

建筑工人操作指南



混凝土工

余太勇 澹台恒军 王燕 编



化学工业出版社

建筑工人操作指南

混凝土工

余太勇 潘台恒军 王 燕 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要介绍了混凝土施工技术、施工安全及工程业务管理知识。主要内容包括混凝土的组成材料,混凝土配合比设计和应用,混凝土的拌制与运输,混凝土浇筑、养护和拆模,混凝土质量检验及通病防治,混凝土裂缝的控制和防治,常用特种混凝土,混凝土施工安全。

本书可作为混凝土工及相关工种工人的培训教材,也可供从事相关工作的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工/余太勇,澹台恒军,王燕编. —北京:化学工业出版社, 2008. 8

(建筑工人操作指南)

ISBN 978-7-122-03463-2

I. 混… II. ①余…②澹…③王… III. 混凝土施工-基本知识 IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 114922 号

责任编辑: 赵卫娟 仇志刚	文字编辑: 荣世芳
责任校对: 洪雅姝	装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7½ 字数 191 千字

2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 19.80 元

版权所有 违者必究

出版者的话

建筑业是我国国民经济的支柱产业，随着我国经济的持续、快速发展，建筑业在国民经济中的地位和作用日益突出。近几年来，建筑施工队伍急剧扩大，由于职业技术培训滞后，一线技术工人的素质不能完全适应企业施工生产的要求，成为建筑产品质量不高、施工事故时有发生的主要原因，如不改变这种状况，必然影响到建筑业的长远发展。

随着建筑技术的进步，各种新的建筑材料在工程中大量应用，各种操作工艺、技术手段不断进步，也要求建筑工人的技术水平应不断提高和更新。长期以来，建筑工程施工工人的主体发生了根本性的变化，绝大部分的建筑企业已经没有自己的施工工人，都是以从劳务公司招聘的农村进城务工人员为主。这些人基本上只具有初、高中文化，对很多基础的知识并不了解，与企业的要求有很大的差距。鉴于以上原因，我们特组织相关人员编写《建筑工人操作指南》，以飨读者。

该书的编写，旨在通过大量的图形和平实的语言，使读者能在短时间内掌握所需的建筑施工方面的技术和知识。考虑到建筑施工的不同分工，每个工种的知识都单独成册。每个分册都包括：基础知识、操作工艺、质量标准、质量通病的防治等内容，由于国家对安全要求越来越严格，相关分册中都安排了该工种相关的安全知识，便于施工工人的自我保护。

《建筑工人操作指南》首批共 5 个分册：《钢筋工》、《混凝土工》、《架子工》、《水暖工》、《木工》，主要作者都来自于施工一线的技术人员，具有大量的实际经验，而且也了解施工企业对建筑工人的具体要求，保证了图书的内容质量。

本书文字口语化、语言平实、图文并茂、浅显易懂，具有亲和力和实用性。对于从事相关工种的技术人员或打算从事相关工作的务工人员都有很好的参考价值。

化学工业出版社

2008年7月

前言

近年来，随着我国经济的振兴和改革的深入，建筑业的发展十分迅速，建筑规模不断扩大，各种各样的建筑拔地而起。在工程建设中，混凝土工程是现代建筑工程中的主要分项工程。在工程投资中混凝土费用占有较大比重，对混凝土工程采用科学的管理手段，制定行之有效的和有针对性的技术措施，对控制工程的投资成本、提高工程施工质量、缩短工程的施工工期，起到至关重要的作用。

随着建筑技术进步，各工种操作工艺、技术手段不断提高标准和更新，这要求建筑工人的技术水平也应不断提高和更新。为了适应建筑业的发展形势以及施工技术和安全的管理工作，不断提高施工管理人员的业务素质和工作水平，特别是初学人员的学习和掌握，我们根据国家颁布的混凝土工程各相关规范、规程及行业标准，并结合有关书籍以及在施工过程中积累的施工经验编写了此书。

本书主要介绍关于混凝土工程业务管理、施工技术和施工安全的内容，主要包括混凝土材料的组成材料，混凝土配合比设计和应用，混凝土的拌制与运输，混凝土浇筑、养护及拆模，混凝土质量检验及通病防治，混凝土裂缝的控制和防治，常用特种混凝土的有关知识以及混凝土施工安全，面向具有一定文化基础的初学人员和农民工等。语言平实、图文并茂、浅显易懂，具有亲和力和实用性。

我们希望通过本书的介绍，对初学人员和农民工及广大读者有所帮助，由于编者的经验和知识有限，加之建筑业发展迅速，不妥之处在所难免，敬请广大读者多提宝贵意见。

编 者

2008 年 7 月

目 录

第 1 章 混凝土的组成材料	1
1.1 水泥	1
1.1.1 常用水泥的种类	1
1.1.2 常用水泥的选用及各种水泥的适用范围	1
1.1.3 水泥的验收与保管	1
1.1.4 注意事项	8
1.2 砂	8
1.2.1 砂的分类	8
1.2.2 砂的技术要求	9
1.2.3 砂的验收、运输和堆放	10
1.3 石子	11
1.3.1 石子的技术要求	11
1.3.2 石子的验收、运输和堆放	12
1.3.3 注意事项	13
1.4 水	13
1.4.1 混凝土拌合用水的技术要求	13
1.4.2 注意事项	14
1.5 矿物掺合料	14
1.5.1 矿物掺合料的概念	14
1.5.2 矿物掺合料注意事项	15
1.5.3 矿物掺合料的组成	15
1.6 混凝土外加剂	21
1.6.1 基本规定	21
1.6.2 普通减水剂及高效减水剂	24

1.6.3	防冻剂	27
1.6.4	泵送剂	29
1.6.5	膨胀剂	30
1.6.6	速凝剂	33
1.6.7	引气剂及引气减水剂	34
1.6.8	缓凝剂和缓凝减水剂	35
1.6.9	早强剂及早强减水剂	37
1.6.10	养护剂、脱模剂	39
第2章	混凝土配合比设计和应用	41
2.1	混凝土配合比设计的基本原则	41
2.2	普通混凝土配合比设计	42
2.2.1	混凝土配合比的设计一般应遵循原则	42
2.2.2	普通混凝土配合比设计步骤	42
2.2.3	普通混凝土拌合物的试配和调整	47
2.2.4	掺矿物掺合料混凝土配合比设计	48
2.3	有特殊要求的混凝土配合比设计	50
2.3.1	抗渗混凝土	50
2.3.2	抗冻混凝土	51
2.3.3	高强混凝土	52
2.3.4	泵送混凝土	55
2.3.5	自密实混凝土	57
第3章	混凝土的拌制与运输	61
3.1	常用混凝土搅拌机	61
3.1.1	搅拌机分类	61
3.1.2	搅拌机使用注意事项	61
3.2	现场混凝土搅拌站	62
3.2.1	生产工艺流程	62
3.2.2	主要设备组成	62
3.3	混凝土搅拌施工要点	64
3.3.1	搅拌前准备工作	64

3.3.2	混凝土搅拌工艺	65
3.3.3	部分混凝土的拌制要求	66
3.3.4	泵送混凝土的拌制	69
3.3.5	混凝土搅拌时间	69
3.3.6	质量要求	70
3.4	混凝土运输设备	70
3.4.1	水平运输设备	70
3.4.2	垂直运输设备	71
3.4.3	泵送设备及管道	72
3.4.4	混凝土布料设备	77
3.5	混凝土振动设备	78
3.5.1	振动设备分类	78
3.5.2	振动器故障、产生原因及排除方法	78
3.6	混凝土输送	80
3.6.1	输送条件	80
3.6.2	质量要求	81
3.6.3	泵送混凝土运输	81
第4章	混凝土浇筑、养护及拆模	84
4.1	混凝土浇筑	84
4.1.1	浇筑施工准备	84
4.1.2	浇筑厚度及间歇时间	85
4.1.3	混凝土浇筑一般要求	86
4.1.4	混凝土人工和机械振动的操作要点	87
4.2	泵送混凝土的浇筑	88
4.2.1	泵送混凝土对模板和钢筋的要求	88
4.2.2	混凝土的泵送施工方法	89
4.2.3	泵送混凝土的浇筑操作要点	91
4.3	混凝土施工缝	92
4.3.1	施工缝的设置	92
4.3.2	施工缝的处理	94

4.3.3	后浇带的设置	95
4.4	现浇混凝土结构浇筑	96
4.4.1	基础浇筑	96
4.4.2	混凝土柱的浇筑	102
4.4.3	混凝土墙体浇筑	103
4.4.4	肋形楼板混凝土浇筑	105
4.4.5	楼梯、悬挑构件、圈梁混凝土浇筑	107
4.4.6	拱壳浇筑	108
4.4.7	喷射混凝土浇筑	110
4.4.8	现场预制构件浇筑	111
4.4.9	特殊结构工艺混凝土浇筑	113
4.5	混凝土养护与拆模	116
4.5.1	自然养护	116
4.5.2	混凝土工程冬期施工养护工艺	118
4.5.3	冬施的混凝土加热养护	119
4.5.4	混凝土拆模	122
第5章	混凝土质量检验及通病防治	127
5.1	混凝土分项工程质量检验	127
5.1.1	一般规定	127
5.1.2	原材料	128
5.1.3	配合比设计	129
5.1.4	混凝土施工	129
5.2	现浇混凝土结构分项工程质量检验	131
5.2.1	一般规定	131
5.2.2	外观质量	131
5.2.3	尺寸偏差	132
5.3	混凝土强度检测	133
5.3.1	试件制作和强度检验	133
5.3.2	混凝土结构同条件养护试件强度检验	134
5.3.3	混凝土强度评定	135

5.4 混凝土质量通病、防治和处理	138
5.4.1 施工部位的质量事故及防止	138
5.4.2 混凝土缺陷修整	146
第6章 混凝土裂缝的控制和防治	148
6.1 混凝土裂缝产生的主要原因	148
6.1.1 裂缝的分类	148
6.1.2 产生裂缝的原因	149
6.2 裂缝类型及防治措施	151
6.2.1 塑性收缩裂缝	151
6.2.2 沉降收缩裂缝	152
6.2.3 凝缩裂缝	152
6.2.4 干缩裂缝	152
6.2.5 温度裂缝	153
6.2.6 膨胀裂缝	154
6.2.7 碳化收缩裂缝	154
6.2.8 沉陷裂缝	155
6.2.9 冻胀裂缝	155
6.2.10 各种施工裂缝	156
6.2.11 张拉裂缝	156
6.2.12 化学反应裂缝	157
6.2.13 徐变裂缝	158
6.3 裂缝修补方法	159
第7章 常用特种混凝土	164
7.1 高强混凝土	164
7.1.1 概念	164
7.1.2 高强混凝土的拌制	164
7.2 高性能混凝土	165
7.2.1 高性能混凝土的概念	166
7.2.2 高性能混凝土原材料	166
7.2.3 高性能混凝土技术要求	170

7.2.4	高性能混凝土制备与施工	172
7.2.5	高性能混凝土拌合物的运输和浇筑	174
7.2.6	高性能混凝土的养护	176
7.2.7	混凝土质量检查	177
7.3	自密实混凝土	177
7.3.1	概念	177
7.3.2	自密实混凝土的拌制	178
7.3.3	混凝土的运输	178
7.3.4	自密实混凝土的浇筑	179
7.3.5	预制构件施工	180
7.3.6	养护	180
7.3.7	自密实混凝土施工应注意事项	181
7.4	防水混凝土	181
7.4.1	概念及分类	181
7.4.2	防水混凝土的一般施工要求	182
7.4.3	集料级配防水混凝土施工特点	183
7.4.4	普通防水混凝土施工要点	183
7.4.5	膨胀水泥防水混凝土的施工要点	183
7.4.6	引气剂防水混凝土施工要点	184
7.4.7	防水混凝土的质量检查、质量问题以及处理 方法	185
7.5	纤维混凝土	186
7.5.1	钢纤维混凝土	186
7.5.2	聚丙烯纤维混凝土	189
7.5.3	玻璃纤维混凝土	191
7.6	聚合物水泥混凝土	193
7.6.1	原材料选择	194
7.6.2	施工工艺	195
7.7	轻集料混凝土	196
7.7.1	轻集料混凝土的拌制	196

7.7.2 施工要点	197
7.8 耐火混凝土	198
7.8.1 耐火混凝土施工要点	198
7.8.2 耐火混凝土的检验项目和技术要求	199
7.9 补偿收缩混凝土	200
7.9.1 补偿收缩混凝土施工	200
7.9.2 补偿收缩混凝土的应用	201
7.10 轻骨料混凝土	202
7.10.1 概念	202
7.10.2 拌合	203
7.10.3 泵送轻骨料混凝土	203
第8章 混凝土施工安全	206
8.1 混凝土施工安全技术措施	206
8.1.1 一般规定	206
8.1.2 混凝土搅拌与运输	207
8.1.3 混凝土浇筑、养护与堆放	208
8.1.4 高空作业	209
8.1.5 雨天施工	209
8.1.6 混凝土机械操作安全一般规定	210
8.1.7 滚筒式混凝土搅拌机	211
8.1.8 插入式振捣器	213
8.1.9 平板振动器	214
8.1.10 泵送混凝土	215
8.1.11 预应力构件施工	216
8.2 混凝土施工安全管理和安全要点	216
参考文献	220

第 1 章 混凝土的组成材料

混凝土是指由胶结料（有机的、无机的或有机无机复合的）、颗粒状集料以及必需加入的化学外加剂和矿物掺合料组分合理组成的混合物，或经硬化后形成具有堆聚结构的复合材料（普通是以胶凝材料、水、细骨料、粗骨料，需要时掺入外加剂和矿物掺合料，按适当比例配合，经过均匀拌制、密实成型及养护硬化而成的人工石材）。

1.1 水泥

1.1.1 常用水泥的种类

常用的水泥有：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、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。性能见表 1-1。

1.1.2 常用水泥的选用及各种水泥的适用范围

常用水泥的选用及各种水泥的适用范围见表 1-2、表 1-3。

1.1.3 水泥的验收与保管

1.1.3.1 验收

水泥进场后应提供出厂质量证明文件（包括产品合格证、质量合格证、检验报告、试验报告、产品生产许可证和质量保证书等，各种材料的型式检验报告有效期为一年），并应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查。

1.1.3.2 保管

入库的水泥应按品种、强度等级、生产厂家、出厂日期分别堆放，并树立标志。做到先到先用，并防止不同品种、规格的水泥不能混掺使用。

表 1-1 常用水泥的种类

项次	水泥名称	标准编号	原 料	代 号	特 性	强度等级	备 注
1	硅酸盐水泥	(GB 175—1999)	硅酸盐水泥熟料、0~5%的石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料	P·I、 P·II	早期强度及后期强度都较高,在低温下强度增长比其他种类的水泥快,抗冻、耐磨性都好,但水化热较高,抗腐蚀性较差	42.5、42.5R、 52.5、52.5R、 62.5、62.5R	
2	普通硅酸盐水泥	(GB 175—1999)	硅酸盐水泥熟料、6%~15%的石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料	P·O	除早期强度比硅酸盐水泥稍低,其他性能接近硅酸盐水泥	32.5、32.5R、 42.5、42.5R、 52.5、52.5R	
3	矿渣硅酸盐水泥	(GB 1344—1999)	硅酸盐水泥熟料和20%~70%粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料	P·S	早期强度较低,在低温环境中强度增长较慢,但后期强度增长较快,水化热较低,抗硫酸盐侵蚀性较好,耐热性较好,但干缩变形较大,析水性较大,耐磨性较差	32.5、32.5R、 42.5、42.5R、 52.5、52.5R	R 系 指 早 强 型 水 泥
4	火山灰质硅酸盐水泥	(GB 1344—1999)	硅酸盐水泥熟料和20%~30%火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成	P·P	早期强度较低,在低温环境中强度增长较慢,在高温潮湿环境中(如蒸汽养护)强度增长较快,水化热较低,抗硫酸盐侵蚀性较好,但干缩变形较大,析水性较大,耐磨性较差	32.5、32.5R、 42.5、42.5R、 52.5、52.5R	

续表

项次	水泥名称	标准编号	原 料	代 号	特 性	强度等级	备 注
5	粉煤灰硅酸盐水泥	(GB 1344—1999)	硅酸盐水泥熟料和20%~40%粉煤灰、适量石膏磨细制成	P·F	早期强度较低,水化热比火山灰水泥还低,和易性好,抗腐蚀性较好,干缩性也较小,但抗冻、耐磨性较差	32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R	R 系指早强型水泥
6	复合硅酸盐水泥	(GB 12958—1999)	硅酸盐水泥熟料、15%~50%两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料	P·C	介于普通水泥与火山灰水泥、矿渣水泥以及粉煤灰水泥性能之间,当复掺混合材料较少(小于20%)时,它的性能与普通水泥相似,随着混合材料复掺量的增加,性能也趋向所掺混合材料的水泥	32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R	

表 I-2 各种水泥的适用范围

项次	水泥名称	水泥标准编号	基本用途	可用范围	不适用范围	使用注意事项
1	硅酸盐水泥	GB 175—1999	混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土的地面、地下和水中结构		受侵蚀水(海水、矿物水、工业废水等)及压力水作用的结构	使用加气剂可提高抗冻能力
2	普通硅酸盐水泥	GB 175—1999				
3	矿渣硅酸盐水泥	GB 1344—1999	混凝土和钢筋混凝土的地面、地下和水中的结构以及抗硫酸盐侵蚀的结构		需早期发挥强度的结构	加强洒水养护,冬期施工注意保温
4	火山灰质硅酸盐水泥	GB 1344—1999		高温条件下的地上、一般建筑	① 受反复冻融及干湿循环作用的结构; ② 干燥环境中的结构	加强洒水养护,冬期施工注意保温

续表

项次	水泥名称	水泥标准编号	基本用途	可用范围	不适用范围	使用注意事项
5	粉煤灰硅酸盐水泥	GB 1344—1999	混凝土和钢筋混凝土的地上、地下和水中的结构;抗硫酸盐侵蚀的结构;大体积水工混凝土		需早期发挥强度的结构	加强洒水养护,冬期施工注意保温
6	抗硫酸盐硅酸盐水泥	GB 748—1996	受硫酸盐水溶液侵蚀、反复冻融及干湿循环作用的混凝土及钢筋混凝土结构	受硫酸盐(SO_4^{2-})离子浓度在2500mg/L以下)水溶液侵蚀的混凝土及钢筋混凝土结构		配制混凝土的水灰比应小些
7	高抗硫酸盐水泥			受硫酸盐(SO_4^{2-})离子浓度在2500~10000mg/L)水溶液侵蚀的混凝土及钢筋混凝土结构		严格控制水灰比
8	快硬硅酸盐水泥	GB 199—1990	要求快硬的混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土结构			
9	高强硅酸盐水泥		要求快硬、高强的混凝土,钢筋混凝土和预应力混凝土结构			① 贮存过久,易风 化变质; ② 需强烈搅拌,并 最好采用预振和加压 振捣