



新实用 混凝土大全

冯乃谦 主编



科学出版社
www.sciencep.com

TU528-61
F495.02



郑州大学 *04010312858W*

-59



新实用

混凝土大全

冯乃谦 主编



TU528-61
F495.02

科学出版社

北京

Qay 57/04

内 容 简 介

本书是《实用混凝土大全》的第二版,书中全面系统地介绍了混凝土的原材料、各种混凝土的配制技术、生产工艺、施工应用、性能检测、病害检测与修补、再生利用及微观检测等。特别是对混凝土两种新组分——高效减水剂及矿物质超细分进行了比较深入的介绍。本书对拓展混凝土品种及其应用领域,提高性能与延长混凝土的使用寿命,均有很高的参考价值;而生态水泥,省资源、省能源的水泥以及废弃混凝土的再生利用等方面的内容,可供读者在水泥混凝土生产与应用方面,如何合理地利用资源和能源以及减少污染等方面提供参考。本书以实用性、科学性与先进性放在首位,包含了国内外大量的新成果、新技术、新工艺、新理论与新标准。有关混凝土技术问题均可从书中查到相关的参考内容,是国内混凝土技术方面一部最新的实用型工具书。

本书可作为我国从事混凝土研究、开发与应用的工程技术人员,大专院校相关专业的师生及研究生的重要参考书及实用工具书。

图书在版编目(CIP)数据

新实用混凝土大全/冯乃谦主编. —北京:科学出版社,2005

ISBN 7-03-015339-1

I. 新… II. ①冯… III. 混凝土-手册 IV. TU528

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 029817 号

责任编辑:崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面设计:李 力

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 4 月第 二 版 印张:78

2005 年 4 月第二次印刷 字数:1 811 000

印数:3 001—5 500

定 价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

第二版前言

自 2001 年《实用混凝土大全》出版以来已经四年,这四年来该书受到了社会的认可,并蒙读者厚爱,提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

随着混凝土用量及品种日益增多,对其技术的要求也越来越高。水泥混凝土是资源与能源消耗的大户,又是给生态环境带来严重影响的原因之一。特别是在资源与能源短缺、生态环境恶化的今天,混凝土技术必须与生态环境相结合,做到省资源、省能源,纳入循环经济的轨道。

在此背景下,本次的修订注意了以下方面:

首先根据读者意见对书中的有关问题进行了认真核对和修订,加强了混凝土技术与生态环境相结合方面的内容,加强了工业废渣与工业废弃物在混凝土方面的应用技术的相关内容,更注重了混凝土材料的实用性与耐久性的论述。

此外,根据新颁布的混凝土标准对书中的旧标准进行了修订。

这次修订改版因时间仓促,错误和不当之处在所难免,仍恳切希望各界读者不吝赐教,指出书中的错误或不当之处,以便今后进一步完善。

参加这次修订工作的有(按姓氏笔画顺序排序)马孝轩、冯乃谦、林宝玉、郝挺宇、胡春芝及唐运交等。

冯乃谦

2005 年 3 月 31 日

前 言

人类进入 21 世纪,要进一步可持续发展,面临着人口膨胀、环境恶化和资源短缺三大问题。材料科学技术要获得可持续发展,除了对材料的技术性与经济性提出要求以外,还要求它具有环境协调性,也就是说,需要从省能源、省资源、高耐久性与再生利用的角度出发发展新材料。

混凝土材料是人类文明建设中不可缺少的物质基础。1998 年全世界混凝土的生产量约 28 亿立方米,中国混凝土产量(未计入港澳台)约占世界总产量的 45%,约 13 亿立方米。每年要耗费约 4.0 亿吨水泥,23 亿吨砂石。而每生产 1 吨水泥又要耗费 1.10 吨石灰石,0.25 吨黏土,115kg 煤和 108kW·h 电,还有其他辅助原料。可见混凝土工业不仅能源与资源消耗巨大,而且排出大量 CO_2 和 NO_x ,污染环境。

当前,混凝土技术发展有两个重要方向:一是发展高强度、高性能混凝土,也就是通常所说的 HPC;二是使普通混凝土高性能化,使其使用寿命由 40~45 年延长至 60~70 年。混凝土沿着这两个方向发展的物质基础则是多功能的高效减水剂与矿物质超细粉。矿物质超细粉是指粒径 $<10\mu\text{m}$ 的粉体材料。硅铁合金冶炼时回收的硅灰其粒径都在 $0.2\mu\text{m}$ 以下,比表面积约 $2\times 10^5\text{m}^2/\text{kg}$,其在混凝土中的功能与效果早已为人们所熟知。而对于超细矿渣与粉煤灰,仅从过去的矿渣水泥和粉煤灰水泥的角度去理解是不行的。将粉煤灰或矿渣和水泥熟料共同粉磨成水泥,粒子大小与水泥粒子是等同的。而单独粉磨的超细矿渣与超细粉煤灰,掺入 20%~30%到水泥中后,能填充水泥空隙,降低了空隙体积,提高了水泥浆体流动性、水泥石密实度以及高抗渗性与耐久性,使 HPC 的使用寿命达百年以上。对于普通强度的混凝土,以超细粉取代部分水泥后,可以减少泌水、离析与分层,改善混凝土的结构,提高抗渗与耐久性,延长混凝土的使用寿命。因此,有人说,矿物质超细粉是混凝土的第六组分。

减水剂早已被人们认为是混凝土的第五组分。但是,对于混凝土新技术来说,对减水剂不仅要求减水,还要求它应具有对水泥粒子的分散性好、减水率高、提高耐久性,并具有控制坍落度损失的功能。因此,氨基磺酸系与多羧酸系高效减水剂成为今后发展的方向。

混凝土材料要达到省资源、省能源及长寿命的目的,重要的是广泛而有效地利用矿物质超细粉和新型高效减水剂,以及采取合理的配比与优良的施工质量。

本书共分七篇三十章。

第一篇 混凝土原材料:包括水泥、混凝土化学外加剂、矿物质超细粉、骨料、增强材料和拌合用水共六章。除了论述硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥,以及粉煤灰硅酸盐水泥外,还介绍了各种特种水泥、生态水泥以及省资源省能源水泥;从与环境共生的角度,阐述了水泥技术发展的方向。化学外加剂是混凝土的第五组分,对之除了介绍常用与常生产的外加剂以外,还介绍了芳香族氨基磺酸盐系高效减水剂。这种外加剂生产工艺简单,生产时几乎无污染,功能好,又能与多品种水泥和其他高效减水剂相容,是今后减水剂发

展的方向。本篇中介绍的其他化学外加剂为我国长期实践中的成果,包含大量的经验配方和专门技术,是一般资料中难以找到的,在工程应用中有很重要的参考价值。矿物质超细粉是高性能混凝土的第六组分。对矿物质超细粉的填充性、流动性、强度与耐久性本篇进行了全面的介绍,这些是国内外高性能混凝土技术的新发展。骨料在混凝土中约占总质量的70%~75%;文中引入了骨料的质量系数的概念,为定量地综合评价骨料的质量提供了依据。对混凝土的增强材料从有机纤维、无机纤维、金属纤维到钢筋,进行了全面系统的论述,为读者既提供了理论知识,又提供了应用经验与选择方法。

第二篇 混凝土的性能:包括新拌混凝土、早期混凝土、硬化混凝土的物理力学性能、混凝土的耐久性以及混凝土配合比设计共五章^①。重点叙述了混凝土耐久性,其内容大部分是编者长期对混凝土耐久性布点观测的研究成果。

第三篇 混凝土的生产工艺及设备:包括混凝土拌合物的制备、混凝土的输送、成型、混凝土特殊施工方法、养护,以及混凝土质量检验与控制共六章。这一篇由长期从事混凝土生产与施工的工程技术人员编写,具有明显的实用性。

第四篇 各种混凝土:包括按密度及形状分类的混凝土、按流动性分类的混凝土、按性能用途分类的混凝土、按施工方法分类的混凝土、特种增强混凝土、聚合物混凝土,以及水泥混凝土制品等共七章。编写本篇的作者有长期从事这方面研究的学者和专家,也有长期从事施工的技术人员。本篇是他们的经验和理论的总结,力图全面系统地介绍国内外广泛应用的各种混凝土,使读者了解各种混凝土的特性、组成材料、工艺、性能与施工应用。

第五篇 混凝土结构的病害及修补加固:包括混凝土结构病害的诊断和混凝土结构的维修与加固两章。这是混凝土结构在应用过程中通过病害诊断、维修恢复功能,以达到进一步延长使用寿命的重要技术手段。这也是本书的特色之一。

第六篇 废弃混凝土的再生利用:包括破碎与切断工程方法以及废弃混凝土的再生利用共两章。随着建设事业的发展和大规模的基本建设,不可避免地要拆除一部分旧的建筑与结构物,会带来大量的工业垃圾;同时,由于商品混凝土的大量生产与应用,也排出更多的废弃物。有效地处理与利用这些资源,是混凝土生产成为绿色工业的重要方面。通过本篇介绍,为资源的再生循环利用提供了基础知识。

第七篇 混凝土的测试分析:包括硬化混凝土物理力学性能测试和微观分析共两章。通过学习,读者能掌握有关混凝土性能的微观与宏观测试基础知识和手段。

本书力图反映国内外混凝土技术的最前沿状况和最新成果,聘请了国内有关研究单位、施工单位及教育部门的专家、学者参加编委会。应该说,本书的内容既是最基本的,又能全面反映出国内外最先进的成果。大多数编委结合自己长期的科学研究、生产实践与教学工作积累的成果编写了有关内容,使本书具有明显的实用性与科学性。全面、先进、科学与实用成为本书的追求目标。

本书编写过程中,除了编委们共同努力和鼎力相助之外,科学出版社的有关领导多次检查、听取汇报并给予鼓励,使本书得以不断完善与提高。日本朋友笠井芳夫先生为本书编写提供了大量的资料,中国硅酸盐学会混凝土水泥制品理事会也为本书的编写与出版给予了极大的鼓

^① 全面地介绍了新拌混凝土、早期混凝土、硬化混凝土的各种性能、与性能有关的机理及其影响因素等。

励与支持,在此表示衷心的感谢。

“书是人类进步的阶梯”,这是高尔基的名言。本书如能使我国的工程技术人员、科研教学人员、学生以及有关读者有所教益,这对编者将是莫大的鼓励和鞭策。

初次编写这样的大型参考书,水平有限,经验不足,错误难免,欢迎批评指正,并望原谅。

冯乃谦

第一版编辑委员会

主 编 冯乃谦

副主编 杨 静 胡春芝 马孝轩 姚 燕 丁建彤

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁建彤	清华大学土木工程系
马孝轩	中国建筑科学研究院
区国雄	深圳市建筑设计总院
文梓芸	华南理工大学材料学院
冯乃谦	清华大学土木工程系
邢 锋	深圳大学建筑与土木工程系
孙 伟	东南大学材料科学与工程学院
李启令	同济大学材料学院
杨 静	清华大学土木工程系
吴淑华	铁道部科学研究院铁道建筑科学研究所
陈志源	同济大学材料学院
陈益民	中国建筑材料科学研究院
林宝玉	南京水利科学研究院
周士琼	长沙铁道学院土建学院
姚 燕	中国建筑材料科学研究院
胡春芝	北京建筑材料科学研究院
顾晴霞	中建三局
唐运交	株洲工学院
阎培渝	清华大学土木工程系

目 录

第一篇 混凝土原材料

第一章 水 泥

1.1 导 言	3	1.6 特种水泥	64
1.2 硅酸盐水泥熟料	3	1.6.1 快硬高强水泥系列	65
1.2.1 硅酸盐水泥生产的主要工艺 ...	3	1.6.2 膨胀水泥系列	86
1.2.2 硅酸盐水泥熟料的矿物组成 ...	4	1.6.3 自应力水泥系列	90
1.2.3 熟料的率值与矿物组成计算 ...	8	1.6.4 水工水泥系列	95
1.3 无机矿物质混合材	9	1.6.5 油井水泥	101
1.4 水泥水化与硬化	15	1.6.6 装饰水泥	107
1.4.1 硅酸盐水泥熟料单矿物的水化	15	1.6.7 耐高温水泥及胶凝材料系列 ...	111
1.4.2 硅酸盐水泥的水化	20	1.6.8 其他特种水泥	115
1.4.3 水化产物	23	1.7 生态水泥	126
1.4.4 外加物和温度对水化的影响 ...	28	1.7.1 引 言	126
1.4.5 新拌水泥浆体微结构的形成 ...	34	1.7.2 生态水泥的概念	126
1.4.6 新拌水泥浆体的流变性	36	1.7.3 生态水泥的性质	127
1.4.7 水泥浆体的凝结与硬化	39	1.7.4 制造工艺	128
1.4.8 硬化水泥浆体的结构与性能 ...	40	1.7.5 生态水泥用途的开发	131
1.4.9 水泥浆体与骨料的黏结	42	1.7.6 结 论	132
1.5 硅酸盐系列品种水泥	44	1.8 省资源、省能源的水泥	132
1.5.1 硅酸盐水泥	46	1.8.1 省资源、省能源水泥的类型 ...	132
1.5.2 普通硅酸盐水泥	48	1.8.2 省能源、省资源水泥的能源消耗和 CO ₂ 排放量	132
1.5.3 矿渣硅酸盐水泥	52	1.8.3 省资源、省能源水泥的性能 ...	133
1.5.4 火山灰质硅酸盐水泥	56	参考文献	135
1.5.5 粉煤灰硅酸盐水泥	58		
1.5.6 复合硅酸盐水泥	61		

第二章 混凝土化学外加剂

2.1 导 言	137	2.8.1 概 述	167
2.2 化学外加剂的定义与分类	137	2.8.2 各类膨胀剂简介	167
2.2.1 概 述	137	2.9 防水剂(防湿剂)	175
2.2.2 分 类	137	2.9.1 概 述	175
2.2.3 命名与定义	138	2.9.2 防水剂的种类及其主要化学成分	176
2.3 普通减水剂	138	2.9.3 各种防水剂的防水效果	176
2.3.1 概 述	138	2.9.4 防水剂的规格及试验方法	179
2.3.2 种 类	138	2.9.5 对新拌砂浆和混凝土性能的 影响	179
2.3.3 几种主要减水剂的制备	140	2.9.6 对硬化混凝土性能的影响	180
2.3.4 普通减水剂对混凝土性能的 影响	142	2.9.7 影响防水剂作用效果的因素	180
2.3.5 减水剂的应用	146	2.10 泵送剂	181
2.4 高效减水剂	147	2.10.1 概 述	181
2.4.1 概 述	147	2.10.2 泵送剂的种类	181
2.4.2 萘磺酸盐甲醛缩合物	147	2.10.3 泵送剂在泵送混凝土中的应用	181
2.4.3 作用机理	151	2.10.4 泵送剂对新拌混凝土性能的 影响	183
2.4.4 萘系减水剂的性能与应用	151	2.10.5 对硬化混凝土性能的影响	184
2.4.5 氨基磺酸系高效减水剂	152	2.10.6 影响泵送剂性能的因素	184
2.5 早强剂	155	2.10.7 其他外加剂在泵送混凝土中的 作用	185
2.5.1 概 述	155	2.11 阻锈剂	185
2.5.2 品 种	155	2.11.1 概 述	185
2.6 速凝剂	158	2.11.2 阻锈剂的种类	186
2.6.1 概 述	158	2.12 引气剂/引气减水剂	187
2.6.2 速凝剂的品种	158	2.12.1 概 述	187
2.6.3 速凝剂的作用机理	160	2.12.2 引气剂种类	187
2.6.4 影响速凝剂作用的因素	160	2.12.3 引气减水剂的作用机理	188
2.7 防冻剂	163	2.12.4 对塑性混凝土性能的影响	190
2.7.1 概 述	163	2.12.5 引气剂对硬化混凝土的影响	190
2.7.2 防冻剂的种类	163	2.12.6 影响引入空气量的因素	191
2.7.3 防冻剂的作用机理	165	参考文献	193
2.7.4 防冻剂的应用	165		
2.8 膨胀剂	167		

第三章 矿物质超细粉

3.1 水泥-矿物质超细粉最密实填充	195	3.2.6 NF添加方式对浆体流动度的影响	201
3.2 超细粉对水泥浆体性能的影响	197	3.2.7 超细粉对水泥强度的增强效果	202
3.2.1 试验用原材料	197	3.3 不同粉体对 HPC 耐久性的影响	203
3.2.2 试验方法	198	3.3.1 掺硅粉(SF)混凝土	203
3.2.3 不同品种不同掺量超细粉浆体的稠度变化	198	3.3.2 掺矿渣超细粉(SG)混凝土	204
3.2.4 超细粉与 NF 共同掺用时浆体流动度的变化	199	3.3.3 掺粉煤灰(FA)混凝土	207
3.2.5 NF 掺量对超细粉增塑效果的影响	200	3.3 结 论	209
		参考文献	209

第四章 骨 料

4.1 骨料的岩石与矿物	210	4.3.6 级配理论	223
4.1.1 岩石分类	210	4.3.7 杂质含量及其控制	226
4.1.2 不同岩石骨料的性能	211	4.3.8 骨料的耐久性	227
4.1.3 骨料中有害作用的矿物	212	4.4 普通骨料	228
4.2 骨料的化学性质	213	4.4.1 天然普通骨料	229
4.2.1 耐酸性及耐碱性	213	4.4.2 人工普通骨料	230
4.2.2 碱-骨料反应	213	4.5 轻骨料	231
4.3 骨料的物理性质	213	4.5.1 人造轻骨料的历史	231
4.3.1 骨料的类型与物理性质	213	4.5.2 人造轻骨料的制造	231
4.3.2 骨料的含水状态及其吸水率	214	4.5.3 人造轻骨料的性能	233
4.3.3 骨料的强度	215	4.6 重骨料	236
4.3.4 表观密度 ρ 、堆积密度 ρ_0	217	参考文献	236
4.3.5 级 配	218		

第五章 增强材料

5.1 有机纤维	239	5.2.3 碳纤维	255
5.1.1 天然有机纤维	239	5.2.4 用于增强水泥基复合材料的其他陶瓷纤维	259
5.1.2 有机合成纤维	241	5.3 金属纤维	259
5.2 无机纤维	247	5.3.1 钢纤维	259
5.2.1 石棉纤维	247	5.3.2 不锈钢纤维	264
5.2.2 玻璃纤维	249		

5.3.3 非晶态金属纤维	265	5.4.8 预应力混凝土用钢丝	279
5.4 钢 筋	266	5.4.9 预应力混凝土用低合金钢丝	281
5.4.1 钢筋混凝土用热轧带肋钢筋	266	5.4.10 预应力混凝土用钢绞线 ...	283
5.4.2 钢筋混凝土用热轧光圆钢筋	270	5.4.11 钢绞线、钢丝束无黏结	
5.4.3 钢筋混凝土用余热处理钢筋	272	预应力筋	285
5.4.4 预应力混凝土用热处理钢筋	273	5.4.12 冷轧扭钢筋	287
5.4.5 低碳钢热轧圆盘条	275	5.4.13 环氧树脂涂层钢筋	289
5.4.6 冷轧带肋钢筋	276	5.4.14 钢筋机械连接技术	290
5.4.7 混凝土制品用冷拔冷轧低		参考文献	295
碳螺纹钢	278		

第六章 拌合用水

6.1 混凝土拌合用水标准(JGJ63—89)	297	6.2.2 港口工程技术规范[混凝土和钢筋	
6.1.1 拌合用水的类型	297	混凝土施工(JTJ221—87)] ...	299
6.1.2 技术要求	298	6.2.3 港口工程技术规范[海港钢筋混凝土	
6.2 其他规范的技术要求	299	结构腐蚀(JTJ228—87)] ...	299
6.2.1 水工混凝土施工规范		6.3 关于磁化水	300
(SDJ207—82)	299	参考文献	300

第二篇 混凝土的性能

第一章 新拌混凝土

导 言	303	1.3 工作性试验方法	315
0.1.1 定 义	303	1.3.1 流动性试验	315
0.1.2 历史与发展	303	1.3.2 贯入性试验	317
0.1.3 特性与应用	303	1.3.3 填充性试验	319
1.1 新拌混凝土流变学	305	1.3.4 组分分离性试验	324
1.1.1 关于流变学问题	305	1.3.5 泵送性试验	324
1.1.2 新拌混凝土的流变学研究 ...	305	1.4 组分分离性	325
1.1.3 流变学模型	306	1.4.1 粗骨料的分离	325
1.1.4 新拌混凝土的流变学参数 ...	310	1.4.2 泌 水	326
1.1.5 新拌混凝土的流变学试验 ...	311	1.4.3 泌水量试验	326
1.2 新拌混凝土工作性的概念及涵义	313	参考文献	326

第二章 早期混凝土

2.1 离析	328	2.5 早期收缩	333
2.2 混凝土的凝结、硬化和放热	329	2.5.1 混凝土的自收缩	333
2.2.1 凝结试验	329	2.5.2 早期收缩的影响因素	333
2.2.2 水化引起的温升	329	2.6 早期开裂	336
2.3 早期强度	330	2.6.1 影响早期开裂行为的因素	337
2.3.1 早期抗压强度	330	2.6.2 高强高流态混凝土的早期开裂	337
2.3.2 早期压应变	331	2.7 早期脱模后混凝土的养护及强度发展	337
2.3.3 早期抗拉强度	331	参考文献	338
2.3.4 早期拉应变	331		
2.4 早期冻害	332		

第三章 硬化混凝土的物理力学性能

3.1 混凝土的组织结构	340	3.5 干缩、徐变	379
3.1.1 骨料相的结构	340	3.5.1 混凝土的干缩	379
3.1.2 硬化水泥浆体的结构	340	3.5.2 混凝土的徐变	386
3.1.3 水泥石与骨料间过渡区相的结构	344	3.6 体积稳定性	392
3.2 强度	347	3.6.1 自生体积变化(收缩、膨胀)	392
3.2.1 混凝土强度理论	347	3.6.2 温度变形	393
3.2.2 混凝土的抗压强度、影响因素及强度发展	354	3.7 混凝土的表观密度	393
3.2.3 混凝土的其他强度	364	3.8 含水率	394
3.3 脆性	371	3.9 热性能	394
3.3.1 脆性指标	372	3.9.1 导热系数	395
3.3.2 混凝土脆性研究的一些结论	373	3.9.2 导温系数(热扩散系数)	395
3.3.3 脆性破坏机理的研究概况	373	3.9.3 比热	396
3.3.4 影响脆性的外界因素	374	3.9.4 热膨胀系数	397
3.4 弹性模量、泊松比	374	3.10 声学、电气、放射线屏蔽性能	397
3.4.1 混凝土的受压应力-应变关系	374	3.10.1 声学性能	397
3.4.2 弹性模量	377	3.10.2 电学性能	398
3.4.3 泊松比	379	3.10.3 防射线屏蔽性能	399
		参考文献	400

第四章 混凝土的耐久性

4.1 导 言	402	4.7.3 碱-骨料反应引起膨胀的机理	481
4.2 抗渗性	403	4.7.4 碱-骨料反应的评价方法	483
4.2.1 渗透原理及影响因素	403	4.7.5 AAR 的抑制措施	486
4.2.2 抗渗性的量测与表征	403	4.8 抗冻性与耐低温性	487
4.2.3 混凝土渗透性的控制	406	4.8.1 混凝土冻融破坏机理	487
4.3 混凝土中的钢筋腐蚀及其防护	411	4.8.2 影响混凝土抗冻性的主要因素	488
4.3.1 混凝土中钢筋腐蚀的机理	411	4.8.3 保证混凝土抗冻耐久性的措施	489
4.3.2 混凝土中性化	411	4.8.4 耐低温性	492
4.3.3 氯离子侵蚀	417	4.9 混凝土的表面劣化	492
4.3.4 提高混凝土护筋性能的措施	420	4.9.1 冻融剥蚀破坏	492
4.4 耐磨蚀性	432	4.9.2 磨蚀引起的剥蚀	493
4.4.1 混凝土磨蚀破坏的机理	432	4.9.3 由于钢筋锈蚀引起的剥蚀破坏	493
4.4.2 混凝土磨蚀试验方法	434	4.9.4 环境化学侵蚀引起的剥蚀	494
4.4.3 影响混凝土耐磨蚀性能的因素	436	4.9.5 低强和风化引起的剥蚀	494
4.4.4 混凝土抗磨蚀性能的设计	439	4.10 耐热性、耐火性	494
4.5 化学侵蚀	440	4.10.1 混凝土受热时的破坏	494
4.5.1 侵蚀的过程与分类	440	4.10.2 高温对混凝土性能的影响	495
4.5.2 侵蚀性环境介质	449	4.10.3 影响混凝土耐热性及耐火性的因素	496
4.5.3 混凝土化学侵蚀举例	458	4.10.4 提高混凝土耐热性、耐火性的措施	499
4.5.4 混凝土化学侵蚀的防护措施	462	4.10.5 高强混凝土、高性能混凝土的耐热性、耐火性	499
4.6 混凝土在土壤中的腐蚀与强度发展规律	472	4.11 电流对钢筋的腐蚀	499
4.6.1 试验材料与编号	472	参考文献	500
4.6.2 土壤腐蚀的一般规律	473		
4.7 碱-骨料反应	480		
4.7.1 概 况	480		
4.7.2 碱-骨料反应的类型及反应要素	480		

第五章 混凝土配合比设计

5.1 配合比的基本原理及配量公式	504	5.1.2 配合比定量准则	507
5.1.1 强度、流动性及耐久性配量原则	504	5.2 配合比设计典型举例	508
		5.2.1 绝对体积法	508

5.2.2 假设表观密度法	509	配合比设计	511
5.2.3 普通强度混凝土高性能化的		参考文献	511

第三篇 混凝土的生产工艺及设备

第一章 混凝土拌合物的制备

1.1 现场制备	517	1.2.1 散装水泥	531
1.1.1 搅拌机	517	1.2.2 混凝土搅拌站(楼)	533
1.1.2 计 量	522	1.2.3 商品混凝土的制备	536
1.1.3 搅拌方法	525	1.2.4 移动式混凝土搅拌机组 ...	536
1.1.4 搅拌温度的调整	525	1.2.5 混凝土(砂浆)干拌料	537
1.2 预拌混凝土	530	参考文献	539

第二章 混凝土的输送

2.1 现场制备混凝土的常规运输	540	2.2.2 混凝土搅拌运输车	543
2.1.1 一般要求	540	2.3 混凝土泵送和布料	545
2.1.2 手推车运输	541	2.3.1 泵送对混凝土施工性能的	
2.1.3 机动翻斗车	541	基本要求	545
2.1.4 混凝土吊斗	541	2.3.2 泵送设备	545
2.2 预拌混凝土的运输	541	2.3.3 布料设备	554
2.2.1 一面卸料的混凝土运输车		2.3.4 泵送混凝土施工要点	556
(自卸汽车)运输	541		

第三章 成 型

3.1 模板体系	560	3.3.1 浇注前的准备工作	579
3.1.1 模板类型	560	3.3.2 分层浇注与浇注厚度、浇注路线	
3.1.2 模板配置及计算	568	的确定	580
3.1.3 脱模剂	574	3.3.3 连续浇注及浇注间歇允许时间	582
3.2 振 捣	575	3.3.4 施工缝留置	582
3.2.1 振捣设备	575	3.3.5 大体积混凝土浇注	585
3.2.2 振捣作业	577	3.4 混凝土表面处理	592
3.3 浇 注	579	3.4.1 新浇混凝土的表面处理 ...	592

3.4.2 真空吸水表面处理	593	3.5.2 挤出法生产制品	606
3.5 预制构件与制品成型	594	3.5.3 离心法生产制品	607
3.5.1 现场预制	594		

第四章 混凝土特殊施工方法

4.1 喷射法	608	4.2 预填骨料法	626
4.1.1 原材料及配合比	608	4.2.1 概 述	626
4.1.2 喷射施工工艺	613	4.2.2 原材料选择及配合比	626
4.1.3 喷射混凝土的特性	617	4.2.3 预填骨料灌浆法施工要点 ...	628
4.1.4 锚杆喷射混凝土	618	参考文献	633
4.1.5 纤维喷射混凝土	620		

第五章 养 护

导 言	634	5.3.3 空气中养护	639
5.1 湿度、温度的影响	634	5.3.4 保温养护	639
5.1.1 湿度的影响	635	5.4 混凝土制品的养护	640
5.1.2 温度的影响	636	5.4.1 养护设备	640
5.2 标准养护	637	5.4.2 养护加热方式	642
5.3 自然养护	638	5.4.3 养护制度	648
5.3.1 潮湿养护	638	参考文献	650
5.3.2 保水养护	639		

第六章 混凝土质量检验与控制

6.1 质量保证体系和管理体系	651	6.3.2 混凝土强度评定	656
6.2 新拌混凝土质量检验与控制	652	6.3.3 混凝土外观检查及允许偏差 ...	657
6.2.1 新拌混凝土的质量指标 ...	652	6.3.4 预制混凝土构件检验	657
6.2.2 混凝土质量的初步控制 ...	653	6.4 混凝土强度统计检验与控制	662
6.2.3 混凝土质量的生产控制 ...	654	6.4.1 混凝土强度的统计检验 ...	662
6.3 硬化混凝土质量检验与控制	655	6.4.2 混凝土强度控制	663
6.3.1 混凝土强度检验与控制 ...	655	参考文献	666

第四篇 各种混凝土

第一章 按密度及形状分类的混凝土

1.1 普通混凝土	670	1.4.2 多孔混凝土的原料	693
1.1.1 定义	670	1.4.3 多孔混凝土的技术性能	693
1.1.2 普通混凝土的组成材料	670	1.4.4 多孔混凝土配合比设计	696
1.1.3 普通混凝土的配比设计	671	1.4.5 多孔混凝土的应用与注意	
1.1.4 砵的性能与应用	675	事项	698
1.2 轻骨料混凝土	677	1.5 特细砂混凝土	698
1.2.1 轻骨料混凝土的定义及分类	677	1.5.1 定义	698
1.2.2 轻骨料	678	1.5.2 特细砂资源及使用情况	698
1.2.3 轻骨料混凝土的技术性质	678	1.5.3 特细砂的含泥量	699
1.2.4 轻骨料混凝土的配合比设计	684	1.5.4 特细砂混凝土的配制原则	700
1.2.5 轻骨料混凝土的应用及应注意		1.5.5 特细砂混凝土配合比设计	702
的问题	687	1.6 轻骨料多孔混凝土	705
1.3 重混凝土	688	1.6.1 原材料及其技术要求	705
1.3.1 概述	688	1.6.2 载气体多孔混凝土的表观密度、	
1.3.2 重混凝土的原材料	689	强度与载气体掺量关系	705
1.3.3 防辐射重混凝土的配合比设计	690	1.6.3 轻骨料多孔混凝土的表观密度、	
1.3.4 重混凝土的应用及施工注意		强度与轻骨料掺量关系	706
事项	692	1.6.4 多孔混凝土与轻骨料多孔混凝土	
1.4 多孔混凝土	693	的结构特点	707
1.4.1 概述	693	参考文献	708

第二章 按流动性分类的混凝土

2.1 干硬、超干硬混凝土	710	2.3 流动性混凝土	718
2.1.1 概述	710	2.3.1 概述	718
2.1.2 干硬、超干硬性混凝土的原材料	711	2.3.2 流动性混凝土的配合比设计	718
2.1.3 干硬、超干硬混凝土的压实		2.4 流态混凝土	721
机理	712	2.4.1 概述	721
2.1.4 干硬、超干硬性混凝土的主要		2.4.2 流态化作用及其机理	721
技术性能	714	2.4.3 流态混凝土的原材料	723
2.1.5 干硬性混凝土的配合比设计	717	2.4.4 流态混凝土拌合物的性质	725
2.2 塑性混凝土	718	2.4.5 流态混凝土的配合比设计	726