



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑(市政)施工专业教学用书

建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

主体结构施工

刘英明 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书
建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

主 体 结 构 施 工

主 编 刘英明

副主编 高东燕 张 忠

参 编 张铁成 张淑霞 何 斌

刘 鑫 刘 杰

主 审 胡兴福 王建茹



机 械 工 业 出 版 社

本书主要介绍房屋建筑中主体结构施工的相关知识,对混凝土结构、砌体结构、钢结构的常见构造做法及结构构造要求、施工图的表达及其识读、常见施工机械、施工工艺与方法、质量标准及检验、安全技术、季节性施工等均作了必要的叙述。

本书可作为中等职业学校建筑施工(市政)专业的教材,也可作为在职人员更新知识和提高技能的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

主体结构施工/刘英明主编. —北京:机械工业出版社, 2006.8

(建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材)

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业学校建筑(市政)施工专业教学用书

ISBN 7-111-19713-5

I. 主... II. 刘... III. 结构工程—工程施工—专业学校—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 090976 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李俊玲 责任编辑:覃密道 版式设计:霍永明

责任校对:樊钟英 封面设计:饶薇 责任印制:杨曦

北京富生印刷厂印刷

2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21.5 印张·514 千字

0001—4000 册

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线电话(010) 88379540

封面无防伪标均为盗版

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书
建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

编 委 会 名 单

主任委员 沈祖尧 中国建设教育协会中等职业教育专业委员会主任
副主任委员（按姓氏笔画排）

王大喆	北京城市建设学校
邓小娟	北京水利水电学校
方崇明	武汉市建设学校
孙云祥	嘉兴市建筑工业学校
白家琪	天津市建筑工程学校
刘宝春	天津铁路工程学校
吴承霞	河南省建筑工程学校
陈晓军	辽宁省城市建设学校
李涤新	合肥市城市建设学校
苏铁岳	河北城乡建设学校
武佩牛	上海市建筑工程学校
贾小光	北京城建集团职工中等专业学校
周铁军	成都市建设学校
荆得力	山东省城市建设学校
黄志良	常州建设高等职业技术学校
蔡宗松	福州建筑工程职业中专学校
潘东林	南京职业教育中心

委 员（按姓氏笔画排）

王军霞	卢秀梅	厉建川	白 燕
闫立红	刘克良	刘英明	张文华
杨秀方	肖建平	肖 捷	李明庚
张 洁	陈爱萍	张福成	金同华
周 旭	周雪梅	耿文忠	常 莲
蔺伯华	李俊玲	（常务）	

出版说明

本系列教材是根据教育部、建设部发布的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》(以下简称《指导方案》)的指导思想和最新教学计划编写的,是教育部职业教育与成人教育司推荐教材。

2004年10月,教育部、建设部发布了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》,并组织制定了《指导方案》,对建筑(市政)施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业的培养目标与规格、教学与训练项目、实验实习设备条件等提出了具体要求。

为了配合《指导方案》的实施,受教育部委托,在中国建设教育协会中等职业教育专业委员会的大力支持和协助下,机械工业出版社于2005年3月专门组织召开了全国中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养教学研讨和教材建设工作会议,对《指导方案》进行了认真学习和研讨,在此基础上,组织编写了建筑(市政)施工、建筑装饰两个专业的系列教材。

由于“技能型紧缺人才培养培训工程”是一个新生事物,各学校在实施过程中也在不断探索、总结、调整,我们会密切关注各院校的实施情况,及时收集反馈信息,并不断补充、修订、完善本系列教材,也恳请各用书院校及时将使用本系列教材的意见和建议反馈给我们,以使本系列教材日臻完善。

本系列教材编委会

前 言

本书根据教育部、建设部颁布的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》中专门化方向核心教学项目课程“主体结构施工”的教学要求，并参照建设行业各工种的初级技术工人等级标准进行编写。

“主体结构施工”是一门专业性、实践性很强的课程。本书的编者在形式上力求出新，在内容上力求将新知识、新材料、新技术、新方法贯穿其中。在编写时，既充分考虑学生的已有知识水平，又考虑其技能、经验及兴趣；既强调知识的实用性，又强调实践性教学和技能培训。同时，本书力求图示直观生动，文字通俗简练，具有职业技术教育教材的特色，以此来帮助学生掌握本课程的主要知识和技能，成为企业生产一线迫切需求的高素质劳动者。为了便于学生掌握重要内容，各单元均附有学习目标、小结及复习思考题。

本书由辽宁省城市建设学校刘英明任主编，天津铁道职业技术学校高东燕及武汉市建设学校张忠任副主编。其中，单元1由刘英明编写，单元2由张铁成编写，单元3由张淑霞编写，单元4由高东燕编写，单元5由何斌编写，单元6由张忠编写，单元7由刘鑫编写，单元8由刘杰编写。本书由四川建筑职业技术学院土木系教授、教育部高职高专教育土建施工类专业指导分委员会委员胡兴福及辽宁省城市建设学校高级讲师王建茹任主审。他们对书稿提出了很多宝贵意见，在此表示由衷的谢意。本书在编写过程中，参考并借鉴了很多文献，在此对各位文献的作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

单元 1 混凝土结构构造及施工图.....1

课题 1 梁的构造及施工图.....1

1.1.1 梁的构造.....1

1.1.2 梁的平法施工图.....10

课题 2 柱的构造及施工图.....15

1.2.1 柱的构造.....15

1.2.2 柱的平法施工图.....19

课题 3 板的构造及施工图.....22

1.3.1 板的构造.....22

1.3.2 板的施工图.....24

课题 4 剪力墙的构造及施工图.....25

1.4.1 剪力墙的构造.....25

1.4.2 剪力墙的平法施工图.....26

单元小结.....31

复习思考题.....31

单元 2 砌体结构构造.....34

课题 1 砌体结构的一般构造.....34

2.1.1 一般构造要求.....34

2.1.2 变形缝.....38

2.1.3 圈梁.....39

课题 2 多层砌体结构房屋的抗震

构造措施.....40

2.2.1 多层普通砖、多孔砖房屋的抗震

构造措施.....40

2.2.2 蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体

房屋的抗震构造措施.....43

2.2.3 多层砌块砌体房屋的抗震

构造措施.....44

单元小结.....46

复习思考题.....46

单元 3 砌体工程.....48

课题 1 砌体材料及工设备.....48

3.1.1 砌筑用砌块分类.....48

3.1.2 砌筑用砂浆.....53

3.1.3 砌筑常用工设备.....54

课题 2 砖砌体施工.....60

3.2.1 砖砌体的组砌原则及方式.....60

3.2.2 砖砌体的砌筑方法.....62

3.2.3 砖砌体的砌筑工艺.....67

3.2.4 砖砌体工程有关规定.....74

3.2.5 砖砌体施工质量控制.....75

课题 3 砌块施工.....79

3.3.1 小型砌块施工.....79

3.3.2 砌块的质量标准及检查方法.....83

课题 4 砌体的季节施工.....84

3.4.1 砌体的雨期施工.....84

3.4.2 砌体的冬期施工.....85

课题 5 砌体施工的安全技术.....87

3.5.1 砌体正常施工的安全技术.....87

3.5.2 砌体雨期施工的安全技术.....88

3.5.3 砌体冬期施工的安全技术.....88

单元小结.....88

复习思考题.....89

单元 4 模板工程.....91

课题 1 模板分类和制作.....91

4.1.1 模板分类和简介.....91

4.1.2 模板材料特性和材质要求.....92

4.1.3 模板的特点和应用.....94

4.1.4 模板系统构造.....97

4.1.5 模板制作.....102



课题 2 模板制作安装用的机械 设备和工具.....107	5.1.3 钢筋代换.....161
4.2.1 模板工常用的工具.....107	课题 2 钢筋的加工和连接.....164
4.2.2 模板制作的机械设备.....115	5.2.1 钢筋的除锈.....164
课题 3 主体工程现浇构件模板的 制作与安装.....121	5.2.2 钢筋的调直.....165
4.3.1 矩形柱模板的构造与安装.....121	5.2.3 钢筋的切断.....169
4.3.2 梁模板的构造与安装.....123	5.2.4 钢筋的弯曲成形.....171
4.3.3 楼板模板的构造与安装（以密肋 梁楼盖板模板为例）.....127	5.2.5 钢筋的连接.....177
4.3.4 墙模板的构造与安装.....128	课题 3 钢筋的现场绑扎与安装.....190
4.3.5 楼梯模板的制作与安装.....130	5.3.1 钢筋的现场绑扎.....190
4.3.6 雨篷模板的制作与安装.....132	5.3.2 钢筋网与钢筋骨架的安装.....193
4.3.7 其他构件模板简介.....132	5.3.3 植筋施工.....195
课题 4 其他类型模板.....133	课题 4 钢筋施工质量控制.....196
4.4.1 预制构件模板.....133	5.4.1 钢筋质量标准及检查方法.....196
4.4.2 大模板.....134	5.4.2 钢筋加工质量标准及检查方法.....198
4.4.3 液压滑升模板.....137	5.4.3 钢筋焊接质量标准及检查方法.....198
4.4.4 早拆模板体系.....141	5.4.4 钢筋安装质量标准及检查方法.....203
课题 5 模板施工质量控制.....143	5.4.5 质量保证措施.....204
4.5.1 模板安装质量标准.....143	课题 5 钢筋施工安全技术.....210
4.5.2 模板制作安装质量要求.....146	5.5.1 钢筋加工的安全技术.....210
4.5.3 模板质量保证措施.....146	5.5.2 钢筋焊接的安全技术.....210
课题 6 模板的拆除.....147	单元小结.....212
4.6.1 模板拆除应注意的问题.....147	复习思考题.....212
4.6.2 模板拆除时混凝土强度和拆模 时间的规定.....147	单元 6 混凝土工程214
4.6.3 模板拆除的施工技术.....149	课题 1 混凝土的组成材料.....214
课题 7 模板施工的安全技术.....150	6.1.1 水泥.....214
4.7.1 模板安装的安全技术.....150	6.1.2 砂.....216
4.7.2 模板拆除的安全技术.....150	6.1.3 石子.....216
单元小结.....151	6.1.4 水.....216
复习思考题.....151	6.1.5 矿物质掺合料与粉煤灰.....216
单元 5 钢筋工程153	6.1.6 混凝土外加剂.....216
课题 1 钢筋的基本知识.....153	课题 2 混凝土的配料及搅拌.....217
5.1.1 钢筋分类.....153	6.2.1 混凝土的施工配料.....217
5.1.2 钢筋配料.....156	6.2.2 混凝土的拌制.....217
	课题 3 混凝土的运输.....222
	6.3.1 混凝土的运输要求.....222
	6.3.2 混凝土的运输工具.....222
	课题 4 混凝土的浇筑.....224



6.4.1	混凝土浇筑前的准备工作	224
6.4.2	混凝土浇筑的一般要求	225
6.4.3	混凝土浇筑应注意的问题	226
6.4.4	混凝土浇筑的基本工艺	226
6.4.5	现浇混凝土结构的浇筑	235
6.4.6	喷射混凝土的浇筑	241
课题 5	混凝土的养护	241
6.5.1	混凝土养护的基本要求	241
6.5.2	自然养护	242
6.5.3	加热养护	243
课题 6	混凝土的质量检查	244
6.6.1	混凝土分项工程的质量检查	244
6.6.2	现浇混凝土结构的质量检查	245
6.6.3	现浇混凝土结构的实体验收	245
课题 7	混凝土工程常见的质量问题及处理	247
6.7.1	表面缺陷的预防和处理	247
6.7.2	外形规格偏差的预防与处理	250
6.7.3	内部缺陷的预防与处理	251
6.7.4	混凝土裂缝	252
课题 8	混凝土的冬期施工	255
6.8.1	混凝土的冬期施工原理	255
6.8.2	混凝土的配料与搅拌	256
6.8.3	混凝土的运输和浇筑	256
6.8.4	混凝土的冬期施工方法	257
课题 9	混凝土施工技术专题	260
6.9.1	泵送混凝土的施工	260
6.9.2	高性能混凝土和常用特种混凝土	268
课题 10	混凝土结构工程施工的安全技术措施	270
单元小结		272
复习思考题		272

单元 7 脚手架工程 273

课题 1	脚手架的基本知识	273
7.1.1	概述	273
7.1.2	脚手架的作用	273
7.1.3	脚手架的分类与基本要求	274

7.1.4	脚手架的注意事项	274
课题 2	落地扣件式钢管外脚手架	275
7.2.1	落地扣件式钢管脚手架的特点及基本构造	275
7.2.2	施工准备工作	282
7.2.3	落地扣件式钢管脚手架的搭设	286
7.2.4	脚手架使用荷载及单排脚手架的搭设要求	289
7.2.5	落地扣件式钢管脚手架的注意事项	290
7.2.6	落地扣件式钢管脚手架的拆除	291
课题 3	落地碗扣式钢管外脚手架	291
7.3.1	碗扣式钢管脚手架概述	291
7.3.2	碗扣式钢管脚手架的杆件与配件	292
7.3.3	碗扣式钢管脚手架杆配件的进场验收	293
7.3.4	碗扣式钢管脚手架的搭设	293
7.3.5	碗扣式钢管脚手架的检查、验收和使用安全管理	297
课题 4	落地门式钢管外脚手架	297
7.4.1	门式脚手架的构造	297
7.4.2	门式脚手架的搭设及拆除	298
7.4.3	门式脚手架的注意事项	301
课题 5	吊脚手架	302
7.5.1	吊脚手架的组成及构造	302
7.5.2	钢丝绳子的相关知识	304
7.5.3	吊脚手架的注意事项	306
课题 6	挑脚手架	307
7.6.1	插口式挑脚手架	307
7.6.2	搭设不落地脚手架	310
单元小结		313
复习思考题		313

单元 8 钢结构工程 315

课题 1	钢结构简介	315
8.1.1	钢结构的特点	315
8.1.2	钢结构的应用	316
课题 2	钢结构的连接与制作	317



8.2.1 钢结构对材料的要求.....	317	单元小结.....	329
8.2.2 钢材的规格.....	317	复习思考题.....	329
8.2.3 钢结构的连接.....	319	参考文献.....	331
8.2.4 钢结构的制作.....	329		

单元 1 混凝土结构构造及施工图

单元概述

本单元主要介绍钢筋混凝土主体结构中梁、板、柱及混凝土墙等主要构件的构造要求，并着重对这几种构件的“平法”施工图的基本知识和识图方法进行介绍。

学习目标

了解各种构件的一般构造要求，掌握其抗震构造；掌握各种构件的施工图的表示方法，并能识读施工图，为主体结构施工以及编制工程预算、施工组织设计等后续专业课打下良好基础。

课题 1 梁的构造及施工图

1.1.1 梁的构造

1. 梁的截面尺寸

梁的截面高度 h 与梁的跨度 l 及梁上的荷载大小有关。为满足刚度要求，梁应满足最小截面高度的要求（表 1-1）。为便于施工，梁的截面尺寸通常取：梁宽 $b=120\text{mm}$ 、 150mm 、 180mm 、 200mm 、 220mm 、 250mm ，当 b 大于 250mm 时，以 50mm 倍数增加；梁高 $h=200\text{mm}$ 、 250mm 、 300mm 、 350mm ，……，以 50mm 为模数。当 h 大于 800mm 时，以 100mm 为模数增加。

表 1-1 不需做挠度计算的梁的截面最小高度

项 次	构件类别		简 支	两 端 连 接	悬 臂
1	整体肋形梁	次梁	$l_0/15$	$l_0/20$	$l_0/8$
		主梁	$l_0/12$	$l_0/15$	$l_0/6$
2	独 立 梁		$l_0/12$	$l_0/15$	$l_0/6$

注：表中 l_0 为梁的计算跨度，当梁的跨度大于 9m 时表中的数值应乘以 1.2 。

2. 梁钢筋的种类及用途

梁中的钢筋有纵向受力钢筋、弯起钢筋、箍筋和架立钢筋等（图 1-1）。

（1）纵向受力钢筋：纵向受力钢筋主要承受由弯矩在梁内产生的拉力；如果弯矩较大，在梁的受压区配置纵向受力钢筋协助混凝土承担压应力。

（2）箍筋：箍筋主要承担由荷载在梁内产生的剪力；固定纵向受力钢筋位置并和其他钢筋绑扎在一起形成钢筋骨架。



(3) 架立钢筋：架立钢筋用于固定箍筋的位置，并与受力钢筋连成钢筋骨架，同时承担梁内因收缩和温度变化所产生的内应力。

(4) 弯起钢筋：弯起钢筋是由纵向受力钢筋弯起而成，跨中水平段承担弯矩作用，弯起段用以承担弯起区域的剪力，弯起后的直线段用以承担支座附近梁上部的拉力。在混凝土框架梁中，宜采用箍筋承受剪力。

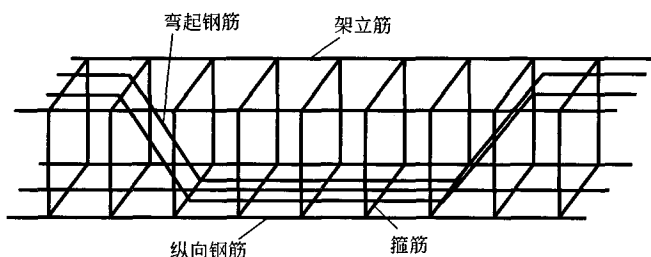


图 1-1 梁中钢筋分类

3. 各类钢筋的一般构造要求

(1) 纵向受力钢筋。纵向受力钢筋要符合以下几方面的构造要求：

1) 纵向受力钢筋直径：梁中钢筋直径一般取 12~25mm。直径过大的钢筋加工较困难，且与混凝土的粘结力差；直径过小的钢筋所需根数多，在截面内不好布置，且施工不便。

2) 钢筋净距：为了便于浇筑混凝土，保证混凝土的密实性，纵向钢筋的净间距应满足下列要求：梁上部的纵向钢筋净距不应小于 30mm，且不小于 $1.5d$ (d 为纵向钢筋的最大直径)；下部纵向钢筋的净距不应小于 25mm，且不小于 d ，如图 1-2 所示。若钢筋必须排成两排时，上下两排钢筋应当对齐，并满足净距要求。

3) 混凝土保护层：混凝土保护层厚度是指受力钢筋的外边缘到混凝土截面外边缘的最小距离，其作用是混凝土保护钢筋不受锈蚀，保证钢筋与混凝土共同工作，以承担板上荷载。梁、板、柱等构件的纵向受力钢筋保护层最小厚度应满足表 1-2 的规定，且不小于钢筋直径。

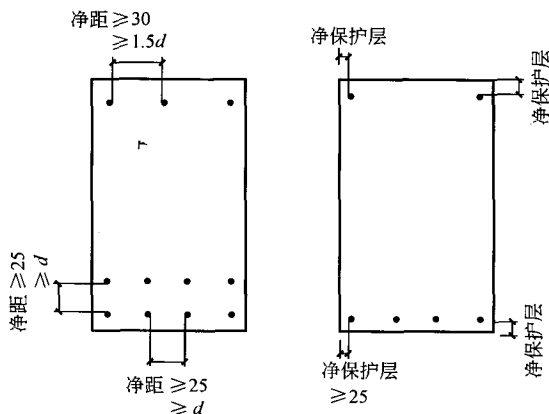


图 1-2 钢筋净距与保护层

表 1-2 纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度

(单位：mm)

环境类型	板、墙、壳			梁			柱		
	≤C20	C25~C45	≥C50	≤C20	C25~C45	C≥50	≤C20	C25~C45	≥C50
一	20	15	15	30	25	25	30	30	30
二	a	—	20	—	30	30	—	30	30
	b	—	25	—	35	30	—	35	30
三	—	30	25	—	40	35	—	40	35

注：1. 基础中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 40mm；当无垫层时，不应小于 70mm。

2. 处于一类环境（室内正常环境）且由工厂生产的预制构件，当混凝土强度等级不低于 C20 时，其保护层厚度可按表 1-2 中数值减少 5mm，但预应力构件不应小于 15mm；处于二类环境且由工厂生产的预制构件，当表面采取有效保护措施时，保护层厚度可按表 1-2 中一类环境数值取用。



板、墙、壳中分布钢筋的混凝土保护层厚度不应小于表 1-2 中相应数值减 10mm，且不应小于 10mm；梁、柱中箍筋和构造钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

4) 纵向钢筋伸入支座的数量：当 $b \geq 100\text{mm}$ 时，不应少于 2 根，以形成钢筋骨架；当 $b < 100\text{mm}$ 时，可为 1 根。

(2) 箍筋。箍筋的构造要求有：

1) 箍筋的数量：箍筋的数量应通过计算确定。如按计算不需要时，对截面高度大于 300mm 的梁应按构造要求沿梁的全长设置；对截面高度为 150~300mm 的梁，可仅在构件端部 1/4 跨度内设置箍筋（但当在构件中部 1/2 跨度范围内有集中荷载时，则应沿梁的全长设置箍筋）；对截面高度为 150mm 以下的梁，可不设置箍筋。

2) 箍筋间距：当梁中配有按计算需要的纵向受压钢筋时，箍筋应做成封闭式；此时，箍筋的间距不应大于 $15d$ （ d 为纵向受压钢筋的最小直径），同时不应大于 400mm；当一层内的纵向受压钢筋多于 5 根，且直径大于 18mm 时，箍筋间距不应大于 $10d$ ；同时不应大于表 1-3 的要求。

表 1-3 梁中箍筋的最大间距

(单位：mm)

梁高 h	$V > 0.7f_tbh_0$	$V \leq 0.7f_tbh_0$
$150 < h \leq 300$	150	200
$300 < h \leq 500$	200	300
$500 < h \leq 800$	250	350
$h > 800$	300	400

注：表中符号 V 表示梁在荷载作用下所产生的最大剪力； b 、 h 分别表示梁的宽度和高度； f_t 表示混凝土的轴心抗拉强度设计值； h_0 表示梁的有效高度。

3) 箍筋的直径：箍筋的最小直径与梁高有关：当梁高 $h \leq 800\text{mm}$ 时，不应小于 6mm；当 $h > 800\text{mm}$ 时，不应小于 8mm。当梁中配有计算需要的纵向受压钢筋时，箍筋直径还应不小于纵向受压钢筋最大直径的 1/4。

4) 箍筋的形式和肢数：箍筋的形式有封闭式和开口式两种，如图 1-3 中 a、b 所示，但一般应采用封闭式。箍筋肢数有单肢、双肢和四肢（也称复合箍筋）等三种形式，如图 1-3 中 c、d、e 所示。

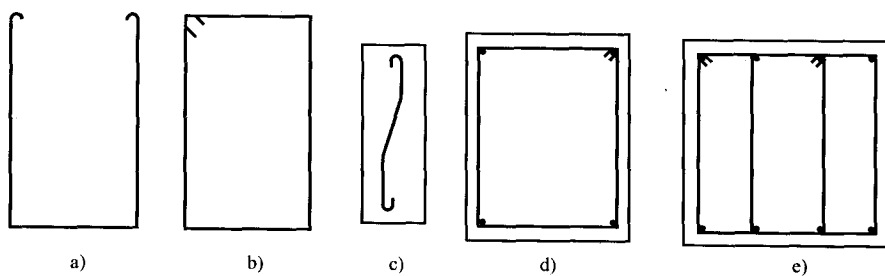


图 1-3 箍筋的形式与肢数

一般情况下可按下列规定采用：



当梁宽 $b \leq 150\text{mm}$ 时, 用单肢;

当 $150\text{mm} < b \leq 350\text{mm}$ 时, 用双肢;

当梁宽 $b > 350\text{mm}$, 或在受拉区一层内纵向钢筋多于 5 根, 或受压区一层内受压钢筋多于 3 根时, 用四肢。

(3) 弯起钢筋的构造要求: 弯起钢筋的数量由承载力计算得到。其弯起角度由梁高而定: 当梁高 $h \leq 800\text{mm}$ 时, 采用 45° ; 当梁高 $h > 800\text{mm}$ 时, 采用 60° 。在弯起钢筋的弯终点外应留有平行于梁轴线方向的锚固长度, 在受拉区不应小于 $20d$, 在受压区不应小于 $10d$ (d 为弯起钢筋的直径); 位于梁底层钢筋中的角部钢筋不应弯起, 顶层钢筋中的角部钢筋不应弯下。

(4) 架立钢筋的构造要求: 其直径与梁的跨度有关: 当梁的跨度小于 4m 时, 架立钢筋直径不宜小于 8mm ; 当梁的跨度为 $4 \sim 6\text{m}$ 时, 架立钢筋直径不宜小于 10mm ; 当梁的跨度大于 6m 时, 架立钢筋直径不宜小于 12mm 。

(5) 梁侧构造钢筋的构造要求: 当梁的腹板高度 $h_w \geq 450\text{mm}$ 时, 在梁的两个侧面应沿高度配置梁侧构造钢筋, 每侧梁侧构造钢筋 (不含梁上、下部受力钢筋及架立钢筋) 的截面面积不应小于腹板截面面积 bh_w 的 0.1% (现浇板肋结构的 h_w 等于梁的有效高度减板的厚度; 独立矩形梁的 h_w 等于梁的有效高度), 且间距不宜大于 200mm , 并用拉筋拉接, 拉筋间距一般为箍筋间距的 2 倍。

(6) 在次梁与主梁相交处, 由于主梁承受由次梁传来的集中荷载, 其腹部可能出现斜裂缝, 并引起局部破坏, 因此, 应在集中荷载附近 $s=2h_f+3b$ 的长度范围内设置附加横向钢筋 (吊筋或箍筋), 以承担全部集中荷载。附加横向钢筋宜采用箍筋。箍筋和吊筋的形式如图 1-4 中 a、b 所示。

吊筋下部直线段长度应略大于次梁截面宽度 b , 其弯起角度 α 的要求与弯起钢筋相同。第一道附加箍筋应配置在距离次梁边 50mm 处。

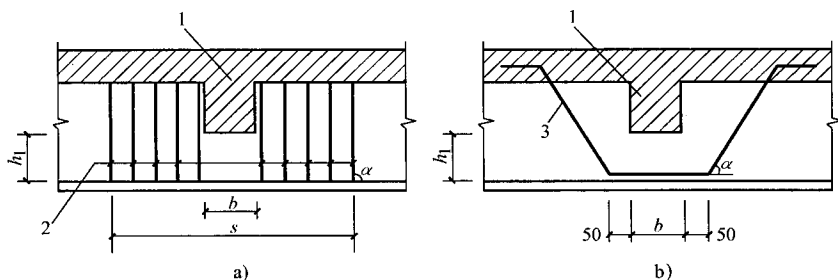


图 1-4 主次梁交接处的附加横向钢筋的布置

a) 附加箍筋 b) 附加吊筋

1—传递集中荷载的位置 2—附加箍筋 3—附加吊筋

4. 钢筋的锚固

(1) 纵向受拉钢筋的锚固长度: 为了保证钢筋混凝土构件可靠的工作, 纵向受力钢筋必须伸过其受力截面一定长度, 以借助这个长度上的粘结力把钢筋锚固在混凝土中, 这个长度叫做锚固长度。纵向受拉钢筋的最小锚固长度 l_a 应满足表 1-4 的要求。

(2) 钢筋在支座处的锚固: 钢筋混凝土简支梁和连续梁的简支端的下部纵向受力钢筋,



其伸入梁支座范围内的锚固长度 l_{as} (图 1-5) 应符合下列规定:

当 $V \leq 0.7f_t b h_0$ 时, $l_{as} \geq 5d$;

当 $V > 0.7f_t b h_0$ 时, 带肋钢筋: $l_{as} \geq 12d$; 光面钢筋: $l_{as} \geq 15d$ 。

此处, d 为纵向受力钢筋的直径。

表 1-4 受拉钢筋的最小锚固长度 l_a

钢筋种类		混凝土强度等级									
		C20		C25		C30		C35		C40	
		$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 25$	$d > 25$
HPB235	普通钢筋	$31d$	$31d$	$27d$	$27d$	$24d$	$24d$	$22d$	$22d$	$20d$	$20d$
HRB335	普通钢筋	$39d$	$42d$	$34d$	$37d$	$30d$	$33d$	$27d$	$30d$	$25d$	$27d$
	环氧树脂涂层钢筋	$48d$	$53d$	$42d$	$46d$	$37d$	$41d$	$34d$	$37d$	$31d$	$34d$
HRB400	普通钢筋	$46d$	$51d$	$40d$	$44d$	$36d$	$39d$	$33d$	$36d$	$30d$	$33d$
RRB400	环氧树脂涂层钢筋	$58d$	$63d$	$50d$	$55d$	$45d$	$49d$	$41d$	$45d$	$37d$	$41d$

注: 1. 当钢筋在混凝土施工过程中宜受扰动(如滑模施工)时, 其锚固长度应乘以修正系数 1.1。

2. 在任何情况下, 锚固长度不应小于 250mm。

3. HPB235 钢筋为受拉时, 其末端应做成 180° 弯钩, 弯钩平直段长度不应小于 $3d$ 。当为受压时, 可不作弯钩。

如纵向钢筋伸入梁支座范围内的锚固长度不符合上述要求时, 应采取在钢筋上加焊锚固钢板或将钢筋端部焊接在梁端预埋件上等有效的锚固措施。

支承在砌体结构上的钢筋混凝土独立梁, 在纵向受力钢筋的锚固长度 l_{as} 范围内应配置不少于两个箍筋, 其直径不宜小于纵向受力钢筋最大直径的 0.25 倍, 间距不宜大于纵向受力钢筋最小直径的 10 倍, 当采用机械锚固措施时, 箍筋间距不宜大于纵向受力钢筋最小直径的 5 倍。

对混凝土强度等级为 C25 及其以下的简支梁和连续梁的简支端, 当距支座边 $1.5h$ 范围内作用有集中荷载, 且剪力设计值 $V > 0.7f_t b h_0$ 时, 对带肋钢筋宜采取附加锚固措施, 或取锚固长度 $l_{as} \geq 15d$ 。

5. 纵向钢筋的连接

当构件内钢筋长度不够时, 宜在钢筋受力较小处进行钢筋的连接, 但同一根钢筋上的接头数量宜少不宜多。钢筋的连接方法可分绑扎搭接、焊接和机械连接三类。

(1) 绑扎搭接应符合下列要求:

1) 对轴心受拉及小偏心受拉杆件(如桁架的拉杆等)的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接接头; 当受拉钢筋直径 $d > 28\text{mm}$ 及受压钢筋直径 $d > 32\text{mm}$ 时, 不宜采用绑扎搭接接头。

2) 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。

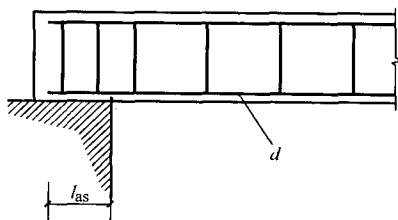


图 1-5 钢筋在支座内的锚固



钢筋绑扎搭接接头的连接区段长度为 1.3 倍搭接长度, 凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段 (图 1-6)。同一连接区段内, 纵向钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋的截面面积与全部纵向受力钢筋的截面面积的比值。位于同一区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率应该满足: 梁类、板类及墙类构件不宜大于 25%; 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, 梁类构件不应大于 50%; 板类、墙类及柱类构件可根据实际情况适当放宽。

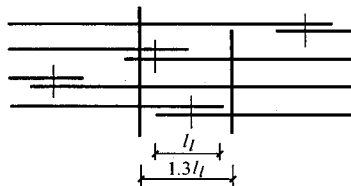


图 1-6 同一连接区段纵向受拉钢筋绑扎搭接接头

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式计算:

$$l_l = \zeta l_a$$

式中 l_l ——纵向受拉钢筋的搭接长度;

l_a ——纵向受拉钢筋的锚固长度, 按表 1-4 确定;

ζ ——纵向受拉钢筋搭接长度修正系数, 按表 1-5 确定。

在任何情况下, 纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度均不应小于 300mm。

表 1-5 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数

纵向钢筋搭接接头面积百分率 (%)	≤25	50	100
ζ	1.2	1.4	1.6

3) 构件中的受压钢筋, 当采用搭接连接时, 其受压搭接长度不应小于纵向受拉钢筋搭接长度的 0.7 倍, 且在任何情况下不应小于 200mm。

4) 在纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置箍筋, 其直径不应小于搭接钢筋较大直径的 0.25 倍。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, 且不应大于 100mm; 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, 且不应大于 200mm。当受压钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时, 尚应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置 2 根箍筋。

(2) 机械连接接头。机械连接接头应符合以下要求: 纵向受力钢筋焊接和机械连接接头的位置宜相互错开。钢筋机械连接接头连接区段的长度为 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径), 凡接头中点位于该连接区段长度内的机械连接接头均属于同一连接区段。在受力较大处, 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%; 纵向受压钢筋的接头面积百分率可不受限制。

机械连接接头连接件的混凝土保护层厚度宜满足纵向受力钢筋最小保护层厚度的要求; 连接件之间的横向净距不宜小于 25mm。

(3) 焊接接头。焊接接头应符合以下要求: 纵向受力钢筋焊接接头的位置宜相互错开。钢筋焊接接头连接区段的长度为 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径), 且不小于 500mm, 凡接头中点位于该连接区段长度内的焊接接头均属于同一连接区段。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%; 纵向受压钢筋的接头面积百分率可不受限制。



6. 框架梁柱节点构造

(1) 框架中间层端节点应符合以下构造要求：框架梁上部及下部纵向钢筋伸入中间层端节点的锚固长度，当采用直线锚固形式时，不应小于 l_a ，且伸过柱中心线的长度不宜小于 $5d$ (d 为梁上部纵向钢筋的直径)。当柱截面尺寸不足时，梁上部纵向钢筋应伸至节点对边并向下弯折，其包含弯弧段在内的水平投影长度不应小于 $0.4l_a$ ，包含弯弧段在内的竖直投影长度应取为 $15d$ (图 1-7)， l_a 为表 1-4 中规定的受拉钢筋锚固长度。

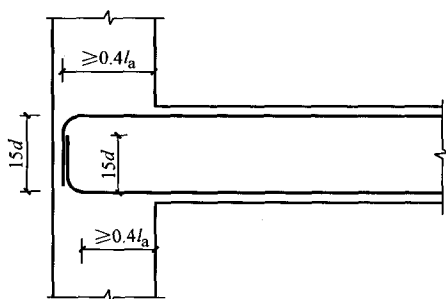


图 1-7 梁纵向钢筋在框架中间层端节点内的锚固

(2) 框架中间层中间节点应符合以下构造要求：中间层中间节点的上部纵向钢筋应贯穿中间节点。中间层中间节点的下部纵向钢筋在中间节点可采用直线锚固形式 (图 1-8a) 或带 90° 弯折的锚固形式 (图 1-8b)。当采用直线锚固形式时，钢筋的锚固长度不应小于表 1-4 中规定的受拉钢筋锚固长度 l_a ，且伸过柱中心线的长度不宜小于 $5d$ (d 为纵向钢筋直径)；当采用带 90° 弯折的锚固形式时，其包含弯弧段在内的水平投影长度不应小于 $0.4l_a$ ，包含弯弧段在内的竖直投影长度应取为 $15d$ 。

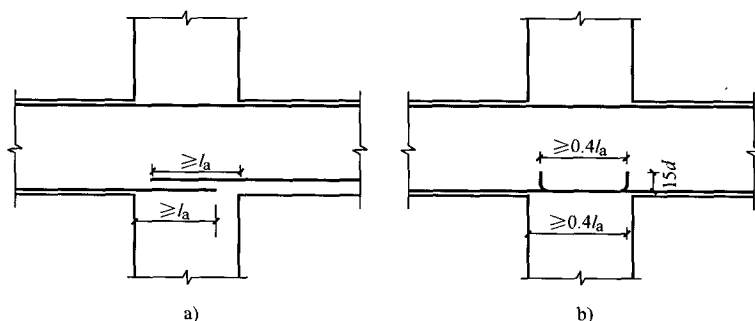


图 1-8 梁下部纵向钢筋在框架中间节点内的锚固

a) 节点中的直线锚固 b) 节点中的弯折锚固

(3) 框架柱顶层中间节点应符合以下构造要求：顶层中间节点的柱纵向钢筋及顶层端节点的内侧柱纵向钢筋可用直线方式锚入顶层节点，其自梁底标高算起的锚固长度不应小于表 1-4 中规定的锚固长度 l_a ，且柱纵向钢筋必须伸至柱顶。当顶层节点处梁截面高度不足时，柱纵向钢筋应伸至柱顶并向节点内水平弯折，柱纵向钢筋锚固段弯折前的竖直投影长度不应小于 $0.5l_a$ ，弯折后的水平投影长度不宜小于 $12d$ ；当柱顶有现浇板且板厚不小于 80mm 、混凝土强度等级不低于 C20 时，柱纵向钢筋也可向外弯折，弯折后的水平投影长度不宜小于 $12d$ 。

(4) 框架顶层端节点应符合以下构造要求：顶层端节点处可将柱外侧纵向钢筋的相应部分弯入梁内作梁上部纵向钢筋使用；也可将梁上部纵向钢筋与柱外侧纵向钢筋在顶层端节