



11G101图集

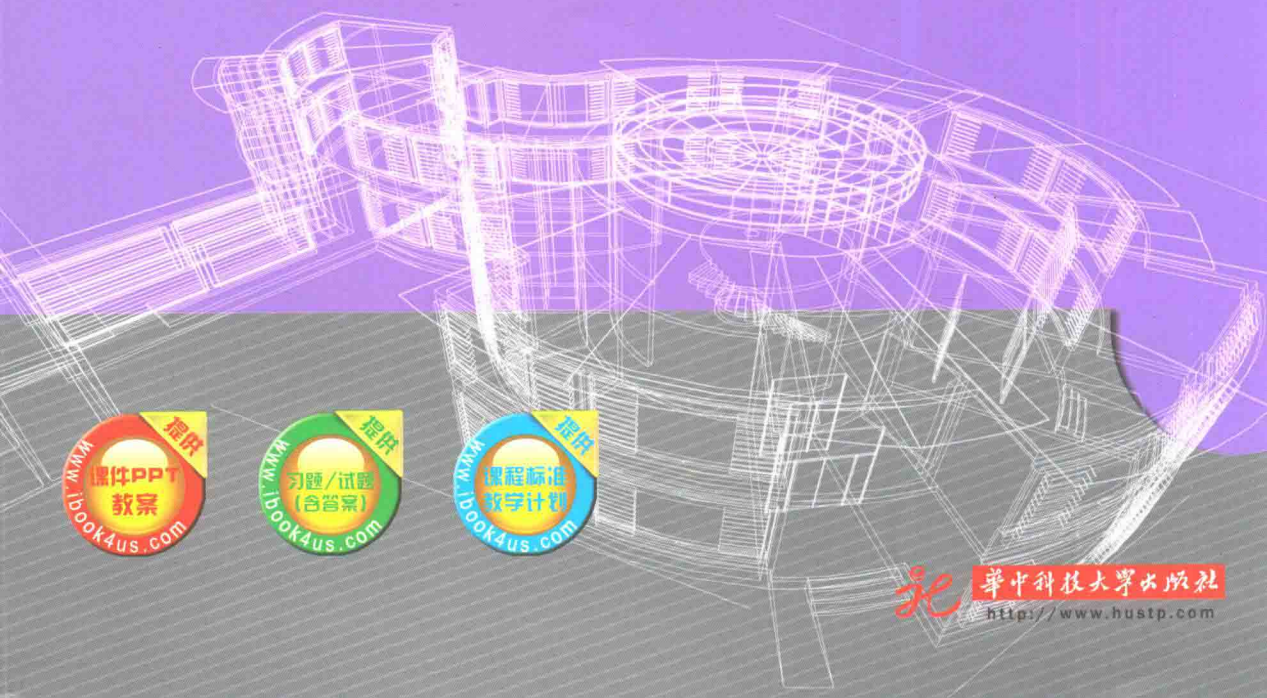
这样学最简单!

钢筋工程量计算

>>>主编 邵荣振 倪超 张金珠

GANGJIN

GONGCHENGLIANG JISUAN



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育土建类“十二五”规划教材

11G101图集

这样学最简单!

钢筋工程量计算

GANGJIN GONGCHENGLIANG JISUAN

主 审 何 俊

主 编 邵荣振 倪 超 张金珠

副主编 米 帅 邵乘胜 贾汇松

王晓强



华中科技大学出版社

内 容 简 介

本书依照教育部《高职高专教育土建类专业课程教学基本要求》的精神编写而成,所有参加编写的人员均有较为丰富的建筑专业课教学经验。本书结合职业教育人才培养定位,本着“必需、够用”的原则,精选了框架结构建筑作为工程实例进行讲解,特点较为鲜明。本书从平法的基本概念入手,依据《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)(11G101—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(现浇混凝土板式楼梯)(11G101—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(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)(11G101—3)》三本最新图集编写,其主要内容包括:平法钢筋算量的基本知识,独立基础,柱构件,梁构件,剪力墙构件,板构件及常用构件钢筋计算简表等。本书内容系统,实用性强,便于理解和掌握,可供建筑工程设计人员、施工技术人员、工程造价人员及相关专业的师生学习参考。

为了方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网(www.ibook4us.com)免费注册并下载,或者发邮件至 husttujian@163.com 免费索取。

图书在版编目(CIP)数据

钢筋工程量计算/邵荣振,倪超,张金珠主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.7
国家示范性高等职业教育土建类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5680-1047-4

I. ①钢… II. ①邵… ②倪… ③张… III. ①配筋工程-工程造价-高等职业教育-教材 IV. ①TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 169877 号

钢筋工程量计算

邵荣振 倪 超 张金珠 主编

策划编辑:康 序

责任编辑:康 序

封面设计:原色设计

责任校对:张 琳

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8

字 数:203 千字

版 次:2015 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:28.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

平法制图是指按“平面整体表示方法制图规则”所绘制的结构构造详图的简称。平法,即建筑结构施工图平面整体设计方法,与传统的结构平面布置图加构件详图的表示方法不同,平法设计是把结构构件的尺寸和配筋等,按照平面整体表示方法制图规则,直接标注在结构平面布置图上,常规构造由标准详图提供,特殊结构由具体结构设计人员扩充,是一种新的施工图设计文件表达方法。它改变了传统的将构件从结构平面布置图中索引出来,再逐个绘制配筋详图的烦琐方法,大大提高了设计效率,减少了绘图工作量,使图纸表达更为直观,也便于识读。

本书依据《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)(11G101—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(现浇混凝土板式楼梯)(11G101—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(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)(11G101—3)》三本最新图集编写,主要内容包括平法钢筋算量的基本知识,独立基础、柱构件、梁构件、剪力墙构件、板构件及常用构件钢筋计算简表等。本书内容系统,实用性强,便于理解和掌握,可供建筑工程设计人员、施工技术人员、工程造价人员及相关专业师生学习参考。

在本书的编写过程中,泰安城市建筑设计院和泰安建筑工程有限公司的工程师们提供了不少的实际工程的素材,并结合施工技术人员的实际需求提出了不少的建设性意见。在此特向他们表示衷心的感谢。同时,编者在编写过程参阅了大量的资料和已出版的教材,在此也向它们的作者表示感谢。

本书由泰山职业技术学院邵荣振和倪超、石河子大学张金珠担任主编,由泰山职业技术学院米帅、重庆工程职业技术学院邵乘胜、临沂职业学院贾汇松、鄂州职业大学王晓强任副主编。

为了方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网(www.ibook4us.com)免费注册并下载,或者发邮件至 husttujian@163.com 免费索取。

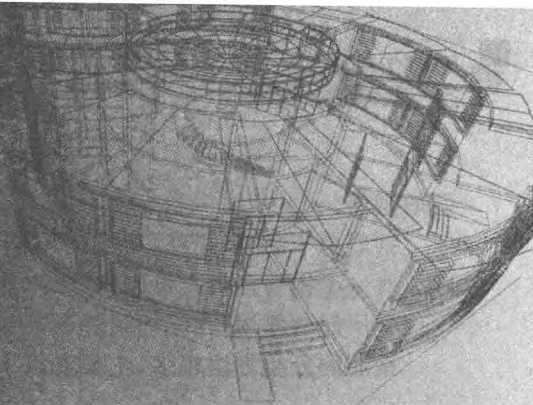
限于编者水平,且编写时间有限,书中难免存在错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2015年7月

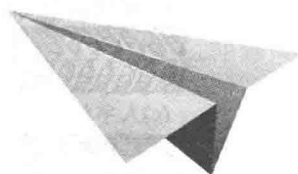
目录

学习情境 1	平法钢筋算量的基本知识	(1)
任务 1	钢筋基本知识	(1)
任务 2	平法基础知识	(4)
任务 3	平法施工图通用规则介绍	(7)
学习情境 2	独立基础	(14)
任务 1	独立基础平法施工图制图规则	(14)
任务 2	独立基础钢筋构造	(20)
学习情境 3	柱构件	(25)
任务 1	柱平法施工图的制图规则	(25)
任务 2	框架柱构件钢筋计算	(28)
任务 3	框架柱构件钢筋实例计算	(40)
学习情境 4	梁构件	(45)
任务 1	梁平法施工图的制图规则	(45)
任务 2	梁构件钢筋计算	(50)
任务 3	梁构件钢筋实例计算	(58)
学习情境 5	剪力墙构件	(62)
任务 1	剪力墙平法施工图的制图规则	(62)
任务 2	剪力墙构件钢筋计算	(69)
任务 3	剪力墙构件钢筋实例计算	(76)
学习情境 6	板构件	(79)
任务 1	板平法施工图的制图规则	(79)
任务 2	板构件钢筋计算	(84)
任务 3	板构件钢筋实例计算	(95)
学习情境 7	常用构件钢筋计算简表	(97)
任务 1	框架柱钢筋计算简表	(97)
任务 2	剪力墙钢筋计算简表	(104)
任务 3	梁钢筋计算简表	(115)
参考文献		(123)



学习情境

平法钢筋算量的基本知识



任务 1 钢筋基本知识

一、钢筋的分类

普通钢筋是指用于钢筋混凝土结构中的钢筋和预应力混凝土结构中的非预应力钢筋。用于钢筋混凝土结构的热轧钢筋分为 HPB235、HRB335、HRB400 和 RRB400 四个级别。《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)中规定,普通钢筋宜采用 HRB335 级和 HRB400 级两种级

别的钢筋。

钢筋由于品种、规格、型号的不同和在构件中所起的作用不同,在施工中常常有不同的称呼。对一个钢筋预算人员来说,只有熟悉钢筋的分类,才能比较清楚地了解钢筋的性能和其在构件中所起的作用,在钢筋预算和下料过程中才不致发生差错。

钢筋的分类方法很多,主要有以下几种。

1. 按钢筋在构件中的作用分类

1) 受力钢筋

受力钢筋是指构件中根据荷载计算确定的主要钢筋,包括受拉筋、弯起筋、受压筋等。

2) 构造钢筋

构造钢筋是指构件中根据构造要求设置的钢筋,包括分布筋、箍筋、架立筋、横筋、腰筋等。

2. 按钢筋的外形分类

1) 光圆钢筋

光圆钢筋表面光滑无纹路,主要用于分布筋、箍筋、墙板钢筋等。当其直径为 6~10 mm 时,一般做成盘圆;当其直径为 12 mm 以上则做成直条。



(a)光圆钢筋



(b)螺纹钢



(c)人字纹钢筋



(d)月牙纹钢筋

2) 带肋钢筋

带肋钢筋表面刻有不同的纹路,增强了钢筋与混凝土的黏结力和握裹力,主要用于柱、梁、剪力墙等构件中的受力筋。一般Ⅱ、Ⅲ级带肋钢筋轧制成人字形,Ⅳ级带肋钢筋轧制成螺旋形或月牙形,带肋钢筋的出厂长度有 9 m、12 m 两种规格。

3) 钢丝

钢丝分为冷拔低碳钢丝和碳素高强钢丝两种,直径均在 5 mm 以下。

4) 钢绞线

钢绞线有 3 股和 7 股两种,常用于预应力钢筋混凝土构件中。

钢筋的外形如图 1-1 所示。

图 1-1 钢筋的外形

3. 按钢筋的强度分类

在钢筋混凝土结构中常用的是热轧钢筋,热轧钢筋按强度可分为四级,具体为:① HPB235 (Ⅰ级钢),其屈服强度标准值为 235 MPa;② HRB335 (Ⅱ级钢),其屈服强度标准值为 335 MPa;③ HRB400 (Ⅲ级钢),其屈服强度标准值为 400 MPa;④ RRB400 (Ⅳ级钢),其屈服强度标准值为 400 MPa。现浇楼板的钢筋和梁柱的箍筋多采用 HPB235 级钢筋;梁柱的受力钢筋多采用 HRB335、HRB400、RRB400 级钢筋。

普通钢筋强度标准值和设计值如表 1-1 所示。

表 1-1 普通钢筋强度标准值和设计值(MPa)

钢筋种类	直径 d /mm	符号	抗拉强度 标准值 f_{sk}	抗拉强度 设计值 f_{sd}	抗压强度 设计值 f_{cd}
HPB235	8~20	ϕ	235	195	195

续表

钢筋种类	直径 d/mm	符号	抗拉强度 标准值 f_{sk}	抗拉强度 设计值 f_{sd}	抗压强度 设计值 f_{cd}
HRB335	6~50	Φ	335	280	280
HRB400	6~50	Φ	400	330	330
RRB400	8~40	Φ^R	400	330	330

二、钢筋在构件中的配置

在建筑施工中,用钢筋混凝土制成的常用构件有梁、板、墙、柱等,这些构件由于在建筑中发挥的作用不同,所以在其内部配置的钢筋也不尽相同。

1. 梁内钢筋的配置

梁在钢筋混凝土构件中属于受弯构件,在其内部配置的钢筋主要有:纵向受力钢筋、弯起钢筋、箍筋和架立钢筋等。梁内钢筋的配置如图 1-2 所示。

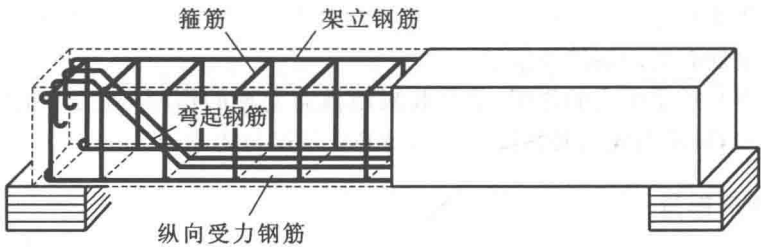


图 1-2 梁内钢筋的配置

1) 纵向受力钢筋

纵向受力钢筋布置在梁的受拉区,主要作用是承受由弯矩在梁内产生的拉力。

2) 弯起钢筋

弯起钢筋的弯起段用于承受弯矩和剪力产生的主拉应力,弯起后的水平段可承受支座处的负弯矩,跨中水平段用于承受弯矩产生的拉力。弯起钢筋的弯起角度有 45°和 60°两种。

3) 箍筋

箍筋主要用于承受由剪力和弯矩在梁内产生的主拉应力,固定纵向受力钢筋,与其他钢筋一起形成钢筋骨架。箍筋的形式分封闭式和开口式两种,一般常用的是封闭式,箍筋的形式如图 1-3 所示。

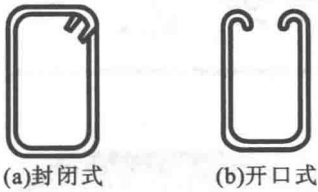


图 1-3 箍筋的形式

4) 架立钢筋

架立钢筋设置在梁的受压区外缘两侧,用于固定箍筋和形成钢筋骨架。

2. 板内钢筋的配置

板在钢筋混凝土构件中属于受弯构件。板内配置有受力钢筋和分布钢筋两种,受力钢筋与

分布钢筋的位置关系如图 1-4 所示。

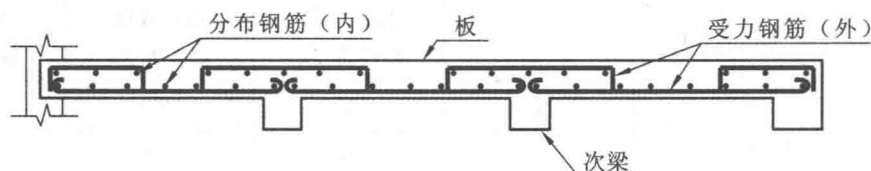


图 1-4 受力钢筋与分布钢筋的位置关系

1) 受力钢筋

受力钢筋沿板的跨度方向在受拉区配置。单向板中,受力钢筋沿短向布置;四边支承板中,沿长短边方向均应布置受力钢筋。

2) 分布钢筋

分布钢筋布置在受力钢筋的内侧,与受力钢筋垂直。分布钢筋的作用是将板面上的荷载均匀地传给受力钢筋,同时在浇筑混凝土时固定受力钢筋的位置,并且能抵抗温度应力和收缩应力。

3. 柱内钢筋的配置

柱在钢筋混凝土构件中起受压、受弯作用。柱根据外形不同有普通箍筋柱和螺旋箍筋柱两种。柱内配置的钢筋有纵向钢筋和箍筋。

纵向钢筋主要起承受压力的作用;箍筋起限制横向变形的作用,有助于抗压强度的提高和纵向钢筋定位,并与纵筋形成钢筋骨架。柱内箍筋应采用封闭式。

4. 墙内钢筋的配置

钢筋混凝土墙内根据需要可配置单层或双层钢筋网片,墙体钢筋网片主要由竖筋和横筋组成。竖筋的作用主要是承受水平荷载对墙体产生的拉应力,横筋主要用于固定竖筋的位置并承受一定的剪力作用。在设置双层钢筋网片的墙体中,为了保证两钢筋网片的正确位置,通常应在两片钢筋网片之间设置撑铁。

任务 2 平法基础知识

一、平法的概念

建筑结构施工图平面整体设计方法(简称平法),是对目前我国混凝土结构施工图的设计表示方法进行的重大改革,被国家科技部和住建部列为科技成果重点推广项目。

平法的表达形式,概括来讲,就是把结构构件的尺寸和配筋等,按照平面整体表示方法制图规则,整体直接表达在各类构件的结构平面布置图上,再与标准构造详图相配合,即构成一套完

整的结构设计。它改变了传统的那种将构件从结构平面布置图中索引出来,再逐个绘制配筋详图、画出钢筋表的烦琐方法。

按平法设计绘制的施工图,一般是由两大部分构成,即各类结构构件的平法施工图和标准构造详图;但对于复杂的工业与民用建筑,则还需增加模板、预埋件和开洞等平面图。只有在特殊情况下才需增加剖面配筋图。

按平法设计绘制结构施工图时,应明确以下几个方面的内容。

(1) 必须根据具体工程设计,按照各类构件的平法制图规则,在按结构(标准)层绘制的平面布置图上直接表示各构件的配筋、尺寸和所选用的标准构造详图。出图时,宜按基础、柱、剪力墙、梁、板、楼梯及其他构件的顺序排列。

(2) 应将所有各构件进行编号,编号中含有类型代号和序号等。其中,类型代号的主要作用是指明所选用的标准构造详图。在标准构造详图上,已经按其所属构件类型注明代号,以明确该详图与平法施工图中相同构件的互补关系,使二者结合构成完整的结构设计图。

(3) 应当用表格或其他方式注明包括地下和地上各层的结构层楼(地)面标高、结构层高及相应的结构层号。

在单项工程中其结构层楼(地)面标高和结构层高必须统一,以确保基础、柱与墙、梁、板等用同一标准竖向定位。为了便于施工,应将统一的结构层楼(地)面标高和结构层高分别放在柱、墙、梁等各类构件的平法施工图中。

注:结构层楼(地)面标高是指将建筑图中的各层地面和楼面标高值扣除建筑面层及垫层做法厚度后的标高,结构层号应与建筑楼(地)面层号对应一致。

(4) 按平法设计绘制施工图,为了能够保证施工员准确无误地按平法施工图进行施工,在具体工程的结构设计总说明中必须写明以下与平法施工图密切相关的内容。

① 选用平法标准图的图集号。

② 混凝土结构的使用年限。

③ 有无抗震设防要求。

④ 写明各类构件在其所在部位所选用的混凝土的强度等级和钢筋级别,以确定相应纵向受拉钢筋的最小搭接长度及最小锚固长度等。

⑤ 写明柱纵筋、墙身分布筋、梁上部贯通筋等在具体工程中需接长时所采用的接头形式及有关要求。必要时,还应注明对钢筋的性能要求。

⑥ 当标准构造详图中有多种可选择的构造做法时,应写明在何部位选用何种构造做法。当没有写明时,则表示设计人员自动授权施工员可以任选一种构造做法进行施工。

⑦ 对混凝土保护层厚度有特殊要求时,应写明不同部位的构件所处的环境类别和在平面布置图上表示各构件配筋和尺寸的方式,分为平面注写方式、截面注写方式和列表注写方式三种。

二、平法的特点

从1991年10月平法首次运用于济宁工商银行营业楼的设计,到此后的3年在几十项工程设计上的成功实践,平法的理论与方法体系向全社会推广的时机已然成熟。1995年7月26日,

在北京举行了由原建设部组织的“建筑工程施工图平面整体设计方法”的科研成果鉴定会上,我国结构工程界的众多知名专家对平法的六大效果一致认同,具体如下。

1. 掌握全局

平法使设计者容易进行平衡调整,易校审,易修改,改图时不会涉及其他构件,易于控制设计质量。平法能适应业主分阶段、分层提图施工的要求,也能适应在主体结构开始施工后又进行大幅度调整的特殊情况。平法分结构层设计的图纸与水平逐层施工的顺序完全一致,对标准层可实现单张图纸施工,施工工程师对结构比较容易形成整体概念,有利于施工质量管理。平法采用标准化的构造详图,形象、直观,施工易懂、易操作。

2. 更简单

平法采用标准化的设计制图规则,结构施工图的表达符号化、数字化,单张图纸的信息量大且集中,构件分类明确,层次清晰,表达准确,设计速度快,效率成倍提高。

3. 更专业

标准构造详图集国内较可靠、成熟的常规节点构造之大成,集中分类汇总后编制成国家建筑标准设计图集供设计选用,可避免反复抄袭构造做法及伴生的设计错误,确保节点构造在设计与施工两个方面均达到高质量。另外,对节点构造的研究、设计和施工实现专门化提出了更高的要求。

4. 高效率

平法大幅度提高了设计效率,能快速解放生产力,迅速缓解基本建设高峰时期结构设计人员紧缺的局面。在推广平法比较早的建筑设计院,结构设计人员与建筑设计人员的比例已明显改变,结构设计人员在数量上已经少于建筑设计人员,有些设计院中结构设计人员的数量只是建筑设计人员数量的二分之一至四分之一,结构设计周期明显缩短,结构设计人员的工作强度已显著降低。

5. 低能耗

平法大幅度降低了设计消耗,降低设计成本,节约自然资源。平法施工图是定量化、有序化的设计图纸,与其配套使用的标准设计图集可以重复使用,与传统方法相比图纸量减少了70%左右,综合设计工日减少三分之二以上,每十万平方米设计面积可降低设计成本27万元,在节约人力资源的同时还节约了自然资源。

6. 改变用人结构

平法促进人才分布格局的改变,实质性地影响了建筑结构领域的人才结构。设计单位对土木工程专业大学毕业生的需求量已经明显减少,为施工单位招聘结构人才留出了相当的空间,大量土木工程专业毕业生到施工部门择业逐渐成为普遍现象,使人才流向发生了比较明显的转变,人才分布趋向合理。随着时间的推移,高校培养的大批土建高级技术人才必将对施工建设领域的科技进步产生积极作用。平法促进结构设计水平的提高,促进设计院内的人才竞争。设

计单位对年度毕业生的需求有限,自然形成了人才的就业竞争,竞争的结果自然应为比较优秀的人才才有较多机会进入设计单位,长此以往,可有效提高结构设计队伍的整体素质。

三、平法制图与传统制图的图示方法的区别

(1) 框架图中的梁和柱,以及平法制图中的钢筋图示方法,在施工图中只绘制梁、柱平面图,不绘制梁、柱中配置钢筋的立面图(梁不绘制截面图;而柱在其平面图上,只按编号的不同各取一个在原位放大,绘制出带有钢筋配置的柱截面图)。

(2) 传统的框架图中的梁和柱,既绘制梁、柱平面图,同时也绘制梁、柱中配置钢筋的立面图及其截面图;但在平法制图中的钢筋配置,可省略这些图,直接查阅《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》标准图集。

(3) 传统的混凝土结构施工图,可以直接从其绘制的详图中读取钢筋配置尺寸,而平法制图则需要在《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》标准图集中查找相应的详图,而且钢筋的大小尺寸和配置尺寸,均以“相关尺寸”(包括跨度、钢筋直径、搭接长度、锚固长度等)为变量的函数来表达,而不是具体数字,借此来实现其标准图的通用性。概括地说,平法制图使混凝土结构施工图的内容简化了。

(4) 柱与剪力墙的平法制图,均以施工图列表注写方式,表达其相关规格与尺寸。

(5) 平法制图中的突出特点,表现在梁的“原位标注”和“集中标注”上。“原位标注”概括地说分为两种:①标注在柱子附近处且在梁上方的钢筋,是承受负弯矩的,其钢筋布置在梁的上部;②标注在梁中间且在梁下方的钢筋,是承受正弯矩的,其钢筋布置在梁的下部。“集中标注”是从梁平面图的梁处引铅垂线至图的上方,注写梁的编号、挑梁类型、跨数、截面尺寸、箍筋直径、箍筋肢数、箍筋间距、梁侧面纵向构造钢筋或受扭钢筋的直径和根数、通长筋的直径和根数等。如果“集中标注”中有通长筋时,则“原位标注”中的负筋数包含通长筋的数量。

(6) 在传统的混凝土结构施工图中,计算斜截面的抗剪强度时,应在梁中配置 45° 或 60° 的弯起钢筋。而在平法制图中,梁不配置这种弯起钢筋,而是由加密的箍筋来承受其斜截面的抗剪强度。

任务 3 平法施工图通用规则介绍

一、G101 平法图集的发行情况

G101 平法图集的发行情况,见表 1-2。

表 1-2 G101 平法图集的发行情况

年 月	大 事 记	说 明
1995 年 7 月	平法通过了原建设部科技成果鉴定	
1996 年 6 月	平法列为原建设部 1996 年科技成果重点推广项目	
1996 年 9 月	平法被批准为“国家级科技成果重点推广计划”	
1996 年 11 月	《96G101》发行	《96G101》、《00G101》、《03G101—1》 讲述的均是梁、柱、墙构件
2000 年 7 月	《96G101》修订为《00G101》	
2003 年 1 月	《00G101》依据国家 2000 系列混凝土结构新规范 修订为《03G101—1》	
2003 年 7 月	《03G101—2》发行	板式楼梯平法图集
2004 年 2 月	《04G101—3》发行	筏形基础平法图集
2004 年 11 月	《04G101—4》发行	楼面板及屋面板平法图集
2006 年 9 月	《06G101—6》发行	独立基础、条形基础、桩基承 台平法图集
2009 年 1 月	《08G101—5》发行	箱形基础及地下室平法图集
2011 年 7 月	《11G101—1》发行	现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板
2011 年 7 月	《11G101—2》发行	现浇混凝土板式楼梯
2011 年 7 月	《11G101—3》发行	独立基础、条形基础、筏形基 础及桩基承台

二、混凝土结构的环境类别

混凝土结构的环境类别见表 1-3。

表 1-3 混凝土结构的环境类别

环境类别	条 件
一	室内正常环境
二	a 室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境，与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
	b 严寒和寒冷地区的露天环境，与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三	使用除冰盐的环境；严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境；滨海室外环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：严寒和寒冷地区的划分应符合国家标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—1993)的规定。

三、钢筋的混凝土保护层厚度

钢筋的混凝土保护层厚度是指最外层钢筋外边缘至混凝土表面的距离。混凝土保护层的作用如下。

(1) 保证混凝土与钢筋之间的握裹力,确保结构受力性能和承载力。混凝土与钢筋两种不同性质的材料共同工作,是保证结构构件承载力和结构性能的基本条件。混凝土是抗压性能较好的脆性材料,钢筋是抗拉性能较好的延性材料;这两种材料各以其抗压、抗拉性能优势相结合,构成了具有抗压、抗拉、抗弯、抗剪、抗扭等结构性能的各种结构形式的建筑物或构筑物。

混凝土与钢筋共同工作的保证条件是依靠混凝土与钢筋之间有足够的握裹力。握裹力由黏结力、摩擦力、咬合力和机械锚固力构成。

(2) 保护钢筋不锈蚀,确保结构安全性和耐久性。混凝土中钢筋的锈蚀是一个相当漫长的过程。钢筋因受到外界介质的化学作用或电化学作用而逐渐破坏的现象,称为锈蚀。钢筋锈蚀不仅使截面有效面积减小,性能降低,甚至报废,而且由于产生锈坑,可造成应力集中,加速了结构的破坏。尤其在冲击荷载、循环交变荷载作用下,将产生锈蚀疲劳现象,使钢筋的抗疲劳强度大为降低,甚至出现脆性断裂。在混凝土中,钢筋锈蚀会使混凝土开裂,降低对钢筋的握裹力。

混凝土保护层对钢筋具有保护作用,同时混凝土中水泥水化的高碱度,使被包裹在混凝土构件中的钢筋表面形成钝化保护膜(简称钝化膜),这是混凝土能够保护钢筋的主要依据和基本条件。

纵向受力的普通钢筋及预应力钢筋,其混凝土保护层厚度(钢筋外边缘至混凝土表面的距离)不应小于钢筋的公称直径,并且应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 混凝土保护层的最小值

环境类别	板、墙、壳			梁			柱		
	≤C20	C25~C45	≥C50	≤C20	C25~C45	≥C50	≤C20	C25~C45	≥C50
—	20	15	15	30	25	25	30	30	30
二	a	—	20	20	—	30	30	—	30
	b	—	25	20	—	35	30	—	35
三	—	30	25	—	40	35	—	40	35

注:基础中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 40 mm;当无垫层时不应小于 70 mm。

四、受拉钢筋的锚固长度

在受力过程中,受力钢筋可能会产生滑移,甚至会从混凝土中拔出而造成锚固破坏。为了防止此类现象的发生,可将受力钢筋在混凝土中锚固一定的长度,这个长度称为锚固长度。

《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)中规定,当充分利用钢筋抗拉强度时,受拉钢筋的锚固长度应符合下列要求。

(1) 基本锚固长度。

基本锚固长度应按下式计算。

普通钢筋：
$$l_{ab}=\alpha\frac{f_y}{f_t}d$$

预应力钢筋：
$$l_{ab}=\alpha\frac{f_{py}}{f_t}d$$

式中： l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度；
 f_y 、 f_{py} ——普通钢筋、预应力钢筋的抗拉强度设计值，Ⅱ级；
 f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值，当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；
 d ——锚固钢筋的直径；
 α ——锚固钢筋的外形系数，按表 1-5 取用。

表 1-5 锚固钢筋的外形系数

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

注：光圆钢筋末端应做 180°弯钩，弯后平直段长度不小于 3d，但作受压钢筋时可不作弯钩。

受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件按以下公式计算，并且不应小于 200 mm。

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

式中： l_a ——受拉钢筋的锚固长度；
 ξ_a ——锚固长度修正系数。当带肋钢筋的公称直径大于 25 mm 时取 1.10；环氧树脂涂层带肋钢筋取 1.25；施工过程中易受扰动的钢筋取 1.10；当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，修正系数取设计计算面积与实际配筋面积的比值，但对有抗震设防要求及直接承受动力荷载的结构构件，不应考虑此项修正；锚固钢筋的保护层厚度为 3d 时，修正系数可取 0.80；保护层厚度为 5d 时，修正系数可取 0.7，中间按内插取值；当多于一项时可以连乘，但不应小于 0.6；对于预应力钢筋，可取 1.0。

(2) 抗震锚固长度。

纵向受拉钢筋的抗震锚固长度应满足相应地震作用时，钢筋锚固应高于非抗震设计。

纵向受拉钢筋的抗震锚固长度 l_{aE} 应按下式计算。

$$l_{aE}=\xi_{aE} l_a$$

式中： ξ_{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，对三级抗震等级取 1.05，对四级抗震等级取 1.00。

为了方便施工和造价人员查用，G101 系列图集中给出了受拉钢筋最小锚固长度，见表 1-6。

表 1-6 受拉钢筋的基本锚固长度 l_{ab} 、抗震锚固长度 l_{aE}

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	>C60
HPB300	一、二级	45d	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级	41d	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
	四级、非抗震	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d

续表

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	>C60
HRB335	一、二级	44d	38d	33d	31d	29d	26d	25d	24d	24d
	三级	40d	35d	31d	28d	26d	24d	23d	22d	22d
	四级、非抗震	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
HRB400	一、二级	—	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级	—	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d
	四级、非抗震	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
HRB500	一、二级	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
	三级	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d
	四级、非抗震	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d

五、钢筋的连接

钢筋的供货长度是有限的,常见的有 12 m 和 9 m,而构件的长度往往大于钢筋的供货长度,这就需要将钢筋连接起来使用,钢筋的连接处应设置在构件受力较小的位置。钢筋连接方式有绑扎连接、机械连接和焊接连接。

1. 纵向受力钢筋的绑扎连接

纵向受力钢筋的绑扎连接是钢筋连接是最常见的方式之一,具有施工操作简单的优点,但其连接强度较低,不适合大直径钢筋连接。《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)中规定,当受拉钢筋 $d\geq 25\text{ mm}$ 和受压钢筋 $d\geq 28\text{ mm}$ 时,不宜采用绑扎连接。绑扎搭接连接比较浪费钢筋,目前主要应用于楼板钢筋的连接。

(1) 纵向受拉钢筋搭接长度,见表 1-7。

表 1-7 纵向受拉钢筋搭接长度

纵向受拉钢筋绑扎搭接长度 l_{lE}			
抗震		非抗震	
$l_{lE}=\xi_1 l_{aE}$		$l_l=\xi_1 l_a$	
纵向受拉钢筋搭接长度修正系数 ξ_1			
纵向钢筋搭接接头面积百分率/(%)	≤ 25	50	100
ξ_1	1.2	1.4	1.6

注:① 当直径不同的钢筋搭接时, l_l 、 l_{lE} 按直径较小的钢筋计算。
② 任何情况下不应小于 300 mm。
③ 式中 ξ_1 为纵向受拉钢筋搭接长度修正系数。当纵向钢筋搭接接头百分率为表的中间值时,可按内插取值。

(2) 在同一连接区段内,纵向受拉钢筋绑扎搭接接头宜相互错开。

无论采用何种连接方式,连接点都是钢筋最薄弱的环节,所以钢筋的连接接头宜相互错开,尽量避免在同一个位置连接。根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)的规定,钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度,凡搭接接头中点位于连接区段长度内的搭接接头,均属于同一连接区段,如图 1-5 所示。

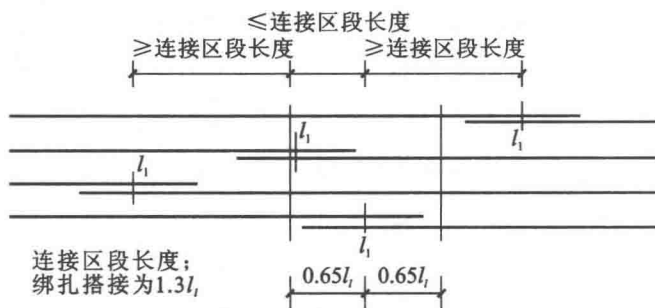


图 1-5 钢筋连接区段的规定

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。位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率的取值为:①对于梁类、板类及墙类构件,不宜大于 25%;②对于柱类构件,不宜大于 50%。当工程中确有必要增大受拉钢筋搭接接头面积百分率时,对梁类构件,不宜大于 50%;对板、墙、柱及预制构件的拼接处,可根据实际情况放宽。

(3) 纵向受压钢筋的搭接长度。

构件中的纵向受压钢筋采用搭接连接时,其受压搭接长度不应小于受拉钢筋搭接长度的 70%,并且不宜小于 200 mm。

(4) 纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置加密箍筋。

当采用搭接连接时,搭接连接长度范围内混凝土受到的劈裂应力比较大。为了延缓或限制劈裂裂缝的出现和发展,改善搭接效果,《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)对搭接长度范围内的箍筋规定是纵向受力钢筋的搭接长度范围内应配置箍筋,其直径不应小于钢筋较大直径的 0.25。当钢筋受拉时,箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍,并且不应大于 100 mm;当钢筋受压时,箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍,并且不应大于 200 mm;当受压钢筋直径大于 25 mm 时,还应在搭接接头两端面外 100 mm 范围内各设置两道箍筋。

2. 纵向受力钢筋的机械连接

纵向受力钢筋机械连接的接头形式有套筒挤压连接接头、直螺纹套筒连接接头和锥螺纹套筒连接接头。

纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。钢筋机械连接区段的长度为 $35d$ (d 为连接钢筋的较小直径)。凡接头中点位于该区段长度内的机械连接接头,均属于同一连接区段。位于同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率不宜大于 50%;但对板、墙、柱及预制构件的拼接处,可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头面积百分率不受限制。

机械连接套筒的横向净距不宜小于 25 mm;套筒处箍筋的间距仍应满足相应的构造要求。