

智能+绿色 高性能混凝土

朱效荣 赵志强 主编



中国建材工业出版社

智能+绿色高性能混凝土

朱效荣 赵志强 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

智能+绿色高性能混凝土/朱效荣, 赵志强主编. --北京:
中国建材工业出版社, 2018. 11

ISBN 978-7-5160-2418-8

I. ①智… II. ①朱… ②赵… III. ①高强混凝土—
研究 IV. ①TU528. 31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 211823 号

内 容 简 介

本书前 3 章主要介绍了混凝土配合比设计计算理论、智能试配技术以及现场试验案例总结, 为同行技术人员提出了一种全新的配合比设计方法。第 4 章和第 5 章介绍了自密实混凝土的工作原理、检测方法, 减水剂的合成与性能。第 6 章至第 11 章详细介绍了磨细钢渣粉应用研究、高性能混凝土配制技术、废弃石粉应用实例、混凝土开裂原理及预防、混凝土超缓凝事故的原因与处理、混凝土强度预测技术、纤维混凝土技术和清水混凝土技术。

本书可作为混凝土行业企业设计、施工及管理人员的培训教材, 也可供从事混凝土配合比设计、施工、检测等人员参考使用。

智能+绿色高性能混凝土

朱效荣 赵志强 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 16.5

字 数: 360 千字

版 次: 2018 年 11 月第 1 版

印 次: 2018 年 11 月第 1 次

定 价: 128.00 元

本社网址: www.jcbs.com, 微信公众号: zgjgycbs

请选用正版图书, 采购、销售盗版图书属违法行为

版权专有, 盗版必究。本社法律顾问: 北京天驰君泰律师事务所, 张杰律师

举报信箱: zhangjie@tiantailaw.com 举报电话: (010) 68343948

本书如有印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换, 联系电话: (010) 88386906

本书编委会

主 编 朱效荣 赵志强

副主编 杜志江 蒋 浩 张之峰

编 委 刘翠平 杨 娜 刘兴军

薄 超 杨建勤

前 言

为充分利用先进的混凝土技术成果,降低混凝土试验室试配劳动强度,提高试配的成功率,作者特编撰本书。书中的内容包括两大部分,第一部分包括多组分混凝土理论、混凝土智能计算技术、预湿集料技术、机器人试配技术以及应用实例,体现的是智能。第二部分是技术资料汇编,主要为读者提供了高性能水泥、复合掺和料、高性能外加剂、再生集料利用、强度预测、特种混凝土、质量事故处理相关的技术资料,这些资料有的是笔者以前出版的书籍《绿色高性能混凝土研究》发表过的,有的是笔者研究的成果汇编成的,具有理论基础扎实、使用效果明显、实用性强的特点。最近二十年来,混凝土技术的发展突飞猛进,采用智能控制和机器人试配已经具备了基础条件,特别是多组分混凝土理论的创立为混凝土配合比设计的智能化以及生产过程的自动控制提供了强大的理论支持,使企业管理可以实现流程化、标准化、规范化、精确化以及信息化,将混凝土生产环节由传统的实践验证性转化为准确的数字量化管理,提高混凝土生产环节的定量、定点和靶向性,达到控制混凝土生产的各个环节的目的,提高管理环节的目标性,实现生产过程的有序进行,保证混凝土生产企业生产出质量稳定的混凝土产品。撰写本书的主要目的是将多组分混凝土理论与计算机技术和控制技术紧密结合,成功研制机器人用于混凝土试配,简化技术人员的计算劳动量,提高混凝土试配的成功率,保证配制出优质的混凝土,满足土木建筑、高速铁路、高速公路、港口码头、机场、水电站、核电站等的需要。

本书第1章和第2章由朱效荣赵志强撰写,包括多组分混凝土理论和混凝土智能试配技术,内容主要介绍多组分混凝土原材料技术参数的检测方法、计算方法以及测试依据,智能试配的过程以及应用实例。第3章由赵志强与朱效荣撰写,主要介绍利用数字量化配合比技术为企业服务的真实案例。第4章由赵志强和杜志江撰写,主要介绍自密实混凝土的特点,配制技术以及各种相关问题的解决方法。第5章由朱效荣撰写,主要介绍了各类外加剂的合成方法。第6章由张之峰和朱效荣撰写,主要介绍

了钢渣的粉磨技术以及利用钢渣粉配制水泥、配制高性能混凝土的方法，内容详实，实用性强，特别值得水泥厂、搅拌站和外加剂从业者学习借鉴。第7章由蒋浩和赵志强撰写，介绍了一种新型的高性能水泥的生产方法、配制混凝土的方法以及应用实例。第8章由朱效荣、薄超、杨建勤撰写，主要介绍了利用废弃石粉配制混凝土的技术，试验量大，数据准确，参考价值大。第9章由朱效荣撰写，主要介绍了混凝土强度的预测方法、混凝土冬季施工缓凝的原因及处理方法、混凝土开裂的原因及处理方法。第10章由赵志强、朱效荣和杜志江编写，主要介绍了滨海地区清水混凝土设计技术，设计方法新颖，试验数据系统完善，工程应用成功，该方法体现了目前国内清水混凝土研究领域的新思路。第11章由朱效荣撰写，主要介绍了纤维混凝土技术在国家体育场中的应用，为读者提供了一套完整的工程应用技术资料。

本书在编写过程中，吸收和选用了部分国内外专家有关水泥、掺和料、外加剂和再生集料研究应用相关的论文、专著和报告的内容，在此对这些资料的原作者表示感谢！特别感谢在2010—2013年间给《混凝土技术》投稿的作者！本书的撰写得到水泥、混凝土、外加剂相关企业、施工及监理企业的大力支持和帮助，在此表示感谢！由于受到笔者理论水平和实际经验的限制，书中内容仍有许多不足之处，期望同行在技术交流的过程中批评指正！各位同行可以发送电子邮件到 bjlgkj@126.com 或 hntc30@126.com，或者通过微信和电话 13501124631（朱效荣）、18910385061（赵志强）联系，笔者将虚心听取大家的意见并加以改进。

本书的编撰得到了混凝土第一视频网、混凝土科技网、北京志强积土科技有限公司、北京灵感科技发展有限公司、北京建筑大学、天津大学、西南交通大学、天津港湾研究院和中国农业大学多位专家教授的支持，在此表示感谢！

朱效荣 赵志强

2018年10月

目 录

第 1 章 混凝土配合比设计计算理论	1
1.1 水泥的技术指标和技术参数	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 水泥强度的快速推定方法	1
1.1.3 最佳水灰比	3
1.1.4 过渡参数的计算	4
1.1.5 水泥与外加剂的适应性	5
1.2 掺和料的技术指标和技术参数	6
1.2.1 概述	6
1.2.2 粉煤灰	6
1.2.3 矿渣粉	8
1.2.4 硅灰	9
1.3 外加剂的技术指标和技术参数	10
1.3.1 泵送剂的技术参数	10
1.3.2 免养护剂	12
1.4 砂石的技术指标和技术参数	13
1.4.1 概述	13
1.4.2 砂子的技术参数	13
1.5 石子的技术指标和技术参数	15
1.5.1 概述	15
1.5.2 石子的技术参数	16
1.6 多组分混凝土	16
1.6.1 多组分混凝土理论	16
1.6.2 多组分混凝土理论的作用	19
1.6.3 多组分混凝土配合比设计方法的特点	20
1.7 多组分混凝土配合比设计计算	20
1.7.1 配制强度的确定	20

1.7.2	标准稠度水泥浆强度的计算	21
1.7.3	水泥基准用量	21
1.7.4	胶凝材料的分配	22
1.7.5	减水剂及用水量	24
1.7.6	砂子用量	26
1.7.7	石子用量	27
第2章	混凝土的智能试配技术	29
2.1	设备组成	29
2.2	混凝土试配需要的参数	32
2.3	配合比的设计计算与调整计算	33
2.4	混凝土搅拌试配及试件留检	34
2.5	预湿集料设备安装	37
第3章	数字量化混凝土配比技术案例总结	38
3.1	北京建筑大学数字量化混凝土实用技术试验总结	38
3.1.1	试验内容	38
3.1.2	砂子的测量	38
3.1.3	C50 配合比调整	39
3.1.4	试配	39
3.1.5	总结	40
3.2	中交三公局数字量化混凝土实用技术试验总结	40
3.2.1	试验内容	40
3.2.2	砂子的测量 (以天津的砂石为例)	40
3.2.3	C30 配合比调整	41
3.2.4	C50 配合比调整	42
3.2.5	试配	43
3.2.6	试验总结	43
3.3	临沂兰盾混凝土降低成本试验总结	43
3.3.1	试验内容	43
3.3.2	砂石的测量	44
3.3.3	C30 配合比调整	44
3.3.4	研究试配	45
3.3.5	外加剂的调整	45
3.3.6	对比试验	46

3.3.7	试验总结	47
3.4	高吸附性机制砂配制混凝土试验总结	47
3.4.1	试验内容	47
3.4.2	砂石的测量	47
3.4.3	C40 配合比调整	48
3.4.4	现场试配	50
3.4.5	试验总结	50
3.5	本溪铁厦混凝土公司石粉利用试验总结	50
3.5.1	试验内容	51
3.5.2	砂子的测量	51
3.5.3	C30 配合比调整	51
3.5.4	试配	52
3.5.5	试验总结	53
3.6	沈阳帝阳混凝土公司 C50 高性能混凝土试验总结	53
3.6.1	试验内容	53
3.6.2	砂子的测量	53
3.6.3	C50 配合比调整	54
3.6.4	试配	54
3.6.5	试验总结	55
3.7	安徽亳州混凝土配合比调整试验总结	55
3.7.1	砂子的测量	55
3.7.2	C50 配合比调整	55
3.7.3	C30 配合比调整	56
3.7.4	试配	57
3.8	北京城建九混凝土公司混凝土试配调整计算总结	57
3.8.1	试验内容	57
3.8.2	砂子、铝厂废料和石子的测量	58
3.8.3	C30 配合比调整	58
3.8.4	试配	59
3.8.5	试验总结	60

第 4 章 自密实混凝土的工作原理及检测方法研究

4.1	自密实混凝土简介	61
4.2	自密实混凝土的工作机理	61
4.2.1	SCC 的流动机理	62

4.2.2	SCC 的自密实机理	62
4.3	自密实混凝土工作性评价试验方法	63
4.3.1	坍落流动度	64
4.3.2	漏斗流下时间	64
4.3.3	U 形箱填充高度试验	65
4.3.4	填充度试验	65
4.3.5	L 形流动度试验方法	66
4.3.6	坍落扩展度试验	66
4.3.7	倒坍落度筒试验	67
4.3.8	牵引球粘度计	67
第 5 章	减水剂的合成及性能	68
5.1	常用免加热聚羧酸减水剂配方及合成工艺	68
5.1.1	配方 1	68
5.1.2	配方 2	68
5.1.3	配方 3	69
5.1.4	配方 4	69
5.1.5	配方 5	70
5.1.6	配方 6	70
5.1.7	配方 7	71
5.1.8	配方 8	71
5.1.9	配方 9	72
5.1.10	配方 10 (保坍)	72
5.1.11	配方 11 (保坍)	73
5.1.12	配方 12 (保坍)	73
5.1.13	常温合成聚羧酸减水剂过程中存在的问题及解决方法	73
5.2	固体聚羧酸减水剂配方及工艺	74
5.2.1	配方 1	74
5.2.2	配方 2	74
5.2.3	配方 3	75
5.2.4	配方 4	75
5.2.5	配方 5	76
5.2.6	配方 6	76
第 6 章	利用磨细钢渣粉作为混合材料生产水泥和混凝土的研究	77
6.1	磨细钢渣粉作为水泥混合材料的研究	77



6.1.1	概述	77
6.1.2	试验用原材料	77
6.1.3	试验方案	78
6.1.4	掺钢渣的水泥强度试验结果	79
6.1.5	参照新国家标准的试验结果及石膏掺加量的影响	86
6.1.6	掺磨细钢渣粉的水泥标准稠度用水量、凝结时间和 安定性试验结果	87
6.1.7	结论	92
6.2	磨细钢渣粉作为混凝土掺和料的研究	93
6.2.1	概述	93
6.2.2	单掺磨细钢渣粉取代水泥配制混凝土的试验	94
6.2.3	复合掺入磨细钢渣粉和矿渣粉的混凝土试验	97
6.2.4	掺钢渣粉和一级粉煤灰的比较试验	99
6.2.5	掺钢渣粉对水化热的影响	103
6.2.6	结论	104
第7章	FK 新型胶凝材料及其配制高性能混凝土的研究	105
7.1	简述	105
7.2	FK 新型胶凝材料及其配制高性能混凝土的研究报告	109
7.2.1	FK 新型胶凝材料的组成及配比优化	109
7.2.2	FK 新型胶凝材料中石膏的优化	115
7.2.3	粉磨工艺对胶凝材料性能的影响	119
7.2.4	FK 系列高性能水泥的性能及其检测	126
7.2.5	FK 系列、FK 新型胶凝材料配制高性能混凝土的试验研究	129
7.2.6	关于 FK 新型胶凝材料检测方法	132
7.3	试生产和工程应用技术报告	133
7.3.1	FK 新型胶凝材料的试生产	133
7.3.2	FK 新型胶凝材料试生产的要求	134
7.3.3	FK 新型胶凝材料试生产的工程应用研究	136
7.3.4	环境效益和社会效益分析、经济效益	138
7.3.5	工程应用概况	138
7.3.6	结论	139
第8章	黑、白石粉砂和花岗岩、火山岩的试验	140
8.1	试验目的	140

8.2	原材料分析	140
8.3	试验设计	141
8.3.1	C30~C60 混凝土配合比设计	142
8.3.2	花岗岩和黑、白石粉(砂)提高用水量试验	142
8.3.3	火山岩和黑、白石粉(砂)找准一个基准配合比后 增加用水量试验	144
8.3.4	控制外加剂用量找最佳状态试配	153
8.3.5	C30 做基准同条件不同矿粉掺量的混凝土强度值跟踪	154
8.3.6	不掺粉煤灰同等价位转换为矿粉	156
8.3.7	230kg、250kg、280kg 高用水混凝土强度跟踪试验	157
8.3.8	C30、C40、C50、C60 掺 CTF (增效剂) 混凝土强度对比试验	158
8.3.9	花岗岩、火山岩单掺白、黑石粉(砂)用水量递增 混凝土强度增长规律	159
8.3.10	三个特殊粉料配合比	163
8.3.11	花岗岩和黑、白石粉(砂)调整试配	164
8.4	结论	165
8.5	建议	166
第 9 章	冬期施工混凝土超缓凝原因浅析	167
9.1	施工项目超长时间缓凝概况	167
9.2	混凝土超缓凝原因初探	167
9.3	外加剂厂的生产及质量控制状况分析	168
9.4	水泥厂生产及质量控制状况分析	169
9.5	对超缓凝混凝土工程的处理建议	170
9.6	结论	171
第 10 章	滨海地区高性能清水混凝土研发与应用	172
10.1	概述	172
10.1.1	滨海地区清水混凝土结构耐久性劣化现状	172
10.1.2	滨海地区清水混凝土结构耐久性设计状况	173
10.1.3	国内外相关研究情况	173
10.2	滨海地区高性能清水混凝土耐久性研究与应用	174
10.2.1	氯离子对清水混凝土耐久性的影响	174
10.2.2	滨海地区清水混凝土耐久性其他因素的影响	183
10.2.3	滨海地区混凝土结构耐久性的再设计	189

10.2.4	混凝土结构耐久性再设计的应用	191
10.3	滨海地区高性能清水混凝土研制与应用	195
10.3.1	研究思路与内容	195
10.3.2	滨海地区高性能清水混凝土研制	196
10.3.3	滨海地区高性能清水混凝土应用	208
10.4	高性能清水混凝土施工	208
10.4.1	施工流程	209
10.4.2	混凝土拌制和运输	210
10.4.3	模板工程	212
10.4.4	钢筋工程	213
10.4.5	混凝土施工	214
10.4.6	钢筋保护层施工控制技术	216
10.4.7	高性能清水混凝土裂缝控制技术	218
第 11 章	纤维抗裂混凝土的研究及应用	221
11.1	概述	221
11.1.1	国内外混凝土使用过程中出现的问题及产生原因	221
11.1.2	国内外预防裂缝产生的方法及其不足	222
11.1.3	混凝土的抗渗防裂的原理	223
11.1.4	纤维改善混凝土性能的基本原理	225
11.1.5	抗渗防裂纤维增强混凝土的研究	225
11.2	聚丙烯纤维混凝土原材料的选择	226
11.2.1	水泥品种对纤维抗渗防裂混凝土收缩性能的影响	227
11.2.2	外加剂对混凝土收缩的影响	228
11.3	纤维的选择	230
11.3.1	玻璃纤维	230
11.3.2	钢纤维	232
11.3.3	聚丙烯纤维	233
11.3.4	与同类研究的比较	234
11.3.5	纤维选择试验研究结论	235
11.4	聚丙烯纤维抗渗防裂混凝土试验研究	235
11.4.1	聚丙烯纤维抗渗防裂混凝土配合比的确定	236
11.4.2	试验研究	237
11.5	工程应用实例	242
11.5.1	百朗园工程	242



11.5.2 大运村工程	242
11.5.3 国家大剧院工程	242
附录 毛细管微泵开裂机理在混凝土裂缝控制中的应用	245

第1章 混凝土配合比设计计算理论

1.1 水泥的技术指标和技术参数

1.1.1 概述

水泥作为混凝土的最重要的原材料，对混凝土的强度和性能起到最关键的作用，因此水泥质量的优劣直接影响混凝土的工作性、强度和耐久性。在混凝土配合比设计的过程中，数字量化混凝土实用技术以多组分混凝土理论为计算依据，计算过程中与水泥有关的基础参数主要包括抗压强度、表观密度、需水量、比表面积、 C_3A 和 SO_3 ，这些参数是通过国家标准检测得到。在配合比设计过程中考虑的影响参数有水灰比，考虑的过渡性参数有水泥在标准胶砂中的体积比、标准稠度水泥浆体的表观密度、标准稠度水泥浆体抗压强度和水泥的质量强度比。在多组分混凝土理论中，这些参数都被赋予了明确的物理意义，本节将详细介绍这些过渡参数的概念和作用。

1.1.2 水泥强度的快速推定方法

1. 抗压强度

抗压强度是水泥最重要的技术指标，水泥抗压强度的高低直接影响混凝土的承载能力，因此配制混凝土的时候，选择强度满足国家标准的水泥显得非常必要。由于水泥的检测采用固定水灰比，因此本书认为，硅酸盐系列水泥的抗压强度主要取决于水泥熟料的强度和掺量。熟料强度与烧制工艺紧密相关，烧制工艺越合理，熟料强度就越高，水泥强度就越高；当使用同一种熟料时，熟料掺量越高，水泥抗压强度就越高。

抗压强度检测数据的滞后，一直制约了混凝土配合比的设计，为了解决这一困难，笔者认为，水泥中熟料的化学成分、用量、表观密度和标准稠度用水量都是影响水泥强度的关键因素。对于回转窑水泥，水泥的抗压强度与熟料的抗压强度成正比例，与熟料的用量成单调递增关系，即在水泥配比一定时，熟料强度越高则水泥强度越高，熟料掺量越多则水泥强度越高。水泥的强度与堆积密度之间成单调递增关系，堆积密度越大水泥的强度越高。以下介绍熟料强度推定的几种简易方法。

2. 化学成分法

水泥的四大主要化学成分是 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_3O_4 ，活性的 CaO 越多，碱度越



高，水泥熟料的水化过程反应越充分，熟料的抗压强度越高。

例如：水泥熟料化学成分和质量百分比见表 1-1。

表 1-1 水泥熟料化学成分和质量百分比

化学成分	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	SiO ₂
质量百分比 (%)	63	8	7	19

则熟料抗压强度为：

$$R_{28} = \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{SiO}_2 = 63 + 8 + 7 - 19 = 59 \text{ (MPa)}$$

计算误差为±1MPa。

3. 热值法

烧制水泥的主要燃料为煤，煤的热值直接决定了水泥熟料熔融状态，对于固定的生产工艺，热值越高则水泥熟料储存的势能越高，水泥熟料水化形成的强度也越高。在水泥生料配比合理的前提下，煤的热值与水泥熟料抗压强度之间有着必然的联系，经过近十年的总结，我们得到煤的热值正比于水泥熟料的抗压强度的经验公式，即： $R_{28} = \text{煤的热值} / 100 \text{ (MPa)}$ 。

例如：煤的热值与水泥熟料强度对比见表 1-2。

表 1-2 煤的热值与水泥熟料强度对比

煤的热值 (kcal)	4000	4500	5000	5500	6000
水泥熟料强度 (MPa)	40	45	50	55	60

计算误差为±3MPa。

4. 堆积密度法

水泥熟料的抗压强度与熟料的密实度紧密相关，密实度越高，强度越高。我们可以将水泥熟料装入容积桶，在水泥振实台振动 15 下，刮平上表面，称重即可以计算出堆积密度， $R_{28} = (\text{熟料堆积密度} - 1000) / 10$ 。例如熟料的堆积密度为 1550kg/m³，则熟料强度为：

$$R_{28} = (1550 - 1000) / 10 = 550 / 10 = 55 \text{ (MPa)}$$

计算误差为±1MPa。

5. 燃烧状态法

水泥烧制的过程中，燃烧是否充分对熟料的强度而言显得非常重要，由于烧制水泥的主要燃料为煤，当燃烧充分时，烟囱几乎看不到浓烟，这时生料充分烧结达到熔融，形成了理想的熟料，熟料水化形成的强度较高；当燃烧不充分时，烟囱会冒出黄烟，这时生料没有达到充分的烧结，生成的熟料具有黄芯，水泥熟料水化形成的强度较低。在水泥生料配比合理、燃煤热值较高的前提下，燃烧状态与水泥熟料强度之间有着必然的联系，经过近十年的总结，我们得到通过烟囱冒出的烟推断水泥熟料强度的经验规律。即：烟雾状态、长短与水泥熟料强度对应关系表，见表 1-3。

表 1-3 烟雾状态、长短与水泥熟料强度对应关系

烟雾状态	黄烟长度	较轻黄烟长度	白烟长度		
烟雾长短	超过 5 倍烟囱	超过 3 倍烟囱	超过 2 倍烟囱	超过 1 倍烟囱	小于 1 倍烟囱
熟料抗压强度 (MPa)	40	45	50	55	60

6. 水泥强度与熟料强度的关系

对水泥厂而言,在熟料抗压强度 R_0 一定的条件下,水泥强度主要取决于熟料的用量百分比 x ,水泥中熟料掺加量越大,水泥强度 R 越高。当使用同种混合材时且不考虑活性时,水泥强度正比于水泥熟料的掺加量。

$$R=R_0 \times x\%$$

例如:熟料强度为 60MPa,熟料掺量 75%,则水泥强度为:

$$R=R_0 \times x\%=60 \times 75\%=45(\text{MPa})$$

1.1.3 最佳水灰比

水灰比是研究水泥的一个重要指标。在保证水泥试件能够成型的基础上,在检测水泥的时候,固定水泥用量和砂的用量,改变水泥的水灰比和成型条件,水泥抗压强度与水灰比的关系为:从零开始,随着水灰比的增大,水泥试件的强度逐渐提高,当水灰比达到标准稠度用水量对应的水灰比时,水泥抗压强度最高,超过这个值后,随着水灰比的增大,水泥试件的抗压强度逐渐降低,当浆体很稀的时候,水泥抗压强度降低到零。

水灰比对抗压强度的影响规律,可以这样解释:干的水泥,水灰比为零。由于干的水泥无法成型,水泥颗粒无法发生化学反应,因此抗压强度为零。随着水灰比的增大,采用压制成型制作的试件,用水量的增加使参与化学反应的水泥增加,化学反应的产物逐渐增多,水泥的抗压强度逐步提高;达到标准稠度用水量对应的水灰比时,拌和水泥的水用量达到一个平衡,水泥试件可以振动成型,这时的水起到两个作用:一是保证水泥充分水化,形成的水化产物最多;二是保证水泥水化产物均匀粘结成一个整体,且没有多余水分,确保水泥浆体凝固后的匀质性和整体性,实现标准稠度水泥浆体抗压强度最高;根据压汞试验测试计算可知,标准稠度水泥浆体凝固后水分蒸发形成的孔隙对应的水量占标准稠度用水量的三分之一左右,因此可以得出水泥化学反应的水量为标准稠度用水量的三分之二左右的结论;大于标准稠度用水量对应的水灰比时,水泥与拌和水之间发生了充分的化学反应,形成的水化产物足够多,但是除了将水泥水化产物粘结到一起的水分,仍然有剩余的水分,并且随着水灰比的增大,剩余的水分越多,这些水分在水泥凝固干燥后蒸发出去,在水泥试件内部留下孔隙,这时水泥试件随着水灰比逐渐增大,内部形成的孔隙逐渐增多,水泥试件的密实度逐渐降低,水泥抗压强度逐渐降低;当水灰比大到水泥浆体无法形成一个完整的整体时,水泥的抗压强度降低为零。

因此当混凝土配制强度相同时,如果胶凝材料为水泥,应该使用抗压强度最高的水泥浆体,此时浆体的用量最少,配制的混凝土成本最低,这时胶凝材料最佳的水灰比是标准