

图解

建筑工人操作技能系列

图解混凝土工 技能速成

黄 梅 主编

TUJIE HUNNINGTUGONG
JINENG SUCHENG

手绘施工图 + 构造图,

分步骤全方位讲解混凝土工操作技能和要领,

让你轻松搞定现场混凝土施工!



化学工业出版社



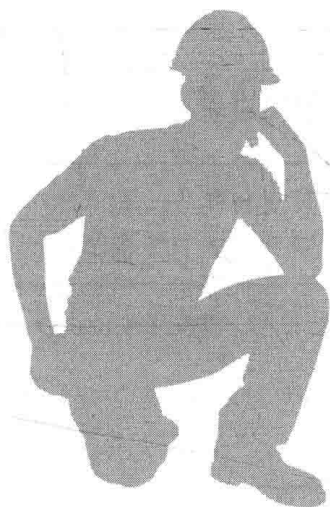
建筑工人操作技能系列



图解混凝土工 技能速成

黄 梅 主编

TUJIE HUNNINGTUGONG
JINENG SUCHENG



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以图解的方式讲解了混凝土工应掌握的操作技能，全书共分为 8 章，主要包括：混凝土工基本知识、普通混凝土施工、特殊混凝土施工、现浇结构混凝土施工、预应力混凝土施工、模板混凝土施工、混凝土季节施工、混凝土质量控制及缺陷处理等内容。本书以大量生动的漫画图和构造图分步骤讲解混凝土工的操作技能和施工要点，画面生动、文字简洁、图文并茂，融知识性、趣味性和可读性于一体，非常适合初学者接受和掌握。

本书内容丰富、语言精练、实用性强，可供从事建筑工程的施工人员、想进一步上升为工长的技术人员以及相关专业院校的师生参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解混凝土工技能速成/黄梅主编. —北京：化学工业出版社，2016. 6

(图解建筑工人操作技能系列)

ISBN 978-7-122-26848-8

I. ①图… II. ①黄… III. ①混凝土施工-图解
IV. ①TU755-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 082349 号

责任编辑：彭明兰

装帧设计：史利平

责任校对：宋 玮

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：大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8 1/4 字数 244 千字

2016 年 8 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：29.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着我国经济建设的飞速发展，作为我国国民经济支柱产业之一的建筑业也随之持续、快速发展，建筑工人队伍也在不断发展壮大。混凝土工是建筑施工现场直接从事混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣、养护的操作工人，他们在建筑工程中肩负着重要的职责。随着建筑工程施工新技术、新工艺、新材料的推广和应用，对混凝土工也提出了更高的要求。为了能够快速提高混凝土工的专业能力和技术水平，我们组织相关人员编写了本书，希望对广大从事混凝土施工的技术人员有所帮助。

本书以图解的方式讲解了混凝土工在施工现场应具备的操作技能和要求，主要包括：混凝土工基本知识、普通混凝土施工、特殊混凝土施工、现浇结构混凝土施工、预应力混凝土施工、模板混凝土施工、混凝土季节施工、混凝土质量控制及缺陷处理等内容。本书以大量生动的漫画图和构造图分步骤讲解混凝土工的操作技能和施工要点，画面生动、文字简洁、图文并茂，融知识性、趣味性和可读性于一体，非常适合初学者学习和使用。

本书由黄梅主编，由何影、孙丽娜、陶红梅、李香香、成育芳、赵慧、姚烈明、于涛、齐丽娜、陈杰、白雅君等共同参与编写完成。

由于编者的经验和学识有限，加之时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2016年3月

目录

① 混凝土工基本知识

1

1.1 混凝土的组成材料	1
1.1.1 水泥	1
1.1.2 水	7
1.1.3 砂	8
1.1.4 石	13
1.1.5 外加剂	17
1.2 混凝土的性能	27
1.2.1 混凝土拌合物特性	28
1.2.2 混凝土强度	30
1.2.3 混凝土的变形性质	31
1.2.4 混凝土的耐久性	32
1.2.5 拌合物的离析和泌水	32
1.3 混凝土常用的施工机具	33
1.3.1 混凝土搅拌机	33
1.3.2 混凝土搅拌运输车	37
1.3.3 混凝土泵和混凝土泵车	39
1.3.4 混凝土振动机械	42
1.3.5 混凝土搅拌楼(站)	48
1.3.6 混凝土运输设备	51
1.3.7 滑模和升板机械	53
1.4 混凝土工施工一般安全要求	60
1.4.1 混凝土工安全基本知识	60
1.4.2 混凝土工一般操作规程	64
1.4.3 混凝土搅拌与运输安全要求	69

1.4.4	混凝土浇灌、养护与堆放安全要求	71
-------	-----------------	----

2 普通混凝土施工

76

2.1	混凝土搅拌	76
2.1.1	搅拌要求	76
2.1.2	材料配合比	77
2.1.3	搅拌时间的确定和控制	77
2.1.4	原材料的计量	79
2.1.5	搅拌要点	80
2.1.6	特殊季节混凝土拌制	82
2.1.7	混凝土搅拌的质量要求	83
2.2	混凝土运输	84
2.2.1	运输时间	84
2.2.2	运输要求	84
2.2.3	运输工具的选择	85
2.2.4	运输道路	85
2.2.5	运输质量要求	85
2.3	混凝土浇筑	86
2.3.1	浇筑前施工准备	86
2.3.2	混凝土浇筑设备	86
2.3.3	混凝土浇筑操作	87
2.4	混凝土振捣	92
2.4.1	混凝土振捣的目的和要求	93
2.4.2	混凝土常用的振捣工艺	93
2.4.3	免振捣自密实混凝土技术	99
2.5	混凝土养护	101
2.5.1	自然养护	102
2.5.2	加热养护	105
2.5.3	混凝土养护后的质量检查	108

3 特殊混凝土施工

110

3.1	大体积混凝土施工	110
-----	----------	-----

3.1.1	大体积混凝土基础施工	110
3.1.2	大体积混凝土裂缝控制	112
3.2	防水混凝土施工	114
3.2.1	普通防水混凝土	114
3.2.2	引气剂防水混凝土	121
3.2.3	减水剂防水混凝土	125
3.2.4	膨胀水泥防水混凝土	129
3.3	高强度混凝土施工	132
3.4	轻骨料混凝土施工	134
3.4.1	轻骨料的运输和堆放	134
3.4.2	轻骨料混凝土的搅拌	134
3.4.3	轻骨料混凝土拌合物的运输	134
3.4.4	轻骨料混凝土拌合物的浇灌与成形	135
3.4.5	轻骨料混凝土的养护	135
3.5	泵送混凝土施工	136
3.5.1	泵送混凝土施工准备	136
3.5.2	泵送混凝土的拌制	141
3.5.3	混凝土的运输	142
3.5.4	混凝土的泵送	144
3.5.5	泵送混凝土的浇筑	147
3.5.6	混凝土输送泵及管道的清洗	148

4 现浇结构混凝土施工

149

4.1	混凝土基础浇筑	149
4.1.1	条形基础浇筑	149
4.1.2	杯形基础浇筑	151
4.1.3	现浇桩基础施工	154
4.2	混凝土建筑主体浇筑	155
4.2.1	混凝土柱的浇筑	155
4.2.2	混凝土墙的浇筑	160
4.2.3	混凝土肋形楼梯的浇筑	164
4.2.4	混凝土梁结构施工	166

4.3	悬挑构件、楼梯、圈梁浇筑	169
4.3.1	悬挑构件浇筑	169
4.3.2	楼梯浇筑	170
4.3.3	圈梁浇筑	171
4.4	现浇框架混凝土施工	172
4.4.1	浇筑前的准备	173
4.4.2	模板及钢筋检查	174
4.4.3	现浇框架混凝土工程施工	174

5 预应力混凝土施工

179

5.1	桩和柱的预制	179
5.1.1	桩的预制	179
5.1.2	柱的预制	180
5.2	起重机梁预制	182
5.2.1	预应力 T 形起重机梁预制	182
5.2.2	普通钢筋混凝土起重机梁预制	183
5.3	屋架预制	185
5.3.1	普通钢筋混凝土屋架预制	185
5.3.2	后张法预应力屋架预制	187

6 模板混凝土施工

190

6.1	大模板混凝土施工	190
6.1.1	外墙模板混凝土施工	190
6.1.2	内墙大模板混凝土施工	190
6.1.3	现浇剪力墙结构大模板混凝土施工	196
6.1.4	模板混凝土浇筑	207
6.2	永久性模板安装	208
6.2.1	预应力混凝土薄板模板安装	208
6.2.2	预制双钢筋混凝土薄板模板安装	212
6.3	滑升模板混凝土施工	215
6.3.1	混凝土的配制	215
6.3.2	混凝土运输	216

6.3.3	布料方法	216
6.3.4	混凝土出模强度控制	216
6.3.5	混凝土初凝时间控制	217
6.3.6	浇筑阶段的划分	217
6.3.7	混凝土的浇筑	217
6.3.8	混凝土振捣	218
6.3.9	浇筑时应注意的问题	218
6.3.10	混凝土表面的修补	219
6.3.11	滑模施工混凝土的养护	219
6.4	地下室模板施工	220
6.4.1	模板安装	220
6.4.2	模板拆除	223

7 混凝土季节施工

225

7.1	冬期施工	225
7.1.1	一般规定	225
7.1.2	混凝土冬期施工原材料加热、搅拌、运输和 浇筑	227
7.1.3	混凝土冬期施工中外加剂的应用	229
7.1.4	混凝土蓄热法和综合蓄热法养护	230
7.1.5	混凝土蒸汽养护法	231
7.1.6	电加热法养护混凝土	232
7.1.7	暖棚法施工	235
7.1.8	负温养护法	236
7.1.9	硫铝酸盐水泥混凝土负温施工	237
7.1.10	混凝土冬期施工质量控制及检查	238
7.2	夏季施工	240
7.2.1	高温环境对混凝土的影响	240
7.2.2	混凝土的制备	240
7.2.3	混凝土的输送	241
7.2.4	混凝土的浇筑	241
7.2.5	混凝土的养护	241

7.3 雨季施工	242
7.3.1 雨期施工的基本要求	242
7.3.2 雨期施工准备	242
7.3.3 混凝土工程雨期施工的技术要点	243
7.3.4 雨期施工的安全技术	245

8 混凝土质量控制及缺陷处理

247

8.1 混凝土质量控制	247
8.1.1 原材料质量控制	247
8.1.2 混凝土拌合物质量控制	248
8.1.3 混凝土施工质量控制	250
8.2 混凝土施工缺陷处理	250
8.2.1 蜂窝	250
8.2.2 露筋	251
8.2.3 孔洞	252
8.2.4 缝隙夹渣层	252

参考文献

254

1

混凝土工基本知识



1.1 混凝土的组成材料

混凝土是由水泥、砂、石、水、外加剂及外掺料组成，如图 1-1 所示。

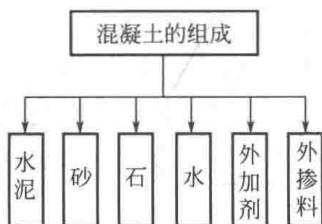


图 1-1 混凝土的组成

1.1.1 水泥

1.1.1.1 水泥的品种及组成成分

(1) 硅酸盐水泥 由硅酸盐水泥熟料、0~5%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称之为硅酸盐水泥。

硅酸盐水泥分为两种类型，不掺石灰石或粒化高炉矿渣的称为Ⅰ型硅酸盐水泥，代号 P·I，如图 1-2 所示；在粉磨时掺加不超过水泥重 5% 的石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称为Ⅱ型硅酸盐水泥，代号 P·II，如图 1-2 所示。

(2) 普通硅酸盐水泥 由硅酸盐水泥熟料、6%~15%混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称之为普通硅酸盐水泥（简称普通水泥），代号 P·O，如图 1-2 所示。

(3) 矿渣硅酸盐水泥 由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水



图 1-2 常用水泥

泥), 代号 $P \cdot S$, 如图 1-2 所示。水泥中粒化高炉矿渣掺加量按照质量百分比计为 $20\% \sim 70\%$ 。

(4) 火山灰质硅酸盐水泥 由硅酸盐水泥熟料和火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为火山灰质硅酸盐水泥 (简称火山灰水泥), 代号 $P \cdot P$ 。水泥中火山灰质混合材料掺加量按质量百分比计为 $20\% \sim 50\%$ 。

(5) 粉煤灰硅酸盐水泥 由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为粉煤灰硅酸盐水泥 (简称粉煤灰水泥), 代号 $P \cdot F$ 。水泥中粉煤灰掺加量按质量百分比计为 $20\% \sim 40\%$ 。

1.1.1.2 常用水泥主要技术要求

(1) 硅酸盐水泥、普通水泥

① 不溶物。Ⅰ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过 0.75% ; Ⅱ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过 1.50% 。

② 烧失量。Ⅰ型硅酸盐水泥中烧失量不得大于 3.0% , Ⅱ型硅酸盐水泥中烧失量不得大于 3.5% 。普通硅酸盐水泥中烧失量不得大于 5.0% 。

③ 氧化镁。水泥中氧化镁的含量不宜超过 5.0% 。若水泥经压蒸安定性试验合格, 则水泥中氧化镁的含量允许放宽到 6.0% 。

④ 三氧化硫。水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5% 。

⑤ 细度。硅酸盐水泥比表面积大于 $300\text{m}^2/\text{kg}$, 普通硅酸盐水泥

80 μ m 方孔筛筛余不得超过 10.0%。

⑥ 凝结时间。硅酸盐水泥初凝不得小于 45min，终凝不得大于 6.5h。普通硅酸盐水泥初凝不得小于 45min，终凝不得大于 10h。

⑦ 安定性。用沸煮法检验必须合格。

⑧ 碱含量。水泥中碱含量应当按照《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 的规定取值。

(2) 矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥

① 氧化镁。熟料中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则熟料中氧化镁的含量允许放宽至 6.0%。

② 三氧化硫。矿渣硅酸盐水泥中三氧化硫的含量不得超过 4.0%；火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

③ 细度。80 μ m 方孔筛筛余不得超过 10.0%。

④ 凝结时间。初凝不得小于 45min，终凝不得大于 10h。

⑤ 安定性。用沸煮法检验必须合格。

⑥ 碱含量。这几种水泥中的碱含量应当按照《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 的规定取值。

常用水泥强度等级及各龄期的抗压强度和抗折强度见表 1-1。

表 1-1 常用水泥强度等级及各龄期的抗压强度和抗折强度

单位：MPa

水泥 品种	代号	强度 等级	抗压强度		抗折强度	
			3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	P·I	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
		42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
		52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	P·II	52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
		62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
		62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0

续表

水泥品种	代号	强度等级	抗压强度		抗折强度	
			3d	28d	3d	28d
普通硅酸盐水泥	P·O	32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
		32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
		42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
		42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
		52.5	22.0	52.5	4.0	6.5
		52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0
矿渣硅酸盐水泥	P·S	32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
		32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
		42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
		52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

1.1.1.3 常用水泥的特性及应用范围

常用水泥的特性及应用范围见表 1-2。

表 1-2 常用水泥的特性及应用范围

类别	特性		应用范围,适用于
	优点	缺点	
硅酸盐水泥	①强度等级高 ②快硬、早期强度高 ③耐冻性好,耐磨性和不透水性好	①水化热较大 ②抗水性差 ③耐腐蚀性差	①配制高强度等级混凝土 ②快硬、早强的工程 ③道路、低温下施工的工程
普通硅酸盐水泥	①早期强度较高 ②抗冻性、耐磨性较好 ③低温凝结时间有所延长 ④抗硫酸盐侵蚀能力有所增强	①耐热性较差 ②耐水性较差 ③耐腐蚀性较差	①地上、地下及水中混凝土、钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土结构 ②配制高强度等级混凝土及早期强度要求高的工程

续表

类别	特性		应用范围,适用于
	优点	缺点	
矿渣硅酸盐水泥	①水化热较小 ②抗硫酸盐侵蚀性好 ③蒸汽养护有较好的效果 ④耐热性较好	①早期强度低,后期强度增长较快 ②耐水性较差 ③抗冻性较差	①地面、地下、水中各种混凝土结构 ②大体积混凝土结构 ③高温车间和有耐热、耐火要求的混凝土结构 ④有抗硫酸盐侵蚀要求的一般工程
火山灰质硅酸盐水泥	①抗渗性较好 ②水化热较小 ③抗硫酸盐侵蚀和耐水性较好	①早期强度低,后期强度增长较快 ②干缩性较大 ③抗冻、抗碳化、耐热性较差	①地下、水下工程、大体积混凝土工程 ②有抗渗要求的工程 ③一般工业和民用建筑
粉煤灰硅酸盐水泥	①水化热较小 ②抗硫酸盐侵蚀性和耐水性较好 ③干缩性较小 ④抗裂性较好	①早期强度低,后期强度增长较快 ②抗冻、抗碳化、耐热性较差	①地上、地下、水中和大体积混凝土工程 ②一般工业和民用建筑 ③有抗硫酸盐侵蚀要求的一般工程

1.1.1.4 水泥的包装及质量检验

(1) 水泥的包装

① 水泥的包装分为袋装和散装两种,袋装水泥每袋净含量为50kg,且不得少于标志质量的98%;随机抽取20袋总重不得少于1000kg。

② 水泥袋上应清晰标明产品名称,代号,净含量,强度等级,生产许可证编号,生产者名称及地址,出厂编号,执行标准号以及包装年、月、日。

③ 掺火山灰质混合材料的矿渣水泥还应标有“掺火山灰”的字样。包装袋两侧应印有水泥名称和强度等级。硅酸盐水泥和普通水泥的印刷采用红色;矿渣水泥采用绿色;火山灰水泥和粉煤灰水泥采用黑色。

④ 当散装运输时,应提交与袋装标志相同内容的卡片。

(2) 水泥的检验

① 水泥进场时，应当对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验，如图 1-3 所示。

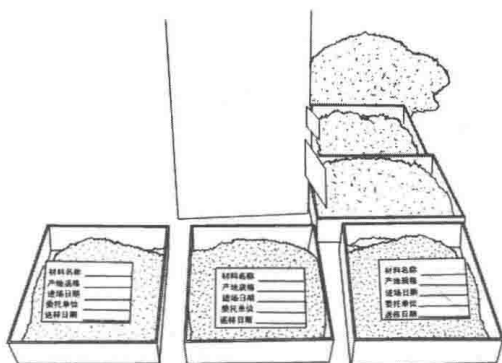


图 1-3 水泥的检验

a. 水泥不合格品判断。凡不溶物、烧失量、氧化镁、三氧化硫、初凝时间以及安定性中任一项不符合标准规定时，均为废品。凡细度、终凝时间中的任一项不符合标准规定或混合材料掺加量超过最大限量和强度低于商品强度等级的指标时均为不合格品。水泥包装标志中水泥品种、强度等级、生产者名称和出厂编号不全的也属于不合格品。

b. 当在使用中对水泥质量产生怀疑或水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）时，应当进行复验，并按照复验结果使用。

② 检查数量。按照同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样不少于一次。

③ 取样方法。从进场水泥的 20 个以上不同部位取等量样品，总重至少 12kg。

④ 标准稠度用水量。标准稠度用水量检验测定可以采用标准法或是代用法，当两种方法结果产生矛盾时，以标准法为准。

⑤ 凝结时间。初凝时间测定采用有效长度为 (50 ± 1) mm、直径为 (1.13 ± 0.05) mm 的圆柱体钢制试针。从水泥全部加入水中起至

试针沉至距试模底板 (4 ± 1) mm 时（此时水泥达到初凝状态）的时间为水泥的初凝时间；试体初凝之后，取试模下的玻璃板，翻转试模，在其下垫上玻璃板，进行湿气养护。临近终凝时，用装有直径 5mm、高 6.4mm 的环形附件试针每隔 15min 测定一次。从水泥全部加入水中起至试针沉入试体 0.5mm 时（环形附件不再在试体上留下痕迹）的时间为水泥的终凝时间。

⑥ 安定性。测定可以采用标准法（雷氏法）或是代用法（试饼法），当两种方法结果产生矛盾时，以标准法（雷氏法）为准。

1.1.2 水

① 混凝土拌和用水（图 1-4）所含物质对混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土不应产生以下有害作用：

- a. 影响混凝土的和易性和凝结；
- b. 有损于混凝土的强度发展；
- c. 降低混凝土的耐久性，加快钢筋腐蚀及导致预应力钢筋脆断；
- d. 污染混凝土表面。

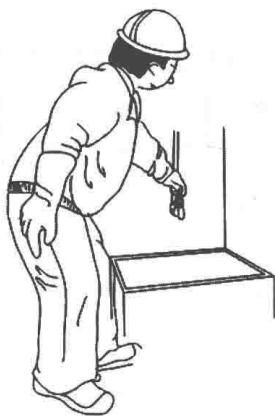


图 1-4 混凝土拌和用水

② 采用待检验水和蒸馏水或符合国家标准的生活用水，试验所得的水泥初凝时间差及终凝时间差均不得超过标准规定的时间 30min。

③ 采用待检验水配制的水泥砂浆或混凝土的 28d 抗压强度，不得低于用蒸馏水或符合国家标准的生活饮用水拌制的对应砂浆或混凝土。