

PINGFA GANGJIN

SUANLIANG FANGFA YU JIQIAO

平法钢筋

算量方法与技巧

工程造价员网 张国栋 主编



化学工业出版社

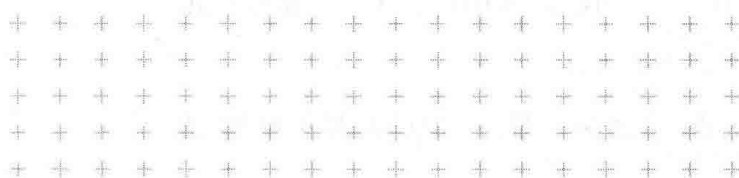




平法钢筋

算量方法与技巧

工程造价员网 张国栋 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据国家建筑标准设计图集《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)》(16G101-1)、《现浇混凝土板式楼梯》(16G101-2)、《独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础》(16G101-3),并结合《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010),系统地介绍了基础构件、梁构件、板构件、柱构件以及楼梯构件平法识图规则和钢筋的配置与下料计算等内容。本书针对平法钢筋识图与算量进行实战讲解,在每道例题中都给出了正确的算法和易出现错误的算法,并对错误算法给出具体的分析,在内容上做到了全面系统,在细节上做到了细致明了,使读者能够举一反三地掌握正确的计算方法和技巧,为读者提供切实有用的参考。

本书可作为建筑工程、工程造价、工程管理、工程经济等相关专业人员用书,也可供结构设计人员、施工技术人员、工程监理人员、工程造价预算人员、钢筋工等参考使用,同时也可以作为高等院校的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

平法钢筋算量方法与技巧/张国栋主编. —北京:化学工业出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-122-28634-5

I. ①平… II. ①张… III. ①钢筋混凝土结构-结构计算 IV. ①TU375.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 298127 号

责任编辑:彭明兰

装帧设计:关 飞

责任校对:宋 玮

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 10¼ 字数 254 千字 2017 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言 FOREWORD

在工程造价中,钢筋工程计算内容多、数量庞大,过程也较繁杂,其工程量计算的准确程度对建筑工程造价结果影响较大,因此,钢筋算是造价人员工作的重点与难点,也是造价人员必须掌握的内容之一。在建设工程中,钢筋配置的复杂程度和下料要求在相关规范上都有相应的规定和要求,由于工程的抗震要求不同、所处的环境也有不同,从而钢筋的配置也就不尽相同。鉴于钢筋工程计算在造价工程的重要性和繁杂性,我们特组织相关人员编写本书,旨在帮助广大造价人员能迅速掌握钢筋工程算量的方法和技巧,力求对他们的工作有所帮助。

本书依据国家建筑标准设计图集《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)》(16G101-1)、《现浇混凝土板式楼梯》(16G101-2)、《独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础》(16G101-3),并结合《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)针对平法钢筋识图与算量进行实战讲解,具有以下几个特点:

(1) 在内容讲述上由浅入深,循序渐进。书中按照国家建筑标准设计图集 16G101 的要求,结合实例,详细讲述了各构件平法识图规则和工程量计算要求,使读者更加容易接受和理解。

(2) 列举了大量实例进行讲解。为了使读者能够熟练地掌握平法钢筋的相关知识,本书在讲解平法钢筋工程量计算时,不仅将题中的正确解法阐明,同时指出可能出现错误的解法,对题中所出现的疑难点及错误的原因,采用注释的方法,对其进行详细的分析。这样读者在解析的过程中,更加容易理解平法钢筋的相关知识,同时也能牢固地掌握相关知识点。

(3) 结构清晰、层次分明、内容丰富、覆盖面广、适用性和实用性强、简单易懂,是初学工程造价人员的一本实用参考书。

本书由张国栋主编,由赵小云、郭芳芳、洪岩、李雪、刘瀚、侯佳音、李云云、马波、王春花、史美玲、高朋朋、韩圆圆、王英、张甜甜、刘金玲、刘伟莎共同参与编写完成。

本书在编写过程中得到了许多同行的支持与帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限和时间仓促,书中难免有不妥之处,望广大读者批评指正。如有疑问,请登录 www.gclqd.com (工程量清单计价网) 或 www.jbjsys.com (基本建设预算网) 或 www.jbjszj.com (基本建设造价网) 或 www.gczyjy.com (工程造价员考试培训网), 或发邮件至 zz6219@163.com 或 dlwhgs@tom.com 与编者联系。

目录 CONTENTS

第1章 » 钢筋的基础知识 / 1

1.1 钢筋的分类	1
1.2 热轧钢筋的分级及符号表示	2
1.3 注意问题	3

第2章 » 钢筋算量有关的技术要求 / 5

2.1 钢筋混凝土构件中钢筋的类别及作用	5
2.2 钢筋的混凝土保护层	6
2.3 钢筋的锚固与连接	7
2.3.1 钢筋的锚固	7
2.3.2 钢筋的连接	9
2.4 钢筋弯曲调整值与下料长度计算	11
2.4.1 钢筋弯曲调整值	11
2.4.2 钢筋下料长度计算	12
2.5 钢筋代换	13
2.6 箍筋及拉筋弯钩计算	13
2.7 钢筋长度计算	15
2.7.1 直钢筋长度计算	15
2.7.2 弯起钢筋长度计算	16
2.7.3 箍筋长度计算 (按中心线计算)	16
2.8 钢筋根数计算	16
2.9 常用钢筋弯钩增加值汇总	16

第3章 » 平法钢筋算量的基本知识 / 18

3.1 平法概述	18
----------------	----

3.2 平法的基本原理..... 18

3.3 平法设计方式下钢筋算量的学习内容..... 19

3.4 平法识图注意事项..... 19

3.5 平法钢筋算量技巧..... 21

第4章 »

16G101-3混凝土结构施工图识图与钢筋工程量计算 / 22

4.1 独立基础识图规则..... 22

4.1.1 注写独立基础编号 22

4.1.2 注写独立基础截面竖向尺寸 22

4.1.3 注写独立基础配筋 23

4.2 独立基础钢筋工程量计算..... 26

4.2.1 矩形独立基础底板底部钢筋的计算 26

4.2.2 圆形独立基础底板底部钢筋的计算 28

4.2.3 长度缩减 10%的独立基础底板底部钢筋的计算 32

4.2.4 双柱独立基础底板顶部钢筋的计算 36

4.3 条形基础平法识图规则..... 39

4.3.1 基础梁的平面注写 39

4.3.2 条形基础底板的平法注写 41

4.4 条形基础钢筋工程量计算..... 43

4.4.1 普通基础梁 JL01 43

4.4.2 基础梁 JL02 (底部非贯通筋、架立筋、侧部构造筋) 45

4.4.3 梁侧部构造筋 49

4.4.4 基础梁 JL03 (双排钢筋、有外伸) 50

4.4.5 基础梁 JL04 (有高差) 54

4.4.6 丁字交接处的条形基础底板底部钢筋 59

4.4.7 条形基础端部无交接底板钢筋 61

4.5 筏形基础识图规则..... 62

4.5.1 梁板式筏形基础 62

4.5.2 平板式筏形基础 65

4.6 筏形基础钢筋工程量计算..... 66

4.6.1 基础主梁 JL 钢筋 66

4.6.2 基础次梁 JCL02 (变截面有高差) 69

4.6.3 梁板式筏形基础平板钢筋构造 70

4.7 桩基承台识图规则..... 73

4.7.1 独立承台 74

4.7.2 承台梁 76

4.8 桩基承台钢筋工程量计算..... 77

5.1 框架柱识图规则	80
5.2 框架柱钢筋工程量计算	81
5.2.1 绑扎连接基础插筋的长度计算以及需要注意的问题	82
5.2.2 绑扎连接首层纵筋的长度计算以及需要注意的问题	83
5.2.3 绑扎连接中间层纵筋的长度计算以及需要注意的问题	83
5.2.4 绑扎连接顶层纵筋的长度计算以及需要注意的问题	84
5.2.5 绑扎连接柱子箍筋的长度与根数的计算	86
5.3 剪力墙识图规则	89
5.3.1 剪力墙列表注写	89
5.3.2 剪力墙截面注写	91
5.4 剪力墙钢筋工程量计算	92
5.4.1 剪力墙墙身工程量的计算	92
5.4.2 剪力墙暗柱工程量的计算	100
5.4.3 如何计算剪力墙梁的工程量	106
5.5 梁类构件识图规则	111
5.5.1 梁集中标注	111
5.5.2 截面注写	112
5.6 梁类构件钢筋工程量计算	112
5.6.1 梁支座上部纵筋的标注	112
5.6.2 梁上部纵筋的计算	113
5.6.3 梁下部纵筋的计算	114
5.6.4 下部纵筋不伸入支座的标注	115
5.6.5 架立筋的标注	116
5.6.6 不等跨架立筋的长度计算	116
5.6.7 构造筋的标注及计算	117
5.6.8 多跨梁中既有构造筋又有抗扭钢筋的计算	118
5.6.9 拉筋的长度计算以及应该注意的问题(以 135° 弯钩为例)	119
5.6.10 拉筋根数的计算	119
5.6.11 箍筋数量的计算	120
5.7 板类构件识图规则	121
5.7.1 有梁盖板的平法识图规则	121
5.7.2 板块集中标注	122
5.7.3 板支座原位标注	122
5.8 板类构件钢筋工程量计算	122
5.8.1 有梁楼板底筋的集中标注及计算	122
5.8.2 有梁楼板上部贯通筋的集中标注及计算	124
5.8.3 楼板面筋的长度计算	125

5.8.4 端支座负筋的长度和根数的计算 126

5.8.5 中间支座负筋的长度和根数的计算 128

5.8.6 负筋分布筋的长度和根数的计算 128

5.8.7 温度筋的长度和数量的计算 129

5.8.8 板内钢筋的识别 130

第⑥章 »
16G101-2现浇混凝土楼梯结构施工图识图与钢筋工程量计算 / 132

6.1 板式楼梯识图规则 132

6.2 板式楼梯钢筋工程量计算 136

6.2.1 现浇混凝土板式 AT 楼梯钢筋工程量的计算 136

6.2.2 现浇混凝土板式 AT 楼梯第一跑与基础连接时的钢筋工程量计算 142

6.2.3 现浇混凝土板式 DT 楼梯下部纵筋工程量的计算 149

参考文献 155

钢筋的基础知识

在建筑工程中，混凝土是必不可少的建筑材料。而从广义上讲，混凝土是由胶凝材料（指在一定条件下通过自身的一系列变化而能把其他材料胶结成具有强度的整体的材料）、粒状材料及其他外加材料按适当比例配制，再经硬化而成的人工石材。常用的水泥混凝土是由砂、水和水泥等材料按一定的比例配合后，再经过一系列的搅拌、浇筑和养护混合而成的，具有较高的抗压强度，但是抗拉强度却很低。为了使其具有较强的抗拉强度，就在构件受拉区域配置合理的钢筋，承受所在区域所受的拉力，使建筑具有较强的抗压、抗拉强度，以增强构（建）筑物的使用年限。由于钢筋与混凝土有牢固的黏结力和基本相同的线膨胀系数，钢筋混凝土可以弥补素混凝土抗拉及抗折强度低的缺点，使混凝土能适用于各种工程结构。

同时建筑工程中常用的混凝土按施工方式分预制混凝土和现浇混凝土两种类型。预制混凝土是指在构件预制工厂或施工现场预先制作的混凝土构件。现浇混凝土（也有的书中称捣制混凝土）是指在施工现场中，在结构构件的设计位置，经过架设模板、绑扎钢筋、浇灌混凝土、振捣成型、养护混凝土达到拆模强度后拆除模板等一系列施工程序所制成的结构构件。不论是现浇还是预制，或在砌墙建筑过程中，钢筋工程都起着举足轻重的作用。因此，对于钢筋基础知识的了解与熟练掌握，对于从事建筑业的人员至关重要。

1.1 钢筋的分类

在建筑工程中，钢筋通常分为普通钢筋和预应力钢筋两大类。普通钢筋主要是用于钢筋混凝土中的钢筋和预应力混凝土结构中的非预应力钢筋；而预应力钢筋通常采用钢丝和钢绞线，也可采用热处理钢筋。具体分类见表 1-1。

为了提高钢筋的强度，节约钢材，工地常对钢筋进行冷拉或冷拔加工。冷拉、冷拔、刻痕、冷轧等工艺都属于钢筋冷加工的范畴。

钢筋的冷拉是指将不同等级钢筋在常温下，用超过该钢筋屈服点某一限值的拉应力进行拉伸，迫使钢筋产生塑性变形，使其达到提高强度、节约钢材的目的。钢筋冷拉最重要的作

表 1-1 钢筋种类的划分

划分标准	具体分类
按生产工艺划分	热轧钢筋(是经热轧成型并自然冷却成型的钢筋)
	冷拔钢丝
	余热处理钢筋(是经热轧后立即穿水,进行表面冷却,再利用芯部余热来完成回火处理后所得到的成品钢筋)
	冷拉钢筋(对热轧钢筋进行冷拉)
	碳素钢丝
按屈服强度划分	Ⅱ级钢筋(屈服强度 300MPa 以上)
	Ⅲ级钢筋(屈服强度 400MPa 以上)
	Ⅳ级钢筋(屈服强度 500MPa 以上)
	V 级钢筋(屈服强度 600MPa 以上)
按品种划分	光圆钢筋
	带肋钢筋
	扭转钢筋
按化学成分划分	低合金高强度结构钢筋
	非合金钢钢筋
	不锈钢钢筋
按供应形式划分	盘圆钢筋(直径 6~10mm)
	直条钢筋(长度为 6~12m,根据需要可按定尺供应)

用就是提高它的屈服强度，同时钢筋被拉长，达到节约钢材的目的。冷拉的过程中，也对钢筋起到调直、除锈的作用。如钢筋由几根短筋对焊而成，就必须坚持先焊接后冷拉的程序，以免因焊接而降低冷拉后的强度，并可检验对焊接头的质量。如钢筋的材质不太均匀，冷拉也有一定的调节作用，但冷拉也会对钢筋产生不利的影响，冷拉后钢筋的塑性明显下降，硬度提高。冷拉钢筋在使用时尚；需注意：用来承受压力的钢筋不得利用冷拉钢筋冷拉后提高的那部分强度，也就是说采用冷拉钢筋受压是不经济的，起不到节约钢筋的目的；承受冲击荷载的设备基础、低温下使用的结构等不应采用冷拉钢筋。

钢筋的冷拔是钢筋在受到强力拉伸的情况下，通过拔丝模，在此过程中，钢筋纵向受拉伸、径向受拔丝模的挤压，在这种压缩及拉伸形成的立体应力的作用下，钢筋发生明显的塑性变形，内部晶格产生滑移，从而达到使钢筋抗拉强度提高的目的。同时，冷拔后的钢筋没有明显的屈服点、塑性降低、硬度提高，不再属于软钢，应为硬钢。钢筋进行冷拔时应注意：钢丝的冷拔总压缩率越大，钢丝提高的抗拉强度越高，但其塑性下降也就越明显。一般将冷拔总压缩率控制在 0.6 左右；冷拔次数也需要控制，冷拔过多会降低设备的工作效率，同时使钢丝变脆，但冷拔数过少使得每次拔丝的压缩量过大，也易出现断丝情况。

1.2 热轧钢筋的分级及符号表示

而在钢筋混凝土结构中，通常是使用普通钢筋中的热轧钢筋。热轧钢筋是经热轧成型并

自然冷却成型的钢筋，按钢筋的外形分为光圆钢筋和带肋钢筋。在 2002 年以前热轧钢筋的强度等级进行划分为Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级和Ⅴ级（表 1-2），在 2002 年将其改为按钢筋的屈服强度分为 HRB335、HRB400、HRB500 和 HRB600 级。

表 1-2 钢筋等级划分标准

钢筋等级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级
按钢筋屈服强度划分	屈服强度通常在 300MPa 以上	屈服强度通常在 400MPa 以上	屈服强度通常在 500MPa 以上	屈服强度通常在 600MPa 以上

在建筑行业当中，Ⅱ级钢筋和Ⅲ级钢筋属于旧标准的叫法，后在《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）中明确指出：Ⅱ级钢筋改为 HRB335 级钢筋，Ⅲ级钢筋改为 HRB400，Ⅳ级钢筋改为 HRB500，Ⅴ级钢筋改为 HRB600。其中“H”表示“热轧”，“R”表示“带肋”，“B”表示“钢筋”。

《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）规定，热轧钢筋按屈服强度分为 HPB300、HRB335、HRB400、RRB400 四个级别。普通钢筋宜采用 HRB335 级和 HRB400 级钢筋。同时在结构施工图中，为了便于标注和识别钢筋，每一等级都用一个符号表示。常用热轧钢筋等级划分及符号表示见表 1-3。

表 1-3 热轧钢筋等级划分

钢筋强度等级 项目	HPB300	HRB335	HRB400	RRB400
钢筋表示形状	光圆	月牙肋	月牙肋	月牙肋
钢筋表示符号	Φ	Φ	Φ	Φ
公称直径	公称直径范围为 8~20mm，推荐直径 8mm、10mm、12mm、16mm、20mm	公称直径范围为 6~50mm，推荐直径 6mm、8mm、10mm、12mm、16mm、20mm、25mm、32mm、40mm、50mm	公称直径范围为 6~50mm，推荐直径 6mm、8mm、10mm、12mm、16mm、20mm、25mm、32mm、40mm、50mm	公称直径范围为 8~40mm，推荐直径 8mm、10mm、12mm、16mm、20mm、25mm、32mm、40mm
屈服强度	屈服强度通常在 300MPa 左右	屈服强度通常在 300~400MPa	屈服强度通常在 400~500MPa	
抗拉、抗压强度		抗拉、抗压设计强度 300MPa	抗拉、抗压设计强度 360MPa	
用途	实际工程中，只用作板、基础和荷载不大的梁、柱的受力主筋、箍筋以及其他构造钢筋	是混凝土结构的辅助钢筋，实际工程中主要用作结构构件中的受力主筋	是混凝土结构的辅助钢筋，实际工程中主要用作结构构件中的受力主筋	强度虽高，但抗疲劳性能、冷弯性能以及可焊性均较差，其应用受到一定限制

注：表中“H”表示“热轧”，“P”表示“光圆”，“R”表示“带肋”，“B”表示“钢筋”。

1.3 注意问题

在使用钢筋时，要保证钢筋的质量。首先，要有出厂质量证明或试验报告单，并且钢筋端头或每捆钢筋均应有标志。再者，钢筋在加工过程中，如发现脆断、焊接性能不良或力学

性能显著不正常等现象，应根据国家现行标准对该钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。对有抗震要求的框架结构纵向受力钢筋应进行检验，检验所得的强度实测值应符合下列要求：钢筋的抗拉实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25；钢筋屈服强度实测值与钢筋的强度标准的比值，当按一级抗震设计时，不应大于 1.25；当按二级抗震设计时，不应大于 1.4。还需要注意钢筋在运输和储存时，不得损坏标志。

钢筋算量有关的技术要求

“钢筋算量”是确定工程造价的钢筋算量业务。钢筋工程量计算是根据构（建）筑物的结构特点和钢筋布置部位，选择钢筋相应的布置形式并得出其具体的细部尺寸，从而计算出每根钢筋的长度以及根数。因此在确定钢筋工程量计算时，除了需要确定钢筋混凝土构件中钢筋的类别、钢筋混凝土的保护层厚度外，还需要确定三项核心内容，即锚固（或收头）、连接或根数，这样才能对钢筋算量的相关知识掌握得更加牢固。

2.1 钢筋混凝土构件中钢筋的类别及作用

在钢筋混凝土构件中常见的钢筋根据钢筋的布置位置分为梁内钢筋、板内钢筋、柱以及墙内钢筋。在建筑工程中常见的梁有框架梁、次梁、框架次梁、井字梁、雨篷梁、过梁、圈梁和基础梁等。不同类型梁内配置钢筋的种类、形状及数量可能不相同，但是，各种梁内配置钢筋的类别及作用却是大致相同的。

（1）梁内钢筋类别及作用

① 纵向受力钢筋主要承受外力作用下梁内产生的拉力，通常配置在梁的受拉区。

② 弯起钢筋是由纵向钢筋形成的，其作用在梁跨中承受正弯矩产生的拉力，同时在梁靠近支座的弯矩段还用来承受弯矩和剪力共同作用产生的主拉应力。

③ 架立钢筋是固定箍筋保证其正确位置，并形成一定刚度的钢筋骨架。同时，架立钢筋还可以承受因温度变化和混凝土收缩而产生的应力，防止裂缝产生。它一般平行于纵向受力钢筋，放置在梁的受压区外边缘的两侧。

④ 箍筋作用是承受所产生的剪力，箍筋还与其他钢筋通过绑扎或焊接形成一个整体性良好的空间骨架，其布置一般垂直于纵向受力钢筋。

（2）板内钢筋类别及作用

① 受力钢筋主要承受弯矩产生的拉力，一般布置在沿板跨度方向的受拉区。

② 分布钢筋主要作用是将板上的外力更有效地传递到受力钢筋上，防止由于温度变化和混凝土收缩等原因沿板跨方向产生裂缝，并固定受力钢筋使其位置正确，且垂直于受力钢筋。

③ 构造钢筋主要起构造作用，是因施工和安装需要而配置的钢筋。

(3) 柱内钢筋的类别及作用

① 在轴心受压柱内的受力钢筋的作用是与混凝土共同承担中心荷载在截面内产生的压应力；而偏心受压柱内的受力钢筋除了承担压应力外，还要承担由偏心荷载引起的拉应力。

② 箍筋的作用是保证柱内受力钢筋的正确位置，间距符合设计要求，防止受力钢筋被压弯曲，从而提高柱的承载能力。

(4) 墙内钢筋的类型及作用

① 竖向受力钢筋的主要作用为承受水平荷载对墙体产生的拉应力。

② 横向受力钢筋的作用为固定竖向受力钢筋的位置，并可以承担一定的剪力。

2.2 钢筋的混凝土保护层

为了保证在混凝土内部的钢筋不被锈蚀，并保证钢筋与混凝土之间有足够的黏结力，钢筋混凝土构件都必须设置混凝土保护层。受力钢筋的外边缘与混凝土表面之间的距离为混凝土的保护层厚度，它使钢筋与混凝土隔离，保障钢筋在混凝土内部不易被锈蚀，延长了构（建）筑物的使用年限，故而混凝土保护层的厚度对构件的质量具有很大的影响。确定混凝土保护层厚度，应充分考虑混凝土的强度等级、环境类别、构件类型和设计使用年限。《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）规定了各种构件混凝土保护层的最小厚度，表 2-1 是纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度。

表 2-1 混凝土保护层的最小厚度

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

- 注：1. 表中混凝土保护层厚度指最外层钢筋外边缘至混凝土表面的距离，适用于设计使用年限为 50 年的混凝土结构。
2. 构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。
3. 一类环境中，设计使用年限为 100 年的结构最外层钢筋的保护层厚度不应小于表中数值的 1.4 倍；二、三类环境中，设计使用年限为 100 年的结构应采取专门的有效措施。
4. 混凝土强度等级不大于 C25 时，表中保护层厚度数值应增加 5。
5. 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，无垫层时不应小于 70。
6. 对于处于四、五类环境下的结构构件，其保护层应符合专门标准的有关规定。

根据以上表中对受力钢筋的混凝土保护层厚度的规定，对于确定不同构件在不同的环境类别下要满足的最小厚度有很大的指导意义。一般而言，对于实际民用住宅，上部结构中常规的墙、板通常选用 15mm；梁选用 25mm；柱选用 30mm。基础中纵向受力钢筋的保护层厚度不应小于 40mm，当无垫层时不应小于 70mm。梁柱中的箍筋和构造筋的保护层厚度不应小于 15mm。对于处于四类、五类环境中的建筑物，钢筋的保护层厚度应根据具体的情况由设计人员的设计要求来确定取得。

在混凝土施工中，应根据不同的构件、不同生产工艺，分别采用不同的措施控制混凝土保护层厚度，保证钢筋混凝土构件的质量。

2.3 钢筋的锚固与连接

2.3.1 钢筋的锚固

为了保证钢筋与混凝土能共同工作，使钢筋不被从混凝土中拔出，钢筋末端除了做成弯钩外，还需要把钢筋伸入支座处，其伸入支座的锚固长度 l_{ab} 或 l_{abE} 要满足设计人员的设计要求，并不小于表 2-2 和表 2-3 的规定。要钢筋构件中有两种基本的锚固方式：直锚和弯锚。构件受拉钢筋的锚入支座一般采用直锚形式，当在构件端部截面尺寸不能满足钢筋直锚时，要求钢筋伸至柱对边再弯折，即使水平段长度足够时也要伸至节点对边后弯折，使其附近箍筋产生附加拉力，加大箍筋承载力。

表 2-2 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	≥C60
HPB300	39 <i>d</i>	34 <i>d</i>	30 <i>d</i>	28 <i>d</i>	25 <i>d</i>	24 <i>d</i>	23 <i>d</i>	22 <i>d</i>	21 <i>d</i>
HRB335	38 <i>d</i>	33 <i>d</i>	29 <i>d</i>	27 <i>d</i>	25 <i>d</i>	23 <i>d</i>	22 <i>d</i>	21 <i>d</i>	21 <i>d</i>
HRB400、HRBF400 RRB400	—	40 <i>d</i>	35 <i>d</i>	32 <i>d</i>	29 <i>d</i>	28 <i>d</i>	27 <i>d</i>	26 <i>d</i>	25 <i>d</i>
HRB500、HRBF500	—	48 <i>d</i>	43 <i>d</i>	39 <i>d</i>	36 <i>d</i>	34 <i>d</i>	32 <i>d</i>	31 <i>d</i>	30 <i>d</i>

表 2-3 抗震设计时受拉钢筋基本锚固长度 l_{abE}

钢筋种类		混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HPB300	一、二级	45 <i>d</i>	39 <i>d</i>	35 <i>d</i>	32 <i>d</i>	29 <i>d</i>	28 <i>d</i>	26 <i>d</i>	25 <i>d</i>	24 <i>d</i>
	三级	41 <i>d</i>	36 <i>d</i>	32 <i>d</i>	29 <i>d</i>	26 <i>d</i>	25 <i>d</i>	24 <i>d</i>	23 <i>d</i>	22 <i>d</i>
HRB335	一、二级	44 <i>d</i>	38 <i>d</i>	33 <i>d</i>	31 <i>d</i>	29 <i>d</i>	26 <i>d</i>	25 <i>d</i>	24 <i>d</i>	24 <i>d</i>
	三级	40 <i>d</i>	35 <i>d</i>	31 <i>d</i>	28 <i>d</i>	26 <i>d</i>	24 <i>d</i>	23 <i>d</i>	22 <i>d</i>	22 <i>d</i>
HRB400 HRBF400	一、二级	—	46 <i>d</i>	40 <i>d</i>	37 <i>d</i>	33 <i>d</i>	32 <i>d</i>	31 <i>d</i>	30 <i>d</i>	29 <i>d</i>
	三级	—	42 <i>d</i>	37 <i>d</i>	34 <i>d</i>	30 <i>d</i>	29 <i>d</i>	28 <i>d</i>	27 <i>d</i>	26 <i>d</i>

钢筋种类		混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HRB500	一、二级	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
HRBF500	三级	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d

- 注：1. 四级抗震时， $l_{aE}=l_{ab}$ 。
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 100（ d 为锚固钢筋的最小直径）。

在实际建筑工程中，由于锚固条件和锚固强度的变化，锚固长度应根据相应的情况做相应的修正。受拉钢筋锚固长度和抗震锚固长度见表 2-4 和表 2-5。

表 2-4 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	
		$d \leq 25mm$	$d > 25mm$	$d \leq 25mm$	$d > 25mm$	$d \leq 25mm$	$d > 25mm$	$d \leq 25mm$	$d > 25mm$
HPB300		39d	34d	—	30d	—	28d	—	25d
HRB335、HRBF335		38d	33d	—	29d	—	27d	—	25d
HRB400、HRBF400 RRB400		—	40d	44d	35d	39d	32d	35d	29d
HRB500、HRBF500		—	48d	53d	43d	47d	39d	43d	36d

钢筋种类		混凝土强度等级							
		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25mm$	$d > 25mm$	$d \leq 25mm$	$d > 25mm$	$d \leq 25mm$	$d > 25mm$	$d \leq 25mm$	$d > 25mm$
HPB300		24d	—	23d	—	22d	—	21d	—
HRB335、HRBF335		23d	—	22d	—	21d	—	21d	—
HRB400、HRBF400 RRB400		28d	31d	27d	30d	26d	29d	25d	28d
HRB500、HRBF500		34d	37d	32d	35d	31d	34d	30d	33d

表 2-5 受拉钢筋抗震锚固长度 l_{aE}

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

钢筋种类及抗震等级		混凝土强度等级							
		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25\text{mm}$	$d > 25\text{mm}$	$d \leq 25\text{mm}$	$d > 25\text{mm}$	$d \leq 25\text{mm}$	$d > 25\text{mm}$	$d \leq 25\text{mm}$	$d > 25\text{mm}$
HPB300	一、二级	$28d$	—	$26d$	—	$25d$	—	$24d$	—
	三级	$25d$	—	$24d$	—	$23d$	—	$22d$	—
HRB335 HRBF335	一、二级	$26d$	—	$25d$	—	$24d$	—	$24d$	—
	三级	$24d$	—	$23d$	—	$22d$	—	$22d$	—
HRB400 HRBF400	一、二级	$32d$	$36d$	$31d$	$35d$	$30d$	$33d$	$29d$	$32d$
	三级	$29d$	$33d$	$28d$	$32d$	$27d$	$30d$	$26d$	$29d$
HRB500 HRBF500	一、二级	$39d$	$43d$	$37d$	$40d$	$36d$	$39d$	$35d$	$38d$
	三级	$36d$	$39d$	$34d$	$37d$	$33d$	$36d$	$32d$	$35d$

注：1. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据尚应乘以 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. 当锚固长度范围内纵向受力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～注 3）多于一项时，可按连乘计算。

5. 受拉钢筋的锚固长度 l_a 、 l_{aE} 计算值不应小于 200。

6. 四级抗震时， $l_{aE} = l_a$ 。

7. 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 100（ d 为锚固钢筋的最小直径）。

钢筋在各类构件锚固的应用如下。

① 用于梁端节点上部、下部纵筋的弯锚应满足水平段长度 $\geq 0.4l_{aE}$ （ l_{aE} 为抗震锚固长度，下同）+ 弯折段长度 $15d$ （ d 为钢筋直径，下同）。

② 用于柱端节点纵筋的弯锚应满足水平段长度 $\geq 0.5l_{aE}$ + 弯折段长度 $12d$ 。

③ 用于桩基承台纵向钢筋在端部的弯锚应满足水平段长度 $\geq 25d$ + 弯折段长度 $10d$ 。

④ 用于 AT 型楼梯板上、下端纵筋的弯锚应满足水平段长度 $\geq 0.35l_{ab}$ （ $0.6l_{ab}$ ）（ l_{ab} 为受拉钢筋基本锚固长度，下同）+ 弯折段长度 $15d$ 。

用于各型楼梯第一跑与基础连接时应满足下列要求。

① 踏步段下部纵筋锚入基础应满足 $\geq \max(5d, b/2)$ （ b 为支座宽）。

② 踏步段上部纵筋的弯锚应满足水平段长度 $\geq 0.35l_{ab}$ （ $0.6l_{ab}$ ）+ 弯折段长度 $15d$ 。

③ 用于墙插筋插至基础板底部支在底板钢筋网上的弯锚应满足锚固垂直段长度 $\geq 0.6l_{ab}$ （ $0.6l_{aE}$ ）（ l_{aE} 为受拉钢筋抗震基本锚固长度，下同）+ 弯折段长度 $15d$ 。

用于柱插筋插至基础板底部支在底板钢筋网上的弯锚应满足锚固垂直段长度 $\geq 0.6l_{ab}$ （ $0.6l_{aE}$ ）+ 弯折段长度 $15d$ 。

确定钢筋的基本锚固长度（表 2-2 和表 2-3），要充分考虑钢筋的种类、抗震等级和混凝土的强度等级和钢筋的直径。

2.3.2 钢筋的连接

钢筋连接时要保证尽量使钢筋连接接头设置在受力较小处，在受力较大处设置机械连接