



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

(第二版)

混凝土结构识图与钢筋计算

李剑慧 李美玲 金 燕 主 编
张 静 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

(第二版)

混凝土结构识图与钢筋计算

主 编 金 燕
副主编 李剑慧 李美玲 张 静
编 写 刘爱华 徐春媛
主 审 刘津明



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十二五”职业教育国家规划教材。

本书根据 G101 和 G901 系列图集以及相关规范要求,结合《钢筋混凝土结构平法设计与施工规则》(陈青来著)一书,详细讲解了现浇混凝土结构施工图中的基础、柱、剪力墙、梁、板、板式楼梯的平法制图规则和构造要求,对不同构件平法识图和钢筋计算的步骤、方法和技巧进行了详细阐述,同时介绍了钢筋翻样、图纸自审和会审等内容。为了方便教学,每个项目前都精心设计了“项目要求”、“教学建议”、“看一看”、“想一想”等内容,项目后提供了任务工单、思考题和实操题。

本书注重工学结合,重点放在应用上。教学内容按照“项目”展开,对各构件均安排实操训练,通过“理论—实操—再理论—再实操”的教学方式,使学生提高识图能力和钢筋计算能力。

本书可作为高职高专院校土建类专业的教材,也可作为本科生和施工现场工程技术人员参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构识图与钢筋计算/金燕主编. —2版. —北京:中国电力出版社, 2014.9

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5123-6173-7

I. ①混… II. ①金… III. ①混凝土结构—结构图—识别—高等职业教育—教材 ②钢筋混凝土结构—结构计算—高等职业教育—教材 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 152415 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://www.cepp.sgcc.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 7 月第一版

2014 年 9 月第二版 2014 年 9 月北京第三次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 349 千字

定价 32.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

目前建筑结构的施工图均采用“建筑结构施工图平面整体设计方法”（简称平法），它极大地简化了设计，出施工图时只需出平面图，不再出构造详图。然而设计的简化，带来了施工、监理和工程预算的复杂化。由于多数高等院校没有开设平法识图课程，学生毕业后到了设计、施工、监理、造价等单位，看不懂平法施工图，直接影响了工作效率，影响了建筑工程质量。

高等职业教育必须满足社会对人才的需求，符合职业岗位要求。正确识读施工图是土建类专业技术人员的技能之一，所以开设混凝土结构识图课程是顺应社会需求，对接岗位需求。

本书根据 G101 和 G901 系列图集以及相关规范要求，详细讲解如何识读平法施工图，对不同构件平法识图和钢筋计算的步骤、方法和技巧进行了详细阐述，这些内容紧贴实际，反映产业技术升级，符合高职教育的人才培养目标。

一、教材体系

本书为“项目导向”教材，不仅内容上按照项目编写，使用中也要理论联系实际，建议授课教师把当地实际工程图纸引进课堂，让学生熟悉当地图纸，同时让学生直接使用当前执行的平法图集，再辅以课程网站，形成“以图纸为载体，以图集和教科书为基础，以课程网站为辅”的“四位一体”教材体系，丰富教学内容。

二、教材特点

本书充分展示“项目导向”、“任务驱动”、“工学结合”的特点。教学内容按照项目展开，对各种构件均安排实操训练，即针对平法施工图，画出立面钢筋排布图和截面钢筋排布图，并计算钢筋工程量，让学生完成“工作任务（学业成果）”，以达到实训目的。约一半的权重用于实操训练，通过“理论—实操—再理论—再实操”的教学方式，使学生具有识图能力和钢筋计算能力。

三、教学内容与学时安排建议

项 目	项 目 名 称	学 时
项目 1	基本知识	4
项目 2	基础平法识图与钢筋计算	8
项目 3	柱平法识图与钢筋计算	18
项目 4	剪力墙平法识图与钢筋计算	22
项目 5	梁平法识图与钢筋计算	22
项目 6	板平法识图与钢筋计算	8
项目 7	板式楼梯平法识图与钢筋计算	6

续表

项 目	项 目 名 称	学 时	
项目 8	钢筋翻样	选学	
项目 9	图纸自审与会审	图纸自审	课外 16
		图纸会审	2
合计学时：90+（课外 16）			

四、不同专业实操内容安排

专 业	实 操 内 容	课外实操任务或实训
建筑工程技术、 工程管理	重点绘制钢筋排布图, 钢筋计算适量	一套完整图纸的图纸自审和会审
工程造价	重点计算钢筋工程量, 绘制钢筋排布图适量	计算一套完整图纸的钢筋工程量

五、工学结合的教学组织方式

建议教师把当地实际工程图纸引进课堂, 以图纸为主线开展教与学的活动, 让学生熟悉当地图纸。当第一套图纸为框架结构、独立基础时, 教材的项目排序做调整, 按照独立基础、框架柱、非框架梁、框架梁、楼板……这种顺序教学; 第二套图纸就可选为剪力墙结构、筏板基础, 再继续学习筏板基础、剪力墙。总之, 一定要“工学结合”, 解决实际问题。

六、其他

本书由烟台职业学院和六安职业技术学院的几位副教授和高级工程师共同编写而成。烟台大学土木学院刘津明教授审阅了全书, 提出了许多宝贵意见, 在此表示感谢!

开设混凝土结构识图与钢筋计算课程是教学改革、课程改革的一种尝试, 本书在结构、内容、形式等方面进行了大胆探索和创新, 难免存在不足之处, 欢迎广大师生和读者提出批评或改进意见!

本教材配有课件、部分授课录像, 索取请登录封底所列网站。

编 者

2014 年 7 月

符 号 表

A_s	钢筋截面面积
a	钢筋最小净距, 或柱、剪力墙在基础内的插筋弯钩直段长度
b	矩形截面宽度
C	混凝土强度等级
c_c	柱的混凝土保护层厚度
c_b	梁的混凝土保护层厚度
c_w	剪力墙混凝土保护层厚度
d	钢筋直径
d_c	柱纵筋直径
d_b	梁纵筋直径
h	矩形截面高度或板的厚度
h_b	梁截面高度
h_c	柱截面尺寸 (圆柱为截面直径)
h_o	梁或柱的截面有效高度
H_n	所在楼层的柱净高
h_w	梁的腹板高度, 当矩形截面时为梁全高
l	构件长度或悬挑梁净长
l_a	受拉钢筋锚固长度
l_{ab}	受拉钢筋基本锚固长度
l_{aE}	受拉钢筋抗震锚固长度
l_{abE}	受拉钢筋抗震基本锚固长度
l_h	箍筋或拉筋弯钩的平直段长度
l_l	受拉钢筋搭接长度
l_{lE}	受拉钢筋抗震搭接长度
l_n	梁的净跨
$m \times n$	矩形截面柱箍筋以 $m \times n$ 形式表示时, m 为 b 边宽度上的肢数, n 为 h 边宽度上的肢数
$m/n(k)$	梁横截面箍筋以 $m/n(k)$ 形式表示时, m 为梁上部第一排纵筋根数, n 为梁下部第一排纵筋根数, k 为梁箍筋肢数
Δ	框架柱变截面时上柱截面缩进尺寸
ρ	钢筋配筋率
ζ_a	锚固长度修正系数
ζ_{aE}	抗震锚固长度修正系数

目 录

前言 符号表

项目 1	基本知识	1
	1.1 结构施工图的识读	1
	1.2 平法基础知识	3
	1.3 混凝土结构一般构造	6
	1.4 钢筋计算的基本要求	13
	思考题	13
项目 2	基础平法识图与钢筋计算	14
	2.1 独立基础的平法设计规则	14
	2.2 独立基础底板钢筋构造	16
	2.3 独立基础钢筋计算操练	17
	2.4 筏形基础的平法设计规则	18
	2.5 筏板基础的钢筋构造	20
	2.6 梁板式筏形基础钢筋计算操练	24
	思考题	27
	实操题	27
项目 3	柱平法识图与钢筋计算	28
	3.1 柱的平法设计规则	29
	3.2 柱插筋锚固构造	34
	3.3 柱身钢筋构造	37
	3.4 柱节点钢筋构造	45
	3.5 抗震框架柱识图操练	51
	3.6 抗震框架柱钢筋计算操练	59
	3.7 非抗震框架柱简介	63
	思考题	64
	实操题	64

项目 4

剪力墙平法识图与钢筋计算	67
4.1 剪力墙平法设计规则	68
4.2 剪力墙柱的钢筋构造	79
4.3 剪力墙身的钢筋构造	82
4.4 剪力墙梁的钢筋构造	92
4.5 剪力墙洞口补强构造	98
4.6 剪力墙各种构造以及保护层取值探讨	100
4.7 剪力墙识图操练	102
4.8 剪力墙钢筋计算操练	104
思考题	112
实操题	112

项目 5

梁平法识图与钢筋计算	115
5.1 梁的平法设计规则	116
5.2 非框架梁钢筋构造	124
5.3 非框架梁识图操练	127
5.4 框架梁钢筋构造	132
5.5 悬挑梁钢筋构造	144
5.6 抗震框架梁识图操练	147
5.7 抗震框架梁钢筋计算操练	154
5.8 非抗震框架梁钢筋构造	157
思考题	158
实操题	158

项目 6

板平法识图与钢筋计算	161
6.1 板的平法设计规则	162
6.2 楼板的钢筋构造	171
6.3 悬挑板的平法标注及钢筋构造	174
6.4 板的识图操练	179
6.5 板钢筋计算操练	181
思考题	185
实操题	185

项目 7

板式楼梯平法识图与钢筋计算	187
7.1 楼梯概述	187
7.2 板式楼梯平法设计规则	188

7.3	板式楼梯钢筋构造	191
7.4	板式楼梯钢筋计算操练	192
	思考题	195
	实操题	195

项目 8

	钢筋翻样	197
8.1	钢筋翻样概述	197
8.2	钢筋量度差值	198
8.3	弯钩增加值	203
8.4	箍筋和拉筋的下料长度计算	204
8.5	梁纵筋下料长度计算	207
8.6	平法梁图上作业法	208
	思考题	214
	实操题	215

项目 9

	图纸自审与会审	216
9.1	图纸自审	216
9.2	图纸会审	217
	实操题	219

附表	钢筋理论质量及截面面积	221
----	-------------------	-----

参考文献	222
------------	-----

项目 1

基 本 知 识



项目要求

能力目标	知识目标	权重
能够按照正确的识读方法和步骤识读结构施工图	熟悉结构施工图的识读方法和步骤	20%
能够准确地确定混凝土保护层厚度	掌握混凝土结构的环境类别，掌握确定混凝土保护层厚度的有关要求	30%
能够准确地确定和计算钢筋锚固长度和连接长度等数值	掌握钢筋锚固长度和钢筋连接的要求	40%
能够正确地应用钢筋的一般构造	熟悉各种构件纵向受拉钢筋的间距要求	10%



教学建议

建议采用实物展示教学法，教师把实际的施工图纸展示给同学们看，再讲解施工图的分类和各图纸的内容；然后把《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(G101)和《混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》(G901)系列图集展示给同学们看，让同学们初步建立平法的概念，再进一步讲解平法的内容和意义，为今后的项目教学、结构识图和钢筋计算奠定基础。

1.1 结构施工图的识读

1.1.1 施工图的作用与分类

1. 施工图的作用

一幢建筑施工必须有一套该建筑的建筑工程施工图。建筑工程施工图是工程技术界的通用语言，是工程技术人员进行信息传递的载体。它是具有法律效力的正式文件，是建筑工程重要的技术档案。设计人员通过施工图，表达设计意图和设计要求；施工人员通过熟悉图纸，理解设计意图后，才能按施工图进行施工。

建筑工程竣工后，施工单位必须根据工程施工图纸及设计变更文件，认真绘制竣工图纸交给业主，作为今后使用与维修、改建、鉴定的重要依据。业主不得任意改变建筑的使用功能。业主除把竣工图纸作为重要的文件归档保管外，还必须将一份送交当地城建档案馆长期保存。

当业主与施工单位因工程质量产生争议时，施工图纸是技术仲裁或法律裁决的重要依据。如果由于设计施工图的错误而导致工程事故，设计单位及设计相关责任人应承担相应责任。

2. 施工图的分类

一套完整的建筑工程施工图一般包含：

(1) 建筑施工图 (图号 JS-××), 包括:

- 1) 总平面图: 反映总体布局 (水平投影);
- 2) 建筑总说明;
- 3) 平面图: 各层平面图和屋顶平面图, 反映平面布局、功能及尺寸;
- 4) 立面图: 外观形状 (正面投影);
- 5) 剖面图: 辅助说明内部立面形状;
- 6) 详图: 构造做法。

(2) 结构施工图 (图号 GS-××), 包括:

- 1) 结构总说明;
- 2) 基础图;
- 3) 柱 (墙) 配筋图;
- 4) 梁配筋图;
- 5) 板配筋图;
- 6) 楼梯图;
- 7) 节点详图。

(3) 设备施工图, 包括:

- 1) 给排水施工图 (图号 SS-××);
- 2) 电气施工图 (强电、弱电) (图号 DS-××);
- 3) 采暖通风施工图 (图号 NS-××);
- 4) 燃气施工图 (图号 QS-××)。

各工种的图纸又分为基本图 (表达全局性的内容) 和详图 (表明某一构配件或某一局部的做法、构造、材料、详细尺寸和标高、定位等内容)。

各工种图纸的编排, 一般是全局性图纸在前, 局部性图纸在后; 先施工的在前, 后施工的在后; 重要图纸在前, 次要图纸在后。

1.1.2 结构施工图识读方法与步骤

1. 施工图识读方法与技巧

一个建筑单体的施工图, 由建施、结施、水施、暖施、电施及智能化设计等施工图组成, 图纸数量通常有几十张甚至上百张。施工单位在项目开工前, 首先应通过对设计施工图全面、仔细地识读, 对建筑的概况、要求有一个全面的了解, 及时发现设计中各工种之间存在矛盾的、设计中不明确的、施工中有困难的及设计图中有差错的地方, 并通过图纸会审的方式予以提出, 便于设计单位对施工图做进一步的明确与调整, 以保证工程施工的顺利进行。

初学者拿到施工图后, 通常会感到无从着手, 不得要领。要提高识图效率, 第一, 要有正确的识读方法; 第二, 要有现场施工与管理经验; 第三, 应熟悉施工图的制图规则, 熟悉房屋建筑构造、结构构造, 熟悉有关规范; 第四, 按照正确的顺序识读。只有通过大量的生产实践, 才能不断提高识图能力。

2. 结构施工图的识读方法和步骤

在建施、结施、水施、暖施、电施图中结构施工图是最重要也是最需要花费精力去识读的图纸, 所以必须掌握识读方法和要领。一般步骤如下:

(1) 按施工顺序看图纸, 先干哪个项目哪个部位哪个构件, 就先看这个项目这个部位这个构件的图纸内容。

(2) 由粗到细看。先粗看一遍, 一般先看建施图, 了解建筑概况、使用功能及要求、内部空间的布置、层数与层高、墙柱布置、门窗尺寸、楼(电)梯间的设置、内外装修、节点构造及施工要求等基本情况。然后再看结施图, 了解工程概况、结构方案等; 熟悉结构平面布置, 检查构件布置是否合理, 有无遗漏, 柱网尺寸、构件定位尺寸、楼面标高是否正确。最后根据结构平面布置图, 细看每一构件的标高、截面尺寸、钢筋等。

(3) 结施与建施结合看的同时, 还要与其他设备图对照看。仔细查看结施图与各专业图纸之间所表达的内容有无缺漏或错误, 前后图纸之间是否有矛盾等。如建施与结施标高是否相矛盾, 建筑物基础与地沟、工艺设备基础等是否相碰、冲突, 工艺管道、电气线路、设备装置与建筑物之间或相互间有无矛盾, 布置是否合理。

1.1.3 平法施工图出图顺序

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。用平法设计制图规则完成的施工图, 按照图 1-1 的顺序出图, 这种出图顺序与现场施工顺序完全一致, 见图 1-2, 便于施工技术人员理解、掌握和具体实施。

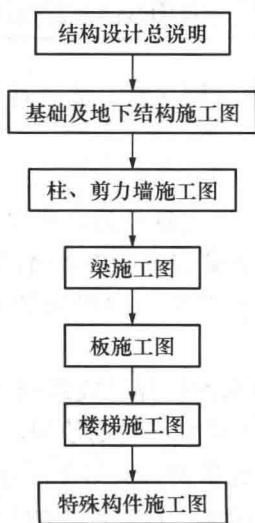


图 1-1 平法施工图出图顺序

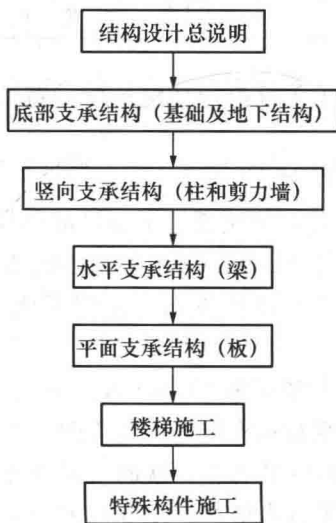


图 1-2 现场施工顺序

1.2 平法基础知识

1.2.1 平法的定义

建筑结构施工图平面整体设计方法, 简称平法。

平法的表达形式概括来讲, 就是把结构构件的尺寸和配筋等, 按照平面整体表示方法制图规则, 整体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, 构成一套新型完整的结构设计图。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、画出钢筋表的繁琐方法。

平法适用于建筑结构的各种类型，包括混凝土结构、钢结构、砌体结构和混合结构。

1.2.2 平法基本原理

1. 平法的基本理论及系统构成

(1) 平法的基本理论。

平法的基本理论为：以结构设计师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，由结构设计师采用数字化符号化的平法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。

(2) 平法的系统构成。

我们把结构施工图设计作为主系统，可将其分为若干子系统，见表 1-1。

表 1-1 平法施工图的系统构成

主系统：结构施工图设计	第 1 子系统	结构设计总说明
	第 2 子系统	基础及地下结构平法施工图设计
	第 3 子系统	柱、墙结构平法施工图设计
	第 4 子系统	梁结构平法施工图设计
	第 5 子系统	楼板与楼梯平法施工图设计

以上五个子系统符合系统科学的特征，具有明确的层次性、关联性、功能性和相对完整性。

2. 平法图集简介

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。该方法提高设计效率数倍，同时提高了设计质量，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。

平法创建十多年来，G101-X、G901-X 国家建筑标准设计已成系列。G101-X 系列图集是平法制图规则和标准配筋构造详图。为了配合 G101 系列图集的使用，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，为施工人员进行钢筋排布和下料提供技术依据，还发行了 G901 系列平法图集。目前使用的 G101-X 系列国家建筑标准设计图集见表 1-2。

表 1-2 G101 系列国家建筑标准设计图集

序号	图集号	图 集 名 称	执行时间
1	11G101—1	混凝土结构施工图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、梁、板）	2011-09
2	11G101—2	混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土板式楼梯）	2011-09
3	11G101—3	混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台）	2011-09

3. 平法的实用效果

(1) 结构设计实现标准化。

绘制建筑结构施工图时,采用标准化的设计制图规则,即执行国家建筑标准设计图集《混凝土结构平面整体表示方法制图规则》,使结构施工图表达数字化、符号化,单张图纸的信息量高而且集中;构件分类明确,层次清晰,表达准确,设计速度快,效率成倍提高。平法使设计者易掌握全局,易进行平衡调整,易修改,易校审,改图可不牵连其他构件,易控制设计质量。平法也能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,有利于施工质量管理。

(2) 构造设计实现标准化。

平法采用标准化的构造设计,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供设计选用,可避免构造做法反复抄袭以及由此伴生的设计失误,保证节点构造在设计与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,已初步形成结构与施工的部分技术规则。

(3) 平法大幅度降低设计成本,降低设计消耗,节约自然资源。

平法施工图是有序化、定量化的设计图纸,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%以上,综合设计工日减少2/3以上,每10万m²设计面积可降低设计成本约27万元,在节约人力资源的同时又节约了自然资源。

(4) 平法大幅度提高设计效率。

平法可大幅度提高设计效率,立竿见影,能快速解放生产力,迅速缓解基本建设高峰期结构设计人员紧缺的局面。

(5) 平法促动人才分布格局的改变。

平法实施以后,实质性地影响了全国建筑结构领域的人才分布状况。设计单位对土建类专业大学毕业生的需求量显著减少,为施工单位招聘结构专业人才腾出了空间,大量土建类专业毕业生到施工部门择业已成普遍现象。随着时间的推移,高校培养的大批土建类高级技术人才必将对施工建设领域的科技进步发挥积极作用。

(6) 平法促动设计院内的人才竞争,促进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。

1.2.3 学习平法的意义

平法是怎样产生的?平法的创始人陈青来教授,现在山东大学工作。在创立平法时,他在山东省建筑设计院从事结构设计工作。当时正值改革开放初期,设计任务繁重,为了加快结构设计的速度,简化结构设计的过程,他吸收了国外的经验,结合中国建筑界的具体实践,创立了平法。可以说,平法的产生,首先是为了设计的方便。我们知道,建筑工程图纸分为建筑施工图、结构施工图和设备施工图三大部分,其中结构施工图纸的工作量很大,现在由于实行了平法设计,结构图纸的数量大大减少;而且,结构设计的后期计算,例如每根钢筋形状和尺寸的具体计算、工程钢筋表的绘制等,也被免去了,这使得结构设计减少了大量枯燥无味的工作,极大地解放了结构设计师的生产力,加快了结构设计周期,提高了结构设计质量。

对结构设计有这么多的便利，对施工、监理、造价又有什么好处呢？

在科学技术发展史上，任何一种上游技术的进步，必然引发和推动该领域的中下游技术的相应进步，这种推动是自然规律使然，并不以人的意志为转移。如果我们视结构设计为上游技术的话，那么，结构施工、预算与监理可视为中下游技术（根据先后顺序而言，无高低之分）。平法施工图设计必然推动施工理念与预算方法的改进，当施工、预算与监理人员适应了平法设计之后，便能亲身体会到平法设计的规律性给他们带来的诸多方便。例如，工程师们携带到工程现场的图纸数量少了，就可以“轻装上阵”了。

不过，光带施工图是不够的，还要带上一套平法标准图集，就像学生日常携带的字典一样。但问题并不就这样解决了。手拿字典要先学会查字典的方法，手拿平法施工图就要先学会平法识图，要看懂平法施工图上标注的各种符号，并且能够在平法标准图集上查出相应的节点构造来。这就是同学们为什么要学习平法的原因。

土建类专业的学生将来不论是做结构设计、施工、监理还是预算，均离不开施工图纸，所以都要掌握平法知识，只有这样才能在建筑工程领域里有所作为。

1.3 混凝土结构一般构造

1.3.1 钢筋的锚固长度

为了保证钢筋与混凝土共同受力，它们之间必须要有足够的黏结强度。为了保证黏结效果，钢筋在混凝土中要有足够的锚固长度。

我国的钢筋强度不断提高，结构形式的多样性也使锚固条件有了很大变化，根据近年来系统实验研究及可靠度分析的结果并参考国外标准，GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》给出了受拉钢筋的基本锚固长度计算公式。

当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时，受拉钢筋的基本锚固长度计算公式为：

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \tag{1-1}$$

当考虑工程中的具体情况时，实际的受拉钢筋锚固长度公式为：

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \tag{1-2}$$

- 式中 f_y ——普通钢筋的抗拉强度设计值；
 f_t ——混凝土的轴心抗拉强度设计值，当混凝土强度等级大于 C60 时，按 C60 级取值；
 d ——锚固钢筋的公称直径；
 α ——锚固钢筋的外形系数；
 ζ_a ——锚固长度修正系数。

现在比较一下考虑抗震和不考虑抗震时的受拉钢筋锚固长度计算公式，见表 1-3。

表 1-3 受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE}

类别	基本锚固长度	锚固长度	分 析
非抗震	$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$	$l_a = \zeta_a l_{ab}$	—

续表

类别	基本锚固长度	锚固长度	分 析
抗震	$l_{abE}=\zeta_{aE}l_{ab}$	$l_{aE}=\zeta_{aE}l_a$ $l_{aE}=\zeta_{aE}\zeta_a l_{ab}$ $l_{aE}=\zeta_a l_{abE}$	由抗震锚固长度公式 $l_{aE}=\zeta_a l_{abE}$ 可知, 先查表确定 ζ_a 和 l_{abE} , 再求得 l_{aE} ; 当 $\zeta_a=1.0$ 时, $l_{aE}=l_{abE}$

实际工作中受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab} 不用代入公式计算, 可以直接查表 1-4 取值, 受拉钢筋锚固长度 l_a 按表 1-5 取值, 它是基本锚固长度 l_{ab} 乘以锚固长度修正系数 ζ_a 后的数值, 锚固长度修正系数 ζ_a 见表 1-6。

表 1-4 受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 、 l_{abE}

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
HPB300	一、二级 (l_{abE})	45d	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级 (l_{abE})	41d	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
	四级 (l_{abE}) 非抗震 (l_{ab})	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
HRB335 HRBF335	一、二级 (l_{abE})	44d	38d	33d	31d	29d	26d	25d	24d	24d
	三级 (l_{abE})	40d	35d	31d	28d	26d	24d	23d	22d	22d
	四级 (l_{abE}) 非抗震 (l_{ab})	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
HRB400 HRBF400 RRB400	一、二级 (l_{abE})	—	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级 (l_{abE})	—	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d
	四级 (l_{abE}) 非抗震 (l_{ab})	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
HRB500 HRBF500	一、二级 (l_{abE})	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
	三级 (l_{abE})	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d
	四级 (l_{abE}) 非抗震 (l_{ab})	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d

表 1-5 受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE}

非抗震	抗震	备 注
$l_a=\zeta_a l_{ab}$	$l_{aE}=\zeta_{aE} l_a$	1. l_a 不应小于 200。 2. 锚固长度修正系数 ζ_a 按表 1-6 取用, 当多于一项时, 可按连乘计算, 但不应小于 0.6。 3. ζ_{aE} 为抗震锚固长度修正系数, 一、二级抗震等级取 1.15, 三级抗震等级取 1.05, 四级抗震等级取 1.00。

表 1-6 受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a

锚固条件		ζ_a	备 注
带肋钢筋的公称直径大于 25		1.10	—
环氧树脂涂层带肋钢筋		1.25	
施工过程中易受扰动的钢筋		1.10	
锚固区保护层厚度	3d	0.80	锚固区保护层厚度值大于 3d 小于 5d 时，按内插法取值
	5d	0.70	



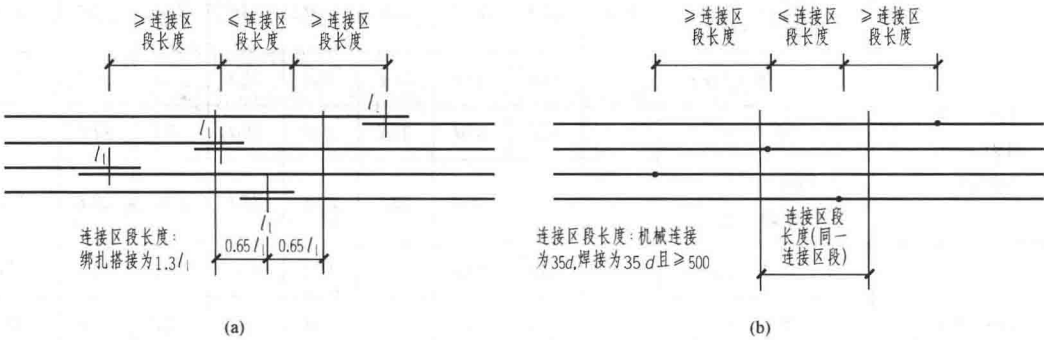
特别提示

l_{abE} 是从表 1-4 中直接查取， l_{aE} 是从表 1-4 和表 1-6 中查取 l_{abE} 和 ζ_a 后，相乘即可得 l_{aE} 。当没有特殊锚固条件时，相当于 $\zeta_a=1.0$ ，即 $l_{abE}=l_{aE}$ 。

1.3.2 钢筋的连接构造

在施工过程中，当构件的钢筋不够长（钢筋定长一般为 9m）时，钢筋需要连接。钢筋连接可采用绑扎搭接、机械连接或焊接连接。混凝土结构中受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处，在同一根受力钢筋上宜少设接头，在结构的重要构件和关键传力部位，纵向受力钢筋不宜设置连接接头。

同一构件相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接、机械连接、焊接接头构造见图 1-3。图中 d 为相互连接两根钢筋中较小直径；当同一构件同一截面有不同钢筋直径时，取较大直径计算连接区段长度。



注：1.考虑抗震时绑扎搭接长度取 l_{lE} ；
2. d 为相互连接钢筋的较小直径，当同一构件连接区段长度不同时，取大值；
3.当受拉钢筋直径>25mm及受压钢筋直径>28mm时，不宜采用绑扎搭接。

图 1-3 同一连接区内纵向受拉钢筋连接接头构造

受拉钢筋绑扎搭接长度和修正系数见表 1-7。

表 1-7 受拉钢筋绑扎搭接长度和修正系数

纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 l_l 、 l_{lE}		备 注
抗震	非抗震	1. 当直径不同的钢筋搭接时， l_{lE} 、 l_l 按直径较小的钢筋计算。 2. 在任何情况下 l_l 不得小于 300mm
$l_{lE}=\zeta_l l_{aE}$	$l_l=\zeta_l l_a$	