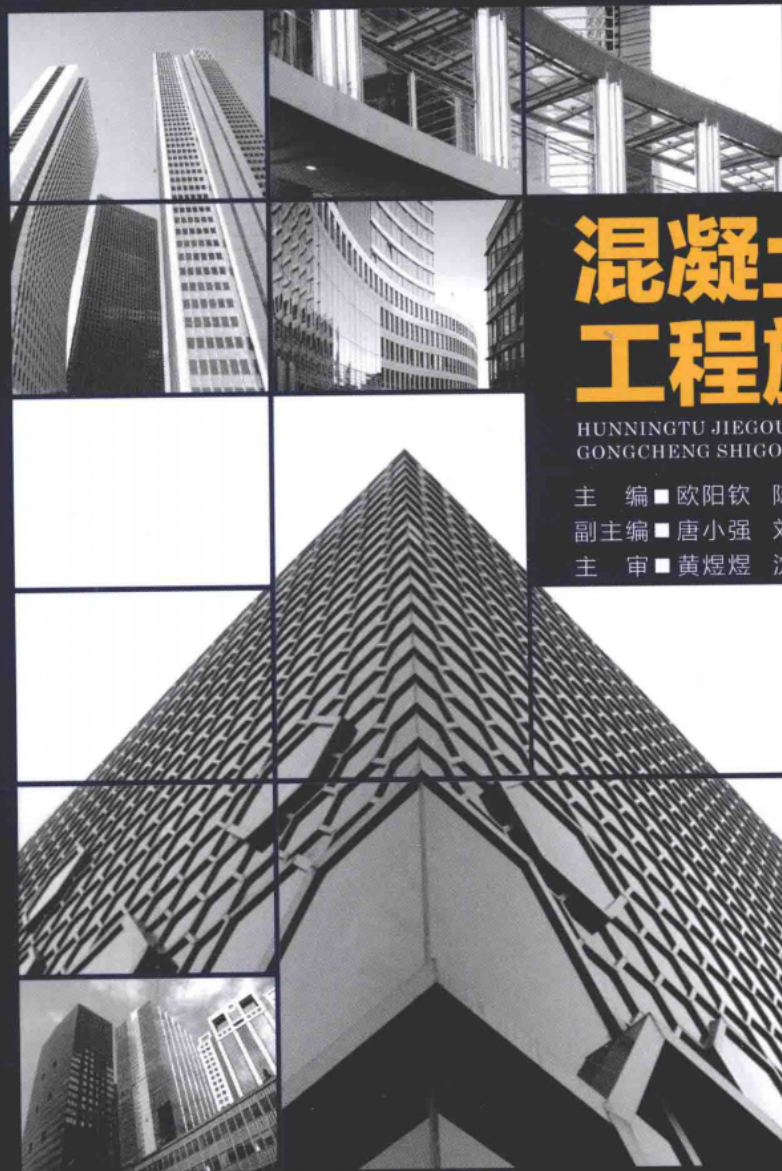




高等职业教育 土建类专业项目式教材
GAODENG ZHIYE JIAOYU TUJIANLEI ZHUANYE XIANGMUSHI JIAOCAI



混凝土结构 工程施工

HUNNINGTU JIEGOU
GONGCHENG SHIGONG

主 编 ■ 欧阳钦 陈 浩
副主编 ■ 唐小强 刘宏敏 于大为
主 审 ■ 黄煜煜 沈志勇



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



高等职业教育 土建类专业项目式教材

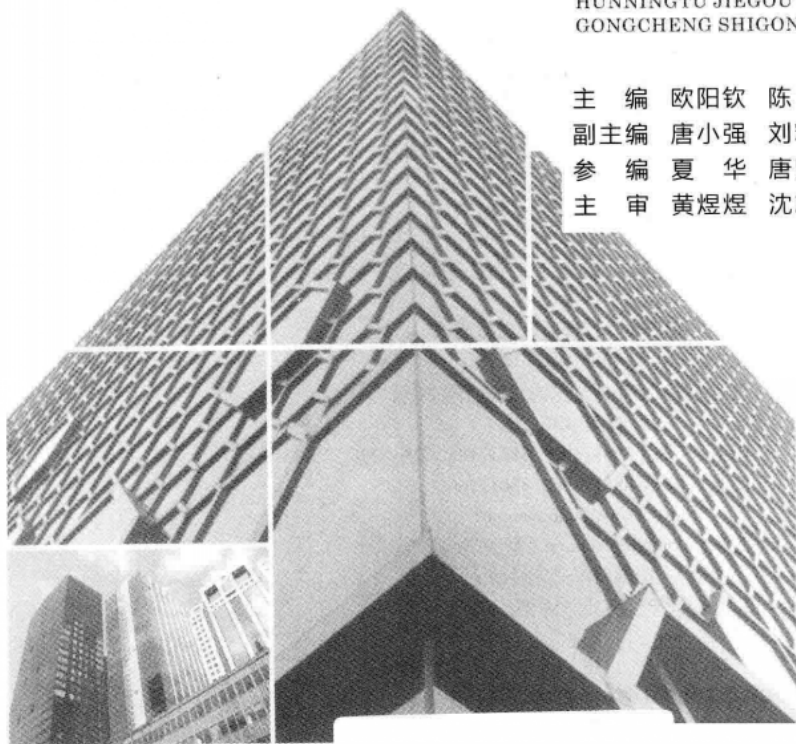
GAODENG ZHIYE JIAOYU TUJIANLEI ZHUANYE XIANGMUSHI JIAOCAI



混凝土结构 工程施工

HUNNINGTU JIEGOU
GONGCHENG SHIGONG

主 编 欧阳钦 陈 浩
副主编 唐小强 刘宏敏 于大为
参 编 夏 华 唐贤秀 孔令时 段 炼
主 审 黄煜煜 沈志勇



重庆大学出版社

内容提要

本书系统地阐述了混凝土结构工程施工的主要内容,包括混凝土结构施工图的识读、钢筋分项工程施工、模板分项工程施工、混凝土分项工程施工、预应力分项工程施工、结构吊装工程施工等内容。

通过对本书的学习,读者可以熟悉混凝土结构工程施工的基本理论知识,掌握混凝土结构工程施工工艺和施工方法及质量验收方法,能针对不同的工程实际确定相应的施工方案和技术措施。

本书既可作为高等职业学校建筑工程技术、工程监理、工程造价等土建类专业的教材,也可作为土建类其他层次职业教育相关专业的培训教材和土建工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构工程施工/欧阳钦,陈浩主编. —重庆:重庆大学出版社, 2016.2

高等职业教育土建类专业项目式教材

ISBN 978-7-5624-9570-3

I. ①混… II. ①欧…②陈… III. ①混凝土结构—混凝土施工—高等职业教育—教材 IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 308927 号

高等职业教育土建类专业项目式教材

混凝土结构工程施工

主 编 欧阳钦 陈 浩

副主编 唐小强 刘宏敏 于大为

主 审 黄煜煜 沈志勇

策划编辑:范春青 林青山

责任编辑:王 婷 钟祖才 版式设计:王 婷

责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:26 字数:649千

2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9570-3 定价:45.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编审委员会

- 主 任 刘晓敏 教 授 黄冈职业技术学院建筑学院 院长
- 副主任 钟汉华 教 授 湖北水利水电职业技术学院建筑工程系 系主任
- 曾学礼 副教授 咸宁职业技术学院建筑学院 院长
- 苏小梅 副教授 武汉城市职业学院建筑工程学院 副院长
- 黄朝广 副教授 湖北工业职业技术学院建筑工程系 系主任

编 委 (以姓氏笔画为序)

- 王中发 湖北水利水电职业技术学院
- 王晓青 武汉城市职业学院
- 向亚卿 湖北水利水电职业技术学院
- 杨晓平 湖北城市建设职业技术学院
- 陈松才 湖北城市建设职业技术学院
- 吴 锐 湖北城市建设职业技术学院
- 张细权 湖北城市建设职业技术学院
- 余燕君 湖北水利水电职业技术学院
- 邵元纯 湖北水利水电职业技术学院
- 张少坤 湖北水利水电职业技术学院
- 李文川 咸宁职业技术学院
- 欧阳钦 湖北水利水电职业技术学院
- 胡芳珍 武汉城市职业学院
- 侯 琴 湖北水利水电职业技术学院
- 董 伟 湖北水利水电职业技术学院

项目 1

混凝土结构施工图的识读



• **导入案例** 图 1.1 为某梁平法施工图平面注写方法示例——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(11G101 P34 示例),看图说明梁钢筋的组成,说明钢筋的位置关系,并思考纵向受力钢筋的锚固、搭接要求,箍筋的构造做法,梁侧面构造钢筋、受扭钢筋的做法及要求。

• **基本要求** 通过本章的学习,使学生具备框架结构施工图的识读能力,掌握 11G101 系列图集的应用,能组织框架结构施工图的图纸会审与交底工作。

• **教学重点及难点** 钢筋锚固中关于直锚、弯锚的概念;框架结构顶层边柱、角柱的构造做法;板的弯锚做法;剪力墙边缘构件的构造做法。

任务 1.1 梁平法施工图的识读与施工

1.1.1 框架梁施工图识读与钢筋构造

1) 梁平面注写方式

梁平法施工图系在梁平面布置图上采用平面注写方式或截面注写方式表达,截面注写方式,系在分标准层绘制的梁平面布置图上,分别在不同编号的梁中各选择一根梁用剖面号引出配筋图,并在其上注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达梁平法施工图,这种注写方式较为烦琐,故现多采用平面注写方式表达,只在重点部位或不易用平面注写表达的部位才采用截面注写方式。

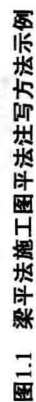


图1.1 梁平法施工图平法注法示例

平面注写包括集中标注与原位标注,集中标注通用数值,原位标注表达梁的特殊数值。当集中标注中的某项数值不适用于梁的某部位时,则将该项数值原位标注。施工时,原位标注取值优先。图 1.2 为梁平面注写示例,本书重点讲解平面注写方式。

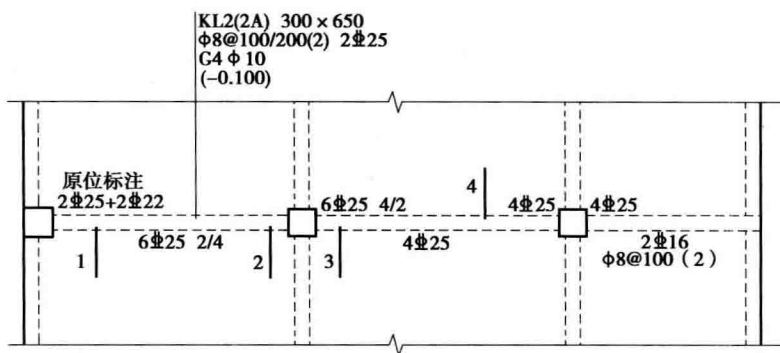


图 1.2 梁平面注写示例

(1) 梁集中标注

如图 1.2 所示,梁集中标注的内容,有 5 项必注值及 1 项选注值(集中标注可以从梁的任意一跨引出)。5 项必注值包括梁编号、梁截面尺寸、梁箍筋、梁上部通长筋或架立筋配置、梁侧面纵向构造钢筋或受扭钢筋配置,1 项选注值为梁顶面标高高差。

①梁编号截面尺寸。梁由梁类型代号、序号、跨数及有无悬挑代号几项组成,并应符合表 1.1 的规定。

表 1.1 梁编号

梁类型	代 号	序 号	跨数及是否带悬挑
楼层框架梁	KL	××	(××)、(××A)或(××B)
屋面框架梁	WKL	××	(××)、(××A)或(××B)
框支梁	KZL	××	(××)、(××A)或(××B)
非框架梁	L	××	(××)、(××A)或(××B)
悬挑梁	XL	××	(××)、(××A)或(××B)
井字梁	JZL	××	(××)、(××A)或(××B)

②梁截面尺寸。

a. 当为等截面梁时,用 $b \times h$ 表示。

b. 当为竖向加腋梁时,用“ $b \times h$ GY $c_1 \times c_2$ ”表示,其中, c_1 为腋长, c_2 为腋高(如图 1.3 所示),GY500×250 则表示腋长为 500 mm,腋高为 250 mm。

c. 当为水平加腋梁一侧加腋时,用“ $b \times h$ PY $c_1 \times c_2$ ”表示,其中, c_1 为腋长, c_2 为腋宽(如图 1.4 所示),PY500×250 则表示腋长为 500 mm,腋宽为 250 mm。同时为表达加腋部位的准确位置,加腋部位应在平面图中绘制出来。

d. 当有悬挑梁且根部和端部的高度不同时,用斜线分隔根部与端部的高度值,即为

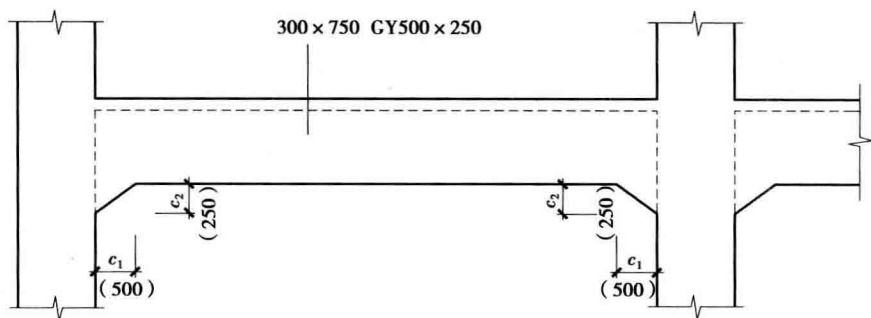


图 1.3 竖向加腋梁截面注写示意图

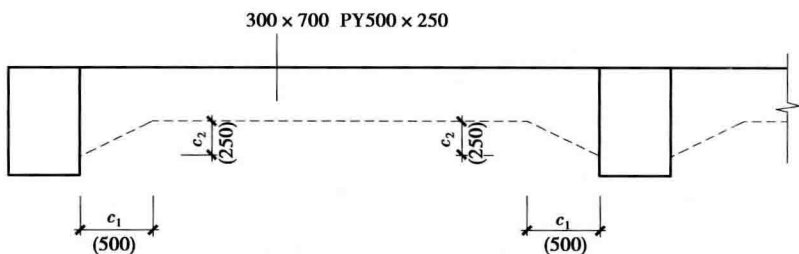


图 1.4 水平加腋梁截面注写示意图

$b \times h_1/h_2$ (如图 1.5 所示)。如 $300 \times 700/500$ 表示:梁根部截面高度为 700 mm,端部截面高度为 500 mm。

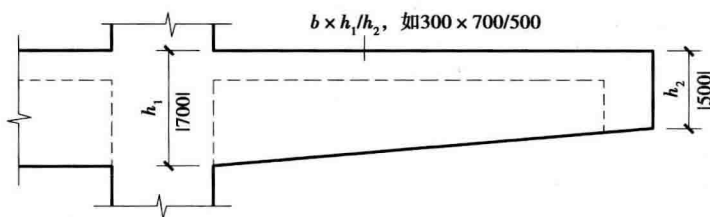


图 1.5 悬挑梁不等高截面注写示意图

【小任务】

请看图 1.3、图 1.4 和图 1.5,说明梁截面尺寸表达的含义,并画出各段截面。

③梁箍筋。包括钢筋级别、直径、加密区与非加密区间距及肢数,该项为必注值。箍筋加密区与非加密区的不同间距及肢数需用斜线“/”分隔;当梁箍筋为同一种间距及肢数时,则不需斜线。当加密区与非加密区的箍筋肢数相同时,则将肢数注写一次。箍筋肢数应写在括号内。加密区范围见相应抗震等级的标准构造详图。

例如: $\phi 10 @ 100/200 (4)$,表示箍筋为 HPB300 钢筋,直径为 $\phi 10$,加密区间距为 100 mm,非加密区间距为 200 mm,均为四肢箍; $\phi 8 @ 100 (4)/150 (2)$,表示箍筋为 HPB300 钢筋,直径为 $\phi 8$,加密区间距为 100 mm,四肢箍,非加密区间距为 150 mm,两肢箍。

当抗震设计中的非框架梁、悬挑梁、井字梁,及非抗震设计中的各类梁采用不同的箍筋间距及肢数时,也用斜线“/”将其分隔开来。注写时,先注写梁支座端部的箍筋(包括箍筋的箍数、钢筋级别、直径、间距与肢数),再在斜线后注写梁跨中部分的箍筋间距及肢数。

例如:13 ϕ 10@150/200(4),表示箍筋为HPB300钢筋,直径为 ϕ 10,梁的两端各有13个四肢箍,间距为150mm,梁跨中部分间距为200mm,四肢箍。

④梁上部通长筋或架立筋配置(通长筋可为相同或不同直径采用搭接连接、机械连接或焊接的钢筋):所注规格与根数应根据结构受力要求及箍筋肢数等构造要求而定。当同排纵筋中既有通长筋又有架立筋时,应用加号“+”将通长筋和架立筋相连。注写时,需将角部纵筋写在加号的前面,架立筋写在加号后面的括号内,以示不同直径及与通长筋的区别。当全部采用架立筋时,则将其写入括号内。

这里要说明架立筋和通长钢筋的真正含义是什么?先要了解箍筋的具体含义,因为钢筋混凝土梁总要设箍筋的。有箍筋时,如果没有其他任何东西把它撑起来,它就无依无靠。一般说来,梁的上部均设有负筋,不管它是受力的或是构造的。根据受力或构造,梁设双肢箍或四肢箍。如果是四肢箍,上、下势必必有4个角点。如果不让4个点空着,则梁上、下也须相应设有4根钢筋。如为框架梁,梁的两端负筋为受力钢筋,在理论上,梁靠中间1/3区段,不受力或只受很小的力。那么梁上部的这一区段,就不用配4根纵向钢筋了,可能只需要2根。可是箍筋又不能空摆着,就要设根数与箍筋肢数相应的构造钢筋,这些构造钢筋,直径要比受力钢筋小,我们将其称为架立筋。当上部通长钢筋的数量少于箍筋的肢数时,就要用直径较小的钢筋把箍筋空着的角点填补起来。通长钢筋总是放在外侧,架立筋放在中间。架立筋是由于钢筋根数小于箍筋的肢数时,为解决箍筋的绑扎问题而设的,计算结构受力中架立筋不受力。

例如:“2 Φ 22”用于双肢箍,“2 Φ 22+4 Φ 12”用于六肢箍,其中2 Φ 22为通长筋,放在两个角点,4 Φ 12为架立筋,放在中间。

当梁的上部纵筋和下部纵筋为全跨相同,且多数跨配筋相同时,此项可加注下部纵筋的配筋值,用分号“;”将上部与下部纵筋的配筋值分隔开来,少数跨不同者,采用原位标注处理。

例如:“3 Φ 22;3 Φ 20”表示梁的上部配置3 Φ 22的通长筋,梁的下部配置3 Φ 20的通长筋。

⑤侧面纵向构造钢筋或受扭钢筋配置。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。当梁腹板高度 $h_w \geq 450$ mm时,需配置纵向构造钢筋。

其中对梁腹板高度 h_w 规定如下: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。

对于梁,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 $h_0 = h - a_s$;当梁下部配置单层纵向钢筋时,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, a_s 可取70mm,如图1.6所示。

梁侧面纵向构造钢筋当在“集中标注”中进行注写时,为全梁设置;当在“原位标注”中

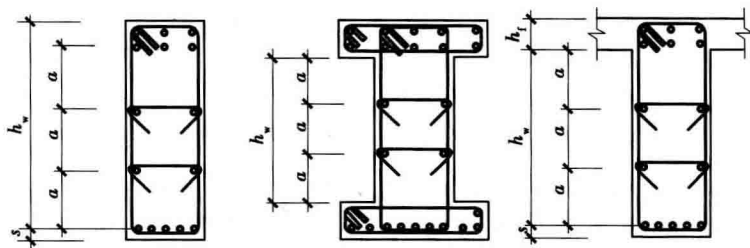


图 1.6 梁纵向构造钢筋中间支座构造

进行注写时,为当前跨设置。所注规格与根数应符合规范规定要求,间距应不大于 200 mm,其注写值应当以大写字母 G 打头,接续注写设置在梁两个侧面的总配筋值,且对称配置,梁侧面纵向构造钢筋的搭接和锚固值可取为 $15d$ 。

例如:图 1.2 所示集中标注的侧面构造钢筋是 $G4 \Phi 10$,梁的两个侧面共配置 $4 \Phi 10$ 的纵向钢筋,每侧配置 $2 \Phi 10$,搭接和锚固值为 $15d$ 。

当梁侧面需配置受扭纵向钢筋时,此项注写值以大写字母 N 打头,接续注写配置在梁两个侧面的总配筋值,且对称配置。受扭纵向钢筋应满足梁侧面纵向构造钢筋的间距要求,且不再重复配置纵向构造钢筋,其搭接长度为 l_1 或 l_{1E} (抗震),锚固长度为 l_a 或 l_{aE} (抗震),其锚固方式同框架梁下部纵筋。

⑥梁顶面标高高差。梁顶面标高高差是指相对于结构层楼面标高的高差值,对于位于结构夹层的梁,则指相对于结构夹层楼面标高的高差。当某梁的顶面高于所在结构层的楼面标高时,其标高高差为正值,反之为负值。该项在选注值有高差时,需将其写入括号内,无高差时可不注。

例如:某结构层的楼面标高为 50.95 m,当某梁的梁顶面标高高差注写为 (-0.050) 时,即表明该梁顶面标高分别相对于 50.95 m 低 0.05 m,即为 50.90 m。



【知识链接】

一般厕所或阳台相对楼面低 0.03~0.05 m,其范围内的梁、板相应降低标高,此类标注多位于这类部位,故在现场施工识图中应注意相应是否有遗漏。

(2) 梁原位标注

梁原位标注的内容包括左支座和右支座上部纵筋的原位标注、上部跨中的原位标注、下部纵筋的原位标注、附加箍筋或吊筋。

①梁支座上部纵筋。

a.当梁上部或下部纵向钢筋多于一排时,各排筋按从上往下的顺序用斜线“/”分开。例如,如图 1.2 所示第二跨上部纵筋“ $6 \Phi 25 4/2$ ”,表示上一排纵筋为 $4 \Phi 25$,下一排纵筋为 $2 \Phi 25$ 。

b.当同排纵筋有两种直径时,用加号“+”将两种直径的纵筋相连,注写时将角部纵筋写在前面。例如图 1.2 所示第一跨上部纵筋“ $2 \Phi 25 + 2 \Phi 22$ ”,表示梁支座上部有 4 根纵筋, $2 \Phi 25$ 放在角部, $2 \Phi 22$ 放在中部。

c.当梁中间支座两边的上部纵筋不同时,必须在支座两边分别标注;当梁中间支座两边的上部纵筋相同时,可仅在支座的一边标注配筋值,另一边省去不注(如图1.2第二跨上部纵筋原位标注所示)。因此对于支座两边不同配筋值的上部纵筋,宜尽可能选用相同直径(不同根数),使其贯穿支座,避免支座两边不同直径的上部纵筋均在支座内锚固,以避免梁纵筋密度过大,导致施工不便,影响混凝土浇筑质量。

②上部的跨中原位标注。如图1.7所示,在中间跨梁的左右支座上没有作原位标注,而在跨中的上部进行了原位标注。其实,梁跨中上部纵筋原位标注的格式和左右支座上部纵筋原位标注是一样的。当中间跨梁的跨中上部进行了原位标注时,表示该跨梁的上部纵筋按原位标注的配筋值、从左支座到右支座贯通布置。原因是:中间段跨度较小,两边段跨度较大,对于中间支座梁的上部纵筋取相邻段较大跨度的 $1/3$ 长度截断,如果按此长度截断,则上部纵筋中间空余段所剩无几,实无必要截断,故对于大小跨中的小跨跨中上部纵筋一般作贯通布置处理。

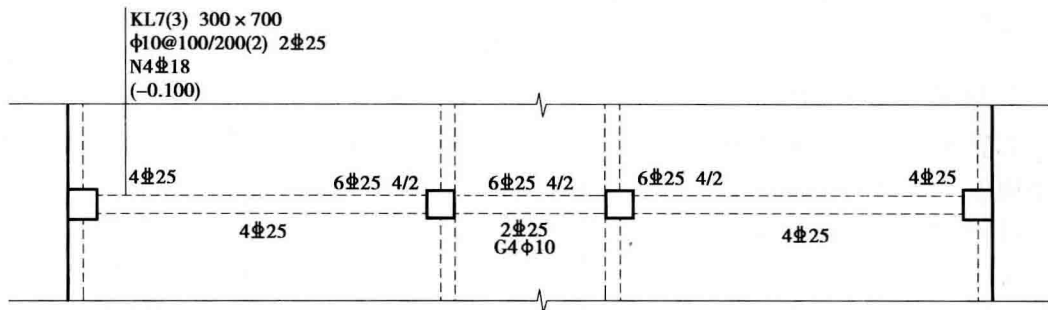


图 1.7 大中跨梁的注写示意

同时,如图1.2所示框架梁或非框架梁悬挑端同样采取跨中上部的原位标注,是因为悬挑梁按力学计算为上部受拉结构,梁悬挑端上部纵筋在悬挑端上部贯通,不在悬挑端的 $1/3$ 跨度处截断,故同样采取跨中上部的原位标注。此两种上部的跨中原位标注所表示的钢筋构造应在实际工作中加以注意。

③梁下部纵筋。梁下部纵向钢筋多于一排时,各排筋按从上往下的顺序用斜线“/”分开。当同排纵筋有两种直径时,用加号“+”将两种直径的纵筋相联,注写时角筋写在前面。当梁下部纵筋不全部伸入支座,将梁支座下部纵筋减少的数量写在括号内。

例如,梁下部纵筋注写为 $6 \Phi 25(-2)/4$,则表示上排纵筋为 $2 \Phi 25$,且不伸入支座;下一排纵筋为 $4 \Phi 25$,全部伸入支座。

又如,梁下部纵筋注写为 $2 \Phi 25+3 \Phi 22(-3)/5 \Phi 25$,则表示上排纵筋为 $2 \Phi 25+3 \Phi 22$,其中 $3 \Phi 22$ 不伸入支座,下一排纵筋为 $5 \Phi 25$,全部伸入支座。

11G101-1图集规定,当梁(不包括框支梁)下部纵筋不全部伸入支座时,不伸入支座的梁下部纵筋截断点距支座边的距离,在标准构造详图中统一取为 $0.1l_{ni}$ (l_{ni} 为本跨梁的净跨值)。所以,不伸入支座的纵筋长度是本跨净跨值的0.8倍。

④附加箍筋或吊筋。附加箍筋或吊筋,用线引注总配筋值(附加箍筋的肢数注写在括号内),附加箍筋或吊筋的尺寸应根据设计或构造详图,结合其所在位置的主梁和次梁的截面尺寸而定。

第一个附加箍筋在距次梁边沿 50 mm 处开始布置,附加箍筋的间距为 $8d$ (d 为附加箍筋的直径),附加箍筋的最大间距应小于等于正常箍筋的间距,当附加箍筋位于箍筋加密区时,附加箍筋的间距尚应小于等于 100 mm。

两根梁相交,主梁是次梁的支座,吊筋就设置在主梁上,吊筋的下底应托住次梁的下部纵筋,吊筋的斜筋是为了抵抗集中荷载引起的剪力。

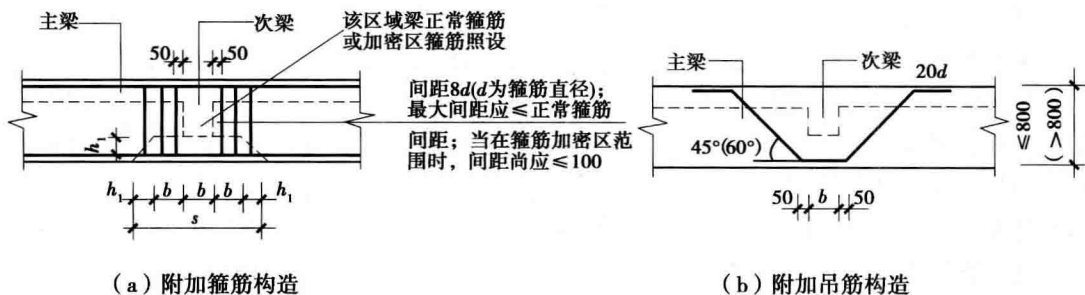


图 1.8 梁附加箍筋和附加吊筋构造

2) 框架梁节点构造

本节重点在于抗震框架梁节点构造。学会了抗震框架梁的构造,就很容易掌握非框架梁的构造,只需要把非抗震框架梁与抗震框架梁区分出来就可以了。

(1) 框架梁上部钢筋构造

①端支座负筋。中间层框架梁纵向钢筋在端支座内可以采用直锚或者弯折锚固的形式,直线锚固长度满足要求时,可不弯折。注意 l_{aE} 是直锚长度标准,当弯锚时,在弯折点处钢筋的锚固机理发生本质的变化,所以不应以 l_{aE} 作为衡量弯锚总长度的标准,否则属于概念错误。采用弯折锚固时,支座内钢筋直段长度应满足 $\geq 0.4l_{abE}$ ($0.4l_{aE}$) 的最小要求。大量的框架节点试验表明,钢筋直段长度 $\geq 0.4l_{abE}$ ($0.4l_{aE}$) 加 $15d$ 的弯折段,即使总长度小于 l_{aE} (l_a) 时也可以满足锚固强度的要求。

第一种情况,当柱的截面尺寸较大时,端支座负筋可采用直线锚固时,锚固长度不应小于 l_{abE} (l_{aE}) 的要求,且伸过柱中心线 $5d$ 。

第二种情况,当柱的截面尺寸不足以满足直锚长度要求的,应采用弯折锚固,梁的纵向受力钢筋应伸至节点对边柱纵向钢筋内侧并向下弯折,直段长度应 $\geq 0.4l_{abE}$ ($0.4l_{aE}$),弯折段长度应为 $15d$ 。注意:“直锚水平段长度 $\geq 0.4l_{abE}$ ($0.4l_{aE}$)”只是一个检验梁纵筋在端支座锚固的条件,并不是说可以取定“直锚水平段长度 $= 0.4l_{abE}$ ($0.4l_{aE}$)”。图集规定:计算梁纵筋在端支座锚固的时候,首先是“伸至柱外侧纵筋内侧”,然后才比较“直锚水平段长度 $\geq 0.4l_{abE}$ ($0.4l_{aE}$)”。“伸至柱外侧纵筋内侧”的原因在于如果只伸入 $0.4l_{aE}$,这样钢筋处于柱中部的素混凝土部分,受力阶段可能产生裂缝,所以应伸至柱外侧纵筋内侧。这样,当柱子宽度较小时,“直锚长度水平段 $+ 15d \leq l_{aE}$ ”是可能发生的,只要满足“直锚长度水平段 $\geq 0.4l_{aE}$ ”,就是正常的情况。应当注意保证水平段 $\geq 0.4l_{aE}$ 非常必要,如果伸至柱外侧纵筋内侧的长度不能满足,应将较大直径的钢筋以“等强或等面积”代换为直径较小的钢筋予以满足,而不应采用加长直钩长度使总锚长等于 l_{aE} 的错误方法。

②中间支座负筋。《混凝土结构设计规范》中对非通长筋的截断点位置控制两个方

面:一是从不需要该钢筋的截面伸出的长度;二是从该钢筋强度充分利用截面向前伸出的长度。

G101 系列图集为了施工方便,统一取值为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。 l_n 的取值规定为:对于端支座, l_n 为本跨的净跨值;对于中间支座, l_n 为支座两边较大一跨的净跨值。



【知识链接】

《混凝土结构设计规范》规定如下:

9.2.3 钢筋混凝土梁支座截面负弯矩纵向受拉钢筋不宜在受拉区截断。当必须截断时,应符合以下规定:

1. 当 V 不大于 $0.7f_tbh_0$ 时,应延伸至按正截面受弯承载力计算不需要该钢筋的截面以外不小于 $20d$ 处截断,且从该钢筋强度充分利用截面伸出的长度不应小于 $1.2l_a$;

2. 当 V 大于 $0.7f_tbh_0$,应延伸至按正截面受弯承载力计算不需要该钢筋的截面以外不小于 h_0 且不小于 $20d$ 处截断,且从该钢筋强度充分利用截面伸出的长度不应小于 $1.2l_a + h_0$;

3. 若按上述规定确定的截断点仍位于负弯矩受拉区内,则应延伸至按正截面受弯承载力计算不需要该钢筋的截面以外不小于 $1.3h_0$ 且不小于 $20d$ 处截断,且从该钢筋强度充分利用截面伸出的延伸长度不应小于 $1.2l_a + 1.7h_0$ 。

但按这样规定施工太过于烦琐,故简化为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,其他排非通长筋伸出长度由设计人员指定。

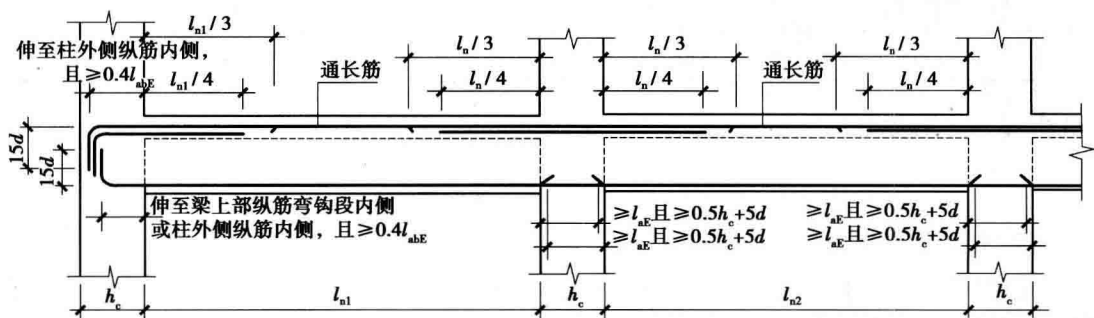


图 1.9 抗震楼层框架梁纵向钢筋构造

③上部通长筋、架立筋。通长钢筋是为抗震设计构造的要求而设置,非抗震设计的框架梁和非框架梁上部可不设置(一般设置架立筋)。

《建筑抗震设计规范》关于梁的纵向钢筋配置的要求为:沿梁全长顶面和底面的配筋,一、二级不应少于 $2\phi 14$,且分别不应少于梁两端顶面和底面纵向钢筋中较大截面面积的 $1/4$,三、四级不应少于 $2\phi 12$ 。

例如,一个框架梁集中标注的上部通长筋为 $2\phi 20$;支座原位标注为 $4\phi 22$ 。

在梁支座截面上“左右两侧”为 $2\phi 22$,支座负筋就是“与跨中直径不同的钢筋”。如何去理解这句话呢?首先“跨中”的上部通长钢筋就是集中标注的“ $2\phi 22$ ”,这两根“上部通长

钢筋”,到了支座附近就不是 2 Φ 20,而变成了 2 Φ 22。这里需要说明的是:所谓“上部通长钢筋”不一定是一根筋通到头,而可以是几根筋的“连续作用”。在本例来说,这个“连续作用”的每一处都保证了大于等于 2 Φ 20 这就没有违背集中标注“上部通长钢筋 2 Φ 20”的规定。

当通长钢筋直径与支座负弯矩钢筋直径相同时,接头位置宜在跨中净跨 1/3 范围内。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 $l_n/3$),通长钢筋与负弯矩钢筋连接如图 1.10 所示。搭接长度按小直径计算,架立钢筋应注写在括号内,当架立钢筋与支座负弯矩钢筋搭接时,其搭接长度为 150 mm。

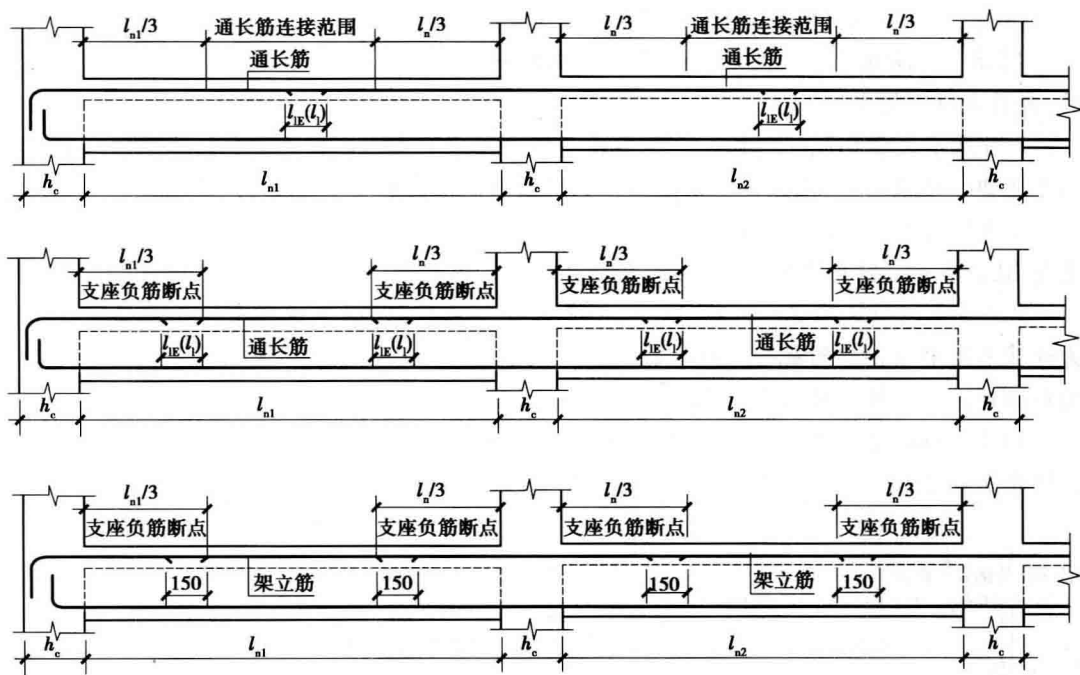


图 1.10 梁上部纵向钢筋连接

(2) 框架梁下部钢筋

①中间座下部钢筋。框架梁下部纵向受力钢筋在中间支座范围内应尽量拉通,当不能拉通时按如下方式处理:

第一种情况,下部纵向受力钢筋锚固在节点核心区内:伸入支座内长度 $\geq l_{aE}$ ($\geq l_{ab}$),抗震设计时尚应伸过柱中心线 $5d$,非抗震设计时可不伸过柱中线 $5d$ 。若柱截面不能满足梁下部钢筋直锚要求或柱两侧梁宽不同时,且梁下部纵向钢筋比较少时,亦可采用此种锚固方式,如图 1.11 所示。

第二种情况,在节点范围之外进行连接:连接位置距离支座边缘不应小于 1.5 倍梁高,宜避开梁端箍筋加密区,且设在距支座 1/3 净跨范围之内,同时接头面积百分率不宜大于 50%,如图 1.12 所示。

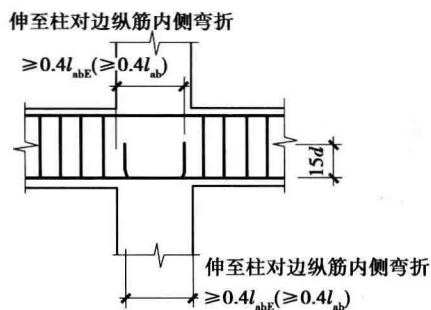


图 1.11 梁下部钢筋在支座处弯锚处理

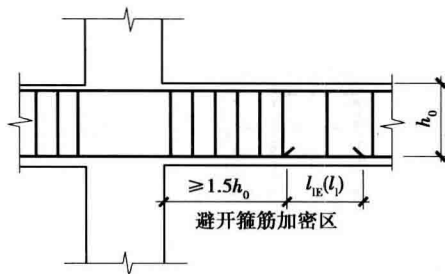


图 1.12 梁下部钢筋在支座范围外连接



【知识链接】

相邻跨钢筋直径不同时,搭接位置位于较小直径的一跨。

②端支座下部钢筋。端支座下部钢筋锚固长度基本要求同上部钢筋,但注意 G101 图集中规定对比上部钢筋不同之处在于“伸至梁上部纵筋弯钩段内侧或柱外侧纵筋内侧且 $\geq 0.4l_{abE}$ ”,多了“伸至梁上部纵筋弯钩段内侧”这段文字,特别指出了梁端部“ $15d$ ”弯折部分在垂直层面上的分布问题。

具体的算法是:从端柱外侧向内侧计算,先考虑柱纵筋的保护层,再按一定间距布置(计算)梁的第一排上部纵筋、第二排上部纵筋,再计算梁的下部纵筋,最后,保证最内层的下部纵筋的直锚长度不小于 $0.4l_{aE}$ 。



【知识链接】

如果梁的高度不够高、上部与下部纵向钢筋弯折长度之和超过梁的高度时,在钢筋施工翻样中应注意梁端部“ $15d$ ”弯折部分在垂直层面上的分布问题,即上下纵向钢筋应错开位置进行弯折。

(3) 框架梁加腋构造

如图 1.13 所示,每跨梁端部有一个“ c_1 箍筋加密”,紧接着又有一个“ c_2 梁箍筋加密区长度”,可见“ c_2 梁箍筋加密区长度”是在“ c_1 箍筋加密”之外的,即梁箍筋加密区长度不包含 c_1 箍筋加密的长度。从受力分析上看,框架梁为什么要加腋,这是因为梁端部承受较大的剪力,而箍筋是抗剪的,因此要承受较大剪力而引起箍筋加密区总长度的增大。

加腋钢筋的斜段长度只与“腋长”和“腋高”的尺寸有关。以腋长 c_1 和腋高 c_2 为直角边构成一个直角三角形,这个直角三角形的斜边构成加腋钢筋斜段的一部分,加腋钢筋斜段的另一部分就是插入梁内两边的 l_{aE} 这段长度。

(4) 框架梁箍筋的构造

框架梁箍筋的构造见图 1.14 中抗震等级框架梁箍筋构造。

①梁支座附近设箍筋加密区,一级抗震其长度 ≥ 500 mm 且 $\geq 2h_b$ (h_b 为梁截面高度)。一级抗震等级和二至四级抗震等级 KL, WKL, 箍筋构造是类似的,区别只在于箍筋加密区的



图1.13 框架梁水平、竖向加腋构造

图中 C_3 取值:

抗震等级为一级: $\geq 2.0h_b$ 且 ≥ 500

抗震等级为二至四级: $\geq 1.5h_b$ 且 ≥ 500

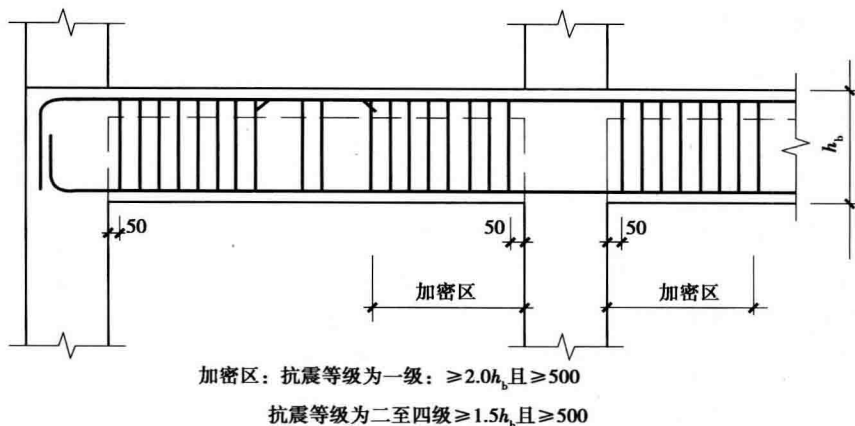


图 1.14 框架梁箍筋构造

长度略有不同而已(前者为 $2h_b$, 后者为 $1.5h_b$)

②第一个箍筋在距支座边缘 50 mm 处开始设置。

③弧形梁沿中心线展开, 箍筋间距沿凸面线量度。箍筋间距是指相邻两个箍筋的“箍筋垂直肢的间距”。如果在弧形梁中, 以弧形梁中心线来度量箍筋间距的话, 那么在弧形梁的凹边线, 其实际的箍筋间距比“设计箍筋间距”小(这是允许的), 但是在弧形梁的凸边线, 其实际的箍筋间距就比“设计箍筋间距”要大, 这是不允许的。所以, 弧形梁的箍筋间距应沿凸面线度量, 就解决了梁的任何地方的箍筋间距都不大于“设计箍筋间距”的要求。

④当箍筋为多肢复合箍时, 应采用大箍套小箍的形式。过去在进行四肢箍的施工中, 很多人都采用过“等箍互套”的方法, 即采用两个形状、大小都一样的二肢箍, 通过把其中的一段水平边重合起来, 而构成一个“四肢箍”。现在采用“大箍套小箍”, 其好处是:

a. 能够更好地保证梁的整体性。最初, “大箍套小箍”用于梁的抗扭箍筋上。当梁承受扭矩时, 沿梁截面的外围箍筋必须连续, 只有围绕截面的大箍才能达到这个要求, 此时的多肢箍要采用“大箍套小箍”的形状。当时规范对于非抗扭的梁是这样规定的: 如果梁不承受扭矩(仅受弯和受剪), 可以采用两个相同箍筋交错套成四肢箍, 但采用大箍套小箍能够更好地保证梁的整体性, 故现在规范用语为“应”, 就是“必须”的意思, 这是带有指令性的要求。

b. 采用“大箍套小箍”方法, 材料用量并不增加。如果把“大箍套小箍”方法和“等箍互套”方法的箍筋图形画出来, 对其箍筋水平段的重合部分加以比较, 我们就可以看到, 这两种方法的箍筋水平段的重合部分是一样的。也就是说, 采用“大箍套小箍”方法比起过去的“等箍互套”方法, 材料用量并不增加。

⑤“大箍套小箍”的箍筋形状。“大箍套小箍”中的“内箍”应该采何种合理形式, 这不仅是一个施工方法问题, 而且影响到施工下料的钢筋用量和预算的钢筋工程量。

a. 构造原则之一是重叠的箍筋水平段不允许超过两根。例如, 施工现场对六肢箍采取的组合方式是“大箍套中箍、中箍再套小箍”。这种做法是错误的, 因为采用“大箍套中箍、中箍再套小箍”时, 在箍筋的上、下水平边有一段长度上会发生两根箍筋并排拧在一起, 这对