

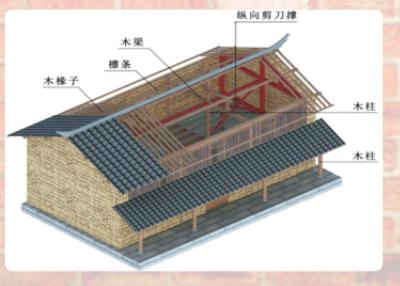
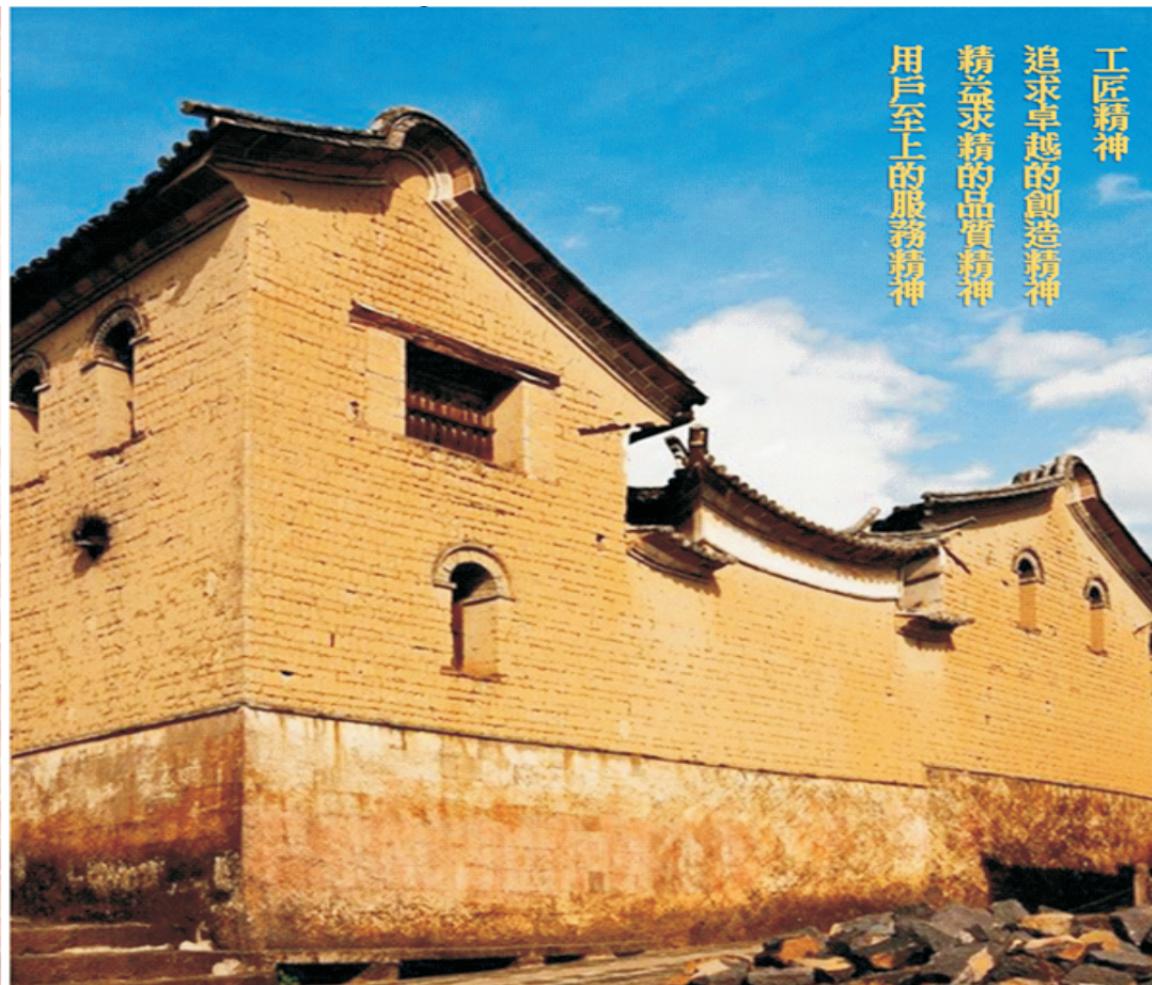
云南省

# 乡村建筑工匠 培训教材 (试用)

XIANGCUN JIANZHU GONGJIANG  
PEIXUN JIAOCAI (SHIYONG )

工匠精神

追求卓越的創造精神  
精益求精的品質精神  
用戶至上的服務精神



云南省住房和城乡建设厅  
昆明理工大学



## 云南省乡村建筑工匠培训教材编委

顾    问：赵志勇 叶燎原  
编委主任：白庆武  
编委副主任：蔡明忠 陶忠  
编委成员：陶燕 何颖成 秦云 钟阳  
              冼乐勇 徐荣荣 沈景文 雷启南  
              肖承波 吴体 陈雪莲 高永昭  
              秦辉 张太炎 蔡世泽 朱迪  
              李常睿 高兴原 杨红 董靖  
              王铭全 田毅 柏文峰 杨晓东  
              毛志睿 白羽 潘文 陆琨  
              罗志坚 苏何先 赖正聪 赵惠敏

## 前 言

为贯彻落实中共中央办公厅、国务院办公厅《关于加快推进乡村人才振兴的意见》，助力我省乡村振兴战略实施，逐步提升农房建设质量和乡村建筑风貌，按照《住房城乡建设部关于切实加强农房建设质量安全的通知》（建村〔2016〕280号）要求及云南省“十四五”乡村建设有关要求，深入开展党史学习教育，落实住建部“我为群众办实事”工作安排，充分发挥乡村建设工匠保障农村建房质量安全的重要作用，积极开展乡村建设工匠培训，提升乡村建设工匠的专业技术水平，巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接，按省住房和城乡建设厅工作安排特组织编写此工匠培训教材。

教材编写以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记关于安全生产的重要指示批示精神，牢固树立以人民为中心的发展思想，全面落实安全发展理念，坚持问题导向和目标导向相结合，以确保村镇建设工程质量和安全为目标，通过提高村镇建设专业技术水平和农村建设工匠队伍整体素质，有效提升农村建设安全和质量，传承乡村建设风貌，着力打造具有鲜明地方特色的云南生态宜居美丽乡村，让云南乡愁成为世界名片。

# 目 录

<b>第 1 章 政策背景及目的意义 .....</b>	<b>1</b>
1.1 农房建设应当遵守的法律法规 .....	1
1.1.1 相关法律法规 .....	1
1.1.2 主要相关条文 .....	2
1.2 国家及地方政策背景 .....	3
1.2.1 全面实施乡村振兴战略 .....	3
1.2.2 云南省传统村落保护与发展 .....	3
1.3 农村建筑工匠培训目的及意义 .....	5
1.3.1 建筑工匠培训目的 .....	5
1.3.2 建筑工匠培训意义 .....	5
1.4 自建农房管理要求 .....	6
<b>第 2 章 云南乡村建设及特色建筑 .....</b>	<b>7</b>
2.1 “十三五”时期云南乡村建设的回顾 .....	7
2.1.1 村庄规划工作全力推进 .....	7
2.1.2 农村危房改造取得历史性成就 .....	7
2.1.3 村落保护和风貌提升取得积极进展 .....	7
2.2 云南特色村庄 .....	8
2.2.1 云南干栏式建筑 .....	8
2.2.2 板楼建筑 .....	10
2.2.3 合院式建筑 .....	11

2.2.4 土掌房建筑 .....	13
2.3 当代民居 .....	14
2.3.1 农村民居的演化发展 .....	14
2.3.2 未来新农村的创新 .....	16
2.3.3 减隔震概念 .....	17
<b>第3章 乡村规划与建设场地选址 .....</b>	<b>19</b>
3.1 乡村规划 .....	19
3.2 农村建筑场地选址 .....	21
<b>第4章 云南乡村农房技术特点和常见安全隐患 .....</b>	<b>25</b>
4.1 干栏式结构 .....	26
4.1.1 基本性能 .....	26
4.1.2 安全隐患分析 .....	26
4.2 板类建筑结构 .....	27
4.2.1 基本性能 .....	27
4.2.2 安全隐患分析 .....	28
4.3 合院建筑 .....	29
4.3.1 基本性能 .....	29
4.3.2 安全隐患分析 .....	30
4.4 土掌房建筑 .....	31
4.4.1 基本性能 .....	31
4.4.2 安全隐患分析 .....	32
4.5 农村火灾隐患 .....	33
4.5.1 木结构住房防火 .....	33
4.5.2 案例分析 .....	34
<b>第5章 农房建筑材料及要求 .....</b>	<b>36</b>
5.1 建筑材料的基本要求 .....	37
5.1.1 建筑材料的分类 .....	37
5.1.2 建筑材料的基本要求 .....	37
5.2 钢材 .....	37
5.2.1 钢筋的品种与力学性能 .....	38
5.2.2 钢筋质量鉴别 .....	40
5.3 水泥 .....	41

5.3.1 水泥的种类与组成 .....	41
5.3.2 水泥的技术要求 .....	42
5.4 木材 .....	43
5.4.1 常用木材 .....	43
5.4.2 存放木材的方法 .....	44
5.4.3 木材的自然干燥 .....	44
5.4.4 木材的防腐 .....	45
5.5 混凝土 .....	46
5.5.1 混凝土常用材料 .....	46
5.5.2 混凝土的分类及性质 .....	47
5.5.3 混凝土的配合比 .....	49
5.5.4 混凝土的养护 .....	49
5.6 建筑砂浆 .....	50
5.6.1 砌筑砂浆 .....	51
5.6.2 抹面砂浆 .....	52
5.7 砖、砌块及石料 .....	53
5.7.1 砖 .....	53
5.7.2 混凝土砌块 .....	56
5.7.3 石材 .....	57
5.8 石灰与石膏 .....	58
5.8.1 石灰 .....	58
5.8.2 石膏 .....	60
5.9 建筑装修材料 .....	61
5.9.1 建筑陶瓷 .....	61
5.9.2 建筑装饰板材 .....	62
5.9.3 建筑玻璃 .....	65
5.9.4 铝合金与塑钢 .....	66
5.10 建筑防水材料 .....	68
5.10.1 防水卷材 .....	68
5.10.2 防水涂料 .....	69
<b>第 6 章 典型农房结构与抗震措施 .....</b>	<b>72</b>
6.1 民房构造 .....	72
6.2 地基基础 .....	74
6.2.1 对地基的要求 .....	74

6.2.2 对基础的要求 .....	74
6.3 地基处理 .....	74
6.3.1 灰土地基施工规定 .....	74
6.3.2 砂和砂石地基施工规定 .....	75
6.3.3 碎砖三合土地基施工规定 .....	76
6.4 基础埋置深度 .....	77
6.5 砖混结构 .....	79
6.5.1 一般规定 .....	79
6.5.2 抗震加固措施 .....	83
6.6 砖木结构 .....	84
6.6.1 一般规定 .....	84
6.6.2 抗震加固措施 .....	85
6.7 木结构 .....	87
6.7.1 一般规定 .....	88
6.7.2 抗震加固措施 .....	90
6.8 生土结构 .....	92
6.8.1 一般规定 .....	92
6.8.2 抗震加固措施 .....	93
6.9 石结构 .....	97
6.9.1 一般规定 .....	97
6.9.2 抗震加固措施 .....	99
<b>第 7 章 农房施工技术 .....</b>	<b>102</b>
7.1 农房建筑基本识图 .....	102
7.1.1 建筑识图 .....	102
7.1.2 结构识图 .....	111
7.1.3 水电施工识图 .....	114
7.2 基础施工 .....	119
7.2.1 基础垫层 .....	119
7.2.2 砖放脚基础施工 .....	119
7.2.3 石基础施工 .....	121
7.2.4 混凝土基础施工 .....	121
7.2.5 基础回填 .....	121
7.3 主体结构施工 .....	124
7.3.1 模板工程 .....	125

7.3.2 钢筋工程.....	126
7.3.3 混凝土工程.....	129
7.4 墙体砌筑施工 .....	132
7.4.1 施工前的准备工作.....	132
7.4.2 砖墙砌筑工艺流程 .....	132
7.4.3 实心砖墙砌筑 .....	133
7.4.4 烧结空心砖墙砌筑 .....	135
7.4.5 混凝土小型空心砌块砌筑 .....	136
7.5 石砌体施工 .....	139
7.5.1 一般要求.....	139
7.5.2 料石砌体施工 .....	139
7.5.3 平毛石砌体施工 .....	140
7.6 砌筑工程施工基本知识.....	140
7.7 屋面女儿墙 .....	143
7.7.1 女儿墙施工 .....	143
7.7.2 女儿墙泛水的防水构造质量要求 .....	143
7.8 屋面防水工程 .....	144
7.8.1 卷材防水屋面 .....	145
7.8.2 刚性防水屋面 .....	149
7.9 装饰装修工程 .....	149
7.9.1 吊顶工程.....	149
7.9.2 乳胶漆施工 .....	155
7.9.3 地面贴砖施工 .....	156
7.9.3 墙面贴砖施工 .....	160
<b>第 8 章 新材料及新技术 .....</b>	<b>164</b>
8.1 高延性混凝土 .....	164
8.1.1 高延性混凝土概念.....	164
8.1.2 高延性混凝土加固农房技术优势 .....	164
8.1.3 高延性混凝土加固农房项目和案例 .....	165
8.1.4 高延性混凝土施工 .....	167
8.2 装配式钢结构 .....	168
8.2.1 装配式钢结构概念.....	168
8.2.2 装配式钢结构实践 .....	169
8.2.3 装配式钢结构施工要点 .....	170

8.3 现代夯土技术 .....	173
8.3.1 生土建筑 .....	173
8.3.2 夯土墙技术要点 .....	174
8.4 光伏屋顶 .....	185
8.4.1 光伏屋顶概念 .....	185
8.4.2 太阳能资源 .....	185
8.4.3 太阳能利用方式 .....	186
8.4.4 太阳能光伏建筑的优点 .....	187
8.4.3 光伏屋顶系统 .....	187
8.4.5 光伏屋顶安装要点 .....	189
附录 云南省主要城镇抗震设防烈度、设计基本加速度和设计地震分组 .....	192
参考文献 .....	195

# 第1章 政策背景及目的意义



1. 掌握农村建房应当遵守的法律法规。
2. 了解国家及地方关于乡村建设的政策。
3. 了解建筑工匠培训的目的及意义。
4. 掌握农村建房管理要求。

## 1.1 农房建设应当遵守的法律法规



图 1-1 相关法律法规

### 1.1.1 相关法律法规

1. 《中华人民共和国土地管理法实施条例》2021年修订版自2021年9月1日起施行

- 2.《中华人民共和国土地管理法》2019年修订版自2020年1月1日起施行
- 3.《中华人民共和国城乡规划法》2019年修订版自2008年1月1日起施行
- 4.《村庄和集镇规划建设管理条例》1993年会议通过自1993年11月1日起施行
- 5.《村庄整治技术规范》2008年发布自2008年8月1日起施行
- 6.《建设工程抗震管理条例》2021年最新版自2021年9月1日起施行
- 7.各省、自治区、直辖市颁布的农村宅基地管理办法等。

### 1.1.2 主要相关条文

- 1.珍惜土地和切实保护耕地是我国的基本国策。
- 2.农村宅基地、自留地、自留山、承包地均归农村集体所有，农民具有依法使用权。
- 3.任何组织和个人不得侵占、买卖、出租或者以其他形式非法转让土地；农村村民出卖、出租住房后，再申请宅基地的，不予批准。

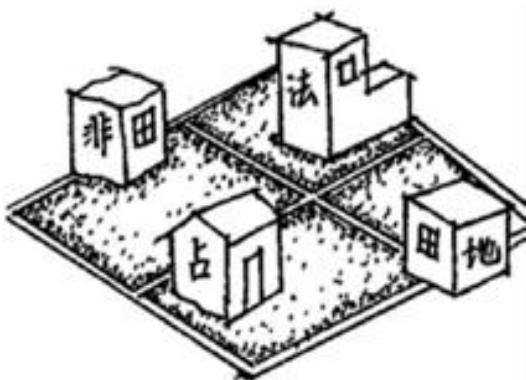


图 1-2 非法占用土地

- 4.农民擅自在自留地、自留山、承包地上建房、挖沙、采石、取土，属违法行为。确实需要使用农用地的，应依照法律规定和程序办理审批手续，未经批准或者采取欺骗手段骗取批准、非法占用土地建房的，均属违法行为。
- 5.农户依法使用宅基地应遵守以下义务：保护和合理利用宅基地，不得擅自改变宅基地的用途，不得妨害相邻权，不得妨害公共利益。
- 6.农民建房，应尽量使用原有的宅基地和村内空闲地。可以利用荒地的，不得占用耕地，可以利用劣地的，不得占用好地。
- 7.农村村民一户只能拥有一处宅基地，面积不得超过省（区、市）规定的标准。
- 8.规划明确撤并的村庄，不得新建、重建和改扩建农宅。
- 9.不得在公路沿线、城乡结合部，非法占用（租用）农民集体所有土地进行非农建设。



中华人民共和国国务院令第 744

号中《建设工程抗震管理条例》第四章中规定农村建设工程抗震设防的要求：

- 1) 各级人民政府和有关部门应当加强对农村建设工程抗震设防的管理，提高农村建设工程抗震性能；
- 2) 实施农村危房改造、移民搬迁、灾后恢复重建等，应当保证建设工程达到抗震设防强制性标准；
- 3) 农村村民住宅建设可以选用抗震技术图集，也可以委托设计单位进行设计，并根据图集或者设计的要求进行施工；
- 4) 县级以上地方人民政府应当加强对农村村民住宅和乡村公共设施建设工程抗震的指导和服务，加强技术培训，组织建设抗震示范住房，推广应用抗震性能好的结构形式及建造方法。

## 1.2 国家及地方政策背景

### 1.2.1 全面实施乡村振兴战略

国家层面《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》明确提出：优先发展农业农村，全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化。推进农业农村现代化是全面建设社会主义现代化国家的重大任务，是解决发展不平衡不充分问题的重要举措，是推动高原特色现代农业高质量发展的必然选择。

一是政策衔接，这需要我们必须按照乡村振兴战略的总要求，积极推进产业振兴、人才振兴、文化振兴、生态振兴、组织振兴，补齐农业农村发展短板；

二是体制机制衔接，应全面总结精准扶贫经验和教训，将既要扶贫也要扶志扶智，既要“输血”更要“造血”的脱贫攻坚工作机制；

三是规划衔接，建立健全有机衔接的统筹规划机制，做到规划设计一张图、一盘棋，搞好顶层设计、因地制宜、分类指导；

四是观念衔接，“老大难、老大难，老大重视就不难。”精准扶贫之所以很有成效，就是坚决贯彻一把手负总责、五级书记一起抓扶贫。

到 2035 年“人民生活更加美好，人的全面发展、全体人民共同富裕取得更为明显的实质性进展”；“十四五”时期“居民收入增长和经济增长基本同步，分配结构明显改善”，并以专门段落对提高人民生活水平作出明确部署。

### 1.2.2 云南省传统村落保护与发展

#### 1. 传统村落保护与发展的重要意义

云南省传统村落是云南民族之魂、文化之脉、自然之体、生态之基、历史之源、乡愁之根，是生态文明建设的重要载体，是描绘美丽云南画卷非凡的鸿笔。但是，随着经济社

会的快速发展以及农村社会的急剧变迁，云南省一些满载乡愁和久负盛名的传统村落正在加速衰落、消失，加强传统村落保护与发展已迫在眉睫。

## 2. 传统村落保护与发展工作

保护好、发展好、传承好云南的传统村落，必须坚持“抢救第一、保护为主，科学规划、适度改造，合理利用、传承发展”的基本原则，科学系统的制定传统村落保护与发展规划，既要确保传统村落的历史性、真实性和完整性，又要确保其合理开发、永续利用。

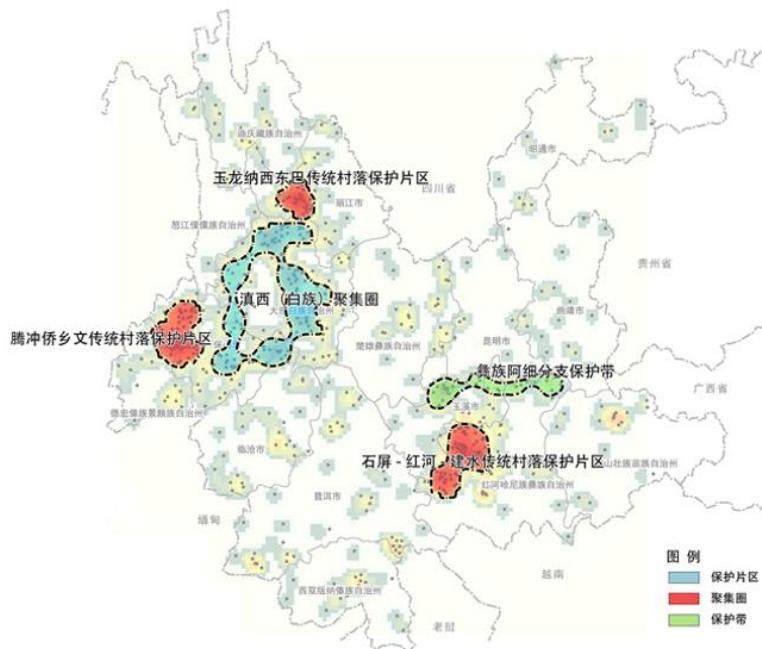


图 1-3 传统村落保护片区

要继续做好传统村落调查及申报；要科学编制传统村落保护发展规划；要切实做好传统村落保护项目；要切实加强名木古树及古建筑的保护；要合理选择传统村落的发展模式；要重点做好传统村落中的农村危房改造工作；要稳妥做好传统村落中的美丽乡村建设。

因此需要做到“因地制宜、示范先行”，根据地理、民俗、经济水平和农民期盼，既尽力而为又量力而行，集中力量解决突出问题，做到美丽、生态、宜居、有序。坚持先易后难、先点后面，合理安排建设任务和建设时序。

具体措施

要做好云南省传统村落的保护与发展就要继续做好传统村落调查及申报；要科学编制传统村落保护发展规划；要切实做好传统村落保护项目；要切实加强名木古树及古建筑的保护；要合理选择传统村落的发展模式；要重点做好传统村落中的农村危房改造工作；要稳妥做好传统村落中的美丽乡村建设。

## 1.3 农村建筑工匠培训目的及意义

### 1.3.1 建筑工匠培训目的

为推动我省农村建筑管理、施工操作人员了解掌握农村建设有关法律法规、农村建筑特色风貌、建筑施工中影响工程质量安全的常见问题等知识，规范施工操作，强化安全意识，提高农村建筑施工人员（建筑工匠）的业务技术水平，为保障村镇建房质量安全奠定基础，助力全省乡村振兴建设和农村人居环境综合整治，进行建筑工匠培训。

### 1.3.2 建筑工匠培训意义

农村建筑工匠培训工作的意义在于以下几个方面：

一是乡村振兴的需要。随着“生态宜居”作为农村建设目标的提出，各地农村建设逐渐步入法制化、标准化、规范化轨道。乡村振兴不但要求建筑工匠掌握常规建筑技能、建筑基本知识，还要求学习、了解和掌握新型生态建材、生态建造技术、防震减灾技术、建筑节能技术、村镇规划和环境整治等多方面的内容。

二是确保农房建设质量安全的需要。当前，我国农村正处于快速发展时期，富裕起来的农民朋友建房热情不断高涨，但农村人才技术相对薄弱，不仅影响了农房的建设质量，还制约了新农村建设的发展进程。因此，只有通过有组织、有计划的培训工作，提高农村个体工匠的建筑基础理论知识、操作技能、安全文明施工等综合素质，进而提高整个农村建筑队伍的施工管理能力和水平，才能缓解农村建筑工匠严重不足的矛盾，确保农房建设质量。

三是农房建设长远发展的需要。一方面，大量农村青壮年渴望学习建筑知识，掌握一技之长，为今后从业创造条件；另一方面，具有一定技能水平的农村建筑从业人员需要接受继续教育，进行知识更新，学习掌握更多的农房建设新理论、新材料、新技术、新标准、新方法和新工艺，丰富和提高建筑工匠自身综合素质；其次，部分农村建房者也需要了解一些农房建设基础知识，以便在农房建设中参与成本核算和质量管理。

四是规范村镇建设程序的需要。通过有组织、有计划地实施农村建筑工匠培训，积极引导和培育农村建筑市场，逐步建立健全持证上岗和市场准入制度，为规范村镇建设程序打好基础，为逐步培育和规范农村建筑市场提供制度、技术与人才保障。

## 1.4 自建农房管理要求

### 第一步 建房之前要申请

建房户建房之前，应向所在地的村(居)委会提出建房书面申请，填写有关申请表。



### 第二步 村里通过报乡镇



村民会议或者村民代表会议讨论通过后，由村(居)委会签署意见并报镇、乡人民政府，确需新占农用地和未利用地的，应当依法办理农用地转用审批手续。

### 第三步 建房条件要审核

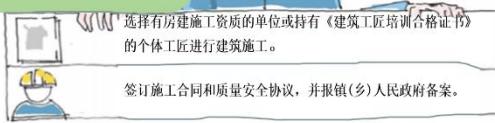


镇、乡人民政府对村民个人建房资料进行审核，依据乡、村规划和土地利用总体规划确定其建房位置和范围，并派村镇管理员、镇、乡国土管理员实地踏勘后签署意见。符合规划和建房条件的，核发《乡村建设规划许可证》。



### 第四步 设计施工要审核

建房户使用原有宅基地进行建设的，可以选用农房通用标准图集；也可委托有资质的设计单位和具有注册资质的个人进行设计，经镇、乡人民政府审查同意后方可施工。



选择有房建施工资质的单位或持有《建筑工匠培训合格证》的个体工匠进行建筑施工。

签订施工合同和质量安全协议，并报镇(乡)人民政府备案。

### 第五步 开工之前要申请



《村民个人建房开工申请表》和经审查同意的施工图纸到镇(乡)人民政府申请开工。符合要求的，镇、乡国土管理员根据用地范围，村镇管理员根据建筑设计和建筑施工规范共同进行放线，准予开工。后由乡镇村镇规划建设管理所出具《村民个人建房同意开工证明》。



总结和提示：

建房应该严格依照法律法规所规定的内容执行。

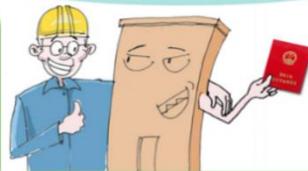
★自建农房也应当按照管理要求流程图所规定的步骤执行。

★《建设工程抗震管理条例》第四章中规定的农村建设工程抗震设防要求也应当严格遵守施行。

### 第六步 竣工之后要验收

### 第七步 验收合格办权证

完工后，由建房户邀请镇、乡人民政府、建房施工企业或个体工匠、村(居)委会负责人对房屋进行验收，质量合格的准予交付使用，质量不合格的必须整改直至合格。后出具《村民个人建房工程竣工验收表》。



房屋质量验收合格后由乡镇国土资源管理部门办理《集体土地房屋所有权证》。

## 第2章 云南乡村建设及特色建筑



### 学习小目标

1. 了解对传统村落保护发展的指导意见；
2. 了解云南现有的农村传统建筑结构；
3. 了解当代民居的演化发展；
4. 熟悉新农村未来发展创新的趋势。

## 2.1 “十三五”时期云南乡村建设的回顾

### 2.1.1 村庄规划工作全力推进

全省完成了行政村村庄规划 9897 个，县域乡村建设规划 65 个，传统村落保护发展规划 615 个，省级示范村、易地扶贫搬迁安置、集中安置新村等村庄建设规划 3700 个，古茶山(园)保护及周边“多规合一”的实用性村庄规划编制试点 47 个。全省乡村建设规划许可制度县级覆盖率达 100%、乡镇覆盖率达 80%以上。

### 2.1.2 农村危房改造取得历史性成就

脱贫攻坚农村危房全清零。完成对全省 187.17 万户建档立卡户住房逐户核验，并经受住了近年数次地震考验，解决了云南农村贫困群众住房安全问题。全省 1.14 万个行政村均已全面启动农村房屋安全隐患排查整治工作。排查农村房屋 98.45 万户，排查覆盖率达到 100%。完成了 7 个地震灾区和金沙江白格堰塞湖等灾区的恢复重建工作。减、隔震技术研发应用走在全国前列。

### 2.1.3 村落保护和风貌提升取得积极进展

全省共有国家级历史文化名村 11 个，省级历史文化名村 27 个；传统村落达到 708 个；划定历史文化街区 34 片、历史建筑 1783 处，出台了《关于加强传统村落保护发展的指导意见》，推动大理州入选全国 2020 年传统村落集中连片保护利用示范市。历史文化名城名

镇名村云南体系和民族谱系基本形成，传统城镇村落形态和特色风貌已成为云南外在形象展示和美丽云南的重要构成要素。

尽管“十三五”时期，云南乡村建设各个方面都取得了显著成绩，但也要清醒的看到，当前我省农村现代化仍然存在诸多短板弱项，乡村建设还面临不少问题与挑战。如农村规划管理效果不佳、农村基础设施建设仍然滞后、农村资源有限而资金投入不足等。“十四五”时期云南省乡村建设的目标任务之一是到 2025 年，建设 100 个乡村振兴示范乡镇、1000 个精品示范村、10000 个美丽村庄。

## 2.2 云南特色村庄

从古至今，建筑贯穿于人类物质和精神文明发展的始终，它承载着人类智慧，映射出多元的文化类型。我国各民族人民所创造的地域性建筑形成了各具特色的建筑文化。在云南各传统村落之中，积淀了大量形态多样、文化内涵丰富、景观特色鲜明的地域建筑。

针对云南传统村落的保护，到 2025 年，需完成全国重点文物保护单位和省级文物保护单位集中成片，传统村落整体保护利用，实施“拯救老屋”行动，积极申报乡村遗产客栈示范项目，实施非物质文化遗产名录体系建设项目等，打造云南省世界一流“健康生活目的地牌”。

按照云南现状民居分布情况，概括为合院式、干栏式、井干式、土掌房这四种主要建筑形式。按地区分布特点，细分为 18 个传统民居建筑文化分区。

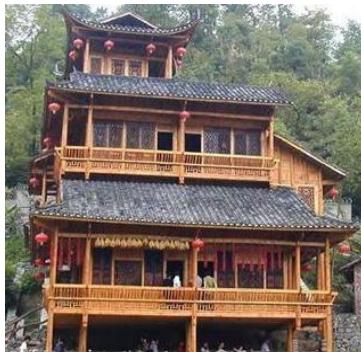


图 2-1 云南特色古村落

### 2.2.1 云南干栏式建筑

干栏式建筑是一种在木（竹）柱底架上建造起来的高出地面的房屋，是湿热（低热平原、低热山地）等地区比较常见的建筑类型。

表 2.1 典型干栏式建筑

类型	图例	基本结构形式	地区分布
1. 傣族竹楼		底层架空、人居楼上，柱承重体系；维护体系一般为木板或者竹篾材料，屋顶采用青瓦屋顶。	
2. 掌楼房	 源于《云南临沧南美拉祜族木掌楼营建技艺研究》	底部柱子承重，相比于傣族竹楼柱子直径较小，且在柱子中部会有类似圈梁的木构件将柱子连为一个整体；屋顶为茅草，周边为木板或竹篾材料。	在云南主要分布在景洪、勐腊、瑞丽、双江、泸水、陇川、镇康、澜沧、福贡、耿马、勐海、孟连、潞西等地区。
3. 千脚落地房		底部柱子承重，相比于傣族竹楼其柱子直径较小，数量较多；周边竹篾材料。	
4. 半边楼		承重体系由两部分组成，一部分是悬空部分的木柱，另一部分是未悬空部分的基础；围护是木板拼接而成。	
5. 吊脚楼		底层架空、人居楼上，柱承重体系；土家族吊脚楼的结构体系是属于穿斗式木构架，特点是把柱子串联起来，形成一榼榼的房架，檩条直接搁置在柱头上；沿檩条方向，再用斗枋把柱子串联起来。由此形成一个整体框架。屋面是由小青瓦、木椽子和檩条构成。	

依山的吊脚楼，形式是多种多样，其类型有以下几种：

(1) 单吊式：

这是最普遍的一种形式，有人称之为“一头吊”或“钥匙头”。它的特点是，只正屋一边的厢房伸出悬空，下面用木柱相撑。

#### (2) 双吊式：

又称为“双头吊”或“撮箕口”，它是单吊式的发展，即在正房的两头皆有吊出的厢房。单吊式和双吊式并不以地域的不同而形成，主要看经济条件和家庭需要而定，单吊式和双吊式常常共处一地。

#### (3) 四合水式：

这种形式的吊脚楼又是在双吊式的基础上发展起来的，它的特点是，将正屋两头厢房吊脚楼部分的上部连成一体，形成一个四合院。两厢房的楼下即为大门，这种四合院进大门后还必须上几步石阶，才能进到正屋。

#### (4) 二屋吊式：

这种形式是在单吊和双吊的基础上发展起来的，即在一般吊脚楼上再加一层。单吊双吊均适用。

#### (5) 平地起吊式：

这种形式的吊脚楼也是在单吊的基础上发展起来的，单吊、双吊皆有。它的主要特征是，建在平坝中，按地形本不需要吊脚，却偏偏将厢房抬起，用木柱支撑。支撑用木柱所落地面和正屋地面平齐，使厢房高于正屋。

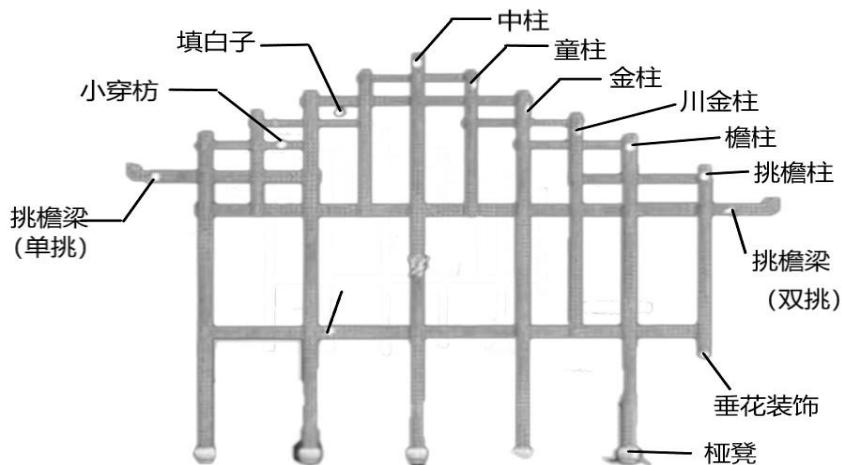


图 2-2 吊脚楼结构形式

### 2.2.2 板楼建筑

板屋按照墙体构造方式的不同，可分为：井干式房屋和土墙板屋。

#### 1. 井干式房屋

屋子的主要构成材料为木板。井干式房屋使用圆形或者方形木料层层堆砌而成，在重叠木料的每端各挖出一个能上托另一木料的沟槽，纵横交错堆叠成井框状的空间，故名“井干式”。

## 2. 土墙板屋建筑

土墙板屋平面近似方形，两层楼房，下关养牲畜，上层住人。房屋进深大，屋面坡度小，出檐深远，一般围二层楼房。

表 2.2 井干式楼房建筑

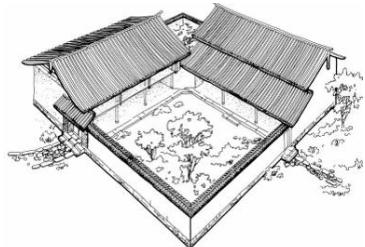
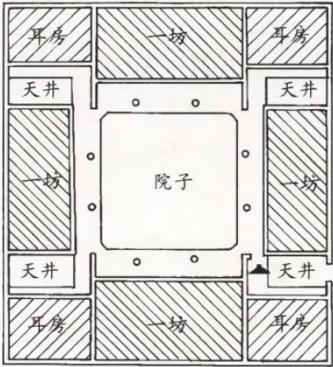
类型	图例	基本结构形式	地域分布
(1) 井干式房 屋	 木楞房	木墙体与屋面支撑构架彼此独立，使用圆形或者方形木料层层堆砌而成，在重叠木料的每端各挖出一个能上托另一木料的沟槽，纵横交错堆叠成井框状的空间。屋顶则用斧劈的木板错叠铺盖，上压石块，墙体的圆木会涂上牛粪或者草泥，用以防寒。	楚雄大姚 彝族木楞房、 丽江永宁摩梭 木楞房、兰坪 普米族木楞 房、洱源西山 白族“木栋 房”、怒江贡 山怒族井干 房。宁南、维 西、漾濞、贡 山、云龙、永 平、南华
(2) 土墙 类板 屋	 来源于《云南民居》	布置无固定格局，常依地势而定；平面布置简单，长方形平面居中立一柱。堂屋中的中柱是二层平面的核心。	主要位于 中甸（香格里 拉）。中甸位 于滇西北横断 山的雪域之 中，海拔 3300米，是 云南藏族的主 要聚居地之 一。

### 2.2.3 合院式建筑

合院住屋从形式上大致分为宫室式、天井式、院落式三种。

主要特征：以天井为平面布局的中心，内向性聚合空间。“方形根基”为基本母题，以轴线为空间布局的控制。体现“礼制”的空间次序。

表 2.3 典型的合院式建筑

类型	图例	基本结构形式	地域分布
1. 一颗印		毗连式三间四耳，即正房三间，耳房东西各两间，有些还在正房对面，即进门处建有倒座。通常为楼房，为节省用地，改善房间的气候，促成阴凉，采用了小天井。外墙一般无窗、高墙，住宅地盘方整，外观方整，当地称“一颗印”。	
2. 三坊一照壁		正房三间的两侧，各有“漏角屋”两间，也是二层，但进深与高度皆比正房稍小，前面形成一个小天井或“一线天”以利采光、通风及排雨水。	昆明及周边民居、大理、丽江合院民居、建水、石屏合院民居。
3. 两坊拐角		三坊一照壁在经济条件暂不许可时只盖两坊，此两坊不能对面建盖，必须成曲尺形布置，故形成二坊拐角的平面型式。	
4. 四合五天井		与三坊一照壁不同点在于去掉了正房面对的照壁而代之以三间下房的一坊，围成一个封闭的四合院，同时在下房两侧又增加了两个漏角小天井，故名为四合五天井。	

房屋以木料的柱梁为支架，墙体多为夯土墙或土墼墙，内部为楼板，板壁等。主要竖向承重体系为夯土墙，木柱相当于构造柱的作用。维护体系材料多采用土，进行夯实；屋顶为青瓦材料。

中华白族第一村——周城村，周城民居是研究白族民居建筑史的活标本，民居独家院、标准院、三坊一照壁、四合五天井、走马串角楼等民族建筑房舍独具特色、巷道幽深纵横交错。

啄木郎村的建筑风格保持了南诏彝族的精粹，与大理白族“三坊一照壁”、“四合五天井”风格如出一辙。不过，这里的彝族建筑偏向于抽象木雕、砖木结构，以及房棱砖瓦。

海镜村民居以土木梁柱构架承重，屋架形式为穿斗式，楼层高度一般为1—2层。墙体使用较多的有土坯、青砖；屋顶常用灰色筒瓦、板瓦；木材选用当地较多的松木。海镜村民居以云南典型的“一颗印”为其主要的居住单元。



图 2-3 (a) 周城村；(b) 啄木郎村；(c) 海镜村

#### 2.2.4 土掌房建筑

彝族土掌房为彝族先民的传统民居，距今已有500多年的历史，层层叠落，相互连通，远远看去甚是壮观，后期彝汉混居，融合了部分汉族民居的特点，逐步形成具有鲜明地方特色的民居建筑，堪称民居建筑文化与建造技术发展史上的“活化石”。

##### 基本结构形式：

是土木结构的建筑，木质梁柱通过穿斗、抬梁等榫卯结构相固定，四面用夯土或土坯砖围合墙面不起承重作用。二层土墙的重量是由楼板及木构架承担；夯土墙的原材料是红土或稻田土，再加入一定比例的山沙和稻草末以防止墙体开裂。

**地域分布：**滇中、滇南干热河谷地区的典型代表性民居



图 2-4 典型土掌房建筑

## 2.3 当代民居

但近年来,在城乡一体化浪潮和乡村振兴战略推动我国乡村飞速发展的同时,也对我国乡村建筑文化产生了巨大的冲击。云南少数民族传统民居以生态观为建筑行为指南,向着现代化的方向稳步推进,同时注重传统建筑文化的发展创新,不同于以往“千村一面”等新农村面貌,新的发展机遇使传统村落的建筑文化焕发出原有的地域特色。

### 2.3.1 农村民居的演化发展

表 2.4 现代乡村特色民居

典例	现代民居	材料、工艺更替
1. 西双版纳干栏式建筑		<p><b>平面功能上</b>,底层架空层逐渐被利用作副业加工等,逐渐增加开窗的面积;竹楼上都通了自来水、有了卫生间、淋浴间等。</p> <p><b>建筑材料上</b>,由过去的木柱、木梁、竹楼板、竹篱笆维护墙、木屋架、挂瓦,发展到木柱、木梁、木楼板、木板维护墙、木屋架、挂瓦,部分一层砖柱、木梁、木楼板、木板维护墙、木屋架、挂瓦,有的是一层混凝土梁板柱结构,二层墙面采用砖砌体外墙贴瓷砖或木板,木屋架、挂瓦。</p>
2. 剑川木结构建筑		<p>报国寺在地基和基础的处理上与老式建筑有异:</p> <p>(1) 素土夯实地基以后浇筑碎石混凝土作为垫层;</p> <p>(2) 根据基础条件用级配相当的钢筋碎石混凝土浇筑地圈</p>

		<p>梁；</p> <p>(3) 在地圈梁中间用碎石土或砾石土夯实；</p> <p>(4) 地圈梁外围砌筑条石，并用砂浆嵌缝。</p>
3. 丽江白沙村		<p>砖混结构住房，框架结构为木柱、木梁；围护结构为砖石围护墙，增加开窗的面积，使用玻璃窗提高房屋整体的采光性能。</p>
4. 三坊一照壁演变		<p>砖木结构容易受到自然环境和其他因素的损坏，引入混凝土框架结构则可更好地支撑上部结构，提高房屋的抗震性能，将原有的三坊打通连接成一个整体，以获得内部空间的重新安排，在房间通达上则可更加方便，可以将阁楼的层高提高，三面的房屋层数设置不一致可用来表现建筑的主次。如鹤庆地区冬季盛行西南风，民居的正房大都坐西朝东，冬季可阻挡冷空气进入室内，可保证采光，将油烟污染严重的厨房的布置在东南角。</p>

### 2.3.2 未来新农村的创新

云南的木材资源较为丰富，但由于相关政策的原因禁止砍伐，因而木材价格很高。针对保证农村建筑结构安全同时又要维护农村风貌问题，已有的新材料、新技术可以在一定程度上去进行弥补如下表 2.5 所示。

表 2.5 新农村创新的期望

太阳能的合理利用	现代科技对太阳能的利用分为主动式和被动式两种，主动式太阳能技术主要包括太阳能光伏发电、太阳能采暖、废物转化制氢等，被动式太阳能技术主要有利用蓄热体或阳光间的被动式建筑采暖。
装配式钢结构的推广应用	现代建筑、追求时尚个性环保，追求省心省钱便捷，轻钢结构住房这一新型的建筑模式，以高性价比、环保便捷、质量过硬、可移动成为建筑市场变革力量的主体。
减震、隔震技术的应用	2016 年以来制订了地方政策法规，减、隔震建筑物数量云南省位居全国之首，全省采用减、隔震技术的建筑物已达到 2100 余栋。云南省强制应用隔震减震技术范围的扩大情况及部分典型工程项目，包含了低造价村镇建筑隔震等。
人与家畜居住分离	提高居住的环境卫生质量，有效的避免细菌的滋生与蔓延。
沼气设置	沼气池应与畜圈、厕所相连，使人畜粪便不断进入沼气池内，保证正常持续的产气，并且有利于粪便管理，改善环境卫生。
提高木结构的防腐、防火性能	木结构的防火性主要通过在表面覆盖液体防火剂来提高，具体可以通过喷淋、涂刷、浸渍来达成。这种防火剂通常情况下无色透明，不影响木材自身色泽或涂刷其他油漆的操作。
提高保温性能	胶合剂粘贴的保温材料以及保温砂浆的使用，如 EPS 板薄抹灰外墙外保温系统和胶粉 EPS 颗粒保温浆料外墙外保温系统。
改进屋面防水防潮	在坡屋顶内面，其上覆盖彩钢板或屋面瓦。
地域特色风貌保护	结构体系：避免采用钢筋网加混凝土进行加固，应用高延性混凝土进行内侧加固，对于承重柱的更换应使用与原构件类似或相同的材料，并且颜色相近，以保护建筑传统风貌。
	围护体系：非承重维护体系进行加固时采用与原有构件相同或者近似材料，并且安装完成后要与原有构件色彩相近，使得整个建筑色彩以及样式上不突兀。

	建议墙体使用高延性混凝土，尽量防止墙体损坏倒塌，之后外墙直接刷白或者抹上当地原有材料。
--	---

这些新型村落的成功正说明如何传承和创新少数民族村落建筑文化应放在乡村建设和建筑创作的首位，需要深入挖掘其背后所积淀的建筑文化内涵，在此基础上应用现代建筑的技术和审美进行发展创新，而非仅仅停留在对传统村落建筑形式的模仿。

### 2.3.3 减隔震概念

云南地处印度洋板块与欧亚板块碰撞带东侧，地质构造复杂，构造运动强烈。仅 1970—2020 年就发生 6 级以上强震 30 余次。根据云南地区的地震相关性研究，可以划分出 7 条主要的地震带，云南地区地震活动有强度大、频度高、灾害重、分布广的特点。

农村在修建房屋过程中，对于抗震问题几乎是不考虑的，很易导致“小震致灾”甚至“小震大灾”，基于地震多发、震灾严重的基本省情，在村镇积极推进减隔震技术应用是十分必要的。

#### 1. 减震基本概念

建筑减震（结构消能减震技术）是在结构物某些部位（如支撑、剪力墙、连接缝或连接件）设置耗能装置，如图 3.1 左所示，通过该装置产生摩擦，弯曲（或剪切、扭转）、弹塑性（或黏弹性）滞回变形来耗散或吸收地震输入结构的能量，以减小主体结构的地震反应，从而避免结构产生破坏或倒塌，达到减震控制的目的。

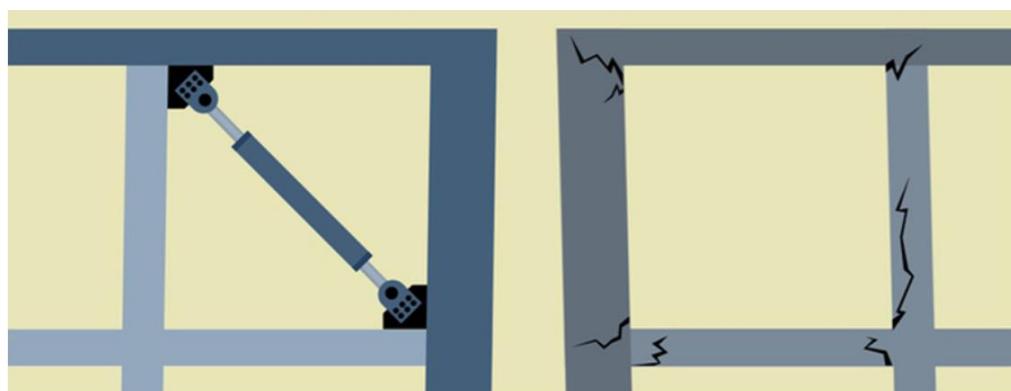


图 2-5 减震结构与非减震结构的地震反应回比

左 安装了阻尼器的框架结构

右 没安装阻尼器的框架结构破坏

#### 2. 隔震基本概念

建筑隔震是通过在房屋的某层柱顶设置隔震垫，阻止地震作用向上传递，从而达到减弱结构地震反映的效果。（如图 3.2 所示）

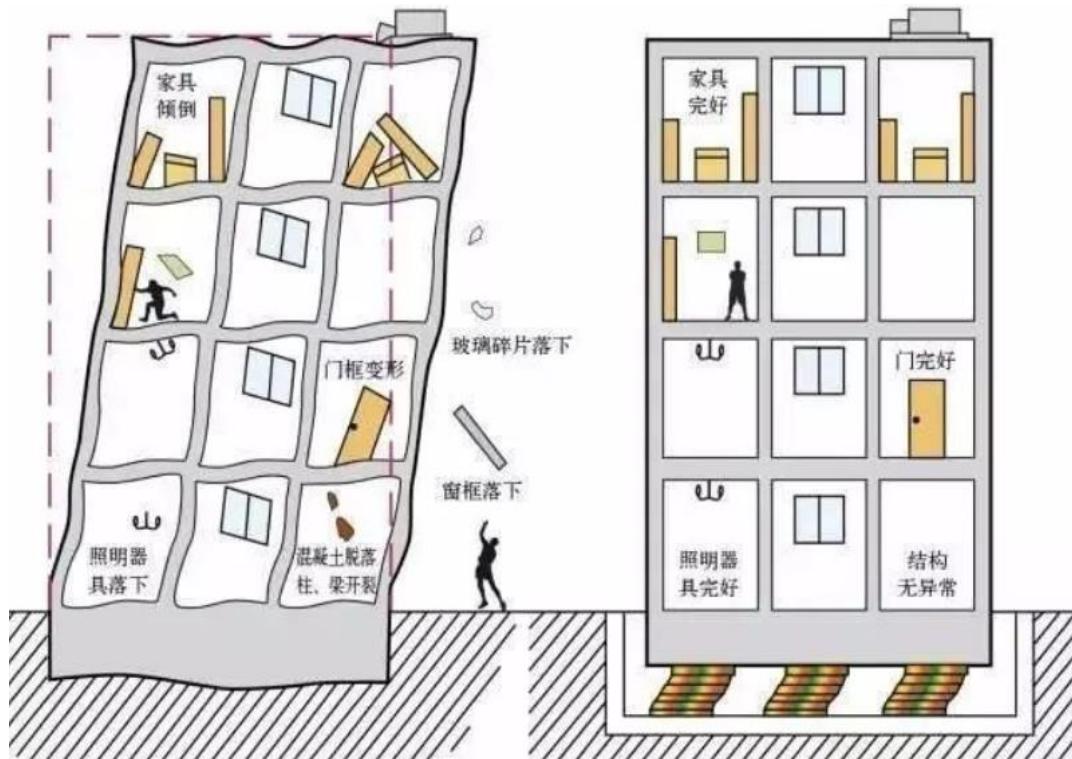


图 2-6 隔震建筑与非隔震建筑的地震反应对比



### 小知识

上面介绍的减、隔振概念是目前在地震中保证房屋安全最有效的工程技术。在日本，几乎所有新建的集合住宅都会采用隔振技术，我国的许多重要建筑，如医院、应急指挥中心等，也采用了隔振技术。在 2021 年 5 月云南大理漾濞地震中灾害调研中，采用减、隔振技术的房屋震害明显要小很多。

# 第3章 乡村规划与建设场地选址



## 学习小目标

1. 了解乡村规划的指导思想；
2. 掌握农村建筑选址问题、原则与因素等。

### 3.1 乡村规划

《云南省“十四五”乡村建设规划（征求意见稿）》指出建设规划基本原则为八条：规划先行、有序推进；问题导向、分类整治；生态优先、突出特色；因地制宜、示范先行；突出重点、有续集中；农民主体、激发动力；落实责任、形成合力；建管并重、完善机制。针对农村工匠最为相关的就是以下三点。

**问题导向、分类整治：**针对规划缺失、建设无序、风貌特色丧失、建房侵蚀坝区生态空间、“有新房无新村”、垃圾乱扔、杂物乱堆乱放、粪污乱排、污水横流、水体黑臭、村庄脏乱差、重建轻管等问题对症下药，一村一策，不搞一刀切，防止一哄而上和生搬硬套，杜绝形象工程、政绩工程。

**生态优先、突出特色：**把生态理念贯穿乡村建设全过程，统筹兼顾农村田园风貌保护和环境整治，综合提升田水路林村风貌，慎砍树、禁挖山、不填湖、少拆房，保护乡情风景，促进人与自然和谐共生、村庄形态与自然环境相得益彰。注重保护乡土韵味和地域文化元素符号，培植绿色经济、培育传统文化，杜绝千村一貌。

**因地制宜、示范先行：**根据地理、民俗、经济水平和农民期盼，既尽力而为又量力而行，集中力量解决突出问题，做到美丽、生态、宜居、有序。坚持先易后难、先点后面，合理安排建设任务和建设时序。

村庄规划的指导思想以及乡村振兴的总要求为“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”。

村庄规划原则是：

- (1) 合理布局；

- (2) 节约用地;
- (3) 因地制宜、远近期结合;
- (4)传承文脉;
- (5) 防灾减灾、保障公共安全。



由住房城乡建设部村镇建设司发布的《全国优秀村镇规划案例集》中收录了 10 个“县（市）域乡村建设规划优秀案例”、10 个“特色小镇规划优秀案例”和 10 个“村庄规划优秀案例集”。以下为优秀村庄规划案例的 2 个代表。

### 案例 1：云南省大理州祥云县下庄镇大仓村委会六组、七组村庄规划

大仓村是祥云县 21 个贫困村之一，位于云南省南部，大理白族自治州东部，县城祥城东距省会昆明市 331 公里，西距州府大理市 71 公里。

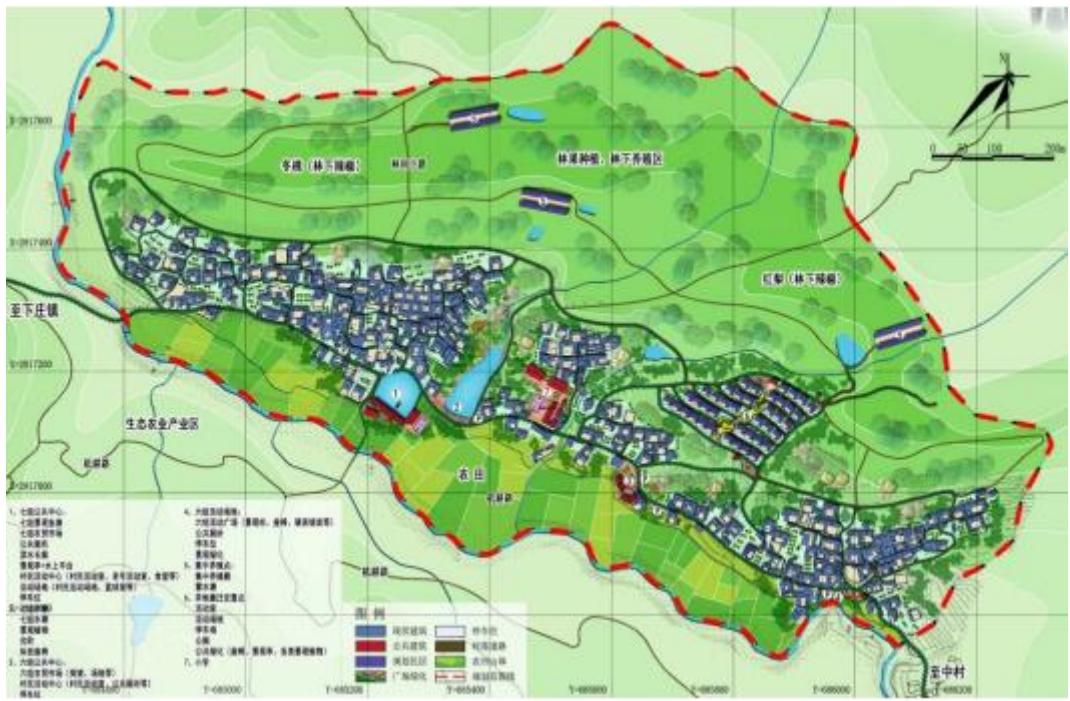


图 3-1 规划平面图

农房建设管理要求：对现状建筑分为保护类建筑、修缮类建筑、整治类建筑和更新类建筑，提出相应整治引导。

对于新建建筑，规划提供 4 个民居户型，建筑面积分别从 102—219 平方米，建筑风格为院落、坡屋顶的大仓村建筑风格，提供给村民作为未来建房选户型之用。

村庄整治安排：对道路交通、给排水、环卫设施、电力电信及农村危房分布等进行梳理和规划布局。

## 案例 2：重庆市开州区临江镇毛娅村村庄规划

毛垭村位于临江镇南部，距离临江镇政府 10 公里。南临南门镇龙头村，西接石泉村，北靠河口村，东接河口村。由于受地形限制以及道路宽度限制，外出较为不便。

### 农房建设管理：

尊重自然高差，利用地形创造错落有致、灵活多变的乡村建筑群落。在尊重形貌的基础上采用吊脚处理缓坡地形。

尊重地形特征，继承和发扬渝东民居台地建筑处理手法，采用吊脚结合步道台阶连接不同水平面的院坝空间。

颜色上采用本土材料直接表现，可简单归纳“石灰白、木板 + 赭石漆 + 土墙黄、青石板瓦灰”，总结为“灰砖黛瓦、石基木窗”。禁止采用除色屋面以外的其他颜色的屋面。构件彩以褐为主，门窗应与建筑整体相协调 禁止使用过于饱和鲜艳的色彩。



图 3-2 建筑材質图

### 村庄风貌：

- (1) 延续当地的乡村风貌；
- (2) 保持宁静的居住环境；
- (3) 创造舒适的生活空间；
- (4) 维护和谐的邻里关系；
- (5) 丰富多彩的文化生活。

## 3.2 农村建筑场地选址

云南地势高，山地分布广泛，而平原、盆地分布区域较少，农村的房屋建筑绝大多数都是临坡而建。高寒山区平地较少，没有足够的地基面积，少部分居民直接将房屋建在危

险的路边；另外，由于经验和技术不足，在地基选址时不能分辨出地基承载力是否良好，将房屋建在软弱地基处，导致墙体开裂。

中国建筑科学研究院有限公司组织业内专家共同编写的《村镇住宅防灾与节能》，总结了建设场地选址不当的现象、选址原则及选址因素等。

表 3.1 建筑选址中存在的四大问题

问题	图例	简述
无统一规划、乱挖乱建		长期以来村镇建设没有规划，由村民自己选择造房地址。未依法取得乡村建设规划许可证、建设工程规划许可证，在农用地或者农村建设用地进行建设，擅自动工兴建的各种建筑物。
不进行环境调查和勘测		房子选择不进行环境勘测、调查，建房地址选择随意；不懂得科学选址，迷信于风文学选址。 来源于《村镇住宅防灾与节能》
建在灾害危险区		西南山区大多为滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害易发区。斜坡中、下部的缓倾平台多为老滑坡体。
建在泥石流沟口和山洪沟边		泥石流沟口大多有一个较宽阔的堆积扇，且离沟口水源较近。

表 3.2 建房选址的原则及因素

原则	科学性原则	不迷信于风水选址，建设前要进行科学的规划、选址、简易勘察或灾害评估，然后才可以进行房屋的设计和施工。
	相对性原则	选址最基本原则是不可以把地址选在地质灾害区，在地址条件不是十分完美情况下多选择一些场地进行对比，再去选择相对较为适当的场地。
	远离灾害原则	发生地质灾害的可能性进行了（从地形、岩土体、降水和水文、植被及人工活动等方面）调查、评估、区划，选址就应该在地质灾害小的区域。
	因地制宜原则	利用地形，诸如水源，气候,物产，地质等。山区村镇长期以来已形成了房屋周围就是耕地，方便生产、生活的习惯。不应将村民住房选建得离耕地太远。有的房屋后就是陡坡陡崖，有滑坡、崩塌的危险，而其耕地中却有较平坦、稳定，无灾害的地块，可采用建筑用地与耕地置换的方法来解决这个问题。
	相对集中原则	山区村镇一个村子的面积通常很大，居住很分散，不便于管理和交通、通信、水电等配套设施的建设。有条件的应尽量集中在几个区域进行建设。
因素	地形条件	① 陡崖、陡坡下不宜选址建房（若没有备选，必须进行调查评估）; ② 河、湖陡坡（岸）边不宜建房； ③ 高河漫滩、低阶地上不宜建房（若要建，宜建在30年一遇的防洪警戒水位以上）。
	地层岩性条件	① 一般岩质基础、砂砾石层基础较好，适宜普通民房建设； ② 平缓地方的软土、淤泥场地因土的承载力很小，不适合直接做房屋地基； ③ 地形坡度 20 以上的土质(碎石土)地基因在水的作用下容易向坡下产生蠕变滑移，也不是良好的选择。
	地质构造作用	选址时不能把房屋基础建在断层破碎带内和断层通过的高陡斜坡下。
	地下水作用	地下水埋藏浅、水位接近于地表，地下水易于溢出的坡脚洼地，都不能选为房址。



房屋的选址至关重要，很多村民都认为选址的好坏与否，妥当与否都密切的关系着房屋日后的风水气场，以及日后居住的运势与健康，所以在选址方面，会看风水，不容的有半点的马虎。那么风水学上如：房屋不能修建在山脊上、山谷的出入口、死胡同内，不能修建在有很多交叉路口处，修建房屋一般朝向都遵循“坐南朝北”，住宅最好不要比周围的建筑高……各位师傅可以用科学来进行解释为什么吗？

## 第4章 云南乡村农房技术特点和常见安全隐患



### 学习小目标

1. 掌握农村不同建筑结构的基本性能和破坏形式；
2. 掌握减、隔震的基本概念。

云南地震频繁，震灾严重，所以云南省的防震减灾工作十分繁重。云南地貌西北高东南低，地形地貌复杂，全省地面坡度大于 25 度的占 39.3%，山多、坡陡、降雨集中，加上地质构造复杂、断裂和断块差异运动等十分强烈，导致云南崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害频发。

由于云南省降雨主要集中在 5 至 10 月，而暴雨均以出现在 6、7、8 三个月中次数为最多，山多谷深，大气对流运动强烈。易造成暴雨洪涝灾害，冰雹灾害冰雹灾在全年每月均有发生，其中以春季 3~5 月最多，主要受灾区域是最多冰雹区主要分布在滇东北的昭通、镇雄，玉溪地区的江川，大理州的鹤庆。

单是 2020 年洪涝和地质灾害频发，据统计，共造成房屋倒塌 0.12 万间，严重损坏 0.63 万间，一般损坏 3.2 万间。农村农房的危害除了上述的天灾意外还包含人祸，避免天灾需要掌握修建房屋的新技术（如推进减隔震技术应用）、乡村规划和场地选址的问题，而避免人祸如施工质量差、违规改扩建、违规加层、违规加固、火灾等，需要让人们去了解和掌握建筑用材的基本性能、不同结构住房的结构优缺点和存在的安全隐患问题。

## 4.1 干栏式结构

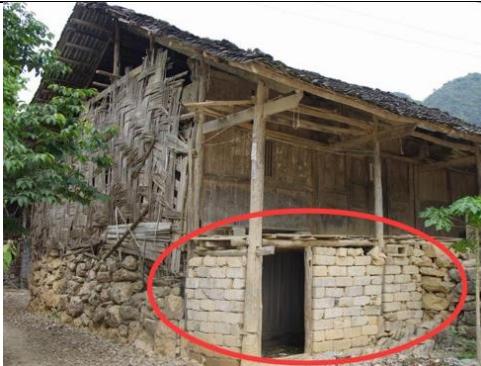
### 4.1.1 基本性能

特性：

- (1) 能避滨水地带周期性的洪水和内涝；
- (2) 能避“下湿上热”气候条件下的热毒和瘴疠；
- (3) 能避毒虫猛兽的侵害和攻击；
- (4) 利于在坡地上修建而不破坏坡地上的自然状况；
- (5) 适应于居住者席地起居的习惯性人体行动方式；
- (6) 柱脚易腐蚀；
- (7) 梁柱节点强度不够。

### 4.1.2 安全隐患分析

表 4.1 干栏式房屋建筑的破坏

原因	示图	简述
建房场地问题		承重体系为木柱，部分建筑地基较软，而且不稳定。
结构体系问题		悬空部分设置了与柱子共同承重的墙体结构，即混合承重体系，竖向传力体系不明确。
		柱子为主要承重体系，则柱子的强度必须要达到要求，部分干栏式建筑的柱脚存在腐朽问题导致整个底层柱子承重不均。

围护体系问题		建筑中竖向承载构件不明确，将维护体系设立为承重构件；并且采用相对较突兀的材料。
抗震构造措施问题		下部为木柱，为主要承重体系，但是荷载重心主要集中在偏上部分，故在地震荷载下水平地震力对于底层木柱而言相对较大，在部分悬承重柱与梁的节点处刚度与强度不够。

## 4.2板类建筑结构

### 4.2.1基本性能

#### 1.井干式建筑

##### 特性

- (1) 可就地取材，施工方便；
- (2) 井干壁体坚固，可以防兽；
- (3) 结构整体性好，地震不易震倒；
- (4) 以木板为瓦，冬天能抗冻；
- (5) 基础薄弱、墙体易开裂；
- (6) 柱脚易腐蚀。

#### 2.土墙板屋

##### 特性

- (1) 平面近似方形，两层楼房，下关养牲畜，上层住人；
- (2) 外墙收分很大，一律呈白色，是藏族崇尚白色传统的再现；
- (3) 堂屋中的中柱是二层平面的核心；
- (4) 房屋的进深很大，有利于保暖；
- (5) 由于当地降雨量偏小，故屋面的坡度较小；

- (6) 基础薄弱、墙体易开裂;
- (7) 榫卯结构安装不到位;
- (8) 柱脚易腐蚀。

#### 4.2.2 安全隐患分析

表 4.2 井干式建筑房屋破坏

原因	示图	简述
建房场地问题		高寒山区平地较少，没有足够的地基面积；少部分居民直接将房屋建在危险的路边。
结构体系问题		缺少专业的施工技术和标准的指导，建造房屋时存在随意性，尤其是将井干式与土墙板式直接结合在同一个建筑物上。
围护体系问题		木材没有防腐措施，风吹、雨淋、日晒等自然条件作用下极易导致腐朽。
抗震构造措施问题		木柱底的基石具有隔震性能，但由于居民对提高住宅抗震性能的意识较差，故存在较大危险。

表 4.3 土墙板屋破坏

原因	示图	简述
建房场地问题		地基选址时不能分辨出地基承载力是否良好，房屋建在软弱地基处导致墙体开裂。
结构体系问题	——	同上井干式建筑
围护体系问题		风吹、雨淋、日晒等自然条件作用下土墙剥蚀脱落导致自身强度不足，易开裂。
抗震构造措施问题		常用的榫卯节点在房屋施工时就没有受到重视，榫卯节点未安装到位。
		具有隔震性能的柱础石在房屋施工时就没有受到重视，柱础石不满足要求。

## 4.3 合院建筑

### 4.3.1 基本性能

.特性

- (1) 采用了小天井，节省用地，改善房间的气候，促成阴凉；
- (2) 为挡风沙和安全，外墙一般无窗、高墙；

- (3) 墙面抹灰，墙角镶砖，青瓦铺顶，色调和谐，外观朴素；
- (4) 住宅地盘方整，外观方整；
- (5) 墙体易开裂，门窗处斜裂缝；
- (6) 梁柱节点薄弱；
- (7) 檩条檩条腐蚀虫蛀；
- (8) 屋顶瓦片破损，脱落。

#### 4.3.2安全隐患分析

表 4.4 合院建筑的典型破坏

原因	示图	简述
结构体系 问题		以夯土墙为承重体系的农危房的问题主要出现在其墙体的冲刷以及开裂上。
		以木柱为承重体系的农危房问题主要出现在木柱的腐朽开裂等问题上。
围护体系 问题		屋架檩条的腐朽以及开裂，纳西民居木板墙的腐朽以及开裂，其它结构夯土墙的开裂以及冲刷问题。

抗震构造措施问题		<p>木柱承重体系结构中，柱脚部分强度不够，在水平地震荷载下可能会受到剪切破坏，导致房屋倒塌；</p>
		<p>梁柱节点处刚度不够，在一个平面内存在几何可变体系，同样在水平地震荷载下可能会发生倒塌。</p>

## 4.4 土掌房建筑

### 4.4.1 基本性能

特性

- (1) 保温隔热能力较好，平衡室内温度；
- (2) 土坯中需加筋，用谷秆、山草、松针等作为骨料有效增强土坯的抗拉性能，并防止龟裂；
- (3) 石材的质地坚硬，性能稳定，经久耐用；
- (4) 石材的吸水性弱、耐水性强、抗压强度高；
- (5) 石基础加工工艺要求更高，对当地石材资源的依赖性较强，不易推广；
- (6) 窗户一般都较小，每个房间靠外墙的位置都有开窗，部分室内房间没有开窗；
- (7) 夯土墙体的强度较低、墙体开裂；
- (8) 其抗压屈服强度远大于抗拉屈服强度；
- (9) 施工较好，开洞的夯土墙体能具备一定的承载能力，有较好的变形能力和抗倒塌能力，基本满足抗震规范对结构的延性要求。

## 4.4.2安全隐患分析

表 4.5 土掌房建筑破坏

原因	示图	简述
建房场地问题		石基地面的缺点：加工复杂，缝隙宽窄不一，容易污染街道；重量较大，不便于施工。
		土基地面的缺点：在清扫或室内通风的情况下地面会扬起尘土，卫生状况较差；不能做防水、排水设施；居住几年后地面平整度降低；土基地面已经基本被淘汰。
结构体系问题		土墙：土砖构造简单，造价低廉，但不够结实牢固，一旦遇到地震很容易开裂垮塌
材料选择		土坯中适宜的粘土含量能提高其强度和耐久性，但农户在建房时材料选用随意，施工粗糙，地震作用下很容易沿着不同材料的交接处发生严重的破坏。
围护体系问题		无论窗口的大小，对土墙体的抗剪性和抗压性都有较大的影响，长时间受力，窗口和洞口两侧的墙体会产生应力集中的现象，墙体会向内突起，有很大的变形。
		土坯砌筑方式、生土材料收缩和温度变化以及施工质量等原因引起的裂缝
抗震构		木质梁柱通过穿斗、抬梁等榫卯结构相固定，四面用夯土或土坯砖围合

造  措  施 问题		墙面不起承重作用。土掌房仍然是一类抗震性较差的建筑。
		屋架与墙体的连接不牢靠，屋架各弦杆之间的连接也比较松散，导致房屋的整体性能很差，在地震中很容易造成屋盖坍塌破坏。
注：此表中关于土墙的破坏分析同样适用于前述的合院建筑和土板墙房破坏分析。		

## 4.5 农村火灾隐患

从云南省公安厅消防总队可获悉：2016年，全省共发生火灾3030起(2019年上半年高达4550起)，死亡81人，受伤27人，直接财产损失1.08亿元，农村和县城集镇城乡结合部火灾比重大，住宅、出租房火灾伤亡多。全年共发生农村和集镇（城乡结合部）火灾1498起，亡65人，分别占总数的49.4%和80.2%。

传统聚落大多排列密集，设计上对消防疏散考虑不足，有很大的安全隐患，导致云南村寨防火压力非常大。农村自建房火灾高发并造成巨大危害的原因如下：

- (1) 农村建筑缺乏总体规划；
- (2) 农村建筑耐火等级低；
- (3) 农村电气线路问题多；
- (4) 农村燃气使用不规范；
- (5) 农村用火管理不到位；
- (6) 农村消防设施投入少；
- (7) 村民的消防安全意识差等。

### 4.5.1 木结构住房防火

至今在的农村地区，特别是云南是少数民族聚居区，木结构建筑仍占有农村建筑结构较大的份额。影响木结构建筑耐火极限的主要因素：

- (1) 木材的燃烧性能；
- (2) 木构件的截面尺寸；
- (3) 木材的保护层厚度等。

为有效防止农村住房结构火灾的频繁发生，需要做到以下几点：

- (1) 木材的阻燃处理；
- (2) 木材的表面防护；
- (3) 木构件的结构设计；

(4) 木结构的防火设计；

(5) 消除电气火灾隐患。

表 4.6 农村木结构房屋的防火

防火措施	简述
木材的阻燃处理	防火阻燃性能为首要考虑因素，从各结构件防火阻燃处理和建筑结构防火设计两个方面同时着手。使用阻燃剂，通过适当的阻燃处理使其燃烧性能等级由 B2 级提高到 B1 级。
木材的表面防护	表面保护是在最后加工成型的木材及其制品上涂覆阻燃剂或防火涂料，或者在其表面包覆不燃性材料。如在轻型木结构外面包覆石膏板、硅酸钙板、膨胀蛭石板等各种防火板材。
木构件的结构设计	炭化层将木材内部与外界隔离并提高木材可承受的温度，木构件截面越大，防火性能越好。
木结构的防火设计	控制木结构的使用范围、层数、长度、面积、防火间距，并规定必要的安全措施，设置报警系统。
消除电气火灾隐患	严禁私拉乱接，对陈旧老化的线路必须立即进行改造。

#### 4.5.2 案例分析



**案例 1：**2013 年 3 月 11 日，丽江古城光义街现文巷突发火灾，此次火灾烧毁民房 107 间，涉及 13 户，其中客栈 4 家，6 个院落，过火面积 2243.46 平方米。这场

大火，持续燃烧的时间长达 3 个小时才被扑灭。所幸无人员伤亡。

起火原因：起火建筑为古城光义街现文巷 41 号一米阳光驼铃店，系砖木结构民房。火灾发生后，火借风势迅速向东侧临近建筑蔓延。

扑火困难的主要原因：一是城内河道里水量太小，灭火供水不足；二是起火地段巷道狭窄，大兵力扑救困难。



图 4-1 丽江古城光义街现文巷灾前灾后对比（来源：北京晚报）

**案例 2：**2014 年 1 月 11 日凌晨 1 点 30 分左右，香格里拉古城四方街发生火灾，起火原因不明。火灾发生后，当地武警、消防人员立即赶赴现场实施扑救，截至 6 点，大火还在扑救。

起火基本原因：香格里拉古城四方街居民和商户普遍缺乏消防安全知识，用火用电管理混乱，电线私拉乱接，随意超负荷普遍存在。这次大火的主要原因就是如意客栈的商户唐某，用电超负荷发生电线短路引燃窗帘起火并引起火灾。

火灾规模大原因：①古城房屋多为土木结构，易燃烧；②城内通道狭窄，大型消防车无法进入受灾核心区；③当地气温较低致消防设施供水水压不足。



图 4-2 香格里拉古城四方街灾前灾后对比（来源：云南交通之声）

## 第5章 农房建筑材料及要求



### 学习小目标

1. 了解不同建筑材料的技术指标及要求。
2. 了解不同建筑材料质量的鉴别方法。
3. 了解如何选用安全，经济，美观，适宜的建筑材料。

在建筑物中使用的材料统称为建筑材料。新型的建筑材料包括的范围很广，有保温材料、隔热材料、高强度材料、会呼吸的材料等都属于新型材料。建筑材料是土木工程和建筑工程中使用的材料的统称。

从中国的实际情况出发，许多学者提出了生态建筑材料的发展战略。建立建筑材料生命周期（LCA）的理论和方法，为生态建材的发展战略和建材工业的环境协调性的评价提供科学依据和方法。以最低资源和能源消耗、最小环境污染代价生产传统建筑材料，如用新型干法工艺技术生产高质量水泥材料。发展大幅度减少建筑能耗的建材制品，如具有轻质、高强、防水、保温、隔热、隔音等优异功能的新型复合墙体和门窗材料。开发具有高性能长寿命的建筑材料，大幅度降低建筑工程的材料消耗和服务寿命，如高性能的水泥混凝土、保温隔热、装饰装修材料等。发展具有改善居室生态环境和保健功能的建筑材料，如抗菌、除臭、调温、调湿、屏蔽有害射线的多功能玻璃、陶瓷、涂料等。发展能替代生产能耗高、对环境污染大对人体有毒有害的建筑材料，如无石板纤维水泥制品，无毒无害的水泥混凝土化学外添加剂等。开发工业废弃物再生资源化技术，利用工业废弃物生产优异性能的建筑材料，如利用矿渣、粉煤灰、硅灰、煤矸石、废弃聚苯乙烯泡沫塑料等生产的建筑材料。发展能治理工业污染、净化修复环境或能扩大人类生存空间的新型建筑材料，如用于开发海洋、地下、盐碱地、沙漠、沼泽地的特种水泥等建筑材料。扩大可用原料和燃料范围，减少对优质、稀少或正在枯竭的重要原材料的依赖。因此，作为一名农村建筑

工匠，应该对常用建筑材料相关知识进行系统学习，掌握一般材料的基本性能与质量要求，并在农房施工或指导农户建房时做到“严把材料关”。

## 5.1 建筑材料的基本要求

### 5.1.1 建筑材料的分类

建筑材料可分为结构材料、装饰材料和某些专用材料。结构材料包括木材、竹材、石材、水泥、混凝土、金属、砖瓦、陶瓷、玻璃、工程塑料、复合材料等；装饰材料包括各种涂料、油漆、镀层、贴面、各色瓷砖、具有特殊效果的玻璃等；专用材料指用于防水、防潮、防腐、防火、阻燃、隔音、隔热、保温、密封等。

建筑材料长期承受风吹、日晒、雨淋、磨损、腐蚀等，性能会逐渐变化，建筑材料的合理选用至关重要，首先应当安全、经久耐用。建筑材料用量很大，直接影响到工程的造价，通常建材费用占工程总造价的一半以上，因此在考虑技术性能时，必须兼顾经济性。

### 5.1.2 建筑材料的基本要求

1) 安全性要求。一是指材料必须具备必要的强度与承载能力，良好的变形性能，满足正常使用或遭受偶然作用时（如地震、台风、火灾、爆炸、碰撞等）仍能维持结构或构件基本安全的性能；二是指材料不含有害化学物质或有害化学物质含量在容许的范围之内，保证房屋在建造过程、使用过程中不对人体或环境造成伤害。

2) 耐久性要求。是指材料使用过程中，在内、外部因素的作用下，经久不破坏、不变质，保持原有性能的性质，是决定房屋使用寿命的主要因素。不同材料的耐久性往往有不同的具体内容，如混凝土的耐久性，主要以抗渗性、抗冻性、抗腐蚀性和抗碳化性所体现；钢材的耐久性，主要决定于其抗锈蚀性；木材的耐久性主要表现为耐腐朽及防虫蛀的性能；而沥青的耐久性则主要取决于其大气稳定性和温度敏感性。

3) 适用性要求。使用功能不同的建筑物及其不同部位要选用相应的建筑材料，不同建筑材料有着不同的适用范围，应尽量做到物尽其材、物尽其用。如屋面、墙体等要根据当地的气候等条件选择合适的材料，做到舒适并且美观。

4) 经济性要求。在满足安全、适用、耐久的条件下尽量经济。在广大农村地区，要与当地经济消费水平相适宜。

## 5.2 钢材

常用建筑金属材料的品种、性能和应用常用的建筑金属材料主要是建筑钢材和铝合金。建筑钢材又可分为钢结构用钢、钢筋混凝土结构用钢和建筑装饰用钢材制品。建筑工程中常用低碳钢（含碳量一般低于 0.22%）和低合金高强度钢，上述钢材一般可焊性较好。采

用焊接加工连接的钢材，必须保证材料的含碳量或碳当量，保证可焊性。直接承受动载或低温环境下，还应保证材料在相应温度下的冲击韧性。

优质碳素结构钢钢材按冶金质量等级分为优质钢、高级优质钢(牌号后加 "A" )和特级优质钢(牌号后加 "E" )。优质碳素结构钢一般用于生产预应力混凝土用钢丝、钢绞线、锚具，以及高强度螺栓、重要结构的钢铸件等。低合金高强度结构钢的牌号与碳素结构钢类似，不过其质量等级分为五级，牌号 Q355, Q390, Q420, Q460 几种。主要用于轧制各种型钢、钢板、钢管及钢筋，广泛用于钢结构和钢筋混凝土结构中，特别适用于各种重型结构、高层结构、大跨度结构及桥梁工程等。低碳钢和低合金高强度钢的分级标识内容，例如：前者 A, B, C, D。后者 A, B, C, D, E。越往后质量越好。其中 Q235A 出厂化学成分不作为保证条件，除非确认其碳当量适合焊接，否则不能直接用于焊接结构。常用的建筑钢材：

### 1) 钢结构用钢

钢结构用钢主要有型钢、钢板和钢索等，其中型钢是钢结构中采用的主要钢材。型钢又分热轧型钢和冷弯薄壁型钢，常用热轧型钢主要有工字钢、型钢、型钢、槽钢、等边角钢、不等边角钢等。薄壁型钢是用薄钢板经模压或冷弯而制成，其截面形式多样，壁厚一般为 1.5~5mm，能充分利用钢材的强度，节约钢材。薄壁轻型钢结构中主要采用薄壁型钢小角钢。钢板材包括钢板、花纹钢板、建筑用压型钢板和彩色涂层钢板等。钢板规格表示方法为"宽度×厚度×长度" (单位为 mm)。钢板分厚板(厚度大于 4mm)和薄板(厚度不大于 4mm)两种。厚板主要用于结构，薄板主要用于屋面板、楼板和墙板等。在钢结构中，单块钢板一般较少使用，而是用几块极组合成工字形、箱形等结构形式来承受荷载。



图 5-1 工字钢

### 2) 钢筋混凝土结构用钢

钢筋混凝土结构用钢主要品种有热轧钢筋、预应力混凝土用热处理钢筋、预应力混凝土用钢丝和钢绞线等。热轧钢筋是建筑工程中用量最大的钢材品种之一，主要用于钢筋混凝土结构和预应力钢筋混凝土结构的配筋。

## 5.2.1 钢筋的品种与力学性能

1) 热轧光圆钢筋强度较低，与混凝土的粘结强度也较低，主要用作板的受力钢筋、箍

筋以及构造钢筋。热轧带肋钢筋与混凝土之间的握裹力大，共同工作性能较好，其中的HRB400级钢筋是钢筋混凝土用的主要受力钢筋，是目前工程中常用的钢筋牌号。

国家标准规定，有较高要求的抗震结构适用的钢筋牌号为：带肋钢筋牌号后加（例如HRB400E HRBF400E）的钢筋。该类钢筋除满足表中的强度特征值要求外，还应满足以下要求：

钢筋的最大力总伸长率不小于9%。国家标准还规定，热轧带肋钢筋应在其表面轧上牌号标志、生产企业序号（许可证位数字）和公称直径毫米数字，还可轧上经注册的厂名（或商标）。钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示，如HRB400，HRB500，HRB600，厂名以汉语拼音字头表示。公称直径毫米数以阿拉伯数字表示。



图 5-2 光圆钢筋与带肋钢筋

1) 热轧光圆钢筋按照GB/T1499.1—2017标准规定，实际重量与理论重量的允许偏差应符合表5.1的规定。

表 5.1 光圆直条钢筋实际重量与理论重量的允许偏差规定

公称直径 mm	实际重量与理论重量允许偏差/%
6~12	±6
14~22	±5

2) 现代建筑装饰工程中，钢材制品得到广泛应用。常用的主要有不锈钢钢板和钢管、彩色不锈钢板、彩色涂层钢板和彩色涂层压型钢板，以及镀锌钢卷帘门板及轻钢龙骨等。

### 1. 不锈钢及其制品

不锈钢是指含铬量在12%以上的铁基合金钢。铬的含量越高，钢的抗腐蚀性越好。建筑装饰工程中使用的是要求具有较好的耐大气和水蒸气侵蚀性的普通不锈钢。用于建筑装饰的不锈钢材主要有薄板（厚度小于2mm）和用薄板加工制成的管材、型材等。

### 2. 轻钢龙骨

轻钢龙骨是以镀锌钢带或薄钢板由特制轧机经多道工艺轧制而成，主要用于装配各种类型的石膏板、钙塑板、吸声板等，用作室内隔墙和吊顶的龙骨支架。与木龙骨相比，具有强度高、防火、耐潮、便于施工安装等特点。

## 5.2.2 钢筋质量鉴别

钢筋质量的鉴别

主要通过三个方面：

1、外观。合格的钢筋纹理应该清晰、一致，颜色隐蓝，很少斑点、气孔。整根的钢筋有钢筋强度等级和生产厂家的代号，这个代号的意义可以从网上查到。合格的钢筋长短一致，长度偏差很小，很直。如果是盘圆，粗细应一致，圆度很好，有出厂标牌。

2、物理检测。合格的钢筋单位重量应符合国家标准，一般的标准秤去测量他的重量，负偏差很小。在万能试验机上检测抗拉强度、抗弯强度符合国家标准。

3、化学检测。钢筋的有害元素含量符合国家标准，尤其是含硫、磷不应超标，含碳量也应在国家标准内，否则很容易断。含碳量高的钢筋在冬天从楼上扔下来掉地上都会断。



钢筋种类及符号：

种类	牌号	符 号	软件代号
热轧光圆钢筋	HPB300	Φ	A
普通热轧带肋钢筋	HRB335	HR	B
细晶粒热轧带肋钢筋	HRBF335	HRF	BF
普通热轧带肋钢筋	HRB400	HR	C
细晶粒热轧带肋钢筋	HRBF400	HRF	CF
余热处理带肋钢筋	RRB400	HRK	D
普通热轧带肋钢筋	HRB500	HR	E
细晶粒热轧带肋钢筋	HRBF500	HRF	EF

H:热轧，P:圆钢，R:螺纹钢，B:钢筋，E:抗震，F:表示含超细晶粒，可大大提高钢筋力学性能。字母后数字代表屈服强度为…Mpa。

屈服强度是金属材料发生屈服现象时的屈服极限，也就是抵抗微量塑性变形的应力。在这里也就是该种钢筋能承受的最大应力，单位为兆帕（Mpa）。

力学性能指标规定：

牌号	下屈服强度 $R_{e1}$ /Mpa	抗拉强度 $R_m$ /Mpa	断后伸长率 A/%	最大总延伸率 $A_{gt}$ /%	$R_m^0/R_{e1}^0$	$R_{eL}^0/R_{eL}$
	不小于					不大于
HRB400	400	540	16	7.5	-	-
HRBF400			-	9.0	1.25	1.30
HRB400E HRBF400E						
HRB500	500	630	15	7.5	-	-
HRBF500						

HRB500E			-	9.0	1.25	1.30
HRBF500E						
HRB600	600	730	14	7.5	-	-

注：公称直径 28mm~40mm 各种牌号钢筋的断后伸长率 A 可降低至 1%; 公称直径大于 40mm 各种牌号钢筋的断后伸长率 A 可降低至 3%。

对于没有明显屈服强度的钢筋，下屈服强度特征值  $R_{el}$  应采用规定塑性延伸强度  $R_{p0.2}$ 。

## 5.3 水泥

### 5.3.1 水泥的种类与组成

水泥是粉状水硬性无机胶凝材料，加水搅拌后成浆体，能在空气中硬化或者在水中硬化，并能把砂、石等材料牢固地胶结在一起。凝结硬化后具有一定的强度，主要用于配置混凝土、砌筑砂浆和抹灰砂浆。水泥作为最主要的建筑材料之一，广泛应用于房屋、道路、水利和国防工程等工程建设。

我国建筑工程中常用的是通用硅酸盐水泥。国家标准《通用硅酸盐水泥 GB175-2007/XG2-2015》规定，按混合材料的品种和掺量，通用硅酸盐水泥可分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。水泥按主要技术特性分为：

- (1) 快硬性（水硬性）：分为快硬和特快硬两类；
- (2) 水化热：分为中热和低热两类；
- (3) 抗硫酸盐性：分中抗硫酸盐腐蚀和高抗硫酸盐腐蚀两类；
- (4) 膨胀性：分为膨胀和自应力两类；
- (5) 耐高温性：铝酸盐水泥的耐高温性以水泥中氧化铝含量分级。

水泥命名的原则：

水泥的命名按不同类别分别以水泥的主要水硬性矿物、混合材料、用途和主要特性进行，并力求简明准确，名称过长时，允许有简称，通用水泥以水泥的主要水硬性矿物名称冠以混合材料名称或其他适当名称命名，专用水泥以其专门用途命名，并可冠以不同型号，特性水泥以水泥的主要水硬性矿物名称冠以水泥的主要特性命名，并可冠以不同型号或混合材料名称。



图 5-3 水泥

### 5.3.2 水泥的技术要求

1. 凝结时间，水泥的凝结时间分初凝时间和终凝时间。初凝时间是从水泥加水拌合起至水泥浆开始失去可塑性所需的时间；终凝时间是从水泥加水拌合起至水泥浆完全失去可塑性并开始产生强度所需的时间。国家标准规定，六大常用水泥的初凝时间均不得短于 45 分钟（min），硅酸盐水泥的终凝时间不得长于 6.5 小时（h），其他五类常用水泥的终凝时间不得长于 10h。

2. 体积安定性，水泥的体积安定性是指水泥在凝结硬化过程中，体积变化的均匀性。如果水泥硬化后产生不均匀的体积变化，即所谓体积安定性不良，就会使混凝土构件产生膨胀性裂缝，降低建筑工程质量，甚至引起严重事故。因此，施工中必须使用安定性合格的水泥。

3. 强度及强度等级，国家标准规定，采用胶砂法来测定水泥 3 天和 28 天的抗压强度和抗折强度，根据测定结果来确定该水泥的强度等级。

4. 其他技术要求，其他技术要求包括标准稠度用水量、水泥的细度及化学指标。水泥的细度属于选择性指标。通用硅酸盐水泥的化学指标有不溶物、烧失量、三氧化硫、氧化镁、氯离子和碱含量。碱含量属于选择性指标。水泥中的碱含量高时，如果配制混凝土的骨料具有碱活性，可能产生碱骨料反应，导致混凝土因不均匀膨胀而破坏。



#### 小妙招 水泥质量的鉴别

1. 首先可以看包装，正规厂家的水泥标有注册商标、产地、生产许可证编号、执行标准、包装日期、袋装净重、出厂编号、水泥品种等。再从水泥颜色来看，正常水泥颜色应呈灰白色，颜色过深可能是杂质含量超标。



2. 仔细询问商家关于水泥的原料，很多商家为了谋取暴利过多地使用水泥混合材料，这与国家标准严重不合，水泥质量自然也是不敢恭维。正规厂家在水泥的原料选择上则十分严谨，生产出的水泥凝结时间适中、粘结强度高、耐久性好。

3. 辨别出厂时间的长短，水泥也有保质期，一般超过出厂日期 30 天的水泥强度将有所下降，储存三个月后的水泥强度下降 10%–20%，一年后降低 25%–40%。优质水泥一定是无受潮结块的，用手指捻水泥粉末会感到颗粒细腻。而劣质的水泥，不但包装粗糙，在水泥袋

开口处会有受潮和结块现象，用手指捻水泥粉末有粗糙感，这种水泥强度弱，粘性很差。

4. 看时间，看清水泥的生产日期。超过有效期 30 天的水泥性能有所下降。储存三个月后的水泥其强度下降 10%—20%，六个月后降低 15%—30%，一年后降低 25%—40%。国家标准规定，六大常用水泥的初凝时间均不得短于 45 分钟，硅酸盐水泥的终凝时间不得长于 6.5 小时，其他五类常用水泥的终凝时间不得长于 10 小时。

5. 水泥可以散装或袋装，袋装水泥每袋净含量一般为 50kg。水泥包装袋上应清楚标明执行标准、水泥品种、代号、强度等级、生产者名称、生产许可证标志（QS）及编号、出厂编号、包装日期、净含量。散装发运时应提交与袋装标志相同内容的卡片。

## 5.4 木材

### 5.4.1 常用木材

#### 1) 常用木材的基本性质

木材的种类十分复杂，在这里介绍常用的几种树种：

1. 杉木：呈淡褐色与淡黄色。木纹平直，结构细致，质地较松容易加工，耐腐朽，收缩变形小。

2. 松木：松木有许多品种，来源广泛。木质粗糙，纹理直行，强度适中，有弹性，着色胶结性好。缺点是收缩变形大，受潮易霉烂，并易受白蚁蛀蚀。

3. 柏木：边材黄褐色，心材淡橘黄色，木材有光泽，芳香味强，木质细密坚韧，强度高。心材耐腐力很强，切削面光滑。干燥后易开裂，性脆。

4. 银杏：呈褐黄与淡黄色，纹理直，结构细致，质轻、软，变形小，加工容易。

5. 枣木：边材呈浅黄褐色，心材红褐色。材质软硬适中，纹理直。干燥后易开裂，耐久耐腐，边材易变色，有酸涩味，易加工。

木材在长期荷载作用下的强度约为短期荷载作用下强度的二分之一，故而木材在各种应力作用下的安全系数取值一般都不小于 4.0。

#### 2) 树种的识别方法

1. 从锯截面上观察木质组成及质地的特征。

2. 从木材色泽中识别，但要注意新口或旧口。旧口木材色泽比原色深，新口木材色泽较淡。

3. 从木材的气味中识别，如松木有松香味，樟木有樟脑味。

4. 从树皮的形状和颜色来识别。

5. 从刨削后的木纹纹理识别。



图 5-4 建筑木材

#### 5.4.2 存放木材的方法

1、干存法：干存法是在最短期限内，把原木边材的含水率降低到 25%或 25%以下的保存方法，以防止菌、虫繁殖，但不能完全防止干裂。进行干存法时，最好是把木材剥皮后，归成通风良好、易于干燥的层楞或捆楞。一般楞高不超过 2m，为更合理的利用机械作业和楞地，可允许堆较高的楞，但楞间距的净距离应少于楞高。为了减轻木材的干裂，可采取粗剥皮（保韧皮）、遮阴和端面涂料（如沥青煤焦油）等措施。

2、湿存法：湿存法是使木材保持较高的含水率（80%~120%）的保存方法，以避免菌、虫与开裂的发生。湿存法最适用于新采伐的木材和水运到场地木材，但要求保留树皮。采用湿存法保存木材时，归楞工作要在最短时间内完成。为保持木材的含水率，楞地结构采用密实楞，楞长在 40m 以上，楞间隔要小，最好在 1m 左右。同时，最好创造一种小雨气候环境。这样，菌、虫的生命活动受到限制，并且在楞堆表面应尽量覆盖一层细枝条或树梢，使原木边材保持较高的含水率。

3、水存法：水存法是保持木材最高含水率的保存方法，以防菌、虫害和开裂的发生。通常在水运贮木场中，利用河川的深处，河埂和流速不大的集水区进行木材水存。为使木材达到较高的含水率，可把原木编成木排，完全沉没在水中或是半漂浮在水面上。沉没在水中的木材可不带皮，但漂浮在水面的迷彩不能剥皮，且堆得紧密些，甚至在夏季须洒水和覆盖。

4、化学处理保存法：除了采用控制原木含水率的方法来保管原木外，为了减少菌虫、危害程度和端裂，还可以辅以化学药剂处理。对于湿存法、干存法，在原木断面上喷涂石蜡乳剂（10%），或涂石灰、煤焦油或聚醋酸乙烯乳液与脲醛树脂（30: 70）羧甲基纤维素与脲醛树脂等合成涂料，可以防止原木端部分水分蒸发，减少端裂。对喷防腐剂的楞堆，也有一定的防腐效果，通常采用的防腐剂有氧化锌、硫酸铜、硫酸锌、氟化钠、五氯酚钠等，但对喷药时间的控制，药液渗透原木的程度，还有待于实验和探索。

#### 5.4.3 木材的自然干燥

自然干燥一般要经过数年或数月，才能使木材达到一定的干燥要求。为了使风干时间缩短，可把木材浸入水中，使树木中所含树脂溶解，然后取出，放在空气中干燥，称作水

浸风干法。这种方法干燥时间可以缩短，树木的变异性缩小，但浸水后木材易变色，有损木质，木材自然干燥的六种方法：

1.原木水平堆积法，一般采用实推法，即将原木顺序发在堆基上。此法垛内空气不太流通，须定期翻垛。也可采用分层纵横交叉堆积原木，每层原木间要留 30~50mm 的间隙，下部大些，往上逐层减小，堆垛长和宽等于原木长度，堆高一般不超过 3m，往上逐渐收小，以求堆垛稳定，顶部宜作遮盖，以防日晒雨淋。

2.板方材水平堆积法，一般采用分层纵横交叉堆积，即将板方材分层地互相垂直堆成整垛，也可在各层板方材之间设垫条，所用垫条厚度一致，上下垫条应在同一垂线上。垛顶要遮盖，最好有 12% 的坡度，以利排水。顶盖周边应伸出堆垛 500~750mm。

3.X 形垂直堆积法，适用于尺寸较小的针叶树材、软阔叶树材和不易裂的硬阔叶树材，且数量较少，又急需干燥者。

4.三角形水平堆积法，适用于尺寸较小的针叶树林、软阔叶树材和不易裂的硬阔叶树材，且数量较少，又急需干燥者。

5.交搭水平堆积法，适用于尺寸较小的针叶树材、软阔叶树材和不易裂的硬阔叶树材，且数量较少，又急需干燥者。

6.交替水平堆积法，适用于尺寸较小的针叶树材、软阔叶树材和不易裂的硬阔叶树材，而且数量较少，又急需干燥者。

#### 5.4.4 木材的防腐

腐朽会严重影响木材的物理、力学性质，木材的质量减轻，吸水性增加，强度和硬度降低。当腐朽材丧失全部强度时，其使用价值也就随之消失。而且腐烂就像一种恶性病毒，如果不及时处理，就会快速蔓延到其他健康的木材，最终会导致木材大量损坏，造成的伤害不可小觑。所以在发现木材有出现腐烂时，一定要及时的使用防腐剂来防止情况进一步的恶化。在干燥地区或潮湿地区木材的适宜含水量取 8%-13%。木材简单防腐方法：

1.自然风干，防腐木材在接受自然条件考验下，使得防腐剂能够尽可能的充分固定，木材性能更稳定，在使用时能够很好的保持原貌，呈现整体上的美观。

2.高温定性，在高温下继续使防腐剂尽量均匀渗透到木材内部，并继续完成防腐剂有效成分与木材中淀粉、纤维素及糖份的化学反应过程。通过高温定性，进一步破坏造成木材腐烂的细菌及虫类的生存环境，大大巩固和增强了防腐木的防腐性能。

3.真空和高压浸渍，将防腐剂用真空和高压浸渍的方法打入木材内部，这是一个物理的过程，在这个物理的过程中，实现了部分防腐剂有效成分与木材中淀粉、纤维素及糖份的化学反应过程，这个过程破坏了造成木材腐烂的细菌及虫类的生存环境，有效地提高木材的室外防腐木性能。真空和高压浸渍过程是防腐处理的最重要的环节。



木材的防火：

1、对木材刷防火涂料进行防火阻燃处理，使之达到一定的耐火极限。



2、对木材包覆不燃或难燃材料，比如外涂水泥什么的进行处理，达到规定的耐火极限要求。

3、通过技术措施，尽可能减少建筑内的火源，避免发生火灾。

## 5.5 混凝土

### 5.5.1 混凝土常用材料



图 5-5 混凝土

普通混凝土(以下简称混凝土)一般是由水泥、细骨料(砂)、粗骨料(石子)及水，按一定比例搅拌硬化后，凝结而成的人造石，为改善混凝土的某些性能，还常加入适量的外加剂和掺合料。

在混凝土中，砂、石起骨架作用，称为骨料，水泥与水形成水泥浆，水泥浆包裹在骨料表面并填充其空隙，在硬化前，水泥浆起润滑作用，赋予拌合物一定的和易性，便于施工，水泥浆硬化后，则将骨料胶结为一个坚实的整体。

#### 1) 水泥

水泥的材质选用及标号的选用影响混凝土强度及混凝土凝固水化热等，相关成品质量对混凝土的成品质量起主要作用。

## 2) 水

水的 PH 值、水质、硫酸盐等含量影响混凝土强度及混凝土质量。

## 3) 粗骨料 (主要为石子)

石子的强度及材质影响混凝土强度及混凝土成品质量。

石子的分类：混凝土中的石子分为卵石和碎石。卵石表面光滑，少棱角，便于混凝土的泵送和浇筑，但与水泥的胶结较差，且含泥量较高，适合于拌制较低强度混凝土；碎石表面粗糙，多棱角，与水泥胶结牢固，在相同条件下比卵石拌制的混凝土强度高。石子按粒径分为 5~10mm、5~16mm、5~20mm、5~25mm、5~31.5mm 几种级别。

## 4) 细骨料 (主要为砂子)

砂子的含泥量、砂子本体材质、砂的有害物质含量不同程度地影响混凝土的强度及凝固时间。

砂的选用：混凝土宜选用中粗砂。一般来说，用粗砂拌制混凝土比用细砂所需的水泥浆少。但砂子过粗，易使混凝土拌合物产生离析、泌水等现象，影响混凝土的和易性。所以，混凝土用砂不宜过细，也不宜过粗。而且砂子购买时应注意含泥量的控制，一般砂子含泥量不得超过 1%。

## 5) 矿物掺合料 (主要为粉煤灰或其他掺合料)

不同掺合料影响混凝土的和易性、强度曲线、混凝土成品观感等因素。

## 6) 外加剂 (如膨胀剂、减水剂、缓凝剂等)

外加剂的种类及添加量影响混凝土的凝固时间、强度、混凝土物理性能等因素。

外加剂的分类：外加剂是一种用量小、作用大的化学制剂，掺用要准确，否则会影响混凝土的性能。外加剂包括减水剂、早强剂、引气剂、缓凝剂、防冻剂、膨胀剂等。

外加剂的选用：配制混凝土可根据需要选择外加剂，常用如混凝土减水剂。外加剂的用量必须严格控制，一般掺量不得大于水泥用量的 5%。其次，掺用外加剂的混凝土必须搅拌均匀。

## 5.5.2 混凝土的分类及性质

### 1) 混凝土分类

混凝土按结构可分为普通混凝土、细粒混凝土、大孔混凝土和多孔混凝土。按施工方法可分为现浇混凝土、预制混凝土、泵送混凝土和喷射混凝土。农村建房常用的混凝土为中低强度普通混凝土。

### 2) 混凝土的和易性

混凝土拌合物的和易性是指混凝土拌合物易于施工操作(搅拌、运输、浇筑、捣实)并能获得质量均匀、成型密实的性能，又称工作性。和易性是一项综合的技术性质，包括流动性、教聚性和保水性三方面的含义。

1、流动性是指新拌混凝土在自重或机械振捣的作用下，能产生流动，并均匀密实地填满模板的性能。流动性反映出拌合物的稀稠程度。若混凝土拌合物太干稠，则流动性差，难以振捣密实；若拌合物过稀，则流动性好，但容易出现分层离析现象。主要影响因素是混凝土用水量。

2、粘聚性是指新拌混凝土的组成材料之间有一定的粘聚力，在施工过程中，不致发生分层和离析现象的性能。粘聚性反映混凝土拌合物的均匀性。若混凝土拌合物粘聚性不好，则混凝土中集料与水泥浆容易分离，造成混凝土不均匀，振捣后会出现蜂窝和空洞等现象。主要影响因素是胶砂比。

3、保水性是指在新拌混凝土具有一定的保水能力，在施工过程中，不致产生严重泌水现象的性能。保水性反映混凝土拌合物的稳定性。保水性差的混凝土内部易形成透水通道，影响混凝土的密实性，并降低混凝土的强度和耐久性。主要影响因素是水泥品种、用量和细度。

新拌混凝土的和易性是流动性、粘聚性和保水性的综合体现，新拌混凝土的流动性、粘聚性和保水性之间既互相联系，又常存在矛盾。因此，在一定施工工艺的条件下，新拌混凝土的和易性是以上三方面性质的矛盾统一。

4. 坍落度混凝土拌合物的流动性的选择原则，是在满足施工操作及混凝土成型密实的条件下，尽可能选用较小的坍落度，以节约水泥并获得较高质量的混凝土。工程中具体选用时，流动性的大小主要取决于构件截面尺寸、钢筋疏密程度及捣实方法。若构件坍截面尺寸小、钢筋密列或采用人工捣实时，应选择流动性大一些；反之，选择流动性小些。

### 3) 混凝土的强度等级

按国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081-2002，制作边长为150mm的立方体试件，在标准条件下，养护到28天，测得的抗压强度值为混凝土立方体试件抗压强度。

### 4) 混凝土的耐久性

混凝土的耐久性是指混凝土抵抗环境介质作用并长期保持其良好使用性能和外观完整性的能力。它是一个综合性概念，包括抗渗、抗冻、抗侵蚀、碳化、碱骨料反应及混凝土中的钢筋锈蚀等性能，这些性能均决定着混凝土经久耐用的程度，故称为耐久性。



什么是坍落度？

坍落度是混凝土和易性的测定方法与指标，工地与实验室中，通常是做坍落度试验测

定拌合物的流动性，并辅以直观经验评定粘聚性和保水性。坍落度是用一个量化指标来衡量其程度的高低，用于判断施工能否正常进行。



坍落度的测试方法：用一个上口 100mm、下口 200mm、高 300mm 喇叭状的坍落度桶，灌入混凝土分三次填装，每次填装后用捣锤沿桶壁均匀由外向内击 25 下，捣实后，抹平。然后拔起桶，混凝土因自重产生坍落现象，用桶高(300mm)减去坍落后混凝土最高点的高度，称为坍落度。如果差值为 10mm，则坍落度为 10。

级别	名称	坍落度 (mm)
T1	低塑性混凝土	10-40
T2	塑性混凝土	50-90
T3	流动性混凝土	100-150
T4	大流动性混凝土	≥160

### 5.5.3 混凝土的配合比

混凝土的配合比是指混凝土中各组成材料之间的比例关系。混凝土的配合比通常用每立方米混凝土中各种材料的用量或者用量的比例来表示。

普通混凝土的配合比，可由水灰比、用水量、砂率三个基本参数来控制。

- 1.水灰比：水灰比是指水和水泥的比值，它是影响混凝土和易性、强度和耐久性的
- 2.用水量：用水量是指每立方米混凝土拌合物中水的用量。在水灰比确定后，混凝土中单位用水量也就表示水泥浆和集料之间的比例关系。
- 3.砂率：砂率是指砂子占沙石总量的百分比。

### 5.5.4 混凝土的养护

#### 1) 混凝土养护的作用

混凝土的养护是混凝土工艺中的一个重要环节。混凝土浇筑后，逐步凝固、硬化以致产生强度，这个过程是由水泥的水化作用来实现的。水化作用必须有适宜的温度和湿度。混凝土养护的目的就是要创造各种条件，让水泥充分水化，加速混凝土硬化，防止在混凝土成型后因暴晒、风吹、干燥、寒冷等自然因素的影响，出现不正常的收缩、裂缝、破坏等现象。

#### 2) 混凝土养护

农房建造过程中，对混凝土构件通常采用自然养护的方法，一般应在混凝土浇筑完成后 12 小时以内进行覆盖浇水养护。浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态，混凝土养护用水与拌制用水相同。混凝土浇水养护的时间，采用硅酸盐水泥 普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7 天，对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土不得少于 14 天。



C15 表示什么意思？

混凝土的抗压强度是通过试验得出的，我国最新标准 C60 强度以下的采用边长 150mm 的立方体试件作为混凝土抗压强度的标准尺寸试件。按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081-2002，制作边长为 150mm 的立方体在标准养护（温度  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度在 95% 以上）条件下，养护至 28 天，用标准试验方法测得的极限抗压强度，称为混凝土标准立方体抗压强度，以  $f_{cu}$  表示。按照 GB50010-2010《混凝土结构设计规范》规定，在立方体极限抗压强度总体分布中，具有 95% 强度保证率的立方体试件抗压强度，称为混凝土立方体抗压强度标准值（以 MPa 计），用  $f_{cu,k}$  表示。

按照 GB50010-2010《混凝土结构设计规范》规定，普通混凝土划分为十四个等级，即：C15, C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60, C65, C70, C75, C80。例如，强度等级为 C30 的混凝土是指  $30\text{MPa} \leq f_{cu,k} < 35\text{MPa}$



Pa 是压强单位，1Pa 就是  $1\text{N}/\text{m}^2$ ， $1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$ 。1Pa 是一个很小的压强，直接用帕做压强的计量单位也会给实际的计算造成很多不便，所以经常会使用一些较大的计量单位。就比如 1MPa。1MPa 是 1Pa 的 100 万倍，即  $1\text{MPa}=10^6\text{Pa}$ 。1MPa (1 兆帕) = 1 百万帕。

## 5.6 建筑砂浆

砂浆是由胶凝材料、细骨料、掺合料和水配制而成的材料，在建筑工程中起粘结、衬垫和传递应力的作用，主要用于砌筑、抹面、修补和装饰工程。砖、砌块及石材是建筑工程中常用的块体砌筑材料。其中，砌块的尺寸较大，施工效率较高，在建筑工程中应用越来越广泛。

砂浆的种类很多，根据用途不同可分为砌筑砂浆、抹面砂浆。根据胶凝材料不同可分为水泥砂浆、石灰砂浆、混合砂浆等。

### 5.6.1 砌筑砂浆

砌筑砂浆指的是将砖、石、砌块等块材经砌筑成为砌体的砂浆。它起粘结、衬垫和传力作用，是砌体的重要组成部分。水泥砂浆宜用于砌筑潮湿环境以及强度要求较高的砌体。



图 5-6 砌筑砂浆

水泥石灰砂浆宜用于砌筑干燥环境中的砌体；多层房屋的墙一般采用强度等级为 M5 的水泥石灰砂浆；砖柱、砖拱、钢筋砖过梁等一般采用强度等级为 M5~M10 的水泥砂浆；砖基础一般采用不低于 M5 的水泥砂浆；低层房屋或平房可采用石灰砂浆；简易房屋可采用石灰黏土砂浆。组成材料：

#### 1. 水泥

水泥是砂浆的主要胶凝材料，常用的水泥品种有普通水泥、矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥和复合水泥等，具有可根据设计要求、砌筑部位及所处的环境条件选择适宜的水泥品种。选择中低强的水泥即能满足要求。水泥砂浆采用的水泥，其强度等级不宜大于 32.5 级；水泥混合砂浆采用的水泥，其强度等级不宜大于 42.5 级。如果水泥强度等级过高，则可加些混合材料。对于一些特殊用途，如配置构件的接头、接缝或用于结构加固、修补裂缝，应采用膨胀水泥。

#### 2. 胶凝材料

用于砌筑砂浆的胶凝材料有水泥和石灰。水泥品种的选择与混凝土相同。水泥标号应为砂浆强度等级的 4-5 倍，水泥标号过高，将使水泥用量不足而导致保水性不良。石灰膏和熟石灰不仅是作为胶凝材料，更主要的是使砂浆具有良好的保水性。

#### 3. 细骨料

细骨料主要是天然砂，所配制的砂浆称为普通砂浆。砂中黏土含量应不大于 5%；强度等级小于 m2.5 时，黏土含量应不大于 10%。砂的最大粒径应小于砂浆厚度的 1/4-1/5，一般不大于 2.5 毫米。作为沟缝和抹面用的砂浆，最大粒径不超过 1.25 毫米，砂的粗细程度对水泥用量、和易性、强度和收缩性影响很大。

#### 4. 拌合用水

砂浆拌合用水与混凝土拌合水的要求相同，应选用无有害杂质的洁净水来拌制砂浆。

基本要求：

1. 砂浆拌合物的和易性应满足施工要求，且新拌砂浆体积密度：水泥砂浆不应小于1900千克/立方米；混合砂浆不应小于1800千克/立方米。砌筑砂浆的配合比一般查施工手册或根据经验而定。

2. 砌筑砂浆的强度、耐久性应满足设计要求；
3. 经济上应合理，水泥及掺合料的用量应较少。

### 5.6.2 抹面砂浆

凡涂抹在建筑物或建筑构件表面的砂浆，统称为抹面砂浆。根据抹面砂浆功能的不同，可将抹面砂浆分为普通抹面砂浆、装饰砂浆和具有某些特殊功能的抹面砂浆（如防水砂浆、绝热砂浆、吸音砂浆和耐酸砂浆等）。对抹面砂浆要求具有良好的和易性，容易抹成均匀平整的薄层，便于施工。还应有较高的黏结力，砂浆层应能与底面黏结牢固，长期不致开裂或脱落。处于潮湿环境或易受外力作用部位（如地面和墙裙等），还应具有较高的耐水性和强度。



图 5-7 抹面砂浆

与砌筑砂浆相比，抹面砂浆具有以下特点：

1. 抹面层不承受荷载；
2. 抹面层与基底层要有足够的粘结强度，使其在施工中或长期自重和环境作用下不脱落、不开裂；
3. 抹面层多为薄层，并分层涂抹，面层要求平整、光洁、细致、美观；
4. 多用于干燥环境，大面积暴露在空气中。

抹面砂浆常分两层或三层进行施工：

- (1) 底层砂浆的作用是使砂浆与基层能牢固地粘结，应有良好的保水性。
- (2) 中层主要是为了找平，有时可省去不做。
- (3) 面层主要为了获得平整、光洁地表面效果。

各层抹灰面的作用和要求不同，每层所选用的砂浆也不一样。同时，基底材料的特性和工程部位不同，对砂浆技术性能要求不同，这也是选择砂浆种类的主要依据。水泥砂浆宜用于潮湿或强度要求较高的部位；混合砂浆多用于室内底层或中层或面层抹灰；石灰砂浆、麻刀灰、纸筋灰多用于室内中层或面层抹灰。对混凝土基面多用水泥石灰混合砂浆。

对于木板条基底及面层，多用纤维材料增加其抗拉强度，以防止开裂。



砂浆强度等级 M5 代表什么？

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》（JGJ/T70—2009）作出如下规定：砂浆的强度等级是以边长为 70.7mm 的立方体试块，按标准养护条件养护至 28 天的抗压强度平均值而确定的。砂浆强度等级分为 M5、M7.5、M10、M15、M20、M25、M30 个等级。M 后数字表示抗压强度值（单位 Mpa），如 M5 就表示该等级砂浆抗压强度为 5Mpa。



## 5.7 砖、砌块及石料

### 5.7.1 砖

#### 1) 烧结普通砖

烧结普通砖的主要技术性质凡以黏土、页岩、煤矸石和粉煤灰等为主要原料，经成型、焙烧而成的实心或孔洞率不大于 15% 的砖，称为烧结普通砖。需要指出的是，烧结普通砖中的黏土砖，因其毁田取土，能耗大、块体小、施工效率低，砌体自重大，抗震性差等缺点，在我国主要大、中城市及地区已被禁止使用。需重视烧结多孔砖、烧结空心砖的推广应用，因地制宜地发展新型墙体材料。烧结普通砖分烧结粘土砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖等。通常尺寸为 240mm×115mm×53mm。



图 5-8 烧结普通砖

#### 1. 强度等级

国家标准 GB5101-2003《烧结普通砖》规定，凡以黏土、页岩、煤矸石和粉煤灰等为主要原料，经成型、焙烧而成的实心或孔洞率不大于 15% 的砖，称为烧结普通砖。

烧结普通砖的强度等级分为 MU30，MU25，MU20，MU15，MU10 五种。

MU30 的抗压强度平均值为 30.0。

MU25 的抗压强度平均值为 25.0。

MU20 的抗压强度平均值为 20.0。

MU15 的抗压强度平均值为 15.0。

MU10 的抗压强度平均值为 10.0。

烧结普通砖的强度等级是按照抗压强度的平均值确定的。

## 2.耐久性指标

烧结普通砖的耐久性主要包括泛霜、石灰爆裂及抗风化性能等技术指标。烧结普通砖的抗风化性能通常以抗冻性、吸水率与饱和系数等指标判定。对付严重风化区的建筑用砖，其抗冻性试验务必满足要求；而对非严重风化区的建筑用砖，可不做抗冻试验，但务必满足 5h 沸煮吸水率和饱和系数两项指标的要求。饱和系数是指砖在常温下浸水 24h 后的吸水率与 5h 沸煮吸水率之比。

### 2) 烧结多孔砖



图 5-9 烧结多孔砖

烧结多孔砖以粘土、页岩、煤矸石、粉煤灰、淤泥（江河湖淤泥）及其它固体废弃物等为主要原料，经焙烧而成、孔洞率不大于 35%，孔的尺寸小而数量多，主要用于承重部位。砖的外型一般为直角六面体，在与砂浆的结合面上应设有增加结合力的粉刷槽和砌筑砂浆槽，并符合下列要求：

**粉刷槽：**混水墙用砖和砌块，应在条面和顶面上设有均匀分布的粉刷槽或类似结构，深度不小于 2mm。

**砌筑砂浆槽：**砌块至少应在一个条面或者顶面上设立砌筑砂浆槽。两个条面或顶面部都有砌筑砂浆槽时，砌筑砂浆槽深度应大于 15mm 且小于 25mm；只有一个条面或顶面有砌筑砂浆槽时，砌筑砂浆槽深应大于 30 mm 且小于 40 mm。砌筑砂浆槽宽应超过砂浆槽所在砌块面宽度的 50%。

烧结多孔砖的孔洞多与承压面垂直，它的单孔尺寸小，孔洞分布合理，非孔洞部分砖

体较密实，具有较高的强度。

普通烧结砖有自重大、体积小、生产能耗高、施工效率低等缺点，用烧结多孔砖和烧结空心砖代替烧结普通砖，可使建筑物自重减轻 30%左右，节约粘土 20%~30%，节省燃料 10%~20%，墙体施工功效提高 40%，并改善砖的隔热隔声性能。通常在相同的热工性能要求下，用空心砖砌筑的墙体厚度比用实心砖砌筑的墙体减薄半砖左右，所以推广使用多孔砖和空心砖是加快我国墙体材料改革，促进墙体材料工业技术进步的重要措施之一。

烧结多孔砖和烧结空心砖的生产工艺与普通烧结砖相同，但由于坯体有孔洞，增加了成型的难度，因而对原料的可塑性要求很高。

### 1. 强度等级

国家标准 GB13544-2003《烧结多孔砖》规定，根据抗压强度，烧结多孔砖分为 MU30、MU25、MU15、MU10 五个强度等级。

其外形尺寸，长度为 290, 240, 190mm，宽度为 240, 190, 180, 175, 140, 115mm，高度为 90mm。型号有 KM1, KP1 和 KP2 三种，M 型多孔砖的特点是：由主砖及少量配砖构成，砌墙不砍砖，基本墙厚为 190mm，墙厚可根据结构抗震和热工要求按半模级差变化这无疑在节省墙体材料上比实心砖和 P 型多孔砖更加合理其缺点是给施工带来不便。目前是两种砖并存。烧结多孔砖主要用于承重部位，其强度等级划分为 MU30, MU25, MU20, MU15 和 MU10。

### 2. 烧结空心砖

烧结空心砖和烧结多孔砖的比较。



图 5-10 烧结空心砖

1、打孔规格和个数有差异，多孔砖的形状小，但个数多，而空心砖的形状大，但个数少。

2、应用部位有差异，多孔砖一般放置在负载处，而空心砖不可以。

3、材料有差异，前者的素材为页岩、粉煤灰等，而后者的则为粘土与煤矸石。

4、优缺点不一样，空心砖能够节约材料，质量轻，因此施工速度能够加快，节约了很多的金钱，不过抗震性能一般，而多孔砖质量轻耐用，保温性能良好，不会轻易变形，成本还比空心砖低。

烧结空心砖和烧结多孔砖名称相近，但实物相去甚远，性能也差异较大，使用中不能

混淆。烧结普通砖和烧结多孔砖可用于承重墙砌筑，烧结空心砖一般仅用于砌筑非承重墙。注意认清烧结多孔砖与烧结空心砖，以便正确选用。在农村中砌墙所用烧结普通砖强度等级不应低于 MU7.5。



#### 小妙招之砖块质量的鉴别

砖块强度等级 MU15 表示该等级砖块的抗压强度平均值为 15Mpa。

砖块质量的鉴别：

1、色彩鉴别

挑选地砖时要注意地砖的色彩，可以观察地砖的颜色，看地砖均匀度是否和色彩一致，如果没有问题的话，说明地砖质量比较不错。

2、表面检查

地砖的表面不能忽视，要注意地砖表面的亮度和光泽度，一般表面亮度高的地砖，它的密度更加结实，而且抗压能力、耐磨度、耐污性能等方面都比较好。

3、量尺寸

选购地砖时可以测量地砖的尺寸，主要测量地砖上下左右尺寸，看是否一致，也可以将地砖放在平整的地面上，观察地砖是否有翘边翘角的现象。



#### 5.7.2 混凝土砌块



图 5-11 混凝土砌块

##### 1) 混凝土小型空心砌块

混凝土小型空心砌块以水泥、砂、石子为原料，加水搅拌、成型、养护而成。目前常用的有承重与非承重两种。承重砌块的主要规格有 390mm×190mm×190mm；非承重砌块的

规格为 390mm×90mm×190mm 及 190mm×190mm×190mm 两种。按 GB8239-2014《普通混凝土小型砌块》的规定，砌块抗压强度划分为 5.0、7.5、10.0、15.0、20.0、25.0、30.0、35.0 和 40.0 九个标号。小型空心砌块使用灵活，砌筑方便，适用于农房建筑。目前在缺土山区、高原植被脆弱地区使用较多。

### 2) 混凝土中型空心砌块

混凝土中型空心砌块的制作工艺与小型空心砌块基本相同，但生产设备不同。中型砌块的规格为：长度：500、600、800、1000mm；高度：400、450、800、900mm；宽度：200、240mm。由于尺寸较大，搬运、砌筑不方便，中型空心砌块在农房建设中很少使用。

### 3) 加气混凝土砌块

蒸压加气混凝土砌块是以粉煤灰，石灰，水泥，石膏，矿渣等为主要原料，加入适量发气剂，调节剂，气泡稳定剂，经配料搅拌，浇注，静停，切割和高压蒸养等工艺过程而制成的一种轻质多孔混凝土制品。加气混凝土砌块一般质量为 500~800 公斤/立方米，只相当于粘土砖和灰砂砖的 1/4~1/3，普通混凝土的 1/5，常做非承重墙使用，或做为墙体、屋面保温材料使用。规格尺寸为：长度：600mm；宽度 100、120、125、150、180、200、240、250、300mm；高度：200、240、250、300mm。

## 5.7.3 石材

可分为天然石材和人工石材（又名人造石）两大种类，石材是建筑装饰材料的高档产品，天然石材分为花岗岩、大理石、砂岩、石灰岩、火山岩等，随着科技的不断发展和进步，人造石的产品也不断日新月异，质量和美观已经不逊色天然石材。随着经济的发展，石材早已经成为建筑、装饰、道路、桥梁建设的重要原料之一。天然石材具有较高硬度、抗压强度和耐久性。在农房建设中可就地取材，且价格低廉。



图 5-12 建筑石材

### 1) 毛石

毛石是不成形的石料，是开采以后的自然状态。形状不规则的毛石称为乱毛石，有两个大致平行面的称为平毛石。

1.乱毛石：乱毛石性形状不规则，一般要求石块中部厚度不小于 150mm，长度为 300~400mm，质量约为 20~30kg，其强度不宜小于 10MPa，软化系数不应小于 0.75。不能用来砌墙，可以用来填方或砌筑尺寸较大的基础，也可用作毛石混凝土。

2. 平毛石：平毛石由乱毛石略经加工而成，形状较乱毛石整齐，其形状基本上有六个面，但表面粗糙，中部厚度不小于 200mm。是乱毛石略经加工而成，其形状基本上有六个面，但表面粗糙。常用于砌筑基础、墙身、勒角、桥墩、涵洞等。



图 5-13 乱毛石



图 5-14 平毛石

## 2) 料石

料石(又称条石)是由人工或机械开采出的较规则的六面体石块，略加凿琢而成。按其加工后的外形规则程度分为毛料石、粗料石、半细料石和细料石四种，主要用于砌筑墙身、踏步、地坪、拱券等。

1. 毛料石：外观大致方正，一般不加工或者稍加调整。高度不小于 200mm，叠砌面凹入深度不大于 25mm。

2. 粗料石：其截面的宽度，高度不应小于 200mm，且不小于长度的 1/4，叠砌面凹入深度不大于 20mm。

3. 细料石：是指通过细加工，外形规则，叠砌面凹入深度不应大于 10mm，截面的宽度、高度不应小于 200mm，且不小于长度的 1/4。

4. 半细料石：是指通过细加工，外形规则，叠砌面凹入深度不大于 15mm，截面的宽度、高度不小于 200mm，且不小于长度的 1/4。

## 石材的选用

1 经济性。条件允许的情况下，尽量就地取材，以缩短运距、减轻劳动强度、降低成本；

2 强度与性能。石材的强度与其耐久性、耐磨性、耐冲击性等性能密切相关。因此应根据建筑物的重要性及建筑物所处环境，选用足够强度的石材，以保证建筑物的耐久性；

3 装饰性。用于建筑物饰面的石材，选用时必须考虑其色彩及天然纹理与建筑物周围环境的相协调性，充分体现建筑物的艺术美。

## 5.8 石灰与石膏

### 5.8.1 石灰

#### 1) 石灰的品种

石灰是对石灰岩、贝壳石灰岩等岩石煅烧之后得到的材料。建筑用的石灰有：生石灰（块灰），生石灰粉，熟石灰（又称消石灰、水化石灰）和石灰膏等。

通常把白色轻质的块状石灰称为块灰；以块灰为原料经粉碎，磨细制成的生石灰称为磨细生石灰粉或建筑生石灰粉。



图 5-15 生石灰块与生石灰粉

使用石灰时，把生石灰加水，使之生成熟石灰，这一过程称为石灰的熟化，俗称“淋灰”。石灰熟化会放出大量的热，体积膨胀 $1\sim 2$ 倍，质量增加约1.3倍。

根据加水量的不同，石灰可熟化成消石灰粉或石灰膏。石灰熟化的理论需水量为石灰重量的32%。在生石灰中，均匀加入60%~80%的水，可得到颗粒细小、分散均匀的消石灰粉。若用过量的水熟化，将得到具有一定稠度的石灰膏。石灰中一般都含有过火石灰，过火石灰熟化慢，若在石灰浆体硬化后再发生熟化，会因熟化产生的膨胀而发生隆起和开裂。为了消除过火石灰的这种危害，石灰在熟化后，还应“陈伏”2周左右。

### 3) 石灰的硬化

石灰浆体在空气中通过凝结、碳化而逐渐具有一定强度的过程，称为石灰的硬化。石灰浆体的硬化包括干燥结晶和碳化两个同时进行的过程。结晶过程主要在浆体内部发生，析出的晶体数量少，对强度的贡献不大。

在大气环境中，氢氧化钙在潮湿状态下会与空气中的二氧化碳反应生成碳酸钙，并释放出水分，即发生碳化。由于空气中的二氧化碳含量稀薄，碳化过程十分缓慢，同时石灰浆表面一旦碳化即形成坚硬外壳，阻止了二氧化碳的渗入及内部水分的析出，进而影响到碳化过程的持续发展，因此碳化过程长时间只限于石灰浆体表面。

### 4) 石灰的应用范围

#### 1. 粉刷墙体和配制砂浆：

用熟化并陈伏好的石灰膏，稀释成石灰乳，可以用于室内的粉刷；以石灰膏为胶凝材料，掺入砂和水，拌合成砂浆，称为石灰砂浆，用于墙面、顶棚等暴露在空气中的抹灰层；在水泥砂浆中掺入石灰膏后，制成水泥混合砂浆，提高水泥砂浆的保水性和砌筑、抹灰质量，节省水泥。

#### 2. 配制灰土和三合土：

熟石灰还可用来配制灰土（熟石灰+黏土）和三合土（熟石灰+黏土+砂、石或炉渣等

填料), 用来进行地基的置换或加固。

### 5) 石灰的验收、储存

1. 建筑生石灰粉、建筑消石灰粉一般采用符合标准规定的牛皮纸袋、复合纸袋或塑料编织袋包装, 袋上应标明厂名、产品名称、商标、净重、批量编号等。

2. 在石灰的储存和运输中必须注意, 生石灰要在干燥的环境中储存和保管。运输中要有防雨措施。要防止石灰受潮或遇水后水化。磨细生石灰粉在干燥条件下储存期一般不超过一个月, 最好是随生产随用。由于生石灰遇水发生反应放出大量的热, 所以生石灰不宜与易燃易爆物品共存, 以免酿成火灾或爆炸。

## 5.8.2 石膏

建筑上常用的石膏, 主要是由天然二水石膏(或称生石膏)经过煅烧、磨细而制成的。



图 5-16 石膏粉和石膏板

### 1) 建筑石膏的技术要求

建筑石膏呈洁白粉末状, 属轻质材料。主要技术要求包括: 细度、凝结时间和强度。

常用不同等级建筑石膏的技术指标见表 5.2 所示。

表 5.2 建筑石膏物理力学性能 (GB/T 9776-2008)

等级	细度 (0.2mm 方孔筛筛余) %	凝结时间 min		2h 强度/Mpa	
		初凝	终凝	抗折	抗压
3.0 3.0	$\leq 10$	$\geq 3$	$\leq 30$	$\geq 3.0$	$\geq 6.0$
2.0 2.0				$\geq 2.0$	$\geq 4.0$
1.6 1.6				$\geq 1.6$	$\geq 3.0$

建筑石膏产品的标记顺序为: 产品名称、抗折强度、标准号。例如抗折强度为 2.5MPa 的建筑石膏记为: 建筑石膏 2.5GB 9776。

### 2) 石膏的凝结与硬化

建筑石膏与适量的水混合后, 起初形成均匀的石膏浆体, 接着石膏浆体又会逐渐产生凝结, 当浆体的水分蒸发后, 石膏就已经完全硬化。

### 3) 用途

建筑石膏在工程中可用作室内抹灰、粉刷、油漆打底等材料，还可以制造建筑装饰制品、石膏板等。

4) 石膏的保管和使用建筑石膏易受潮吸湿，凝结硬化快，因此在运输、贮存的过程中，应注意避免受潮。石膏长期存放，强度也会降低，一般贮存三个月后，强度下降 30%左右。所以，建筑石膏贮存时间不得过长，若超过三个月，应重新检验并确定其等级。



#### 小妙招石灰质量的鉴别：

取少量石灰，拿水泡一下，如果发的时候水变得比较烫，也就是说消化反应快，则说明其质量好，反之其质量差。再看看剩下的渣多不多，太多的话说明没有烧透，残留的石灰石较多，也是质量差的表现。

如果是石灰粉，更容易区分，因为与水反应更明显。



#### 什么是陈伏？

陈伏是一种让石灰浆在储灰池中保存的方式。

石灰岩在窑内煅烧，若煅烧温度过低或煅烧时间不充足，将会产生欠火石灰，若煅烧温度过高或煅烧时间过长，将会产生过火石灰。

欠火石灰产浆量低，质量较差，降低了石灰的利用率，而过火石灰表观密度较大，表面常被杂质融化形成的玻璃釉状物包裹，熟化十分缓慢，使用时会影响工程质量。

当石灰已经硬化后，其中的过火颗粒才开始熟化，体积膨胀，引起隆起和开裂。为了消除过火石灰的危害，在使用前将较大尺寸的过火石灰利用筛网除去，之后让石灰浆在储灰池中保存 2 周以上的做法，称为陈伏。

## 5.9 建筑装修材料

### 5.9.1 建筑陶瓷

建筑陶瓷是以黏土为主要原料，经配料、制坯、干燥、焙烧而制成的工程材料。建筑陶瓷制品种类很多，最常用的有釉面砖、墙地砖、锦砖、卫生陶瓷、琉璃制品等。



图 5-17 素面砖

素面砖又称瓷砖、内墙面砖。素面砖正面有釉，背面有凹凸纹，主要为正方形或长方形砖。素面砖主要用于厨房、浴室、卫生间等室内墙面、台面等。通常不宜用于室外，如果用于室外，经常受到大气温、湿度影响及日晒雨淋作用，会导致釉层发生裂纹或脱落，严重影响装饰的效果。

### 2) 墙地砖

墙地砖包括建筑物外墙装饰贴面用砖和室内、外地面装饰铺贴用砖，因为此类砖常可墙、地两用，故称为墙地砖。墙地砖有多种形状的产品，其表面有光滑、粗糙或凹凸花纹之分，有光泽与无光泽质感之分。其背面为了便于和基层牢固粘贴也制有背纹，但造价偏高。

墙地砖主要用于装饰等级要求较高的建筑内外墙、柱面及室内、外通道、走廊、门厅、展厅、浴室、厕所、厨房等。

### 3) 陶瓷锦砖

陶瓷锦砖是陶瓷什锦砖的简称，俗称“马赛克”，是指由边长不大于 40mm、具有多种色彩和不同形状的小块砖，镶拼组成各种花色图案的陶瓷制品。它坚固耐用，且造价便宜，主要用于室内地面铺贴，如门厅、走廊、餐厅、厨房、浴室等的地面铺装，也可用作外墙饰面材料。

### 4) 琉璃制品

琉璃制品主要包括琉璃瓦、琉璃砖、琉璃兽，以及琉璃花窗、栏杆等各种装饰构件。琉璃制品的特点是坚硬，密实，不易沾污，坚实耐久，色彩绚丽，造型古朴。

## 5.9.2 建筑装饰板材

建筑装饰板材可以分为实木板材与人造板材两大类。实木板材造价比较高，在农村用的不多，以下主要介绍人造板材。

### 1) 胶合板

胶合板是用原木切成薄片，经干燥处理后，再用胶粘剂粘合热压而成的人造板材。一般为 3~13 层。建筑中常用的是三合板和五合板。

胶合板的特点：材质均匀，强度高，吸湿性小，不起翘开裂，幅面大，使用方便，装饰性好，广泛用作建筑室内隔墙板、护壁板、顶棚，门面板以及各种家具和装修。



图 5-18 胶合板

#### 2) 细木工板

细木工板是将小块木条拼接起来，两面胶粘薄板而制成的板材，具有质坚、吸声、绝热等特点，适用于家具和建筑物内装修等。



图 5-19 细木工板

#### 3) 纤维板

纤维板是以植物纤维为主要原料，经破碎、浸泡、研磨成木浆，再加入一定的胶料，经热压成型、干燥等工序制成的一种人造板材。

纤维板按密度分：硬质纤维板，软质纤维板，半硬质纤维板。



图 5-20 纤维板

#### 4) 刨花板、木丝板、木屑板



图 5-21 各种板材

刨花板、木丝板、木屑板是利用木材加工中产生的大量刨花、木丝、木屑为原料，经

干燥，与胶结料拌合，热压而成的板材。这类板材表观密度小，强度较低，主要用作绝热和吸声材料。经饰面处理后，还可用作吊顶板材、隔断板材等。

### 5) 氧化镁板

玻镁防火板亦称玻镁板、氧化镁板、菱镁板、镁质板。生产玻镁防火板材料成分为活性高纯氧化镁 (MgO)、优质氯化镁 (MgCl<sub>2</sub>)、抗碱玻纤布、植物纤维、不燃质轻的珍珠岩、化学稳定立德粉、高分子聚合物、高性能改性剂。玻镁防火板有良好防火性能，是不燃板材，火焰持续燃烧时间为零，800℃不燃烧，1200℃无火苗，达到最高防火不燃级别A1级，与优质龙骨制作的隔断系统，耐火极限达到3小时以上，遇火燃烧的过程中能够吸收大量的热能，延迟周围环境温度的升高。



图 5-22 防火板



#### 小妙招如之何挑选板材

1. 选择一些知名的品牌：建议购买有一定知名度的品牌，厂家实力强一些。当然大品牌的板材质量也是有浮动的，但是大多数是可以保证的。千万不要太贪图便宜！！！
2. 首先看表面：优质木材经过烘干、去脂等几道工序以后切片而成，因此表面不应该有腐朽、死节、虫孔、裂缝等。
3. 环保等级分类一定要看明白：生态板按环保等级分为E0级别；E1级别；E2级别。E0级别是最好的，E1级别其次；E2级别的板材就最好不要用于室内装修了。板材市场里，很多板材商常给自己的板材表上“E0”。可是很多小厂的板材技术根本就达不到，也做不出那样环保又实用的板材，所以挑选的时候要多多甄别。
4. 称重量：板材的重量越重证明压得越密实，特别是实木地板；量厚度，基层越厚，板材的强度越强。

关于环保等级：常见的是E1级和E0级，指的是甲醛释放限量等级的环保标准。  
 $E1 \leq 1.5 \text{ mg/L}$ 。  
 $E0 \leq 0.5 \text{ mg/L}$ 。很明显E0级会更环保。



关于颜色：如果选用三聚氰胺饰面的板材，在下单前一定要确认好颜色、纹理、和质感，因为做完之后就不能改啦。不能改哦！切记！



黑胡桃 紫檀 红木 中国红 泰柚 亚柚 印尼柚木 雪松 金檀 楠木

### 5.9.3 建筑玻璃

建筑玻璃主要指的是平板玻璃、装饰玻璃、安全玻璃和节能装饰玻璃，典型的包括以下几种：



图 5-23 各种建筑玻璃

#### 1) 窗用平板玻璃

窗用平板玻璃也称平光玻璃或净片玻璃，也就是我们一般所说的玻璃，主要装配于门窗，起透光、挡风雨、保温、隔声等作用。

窗用平板玻璃的厚度一般有 2、3、4、5、6mm 五种，其中 2~3mm 厚的，常用于民用建筑。

#### 2) 磨砂玻璃

磨砂玻璃又称“毛玻璃”，表面粗糙，具有透光不透视的特点，且使室内光线柔和。常被用于卫生间、浴室、厕所、办公室、走廊等处的隔断。

#### 3) 彩色玻璃

彩色玻璃也称有色玻璃，可拼成各种花纹、图案，适用于公共建筑的内外墙面、门窗

装饰以及采光有特殊要求的部位。

#### 4) 彩绘玻璃

彩绘玻璃是一种用途广泛的高档装饰玻璃产品，是在平板玻璃上做出各种透明度的颜色和图案，而且彩绘涂膜附着力强，耐久性好，可擦洗，易清洁。可用于门窗、顶棚吊顶、灯箱、壁饰、家具、屏风等，利用其不同的图案和画面可达到不同装饰效果。

#### 5) 防火玻璃

防火玻璃是经特殊工艺加工和处理、在规定的耐火试验中能保持其完整性和隔热性的特种玻璃。

#### 6) 钢化玻璃

钢化玻璃是用物理的或化学的方法，在玻璃的表面形成一个压应力层，而内部处于较大的拉应力状态，内外拉应力处于平衡状态。玻璃本身具有较高的抗压强度，表面不会造成破坏的玻璃品种。

### 5.9.4 铝合金与塑钢

#### 1) 铝合金

##### 1.铝合金的特性：

延伸性好，硬度低，易加工，耐腐蚀，较广泛地用于各类房屋。常用的铝合金制品有：铝合金门窗、铝合金装饰板及吊顶、铝合金波纹板、压型板、冲孔平板、铝箔等，具有承重、耐用、装饰、保温、隔热等优良性能。



图 5-24 铝合金门窗

##### 铝合金制品的选择与使用：

查看产品出厂合格证，注意出厂日期、规格、技术条件、企业名称和生产许可证编号；仔细查看产品的表面状况，产品表面不能有明显的擦划伤、气泡等缺陷，产品色彩鲜亮，光泽好；一定要注意产品的壁厚，门窗料的产品厚度应不小于 1.2mm；注意产品表面涂层的厚度，阳极氧化产品的膜厚不低于  $10\mu\text{m}$ ，电泳涂漆产品的膜厚不低于  $17\mu\text{m}$ ，粉末喷涂的涂层厚度不超出  $40\sim120\mu\text{m}$  范围，氟碳漆喷涂产品应在二者以上，不能低于  $30\mu\text{m}$ 。

日常维护时，不能用刷子等其他硬物作为清洗工具，应选择柔软的棉纱和棉布；清洗剂可以用水、洗涤灵和肥皂，但不能用其他有机物。

## 2) 塑钢

### 1.塑钢的特性

塑钢型材简称“塑钢”，主要化学成分是“PVC”，因此也叫“PVC 型材”，是被广泛应用的一种新型的建筑材料。该材料性能优良、加工方便，通常用作是铜、锌、铝等有色金属的替代品。并且由于塑钢采用多腔结构设计,密封性好，隔热保温性能卓越，在房屋建筑中主要用于门窗、护栏、管材和吊顶材料等方面的应用。



图 5-25 塑钢推拉窗



图 5-26 塑钢平开窗

### 2.塑钢门窗的选择与使用：

塑钢门窗产品应在明显部位标注产品制造厂名或商标、产品名称、型号和标准编号；塑钢门窗表面应平滑，颜色应基本均匀一致，无裂纹，无气泡，焊缝平整，清角到位，不得有影响使用的伤痕、杂质等缺陷；门窗密封条平整无卷边，无脱槽，胶条无气味；门窗关闭时，扇与框之间无缝隙，门窗四扇均连为一体并无螺钉连接，推拉门窗应滑动自如，声音柔和，无粉尘脱落。

### 3.塑钢门窗的缺点：

- 1.PVC 材料钢性不好，必须要在内部附加钢条来增加硬度。
- 2.防火性能略差，如果在防火要求条件比较高的情况下，推荐使用铝合金材料。
- 3.塑钢材料脆性大，相比铝合金要重些，燃烧时会有毒排放。



隔热断桥铝合金门窗的突出优点是强度高、保温隔热性好，刚性好、防火性好，采光面积大，耐大气腐蚀性好，综合性能高，使用寿命长，装饰效果好，使用高档的隔型材铝合金门窗，是高档建筑用窗的首选产品。



铝合金门窗表面质量要求：

1. 门窗表面不应有明显的擦伤、划伤、碰伤等缺陷。
2. 门窗相邻杆件着色表面不应有明显的色差。
3. 门窗表面不应有铝屑、毛刺、油斑或其他污迹，装配连接处不应有外溢的胶粘剂。

铝合金门窗的特点与钢木门窗相比，铝合金门窗具有以下优点：

- 1) 自重轻、强度高。密度仅为钢材的 1/3。
- 2) 密闭性能好。密闭性能直接影响着门窗的使用功能和能源的消耗。密闭性能包括有气密性、水密性、隔热性和隔声性等四个方面。
- 3) 耐久性好，使用维修方便。铝合金门窗不锈蚀、不褪色、不脱落、几乎无需维修，零配件使用寿命极长。
- 4) 装饰效果优雅。铝合金门窗表面都有人工氧化膜并着色形成复合膜层，这种复合膜不仅耐蚀、耐磨，有一定的防火力，而且光泽度极高。铝合金门窗由于自重轻，加工装配精密、准确，因而开闭轻便灵活，无噪声。

如何选择铝合金门窗？

看用料：优质的铝合金门窗所用的铝型材，厚度、强度和氧化膜等，应符合国家的有关标准规定，壁厚应在 1.2 毫米以上，抗拉强度达到每平方米毫米 157 牛顿，屈服强度要达到每平方毫米 108 牛顿，氧化膜厚度应达到 10 微米。如果达不到以上标准，就是劣质铝合金门窗，不可使用。

看加工：优质的铝合金门窗，加工精细，安装讲究，密封性能好，开关自如。劣质的铝合金门窗，盲目选用铝型材系列和规格，加工粗制滥造，以锯切割代替铣加工，不按要求进行安装，密封性能差，开关不自如，不仅漏风漏雨和出现玻璃炸裂现象，而且遇到强风和外力，容易将推拉部分或玻璃刮落或碰落，毁物伤人。

看价格：在一般情况下，优质铝合金门窗因生产成本高，价格比劣质铝合金门窗要高能 30% 左右。有些有壁厚仅 0.6-0.8 毫米铝型材制作的铝合金门窗，抗拉强度和屈服强度大大低于国家有关标准规定，使用很不安全。

## 5.10 建筑防水材料

防水材料是保证房屋建筑能够防止雨水、地下水与其他水分侵蚀渗透的重要组成部分，是工程建设中不可缺少的建筑材料。农房建造常用的屋面防水材料为防水卷材和防水涂料。室内外水泥混凝土结构、砂浆砖石结构的墙面、地面、卫生间、浴室、厨房、楼地面、阳台、水池的地面和墙面防水，用于铺贴石材、瓷砖、木地板、墙纸、石膏板之前的抹底处理，可达防止潮气和盐份污染的效果。

### 5.10.1 防水卷材

沥青防水卷材是传统的防水卷材，成本低，但拉伸强度和延伸率低，温度稳定性差，高温易流淌，低温易脆裂；耐老化性较差，使用年限短，属于低档防水卷材。防水卷材包括：沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材等。沥青防水卷材由于价格便宜、施工方便，在农房屋面防水中较多采用。



图 5-27 防水卷材

### 1) 沥青防水卷材的常用品种:

#### 1.高聚物改性沥青防水卷材

改性沥青防水卷材简称改性沥青防水卷材，俗称改性沥青油毡。高聚物改性沥青防水卷材是以玻纤毡、聚酯毡、黄麻布、聚乙烯膜，聚酯无纺布，金属箔或者两种复合材料为胎基，以掺量不少于 10%的合成高分子聚合物改性沥青、氧化沥青为浸涂材料，以粉状、片状、粒状矿质材料，合成高分子薄膜，金属膜为覆面材料制成的可卷曲的片状类防水材料。

#### 2.弹性体改性沥青防水卷材

弹性体（SBS）改性沥青防水卷材执行国家标准 GB18242-2008，是用苯乙烯-丁二烯-苯乙烯（SBS）橡胶改性沥青做涂层，用玻纤毡、聚酯毡、玻纤增强聚酯毡为胎基，两面覆以隔离材料所做成的一种性能优异的防水材料，具有耐热、耐寒、耐腐蚀、抗老化、热塑性好、抗拉力大、延伸率高、抗撕裂性强等优点。

#### 2) 石油沥青纸胎油毡（简称油毡）

油毡是采用低软化点石油沥青浸渍原纸，然后用高软化点石油沥青涂盖油纸两面，再涂撒隔离材料所制成的一种纸胎沥青防水卷材。油毡是传统的防水材料，普通农房一般最常使用。缺点是低温柔韧性差，使用寿命短，当防水等级为 I、II 级的建筑屋面或各类地下防水工程不宜使用。

油毡按浸涂材料总量和物理性能分为合格品、一等品、优等品。油毡按所用隔离材料分为粉状面油毡和片状面油毡。油毡的标号有 200 号、350 号和 500 号三种。200 号油毡适用于简易防水、临时性建筑防水、建筑防潮及包装等；350 号和 500 号粉状面油毡适用于屋面、地下工程的多层防水；片状面油毡用于单层防水。

### 5.10.2 防水涂料

防水涂料在常温下呈无定形状态(液状、稠状或现场拌制而成液状)，经现场涂覆可在结构物表面固化形成具有防水功能的膜层材料。防水涂料分为沥青基防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料、合成高分子防水涂料、有机无机复合防水涂料。丙烯酸防水涂料是以纯丙烯酸聚合物乳液为基料，加入其他添加剂而制得的单组份水乳型防水涂料。防水涂料经固化后形成的防水薄膜具有一定的延伸性、弹塑性、抗裂性、抗渗性及耐候性，能起到防水、防渗和保护作用。防水涂料有良好的温度适应性，操作简便，易于维修与维护。



图 5-28 防水涂料

防水涂料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。防水涂料的质量应满足工程应用的主要控制指标，并按该要求对进入现场的材料进行抽样复验，不合格的材料不得使用。



#### 防水材料的选择：

##### 1. 根据气候地域条件选材。

比如南方多雨，防水材料应该选用耐水的材料，如改性沥青卷材或者耐水的胶黏剂粘合高分子卷材；而北方寒冷，尤其是多雪地区，应该选用耐低温冻胀收缩的高分子卷材。根据不同的建筑部位选择适合的防水涂料。



##### 2. 建筑部位不同，对防水材料的要求并不尽相同，因此要根据不同部位，选择对应的材料，对症下药，因地制宜，因材施工。在一幢建筑中，需要做防水的部位有屋面、墙体、地下建筑以及厕浴间等。

屋面由于防水层暴露在外，日晒雨淋，风吹雨打，所以要选择抗拉强度高、延伸率大、耐老化好的防水材料。

墙体的渗漏则因为现在墙体太薄，多为轻型砌块砌筑，大量内外通缝，再是门窗樘与墙的结合处，密封不严，雨水多由缝中渗入。所以墙体防水不能用防水卷材，只能用弹性防水涂料，而且和外装修材料结合。

厕浴间选用防水涂料最为合适，一是因为厕浴间不受大自然气候的影响，无温度变化，因此对材料的延伸率要求不高；二是因为面积小，阴阳角多，穿楼板管道多，涂料能更好地适应厕浴间的需要；三是墙面防水层上贴瓷砖，与粘结剂亲和性能好，所以涂料是厕浴间防水最好的选择。

地下防水层则因长年浸泡在水中或十分潮湿的土壤中，防水材料必须耐水性好，底板防水层应用厚质的，并且有一定抵抗扎刺能力的防水材料。如果选用合成高分子卷材，最

宜热焊合接缝。使用胶粘剂合缝者，其胶应耐水性优良，否则再好的卷材也不能选用。

总之，在选择适合的防水建材过程中，一定要根据建筑物所处的外围环境以及实际防水性能要求来进行选择，只有这样全方面的考虑才能购买到适合建筑物的优良防水材料！



### 总结和提示:

★建筑材料的选用首先应保障其安全性，其次再考虑经济，美观等因素。

★建筑用材的详细规定可参照国家标准，如《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55—2011 等。

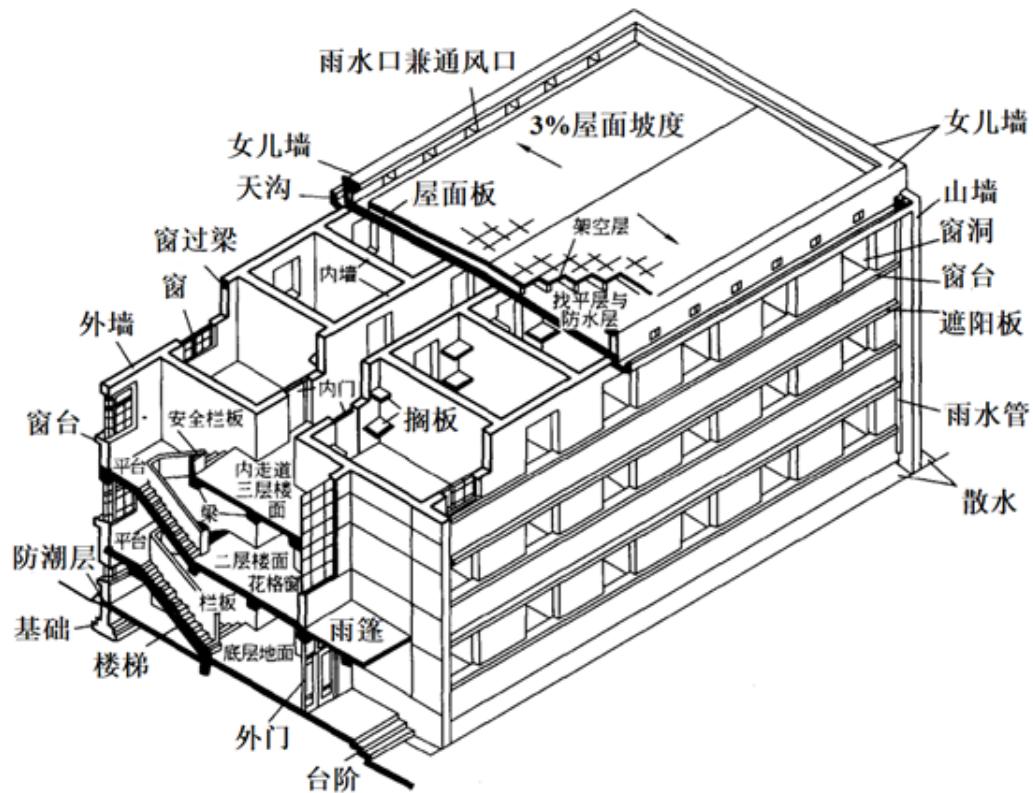
# 第6章 典型农房结构与抗震措施



## 学习小目标

1. 了解民房的基本构造及地基基础的技术要求。
2. 了解不同结构民房的技术要求。
3. 了解不同结构民房的加固措施。

### 6.1 民房构造



6-1 民房构造

基础是房屋最下面的部分，埋在自然地面以下。它承受房屋的全部荷载，并把这些荷载传给下面的土层——地基。

墙或柱是房屋的垂直承重构件，它承受楼地层和屋顶传给它的荷载，并把这些荷载传给基础。墙不仅是一个承重构件，它同时也是房屋的围护结构。

勒脚是建筑物外墙的墙脚，即建筑物的外墙与室外地面或散水部分的接触墙体部位的加厚部分。也可这样定义：为了防止雨水反溅到墙面，对墙面造成腐蚀破坏，结构设计中对窗台以下一定高度范围内进行外墙加厚，这段加厚部分称为勒脚。勒脚的作用是防止地面水、屋檐滴下的雨水的侵蚀，从而保护墙面，保证室内干燥，提高建筑物的耐久性。也能使建筑的外观更加美观。

散水是指房屋外墙四周的勒脚处(室外地坪上)用片石砌筑或用混凝土浇筑的有一定坡度的散水坡。散水的作用是迅速排走勒脚附近的雨水，避免雨水冲刷或渗透到地基，防止基础下沉，以保证房屋的巩固耐久。散水宽度宜为600~1000mm，当屋檐较大时，散水宽度要随之增大，以便屋檐上的雨水都能落在散水上迅速排散。散水的坡度一般为5%，外缘应高出地坪20~50毫米，以便雨水排出流向明沟或地面他处散水，与勒脚接触处应用沥青砂浆灌缝，以防止墙面雨水渗入缝内。

楼地层是房屋的水平承重和分隔构件，包括楼板层和首层地面两部分。楼板层把建筑空间在垂直方向划分为若干层，将其所承受的荷载传给墙或柱。楼板支承在墙上，对墙也有水平支撑作用。首层地面直接承受各种使用荷载，并把荷载传给它下面的土层——地基。

楼梯是楼房建筑中联系上下各层的垂直交通设施。在平时供人们上下楼层；在处于火灾、地震等事故状态时，供人们紧急疏散。

屋顶是房屋顶部的承重和围护部分，屋面的作用一是阻隔雨水、风雪对室内的影响，并将雨水排除；二是防止冬季室内热量散失，夏季太阳辐射热进入室内。承重结构则承受屋顶的全部荷载，并把这些荷载传给墙或柱。屋顶女儿墙是建筑物屋顶周围的矮墙，主要作用除维护安全外，亦会在底处施作防水压砖收头，以避免防水层渗水、或是屋顶雨水漫流。依国家建筑规范规定，上人屋面女儿墙高度一般不得低于1.1m，最高不得大于1.5m。上人屋顶的女儿墙的作用是保护人员的安全，并对建筑立面起装饰作用。不上人屋顶的女儿墙的作用除立面装饰作用外，还固定油毡。

门和窗均属围护构件。门的主要功能是交通出入、分隔和联系内部与外部或室内空间，有的兼起通风和采光作用。窗的主要功能是采光和通风，同时也能起到美化立面的效果。

雨篷是设置在建筑物进出口上部的遮雨、遮阳篷。建筑物入口处和顶层阳台上部用以遮挡雨水和保护外门免受雨水浸蚀的水平构件。

地基是基础下面承受荷载的土层，承受着基础传来的全部荷载。基础是房屋地面以下的承重体，位于房屋上部结构与地基之间，它直接承受上部结构传下来的全部荷载，并把这些荷载与基础自身重量一起传给地基。严格讲，地基不属于房屋的组成部分，但它对保

证房屋的坚固耐久具有非常重要的作用。基础传给地基的荷载如果超过地基的承载能力，地基将会出现较大的沉降变形或失稳，甚至会出现土层的滑移，直接影响到房屋的安全和正常使用。非自然灾害情况下，房屋的安全事故，多数都与地基和基础的有关。

基础的类型与构造并不完全取决于房屋的上部结构，它与地基土的性质有着密切关系。具有相同上部结构的房屋当建造在不同的地基土上时，其基础的形式与构造可能是完全不同的。因此，地基与基础之间，既协同工作，又相互影响、相互制约。

## 6.2 地基基础

### 6.2.1 对地基的要求

不论是天然地基还是人工地基，均应保证其有足够的强度和稳定性，在荷载作用下地基土不发剪切破坏或丧失稳定；不产生过大的沉降或不均匀沉降变形，以确保建筑物的正常使用。

在软弱地基上建造建筑物或构筑物，利用天然地基不能满足设计要求，需对地基进行人工处理，以满足结构对地基的要求。同时地基的厚度、密实性及承载能力应分布均匀，在一定的承载条件下，地基应有合理的深度范围。

### 6.2.2 对基础的要求

强度要求：通过基础而作用在地基上的荷载不能超过地基的承载能力，保证地基不因地基土中的剪应力超过地基土的强度而破坏，并且应有足够的安全储备； 变形要求：基础的设计还应保证基础沉降或其他特征变形不超过建筑物的允许值，保证上部结构不因沉降或其他特征变形过大而受损或影响正常使用； 上部结构的其他要求：基础除满足以上要求外，还应满足上部结构对基础结构的强度、刚度和耐久性要求。

## 6.3 地基处理

当地基土层位于浅表（一般深度不大于 4m）可考虑采用换填法进行地基处理，填料可采用灰土，砂，级配砂石料或碎砖三合土等；当软土较厚，较深且影响建筑安全时，应采取其他地基处理方式或采用桩基础。在施工前，应进行合理的专门设计，保证地基和基础的安全性。

### 6.3.1 灰土地基施工规定

1.灰土的土料可采用场地基槽中挖出的土，但使用前应过筛，其粒径不宜大于 15mm，并应清除各种有机杂物、垃圾等；石灰宜采用由新鲜生石灰块消解三至四天的消石灰，石灰使用前应过筛，石灰粒径不宜大于 5mm；

2. 灰土地基中石灰、土料配合比（体积比）应为 2:8 或 3:7;
3. 灰土料应拌合均匀，颜色一致；拌合时，应根据不同土料和当地气候情况控制最优含水量；拌合后的灰土料应及时铺设夯实，不得隔日夯打；
4. 当采用重量不小于 80kg 的石夯，或重量不小于 40kg 的木夯进行人工压实时，灰土料的分层铺设厚度宜为 200mm-250mm；夯锤落高宜为 400mm-500mm；施工宜采用一夯压半夯；每层夯打遍数宜为 3 遍~4 遍，夯实后灰土表面不应松散或起皮；
5. 灰土分段施工时，灰土搭接长度不宜小于 500mm；
6. 每层灰土夯实施工完成后，应进行质量检查，待达到设计要求后，方可进行后续铺设施工，直至达到设计要求的总厚度；
7. 灰土地基施工完成后，应及时进行基础施工和基槽回填。



“基础牢、房不摇”，基础，农村建房的关键一步，只要打好了基础，后面的所有工作才能稳步推进。

回填土，指的是工程施工中，完成基础等地面以下工程后，再返还填实的土。回填土是指基础、垫层等隐蔽工程完工后，在 5m 以内的取土回填的施工过程。回填土之前应该要先检验土料质量、含水量是否在控制范围内。土料含水量一般以“手握成团，落地开花”为宜。



当含水量过大时，应采取翻松、晾干、风干、换土回填、掺入干土或其它吸水性材料等措施，防止出现橡皮土；如土料过干（或砂土、碎石类土）时，则应预先洒水湿润，增加压实遍数或使用较大功率的压实机械等措施。

### 6.3.2 砂和砂石地基施工规定

1. 砂和砂石材料宜采用中砂、粗砂、砾砂、碎石或卵石；砂和砂石材料中不得含有各种有机杂物、垃圾等；碎石或卵石的最大粒径不宜大于 50mm；
2. 人工级配砂石地基的体积配合比一般为 4:6，当承载力要求高时，应采用 3:7（砂:碎石）；
3. 砂和砂石料铺设前应搅拌均匀，并应将基槽底面的浮土清除干净；

4. 基槽铺设砂和砂石料时，应避免扰动坑底土层；砂和砂石料底面宜铺设在同一标高上；

5. 砂和砂石料应分层铺设，分层厚度、最优含水量、施工要求以及适用范围应符合表 6.1 的规定；每层砂和砂石料夯实施工完成后，应进行质量检查，待达到设计要求后，方可进行后续铺设施工，直至达到设计要求的总厚度。

表 6.1 砂和砂石地基分层铺设厚度、最优含水量、施工要求和适用范围

序号	捣实方法	每层铺设厚度 (mm)	最优含水 (%)	施工要求	适用范围
1	平振法	200~250	15~20	用平板式振捣器往复振动	不宜使用于细砂或含泥量较大的砂所铺设的砂垫层
2	插振法	振捣器的插入深度	饱和	用插入式振捣器插入土中，插入间距可根据机械振幅大小决定；不应插至下卧黏性土层；插入振捣完毕后，所留的孔洞应用砂填实	不宜使用于细砂或含泥量较大的砂所铺设的砂垫层
3	水撼法	250	饱和	注水高度应超过每次铺设面层用钢叉摇撼捣实，插人点间距应为 100mm；钢叉分四齿，齿的间距宜为 80mm，长 300mm，木柄长 900mm	湿陷性黄土、膨胀土地区不得使用
4	夯实法	150~200	8~12	用木夯 (40kg) 或机械落距宜为 400mm~500mm；打夯时，应一夯压半夯，全面夯实	适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与粘性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基

### 6.3.3 碎砖三合土地基施工规定

1. 碎砖三合土中消石灰、砂或黏性土、碎砖的配合比（体积比）应为 1:2:4 或 1:3:6；
2. 碎砖的粒径宜为 20mm~60mm；碎砖、砂或黏性土中不得夹有各种有机杂物、垃圾等；
3. 碎砖三合土铺设前，应在槽壁分层标出样桩，并预拌好灰浆；灰浆拌合时，应根据

不同土料和当地气候情况控制最优含水量；碎砖与灰浆拌合均匀后，再铺入基槽内，铺设厚度应为 200mm，每层宜分别夯实至 150mm；每层夯打遍数宜根据现场试验或所在地区经验确定；每层夯实施工完成后，应进行质量检查，待达到设计要求后，方可进行后续施工，直至达到设计要求的总厚度；

4. 碎砖三合土分层铺设至设计标高后，在最后一遍夯打时宜浇浓灰浆；待表面灰浆略晾干后，应上铺一层薄砂土或炉渣平整夯实；

5. 夯打完的碎砖三合土，如遇雨水冲淋或积水破坏表层浆时，应在排除积水后，方可重新浇浆夯打密实。

## 6.4 基础埋置深度

考虑耐久性和稳定性的要求，地基的最小埋深为 500mm，在具体确定基础的埋深时，首先要考虑的是房屋在使用功能和用途方面的要求，例如必须设置地下室、带有地下设施、属于半埋式结构物等。

对位于土质地基上的建筑，基础埋深应满足地基承载力、变形和稳定性要求。为了满足稳定性要求，其基础埋深应随建筑物高度适当增大。在抗震设防区，筏形和箱形基础的埋深不宜小于建筑物高度的 1/15；桩筏或桩箱基础的埋深（不计桩长）不宜小于建筑物高度的 1/18。一般单层农房的基础埋深不应小于 500mm。

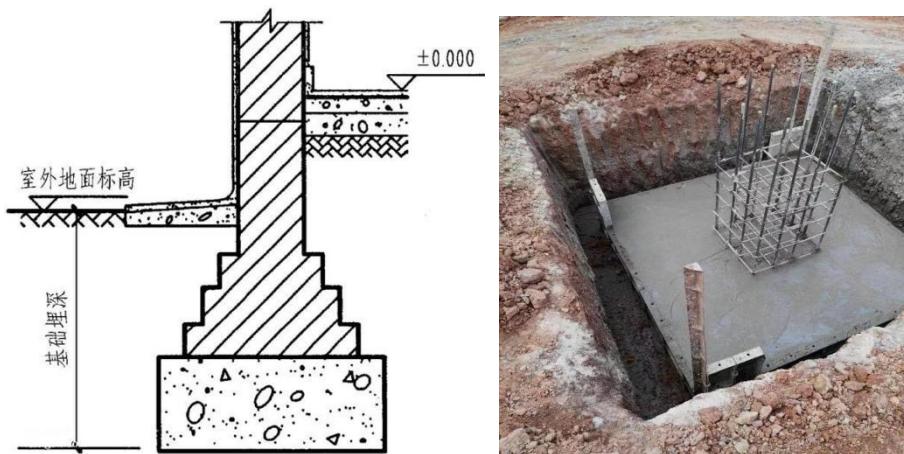


图 6-2 基础埋置深度

影响基础埋深的因素很多，主要有以下几个方面：

1. 建筑物的用途与基础构造的影响。当建筑物设有地下室、地下管道或设备基础时，须将基础局部或整体加深。为了保护基础不至于露出地面，构造要求基础顶面离室外设计地面不得小于 100mm。

2. 建筑物的荷载大小与抗震防灾的影响。即房屋开间越大、层数越高，作用在地基上

的荷载就越大，这时基础埋深就要大一些。当抗震设防和抗风要求较高时，基础埋深也要大一些，以保证房屋结构在水平力作用下有良好的稳定性与抗倾覆能力。

3.地下水位对基础埋置深度的影响。一般情况下，基础应位于地下水位之上，以减少地下水对基础的侵蚀，并且方便施工。当地下水位很高，基础必须埋在地下水位以下时，则基础底面应低于最低地下水位之下至少 200mm,不应使基础底面处于地下水位变化的范围之内，以减少地下水的影响。

4.相邻建筑基础埋深的影响。当新建建筑物附近有原有建筑物时，为了保证原有建筑物的安全和正常使用，新建建筑物的基础埋深不宜大于原有建筑基础的埋深。当埋深大于原有建筑基础时，两基础之间应保持一定间距，一般取等于或大于两基础的埋置深度差的 2 倍为宜。当上述要求不能满足时，应采取分段施工，设临时加固支撑，使原有建筑物的地基不受扰动。

5.临近边坡，陡坡进行建设时，尚需进行边坡及场地稳定实验，确定基础形式及埋深。



基础埋深不能浅  
除岩石地基外，基础应埋入稳定土层，深度 不应小于 50 公分。



(图片摘自四川农村抗震设防宣传挂图)

## 6.5 砖混结构

以烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、页岩砖和水泥免烧砖等作为承重墙体，楼屋盖采用现浇钢筋混凝土或预制板的混合结构房屋称为砖混结构。砖混结构农房在我国农村各地普遍使用，对其结构构造特点、抗震措施及施工工艺应重点掌握。



图 6-3 砖混结构农房构造示意

### 6.5.1 一般规定

1) 砖混结构农房总高度和层数不宜超过表 6.2 规定。

表 6.2 砖混结构农房总高度和层数要求

6 度设防		7 度设防		8 度设防		9 度设防	
高 (M)	层数						
9.9m	3 层	7.2m	2 层	6.6m	2 层	3.3m	1 层

注：房屋总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度。

- 2) 层高：底层层高不宜大于 3.6 米，二层层高不宜大于 3.3 米。
- 3) 开间、进深：起居室（客厅）开间不宜大于 6 米；卧室开间不宜大于 4.2 米；房间进深不宜超过 7.2 米。当开间、进深尺寸过大需要设置大梁支撑楼屋盖时，应在大梁支承处加砖壁柱钢筋混凝土构造柱等加强措施。
- 4) 墙厚及墙体布置：应设置不少于 3 道横墙承重；承重墙厚度不小于 240mm；6 度以上地震区，不应采用 180mm、120mm 厚墙体承重及空斗墙承重。

#### 5) 材料要求

##### 1.砖块

砖块强度等级不低于 Mu7.5；砖块各方向尺寸误差不应大于 3mm；砖块不应出现大的裂纹、分层、掉皮、缺棱、掉角、严重泛霜、石灰爆裂等现象，不应出现明显弯曲或翘曲现象；含碱量过高的粘土制成的砖不能用来建房（墙根容易碱蚀、剥落）；砖基础和地面以下的墙体不宜采用烧结多孔砖。

在农村砖混房屋中，经常可以看到外墙根部出现很多白色粉末，墙根部位发生溃烂、

起皮甚至剥落，而且年代越久的房子越严重。这种砖墙烂根现象专业术语称为“墙体碱蚀”。其原因主要有三：一是当地土壤或水质含碱量（其实为硫酸盐）较高，二是砖块自身含碱量较高，三是墙体根部防水防潮没有处理好。当墙根受潮或受水侵蚀后，这些硫酸盐会在砖墙表面结晶并产生膨胀，导致砖墙表面粉化、溃烂甚至剥落。防治办法：不要采用含碱量过高的砖块；做好墙体根部的防潮与防水处理；对已经严重烂根的砖墙应经行加固处理。

## 2.砂浆

$\pm 0.00$  以下应采用水泥砂浆砌筑，强度不应低于 M7.5； $\pm 0.00$  以上可以采用水泥砂浆或混合砂浆，6、7 度时不应低于 M5，8、9 度时不应低于 M7.5。

## 3.混凝土

砖混结构中，混凝土主要用于浇注条形基础、墙内构造柱、圈梁及楼屋面。一般要求混凝土强度等级不低于 C20。

## 4.钢筋

应购买合格产品，不应在承重构件中使用地条钢及废旧钢筋；对于盘条钢筋，应采用机械调直，不能采用人工砸直；不应使用扭曲变形的钢筋。

### 6) 楼（屋）盖做法

8 度及 8 度以上抗震设防地区，尽量采用钢筋混凝土现浇楼板，不宜采用空心预制板；当采用空心预制板时，应保证预制板自身质量，并采取必要的构造措施以加强房屋的整体性。现浇楼板、屋面板悬挑长度不宜超过 1.0m，板厚不小于悬挑长度的 1/10 且不小于 70mm。

### 7) 砖混结构农房的局部尺寸限值，应符合表 6.3 的规定。

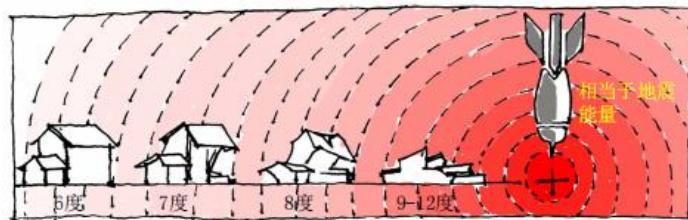
表 6.3 砖混结构房屋局部尺寸限值(m)

部 位	6、7 度	8 度	9 度
承重窗间墙最小宽度	0.9	1.0	1.2
承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.9	1.0	1.2
非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.9	0.9	1.0
内墙阳角至门窗洞边的最小距离	0.9	1.0	1.2



小讨论：圈梁和构造柱的重要性

首先，什么是震级和烈度？



一次地震，表示地震大小的震级只有一个。由于同一次地震对不同的地点影响不一样，随着距离震中的远近会出现多种不同烈度。

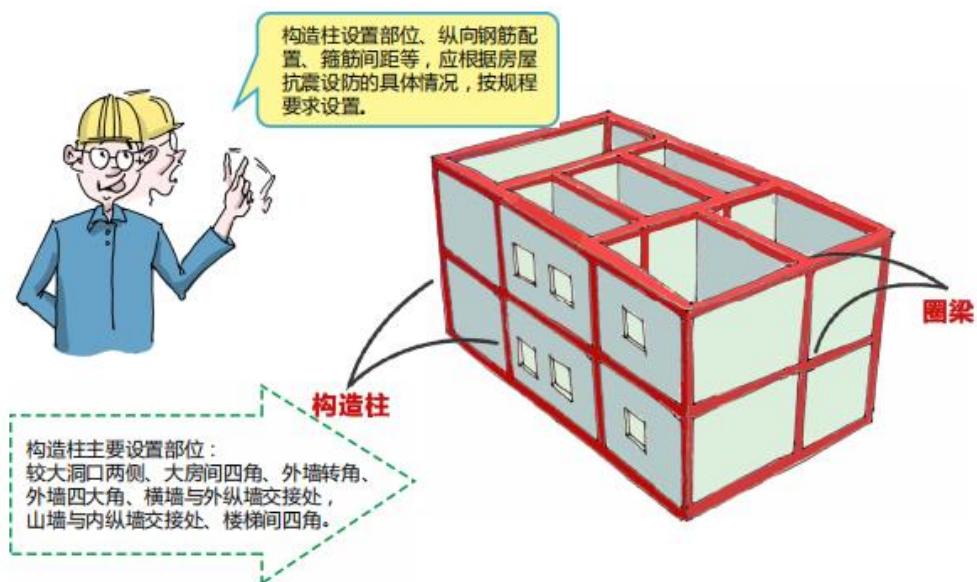
烈度表示地震对地表及工程建筑物影响的强弱程度。震级表示地震强弱的量度，是划分震源放出的能量大小的等级。

房屋应依据当地的抗震设防烈度采取抗震措施，而不是依据地震震级。云南省各地区抗震设防烈度见附录。

**重点1** 圈梁、芯柱，构造柱就像房子加了箍，设置部位要得当，抗震效果才会强！

构造柱设置部位、纵向钢筋配置、箍筋间距等，应根据房屋抗震设防的具体情况，按规程要求设置。

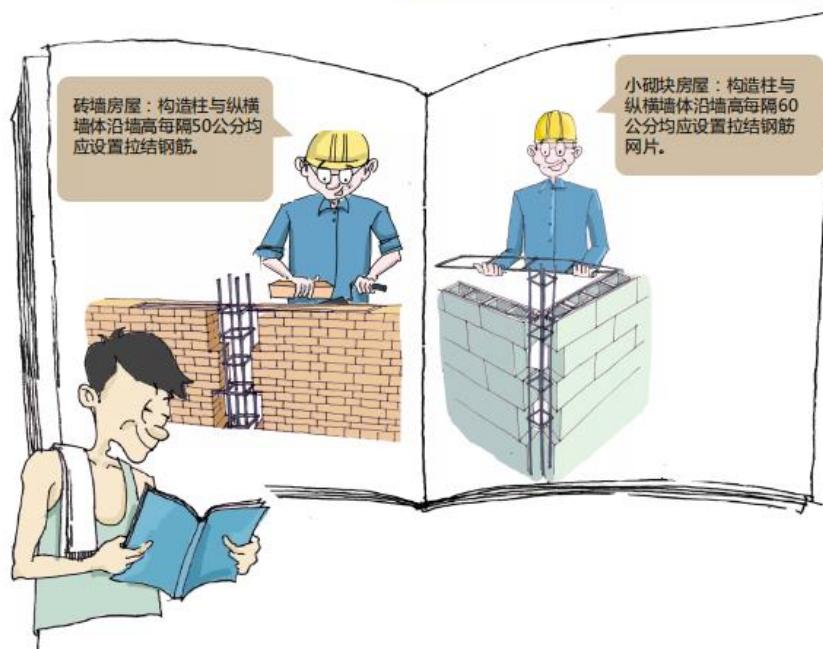
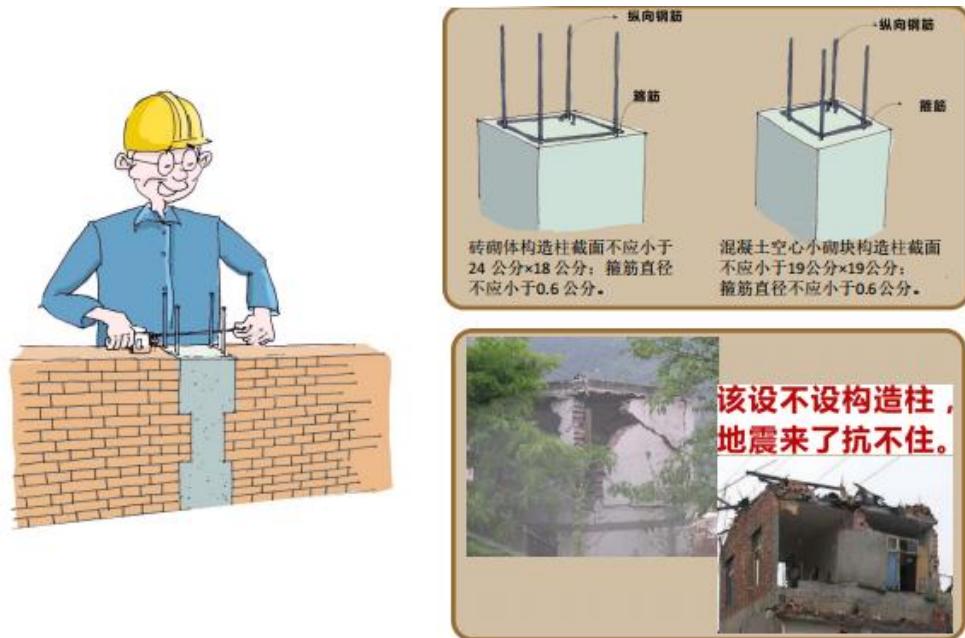
构造柱主要设置部位：较大洞口两侧、大房间四角、外墙转角、外墙四大角、横墙与外纵墙交接处、山墙与内纵墙交接处、楼梯间四角。



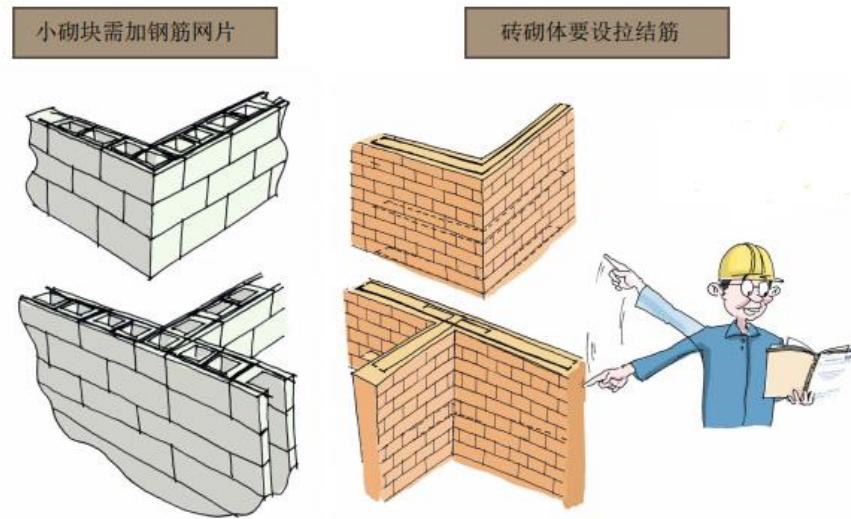
**重点2** 构造柱要留马牙槎，箍筋上下要加密，还要设置拉结筋。砖砌体构造柱截面不应小于 24 公分 18 公分；箍筋直径不应小于 0.6 公分。混凝土空心砌块构造柱截面不应小于 19 公分 19 公分；箍筋直径不应小于 0.6 公分。

砖墙房屋：构造柱与纵横墙体沿墙高每隔 50 公分均应设置拉结钢筋。

小砌块房屋：构造柱与纵横墙体沿墙高每隔 60 公分均应设置拉结钢筋网片。



**重点 3 无构造柱的纵横墙，交接处理很重要。**  
小砌块需加钢筋网片，砖砌体要设拉结筋。



(图片摘自四川农村抗震设防宣传挂图)

### 6.5.2 抗震加固措施

混凝土结构加固方法宜采用增大截面加固法、粘贴纤维复合材加固法、粘贴钢板加固法、外粘型钢加固法、体外预应力加固法和置换混凝土加固法等。加固设计时，可根据实际条件和使用要求选择适宜的加固方法。

混凝土现浇梁、现浇板等构件受弯承载能力不满足要求时，可采用增大截面法、粘贴纤维复合材加固法、粘贴钢板加固法、体外预应力加固法等，也可通过增设构件减小跨度、改变传力途径的加固方法。

混凝土现浇梁、现浇柱等构件受剪承载能力不满足要求时，可采用粘贴纤维复合材加固法、粘贴钢板加固法、外粘型钢加固法等。

混凝土柱等构件受压承载能力不满足要求时，可大截面法、外粘型钢加固法、粘贴纤维复合材加固法等。混凝土预制板承载能力不满足要求时，可采用增设钢筋混凝土叠合层加固法、粘贴纤维复合材加固法、粘贴钢板加固法等，也可通过增设构件减小跨度、改变传力途径的加固方法。楼梯构件承载能力不满足要求时，梯板和平台板可采用粘贴纤维复合材加固法、粘贴钢板加固法等。

承重构件受压区混凝土强度偏低或混凝土有严重缺陷时，可采用置换混凝土加固法等。

混凝土外观质量缺陷，可采用下列方法进行修补：

1 蜂窝、麻面、孔洞，先凿除缺陷部位混凝土至密实处，再采用提高一个强度等级的无收缩细石混凝土进行浇筑；

2 钢筋外露部位，凿除钢筋周围松散混凝土至密实处，再采用提高一个强度等级的无收缩细石混凝土进行浇筑。

混凝土构件裂缝，可采用下列修补方法。对承载能力不足引起的结构性裂缝，除应对裂缝进行修补外，尚应采取提高其承载能力的有效措施：

1 对于裂缝宽度小于 0.2mm 的混凝土表层微细独立裂缝或网状裂纹，可采用表面涂刷具有良好渗透性的修补胶液封闭裂缝通道；

2 对于裂缝宽度大于 0.1mm 的静止独立裂缝、贯穿性裂缝，可采用注射或压力注浆的方法，将修补裂缝用的注浆料压入裂缝腔内；

3 对于裂缝宽度大于 0.5mm 的活动裂缝，可在构件表面沿裂缝走向骑缝凿出槽深和槽宽分别不小于 20mm 和 15mm 的 U 形沟槽，然后用改性环氧树脂或弹性填缝材料充填，并粘贴纤维复合材以封闭其表面。

增大截面加固法的设计，应符合下列规定：

1 原构件的混凝土强度等级不应低于 C10；

2 新增混凝土层的最小厚度，对于板不应小于 40mm，对于梁、柱不应小于 60mm；

3 新增受力钢筋与原受力钢筋的净间距不应小于 20mm，并应采用短筋或箍筋与原钢筋焊接；新增受力钢筋两端应可靠锚固。

粘贴纤维复合材加固法的设计，应符合下列规定：

1 原构件的混凝土强度等级不应低于 C15；

2 应将纤维受力方式设计成仅承受拉应力作用；

3 加固受弯构件正截面受弯承载力时，其提高幅度不应超过 40%，且应验算受剪承载力，避免加固构件受剪破坏先于受弯破坏；采用湿法铺层的织物时，不宜超过 4 层；

4 加固受弯构件斜截面受剪承载力时，纤维复合材条带应粘贴成垂直于构件轴线方向的环形箍或其他有效的 U 形箍；

5 受压构件正截面承载力加固时，可采用沿全长无间隔地环向连续粘贴纤维织物的方式；受压构件斜截面承载力加固时，可采用纤维复合材条带应粘贴成环形箍，且纤维方向应与构件的纵轴线垂直；

6 加固大偏心受压钢筋混凝土柱时，应将纤维复合材粘贴于构件受拉区边缘混凝土表面，且纤维方向应与构件的纵轴线方向一致。

## 6.6 砖木结构

以烧结普通砖、多孔砖、蒸压灰砂砖、页岩砖和水泥免烧砖等作为承重墙体，屋盖采用木檩条或木屋架的房屋结构称为砖木结构。砖木结构与砖混结构一样，是使用最广泛的农房结构形式之一。砖木结构墙体做法、构造柱、圈梁布置等同砖混结构，仅屋盖自身做法及其与墙体的连接不同，本节仅对这些不同之处予以介绍。

### 6.6.1 一般规定

砖木结构房屋的层数、高度和层高应符合下列要求：

- 房屋的层数和总高度不应超过表 6.4 的规定:
- 房屋的层高:单层房屋不应超过 4.0m;两层房屋不应超过 3.6m。

表 6.4 房屋层数和总高度限值(m)

墙体类别	最小墙厚(mm)	烈度							
		6		7		8		9	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
实心砖墙	240	7.2	2	7.2	2	6.6	2	3.3	1
蒸压砖墙	240	7.2	2	6.6	2	6.0	2	3.0	1

注:房屋总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度。

房屋抗震横墙间距不应超过表 6.5 的要求。

表 6.5 房屋抗震横墙最大间距(m)

墙体类别	最小墙厚 (mm)	房屋层数	楼层	烈 度		
				6、7	8	9
实心砖墙	240	一层	1	11.0	9.0	5.0
		二层	2	11.0	9.0	—
			1	9.0	7.0	—
蒸压砖墙	240	一层	1	9.0	9.0	5.0
		二层	2	9.0	9.0	—
			1	9.0	9.0	—

砖木结构房屋的局部尺寸限值, 宜符合下表的要求。

表 6.6 房屋 局部尺寸限值(m)

部 位	6、7 度	8 度	9 度
承重窗间墙最小宽度	0.8	0.9	1.3
承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.8	1.0	1.3
非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.8	0.8	1.0
墙阳角至门窗洞边的最小距离	0.8	1.2	1.8

砖木结构房屋的结构体系应符合下列要求:

- 应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系;
- 屋盖结构宜采用双坡轻质材料屋面;
- 3.8、9 度时不应采用硬山搁檩屋盖。

## 6.6.2 抗震加固措施

配筋砖圈梁的构造应满足下列要求:

- 砂浆强度等级:6、7 度时不应低于 M5, 8、9 度时不应低于 M7.5;

2. 砂浆层的厚度不宜小于 30mm;
3. 纵向钢筋配置不应少于 2φ6;
4. 配筋砖圈梁交接(转角)处的钢筋应搭接。

开间或进深大于 7.2m 的大房间, 及 8 度和 9 度时, 外墙转角及纵横墙交接处, 应沿墙高每隔 750mm 设置 2Φ6 拉接钢筋或 Φ4@200 拉接钢丝网片, 拉接钢筋或网片每边伸入墙内的长度不宜小于 750mm 或伸至门窗洞边。

后砌非承重隔墙应沿墙高每隔 750mm 设置 2Φ6 拉接钢筋或 Φ4@200 钢丝网片与承重墙拉接, 拉接钢筋或钢丝网片每边伸入墙内的长度不宜小于 500mm, 在砌筑承重墙时预留甩出; 长度大于 5m 的后砌隔墙, 墙顶应与木梁、或木檩条连接。

门窗洞口可采用预制钢筋混凝土过梁或钢筋砖过梁。当门窗洞口采用钢筋砖过梁时, 构造应符合下列规定:

1. 钢筋砖过梁底面砂浆层中的纵向钢筋配筋量不应低于 6.7 的要求, 间距不宜大于 100mm; 钢筋伸入支座砌体内的长度不宜小于 240mm;

表 6.7 钢筋砖过梁底面砂浆层最小配筋

过梁上墙体高度 h2(m)	门窗洞口宽度 b(m)	
	b<1.5	1.5<b<1.8
hw≥b/3	3 φ 6	3 φ 6
0.3<hw<b/3	4 φ 6	3 φ 8

1. 钢筋砖过梁底面砂浆层的厚度不宜小于 30mm, 砂浆层的强度等级不应低于 M5。

2. 钢筋砖过梁截面高度内的砌筑砂浆强度等级不宜低于 M5。

木屋架、木梁在外墙上的支承部位应符合下列要求:

1. 搁置在砖墙上的木屋架或木梁下应设置木垫板, 木垫板的长度和厚度分别不宜小于 500mm、60mm, 宽度不宜小于 240mm 或墙厚;

2. 木垫板下应铺设砂浆垫层, 木垫板与木屋架、木梁之间应采用铁钉或扒钉连接。

木楼盖应符合下列构造要求:

1. 搁置在砖墙上的木龙骨下应铺设砂浆垫层;

2. 内墙上木龙骨应满搭、采用木夹板对接或采用燕尾榫、扒钉连接;

3. 木龙骨与搁栅、木板等木构件之间应采用圆钉、扒钉等相互连接。

应在房屋中部屋檐高度处设置纵向水平系杆, 系杆应采用墙揽与各道横墙连接或与屋架下弦杆钉牢。当 6、7 度采用硬山搁檩屋盖时, 应符合下列构造要求:

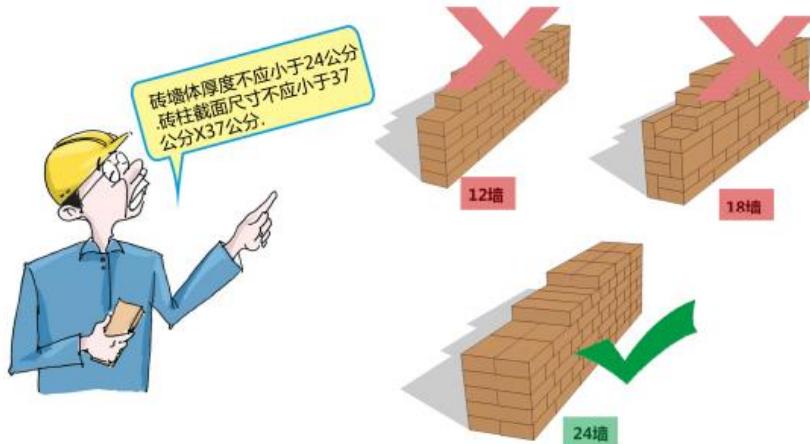
1. 坡屋面时, 应采用双坡屋面;
2. 檩条支承处应设垫木, 垫木下应铺设砂浆垫层; 垫木的长度和厚度分别不宜小于 300mm、30mm, 宽度同墙厚;

3. 端檩应出檐，内墙上檩条应满搭、采用夹板对接或采用燕尾榫、扒钉连接；
  4. 木屋盖各构件应采用圆钉、扒钉或铅丝等相互连接；
  5. 竖向剪刀撑宜设置在中间檩条和中间系杆处：剪刀撑与檩条、系杆之间剪刀撑中部宜采用螺栓连接；剪刀撑两端与檩条、系杆应顶紧不留空隙；
  6. 木檩条宜采用 8 号铅丝与配筋砖圈梁中的预埋件拉接。
- 当采用木屋架屋盖时，应符合下列构造要求：
1. 木屋架上檩条应满搭、采用夹板对接或燕尾榫、扒钉连接；
  2. 屋架上弦檩条搁置处应设置檩托，檩托与屋架钉牢，檩条与屋架应采用扒钉或铅丝等相互连接；
  3. 檩条与其上面的椽子或木望板应采用圆钉、铅丝等相互连接；



墙体的要求：

12、18 墙不抗震，24 砖墙才把稳，如要使用小砌块，块材尺寸要标准。



(图片摘自四川农村抗震设防宣传挂图)

## 6.7 木结构

结构建筑在我国具有悠久的历史。就其结构形式而言，木结构建筑大致有井干式、穿斗式、抬梁式等多种类型。对普通农房来讲，常见木结构建筑有穿斗木构架、木柱木构架、木柱木梁三种形式，围护墙体可以是砖、砌块、生土或石砌墙等。

**穿斗木构架：**是指建造时檩条直接支撑在柱上，檩上布椽，屋面荷载直接由檩传至柱的一种结构形式。穿斗式木构架中，纵横向木梁和木柱用扣榫结合起来形成空间构架，并且横梁端部用木销穿过防止脱榫，每榀屋架一般有3~5根柱。因此，房屋的连接构造和整体性较强，横向稳定性也较好。在外形上，有一坡、两坡和四坡形式，常用的是三柱落地或是五柱落地的两坡房屋。南方各省有许多是两层或带有阁楼的穿斗式木构架房屋。

**木柱木构架：**屋架直接支撑在纵墙两侧的木柱之上，屋架与木柱用穿榫连接，有的节点加扒钉或铁钉结合。房屋比较高大、空旷，横向刚度较弱。

**木柱木梁（平顶式）：**一般做成强梁弱柱或大梁细柱，梁柱连接简单，屋顶一般铺设草泥或白灰焦渣，因此屋面重量较大；房屋矮小，屋顶坡度较小，没有高大且不稳定的山尖。该类型房屋在西北干旱少雨地区农村应用较多。

**木柱木梁（坡顶式）：**与平顶式不同，坡顶式坡度相对较大，屋面铺瓦。

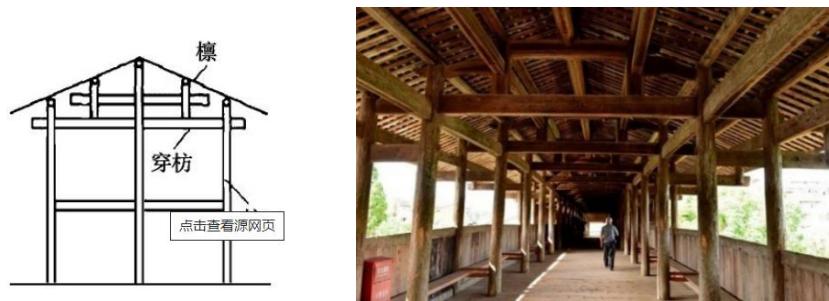


图 6-4 穿斗木构架示意



图 6-5 木柱木屋架示意

### 6.7.1 一般规定

木结构房屋的总高度和层数应符合表 6.8 的要求。

表 6.8 木结构房屋高度(m)和层数限值

结构类型	围护墙种类	烈 度							
		6		7		8		9	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层
穿斗木构架	砖墙	实心砖多孔砖(240)	7.2	2	7.2	2	6.6	2	3.3
									1

和木柱木屋架		小砌块	7.2	2	7.2	2	6.6	2	-	-
		多孔砖(190)蒸压砖	7.2	2	6.6	2	6.0	2	-	-
		空斗墙	7.2	2	6.0	2	3.3	1	-	-
	墙	生土墙	6.0	2	4.0	1	3.3	1	-	-
		细料石	7.0	2	7.0	2	6.0	2	-	-
		粗料石	7.0	2	6.6	2	3.6	1	-	-
	木柱木梁	平毛石	4.0	1	3.6	1	-	-	-	-
		实心砖多孔砖(240)	4.0	1	4.0	1	3.6	1	3.3	1
		小砌块	4.0	1	4.0	1	3.6	1	-	-
		多孔砖(190)蒸压砖	4.0	1	4.0	1	.6	1	-	-
		空斗砖	4.0	1	3.6	1	3.3	1	-	-
		生土墙	4.0	1	4.0	1	3.3	1	-	-
		细料石	4.0	1	4.0	1	3.6	1	-	-
		粗料石	4.0	1	4.0	1	3.6	1	-	-
		平毛石	4.0	1	3.6	1	-	-	-	-

注：①房屋总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度。②坡屋面应算到山尖墙的1/2高度处。

2) 房屋的层高：单层房屋不宜超过3.6m；二层房屋不宜超过3.3m。

3) 木结构房屋围护墙墙段的局部尺寸限值，应符合表6.9的规定。

表6.9 木结构房屋围护墙墙段局部尺寸限值(m)

部 位	6、7度	8度	9度
窗间墙最小宽度	0.8	0.9	1.2
外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.8	0.9	1.2
内墙阳角至门窗洞边的最小距离	0.8	0.9	1.2

4) 木柱木屋架和穿斗木屋架房屋宜采用双坡屋顶，且坡度不宜大于30度；屋面宜用轻质材料（草、瓦屋面）。

5) 生土围护墙的勒脚部分，应采用砖、石砌筑，并采取有效的排水防潮措施。

6) 围护墙应砌筑在木柱外侧，不宜将木柱全部包入墙体中；木柱下应设置柱脚石，不应将未做防腐、防潮处理的木柱直接埋入地基土中。

7) 木结构房屋的围护墙应与木结构可靠连接，围护墙体沿高度应设置配筋砖圈梁、配筋砂浆带或木圈梁；砖、砌块围护墙厚度不应小于180mm，土坯或夯土墙厚度不应小于300mm（包括面层泥浆厚度）；石砌墙厚度不应小于250mm。

8) 木结构房屋应设置端屋架或木卧梁，不得采用硬山搁檩形式。

9) 承重木柱梢径不宜小于150mm。

木结构用钢材应符合下列规定:

1. 承重木结构用钢材应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 的规定;
2. 钢构件焊接用的焊条应符合现行国家标准的规定;焊条的型号应与主体金属强度相适应;
3. 螺栓的材料性能和规格应符合现行国家标准《六角头螺 A 和 B 级》GB/T5782-2016 和《六角头螺栓 C 级》GB/T5780-2016 的规定;圆钉的材料性能应符合国家现行标准《一般用途圆钢钉》YB/T5002-2017 的规定。

### 6.7.2 抗震加固措施

对于 6~9 度的穿斗木构架、木柱木屋架和水柱木梁等房屋。不应采用木柱与砖柱或砖墙等混合承重;山墙应设置端屋架(木梁), 不得采用硬山搁檩。

木结构房屋的高度应符合下列要求:

1. 木柱木屋架和穿斗木构架房屋, 6~8 度时不宜超过二层, 总高度不宜超过 6m;9 度时宜建单层, 高度不应超过 3.3m。
2. 木柱木梁房屋宜建单层, 高度不宜超过 3m。礼堂、剧院、粮仓等较大跨度的空旷房屋, 宜采用四柱落地的三跨木排架。但房屋两端的屋架支撑, 应设置在端开间。木柱木屋架和木柱木梁房屋应在木柱与屋架(或梁)间设置斜撑;横隔墙较多的居住房屋应在非抗震隔墙内设斜撑;斜撑宜采用木夹板, 并应通到屋架的上弦。穿斗木构架房屋的横向和纵向均应在木柱的上、下柱端和楼层下部设置穿枋, 并应在每纵向柱列间设置 1~2 道剪刀撑或斜撑。

木结构房屋的构件连接, 应符合下列要求:

1. 柱顶应有暗榫插入屋架下弦, 并用 U 形铁件连接;8、9 度时, 柱脚应采用铁件或其他措施与基础锚固。柱础埋入地面以下的深度不应小于 200mm。
2. 斜撑和屋盖支撑结构, 均应采用螺栓与主体构件相连接;除穿斗木构件外, 其他木构件宜采用螺栓连接。
3. 檩与檩的搭接处应满钉, 以增强屋盖的整体性。木构架中, 宜在柱檐口以上沿房屋纵向设置竖向剪刀撑等措施, 以增强纵向稳定性。

木结构构件应符合下列要求:

1. 木柱的梢径不宜小于 150mm;应避免在柱的同一高度处纵横向同时开槽, 且在柱的同一截面开槽面积不应超过截面总面积的 1/2。
2. 柱子不能有接头。
3. 穿枋应贯通木构架各柱。

围护墙与木柱的拉结应符合下列要求:

1. 沿墙高每隔 500mm 左右, 应采用 8 号钢丝将墙体内的水平拉结筋或拉结网片与木柱拉结;

2. 配筋砖圈梁、配筋砂浆带与木柱应采用 φ6 钢筋或 8 号钢丝拉结。
3. 土坯砌筑的围护墙，洞口宽度应要求。砖等砌筑的围护墙，横墙和内纵墙上的洞口宽度不宜大于 1.5m，外纵墙上的洞口宽度不宜大于 1.8m 或开间尺寸的一半。
3. 土坯、砖等砌筑的围护墙不应将木柱完全包裹，应贴砌在木柱外侧。

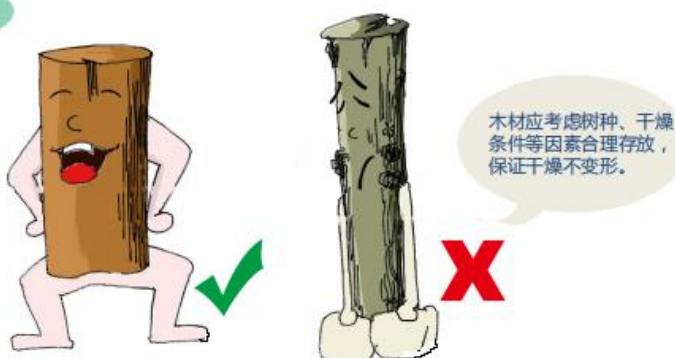


### 妙招 1 木材的选择

木结构选材很重要，纹理顺直结巴少，梢径不能够太小，防虫防腐处理好，还要保证够干燥。木材应考虑树种，干燥条件等因素合理存放，保证干燥不变形。

**妙招 2 承重结构要注意，混用材料不得行，变形不能协调好，地震来了垮得早！若两种承重材料混用，在地震作用下，结构变形不协调，将使房屋产生严重破坏。**

### 材料要求



若两种承重材料混用，在地震作用下，结构变形不协调，将使房屋产生严重破坏。



(图片摘自四川农村抗震设防宣传挂图)

## 6.8 生土结构

生土结构房屋是由未经过焙烧，仅经过简单加工的原状土质材料建造的房屋，包括土坯墙或夯土墙承重建筑、土窑洞等。生土结构房屋在我国西部广大农村地区量大面广，是我国传统建筑的一个重要组成部分。



图 6-6 生土结构

### 6.8.1 一般规定

1)生土结构房屋的层数和高度应符合下列要求：

1.房屋的层数和总高度不应超过表 5.10 的规定：

2.房屋的层高：单层房屋不应超过 4.0m;两层房屋不应超过 3.0m.

表 6.10 房屋层数和高度限值 (m)

烈 度					
6		7		8	
高度	层数	高度	层数	高度	层数
6.0	2	4.0	1	3.3	1

注:房屋总高度指室外地面到平屋面屋面板板顶或坡屋面檐口高度

2)房屋抗震横墙间距，不应超过表 6.11 的要求。

表 6.11 房屋抗震横墙最大间距 (m)

房屋层数	楼层	烈度		
		6	7	8
一层	1	6.6	4.8	3.3
二层	2	6.6	-	-
	1	4.8	-	-

注：抗震横墙指厚度不小于 250mm 的土坯墙或夯土墙。

3)生土结构房屋的局部尺寸限制，宜符合表 6.12 的要求。

表 6.12 房屋局部尺寸限制 (m)

部位	6 度	7 度	8 度
承重窗间墙最小宽度	1.0	1.2	1.4

承重外墙尽端至门窗洞边最小距离	1.0	1.2	1.4
非承重外墙尽端至门窗洞边最小距离	1.0	1.0	1.0
内墙阳角至门窗洞边最小距离	1.0	1.2	1.5

4)生土结构房屋的门窗洞口宽度, 6、7度时不应大于 1.5m, 8度时符合下列规定:

所有纵横墙基础顶面处应设置配筋砖圈梁; 各层墙顶标高处应分别设一道配筋砖圈梁或木圈梁, 夯土墙应采用木圈梁, 土坯墙应采应大于 1.2m。

5)生土结构房屋的结构体系应符合下列要求:

1.应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系;

2.8度时不应采用硬山搁檩屋盖。

6)生土结构房屋不宜采用单坡屋盖; 坡屋顶的坡度不宜大于 30 度; 屋面宜采用轻质材料(瓦屋面)。

7)生土墙应采用平毛石、毛料石、凿开的卵石、粘土实心砖或灰土(三合土)基础, 基础墙应采用混合砂浆或水泥砂浆砌筑。

8)生土结构房屋的配筋砖圈梁、配筋砂浆带或木圈梁的设置应符用配筋砖圈梁或木圈梁; 8 度时, 夯土墙房屋尚应在墙高中部设置一道木圈梁; 土坯墙房屋尚应在墙高中部设置一道配筋砂浆带或木圈梁。

9)生土结构房屋应在下列部位采取拉接措施:

1.每道横墙在屋檐高度处应设置不少于三道的纵向通长水平系杆; 并应在横墙两侧设置墙揽与纵向系杆连接牢固, 墙揽可采用方木、角铁等材料;

2.两端开间和中间隔开间山尖墙应设置竖向剪刀撑;

3.山墙、山尖墙应采用墙揽与木檩条和系杆等屋架构件拉接。

10)生土承重墙体厚度: 外墙不宜小于 400mm, 内墙不宜小于 250mm。

## 6.8.2 抗震加固措施

1)8 度时生土结构房屋应按下列要求设置木构造柱:

1.在外墙转角及内外墙交接处设置;

2.木构造柱的梢径不应小于 120mm;

3.木构造柱应伸入墙体基础内, 并应采取防腐和防潮措施。



图 6-7 生土墙内木构造柱的设置

2)生土结构房屋配筋砖圈梁、配筋砂浆带和木圈梁的构造应符合下列要求:

- 1.配筋砖圈梁和配筋砂浆带的砂浆强度等级 6、7 度时不应低于 M5,8 度时不应低于 M7.5;
- 2.配筋砖圈梁和配筋砂浆带的纵向钢筋配置不应低于表 5.13 的要求:

表 6.13 土坯墙、夯土墙房屋配筋砖圈梁和配筋砂浆带最小纵向配筋

设防烈度 墙体厚度 t(mm)	6 度	7 度	8 度
t≤400	2Φ6	2Φ6	2Φ6
400 < t≤600	2Φ6	2Φ6	3Φ6
t > 600	2Φ6	3Φ6	4Φ6

- 3.配筋砖圈梁的砂浆层厚度不宜小于 30mm;
- 4.配筋砂浆带厚度不应小于 50mm;
- 5.木圈梁的横截面尺寸不应小于 (高 x 宽) 40mmx120mm。

3)生土墙应在纵横墙交接处沿高度每隔 500mm 左右设一层荆条、竹片、树条等编制的拉接网片，每边伸入墙体应不小于 1000mm 或至门窗洞边，拉接网片在相交处应绑扎，当墙中设有木构造柱时，拉接材料与木构造柱之间应采用 8 号铅丝连接。

4)生土结构房屋门窗洞口宜采用木过梁，过梁构造应符合下列要求:

- 1.木过梁截面尺寸不应小于表 6.14 的要求，其中矩形截面木过梁的宽度与墙厚相同；木过梁支承处应设置垫木；

表 6.14 木过梁截面尺寸

墙厚 (mm)	门窗洞口宽度 b(m)	
	b≤1.2	1.2 < b≤1.5

	矩形截面	圆形截面		矩形截面	圆形截面	
	高度 h	根数	直径 d	高度 h	根数	直径 d
250	90	2	120	110	-	-
370	75	3	105	95	3	120
500	65	5	90	85	4	115
700	60	8	80	75	6	100

注: d 为每一根圆形截面木过梁的直径。



图 6-8 圆木过梁

当一个洞口采用多根木杆组成过梁时，木杆上表面宜采用木板、扒钉、铅丝等将各根木杆连接成整体。

5)生土墙门窗洞口两侧宜设木柱(板)；夯土墙门窗洞口两侧宜沿墙体高度每隔500mm左右加入水平荆条、竹片、树枝等编制的拉接网片，每边伸入墙体应不小于1000mm或至门窗洞边。

6)木屋架、木梁在外墙上的支承部位应符合下列要求：

1.搁置在生土墙上的木屋架或木梁在外墙上的支承长度不应小于370mm,且宜满搭，支承处应设置木垫板，墙体厚度不足370mm时应在支承处设置壁柱。木垫板的长度、宽度和厚度分别不宜小于500mm、370mm和60mm;

2.木垫板下应铺设砂浆垫层；木垫板与木屋架、木梁之间应采用铁钉或扒钉连接。

7)硬山搁檩房屋檩条的设置与构造应符合下列要求：

1.檩条支承处应设置不小于400mmx200mmx60mm的木垫板或砖垫；

2.内墙檩条应满搭并用扒钉钉牢，不能满搭时应采用木夹板对接或燕尾榫扒钉连接；

3.檐口处椽条应伸出墙外做挑檐，并应在纵墙墙顶两侧设置双檐檩夹紧墙顶，檐檩宜嵌入墙内；

4.硬山搁檩房屋的端檩应出檐，山墙两侧应采用方木墙揽与檩条连接；

5.山尖墙顶宜沿斜面放置木卧梁支撑檩条；

6.木檩条宜采用8号铅丝与山墙配筋砂浆带或配筋砖圈梁中的预埋件拉接。

8)硬山山墙高厚比大于10时应设置扶壁墙垛。

9)7度及7度以上地区，夯土墙在上下层接缝处应设置木杆、竹杆（片）等竖向销键，沿墙长度方向间距宜取500mm左右，长度可取400mm左右。

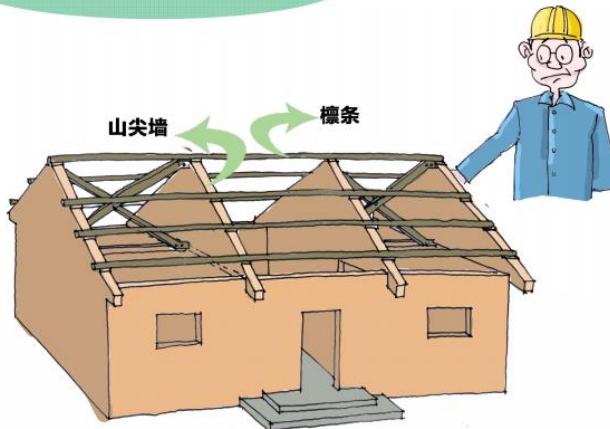
10)竖向剪刀撑的设置，当采用硬山搁檩屋盖时，应符合相关规定；当采用木屋架屋盖时，应符合相关规定。

11)山墙与木屋架及檩条的连接、山墙（山尖墙）墙揽的设置与构造、自承重墙与屋架下弦的连接、木屋架（盖）之间的连接等均应符合有关规定和要求。



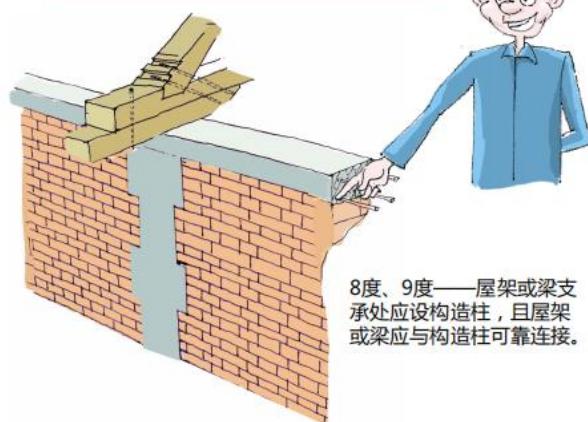
硬山搁檩坡屋盖，8度、9度不能用

硬山搁檩坡屋盖，8度、9度不能用



当木屋架、木梁对应位置，在墙体中设有钢筋混凝土圈梁或构造柱时，木屋架、木梁应与圈梁或构造柱中预埋螺栓可靠连接。8度、9度——屋架或梁支承处应设构造柱，且屋架或梁应与构造柱可靠连接。

当木屋架、木梁对应位置，在墙体中设有钢筋混凝土圈梁或构造柱时，木屋架、木梁应与圈梁或构造柱中预埋螺栓可靠连接。



8度、9度——屋架或梁支承处应设构造柱，且屋架或梁应与构造柱可靠连接。

(图片摘自四川农村抗震设防宣传挂图)

## 6.9 石结构

石结构房屋是指由石砌墙作为主要承重构件的房屋，楼屋盖可以采用现浇混凝土板或木构件承重，一般农房多采用木屋顶或木楼盖，因此也称为“石木结构”。当采用现浇钢筋混凝土楼板时，又称为“石混结构”。

用于砌筑墙体的石材种类主要包括料石、乱毛石、平毛石和卵石等。其中，料石是指经过加工后规则的石块，根据加工的粗细程度有细料石、粗料石和毛料石；乱毛石是指形状不规则的石块；平毛石是指外形较薄、接近片状的石料；卵石是指河谷中天然形成的卵状石块。石结构房屋在山地、河谷等石料丰富地区农村建房时较多使用。



图 6-9 石木结构房屋

### 6.9.1 一般规定

1)地震设防区石结构农房，承重墙体应采用较规整的料石、平毛石砌筑，不应采用乱毛石或卵石砌筑。

2)房屋的总高度和层数应符合表 6.15 的规定。

表 6.15 石结构房屋高度 (m) 和层数限制

墙体类别		最小墙厚 (mm)	烈度					
			6		7		8	
			高度	层数	高度	层数	高度	层数
料石砌体	细、半细料石砌体 (无垫片)	240	7.0	2	7.0	2	6.6	2
	粗、毛料石砌体 (有垫片)	240	7.0	2	6.6	2	3.6	1
平毛石砌体		400	3.6	1	3.6	1	-	-

注：1.屋总高度指室外地面到檐口的高度；对带阁楼的房屋应算到山尖墙的 1/2 高度处；

2.平毛石指形状不规则，但有两个平面大致平行。且该两平面的尺寸远大于另一个方向尺寸的块石。

3)房屋抗震横墙间距不应超过表 6.16 的要求：

表 6.16 房屋抗震横墙最大间距 (m)

房屋层数	楼层	烈度	
		6, 7	8
一层	1	11.0	7.0
二层	2	11.0	7.0
	1	7.0	5.0

注：抗震横墙指厚度不小于 240mm 的料石墙或厚度不小于 400mm 的毛石墙。

4) 石木结构房屋的局部尺寸限值，宜符合表 6.17 的要求。

表 6.17 房屋局部尺寸限值 (m)

部位	烈度	
	6, 7	8
承重窗间墙最小宽度	1.0	1.0
承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0	1.2
非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0	1.0
内墙阳角至门窗洞边的最小距离	1.0	1.2

注：出入口处的女儿墙应有锚固。

5) 石木结构房屋的结构体系应符合下列要求：

1. 应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系；
2. 8 度时不应采用硬山搁檩屋盖；
3. 严禁采用石板、石梁及独立料石柱作为承重构件；
4. 严禁采用悬挑踏步板式楼梯。

6) 石木结构房屋应在下列部位设置配筋砂浆带：

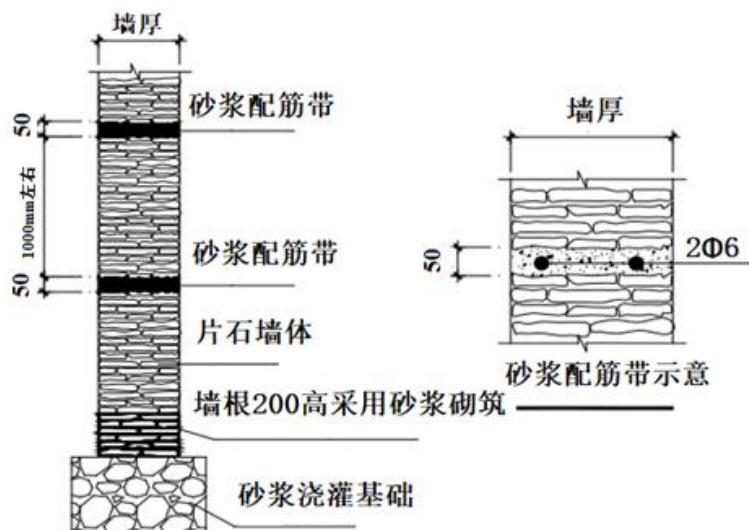


图 6-10 配筋砂浆带交接处钢筋搭接做法

1.所有纵横墙的基础顶部、每层楼、屋盖（墙顶）标高处；

2.8度时应在墙高中部增设一道。

7) 石木结构房屋应在下列部位采取拉接措施：

1.两端开间屋架和中间隔开间屋架应设置竖向剪刀撑；

2.山墙、山尖墙应采用墙揽与木屋架或檩条拉接；

3.内隔墙墙顶应与梁或屋架弦拉接。

8)石材规格应符合下列要求：

1.料石的宽度、高度分别不宜小于 240mm 和 220mm;长度宜为高度的 2~3 倍且不宜大于高度的 4 倍。料石加工面的平整度应符合表 6.18 的要求；

表 6.18 料石加工平整度 (mm)

料石种类	外露面及相接 周边的表面凹入深 度	上、下叠砌面 及左右接砌面的表 面凹入深度	尺寸允许偏差	
			宽度及高度	长度
细料石	不大于 2	不大于 10	±3	±5
半细料石	不大于 10	不大于 15	±3	±5
粗料石	不大于 20	不大于 20	±5	±7
毛料石	稍加修整	不大于 25	±10	±15

2.平毛石应呈扁平块状，其厚度不宜小于 150mm。

9)承重石墙厚度，料石墙不宜小于 240mm,平毛石墙不宜小于 400mm。

10)当屋架或梁的跨度大于 4.8m 时，支承处宜加设壁柱或采取其它加强措施，壁柱宽度不宜小于 400mm,厚度不宜小于 200mm,壁柱应采用料石砌筑。

## 6.9.2 抗震加固措施

1)配筋砂浆带的构造应符合下列要求：

1.砂浆强度等级 6、7 度时不应低于 M5,8 度时不应低于 M7.5;

2.配筋砂浆带的厚度不宜小于 50mm。

3.配筋砂浆带的纵向钢筋配置不应低于表 6.19 的要求

表 6.19 配筋砂浆带最小纵向配筋

墙体厚度 t(mm)	6, 7 度	8 度
≤300	2Φ8	2Φ10
> 300	3Φ8	3Φ10

4.配筋砂浆带交接（转角）处钢筋应搭接。

2)纵横墙交接处应符合下列要求：

1. 料石砌体应采用无垫片砌筑，平毛石砌体应每皮设置拉接石；
2. 7、8 度时应沿墙高每隔 500~700mm 设置 2Φ6 拉接钢筋，每边伸入墙内不宜小于 1000mm 或伸至门窗洞边。
- 3) 门窗洞口可采用预制钢筋混凝土过梁或钢筋石过梁。当门窗洞口采用钢筋石过梁时，钢筋石过梁的构造应符合下列规定：
  1. 钢筋石过梁底面砂浆层中的钢筋配筋量应不低于表 6 的规定，间距不宜大于 100mm；
  2. 钢筋石过梁底面砂浆层的厚度不宜小于 40mm，砂浆层的强度等级不应低于 M5，钢筋伸入支座长度不宜小于 300mm；
  3. 钢筋石过梁截面高度内的砌筑砂浆强度等级不宜低于 M5.

表 6.20 钢筋石过量底面砂浆层中的钢筋配筋数量

过梁上墙体高度 $h_w$	门窗洞口宽度 $b(m)$	
	$b \leq 1.5$	$1.5 < b \leq 1.8$
$h_w \geq b/2$	4Φ6	4Φ6
$0.3 \leq h_w < b/2$	4Φ6	4Φ8

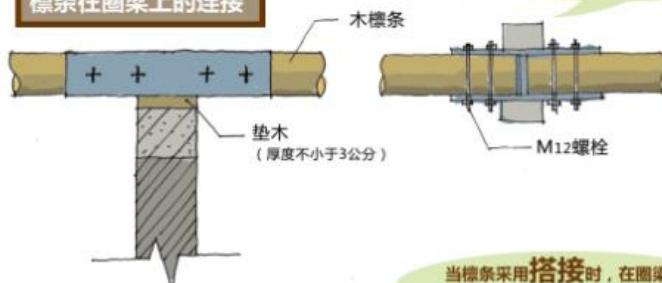
- 4) 木屋架、木梁在外墙上的支承部位应符合下列要求：
  1. 搁置在石墙上的木屋架或木梁下应设置木垫板，木垫板的长度和厚度分别不宜小于 500mm、60mm，宽度不宜小于 240mm 或墙厚；
  2. 木垫板下应铺设砂浆垫层；木垫板与木屋架、木梁之间应采用铁钉或扒钉连接。
- 5) 应在跨中屋檐高度处设置纵向水平系杆，系杆应采用墙揽与各道横墙连接或与屋架下弦杆钉牢。
- 6) 当采用硬山搁檩木屋盖时，屋盖木构件拉接措施应符合下列要求：
  1. 檩条应在内墙满搭并用扒钉钉牢，不能满搭时应采用木夹板对接燕尾榫扒钉连接；
  2. 木檩条应用 8 号铅丝与山墙配筋砂浆带中的预埋件拉接；
  3. 木屋盖各构件应采用圆钉、扒钉或铅丝等相互连接。
- 7) 内隔墙墙顶与梁或屋架下弦应每隔 1000mm 采用木夹板或铁件连接。



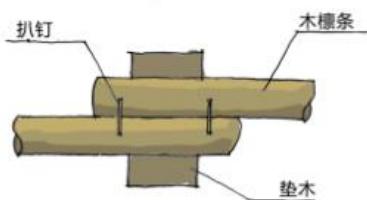
檩条连接要牢靠。当檩条采用对接时，连接缝应对中圈梁宽度的中心线。垫木厚度不小于 3 公分；当檩条采用搭接时，在圈梁上的支撑长度均不应小于 24 公分。

檩条连接要牢靠

檩条在圈梁上的连接



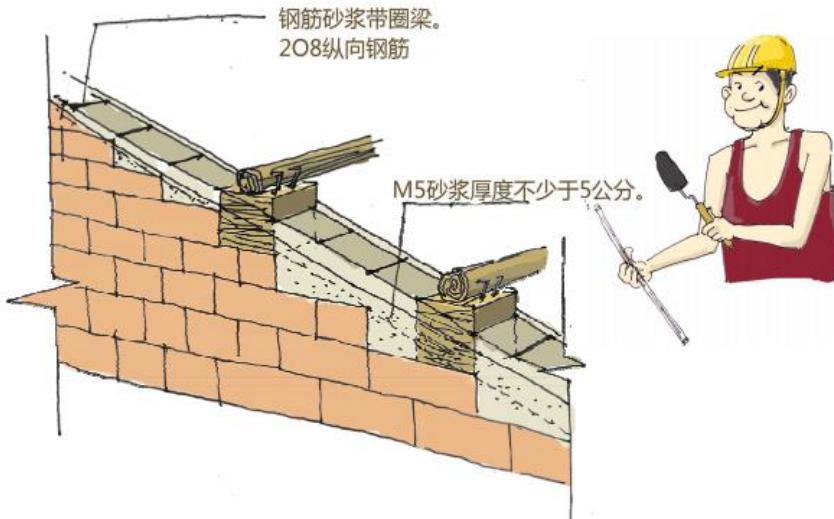
当檩条采用**对接**时，连接缝应对中圈梁宽度的中心线。



当檩条采用**搭接**时，在圈梁上的支承长度均不应小于24公分。

山尖墙配筋砂浆带与檩条的链接。

钢筋砂浆带圈梁，采用2@8 纵向钢筋，M5 砂浆厚度不小于 5 公分。



(图片摘自四川农村抗震设防宣传挂图)



总结和提示：

- ★ 抗震设防烈度参照所在地区标准，选用符合标准的建筑结构。
- ★ 本章学习了不同结构的一般要求及加固措施，更多详细条文可参考《建筑抗震设计规范》GB50011-2010，《村镇住宅结构施工及验收规范》GBT 50900-2016，《JGJT 426-2018 农村危险房屋加固技术标准》JGJT 426-2018 等。

# 第7章 农房施工技术



## 学习小目标

- 1、识读房屋中的常用图例；
- 2、了解用于农房施工中各类图纸的组成及读图的方式；
- 3、了解结构施工图平面整体表示法；
- 4、了解常用施工技术要点；
- 5、熟悉施工工艺要求。

## 7.1 农房建筑基本识图

### 7.1.1 建筑识图

#### 1. 建筑识图基本知识

房屋建筑用图纸按专业可以分为建筑施工图（简称建施图）、结构施工图（简称结施图）和设备施工图（如给排水、采暖通风、电气等，简称设施），一般一套房屋施工图包括：建筑施工图、结构施工图、设备施工图等。

建筑识图详细知识应阅读《房屋建筑工程制图统一标准》GB/T50001-2017，这里只针对基本知识作简单介绍。

表 7-1 常用建筑图例

序号	名称	图例	备注
1	自然土壤		包括各种自然土壤
2	夯实土壤		

3	砂、灰土		
4	砂砾石、碎砖 三合土		
5	石材		
6	毛石		
7	实心砖、多孔 砖		包括普通砖、多孔砖、混凝土砖等砌体
8	耐火砖		包括耐酸砖等砌体
9	空心砖、空心 砌块		包括空心砖、普通或轻骨料混凝土小型空心砌块等砌体
10	加气混凝土		包括加气混凝土砌块砌体、加气混凝土墙板及加气混凝土材料制品等
11	饰面砖		包括铺地砖、玻璃马赛克、陶瓷锦砖、人造大理石等
12	焦渣、矿渣		包括与水泥、石灰等混合而成的材料
13	混凝土		1.包括各种强度等级、骨料、添加剂的混凝土 2.在剖面图上绘制表达钢筋时，则不需绘制图例线
14	钢筋混凝土		3.断面图形较小，不易绘制表达图例线时，可填黑或深灰（灰度宜70%）
15	多孔材料		包括水泥珍珠岩、沥青珍珠岩、泡沫混凝土、软木、蛭石制品等
16	纤维材料		包括矿棉、岩棉、玻璃棉、麻丝、木丝板、纤维板等
17	泡沫塑料材料		包括聚苯乙烯、聚乙烯、聚氨酯等多聚合物类材料
18	木材		1.上图为横断面，左上图为垫木、木砖或木龙骨 2.下图为纵断面

19	胶合板		应注明为 X 层胶合板
20	石膏板		包括圆孔或方孔石膏板、防水石膏板、硅钙板、防火石膏板等
21	金属		1. 包括各种金属 2. 图形较小时，可填黑或深灰（灰度宜 70%）
22	网状材料		1. 包括金属、塑料网状材料 2. 应注明具体材料名称
23	液体		应注明具体液体名称
24	玻璃		包括平板玻璃、磨砂玻璃、夹丝玻璃、钢化玻璃、中空玻璃、夹层玻璃、镀膜玻璃等
25	橡胶		
26	塑料		包括各种软、硬塑料及有机玻璃等
27	防水材料		构造层次多或绘制比例大时，采用上面的图例
28	粉刷		本图例采用较稀的点

注：1. 本表中所列图例通常在 1:50 及以上比例得详图中绘制表达

如需表达砖、砌块等砌体墙的承重情况时，可通过在原有建筑材料图例上增加填灰等方式进行区分，灰度宜为 25% 左右。

3. 序号 1、2、5、7、8、14、15、21 图例中的斜线、短斜线、交叉线等均为 45°。

## 2. 建筑施工图识图

### (1) 建筑平面图

建筑平面图是用一个假象的水平剖切平面沿房屋略高于窗台的部位剖切，移去上部部分，向下作剩余部分的正投影而得到的水平投影图，简称平面图。识读平面图的过程中主要关注以下内容：

- 1) 了解图名、比例及有关文字说明
- 2) 了解平面图的形状与外墙总长、总宽尺寸
- 3) 了解定位轴线的编号和主要房间的开间、进深尺寸

- 4) 了解房屋内部各房间的位置、用途及其相互关系
  - 5) 了解平面各部分的尺寸

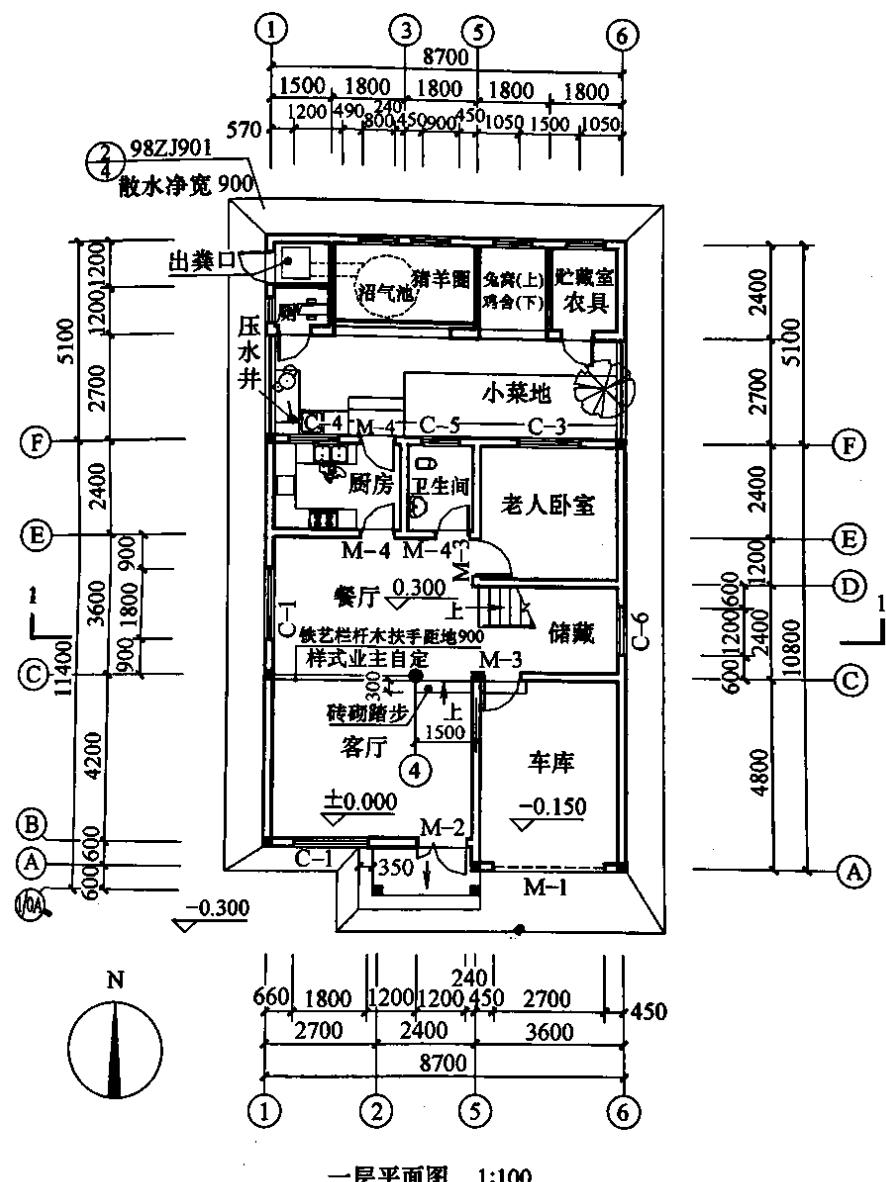


图 7-1 建筑平面图 (一)

[注]: 本套图引自农村住宅通用图集中

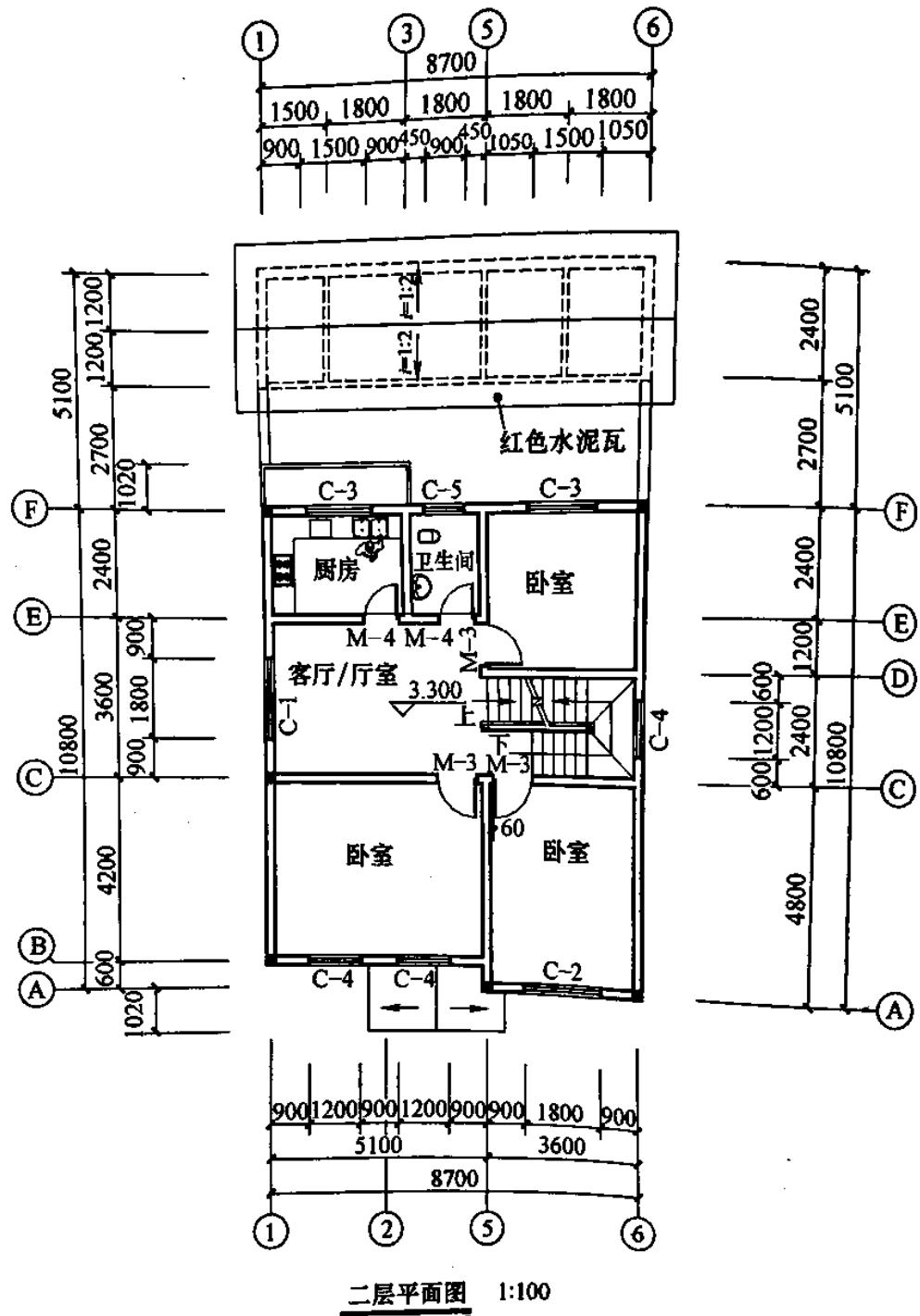


图 7-2 建筑平面图 (二)

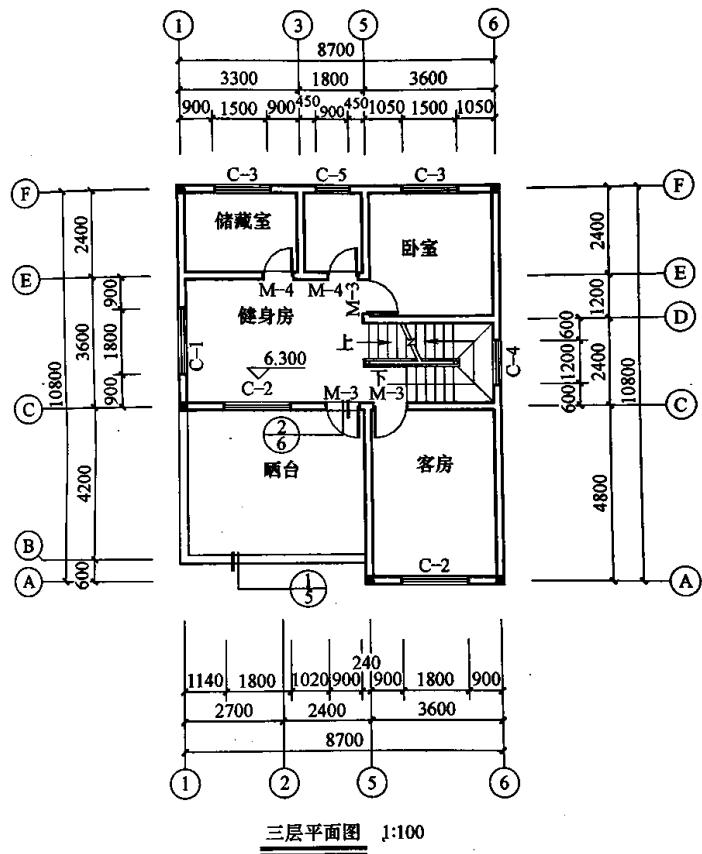


图 7-3 建筑平面图（三）

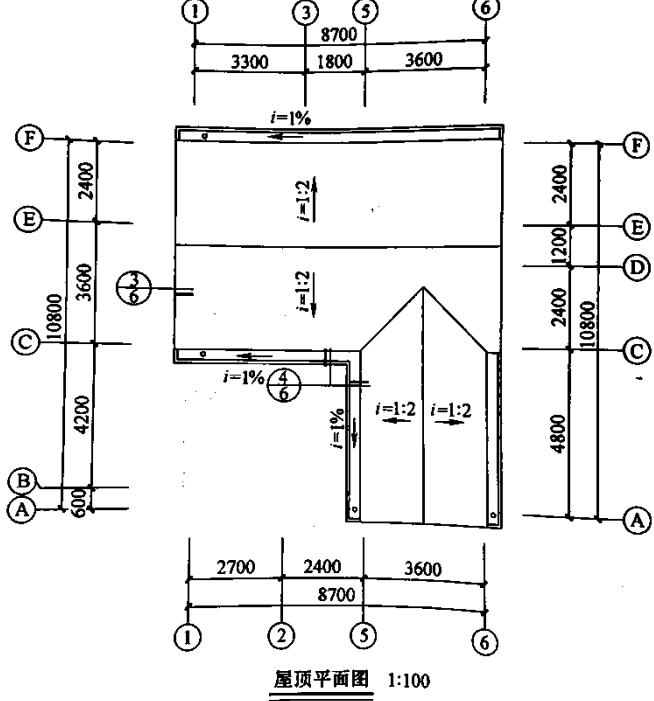


图 7-4 建筑平面图（四）

## (2) 建筑立面图

建筑立面图是在与房屋立面平行的投影面上所作出的房屋正投影图，简称立面图。立

面图主要反映了房屋的外貌、各部分配件的形状、相互关系以及立面装修做法等，是施工的重要图样。立面图有三命名方式：按房屋朝向命名（如南立面图、东立面图、西立面图）、按立面图中首尾轴线编号来命名（如①~⑩立面图、A~D 立面图）、按房屋立面的主次来命名（如正立面图、背立面图、左立面图、右立面图）。识读立面图的过程中主要关注以下内容：

- 1) 了解图名和比例;
  - 2) 了解立面图与平面图的对应关系;
  - 3) 了解房屋的整个外貌形状;
  - 4) 了解尺寸标注;
  - 5) 了解房屋外墙面的装修做法。

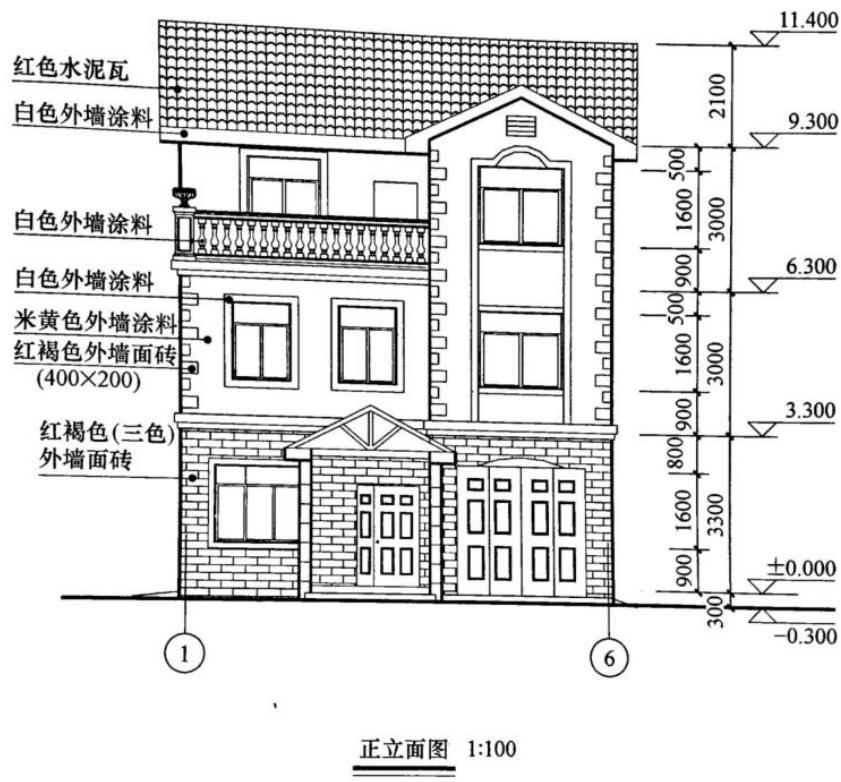


图 7-5 建筑立面图

### (3) 建筑剖面图

建筑剖面图是假想用一个或一个以上的垂直于外墙轴线的铅锤剖切面将房屋剖开，移去靠近观察者的部分，对剩余部分所作的正投影图，简称剖面图。剖面图主要反映房屋内部垂直方向的高度、分层情况、楼地面和房顶的构造以及各构件在垂直方向的相互关系。识读剖面图的过程中主要关注以下内容：

- 1) 了解图名和比例;
  - 2) 了解剖面图与平面图的对应关系;
  - 3) 了解房屋的结构形式和内部构造;

- 4) 了解房屋各部位的尺寸和标高情况。

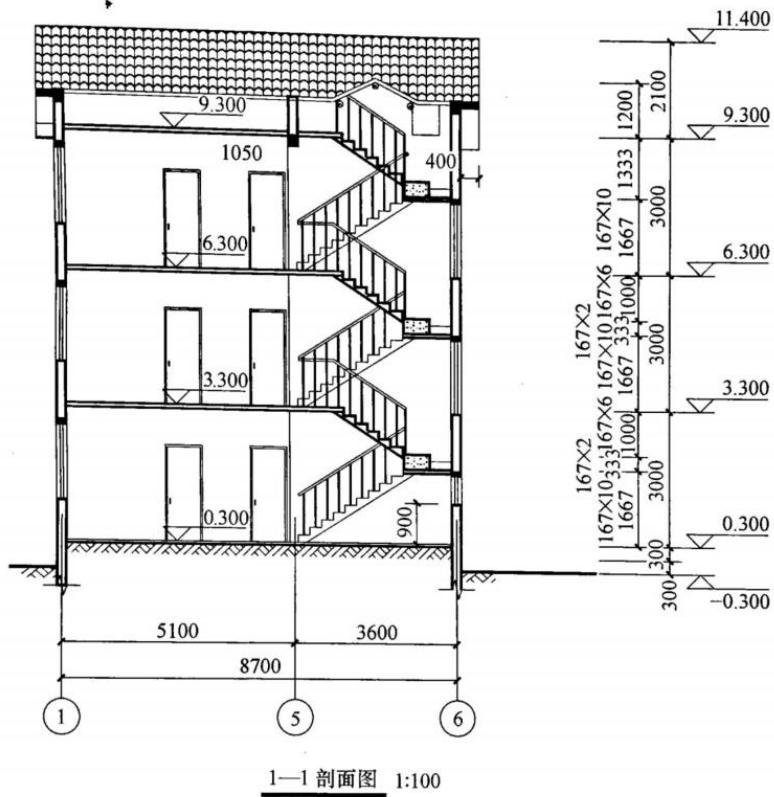


图 7-6 建筑剖面图

#### (4) 建筑详图

建筑详图是建筑细部的施工图。由于建筑平、立、剖面图通常采用较小的比例绘制，房屋许多细部构造做法无法在平、立、剖面图中表达清楚。为了满足施工需要，房屋的局部构造应当用较大的比例详细画出，这些图样称为建筑详图，简称详图。一般房屋的详图主要有外墙身详图、楼梯详图、厨房、阳台、花格、建筑装饰、雨篷、台阶等。识读剖面图的过程中主要关注以下内容：

- 1) 了解楼梯在建筑平面图中的位置、开间、进深及墙体的厚度；
  - 2) 了解楼梯段及梯井的宽度；
  - 3) 了解楼梯的走向及起步位置；
  - 4) 了解休息平台的宽度、楼梯段长度、踏面宽和数量；
  - 5) 了解各部分的标高。

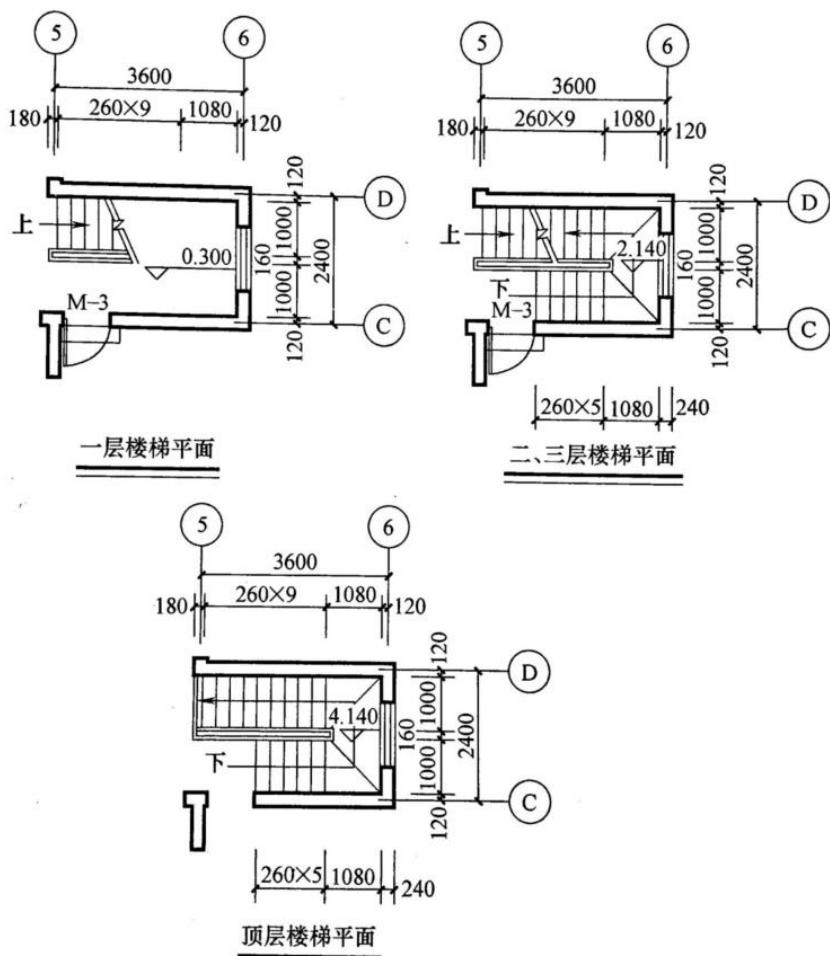


图 7-7 楼梯平面图



从楼梯平面图可知，此楼梯位于轴线与轴线之间，开间，进深，墙的厚度；梯段的宽度为 1000mm，梯井的宽度 2400；由各层平面图上指示线，可以看出楼梯的走向，第一个梯段踏步起步位置距离 5 轴 980mm；楼梯休息平台宽度为 1080mm，梯段长度尺寸为 2340mm，表示该梯段有 9 个踏面，每一个踏面宽为 260mm；各休息平台标高为 2.14m、4.14m：



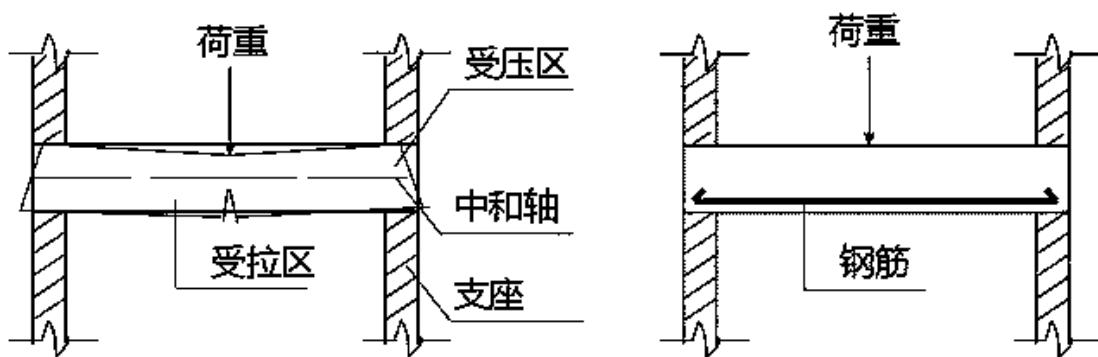
★建筑施工图识图关键：熟悉图例、平、立、剖图对应看，详图辅助理细节。

★如需了解建筑识图详细知识，请阅读《房屋建筑工程制图统一标准》GB/T50001-2017。

### 7.1.2 结构识图

#### 1、钢筋混凝土构件和详图

##### (1) 构件受力状态



##### (2) 钢筋混凝土构件的图示方法

钢筋混凝土构件详图是加工制作钢筋、浇筑混凝土的依据，其内容包括模板图、配筋图、配筋表和文字说明等。

- 1) 模板图主要表示构件的外形、尺寸、标高以及预埋件的位置等，作为制作、安装模板和预埋件的依据。
- 2) 配筋图主要用来标识构件内部钢筋布置情况的图样。它分为立面图、断面图和钢筋详图。立面图主要标识构件内钢筋的形状及其上下排列位置。断面图主要标识构件内钢筋的上下和前后配置情况以及箍筋形状等。钢筋详图主要标识构件内钢筋的形状。

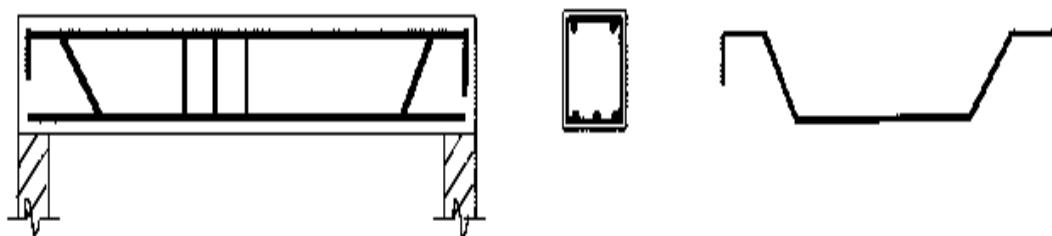
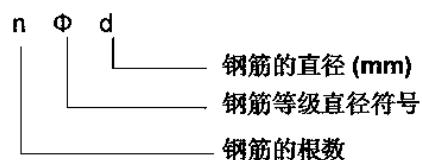


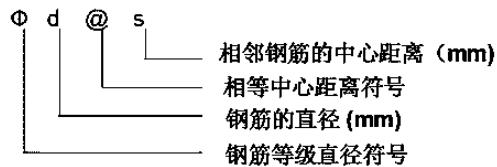
图 7-8 配筋图、断面图、钢筋详图

##### (3) 钢筋混凝土构件的尺寸注法

###### 1) 标注钢筋的根数和直径

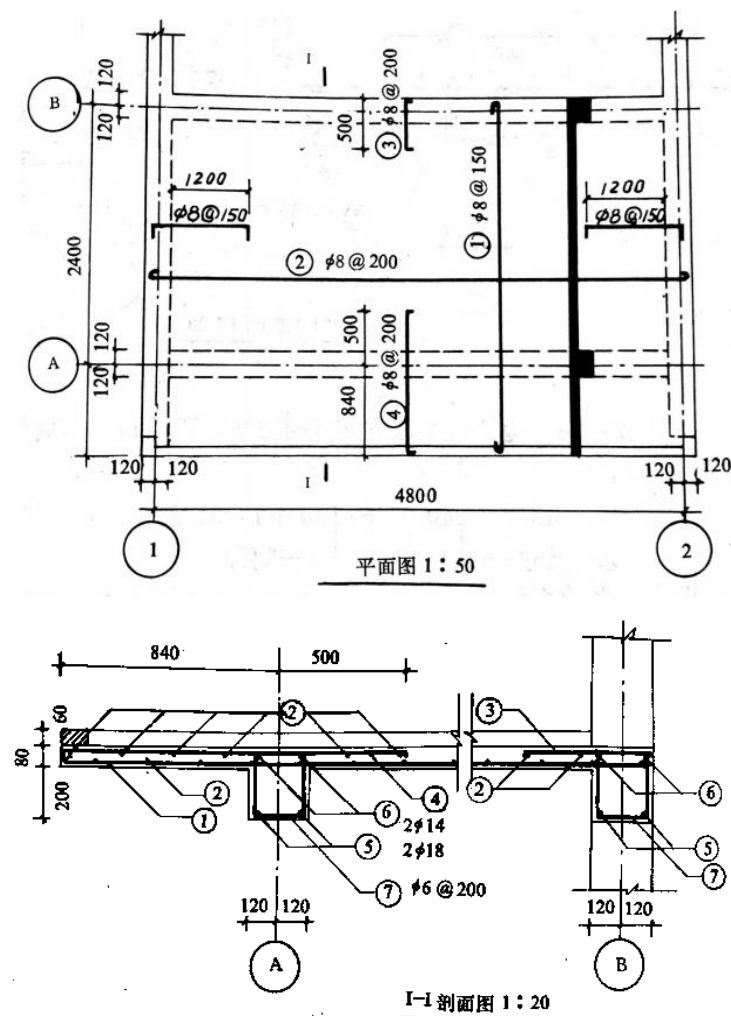


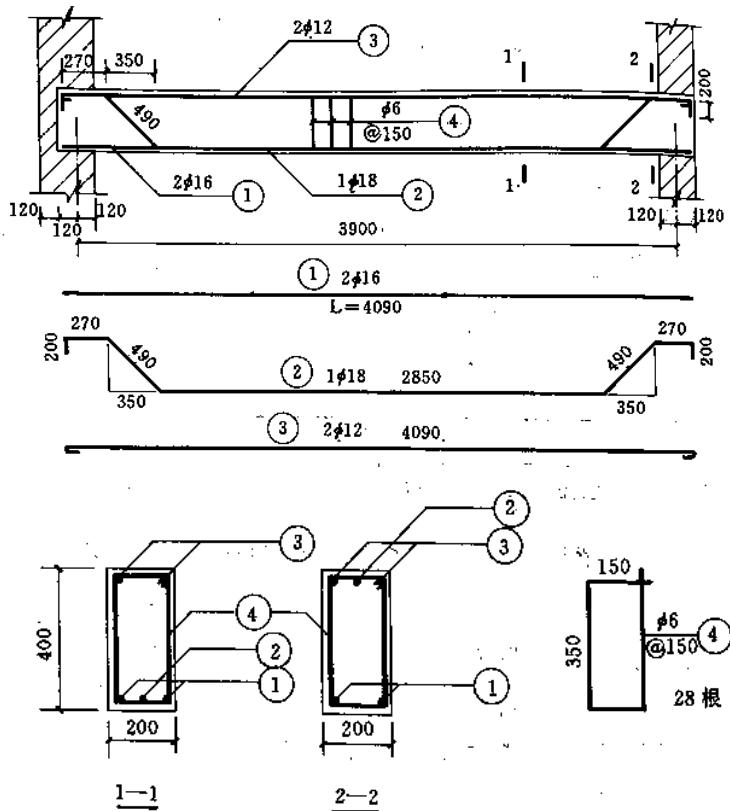
3) 标注钢筋的种类、直径和相邻钢筋的中心距离



(4) 现浇钢筋混凝土楼层结构图

图是悬挑板雨罩的平面图，平面图主要标识板内配筋情况，①、②、③、④号钢筋直径、钢筋位置和间距。沿横向轴线剖切，得梁板得重合断面图，它表示板顶、梁底标高和板厚。图中 1-1 剖面图得剖切位置。





梁平面注写包括集中标注与原位标注。集中标注表达梁的通用数值，原位标注表达梁的特殊数值。施工时，原位标注取值优先。

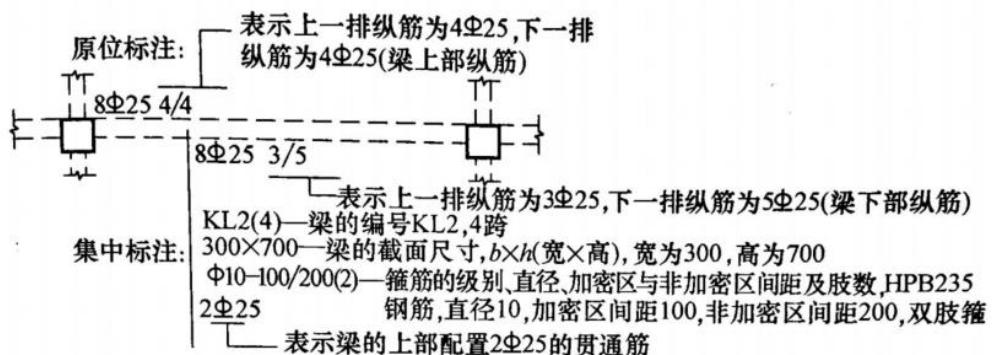


图 7-9 KL2 平面注写方式示例



总结和提示:

### 柱、梁板基本编号

#### 柱编号

柱类型	代号	序号
框架柱	KZ	xx
转换柱	ZHZ	xx
芯柱	XZ	xx
梁上柱	LZ	xx
剪力墙上柱	QZ	xx

注：编号时，当柱的总高、分段界面尺寸和配筋均对应相同，仅界面与轴线与轴线的关系不同时，仍可将其编为同一柱号，但应在图中注明截面与轴线的关系。

#### 梁编号

梁类型	代号	序号	跨数及是否带有悬挑
楼层框架梁	KL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
楼层框架扁梁	KBL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
屋面框架梁	WKL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
框支梁	KZL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
托柱转换梁	TZL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
非框架梁	L	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
悬挑梁	XL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)
井字梁	JZL	xx	(xx)、(xxA)或(xxB)

注：1. (XXA) 为一端又悬挑，(XXB) 为两端又悬挑。悬挑不计入跨数。

【例】KL7(5A) 表示第 7 号框架梁，5 跨，一端有悬挑；

L9 (7B) 表示第 9 号非框架梁，7 跨，两端有悬挑。

#### 板块编号

板类型	代号	序号
楼面板	LB	xx
屋面板	WB	xx
悬挑板	XB	xx

### 7.1.3 水电施工识图

#### 1. 室内给排水施工图

室内给水是指由室外管网引入室内的生活用水和消防用水系统，室内排水是指将室内厨房、厕所、卫生间排除的污水、废水排到室外，一个建筑物的给、排水工程，需要用到

多种图纸表达，为了熟练地阅读给排水施工图，应该了解给水、排水管线中管材、管道附件、附属构筑物的构造。

### 1) 识图方法

给排水施工图一般由基本图和详图组成，基本图包括管网设计平面图、断面图、系统图以及图纸目录、设计说明、材料设备表等，详图包括局部放大图、安装详图。识图时首先按图纸目录核对图纸，再看设计说明，以掌握工程概况和设计者意图。分清图中各个系统，从前到后将平面图和系统图反复对照来看，以便互相补充和说明，建立全面、系统的空间形象。给水系统可按照水流方向从引入管、干管、立管、支管到卫生器具的顺序来识读；排水系统可按照水流方向从卫生器具排水管、排水横管、排水立管到排出管的顺序来识图。

## 2) 图例

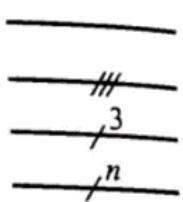
1)给水排水工程图形符号		图例	说明	图例	说明
图例	说明		截断阀		圆翼型散热器
	给水管		止回阀		柱型散热器
	室外消火栓(地下)		排水管		散热器放气阀
	室外消火栓(地上)		地漏		暖风机
	室内消火栓(单口)		清扫口		压力表
	室内消火栓(双口)		检查口		变径管
	洗脸盆		淋蓬头		调压板
2)采暖工程图形符号			蒸汽管		弹簧安全阀
	热水管		凝结、回水管		重锤安全阀
	地沟内管道		保护套管		自动放气阀
	固定支座		活动支座		混合器
	减压阀(组)		丝堵三通		管道坡度
	方形伸缩器		流量表		手摇泵
	套管伸缩器		蒸汽管		保温管道
	埋地管道		凝结水管		立式集气罐
	卧式集气罐		热水管		除污器
	光面散热器		热水回水管		温度计
	方翼型散热器		疏水器装置		

图 7-9 水电识图常用图例

## 2. 室内电气施工图

电气安装，一般都按“电气施工安装图”施工，如有不同的安装方法和构造时，需绘制详图。大部分电气图都是采用图形符号绘制的，是不按比例绘制的。但位置图即施工平面图、电气构造详图一般是按照比例绘制的，且多用缩小比例绘制，但必须标注物体的实际尺寸。下表是电气工程中常用的电气图例。

表 7-9 电气图例

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	照明配电箱		8	荧光灯	
2	单极开关		9	三管荧光灯	
3	灯(一般符号)		10	五管荧光灯	
4	防爆荧光灯		11	导线、导线组、电线、传输通路、线路、母线的一般符号 三根导线 三根导线 n根导线	
5	球形灯		12	向上配线	
6	花灯		13	向下配线	
7	壁灯		14	垂直通过配线	

## 1、动力系统图

动力系统图是建筑工程图中最基本、最常用的图纸之一，使用图形符号、文字符号绘制的，用来表达建筑物内动力系统的基本组成及相互关系，一般用单线绘制，能够集中体现动力系统的计算电流、开关及熔断器、配电箱、导线或电缆的型号规格、保护套管管径和敷设方式、用电设备名称、容量及配电方式等。

低压动力配电系统的电压等级一般为 380v/220v 中性点直接接地系统，线路一般从建筑物变电所向建筑物给用电设备和负荷点配电。

## 2、电气照明系统图

电气照明系统图是用来表示照明系统网络关系的图纸，系统图应表示出系统的各个组成部分之间的相互关系、连接方式、以及各种组成部分的电气元件和设备及其特性参数。

照明配电系统有 380v/220v 三相五线制和 220v 单线两相制。在照明分支中，一般采用单箱供电，在照明总干线中，为尽量把负荷均匀地分配到各线路上，以保证三相平衡，常采用三相五相线制供点方式。按照接线方式不同，照明系统可以分为单电源照明配电系统、有备用电源照明配电系统、多层建筑照明配电系统。

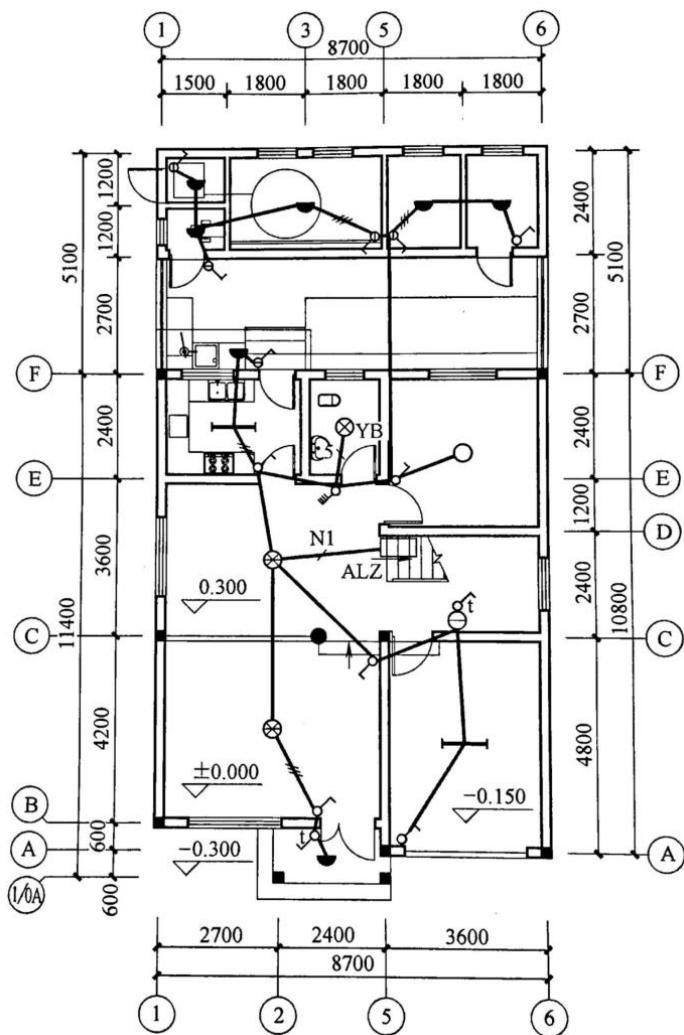


图 7-10 一层照明平面图

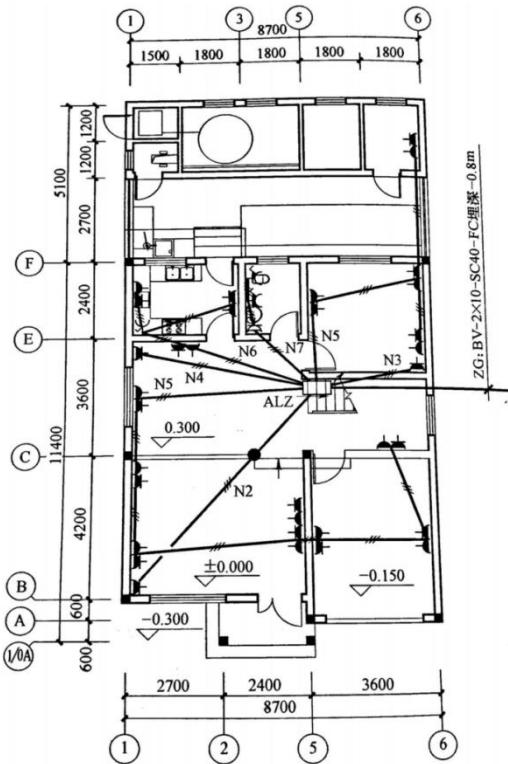


图 7-11 一层插座平面图

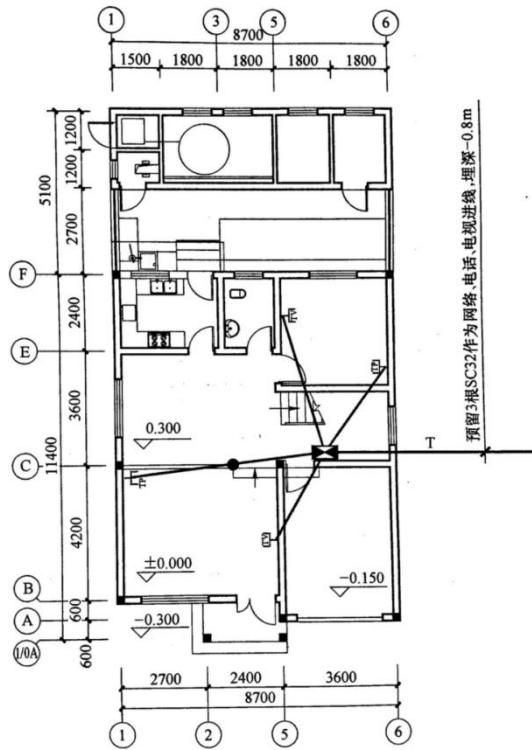


图 7-12 一层弱点平面图

在图中的照明及插座平面图中可以看出，在楼梯间有配电箱，暗装在墙内，为总配电箱。从配电箱中分出 N1、N2、N3、N4、N5、N6、N7 七个支路。其中 N1 接各房间的照明灯具；N2、N3、N4 分别接卧室、餐厅、客厅的空调插座；N5 为接各房间的二、三极电

源插座；N6、N7 为接厨房、卫生间的电源插座。每段线路的电线数都表示在线路旁边，少于 2 根电线不表示，3 根电线用短划线表示，3 根电线以上用数字表示。

## 7.2 基础施工

基础施工工艺流程为：测量放线→第一步土方开挖→水平支撑施工→第二步土方开挖→浇筑垫层→砌底板侧模→防水及保护层施工→绑扎底板、承台、连梁、外墙脚筋、预留预埋→浇筑底板、承台、地梁及外墙脚混凝土→养护→基础柱、墙绑筋→搭设满堂脚手架→基础柱、墙支模→浇筑柱、墙混凝土→养护、拆模→外防水及换撑施工→拆撑施工→地下室零层柱墙支模→地下室零层板绑筋、预留预埋→浇筑零层板混凝土、养护→地下室外墙、顶板防水及保护层施工→土方回填

以下为农房常用基础的施工工艺与施工技术要求。

### 7.2.1 基础垫层

基础下一般均设置垫层，垫层能很好地与地基土层结合，起到均匀受力和良好传力的作用，还可以用来调整标高和找平。混凝土垫层厚度一般为 100 mm，每边比基础边缘宽出 100mm。普通农房采用 C10 混凝土垫层即可。

混凝土垫层施工前应将基槽清理干净，不得在其内留有浮土、淤泥、杂物。垫层标高及平整度要严格控制。已浇筑的垫层混凝土在常温下养护约 24 小时后，才可允许人员在其上走动和进行其它工序。

### 7.2.2 砖放脚基础施工

- 1.砖基础应该采用烧结实心砖砌筑，不应采用空心砖或多孔砖砌筑。
- 2.砖基础砌筑在垫层之上，砖基础的下部称为“大放脚”、上部为基础墙，大放脚的宽度为半砖长的整数倍。
- 3.大放脚有等高式和间隔式两种。等高式大放脚是每砌两皮砖，两边各收进 1/4 砖长（60mm）；间隔式大放脚是每砌两皮砖及一皮砖，轮流两边各收进 1/4 砖长（60mm）。特别要注意，等高式和间隔式大放脚(不包括基础下面的混凝土垫层)的共同特点是最下层都应为两皮砖砌筑（图 7-3）。

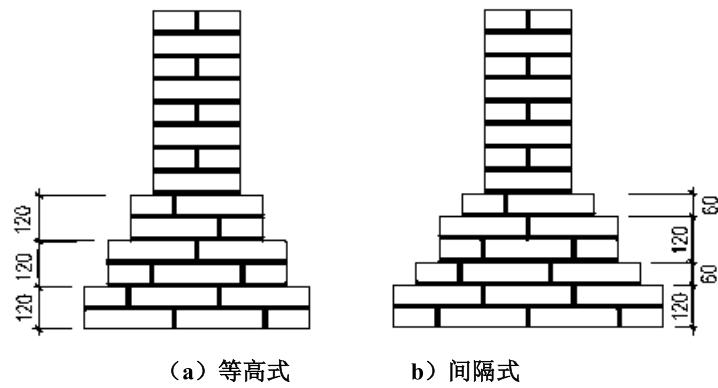


图 7-13 砖基础大放脚形式

砖基础大放脚一般采用一顺一丁砌筑形式，即一皮顺砖与一皮丁砖相间，上下皮垂直灰缝相互错开  $1/4$  砖（即  $60\text{mm}$ ）。转角处、交接处，为错缝需要应加砌配砖（ $3/4$  砖、半砖或  $1/4$  砖）。图 7-5 所示为底宽为 2 砖半等高式砖基础大放脚转角处分皮砌法。

4. 砖基础的水平灰缝厚度和垂直灰缝宽度宜为  $10\text{mm}$ 。水平灰缝的砂浆饱满度不得小于  $80\%$ 。

5. 砖基础的底标高不相同时，应从低处开始砌筑，并应由低处向高处搭砌。当设计无要求时，搭砌长度不应小于砖基础大放脚的高度（图 7-6）。

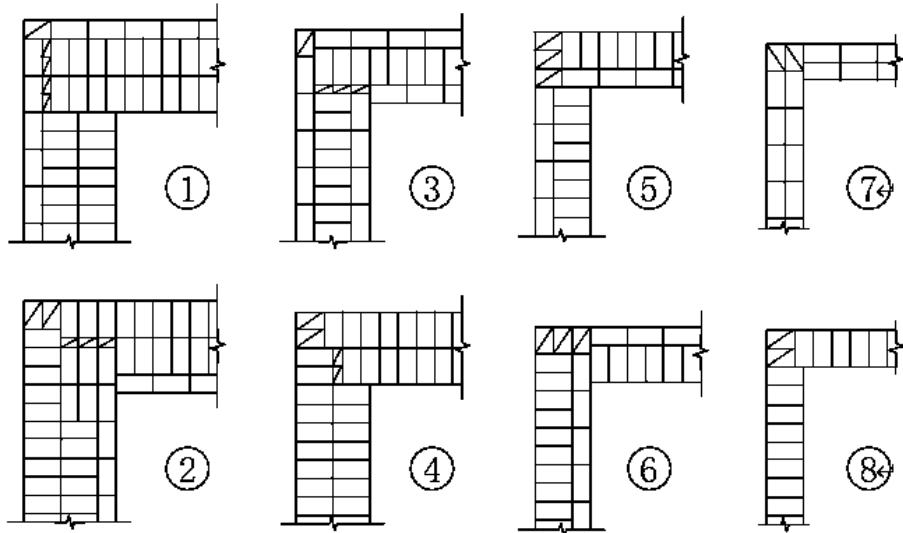
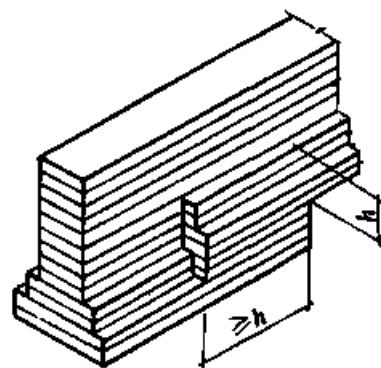


图 7-14 大放脚转角处分皮砌法



#### 图 7-15 基底标高不同时，砖基础的搭砌

- 6.砖基础的转角处和交接处应同时砌筑，当不能同时砌筑时，应留置斜槎（踏步槎）。
- 7.基础墙的防潮层，当无设计要求时，宜用 1: 2 水泥砂浆加适量防水剂铺设，厚度取 20mm。防潮层位置宜在室内地面标高以下一皮砖（-0.06m）处。
- 8.砖基础砌筑完成后应该有一定的养护时间，再进行回填土方。

### 7.2.3 石基础施工

1.石基础可用毛石或条石，用铺浆法砌筑，灰缝厚度为 20~30mm，砂浆应饱满。石基础宜分皮卧砌，并应上下错缝，内外搭接，按规定设置拉接石，不得采用外面侧立石块、中间填心的砌筑方法。

2.砌筑毛石基础的第一层石块时，宜选用尺寸较大的毛石砌筑，石块大面向下。基础转角处、纵横墙交接处，应选用较大平毛石砌筑，且转角处、交接处应同时砌筑，不能同时砌筑时，应留踏步槎。

3.石基础有阶梯形和梯形两种形式，其顶面宽度应比墙厚每边宽 100mm。每阶高度一般为 300~400mm，并至少砌二皮毛石。阶梯处，上阶的石块应至少压住下阶石块的 1/2。石块间较大的空隙应填塞砂浆后用碎石嵌实，不得采用先放碎石后灌浆或干填碎石的方法。为保证施工质量，毛石基础每天砌筑高度不应超过 1.0 米。

### 7.2.4 混凝土基础施工

1.在浇筑混凝土基础时，应分层进行。并使用插入式振动器捣实。对阶梯形基础，每一阶高度内宜整体一次浇筑。对锥形基础，要注意边角处混凝土是否振捣密实。独立基础应连续浇筑完毕。

2.为了节约水泥，在浇筑混凝土时，可投入 25% 左右的毛石，这种基础称为“毛石混凝土”基础。毛石的最大粒径不超过 150mm，也不应超过基础宽度的 1/4。毛石投放前应用水冲洗干净并晾干。投放时，应分层、均匀投放，保证毛石边缘包裹有足够的水泥浆体，并振捣密实。

3.当基槽深度超过 2m 时，不能直接倾落混凝土，应采用溜槽将混凝土送入基坑，以避免造成混凝土分层离析。混凝土浇筑完毕，终凝后要加以覆盖和浇水养护。

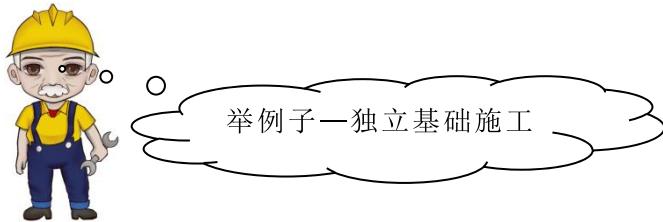
### 7.2.5 基础回填

1.基础砌筑或浇筑完成后，应及时回填。回填土要在基础对应的两侧同时进行，避免基础移位或倾覆，并分层夯实。

2.一般土质的回填，每填入 300mm 厚，要夯实一次。回填土中树根、树枝、塑料袋等有机杂质必须清除。

3.冻土基坑回填时，应清除坑内冰雪，回填土不允许夹杂冰雪块或冻土块。

4. 对不易夯实的饱和粘土、淤泥流砂等基坑土，应待基坑晾干后进行回填。



#### (1) 测量放线

施工放线这一步非常重要的，需要达到规范要求。



图 7-16 测量放线

#### (2) 基础土方开挖

土方开挖至垫层底设计标高后，应进行基槽验收，符合勘察设计要求后进入下道工序施工。地基基槽验收这个工序，一定要做到位，否则基础验收时可能会有问题，这也是保证工程质量的一个很重要的措施和手段。

#### (3) 清理及垫层浇灌

地基验槽完成后，清除表面浮土及扰动土，不留积水，立即进行垫层混凝土施工，垫层混凝土必须振捣密实、表面平整，严禁晾晒基土。

#### (4) 钢筋绑扎

垫层浇灌完成，混凝土强度达到  $1.2\text{MPa}$  后，在其表面弹线并进行钢筋绑扎。钢筋绑扎好后，地面及侧面应搁置保护层塑料垫块，厚度为设计保护层厚度，垫块间距不得大于  $100\text{mm}$ （视设计钢筋直径确定），以防出现漏筋的质量通病；注意对钢筋的成品进行保护，不得任意碰撞钢筋，造成钢筋移位。



图 7-17 钢筋

#### (5) 模板安装

绑扎完成后立即进行模板安装，模板采用小钢模或木模，利用架子管或木方加固。



图 7-18 模板安装

#### (6) 清理

清除模板内的木屑、泥土等杂物，对木模进行浇水湿润，堵严板缝和孔洞。

#### (7) 混凝土浇筑

混凝土应分层连续进行浇筑，间歇时间不超过混凝土初凝时间，一般不超过 2h，为保证钢筋位置正确，先浇一层 5~10cm 混凝土固定钢筋。浇筑混凝土前应检查钢筋位置是否正确，振捣混凝土时防止碰动钢筋，浇完混凝土后立即修正甩筋的位置，防止柱筋、墙筋位移。



图 7-19 混凝土浇筑

(8) 混凝土振捣

采用插入式振捣器，插入的间距不大于振捣器作用部分长度的 1.25 倍。上层振捣棒插入下层 3~5cm。尽量避免碰撞预埋件、预埋螺栓，防止预埋件移位。

(9) 混凝土找平

混凝土浇筑后，对于表面比较大的混凝土，应使用平板振捣器振一遍，然后用刮杆刮平，再用木抹子搓平。收面前必须校核混凝土表面标高，不符合要求处立即整改。



图 7-20 混凝土找平

(10) 混凝土养护

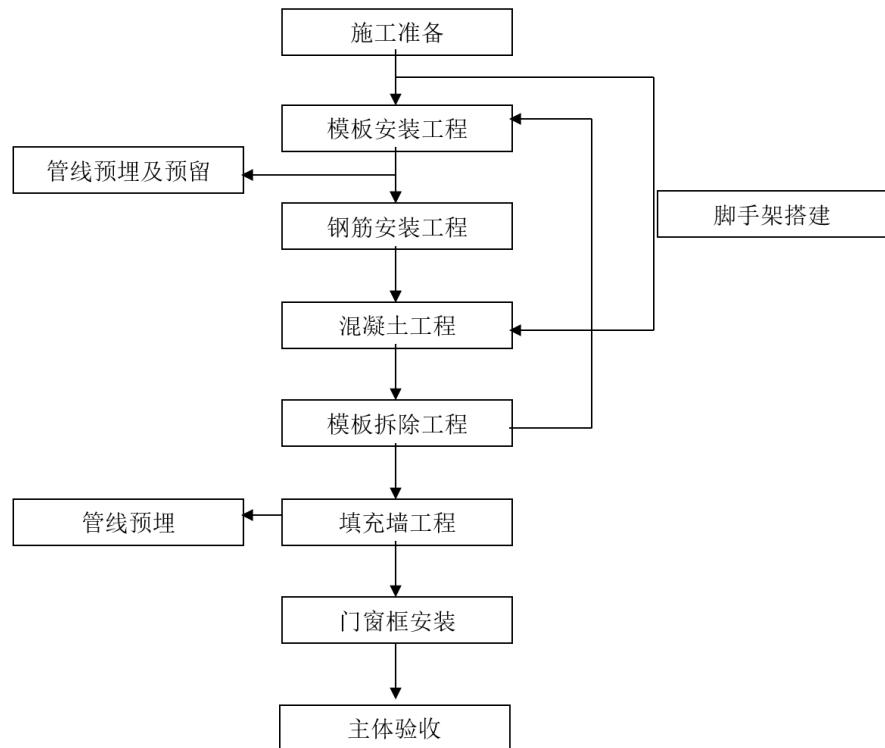
已浇筑完的混凝土，应在 12 小时内覆盖和浇水。一般常温养护不得少于 7 天，特种混凝土养护不得少于 14 天。养护设专人检查落实，防止由于养护不及时，造成混凝土表面裂缝。

(11) 模板拆除

侧面模板在混凝土强度能保证其棱角不因拆模板而受损坏时方可拆模，拆模前设专人检查混凝土强度，拆除时采用撬棍从一侧顺序拆除，不得采用大锤砸或撬棍乱撬，以免造成混凝土棱角破坏。

### 7.3 主体结构施工

土建主体工程主要工艺流程为（混凝土结构）：



### 7.3.1 模板工程

1.模板安装应符合下列基本要求:

- (1) 要保证构件各部位形状尺寸和相互位置的正确。
- (2) 模板应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受新浇混凝土的自重、侧压力及施工荷载。
- (3) 构造简单、装拆方便，便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护等工艺要求；模板的接缝严密，不得漏浆。
- (4) 梁的跨度等于或大于 4m,梁底模板中部应起拱，防止由于混凝土的重力使跨中下垂。如设计无规定时，起拱高度宜为梁净跨的 1‰~3‰。

2.模板拆除应符合下列基本要求

侧模板拆除时，构件混凝土强度应能保证其表面及棱角不因拆除模板而受损坏，底模板及支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求。当设计无具体要求时，混凝土强度应符合表 7-3 规定，底模拆除时间应符合表 7-4 的规定。

表 7-3 底模拆除时的混凝土强度规定

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计强度标准值的百分率 (%)
板	$\leq 2$	$\geq 50$
	$> 2, \leq 8$	$\geq 75$
	$> 8$	$\geq 100$

梁、拱、壳	$\leq 8$	$\geq 75$				
	$> 8$	$\geq 100$				
悬臂构件		$\geq 100$				

表 7-4 底模拆除时间参数表 (天)

普通水泥	达到设计强度标准值的百分率 (%)	硬化时昼夜平均气温/°C					
		5	10	15	20	25	30
32.5 级	50	12	18	6	4	3	2
	75	26	18	14	9	7	6
	100	55	45	35	28	21	18
42.5 级	50	10	7	6	5	4	3
	75	20	14	11	8	7	6
	100	50	40	30	28	20	18

拆模尚应符合下述规定：先支的后拆，后支的先拆，先拆除侧模板，后拆除底模板；肋形楼板的拆模是先拆除柱模板→再拆除楼板底模板、梁侧模板→最后拆除梁底模板。多层楼板模板支架拆除时，上层楼板正在浇筑混凝土时，下一层楼板的模板支架不得拆除，再下层的楼板的模板和支核应视荷载和本楼层混凝土的强度而定。在拆除模板过程中，如发现混凝土有影响结构安全等质量问题时，应暂停拆除，经处理后方可进行。

模板拆除应当注意，不应对楼层形成冲击荷载，拆除的模板和支架宜分散堆放并及时清运。已拆除模板及支架的结构，应在混凝土达到设计的混凝土强度标准后，才允许承受全部使用荷载。

### 7.3.2 钢筋工程

#### 1. 钢筋制作

(1) 钢筋表面应洁净，粘着的油污、泥土、浮锈使用前必须清理干净，可结合冷拉工艺除锈。

(2) 钢筋调直，可用机械或人工调直。经调直后的钢筋不得有局部弯曲、死弯、小波浪形，其表面伤痕不应使钢筋截面减小 5%。

(3) 钢筋切断应根据钢筋号、直径、长度和数量，长短搭配，先断长料后断短料，尽量减少和缩短钢筋短头，以节约钢材。

#### (4) 钢筋弯钩或弯曲：

1) 钢筋弯钩。形式有三种，分别为半圆弯钩、直弯钩及斜弯钩。钢筋弯曲后，弯曲处内皮收缩、外皮延伸、轴线长度不变，弯曲处形成圆弧，弯起后尺寸不大于下料尺寸，应

考虑弯曲调整值。

钢筋弯心直径为  $2.5d$ , 平直部分为  $3d$ 。钢筋弯钩增加长度的理论计算值: 对转半圆弯钩为  $6.25d$ , 对直弯钩为  $3.5d$ , 对斜弯钩为  $4.9d$ 。

- 2) 弯起钢筋。中间部位弯折处的弯曲直径  $D$ , 不小于钢筋直径的 5 倍。
- 3) 箍筋。箍筋的末端应作弯钩, 弯钩形式应符合设计要求。箍筋调整, 即为弯钩增加长度和弯曲调整值两项之差或和, 根据箍筋量外包尺寸或内包尺寸而定。
- 4) 钢筋下料长度应根据构件尺寸、混凝土保护层厚度, 钢筋弯曲调整值和弯钩增加长度等规定综合考虑。

$$\begin{aligned} \text{① 直钢筋下料长度} &= \text{构件长度} - \text{保护层厚度} + \text{弯钩增加长度} \\ \text{② 弯起钢筋下料长度} &= \text{直段长度} + \text{斜弯长度} - \text{弯曲调整值} + \text{弯钩增加长度} \\ \text{③ 箍筋下料长度} &= \text{箍筋内周长} + \text{箍筋调整值} + \text{弯钩增加长度} \end{aligned}$$

## 2. 钢筋绑扎与安装:

- (1) 墙
  - 1) 墙的钢筋网绑扎同基础。钢筋有  $90^\circ$  弯钩时, 弯钩应朝向混凝土内。
  - 2) 采用双层钢筋网时, 在两层钢筋之间, 应设置撑铁(钩)以固定钢筋的间距。
  - 3) 墙筋绑扎时应吊线控制垂直度, 并严格控制主筋间距。剪力墙上下两边三道水平处应满扎, 其余可梅花点绑扎。
  - 4) 为了保证钢筋位置的正确, 竖向受力筋外绑一道水平筋或箍筋, 并将其与竖筋点焊, 以固定墙、柱筋的位置, 在点焊固定时要用线锤校正。
  - 5) 外墙浇筑后严禁开洞, 所有洞口预埋件及埋管均应预留, 洞边加筋详见施工图。墙、柱内预留钢筋做防雷接地引线, 应焊成通路。其位置、数量及做法详见安装施工图, 焊接工作应选派合格的焊工进行, 不得损伤结构钢筋, 水电安装的预埋, 土建必须配合, 不能错埋和漏埋。

- (2) 梁与板
  - 1) 纵向受力钢筋出现双层或多层排列时, 两排钢筋之间应垫以直径  $15mm$  的短钢筋, 如纵向钢筋直径大于  $25mm$  时, 短钢筋直径规格与纵向钢筋相同规格。
  - 2) 箍筋的接头应交错设置, 并与两根架立筋绑扎, 悬臂挑梁则箍筋接头在下, 其余做法与柱相同。梁主筋外角处与箍筋应满扎, 其余可梅花点绑扎。
  - 3) 板的钢筋网绑扎与基础相同, 双向板钢筋交叉点应满绑。应注意板上部的负钢筋(面加筋)要防止被踩下; 特别是雨蓬、挑檐、阳台等悬臂板, 要严格控制负筋位置及高度。
  - 4) 板、次梁与主梁交叉处, 板的钢筋在上, 次梁的钢筋在中层, 主梁的钢筋在下, 当有圈梁或垫梁时, 主梁钢筋在上。
  - 5) 楼板钢筋的弯起点, 如加工厂(场)在加工没有起弯时, 设计图纸又无特殊注明的,

可按以下规定弯起钢筋，板的边跨支座按跨度  $1/10L$  为弯起点。板的中跨及连续多跨可按支座中线  $1/6L$  为弯起点。

6) 框架梁节点处钢筋穿插十分稠密时，应注意梁顶面主筋间的净间距要有留有 30mm，有利于满足浇筑混凝土需要。

7) 钢筋的绑扎接头应符合下列规定：

①搭接长度的末端距钢筋弯折处，不得小于钢筋直径的 10 倍，接头不宜位于构件最大弯矩处。

②受拉区域内，I 级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩，II 级钢筋可不做弯钩。

③钢筋搭接处，应在中心和两端用铁丝扎牢。

④受拉钢筋绑扎接头的搭接长度，应符合结构设计要求。

⑤受力钢筋的混凝土保护层厚度，应符合结构设计要求。

⑥板筋绑扎前须先按设计图要求间距弹线，按线绑扎，控制质量。

### 3. 钢筋接长

根据设计要求，本工程直径 $\geq 18$  的钢筋优先采用机械接长，套筒挤压连接技术，其余钢筋接长，水平筋采用对焊与电弧焊，竖向筋优先采用电渣压力焊。大于  $\Phi 25$  竖向钢筋采用套筒挤压连接。

#### (1) 对焊操作要求

II、III 级钢筋的可焊性较好，焊接参数的适应性较宽，只要保证焊缝质量，拉弯时断裂在热影响区就较小。因而，其操作关键是掌握合适的顶锻。

采用预热闪光焊时，其操作要点为：一次闪光，闪平为准；预热充分，频率要高；二次闪光，短、稳、强烈；顶锻过程，快速有力。

#### (2) 电弧焊

钢筋电弧焊分帮条焊、搭接焊、坡口焊和熔槽四种接头形式。

1) 帮条焊：帮条焊适用于 I、II 级钢筋的接驳，帮条宜采用与主筋同级别，同直径的钢筋制作。

2) 搭接焊：搭接焊只适用于 I、II、III 级钢筋的焊接，其制作要点除注意对钢筋搭接部位的预弯和安装，应确保两钢筋轴线相重合之外，其余则与帮条焊工艺基本相同。一般单面搭接焊为  $10d$ ，双面焊为  $5d$ 。

3) 钢筋坡口焊对接分坡口平焊和坡口立焊对接。

#### (3) 竖向钢筋电渣压力焊：

电渣压力焊是利用电流通过渣池产生的电阻热将钢筋端溶化，然后施加压力使钢筋焊合。

电渣压力焊施焊接工艺程序：

安装焊接钢筋→安装引弧铁丝球→缠绕石棉绳装上焊剂盒→装放焊剂接通电源，“造

渣”工作电压 40~50V，“电渣”工作电压 20~25V→造渣过程形成渣池→电渣过程钢筋端面溶化→切断电源顶压钢筋完成焊接→卸出焊剂拆卸焊盒→拆除夹具。

1) 焊接钢筋时，用焊接夹具分别钳固上下的待焊接的钢筋，上下钢筋安装时，中心线要一致。

2) 安放引弧铁丝球：抬起上钢筋，将预先准备好的铁丝球安放在上、下钢筋焊接端面的中间位置，放下上钢筋，轻压铁丝球，使接触良好。放下钢筋时，要防止铁丝球被压扁变形。

3) 装上焊剂盒：先在安装焊剂盒底部的位置缠上石棉绳，然后再装上焊剂盒，并往焊剂盒满装焊剂。

安装焊剂盒时，焊接口宜位于焊剂盒的中部，石棉绳缠绕应严密，防止焊剂泄漏。

4) 接通电源，引弧造渣：按下开头，接通电源，在接通电源的同时将上钢筋微微向上提，引燃电弧，同时进行“造渣延时读数”计算造渣通电时间。

“造渣过程”工作电压控制在 40~50V 之间，造渣通电时间约占整个焊接过程所需通电时间的 3/4。

5) “电渣过程”：随着造渣过程结束，即时转入“电渣过程”的同时进行“电渣延时读数”，计算电渣通电时间，并降低上钢筋，把上钢筋的端部插入渣池中，徐徐下送上钢筋，直至“电渣过程”结束。

“电渣过程”工作电压控制在 20~25V 之间，电渣通电时间约占整个焊接过程所需通电时间的 1/4。

6) 顶压钢筋，完成焊接：“电渣过程”延时完成，电渣过程结束，即切断电源，同时迅速顶压钢筋，形成焊接接头。

7) 卸出焊剂，拆除焊剂盒、石棉绳及夹具。

卸出焊剂时，应将料斗卡在剂盒下方，回收的焊剂应除去溶渣及杂物，受潮的焊剂应烘、焙干燥后，可重复使用。

8) 钢筋焊接完成后，应及时进行焊接接头外观检查，外观检查不合格的接头，应切除重焊。

### 7.3.3 混凝土工程

#### 1.混凝土浇筑前的检查与准备

混凝土浇筑前应对模板和支架进行检查，包括模板支搭的形状、尺寸和标高；支架的稳定性；模板缝隙、孔洞封闭情况；预埋件的位置、数量和牢靠程度等。必须保证模板在混凝土浇筑过程中不产生位移或松动。

清理模板内的杂物，木模应浇水润湿以防过多吸收水泥浆，造成混凝土保护层的疏松。木模吸水后膨胀挤压缝，可避免漏浆。

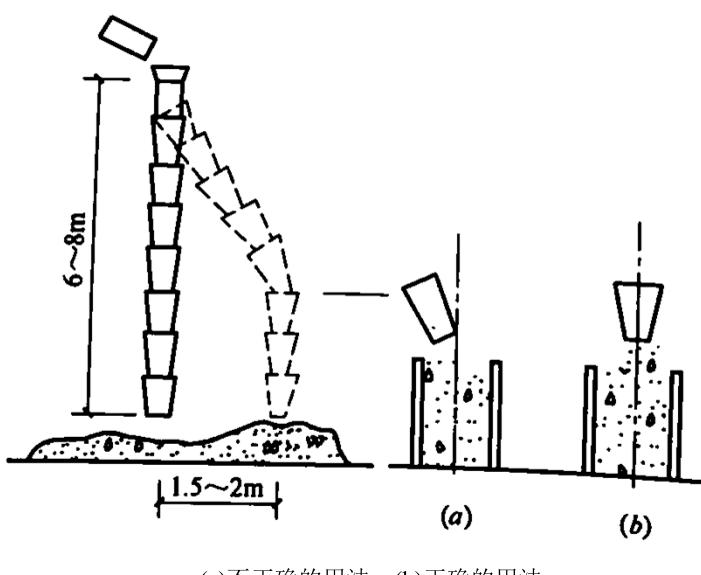
准备好浇筑混凝土时必需的道路、脚手架等。做好技术与安全交底工作。

## 2. 混凝土的浇筑

混凝土浇筑应保证混凝土的均匀性，不得产生骨料与水泥浆的分离；并应有利于混凝土的振捣，有利于混凝土结构的整体性。因此，浇筑混凝土时应控制投料高度和选择正确的投料方法，采用分层浇筑工艺，正确留设施工缝等，才能保证混凝土浇筑质量。

### (1) 混凝土的自由下落高度

浇筑混凝土时为避免产生离析现象，施工及验收规范规定：混凝土从料斗向模内倾落的自由高度不应超过 2m。下落高度超过上述限值时，应采用溜槽或串筒，防止混凝土产生离析现象。溜槽一般用木板制作外包镀锌薄钢板，使用时其水平倾角不宜超过 30°。串筒用薄钢板制成，每节长度约 700mm，用钩环串联起来，筒内设有缓冲挡板。串筒使用方法如图 7-17。



(a) 不正确的用法; (b) 正确的用法

图 7-21 筒使用方法示意图

### (2) 混凝土的分层浇筑

当构件截面高度超过振捣器作用深度时，应分层浇筑和振捣，以保证混凝土的密实度。分层浇筑时混凝土浇筑层的厚度应符合表 7-5 的规定。但在分层浇筑时，要保证各层之间连为一体，应在下一浇筑层凝结前将上一层混凝土浇捣完毕。

表 7-5 混凝土浇筑层的厚度

捣实混凝土的办法	浇筑层的厚度 (mm)
插入式振捣	振动器作用部分长度的 1.25 倍
表面振捣	200
人工振捣	250
(1) 在基础、无筋混凝土或配筋少的结构中	200
(2) 在梁、墙板、柱结构中	150
(3) 在配筋密列的结构中	

轻骨料混凝土	插入式振捣	300
	表面振捣（加载）	200

### （3）墙、柱混凝土的浇筑

墙、柱混凝土一般投料高度大，又有钢筋阻挡，所以混凝土拌合物容易分散离析，石子易于集中墙、柱的底部。因此，浇筑混凝土前，墙、柱底部应先填 50~100mm 厚与混凝土相同的水泥砂浆，保证混凝土达到匀质的要求。墙、柱浇筑高度超过 3m 时，应采用串筒或溜管送下混凝土，防止混凝土离析。

### （4）梁、板混凝土的浇筑

一般情况下梁、板混凝土应同时浇筑，以利于梁板整体性。但当梁的高度大于 1m 时，也可以单独浇筑。

在浇筑同柱或墙连为整体的梁和板时，应在柱或墙的混凝土浇筑完毕后 1~1.5h，待其初步沉实，再继续浇筑梁和板的混凝土。否则，会在梁与柱的连接处产生裂缝。

## 3.混凝土的振捣

采用振动器捣实混凝土时，应符合施工及验收规范的下列要求：

（1）每一振点的振捣延续时间，应以使混凝土密实为准，即表面呈现浮浆和混凝土不再下沉。振捣时间过短或过长均不利，如果振捣时间过短，混凝土拌合物内的空气排出不净且空隙较多，将影响混凝土的密实度；如果振捣时间过长，则混凝土容易离析，石子降至下部较多而上部砂浆较多，影响混凝土的匀质性，并容易产生漏浆和蜂窝麻面。

（2）采用内部振动器振捣普通混凝土，振动器插点的移动距离不宜大于其作用半径的 1.5 倍；振捣轻骨料混凝土时的插点间距则不大于其作用半径的 1 倍；振动器距离模板不应大于其作用半径的 1/2。这样规定的目的是使振动器的作用半径全面覆盖整个混凝土，无振动的遗漏点。

（3）采用表面振动器的移动距离，应能保证振动器的平板压过已振实的混凝土边缘，一般压边 30~50mm。在一个停放点连续振动时间约为 25~40s，以混凝土表面均出现浮浆为准。表面振动器一般有效作用深度为 200mm。表面振动器振实后应紧跟着抹平。

## （4）混凝土养护

自然养护应符合下列规定：

- 1) 混凝土浇筑完毕后，应在 12h 以内覆盖并开始洒水养护；
- 2) 洒水养护的期限与水泥的品种有关。普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土不得少于 7d，掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土不得少于 14d。
- 3) 洒水次数以能保持混凝土湿润状态为准。水化初期水泥化学反应较快，水分应充分，故洒水次数多些，气温较高时也需多洒水。应避免因缺水造成混凝土表面硬化不良而松散粉化，混凝土的养护用水应与拌制用水相同。

4) 采用塑料布覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水。

5) 混凝土养护过程中，在混凝土强度达到  $1.2N/mm^2$  以前，不准许在上面安装模板及支架，以免振动和破坏正在硬化过程中混凝土的内部结构。

注：

- ①当日平均气温低于  $5^{\circ}C$  时，不得浇水；
- ②当采用其他品种水泥时，混凝土的养护时间应根据所采用水泥的技术性能确定；
- ③混凝土表面不便浇水或使用塑料布时，宜涂刷养护剂；
- ④对大体积混凝土的养护，应根据气候条件按施工技术方案采取控温措施。

## 7.4 墙体砌筑施工

墙体砌筑是农房建造的重要工作内容，由于以手工操作为主，工匠的砌筑技术水平、工作态度直接影响到房屋的质量安全。

### 7.4.1 施工前的准备工作

1. 砌筑砂浆准备：根据配合比，拌制好砌筑砂浆，有条件时应采用砂浆搅拌机拌制。

2. 淋湿砌块：砖或小型砌块，均应提前在地面上用水淋（或浸水）至湿润，不应在砌块运到操作地点时才进行，以免造成场地湿滑。

常用做法：水浸润砖体  $15mm$  为宜，含水率为  $10\% \sim 15\%$ ；不宜在砌筑时临时浇水，严禁干砖上墙，严禁在砌筑后向砖墙冲水。冬期施工防止砖块浇水形成薄冰。雨季不得使用含水率达饱和状态的砖砌墙。

3. 材料堆放：在操作地点临时堆放材料时，要放在平整坚实的地面上，不得放在湿润积水或泥土松软崩裂的地方。当放在楼面板或通道上时，不得超出其设计承载能力，并应分散堆置，不能过分集中。基坑  $0.8 \sim 1.0m$  范围以内不准堆料。

4. 安设活动脚手架：脚手架安装在地面时，地面必须平整坚实，否则要夯实至平整不下沉为止，或在架脚铺垫枋板，扩大支承面。当安设在楼板上时，如高低不平则应用木板楔稳，如用红砖作垫则不应超过两皮高度。脚手架的高度（站脚处）应低于砌砖高度，当砌筑高度达到  $1.2 \sim 1.4m$ （一个步架高度）时应该搭设砌筑脚手架。

### 7.4.2 砖墙砌筑工艺流程

砖墙砌筑工艺流程包括：抄平、放线、摆砖样、立皮数杆、盘角、挂线与砌筑等。

1. 抄平：在基础顶面或楼面上定出各层标高，用水泥砂浆或细石混凝土找平。

2. 放线：根据龙门板上标志，弹出墙身轴线、边线，划出门窗位置。

3. 摆砖样：在放好线的基面上按选定的组砌方式试摆砖样，不铺灰，其目的是核对门

窗洞口、墙垛等处是否符合砖的模数，以减少砍砖数量，并保证砖及砖缝排列整齐、均匀，以提高砌砖效率。

4.立皮数杆：每皮砖和灰缝的厚度，以及门窗洞、过梁、楼板底面等标高由皮数杆控制。皮数杆一般立在房屋的四大角、内外墙交接处、楼梯间以及洞口多的地方（图 7-22）。立皮数杆时要用水准仪抄平，使皮数杆上的楼地面标高线位于设计标高处。如墙的长度很大，可每隔 10m 左右再立一根。

5.盘角：盘角就是根据皮数杆先在四大角和交接处砌几皮砖，并保证其垂直平整。

6.挂线：为保证墙体垂直平整，砌筑时必须挂线。墙厚超过 370mm 时，必须双面挂线。

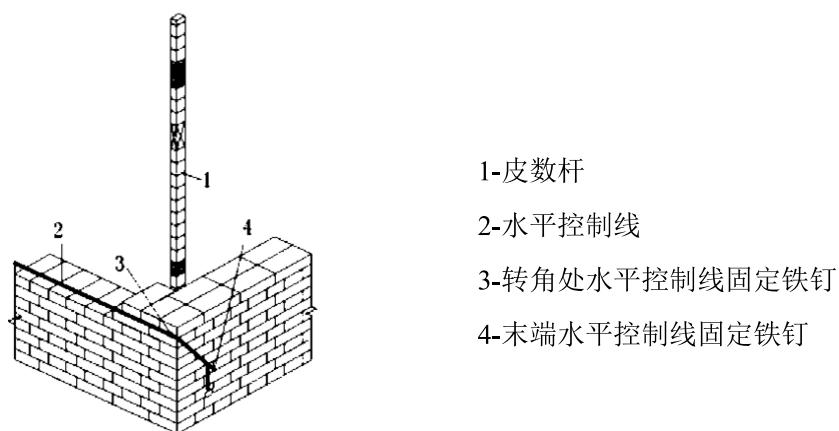


图 7-22 皮数杆与水平控制线

7.砌筑：基本原则是上下错缝、内外搭砌。常用砌筑方法是“三一”砌筑法，即一铲灰、一块砖、一挤揉。一般转角和交接处必须同时砌起，如不能同时砌起而必须留槎时，应留斜槎。

8.楼层轴线的引测：为了保证各层墙身轴线的重合，应根据龙门板上的标志将轴线引测到房屋的底层外墙上，再用经纬仪垂球，将轴线引测到楼层上，并根据施工图用钢尺进行校核。

#### 7.4.3 实心砖墙砌筑

砖墙根据其厚度不同，可采用全顺、两平一侧、全丁、一顺一丁、梅花丁或三顺一丁的砌筑形式（图 7-23）。对有抗震要求的房屋，宜采用一顺一丁的砌筑形式，不应采用 120mm 或 180mm 厚砌体。

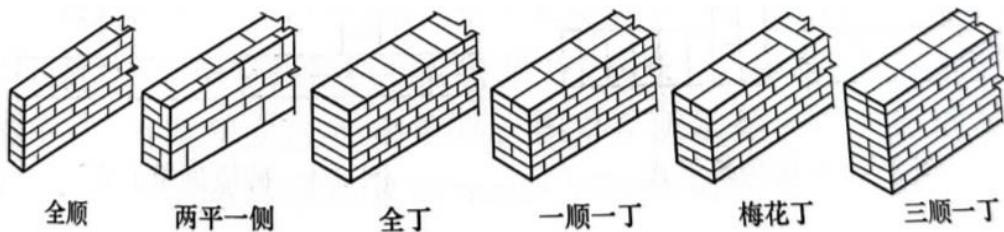


图 7-23 多孔砖墙砌筑形式

1)全顺：各皮砖均顺砌，上下皮垂直灰缝相互错开半砖长(120mm),适合砌半砖厚(115mm)墙。

2)两平一侧：两皮顺砖与一皮侧砖相间，上下皮垂直灰缝相互错开  $1/4$  砖长 (60mm)以上，适合砌  $3/4$  砖厚 (178mm)墙。3)全丁：各皮砖均丁砌，上下皮垂直灰缝相互错开  $1/4$  砖长，适合砌一砖厚 (240mm)墙。

4)一顺一丁：一皮顺砖与一皮丁砖相间，上下皮垂直灰缝相互错开  $1/4$  砖长，适合砌一砖及一砖以上厚墙。

5)梅花丁：同皮中顺砖与丁砖相间，丁砖的上下均为顺砖，并位于顺砖中间，上下皮垂直灰缝相互错开  $1/4$  砖长，适合砌一砖厚墙。

6)三顺一丁：三皮顺砖与一皮丁砖相间，顺砖与顺砖上下皮垂直灰缝相互错开  $1/2$  砖长；顺砖与丁砖上下皮垂直灰缝相互错开  $1/4$  砖长。适合砌一砖及一砖以上厚墙。

一砖厚承重墙的每层墙的最上一皮砖、砖墙的台阶水平面上及挑出层，应整砖丁砌。砖墙的转角处、交接处，为错缝需要加砌配砖。

1.方形多孔砖墙的转角处，应加砌配砖（半砖），配砖位于砖墙外角（图 7-24）。

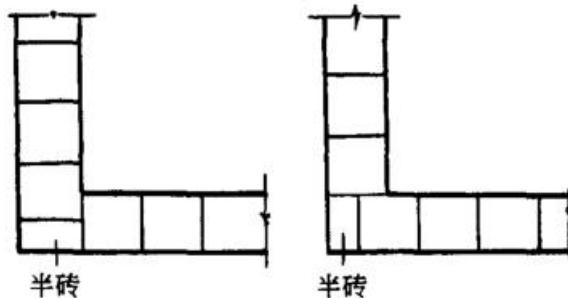


图 7-24 方形多孔砖墙转角砌法

2.方形多孔砖的交接处，应隔皮加砌配砖（半砖），配砖位于砖墙交接处外侧（图 7-25）。

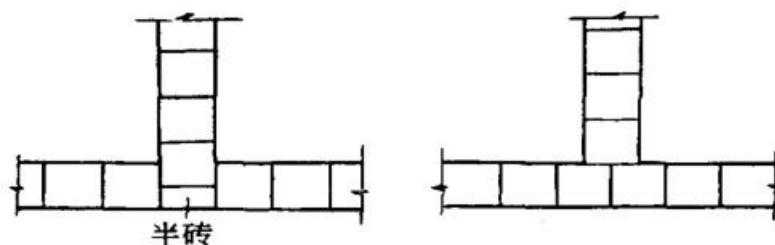


图 7-25 方形多孔砖墙交接处砌法

3.矩形多孔砖墙的转角处和交接处砌法同烧结普通砖墙转角处和交接处相应砌法。

4.多孔砖墙的灰缝应横平竖直。水平灰缝厚度和垂直灰缝宽度宜为 10mm，但不应小于 8mm，也不应大于 12mm。

5.多孔砖墙灰缝砂浆应饱满。水平灰缝的砂浆饱满度不得低于 80%，垂直灰缝宜采用

加浆填灌方法，使其砂浆饱满。

6.除设置构造柱的部位外，多孔砖墙的转角处和交接处应同时砌筑，对不能同时砌筑又必须留置的临时间断处，应砌成斜槎（图 7-26）。

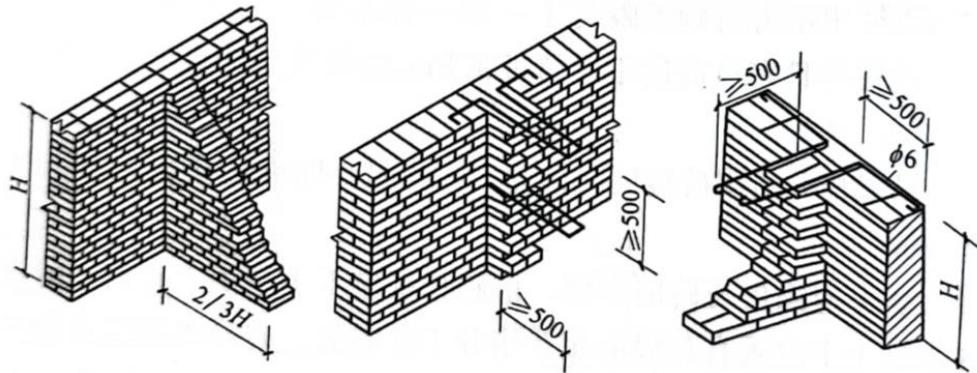


图 7-26 实心砖斜槎、直槎、丁字（接头留槎）

7.施工中需在多孔砖墙中留设临时洞口时，其侧边距交接处的墙面不应小于 0.5m；洞口顶部宜设置钢筋砖过梁或钢筋混凝土过梁。

8.多孔砖墙中留设脚手眼的规定同烧结普通砖墙中留设脚手眼的规定。

9.多孔砖墙每日砌筑高度不得超过 1.8m，雨天施工时，不宜超过 1.2m。

#### 7.4.4 烧结空心砖墙砌筑

1.砌筑空心砖墙时，砖应提前 1~2 天浇水湿润，砌筑时砖的含水率宜为 10%~15%。

2.空心砖墙应侧砌，其孔洞呈水平方向，上下皮垂直灰缝相互错开 1/2 砖长。空心砖墙底部宜砌 3 皮烧结普通砖，以提高防水防潮性能（图 7-27）。

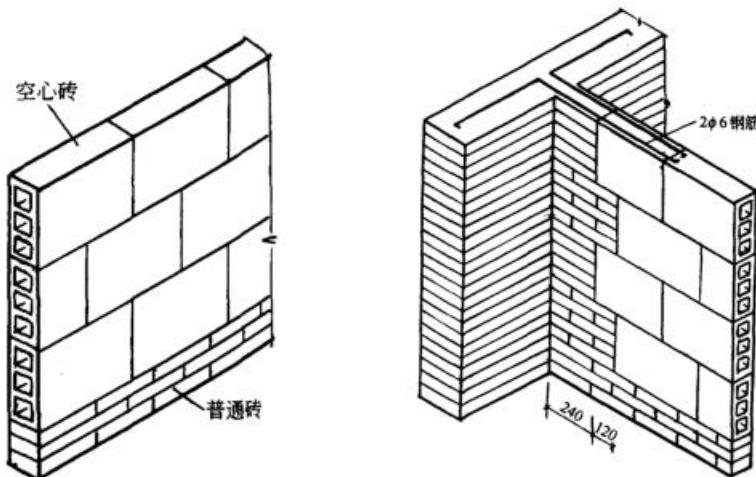


图 7-27 空心砖墙

图 7-28 空心砖墙与普通砖墙交接

3) 空心砖墙与烧结普通砖交接处，应以普通砖墙引出不小于 240mm 长与空心砖墙相接，并应隔 2 皮空心砖高在交接处的水平灰缝中设置 2A6 作为拉接钢筋，拉接钢筋在空心砖墙中的长度不小于空心砖长加 240mm（图 7-28）。

4) 空心砖墙的转角处，应用烧结普通砖砌筑，砌筑长度不小于 240mm。

5) 空心砖墙砌筑不得留置直槎，中途停歇时，应将墙顶砌平。在转角处、交接处，空心砖与普通砖应同时砌起。

6) 空心砖墙中不宜留置脚手眼；不得对空心砖进行砍凿。

#### 7.4.5 混凝土小型空心砌块砌筑

##### 1. 砌块类型

混凝土小型空心砌块：以水泥、砂、碎石或卵石、水等预制成的。主规格尺寸为390mm×190mm×190mm，一般有两个方形孔，最小外壁厚应不小于30mm，最小肋厚应不小于25mm，空心率应不小于25%。按照国家标准，普通混凝土小型空心砌块按其强度分为MU5、MU7.5、MU10、MU15、MU20、MU25、MU30、MU35、MU40九个等级。

近年来，很多地方农户为了节省建房费用，在农闲时间自己动手制作混凝土空心砌块，质量参差不齐，主要问题有：水泥用量偏低，混凝土级配不好，砂石含泥量偏高，没有小型振动设备，砌块振捣不密实，形状尺寸不规整，肋厚偏薄（有的不足20mm）等等。致使手工生产的砌块强度及耐久性普遍偏低。考虑到普通农房建造的特点与实际情况，建议农户自制砌块时，混凝土拌制时按C15~C20强度等级取用，加工好的砌块强度不应小于MU7.5。

##### 2. 一般要求

- (1) 对室内地面以下的空心砌块砌体，应采用不低于M5的水泥砂浆砌筑。
- (2) 在墙体的下列部位，应用C20混凝土灌实砌块的孔洞：底层室内地面以下或防潮层以下的砌体；无圈梁的楼板支承面下的一皮砌块；没有设置混凝土垫块的屋架、梁等构件支承面下，高度不应小于600mm，长度不应小于600mm的砌体；挑梁支承面下，距墙中心线每边不应小于300mm，高度不应小于600mm的砌体。
- (3) 砌块墙与后砌隔墙交接处，应沿墙高每隔400mm在水平灰缝内设置不少于2A4、横筋间距不大于200mm的焊接钢筋网片，钢筋网片伸入后砌隔墙内不应小于600mm（图7-29）。

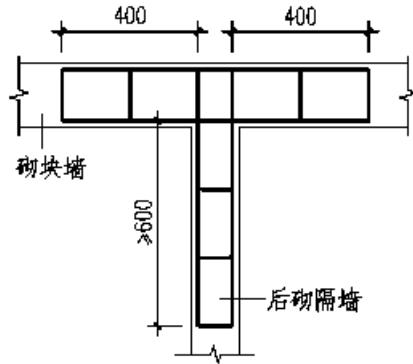


图 7-29 砌块墙与后砌隔墙交接处钢筋网片

##### 3. 芯柱构造与做法

- (1) 在外墙转角、楼梯间四角的纵横墙交接处的三个孔洞，宜设置钢筋混凝土芯柱。
- (2) 芯柱截面不宜小于  $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，宜用不低于 C20 的细石混凝土浇灌；
- (3) 钢筋混凝土芯柱每孔内插竖筋不应小于 1A10，底部应伸入室内地面下 500mm 或与基础圈梁锚固，顶部与屋盖圈梁锚固；
- (4) 在钢筋混凝土芯柱处，沿墙高每隔 600mm 应设 A4 钢筋网片拉接，每边伸入墙体不小于 600mm（图 7-30）；

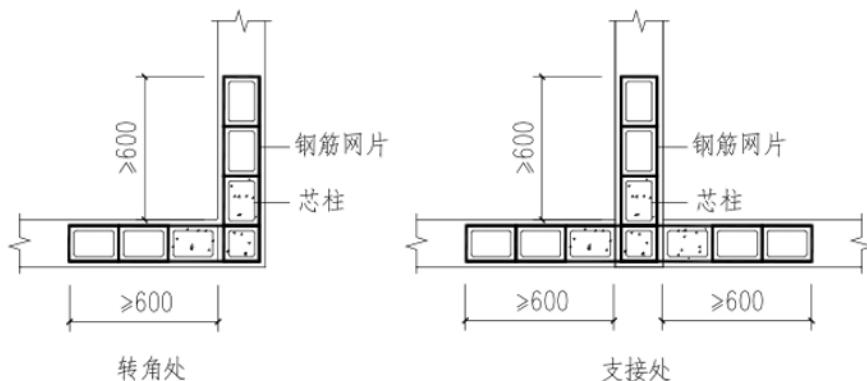


图 7-30 钢筋混凝土芯柱处拉筋

- (5) 芯柱应沿房屋的全高贯通，并与各层圈梁整体现浇，可采用图 7-31 所示的做法。

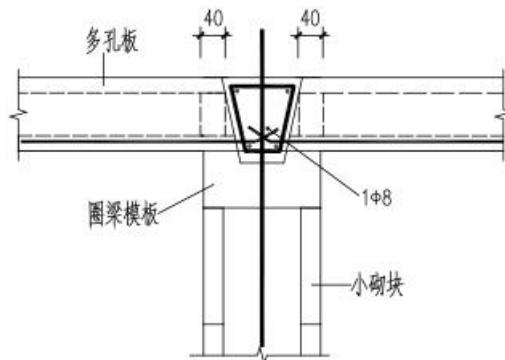


图 7-31 芯柱贯穿楼板的构造

#### 4. 砌块砌筑工艺

普通混凝土小砌块不宜浇水；当天气干燥炎热时，可在砌块上稍加喷水润湿；轻集料混凝土小砌块施工前可洒水，但不宜过多。

应尽量采用主规格小砌块，小砌块的强度等级应符合设计要求，并应清除小砌块表面污物和芯柱用小砌块孔洞底部的毛边。

在房屋四角或楼梯间转角处设立皮数杆，皮数杆间距不得超过 15m。皮数杆上应画出各皮小型砌块的高度及灰缝厚度。根据皮数杆在砌块上边线之间拉水平准线，依水平准线砌筑。

小型砌块砌筑应从转角或定位处开始，内外墙同时砌筑，纵横墙交错搭接。外墙转角处应使小型砌块隔皮露出端面；T 字交接处应使横墙小砌块隔皮露出端面，纵墙在交接处

改砌两块辅助规格小型砌块（尺寸为 290mm×190mm×190mm，一头开口），所有露出端面用水泥砂浆抹平（图 7-32）。

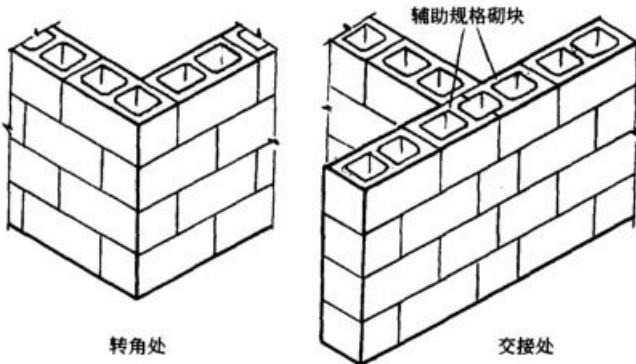


图 7-32 小型砌块墙转角处及 T 字交接处砌法

小型砌块应对孔错缝搭砌。上下皮小型砌块竖向灰缝相互错开 190mm。个别情况当无法对孔砌筑时，普通混凝土小型砌块错缝长度不应小于 90mm，轻骨料混凝土小型砌块错缝长度不应小于 120mm；当不能保证此规定时，应在水平灰缝中设置 2A4 钢筋网片，钢筋网片每端均应超过该垂直灰缝，其长度不得小于 300mm（图 7-33）。

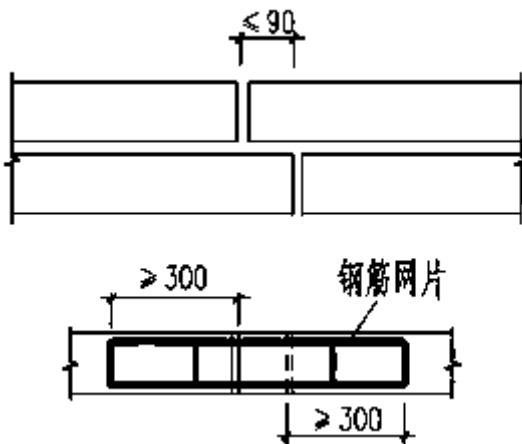


图 7-33 水平灰缝中拉接筋

小型砌块砌体的灰缝应横平竖直，全部灰缝均应铺填砂浆；水平灰缝的砂浆饱满度不得低于 90%；竖向灰缝的砂浆饱满度不得低于 80%；砌筑中不得出现瞎缝、透明缝。水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应控制在 8~12mm。当缺少辅助规格小砌块时，砌体通缝不应超过两皮砌块。·小型砌块砌体临时间断处应砌成斜槎，斜槎长度不应小于斜槎高度的 2/3（一般按一步脚手架高度控制）；如留斜槎有困难，除外墙转角处及抗震设防地区，砌体临时间断处不应留直槎外，可从砌体面伸出 200mm 砌成阴阳槎，并沿砌体高每三皮小型砌块（600mm），设拉接筋或钢筋网片，接槎部位宜延至门窗洞口（图 7-34）。

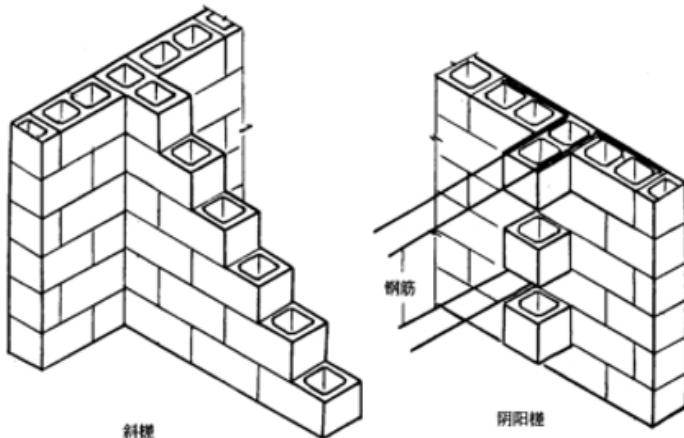


图 7-34 小型砌块砌体斜槎和直接

承重砌体严禁使用断裂小砌块或壁肋中有竖向凹形裂缝的小型砌块砌筑；也不得采用小型砌块与烧结普通砖等其他块体材料混合砌筑。

小型砌块砌体内不宜设脚手眼，如必须设置时，可用辅助规格  $190\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$  小砌块侧砌，利用其孔洞作脚手眼，砌体完工后用 C15 混凝土填实。

小型砌块砌体相邻工作段的高度差不得超过 2m；常温条件下，普通混凝土小型砌块的日砌筑高度应控制在 1.8m 以内；轻骨料混凝土小型砌块的日砌筑高度应控制在 2.4m 以内。

对砌体表面的平整度和垂直度，灰缝厚度和砂浆饱满度应随时检查，校正偏差。砌完每一楼层后，应校核墙体的轴线尺寸和标高。

## 7.5 石砌体施工

### 7.5.1 一般要求

- 1.石砌体砌筑前应清除石材表面的泥垢、水锈等杂质。
- 2.石砌体的灰缝厚度：细料石、半细料石砌体不宜大于 10mm；粗料石、毛料石、平毛石砌体不宜大于 20mm。
- 3.石砌体每日砌筑高度不宜超过 1.2m。
- 4.已砌好的石块不应移位、顶高；当必须移动时，应将石块移开，将已铺砂浆清理干净，重新铺浆。

### 7.5.2 料石砌体施工

- 1) 料石砌筑时，应放置平稳，上下皮应错缝搭砌，错缝长度不宜小于料石长度的 1/3。
- 2) 料石砌体的竖缝应在料石铺设调平后，用同样强度等级的砂浆灌注密实，竖缝不得透空。
- 3) 石砌墙体在转角和内外墙交接处应同时砌筑。对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处，应砌成斜槎，斜槎的水平长度不应小于高度的 2/3。

### 7.5.3 平毛石砌体施工

1. 平毛石砌体宜分皮卧砌，各皮石块间应利用自然形状敲打修整，使之与先砌石块基本吻合、搭砌紧密；应上下错缝，内外搭砌，不得采用外面侧立石块、中间填心的砌筑方法；不得夹砌铲口石（尖角倾斜向外的石块）和斧刃石，墙内应填充密实，不得有空腔或孔洞（图 7-35）。

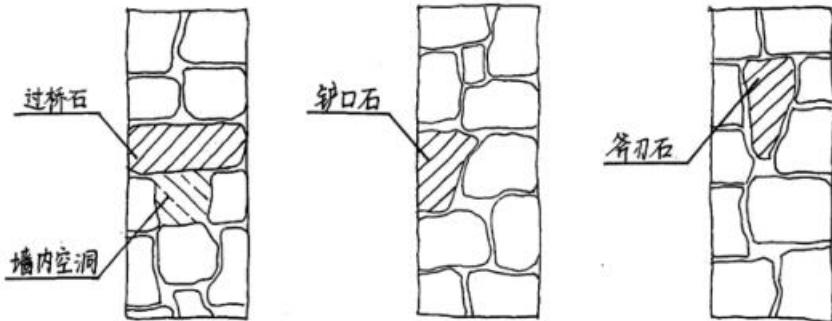


图 7-35 平毛石墙错误砌法

2. 平毛石砌体的灰缝厚度宜为 15~20mm，石块间不得直接接触；石块间空隙较大时应先填塞砂浆后用碎石块嵌实，不得采用先摆碎石后塞砂浆或干填碎石块的砌法。

3. 平毛石砌体的第一皮和最后一皮，墙体转角和洞口处，应采用较大的平毛石砌筑。

4. 平毛石砌体必须设置拉接石（图 7-36），拉接石应均匀分布，互相错开；拉接石宜每 0.7m<sup>2</sup> 墙面设置一块，且同皮内拉接石的中距不应大于 2m。

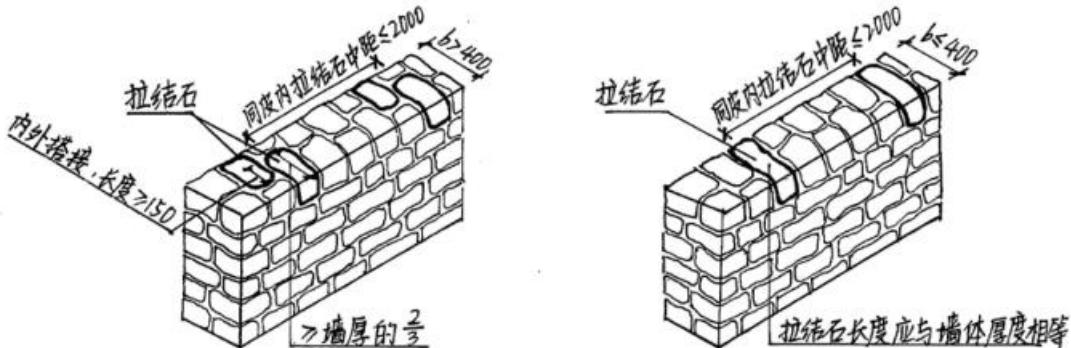


图 7-36 平毛石砌体拉接石砌法

## 7.6 砌筑工程施工基本知识

### 1. 季节性施工

《砌体结构工程施工质量验收规范》GB50203--2011 规定，根据当地气象资料，当室外日平均气温连续 5 天稳定低于 5°C 时，砌体工程应采取冬期施工措施。冬期施工期限以外，当日最低气温低于 0°C 时，也应采取冬期施工措施。

#### （1）冬期施工

## 1) 一般规定

### ①材料要求

- a. 砌筑前，应清除块材表面污物和冰霜，遇水浸冻后的砖或砌块不得使用；
- b. 石灰膏应防止受冻，当遇冻结，应经融化后方可使用；
- c. 拌制砂浆所用砂，不得含有冰块和直径大于 10mm 的冻
- d. 砂浆宜采用普通硅酸盐水泥拌制，冬期砌筑不得使用无水泥拌制的砂浆；
- e. 拌合砂浆宜采用两步投料法，水的温度不得超过 80C，砂的温度不得超过 40°C，砂浆稠度宜较常温适当增大；
- f. 砌筑时砂浆温度不应低于 5°C；
- g. 砌筑砂浆试块的留置，除应按常温规定要求外，尚应增设一组与砌体同条件养护的试块。

### ②技术要求

冬期施工过程中，施工记录除应按常规要求外，尚应包括室外温度、暖棚气温、砌筑砂浆温度及外加剂掺量。

不得使用已冻结的砂浆，严禁用热水掺入冻结砂浆内重新搅拌使用，且不宜在砌筑时的砂浆内掺水。

当混凝土小砌块冬期施工砌筑砂浆强度等级低于 M10 时，其砂浆强度等级应比常温施工提高一级。

冬期施工搅拌砂浆的时间应比常温期增加(0.5~1.0)倍，并应采取有效措施减少砂浆在搅拌、运输、存放过程中的热量损失。

砌体施工时，应将各种材料按类别堆放，并应进行覆盖。冬期施工过程中，对块材的浇水湿润应符合下列规定：

①烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、烧结空心砖、吸水率较大的轻骨料混凝土小型空心砌块在气温高于 0°C 条件下砌筑时，应浇水湿润，且应即时砌筑；在气温不高于 0°C 条件下砌筑时，不应浇水湿润，但应增大砂浆稠度；

②普通混凝土小型空心砌块、混凝土多孔砖、混凝土实心砖及采用薄灰砌筑法的蒸压加气混凝土砌块施工时，不应对其实行浇水湿润；

③抗震设防烈度为 9 度的建筑物，当烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压粉煤灰砖、烧结空心砖无法浇水湿润时，当无特殊措施，不得砌筑。

冬期施工中，每日砌筑高度不宜超过 1.2m，砌筑后应在砌体表面覆盖保温材料，砌体表面不得留有砂浆。在继续砌筑前应清理干净砌筑表面的杂物，然后再施工。

## 2) 施工方法

冬期施工的砖砌体应采用“三一”砌筑法施工(详见第五章砖砌体砌筑)。砌体工程冬期施工可采用外加剂法或暖棚法。

### ①外加剂法

砌筑工程冬期施工用砂浆应选用外加剂法，当最低气温不高于-15℃时，采用外加剂法砌筑承重砌体，其砂浆强度等级应按常温施工时的规定提高一级。

在氯盐砂浆中掺加砂浆增塑剂时，应先加氯盐溶液后再加砂。

外加剂溶液应由专人配制，并应先配制成规定浓度溶液置于专用容器中，再按使用规定加入搅拌机中。

下列砌体工程，不得采用掺氯盐的砂浆：

- a.对可能影响装饰效果的建筑物；
- b.使用湿度大于80%的建筑物；
- c.热工要求高的工程；
- d.配筋、铁埋件无可靠的防腐处理措施的砌体；
- e.接近高压电线的建筑物；
- f.经常处于地下水变化范围内，而又无防水措施的砌体；
- g.经常受40°C以上高温影响的建筑物。

### ②暖棚法

地下工程、基础工程以及建筑实面积不大又急演物筑使用的病体结构应采用暖棚法施工。

当采用暖棚法施工时，块体和砂来在砌筑时的温庄5°C。距离所砌结构底面0.5m处的棚内温度也不应低于5°C。

采用暖棚法施工，搭设的暖棚应牢固、整齐。宜在背风面设置一个出入口，并应采取保温避风措施。当需设两个出入口时，两个出入口不应对齐。

## （2）雨期施工

雨期施工应结合本地区特点，编制专项雨期施工方案，防雨应急材料应准备充足，并对操作人员进行技术交底，施工现场应做好排水措施，砌筑材料应防止雨水冲淋。

雨期施工应符合下列规定：

1) 露天作业遇大雨时应停工，对已砌筑砌体应及时进行覆盖；雨后继续施工时，应检查已完工砌体的垂直度和标高；

2) 应加强原材料的存放和保护，不得久存受潮；

3) 应加强雨期施工期间的砌体稳定性检查；

4) 砌筑砂浆的拌合量不宜过多，拌好的砂浆应防止雨淋；

5) 电气装置及机械设备应有防雨设施：

①雨期施工时应防止基槽灌水和雨水冲刷砂浆，每天砌筑高度不宜超过1.2m。

②当块材表面存在水渍或明水时，不得用于砌筑。

③夹心复合墙每日砌筑工作结束后，墙体上口应采用防雨布遮盖。

## 7.7 屋面女儿墙

### 7.7.1 女儿墙施工

普通农房不上人屋面女儿墙高度不宜大于 0.5 米，上人平屋面女儿墙高度不应大于 1.1 米。当女儿墙高度大于 0.5 米时，应沿女儿墙设置钢筋混凝土构造柱，构造柱间距不宜大于 4.0 米。女儿墙上构造柱施工步骤如下。

绑扎屋顶圈梁钢筋时插入女儿墙构造柱竖向钢筋。如图 7-37 所示。

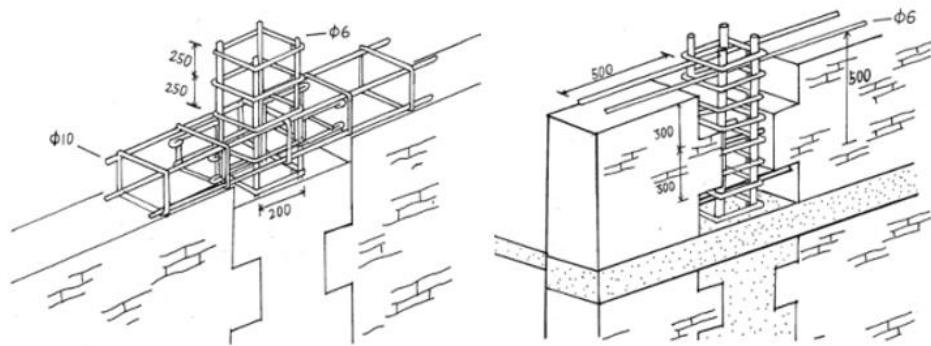


图 7-37 女儿墙构造柱钢筋的锚固

图 7-38 女儿墙的砌筑

砌筑女儿墙及绑扎女儿墙钢筋，预留拉接筋。如图 7-38 所示。

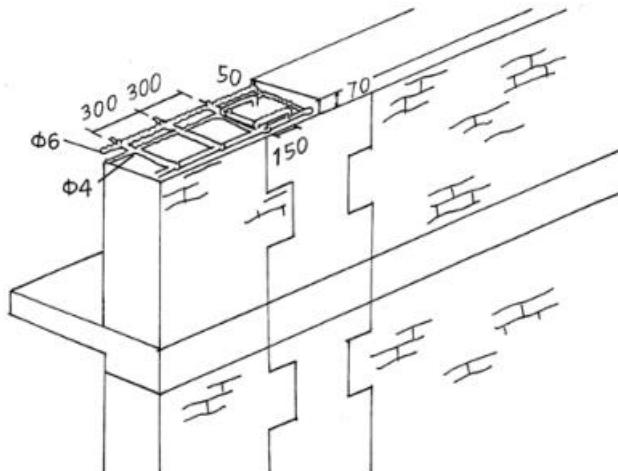


图 7-39 女儿墙构造柱、压顶的浇筑

浇筑女儿墙构造柱及压顶混凝土。如图 7-39 所示。

### 7.7.2 女儿墙泛水的防水构造质量要求

1. 铺贴泛水处的卷材应采取满粘法。
2. 砖墙上的卷材收头可直接铺压在女儿墙压顶下，压顶应做防水处理；也可压入砖墙凹槽内固定密封，凹槽距屋面高度不应小于 250mm，凹槽上部的墙体应做防水处理。
3. 混凝土墙上的卷材收头应采用金属压条钉压，并用密封材料封严。

4. 涂膜防水层应直接涂刷至女儿墙的压顶下，收头处理应用防水涂料多遍涂刷封严，压顶应做防水处理。

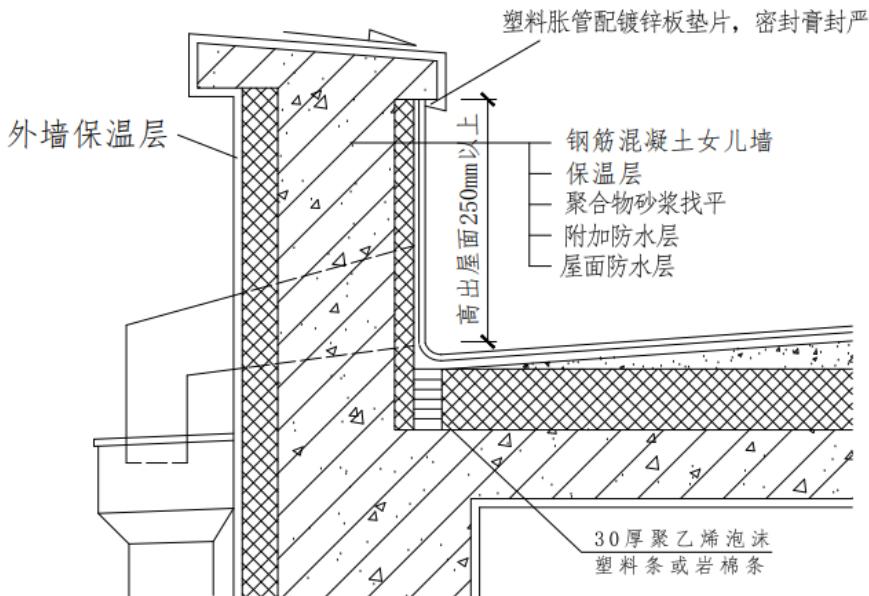


图 7-40 女儿墙泛水收头与压顶 (一) (正置式屋面)

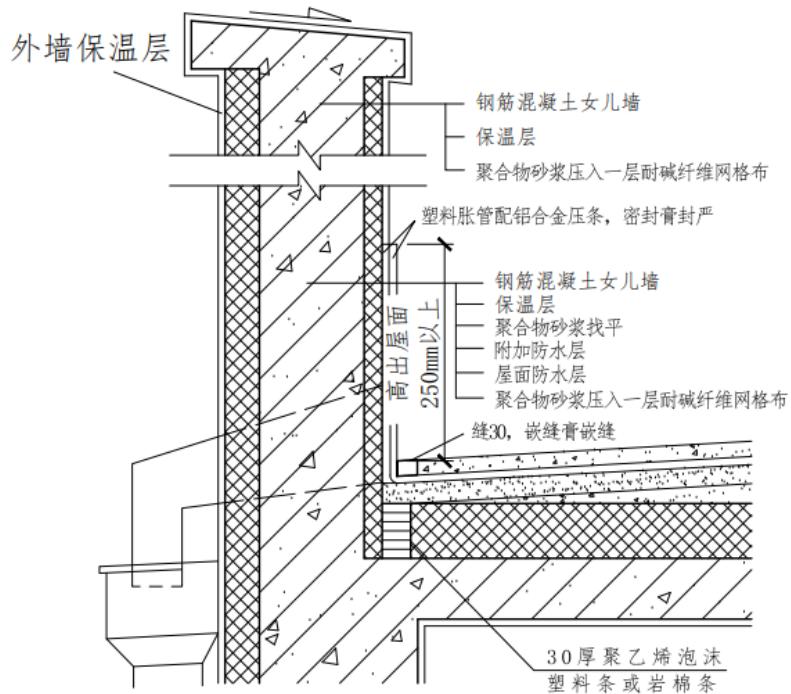


图 7-41 儿墙泛水收头与压顶 (二) (正置式屋面)

## 7.8 屋面防水工程

普通农房屋面防水材料耐用年限应不少于 10 年。卷材防水与刚性防水为普通农房主要采用的屋面防水做法。

### 7.8.1 卷材防水屋面

#### 1.施工准备

(1) 涂刷或喷涂基层处理剂前，要检查找平层的质量和干燥程度并清扫干净，符合要求后方可进行。在大面积喷、涂前，应用毛刷对屋面节点、周边、转角等部位先行处理。

(2) 节点附加增强处理：防水层施工时，应先做好节点、附加层和屋面排水比较集中部位（如屋面与水落口连接处，檐口、天沟、变形缝、屋面转角处等）的处理，检查验收合格后方可进行大面积施工。

(3) 卷材的铺贴方向应根据屋面坡度和屋面是否有振动来确定。

(4) 施工顺序：由屋面最低标高处向上施工。铺贴多跨和有高低跨的屋面时，应按先高后低、先远后近的顺序进行。

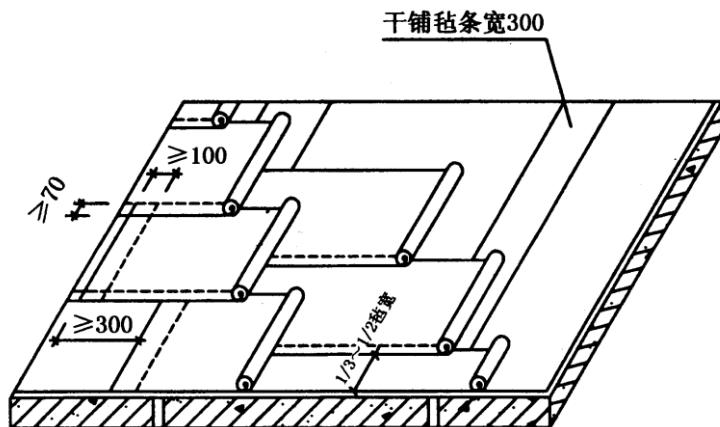


图 7-42 施工顺序

(5) 搭接方法及宽度要求：铺贴卷材应采用搭接法，上下层及相邻两幅卷材的搭接缝应错开。平行于屋脊的搭接缝应顺流水方向搭接；垂直于屋脊的搭接缝应顺年最大频率风向（主导风向）搭接。各种卷材的搭接宽度应符合表 7-6 的要求。

表 7-6 卷材搭接宽度 (mm)

铺贴方法 卷材种类	短边搭接		长边搭接	
	满粘法	空铺、点粘、条粘法	满粘法	空铺、点粘、条粘法
高聚物改性沥青防水卷材	80	100	80	100
自粘聚合物改性沥青防水卷材	60	—	60	—
合成高分子防水卷材	胶粘剂	80	100	80
	胶粘剂	50	60	50
	单焊缝	60，有效焊接宽度不小于 25		
	双焊缝	80，有效焊接宽度 10*2+空腔宽		

## 2.施工要点

施工的环境要求：为了保证施工操作以及卷材铺贴的质量，宜在 $+5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 气温下施工；高聚物改性沥青以及高分子防水卷材不宜在负温以下施工，热熔法铺贴卷材可以在 $-10^{\circ}\text{C}$ 以上的气温条件下施工，这种卷材耐低温，在负温下不易被冻坏。雨、雪、霜、雾或大气湿度过大，以及大风天气均不宜露天作业。

对屋面排水坡度的要求：平屋面的排水坡度为 $2\% \sim 3\%$ ，当坡度小于等于 $2\%$ 时，宜选用材料找坡；当坡度大于 $3\%$ 时，宜选用结构找坡。天沟、檐沟的纵向坡度不应小于 $1\%$ ，沟底落差不得超过 $200\text{mm}$ ；水落口周围直径 $500\text{mm}$ 范围内坡度不应小于 $5\%$ 。

对屋面基层空隙、裂缝的处理：基层是预制混凝土板的，当板与板之间的缝隙宽度小于 $20\text{mm}$ 时，采用细石混凝土灌缝，石子粒径不得大于 $10\text{mm}$ ，其强度等级不得小于C20，并尽可能使用膨胀水泥或掺膨胀剂搅拌的混凝土进行灌缝；当板与板之间的缝隙宽度大于 $40\text{mm}$ 时，板缝内应设1A6通长钢筋，浇筑完板缝混凝土后，应及时覆盖并浇水养护7天，待混凝土强度等级满足要求，方可继续施工。

基层是现浇钢筋混凝土时，当板内存在有裂缝，应先用凿子把裂缝凿成 $15\sim20\text{mm}$ 宽，倒八字形的槽沟，然后把石渣清走，把沟槽吹干净，用填缝油膏或热沥青分二至三次填满裂缝，每次间隔时间至少15分钟，填满裂缝后用滚筒压平即可。

## 3.质量通病及防治措施

屋面山墙、女儿墙泛水渗漏主要原因包括：材料收头构造不合理，卷材张口没有订牢，封口处未用密封材料密封或封闭不严；女儿墙压顶板抹灰层开裂，雨水沿墙面进入；挑眉砖抹灰层开裂或后浇混凝土挑檐开裂等。

防治措施：

(1) 砖砌女儿墙高度较低时，卷材收头可直接铺至女儿墙压顶下，用金属压条钉压固定，并用密封材料封闭严密，压顶内侧底部抹鹰嘴滴水。见图7-43所示。

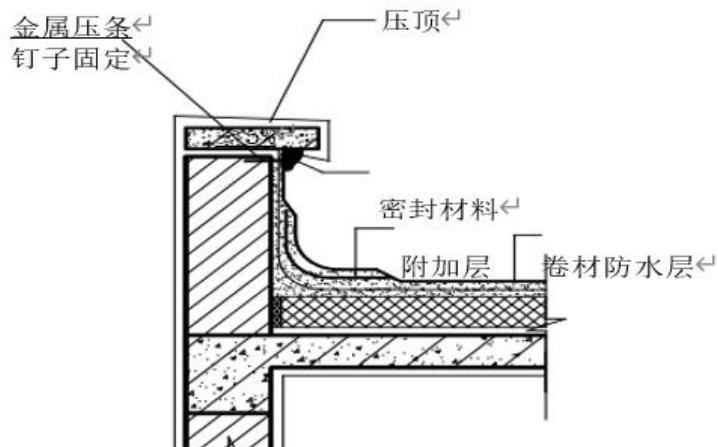


图7-43 女儿墙泛水构造(一)

(2) 砖砌女儿墙高度较低时, 也可将防水卷材上卷至女儿墙顶面的 1/2 处, 然后再做混凝土压顶。或在做混凝土压顶时, 先压入一层卷材甩出大于 200mm, 当屋面防水卷材卷上后, 将甩出的卷材粘贴在上卷的卷材外面。见图 7-44 所示。

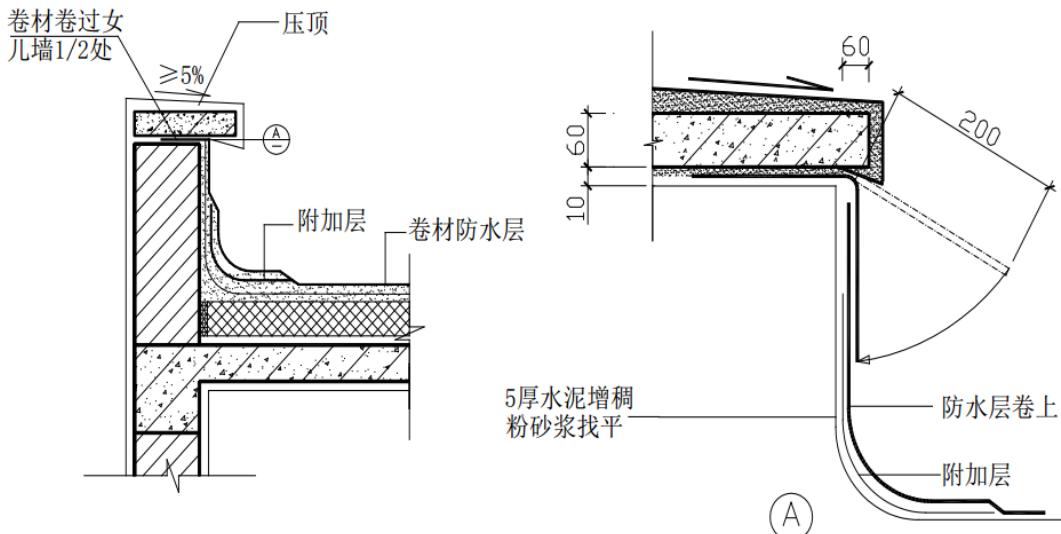


图 7-44 女儿墙泛水构造 (二)

(3) 砖砌女儿墙较高时, 卷材收头可压入砖墙预留的凹槽内, 用压条钉压固定, 并用密封材料封严, 凹槽距屋面找平层高度应大于 250mm, 凹槽上部墙体抹水泥砂浆或聚合物砂浆保护。图 7-45 所示。

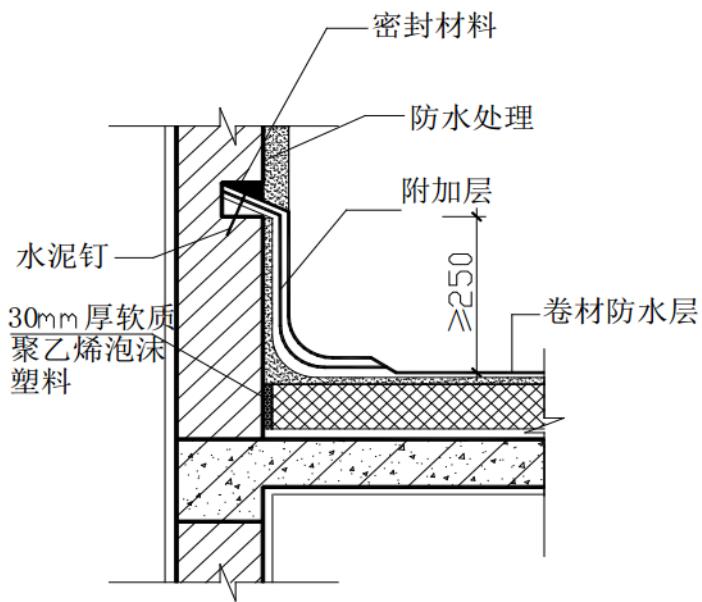


图 7-45 女儿墙泛水构造 (三)

- (4) 取消挑眉砖, 挑檐采用混凝土浇筑。
- (5) 屋面保温层和找平层施工时, 在女儿墙根部应放置 30mm 厚聚苯板, 防止屋面找平层因温差变形挤压女儿墙, 使其根部产生裂缝。

屋面水落口处渗漏主要原因包括：坡向错误，出现返坡；水落口安装不牢，嵌缝不严，或未做密封处理；防水层和附加层做法不正确等。

#### 防治措施：

- (1) 水落口安装时位置、标高、坡向要正确。水落口标高应考虑排水坡度和找平层、保温层、防水层等的厚度。
- (2) 水落口安装时与女儿墙或屋面板四周采用细石砼（掺膨胀剂）嵌填密实。
- (3) 水落口周围直径 500mm 范围内坡度不应小于 5%，水落口与基层接触处，应留宽 20mm，深 20mm 凹槽，嵌填密封材料。见图 7-46 所示。

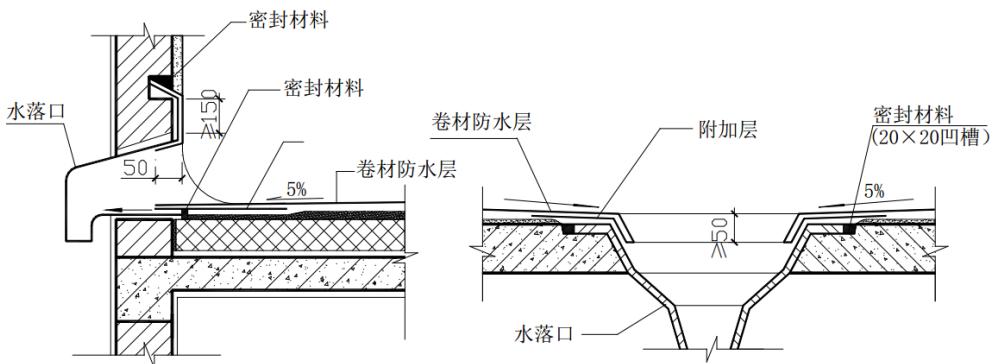


图 7-46 屋面水落口防水构造

#### 屋面卷材起鼓：

卷材起鼓一般在防水层施工后不久产生，高温条件下尤其严重。鼓泡一般由小到大逐渐发展，还可能出现连片起鼓。

原因分析：卷材防水层粘结不实；找平层和保温层中含水量过高，当其受阳光照射后体积膨胀而造成卷材鼓泡。

防治措施：卷材铺贴前，基层应干净、干燥；铺贴时应将卷材与基层之间粘结压实。

#### 屋面卷材接缝处漏水：

原因分析：卷材铺贴方向不正确；卷材搭接方向不正确；卷材短边和相邻两幅卷材长、短边接搭宽度不符合要求；高分子防水卷材搭接部位未采用接缝专用胶粘剂粘合，或未采用密封材料封严。

#### 防治措施

(1) 卷材铺贴方向应按屋面坡度的大小进行铺贴。屋面坡度小于 3% 时，卷材宜平行屋脊铺贴；屋面坡度在 3%~15% 时，卷材可平行或垂直屋脊铺贴；屋面坡度大于 15% 或屋面受振动时，卷材应垂直屋脊铺贴；上下层卷材不得相互垂直铺贴。

(2) 铺贴卷材应采用搭接法。平行于屋脊的搭接缝，应顺流水方向搭接，垂直于屋脊的搭接缝，应顺最大频率风向搭接。

(3) 下层卷材的搭接缝及相邻两幅卷材的接缝应错开 1/3~1/2 卷材幅宽，短边应错开

不小于 300mm。沥青防水卷材长边搭接宽度一般不小于 70mm。见图 7-47 所示。

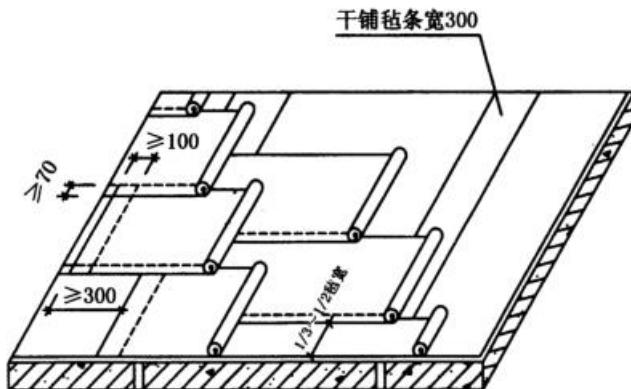


图 7-47 卷材的搭接示意

### 7.8.2 刚性防水屋面

刚性防水材料作防水层的屋面称为刚性防水屋面。主要有细石混凝土屋面、补偿性收缩混凝土屋面。刚性防水不适用松散保温层屋面、大跨度和轻型屋盖屋面、受较大震动屋面或冲击的屋面。

刚性防水屋面施工要点如下：

1. 刚性防水屋面的结构层宜为整体现浇钢筋混凝土。当为预制混凝土屋面板时，应采用细石混凝土灌缝，其强度等级不应小于 C20，并宜掺微膨胀剂；屋面板板缝宽度大于 40mm 或上窄下宽时，板缝内应设置构造钢筋；板端缝应进行密封处理。

2. 刚性防水屋面的坡度宜为 2%~3%，并应采用结构找坡。细石混凝土防水层的厚度不应小于 40mm，并应配置 A4 或 A6，间距为 100~200mm 的双向钢筋网片。钢筋网片在分格缝处应断开，其保护层厚度不应小于 10mm。

3. 刚性防水层与山墙、女儿墙以及与突出屋面结构的交接处，均应做柔性密封处理。

4. 刚性防水屋面在基层与防水层之间要做隔离层，使基层结构层与防水层变形互不影响；

5. 刚性防水层应设置分格缝，纵横分格缝一般不大于 6m，分格面积不超过 36 m<sup>2</sup>，分格缝内应嵌填密封材料，分格缝宽度为 5mm~30mm，上部做保护层。

## 7.9 装饰装修工程

装饰装修工程包括：抹灰工程、门窗工程、吊顶工程、楼、地面工程、涂料工程以及饰面工程等，以下内容主要针对吊顶工程、乳胶漆施工、地面和墙面砖施工工艺步骤。

### 7.9.1 吊顶工程

吊顶的分类：可分为直接式和悬吊式，本节只讨论悬吊式，直接式应归于一般抹灰。

悬吊式又可分为活动式装配吊顶(明龙骨)、隐蔽式装配吊顶(暗龙骨)、格栅式吊顶、开敞式吊顶等。



活动式装配吊顶

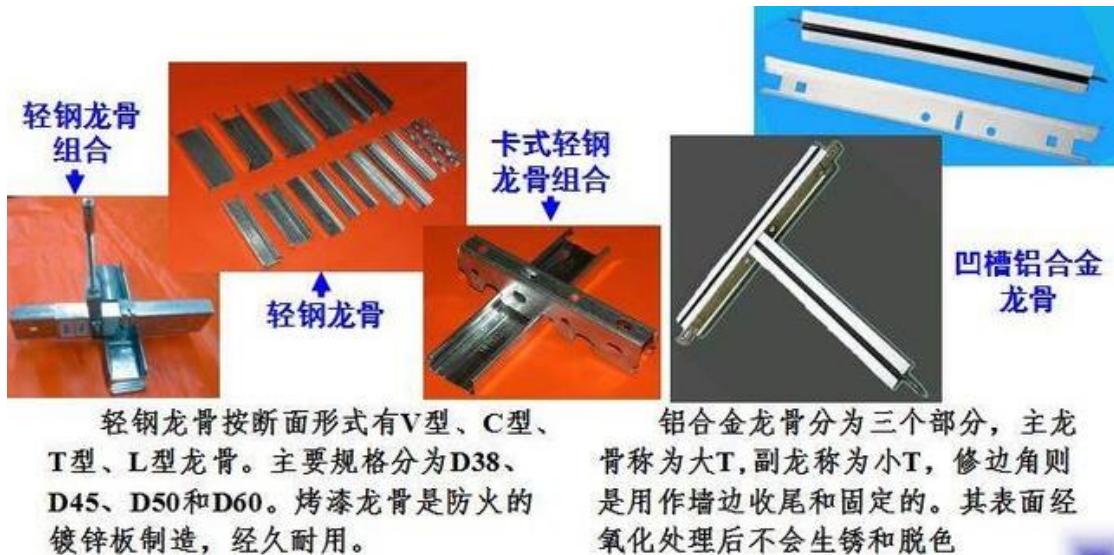
隐藏式装配吊顶

格栅式吊顶

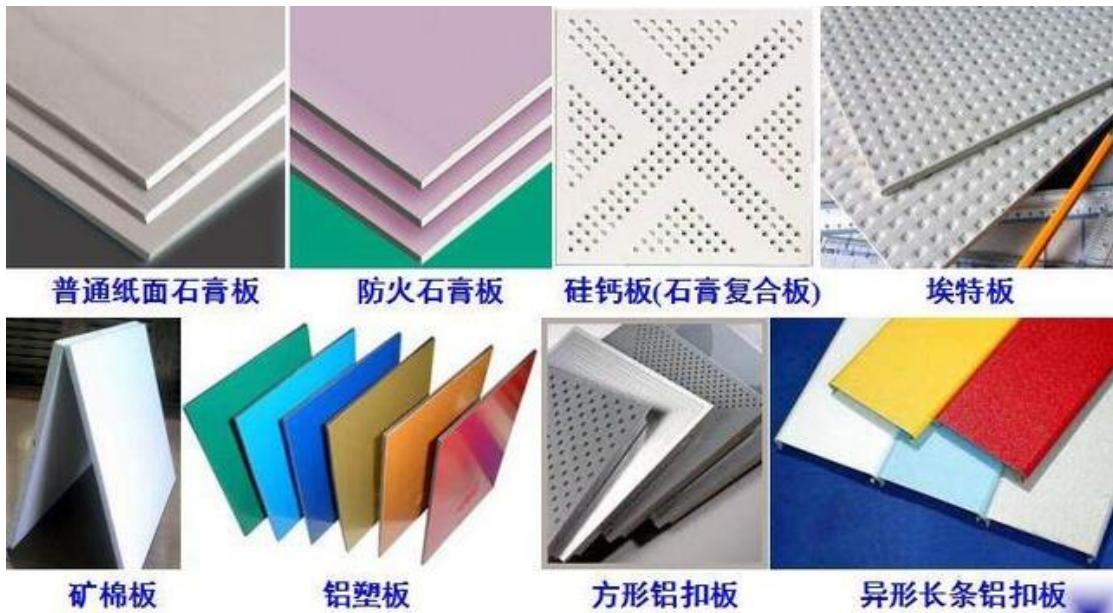
#### 1.图吊顶的种类

##### 常用材料

(1) 龙骨：主要有木龙骨、轻钢龙骨(镀锌铁板或钢板滚轧、冲压而成)、T型铝合金龙骨。



##### (2) 罩面材料



## 2 悬吊装配式吊顶安装

(1) 工艺流程：弹顶棚标高线→划龙骨分档线→安装吊杆→安装主龙骨→安装次龙骨及配件→安装罩面板材。

(2) 安装方法

1) 弹顶棚标高水平线

根据室内墙面的“50 线”在墙面和柱面上复核量出顶棚设计标高，沿墙四周弹出顶棚标高水平线。

2) 划分龙骨分档线

按设计要求的龙骨间距，在已弹好的顶棚标高水平线上划分龙骨分档线。



图 7-48 量出顶棚设计标高



图 7-49 弹顶棚标高水平线

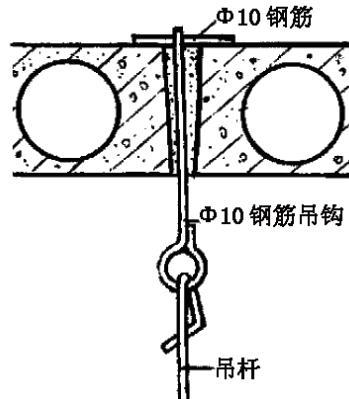
3) 安装龙骨吊杆:

在吊点位置预埋胀管螺栓或吊钩、埋件，确定吊杆下端的标高，按龙骨位置及吊挂间距，将吊杆焊有角铁的一端与接板膨胀螺栓连接固定。

吊杆距主龙骨端部距离不得大于 300mm, 吊杆长度大于 1.5m 时，应设置反支撑；吊杆、埋件应进行防锈处理。



图 7-50 冲击钻打眼埋管螺栓图



7-51 预制板下悬挂吊杆

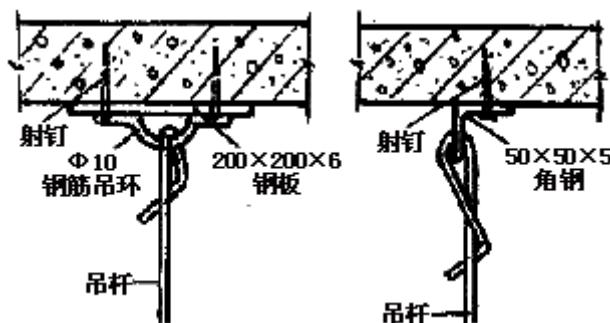


图 7-52 现浇板下悬挂吊杆 1

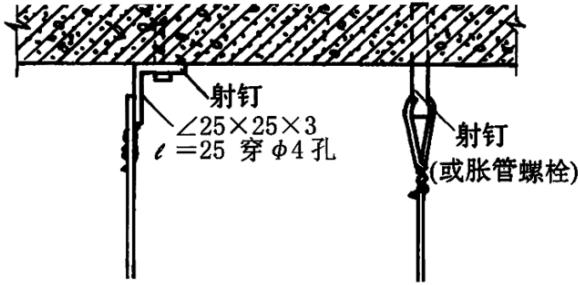


图 7-53 现浇板下悬挂吊杆 2

#### 4) 安装主龙骨：

龙骨的安装可先安主龙骨后安次龙骨，也可主次龙骨一次安装；大龙骨与吊杆固定时，应用双螺帽在螺杆穿过部位上下固定，然后按标高线调整大龙骨的标高；大龙骨的接头位置不允许留在同一直线上，较大的房间应起拱，一般为 1/200。

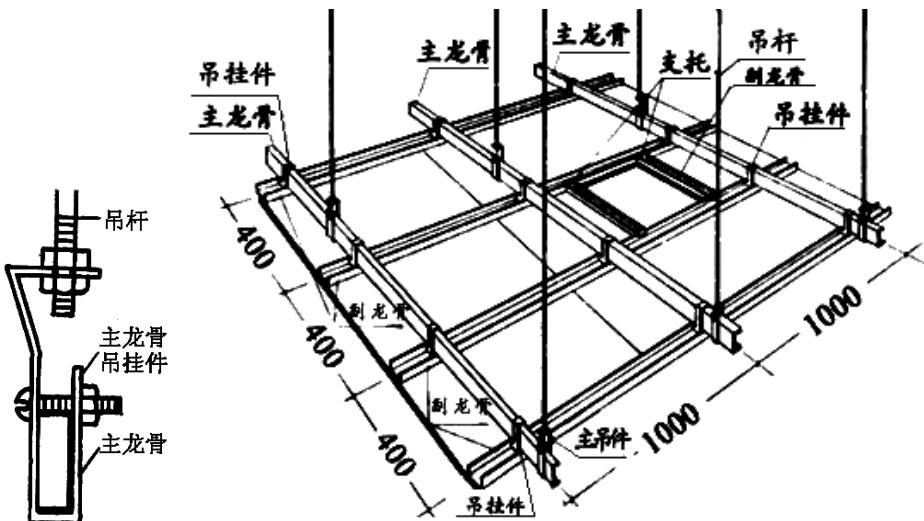


图 7-54 主龙骨连接图

7-55 吊顶龙骨安装示意图

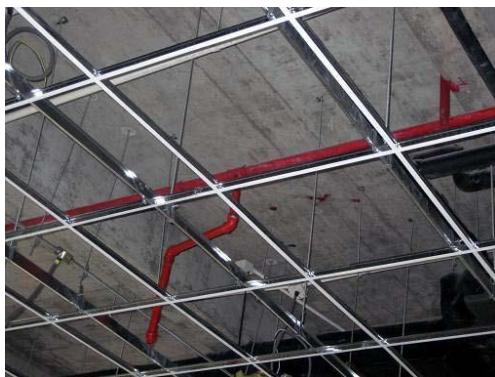


图 7-56 T型铝合金龙骨安装

#### 5) 安装次龙骨：

按弹好的次龙骨分档线卡放次龙骨吊挂件，将次龙骨通过吊挂件吊挂在主龙骨上，一

般间距为 600mm。次龙骨需接长时，用次龙骨连接件，在吊挂次龙骨处相接，调直固定。龙骨的收边分格应放在不被人注意的部位或吊顶的四周。

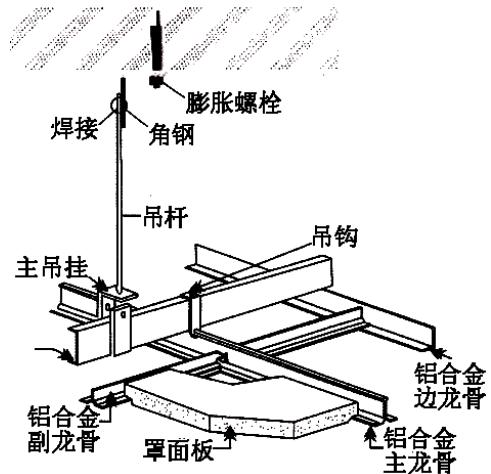


图 7-57 龙骨安装指示图



二阶木龙骨安装

轻钢龙骨安装

T型铝合金龙骨安装

#### 6) 安装罩面板:

罩面板的安装有搁置式和锚固式两种。

安装罩面板前须待顶棚内的管线验收合格后方可安装。安装前应按罩面板的规格分块弹线，从顶棚中间顺通长次龙骨方向先装一行罩面板作为基准，然后向两侧延伸分行安装，石膏板固定的自攻钉间距为 150~170mm。

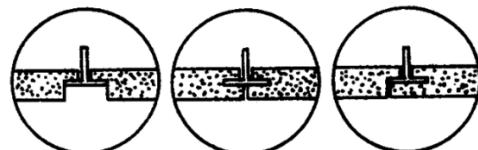


图 7-58 用企口缝形式托挂罩面板

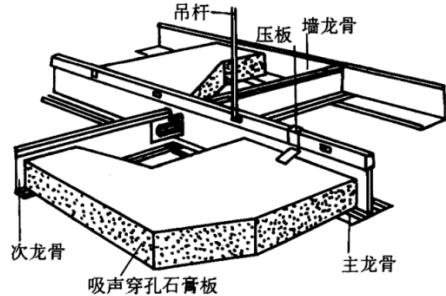


图 7-59 搁置法安装罩面板

### 7.9.2 乳胶漆施工

乳胶漆又称为合成树脂乳液涂料，是有机涂料的一种，是以合成树脂乳液为基料加入颜料、填料及各种助剂配制而成的一类水性涂料。根据生产原料的不同，乳胶漆主要有聚醋酸乙烯乳胶漆、乙丙乳胶漆、纯丙烯酸乳胶漆、苯丙乳胶漆等品种；根据产品适用环境的不同，分为内墙乳胶漆和外墙乳胶漆两种；根据装饰的光泽效果又可分为无光、哑光、半光、丝光和有光等类型。

#### 1. 工艺流程

乳胶漆施工工艺：毛坯墙--刷 1 遍界面剂--裂缝处理--找平（包括阴阳角找直）--贴布--刮 2-3 遍腻子--打磨--底漆--找补打磨（找补的地方一定要用底漆再上 1 遍）--两遍面漆--养护来进行保护墙面的效果

#### 2. 施工步骤

##### 施工工序：

基层处理——满刮腻子两遍——底层涂料——中层涂料两遍——乳胶漆面层喷涂——清扫。

(1) 基层处理：先将装修表面上的灰块，浮渣等杂物用开刀铲除，如表面有油污，应用清洗剂和清水洗净，干燥后再用棕刷将表面灰尘清扫干净；

表面清扫后，用水与醋酸乙烯乳胶（配合比为 10: 1）的稀释液将 SG821 腻子调至合适稠度，用它将墙面麻面、蜂窝、洞眼、残缺处填补好。腻子干透后，先用开刀将多余腻子铲平整，然后用粗砂纸打磨平整；

(2) 满刮两遍腻子：第一遍应用胶皮刮板满刮，要求横向刮抹平整、均匀、光滑，密实平整，线角及边棱整齐为度。尽量刮薄，不得漏刮，接头不得留槎，注意不要沾污门窗框及其他部位，否则应及时清理。待第一遍腻子干透后，用粗砂纸打磨平整。注意操作要平衡，保护棱角，磨后用棕扫帚清扫干净；

第二遍满刮腻子方法同第一遍，但刮抹方向与前腻子相垂直。然后用粗砂纸打磨平整，否则必须进行第三遍、第四遍，用 300W 太阳灯侧照墙面或天棚面用粗砂纸打磨平整，最后用细砂纸打磨平整光滑为准。

(3) 底层涂料：施工应在干燥、清洁、牢固的基层表面上进行，喷涂一遍，涂层需均

匀，不得漏涂。

(4) 中层涂料施工：

涂刷第一遍中层涂料前如发现有不平整之处，用腻子补平磨光。涂料在使用前应用手提电动搅拌枪充分搅拌均匀。如稠度较大，可适当加清水稀释，但每次加水量需一致，不得稀稠不一。然后将涂料倒入托盘，用涂料滚子蘸料涂刷第一遍。滚子应横向涂刷，然后再纵向滚压，将涂料赶开，涂平。滚涂顺序一般为从上到下，从左到右，先远后近，先边角棱角、小面后大面。要求厚薄均匀，防止涂料过多流坠。滚子涂不到有阴角处，需用毛刷补充，不得漏涂。要随时剔除沾在墙上的滚子毛。一面墙要一气呵成。避免接槎刷迹重叠现象，沾污到其他部位的涂料要及时用清水擦净。第一遍中层涂料施工后，一般需干燥4H以上，才能进行下道磨光工序。如遇天气潮湿，应适当延长间隔时间。然后，用细砂纸进行打磨，打磨时用力要轻而匀，并不得磨穿涂层，磨的将表面清扫干净；第二遍中层涂料与第一遍相同，但不再磨光。涂刷后，应达到一般乳胶漆高级刷浆的要求；（如果前面腻子和涂料底层处理的好可以不进行本层的深刷）

(5) 乳胶漆面层喷涂：

由于基层材质、齿期、碱性、干燥程度不同，应预先在局部墙面上进行试喷，以确定基层与涂料的相容情况，并同时确定合适的涂布量；乳胶漆涂料在使用前要充分摇动容器，使其充分混合均匀，然后打开容器，用木棍充分搅拌；喷涂时，嘴应始终保持与装饰表垂直（尤其在阴角处），距离约为0.3-0.5M（根据装修面大小调整），喷嘴压力为0.2-0.3MM<sup>2</sup>喷枪呈Z字形向前推进，横纵交叉进行。喷枪移动要平衡涂布量要一致，不得时停时移，跳跃前进，以免发生堆料、流挂或漏喷现象；为提高喷涂效率和质量，喷涂顺序应安：墙面部位Y柱部位Y预面部Y门窗部位，该顺序应灵活掌握，以不增重复遮挡和不影响已完成的饰面为准；

(6) 清扫：清除遮挡物，清扫飞溅物料。

### 7.9.3 地面贴砖施工

(一) 材料要求

- 1.水泥：32.5级以上普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥；
- 2.砂：粗砂或中砂，含泥量不大于3%，过8mm孔径的筛子；
- 3.瓷砖：进场验收合格后，在施工前应进行挑选，将有质量缺陷的先剔除，然后将面砖按大中小三类挑选后分别码放在垫木上。

(二) 主要机具

小水桶、半裁桶、笤帚、方尺、平锹、铁抹子、大杠、筛子、窄手推车、钢丝刷、喷壶、橡皮锤、小线、云石机、水平尺等。

(三) 作业条件

- 1.墙上四周弹好 1m 水平线;
  - 2.室内墙面湿作业已经做完;
  - 3.穿楼地面的管洞已经堵严塞实;
  - 4.楼地面垫层已经做完;
  - 5.板块应预先用水浸湿，并码放好，铺时达到表面无明水。
- 7.复杂的地面施工前，应绘制施工大样图，并做出样板间，经检查合格后，方可大面积施工。

### 三、工艺流程

基层处理→找标高、弹线→铺找平层→弹铺砖控制线→铺砖→勾缝、擦缝→养护→踢脚板安装 四、操作工艺

#### (一) 基层处理、定标高

1.将基层表面的浮土或砂浆铲掉，清扫干净，有油污时，应用 10%火碱水刷净，并用清水冲洗干净

2.根据一米水平线和设计图纸找出板面标高。

#### (二) 弹控制线



- 1.先根据排砖图，确定铺砌的缝隙宽度。
- 2.根据排砖图及缝宽在地面上弹纵、横控制线。注意该十字线与墙面抹灰时控制房间方正的十字线是否对应平行，同时注意开间方向的控制线是否与走廊的纵向控制线平行，不平行时应调整至平行。以避免在门口位置的分色砖出现大小头。
- 3.排砖原则：



- 1)开间方向要对称(垂直门口方向分中)。
- 2)非整砖尽量排在远离门口及隐蔽处，如：暖气罩下面。
- 3)为了排整砖，可以用分色砖调整。
- 4)与走廊的砖缝尽量对上，对不上时可以在门口处用分色砖分隔。
- 5)根据排砖原则画出排砖图。 6)有地漏的房间应注意坡度、坡向。

### (三) 铺贴瓷砖

为了找好位置和标高，应从门口开始，纵向先铺 2~3 行砖，以此为标筋拉纵横水平标高线，铺时应从里面向外退着操作，人不得踏在刚铺好的砖面上，每块砖应跟线，操作程是：

- 1.铺砌前将砖板块放入半截水桶中浸水湿润，晾干后表面无明水时，方可使用；
- 2.找平层上洒水湿润，均匀涂刷素水泥浆(水灰比为 0.4~0.5)，涂刷面积不要过大，铺多少刷多少；
- 3.结合层的厚度：一般采用水泥砂浆结合层，厚度为 10~25mm；铺设厚度以放上面砖时高出面层标高线 3~4mm 为宜，铺好后用大杠尺刮平，再用抹子拍实找平(铺设面积不得过大)；
- 4.结合层拌和：干硬性砂浆，配合比为 1 : 3(体积比)，应随拌随用，初凝前用完，防止影响粘结质量。干硬性程度以手捏成团，落地即散为宜。
- 5.铺贴时，砖的背面朝上抹粘结砂浆，铺砌到已刷好的水泥浆：找平层上，砖上棱略高出水平标高线，找正、找直、找方后，砖上面垫木板，用橡皮锤拍实，顺序从内退着往外铺贴，做到面砖砂浆饱满、相接紧密、结实，与地漏相接处，用云石机将砖加工成与地漏相吻合。铺地砖时最好一次铺一间，大面积施工时，应采取分段、分部位铺贴。
- 6.拨缝、修整：铺完二至三行，应随时拉线检查缝格的平直度，如超出规定应立即修整，将缝拨直，并用橡皮锤拍实。此项工作应在结合层凝结之前完成

#### (四) 勾缝、擦缝

面层铺贴应在 24 小时后进行勾缝、擦缝的工作，并应采用同品种、同标号、同颜色的水泥，或用专门的嵌缝材料。

1 勾缝：用 1:1 水泥细砂浆勾缝，缝内深度宜为砖厚的 1/3，要求缝内砂浆密实、平整、光滑。随勾随将剩余水泥砂浆清走、擦净。

2 擦缝：如设计要求缝隙很小时，则要求接缝平直，在铺实修好的面层上用浆壶往缝内浇水泥浆，然后用干水泥撒在缝上，再用棉纱团擦揉，将缝隙擦满。最后将面层上的水泥浆擦干净。

#### (五) 养护

铺完砖 24 小时后，洒水养护，时间不应小于 7 天。

### 五、质量标准

#### (一) 主控项目

1 面层所有的板块的品种、质量必须符合设计要求。 2 面层与下一层的结合（粘结）应牢固，无空鼓。

#### (二) 一般项目

1 砖面层的表面应洁净、图案清晰，色泽一致，接缝平整，深浅一致，周边顺直。板块无裂纹、掉角和缺棱等缺陷。

2 面层邻接处的镶边用料及尺寸应符合设计要求，边角整齐、光滑。

3 楼梯踏步和台阶板块的缝隙宽度应一致、齿角整齐；楼层梯段相邻踏步高度不应大于 10mm；防滑条顺直。

4 面层表面的坡度应符合设计要求，不倒泛水、不积水，与地漏、管道结合处应严密牢固，无渗漏。

5 砖面层的允许偏差应符合《建筑装饰装修工程质量验收规范》表的规定。 表面平整度：2mm； 缝格平直：3mm； 接缝高低：0.5mm； 踢脚线上口平直：3mm； 板块间隙宽度：2mm；

### 六、成品保护

1. 在铺贴板块操作过程中，对已安装好的门框、管道都要加以保护，如玻璃隔断处安装保护护角，运灰车采用窄车等。

2. 切割地砖时，不得在刚铺贴好的砖面上操作。

3. 刚铺贴砂浆抗压强度达 1.2MPa 时，方可上人进行操作，但必须注意油漆、砂浆不得存放在板块上，铁管等硬器不得碰坏砖面层。喷浆时要对面层进行覆盖保护。

### 七、注意事项：

1. 贴砖前基层检查是否空鼓，空鼓进行维修；

2. 检测墙面的垂直度，平整度，阴阳角；

3. 瓷砖集中加工时，磨边不能破边，飞边、毛边；
4. 及时对完成的墙砖进行检查有无空鼓，并及时进行整改；

## 八、验收标准及质量控制要点

### 1 验收标准

地面地砖表面平整、洁净、色泽一致，无空鼓、裂痕和缺损，坡度准确，不倒泛水，无积水，无渗漏；表面平整度允许偏差 3mm，接缝直线度允许偏差 2mm，接缝高低差允许偏差 0.5 mm；地漏低于地砖表面 0.1~0.3cm。

### 2 地砖质量控制要点：

- 2.1 控制选砖和浸砖：地砖浸泡不小于 24h，阴干或擦干后方可使用，以保证粘结质量。
- 2.2 检查基层是否空鼓、基层是光面时要凿毛，基层表面要提前一天浇水。
- 2.3 铺贴前要按设计要求确定地面标高线和平面位置线，要按定位线的位置铺贴地砖，检查粘贴砂浆配比和地砖要与地面压实，要及时用水平尺检查平整度。 2.4 控制地砖铺贴的高低差、行列接缝及直线度要符合标准。

## 九、常见质量问题及处理方法

空鼓是板块地面最常见的质量问题之一，主要表现在下列情况：

1 基层与干硬性砂浆之间粘结不牢而产生的空鼓。产生空鼓的主要原因是基层处理不好。基层表面的灰巴及不牢的砂浆，均是产生空鼓的隐患。所以清理基层必须当作一道工序去完成。此外，扫浆不均也是影响粘结的因素，因为素浆稠度不均、厚度不均，易在凝结过程中收缩不均，从而影响粘结。

2 板块面层与干硬性砂浆结合层之间粘结不牢而产生空鼓。产生此种现象的原因主要是地面提前扰动，刚铺好的面层，粘结强度不够，扰动后破坏了粘结面。所以在铺砌过程中，应加强施工管理。特别是在多工种交叉作业情况下，对行人出入的必经部位，应采取妥善的措施。

3 板块的四角部位易产生空鼓。此种现象产生的原因主要是铺放的方法不妥所造成。当铺放板块时，如果某一个角先着地，势必在这一点上形成局部受力，而砂浆是松散的，结果砂浆表面被压成一个坑。由于此部位砂浆不饱满，势必产生空鼓。解决此种现象的办法，主要是注意铺放的办法，使板块避免局部接触，特别是当板块面积较大时，更要注意这个问题。

### 7.9.3 墙面贴砖施工

#### 1. 外墙贴瓷砖施工

外墙瓷砖主要用于建筑外墙的装饰和保护。外墙砖不仅装饰整个建筑物，同时因为其耐酸碱，物理化学性能稳定，对保护墙体有重要作用，还能防寒保温。

##### (1) 外墙贴瓷砖工艺流程

基层处理——弹线——浸砖——搅拌粘接剂——铺贴——填缝——勾缝——清洁

## (2) 外墙砖铺贴施工方法

### 1) 基层处理

凿掉墙面凸出物，确保基层表面应无明水、浮渣和杂物，保证墙面平整。

### 2) 放样和预铺

基层清理干净后，还不能直接铺设墙砖，而是要先在墙体四周用墨线弹出几条标高控制线，并在墙面弹出十字线，控制好每块瓷砖的尺寸。



### 3) 调制墙砖粘结剂

在粘结剂浆料中加入适当的水分，把它们混合搅拌均匀后，再将其静置五分钟到十分钟，随后再搅拌 1-2 分钟便可以开始使用了。

### 4) 铺贴墙砖

将背面涂抹了浆料的墙砖按照预铺的样式进行铺贴，铺贴平整之后，手用力按住瓷砖表面使其与墙面粘结，再用橡胶锤子将其拍平铺实，增强其稳定性。同时，在这个过程中，还可稍微的转动一下墙砖，让瓷砖背面与浆料充分接触，紧密融合。

### 5) 缝隙修补

对于瓷砖缝中的 2~3 毫米的细小缝隙或明显的凹槽，可以先用瓷砖填缝剂进行填补处理。配制涂料时，可以将粉料组分的量适当提高一些，以提高与基层的粘结力和便于操作，施工用涂料应随配随用。

### 6) 嵌缝

嵌缝要尽量均匀，瓷砖粘结剂与基层之间不能有气泡，以求粘结严实。我们实际在操作的时候要严格按照说明书上的要求进行操作，否则很难达到应有的效果。



### (3) 外墙砖填缝方法

- 1) 用灰匙喂缝：把水泥砂浆（细砂：水泥=12 放在灰板上，抹平成约 5mm 厚的浆板，再用灰匙分成 5mm 条状物，往砖缝内送，抹净砖面多余砂浆，尽量防止水泥弄脏砖面。
- 2) 大面积抹缝：先用水冲湿砖面，待晾干外表后，用上述比例的水泥砂浆抹缝，待砖缝砂浆稍凝固后，用橡胶片刮净砖面砂浆，再用海绵湿水拧干，及时擦干净外表至没有水泥的痕迹。

注意：为使砖面保持美观。建议采用填缝方法施工。

### (4) 瓷砖勾缝

砖缝效果有凸凹、凹平、与砖平面三种，不同的砖缝设计可取得不同的装饰效果。根据设计要求在填缝完工后，既用工具勾，再用干净布将外表抹干净。

注意：要求缝隙严密。不高出砖面，不得漏填。否则日后砖缝会出现水泥渗析，发白流泪现象。



### (5) 清洁保养

填缝完工后约 30 小时（具体可根据当时的天气而定）且砖缝凝固到一定强度后，用清水从上至下全面冲洗干净砖面。

注意：必需掌握好上述时间。严重影响装饰效果。外墙仍不干净时，否则砖面会出现花面、发白。可用 2-3% 盐酸水溶液从上至下全面清洗（注意酸洗前，一定要用水冲湿砖面）并及时用大量清水冲洗干净。

要求整个施工过程不要沾污砖面。

(6) 冬季施工注意事项

- 1) 冬季室内施工可采用热空气或带烟囱的火炉取暖，并应设有通风、排湿装置。
- 2) 砂浆的使用温度不得低于 5°C，砂浆硬化前，应采取防冻措施。
- 3) 面砖在冬季施工时宜在 2% 盐水中浸泡 2h，并在晾干后方可使用。

# 第8章 新材料及新技术



## 学习小目标

1. 掌握高延性混凝土施工流程要点。
2. 了解装配式钢结构建筑施工要点。
3. 掌握现代夯土技术的关键。
4. 了解太阳能光伏屋顶的相关知识。

随着科技水平的不断提高，在农房的修建和加固施工中不断出现的新技术和新工艺给传统的施工技术带来了生机，它们有的不仅解决了过去传统施工技术无法实现的技术瓶颈，而且新的施工技术使得施工效率得到了提高，降低了工程的成本、减少了工程的作业时间，增强了工程施工的安全可靠度；有的利用新能源，大大降低建筑物的能耗，实现了节能、减排的目标。

## 8.1 高延性混凝土

### 8.1.1 高延性混凝土概念

高延性混凝土是基于微观力学的设计原理，以水泥、石英砂等为基体的纤维增强复合材料，具有高延性、高耐损伤能力、高耐久性、高强度（抗压、抗拉）、良好的裂缝控制能力又称“可弯曲的混凝土”。除了水泥、硅灰、石英砂外，高延性混凝土的关键核心材料就是纤维，因为纤维的拉结，才会使混凝土产生高延性的性能。

### 8.1.2 高延性混凝土加固农房技术优势

《农村危房改造基本安全技术导则》中明确指出“在安全、经济可行的前提下，鼓励新技术、新材料、新工艺在农房改造中应用和推广。”

我国既有农房很大一部分未考虑抗震设防，有些虽然考虑了抗震，但并不能满足相应的设防要求。农村建筑：小震不坏，中震不到；

高延性混凝土加固农房技术优势：施工工序简单，便于学习和操作；施工不影响住户正常生活；节省工期，综合造价低，加固效果好；技术成熟，有相关地方标准和大量的工程案例。

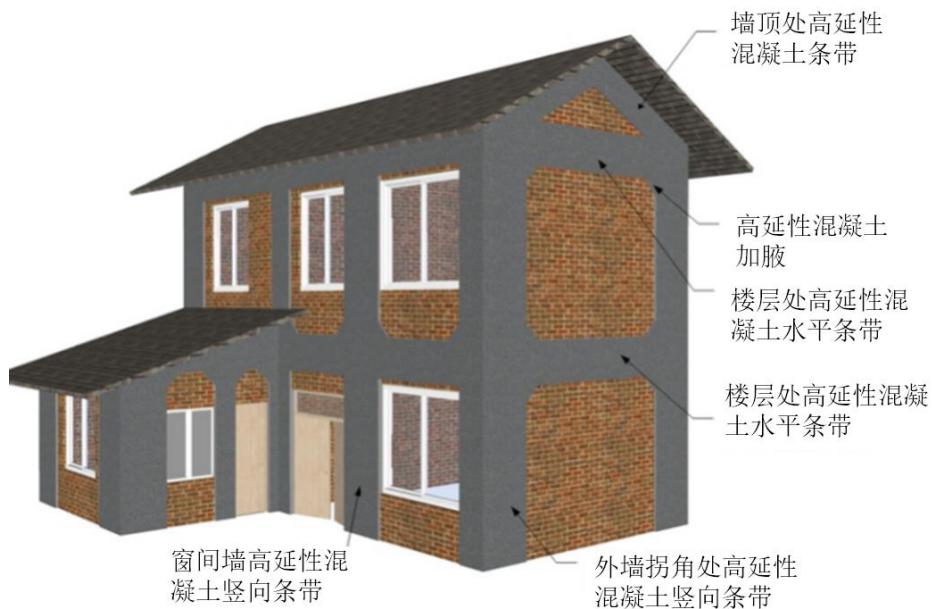


图 8-1 高延性混凝土加固砖混结构效果图

高延性混凝土加固技术规范依据：

- 1.2016 年陕西《高延性混凝土应用技术规程》;
- 2.2016 年陕西《高延性混凝土加固砌体结构图集》;
- 3.2018 年陕西《农村危房改造高延性混凝土加固应用技术导则》;
- 4.2019 年甘肃《高延性混凝土应用技术标准》;
- 5.2019 年甘肃《高延性混凝土加固砌体结构构造》;
- 6.2019 年安徽《高延性混凝土应用技术规程》;
- 7.2019 年云南《高延性混凝土加固应用技术导则》;
- 8.2020 年山西《高延性混凝土加固技术规程》(含农房加固)。

### 8.1.3 高延性混凝土加固农房项目和案例

“高延性混凝土加固技术”已经成功应用于全国 10 个省市的数千栋农房加固项目

序号	省份	地区
1	河南	荥阳市、濮阳市、新乡市、安阳市、焦作市、信阳市、漯河市
2	山西	太原市、怀仁市、晋中市、朔州市、忻州市、原平市
3	宁夏	青铜峡、红寺堡、兴庆区、大武口区
4	河北	三河市
5	陕西	鄠邑区、华阴市、渭南市、空港新城
6	天津	静海区
7	四川	昭觉县、美姑县、雷波县
8	云南	昆明市元谋县、西双版纳傣族自治州 楚雄彝族自治州、普洱市澜沧拉祜族自治县、云南省昭通市
9	新疆	库尔勒市、巴音郭楞蒙古自治州和硕县
10	山东	枣庄市台儿庄

图 8-2 高延性混凝土加固技术项目

项目	名称	图片	备注
云南省昭通市农房加固工程试点	砖砌体房屋		加固造价： 0.74~0.99 万元 (含加固材料及人工费)。 加固工期： 1.5~2 天。
	砌块砌体房屋		
	石砌体房屋		

云南西双版纳州勐腊县磨憨镇加固工程试点	加固前		加固造价：1.2万元（含加固材料及人工费）。 加固工期：2.0天。
	加固后		

图 8-3 加固农房案例

#### 8.1.4 高延性混凝土施工

##### 1. 施工准备

材料组成：高延性混凝土由母料、专用纤维组合而成。

存放要求：1、母料需储存在干燥、不易受潮的地方；2、外包装袋保持完好的情况下，母料存放时间不宜超过90天。



技术准备：根据设计图纸、规范要求及图集进行施工技术交底。

##### 图 8-4 高延性混凝土

机具准备：施工过程中主要使用的机具有：搅拌机、电动喷雾器、斗车、活动架、电锤、榔头、水管、水枪等。

高延性混凝土搅拌：首先在搅拌机中加入规定的水，在搅拌过程中逐渐加入母料至搅拌均匀。然后逐渐加入纤维，搅拌约15~20分钟，至纤维分散均匀无结块后停止搅拌。

##### 2. 施工流程

###### (1) 清除原墙面装饰和抹灰面层

原砌体构件表面碱蚀严重时，应先清除松散部分并用高延性混凝土修补，已松动的的勾缝砂浆应剔除。

(2) 浇水润湿墙面



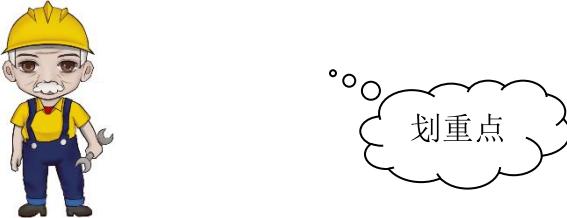
图 8-5 润湿墙面

(3) 压抹高延性混凝土

待墙面湿润无明水时压抹高延性混凝土

(4) 喷水养护 7 天

自面层施工完后 12h 内开始养护，宜采用电动喷雾器，养护不少于 7 天，每天养护不少于 4 次。



高延性混凝土搅拌过程中不得掺加其他任何材料，尤其不得随意添加水；施工过程中应尽快压抹完成混凝土，禁止在施工过程中加水；高延性混凝土 40 分钟内出料完成

## 8.2 装配式钢结构

### 8.2.1 装配式钢结构概念

装配式钢结构住宅具有模块化、标准化的特点，适应工业化需求，且抗震性能优越、施工周期短、钢材可回收、综合技术经济指标好。但由于种种原因，我国在多高层住宅建筑及广大农村地区的村镇建筑中采用钢结构住宅的仅占了很小一部分，这其中既有人们传统观念难以接受的问题，也有预制装配式钢结构住宅自身的问题。隔震产品由于造价低廉，构造简单，抗震性能优良，因此可尝试在广大农村地区的建筑中使用，以期通过较少的成本投入，最大程度提高建筑物的抗震性能。

## 8.2.2 装配式钢结构实践

研究开发适于村镇建设的轻型装配式抗震钢结构体系是关键，对轻型装配式抗震钢框架体系应

- 1.以高效轻型钢型材（高频焊、轻型热轧和冷弯型材等）为主制作主体结构构件。
- 2.研究完善以铰接柱脚为主的轻型装配式抗震钢框架体系，以利降低造价，方便施工，但侧移如何限制是一个需要研究的问题。
- 3.进一步优化以刚接柱脚为主的轻型装配式抗震钢框架体系，推广应用杯口式柱脚（插入式柱脚）和端板连接方式，可减少施工误差影响，适于村镇条件下的施工，此次在鲁甸样板房建设中效果较好。

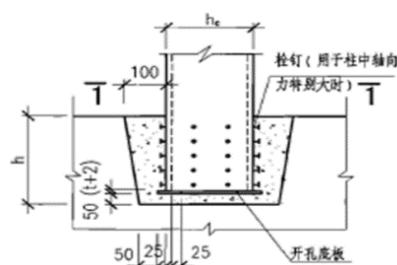


图 8-6 插入式柱脚柱脚

阶段	项目图片	备注
第一阶段 2014.8- 2015.7		龙头山镇-昆钢
		巧家-昆钢

第二阶段 2015.8- 至今	        	禄劝县则黑乡 则黑村整体搬迁装配式钢结构住宅
-----------------------	--	---------------------------

图 8-7 装配式钢结构发展阶段

对于装配式钢结构体系，此体系构件轻、装配化程度高，在运输、施工周期等方面具有较大优势。

特点：轻型装配式钢框架体系；轻型柱脚，伸背连接，装配式楼屋盖；装配式维护体系。

项目	说明
主钢架部分	高频焊接 H型钢
	构件采用工厂化制作
	现场仅通过螺栓连接
基础	独立基础
墙体	预制装配钢筋混凝土
楼板	预制装配钢筋混凝土
	钢筋桁架楼承板
屋面	预制装配式屋面



图 8-8 主要项目及说明

### 8.2.3 装配式钢结构施工要点

#### 1. 模板的安装

在对模板进行安装过程中，一定要遵守的安装原则为：先安装水平构件后安装竖向构件，先安装模块构件后安装异性构件，以满足建筑施工要求。第一，针对新混凝土与旧混凝土之间表面的接触位置，需要对其进行凿毛处理，同时需要将斜模板安装在规定高度的顶端位置以促使新混凝土结构与旧混凝土结构之间能够进行更好的融合，保证在模板顶端中能够顺利流入剩余浮浆。另外，当新混凝土结构与旧混凝土结构二者之间融合结束且达到施工要求以后，如果有自密实混凝土溢出来，说明无需在对混凝土进行浇筑了。不过，需要注意的是，在浇筑混凝土过程中，一定要对建筑工程施工现场情况进行深入考虑，并以此为重要依据，选取相应合适的施工机械设施。在对混凝土浇筑过程中，不得发生不良

现象，如浇筑不均匀问题、冒泡问题等。在浇筑完成混凝土结构以后，一定要对混凝土进行及时振捣。其中，模板安装现场，如图 8-9 所示。



图 8-9 模板安装现场

## 2.墙体混凝土的浇筑

在对墙体混凝土进行浇筑过程中，在对墙体混凝土进行浇筑之前，需要在墙体浇筑底层铺洒 3-5cmd 减石子水泥砂浆，以避免出现漏浆问题。在混凝土浇筑完成之后，必须要保证混凝土浇筑厚度不得超过 40cm，同时一定要在混凝土凝固之前浇筑完成混凝土。在浇筑墙体混凝土过程中，一定要进行分层浇筑，以避免墙体混凝土产生缝隙问题。在混凝土浇筑施工结束以后，应选用振动棒来分层振捣混凝土，与此同时，需要严格控制每层混凝土的厚度，宜控制在 50cm 左右。另外，在对混凝土进行振捣过程中，一定要对石子的下沉、混凝土表面的浮浆进行详细观察，如果发生这些现象，必须要立即停止振捣施工作业。在浇筑混凝土砂浆过程中，预埋件、模板、钢筋之间不得发生互相碰撞现象。最后，在墙体混凝土浇筑结束之后，一定要找平处理钢筋，保证墙体混凝土的浇筑满足施工要求。

## 3.预制梁与预制承台相关施工技术

在对预制承台进行安装时，一定要严格控制预制承台的规格，一般情况下，预制承台的壁厚应控制在 10cm 左右，并且需要设置 3 级钢筋网片。根据预制承台的安装要求，需要预埋处理吊装件。此外，还需要严格控制预制梁的制作与安装，将施工现场要求作为主要依据，进行相关制作与安装，在预制梁的两端应布设有型钢连接件，保证连接件的 T 字形，在梁轴上方应布设通孔，以便于焊接钢筋。在梁柱连接节点中通过运用工字钢，能够促使同轴线连接的顺利实现，为提高预制梁的安装质量，一定要深入分析受力杆件的承重性能、抗剪性能与抗弯性能。

## 4.PC 板的安装

在对 PC 板进行安装过程中，一定要严格遵守相关施工标准与施工规定。第一，在对 PC 板进行安装过程中，必须要对吊环进行科学预设，避免 PC 板与预制板之间产生裂缝问题；第二，一定要固定临时支架的支撑，将支撑稳定置于堆放架的周边。第三，在拼装施工作业结束以后，一定要对 PC 板的安装位置进行立即校正。

## 5.预制阳台板、楼梯板、叠合板的安装

第一，在吊装阳台板过程中，需要将阳台安装在距离作业面 50cm 的位置处，并且必

须要对水平线进行严格控制，此外，必须要对阳台板的安装角度进行合理安装，不得在对阳台安装过程中出现标高错误问题与安装质量问题。在吊装阳台板施工结束之后，接下来需要对管线进行合理预埋，在预埋管线过程中，必须要严格安装设计方案来确定叠合板的尺寸大小与管线的走向。根预制楼梯板的施工要求，在安装预制楼梯板过程中，楼梯板与施工作业面之间必须要相距 5cm 左右；第二，在对叠合板进行安装过程中，必须要对叠合板进行平稳、缓慢施工。而在进行叠合施工过程中，如果管线需要进行交叉设置，则管线数量不得超过 2 根。一般情况下，叠浇层梁柱节点的缝隙均是非常小的，如果混凝土柱的根部标高高于预制板的标高，在这种情况下，则非常容易产生混凝土空洞问题，进而会对混凝土浇筑质量造成极大的影响。所以，在对叠合层梁柱混凝土进行振捣过程中，宜选用小型的振动棒。而在混凝土凝固以前，一定要完成收光、抹面、刮平等施工作业，在混凝土完全凝固以后，需要及时开展混凝土养护工作。

#### 6. 吊装施工技术要点

在进行吊装施工过程中，墙体的标高与垂直度是重点，一定要对吊装的位置与吊装的角度进行严格控制与管理，以保证吊装施工作业的顺利完成。第一，在后浇段的地方，一些钢筋必须要漏出来，并且需要对控制线进行精准标记。在标记完成控制线之后，需要在外露钢筋的控制线位置处放置 2-3mm 厚的垫铁；第二，在墙板位置处，需要对墨线进行有效设置，同时需要对墙顶尺寸的控制线进行认真记录，为确保墙体垂直度满足施工要求，需要合理设置斜支撑。第三，在吊装施工结束之后，需要对下一块墙体进行吊装。其中，墙体的吊装，如图 1 所示。



图 8-10 墙体吊装



装配式建筑知识分享：什么是装配式钢结构的“三板”问题？  
首先是楼板问题。我们钢结构施工特别快，而现浇板施工特别慢，这就造成了施工效

率不匹配的问题，就像用牛和马拉同一辆车，效率不匹配最后把牛拖死把马累死，都跑不快。过去很多钢结构建筑采用的现浇板的比较多，我也这样做过，因为那时压型钢板贵，不舍得用，成本也高。

其次是内墙板问题。钢结构比较柔，带来各种条板及砌块的裂缝问题，任何一个混凝土剪力墙结构的层间位移很容易达到千分之一，但是钢结构要达到五百分之一，用钢量就会大量提升，通常控制超过在三百五十分之一以上，是混凝土剪力墙结构的三分之一，钢材本身又容易变形，只要一发生变形，砌砖的内墙、桥板的内墙都会开裂，这是我们钢结构进入民用的一个痛点。当然也有板材自身开裂的因素。

最后是外墙板问题，是最复杂的一个问题，也是我们钢结构在民用建筑领域发展的最大阻碍点。外墙板有十二条指标：①满足受力；②防开裂；③防漏水；④保温；⑤防火；⑥隔声；⑦防冷桥；⑧门窗复合；⑨外饰面复合；⑩方便制造；方便施工；⑪成本控制。

## 8.3 现代夯土技术

### 8.3.1 生土建筑

生土建筑：

粘土（砂土）加水拌和，夯筑或制坯晾干而建成的建筑，就是生土建筑。

生土——不烧的土

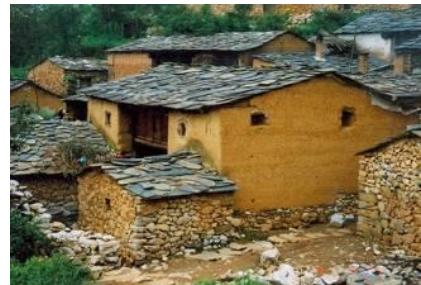


图 8-11 生土建筑

生土建筑在云南农村分布广泛，是世界上类型最多、分布地理气候人文最多样化的地区，是传统特色村落的重要体现。

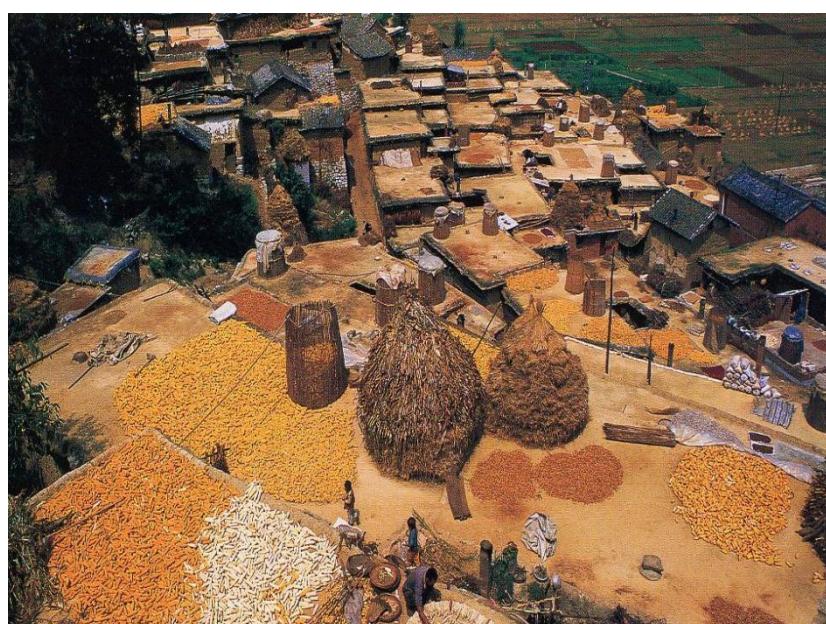


图 8-12 富有传统特色的生土建筑村落

### 8.3.2 夯土墙技术要点

#### 1. 技术特点

- 1) 抗震性能好，可用于 8 度抗震设防二层（局部三层）夯土民居建设；
- 2) 采用铝合金模板及电动或气动夯土器，施工速度快；
- 3) 采用现浇钢筋混凝土楼板，防火，卫生；
- 4) 房间尺寸、门窗洞口大小参考砖混结构，房间大，采光通风好；



图 8-13 云南传统夯土墙的震害表现

#### 2. 夯土墙构造技术

##### 1) 坚向加强

- 1、钢筋；
- 2、钢筋混凝土构造柱、钢构造柱。



图 8-14 坚向加强

2) 横向加强

- 1、钢丝网片；
- 2、钢筋。



图 8-15 横向加强

3) 整体纤维加强

- 1、工业纤维；
- 2、天然纤维。(麻丝、蓑衣草、麦秸、棕丝等)



图 8-16 聚丙烯短纤维

4) 混合承重体系

外墙用夯土墙，内墙用砖墙。



图 8-17 夯土房里的砖墙

- 1) 外墙用夯土墙，保持冬暖夏凉和生土民居特色；
- 2) 内墙用砖墙，加快施工速度，用工少，房间使用面积可以大一些；
- 3) 这种做法造价工期与砖房接近，但保留了夯土民居特色，居住舒适性优于砖房；
- 4) 2套模板、4个夯锤，6个人，建筑面积160平米，一层夯土墙需要大概6天。

### 3. 楼板（屋面构造技术）

#### 1) 隐藏楼板技术

抗震夯土建筑采用钢筋混凝土楼（屋面）板，在改善卫生条件的同时，显著提高夯土墙的整体抗震能力。

#### 2) 隐形圈梁施工要点



图 8-18 夯墙芯模、竖向加强钢筋

凡是夯土墙外露，不需要粉饰的部位，都要模板关紧，防止漏浆，保证夯土墙不被污染。也要注意夯土墙外露部位的成品保护。



图 8-19 正确墙体覆盖图

土墙夯筑完毕后，需要用塑料薄膜进行整体覆盖。每天傍晚收工前需要对所有的墙体进行覆盖保护，以免被雨水淋湿。

### 3) 夯土墙门窗过梁

夯土墙门窗过梁可采用钢、木、混凝土制作，严禁采用钢筋过梁。



图 8-20 木过梁示例

#### 4. 土料制备

大多数土都可以用来做夯土墙，但是要根据原土的特点予以优化配比。

土料构成要点：黏土量要控制，否则难于控制开裂。



图 8-21 土料构成要点图

土料拌合加料顺序：

加全部砂——加全部纤维（搅拌约 30 秒）——加一半水泥（搅拌约 1 分钟）——  
加全部土（搅拌约 1 分钟）——加另一半水泥，搅拌至颜色均匀。



图 8-22 墙土要碎土、发土（润湿）

## 5. 夯土墙模板架设

采用轻质高强铝合金模板，可组合成 L 型、一字型。模板组合时，可根据情况采用竖向背条，或水平横向背条。



图 8-23 架设模板示意图

模板定位采用穿墙螺杆加内撑，一般情况下，模板内空宜比夯土墙设计厚度少 5mm。

为提高夯土墙整体性，上下层模板应错缝安装，避免产生竖向通缝。



图 8-24 错缝安装

第一层夯土墙的模板架设尤为重要，是控制夯土墙水平定位和垂直度的基准。

一般有两种方式：

一是当地圈梁施工质量有保证时（图 8-38），首层模板两边夹住地圈梁，易于定位。



图 8-25 模板夹住地梁圈

二是当地圈梁模板质量难于精准控制地圈梁截面尺寸时（图 8-39），首层模板搁置在地圈梁之上，难于准确定位。首层模板搁置在地圈梁之上时，地梁截面宽度应比夯土墙设计厚度宽，确保模板内腔全部落在地梁上，否则会出现较大缝隙，夯墙时漏土，影响夯土墙密实度，降低夯土墙承载力。



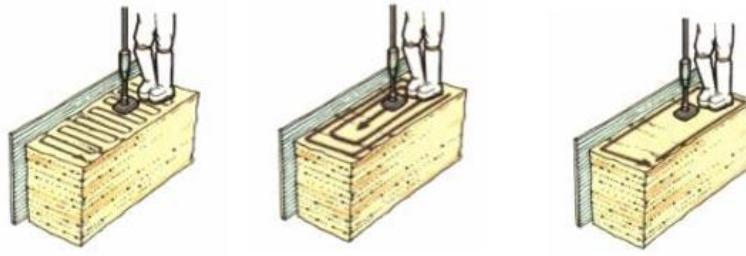
图 8-26 搁置地梁圈之上

夯土墙在夯筑过程中，严禁模板表面沾水，避免粘膜现象的产生。每次拆完模，需要将模板表面清理干净，以便下次使用



图 8-27 及时清理模板

## 6.夯实工艺



**第一遍**

**第二遍**

**第三遍**

图 8-28 夯土墙夯筑

每次填料厚度 12~15cm。采用打板反弹方法，细料在板边，便于形成细致的墙面效果。

首先人工踩踏填土平整，然后第一遍沿墙体厚度方向往返之字形夯土（无需下压）；第二遍沿边缘逐步向内呈回字形用力下压夯击；第三遍对模板边、穿墙螺杆及竖向钢筋附近用力下压夯土。

夯土采用跳夯，前一版，后一版，中间压一版，利于夯土板受力。



填料过厚（错误）



边角处用手持电镐夯实（正确）



夯实密实的角部（正确）

图 8-29 夯筑过程图

夯墙时严禁边夯墙边填土，需要待一层夯筑完毕后再填土，填土的厚度严禁超过 30cm，每层厚度应均匀一致。边角处应采用手持电镐夯筑密实。上下层不能连续夯筑时，填上层土料之前需要在下层土墙表面洒水湿润。

换层夯筑之前，清除夯土墙顶面松散部分，夯土墙顶面少量洒水，使衔接面湿度与拌合料湿度相同。



图 8-30 土料搬运

二层土料搬运劳动强度高，可采用简易提升机将土料提升至二层楼面。

名称	项目图片	备注
夯土实录项目图		一层夯土实录 ——第一版夯土

		<p>一层夯土实录 ——第二版夯土</p>
		<p>一层夯土实录 ——第三版夯土</p>
夯土实录项目图		<p>一层夯土实录 ——第五版夯土</p>



图 8-31 夯土实录项目图



以下列举的工程实例图，可见夯土建筑已有成熟应用的建筑项目：



(a)



(b)



(c)

图中分别为（a）玉溪新平戛洒镇抗震夯土民居示范项目、（b）四川百坪村现代夯土农房示范项目、（c）四川百坪村示范项目

## 8.4 光伏屋顶

### 8.4.1 光伏屋顶概念

简单说来，光伏屋顶就是利用安装在建筑物顶部的光伏组件（太阳能电池）将光能转换为电能，供用电器使用。

光伏与建筑的结合有如下两种方式，都可以通过逆变器、控制装置等成发电系统。

1. 一种是建筑与光伏系统相结合，把封装好的的光伏组件（平板或曲面板）安装在居民住宅或建筑物的屋顶上，组成光伏发电系统。（图 8-32）

2. 另外一种是建筑与光伏器件相结合，是将光伏器件与建筑材料集成化，即光伏建筑一体化(BIPV)，如将太阳能光伏电池制作成光伏玻璃幕墙、太阳能电池瓦、太阳能防水卷材等，集实用与装饰美化为一体，达到节能环保效果，是今后的发展光伏建筑一体化的趋势。（图 8-33）



图 8-32

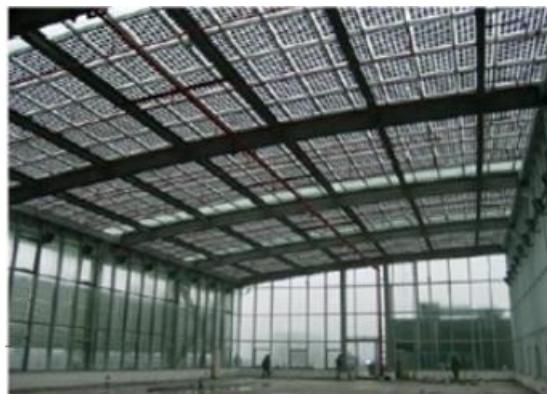


图 8-33

### 8.4.2 太阳能资源

我国有非常丰富的太阳能资源，全国  $2/3$  的国土面积年日照时数在  $2200\text{h}$  以上（图 8-20），年太阳辐射总量大于  $5 \times 10^3 \text{ KJ/m}^2$ 。



我国有非常丰富的太阳能资源，全国  $2/3$  的国土面积年日照时数在  $2200\text{h}$  以上（图 7-52），年太阳辐射总量大于  $5 \times 10^3 \text{ KJ/m}^2$ 。

云南地区的太阳辐射量较大，因此绿色农村建设中利用太阳能资源的技术方式，积极响应了国家关于农村生态能源建设的号召，也是推动绿色农村发展的重要助力。

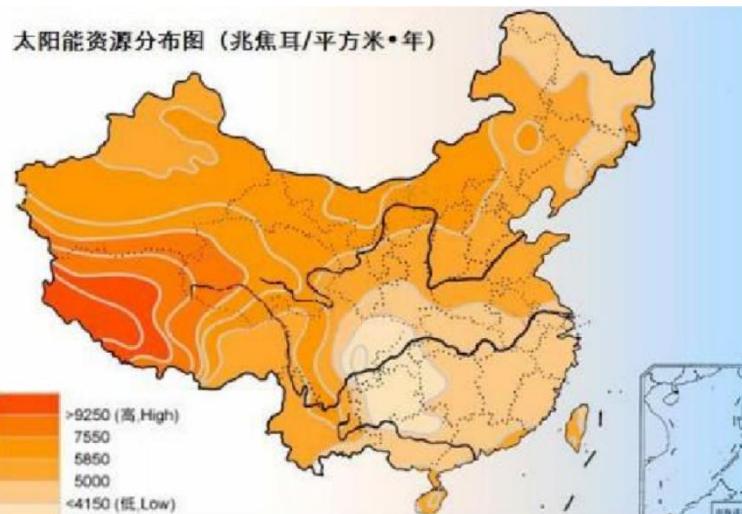


图 8-34 全国太阳能资源分布图

#### 8.4.3 太阳能利用方式

太阳能的利用有很多种划分方式，按太阳能利用的末端产品来分，可分为光热和光电。从太阳能利用方式来划分，可以划分为主动式和被动式两种类型。

主动式太阳能利用是使用机械装置，如太阳能集热器将太阳辐射热量储存起来，通过输送管道和设备，在需要时向房间供热。该方式具有较高的集热效率，但存在成本高和转换效率低等缺点，而且需要专业技术人员安装和维修，普及率不算太高。被动式太阳能利用是不通过附加的机械设备，只利用建筑内外空间的巧妙处理，恰当的选择外围护材料，使其最大程度上接收太阳辐射得热并储存太阳热，从而减小建筑能耗以达到节能的目的。这种太阳能利用方式的优点是构造简单，方式直接，造价低，维护管理方便，但集热时间不稳定，在夏季若处理不当可能引起反作用等缺点。考虑到农村的特点是经济相对落后，建筑间距大，层数低，被动式太阳能利用方式选择直接受益式和附加阳光间两种形式（图 8-23）。直接受益式是阳光通过南侧外窗直接照射到墙壁、地面等处，使其表面温度升高，经空气流动而提高整个室内温度。直接受益式对外窗面积，围护结构保温隔热有一定要求，否则夜间容易因围护结构传热而造成能量的损失。附加阳光间是通过加宽玻璃与墙体之间的夹层，使其形成一个类似门斗的空间，通过增大外窗面积来增加太阳辐射得热，从而提高建筑室内温度，夜间温度降低时，附加阳光间又能起到阻隔室内外温度变换的作用。

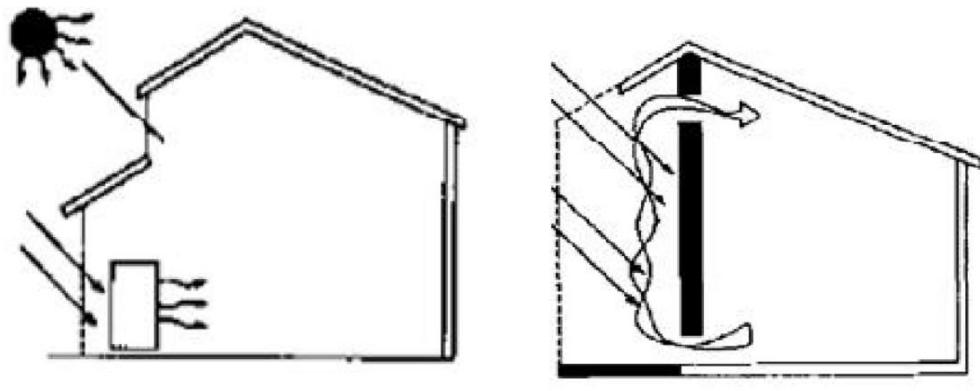


图 8-35 被动式太阳能利用方式

#### 8.4.4 太阳能光伏建筑的优点

从建筑、技术和经济角度来看，太阳能光伏建筑有诸多优点：

1. 可以有效地利用建筑物屋顶和幕墙，无需占用土地资源，这对于土地昂贵的城市建筑尤其重要；
2. 可原地发电、原地用电，在一定距离范围内可以节省电站送电网的投资。对于联网系统，光伏阵列所发电力既可供给本建筑物负载使用，也可送入电网；
3. 光伏发电系统在白天阳光照射时发电，该时段也是电网用电高峰期，从而舒缓高峰电力需求；
4. 光伏组件一般安装在建筑的屋顶及墙的南立面上直接吸收太阳能，可降低了墙面及屋顶的温升；
5. 并网光伏发电系统没有噪音、没有污染物排放、不消耗任何燃料，绿色环保。

#### 8.4.3 光伏屋顶系统



图 8-36 系统示意图

1. 集中式并网发电

这种并网方式适合于在建筑物上安装朝向相同且规格相同的光伏阵列，在电气设计时，采用单台逆变器集中并网发电方案实现联网功能。

优点：结构简单，施工方便。缺点：逆变器出现故障则系统无法工作。

无法充分利用太阳能。

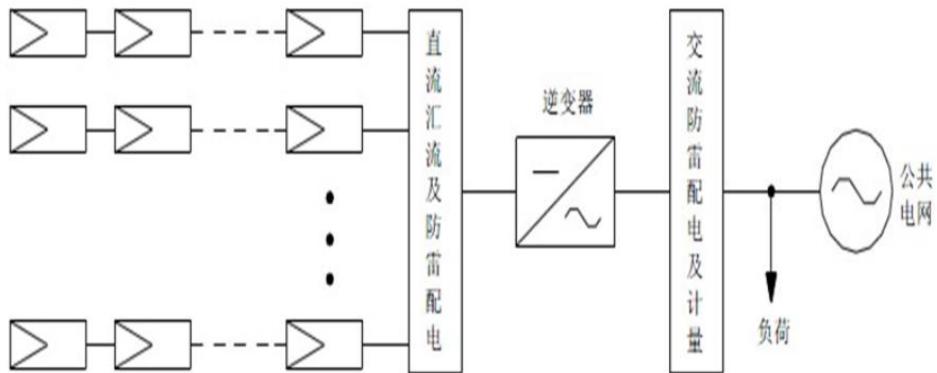


图 8-37 集中式并网发电示意图

## 2. 分布式并网发电

这种并网方式适合于在建筑物上安装不同朝向或不同规格的光伏阵列，在电气设计时，可将同一朝向且规格相同的光伏阵列通过单台逆变器集中并网发电，采用多台逆变器分布式并网发电方案实现联网功能。

优点：可充分利用太阳能。缺点：安装调试相对复杂

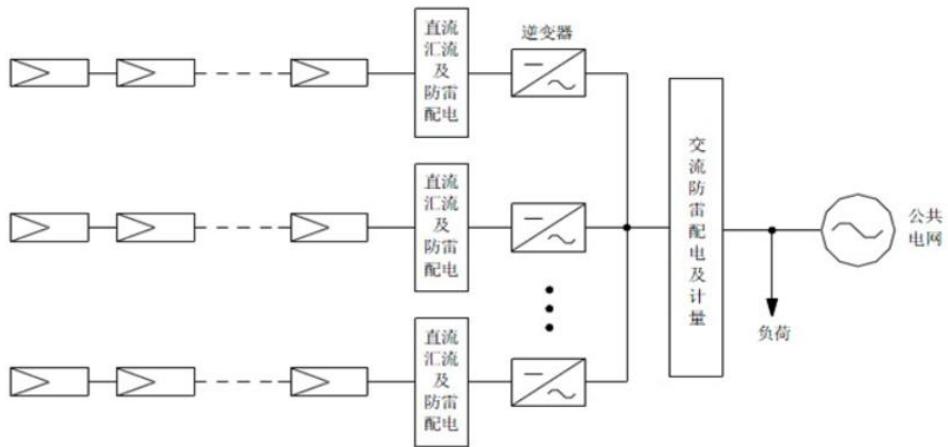


图 8-38 分布式并网光伏屋顶系统示意图

## 3. 离网光伏屋顶系统

离网系统是独立的供电系统，其特点是必须使用蓄电池储能，在电能不足时通过电路切换，将负载切换由市电供电。

离网系统是独立的供电系统，其特点是必须使用蓄电池储能，在电能不足时通过电路切换，将负载切换由市电供电。

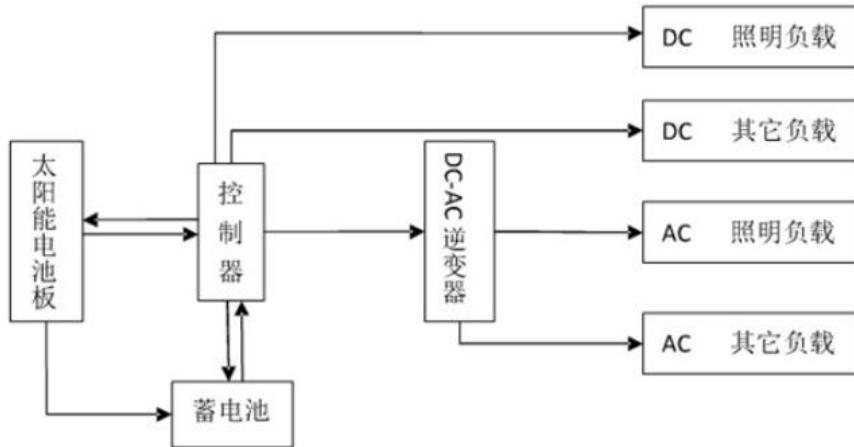


图 8-39 离网光伏屋顶系统组成示意图

#### 8.4.5 光伏屋顶安装要点

##### 1. 建筑太阳能光伏系统设计步骤

新建、改建和扩建的民用建筑光伏系统设计应纳入建筑工程设计，统一规划、同步设计、同步施工、同步验收，与建筑工程同时投入使用。

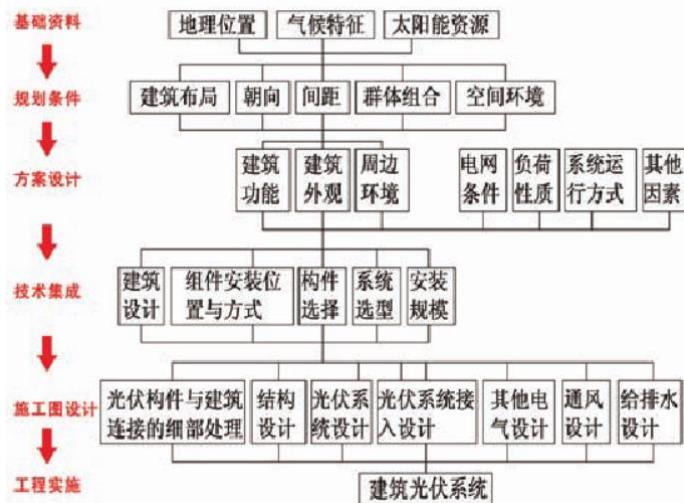


图 8-40 流程图

##### 2. 光伏组件在建筑中的安装方式

建筑太阳能光伏系统按照结合的建筑要素不同，主要可以分为以下几种方式：建筑墙体和外立面中的应用、建筑屋顶和天窗、中庭中的应用和在遮阳、雨蓬、阳台和其它建筑元素中的应用。

用途 \ 组件类型	常规光伏组件	夹层玻璃光伏组件	中空玻璃光伏组件	瓦式光伏组件	卷材型光伏组件
墙体	○				
阳台	○		○		
屋面	○			○	○
采光顶		○	○		
遮阳	○	○	○		
雨篷	○	○	○		
护栏	○	○	○		
幕墙	○	○	○		
门窗		○	○		

图 8-41 建筑中各类光伏组件常用部位

### 3. 光伏组件在建筑中的安装注意事项

#### (a) 平屋面上的光伏系统安装

- 1) 组件排列间隔必须合理，避免造成彼此遮挡，降低运行效率。为使光伏方阵实现高效、经济的运行，应按冬至日早上和下午之间间隔六小时，且具有相同太阳高度角的时间进行日照计算，得出避免遮挡的排列间隔。
- 2) 构成屋面面层的建材型光伏构件，其安装基层应为具有一定刚度的保护层，以避免光伏组件变形引起表面局部积灰现象；
- 3) 需要经常维修的光伏组件周围屋面、检修通道、屋面出入口以及人行通道上面应设置刚性保护层保护防水层，一般可铺设水泥砖；
- 4) 光伏组件的引线穿过屋面处，应预埋防水套管，并作防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕。

#### (b) 坡屋面上的光伏系统安装

- 1) 为了获得较多太阳光，屋面坡度宜采用光伏组件全年获得电能最多的倾角，详见，低纬度地区还要特别注意保证屋面的排水功能；
- 2) 安装在坡屋面上的光伏组件宜根据建筑设计要求，选择顺坡镶嵌设置或顺坡架空设置方式；
- 3) 建材型光伏构件安装在坡屋面上时，其与周围屋面材料连接部位应做好建筑构造处理，并应满足屋面整体的保温、防水等围护结构功能要求；
- 4) 顺坡架空在坡屋面上的光伏组件与屋面间宜留有>100mm 的通风间隙。控制通风间隙的目的有两个，一是通过加强屋面通风降低光伏组件背面温升，二是保证组件的安装维护空间。



图 8-42 某光伏屋顶

#### (c) 阳台或平台上的光伏系统安装

- 1) 在低纬度地区，由于太阳高度角较小，安装在阳台栏板上或直接构成阳台栏板的光伏组件应有适当的倾角，以接受较多的太阳能光；

2) 对不具有阳台栏板功能，通过其他连接方式安装在阳台栏板上的光伏组件，其支架应与阳台栏板上的预埋件牢固连接，并通过计算确定预埋件的尺寸与预埋深度，防止坠落事件的发生；

3) 作为阳台栏板的光伏构件，应满足建筑阳台栏板强度及高度的要求。阳台栏板高度应随建筑高度而增高，如低层、多层住宅的阳台栏板净高不应低于 1.05m，中、高层，高层住宅的阳台栏板不应低于 1.10m，这是根据人体重心和心理因素而定的；

4) 光伏组件背面温度较高，或电气连接损坏都可能会引起安全事故(儿童烫伤、电气安全)，因此要采取必要的保护措施，避免人身直接触及光伏组件。

(d) 墙面上的光伏系统安装

1) 在低纬度地区，由于太阳高度角较小，因此安装在墙面上或直接构成围护结构的光伏组件应有适当的倾角，以接受较多的太阳光；

2) 光伏组件安装外保温构造的墙体上时，其与墙面连接部位易产生冷桥，应作特殊断桥或保温构造处理；

3) 预埋防水套管可防止水渗入墙体构造层;管线穿越结构柱会影响结构性能，因此穿墙管线不宜设在结构柱内；

4) 光伏组件镶嵌在墙面时，应由建筑设计专业结合建筑立面进行统筹设计。

(e) 幕墙上的光伏系统安装

1) 安装在幕墙上的光伏组件宜采用光伏幕墙，宜根据建筑立面的需要进行统筹设计；

2) 安装在幕墙上的光伏组件尺寸应符合所安装幕墙板材的模数，既有利于安装，又与建筑幕墙在视觉上融为一体；

3) 光伏幕墙的性能应与所安装普通幕墙具备同等的强度，以及具有同等保温、隔热、防水等性能，保证幕墙的整体性能；

4) 使用 PVB 夹胶层可以满足建筑上使用安全玻璃的要求;用 EVA 层压的光伏组件需要采用特殊的结构，防止玻璃自爆后因 EVA 强度不够而引发事故；

5) 玻璃光伏幕墙应尽量避免遮挡建筑室内视线，并应与建筑遮阳、采光统筹考虑；

6) 为防止光伏组件损坏而掉下伤人，应安装牢固并采取必要的防护措施。



★新工艺、新技术的选用，应当结合当地实际情况进行选择。

★国家大力推广绿色农房建筑，新技术正是国家所大力扶持推广的技术。

★对于新技术的学习，我们应该大力推广发展，不应该有畏难情绪，因为这是未来发展的方向。

## 附录 云南省主要城镇抗震设防烈度、设计基本加速度和设计地震分组

州、市	烈度(度)	加速度(g)	分组	县级及县级以上城镇
昆明市	9	0.40	第三组	东川区, 寻甸回族彝族自治县
	8	0.030	第三组	宜良县, 嵩明县
	8	0.20	第三组	五华区, 盘龙区, 官渡区, 西山区, 呈贡区, 晋宁县, 石林彝族自治县, 安宁市
	7	0.15	第三组	富民县, 禄劝彝族苗族自治县
曲靖市	8	0.20	第三组	马龙县, 会泽县
	7	0.15	第三组	麒麟区, 陆良县, 沾益县
	7	0.10	第三组	师宗县, 富源县, 罗平县, 宣威市
玉溪市	8	0.30	第三组	江川县, 澄江县, 通海县, 华宁县, 峨山彝族自治县
	8	0.20	第三组	红塔区, 易门县
	7	0.15	第三组	新平彝族傣族自治县, 元江哈尼族彝族傣族自治县
保山市	8	0.30	第三组	龙陵县
	8	0.20	第三组	隆阳区, 施甸县, 腾冲市
	7	0.15	第三组	昌宁县
昭通市	8	0.20	第三组	巧家县, 永善县
	7	0.15	第三组	大关县, 彝良县, 鲁甸县
	7	0.15	第二组	绥江县
	7	0.10	第三组	昭阳区, 盐津县
	7	0.10	第二组	水富县
	6	0.05	第二组	镇雄县, 威信县
丽江市	8	0.30	第三组	古城区, 玉龙纳西族自治县, 永胜县
	8	0.20	第三组	宁南彝族自治县

	7	0.15	第三组	华坪县
普洱市	9	0.40	第三组	澜沧拉祜族自治县
	8	0.30	第三组	孟连傣族拉祜族佤族自治县，西盟佤族自治县
	8	0.20	第三组	思茅区，宁洱哈尼族彝族自治县
	7	0.15	第三组	景东彝族自治县，景谷傣族彝族自治县
	7	0.10	第三组	墨江哈尼族自治县，镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县，江城哈尼族彝族自治县
临沧市	8	0.30	第三组	双江拉祜族佤族布朗族傣族自治县，耿马傣族佤族自治县，沧源佤族自治县
	8	0.20	第三组	临翔区，凤庆县，云县。永德县，镇康县
楚雄彝族自治州	8	0.20	第三组	楚雄县，南华县
	7	0.15	第三组	双柏县，牟定县，姚安县，大姚县，元谋县，武定县，禄丰县
	7	0.10	第三组	永仁县
红河哈尼族彝族自治州	8	0.30	第三组	建水县，石屏县
	7	0.15	第三组	个旧市，开远市，弥勒市，元阳县，红河县
	7	0.10	第三组	蒙自市，泸西县，金平苗族瑶族傣族自治县，绿春县
	7	0.10	第一组	河口瑶族自治县
	6	0.05	第三组	屏边苗族自治县
文山壮族苗族自治州	7	0.10	第三组	文山市
	6	0.05	第三组	砚山县，丘北县
	6	0.05	第二组	广南县
	6	0.05	第一组	西畴县，麻栗坡县，马关县，富宁县
西双版纳傣族自治州	8	0.30	第三组	勐海县
	8	0.20	第三组	景洪市

	7	0.15	第三组	勐腊县
大理白族自治州	8	0.30	第三组	洱源县, 剑川县, 鹤庆县
	8	0.20	第三组	大理市, 漾濞彝族自治县, 祥云县, 宾川县, 弥渡县, 南涧彝族自治县, 巍山彝族回族自治县
	7	0.15	第三组	永平县, 云龙县
德宏傣族景颇族自治州	8	0.30	第三组	瑞丽市, 芒市
	8	0.20	第三组	梁河县, 盈江县, 陇川县
怒江傈僳族自治州	8	0.20	第三组	泸水县
	8	0.20	第二组	福贡县, 贡山独龙族怒族自治县
	7	0.15	第三组	兰坪白族普米族自治县
迪庆藏族自治州	8	0.20	第二组	香格里拉市, 德钦县, 维西傈僳族自治县

## 参考文献

- [1] 鞠晓磊, 仲继寿.民用建筑光伏系统设计解析-解读《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》重点条文[J].建筑电气, 2014, 33(11):715-718.
- [2] 余洪. 绿色技术在农宅建设中的应用[D].天津大学, 2017.
- [3] 刘英强.装配式建筑结构施工技术要点的探析[J].四川水泥, 2021(08):182-183.
- [4] 柯月娟,吴映梅,柯玉婷.云南省传统村落的空间分异特征及其发展路径研究[J].文山学院学报, 2020, 33(06):47-52.
- [5] 《云南省“十四五”乡村建设规划》.云南省住房和城乡建设厅, 2021.
- [6] 孔丹. 云南临沧南美拉祜族木掌楼营建技艺研究[D].华中科技大学, 2019.
- [7] 王清勤.村镇住宅防灾与节能[M].北京科学技术出版社, 2018.5
- [8] 李志农,乔文红.传统村落公共文化空间与民族地区乡村治理——以云南迪庆藏族自治州德钦县奔子栏村“拉斯节”为例[J].学术探索, 2011(04):61-65.
- [9] 云南省传统村落危房改造研究. 云南省住房和城乡建设厅,昆明理工大学. 2019 . 7 .
- [10] 皇甫岗,秦嘉政. 云南地区大震活动规律研究[J]. 地震地质, 2006 (01) :37-47.
- [11] 陈征山,邓树荣,余庆坤.云南山地地震灾害和应急救援初探[J].中国应急救援, 2012(03):52-54.
- [12] 日本建筑协会.隔震结构设计[M].译者 刘文光.地震出版社, 2005.12.
- [13] 日本隔震结构协会.被动减震结构设计·施工手册[M]. 译者 蒋通. 中国建筑工业出版社. 2003 .10
- [14] 中华人民共和国行业标准. 建筑抗震设计规范. GB50011-2010 (2016年版) .北京: 中国建筑工业出版社. 2016
- [15] 中华人民共和国行业标准. 镇(乡)村建筑抗震技术规程. JGJ161-2008, 北京: 中国建筑工业出版社. 2008
- [16] 中华人民共和国行业标准. 砌体结构设计规范. GB50003-2001.北京: 中国建筑工

业出版社. 2002

- [17] 国家建筑标准设计图集. 农村民宅抗震构造详图. sG618-1~4. 北京: 中国建筑工业出版社. 2008
- [18] 王兰民, 林学文. 农村民居抗震理论与技术. 兰州: 甘肃科学技术出版社. 2006
- [19] 戴国莹, 王亚勇. 房屋建筑抗震设计. 北京: 中国建筑工业出版社. 2005
- [20] 中国工程院土木、水利与建筑工程学部, 中国土木工程学会. 汶川地震建筑震害调查与灾后重建分析报告. 北京. 中国建筑工业出版社. 2008
- [21] 周铁钢. 新疆砖木结构民居抗震试验研究与对策分析. 世界地震工程. 2008.12
- [22] 周铁钢, 穆钧. 抗震夯土农宅建造图册. 北京: 中国建筑工业出版社. 2009
- [23] 周铁钢, 农村建筑工匠培训教材, 2021
- [24] 葛学礼, 朱立新, 贾抒, 等. 云南省大姚地震房屋震害及重建抗震措施[J]. 工程抗震, 2003 (4)
- [25] 葛学礼, 叶燎原, 从云南丽江 7.0 级地震看抗震防灾规划与抗震加固的效果[J]. 工程抗震, 1996 (2)
- [26] 陈磊. 黔东南木结构产业发展现状与前景分析[J]. 林业机械与木工设备, 2016, 44(08):4-6+14.
- [27] 陈祖朝. 农村火灾高发原因及扑救措施[J]. 现代职业安全, 2014(04):62-64.
- [28] 朱春玲. 木结构建筑防火技术要点[J]. 墙材革新与建筑节能, 2011(09):53-57.

图片来源:

部分来源于公共网络, 部分来于自摄。