



平法制图的 钢筋加工 下料计算

PINGFA ZHITU
DE GANGJIN
JIAGONG XIALIAO
JISUAN

高 竞	高韶明	著	
高韶萍	高 原		主审
	高克中		

中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

平法制图的钢筋加工下料计算

高 竞 高韶明 高韶萍 高 原 著
高克中 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

平法制图的钢筋加工下料计算 / 高竞等著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-07008-2

I. 平... II. 高... III. 钢筋混凝土结构—钢筋计算 IV. TU375.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 119279 号

本书共 10 章。前两章介绍钢筋计算的基本概念和基本公式的推导。第三、四章是箍筋与拉筋的计算, 包括圆柱面螺旋箍筋的长度计算。第五、六、七章对梁柱截面中的局部箍筋、变截面箍筋和多角形箍筋, 均进行了化繁为简的公式法计算。第八、九、十章是讲解框架和剪力墙中的钢筋计算。全书都是对照着图来讲解, 且辅以足够的习题, 藉以加深理解。

本书可做培养高级建筑技师的学习参考书, 也可供建筑工程监理人员、预算员、建造师、造价师和土建类大专院校师生参考。

责任编辑: 张梦麟

责任设计: 刘向阳

责任校对: 刘 梅 张 虹

平法制图的钢筋加工下料计算

高 竞 高韶明 高韶萍 高 原 著

高克中 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京嘉泰利德公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 13½ 字数: 327 千字

2005 年 1 月第一版 2005 年 1 月第一次印刷

印数: 1—4,000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-112-07008-2

TU · 6244 (12962)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

平法制图是指按“平面整体表示方法制图规则所绘制的结构构造详图”的简称。这是当前国际上通用的方法，随着国际间交往的增多，我国亦采用了此种方法并依此颁发了标准构造详图，用于结构施工详图中。但其中的钢筋尺寸或钢筋材料明细表的尺寸是不能直接拿来下料的。否则一个工程下来，是会造成很大浪费的。当前国内房屋开发中，混凝土框架和剪力墙结构所占比重甚大，钢筋工程显得尤为重要，钢筋下料对工程效益的影响则是举足轻重的。但当前能熟练地运用平法制图下料的人员为数不多，为满足培养高级下料技工的需要，本人结合近两年来开发钢筋下料软件积累的资料，经加工整理编成此书。已开发的软件为《平法框架钢筋自动下料计算》、《平法剪力墙钢筋自动下料计算》、《非矩形钢筋自动下料计算》和《普通钢筋自动下料计算》（见本书附录3）。

本书按教科书的形式编写，前两章以讲述计算钢筋概念、基本原理和计算式为主，后八章则是结合平法制图表示的框架梁、柱和剪力墙中各种钢筋，讲述钢筋下料计算。书中插入大量示意图和立体图，帮助读者明了图意。每章附有练习题以增强理解。此外，附录中载有非平法制图常用钢筋计算图表及钢筋快速图算表。

写这本书时，恰好是我写《建筑工人速成看图》（由原建筑工程部、中华全国总工会、中华全国科学普及协会联合推广的教材）的五十周年。今天，又逢改革开放的经济建设高潮，建筑行业急需培养一大批高级技师，鉴于目前尚无专门阐述钢筋下料的图书，尤其是平法制图钢筋下料的书籍，更有急切需求，是以写成此书。参加本书执笔的有高竞、高韶明、高原、白晶、高韶萍、高韶君、杜秀兰；高克中担任主审。

书中的计算及论述如与国家规范、标准、规则有不一致之处，当以国家规范、标准、规则为准。由于水平所限，加上年事已高，错误在所难免，望请读者贤达指正。

哈尔滨工业大学

高 竞（犹龙，长仲）

时年七十八岁，2004年3月

目 录

第一章 概述	1
第一节 平法制图的概念	1
第二节 钢筋下料长度计算概念	2
第三节 钢筋设计尺寸和施工下料尺寸	4
练习一	6
第二章 基本公式	7
第一节 差值种类	7
第二节 外皮差值公式推导	8
第三节 内皮差值公式推导	10
第四节 中心线法计算弧线展开长度	11
第五节 弯曲钢筋差值表	16
第六节 钢筋端部弯钩尺寸	17
练习二	22
第三章 箍筋	23
第一节 箍筋概念	23
第二节 根据箍筋的内皮尺寸计算钢筋下料尺寸	23
第三节 根据箍筋的外皮尺寸计算钢筋下料尺寸	27
第四节 根据箍筋的中心线尺寸计算钢筋下料尺寸	31
第五节 计算柱面螺旋线形箍筋的下料尺寸	33
第六节 圆环形封闭箍筋	37
第七节 箍筋算例	38
练习三	49
第四章 拉筋	50
第一节 拉筋的样式及其计算	50
第二节 拉筋端钩形状的变换	55
练习四	66
第五章 梁柱截面中间局部箍筋	68
第一节 梁柱截面中间局部箍筋的概念	68
第二节 横向局部箍筋计算	70
第三节 竖向局部箍筋计算	73
练习五	85
第六章 变截面构件箍筋	87
第一节 变截面悬挑梁箍筋	87

第二节	变截面加腋梁箍筋	97
练习六		101
第七章	多角形箍筋	102
第一节	多角形箍筋的概念	102
第二节	菱形箍筋	103
第三节	六角形箍筋	107
第四节	Pb 、 Ph 法计算八角形箍筋	113
第五节	喇叭形箍筋	118
练习七		129
第八章	框架梁中纵向钢筋下料长度计算	130
第一节	梁中钢筋概述	130
第二节	贯通筋的加工、下料尺寸	131
第三节	边跨上部直角筋的加工、下料尺寸	134
第四节	中间支座上部直筋的加工、下料尺寸	138
第五节	边跨下部跨中直角筋的加工、下料尺寸	139
第六节	中间跨下部筋的加工、下料尺寸	142
第七节	边跨和中跨搭接架立筋的下料尺寸	146
第八节	角部附加筋的加工、下料尺寸及其余钢筋计算	148
练习八		148
第九章	框架柱中竖向钢筋下料长度计算	149
第一节	框架柱中钢筋的加工和下料尺寸计算的概念	149
第二节	中柱顶筋的加工和下料尺寸计算	154
第三节	边柱顶筋的加工和下料尺寸计算	159
第四节	角柱顶筋的加工和下料尺寸计算	167
练习九		177
第十章	剪力墙中的分布筋计算	179
第一节	剪力墙中的箍筋概念	179
第二节	剪力墙边墙墙身竖向分布筋	180
第三节	剪力墙暗柱竖向筋	185
第四节	连梁	188
第五节	剪力墙水平分布筋	190
练习十		197
附录 1	非平法图常用钢筋计算	199
附录 2	非平法图柱箍筋的诺模图算法	207
附录 3	与本书有关的软件介绍	209
参考文献		210

第一章 概 述

第一节 平法制图的概念

“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”的图示方法简称。它是目前设计框架、剪力墙等混凝土结构施工图的通用图示方法。

一、“平法制图”与传统的图示方法之间的区别

1. 如框架图中的梁和柱，在“平法制图”中的钢筋图示方法，施工图中只绘制梁、柱平面图，不绘制梁、柱中配置钢筋的立面图（梁不画截面图；而柱在其平面图上，只按编号不同各取一个在原位放大画出带有钢筋配置的柱截面图）。

2. 传统的框架图中梁和柱，既画梁、柱平面图，同时也绘制梁、柱中配置钢筋的立面图及其截面图；但在“平法制图”中的钢筋配置，省略不画这些图，而是去查阅《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》。

3. 传统的混凝土结构施工图，可以直接从其绘制的详图中读取钢筋配置尺寸，而“平法制图”则需要查找相应的详图——《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》中相应的详图，而且，钢筋的配置尺寸和大小尺寸，均以“相关尺寸”（跨度、锚固长度、搭接长度、钢筋直径等）为变量的函数来表达，而不是具体数字。藉此用来实现其标准图的通用性。概括地说，“平法制图”简化了混凝土结构施工图的内容。

4. 柱与剪力墙的“平法制图”，均以施工图列表注写方式，表达其相关规格与尺寸。

5. “平法制图”中的突出特点，表现在梁的“集中标注”和“原位标注”上。“集中标注”是从梁平面图的梁处引铅垂线至图的上方，注写梁的编号、跨数、挑梁类型、截面尺寸、箍筋直径、箍筋间距、箍筋肢数、通长筋的直径和根数、梁侧面纵向构造钢筋或受扭钢筋的直径和根数等。如果“集中标注”中有通长筋时，则“原位标注”中的负筋数包含通长筋的数。“原位标注”概括地说分两种：标注在柱子附近处，且在梁上方，是承受负弯矩的箍筋直径和根数，其钢筋布置在梁的上部。标注在梁中间且下方的钢筋，是承受正弯矩的，其钢筋布置在梁的下部。

6. 在传统的混凝土结构施工图中，计算斜截面的抗剪强度时，在梁中配置 45° 或 60° 的弯起钢筋。而在“平法制图”中，梁不配置这种弯起钢筋。其斜截面的抗剪强度，由加密的箍筋来承受。

二、本书着眼的重点

1. 为配合“平法制图”在设计图中的广泛采用，本书特意为“平法制图”中钢筋加

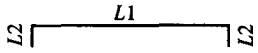
工形状和尺寸为例，阐明框架、剪力墙的各类钢筋的计算原理，并辅以大量典型示范计算例题，帮助读者消化理解。

2. 本书通过“平法制图”中钢筋例题，所阐明的钢筋加工计算原理，适用于所有混凝土结构施工图的钢筋加工计算。

第二节 钢筋下料长度计算概念

一、结构施工图中的钢筋尺寸

结构施工图中所标注的钢筋尺寸，是钢筋的外皮尺寸。它和钢筋的下料尺寸，不是一回事。

钢筋材料明细表			表 1-1
钢筋编号	简 图	规 格	数 量
①		$\phi 22$	2

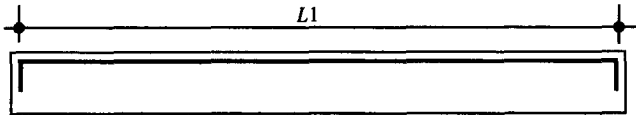


图 1-1

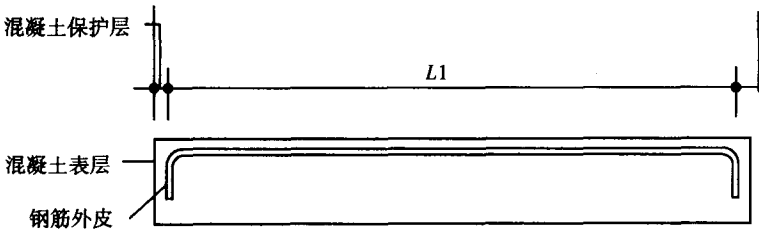


图 1-2

钢筋材料明细表（表 1-1）中简图栏的钢筋长度 $L1$ ，即图 1-1 所示。这个尺寸 $L1$ ，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，就是这个尺寸。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——保护层来考虑标注钢筋尺寸的。也可以这样说，这里的 $L1$ 是设计尺寸，不是钢筋加工下料的施工尺寸，见图 1-2。

切记住，钢筋混凝土结构图中标注的钢筋尺寸，是设计尺寸，不是下料尺寸。这里要指明的就是简图栏的钢筋长度 $L1$ 不能直接拿来下料的。

二、钢筋下料长度计算假说

钢筋加工变形以后，钢筋中心线的长度是不改变的。

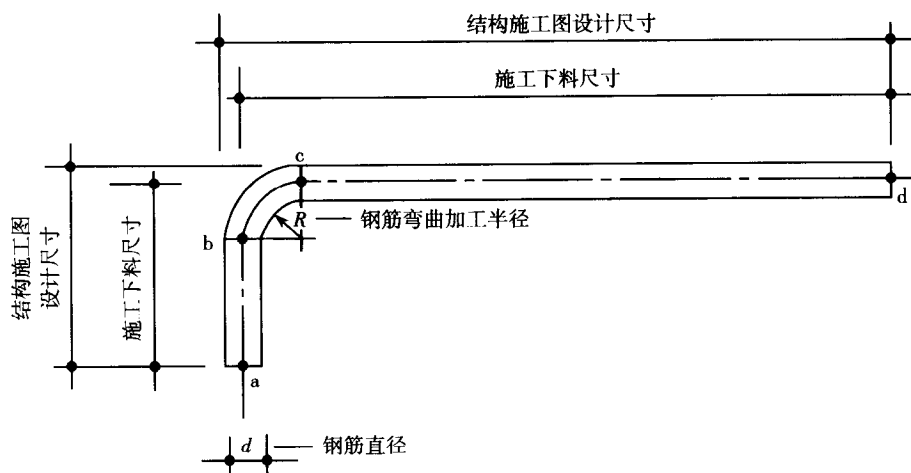


图 1-3

如图 1-3 所示，结构施工图上所示受力主筋的尺寸界限，是钢筋的外皮。实际上，钢筋加工下料的施工尺寸为：

$$ab + bc + cd$$

ab 为直线段；bc 线段为弧线；cd 为直线段。另外，箍筋的设计尺寸，通常是采用内皮标注尺寸的方法。不过，这也是从设计方便出发采用的。

三、钢筋下料长度计算的指导思想

计算钢筋下料长度，就是计算钢筋中心线的长度。钢筋下料长度计算的指导思想，是以科学、安全、质量、经济和施工方便为原则的。

钢筋工程是在框架和剪力墙结构施工中，技术性要求很高的工程，它极大地影响工程的质量。而且，成本所占比重也是很高的。

四、差值的加工意义

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。它所多出来的数值，就是差值。可用下式表示：

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

根据外皮尺寸所计算出来的差值，须乘以负号“-”后再运算。

1. 对于标注内皮尺寸的钢筋，其差值，随角度的不同，可能是正，也可能是负。
2. 对于围成圆环的钢筋，内皮尺寸就小于钢筋中心线的长度。所以，它不是负值，如图 1-4 所示。

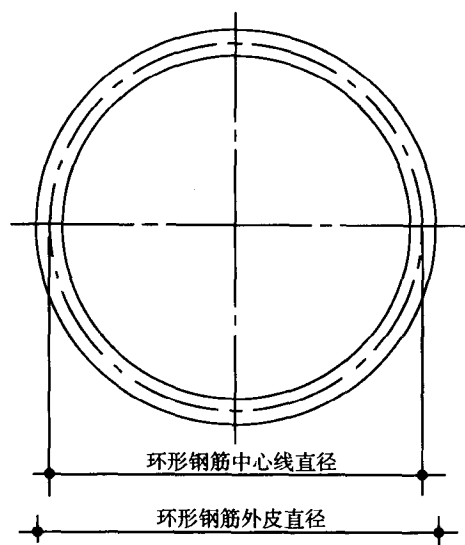


图 1-4

第三节 钢筋设计尺寸和施工下料尺寸

一、同样长梁中的有加工弯折的钢筋和直形钢筋

参看图 1-5、图 1-6。

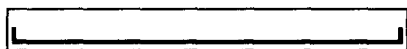


图 1-5

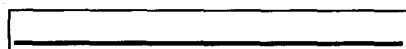


图 1-6

虽然图 1-5 中的钢筋和图 1-6 中的钢筋，两端都有相同距离的保护层，但是它们的中心线的长度并不相同。现在把它们的端部放大来看就清楚了。

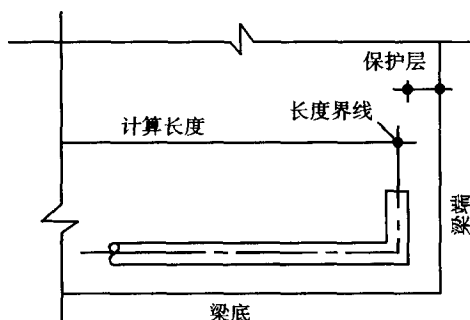


图 1-7

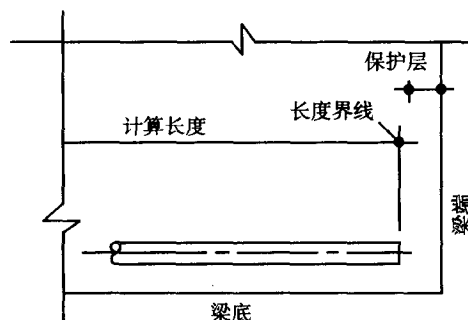


图 1-8

看过图 1-7 和图 1-8，经过比较就清楚多了。图 1-7 中右边钢筋中心线到梁端的距离，是保护层加二分之一钢筋直径。考虑两端的时候，其中心线长度要比图 1-8 中的短

了一个直径。

二、大于 90° 、小于或等于 180° 弯钩的设计标注尺寸

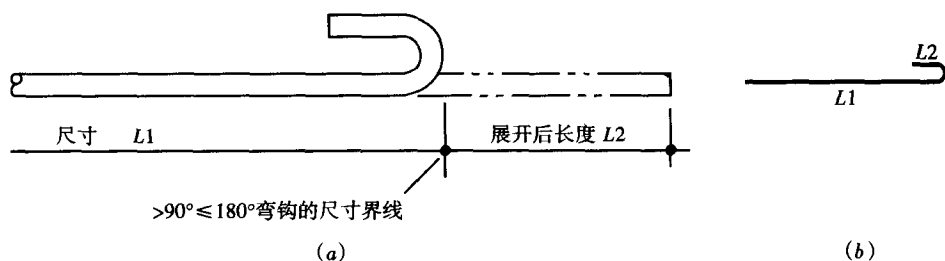


图 1-9

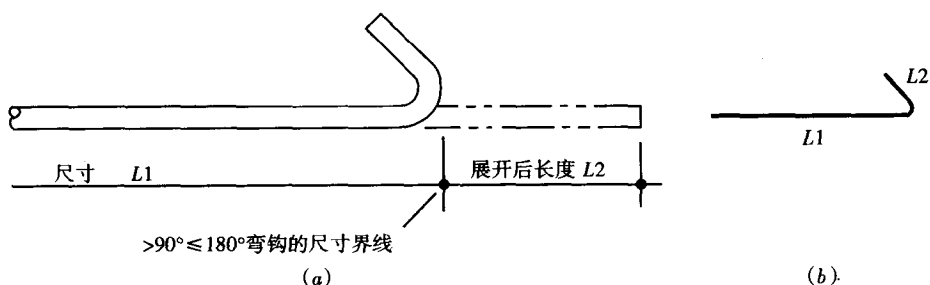


图 1-10

图 1-9 通常是结构设计尺寸的标注方法，也常与保护层有关；图 1-10 常用在拉筋的尺寸标注上。

三、内皮尺寸

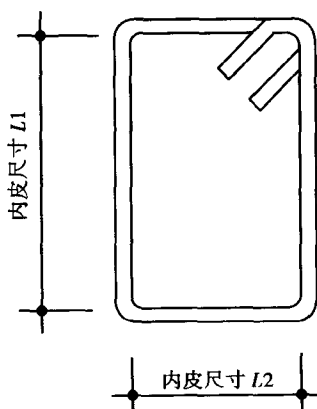


图 1-11

梁和柱中的箍筋，通常用内皮尺寸标注，这样便于设计。因为梁、柱截面的高、宽尺

寸，各减去保护层厚度，就是箍筋的高、宽内皮尺寸。见图 1-11。

四、用于 30° 、 60° 、 90° 斜筋的辅助尺寸

遇到有弯折的斜筋，需要标注尺寸时，除了沿斜向标注它的外皮尺寸外，还要把斜向尺寸当作直角三角形的斜边，而另外标注出它的两个直角边的尺寸。见图 1-12。

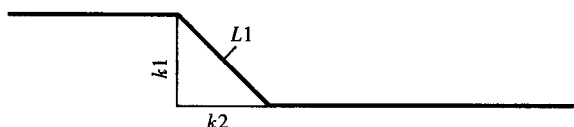


图 1-12

从图 1-12 上，并看不出是不是外皮尺寸。如果再看图 1-13，就可以知道它是外皮尺寸了。

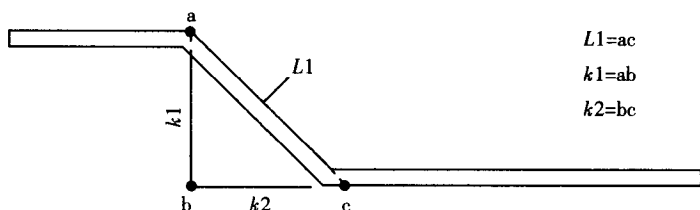


图 1-13

练 习 一

1. 结构施工图中所标注的钢筋尺寸，和钢筋的下料尺寸，是不是一回事？
2. 钢筋下料长度计算假说，是指什么说的？
3. 梁端部不带钩的通长筋，与端部带钩的通长筋，它们的外皮尺寸是否一样？为什么？
4. 梁端部钩上标注的钢筋尺寸，是代表什么尺寸？
5. 斜筋的辅助尺寸是代表外皮尺寸，还是代表内皮尺寸？

第二章 基本公式

第一节 差值种类

前面讲过，结构施工图上所标注的钢筋长度尺寸，与钢筋加工下料的长度尺寸之间的差，叫做“差值”。差值通常是负值，但是，也有时是正值。差值分为外皮差值和内皮差值两种。

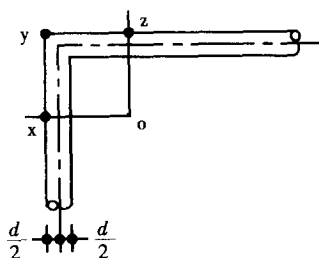


图 2-1

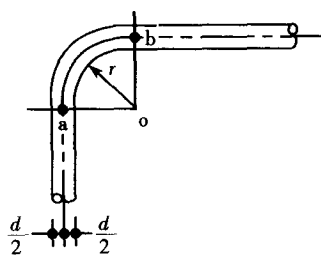


图 2-2

一、外皮差值

图 2-1 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；而图 2-2 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轴线） ab 弧线的弧长。因此，折线 $xy+yz$ 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弯曲加工下料计算。

二、内皮差值

图 2-3 是结构施工图上 90°弯折处的钢筋，它是沿内皮（ $xy+yz$ ）衡量尺寸的；而图 2-4 弯曲处的钢筋，则是沿钢筋的中和轴弧线 ab 衡量尺寸的。因此，折线（ $xy+yz$ ）长度与弧线的弧长 ab 之间的差值，称为“内皮差值”。（ $xy+yz$ ） $> ab$ 。内皮差值通常用于箍

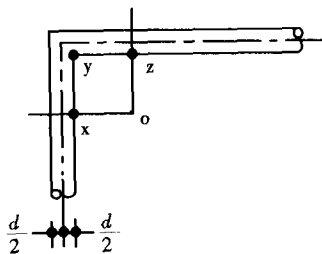


图 2-3

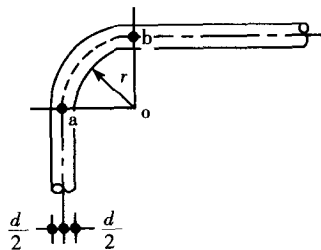


图 2-4

筋弯曲加工下料计算。即 90° 内皮折线 ($xy+yz$) 仍然比弧线 ab 长。

第二节 外皮差值公式推导

一、角度基准

钢筋弯曲前的原始状态——笔直的钢筋，弯折以前为零度。这个零度的钢筋轴线，就是“角度基准”。

如图 2-5 所示，部分弯折后钢筋轴线，与弯折以前的钢筋轴线（点划线），所夹成的角度就是加工弯曲角度。

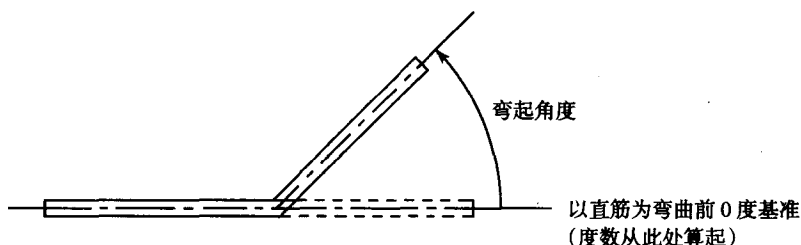


图 2-5

二、小于或等于 90° 钢筋弯曲外皮差值计算公式

图 2-6 是推导等于或小于 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 p 、 q 间弧线，就是以 R 为半径的弧线。

题设钢筋弯折的角度为 α° 。

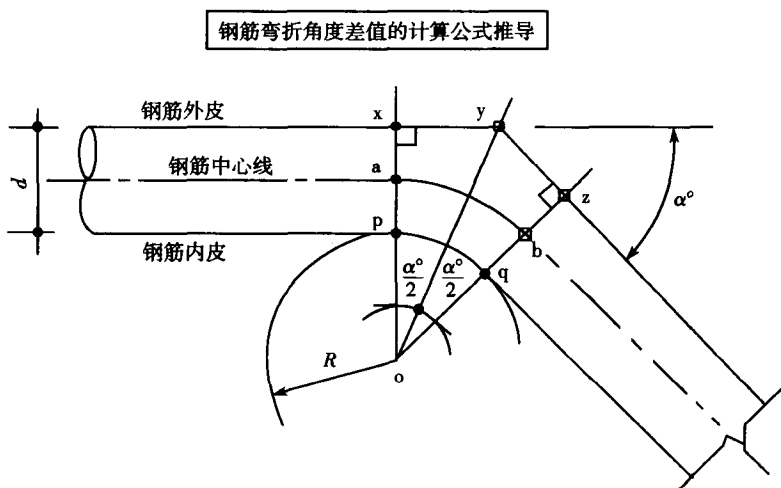


图 2-6

解:

自 o 点引线垂直交水平钢筋外皮线于 x 点, 再从 o 点引线垂直交倾斜钢筋外皮线于 z 点。∠xoz 等于 α° 。oy 平分 ∠xoz, 得到两个 $\frac{\alpha^\circ}{2}$ 。

前面讲过, 钢筋加工弯曲后, 钢筋中心线的长度是不会改变的。xy 加 yz 之和的展开长度, 同弧线展开的长度之差, 就是所求的差值。

$$\overline{XY} = \overline{YZ} = (R+d) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha^\circ}{2}$$

$$\overline{XY} + \overline{YZ} = 2 \times (R+d) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha^\circ}{2}$$

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

$$\overline{XY} + \overline{YZ} - \widehat{AB} = 2 \times (R+d) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha^\circ}{2} - \left(R + \frac{d}{2}\right) \times \alpha$$

以角度 α° 、弧度 α 和 R 为变量计算外皮差值公式: $2 \times (R+d) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha^\circ}{2} - \left(R + \frac{d}{2}\right) \times \alpha$ (2-1)

α° ——角度

α ——弧度

α 为弧度, α° 为角度, 注意区别。

用角度 α° 换算弧度 α 的公式:

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

$$(\text{即 } \alpha = \pi \times \alpha^\circ / 180^\circ)$$

公式 (2-1) 中也可以包含把角度换算成弧度公式, 如公式 (2-3):

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

三、钢筋加工弯曲半径的设定

常用钢筋加工弯曲半径 R 表

表 2-1

钢筋用途	钢筋加工弯曲半径 R
HPB235 级 ^① 箍筋、拉筋	2.5 倍箍筋直径 d 且 > 主筋直径/2
HPB235 级 ^① 主筋	≥ 1.25 倍钢筋直径 d
HRB335 级 ^① 主筋	≥ 2 倍钢筋直径 d
HRB400 级 ^① 主筋	≥ 2.5 倍钢筋直径 d
平法框架主筋直径 d ≤ 25mm	4 倍钢筋直径 d
平法框架主筋直径 d > 25mm	6 倍钢筋直径 d
平法框架顶层边节点主筋直径 d ≤ 25mm	6 倍钢筋直径 d
平法框架顶层边节点主筋直径 d > 25mm	8 倍钢筋直径 d
轻骨料混凝土结构构件 HPB235 级主筋	≥ 3.5 倍钢筋直径 d

① HPB235、HRB335、HRB400 就是工地上习惯说的 I 级、II 级和 III 级钢筋。

【例 2-1】图 2-7 为钢筋表中的简图。并且已知钢筋是非框架结构构件 HPB235 级主筋, 直径 d = 22mm。求钢筋加工弯曲前, 所需备料切下的实际长度。

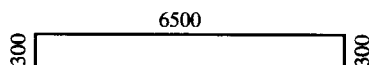


图 2-7

解:

1. 查表 2-1, 得知钢筋加工弯曲半径 $R=1.25$ 倍钢筋直径 $d=22\text{mm}$;
2. 由图 2-7 知, $\alpha^\circ=90^\circ$;
3. 计算与 $\alpha^\circ=90^\circ$ 相对应的弧度值 $\alpha=\pi\times 90^\circ/180^\circ=1.57$;
4. 将 $R=1.25d$ 、 $d=22$ 、角度 $\alpha^\circ=90^\circ$ 和弧度 $\alpha=1.57$ 代入公式 (2-1) 中求一个 90° 弯钩的差值为:

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

5. 下料长度为:

$$6500+300+300-2\times 38.555=7022.9\text{mm}$$

第三节 内皮差值公式推导

一、小于或等于 90° 钢筋弯曲内皮差值计算公式

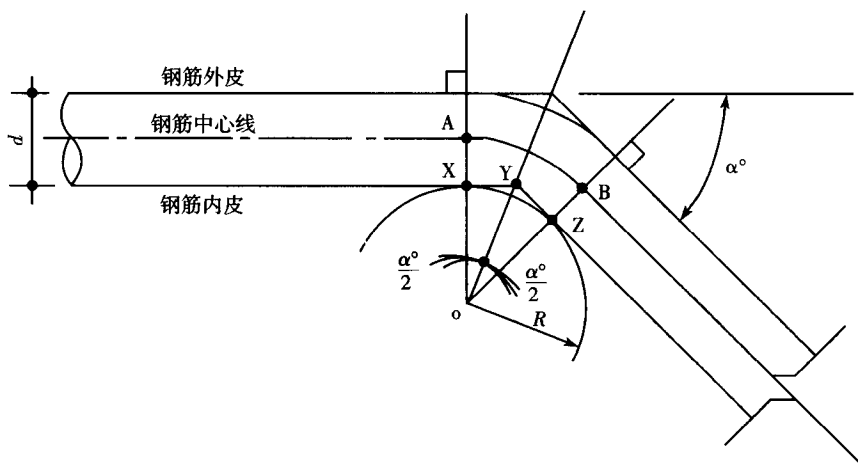


图 2-8

折线的长度

$$\overline{XY}=\overline{YZ}=R\times \text{tg}\frac{\alpha^\circ}{2}$$

二折线之和的展开长度

$$\overline{XY}+\overline{YZ}=2\times R\times \text{tg}\frac{\alpha^\circ}{2}$$

弧线展开长度

$$\widehat{AB}=\left(R+\frac{\alpha}{2}\right)\times \pi\times \frac{\alpha^\circ}{180^\circ}$$

以角度 α 和 R 为变量计算内皮差值公式:

$$\overline{XY} + \overline{YZ} - \widehat{AB} = 2 \times R \times \operatorname{tg} \frac{\alpha^\circ}{2} - \left(R + \frac{d}{2}\right) \times \pi \times \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} \quad (2-4)$$

【例 2-2】图 2-9 为钢筋表中的简图。并且已知钢筋是非框架结构构件 HPB235 级主筋，直径 $d=22\text{mm}$ 。求钢筋加工弯曲前，所需备料切下的实际长度。

解:

1. 查表 2-1，得知钢筋加工弯曲半径 $R=1.25$ 倍钢筋直径 $d=22\text{mm}$;

2. 由图 2-9 知， $\alpha^\circ=90^\circ$;

3. 计算 α 的弧度值 $=90^\circ \times \pi / 180^\circ = 1.57$

4. 将 $R=1.25d$ 、 $d=22$ 、“ α° ” $=90^\circ$ 和弧度 $\alpha=1.57$ 代入公式 2-4 中求一个 90° 弯钩的差值

$$\begin{aligned} & 2 \times 1.25d \times \operatorname{tg}(90^\circ/2) - (1.25d + d/2) \times 1.57 \\ &= 2.5d - 1.75d \times 1.57 \\ &= 55 - 38.5 \times 1.57 \\ &= 5.445\text{mm} \end{aligned}$$

5. 下料长度为:

$$\begin{aligned} & 6456 + 278 + 278 - 2 \times (-5.445) \\ &= 6456 + 278 + 278 + 10.89 \\ &= 7022.89\text{mm} \end{aligned}$$

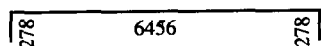


图 2-9

第四节 中心线法计算弧线展开长度

一、 180° 弯钩弧长

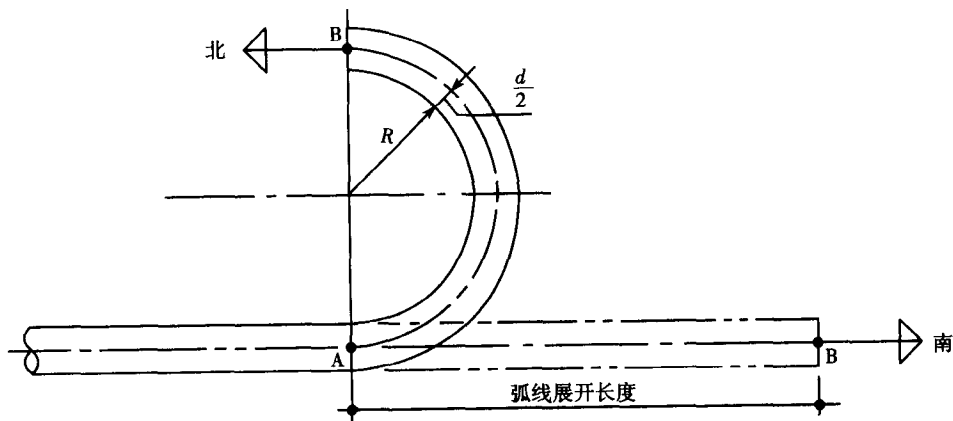


图 2-10