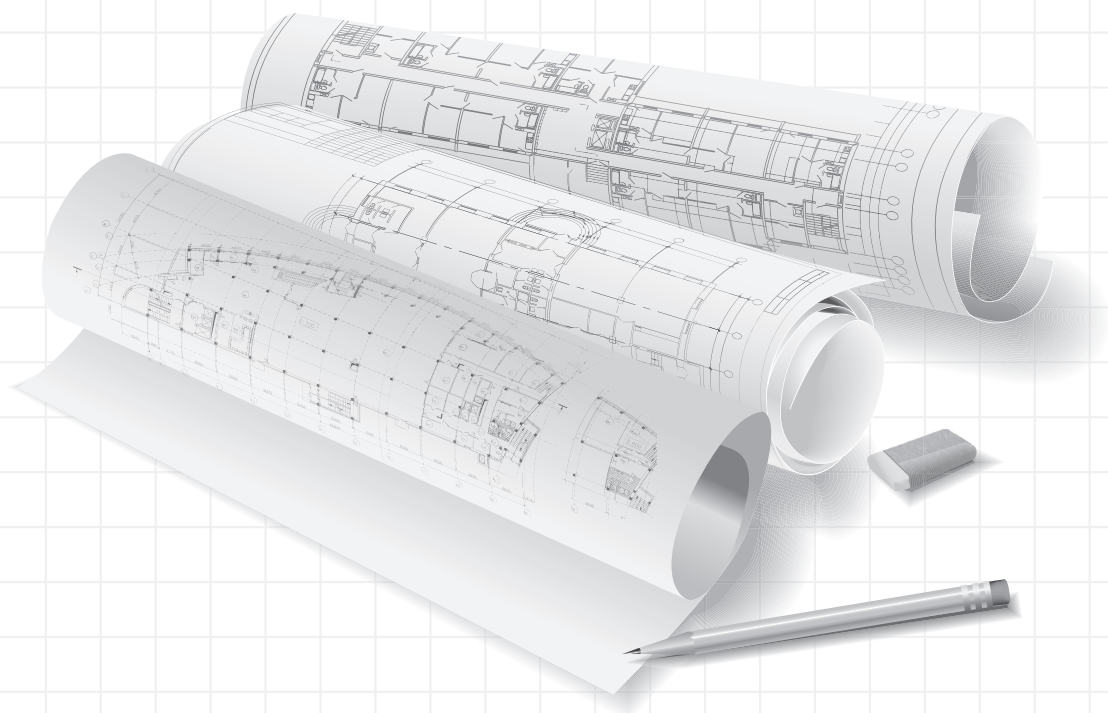


第 1 部分

平法识图规则与 钢筋算量方法



第1章 基础知识

1.1 结构施工图基础知识

建筑工程施工图是工程界的技术语言,是表达工程设计和指导工程施工不可缺少的重要依据,是具有法律效力的正式文件,也是重要的技术档案文件。

建筑工程施工图按照其内容和作用不同,通常分为结构施工图、建筑施工图、设备施工图(包含给水排水施工图、暖通施工图和电气施工图等)。建筑工程施工图一般的编排顺序是图纸目录、设计总说明、建筑总平面图、建筑施工图、结构施工图、给水排水施工图、暖通施工图和电气施工图等。

结构施工图是在房屋建筑阶段,根据建筑物使用要求和作用于建筑物上的荷载,选择合适的结构类型和结构方案,进行结构布置,经过结构计算,确定各结构构件的几何尺寸、材料等级及内部构造,把结构设计的结果绘成图样,即为结构施工图。

结构施工图是施工定位、放线、基槽开挖、支模板、绑扎钢筋、设置预埋件、浇筑混凝土、安装梁、板、柱及编制预算和施工进度计划的重要依据。

建筑结构根据其主要承重构件所采用的材料不同,通常可分为钢结构、木结构、砖混结构和钢筋混凝土结构等。对于不同的结构类型,其结构施工图的具体内容及编排方式也各有不同。结构施工图一般应包括结构设计说明、结构布置平面图及构造详图。

1.2 建筑结构安全等级的划分

建筑结构安全等级简称安全等级、结构安全等级,是为了区别在近似概率论极限状态设计方法中,针对重要性不同的建筑物,采用不同的结构可靠度而提出的。

现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2018)规定,进行建筑结构设计时,应根据结构破坏可能产生的后果的严重性,采用不同的安全等级。建筑结构安全等级划分为三个等级:一级是重要的建筑物;二级是大量的一般建筑物;三级是次要的建筑物。至于重要建筑物与次要建筑物的划分,则应根据建筑结构的破坏后果,即危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等的严重程度确定。

同一建筑物内的各种结构构件宜与整个结构采用相同的安全等级,但允许对部分结构构件根据其重要程度和综合经济效益进行适当调整。如提高某一结构构件的安全等级所需额外费用很少,又能减轻整个结构的破坏,从而大大减少人员伤亡和财物损失,则可将该结构构件的安全等级比整个结构的安全等级提高一级;相反,如某一结构构件的破坏并不影响

整个结构或其他结构构件,则可将其安全等级降低一级;任何情况下结构的安全等级均不得低于三级。

1.3 关于抗震的几个概念

震级是表示地震强度所划分的等级,中国把地震划分为六级:小地震 3 级,有感地震 3~4.5 级,中强地震 4.5~6 级,强烈地震 6~7 级,大地震 7~8 级,大于 8 级的为巨大地震。

地震烈度是指某一地区地面和各类建筑物遭受一次地震影响破坏的强烈程度,是衡量某次地震对一定地点影响程度的一种度量。同一地震发生后,不同地区受地震影响的破坏程度不同,烈度也不同,受地震影响破坏越大的地区,烈度越高。

设计部门依据国家有关规定,按“建筑物重要性分类与设防标准”,根据设防类别、结构类型、烈度和房屋高度四个因素确定并采用不同抗震等级进行具体设计。抗震等级划分为一级至四级,以表示其很严重、严重、较严重及一般的四个级别。

建筑工程抗震设防类别分为甲、乙、丙、丁四类,划分情况如下。

特殊设防类(简称甲类):指使用上有特殊设施,涉及国家公共安全的重大建筑工程,以及地震时可能发生严重次生灾害等特别重大灾害后果,需要进行特殊设防的建筑。

重点设防类(简称乙类):指地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的生命线相关建筑,以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果,需要提高设防标准的建筑。

标准设防类(简称丙类):指大量的除特殊、重点、适度设防类以外按标准要求进行设防的建筑。

适度设防类(简称丁类):指使用上人员稀少且震损不致产生次生灾害,允许在一定条件下适度降低要求的建筑。

1.4 钢筋基础知识

1.4.1 钢筋的品种、级别及选用

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)(2015 年版)的规定,我国混凝土结构中钢筋应按以下规定选用。

(1) 纵向受力普通钢筋可采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、HRB335、RRB400、HPB300 钢筋。

(2) 梁、柱和斜撑构件的纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋。

(3) 箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HRB335、HPB300、HRB500、HRBF500 钢筋。

(4) 预应力筋宜采用预应力钢丝、钢绞线或预应力螺纹钢筋。

各种钢筋类型的钢筋符号及其在软件中的代号如表 1-1 所示。

表 1-1 钢筋符号表

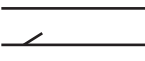
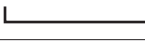
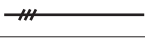
钢筋种类	钢筋牌号	钢筋符号	软件代号
热轧光圆钢筋	HPB300	A	A
普通热轧带肋钢筋	HRB335	B	B
普通热轧带肋钢筋	HRB400	C	C
余热处理带肋钢筋	RRB400	C ^R	D
普通热轧带肋钢筋	HRB500	D	E
细晶粒热轧带肋钢筋	HRBF335	B ^F	BF
细晶粒热轧带肋钢筋	HRBF400	C ^F	CF
细晶粒热轧带肋钢筋	HRBF500	D ^F	EF
普通热轧抗震钢筋	HRB335	B ^E	BE
普通热轧抗震钢筋	HRB400	C ^E	CE
普通热轧抗震钢筋	HRB500	D ^E	DE
细晶粒热轧抗震钢筋	HRBF335E	B ^{FE}	BFE
细晶粒热轧抗震钢筋	HRBF400E	C ^{FE}	CFE
细晶粒热轧抗震钢筋	HRBF500E	D ^{FE}	EFE
冷轧带肋钢筋		A ^R	L
冷轧扭钢筋		A ^l	N
预应力钢绞线		A ^S	
预应力钢丝		A ^P	

1.4.2 钢筋在图纸中的表示方法

普通钢筋的一般表示方法应符合表 1-2 的规定。

钢筋的常见画法见表 1-3。

表 1-2 普通钢筋的一般表示方法

名称	图例	说明
钢筋横断面	•	—
无弯钩的钢筋端部		表示长,短钢筋投影重叠时, 短钢筋的端部用 45°斜画线表示
带半圆形弯钩的钢筋端部		—
带直钩的钢筋端部		—
带丝扣的钢筋端部		—

续表

名 称	图 例	说 明
无弯钩的钢筋搭接		—
带半圆弯钩的钢筋搭接		—
带直钩的钢筋搭接		—
花篮螺丝钢筋接头		—
机械连接的钢筋接头		用文字说明机械连接的方式 (如冷挤压或直螺纹等)

表 1-3 钢筋的画法

序号	图 例	说 明
1		在结构楼板中配置双层钢筋时,底层钢筋的弯钩应向上或向左,顶层钢筋的弯钩则应向下或向右
2		钢筋混凝土墙体配双层钢筋时,在配筋立面图中,远面钢筋的弯钩应向上或向左,而近面钢筋的弯钩应向下或向右(JM:近面,YM:远面)
3		若在断面图中不能表达清楚钢筋布置,应在断面图外增加钢筋大样图(如钢筋混凝土墙、楼梯)
4		若图中所表示的箍筋、环筋等布置复杂时,可加画钢筋大样及说明
5		每组相同的钢筋、箍筋或环筋,可用一根粗实线表示,同时用一根带斜短画线的横穿细线,表示其钢筋及起止范围

1.4.3 混凝土结构的环境类别

影响混凝土结构耐久性最重要的因素就是环境,环境类别应根据其对混凝土结构耐久性的影响而确定。混凝土结构环境类别的划分主要是为了方便混凝土结构正常使用极限状态的验算和耐久性设计,环境类别见表 1-4。

表 1-4 混凝土结构的环境类别

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水或土直接接触的环境;严寒或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
	b	干湿交替环境;水位频繁变动环境;严寒地区和寒冷地区的露天环境;严寒地区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	严寒地区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
	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 严寒或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—2016)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。

1.4.4 混凝土的保护层厚度

混凝土与钢筋两种不同性质的材料共同工作是保证结构构件承载力和结构性能的基本条件,混凝土是抗压性能较好的脆性材料,钢筋是抗拉性能较好的延性材料,这两种材料各以其抗压、抗拉性能优势相结合而构成了具有抗压、抗拉、抗弯、抗剪、抗扭等结构性能的各种结构形式的建筑物或构筑物。混凝土与钢筋共同工作的保证条件是依靠混凝土与钢筋之间足够的握裹力,这就要求在钢筋混凝土构件中钢筋的外边缘至构件表面应留有一定厚度的混凝土,这个厚度就是混凝土保护层最小厚度。

另外,钢筋会因受到外界介质的化学作用或电化学作用而逐渐被破坏,此现象称为锈蚀。混凝土保护层能保护钢筋不锈蚀,确保结构安全性和耐久性。

影响混凝土保护层厚度的四大因素是环境类别、构件类型、混凝土强度等级及结构设计使用年限。不同环境类别的混凝土保护层的最小厚度应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 混凝土保护层的最小厚度

环境类别		板、墙/mm	梁、柱/mm
一		15	20
二	a	20	25
	b	25	35
三	a	30	40
	b	40	50

注：① 表中混凝土保护层厚度是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 设计使用年限为 100 年的混凝土结构，一类环境中，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，应采取专门的有效措施（混凝土的环境类别见表 1-4）。例如，环境类别为一类，结构设计使用年限为 100 年的框架梁，混凝土强度等级为 C30，其混凝土保护层的最小厚度应为 $20 \times 1.4 = 28(\text{mm})$ 。

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 5mm。

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 40mm；无垫层时，不应小于 70mm。

1.4.5 受拉钢筋的锚固长度

为了保证钢筋与混凝土共同受力，它们之间必须要有足够的黏结强度。为了保证黏结效果，钢筋在混凝土中要有足够的锚固长度。

受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 和抗震设计时受拉钢筋基本锚固长度 l_{abE} 应分别符合表 1-6 和表 1-7 的规定。

表 1-6 受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab}

钢筋种类	混凝土强度等级							
	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
HPB300	$34d$	$30d$	$28d$	$25d$	$24d$	$23d$	$22d$	$21d$
HRB400、HRBF400、RRB400	$40d$	$35d$	$32d$	$29d$	$28d$	$27d$	$26d$	$25d$
HRB500、HRBF500	$48d$	$43d$	$39d$	$36d$	$34d$	$32d$	$31d$	$30d$

表 1-7 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							
		C25	C30	C35	C40	C45	C50	CSS	$> C60$
HPB300	一、二级	$39d$	$35d$	$32d$	$29d$	$28d$	$26d$	$25d$	$24d$
	三级	$36d$	$32d$	$29d$	$26d$	$25d$	$24d$	$23d$	$22d$
HRB400、 HRBF400	一、二级	$46d$	$40d$	$37d$	$33d$	$32d$	$31d$	$30d$	$29d$
	三级	$42d$	$37d$	$34d$	$30d$	$29d$	$28d$	$27d$	$26d$

续表

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

注：四级抗震时， $l_{aE}=l_a$ ，混凝土强度等级应取锚固区的混凝土强度等级。

受拉钢筋锚固长度 l_a 、受拉钢筋抗震锚固长度 l_{aE} 应分别符合表 1-8 和表 1-9 的规定。

表 1-8 受拉钢筋锚固长度 l_a

钢筋种类		混凝土强度等级															
		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
HPB300		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>	—
HRB400、HRBF400、 RRB400		40 <i>d</i>	44 <i>d</i>	35 <i>d</i>	39 <i>d</i>	32 <i>d</i>	35 <i>d</i>	29 <i>d</i>	32 <i>d</i>	28 <i>d</i>	31 <i>d</i>	27 <i>d</i>	30 <i>d</i>	26 <i>d</i>	29 <i>d</i>	25 <i>d</i>	28 <i>d</i>
HRB500、HRBF500		48 <i>d</i>	53 <i>d</i>	43 <i>d</i>	47 <i>d</i>	39 <i>d</i>	43 <i>d</i>	36 <i>d</i>	40 <i>d</i>	34 <i>d</i>	37 <i>d</i>	32 <i>d</i>	35 <i>d</i>	31 <i>d</i>	34 <i>d</i>	30 <i>d</i>	33 <i>d</i>

表 1-9 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															
		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		≥C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
HPB300	一、二级	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	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>	—
HRB400、 HRBF400、 RRB400	一、二级	46 <i>d</i>	51 <i>d</i>	40 <i>d</i>	45 <i>d</i>	37 <i>d</i>	40 <i>d</i>	33 <i>d</i>	37 <i>d</i>	32 <i>d</i>	36 <i>d</i>	31 <i>d</i>	35 <i>d</i>	30 <i>d</i>	33 <i>d</i>	39 <i>d</i>	32 <i>d</i>
	三级	42 <i>d</i>	46 <i>d</i>	37 <i>d</i>	41 <i>d</i>	34 <i>d</i>	37 <i>d</i>	30 <i>d</i>	34 <i>d</i>	29 <i>d</i>	33 <i>d</i>	28 <i>d</i>	32 <i>d</i>	27 <i>d</i>	30 <i>d</i>	26 <i>d</i>	29 <i>d</i>
HRB500、 HRBF500	一、二级	55 <i>d</i>	61 <i>d</i>	49 <i>d</i>	54 <i>d</i>	45 <i>d</i>	49 <i>d</i>	41 <i>d</i>	46 <i>d</i>	39 <i>d</i>	43 <i>d</i>	37 <i>d</i>	40 <i>d</i>	36 <i>d</i>	39 <i>d</i>	35 <i>d</i>	38 <i>d</i>
	三级	50 <i>d</i>	56 <i>d</i>	45 <i>d</i>	49 <i>d</i>	41 <i>d</i>	45 <i>d</i>	38 <i>d</i>	42 <i>d</i>	36 <i>d</i>	39 <i>d</i>	34 <i>d</i>	37 <i>d</i>	33 <i>d</i>	36 <i>d</i>	32 <i>d</i>	35 <i>d</i>

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 3*d*、5*d* (*d* 为锚固钢筋的直径) 时，表中数据可分别乘以 0.8、0.7，中间时按内插值计算。

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 5*d* 时，锚固钢筋长度范围内设置横向构造钢筋，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 5*d*，对板、墙等构件不应大于 10*d*，且均不应大于 100mm (*d* 为锚固钢筋的最小直径)。

1.4.6 钢筋的连接方式

在施工过程中,由于钢筋的供货长度是有限的,常见的有 12m 和 9m,而构件的长度往往大于钢筋的供货长度,这时需要对钢筋进行连接,钢筋的连接处应设置在构件受力较小的位置。钢筋的主要连接方式有三种,即绑扎搭接、机械连接和焊接连接,如图 1-1 所示。

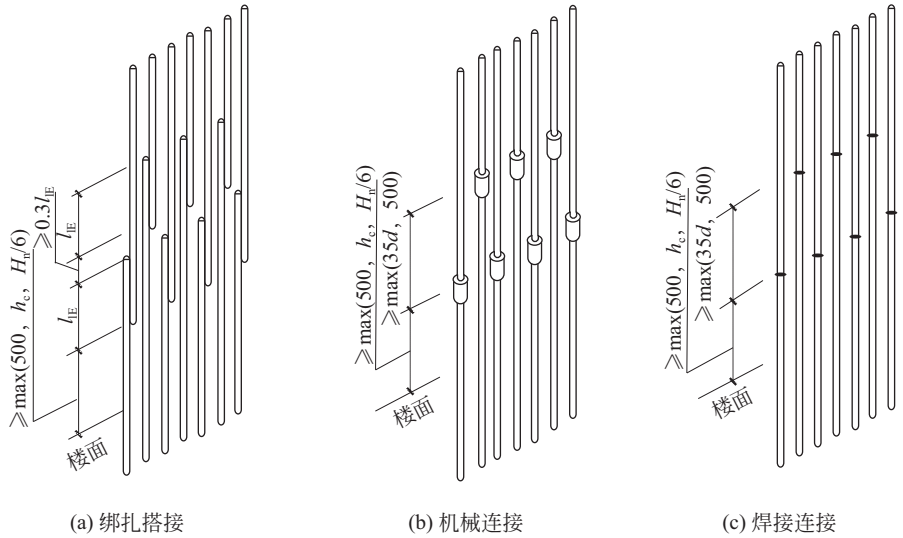


图 1-1 钢筋的连接方式

1. 绑扎搭接

纵向受力钢筋的绑扎搭接是钢筋连接最常见的方式之一,具有施工操作简单的优点,但连接强度较低,不适合大直径钢筋连接。规范规定,当受拉钢筋 $d \geq 25\text{mm}$ 和受压钢筋 $d \geq 28\text{mm}$ 时,不宜采用绑扎搭接。绑扎搭接连接比较浪费钢筋,目前主要应用于楼板钢筋的连接。

在钢筋算量时,机械连接和焊接不需要额外增加钢筋长度,但绑扎搭接时,需要考虑钢筋的搭接长度,钢筋的搭接长度和抗震搭接长度分别见表 1-10 和表 1-11。

表 1-10 纵向受拉钢筋搭接长度 l_l

钢筋种类		混凝土强度等级															
		C25		C30		C35		C40		C45		C50		C55		>C60	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
HPB300	<25%	41d	—	36d	—	34d	—	30d	—	29d	—	28d	—	26d	—	25d	—
	50%	48d	—	42d	—	39d	—	35d	—	34d	—	32d	—	31d	—	29d	—
	100%	54d	—	48d	—	45d	—	40d	—	38d	—	37d	—	35d	—	34d	—