国家建筑标准设计图集 23G101-11

（替代 17G101-11）

# G101系列图集常见问题答疑图解

中国建筑标准设计研究院 组织编制

中国计划出版社

北 京

图书在版编目（CIP）数据

国家建筑标准设计图集. 23G101-11 G101系列图集常见问题答疑图解 / 中国建筑标准设计研究院组织编制. -- 北京 : 中国计划出版社, 2024.1
ISBN 978-7-5182-1656-7

Ⅰ. ①国… Ⅱ. ①中… Ⅲ. ①建筑设计－中国－图集 Ⅳ. ①TU206

中国国家版本馆CIP数据核字(2024)第009760号

国家建筑标准设计图集
G101 系列图集常见问题答疑图解
23G101-11
G101 XILIE TUJI CHANGJIAN WENTI DAYI TUJIE
23G101-11
中国建筑标准设计研究院　组织编制
邮政编码：100048　电话：010-68799100
☆
责任编辑：张一兵
中国计划出版社出版
地址：北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层
北京强华印刷厂印刷

开本 787mm×1092mm　1/16　印张 9　字数 226 千字
2024 年 1 月第一版　2024 年 1 月第一次印刷
☆
书号：ISBN 978-7-5182-1656-7
定价：93.00 元

版权专有　侵权必究
举报电话：010-63906404、010-68799455

# 《G101系列图集常见问题答疑图解》编审名单

编制组负责人：高志强

编制组成员：肖军磊　李增银
（按姓氏笔画顺序）

审查组长：张　明

审查组成员：毕　磊　杨　华　罗　斌　胡延红　唐永讯　黄志刚　甄　伟
（按姓氏笔画顺序）

项目负责人：肖军磊

项目技术负责人：高志强

国标图集热线电话：010-68799100　　联系电话：010-88426737
查阅国标图集相关信息请登录国家建筑标准设计网站（www.chinabuilding.com.cn）

# G101系列图集常见问题答疑图解

主编单位 中国建筑标准设计研究院（中国建筑标准设计研究院有限公司） 统一编号 GJBT-1634

实行日期 二〇二三年十二月三十日　　图 集 号 23G101-11

主编单位负责人
主编单位技术负责人
技 术 审 定 人
设 计 负 责 人

## 目　　录


总说明……1
G101系列图集常见问题索引表……3
1 一般构造
混凝土结构的环境类别……1-1
结构混凝土耐久性的基本要求……1-2
混凝土保护层厚度……1-4
钢筋锚固与锚固长度……1-7
锚固长度修正，光圆钢筋弯钩……1-10
纵向受拉钢筋弯钩锚固与机械锚固……1-11
锚固形式……1-12
钢筋连接的基本要求……1-13
纵向受拉钢筋绑扎搭接长度……1-14
绑扎搭接……1-16
机械连接……1-17
焊接……1-18
搭接长度范围内箍筋……1-19
抗震设计受力钢筋要求，受力钢筋代换要求……1-20
焊接封闭箍筋，箍筋、拉筋弯钩……1-21
并筋……1-23
2 柱和节点构造
框架梁柱节点混凝土浇筑及核算……2-1
框架柱节点核心区水平箍筋……2-3
穿层柱箍筋加密区长度范围……2-4
嵌固部位和箍筋加密区……2-5
框架柱箍筋加密区肢距……2-6
嵌固部位钢筋锚固……2-7
剪力墙上起柱、梁上起柱……2-8
刚性地面柱箍筋加密要求……2-9

框架柱纵向受力钢筋连接接头位置、柱纵向钢筋间距要求……2-10
框架结构顶层端节点配筋构造……2-11
框架柱顶层端节点外侧纵向钢筋……2-14
框架柱纵向钢筋在顶层中节点的锚固……2-15
短柱、芯柱……2-16
转换柱……2-17
框架柱上、下层钢筋数量或直径不同时处理措施……2-18
框架柱变截面位置纵向钢筋构造……2-19
3 剪力墙构造
约束边缘构件……3-1
水平分布钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造做法……3-3
构造边缘构件采用剪力墙水平分布钢筋替代封闭箍筋构造……3-6
扶壁柱和非边缘暗柱构造……3-9
剪力墙水平钢筋在边缘构件内构造……3-10
剪力墙连梁、暗梁及边框梁与墙体钢筋位置关系……3-11
剪力墙连梁LLk箍筋加密区构造……3-12
剪力墙连梁LLk纵向钢筋构造……3-13
双洞口连梁LLk纵向钢筋构造……3-14
剪力墙竖向分布钢筋连接构造……3-15
地下室外墙水平钢筋连接构造……3-16
4 梁构造
梁纵向钢筋的最小净距……4-1
梁上部非通长钢筋伸出长度……4-2
楼层框架梁纵向受力钢筋在端节点的锚固构造……4-3
框架梁上部通长钢筋、架立钢筋……4-4
框架梁下部纵向受力钢筋……4-7
楼面梁与剪力墙平面外相交节点构造……4-8
框架梁有一端支座为非框架柱时的配筋构造……4-9
框架扁梁……4-11
转换梁……4-15
框支梁上部剪力墙开洞……4-16
非框架梁端支座上部钢筋构造……4-17
非框架梁端支座下部钢筋构造……4-18
受扭非框架梁构造要求……4-19
梁侧面纵向构造钢筋配置要求……4-20
附加箍筋和吊筋构造……4-21
悬臂梁配筋构造……4-22
折梁配筋构造……4-26
5 板构造
单向板、双向板的概念……5-1
双向板配筋构造……5-2
单向板配筋构造……5-5
楼面板、屋面板中的各种钢筋……5-6
板端支座钢筋构造……5-7
转换层楼板边支座钢筋构造……5-8
悬臂板配筋构造……5-9

6 基础构造
框架柱纵向钢筋在基础中构造……6-1
混凝土墙竖向钢筋在基础中构造……6-5
墙身竖向钢筋在基础中构造……6-6
边缘构件（阴影区）纵向钢筋在基础中构造……6-7
柱竖向钢筋锚固区横向构造钢筋……6-8
柱纵筋锚固区横向构造钢筋……6-9
混凝土墙竖向钢筋锚固区横向构造钢筋……6-10
独立深基础短柱……6-11
条形基础分布钢筋……6-12
基础梁JL、基础次梁JCL、梁板式筏形基础平板LPB纵向钢筋连接区域……6-13
基础梁JL、基础次梁JCL端部配筋构造……6-14
筏形基础底板墙体洞口下过梁配筋构造……6-17
梁板式筏形基础钢筋排布方案……6-18
筏形基础板边缘侧面封边钢筋……6-25
筏形基础基坑配筋构造……6-26
独立基础及桩基承台钢筋构造……6-27
三桩承台受力钢筋构造……6-28
墙下承台梁……6-29
桩顶纵筋在承台内的锚固构造……6-30
局部增加板厚JBH水平箍筋构造、钢筋锚固长度起算点……6-31
7 楼梯构造
参与抗震设计的楼梯……7-1
带滑动支座的楼梯……7-2
8 附录
G101系列图集的使用范围、平法结构施工图设计的表达方法……8-1
平法结构施工图设计的构件编号……8-2

# 总 说 明

## 1 编制依据

1.1 本图集依据的主要标准规范:

《工程结构通用规范》GB 55001-2021

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021

《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021

《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010

《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010

《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008

《建筑结构制图标准》GB/T 50105-2010

当依据的标准规范进行修订或有新的标准规范出版实施时，本图集与现行工程建设标准不符的内容、限制或淘汰的技术或产品，视为无效。工程技术人员在参考使用时，应注意加以区分，并应对本图集相关内容进行复核后选用。

1.2 配套使用G101系列国家建筑标准设计图集:

22G101-1《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（现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板）》

22G101-2《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（现浇混凝土板式楼梯）》

22G101-3《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（独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础）》

## 2 适用范围

本图集适用于抗震设防烈度为6~9度地区的现浇混凝土结构的设计与施工（不含人防工程设计），包括现浇混凝土框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、部分框支剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构等主体结构，以及独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础、现浇混凝土楼（屋）面板和板式楼梯。

## 3 编制目的

3.1 本图集针对国家建筑标准设计G101系列图集在使用中反馈的问题进行汇总、整理、分析，并将常见问题按国家现行标准及较为成熟的经验给出构造做法，避免工程中遇到疑惑问题而影响工程进度；为确保工程质量，正确掌握结构构造要求，更好地使用国家建筑标准设计G101系列图集而编制本图集。

3.2 本图集同时也对国家建筑标准设计G101系列图集进行扩展，增加G101系列图集答疑中遇到的，而G101系列图集中未包括的内容。

## 4 编制内容

4.1 本图集主要内容包括一般构造、柱和节点构造、剪力墙构造、梁构造、板构造、基础构造、楼梯构造等七部分。

4.2 本图集采用图文并茂、一问一答方式,针对设计和施工中容易混淆、容易忽视、容易出错的问题给出符合规范做法的解答。

4.3 本图集中每个问题的解答部分主要包含以下内容:

① 问题的直接解答内容;

② 问题的延伸和扩展解答（以彩色黑体标题引出）;

③ （设计或施工）注意事项（以彩色黑体标题引出）;

④ 相关标准条文（以彩色黑体标题引出）。

## 5 使用说明

5.1 图集提供了“G101系列图集常见问题索引表”，可根据问题进行索引。

5.2 本图集与G101系列图集配合使用，可供设计、施工、监理等人员理解和实施平法设计结构施工图。

5.3 使用本图集应严格执行现行国家有关标准的规定。

5.4 鉴于工程的具体情况，解决问题的措施不是唯一的。设计和施工时应根据工程实际情况，采取合理的措施。

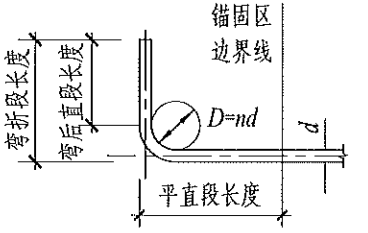
## 6 其他

6.1 本图集未注明尺寸单位除标高为米（m）外，其余均为毫米（mm）。

6.2 本图集中，符号“$\phi$”代表钢筋直径，符号“Φ”代表HPB300级钢筋，符号“Φ”代表HRB400级钢筋，符号“Φ”代表HRB500级钢筋。

6.3 本图集中涉及钢筋90°弯折锚固时，所述“平直段长度”及“弯折段长度”均指包括弯弧在内的投影长度，见下图。

6.4 本图集中涉及90°弯折锚固的钢筋端部弯折段长度15$d$，均为400MPa级钢筋的弯折段长度。当采用500MPa级带肋钢筋时，应保证钢筋弯后直段长度和弯弧内直径的要求。




钢筋90°弯折锚固示意图

| 总说明 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2 |

# G101系列图集常见问题索引表


| 章节 | 编号 | 问题描述 | 页码 |
|---|---|---|---|
| 一般构造 | 1.1 | 工程中如何理解混凝土结构环境类别的划分？ | 1-1 |
| | 1.2 | 结构混凝土的耐久性与什么因素有关，应注意哪些问题？ | 1-2 |
| | 1.3 | 混凝土保护层厚度有何要求？ | 1-4 |
| | 1.4 | 受拉钢筋的锚固长度如何确定？ | 1-7 |
| | 1.5 | 纵向受拉普通钢筋的锚固长度修正系数$\zeta_a$如何取值？ | 1-10 |
| | 1.6 | 采用光圆钢筋时锚固长度是否已包括末端180° 弯钩长度，180° 弯钩长度取值为多少？什么时候可不设180° 弯钩？ | 1-10 |
| | 1.7 | 纵向受拉钢筋弯钩和机械锚固的主要形式有哪几种？有什么技术要求？可用在什么地方？ | 1-11 |
| | 1.8 | G101系列图集涉及的钢筋弯折锚固做法有几种？为什么要求必须保证平直段长度？ | 1-12 |
| | 1.9 | 钢筋连接有何基本要求？各种连接方式有何优缺点？ | 1-13 |
| | 1.10 | 纵向受拉钢筋的绑扎搭接长度如何确定？ | 1-13 |
| | 1.11 | 纵向受力钢筋采用绑扎搭接时，同一连接区段的范围、接头百分率的要求、计算构件接头百分率的方法、接头布置原则、钢筋直径不同时接头面积百分率与同一连接区段长度的取值原则如何确定？ | 1-16 |
| | 1.12 | 钢筋机械连接接头有何要求？不同直径钢筋机械连接如何计算接头百分率？ | 1-17 |
| | 1.13 | 普通钢筋常用焊接方法有何使用要求？ | 1-18 |
| 一般构造 | 1.14 | 梁、柱类纵向受力钢筋绑扎搭接长度范围配置横向箍筋有何要求？剪力墙竖向钢筋搭接长度范围内横向构造钢筋的布置有何要求？ | 1-19 |
| | 1.15 | 结构中哪些构件需要选择牌号带“E”的热轧带肋钢筋？ | 1-20 |
| | 1.16 | 钢筋混凝土构件中的受力钢筋代换，是否可以高强度钢筋等面积替换低强度钢筋？在同一构件中的纵向受力钢筋是否可以同时使用不同强度等级的钢筋？ | 1-20 |
| | 1.17 | 焊接封闭箍筋有何构造要求？非焊接封闭箍筋有何构造要求？拉筋、拉结筋末端弯钩有何要求？ | 1-21 |
| | 1.18 | 并筋（钢筋束）的主要形式、等效直径的计算方法及相应构造有何要求？ | 1-23 |
| 柱和节点构造 | 2.1 | 框架柱与框架梁的混凝土强度等级不同时，节点核心区的混凝土如何处理？ | 2-1 |
| | 2.2 | 框架柱节点核心区水平箍筋配置太密集时，施工很不方便，是否必须按柱端箍筋加密区的要求配置？ | 2-3 |
| | 2.3 | 当框架柱$X$或$Y$方向无梁且无板（单向穿层柱）或各方向均无梁且无板（双向穿层柱）时，柱端箍筋加密范围如何计算？ | 2-4 |
| | 2.4 | 在施工图设计文件中如何注写框架柱嵌固部位，其箍筋加密区如何设置？ | 2-5 |
| | 2.5 | 框架柱箍筋加密区肢距构造有何要求？ | 2-6 |
| | 2.6 | 当嵌固部位在首层时，地下一层柱每侧纵筋为什么要求多10%且不能伸至嵌固部位以上？ | 2-7 |

续表

| 章节 | 编号 | 问题描述 | 页码 |
|---|---|---|---|
| 柱和节点构造 | 2.7 | 墙上起框架柱和梁上起框架柱时的构造有何要求？ | 2-8 |
| | 2.8 | 钢筋混凝土柱要求在刚性地面上下各500mm范围内箍筋加密，当柱仅一侧为刚性地面时，是否也需要箍筋加密？当与柱根部箍筋加密区重叠时，是否要重叠设置箍筋加密？ | 2-9 |
| | 2.9 | 框架柱纵向受力钢筋的连接接头位置有何要求？ | 2-10 |
| | 2.10 | 框架柱、转换柱纵向钢筋间距有何要求？ | 2-10 |
| | 2.11 | 框架顶层端节点（边节点和角节点）处钢筋构造有何要求？图集中构造做法如何选择？ | 2-11 |
| | 2.12 | 框架柱顶层端节点处，柱外侧纵向受力钢筋的弯弧如何处理？ | 2-14 |
| | 2.13 | 框架柱纵向钢筋在顶层中节点如何锚固？ | 2-15 |
| | 2.14 | 框架短柱的定义及箍筋沿竖向配置有何要求？ | 2-16 |
| | 2.15 | 框架芯柱的截面尺寸如何确定？芯柱的纵筋和箍筋有何构造要求？ | 2-16 |
| | 2.16 | 转换柱构造措施有何要求？ | 2-17 |
| | 2.17 | 框架柱上、下层钢筋数量不同或直径不同时的处理措施？ | 2-18 |
| | 2.18 | 上、下层框架柱变截面时，变截面位置柱纵向钢筋构造有何要求？ | 2-19 |
| 剪力墙构造 | 3.1 | 剪力墙哪些部位设置的是约束边缘构件，哪些部位设置的是构造边缘构件？平法注写如何表示？ | 3-1 |
| | 3.2 | 剪力墙水平分布钢筋计入约束边缘构件（YBZ）阴影区体积配箍率时，其端部构造如何处理？ | 3-3 |
| 剪力墙构造 | 3.3 | 剪力墙水平分布钢筋替代构造边缘构件（GBZ）中的部分箍筋时，如何处理墙体水平分布钢筋在端部的做法？ | 3-6 |
| | 3.4 | 剪力墙中扶壁柱或非边缘暗柱有何构造要求？剪力墙水平分布钢筋在扶壁柱或非边缘暗柱处如何处理？ | 3-9 |
| | 3.5 | 剪力墙端部有边缘构件时，剪力墙水平分布钢筋在边缘构件中的位置如何摆放？水平分布钢筋是否要在边缘构件中满足锚固长度的要求，如果已经满足锚固长度，是否还需要设置弯钩？ | 3-10 |
| | 3.6 | 剪力墙中的竖向分布钢筋和水平分布钢筋与墙中的连梁、暗梁及边框梁中的钢筋应如何摆放？暗梁、边框梁及连梁分别用于何处？ | 3-11 |
| | 3.7 | 跨高比不小于5的连梁在施工图设计文件中标注为LLk，梁纵向钢筋和箍筋加密区构造应如何处理？支承于小墙垛的连梁LLk端部构造如何处理？ | 3-12 |
| | 3.8 | 当剪力墙竖向分布钢筋直径或间距改变时，如何连接？ | 3-15 |
| | 3.9 | 地下室外墙的水平钢筋在墙体转角处如何连接？地下室外墙的钢筋搭接长度如何取值？ | 3-16 |
| 梁构造 | 4.1 | 梁中纵向钢筋的水平最小净距是多少?若同一部位配置多排钢筋时，其水平净距及竖向净距应为多少？ | 4-1 |
| | 4.2 | 框架梁或非框架梁上部非通长筋的伸出长度按净跨1/3设置时，还应注意什么问题？当跨度不相同时，支座处的非通长钢筋的长度如何确定？普通楼、屋面梁边支座按简支设计时，非通长筋伸入跨内的截断长度如何确定？ | 4-1 |

## 续表

| 章节 | 编号 | 问题描述 | 页码 |
|---|---|---|---|
| 梁构造 | 4.3 | 框架梁上、下纵向受力钢筋在中间层端节点采用90°弯折锚固时，对平直段和弯折段长度有何要求？ | 4-3 |
| | 4.4 | 梁上部的通长钢筋或架立钢筋设置有何要求，平法如何表示？通长钢筋与支座处的负弯矩钢筋如何连接？架立钢筋与支座处的负弯矩钢筋如何连接？ | 4-4 |
| | 4.5 | 框架梁下部纵向受力钢筋在框架中间节点不能贯通时，在节点内应如何锚固？下部钢筋是否可以在支座附近连接？ | 4-7 |
| | 4.6 | 与剪力墙平面外连接的楼（屋）面梁边支座，梁中的纵向受力钢筋在支座内如何锚固？ | 4-8 |
| | 4.7 | 梁一端支座为框架柱，而另一端支座为梁或剪力墙时，梁纵向钢筋在支座如何锚固？梁箍筋如何设置？ | 4-9 |
| | 4.8 | 框架扁梁节点核心区钢筋如何布置？纵筋构造有何要求？箍筋加密区范围如何确定？ | 4-11 |
| | 4.9 | 转换梁构造措施有何要求？ | 4-15 |
| | 4.10 | 框支梁上部剪力墙开洞时，洞边的加强措施及框支梁在洞口处的构造有何要求？ | 4-16 |
| | 4.11 | 非框架梁上部纵向钢筋在端支座锚固时，“设计按铰接”和“充分利用钢筋的抗拉强度”应如何理解？当端支座宽度不足时，如何处理？ | 4-17 |
| 梁构造 | 4.12 | 非框架梁（不受扭）下部纵向钢筋要求伸入端支座直线锚固长度为12*d*，当支座长度不能满足直线锚固要求时，如何处理？ | 4-18 |
| | 4.13 | 非框架梁受扭时，平法制图规则和配筋构造有何要求？ | 4-19 |
| | 4.14 | 梁侧面配置纵向构造钢筋时，有何构造要求？ | 4-20 |
| | 4.15 | 梁内有集中荷载处，附加箍筋的布置范围内是否可以取消梁内原设置的箍筋？附加箍筋的布置长度范围应该多大？当采用吊筋时，有何构造要求？ | 4-21 |
| | 4.16 | 各类悬臂梁配筋构造如何选择？纵向受力钢筋有何构造要求？悬臂梁上部纵向钢筋为什么不应在梁的上部截断？ | 4-22 |
| | 4.17 | 竖向折梁内折角处纵向钢筋有何构造要求？折梁内折角处箍筋如何配置？ | 4-26 |
| 板构造 | 5.1 | 如何理解施工图纸中经常会对双向板的配筋提出下部钢筋短方向在下、长方向在上的要求？如何理解双向板和单向板？ | 5-1 |
| | 5.2 | 如何理解楼板和屋面板中配置的各种钢筋？ | 5-2 |
| | 5.3 | 有梁楼盖（屋盖）板上部纵筋在端支座的锚固有何要求？当支座宽度不能满足弯折锚固要求时，应如何处理？ | 5-7 |
| | 5.4 | 梁板式转换层楼板的纵向受力钢筋在边支座处有何锚固要求？ | 5-8 |
| | 5.5 | 不同情况下，悬臂板上部钢筋如何锚固？下部配置构造钢筋时，伸入支座的长度应是多少？ | 5-9 |

续表

| 章节 | 编号 | 问题描述 | 页码 |
|---|---|---|---|
| 基础构造 | 6.1 | 柱纵向钢筋在基础内如何锚固？ | 6-1 |
| | 6.2 | 混凝土墙竖向钢筋在基础内的锚固有何要求？ | 6-5 |
| | 6.3 | 当框架柱纵向钢筋保护层厚度不大于5*d*时，在锚固区内有何构造要求？ | 6-8 |
| | 6.4 | 当混凝土墙竖向钢筋保护层厚度不大于5*d*时，在锚固区内有何构造要求？ | 6-10 |
| | 6.5 | 独立深基础短柱在什么情况下使用？有何构造要求？柱内纵向钢筋如何锚固？箍筋加密区范围有何要求？ | 6-11 |
| | 6.6 | 梁板式条形基础和板式条形基础分布钢筋如何设置？条形基础受力钢筋减短有何规定？条形基础相交时，受力钢筋和分布钢筋如何处理？最外侧钢筋中心到基础侧面的距离有何要求？ | 6-12 |
| | 6.7 | 基础梁、梁板式筏形基础平板中上部纵向钢筋是否可以截断不连通？其纵向受力钢筋连接区域和连接方式有何要求？ | 6-13 |
| | 6.8 | 基础梁及基础次梁纵向钢筋在端支座锚固有何要求？若在端支座处有外伸时如何处理？ | 6-14 |
| | 6.9 | 筏形基础底板上剪力墙洞口处设置下过梁时，有何构造要求？ | 6-17 |
| | 6.10 | 梁板式筏形基础中钢筋排布应注意什么问题?底平梁板式筏形基础钢筋如何排布？顶平梁板式筏形基础钢筋如何排布？ | 6-18 |
| 基础构造 | 6.11 | 筏形基础平板什么部位需要封边？有何构造要求？ | 6-25 |
| | 6.12 | 筏形基础电梯基坑及集水坑等配筋构造有何要求？ | 6-26 |
| | 6.13 | 独立基础底板的配筋有何构造要求？桩基础承台下部钢筋网片是否与扩展基础相同？ | 6-27 |
| | 6.14 | 三桩承台受力钢筋如何布置？其构造要求有哪些？ | 6-28 |
| | 6.15 | 承台梁纵向钢筋如何连接、锚固？ | 6-29 |
| | 6.16 | 桩伸入筏形基础板、承台及承台梁内的长度有何要求？桩中的纵向钢筋有何锚固要求？当采用一柱一桩无承台时，柱纵向钢筋如何锚固？桩顶部箍筋加密范围有何要求？ | 6-30 |
| | 6.17 | 柱下筏板局部增加板厚JBH“水平箍筋”如何理解？水平箍筋是否必须采用封闭箍筋？ | 6-31 |
| | 6.18 | 当基础（或上部结构）构件变截面或标高不同时，G101图集中钢筋的锚固长度是自钢筋的交叉点起算还是构件轮廓转角点起算？ | 6-31 |
| 楼梯构造 | 7.1 | G101系列图集中哪些楼梯应考虑抗震构造措施？哪些楼梯应考虑参与结构整体抗震计算？ | 7-1 |
| | 7.2 | 采用带滑动支座的楼梯时，设计应注意哪些构造措施？ | 7-2 |

# 1 一般构造

## 1.1 工程中如何理解混凝土结构环境类别的划分？

一般混凝土结构暴露的环境类别，见表1.1。

表1.1 混凝土结构的环境类别

| 环境类别 | 条 件 |
|---|---|
| 一 | 室内干燥环境；<br>无侵蚀性静水浸没环境 |
| 二a | 室内潮湿环境；<br>非严寒和非寒冷地区的露天环境；<br>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；<br>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；<br>水位频繁变动环境；<br>严寒和寒冷地区的露天环境；<br>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；<br>受除冰盐影响环境；<br>海风环境 |
| 三b | 盐渍土环境；<br>受除冰盐作用环境；<br>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 |

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第3.5.2条。

混凝土结构环境类别分类：

混凝土结构环境类别是指混凝土结构暴露环境条件的分类。混凝土结构暴露的环境条件是指混凝土结构表面所处的环境状况。

1 严寒地区系指最冷月平均温度小于或等于-10℃，日平均温度小于或等于-5℃的天数不少于145d的地区。

2 寒冷地区系指最冷月平均温度为-10℃~0℃，日平均温度小于或等于-5℃的天数为90d～145d的地区。

3 室内干燥环境是指构件处于常年干燥、低湿度的环境；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。

4 干湿交替环境是指混凝土表面经常交替接触到大气和水的环境条件。

5 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。

6 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。

7 海水环境、受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境，可参考国家现行标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476、《水运工程混凝土结构设计规范》JTS 151、《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046。

注意事项：

施工图设计文件应注明构件的环境类别，若施工中无法准确判断环境类别，应由设计单位明确解释。

## 1.2 结构混凝土的耐久性与什么因素有关，应注意哪些问题？

混凝土结构应根据设计工作年限和环境类别进行耐久性设计，包括混凝土材料耐久性基本要求、钢筋的混凝土保护层厚度、不同环境条件下的耐久性技术措施以及结构使用阶段的检测和维护要求。

表1.2-1 结构混凝土用砂的基本要求

| 指标＼混凝土种类 | 普通混凝土 | 抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨、其他特殊混凝土 | 高强混凝土 |
|---|---|---|---|
| 坚固性指标 | ≤10% | ≤8% | ≤10% |
| 含泥量 | — | ≤3.0% | ≤2.0% |
| 泥块含量 | — | ≤1.0% | ≤0.5% |
| 氯离子含量 | ≤0.03% | | |

注：1. 机制砂应按石粉的亚甲蓝值指标和石粉的流动比指标控制石粉含量。
2. 混凝土结构用海砂必须经过净化处理。
3. 当混凝土用砂的氯离子含量大于0.003%时，水泥的氯离子含量不应大于0.025%，拌合用水的氯离子含量不应大于250mg/L。

表1.2-2 结构混凝土用粗骨料的基本要求

| 指标＼混凝土种类 | 普通混凝土 | 抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨、其他特殊混凝土 | 高强混凝土 |
|---|---|---|---|
| 坚固性指标 | ≤12% | ≤8% | ≤12% |
| 含泥量 | — | ≤1.0% | ≤0.5% |
| 泥块含量 | — | ≤0.5% | ≤0.2% |

表1.2-3 一～三类环境类别时结构混凝土材料的基本要求

| 环境类别 | | 最大水胶比 | 最低混凝土强度等级 | 水溶性氯离子最大含量（%） | 最大碱含量（kg/m³） |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | | 0.60 | C25 | 0.30 | 不限制 |
| 二 | a | 0.55 | C25 | 0.20 | 3.0 |
| | b | 0.50(0.55) | C30(C25) | 0.15 | |
| 三 | a | 0.45(0.50) | C35(C30) | 0.10 | |
| | b | 0.40 | C40 | 0.10 | |

注：1. 水溶性氯离子含量系指其占胶凝材料用量的质量百分率。计算水溶性氯离子最大含量时，辅助胶凝材料的量不应大于硅酸盐水泥的量。
2. 有可靠工程经验时，二类环境中的最低混凝土强度等级可降低一个等级，但钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于C25。
3. 处于严寒和寒冷地区二b、三a类环境中的混凝土应使用引气剂，可采用括号中的参数。
4. 当使用非碱活性骨料时，对混凝土中的碱含量可不作限制。

表1.2-4 腐蚀环境下结构混凝土材料的基本要求

| 项目 | 腐蚀性等级 | | |
|---|---|---|---|
| | 强 | 中 | 弱 |
| 最低混凝土强度等级 | C40 | C35 | C30 |
| 最小胶凝材料用量（kg/m³） | 340 | 320 | 300 |
| 最大水胶比 | 0.40 | 0.45 | 0.50 |
| 胶凝材料中最大氯离子质量比（%） | 0.08 | 0.10 | 0.10 |
| 最大碱含量（kg/m³） | 3.0 | 3.0 | 3.5 |

| 结构混凝土耐久性的基本要求 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-2 |

混凝土结构耐久性的主要影响因素除了原材料及配合比设计等自身因素外，结构的用途（比如承受的作用）、预期服役时间和服役过程中结构的暴露环境是主要因素。因此，混凝土结构应当考虑结构用途、结构设计工作年限及结构暴露环境因素，采取保证混凝土和钢筋的耐久性的针对性设计措施、施工措施和维护措施。

1 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021给出了结构混凝土用砂、用粗骨料的要求，见表1.2-1、表1.2-2。

2 结构混凝土用外加剂、混凝土拌合用水应符合现行《混凝土结构通用规范》GB 55008的规定。

3 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010给出了当环境类别为一～三类时，设计工作年限为50年的结构混凝土材料耐久性的基本要求，见表1.2-3。

4 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018给出了在腐蚀环境下，设计工作年限为50年的结构混凝土耐久性的基本要求，见表1.2-4。

5 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019按混凝土结构暴露环境类别和环境作用等级，给出结构耐久性设计要求。

6 设计工作年限大于50年时，混凝土耐久性基本要求应按国家有关标准执行或进行专门研究。

7 结构表面温度高于100℃或有生产热源且结构表面温度经常高于60℃的结构，应按专门标准进行设计。

施工注意事项：

混凝土结构施工时，应满足设计文件中所规定的结构耐久性的基本要求。

相关标准条文：

1 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第3.1.2~3.1.8条；

2 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第3.5.3条；

3 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018第4.2.3条；

4 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019第3.4节。

| 结构混凝土耐久性的基本要求 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-3 |

## 1.3 混凝土保护层厚度有何要求？

工程施工图中，设计应写明结构不同部位所处的环境类别及各类构件的混凝土保护层厚度。构件中普通钢筋的混凝土保护层厚度应满足下列要求：

1 不应小于普通钢筋的公称直径$d$，且不应小于15mm。

2 设计工作年限为50年的一般混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度应符合表1.3-1的规定；设计工作年限为100年的混凝土结构，最外层钢筋的保护层厚度不应小于表1.3-1中数值的1.4倍。

3 腐蚀环境下，设计工作年限为50年的混凝土结构，最外层钢筋的混凝土保护层最小厚度应符合表1.3-2的规定。

4 满足《建筑设计防火规范》GB 50016耐火极限的要求。

表1.3-1 混凝土保护层的最小厚度$c_{min}$(mm)

| 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. 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。

2. 钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层。基础底面钢筋的保护层厚度：有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。承台底面钢筋保护层厚度尚不应小于桩顶嵌入承台内的长度。

相关标准条文：

1 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.2.1条；

2 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018第4.2.5条；

3 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019第4.3节。

表1.3-2 腐蚀环境下混凝土保护层的最小厚度$c_{min}$（mm）

| 构件类别 | 强腐蚀 | 中、弱腐蚀 |
|---|---|---|
| 板、墙等面形构件 | 35 | 30 |
| 梁、柱等条形构件 | 40 | 35 |
| 基础 | 50 | 50 |
| 与腐蚀性介质直接接触的地下室外墙及底板的表面 | 50 | 50 |

在各类构件中如何执行保护层厚度要求？

1 最外层钢筋保护层厚度指最外层钢筋（包括箍筋、构造筋、分布筋等）外边缘至混凝土表面的距离。

对于梁、柱类构件复合箍筋中单肢箍的拉筋，梁侧纵筋间的拉筋，剪力墙边缘构件、扶壁柱、非边缘暗柱中的拉筋，剪力墙水平、竖向分布钢筋间的拉结筋，若拉筋或拉结筋的弯钩位于最外侧，此时混凝土保护层厚度指拉筋或拉结筋外边缘至混凝土表面的距离。

2 各类构件保护层厚度示意见图1.3-1~4。

1）柱类构件保护层厚度示意见图1.3-1。

2）梁类构件保护层厚度示意见图1.3-2。

3）板类构件保护层厚度示意见图1.3-3。

4）剪力墙构件保护层厚度示意见图1.3-4。剪力墙约束边缘构件（暗柱、有翼墙、转角墙）沿墙肢长度$l_c$、构造边缘构件（暗柱、翼柱）、非边缘暗柱的最外层钢筋混凝土保护层最小厚度按剪力墙确定。剪力墙端柱的混凝土保护层厚度要求同柱类构件保护层厚度。

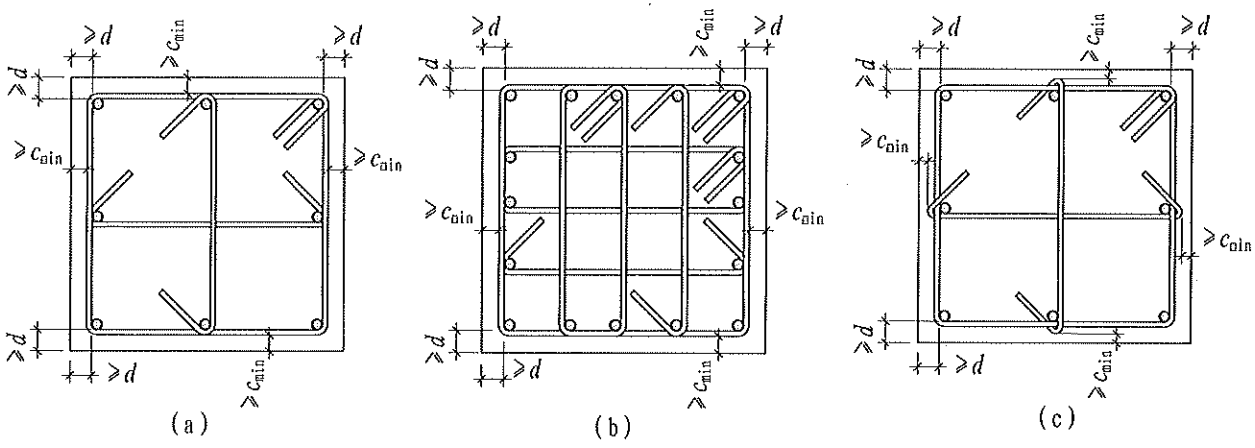



图1.3-1 柱混凝土保护层厚度示意图

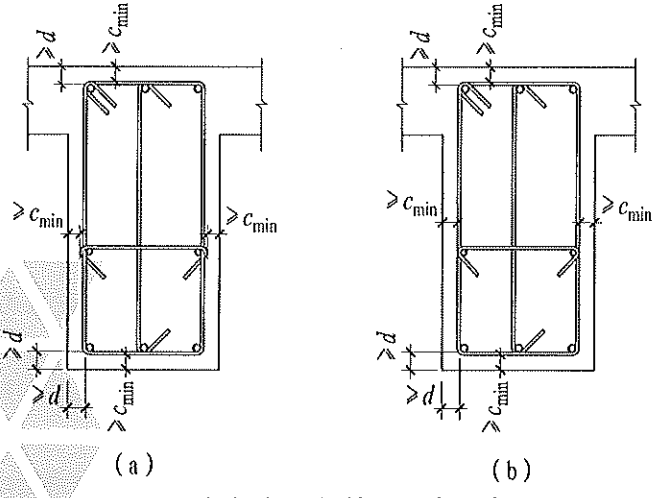



图1.3-2 梁混凝土保护层厚度示意图

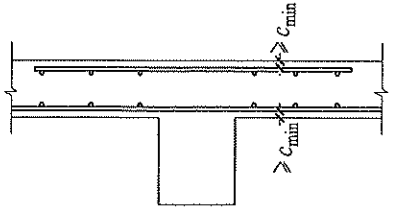



图1.3-3 板混凝土保护层厚度示意图

注：1. $d$为所标尺寸线处受力钢筋直径。
2. $c_{min}$见表1.3。

| 混凝土保护层厚度 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-5 |

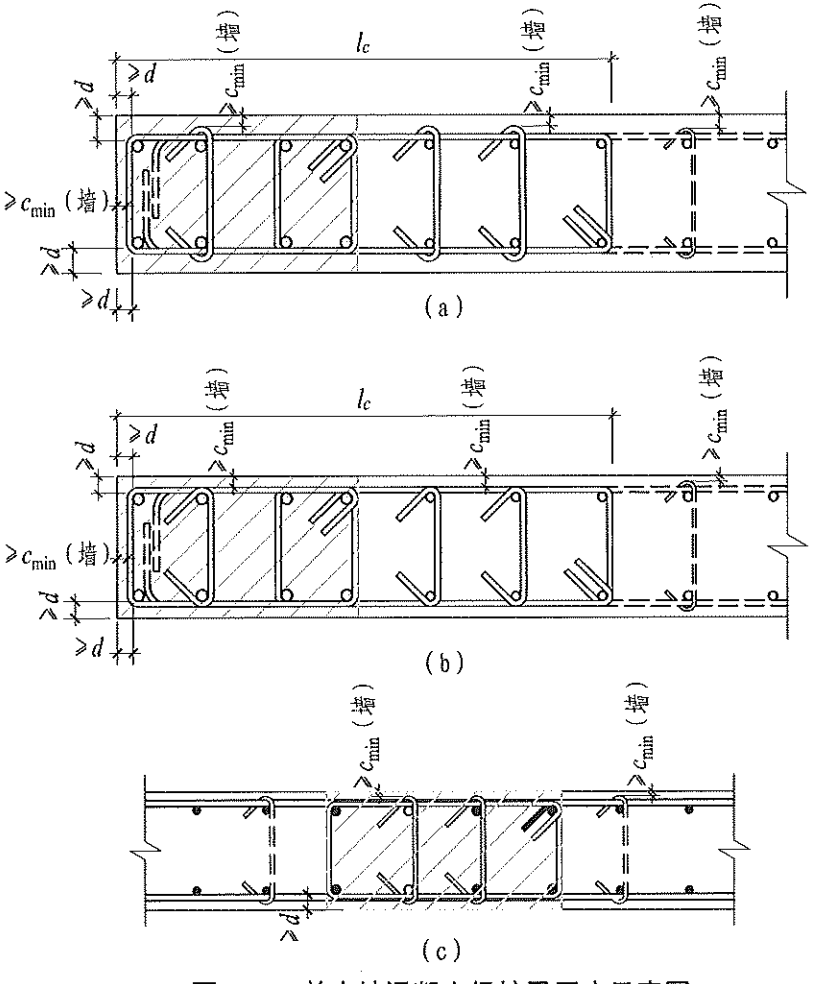



图1.3-4 剪力墙混凝土保护层厚度示意图

柱保护层厚度改变处如何处理，柱地面以下保护层如何设置？

首层柱处于地上、地下不同环境类别时，保护层厚度的要求也不同，此时可对地下竖向构件采用外扩附加保护层的方法，使柱主筋在同一位置保持不变。柱保护层厚度改变处的处理措施见图1.3-5。

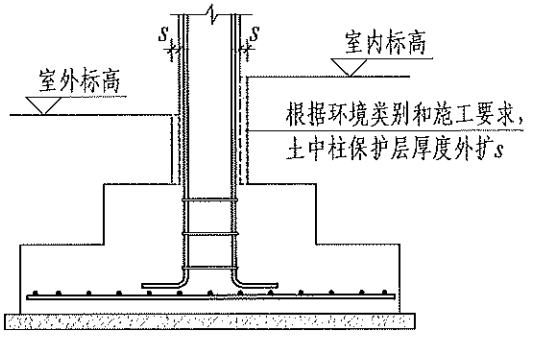



图1.3-5 柱保护层厚度改变处外扩附加保护层

什么情况下保护层厚度可适当减小？

混凝土保护层厚度在采取下列有效措施时可适当减小，但减小之后普通钢筋的保护层厚度不应小于钢筋公称直径，且不应小于15mm。

1 构件表面设有抹灰层或者其他各种有效的保护性涂料层时。

2 混凝土中采用掺阻锈剂等防锈措施时，可适当减小混凝土保护层厚度。使用阻锈剂应经试验检验效果良好，并应在确定有效的工艺参数后应用。

3 采用环氧树脂涂层钢筋、镀锌钢筋或采取阴极保护处理等防锈措施时，保护层厚度可适当减小。

4 当对地下室外墙采取可靠的建筑防水做法或防护措施时，与土层接触一侧钢筋的保护层厚度可适当减少，但不应小于25mm。

| 混凝土保护层厚度 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | | 校对 | 李增银 | | 设计 | 肖军磊 | 页 | 1-6 |

## 1.4 受拉钢筋的锚固长度如何确定？

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010中关于受拉钢筋锚固包括基本锚固长度$l_{ab}$、抗震设计时基本锚固长度$l_{abE}$、锚固长度$l_a$、抗震锚固长度$l_{aE}$。

受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件计算，且不应小于200mm。当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时：

$$l_{ab}=\alpha\,(f_y/f_t)\,d$$

$$l_a=\zeta_a l_{ab}$$

$$l_{abE}=\zeta_{aE} l_{ab}$$

$$l_{aE}=\zeta_{aE} l_a=\zeta_{aE}\zeta_a l_{ab}=\zeta_a l_{abE}$$

式中：$f_y$——普通钢筋的抗拉强度设计值；

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

$\zeta_a$——锚固长度修正系数，按本图集第1.5条规定取用；

$\zeta_{aE}$——纵向受拉钢筋抗震锚固长度修正系数；对一、二级抗震等级取1.15，三级抗震等级取1.05，对四级抗震等级取1.00；

$\alpha$——钢筋的外形系数，光圆钢筋为0.16，带肋钢筋为0.14。

为什么要保证受拉钢筋的锚固长度？

钢筋混凝土结构中钢筋能够受力，主要是依靠钢筋和混凝土之间的粘结锚固作用，因此钢筋的锚固是混凝土结构受力的基础。如锚固失效，则结构将丧失承载能力并由此导致结构破坏。

施工注意事项：

$l_{ab}$、$l_{abE}$用于钢筋弯折锚固或机械锚固情况，$l_a$、$l_{aE}$用于钢筋直锚或总锚固长度情况。施工中应按G101系列图集中标准构造图样所标注的长度进行加工。

表1.4-1 受拉钢筋基本锚固长度$l_{ab}$（mm）

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

表1.4-2 抗震设计时受拉钢筋基本锚固长度$l_{abE}$（mm）

| 钢筋种类及抗震等级 | | 混凝土强度等级 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| HPB300 | 一、二级 | 39*d* | 35*d* | 32*d* | 29*d* | 28*d* | 26*d* | 25*d* | 24*d* |
| | 三级 | 36*d* | 32*d* | 29*d* | 26*d* | 25*d* | 24*d* | 23*d* | 22*d* |
| | 四级 | 34*d* | 30*d* | 28*d* | 25*d* | 24*d* | 23*d* | 22*d* | 21*d* |
| HRB400 HRBF400 | 一、二级 | 46*d* | 40*d* | 37*d* | 33*d* | 32*d* | 31*d* | 30*d* | 29*d* |
| | 三级 | 42*d* | 37*d* | 34*d* | 30*d* | 29*d* | 28*d* | 27*d* | 26*d* |
| | 四级 | 40*d* | 35*d* | 32*d* | 29*d* | 28*d* | 27*d* | 26*d* | 25*d* |
| HRB500 HRBF500 | 一、二级 | 55*d* | 49*d* | 45*d* | 41*d* | 39*d* | 37*d* | 36*d* | 35*d* |
| | 三级 | 50*d* | 45*d* | 41*d* | 38*d* | 36*d* | 34*d* | 33*d* | 32*d* |
| | 四级 | 48*d* | 43*d* | 39*d* | 36*d* | 34*d* | 32*d* | 31*d* | 30*d* |

注：1. HPB300级钢筋规格限于直径6mm~14mm。

2. 混凝土强度等级系指锚固区的混凝土强度等级。

表1.4-3　0.35$l_{ab}$选用表（mm）

| 钢筋种类 | 混凝土强度等级 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| HPB300 | 12*d* | 11*d* | 10*d* | 9*d* | 8*d* | 8*d* | 8*d* | 7*d* |
| HRB400、HRBF400 RRB400 | 14*d* | 12*d* | 11*d* | 10*d* | 10*d* | 9*d* | 9*d* | 9*d* |
| HRB500、HRBF500 | 17*d* | 15*d* | 14*d* | 13*d* | 12*d* | 11*d* | 11*d* | 11*d* |

表1.4-4　0.4$l_{ab}$选用表（mm）

| 钢筋种类 | 混凝土强度等级 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| HPB300 | 14*d* | 12*d* | 11*d* | 10*d* | 10*d* | 9*d* | 9*d* | 8*d* |
| HRB400、HRBF400 RRB400 | 16*d* | 14*d* | 13*d* | 12*d* | 11*d* | 11*d* | 10*d* | 10*d* |
| HRB500、HRBF500 | 19*d* | 17*d* | 16*d* | 14*d* | 14*d* | 13*d* | 12*d* | 12*d* |

表1.4-5　0.4$l_{abE}$选用表（mm）

| 钢筋种类及抗震等级 | | 混凝土强度等级 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| HPB300 | 一、二级 | 16*d* | 14*d* | 13*d* | 12*d* | 11*d* | 10*d* | 10*d* | 10*d* |
| | 三级 | 14*d* | 13*d* | 12*d* | 10*d* | 10*d* | 10*d* | 9*d* | 9*d* |
| HRB400 HRBF400 | 一、二级 | 18*d* | 16*d* | 15*d* | 13*d* | 13*d* | 12*d* | 12*d* | 12*d* |
| | 三级 | 17*d* | 15*d* | 14*d* | 12*d* | 12*d* | 11*d* | 11*d* | 10*d* |
| HRB500 HRBF500 | 一、二级 | 22*d* | 20*d* | 18*d* | 16*d* | 16*d* | 15*d* | 14*d* | 14*d* |
| | 三级 | 20*d* | 18*d* | 16*d* | 15*d* | 14*d* | 14*d* | 13*d* | 13*d* |

表1.4-6　0.6$l_{ab}$选用表（mm）

| 钢筋种类 | 混凝土强度等级 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| HPB300 | 20*d* | 18*d* | 17*d* | 15*d* | 14*d* | 14*d* | 13*d* | 13*d* |
| HRB400、HRBF400 RRB400 | 24*d* | 21*d* | 19*d* | 17*d* | 17*d* | 16*d* | 16*d* | 15*d* |
| HRB500、HRBF500 | 29*d* | 26*d* | 23*d* | 22*d* | 20*d* | 19*d* | 19*d* | 18*d* |

表1.4-7　0.6$l_{abE}$选用表（mm）

| 钢筋种类及抗震等级 | | 混凝土强度等级 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | C55 | ≥C60 |
| HPB300 | 一、二级 | 23*d* | 21*d* | 19*d* | 17*d* | 17*d* | 16*d* | 15*d* | 14*d* |
| | 三级 | 22*d* | 19*d* | 17*d* | 16*d* | 15*d* | 14*d* | 14*d* | 13*d* |
| HRB400 HRBF400 | 一、二级 | 28*d* | 24*d* | 22*d* | 20*d* | 19*d* | 19*d* | 18*d* | 17*d* |
| | 三级 | 25*d* | 22*d* | 20*d* | 18*d* | 17*d* | 17*d* | 16*d* | 16*d* |
| HRB500 HRBF500 | 一、二级 | 33*d* | 29*d* | 27*d* | 25*d* | 23*d* | 22*d* | 22*d* | 21*d* |
| | 三级 | 30*d* | 27*d* | 25*d* | 23*d* | 22*d* | 20*d* | 20*d* | 19*d* |

注：1. 表中数值系根据表1.4-1、1.4-2计算所得，小数点后一位按四舍五入取整。

2. HPB300级钢筋规格限于直径6mm~14mm。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.3.1条、第8.3.2条。

| 钢筋锚固与锚固长度 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-8 |

表1.4-8 受拉钢筋锚固长度$l_a$（mm）

| 钢筋种类 | 混凝土强度等级 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C25 | | C30 | | C35 | | C40 | | C45 | | C50 | | C55 | | ≥C60 | |
| | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ |
| HPB300 | 34$d$ | — | 30$d$ | — | 28$d$ | — | 25$d$ | — | 24$d$ | — | 23$d$ | — | 22$d$ | — | 21$d$ | — |
| HRB400、HRBF400 RRB400 | 40$d$ | 44$d$ | 35$d$ | 39$d$ | 32$d$ | 35$d$ | 29$d$ | 32$d$ | 28$d$ | 31$d$ | 27$d$ | 30$d$ | 26$d$ | 29$d$ | 25$d$ | 28$d$ |
| HRB500、HRBF500 | 48$d$ | 53$d$ | 43$d$ | 47$d$ | 39$d$ | 43$d$ | 36$d$ | 40$d$ | 34$d$ | 37$d$ | 32$d$ | 35$d$ | 31$d$ | 34$d$ | 30$d$ | 33$d$ |

表1.4-9 受拉钢筋抗震锚固长度$l_{aE}$（mm）

| 钢筋种类及抗震等级 | | 混凝土强度等级 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C25 | | C30 | | C35 | | C40 | | C45 | | C50 | | C55 | | ≥C60 | |
| | | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ |
| HPB300 | 一、二级 | 39$d$ | — | 35$d$ | — | 32$d$ | — | 29$d$ | — | 28$d$ | — | 26$d$ | — | 25$d$ | — | 24$d$ | — |
| | 三级 | 36$d$ | — | 32$d$ | — | 29$d$ | — | 26$d$ | — | 25$d$ | — | 24$d$ | — | 23$d$ | — | 22$d$ | — |
| HRB400 HRBF400 | 一、二级 | 46$d$ | 51$d$ | 40$d$ | 45$d$ | 37$d$ | 40$d$ | 33$d$ | 37$d$ | 32$d$ | 36$d$ | 31$d$ | 35$d$ | 30$d$ | 33$d$ | 29$d$ | 32$d$ |
| | 三级 | 42$d$ | 46$d$ | 37$d$ | 41$d$ | 34$d$ | 37$d$ | 30$d$ | 34$d$ | 29$d$ | 33$d$ | 28$d$ | 32$d$ | 27$d$ | 30$d$ | 26$d$ | 29$d$ |
| HRB500 HRBF500 | 一、二级 | 55$d$ | 61$d$ | 49$d$ | 54$d$ | 45$d$ | 49$d$ | 41$d$ | 46$d$ | 39$d$ | 43$d$ | 37$d$ | 40$d$ | 36$d$ | 39$d$ | 35$d$ | 38$d$ |
| | 三级 | 50$d$ | 56$d$ | 45$d$ | 49$d$ | 41$d$ | 45$d$ | 38$d$ | 42$d$ | 36$d$ | 39$d$ | 34$d$ | 37$d$ | 33$d$ | 36$d$ | 32$d$ | 35$d$ |

施工注意事项：

表中$l_a$、$l_{aE}$数值可乘以本图集第1.5条规定的锚固长度修正系数$\zeta_a$。需要注意的是，表中数值已考虑了带肋钢筋的公称直径大于25mm时$\zeta_a$=1.1。当修正系数多于一项时，按连乘计算。

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拉钢筋周边保护层厚度为3$d$（$d$为锚固钢筋的直径）时，表中数据可乘以0.8；保护层厚度不小于5$d$时，表中数据可乘以0.7；中间时按内插值计算。

内插值计算：

当$c$=3$d$时，$\zeta_a$=0.8；当$c\geqslant5d$时，$\zeta_a$=0.7；当3$d<c<5d$时，$\zeta_a$=0.95-0.05$c/d$。

4. 受拉钢筋的锚固长度$l_a$、$l_{aE}$计算值不应小于200mm。
5. 包含钢筋公称直径在内的锚固长度修正系数$\zeta_a$连乘后不应小于0.6。
6. 四级抗震时，$l_{aE}$=$l_a$。
7. 混凝土强度等级系指锚固区的混凝土强度等级。

| 钢筋锚固与锚固长度 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-9 |

### 1.5 纵向受拉普通钢筋的锚固长度修正系数$\zeta_a$如何取值？

纵向受拉普通钢筋的锚固长度修正系数$\zeta_a$按下列规定取用。当多于一项时，锚固长度修正系数$\zeta_a$按连乘计算，但不应小于0.6。

1 带肋钢筋的公称直径大于25mm时，$\zeta_a$=1.1。这是考虑粗直径带肋钢筋相对肋高减小，对钢筋锚固作用有降低的影响。

2 采用环氧树脂涂层钢筋时，$\zeta_a$=1.25。为解决恶劣环境中钢筋的耐久性问题，工程中采用环氧树脂涂层钢筋，该种钢筋表面光滑对锚固有不利的影响，试验表明涂层使钢筋的锚固强度降低了20%左右。

3 受施工扰动影响时，$\zeta_a$=1.1。当钢筋在混凝土施工过程中易受扰动的情况下（如滑模施工或其他施工期依托钢筋承载的情况），因混凝土在凝固前受扰动而影响与钢筋的粘结锚固作用。

4 锚固钢筋的保护层厚度$c$为$3d$时，$\zeta_a$可取0.80；保护层厚度$c$不小于$5d$时$\zeta_a$可取0.70；中间按内插取值，此处$d$为锚固钢筋的直径。当混凝土保护层厚度较大时，握裹作用加强，钢筋的锚固长度可适当减短。此处保护层厚度指锚固长度范围内钢筋沿其径向的混凝土保护层厚度，如图1.5所示。

5 当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，钢筋实际拉应力小于抗拉强度设计值，锚固长度修正系数$\zeta_a$可取为设计计算面积与实际配筋面积的比值，但不得用于抗震设计及直接承受动力荷载的构件中。应注意，采用本条修正系数时，应由设计单位指定。

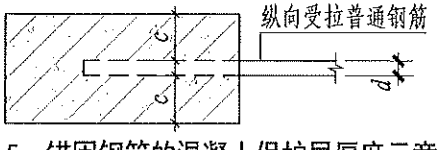



图1.5 锚固钢筋的混凝土保护层厚度示意图

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.3.2条。

### 1.6 采用光圆钢筋时锚固长度是否已包括末端180°弯钩长度，180°弯钩长度取值为多少？什么时候可不设180°弯钩？

1 HPB300级钢筋末端做180°弯钩时，其锚固长度是指包括弯钩在内的投影长度。弯钩的弯后平直段长度不应小于$3d$，弯弧内直径$2.5d$。180°弯钩需在锚固长度基础上增加长度$6.25d$(增加长度按钢筋中线计算)，如图1.6所示。

2 板中分布钢筋（不作为抗温度收缩钢筋使用）、已按构造详图末端带90°弯钩的受力钢筋端部可不再设180°弯钩。

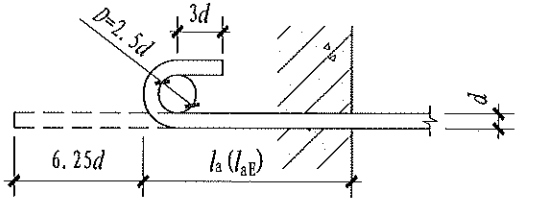



图1.6 HPB300级钢筋末端180°弯钩

表1.6 180°弯钩弯弧内直径、平直段和弯钩增加长度（mm）

| 项目 | 钢筋直径 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 弯弧内直径2.5$d$ | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| 弯后平直段长度3$d$ | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 |
| 弯钩增加长度6.25$d$ | 38 | 50 | 63 | 75 | 88 |

相关结构概念：

光圆钢筋系指HPB300级钢筋，由于钢筋表面光滑，主要靠摩阻力锚固，锚固强度很低，一旦发生滑移即被拔出，因此光圆钢筋末端应做180°弯钩。

相关标准条文：

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第5.3.4条、第5.3.5条。

| 锚固长度修正，光圆钢筋弯钩 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-10 |

## 1.7 纵向受拉钢筋弯钩和机械锚固的主要形式有哪几种？有什么技术要求？可用在什么地方？

纵向钢筋弯钩和机械锚固的主要形式如图1.7-1所示。

1 末端带90° 弯钩：可用于框架梁、框架柱、板、剪力墙等支座节点处的锚固，如图1.7-1（a）所示。

2 末端带135° 弯钩：可用于非框架梁、板支座节点处的锚固，如图1.7-1（b）所示。

3 末端与钢板穿孔塞焊及末端带螺栓锚头：可用于任何情况，但需注意螺栓锚头或焊端锚板的承压净面积应不小于4倍锚筋截面积，且应满足最小间距要求，当钢筋净距小于4$d$时应考虑群锚效应的不利影响。如图1.7-1（c）、图1.7-1（d）所示。

4 末端贴焊锚筋：可用于非框架梁、板支座节点处的锚固，如图1.7-1（e）、图1.7-1（f）所示。其中一侧贴焊锚筋形式当用于截面侧边、角部偏置锚固时，贴焊锚筋应向截面内侧偏斜。

采用弯钩或机械锚固后，为什么可以减小直线锚固长度？

采用弯钩或机械锚固后，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%。弯钩和机械锚固主要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，可以有效减小直线锚固长度。

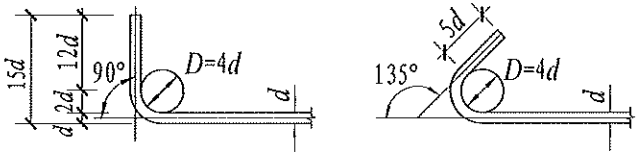
施工注意事项：

钢筋采用弯钩锚固措施时，应保证钢筋弯后直段长度和弯折内直径的要求。钢筋弯折的弯弧内直径要求：400MPa级带肋钢筋$D=4d$；500MPa级带肋钢筋$D=6d$（$d<28$mm）、$D=7d$（$d\geqslant28$mm）。如500MPa级纵向受拉钢筋末端90°弯折锚固时，如图1.7-2所示。

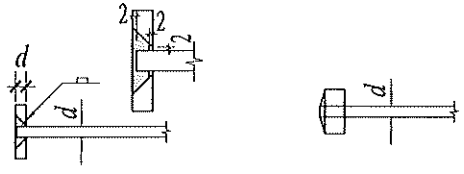
相关标准条文：

1 《混凝土结构设计规范》（2015年版） GB 50010-2010第8.3.3条；

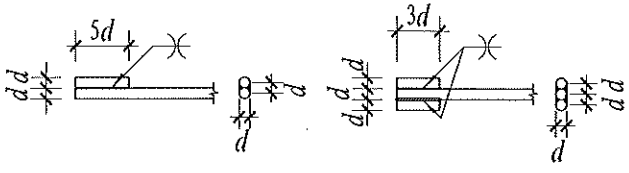
2 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第5.3.4条。




（a）末端带90° 弯钩　　（b）末端带135° 弯钩




（c）末端与钢板穿孔塞焊　　（d）末端带螺栓锚头




（e）末端一侧贴焊锚筋　　（f）末端两侧贴焊锚筋

图1.7-1 纵向受拉钢筋弯钩与机械锚固形式

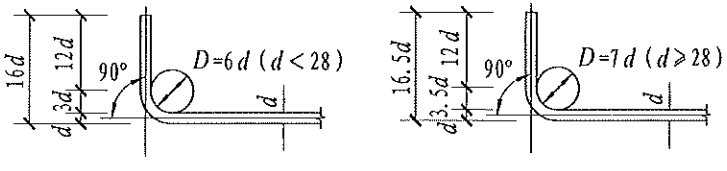



图1.7-2 500MPa级纵向受拉钢筋末端带90° 弯钩

| 纵向受拉钢筋弯钩锚固与机械锚固 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-11 |

## 1.8 G101系列图集涉及的钢筋弯折锚固做法有几种？为什么要求必须保证平直段长度？

纵向受力钢筋的锚固，当不能满足直锚要求时，可采用在钢筋端部设置90°弯钩的形式，G101系列图集中纵向受力钢筋采用90°弯钩锚固形式主要有如下几种：

1 平直段长度≥$0.6l_{ab}$，弯折段长度$15d$，要求平直段宜伸至支座尽端；用于非框架梁梁端上部纵向钢筋直锚长度不足，且充分利用钢筋抗拉强度的情况。如图1.8-1（a）所示。

2 平直段长度≥$0.35l_{ab}$，弯折段长度$15d$，要求平直段宜伸至支座尽端；用于梁、板简支端上部钢筋的锚固。如图1.8-1（b）所示。

3 平直段长度≥$0.4l_{abE}$，弯折段长度$15d$，要求平直段应伸至支座尽端；如框架中间层端节点处框架梁上、下部纵向钢筋的弯折锚固，如图1.8-2所示。

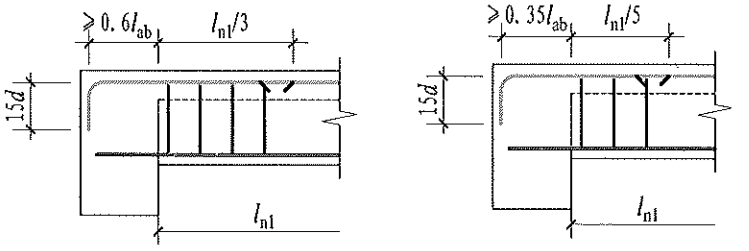
4 框架顶层中柱顶纵向受力钢筋从梁底算起平直段长度≥$0.5l_{abE}$，弯折段长度$12d$，要求竖直段伸至柱顶。如图1.8-3所示。

施工注意事项：

1 G101系列图集标准构造详图中所标注的钢筋90°弯钩锚固端部弯折段长度$15d$均为400MPa级钢筋的弯折段长度。当采用500MPa级带肋钢筋时，应保证钢筋锚固弯后直段长度和弯弧内直径的要求。

2 对于钢筋的弯折锚固，其平直段长度均需满足相应要求。

实际工程中对于因支座宽度限制无法满足弯折前平直段长度的情况，有些人认为可以将平直段减短些，弯折段加长些，总的长度满足锚固长度$l_a$或抗震锚固长度$l_{aE}$就可以了，这种做法是不合适的。弯折锚固是利用受力钢筋端部弯钩对混凝土的局部挤压作用加大锚固承载能力，从而保证了钢筋不会发生锚固拔出。弯折锚固要求弯钩之前必须有一定的平直段锚固长度，是为了控制锚固钢筋的滑移，使构件不至于发生较宽的裂缝和较大的变形。




（a）充分利用钢筋的抗拉强度时　　（b）设计按铰接时

图1.8-1 非框架梁上部纵向钢筋弯折锚固

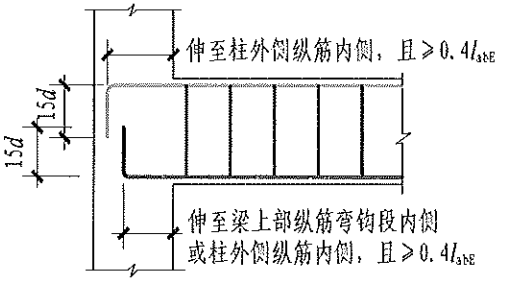



图1.8-2 中间层端节点框架梁纵向钢筋弯折锚固

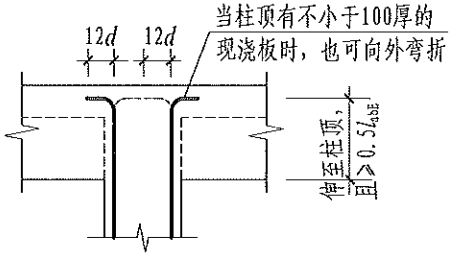



图1.8-3 框架中柱纵向钢筋弯折锚固

| 锚固形式 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-12 |

## 1.9 钢筋连接有何基本要求？各种连接方式有何优缺点？

钢筋连接方式主要有绑扎搭接、机械连接和焊接三种，各自的特点见表1.9。钢筋连接需遵循以下原则：

1 接头宜尽量设置在受力较小处，宜避开结构受力较大的关键部位。抗震设计时需避开梁端、柱端箍筋加密区范围，如必须在该区域连接，则应采用机械连接或焊接，且接头面积百分率不宜超过50%。

2 在同一跨度或同一层高内的同一受力钢筋上宜少设连接接头，不宜设置2个或2个以上接头。

3 接头位置宜互相错开，在同一连接区段，接头钢筋面积百分率宜限制在规定范围内。

4 梁、柱类构件的纵向受力钢筋采用绑扎搭接时，应采取必要的构造措施，在纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置横向构造钢筋。

5 轴心受拉及小偏心受拉杆件（如桁架和拱的拉杆）的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接接头。

6 当受拉钢筋的直径$d>25$mm及受压钢筋的直径$d>28$mm时，不宜采用绑扎搭接接头。

表1.9 绑扎搭接、机械连接及焊接的特点

| 类型 | 机理 | 优点 | 缺点 |
|---|---|---|---|
| 绑扎搭接 | 利用钢筋与混凝土之间的粘结锚固作用实现传力 | 应用广泛，连接形式简单 | 对于直径较粗的受力钢筋，绑扎搭接长度较长，施工不方便，且连接区域容易发生过宽的裂缝 |
| 机械连接 | 利用钢筋与连接件的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用实现钢筋连接。 | 比较简便、可靠 | 机械连接接头连接件的混凝土保护层厚度以及连接件间的横向净距将减小 |
| 焊接 | 利用热熔化金属实现钢筋连接 | 节省钢筋，接头成本低 | 焊接接头由于人工操作的差异，连接质量不稳定 |

## 1.10 纵向受拉钢筋的绑扎搭接长度如何确定？

1 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：

$$l_l=\zeta_l l_a \quad (1.10\text{-}1)$$

$$l_{lE}=\zeta_l l_{aE} \quad (1.10\text{-}2)$$

式中：$l_l$——纵向受拉钢筋的搭接长度；

$l_{lE}$——纵向受拉钢筋的抗震搭接长度；

$l_a$——纵向受拉钢筋的锚固长度；

$l_{aE}$——纵向受拉钢筋的抗震锚固长度；

$\zeta_l$——纵向受拉钢筋搭接长度修正系数。当纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率≤25%时取1.2；当纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率为50%时取1.4；当纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率为100%时取1.6。

纵向受力钢筋搭接接头百分率在25%~50%之间时按公式（1.10-3）计算，在50%~100%之间时按公式（1.10-4）计算。

$$\zeta_l=1.0+0.2\times 实际百分率/25\% \quad (1.10\text{-}3)$$

$$\zeta_l=1.2+0.2\times 实际百分率/50\% \quad (1.10\text{-}4)$$

表1.10-1、表1.10-2分别给出了纵向受拉钢筋搭接长度$l_l$、纵向受拉钢筋抗震搭接长度$l_{lE}$的取值。

2 纵向受拉钢筋绑扎搭接时的同一连接区段长度另见本图集第1.11条。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.4.4条。

表1.10-1 纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 $l_l$（mm）

| 钢筋种类及同一连接区段内钢筋搭接接头面积百分率 | | 混凝土强度等级 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C25 | | C30 | | C35 | | C40 | | C45 | | C50 | | C55 | | C60 | |
| | | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ |
| HPB300 | ≤25% | 41$d$ | — | 36$d$ | — | 34$d$ | — | 30$d$ | — | 29$d$ | — | 28$d$ | — | 26$d$ | — | 25$d$ | — |
| | 50% | 48$d$ | — | 42$d$ | — | 39$d$ | — | 35$d$ | — | 34$d$ | — | 32$d$ | — | 31$d$ | — | 29$d$ | — |
| | 100% | 54$d$ | — | 48$d$ | — | 45$d$ | — | 40$d$ | — | 38$d$ | — | 37$d$ | — | 35$d$ | — | 34$d$ | — |
| HRB400<br>HRBF400<br>RRB400 | ≤25% | 48$d$ | 53$d$ | 42$d$ | 47$d$ | 38$d$ | 42$d$ | 35$d$ | 38$d$ | 34$d$ | 37$d$ | 32$d$ | 36$d$ | 31$d$ | 35$d$ | 30$d$ | 34$d$ |
| | 50% | 56$d$ | 62$d$ | 49$d$ | 55$d$ | 45$d$ | 49$d$ | 41$d$ | 45$d$ | 39$d$ | 43$d$ | 38$d$ | 42$d$ | 36$d$ | 41$d$ | 35$d$ | 39$d$ |
| | 100% | 64$d$ | 70$d$ | 56$d$ | 62$d$ | 51$d$ | 56$d$ | 46$d$ | 51$d$ | 45$d$ | 50$d$ | 43$d$ | 48$d$ | 42$d$ | 46$d$ | 40$d$ | 45$d$ |
| HRB500<br>HRBF500 | ≤25% | 58$d$ | 64$d$ | 52$d$ | 56$d$ | 47$d$ | 52$d$ | 43$d$ | 48$d$ | 41$d$ | 44$d$ | 38$d$ | 42$d$ | 37$d$ | 41$d$ | 36$d$ | 40$d$ |
| | 50% | 67$d$ | 74$d$ | 60$d$ | 66$d$ | 55$d$ | 60$d$ | 50$d$ | 56$d$ | 48$d$ | 52$d$ | 45$d$ | 49$d$ | 43$d$ | 48$d$ | 42$d$ | 46$d$ |
| | 100% | 77$d$ | 85$d$ | 69$d$ | 75$d$ | 62$d$ | 69$d$ | 58$d$ | 64$d$ | 54$d$ | 59$d$ | 51$d$ | 56$d$ | 50$d$ | 54$d$ | 48$d$ | 53$d$ |

注：1. 两根不同直径钢筋搭接时，表中$d$取较细钢筋直径。

2. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据尚应乘以1.25。

3. 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。

4. 当搭接长度范围内纵向受拉钢筋周边保护层厚度为3$d$（$d$为锚固钢筋的直径）时，表中数据可乘以0.8；保护层厚度不小于5$d$时，表中数据可乘以0.7；中间时按内插值计算。

5. 当上述修正系数（注2～注4）多于一项时，可按连乘计算。

6. 当位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率为表中数据中间值时，搭接长度可按内插取值。

7. 任何情况下，搭接长度不应小于300mm。

8. HPB300级钢筋规格限于直径6mm～14mm。

| 纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 页 | 1-14 |

## 表1.10-2 纵向受拉钢筋抗震搭接长度 $l_{lE}$

| 钢筋种类及同一区段内搭接钢筋面积百分率 | | | 混凝土强度等级 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C25 | | C30 | | C35 | | C40 | | C45 | | C50 | | C55 | | C60 | |
| | | | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ | $d\leqslant25$ | $d>25$ |
| 一、二级抗震等级 | HPB300 | ≤25% | 47$d$ | — | 42$d$ | — | 38$d$ | — | 35$d$ | — | 34$d$ | — | 31$d$ | — | 30$d$ | — | 29$d$ | — |
| | | 50% | 55$d$ | — | 49$d$ | — | 45$d$ | — | 41$d$ | — | 39$d$ | — | 36$d$ | — | 35$d$ | — | 34$d$ | — |
| | HRB400<br>HRBF400 | ≤25% | 55$d$ | 61$d$ | 48$d$ | 54$d$ | 44$d$ | 48$d$ | 40$d$ | 44$d$ | 38$d$ | 43$d$ | 37$d$ | 42$d$ | 36$d$ | 40$d$ | 35$d$ | 38$d$ |
| | | 50% | 64$d$ | 71$d$ | 56$d$ | 63$d$ | 52$d$ | 56$d$ | 46$d$ | 52$d$ | 45$d$ | 50$d$ | 43$d$ | 49$d$ | 42$d$ | 46$d$ | 41$d$ | 45$d$ |
| | HRB500<br>HRBF500 | ≤25% | 66$d$ | 73$d$ | 59$d$ | 65$d$ | 54$d$ | 59$d$ | 49$d$ | 55$d$ | 47$d$ | 52$d$ | 44$d$ | 48$d$ | 43$d$ | 47$d$ | 42$d$ | 46$d$ |
| | | 50% | 77$d$ | 85$d$ | 69$d$ | 76$d$ | 63$d$ | 69$d$ | 57$d$ | 64$d$ | 55$d$ | 60$d$ | 52$d$ | 56$d$ | 50$d$ | 55$d$ | 49$d$ | 53$d$ |
| 三级抗震等级 | HPB300 | ≤25% | 43$d$ | — | 38$d$ | — | 35$d$ | — | 31$d$ | — | 30$d$ | — | 29$d$ | — | 28$d$ | — | 26$d$ | — |
| | | 50% | 50$d$ | — | 45$d$ | — | 41$d$ | — | 36$d$ | — | 35$d$ | — | 34$d$ | — | 32$d$ | — | 31$d$ | — |
| | HRB400<br>HRBF400 | ≤25% | 50$d$ | 55$d$ | 44$d$ | 49$d$ | 41$d$ | 44$d$ | 36$d$ | 41$d$ | 35$d$ | 40$d$ | 34$d$ | 38$d$ | 32$d$ | 36$d$ | 31$d$ | 35$d$ |
| | | 50% | 59$d$ | 64$d$ | 52$d$ | 57$d$ | 48$d$ | 52$d$ | 42$d$ | 48$d$ | 41$d$ | 46$d$ | 39$d$ | 45$d$ | 38$d$ | 42$d$ | 36$d$ | 41$d$ |
| | HRB500<br>HRBF500 | ≤25% | 60$d$ | 67$d$ | 54$d$ | 59$d$ | 49$d$ | 54$d$ | 46$d$ | 50$d$ | 43$d$ | 47$d$ | 41$d$ | 44$d$ | 40$d$ | 43$d$ | 38$d$ | 42$d$ |
| | | 50% | 70$d$ | 78$d$ | 63$d$ | 69$d$ | 57$d$ | 63$d$ | 53$d$ | 59$d$ | 50$d$ | 55$d$ | 48$d$ | 52$d$ | 46$d$ | 50$d$ | 45$d$ | 49$d$ |

注：1. 抗震设计时，混凝土构件位于同一连接区段内的纵向受力钢筋接头面积百分率不宜大于50%。

2. 两根不同直径钢筋搭接时，表中$d$取较细钢筋直径。

3. 当为环氧树脂涂层带肋钢筋时，表中数据尚应乘以1.25。

4. 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。

5. 当搭接长度范围内纵向受拉钢筋周边保护层厚度为3$d$（$d$为锚固钢筋的直径）时，表中数据可乘以0.8；保护层厚度不小于5$d$时，表中数据可乘以0.7；中间时按内插值计算。

6. 当上述修正系数（注3～注5）多于一项时，可按连乘计算。

7. 当位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率为表中数据中间值时，搭接长度可按内插取值。

8. 任何情况下，搭接长度不应小于300mm。

9. 四级抗震等级时，$l_{lE}=l_l$。

10. HPB300级钢筋规格限于直径6mm～14mm。

| 纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-15 |

**1.11 纵向受力钢筋采用绑扎搭接时，同一连接区段的范围、接头百分率的要求、计算构件接头百分率的方法、接头布置原则、钢筋直径不同时接头面积百分率与同一连接区段长度的取值原则如何确定？**

1 同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。钢筋绑扎搭接连接区段长度为1.3倍的搭接长度（$1.3l_l$或$1.3l_{lE}$），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，如图1.11-1所示。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。同一连接区段内纵向受力钢筋搭接接头面积百分率宜满足要求。

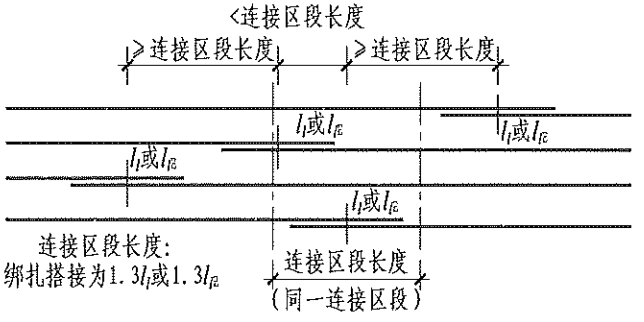



图1.11-1 同一连接区段内纵向受拉钢筋绑扎搭接接头

2 位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率：

1）梁类、板类及墙类构件，不宜大于25%。

2）柱类构件，不宜大于50%。

3）当工程中需要增大受拉钢筋搭接接头面积百分率时，梁类构件不宜大于50%；板类、墙类及柱类构件，可根据实际情况放宽。

3 梁、板受弯构件，按一侧纵向受拉钢筋面积计算搭接接头面积百分率，即上部、下部钢筋分别计算；柱、剪力墙按全截面钢筋面积计算搭接接头面积百分率。

4 搭接钢筋接头除应满足接头百分率的要求外，宜交错式布置，相邻钢筋接头不应连续布置；如钢筋直径相同，接头面积百分率为50%时隔一搭一，接头面积百分率为25%时隔三搭一。

5 不同直径钢筋搭接时，不应因直径不同钢筋搭接而使构件截面配筋面积减小，需按较小钢筋直径计算搭接长度及接头面积百分率，见图1.11-2。相邻纵向受力钢筋直径不同时，各自的搭接长度也不同，此时连接区段长度应按相邻搭接钢筋中较大直径钢筋搭接长度的1.3倍计算，见图1.11-3。

图1.11-2 不同直径钢筋搭接接头面积

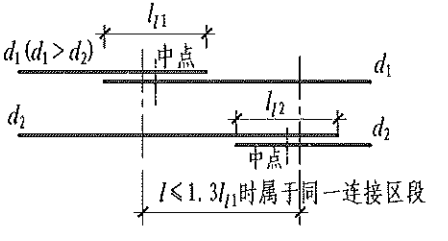



图1.11-3 不同直径钢筋搭接连接区段长度计算

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.4.3条。

| 绑扎搭接 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-16 |

## 1.12 钢筋机械连接接头有何要求？不同直径钢筋机械连接如何计算接头百分率？

1 结构构件中纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。钢筋机械连接的连接区段长度为35$d$，$d$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接头均属于同一连接区段，如图1.12-1所示。同一连接区段内纵向受拉钢筋接头百分率不宜大于50%，受压时接头百分率可不受限制。

位于同一连接区段内钢筋机械连接接头的面积百分率应符合下列要求：

1）抗震设计的框架梁端、柱端箍筋加密区，不宜设置接头。当无法避开时，应采用Ⅱ级接头或Ⅰ级接头，接头面积百分率均不应大于50%。

2）框架梁端、柱端的箍筋加密区以外的内力较小部位，当接头面积百分率大于50%时，应采用Ⅰ级接头。

3）延性要求不高部位可采用Ⅲ级接头，其接头百分率不应大于25%。

4）对直接承受动力荷载的结构构件，接头百分率不应大于50%，应满足抗疲劳性能的要求。

2 纵向受力钢筋机械连接接头保护层：条件允许时，钢筋连接件的混凝土保护层厚度宜符合本图集第1.3条中的规定，且不应小于0.75倍钢筋保护层最小厚度和15mm的较大值。必要时可对连接件采取防锈措施。

3 不同直径钢筋机械连接时，接头面积百分率按较小直径计算。同一构件纵向受力钢筋直径不同时，连接区段长度按较大直径计算，如图1.12-2所示。

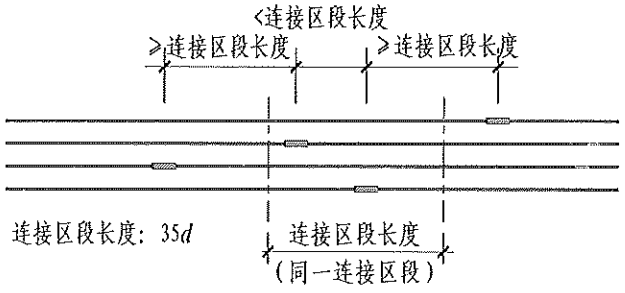



图1.12-1 同一连接区段内纵向受拉钢筋机械连接接头

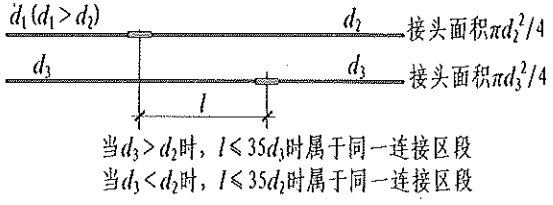



图1.12-2 不同直径钢筋机械连接区段

相关标准条文：

1 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107-2016第4.0.3条；

2 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.4.7条。

| 机械连接 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | | 校对 | 李增银 | | 设计 | 肖军磊 | | 页 | 1-17 |

## 1.13 普通钢筋常用焊接方法有何使用要求？

常用焊接方法包括电阻点焊、闪光对焊、电渣压力焊、气压焊、电弧焊。

细晶粒热轧带肋钢筋（HRBF）焊接应经过试验确定；直径大于28mm的热轧带肋钢筋（HRB）焊接应经过试验确定；余热处理钢筋（RRB）不宜焊接（《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012中RRB400W级钢筋可采用闪光对焊或电弧焊）。

施工注意事项：

1 电阻点焊：用于钢筋焊接骨架和钢筋焊接网。焊接骨架较小钢筋直径不大于10mm时，大小钢筋直径之比不宜大于3倍；较小直径为12mm~16mm时，大小钢筋直径之比不宜大于2倍。焊接网较小钢筋直径不得小于较大直径的60%。

2 闪光对焊：可采用连续闪光焊、预热闪光焊或闪光-预热闪光焊工艺方法，可根据行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012第4.3.1条的规定选用。HRB500、HRBF500钢筋焊接时，应采用预热闪光焊或闪光-预热闪光焊工艺。不同直径钢筋焊接时径差不得超过4mm。

3 电渣压力焊：仅应用于柱、墙等构件中竖向或斜向（竖向倾角不大于10°）钢筋，不得用于梁、板等构件中水平钢筋的连接。不同直径钢筋焊接时径差不得超过7mm。

4 气压焊：可用于钢筋在垂直位置、水平位置或倾斜位置的对接焊接。不同直径钢筋焊接时径差不得超过7mm。

5 电弧焊：包括帮条焊、搭接焊、坡口焊、窄间隙焊和熔槽帮条焊。帮条焊、熔槽帮条焊使用时应注意钢筋间隙的要求。窄间隙焊用于直径大于或等于16mm钢筋的现场水平连接。熔槽帮条焊用于直径大于或等于20mm钢筋的现场安装焊接。

钢筋焊接连接的有关要求：

1 钢筋焊接连接区段长度为35$d$，且不应小于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接头均属于同一连接区段，如图1.13-1所示。

2 不同直径钢筋焊接时，接头面积百分率按较小直径计算。同一构件纵向受力钢筋直径不同，连接区段长度按较大直径计算。如图1.13-2所示。

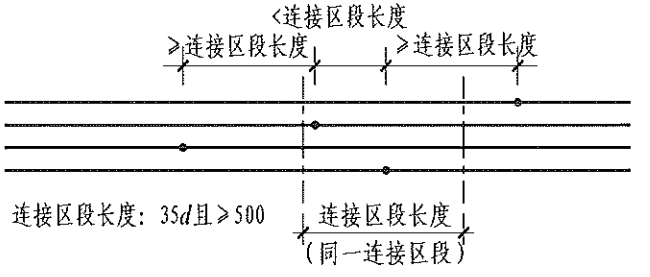
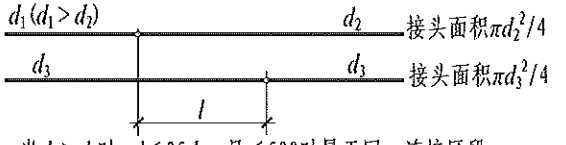



图1.13-1 同一连接区段内纵向受拉钢筋焊接接头




当$d_3>d_2$时，$l\leqslant35d_3$，且≤500时属于同一连接区段
当$d_3<d_2$时，$l\leqslant35d_2$，且≤500时属于同一连接区段

图1.13-2 不同直径钢筋焊接连接区段

相关标准条文：

1 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012第4章；
2 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第5.4.4条；
3 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.4.8条。

| 焊 接 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-18 |

1.14 梁、柱类纵向受力钢筋绑扎搭接长度范围配置横向箍筋有何要求？剪力墙竖向钢筋搭接长度范围内横向构造钢筋的布置有何要求？

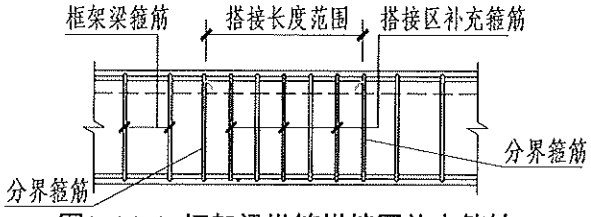



图1.14-1 框架梁纵筋搭接区补充箍筋

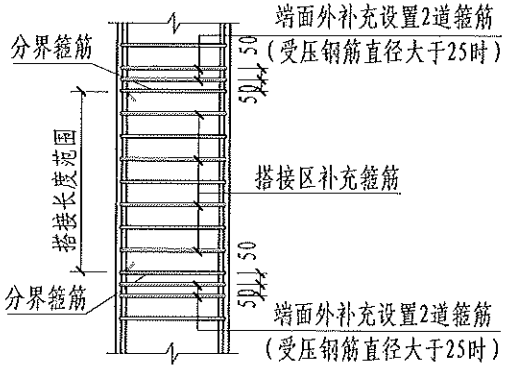



图1.14-2 框架柱纵筋搭接区补充箍筋

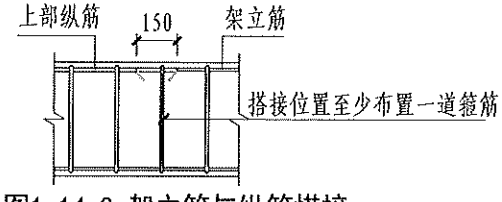



图1.14-3 架立筋与纵筋搭接

针对绑扎搭接钢筋在受力后的分离趋势及搭接区混凝土的纵向劈裂，尤其是受弯构件挠曲后的翘曲变形，要求对搭接连接区域采取加强约束措施。

1 梁、柱类构件纵向受力钢筋（包括受扭纵筋）搭接长度范围内应配置箍筋，见图1.14-1、图1.14-2。具体规定如下：

1）箍筋直径不小于搭接钢筋最大直径的0.25倍。

2）箍筋间距不应大于搭接钢筋最小直径的5倍，且不应大于100mm。

3）当受压钢筋直径$d>25$mm时，尚应在搭接接头两个端面外100mm范围内各设置两道箍筋，例如柱中的纵向钢筋，如图1.14-2所示。

2 剪力墙约束边缘构件（端柱除外）阴影部分、构造边缘构件、扶壁柱、非边缘暗柱在纵筋搭接长度范围内，箍筋直径应不小于纵向搭接钢筋最大直径的0.25倍，箍筋间距不大于100mm。

3 框架梁中架立筋与纵筋搭接时，搭接位置至少应有一道箍筋同搭接的两根钢筋绑扎，如图1.14-3所示。

4 剪力墙端柱纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置的箍筋按柱构件确定。

5 在不同配置要求的箍筋区域分界处应设置分界箍筋，分界箍筋应按相邻区域配置要求较高的箍筋配置。

6 纵筋搭接范围内的补充钢筋应采用封闭箍，封闭箍的弯钩设置同梁柱箍筋。

7 纵向受力钢筋搭接区箍筋既要满足搭接区对箍筋直径与间距的要求，又要满足构件该处箍筋的计算与构造配筋要求。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.4.6条。

| 搭接长度范围内箍筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-19 |

## 1.15 结构中哪些构件需要选择牌号带“E”的热轧带肋钢筋？

对按一、二、三级抗震等级设计的房屋建筑框架和斜撑构件，其纵向受力普通钢筋性能应符合下列规定：

1）强屈比：抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；

2）超强比或超屈比：屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于1.30；

3）均匀伸长率：最大力下总延伸率实测值不应小于9%。

施工注意事项：

1 需要满足上述要求的框架包括各类混凝土结构中的框架梁、框架柱、转换梁、转换柱及板柱-剪力墙的柱等，其抗震等级应根据国家现行标准确定；斜撑构件包括伸臂桁架的斜撑、框架中参与结构整体抗震计算的楼梯梯段（如22G101-2中ATc型楼梯）等。

2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015中明确规定，对按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件中的纵向受力普通钢筋应采用HRB400E、HRB500E、HRBF400E或HRBF500E钢筋。牌号带“E”的钢筋是专门为满足抗震性能要求生产的钢筋，其表面轧有专用标志。

3 对进场的钢筋应检查进场抽样检验报告。检查数量按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

相关标准条文：

1 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第3.2.3条；

2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015第5.2.3条；

3 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第5.2.2条；

4 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第3.9.2条。

## 1.16 钢筋混凝土构件中的受力钢筋代换，是否可以高强度钢筋等面积替换低强度钢筋？在同一构件中的纵向受力钢筋是否可以同时使用不同强度等级的钢筋？

1 混凝土结构施工中，往往因为材料供应等原因，会对钢筋混凝土构件中的受力钢筋进行代换。钢筋代换一般不可以简单地采用高于设计牌号的钢筋等面积代换，特别是在有抗震设防要求的框架梁、柱、转换梁、转换柱、剪力墙的边缘构件等部位。

2 同一构件中，同一部位纵向受力钢筋应采用同一牌号的钢筋。

为什么不能直接以高强度钢筋等面积替换低强度钢筋？

在有抗震设防要求的结构构件或部位，当代换后的纵向钢筋总承载力设计值大于原设计纵向钢筋总承载力设计值时，会造成薄弱部位的转移，使某些构件或某个部位发生混凝土的脆性破坏（混凝土压碎、剪切破坏等）。

注意事项：

1 当需要进行钢筋代换时，应办理设计变更文件。钢筋代换主要包括钢筋的品种、级别、规格、数量等的改变。

2 钢筋代换后的钢筋混凝土构件，其纵向钢筋总承载力设计值应与原设计的纵向钢筋总承载力设计值相等。

3 钢筋强度和直径改变后，应验算钢筋混凝土构件正常使用阶段的挠度和裂缝宽度在允许范围内。

4 当进行钢筋代换时，应满足最小配筋率、最大配筋率、钢筋间距、保护层厚度、钢筋锚固长度、接头面积百分率及搭接长度等构造要求。

相关标准条文：

1 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第2.0.11条；

2 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021第5.2.5条；

3 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第5.1.3条；

4 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第4.2.8条。

## 1.17 焊接封闭箍筋有何构造要求？非焊接封闭箍筋有何构造要求？拉筋、拉结筋末端弯钩有何要求？

G101系列图集要求的封闭箍筋可采取焊接封闭的做法，也可在末端设置弯钩。

1 焊接封闭箍筋宜采用闪光对焊；采用气压焊或单面搭接焊时，应注意最小直径适用范围。单面搭接焊适用于直径不小于10mm的钢筋，气压焊适用于直径不小于12mm的钢筋。为保证焊接质量，焊接封闭箍筋应在专业加工场地并采用专用设备完成，《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012规定了详细的施工操作和验收要求。焊接封闭箍筋要求如下：

1）每个箍筋的焊接连接点数量应为1个，焊点宜位于多边形箍筋的某边中部，且距离弯折处的位置不小于100mm。如图1.17-1所示。

2）矩形柱箍筋焊点宜设在柱短边，等边多边形柱箍筋焊点可设在任一边；不等边多边形柱箍筋焊点应位于不同边上。

3）梁箍筋焊点应设置在顶部或底部。

4）箍筋焊点应沿纵向受力钢筋方向错开布置。

2 非焊接封闭箍筋末端应设弯钩，弯钩做法及长度要求如下：

1）非抗震设计的结构构件箍筋弯钩的弯折角度不应小于90°，为保证受力可靠，工程多采用135°弯钩；弯折后平直段长度不应小于箍筋直径的5倍，且不宜小于50mm。如图1.17-2所示。

2）对有抗震设防要求的结构构件，箍筋弯钩的弯折角度为135°，弯折后平直段长度不应小于箍筋直径10倍和75mm两者中的较大值。如图1.17-3所示。

3）构件受扭时（如受扭非框架梁LN或梁侧面以“N”打头的纵筋），箍筋弯钩的弯折角度为135°，弯折后平直段长度不应小于箍筋直径10倍。

4）圆形箍筋（非螺旋箍筋）搭接长度不应小于其受拉锚固长度$l_a$（$l_{aE}$），末端均应做135°弯钩，弯折后平直段长度对一般结构构件不应小于箍筋直径的5倍，对有抗震设防要求的结构构件不应小于箍筋直径10倍和75mm的较大值。如图1.17-4所示。

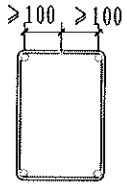



图1.17-1 焊接封闭箍筋

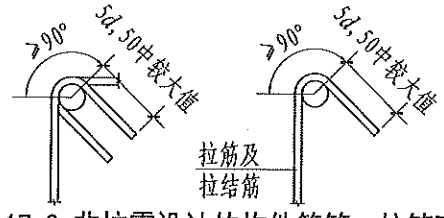
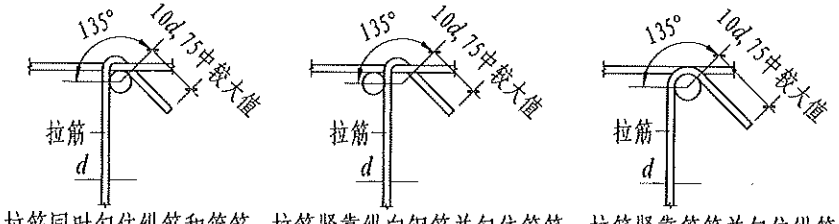



图1.17-2 非抗震设计的构件箍筋、拉筋弯钩




拉筋同时勾住纵筋和箍筋　拉筋紧靠纵向钢筋并勾住箍筋　拉筋紧靠箍筋并勾住纵筋

图1.17-3 抗震设计的构件封闭箍筋及拉筋弯钩构造

图1.17-4 圆形箍筋

| 焊接封闭箍筋，箍筋、拉筋弯钩 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-21 |

3 拉筋、拉结筋末端也应做弯钩，具体要求如下：

在22G101系列图集中，拉筋主要用于：梁、柱类构件复合箍筋中的一部分，与外圈封闭箍筋形成复合箍筋；梁、连梁腰筋间的拉结；剪力墙边缘构件范围内（含约束边缘构件非阴影区）、扶壁柱、非边缘暗柱中的拉筋。拉结筋主要用于剪力墙分布钢筋（约束边缘构件沿墙肢长度$l_c$范围以外、构造边缘构件范围以外）之间的拉结。

1）拉筋用于梁、柱类构件复合箍筋中时，两端弯折角度均为135°，弯折后平直段长度同箍筋。

2）拉筋用于梁、连梁腰筋间拉结时，两端弯折角度均为135°，弯折后平直段长度同箍筋。

3）拉筋用于剪力墙边缘构件范围之内（含约束边缘构件非阴影区）、扶壁柱、非边缘暗柱时，两端弯折角度均为135°，弯折后平直段长度同箍筋。

4）拉结筋用作剪力墙分布钢筋（约束边缘构件沿墙肢长度$l_c$范围以外、构造边缘构件范围以外）间拉结时，可采用一端135°另一端90°弯钩，弯折后平直段长度不应小于拉结筋直径的5倍。如图1.17-5所示。

4 施工图设计文件对封闭箍筋、拉筋及拉结筋的末端弯钩有特别要求的，还应按设计文件要求执行。

5 封闭箍筋、拉筋及拉结筋，其弯折的弯弧内直径应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。

6 当梁有多排纵筋时，为避免箍筋弯钩和第二排梁纵筋“打架”，现场往往采取加大上下排纵筋间距的方式来避免碰撞，导致梁的计算有效高度减小，梁的承载力不能满足设计要求。

图1.17-6给出了框架梁配置双排纵筋时的箍筋做法。为便于施工，施工单位可针对整体工程中梁截面高度、纵筋及箍筋的规格情况，在征得设计同意的情况下，适当加大上下排纵筋间距，对箍筋进行分类整合，便于箍筋加工。

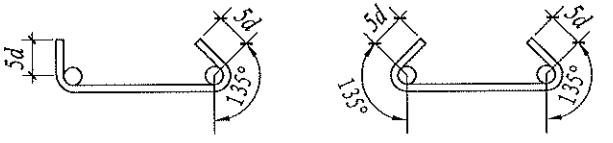
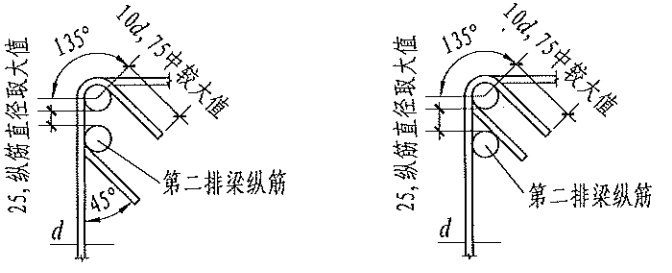



图1.17-5 剪力墙分布钢筋拉结筋构造

（宜同时勾住外侧水平及竖向分布钢筋）




（a）箍筋弯钩与第二排纵筋碰撞时　（b）箍筋弯钩与第二排纵筋可避开时

图1.17-6 框架梁有双排钢筋时箍筋构造

相关标准条文：

1 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第5.3.6条、第5.3.7条；

2 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.9条、第9.2.10条、第9.3.2条、第11.1.8条。

| 焊接封闭箍筋，箍筋、拉筋弯钩 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-22 |

## 1.18 并筋（钢筋束）的主要形式、等效直径的计算方法及相应构造有何要求？

1 由两根单独钢筋组成的并筋可按竖向或横向的方式布置，由三根单独钢筋组成的并筋宜按品字形布置，具体排布形式应在施工图设计文件中明确注明。直径不大于28mm的钢筋并筋数量不应超过3根；直径32mm的钢筋并筋数量宜为2根；直径大于或等于36mm的钢筋不应采用并筋。

2 并筋等效直径按截面面积相等的原则换算确定。当直径相同的单根钢筋数量为两根时，并筋等效直径取1.41倍单根钢筋直径；当直径相同的单根钢筋数量为三根时，并筋等效直径取1.73倍单根钢筋直径，见图1.18-1。

3 当采用并筋时，构件中钢筋间距、钢筋基本锚固长度及保护层厚度都应按并筋的等效直径计算，且并筋的锚固宜采用直线锚固。并筋保护层厚度除应满足本图集第1.3条要求外，其实际外轮廓边缘至混凝土外边缘距离尚不应小于并筋的等效直径。见图1.18-2、图1.18-3。

4 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，见图1.18-4。搭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。

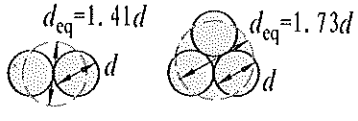



图1.18-1 并筋形式示意图

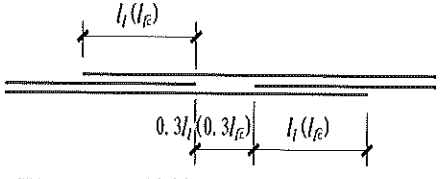



图1.18-4 并筋绑扎错开搭接方式

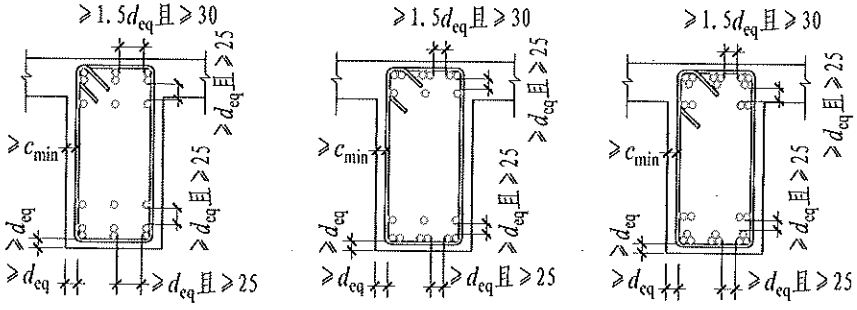



图1.18-2 梁混凝土保护层厚度、钢筋间距要求示意图

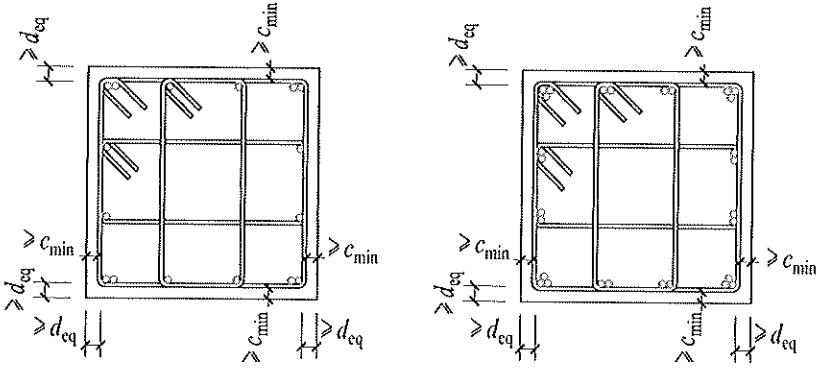



图1.18-3 柱混凝土保护层厚度示意图

注：$c_{min}$按本图集第1.3条取值；$d_{eq}$为并筋等效直径。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第4.2.7条、第8.4.3条。

| 并筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 1-23 |

# 2 柱和节点构造

**2.1 框架柱与框架梁的混凝土强度等级不同时，节点核心区的混凝土如何处理？**

柱、墙混凝土设计强度等级高于梁、板混凝土设计强度等级时，混凝土浇筑应符合下列规定：

1 柱、墙混凝土设计强度等级比梁、板混凝土设计强度等级高一个等级时，柱、墙位置梁、板高度范围内的混凝土经设计单位确认，可采用与梁、板混凝土设计强度等级相同的混凝土进行浇筑。

2 柱、墙混凝土设计强度等级比梁、板混凝土设计强度等级高两个以及两个以上等级时，应在交界区域采取分隔措施；分隔位置应在低强度等级的构件中，距离高强度等级构件边缘不应小于500mm，且不应小于1/2梁高。

3 宜先浇筑强度等级高的混凝土，后浇筑强度等级低的混凝土。

注意事项：

1 当框架柱和框架梁的混凝土强度等级不超过一级，或不超过两级但是节点四周均有框架梁，施工单位若需要将节点核心区采用与梁相同混凝土强度等级浇筑时，需得到设计方的确认。

设计方应对梁柱节点核心区的竖向受压承载能力和受剪承载力进行核算。当验算不能满足承载力要求时，可以通过在梁端增加高度与梁高相同的水平腋的方法，提高对节点核心区的约束作用，尤其是当梁的宽度不大于柱宽的1/2时，效果明显。

在框架梁增设水平腋及配置附加构造钢筋，应由设计人员认可或由设计人员出具相应的书面设计文件。

2 当节点核心区必须采用与柱相同混凝土强度等级浇筑，而梁、板二次浇筑混凝土的施工方法时，浇筑方法见图2.1。

此时施工方必须采取相应措施保证此处的施工质量。先浇筑高强度等级混凝土，后浇筑相邻处较低强度等级混凝土，在一侧混凝土初凝前完成另一侧混凝土的浇筑。

为保证混凝土交界面工整清晰，可在高强度等级混凝土与低强度等级混凝土之间采取分隔措施，分隔可采用钢丝网板等措施。钢丝网板两侧混凝土虽然分别浇筑，但应保证在一侧混凝土浇筑后的初凝前，完成另一侧混凝土的覆盖。因此分隔位置不是施工缝，而是临时隔断。

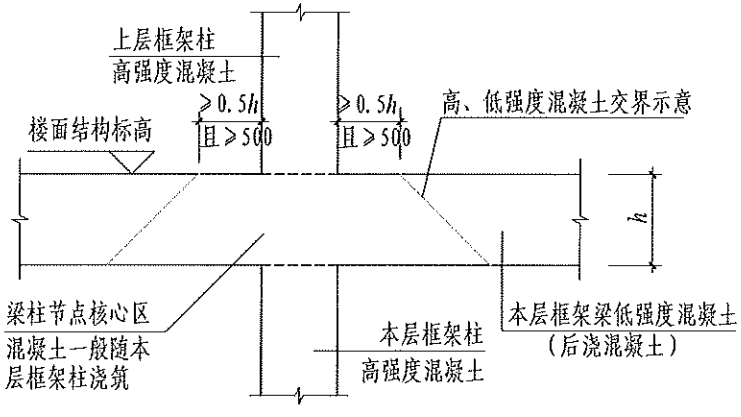



图2.1 节点核心区与梁混凝土强度不同时

相关标准条文：

1 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011第8.3.8条；

2 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010表6.3.6；

3 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010附录D；

4 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB50010-2010第11.4.16条。

框架梁柱节点核心区承载能力核算：

1 受压承载能力：

$$N/(\eta_j f_c A) \leqslant \mu_{lim}$$

式中：$N$——柱组合轴压力设计值；

$\eta_j$——正交梁的约束影响系数；楼板为现浇、梁柱中线重合、四侧各梁截面宽度不小于该侧柱截面宽度的1/2，且正交方向梁高度不小于较高框架梁高度的3/4时可采用1.5，9度抗震等级为一级时宜采用1.25；其他情况均采用1.0；

$f_c$——实际浇筑核心区混凝土强度设计值；

$A$——柱截面积；

$\mu_{lim}$——轴压比限值，按《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010表11.4.16、《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010表6.3.6取值。

2 受剪承载力：

按《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010附录D进行核算。当抗震等级为四级时，强节点系数 $\eta_{jb}$ 取为1。

| 框架梁柱节点混凝土浇筑及核算 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-2 |

**2.2 框架柱节点核心区水平箍筋配置太密集时，施工很不方便，是否必须按柱端箍筋加密区的要求配置？**

按G101系列图集绘制的平法施工图，无特殊注明时框架节点核心区箍筋等同于柱端箍筋加密区范围内箍筋。

当框架节点核心区内箍筋与柱端箍筋设置不同时，设计人员应在括号中注明核心区箍筋直径及间距。如：Φ10@100/200(Φ12@100)，括号内数值表示框架节点核心区箍筋直径12mm，间距100mm，不同于柱端箍筋。

施工注意事项：

1 框架节点核心区中水平箍筋应按施工图设计文件中的要求配置，不得随意减少。

2 施工中，当箍筋肢数较多无法保证浇筑空间时，经设计确认后，可采用除最外侧矩形箍筋、菱形或多边形箍筋必须为封闭箍筋外，中间部分箍筋用符合抗震构造要求的拉筋或封闭箍筋加拉筋的复合箍替代的做法。

节点核心区井字复合箍做法见图2.2-1；节点核心区拉筋复合箍做法见图2.2-2；节点核心区菱形箍筋做法见图2.2-3。

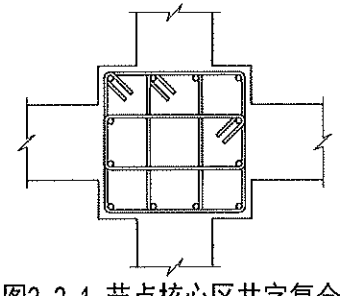


图2.2-1 节点核心区井字复合箍

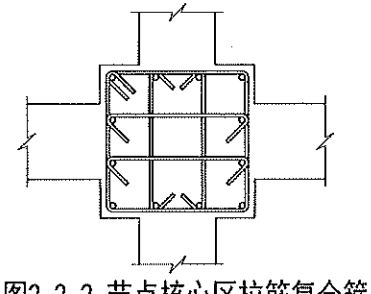


图2.2-2 节点核心区拉筋复合箍

节点核心区设置水平箍筋的必要性

框架结构的节点核心区是保证框架承载力和抗倒塌能力的关键部位，受力状态复杂。为使梁、柱纵向受力钢筋有可靠的锚固条件，框架梁柱节点核心区的混凝土应具有良好的约束，节点核心区应配置水平箍筋。

抗震设计的框架节点，需要保证“强柱弱梁，节点更强”的设计理念。因此，我国相关标准对节点核心区的配箍特征值、柱端箍筋加密区体积配箍率以及箍筋的直径、间距都有明确的要求；除此之外，还要求对一、二、三级框架的节点核心区进行抗震验算。

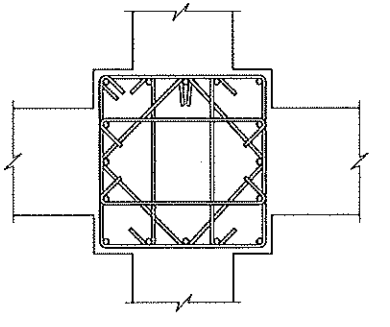


图2.2-3 节点核心区菱形箍筋

相关标准条文：

《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.2.14条、第6.3.10条、附录D。

| 框架柱节点核心区水平箍筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-3 |

2.3 当框架柱$X$或$Y$方向无梁且无板（单向穿层柱）或各方向均无梁且无板（双向穿层柱）时，柱端箍筋加密范围如何计算？

1 单方向无梁且无板的框架柱（单向穿层柱），如图2.3-1所示，柱端各部位箍筋按柱净高计算的加密范围见图2.3-2。

1) 柱的上、下端箍筋加密范围应按穿层柱总净高的1/6计算。

2) 因中间层单方向有框架梁，所以该处的柱端箍筋加密范围按各自层柱净高的1/6计算。

2 当柱在某楼层各向均无梁且无板（双向穿层柱）时，箍筋加密区范围按该穿层柱的总净高的1/6计算，见图2.3-3。

3 柱端箍筋加密范围除应满足不小于柱净高1/6以外，还应满足不小于柱长边尺寸$h_c$(圆柱直径)和500mm。

4 底层柱下端箍筋加密区长度应取不小于穿层柱总净高的1/3计算。

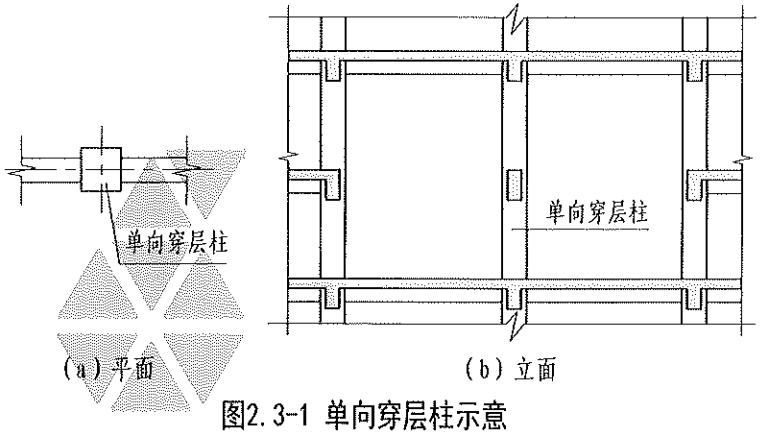



图2.3-1 单向穿层柱示意

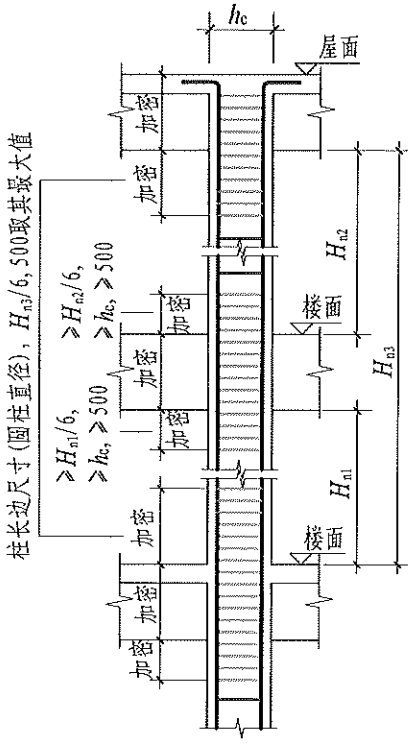



图2.3-2 单向穿层柱箍筋加密区范围

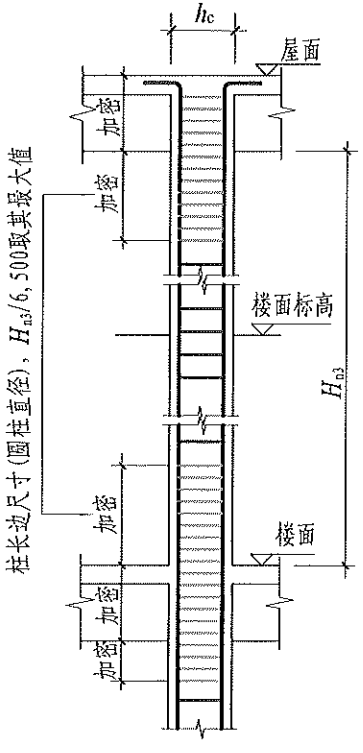



图2.3-3 双向穿层柱箍筋加密区范围

| 穿层柱箍筋加密区长度范围 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-4 |

2.4 在施工图设计文件中如何注写框架柱嵌固部位，其箍筋加密区如何设置？

1 22G101-1中对框架柱嵌固部位的注写有相应规定：

1）框架柱嵌固部位在基础顶面时，无需注明。无地下室时浅埋的扩展基础嵌固部位一般为基础顶面，箍筋加密区范围见图2.4-1；墙或梁上柱箍筋加密区范围见图2.4-2。

当扩展基础埋深较深，基础顶面与首层地面高差较大，在首层地面处设置地下框架梁且嵌固端在梁顶时，若地下框架梁至基础顶面的框架柱为短柱，设计应注写短柱箍筋全长加密，此时箍筋加密区范围见图2.4-3。

2）框架柱嵌固部位不在基础顶面时，设计在层高表嵌固部位标高下使用双细线注明，并在层高表下方注明上部结构嵌固部位标高。有地下室时，需要根据实际工程情况由设计注明嵌固部位，箍筋加密区范围见图2.4-4。

3）框架柱嵌固部位不在地下室顶板，但仍需考虑地下室顶板对上部结构实际存在嵌固作用时，可在层高表地下室顶板标高下使用双虚线注明，此时首层柱端箍筋加密区长度范围及纵筋连接位置均按嵌固部位要求设置。箍筋加密区见图2.4-5。

2 柱箍筋加密区长度按以下要求取值：

1）嵌固部位处的柱根箍筋加密区长度为该层柱净高的1/3。

2）其他部位框架柱的箍筋加密区长度，取柱截面长边尺寸（或圆柱直径）、柱净高的1/6和500mm中的最大值；当与柱相连的梁为竖向加腋梁时，柱端箍筋加密区长度计算点以与柱交界面处竖向加腋梁的腋底算起；当相邻侧框架梁高度不一致时，柱箍筋加密区长度起算点以与柱交界面处较低的梁底算起，柱净高按较低的梁底计算。

框架柱嵌固部位箍筋加密区高度为什么比其他楼层大？

根据震害表明，底层柱根部剪切破坏是造成建筑物倒塌的原因之一。因此加强柱嵌固部位的构造措施，以增强柱根部的抗剪能力和提高框架柱延性。

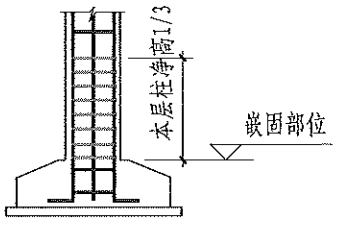



图2.4-1 基础顶面为嵌固部位

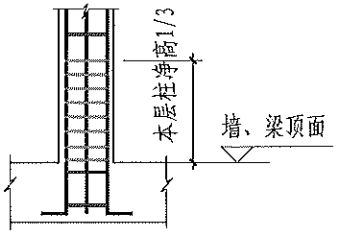



图2.4-2 墙或梁上起框架柱

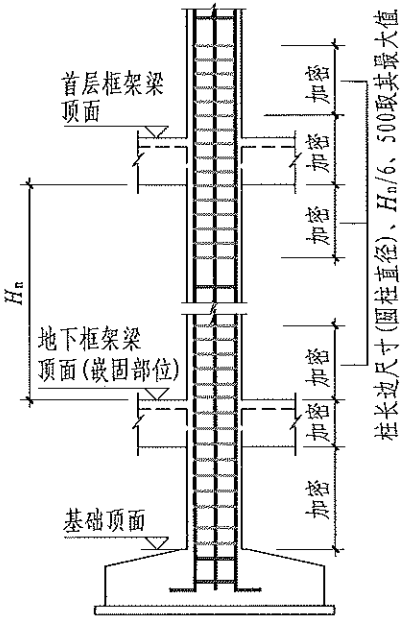



图2.4-3 KZ的箍筋加密区范围

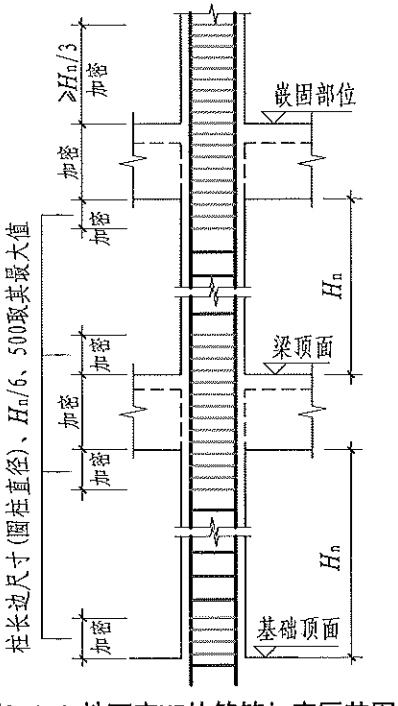



图2.4-4 地下室KZ的箍筋加密区范围

| 嵌固部位和箍筋加密区 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-5 |

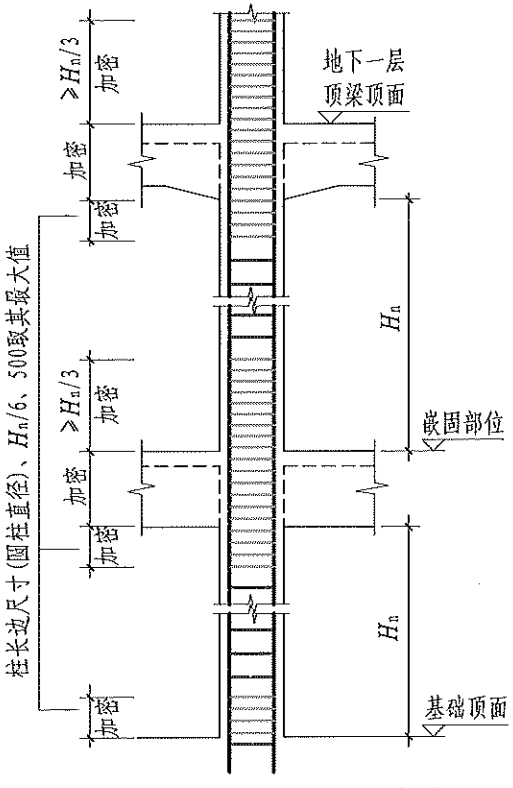



图2.4-5 嵌固部位下移后地下室KZ的箍筋加密区范围

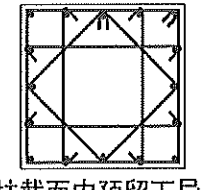


图2.5 柱截面内预留下导管空间

## 2.5 框架柱箍筋加密区肢距构造有何要求？

1 框架柱箍筋加密区范围内，箍筋肢距有如下要求：

1) 抗震等级为一级时，不宜大于200mm。

2) 二、三级不宜大于250mm和20倍箍筋直径的较大值。

3) 四级不宜大于300mm。

2 框架柱节点核心区内水平箍筋当设计文件无特殊规定时，应按柱端箍筋加密区范围的直径和间距、肢距要求配置。

注意事项：

1 现浇混凝土柱箍筋的配筋方式应考虑混凝土浇筑工艺的要求，在柱截面的中心部位留出浇筑混凝土所用导管空间，以方便混凝土浇筑的施工。

2 在柱截面的中部宜留出200mm~300mm的空间，便于混凝土泵送导管的插入。当箍筋肢数较多无法保证浇筑空间时，可采用菱形箍筋中间留空的做法，见图2.5。对于截面较大的柱，预留一个导管位置不能满足混凝土浇筑要求时，另增加的预留导管位置宜提前与设计单位商议确定。

为何对箍筋加密区肢距作出限制？

对柱端箍筋加密区肢距作出限制是为了保证潜在塑性铰区内箍筋对混凝土和柱内纵向受压钢筋的有效约束，因此对柱纵向钢筋的排布应考虑柱端箍筋加密范围对肢距的要求。每隔一根纵向钢筋宜在两个方向有封闭箍筋或拉筋约束，当柱截面内配置有菱形、八字形等与外围箍筋不平行的箍筋形式时，箍筋的肢距计算可考虑斜向箍筋的作用。

相关标准条文：

1 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.3.9条；

2 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB50010-2010第11.4.15条。

**2.6 当嵌固部位在首层时，地下一层柱每侧纵筋为什么要求多10%且不能伸至嵌固部位以上？**

地下室顶板作为上部结构的嵌固部位时，当框架柱柱底屈服、出现塑性铰时，要保证地下一层对应的框架柱不屈服，故要求地下一层柱截面每侧纵向钢筋不应小于地上一层柱对应纵向钢筋的1.1倍，地下一层柱中多出的纵向钢筋不应伸至嵌固部位以上进行锚固。

设计注意事项：

实际工程中，嵌固部位上下层的柱纵筋配置应遵循能够贯通的钢筋尽量贯通的原则，尽可能保证钢筋直径不变，通过增加钢筋根数来调整钢筋面积。应避免嵌固端上下层钢筋根数相同、直径不同的配筋情况发生，比如地下一层柱纵筋6⌀25，地上一层柱纵筋6⌀22，是不建议的。

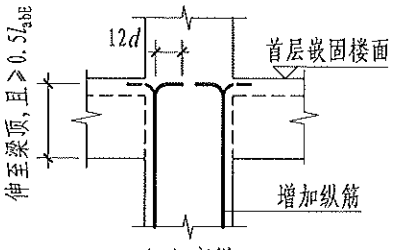
施工注意事项：

地下一层柱中多出的纵向钢筋在嵌固部位的做法如图2.6所示。多出的钢筋由设计指定。

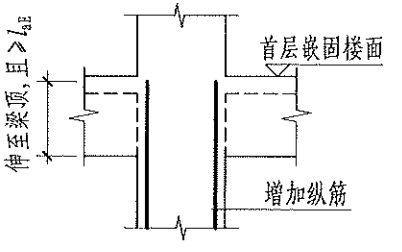
当设计配筋不满足构造要求时，应与设计沟通协调。不可直接按22G101-1第2-9页中柱上下层钢筋变直径的做法来处理。

相关标准条文：

《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50010-2010第6.1.14条。




（a）弯锚




（b）直锚

图2.6 地下一层增加钢筋在嵌固部位的锚固构造

| 嵌固部位钢筋锚固 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-7 |

## 2.7 墙上起框架柱和梁上起框架柱时的构造有何要求？

1 墙上起框架柱时，柱可与墙重叠一层，也可锚固在墙顶部，采用何种方式由设计确定。柱根部标高为墙顶面标高，柱根箍筋加密区范围不小于$H_n/3$（$H_n$为所在层柱净高）。

1）当柱与墙重叠一层时，柱纵向钢筋延伸至下一层板顶，墙顶面标高以下锚固范围内的柱箍筋按上柱非加密区箍筋要求配置。见图2.7-1（a）。

2）柱锚固在墙顶部时，柱纵向钢筋伸至与墙平面外方向相接的梁底并90°弯折150mm，伸入梁内钢筋的竖向直段投影长度应满足不小于$1.2l_{aE}$的要求。梁内设置间距不大于500mm且至少两道柱箍筋。见图2.7-1（b）。

2 梁上起框架柱时，在梁内设置间距不大于500mm且至少两道箍筋。

1）柱纵向钢筋伸至梁底90°弯折，弯折后水平投影长度为15$d$（$d$为纵向钢筋直径），伸入梁内钢筋的竖向直段投影长度应满足不小于$0.6l_{abE}$且不小于20$d$的要求。见图2.7-2。

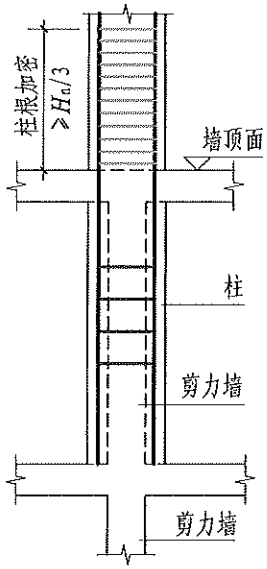
2）梁上起柱时，梁宽应大于柱宽至少50mm。当梁宽无法满足要求时，可采取设置水平加腋的方式，见图2.7-3。

3 梁上起梯柱时，梯柱纵筋构造见22G101-2第2-41页。

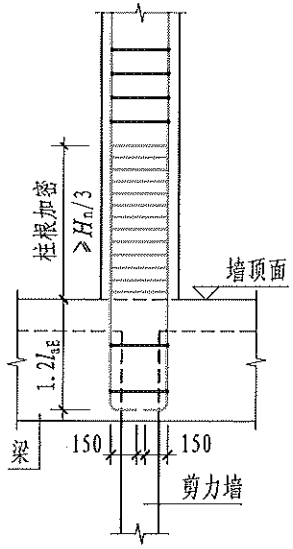
设计注意事项：

1 柱纵筋锚固在墙顶部时和梁上起框架柱时，墙体和梁的平面外方向宜设梁，以平衡柱脚在该方向的弯矩。

2 当梁为拉弯构件时，梁上起框架柱应根据实际受力情况采取加强措施，柱纵筋构造做法应由设计确定。




（a）柱与墙重叠一层




（b）柱纵筋锚固在墙顶部时柱根构造

图2.7-1 剪力墙上起柱KZ纵筋构造

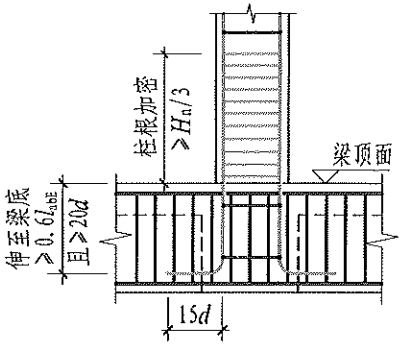



图2.7-2 梁上起柱KZ纵筋构造

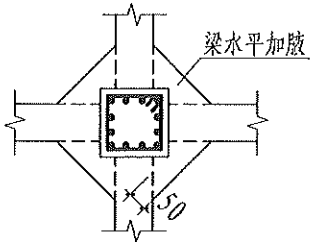



图2.7-3 柱宽大于梁宽时设置加腋

| 剪力墙上起柱、梁上起柱 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-8 |

**2.8 钢筋混凝土柱要求在刚性地面上下各500mm范围内箍筋加密，当柱仅一侧为刚性地面时，是否也需要箍筋加密？当与柱根部箍筋加密区重叠时，是否要重叠设置箍筋加密？**

当有刚性地面时，框架柱除柱端箍筋加密区外尚应在刚性地面上、下各500mm的高度范围内加密箍筋。

施工注意事项：

1 刚性地面平面内的刚度比较大，在水平力作用下，平面内变形很小，对柱根有较大的侧向约束作用。

通常现浇混凝土地面会对混凝土柱产生约束，其他硬质地面达到一定厚度也属于刚性地面，如有一定基层厚度的石材地面、地砖地面等。

2 在刚性地面上、下各500mm范围内设置箍筋加密区，其箍筋直径和间距按柱端箍筋加密区的要求，见图2.8-1。当柱两侧均为刚性地面时，加密范围取各自上下的500mm，见图2.8-2、图2.8-3。

3 当与柱端箍筋加密区范围重叠时，重叠区域的箍筋可按柱端部加密箍筋要求设置，加密区范围同时满足柱端加密区高度及刚性地面上、下各500mm的要求。

相关标准条文：

1 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第11.4.14条；

2 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.3.9条。

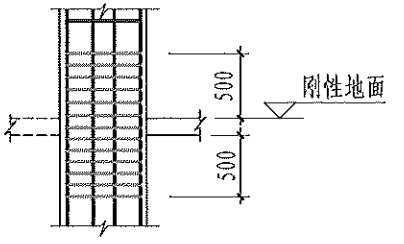



图2.8-1 刚性地面柱箍筋加密范围（一）

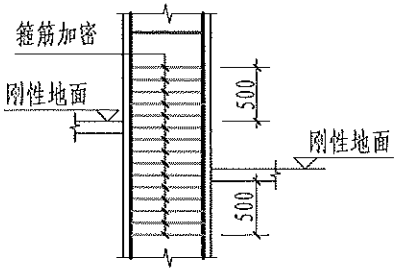



图2.8-2 刚性地面柱箍筋加密范围（二）

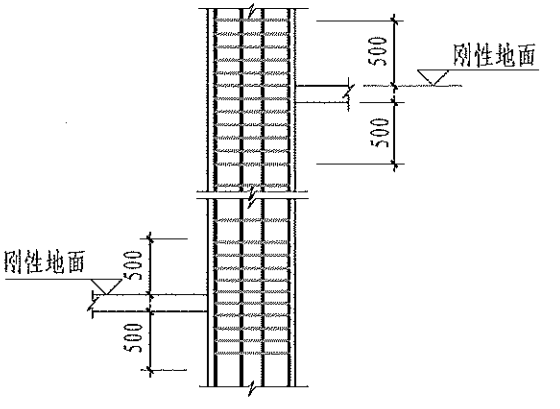



图2.8-3 刚性地面柱箍筋加密范围（三）

| 刚性地面柱箍筋加密要求 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-9 |

## 2.9 框架柱纵向受力钢筋的连接接头位置有何要求？

1 对于框架柱，柱端箍筋加密区、节点核心区是关键部位，为实现“强节点”的要求，纵向受力钢筋连接接头要求尽量避开这两个部位，如图2.9所示。

2 框架柱的柱端箍筋加密区范围如下：底层柱柱根（嵌固部位）箍筋加密区≥$H_n/3$；其他部位箍筋加密区≥$H_n/6$、≥$h_c$且≥500mm；$H_n$为加密区所在层柱净高，$h_c$为柱截面长边尺寸（圆柱为截面直径）。

3 实际工程中，接头位置无法避开柱端箍筋加密区时，应采用Ⅱ级或Ⅰ级的机械连接接头，且钢筋接头面积百分率不宜超过50%。

4 关于钢筋连接的相关要求见本图集第1.11条~第1.14条。

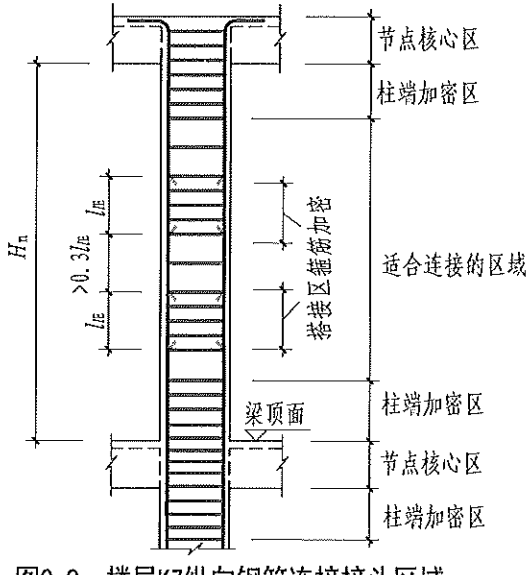



图2.9 楼层KZ纵向钢筋连接接头区域

## 2.10 框架柱、转换柱纵向钢筋间距有何要求？

1 框架柱截面尺寸大于400mm且为一、二、三级抗震设计时，其纵向钢筋间距不宜大于200mm。抗震等级为四级时，框架柱纵向钢筋间距不宜大于300mm。框架柱纵向钢筋净间距不应小于50mm，见图2.10-1。

2 转换柱纵向钢筋间距均不应小于80mm，且不宜大于200mm；钢筋净间距不应小于50mm。见图2.10-2。

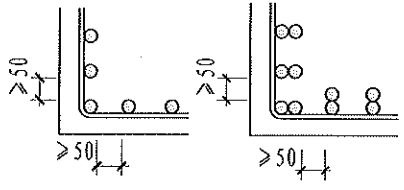



图2.10-1 框架柱纵筋间距要求

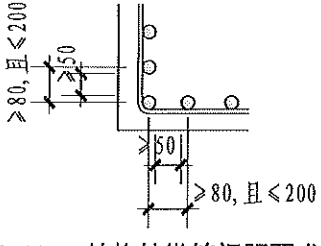



图2.10-2 转换柱纵筋间距要求

相关标准条文：

1 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.3.1条、第11.4.13条；

2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第10.2.11条；

3 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.3.8条。

| 框架柱纵向受力钢筋连接接头位置、柱纵向钢筋间距要求 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-10 |

## 2.11 框架顶层端节点（边节点和角节点）处钢筋构造有何要求？图集中构造做法如何选择？

框架顶层端节点（边节点和角节点）处钢筋有三种构造做法：一是搭接接头沿顶层端节点外侧及梁端顶部布置；二是沿节点柱顶外侧直线布置；三是顶层端节点柱外侧纵向钢筋可弯入梁内作梁上部纵向钢筋。

1 采用“节点外侧及梁端顶面90°弯折搭接”方法时，见图2.11-1，构造要点如下：

1）梁上部纵向钢筋伸至柱外侧纵筋内侧弯折，弯折段伸至梁底；

2）伸入梁内的柱外侧钢筋（钢筋①）与梁上部纵向钢筋搭接，从梁底算起的搭接长度不应小于$1.5l_{abE}$；伸入梁内的柱外侧钢筋截面积不宜小于柱外侧纵向钢筋全部面积的65%。

3）当柱外侧纵向钢筋配筋率大于1.2%时，钢筋①分两批截断，截断点之间距离不宜小于$20d$，见图2.11-1（a）、图2.11-1（b）。配筋率按公式$\rho=A_s/A_c$计算，式中$A_s$为柱外侧纵向钢筋面积，$A_c$为柱截面面积。

4）当梁的截面高度较大，梁、柱纵向钢筋直径相对较小，钢筋①从梁底算起的弯折搭接长度未伸至柱内侧边缘即已满足$1.5l_{abE}$的要求时，其弯折后包括弯弧在内的水平段长度不应小于$15d$，见图2.11-1（b）。

5）梁宽范围以外柱外侧钢筋（钢筋②）：

位于柱顶第一层时，伸至柱内边后向下弯折$8d$；见图2.11-1（c）中钢筋②$_a$。位于柱顶第二层时，伸至柱内边截断；见图2.11-1（c）中钢筋②$_b$。

当有不小于100mm的现浇板时，也可伸入现浇板内，从梁底算起的搭接长度不应小于$1.5l_{abE}$，且伸入板内的长度不小于$15d$，见图2.11-1（d）。

2 采用“柱顶部外侧直线搭接”方法时，见图2.11-2，构造要点如下：

1）搭接长度自柱顶算起不应小于$1.7l_{abE}$。当梁上部纵向钢筋配筋率大于1.2%时，宜分两批截断，截断点之间距离不宜小于$20d$。当梁上部纵筋为两排时，宜首先截断第二排钢筋。配筋率按公式$\rho=A_s/A_b$计算，式中$A_s$为梁上部纵向钢筋面积，$A_b=bh$为梁截面面积。

2）梁宽范围内的柱外侧钢筋伸至柱顶与梁上部纵向钢筋直线搭接，见图2.11-2（a）。

3）梁宽范围外的柱外侧钢筋伸至柱顶后，向柱内水平弯折$12d$，见图2.11-2（b）。

3 顶层端节点柱外侧钢筋弯入梁内作梁上部钢筋的方法。当梁上部钢筋和柱外侧钢筋数量匹配时，可将柱外侧处于梁截面宽度内的纵向钢筋直接弯入梁上部作梁负弯矩钢筋使用，见图2.11-3。该方法可与“节点外侧及梁端顶面90°搭接”方法组合使用，弯入梁内的柱外侧纵筋计入钢筋①范围内。

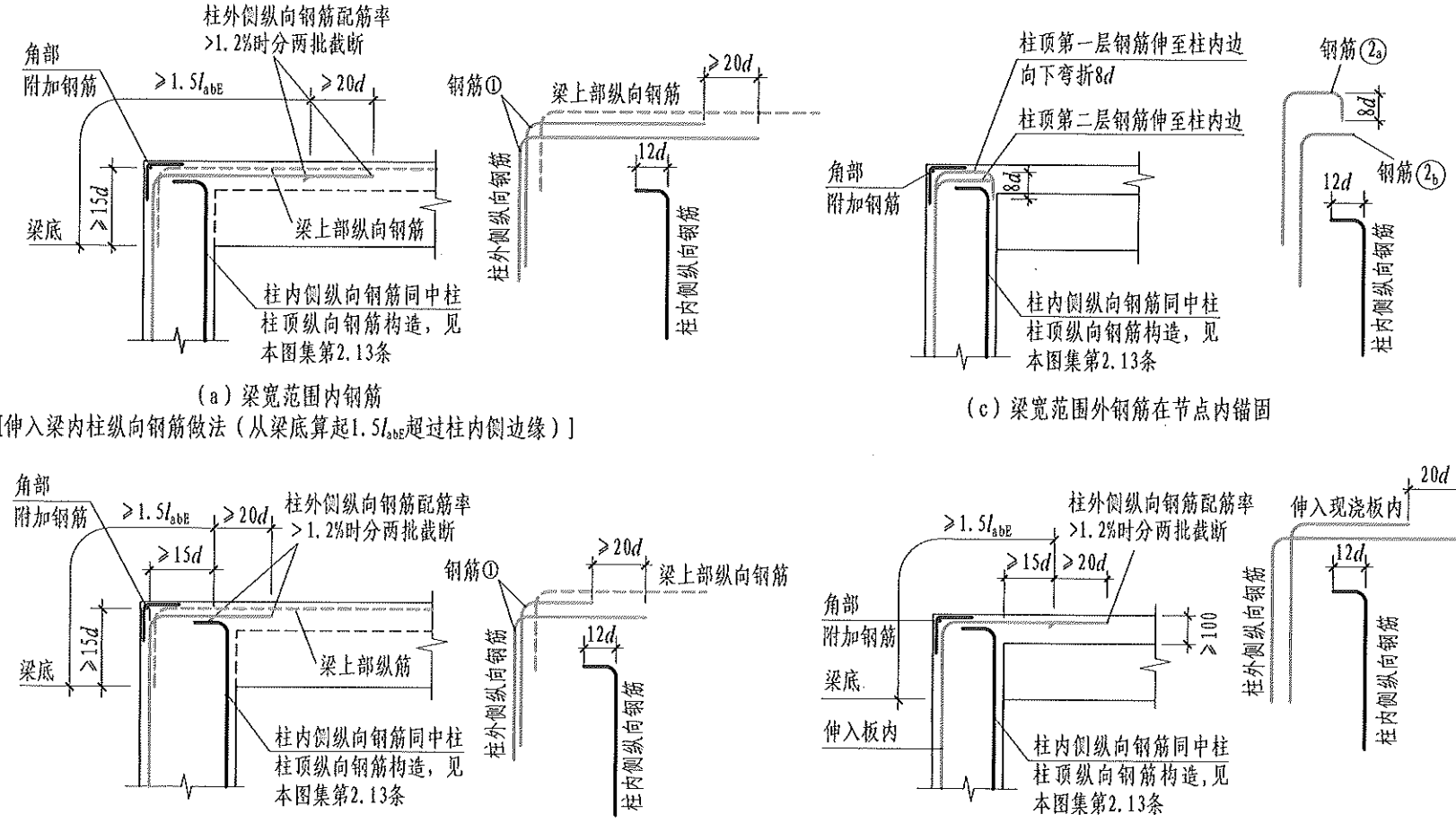
4 柱内侧纵向钢筋构造同中柱柱顶，梁下部纵向钢筋构造同中间层梁。

施工注意事项：

搭接接头设在节点外侧和梁端顶面的90°弯折搭接的做法适用于梁上部钢筋和柱外侧钢筋数量不致过多的框架节点，其优点是梁上部钢筋不伸入柱内，有利于在梁底标高处设置柱内混凝土施工缝。但当梁上部和柱外侧钢筋数量过多时，采用该做法将造成节点顶部钢筋拥挤，不利于自上而下浇筑混凝土，此时宜改用搭接接头设在柱顶外侧直线搭接这种做法。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.3.6条、第9.3.7条、第11.6.7条。




(a) 梁宽范围内钢筋
[伸入梁内柱纵向钢筋做法（从梁底算起1.5$l_{abE}$超过柱内侧边缘）]

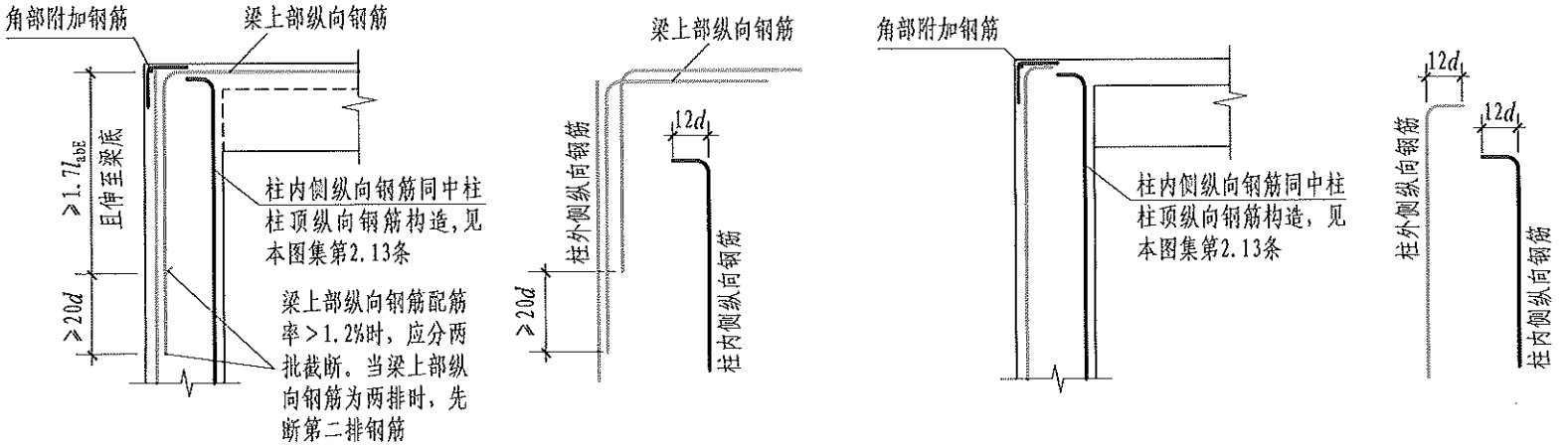
(b) 梁宽范围内钢筋
[伸入梁内柱纵向钢筋做法（从梁底算起1.5$l_{abE}$未超过柱内侧边缘）]

(c) 梁宽范围外钢筋在节点内锚固

(d) 梁宽范围外钢筋伸入现浇板内锚固
（现浇板厚度不小于100mm时）

图2.11-1 柱外侧纵向钢筋和梁上部纵向钢筋在节点外侧和梁端顶面90°弯折搭接

| 框架结构顶层端节点配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-12 |




(a) 梁宽范围内钢筋　　(b) 梁宽范围外钢筋

图2.11-2 柱外侧纵向钢筋和梁上部钢筋在柱顶外侧直线搭接构造

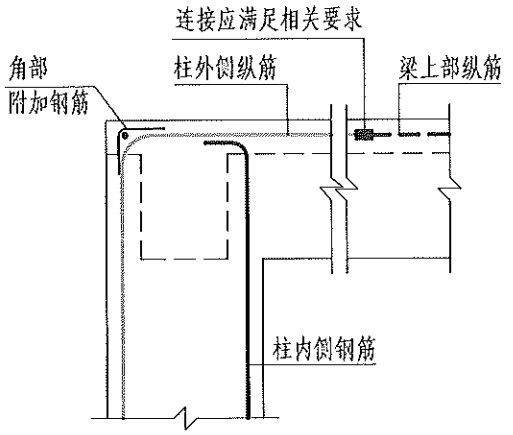



图2.11-3 柱外侧纵筋弯入梁内作梁筋

顶层端节点的梁、柱钢筋为何为搭接而不是锚固？

在承受以静力荷载为主的框架中，顶层端节点的梁、柱端均主要承受负弯矩作用，相当于90° 折梁。节点外侧钢筋不是锚固受力，而属于搭接传力问题，故不允许采用将柱纵筋伸至柱顶、梁上部钢筋锚入节点的做法。因为这种做法无法保证梁、柱钢筋在节点区的搭接传力，梁、柱端钢筋无法发挥出所需的正截面受弯承载力。

| 框架结构顶层端节点配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-13 |

## 2.12 框架柱顶层端节点处，柱外侧纵向受力钢筋的弯弧如何处理？

1 框架柱顶层端节点处，梁上部纵向受力钢筋与柱外侧纵向钢筋在节点角部的弯弧内半径，当钢筋的直径不大于25mm时，不宜小于6$d$；当钢筋的直径大于25mm时，不宜小于8$d$（$d$为钢筋的直径），如图2.12-1所示。

2 框架柱在顶层端节点外侧上角处，至少设置3根$\phi$10的钢筋，间距不大于150mm并与主筋扎牢。在角部设置1根$\phi$10的附加钢筋，当有框架边梁通过时，此钢筋可以取消。如图2.12-2所示。

框架柱顶层端节点处，柱外侧纵向受力钢筋的弯弧内半径为何比其他部位要大？

框架柱顶层端节点处，柱外侧纵向受力钢筋弯弧内半径比其他部位要大，是为了防止节点内弯折钢筋的弯弧下混凝土局部被压碎；框架梁上部纵向钢筋及柱外侧纵向钢筋在顶层端节点处的弯弧内半径，根据钢筋直径的不同，而规定弯弧内半径不同，在施工中这种不同经常被忽略，特别是框架梁的上部纵向受力钢筋。

节点角部附加钢筋可否取消？

由于顶层梁上部钢筋和柱外侧纵向钢筋的弯弧内半径加大，框架边柱、角柱外侧钢筋外弧以外可能形成保护层很厚的素混凝土区，因此要设置附加构造钢筋，加以约束，防止混凝土裂缝、坠落。构造要求是保证结构安全的一种措施，不可以随意取消。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.3.8条。

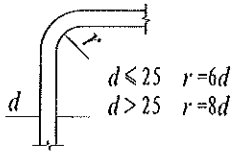



图2.12-1 顶层节点外侧纵向钢筋弯折要求

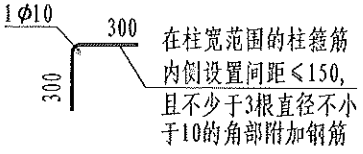



图2.12-2 角部附加钢筋

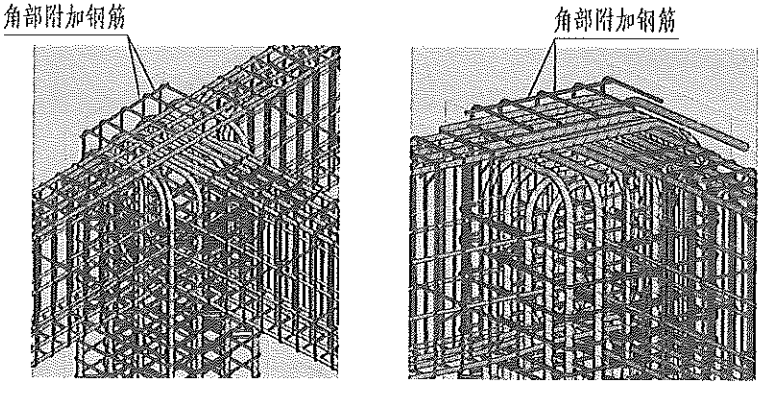



图2.12-3 框架顶层节点外侧钢筋示意

| 框架柱顶层端节点外侧纵向钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-14 |

## 2.13 框架柱纵向钢筋在顶层中节点如何锚固？

1 框架柱纵向钢筋应伸至柱顶，且自梁底算起的锚固长度不小于$l_{aE}$时，对于梁宽范围内的柱纵向钢筋可不做90° 弯折；梁宽范围外的柱纵向钢筋向柱内90° 弯折，包含弯弧段在内的水平投影长度不宜小于12$d$，当柱顶有不小于100mm厚的现浇板时也可向外弯折，见图2.13-1（a）。

2 当截面尺寸不满足直线锚固要求时，可采用90° 弯折锚固措施。此时所有框架柱纵向钢筋应伸至柱顶，包括弯弧在内的钢筋竖向投影长度不应小于0.5$l_{abE}$，在弯折平面内包含弯弧段的水平投影长度不宜小于12$d$，见图2.13-1（b）。

3 当截面尺寸不满足直线锚固要求时，也可采用带锚头的机械锚固措施。此时，所有框架柱纵向钢筋应伸至柱顶，包含锚头在内的竖向锚固长度不应小于0.5$l_{abE}$，见图2.13-1（c）。

顶层框架梁的底标高不同或者为竖向加腋梁时，框架柱纵向钢筋的锚固起算点如何确定？

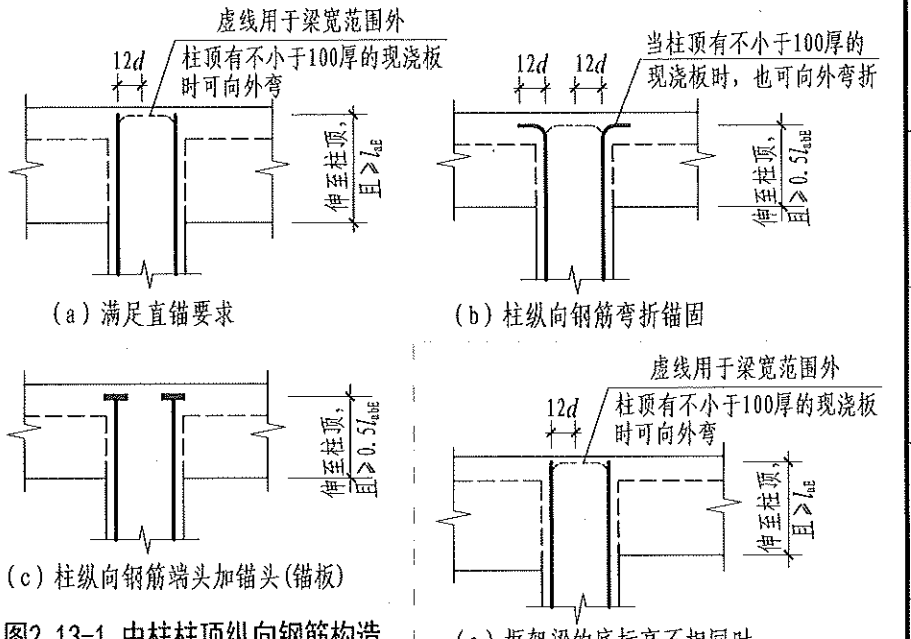
1 顶层框架梁的底标高不相同时，框架柱纵向钢筋的锚固长度起算点以梁截面高度较小的梁底算起，见图2.13-2（a）。

2 沿某一方向与框架柱相连的梁为竖向加腋梁时，框架柱纵向钢筋的锚固起算点以与柱交界面处竖向加腋梁的腋底算起，见图2.13-2（b）。

无梁楼盖的框架柱纵向钢筋在顶层中节点如何锚固？

无梁楼盖的中柱柱顶以托板或柱帽底算起，框架柱纵向钢筋应伸至柱顶并弯折12$d$，包括弯弧段在内的钢筋竖向投影长度不应小于0.5$l_{abE}$，在弯折平面内包含弯弧段的水平投影长度不小于12$d$。

当框架柱纵向钢筋伸入托板或柱帽的竖向长度满足$l_{aE}$时，也应伸至柱顶并弯折12$d$。如图2.13-3所示。




（a）满足直锚要求　（b）柱纵向钢筋弯折锚固

（c）柱纵向钢筋端头加锚头(锚板)

图2.13-1 中柱柱顶纵向钢筋构造

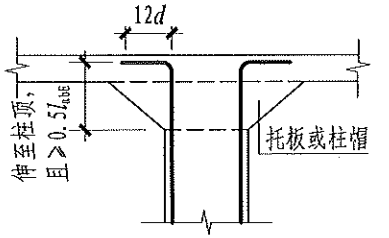
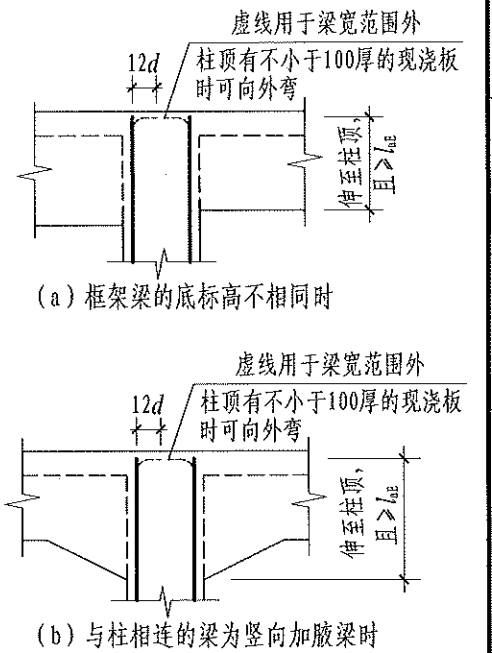



图2.13-3 无梁楼盖中柱柱顶纵筋构造




（a）框架梁的底标高不相同时

（b）与柱相连的梁为竖向加腋梁时

图2.13-2 中柱柱顶纵向钢筋锚固起算点

| 框架柱纵向钢筋在顶层中节点的锚固 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-15 |

## 2.14 框架短柱的定义及箍筋沿竖向配置有何要求？

1 短柱是指剪跨比不大于2的柱子。剪跨比按下式计算：

$$\lambda = M/(Vh_0)$$

式中：$M$——柱上、下端考虑地震组合的弯矩设计值的较大值；

$V$——与$M$对应的剪力设计值；

$h_0$——柱截面的有效高度。

当框架结构中的框架柱的反弯点在柱层高范围之内时，可认为：柱净高$H_n$与柱截面长边尺寸$h$（圆柱为截面直径）的比值$H_n/h \leqslant 4$时为短柱。

2 短柱延性较差，易产生脆性剪切破坏，设计中应避免使用短柱。当必须采用时，柱全高度箍筋应加密，并宜采用螺旋箍或井字复合箍。

容易形成短柱的情况包括：

1) 结构错层部位由于错层标高差较小时，容易形成短柱。

2) 层高较小的设备层由于层高限制容易形成短柱。

3) 高层建筑的底层由于轴压比限制，柱截面尺寸比较大时容易形成短柱。

4) 框架结构楼梯间的中间休息平台梁将框架柱分为上下两段，应分别考虑，容易形成短柱。

5) 采用柱下独立基础或柱下条形基础，在首层地面处设置地下框架梁时，地下框架梁至基础顶面的框架柱容易产生短柱。

6) 因砌体填充墙与柱刚性连接等形成柱净高与柱截面高度之比值不大于4的柱，也应按短柱采取抗震构造措施。

相关标准条文：

1 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.3.9条；

2 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第11.4.12条。

## 2.15 框架芯柱的截面尺寸如何确定？芯柱的纵筋和箍筋有何构造要求？

芯柱的设置应由设计确定，并在施工图设计文件中注明芯柱尺寸和芯柱内配筋。芯柱应设置在框架柱的截面中心部位，其截面尺寸的确定需要考虑框架梁纵向钢筋方便穿过。若设计文件中未注明芯柱截面尺寸，可按以下原则确定构造做法：

1 芯柱的截面尺寸不宜小于柱边长的1/3，且不小于250mm，见图2.15-1。

2 芯柱内根据施工图中的要求，单独配置箍筋。

3 芯柱的纵向钢筋应在上、下楼层中锚固，并满足$l_{aE}$的长度要求，见图2.15-2。

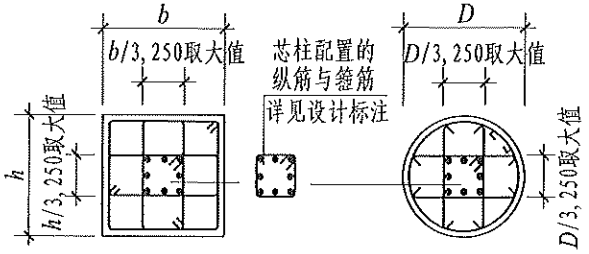



图2.15-1 芯柱截面构造要求

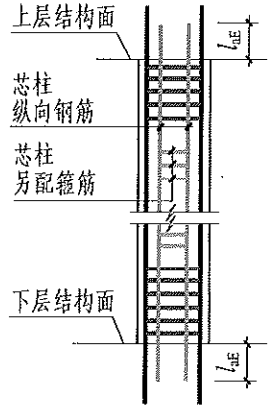



图2.15-2 芯柱纵向钢筋构造

为什么要设置芯柱，其作用是什么？

抗震设计的框架柱，为了提高柱的受压承载力，增强柱的变形能力，可在框架柱内设置芯柱。试验研究和工程实践都证明在柱截面中部设置配筋芯柱且配筋量满足一定要求时，可以有效地减小柱的压缩，具有良好的延性和耗能能力。芯柱在大地震的情况下，能有效地改善在高轴压比情况下的抗震性能，特别是对高轴压比下的短柱，更有利于提高变形能力，延缓倒塌。

## 2.16 转换柱构造措施有何要求？

支承转换梁的柱统称为转换柱ZHZ。转换柱主要构造要点如下：

1 箍筋应采用复合螺旋箍或井字复合箍，箍筋的直径不应小于10mm，间距不应大于100mm和6倍纵向钢筋的较小值，并应沿柱全高加密。

2 转换柱中纵向受力钢筋的间距不宜大于200mm，且不应小于80mm。

3 部分框支剪力墙结构中的转换柱在上部墙体范围内的纵向钢筋，应伸入上部墙体内不少于一层。其余钢筋应水平弯折锚入梁内或板内。锚入梁内或板内的钢筋长度，从柱边算起不少于$l_{aE}$，见图2.16-1、图2.16-2。

为什么转换柱的截面尺寸比普通框架柱要大，且构造措施更严格？

在水平荷载作用下，转换层上下结构的侧向刚度对构件的内力影响比较大，会导致构件中的内力突变，使部分构件提前破坏。因此，转换柱的截面尺寸会比普通的框架柱要大，且构造措施更为严格。

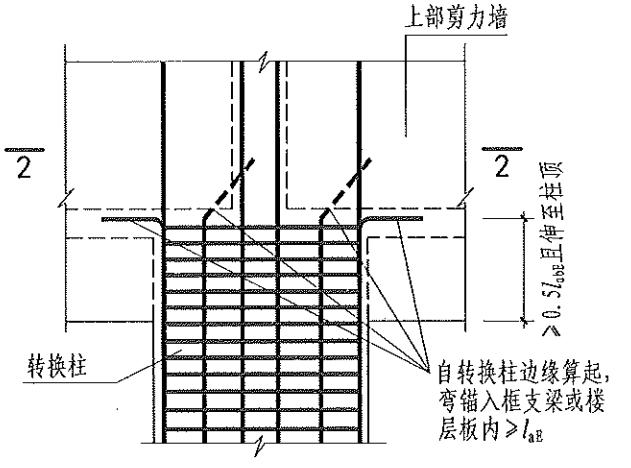



图2.16-2 中间转换柱构造示意图

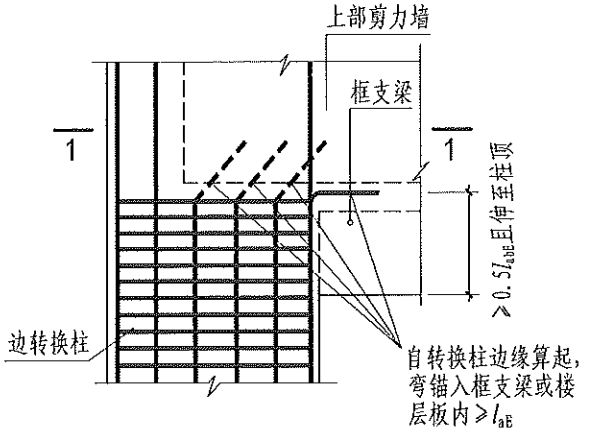
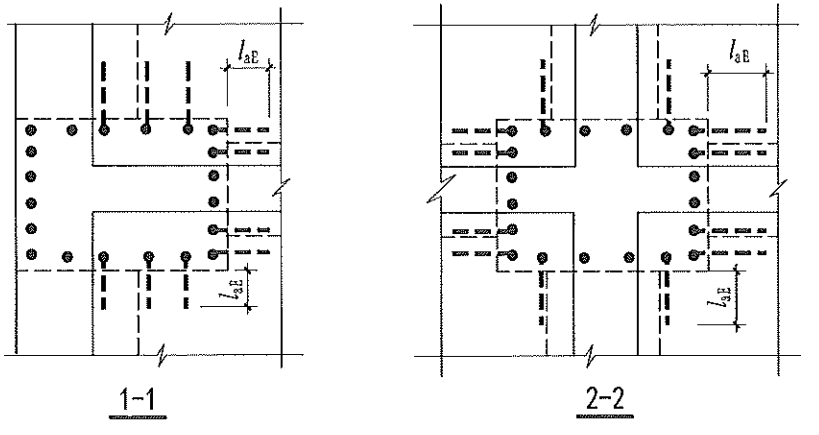



图2.16-1 边转换柱构造示意图




相关标准条文：

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第10.2.10条、第10.2.11条。

| 转换柱 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-17 |

## 2.17 框架柱上、下层钢筋数量不同或直径不同时的处理措施？

工程中遇到框架柱上、下层钢筋数量或直径不同时，按以下方式处理：

1 当上层柱比下层柱的纵向钢筋根数多，但上、下层柱钢筋直径相同时，上层柱多出的纵向钢筋截断后应锚固在下层柱内，从框架梁顶算起的长度不应小于$1.2l_{aE}$，见图2.17-1。

2 当上层柱与下层柱钢筋根数相同但部分钢筋直径不相同时，上柱较大直径钢筋可在下层柱内采用机械连接或搭接连接。若采用搭接连接，应在箍筋加密区以外进行连接，且接头面积百分率均不宜大于50%，见图2.17-2.

3 当下层柱比上层柱的纵向钢筋根数多，但上、下层柱钢筋直径相同时，下层柱多出的钢筋截断后应锚固在上层的柱内，从框架梁底算起的长度不应小于$1.2l_{aE}$，见图2.17-3。

4 当下层柱与上层柱纵向钢筋根数相同，但下层柱钢筋直径大于上层柱时，可在上层柱内采用机械连接或搭接连接。若采用搭接连接，应在箍筋加密区以外进行连接，且接头面积百分率均不宜大于50%，见图2.17-4。

**应注意的是：以上4种处理方式均不适用于柱纵向钢筋在嵌固部位的构造。**嵌固部位的下层比上层多出的钢筋构造见本图集第2.6条做法。

设计注意事项：

框架柱根据承载力计算要求而配置纵向受力钢筋，上下层柱计算出的纵向钢筋面积不同时：能够贯通的钢筋尽量贯通；钢筋面积相差不大的情况，可通过改变部分纵筋直径的方式解决，或不影响已有纵筋排布位置时增加少量钢筋。

注：1. 柱相邻纵向钢筋连接接头相互错开。在同一连接区段内钢筋接头面积百分率不宜大于50%。

2. 轴心受拉及小偏心受拉柱内的纵向钢筋不得采用绑扎搭接接头，设计者应在柱平法结构施工图中注明其平面位置及层数。

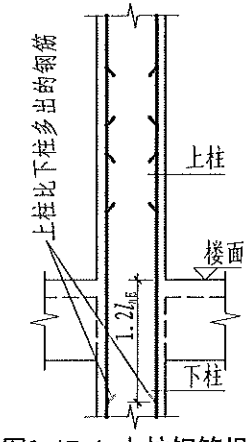



图2.17-1 上柱钢筋根数比下柱钢筋根数多时

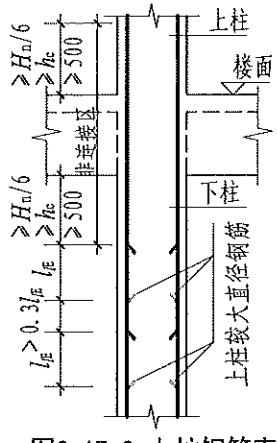



图2.17-2 上柱钢筋直径比下柱钢筋直径大时

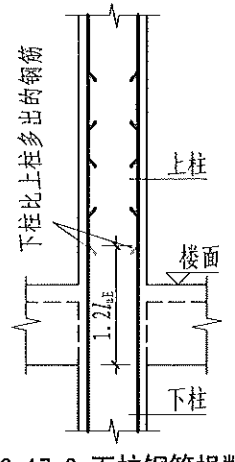



图2.17-3 下柱钢筋根数比上柱钢筋根数多时

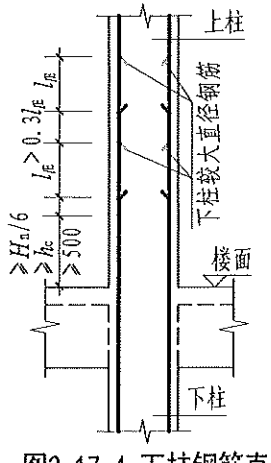



图2.17-4 下柱钢筋直径比上柱钢筋直径大时

| 框架柱上、下层钢筋数量或直径不同时处理措施 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-18 |

## 2.18 上、下层框架柱变截面时，变截面位置柱纵向钢筋构造有何要求？

框架柱根据受力和轴压比等要求变截面时，在变截面处柱纵向钢筋应满足受力和构造要求。

1 上、下柱截面尺寸变化不大（变化坡度小于或等于1/6）时，下柱纵向钢筋可采用坡形弯折伸入上柱内连接。柱截面双侧收进及单侧收进，见图2.18-1柱纵向钢筋坡形连接做法。

2 当上、下柱截面尺寸变化较大，下柱纵向受力钢筋不能满足坡形弯折伸入上柱时，下柱纵向钢筋伸入楼层框架梁内锚固，上柱纵向钢筋伸入下柱内锚固。

1）下柱纵向钢筋伸至上层框架梁顶面水平弯折12$d$，伸入梁内的竖直长度应不小于0.5$l_{abE}$；上柱纵向钢筋在下柱内的锚固长度，从楼面算起不应小于1.2$l_{aE}$。如图2.18-2（a）、（b）所示。

当柱一侧收进且无框架梁时，下柱纵向钢筋伸至柱顶水平弯折，水平段从上柱边算起长度不应小于$l_{aE}$，如图2.18-2（c）所示。

2）当上层框架梁高度较高，下柱纵向钢筋伸入上层框架梁内锚固长度满足$l_{aE}$时，梁宽范围内的钢筋可伸至梁顶面不作水平弯折，梁宽范围外的柱纵向钢筋伸至梁顶面后水平弯折12$d$，如图2.18-3所示。

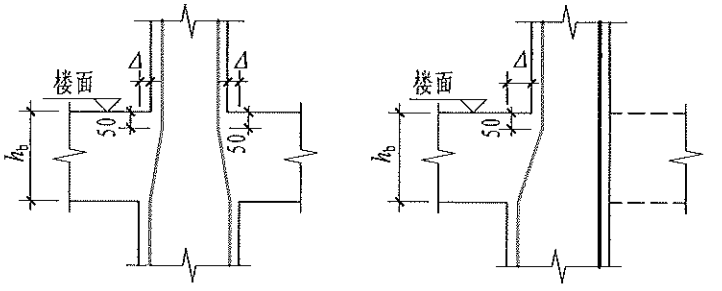



图2.18-1 柱纵向钢筋坡形连接（$\Delta/h_b \leqslant 1/6$）

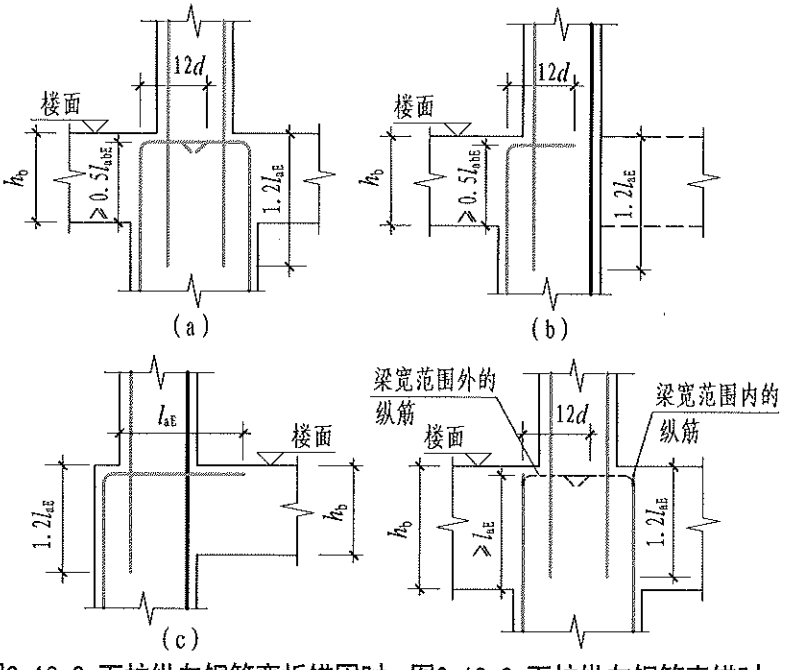



图2.18-2 下柱纵向钢筋弯折锚固时　图2.18-3 下柱纵向钢筋直锚时

| 框架柱变截面位置纵向钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 2-19 |

# 3 剪力墙构造

**3.1 剪力墙哪些部位设置的是约束边缘构件，哪些部位设置的是构造边缘构件？平法注写如何表示？**

1 剪力墙端部及大洞口两侧均应设置边缘构件，以保证剪力墙具有较好的延性和耗能能力。设计采用平法制图规则绘图时，应根据现行G101图集的规定，正确注写边缘构件的代号，施工根据代号采用图集中相应的构造做法，保证剪力墙满足抗震性能要求并达到设计的承载力、刚度及变形要求。

边缘构件可分为约束边缘构件和构造边缘构件，分别包括暗柱、端柱、翼墙及转角墙四种情况。

1）当剪力墙墙肢截面相对受压区高度或轴压比大到一定值，需要设置约束边缘构件，以提高高轴压比剪力墙的塑形变形能力（但剪力墙轴压比不能超过限值）。剪力墙应在以下部位设置约束边缘构件：

①抗震等级为一、二、三级，底层墙肢底截面的轴压比比较大[超过《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010表6.4.5-1]的剪力墙，应在底部加强部位及相邻的上一层设置约束边缘构件。

②部分框支剪力墙结构，应在底部加强部位及相邻的上一层设置约束边缘构件。

2）除以上要求设置约束边缘构件的部位之外，其余剪力墙端部及大洞口两侧，均应设置构造边缘构件。

2 平法注写要求如下：

1）根据平面整体表示方法制图规则的规定，剪力墙约束边缘构件代号为YBZ。约束边缘构件沿墙肢的长度$l_c$包括阴影部分和非阴影部分。

剪力墙施工图中应注明约束边缘构件的编号、阴影部分尺寸及沿墙肢长度$l_c$（远离剪力墙端部一侧以箍筋外皮计算）。

剪力墙柱表或截面详图中应注明约束边缘构件阴影区范围的具体尺寸、阴影区的全部纵向钢筋、箍筋及拉筋。

施工图中尚应注明非阴影区内布置的拉筋或箍筋直径，与阴影区箍筋直径相同时，可不注。

2）根据平面整体表示方法制图规则的规定，剪力墙构造边缘构件代号为GBZ。

剪力墙施工图中应注明构造边缘构件的编号、几何尺寸及其纵筋、箍（拉）筋。

设置边缘构件的作用：

剪力墙墙肢的塑性变形能力和抗地震倒塌能力，除了与纵向配筋相关外，还与截面形状、截面相对受压区高度、轴压比、墙肢两端的约束范围、约束范围内的箍筋配箍特征值有关。在剪力墙端部或大洞口两侧设置边缘构件，可使墙肢端部形成箍筋约束混凝土，提高墙肢的受压变形能力，同时也加强了墙肢的抗弯能力，使剪力墙结构在强震作用下出现“先连梁屈服，后墙肢底部钢筋屈服，底部形成塑性铰”的破坏模式，提高结构的延性和耗能能力。

设计注意事项：

1 约束边缘构件非阴影区竖向钢筋即为剪力墙竖向分布钢筋；非阴影区拉筋或箍筋的竖向间距、构造做法与阴影区的拉筋或封闭箍筋相同。G101图集中约束边缘构件非阴影区拉筋是沿剪力墙竖向分布钢筋逐根设置，当设计



一般构造
柱和节点构造
剪力墙构造
梁构造
板构造
基础构造
楼梯构造
附录

有不同做法时，应另行注明。

2 约束边缘构件体积配箍率计算中是否计入墙身水平分布钢筋，在施工图设计文件中应明确注写。施工时，墙身水平分布钢筋在约束边缘构件的端部应注意采用相应的构造做法。

3 B级高度的高层建筑，在约束边缘构件与构造边缘构件中间设置1～2层过渡层，过渡层边缘构件的箍筋配置要求可低于约束边缘构件，但应高于构造边缘构件的要求。

施工注意事项：

当墙体水平分布钢筋与约束边缘构件阴影区封闭箍筋、拉筋位置（标高）不同时，非阴影区须设置外圈封闭箍筋，见图3.1。

施工时该封闭箍筋沿墙厚方向的短肢应套在阴影区内第二列或更靠近墙端部的纵筋（从阴影区和非阴影区交界处算起）上，位于阴影部分内部的箍筋肢可计入阴影部分体积配箍率计算。

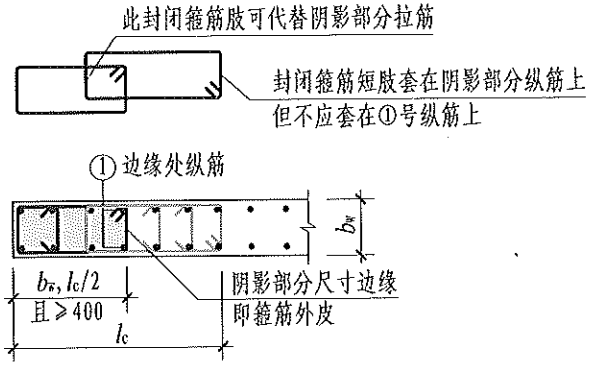



图3.1 约束边缘构件构造

注：图中以约束边缘暗柱示意，带端柱、带翼墙及转角墙约束边缘构件相同。

相关标准条文：

1 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第11.7.17条、第11.7.18条、第11.7.19条；

2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第7.2.14条、第7.2.15条、第7.2.16条；

3 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.4.5条。

| 约束边缘构件 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-2 |

**3.2 剪力墙水平分布钢筋计入约束边缘构件（YBZ）阴影区体积配箍率时，其端部构造如何处理？**

当墙体水平分布钢筋与约束边缘构件阴影区封闭箍筋、拉筋位置（标高）相同时，可根据设计确定，适当计入约束边缘构件体积配箍率。施工时，计入约束边缘构件体积配箍率的墙体水平分布钢筋端部应符合相应的构造做法。

符合构造要求的墙体水平分布钢筋的两种做法：

1 采用U形钢筋与剪力墙水平分布钢筋搭接做法，U形钢筋的直径应不小于箍筋，搭接位置应选择在约束边缘构件$l_c$以外错开搭接，即同排水平分布钢筋的搭接接头之间以及上、下相邻水平分布钢筋的搭接接头之间，沿水平方向的净间距不宜小于500mm，搭接长度不应小于$1.2l_{aE}$。一、二级抗震等级剪力墙非底部加强部位或三级抗震等级剪力墙，当施工条件受限时，墙体水平分布钢筋可在同一截面搭接，搭接长度不应小于$l_{lE}$。见图3.2-2～3中（1）。

2 水平分布钢筋伸入约束边缘构件，在墙的端部竖向钢筋外侧90°水平弯折，然后延伸到对边并在端部做135°弯钩[且弯折后平直段长度为10$d$和75mm的较大值（$d$为水平分布钢筋直径）]勾住竖向钢筋，见图3.2-2～3中（2）、图3.2-4。内、外排水平分布钢筋间设置足够的拉筋形成复合箍，可以有效地约束住混凝土。

当施工图设计文件中注明剪力墙约束边缘构件的体积配箍率计入了水平分布钢筋时，水平分布钢筋在墙体端部做法应选择上述“符合构造要求”中的一种。

相关标准条文：

1 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第11.7.18条；

2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第7.2.15条；

3 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.4.5条。

注意事项：

1 约束边缘构件体积配箍率计算中是否计入墙身水平分布钢筋，应按施工图设计文件中的要求执行。计入的水平分布钢筋的体积配箍率不应大于总体积配箍率的30%。

2 当墙体水平分布钢筋与约束边缘构件阴影区封闭箍筋、拉筋位置（标高）相同时，可根据设计要求，适当计入约束边缘构件体积配箍率；当墙体水平分布钢筋与约束边缘构件阴影区封闭箍筋、拉筋位置（标高）不同时，非阴影区须设置外圈封闭箍筋，见图3.2-1。

3 剪力墙水平分布钢筋在任何情况下都应伸至约束边缘构件的末端。

4 非阴影区的拉筋弯钩构造做法应同箍筋弯钩做法。

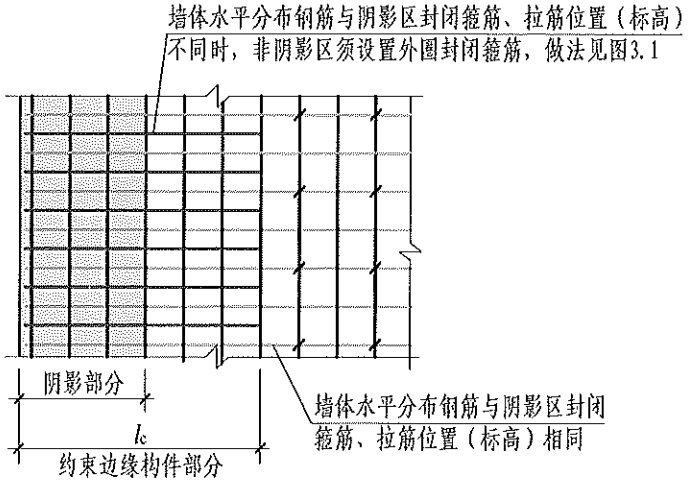
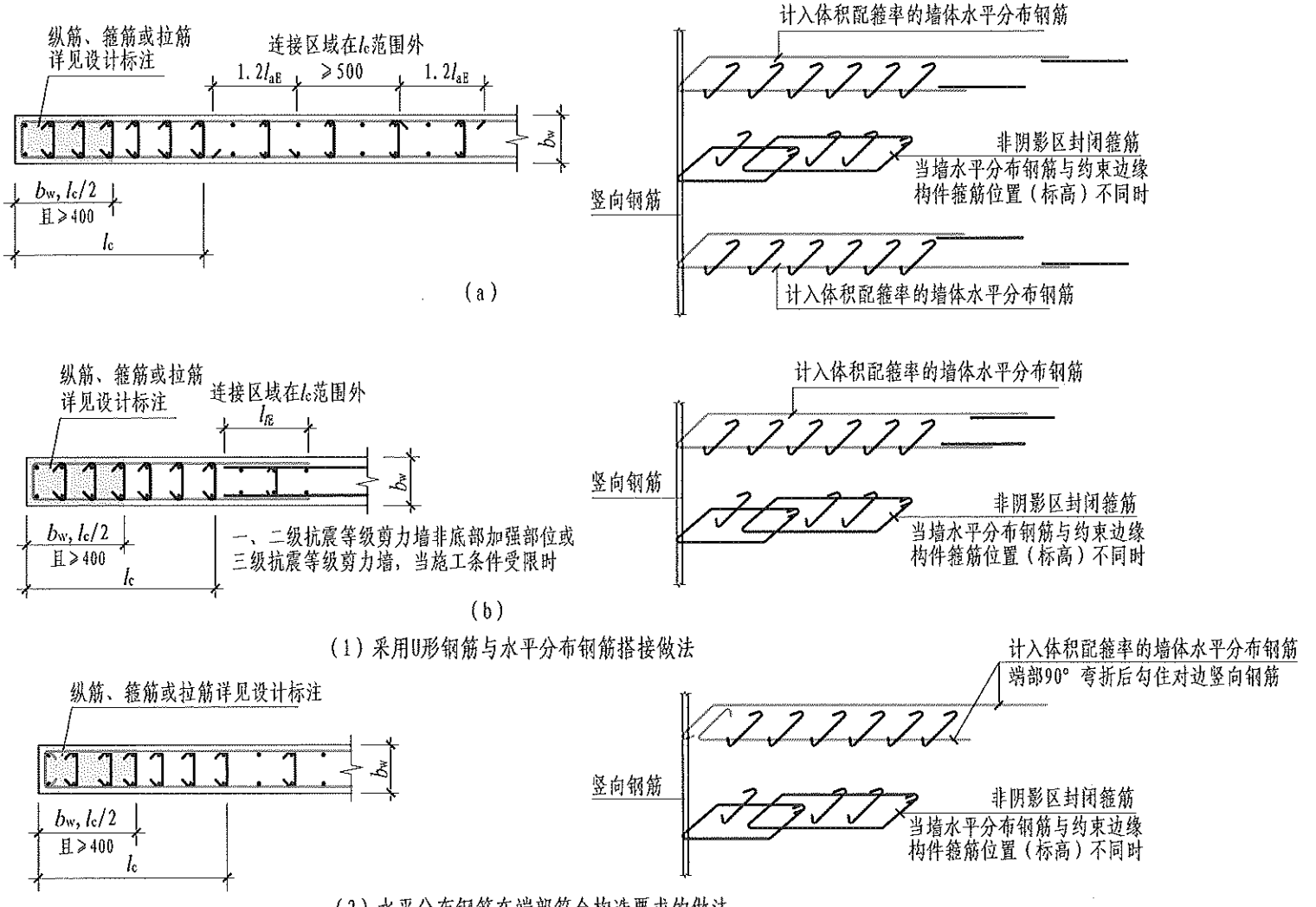



图3.2-1 墙体立面示意

| 水平分布钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造做法 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-3 |

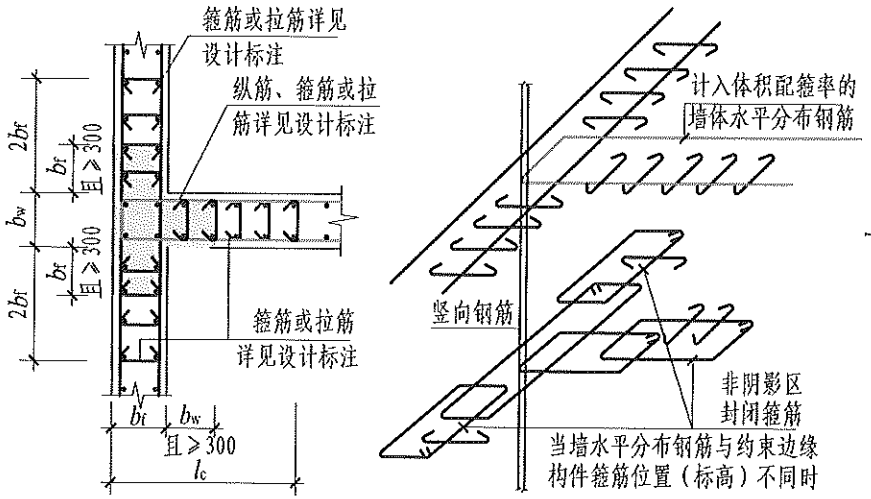



（1）采用U形钢筋与水平分布钢筋搭接做法

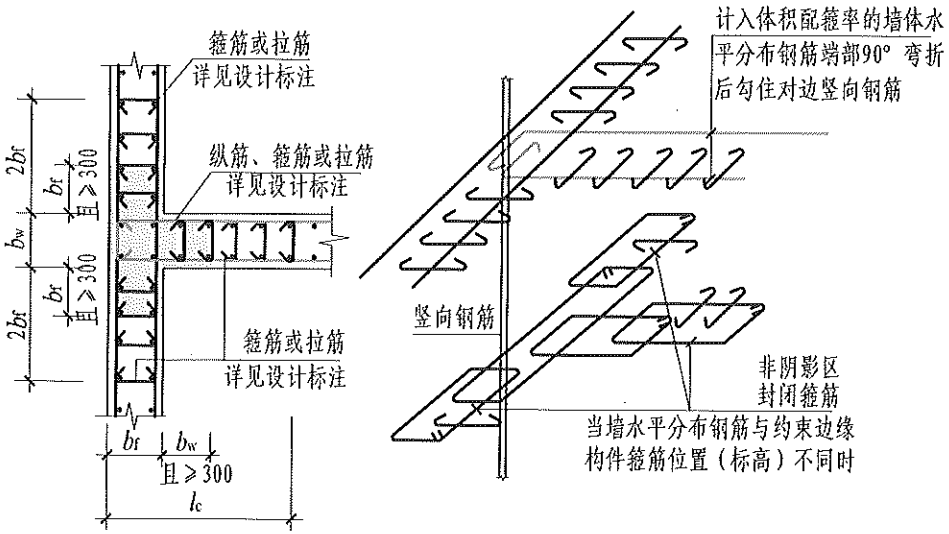
（2）水平分布钢筋在端部符合构造要求的做法

图3.2-2 约束边缘暗柱

| 水平分布钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造做法 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-4 |




（1）采用U形钢筋与水平分布钢筋搭接做法




（2）水平分布钢筋在端部符合构造要求的做法

图3.2-3 约束边缘翼墙

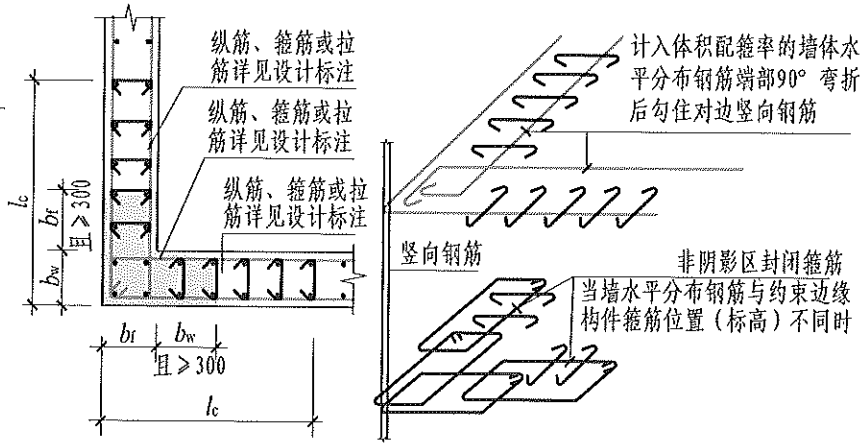



图3.2-4 约束边缘转角墙

| 水平分布钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造做法 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-5 |

**3.3 剪力墙水平分布钢筋替代构造边缘构件（GBZ）中的部分箍筋时，如何处理墙体水平分布钢筋在端部的做法？**

1 当剪力墙非底部加强部位的构造边缘构件内箍筋、拉筋位置（标高）与墙体水平分布钢筋相同时，根据设计确定，可采用符合构造要求的水平分布钢筋替代构造边缘构件中的外圈封闭箍筋。

图3.3-1中，墙体水平分布钢筋与构造边缘构件内箍筋、拉筋位置（标高）相同时，根据设计确定，墙体水平分布钢筋可替代构造边缘构件中的外圈封闭箍筋。

2 符合构造要求的水平分布钢筋有两种，做法同约束边缘构件：

1）当采用U形钢筋与水平分布钢筋搭接时，钢筋的直径不小于箍筋并应在边缘构件以外位置搭接。宜优先选用错开搭接的做法，即同排水平分布钢筋的搭接接头之间以及上、下相邻水平分布钢筋的搭接接头之间，沿水平方向的净间距不宜小于500mm，搭接长度不应小于$1.2l_{aE}$。

当施工条件受限时，也可采用在同一截面搭接的做法，搭接长度$l_{lE}$。

见图3.3-2中（1）和图3.3-4中（1）。

2）水平分布钢筋（其直径不小于构造边缘构件箍筋直径）伸入构造边缘构件，在墙的端部竖向钢筋外侧90°水平弯折，然后延伸到对边并在端部做135°弯钩[且弯折后平直段长度为10$d$和75mm的较大值（$d$为水平分布钢筋直径）]并勾住其竖向钢筋，见图3.3-2中（2）、图3.3-3、图3.3-4中（2）。

注意事项：

1 施工时，可采用任何一种方式替代同层的封闭箍筋，且水平分布钢筋不小于箍筋的直径，非同层时仍应设置封闭箍筋。

2 此种替代做法应由设计者确定后使用，计入的墙体水平分布钢筋不应大于构造边缘构件箍筋总体积（含箍筋、拉筋以及符合构造要求的水平分布钢筋）的50%。

3 构造边缘构件内、外排水平分布钢筋间设置的拉筋与外圈箍筋形成复合箍，拉筋弯钩构造做法应同箍筋弯钩做法。

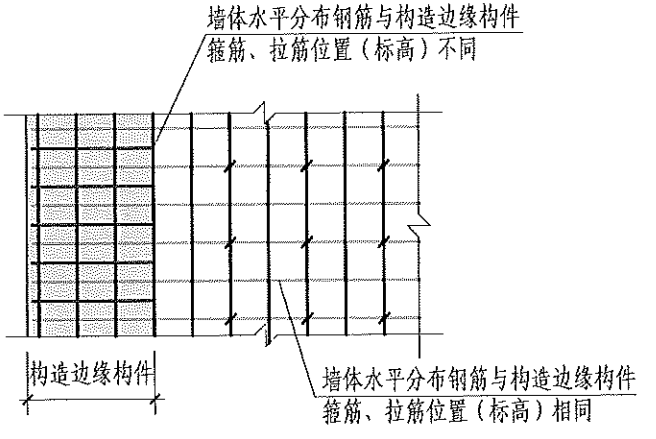
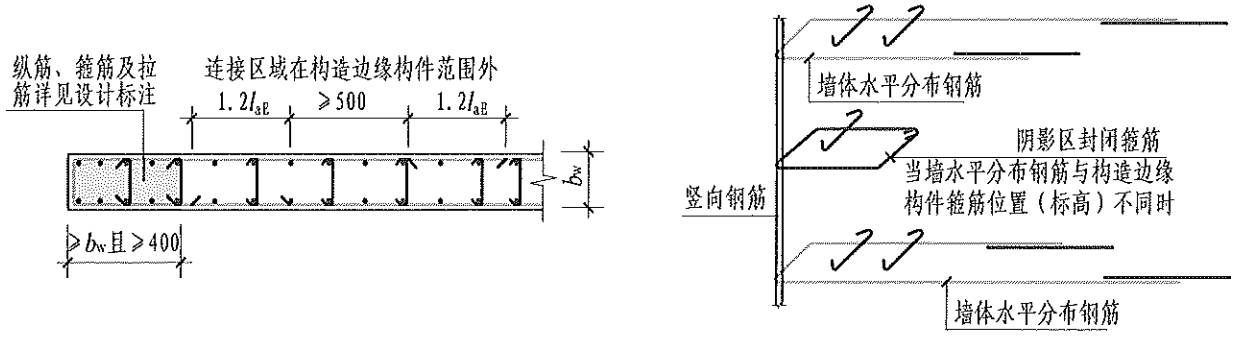
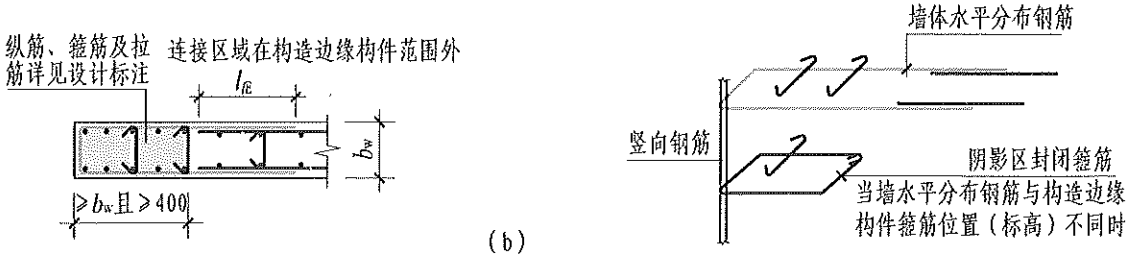



图3.3-1 墙体立面示意

| 构造边缘构件采用剪力墙水平分布钢筋替代封闭箍筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-6 |



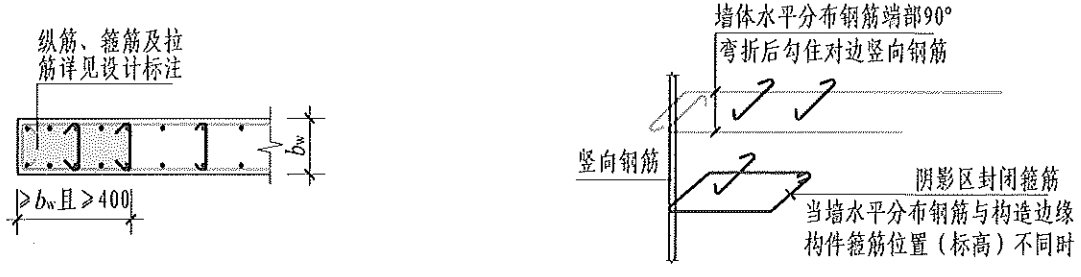

(a)




(b)

施工条件受限时

(1) 采用U形钢筋与水平分布钢筋搭接做法




(2) 水平分布钢筋在端部符合构造要求的做法

图3.3-2 构造边缘暗柱

| 构造边缘构件采用剪力墙水平分布钢筋替代封闭箍筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-7 |

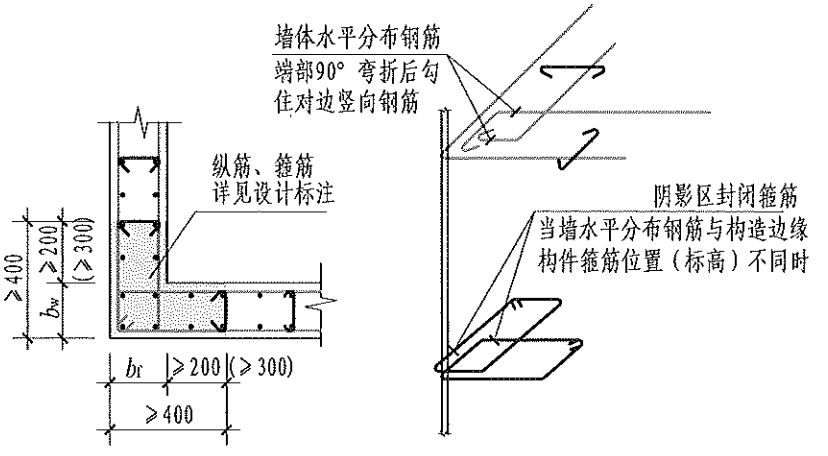
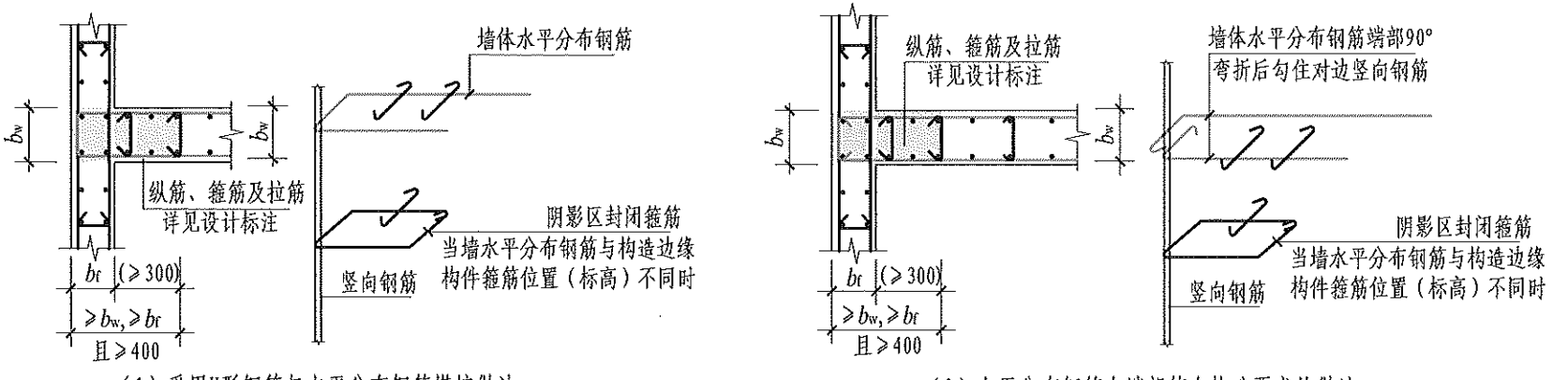



图3.3-3 构造边缘转角墙

（括号内数字用于高层建筑）




（1）采用U形钢筋与水平分布钢筋搭接做法

（2）水平分布钢筋在端部符合构造要求的做法

图3.3-4 构造边缘翼墙

（括号内数字用于高层建筑）

| 构造边缘构件采用剪力墙水平分布钢筋替代封闭箍筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-8 |

**3.4 剪力墙中扶壁柱或非边缘暗柱有何构造要求？剪力墙水平分布钢筋在扶壁柱或非边缘暗柱处如何处理？**

1 根据G101平面整体表示方法制图规则的规定，扶壁柱构件代号为FBZ，非边缘暗柱构件代号为AZ，图集中非边缘暗柱指墙中一字形暗柱和十字交叉暗柱。

1）扶壁柱和非边缘暗柱的抗震等级要求：

①扶壁柱可与主体剪力墙抗震等级相同。

②支承楼（屋）面梁的剪力墙非边缘暗柱，其抗震等级同主体剪力墙。

2）扶壁柱和非边缘暗柱中的钢筋构造应符合下列要求：

①扶壁柱、支承楼（屋）面梁的剪力墙非边缘暗柱中的竖向钢筋通过计算确定，其在下部支座中的锚固要求同边缘构件纵筋。

②剪力墙十字交叉处设置的非边缘暗柱，是根据构造要求设置的。该暗柱纵筋锚固要求同边缘构件纵筋。

③扶壁柱和非边缘暗柱中的拉筋构造同箍筋。

2 剪力墙水平分布钢筋在扶壁柱或非边缘暗柱处应符合下列构造要求：

1）剪力墙的水平分布钢筋遇非边缘暗柱时应贯通，在非边缘暗柱范围以外采取相应的连接方式。

2）剪力墙的水平分布钢筋遇扶壁柱时宜贯通设置。扶壁柱两侧剪力墙的水平分布钢筋直径不同、间距相同时，较粗钢筋穿过扶壁柱并在剪力墙内搭接，搭接长度按直径较细钢筋计算。当扶壁柱两侧水平钢筋间距不同时，宜尽量调整为相同间距（钢筋直径可不同），并在扶壁柱外连接。

3）若剪力墙的水平分布钢筋无法贯穿扶壁柱时，也可在扶壁柱内锚固。满足直线锚固长度时钢筋端部可不弯折，不满足直线锚固长度时，可采取弯折锚固方式，钢筋伸至扶壁柱对边弯折，弯折前的水平投影长度不小于$0.6l_{abE}$，弯折后的投影长度为$15d$。见图3.4-4所示。

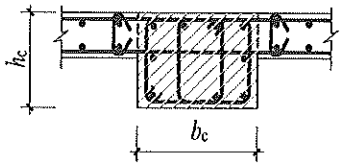



图3.4-1 扶壁柱FBZ

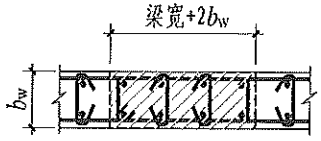



图3.4-2 墙中的一字形暗柱AZ

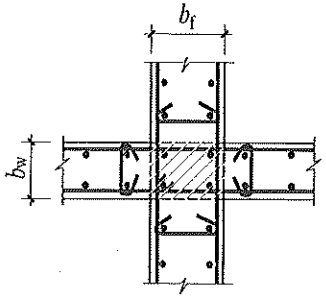



图3.4-3 十字交叉墙中的暗柱AZ

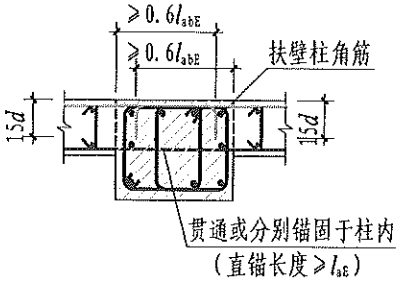



图3.4-4 墙体水平钢筋在扶壁柱内锚固

相关结构概念：

剪力墙平面内的刚度和承载力较大，而平面外的刚度和承载力相对较小，当剪力墙与平面外方向的梁刚接时，会产生墙肢平面外的弯距。通常当剪力墙与其平面外相交的楼（屋）面梁刚性连接时，会在梁下的墙内设置扶壁柱或暗柱以承受此处的平面外弯矩，保证剪力墙的平面外安全。当两个方向剪力墙正交时即十字交叉剪力墙，在重叠部位也会设置暗柱。

相关标准条文：

1 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第6.5.3条；

2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第7.1.6条。

**3.5 剪力墙端部有边缘构件时，剪力墙水平分布钢筋在边缘构件中的位置如何摆放？水平分布钢筋是否要在边缘构件中满足锚固长度的要求，如果已经满足锚固长度，是否还需要设置弯钩？**

1 剪力墙端部及大洞口两侧均设置边缘构件，剪力墙水平分布钢筋应该伸至边缘构件的末端。通常剪力墙的水平分布钢筋与暗柱的箍筋在同一层面，暗柱的纵向钢筋和墙中的竖向分布钢筋在同一层面。

1）端部有暗柱时：剪力墙水平钢筋伸至暗柱远端纵筋内侧水平弯折10$d$，见图3.5-1。当墙体端部有L形暗柱时，墙水平钢筋伸至暗柱对边纵筋内侧水平弯折10$d$，见图3.5-2。

2）端部有转角墙时：转角两侧水平分布钢筋应伸至转角外侧，向两侧弯折15$d$；外侧水平钢筋在墙角外侧弯折，宜在墙柱范围外配筋量较小一侧交错搭接，也可在转角处搭接，见22G101-1第2-19页“转角墙”。

3）端部有端柱时：位于端柱内部的水平分布钢筋伸至端柱对边钢筋内侧弯折15$d$；如果弯折前长度不小于$l_{aE}$时，可不弯折。当端柱边与剪力墙外边缘平齐时，外侧水平分布钢筋应伸至端柱对边钢筋内侧弯折15$d$，且弯折前长度应≥0.6$l_{abE}$，见图3.5-3或22G101-1第2-20页“端柱转角墙”和“端柱端部墙”。

4）端部有翼墙时：内墙两侧水平分布钢筋应伸至翼墙外侧，向两侧弯折15$d$，见22G101-1第2-20页“翼墙”，“斜交翼墙”构造亦见该页。

5）当墙体端有翼墙柱时，墙水平分布钢筋伸至墙柱对边钢筋内侧弯折10$d$，见图3.5-4。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.4.6条。

2 墙水平分布钢筋在暗柱内无需满足锚固长度要求，只需满足剪力墙与暗柱的连接构造要求。除端柱之外，即便边缘构件尺寸足够大，墙体水平分布钢筋伸入暗柱阴影部分长度≥$l_{aE}$，也应伸至边缘构件的末端，并应该在末端设置弯钩。

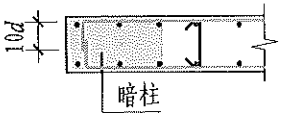



图3.5-1 端部有暗柱

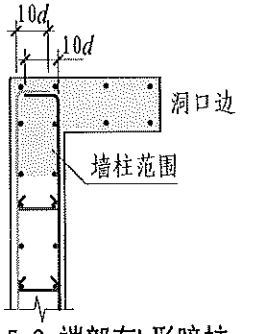



图3.5-2 端部有L形暗柱

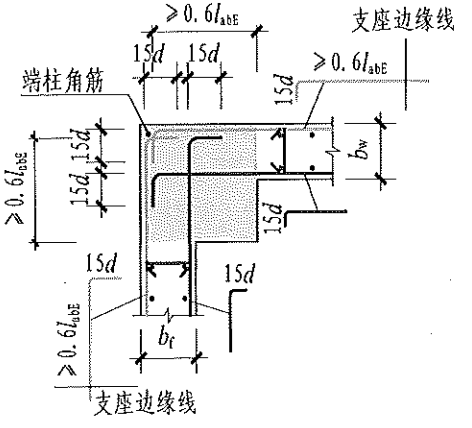



图3.5-3 端部有端柱

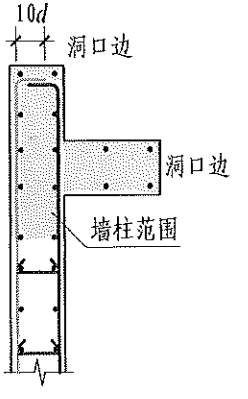



图3.5-4 端部有翼墙

| 剪力墙水平钢筋在边缘构件内构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-10 |

**3.6 剪力墙中的竖向分布钢筋和水平分布钢筋与墙中的连梁、暗梁及边框梁中的钢筋应如何摆放？暗梁、边框梁及连梁分别用于何处？**

1 通常情况下，剪力墙中的水平分布钢筋位于外侧，竖向分布钢筋位于水平分布钢筋的内侧。剪力墙中设置连梁或暗梁时，暗梁的箍筋不是位于墙中水平分布钢筋的外侧，而是与墙中的竖向分布钢筋在同一层面上。其钢筋的保护层厚度与墙相同，只需要满足墙中分布钢筋的保护层厚度。

连梁或暗梁及墙体钢筋的摆放层次如下(从外至内)：

1）剪力墙中的水平分布钢筋在最外侧（第一层），在连梁或暗梁高度范围内也应布置剪力墙的水平分布钢筋。

2）剪力墙中的竖向分布钢筋及连梁、暗梁中的箍筋，应在水平分布钢筋的内侧（第二层），在水平方向错开放置，不应重叠放置。

3）连梁或暗梁中的纵向钢筋位于剪力墙中竖向分布钢筋和暗梁箍筋的内侧（第三层）。

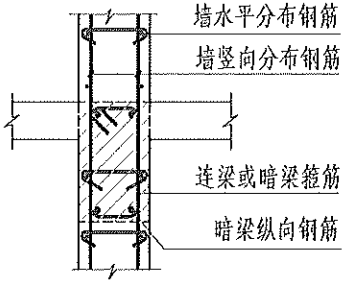


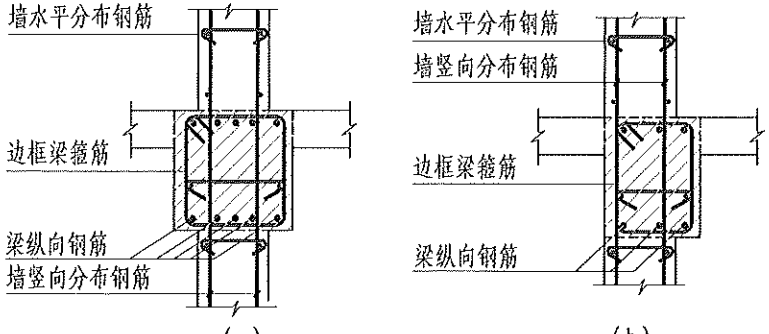

图3.6-1 暗梁或连梁

2 边框梁的宽度大于剪力墙的厚度，剪力墙中的竖向分布钢筋应从边框梁内穿过，边框梁和剪力墙应分别满足各自钢筋的保护层厚度要求。

3 框架-剪力墙结构中剪力墙通常有两种布置方式：一种是剪力墙与框架分开，围成筒、墙，两端没有柱；另一种是剪力墙嵌入框架内，有端柱、有边框梁，成为“带边框剪力墙”。

暗梁、边框梁用于框架-剪力墙结构中的“带边框剪力墙”时，两者区别在于截面宽度是否与墙同宽。暗梁、边框梁的抗震等级同框架部分，构造按框架梁，纵向钢筋应伸入端柱中进行锚固。

4 连梁用于所有剪力墙中洞口位置，连接两片墙肢。连梁抗震等级和混凝土强度与所连接的剪力墙相同，其纵向钢筋自洞口边伸入墙体内长度不小于$l_{aE}$，且不小于600mm。




(a) (b)

图3.6-2 边框梁

| 剪力墙连梁、暗梁及边框梁与墙体钢筋位置关系 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-11 |

**3.7 跨高比不小于5的连梁在施工图设计文件中标注为LLk，梁纵向钢筋和箍筋加密区构造应如何处理？支承于小墙垛的连梁LLk端部构造如何处理？**

剪力墙中由于开洞而形成的上部连梁，当连梁的跨高比不小于5时，宜按框架梁设计。按照22G101平面整体表示方法制图规则，跨高比不小于5的连梁代号为LLk。连梁LLk的抗震等级与所连接的剪力墙的抗震等级相同。

连梁LLk的构造做法：

1 纵向受力钢筋在墙内直线锚固，从洞口边算起伸入墙内长度不小于$l_{aE}$，且不小于600mm。端部支承于小墙垛且纵向钢筋伸入墙内的长度不满足直锚条件时，钢筋伸至墙垛对边钢筋内侧弯折15$d$，且从洞口边算起伸入墙内的水平投影长度不小于0.4$l_{abE}$，顶层连梁上部钢筋伸入墙内的水平投影长度不小于0.6$l_{abE}$。

2 顶层连梁纵向钢筋伸入墙肢长度范围内应设置箍筋，直径同跨中箍筋，间距不大于150mm。

3 当施工图设计文件标注连梁LLk箍筋分为加密区和非加密区时，箍筋加密区范围按框架梁的构造要求。

加密区范围：抗震等级为一级时，$\geqslant 2h_b$，且$\geqslant$500mm；

抗震等级为二~四级时，$\geqslant 1.5h_b$，且$\geqslant$500mm。

4 下部纵向钢筋应在跨内通长，上部非通长钢筋的截断做法同框架梁。

5 箍筋加密区范围见图3.7-1，连梁LLk纵向钢筋构造见图3.7-2，双洞口连梁LLk纵向钢筋构造见图3.7-3。

相关标准条文：

1 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第7.1.3条、第7.2.27条；

2 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.4.7条。

设计注意事项：

LLk与KL在抗震等级、纵向钢筋锚固、侧面构造钢筋锚固等要求均不相同，为避免施工中错误选用，不应将跨高比大于5的连梁标注为KL。

施工注意事项：

按照22G101系列图集平面整体表示方法制图规则的规定，施工单位应根据构件的编号对应标准构造详图确定相应的构造做法。

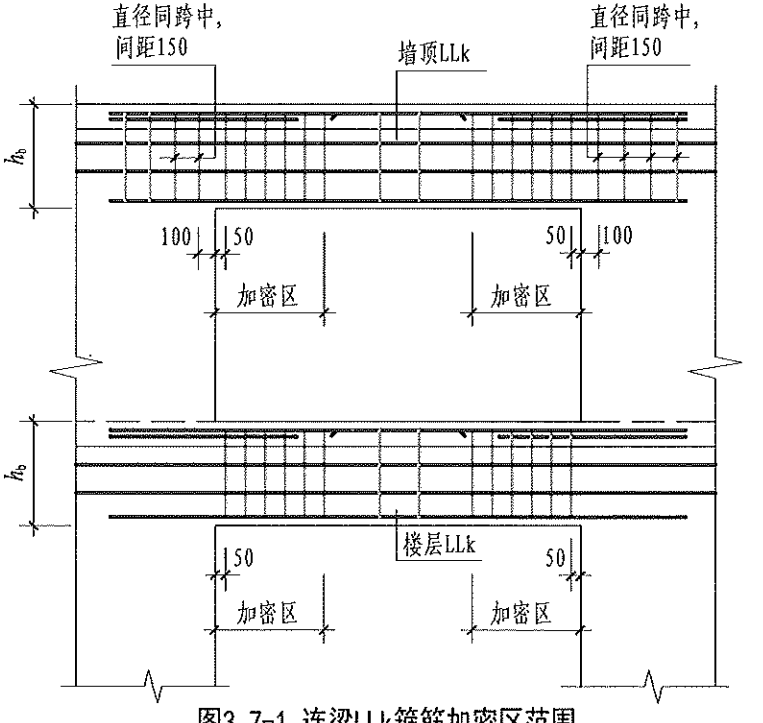
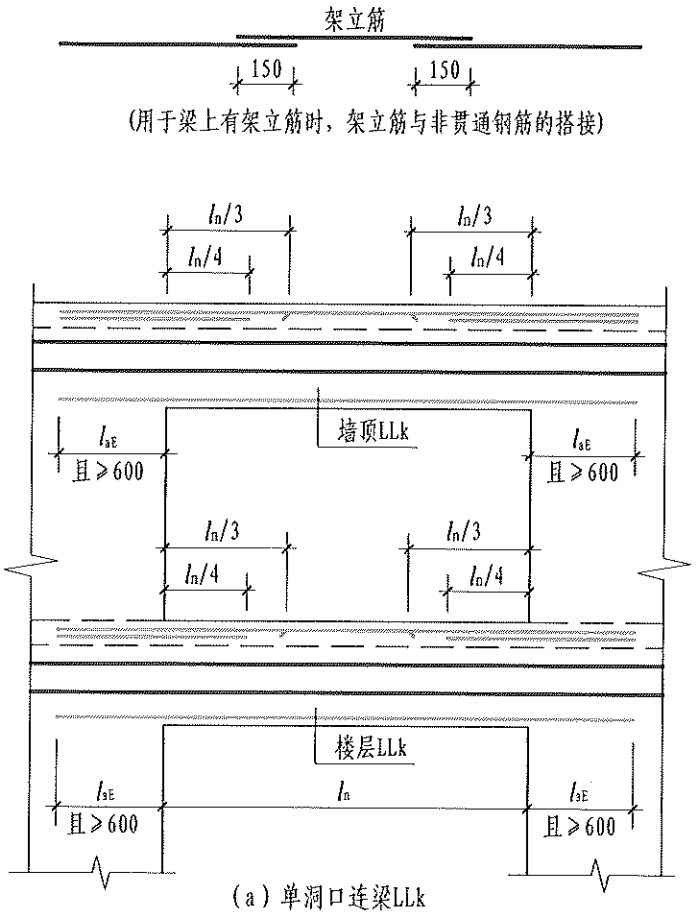
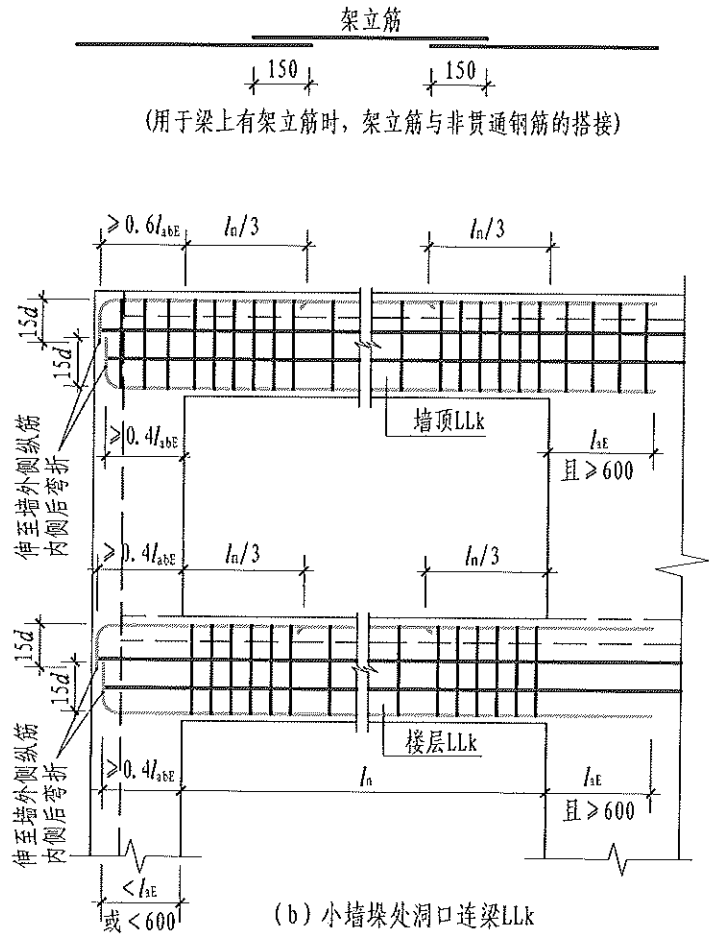



图3.7-1 连梁LLk箍筋加密区范围

| 剪力墙连梁LLk箍筋加密区构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 隋霞飚 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-12 |




(a) 单洞口连梁LLk




(b) 小墙垛处洞口连梁LLk

注：1. 梁上部通长钢筋连接位置宜位于跨中$l_n/3$范围内；梁下部钢筋连接位置宜位于支座$l_n/3$范围内；且在同一连接区段内钢筋接头面积百分率不宜大于50%。
2. 钢筋连接要求见22G101-1第2-4页。
3. 当梁纵筋（不包括架立筋）采用绑扎搭接接长时，搭接区内箍筋直径及间距要求见22G101-1第2-4页。
4. 梁侧面构造钢筋做法同连梁LL。

图3.7-2 连梁LLk纵向钢筋构造

| 剪力墙连梁LLk纵向钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 页 | 3-13 |

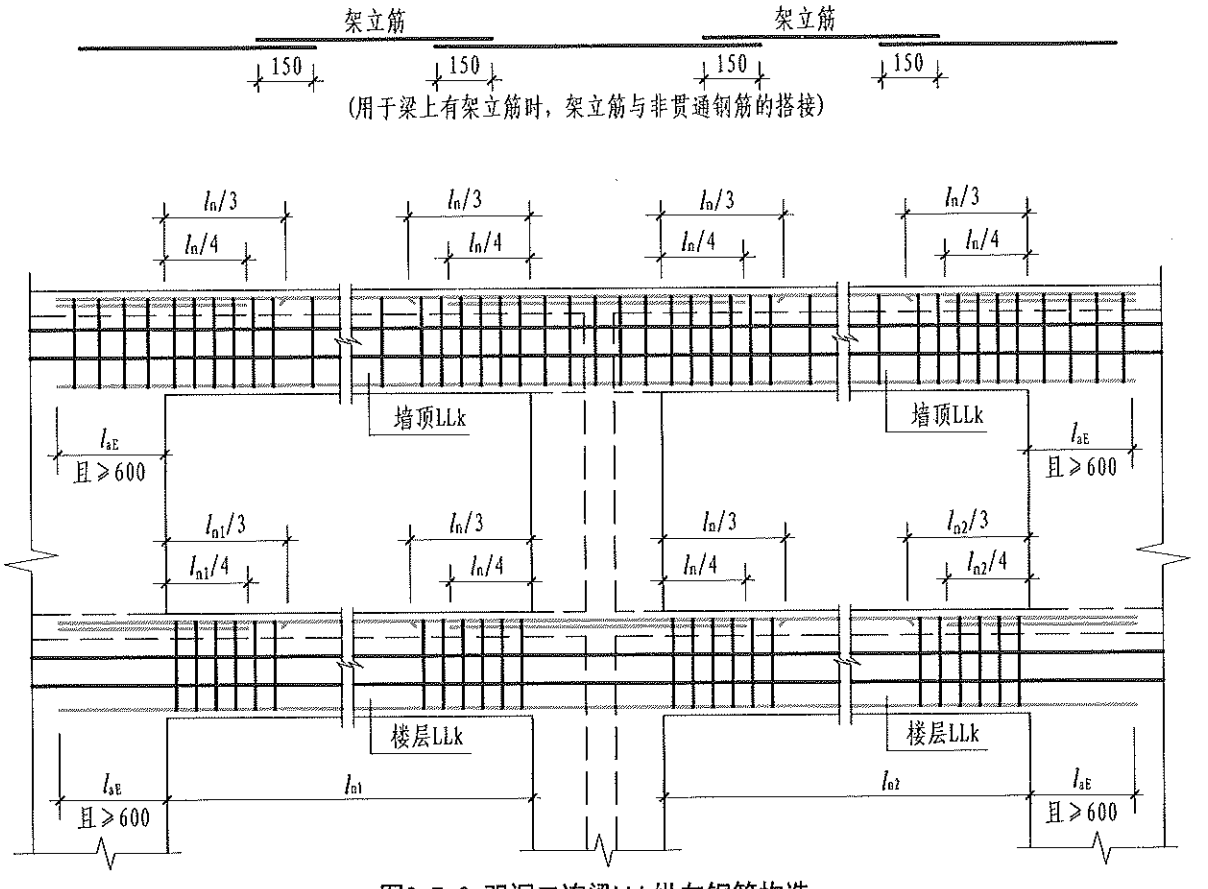



图3.7-3 双洞口连梁LLk纵向钢筋构造

注：1. 梁上部通长钢筋连接位置宜位于本跨跨中$l_n/3$范围内，梁下部钢筋连接位置宜位于支座$l_n/3$范围内，$l_n$为$l_{n1}$、$l_{n2}$的较大值；且在同一连接区段内钢筋接头面积百分率不宜大于50%。

2. 钢筋连接要求见22G101-1第2-4页。

3. 当梁纵筋（不包括架立筋）采用绑扎搭接接长时，搭接区内箍筋直径及间距要求见22G101-1第2-4页。

4. 梁侧面构造钢筋做法同连梁LL。

| 双洞口连梁LLk纵向钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-14 |

### 3.8 当剪力墙竖向分布钢筋直径或间距改变时，如何连接？

由于剪力墙的截面尺寸和竖向分布钢筋配筋率的变化，在楼层部位剪力墙厚度及竖向分布钢筋的直径或间距会发生改变，设计时宜尽量使竖向分布钢筋的直径变化而间距不变。

1 竖向分布钢筋上、下层间距相同，下层钢筋直径大于上层钢筋直径时，可在楼板顶面采用搭接连接，搭接长度按较小钢筋直径计算。也可采用机械连接或焊接，构造做法见22G101-1第2-21页。

2 竖向分布钢筋上、下层间距相同，上层钢筋直径大于下层钢筋直径时，上层直径较大的钢筋应伸至下层与直径较小的钢筋连接。图3.8-1中为绑扎搭接，搭接长度按较小钢筋直径计算。也可采用机械连接或焊接连接，并满足相应连接区段长度的要求。对于一、二级抗震等级剪力墙非底部加强部位或三、四级抗震等级剪力墙竖向分布钢筋可在同一部位搭接。

3 竖向分布钢筋上、下层直径相同而间距不同时，应本着竖向钢筋“能通则通”的原则，可以贯通的钢筋尽量贯通，下层不能贯通的钢筋可在楼层处伸至楼板顶面再水平弯折12$d$，上部竖向分布钢筋插入下层墙内长度不小于1.2$l_{aE}$，长度按上部钢筋直径计算，见图3.8-2。

4 剪力墙变截面处竖向钢筋构造做法见22G101-1第2-22页。

设计注意事项：

应考虑到现场施工的便捷性，相邻两层墙体宜不采用直径与间距均不相同的配筋方式。

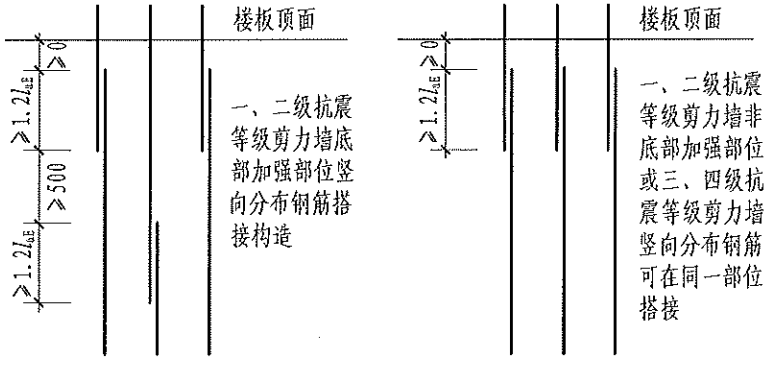



图3.8-1 竖向分布钢筋上层钢筋直径大于下层钢筋直径时搭接连接

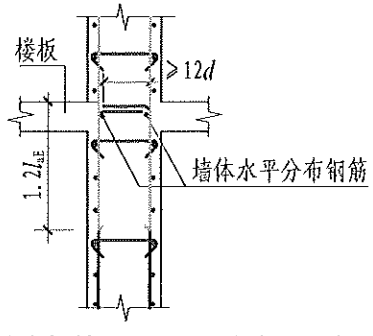



图3.8-2 竖向分布钢筋上、下层直径相同而间距不同时

| 剪力墙竖向分布钢筋连接构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-15 |

**3.9 地下室外墙的水平钢筋在墙体转角处如何连接？地下室外墙的钢筋搭接长度如何取值？**

1 地下室外墙是指起挡土作用的地下室外围护墙，其一般为平面外受弯构件或压弯构件，水平钢筋与竖向钢筋的位置关系由设计确定。竖向钢筋设置在外侧，可充分利用截面有效高度，对受力有利；水平钢筋设置在外侧，可起到抵抗地下室外墙的温度收缩应力，对裂缝的控制有利。

1)当地下室外墙无上部结构剪力墙时，转角处可不设置边缘构件或暗柱：

①当需要在转角处连接时，外侧水平钢筋在转角处搭接，见图3.9-1。

②外侧水平钢筋宜在转角处连通，并在连接区进行连接，见图3.9-2。连接区范围详见22G101-1第2-31页。

2)对上部结构剪力墙延伸下来的地下室外墙，应根据计算及构造要求在转角处设置边缘构件或暗柱：

①设计时宜将水平钢筋设置在外侧，方便水平钢筋施工。

②当设计文件要求将水平钢筋设置在内侧时，在墙柱范围以内，水平钢筋与墙柱箍筋同层，从暗柱范围以外以1：12向墙内弯折，然后在转角处搭接，或在连接区进行连接。见图3.9-3、图3.9-4。

2 地下室外墙钢筋采用搭接连接时，连接长度应按搭接长度$l_{lE}$计算，并应满足连接区段的要求。

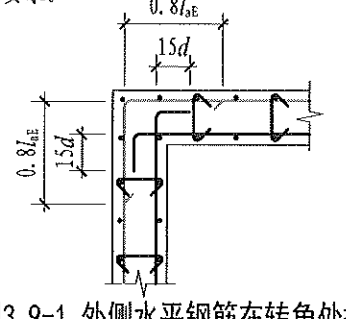



图3.9-1 外侧水平钢筋在转角处搭接

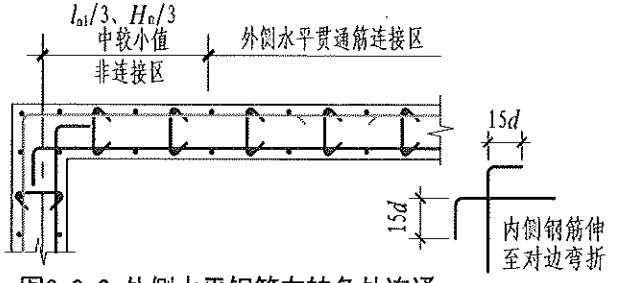



图3.9-2 外侧水平钢筋在转角处连通

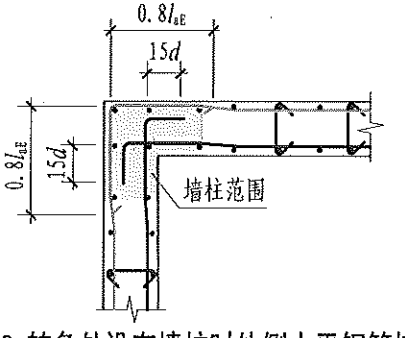



图3.9-3 转角处设有墙柱时外侧水平钢筋搭接

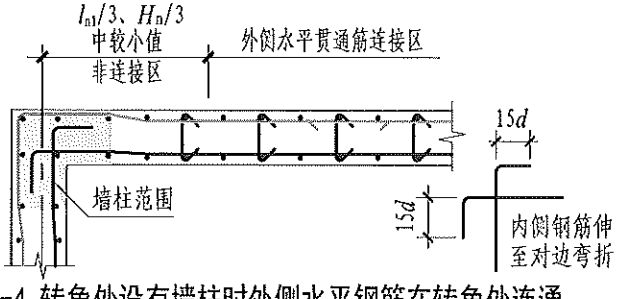



图3.9-4 转角处设有墙柱时外侧水平钢筋在转角处连通

| 地下室外墙水平钢筋连接构造 | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 3-16 |

# 4 梁构造

**4.1 梁中纵向钢筋的水平最小净距是多少？若同一部位配置多排钢筋时，其水平净距及竖向净距应为多少？**

钢筋混凝土梁纵向钢筋的水平和竖向最小净距要求如下：

1 梁上部纵向钢筋水平方向的净距（即钢筋外边缘之间的最小距离），不应小于30mm和1.5$d$（$d$为上部纵向钢筋的最大直径）。

2 下部纵向钢筋水平方向的净距不应小于25mm和$d$（$d$为下部纵向钢筋的最大直径）。

3 梁下部纵向钢筋多于两层时，两层以上纵向钢筋水平方向的中距应至少比下面两层的中距增大1倍。

4 各层之间的钢筋净距不应小于25mm和$d$（$d$为两层纵筋直径较大者）。

5 设计、施工中除要考虑满足最小水平净距外，上部钢筋的排布还应考虑混凝土的浇筑及振捣问题。

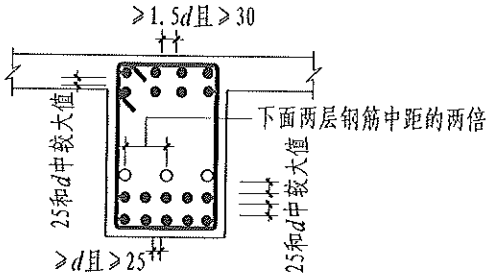



图4.1 梁纵向钢筋水平及竖向净距

相关结构概念：

钢筋净距要求是为了保证混凝土的浇筑质量，进而保证混凝土对钢筋有足够的握裹力而规定的。另外，钢筋竖向最小净距涉及到设计计算时确定的截面有效高度，施工时不可随意加大，否则会影响钢筋混凝土梁的抗弯承载力。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.1条。

**4.2 框架梁或非框架梁上部非通长筋的伸出长度按净跨1/3设置时，还应注意什么问题？当跨度不相同时，支座处的非通长钢筋的长度如何确定？普通楼、屋面梁边支座按简支设计时，非通长筋伸入跨内的截断长度如何确定？**

G101系列图集规定框架梁的所有支座和非框架梁（不包括井字梁）的中间支座第一排非通长筋从支座边伸出至$l_n/3$位置，第二排非通长筋从支座边伸出至$l_n/4$位置。这条规定是为了施工方便，且按此规定也能包络实际工程中的大部分主要承受均布荷载的情况。

1 当相邻两跨的长度相等或净跨长度差不大于20%时，上部纵向受力钢筋伸出长度按较大跨度净跨$l_n$长度的1/3（第一排）或1/4（第二排）计算，见图4.2-1。

2 当相邻两跨的净跨长度差较大时（但短跨并不是全垮均为负弯矩），也应按较大净跨长度的1/3在较短跨内截断；当短跨的净跨长度更小时（短跨全垮均为负弯矩），此时应按施工图设计文件的要求，在短跨内通长配置设计确定的钢筋或按两支座中较大配筋面积的纵向受力钢筋贯通，见图4.2-2。

3 普通楼、屋面梁边支座为简支时(即按铰接设计，见本图集第4.11条)，边支座上部构造纵筋伸入跨内的长度为净跨$l_n$的1/5，见图4.2-3。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.3条、第9.2.6条。

| 梁纵向钢筋的最小净距 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-1 |

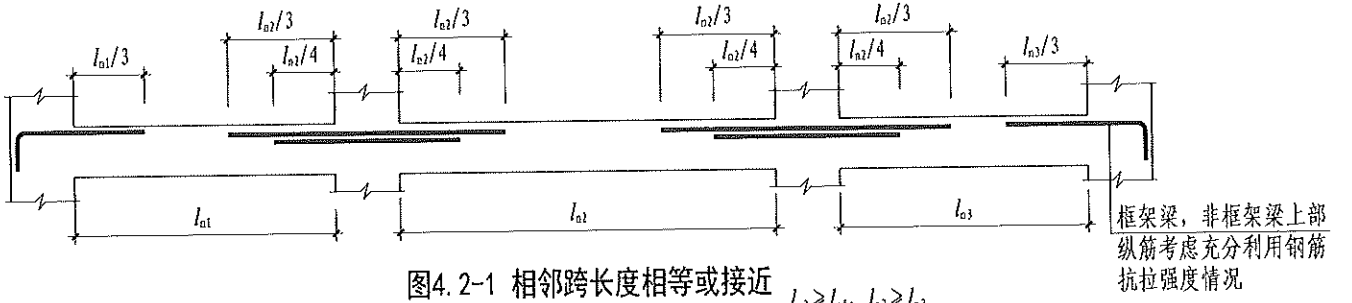



图4.2-1 相邻跨长度相等或接近 $l_{n2} \geqslant l_{n1}$，$l_{n2} \geqslant l_{n3}$

（相邻两跨的净跨长度差不大于20%）

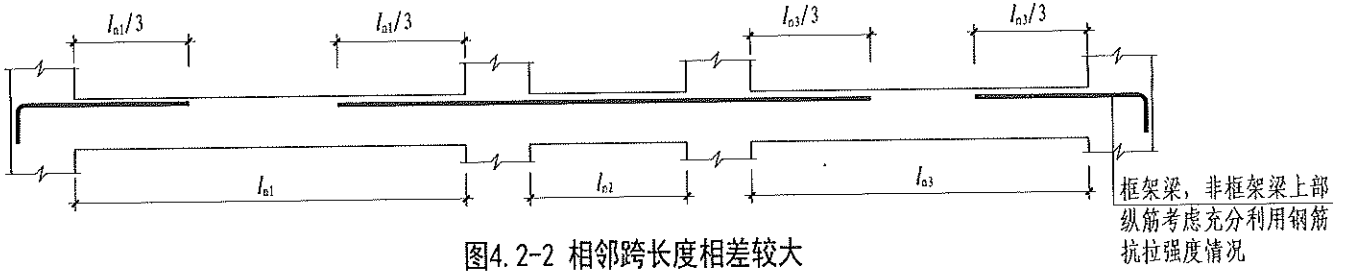



图4.2-2 相邻跨长度相差较大

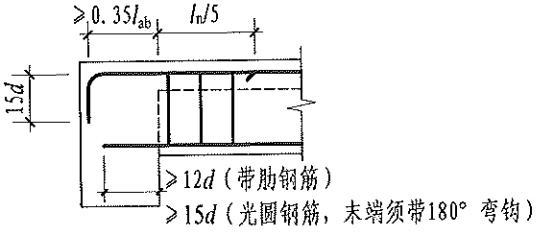



图4.2-3 按简支设计的连续梁端支座

设计注意事项：

在框架梁或非框架梁的跨内，上部非通长钢筋（即负弯矩钢筋）向跨内延伸的截断点位置有以下要求：应从不需要该钢筋的截面伸出的长度。

实际工程中，设计人在执行G101图集对于非通长筋伸出长度的统一取值规定时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定进行校核，特别是相邻跨差较大或端跨为长悬臂的情况，或梁上集中荷载较大的情况。

| 梁上部非通长钢筋伸出长度 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-2 |

**4.3 框架梁上、下纵向受力钢筋在中间层端节点采用90°弯折锚固时，对平直段和弯折段长度有何要求？**

框架梁上、下纵向钢筋在中间层端节点的锚固构造：

1）当框架柱截面尺寸满足直线锚固长度要求时，锚固长度不应小于$l_{aE}$，且应伸过柱中心线，伸出的长度不宜小于5$d$，见图4.3-1。若锚固长度满足了$l_{aE}$的要求且过柱中心线5$d$，可不再延长。

2）采用弯折锚固时，梁的纵向受力钢筋平直段长度应不小于0.4$l_{abE}$，并伸至节点对边柱纵向钢筋内侧向下、上90°弯折，弯折段长度应为15$d$。

3）水平段长度不满足要求时，应由设计方解决，在满足强度要求的前提下，可减小钢筋的直径，应使平直段长度满足不小于0.4$l_{abE}$的要求，施工方不可自行处理。

4）中间层端节点框架梁纵向钢筋90°弯折锚固做法见图4.3-2。

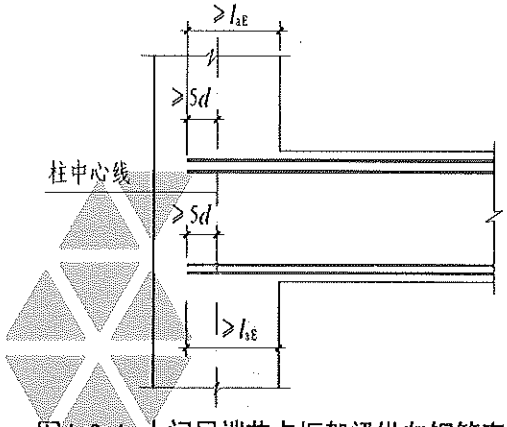



图4.3-1 中间层端节点框架梁纵向钢筋直线锚固

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第11.6.7条。

施工注意事项：

1 框架梁纵向钢筋在中间层端节点采用90°弯折锚固方式时，如果平直段长度不满足大于或等于0.4$l_{abE}$的要求时，不得采用加长弯折段长度使总长度满足最小锚固长度的做法。

试验研究表明，当柱截面高度不足以满足直线锚固段时，可采用带90°弯折段的锚固方式。这种锚固端的锚固力由平直段的粘结锚固和弯折段的挤压锚固作用组成。框架梁上、下纵向受力钢筋在端支座保证平直段长度不小于0.4$l_{abE}$，90°弯折段长度为15$d$时，能可靠保证梁筋的锚固强度和抗滑移刚度。钢筋弯折段长度超过15$d$之后，再增加弯折段长度对受力钢筋的锚固基本没有作用。

因此，当平直段长度不能满足要求时，不应采取加大弯折段长度，使总长度不小于$l_{aE}$的做法。

2 弯折段应向节点内弯折，不应背离节点方向弯折。

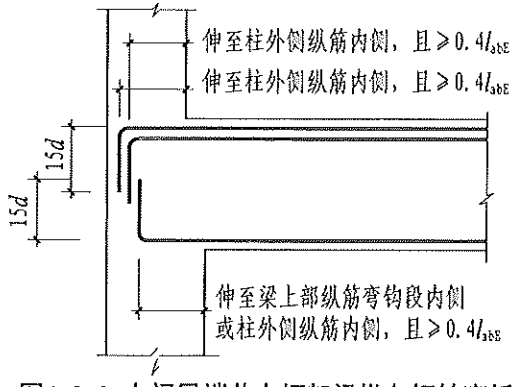



图4.3-2 中间层端节点框架梁纵向钢筋弯折锚固

| 楼层框架梁纵向受力钢筋在端节点的锚固构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-3 |

4.4 梁上部的通长钢筋或架立钢筋设置有何要求，平法如何表示？通长钢筋与支座处的负弯矩钢筋如何连接？架立钢筋与支座处的负弯矩钢筋如何连接？

1 框架梁必须设置通长钢筋，非框架梁上部可不设置通长钢筋（计算需要设置除外）。架立钢筋是为了固定箍筋而设置的，根据梁中箍筋的形式以及通长筋的设置情况综合考虑。通长钢筋和架立钢筋一般设置在箍筋的角部。

框架梁上部通长钢筋除满足计算要求外还应满足构造要求。抗震等级为一、二级时不小于2$\phi$14，且不小于两端支座配筋较大面积的1/4；抗震等级为三、四级时不小于2$\phi$12。

2 根据G101图集的平法注写规定，集中标注时通长钢筋不带括号，而架立钢筋应注写在括号内。梁设置通长钢筋的注写方法见图4.4-1、图4.4-2；架立筋的注写方法见图4.4-3、图4.4-4。

3 通长钢筋的直径可以和支座负弯矩钢筋直径相同，见图4.4-1；也可以小于支座负弯矩钢筋直径，见图4.4-2，此种情况下，如果通长筋直径与支座负筋直径相差不大时，由于增加两处搭接长度，不一定节约钢筋用量。框架梁集中标注的通长钢筋，无论直径与支座负筋是否相同，支座原位标注的负筋截面面积已包括了集中标注的通长钢筋，在支座处不需要重复设置。

1）当通长钢筋直径与支座负弯矩钢筋直径相同时，接头位置宜在跨中1/3净跨范围内，见图4.4-5。

2）当通长钢筋直径小于支座负弯矩钢筋直径时，负弯矩钢筋伸出长度按设计要求（一般为$l_n$/3，特殊情况除外），通长钢筋与负弯矩钢筋搭接连接见图4.4-6。

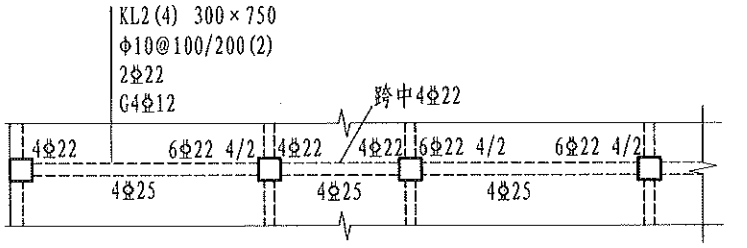



图4.4-1 通长筋与支座负筋直径相同注写示意

（表示梁中设置2⌀22通长钢筋，第二跨通长钢筋按原位标注调整为4⌀22，连接构造见图4.4-5）

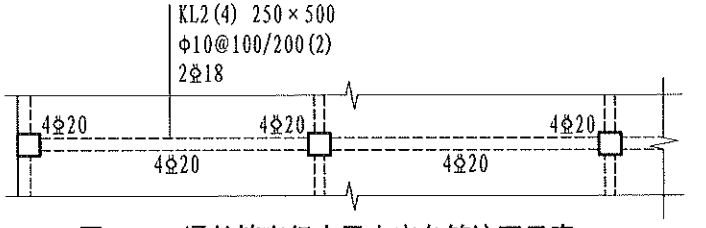



图4.4-2 通长筋直径小于支座负筋注写示意

（表示梁中支座负筋为直径20的钢筋，通长筋调整为2⌀18，连接构造见图4.4-6）

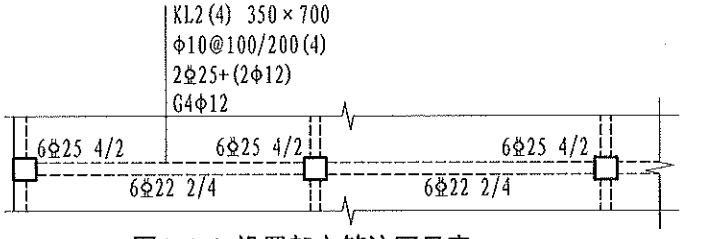



图4.4-3 设置架立筋注写示意一

（表示梁中支座负筋为直径25mm的钢筋，并有2⌀25通长设置；
箍筋为四肢箍，设置2φ12的架立筋；
2⌀25通长筋连接构造见图4.4-5，2φ12架立筋与支座负筋连接做法见图4.4-7）

| 框架梁上部通长钢筋、架立钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | | 校对 | 李增银 | | 设计 | 肖军磊 | 页 | 4-4 |

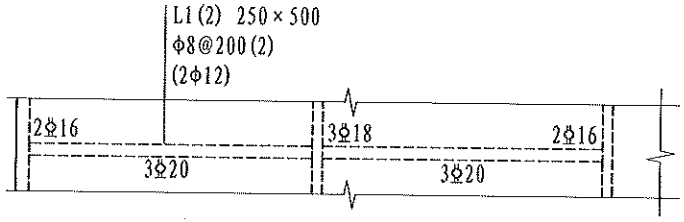



图4.4-4 设置架立筋注写示意二

（表示非框架梁中支座非贯通钢筋为直径16mm、18mm的钢筋，设置2ϕ12的架立筋；架立筋与支座非贯通钢筋连接做法见图4.4-7）

施工注意事项：

1 梁上部通长钢筋采用搭接连接时，在搭接范围内，箍筋应加密；框架梁上部纵向受力钢筋与架立钢筋搭接时，箍筋不需加密。

2 架立钢筋与支座负弯矩钢筋搭接时，其搭接长度为150mm，做法见图4.4-7。

3 柱两侧梁宽不同或梁上部纵向钢筋根数不同时，梁上部纵向钢筋需要在支座内锚固时，注写示意见图4.4-1第二支座处，做法见图4.4-8和图4.4-9。

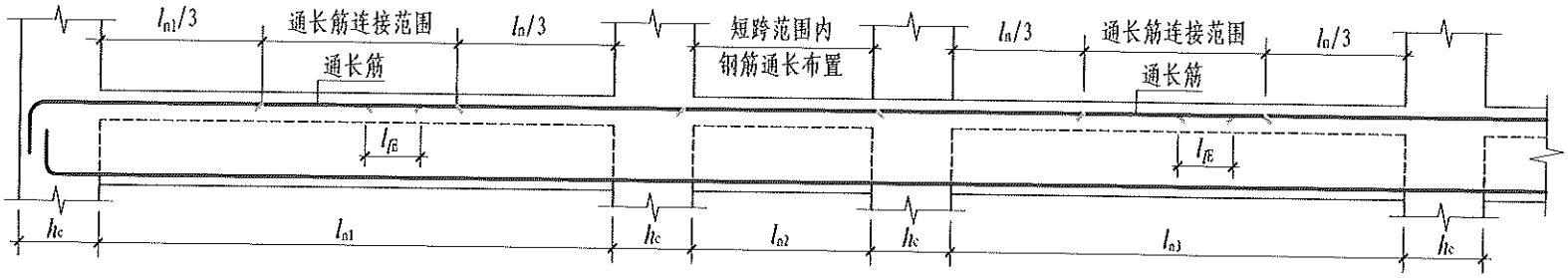



图4.4-5 通长筋与支座负筋直径相同

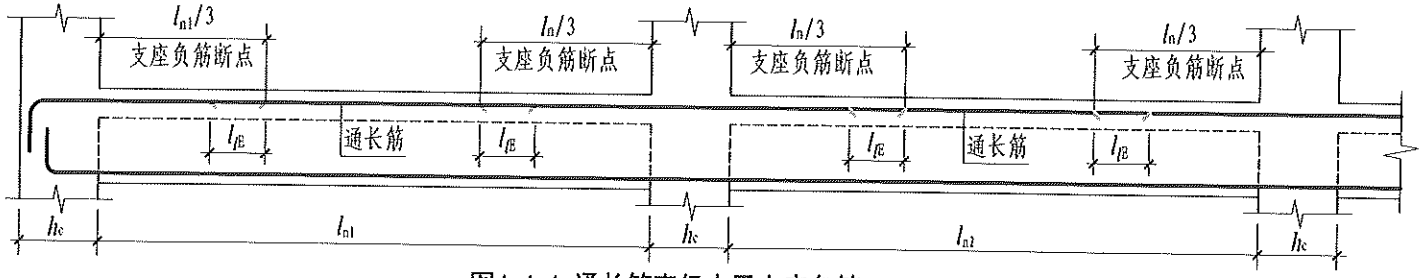



图4.4-6 通长筋直径小于支座负筋

（搭接长度按小直径计算）

注：1.图中连接以搭接示意，也可采用机械连接或焊接。

2.$l_n$为左跨$l_{ni}$和右跨$l_{ni+1}$的较大值，$i$=1、2……。

| 框架梁上部通长钢筋、架立钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-5 |

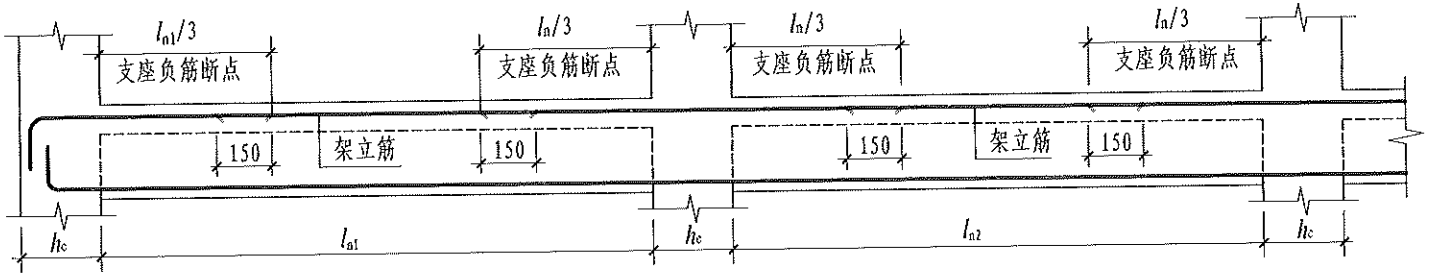



图4.4-7 架立筋与支座负筋的连接

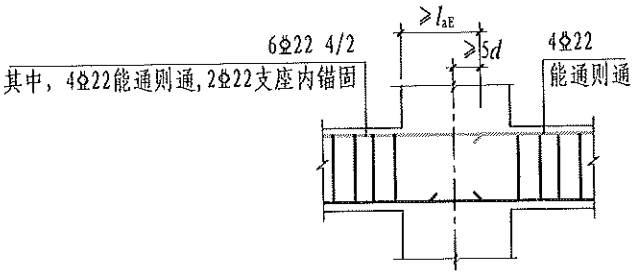



图4.4-8 梁上部钢筋在支座范围内直锚
（以图4.4-1第二支座处为例）

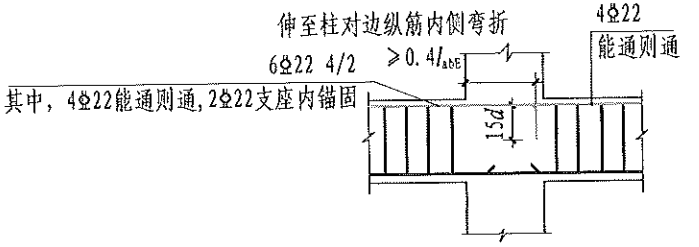



图4.4-9 梁上部钢筋在支座范围内弯锚
（以图4.4-1第二支座处为例）

注：1. 图中连接以搭接示意，也可采用机械连接或焊接。
2. $l_n$为左跨$l_{ni}$和右跨$l_{ni+1}$的较大值，$i$=1、2……。

| 框架梁上部通长钢筋、架立钢筋 | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | | 页 | 4-6 |

**4.5 框架梁下部纵向受力钢筋在框架中间节点不能贯通时，在节点内应如何锚固？下部钢筋是否可以在支座附近连接？**

框架梁下部纵向受力钢筋在中间节点内宜贯穿。不能贯穿时，按如下方式处理：

1 下部纵向受力钢筋锚固在节点核心区内：伸入支座内长度不小于$l_{aE}$，且应伸过柱中心线$5d$，见图4.5-1。

注意：因下部纵向受力钢筋比较多，采用弯折锚固时大量钢筋交错，影响混凝土浇筑质量，故从11G101-1开始就取消了该种锚固方式。若柱两侧梁宽不同或下部纵向钢筋根数不同，或梁下部纵向钢筋比较少时，个别无法贯通中柱截面的纵向钢筋可考虑采用弯折锚固方式，见图4.5-2。

2 梁下部纵筋可延伸至相邻跨内箍筋加密区以外连接，且在距支座1/3净跨范围之内，见图4.5-3，此时接头面积百分率不宜大于50%。采用搭接时，搭接长度范围内箍筋应加密。

3 以上两条可同时使用，以保证节点范围内钢筋不至于过密，从而保证混凝土的浇筑质量。

4 框架梁下部纵筋接头，当无法避开箍筋加密区时，应采用机械连接，接头等级为Ⅰ级或Ⅱ级，且接头面积百分率不宜大于50%。

5 框架梁下部纵向钢筋尽量避免在中柱内直线锚固或90°弯折锚固，宜本着“能通则通”的原则来保证节点核心区混凝土的浇筑质量。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第11.6.7条。

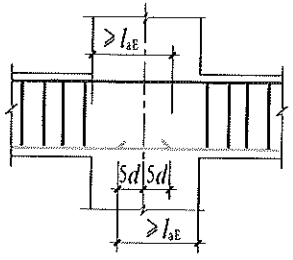



图4.5-1 在支座范围内直锚

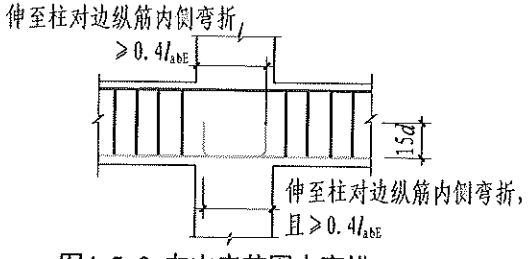



图4.5-2 在支座范围内弯锚

（柱两侧梁宽不同或下部纵向钢筋根数不同，或梁下部纵向钢筋比较少时）

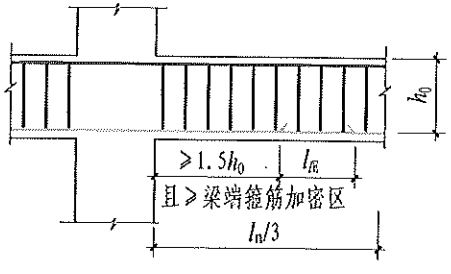



图4.5-3 在支座范围外连接

（连接位置宜位于支座$l_n$/3范围内，亦可机械连接或焊接）

| 框架梁下部纵向受力钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-7 |

**4.6 与剪力墙平面外连接的楼（屋）面梁边支座，梁中的纵向受力钢筋在支座内如何锚固？**

当楼（屋）面梁与剪力墙平面外连接时，应保证梁纵向钢筋在墙内的可靠锚固。无论采用何种锚固方式和构造做法，设计均应在施工图设计文件中明确注明。

1 当墙厚较小，且墙平面外支承跨度较大、荷载较大的梁时，梁纵向钢筋在墙内锚固应符合以下规定：

1）当充分利用钢筋的抗拉强度时，梁上部纵向钢筋可在剪力墙内直线锚固，锚固长度应不小于$l_a$；采用90°弯折锚固时，楼面梁上部纵向钢筋伸至剪力墙外侧钢筋内侧的平直段长度不小于$0.4l_{ab}$，弯折段长度不小于$15d$。下部纵向钢筋直线锚固长度不小于$12d$，见图4.6（a）。

当设计按铰接时，屋面梁上部纵向钢筋伸至剪力墙外侧钢筋内侧的平直段长度不小于$0.35l_{ab}$，弯折段长度不小于$15d$，见图4.6（d）。

2）当墙厚不能满足第1）款的钢筋锚固平直段长度要求时，设计时可将梁伸出墙面形成梁头锚固，且上部纵向钢筋采用90°弯折锚固，见图4.6（b）。若墙面另一侧有楼板或挑板时，可在楼板内锚固，满足直线锚固长度$l_a$要求，钢筋伸入板内的长度需不小于150mm，且位于板上层钢筋网片下方，板中锚固长度范围内的钢筋上部宜设置垂直方向的楼板上部钢筋，见图4.6（c）。

3）当梁下部纵向钢筋伸入剪力墙内长度不满足直锚$12d$（带肋钢筋）的要求时，也可采用135°或90°弯折锚固，下部纵筋伸至支座对边弯折，平直段长度不小于$7.5d$（带肋钢筋），见图4.6（d）。

2 当墙厚度较大或梁端位置设有扶壁柱，设计考虑楼（屋）面梁承担水平地震作用时，梁端部上、下纵向钢筋锚固方式和构造做法均同框架梁。

注：当普通楼、屋面梁受扭时，所有纵向钢筋伸入支座内的长度应满足受拉钢筋的锚固要求。

设计注意事项：

荷载较大、跨度不小于5m或梁高大于墙厚2倍的大梁，不宜与未采取措施的剪力墙平面外相交。较大跨度的楼（屋）面梁不宜支承在剪力墙的连梁上。剪力墙的特点是平面内刚度和承载力较大，而平面外的刚度及承载力相对较小。工程中有时无法避免梁与剪力墙平面外相连，特别是当梁高大于墙厚度的2倍时，楼（屋）面梁的梁端弯矩使剪力墙平面外产生的弯曲对承载力和稳定更不利，因此更应注意剪力墙平面外受弯的安全问题。

当剪力墙上支承跨度、荷载和截面较小的梁时，可通过支座弯矩调幅或变截面梁实现梁端铰接或半刚接设计，以减小墙肢平面外弯矩，此时应相应加大梁的跨中弯矩。

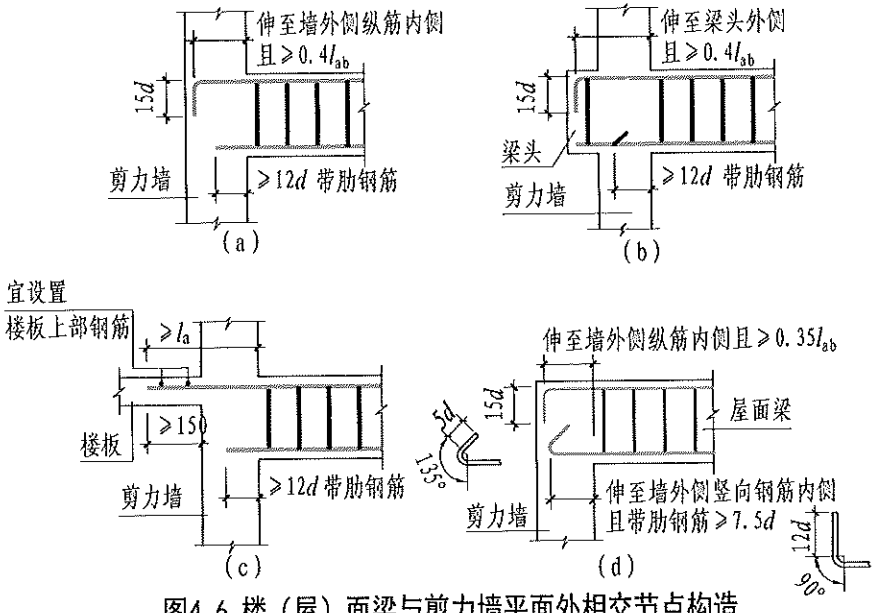



图4.6 楼（屋）面梁与剪力墙平面外相交节点构造

| 楼面梁与剪力墙平面外相交节点构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-8 |

**4.7 梁一端支座为框架柱，而另一端支座为梁或剪力墙时，梁纵向钢筋在支座如何锚固？梁箍筋如何设置？**

1 当楼、屋面梁的一端支座为框架柱而另一端为梁或框架梁时，施工图设计文件一般会按框架梁（KL）标注其梁的代号。

实际工程中遇到此类情况时，可采取图4.7-1的处理措施：

1）梁端支座为框架柱时，与框架柱连接的梁端上、下纵向钢筋可按框架梁构造要求采取直线锚固或90°弯折锚固措施。

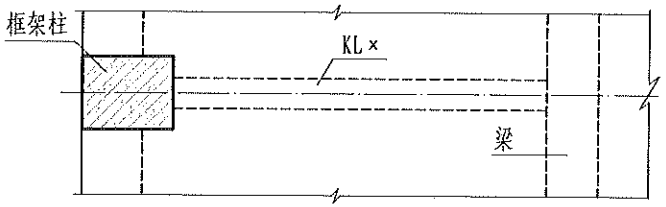
2）梁端支座为梁或框架梁时，与梁连接的梁端上部纵向钢筋满足直线锚固长度$l_a$时可不弯折；不满足直锚长度时，可采取90°弯折锚固，弯折后的竖直段投影长度为$15d$，弯折前的水平段投影长度应根据注明的支承条件确定。下部纵向带肋钢筋直线锚固长度为$12d$，见图4.7-1（b）。

施工图设计文件需注明梁端支承条件，当充分利用钢筋抗拉强度时，梁代号为Lg或平面原位标注符号“g”。

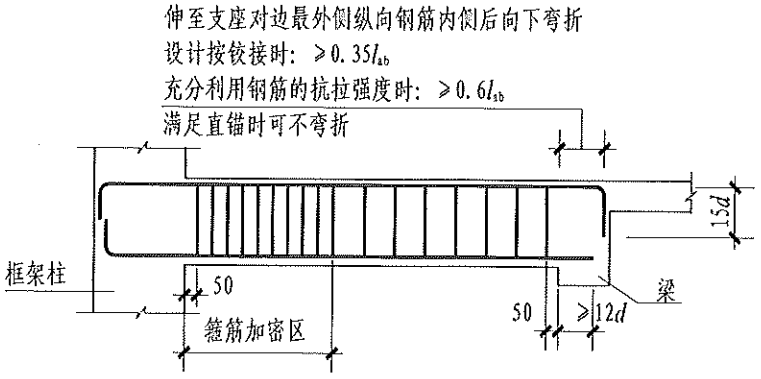
当梁支座一侧还有楼板时，梁上部纵向钢筋可采用直线锚固方式伸入楼板内，满足直线锚固长度$l_a$的要求，钢筋伸入板内的长度需不小于150mm，且位于板上层钢筋网片下方，板中锚固长度范围内钢筋上部宜设置垂直方向的楼板上部钢筋，见图4.7-1（c）。

3）与框架柱相连的一端箍筋应按该工程的抗震等级设置箍筋加密区范围，加密要求同框架梁；与梁相连的一端可不设置箍筋加密区。

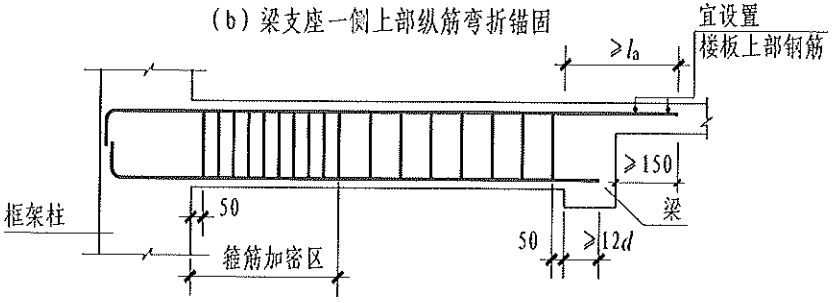
箍筋加密区：抗震等级为一级：$\geq 2.0h_b$且$\geq 500$mm；抗震等级为二～四级：$\geq 1.5h_b$且$\geq 500$mm。




（a）平面布置图




（b）梁支座一侧上部纵筋弯折锚固




（c）梁支座一侧上部纵筋伸入楼板内

图4.7-1 另一端为梁时构造做法

| 框架梁有一端支座为非框架柱时的配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-9 |

2 当楼、屋面梁的一端支座为框架柱而另一端为剪力墙时，分为两种情况。第一种情况是梁与剪力墙平面内连接，此时该梁有可能是KL、WKL、LL、LLk,施工图设计文件应注明其梁代号和对应抗震等级；另一种情况是梁与剪力墙平面外相交，施工图设计文件有可能标注为框架梁（KL）。

1）第一种情况时，与框架柱相连的梁端按框架梁节点要求锚固,梁上、下纵向钢筋伸至框架柱内按受拉钢筋采取直线锚固或90° 弯折锚固；另一端与剪力墙平面内相连的梁端按连梁的构造要求锚固。箍筋的设置应按施工图设计文件中的标注施工。梁与剪力墙平面内相连时构造见图4.7-2。

2）当为第二种情况时，与框架柱相连的梁端上、下纵向钢筋伸至框架柱内，按框架梁节点要求锚固。梁另一端与剪力墙平面外相交，应根据施工图设计文件注明的支座假定确定梁中纵向钢筋在支座内的锚固长度，按本图集第4.6条处理。

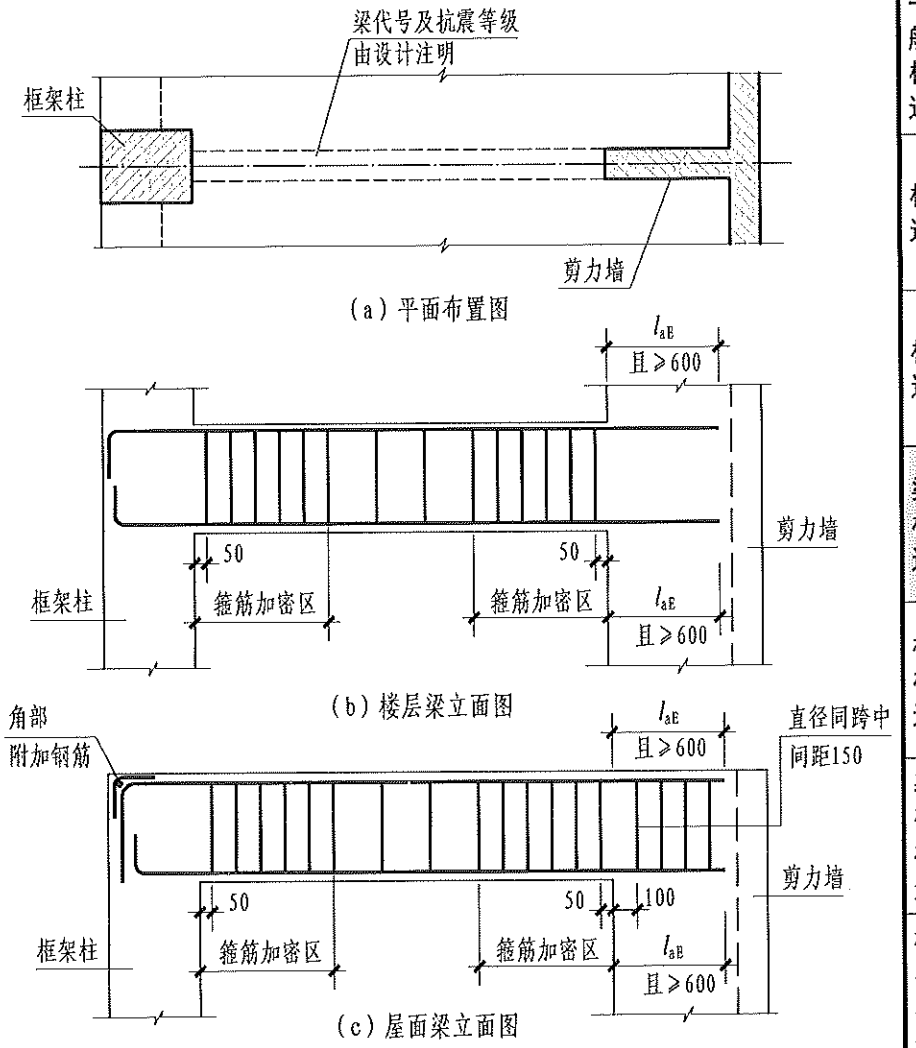



图4.7-2 另一端与剪力墙平面内相连

| 框架梁有一端支座为非框架柱时的配筋构造 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-10 |

**4.8 框架扁梁节点核心区钢筋如何布置？纵筋构造有何要求？箍筋加密区范围如何确定？**

1 框架扁梁节点核心区钢筋构造要求：

1）节点内核心区（框架柱截面面积部分）的箍筋同普通框架柱。节点外核心区（两向宽扁梁相交面积扣除柱截面面积部分）应设置竖向拉筋，竖向拉筋同时勾住扁梁上下双向纵筋，拉筋末端采用135°弯钩，平直段长度为10$d$；拉筋直径：一、二级抗震等级不宜小于10mm，三四级抗震等级不宜小于8mm。

2）附加抗剪纵向钢筋应贯通中柱节点核心区，并向跨内延伸$l_{aE}$，见图4.8-1。

3）节点核心区附加抗剪纵向钢筋在边柱节点中的锚固要求同框架扁梁纵向受力钢筋，见图4.8-2。

4）在边框架梁端设置U形钢筋时，直径应不小于箍筋直径，伸入框架柱内的长度为$l_{aE}$，间距同箍筋加密区要求，见图4.8-3。

2 中间层框架扁梁的纵向钢筋构造要求：

1）框架扁梁上、下排纵向钢筋分别不应多于一排，纵向钢筋至少有60%的截面面积在框架柱内贯通。

2）框架扁梁上部通长钢筋连接位置、非贯通钢筋伸出长度要求同普通框架梁。

3）边柱端节点穿过柱截面的梁上、下纵向受力钢筋锚固做法同普通框架梁。未通过柱范围内时，采用直线锚固的锚固长度为$l_{aE}$且过边框架梁中心线5$d$；采用90°弯折锚固的水平段投影长度应不小于0.6$l_{abE}$，弯折段投影长度为15$d$，见图4.8-2。

4）中间节点处框架扁梁下部纵向钢筋构造要求：

①穿过柱截面的框架扁梁下部纵筋宜贯通支座，在相邻另一跨内连接，连接要求同普通框架梁（框架扁梁内外核心区均可视为梁的支座）。

②穿过柱截面的框架扁梁下部纵筋也可在柱内锚固，做法同普通框架梁。

③未穿过柱截面的下部纵筋在中间节点处应贯通节点区，可在相邻跨内采用连接方式接长。

3 框架扁梁箍筋加密区构造要求：

1）框架扁梁箍筋加密区长度，应自框架扁梁边算起，取$b_b+h_b$、$l_{aE}$（附加纵筋抗震锚固长度）的较大值，且不小于普通框架梁箍筋加密区长度范围的要求。

2）中间节点箍筋加密区范围起算点为另一方向框架宽扁梁外侧，边节点的起算点为框架柱内侧边缘处，见图4.8-4。

3）框架宽扁梁端箍筋加密区的肢距应满足不同抗震等级普通框架梁的最小要求。

框架扁梁构造要求：

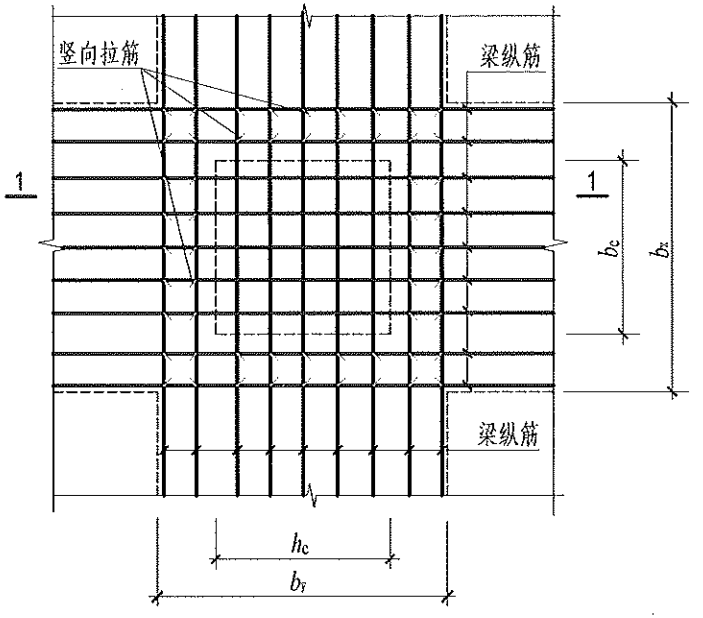
框架扁梁的截面高度应满足刚度要求，对于钢筋混凝土框架扁梁的截面高度可取梁计算跨度的1/22～1/16，跨度较大时截面高度宜取较大值。

框架扁梁的截面高度不宜小于2.5倍的板厚度，截面宽高比$b_b/h_b$不宜超过3。梁宽大于柱宽的框架扁梁截面尺寸应符合下列要求：

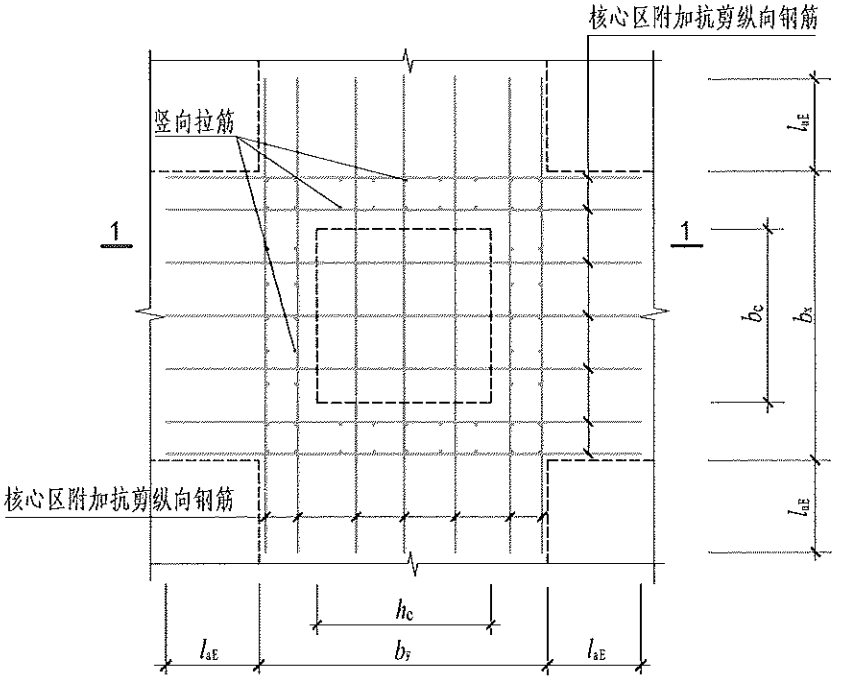
$$b_b \leqslant 2b_c,\ b_b \leqslant b_c+h_b,\ h_b \geqslant 16d$$

其中$b_c$为柱截面宽度，圆形截面取柱直径的0.8倍；$b_b$、$h_b$分别为梁截面宽度和高度；$d$为柱纵筋直径。

设计时，一级抗震等级及嵌固层框架梁不宜设计成框架扁梁，框架扁梁的中心应与框架柱中心重合，边框架梁不宜设计成框架扁梁。

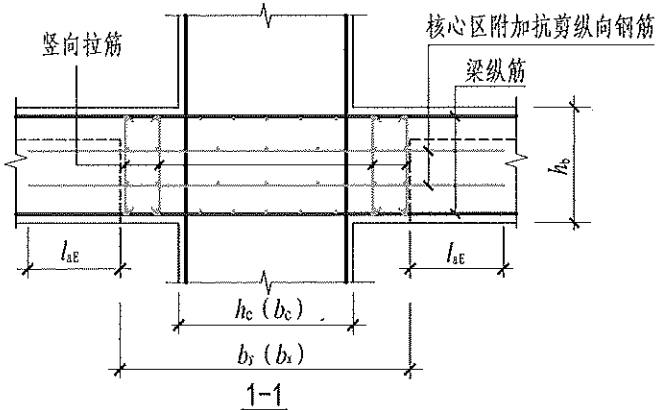



(a) 框架扁梁中柱节点竖向拉筋




(b) 框架扁梁中柱节点附加抗剪纵向钢筋

4.8-1框架扁梁中柱节点

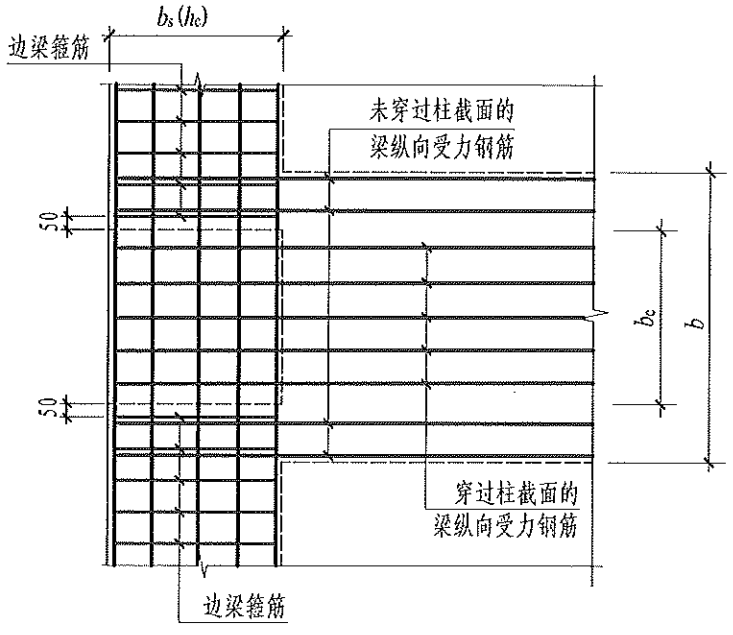



1-1

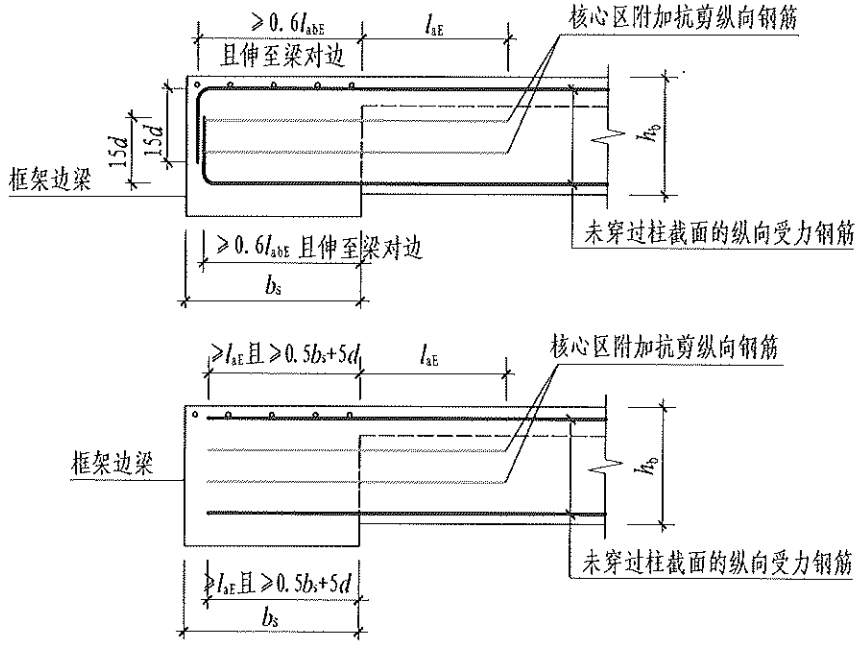
相关标准条文：

《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010附录D。

| 框架扁梁 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-12 |

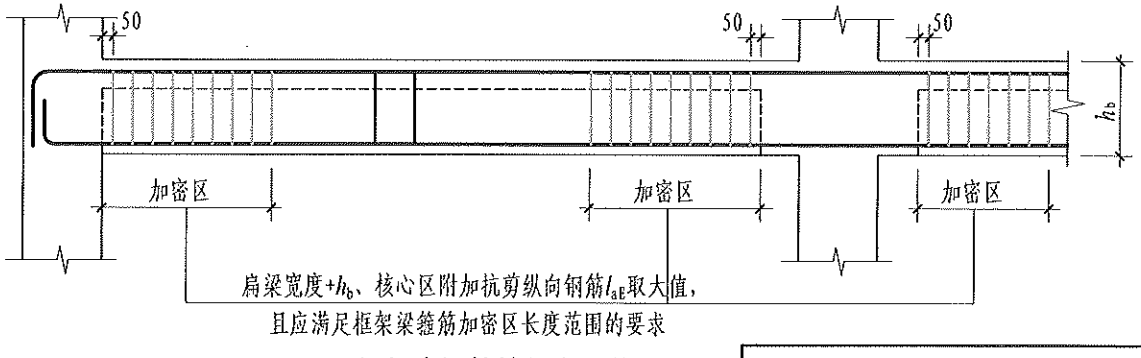



(a) 框架扁梁边柱节点钢筋布置图



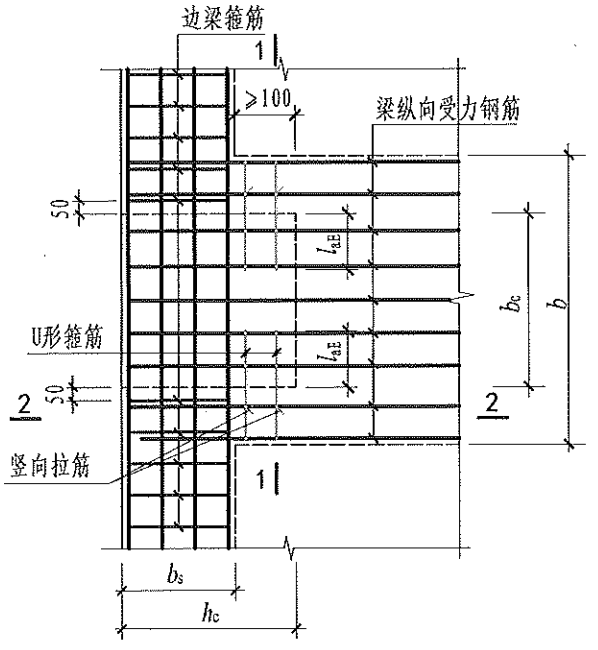

(b) 未穿过柱截面的扁梁纵向受力筋锚固构造

4.8-2 框架扁梁边柱节点（一）

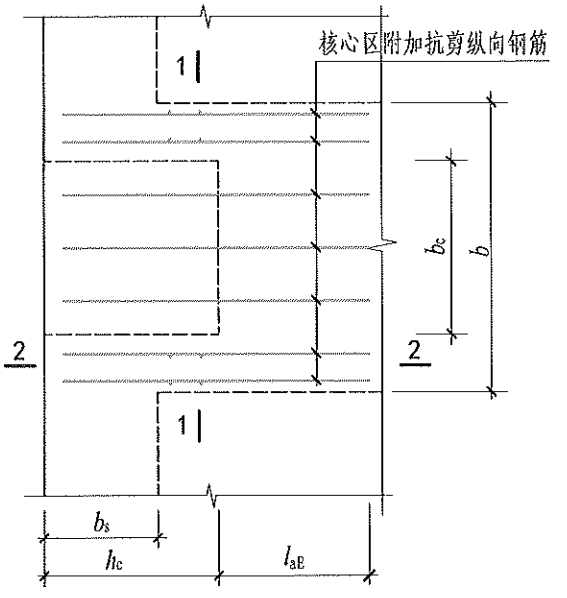



4.8-4 框架扁梁箍筋加密区范围

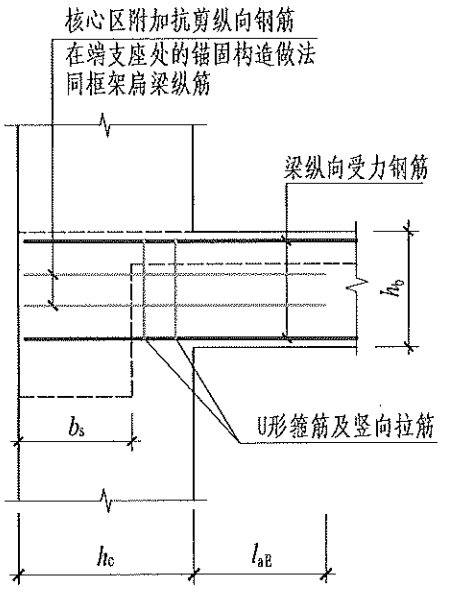
| 框架扁梁 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-13 |



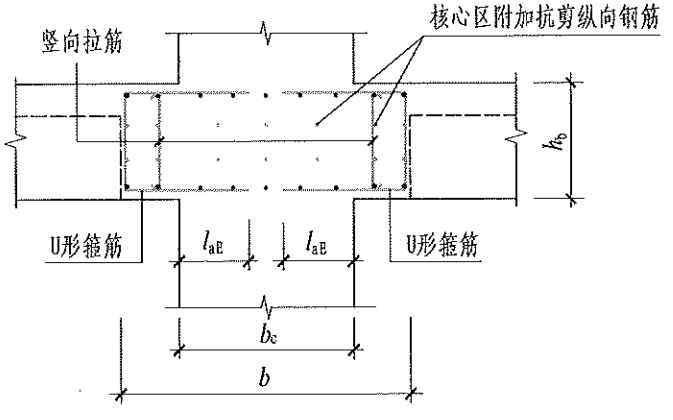

(a) 框架扁梁边柱节点钢筋布置图




(b) 框架扁梁附加纵向钢筋




2-2




1-1

(当$h_c$-$b_s$≥100时，需设置U形箍筋及竖向拉筋)

4.8-3 框架扁梁边柱节点（二）

| 框架扁梁 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-14 |

## 4.9 转换梁构造措施有何要求？

承托剪力墙的梁称为框支梁KZL，承托框架柱的梁称为托柱转换梁TZL。框支梁KZL和托柱转换梁TZL（统称为转换梁）主要构造要点如下：

1 支座上部纵向受力钢筋至少应有50%沿梁全长贯通；上部第一排纵向钢筋应伸至柱对边向下90°弯折锚固，平直段长度不小于$0.4l_{abE}$，弯折段应延伸过梁底不小于$l_{aE}$，见图4.9-1中钢筋①；当梁上部配置多排纵向钢筋时，其内排纵筋伸至柱对边并向下90°弯折，直段长度不小于$0.4l_{abE}$，弯折段不小于$15d$，且总长度不小于$l_{aE}$，见图4.9-1中钢筋②。

2 下部纵向钢筋应全部直通到柱内，伸至梁上部纵筋弯折段内侧后向上90°弯折，平直段长度不小于$0.4l_{abE}$，弯折段不小于$15d$，且总长度不小于$l_{aE}$，见图4.9-1中钢筋③。

3 偏心受拉的转换梁（一般为框支梁KZL）沿梁腹板高度应配置间距不大于200mm，直径不小于16mm的腰筋；托柱转换梁应沿腹板高度配置腰筋，其直径不宜小于12mm、间距不宜大于200mm。转换梁的腰筋伸入柱中锚固长度不小于$l_{aE}$，且过柱中线$5d$；直锚长度不足时伸至梁上部纵筋弯折段内侧弯折（也可水平弯折），直段长度不小于$0.4l_{abE}$，弯折段$15d$，且总长度不小于$l_{aE}$，见图4.9-1中钢筋④。

4 纵向钢筋接头宜采用机械连接，同一连接区段内接头钢筋截面面积不宜超过全部纵筋截面面积的50%，接头位置应避开上部墙体开洞位置及受力较大部位。

5 离转换柱边1.5倍梁截面高度且不小于0.2倍梁净跨范围内梁箍筋应加密；对托柱转换梁的托柱部位，梁箍筋应加密配置，加密区范围可取梁上托柱边两侧各1.5倍梁高度。分别见图4.9-1和图4.9-2。

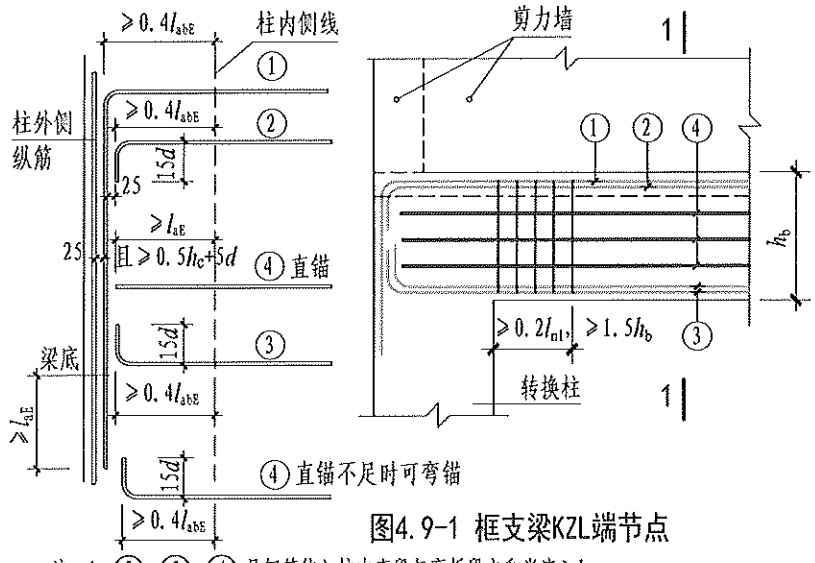



图4.9-1 框支梁KZL端节点

注：1. ②、③、④号钢筋伸入柱内直段与弯折段之和尚应≥$l_{aE}$。
2. ①、②、③号钢筋任何情况下均应伸至柱对边后向节点内弯折。

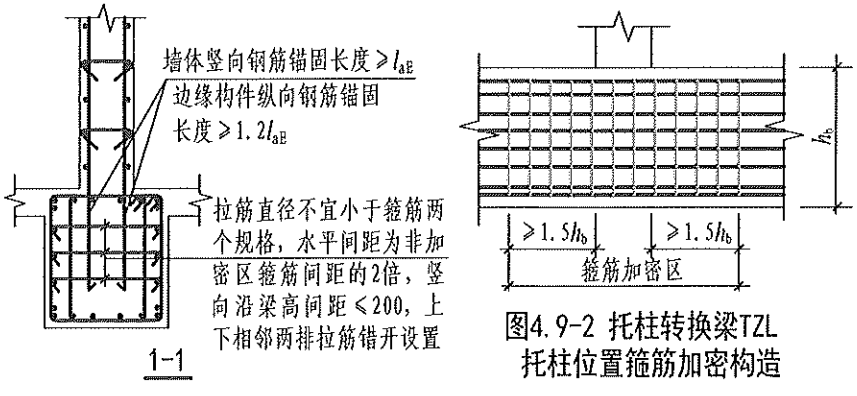



图4.9-2 托柱转换梁TZL托柱位置箍筋加密构造

相关标准条文：

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第10.2.8条、第10.2.22条。

| 转换梁 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 页 | 4-15 |

**4.10 框支梁上部剪力墙开洞时，洞边的加强措施及框支梁在洞口处的构造有何要求？**

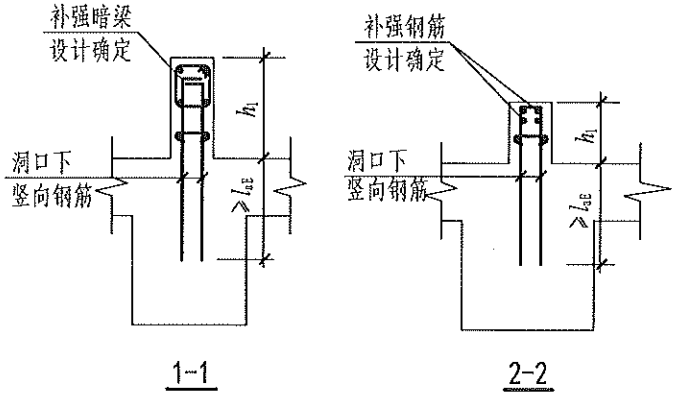
框支梁上部剪力墙开有门窗洞口时，可按以下方式进行处理：

1 当窗洞位置距离框支梁顶面比较高（$B \leqslant 2h_1$且$h_1 \geqslant h_b/2$）时，洞口下方应按设计设置补强暗梁，见图4.10（a）。

2 当窗洞位置距离框支梁顶面比较低（$B > 2h_1$且$h_1 < h_b/2$）时，洞口下方应按设计设置补强钢筋，洞边两侧各1.5倍梁截面高度范围内箍筋加密，见图4.10（b）。

3 当门窗洞口位于框支梁顶面时，洞边两侧各1.5倍梁截面高度范围内箍筋加密，见图4.10（c）。当洞口位于上部墙体边时，洞口范围及洞口边1.5倍梁截面高度范围内箍筋加密，见图4.10（d）。

4 墙体竖向分布钢筋伸至框支梁内锚固长度大于或等于$l_{aE}$，边缘构件纵筋伸至框支梁内锚固长度大于或等于$1.2l_{aE}$，参见图4.9-1中的1-1剖面。



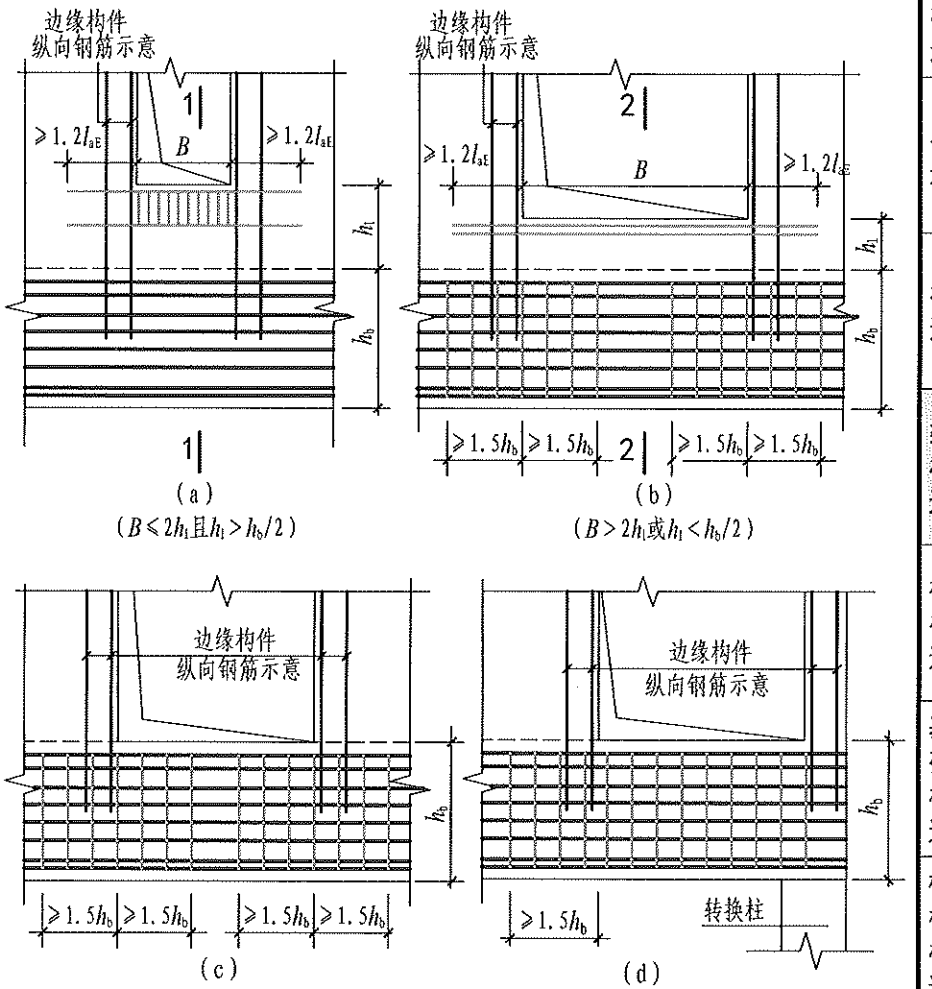




图4.10 框支梁KZL上部墙体开洞部位加强做法

| 框支梁上部剪力墙开洞 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-16 |

**4.11 非框架梁上部纵向钢筋在端支座锚固时，“设计按铰接”和“充分利用钢筋的抗拉强度”应如何理解？当端支座宽度不足时，如何处理？**

1 非框架梁上部纵向钢筋在端支座锚固时，分为“设计按铰接”和“充分利用钢筋的抗拉强度”两种情况，按G101系列图集平法标注应注意以下几点：

1）当非框架梁端支座“设计按铰接”时，梁代号为L、JZL。“设计按铰接时”指理论上支座无负弯矩，但实际上仍受到部分约束，因此在支座区上部设置纵向构造钢筋。

2）当梁端支座上部纵筋考虑为“充分利用钢筋的抗拉强度”时，在梁代号后加“g”，即Lg、JZLg；或在梁平面布置图上原位标注“g”。“充分利用钢筋的抗拉强度”指支座上部非贯通钢筋按计算配置，承受支座负弯矩。

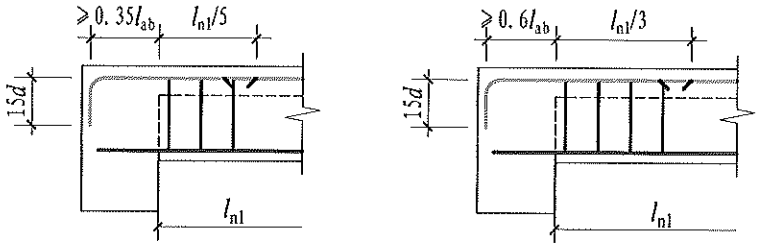
2 施工时，非框架梁端支座上部非贯通钢筋伸至主梁外侧纵筋内侧后向下90°弯折15$d$，“设计按铰接”时平直段长度不小于0.35$l_{ab}$，见图4.11-1(a)；“充分利用钢筋的抗拉强度”时平直段长度不小于0.6$l_{ab}$，见图4.11-1(b)。当端支座为中间层剪力墙时，梁支座上部纵筋伸入支座内的平直段长度0.35$l_{ab}$、0.6$l_{ab}$调整为0.4$l_{ab}$。当伸入支座内长度不小于 $l_a$ 时，钢筋可不弯折。

3 当支座宽度较小时，无论是“充分利用钢筋的抗拉强度”或是“设计按铰接”都有可能出现支座宽度不满足平直段长度0.6$l_{ab}$或0.35$l_{ab}$的情况，设计应避免出现此情况。当出现此种情况时，设计可采取如下处理措施：

1）当支座外侧有楼板时，可将上部钢筋延伸至楼板内，直线锚固长度满足$l_a$要求，板内锚固长度需不小于150mm。伸至支座外侧楼板内的钢筋宜位于板上层钢筋网片下方，板中锚固长度范围内钢筋上部宜设置垂直方向的楼板上部钢筋，见图4.11-2。

2）将非框架梁伸出支座形成梁头或在支座外侧设置挑板时，可在梁头或挑板中直线锚固或弯折锚固，见图4.11-3。

3）在满足设计要求的前提下，调整上部纵筋直径，以满足锚固要求。




(a) 设计按铰接时　　(b) 充分利用钢筋的抗拉强度时

图4.11-1 非框架梁端支座上部钢筋构造

（当伸入支座内长度≥$l_a$时，可不弯折）

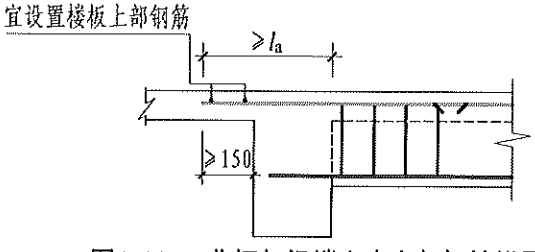



图4.11-2 非框架梁端支座上部钢筋锚固在板内

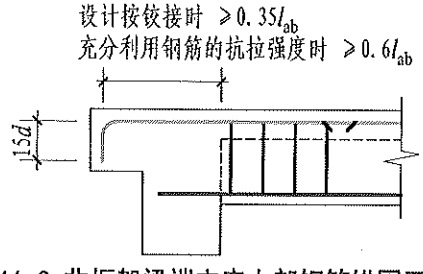



图4.11-3 非框架梁端支座上部钢筋锚固至梁头或挑板内

（当伸入支座内长度≥$l_a$时，可不弯折）

| 非框架梁端支座上部钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-17 |

4.12 非框架梁（不受扭）下部纵向钢筋要求伸入端支座直线锚固长度为12$d$，当支座长度不能满足直线锚固要求时，如何处理？

G101系列图集中要求非框架梁(不受扭时)下部纵向带肋钢筋伸入端支座的直线锚固长度不小于12$d$（$d$为下部纵向钢筋直径），见图4.12-1。实际工程中会遇到支座宽度较小，不能满足该要求的情况，此时可采取如下措施处理：

1 可与设计人员协商，调整钢筋直径以满足直线锚固长度要求。

2 可经设计人员确认，当梁端剪力$V$不大于$0.7f_tbh_0$时，可减小伸入支座的长度，但应不小于5$d$。

3 可采用135° 弯钩或90° 弯钩锚固方式，下部纵向钢筋伸至支座对边弯折，热轧带肋钢筋包括弯钩在内的水平投影长度应不小于7.5$d$，135° 弯钩的直线段长度为5$d$，见图4.12-2；90° 弯钩的直线段长度为12$d$，见图4.12-3。

4 当梁考虑受扭时，梁纵向钢筋应按受拉钢筋锚固在支座内，见本图集第4.13条规定。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.2条。

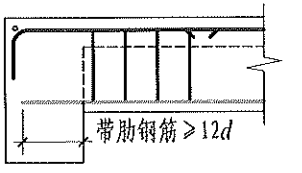



图4.12-1 非框架梁端支座下部钢筋构造

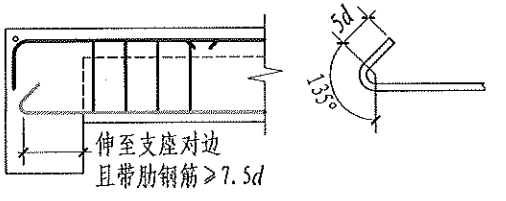



图4.12-2 非框架梁端支座下部钢筋135° 弯钩

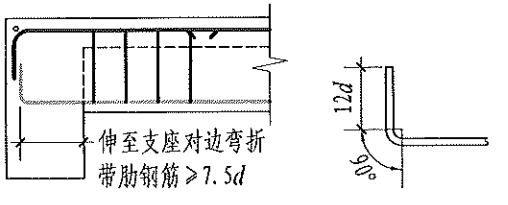



图4.12-3 非框架梁端支座下部钢筋90° 弯钩

| 非框架梁端支座下部钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-18 |

## 4.13 非框架梁受扭时，平法制图规则和配筋构造有何要求？

1 根据22G101-1图集平法制图规则，当非框架梁按受扭设计时，梁代号为LN；平面注写时，当梁侧面需要配置受扭纵向钢筋时，以大写字母“N”打头，注写配置在梁两侧的总配筋值，见图4.13-1。

2 受扭梁纵向钢筋构造要求如下：

1）梁上、下部纵向钢筋，按“充分利用钢筋的抗拉强度”锚固在端支座内。当梁纵筋伸入支座内长度满足直线锚固要求时，可不弯折；当不能满足直线锚固长度要求时，可采用90°弯折锚固，梁纵筋伸至主梁外侧纵筋内侧后分别向下、向上弯折（向节点内弯折），平直段长度不小于$0.6l_{ab}$，弯折段长度为$15d$，见图4.13-2。

2）中间支座下部纵筋宜贯通，不能贯通时锚入支座长度不小于$l_a$，见图4.13-3。

3）梁侧面受扭纵筋沿截面周边均匀对称布置，间距不大于200mm，见图4.13-4。在跨内搭接时，搭接长度为$l_l$。

4）纵向钢筋在跨内采用搭接连接时，在搭接长度范围内箍筋应加密。

5）受扭梁的封闭箍筋端部采用135°弯钩，且直线段长度为$10d$，见图4.13-5。当采用复合箍筋时，仅最外侧箍筋计入受扭所需的箍筋面积，采用此种做法。

3 梁侧纵向钢筋间的拉筋弯钩做法同梁侧构造纵向钢筋间拉结筋弯钩。

注意事项：

当梁内作用有扭矩时，无论是框架梁还是非框架梁，均由纵向钢筋和箍筋共同承担扭矩内力。纵向钢筋包括梁上、下纵向钢筋和梁侧面钢筋。受扭梁上、下纵向钢筋和梁两侧纵向钢筋，在支座内锚固均应满足受拉钢筋的要求。非框架梁梁侧面受扭纵筋不同于梁侧面构造纵筋，梁侧受扭的纵筋应遵循“沿周边均匀对称布置”和“按受拉钢筋锚固在支座内”的原则。

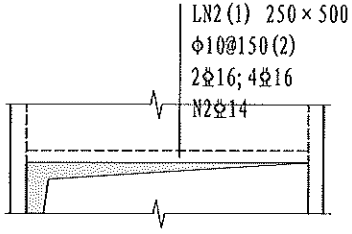



图4.13-1 受扭梁LN配筋注写示意

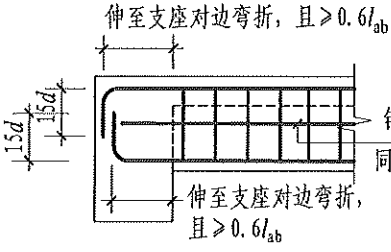



图4.13-2 受扭梁纵向钢筋端支座构造

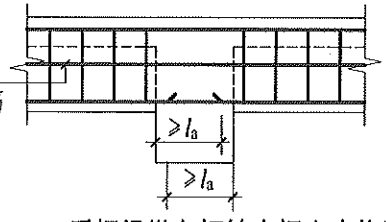



图4.13-3 受扭梁纵向钢筋中间支座构造

（当伸入支座内长度不小于$l_a$时，可不弯折）

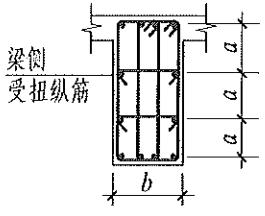



图4.13-4 梁侧面受扭纵向钢筋布置

（$a\leqslant200$）

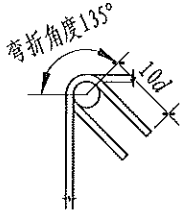



图4.13-5 受扭梁箍筋弯钩

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.5条。

| 受扭非框架梁构造要求 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-19 |

## 4.14 梁侧面配置纵向构造钢筋时，有何构造要求？

根据G101国家标准设计图集中的制图规则，梁侧面纵向构造钢筋以大写字母“G”打头标注。

当梁的腹板高度$h_w \geqslant 450$mm时，需要在梁的两个侧面沿梁高度范围内配置纵向构造钢筋。

1 梁的腹板高度和梁有效高度按如下规定计算：

1）梁腹板高度$h_w$：对矩形截面，取有效高度$h_0$；对于T形截面，取有效高度$h_0$减去翼缘高度$h_f$；对于I形截面取腹板净高，见图4.14。

2）梁有效高度$h_0$：为梁上边缘至梁下部受拉钢筋的合力中心的距离，即$h_0=h-s$，见图4.14；当梁下部配置单层纵向钢筋时，$s$为下部纵向钢筋中心至梁底距离；当梁下部配置两层纵向钢筋时，$s$可取70mm。

2 梁腹板配筋率：纵向构造钢筋的截面积$A_s$被腹板截面积除后的百分率不应小于0.1%，即$A_s/bh_w \geqslant 0.1\%$，当梁宽较大时可适当放松。

3 梁侧面纵向构造钢筋的搭接与锚固长度可取$15d$。当在跨内采用搭接时，在该搭接长度范围内不需要配置加密箍筋。

4 拉结钢筋直径不小于Φ6，间距为箍筋间距2倍并交错拉结。

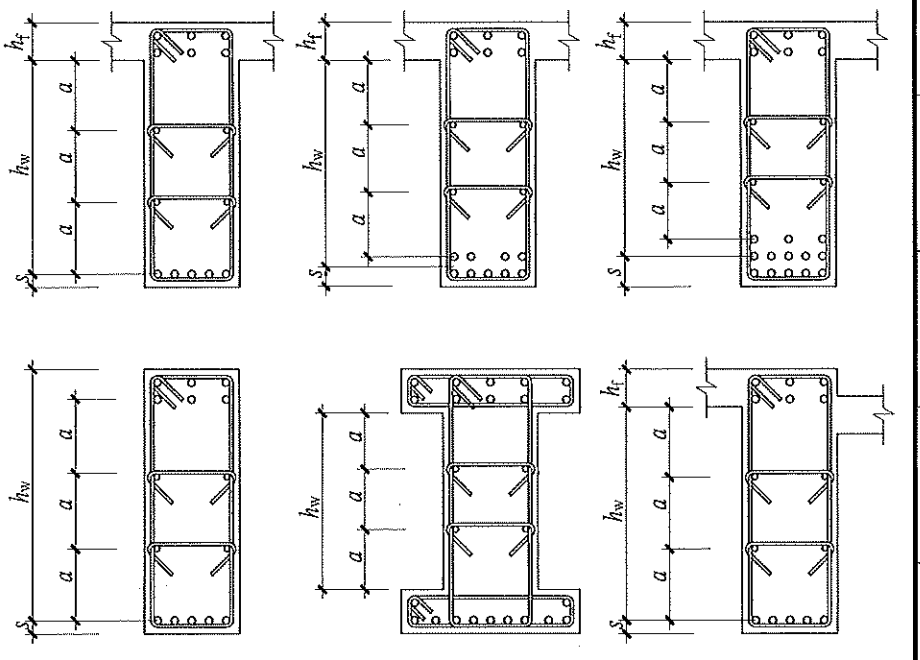



图4.14 梁侧面纵向构造钢筋构造
（$a \leqslant 200$）

梁侧面设置纵向构造钢筋的必要性：

当梁的高度较大时，有可能在梁侧面产生垂直于梁轴线的收缩裂缝，为此应在梁的两侧沿梁长度方向布置纵向构造钢筋。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.13条。

| 梁侧面纵向构造钢筋配置要求 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-20 |

**4.15 梁内有集中荷载处，附加箍筋的布置范围内是否可以取消梁内原设置的箍筋？附加箍筋的布置长度范围应该多大？当采用吊筋时，有何构造要求？**

位于梁下部或梁截面高度范围内的集中荷载，应全部由附加横向钢筋承担。附加横向钢筋宜采用箍筋，当箍筋不足时也可以增加吊筋。不允许用布置在集中荷载影响区内的原梁内箍筋代替附加横向钢筋，即：

1 附加箍筋应布置在$s$长度范围内：$s=2h_1+3b$。附加箍筋应在集中力两侧布置。在集中荷载梁宽范围内的主梁箍筋，应按设计间距正常布置，如图4.15-1所示。

当两个集中荷载距离较小时，偏于安全的做法是不减少两个集中荷载间的附加钢筋的数量，同时适当增大外侧的附加钢筋数量，如图4.15-2所示。

1）箍筋应在集中荷载两侧分别设置，每侧不少于2个；梁内原箍筋照常放置。

2）第一个箍筋距梁内的次梁边缘为50mm，配置的长度范围为$s$；当传入集中荷载的梁宽度$b$较大时，可适当减小附加横向钢筋的布置范围。

2 当采用吊筋时，吊筋弯起段应伸至梁上边缘并且再加水平段，下端的水平段要伸至梁底部的纵向钢筋处，如图4.15-3所示。

1）每个集中荷载处，吊筋不少于2ϕ12；吊筋弯起段应伸至梁上边缘处且加水平段长度为20$d$。

2）吊筋的弯起角度：当主梁高度不大于800mm时，弯起角度为45°；当主梁高度大于800mm时，弯起角度为60°。

相关结构概念：

当在梁的高度范围内或梁下部有集中荷载时，为防止集中荷载影响区下部混凝土撕裂或产生裂缝，在集中荷载影响区$s$范围内，设计应按计算确定增设附加横向钢筋。

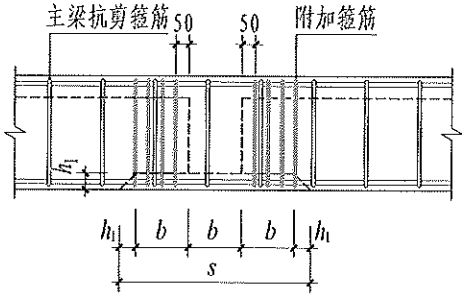



图4.15-1 附加箍筋构造示意图
（附加箍筋在$s$长度范围内布置）

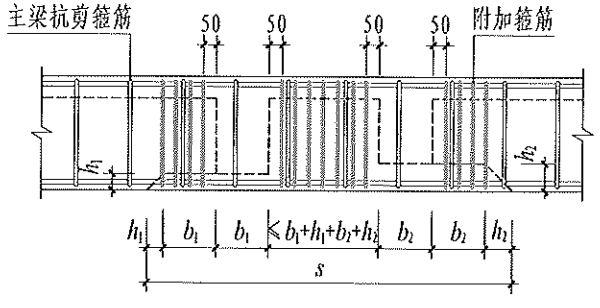



图4.15-2 相近两个集中荷载附加箍筋构造示意图
（附加箍筋在$s$长度范围内布置）

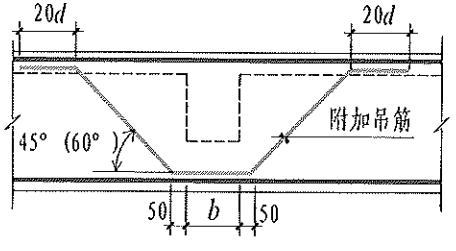



图4.15-3 附加吊筋构造示意图

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.11条。

| 附加箍筋和吊筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 页 | 4-21 |

**4.16 各类悬臂梁配筋构造如何选择？纵向受力钢筋有何构造要求？悬臂梁上部纵向钢筋为什么不应在梁的上部截断？**

屋面悬臂梁与中间层悬臂梁构造需区别对待，构造做法主要与支座（柱、墙或梁）形式、悬臂梁与内跨梁的梁顶标高差值等有关，可按表4.16进行选择。各类悬臂梁参数见图4.16-1。

1 纯悬臂梁悬挑长度不大于2m、且不考虑竖向地震作用时，按非抗震设计。其位于楼层位置中间层时，悬臂梁上部纵向钢筋应伸至支座（墙、柱）外侧纵筋内边并向节点内90°弯折15$d$，弯折前水平段投影长度不应小于0.4$l_{ab}$，弯折后的竖直投影长度为15$d$，见图4.16-2。

2 位于楼层或屋面带连续内跨梁的悬臂梁在支座（柱、墙或梁）处构造措施：

1）悬臂梁与其内跨梁顶标高相同时，梁上部纵向钢筋应贯穿支座（柱、墙或梁），见图4.16-3图①。

2）位于中间层，且$\Delta_h/(h_c-50)>1/6$时，梁上部纵向钢筋宜在支座（柱、墙）处截断分别锚固，内跨框架梁、悬臂梁上部纵筋按框架中间层端节点构造锚固措施，见图4.16-3图②和④。

3）位于中间层，且$\Delta_h/(h_c-50)\leqslant 1/6$时，梁上部纵向钢筋应坡折贯穿支座（柱、墙或梁），当支座为梁时也可用于屋面，见图4.16-3图③和⑤。

4）位于屋面，$\Delta_h\leqslant h_b/3$时，梁上部受力钢筋在支座（柱、墙或梁）处分别锚固，当支座为梁时也可用于中间层楼面，见图4.16-3图⑥和⑦。

3 图4.16-3中图①、⑥、⑦，位于屋面的悬臂梁与内跨框架梁底标高相同时，柱纵筋可按中柱节点考虑（节点处，内跨框架梁负弯矩远大于悬臂梁负弯矩情况除外）。

4 悬臂梁剪力较大且全长承受弯矩，在悬臂梁中存在着比一般梁更为严重的斜弯现象和撕裂裂缝引起的应力延伸，在梁顶截断纵筋存在着引起斜弯失效的危险，因此上部纵筋不应在梁的上部切断。

1）悬臂梁上部钢筋中，应有至少2根角筋且不少于第一排纵筋的1/2伸至悬臂梁外端，并向下弯折12$d$；其余钢筋不应在梁上部截断，而应在不需要该钢筋处向下做45°或60°弯折，首先弯折第二排钢筋，弯折后的水平段为10$d$。当悬挑长度较小截面又比较高时，会出现不满足斜弯尺寸的要求，此时宜将上部所有纵筋均伸至悬臂梁外端，向下弯折12$d$。见图4.16-4。

2）悬挑梁上部钢筋布置示意见图4.16-5。

5 当悬臂梁端部设有封边梁或次梁时，应根据计算在次梁一侧设置附加横向箍筋，承担其集中荷载。见图4.16-6。

注意事项：

1 纯悬臂梁及连续梁的悬臂段属于静定结构，悬臂段的竖向承载力失效后将无法进行内力重分配，构件会发生破坏，因此在施工时应特别注意上部纵向受力钢筋的保护层厚度不得随意加厚，混凝土强度未达到设计强度时，下部的竖向支撑模板和脚手架不应拆除。

2 当悬臂梁跨度较大时，需进行竖向地震作用验算，其上、下部纵向钢筋在支座内均需满足抗震锚固长度的要求，此时悬臂梁中钢筋锚固长度$l_a$、$l_{ab}$应改为$l_{aE}$、$l_{abE}$，悬挑梁下部纵向钢筋伸入支座的长度也应采用$l_{aE}$。

| 悬臂梁配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-22 |

表4.16 悬臂梁构造节点选用表

| 梁顶与悬臂梁顶标高关系 | 楼层位置、节点或支座形式 | 中间层 | | | 屋面 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 柱 | 墙 | 梁 | 柱 | 墙 | 梁 |
| $\Delta_h=0$ | 梁顶标高=悬臂梁顶标高 | ① | | ① | ① | | ① |
| $\Delta_h/(h_c-50)\leqslant 1/6$ | 梁顶标高>悬臂梁顶标高 | ③ | | ③或⑥* | ⑥* | | ③或⑥* |
| | 梁顶标高<悬臂梁顶标高 | ⑤ | | ⑤或⑦* | ⑦* | | ⑤或⑦* |
| $\Delta_h/(h_c-50)>1/6$ | 梁顶标高>悬臂梁顶标高 | ② | | ⑥* | ⑥* | | ⑥* |
| | 梁顶标高<悬臂梁顶标高 | ④ | | ⑦* | ⑦* | | ⑦* |

注：1.图中标注*号的构造做法中尚应满足$\Delta_h$不大于$h_b/3$。

2.$\Delta_h$为内跨梁顶面与悬臂梁顶面的高差。

3.$h_c$为柱截面宽度（高度）；支座为墙时，图中$h_c$为墙体厚度；支座为梁时，图中$h_c$为梁宽。

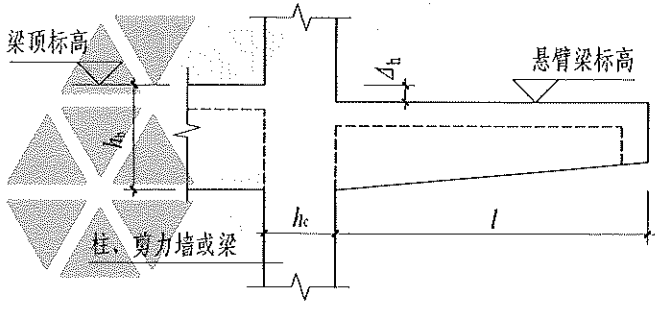



图4.16-1 各类悬臂梁参数示意

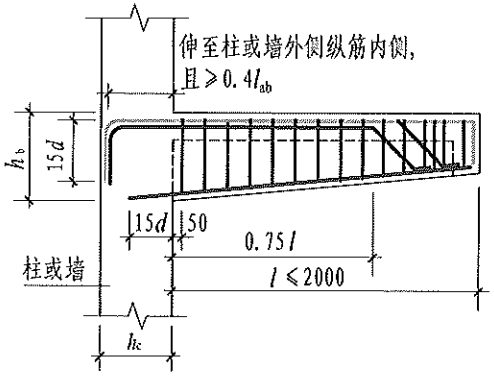



图4.16-2 纯悬臂梁XL

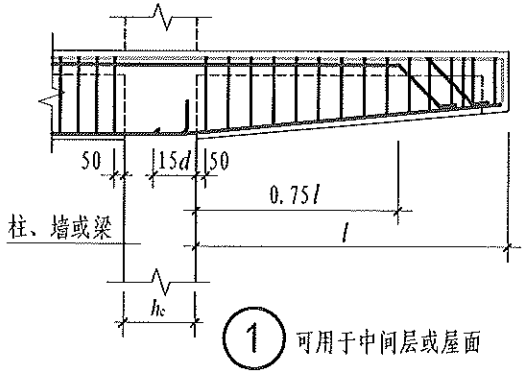



图4.16-3 梁的悬臂端配筋构造

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.4条。

| 悬臂梁配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-23 |

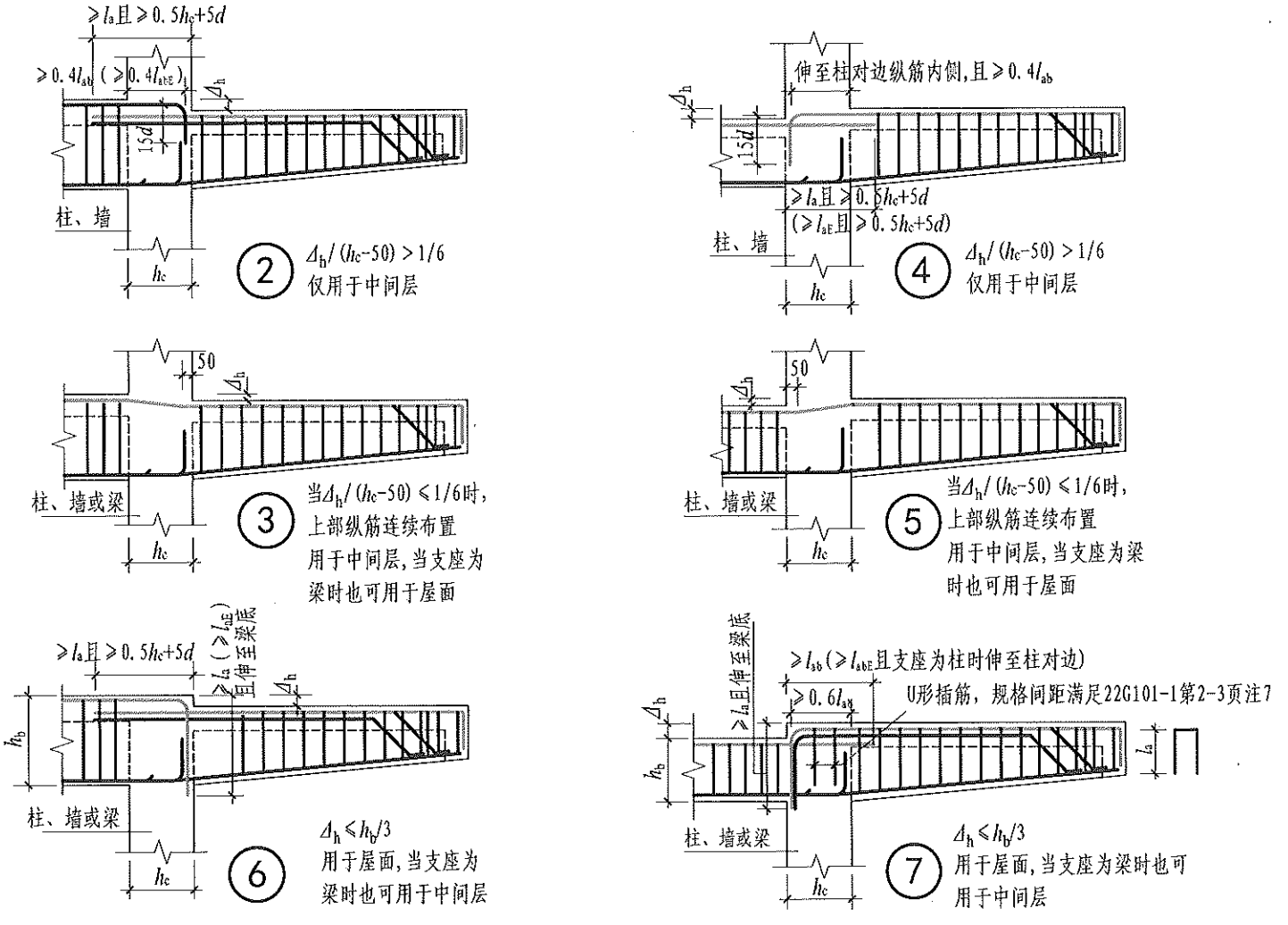


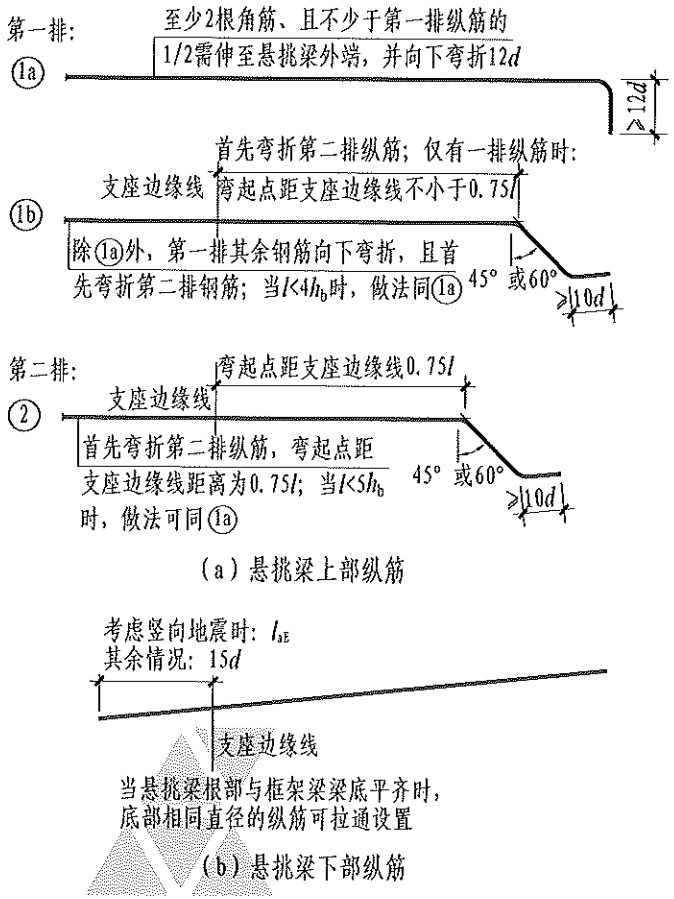

图4.16-3 悬臂梁配筋构造

注：1. 括号内数值为框架梁纵筋锚固长度。

2. 当悬臂梁考虑竖向地震作用时（由设计明确），图中悬臂梁中钢筋锚固长度$l_a$、$l_{ab}$应改为$l_{aE}$、$l_{abE}$，悬臂梁下部钢筋伸入支座长度也应采用$l_{aE}$。

3. $h_c$为柱截面宽度（高度）；支座为墙时，图中$h_c$为墙体厚度；支座为梁时，图中$h_c$为梁宽。

| 悬臂梁配筋构造 | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-24 |

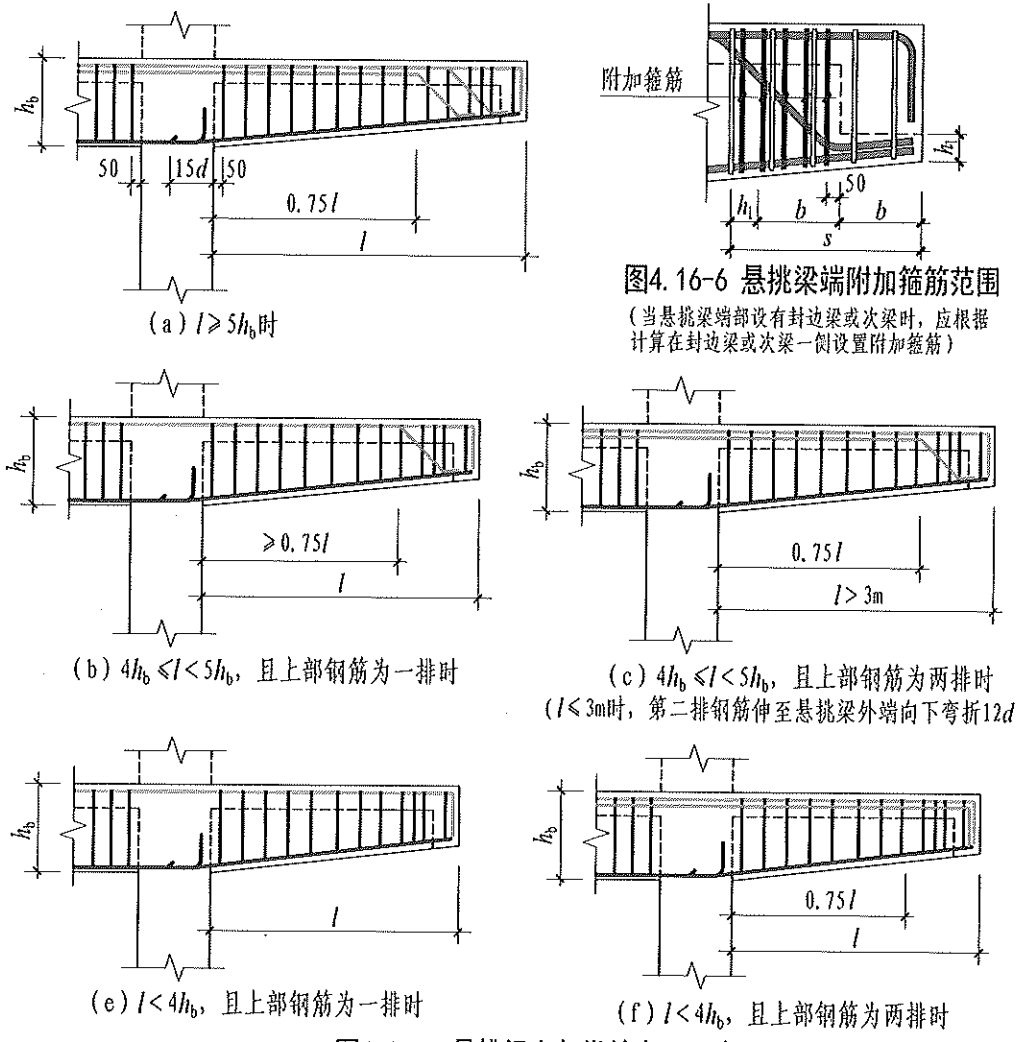



(a) 悬挑梁上部纵筋

(b) 悬挑梁下部纵筋

**图4.16-4 悬臂梁上、下纵筋做法**

注：1. 当梁上部设有第三排钢筋时，其伸出长度应由设计者注明。
2. 当$l \geq 5h_b$，悬臂梁的悬挑长度不满足弯折两排纵筋的长度要求时，可仅弯折第二排钢筋。




(a) $l \geq 5h_b$时

**图4.16-6 悬挑梁端附加箍筋范围**

（当悬挑梁端部设有封边梁或次梁时，应根据计算在封边梁或次梁一侧设置附加箍筋）

(b) $4h_b \leq l < 5h_b$，且上部钢筋为一排时

(c) $4h_b \leq l < 5h_b$，且上部钢筋为两排时
（$l \leq 3$m时，第二排钢筋伸至悬挑梁外端向下弯折12d）

(e) $l < 4h_b$，且上部钢筋为一排时

(f) $l < 4h_b$，且上部钢筋为两排时

**图4.16-5 悬挑梁上部纵筋布置示意**

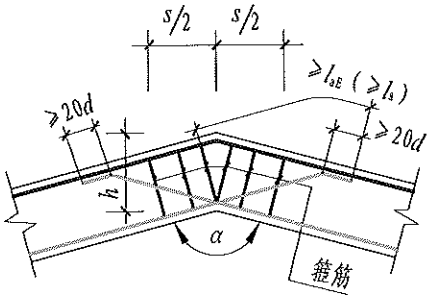
| 悬臂梁配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-25 |

**4.17 竖向折梁内折角处纵向钢筋有何构造要求？折梁内折角处箍筋如何配置？**

当梁竖向弯折角度小于160° 时，上部纵向钢筋应在弯折处贯通配置，不得截断，下部纵向钢筋在弯折处截断，分别斜向上伸入梁上部1/3高度并满足锚固长度，在弯折处按计算配置箍筋。

1 可采用以下两种做法：

1）梁下部钢筋在弯折处截断，并向远端延伸，端部水平弯折20$d$，其总的锚固长度大于或等于$l_a$，当为抗震设计的框架梁时应大于或等于$l_{aE}$。根据计算需要配置的箍筋范围为弯折点每侧$s/2$，见图4.17-1。




4.17-1 竖向折梁钢筋构造(一)

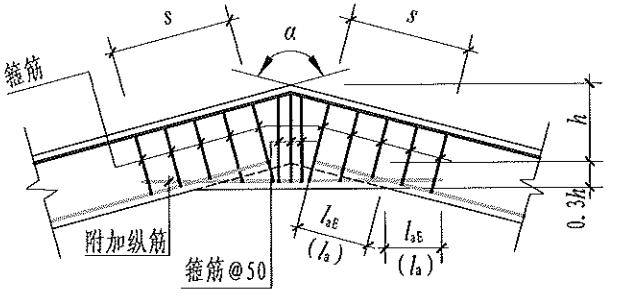
施工注意事项：

采用图4.17-1做法时，当梁下部钢筋直锚长度已大于或等于$l_a$（$l_{aE}$）时，仍需在远端弯折，弯折锚固长度须大于或等于20d。

2）采用内折角处设置角托时，梁下部纵向钢筋及附加纵向钢筋的构造做法见图4.17-2。根据计算应配置的箍筋范围为弯折点每侧$s$。

2 计算所得到的箍筋截面积配置在规定的$s$范围内，$s=h\tan(3\alpha/8)$，$\alpha$为内折角度。

3 内折角处配置的箍筋，不是按构造要求配置的，应根据内力计算需要配置。施工图设计文件中应注明该处箍筋的直径、肢数、间距及配置范围$s$等数据。




4.17-2 竖向折梁钢筋构造(二)

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.2.12条。

| 折梁配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 4-26 |

# 5 板构造

**5.1 如何理解施工图纸中经常会对双向板的配筋提出下部钢筋短方向在下、长方向在上的要求？如何理解双向板和单向板？**

1 双向板由于板在中点的变形协调一致，所以短方向的受力会比长方向大。施工图设计文件中一般要求下部短方向钢筋在下，而长方向的钢筋在上；板上部受力也是短方向比长方向大，所以要求上部钢筋短方向在上，而长方向在下。同时也应与周边楼板的钢筋排布综合考虑，钢筋能通长布置时避免不必要的截断。

2 双向板和单向板（本条均为边支承板）是根据板周边的支承情况及板的长度方向与宽度方向的比值确定的，而不是根据整层楼面的长度与宽度的比值来确定。

1）两对边支承的板为单向板。

2）四边支承的板，当长边与短边的比值小于或等于2.0时，为双向板。

3）四边支承的板，当长边与短边的比值大于2.0而小于3.0时，也宜按双向板的要求配置钢筋。

4）四边支承的板，当长边与短边的比值大于或等于3.0时，为单向板。

设计注意事项：

1 四边支承的单向板下部短方向配置受力钢筋，长方向配置构造钢筋或分布钢筋。两对边支承的板，支承方向配置受力钢筋，另一方向配置分布钢筋。

2 当楼、屋面板各板块的短方向不在同一方向且板配筋为双层双向时，施工图设计文件应注明各层钢筋的排布关系。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.1.1条。

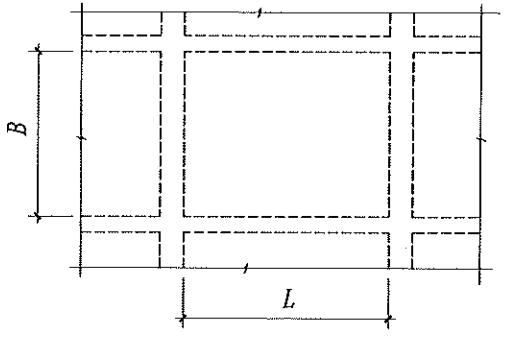



图5.1-1 四边支承双向板
（$L/B \leqslant 2.0$）

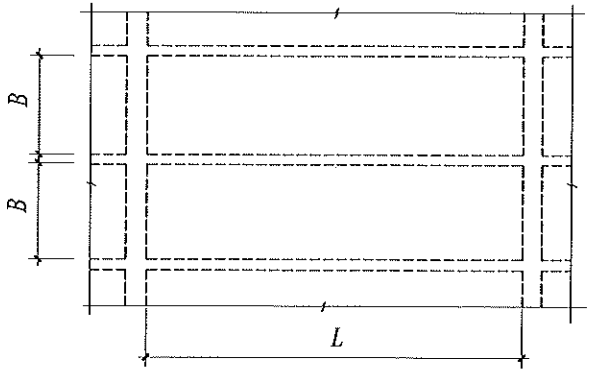



图5.1-2 四边支承单向板
（$L/B \geqslant 3.0$）

| 单向板、双向板的概念 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-1 |

## 5.2 如何理解楼板和屋面板中配置的各种钢筋？

在楼板和屋面板中，根据板的受力特点不同所配置的钢筋也不同，主要有板下部受力钢筋、支座负弯矩钢筋、构造钢筋、分布钢筋、抗温度收缩应力钢筋等。以四个示例解答该问题如下：

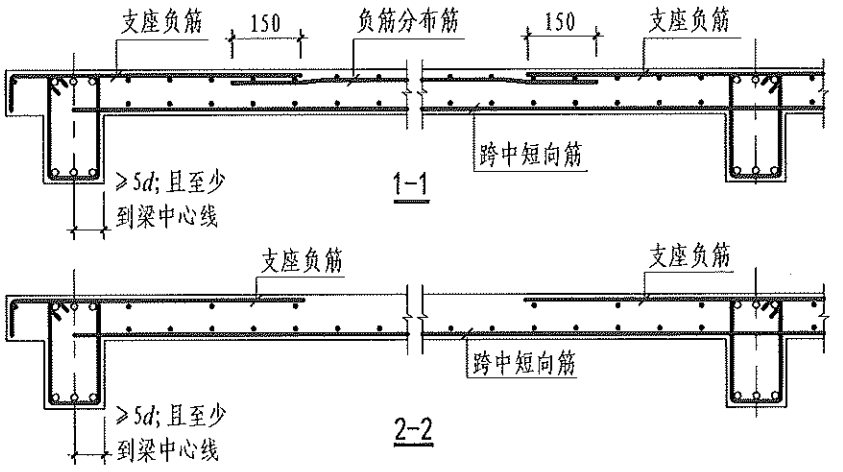
【示例1】 双向板，无温度收缩筋，见图5.2-1。

①双向板下部双方向配置板下部受力钢筋。

②双向板中间支座以及按嵌固设计的端支座，应在板顶面配置支座负弯矩钢筋。

③按简支计算的端支座，应配置支座板面构造钢筋。

④支座负弯矩钢筋和板面构造钢筋的垂直方向，应布置分布钢筋。



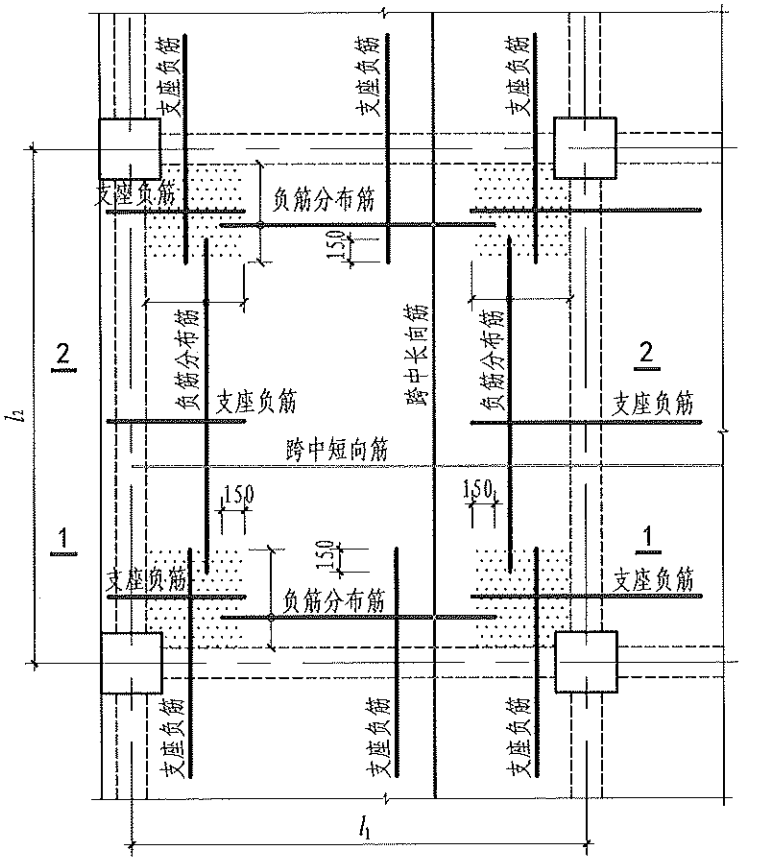




图5.2-1 双向板配筋平面图（一）

（$l_2 \geq l_1$；无温度收缩筋）

注：当板下部纵向受力钢筋采用HPB300级时，其末端应做180°弯钩。

| 双向板配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-2 |

【示例2】 双向板，板面布置温度收缩筋，见图5.2-2。

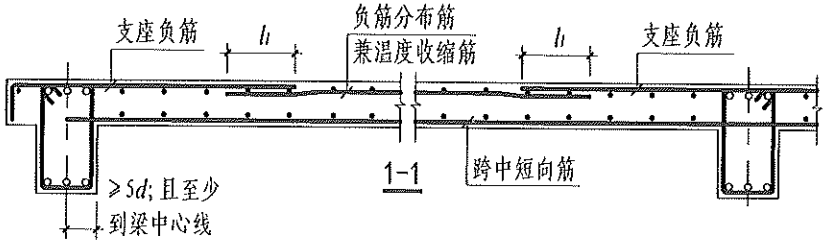
①双向板下部双方向配置板下部受力钢筋。

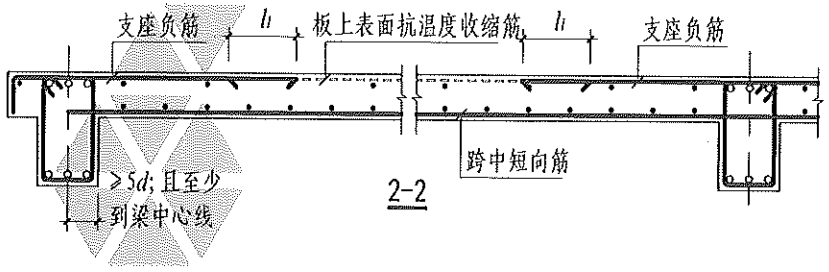
②双向板中间支座以及按嵌固设计的端支座，应在板顶面配置支座负弯矩钢筋。

③按简支计算的端支座，应配置支座板面构造钢筋。

④支座负弯矩钢筋和板面构造钢筋的垂直方向，应布置分布钢筋。

⑤板的上表面双向配置防裂钢筋，即抗温度收缩应力钢筋。



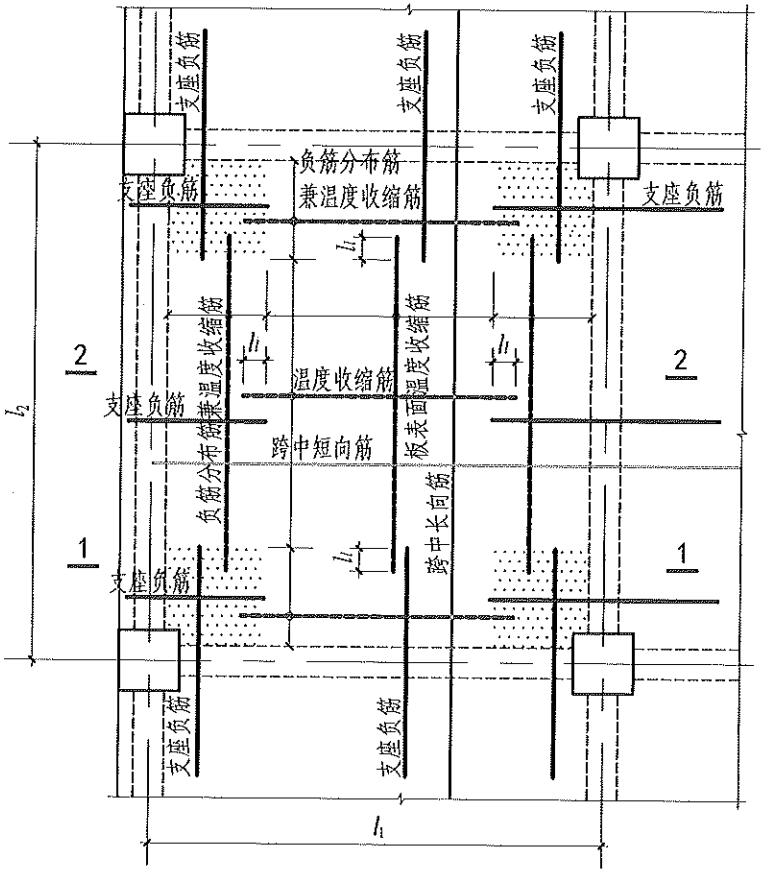




图5.2-2 双向板配筋平面图（二）

（$l_2 \geq l_1$；板表面设置温度收缩筋）

注：当板下部纵向受力钢筋采用HPB300级时，其末端应做180°弯钩。

| 双向板配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-3 |

【示例3】 双向板，板面贯通式配筋（兼温度收缩筋），见图5.2-3。

①双向板下部双方向配置板下部受力钢筋。

②双向板中间支座以及按嵌固设计的端支座，如贯通式配筋不满足设计要求，应在板顶面另配置支座负弯矩钢筋。

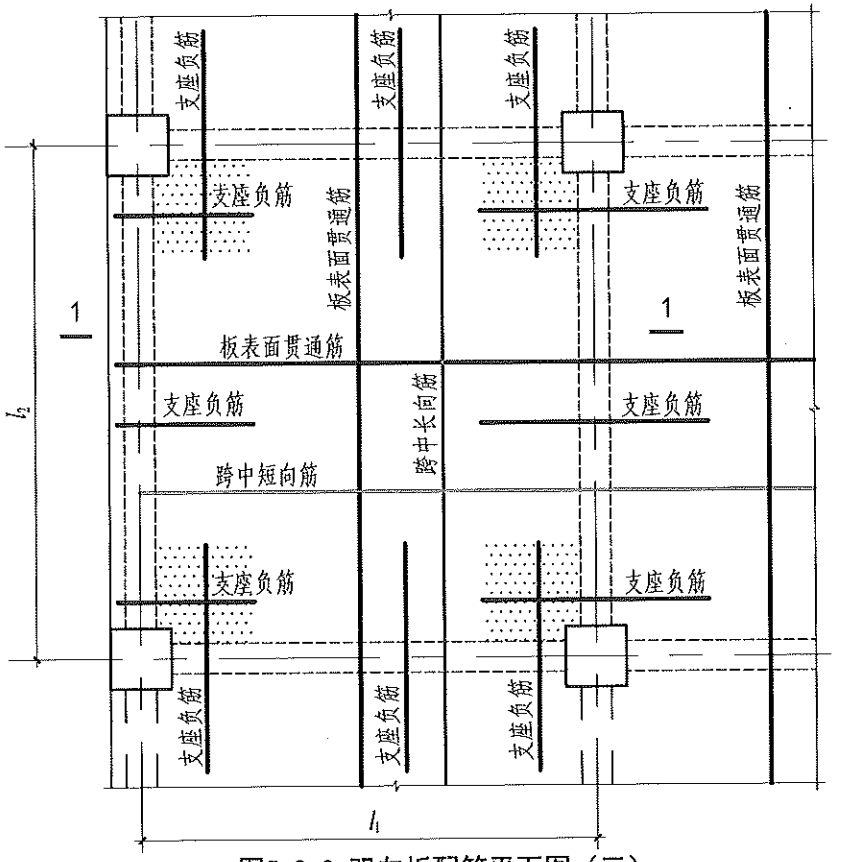
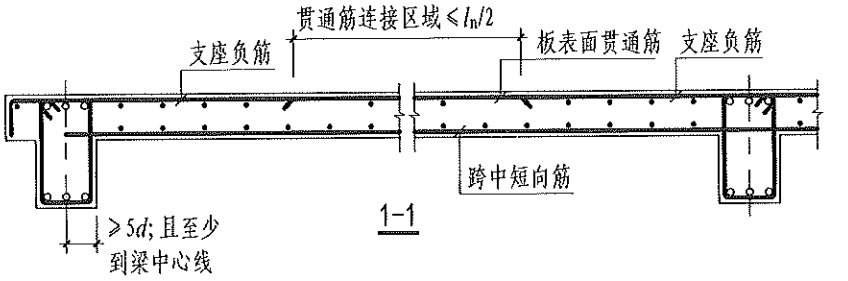



图5.2-3 双向板配筋平面图（三）

[$l_2 \geqslant l_1$；板表面贯通式配筋(兼温度收缩筋)]




注：当板下部纵向受力钢筋采用HPB300级时，其末端应做180°弯钩。

| 双向板配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-4 |

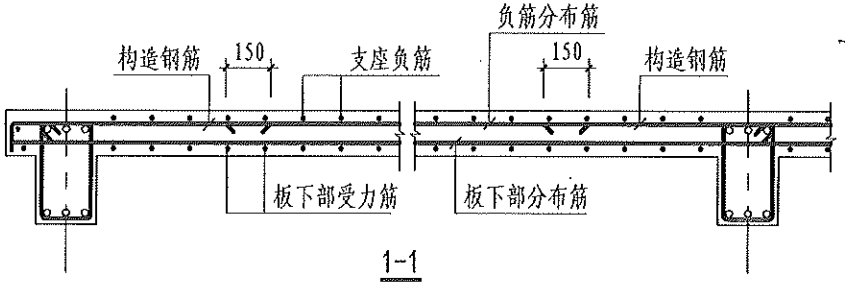
【示例4】 单向板，见图5.2-4。

①单向板下部短向配置板下部受力钢筋。

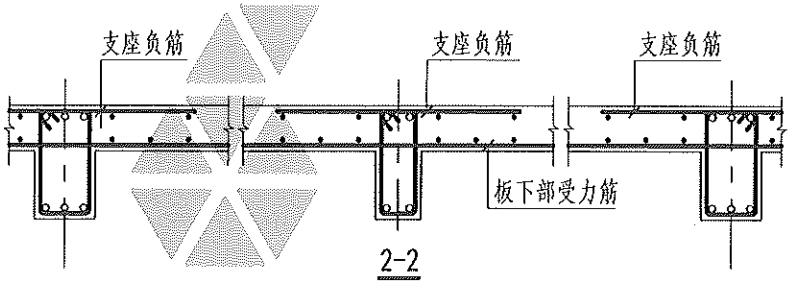
②单向板中间支座以及按嵌固设计的端支座，应在板顶面另配置支座负弯矩钢筋。

③按简支计算的端支座、单向板长方向支座，应配置支座板面构造钢筋。

④单向板长向板底、支座负弯矩钢筋或板面构造钢筋的垂直方向，还应布置分布钢筋。




1-1




2-2

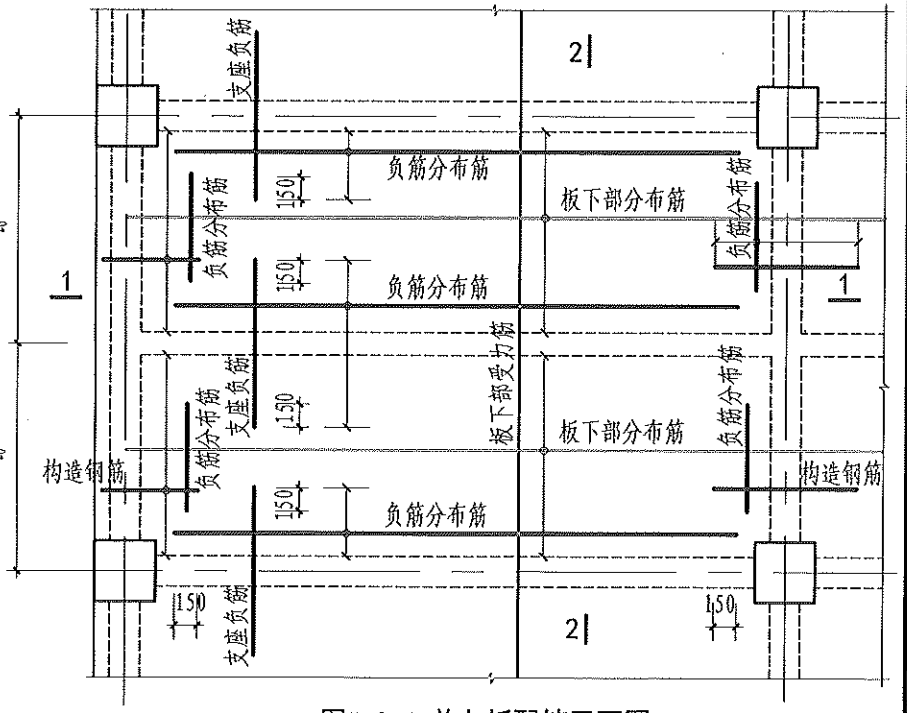



图5.2-4 单向板配筋平面图

注：1.当板下部纵向受力钢筋采用HPB300级时，其末端应做180°弯钩。
2.图中未表达温度收缩筋。

| 单向板配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-5 |

注意事项：

1 22G101-1的制图规则要求设计在施工图中注明支座上部附加钢筋自支座边线向跨内的伸出长度，该长度应根据弯矩图确定，并满足钢筋锚固的要求。

2 按简支计算的端支座、单向板长方向支座，一般在结构计算时不考虑支座约束，但往往由于边界约束产生一定的负弯矩，因此应配置支座板面构造钢筋。

3 单向板长向板底、支座负弯矩受力钢筋或板面构造钢筋的垂直方向布置的分布钢筋一般不作为受力钢筋，其主要作用是为固定受力钢筋、承受和分布板上局部荷载产生的内力及抵抗收缩和温度应力。

4 在温度、收缩应力较大的现浇板区域，应在板的表面双向配置防裂钢筋，即抗温度收缩应力钢筋。抗温度收缩应力钢筋属于受力钢筋，当板面受力钢筋通长配置时，可兼作抗温度收缩应力钢筋。

5 以上各种钢筋在施工图设计文件中都应有标注或说明，施工单位应按图施工。

1）板下部受力钢筋、支座负弯矩钢筋均根据受力情况计算配置，施工图设计文件中应注明钢筋的牌号、直径、间距、支座上部非贯通筋的伸出长度等。

2）板下部受力钢筋伸入支座内锚固长度不小于5$d$（$d$为纵向受力钢筋直径），且宜伸过支座中心线。当考虑板内温度、收缩应力较大时，应根据施工图设计文件要求适当增加伸入支座的锚固长度。

3）施工图设计文件应明确板中构造钢筋的规格、间距及外伸长度，应符合下列要求：

①板面构造钢筋的直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm。

②构造钢筋的截面面积不宜小于板跨中相应方向纵向钢筋面积的1/3。

4）分布钢筋应满足以下要求，一般情况设计人员会在施工图中注明采用的规格和间距，由施工单位在需要配置的位置布置。

①分布钢筋的直径不宜小于6mm，间距不宜大于250mm，板上有较大集中荷载时不宜大于200mm。

②按单向板设计的四边支承板，在垂直于受力钢筋方向布置的分布钢筋截面面积不宜小于单位宽度受力钢筋截面面积的15%，且配筋率不应小于0.15%。

5）抗温度收缩应力钢筋，设计人员需在施工图设计文件中给出规格、间距以及需要布置的位置。

①板表面双向配置的温度和收缩裂缝钢筋，间距不宜大于200mm。配筋率不宜小于0.1%。

②板表面设置的抗温度收缩应力钢筋与支座负筋的搭接长度，若施工图设计文件未注明时，按受拉钢筋的要求搭接或在周边支座构件中锚固。

③无特殊要求时，分布钢筋与受力钢筋搭接长度为150mm。

④板表面防裂钢筋利用原有受力钢筋贯通布置，并在支座处另设负弯矩钢筋时，两种钢筋的牌号和间距宜相同，才可以做到“隔一布一”。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第9.1.6条、第9.1.7条、第9.1.8条。

| 楼面板、屋面板中的各种钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-6 |

**5.3 有梁楼盖（屋盖）板上部纵筋在端支座的锚固有何要求？当支座宽度不能满足弯折锚固要求时，应如何处理？**

1 施工图设计文件应注明板边支座的设计支承假定，如：铰接或充分利用钢筋的抗拉强度。

1）板上部纵筋应在支座（梁、墙或柱）内可靠锚固，当满足直线锚固长度$l_a$时可不弯折。

2）采用90°弯折锚固时，弯折段长度为15$d$；采用135°弯钩锚固，弯折后直线段长度为5$d$。上部纵筋伸至梁角筋内侧弯折，弯折前的水平段投影长度，当设计按铰接时平直段长度不小于0.35$l_{ab}$，当充分利用钢筋的抗拉强度时平直段长度不小于0.6$l_{ab}$，见图5.3-1。

3）当支座为中间层剪力墙采用弯锚时，板上部纵筋伸至剪力墙竖向钢筋内侧弯折，平直段长度不小于0.4$l_{ab}$，弯折段长度为15$d$，见图5.3-2。

4）支座为顶层剪力墙时，当板跨度及厚度比较大、会使墙产生平面外弯矩时，墙外侧竖向钢筋可伸入板上部，与板上部纵向受力钢筋搭接，见图5.3-3。其他情况同支座为梁，按图5.3-4处理。实际工程中采用何种做法应由设计注明。

2 支座宽度不满足弯折锚固水平段要求，支座外有挑板时可在挑板内锚固，见图5.3-5。当平直段长度不小于$l_a$时可不弯折。

注意事项：

本条不适用于梁板式转换层楼板的纵向受力钢筋在端支座的锚固做法，转换层楼板钢筋在边支座的锚固做法见本图集第5.4条。

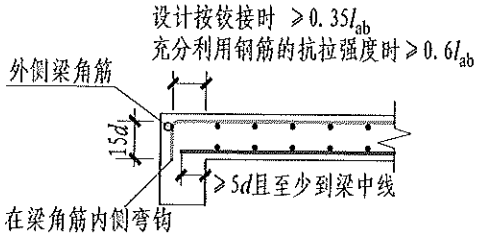



图5.3-1 端部支座为梁

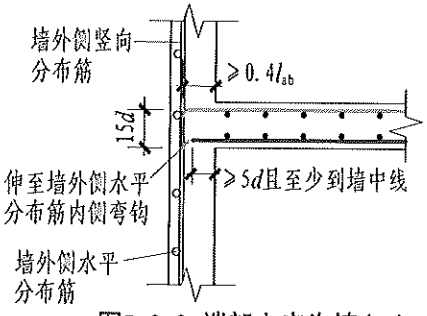



图5.3-2 端部支座为墙(一)
（中间层）

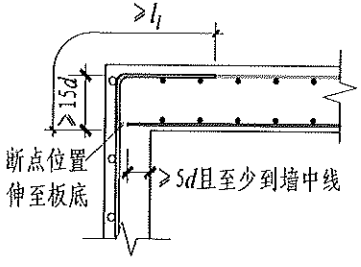



图5.3-3 端部支座为墙(二)
（顶层）

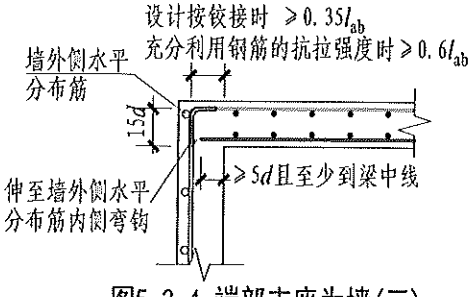



图5.3-4 端部支座为墙(三)
（顶层）

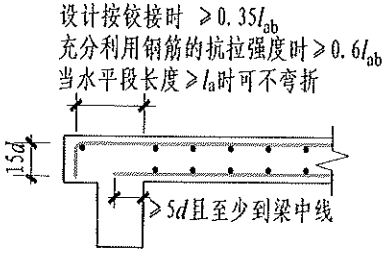



图5.3-5 端部带悬挑端

| 板端支座钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-7 |

## 5.4 梁板式转换层楼板的纵向受力钢筋在边支座处有何锚固要求？

1 部分框支剪力墙转换层楼板厚度不宜小于180mm，应配置双层双向钢筋。转换层楼板纵向受力钢筋伸入边支座内的锚固长度按抗震设计要求，见图5.4-1。

1）当支座尺寸满足直线锚固要求时，锚固长度不应小于$l_{aE}$，且至少伸到支座中线。

2）当支座尺寸不满足直线锚固要求时，板纵筋可采用90°弯折锚固方式，此时板上、下部纵筋伸至竖向钢筋内侧并向支座内弯折，平直段长度不小于$0.6l_{abE}$，弯折段长度$15d$。

3）除施工图设计文件注明外，梁板式转换层楼板纵向钢筋在边支座锚固的抗震等级按四级取值。

2 在楼板边缘和大洞口周边设置宽度不小于板厚2倍的边梁，边梁内的纵向钢筋不宜采用绑扎搭接连接，边梁中应配置箍筋，全部纵向钢筋的配筋率不应小于1.0%，见图5.4-2、图5.4-3。

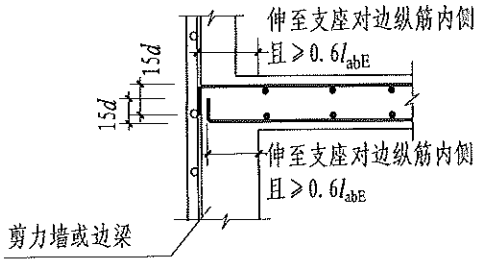



图5.4-1 楼板钢筋在边支座锚固
（当平直段长度不小于$l_{aE}$时可直锚，且应伸过支座中线）

相关结构概念：

带有转换层的高层建筑结构体系，由于竖向抗侧力构件不连续，其框支剪力墙中的剪力在转换层处要通过楼板才能传递给落地剪力墙，因此转换层楼板除满足承载力外还必须保证有足够的刚度，以保证传力直接和可靠。除强度计算外还需要有效的构造措施来保证。

相关标准条文：

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010第10.2.23条。

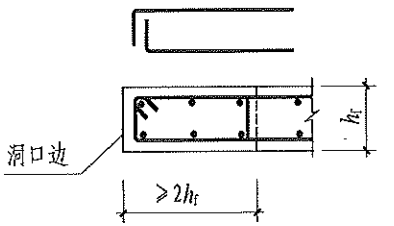



图5.4-2 洞口周边边梁
（楼板钢筋在洞边弯锚）

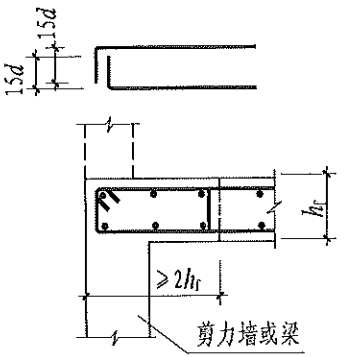



图5.4-3 楼板边缘部位边梁
（楼板钢筋按图5.4-1锚固）

| 转换层楼板边支座钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-8 |

5.5 不同情况下，悬臂板上部钢筋如何锚固？下部配置构造钢筋时，伸入支座的长度应是多少？

1 悬臂板上部钢筋按下列原则锚固：

1）当悬臂板的悬挑长度较大且板面与内跨标高一致时，由于悬臂支座处的负弯矩对内跨中有影响，当内跨跨度较小时，甚至会出现全跨均为负弯矩，因此上部钢筋应通长配置，见图5.5-1。板面有高差时应采用分离式配置上部受力钢筋，悬臂板上部受力钢筋在内跨应满足锚固长度的要求，见图5.5-2。

2）无内跨纯悬臂板上部受力钢筋伸入支座内的锚固宜采用弯折锚固。当支座宽度满足直线锚固长度$l_a$时，上部受力钢筋宜伸至支座远端向下90°弯折，弯折段长度为$15d$；当支座尺寸不满足直线锚固要求时，水平段投影长度应不小于$0.6l_{ab}$，弯折段长度为$15d$，见图5.5-3。

2 悬臂板下部配置构造钢筋时，该钢筋伸入支座内的长度应不小于$12d$，且至少伸至支座的中心线。

设计注意事项：

抗震设防烈度为7度（0.15g）和8度且悬臂板跨度大于2m、9度且悬臂板跨度大于1.5m时，板上、下纵向钢筋伸入支座内的锚固长度需满足抗震锚固要求。

施工注意事项：

1 悬臂构件的上部纵向钢筋是受力钢筋，因此要保证其在构件中的设计位置，不可以随意加大保护层的厚度，否则造成板面开裂等质量事故。

2 悬臂板要待混凝土达到100%设计强度后方可拆除下部支撑。

相关标准条文：

1 《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第4.3.6条；

2 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021第4.1.2条；

3 《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第5.1.1条。

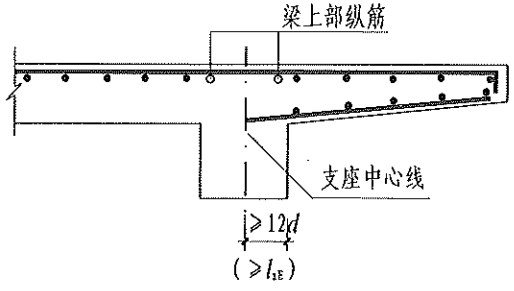



图5.5-1 板面无高差

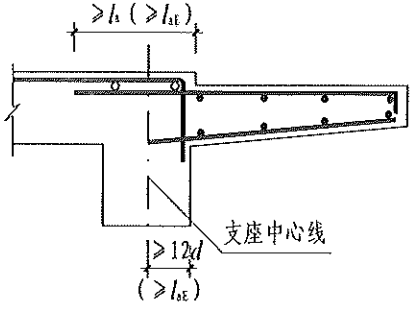



图5.5-2 板面有高差

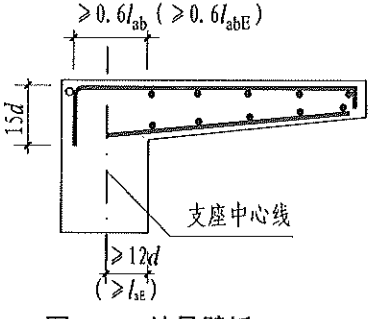



图5.5-3 纯悬臂板

注：括号内数值用于需考虑竖向地震作用时（由设计明确）。

| 悬臂板配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 5-9 |

# 6 基础构造

## 6.1 柱纵向钢筋在基础内如何锚固？

柱纵向钢筋在基础内按基础形式的不同要求锚固。现浇柱在基础中插筋的数量、直径以及钢筋种类与基础以上柱纵向受力钢筋相同。

1 独立基础、柱下条形基础

1）当基础高度满足直锚要求时，柱纵向钢筋伸入基础内的锚固长度应不小于$l_{aE}$，钢筋下端宜伸至基础底部钢筋网片上90° 弯折，弯折后水平投影长度为6$d$（$d$为纵向钢筋直径）且不小于150mm，见图6.1-1（a）、图6.1-2（a）。

2）当基础高度不能满足直锚要求时，柱纵向钢筋伸入基础内直段投影长度应满足不小于0.6$l_{abE}$且不小于20$d$的要求，且伸至基础底部钢筋网片上90° 水平弯折，弯折后水平投影长度为15$d$（$d$为纵向钢筋直径），见图6.1-1（b）、图6.1-2（b）。

2 桩基础

1）当设有承台且承台高度满足直锚要求时，柱纵向钢筋伸入承台内的锚固长度应不小于$l_{aE}$，钢筋下端宜伸至承台底部钢筋网上90° 水平弯折，弯折后水平投影长度为6$d$且不小于150mm，见图6.1-1（a）。当承台高度不能满足直锚要求时，柱纵向钢筋伸入承台内的直段投影长度应不小于0.6$l_{abE}$且不小于20$d$，且伸至承台底部钢筋网片上90° 水平弯折，弯折后水平投影长度为15$d$，见图6.1-1（b）。

2）对于一柱一桩不设置桩承台时，柱与桩直接连接，柱纵向钢筋伸入桩身长度不小于35$d$，且不小于$l_{aE}$。

3 筏形基础：筏板厚度满足直锚要求时，柱纵向钢筋伸入基础内的锚固长度应不小于$l_{aE}$，钢筋下端宜伸至基础底部钢筋网上90° 水平弯折，弯折后水平投影长度为6$d$且不小于150mm，见图6.1-3。当基础高度不能满足直锚要求时，柱纵向钢筋伸入基础内的直段投影长度应不小于0.6$l_{abE}$且不小于20$d$，纵筋下端90° 水平弯折15$d$支承在基础底部钢筋网片上。

4 对于独立基础、柱下条形基础、桩基础、筏形基础，当基础截面尺寸满足直锚条件，且符合下列条件之一时，可仅将柱四角纵筋伸至底板钢筋网片上或者筏形基础中间层钢筋网片上（伸至底板或中间层钢筋网片上的柱纵筋间距不应大于1000mm），其余纵筋锚固在基础顶面下$l_{aE}$即可。施工需采取有效措施保证伸至筏形基础中间层钢筋网片的插筋定位。柱插筋不全部伸至基础底板或中间层钢筋网片的做法，独立基础和柱下条形基础见图6.1-1（c）、图6.1-2（c），桩基承台参图6.1-1（c），筏形基础见6.1-3（f）、（g）。

1）柱为轴心受压或小偏心受压，基础高度或基础顶面至中间层钢筋网片顶面距离不小于1200mm。

2）柱为大偏心受压，基础高度或基础顶面至中间层钢筋网片顶面距离不小于1400mm。

5 图6.1-1～3中$h_j$为基础底面至基础顶面的高度，柱下为基础梁时，$h_j$为梁底面至顶面的高度。

注意事项：

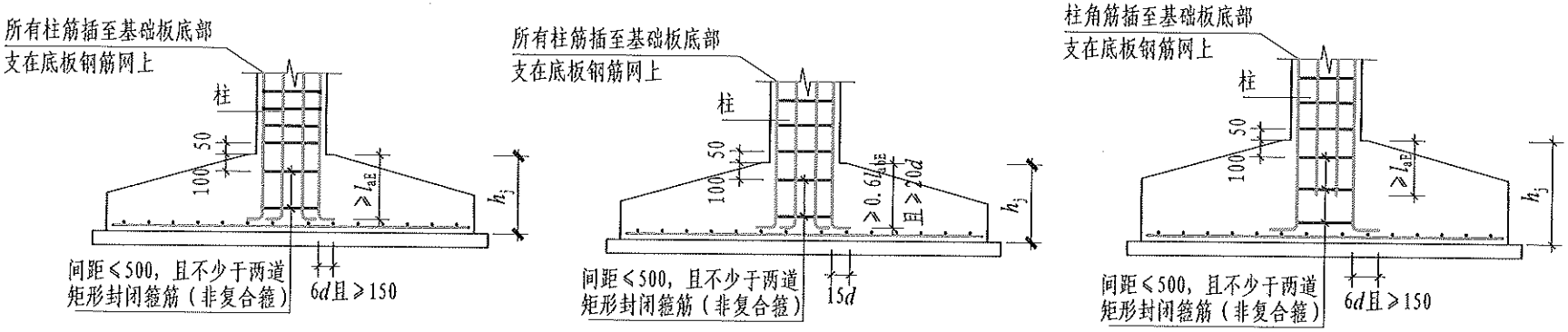
1 柱的受力状态宜在施工图设计文件或交底会时注明。

2 计算$l_{abE}$、$l_{aE}$时应取基础混凝土强度等级。

相关标准条文：

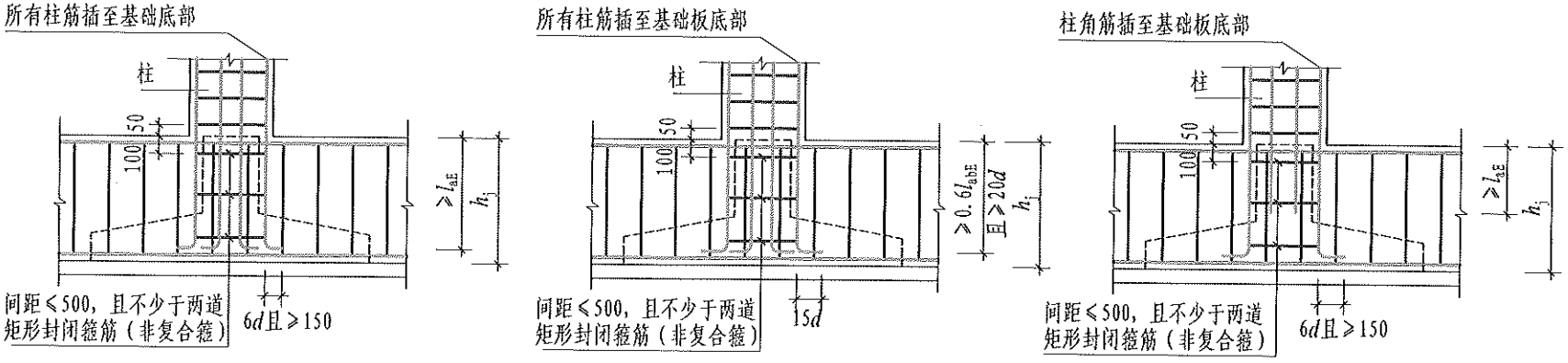
《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011第8.2.2条、第8.2.3条。

| 框架柱纵向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-1 |




（a）直锚　（b）弯折锚固　（c）仅四角钢筋伸至底部

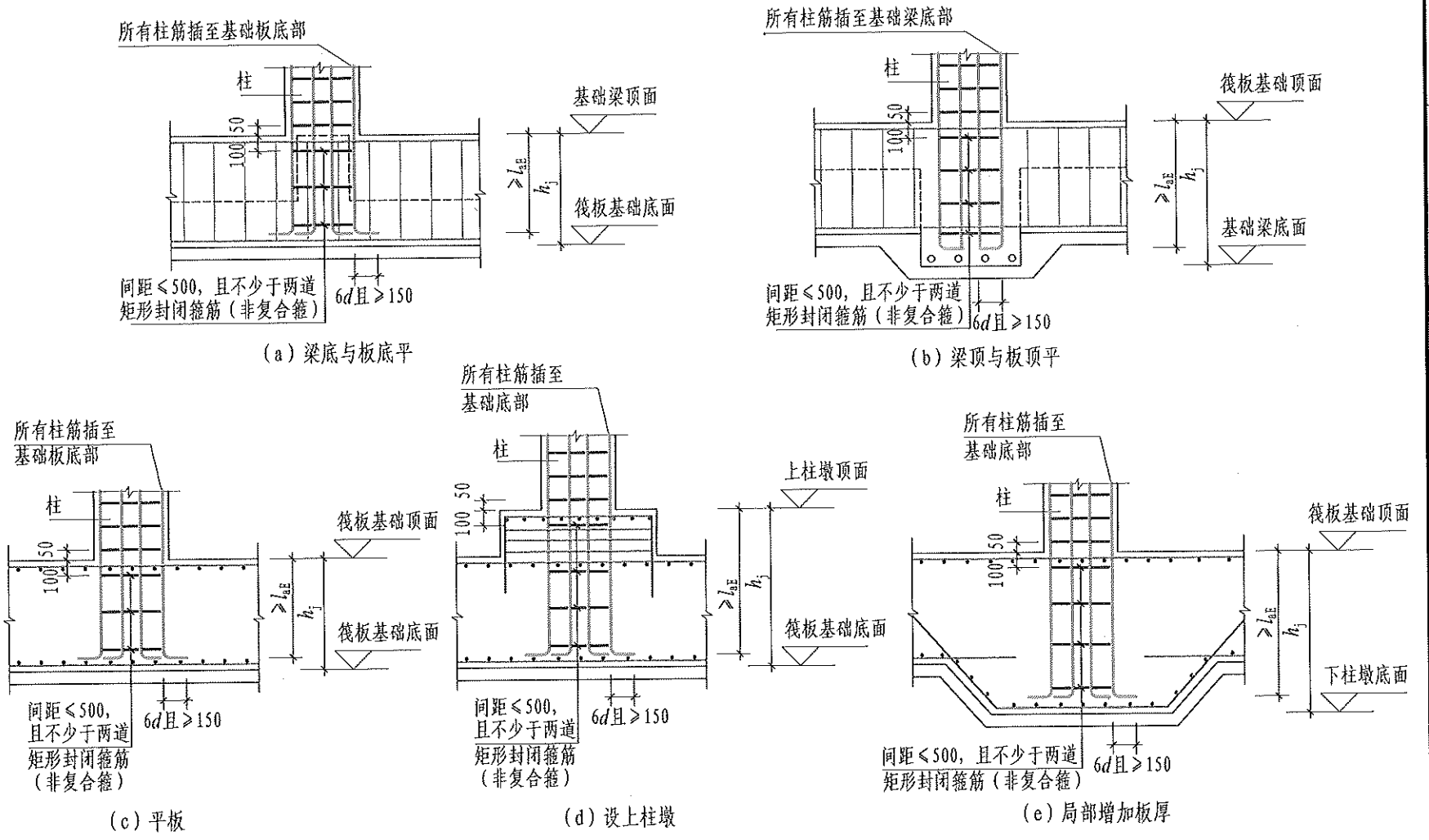
图6.1-1 独立基础




（a）直锚　（b）弯折锚固　（c）仅四角钢筋伸至底部

图6.1-2 柱下条形基础

| 框架柱纵向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-2 |



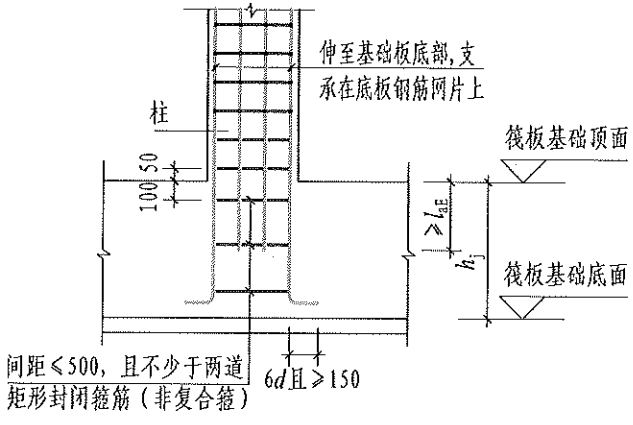

（a）梁底与板底平　（b）梁顶与板顶平

（c）平板　（d）设上柱墩　（e）局部增加板厚

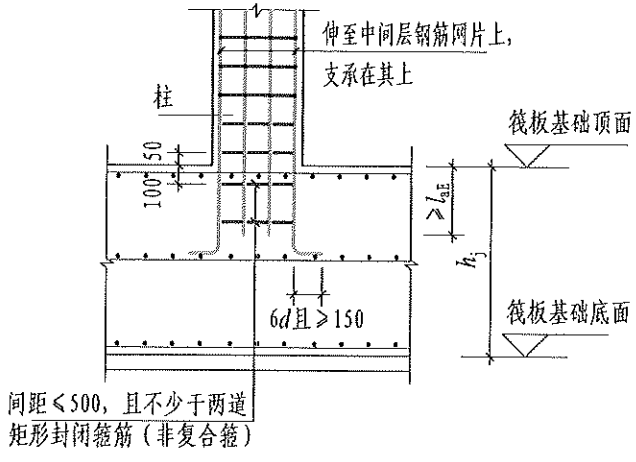
图6.1-3 筏形基础

注：当基础高度$h_j$范围内不能满足直锚要求时，柱插筋伸入基础内直段长度应≥$0.6l_{abE}$且≥$20d$，弯折段长度$15d$。

| 框架柱纵向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-3 |




（f）仅四角钢筋伸至底部




（g）仅四角钢筋伸至中间层钢筋网片

图6.1-3 筏形基础

| 框架柱纵向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-4 |

## 6.2 混凝土墙竖向钢筋在基础内的锚固有何要求？

混凝土墙下基础形式主要有条形基础、筏形基础、桩基承台梁等。本条按墙身竖向钢筋和边缘构件纵筋分别给出其在基础中的锚固要求。

I 墙身竖向钢筋在基础中的锚固

（竖向分布钢筋和约束边缘构件非阴影区竖向钢筋）

1 当基础高度满足直锚要求时，混凝土墙竖向钢筋在基础内的锚固应满足以下要求：

1）当墙竖向钢筋保护层厚度大于5$d$时，墙竖向钢筋伸入基础直段长度不小于$l_{aE}$，可按“隔二下一”的原则伸至基础底部，支承在底部钢筋网片上，也可支承在筏形基础的中间层钢筋网片上（支承在筏形基础的中间层钢筋网片上时，施工应采取有效措施保证钢筋定位）。此时支承在底板或中间层钢筋网片的插筋下端宜做6$d$且不小于150mm直钩置于基础底部，见图6.2-1（a）剖面1-1。当施工采取有效措施保证钢筋定位时，墙身竖向钢筋伸入基础长度满足直锚即可。

2）当墙某侧竖向钢筋保护层厚度小于或等于5$d$时，该侧竖向钢筋需全部伸至基础底部，并支承在底部钢筋网片上，不得“隔二下一”布置钢筋。

2 当基础高度不能满足直锚要求时，混凝土墙竖向钢筋伸入基础直段投影长度不小于0.6$l_{abE}$且不小于20$d$，竖向钢筋下端弯折15$d$支承在基础底部钢筋网片上，见图6.2-1（a）剖面1a-1a。

3 对于挡土作用的地下室外墙，当考虑墙底部与基础交接处的内力平衡时，宜将外墙外侧钢筋与筏形基础底板下部钢筋在转角位置进行搭接，见图6.2-1（b）。此做法应在施工图设计文件中注明。

4 图6.2-1中$h_j$为基础底面至基础顶面的高度，墙下为基础梁时，$h_j$为梁底面至顶面的高度。

II 边缘构件（阴影区）纵向钢筋在基础中构造

1 当基础截面尺寸满足直锚条件且纵向钢筋保护层厚度大于5$d$的情况，可仅将边缘构件（不包含端柱）四角纵筋伸至底板钢筋网片上或者筏形基础中间层钢筋网片上[角部纵筋为边缘构件（不包含端柱）阴影区内封闭箍筋四角位置的纵筋，见图6.2-3中红色钢筋]，其余纵筋锚固在基础顶面下$l_{aE}$即可，见图6.2-2（a）。同时伸至钢筋网上的边缘构件角部纵筋（不包含端柱）间距不宜大于500mm，不满足时应将边缘构件其他纵筋伸至钢筋网上。

2 当基础高度不能满足直锚要求时，剪力墙边缘构件纵筋伸入基础直段投影长度不小于0.6$l_{abE}$且不小于20$d$，纵筋下端90°弯折15$d$支承在基础底部，见图6.2-2（b）、（c）。

3 当剪力墙边缘构件（包括端柱）部分纵筋保护层厚度小于等于5$d$时，纵筋应全部伸至基础底部，纵筋下端弯折支承在底板钢筋网片上。

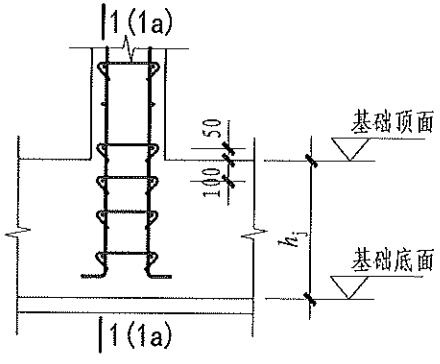
4 图6.2-2中$h_j$为基础底面至基础顶面的高度，墙下为基础梁时，$h_j$为梁底面至顶面的高度。

相关标准条文：

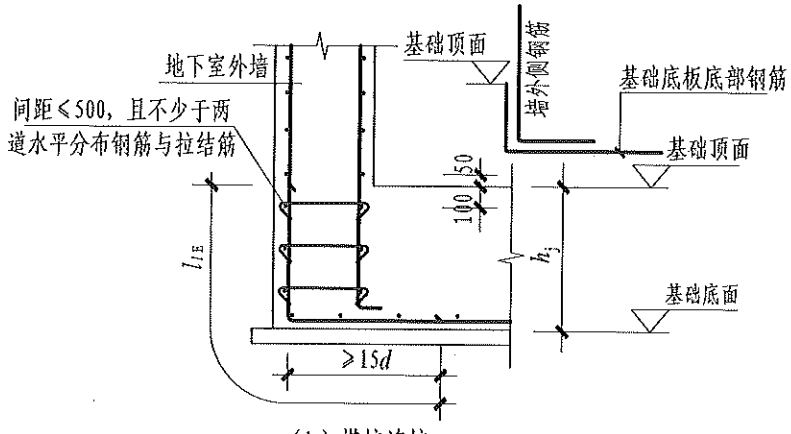
1 《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.3.1条、第8.3.3条；

2 《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011第8.2.2条、第8.2.3条。

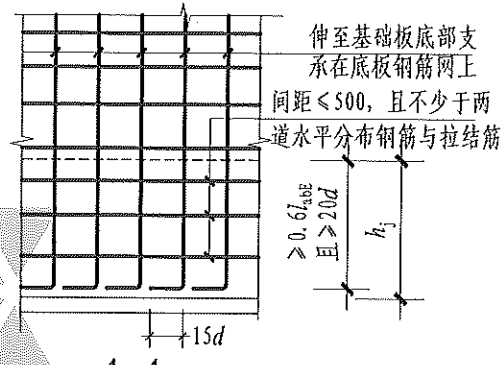
| 混凝土墙竖向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-5 |




(a)

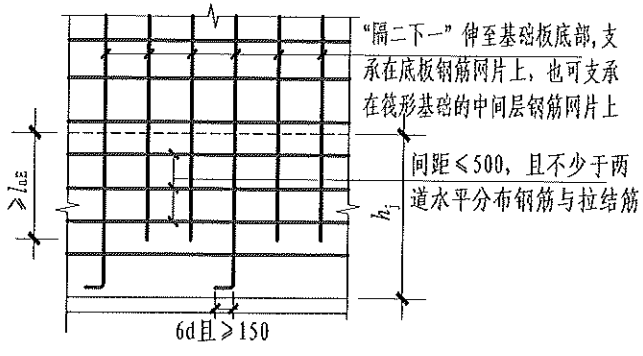



(b) 搭接连接




1a-1a

(基础高度不满足直锚)

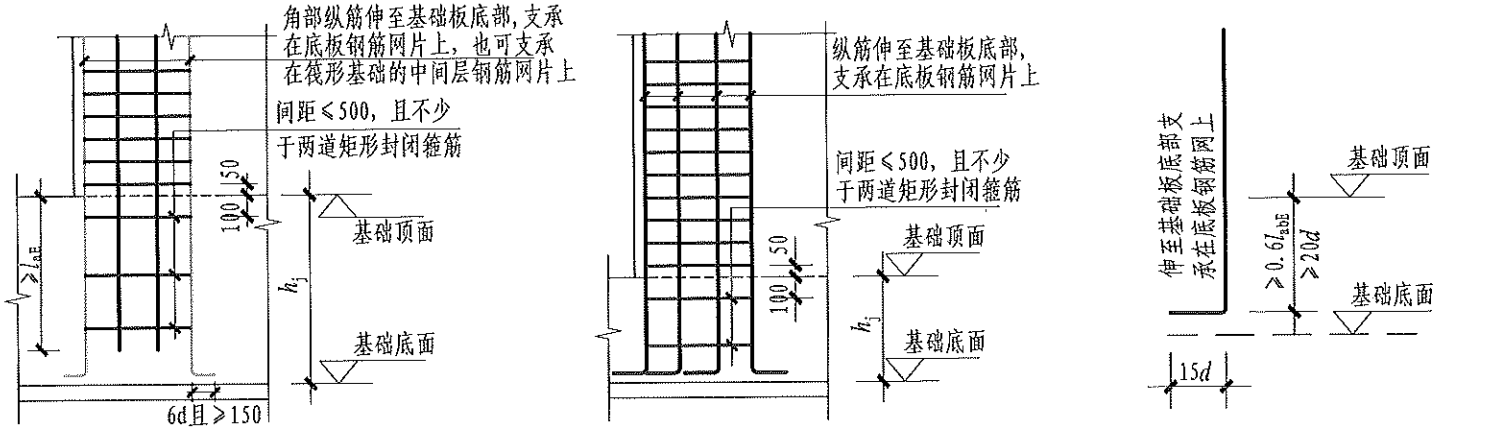



1-1

(基础高度满足直锚，且保护层厚度大于5d)

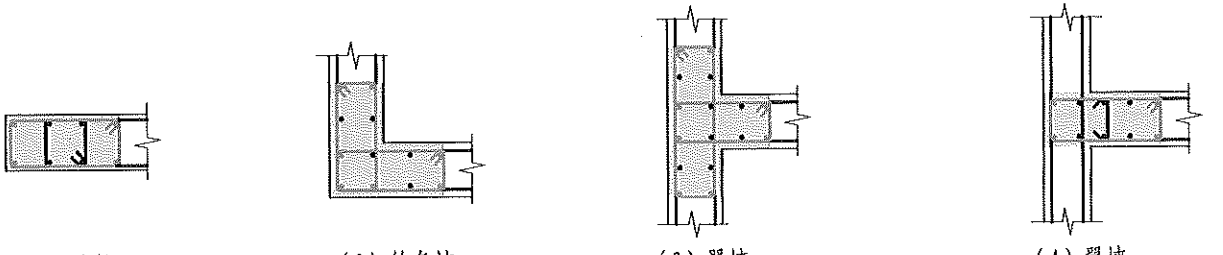
6.2-1 墙身竖向分布钢筋在基础中构造

| 墙身竖向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-6 |




(a) 保护层厚度>5d；基础高度满足直锚　　(b) 基础高度不满足直锚　　(c) 基础高度不满足直锚时的纵向钢筋构造

6.2-2 边缘构件纵向钢筋在基础中构造



(1) 暗柱　　(2) 转角墙　　(3) 翼墙　　(4) 翼墙

6.2-3 边缘构件阴影区角部纵筋（红色）

（图示红色的箍筋为在基础高度范围内采用的箍筋形式）

| 边缘构件（阴影区）纵向钢筋在基础中构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-7 |

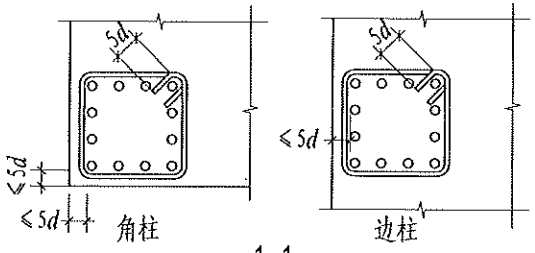
6.3 当框架柱纵向钢筋保护层厚度不大于5$d$时，在锚固区内有何构造要求？

柱竖向钢筋在基础高度范围内保护层厚度不大于5$d$时，为保证竖向钢筋锚固可靠性，应设置横向构造钢筋。

1 柱竖向钢筋锚固区横向构造钢筋应满足直径不小于$d/4$（$d$取保护层厚度小于或等于5$d$纵筋的最大直径），间距不大于5$d$（$d$取不满足要求纵筋的最小直径）且不大于100mm。

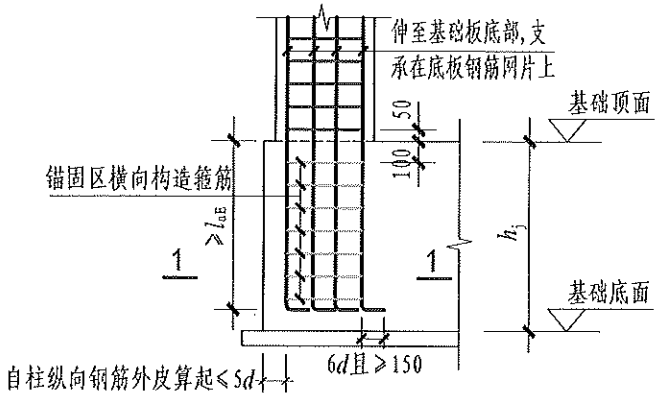
2 柱竖向钢筋锚固区横向构造钢筋，可为非复合封闭箍筋，箍筋端部宜为135°弯钩，弯钩后平直段长度为5$d$，见图6.3-1。

3 当柱竖向钢筋周边配有其他与插筋相垂直的钢筋，且能满足第1条要求时，可替代锚固区横向构造钢筋。

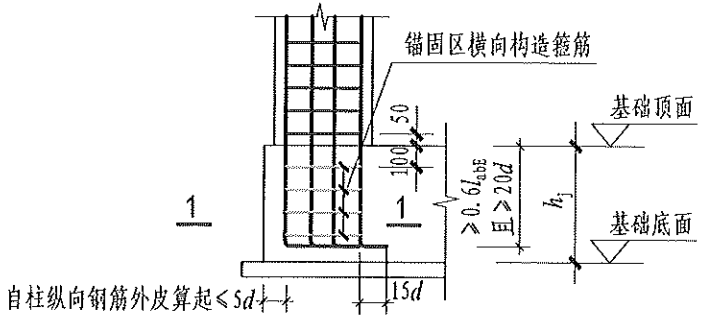



1-1

（非复合封闭箍筋）




（a）保护层厚度≤5$d$；基础高度满足直锚




（b）保护层厚度≤5$d$；基础高度不满足直锚

图6.3-1 柱纵向钢筋锚固区横向钢筋

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》(2015年版)GB 50010-2010第8.3.1条。

| 柱竖向钢筋锚固区横向构造钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-8 |

1）当平板式筏形基础外边缘设有侧面封边构造钢筋及侧面构造纵筋时，侧面构造纵筋满足直径要求时可兼做部分锚固区横向构造钢筋，间距不能满足要求时，按图6.3-2插空设置横向构造钢筋。

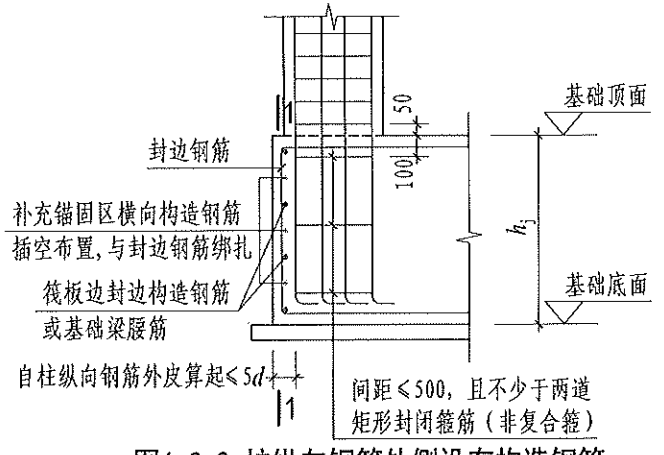



图6.3-2 柱纵向钢筋外侧设有构造钢筋

2）基础梁范围内竖向钢筋保护层厚度不大于5d时，可通过设置侧腋使柱纵向钢筋保护层厚度大于5d，或者利用基础梁侧腋中的水平构造钢筋兼做部分锚固区横向构造钢筋，间距不能满足要求时插空补足，插空钢筋直径应不小于d/4（d取保护层厚度小于等于5d的插筋最大直径），见图6.3-3。

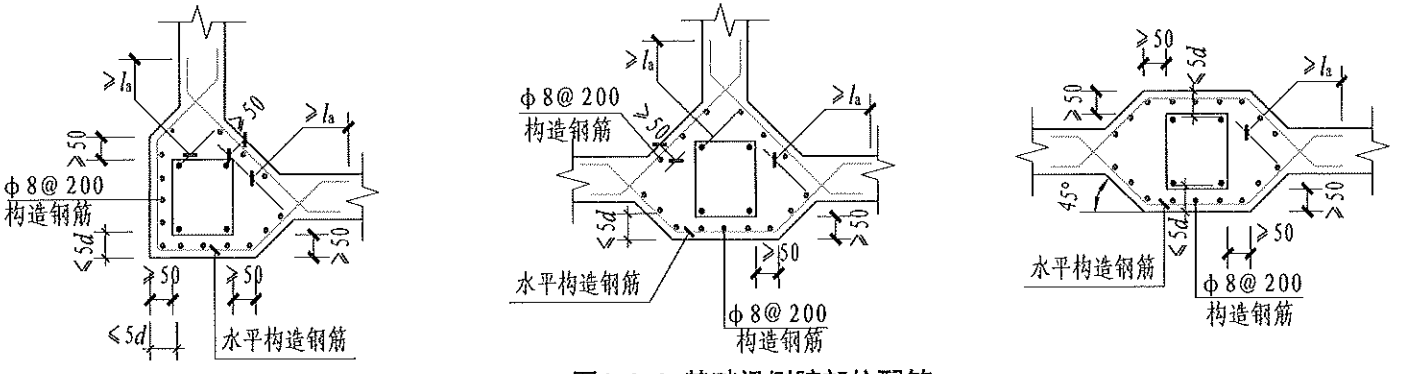



图6.3-3 基础梁侧腋部位配筋

| 柱纵筋锚固区横向构造钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-9 |

**6.4 当混凝土墙竖向钢筋保护层厚度不大于5*d*时，在锚固区内有何构造要求？**

墙竖向钢筋在基础高度范围内保护层厚度不大于5*d*时，为保证竖向钢筋锚固可靠性，应设置横向构造钢筋。

1 墙竖向钢筋锚固区横向构造钢筋应满足直径不小于*d*/4（*d*取保护层厚度小于或等于5*d*插筋的最大直径），间距不大于10*d*（*d*取不满足要求插筋的最小直径）且不大于100mm。

2 墙竖向钢筋锚固区横向构造钢筋与墙竖向钢筋绑扎在一起，见图6.4-1。

3 当墙竖向钢筋周边配有其他与插筋相垂直的钢筋，且能满足第1条要求时，可替代锚固区横向构造钢筋。当平板式筏形基础外边缘设有侧面封边构造钢筋及侧面构造纵筋时，侧面构造纵筋满足直径要求时可兼做部分锚固区横向构造钢筋，间距不能满足要求时，可参见图6.4-1插空设置横向构造钢筋。

4 边缘构件阴影区纵筋锚固区横向构造钢筋，可为非复合箍筋，做法可参见第6.2条的图6.2-3中在基础高度范围内的箍筋形式。

5 当边缘构件阴影区纵筋周边配有其他与竖向钢筋相垂直的钢筋，且能满足第1条要求时，可替代锚固区横向构造钢筋。

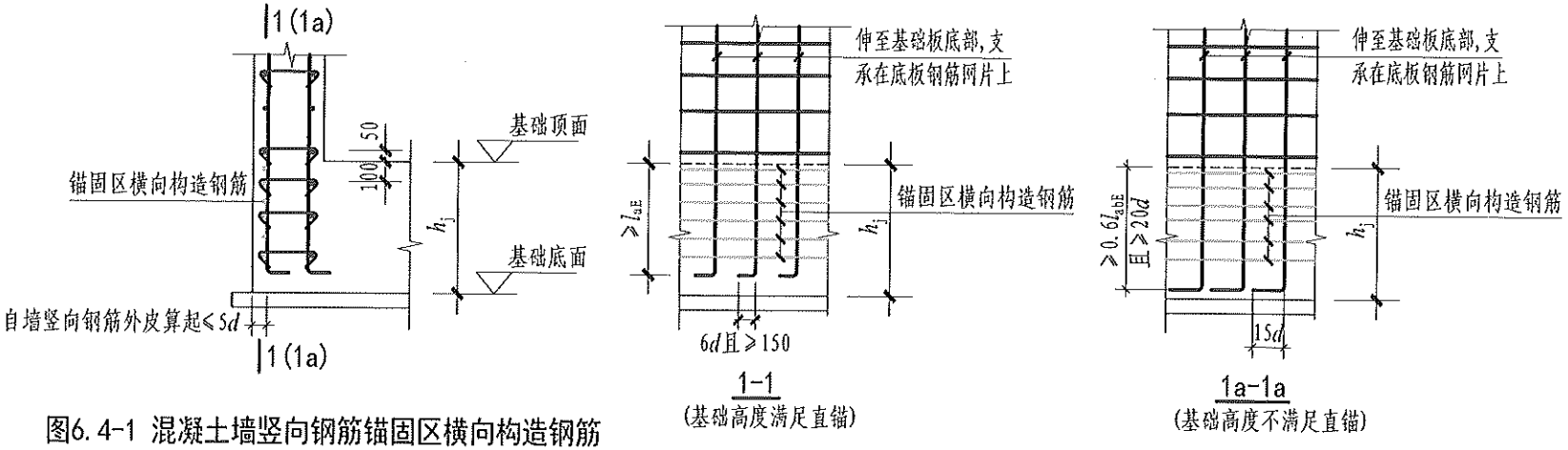



图6.4-1 混凝土墙竖向钢筋锚固区横向构造钢筋

注：基础梁侧腋部位的水平构造钢筋直径不小于12且不小于柱箍筋直径，间距与柱箍筋间距相同；插空补充锚固区横向构造钢筋，补充钢筋形式同基础梁侧腋腋部位横向构造钢筋。

相关标准条文：

《混凝土结构设计规范》(2015年版)GB 50010-2010第8.3.1条。

| 混凝土墙竖向钢筋锚固区横向构造钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-10 |

6.5 独立深基础短柱在什么情况下使用？有何构造要求？柱内纵向钢筋如何锚固？箍筋加密区范围有何要求？

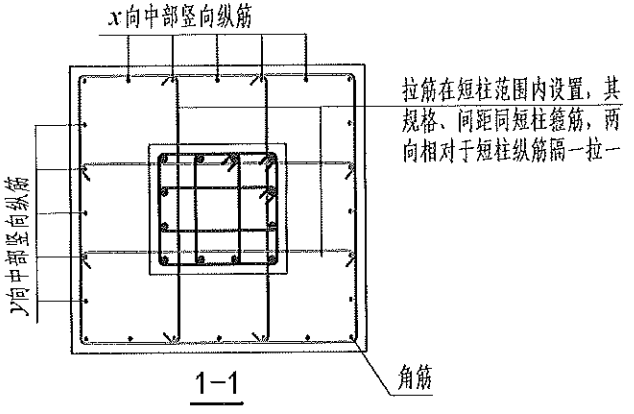
1 当独立基础埋深较深时，各独立基础埋深不同，需将柱底标高设计在同一标高处且为减少底层柱的计算高度时，或因地基情况需要将局部独立基础加大埋深时，可采用独立短柱深基础方案。

2 为保证短柱部分作为上部柱的嵌固端，当短柱顶面未设置独立基础间联系梁时，短柱$E_{DZ}J_{DZ}$与上部柱$EJ$之比宜大于或等于10，短柱顶面设有联系梁时其刚度比可适当降低。短柱部分箍筋间距相同，纵向钢筋在基础内的锚固长度同柱纵向钢筋在基础内的锚固要求，四角钢筋及纵筋每隔1000mm伸至基底钢筋网片上，其他伸入基础长度为$l_a$，见图6.5。

3 上部柱中纵向钢筋锚固在短柱中，伸入长度不小于$l_{aE}$。施工时应采取措施保证纵向钢筋的位置准确。当短柱高度较小时，可将上部柱四角的纵向钢筋伸至基础底面，以保证柱筋的定位。

4 短柱基础上柱箍筋加密区范围起算点从短柱顶面开始计算。

5 当地上结构设置温度缝时，温度缝处的双排框架柱在地下采用不设缝的短柱基础，可参考本条做法。



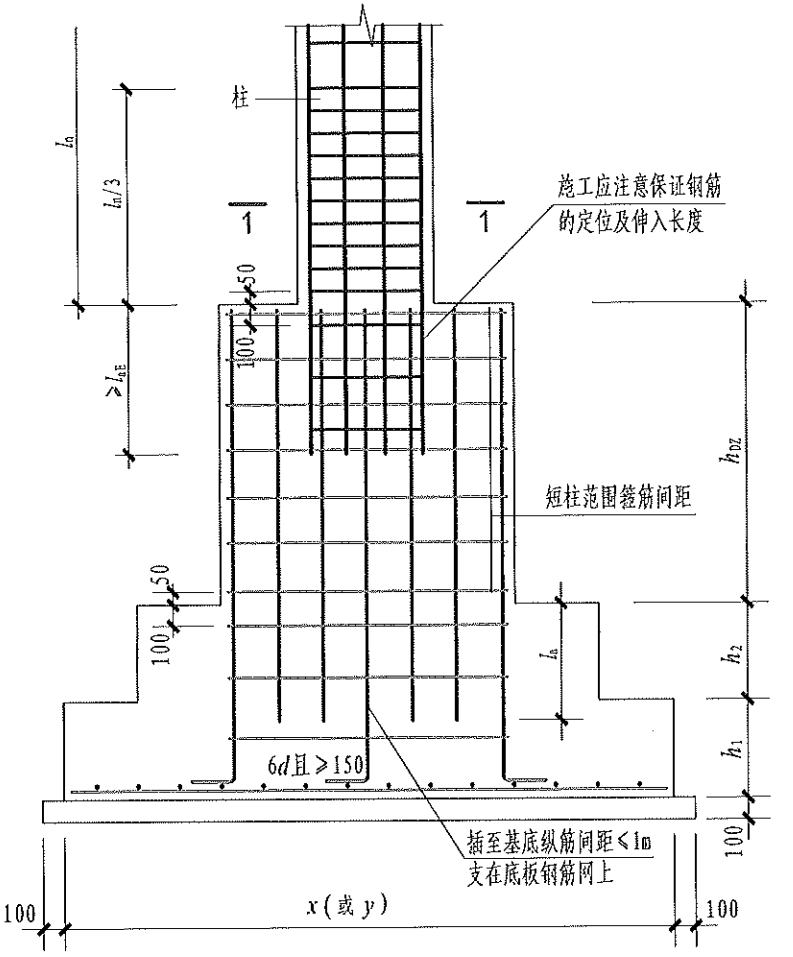




图6.5 独立深基础短柱配筋构造

| 独立深基础短柱 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-11 |

**6.6 梁板式条形基础和板式条形基础分布钢筋如何设置？条形基础受力钢筋减短有何规定？条形基础相交时，受力钢筋和分布钢筋如何处理？最外侧钢筋中心到基础侧面的距离有何要求？**

1 板式条形基础分布钢筋应在受力钢筋长度范围内按构造要求布置，见图6.6-1。梁板式条形基础在梁宽范围内不布置分布钢筋，见图6.6-2。

2 条形基础底板宽度方向的受力钢筋，当宽度小于2500mm时应全长设置。当基础底板宽度大于或等于2500mm时，底板受力钢筋可取基础宽度的0.9倍，并宜交错布置（底板交接区的受力钢筋和无交接底板时端部第一根钢筋不应减短）。

3 条形基础在两个方向相交时，两向受力钢筋交接处的网状部位，分布钢筋与同向受力钢筋的搭接长度为150mm。

4 基础底板最外侧分布钢筋中心点到基础边缘的距离应满足：≤75 且≤$s/2$，其中：$s$为分布钢筋间距。同时，基础底板受力钢筋、分布钢筋均应首先满足混凝土保护层最小厚度的要求。

相关结构概念：

22G101-3中提供了梁板式条形基础和板式条形基础两种形式，截面形式分为阶形和坡形。剪力墙下条形基础一般采用板式条形基础；柱下条形基础应采用梁板式条形基础。

施工注意事项：

在工程中，有时设计为了加强墙下条形基础的整体刚度，在墙下条形基础中也设置了基础梁，此时基础梁与22G101-3中基础梁JL不同，应按设计要求进行施工。

相关标准条文：

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011第8.2.1条。

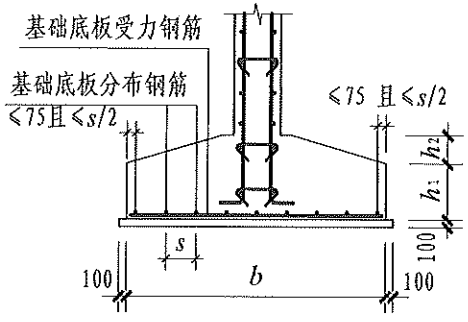



图6.6-1 剪力墙下条形基础

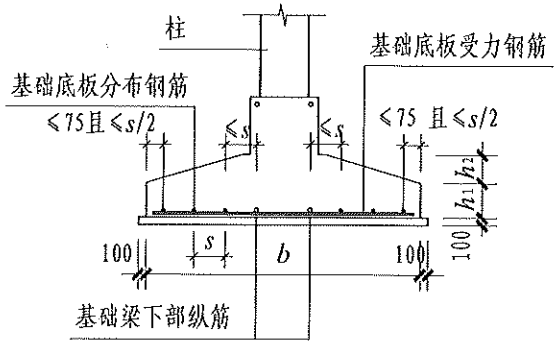



图6.6-2 柱下条形基础

| 条形基础分布钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-12 |

**6.7 基础梁、梁板式筏形基础平板中上部纵向钢筋是否可以截断不连通？其纵向受力钢筋连接区域和连接方式有何要求？**

1 基础梁（包括JL和JCL）以及梁板式筏形基础平板（LPB）中上部纵向受力钢筋按计算配筋全部连通，不允许部分纵向钢筋在跨内截断不贯通。

2 在基础梁（包括JL和JCL）、梁板式筏形基础平板（LPB）中，纵向钢筋连接接头位置应在内力较小部位，其连接区域及连接要求如下：

1）上部纵向受力钢筋连接区域：中间支座两侧$l_n/4$及支座范围内，不宜在端跨支座附近连接。

2）下部贯通纵筋连接区域：跨中小于等于$l_n/3$范围内，当相邻两跨净跨长度相差较大时，宜将钢筋拉通配置。

3）连接方式可采用机械连接、焊接、绑扎搭接，钢筋直径大于25mm时不宜采用绑扎搭接，钢筋直径大于28mm时不宜采用焊接连接。

4）同一钢筋同一跨内接头个数不宜设置2个或2个以上。

5）同一连接区段内接头百分率不宜大于50%。

6）当相互连接的两根钢筋直径不同时，应将大直径钢筋伸至小直径钢筋所在跨内进行连接。

7）$l_n$取相邻两跨净跨长度的较大值。

3 基础梁纵向钢筋允许连接位置见图6.7-1中阴影区域；基础次梁纵筋允许连接位置见图6.7-2中阴影区域；梁板式筏形基础平板纵筋允许连接位置见图6.7-3中阴影区域。

**注意事项：**

1 22G101-3中将梁板式条形基础中的梁、筏形基础中的基础主梁统一编号为JL，并且采用了相同的构造要求。筏形基础中基础次梁编号为JCL。

2 基础梁（包括JL和JCL）以及梁板式筏形基础平板（LPB）中上部纵向受力钢筋全部连通，是对基础梁、筏板的整体弯曲影响通过构造措施予以保证。

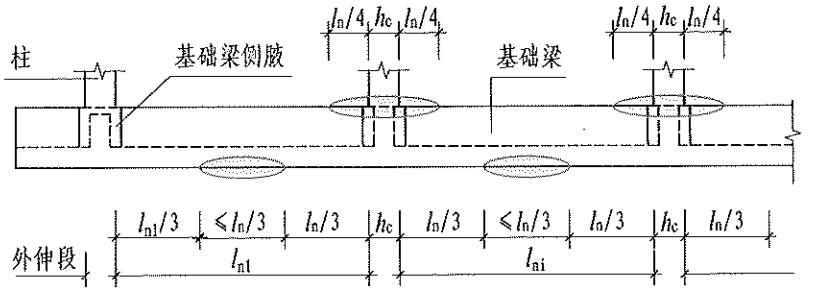



图6.7-1 基础梁(JL)纵筋连接区示意

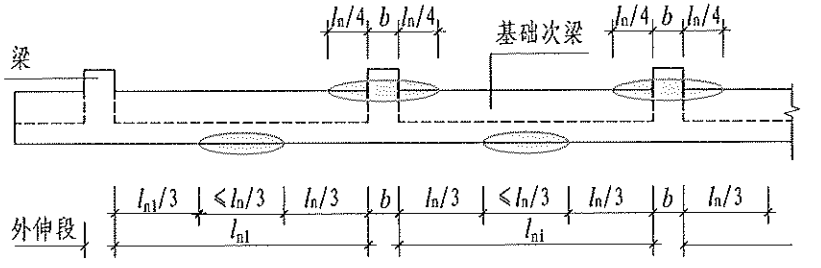



图6.7-2 基础次梁(JCL)纵筋连接区示意

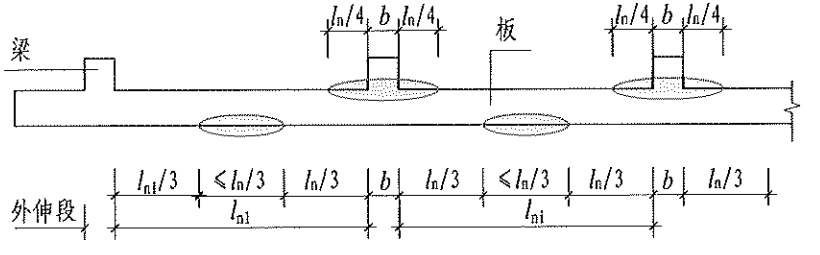



图6.7-3 梁板式筏形基础平板(LPB)纵筋连接区示意

相关标准条文：《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010第8.4.1条、第8.4.2条、第8.4.3条。

| 基础梁JL、基础次梁JCL、梁板式筏形基础平板LPB纵向钢筋连接区域 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-13 |

6.8 基础梁及基础次梁纵向钢筋在端支座锚固有何要求？若在端支座处有外伸时如何处理？

柱下条形基础端部示意见图6.8-1。

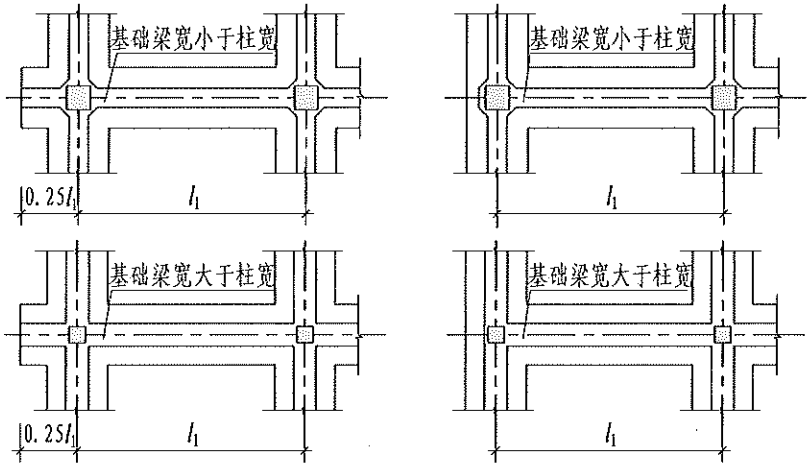



图6.8-1 柱下条形基础端部示意

1 基础梁(JL)当端部有外伸时，纵向钢筋构造要求见图6.8-2和图6.8-3。

1）下部钢筋伸至尽端后向上90°弯折，从柱内侧算起直段长度不小于$l_a$时，弯折段长度12$d$；从柱内侧算起直段长度小于$l_a$时，应满足水平段投影长度不小于0.6$l_{ab}$，弯折段长度15$d$。

2）上部钢筋无需全部伸至尽端，可按施工图设计文件的标注施工。连续通过的钢筋伸至外伸尽端后向下90°弯折12$d$；在支座处截断的钢筋从柱内侧算起直段长度应为$l_a$。

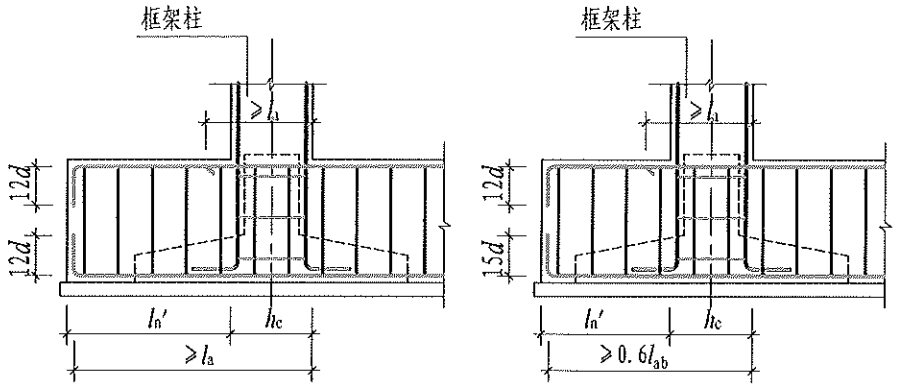



图6.8-2 柱下条形基础梁端部外伸构造

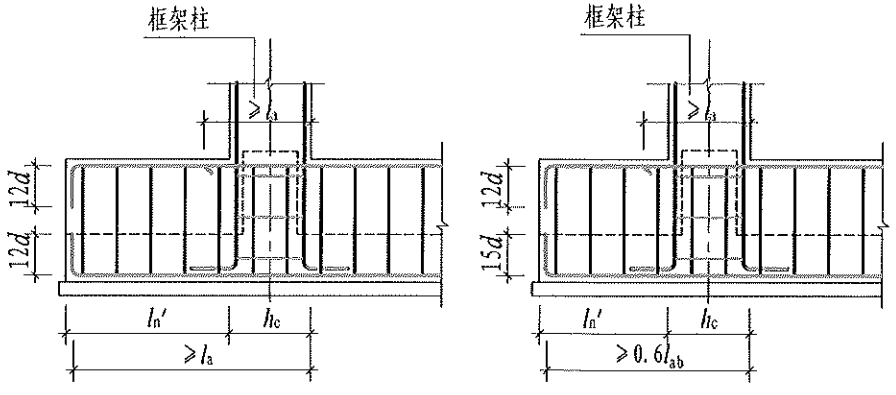



图6.8-3 梁板式筏形基础梁端部外伸构造

| 基础梁JL、基础次梁JCL 端部配筋构造 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-14 |

2 基础梁(JL)当端部无外伸时，见图6.8-4和图6.8-5：

1）柱下条形基础基础梁（JL）下部钢筋可伸至尽端基础底板中锚固，从柱内侧算起平直段长度不小于$l_a$；当不能满足以上要求时，从柱内侧算起平直段长度应不小于$0.6l_{ab}$，并伸至尽端向上90°弯折，弯折段长度为$15d$。

2）梁板式筏形基础基础梁（JL）下部钢筋可伸至尽端后向上90°弯折，从柱内侧算起平直段长度应不小于$0.6l_{ab}$，弯折段长度$15d$；当平直段长度不小于$l_a$时，弯折段长度$12d$。

3）上部钢筋全部伸至尽端后弯折，从柱内侧算起直段长度应不小于$0.6l_{ab}$，并伸至板尽端弯折，弯折段长度$15d$；当平直段长度不小于$l_a$时，弯折段长度为$12d$。

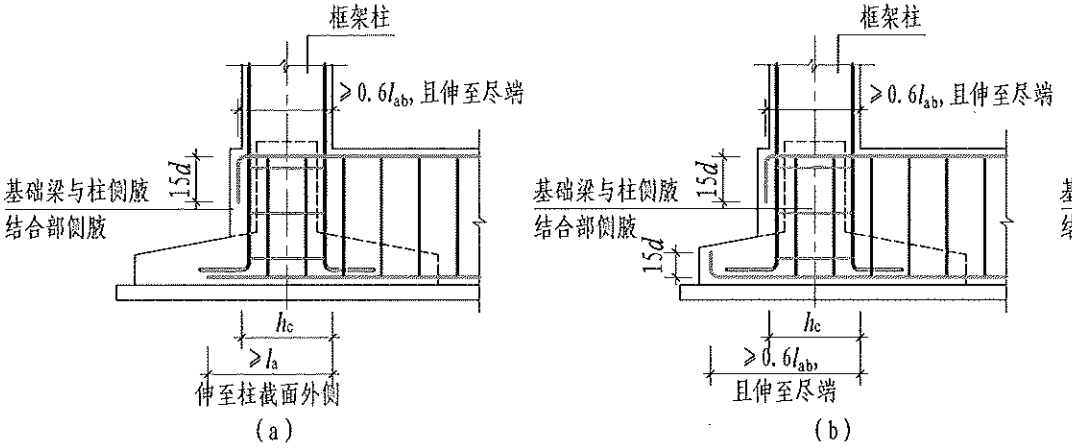



图6.8-4 柱下条形基础梁端部无外伸构造

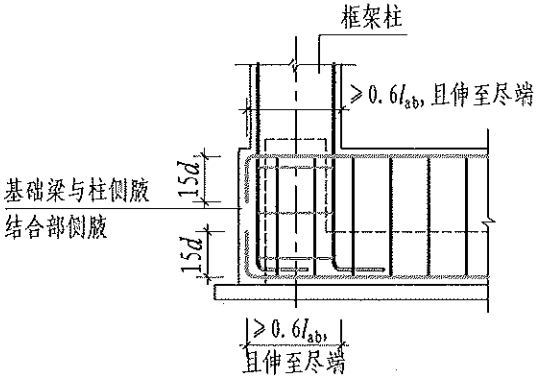



图6.8-5 梁板式筏形基础梁端部无外伸构造

| 基础梁JL、基础次梁JCL 端部配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 隋霞耀 | 隋霞耀 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-15 |

3 梁板式筏形基础中基础次梁(JCL)端部构造见图6.8-6和图6.8-7:

1）当端部有外伸时，下部钢筋伸至尽端后向上90° 弯折，从支座内侧算起平直段长度不小于$l_a$时，弯折段长度为12$d$。从支座内侧算起平直段长度小于$l_a$时，水平段投影长度应不小于0.6$l_{ab}$，伸至尽端弯折段长度为15$d$。上部钢筋无需全部伸至尽端，可按施工图设计文件的标注施工。连续通过的钢筋伸至尽端后弯折12$d$；在支座处截断的钢筋从支座内侧算起平直线段长度为$l_a$。

2）当端部无外伸时，下部钢筋全部伸至尽端后向上90° 弯折15$d$，从支座内侧算起平直段长度，当按铰接时不小于0.35$l_{ab}$，当充分利用钢筋抗拉强度时不小于0.6$l_{ab}$；下部钢筋从支座内侧算起的平直段长度不小于$l_a$时，可不弯折。上部钢筋伸入支座内12$d$，且至少过支座中线。其他支座假定等情况，由设计文件说明锚固长度要求。

注意事项：

工程中，基础梁或筏板基础梁宜在端部设置一定长度的外伸段，柱下条形基础外伸长度宜为第一跨距的0.25倍。鉴于在实际工程中也会碰到无法设置外伸段的情况，22G101-3中给出了无外伸情况的构造，此时应满足柱、墙的边缘至基础梁边缘（可为侧胁）的距离不应小于50mm。

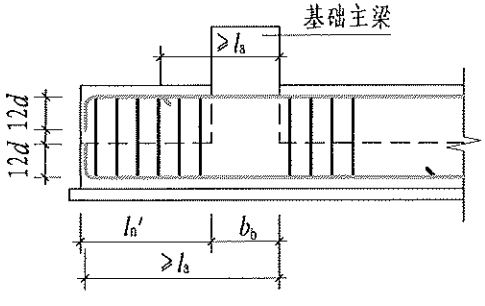
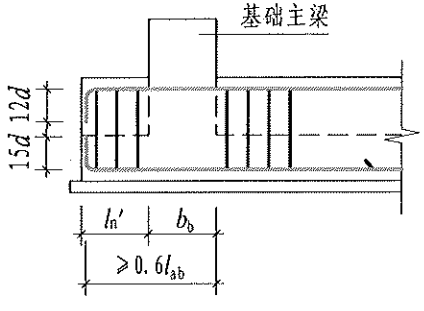



图6.8-6 基础次梁端部有外伸构造



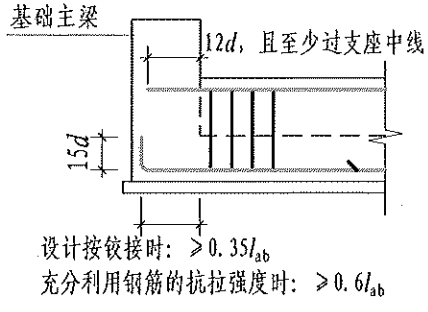




图6.8-7 基础次梁端部无外伸构造

| 基础梁JL、基础次梁JCL 端部配筋构造 | | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-16 |

6.9 筏形基础底板上剪力墙洞口处设置下过梁时，有何构造要求？

1 下过梁宽度可与墙厚一致，也可大于墙厚。大于墙厚时，下过梁宽度最大可取墙厚加2倍底板截面有效高度。

2 过梁上下纵筋自洞口边缘伸入墙体长度不小于$l_a$。

3 锚固长度范围内箍筋间距同跨内，且间距不宜大于150mm。

相关结构概念：

当筏形基础上为剪力墙结构时，剪力墙下可不设置基础梁，但应在剪力墙洞口位置设置下过梁，承担在地基反力作用下的内力。

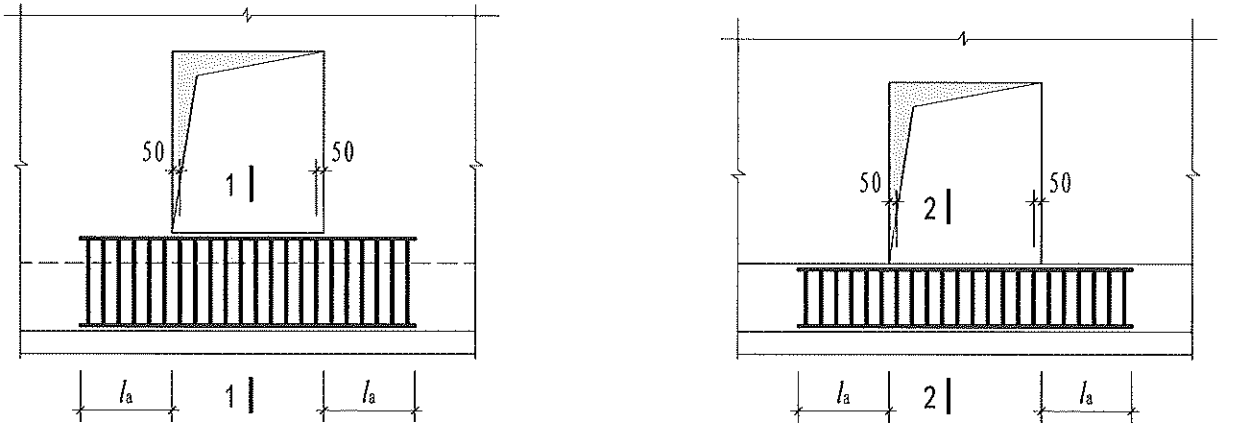
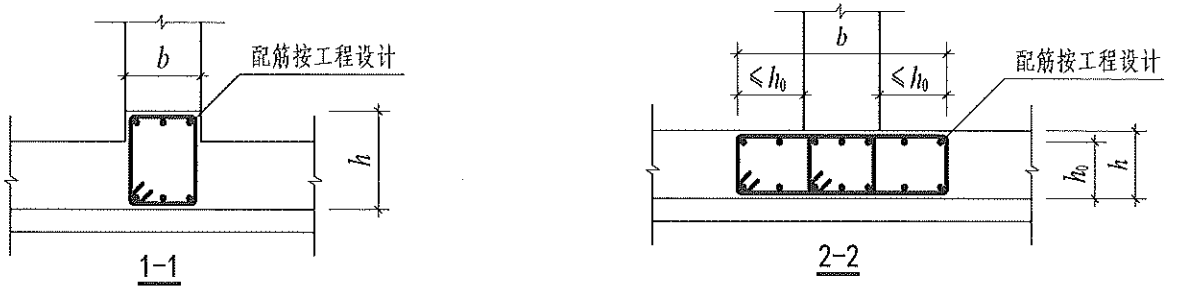



图6.9 筏形基础底板墙体洞口下过梁配筋构造




| 筏形基础底板墙体洞口下过梁配筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-17 |

**6.10 梁板式筏形基础中钢筋排布应注意什么问题?底平梁板式筏形基础钢筋如何排布？顶平梁板式筏形基础钢筋如何排布？**

1 上部结构荷载通过基础传至地基，基础中构件计算综合考虑基础底面地基反力及地基变形。梁板式筏形基础钢筋排布时，应注意:

1）构件及钢筋相互支承的关系。

2）宜保证主要受力方向构件或钢筋的位置。

3）执行第2）款时，也应对整个基础钢筋排布进行综合考虑，避免钢筋层数过多，钢筋能通长布置时避免不必要的截断。

4）当钢筋排布造成截面有效高度削弱时，应与设计人员沟通。

5）按以下第2~4条内容选择钢筋排布方案时，应得到设计人员的确认。

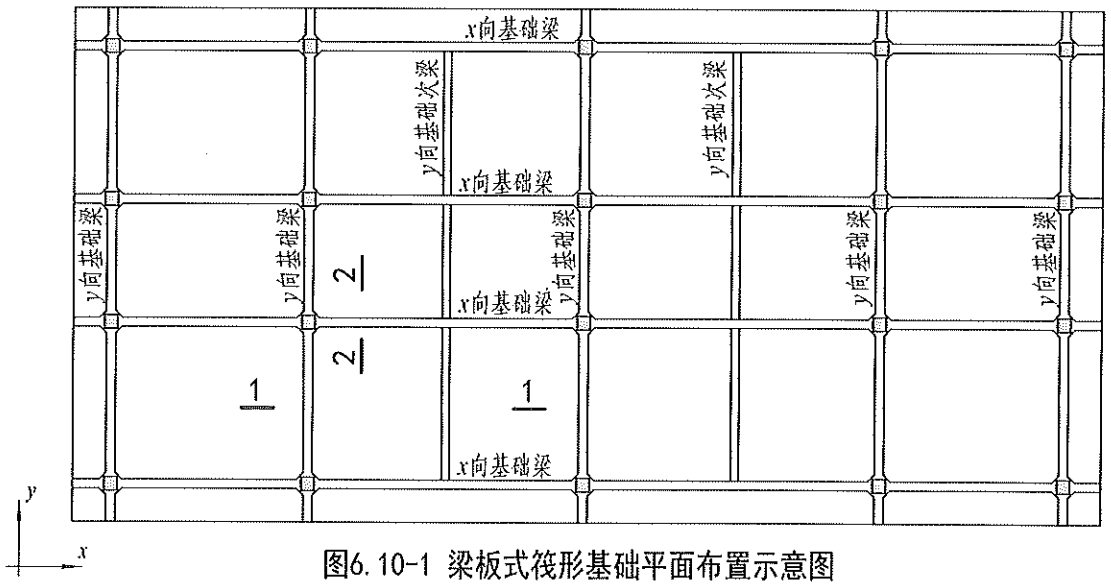



图6.10-1 梁板式筏形基础平面布置示意图

（本图仅为示意，不表示各方向尺寸的相对关系）

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | | 校对 | 李增银 | | 设计 | 肖军磊 | 页 | 6-18 |

2 底平梁板式筏形基础底部钢筋排布时，可不考虑钢筋的相互支承关系，以下各方案中第②、③排钢筋保护层厚度加大(尤其是第③排钢筋)，造成截面有效高度削弱，应得到设计人员确认。

方案一：见图6.10-2，自下而上钢筋排布如下：

第①排：$x$向底板钢筋、$y$向基础梁（次梁）箍筋。

第②排：$y$向底板钢筋、$y$向基础梁（次梁）下部纵筋、$x$向基础梁箍筋。

第③排：$x$向基础梁下部纵筋。

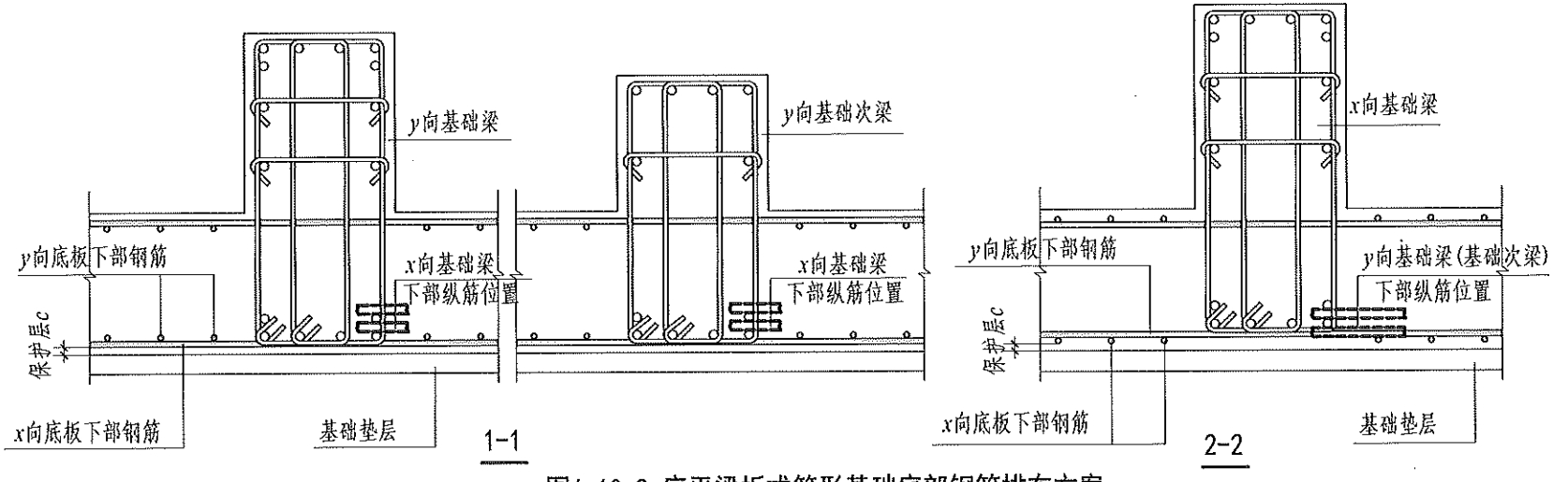



图6.10-2 底平梁板式筏形基础底部钢筋排布方案一

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-19 |

方案二：见图6.10-3，自下而上钢筋排布如下：

第①排：y向底板钢筋、x向基础梁箍筋。

第②排：x向底板钢筋、x向基础梁下部纵筋、y向基础梁（次梁）箍筋。

第③排：y向基础梁（次梁）下部纵筋。

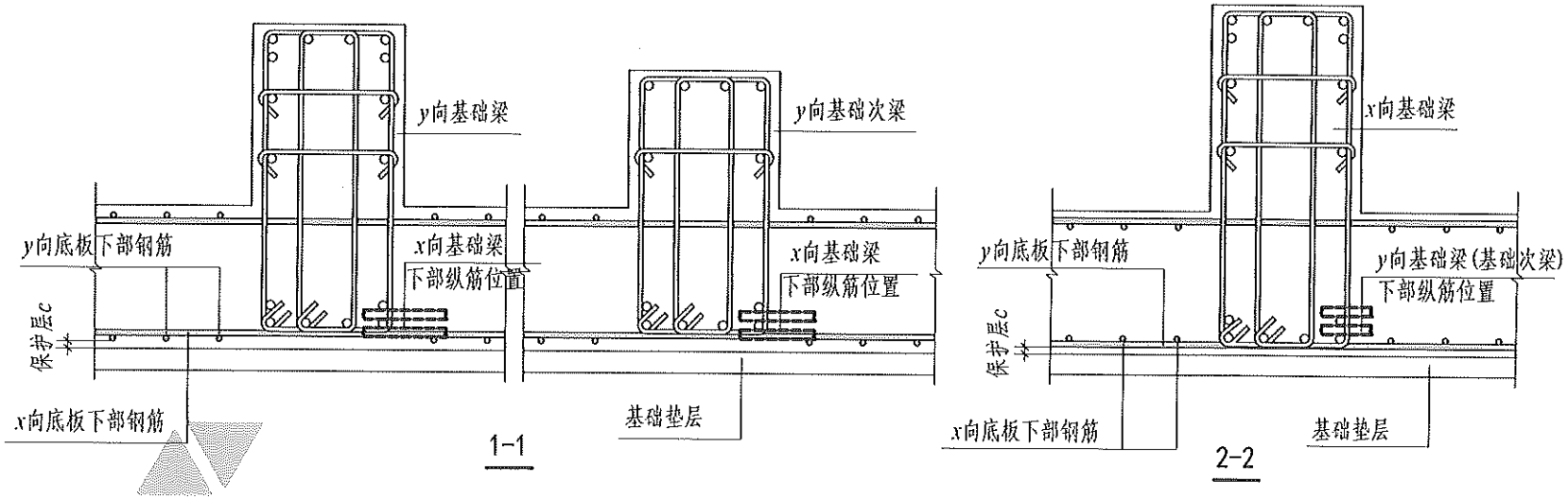



图6.10-3 底平梁板式筏形基础底部钢筋排布方案二

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | | 校对 | 李增银 | | 设计 | 肖军磊 | 页 | 6-20 |

方案三：见图6.10-4，自下而上钢筋排布如下：

第①排：x向基础梁箍筋。

第②排：x向底板钢筋、x向基础梁下部纵筋、y向基础梁（次梁）箍筋。

第③排：y向底板钢筋、y向基础梁（次梁）下部纵筋。

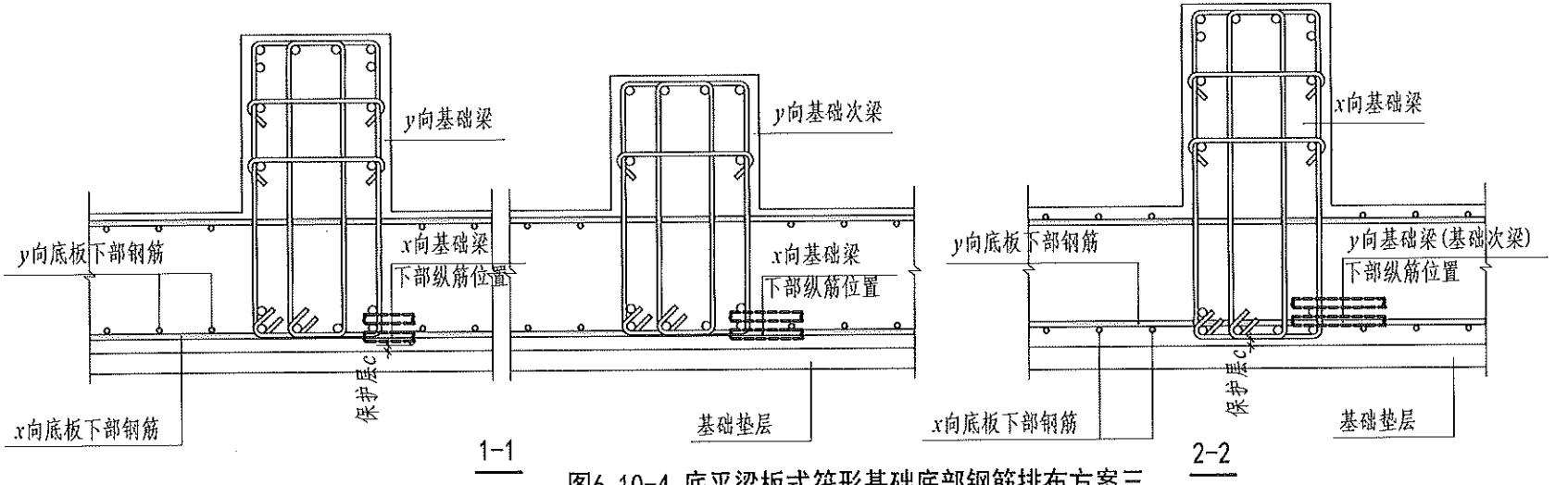



图6.10-4 底平梁板式筏形基础底部钢筋排布方案三

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-21 |

方案四：见图6.10-5，自下而上钢筋排布如下：

第①排：y向基础梁（次梁）箍筋。

第②排：y向底板钢筋、y向基础梁下部纵筋、x向基础梁箍筋。

第③排：x向底板钢筋、x向基础梁下部纵筋。

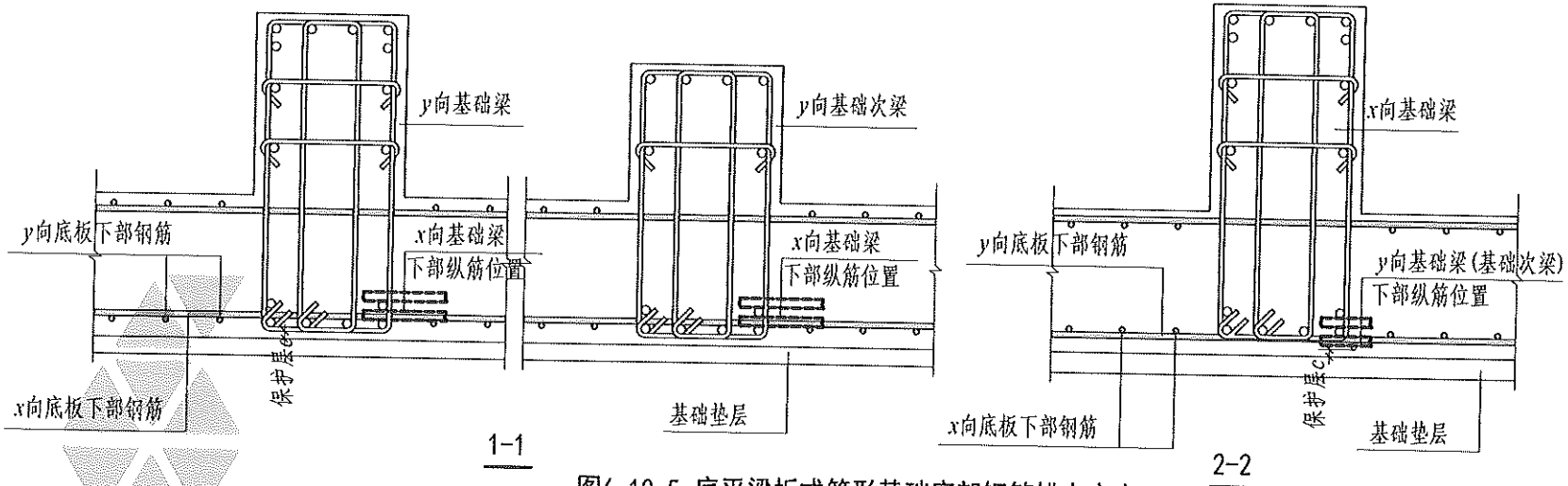



图6.10-5 底平梁板式筏形基础底部钢筋排布方案四

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-22 |

3 顶平梁板式筏形基础上部钢筋排布时，需要考虑钢筋的相互支承关系，如次梁上部钢筋应摆放在与之垂直的主梁上部钢筋之下，板上部钢筋应摆放在与之垂直的主梁及次梁上部钢筋之下。以下方案中第③、④排钢筋保护层厚度加大，造成截面有效高度削弱，应得到设计人员确认。

当一个方向上有次梁（如图6.10-1，仅在$y$向布置有基础次梁）时，宜将与次梁垂直的主梁上部纵筋摆放在上层（如图6.10-1，宜将$x$向基础梁上部纵筋放在$y$向各基础梁的上方）。见图6.10-6，自上而下钢筋排布如下：

第①排：$x$向基础梁箍筋。

第②排：$x$向基础梁上部钢筋、$y$向基础梁（次梁）箍筋。

第③排：$y$向底板上部钢筋、$y$向基础梁（次梁）上部纵筋。

第④排：$x$向底板上部钢筋。

当有相互交叉的次梁高度相同时，应根据施工图明确次梁之间的支承关系，从而确定钢筋的支承关系。为避免钢筋层数过多，可考虑次梁上部钢筋在支座附近弯折通过，或板钢筋在支座部位弯折通过。

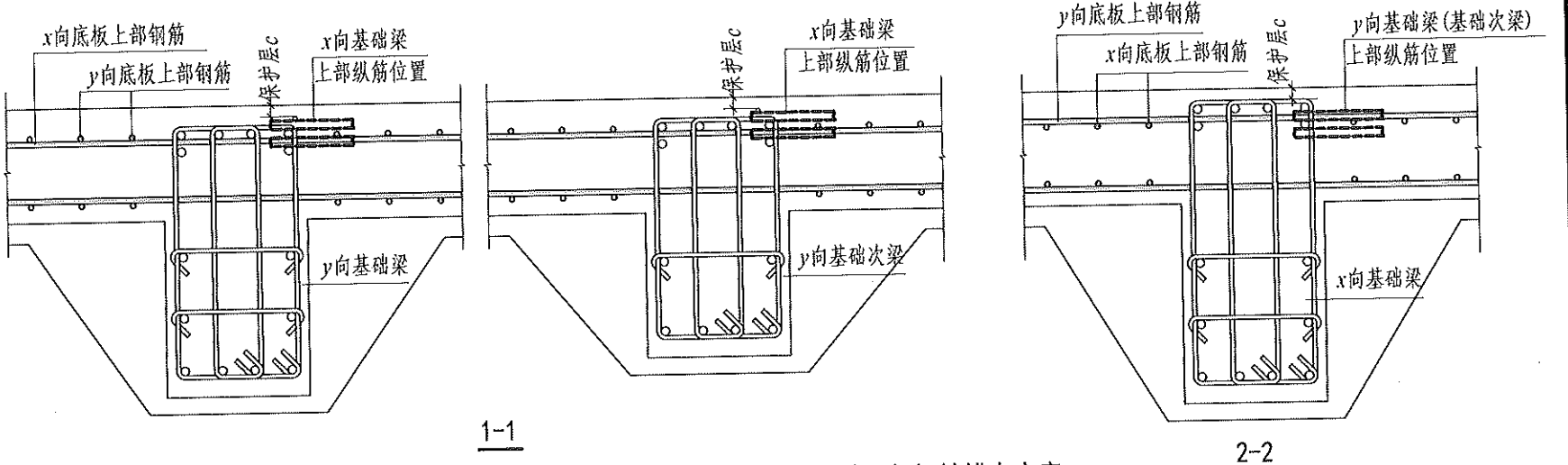



图6.10-6 顶平梁板式筏形基础顶部钢筋排布方案一

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-23 |

4 当筏形基础中间设置暗梁（图6.10-7），或者两个方向基础梁同高（图6.10-8）时，钢筋摆放：

1）有次梁时宜先确定上部钢筋的排布方案，按第3条。

2）一个方向主梁上、下部纵筋，宜同时位于另一个方向主梁的上方或下方，以避免某个方面梁有效高度削弱较大。

5 采用双层双网的梁板式筏形基础，设计文件中需注明上、下层钢筋各排的位置关系，如上层上排、上层下排等。

6 根据设计文件中注明的上、下层排布关系，参考本条钢筋摆放方案进行排列。

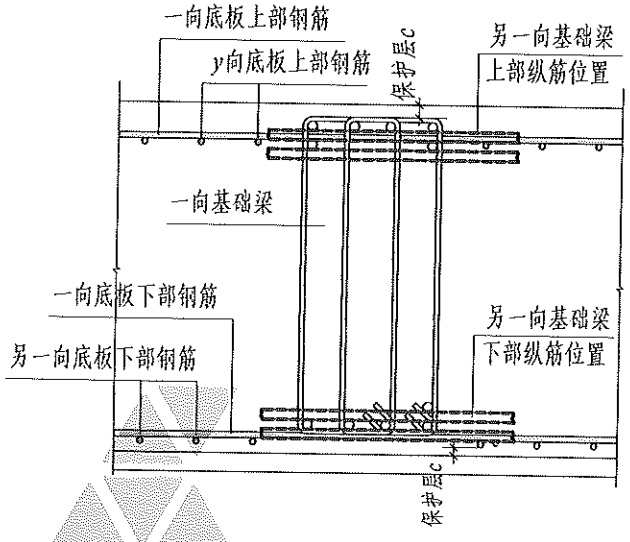



图6.10-7 筏形基础设置暗梁

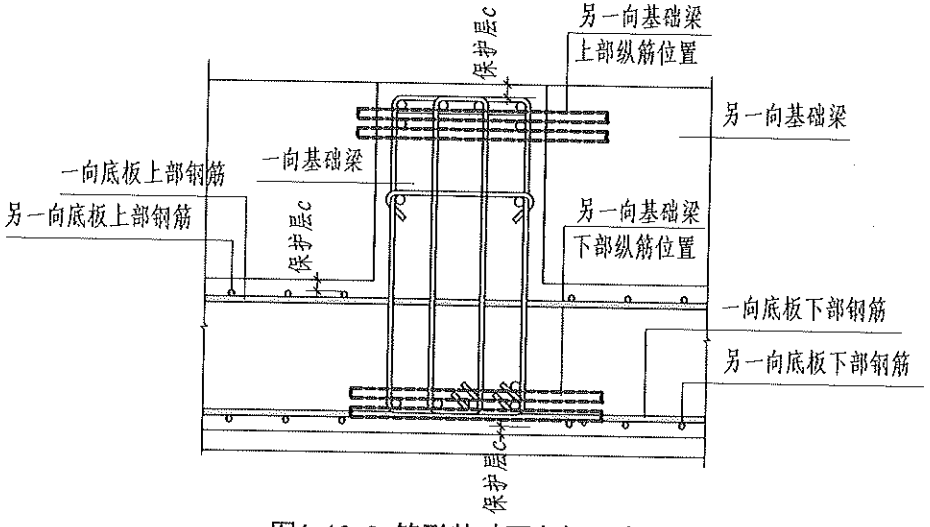



图6.10-8 筏形基础两向梁同高

| 梁板式筏形基础钢筋排布方案 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-24 |

## 6.11 筏形基础平板什么部位需要封边？有何构造要求？

1 当筏形基础平板端部无支承时，应对自由边进行封边处理。根据现行的国家标准，这种处理方式有两种，并在封边处设置纵向构造钢筋。需要封边的筏形基础平面布置示意见图6.11-1。

2 基础平板（不包括基础梁宽范围）的封边构造做法如下：

1）封边钢筋可采用U形钢筋，见图6.11-2；间距宜与板上、下层纵向钢筋一致。

2）可将板上、下纵向钢筋弯折搭接150mm作为封边钢筋，见图6.11-3。

3）U形封边钢筋直径，当施工图设计文件中未注明时，可参考以下要求处理，但需设计方确认：

板厚$h_s \leqslant 500$mm时，可取$d$=12mm；

板厚500mm$< h_s \leqslant 1000$mm时，可取$d$=14mm；

板厚1000mm$< h_s \leqslant 1500$mm时，可取$d$=16mm；

板厚1500mm$< h_s \leqslant 2000$mm时，可取$d$=18mm；

板厚$h_s >$ 2000mm时，可取$d$=20mm。

4）施工图设计文件应注明封边处纵向钢筋的设置要求。

注意事项：

1 当筏板的厚度较小时，可采用板的上层纵向钢筋与板下层纵向钢筋90°弯折搭接，并在搭接范围内至少布置一道纵向钢筋。当筏板厚度较厚时，可在端面设置附加U形构造钢筋与板上、下层弯折钢筋搭接，并配置端面的纵向构造钢筋。

2 施工图设计文件中应根据22G101-3图集中的两种做法确定一种对封边的处理方式。

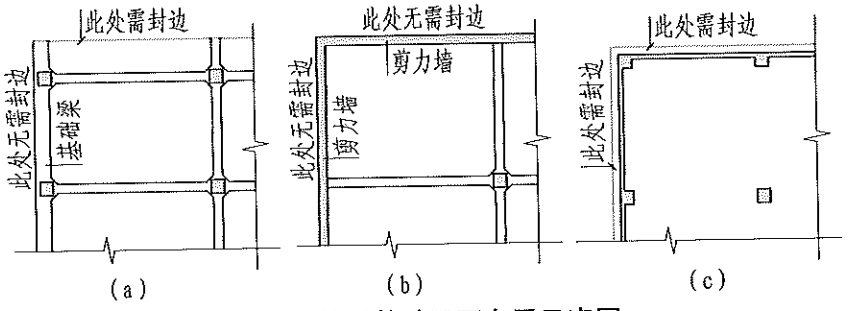



图6.11-1 筏形基础平面布置示意图

（红线部位需要封边）

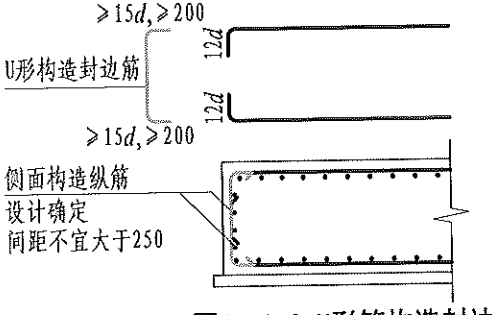



图6.11-2 U形筋构造封边

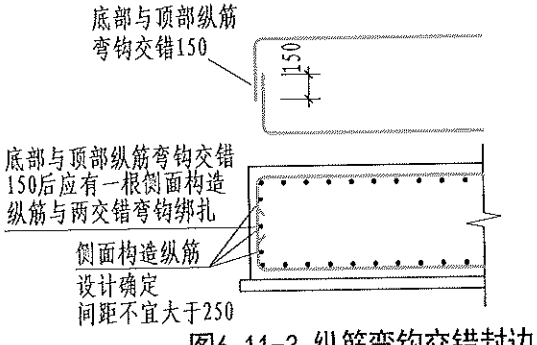



图6.11-3 纵筋弯钩交错封边

| 筏形基础板边缘侧面封边钢筋 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-25 |

6.12 筏形基础电梯基坑及集水坑等配筋构造有何要求？

1 电梯基坑配筋同基础底板配筋。

2 电梯井周边墙体插筋构造见第6.2条，其中基础顶面按基坑顶计算，自基坑顶墙体开始设置水平分布钢筋。

3 墙体下，筏板上部钢筋伸至墙对边向下弯折至基坑底板内并满足锚固长度$l_a$的要求。

4 基坑中钢筋的锚固要求：

1）钢筋伸向对边，满足锚固长度不小于$l_a$即可。

2）当截面尺寸不满足直线锚固长度要求时，钢筋伸到对边弯折锚固，使总长度满足锚固长度不小于$l_a$的要求。

5 筏形基础中预留的集水坑等其他低于板面的各种基坑，可参考以上要求采取处理措施。

注意事项：

1 电梯是建筑楼层间的固定式升降设备，电梯一般要求设置机房、井道和底坑等。底坑位于最下端与基础相连，底坑深度根据电梯型号等因素确定。缓冲器的墩座预留钢筋和预埋件位置一般待电梯订货后配合厂家预留。集水坑根据集水的要求设计相应的深度。

2 施工前核对电梯基坑尺寸、预埋件与厂家提供的技术资料一致。

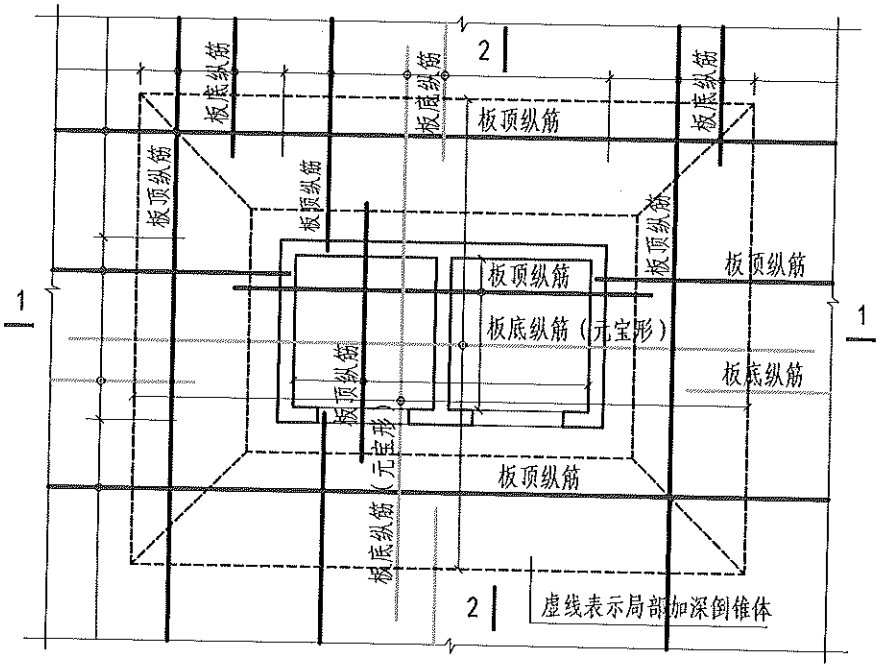
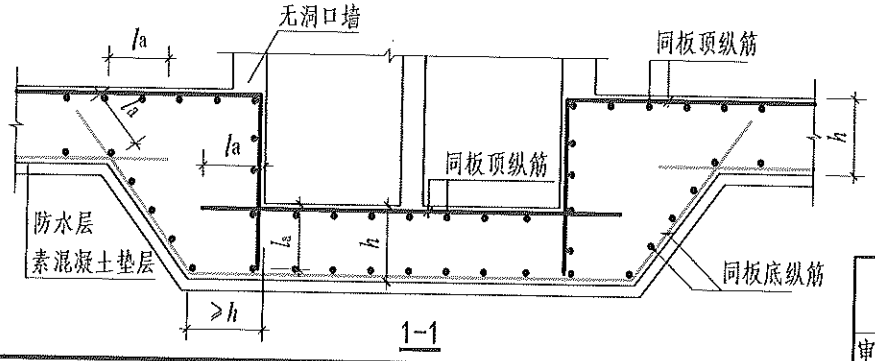
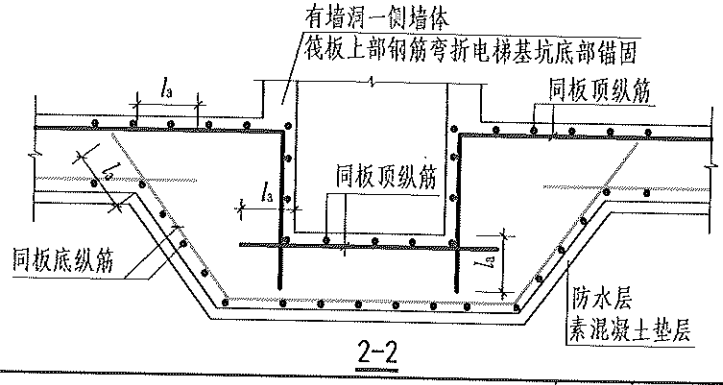



图6.12 筏形基础电梯基坑配筋构造




| 筏形基础基坑配筋构造 | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-26 |

**6.13 独立基础底板的配筋有何构造要求？桩基础承台下部钢筋网片是否与扩展基础相同？**

1 扩展基础包含条形基础和独立基础，并均在底板中配置计算需要的钢筋网片。

2 当独立基础的边长大于或等于2.5m时，底板受力钢筋（除最外侧钢筋外）的长度可取边长的0.9倍，并交错布置，见图6.13-1。当非对称独立基础的边长大于或等于2.5m，但该基础某侧从柱中心至基础边缘的距离小于1.25m时，钢筋在该侧不应减短，见图6.13-2。

3 条形基础底板的配筋构造做法可见本图集第6.6条。

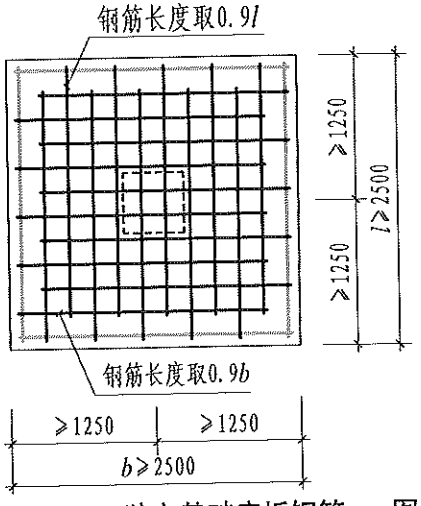



图6.13-1 独立基础底板钢筋

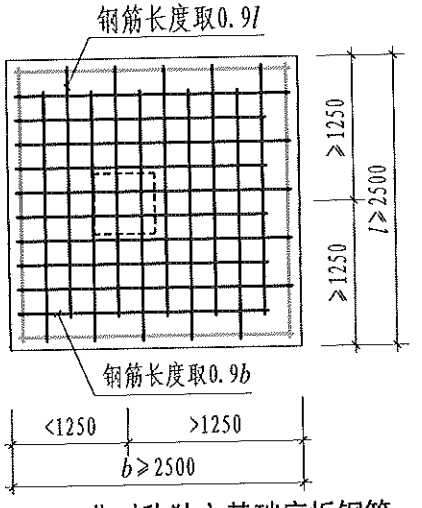



图6.13-2 非对称独立基础底板钢筋

相关标准条文：

1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011第8.2.1条；

2 《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008第4.2.3条。

4 矩形独立基础底板钢筋网片的排布关系，应在施工图设计文件中注明。当设计未指定时，按基础净悬挑长度较大方向的钢筋放在最下层的原则施工。

5 桩基础承台底部的双方向钢筋因在端部有锚固要求，故所有钢筋需伸至承台端部，且满足直线锚固或90°弯折锚固要求，见图6.13-3。弯折锚固见图6.13-4。

1）直线锚固时，钢筋水平段锚固长度自边桩内侧算起，对于方桩不应小于35$d$（$d$为承台底部钢筋直径），对于圆桩不应小于35$d$+0.1$D$（$D$为圆桩直径），且伸至承台边。

2）当不满足直线锚固长度要求时，应将钢筋向上90°弯折，此时自边桩内侧算起的水平段长度不小于25$d$（圆桩为25$d$+0.1$D$），弯折段长度不小于10$d$。

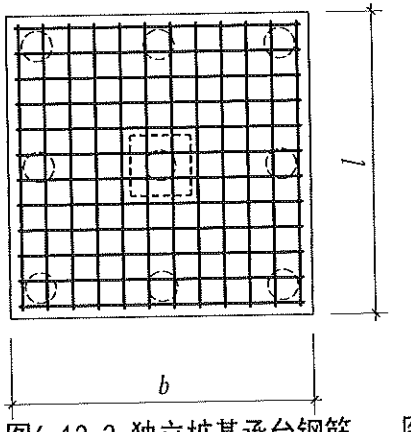



图6.13-3 独立桩基承台钢筋

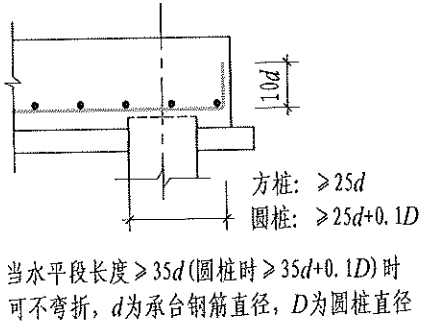



图6.13-4 承台受力钢筋端部构造

| 独立基础及桩基承台钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-27 |

6.14 三桩承台受力钢筋如何布置？其构造要求有哪些？

1 按三向板带均匀布置，钢筋宜按三向咬合布置。

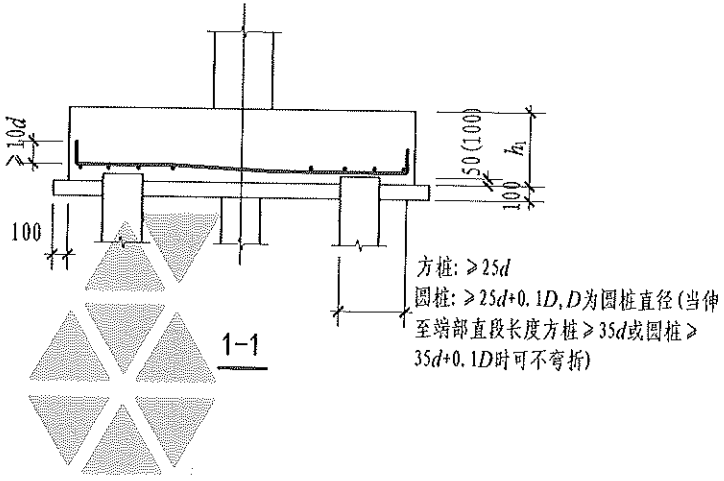
2 板带最内侧的三根钢筋围成的三角形应布置在柱截面范围内。

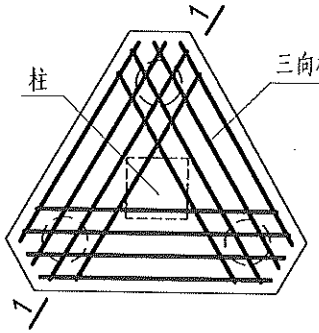
3 承台纵向受力钢筋直径不宜小于12mm，间距不宜大于200mm，其最小配筋率不小于0.15%。

4 承台下部三向钢筋带中最短钢筋，在承台端部应满足直线锚固或90°弯折锚固要求。

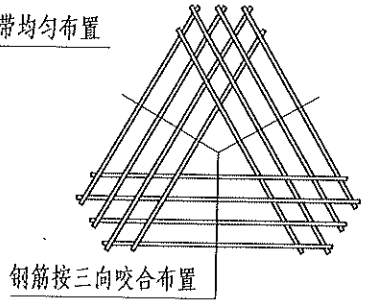
相关标准条文：

《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008第4.2.3条。

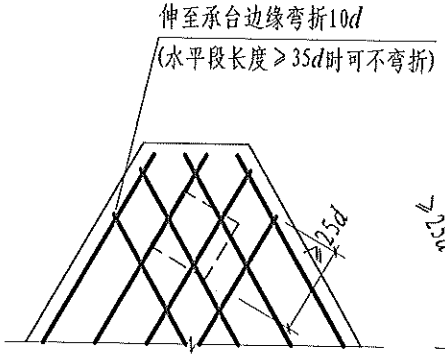


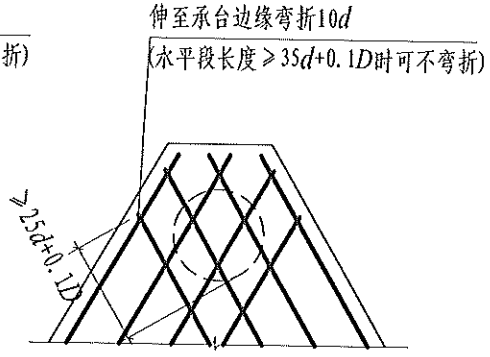

（a）三桩承台配筋示意




（b）受力钢筋三向咬合布置




（c）方桩承台端部90°弯折锚固




（d）圆桩承台端部90°弯折锚固

图6.14 三桩承台受力钢筋构造

（d为承台钢筋直径，D为圆桩直径）

| 三桩承台受力钢筋构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-28 |

## 6.15 承台梁纵向钢筋如何连接、锚固？

22G101-3中承台梁主要用于混凝土墙的基础，见图6.15-1。

1 承台梁上、下纵向钢筋在端部均应符合独立桩承台钢筋在端部直线锚固或90°弯折锚固的构造要求，见图6.15-2。

2 承台梁上、下纵向钢筋宜通长布置，需要连接时不应在上部墙体洞口位置连接，连接接头面积百分率不宜超过50%。下部钢筋连接宜在桩宽度范围之内，优先采用机械连接；采用搭接连接时，搭接长度中点在桩截面尺寸范围内，向两侧延伸$0.5l_l$，见图6.15-3。上部钢筋和侧面纵向钢筋应避开上部洞口范围连接。

3 上部墙体设有洞口时，增设的附加纵筋受力钢筋自洞口边缘伸入墙体长度不小于$l_a$，见图6.15-4。

4 当承台梁上为柱时，应按具体工程设计要求进行钢筋连接、锚固。

相关标准条文：

《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008第4.2.3条。

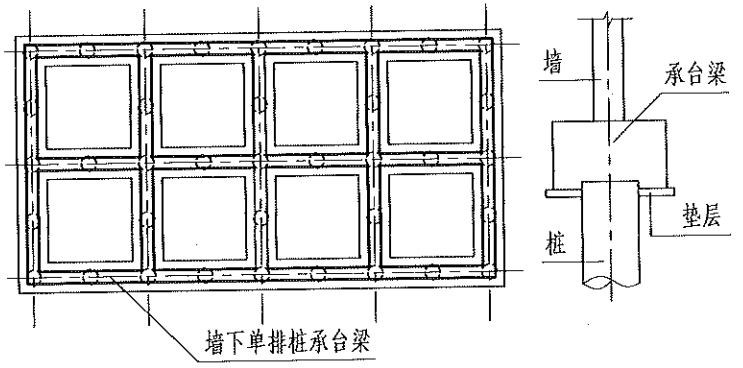
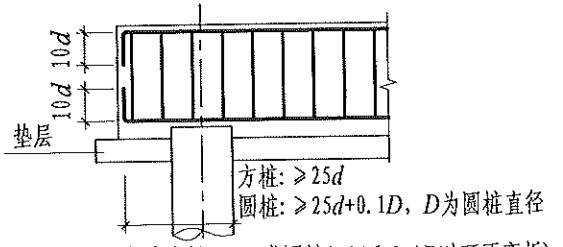



图6.15-1 承台梁平面示意图




（当伸至端部直段长度方桩≥35d或圆桩≥35d+0.1D时可不弯折）

图6.15-2 承台梁端部构造

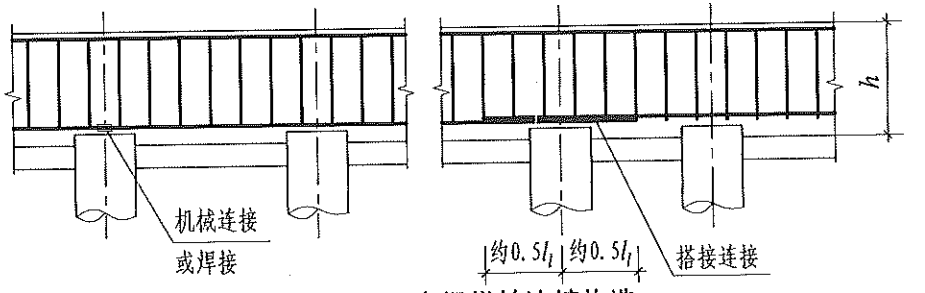



图6.15-3 承台梁纵筋连接构造

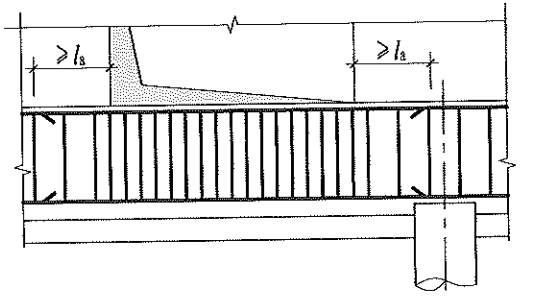



图6.15-4 上部洞口处附加钢筋

| 墙下承台梁 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-29 |

**6.16 桩伸入筏形基础板、承台及承台梁内的长度有何要求？桩中的纵向钢筋有何锚固要求？当采用一柱一桩无承台时，柱纵向钢筋如何锚固？桩顶部箍筋加密范围有何要求？**

1 当桩径或矩形桩的截面长边尺寸小于800mm时，桩顶嵌入承台或承台梁内50mm；当大于或等于800mm时，为100mm。

此外，桩伸入筏板、承台及承台梁内的尺寸，也应符合当地地方标准的规定。

2 桩中纵向钢筋伸入筏板基础、承台或承台梁内的最小锚固长度不宜小于35倍钢筋直径，且不小于$l_a$。对于抗浮或抗拔桩，应不小于$l_a$，且施工图设计文件中应注明具体的锚固长度及构造要求。

当桩纵向钢筋顶部不能满足直线锚固时，可采用90°向桩截面轴线方向弯折锚固，弯折前投影长度不小于$0.6l_{ab}$且不小于$20d$，弯折后水平投影长度为$15d$。见图6.16（c）。

3 大直径灌注桩采用一柱一桩时，当桩与柱截面直径比不大于2时，沿两个主轴方向应设置联系梁，柱纵向钢筋可直接锚固在桩内，锚固长度不应小于35倍纵向钢筋直径，且不小于$l_{aE}$。

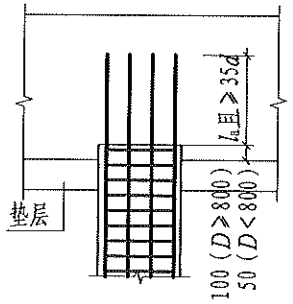
4 灌注桩顶端箍筋根据施工图设计文件的要求在一定范围内加密。若设计文件中未注明箍筋加密范围，桩顶端箍筋加密范围可取$5D$（$D$为桩直径）。

相关结构概念：

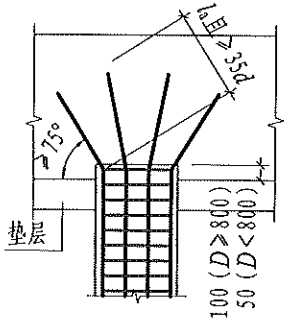
为保证桩在筏形基础、承台及承台梁内的锚固，桩顶部需伸入筏形基础、承台及承台梁内一定长度。当采用单桩或群桩时，通常在承台内仅配置下部钢筋网片；而采用单排或双排桩时，则设置承台梁。桩在承台内的嵌固长度是根据矩形桩的长边尺寸或圆形桩的直径确定的。

相关标准条文：

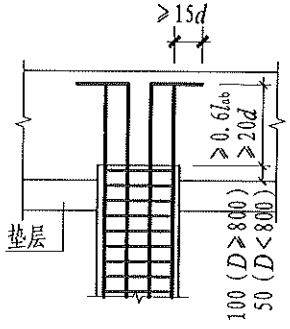
《建筑桩基设计规范》JGJ 94-2008第4.1.1条、第4.2.4条、第4.2.5条。




（a）直锚




（b）斜锚




（c）弯锚

图6.16 桩顶纵筋在承台内的锚固构造

（$d$为承台钢筋直径，$D$为圆桩直径）

| 桩顶纵筋在承台内的锚固构造 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 页 | 6-30 |

6.17 柱下筏板局部增加板厚JBH“水平箍筋”如何理解？水平箍筋是否必须采用封闭箍筋？

1 柱下筏板局部增加板厚JBH“水平箍筋”实为JBH的下部纵向钢筋，由设计确定具体规格及间距。

2 水平箍筋宜采用封闭箍筋。当JBH底部出柱投影宽度$c_2$较大，按封闭箍筋现场加工存在难度时，可采用图6.17转角处搭接做法。

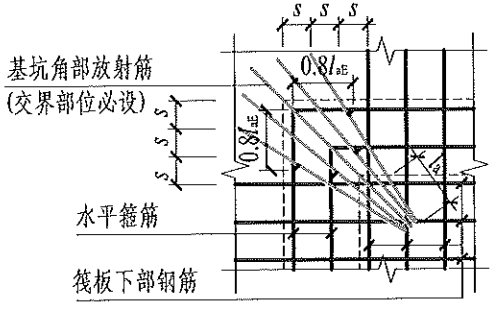



图6.17 JBH水平箍筋转角处搭接做法

6.18 当基础（或上部结构）构件变截面或标高不同时，G101系列图集中钢筋的锚固长度是自钢筋交叉点起算还是自构件轮廓转角点起算？

G101系列图集中钢筋的锚固长度均自构件轮廓转角点起算，见图6.18。

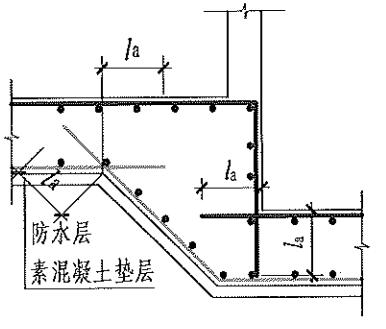



图6.18 基础构件钢筋锚固长度起算点示意图

| 局部增加板厚JBH水平箍筋构造<br>钢筋锚固长度起算点 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 6-31 |

# 7 楼梯构造

## 7.1 G101系列图集中哪些楼梯应考虑抗震构造措施？哪些楼梯应考虑参与结构整体抗震计算？

22G101-2图集中包括14种类型的现浇混凝土板式楼梯。

其中，AT～GT型楼梯不考虑抗震构造措施，图集中对应的钢筋锚固长度为$l_a$和$l_{ab}$；ATa、ATb、BTb、CTa、CTb、DTb型楼梯为带滑动支座楼梯，考虑抗震构造措施，图集中对应的锚固长度为$l_{aE}$和$l_{abE}$；图集现有楼梯类型中，仅ATc型楼梯参与结构整体抗震计算，同时尚应考虑抗震构造措施。

施工应注意：

1 ATc型楼梯作为斜撑构件参与结构整体抗震计算，钢筋均采用符合抗震性能要求的热轧钢筋。钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于1.3，且钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于9%。满足上述抗震性能要求的钢筋为牌号带“E”的钢筋。

2 对于G101系列图集中的AT～GT型楼梯，设计者可根据具体工程的实际情况增加抗震构造措施，并在设计图中注明相关要求。施工应按设计要求补充相关的抗震构造措施，图集中的$l_a$、$l_{ab}$变更为$l_{aE}$、$l_{abE}$。

3 梯柱TZ、梯梁TL应考虑抗震构造，抗震等级由设计确定。梯柱TZ、梯梁TL配筋构造见22G101-2第2-41页。

4 图集中AT～BT、ATa、ATb、ATc、BTb、CTa、CTb、DTb型楼梯的梯板侧边均与侧墙相挨但不相连；FT、GT型楼梯的踏步段与侧墙相挨但不相连。当考虑楼梯踏板或平台与侧墙相连或嵌入时，不论侧墙为剪力墙或砌体墙，均由设计者另行设计，施工不可擅自将梯板分布钢筋伸入侧墙内。

表7.1 楼梯类型

| 梯板代号 | 适用结构 | 抗震构造措施 | 是否参与结构整体抗震计算 |
|---|---|---|---|
| AT | 剪力墙、砌体结构 | 无 | 不参与 |
| BT | | | |
| CT | 剪力墙、砌体结构 | 无 | 不参与 |
| DT | | | |
| ET | 剪力墙、砌体结构 | 无 | 不参与 |
| FT | | | |
| GT | 剪力墙、砌体结构 | 无 | 不参与 |
| ATa | 框架结构、框剪结构中框架部分 | 有 | 不参与 |
| ATb | | | |
| ATc | 框架结构、框剪结构中框架部分 | 有 | 参与 |
| BTb | 框架结构、框剪结构中框架部分 | 有 | 不参与 |
| CTa | 框架结构、框剪结构中框架部分 | 有 | 不参与 |
| CTb | | | |
| DTb | 框架结构、框剪结构中框架部分 | 有 | 不参与 |

注：ATa、CTa低端带滑动支座支承在梯梁上；ATb、BTb、CTb、DTb低端带滑动支座支承在挑板上。

## 7.2 采用带滑动支座的楼梯时，设计应注意哪些构造措施？

设计采用滑动支座时，应注意采取以下构造措施：

1 滑动支座滑动面应放置长度与梯板宽度相同的隔离材料，或上下均设置预埋钢板。对于滑动支座垫板的做法，22G101图集中提供了5mm厚聚四氟乙烯板、钢板和厚度大于或等于0.5mm的塑料片。实际工程设计中也可选用其他滑动性能好的材料，其连接方式由设计者另行处理。

2 带滑动支座的楼梯应双向双层配筋，纵向主筋应计算确定。

3 梯板两侧边应分别设置2⌀16的加强钢筋，同时加强钢筋的直径不小于梯板纵向受力钢筋的直径。

4 梯板滑动端与地面面层接触处应留出供梯板滑动的缝隙，内填聚苯板等柔性材料，缝隙的宽度与梯段的高度有关，不小于$H_s/50$，且不小于50mm。

22G101图集涉及到带滑动支座的楼梯类型：

22G101图集提供了ATa、ATb、BTb、CTa、CTb、DTb六种类型的带滑动支座楼梯，其中ATa、CTa低端带滑动支座支承在梯梁上；ATb、BTb、CTb、DTb低端带滑动支座支承在挑板上。

采用楼梯梯段上端与楼层梁或休息平台整体连接，楼梯梯段下端做成滑动支座，与框架主体结构脱开的方式，楼梯刚度将不会对主体结构造成影响。在地震作用下，梯段下端不仅会出现预期的水平滑动，而且可能会出现竖向位移，使梯段下端脱空，梯段呈瞬时悬臂状态，设计配筋时应予考虑。

相关标准条文：

《建筑抗震设计规范》（2016年版）GB 50011-2010第13.3.4条。

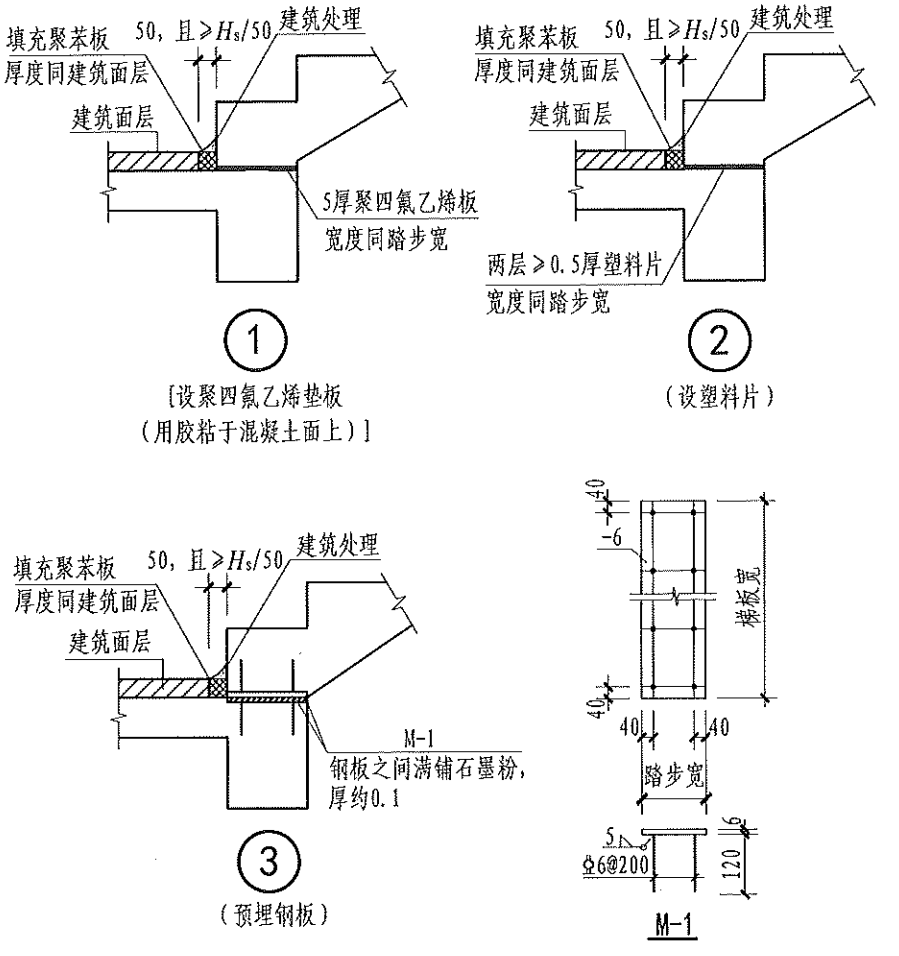



图7.2 滑动支座构造

| 带滑动支座的楼梯 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 7-2 |

# 8 附 录

## 8.1 G101系列图集的使用范围

G101系列图集有明确的适用范围，对于超出该系列图集适用范围，当确需采用平法设计表达方式时，设计人员应给出附加解释并补充相关构造详图。

8.1.1 主体结构

主体结构为现浇混凝土框架、剪力墙、框架-剪力墙、部分框支剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构，对单层厂房结构、预制混凝土结构、砌体结构、钢结构应注意适用范围的问题。

8.1.2 现浇混凝土楼面与屋面板

楼面与屋面板可为现浇混凝土有梁楼盖和无梁楼盖，对预制板、叠合板、组合楼盖应注意使用范围的问题。

8.1.3 现浇混凝土板式楼梯

对梁式楼梯、预制楼梯应注意使用范围的问题。

8.1.4 独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础

独立基础分为普通和杯口；条形基础分为梁板式和板式；筏形基础分为梁板式和平板式；桩基础分为独立承台和承台梁。对大直径灌注桩基础、无筋扩展基础应注意使用范围的问题。

## 8.2 平法结构施工图设计的表达方式

8.2.1 平法结构施工图的表达方式主要有平面注写方式、列表注写方式和截面注写方式三种，见表8.2.1。

表8.2.1 平法结构施工图的表达方式

| 表达方式 | 内 容 |
|---|---|
| 平面注写方式 | 在结构平面布置图上，相同编号的构件任选一处注写构件编号、截面尺寸和配筋具体数值等施工图元素的方式来表达 |
| 列表注写方式 | 在结构平面布置图上（布置不下时用多张图纸），相同编号的构件选择一个截面标注代号、几何尺寸，并以表格形式注写构件编号、几何尺寸和配筋具体数值等施工图元素的方式来表达 |
| 截面注写方式 | 在结构平面布置图上，相同编号的构件任选一个截面以放大绘制断面图的形式直接注写构件编号、截面尺寸和配筋具体数值等施工图元素的方式来表达 |

8.2.2 各类构件采用的平法结构施工图表达方式，见表8.2.2。

表8.2.2 各类构件采用的平法结构施工图表达方式

| 结构构件 | 表达方式 |
|---|---|
| 梁、现浇混凝土楼面与屋面板、现浇混凝土板式楼梯、筏形基础、独立基础、条形基础、桩基础 | 平面注写方式 |
| 柱、剪力墙、现浇混凝土板式楼梯 | 列表注写方式 |
| 柱、剪力墙、梁、独立基础、条形基础、桩基础 | 截面注写方式 |

注：现浇混凝土板式楼梯也可采用平、剖面结合的剖面注写方式。

## 8.3 平法结构施工图设计的构件编号

平法结构施工图的构件编号一般由结构构件类型、代号、序号组成。

表8.3.1 平法结构施工图的构件编号

| 结构构件类型 | | | 代号 | 构件序号 |
|---|---|---|---|---|
| 柱 | | 框架柱 | KZ | ×× |
| | | 转换柱 | ZHZ | ×× |
| | | 芯柱 | XZ | ×× |
| 剪力墙 | 墙柱 | 约束边缘构件 | YBZ | ×× |
| | | 构造边缘构件 | GBZ | ×× |
| | | 非边缘暗柱 | AZ | ×× |
| | | 扶壁柱 | FBZ | ×× |
| | 墙梁 | 连梁 | LL | ×× |
| | | 连梁（对角暗撑配筋） | LL（JC） | ×× |
| | | 连梁（交叉斜筋配筋） | LL（JX） | ×× |
| | | 连梁（集中对角斜筋配筋） | LL（DX） | ×× |
| | | 连梁（跨高比不小于5） | LLk | ×× |
| | | 暗梁 | AL | ×× |
| | | 边框梁 | BKL | ×× |
| | 墙身 | 墙身 | Q | ×× |
| | | 地下室外墙 | DWQ | ×× |
| | 洞口 | 矩形洞口 | JD | ×× |
| | | 圆形洞口 | YD | ×× |

续表8.3.1

| 结构构件类型 | | | 代号 | 构件序号 |
|---|---|---|---|---|
| 梁 | 楼层框架梁 | | KL | ×× |
| | 楼面框架扁梁 | | KBL | ×× |
| | 屋面框架梁 | | WKL | ×× |
| | 框支梁 | | KZL | ×× |
| | 托柱转换梁 | | TZL | ×× |
| | 非框架梁 | 端支座为铰接 | L | ×× |
| | | 端支座上部纵筋为充分利用钢筋的抗拉强度 | Lg | ×× |
| | | 按抗扭设计的非框架梁 | LN | ×× |
| | 悬挑梁 | | XL | ×× |
| | 井字梁 | 端支座为铰接 | JZL | ×× |
| | | 端支座上部纵筋为充分利用钢筋的抗拉强度 | JZLg | ×× |
| | 框架扁梁节点核心区 | | KBH | ×× |
| 楼面与屋面板 | 有梁 | 楼面板 | LB | ×× |
| | | 屋面板 | WB | ×× |
| | | 悬挑板 | XB | ×× |
| | 无梁 | 柱上板带 | ZSB | ×× |
| | | 跨中板带 | KZB | ×× |
| | | 暗梁 | AL | ×× |

注：表中梁、柱上板带、跨中板带、暗梁有一项跨数及有无悬挑代号，（××）为无悬挑，（××A）为一端有悬挑，（××B）为两端有悬挑，悬挑不计跨数。

| 平法结构施工图设计的构件编号 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 8-2 |

续表8.3.1

| 结构构件类型 | | | 代号 | 构件序号 |
|---|---|---|---|---|
| 楼面与屋面板 | 相关构造 | 纵筋加强带 | JQD | ×× |
| | | 后浇带 | HJD | ×× |
| | | 柱帽 | ZMx | ×× |
| | | 局部升降板 | SJB | ×× |
| | | 板加腋 | JY | ×× |
| | | 板开洞 | BD | ×× |
| | | 板翻边 | FB | ×× |
| | | 角部加强筋 | Crs | ×× |
| | | 悬挑板阴角附加筋 | Cis | ×× |
| | | 悬挑板阳角放射筋 | Ces | ×× |
| | | 抗冲切箍筋 | Rh | ×× |
| | | 抗冲切弯起筋 | Rb | ×× |
| 板式楼梯 | | 一跑梯板 | AT | ×× |
| | | 有低端平板的一跑梯板 | BT | ×× |
| | | 有高端平板的一跑梯板 | CT | ×× |

续表8.3.1

| 结构构件类型 | | 代号 | 构件序号 |
|---|---|---|---|
| 板式楼梯 | 有低端和高端平板的一跑梯板 | DT | ×× |
| | 有中位平板的一跑梯板 | BT | ×× |
| | 有层间和楼层平台板的双跑楼梯（全部平板三边支承） | FT | ×× |
| | 有层间平台板的双跑楼梯（层间平台板三边支承，另一端的梯板段单边支承） | GT | ×× |
| | 一跑楼梯（低端梯梁上设滑动支座） | ATa | ×× |
| | 一跑楼梯（低端梯梁挑板上设滑动支座） | ATb | ×× |
| | 一跑楼梯（参与框架结构整体抗震计算） | ATc | ×× |
| | 有低端平板的一跑梯板（低端梯板支承在挑板上） | BTb | ×× |
| | 有高端平板的一跑梯板（低端梯梁上设滑动支座） | CTa | ×× |
| | 有高端平板的一跑梯板（低端梯梁挑板上设滑动支座） | CTb | ×× |
| | 有低端和高端平板的一跑梯板（低端梯板支承在挑板上） | DTb | ×× |
| | 梯梁 | TL | ×× |
| | 平台板 | PTB | ×× |
| | 梯柱 | TZ | ×× |

续表8.3.1

| 结构构件类型 | | | 代号 | 构件序号 |
|---|---|---|---|---|
| 独立基础 | | 普通阶形 | DJj | ××  |
| | | 普通锥形 | DJz | ××  |
| | | 杯口阶形 | BJj | ××  |
| | | 杯口锥形 | BJz | ××  |
| 条形基础 | | 基础梁 | JL | ××  |
| | | 坡形底板 | TJBp | ××  |
| | | 阶形底板 | TJBj | ××  |
| 筏形基础 | 梁板式 | 基础主梁（柱下） | JL | ××  |
| | | 基础次梁 | JCL | ××  |
| | | 梁板式筏形基础平板 | LPB | ××  |
| | 平板式 | 柱下板带 | ZXB | ××  |
| | | 跨中板带 | KZB | ××  |
| | | 平板式筏形基础平板 | BPB | ××  |

续表8.3.1

| 结构构件类型 | | 代号 | 构件序号 |
|---|---|---|---|
| 桩基础 | 灌注桩 | GZH | ××  |
| | 扩底灌注桩 | GZHk | ××  |
| | 独立阶形承台 | CTj | ××  |
| | 独立锥形承台 | CTz | ××  |
| | 承台梁 | CTL | ××  |
| 相关构造 | 基础联系梁 | JLL | ××  |
| | 后浇带 | HJD | ××  |
| | 上柱墩 | SZD | ××  |
| | 局部增加板厚 | JBH | ××  |
| | 基坑(沟) | JK | ××  |
| | 窗井墙 | CJQ | ××  |
| | 防水板 | FSB | ××  |

注：表中基础梁、基础连梁、柱下板带、跨中板带有一项跨数及端部有无外伸代号，（××）为端部无外伸，（××A）为一端有外伸，（××B）为两端有外伸。

| 平法结构施工图设计的构件编号 | | | | | | | | 图集号 | 23G101-11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 审核 | 高志强 | 高志强 | 校对 | 李增银 | 李增银 | 设计 | 肖军磊 | 肖军磊 | 页 | 8-4 |