

11G101 图集应用系列丛书

11G101 平法系列图集

要点解读与规范对照

11G101PINGFA XILIE TUJI YAODIAN JIEDU YU GUIFAN DUIZHAO

高少霞◎主编

中国建筑工业出版社

11G101 图集应用系列丛书

11G101 平法系列图集要点 解读与规范对照

高少霞 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

11G101 平法系列图集要点解读与规范对照/高少霞

主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 8

11G101 图集应用系列丛书

ISBN 978-7-112-15628-3

I. ①1… II. ①高… III. ①钢筋混凝土结构-建筑制图 IV. ①TU375.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 163937 号

本书以 11G101 系列图集为主线, 参考其他相关标准规范, 采用对条文解释的方式对知识进行归纳, 条文下的内容为对应的现行相关标准规范条文, 同时列示条文中未提及但内容相近的规范内容。本书对涉及内容进行简要讲解, 主要强调标准的相关性。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的师生学习参考。

* * *

责任编辑: 岳建光 张 磊

责任设计: 董建平

责任校对: 陈晶晶 赵 颖

11G101 图集应用系列丛书

11G101 平法系列图集要点解读与规范对照

高少霞 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

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

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12 字数: 300 千字

2013 年 9 月第一版 2013 年 9 月第一次印刷

定价: 32.00 元

ISBN 978-7-112-15628-3

(24142)

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)

11G101 平法系列图集要点解读与规范对照
编委会

主 编 高少霞

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 园	牛云博	白雪影	刘 虎
孙 喆	李冬云	杨蝉玉	邹 雯
郭天琦	韩 旭	温晓杰	

前 言

平法是“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”的简称，是对结构设计技术方法理论化、系统化，是一种科学合理、简洁高效的结构设计方法。为了贯彻落实和执行新版规范，并使 11G101 系列图集尽快服务于行业，让工程技术人员更快、更正确的理解和应用该系列图集，进而达到提高建筑工程的设计水平和创新能力，确保和提高工程建设质量的目的，我们组织编写了这本书。

本书主要包括钢筋通用构造、基础构造、柱构造、剪力墙构造、梁构造以及板构造等内容。

本书以 11G101 系列图集为主线，参考其他相关标准规范，采用对条文解释的方式对知识进行归纳，条文下的内容为对应的现行相关标准规范条文，同时列示条文中未提及但内容相近的规范内容。本书对涉及内容进行简要讲解，主要强调标准的相关性。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。

由于时间仓促，编者水平有限，书中缺陷乃至错误在所难免，望广大读者给予批评、指正。

编者

2013 年 4 月

目 录

1 钢筋通用构造	1
1.1 钢筋的锚固	1
1.2 钢筋的连接	7
1.3 钢筋的混凝土保护层	11
1.4 箍筋及拉筋弯钩构造	13
2 基础构造	36
2.1 独立基础构造	36
2.2 条形基础构造	47
2.3 筏形基础构造	56
2.4 桩基承台构造	78
3 柱构造	92
3.1 抗震 KZ、QZ、LZ 钢筋构造	92
3.2 地下室抗震 KZ 钢筋构造	109
3.3 非抗震 KZ、QZ、LZ 钢筋构造	112
3.4 芯柱 XZ 配筋构造	120
4 剪力墙构造	122
4.1 剪力墙身水平和竖向钢筋构造	122
4.2 剪力墙边缘构件钢筋构造	130
4.3 剪力墙 LL、AL、BKL 钢筋构造	138
4.4 剪力墙洞口补强构造	146
5 梁构造	151
5.1 框架梁的构造	151
5.2 悬挑梁的构造	169
5.3 KZZ、KZL 钢筋构造	172
6 板构造	176
参考文献	186

1 钢筋通用构造

1.1 钢筋的锚固

为保证构件内的钢筋能够很好地受力，当钢筋伸入支座或在跨中截断时，必须伸出一定长度，依靠这一长度上的粘结力把钢筋锚固在混凝土中，此长度称为锚固长度。

11G101-1、11G101-2、11G101-3 中作出如下规定：

受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 、 l_{abE} 表 1-1

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
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}) 非抗震(l_{ab})	$39d$	$34d$	$30d$	$28d$	$25d$	$24d$	$23d$	$22d$	$21d$
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}) 非抗震(l_{ab})	$38d$	$33d$	$29d$	$27d$	$25d$	$23d$	$22d$	$21d$	$21d$
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}) 非抗震(l_{ab})	—	$40d$	$35d$	$32d$	$29d$	$28d$	$27d$	$26d$	$25d$
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}) 非抗震(l_{ab})	—	$48d$	$43d$	$39d$	$36d$	$34d$	$32d$	$31d$	$30d$

受拉钢筋锚固长度 l_a 、抗震锚固长度 l_{aE} 表 1-2

非抗震	抗震	
$l_a = \zeta_a l_{ab}$	$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a$	1. l_a 不应小于 200mm。 2. 锚固长度修正系数 ζ_a 按表 1-3 取用，当多于一项时，可按连乘计算，但不应小于 0.60。 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，对四级抗震取 1.00

注：1. HPB300 级钢筋末端应做 180°弯钩，弯后平直段长度不应小于 $3d$ ，但作受压钢筋时可不作弯钩。
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)。

受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a

表 1-3

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	中间时按内插值。 d 为锚固钢筋直径
	$5d$	0.70	

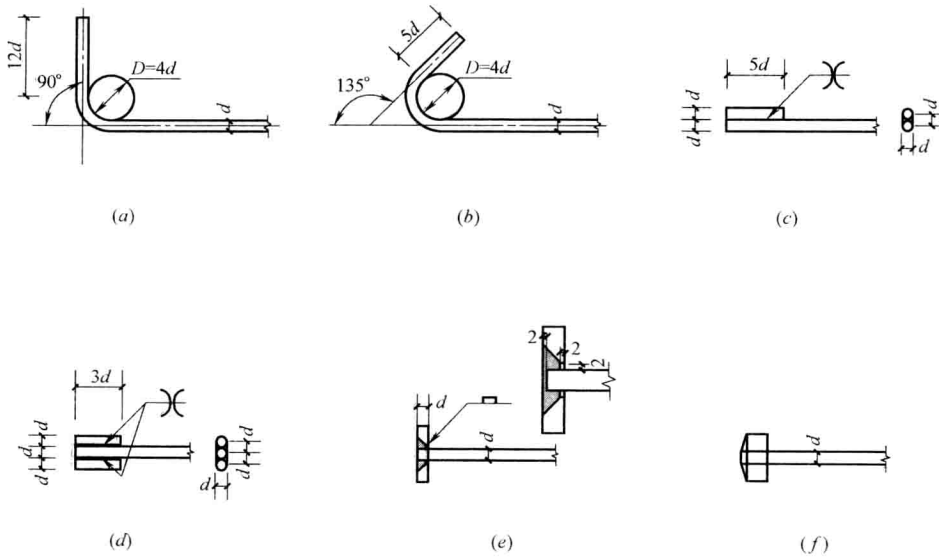


图 1-1 纵向钢筋弯钩与机械锚固形式

(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

- 注：1. 当纵向受拉普通钢筋末端采用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的 60%。
2. 焊缝和螺纹长度应满足承载力的要求；螺栓锚头的规格应符合相关标准的要求。
3. 螺栓锚头和焊接钢板的承压面积不应小于锚固钢筋截面积的 4 倍。
4. 螺栓锚头和焊接钢板的钢筋净距小于 $4d$ 时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。
6. 受压钢筋不应采用末端弯钩和一侧贴焊的锚固形式。

1. 受拉钢筋锚固长度的计算

锚固作用是通过钢筋和混凝土之间粘结，混凝土对钢筋表面产生的握裹力，从而使钢筋和混凝土共同作用，以抵抗外界作用的破坏，改善结构受力状态。如果钢筋的锚固失效，则可能会使结构丧失承载力而引起结构破坏。在抗震设计中提出“强锚固”，即要求在地震作用时钢筋的锚固可靠度应高于非抗震设计。在规范中，受拉钢筋的锚固长度属于构造要求范畴。

【规范链接】

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

8.2.2 钢筋混凝土柱和剪力墙纵向受力钢筋在基础内的锚固长度应符合下列规定:

1 钢筋混凝土柱和剪力墙纵向受力钢筋在基础内的锚固长度 (l_a) 应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 有关规定确定;

2 抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度和 9 度地区的建筑工程, 纵向受力钢筋的抗震锚固长度 (l_{aE}) 应按下式计算:

1) 一、二级抗震等级纵向受力钢筋的抗震锚固长度 (l_{aE}) 应按下式计算:

$$l_{aE} = 1.15l_a \quad (8.2.2-1)$$

2) 三级抗震等级纵向受力钢筋的抗震锚固长度 (l_{aE}) 应按下式计算:

$$l_{aE} = 1.05l_a \quad (8.2.2-2)$$

3) 四级抗震等级纵向受力钢筋的抗震锚固长度 (l_{aE}) 应按下式计算:

$$l_{aE} = l_a \quad (8.2.2-3)$$

式中: l_a ——纵向受拉钢筋的锚固长度 (m)。

3 当基础高度小于 l_a (l_{aE}) 时, 纵向受力钢筋的锚固总长度除符合上述要求外, 其最小直锚段的长度不应小于 $20d$, 弯折段的长度不应小于 150mm 。

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)

8.3.1 当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时, 受拉钢筋的锚固应符合下列要求:

1 基本锚固长度应按下列公式计算:

普通钢筋

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (8.3.1-1)$$

预应力筋

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_{py}}{f_t} d \quad (8.3.1-2)$$

式中: l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度;

f_y 、 f_{py} ——普通钢筋、预应力筋的抗拉强度设计值;

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值, 当混凝土强度等级高于 C60 时, 按 C60 取值;

d ——锚固钢筋的直径;

α ——锚固钢筋的外形系数, 按表 8.3.1 取用。

锚固钢筋的外形系数 α

表 8.3.1

钢筋类型	光圆钢筋	带肋钢筋	螺旋肋钢丝	三股钢绞线	七股钢绞线
α	0.16	0.14	0.13	0.16	0.17

注: 光面钢筋末端应做 180° 弯钩, 弯后平直段长度不应小于 $3d$, 但作受压钢筋时可不作弯钩。

4 | 1 钢筋通用构造

2 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:

$$l_a = \xi_a l_{ab} \quad (8.3.1-3)$$

式中: l_a ——受拉钢筋的锚固长度;

ξ_a ——锚固长度修正系数,按本规范第 8.3.2 条的规定取用,当多于一项时,可按连乘计算,但不应小于 0.60;对预应力筋,可取 1.0。

梁柱节点中纵向受拉钢筋的锚固要求应按本规范第 9.3 节(II)中的规定执行。

3 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、斜撑等构件间距不应大于 $5d$,对板、墙等平面构件间距不应大于 $10d$,且均不应大于 100mm,此处 d 为锚固钢筋的直径。

8.3.2 纵向受拉普通钢筋的锚固长度修正系数 ξ_a 应按下列规定取用:

1 当带肋钢筋的公称直径大于 25mm 时取 1.10;

2 环氧树脂涂层带肋钢筋取 1.25;

3 施工过程中易受扰动的钢筋取 1.10;

4 当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时,修正系数取设计计算面积与实际配筋面积的比值,但对有抗震设防要求及直接承受动力荷载的结构构件,不应考虑此项修正;

5 锚固钢筋的保护层厚度为 $3d$ 时修正系数可取 0.80,保护层厚度为 $5d$ 时修正系数可取 0.70,中间按内插取值,此处 d 为锚固钢筋的直径。

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)

6.5.3 抗震设计时,钢筋混凝土结构构件纵向受力钢筋的锚固和连接,应符合下列要求:

1 纵向受拉钢筋的最小锚固长度 l_{aE} 应按下列规定采用:

一、二级抗震等级 $l_{aE} = 1.15l_a$ (6.5.3-1)

三级抗震等级 $l_{aE} = 1.05l_a$ (6.5.3-2)

四级抗震等级 $l_{aE} = 1.00l_a$ (6.5.3-3)

6.5.4 非抗震设计时,框架梁、柱的纵向钢筋在框架节点区的锚固和搭接(图 6.5.4)应符合下列要求:

1 顶层中节点柱纵向钢筋和边节点柱内侧纵向钢筋应伸至柱顶;当从梁底边计算的直线锚固长度不小于 l_a 时,可不必水平弯折,否则应向柱内或梁、板内水平弯折,当充分利用柱纵向钢筋的抗拉强度时,其锚固段弯折前的竖直投影长度不应小于 $0.5l_{ab}$,弯折后的水平投影长度不宜小于 12 倍的柱纵向钢筋直径。此处, l_{ab} 为钢筋基本锚固长度,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3 梁上部纵向钢筋伸入端节点的锚固长度,直线锚固时不应小于 l_a ,且伸过柱中心线的长度不宜小于 5 倍的梁纵向钢筋直径;当柱截面尺寸不足时,梁上部纵向钢筋应伸至节点对边并向下弯折,弯折水平段的投影长度不应小于 $0.4l_{ab}$,弯折后竖直投影长度不应小于 15 倍纵向钢筋直径。

4 当计算中不利用梁下部纵向钢筋的强度时,其伸入节点内的锚固长度应取不小于 12 倍的梁纵向钢筋直径。当计算中充分利用梁下部钢筋的抗拉强度时,梁下部纵向钢筋可采用直线方式或向上 90° 弯折方式锚固于节点内,直线锚固时的锚固长度不应小于 l_a ;弯折锚固时,弯折水平段的投影长度不应小于 $0.4l_{ab}$,弯折后竖直投影长度不应小于 15 倍纵向钢筋直径。

5 当采用锚固板锚固措施时, 钢筋锚固构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

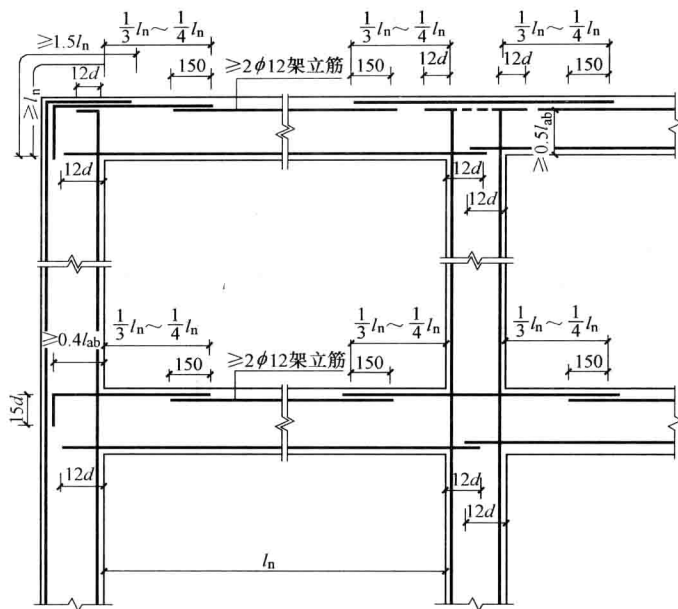


图 6.5.4 非抗震设计时框架梁、柱纵向钢筋在节点区的锚固示意

6.5.5 抗震设计时, 框架梁、柱的纵向钢筋在框架节点区的锚固和搭接 (图 6.5.5) 应符合下列要求:

1 顶层中节点柱纵向钢筋和边节点柱内侧纵向钢筋应伸至柱顶。当从梁底边计算的直线锚固长度不小于 l_{aE} 时, 可不必水平弯折, 否则应向柱内或梁内、板内水平弯折, 锚固段弯折前的竖直投影长度不应小于 $0.5l_{aE}$, 弯折后的水平投影长度不宜小于 12 倍的柱纵向钢筋直径。此处, l_{aE} 为抗震时钢筋的基本锚固长度, 一、二级取 $1.15l_{ab}$, 三、四级分别取 $1.05l_{ab}$ 和 $1.00l_{ab}$ 。

3 梁上部纵向钢筋伸入端节点的锚固长度, 直线锚固时不应小于 l_{aE} , 且伸过柱中心线的长度不应小于 5 倍的梁纵向钢筋直径; 当柱截面尺寸不足时, 梁上部纵向钢筋应伸至节点对边并向下弯折, 锚固段弯折前的水平投影长度不应小于 $0.4l_{aE}$, 弯折后的竖直投影长度应取 15 倍的梁纵向钢筋直径。

4 梁下部的纵向钢筋的锚固与梁上部纵向钢筋相同, 但采用 90° 弯折方式锚固时, 竖直段应向上弯入节点内。

2. 钢筋的机械锚固形式

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要求时, 可以在钢筋末端配置弯钩或采用机械锚固。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。

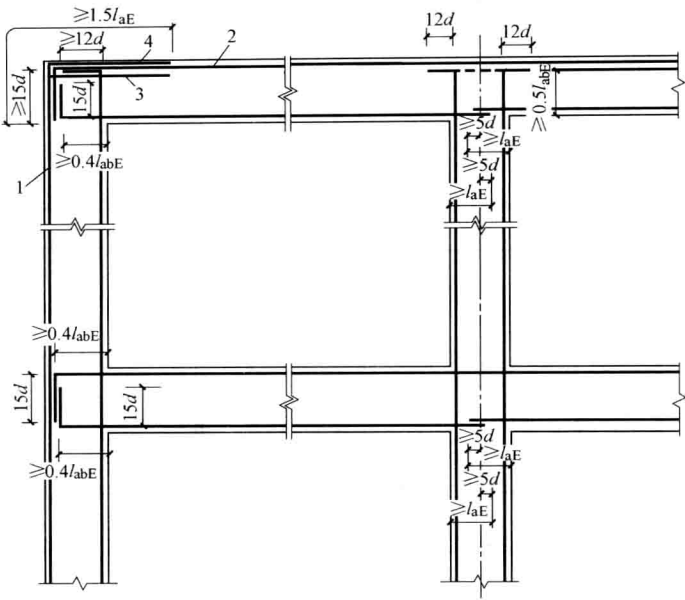


图 6.5.5 抗震设计时框架梁、柱纵向钢筋在节点区的锚固示意
1—柱外侧纵向钢筋；2—梁上部纵向钢筋；3—伸入梁内的柱外侧纵向钢筋；
4—不能伸入梁内的柱外侧纵向钢筋，可伸入板内

【规范链接】

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)

8.3.3 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 8.3.3）和技术要求应符合表 8.3.3 的规定。

钢筋弯钩和机械锚固的形式和技术要求 表 8.3.3

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力要求；
2 螺栓锚头或焊接锚板的承压净面积不应小于锚固钢筋截面积的 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。

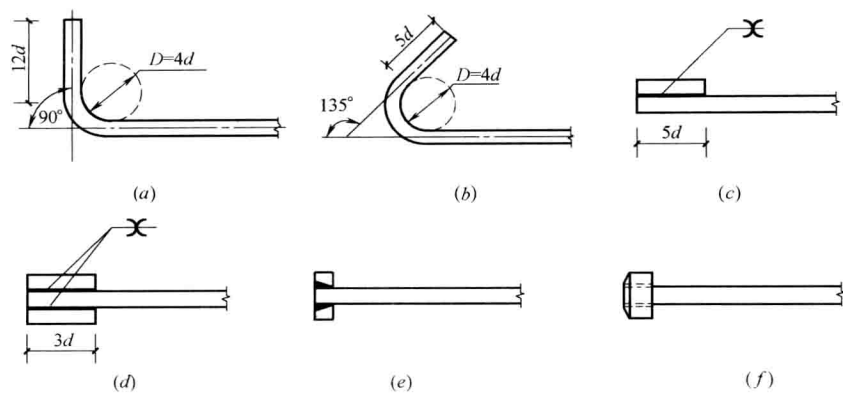


图 8.3.3 弯钩和机械锚固的形式和技术要求

(a) 90°弯钩；(b) 135°弯钩；(c) 一侧贴焊钢筋；(d) 两侧贴焊钢筋；(e) 穿孔塞焊钢板；(f) 螺栓锚头

8.3.4 混凝土结构中的纵向受压钢筋，当计算中充分利用其抗压强度时，锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 70%。

受压钢筋不应采用末端弯钩和一侧贴焊锚筋的锚固措施。

受压钢筋锚固长度范围内的横向构造钢筋应符合本规范第 8.3.1 条的有关规定。

8.3.5 承受动力荷载的预制构件，应将纵向受力普通钢筋末端焊接在钢板或角钢上，钢板或角钢应可靠地锚固在混凝土中。钢板或角钢的尺寸应按计算确定，其厚度不宜小于 10mm。

其他构件中的受力普通钢筋的末端也可通过焊接钢板或型钢实现锚固。

1.2 钢筋的连接

当钢筋长度不能满足混凝土构件的要求时，钢筋需要连接接长。连接的方式主要有：绑扎搭接、机械连接和焊接连接。

11G101-1、11G101-2、11G101-3 中作出如下规定：

表 1-4

纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 l_l 、 l_{lE}				1. 当直径不同的钢筋搭接时, l_l 、 l_{lE} 按直径较小的钢筋计算。 2. 任何情况下不应小于 300mm。 3. 式中 ζ_l 为纵向受拉钢筋搭接长度修正系数。当纵向钢筋搭接接头百分率为表的中间值时, 可按内插取值
抗震		非抗震		
$l_{lE} = \zeta_l l_{aE}$		$l_l = \zeta_l l_a$		
纵向受拉钢筋搭接长度修正系数 ζ_l				
纵向钢筋搭接接头面积百分率(%)	≤ 25	50	100	
ζ_l	1. 20	1. 40	1. 60	

1. 绑扎搭接

纵向钢筋的绑扎搭接是纵向钢筋连接最常见的连接方式之一。搭接连接施工比较方便。



图 1-2 同一连接区段内纵向受拉钢筋机械连接、焊接接头

- 注：1. d 为相互连接两根钢筋中较小直径；当同一构件内不同连接钢筋计算连接区段长度不同时取大值。
2. 凡接头中点位于连接区段长度内，连接接头均属同一连接区段。
3. 同一连接区段内纵向钢筋搭接接头面积百分率，为该区段内有连接接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向钢筋截面面积的比值（当直径相同时，图示钢筋连接接头面积百分率为 50%）。
4. 当受拉钢筋直径大于 25mm 及受压钢筋直径大于 28mm 时，不宜采用绑扎搭接。
5. 轴心受拉及小偏心受拉构件中纵向受力钢筋不应采用绑扎搭接。
6. 纵向受力钢筋连接位置宜避开梁端、柱端箍筋加密区。如必须在此连接时，应采用机械连接或焊接。
7. 机械连接和焊接接头的类型及质量应符合国家现行有关标准的规定。
8. 梁、柱类构件的纵向受力筋绑扎搭接区域内箍筋设置要求见图集 11G101-3 第 55 页。

【规范链接】

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)

8.4.2 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。

8.4.3 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜互相错开。钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度，凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段（图 8.4.3）。同一连接区段内纵向受力钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。当直径不同的钢筋搭接时，按直径较小的钢筋计算。

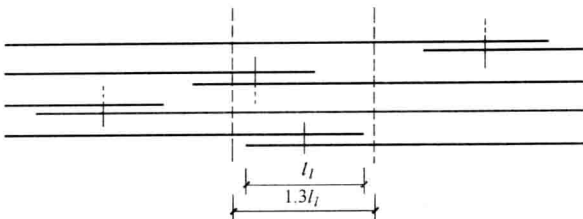


图 8.4.3 同一连接区段内纵向受拉钢筋的绑扎搭接接头

注：图中所示同一连接区段内的搭接接头钢筋为两根，当钢筋直径相同时，钢筋搭接接头面积百分率为 50%。

位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率：对梁类、板类及墙类构件，不宜大于 25%；对柱类构件，不宜大于 50%。当工程中确有必要增大受拉钢筋搭接接头面积百分率时，对梁类构件，不宜大于 50%；对板、墙、柱及预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽。

并筋采用绑扎搭接连接时，应按每根单筋错开搭接的方式连接。接头面积百分率应按同一连接区段内所有的单根钢筋计算。并筋中钢筋的搭接长度应按单筋分别计算。

8.4.4 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。

$$l_l = \zeta_l l_a \tag{8.4.4}$$

式中： l_l ——纵向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 8.4.4 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。

纵向受拉钢筋搭接长度修正系数			表 8.4.4
纵向搭接钢筋接头面积百分率(%)	≤25	50	100
ζ_l	1.20	1.40	1.60

8.4.5 构件中的纵向受压钢筋当采用搭接连接时，其受压搭接长度不应小于本规范第 8.4.4 条纵向受拉钢筋搭接长度的 70%，且不应小于 200mm。

8.4.6 在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内的构造钢筋应符合本规范第 8.3.1 条的要求。当受压钢筋直径大于 25mm 时，尚应在搭接接头两个端面外 100mm 的范围内各设置两道箍筋。

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)

6.5.2 非抗震设计时，受拉钢筋的最小锚固长度应取 l_a 。受拉钢筋绑扎搭接的搭接长度，应根据位于同一连接区段内搭接钢筋截面面积的百分率按下式计算，且不应小于 300mm。

$$l_l = \zeta_l l_a \tag{6.5.2}$$

式中： l_l ——受拉钢筋的搭接长度 (mm)；
 l_a ——受拉钢筋的锚固长度 (mm)，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定采用；
 ζ ——受拉钢筋搭接长度修正系数，应按表 6.5.2 采用。

纵向受拉钢筋搭接长度修正系数 ζ 表 6.5.2

同一连接区段内搭接钢筋面积百分率(%)	≤ 25	50	100
受拉搭接长度修正系数 ζ	1.2	1.4	1.6

注：同一连接区段内搭接钢筋面积百分率取在同一连接区段内有搭接接头的受力钢筋与全部受力钢筋面积之比。

6.5.3 抗震设计时，钢筋混凝土结构构件纵向受力钢筋的锚固和连接，应符合下列要求：

2 当采用绑扎搭接接头时，其搭接长度不应小于下式的计算值：

$$l_{lE} = \zeta l_{aE} \tag{6.5.3}$$

式中： l_{lE} ——抗震设计时受拉钢筋的搭接长度。

3 受拉钢筋直径大于 25mm、受压钢筋直径大于 28mm 时，不宜采用绑扎搭接接头。

2. 机械连接

钢筋的机械连接是通过贯穿于两根钢筋外的套筒来实现传力。套筒与钢筋之间力的过渡是通过机械咬合力。其形式包括：钢筋横肋与套筒的咬合；在钢筋表面加工出螺纹与套筒的螺纹之间的传力；在钢筋与套筒之间贯注高强的胶凝材料，通过中间介质来实现应力传递。机械连接的主要型式有挤压套筒连接，锥螺纹套筒连接，镦粗直螺纹连接，滚轧直螺纹连接等。

【规范链接】

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)

8.4.7 纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。钢筋机械连接区段的长度为 $35d$ ， d 为连接钢筋的较小直径。凡接头中点位于该连接区段长度内的机械连接接头均属于同一连接区段。

位于同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率不宜大于 50%；但对板、墙、柱及预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制。

机械连接套筒的保护层厚度宜满足有关钢筋最小保护层厚度的规定。机械连接套筒的横向净间距不宜小于 25mm；套筒处箍筋的间距仍应满足相应的构造要求。

直接承受动力荷载结构构件中的机械连接接头，除应满足设计要求的抗疲劳性能外，位于同一连接区段内的纵向受力钢筋接头面积百分率不应大于 50%。

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)

6.5.3 抗震设计时，钢筋混凝土结构构件纵向受力钢筋的锚固和连接，应符合下列要求：

6 当接头位置无法避开梁端、柱端箍筋加密区时，应采用满足等强度要求的机械连接接头，且钢筋接头面积百分率不宜超过 50%。

3. 焊接连接

钢筋的焊接接头是利用电阻、电弧或者燃烧的气体加热钢筋端头使之熔化，并采用加压或添加熔融金属焊接材料，使之连成一体的连接方式。纵向受力钢筋焊接连接的方法有闪光对焊、电渣压力焊等。

【规范链接】

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)

8.4.8 细晶粒热轧带肋钢筋以及直径大于 28mm 的带肋钢筋,其焊接应经试验确定;余热处理钢筋不宜焊接。

纵向受力钢筋的焊接接头应相互错开。钢筋焊接接头连接区段的长度为 $35d$ 且不小于 500mm, d 为连接钢筋的较小直径,凡接头中点位于该连接区段长度内的焊接接头均属于同一连接区段。

纵向受拉钢筋的接头面积百分率不宜大于 50%,但对预制构件的拼接处,可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制。

1.3 钢筋的混凝土保护层

混凝土结构中,钢筋并不外露而被包裹在混凝土里面。由钢筋外边缘到混凝土表面的最小距离称为保护层厚度。

11G101-1、11G101-2、11G101-3 中作出如下规定:

混凝土保护层的最小厚度 (mm)

表 1-5

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

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。

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。

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. 基础地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。

但混凝土保护层厚度并非越大越好,因此,在施工中不要随便增大混凝土保护层的厚度。因为,倘若增大了梁的上部纵筋和下部纵筋的保护层厚度,将会减小梁上部纵筋到底的高度或梁下部纵筋到梁顶的高度,从而降低了梁的“有效高度”。结构设计师是按照原定的有效高度计算梁的配筋,倘若在施工中降低了梁的有效高度,就等于违背了设计意图,降低了梁的承载能力,这是非常危险的事情。