

普通高等教育“十三五”规划教材

混凝土结构

平法识图

主编◎毕宪珍
张欢
陈培超

HUNNINGTU JIEGOU

PINGFA SHITU

航空工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

混凝土结构平法识图

主编 毕宪珍 张 欢 陈培超



航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书依据最新国家建筑标准设计图集 16G101-1~3 和 12G901-1~3 编写而成。本书共 7 章, 主要包括混凝土结构平法识图基础知识、梁平法识图与钢筋算量、柱平法识图与钢筋算量、板平法识图与钢筋算量、独立基础平法识图与钢筋算量、楼梯平法识图与钢筋算量、剪力墙平法识图与钢筋算量。

本书可作为高等院校土木工程专业、工程管理专业、建筑工程技术专业、工程造价专业等土建类专业的平法识图课程教材, 也可供设计人员、施工人员、工程造价人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

混凝土结构平法识图 / 毕宪珍, 张欢, 陈培超主编
· 一 北京: 航空工业出版社, 2018. 8
ISBN 978-7-5165-1702-4

I. ①混… II. ①毕… ②张… ③陈… III. ①混凝土
结构—建筑制图—识图 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 195063 号

混凝土结构平法识图 Hunningtu Jiegou Pingfa Shitu

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑 2 号院 100012)

发行部电话: 010-84936597 010-84936343

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2018 年 8 月第 1 版

2018 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 10.75

字数: 248 千字

印数: 1—4000

定价: 38.00 元

编者的话

“平法”是“建筑结构平面整体设计方法”的简称。概括地讲，平法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。它不同于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，应用起来非常简便，现已在全国结构工程界普遍应用。

随着平法的推广应用，混凝土结构平法识图课程已经成为土木工程学科非常重要的一门专业基础课。编者深入一线与经验丰富的教授、工程师反复交流、探讨，并结合多年的教学经验，认真编写了本书，希望使平法知识更加系统化。

本书具有以下特点：

1. 最新图集，内容全面。

本书依据最新国家建筑标准设计图集 16G101-1~3 和 12G901-1~3 编写而成，期望让学生直接接触最新的、正在实际使用的平法规则。同时，本书涵盖了梁、柱、板、剪力墙、基础、楼梯等所有工程常用构件，内容全面，重点突出。

2. 结构清晰，案例典型。

本书对每种构件的介绍，都是按照平法识图→钢筋标准构造及计算原理→钢筋计算实例的顺序进行的，整体结构简单、清晰、一目了然。每种构件的最后都会给出非常典型的钢筋计算大案例，让学生先识读平法施工图，然后根据前面介绍的计算原理进行钢筋算量。

3. 配置三维模型，立体仿真。

本书在介绍各种构件的具体配筋时，采用三维建模技术，将二维施工图中的配筋构造通过立体模型直观地展示出来，让学生可以直接看到混凝土内部的钢筋排布，方便学生理解。

本书由郑州工商学院毕宪珍、张欢、陈培超担任主编。其中，第一至三章由张欢编写，第四至六章由陈培超编写，第七章由毕宪珍编写，全书由毕宪珍统稿。

本书在编写过程中参考了大量的相关资料和文献，在此对这些资料和文献的作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，我们诚恳的欢迎各位读者、同行、专家的批评指正。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可登录北京金企鹅联合出版中心的网站（www.bjjqe.com）下载。

编者

2018年7月

目 录

第一章 混凝土结构平法识图基础知识	1
第一节 平法基础知识	2
一、平法的概念	2
二、平法标准设计系列国标图集简介	2
三、平法结构施工图上应注明的事项	3
第二节 钢筋算量基础知识	4
一、钢筋及钢筋算量	4
二、钢筋工程量计算	6
练习题	16
第二章 梁平法识图与钢筋算量	17
第一节 梁平法识图	18
一、平面注写方式	18
二、截面注写方式	22
第二节 梁钢筋标准构造及计算原理	23
一、框架梁受力特点分析	23
二、梁构件钢筋构造知识体系	24
三、抗震楼层框架梁 KL 钢筋构造及计算原理	25
四、抗震屋面框架梁 WKL 钢筋构造及计算原理	38
五、非框架梁 L 钢筋构造及计算原理	39
第三节 梁钢筋计算实例	40
练习题	47
第三章 柱平法识图与钢筋算量	49
第一节 柱平法识图	50
一、列表注写方式	50
二、截面注写方式	52
第二节 柱钢筋标准构造及计算原理	53
一、框架柱受力特点简述	53

二、框架柱构件钢筋构造知识体系·····	54
三、基础内柱插筋构造及计算原理·····	55
四、地下室框架柱钢筋构造及计算原理·····	58
五、中间层抗震框架柱钢筋构造及计算原理·····	60
六、顶层柱钢筋构造及计算原理·····	66
七、框架柱箍筋构造及计算原理·····	69
第三节 柱钢筋计算实例·····	71
练习题·····	73
第四章 板平法识图与钢筋算量·····	75
第一节 板平法识图·····	76
一、有梁楼盖平法识图·····	76
二、楼板相关构造制图规则·····	82
第二节 板钢筋标准构造及计算原理·····	83
一、现浇有梁楼盖中楼板的受力特点·····	83
二、有梁楼盖中板的分类及钢筋排布规则·····	83
三、板构件钢筋构造知识体系·····	86
四、板底筋构造及计算原理·····	87
五、板顶筋构造及计算原理·····	89
六、支座负筋、分布筋构造及计算原理·····	92
七、楼板相关构造及计算原理·····	94
第三节 板钢筋计算实例·····	99
练习题·····	104
第五章 独立基础平法识图与钢筋算量·····	105
第一节 独立基础平法识图·····	106
一、独立基础的集中标注·····	106
二、独立基础的原位标注·····	109
三、集中标注和原位标注综合注写·····	109
四、多柱独立基础·····	110
第二节 独立基础钢筋标准构造及计算原理·····	113
一、独立基础受力特点·····	113
二、独立基础钢筋标准构造及计算原理·····	113
第三节 独立基础钢筋计算实例·····	117
练习题·····	119

第六章 楼梯平法识图与钢筋算量	121
第一节 楼梯平法识图	122
一、楼梯的分类	122
二、板式楼梯的分类	122
三、楼梯平法识图	126
第二节 楼梯钢筋标准构造及计算原理	127
一、板式楼梯受力特点简述	127
二、楼梯配筋标准构造及计算原理	128
三、板式楼梯配筋构造要点	130
第三节 楼梯钢筋计算实例	130
练习题	134
第七章 剪力墙平法识图与钢筋算量	135
第一节 剪力墙平法识图	136
一、列表注写方式	136
二、截面注写方式	142
三、剪力墙洞口的表示方法	142
第二节 剪力墙钢筋标准构造及计算原理	145
一、剪力墙受力特点简述	145
二、剪力墙构件钢筋构造知识体系	145
三、剪力墙墙身钢筋构造及计算原理	146
四、剪力墙墙柱钢筋构造及计算原理	152
五、剪力墙墙梁钢筋构造及计算原理	153
六、剪力墙洞口补强构造	156
第三节 剪力墙钢筋实例	160
练习题	162
参考文献	163

第一章

混凝土结构平法识图基础知识



本章导读

本章主要介绍了钢筋混凝土施工图平面整体表示方法以及平法的制图规则，并阐述了混凝土结构中钢筋算量的基础知识。

通过本章的学习，学生应了解平法标准设计系列国标图集、混凝土结构平法施工图与传统施工图之间的区别、掌握平法施工图的制图规则、混凝土结构中钢筋量计算的计算过程、养成正确阅读图集和图纸的习惯。

第一节 平法基础知识

现代建筑工程结构中，钢筋是主要的建筑材料之一，其对整个工程有非常重要的影响。例如，钢筋的加工成型直接影响到钢筋混凝土结构工程的进度控制、质量控制及工程安全性；钢筋的长度、用量直接影响到投资控制的准确性。

钢筋的加工成型与算量工作需要依据设计图纸和标准图集，所以，看懂图纸成为学习钢筋算量的第一步。混凝土结构施工图平面整体表示方法（以下简称平法）作为看懂图纸的基础，必须熟练掌握。在具体工程中，施工图主要表示构件截面尺寸大小及钢筋用量（数量），而有关钢筋的构造做法，如钢筋锚固、截断位置、连接位置等，则要按平法的规定。因此，要正确理解图纸所表达的含义并运用图纸所表达的信息进行钢筋量的计算，需要将图纸和平法很好地结合，即做到“数字看图纸，构造看平法”。

一、平法的概念

平法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，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，构成一套完整的结构施工图的方法。平法改变了传统结构施工图从平面布置图中索引出来，再逐个绘制配筋详图的繁琐方法，减少了设计人员的工作量，同时也减少了传统结构施工图中“错、漏、碰、缺”的质量通病。



· 拓展阅读 ·

平法的创始人是山东大学的陈青来教授。平法实现了结构领域标准构造设计的集成化，被称为建筑结构领域的成功之作，是原国家科委列为国家级推广的重点科研成果，也是对我国混凝土结构施工图设计表示方法的重大改革。

二、平法标准设计系列国标图集简介

目前已出版发行的常用平法标准设计系列国标图集主要有：

(1) 《国家建筑标准设计图集 16G101-1: 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）》。

(2) 《国家建筑标准设计图集 16G101-2: 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）》。

(3) 《国家建筑标准设计图集 16G101-3: 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、桩基础）》。

（4）《国家建筑标准设计图集 11G329-1：建筑物抗震构造详图（多层和高层钢筋混凝土房屋）》。

（5）《国家建筑标准设计图集 11G329-2：建筑物抗震构造详图（多层砌体房屋和底部框架砌体房屋）》。

（6）《国家建筑标准设计图集 11G329-3：建筑物抗震构造详图（单层工业厂房）》。

目前出版的与 16G101 平法图集配套使用的系列图集主要有：

（1）《国家建筑标准设计图集 12G901-1：混凝土结构施工图钢筋排布规则与构造详图（现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板）》。

（2）《国家建筑标准设计图集 12G901-2：混凝土结构施工图钢筋排布规则与构造详图（现浇混凝土板式楼梯）》。

（3）《国家建筑标准设计图集 12G901-3：混凝土结构施工图钢筋排布规则与构造详图（独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础）》。



提 示

16G101 系列图集和 11G329、12G901 系列图集的节点构造基本一致，但由于目前我国结构设计主要遵循的是平法制图规则，也就是说，平法制图规则和构造比起来，平法制图规则是第一位的，所以结构“1 字头”图集是制图规则和设计深度的主要参照标准。基于此，本书主要以 16G101 为依据进行讲解。

三、平法结构施工图上应注明的事项

（1）注明所选用平法标准图的图集号（如 16G101-1），以免图集升级改版后在施工中用错版本。

（2）写明混凝土结构的设计使用年限。

（3）应写明抗震设防烈度及抗震等级，以明确选用相应抗震等级的标准构造详图。

（4）写明各类构件在不同部位所选用的混凝土强度等级和钢筋级别，以确定相应纵向受拉钢筋的最小锚固长度及最小搭接长度等。当采用机械锚固形式时，设计者应指定机械锚固的具体形式、必要的构件尺寸及质量要求。

（5）当标准构造详图有多种可选择的构造做法时，应写明在何部位选用何种构造做法。当未写明时，则表示设计人员自动授权施工人员可以任选一种构造做法进行施工，如框架顶层端节点配筋构造、复合箍中拉筋弯钩做法、无支承板端部封边构造等。

某些节点要求设计者必须写明在何部位选用何种构造做法，如板的上部纵向钢筋在端支座的构造、地下室外墙与顶板的链接、剪力墙上柱 QZ 纵筋构造方式，以及剪力墙水平

分布钢筋是否计入约束边缘构件体积配箍率计算、非底部加强部位剪力墙构造边缘构件是否设置外圈封闭箍筋等。

(6) 写明柱(包括墙柱)纵筋、墙身分布筋、梁上部贯通筋等在具体工程中需接长时所采用的连接形式及有关要求。必要时,应注明对接头的性能要求。轴心受拉及小偏心受拉构件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接,设计者应在平法施工图中注明其平面位置及层数。

(7) 写明结构不同部位所处的环境类别。

(8) 注明上部结构的嵌固部位位置;框架柱嵌固部位不在地下室顶板,但仍需考虑地下室顶板对上部结构实际存在嵌固作用时,也应注明。

(9) 设置后浇带时,注明后浇带的位置、浇筑时间和后浇混凝土的强度等级以及其他特殊要求。

(10) 当柱、墙或梁与填充墙需要拉结时,其构造详图应由设计者根据墙体材料和规范要求,选用相关国家建筑标准设计图集或自行绘制。

(11) 当具体工程需要对本图集的标准构造详图做局部变更时,应注明变更的具体内容。

(12) 当具体工程中有特殊要求时,应在施工图中另加说明。

第二节 钢筋算量基础知识

一、钢筋及钢筋算量

1. 钢筋

钢筋是指钢筋混凝土配筋用的直条或盘条状钢材。根据外形不同,钢筋可分为光圆钢筋和变形钢筋两种。光圆钢筋实际上就是普通低碳钢的小圆钢和盘圆。变形钢筋是表面带肋的钢筋,通常带有2道纵肋和沿长度方向均匀分布的横肋,横肋的外形有螺旋形、人字形、月牙形3种。

钢筋在混凝土中主要承受拉应力。变形钢筋由于肋的作用,和混凝土有较大的黏结能力,因而能更好地承受外力的作用。

光圆钢筋用公称直径的毫米数表示。变形钢筋的公称直径相当于横截面相等的光圆钢筋的公称直径。钢筋的公称直径为6~50 mm,推荐采用的直径为8 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm。

热轧钢筋是目前钢筋混凝土结构中最常用的钢筋,主要有热轧光圆钢筋(HPB)、热轧带肋钢筋(HRB)、余热处理钢筋(RRB)和细晶粒热轧带肋钢筋(HRBF)四种,如表1-1所示。

表 1-1 常见热轧钢筋的符号及强度 (摘自 GB 50010—2010)

牌号	符号	公称直径 d/mm	屈服强度标准值 $f_{yk} / (\text{N}/\text{mm}^2)$	极限强度标准值 $f_{stk} / (\text{N}/\text{mm}^2)$
HPB300	Φ	6~22	300	420
HRB335	Φ	6~50	335	455
HRBF335	Φ^F			
HRB400	Φ	6~50	400	540
HRBF400	Φ^F			
RRB400	Φ^R			
HRB500	Φ	6~50	500	630
HRBF500	Φ^F			

注：表中牌号后面的数字表示钢筋的屈服强度标准值。

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)指出，混凝土结构的钢筋应按下列规定选用。

(1) 纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400, HRB500, HRBF400, HRBF500 钢筋, 也可采用 HPB300, HRB335, HRBF335, RRB400 钢筋。

(2) 梁、柱纵向受力普通钢筋应采用 HRB400, HRB500, HRBF400, HRBF500 钢筋。

(3) 箍筋宜采用 HRB400, HRBF400, HPB300, HRB500, HRBF500 钢筋, 也可采用 HRB335, HRBF335 钢筋。

(4) 预应力筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

2. 钢筋算量

建筑工程从设计到竣工阶段依次可分为：设计、招投标、施工、竣工结算四个阶段。在建筑工程建设的各个阶段都要确定造价。各阶段工程造价中钢筋算量的相关内容如表 1-2 所示。

表 1-2 各阶段工程造价中钢筋算量的相关内容

阶段	工程造价内容	说明
设计	设计概算	在设计过程中，编制设计概算以对工程的经济性进行评估。例如，计算出工程的钢筋用量，可以评估出构件的含钢量
招投标	招标方：标底、招标控制价 投标方：投标报价	招标方和投标方编制招投标需要的工程造价文件，需要先计算出工程中人、材、机的用量，然后乘以单价，再综合规费和税金，以确定工程造价。在这个过程中，需要计算工程的钢筋用量
施工	材料备料	在施工过程中，需要进行钢筋采购、加工等，需要编制材料计划、钢筋配料单等
竣工结算	结算造价	竣工结算过程中，确定工程造价，也同样需要计算工程钢筋用量

从表 1-2 中可以看出, 钢筋算是贯穿工程建设过程中确定钢筋用量及造价的重要环节。将表 1-2 中钢筋算量的业务进行归类, 可以分为两类, 如表 1-3 所示。

表 1-3 钢筋算量的业务划分

钢筋算量业务划分	计算依据和方法	目的	关注点
钢筋下料	按照相关规范及设计图纸, 以“实际长度”进行计算	指导实际施工	既要符合相关规范和设计要求, 还要满足方便施工、降低成本等施工要求
钢筋算量	按照相关规范及设计图纸, 以及工程量清单和定额的要求, 以“设计长度”进行计算	确定工程造价	快速计算工程的钢筋总用量, 用于确定工程造价
说明	实际长度 = 设计长度 - 量度差值		

二、钢筋工程量计算

1. 钢筋工程量的计算原理

钢筋工程量的计算原理是先计算钢筋的总长度, 再以总长度乘以单位长度理论重量得到总重量, 计算公式为

$$\text{单根钢筋长度} = \text{净长度} + \text{锚固长度} + \text{连接长度} + \text{弯钩长度}$$

$$\text{钢筋的总重量} = \text{单根钢筋长度} \times \text{总根数} \times \text{单位长度理论重量} / 1000$$

如表 1-4 所示为钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量。

表 1-4 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论重量

公称直径/ mm	不同根数钢筋的公称截面面积/mm ²									单根钢筋理论重量/(kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	255	0.222
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	0.395
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	0.617
12	113.1	226	339	452	565	678	791	904	1 017	0.888
14	153.9	308	461	615	769	923	1 077	1 231	1 385	1.21
16	201.1	402	603	804	1 005	1 206	1 407	1 608	1 809	1.58
18	254.5	509	763	1 017	1 272	1 527	1 781	2 036	2 290	2.00 (2.11)
20	314.2	628	942	1 256	1 570	1 884	2 199	2 513	2 827	2.47
22	380.1	760	1 140	1 520	1 900	2 281	2 661	3 041	3 421	2.98
25	490.9	982	1 473	1 964	2 454	2 945	3 436	3 927	4 418	3.85 (4.10)
28	615.8	1 232	1 847	2 463	3 079	3 695	4 310	4 926	5 542	4.83
32	804.2	1 609	2 413	3 217	4 021	4 826	5 630	6 434	7 238	6.31 (6.65)

表 1-4 (续)

公称直径/ mm	不同根数钢筋的公称截面面积/mm ²									单根钢筋理论 重量/(kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
36	1 017.9	2 036	3 054	4 072	5 089	6 107	7 125	8 143	9 161	7.99
40	1 256.6	2 513	3 770	5 027	6 283	7 540	8 796	10 053	11 310	9.87 (10.34)
50	1 963.5	3 928	5 892	7 856	9 820	11 784	13 748	15 712	17 676	15.42 (16.28)

注：括号内为预应力螺纹钢筋的数值。

2. 混凝土结构的环境类别

混凝土结构的环境即混凝土结构所处的环境。混凝土结构的环境主要分为五大类别，如表 1-5 所示。混凝土结构的环境类别主要影响混凝土结构的耐久性和混凝土结构构造(如钢筋保护层厚度等)。

表 1-5 混凝土结构的环境类别

环境类别	条 件
一	室内干燥环境 无侵蚀性静水浸没环境
二 a	室内潮湿环境 非严寒和非寒冷地区的露天环境 非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境 严寒和寒冷地区的冷冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
二 b	干湿交替环境 水位频繁变动环境 严寒和寒冷地区的露天环境 严寒和寒冷地区冷冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三 a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境 受除冰盐影响环境 海风环境
三 b	盐渍土环境 受除冰盐作用环境 海岸环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：(1) 室内潮湿环境是指构件表面经常处于结露或湿润状态的环境。

(2) 严寒和寒冷地区的划分应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—2016)的有关规定。

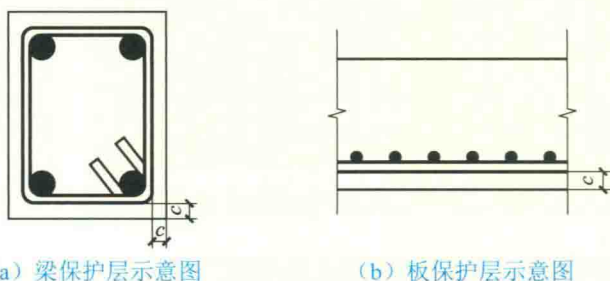
(3) 海岸环境和海风环境宜根据当地情况，考虑主导风向及结构所处迎风、背风部位等因素的影响，

由调查研究和工程经验确定。

- (4) 受除冰盐影响环境是指受到除冰盐盐雾影响的环境；受除冰盐作用环境是指被除冰盐溶液喷射的环境以及使用除冰盐地区的洗车房、停车楼等建筑。
- (5) 暴露的环境是指混凝土结构表面所处的环境。

3. 混凝土保护层厚度

混凝土的保护层厚度是指最外层钢筋外边缘至混凝土表面的距离，用字母 c 表示，如图 1-1 所示。设计使用年限为 50 年的混凝土结构，混凝土保护层的最小厚度必须符合表 1-6 的规定。



(a) 梁保护层示意图

(b) 板保护层示意图

图 1-1 混凝土保护层示意图

表 1-6 混凝土保护层的最小厚度

mm

环境类别	板、墙	梁、柱
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

同时，混凝土保护层厚度要符合以下要求。

- (1) 构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。
- (2) 设计使用年限为 100 年的混凝土结构，在一类环境中，最外层钢筋的保护层厚度不应小于表 1-6 中数据的 1.4 倍；在二、三类环境中，应采取专门的有效措施。
- (3) 混凝土强度不大于 C25 时，表 1-6 中保护层厚度数值应增加 5 mm。
- (4) 基础底面钢筋的保护层厚度，有混凝土垫层时应从垫层顶面算起，且不应小于 40 mm。

4. 钢筋的锚固长度

钢筋的锚固长度是指受力钢筋通过混凝土与钢筋的黏结作用，将所受力传递给混凝土所需要的长度。钢筋的锚固长度应符合设计要求，当图纸要求不明确时，可按照平法构造的要求确定。钢筋的锚固形式分为直锚（直锚固）和弯锚（弯折锚固）两种。当支座宽度

足够时,可采用直锚,否则应采用弯锚。

1) 纵向受拉钢筋的锚固长度

纵向受拉钢筋的基本锚固长度可通过表 1-7、表 1-8 查取 (d 为钢筋直径)。纵向受拉钢筋锚固长度可通过表 1-9 和表 1-10 查取。

表 1-7 纵向受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab}

钢筋种类	混凝土强度等级								
	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
HPB300	$39d$	$34d$	$30d$	$28d$	$25d$	$24d$	$23d$	$22d$	$21d$
HRB335 HRBF335	$38d$	$33d$	$29d$	$27d$	$25d$	$23d$	$22d$	$21d$	$21d$
HRB400 HRBF400 RRB400	—	$40d$	$35d$	$32d$	$29d$	$28d$	$27d$	$26d$	$25d$
HRB500 HRBF500	—	$48d$	$43d$	$39d$	$36d$	$34d$	$32d$	$31d$	$30d$

表 1-8 抗震设计时纵向受拉钢筋基本锚固长度 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	$45d$	$39d$	$35d$	$32d$	$29d$	$28d$	$26d$	$25d$	$24d$
	三级	$41d$	$36d$	$32d$	$29d$	$26d$	$25d$	$24d$	$23d$	$22d$
HRB335 HRBF335	一、二级	$44d$	$38d$	$33d$	$31d$	$29d$	$26d$	$25d$	$24d$	$24d$
	三级	$40d$	$35d$	$31d$	$28d$	$26d$	$24d$	$23d$	$22d$	$22d$
HRB400 HRBF400	一、二级	—	$46d$	$40d$	$37d$	$33d$	$32d$	$31d$	$30d$	$29d$
	三级	—	$42d$	$37d$	$34d$	$30d$	$29d$	$28d$	$27d$	$26d$
HRB500 HRBF500	一、二级	—	$55d$	$49d$	$45d$	$41d$	$39d$	$37d$	$36d$	$35d$
	三级	—	$50d$	$45d$	$41d$	$38d$	$36d$	$34d$	$33d$	$32d$

注:四级抗震时, $l_{abE} = l_{ab}$ 。

提示

(1) HPB300 级钢筋末端应做 180° 弯钩,弯后平直段长度不应小于 $3d$,但制作受压钢筋时可不作弯钩。

(2) 当锚固钢筋的保护层厚度不大于 $5d$ 时,锚固钢筋长度范围内应设置横向构造钢筋,其直径不应小于 $d/4$ (d 为锚固钢筋的最大直径);对梁、柱等构件间距不应大于 $5d$,对板、墙等构件间距不应大于 $10d$,且均不应大于 100mm (d 为锚固钢筋的最小直径)。

(3) 混凝土结构中的纵向受压钢筋,当计算中充分利用其抗压强度时,锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 70%。

表 1-9 受拉钢筋锚固长度 l_a

钢筋种类	混凝土强度等级																		
	C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥ C60		
	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	
HPB300	39d	34d	—	30d	—	28d	—	25d	—	24d	—	23d	—	22d	—	21d	—	21d	—
HRB335, HRBF335	—	—	—	29d	—	27d	—	25d	—	23d	—	22d	—	21d	—	21d	—	—	—
HRB400, HRBF400, RRB400	—	40d	44d	39d	35d	32d	35d	29d	32d	28d	31d	27d	30d	26d	29d	25d	28d	28d	28d
HRB500, HRBF500	—	48d	53d	43d	47d	39d	43d	36d	40d	34d	37d	32d	35d	31d	34d	30d	33d	33d	33d

表 1-10 受拉钢筋抗震锚固长度 l_{aE}

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级																	
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥ C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB300	一、二级	45d	39d	—	35d	—	32d	—	29d	—	28d	—	26d	—	25d	—	24d	—	—
	三级	41d	36d	—	32d	—	29d	—	26d	—	25d	—	24d	—	23d	—	22d	—	—
HRB335	一、二级	44d	38d	—	33d	—	31d	—	29d	—	26d	—	25d	—	24d	—	24d	—	—
HRBF335	三级	40d	35d	—	30d	—	28d	—	26d	—	24d	—	23d	—	22d	—	22d	—	—
HRB400	一、二级	—	46d	51d	40d	45d	37d	40d	33d	37d	36d	31d	35d	30d	33d	29d	32d	32d	32d
HRBF400	三级	—	42d	46d	37d	41d	34d	37d	30d	34d	29d	28d	32d	27d	30d	26d	29d	29d	29d
HRB500	一、二级	—	55d	61d	49d	54d	45d	49d	41d	46d	43d	37d	40d	36d	39d	35d	38d	38d	38d
HRBF500	三级	—	50d	56d	45d	49d	41d	45d	38d	42d	39d	34d	37d	33d	36d	32d	35d	35d	35d

注：(1) 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数值尚应乘以 1.25。

(2) 当纵向受拉钢筋在施工过程中易受扰动时，表中数据尚应乘以 1.1。

(3) 当锚固长度范围纵向受拉钢筋周边保护层厚度为 $3d$ ， $5d$ (d 为锚固钢筋的直径) 时，表中数据可分别乘以 0.8，0.7；中间时按内插值。

(4) 当纵向受拉普通钢筋锚固长度修正系数 (注 (1) ~ (3)) 多于一项时，可按连乘计算。

(5) 受拉钢筋的锚固长度 l_a 和 l_{aE} 计算值不应小于 200 mm。

(6) 四级抗震时， $l_{aE} = l_{ab}$ 。