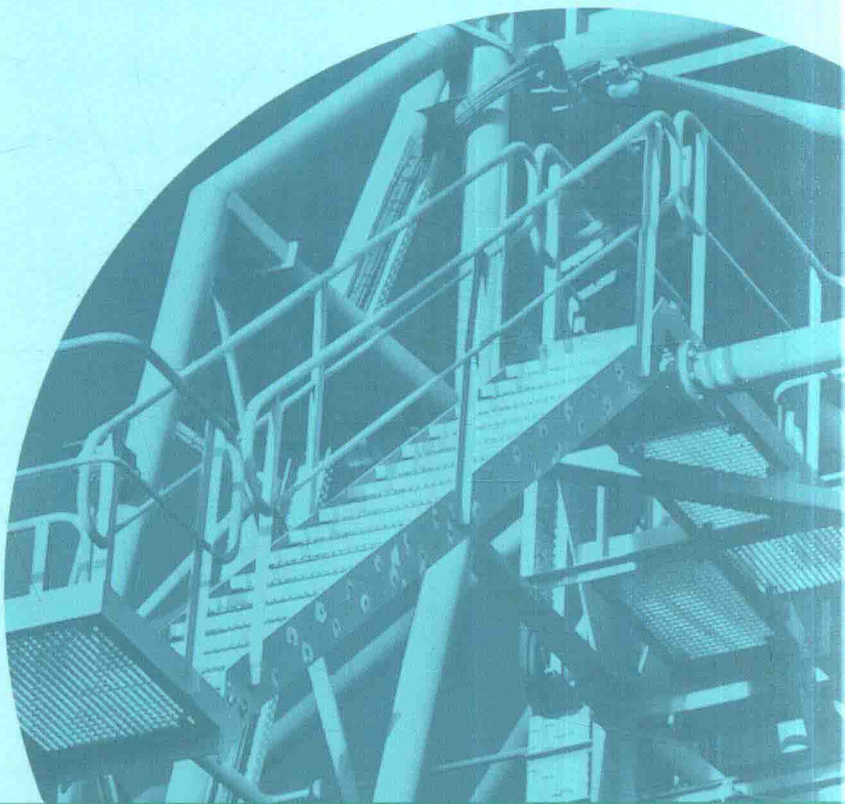


16G101 图集应用 系列丛书



钢筋翻样方法与实例

GANGJIN FANYANG FANGFA YU SHILI 本书编委会◎编

中国建筑工业出版社

16G101 图集应用系列丛书

钢筋翻样方法与实例

本书编委会 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋翻样方法与实例/《钢筋翻样方法与实例》编委会编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 2

(16G101 图集应用系列丛书)

ISBN 978-7-112-20297-3

I. ①钢… II. ①钢… III. ①钢筋-建筑施工
IV. ①TU755.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 011138 号

16G101 图集应用系列丛书

钢筋翻样方法与实例

本书编委会 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9¼ 字数: 209 千字

2017 年 4 月第一版 2017 年 4 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-20297-3

(29665)

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)

本书根据《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）、《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）》（16G101-3）、《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015）、《混凝土结构设计规范（2015年版）》（GB 50010—2010）、《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）、《建筑结构制图标准》（GB/T 50105—2010）、《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3—2010）等标准编写，内容围绕着钢筋翻样技术而展开，主要介绍了钢筋翻样基础知识、柱钢筋翻样、剪力墙钢筋翻样、梁钢筋翻样、楼板钢筋翻样以及基础钢筋翻样等内容。

本书内容丰富，通俗易懂，具有很强的实用性与可操作性。可供施工人员以及相关院校的师生查阅。

* * *

责任编辑：张 磊

责任设计：李志立

责任校对：李美娜 李欣慰

本书编委会

主 编 上官子昌

参 编 (按姓氏笔画排序)

王红微	刘艳君	吕克顺	孙石春
孙丽娜	李冬云	李 瑞	何 影
张文权	张 彤	张 敏	张黎黎
高少霞	殷鸿彬	隋红军	董 慧

前 言

钢筋作为建筑工程中的三大建材之一，在建筑结构中起着极其重要的作用。钢筋从订料到下料完成，中间需要施工人员对钢筋进行加工、制作。在加工的过程中，就需要预先对钢筋进行翻样，翻样对钢筋来说就是它的设计图纸，翻样的准确性对钢筋安装具有重要意义。一个优秀的钢筋翻样人员，不管在工程的前期设计还是中期施工、后期对量，都起着不可或缺的作用，其作为图纸会审的主要成员，施工的直接策划、管理者，后期对量的直接操作者，全程参与到工程的每一个细节，其水平高低直接决定了工程的质量、安全、人力、物力的节约还是浪费。钢筋翻样人员在工程中承上启下、不可或缺的角色。基于此，我们组织编写了这本书。

本书根据《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）、《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）》（16G101-3）、《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015）、《混凝土结构设计规范（2015 年版）》（GB 50010—2010）、《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）、《建筑结构制图标准》（GB/T 50105—2010）、《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3—2010）等标准编写，内容围绕着钢筋翻样技术而展开，主要介绍了钢筋翻样基础知识、柱钢筋翻样、剪力墙钢筋翻样、梁钢筋翻样、楼板钢筋翻样以及基础钢筋翻样等内容。本书内容丰富，通俗易懂，具有很强的实用性与可操作性。可供施工人员以及相关院校的师生查阅。

由于编写时间仓促，编写经验、理论水平有限，难免有疏漏、不足之处，敬请读者批评指正。

2016 年 11 月

目 录

1 钢筋翻样基础知识	1
1.1 钢筋翻样的基本要求	1
1.2 钢筋翻样的基本原则	1
1.3 钢筋翻样的方法	2
1.4 钢筋基础知识	3
1.4.1 混凝土环境结构类别	3
1.4.2 混凝土保护层最小厚度	3
1.4.3 受拉钢筋的锚固长度	4
1.4.4 钢筋的连接	7
1.4.5 箍筋及拉筋弯钩	12
2 柱钢筋翻样	13
2.1 柱钢筋识读	13
2.1.1 柱平法施工图表示方法	13
2.1.2 列表注写方式	13
2.1.3 截面注写方式	17
2.2 柱钢筋翻样方法与技巧	17
2.2.1 梁上柱插筋翻样	17
2.2.2 墙上柱插筋翻样	18
2.2.3 顶层中柱钢筋翻样	19
2.2.4 顶层边角柱纵筋翻样	20
2.2.5 柱纵筋变化钢筋翻样	23
2.2.6 柱箍筋翻样	25
3 剪力墙钢筋翻样	29
3.1 剪力墙钢筋识读	29
3.1.1 剪力墙平法施工图表示方法	29
3.1.2 列表注写方式	29
3.1.3 截面注写方式	33
3.1.4 剪力墙洞口的表示方法	36
3.1.5 地下室外墙的表示方法	38

3.2 剪力墙钢筋翻样方法与技巧·····	40
3.2.1 剪力墙身钢筋翻样·····	40
3.2.2 剪力墙柱钢筋翻样·····	43
3.2.3 剪力墙梁钢筋翻样·····	46
4 梁钢筋翻样 ·····	49
4.1 梁钢筋识读·····	49
4.1.1 梁平法施工图表示方法·····	49
4.1.2 列表注写方式·····	49
4.1.3 截面注写方式·····	56
4.2 梁钢筋翻样方法与技巧·····	58
4.2.1 楼层框架梁钢筋翻样·····	58
4.2.2 屋面框架梁钢筋翻样·····	65
4.2.3 非框架梁钢筋翻样·····	66
4.2.4 框支梁钢筋翻样·····	67
4.2.5 悬挑梁钢筋翻样·····	68
5 楼板钢筋翻样 ·····	69
5.1 楼板钢筋识读·····	69
5.1.1 有梁楼盖平法施工图识读·····	69
5.1.2 无梁楼盖平法施工图识读·····	73
5.1.3 楼板相关构造平法施工图识读·····	76
5.2 楼板钢筋翻样方法与技巧·····	84
5.2.1 柱上板带、跨中板带底筋翻样计算·····	84
5.2.2 悬挑板钢筋翻样·····	84
5.2.3 折板钢筋翻样计算·····	89
6 基础钢筋翻样 ·····	90
6.1 独立基础钢筋翻样·····	90
6.1.1 独立基础平法施工图识读·····	90
6.1.2 独立基础底板配筋翻样·····	97
6.1.3 独立基础底板配筋长度缩减 10% 的钢筋翻样·····	101
6.2 筏形基础钢筋翻样·····	104
6.2.1 梁板式筏形基础平法施工图识读·····	104
6.2.2 平板式筏形基础平法施工图识读·····	109
6.2.3 基础梁钢筋翻样·····	115
6.2.4 基础次梁钢筋翻样计算·····	124

6.2.5	梁板式筏形基础底板钢筋翻样	128
6.2.6	平板式筏形基础底板钢筋翻样	134
参考文献		137

1.1 钢筋翻样的基本要求

钢筋翻样的基本要求如下：

1. 全面性，即不漏项，精通图纸

精通图纸的表示方法，熟悉图纸中使用的标准构造详图，不遗漏建筑结构上的每一构件、每一细节，是钢筋算量的重要前提和主要依据。

2. 准确性，即不少算、不多算、不重算

由于钢筋受力性能不同，故不同构件的构造要求不同，长度与根数也不相同，则准确计算出各类构件中的钢筋工程量，是算量的根本任务。

3. 遵从设计，符合规范要求

钢筋翻样和算量计算过程需遵从设计图纸，应符合国家现行规范、规程与标准的要求，才能保证结构中钢筋用量符合要求。

4. 指导性

钢筋的翻样结果将用于钢筋的绑扎与安装，可以用于预算、结算、材料计划与成本控制等方面。另外，钢筋翻样的结果能够指导施工，通过详细准确的钢筋排列图可以避免钢筋下料错误，减少钢筋用量的不必要损失。

1.2 钢筋翻样的基本原则

钢筋混凝土建筑可以分为基础、柱、墙、梁、板及其他构件。在翻样前必须对建筑整体性有宏观把握以及三维空间想象。基础、柱、墙、梁、板是建筑的基本组成构件。楼板承受恒载与活载，主要受弯矩作用，板将荷载传递给梁，无梁结构板的荷载直接传递给柱。梁主要承受弯矩与剪力，梁将荷载转移到柱或墙等竖向构件上。柱主要承受压力。墙除了起围护作用之外也有起承重作用。基础承受竖向构件的荷载并将荷载均匀地传递到地基上。根据力的传递规律确定本体构件与关联构件，即确定谁是谁的支座问题。本体构件的箍筋贯通，关联构件锚入本体构件，箍筋不进入支座，重合部位的钢筋不重复布置。由于构件间存在这种关联，钢筋翻样师必须考虑构件之间的相互扣减与关联锚固。引起结构产生内力和变形的不仅是荷载，其他原因也可能使结构产生内力和变形。

在宏观把握工程结构主要构件的基础上，需对每一构件计算的那些钢筋进行细化，从

微观的层面进行分析,例如构件包括受力钢筋、箍筋、分布钢筋、构造钢筋与措施钢筋。然后针对每一种构件具体需要计算哪些钢筋做到心中有数。

1.3 钢筋翻样的方法

钢筋翻样的方法如下:

1. 纯手工法

纯手工法是最原始、比较可靠的传统方法,现在仍是人们最常用的方法。与软件相比具有极强的灵活性,但运算速度和效率远不如软件。

2. 电子表格法

以模拟手工的方法,在电子表格中设置一些计算公式,让软件去汇总,可以减轻一部分工作量。

3. 单根法

单根法是钢筋软件最基本、最简单,也是万能输入的一种方法,有的软件已能让用户自定义钢筋形状,可以处理任意形状钢筋的计算,这种方法很好地弥补了电子表格中钢筋形状不好处理的问题,但其效率仍然较低,智能化、自动化程度低。

4. 单构件法(或称参数法)

这种方法比起单根法又进化了一步,也是目前仍然在大量使用的一种方法。这种模式简单直观,通过软件内置各种有代表性标准的典型性构件图库,一并内置相应的计算规则。用户可以输入各种构件截面信息、钢筋信息和一些公共信息,软件自动计算出构件的各种钢筋长度和数量。但其弱点是适应性差,软件中内置的图库是有限的,也无法穷举日益复杂的工程实际,遇到与软件中构件不一致的构件,软件往往无能为力,特别是一些复杂的异形构件,用构件法是难以处理的。

5. 图形法(或称建模法)

这是一种钢筋翻样的高级方法,也是比较有效的方法,与结构设计的模式类似,即首先设置建筑的楼层信息、与钢筋有关的各种参数信息、各种构件的钢筋计算规则、构造规则以及钢筋的接头类型等一系列参数,然后根据图纸建立轴网,布置构件,输入构件的几何属性和钢筋属性,软件自动考虑构件之间的关联扣减,进行整体计算。这种方法智能化程度高,由于软件能自动读取构件的相关信息,所以构件参数输入少。同时对各种形状复杂的建筑也能处理。但其操作方法复杂,特别是建模使一些计算机水平低的人望而生畏。

6. CAD 转化法

目前为止这是效率最高的钢筋翻样技术,就是利用设计院的 CAD 电子文件进行导入和转化,从而变为钢筋软件中的模型,让软件自动计算。这种方法可以省去用户建模的步骤,大大提高了钢筋计算的时间,但这种方法有两个前提,一是要有 CAD 电子文档,二是软件的识别率和转化率高,两者缺一不可。如果没有 CAD 电子文档,是否可以寻找其他的解决之道,如用数码相机拍摄的数字图纸为钢筋软件所能兼容和识别的格式,从而为图纸转化创造条件。当前识别率不能达到理想的全识别技术也是困扰钢筋软件研发人员的

一大问题，因为即使是 99% 的识别率用户还是需要用 99% 的时间去查找 1% 的错误，有时如大海捞针，只能逐一检查，这样反而浪费了不少时间。

以上方法往往需要结合使用，没有哪种方法可以解决钢筋翻样的所有问题。

1.4 钢筋基础知识

1.4.1 混凝土环境结构类别

混凝土结构的环境类别划分，主要适用于混凝土结构的正常使用状态验算和耐久性规定，见表 1-1。

混凝土结构的环境类别 表 1-1

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 严寒和寒冷地区的冰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 严寒和寒冷地区冰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国家现行标准《民用建筑热工设计规范》（GB 50176—1993）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溅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。

1.4.2 混凝土保护层最小厚度

混凝土保护层的最小厚度，见表 1-2。

混凝土保护层的最小厚度 (mm) 表 1-2

环境类别	板、墙		梁、柱		基础梁(顶面和侧面)		独立基础、条形基础、筏形基础(顶面和侧面)	
	≤C25	≥C30	≤C25	≥C30	≤C25	≥C30	≤C25	≥C30
一	20	15	25	20	25	20	—	—
二 a	25	20	30	25	30	25	25	20
二 b	30	25	40	35	40	35	30	25
三 a	35	30	45	40	45	40	35	30
三 b	45	40	55	50	55	50	45	40

- 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 d 。
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. 钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础底部的钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm；无垫层时，不应小于 70mm。
5. 桩基承台及承台梁：承台底面钢筋的混凝土保护层厚度，当有混凝土垫层时，不应小于 50mm，无垫层时不应小于 70mm；此外尚不应小于桩头嵌入承台内的长度。

1.4.3 受拉钢筋的锚固长度

受拉钢筋的锚固长度应根据具体锚固条件按下列公式计算，且不应小于 200mm：

$$l_a = \zeta_a l_{ab}$$
 (1-1)

抗震锚固长度的计算公式为：

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a$$
 (1-2)

式中 l_a ——受拉钢筋的锚固长度，见表 1-3。

受拉钢筋锚固长度 l_a 表 1-3

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	—		
HRB335	38d	33d	—	29d	—	27d	—	25d	—	23d	—	22d	—	21d	—	21d	—		
HRB400、 HRBF400 RRB400	—	40d	44d	35d	39d	32d	35d	29d	32d	28d	31d	27d	30d	26d	29d	25d	28d		
HRB500、 HRBF500	—	48d	53d	43d	47d	39d	43d	36d	40d	34d	37d	32d	35d	31d	34d	30d	33d		

l_{aE} ——纵向受拉钢筋的抗震锚固长度，见表 1-4。

受拉钢筋抗震锚固长度 l_{aE} 表 1-4

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	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	—	
	三级	40d	35d	—	30d	—	28d	—	26d	—	24d	—	23d	—	22d	—	22d	—	
HRB400	一、二级	—	46d	51d	40d	45d	37d	40d	33d	37d	32d	36d	31d	35d	30d	33d	29d	32d	
HRBF400	三级	—	42d	46d	37d	41d	34d	37d	30d	34d	29d	33d	28d	32d	27d	30d	26d	29d	
HRB500	一、二级	—	55d	61d	49d	54d	45d	49d	41d	46d	39d	43d	37d	40d	36d	39d	35d	38d	
HRBF500	三级	—	50d	56d	45d	49d	41d	45d	38d	42d	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 200mm。
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 100mm（d 为锚固钢筋的最小直径）。
8. HPB300 级钢筋末端应做 180°弯钩，做法详见图 1-1。

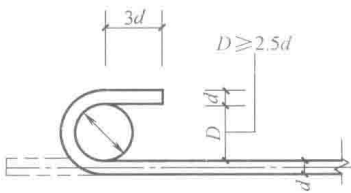


图 1-1 光圆钢筋末端 180°弯钩

ζ_a ——锚固长度修正系数，按表 1-5 的规定取用，当多于一项时，可按连乘计算，但不应小于 0.6；对预应力筋，可取 1.0。

受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a 表 1-5

锚固条件	ζ_a	
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
	5d	0.70

注：中间时按内插值。d 为锚固钢筋的直径

ζ_{aE} ——抗震锚固长度修正系数，对一、二级抗震等级取 1.15，对三级抗震等级取 1.05，对四级抗震取 1.00。

当锚固钢筋保护层厚度不大于 $5d$ 时，锚固长度范围内应配置横向构造钢筋，其直径不应小于 $d/4$ ；对梁、柱等杆状构件间距不应大于 $5d$ ，对板、墙等平面构件间距不大于 $10d$ ，且均不应小于 100mm，此处 d 为锚固钢筋的直径。

为了方便施工人员使用，16G101 图集将混凝土结构中常用的钢筋和各级混凝土强度等级组合，将受拉钢筋锚固长度值计算得钢筋直径的整倍数形式，编制成表格，见表 1-6、表 1-7。

受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 表 1-6

钢筋种类	混凝土强度等级								
	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥C60
HPB300	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
HRB335	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

抗震设计时受拉钢筋基本锚固长度 l_{aE} 表 1-7

钢筋种类		混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	≥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	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：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 100mm（ d 为锚固钢筋的最小直径）。

当钢筋锚固长度有限而靠自身的锚固性能又无法满足受力钢筋承载力的要求时，可以在钢筋末端配置弯钩和采用机械锚固。这是减小锚固长度的有效方式，其原理是利用受力钢筋端部锚头（弯钩、贴焊锚筋、焊接锚板或螺栓锚头）对混凝土的局部挤压作用加大锚固承载力。锚头对混凝土的局部挤压保证了钢筋不会发生锚固拔出破坏，但锚头前必须有一定的直段锚固长度，以控制锚固钢筋的滑移，使构件不致发生较大的裂缝和变形。因此当纵向受拉普通钢筋末端采用钢筋弯钩或机械锚固措施时，包括弯钩或锚固端头在内的锚

固长度（投影长度）可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 60%。弯钩和机械锚固的形式（图 1-2）和技术要求应符合表 1-8 的规定。

钢筋弯钩和机械锚固的形式和技术要求		表 1-8
锚固形式	技 术 要 求	
90°弯钩	末端 90°弯钩, 弯钩内径 $4d$, 弯后直段长度 $12d$	
135°弯钩	末端 135°弯钩, 弯钩内径 $4d$, 弯后直段长度 $5d$	
一侧贴焊锚筋	末端一侧贴焊长 $5d$ 同直径钢筋	
两侧贴焊锚筋	末端两侧贴焊长 $3d$ 同直径钢筋	
焊端锚板	末端与厚度 d 的锚板穿孔塞焊	
螺栓锚头	末端旋入螺栓锚头	

- 注：1. 焊缝和螺纹长度应满足承载能力要求。
2. 螺栓锚头或焊接锚板的承压净面积应不小于锚固钢筋计算截面积的 4 倍。
3. 螺栓锚头的规格应符合相关标准的要求。
4. 螺栓锚头和焊接锚板的钢筋净间距不宜小于 $4d$ ，否则应考虑群锚效应的不利影响。
5. 截面角部的弯钩和一侧贴焊锚筋的布筋方向宜向截面内侧偏置。

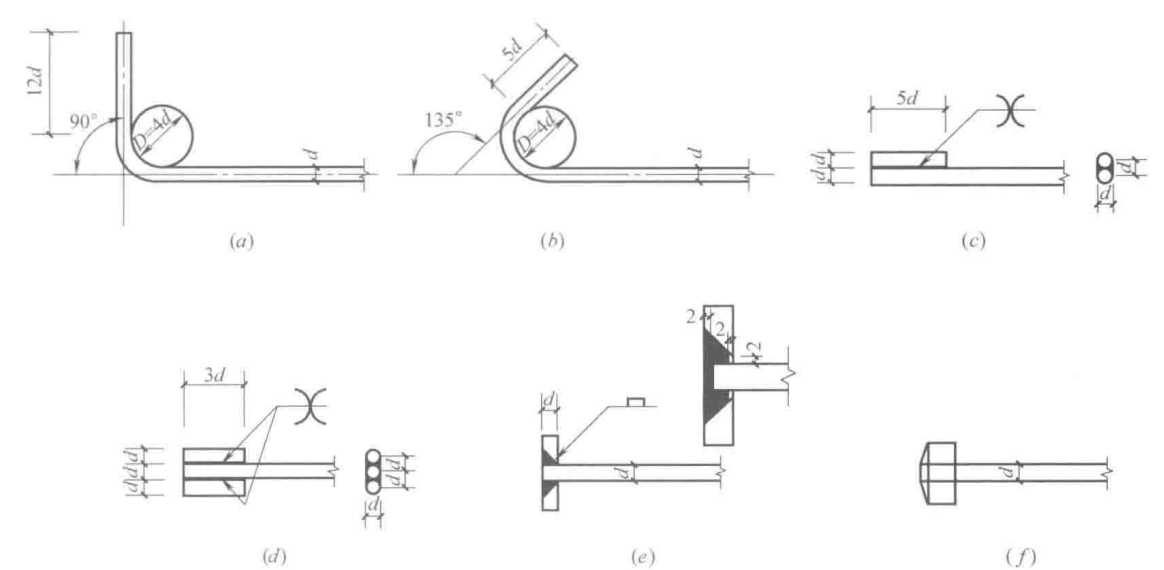


图 1-2 弯钩和机械锚固的形式和技术要求

(a) 末端带 90°弯钩；(b) 末端带 135°弯钩；(c) 末端一侧贴焊锚筋；
(d) 末端两侧贴焊锚筋；(e) 末端与钢板穿孔塞焊；(f) 末端带螺栓锚头

1.4.4 钢筋的连接

1. 绑扎搭接

绑扎搭接是一种比较可靠的钢筋连接方式，由于其施工简便而得到广泛应用。只要遵循规范的有关规定，这种连接方式完全可以满足钢筋传力的基本要求。但对直径较粗的受力钢筋，绑扎搭接施工不便，且连接区域容易发生较宽裂缝。因此，随着近年钢筋强度提

高以及各种机械连接技术的发展，根据工程经验及接头性质，《混凝土结构设计规范（2015 版）》（GB 50010—2010）中规定：

(1) 纵向受拉钢筋的搭接长度计算

轴心受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接；其他构件中的钢筋采用绑扎搭接时，受拉钢筋直径不宜大于 25mm，受压钢筋直径不宜大于 28mm。

纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度，应根据位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率按下列公式计算，且不应小于 300mm。

$$l_l = \zeta_l l_{aE} \tag{1-3}$$

抗震绑扎搭接长度的计算公式为：

$$l_{lE} = \zeta_l l_{aE} \tag{1-4}$$

式中 l_l ——纵向受拉钢筋的搭接长度，见表 1-9；

纵向受拉钢筋搭接长度 l_l 表 1-9

钢筋种类		混凝土强度等级															
		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
HPB300	$\leq 25\%$	47d	41d	—	36d	—	34d	—	30d	—	29d	—	28d	—	26d	—	25d
	50%	55d	48d	—	42d	—	39d	—	35d	—	34d	—	32d	—	31d	—	29d
	100%	62d	54d	—	48d	—	45d	—	40d	—	38d	—	37d	—	35d	—	34d
HRB335	$\leq 25\%$	46d	40d	—	35d	—	32d	—	30d	—	28d	—	26d	—	25d	—	25d
	50%	53d	46d	—	41d	—	38d	—	35d	—	32d	—	31d	—	29d	—	29d
	100%	61d	53d	—	46d	—	43d	—	40d	—	37d	—	35d	—	34d	—	34d
HRB400	$\leq 25\%$	—	48d	53d	42d	47d	38d	42d	35d	38d	34d	37d	32d	36d	31d	35d	30d
HRBF400	50%	—	56d	62d	49d	55d	45d	49d	41d	45d	39d	43d	38d	42d	36d	41d	35d
RRB400	100%	—	64d	70d	56d	62d	51d	56d	46d	51d	45d	50d	43d	48d	42d	46d	40d
HRB500	$\leq 25\%$	—	58d	64d	52d	56d	47d	52d	43d	48d	41d	44d	38d	42d	37d	41d	36d
	50%	—	67d	74d	60d	66d	55d	60d	50d	56d	48d	52d	45d	49d	43d	48d	42d
	100%	—	77d	85d	69d	75d	62d	69d	58d	64d	54d	59d	51d	56d	50d	54d	48d

- 注：1. 表中数值为纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度。
2. 两根不同直径钢筋搭接时，表中 d 取较细钢筋直径。
3. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据尚应乘以 1.25。
4. 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。
5. 当搭接长度范围内纵向受力钢筋周边保护层厚度为 $3d$ 、 $5d$ (d 为搭接钢筋的直径) 时，表中数据尚可分别乘以 0.8、0.7；中间时按内插值。
6. 当上述修正系数（注 3～注 5）多于一项时，可按连乘计算。
7. 当位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率为表中数据中间值时，搭接长度可按内插取值。
8. 任何情况下，搭接长度不应小于 300mm。
9. HPB300 级钢筋末端应做 180°弯钩，做法详见图 1-1。

l_{lE} ——纵向抗震受拉钢筋的搭接长度，见表 1-10；