

Concrete Structure Plane
Drawings Recognition

普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）

混凝土结构 平法识图



李晓红 袁 帅 编著



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）

PUTONG
GAODENG JIAOYU
SHIYIWU
GUIHUA JIAOCAI

混凝土结构平法识图

编著 李晓红 袁 帅

主审 牟培超



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）。

本书以 G101、G901 系列平法图集和现行相关规范为基础，对现浇混凝土结构平法施工图的识读进行了系统、全面的介绍，内容涉及现浇混凝土结构的柱、剪力墙、梁、板、楼梯的平法制图规则和标准配筋构造等，并配有典型的施工示例，内容翔实，针对性和可操作性强，通过学习使学生熟练掌握平法技术，并正确理解和识读平法施工图。

本书可作为高职高专院校建筑工程和建筑管理相关专业的教材，也可供建筑设计、施工和监理单位的技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构平法识图/李晓红, 袁帅编著. —北京: 中国电力出版社, 2010.7

普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）

ISBN 978-7-5123-0562-5

I. ①混… II. ①李… ②袁… III. ①混凝土结构-混凝土施工-识图法-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 114666 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 8 月第一版 2011 年 8 月北京第三次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 369 千字

定价 26.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

平法是建筑结构施工图平面整体表示方法的简称。平法的概念，近年来在工程开发、设计、施工、监理等诸多领域已越来越被广大工程技术人员所认可，因此本教材直接沿用了“平法”一词。

伴随着建筑标准设计图集 G101、G901 的编制出版，至 2009 年 9 月已有 12 册相继问世。图集内容丰富，表述翔实，涵盖了现浇混凝土结构的柱、剪力墙、梁、板、楼梯、独基、条基、桩基承台、筏基、箱基和地下室结构的平法制图规则和标准构造详图。毋庸置疑，平法技术深入、广泛的应用促进了建筑科技的进一步发展。

然而令人遗憾的是，据编者了解，目前建筑和土木工程专业的学生经过了几年学习之后，大多数人对平法仍然相当陌生。本书编者是在做了十多年的建筑工程设计之后，开始从事建筑职业教育工作的。实践教学中发现，在相当多的大、中专院校的专业教学课程中，工业与民用建筑专业和土木工程有关混凝土结构构造的内容，尤其是钢筋的详细构造以及结合相关现场施工技术的知识存在明显不足，甚至是空白。为此，编者以出版的 G101、G901 系列图集和现行相关规范为基础，并在所在院校有关领导的支持和指导下，完成了本教材的编写工作，以期尽快地将其付诸教学实践。

正确识读混凝土结构平法施工图，是建筑工程技术人员必须掌握的基本技能之一，是建筑和结构工程专业的大学生在走向工作岗位之前的必修课。本教材对现浇混凝土结构平法施工图中的柱、剪力墙、梁、板和板式楼梯，分章按节进行讲述，力求使学生能够掌握平法，并正确理解和识读平法施工图，毕业后尽快地适应建筑设计、施工和监理部门普遍应用平法的工作环境。

将大量的混凝土标准配筋构造和现行规范条文对接，是本书的一大特色。我们有信心通过相关学习，使学生更容易理解所学的知识，并直接面对即将走上的工作岗位，无论是从事设计，还是工地现场的施工组织操作等工作。

本书可供建筑工程和建筑管理专业的本科生、专科生学习。老师可根据学生的实际情况和课时，选择相关的内容进行讲授。

本书由山东城市建设职业学院李晓红、袁帅编著，尹茜、王莉娜、申成军、郭圆、张先宗等同志为本书编写做了大量工作，山东城市建设职业学院建筑工程系牟培超担任主审。

由于时间和水平所限，疏漏与不妥之处在所难免，恳请广大读者给予批评指正，携手共同促进平法教学登上更高的台阶。

编者邮箱 LXHong0222@163.com，欢迎各位朋友联系交流。

编 者

2010 年 4 月

目 录

前言

第1章 平法简介	1
1.1 平法简介	1
1.2 平法的基本理论	2
1.3 平法创建大事记	2
1.4 平法的科学性	3
本章小结	4
复习思考题	4
第2章 平法总则和通用构造	5
2.1 平法施工图总则	5
2.2 混凝土结构的材料和结构体系	7
2.3 混凝土结构设计总说明	11
2.4 基础结构或地下结构与上部结构的分界	12
2.5 平法施工图的通用构造	15
本章小结	36
复习思考题	36
第3章 柱平法施工图识读	37
3.1 平法柱施工图概述	38
3.2 平法柱的编号和几何尺寸	39
3.3 平法柱的标准配筋构造	40
3.4 柱平法施工图的两种注写方式	72
本章小结	80
复习思考题	80
第4章 剪力墙平法施工图识读	81
4.1 平法剪力墙的编号和截面尺寸	82
4.2 平法剪力墙的标准配筋构造	87
4.3 剪力墙平法施工图的两种注写方式	107
本章小结	121
复习思考题	121
第5章 梁平法施工图识读	122
5.1 平法梁施工图概述	123
5.2 平法梁的编号和截面尺寸	124
5.3 平法梁的标准配筋构造	126
5.4 梁平法施工图的注写方式	163

本章小结.....	172
复习思考题.....	172
第 6 章 板平法施工图识读	173
6.1 平法板施工图概述	174
6.2 平法楼盖板的编号和厚度	175
6.3 楼盖板平法标准配筋构造	176
6.4 楼盖板平法施工图的注写方式	185
6.5 与楼板相关构造的引注及配筋	193
6.6 板施工钢筋排布规则和构造	206
本章小结.....	214
复习思考题.....	214
第 7 章 板式楼梯平法施工图识读	216
7.1 板式楼梯的平法分类	217
7.2 板式楼梯平法施工图的表示方法	224
7.3 AT 型楼梯平面注写和标准配筋构造	225
7.4 BT 型楼梯平面注写和标准配筋构造	229
7.5 其他类型楼梯平面注写和标准配筋构造	232
本章小结.....	233
复习思考题.....	233
参考文献	235

第1章 平法简介



教学目标

通过简单介绍平法的定义、产生和发展历程，使学生初步了解混凝土结构施工图平面整体设计的思路，理解平法施工图的制图规则和标准构造详图，了解平法的特点和实用效果，为进一步学习平法奠定基础。



教学要求

能力目标	知识要点	权重	自测分数
掌握平法的定义	学习平法的基本概念，掌握平法的特点	40%	
了解平法的基本理论	了解平法诞生的背景和发展历程	25%	
掌握平法的科学性	学习平法的地位、作用和意义	25%	
了解平法创建的大事记	了解平法历史上的几件大事	10%	

1.1 平法简介

1.1.1 平法定义

建筑结构施工图平面整体表示方法（以下简称平法）是把结构构件的尺寸和钢筋等，按照平面整体表示方法的制图规则，直接表达在各类构件的结构平面布置图上，再与标准构造详图相配合，形成一套新型、完整的结构施工图的方法。它改变了传统的将构件从结构平面布置图中索引出来，再逐个绘制配筋详图的繁琐方法，是建筑结构施工图设计方法的重大改革。

关于平法，中国建设部批准发布了国家建筑标准设计图集，即平法图集 G101 系列，是国家重点推广的科技成果，已在全国得到广泛应用。平法通过十几年的发展，现已成为我国结构设计、施工领域普遍应用的主导技术之一。

1.1.2 平法的诞生、形成与发展

平法的创始人是山东大学教授陈青来先生。

建筑结构施工图设计的发展经历了三个时期：一是建国初期～90年代末的详图法（又称配筋图法）；二是80年代初期～90年代初我国东南沿海开放城市广泛应用的梁表法；三是90年代至今已基本普及的平法。平法的发明及应用从形式上替代了人工制图，优化了计算机辅助设计 CAD 技术，对提高结构设计效率起到了重大的作用。

计算机 CAD 软件的应用是设计技术手段的一次革命，虽然结构 CAD 的开发应用已日臻成熟，但在实际设计工作中的弊病也日益突出。其主要表现是：①结构设计工作量庞大，

其中 70%~80% 用于绘图；②表达手法落后、繁琐，图纸量甚至比手工绘制还多，质量通病“错、漏、碰、缺”在所难免；③正常变更设计困难，工程项目设计过程中，建筑专业的调整和修改势必带来结构设计的相应改变，而传统的框架、剪力墙的竖向表达方式使得变更进行地相当困难，牵一发而动全身，甚至顾此失彼，形成新的“错、漏、碰、缺”。

平法的出现和发展正是顺应了结构设计的发展和革新的客观需要。1995 年 8 月 8 日，一篇题为《结构设计的一次飞跃》的文章刊登在《中国建设报》头版的显著位置上，它标志着我国平法的正式诞生，此前它已经正式通过了中华人民共和国建设部的科技成果鉴定。

平法结构 CAD 软件随之开发，并逐步应用于结构设计、施工、造价等实际工作中。

与传统方法相比，平法可使图纸量减少 65%~80%；若以工程数量计，这相当于使绘图仪的寿命提高 3~4 倍，同时设计质量通病也大幅度减少。以往施工中逐层验收梁的钢筋时，需反复查阅大宗图纸，现在只要一张图就包括了一层梁的全部数据，因此深受施工和监理人员的欢迎。

1.2 平法的基本理论

根据结构设计各阶段的工作形式和内容，我们将全部结构设计作为一个完整的主系统。该主系统由三个子系统构成：第 1 子系统为结构方案（结构体系）设计；第 2 子系统为结构计算分析；第 3 子系统为结构施工图设计。

平法属于上述第 3 个子系统的方法，即关于结构施工图设计子系统的方法。

平法的基本理论为：以结构设计者的知识产权归属为依据，将结构设计分为创造性设计内容与重复性内容两部分。由设计工程师按照数字化、符号化的平面整体表示方法制图规则完成创造性设计内容部分，重复性内容部分则采用标准构造设计。两部分为对应互补关系，合并构成完整的结构设计。

创造性与重复性设计内容的划分主要根据在结构设计主系统中各子系统的层次性、关联性、功能性和相对独立性的本构关系。

1.3 平法创建大事记

(1) 1995 年 7 月，平法通过了建设部科技成果鉴定。鉴定意见为：建筑结构平面整体设计方法是结构设计领域的一项有创造性的改革。该方法数倍提高了设计效率，提高了设计质量，大幅度降低了设计成本，达到了优质、高效、低消耗三项指标的要求，值得在全国推广。

(2) 1996 年 6 月，平法列为建设部 1996 年科技成果重点推广项目。

(3) 1996 年 9 月，平法被批准为《国家级科技成果重点推广计划》项目。

(4) 1996 年 11 月，建设部批准《混凝土结构平面整体表示方法制图规则和构造详图》（现浇混凝土框架、剪力墙、框架—剪力墙、框支剪力墙结构）为国家建筑标准设计图集（96G101），在批准之日向全国出版发行。

(5) 1999 年 9 月，96G101 获全国第四届优秀工程建设标准设计金奖。

(6) 2000 年 7 月，96G101 修版为 00G101。

(7) 2003年1月, 00G101依据国家2000系列混凝土结构新规范修订为03G101-1(现浇混凝土框架、剪力墙、框架剪力墙、框支剪力墙结构)。

(8) 2003年7月, 03G101-2(现浇混凝土板式楼梯)编制完成, 经建设部批准向全国出版发行。

(9) 2004年2月, 04G101-3(筏形基础)编制完成, 经建设部批准向全国出版发行。

(10) 2004年11月, 04G101-4(现浇混凝土楼面板与屋面板)编制完成, 经建设部批准向全国出版发行。

(11) 2006年9月, 06G101-6(独立基础, 条形基础, 桩基承台)编制完成, 经建设部批准向全国发行。

(12) 2008年9月, 08G101-5(箱形基础和地下室结构)编制完成, 经建设部批准向全国发行。

(13) 2008年12月, 08G101-11(《G101系列图集施工常见问题答疑图解》)编制完成, 经建设部批准向全国发行。

截止到2009年, G101系列平法图集已出版了7册(03G101-1、03G101-2、04G101-3、04G101-4、08G101-5、06G101-6、08G101-11), 包括现浇混凝土结构的柱、剪力墙、梁、板、楼梯、独基、条基、桩基承台、筏基、箱基和地下室结构的平法制图规则和标准配筋构造详图。为了解决施工中的钢筋翻样计算和现场安装绑扎, 从而实现设计构造与施工建造的有机结合, 还出版了与现有G101配套使用的G901系列平法图集5册(06G901-1、09G901-2、09G901-3、09G901-4、09G901-5)。

1.4 平法的科学性

在建设部组织的《建筑结构施工图平面整体设计方法》科研成果鉴定过程中, 有关专家已经对平法的效果给予了客观和高度评价, 概括如下:

(1) 够简单。平法采用标准化的设计制图规则, 结构施工图表达数字化、符号化, 单张图纸的信息量大且集中; 构件分类明确、层次清晰、表达准确、设计效率成倍提高; 平法使设计者易掌握全局、易调整、易修改、易校审、易控制设计质量; 平法适应业主分阶段、分层提图施工的要求, 亦适应在主体结构开始施工后又进行大幅度调整的特殊情况。平法分结构层设计的图纸与水平逐层施工的顺序完全一致, 对标准层可实现单张图纸施工, 施工工程师对结构比较容易形成整体概念, 有利于施工质量的管理。

(2) 易操作。平法采用标准化的构造详图, 形象、直观, 施工易懂、易操作; 标准构造详图可集国内较成熟、可靠的常规节点构造做法, 集中分类归纳后编制成国家建筑标准设计图集, 以供设计选用, 可避免构造做法反复抄袭及伴生的设计失误, 保证节点构造在设计施工两个方面均达到高质量。此外, 对节点构造的研究、设计和施工实现专门化提出了更高的要求。

(3) 低能耗。平法大幅度降低了设计成本和设计消耗, 节约了自然资源。平法施工图是有序化、量化的设计图纸, 与其配套使用的标准设计图集可以重复使用, 与传统方法相比图纸量减少70%左右, 综合设计工日减少2/3以上, 每 10^5m^2 设计面积可降低设计成本约30万元, 在节约人力资源的同时还节约了自然资源。

(4) 高效率。平法大幅度提高了设计效率，解放了结构设计人员生产力。它的进一步推广和普及，使设计院的建筑设计与结构设计人员的比例已明显改变，在有些设计院后者仅为前者的 $1/4 \sim 1/2$ ，同时结构设计周期明显缩短，设计强度显著降低。

(5) 改变用人结构。平法的应用影响了建筑结构领域的人才结构。设计单位对工民建专业大学毕业生的需求量相应减少，这为施工单位招聘结构人才留出了相当的空间，专业院校毕业生人才就业分布趋向合理，随着时间的推移，大批土建高级技术人员必将对施工建设领域的科技进步产生积极作用。

(6) 促进人才竞争。平法促动了设计院内的人才竞争，促进了结构设计水平的提高。事实充分证明，平法就是生产力，平法又创造了巨大的生产力。

本章小结

本章简单介绍了平法的基本定义及平法的诞生、形成与发展。

在对历史的简要回顾中，阐明了平法的科学性，从而对平法在建筑工程中的地位、作用和意义给予了应有的评价和客观的总结。

复习思考题

1. 平法的定义是什么？
2. 平法的基本理论是什么？
3. 简述平法的科学性。

第2章 平法总则和通用构造



教学目标

平法的设计总则和通用构造适用于柱、剪力墙、梁、楼板和平板楼梯等构件。通过学习，要求学生掌握平法施工图的通用总则，熟悉平法定义、依据、适用范围及注意事项，并且能够灵活选用通用标准构造。



教学要求

能力目标	知识要点	权重	自测分数
掌握平法施工图总则	平法的定义、设计依据、适用范围、表达方法和出图顺序	20%	
了解钢筋混凝土结构的材料和结构体系	钢筋混凝土材料以及结构体系、适用的最大高度、伸缩缝的最大间距	15%	
熟悉结构设计总说明	结构设计总说明的基本内容及与平法相关的内容	15%	
基础或地下结构与上部结构的分界	分界的目的是具体定义	10%	
平法施工图的通用构造	混凝土环境类别、纵向钢筋最小保护层厚度，钢筋的锚固、连接、分布、交叉、弯钩、弯折和箍筋、拉筋等构造规定和设计要求，框架梁支座和节点的概念	40%	

2.1 平法施工图总则

2.1.1 平法的设计依据

平法对混凝土结构施工图传统的表示方法作了重大改革。如前所述，平法就是把结构构件尺寸和配筋等，按照平面整体表示方法制图规则，直接表达在各类构件的结构平面布置图上，再与标准构造详图相配合，从而构成一套新型、完整的结构设计。它改变了传统的将构件从结构平面布置图中索引出来，再逐个绘制配筋详图的繁琐方法。

平法的制图规则和标准构造详图必须符合国家现行有关规范、规程和标准。对未包括在内的抗震及非抗震构造详图，以及其他未尽事项，应在具体设计中由设计者另行设计。

平法的标准构造详图的设计依据如下：

- (1) GB 50010—2002 《混凝土结构设计规范》；
- (2) GB 50011—2001 《建筑抗震设计规范》；
- (3) JGJ 3—2002 《高层建筑混凝土结构技术规程》；
- (4) GB/T 50105—2001 《建筑结构制图标准》；
- (5) JGJ 81—2002 《建筑钢结构焊接技术规程》；
- (6) GB 50003—2001 《砌体结构设计规范》；
- (7) GB 50007—2002 《建筑地基基础设计规范》；
- (8) JGJ 6—1999 《高层建筑箱形与筏形基础技术规程》；
- (9) GB 50108—2001 《地下工程防水技术规程》；
- (10) GB 50017—2003 《钢结构设计规范》；
- (11) JGJ 99—1998 《高层民用建筑钢结构技术规程》。

特别提示

● 平法的制图规则既是设计者完成柱、墙、梁平法施工图的依据，也是施工、监理人员准确理解和实施平法施工图的依据。平法的标准构造详图已经编入了国内常用且较为成熟的构造做法，是施工人员必须与平法施工图配套使用的正式设计文件。

2.1.2 平法的适用范围

平法适用于建筑结构的各种类型，不仅包括各类基础结构与地下结构，而且包括各种钢筋混凝土结构、钢结构、砌体结构、混合结构，以及非主体结构等。

本书所讲平法主要针对现浇钢筋混凝土主体结构，具体内容包含框架结构、剪力墙结构、框架剪力墙结构、框支剪力墙等结构中的柱、剪力墙、梁、楼板和平板楼梯五类构件，主要介绍这些构件的平法制图规则与标准构造详图。关于基础结构与地下结构的平法制图规则与标准构造详图可根据相关图集自学。

2.1.3 平法施工图的表达方式和图纸顺序

平法的基本特点是在平面布置图上直接表示构件尺寸和配筋方式。它的表示方法有三种，即平面注写方式、列表注写方式和截面注写方式。它的出图顺序是：

- (1) 结构设计总说明；
- (2) 基础及地下结构平法施工图；
- (3) 柱和剪力墙平法施工图；
- (4) 梁平法施工图；
- (5) 板平法施工图；
- (6) 楼梯及其他特殊构件平法施工图。

这种顺序形象地表达了现场真实的施工顺序，即结构设计总说明→底部支承结构（基础及地下结构）→竖向支承结构（柱和剪力墙）→水平支承结构（梁）→平面支承结构（板）→楼梯及其他特殊构件。由于出图顺序和施工组织顺序一致，所以便于施工技术人员理解、掌握和具体实施操作。

特别提示

- 工程设计中, 如果设计人员对标准构造详图作了变更, 则应以变更内容为准。
- 平法施工图由结构构件平法施工图和标准构造详图两部分构成, 对于复杂的结构, 尚需增加模板、开洞和预埋件等平面图。在特殊要求下为了更清楚地表达, 也可增加剖面配筋图。
- 平法设计将所有柱、墙、梁、板等构件进行系统编号, 编号中含有类型代号和序号等。
- 结构层楼面标高和结构层高在单项工程中必须统一, 以保证基础、柱与墙、梁、板等采取同一标准竖向定位。为施工方便, 这些标高及层高数值以表格或其他方式注明, 包括地下和地上各层相应的结构层层号, 分别放在柱、墙、梁等各类构件的平法施工图中。
- 除了标高以“m”为单位外, 其他尺寸均以“mm”为单位。

知识链接



结构层楼面标高是指将建筑图中的各层地面和楼面标高值扣除建筑面层及垫层做法厚度后的标高, 结构层号应与建筑楼层号相互一致。

2.2 混凝土结构的材料和结构体系

2.2.1 钢筋混凝土结构的材料

钢筋混凝土构件是由钢筋和混凝土两种材料组合而成的。常见的钢筋混凝土结构的基本构件通常有梁、柱、剪力墙、板、楼梯、基础等。

一、钢筋

(一) 钢筋的受力分类

如图 2-1、图 2-2 所示, 钢筋混凝土构件中的钢筋按其作用可分为受力筋、架立筋、

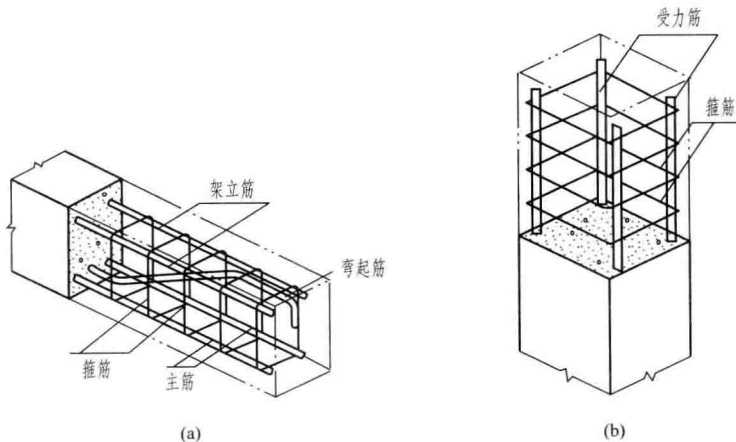


图 2-1 梁和柱内的钢筋配置

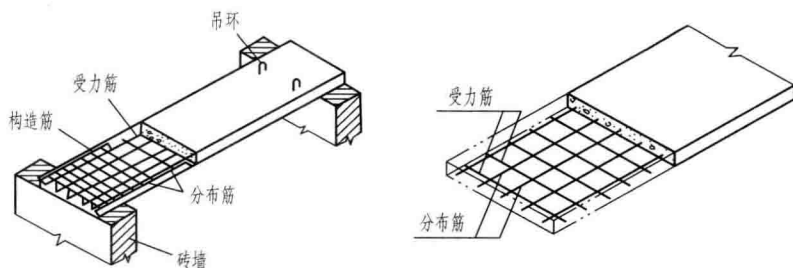


图 2-2 板内的钢筋配置

箍筋、分布筋和构造筋，分别介绍如下：

- (1) 受力筋：主要承受拉力或压力的钢筋，配置于梁、柱、板等各种钢筋混凝土构件中。
- (2) 架立筋：一般只在梁中使用，与受力筋、箍筋一起形成钢筋骨架，用以固定箍筋位置。
- (3) 箍筋：多配置于梁、柱内，用以固定受力筋及承受剪切应力。
- (4) 分布筋：一般用于板内，与受力筋垂直，用以固定受力筋，并与受力筋一起构成钢筋网，将力均匀分布给受力筋。另外还有抵抗热胀冷缩所引起的温度变形的作用。
- (5) 构造筋：因构件在构造上的要求或施工安装需要而配置的钢筋。如图 2-2 所示，板支座处的顶部所加的构造筋属于前者；而两端的吊环则属于后者。

(二) 钢筋的种类和符号

钢筋可分为普通钢筋和预应力钢筋。热轧钢筋在建筑工程中被大量的使用，包括钢筋混凝土结构中的普通钢筋和预应力混凝土结构中的非预应力钢筋。

从外观看，钢筋有光圆和带肋钢筋之分，牌号有 HPB235、HRB335、HRB400 和 RRB400 几种。其中 HPB235 为热轧光圆钢筋，HRB335 和 HRB400 为热轧带肋钢筋，而 RRB400 则为余热处理钢筋，其强度、代号、规格详见表 2-1。

预应力构件中常用预应力钢筋，如钢绞线、钢丝等，可查阅有关资料，此处不再细述。

表 2-1 普通钢筋的强度、代号和规格

	种 类	符 号	d (mm)	f_{yk} (N/mm ²)
热轧钢筋	HPB235 (Q235)	Φ	8~20	235
	HRB335 (20MnSi)	Φ	6~50	335
	HRB400 (20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi)	Φ	6~50	400
	RRB400 (K20MnSi)	Φ^R	8~40	400

特别提示

● GB 50010—2002《混凝土结构设计规范》(以下简称现行混凝土规范)中第 4.2.2 条规定：钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。

(三) 有抗震设防要求的混凝土构件钢筋的选用要求

有抗震设防要求的钢筋混凝土构件中的普通纵向受力钢筋宜选用 HRB335、HRB400 级，箍筋宜选用 HPB235、HRB335、HRB400 级。

按一、二级抗震等级设计的各类框架中的纵向受力钢筋，当采用普通钢筋时，其检验强度实测值应符合下列要求：

(1) 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25;

(2) 钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于 1.3。

当施工过程中需要对纵向受力钢筋代换时,应遵从“等强度代换”,即按代换前后钢筋受拉承载力设计值相等的原则进行,并应满足现行规范规定的正常使用极限状态和抗震构造措施的要求。

二、混凝土

混凝土是由水、水泥、黄砂、石子等主要建筑材料按一定比例拌和及硬化而成。混凝土抗压强度高,其强度等级分为 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80 共十四个级别。数值越大,表示混凝土的抗压强度越高。混凝土的抗拉强度比抗压强度低得多,一般仅为抗压强度的 $1/20\sim 1/10$ 。

普通混凝土受弯构件(如梁、板等),多采用 C20~C30,普通混凝土受压构件(如柱、剪力墙等)多采用 C30~C40,预应力混凝土构件多采用 C30~C65,高层建筑底层柱不低于 C50,有的甚至达到 C100 以上。

知识链接



现行混凝土规范第 4.1.1 条规定:混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定,该标准值系指按照标准方法制作养护边长为 150mm 的立方体试件,在 28d 龄期用标准试验方法测得的具有 95% 保证率的抗压强度。

现行混凝土规范第 4.1.2 条规定: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 RRB40 级钢筋以及承受重复荷载的构件时,混凝土强度等级不得低于 C20。

现行混凝土规范第 4.1.6 条规定:当采用蒸汽养护时,养护温度不宜超过 60℃;超过时,计算需要的混凝土强度设计值应提高 20%。

有抗震设防要求的混凝土结构的混凝土强度等级应符合下列要求:

(1) 设防烈度为 8 度时,混凝土强度等级不宜超过 C70;设防烈度为 9 度时,混凝土强度等级不宜超过 C60。

(2) 框支梁、框支柱以及一级抗震等级的框架梁、柱、节点,其混凝土强度等级不应低于 C30;其他各类结构构件,其混凝土强度等级不应低于 C20。

三、钢筋和混凝土共同工作机理

钢筋和混凝土是两种重要的建筑材料。如前所述,钢筋的抗拉和抗压强度都很高,而混凝土的抗压强度较高,但抗拉强度却很弱。为了充分发挥各自材料的性能,把钢筋和混凝土两种材料按照一定的方式结合在一起共同工作,使钢筋主要承受拉力,而混凝土主要承受压力,就组成了钢筋混凝土结构。

钢筋和混凝土是两种物理力学性能很不相同的材料,它们能够有效地结合在一起共同工作的主要机理如下:

(1) 混凝土硬化后,钢筋和混凝土之间存在黏结力,使两者之间能传递力和变形。黏结力是使这两种不同性质的材料能够共同工作的基础。

(2) 钢筋和混凝土两种材料的线膨胀系数非常接近,所以当温度变化时,钢筋和混凝土

的黏结力不会因两者之间过大的相对变形而破坏。

2.2.2 混凝土结构的结构体系、适用最大高度和伸缩缝的最大间距

混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构和各种其他形式的加筋混凝土结构。

以钢筋混凝土为主要承重骨架的结构称为钢筋混凝土结构。钢筋混凝土结构是由一系列受力类型不同的构件组成，这些构件称为结构的基本受力构件，例如受弯构件、受压构件、受拉构件、受扭构件（见知识链接相关内容）等。

混凝土的结构体系和适用的最大高度见表 2-2；钢筋混凝土结构伸缩缝的最大间距见表 2-3。

表 2-2 现浇钢筋混凝土房屋的结构体系和适用的最大高度 (m)

结构体系		设防烈度			
		6	7	8	9
框架结构		60	55	45	25
框架—剪力墙结构		130	120	100	50
剪力墙结构	全部落地剪力墙结构	140	120	100	60
	部分框支剪力墙结构	120	100	80	不应采用
筒体结构	框架—核心筒结构	150	130	100	70
	筒中筒结构	180	150	120	80

表 2-3 现浇钢筋混凝土结构伸缩缝的最大间距 (m)

结构类别		室内或土中	露天
排架结构	装配式	100	70
框架结构	装配式	75	50
	现浇式	55	35
剪力墙结构	装配式	65	40
	现浇式	45	30
挡土墙、地下室墙壁等类结构	装配式	40	30
	现浇式	30	20

- 注
1. 装配整体式结构房屋的伸缩缝间距应按表中现浇式的数值取用；
 2. 框架—剪力墙结构或框架—核心筒结构房屋的伸缩缝间距可根据结构的具体布置情况，取表中框架结构与剪力墙结构之间的数值；
 3. 当屋面无保温或隔热措施时，框架结构、剪力墙结构的伸缩缝间距应按表中露天数值取用；
 4. 现浇挑檐、雨篷等外露结构的伸缩缝间距不宜大于 12m。

知识链接



混凝土结构的基本受力构件按其主要受力特点可分为：

- (1) 受弯构件，如各种单独的梁、板以及由梁和板组成整体的楼盖、屋盖等；
- (2) 受压构件，如柱、剪力墙、屋架的压杆等；
- (3) 受拉构件，如屋架的拉杆、圆形水池的池壁等；

(4) 受扭构件, 如带有悬挑雨篷的过梁、框架的边梁等。

注意, 单纯的受弯和受扭构件是没有的, 多数的受力构件同时承受两种或两种以上的力(拉、压、弯、剪、扭)的作用, 受力情况较复杂, 如压弯构件、拉弯构件、弯扭构件、拉弯扭构件等。

2.3 混凝土结构设计总说明

2.3.1 混凝土结构设计总说明的基本内容

混凝土结构设计总说明的基本内容通常包括以下五部分:

- (1) 结构概述;
- (2) 关于场区与地基;
- (3) 关于基础结构及地下结构;
- (4) 关于地上主体结构;
- (5) 关于设计、施工所依据的规范、规程和标准设计图集等。

其中“关于地上主体结构”部分主要包括以下几项:

- (1) 本工程所采用的地上主体结构体系;
- (2) 抗震设防烈度和各类构件的抗震等级, 结构对地震作用的相应数据;
- (3) 设计荷载取值;
- (4) 各类构件所采用的材料及强度等级;
- (5) 钢筋工程和混凝土工程要求;
- (6) 节点及构件的一般构造要求;
- (7) 主体结构与基础结构的连接、锚固要求;
- (8) 其他特殊要求及注意事项等。

2.3.2 结构设计总说明中必须写明的与平法施工图密切相关的内容

为了确保工程施工按照平法施工图的具体要求顺利实施, 在施工图结构设计总说明中, 必须写明下列与平法施工图密切相关的内容, 以备施工人员及时查阅。

(1) 图集号。平法标准图的图集号(如图集号为 03G101-1)。

(2) 使用年限。混凝土结构的使用年限。

(3) 抗震等级。当有抗震设防要求时, 应写明抗震设防烈度及结构抗震等级(见表 2-4), 以明确选用相应抗震等级的标准构造详图; 当无抗震设防要求时, 也应写明, 以明确选用非抗震的标准构造详图。

表 2-4 混凝土结构的抗震等级

结构体系和类型		设防烈度						
		6		7		8		9
框架结构	高度 (m)	≤30	>30	≤30	>30	≤30	>30	≤25
	框架	四	三	三	二	二	一	一
	剧场、体育馆等大跨度公共建筑	三		二		一		一