

建筑结构设计及工程应用丛书

多高层混凝土结构

设计及工程应用

李 静 朱炳寅 编著

中国建筑工业出版社

建筑(11C)目録索引

北京一、著錄項詳末、情李、用高界工又行發研結土凝混用高

8005、特請出工工業部中

(計从價就時工工工工工)

1287 378-112-1080-2

建筑结构设计及工程应用丛书

1. 第... II. 李... 朱... 著

多高层混凝土结构设计及工程应用

李静 朱炳寅 编著

李静 朱炳寅
李静 朱炳寅
李静 朱炳寅

李静 朱炳寅
李静 朱炳寅
李静 朱炳寅

李静
朱炳寅
李静

北京天大建筑设计有限公司
北京天大建筑设计有限公司

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 25.5 字数: 300千字
2008年11月第一版 2008年11月第一次印刷
定价: 48.00元 册数: 1-3200册

中国建筑工业出版社

北京天大建筑设计有限公司
北京天大建筑设计有限公司
北京天大建筑设计有限公司

图书在版编目(CIP)数据

多高层混凝土结构设计及工程应用/李静,朱炳寅编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2008
(建筑结构设计及工程应用丛书)
ISBN 978-7-112-10307-2

I. 多… II. ①李…②朱… III. ①多层建筑-钢筋混凝土结构-结构设计②高层建筑-钢筋混凝土结构-结构设计 IV. TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 131122 号

为了帮助刚从事结构设计、或者从事结构设计不久的设计人员尽快地熟悉、掌握和灵活应用规范,巩固结构设计的基本概念,正确地建立计算模型,合理、经济地进行结构方案和施工图设计,快速解决结构设计过程中经常遇到的实际问题,本书结合混凝土结构的基本理论和规范的相关条文说明,对规范的相应条款予以剖析,同时将规范的复杂内容及枯燥的规范条文变为直观明了的相关图表。本书同时也可以为施工监察和管理人员了解设计意图提供方便。

本书可供新参加建筑设计工作的毕业生或从事建筑设计工作不久的结构设计人员,大、中专院校土建专业高年级学生,施工技术人员和管理人员以及工程监理人员参考。

责任编辑:赵梦梅 刘瑞霞 刘婷婷

责任设计:赵明霞

责任校对:安东 陈晶晶

建筑结构设计及工程应用丛书
多高层混凝土结构设计及工程应用
李 静 朱炳寅 编著

*

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
北京天成排版公司制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 $\frac{3}{4}$ 字数: 568 千字
2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷
印数: 1—3500 册 定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-10307-2
(17110)

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)

“建筑结构设计及工程应用丛书”出版说明

随着我国建设事业的迅猛发展，需要越来越多素质高、实践能力强的建设人才。高等院校已为学生打下坚实的理论及其应用的基础，但从学校到社会实践还需学生向有经验的工程人员学习，并结合实践磨练和提高。在技术日新月异、专业纷繁交错的今天，即使已有一些经验的工程人员，也要不断巩固已有的理论，吸收新的知识和借鉴别人的经验。我社早年出版过一套“建筑结构基本知识丛书”，供在职的初级技术人员学习参考应用，且随着我国建筑工程技术人员水平的提高而经多次修订，但今日的要求远非昔日可比，这套丛书已不能满足今日走向社会的大学生和在职人员的需要。

为了沟通理论与实践、学校教育与社会实际，我社在清华大学、浙江大学、中国建筑科学研究院、中国建筑设计研究院等多所高等院校和研究设计单位部分具有深厚理论基础和丰富实践经验的教授和高级工程师大力支持下，对上述丛书重新组织，编写了这套“建筑结构设计及工程应用丛书”，目的是给新参加建筑结构设计的大专院校学生，以及建筑结构设计、施工、监理人员提供参考。

丛书内容本着加深对基本概念和基本理论的理解，淡化理论计算分析过程的推导，着重理论分析与工程实践的联系，尤其突出从理论、规范规定到在实际工程中的具体应用，以及对实际问题包括电算结果的判断与分析，尽量介绍一些在实践中已得到广泛应用的实用分析方法和简捷设计图表，以求指出一条通向实践的方便之路。

本丛书包括以下 10 个分册：

- ◆ 《钢筋混凝土结构设计及工程应用》
- ◆ 《预应力混凝土结构设计及工程应用》
- ◆ 《砌体结构设计及工程应用》
- ◆ 《钢结构设计及工程应用》
- ◆ 《轻型钢结构设计及工程应用》
- ◆ 《建筑结构抗震设计及工程应用》
- ◆ 《多高层混凝土结构设计及工程应用》
- ◆ 《建筑地基基础设计及工程应用》
- ◆ 《建筑加固与改造》
- ◆ 《工程力学》

希望本丛书的出版能对即将从事建筑结构设计的大学生给予引导，对正在从事建筑结构设计的人员进一步提高提供参考。在设计、施工专家们的支持下，我社将会组织出版更多实用的技术丛书，以满足广大工程技术人员需要。

中国建筑工业出版社

前言

现就本书的适用范围、编制依据、编制意图和方式等方面作如下说明：

一、适用范围

本书的内容主要适用于非预应力钢筋混凝土多层和高层建筑结构。

二、编制依据

本书的内容主要以以下五本结构设计规范、规程和有关文件为依据：

- [1] 《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2002)——以下简称“荷载规范”；
- [2] 《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)——以下简称“抗震规范”；
- [3] 《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)——以下简称“混凝土高规”；
- [4] 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)——以下简称“混凝土规范”；
- [5] 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)——以下简称“基础规范”。

三、本书的编写方式说明

(一) 关于“注”

“注”主要是对一些名词、变量、参数进行概念说明或给出计算方法；或是在容易错误理解的地方提醒读者。

(二) 对规范规定的理解

对规范规定的含义予以剖析，辅之以必要的图表使规范要求清晰明了。

(三) 常见问题及设计建议

对执行规范过程中所遇到的相关问题予以分析，并指出在设计工作中所遇到的难以避免的问题。

对执行规范过程中遇到的问题提出编者的设计建议。需要指出的是，此部分内容为编者依据相关规范、资料及设计经验而得出的，读者应根据工程的具体情况结合当地经验参考采用，当相关规范、规程有新的补充规定时应以规范、规程的新规定为准。

(四) 相关索引【】

列出相关内容的规范、规程出处，便于对照应用。

限于编者水平，不妥之处请予指正。

目录

第1章 概述	1
1.1 多高层房屋结构的概念	1
1.2 多高层房屋结构设计的依据	1
1.3 结构材料的选用	2
1.4 多高层房屋结构设计的内容及流程	8
1.5 常见的多高层钢筋混凝土结构体系简介	9
第2章 结构设计总体问题	11
2.1 结构的功能	11
2.2 极限状态	12
2.3 以概率理论为基础的极限状态设计法	12
2.4 正常使用极限状态验算规定	16
2.5 结构的刚度与变形控制	18
2.6 结构的抗倾覆与整体稳定	19
2.7 抗震设计相关概念、方法及规定	21
2.8 房屋适用高度和高宽比	30
2.9 风荷载下舒适度验算	31
2.10 相关问题的讨论及设计建议	33
第3章 合理的结构布置	48
3.1 结构力求对称、均匀,减小扭转效应,避免薄弱部位	48
3.2 结构竖向要等强,避免罕遇地震作用下的严重破坏	57
3.3 相关问题的讨论及设计建议	59
第4章 框架结构设计	61
4.1 框架结构构件布置	61
4.2 框架结构在水平力作用下的受力和变形特点	64
4.3 框架的延性设计	65
4.4 框架梁设计	66

4.5	框架柱设计	90
4.6	梁柱节点核心区设计	115
4.7	锚固和连接	116
4.8	保护层厚度	124
4.9	非结构构件	125
4.10	相关问题的讨论及设计建议	125
第5章 剪力墙结构设计 128		
5.1	剪力墙结构布置	128
5.2	剪力墙结构的受力和变形特点及设计计算要求	131
5.3	剪力墙墙肢设计	133
5.4	连梁设计	148
5.5	相关问题的讨论及设计建议	151
第6章 框架-剪力墙结构设计 159		
6.1	框架-剪力墙结构的组成和适用范围	159
6.2	框架-剪力墙结构整体受力变形特点	160
6.3	框架-剪力墙结构布置及设计要求	161
6.4	相关问题的讨论及设计建议	167
第7章 纯板柱结构及板柱-剪力墙结构 170		
7.1	板柱结构的组成、受力特点和适用范围	170
7.2	板柱结构布置及设计要求	171
第8章 框架-核心筒结构 175		
8.1	框架-核心筒结构的组成、受力特点和适用范围	175
8.2	框架-核心筒结构布置及设计构造要求	176
8.3	设计相关问题的讨论与设计建议	179
第9章 筒中筒结构 181		
9.1	筒中筒结构的组成、受力特点和适用范围	181
9.2	筒中筒结构布置及设计构造要求	183
9.3	筒中筒结构与框架-核心筒结构的区别	184
第10章 复杂高层建筑结构 185		
10.1	部分框支剪力墙结构的组成、受力特点和适用范围	185
10.2	部分框支剪力墙结构构件布置	186
10.3	部分框支剪力墙计算分析要求	188

10.4	部分框支剪力墙构造要求	192
10.5	错层结构	197
10.6	连体结构	198
10.7	多塔楼结构	199
10.8	结构设计相关问题的讨论与设计建议	200
第11章 楼盖结构 204		
11.1	楼盖结构的作用	204
11.2	楼盖结构形式及特点	204
11.3	楼盖结构的选型	205
11.4	楼板的设计方法	206
11.5	楼板的计算要求	206
11.6	楼板的构造要求	207
第12章 地基与基础 211		
12.1	基础设计计算要点	211
12.2	天然地基	221
12.3	独立基础	239
12.4	条形基础	260
12.5	筏形及箱形基础	268
12.6	桩基础	293
第13章 结构分析与计算 326		
13.1	基本原则	326
13.2	计算简图的处理	341
13.3	结构的重力二阶效应及结构稳定	343
13.4	结构电算分析	345
13.5	相关问题的讨论与设计建议	352
参考文献		355

第 1 章

概 述

1.1 多高层房屋结构的概念

钢筋混凝土结构由于造价低、取材方便、耐久性和耐火性好、维护费用低、可模性好、整体性好等优点，目前在房屋建筑、地下结构、桥梁隧道、水工海港等土木工程中是应用最广泛的一种结构。本书讨论的多高层房屋建筑主要指的是钢筋混凝土结构类型的房屋建筑，以民用建筑为主，不涉及工业建筑。

多、高层结构的差别主要是层数和高度。多层房屋指的是 10 层以下，同时房屋高度不超过 28m 的民用建筑。高层房屋指 10 层(含 10 层)以上的房屋，或房屋高度超过 28m 的民用建筑。但多、高层结构从设计计算上来说，没有太多实质性的区别，都要抵抗竖向及水平荷载作用。只是对于高层结构而言，风、地震等水平荷载作用的影响更明显，对结构的抗侧能力提出了更多的要求，抗侧设计成为结构设计要考虑的主要问题。

1.2 多高层房屋结构设计的依据

结构设计的依据主要包括：

(1) 要遵循现行有关建筑结构设计的国家规范、规程、标准，以及一些地方性的规范标准。

对于多高层混凝土房屋结构设计，一般要遵循以下规范、标准或规程：

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)(简称“统一标准”)

《建筑工程抗震分类标准》(GB 50223—2004)(简称“抗震分类标准”)

《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)(简称“荷载规范”)

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)(简称“混凝土规范”)

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)(简称“抗震规范”)

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)(简称“基础规范”)

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)(简称“混凝土高规”)

《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)(简称“桩基规范”)

《高层建筑箱形与筏形基础技术规范》(JGJ 6—99)(简称“箱筏规范”)

《全国民用建筑工程设计技术措施 结构》(简称“结构技术措施”)

《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006)(简称“防火规范”)

《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95)(简称“高层防火规范”)

《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(简称“勘察规范”)

《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ 01—501—92)(简称“北京基础规范”)

(2) 建筑物所在地与结构专业设计有关的自然条件,包括风荷载、雪荷载、楼(屋)面使用荷载及地震基本情况等。

作用在结构上的自重、楼(屋)面使用荷载、风荷载、雪荷载一般应按现行“荷载规范”的规定确定。当结构构件进行抗震设计时,地震作用及其他荷载值还应按现行“抗震规范”的规定确定。

(3) 工程地质勘察报告,包括工程所在地的地震基本烈度、建筑场地类别、地基液化判别;工程地质和水文地质条件、地基土冻胀性和融陷情况等。

(4) 建设方提出的符合有关法规、标准的与结构有关的书面要求。

(5) 批准的方案设计文件。

1.3 结构材料的选用

1.3.1 材料强度

(1) 混凝土规范规定:钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C15;当采用 HRB335 级钢筋时,混凝土强度等级不宜低于 C20;当采用 HRB400 和 RRB400 级钢筋以及承受重复荷载的构件,混凝土强度等级不得低于 C20。

(2) “抗震规范” 3.9.2-2 条规定,混凝土结构材料应符合下列规定:

1) 混凝土的强度等级,框支梁框支柱及抗震等级为一级的框架梁柱节点核芯区不应低于 C30;构造柱芯柱圈梁及其他各类构件不应低于 C20。

2) 抗震等级为一、二级的框架结构,其纵向受力钢筋采用普通钢筋时,钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值(习惯称其为“强屈比”)不应小于 1.25;且钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值(又称“屈强比”)不应大于 1.3。

1.3.2 耐久性要求

(1) 混凝土结构的耐久性应根据环境类别和设计使用年限进行设计。环境类别分为一、二、三、四、五类,见表 1.3-1。

混凝土结构的环境类别【“混凝土规范”表 3.4.1】

表 1.3-1

环境类别	条件	备注
一	室内正常环境	
二	a	1) 室内潮湿环境可理解为相对湿度大于 60% 的环境。 2) 严寒地区指: 累年最冷月平均温度低于或等于 -10℃ 的地区。 3) 寒冷地区指: 累年最冷月平均温度高于 -10℃、低于或等于 0℃ 的地区。
	b	
三	使用除冰盐的环境; 严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境; 滨海室外环境	
四	海水环境	
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境	

讨论：关于建筑外防水做法对混凝土结构环境类别的影响。

由于地下建筑外防水材料的有效使用年限远小于结构使用年限，同时考虑影响建筑外防水有效性的因素很多，因此，在确定地下室混凝土结构环境类别时一般不考虑建筑防水层的作用。对地面以上可更换建筑防水层的部位，有可靠经验时可适当考虑其对混凝土结构环境的有利影响。

(2) 对常见的一、二、三类环境，设计使用年限为 50 年的结构，其混凝土耐久性应符合表 1.3-2 的规定。

结构混凝土耐久性的基本要求【“混凝土规范”表 3.4.2】

表 1.3-2

环境类别	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m ³)	最低混凝土 强度等级	最大氯离子含量 (%)	最大碱含量 (kg/m ³)	
一	0.65	225	C20	1.0	不限制	
二	a	0.60	250	C25	0.3	3.0
	b	0.55	275	C30	0.2	3.0
三	0.50	300	C30	0.1	3.0	

注：1. 混凝土碱含量的计算方法见《混凝土碱含量限值标准》(CECS 53:93)的规定；

2. 当混凝土中加入活性掺合料或能提高耐久性的外加剂时，可适当降低最小水泥用量(一般情况下上述外加剂可取代等量水泥)。

讨论：在混凝土结构耐久性设计中可采取的有效措施：

- 1) 限制混凝土的水灰比；
- 2) 适当提高混凝土的强度等级；
- 3) 保证混凝土的抗冻性能；
- 4) 提高混凝土的抗渗能力；
- 5) 合理使用环氧涂层钢筋；
- 6) 构造上避免积水；
- 7) 构件表面增加防护层使构件不直接承受环境作用；
- 8) 规定构件的维修年限或局部更换等。

(3) 设计使用年限为 100 年的结构，或环境类别为四、五类，或有抗冻、抗渗要求时，其混凝土还应符合“混凝土规范”3.4.3~3.4.6 条及 3.4.8 条的相关规定。三类环境中，受力钢筋还要遵循“混凝土规范”3.4.7 条的规定。

1.3.3 常用结构材料

1. 常用水泥品种及适用范围(表 1.3-3)

常用水泥的品种、特性及适用范围

表 1.3-3

水泥品种	强度等级	特 性	适 用 范 围	不适用范围
硅酸盐水泥(纯熟料水泥)	32.5, 42.5, 52.5, 62.5	强度等级高、早强、快硬、抗冻性好，耐磨性和不透水性好。水化热高，抗水性差，耐腐蚀性差	快硬、早强工程，低温下施工的工程。用于配制高强度混凝土	大体积混凝土工程，地下工程

续表

水泥品种	强度等级	特 性	适 用 范 围	不适用范围
普通硅酸盐水泥 (普通水泥)	32.5, 42.5, 52.5, 62.5	与硅酸盐水泥相比, 抗硫酸盐能力提高, 但早期强度增加有所减少, 抗冻性、耐磨性稍有下降	地上、地下工程, 包括需要早强、受冻融循环的工程	大体积混凝土工程, 地下工程, 耐热工程
矿渣硅酸盐水泥 (矿渣水泥)	32.5, 42.5, 52.5	与硅酸盐水泥相比, 水化热降低, 耐热性提高, 抗硫酸盐能力增强。但干缩性大, 保水性、抗冻性较差, 早期强度增进率降低	一般地上、地下、水中各种混凝土工程, 大体积混凝土工程, 耐热工程	需要早强、冻融循环或干湿交替的工程
火山灰质硅酸盐水泥(火山灰水泥)	32.5, 42.5, 52.5	与硅酸盐水泥相比, 水化热降低, 保水性提高, 抗硫酸盐能力增强。但干缩性大, 需水量大, 抗冻性较差, 早期强度增进率降低	一般地下、水中各种混凝土工程, 大体积混凝土工程	气候干燥地区工程, 需要早强、冻融循环或干湿交替的工程
粉煤灰硅酸盐水泥(粉煤灰水泥)	32.5, 42.5, 52.5	与硅酸盐水泥相比, 水化热降低, 保水性提高, 抗硫酸盐能力增强。同时, 需水性及干缩率较小, 抗裂性好。但早期强度增进率降低较多, 抗碳化能力较差	一般地上、地下、水中各种混凝土工程, 大体积混凝土工程	需要早强、冻融循环或干湿交替的工程
无收缩快硬硅酸盐水泥(浇筑水泥)	42.5, 52.5, 62.5	在水中具有微膨胀性能, 在干空气中具有微小收缩, 但远较一般水泥小。早期强度增长率高, 粘接力强, 抗渗、抗冻性、和易性好, 对钢筋无锈蚀, 能抗硫酸盐、氯化物和机油, 但不宜与其他水泥混用(与一般硅酸盐水泥混用后会失去原有特性)	预制构件节点及梁柱节点的锚固连接, 后张预应力混凝土结构及设备底座地脚螺栓的灌浆材料, 抢修、加固补强工程, 混凝土工程后浇带及施工缝的浇灌	要求膨胀量大的混凝土工程, 低温或高温下的施工工程

2. 混凝土种类及适用范围(表 1.3-4)

混凝土的种类及适用范围

表 1.3-4

混凝土的种类	组 成	特 性	适 用 范 围
普通混凝土	水泥, 水, 粗、细骨料	通过添加适量外加剂、控制混凝土配合比及水泥、骨料的品质, 可配制不同强度等级、不同特殊用途的混凝土	适用于建造一般工业、民用建筑及道路、桥梁等各种公用设施

续表

混凝土的种类	组 成	特 性	适用 范围	
高强混凝土	水泥, 水, 粗、细骨料, 细掺料, 高效外加剂	强度等级高于 C60, 力学性能优良, 同时具有高耐久性、高稳定性、高工作性、高适用性	高层建筑、大跨度桥梁、预应力构件、港口与海洋工程	
防水抗渗混凝土	优质水泥(泌水性小、水化热低且具有一定抗侵蚀性的水泥, 优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥), 纯净拌和水, 粗、细骨料, 及适量的提高防水抗渗性能的外加剂	混凝土密度高, 抗渗等级大于 0.6MPa	地下防水工程、储水构筑物, 处于干湿交替或冻融交替作用的工程, 屋面及其他防水工程	
膨胀混凝土	膨胀水泥(或水泥, 适量膨胀外加剂)、水、粗细骨料	依靠膨胀水泥或膨胀外加剂的特殊性能, 减少或消除混凝土的体积收缩, 改善混凝土抗裂性, 从而提高混凝土的防裂、抗裂及防水性能	地下建筑, 储水、防水构筑物, 大体积混凝土、以及施工后浇带的浇筑	
特种性能混凝土	耐酸混凝土	胶结料、固化剂、耐酸骨料, 适量外加剂(建筑工程中常用的耐酸混凝土有水玻璃混凝土、硫酸混凝土和沥青混凝土等)	具有优良的耐酸性, 除极强腐蚀性酸外, 能耐几乎所有的无机酸、有机酸及酸性气体的侵蚀。水玻璃混凝土采用耐热骨料时, 可提高混凝土的使用温度	水玻璃混凝土适用于一般工业设备及建筑物的抗酸性构件。硫酸混凝土及沥青混凝土多用于浇筑整体地坪面层、设备基础等
	流态混凝土	流化剂、基体混凝土材料	具有坍落度为 5~10cm 的塑性混凝土的质量, 混凝土坍落度可达 20~22cm, 流动性大, 无离析、泌水现象	制作泵送混凝土及要求运输浇筑方便的混凝土
	耐碱混凝土	碳酸盐或硅酸盐水泥及其他耐碱性水泥、水、耐碱骨料	能耐一般碱盐及碱性气体的侵蚀	制作耐碱构件, 碱性环境中的工程
	耐火混凝土	耐火胶结料(或掺加适量外加剂)、耐火骨料、水(或其他液体); 可分为重质耐火混凝土与轻质耐火混凝土	耐高温, 性能良好的混凝土可耐 1500℃ 以上高温, 同时具有工艺简单、使用方便、成本低的特点, 可代替耐火混凝土砖以提高机械化施工水平	需防火隔热的一般工业与民用建筑工程
	抗冻混凝土	硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥(不得使用火山灰质硅酸盐水泥), 粗、细骨料, 水, 抗冻剂(复合外加剂)	抗冻等级 F50 以上, 耐冻融环境, 可防止混凝土的早期冻害	冬期施工工程

续表

混凝土的种类	组成	特性	适用范围
轻质混凝土	人工或天然的轻质粗、细骨料, 水泥, 水	表观干密度小于 19.5kN/m^3 , 骨料中存在大量的孔隙, 自重轻, 保温性能好, 但弹性模量低, 抗拉强度低	工业与民用建筑中的承重结构、围护结构。强度等级高时可用于建造大跨度结构、高层建筑
无砂混凝土	水泥(常选用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥)、粗骨料、水。粗骨料可以是碎石、卵石及其他天然或人造轻骨料	重度小, 通常在 $14\sim 19\text{kN/m}^3$ 之间; 干燥及收缩小, 导热系数小, 水泥用量少, 水的毛细现象不显著, 混凝土侧压力小, 但早期需加强养护, 抗压、抗拉及弹性模量较普通混凝土低, 钢筋握裹力小	多层住宅承重结构, 框架墙填充料及抗震混凝土墙
钢纤维混凝土	2%~3% 掺量短而细的钢纤维, 基体混凝土材料	塑性、韧性显著增大, 抗拉、抗弯强度明显提高, 具有较好的抗裂性	结构补强, 桥面、路面混凝土, 防水屋面, 预制混凝土产品, 现浇混凝土和喷射混凝土结构
特殊材料混凝土 玻璃纤维混凝土	短且极细的玻璃纤维, 基体混凝土材料	抗拉强度高, 由于玻璃纤维均匀分布, 可以防止收缩龟裂。抗弯强度较高, 极限变形大, 韧性较好, 耐冲击性能良好; 隔声、热工性能及耐燃性良好	制作断面较薄的工场制品和其他预制构件, 也可用于现场施工(可采用喷射、模压成型、离心浇筑、绕线成型方法)
聚合物水泥混凝土	高分子材料聚合物, 助剂, 基体混凝土材料(与水泥掺和使用的聚合物主要有天然和合成橡胶浆、热塑性及热固性脂乳胶、水溶性聚合物等)	制作简单, 聚合物的使用方法与混凝土外加剂一样。掺加不同的聚合物则混凝土的力学、物理性能有不同程度的改善	地面、路面、桥面, 尤其是有防腐需求的楼地面。也可用作衬砌材料、喷射混凝土和新旧混凝土的接头
有机纤维混凝土	有机纤维(植物纤维、聚丙烯等合成纤维), 基体混凝土材料	抗冲击性提高, 抗拉、抗弯、抗裂、韧性等有所改善, 但混凝土和易性及流动性比普通混凝土差	可用于制作预制品, 也可用于现场施工
粉煤灰混凝土	粉煤灰(掺量占总胶凝材料重量的 40% 以上), 水泥, 粗、细骨料, 水	水化热低, 可节约大量水泥, 后期强度较高, 体积稳定性及工作性好。与高效减水剂联合掺用时, 效果更加显著。对混凝土薄型构件, 需控制掺量, 减少碳化影响	大体积混凝土, 水工大坝, 碾压道路混凝土

续表

混凝土的种类	组 成	特 性	适用 范围	
特殊 施工 方法 混凝 土	泵送混凝土	水泥(水泥用量应不小于300kg/m ³),连续级配的粗骨料,中砂(0.315mm粒径以下的细骨料应占15%以上),水,减水剂,适量掺合料(一般为粉煤灰)	混凝土具有较大的流动性和较好的粘塑性,泌水少,不易分离,泵送过程中不易堵塞	高层建筑,大体积混凝土结构,商品混凝土
	喷射混凝土	早强、速凝水泥(或与外加剂匹配的普通水泥)、细度模数大于2.5的坚硬的中、粗砂,小粒径的卵石或碎石,洁净水,适量外加剂(速凝剂、减水剂、早强剂)。喷射混凝土按水灰比及制作方式不同可分为干式喷射混凝土与湿式喷射混凝土	不使用模板,可加快施工进度。强度增长快、密实性好、抗渗性好,施工准备简单、适应性强,但施工厚度不易掌握,回弹量较大,表面粗糙,施工劳动条件较差	矿山、竖井、隧道等工程的壁衬砌、坡面护面,也可用于补强工程、旧建筑物加固及储液构筑物的抗渗混凝土施工
混 凝 土 新 技 术	碱矿渣高强混凝土	磨细的矿渣,碱性组分(如粒化高炉矿渣,粒化电炉磷渣等),粗、细骨料,水	高强、快硬、高抗渗、高抗冻、低热、高耐久性;细观结构与普通混凝土有很大不同:结构致密、孔隙率低,但孔隙多为封闭的微孔,水泥石与骨料的粘结十分牢固。施工工艺与普通混凝土相同,只需将合适的原料根据选定的配比磨细到规定细度即可	大跨、高耸等建筑结构,抢修工程,由于其成本低、早强及快硬,适用于有各种特殊要求的混凝土工程
	超细矿渣高强混凝土	高掺量超细水泥矿渣粉,粗、细骨料,水	泌水量小,强度高,特别是早期强度增长快。随着矿渣的细度增大,对混凝土的增强效果越明显。应在水中或潮湿的环境中养护	配制低热混凝土,高流态混凝土,水下混凝土,高密度高强混凝土
	F矿粉高强、高流态混凝土	5%~10%水泥置换率的F矿粉,水泥,优质粗、细骨料,洁净水,高效减水剂	和易性、保水性好,水泥石-骨料界面结构改善,大孔隙降低,低水灰比的混凝土增强明显,抗渗性提高。宜在潮湿环境中养护	配制高强高流态混凝土,泵送高强混凝土
	高性能混凝土	普通或新型水泥,超细矿粉,硅灰掺合料,优质粗、细骨料,洁净水,高性能外加剂	易于浇筑、捣实,不易离析,具有高的、能长期保持的力学性能。强度高,韧性、体积稳定性及耐久性好	特种结构、大跨度结构、高层建筑及其他需高强、耐久混凝土构件的构筑物
	高性能粉煤灰渣-碱混凝土	以沸磷水化硅铝酸盐为主体的胶结料,粗、细骨料,水	施工制作简单,成本低。在常温下可制取50MPa以上的混凝土。抗冻、抗碳化能力强,耐化学侵蚀和耐久性十分良好,耐火、热稳定性较好	制作各种耐腐蚀混凝土,可广泛应用于各建筑工程和普通混凝土不能胜任的工程

3. 各类混凝土外加剂的主要功能及适用范围(表 1.3-5)

外加剂的主要功能及适用范围		
外加剂类型	主要功能	适用范围
普通减水剂	在保证混凝土工作性能及水泥用量不变的条件下, 具有 5% 以上减水功能, 混凝土强度提高 10% 左右	日最低气温 +5℃ 以上各种混凝土的施工
高效减水剂	在保证混凝土工作性能及水泥用量不变的条件下, 具有 12% 以上减水功能, 混凝土强度提高 20% 左右	日最低气温 0℃ 以上高强混凝土、早强混凝土、高流动性混凝土的施工
引气剂及引气减水剂	通过引入大量分布均匀的微小气泡, 减少混凝土拌合物泌水离析, 改善和易性, 并显著提高混凝土的耐久性、抗渗性、抗冻性; 但抗压强度有所降低, 钢筋握裹力有所下降。 引气减水剂还有减水剂的功能	抗冻融混凝土、防水混凝土、抗盐类结晶及耐碱混凝土、泵送混凝土、流态混凝土
早强剂及早强减水剂	提高混凝土的早期强度, 并对后期强度无明显不利影响。 早强减水剂还具有减水剂功能	日最低气温 -5℃ 以上及有早强或防冻要求的混凝土
缓凝剂及缓凝减水剂	延缓混凝土的凝结时间, 降低水泥初期水化热, 并对后期强度无不利影响。缓凝减水剂还具有减水剂功能	大体积混凝土, 商品混凝土, 泵送混凝土, 以及炎热地区施工、滑模施工的混凝土
防冻剂	在一定的负温下施工而使混凝土不受冻害并达到预期强度	负温下施工的混凝土
膨胀剂	使混凝土在水化、硬化过程中产生一定的体积膨胀, 减少混凝土干缩裂缝, 提高抗裂与抗渗性能	用于配制补偿收缩混凝土、填充用膨胀混凝土、自应力混凝土; 也用于屋面防水、地下防水、基础后浇带及防水堵漏等
速凝剂	使混凝土砂浆在 1~5min 之间初凝, 2~10min 终凝	喷射混凝土、喷射砂浆、临时性堵漏用砂浆及混凝土
防水剂	使混凝土的抗渗性能显著提高	防水、防潮混凝土
泵送剂	使混凝土有良好的流动性及在压力条件下有较好的稳定性	高层建筑混凝土及其他需泵压输送的混凝土

注: 各种外加剂如与其他外加剂复合使用, 其掺量必须根据试验确定。配制溶液时, 如产生絮凝或沉淀等现象, 应分别配制溶液加入搅拌机内。

1.4 多高层房屋结构设计的内容及流程

- (1) 上部结构选型、主要构件布置、整体结构设计计算;
- (2) 伸缩缝、沉降缝和防震缝的设置;
- (3) 构件的配筋、构造设计;
- (4) 地基处理方案及基础形式、基础埋深及持力层的选择; 若采用桩基, 应说明桩的类型、桩端持力层及进入持力层的深度;