



建设工程

混凝土应用新技术

施工技术杂志社 编



人民交通出版社
China Communications Press



建设工程 混凝土应用新技术

施工技术杂志社 编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本文集由施工技术杂志社组织专家经过认真的评审,精选出 109 篇论文编辑而成。该文集集中反映了国内外混凝土技术发展的先进水平,重点阐述了混凝土的应用现状及发展趋势、典型工程混凝土应用技术,以及新型混凝土和特种混凝土的研究与应用等,具有较高的学术性、实用性和参考价值。

本文集可供国内外从事混凝土施工、设计、科研等人员工作和学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建设工程混凝土应用新技术/施工技术杂志社编. 北京:
人民交通出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-114-07895-8

I. 建… II. 施… III. 混凝土施工—新技术应用—文集
IV. TU755-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 121458 号

书 名: 建设工程混凝土应用新技术

著 作 者: 施工技术杂志社

责任编辑: 刘彩云

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外科斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 35.5

插 页: 8

字 数: 878 千

版 次: 2009 年 7 月第 1 版

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07895-8

定 价: 66.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

承前启后，努力创新研发节能减
排环保型混凝土，为构建绿色建筑有
之佳作贡献！

许清烈

二〇〇九年七月十五日于大同市

绿色建材是

绿色建筑的重要支撑

王有为

二〇〇九年七月十七日

科技支撑发展

创新引领未来

毛志兵

以最佳的服务和优质的产品

与用户共同浇筑时代的丰碑

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Wu Wengui, the General Manager of China Building Materials Concrete Co., Ltd.

中建商品混凝土有限公司总经理 吴文贵

《建设工程混凝土应用新技术》

编 委 会

(按姓氏笔画排序)

顾问:	王有为	王铁梦	冯乃谦	叶可明	田 培	孙振声	许溶烈	孙 伟
	吴之乃	张希黔	杨嗣信	陈肇元	徐有邻			
主任:	毛志兵	王武勤	张可文	杨 煜	肖绪文	陈唯一	郑 勇	
委员:	丁庆军	于 滨	干兆和	马保国	马道乐	毛 杰	王 军	王培铭
	王冬艳	王玉岭	王存贵	王明明	王荣富	王振兴	王 元	王晓梅
	王卫东	巴恒静	邓明胜	冉志伟	付 智	冯大斌	冯世伟	冯永刚
	冯 跃	冯锦华	叶阳升	叶林标	刘秉京	刘 旭	刘有才	刘国恩
	刘学连	刘建明	刘洪亮	曲 慧	许宏雷	邬建华	冷发光	吴振亚
	吴德龙	吴斌兴	张 勇	张云彪	张同波	张其林	张金望	张晋勋
	张 琨	张 静	张国志	何 真	李宏伟	李忠卫	李晨光	李鸿飞
	李鸿伟	李景芳	杨昌维	杨军霞	杨存成	杨健康	汪道金	邱 平
	邵凯平	邹超英	陈天民	陈火炎	陈学军	陈昌盛	陈明中	陈明辉
	陈春雷	庞宝根	朋改非	林力勋	林昌华	周桂云	金伟良	武铁明
	欧亚明	侯兆欣	祝昌嗽	胡长明	胡曙光	胡忠超	胡正华	胡德均
	赵汝斌	赵宗闻	赵济生	赵福明	赵霄龙	郝玉柱	郝挺宇	唐 明
	顾晴霞	倪金华	徐正洪	聂永明	贾培元	郭正兴	郭彦林	高雪梅
	钱英欣	龚 剑	傅仲萼	傅志凯	焦宁艳	焦安亮	董年才	蒋立红
	蒋金生	覃维祖	熊学玉	魏明跃	糜嘉平			

主审: 张可文 梅 阳

审稿: 闫继红 曲江泉 周 巍

前 言

随着中央电视台新台址主楼超厚底板大体积混凝土连续一次性浇注成功；苏通大桥、杭州湾跨海大桥高性能混凝土的成功研制与运用；广州珠江新城西塔 C100 超高强高性能混凝土 400 多米成功泵送……混凝土生产、制造和应用领域捷报频传。与此同时，随着以科技创新为先导，以绿色环保为主题的绿色混凝土产业化基地的建设与推进；多种形式清水混凝土的研究与应用；再生骨料混凝土、绿色混凝土的研究与推广，混凝土这种传统的建筑材料被赋予了更多的时代特色，符合国家倡导的可持续发展的主旋律。

在这种背景下，《建设工程混凝土应用新技术》一书的出版具有可贵的现实意义，一方面，它结合“全国建设工程混凝土应用新技术交流会”的召开，总结了已建、在建重大工程的混凝土施工经验，记录了混凝土行业的科技创新成果；另一方面，在当前国家加大基础设施建设、民生工程建设的的环境下，它的出版为今后类似工程的顺利开展提供了可借鉴的经验。在此，要感谢本书的编者、作者、出版单位的辛勤劳动，也感谢会议主办方、承办方、协办方的精心策划。

最后，预祝本书出版发行成功、会议圆满成功！



中国工程院院士 叶可明

目 录

工程应用篇

高层、超高层建筑

广州珠江新城西塔工程高强、超高强高性能混凝土的配制及

超高泵送技术	叶浩文, 顾国荣, 徐立斌, 等(1)
重庆地区特细砂高强高性能混凝土超高泵送施工关键技术	张希黔, 刘光云, 张爱莉(7)
北京银泰中心工程超高层混凝土泵送施工技术研究与应用	陈 岚, 袁志强(13)
泵送混凝土在超高层建筑施工中的应用	蒋学茂, 任学军, 苏话诚(18)
高强度泵送混凝土在鞍山四隆大厦工程中的应用	韩兆平, 徐明君, 高 前, 等(21)
玉溪创业大厦 C60 混凝土配合比设计与质量控制	申 懋, 蔡 伟(25)

超高层基础底板大体积混凝土综合施工技术	陈学光, 管 勇, 王岩峰, 等(28)
北京电视中心综合业务楼基础底板大体积混凝土温度场分析	张旭东(35)
北京银泰中心工程大体积混凝土的施工温度与裂缝控制	袁志强, 陈 岚(39)
大体积混凝土裂缝控制技术研究与应	叶大梅, 梁国斌(48)
烟台世茂海湾工程大体积混凝土施工温控监测及分析	卫海亮, 陈 江, 卢则阳(53)
天津金德园基础底板大体积混凝土施工技术	刘建平, 李克江, 俞向峰, 等(58)
施工阶段大体积混凝土裂缝控制技术	中国桂(63)
大体积补偿收缩混凝土裂渗控制新技术	齐冬有, 游宝坤, 栗谷堆, 等(68)
大体积混凝土裂缝控制技术	李学梅, 常宇军, 邵 畅, 等(73)
钢筋混凝土现浇楼板裂缝的成因及预防措施	冯海华, 肖昌飞(81)
现浇预拌混凝土楼板裂缝控制技术	林汉忠, 吴平春, 黄延铮(85)
混凝土现浇楼板裂缝的分析及控制	申 懋(90)
高层住宅小区现浇混凝土楼板 45°裂缝成因及防治措施	张海波, 鲍晓军, 沈 剑(95)
梁柱节点不同强度混凝土的浇筑方法及防裂措施	陈 敏, 杜鹏飞, 曹建武(101)

高层建筑地下室底板混凝土施工技术	文 超(104)
膨胀加强带在人防地下室的设计应用	艾德武, 李刻铭, 吴步旭, 等(109)
CMA 三膨胀源抗裂剂补偿收缩混凝土的应用	肖海平, 彭 健(112)
中国计量学院地下车库防水混凝土的施工质量控制	余 杰, 叶小刚(115)
针孔法高压灌浆技术在某地下室防水堵漏施工中的应用	周风中(119)
遇水膨胀止水条在现浇钢筋混凝土工程中的应用	彭 健, 唐 敏(123)
混凝土施工裂缝的成因和防治	孙云峰, 安 杰(127)

混凝土结构抗裂设计和构造措施分析 孔祥红,姚 敏(133)
“壁可注入法”混凝土裂缝修补技术..... 胡志国(139)

大空间、大跨度框架结构无黏结预应力现浇空心

楼盖施工 陈 敏,乔清泉,刘华东,等(142)
平湖行政中心行政大楼型钢混凝土柱施工技术 庄顶锋,缪方翔,孙 华,等(148)

大型公建

绿色混凝土在世博项目中的应用研究..... 李 阳(152)
自密实混凝土在武汉火车站三跨连续梁中的研究和应用 ... 吴小强,刘中心,陈 兵,等(157)
滨海环境高耐久性清水混凝土施工技术 戴 岭,刘献伟,刘洪海,等(162)
混凝土裂缝控制技术在 大跨度钢筋混凝土梁施工中的应用..... 朱冠生(169)
预应力混凝土结构裂缝产生原因及其控制措施..... 韩素龙,都风海,董 银(175)
超厚大体积大掺量粉煤灰混凝土筏板施工裂缝控制
技术研究..... 周 明,刘 翔,万 磊(179)
法门寺合十舍利塔基础筏板大体积混凝土裂缝控制
技术研究 郑 毅,张西宁,胡长明,等(186)
法门寺合十舍利塔 C60 高性能混凝土耐久性施工技术 时 炜,周 明,谢 鹏(193)

体育场馆

沈阳奥体体育场大跨度异型预制看台板的制作与安装技术研究与应用..... 王海涛(198)
深圳大运会主体育场绿色高性能清水混凝土施工技术..... 王泽林,杨 鼎,李 宁(205)
深圳大运会主体育场现场预制超薄清水混凝土构件
施工技术..... 杨 鼎,黄林锋,王泽林(212)
蚌埠龙湖体育馆人体运动造型清水混凝土施工技术 安兰慧,邵 畅,李学梅,等(217)
超长 H 形钢筋混凝土环梁裂缝控制技术 陈洪杰,闫 爽,晏金州(225)
膨胀混凝土在奥运工程中的成功应用 侯维红,游宝坤,赵顺增,等(229)
青岛体育中心综合训练馆自密实混凝土在预应力
梁中的应用..... 荣 彤,韩光平,党小安(235)
广州亚运会自行车馆预应力混凝土施工技术..... 王海涛,谷雪刚,宫明阳(241)
淄博市体育中心体育场项目施工测量控制技术..... 王 辉,张继良,郝甲森(245)

道路桥梁

金塘大桥混凝土结构防腐蚀技术现场应用研究..... 屠柳青,秦明强,张国志(253)
金塘大桥主墩索塔承台大体积混凝土温度裂缝
控制技术 秦明强,李顺凯,刘可心,等(258)
海工大体积混凝土胶凝材料体系设计及应用 李顺凯,屠柳青,刘可心,等(261)
C60 高性能混凝土在雅泸高速公路 C12 标段中的应用 黄海斌,王 平,陈俊峰(265)

聚羧酸减水剂在矮寨特大桥工程中的应用	王友奎,尹红星,赵 帆(270)
分段施工过程中预应力混凝土梁的徐变研究	高圣彬,宋康祖(274)
混凝土“榫”在降低收缩裂纹中的应用	曲洪春(277)
太原机场高架桥清水混凝土施工	李玉屏(281)

高 速 铁 路

高速列车振动作用下复杂混凝土结构疲劳性能及耐久性

研究与应用	张希黔,张爱莉,曹永红(288)
高性能混凝土在我国高速铁路工程中的应用	张 勇,杨富民(293)
CRTS II 型轨道板混凝土配制途径探讨	吴志刚,郝挺宇,涂玉波,等(297)
京津城际 CRTS II 型轨道板混凝土施工技术	谢素芳(300)
预应力混凝土桥梁在高速铁路中的应用	吴尚德,毛 清(305)

水电、核电工程

溪洛渡水电站左岸地下厂房岩锚梁混凝土浇筑技术	刘亚进,程祖刚(310)
构皮滩水电站进水塔混凝土施工工艺	彭相国,施召云,佟 阳,等(315)
镜面混凝土在官地水电站地下厂房岩锚梁中的应用	曲川波,刘永胜,陈 雷,等(322)
UF500 纤维素纤维在南水北调渡槽 C50 混凝土中的应用研究	刘国平,邓宗才(327)
地下连续墙表面衬砌薄壁混凝土施工技术	陈 勤,顾明如,宋冀赞,等(333)
遵义某工程泵送混凝土施工	毛天鹏(339)
台山核电站整体筏板基础整浇预埋冷却水管研究	杨亚亚(343)
广东阳江核电水库大坝碾压式沥青混凝土心墙施工技术	陈贵喜,卞首蓉(347)

工业建筑、构筑物、特种工程

泵送大体量混凝土表层质量缺陷分析与防控	李庆峰(350)
全埋式钢筋混凝土储水池质量事故的分析及处理	焦安亮,丁以喜(355)
膨胀剂在混凝土水池结构中的应用	张玲云,何国富(360)
独山子乙烯装置大体积混凝土施工技术	张秋林(364)
钢筋混凝土铜电解槽制作施工技术改进	吴新明(369)
冶金转炉混凝土平台框架梁鉴定与加固	孙 平,刘兴菊,孙学军(372)
碳纤维布对预应力混凝土吊车梁裂缝控制与强度 加固方法	孙吉才,孙学军,刘兴菊,等(378)
高强度钢纤维混凝土在工程中的应用	黄延铮等(383)
钢纤维混凝土技术应用与评价	任岳良,贾立彬,张维溪(386)
地震模拟三台阵振动台大体积混凝土基础控温抗裂施工技术	陈 旗(391)
混凝土综合抗裂法	张冬原,姚志玉(395)

其 他

现浇保温免拆模网混凝土墙体施工技术的工程应用研究 ...	王振兴,徐亚柯,谭凤超,等(401)
------------------------------	--------------------

超高强度水泥砂浆在预制构件钢筋续接工程中的应用	赖宜政, 吴昌修(406)
积极发挥模架技术在混凝土应用技术中的重要作用	仇铭华(411)

综合研究篇

房屋建筑工程混凝土结构施工期性能及安全控制技术	张希黔, 华建民, 王伯成(418)
预拌混凝土早期收缩性能及施工期裂缝控制技术	
研究与应用	张希黔, 华建民, 张爱莉(426)
矿物掺和料与养护制度对预拌混凝土抗碳化	
性能的影响	王 军, 杨 文, 孙克平, 等(436)
混凝土结构全寿命周期中诸环节“绿色化”控制要点	邓明胜(441)
大体积混凝土温升与强度增长的试验研究	邹传学, 张衍龙, 张同波(451)
新型纤维的抗裂性研究	沈 婷, 蒋 晔, 林剑锋, 等(456)
影响高强混凝土泵送特性的因素分析及控制	伏妮婷, 顾浩声(462)
聚丙烯纤维泵送混凝土的研究应用	申 懋, 蔡 伟(469)
混凝土耐久性技术研究	刘晓伟(474)
轻集料混凝土弹性模量的研究	刘 立, 赵顺增, 曹淑萍, 等(479)
轻集料混凝土干燥收缩特征的研究	刘 立, 赵顺增, 曹淑萍, 等(485)
高活性偏高岭土在混凝土中的应用	江 涛(491)
高性能混凝土的结构、组成及其与性能关系	朱建强(495)
钢筋和钢管混凝土圆柱的工作性能与经济性比较	谷雅敏(501)
一级仿树根钢筋混凝土微结构与力学行为	汤 卉, 于文钢, 郭晓宇, 等(506)
大体积混凝土设备基础抗震隔震能力分析	刘慧军, 李慧民, 薛武平, 等(509)
CFRP 布加固混凝土梁非线性有限元分析	王 彪, 王 亮, 陈建刚(513)

生产制造篇

建设绿色混凝土产业化基地	吴文贵, 王 军, 孙克平, 等(517)
大流态彩色清水混凝土配制技术的研究	王 军, 杨 文, 孙克平(525)
预拌陶粒轻集料混凝土配制及泵送施工	黄启政, 李 强(531)
高保塑聚羧酸混凝土高效减水剂的研制	黄 波, 李 勤(537)
超高强高性能预拌混凝土生产工艺普通化研究	高育欣, 唐天明, 于青青, 等(540)
废水对混凝土强度及耐久性的影响	姚志玉, 张冬原(544)
矿物超细粉在高性能、超高性能混凝土中的应用技术	王晓梅, 王 喆, 于 霞, 等(549)
活性二氧化硅微粉制备及工程应用	屠庆模(554)
氟硅改性聚氨酯模板漆的研制及应用	赵 帆, 张济超(557)

广州珠江新城西塔工程高强、超高强高性能混凝土的配制及超高泵送技术

叶浩文¹, 顾国荣², 徐立斌³, 林力勋³, 张杰华⁴

1. 中国建筑第四工程局有限公司; 2. 中建三局建设工程股份有限公司;
3. 贵州中建建筑科研设计院有限公司; 4. 广州市建筑集团有限公司

广州珠江新城西塔工程是广州珠江新城六大标志性建筑之一, 位于珠江新城西南部核心金融商务区, 在广州市的新中轴线上。西塔楼高 437.5m, 是华南第一高楼, 该项目占地面积 3.1 万 m², 总建筑面积约 45 万 m²。由地下 4 层、地上 103 层的主塔楼和 28 层辅楼组成, 建筑投资概算 60 亿元。

1 施工难点

1.1 施工工期紧

根据施工总承包合同要求, 本工程总工期仅 1007d, 包括机电、幕墙及精装修, 45 万 m² 的结构、4 万多 t 钢结构、17 万 m³ 混凝土、108 个结构层需在两年内完成, 主塔楼主体结构平均施工进度需 3.5d 一层。因此, 如何保证混凝土的顺利浇筑及浇筑速度是施工方要解决的一个难题。

1.2 主塔楼结构复杂

广州西塔工程采用筒中筒结构, 由钢管混凝土巨型斜交网格外筒、钢筋混凝土剪力墙内筒, 以及连接内外筒的钢—混凝土组合楼盖组成。其中, 混凝土核心筒结构变化复杂, 67 层以下为内外两个六边形(三个长边三个短边间隔布置)组成的混凝土筒结构; 从 68 层开始内墙逐步收掉, 至 73 层内筒全部收掉, 长边改为倾斜弧形墙, 通过混凝土拉梁与短边直墙连接。复杂的结构给施工方带来的另一个难题就是混凝土如果采用泵送方式进行输送, 只能一泵到顶, 因为接力泵的设置将给设计、施工以及泵送设备维护带来更多的难题; 如果采用塔吊+吊斗方式进行输送, 其浇筑速度无法满足工期要求。因此, 施工方组织专家研究论证, 最终决定采用一泵到顶的泵送方式。

1.3 C60~C90 高强高性能混凝土大量应用

主塔楼 C60 及以上的高强高性能混凝土约 7 万 m³, 具体泵送高度见表 1, 其中 C80 混凝土最高需泵送至 410m, C90 混凝土最高需泵送至 167m。如此大批量的 C60~C90 混凝土应用

[作者简介] 叶浩文, 中国建筑第四工程局有限公司教授级高级工程师

到实际工程中,而且还要进行 400 多 m 超高泵送施工,目前国内外还没有相关的技术规范、工程案例可以借鉴。因此高强高性能混凝土的配制及超高泵送是本工程混凝土工程顺利实施的最大难点。

表 1 广州西塔工程混凝土浇筑高度概况

结 构 部 位	强 度 等 级	浇 筑 部 位	结构标高范围
核心筒及 楼盖部分	C35	非节点层楼盖、同层楼梯	-15.25~425.20
	C30	停机坪层面结构	437.20~437.45
	C50	节点层楼盖、同层楼梯	-0.05~431.95
		81 层至顶层剪力墙	350.95~431.95
	C60	41~80 层剪力墙	180.05~350.95
	C70	16~40 层剪力墙	67.55~180.55
	C80	-4~15 层剪力墙	-19.00~67.55
		核心筒转换钢架	-11.85~17.95
	C30P6	69 层游泳池结构	304.45~305.80
钢管混凝土	C60	节点区 JQ	427.50~431.95
		构件区 8~17	167.75~437.45
	C70	构件区 1~7	-17.35~256.35
	C80	节点区 JH~JP	182.75~410.65
	C90	节点区 JA~JG	-6.75~167.75

2 技术难点及解决方案

2.1 技术难点

为解决上述难题,施工方组建了混凝土攻关小组,在确保 C60~C90 混凝土顺利泵送的基础上,研发了 C100 超高强高性能混凝土(简称 C100UHPC)和 C100 超高强自密实混凝土(简称 C100UHP-SCC),并于 2008 年 12 月成功进行了 411m 超高泵送试验,在国内外尚属首次。其中遇到的技术难点主要有以下两个方面。

2.1.1 混凝土

C60~C100 混凝土(尤其是 C80 以上的混凝土)相对于普通混凝土,其拌和物黏度大,泵送阻力大。现有研究资料表明,由于高强高性能混凝土的高黏性,泵送过程中,混凝土与管壁剪切力增大,资料显示,水灰比为 0.385 时,黏着力为 0.01MPa,而水灰比为 0.28 时,高性能混凝土的黏着力为 0.04 MPa,系前者的 4 倍。目前,高强高性能混凝土的可泵性问题在我国显得尤为严重。

针对广州西塔工程 C60~C100 混凝土超高泵送的特殊要求,其混凝土拌和物必须具有大流动性、低黏性,必须控制新拌混凝土工作性能的经时变化,同时还要考虑混凝土硬化后的力学性能、长期性能和耐久性能。

2.1.2 泵送设备

泵机的混凝土出口压力必须足够大,以保证泵送速度和泵送量的要求。

2.2 解决方案

2.2.1 混凝土

(1)粗集料的最大粒径对混凝土泵送压力影响较大,选用最大粒径 20mm。粒形较好的粗集料,有效降低了泵送压力。

(2)粗集料采用两级配搭配成连续级配使用,降低了粗集料间的空隙率,节省了填充砂浆用量,提高了混凝土的流动性。

(3)较大的砂率有利于减少泵送阻力,所用砂率控制在 42%~44%。

(4)利用矿渣粉、硅粉等矿物掺和料的微细粉填充效应和矿物减水效应,提高混凝土拌和物工作性的同时,保证了强度和耐久性的要求。

(5)利用大掺量聚羧酸高效减水剂和控制单方用水量的办法,有效控制了混凝土拌和物流动性、黏性和工作性的经时变化。

2.2.2 泵送设备

采用中联重科生产的 HBT90.40.572RS 型混凝土泵,其混凝土出口压力最高可达 40MPa,有效保障了混凝土超高泵送的顺利进行。

3 技术实施

3.1 C60~C90 高强高性能混凝土配制技术

3.1.1 原材料

配制 C60~C90 高强高性能混凝土,原材料的选择尤为重要。水泥选用广州市越堡水泥有限公司生产的金羊牌 P·II 型 52.5R 水泥,其 28d 抗压强度达到了 60MPa;矿渣粉选用广东韶钢嘉羊新型材料有限公司生产的 S95 磨细矿渣粉;硅灰选用埃肯国际贸易(上海)有限公司生产的硅粉;外加剂选用广东柯杰外加剂科技有限公司生产的柯杰牌 KJ-JS 高性能减水剂,浓度为 22%,减水率大于 30%;细集料选用细度模数为 2.6~3.2 的中粗河砂,其中配制 C60~C70 混凝土宜选用细度模数为 2.6~2.8 的中砂,配制 C80~C90 混凝土宜选用细度模数为 2.8~3.2 的中粗砂,可以在一定程度上降低混凝土拌和物的黏性;粗集料选用 5~10mm 和 10~20mm 两级粗集料搭配成连续级配使用,其搭配比例为 3:7。

3.1.2 配合比设计

C60~C90 混凝土的配合比设计主要考虑其拌和物要求具有大流动性、低黏度等优异的工作性能,配合比参数见表 2。

表 2 C60~C90 混凝土配合比主要参数

混凝土强度等级	水 胶 比	单方用水量 (kg/m ³)	胶凝材料 (kg/m ³)	矿渣粉 (kg/m ³)	硅粉 (kg/m ³)	砂率(%)
C60	0.32	160	500	110	0	42~44
C70	0.28	155	560	130	15	
C80	0.26	150	585	140	20	
C90	0.23	150	650	145	40	

备注:配制 C60 混凝土时,还选用 80kg/m³ 的 II 级粉煤灰做掺和料。

3.1.3 工作性检测结果

经过现场试验统计,C60~C90 混凝土拌和物的坍落度为 240~260mm、扩展度大于 600mm、倒坍落度筒时间为 5~20s,工作性 3h 内基本不损失,满足了超高泵送要求。

3.2 C100UHPC、UHP-SCC 的配制技术

3.2.1 原材料

与 C60~C90 混凝土对比,C100UHPC、UHP-SCC 选用原材料的差别是:①矿渣粉选用昂国公司提供的济南鲁昂新型建材有限公司生产的 S105 矿渣粉;② 配制 C100UHP-SCC 选用 5~10mm 和 10~16mm 的两级粗集料搭配使用;③C100UHP-SCC 使用了特种矿物超细粉和自制的特种外加剂,起到增稠、增强和物理保坍的作用;④C100UHP-SCC 选用了西卡 3350 系列外加剂。

3.2.2 配合比设计

C100UHPC、UHP-SCC 的配合比参数见表 3。

表 3 C100UHPC、UHP-SCC 配合比参数

混凝土强度等级	水 胶 比	单方用水量 (kg/m ³)	胶凝材料 (kg/m ³)	矿渣粉 (kg/m ³)	硅粉 (kg/m ³)	砂率(%)
C100UHPC	0.20	150	750	190	60	47
C100UHP-SCC	0.22	154	700	190	60	47

备注:配制 C100UHP-SCC 时使用了特种矿物超细粉和特种外加剂。

3.2.3 工作性检测结果

经过现场试验统计,C100UHPC、C100UHP-SCC 混凝土拌和物的坍落度为 250~270mm、扩展度大于 600mm、倒坍落度筒时间小于 5s,工作性在 4h 内基本不损失,满足了超高泵送要求,见图 1。另外,C100UHP-SCC 混凝土拌和物 U 形仪试验时,填充高度达到了 34cm,见图 2。