

混凝土结构实用构造手册

严正庭 严 捷 编

中国建筑工业出版社

前 言

本手册依据《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)及其1993年、1996年两次局部修订,以及有关设计标准,并总结了多年来在土建工程设计中的经验和经过实践应用的最新科研成果,同时也吸取了一些国外可供借鉴的建筑构造措施和实例编写而成。

全书共分19章:总则、材料、一般构造要求、板、梁、柱、多层建筑、高层建筑、基础、支撑、单层工业建筑、预制构件、设备基础、工业炉基础、地沟、楼梯、预埋件、YG型胀锚螺栓、射钉,在内容上包括:工业与民用、抗震及非抗震等混凝土结构在具体工程设计中的构造。

由于本手册内容较多,编写工作量大,又限于编者水平,难免有错误和不妥之处,敬请广大读者指正。本手册有部分图表,由严立工程师协助编制,在此特致谢意。

(京)新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构实用构造手册/严正庭, 严捷编. —北京:
中国建筑工业出版社, 1997
ISBN 7-112-03245-8

I. 混… I. ①严… ②严… III. 混凝土结构-手册
IV. TU37-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 04923 号

本手册是根据《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)及其1993年、1996年两次局部修订和有关设计标准编写而成的。共有十九章和九个附录。主要介绍工业与民用建筑的板、梁、柱、框架、基础、支撑、预制构件、设备基础、工业炉基础、地沟、楼梯、预埋件、YG型胀锚螺栓、射钉等钢筋混凝土结构的构造、连接和抗震构造要求。

本手册可供土建专业设计及施工人员使用,也可供土建专业科研人员 and 大专院校师生参考。

* * *

责任编辑: 咸大庆
责任设计: 彭路路
责任校对: 张虹

混凝土结构实用构造手册

严正庭 严捷 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 44½ 字数: 1139 千字

1997年7月第一版 1997年7月第一次印刷

印数: 1—3000册 定价: 63.00元

ISBN 7-112-03245-8

TU·2494 (8388)

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)

目 录

第一章 总则	1	第十三节 板中抗冲切钢筋布置	94
第一节 基本原则	1	第十四节 板上小型设备基础	94
第二节 抗震设计的原则	2	第十五节 现浇密肋板	96
第二章 材料	5	第十六节 无粘结预应力混凝土 现浇板	99
第一节 水泥	5	第十七节 预应力混凝土叠合板	99
第二节 混凝土外加剂	7	第十八节 人防叠合板	101
第三节 混凝土	11	第五章 梁	104
第四节 钢筋	18	第一节 梁的截面尺寸	104
第五节 钢板与型钢	32	第二节 梁的支承长度	105
第六节 焊条	35	第三节 梁腹有圆形孔洞的梁	105
第三章 一般构造要求	39	第四节 梁腹有矩形孔洞的梁	112
第一节 一般规定	39	第五节 梁的纵向受力钢筋	124
第二节 防震缝、伸缩缝和沉降缝	42	第六节 梁的弯起钢筋	129
第三节 施工缝	43	第七节 梁的箍筋	132
第四节 混凝土保护层	48	第八节 梁的纵向构造钢筋	138
第五节 钢筋的锚固	49	第九节 悬臂梁	139
第六节 钢筋的接头	52	第十节 几种截面梁配筋	139
第七节 纵向钢筋最小配筋百分率	54	第十一节 圈梁	140
第八节 预应力混凝土结构构件的构造 要求	55	第十二节 垫块	141
第九节 预应力筋锚具、夹具和连接器	58	第十三节 连续梁的支托	142
第十节 钢筋表示方法及型钢标注方法	69	第十四节 深梁	142
第十一节 常用构件代号	77	第六章 柱	155
第四章 板	79	第一节 柱截面形式	155
第一节 板的基本要求	79	第二节 截面尺寸的确定	155
第二节 板的支承长度及连接	81	第三节 纵向钢筋	159
第三节 受力钢筋	82	第四节 箍筋	161
第四节 分布钢筋	82	第五节 纵向受力钢筋的接头	170
第五节 构造负筋	83	第六节 铰接排架柱的外形	171
第六节 受力钢筋的锚固	84	第七节 肩梁、腹杆及人孔配筋	174
第七节 板中受力钢筋的弯起	84	第八节 牛腿	177
第八节 板的分离式配筋	86	第九节 单层厂房拼接柱	178
第九节 板的弯起式配筋	88	第七章 多层建筑	182
第十节 悬臂板配筋	90	第一节 结构选型与布置	182
第十一节 无梁楼盖	91	第二节 框架结构的抗震措施	183
第十二节 板上孔洞的加固	92	第三节 长柱框架	186

第四节	长柱框架实例	195	第八节	民用建筑框架短柱	440
第五节	短柱框架	202	第九节	工业建筑框架短柱	442
第六节	升板结构	213	第十节	钢牛腿	445
第七节	升板结构实例	222	第十一节	天沟板	447
第八章	高层建筑	234	第十二节	双 T 板	448
第一节	剪力墙的一般要求	234	第十三节	实心板	455
第二节	一般剪力墙的构造	235	第十四节	槽形板	456
第三节	底层大空间剪力墙结构	238	第十五节	大楼板	459
第四节	框架-剪力墙结构	239	第十六节	走道板	463
第五节	楼板与剪力墙的连接构造	240	第十七节	肋形墙板	471
第六节	筒体结构的布置	240	第十三章	设备基础	481
第七节	筒体结构的构造	251	第一节	一般规定	481
第九章	基础	253	第二节	地脚螺栓	481
第一节	刚性基础	253	第三节	高强无收缩灌浆料	486
第二节	钢筋混凝土独立基础构造	254	第四节	用波纹螺旋套管的地脚螺栓预留孔 工法	493
第三节	基础短柱构造	256	第五节	地脚螺栓(预留孔)及锚固 型式	497
第四节	预制柱与杯口基础的连接	258	第六节	轧钢设备基础	527
第五节	现浇柱与基础的连接	259	第七节	破碎机及磨机基础	535
第六节	钢柱基础	261	第八节	汽轮机组和电机基础	541
第七节	钢筋混凝土条形基础	271	第九节	活塞式压缩机基础	542
第八节	筏板基础	272	第十四章	工业炉基础	544
第九节	壳体基础	274	第一节	一般要求	544
第十节	箱形基础	275	第二节	转炉基础	544
第十一节	桩基础	278	第三节	电炉基础	550
第十章	支撑	298	第四节	加热炉基础	554
第一节	支撑的分类	298	第十五章	地沟	560
第二节	支撑构造	299	第一节	一般要求	560
第三节	支撑布置	301	第二节	地沟构造尺寸	560
第四节	支撑设计	311	第三节	地沟配筋	562
第十一章	单层工业建筑	316	第四节	地沟坡道及踏步	563
第一节	柱网布置	316	第五节	隔热、防水、防火措施	564
第二节	厂房高度	316	第十六章	楼梯	567
第三节	抗震一般要求	317	第一节	一般要求	567
第四节	构件连接	317	第二节	楼梯类型	568
第十二章	预制构件	345	第三节	板式楼梯	569
第一节	屋架	345	第四节	梁式楼梯	570
第二节	托架	366	第五节	悬挑式楼梯	572
第三节	屋面梁	373	第十七章	预埋件	586
第四节	吊车梁	387	第一节	预埋件构造	586
第五节	天窗架	413	第二节	预埋件的计算	593
第六节	工业建筑叠合梁	429			
第七节	墙托梁、防风梁及基础梁	435			

第三节 预埋件节点	606	附录七 桥式起重机资料	685
第四节 吊环	638	附表 11 5t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	685
第五节 预埋件的施工要求	639	附表 12 5t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	686
第十八章 YG 型胀锚螺栓	642	附表 13 10t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	687
第一节 YG 型胀锚螺栓使用范围	642	附表 14 10t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	688
第二节 YG 型胀锚螺栓钻孔的直径和 深度	642	附表 15 16/3t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	689
第三节 YG 型胀锚螺栓强度设计值	644	附表 16 16/3t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	690
第四节 YG 型胀锚螺栓制造要求	645	附表 17 20/5t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	
第五节 埋设胀锚螺栓注意事项	645	附表 18 20/5t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	692
第十九章 射钉	647	附表 19 32/5t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	693
第一节 射钉技术	647	附表 20 32/5t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	694
第二节 基本参数	651	附表 21 50/10t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	695
第三节 设计与应用	651	附表 22 50/10t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	696
第四节 施工要点与注意事项	656	附表 23 75/20t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (一)	697
第五节 应用举例	657	附表 24 75/20t 通用电动吊钩桥式起重机 技术规格 (二)	698
第六节 特种钢钉	658	附表 25 100/20t 通用电动吊钩桥式 起重机技术规格	699
附录	660	附录八 每 1cm 长直角角焊缝的承载力 设计值	700
附录一 常用钢材截面特性表	660	附表 26 每 1cm 长直角角焊缝的承载力 设计值	700
附表 1 热轧等边角钢截面特性表	660	附录九 非法定计量单位与法定计量单位 的换算关系表	701
附表 2 热轧不等边角钢截面特性表	663	附表 27 非法定计量单位与法定计量 单位的换算关系表	701
附表 3 热轧普通工字形钢截面特性表	667	参考文献	702
附表 4 热轧普通槽钢截面特性表	669		
附表 5 热轧宽翼缘 H 型钢截面特性表	670		
附表 6 热轧窄翼缘 H 型钢截面特性表	673		
附表 7 轻轨、重轨、起重机钢轨截面 特性表	674		
附录二 常用钢筋截面面积表	675		
附表 8 钢筋的计算截面面积及公称 质量表	675		
附表 9 钢绞线的公称截面面积 及公称质量表	675		
附录三 每米长钢板质量表	676		
附表 10 每米长钢板质量表	676		
附录四 全国重点抗震城市	683		
附录五 我国需考虑远震影响的城镇	683		
附录六 地震基本烈度十度区建筑抗震设防 暂行规定 (89) 建抗字第 426 号	684		

第一章 总 则

第一节 基 本 原 则

一、混凝土结构构造应做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。

二、混凝土结构的构造尚应保证构件的制作条件、耐久性，并要求钢筋与混凝土共同工作。

三、本手册适用于非地震设防区及抗震设防烈度为6~9度地区的一般建筑设计，对钢筋混凝土装配整体式框架节点与连接，适用于非地震设防区及抗震设防烈度为6~8度地区的丙类及丙类以下的钢筋混凝土装配整体式房屋。

四、按本手册的构造要求进行混凝土结构设计时，除应符合《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)外，尚应符合下列国家标准及行业标准：

1. 《建筑结构设计统一标准》(GBJ 68—84)；
2. 《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》(GBJ 83—85)；
3. 《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87)；
4. 《建筑抗震设计规范》(GBJ 11—89)；
5. 《钢结构设计规范》(GBJ 17—88)；
6. 《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7—89)；
7. 《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—92)；
8. 《钢筋混凝土高层建筑结构与施工规程》(JGJ 3—91)；
9. 《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)；
10. 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》(JGJ/T 92—93)；
11. 《建筑结构制图标准》(GBJ 105—87)；
12. 《钢筋混凝土深梁设计规程》(CECS39 : 92)；
13. 《冷拔钢丝预应力混凝土构件设计与施工规程》(JGJ 19—92)；
14. 《V形折板屋盖设计与施工规程》(JGJ/T21—93)；
15. 《混凝土结构400MPaⅢ级钢筋应用技术规程》(YB9072—93)；
16. 《钢筋混凝土装配整体式框架节点与连接设计规程》(CECS 43 : 92)；
17. 《高层建筑箱形基础设计及施工规程》(JGJ 6—80)；
18. 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》(JGJ 95—95)；
19. 《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89) · 1993年局部修订；
20. 《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89) · 1993年局部修订；
21. 《多层厂房楼盖抗微振设计规范》(GB50190—93)；
22. 《建筑钢结构焊接规程》(JGJ 81—91)；

23. 《钢筋混凝土升板结构技术规范》(GBJ 130—90)。

五、在选用构件标准图和通用图时,应优先采用国家标准图及地区通用图,并结合工程具体情况,对构件的设计进行必要的修改及补充,以保证结构设计质量。

六、建筑物的结构设计应符合《建筑设计防火规范》(GBJ16—87),对高层建筑还应符合《高层民用建筑防火规范》(GBJ 45—82)中有关条文的要求,根据建筑物的耐火等级,正确选用建筑结构构件的燃烧性能和耐火极限。

七、根据建筑结构破坏可能产生的后果(危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等)的严重性,采用不同的安全等级。

1. 《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)规定,建筑结构按表 1-1 划分为三个安全等级。

建筑结构的的安全等级 表 1-1

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一 级	很 严重	重要的工业与民用建筑物
二 级	严 重	一般的工业与民用建筑物
三 级	不 严重	次要的建筑物

注:对有特殊要求的建筑物,其安全等级可根据具体情况另行确定。

建筑物中各类结构使用阶段的安全等级,宜与整个结构安全等级相同,对其中部分结构构件的安全等级,可根据其重要程度(破坏后果的严重程度)适当调整,但一切构件的安全等级在各个阶段不得低于三级。

注:1. 屋架、托架的安全等级应提高一级;

2. 承受恒载为主的轴心受压柱、小偏心受压柱,其安全等级应提高一级。

3. 预制钢筋混凝土构件在施工阶段的安全等级,可按其使用阶段的安全等级降低一级。

2. 《建筑地基基础设计规范》(GB17—89)规定,建筑结构按表 1-2 划分为三个安全等级。

建筑结构的的安全等级 表 1-2

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一 级	很 严重	重要的工业与民用建筑物,20层以上的高层建筑,体型复杂的14层以上的高层建筑;对地基变形有特殊要求的建筑物;单桩承受的荷载在4000kN以上的建筑物
二 级	严 重	一般的工业与民用建筑物
三 级	不 严重	次要的建筑物

第二节 抗震设计的原则

一、需要抗震设防的建筑物应根据其重要性,按表 1-3 确定其建筑类别及其设防标准。

建筑类别及其设防标准

表 1-3

建筑类别	建筑的重要性	抗震措施	地震作用计算
甲类	特殊要求的建筑,如遇地震破坏会导致严重后果(如产生放射性物质的污染,剧毒气体的扩散,大爆炸和其他政治、经济、社会的重大影响等)的建筑,应按国家规定的批准权限报请批准执行	特殊考虑	按专门研究的地震动参数
乙类	国家重点抗震城市的生命线工程的建筑(如医疗、广播、电视、通讯、交通枢纽、供水、供电、供气、消防、粮食等)。应按批准的城市抗震防灾规划或有关部门的批准文件执行	提高一度(9度时可适当提高)	按原设防烈度
丙类	甲、乙、丁类以外的一般建筑	原设防烈度	按原设防烈度
丁类	次要的建筑,如遇地震破坏,不易造成人员伤亡和较大经济损失的建筑等	降低一度(6度时可不降低)	按原设防烈度

注:国家重点抗震城市见附录四。

二、建筑物结构的抗震设计应按表 1-4 规定的设防水准及其相应的概率水平进行。

设防水准及其概率水平

表 1-4

水准	涵义	要 求	设计基准期内的超越概率
第一水准	小震不坏	当遭受低于本地区设防烈度的多遇地震影响时,一般不受损坏或不需修理仍可继续使用	多遇地震对应的众值烈度的 63.2%
第二水准	中震可修	当遭受本地区设防烈度的地震影响时,可能损坏,经一般修理或不需修理仍可继续使用	基本烈度 10%
第三水准	大震不倒	当遭受高于本地区烈度的罕遇地震影响时,不致倒塌或发生危及生命的严重破坏	罕遇地震对应的烈度 2~3%

三、对于抗震设防烈度为 10 度地区和行业有特殊要求的建筑抗震设计,应按《地震基本烈度十度区建筑抗震设防暂行规定》(89)建抗字第 426 号文件(见附录六)执行。

四、为使建筑物具有足够的抗震能力,达到“三个水准”的基本要求。设计中应充分贯彻“概念设计”的原则。

1. 选择建筑场地时,宜选择有利于抗震的地段,避开不利于抗震的地段和危险地段。采取措施保证地基稳定性,并避免产生共振的可能;

2. 结构平面布置应力求简单、均匀、对称、规则。并使水平作用线尽量靠近平面的抗侧刚度中心,以减少扭转影响;

3. 建筑物应尽量避免竖向体型复杂、外挑内收、突然变化。竖向质量分布和刚度变化应力求均匀、连续、规则,楼层不宜错层;

4. 结构体系应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径,应使结构的抗震分析更符合结构地震时的实际状态;

5. 加强空间整体性,设置多道抗震防线,应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结

构体系丧失抗震能力；

6. 抗震结构体系应具备必要的强度、良好的变形能力和耗能能力。保证构件的延性，避免脆性破坏。并采取措施防止结构失稳和倾覆；

7. 结构体系宜具有合理的刚度和强度分布，避免因局部削弱或突变形成薄弱部位，产生过大的应力集中或塑性变形集中；对结构受力关键部位，可能出现的薄弱部位、施工操作有一定困难的部位以及今后在使用上可能变化的部位，应采取加强措施提高抗震能力，以确保安全；

8. 抗震结构各构件之间应有可靠和合理的连接和锚固，其连结和锚固性能不应低于其连接构件的承载力，并应能保证地震时结构的稳定；

9. 尽量减轻结构自重，采用轻质建筑材料，降低其重心位置，以减小地震作用影响；

10. 应充分考虑非结构构件的变形对结构抗震的不利影响，应与主体结构有可靠的连接或锚固，避免地震时伤人或砸坏重要设备。

第二章 材 料

第一节 水 泥

一、水泥按其用途及性能分为三类：

1. 通用水泥 用于一般土木建筑工程的水泥；
2. 专用水泥 专门用途的水泥；
3. 特种水泥 某种性能比较突出的水泥。

二、水泥按其在水硬性物质名称分为：

1. 硅酸盐水泥，即国外通称的波特兰水泥；
2. 铝酸盐水泥；
3. 硫铝酸盐水泥；
4. 氟铝酸盐水泥；
5. 以火山灰性或潜在水硬性材料以及其他活性材料为主要成分的水泥。

三、需要在水泥命名中标明的主要技术特性划分如下：

1. 快硬性 分为快硬和特快硬两类；
2. 水化热 分为中热和低热两类；
3. 抗硫酸盐性 分为抗硫酸盐和高抗硫酸盐两类；
4. 膨胀性 分为膨胀和自应力两类；
5. 耐高温性 铝酸盐水泥的耐高温性以水泥中氧化铝含量分级。

四、常用水泥国家标准见表 2-1。

常用水泥国家标准表

表 2-1

项 次	水 泥 名 称	水 泥 标 准
1	硅酸盐水泥	GB175—65
2	普通硅酸盐水泥	
3	快硬硅酸盐水泥	GB199—90
4	中热硅酸盐水泥	GB200—89
5	低热矿渣硅酸盐水泥	
6	高铝水泥	GB201—81
7	抗硫酸盐硅酸盐水泥	GB748—83
8	矿渣硅酸盐水泥	GB1344—85
9	火山灰质硅酸盐水泥	
10	粉煤灰硅酸盐水泥	

续表

项 次	水 泥 名 称	水 泥 标 准
11	白色硅酸盐水泥	GB2015—80
12	低热微膨胀水泥	GB2938—82
13	砌筑水泥	GB3183—82

五、常用五种水泥标号见表 2-2。

常用五种水泥标号

表 2-2

项次	水泥品种	标 号					
		—	—	425	525	625	725
1	硅酸盐水泥	—	—	425	525	625	725
2	普通硅酸盐水泥	275	325	425	525	625	725
3	矿渣硅酸盐水泥	275	325	425	525	625	—
4	火山灰硅酸盐水泥	275	325	425	525	625	—
5	粉煤灰硅酸盐水泥	275	325	425	525	625	—

六、常用水泥各龄期强度最低数值见表 2-3。

常用水泥各龄期强度最低数值

表 2-3

水泥标号	硅酸盐水泥			普通水泥			矿渣、火山灰、 粉煤灰水泥	
	3d	7d	28d	3d	7d	28d	7d	28d
抗压强度 (N/mm ²)								
225	—	—	—	—	13.0	22.5	11.0	22.5
275	—	—	—	—	16.0	27.5	13.0	27.5
325	—	—	—	12.0	19.0	32.5	15.0	32.5
425	18.0	27.0	42.5	16.0	25.0	42.5	21.0	42.5
525	23.0	34.0	52.5	21.0	32.0	52.5	29.0	52.5
625	29.0	43.0	62.5	27.0	41.0	62.5	—	—
抗折强度 (N/mm ²)								
225	—	—	—	—	2.8	4.5	2.3	4.5
275	—	—	—	—	3.3	5.0	2.8	5.0
325	—	—	—	2.5	3.7	5.5	3.3	5.5
425	3.4	4.6	6.4	3.4	4.6	6.4	4.2	6.4
525	4.2	5.4	7.2	4.2	5.4	7.2	5.0	7.2
625	5.0	6.2	8.0	5.0	6.2	8.0	—	—

七、配制混凝土常用的水泥品种按表 2-4 采用。

常用水泥选用表

表 2-4

混凝土工程特点或所处环境条件	优先可用	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	
	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(标号 ≥ 325)	矿渣硅酸盐水泥(标号 ≥ 325)	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(标号 ≥ 425)		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		
工程特点	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
	要求快硬混凝土	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C40)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(标号 ≥ 325)	矿渣硅酸盐水泥(标号 ≥ 325)	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥

注: 蒸气养护时用的水泥品种, 宜根据具体条件通过试验确定。

第二节 混凝土外加剂

一、混凝土外加剂是一种在混凝土搅拌前或搅拌中加入的, 用以改善混凝土性能的材料, 掺量不大于水泥用量的 5% (特殊情况除外)。

二、混凝土外加剂按其主要功能分为四类:

1. 改善混凝土拌合物流变性能的外加剂。包括各种减水剂、引气剂和泵送剂等;
2. 调节混凝土凝结时间, 硬化性能的外加剂。包括缓凝剂、早强剂和速凝剂;
3. 改善混凝土耐久性的外加剂。包括引气剂、防水剂和阻锈剂等;
4. 改善混凝土其它性能外加剂。包括加气剂、膨胀剂、防冻剂、着色剂、防水剂和泵

送剂等。

三、混凝土外加剂的名称和定义

1. 普通减水剂

在混凝土坍落度基本相同的条件下，能减少拌合用水量的外加剂。

2. 早强剂

加速混凝土早期强度发展的外加剂。

3. 缓凝剂

延长混凝土凝结时间的外加剂。

4. 引气剂

在搅拌混凝土过程中能引入大量均匀分布、稳定而封闭的微小气泡的外加剂。

5. 高效减水剂

在混凝土坍落度基本相同的条件下，能大幅度减少拌合用水量的外加剂。

6. 早强减水剂

兼有早强和减水功能的外加剂。

7. 缓凝减水剂

兼有缓凝和减水功能的外加剂。

8. 引气减水剂

兼有引气和减水功能的外加剂。

9. 能降低混凝土在静水压力下的透水性的外加剂。

10. 阻锈剂

能抑制或减轻混凝土中钢筋或其它预埋金属锈蚀的外加剂。

11. 加气剂

混凝土制备过程中因发生化学反应，放出气体，而使混凝土中形成大量气孔的外加剂。

12. 膨胀剂

能使混凝土中产生一定体积膨胀的外加剂。

13. 防冻剂

能使混凝土在负温下硬化，并在规定时间内达到足够防冻、强度的外加剂。

14. 着色剂

能制备具有稳定色彩混凝土的外加剂。

15. 速凝剂

能使混凝土迅速凝结硬化的外加剂。

16. 泵送剂

能改善混凝土拌合物泵送性能的外加剂。

四、混凝土中掺用的外加剂，应符合下列要求：

1. 外加剂的品种及掺量必须根据对混凝土性能的要求、施工及气候条件、混凝土所采用的原材料及配合比等因素经试验确定；

2. 外加剂的质量应符合现行国家标准的要求；

3. 在蒸气养护的混凝土和预应力混凝土中，不宜掺用引气剂或引气减水剂。

五、冬期浇灌的混凝土，宜采用引气剂，含气量应为 3~5%，以提高混凝土的抗冻性

能。

六、各种混凝土用外加剂参考表见表 2-5。

各种混凝土用外加剂参考表 表 2-5

使用场合	使用的主要目的	适用的外加剂
水泥用量集中的单位	节省水泥	普通减水剂，如木质素磺酸钙
高强混凝土	提高混凝土强度	非引气型高效减水剂，如 NF、FDN、UNF-5、CRS、SM 等
早强混凝土	提高早期强度	夏季：高效减水剂，如 AF、NF、UNF-2、SM-2 等 冬季：早强减水剂，如 S 型、金星系列早强剂 H 型、NC、3F 等
流态混凝土	提高和易性	非引气型高效减水剂，如 NF、FDN、UNF-5、SN-2、CRS、SM、AF 等
泵送混凝土	提高可泵性	引气型减水剂，如木质素磺酸钙，也可用 AF、JN、FFT 等高效减水剂
大体积混凝土	缓凝降低水泥初期水化热	(1) 缓凝减水剂，如木钙、糖蜜、DH ₄ 等； (2) 缓凝剂，如柠檬酸
防水混凝土	提高抗渗性	(1) 引气减水剂，如木钙； (2) 引气剂，如 PC-2； (3) 膨胀剂； (4) 三乙醇胺； (5) 氯化铁防水剂
冬季施工	早 强	(1) 早强减水剂，如 UNF-4、S 型、金星系列早强剂、H 型等； (2) 减水剂与早强剂复合使用； (3) 早强剂，如 Na ₂ SO ₄ 、NaCl、CaCl ₂ 等
	防 冻	(1) 抗冻剂，如 NON-F、MN-F、AN 等； (2) 早强剂+防冻剂； (3) 减水剂+早强剂+防冻剂； (4) 引气减水剂+早强剂+防冻剂； (5) 早强剂+防冻剂+阻锈剂
夏季施工	缓 凝	(1) 缓凝减水剂，如糖蜜； (2) 缓凝剂
蒸汽养护混凝土	节 能	(1) 早强减水剂，如 UNF-4、S 型、NSZ 等； (2) 高效减水剂，如 FDN、UNF-5、NF、SN-2、AF 等； (3) 早强剂，如硫酸钠
自然养护的预制混凝土构件	提高产量	夏季：高效减水剂，如 AF、NF、UNF-2、SN-2 等 冬季：早强减水剂，如 S 型、NSZ、UNF-4 等
	节省水泥	夏季：普通减水剂，如木钙 冬季：早强减水剂，木钙复合 Na ₂ SO ₄ 等

续表

使用场合	使用的主要目的	适用的外加剂
大模板施工	提高混凝土和易性及早期强度	夏季：(1) 普通减水剂，如木钙； (2) 高效减水剂，如 AF、JN、UNF-2 等； 冬季：(1) 早强减水剂； (2) 减水剂与早强剂复合使用
滑动模板施工	夏季：缓凝（便于滑升和抹平）	普通减水剂，如糖蜜、木钙等
	冬季：早强	(1) 高效减水剂，如 AF、JN 等； (2) 早强减水剂
灌浆料	提高流动性、无收缩、早强、高强	(1) 减水剂+膨胀剂，如 FDN0.5%+明矾石膨胀剂 20%； (2) 膨胀剂
喷射混凝土	速凝、提高混凝土的粘结力及强度	(1) 减水剂+速凝剂 如：NF+速凝剂 (2) 速凝剂，如红星一型，782 型、711 型等
商品混凝土	节省水泥	普通减水剂，如木质素磺酸钙等
	保证施工和易性	缓凝减水剂，如糖蜜 高效减水剂，如 UNF-2、JN、AF
受碱类作用的混凝土	提高耐久性	引气高效减水剂及高效减水剂，如建-1 型、FDN、AF 等
耐冻融混凝土	提高耐久性	(1) 引气剂，如 PC-2； (2) 引气减水剂，如萘系减水剂与引气剂复合
大跨度预应力混凝土结构	提高混凝土强度等级	非引气型高效减水剂，如 FDN、NF、UNF 等
钢筋密集的构筑物	提高和易性，改善浇筑质量	(1) 普通减水剂，如木钙等 (2) 高效减水剂，如 AF 等
港工混凝土	提高耐久性	(1) 引气减水剂，如萘系减水剂与引气剂复合；建 1 型 JN、AF 等； (2) 引气剂，如 PC-2
补偿收缩混凝土	提高抗裂性、抗渗性等	膨胀剂，如明矾石膨胀剂
钢丝网水泥船	取消蒸养提高产量	夏季：高效减水剂，如 AF、UNF-2、FDN、NF 等； 冬季：S 型、NSZ 早强高效减水剂，高效减水剂复合 0.5~1.0%（水泥重）硫酸钠
振动挤压混凝土管	提高产品质量	高效减水剂，如 SM、UNF-2 等
硅酸盐自应力混凝土管	节省自应力水泥，缩短蒸养时间	高效减水剂，如 AF
成组立模	改善和易性，提高劳动生产率	高效减水剂

续表

使用场合	使用的主要目的	适用的外加剂
灌注桩基础	提高和易性	(1) 高效减水剂, 如 AF、FDN 等; (2) 减水剂, 如木钙等;
坑道现浇混凝土支护	提高早期及后期强度	高效减水剂, 如 CRS、AF 等
建筑砂浆	节省石灰膏	微沫剂
冻结井筒混凝土井壁	早强、抗冻、高强	(1) 高效减水剂, 如 NF、建 1 型、AF 等; (2) 0.05% 三乙醇胺+1%NaCl+1%NaNO ₂

第三节 混 凝 土

一、混凝土结构的混凝土最低强度等级, 一般应按表 2-6 采用。

混凝土结构的混凝土最低强度等级

表 2-6

结 构 种 类		混凝土强度等级	
素混凝土结构	垫层及填充用混凝土	C7.5	
	现浇式结构	C10	
	装配式结构	C15	
钢筋混凝土结构	配 I 级钢筋的结构	C15	
	配 II 级钢筋的结构	C20	
	配冷轧带肋钢筋的结构	C20	
	承受重复荷载的结构	C20	
	叠合梁、板的叠合层	C20	
	剪力墙	C20	
	二、三级抗震等级的梁、柱、框架节点	C20	
	一级抗震等级的梁、柱、框架节点	C30	
	有侵蚀介质作用的结构	现浇式结构	C20
		装配式结构	C30
处于露天或室内高湿度环境中的结构	非主要承重构件	C20	
	主要承重构件	C25	
预应力混凝土结构	配碳素钢丝、刻痕钢丝的构件	C40	
	配钢绞线、热处理钢筋的构件	C40	
	配其它预应力钢筋的构件	C30	