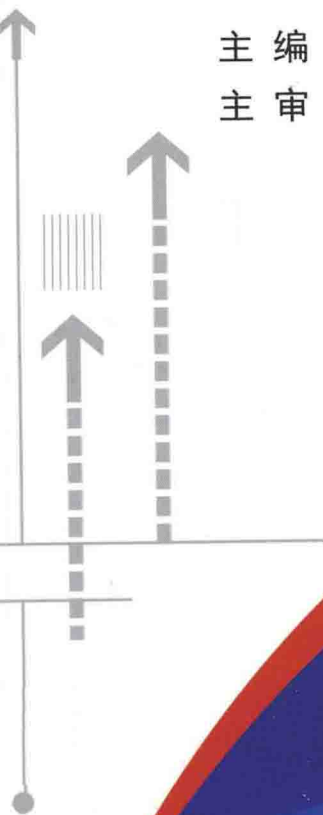


QITI JIEGOU GONGCHENG  
SHIGONG

# 砌体结构工程施工

主 编 阳小群  
主 审 贺子龙 颜彩飞



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 砌体结构工程施工

主 编 阳小群  
副主编 童腊云 陈 翔 张小军 彭仁娥  
参 编 李清奇 舒 莉 曾梦炜 廖秀华  
汤敏捷 张 可 谢 旦 刘 方  
严朝成 胡细华 王 华  
主 审 贺子龙 颜彩飞



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内容提要

本书依据《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)、《砌体结构工程施工质量验收规范》(GB 50203—2011)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)等最新标准规范进行编写。全书共五个学习情境,主要内容包括:砌体结构构造认知和基本构件分析、砌体结构工程施工图识读、脚手架施工及垂直运输设施认知、砌体工程施工、砌筑施工方案的编制等。

本书可作为高等院校建筑工程类、工程管理类相关专业的教材,也可作为成人教育及其他社会人员岗位培训参考用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

砌体结构工程施工 / 阳小群主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5682-1092-8

I. ①砌… II. ①阳… III. ①砌体结构-工程施工-高等学校-教材 IV. ①TU754

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第195245号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 279千字

版 次 / 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

定 价 / 38.00元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

## 丛书编审委员会

顾问 李文莲

主任 雷立成

副主任 龙伟 郭广军

委员

游新娥 刘跃华 陈育新 胡治民 刘梅秋

夏高彦 刘罗仁 贺子龙 谭康银 熊权湘

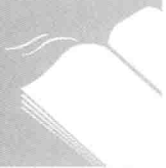
李宇才 刘媛 罗正斌 王税睿 谢完成

李清奇 禹华芳 刘小明

特邀委员

王细文 姚鸿飞 彭英林 张玉希 石远松

# 总序言



2012年12月，我们启动了建筑工程等专业（群）项目规划教材开发建设。为了把这批教材打造成精品，我们于2013年通过立项论证方式，明确了教材三级目录、建设内容、建设进度，通过每个季度进行的过程检查和严格的“三审”制度，确保教材建设的质量；各精品教材负责人依托合作企业，在充分调研的基础上，遵循项目载体、任务驱动的原则，于2014年完成初稿的撰写，并先后经过5轮修改，于2015年通过项目规划教材编审委员会审核，完成教材开发出版等建设任务。

此次公开出版的精品教材秉承“以学习者为中心”和“行动导向”的理念，对接地方产业岗位要求，结合专业实际和课程改革成果，开发了以学习情境、项目为主体的工学结合教材，在内容选取、结构安排、实施设计、资源建设等方面形成了自己的特色。

1. 教材内容的选取突显了实用性和前沿性。根据社会就业岗位对人才的要求与学生认知规律，遴选和组织教材内容，保证理论知识够用，能力培养适应岗位要求和个人发展要求；同时融入了行业前沿最新知识和技术，适时反映了专业领域的新变化和新特点。

2. 教材结构安排突显了情境性和项目化。教材体例结构打破传统的学科体系，以工作任务为线索进行项目化改造，各个学习情境分为若干个学习单元，充分体现以项目为载体、以任务为驱动的特征。

3. 教材实施的设计突显了实践性和过程性。教材实施建议充分体现了理论融于实践，动脑融于动手，做人融于做事的宗旨；教学方法融“教、学、做”于一体，以真实工作任务或企业产品为载体，真正突出了以学生自主学习为中心、以问题为导向的理念；考核评价着重放在考核学生的能力与素质上，同时关注学生自主学习、参与性学习和实践学习的状况。

4. 教材资源的建设突显了完备性和交互性。在教材开发的同时，各门课程建成了涵盖课程标准、教学项目、电子教案、教学课件、图片库、案例库、动画库、题库、教学视频等在内的丰富完备的数字化教学资源，并全部上传至网络，从而将教材内容和教学资源有机整合，大大丰富了教材的内涵；学习者可通过课堂学习与网上交互式学习相结合，达到事半功倍的效果。

丛书编审委员会

# 前言

本书结合砌体结构工程施工课程标准和建筑类施工管理人员从业资格要求，以工作过程为导向，本着结构立意要新、内容重技能应用、理论以够用为度的原则，根据《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2013）、《砌体结构工程施工质量验收规范》（GB 50203—2011）、《砌体结构设计规范》（GB 50003—2011）等最新标准规范及砌体结构最新施工工艺编写而成，适合高等院校土木工程等相关专业的学生使用，也可供建筑工程施工现场一线施工人员继续教育培训使用。

本书在分析施工人员岗位职业能力的基础上，依据职业能力选择课程内容，彻底改变以“知识”为基础设计课程的传统模式，围绕职业能力的形成组织课程内容；按照工作过程设计学习课程，以典型任务为载体来设计学习情境、组织教学，以提出“任务”、分析“任务”、完成“任务”为主线，在进行学习任务的安排，完成工作任务的过程中进行理论知识的学习。全书内容全面、具体，便于学生在学习和应用时加以参考。

本书由阳小群担任主编；童腊云、陈翔、张小军、彭仁娥担任副主编；李清奇、舒莉、曾梦炜、廖秀华、汤敏捷、张可、谢旦、刘方、严朝成、胡细华和王华参与了部分内容的编写工作。全书由贺子龙、颜彩飞担任主审。

在本书的编写过程中，参考了书后所附参考文献的部分资料，在此向所有参考文献的作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在不足，希望使用本书的师生及其他读者批评指正，以便适时修改。

编者

学习情境1 砌体结构构造认知和基本构件分析 .....	1	实训题 .....	45
学习单元1.1 墙体构造认知 .....	1	学习情境3 脚手架施工及垂直运输设施认知 .....	46
1.1.1 墙体的类型 .....	1	学习单元3.1 扣件式钢管脚手架施工 .....	46
1.1.2 墙体的设计要求 .....	2	3.1.1 扣件式钢管脚手架施工 .....	46
1.1.3 墙体的细部构造 .....	2	3.1.2 安全网施工 .....	60
学习单元1.2 砌体结构基本构件分析 .....	6	学习单元3.2 其他形式脚手架施工 .....	61
1.2.1 砌体的力学性能 .....	6	3.2.1 钢梁悬挑脚手架施工 .....	61
1.2.2 砌体结构基本构件计算 .....	9	3.2.2 门式脚手架施工 .....	64
思考题 .....	19	3.2.3 附着升降式脚手架施工 .....	67
实训题 .....	20	3.2.4 碗扣式脚手架施工 .....	71
学习情境2 砌体结构工程施工图识读 .....	22	学习单元3.3 垂直运输设施认知 .....	73
学习单元2.1 砌体结构工程建筑施工图识读 .....	22	3.3.1 塔式起重机 .....	73
2.1.1 识读建筑施工首页图 .....	22	3.3.2 井字架和龙门架 .....	74
2.1.2 识读建筑总平面图 .....	23	3.3.3 施工电梯 .....	75
2.1.3 识读建筑平面图 .....	28	3.3.4 灰浆泵 .....	75
2.1.4 识读建筑立面图 .....	30	思考题 .....	76
2.1.5 识读建筑剖面图 .....	31	实训题 .....	76
2.1.6 识读建筑详图 .....	33	学习情境4 砌体工程施工 .....	79
学习单元2.2 砌体结构工程结构施工图识读 .....	36	学习单元4.1 砌筑施工常用工具 .....	79
2.2.1 了解结构方面的相关内容 .....	37	4.1.1 砌筑施工操作常用工具 .....	79
2.2.2 识读结构设计说明 .....	39	4.1.2 砌筑施工质量检测常用工具 .....	83
2.2.3 识读结构平面布置图 .....	39	学习单元4.2 砌筑砂浆配合比计算及现场拌制 .....	85
2.2.4 识读结构构件详图 .....	42	4.2.1 砌筑砂浆配合比计算 .....	85
思考题 .....	44	4.2.2 砌筑砂浆现场拌制 .....	87
		学习单元4.3 砖砌体工程施工 .....	92

4.3.1 砖的品种与检验 .....	92	思考题 .....	138
4.3.2 砖砌体工程施工工艺 .....	96	实训题 .....	139
4.3.3 砖砌体工程施工质量验收 标准 .....	102		
4.3.4 砖砌体安全环保措施 .....	104		
<b>学习单元4.4 配筋砌体工程施工</b> ...	<b>105</b>	<b>学习情境5 砌筑施工方案的编制</b> ...	<b>141</b>
4.4.1 网状配筋砖砌体施工 .....	105	学习单元5.1 编制施工方案的基本 知识 .....	141
4.4.2 面层和砖组合砌体施工 .....	106	学习单元5.2 砌体结构施工方案的 内容 .....	144
4.4.3 配筋砌块砌体施工 .....	107	5.2.1 确定合理的施工程序 .....	144
4.4.4 构造柱和砖组合砌体施工 ...	108	5.2.2 划分施工流水段 .....	145
4.4.5 配筋砌体施工质量验收 标准 .....	111	5.2.3 确定施工起点流向 .....	146
4.4.6 圈梁施工 .....	112	5.2.4 确定施工顺序 .....	147
<b>学习单元4.5 填充墙工程施工(砌块 砌体)</b> .....	<b>115</b>	5.2.5 选择施工方法和施工机械 ...	149
4.5.1 加气混凝土砌块砌筑 .....	115	5.2.6 施工方案的技术经济评价 ...	150
4.5.2 轻集料混凝土小型空心砌块 砌筑 .....	121	<b>学习单元5.3 施工方案的主要技术组织 措施</b> .....	<b>151</b>
<b>学习单元4.6 石砌体工程施工</b> .....	<b>124</b>	<b>学习单元5.4 施工方案的发展方向</b> .....	<b>153</b>
4.6.1 毛石砌体的砌筑 .....	124	思考题 .....	154
4.6.2 料石砌体的砌筑 .....	128	实训题 .....	154
<b>学习单元4.7 砌体结构冬雨期施工</b> .....	<b>131</b>	<b>附图</b> .....	<b>156</b>
4.7.1 砌体结构冬期施工 .....	131	<b>参考文献</b> .....	<b>182</b>
4.7.2 砌体结构雨期施工 .....	136		





## 学习情境 1

# 砌体结构构造认知和基本构件分析

### 任务目标

1. 通过学习与实训掌握常见墙体的类型、构造及特点。
2. 通过学习与实训掌握砌体结构受力性能，能对常见房屋墙柱的内力进行分析和计算。
3. 通过学习与实训掌握主要构件的构造要求。

### 知识链接

## 学习单元 1.1 墙体构造认知

### 1.1.1 墙体的类型

#### 1. 按墙体在房屋中所处的位置和方向分类

(1) 按墙体在房屋中所处位置不同可分为外墙和内墙。位于房屋周边的墙统称为外墙，起围护作用；位于房屋内部的墙统称为内墙，主要起分隔房间的作用。

(2) 按墙体的方向不同可分为纵墙和横墙。沿建筑物长轴方向布置的墙，称为纵墙；纵墙又可分为外纵墙和内纵墙。沿建筑物短轴方向布置的墙称为横墙，横墙又可分为外横墙和内横墙，外横墙位于房屋两端，称为山墙。在同一道墙上，窗与窗之间的墙，窗与门之间的墙称为窗间墙，窗台下面的墙称为窗下墙，女儿墙是外墙在屋顶以上的延续，也称为压檐墙，一般墙厚为 240 mm，高度不宜超过 500 mm，并保证其稳定和满足抗震设防要求，如图 1-1 所示。

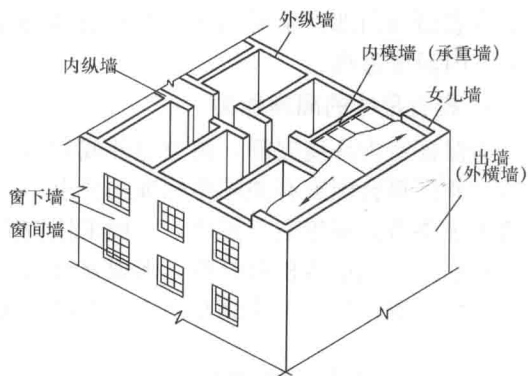


图 1-1 墙体的各部分名称

## 2. 按墙体受力情况分类

墙体按结构受力情况不同可分为承重墙和非承重墙。承重墙直接承担上部结构传来的荷载；非承重墙不承受上部传来的荷载。非承重墙又可分为自承重墙、隔墙、填充墙、幕墙。只承受自身重量的墙体称为自承重墙；分格内部空间且其重量由楼板或梁承受的墙称为隔墙；填充在框架结构柱间的墙称为框架填充墙；悬挂在建筑物外部的轻质墙称为幕墙，包括金属幕墙、玻璃幕墙等。

## 3. 按墙体材料分类

墙体按所用材料不同可分为砖墙、砌块墙、混凝土墙、石墙、土墙等。

## 4. 按构造方式分类

墙体按构造方式不同可分为实心砖墙、空体墙、复合墙，如图 1-2 所示。

## 5. 按施工方法分类

墙体按施工方法不同可分为叠砌墙、板筑墙、装配式板材墙三种。叠砌墙是将各种加工好的块材，如黏土砖、灰砂砖、石块、空心砖、加气混凝土砌块用胶结材料砌筑而成的墙体；板筑墙是在施工时，直接在墙体部位竖立模板，在模板内夯筑黏土或浇筑混凝土振捣密实而成的墙体，如夯土墙和大模板、滑模施工的混凝土墙体；装配式板材墙是将工厂生产的大型板材运至现场进行机械化安装而成的墙体。

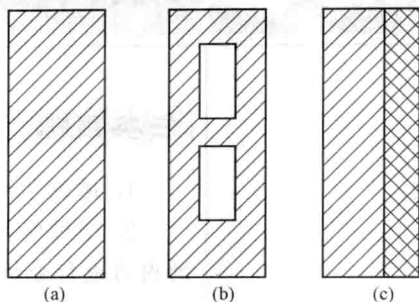


图 1-2 墙体按构造方式分类

(a) 实心砖墙；(b) 空体墙；(c) 复合墙

### 1.1.2 墙体的设计要求

根据墙体所在的位置和功能不同，设计时应满足下列要求。

#### 1. 具有足够的强度和稳定性

墙体的强度与所用材料有关，同时应通过结构计算来确定墙体厚度。墙体的稳定性与墙体的高度、厚度、横墙间距等有关。

#### 2. 具有保温、隔热的性能

外墙是建筑围护结构的主体，其热工性能的好坏对建筑物的使用环境及能耗有很大的影响。在寒冷地区要求墙体具有良好的保温性能，以减少室内热量的散失，同时，防止墙体表面和内部产生凝结水现象；在炎热地区要求墙体具有一定的通风、隔热能力，防止室内温度过高。

#### 3. 具有足够的隔声能力

为保证室内环境安静，避免室外或相邻房间的噪声影响，墙体必须具有足够的隔声能力，并应符合国家有关隔声标准的要求。声音的传播方式有空气传声和固体传声，对于墙体主要考虑隔绝空气传声，一般采用重而密实的材料做墙体的隔声材料，还可在墙体中间加空气间层或松散材料，形成复合墙体，使之具有较好的隔声能力。

另外，墙体还应考虑满足防火、防潮、防水以及经济等方面的要求。

### 1.1.3 墙体的细部构造

不同材料的墙体在处理细部构造方面的原则和做法基本相同，此处以普通砖墙为例

来介绍墙体的细部构造，以掌握基本原理和常见做法。

## 1. 勒脚

勒脚是外墙接近室外地面的部分，易受雨、雪的侵蚀及冻融和人为因素的破坏，以致影响建筑物的立面美观和耐久性，所以勒脚的构造应坚固、耐久、防潮、防水。勒脚的高度一般应在 500 mm 以上，考虑到建筑立面造型处理，也有将勒脚高度提高到底层窗台以下的情况。勒脚的做法有抹灰勒脚、贴面勒脚和石材砌筑勒脚，如图 1-3 所示。常见的有水泥砂浆抹灰、水刷石、贴面砖等。为防止勒脚与散水接缝处向下渗水，勒脚应伸入散水下，接缝处用弹性防水材料嵌缝。

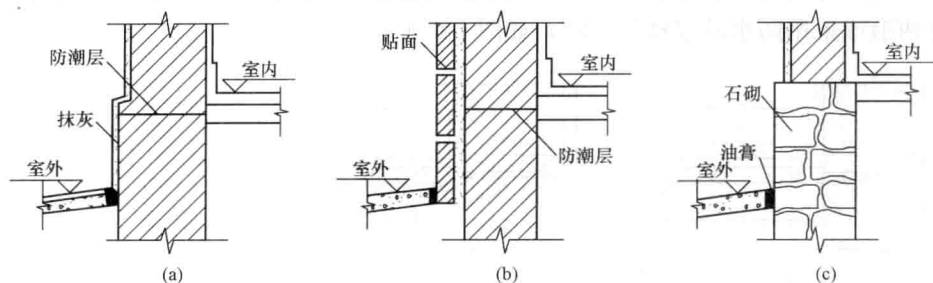


图 1-3 勒脚构造做法

(a)抹灰勒脚；(b)贴面勒脚；(c)石材砌筑勒脚

## 2. 散水和明沟

散水是沿建筑物外墙四周所设置的向外倾斜的排水坡面；明沟是在外墙四周所设置的排水沟。散水的宽度一般为 600~1 000 mm，为保证屋面雨水能够落在散水上，当屋面排水方式为自由排水时，散水宽度应比屋檐挑出宽度大 200 mm 左右，并做滴水砖带。为加快雨水的流速，散水表面应向外倾斜，坡度一般为 3%~5%。散水的通常做法是在基层土壤上现浇混凝土，或用砖、石铺砌，水泥砂浆抹面，如图 1-4 所示。

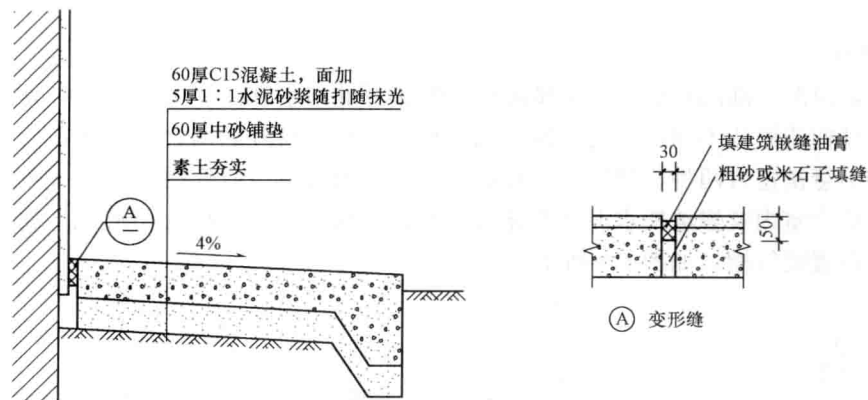


图 1-4 散水构造做法

散水垫层为刚性材料时，应每隔 6 m 设一道伸缩缝，缝宽为 20 mm。在房屋四周、阴阳角处也应设伸缩缝，缝内填沥青砂浆。

明沟与散水的做法大致相同。不同的是，明沟直接将雨水有组织地排入城市地下管网，明沟底面也应做不小于 1% 的坡度。

### 3. 墙身防潮层

为了防止土壤中的水分由于毛细作用上升使建筑物墙身受潮，保持室内干燥卫生，提高建筑物的耐久性，应当在墙体中设置防潮层，防潮层可分为水平防潮层和垂直防潮层两种。

(1) 水平防潮层是指建筑物内外墙靠近室内地坪沿水平方向设置的防潮层。根据材料不同可分为防水砂浆防潮层、油毡防潮层、细石混凝土防潮层三种，当水平防潮层处设有钢筋混凝土圈梁时，不另设防潮层，如图 1-5 所示。

(2) 垂直防潮层的具体做法是在垂直墙面上先用水泥砂浆找平，再刷冷底子油一道、热沥青两道或采用防水砂浆抹灰防潮，如图 1-6 所示。

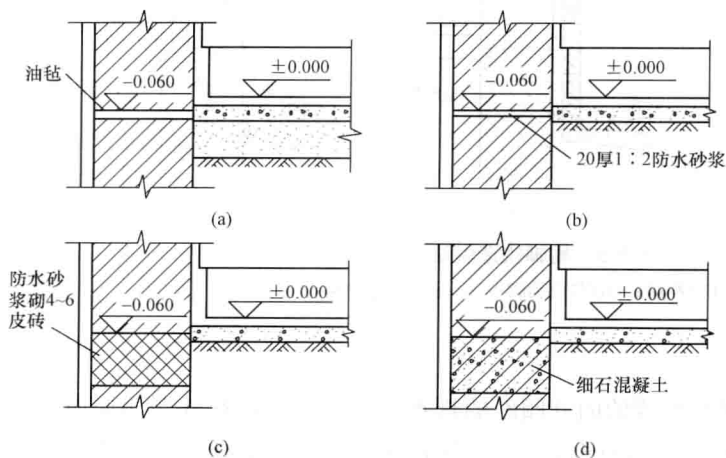


图 1-5 水平防潮层的做法

(a) 油毡防潮层；(b) 防水砂浆防潮层；(c) 防水砂浆砌砖防潮层；(d) 细石混凝土防潮层

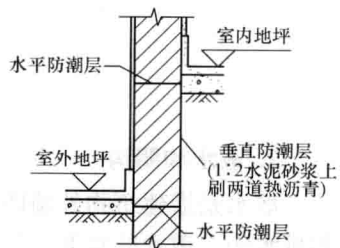


图 1-6 垂直防潮层的做法

### 4. 窗台

窗台是窗洞下部的构造，用来排除窗外侧流下的雨水和内侧的冷凝水，且具有装饰作用。按其构造做法不同可分为外窗台和内窗台。位于窗外的窗台叫作外窗台。其有悬挑窗台和不悬挑窗台两种，如图 1-7 所示；位于室内的窗台叫作内窗台。一般为水平放置，通常结合室内装修选择水泥砂浆抹灰、木板或贴面砖等多种饰面形式。北方地区常在窗台下设置暖气槽，如图 1-8 所示。

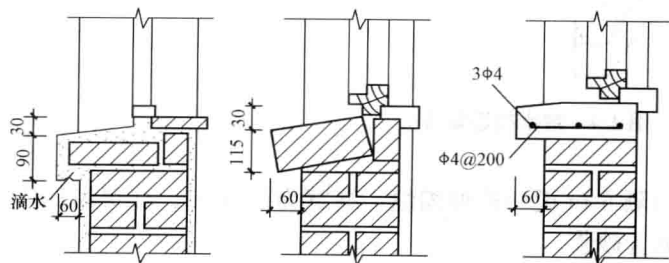


图 1-7 外窗台形式(悬挑)

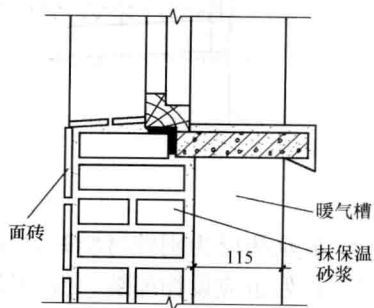


图 1-8 内窗台形式

## 5. 过梁

过梁是指设置在门窗洞口上部,用以承受上部墙体和楼盖重量的横梁。常见的过梁有砖砌平拱过梁、钢筋砖过梁和钢筋混凝土过梁三种。

(1)砖砌平拱过梁。砖砌平拱过梁是我国的传统做法,如图 1-9 所示。将立砖和侧砖相间砌筑,使灰缝上宽下窄相互挤压形成拱的作用。其跨度不应超过 1.2 m,用竖砖砌筑部分的高度不应小于 240 mm。

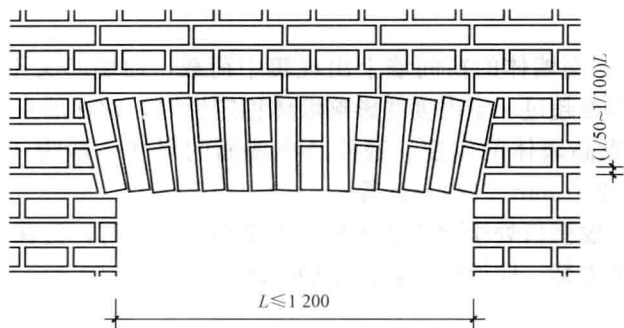


图 1-9 砖砌平拱过梁

(2)钢筋砖过梁。钢筋砖过梁是在平砌砖的灰缝中加设适量钢筋而形成的过梁,如图 1-10 所示。其跨度不应超过 1.5 m,底面砂浆处的钢筋,其直径不应小于 5 mm,间距不宜大于 120 mm,钢筋伸入支座砌体内的长度不宜小于 240 mm,砂浆层的厚度不宜小于 30 mm。

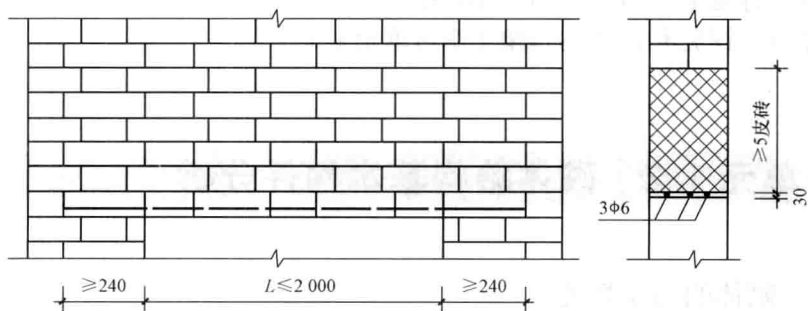


图 1-10 钢筋砖过梁

砖砌过梁所用的砂浆不宜低于 M5。对有较大震动荷载或可能产生不均匀沉降的房屋,不应采用砖砌过梁,而应采用钢筋混凝土过梁。

(3)钢筋混凝土过梁。钢筋混凝土过梁的适应性较强,是目前在建筑中普遍采用的一种过梁形式。当门窗洞口跨度超过 2 m 或上部有集中荷载时需采用钢筋混凝土过梁,钢筋混凝土过梁有现浇和预制两种,梁高及配筋由计算确定。常见梁高为 60 mm、120 mm、180 mm、240 mm,其断面形式如图 1-11 所示。

## 6. 墙身的加固构造

当墙身承受集中荷载、墙上开洞以及受地震等因素影响时,为提高建筑物的整体刚度和墙体的稳定性,应视具体情况对墙身采取相应的加固措施。

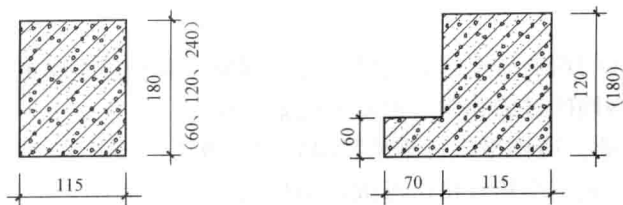


图 1-11 钢筋混凝土过梁

(1)壁柱和门垛。当墙体的窗间墙上出现集中荷载,而墙厚又不足以承受其荷载;或当墙体的长度和高度超过一定限度并影响墙体稳定性时,常在墙身局部适当位置增设凸出墙面的壁柱以提高墙体的刚度。壁柱凸出墙面的尺寸一般为  $120\text{ mm} \times 370\text{ mm}$ 、 $240\text{ mm} \times 370\text{ mm}$ 、 $240\text{ mm} \times 490\text{ mm}$  等。

当门上开设的门窗洞口处于两墙转角处或丁字墙交接处时,为保证墙体的承载力及稳定性和便于门框的安装,应设门垛,门垛的长度不应小于  $120\text{ mm}$ ,如图 1-12 所示。

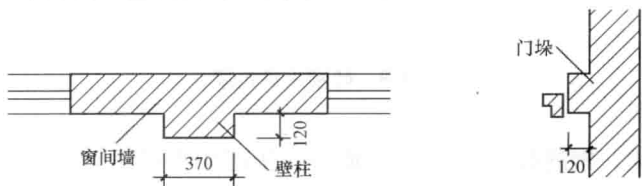


图 1-12 壁柱与门垛

(2)圈梁。详见本书“学习情境 4 学习单元 4.4”。

(3)构造柱。详见本书“学习情境 4 学习单元 4.4”。

## 学习单元 1.2 砌体结构基本构件分析

### 1.2.1 砌体的力学性能

#### 1. 砌体的抗压性能

(1)砖砌体在轴心受压下的破坏特征。砖砌体是由两种不同的材料(砖和砂浆)粘结而成,其受压破坏特征不同于单一材料组成的构件。根据试验结果,砖砌体轴心受压时从开始加载直至破坏,按照裂缝的出现和发展等特点,可以划分为以下三个受力阶段:

第一阶段:从砌体受压开始,到出现第一条(批)裂缝,如图 1-13(a)所示。在此阶段,随着压力的增大,首先在单块砖内产生细小裂缝,以竖向短裂缝为主。就砌体而言,多数情况下约有数条,砖砌体内产生第一批裂缝时的压力为破坏时压力的  $50\% \sim 70\%$ 。

第二阶段:随着压力的增加,单块砖内的初始裂缝将不断向上及向下发展,并沿竖向通过若干皮砖,在砌体内逐渐连接成一段段的裂缝,如图 1-13(b)所示,同时产生一些新的裂缝。此时,即使压力不再增加,裂缝仍会继续发展,砌体已临近破坏状态,其压力为破坏时压力的  $80\% \sim 90\%$ 。

第三阶段：压力继续增加，砌体中裂缝迅速加长加宽，竖向裂缝发展并贯通整个试件，裂缝将砌体分割成若干个半砖小柱体，如个别砖可能被压碎或小柱体失稳，整个砌体也随之破坏，如图 1-13(c) 所示。以破坏时压力除以砌体横截面面积所得的应力称为该砌体的极限抗压强度  $N_u$ 。

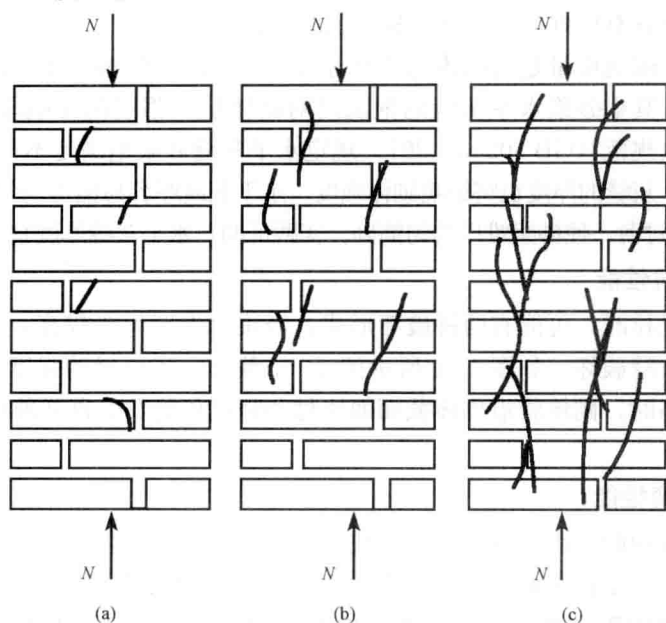


图 1-13 砖砌体轴心受压时破坏特征

(a)  $N = (0.5 \sim 0.7) N_u$ ; (b)  $N = (0.8 \sim 0.9) N_u$ ; (c)  $N = N_u$

(2) 砖砌体受压应力状态的分析。轴心受压砌体总体上处于均匀的中心受压状态，但若在试验时仔细测量砌体中砖块的变形，可以发现，砖在砌体中不仅受压，而且受弯、受剪和受拉，处于复杂的受力状态中。产生这种现象的主要原因有以下几点。

1) 砂浆层的非均匀性：造成了砌体受压时砖并非均匀受压，而是处于受拉、受弯和受剪的复杂应力状态。

2) 砖和砂浆横向变形差异：砖内产生的附加横向拉力将加快裂缝的出现和发展。

3) 竖向灰缝的应力集中：砌体的竖向灰缝往往不能填实，因此，砖在竖向灰缝处易产生横向拉应力和剪应力的应力集中现象，从而引起砌体强度的降低。

(3) 影响砌体抗压强度的主要因素。

1) 块材和砂浆的强度。块材和砂浆的强度是决定砌体抗压强度的主要因素。试验表明，以砖砌体为例，当砖强度等级提高一倍时，砌体抗压强度可提高 50% 左右；当砂浆强度等级提高一倍，砌体抗压强度可提高 200%，但水泥用量要增加 50% 左右。

一般来说，砖本身的抗压强度总是高于砌体的抗压强度，砌体强度随块体和砂浆强度等级的提高而增大，但提高块体和砂浆强度等级不能按相同的比例提高砌体的强度。

2) 块体的形状。块体的外形对砌体强度也有明显的影响，块体的外形比较规则、平整，则砌体强度相对较高。如细料石砌体的抗压强度比毛料石砌体抗压强度可提高 50% 左右；灰砂砖具有比塑压黏土砖更为整齐的外形，砖的强度等级相同时，灰砂砖砌体的强度要高于塑压黏土砖砌体的强度。

3) 砂浆的性能。砂浆流动性和保水性越好,越易于铺砌成厚度和密实性都较均匀的水平灰缝,从而提高砌体的强度。但过大的流动性(采用过多塑化剂)会造成砂浆在硬化后的变形率也越大,砌体强度反而降低。纯水泥砂浆虽然抗压强度较高,但由于其保水性和流动性较差,不易保证其砌筑时砂浆饱满和密实,因而会使砌体强度降低。因此,性能较好的砂浆应具有良好的流动性和较高的密实性。

4) 砌筑质量。砌筑质量是指砌体的砌筑方式、灰缝砂浆的饱满度、砂浆层的铺砌厚度及均匀程度等,其中砂浆水平灰缝的饱满度对砌体抗压强度的影响较大,《砌体结构工程施工质量验收规范》(GB 50203—2011)规定水平灰缝砂浆饱满度不得低于80%。

5) 灰缝厚度。灰缝的厚度也将影响砌体强度。水平灰缝厚容易铺得均匀,但增加了砖的横向拉应力;灰缝过薄,使砂浆难以均匀铺砌。实践证明,水平灰缝厚度宜为8~12 mm。

## 2. 砌体的抗拉性能

当砌体轴心受拉时,可能有两种破坏形式:当块材强度等级较高,砂浆强度等级较低时,砌体将沿齿缝破坏,如图1-14所示的 $a-a$ 截面;当块材的强度等级较低,而砂浆的强度等级较高时,砌体将沿砌体截面即块材和竖直灰缝发生直缝破坏,如图1-14所示的 $b-b$ 截面。

## 3. 砌体的抗弯性能

当砌体弯曲受拉时,由于受力方式、块材和砂浆的强度高及破坏的部位不同,可能有三种破坏形式:沿齿缝破坏,如图1-15(a)所示的 $a-a$ 截面;沿砌体截面即块材和竖直灰缝发生直缝破坏,如图1-15(a)所示的 $b-b$ 截面;沿通缝截面破坏,如图1-15(b)所示的 $c-c$ 截面。

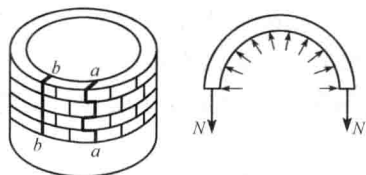


图 1-14 砌体的轴心受拉破坏

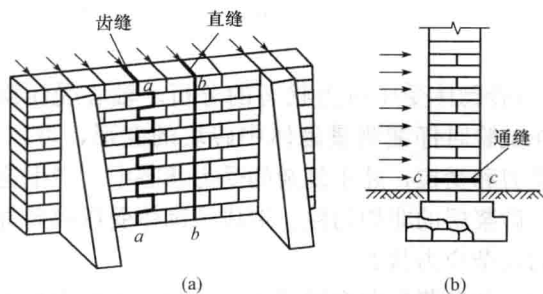


图 1-15 砌体的弯曲受拉破坏

(a)沿灰缝破坏、沿砌体截面破坏; (b)沿通缝截面破坏

## 4. 砌体的抗剪性能

当砌体受剪时,可能有三种破坏形式:沿通缝破坏,如图1-16(a)所示;沿齿缝破坏,如图1-16(b)所示;沿阶梯缝破坏,如图1-16(c)所示。

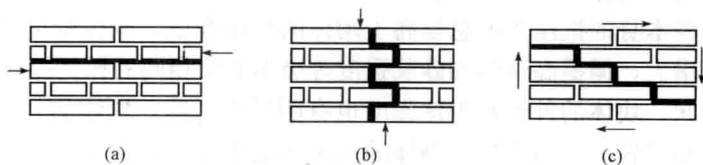


图 1-16 砌体受剪破坏形态

(a)沿通缝剪切; (b)沿齿缝剪切; (c)沿阶梯缝剪切



试验表明,砌体的受拉、受弯、受剪破坏一般发生在砂浆和块体的连接面上。因此,砌体的抗拉、抗弯、抗剪强度主要取决于灰缝的强度,即砂浆的强度。

## 1.2.2 砌体结构基本构件计算

### 1. 砌体结构承载力计算的基本表达式

砌体结构采用以概率理论为基础的极限状态设计法设计,按承载力极限状态设计的基本表达式为:

$$r_0 S \leq R(f)$$

式中  $R(f)$ ——结构构件的设计抗力函数;

$r_0$ ——结构重要性系数,对一级、二级、三级安全等级,分别取 1.1、1.0、0.9;

$S$ ——内力及内力组合设计值(如轴向力、弯矩、剪力等)。

砌体结构除应按承载能力极限状态设计外,还要满足正常使用极限状态的要求,一般情况下,正常使用极限状态可由构造措施予以保证,不需验算。

### 2. 房屋的静力计算方案

根据《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)的规定,在混合结构房屋内力计算中,根据房屋的空间工作性能可分为刚性方案、弹性方案和刚弹性方案。

(1)刚性方案。房屋横墙间距较小,楼盖(屋盖)水平刚度较大时,房屋的空间刚度较大,在荷载的作用下,房屋的水平位移较小,在确定房屋计算简图时,可以忽略房屋水平位移,而将屋盖或楼盖视作墙或柱的不动铰支撑,这种房屋称为刚性方案房屋。一般多层住宅、办公楼、医院往往属于此类方案,如图 1-17(a)所示。

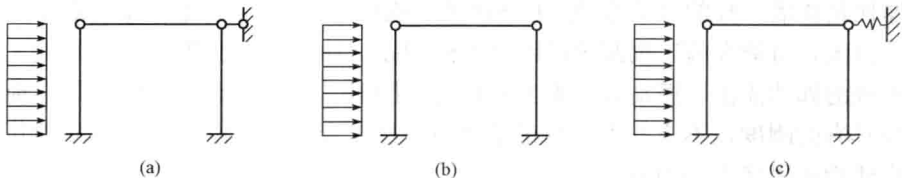


图 1-17 混合结构房屋的计算简图

(a)刚性方案; (b)弹性方案; (c)刚弹性方案

(2)弹性方案。房屋横墙间距较大,楼盖(屋盖)水平刚度较小时,房屋的空间工作性能较差,在荷载的作用下,房屋的水平位移较大,在确定房屋计算简图时,必须考虑房屋的水平位移,把屋盖或楼盖与墙、柱的连接处视为铰接,并按不考虑空间工作的平面排架计算,这种房屋称为弹性方案房屋。一般单层厂房、仓库、礼堂、食堂等多属于此类方案,如图 1-17(b)所示。

(3)刚弹性方案。房屋的空间刚度介于刚性与弹性方案之间,在荷载的作用下,房屋的水平位移较弹性方案小,但又不可忽略不计,这种房屋属于刚弹性方案房屋。其计算简图可用屋盖或楼盖与墙、柱的连接处为具有弹性支撑的平面排架,如图 1-17(c)所示。

按照上述原则,为了方便设计,在《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)中,将房屋按屋盖或楼盖的刚度划分为三种类型,并按房屋的横墙间距  $s$  来确定其静力计算方案,见表 1-1。