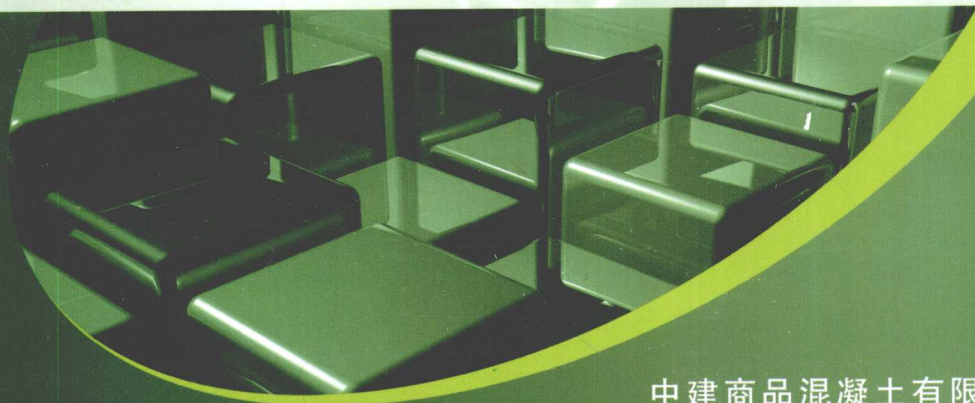


绿色混凝土 新技术及工程应用



中建商品混凝土有限公司
中国建筑科学研究院
中国绿色建筑与节能委员会

中国建筑工业出版社

绿色混凝土新技术及工程应用

中建商品混凝土有限公司
中国建筑科学研究院
中国绿色建筑与节能委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色混凝土新技术及工程应用/中建商品混凝土有限公司等. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010.9

ISBN 978-7-112-12384-1

I. ①绿… II. ①中… III. ①混凝土-无污染技术
IV. ①TU528

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 161703 号

本书由中建商品混凝土有限公司、中国建筑科学研究院及中国绿色建筑与节能委员会组织编写。内容包括: 绿色混凝土的新型原材料利用、绿色混凝土的性能研究及绿色混凝土的生产与应用。

本书可供混凝土生产企业、建筑施工企业及科研人员学习使用, 也可供高等院校相关专业师生学习参考。

* * *

责任编辑: 郇锁林

责任设计: 陈 旭

责任校对: 王 颖 陈晶晶

绿色混凝土新技术及工程应用

中建商品混凝土有限公司

中国建筑科学研究院

中国绿色建筑与节能委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 420 千字

2010 年 9 月第一版 2010 年 9 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-12384-1

(19651)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《绿色混凝土新技术及工程应用》编委会

(排名不分先后)

顾问：陈肇元 孙 伟 许溶烈 王有为 冯乃谦 张希黔

主任：阎培渝

副主任：韩素芳 徐永模 官 庆 林海燕 吴文贵 隋同波 冷发光

委员：肖绪文 徐有邻 顾晴霞 张仁瑜 石云兴 冷发光 杜 雷

王 玲 陈改新 谢永江 郝挺宇 牛开民 王新祥 王 元

朱卫中 路来军 王 军 李景芳 张国志 杨再富 蒋勤俭

张元勃 陆士强 赵顺增 徐 欣 高金枝 陈昌礼 周 群

霍 涛 周岳年 王玉棠 黄直久 李家正 王志刚 安雪晖

张利俊 奚飞达 廖振中 王培铭 赵铁军 邢 锋 张 雄

刘加平 钱晓倩 钱觉时 丁 威 唐 明 李秋义 张亚梅

朋改非 陈家琬 封孝信 闻宝联 蒋元海 黄政宇 陆采荣

杨华全 姚 武 余其俊 何 真 闻德荣 谭洪光 崔庆怡

王栋民 杨医博 宋少民 蔡亚宁 孟云芳 尚建丽 周永祥

华建民 吴德龙

序

水泥的发明和混凝土的创造，以及其后钢筋混凝土的诞生，它们无疑都是属于人类社会诸多发明创造之列的大事件，同时也极大地显示了人类所蕴蓄的无穷智慧和巨大创造力。它们带给人类社会，尤其是对人类物质文明的建设和贡献产生了至关重要的影响。当然，和任何事物一样，它们也应当在自身不断的发展和不断的应用之中得到进一步的完善和新的发展，以适应和满足人类社会新的发展需求，不然也可能被人类社会所淘汰。过去一百多年来，水泥、混凝土和钢筋混凝土的应用发展及其兴衰的过程和历史也是如此。

社会的发展和进步，以及人们生活的不断提高所带来的新的需求，尤其是现代社会快速发展，甚或不理性的资源过度消耗、过度浪费，造成全社会乃至全球的种种失衡现象，确实已经到了应当人人猛醒的时候了！这种检讨和反思，我以为应当是全民的、全社会的，而且应当以系统工程的方式来思考。

至今水泥、混凝土和钢筋混凝土仍然是土木建筑工程中应用最广、用量最大的工程材料，而且在可以预见的将来，它们仍将是全世界土木建筑工程中广泛应用的、不可或缺的大宗材料。因此，首先要在目前已经有所发展了、进步了的水泥、混凝土和钢筋混凝土的性能、选材、配制、生产工艺等方面，以及改进、优化设计 and 应用方面，为节能减排、节约资源、降低污染持续不断地下足工夫，进一步取得新的发展和进步，这是水泥、混凝土和钢筋混凝土的生存和发展之道。诚然，从系统工程的角度看，它们更需要从宏观上和总体上来筹划和考量。最近二三十年来，中国水泥、混凝土和钢筋混凝土的总产量和总用量一直居于世界首位，其中水泥和混凝土早已超过世界总产量的一半。这是一种优势，但也带来了许多新的压力和问题，如资源、能源的过度消耗，以及由此带来的环境污染、生态破坏等诸多问题。这些问题都需要用新的思考、新的对策、新的手段来解决，使建筑材料的生产逐步走上可持续发展之路。对于有利于产业发展和产品升级的事，业内和企业内部本身可以做的，应当尽快地努力去做。所以对于水泥、混凝土和钢筋混凝土在性能、选材、配制、生产工艺等方面，在节能减排、节约资源、降低污染指标方面的自身对比，并与市场甚至国际市场孰优孰劣的比较至关重要，并且非常直观，这可以说是“硬”指标的较量，也当然是各个企业都十分关心的大事。至于与其他替代或置换材料的相关比较，就并非这么直观和简单了。在此，我不是说不要或者是轻视和淡化这种比较，而相反，我认为还应当极大地重视和认真地进行这种比较，只是不能简单且孤立地进行以偏概全的对比，这样只会是以讹传讹、似是而非地误导他人，这种情况在现实生活中确实也不乏案例。总之，对此人们要善思之且慎待之。

当前，节能是全国的大事，是国家的国策，对土木建筑行业而言，节能乃是它首当其冲的要务。对此，业内上下全体同仁都应充分认识，并应共同协力不懈地对待之。目前，就全行业而言，已经有所行动，并开始有了较好的苗头和一些成果。就本人所见所闻而言，混凝土及其上下游产业链来说，现在已经做出了的一些案例和取得的初步成果还是值

得称道的，其中中建商品混凝土有限公司及其分支机构精心打造的“绿色混凝土”生产线及其产品，颇具典范意义，至少他们努力的方向和路子是值得倡导的。2009年夏，我在武汉参加全国混凝土及混凝土结构工程研讨会之际，应邀考察访问了中建商品混凝土有限公司，吴文贵总经理亲自向我作了详细介绍，王军总工程师和我的老友、身兼该公司顾问的张希黔总工程师一起陪同。在他们那里，我确实看到了井然有序的商品混凝土生产流水线及配置得当的各种设备和机具，眼前所见哪里像我以往经常看到的混乱不堪的工地搅拌站，这俨然像是环境相当整洁的办公区或是小型电子组装车间；加上吴总言简意赅、运筹有数的介绍和公司的发展愿景，自然而然地引发了我们非常热烈的讨论，后来俨然形成了一次小小的研讨会。总之，此行，给我的印象深刻，受益良多。最后，我和张总共同提出了在适当时机举办一次绿色混凝土技术研讨会的建议，其目的不仅为了推介中建商品混凝土有限公司的现有经验，更重要的是集思广益，相互交流全国同行之间的经验，共谋打造混凝土绿色产业。吴总对此表示赞成，并愿尽力做好具体的会务工作，竭诚欢迎同行光临参与。当然，这是一件好事，不久，筹办会议的工作在各方的积极支持和协同下开始了。经过各方整整一年的努力，会议可望于2010年10月20日正式召开。在此期间，我非常感谢我的挚友、中国绿色建筑与节能委员会王有为主任的全力支持，他在百忙中，数度参与会议的策划和研究，同时，研讨会还得到了中国建筑科学研究院建材研究所实质性的参与和支持。据我所知，研讨会学术方面的工作，主要由该所张罗筹办。当然，为办好这次会议，我们还有其他很多的支持者和赞助者，我在此难以一一列举。我想我们的研讨会，从动议到会议召开仅一年左右的时间，能够邀请到相当数量的与会者和按计划如期出版研讨会论文集，用一般文字通知征文已经难以如愿，而是主要采取了有目标地、面对面地约请才完成的，此举实属不易，但也凸显了组稿者的良苦用心，诚者应声多助也！

绿色事业是千秋大业，是任重道远的工作。打造绿色混凝土，虽然是绿色事业滔滔大河中的一支小小分流，但是我们业者愿意并且做好我们自己的“支流”工作，汇流到一起形成绿色事业的“大海”，这样我们才能共享我们美好的未来！我坚信此乃本次研讨会筹办者和与会者的一致心愿。有感于此，故特为之序！

许溶烈

2010年9月3日于北京

前 言

混凝土技术发展到今天，除了需要考虑解决混凝土的开裂、脆性、耐久性等技术问题之外，还必须结合人类社会的可持续发展要求，从节约自然资源和能源、保护环境的角度，开发和应用新技术，积极利用固体废弃物，减少水泥和混凝土的消耗量，大大提高建筑的服役寿命，实现节能减排目标，走“绿色化”发展的道路，为我国建筑业的绿色化发展做出积极贡献。

由中建商品混凝土有限公司、中国建筑科学研究院、中国绿色建筑与节能委员会联合主办的“2010年全国绿色混凝土技术交流大会”在成都召开。征集到的论文约50多篇，经过审阅，遴选了40篇编纂成集，并由中国建筑工业出版社正式出版发行。内容涉及中水替代自来水、石灰石粉和工业废渣等新型原材料的利用研究，以耐久性为中心的混凝土性能研究，以及绿色混凝土的生产和应用技术等。

我们对来稿进行了审核、编辑，并对部分文字进行了必要的修改；对涉及内容的重大修改，多数征得了作者的同意；对文章中各种不同学术观点未作统一，以供读者分析选用。由于时间仓促和水平所限，书中难免有错误和不当之处，敬请读者予以指正。

目 录

一、绿色混凝土的新型原材料利用

中水替代自来水拌制混凝土的性能研究·····	2
高石粉含量人工砂制备泵送混凝土的试验研究·····	8
石灰石粉在超高强混凝土 RPC 中的作用机理·····	14
石灰石粉对混凝土工作性和力学性能的影响 ·····	18
钢渣作为矿物掺合料在混凝土中应用的前景 ·····	25
掺钢铁渣粉混凝土收缩特性及体积安定性探讨 ·····	36
大掺量钢铁渣粉混凝土耐久性试验研究 ·····	44
磨细石粉作为矿物掺合料的试验研究 ·····	51
熟料-石灰石粉-燃煤灰复合胶凝材料的性能 ·····	56
铜镍高炉矿渣粉作为掺合料配制高抗冻等级的碾压混凝土 ·····	65
微珠—混凝土低碳技术的新型材料 ·····	71
粉煤灰对混凝土耐磨性能影响的探讨 ·····	76
磷渣粉 P_2O_5 含量对混凝土性能的影响——兼论相关标准中 P_2O_5 含量的限值问题 ·····	83
绿色全矿渣混凝土的研究及其应用 ·····	91
尾矿砂复配在混凝土生产中的研究及应用 ·····	97
粉磨工艺处理高岭土在砂浆中的试验研究·····	103
利用搅拌站废料浆配制混凝土的性能研究·····	106
EPS 轻质混凝土抗压强度试验研究 ·····	112
APEG 型聚羧酸减水剂的研究与应用 ·····	118

二、绿色混凝土的性能研究

濒海地区既有混凝土结构耐久性分析评估模型及实践·····	126
自密实混凝土工作性评价方法与两个主要的技术指标·····	135
混凝土不同层次结构抗氯盐侵蚀性能与相互关系的研究·····	150
不同浓度盐环境对阻锈剂在电化学快速测量试验中的影响·····	154
防腐剂及掺合料对混凝土性能影响的试验研究·····	161
C60 机制砂自密实清水混凝土的试验研究 ·····	165

C80 高强机制砂混凝土立方体抗压强度尺寸换算系数的研究	170
硫酸盐含量对粉煤灰混凝土力学性能的影响	176
水工混凝土抗硫酸盐侵蚀试验研究	182

三、绿色混凝土的生产与应用

预拌混凝土的绿色生产	188
绿色混凝土发展途径的探讨	196
混凝土配合比应用现状及改进	204
大体积混凝土配合比的试验	209
透水模板新浇混凝土浅层水胶比试验分析	212
控制混凝土拌合物中的用水量是对建筑结构施工质量的基本保证	218
基于顶升工艺的钢管自密实混凝土的研究及应用	226
高速铁路异型刚构桥桥梁自密实饰面清水混凝土质量保障技术	232
昆明新机场航站楼超长混凝土结构施工技术	239
地铁高架区间清水混凝土多功能挡板预制技术	247
混凝土房屋安全控制施工期结构性能实测研究	256
超限超高层钢筋混凝土主体结构耐久性施工措施	263

一、绿色混凝土的新型原材料利用

中水替代自来水拌制混凝土的性能研究

王安岭，路来军

(北京东方建宇混凝土科学技术研究院，北京 101119)

摘 要 把中水用做混凝土的拌合水，以自来水为基准，分别测定对水泥凝结时间、安定性、胶砂强度的影响规律，结合水质分析结果初步确定中水替代自来水的可行性；在此基础上完成对不同水胶比、不同掺合料掺量混凝土的工作性、抗压强度测试，评价中水用做混凝土拌合水的实施效果；通过选取有代表性的混凝土配合比，综合测定混凝土拌合物性能、硬化后的其他力学性能、耐久性能和体积稳定性，为中水拌制混凝土的工程应用提供完整的技术依据。

关键词 中水；自来水；混凝土；性能

1 引言

当今社会水资源严重短缺，如再不加以重视，势必威胁到人类的生存与发展。建筑业是用水大户，随我国基础设施投入力度的增大，工程建设需要大量的施工用水，这无疑加剧了用水负担。如果通过政策导向能够在施工环节采用一部分中水，将对节水和环保有重大意义。

中水国际公认的“城市第二水源”，有效合理的应用中水可提高水资源综合利用率，缓解水资源短缺矛盾，实现水资源的社会效益、环境效益、经济效益及资源效益。

本文探讨的是中水在混凝土中的技术研究。

2 研究过程

2.1 原材料

北京琉璃河水泥厂和新港水泥厂 P·O42.5 水泥；滦平中砂；三河碎石，最大粒径 25.0mm；张家口 II 级粉煤灰；北京建恺 JK-1 泵送剂；北京高碑店污水处理厂中水。

2.2 水质分析

不同水质的物质含量，见表 1。

王安岭 (1971—)，男，工学硕士，高级工程师

不同水质的物质含量 表 1

项 目	水 质		标准要求物质含量限量		
	自来水	中水	预应力混凝土	钢筋混凝土	素混凝土
pH 值	7. 85	8. 05	≥5. 0	≥4. 5	≥4. 5
不溶物 (mg/L)	135	3	≤2000	≤2000	≤5000
可溶物 (mg/L)	865	997	≤2000	≤5000	≤10000
Cl ⁻ (mg/L)	9. 63	155. 85	≤500	≤1000	≤3500
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	11. 42	97. 44	≤600	≤2000	≤2700

从上表可以看出，中水满足《混凝土用水标准》(JGJ 63—2006)中对预应力混凝土水质要求，因此初步判断中水代替自来水用于拌制混凝土在技术上是可行的。

2.3 中水对水泥物理力学性能的影响

中水对水泥物理力学性能的影响，见表 2。

中水对水泥物理力学性能的影响 表 2

品种	水 质	标准稠度 用水量 (%)	安 定 性	凝结时间		强度 (N/mm ²)			
				初凝	终凝	抗压强度		抗折强度	
						3d	28d	3d	28d
琉璃河 P·O42.5R	自来水	140	合格	2h18min	3h20min	29.2	52.1	5.9	7.9
	中 水	140		2h27min	3h26min	29.4	52.2	5.8	8.4
新港 P·O42.5	自来水	137		2h56min	3h39min	24.1	53.6	5.4	8.4
	中 水	137		2h32min	3h32min	26.2	55.1	5.2	8.8

不管采用何种水质，安定性结果都合格；自来水和中水的标准稠度用水量、凝结时间测定指标基本相同；中水对强度的影响在不同龄期的抗压强度、抗折强度有高有低，但都不低于自来水拌制胶砂抗压强度的 90%，这也满足混凝土用水要求。

2.4 中水对不同水胶比、不同粉煤灰掺量的混凝土强度影响

分别用自来水、中水配制 0.65、0.50、0.35 三种高、中、低水胶比的混凝土，粉煤灰掺量依次为 0、20%、40%，对比分析不同水质对不同水胶比、不同粉煤灰掺量混凝土强度的影响（表 3）。

中水对不同水胶比、不同粉煤灰掺量混凝土强度的影响 表 3

序号	水胶比	砂率(%)	水质	水泥(kg/m³)	粉煤灰(kg/m³)	JK-1(%)	坍落度(mm)	抗压强度(N/mm²)			
								3d	7d	28d	60d
1	0.65	52	自来水	277	0	2.1	185	14.6	25.6	34.3	36.8
2			中水				175	15.1	26.2	34.8	35.7
3			自来水	222	55		195	10.8	21.7	31.5	39.5
4			中水				170	10.4	19.3	28.0	36.4
5			自来水	166	111		175	9.2	15.3	29.2	39.0
6			中水				200	8.6	16.2	28.9	36.2

续表

序号	水胶比	砂率 (%)	水质	水泥 (kg/m³)	粉煤灰 (kg/m³)	JK-1 (%)	坍落度 (mm)	抗压强度 (N/mm²)			
								3d	7d	28d	60d
7	0.50	47	自来水	360	0	2.3	195	27.3	43.0	53.4	56.2
8			中水				185	29.3	45.1	55.2	54.8
9			自来水	288	72		200	27.2	38.5	52.2	52.6
10			中水				180	25.5	36.8	51.7	52.3
11			自来水	216	144		185	19.5	30.5	46.8	49.7
12			中水				185	21.0	31.0	49.0	54.9
13	0.35	41	自来水	514	0	2.6	200	47.1	59.6	61.3	64.8
14			中水				195	49.6	58.3	65.9	63.5
15			自来水	411	103		195	47.1	58.9	64.1	63.5
16			中水				215	47.5	56.9	66.4	67.1
17			自来水	309	205		210	38.7	54.4	60.5	65.3
18			中水				200	37.2	53.5	60.8	67.6

由上表可以发现，用中水配制的混凝土与用自来水配制的混凝土强度增长规律表现一致，即随龄期的增长，相同配合比参数的混凝土强度都在逐渐增长；随粉煤灰掺量的增加，相同龄期的早期强度都在下降，60d 龄期强度基本相同，且强度增长或下降幅度基本相同。

用中水拌制的混凝土与自来水拌制的混凝土在相同外加剂掺量下坍落度基本相同，同龄期混凝土强度也基本相同。说明无论水胶比高低、粉煤灰掺量如何，就对混凝土工作性和不同龄期抗压强度的影响来说，用中水代替自来水配制混凝土在技术上是可行的。

2.5 中水对混凝土性能的影响

中水对混凝土综合性能影响用配合比，见表 4。

中水对混凝土综合性能影响用配合比 表 4

序号	水质	水胶比	砂率 (%)	水泥 (kg/m³)	粉煤灰 (kg/m³)	外加剂 (%)
1	自来水	0.40	43	360	90	2.8
2	中水					

2.5.1 对拌合物性能的影响

混凝土拌合物性能试验，见表 5。

混凝土拌合物性能试验 表 5

序 号	坍落度保留值 (mm)		凝结时间		含气量 (%)
	出机 (T ₀)	1h (T ₆₀)	初 凝	终 凝	
1	220	175	9h27min	11h47min	3.2
2	220	185	9h35min	11h40min	3.5

用中水与自来水拌制的混凝土坍落度保留值、凝结时间和含气量基本相同。

2.5.2 对其他力学性能的影响

混凝土其他力学性能试验，见表 6。

混凝土其他力学性能试验 表 6

序号	水质	抗压强度 (N/mm ²)	抗折强度 (N/mm ²)	劈拉强度 (N/mm ²)	轴压强度 (N/mm ²)	弹性模量 (N/mm ²)
1	自来水	52.5	5.30	4.64	48.8	37900
2	中水	57.5	6.77	4.68	51.8	40200

2.5.3 对耐久性能的影响

(1) 抗渗性

混凝土的抗渗性试验，见表 7。

混凝土的抗渗性试验 表 7

序 号	水 质	抗渗等级 (P)	试验情况描述
1	自来水	>28	2.8MPa 无透水，劈检渗水高度平均值 20mm
2	中水	>28	2.8MPa 无透水，劈检渗水高度平均值 15mm

(2) 抗氯离子渗透性

混凝土的抗氯离子渗透性试验，见表 8。

(3) 抗碳化性

混凝土的抗碳化性试验，见表 9。

混凝土的抗氯离子渗透性试验 表 8

序号	水 质	电通量 (库仑)
1	自来水	941.1
2	中水	938.7

混凝土的抗碳化性试验 表 9

序号	水 质	碳化深度 (mm)
1	自来水	6.7
2	中水	8.0

(4) 抗冻性

混凝土抗冻性试验，见表 10。

混凝土抗冻性试验 表 10

序号	水 质	动弹性模量 (%)					重量损失率 (%)
		100 次	200 次	225 次	250 次	275 次	
1	自来水	91.8	76.5	70.1	62.6	52.4	0.1
2	中水	92.8	72.0	68.0	63.3	53.4	0.2

(5) 干燥收缩

混凝土的干燥收缩试验，见表 11。

混凝土的干燥收缩试验

表 11

序号	水 质	混凝土收缩值 (mm/m)							
		1d	3d	7d	14d	28d	45d	60d	90d
1	自来水	0.037	0.100	0.150	0.257	0.320	0.367	0.407	0.427
2	中水	0.060	0.120	0.183	0.300	0.393	0.420	0.447	0.460

(6) 抗硫酸盐侵蚀
混凝土抗硫酸盐侵蚀性试验，见表 12。

混凝土抗硫酸盐侵蚀性试验

表 12

序 号	水 质	抗压强度 (N/mm ²) (清水中养护 60d)	抗压强度 (N/mm ²) (5%Na ₂ SO ₄ 溶液中养护 60d)	抗腐蚀系数 K 值
1	自来水	56.1	60.7	1.08
2	中水	51.2	57.4	1.12

对上述混凝土的耐久性和体积稳定性测试结果表明，用中水和自来水配制的混凝土相关指标基本相同。因此，用中水代替自来水用于混凝土中在技术上是可行的。

3 结论

(1) 通过对中水、自来水的水质化验结果发现，两种水质的 pH 值、可溶物、不溶物、氯化物、硫酸盐等指标满足《混凝土用水标准》(JGJ 63—2006) 中对预应力混凝土的技术要求。

(2) 通过对水泥物理性能的试验发现，中水和自来水的标准稠度用水量、凝结时间测定指标基本相同；安定性检验结果合格。不同水质对于胶砂强度的影响规律不明显，表现在不同龄期的抗压强度、抗折强度有高低，但都不低于自来水拌制胶砂抗压强度的 90%，这也满足混凝土用水要求。

(3) 通过分别用中水、自来水配制不同粉煤灰掺量的高、中、低水胶比的混凝土发现，用两种水质拌制的混凝土在相同外加剂掺量下坍落度基本相同，同龄期混凝土强度也基本相同，强度波动范围可控制在±10%以内。

(4) 通过选取有代表性的不同水质中水胶比混凝土进行拌合物性能和力学性能试验发现，混凝土拌合物出机坍落度、坍落度保留值、凝结时间、含气量等指标基本相同，其他力学性能指标也大体相同。

(5) 通过选取有代表性的不同水质中水胶比混凝土进行耐久性能和体积稳定性试验发现，中水、自来水拌制的混凝土抗渗性、抗冻性、抗氯离子渗透性、干燥收缩、抗碳化性能等指标也没有明显差别。

(6) 综合以上试验结果可以发现，中水替代自来水用于拌制混凝土在技术上是可行的。

参 考 文 献

- [1] 丁威, 冷发光, 马冬花等. 中水作为混凝土拌合用水试验研究. 混凝土, 2005, (6): 65-69.
- [2] 马建芳. 建筑中水发展趋势及其技术应用. 山西建筑, 2003, 29; (11): 76-77.
- [3] 郑晓萍, 单为春. 我国中水的开发与应用. 冶金动力, 2005; (5): 47-49.

高石粉含量人工砂制备泵送混凝土的试验研究

罗季英, 季 宏

(金华市建筑建筑材料试验所有限公司, 金华 321000)

摘 要 本文研究了石粉含量 10%~30% 的人工砂配制泵送混凝土的和易性、抗压强度和抗渗性能的影响规律。研究结果表明石粉含量在 20% 以下有助于改善混凝土和易性和抗渗性能。石粉含量增加时必须通过调整砂率才可能获得良好的工作性。水胶比 0.35 以上泵送混凝土的石粉含量限量宜为 20%。

关键词 石粉; 混凝土配合比; 砂率; 坍落度; 扩展度; 和易性

1 引言

建筑用砂石是混凝土工程的重要组成部分, 作为一种地方性材料, 它具有不可再生及不宜长途运输等特点。当前我国不少地区出现天然砂资源减少、甚至枯竭的情况, 混凝土用砂供需矛盾突出。随着人们对人工砂认识的逐渐深入, 以及人工砂质量的进一步提高, 人工砂混凝土所占的份额必然会逐步增加^[1]。

我国的不同标准均按混凝土强度等级规定人工砂的石粉含量, 但是规定的石粉最高含量有所不同 (见表 1)。

我国不同地方标准对混凝土机制砂石粉含量的最高限值 表 1

标准类型	标 准 名 称	对石粉含量的最高限值
国家标准	建筑用砂 (GB/T 14684—2001)	3%~7%
行业标准	普通混凝土用砂、石质量及 检验方法标准 (JGJ 52—2006)	5%~10%
贵州地方标准	山砂混凝土技术规范	20%
重庆地方标准	混凝土用机制砂质量标准及控制方法	石灰岩质 7%, 砂岩质 10%

从表 1 中可以看出, 不同标准规定的石粉含量差别较大。由于正常机制砂生产过程中会产生 10% 左右的石粉, 限制石粉含量意味着增加人工砂的生产成本, 同时也影响了人工砂的使用^[1]。因此, 系统研究较高石粉含量对混凝土拌合物性能、抗压强度和抗渗性能的影响, 即研究人工砂中石粉的适宜含量, 对于指导人工砂混凝土的科学应用, 降低人工砂生产成本, 促进砂石资源的可持续发展具有重要意义。

本试验的主要目的是通过分析不同石粉含量 (5%~30%) 对人工砂在商品混凝土制

罗季英 (1968—), 女, 高级工程师, 浙江省金华市迎宾大道 128 号金华市建筑材料试验所有限公司 (321000), 电话: 13806789998