



高等职业教育土建类专业规划教材

钢筋翻样与下料

陈园卿 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



www.cmpedu.com

赠 CAD 图



中国工程教育学会工程教育教材出版委员会

钢筋翻样与下料

张永刚 主编



中国工程教育学会工程教育教材出版委员会

高等职业教育土建类专业规划教材

钢筋翻样与下料

主 编 陈园卿

副主编 陈杭旭

参 编 李 琪 姚丽东

主 审 刘俊龙 金 睿



机械工业出版社

本书以现代建筑工程施工基本顺序为主线,介绍平法制图规则下一般构件的钢筋翻样与下料,主要包括基本概念和基本公式、筏形基础钢筋翻样与下料、框架柱钢筋翻样与下料、剪力墙钢筋翻样与下料、框架连续梁钢筋翻样与下料、楼板钢筋翻样与下料、楼梯钢筋翻样与下料。全书除介绍基本概念及基本知识外,还辅以较多的例题,每一单元后配有能力训练题,在编写上突出实用性和职业能力的培养。

本书可作为高职高专土建类各专业应用能力训练的教学用书,也可作为相关的培训教材,供建筑施工专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢筋翻样与下料/陈园卿主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 3

高等职业教育土建类专业规划教材

ISBN 978-7-111-33455-2

I. ①钢… II. ①陈… III. ①建筑制图—识图法②建筑工程—钢筋—工程施工 IV. ①TU204②TU755. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 024692 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:覃密道 王靖辉 责任编辑:覃密道 王靖辉

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 6. 25 印张 · 142 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-33455-2

定价: 13. 00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书根据建筑施工技术专业人才培养目标，以施工员、监理员等职业岗位的专项能力——钢筋翻样与下料的培养为导向，同时遵循高等职业院校学生的认知规律，以专业知识和职业技能、自主学习能力综合训练为课程目标，立足于“现代建筑施工技术”基本应用训练教学大纲，确定本书的内容。全书按建筑工程施工的基本顺序，以筏形基础、框架柱、剪力墙、框架连续梁、楼板、楼梯为专题进行内容安排，围绕平法制图规则，先进行钢筋翻样，再通过例题训练钢筋下料计算。每单元后都配有能力训练题，培养学生综合运用能力。

本书由陈园卿任主编，陈杭旭任副主编，李琪、姚丽东参与编写。全书由浙江建设职业技术学院刘俊龙和浙江省建工集团有限公司副总工程师金睿主审，金睿副总工程师在内容设置和安排上给予编写指导。

在本书的编写过程中，浙江工业建筑设计研究院王静民在例题的选用和安排上给予编写指导，浙江建设职业技术学院建工 08-2 杨永芳，建工 08-1 李威、陈碧等同学参与绘图等工作，在此表示衷心的感谢。

为方便教学，本书提供必要的 CAD 源文件，凡使用本书作为教材的老师可登录 www.cmpedu.com 注册下载。咨询邮箱：cmpgaozhi@sina.com，咨询电话：010-88379375。

本书在编写过程中参考了诸多的相关教材与著作，在此向这些教材与著作的作者表示衷心的感谢。书中不足之处，敬请读者与同行批评指正。

编 者

目 录

前言

单元 1 基本概念和基本公式	1
1.1 平法制图的概念	1
1.2 钢筋下料长度计算有关概念	1
1.2.1 外皮尺寸	1
1.2.2 钢筋下料长度	2
1.2.3 差值的概念	2
1.2.4 箍筋的内皮尺寸	3
1.3 基本公式	4
1.3.1 外皮差值公式推导	4
1.3.2 弯曲钢筋差值表	6
1.3.3 钢筋端部弯钩增加尺寸	8
1.3.4 箍筋的计算公式	11
1.4 能力训练题	12
单元 2 筏形基础钢筋翻样与下料	14
2.1 梁板式筏形基础的钢筋翻样	14
2.1.1 基础主梁和基础次梁纵向钢筋	14
2.1.2 基础主梁和基础次梁箍筋	16
2.1.3 基础梁外伸部位钢筋	19
2.1.4 梁板式筏形基础平板钢筋 LPB 钢筋	20
2.2 能力训练题	25
单元 3 框架柱钢筋翻样与下料	26
3.1 框架柱的钢筋识读	26
3.1.1 中柱的顶层钢筋构造	26
3.1.2 顶层边柱的钢筋构造	27
3.1.3 顶层角柱的钢筋构造	29
3.2 框架柱中各种钢筋翻样	31
3.2.1 中柱顶筋翻样	31
3.2.2 边柱顶筋翻样	33
3.3 框架柱（中柱）钢筋翻样实例	36
3.4 能力训练题	40

单元4 剪力墙钢筋翻样与下料	42
4.1 剪力墙的钢筋识读	42
4.1.1 剪力墙钢筋的平法表示	42
4.1.2 剪力墙钢筋识读	43
4.2 剪力墙钢筋翻样	44
4.2.1 剪力墙边墙墙身竖向分布筋翻样	44
4.2.2 剪力墙暗柱竖向筋翻样	48
4.3 能力训练题	50
单元5 框架连续梁钢筋翻样与下料	51
5.1 框架连续梁钢筋翻样	51
5.1.1 贯通筋翻样	52
5.1.2 边跨上部直角筋翻样	54
5.1.3 中间支座上部直筋翻样	57
5.1.4 边跨下部跨中直角筋翻样	58
5.1.5 中间跨下部筋翻样	61
5.1.6 边跨和中跨搭接架立筋翻样	64
5.1.7 角部附加筋翻样	65
5.2 梁钢筋翻样实例	65
5.3 能力训练题	71
单元6 楼板钢筋翻样与下料	72
6.1 楼板钢筋翻样	72
6.1.1 板上部贯通纵筋翻样	72
6.1.2 板下部贯通纵筋翻样	76
6.1.3 扣筋翻样	78
6.2 板钢筋翻样实例	82
6.3 能力训练题	84
单元7 楼梯钢筋翻样与下料	85
7.1 楼梯钢筋识读	85
7.2 板式楼梯钢筋翻样	85
7.3 板式楼梯钢筋翻样实例	89
7.4 能力训练题	92
参考文献	93

单元 1 基本概念和基本公式

1.1 平法制图的概念

“平法”是“建筑结构平面整体设计方法”的简称。“平法”一词已被全国范围内的结构设计师、建造师、造价师、监理师、预算人员和技术工人普遍采用。“平法制图”是混凝土结构施工图中“平面整体表示方法制图规则”的图示方法的简称。它是目前设计框架、剪力墙等混凝土结构的通用图示方法。

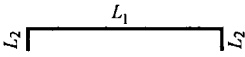
1.2 钢筋下料长度计算有关概念

1.2.1 外皮尺寸

结构施工图中所标注的钢筋尺寸，是钢筋的外皮尺寸。外皮尺寸是指结构施工图中钢筋外边缘至外边缘之间的长度，是施工中度量钢筋长度的基本依据。它和钢筋的下料尺寸是有区别的。

钢筋材料明细表（见表 1-1）中简图栏的钢筋长度 L_1 ，如图 1-1 所示。 L_1 是出于构造的需要标注的，所以钢筋材料明细表中所标注的尺寸即是外皮尺寸。通常情况下，钢筋的边界线是从钢筋外皮到混凝土外表面的距离（保护层厚度）来考虑标注钢筋尺寸的。即 L_1 是设计尺寸，不是钢筋加工下料的施工尺寸，如图 1-2 所示。

表 1-1 钢筋材料明细表

钢筋编号	简 图	规 格	数 量
①		$\Phi 22$	2

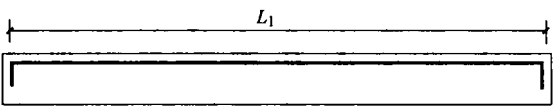


图 1-1

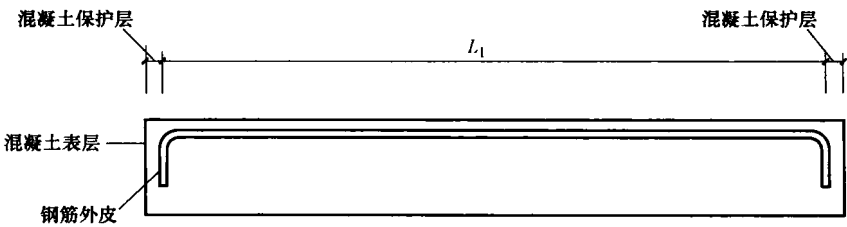


图 1-2

1.2.2 钢筋下料长度

钢筋加工前按直线下料，经弯曲后，钢筋外边缘（外皮）伸长，内边缘（内皮）缩短，而中心线的长度是不改变的。

图 1-3 所示是钢筋的外皮尺寸。实际上，钢筋加工下料的施工尺寸为 $(ab + bc + cd)$ ，其中， ab 为直线段， bc 线段为弧线， cd 为直线段。箍筋的设计尺寸，通常是采用内皮标注尺寸的方法。计算钢筋下料长度，就是计算钢筋中心线的长度。

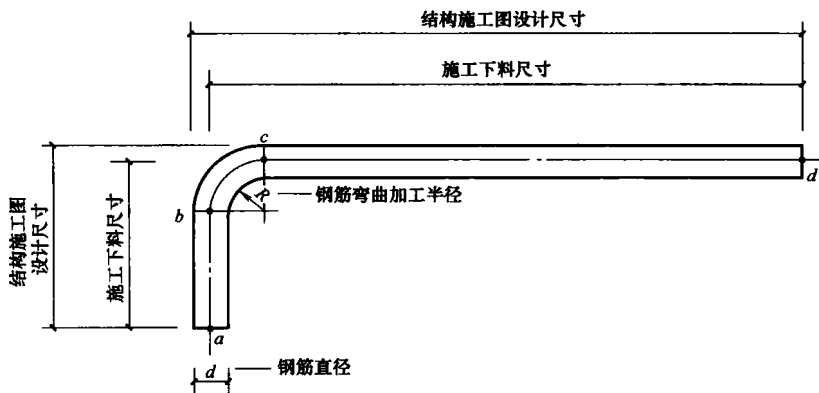


图 1-3 结构施工图上所示钢筋的尺寸界限

1.2.3 差值的概念

钢筋材料明细表的简图中，所标注外皮尺寸之和，大于钢筋中心线的长度的部分，即是差值。可用下式表示

$$\text{钢筋外皮尺寸之和} - \text{钢筋中心线的长度} = \text{差值}$$

对于标注内皮尺寸的钢筋，其差值随角度的不同而不同，可能为正，也可能为负。差值分为外皮差值和内皮差值两种。

1. 外皮差值

如图 1-4 所示是结构施工图上 90°弯折处的钢筋，它是沿外皮（ $xy + yz$ ）衡量尺寸的。而如图 1-5 所示弯曲处的钢筋，则是沿钢筋的中和轴（钢筋被弯曲后，既不伸长也不缩短的钢筋中心线） ab 弧线的弧长。因此，折线（ $xy + yz$ ）的长度与弧线的弧长 ab 之间的差值，称为“外皮差值”。 $xy + yz > ab$ 。外皮差值通常用于受力主筋的弯曲加工下料计算。

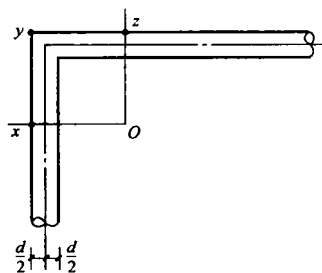


图 1-4

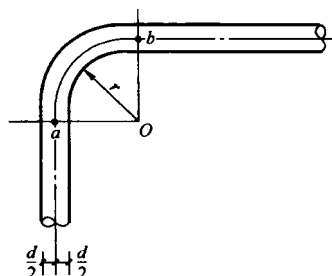


图 1-5

2. 内皮差值

图 1-6 所示是结构施工图上 90°弯折处的钢筋，它是沿内皮 ($xy + yz$) 测量尺寸的。而图 1-7 所示弯曲处的钢筋，则是沿钢筋的中和轴弧线 ab 测量尺寸的。因此，折线 ($xy + yz$) 的长度与弧线的弧长 ab 之间的差值，称为“内皮差值”。($xy + yz$) $>$ ab ，即 90°内皮折线 ($xy + yz$) 仍然比弧线 ab 长。内皮差值通常用于箍筋弯曲加工下料的计算。

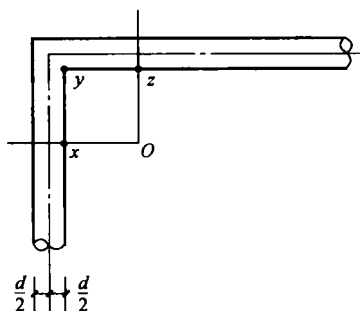


图 1-6

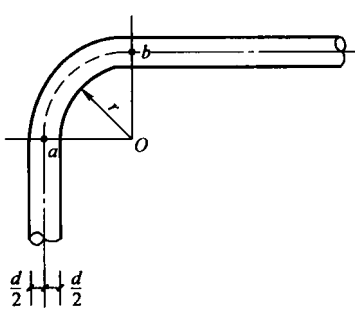


图 1-7

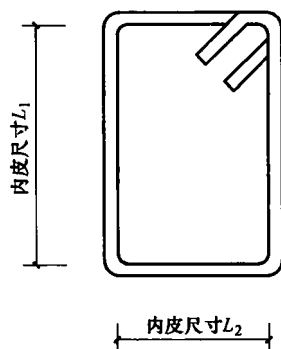


图 1-8

1.2.4 箍筋的内皮尺寸

梁和柱中的箍筋，通常用内皮尺寸标注，这样便于设计。梁、柱截面的高度、宽度与保护层厚度的差值即为箍筋高度、宽度的内皮尺寸。如图 1-8 所示。墙、梁、柱的混凝土保护层厚度见表 1-2，混凝土结构的环境类别见表 1-3。

表 1-2 受力钢筋的混凝土保护层最小厚度

(单位: mm)

环境类别	墙			梁			柱		
	≤20	C25 ~ C45	≥50	≤20	C25 ~ C45	≥50	≤20	C25 ~ C45	≥50
一	20	15	15	30	25	25	30	30	30
二	a	—	20	20	—	30	30	—	30
	b	—	25	20	—	35	30	—	35
三	—	30	25	—	40	35	—	40	35

注：1. 受力钢筋外边缘至混凝土表面的距离，除符合表中规定外，不应小于钢筋的公称直径。

2. 机械连接接头连接件的混凝土保护层厚度应满足钢筋保护层最小厚度的要求，连接件之间的横向净距不宜小于 25mm。

3. 设计使用年限为 100 年的结构：一类环境中，混凝土保护层厚度应按表中规定增加 40%；二类 and 三类环境中，混凝土保护层厚度应采取专门有效措施。

4. 环境类别见表 1-3。

5. 三类环境中的结构构件，其受力钢筋宜采用环氧树脂涂层带肋钢筋。

6. 板、墙、壳中分部钢筋的保护层厚度不应小于表中相应数值减 10mm，且不应小于 10mm；梁、柱中钢筋和构造钢筋的保护层厚度不应小于 15mm。

表 1-3 混凝土结构的环境类别

环境类别	条 件
一	室内正常环境
二	a 室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境；与无侵蚀性的水和土壤直接接触的环境
	b 严寒和寒冷地区的露天环境；与无侵蚀性的水和土壤直接接触的环境
三	使用除冰盐的环境；严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境；滨海室外环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

1.3 基本公式

一般构件钢筋多由直钢筋、弯起钢筋和箍筋组成，其下料长度计算基本公式如下：

直钢筋下料长度 = 构件长度 - 保护层厚度 + 弯钩增加值

弯起钢筋下料长度 = 直段长度 + 斜段长度 + 弯钩增加值 - 弯折量度差值

箍筋下料长度 = 箍筋周长 + 弯钩增加值 ± 弯折量度差值

1.3.1 外皮差值公式推导

1. 角度基准

钢筋弯曲前的原始状态——笔直的钢筋，弯折以前为 0° 。这个 0° 的钢筋轴线，就是“角度基准”。如图 1-9 所示，部分弯折后的钢筋轴线与弯折以前的钢筋轴线（点划线）所形成的角度即为加工弯曲角度。

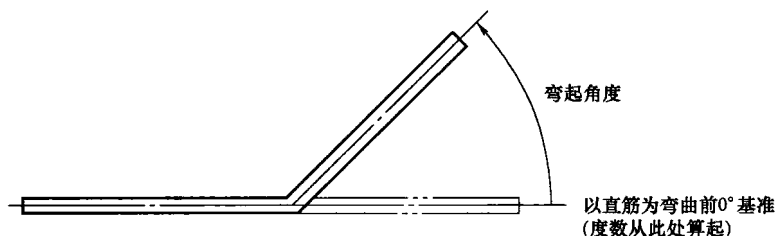


图 1-9

2. 小于或等于 90° 钢筋弯曲外皮差值计算公式

【例 1-1】 图 1-10 所示是推导小于或等于 90° 弯曲加工钢筋时，计算差值的例子。钢筋的直径大小为 d ；钢筋弯曲的加工半径为 R 。钢筋加工弯曲后，钢筋内皮 pq 间弧线，就是以 R 为半径的弧线。题设钢筋弯折的角度为 α 。

解：自 O 点引垂线交水平钢筋外皮线于 x 点，再从 O 点引垂线交倾斜钢筋外皮线于 z 点。 $\angle xOz$ 等于 α 。 Oy 平分 $\angle xOz$ ，因此 $\angle xOy$ 、 $\angle zOy$ 均为 $\alpha/2$ 。

如前所述，钢筋加工弯曲后，其中心线的长度是不变的。 $(xy + yz)$ 的展开长度，同弧线 ab 的展开长度之差，即为所求的差值。

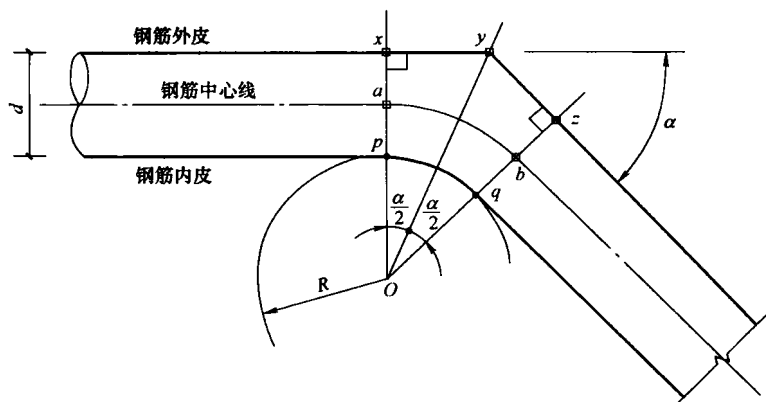


图 1-10

$$|\overline{xy}| = |\overline{yz}| = (R + d) \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$|\overline{xy}| + |\overline{yz}| = 2 \times (R + d) \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\widehat{ab} = \left(R + \frac{d}{2}\right) \times a$$

$$|\overline{xy}| + |\overline{yz}| - \widehat{ab} = 2 \times (R + d) \times \tan \frac{\alpha}{2} - \left(R + \frac{d}{2}\right) \times a$$

以角度 α 、弧度 a 和 R 为变量计算的外皮差值公式为

$$2 \times (R + d) \times \tan \frac{\alpha}{2} - \left(R + \frac{d}{2}\right) \times a \quad (1-1)$$

式中 α ——角度，单位为“度 (°)”；

a ——弧度。

用角度 α 换算弧度 a 的公式如下

$$\text{弧度} = \pi \times \text{角度} / 180^\circ \quad (\text{即 } a = \pi \times \alpha / 180^\circ) \quad (1-2)$$

将式 (1-1) 中角度换算成弧度，即

$$2 \times (R + d) \times \tan \frac{\alpha}{2} - \left(R + \frac{d}{2}\right) \times \pi \times \frac{\alpha}{180^\circ} \quad (1-3)$$

3. 钢筋加工弯曲半径的设定

【例 1-2】 图 1-11 所示为钢筋表中的简图。已知钢筋是非框架结构构件 HPB235 级主筋，直径 $d = 22\text{mm}$ 。求钢筋的下料长度。

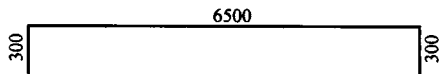


图 1-11

解：计算步骤如下：

1. 查表 1-4 得：钢筋加工弯曲半径 $R = 1.25d$ 。

2. 如图 1-11 所示， $\alpha = 90^\circ$ 。

3. 计算与 $\alpha = 90^\circ$ 相对应的弧度值 $a = \pi \times 90^\circ / 180^\circ = 1.57$ 。

表 1-4 常用钢筋加工弯曲半径 R

钢筋用途	钢筋加工弯曲半径 R
HPB235 级箍筋、拉筋	$2.5d$, 且 $>d/2$
HPB235 级主筋	$\geq 1.25d$
HRB235 级主筋	$\geq 2d$
HPB400 级主筋	$\geq 2.5d$
平法框架主筋直径 $d \leq 25\text{mm}$	$4d$
平法框架主筋直径 $d > 25\text{mm}$	$6d$
平法框架顶层边节点主筋直径 $d \leq 25\text{mm}$	$6d$
平法框架顶层边节点主筋直径 $d > 25\text{mm}$	$8d$
轻骨料混凝土结构构件 HPB235 级主筋	$\geq 3.5d$

4. 将 $R = 1.25d$ 、 $d = 22\text{mm}$ 、角度 $\alpha = 90^\circ$ 和弧度 $a = 1.57$ 代入式 (1-1) 中, 求得 1 个 90° 弯钩的差值为

$$2 \times (1.25 \times 22 + 22) \times \tan(90^\circ/2) - (1.25 \times 22 + 22/2) \times 1.57 = (99 \times 1 - 60.445) \text{ mm} \\ = 38.555\text{mm}$$

5. 其下料长度为

$$\text{弯起钢筋下料长度} = \text{直段长度} + \text{斜段长度} + \text{弯钩增加值} - \text{弯折量度差值} \\ = (6500 + 300 + 300 - 2 \times 38.555) \text{ mm} = 7022.9\text{mm}$$

1.3.2 弯曲钢筋差值表

1. 标注钢筋外皮尺寸的差值表 (表 1-5、表 1-6)

根据表 1-5 中 HPB235 级主筋 180° 外皮尺寸的差值, 验算 [例 1-2] 其下料尺寸为: $(6500 + 300 + 300 - 3.502 \times 22) \text{ mm} = 7022.955\text{mm}$, 结果与 [例 1-2] 的计算结果基本一致。

表 1-5 钢筋外皮尺寸的差值表一

弯曲角度	箍筋	HPB235 级主筋	平法框架主筋		
	$R = 2.5d$	$R = 1.25d$	$R = 4d$	$R = 6d$	$R = 8d$
30°	$0.305d$	$0.29d$	$0.323d$	$0.348d$	$0.373d$
45°	$0.543d$	$0.49d$	$0.608d$	$0.694d$	$0.78d$
60°	$0.9d$	$0.765d$	$1.061d$	$1.276d$	$1.491d$
90°	$2.288d$	$1.751d$	$2.931d$	$3.79d$	$4.648d$
135°	$2.831d$	$2.24d$	$3.539d$	$4.484d$	$5.428d$
180°	$4.576d$	$3.502d$			

注: 1. 外皮尺寸的差值, 均为负值。

2. 135° 和 180° 的差值必须具备准确的外皮尺寸值。

3. 平法框架主筋 $d \leq 25\text{mm}$ 时, $R = 4d$ ($6d$); $d > 25\text{mm}$ 时, $R = 6d$ ($8d$)。括号内为顶层边节点要求。

表 1-6 钢筋外皮尺寸的差值表二

弯曲角度	HRB335 级主筋	HRB400 级主筋	轻骨料中 HPB235 级主筋
	$R = 2d$	$R = 2.5d$	$R = 1.75d$
30°	$0.299d$	$0.305d$	$0.296d$
45°	$0.522d$	$0.543d$	$0.511d$
60°	$0.846d$	$0.9d$	$0.819d$
90°	$2.073d$	$2.288d$	$1.966d$
135°	$2.595d$	$2.831d$	$2.477d$
180°	$4.146d$	$4.576d$	$3.932d$

135°钢筋的弯曲差值，要绘出其外皮线，如图 1-12 所示。外皮线的总长度为 $wx + xy + yz$ ，下料长度为 $wx + xy + yz - 135^\circ$ 的差值。按如图 1-10 所示推导算式，

90°弯钩的展开弧线长度 $= 2 \times (R + d) + 2 \times (R + d) \times \tan(\alpha/2)$ ，则

$$\text{长料长度} = 2 \times (R + d) + 2 \times (R + d) \times \tan(\alpha/2) - 135^\circ \text{的差值} \quad (1-4)$$

设箍筋 $d = 10\text{mm}$ 、 $R = 2.5d$ 、 $\alpha = 45^\circ$ ，则 135°钢筋外皮尺寸的差值为 $2.831d$ ，则有

$$\begin{aligned} & 2 \times (2.5 \times 10 + 10) + 2 \times (2.5 \times 10 + 10) \times \tan 22.5^\circ - 28.31 \\ &= (70 + 70 \times 0.414 - 28.31) \text{ mm} = 70.67 \text{ mm} \end{aligned}$$

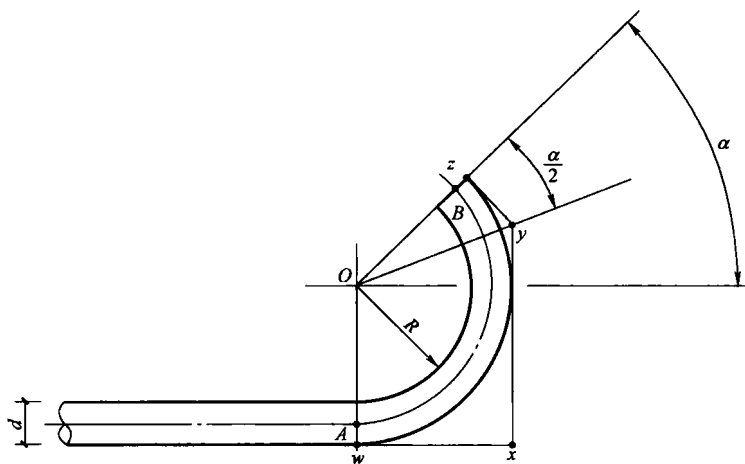


图 1-12

按《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)要求，钢筋的加工弯曲直径取 $D = 5d$ 时，求得各弯折角度的量度近似差值，见表 1-7。

表 1-7 钢筋弯折量度近似差值

弯折角度	30°	45°	60°	90°	135°
量度差值	$0.3d$	$0.5d$	$1.0d$	$2.0d$	$3.0d$

2. 标注钢筋内皮尺寸的差值表

通常箍筋标注内皮尺寸，具体差值见表 1-8。

表 1-8 钢筋内皮尺寸的差值表

弯曲角度	箍筋差值
	$R = 2.5d$
30°	$-0.231d$
45°	$-0.285d$
60°	$-0.255d$
90°	$-0.288d$
135°	$+0.003d$
180°	$+0.576d$

1.3.3 钢筋端部弯钩增加尺寸

1. 135°钢筋端部弯钩尺寸标注方法

钢筋端部弯钩是指大于 90°的弯钩。如图 1-13a 所示, AB 弧线展开长度为 AB' , BC 为钩端的直线部分。从 A 点弯起, 向上直到直线上端 C 点。展开后, 即为线段 AC' 。 L' 是钢筋的水平部分, md 是钩端的直线部分长度, $R+d$ 是钢筋弯曲部分外皮的水平投影长度。如图 1-13b 所示是施工图上简图尺寸注法。钢筋两端弯曲加工后, 外皮间尺寸为 L_1 。两端以外剩余的长度 $[AB+BC-(R+d)]$ 即为 L_2 。

钢筋弯曲加工后外皮的水平投影长度 L_1 为

$$L_1 = L' + 2(R+d) \quad (1-5)$$

$$L_2 = AB + BC - (R+d) \quad (1-6)$$

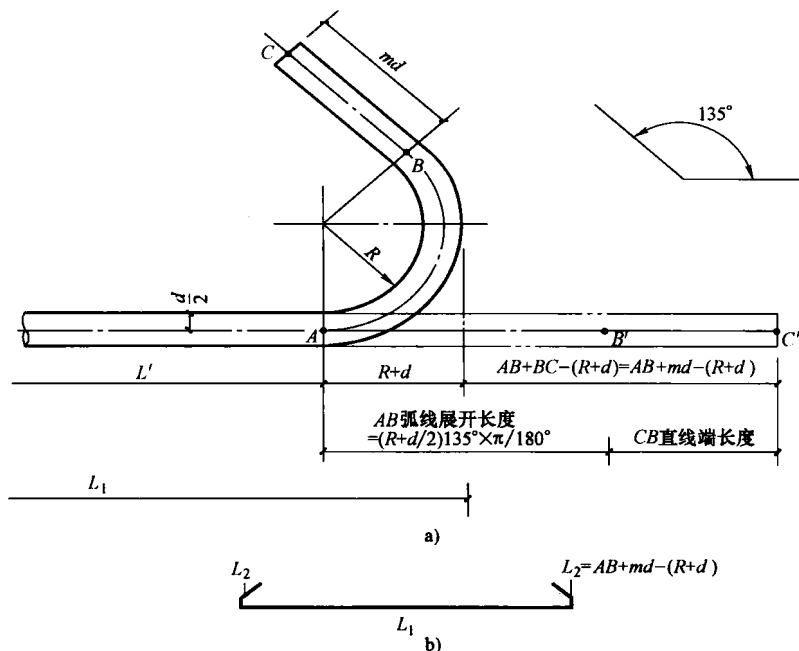


图 1-13

2. 180°钢筋端部弯钩尺寸标注方法

如图 1-14a 所示, AB 弧线展开长度为 AB' 。 BC 为钩端的直线部分。从 A 点弯起, 向上直到直线上端 C 点。展开后, 即为 AC' 线段。 L' 是钢筋的水平部分, $R+d$ 是钢筋弯曲部分外皮的水平投影长度。如图 1-14b 所示是施工图上简图尺寸注法。钢筋两端弯曲加工后, 外皮间尺寸为 L_1 。两端以外剩余的长度 $[AB+BC-(R+d)]$ 即为 L_2 。

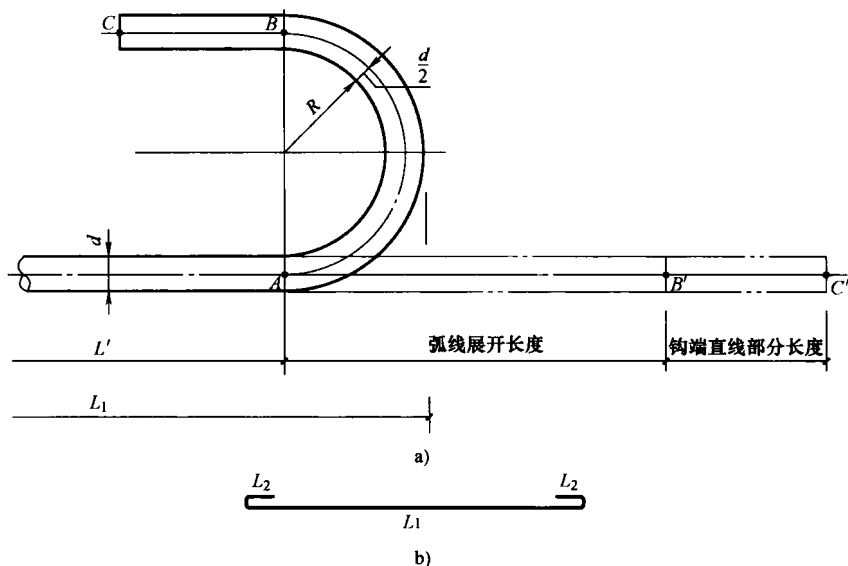


图 1-14

钢筋弯曲加工后外皮的水平投影长度 L_1 为

$$L_1 = L' + 2(R+d) \quad (1-7)$$

$$L_2 = AB + BC - (R+d) \quad (1-8)$$

【例 1-3】 图 1-15 所示, 设纵向受力钢筋直径为 d , 加工 180°端部弯钩, $R=1.25d$, 钩端直线部分为 md 。求: 当 $m=3$ 时, 在施工图上, L_2 的值是多少?

解: $L_2 = (R+d/2)\pi + md - (R+d)$, 代入 m 、 R 值, 则

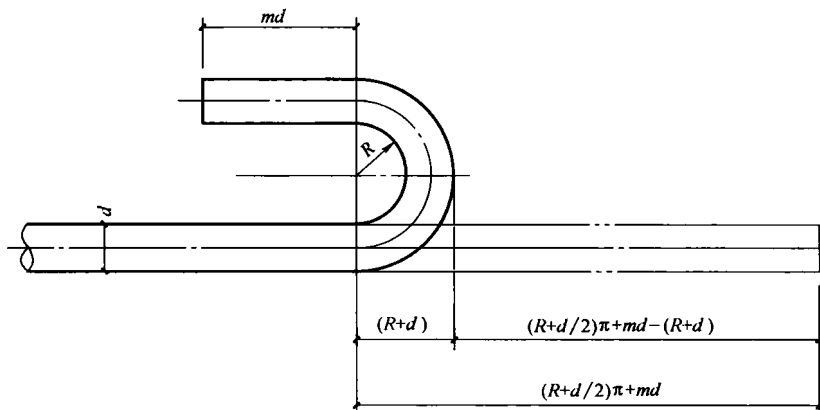


图 1-15 [例 1-3] 图

$$(1.25d + d/2) \pi + 3d - (1.25d + d) = 1.75d\pi + 3d - 2.25d \approx 6.25d$$

钢筋弯曲加工后的 180°端部弯钩标注尺寸，即众所周知的 6.25*d*，如图 1-16 所示。

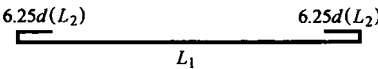


图 1-16

【例 1-4】 设箍筋直径为 *d*，*R* = 2.5*d*，钩端直线部分为 3*d*。问 *L*₂ 值等于多少？

解： $L_2 = (R + d/2) \pi + 3d - (R + d)$

$$= (2.5d + d/2) \pi + 3d - (2.5d + d) = 3d\pi + 3d - 3.5d = 3d\pi - 0.5d \approx 8.924d$$

3. 常用弯钩端部长度表

表 1-9 把钢筋端部弯钩处的 30°、45°、60°、90°、135°和 180°等几种情况，列成计算表格便于查阅。

表 1-9 常用弯钩端部长度表

弯起角度	钢筋弧中心线长度	钩端直线部分长度	合计长度
30°	$(R + d/2) \times 30^\circ \times \pi/180^\circ$	10 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 30^\circ \times \pi/180^\circ + 10d$
		5 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 30^\circ \times \pi/180^\circ + 5d$
		75mm	$(R + d/2) \times 30^\circ \times \pi/180^\circ + 75\text{mm}$
45°	$(R + d/2) \times 45^\circ \times \pi/180^\circ$	10 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 45^\circ \times \pi/180^\circ + 10d$
		5 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 45^\circ \times \pi/180^\circ + 5d$
		75mm	$(R + d/2) \times 45^\circ \times \pi/180^\circ + 75\text{mm}$
60°	$(R + d/2) \times 60^\circ \times \pi/180^\circ$	10 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 60^\circ \times \pi/180^\circ + 10d$
		5 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 60^\circ \times \pi/180^\circ + 5d$
		75mm	$(R + d/2) \times 60^\circ \times \pi/180^\circ + 75\text{mm}$
90°	$(R + d/2) \times 90^\circ \times \pi/180^\circ$	10 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 90^\circ \times \pi/180^\circ + 10d$
		5 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 90^\circ \times \pi/180^\circ + 5d$
		75mm	$(R + d/2) \times 90^\circ \times \pi/180^\circ + 75\text{mm}$
135°	$(R + d/2) \times 135^\circ \times \pi/180^\circ$	10 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 135^\circ \times \pi/180^\circ + 10d$
		5 <i>d</i>	$(R + d/2) \times 135^\circ \times \pi/180^\circ + 5d$
		75mm	$(R + d/2) \times 135^\circ \times \pi/180^\circ + 75\text{mm}$
180°	$(R + d/2) \times \pi$	10 <i>d</i>	$(R + d/2) \times \pi + 10d$
		5 <i>d</i>	$(R + d/2) \times \pi + 5d$
		75mm	$(R + d/2) \times \pi + 75\text{mm}$
		3 <i>d</i>	$(R + d/2) \times \pi + 3d$

【例 1-5】 图 1-17 所示是具有标注外皮尺寸的 HPB235 级主筋 180°弯钩，试求弯钩处标注尺寸的大小。

解：先计算 A 点以外的展开长度，其与 2.25*d* 和两个外皮差值（查表 1-5 可知外皮差值为 2×1.751*d* 的差，再加上 3*d*，即