国家示范性高职院校工学结合系列教材

JIANGONG

HUNNINGTUGONGCHENGSHIGONG

混凝土工程施工

（建筑工程技术专业）

王洪健 主编

中国建筑工业出版社

北工职院图书馆
0538907

黑龙江建筑职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

TU755/44

国家示范性高职院校工学结合系列教材

混凝土工程施工

（建筑工程技术专业）

王洪健　主编

北工职业技术学院图书馆
藏书章

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

混凝土工程施工/王洪健主编. —北京：中国建筑工业出版社，2010.11

国家示范性高职院校工学结合系列教材. 建筑工程技术专业

ISBN 978-7-112-12672-9

Ⅰ.①混… Ⅱ.①王… Ⅲ.①混凝土施工-施工技术 Ⅳ.①TU755

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第226978号

本书是根据国家示范性专业建设要求，以职业岗位的工作任务为根本开发的学习领域课程之一，以职业岗位的工作任务为教学载体，注重职业行动能力的培养。

本书共分为钢筋混凝土柱施工、钢筋混凝土墙施工、钢筋混凝土梁板楼梯施工、预应力混凝土结构施工、混凝土工程的季节性施工五个单元，主要介绍了钢筋混凝土构件的材料、加工制作、安装工艺、质量要点以及安全技术等内容。

本书主要作为高职三年制建筑工程技术专业的教学用书，也可作为岗位培训或土建工程技术人员的参考用书。

*　　*　　*

责任编辑：朱首明　李　明

责任设计：赵明霞

责任校对：马　赛　赵　颖

国家示范性高职院校工学结合系列教材

混凝土工程施工

（建筑工程技术专业）

王洪健　主编

*

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

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本：787×1092毫米　1/16　印张：16½　字数：410千字

2011年7月第一版　2011年7月第一次印刷

定价：**33.00**元

ISBN 978-7-112-12672-9

（19942）

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）

前　言

本书根据国家示范性专业建设的总体要求编写。编写过程中借鉴了国内外先进的职业教育理念和经验，以职业岗位的典型工作任务为依据进行课程开发，重新确定职业行动领域，经过分析归纳提炼得出了学习领域课程。本书以主题学习单元构建学习情境，以工作任务为教学载体，以采用行动导向的教学方法为宜，以职业行动能力的培养为重。

全书共分为钢筋混凝土柱施工、钢筋混凝土墙施工、钢筋混凝土梁板楼梯施工、预应力混凝土工程施工、混凝土工程的季节性施工五个单元，主要介绍了钢筋混凝土构件的材料、加工制作、安装工艺、质量要点以及安全技术等内容。为突出职业工作的特点，每个单元均以职业工作中的任务为载体，其中单元一划分为材料进场及验收组织、柱钢筋制作安装、柱模板安装、柱混凝土浇筑施工四个任务；单元二划分为墙钢筋制作安装、墙模板安装两个任务；单元三划分为梁板模板安装、梁板钢筋制作安装、梁板混凝土浇筑施工、钢筋混凝土楼梯施工四个任务；单元四划分为预应力的建立与应用、后张有粘结预应力混凝土梁施工、无粘结预应力混凝土施工三个任务；单元五划分为混凝土工程的雨期施工、混凝土工程的冬期施工两个任务。其中单元一、单元四及单元五由黑龙江建筑职业技术学院李顺秋教授编写；单元二由黑龙江建筑职业技术学院李晓枫副教授编写；单元三由黑龙江建筑职业技术学院王洪健教授编写。本教材由黑龙江建筑职业技术学院王洪健教授主编，由黑龙江建筑职业技学院李晓枫任副主编，由黑龙江中铁房地产开发有限公司陶永野高级工程师主审。陶永野高级工程师对本教材提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

目　录

单元一　钢筋混凝土柱施工 …… 1
任务一　材料进场及验收组织 …… 1
一、钢筋 …… 1
二、混凝土组成材料 …… 4
复习思考题 …… 20
完成任务要求 …… 21
任务二　柱钢筋制作安装 …… 21
一、钢筋下料计算的基本原理和方法 …… 21
二、柱钢筋的配料 …… 24
三、钢筋配料单与料牌 …… 24
四、柱钢筋的加工 …… 25
复习思考题 …… 41
完成任务要求 …… 41
任务三　柱模板安装 …… 41
一、55 型组合钢模板 …… 42
二、胶合板模板 …… 54
三、木模板 …… 59
四、玻璃钢圆柱模板 …… 60
五、圆柱钢模 …… 62
六、模板隔离剂 …… 63
复习思考题 …… 65
完成任务要求 …… 65
任务四　柱混凝土浇筑施工 …… 65
一、混凝土的制备 …… 66
二、混凝土的运输 …… 71
三、混凝土的浇筑与振捣 …… 73
四、混凝土的养护 …… 75
复习思考题 …… 76
完成任务要求 …… 76
单元二　钢筋混凝土墙施工 …… 77
任务一　墙钢筋制作安装 …… 77
一、钢筋的基本信息 …… 77

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

二、墙钢筋的配料 …… 85
三、墙钢筋加工 …… 87
四、墙钢筋的绑扎与安装 …… 89
复习思考题 …… 92
完成任务要求 …… 92
任务二 墙模板安装 …… 93
一、墙模板材料 …… 94
二、大型钢模板 …… 113
三、爬升模板 …… 127
复习思考题 …… 138
完成任务要求 …… 138
单元三 钢筋混凝土梁板楼梯施工 …… 139
任务一 梁板模板安装 …… 139
一、梁板模板的构造组成 …… 139
二、梁板模板材料的选择 …… 139
三、梁板模板的配板设计 …… 153
四、模板的拆除及质量检查 …… 160
复习思考题 …… 163
完成任务要求 …… 163
任务二 梁板钢筋制作安装 …… 164
一、梁板钢筋的构造 …… 164
二、梁板钢筋检验与存放 …… 170
三、梁板钢筋调直与除锈 …… 171
四、梁板钢筋配料 …… 172
五、梁板钢筋加工与安装 …… 176
复习思考题 …… 179
完成任务要求 …… 179
任务三 梁板混凝土浇筑施工 …… 179
一、混凝土的组成材料 …… 180
二、混凝土的配料 …… 183
三、混凝土的运输 …… 186
四、混凝土的浇筑与振捣 …… 188
五、混凝土的养护 …… 198
六、混凝土的质量检验 …… 201
复习思考题 …… 201
完成任务要求 …… 201
任务四 钢筋混凝土楼梯施工 …… 202
一、楼梯的施工组织 …… 202
二、楼梯施工 …… 203

复习思考题 …… 204
完成任务要求 …… 204
单元四 预应力混凝土工程施工 …… 205
任务一 预应力的建立与应用 …… 205
一、预应力的基本原理 …… 205
二、预应力的应用效果 …… 205
三、预应力混凝土的分类 …… 206
复习思考题 …… 208
完成任务要求 …… 208
任务二 后张有粘结预应力混凝土梁施工 …… 208
一、预应力钢材 …… 209
二、锚具 …… 210
三、张拉设备 …… 215
四、施工工艺 …… 216
复习思考题 …… 221
完成任务要求 …… 221
任务三 无粘结预应力混凝土施工 …… 221
一、无粘结预应力筋的制作、包装及运输 …… 221
二、锚具及张拉设备 …… 223
三、无粘结预应力混凝土现浇结构施工 …… 225
四、预应力混凝土质量检查与安全措施 …… 235
复习思考题 …… 237
完成任务要求 …… 237
单元五 混凝土工程的季节性施工 …… 238
任务一 混凝土工程的雨期施工 …… 238
一、雨期施工特点 …… 238
二、雨期施工的基本要求 …… 238
三、雨期施工准备 …… 239
四、混凝土工程雨期施工的技术要点 …… 239
五、雨期施工的安全技术 …… 239
复习思考题 …… 240
完成任务要求 …… 240
任务二 混凝土工程的冬期施工 …… 240
一、冬期施工的特点、原则和施工准备 …… 240
二、混凝土工程冬期施工原理及临界强度 …… 241
三、混凝土工程冬期施工的一般要求 …… 241
四、混凝土工程的冬期养护方法 …… 243
五、混凝土强度的测算 …… 251
六、混凝土温度测量和质量检查 …… 252

复习思考题 …… 253
完成任务要求 …… 253
参考文献 …… 254

单元一　钢筋混凝土柱施工

任务一　材料进场及验收组织

【引导问题】

1. 钢筋混凝土结构主要应用哪些材料?

2. 当原材料进场时已有合格证明，是否还需要检验?

【工作任务】

调查实际工程的材料进场验收的内容、程序和组织，编制水泥、钢筋进场验收要点报告。

【学习参考资料】

1.《建筑施工技术》姚谨英主编;

2.《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002);

3.《建筑施工手册》(第四版);

4. 网络资源库。

一、钢筋

1. 钢筋的种类规格

混凝土结构用的普通钢筋，可分为两类：热轧钢筋和冷加工钢筋（冷轧带肋钢筋、冷轧扭钢筋、冷拉螺旋钢筋）。冷拉钢筋与冷拔低碳钢丝已被逐渐淘汰。

热轧钢筋是经热轧成型并自然冷却的成品钢筋。分为热轧光圆钢筋和热轧带肋钢筋两种。热轧光圆钢筋应符合国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》（GB 13013—1991）的规定。热轧带肋钢筋应符合国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》（GB 1499—1998）的规定。热轧钢筋的强度等级按照屈服强度（MPa）分为235级、335级、400级、500级。《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）中规定：普通钢筋宜采用热轧带肋钢筋 HRB400 级和 HRB335 级，也可采用热轧光圆钢筋 HPB235 级和余热处理钢筋 RRB400 级；并提倡用 HRB400 级（即新Ⅲ级）钢筋作为我国钢筋混凝土结构的主力钢筋。目前，有的建筑工程中还采用了冷轧带肋钢筋和冷轧扭钢筋。

钢筋随强度和硬度的升高，塑性则逐级降低。HPB235 级（相当原Ⅰ级）钢筋为光圆钢筋，HRB 335 级（相当原Ⅱ级）、HRB 400 级（新Ⅲ级）钢筋为刻痕钢筋，表面有人字纹、月牙纹和螺旋纹几种。一般 ϕ10 以下钢筋卷成圆盘，大于 ϕ12 钢筋则轧成 6～12m 长的直条。

热轧带肋钢筋的外形如图 1-1 所示。热轧钢筋的直径、横截面面积和重量见

表 1-1。热轧钢筋牌号和化学成分（熔炼分析），应符合表 1-2 的规定。热轧钢筋的力学性能应符合表 1-3 的规定。

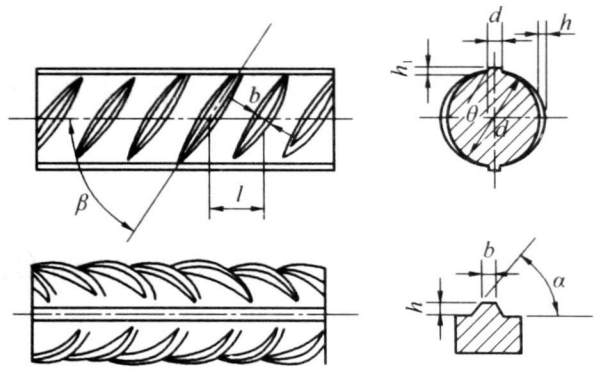

图 1-1　月牙肋钢筋表面及截面形状

α—横肋斜角；h—横肋高度；β—横肋与轴线夹角；h_1—纵肋高度；θ—纵肋斜角；d—纵肋顶宽；l—横肋间距；b—横肋顶宽

热轧钢筋的直径、横截面面积和重量　　**表 1-1**

公称直径（mm）	内径（mm）	纵、横肋高 h_1、h_2（mm）	公称横截面面积（mm^2）	理论重量（kg/m）
6	5.8	0.6	28.27	0.222
8	7.7	0.8	50.27	0.395
10	9.6	1.0	78.54	0.617
12	11.5	1.2	113.1	0.888
14	13.4	1.4	153.9	1.21
16	15.4	1.5	201.1	1.58
18	17.3	1.6	254.5	2.00
20	19.3	1.7	314.2	2.47
22	21.3	1.9	380.1	2.98
25	24.2	2.1	490.9	3.85
28	27.2	2.2	615.8	4.83
32	31.0	2.4	804.2	6.31
36	35.0	2.6	1018	7.99
40	38.7	2.9	1257	9.87
50	48.5	3.2	1964	15.42

注：1. 表中理论重量按密度为 7.85g/cm^3 计算；

2. 重量允许偏差：直径 6～12mm 为±7%，14～20mm 为±5%，22～50mm 为±4%。

热轧钢筋的化学成分　　**表 1-2**

强度等级代号	牌号	化学成分（%）							
		C	Si	Mn	V	Nb	Ti	P	S
								不大于	
HPB235	Q235	0.14～0.22	0.12～0.30	0.30～0.65	—	—	—	0.045	0.050
HRB335	20MnSi	0.17～0.25	0.40～0.80	1.20～1.60	—	—	—	0.045	0.045
	20MnSiV	0.17～0.25	0.20～0.80	1.20～1.60	0.04～0.12	—	—	0.045	0.045
HRB400	20MnSiNb	0.17～0.25	0.20～0.80	1.20～1.60	—	0.02～0.04	—	0.045	0.045
	20MnTi	0.17～0.25	0.17～0.37	1.20～1.60	—	—	0.02～0.05	0.045	0.045

热轧钢筋的力学性能　　表 1-3

表面形状	强度等级代号	公称直径 d（mm）	屈服点 σ_s（MPa）	抗拉强度 σ_b（MPa）	伸长率 δ_5（%）	冷弯		符号
			不小于			弯曲角度	弯心直径	
光圆	HPB235	8～20	235	370	25	180°	d	Φ
月牙肋	HRB335	6～25 28～50	335	490	16	180° 180°	$3d$ $4d$	Φ
	HRB400	6～25 28～50	400	570	14	180° 180°	$4d$ $5d$	Φ
	HRB500	6～25 28～50	500	630	12	180° 180°	$6d$ $7d$	

注：1. HRB500 级钢筋尚未列入《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）；

2. 采用 $d>40$mm 钢筋时，应有可靠的工程经验。

2. 钢筋进场验收存放

钢筋的质量合格与否，直接影响结构的使用安全。故应重视钢筋进厂验收和质量检查工作。

进场钢筋应有出厂质量证明书或实验报告单（合格证）。每捆（盘）钢筋均应有标牌，并按品种、批号与直径分批检查和验收。钢筋进场验收的内容有查对标牌、外观检查以及按有关规定抽取试样进行机械性能试验，合格后方可使用。

热轧钢筋进场时每批由同一牌号、同一炉罐号、同一规格的钢筋组成，重量不大于 60t。允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇筑方法的不同炉罐号组成混合批，但各炉罐号含碳量之差不得大于 0.02%，含锰量之差不大于 0.15%。

（1）外观检查

从每批钢筋中抽取 5%进行外观检查。钢筋表面不得有裂纹、结疤和折叠。钢筋表面允许有凸块，但不得超过横肋的高度，钢筋表面上其他缺陷的深度和高度不得大于所在部位尺寸的允许偏差。钢筋可按实际重量或公称重量交货。当钢筋按实际重量交货时，应随机抽取 10 根（6m 长）钢筋称重，如重量偏差大于允许偏差，则应与生产厂家交涉，以免损害用户利益。

（2）力学性能试验

钢筋抽样检验（二次复试）时，从每批钢筋中任选两根钢筋，每根取两个试件分别进行拉伸试验（包括屈服点、抗拉强度和伸长率）和冷弯试验。

拉伸、冷弯、反弯试验试件不允许进行车削加工。计算钢筋强度时，采用公称横截面面积。反弯试验时，经正向弯曲后的试件应在 100℃下保温不少于 30min，经自然冷却后再进行反向弯曲。当供方能保证钢筋的反弯性能时，正弯后的试件也可在室温下直接进行反向弯曲。

如有一项试验结果不符合表 1-3 的要求，则从同一批中另取双倍数量的试件重做各项试验。如仍有一个试件不合格，则该批钢筋为不合格品。

在钢筋加工过程中，如发现脆断、焊接性能不良或机械性能异常时，则应进

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

行钢筋的化学成分检验或其他专项检验。

运入施工现场的钢筋，必须严格按批分等级、牌号、直径、长度挂牌存放，并注明数量，不得混淆。钢筋应尽量堆入仓库或料棚内。条件不具备时，应选择地势较高、土质坚实、平坦的露天场地存放。在仓库或场地周围挖排水沟，以利泄水。堆放时钢筋下面要加垫木，距离地面不宜少于200mm，以防钢筋锈蚀和污染。

钢筋成品要分工程名称和构件名称，按号码顺序存放。同一项工程与同一构件的钢筋要存放在一起，按号挂牌排列，牌上注明构件名称、部位、钢筋类型、尺寸、钢号、直径、根数，不能将几项工程的钢筋混放在一起。同时不要和产生有害气体的车间靠近，以免污染和腐蚀钢筋。

二、混凝土组成材料

混凝土主要是由胶凝材料、水、细骨料、粗骨料按适当比例配合，经过均匀拌制、密实成型及养护硬化而成的人工石材。有时根据需要可掺入外加剂或矿物掺合料。

混凝土按施工工艺分主要有：预拌混凝土、现场搅拌混凝土、离心成型混凝土、喷射混凝土、泵送混凝土等；按拌合料的流动度分有：干硬性混凝土、半干硬性混凝土、塑性混凝土、流动性混凝土、大流动性混凝土、自流平混凝土等。本单元着重介绍一般工业与民用建筑、构筑物等以水泥为胶凝材料的普通混凝土。

1. 水泥

(1) 常用水泥的种类和选用

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1-4。常用水泥的选用见表1-5。

常用水泥的种类　　**表1-4**

项次	水泥名称	标准编号	原　料	代号	特　性	强度等级
1	硅酸盐水泥	GB 175—2007	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—2007	硅酸盐水泥熟料、活性混合材掺量为＞5%且≤20%）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	42.5、42.5R、52.5、52.5R
3	矿渣硅酸盐水泥	GB 175—2007	硅酸盐水泥熟料和20%～70%粒化高炉矿渣，矿渣掺量20%～50%的，代号为P.S.A型；矿渣掺量为50%～70%的，代号为P.S.B型	P·S·A P·S·B	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

续表

项次	水泥名称	标准编号	原　料	代号	特　性	强度等级
4	火山灰质硅酸盐水泥	GB 175—2007	硅酸盐水泥熟料和20%～40%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
5	粉煤灰硅酸盐水泥	GB 175—2007	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
6	复合硅酸盐水泥	GB 175—2007	硅酸盐水泥熟料、20%～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

常用水泥的选用　　**表 1-5**

混凝土工程特点或所处环境条件		优先选用	可以使用	不得使用
环境条件	在普通气候环境中的混凝土	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	
	在干燥环境中的混凝土	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
	在高湿度环境中或永远处在水下的混凝土	矿渣硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥	
	严寒地区的露天混凝土、寒冷地区的处在水位升降范围内的混凝土	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
	严寒地区处在水位升降范围内的混凝土	普通硅酸盐水泥		火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥
	受侵蚀性环境水或侵蚀性气体作用的混凝土	根据侵蚀性介质的种类、浓度等具体条件按专门（或设计）规定选用		
	厚大体积的混凝土	粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥	硅酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥

续表

混凝土工程特点或所处环境条件		优先选用	可以使用	不得使用
环境条件	要求快硬的混凝土	快硬硅酸盐水泥、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
	高强（大于C60）的混凝土	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
	有抗渗性要求的混凝土	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥		不宜使用矿渣硅酸盐水泥
	有耐磨性要求的混凝土	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

（2）水泥的验收与保管

水泥进场时应对其品种、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，其质量必须符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》（GB 175—2007）等的规定。

水泥进场时应检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。为能及时得知水泥强度，可按《水泥强度快速检验方法》（ZBQ11004）预测水泥28d强度。

水泥进场抽样检验按同一生产厂家、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。

当在使用中对水泥质量有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，应进行复验，并按复验结果使用。

钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中，严禁使用含氯化物的水泥。

入库的水泥应按品种、强度等级、出厂日期分别堆放，并树立标志。做到先到先用，并防止混掺使用。

为了防止水泥受潮，现场仓库应尽量密闭。包装水泥存放时，应垫起离地约30cm，离墙亦应在30cm以上。堆放高度一般不要超过10包。临时露天暂存水泥也应用防雨篷布盖严，底板要垫高，并采取防潮措施。

水泥贮存时间不宜过长，以免结块降低强度。常用水泥在正常环境中存放三个月，强度将降低10%～20%；存放六个月，强度将降低15%～30%。为此，水泥存放时间按出厂日期起算，超过三个月应视为过期水泥，使用时必须重新检验确定其强度等级。

水泥不得和石灰石、石膏、白垩等粉状物料混放在一起。

2. 砂

（1）砂的种类

砂按其产源可分天然砂、人工砂。由自然条件作用而形成的，粒径在5mm以下的岩石颗粒，称为天然砂。天然砂可为河砂、湖砂、海砂和山砂。人工砂又分机制砂、混合砂。机制砂是由机械破碎、筛分制成的，粒径小于4.75mm的岩石

颗粒，但不包括软质岩、风化岩石的颗粒。混合砂是由机制砂和天然砂混合制成的砂。

砂按粒径可分为粗砂、中砂和细砂，目前是以细度模数来划分粗砂、中砂和细砂，习惯上仍用平均粒径来区分，见表 1-6。

砂　的　分　类　　**表 1-6**

粗细程度	细度模数 μ_f	平均粒径（mm）
粗砂	3.7～3.1	0.5 以上
中砂	3.0～2.3	0.35～0.5
细砂	2.2～1.6	0.25～0.35

（2）砂的技术要求

1）颗粒级配

混凝土用砂按 0.630mm 筛孔的累计筛余量可分为三个级配区，见表 1-7。

砂的颗粒级配应处于表中的任何一个区域内。配制混凝土时宜优先选用Ⅱ区砂。Ⅱ区宜用于强度等级 C30～C60 及有抗冻、抗渗或其他要求的混凝土；Ⅰ区宜用于强度等级大于 C60 的混凝土；Ⅲ区宜用于强度等级小于 C30 的混凝土和建筑砂浆。

对于泵送混凝土用砂，宜选用中砂。

砂颗粒级配区　　**表 1-7**

筛孔尺寸（mm）	级配区		
	Ⅰ区	Ⅱ区	Ⅲ区
	累计筛余（%）		
10.00	0	0	0
5.00	10～0	10～0	10～0
2.50	35～5	25～0	15～0
1.25	65～35	50～10	25～0
0.63	85～71	70～41	40～16
0.315	95～80	92～70	85～55
0.16	100～90	100～90	100～90

2）砂的质量要求

砂的质量应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》(JGJ 52—2006)，具体要求见表 1-8。

砂的质量要求　　**表 1-8**

质　量	项　目		质量指标
含泥量（按重量计%）	混凝土强度等级	≥C60	≤2.0
		≤C25	≤5.0
泥块含量（按重量计%）		≥C60	≤0.5
		≤C25	≤2.0

续表

质　量	项　目		质量指标	
有害物质限量	云母含量（按重量计%）		≤2.0	
	轻物质含量（按重量计%）		≤1.0	
	硫化物及硫酸盐含量（折算成 SO_3 按重量计%）		≤1.0	
	有机物含量（用比色法试验）		颜色不应深于标准色，如深于标准色，则应按水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验，抗压强度比不应低于0.95	
坚固性	混凝土所处的环境条件	在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	循环后重量损失（%）	≤8
		其他条件下使用的混凝土		≤10

（3）砂的验收、运输和堆放

1）验收

生产单位应按批对产品进行质量检验。在正常情况下，机械化集中生产的天然砂，以400m³或600t为一批。人工分散生产的以200m³或300t为一检验批。不足上述规定者也以一批检验。每批至少应进行颗粒级配和含泥量检验。如为海砂，还应检验其氯盐含量。在发现砂的质量有明显变化时，应按其变化情况随时进行取样检验。

砂产量比较大，而产品质量比较稳定时，可进行定期的在新产源开发前，应对产品按有关要求进行全面检验。

砂的使用单位的质量检测报告内容应包括：委托单位；样品编号；工程名称；样品产地和名称；代表数量；检测条件；检测依据；检测项目；检测结果；结论等。

砂的数量验收，可按重量或体积计算。测定重量可用汽车地量衡或船舶吃水线为依据。

测定体积可按车皮或船的容积为依据。用其他小型工具运输时，可按量方确定。

2）运输和堆放

砂在运输、装卸和堆放过程中，应防止离析和混入杂质，并应按产地、种类和规格分别堆放。

3. 石子

普通混凝土所用的石子可分为碎石和卵石。由天然岩石或卵石经破碎、筛分而得的粒径大于5mm的岩石颗粒，称为碎石；由自然条件作用而形成的粒径大于5mm的岩石颗粒，称为卵石。

（1）石子的技术要求

1）颗粒级配

碎石和卵石的颗粒级配，应符合表1-9的要求。

碎石或卵石的颗粒级配范围　　**表 1-9**

级配情况	公称粒径（mm）	累计筛余按重量计（%）										
		筛孔尺寸（圆孔筛）（mm）										
		2.50	5.00	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	63.0	80.0	100
连续粒级	5～10	95～100	80～100	0～15	0								
	5～16	95～100	90～100	30～60	0～10	0							
	5～20	95～100	90～100	40～70		0～10	0						
	5～25	95～100	90～100		30～70		0～5	0					
	5～31.5	95～100	90～100	70～90		15～45		0～5	0				
	5～40		95～100	75～90		30～65			0～5	0			
单粒级	10～20		95～100	85～100		0～15	0						
	16～31.5		95～100		85～100			0～10	0				
	20～40			95～100		80～100			0～10	0			
	31.5～63				95～100			75～100	45～75		0～10	0	
	40～80					95～100			70～100		30～60	0～10	0

注：公称粒级的上限为粒级的最大粒径。

单粒级宜用于组合成具有要求级配的连续级配，也可与连续级配混合使用，以改善其级配或配成较大粒度的连续级配。不宜用单一的单粒级配制混凝土。如必须单独使用，则应做技术经济分析，并通过试验证明不会发生离析或影响混凝土的质量。

2）石子质量要求

石子质量应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验标准》（JGJ 52—2006），具体要求见表 1-10。

石 子 质 量 要 求　　**表 1-10**

质量项目			质量指标
针、片状颗粒含量，（按重量计%）	混凝土强度等级	≥C30	≤15
		≤C30	≤25
含泥量（按重量计%）		≥C30	≤1.0
		≤C30	≤2.0
泥块含量（按重量计%）		≥C30	≤0.5
		≤C30	≤0.7

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com