇 韩相默 (311)
Push Test and Interface Shear Parameters of Ultra High Performance Cementitious Composites	
Sandwich Structure	 Wu Xiangguo Yang Guangze Guo qingyong Han Sangmook (311)
UHPC 与 UHP-SCC 的收缩特性研究	 余 斌 毛山红 周正富 梁尧亦 (318)
The Research of Contractile Property of UHPC and UHP-SCC	
.....	Yu Bin Mao Shanhong Zhou Zhengfu Liang Yaoyi (318)
多组分胶凝材料体系的水化放热特征	 余 斌 毛山红 周正富 梁尧亦 (325)
The Hydration Heat Characteristics of Cementitious Materials with Several Components	
.....	Yu Bin Mao Shanhong Zhou Zhengfu Liang Yaoyi (325)
巨型钢管混凝土角柱压弯试验及有限元分析研究	 刘天波 令狐延 刘光荣 (331)
The Bending Test about Giant Steel-tube Concrete Prisms and Finite Element Analysis	
.....	Liu Tianbo Linghu Yan Liu Guangrong (331)
巨型钢管混凝土柱与巨型支撑节点静力试验及有限元分析研究	 刘天波 令狐延 刘光荣 (345)
The Static Force Test and the Finite Element Analysis about Super Giant Steel Concrete Column and	
Giant Support Node	 Liu Tianbo Linghu Yan Liu Guangrong (345)
基于压电陶瓷的超高层建筑大尺寸高性能钢管混凝土柱界面粘结性能监测	
.....	黄 清 许 斌 滕 军 令狐延 (357)
Concrete Quality and Interface Performance Evaluation of High Performance Concrete-filled Steel	
Tube Columns Based on Piezoelectric Sensor	 Huang Qing Xu Bin Teng Jun Linghu Yan (357)
基于压电陶瓷传感的钢管混凝土柱界面性能监测试验研究	 张 婷 许 斌 宋钢兵 (365)
Interfacial Performance Detection of a Concrete-filled Steel Tube with PZT Actuation and Sensing	
Technique	 Zhang Ting Xu Bin Song Gangbing (365)
超大直径灌注桩混凝土施工与测试技术	 陈伟东 令狐延 (371)
The Construction and Testing Technology of Big Diameter Cast-in-site Concrete Pile	
.....	Chen Weidong Linghu Yan (371)
混凝土工程收缩裂缝及其控制	 林力勋 (378)
The Shrinkage Crack in Concrete Construction and it's Control	 Lin Lixun (378)

第五部分 工程应用与施工技术

超高性能自密实混凝土的研发及其超高泵送技术	
.....	叶浩文 冯乃谦 张杰华 顾国荣 徐立斌 余 斌 (385)
The Research of Self-compacting Concrete with Ultra High Performance and it's Pumping Technology	
.....	Ye Haowen Feng Naiqian Zhang Jiehua Gu Guorong Xu Libin Yu Bin (385)

宝鸡Ⅱ级粉煤灰的特性及在高强高性能混凝土中应用研究

- 崔庆怡 陈社生 黄沛增 斯方海 王宝卿 (396)
- Characteristics of Baoji Level II Fly Ash and Applied Research of High-strength High-performance Concrete Cui Qingyi Chen Shesheng Huang Peizeng Si Fanghai Wang Baoqin (396)
- ## 深圳京基金融中心工程高性能混凝土综合施工技术
- 令狐延 冉志伟 郭云来 刘光荣 刘天波 肖云燕 苏国活 黄冠好 林盛新 (403)
- The Comprehensive Construction Technology of High Property Concrete in Shenzhen Kingkey Finance Center Project Linghu Yan Ran Zhiwei Guo Yunlai Liu Guangrong Liu Tianbo Xiao Yunyan Su Guohuo Huang Guanhao Lin Shengxin (403)
- ## 高强自密实混凝土的试验研究与工程应用
- 刘利忠 刘明耀 李华军 (424)
- Research and Engineering Application of High Strength Self-compacting Concrete Liu Lizhong Liu Mingyao Li Huajun (424)
- ## 大体积混凝土裂缝防治施工技术
- 李俊 (428)
- The Construction Technology of Crack Control of Mass Concrete Li Jun (428)
- ## 浅议高性能混凝土及其在桥梁工程中的应用
- 刘建军 (433)
- The Discussion on High-performance Concrete and Application in Bridge Engineering ... Liu Jianjun (433)
- ## C60 钢管自密实混凝土的研究及应用
- 杨善顺 张明 (437)
- The Research and Application of C60 Self-compacting Concrete Filled Steel Tube Yang Shanshun Zhang Ming (437)
- ## 薄壁结构清水混凝土的配制技术与工程应用
- 高育欣 王军 徐芬莲 陈景 刘霞 (444)
- Preparation Technology and Application of Fair-faced Concrete for Thin-walled Structures Gao Yuxin Wang Jun Xu Fenlian Chen Jing Liu Xia (444)
- ## 高强高性能混凝土的可泵性研究
- 陈宝钢 杨岳锋 朱捷 康明智 (449)
- Research of Pumpability for High-strength and High-performance Concrete Chen Baogang Yang Yuefeng Zhu Jie Kang Mingzhi (449)
- ## 高性能混凝土泵送压力损失的分析
- 陈宝钢 戴彬彬 康明智 (457)
- Analysis of the Pumping Pressure Loss of High-performance Concrete Chen Baogang Dai Binbin Kang Mingzhi (457)
- ## 超高压泵送设备选型
- 陈宝钢 徐建华 郝建坤 (464)
- Selection on Pumping Conveyer for Super-high Rise Building Chen Baogang Xu Jianhua Hao Jiankun (464)
- ## 高性能混凝土的超高泵送
- 刘光荣 令狐延 郭云来 刘天波 (470)
- Pumping Technology of High-performance Concrete Liu Guangrong Linghu Yan Guo Yunlai Liu Tianbo (470)
- ## 浅谈无水清洗混凝土泵管技术应用
- 李长明 银克俭 (478)
- The Using of Waterless Cleaning Method of Concrete Pumping Pipe Li Changming Yin Kejian (478)

第六部分 其 他

- ## 液压爬升电梯平台在深圳京基金融中心工程中的应用
- 令狐延 梁森 李加存 (485)
- The Use of Hydraulic Climbing Lift Terrace in Shenzhen Kingkey Finance Center Project Linghu Yan Linghu Sen Li Jiacun (485)
- ## CRTS I 型板式无砟轨道 CA 砂浆材料组成对其性能影响的试验研究
- 涂玉波 郝挺宇 苏波 梅名虎 刘俊元 (491)

The Study of the Performance Effected by the Contents of CA Mortar for CRTS I Slab Track	
..... Tu Yubo Hao Tingyu Su Bo Mei Minghu Liu Junyuan	(491)
地下室支护桩背水面防水排水施工技术	
..... 郭云来 令狐延 刘光荣 张 磊 刘天波 苏国活 梁 森	(496)
Construction Technology on Negative Side Waterproofing and Drainage of Supporting Piles in Basement	
..... Guo Yunlai Linghu Yan Liu Guangrong Zhang Lei Liu Tianbo Su Guohuo Liang Sen	(496)
深圳京基金融中心钢筋工程施工技术	 先海军 令狐延 肖云燕 刘光荣 郭云来 (501)
Reinforcement Construction Technology in Shenzhen Kingkey Finance Center Project	
..... Xian Haijun Linghu Yan Xiao Yunyan Lin Guangrong Guo Yunla	(501)
深圳京基金融中心核心筒高性能混凝土模板施工技术	
..... 姚彪 令狐延 贾文学 肖云燕 庞土生	(508)
Formwork Construction Technology of the High-performance Concrete of the Core Tube of Shenzhen Kingkey Finance Center Project	
..... Yao Biao Linghu Yan Jia Wenxue Xiao Yunyan Pang Tusheng	(508)
超高层建筑施工测量	 刘光荣 令狐延 郭云来 刘天波 (516)
Construction Surveying of Ultra High-rise Building	
..... Liu Guangrong Linghu Yan Guo Yunlai Liu Tianbo	(516)
超高层钢结构测量控制要点	 林 云 陈礼军 吴 涛 (528)
The Key Points of Construction Surveying Control in Ultra High-rise Steel Structure	
..... Lin Yun Chen Lijun Wu Tao	(528)
格力电器大型工业厂房后张法有粘结预应力施工技术	 袁茂生 (534)
The Construction Technology of Post-tensioned Bonded Pre-stressing in Large Industrial Plants of Gree	
..... Yuan Maosheng	(534)
深圳京基金融中心大面积地下室底板跳仓法施工	 苏国活 梁 森 (538)
The Alternative Bay Construction Method of Mass Area Soleplate in Shenzhen Kingkey Finance Center	
..... Su Guohuo Liang Sen	(538)
在承受次内柱损耗下钢筋混凝土梁板结构中膜的预测分析模型	
..... Tan Kanghai Trieska Yokhebed Wahyudi	(542)
Analytical Model for Predicting Membrane Actions in RC Beam-slab Structures Subjected to Penultimate-internal Column Loss Scenarios	 Tan Kanghai Trieska Yokhebed Wahyudi (542)

第一部分

中建四局京基超高
性能混凝土课题研究

深圳京基金融中心工程超高性能混凝土的研究

叶浩文

中国建筑第四工程局有限公司，广州，510665

【摘 要】 结合深圳京基金融中心项目超高层钢筋混凝土结构的需要，及国内外高性能、超高性能混凝土的发展情况，中建四局组织相关单位开展了 C120 超高性能混凝土的研究。其目标是：28d 强度要达到 125MPa 以上，无收缩或微收缩（收缩值 1/10000 以下），韧性高，抗火性能好，耐久性能优异，施工性能、保塑性能优异，便于超高泵送等。2009 年 9 月研究组正式组建，至今已有一年的时间，现在已全面完成了上述预定目标，这是研究组人员和各参与单位共同努力的结果。

【关键词】 超高性能混凝土；无收缩；高韧性；抗火性能；耐久性能；施工性能；保塑性能；超高泵送

The Research of Ultra-high Performance Concrete in Shenzhen Kingkey Finance Center

Ye Haowen

China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd., Guangzhou, Guangdong China 510665

【Abstract】 According to the requirement of the construction of reinforced concrete structure in Shenzhen Kingkey Finance Center project, and the development of the high performance concrete and ultra-high performance concrete of China and abroad, China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd., accompanied with the relevant units, conducted the research of C120 ultra-high performance. The goal of the concrete research is: the strength will not less than 125MPa after 28 days, with no shrinkage or small shrinkage (shrinkage 1/10, 000 below), high toughness, good fireproofing performance and durability, excellent workability and plasticity maintaining, and convenience for ultra high pumping. Since the establishment of the research group in 2009, after one year, they have accomplished the scheduled target. This depends on the common effort of the research staff and relevant research units.

【Key words】 ultra-high performance concrete; no shrinkage; high toughness; fireproofing performance; durability; workability; plasticity maintaining; ultra high pumping

1 混凝土强度的研究

以管桩生产常用的金鹰 P·O 52.5 水泥、花岗岩碎石、水洗海砂，以及自行研发的萘系与氨基磺酸盐系复合的高效减水剂和微珠新材料，配制出了 $W/B = 18\%$ 以下的超高性能混凝土，28d 强度超过了 130MPa，均方差 5.56MPa。

表 1 混凝土配合比

编号	W/B	水泥	微珠	硅粉	水洗海砂	石子	水	减水剂
801	0.18	500	170	80	700	1000	130	4.0%

表 2 混凝土抗压强度

龄期	抗压强度 (kN)					
3d	平均值 1000					
7d	平均值 1080					
28d	1360	1358	1371	1322	1388	1434
	1399	1339	1438	1334	1378	1391
	1313	1348	1445	1333	1354	1311
	1304	1232	1423	1366	1275	1332
	1354	1184	1343	1374	1355	1392
	1305	1248	1372	1386	1388	1360
	1135	1365	1173			
	平均值 1350.3					
	均方差 55.65					

注：以上数据均未乘以 0.95 系数。

以表 1 中 801 配合比，拌制 65L 混凝土，成型 18 组 100mm × 100mm × 100mm 试件，选取其中 15 组试件进行 3d、7d、28d 抗压强度试验，其强度结果见表 2。

剩余 3 组送至深圳市建设工程质量检测中心进行抗压强度的检测，其强度分别达到标准值 105%，103%，105%。说明我们研发的 C120 混凝土是成功的，匀质性是好的。

2 混凝土的流动性与保塑性的研究

C120 超高性能混凝土的 W/B 很低，一般在 18% 以下，胶凝材料用量大，混凝土的粘性大，国外配制这种混凝土，都采用聚羧酸减水剂。我们研发了萘系与氨基磺酸盐系及载体复合的高效减水剂，配制的 C120 超高性能混凝土，混凝土拌合物的坍落度大、扩展度大、倒筒流下的时间短，而且保塑时间长，达 3h 以上，如表 3 所示。

表 3 夏季室内、室外环境下，新拌混凝土工作性能对比

室内	坍落度 (mm)	流动度 (mm)	倒筒时间 (s)	室外	坍落度 (mm)	流动度 (mm)	倒筒时间 (s)
初始	255	590 × 600	4	初始	255	590 × 600	4
1h	250	570 × 545	4.5	1h	240	580 × 570	5
2h	240	580 × 570	6	2h	245	550 × 540	6
3h	215	480 × 450	11.5	3h	240	480 × 490	6.5

在室外 (30℃)，初始坍落度 255mm，3h 后仍保持 240mm；倒筒时间初始为：4s，3h 后仍保持 6.5s。压力 (3MPa) 泌水为 0 能充分保证长距离运输和超高泵送要求。而且无缓凝、强度高、低成本。其中的关键材料是微珠和复合高效减水剂。

3 混凝土的自收缩、早期收缩和长期收缩的研究

3.1 自收缩

自收缩：混凝土与外界没有介质交换的条件下，由于水泥的水化，吸收毛细管中的水分，使毛细管处于自真空状态，这时混凝土产生的收缩，称为自收缩。C120 混凝土的自收缩试验结果见表 4：

表 4 系列试验配合比（复合外加剂、金鹰水泥）

编号	试验类型	水胶比 (kg/m ³)	水泥 (kg/m ³)	掺合料 (kg/m ³)	砂 (kg/m ³)	小石子 (kg/m ³)	大石子 (kg/m ³)	外加剂
2-1	基准	0.2	500	250	700	300	700	4.0%
2-2	1kg/m ³ Grace 纤维	0.2	500	250	700	300	700	4.0%
2-3	2kg/m ³ Grace 纤维	0.2	500	250	700	300	700	6.0%
2-4	10%天然无水石膏	0.2	500	250	700	300	700	4.0%
2-5	10% 硫铝酸盐水泥	0.2	450	250	700	300	700	4.0%
2-6	10% 磨细硫铝酸盐水泥	0.2	450	250	700	300	700	4.0%

自收缩测试：混凝土成型后密封，初凝后测试，3d 结果如图 1 所示。

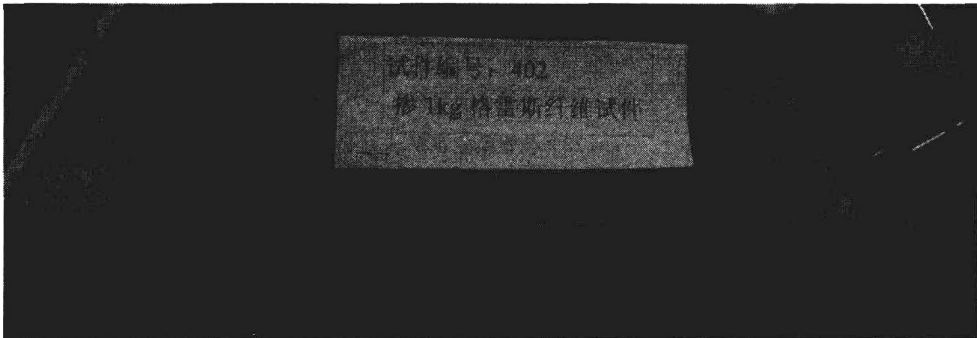


图 1 自收缩的测试

表 5 超高性能混凝土的自收缩

编 号	类 型	3d 自收缩 (×10 ⁻⁶)
2-1	基准	329.9
2-2	1kg/m ³ Grace 纤维	181.4
2-3	2kg/m ³ Grace 纤维	253.6
2-4	10%天然无水石膏	99.0
2-5	10% 硫铝酸盐水泥	—
2-6	10% 磨细硫铝酸盐水泥	—

由表 5 可见，基准混凝土的自收缩最大，使用 Grace 纤维后，混凝土的自收缩有了明显的减少。天然无水石膏粉掺量的试件，3d 自收缩 99×10^{-6} ，低于万分之一，为基准混凝土的自收缩 1/3 以下。掺 1kg/m³ Grace 纤维混凝土的自收缩也较低，为基准混凝土自收缩的 1/2 左右。

3.2 早期收缩

早期收缩：混凝土浇注成型后，2h 后开始测试，至龄期为 3d 的收缩，如图 2 所示。

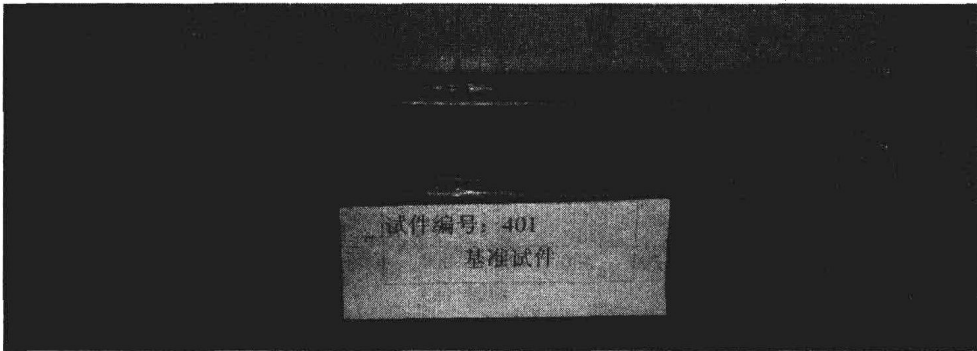


图 2 早期收缩的测试

与自收缩的区别是混凝土的试件与环境有介质交换条件下产生的收缩。包括了一部分自收缩，以及一部分早期干燥收缩。

早期收缩的测试结果说明（表6）：基准混凝土、含 $1\text{kg}/\text{m}^3$ Grace 纤维的混凝土、含 $2\text{kg}/\text{m}^3$ Grace 纤维的混凝土及含 10% 天然无水石膏粉的混凝土，3d 早期收缩都在同一水平上。而且早期收缩均大于自收缩。以 10% 硫铝酸盐水泥等量取代混凝土中 10% 水泥后，早期不但不发生收缩，反而还产生微膨胀。

表 6 超高性能混凝土的早期收缩

编 号	类 型	3d 早期收缩 ($\times 10^{-6}$)
2-1	基准	340.2
2-2	$1\text{kg}/\text{m}^3$ Grace 纤维	338.1
2-3	$2\text{kg}/\text{m}^3$ Grace 纤维	482.5
2-4	10% 天然无水石膏	303.1
2-5	10% 硫铝酸盐水泥	膨胀 296.9
2-6	10% 磨细硫铝酸盐水泥	膨胀 59.8

3.3 长期收缩

长期收缩：混凝土长期处于空气中，由于干燥而造成的收缩。本研究测定了两类试件的长期收缩：

- (1) 早期收缩后进行长期收缩测试，其编号分别为：1-1，1-2，2-1，2-2，2-3，2-4，2-5，2-6。
(2) 自收缩测试后进行长期收缩测试：编号为 1-3，1-4，1-5，1-6。结果如下：

表 7 3d 自收缩测试后观测长期收缩结果 $\times 10^{-6}$

编 号	3d	7d	14d	28d	45d	60d
1-3	142.3	237.1	317.5	364.9	356.7	389.7
1-4	327.8	367.0	461.9	449.5	459.8	457.7
1-5	263.9	356.7	470.1	478.4	445.4	389.7
1-6	185.6	233.0	299.0	311.3	321.6	313.4

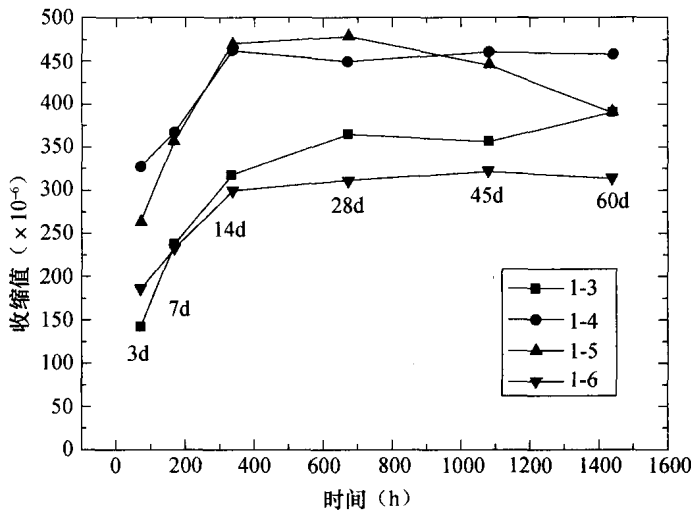


图 3 自收缩测试后观测长期收缩