

11G101 及 12G901

图集综合应用丛书

平法钢筋下料

张军 主编

☆梁构件钢筋下料

☆柱构件钢筋下料

☆剪力墙构件钢筋下料

☆板构件钢筋下料

大量综合应用实例 / 为从业者量身定制 / 高效运用少走弯路


- ✓ 基础理论 + 最新标准 是您快速立足行业前沿的必备教材
- ✓ 常用公式 + 标准图例 是您轻松实践钢筋工程的不二选择

囊括11G101和12G901两大图集最新内容
综合提取图集精髓 / 立体解析平法知识

11G101 及 12G901 图集综合应用丛书

平法钢筋下料

张 军 主编

 江苏凤凰科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

平法钢筋下料/张军主编. —南京:江苏凤凰科学技术出版社, 2015. 4

(11G101 及 12G901 图集综合应用丛书/白雅君主编)

ISBN 978-7-5537-3249-7

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(2015)第 039868 号

11G101 及 12G901 图集综合应用丛书

平法钢筋下料

主 编 张 军
项目策划 凤凰空间/翟永梅
责任编辑 刘屹立
特约编辑 楚鸿雁

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏凤凰科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
总 经 销 天津凤凰空间文化传媒有限公司
总经销网址 <http://www.ifengspace.cn>
经 销 全国新华书店
印 刷 天津泰宇印务有限公司

开 本 710 mm×1 000 mm 1/16
印 张 10.25
字 数 224 000
版 次 2015 年 4 月第 1 版
印 次 2015 年 4 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5537-3249-7
定 价 26.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向销售部调换 (电话: 022—87893668)。

本书编委会

主 参	编 编	张 军			
		陈 菊	段云峰	温晓杰	倪长也
		索 强	白雪影	刘 虎	孙 喆
		郭天琦	胡 畔	邹 雯	宋春亮

内容提要

本书依据《11G101—1》、《11G101—2》、《11G101—3》、《12G901—1》、《12G901—2》、《12G901—3》六本最新图集及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)编写,主要内容包括概述、梁构件钢筋下料、柱构件钢筋下料、剪力墙构件钢筋下料以及板构件钢筋下料,本书内容丰富、通俗易懂、实用性强、方便查阅。

本书可供设计人员、施工技术人员、工程造价人员以及相关专业大中专师生学习参考。

前 言

随着建筑产业规模的扩大,钢筋成为建筑结构的灵魂和骨架,推动了结构向深度、高度、广度发展的进程。钢筋作为施工业中用量较大、价值较高的一种原料,合理配置资源,最优利用材料,显得尤为重要。钢筋下料是非常重要的经济性工作,是降低施工材料的消耗,提高施工行业的产值利润率的一项重要内容。利用线性规划方法优化钢筋下料对钢筋工程质量乃至结构安全以及成本控制起着决定性作用,对降低工程造价具有深远意义。基于此,我们组织编写了此书,以方便相关工作人员学习平法钢筋下料知识。

本书根据《11G101—1》、《11G101—2》、《11G101—3》、《12G901—1》、《12G901—2》、《12G901—3》六本最新图集及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)编写。共分为五章,包括:概述、梁构件钢筋下料、柱构件钢筋下料、剪力墙构件钢筋下料以及板构件钢筋下料。本书内容丰富、通俗易懂、实用性强、方便查阅。本书可供设计人员、施工技术人员、工程造价人员以及相关专业大中专师生学习参考。

本书在编写过程中参考了许多优秀书籍、图集和有关国家标准,并得到了有关业内人士的大力支持,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2015年4月

目 录

1 概述	(1)
1.1 钢筋下料基础知识	(1)
1.1.1 钢筋的选用	(1)
1.1.2 钢筋下料表	(1)
1.1.3 钢筋下料长度的概念	(3)
1.1.4 平法钢筋计算相关数据	(7)
1.1.5 钢筋设计尺寸和施工下料尺寸	(13)
1.2 基本公式	(15)
1.2.1 角度基准	(16)
1.2.2 外皮差值计算公式	(16)
1.2.3 内皮差值计算公式	(20)
1.2.4 钢筋端部弯钩增加尺寸	(22)
1.2.5 中心线法计算弧线展开长度	(25)
1.2.6 箍筋的计算公式	(28)
1.2.7 螺旋箍筋计算公式	(30)
1.2.8 特殊钢筋的下料长度	(32)
1.2.9 拉筋的样式及其计算	(35)
1.2.10 拉筋端钩形状的变换	(39)
1.3 钢筋计算实例	(51)
2 梁构件钢筋下料	(59)
2.1 梁钢筋下料计算	(59)
2.1.1 贯通筋下料	(59)
2.1.2 边跨上部直角筋下料	(62)
2.1.3 中间支座上部直筋下料	(67)
2.1.4 边跨下部跨中直角筋下料	(68)
2.1.5 中间跨下部筋下料	(71)
2.1.6 边跨和中跨搭接架立筋下料	(75)
2.1.7 角部附加筋下料	(76)
2.1.8 附加吊筋下料	(77)
2.2 梁钢筋下料实例	(77)

3 柱构件钢筋下料	(80)
3.1 柱钢筋下料计算.....	(80)
3.1.1 中柱顶筋下料.....	(80)
3.1.2 边柱顶筋下料.....	(81)
3.1.3 角柱顶筋下料.....	(84)
3.2 柱钢筋下料实例.....	(88)
4 剪力墙构件钢筋下料	(107)
4.1 剪力墙钢筋下料计算	(107)
4.1.1 顶层墙竖向钢筋下料	(107)
4.1.2 中间层纵筋下料	(108)
4.1.3 变截面处剪力墙竖向钢筋下料	(109)
4.1.4 剪力墙暗柱竖向钢筋下料	(112)
4.1.5 剪力墙墙身水平钢筋下料	(118)
4.1.6 剪力墙连梁钢筋下料	(119)
4.1.7 剪力墙水平分布筋下料	(123)
4.2 剪力墙钢筋下料实例	(131)
5 板构件钢筋下料	(141)
5.1 板钢筋下料计算	(141)
5.1.1 板上部贯通纵筋的计算	(141)
5.1.2 板下部贯通纵筋的计算	(143)
5.1.3 扣筋计算	(144)
5.2 板钢筋下料实例	(145)
参考文献	(156)

1 概 述

1.1 钢筋下料基础知识

1.1.1 钢筋的选用

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)根据“四节一环保”的要求,提倡应用高强、高性能的钢筋。根据混凝土构件对受力的性能要求,规定了各种牌号钢筋如下的选用原则:

第一,增加强度为 500 MPa 级的热轧钢筋;推广 400 MPa、500 MPa 级高强热轧带肋钢筋作为纵向受力的主导钢筋;限制并准备逐步淘汰 335 MPa 级热轧带肋钢筋的应用;用 335 MPa 级光圆钢筋取代 235 MPa 级光圆钢筋。在规范的过渡期及对既有结构进行设计时,235 MPa 级光圆钢筋的设计值仍按原规范取值。

第二,推广具有较好的延性、可焊性、机械连接性能及施工适应性的 HRB 系列普通热轧带肋钢筋;列入采用控温轧制工艺生产的 HRBF 系列细晶粒带肋钢筋。

第三,RRB 系列余热处理钢筋一般可用于对变形性能及加工性能要求不高的构件中,如基础、大体积混凝土、楼板、墙体以及次要的中小结构构件等。

第四,箍筋用于抗剪、抗扭及抗冲切设计时,其抗拉强度设计值受到限制,不宜采用强度高于 400 MPa 级的钢筋。当用于约束混凝土的间接配筋(如连续螺旋配箍或封闭焊接箍)时,其高强度可以得到充分发挥,采用 500 MPa 级钢筋具有一定的经济效益。

因此,在 G101 系列图集的应用过程中,混凝土结构应按下列规定选用钢筋:

1) 纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋,也可采用 HRB300、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。

1.1.2 钢筋下料表

钢筋下料表是工程施工必须用到的表格,尤其是钢筋工更需要这样的表格,因

为它可以指导钢筋工进行钢筋下料。

1. 钢筋下料表与工程钢筋表的异同点

钢筋下料表的内容和工程钢筋表相似,也具有下列项目:构件编号、构件数量、钢筋编号、钢筋规格、钢筋形状、钢筋根数、每根长度、每构件长度、每构件质量以及总质量。

其中,钢筋下料表的构件编号、构件数量、钢筋编号、钢筋规格、钢筋形状、钢筋根数等项目与工程钢筋表完全一致,但在“每根长度”这个项目上,钢筋下料表和工程钢筋表有很大的不同:

工程钢筋表中某根钢筋的“每根长度”是指钢筋形状中各段细部尺寸之和;

而钢筋下料表中某根钢筋的“每根长度”是指钢筋各段细部尺寸之和减掉在钢筋弯曲加工中的弯曲伸长值。

2. 钢筋的弯曲加工操作

在弯曲钢筋的操作中,除直径较小的钢筋(通常是 6 mm、8 mm、10 mm 直径的钢筋)采用钢筋扳子进行手工弯曲外,直径较大的钢筋均采用钢筋弯曲机进行钢筋弯曲的工作。

钢筋弯曲机的工作盘上有成型轴和心轴,工作台上还有挡铁轴用来固定钢筋。在弯曲钢筋时,工作盘转动,靠成型轴和心轴的力矩使钢筋弯曲。钢筋弯曲机工作盘的转动可以变速,工作盘转速快,可弯曲直径较小的钢筋;工作盘转速慢,可弯曲直径较大的钢筋。

在弯曲不同直径的钢筋时,心轴和成型轴可以更换不同的直径。更换的原则是:考虑弯曲钢筋的内圆弧,心轴直径应是钢筋直径的 2.5~3 倍,同时,钢筋在心轴和成型轴之间的空隙不超过 2 mm。

3. 钢筋的弯曲伸长值

钢筋弯曲之后,其长度会发生变化。一根直钢筋,弯曲几道以后,测量几个分段的长度并相加,其总长度会大于直钢筋原来的长度,这就是“弯曲伸长”的影响。

弯曲伸长的原因有:

1) 钢筋经过弯曲后,弯角处不再是直角,而是圆弧。但在量度钢筋的时候,是从钢筋外边缘线的交点量起的,这样就会把钢筋量长了。

2) 测量钢筋长度时,是以外包尺寸作为量度标准,这样就会把一部分长度重复测量,尤其是弯曲 90°及 90°以上的钢筋。

3) 钢筋在实施弯曲操作时,在弯曲变形的外侧圆弧上会发生一定的伸长。

实际上,影响钢筋弯曲伸长的因素有很多,钢筋种类、钢筋直径、弯曲操作时选用的钢筋弯曲机的心轴直径等,均会影响到钢筋的弯曲伸长率。因此,应在钢筋弯曲实际操作中收集实测数据,根据施工实践的资料来确定具体的弯曲伸长率。

几种角度的钢筋弯曲伸长率见表 1-1。

表 1-1 几种角度的钢筋弯曲伸长率

弯曲角度	30°	45°	60°	90°	135°
伸长率	0.35d	0.5d	0.85d	2d	2.5d

注： d 为钢筋直径。

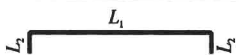
1.1.3 钢筋下料长度的概念

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结构外边缘之间的长度,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不一样的。

钢筋材料明细表(表 1-2)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。故这里所指的 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 1-2 钢筋材料明细表

钢筋编号	简图	规格	数量
①		$\phi 22$	2

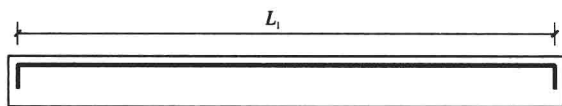


图 1-1 表 1-2 中的钢筋长度

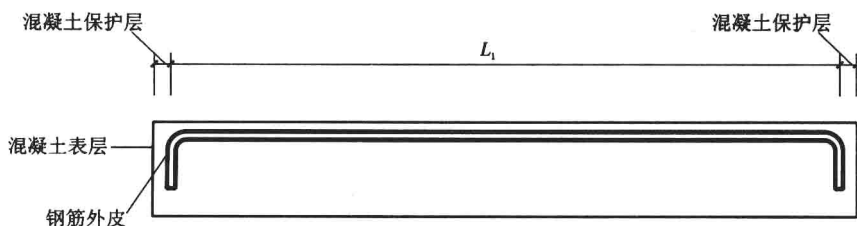


图 1-2 设计尺寸

2. 钢筋下料长度

钢筋加工前按直线下料,加工变形以后,钢筋外边缘(外皮)伸长,内边缘(内皮)缩短,但钢筋中心线的长度是不会改变的。

如图 1-3 所示,结构施工图上所示受力主筋的尺寸界限就是钢筋的外皮尺寸。钢筋加工下料的实际施工尺寸为 $(ab+bc+cd)$,其中 ab 为直线段, bc 线段为弧线, cd 为直线段。除此之外,箍筋的设计尺寸,通常采用的是内皮标注尺寸的方法。计算钢筋的下料长度,就是计算钢筋中心线的长度。

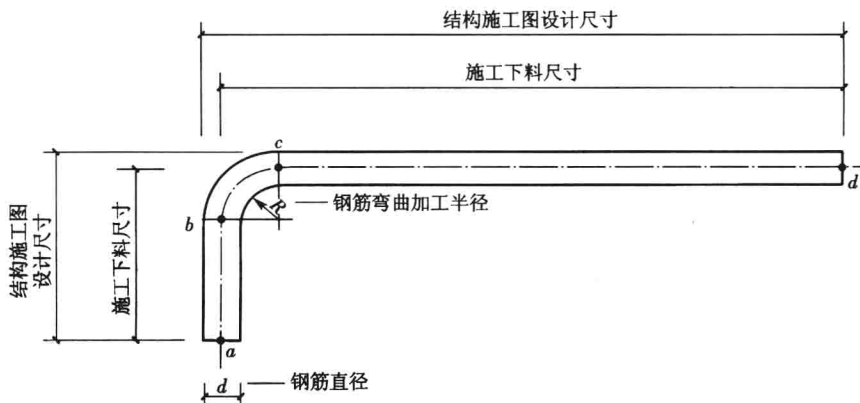


图 1-3 结构施工图上所示钢筋的尺寸界限

3. 差值

在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,可用下式来表示:

$$\text{钢筋外皮尺寸之和} - \text{钢筋中心线的长度} = \text{差值} \quad (1-1)$$

对于标注内皮尺寸的钢筋,其差值随角度的不同,有可能是正值,也有可能是负值。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。

(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

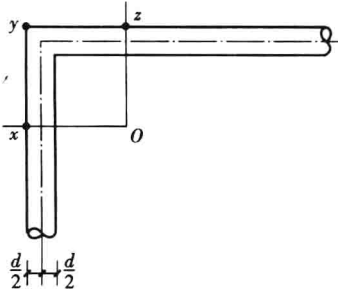


图 1-4 90°弯折钢筋

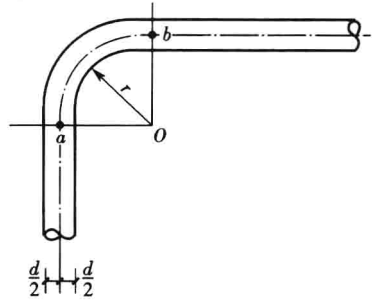


图 1-5 90°弯曲钢筋

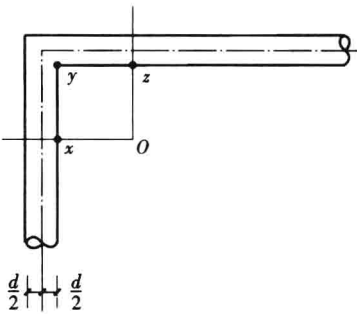


图 1-6 90°弯折钢筋

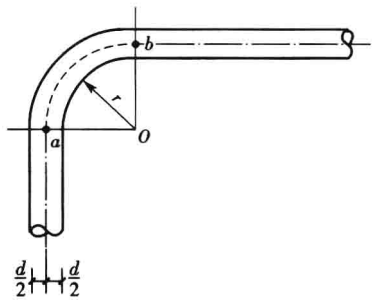


图 1-7 90°弯曲钢筋

曲加工下料的计算。

4. 箍筋内皮尺寸

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 1-3,混凝土结构的环境类别见表 1-4。

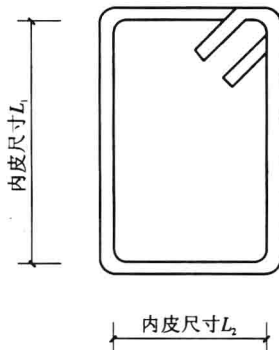


图 1-8 箍筋高度、宽度的内皮尺寸

表 1-3 混凝土保护层的最小厚度 (mm)

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

注：① 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 mm。

② 钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40 mm。

表 1-4 混凝土结构的环境类别

环境类别	条件
—	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现行国家标准《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。

1.1.4 平法钢筋计算相关数据

1. 钢筋的锚固长度

(1) 受拉钢筋的基本锚固长度

11G101 新图集提出了一个新提法,那就是“受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} (l_{abE})”,详见表 1-5。

表 1-5 受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 、 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	≥C60
HPB300	一、二级 (l_{abE})	45d	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级 (l_{abE})	41d	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
	四级 (l_{abE})	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
	非抗震 (l_{ab})									
HRB335 HRBF335	一、二级 (l_{abE})	44d	38d	33d	31d	29d	26d	25d	24d	24d
	三级 (l_{abE})	40d	35d	31d	28d	26d	24d	23d	22d	22d
	四级 (l_{abE})	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
	非抗震 (l_{ab})									
HRB400 HRBF400 RRB400	一、二级 (l_{abE})	—	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级 (l_{abE})	—	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d
	四级 (l_{abE})	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
	非抗震 (l_{ab})									
HRB500 HRBF500	一、二级 (l_{abE})	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
	三级 (l_{abE})	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d
	四级 (l_{abE})	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d
	非抗震 (l_{ab})									

其中

$$l_{abE} = \zeta_{aE} l_{ab} \quad (1-2)$$

式中: ζ_{aE} 为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,对四级抗震等级取 1.00。

(2) 受拉钢筋的锚固长度

受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE} 计算公式如下。

非抗震:

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (1-3)$$

抗震：

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a \quad (1-4)$$

注：① l_a 不应小于 200。

② 锚固长度修正系数应按表 1-6 取用，当多于一项时，可按连乘计算，但不应小于 0.6。

③ ζ_{aE} 为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，对四级抗震等级取 1.00。 ζ_a 的取值见表 1-6。

表 1-6 受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a

锚固条件		ζ_a	备注
带肋钢筋的公称直径大于 25 mm		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	中间时按内插值。 d 为锚固钢筋的直径
	5d	0.70	

2. 钢筋搭接长度

(1) 搭接长度修正系数

11G101 系列图集给出了由锚固长度计算搭接长度的计算公式。

非抗震：

$$l_l = \zeta_l l_a \quad (1-5)$$

抗震：

$$l_{lE} = \zeta_l l_{aE} \quad (1-6)$$

式中： l_l ——纵向受拉钢筋的搭接长度；

l_{lE} ——纵向抗震受拉钢筋的搭接长度；

ζ_l ——纵向受拉钢筋搭接长度的修正系数，按表 1-7 取用。当纵向搭接钢筋接头面积百分率为表的中间值时，修正系数可按内插取值。

(2) 纵向钢筋搭接接头面积百分率

纵向钢筋搭接接头面积百分率按表 1-7 取用。

表 1-7 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数

纵向钢筋搭接接头面积百分率/(%)	≤25	50	100
ζ_l	1.2	1.4	1.6

3. 钢筋常用计算数据

钢筋的公称直径、公称截面面积及理论质量,见表 1-8。

表 1-8 钢筋的公称直径、公称截面面积及理论质量

公称直径 /mm	不同根数钢筋的计算截面面积/mm ²									单根钢筋理论质量 /(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	1017	0.888
14	153.9	308	461	615	769	923	1077	1231	1385	1.21
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	1.58
18	254.5	509	763	1017	1272	1527	1781	2036	2290	2.00(2.11)
20	314.2	628	942	1256	1570	1884	2199	2513	2827	2.47
22	380.1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2.98
25	490.9	982	1473	1964	2454	2945	3436	3927	4418	3.85(4.10)
28	615.8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4.83
32	804.2	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6.31(6.65)
36	1017.9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7.99
40	1256.6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10 053	11 310	9.87(10.34)
50	1963.5	3928	5892	7856	9820	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。

CRB550 冷轧带肋钢筋的公称直径、公称截面面积及理论质量见表 1-9。

表 1-9 冷轧带肋钢筋的公称直径、公称截面面积及理论质量

公称直径/mm	公称截面面积/mm ²	理论质量/(kg/m)
(4)	12.6	0.099
5	19.6	0.154
6	28.3	0.222
7	38.5	0.302
8	50.3	0.395