《文物保护工程专业人员学习资料》
近现代重要史迹及代表性建筑

2020 年



文物保护工程专业人员学习资料编委会 组织编写

目录

1 中国近现代城市与建筑概述 1
1.1 近现代城市发展与特点 1
1.1.1 拼贴型规划：半殖民地性质的开埠城市 2
1.1.2 自主型规划 4
1.2 近代建筑发展与特点 8
1.2.1 近代化是近代建筑发展的主线 8
1.2.2 近代建筑的三个特征 9
1.2.3 与近代城市规划模式对应的三类建筑样式 13
2 保护利用的内容与方法 27
2.1 城市与建筑保护 28
2.1.1 城市层面的保护原则 28
2.1.2 建筑保护利用方法 30
2.2 保护修缮与利用的研究及设计 39
2.2.1 保护修缮与利用研究 39
2.2.2 保护修缮与利用设计 42
3 近现代建筑的常用材料及病害 44
3.1 近现代建筑常用材料特性 44
3.1.1 材料类型 44
3.1.2 天然石材 45
3.1.3 砖瓦 48
3.1.4 混凝土 49
3.1.5 金属材料 51
3.1.6 木材及木制品 51
3.1.7 装饰粉刷 52
3.2 近现代建筑常用材料的病害原理 55
3.2.1 建筑材料病害原理相关的材料学基础 55
3.2.2 主要致病化学因素 57
3.2.3 砖石等无机材料病害 60
3.2.4 混凝土病害 61
3.2.5 金属材料病害 61
3.2.6 木材病害 62
3.3 近现代建筑基本病害类型 65
3.3.1 砖石建筑主要病害类型和成因 65
3.3.2 木构建筑主要病害类型和成因 66
3.4 近现代建筑中常用的保护材料 69
3.4.1 建筑常用保护材料类别与原理 69
3.4.2 砖石保护与修复材料 74
3.4.3 混凝土保护材料 79
3.4.4 钢结构保护材料 80
4 近现代建筑结构体系保护修缮 85
4.1 钢筋混凝土结构体系 86

4.1.1 近现代钢筋混凝土结构体系的结构特点 86
4.1.2 近现代钢筋混凝土结构体系的常见问题及病害 89
4.1.3 近现代钢筋混凝土历史建筑的适应性加固技术 92
4.2 砖混结构体系 100
4.2.1 内框架结构体系 100
4.2.2 底部框架结构体系 102
4.3 砖木结构体系 105
4.3.1 近现代砖木结构体系的结构特点 105
4.3.2 近现代砖木结构体系的常见问题及病害 110
4.3.3 近现代砖木结构体系的适应性加固方法 113
4.4 特殊结构体系 120
4.4.1 大跨度木屋架体系 120
4.4.2 钢筋混凝土屋架体系 123
4.4.3 钢结构屋架体系 125
5 近现代建筑外部构造体系保护修缮 130
5.1 分类 130
5.1.1 钢筋混凝土体系外部构造 130
5.1.2 砖木小住宅体系外部构造 135
5.2 外墙 136
5.2.1 一般抹灰 136
5.2.2 拉毛灰、洒毛灰 138
5.2.3 清水砖墙 140
5.2.4 饰面砖 142
5.2.5 水刷石 145
5.2.6 斩假石 148
5.2.7 干粘石 150
5.3 花饰、线脚 152
5.4.1 钢门窗 154
5.4.2 木门窗 155
5.5 屋面 157
5.5.1 平屋面 157
5.5.2 瓦屋面 160
5.6 线脚与栏杆 161
5.7 外部构造体系现状描述及保护修缮总表 162
6 近现代建筑内部构造体系保护修缮 164
6.1 分类 164
6.1.1 钢筋混凝土内部构造体系 164
6.1.2 砖木小住宅内部构造体系 167
6.2 内墙 168
6.2.1 内墙饰面 168
6.2.2 内墙做法 171
6.3 楼地面 174
6.3.1 钢筋混凝土体系楼地面做法 174
6.3.2 砖木小住宅体系楼地面做法 178

6.4 天花 183
6.4.1 钢筋混凝土体系中常见天花做法 183
6.4.2 砖木小住宅体系中常见天花做法 186
6.5 楼梯 190
6.5.1 钢筋混凝土楼梯 190
6.5.2 木楼梯 192
6.6 内部构造体系现状描述及保护修缮总表 196
7 近现代建筑的性能改善 198
7.1 外部设施改善 198
7.1.1 上下水系统 198
7.1.2 强弱电系统 200
7.1.3 燃气与消防系统 201
7.2 内部设施改善 202
7.2.1 内部上下水系统 202
7.2.2 内部强弱电系统 202
7.2.3 内部消防系统 203
7.2.4 生态节能系统 204
参考文献 206
近现代重要史迹及代表性建筑（工程师）样题 207
近现代重要史迹及代表性建筑（工程师）参考答案 215
近现代重要史迹及代表性建筑（设计师）样题 216
近现代重要史迹及代表性建筑（设计师）参考答案 223

1 中国近现代城市与建筑概述

本章系统地介绍与分析了中国近现代的城市与建筑的发展状况，对近现代建筑遗产进行了城市层面阐述，以及建筑单体层面的美学价值、技术价值和使用价值剖析。在城市部分涉及了对中国近现代城市类型、特征以及规划、建设、施工设施等的概述；并以中国沿海城市为主要案例，分析了它们的布局与地域特征。在建筑部分则针对中国近现代建筑的建筑特征、材料、类型、功能，以及它们的艺术特征、美学价值、造型风格等展开论述。由于大量近现代建筑仍处于被使用的状态中，满足未来长时间段的使用需求应是其价值的重要构成。根据近现代建筑遗产在类型与重要性上的不同，它们的价值判断也会有所不同。

本章的重点在于结合中国的近现代史和城市史，对近现代的城市整体以及建筑发展形成系统、清晰的认识；同时结合建筑艺术、风格，以及西方建筑的发展，对比性地看待中国建筑的相关特征；进而形成对各种类型、各个风格建筑的清楚判断，并它的技术展开深入的了解。近现代建筑的技术在系统上主要包括以钢筋混凝土结构技术、钢结构技术、带有西方特征的木结构技术为主的结构技术系统，以及材料技术系统。上述技术大多从西方整体引进，对于它们应形成清楚的认识与判断，建立起基本的理论与方法体系，以便维修与保护。

本章难点主要有两个方面。首先，由于中国近现代城市与建筑的类型较多，在学习的过程中需反复阅读与理解，并结合实际案例，对整个系统形成较为清晰的认识。其次，是对近现代建筑的价值判断。价值判断是建筑遗产保护的重要前提与基础，保护、修缮的技术与方法取决于建筑的保护级别、重要性、它们在城市与区位中发挥的作用，以及未来的使用性质。

1.1 近现代城市发展与特点

近代中国历史是中国历史上极其重要的一段时期。它是自 1840 年起，在炮口的逼迫下，中国社会蹒跚地走入近代、艰难开始近代化的历史。同时，它是世界主动走向中国、中国被迫卷入到资本主义的世界体系的历史。在这一时期，中

国的社会结构、社会生活和社会意识都发生了飚转豹变，具有其自身的特性。以这段历史为对象的学科，是一个自成体系的学科。

以往对中国近代城市规划的分类，其方式大略可分为按照实施规划政府的国别（也有统概分成西方国家实施的规划、日本人实施的规划及清政府和国民政府实施的规划）及按照历史线性时间顺序划分两种。本节根据实施规划的主体和由此形成的城市形态对中国近代城市重新进行分类，以反映城市规划模式和与之对应的近代建筑式样间的相互关系及其在政治意图上的一致性。

第一种规划模式是由中国政府在近代主动进行的城市规划，本文称之为“自主性规划”；另一种规划模式是在中国半殖民地性质的开埠城市（上海、汉口、天津等）由外来行政机构进行的城市规划，本文称之为“拼贴型规划”：第三种规划模式是在中国半殖民地性质的租地城市（哈尔滨、大连、青岛）由外来行政机构进行的城市规划，以及日本侵略者在中国建立伪满洲国，进行的所谓“国都”规划，可称之为“殖民型规划”。

1.1.1 拼贴型规划：半殖民地性质的开埠城市

中国近代城市化的开始，不是工业化正常发展的结果，而是表现为租界、租借地、通商口岸等形式的畸形发展特征。在租界内，当地的行政管理权被外国所剥夺，并建有外人的市政机构和警察武装。同一城市的不同区域在行政上的分立，是近代中国半殖民地开埠城市的特征。

“拼贴”（Collage）一词出现于艺术领域，是指用多种材料或物件残片拼贴于画面，形成新的图案或抽象表现的绘画形式，而各个原本没有关系的个体则在整体中发挥其作用。1975年柯林·罗（Collin Rowe）在《拼贴城市》一书中，将“拼贴”一词用于了城市与建筑设计领域，认为城市是“不和谐的凑合，不相似形象的综合，明显不同的东西之间的默契……断续的结构、一系列周游列国的回忆。”这种由各国在同一城市中分别实施的规划，其结果就是产生了如上海、天津和武汉那样的“拼贴型”城市。而这也是以往学者们关注最多的类型。

以近代上海的城市发展为例，由工部局、公董局及华界地方政府并存的特殊

政治格局而形成的公共租界、法租界、华界的城市格局，不可避免地使城市的发展产生了极大的不平衡和不协调，造成割据、畸形发展。其结果是，“在市政建设上，局部有序、全局无序、城市土地利用混乱和城市功能结构不合理，居住与工厂混杂，绿化过分缺乏且分布极不均匀，也是民族矛盾与阶级矛盾在城市中的反映”。

19世纪最后三十年，当时世界上各种的先进技术和设施被引入上海租界，公用事业如电报、电话、自来水等首先在各租界里开办起来。但这些设施主要为租界区、商业区服务，且各租界的公用事业各自为政，十分杂乱。又如，各国租界自成系统，管道布置错综复杂，甚至有的管道上流粗、下流细，很不合理。英租界的下水道部分采用分流制，法租界则采用合流制，而上海旧城厢区和闸北区却没有污水管道。这些现象说明，行政权力的不统一，是拼贴型城市规划的最重要特点。

天津和汉口当时也处在各个租界割据的状态，各租界之间的联系和与其他城区的联系，是靠几条干道连结。由于各国的传统设计制度和施工作法不同，所以这些道路在交接的部位往往产生矛盾，这些矛盾割裂了城市各区在空间上的连续性。虽然某些地方经过建筑师的努力，衔接的问题解决得较为成功，如天津在意租界与英租界的交接处过渡处理，但是从整体来看，这种行为并不是经过统一筹划和妥善实施的，而建筑师个人的行为，无法改变租界整体风格不协调的性质。

沙俄通过《中俄密约》、中俄《合办东省铁路公司合同章程》，先后攫取了中东铁路及南满铁路支线的筑路权，且以“保护铁路所必须之地”为借口，在沿线城市划出“铁道附属地”，成为类似租界的区域。日俄战争后，日本接受长春以南的东北城市，开始经营日本国家资本控制的“满铁附属地”。日俄战后的《东三省事宜条约》附约中规定，在东北14个城市进行“中国自行开埠通商”，即开放一片区域供外国倾销其商品。因此，在日本发动“九·一八”事变之前，东北地区各主要城市也呈现出“拼贴型”的特征，如沈阳和长春。

上述现象说明，行政权力的不统一，是拼贴型城市规划的最重要特点。权力

的不统一也导致了城市在空间形态上的不连续和建筑风格的不一致。虽然在这些近代城市中，引进了当时先进的规划技术并使用了大量先进设施，但是从中国近代城市发展的整体来看，随着民族意识的醒觉和争取主权统一的运动，这种拼贴规划在第一次世界大战之后日渐失去其存在的基础。

1.1.2 自主型规划

自主型规划是由中国政府在近代主动进行的城市规划。

在中国近代城市规划史上，北伐成功、南北统一的1927年是重要的分水岭，对于中国人自己实施的近代城市规划尤其如此。在此之前（1840~1927年），这种新城区的规划体现为传统城市新区的规划及对交通设施的改善，这是有效加强统治和实现城市扩张的手段，同时也以制定、实施规划的方式，体现国家主权并以此在经济上与租借地相竞争。在1928年民国首都迁到南京之后，为了建设现代性的民族国家，在进行的一系列城市规划中特别加强了对民族性的表达，旨在通过民族认同和文化认同达到政治认同。

中国近代城市规划史是与中国政府和人民随着国际形势变化不断争取主权统一的历史分不开的。1901年《辛丑条约》签订后，在严峻的外部压力下，清廷开始推行“新政”，实行“自上而下”的改革。中国近代社会这种“自上而下”的现代化特征，使得政府的政策和官员的施政方向，成为经济和城市发展最主要的推动力之一。城市发展政策不可避免地要通过城市规划反映，同时使指导城市建设和发展的城市规划带有国家或地方政府的权力色彩。可见，权力政治对中国城市发展的影响，往往超过经济因素。

商埠开发，也与清末推行“新政”有直接关系。虽然外商和华商在这些商埠可享有与通商口岸一样的免税和治外法权，但是这些商埠仍然在中国政府的管辖主权范围内。如1903年由袁世凯主持的天津河北新市区规划，1904年随着胶济铁路线通车济南商埠地的自行开辟等。

1906年，日本在日俄战争胜利之后，要求清廷在东北16个地方开设商埠地。其中，长春的商埠地于1909年形成，成为与满铁附属地进行经济竞争的中国人市

区，也是日、俄、英三国领事馆的所在地。

这些自开商埠地不同于上海、汉口、天津等开埠城市直接受西方的冲击，其突出特点表现在“拥有自主权+西方模式”的“自开”特性。1914年，北京“香厂新市区”的规划设想在朱启钤的主持下得到部分的实施。这是中国人进行的中国近代城市规划的发轫期（图1-1）。

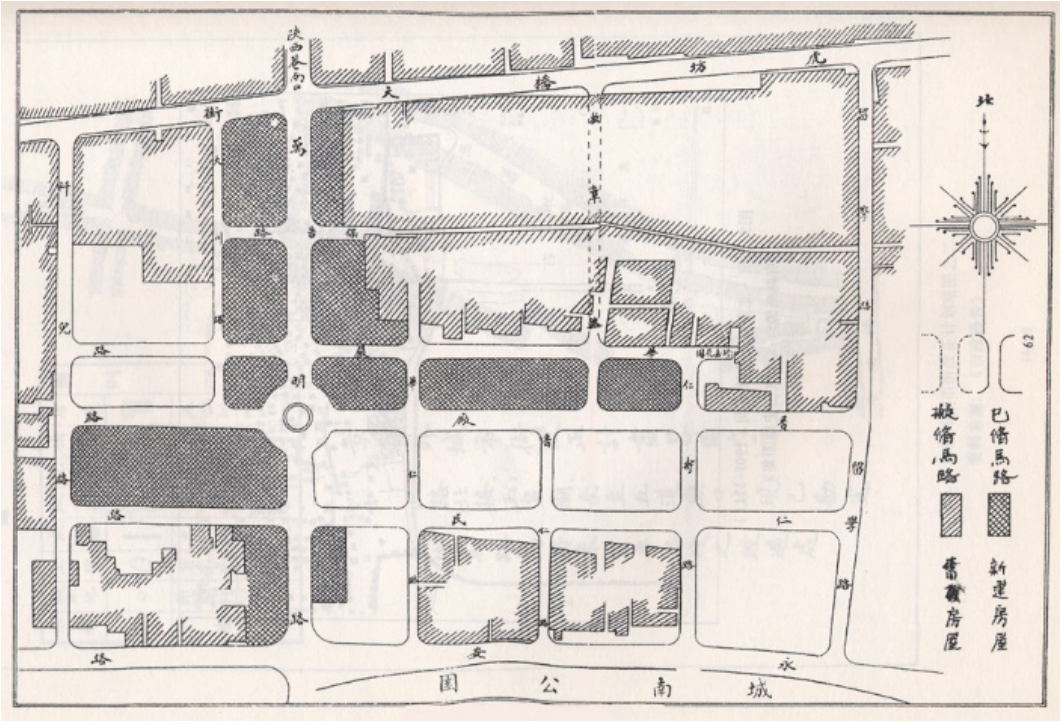


图 1-1 北京香厂新开街市平面图

无论是商埠地开发还是城市改造，在规划上依仿西方的格局，都表现出要将中国既有城市改造或建设成类似租界形式的意图，建筑方面也向西方学习。商埠章程所强调的“与条约所载各处约开口岸不同，……一切事权，皆归中国自理，外人不得干预”的自主性质和民族主权意识的增强，但其管理体制、规划内容、形式等却参照了租界的模式。这反映出国人在具体物质层面将西方化等同于近代化的心态。

而经过1925~1927年的北伐战争，国民党将统一后的国民政府首都迁到南京，旋即开始进行“首都计划”。此后由国民政府主导实施了上海、天津、北平、广州、杭州等城市计划等。在这些城市规划及建设中，其共同的特点是借用传统礼

制进行行政区的布置，并在主要的官方建筑上采用民族形式。而之所以这一特征都能够体现在不同的城市中，则是基于这样的大历史背景，即1927年北伐胜利，国民政府具有统一的权力主导规划和选择建筑式样，以及国内要求建设民族国家与外国抗衡的愿望。这一时期的大城市规划和城市建筑，服务于通过民族认同和文化认同达到政治认同的目的。

由于国家建设的需要，中国在19世纪20年代末开始的一系列城市规划试验，其普遍的出发点并不是解决城市面临的问题，更谈不上通过规划解决社会矛盾。由于是向西方学习的产物，而不是面对紧迫的城市问题，因此中国最初进行的现代城市规划试验，其目的并不是为了解决城市问题，而更多的是实现统治者建设民族国家的政治理想。

1945年日本战败，中国收回了外国在华的全部租界，在各大城市实施全面规划的条件才基本具备。由于抗战胜利初期经济凋敝，随即发生内战，国民政府所做的一系列大城市规划大都停留在设想阶段。但是这一时期的全面规划中体现出的规划技术与战略发展布局构想，都对中华人民共和国成立后的城市规划产生了一定程度的影响，如“大上海都市计划”中对浦东开发的设想等。

1.1.3殖民地城市规划

殖民型规划在前期（1895~1931年）主要是指西方列强在各租借地和铁道附属地上的规划，后期则由于日本侵占全东北及全面抗战的爆发，由日本人在其占领地城市主导实施的一系列规划。殖民型规划与拼贴型规划不同之处，在于其规划是由一个国家制定和实施的，因此在规划上具有完整性和统一性，也更能体现殖民统治意图。

在甲午战争中，清政府经营多年的海陆军土崩瓦解，万里海疆门户洞开。列强不满足于仅仅在通商口岸增辟、扩展租界，而是趁机强占优良港口，强迫清廷“租借”大片战略要地。1897~1898年，出现了五个租借地：德占青岛、俄占旅大（日俄战争后移交给日本）、英占九龙岛及威海卫、法占广州湾。而在中俄签订《中俄密约》之后，俄国又取得在东北修建铁路及营建铁路附属地的权力，并

倾力他们在中东铁路管理中心哈尔滨和大连。这些租借地多是没有近代建设基础的渔村或边陲小镇，所以列强得以充分实施其规划，除了地利、气候条件外，基本不受本地原有环境的影响。

较之租界，租借地的殖民化程度更深，中国在租借地内丧失了更多的国家主权。例如，在所有租借地中，居民都完全受外国殖民当局的司法管辖，使租借地等同于租借国领土。此外，租借地的最高行政长官是租借国直接任命的总督，而行使租界行政管理权的，主要是租界开辟国驻当地的领事。除了在名义上仍是中国领土之外，它们实际上就是列强的殖民地。

早期青岛是在“无旧城”的基础上，依照西方近现代城市规划要求建设的。之后，青岛一直在单一强权的控制之下，这一点不同于上海、天津等由几个帝国主义国家共同瓜分支配的“拼贴式”城市。从总体上说，青岛城市规划和建设有很强的连续性和有序性。

1931年“九·一八”事变后，日本侵占全东北，“奠都”长春（改称“新京”），并在次年进行“新京”规划。这一由日本人主持的规划体现了当时先进的规划技术，并且出于欺骗世界舆论的目的，相当部分的内容得到实施。由于日本标榜自己是“东亚共荣圈”反抗西方殖民统治的“领袖”，所以在规划中虽然使用了西方规划思想和技术，但是却在建筑布局和形式的选择上用传统东方礼制和形式进行控制，旨在体现“非西方化的现代化”。

应该指出的是，在1931年前长春城区分为四个在空间上相互割裂的部分：最北部的中东铁路附属地、最南部的长春旧城、满铁附属地及连接后两者的商埠地。到此时为止，长春和国内大部分的近代开埠城市在空间形态上基本一致，即都由几块由不同国家实行的规划的城区组成，这些不同的城区都有独立的市政设施甚至行政权，并且相互独立，属于“拼贴型规划”城市。1932年开始的“新京”规划，不但将原有的城区连缀起来，同时向将城市面积扩大了数倍，而且将城市性质定位为消费型的“政治中心”城市。日本殖民主义者的全面侵占，完全改变了长春作为一个普通中国近代城市发展的道路。

除了长春，日伪政权在东北还进行了一系列重要城市的都市计划，在其城市化和城市近代化方面与长春都有类似之处，如奉天及齐齐哈尔等，但无论在规划深度和实施力度上，都远不及作为伪满“首都”建设的“新京”规划典型。

1937年以后，日本发动全面侵华战争，并迅速占领了华北东南沿海及地区。为了表现“亲善”和进行殖民统治，日本又主导制定了一系列的城市规划。其中最有影响力的应属大同都市计划和《北京都市计划大纲（1938~1942）》。前者运用邻里单元的原理，曾获国际规划竞赛的一等奖，并对日本战后的城市规划实践发生巨大的影响；后者则对后来国民党政府所编的北平都市计划和中华人民共和国成立后梁思成与陈占祥提出的“梁陈方案”产生了重大影响。

1.2 近代建筑发展与特点

1.2.1 近代化是近代建筑发展的主线

从近代以来中国人所一直追求的目标和中国近代建筑的实际发展趋向来看，近代化无疑是一条贯穿始终的线索，而且比其他线索的涵盖面更宽。其他线索，如阶级斗争线索、殖民主义线索、反帝反封建线索、资本主义化（西方化）线索、民族主义运动线索、经济发展线索等，几乎无一不与近代化有关，可以说近代化“是一条由多股线条绞合而成的缆线”。因此，以中国建筑的近代化为主线，关注由近代建筑所反映出的中西关系和政局及社会的变迁，讨论近代建筑在形制、技术、思想等方面应变递嬗的过程，有利于我们加深理解中国近代建筑的发展轨迹，也为一般大众提供了基本的价值判断的依据。

具体而言，根据不同的实施主体，中国建筑的近代化大致沿着三条路径发展，其相互之间则又彼此交错影响、互为补进，它们基本构成了中国近代建筑发展的全景。

第一条路径是在外力影响下，由外国人主导的各种建筑活动，如租界、外国人避暑地和租地城市的建设及各类教会建筑等等。一些西方学者用以描述中国近代化道路的“冲击—回应”的理论模式，带有明显的“西方中心”偏见，不足以

说明近代中国社会发展的全部内容。然而，中国近代化的一个主要特点是西方主动进入中国、而中国被迫融入世界体系。不能否认，近代中国的现代化确是在发达的西方国家的影响下进行的，并以之为蓝本来改进中国传统社会。

第二条路径是由近代时期的中国政府主导的建设，按时间顺序又可分为“新政”及以前时期的清政府、北洋政府和国民政府（及其地方军阀政府）等各时期。甲午战争的失败以及《辛丑条约》的签订，促发了民族主义运动的勃兴，旨在救亡图存、追求民族独立，并进一步审视中国传统与近代化的关系。从此以后，建设统一、富强的民族国家的目标成为近代中国各方的共同诉求。建构民族国家的努力体现在由政府主导的各种建设上，大致经过了西方化（“新政”时期的官署建筑）到民族化（国民政府时期的南京与上海等地的建设）的过程，这也是民族主义兴起、深入的具体反映。

第三条路径是由中国民间自身主导的近代建设，尤其见之于城市化程度较低的地区，包括诸多内陆城市和侨乡。中国幅员广大，经济、社会发展十分不平衡，受西方冲击进入近代后，区域发展的不平衡现象更加严重。即使在甲午战争开辟租界的高潮时期，实际上进行了大量建设的开埠城市只有有限几个。中国的内陆城市在数量上是绝对的多数，地方的主事者本身对“近代性”和西方的认识不如城市知识阶层系统、深刻，大多因趋新慕洋而停留在表面的模仿。而中央政府历来对农村的其实际控制力有限。所以它们的近代化并无清晰单纯的轨迹可循，而表现为纷繁多样的方式，如泉州、漳州等地的“洋楼”民居、开平碉楼、崖城骑楼等。基于这一事实，有的史学家将中国早期的现代化称之为“乡村的”近代化，而大城市以外地区的建设所体现的多样性也是中国近代建筑近代化进程中的一个突出特点。

1.2.2 近代建筑的三个特征

陈旭麓先生曾评价清末洋务运动是一场“东一块西一块的进步”，零零碎碎，缺少整体规划，“但是中国社会从中世纪到近代的最初一小步实始于这种支离斑驳之中”。这种支离斑驳（mosaic）既体现在新生事物与周边环境的异质性上，

也体现在其表现形式的多样性上，形成了诸如不同色彩的碎片拼合成的图样。回顾中国近代建筑产生和发展的整个历史图景，“支离斑驳”正是对其恰如其分的概括，具体体现在如下几个方面。

首先，中国近代建筑与传统建筑相比，其形制有明显的异质性和丰富的多样性。在时间上，1840 年鸦片战争以后的五口通商，促成了近代建筑的集中出现，因此改变了一些开埠口岸的城市景观。在地理分布上，沿海、沿江和沿铁路干线的城市受外来影响较早较大，出现了租界、铁道附属地等形式的新城区，直接引入了西方的规划模式和建筑类型、样式和建造方式。随着西方势力的不断扩大，这些建设模式渐次深入到中国内地，如传统的政治中心城市北京、济南、成都、昆明等，它们也成为清末“新政”及至南京国民政府时期体现近代城市化与城市近代化的主要地区。

然而，由于中国幅员广大，外国殖民势力未能真正渗透至城市化程度较低的广大地区，进行了大量建设的开埠城市只有有限几个，在事实上造成了“我虽全许，谅彼力亦尚不能全开”的局面。同时，中国地区间的文化风俗及经济发展差异巨大，也因此造成了近代建筑在各地发展的多样性和不平衡性。

在发展路径上，与西方文化接触较深、城市化程度较高的通都巨邑和城市化程度较低的地区，近代建筑的发展轨迹完全不同。如在上海、汉口等地，里弄式住宅成为居住的重要形式。在政府提倡下，家庭结构也渐打破了大家族聚聚而以核心家庭为主，生活方式上则多采用西式家具和新式设施。而在侨乡泉州等地，虽然在民居的门脸和角楼上采用了西式样式，但是整个空间仍按照院落组织，强调了传统的生活方式对外来因素的主导。

在建筑质量和规模上，1900 年以前的各处租界，建筑大多为二、三层的砖木结构，建筑样式多为外廊式，取材、建造尽量因应当地的供应能力，虽然给时人的观感因大不同于传统的中国社会而印象深刻，但与当时西方的建设水平相去甚远。20 世纪以后，外国的在华利益日渐扩大，来华的各式人等日益增加，为与其商业规模和文明开化程度相匹配，在上海、天津、汉口等地开始出现了宏大

华丽的西方古典式建筑和新式的高层建筑，同时期修流行的建筑样式也被迅速引进。20 世纪 20 年代以后，中国的建筑师陆续学成归国，也设计建成了一大批具有代表性的近代建筑。

不论时间、空间还是发展的轨迹，近代建筑的发展都反映了近代化进程的不同路径及多样的表现形式。这种多样性也反映出由于近代以来一直缺乏一个统一的、具有强烈近代化意识的中央政府，近代化建设因而明显缺乏统一性。19 世纪中叶以后，清政府在太平天国和第二次鸦片战争的内外交攻之下，中央政府的权力逐渐向地方强人转移，地方各自为政，使中央的政令难以通达，部署无法实现。近代化的建设不是处于无序自发的状态，就陷于上下冲突的困顿中。历史学家称近代中国的现代化是“畸形的、屡遭挫折的、甚至可说是失败的现代化”。还有的学者根据中国早期现代化缓慢被动、缺乏动力的特点，将近代中国的现代化历程称作“传动性”的现代化。这些说法都反映了中国早期近代化是一个缓慢曲折、断断续续的过程，受到外部千丝万缕的影响，中外关系错综复杂。正是由于这些原因，才造成了中国近代建筑的丰富多样、色彩斑斓。

第二，中国近代建筑产生与发展具有明显的全球关联性。中国近代史是一部世界主动走向中国、中国被迫被卷入到资本主义的世界体系的历史。同样的，近代以来的中国的建筑活动已经成为世界建筑发展的一部分，具有全球性的特征。中国近代建筑的出现和早期发展是与列强在中国推行其经济和文化的殖民政策分不开的：殖民主义的发展“不但需要物质征服亚非殖民地，更需要殖民地在思想和文化上倾慕仿效其宗主国”。列强对殖民地除了军事占领外，以自身社会为样本，在殖民地建立了一整套司法、卫生、文教体系。西方化社会体系的建立也加速了西方思想在殖民地的传播，从而加深了殖民地对西方的依赖程度，而这些都在殖民地的物质环境建设中得到具体反映。

考察中国的近代建筑，应将重视其全球性的特征，联系当时世界建筑界的大背景加以研究。如果将这些建筑活动投置在世界背景中，以全球视野研究其产生及背后的动因，比较统一建筑样式在不同地区间的差异及原因，则有利于我们从

较高的位置来认识近代中国城市和建筑的全貌，并理解其所产生的语境及对其后所产生的影响。

第三，中国近代建筑的风格样式有强烈的指向性与连续性。中国近代建筑的另一个特征是其建筑样式具有明显的指向性，体现在政治诉求、文化政策和社会意识等方面。仔细辨析近代建筑的建造者与建造意图，则可以更准确地把握这种指向性。自古以来，物质建设和建设样式都服务于政治的需要。近代时期是中国民族主义思潮兴起、民族国家建构的重要时期，建筑样式具有更明显的传达政治意图的功能。例如，在 1928~1937 年的南京国民政府时期，由中国人主导的一系列城市规划和建设，都具有明显的民族性特征，期望以传统文化为旗帜，表达民族性、近代性及政权的正统性。

近代建筑的样式也可反映出文化政策的变迁。例如，上海等开埠口岸的早期西式建筑，不论是领事馆还是洋行办公楼，或是住宅，差不多都采用外廊式。庚子事变以后，鉴于我国民族主义运动声势的不断高涨，西方殖民者不得不反思其殖民政策，转而采用较为温和的方式，表现出对本土文化的尊重和合作的意愿。其姿态从不屑一顾、完全隔离到努力适应、融合其中。在文化和教育领域这一点体现得尤其明显。这一时期由外国人建造的外廊式建筑，虽然平面和早期的“买办式”相差无几，但普遍采用了中国民族形式的大屋顶，“它的平面采用的是‘殖民地式’建筑形式但是立面却没有一点‘殖民地式’建筑的味道”。随着殖民政策的变迁，外廊式建筑的象征意义也发生了根本的改变。

除此以外，中国近代建筑在建筑风格上还体现出很强的连续性。这种建筑样式上的连续性反映了鸦片战争以来几代中国人对近代化的一致追求。虽然洋务派、维新派和民国的各种改革派的事业最后都失败了，但是，要以“近代化”来改变“中古”的面貌，则是历史的逻辑。以外廊式建筑为例，自从十三行于1850年在广州重建开始算起，其建造与传播横亘了几乎整个中国近代时期。考察“外廊式”建筑的形制和意义的变迁，从物质建设的角度，可以为分析近代化和城市化在近代中国的进程提供了可靠、新颖的资料。

综上所述，中国近代史上的现代化，实际上是一种缺乏统一组织、散漫无序的近代化。其过程固然起伏跌宕、历尽曲折，但是中国人对求富求强的近代化追求却是始终如一的。中国近代化的这些特征也在近代建筑上一一得到反映。

从中国近代建筑的上述特征，可看到研究工作的两个基本着眼之处。第一，对近代时期移植流转进入中国的西方建筑样式应进行系统的分类和清理。以建筑样式的流变为主线编写建筑史的方法久遭诟病，但分类辨析建筑样式的工作，对我们从总体上认识近代建筑的种类和分布无疑是有益的。

第二，中国近代建筑是中国近代化进程的直观反映，因此，近代建筑的研究应该投置在中国近代史及至世界史的大框架下进行，以反映其时的社会发展和社会关系为鹄的。研究视野需扩大到全球，研究方法也当多样化，充分借鉴相关学科的研究经验和成果，才能不断发现新问题和新材料，丰富我们对近代建筑历史的认识。

1.2.3 与近代城市规划模式对应的三类建筑样式

在中国近代城市中出现的近代建筑，从其所在的城市的地理分布来看，在建筑式样上与城市规划类型上存在一定的对应关系，都以物质形态传达了建造者的政治意图。

但是，中国幅员广大，经济、社会发展十分不平衡。在西方冲击下进入近代后，区域发展的不平衡更加严重。在1842年五口通商之后，英、法、美实际经营的租界仅在上海一地。第二次鸦片战争虽然租界数量和范围增加并扩张到内陆，但即使在甲午战争开辟租界的高潮时期，实际上进行了大量建设的开埠城市只有有限几个，造成了“我虽全许，谅彼力亦尚不能全开”的事实。

在中国的内陆城市，建筑样式主要表现为“文化承续式”和“传统复兴式”；在中国半殖民地性质的开埠城市（上海、汉口、天津等）、租地城市（哈尔滨、大连、青岛），建筑样式主要表现为“文化移植式”或“文化植入式”。

中国的内陆城市在数量上是绝对的多数。对于受外力影响较小的中国内陆城市，由于相对封闭的地理位置与落后的经济基础，其社会的文化模式比较稳定，

导致了近代建筑绝大多数以延承传统形式和传统建造方式为主的特点。与沿海和沿江开埠城市不同的是，西方的文化和技术以断断续续、不成体系的方式传入这些内陆城市，这就决定了在近代中西文化交流中，中国虽然已然是处于弱势的一方，但在这些内陆城市传统势力却仍然能占据主导的位置，以固有的惯性和方式抵抗或冲淡西方影响的渗透。

在这些城市中，为了与本土接收文化结构相适应，西方建筑文化必须经过改造，即外在地使用西方的方法，而不把它包含在旧传统之内，更不许它改变传统的观点，达到“中学为体，西学为用”的目的。这一点在表现民间生活观念和价值取向的居住建筑上体现得尤为明显。



图 1-2 昆明抗战胜利堂



图 1-3 太原某军阀宅第

例如，在昆明和太原近代建筑中表现有传统大屋顶与西式的门窗相结合（图1-2）、传统建筑局部点缀西式建筑符号的方法等（图1-3）。而同一时期，在上海、武汉等地则无不以仿效西方联排住宅平面的里弄（里份）为时尚。

由于在思想上受到的外部冲击较少而能够坚持传统的价值取向，所以面对外来文化时，对新技术和新形式多是作为满足“猎奇”心态的需要，而不去深究其精深层面的含义。

例如，在贵州天主堂中，立面处理、材料使用和施工做法，均表现出地方传统的厚重（图1-4）。又如，在开平，虽然1800多座碉楼在形式上模仿各个时代的欧洲建筑风格，外观及细部各不相同、争奇斗妍，但是对基本的西方技术如钢筋的绑扎和混凝土的制作等，却并无足够的理解（图1-5、图1-6）。



图 1-4 贵州天主堂东立面局部


图 1-5 开平瑞石楼


图 1-6 开平蚬岗四豪楼中楼板钢筋的绑扎

值得注意的是，设计和修建这些建筑的几乎都是当地农民，而不是如开埠城市中那些受过正规西方教育的建筑师和营造队伍。在设计思想和营造方法上，前者更多的是传统方式的延续。

同时，在这些中国的内陆城市中，传统积淀十分厚重，西方文化的渗透必须考虑到保有当地的地方文化特色。例如，位于西南腹地成都的平安桥主教堂及主

教公署，鉴于之前的教案的激烈冲突，法国建筑师将平面设计成中文“悚”字形，主教堂为罗马式，但主教公署为合院式群组，表现出明显的地方传统特征（图1-7、图1-8）。



图 1-7 成都平安桥主教堂



图 1-8 成都平安桥主教公署

这是建成在庚子事变之前的建筑。而在一些中国自开商埠地，出于民族自强等政治目的，效仿所谓政治上优势的国家，成为西方文化被许多非西方文化吸收的重要原因。但在这些商埠地中，民间商业建筑虽多贴上了“洋式店面”，但一般都最低限度地保留了传统匾额和招幌等文化认识单元，反映强烈的民族意识。

例如，在长春和济南商埠地的近代建筑都大量使用了西方建筑元素，但蕴含了中国传统的建筑符号和精神层面的追求，这是在租界和殖民地建筑中不可能看到的。相反，外国人修建的建筑大都采用殖民地流行的式样，如“外廊式”立面，则与此形成强烈对比。

上述这些例子，说明在社会文化模式比较稳定的内陆城市，近代建筑的样式以承续传统为主，虽然加入西方的影响，但没有中断传统文化自身的发展。表现为文化的承续。

而在1927年之后，国民政府在主要的官方建筑上采用中国固有形式，“所以发扬光大本国固有之文化也”。“中国固有之建筑形式”的选择使“首都计划”中第一次将建筑形式纳入规划控制的范畴。其中“建筑形式之选择”一项认为首都的建筑，尤其是行政公署及图书馆、博物馆、演讲堂等公共建筑宜采用“中国

固有之形式”。因为传统建筑形式可“发扬光大本国之固有文化”“颜色之配用最为悦目”“光线空气最为充足也”“具有伸缩之作用利于分期建造”。最突出的例子是南京的建筑（图1-9、图1-10）以及1928年武汉大学的校园规划及建筑。

这些建筑和中国人主导的一系列城市规划的共同特征，是都毫不犹豫的使用了西方最新的技术，某些方面也受到西方审美观的影响，但都是在传统文化的旗

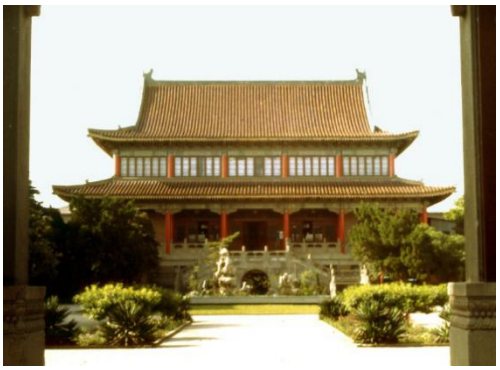


图 1-9 南京党史史料馆



图 1-10 南京中央博物院

帜下进行民族国家建设，以此体现国家主权和民族尊严。1927年以后的这些城市规划和“传统复兴式”建筑，一方面体现了民族主义建设建立在对传统文化资源利用的基础上，另一方面也急欲说明其与传统文化绝不完全一致，而更多的要显示现代性、新国民性以及统治的正统性。

关于“传统复兴式”建筑，需要提及的，就是在危机重重的20世纪初年，在中国普遍努力仿效西方古典复兴式建筑的同时，西方教会大学和医院却普遍采用中国传统建筑式样。

1901年《辛丑条约》签署之后，在战败的中国努力向西方学习，在官方建筑上采用西方建筑形式的同时，西方也在反思自身的政策。为了缓和中西文化冲突的矛盾，教会淡化了其在思想教化上的职能，而将开始大力兴办教会大学和医院。美国提出所谓教会学校的“新口号”：“更有效率、更基督化、更中国化。”即要求教会学校“在性质上彻底地基督化、在气氛上彻底地中国化、并把效率提高到一个新高度”。

教会学校的这一新口号导致其各个方面彻底中国化，是教会校舍追随中国传统民族形式的直接原因。这些建筑其平面设计满足功能要求，而在建筑立面造型上用近代新技术新材料以不同手法再现中国传统建筑形式。大屋顶、倒挂斗拱、仿制梁枋成了教会大学建筑常用的构件。在华的美国建筑师最先开始积极模仿中国传统建筑形式，并将大屋顶和传统装饰细部加之于教会大学，20世纪20年代建的燕京大学和南京金陵女子大学即是典型产物。（图1-11、图1-12）



图 1-11 北京燕京大学贝公楼



图 1-12 南京金陵大学北大楼

同时，由在华外籍（主要是美国）建筑师主持设计修建的这些教会大学建筑，是对传统建筑现代化的初次尝试。这对后起的中国建筑师（如在墨菲设计事务所中工作过的吕彦直）的创作起到重要影响，也是北伐胜利后“中国固有建筑形式”得以付诸现实的重要参考。

鸦片战争后，在中国沿海开放口岸城市，由外国直接传入、或受外来建筑文化影响较大的建筑，基本上是“文化移植”的产物。这一类建筑集中在租地城市（如青岛、哈尔滨）、开埠商业城市（如上海、武汉）和受外来影响较大的政治中心城市（如北京）中，以上海外滩为典型群体，广州沙面、北京东交民巷为典型地段，清末官厅建筑为典型个体。

近代中国版图上，在租地城市出现了最初的西方式古典城市规划，如俄罗斯风格的哈尔滨（1896~1920年）、大连（1896~1905年）以及德国风格的青岛（1897~1914年）。这一时间内，殖民主义城市规划从城市局部地区走向一个完整城市的规划，“也是中国近代城市规划史上最早的由规划而建设的完整城市”。

除了规划上的完整，重要的官方建筑式样的统一，也是租地城市的重要特征。

由于这些地方原来没有城市建设、建筑风格混乱，殖民者得以不受既有影响、推倒一切重来进行规划和建筑设计，完整地把体现其本国民族风格地建筑输入进来。

例如，青岛在德占时期以近代欧洲公共建筑形式为主，官邸、别墅、商店、住宅多建于市南区沿海一带，层高不超过三层，限高18米。房屋设计多样化是青岛近代建筑的一大特点，合理运用不同色彩的石料，做光面或毛面的处理，是使建筑物达到多样化的一种手段。但是这种建设的多样性却处在一定的强制规范之下，因此这些不同欧洲风格的尖塔，梯形瓦屋面和建材能有机结合，作为一种提炼符号在青岛一直影响至今。很多建筑采用红瓦、黄墙、石基及富富于变化屋顶坡顶的德国风格，从多样化中求得一致。

同时，文化移植建筑在租地城市会出现与这种式样原本意义相去甚远的现象。例如，哈尔滨“新艺术运动”是从西欧这一样式兴起同时代引入的。西欧的新艺术运动的样式同当时总的气氛是一致的，自然和谐，崇尚简洁美。其在哈尔滨出现，却是为了炫耀俄国的国力，表现出“高人一等”的心态。俄国殖民者不仅仅把新艺术运动看作是一种“新样式”，更主要的是通过它夸示其国力。但是，在哈尔滨“人们并不把新艺术运动理解成为同既存的样式相对抗而产生的新样式，而被看作是由建设的主体（东清铁路公司）‘导入’的样式”，直到20年代后期西欧早已不流行这种式样时仍有建造。在哈尔滨，城市建设中导入的新艺术运动样式，如同其他古典样式、哥特样式一样，毫无区别地被予以吸收。在西欧新艺术样式被用于住宅和一些公共建筑，在哈尔滨则被大量用于官方建筑。

与租地城市不同的是，在开埠商业城市内，建筑活动则带有很大的随意性。汉口租界除了流行古典主义形式之外，也表现出各国传统文化的影响，不同风格、不同时期的建筑出现在租界内，反映出近代开埠城市建设的混乱。如原汉口中华基督教会总堂，反映出中西混杂现象，正面四根高直向上的尖柱立在封火墙上。教堂入口门斗以及披檐又用地方瓦材做成，且披檐两侧还有马头墙，带有明显的地方色彩。

外来的建筑移植和新城市的规划建设，直接影响了中国政府自己的近代城市规划实践，具体表现为“从街道到马路的城市改造以及从马路到街区的新区开发”，成为中国城市交通改造与商埠地建设的突出特征。在西方化就是现代化的心态之下，开埠城市的中国人市区和政治中心城市也大量出现了西方古典复兴式建筑，尤其国家权力部门（如政府办公大楼）、海关和银行等。这在受外来影响较大的政治中心城市北京尤甚，清末官厅建筑成为文化移植式建筑的典型个体（图1-13、图1-14）。

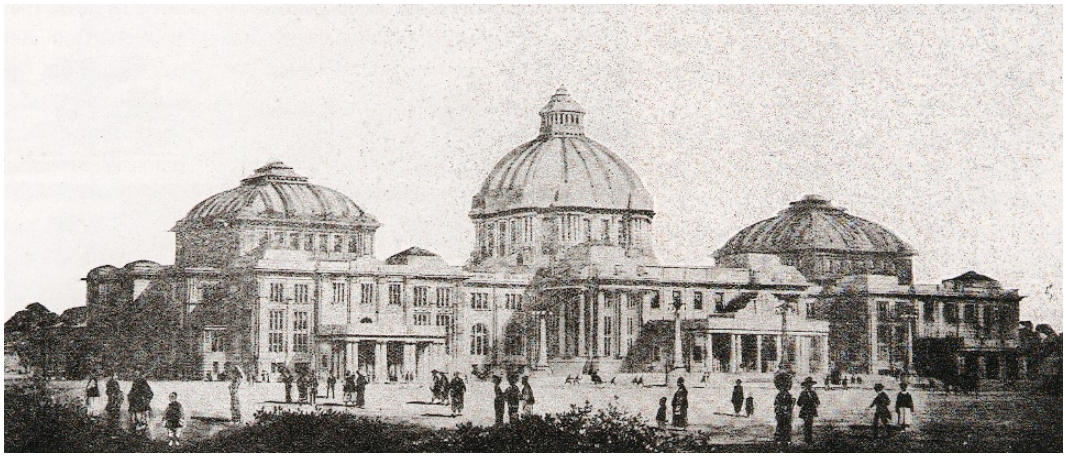


图 1-13 北京资政院透视图



图 1-14 北京大理院南部外观

殖民地型城市规划主要见于东北地区。该规划模式早期多施用于租借地和铁

道附属地的规划设计，并最终在日本政府扶持的伪满洲国“国都”长春的规划设计中形成规模。长春伪满洲国“国都”时期的近代建筑，在单体上与文化移植式建筑有很多类似之处，但以一个城市为整体进行研究，则二者又有很大的不同。

东北地区的殖民地型城市规划是政府强烈、全面的干预意识的外化；它是国家主义的，通过统一规划设计的城市与建筑，将政治意图清晰呈现。从建筑单体的层面看，租借地的建筑与租界的建筑或许没有太大的差异。但是如果在城市规划的整体框架下审视这些租借地建筑，则可见其作为政治、经济、军事根据地建筑在规划上的有序性和形制的一致性；这种现象很难出现在权力分立，并以经济活动为主的租界和开埠城市。

在当时，东北是真正意义上的边疆地区，近两百年的禁封政策（1668~1860年）遏制了它与外界的交流。因此，日本方能以其强势的文化与侵略统治力量在长春构建起一座现代形态和功能迅速占据主宰的城市。“兴亚式”的复古主义建筑被应用在主要的官方建筑（伪满帝宫、伪满八大部建筑及伪满最高法衙）上，意在“以资对内笼络人心，亦为对外宣扬国威之重要途径”（《新京城市计划概要草案》），同时刻意地追求“大东亚“的民族性，藉物质层面的规划和建筑表达“非西方化”的现代化(图1-15、图1-16、图1-17)。



图 1-15 长春伪国务院，2004 年



图 1-16 长春伪司法部，2004 年



图 1-17 长春伪最高法衙，2004 年

从城市整体上看，文化植入式建筑服务于殖民政府在当地的统治，一定程度上也是殖民者试图解决国内现存的各种社会、阶级矛盾的实验场。所以，殖民

地的文化植入式建筑既有多样性，又有高度的统一性。

1.3 近代建筑的价值与意义

近代建筑数量众多、类型繁杂且多位于城市繁华地带并仍在使用。随着改革开放的深入，加强近代建筑的认识以及如何对其进行再利用，也引起了越来越多的关注。

1988 年 11 月 10 日，建设部、文化部联合发出《关于重点调查、保护优秀近代建筑物的通知》。这个《通知》体现了在新的形势下，国家主管部门对近代建筑价值的认识和评价，并开始重视其保存与再利用问题。1991 年 3 月，建设部城市规划司、国家文物局和中国建筑学会约集我国部分著名建筑专家和文物保护专家在北京召开“近代优秀建筑评议会”，并提出了《专家建议近代优秀建筑名单》。在改革开放时代，近代建筑的保护与再利用成为国民经济和城市建设的重要组成部分，这也是中国近代建筑史研究在 1985 年趁势而起，在异常薄弱的基础上艰难起步，但在 20 多年间能够不断发展、不断深入的重要原因之一。

对近代建筑价值的认定，是进行保护工作的基础。一般而言，建筑价值可分历史价值、科学价值和艺术价值等三方面评估。其中历史价值指文物古迹作为历史见证的价值，近现代建筑因其与中国革命和现代化历程密切相关，在历史见证方面又有若干不同古代建筑之处，如近现代名人故居、重大革命事件发生地等。科学价值指文物古迹作为人类的创造性和科学技术成果本身或创造过程的实物见证的价值。近代时期因引入了西方的建筑结构形式（如木屋架、钢桁架）、新的建筑材料（钢、混凝土、水泥等）和新的建造与施工方式，科学技术成为评定近代建筑价值的重要内容。艺术价值是文物古迹作为人类艺术创作、审美趣味和特定时代典型风格的实物见证的价值。近代建筑丰富的艺术形象是近代时期中西交流的集大成者，也是体现其价值的重要方面。2015 年版《中国文物古迹保护准则》第三条对文物古迹的历史价值，艺术价值，科学价值进行了重新界定，除此以外，在价值评价体系中又添加了社会价值（包含记忆、情感和教育等内容）

和文化价值（包含文化多样性、延续性等内容）。如《准则》所说，“社会价值和文化价值不仅是大量文物自身具备的价值；同时，社会价值还体现了文物在文化知识和精神传承、社会凝聚力产生等方面所具有的社会效益，文化价值还体现了文化多样性的特征和与非物质文化遗产的密切联系。”

中国近代建筑是多元文化下的产物，其结构、材料和建筑形态有其特定的历史环境，不能成为当代中国建筑师创作的样板。但是，它作为中国建筑史中承上启下的重要组成部分，对现代建筑设计有重要的参考价值。同时，中国近代建筑作为多元文化下的历史见证，是我们珍贵的文化资源，应注意对其保护，进行合理的再利用，使其成为现代城市和社会的有机组成部分。

中国近代建筑数量庞大，质量参差，不能笼统地提“保护”。对近代建筑必须分级分类，区别对待，分别决定对其采取保护、利用(再利用)，废弃或拆除的对策。近代建筑可分为“历史建筑”“有价值的历史建筑”“文物建筑”三类。其中，“有价值的历史建筑”类同于建设部 2004 年 3 月 6 日所发《关于加强对城市优秀近现代建筑规划保护的指导意见》中所列指的“城市优秀近现代建筑”。在上海，称之为“优秀历史建筑”；在天津，称之为“历史风貌建筑”。

对于“文物保护单位”来说，应遵循《文物保护法》进行管理和保护；对于“历史建筑”和“有价值的历史建筑”，则应进行科学准确的分级分类，区别对待，分别决定对其采取保护、利用或再利用的相应对策。

当前，在新的发展形势下，建筑设计业从增量转向以存量为主的设计，城市更新、旧建筑利用成为普遍关注的问题。搞清楚城市中大量存在的近代以来的建筑的历史沿革与价值定位就成为重要课题。

1.4 保护与利用的概况与特点

2015 年版的《中国文物古迹保护准则》重申了建筑保护的原则，是“在继续坚持不改变原状、最低限度干预、使用恰当的保护技术、防灾减灾等文物保护基本原则的同时，进一步强调了真实性、完整性、保护文化传统等保护原则，真正体现了中国文化遗产保护基本原则丰富而深刻的内涵。”对于近代建筑而言，

保护原则同样如此，也是为了尽可能将原始的、真实的、完整的特征信息保存下来，延续给后代。与此同时，人们逐渐认识到近代时期产生的各类新型文化遗产也亟待保护，型文化遗产保护在中国文化遗产保护中开始占有越来越重要的地位。其中，工业遗产、20 世纪遗产等具有传统文物保护所不具有的特点，诸多学者对这些遗产进行了调研，对其价值认定体系、保护理论和实践等开展了多方面的探索。针对近代建筑保护的一系列工作，如普查、测绘、修缮等，也对我们加深认识近代建筑发展的全面的图景和细节大有裨益。

近代时期西方技术的引进与应用在中国近代建筑的发展中起到至关重要的作用。钢、铁、水泥、混凝土等新建筑材料的出现以及由此产生的新结构形式，因应着新出现的建筑类型如火车站、展览馆、影剧院等，一再改变了建筑的形制和城市的景观。随着钢筋混凝土结构和钢结构的出现与成熟，也使得高层建筑成为塑造城市形象的重要元素。而这个过程首先发生在西方，其本身就是一种近代化历程。

例如，近代建筑的屋面结构形式是区别于传统建筑的重要特征，用三角屋架代替传统的穿斗、抬梁等结构形式实现大跨度、大空间的建造。1910 年张锲绪在北京出版的《建筑新法》在“木工”一章下专门用一节介绍木屋架（“柁架”）的 6 种形式，并给出各种屋架适用的房间尺寸，“经历实验，确有把握，应用时藉做参考，已足敷用”。但近年来对近代建筑的实地测绘中发现，木屋架形式而言，也远远超出成书较早的《建筑新法》中所总结的 6 种基本型，而产生很多变化。在更大跨度的工业建筑中钢桁架的变化形式更加丰富。

另如，清华大礼堂自 1922 年建成以来一直是该校的标志性建筑。在其设计人——亨利·墨菲的档案中发现了其设计图纸，但其剖面图明显与现状不符，因大礼堂的穹顶没有开顶洞，根本无法自穹顶采光，显示了初步设计与实际建造间的巨大差别。此外根据剖面设计图上标示的“Guastivino Domes&Ribs”的字样（系错拼），查找并系统研究了到 20 世纪以后深刻影响了美国城市形象的关斯塔维诺穹顶建造体系（Guastavino Domes&Ribs）。2013 年对大礼堂进行的全面

测绘中，比对原始设计图研究，发现大礼堂建造与清华早期校园规划的重要关联，探讨“设计—修订—建造”的历史过程，也解释了何以用混凝土薄壳替代原设计方案的原因。根据实测结果，清华大礼堂的穹顶结构没有使用关斯塔维诺穹顶结构，而是使用了在当时造价更高的钢筋混凝土薄壳结构，并在其下用木龙骨吊顶形成第二道穹顶。

上述这些测绘、实地考察和档案文献工作都与建筑保护工作有关，是为建筑保护和修缮进行的前期基础研究。在这些面向实物的工作中，我们了解到正式文字资料和理论著作中没有或无法记录的丰富细节，为我们识读近代建筑的历史信息打开了另外一扇大门。

与建筑保护相关的是对近代建筑的利用和再利用问题。建筑遗产的功能价值决定了其可利用的属性。尤其处于城市环境的近代建筑，其建筑质量较高，如果只是保护其躯壳而弃置不用，无异于将其从丰富、连续的城市生活中剥离出来，再无生机可言。一个典型的例子是 20 世纪 30 年代建成的上海市博物馆和上海市图书馆，二者对向而立，与上海市政府大楼（今上海体育学院主楼）一道成为“大上海计划”中最主要的建筑物。时过境迁，原上海市博物馆成为长海医院的影像医学楼，用于少量做 CT 等诊疗的病人使用，因维护得当，保护颇为得当。反之，原上海市图书馆则被栏杆围起来任其荒芜，琉璃屋面甚至杂草丛生。相形之下，更显得单纯的保护不但不能使建筑在新的城市环境中发挥其应有的功能，连对建筑本体的保护也会适得其反（该处已被利用改扩建为杨浦区图书馆）。（图 1-18、图 1-19）

应该注意的是，对建筑遗产进行利用，延续了建筑遗产原本存在的意义，却增加了特征信息被改变或破坏的风险。这就是保护与利用的矛盾。因此，《中国文物古迹保护准则》对合理利用问题专辟章节，分别从功能延续和赋予新功能等角度，阐述了合理利用的原则和方法，提出应根据文物古迹的价值、特征、保存状况、环境条件，综合考虑研究、展示、延续原有功能和赋 予文物古迹适宜的当代功能的各种利用方式，强调利用的公益性和可持续性，以避免过度利用。新

时代下我国对近代建筑的保护、（再）利用要通过细致的理论学习和创新，并在不断的实践中加以总结，形成一套适合我国国情的新理论和方法。

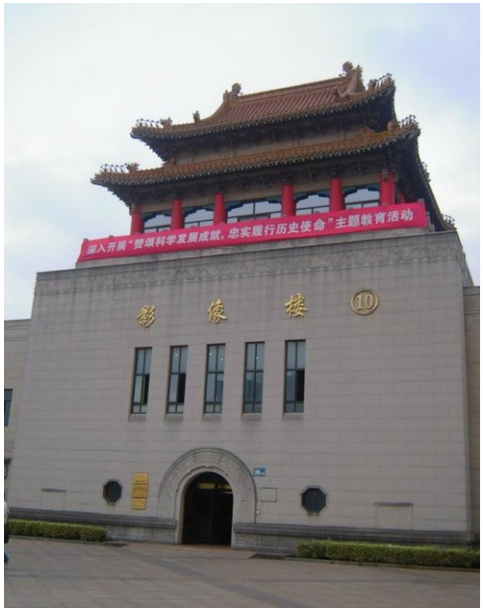


图 1-18 原上海市博物馆



图 1-19 原上海市图书馆

2 保护利用的内容与方法

中国近现代建筑的保护与利用在尺度上存在五个层面，即城市尺度、街区尺度、建筑群尺度、建筑单体尺度，以及建筑结构材料与室内装饰特征尺度。城市或某一特定区域的重要特征与他的街道、树木、街区和标志性建筑等因素关系密切。对于近现代建筑发挥了重要作用的中国城市，应以整个城市为尺度采取风貌上的保护；街区尺度着重于保护特定街道或社区的整体风貌及特征；建筑群尺度则针对由近现代建筑构成的建筑群体的保护与利用。

近现代建筑遗产的保护技术与方法应基于严格的历史分析与价值判断，在明确了建筑的重点与最主要价值后再进行使用价值的分析，并以此为基础开展合理的保护与利用。近现代建筑遗产的保护方式在手段与力度上可分为三类，即静态式保护、风貌保护和片段式保护。在具体的实践中，应根据建筑的保护级别，采用与之相匹配保护方式。其中，针对纪念性建筑以及国家级和省级文物保护单位等重要建筑，应采取最严格的保护手段（静态的博物馆式保护），以恢复建筑的历史原貌；风貌保护是在保护建筑及其环境主要特征的前提下，根据使用功能的要求，对建筑内部空间做出适宜的改动，以满足新时代的使用需求；片段式保护是一种特征性保护，主要针对建筑的主立面、内部典型部位等特征性要素进行保护，而建筑的其余的部分则可与新建筑相融合；这种方式最大限度地利用了原有建筑的历史文化传统，同时也发挥了它在当下的使用功能。近现代建筑遗产的保护方式在具体操作上主要涉及以下方面，即对近现代建筑遗产的保养、维护、监测、加固、修缮、保护性设施建设、迁建、环境整治、平移、整体抬升、加建、改扩建，以及地下空间的开发与利用。

近现代建筑保护与利用的难点在于每一种方法都应以价值分析与判断为前提，在涉及具体的技术做法需要高度谨慎、合理利用并且严格分析。可以说，近现代建筑的保护与利用在方法与层面上完全取决于对建筑的价值判断。价值判断既是本章节的要点，同时也是本书的要点，因此，本文将对其展开系统性阐释。

2.1 城市与建筑保护

2.1.1 城市层面的保护原则

（一）保护和加强点、线、面的城市形态

城市中历史道路的格局、尺度、道路断面的整体形态要得到完整保护。道路旁的城市广场、建筑应体现城市特有的布局特点。城市历史道路两侧的新建建筑应严格控制体量、高度及其与道路的关系。沿历史道路重要的城市界面、城市节点、重要的历史建筑本体保护之外，其周边的环境特点、空间意象要得到加强和保护。（图 2-1、图 2-2）



图 2-1 青岛八大关地区航拍

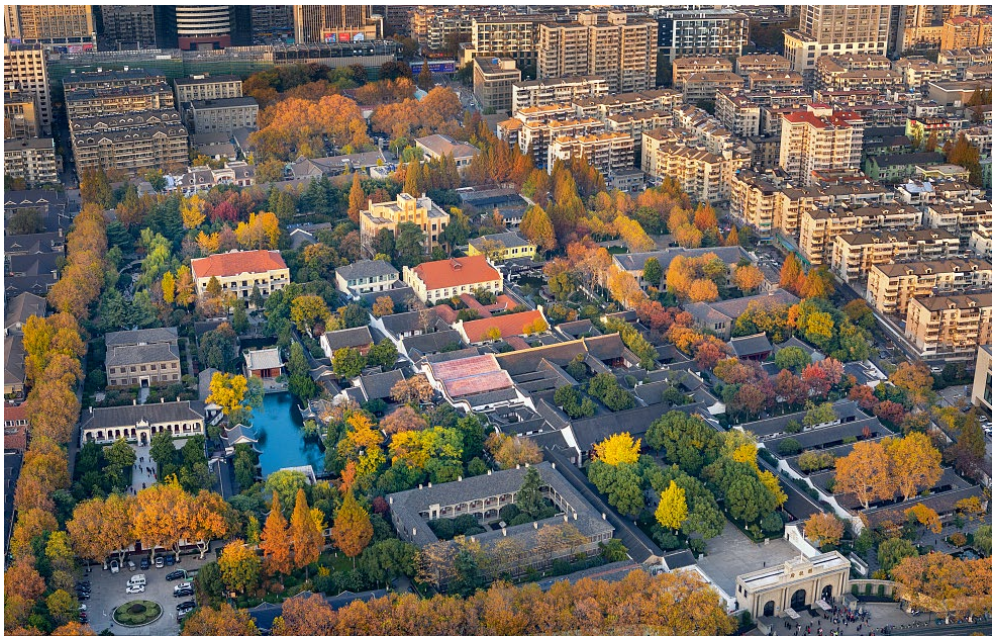


图 2-2 南京总统府航拍

（二）保持并强化面状群落其特征

系统化地规划与保护历史片区，严格控制在片区历史环境中增加大体量建筑。散落在城市中的各种建筑，不仅要对本体加以保护，同时也要控制周边环境，在高度、体量、色彩等方面要与历史建筑相协调。建筑的调查、研究和保护规划需要系统进行，应建立城市近现代建筑历史档案、价值评估、使用状况和未来规划等信息的立体化数据库，为保护利用提供基础。（图 2-3、图 2-4）



图 2-3 南京颐和路公馆区航拍图



图 2-4 天津五大道航拍图

（三）强化城市和建筑特点

从建筑历史文脉出发，城市未来的发展要兼容并蓄，统筹考虑历史、现在和未来。原有的城市肌理要加以强化，原有建筑特点要继续保留，形成具有地方特色和深厚历史底蕴的现代化城市。（图 2-5、图 2-6）



图 2-5 上海外滩夜景



图 2-6 广州沙面夜景

2.1.2 建筑保护利用方法

（一）保养维护及监测

保养维护及监测是文物古迹保护的基础。保养维护能及时消除影响建筑安全的隐患，并保证其整洁度。监测是认识建筑蜕变过程及时发现建筑安全隐患的基本方法。对于无法通过保养维护消除的隐患，应实行连续监测，记录、整理、分析监测数据，作为采取进一步保护措施的依据。对可能发生变形、开裂、位移和损坏部位的仪器监测记录和日常的观察记录。保养维护是根据监测及时或定期消除可能引发建筑破坏隐患的措施。如及时修补破损屋面，清除影响安全的杂草植物，保证排水、消防系统的有效性，维护其环境的整洁等，均属于保养维护的内容。作为日常工作，保养维护通常不需要委托专业机构编制专项设计，但应制定保养维护规程。说明保养维护的基本操作内容和要求，以免不当操作造成对建筑的损害。

（二）加固

加固是直接作用于建筑本体，消除蜕变或损坏的措施。加固是针对防护无法解决的问题而采取的措施，如灌浆、勾缝或增强结构强度以避免建筑结构或其他

构成部分蜕变损坏。加固措施应根据评估，消除隐患，并确保不损害建筑本体。（图 2-7）

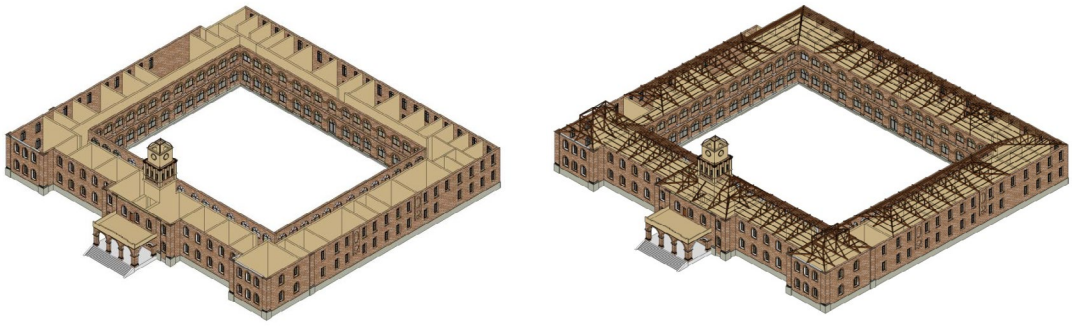


图 2-7 近现代建筑修缮工程中承重墙、屋架加固模型示意

加固是对建筑不安全的结构或构造进行支撑、补强，恢复其安全性的措施。应特别注意避免由于改变建筑的应力分布而产生的对文物古迹造成的新损害。由于加固要求增加的支撑应考虑对建筑整体形象的影响。非临时性加固措施应当做出标记、说明，避免对参观者造成误解。加固必须把对建筑的影响控制在尽可能小的范围内。若采用表面喷涂保护材料，或对损伤部分灌注补强材料，应遵守以下原则：1、由于此类材料的配方和工艺经常更新，需防护的构件和材料情况复杂，使用时应进行多种方案的比较，尤其是要充分考虑其不利于原状的方面；2、所有保护补强材料和施工方法都必须在实验室先行试验，取得可行结果后，才允许在被保护的建筑实物上作局部的中间试验。中间试验的结果至少要经过一年时间，得到完全可靠的效果以后，方允许扩大范围使用；3、要有相应的科学检测和阶段监测报告。当建筑自身或环境突发严重危险，进行抢险加固时，应注意采取具有可逆性的措施，以便在险情舒解后采取进一步的加固、修复措施。

（三）修缮

修缮包括现状整修和重点修复。现状整修主要是规整歪闪、坍塌、错乱和修补残损部分，清除经评估为不当的添加物等。修整中被清除和补配部分应有详细的档案记录，补配部分应当可识别。重点修复包括恢复建筑结构的稳定状态，修补损坏部分，添补主要缺失部分等。对于重要的历史建筑应慎重使用全部解体的

修复方法。经解体后修复的建筑应全面消除隐患。修复工程应尽量保存各个时期有价值的结构、构件和痕迹。修复要有充分依据。附属建筑只有在不拆卸则无法保证本体安全的情况下才被允许拆卸，并在修复后按照原状恢复。由于灾害而遭受破坏的建筑，须在有充分依据的情况下进行修复，这些也属于修缮的范畴。（图2-8、图 2-9）

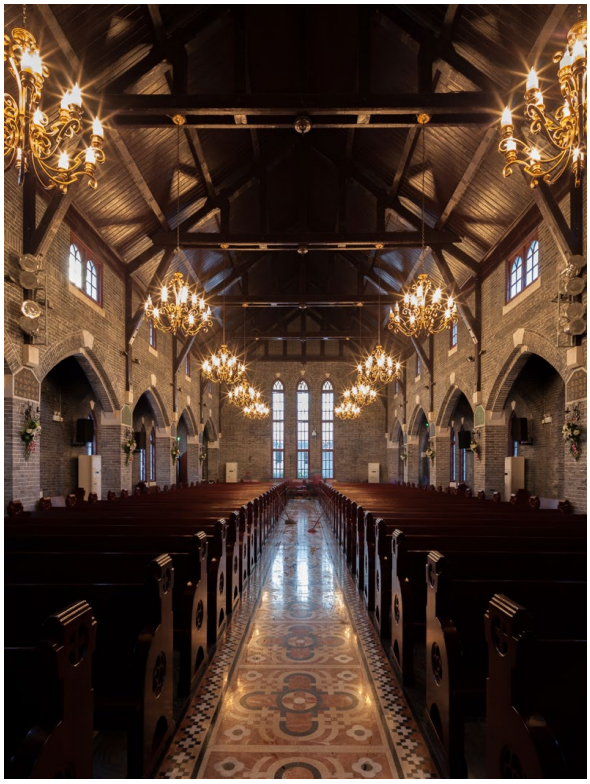


图 2-8 典型近现代西洋式教堂建筑修缮后内景

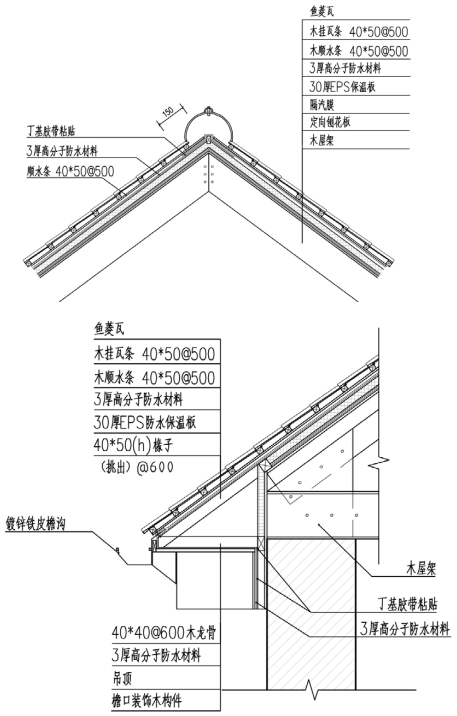


图 2-9 典型近现代西洋式屋顶修缮图

现状整修和重点修复工程的目的是排除结构险情、修补损伤构件、恢复文物原状。应共同遵守以下原则：一是尽量保留原有构件。残损构件经修补后仍能使用者，不必更换新件。对于年代久远，工艺珍稀、具有特殊价值的构件，只允许加固或做必要的修补，不许更换；二是对于原结构存在的，或历史上干预造成的不安全因素，允许增添少量构件以改善其受力状态；三是修缮不允许以追求新鲜华丽为目的重新装饰彩绘；对于时代特征鲜明、式样珍稀的彩画，只能作防护处理；四是凡是有利于建筑保护的技术和材料，在经过严格试验和评估的基础上均可使用，但具有特殊价值的传统工艺和材料则必须保留。

现状整修包括两类工程：一是将有险情的结构和构件恢复到原来的稳定安全状态，二是去除后期添加的、无保留价值的建筑和杂乱构件。现状整修需遵守以

下原则：第一，在不扰动整体结构的前提下，将歪闪、坍塌、错乱的构件恢复到原来状态，拆除后期添加的无价值部分；第二，在恢复原来安全稳定的状态时，可以修补和少量添配残损缺失构件，但不得大量更换旧构件、添加新构件；第三，修整应优先采用传统技术；第四，尽可能多地保留各个时期有价值的遗存，不必追求风格、式样的一致。重点修复工程对实物遗存干预最多，必须进行严密的勘察设计，严肃对待现状中保留的历史信息，严格按程序论证、审批。

重点修复应遵守以下原则：第一，尽量避免使用全部解体的方法，提倡运用其他工程措施达到结构整体安全稳定的效果。当主要结构严重变形，主要构件严重损伤，非解体不能恢复安全稳定时，可以局部或全部解体。解体后，应按照原样进行修复。修复后应排除所有不安全的因素，确保在较长时间内不再修缮；第二，允许增添加固结构，使用补强材料，更换残损构件。新增添的结构应置于隐蔽部位，更换构件应有年代标志；第三，不同时期遗存的痕迹和构件原则上均应保留；如无法全部保留，须以价值评估为基础，保护最有价值部分，其他去除部分必须留存标本，记入档案；第四，修复可适当恢复已缺失部分的原状。恢复原状必须以现存没有争议的相应同类实物为依据，不得只按文献记载进行推测性恢复。对于少数完全缺失的构件，经专家审定，允许以公认的同时代、同类型、同地区的实物为依据加以恢复，并使用与原构件相同种类的材料，但必须添加年代标志。缺损的雕刻、壁画和珍稀彩画等艺术品，只能现状防护，使其不再继续损坏，不必恢复完整；第五，建筑群在整体完整的情况下，对少量缺失的建筑，以保护建筑群整体的完整性为目的，在有充分的文献、图像资料的情况下，可以考虑恢重建筑群整体格局的方案。但必须对作为文物本体的相关建筑遗存，如基址等进行保护，不得改动、损毁。相关方案必须经过专家委员会论证，并经相关法规规定的审批程序审批后方可进行。

（四）保护性设施建设

保护性设施建设是指通过附加防护设施保障建筑和人员安全。保护性设施建设是消除造成建筑损害的自然或人为因素的预防性措施，有助于避免或减少对建筑的直接干预，包括设置保护设施，在遗址上搭建保护棚罩等。监控用房、库房及必要的设备用房等也属于保护性设施。它们的建设、改造须依据相关保护规划和专项设计实施，把对建筑及环境影响控制在最低程度。

保护性设施应留有余地，不求一劳永逸，不妨碍再次实施更为有效的防护及加固工程，不得改变或损伤被防护的建筑本体。添加在建筑的保护性构筑物，只能用于保护最危险的部分。应淡化外形特征，减少对其原有的形象特征的影响。增加保护性构筑物应遵守以下原则：一是直接施加在建筑上的防护构筑物，主要用于缓解近期有危险的部位，应尽量简单，具有可逆性；二是用于预防洪水、滑坡、沙暴等自然灾害造成破坏的环境防护工程，应达到长期安全的要求。

建造保护性建筑应遵守以下原则：一是设计、建造保护性建筑时，要把保护功能放在首位；二是保护性建筑和防护设施不得损伤保护本体，应尽可能减少对环境的影响；三是保护性建筑的形式应简洁、朴素，不应当以牺牲保护功能为代价，刻意模仿某种古代式；四是保护性建筑在必要情况下应能够拆除或更新，同时不会造成对保护本体的损害；五是决定建设保护性建筑时应考虑其长期维护的要求和成本。消防、安防、防雷设施也属于保护性设施。

由于保护需要必须建设的监控用房、文物库房、设备用房等，在无法利用原有建筑的情况下，可考虑新建。保护性附属用房的建设必须依据文物保护规划的相关规定进行多个场地设计，通过评估，选择对保护建筑本体和环境影响最小的方案。

（五）迁建

迁建是经过特殊批准的个别的工程，必须严格控制。迁建必须具有充分的理由，不允许仅为了旅游观光而实施此类工程。迁建必须经过专家委员会论证，依法审批后方可实施。必须取得并保留全部原状资料，详细记录迁建的全过程。

迁建工程的复杂程度等同于重点修复工程，应当遵守以下原则：一是特别重要的建设工程需要；二是由于自然环境改变或不可抗拒的自然灾害影响，难以在原址保护；三是单独的实物遗存已失去依托的历史环境，很难在原址保护；四是建筑本身具备可迁移特征。

迁建新址选择的环境应尽量与迁建之前的环境特征相似。迁建后必须排除原有的不安全因素，恢复有依据的原状。迁建应当保护各个时期的历史信息，尽量避免更换有价值的构件。迁建后的建筑中应当展示迁建前的资料。迁建必须是现存实物。不允许仅据文献传说，以修复名义增加仿制建筑。

（六）环境整治

环境整治是保证建筑安全，展示建筑环境原状，保障合理利用的综合措施。整治措施包括：对保护区划中有损景观的临时建筑进行调整、拆除或置换，清除可能引起灾害的杂物堆积，制止可能影响建筑安全的生产及社会活动，防止环境污染对建筑造成的损伤。绿化应尊重建筑及周围环境的历史风貌，如采用乡土物种，避免因绿化而损害建筑和景观环境。（图 2-10）



图 2-10 近现代建筑修缮与环境整治

影响建筑环境质量的有以下三个主要因素：第一，自然因素。包括风暴、洪水、地震、水土流失、风蚀、沙尘等；第二，社会因素。包括周边建设活动和生产活动导致的震动、污水和废气污染、交通阻塞、周边治安状况以及杂物堆积等；第三，景观因素。主要指周边不谐调的建筑遮挡视线等。对可能引起灾害和损伤的自然因素，应重点做好以下工作：①建立环境质量和灾害监测体系，提出控制环境质量的综合指标，有针对性地开展课题研究；②编制环境治理专项规划，筹

措充足的专项资金；③制订紧急防灾计划，配备救援设施；④整治应首先清除位于保护区划内，影响文物古迹安全的建设和杂物堆积，根据规划和专项设计有计划地实施整治维护；⑤对可能损害文物古迹的社会因素进行综合整治，对直接影响文物古迹安全的生产、交通设施要坚决搬迁’对污染源头要统筹疏堵；⑥与有关部门合作，通过行政措施对严重污染并已损害文物古迹的因素实施积极的治理；⑦对交通不畅、周边纠纷和治安不良等因素，可通过“共建”“共管”，建立协作关系加以治理；⑧对可能降低文物古迹价值的景观因素，应通过分析论证逐步解决；⑨改善景观环境，应在评估的基础上清理影响景观的建筑和杂物堆积；⑩通过科学分析、论证、评估确定视域控制范围，并在保护区划的规定中提出建筑高度、色彩、造型等的控制指标，通过文物保护规划和相关城乡规划实现视域保护。

（七）平移

由于旧城区改造、道路拓宽等原因，某些近现代历史建筑需要在保持房屋整体性和可用性不变的前提下，将其从原址移到新址，如纵横向移动、转向或移动加转向等（图 2-11、图 2-12）。平移的基本原理是将建筑物在某一水平面切断，使其与基础分离变成一个可搬动的物体；在建筑物切断处设置可移动托梁；在就位处设置新基础；在新旧基础间设置行走轨道梁；安装行走装置，施加外加动力将建筑物移动；就位后拆除行走装置进行上下结构连接。



图 2-11 南京北京西路 57 号与天目路 32 号修缮平移后实景照片



图 2-12 南京北京西路 57 号与天目路 32 号修缮平移剖面示意图

（八）整体抬升

由于历史原因，历史建筑周边地势逐渐提高，使得历史建筑处于相对较低的地势，容易发生淹水、排水不畅等现象，进而威胁建筑安全。为应对这种危险，经常采取整体抬升建筑标高的策略（图 2-13）。基础切割，整体提升，重做基础，在场地标记原有标高位置，并做相关标志牌。抬升施工大致流程如下：①安

装提升机械式千斤顶，安装提升预应力螺纹钢筋并与抬升支架固定；②安装抬升同步控制设备；③安装结构应变监测设备和结构位移监测设备；④在钢牛腿下切断柱主筋；⑤结构抬升，同步控制千斤顶提升，完成一个行程，顶升过程中，进行结构监测，以保证同步顶升、结构安全；⑥锁紧防护用预应力螺纹钢筋，倒换千斤顶行程；⑦重复 5-6 步施工，直至完成顶升位至抬升高度；⑧锁紧防护用预应力螺纹钢筋，卸除千斤顶。

在南京博物院二期工程中，由于周边大楼的新建以及博物馆新馆的建设，老大殿的相对高度降低，显得越来越矮。为了突出处于轴线终端的老大殿的主体位置，强化和丰富中轴线，同时提升其底部空间使用功能和结构安全性能，该项目对老大殿采取了整体抬升的措施，最终抬升 3 米，大大突出了其视觉效果和在整个建筑群中的核心地位。同时其原有的近 3000 平方米的地下空间也得以利用。



图 2-13 整体抬升后的南京博物院老大殿

（九）加建、改扩建

加建、改扩建是指由于各种现实需要，对历史建筑局部进行改变，并增加部分新建建筑。包括水平向扩张或竖向加层等方式，也包括由于停车或其他需要，对历史建筑地下空间进行的开发利用。（图 2-14）

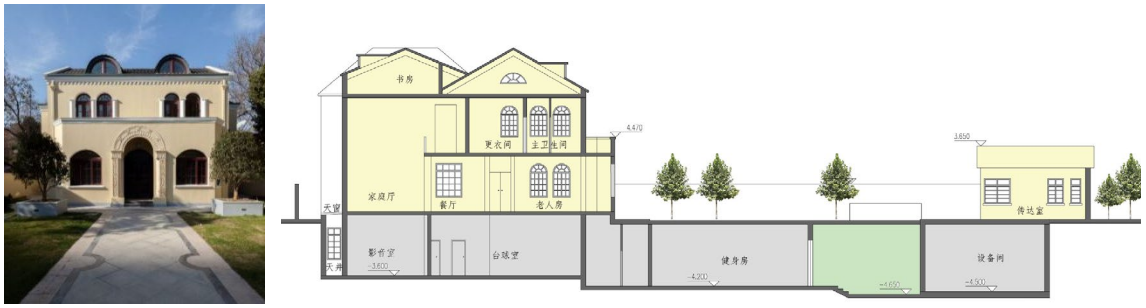


图 2-14 近现代建筑改加建、改扩建现状

（十）地下空间的开发与利用

地下空间是有别于传统的地上空间的，在城市空间的开发利用上有其独特的优势。例如在恒温性、恒湿性性能上，地下空间性能较好；在隔热性、遮光性、气密性等工程实现上，地下空间易于实现；同时由于地下空间的天然特性，在隐蔽性、空间性、安全性等方面，其表现比地上空间好。（图 2-12）

相比在原建筑上部加层，对既有建筑进行地下加层有着许多优点：首先，地上加层需要对原结构承重体系和原基础进行承载力、稳定性以及抗震性能验算，如不满足要求，则需要对原结构进行加固处理，这势必会增加改造的工程费用；其次，地上加层的维护材料多为轻型材料，施工完成后结构在质量和刚度分布上在加层处有较大的变化，不利于建筑的抗震设防；再次，进行地上加层很难满足某些使用功能方面的要求，例如增设商场或者停车场等功能，在狭小的城市空间里很难再开发出空地供人们停放汽车，对原建筑物进行地下加层改造则能很好地满足这些要求。

2.2 保护修缮与利用的研究及设计

2.2.1 保护修缮与利用研究

首先业主提出历史建筑保护修缮及改造利用的需求，委托相关设计单位对该需求的合理性及可行性在法律、技术等层面进行分析和判断，并提交项目建议书及可行性研究报告。其内容包括和基本历史信息、现状描述、保护修缮的目标等，形成一个社会、经济、法律层面的全面评估报告。其次由有相应资质的设计单位、测绘单位及安全鉴定单位对历史建筑进行全面的调查研究，具体包括以下几项。

（一）建筑历史研究

建筑历史研究包括调查建造年代、建筑师、施工单位、业主变更情况、建筑历年的变化和改造情况以及营造厂商等相关信息。文件档案要通过业主单位的档案室、资料管理室及城市的档案管理部门对该建筑的历史文献档案进行彻底调查。（图 2-15）

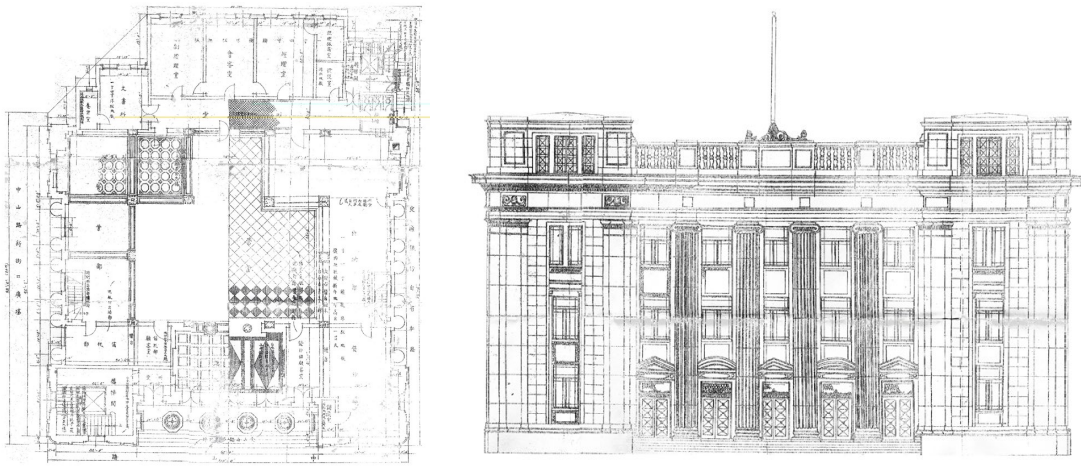


图 2-15 城市建设档案馆中的历史建筑图纸

（二）建筑现状调查

对建筑现状进行测绘和破损情况分析。测绘结果需达到能够用于进一步设计修缮的要求。测绘的具体深度及其他要求可参照附录。对于大部分的建筑一般只需皮卷尺、钢卷尺、卡尺或软尺就可以测出所有单体建筑的平面图。测绘平面时最重要的是先确定轴线尺寸，之后单体建筑的一切控制尺寸都应以此为根据。确定轴线尺寸后，再依次确定台明、台阶、室内外地面铺装、山墙、门窗等的位置，平面图就确定了。此外，还应该在此广泛使用激光测距仪，其优点是数据准确，使用方便，并且能测到一些因条件限制而人无法站立和上去的点的距离。它的这一大优势能在测绘立面和剖面图时发挥很大的作用。破损情况分析须从结构体系、内部构造体系及外部构造体系等各个层面详细展开。



图 2-16 建筑现状测绘工具

（三）结构安全鉴定

委托相关资质单位进行安全鉴定检测，为下一步的结构设计提供基础资料。房屋安全鉴定就是由专门的机构对房屋的安全性做出科学的评价，确保居住人的生命财产安全。鉴定工作的主要内容为：

1）房屋的结构体系，结构布置、主要结构构件尺寸、传力体系等检查；

2）房屋结构现状检查，主要包括砌体结构构件的风化、裂缝以及木构件的腐朽、裂缝、变形等；

3）主要相关参数抽样检测，包括：墙体倾斜、砖块抗压强度、砌筑砂浆抗压强度等；

4）根据现场检查与检测结果，依据国家相关现行规范对房屋结构安全性及抗震性进行综合分析评价。

鉴定的依据有：

1）委托方提供的房屋测绘图纸资料；

2）国家现行相关规范、标准：

《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292-2015；

《建筑抗震鉴定标准》GB50023-2009。

（四）价值评估

对历史建筑进行价值分析，包括社会历史价值、科学技术价值、艺术价值、使用价值等。价值判断的目标是确定保护的内容和力度以及修缮改造的可能性，最终对下一步修缮设计提出原则和措施。

历史建筑的社会历史价值主要从社会、政治、文物考古、史料记载等方面进行见证。在历史信息系统中建筑占有重要地位，具有重大历史价值的建筑物，能够反映当时的各种信息，是不同历史时期人类活动的产物。建筑是了解其历史变化的重要根据，各种变化也反应当下社会的政治经济制度的演变，是记录历史的无声语言。历史建筑成为判断历史实证、补充记载历史缺失不可或缺的铁证。因此，历史建筑能够反映历史的本来面貌。研究某一时代的科技发展与社会生产生

活除了翻阅遗留的资料文献外，离不开对那一时代遗留下来的痕迹的研究。历史建筑能够较全反应不同时代的政治经济制度、社会活动和文化特点。

历史建筑遗产蕴含着丰富的科学技术信息。各种类型的历史建筑从不同侧面反映出各个历史时期人们认识自然、改变自然的能力，同时也标志着它们产生的那个历史时期科学技术与生产力的发展水平，成为人们了解和认识人类社会发展和建筑建造活动的实物依据。尤其是历史建筑优秀的设计规划理念和高超的营造技术，对于以后乃至今天的建筑活动都产生了积极的推动作用。

建筑是一种综合性艺术，它融合了材料、建筑技术、美术、雕塑等为一体的造型艺术，使人们在有限的空间里有美的享受。历史建筑的艺术价值主要通过空间造型、装饰美；名胜古迹景观艺术；塑像、壁画等造型艺术和不同时代的题材、独特工艺等体现出来的。

历史建筑能反映不同时代的文化特色和不同民族的文化特质，从建筑造型、装饰和环境设计直接讲述给人们不同时代的人类文明；不同民族的思想观念、情感伦理和审美情趣。从审美价值或欣赏价值来看都能给人美的享受，给人艺术启迪，陶冶人的情操。对于现代建筑，可以应用和借鉴其精华以表现创新手法技巧。

历史建筑具有极高的使用价值，住房和城乡建设部于 2017 年提出：加强历史建筑的保护和合理利用，有利于展示城市历史风貌，留住城市的建筑风格和文化特色，是践行新发展理念、树立文化自信的一项重要工作。要采取区别于文物建筑的保护方式，在保持历史建筑的外观、风貌等特征基础上，合理利用，丰富业态，活化功能，实现保护与利用的统一，充分发挥历史建筑的文化展示和文化传承价值。积极引导社会力量参与历史建筑的保护和利用。鼓励各地开展历史建筑保护利用试点工作，形成可复制可推广的经验。同时探索建立历史建筑保护和利用的规划标准规范和管理体制机制。

2.2.2 保护修缮与利用设计

在以上四方面的基础上完成修缮设计方案，并在设计方案文本里体现以上四方面的内容。设计成果包括建筑、结构、设备、节能各个专业的图纸及相关文件，

并要求达到初步设计的深度。同时建筑设计图和现状测绘图要一一对应起来，可方便看出保护修缮及改造的部位。一些详细的技术措施、参数、标准、施工工艺也需要一一呈现。设计方案完成后提交相应管理部门进行方案评审论证，在专家意见的基础上做进一步的修改和完善。

设计方案完成后是具体实施过程，包括施工单位的选择、材料技术的应用、施工工人的指导等后续事宜。历史建筑的修复需要进行现场指导，由于很多部位在测绘中难以打开，需要根据施工中发现的新情况不断与施工方进行沟通，完善设计。

3 近现代建筑的常用材料及病害

本章的重点是掌握近现代重要史迹及代表性建筑材料特性、常见病害及其机理和重要的保护修缮材料类型。近现代重要史迹及代表性建筑使用的材料及建造工艺丰富多彩，既具有很强的地域性，又有鲜明的时代性。既延续传统工艺，又吸收发展西方技术。在病害特征识别及机理分析方面，重点是既要掌握自然风化和正常使用导致的劣化，又要甄别错误的修缮导致的损害。难点是特定历史时期的材料工艺缺乏完整的信息，保护材料的原理及根除病害的操作方法比较复杂。

3.1 近现代建筑常用材料特性

3.1.1 材料类型

由于近现代建筑是人类在近现代历史上创造的实物遗存，其材料类型与现代建筑采用的材料有明显的区别，表现在：

1.地域性与全球性

大量近现代建筑的材料仍然取自当地，仅有部分材料通过海运等方式来自世界各地。

2.加工与精细加工相结合

大多数的材料没有经过特别精细的加工，但是由于加工机械化技术的发展，一部分地区，特别是开埠城市的材料加工比较精细。

3.时代性

近现代建筑材料代表了材料学的发展历史及人们对材料价值的认识历史。

中国近现代建筑材料主要有土、天然石材、木材、烧结黏土砖、瓦（陶瓦、琉璃瓦）、石灰、水泥（混凝土）、当地生的植物（如麻、麦秆、稻草等）等，天然树脂（桐油、大漆）等作为表面保护漆或添加剂添加到石灰中，少部分建筑使用金属、玻璃等。合成树脂也开始使用到个别近现代建筑的装饰面层中。

到了 20 世纪初，水泥及其制品（水泥砖、水泥瓦、水泥仿石砌块等）、钢筋混凝土、水泥—石灰作为黏合剂的装饰粉刷等开始在建筑中大量使用。1949~1980 年，建筑材料的使用延续了 20 世纪初的特点，鲜有新材料出现。

20 世纪 80 年代以后，中国出现建设高潮，各种新材料、新工艺应用到新建筑中，但是这些建筑大部分还没有被列入遗产名录或登记为不可移动文物，所以不在本书的讨论范畴。

本章介绍的主要是天然石材、木材、石灰及石灰装饰、水泥及装饰饰面、混凝土、砖瓦、金属等材料特征及其病害，分析砖石等建筑的病害类型及成因。现代有机材料、玻璃等使用量比较少，不在本章讨论范围。生土等参见传统建筑或遗址保护的相关内容，近现代建筑中使用量比较少，不在本章讨论范围。

3.1.2 天然石材

天然石材由于其强度高，耐久性好，是近现代建筑材料常采用的材料之一。但是在石材使用范围、建筑表现手法等方面，中国与欧美建筑存在较大差别，除上海外滩外，以天然石材为立面的大体量的近现代建筑在中国相对较少。

应用于外立面的天然石材均为机械物理强度中等到高、吸水率比较低的岩石类型，如花岗岩、石灰岩等。

表 3-1 中国近现代建筑使用的主要建筑石材类型及其特性

岩石类型		运用部位	机械物理	化学特性	加工难易程度	代表性建筑
岩石分类	一般用语					
岩浆岩（火成岩）	花岗石（金山石、麻石）	立面、门、窗台、台基、地面	强度高；耐损性，如耐风化；可制作成磨光面、毛面等效果；孔隙度低、吸水率低	硅酸盐为主，极耐久	难加工	如上海外滩建筑群、天津、广州等
变质岩	汉白玉大理石（青白石等）	地面（室内、室外）、墙面、门、墙、雕刻	强度中等，吸水率很低	以不耐酸的碳酸盐为主	易于加工	上海外滩 18 号室内，北京红楼、前海军部等
	青石（蛇纹岩，片麻岩）	同岩浆岩	强度中等，吸水率很低	以硅酸盐为主	不易于加工	上海外滩 9 号、上海理工大学
沉积岩	红砂岩	墙基、门、窗框、雕刻	强度低-中等含一定孔隙，吸水、干燥缓慢；耐久性中等到好	以硅酸盐为主，含泥质、碳酸盐等	易于加工、易打磨	佛山简氏别墅门楼等
	青石（石	墙基、台	强度中等；	以不耐酸	中等-	石家庄正大

	灰岩等）	基、地面、过梁	致密； 吸水率很低	的碳酸盐为主	难加工	饭店等

主要石材类型特点:

（一）花岗石

花岗石是使用最广泛的建筑石材之一，如上海外滩沿中山东路的大多数建筑外立面（金山石）等。

花岗石分布广泛，资源比较丰富，但其质地坚硬，难加工。花岗石吸水率很低，一般小于1%，具有很好的耐水、耐冻、耐酸雨等能力，因此成为外立面，特别是商业建筑装饰中最主要的石材类型之一。

花岗石中主要矿物为无色—白色透明（有时半透明）的石英，白色-肉色的长石以及少量（1%~10%）的黑色矿物（云母等），不同产地花岗石内这三种组分不同含量导致色彩丰富，具有极强的装饰性。使用到建筑外立面的花岗石以毛面为主，无抛光面型。

（二）青石（碳酸盐类如石灰岩类）

中国民间把颜色为深灰—浅灰一类的石材均称为青石，从严谨的岩石学、材料学角度而言，青石既可以是沉积作用形成的石灰岩（如太湖石）、灰色砂岩等，也可以是由变质作用形成的灰绿色绿泥石岩、片岩、片麻岩等。

碳酸盐类的青石如石灰石（尤其是块状的石灰石）强度高，所以可作为地面材料如青石板。又因其吸水率很低（0.5%~5%），所以也用作为墙基来隔潮。同时，它比较细腻、硬度中到低，易雕刻，所以很多石刻、题刻也多采用石灰岩青石。石灰石的缺点是不耐酸，如天气降水中的碳酸会溶解石灰石，在地质上形成岩溶地貌（喀斯特地貌）。同样原因，酸雨对石灰石的侵害也十分明显。

硅酸盐类青石是 20 世纪 20~30 年代在上海等地广泛使用的一种青石，风化后呈褐灰色、新鲜面为绿色或灰色的石材，这些石材也俗称“青石”。这些“青石”其实是由变质作用形成的绿色变质岩如灰绿色绿泥石岩、片岩、片麻岩等，其化学成分主要为硅酸盐类。这种青石质地坚硬、强度高、孔隙率极低，同时具有较高的抗折强度而用于过梁、桥面等。

但是该石材中含有大量的片状硅酸盐矿物而不耐风化。很多部位、特别是接缝部位风化严重，风化后石材呈片状，强度降低，风化后的产物还出现碳酸盐类矿物，遇稀盐酸起泡。此外，冻融和温差易导致绿色变质岩（青石）的开裂、起皮。



图 3-1 砖石混砌外墙中石灰岩（青石）及典型的刀砍状溶蚀

（三）砂岩

砂岩是一类成分复杂、性能差别很大、耐久性差别也很大的天然石材。和欧洲不同，中国使用砂岩的近现代建筑并不十分普遍。

砂岩大多用于墙基、门窗横梁及装饰部位，砂岩也是多种石雕的材料。大多数砂岩是由河、湖、海中沉积作用形成的砂子经压实作用和化学胶结作用而形成，其强度和稳定性因胶结成分、压实程度而异，胶结物为硅质时强度高，胶结物为黏土（泥质）时则强度低，因此，砂岩的强度、耐水性、耐冻性等变化很大，吸水率变化在 5%~20%。

砂岩的风化特征变化很大，表面起粉是常见的现象，这是由于砂岩中胶结物、特别是碳酸盐和硅质等被溶解掉所造成。砂岩风化的另一种特征是起壳，特别是含泥质（黏土矿物）比较多的砂岩，易形成皮壳状风化。

（四）大理石（汉白玉）

大理石是由比较纯净的结晶的方解石或白云石组成的变质岩，洁白的白云石大理石称作汉白玉。大理石相对砂岩等比较致密，孔隙度低，吸水率低，强度中等到低。硬度中等，易于雕刻。大理石是一种不耐风化的石材。其中的矿物方解石、白云石等在热作用下，易发生不均匀异向膨胀、收缩，使大理石疏松而变成

糖粒状。

（五）玄武岩

民间也称“洞石”“黑石”等，是火山岩,深灰色或黑色，含有气孔，致密,吸水率极低，是理想的筑城、基础、台明的材料。

3.1.3 砖瓦

（一）砖

1.砖的类型

近现代建筑使用的砖的类型非常丰富。按颜色有红砖、青砖、橙色砖、灰色砖等。砖块烧制后直接出窑的,为红砖或其他色彩(和土中的微量元素含量有关);若“窖水”后再出窑的,为青砖。

按材质可以分为黏土砖和非黏土砖（水泥砖、灰砂砖等）。黏土砖是采用传统生产工艺,挖土制坯烧制的砖。耐火砖为特殊的黏土砖。非黏土砖是采用水泥、石灰等模压、养护获得，水泥砖在上海、广州、武汉等地近现代建筑中均有发现。

按年代可以分为古砖和现代砖。古砖是指最迟制作于清末(1911 年)的黏土砖。现代砖,即现代机制砖,是采用现代化生产工艺生产的砖。

按形状分,砖可以分为方形砖、圆形砖、孔洞砖,以及各种异型砖。方形砖是一种最常见、使用最广泛的砖种。它又可分为长方形砖和正方形砖。长方形砖,大量使用于墙体。室内铺地的细料方砖,属于正方形砖。孔洞砖多为现代机制砖,如双孔砖、多孔砖。

按加工方法可分为普通砖、打磨砖、细料砖、装饰砖等。普通砖是砖块出窑后,不经过任何打磨工序就直接使用的砖块,如普通砌墙砖。打磨砖,对砖块表面进行少许打磨,如露天铺地用的黄道砖。对砖块进行细致打磨的,称为细料方砖(砖细),如室内铺地方砖。

按照产地，分进口砖和本地砖。

2.建筑部位

砖应用的部位有砖墙、砖檐、券、铺地等。

（二）烧结黏土砖的性能

近现代建筑的烧结黏土砖质量参差不齐，不同类型的青砖、红砖的孔隙率变化较大，部分很致密，部分十分轻而多孔，容重在 1.5~2.5 kg/m^3，和砖的类型、产地、使用部位等有关。同一建筑的砖抗压强度变化范围较大，从 6.0MPa 到 22MPa，差别达 3.5 倍以上。某些砖（如耐火砖）的强度较高。吸水率较高,饱和质量吸水率在 15%-35%。

（三）砖的黏合剂及勾缝剂

近现代建筑中砖的黏合剂类型丰富，有黏土、灰土（添加 10%～30%石灰的土）、纯石灰膏（石灰含量超过 85%）、石灰灰浆（石灰与砂比例为 1:1.5~1.2.5）等，在 20 世纪初出现混合砂浆、水泥砂浆等。使用的骨料除了黏土、自然砂外，还有黏土砖破碎的粉（砖面）等（图 3-2）。



图 3-2 某近现代建筑砌筑灰浆及历次修复记录

（1.红砖；2.石灰砌筑灰浆灰砂比大约 1：1；3.早期修复的底缝；4.纸筋灰面缝-元宝缝；5.晚期水泥缝）

（四）瓦

近现代建筑屋面瓦按照材质可以分成烧结黏土瓦、琉璃瓦、水泥瓦、铁皮瓦、页岩瓦（天然石材）等。按照形制，分板瓦、筒瓦等。瓦的质量取决尺寸、表面缺陷、厚度、透水率及耐冻性等。

3.1.4 混凝土

普通混凝土（简称为素混凝土）是由水泥、砂、石和水制成，此外还常加入适量的掺合料和外加剂。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。水泥浆硬化后，则将骨料胶结为一个坚实的整体。

钢筋混凝土（RC）是经由水泥、粒料级配、加水拌和而成混凝土，在其中加入一些抗拉钢筋，再经过一段时间的养护，达到所需的强度。

钢筋和混凝土是两种全然不同的无机材料。钢筋的比重大，不仅可以承受压力，也可以承受张力；然而，它的造价高，保温性能很差,耐火，但是不耐高温。而混凝土的比重比较小，它能承受压力，但不能承受张力，耐高温；它的价格比较便宜，但是却不坚固。而钢筋混凝土的诞生，解决了这两者的缺陷问题，并且保留了它们原来的优点，使得钢筋混凝土成为现代建筑物建造最重要的材料之一。

（一）混凝土在中国应用历史概述

水泥引进中国在 1890 年前后。早期依靠进口，20 世纪初澳门、唐山等地开始生产。从 1909 年开始，钢筋混凝土框架结构成为上海等地重要代表性建筑的最主要结构形式之一。1911 年以后，出现混凝土预制产品，特别是替代天然石材的仿石砌块。



图 3-3 某近现代建筑钢筋混凝土屋架

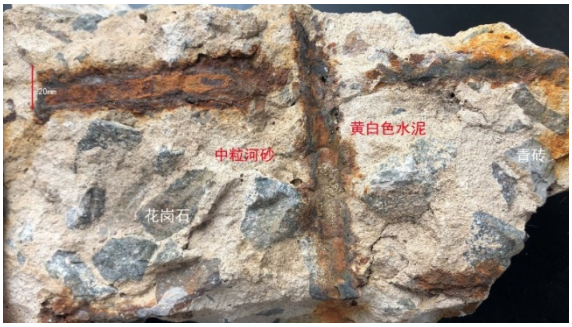


图 3-4 近现代建筑混凝土成分特点

（二）近现代重要史迹及代表性建筑混凝土特点

近现代重要史迹及代表性建筑混凝土采用的水泥和现代硅酸盐水泥在颜色、

强度等方面存在较大差别，颜色为暖色调，如黄白、灰黄、粉红等为主,强度较低。采用的石子主要为强度较高的包括天然石材（如河卵石）和人工破碎的石材，（如花岗石等），有时含有碎砖等。砂以河砂为主。钢筋在形状上有圆钢筋、方钢筋。

3.1.5 金属材料

近现代建筑使用的金属材料有黑色金属（钢、铸铁等）及有色金属如铜等。

（一）铸铁

铸铁为含碳量大于 2%的铁碳合金，属于生铁。生铁除含碳量较高外，尚含较多硅、锰、磷、硫等元素。铸铁具有良好的铸造性能，易于加工。铸铁性脆，无塑性，抗压强度较高，但抗拉和抗弯强度不高，在近现代建筑中大量采用铸铁水管，用作上下水道及其连接件，其他如排水沟、地沟、窨井等盖板也多用之。此外广泛采用铸铁制作杆、栅栏及某些建筑小品暖气片及各种零部件。铸铁也是一种常用的建筑装修材料，用于制作门、窗、栏。

（二）钢材

钢为含碳量小于 2%的铁碳合金，在近现代建筑中常作为窗框材。

（三）铜

铜及铜合金是近现代史迹及代表建筑中常见的建筑材料，曾广泛用作建筑装饰、门及各种零部件。纯铜的延展性极好，可压延成薄片（紫铜片）和线材，是良好的止水材料和电的传导材料。在各种铜合金中，最常用的是黄铜（铜锌合金）和青铜（铜锡合金），铜合金的特点是强度较高，耐磨，耐蚀。

3.1.6 木材及木制品

（一）材料认识

木材是来自森林的自然产品，是一种木质化了的具有特殊生物、物理和化学性质的天然材料。并非所有的森林植物都生产木材，广义的木材是指木质材料，既包括森林采伐工业产品，如原条、原木、锯材，也包括木材加工制成品，如胶

合板、刨花板和纤维板等，狭义的木材仅指产自通常所说的树木(乔木)，甚至只是把树木中树干的木质部称为木材。近现代史迹及代表性建筑中所应用的木材一般指狭义的木材，我们常称之为实木。木制品是以木材为原材料的，经过加工制作，所形成的产品等。

（二）建筑部位

近现代建筑中，使用木材建造门窗、地板、梁、隔栅、析条、柱、镶板、天花板、椽子、挂瓦条、灰板条、屋架等部位。根据建筑类型的不同，木构件类型存在差异，如在广州骑楼中，主要包括檩、桷板、平开窗、木楼板、木楼梯、横木阵、大门等。

（三）树种

近现代建筑中常见用材树种有多种，针叶材有杉木、黄杉、软木松、硬木松、樟子松、马尾松、红松、铁杉、洋松，阔叶材有水曲柳、枫香、红柳桉、波罗格、坤甸木、东京木、铁力木、花梨木、柚木等。针叶材一般用于承重结构构件和门窗、地面用材及装修骨架，阔叶材一般用于制作家具、装修贴面材料。

（四）木材特性

木材具有各向异性，即木材在沿纤维方向具有很大承载力，在垂直方向相对较弱。木材同时具有很高强重比，远高于钢材、混凝土等。木材具有良好的加工性，较软，对其加工时，容易进行锯、刨、打孔等工作，易组合加工成型。此外，木材具有节能环保性和良好的视觉特性。但是木材也存在天然缺陷，如开裂、收缩、变形。作为天然材料，木材中的木质素、纤维素及半纤维素为木蛀虫提供养分。木材吸湿易发生腐朽。虫蛀及腐朽降低木材耐久性及强度，影响建筑使用功能。木材是一种可燃性材料,不仅其自身可以燃烧,而且会在燃烧过程中产生热量更助长了火焰的发展。

3.1.7 装饰粉刷

与传统的中式历史建筑比较，近现代史迹和代表性建筑的表面装饰粉刷丰富

多彩，其中有从欧洲引进的，也有我国匠人学习消化再创造的。

早期的外墙粉刷是平整的。19 世纪末至 20 世纪初出现了粗面的饰面，如拉毛（大小疙瘩墙面）、干粘石、卵石面等。拉毛是将石灰水泥加粗砂的砂浆用手“打”墙面而得到毛糙的饰面效果，大小疙瘩墙面在上海和天津五大道等较常见。

表 3-2 近现代代表性建筑外饰面粉刷特征

黏合剂		基本特征	颜 色	使用部位
石灰	纸筋灰	以石灰与稻草等泡制而成	新鲜时白色，老化后显灰、黑等颜色	整个墙面，一般使用到中西结合建筑
	石灰批荡	石灰中添加砂、土、烟灰	新鲜时呈白-灰白-灰，老化后显灰-褐色	西式或中西结合建筑立面，常被后期的水泥粉刷等覆盖
水泥类	水刷石	水泥+石灰+石子+颜料混合后水洗而成	白色-灰-各种彩色，老化后显灰色	整个立面或作为装饰线条
	斩假石	预制或现场浇制的水泥材料用斧头斩而成（石子一般为大理石）	灰色为主，也有其他自然彩色	一般作为装饰线条
	卵石面	水泥（石灰）+卵石子混合后甩打而成（湿打）， 或粉刷后将卵石子打或粘到墙面（干打， 干粘石）	灰色为主，也有其他自然彩色	整个立面或作为装饰细条，常与清水砖、石材配
	粗面装饰粉刷	水泥添加粗骨料手工甩打或喷射到墙面而成	灰色及各种自然黄色等	局部，常与清水砖、石材配
	水泥粉刷彩色	水泥（有时加石灰）与彩色骨料添加颜料粉刷而成	以黄、红等为主，老化后呈灰褐色	整个墙面或装饰线条，落脚等
	拉毛	水泥清浆用毛刷拉出而成	水泥灰为主	局部装饰
	压光粉刷	水泥（有时加石灰）与河砂粉刷而成	新鲜为灰-灰白，表面风化后一般呈各种黄色	整个墙面、勒脚、腰线、窗台等

（一）水刷石

水刷石是采用水泥石灰为黏合剂、各种石子为骨料，通过粉、洗而得到的仿造天然石材的饰面。早期水刷石采用天然花岗石破碎添加少量深色石子仿花岗石，后期使用的石子有不同类型，包括：天然大理石碎屑、灰石（石灰岩）碎屑、玄武岩碎屑、河砂、方解石晶体、矿渣碎屑（调灰）、电气石晶体（调灰）、贝壳、玻璃等。石子有很大的地方性。而黏结材料有白水泥、土水泥以及波特兰水泥、石灰膏等等。在 20 世纪 50 年代还出现粉、黄等彩色天然石材碎屑等。可以通过调整水泥、石子类型、石子颗粒大小等达到比一般的粉刷更丰富的装饰效果。此外，水刷石还具有比清水砖更好的防水功能，具有接近天然石材的耐久性。



图 3-5 不同时期的水刷石（右始建 19 世纪早期，左后期修复）

表 3-3 建于 20 世纪 20 年代的某文物建筑面层水刷石的成分

黏合剂	水泥（白水泥、灰水泥）、石灰膏	50%～70%
主要骨料	天然石材破碎筛分得到的骨料 （花岗石碎屑，方解石晶体、大理石石子等）	30%～50%
辅助骨料(黑色)	天然或人造的骨料，如矿渣	1%～2%
颜料	未知	≤0.1%

（二）斩假石、水磨石

材料配比与水刷石类似，采用天然石材石子（一般为中等硬度的大理石）和水泥，固化一定时间采用特殊斧子剁处出毛面效果。水磨石的材料成分和斩假石类似，都是通过粗磨、精磨打蜡等工法得到的饰面。一般代替石材使用到门框、地面等部位。

（三）卵石饰面

卵石装饰面层分为干沾和湿沾两类。干沾是先批石灰或水泥砂浆，在砂浆未干时，将石子手沾或打到墙面。湿沾是将石子添加石灰、水泥后，打到墙面或批到墙面。可按照表面平整度判别其原始工艺。

（四）水泥粉刷、拉毛等

欧洲风格的各种类型水泥粗面粉刷及拉毛常见于中国近现代代表性建筑。

以天津五大道为例，水泥粉刷分为光面粉刷与粗面水泥疙瘩两类。前者是中细河沙加水泥石灰（比例约为 2：1~3:1），粉出各种纹饰。后者采用大小不一的河沙添加水泥。

（五）石灰批荡及灰塑

另一类重要的外墙粉刷为石灰粉刷，或叫作石灰批荡，批荡是英文 Plaster 直接翻译的中文。与传统纸筋灰不同的是，石灰批荡在施工时就添加了一定量的

砂。一般分底、面 2 层，底层砂浆为石灰比较少的石灰砂浆，面层为含骨料很少的石灰膏。底层与面层之间具有很好的结合力。

采用添加颜料的石灰塑造出花草虫鸟等形态的装饰粉刷为灰塑，具有点睛之效果。



图 3-6 红砖与红色卷草纹灰塑（上海，20 世纪 20 年代）

3.2 近现代建筑常用材料的病害原理

3.2.1 建筑材料病害原理相关的材料学基础

（一）密度、表观密度、容重

密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。密度并不能反映材料的性质，但可以大致了解材料的品质，并可用它计算材料的孔隙率。例如天然花岗岩密度为 2.70~3.00g/cm^3，较重；实心黏土砖为 1.50~1.60 g/cm^3，较轻。在进行修复时，新加材料的密度一般应低于原有历史材料。

表观密度是指材料在自然状态下，单位体积的质量。表观密度建立了材料自然体积与质量之间的关系，在建筑工程中可用来计算材料的用量、构件自重、确定材料堆放空间等。材料表观密度的大小与其含水状态有关。当材料孔隙内含有水分时，其质量和体积，会发生变化，因而表观密度也发生变化。

堆积密度（容重）是指散粒材料或粉状材料，在自然堆积状态下单位体积的质量。堆积密度（容重）对计算修复材料的体积比具有重要意义。例如，当石灰与河砂（干）的重量比为 1∶3 时，当石灰容重为 1.0g/cm^3，砂的容重为 1.5g/cm^3 时，其体积比为 1∶2。

（二）孔隙与孔隙率

孔隙率和孔隙特征反映材料的密集程度，并和材料的许多性质，如强度、吸水性、保温性、耐久性等都有密切关系。

孔隙率是指材料内部孔隙体积占其总体积的百分率。材料的孔隙率大小直接反映材料的密实程度。材料的孔隙率高，则表示密实程度小。

必须指出，材料内部的孔隙是各式各样的，有大小、形状、分布、连通与否等之分。孔隙率高低影响着材料的部分性质，孔隙特征对某些材料的性质起到决定性作用。根据孔隙贯通性，可将孔隙分为开口孔隙和闭口孔隙；按照孔隙大小，可将孔隙分成微细孔隙、毛细孔隙及粗气孔隙三类。

（三）材料的强度

材料在外力作用下抵抗破坏的能力称为强度。通常以材料在外力作用下失去承载能力时的极限应力来表示，亦称极限强度。

材料在建筑物上承受的外力主要有拉、压、弯、剪等四种形式，因此在使用材料时要考虑材料的抗拉、抗压、抗弯以及抗剪强度。这些强度值是通过标准试件的静力破坏试验测得的，总称为静力强度。

此外，修复材料与旧材料之间的结合力也是修复中需要考虑的重要参数，其以抗拉强度或附着力来描述。

（四）材料的弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力除去后，变形能完全消失的性质称为弹性。材料的这种可恢复的变形称为弹性变形。

材料在外力作用下产生变形，当外力除去后，仍保留一部分残余变形的性质称为塑性。这部分残余变形称为塑性变形，或永久变形，属不可逆变形。

材料在弹性范围内，其变形大小与外力成正比，这时的比例系数为常数，称为材料的弹性模量 E。弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标。E 值愈大，材料愈不易变形，亦即刚度好。弹性模量是结构设计是的主要系数。

材料的弹性模量和强度之间没有固定的关系，钢材的弹性模量不受强度变化的影响；混凝土在相同的温度和湿度条件下，强度越高，弹性模量越大，二者关

系密切，但并不呈线性关系。

（五）材料的脆性与韧性

材料外力作用下直到破坏前无明显塑性变形而发生突然破坏的性质称为脆性，具有这种性质的材料称脆性材料。脆性材料的抗压强度远大于其抗弯强度，可高达数倍甚至数十倍，如天然岩石、陶瓷、玻璃、黏土砖、普通混凝土、生铁等为脆性材料。

材料冲击或振动荷载作用下，能吸收较大能量，同时产生较大变形，而不发生突然破坏的性质称为材料的韧性。韧性材料的特点是变形大，特别是塑性变形大，抗拉强度接近或高于抗压强度。木材、建筑钢材、橡胶等属于韧性材料。

对于外墙抹灰修复材料等，按照经验，可采用抗压强度与抗折强度的比值说明这类材料的韧性程度，比值越高，脆性越大，越容易开裂。

经验上，当抗压强度与抗折强度比≤3 时，抹灰等材料不易开裂。

（六）材料的硬度

硬度是指材料表面抵抗其他较硬物体压入或刻划的能力。不同材料的硬度测定方法不同。

刻划法常用于测定非金属材料的硬度，称莫氏硬度。莫氏强度是用十种自然界常见矿物作为硬度标准，其硬度递增的顺序为：滑石 1；石膏 2；方解石 3；萤石 4；磷灰石 5；正长石 6；石英 7；黄玉 8；刚玉 9；金刚石 10。一般情况下，硬度大的材料耐磨性较强，如花岗石因硬度大(莫氏硬度 6~7)，耐磨性好而大量用于步行街、外墙面等。

（七）热膨胀性

热膨胀与收缩是材料在吸热过程中发生体积膨胀收缩的现象。不均匀热膨胀收缩是表面材料发生起壳、掉粉、开裂、脱落的最主要原因之一。花岗石的风化以皮壳状脱落为特征，这种皮壳状风化（又称球状风化）是由于花岗石表层与内部不均一的热膨胀收缩所致。

3.2.2 主要致病化学因素

导致遗产材料病害的化学因素比较复杂，但是主要有有害气体、水、水溶盐等。

（一）有害气体

对建筑材料有害的气体，包括氧气、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化合物等等。

氧气是一些材料固化所必需的，例如桐油等醇酸类油漆，其固化需要氧气的参与。氧气是很多重要建筑材料老化崩解的主要因素。其与很多材料发生氧化反应，形成氧化物。如很多天然石材含有黄色矿物黄铁矿，其与空气接触会发生氧化而形成铁锈，副产物为硫酸，腐蚀周围材料。这是部分天然石材产生斑点状锈斑的原因之一。氧气也与钢筋混凝土中的钢筋发生反应，使其生锈，体积膨胀2.5倍以上，导致锈蚀及混凝土开裂。

正常空气中含有约0.03%(体积比)二氧化碳，在有水存在时，空气中的二氧化碳可以形成碳酸。碳酸是一种弱酸，对很多石灰岩、壁画及石灰批挡粉刷、大理石等产生腐蚀作用。在自然界这一过程形成了诸如太湖石、卡斯特地貌等。当碳酸作用壁画时，可以使壁画的黏结力减弱，而失色。

来源于化学燃料（如煤）、工业废气等的二氧化硫是众多历史材料病害的罪魁祸首。其原理是：空气中微量的二氧化硫在有氧气和湿气存在时，形成硫酸。硫酸是腐蚀性非常强的一种酸，它不仅对建筑上使用的钢筋混凝土、装饰粉刷、天然石材等产生腐蚀作用，导致强度降低、变色等。

氮与氧反应形成二氧化氮等，遇水变成亚硝酸，亚硝酸在空气中进一步氧化成形成硝酸。硝酸是一种强酸，能够腐蚀大多数石材、金属等。被硝酸腐蚀后的材料中会产生吸湿性的硝酸盐，使材料的耐久性降低。

另一种与建筑病害相关的酸是草酸，它是燃烧化石燃料或其他工业生产过程中产生的。 在凝结水的环境下，草酸可和石灰岩发生化学反应,形成草酸钙，使建筑材料表面发生病变。

（二）水与建筑材料病害

水在自然界中有三态：液态、气态和固态（冰）。几乎所有建筑材料的病害

均与水有关。

水对建筑材料的影响主要通过下列作用完成：第一，水是病害化学反应的媒介。 第二， 水是建筑材料性能变化的载体，特别是水溶性的盐分，这些盐分被水运移到蒸发面，水蒸发后，留下盐分。如果蒸发面位于砖石等材料的表面，则形成泛碱；如蒸发面位于表面下一定部位，如憎水处理的材料（处理与未处理的界面）强蒸发地区砖石等，盐在内部结晶，可导致材料表层脱离开裂。第三，水是膨胀介质。水的密度在+4℃时最大，为 1g/cm^3,体积也最小，当温度从+4℃升高时，体积膨胀，产生膨胀压力，而从+4℃降温时，其体积也变大。当水从液态变成固态（结冰）时，体积会增加 10%左右。对于那些多孔隙不耐冻的砖，冻融是重要的破坏机理。第四，水可降低材料的保温性及透气性。水的导热能力是空气 32 倍。所以，潮湿的保温材料，其保温性能会大大降低。含水的材料不仅导热性能增加，其透气性也会降低。特别是含盐分的潮湿墙体。由于盐的吸湿性，含盐的材料干燥会缓慢的多。如干燥的不含盐分的抹灰其透气阻力系数为 10~15 左右，而一旦含盐分，其透气阻力系数可升到 80~120 左右。这是旧墙修复时如原有墙体含盐，修复砂浆很难干燥或固化的原因之一。第五，水是微生物生存的基础。所有微生物、细菌、高等植物如树的生存离不开水。

（三）酸对材料的损害

酸是建筑材料损坏的重要媒介之一，酸本身不仅腐蚀材料，也产生新的盐，这些盐反过来又加剧材料的分解。酸的来源除前述的大气污染物外，一部分来自修缮时采用的酸性清洁材料。细菌可以将人畜类含氮的垃圾分解成硝酸，腐蚀建筑，其结果是腐蚀砌筑石灰砂浆，使砖石砌体承载力下降而塌落。细菌也可分解含硫的蛋白质，形成硫化氢,硫化氢氧化后形成硫酸，侵蚀混凝土等。

（四）碱与建筑材料病害

碱对建筑材料可起到正面作用，也可以破坏建筑材料。其中混凝土的碱性（PH=12.5）起到有效保护钢筋免于锈蚀，而当 PH 降到 10 时，其防锈功能会散

失。碱能分解油脂，所以传统油漆在碱性基材（如石灰抹灰）上，油漆附着力会受到影响。碱也会破坏如铝合金金属材料等，安装铝合金、铜质门窗需要用保护膜保护，防止在工程中被水泥石灰腐蚀。碱也会在不耐碱的水泥中形成膨胀矿物而破坏水泥粉刷、混凝土等材料的结构。

（五）水溶盐

当酸与碱发生中和反应时产物就是盐。自然界中常见的天然盐分如食盐（海水或内陆湖中）、石膏（盐湖中）等。按照盐在水中的溶解程度可以将盐简单分为易溶盐和不溶盐两大类。

不溶盐对建筑材料主要是视觉的影响，一般不会导致材料的崩解。

易溶盐对建筑材料的危害较大，表现为起霜、褪色、表面风化变脆（粉化、砂化）、出现硬皮或硬壳等。从物理化学角度，盐危害的机理有 4 个方面。第一为结晶膨胀（水溶盐的溶解与结晶作用），第二，是水溶盐的相变化；第三，产生次生矿物，如石膏与不耐硫酸盐水泥反应，形成钙矾石；第四，吸湿的水溶性盐如氯化物、硝酸盐能使材料在高的相对空气湿度下，变潮湿，使其强度减低，促使微生物生长，降低材料的强度及耐久性；盐吸湿导致隔热性能降低，透气性降低。

盐对材料的危害程度与盐的类型、盐的含量（浓度）、温度及温差、湿度及干湿交替等因素有关。

因此，在修复近现代建筑过程中，科学干预的技术手段之一是在不损坏基材前提下降低易溶盐含量，延长历史材料的寿命。

（六）材料损坏的生物作用

生物作用包括细菌、微生物及高等植物等，其通过物理作用（如树根生长产生的压力）、生存直至死亡过程产生的物质交换而影响历史建筑材料。

3.2.3 砖石等无机材料病害

各种天然石材与烧结黏土砖是由无机矿物及部分非结晶的无机物组成，由于不同矿物在自然老化及环境作用下耐久性不一，所以矿物成分及孔隙特征决定了

砖石等无机材料在温差变化、冷热交替、内外化学变化时的病害特征。

按照国际分类，天然石材的病害可以分成五类：开裂（变形主要是垂直表面）、起皮（壳）、粉化等材料损失、变色及生物附生。砖、仿石材料等的病害分类也可以参照天然石材。

石材的损坏原因很复杂，既有内因（石材的自然老化），也有外因，包括大气污染等导致的病害，也包括不当的修缮导致的损坏。

错误的修复方法或使用错误的材料（如水泥砂浆）会加速石材风化。如石材包裹着油漆、水泥基涂料以及丙烯酸涂料，从根基或顶部渗入的水分无法及时从柱表面散发，从而与内层的石材产生化学反应。风化部位有明显的泛碱，表现为粉状结晶，这些碱一方面来自水（雨水及毛细水），另一方面来自过去修复时采用的水泥材料。

3.2.4 混凝土病害

混凝土的病害和砖石材料有类似的特点，不同之处在于由于钢筋锈胀导致的开裂等。混凝土特别是清水混凝土的病害描述可以参照国际石材病害描述术语。混凝土及石灰类材料的碳化深度可用喷淋酚酞来测定。在混凝土保护中一项重要的工作是防碳化。当混凝土中的氢氧化钙被空气中的二氧化碳反应后，形成碳酸钙，导致钢筋混凝土的 pH 值降低，失去保护钢筋的功能。

表 3-4 混凝土病害类型及其原因

病　害	症状及原因	处置方法
低强度	制造时水泥、砂石及钢筋质量受限，起砂、结构低强度、孔隙大	结构置换使其不再承重
	表层起砂，掉粉；后期使用的自然老化及人为因素；表层低强度	可采用石材增强剂（如正硅酸乙酯增强）
锈　胀	表层开裂，锈斑；混凝土碳化后钢筋失去保护	凿除—除锈—防锈处理
开　裂	表层裂隙、结构裂隙、活动裂隙等	按不同类型、不同宽窄等分别处理

3.2.5 金属材料病害

金属材料病害主要表现为腐蚀，特别是近现代史迹及代表性建筑中使用的铸铁、钢门窗等的腐蚀。

腐蚀作用分两类：一类为化学腐蚀，另一类为电化学腐蚀。前者如铁的氧化

物作用，在有氧气（空气）及水的作用下，铁发生腐蚀，形成铁锈。铁锈的特点是密度很低；几乎没有强度；因其多孔疏松而不保护未锈蚀的铁。铁锈的体积比铁会膨胀约 2.5 倍，从而导致自身或周围材料的破坏。

电化学腐蚀又分为电解质中的离子交换，以及点腐蚀，如钢门窗上使用铜钉，在铜钢接触部位，钢会被腐蚀掉。

不同金属之间存在电化学势，在实际使用时，电化学势表上相距远的两种金属（电化学势比较高）尽可能不要接触，而相近的金属可以接触，所以铁上可以镀铬或锌以增加铁的耐腐性能。

3.2.6 木材病害

木材作为一种有机材料，在其生长过程中具有一些天然缺陷，构造上存在各向异性，一定条件下易腐、易蛀，易开裂变形等。其中由生物性因素引起的腐朽、虫蛀属于生物病害，因其改变木材细胞组成，从而影响木材的各项物理及力学性能，对木材的危害较大；而由物理、化学因素引起的病害如裂缝、表面腐朽等为非生物病害，不改变木材内部组成，破坏程度相对较小。

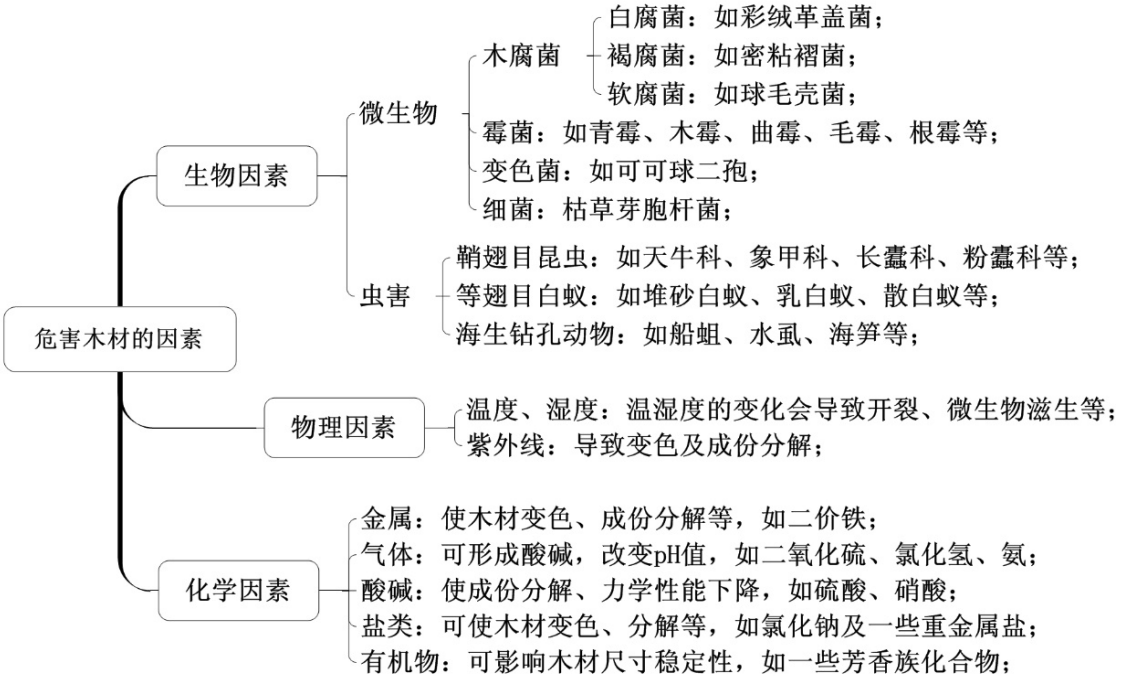


图 3-7 危害木材的各类因素

（一）裂缝

木材的裂缝是指木材纤维之间分离所形成的缝隙。木材置于室外，与环境中的水分发生交换，木材含水率发生交替变化，遇水吸湿而膨胀、尺寸变大，但在干燥的环境中又会失水而收缩、尺寸变小。这种交替作用使木材表面和内部存在含水率梯度而产生内应力引起木材表面开裂。常见的裂缝形式包括劈裂、径裂、环裂。劈裂是指木材纤维沿着木材的纹理方向产生了宽度较大的裂纹，劈裂的方向多与木材的年轮相交，在建筑中应力集中的端部构件和槽口处最容易出现劈裂；径裂是指裂缝垂直于年轮方向（偶尔有与年轮方向平行）；环裂是沿年轮在轮间出现的较小的裂纹。木构件裂缝的产生不仅仅是构件长时间承受过大荷载的结果，自然老化、环境温湿度的变化都会使木材的力学性能降低，发生劣化现象，如柱头的受压劈裂、柱身劈裂、榫卯松动等。木材开裂会破坏木材的完整性，尤其是贯通型裂纹，降低木材强度，影响木材的油饰性能。同时，在一定的环境条件下，木材保养维护不当时容易导致微生物的滋生，加重木材病虫害，缩短木材的使用寿命。

（二）自然老化

自然老化作用首先是由于阳光照射而使木材分子产生了光催化降解的作用，主要是由波长为 380~780nm 的可见光和 300nm 以下的紫外光对木材照射作用，使得木材中的纤维素、半纤维素、木质素等聚合物分子不断地进行光化降解，木质素降解物流失、表层纤维素含量增多，从而最终导致木材材质劣化加剧，呈现出木材表面起毛、粗糙、失去光泽和褪色的现象。木材发生自然老化后，一般材质颜色较深的木材其颜色会逐渐变浅，经过长年累月的自然老化，几乎所有的木材表面的颜色呈现出灰白色，特别是针叶树木材由浅黄色变成褐色或灰色。

（三）腐朽

腐朽是微生物破坏木材所致，木材的腐朽大多数是由侵蚀木材的真菌所造成，其中主要是霉菌、变色菌和木腐菌三类。霉菌只寄生在木材表面，对木材不起破坏作用；变色菌不会影响木材结构，遭受变色菌破坏的木材其强度和密度不会显著降低；而木腐菌侵入木材以后，以木材细胞壁及细胞内的内含物作为营养

物，分解木材细胞壁组织中的纤维素、半纤维素或木质素，同时还能消化细胞腔中的内含物如淀粉、糖类等成分，使木材组织破坏，导致木材重度减轻，强度和刚度降低，且更容易遭到昆虫侵袭，所以木腐菌造成的危害最为严重。由于木材细胞壁被真菌侵蚀破坏，造成木材变色、松软、易碎等现象，腐朽的木材常呈龟裂状、纤维状、筛孔状或大理石彩纹状。木腐菌造成的腐朽类型主要分为白腐、褐腐。白腐菌分解木质细胞壁中的木质素，仅留下纤维素，腐朽的木材较健康的颜色较浅呈白色，称为白腐。白腐的木材逐渐丧失韧性，静力强度比正常材有所降低，软而多孔或多层。褐腐菌分解纤维素和半纤维素留下木质部中的木质素，腐朽木材呈现红褐色，称为褐腐。褐腐的木材很快失去韧性，强烈收缩。最终呈破裂或颗粒状，在腐朽的最后阶段表现为残留木材变形、易碎、块状、褐色。腐朽木质松软易折断，手捻成末，强度基本丧失。

（四）虫蛀

木材内的有机质或木材表面的霉菌为木蛀虫的生长繁殖提供食物，如淀粉、可溶性糖分、蛋白质、脂肪以及无机矿物质等。可溶性糖分、淀粉大多存在于边材中，因而边材更易受到虫害。幼虫的生长离不开氮素，但木材的含氮量很低，幼虫必须摄取大量的木材才能维持它们的生活。有些木材害虫，依靠它们的巢穴中繁殖的真菌(霉菌)作为食物，如：食蜂蠹虫(针孔蛀虫、食菌小蠹)。木蛀虫在木材内营穴生存,通过打洞、掏蚀破坏木材,降低木材强度。虫类的大量排泄物及其分解产物粘覆在木构件的表面,这些覆盖物具有一定的腐蚀性,多数属于酸性物质,从而使木构件表面木材材质发生酸化变色。虫类在木材表面的营穴生存、摄食活动及迁移,会加速木材表面真菌及其他微生物的播散速度。遭受蛀木甲虫严重侵害的木材，内部虫道纵横交错，使木材呈海绵状，降低木材的强度，稍用力即可破损。而白蚁的巢穴多在地下和物体内部，一般不易发现，破坏木材具有隐蔽性，不易发觉。白蚁侵害的木材横切面呈现密集圆形孔洞，沿纤维方向呈现分层状，内部偶伴有木粉或排泄物。部分白蚁可以将木材心部完全蛀空，而木构件外观无明显异样，这种情况常可造成房屋倒塌，应引起足够重视，缩短勘察监

测周期。

3.3 近现代建筑基本病害类型

近现代史迹及代表性建筑主要病害类型和结构类型、构件、材料类型等有关，主要包括变形开裂等、墙面屋面渗漏、基础潮湿泛碱等， 此外， 不同的材料类型也相应出现不同程度的劣化等。

3.3.1 砖石建筑主要病害类型和成因

（一）清水砖石立面病害类型和成因

砖石建筑的病害类型有开裂、基础返潮泛碱、材料劣化（风化、缺损、粉化等）、嵌缝脱落、微生物如青苔附着等，这些都和自然因素特别是和水有关，在没有雨水的部位，或干燥气候下，砖石墙体保存一般完好。此外，很多砖石建筑的损坏尚与人为破坏、错误的修复工艺等有关。

（二）装饰饰面主要病害及成因

水泥基外墙装饰粉刷的主要病害为开裂、脱落、空鼓、变色等。特色粉刷被后期粉刷等覆盖。开裂、脱落原因一方面和基层与面层强度不匹配有关，大多数水泥粉刷、水刷石的基层为石灰砂浆砌筑的黏土砖，强度低，而面层水泥粉刷强度高。面层脱落也与水、潮气引起的内外不均匀变形有关。

而石灰类粉刷，包括纸筋灰等，其病害主要为脱落、表面粉化、变色等。其中一种典型的风化是浮雕式，这可能与石灰早期微细裂纹及相关石灰溶解、迁移、再结晶及化学风化的特殊过称有关。新鲜的石灰批荡为白色，老化后 pH 值降低，吸水导致苔藓等附生，变为灰色、蓝色等。

外立面装饰中，很多精美的水刷石、斩假石等被涂上各种不同的颜色的涂料，可能满足了使用时美观出新的要求，但是破坏了风貌。

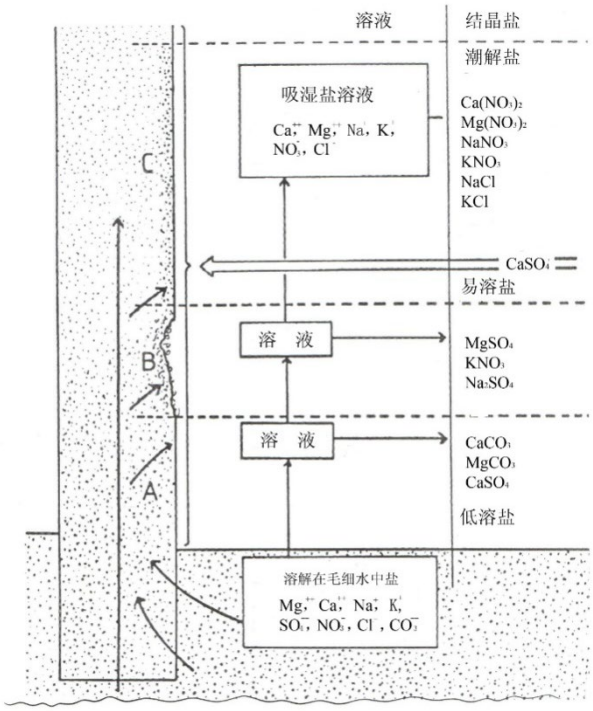


图 3-8 基础泛碱水溶盐类型及机理

3.3.2 木构建筑主要病害类型和成因

在一栋木质文物建筑中，主要木构件包括：木屋架、木柱、木门窗、木质地板、楼梯以及室内和室外木构件。不同部位的木构件所处微环境条件具有差异，因此对木构文物建筑的主要病害分析按不同木构件类型进行分类，主要包括以下五类。

（一）木屋架

当近现代木构文物采用木屋架承重体系，其所处环境温湿度变化时，木材含水率随之变化。由于木材具有各向异性，不同纤维方向干缩率存在差异，以及木材不同部位的含水率的不同，导致在木材内部产生干缩应力，当干缩应力大于木材的横向抗拉强度时，干缩裂缝产生，如木梁、木檩出现劈裂等，不仅影响外观的美观性，同时会引起木材承载力的降低。因此，《木结构设计标准》中《承重结构木材材质标准》规定：II等材的原木受压构件或次要受弯构件的裂缝深度（有对面裂缝时用两者之和）不得大于直径的一半。I等材的方木受弯构件或压弯构件的裂缝深度不得大于材宽的 1/4，次要受弯构件裂缝深度亦不得大于材宽的

1/3。当木构件的裂缝深度不能满足上述要求时，须进行更换。屋面结构作为建筑与环境之间的一道屏障，一旦发生漏雨现象，会直接影响木屋架体系的木材状态，木屋架容易产生开裂、腐朽、虫蛀。当木构件长期处于潮湿状态，且通风不良，如木桁架嵌入墙内，端头易于产生腐朽菌发生腐朽并伴有虫蛀现象，木构件有效承载面积减小，建筑承重体系受到影响。

（二）木柱

近现代建筑中的木柱，多作为建筑形制元素，而弱化其纵向承重作用，因此露明木柱大大减少。在砖木、生土建筑中，木柱多嵌于砖墙或土墙内，土坯、砖这些墙体砌筑材料自身又有吸附空气中或地表水分的特点，而建造时对木材的防腐防蛀缺乏有效处理，因此包砌在墙体内的木柱，长期处在潮湿的环境中，很容易腐朽、虫蛀。木柱腐朽，一般是从柱根和外表开始，然后逐渐由外向内、由下而上，由轻而重，逐渐发展。



图 3-9 木桁架开裂、局部变色、腐朽、虫蛀等

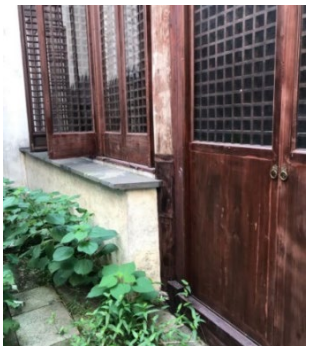


图 3-10 嵌于墙内木柱腐朽

在木害虫中对木材危害最为严重的白蚁，不同类型白蚁造成不同的损害，家白蚁专门蛀食木材年轮中的早材部分，在木材中形成分层状，严重时整个木材仅剩下片状或条状的晚材部分；散白蚁常常会危害近地木材，如墙角木柱；土白蚁在木材表面蛀食整个木材生长轮，严重时仅剩下一条不规则的木材。当柱子腐朽、虫蛀还不严重的时候，不会对建筑整体造成什么影响，而当柱子病虫害很严重时，就会对整体构架安全性带来严重威胁。

（三）木门窗

木门窗按功能需要划分属于形体固定型木材，选材时选用树种尺寸稳定性相对较好的木材，与大木承重构件相比，不易于产生开裂。但室外木门窗易受到环

境因素影响，紫外线、温湿度变化引起木材老化开裂；湿度较高腐朽、蛀木害虫滋生引起腐朽、虫蛀，而损害程度严重时，会造成木构件出现脱榫现象。同一建筑不同位置、朝向均会对腐朽程度产生影响，一般位于建筑西北侧的木构件，与墙体或其他材质相连接的木构件因受潮气的影响，更易发生腐朽。



图 3-11 木窗老化

（四）木质地板、楼梯及其他室内木构件

在近现代文保建筑中，地板、楼梯、墙裙等部位，常选用木材进行建造装饰。而通常接地部位最先受到白蚁的侵袭，若不能及时发现，则会蔓延到门窗、梁架，严重时甚至会导致房屋的倒塌。尤其对于地板、楼梯等部分，直接接受地面潮气，通风环境较差，且构件背面长期处于黑暗、潮湿环境，为木腐菌、木害虫生长繁殖提供有利条件。

（五）室外木构件

室外木构件多采用涂料或油漆进行木材表面保护处理，但其材质状况也会受风、光、水、热等环境因素影响。表面涂料、油漆在室外环境中老化后，会出现龟裂、失色乃至剥落现象而丧失对木材表面的保护作用。木材不仅会完全暴露在空气中受到光照的老化作用，同时空气中的酸性粉尘、污染物与水相结合，会引起木材表面开裂、腐朽，严重时木纤维断裂，木材丧失整体性。



图 3-12 室外木质栏杆扶手腐朽

3.4 近现代建筑中常用的保护材料

建筑保护材料指建筑修缮保护过程中使用的用于修补既有材料缺损、减缓既有材料劣化进程或提升既有材料功能的材料。

我国早期建筑保护实践中主要采用传统无机材料或天然有机材料。从 20 世纪初开始，在一些特殊的遗产保护中尝试新材料，如 20 世纪 30 年代开始采用水泥修复石材和清水墙等。从 20 世纪 90 年代开始进行国际合作，优化的传统材料及所谓高科技材料开始应用到近现代重要史迹及代表性建筑的保护与更新中。保护实践中使用的大部分材料在抢救遗产免于毁灭上起到了积极作用，但是其可靠性、耐久性等尚缺乏客观的系统监测与科学评估。

3.4.1 建筑常用保护材料类别与原理

建筑常用保护材料按照其功能，可以分成清洁材料、修补材料、结构增强材料、表面增强或固化材料、憎水材料、保护（出新）涂料等。按照材料的组成可以分成无机材料、有机材料和复合材料三大类。

（一）无机材料

用于建筑保护的无机材料可以分为天然无机材料（如黏土）、经过煅烧加工的无机材料，如石灰及合成的无机材料，如水玻璃等。

1.天然无机材料

黏土由石材等自然风化、搬运、沉淀而形成的细砂、黏土矿物等固态物质与水、空气组成。黏土在干燥失去水分后自身或与砖石等大部分无机材料之间有很

好的结合力，作为保护面层，或者设计成牺牲性保护面层，具有有效、生态、费用低等优点。

2.经过煅烧加工的天然无机材料

经过煅烧加工的无机材料有气硬性材料与水硬性材料等两大类，气硬性材料有石灰、石膏等，水硬性材料包括水硬性石灰、天然水泥等。现代水泥由于添加石膏等磨细而成，属于人工无机材料。

石灰是天然石灰石、生物贝壳（蛎壳）等经过煅烧、消解，或经过研磨但是不添加任何外来物质或外来物质添加量小于 5%而得到的天然无机材料。

根据烧制石灰材料的原材料的成分、煅烧温度、消解方式等，石灰分成气硬性高钙石灰、气硬性镁质石灰、天然水硬石灰等。

气硬性石灰的固化需要空气，严格来说是空气中的二氧化碳参与，这也是为什么叫气硬性石灰的原因。天然水硬石灰中含有水硬性组分如硅酸二钙，和气硬性的氢氧化钙。水硬性组分遇水后发生水化反应，形成水化硅酸钙而凝结，氢氧化钙同时又发生气硬性反应而进一步固化。天然水硬石灰具有水下及潮湿环境可以固化、强度适中、透气性好、含水溶盐低等特点。

天然水泥是含有适量黏土（黏土含量在 20%～25%的石灰石）的泥质石灰石经过煅烧、磨细而得到的天然材料。

3.经过煅烧加工的人造无机材料——水泥

水泥是近代建筑工业三大基本材料之一。凡细磨成粉末状加入适量水后，可成为塑性浆体，既能在空气中硬化，又能在水中继续硬化，并能将砂、石等材料黏结在一起的水硬性胶凝材料，通称为水泥。

按化学成分可将水泥分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥等。

硅酸盐系列水泥是以硅酸钙为主要成分的水泥熟料，一定量的混合材料和适量石膏，经共同磨细而成，是建筑修复使用量最大的水泥。按性能和用途可将硅酸盐系列水泥分为通用水泥和专用水泥等。通用水泥有硅酸盐水泥、普通硅酸盐

水泥（简称普通水泥）、矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水泥）、火山灰硅酸盐水泥（简称火山灰水泥）、粉煤灰硅酸盐水泥（简称粉煤灰水泥）、复合硅酸盐水泥（简称复合水泥）。专门用途的水泥有砌筑水泥、道路水泥等。白色硅酸盐水泥是含铁比较少的纯硅酸盐水泥熟料添加石膏及其他组分研磨得到的水硬性材料，价格比普通硅酸盐水泥贵，但是在建筑修复中使用广泛。

水泥遇水后发生水化反应，开始逐步凝聚硬化，形成水泥石。

现代水泥的强度指标按照其 28 天的抗压强度进行分类。作为重要的无机胶凝材料，水泥大量使用到建筑修复、加固、装饰等。但是需要注意的是，水泥与古代材料在强度、透气性、湿热变形等方面的兼容性。

4.人工合成无机材料——水玻璃

水玻璃俗称泡花碱，是一种石英砂、纯碱、烧碱等生产的能溶于水的硅酸盐，由不同比例的碱金属和二氧化硅所组成。最常用的是硅酸钠水玻璃、硅酸钾水玻璃（PS 材料）、硅酸锂水玻璃等。

水玻璃是一种气硬性胶凝材料，吸收空气中的二氧化碳，形成硅酸凝胶，并逐渐干燥而硬化。为了加速硬化，常加入固化剂。

水玻璃固化过程中产生的副产物如碳酸钠，在特定条件下可形成泛碱，也可以和大气、地下水、墙体中的硫酸盐结合，产生硫酸钠（芒硝），是一种结晶膨胀非常明显的盐。

水玻璃的黏结性好，硬化后有较高的强度，可以应用到如水泥制品、混凝土表层、松散干燥黏土等无机材料的加固，其中硅酸锂水玻璃是混凝土表层加固的重要原材料，但是水玻璃固化后产生碱及水溶性盐，有时会加剧历史材料如砖石的损坏，不可以使用到重要砖石材料的固化。

（二）有机材料

1.有机材料类型

有机材料一直是遗产建造及后期维护使用的材料，代表性的有桐油、大漆等。工业革命后，人工合成树脂应用到建筑中，特别是防水、密封及装饰领域。从

20 世纪 70 年代开始，欧美等国家开始开展大量的历史建筑修复保护研究，其中重要的进展是保存与修复材料方面的突破。但是现代材料应用到历史建筑修复中也犯过很多错误，如采用蜡对石材进行防水处理，采用丙烯酸树脂加固石材等，或采用水泥修复砖石材料等。今天我们认识到，采用现代材料修复历史建筑时，除了增加历史材料的功能及装饰效果外，更多需要考虑新材料与历史材料的物理、化学兼容性。

在历史建筑保护修缮中，常用的有机材料按照功能可以分为黏结材料、渗透增强材料和憎水材料三大类。

最常用的黏结材料为树脂，广义地讲，可以作为塑料制品加工原料的任何聚合物都称为树脂。

树脂有天然树脂和合成树脂之分。天然树脂是指由自然界中动植物分泌物所得的无定形有机物质，如松香、琥珀、虫胶、桃树胶等。合成树脂是指由简单有机物经化学合成或某些天然产物经化学反应改性而得到的树脂。

到目前为止，历史建筑修复中使用过的有机黏结材料（有机合成树脂及其改性的黏结材料）包括：①环氧树脂（EP）；②丙烯酸树脂（PMMA）；③聚氨酯（PUR）；④有机硅树脂；⑤正硅酸乙酯及其软化衍生材料；⑥聚酯（PE）等。

2.环氧树脂

环氧树脂是指分子结构中含有环氧基团的高分子化合物。

直接采购获得的商品环氧树脂一般为双组分，A 组分为树脂，B 组分为固化剂，当 AB 组分混合后，环氧基团开环进行线性聚合（固化），也可以交联固化。当其固化时，在金属及非金属材料表面有很好的黏结力，使其成为建筑工程中应用最广的裂隙黏结加固材料。从 20 世纪 70 年代到 90 年代，在文物保护、历史建筑修缮工程中就曾大量使用环氧树脂。

高质量的结构加固环氧树脂的特点：100%固含量，低黏度，与水\油兼容，适合包括特殊环境（如潮湿的裂缝等）的裂缝结构加固。

但是，环氧树脂的主要问题是强度太高，常常是加固黏结好的裂缝本身不开裂，在其周边部位重新出现开裂。同时环氧树脂不耐紫外线，在很短的时间内会变色；不透气，仅适合没有水的裂缝的黏结；环氧树脂的热膨胀性比石材等无机材料高约十倍；可施工性差，流淌的部位只有在很短的时间内用溶剂如丙酮清洁，固化以后只能采用机械方法清洁。

3.丙烯酸树脂

丙烯酸树脂是在砖石材料表层加固中使用过的最多的有机树脂，因有很高的光透射率故被俗称为有机玻璃，并有易着色的特性，可着成各种鲜艳的色调。丙烯酸树脂具有较好的热稳定性，质轻不易破碎，可作为玻璃的代用品，也是应用广泛的加固剂。尽管丙烯酸树脂耐紫外线的能力好于环氧树脂，变色程度相对小很多，但是由于其透气性差，热膨胀系数高，使得其在文物建筑修复中的运用越来越受到限制。丙烯酸树脂已经愈来愈少地应用到石材的修复中。

今天，丙烯酸树脂仅作为助剂（添加量≤1%，）使用到无机修复材料中。

4.硅橡胶

硅橡胶为网状结构的有机硅树脂，与其他几种有机树脂相比，硅橡胶具有非常好的耐候性，在民用工程中如幕墙得到大量使用。但是，硅橡胶不吸水、不透气，在历史建筑材料上施工的可操作性差，不适合砖石材料开裂及表层修复加固黏结。

5.聚氨酯

聚氨酯，全名聚氨基甲酸酯。聚氨酯制品隔热、耐油，应用广，包括黏结剂、涂料、（弹性）纤维、弹性体、软硬泡沫塑料、人造革等，就其应用广度而言，在合成材料中几乎占了首位。

聚氨酯涂层剂是当今发展的主要种类，它的优势在于：涂层柔软并有弹性；涂层强度好，可用于很薄的涂层；涂层多孔，具有透湿和通气性能；耐磨，耐湿，耐干洗。其不足在于：成本较高。

聚氨酯胶黏剂除具有无毒、无污染、使用方便等优点，还具有其他胶黏剂无

法比拟的优点，即优良的耐低温、耐溶剂、耐老化、耐臭氧及耐细菌性能，在建筑铺装材料的应用中发挥着重要作用。广泛应用于弹性橡胶地垫、硬质橡胶地砖和铺设塑胶跑道运动场中。新型双组分聚氨酯胶黏剂突破传统胶黏剂剪切强度与剥离强度的矛盾，可使两者同时达到较高使用强度，在建筑用钢板的粘接中体现出优异的性能，粘接牢固且不易产生形变，而且室温可调固化速度，使该聚氨酯胶在使用上方便易行，应用广泛。前人曾经研究采用低黏度、低浓度聚氨酯渗透固化风化的砂岩、黏土砖等，但由于聚氨酯与历史材料不兼容，这一技术没有得到广泛应用。

（三）复合材料

建筑保护中的复合材料是由有机、无机等两种或两种以上的材料经过复合工艺而制备的多相材料。今天建筑保护中的大部分材料均为复合材料。

最常见的复合材料为建筑涂料。建筑涂料是涂覆在被保护或被装饰的物体表面，并能与被涂物形成牢固附着的连续薄膜，是以树脂、油或乳液为黏合剂，添加颜料、填料、助剂、有机溶剂或水配制而成的黏稠液体。这种材料可以用不同的施工工艺涂覆在物件表面，形成黏附牢固、具有一定强度、连续的固态薄膜。这样形成的膜通称涂膜，又称漆膜或涂层。

3.4.2 砖石保护与修复材料

文物建筑最常见的材料为天然石材和烧结黏土砖，其保护修复涉及的材料非常复杂，包括传统材料，也包括被时间和实践验证的现代材料。从功能上，分清洁材料、固化材料、修复材料、结构加固材料、降低吸水性能的憎水材料、改变外观同时起保护作用的涂料等。

（一）清洁材料

1.清洁技术类型

清洗技术按照使用介质可以分为空气法、水清洗法、化学法及机械法。使用的材料包含气态、液态、液态-固态（浆状）等。这些方法各有特点，清洁时要多种方法组合使用，以达到最佳清洁效果。

化学法是指利用各种化学制剂，通过化学、物理和生物化学作用等清除污垢的清洗技术。化学清洗方法可以解决水清洗、激光清洗等不能解决的深层污染清洁，且有很多选择性。目前对于渗入性污染物，经典化学清洗方法仍然是最简单有效的方法之一。但是需要避免采用强酸或强碱进行清洗。

目前，国内外应用到的经典化学清洗方法有：电解质活性离子法、螯合清洗法、氧化还原清洗法、离子交换树脂法、凝胶吸附法、有机溶剂法、生物法、表面活性剂法、微乳液法、吸附材料和贴敷技术等。

2.敷贴法清洁材料

敷贴法是一种物理、化学相结合的清洗方法。

敷贴法最早是为降低水溶性盐分而开发。盐分是破坏建筑饰面完整性、降低饰面强度的重要病害因素。通过表面溶解吸附等方法降低基层水溶性盐是文物建筑保护工作者经过长期试验，不断改进，得出的简单方便、效率高、可在垂直面施工的清洗技术。原理是利用水溶盐离子的毛细作用。去离子水渗入到基材中，将盐分溶解后，通过水分蒸发，盐分随着水的转移，慢慢集中到可以去除的表层敷贴材料中，从而降低基层盐分的方法。为了降低水分的挥发速度，特别是在极其干燥的地区，可以覆盖塑料薄膜。吸附脱盐的敷贴材料一般会选择孔隙率高、附着力良好的材料。实际施工中需注意不能损伤基层，同时不改变基材的颜色。近期研究发现，敷贴法使用的浆状材料中可添加弱酸（如草酸）、弱碱（如碳酸钠）或活性盐（如硫酸氢铵）或螯合剂（如 EDTA）等，提升清洁的效果。敷贴法因以上优点，将成为使用最广泛的清洁方法之一。



图 3-13 敷贴法清洁近现代文物建筑石柱

3.生物杀灭材料

苔藓和杂草等显性生物病害的防治，经典方法是采用各种生物防治剂。如基于烷基二甲基季铵盐的试剂对苔藓、地衣和藻类等具有强大的杀伤作用，兼具预防性和治疗性。草甘膦等除草剂可除植物杂草。效果如何必须在建筑本体进行实验并科学评估。

（二）砖石渗透固化材料

历史上采用过的砖石渗透增强材料的类型很多，经过超过 50 年的检测、监测、评估，只有硅酸乙酯类增强剂才适合使用到各种无机材料的固化。有机材料的使用需要极其小心，新的无机材料，如纳米-微米石灰等的研究应用等越来越受到重视。

硅酸乙酯分“经典岩石增强剂”（含或者不含溶剂的增强剂）和弹性硅酸乙酯增强剂二类。

硅酸乙酯与空气中的水蒸气反应，生成二氧化硅胶体，成为新的胶结物，而使矿物材料的强度增加。乙醇为副产物，可通过挥发除去。

经典硅酸乙酯增强剂具有如下的特点：①岩石增强和憎水保护分开，以满足不同的保护需要；②单组分，无或含少量溶剂，无须现场配制；③易于使用，可以长期储存，质量稳定；④强度增加适中，从 < 50%到 > 100%，满足不同的需要；⑤渗透深度大，可渗入到没有风化的砖石部位；⑥形成无机的氧化硅胶体，耐久性好，并耐紫外线，耐风化；⑦没有有害的副产物产生；⑧憎水性一般在 8 周后消失，特别适合在不可以进行憎水的部位施工；⑨透气性很好，潮湿基面的干燥速度几乎不改变。

弹性硅酸乙酯的化学反应原理和经典硅酸乙酯相同，比经典硅酸乙酯有更好黏结性。但是渗透性能相应降低。

硅酸乙酯类增强剂适合硅酸盐类天然岩石与人造岩石（如砂岩、青砖、陶器、土、三合土、抹灰砂浆、壁画等等）的增强保护。强度增加 10%～100%不等，可以通过稀释剂如无水乙醇稀释，降低增强的程度，或者选择配置好的工业产品。

硅酸乙酯类增强保护剂不适合潮湿含盐高的砖石、非常潮湿的土壤、致密的

结晶岩石，如花岗岩以及碳酸盐岩石也不需要增强剂处理。

施工时可采取流涂、浸涂、点滴、注射或真空负压工艺。

硅酸乙酯材料本身的增强效果较好，但其最佳增强效果和硅酸乙酯材料的类型、浓度（宜低不宜高）、岩石风化的特点、施工量（必须足量）、施工时的温度、湿度等有关。高浓度、施工量不足常常导致起壳，必须避免。

（三）砖石修补材料

表面风化破损不严重的砖石等材料，出于对历史材料的尊重一般采用修补而不替（掏）换，这样可以多保留文物建筑材料历史信息。此外，修补还具有少干预、可识别、快捷、更安全等优点。基于牺牲性保护理念的修补可有效缓解历史材料的老化。

砖石修补材料按照黏合剂类型有（聚合物改性）无机修补剂、有机修补剂（如云石胶等）。有机修补剂只适合室内装饰石材等修补，室外使用会加速石材劣化。

按照修补材料配制地点有现场配制和工厂配制（如干混修补砂浆等）。现场配制常常需要非常专业的文物修复师根据具体保护要求配制，但是缺点是质量不稳定。干混修补砂浆是目前使用最多的修补材料。未来趋势是按照具体保护建筑的材料及环境要求量身定做修补材料。

无机修补剂是采用无机黏合剂，如石灰、低碱水泥或白水泥、弹性正硅酸乙酯等，选用耐候骨料，如天然河砂或天然石材破碎的彩砂、破碎的砖粉、石粉等，同时添加少量助剂，如纤维等配制而成。

目前市场提供的砖石无机修补剂（干混修补砂浆）主要有三类：一类为水泥砂浆，特点是快硬，但是脆性，容易泛碱；第二类为无水泥修补剂，为采用水硬石灰配制的修补剂，具有中低强度，高透气性等优点；第三类为添加少量水泥的混合修补剂，由耐碱水泥、石灰（天然水硬石灰）、活性组分如偏高岭土等组成。几乎所有类型的无机修补剂中都含有少量的树脂类添加剂（一般小于 1%），以优化性能指标，如降低收缩性，增加可操作性。

砖石修补材料和混凝土修补材料在性能要求方面有区别。砖石修补材料一般

需要具有如下性能：与待修补材料的强度接近或低压修补材料，透气性接近或等于待修补材料，吸水性能接近或高于待修补材料，颜色、质感等接近历史材料。不吸水、不透气的有机修补剂不适合作为外墙或地面等部位砖石材料的修补。



图 3-14 采用有机树脂修复建于 20 世纪 20 年代的石材，短时间内石材出现新的病害



图 3-15 满足少干预等文物保护原则的黏土砖点修补法

（四）砖石嵌缝及憎水

1.砖石嵌缝

传统的砖石砌体，特别是清水砌体的嵌缝材料主要为石灰及基于石灰的桐油石灰等。桐油是从桐树种子中榨取的油脂，为天然的干性油，在空气中被氧化、聚合，形成桐油膜而保护基材。桐油和石灰中的氢氧化钙反应形成复合材料而增强石灰材料的耐久性、耐水性，降低石灰的吸水性。桐油石灰嵌缝剂由于透气性降低，只可应用到建筑外立面等侧重防止雨水侵入的部位。

还有一部分近现代砖石建筑嵌缝材料主要为混合砂浆、添加了比如砖面的石灰砂浆等或者为纯石灰砂浆，灰（石灰）和砂（一般为河砂）的比例（重量比为 1：2.5 左右。从真实性保护修复角度，保护修复时应采用复配的修复嵌缝材料。

2.憎水

憎水是不改变基层材料的颜色而降低多孔材料毛细吸水性能的处理措施。主要目的是降低墙面毛细吸水能力，防止雨水渗入室内。憎水不同于封护。

（五）砖石砌体结构加固材料

砖石砌体结构加固材料按照加固材料与原结构材料之间的关系，可以分成渗

透类增强材料、黏结类加固材料、填充类材料三大类。

渗透类增强材料是指低黏度的无机或有机材料，通过毛细作用或压力渗透到砖石及砌筑灰浆本体材料内部，增加砖石及灰浆的自身强度。材料类型有石灰、钾基水玻璃、锂基水玻璃、环氧树脂等等。

黏结类加固材料是指具有一定黏结强度的无机、有机或复合材料通过重力或压力进入裂缝中，黏结失去结合力的砌体的材料。材料类型包括无水泥的天然水硬石灰注浆料、水泥注浆料、聚合物砂浆注浆料等。必须注意采用水泥注浆材料时，水泥中的水溶盐对既有砌体的破坏。

填充类加固材料是指低强度、低黏结力的无机材料，进入砖石砌体，增加砌体的整体性。这类材料常用的是石灰基注浆料。

3.4.3 混凝土保护材料

文物建筑的混凝土保护采用的材料可以参照一般民用建筑的混凝土保护所使用的成熟的材料。但是在设计、使用这些材料时，需要不违背《中国文物古迹保护准则》中有关近现代史迹及代表性建筑保护的基本原则，特别是要对历史混凝土成分进行研究，采用和历史混凝土在颜色、强度、质感等方面类似的修补材料，混凝土表面防碳化等保护材料除需要满足防碳化的基本技术要求外，尽可能采用透明材料，以保留历史混凝土的颜色和表面质感。

（一）混凝土修补材料

混凝土修补材料系统由阻锈剂、裂隙（空洞）注浆剂、面层修补剂、找平层等组成。

1.阻锈剂

混凝土结构钢筋的阻锈剂是阻锈填料中附着在清除旧锈后的钢筋表面的涂料，以阻止钢筋进一步锈蚀并增强修补剂与钢筋的附着力。阻锈剂大致可以分成二类：一类为有机树脂类（一般为双组分）；第二类是单组分聚合物改性水泥基防锈剂。阻锈剂的质量应符合国家或建筑行业的基本质量要求。

2.裂隙注浆剂、空洞填充剂

混凝土中小的结构性开裂一般采用低黏度、附着力好的结构胶，主要为环氧树脂。大的空洞采用聚合物改性微膨胀水泥基注浆料（灌浆混凝土）。后者主要由硅酸盐水泥添加火山灰或硅微粉、膨胀助剂、骨料等组成，达到微膨胀、具有很好的流动性，与旧混凝土有很好的附着力等性能要求。

3.混凝土修补剂

混凝土修补剂的类型有硅酸盐水泥修补剂、聚合物改性（加筋）水泥基修补剂（PCC、SPCC）和聚合物修补剂三大类。聚合物改性（加筋）水泥基修补剂（PCC、SPCC）是有时还添加纤维材料以增加抗裂等性能，是目前使用最广泛，也适合历史混凝土修复的材料。聚合物修补剂具有固化速度快、收缩性低等特点。

（二）混凝土防碳化

混凝土碳化是指混凝土中的氢氧化钙和空气中二氧化碳发生反应，形成碳酸钙的过程。完全碳化后的混凝土的 pH 值，由碱性变成中性而失去保护钢筋的能力。

混凝土的碳化速度与混凝土的水灰比（或称为水胶比）、强度、孔隙率、环境因素及表面处理方式等等有关。

延缓混凝土碳化的有效简单的技术手段是施用防碳化涂料。防碳化涂料类型按照遮盖力和黏合剂类型，可以分成浸渍型（渗透到混凝土内部，不成膜、几乎不改变颜色及质感）、透明成膜型（如氟碳漆、环氧树脂漆等）和遮盖型三类，而遮盖型按照黏合剂类型，又分成水泥基（聚合物改性水泥涂料）和聚合物涂料（如弹性涂料、纯丙烯酸涂料）等。

所有的防碳化涂料必须经过专业机构检测，达到国家或建筑行业相应的防碳化技术指标要求。

3.4.4 钢结构保护材料

钢结构的耐久性主要受二个因素的影响，第一是腐蚀，第二是火灾。

（一）钢结构防腐蚀

钢结构防腐蚀的简便、有效的方式是定期刷涂防腐蚀涂料。防腐蚀涂料，也

称防锈漆，有多种类型，基本原理是隔绝钢与外界环境，免于钢被腐蚀。传统的防锈漆用精炼的亚麻仁油、桐油等优质干性油做成膜剂，红丹、锌铬黄、铁红、铝粉等作防锈颜料。防锈漆分底漆和面漆。传统的防锈底漆为红丹漆；面漆如醇酸磁漆具有较高的防水汽渗透性能。但是红丹等含有重金属，对环境有污染。新型的硼钡酚醛防锈漆、环氧树脂等可代替红丹防锈漆。

（二）钢结构防火涂料

钢材虽然遇火不燃，也不向火灾提供燃料，但钢材受火作用后会迅速变软，当钢结构遇火烧 15~20 min 左右，屋架及其他杆件会软化塌落。随着局部的破坏，使结构整体失去稳定而破坏，而且，破坏后的钢结构无法修复再用。为了克服钢结构耐火性差的缺点，一般采用刷涂防火涂料等保护方法，以确保钢结构遇火后的安全。

1.防火涂料的类型

防火涂料实质上是阻燃涂料的习惯称呼。防火涂料分类方法很多，根据防火涂料的组成基料分为无机型和有机型。无机防火涂料以无机盐类为基料，有机防火涂料以天然或合成树脂为基料。按防火涂料的作用机理，可分为非膨胀型防火涂料和膨胀型防火涂料。

2.非膨胀型防火涂料（又称厚涂型防火涂料）

非膨胀型防火涂料基本上是以无机盐类制成胶黏剂，掺入石棉（致癌物）、硼化物等无机盐等加工制成。非膨胀型防火涂料是依靠本身的难燃性或不燃性来阻止火焰的传播。它的涂层都较厚，一旦着火，在高温下就形成一种釉粒状，在短时间起到一定的隔热作用。非膨胀型防火涂料对钢材的保护效果是有限的，但因有较高的难燃性或不燃性，对阻抗瞬时性高温仍有很好的效果。

3.膨胀型防火涂料（又称薄涂型防火涂料）

膨胀型防火涂料是以天然或人工合成的树脂为基料，添加发泡剂、碳源等防火组分构成防火体系。受火作用时，能形成均匀、致密的蜂窝状碳质泡沫层，这种泡沫层不仅有较好的隔绝氧气的作用，而且有非常好的隔热效果。膨胀型防火

涂料在未受高温、热和火灾作用时，能保持良好的装饰性，一旦发生火灾时，它能迅速膨胀，形成一层厚而不燃的多孔碳化层，从而阻止热向基材渗透。

防火涂料的防火性能只有在涂刷于建筑物上经 24 h 风干后，才能起到防火阻燃作用，如在尚未风干之前遇上明火，则仍会发生燃烧。实验表明，膨胀型防火涂料分多次涂刷，燃烧时至少能两次以上起泡，大大增强了耐燃性和阻燃性。

3.4.5 木材防虫、防腐、加固材料及处理方法

（一）木材防腐防虫处理

1.化学防腐防蛀法

通过化学药剂处理木材，使木材达到一定的药剂浸渍量，从而对已经出现腐朽、虫蛀病虫害的木材起到杀菌杀虫治疗的作用，而对健康材起到防腐防虫的预防性保护的方法。常用木材防腐（虫）药剂多是以复合型为主，即一种药剂兼有防腐、防虫、防白蚁和防霉等多种功效。油溶性防腐剂能够起到防虫、防腐、防霉的作用，该防腐剂能防杀木材害虫，也能防治木材腐朽菌，药剂能与纤维结合，不易流失和分解，因而药效持久。水溶性防腐剂也具有防虫、防腐、防霉的作用，该药剂对菌虫毒性较高，处理颜色浅，气味小。

木材的含水率是影响木材吸收药剂的一个重要因素。我国古建筑维修中规定木结构防腐处理时含水率应在 20%以下，木材在干燥情况下，防腐处理是对药剂溶液的直接吸收。而对湿材的防腐处理，当木材含水率超过 30%时，防腐（虫）剂应用水溶性、高深度并在处理时采用有利于药剂扩散的措施。对建筑木材的防腐工程一般都在维修现场，配合施工进度同时进行，常用的方法有浸泡、真空浸注、热冷槽、喷淋、涂刷、吊瓶滴注及加压注射等方法，最常用的还是喷淋、涂刷和吊瓶滴注等。

2.非化学防腐防虫法

在木材害虫防治方面，主要有生物防治以及物理防治法。

生物防治是利用生物或生物技术消灭有害生物的方法，如以虫治虫、以微生

物治虫等。在以虫治虫方面，例如利用肿腿蜂防治木材蠹虫。其幼虫是一类寄生蜂，在蠹虫幼虫体内产卵，卵在幼虫体内孵化长大使蠹虫幼虫死亡。对防治窃蠹、长蠹和粉蠹均有明显效果。除此以外，还可以使用一些生物性制剂，如各类激素、外激素、植物性制剂（如除虫菊酯）、微生物性毒剂和化学不育剂等。与化学方法不同的是，生物防治不具有毒物质，可以避免环境污染。在人工合成的杀虫剂中，二氯苯醚菊酯、三氯杀虫酯，杀灭菊酯、氯菊酯和氟氰菊酯等对白蚁防治效果突出，其中氯苯醚菊酯、杀灭菊酯对防治木材蠹虫具有一定效果。

物理杀虫法包括：γ射线、高频电磁波、超声波、热能、冷冻法。物理法杀虫不破坏木材，不造成环境污染，但物理杀虫没有预防作用，因此需要与化学法结合使用。

国际上还存在应用热风法进行杀虫、杀菌的方法。热风法不仅应用于杀灭昆虫，也用于消除干腐菌。对于液态防腐剂无法杀灭的干腐菌，可以选用热风法。但是，热风法不能起预防作用，热风法结束后，昆虫也可能再次侵蚀。因此，经常联合使用化学法预防木材受害。

（二）木材加固处理

化学加固法一般针对木材因腐朽、虫蛀等病害而出现空洞或材质松散，力学强度明显降低的情况。而对于梁、额构件，由于荷载大或糟朽或年久失修出现弯曲劈裂和底部折断，或木柱出现较大纵向贯穿裂缝等情况，通常引进其他材料来增强木构件的使用强度。

木材的化学加固处理在一定意义上讲，就是木材的改性处理。木材径改性处理后，增加了尺寸的稳定性，耐气候性，耐腐、抗虫能力，尤其是提高了物理力学强度，使木材能够长期保存。常见的化学加固试剂分为无机和有机两大类。无机药剂主要是各种盐类物质，用于高含水率木材的保护。有机化合物包括低分子和高分子两类。高分子化合物只能透入木材表层，而低分子化合物可以渗入木材深层，但加固效果不如高分子聚合物。其中水溶性化合物，主要用于含水率在纤维饱和点以上的木材的加固处理。根据被处理物体的状况和性质，加固药剂的特

殊要求和现有设备的情况，聚合物平均分子量的大小，单体浸入木材后聚合状况及木制品表面状况等，选择适宜的固化方法。常用的固化方法有挥发法，热引发法和光化学法。

除了化学加固法，对于梁枋、柱等木构件剔除腐朽替换新构件后，一般采取在构件外使用铁箍或玻璃钢箍箍紧进行加固。此外，在国际上应用金属材料、纤维增强塑料（FRP）、玻璃纤维、碳纤维、碳纤维布（CFRP）等材料对木梁进行抗弯加固，其中钢材和纤维增强塑料（FRP）加固木梁是主要的加固方式；对木柱抗剪加固主要采用粘贴碳纤维布加固。纤维增强塑料（FRP）加固主要有布材、预应力布材和棒材。我国常使用的金属加固方法，如铁箍、钢材加固。铁箍在木材半干或处于潮湿状态时，会使铁产生化学反应生成铁锈，继而对木材表面造成污染；而采用钢材加固，由于两种材料具有不同的比热容，钢材容易在表面形成冷凝水，会造成木材局部过于潮湿，有引起木材生物病害的隐患。

4 近现代建筑结构体系保护修缮

中国近现代建筑的结构体系主要来源于西方，它与中国传统建筑的结构体系存在很大程度上的不同。中国近现代建筑中的结构体系包括钢筋混凝土结构体系、砖混结构体系、砖木结构体系和特殊结构体系。

水泥材料的钢筋混凝土结构在 19 世纪末，作为一种全新的建筑材料传入中国。硅酸盐水泥的使用寿命一般在 70~80 年，整体结构寿命不超过百年。因此，钢筋混凝土结构体系的最大问题在于它的不可逆与不可替换上。当结构达到使用寿命后，需要进行相对彻底的置换与保护。而传统的砖木结构则具备可逆性。砖混结构体系由砖状砌体与混凝土共同构成，在当时中国进口水泥价格高昂的情况下，砖混结构在近现代建筑中较为普遍。20 世纪 30 年代后，随着中国水泥工业的发展、壮大，建筑中的钢筋混凝土用量才开始逐步加大。砖混结构是一个包含了砖墙与混凝土工程的复杂体系，对于该体系的保护与改造，应基于一定的认识与分析。砖木结构体系由砖材与木材共同承重，通常可逆、可置换。该结构体系由西方传入，大量被运用于西洋风格的小住宅建筑上，与中国传统的木构体系存在很大不同。特殊结构体系包括大跨度木屋架体系、钢筋混凝土屋架体系，以及钢结构屋架体系。其中，钢筋混凝土屋架体系常被用作中国传统屋面样式屋顶的承重体系。

上述结构体系的重点与难点首先在于混凝土等材料的不可逆，就材料的有效性与使用寿命而言，此类结构体系的保护方式不同于木结构体系；其次在于保护技术与方法的多样性，需要在包括置换、托换、碳纤维保护法、扩大截面法、以钢构件进行可逆性置换与加固在内的诸多途径中权衡取舍。近现代建筑的结构体系在内容上是复杂的，它涉及大量结构专业与材料专业的技术、基础与知识。对于设计工程师，或者工程维修保护的工程师而言，并不要求做到定量的分析，但需要对材料特点、维护方法做到定性的了解。

4.1 钢筋混凝土结构体系

在中国近现代历史建筑中，钢筋混凝土结构的建筑占有很大的比例，主要集中存在于我国大中型城市如北京、上海、武汉、天津、西安、广州、济南、南京、杭州、重庆、青岛和哈尔滨等。

在中国，钢筋混凝土结构最早应用于民国时期建筑中，由于钢筋混凝土体系因在近现代时期钢筋混凝土价格昂贵，钢材和水泥大部分靠从国外和其他城市运输而来，所以在使用中格外精简；一般适用于大型公共建筑、大规模的厂房建筑及其他重要性建筑，所以大多数近现代钢筋混凝土历史建筑均承载了重要的历史、文化信息，加之其特有的建筑价值，往往已成为或即将成为文物建筑。

在全国重点文物保护单位及省市级文物保护单位名录中，近现代钢筋混凝土历史建筑均占有一定比例。

4.1.1 近现代钢筋混凝土结构体系的结构特点

钢筋混凝土结构系统除了采用钢筋混凝土之外还往往运用了其他材料，按照材料的不同可以进一步分为四种不同的结构类型：钢筋混凝土框架结构，钢筋混凝土框架、砖墙混合结构，钢筋混凝土、砖墙、木屋架混合结构，钢筋混凝土、砖墙、钢屋架混合结构。

钢筋混凝土框架结构（图4-1）指由钢筋混凝土梁、柱组成框架共同抵抗使用过程中出现的水平荷载和竖向荷载的结构体系。框架结构的房屋墙体不承重，仅起到围护和分隔作用，梁和柱之间的连接为刚性结点。屋盖、楼板上的荷载通过板传递给梁，由梁传递到柱，由柱传递到基础。纯钢筋混凝土框架结构比较罕见，主要用于工业厂房类建筑。



图 4-1 天津劝业场



图 4-2 上海法国总会

钢筋混凝土框架、砖墙混合结构是指以砖砌体和钢筋混凝土柱、梁、板共同作承重构件的结构体系（图4-2）。一般而言，这种结构外墙为砖承重墙，内部为钢筋混凝土柱、梁、板承重。但也有内部采用砖墙作为承重墙的情况。这是一种很常见的混合体系，因为建筑内部采用了钢筋混凝土框架，因而能够带来室内空间的灵活性和开敞性。

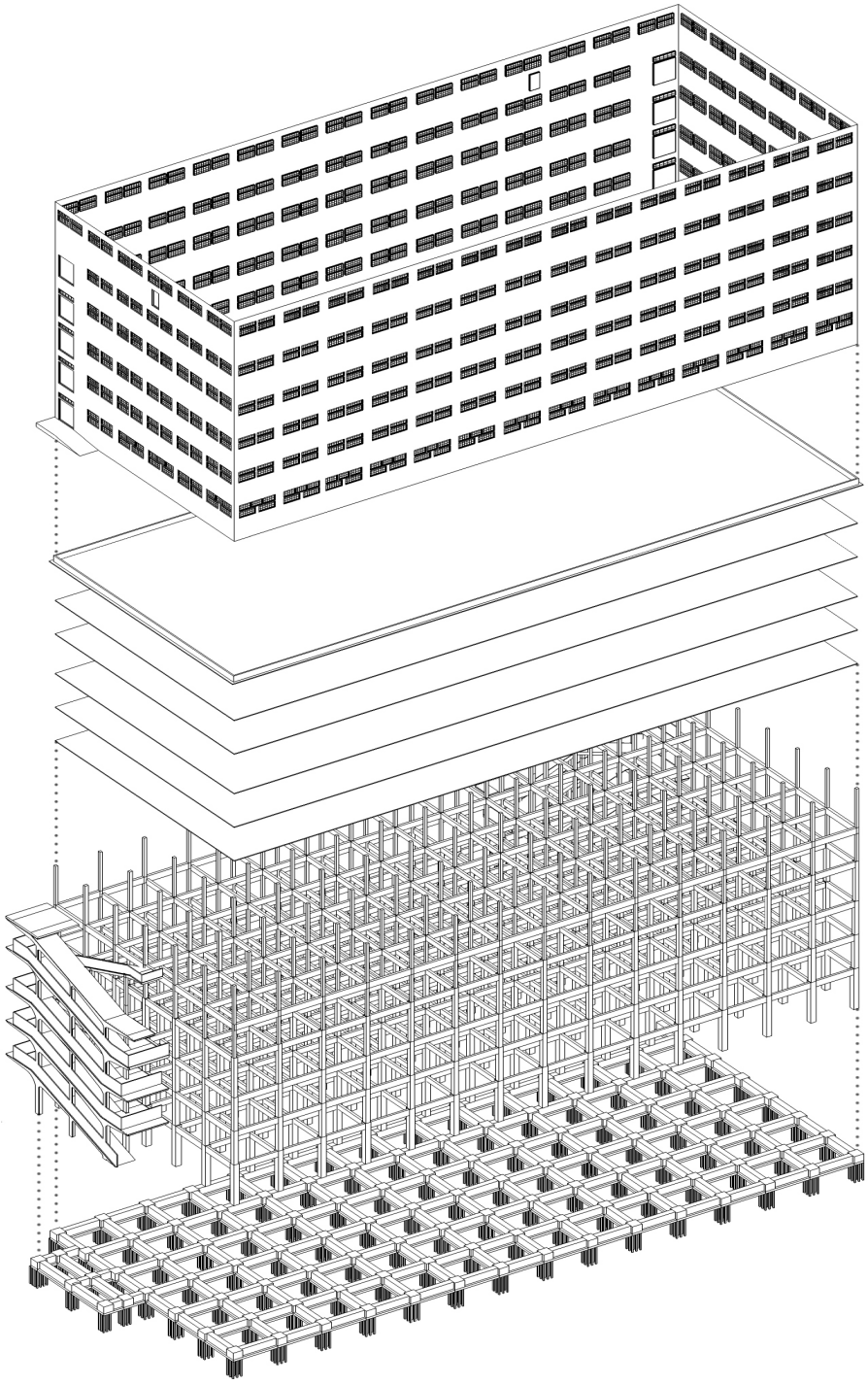


图 4-3 钢筋混凝土、砖墙、木屋架（楼板）混合结构体系示意图

钢筋混凝土、砖墙、木屋架（楼板）混合结构（图4-3）是指以砖砌体、木楼板、木屋架和钢筋混凝土柱、梁共同作为承重构件的结构体系。这种结构一般外墙为砖承重，内部采用钢筋混凝土柱、梁或砖承重墙，使用木屋架和木楼板。相比于砖混结构，木屋架和木楼板能支持较大的空间跨度，施工方便，构造简单，造价也较为低廉。

钢筋混凝土、砖墙、钢屋架混合结构是指以砖砌体、钢屋架和钢筋混凝土柱、梁作承重构件的结构体系（图4-4）。同样，这种结构一般外墙为砖承重，内部采用钢筋混凝土柱、梁或砖承重墙，屋架使用钢屋架。由于钢屋架能够营造大跨度的室内空间。因此这种结构一般用于室内需要大空间的情况。

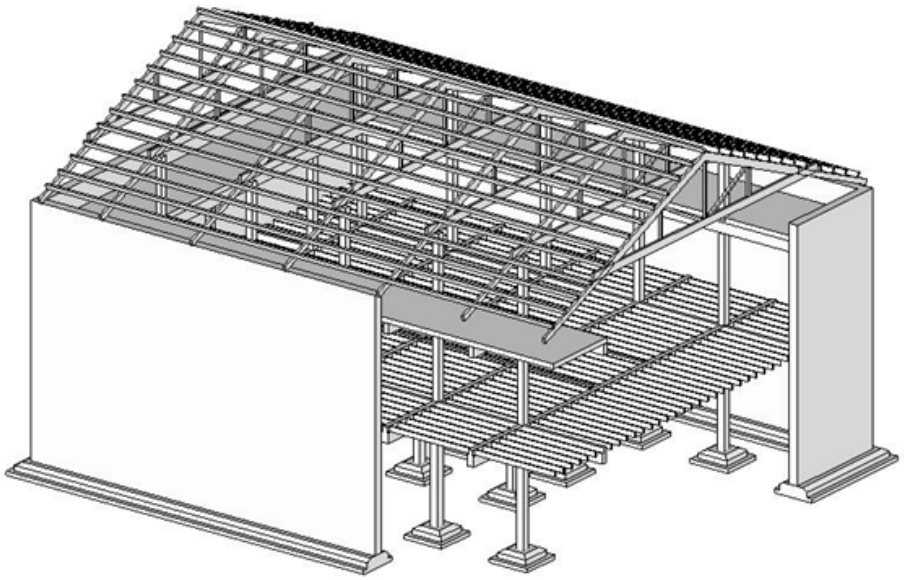


图 4-4 钢筋混凝土、砖墙、钢屋架混合结构体系示意图

近现代钢筋混凝土历史建筑的使用时间较长，大都属于超期服役结构，对于钢筋混凝土文物建筑的加固修缮方法，主要取决于该建筑的文物等级以及其所面临的功能使用需求，在做出准确的价值评估和结构安全评估后，再确定“最小”干预的加固修缮措施。

4.1.2 近现代钢筋混凝土结构体系的常见问题及病害

近现代钢筋混凝土历史建筑的病害原因主要分为内部原因和外部原因。

内部原因是指混凝土自身的一些缺陷，如在混凝土内部存在气泡和毛细管空隙，为空气中的二氧化碳、水分与氧气向混凝土内部的扩散提供了通道。这些自身缺陷来自于混凝土结构的设计、材料和施工的不足。

外部原因主要是指自然环境与使用环境。一般环境中的二氧化碳、酸雨等使混凝土中性化，并使其中的钢筋产生锈蚀，而环境温度与湿度等则是影响混凝土开裂及钢筋锈蚀的最主要原因。灾害环境主要指地震、火灾等对结构造成的偶发

损伤，这种损伤与环境损伤等因素的共同作用，也将使结构性能随时间进一步恶化。

某种病害特征往往不止一种原因，各原因之间相互作用相互影响，使病害情况更加恶化。

（一）混凝土碳化深度较大

钢筋混凝土历史建筑使用至今，一般均已超出其合理使用年限，混凝土表面由于空气和水汽的不断深入，导致碳化深度的不断加大，当碳化深度达到或超过保护层厚度时，钢筋就有可能开始锈蚀，影响结构安全。因此，碳化深度较大是近现代混凝土常见的一种病害，图4-5为碳化深度的现场实测情况。



图 4-5 a&b 混凝土碳化检测

（二）钢筋锈蚀

当钢筋混凝土构件的碳化深度达到或超过保护层厚度时，钢筋就有可能开始锈蚀（图4-6）。一般而言，对于近现代钢筋混凝土历史建筑而言，钢筋发生锈蚀可能的概率依次为：混凝土板＞混凝土梁＞混凝土柱。



图 4-6 a&b 受力钢筋锈蚀现象

（三）混凝土强度较低

近现代钢筋混凝土历史建筑由于建造当初的施工工艺水平而导致一开始混凝土强度就偏低，再加上后期的性能退化，容易导致混凝土强度的进一步降低。许多近现代钢筋混凝土历史建筑的混凝土强度会低于现代规范要求的C20最低强

度要求。

（四）混凝土开裂或剥落

近现代钢筋混凝土历史建筑由于长期使用已超出合理年限导致性能退化，或由于材料、构造、受力等不利影响，容易产生开裂现象（图4-7），裂缝分为受力裂缝和非受力裂缝两种。

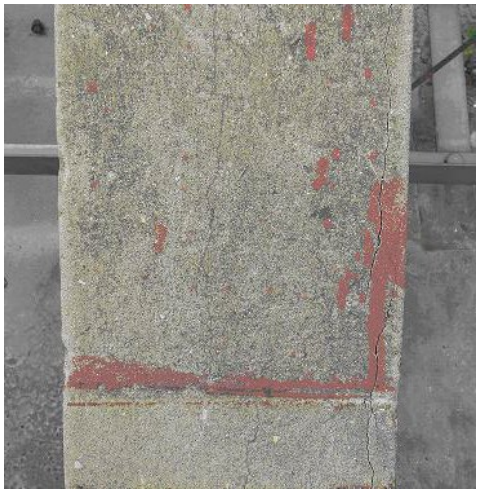



图 4-7 a&b 混凝土构件开裂现象

（五）混凝土霜冻和冻融循环破坏

冷冻地区的混凝土如果没有很好的保护措施，容易遭受到霜冻的破坏。混凝土毛细孔水分和混凝土孔隙产生内部压力的水分冰冻能够导致局部混凝土瓦解。表面具有冰晶体的混凝土破坏能通过肉眼或者放大镜观察到。在潮湿的混凝土表面很容易发现冰碴。霜冻破坏的混凝土比较少见，所以在建筑物修复时必须确定是否存在这种损坏现象。

（六）屋面开裂渗水

近现代钢筋混凝土历史建筑由于使用年限较久、材料老化或钢筋锈涨开裂，屋面防水系统失效，从而导致屋面板出现开裂渗水，出现霉变（图4-8）。




图 4-8 a&b 屋面板开裂渗水现象

（七）围护墙体开裂渗水

近现代混凝土历史建筑外围护墙体一般采用砖砌，围护墙体没有与框架柱采用钢筋进行连接，由于基础不均匀沉降或环境振动影响，容易导致围护墙体出现开裂渗水现象（图4-9）。




图 4-9 a&b 围护墙体开裂渗水现象

4.1.3 近现代钢筋混凝土历史建筑的适应性加固技术

近现代钢筋混凝土历史建筑的材料性能、设计方法和建构特征上均有别于现代的钢筋混凝土建筑，但是结构体系的设计思路是相同的，主要为钢筋混凝土框架结构，结构体系传力路径为屋面/楼面—混凝土梁—混凝土柱—基础。

（一）钢筋混凝土屋面/楼面

近现代钢筋混凝土历史建筑的屋面/楼面板一般损坏较为严重；特别是屋面板，由于防水保温技术的限制，屋面板容易出现裂缝，多有渗水、漏水的现象，直接影响到建筑使用和结构安全；而楼面板因为混凝土强度较低、混凝土碳化和钢筋锈蚀等问题，其承载力常常难以满足现代的办公、展览、商业等使用要求。

适用于近现代钢筋混凝土历史建筑屋面板/楼面板的加固方式主要有钢筋网

聚合物砂浆修复技术、粘贴碳纤维布加固技术、粘贴钢板加固技术等，必要的时候还可以采用新增钢梁加固技术和置换混凝土板等方法。

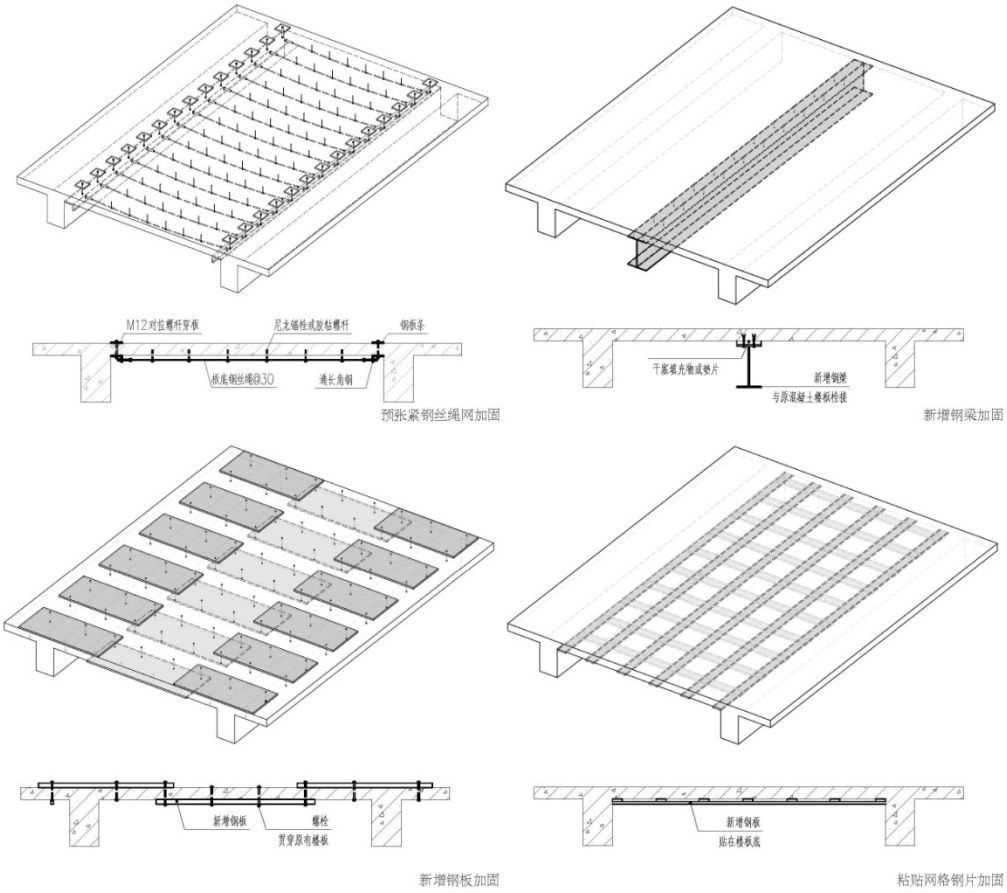


图 4-10 楼板加固的各种方式

1.粘贴碳纤维布加固

当混凝土板没有明显损伤，仅需要提升承载能力、耐久性和抗震性能等，可以采用粘贴碳纤维布加固的方法。需要加固的同时起到防水效果的话，可以在正面满铺，反面再帖1-3层碳纤维布；仅仅需要提高楼板结构的强度、抗震性的话，仅在板底粘贴碳纤维布即可，在板底通常交叉（井字形）粘贴碳纤维布（图4-11）。



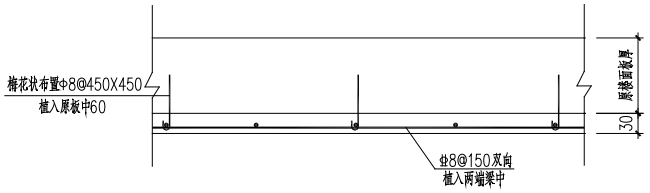
图 4-11 粘贴碳纤维布加固混凝土板

如果楼板有裂缝，应先处理裂缝，再加固楼板，所以一般的施工流程是先灌注灌缝胶，然后再用碳纤维布进行加固处理。采用碳纤维片材加固的混凝土结构，长期使用环境温度一般不能大于60℃，特殊环境下采用此技术，必须采取相应的防护措施。与粘贴碳纤维布加固相似的方法，还有粘贴碳纤维板条加固技术和粘贴钢板加固技术等。

2.钢筋网聚合物砂浆加固

当混凝土板损伤程度不大时，可采用钢筋网聚合物砂浆修复技术在原混凝土板底部新增一层30毫米厚的叠合板进行加固（图4-12）。加固修复后，一方面恢复或提高了混凝土板的承载能力，另一方面确保了混凝土板的耐久性和防水性。





（a）现场施工　　（b）加固设计图

图 4-12 钢筋网聚合物砂浆加固混凝土楼板

3.新增钢梁加固

当修缮后使用荷载较之前设计荷载增大较多，且采用其他加固技术不容易达到新的承载力要求时，可采用新增钢梁加固技术，在设计和施工时要注意加固钢梁的可识别性和原始结构状态的可恢复性，同时可配合其他加固方法大幅度提升屋面板/楼面板的承载能力。

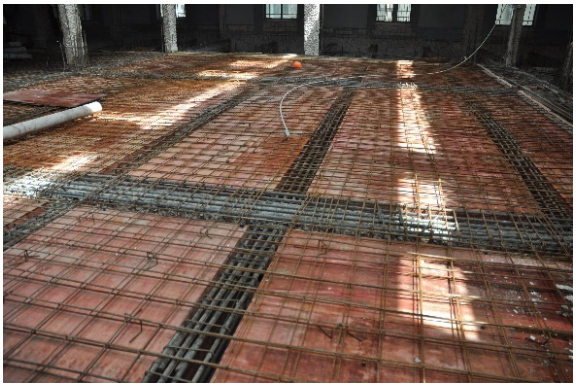
这种方法是在原有梁跨度中间的位置增设工字钢梁，通过这种方式有效地缩短原有跨度，提高楼板的荷载能力。施工时需要将钢梁与原有楼板拴接，钢梁两端应与混凝土主梁连接；加固后需验算混凝土主梁在新增集中荷载下的受力状态。

4.置换混凝土板

当混凝土板损伤程度较大时，可将混凝土板采用无损切割技术进行拆除，然后采用植筋技术重新配置钢筋，浇筑新的混凝土板（图4-13），这种方法可以最大限度地提高混凝土板的耐久性和承载力。



（a）无损切割混凝土板



（b）浇筑混凝土板

图 4-13 混凝土板置换施工现场

（二）钢筋混凝土梁

近现代钢筋混凝土结构设计理论一直在发展，与早期的钢筋混凝土建筑的梁构件设计理论与现代的混凝土结构设计理论有较大的差别，加之服役时间长、后期使用荷载增加等原因，钢筋混凝土梁构件在近现代钢筋混凝土历史建筑中是最常见的需要被加固的结构构件。

适用于近现代钢筋混凝土历史建筑梁构件的加固方式主要有涂抹渗透型防护材料法、粘贴碳纤维布加固技术、粘贴钢板加固技术和聚合物砂浆修复技术等方法，必要时还可采用增设钢柱技术对梁构件进行加固、扩大截面法加固、增设钢板锚栓加固等（图4-14、图4-15）。

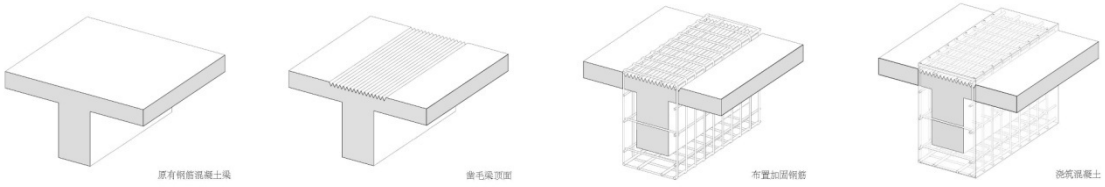


图 4-14 扩大截面法加固混凝土梁流程

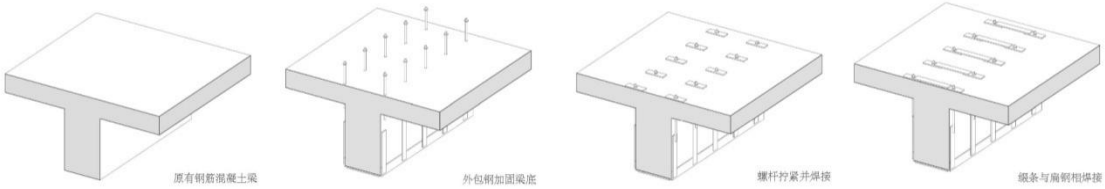


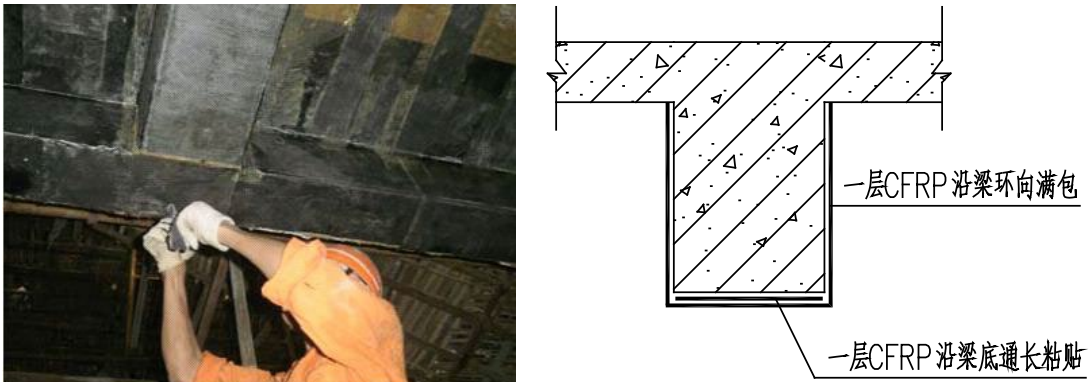
图 4-15 增设钢板锚栓加固流程

1.涂抹渗透型防护材料

若检测结果表明混凝土碳化深度小于钢筋保护层厚度时，可采用表面涂抹渗透型混凝土耐久性防护涂料。考虑到有机硅涂料的耐久性问题，通常采用水泥基的无机涂料进行防护处理。

2.粘贴碳纤维布加固

若检测结果表明混凝土碳化深度接近钢筋保护层厚度，钢筋尚未锈蚀。可采用满裹碳纤维布技术（图4-16）进行加固，通常粘贴1到3层，根据承载力要求而定。这样一方面隔绝了空气与混凝土梁的直接接触，避免碳化的进一步发展；另一方面适当地提高了混凝土梁的承载力。与粘贴碳纤维布加固技术效果相似的还有粘贴钢板加固技术。

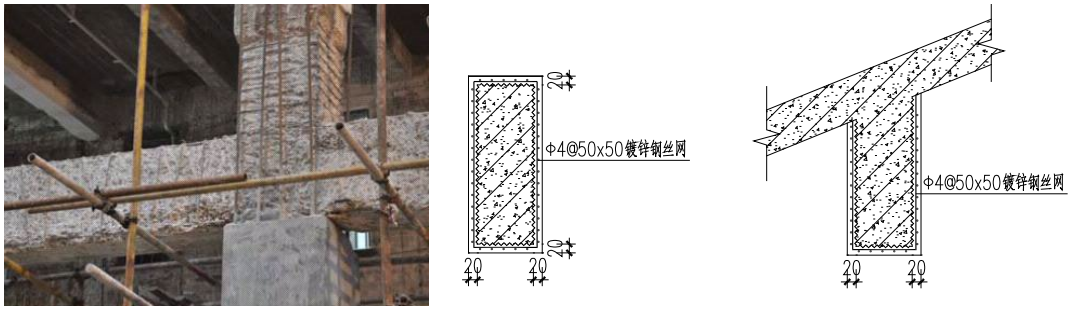


（a）现场施工　　（b）加固设计图

图 4-16 粘贴碳纤维布加固梁构件

3.聚合物砂浆修复技术

若检测结果表明混凝土碳化深度大于钢筋保护层厚度，且钢筋已开始锈蚀。可先将表面混凝土碳化层凿除，对已经锈蚀的钢筋进行除锈处理，视情况和结构需要加补钢筋或增设钢丝网，后采用聚合物砂浆或灌浆料进行修复（图4-17）。



（a）现场施工　　（b）加固设计图

图 4-17 聚合物砂浆修复技术加固梁构件

4.增设钢柱

在原钢筋混凝土梁跨度过大而导致跨中挠度、弯矩过大，且采用其他加固方法效果不佳时，在空间使用允许的情况下，可采用增设钢柱的方法减小梁的跨度，从而达到加固的作用；在设计和施工时要注意增设钢柱的可识别性和原始结构状

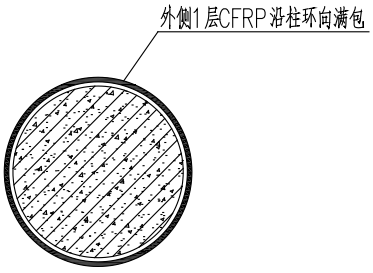
态的可恢复性。

（三）钢筋混凝土柱

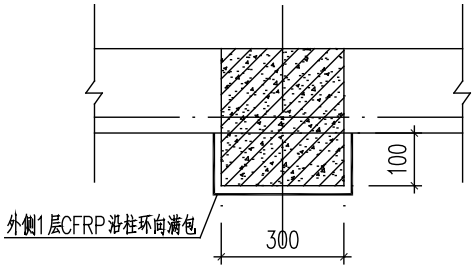
当使用荷载超过原结构柱的承载能力时，需要对柱构件进行加固。适用于近现代钢筋混凝土历史建筑柱构件的加固技术和加固梁构件的方法基本相同，主要有涂抹渗透型防护材料法、粘贴碳纤维布加固技术（图4-18）、粘贴钢板加固技术（图4-19）和聚合物砂浆修复技术（图4-20）等方法，必要时还可采用增设钢柱技术减小原柱构件的承载面积、外包钢加固、扩大截面法加固等（图4-21、图4-22）。



（a）碳纤维布加固柱现场图



（b）中柱加固设计图

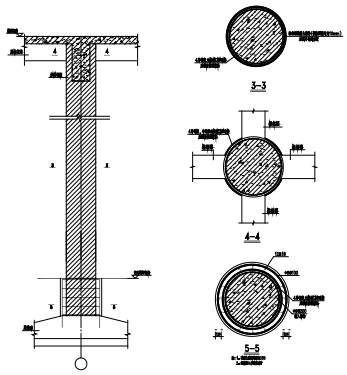


（b）边柱加固设计图

图 4-18 粘贴碳纤维布加固柱构件



（a）现场施工

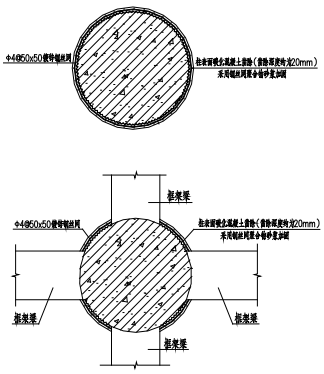


（b）加固设计图

图 4-19 粘贴钢板技术加固柱构件



（a）现场施工



（b）加固设计图

图 4-20 粘聚合物砂浆修复技术加固柱构件

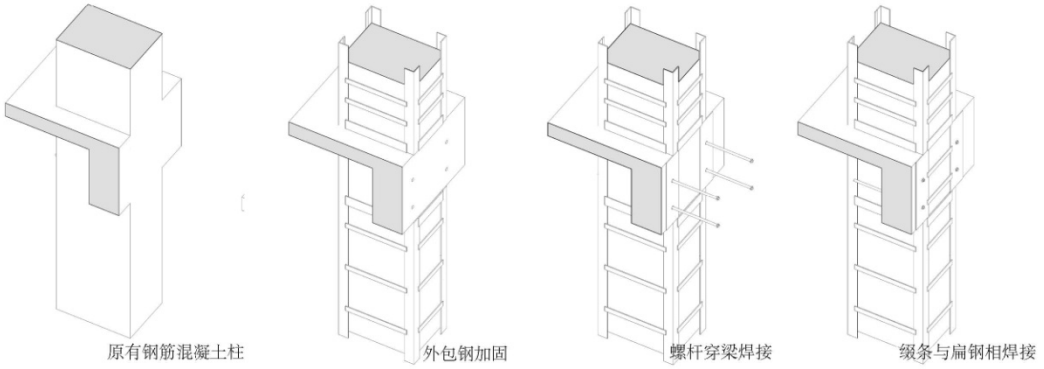


图 4-21 外包钢加固流程

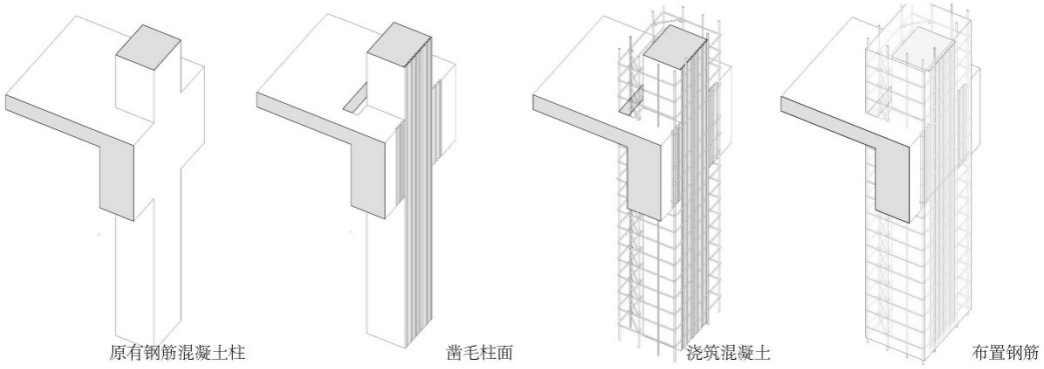


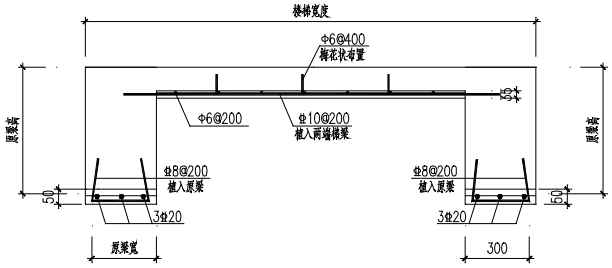
图 4-22 扩大截面法加固流程

（四）钢筋混凝土楼梯

近现代钢筋混凝土历史建筑中的楼梯多为钢筋混凝土梁式楼梯，与其他钢筋混凝土构件相似，同样存在混凝土强度较低、内部钢筋锈蚀等问题，且许多楼梯位于室外环境，结构损伤较为严重。加固钢筋混凝土梁式楼梯时，可以参考加固梁构件的技术方法。根据结构损伤程度的不同，可以选用粘贴碳纤维技术或粘贴钢条技术加固梁、梯段和平台；但由于楼梯底部多不做装饰处理，对承载力不满足后续使用要求和损伤较为严重的楼梯进行加固时，多采用增大截面法进行加固。采用钢筋混凝土或聚合物砂浆增大原构件，要注意加固钢筋或钢丝网和原结构的连接（主要通过植筋技术），采用的混凝土材料应该是加固型混凝土材料。



（a）现场施工



（b）加固设计图

图 4-23 增大截面法加固楼梯

（五）钢筋混凝土基础

近现代建筑常见钢筋混凝土结构的基础主要有三种类型：独立基础、条形基础和整板基础。独立基础常见的加固修缮方式为“增大截面法”，加固时首先凿除混凝土构件表面的粉刷层，垫层至混凝土基层；对混凝土缺陷部位（混凝土疏松、破损）应清理至坚实基层。混凝土存在裂缝应按要求处理；钢筋锈蚀应进行除锈和清洁。将结合面处的混凝土按要求进行凿毛；被包的混凝土棱角要打掉。清除混凝土表面的油污、浮浆，并将灰尘清理干净。钢筋加工和绑扎，模板搭设颖遵循相应规范，灌浆料拌制和浇筑按产品说明施工，施工前应对混凝土基面充分洒水浸润。浇筑过程中应保证气体自由溢出，保证浇筑密实。浇筑完成后应采取适当的养护措施。按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002的要求制作试块进行检验。浇筑后的外观质量要符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002的要求。

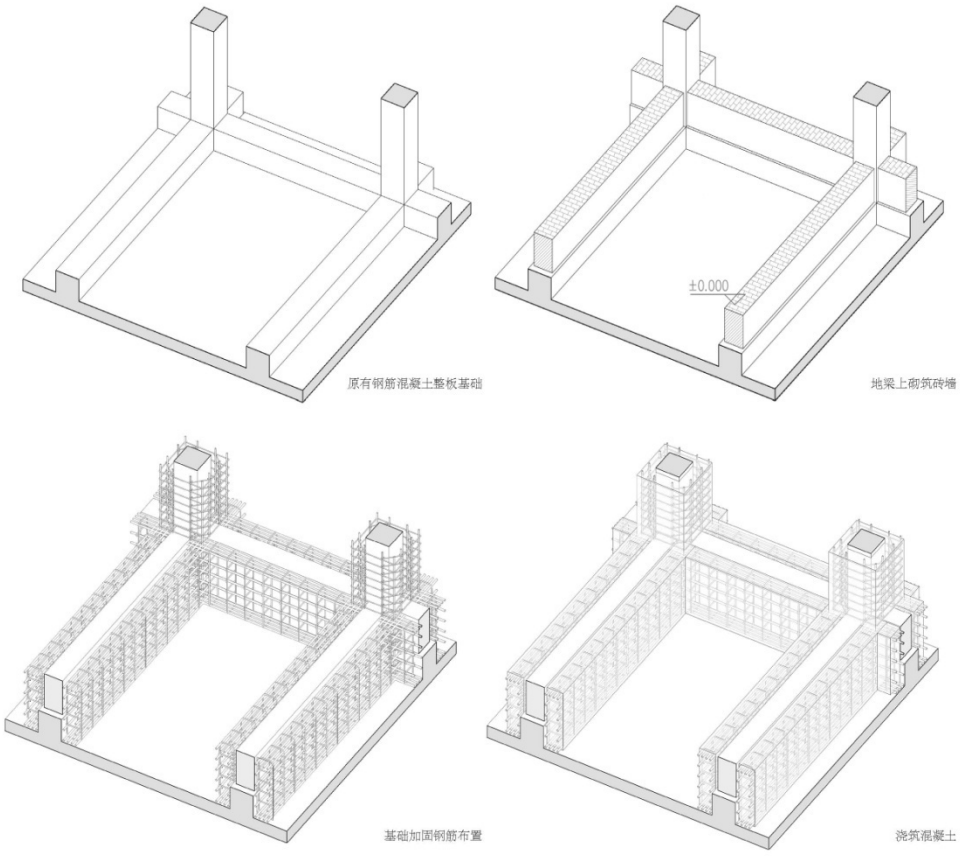


图 4-24 钢筋混凝土整板基础加固示意

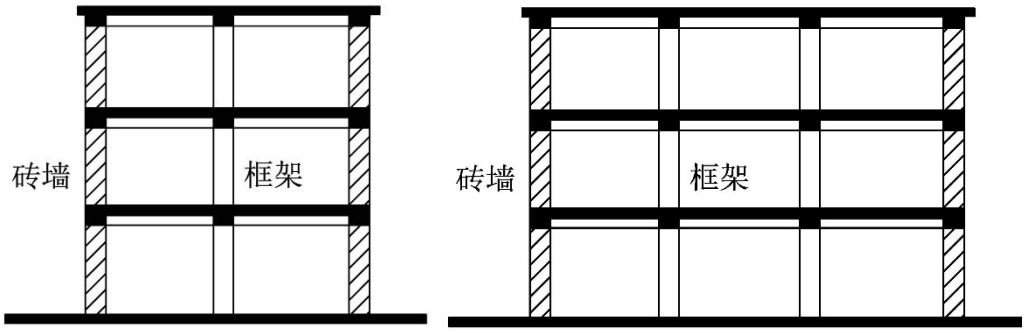
整板基础的加固方式（图4-24）也是采用扩大截面的方法，在原有基础楼板地梁的两边扩大梁和柱的断面。

4.2 砖混结构体系

砖混结构体系主要是由砌体结构和钢筋混凝土结构或构件组合而成的结构体系。砌体结构是一种比较传统的结构形式，很早就出现在我国的建筑结构中；中国近代引进了钢筋混凝土技术后，由于成本和技术限制，出现了许多砌体结构和钢筋混凝土结构组合的建筑，大到一些公共建筑，小到一些民居、住宅。近现代砖混结构体系主要有内框架结构和底部框架结构等。

4.2.1 内框架结构体系

内框架房屋是内部由钢筋混凝土框架承重，外圈由砖墙承重的混合结构体系（图4-25）；是由砖墙、框架等竖向构件和屋盖、各层楼盖等水平构件组成的空间结构。



（a） 单排柱到顶内框架结构示意（b）多排柱到顶内框架结构示意

图 4-25 内框架结构体系分类

根据结构布置分类，大概可以分为两类：单排柱到顶内框架结构和多排柱到顶内框架结构。它同多层砖房相比，能提供较大的使用空间，且空间布置灵活；同多层框架相比，少用钢筋混凝土柱一半以上，经济且施工方便。近现代建筑中许多办公建筑、商店、饭店、轻工业厂房等建筑采用内框架结构体系。

（一）近现代内框架结构体系的特点及结构缺陷

内框架结构体系由砖和钢筋混凝土两种性质不同的建筑材料组成，内框架结

构体系的结构特点：

（1）可以有大的空间，且梁的跨度并不相应增大；

（2）由于横墙较少，房屋的空间刚度和整体性较差；

（3）由于钢筋混凝土柱和砖墙的压缩性能不同，且柱基础和墙基础的沉降量也不易一致，故结构易产生不均匀的竖向变形；

（4）框架和墙的变形性能相差较大，在地震时易由于变形不协调而破坏。

由于内框架结构体系内部墙少、比较空旷，又由两种不同材料组成，因不同材料的力学性能不同，造成结构体系在空间受力变形不协调一致，房屋的整体性和刚度比较差，对抗震比较不利。内框架结构体系在地震中破坏的特点是“上层破坏较下层破坏明显严重”“砖墙破坏重，框架破坏轻”和“层数越多破坏越重”等。

（二）近现代内框架结构体系的适应性加固方法

内框架结构体系可以简单理解为框架结构搭配砌体结构，所以，针对结构构件损坏、原结构构件承载力不足等问题，都可以参考钢筋混凝土结构体系中对应的加固方法。除此之外，由于内框架结构体系的水平向刚度不足，且近现代内框架房屋普遍缺乏抗震构造，在对该类结构体系进行加固修缮时，还应重点验算其抗震承载力，增加必要的抗震构造。

适用于近现代内框架结构体系的加固措施如下：

（1）钢筋网砂浆面层加固和钢筋混凝土板墙加固外承重墙体

当内框架房屋抗震墙承载力不足时，可以使用钢筋网砂浆面层进行抗震加固，增强抗震墙的承载力并提高整体结构延展性，也能保持内框架的原有大空间；当原抗震墙承载力严重不足时，可以使用钢筋混凝土板墙进行加固。

（2）钢筋混凝土梁加固

可根据钢筋混凝土梁的损伤程度选择不同的适应性加固方法，当钢筋混凝土梁无明显损伤，即检测结果表明混凝土碳化深度小于钢筋保护层厚度时，可采用

表面涂抹渗透型混凝土耐久性防护涂料。若检测结果表明混凝土碳化深度接近钢筋保护层厚度，钢筋尚未锈蚀；可采用满裹碳纤维布技术进行加固，与粘贴碳纤维布加固技术效果相似的还有粘贴钢板加固技术。若检测结果表明混凝土碳化深度大于钢筋保护层厚度，且钢筋已开始锈蚀；应视情况和结构需要加补钢筋或增设钢丝网，然后采用聚合物砂浆或灌浆料进行修复。具体做法可参考本章第一节内容。

（3）钢筋混凝土柱加固

主要有涂抹渗透型防护材料法、粘贴碳纤维布加固技术、粘贴钢板加固技术和聚合物砂浆修复技术等方法，必要时还可采用增设钢柱技术减小原柱构件的承载面积。具体做法可参考本章第一节内容。

(4)钢筋混凝土板加固

对钢筋混凝土的楼板加固可采用粘贴碳纤维布法、钢筋网聚合物砂浆加固法、新增钢梁加固法等，当原混凝土板损伤严重时，还可以采用置换混凝土板的方法。

(5)钢筋混凝土楼梯加固

根据结构损伤程度的不同，可以选用粘贴碳纤维技术或粘贴钢条技术加固梁、梯段和平台；承载力不满足后续使用要求和损伤较为严重的楼梯进行加固时，多采用增大截面法在楼梯底部进行加固。具体做法可参考本章第一节内容。

当楼梯间需要抗震构造加固时，可在四角设置外加柱，当各层设有外圈梁时，外加柱的厚至少应与圈梁一致，不小于120毫米。

4.2.2 底部框架结构体系

底部框架结构体系是有底部钢筋混凝土框架—抗震墙结构和上部砌体结构组成，近现代底部框架结构体系可以分为底部框架—砌体结构和底部内框架—砌体结构两种形式（图4-26）。从抗震概念设计角度看，底部框架-抗震墙砌体房屋这两种上下不同材料和结构形式组成的复合结构，属于抗震不利结构。近现代底部框架结构体系大多未设置抗震墙或仅设置少量抗震墙，导致沿竖向上层刚度

较大、下部刚度较小，地震时震害基本集中发生在底层，且墙体比柱子严重，柱子比梁严重；上部砌体的破坏状况与普通多层砌体房层相似，但破坏程度相对较轻，容易因为底层严重破坏而发生整体坍塌。

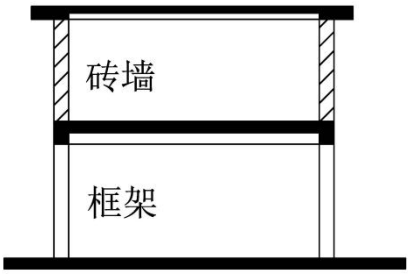


图 4-26 底部框架结构体系示意

（一）近现代底层框架结构体系的特点及结构缺陷

底层框架结构体系由钢筋混凝土框架结构和砌体结构两部分组成，底层框架结构体系的抗震能力取决于过渡楼层、过渡层以上砖砌体房屋和底部框架抗震墙能力的最差者。相邻框剪层和砖砌体过渡层受力复杂，是这种结构的薄弱层，尤其是柱脚、抗震墙的墙角，以及门洞部位墙体为薄弱部位（墙比柱严重，柱比梁严重，破坏机制为柱铰机构）。

（二）近现代底层框架结构体系的抗震加固

从底层框架体系抗震加固策略来说，应判明各个计算单元在整个结构体系中所起的抗震作用，在布置时要适当加强薄弱区段的抗震性能，避免在地震作用时出现较大的应力集中部位，造成建筑物局部的严重损坏。在平面布置时还应合理地调整建筑物的质量和刚度的分布，最大限度地减轻地震力对结构的扭转作用，使抗侧力构件不会因地震作用产生的扭转与水平地震力的耦合作用而发生剪切破坏。

针对近现代底层框架结构体系的抗震加固方法主要有：

(1)更换/增加底层抗震墙

对于抗震墙数量较小的建筑，可以通过增加抗震墙来增强底层的刚度。更换或增加的抗震墙并不一定是砖墙，也可以是混凝土抗震墙或配筋砌块砌体抗震墙。采用此种措施时，要验算基础的承载力，必要时，还需加固基础。（图4-27）

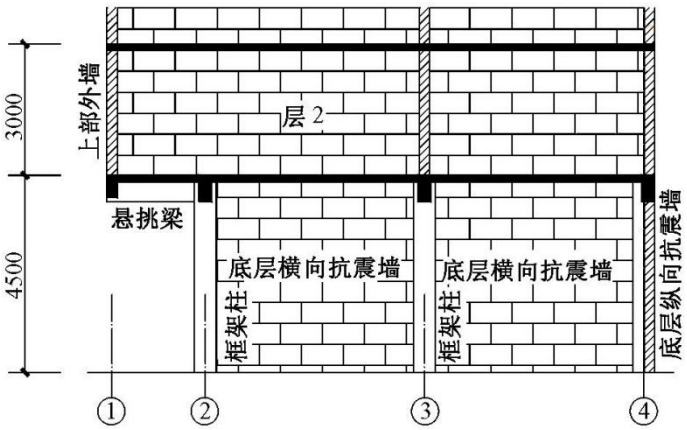


图 4-27 底层抗震墙布置示意图

(2)加固墙体

抗震横墙间距符合要求而承载力不足时，采用钢筋网水泥砂浆面层加固可提高承载力并改善结构延性，而且施工比较方便；当原墙体抗震承载力与设防要求相差太大时，可采用钢筋混凝土板墙加固。

(3)加强转化层的抗震结构设计

建议对近现代底部框架结构体系过渡层的加固设计应采取下列措施：①相对于一般楼层适度提高砌筑砂浆和块体的强度等级。②增大构造柱的配筋率和增加构造柱的数量等。③过渡层应在底部框架柱对应位置处设置构造柱，构造柱的纵筋应锚入框架柱内。当纵筋锚固在框架柱内时，框架柱的相应部位应加强。④过渡楼层宜每开间设置构造柱和圈梁，形成弱框架体系。⑤有必要时，还应对过渡层外纵墙加强，在过渡层外纵墙窗台板下设置钢筋板带，板厚不小于60毫米，宽240毫米，配置6~8毫米直径的钢筋，且应锚入两端构造柱内。

(4)增加上部砌体结构的抗震构造措施

在上部砌体结构中设置沿楼板标高的水平圈梁加强内外墙的连接，增强房屋的整体性。圈梁作为边缘构件且具有较好的整体性，可以提高楼、屋盖的水平刚度；在地震作用下，限制墙体斜裂缝的开展与延伸，减轻地震时由于基础的不均匀沉降对房屋的影响。每开间设置构造柱的墙体，可以较多地增大变形能力，即使墙体开裂以后，还可以利用其塑性变形和滑移、摩擦，来消耗地震能量。

4.3 砖木结构体系

砖木混合结构作为中国传统建筑的结构类型之一，在近现代建筑中也占据了很大的比重，其中多数建筑为住宅、别墅和小型办公建筑。《中国土木建筑百科辞典》对砖木结构建筑的定义为：砖墙和木屋顶、木楼板混合构成承重结构的房屋。其楼板、屋架部分多为木质，负责建筑水平传力；而竖向承重传力的墙、柱等则采用砖砌筑；近现代砖木结构体系建筑的承重的砖墙多为横向布置或纵横墙布置，屋顶多用木屋架、木檩条上铺设屋面；有楼层者，多用木龙骨直接搁置在横墙上再铺木地板（图4-28）。此外，还有比较传统的硬山搁檩的砖木结构体系（图4-29），其坡屋顶主要由在横向承重墙的上部搁置的檩条支撑，其布置较为灵活、屋架省略、构造简单、施工方便且节约材料，易于就地取材，常用于普通民居。一些面阔和进深较大的建筑，还可能会在结构内部使用木构架；通常，近现代砖木结构体系的建筑一般不超过三层。

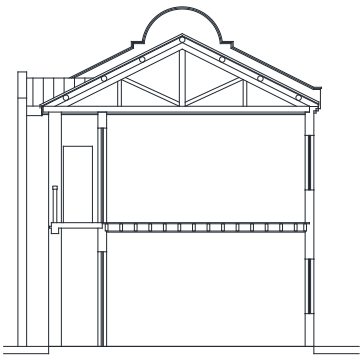


图 4-28 砖木建筑结构剖面示意图



图 4-29 硬山搁檩砖木结构

4.3.1 近现代砖木结构体系的结构特点

20世纪初，这种自欧美传入我国的砖木结构技术得到了快速的发展和广泛的应用，其中绝大部分是砖木小住宅体系的建筑（图4-30）。该类体系主要使用砖材和木材作为建筑材料。

砖为黏土砖，砖的形制一般仿制欧美体系之尺寸与材质，用中国本地的黏土烧制而成。砖材分为红砖跟青砖，大量为青砖，少量为红砖。木材使用中国本地杉木为主，杂木为辅，同时也有部分使用了北美花旗松。木材一般用于木楼板（图4-31）及屋面体系（图4-32）。屋架为木屋架，以两坡与四坡为主，用钢铁和木

头进行链接。



图 4-30 砖木小住宅结构体系示意图

砖为黏土砖，砖的形制一般仿制欧美体系之尺寸与材质，用中国本地的黏土烧制而成。砖材分为红砖跟青砖，大量为青砖，少量为红砖。木材使用中国本地杉木为主，杂木为辅，同时也有部分使用了北美花旗松。木材一般用于木楼板（图4-31）及屋面体系（图4-32）。屋架为木屋架，以两坡与四坡为主，用钢铁和木头进行链接。



图 4-31 木楼盖修缮照片图 图 4-32 木屋架照片

近代砖木小住宅的使用年代较长。这些达到或接近达到使用寿命的近代砖木结构建筑存在着安全隐患，但同时这批建筑一方面作为文物具有巨大价值，一方面又在国民经济生产中发挥着巨大作用，需要加以利用。对砖木小住宅建筑的保护修缮主要取决于该建筑的文物等级以及其所面临的功能和使用需求，应在做出

准确的价值判断后再确定干预方法和保护措施。

近代砖木小住宅体系建筑中，其结构系统的是指建筑中传递荷载的各个组成部分的总和。按照不同的部位，可以将结构系统各构件分为地基基础、砌体、楼板、屋架。在砖木小住宅体系的建筑中，这些结构构件的做法特征鲜明。地基基础普遍采用的是砖砌条形基础，并且采用了大放脚的形式。砌体主要为砖砌体。砖材分为青色与红色两种。楼板分为木楼板与钢筋混凝土楼板两种。其中，大部分楼板为木楼板。钢筋混凝土楼板仅仅用于阳台、露台部分。屋架普遍采用的是木质屋架，局部节点有铁构件进行加固处理。

（一）地基基础

近现代砖木结构体系中的砌体墙体的基础通常采用砖砌条形基础，通常会在地基之上铺设一层碎石垫层，用以保护基础；条形基础主要采用大放脚形式，直接铺设在碎石垫层上。一般来说，承重墙和横墙的条形基础的大放脚层数是不同的，主要承重墙体的条形砖基础为八层大放脚，而普通横墙的条形砖基础为三层大放脚（图4-33）。大放脚的一般砌法：如果地基的泥土比较松软，则底层砌两皮砖，反之，底层砌一皮砖；之后每皮一收；最顶层用两皮砖，顶层宽度一般是砌体墙厚的两倍。

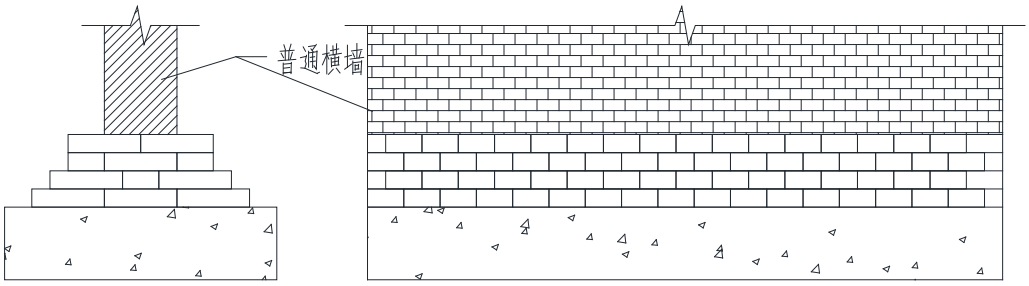


图 4-33 普通横墙下的大放脚砌法

（二）砖砌体

近现代砖木结构体系的砖砌体结构大多数采用石灰砂浆作为胶结材料，部分建筑也会采用水泥砂浆。不同时期、不同地区的砖砌体结构的砌法多有不同，主要有半砖墙砌法、英式砌法、十字砌法、中式砌法和空斗砌法。

1.半砖砌法

半砖砌法主要的特征是每一层砖的砌筑方向均相同，包含全顺砌法（图4-34）和全丁砌法。

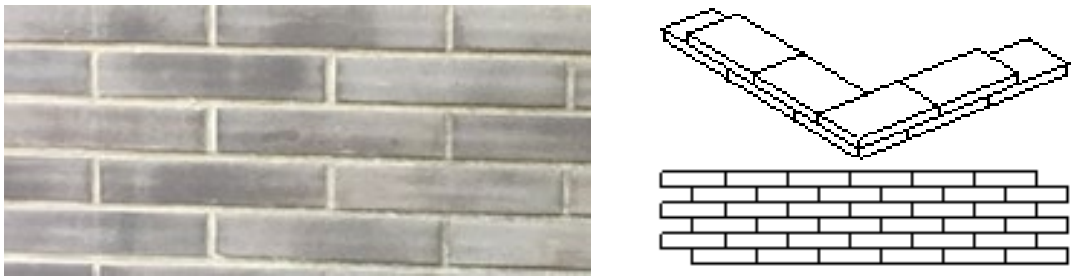


图 4-34 全顺砌法

2.英式砌法

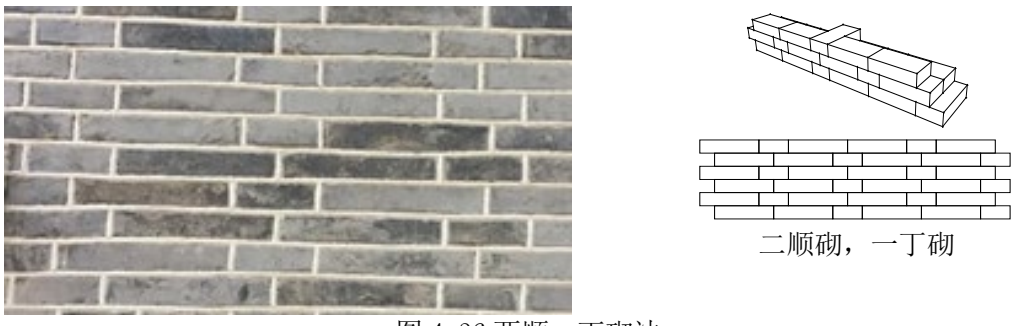
英式砌法的主要特征是每一层内的砌砖方向相同，但层间的砌砖方向不同，常见的主要有层间一顺一丁（图4-35）。



图 4-35 层间一顺一丁砌法

3.中式砌法

中式砌法的主要特征是每一层内的砌砖方向间隔不同，同时层间的砌砖错缝，常见的主要有一顺一丁、两顺一丁（图4-36）、三顺一丁和多顺一定等。



二顺砌，一丁砌

图 4-36 两顺一丁砌法

4.空斗砌法

中国传统的空斗砌法由丁砖、斗砖和眠砖组成；而近现代的砖木结构中，许多砖砌体的空斗砌法舍弃了眠砖，由斗砖和丁砖组成（图4-37）。



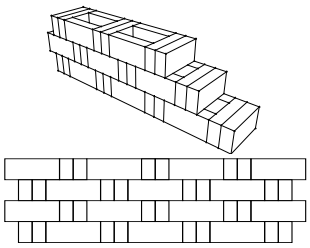


图 4-37 空斗砌法

（三）楼板

近现代砖木结构体系中的木楼板由面层、结构层以及顶棚层组成，木楼板以木龙骨（木密肋梁）以及木板材构成。木楼板没有主梁，木龙骨直接架在墙上，将楼板荷载传至外墙砌体；木龙骨上承载木板条。木龙骨下通常设置灰板条层以及麻刀石灰层，作为楼盖天花。部分建筑会在室内采用木楼板，室外阳台、露台等处使用钢筋混凝土楼板。

（四）屋顶结构

硬山搁檩式的屋顶结构较为简单，此种类型没有组合屋架，也没有木梁，是由木檩条直接搭接在两侧的山墙，承载屋面荷载；通常山墙会砌成坡屋面形式。这种做法构造简单，主要用于小型的住宅，一般不超过两层。

还有一种比较典型的屋顶结构为木屋架，此种结构类型较硬山搁檩式可以实现较大的跨度，木屋架的结构类型较为多样，局部节点通常会采用铁质构件进行加强连接（图4-38），通常每隔3~5m布置一个，常见的此种结构类型的近现代砖木建筑也不超过三层。



图 4-38 典型木屋架构造

（五）木构架

部分面阔和进深较大的近现代砖木结构建筑还会在建筑内部使用木构架，包

含木连系梁和木柱，多出现在面积较大的院落式民居中。此种类型的建筑多为硬山搁檩式结构，两侧木檩条直接搭接在两侧山墙之上，建筑内部的木檩条由木梁或木柱直接支撑，其木梁和木柱截面尺寸通常较小；虽然梁柱节点也通过为榫卯方式连接，但较中国传统木构建筑的榫卯连接做法简单许多。

4.3.2 近现代砖木结构体系的常见问题及病害

（一）砌体结构常见问题及病害

1.地基基础承载力不足

近现代砖木结构建筑普遍使用天然地基，通常只对对地基进行简单夯实处理。由于建造技术的不足和使用年限较长，许多结构的砌体墙体会出现因为地基基础不均匀沉降而造成的墙体裂缝。

依照现代的荷载规范，对近现代砖木结构建筑进行加固修缮设计时，原结构通常难以满足现代规范要求的承载能力，在上部使用荷载增加的情况下，基础的承载能力也需要加强。此外，由于使用年限较长，许多砖砌基础还存在明显的耐久性问题。

2.砖砌块风化现象

气温的反复变化以及各种气体、水溶液和生物的活动使砖石在结构构造甚至化学成分上逐渐发生变化，使砖石由整块变成碎块，由坚硬变得疏松，甚至组成矿物也发生分解，在当时环境下产生稳定的新矿物，这种使砖块发生物理状态和化学组分变化的过程称为风化（图4-39）。



图 4-39 风化现象

3.墙体酥碱（泛白）现象

建筑物表面泛白的原因很多，可以分为内部原因和外部原因。属于内部的原

因主要是建筑材料内部存在可溶性的盐类和碱类物质；来自外部的原因可认为是由于基层材料具有一定的渗透性，当水分从材料表面向材料内部渗透后，将材料内部可溶性物质溶解，而当材料干燥时，水分由内向外发生迁移，又将可溶性物质携带到材料表面，随着表面水分蒸发，便将白色的可溶性物质留在表面，也即产生泛白现象（图4-40）。



图 4-40 泛白现象

4.墙体开裂

墙体开裂是砌体的常见问题（图4-41），产生原因包括：

（1）荷载裂缝，它反映了砌体的承载力不足或稳定性下降。

（2）地基不均匀沉降或温度变化，所产生的砖墙开裂会影响结构的受力和整体性，严重时会导致建筑物的破坏，甚至坍塌。



图 4-41 砖墙开裂现象

5.墙体弓突变形

砌体结构长期使用导致结构材料性能退化，承载力下降，墙体等构件在外力作用下可能就会发生弓突变形（图4-42）。



图 4-42 弓突变形

6.缺乏抗震构造措施

由于近现代的结构设计一直在发展，大多数近现代砌体结构缺乏抗震构造和整体性构造措施；比如缺乏构造柱、缺乏整体闭合的圈梁、缺少砌体连接处增加刚性的构造措施和缺乏楼梯间的增强构造措施等情况。

（二）木构件常见问题及病害

近现代砖木结构体系除了砖砌体结构的结构病害和常见问题外，还有一些普遍存在于此类建筑中的问题，如木楼板结构承载力不足，木屋架承载力不足和木构件残损病害等。

1.干缩开裂

木材在干燥过程中，因为水分蒸发而产生变形收缩（图4-43）。一般密度较大的木材，因其收缩变形较大而易于开裂。有髓心的木材，裂缝较严重；没髓心的木材，裂缝较轻微。制作时，可采用“破心下料”的方法，将木材从髓心处锯开，获得径向材，减小木材干缩时的内应力，大大降低裂缝出现的可能性。

2.疵病

由于构造不正常，或由于不佳的环境等外来因素，导致正常的木材材质改变，木材的利用价值降低甚至木材完全不能使用的情况称为木材的疵病，又称木材的缺陷。主要分为木节和斜理纹。

木节（图4-44）指的是包围在树干中的树枝基部的缺陷，是一种天然缺陷。木节在很多情况下会降低木材的力学性能，对顺纹抗拉强度的影响最大，而对顺纹抗压强度影响最小。

斜理纹是木材的一种常见缺陷，简称斜纹或扭纹。斜理纹的存在使得木材的

顺纹抗拉、顺纹抗压和抗弯强度均有所降低，纹理斜度越大，影响就越大。斜理纹还会使板材容易开裂和翘曲，使柱材严重弯曲。





图 4-43 干缩开裂



图 4-44 木节

3.腐朽现象

腐朽是木结构最严重的一个缺点，木结构的使用寿命主要取决于腐朽的速度。木材的腐朽是由于真菌在木材中寄生而引起的。侵蚀木材的真菌有三类，即木腐菌、变色菌及霉菌。除了由真菌引起的腐朽外，还有一些因为缺乏防潮措施而造成的腐朽（图4-45），以及天然的老化腐朽现象。

4.蛀蚀现象

木材除受真菌的侵蚀而被腐朽外，还会遭受昆虫的蛀蚀。昆虫在树皮内或木材细胞中产卵，孵化成幼虫，幼虫蛀蚀木材，形成大小不一的虫孔，如**错误!未找到引用源。**所示，蛀蚀木结构的昆虫主要是白蚁和木蜂。（图4-46）



图 4-45 长期受潮引起的腐朽



图 4-46 白蚁蛀蚀

4.3.3 近现代砖木结构体系的适应性加固方法

（一）砌体结构的适应性加固方法

1.地基基础加固

在基础承载能力不足，同时历史建筑的文物等级不高时，可以直接采用新做钢筋混凝土基础的方法来提升原结构的基础承载能力。通常是先将原有基础与上部砌体结构一同拆除，然后再浇筑新的钢筋混凝土扩展基础（图4-47）。

当历史建筑的文物等级较高时，可采取扩大基础宽度的方法提升原结构的基础承载能力。新做基础垫层不得低于原基础垫层；新旧基础墙柱结合面应凿毛、清净、刷界面剂加拉钢筋或销键连为整体。

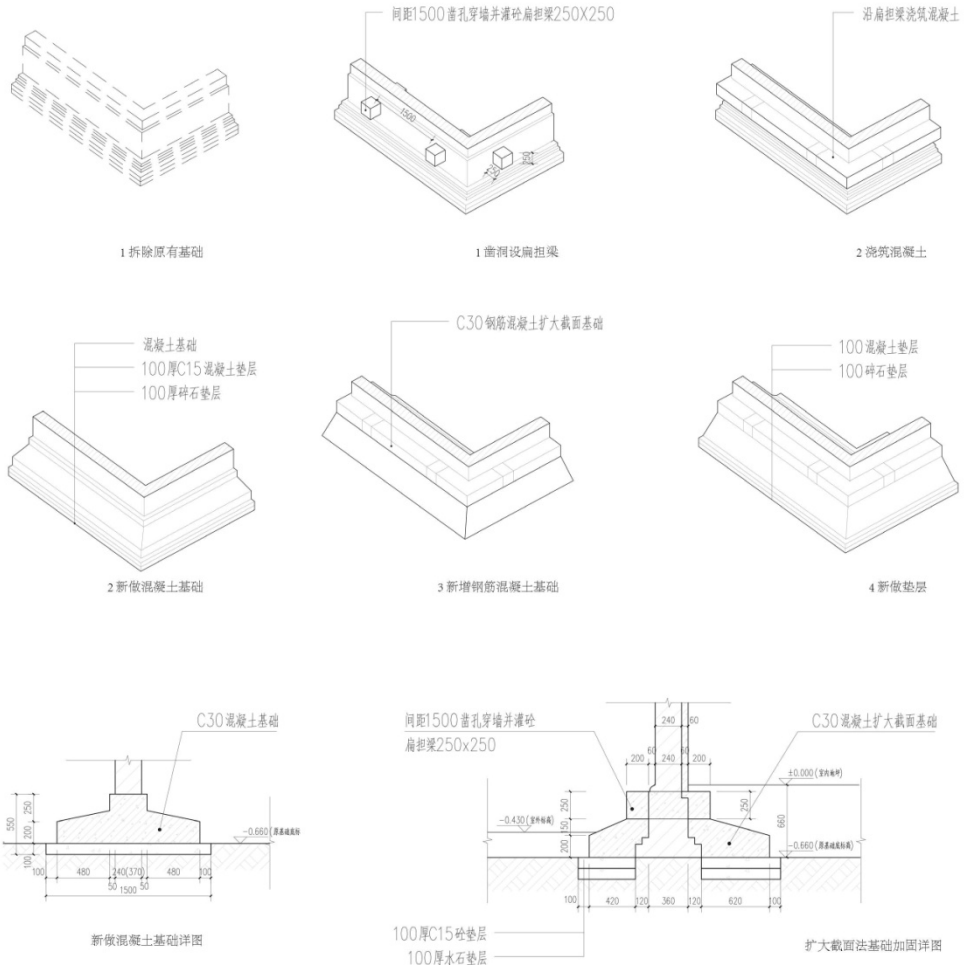


图 4-47 地基基础加固示意

在基础承载能力不足，同时历史建筑的文物等级不高时，可以直接采用新做钢筋混凝土基础的方法来提升原结构的基础承载能力。通常是先将原有基础与上部砌体结构一同拆除，然后再浇筑新的钢筋混凝土扩展基础（图4-47）。

当历史建筑的文物等级较高时，可采取扩大基础宽度的方法提升原结构的基础承载能力。新做基础垫层不得低于原基础垫层；新旧基础墙柱结合面应凿毛、清净、刷界面剂加拉钢筋或销键连为整体。

2.砌体墙体加固

适用于近现代砌体结构体系的加固一般分为直接加固与间接加固两类。

直接加固方法一般为：

（1）钢筋混凝土外加层加固法

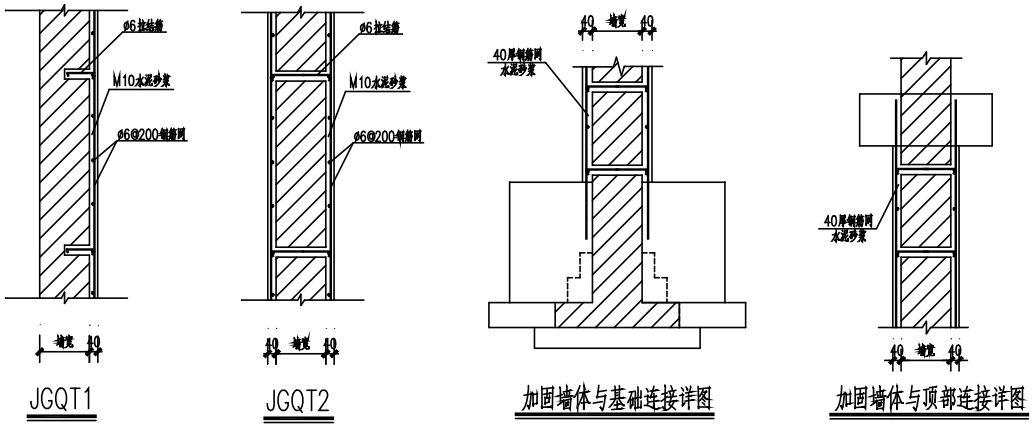
该法属于复合截面加固法的一种。其优点是施工工艺简单、适应性强，砌体加固后承载力有较大提高，并具有成熟的设计和施工经验，适用于柱、带壁墙的加固。其缺点是现场施工的湿作业时间长，对生产和生活有一定的影响，且加固后的建筑物净空有一定的减小。

（2）钢筋网水泥砂浆面层加固法

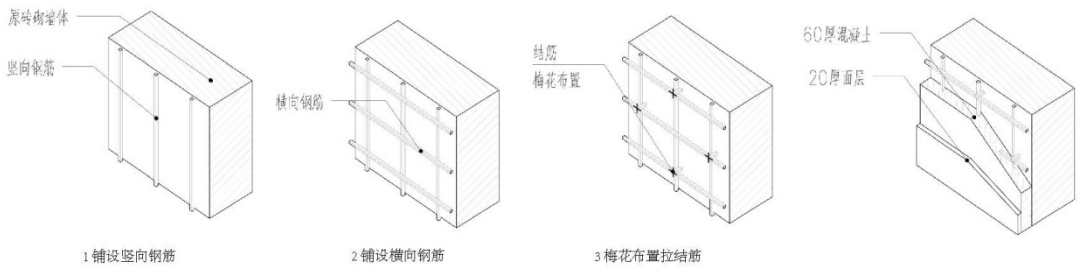
该法属于复合截面加固法的一种。其优点与钢筋混凝土外加层加固法相近，墙体增加的厚度较前者薄一些，但提高承载力不如前者，适用于砌体墙的加固。图4-43为现场施工情况。



（a）现场施工



（b）加固设计图



（c）单面钢筋网水泥砂浆加固法

图 4-48 钢筋网水泥砂浆面层加固

（3）增设扶壁柱加固法

该法属于加大截面加固法的一种。其优点亦与钢筋混凝土外加层加固法相近，但承载力提高有限。

间接加固方法一般为：

（1）外包型钢加固法

该法属于传统加固方法，其优点是施工简便、现场工作量和湿作业少，受力较为可靠。适用于不允许增大原构件截面尺寸，却又要求大幅度提高截面承载力的砌体柱的加固。其缺点为加固费用较高，并需采用类似钢结构的防护措施。

（2）预应力撑杆加固法

该法能较大幅度地提高砌体柱的承载能力，且加固效果可靠。适用于加固处理高应力、高应变状态的砌体结构的加固。其缺点是不能用于温度在60℃以上的环境中。

3.砌体结构构造加固与修补

(1)增设圈梁加固

当圈梁设置不符合现行设计规范要求，或纵横墙交接处咬搓有明显缺陷，或房屋的整体性较差时，应增设圈梁进行加固。新增圈梁可为钢筋混凝土圈梁（图4-49），也可为钢圈梁（图4-50）。

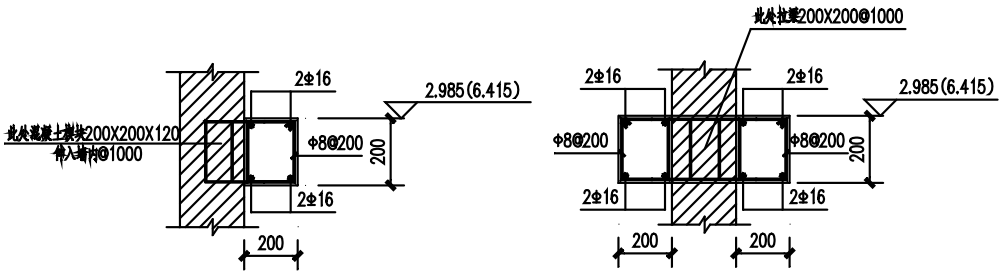


图 4-49 新增钢筋混凝土圈梁加固做法

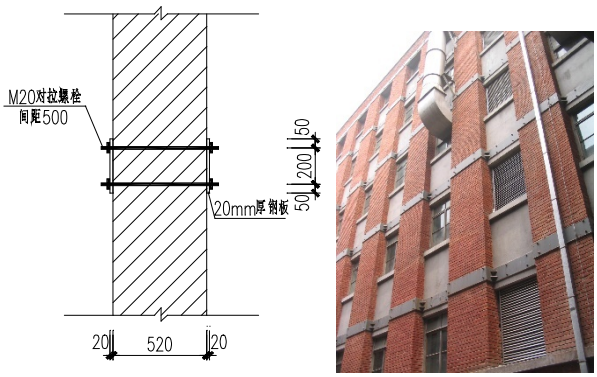


图 4-50 新增钢圈梁加固做法

（2)增设构造柱加固

近现代砌体结构大多缺少构造柱，或构造柱不符合现代的规范要求，当结构体系整体性不足或抗震能力差时，应该增设构造柱。

（3）增设梁垫加固

当大梁下砖砌体被局部压碎或大梁下墙体出现局部竖直裂缝时，应增设梁垫进行加固。

（4）砌体局部拆砌

当房屋局部破裂但在查清其破裂原因后尚未影响承重及安全时，可将破裂墙体局部拆除，并按提高砂浆强度一级用整砖填砌。

（5）砌体裂缝修补

在进行裂缝修补前，应根据砌体构件的受力状态和裂缝的特征等因素，确定造成砌体裂缝的原因，以便有针对性地进行裂缝修补或采用相应的加固措施。

（二）木构件的适应性加固方法

这部分主要针对近现代砖木体系的木构件的适应性加固方法进行总结。对于近现代砖木结构体系中的木构架来说，应根据其残损程度分别采用下列的方法：①落架大修：全部或局部拆落木构架，对残损构件或残损点逐个进行修整、更换残损严重的构件，再重新安装，并在安装时进行整体加固。②打牮拨正：在不拆落木构架的情况下，使倾斜、扭转、拔榫的构件复位，再进行整体加固。③修整加固：在不揭除瓦顶和不拆动构架的情况下，直接对木构架进行整体加固。

对木构架进行整体加固应符合下列要求：①加固方案不得改变原来的受力体系；②对原来结构和构造的固有缺陷，应采取有效措施予以消除，对所增设的连接件应设法加以隐蔽；③对本应拆换的梁枋、柱，当其文物价值较高而必须保留时，可另加支柱，但另加的支柱应能易于识别；④对任何整体加固措施，木构架中原有的连接件，包括椽、檩和构架间的连接件，应全部保留。若有短缺时，应重新补齐；⑤加固所用材料的耐久性不应低于原有结构材料的耐久性。

1.木楼板修缮加固

（1）根据价值判断、历史建筑的重要性，重要的历史建筑仍然严格沿用原有的木楼板承重体系。甄别更换损坏构件，完全按照原有构件之尺寸、工艺及材料重新制作，此外也可以通过增大木搁栅面积提升木楼板承载能力，但此种方法提升的程度有限。

（2）根据价值判断、历史建筑的重要性以及原有木楼板刚度及损毁情况，情况较差的拆除原有木楼板体系，部分新增钢梁进行加固。

（3）根据价值判断、历史建筑的重要性以及原有木楼板刚度及损毁情况，情况较差的拆除原有木楼板体系，改为现浇钢筋混凝土楼面。历史建筑的重要性略低、建筑功能发生较大改变，如改造成公共建筑时，需要采用此种方法。

2.木屋架修缮加固

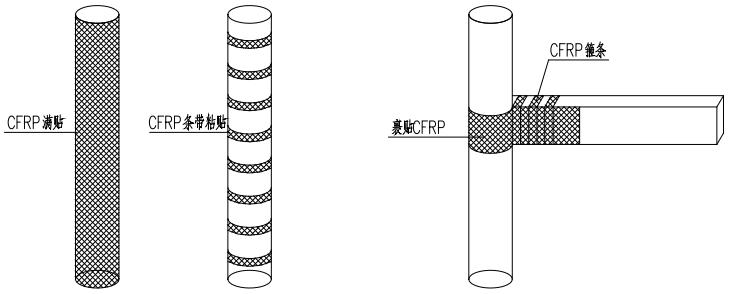
整体性加固：增加或更换水平支撑系统和垂直支撑系统，提高屋架系统的整体性及空间刚度。支撑系统可采用钢结构，钢构件与木构件采用螺栓加连接件连接。构件加固：受压杆件，可采用局部加木夹板并以螺栓联结的加固方法；受拉杆件，可采用局部加木夹板，也可采用钢拉杆的加固方法。端部节点，可采用钢夹板的加固方法。

3.木柱修缮加固

对于木柱的干缩裂缝，当其深度不超过柱径（或该方向截面尺寸）1/3时，可按下列嵌补方法进行修补：①当裂缝宽度不大于3毫米时，可在柱的油饰或断白过程中，用腻子勾抹严实。②当裂缝宽度在3~30毫米时，可用木条嵌补，并用

耐水性胶黏剂粘牢。③当裂缝宽度大于30毫米时，除用木条以耐水性胶黏剂补严粘牢外，尚应在柱的开裂段内加铁箍2~3道。若柱的开裂段较长，则箍距不宜大于0.5m。铁箍应嵌入柱内，使其外皮与柱外皮齐平。

当木柱有不同程度的腐朽而需整修、加固时，可采用下列剔补或墩接的方法处理：①当柱心完好，仅有表层腐朽，且经验算剩余截面尚能满足受力要求时，可将腐朽部分剔除干净，经防腐处理后，用干燥木材依原样和原尺寸修补整齐，并用耐水性胶黏剂粘接；②当柱脚腐朽严重，但自柱底面向上未超过柱高的1/4时，可采用墩接柱脚的方法处理；③若木柱内部腐朽、蛀空，但表层的完好厚度不小于50毫米时，可采用不饱和聚酯树脂进行灌浆加固；④当木柱截面的设计承载力不足、面临开裂风险时，可采用加设钢箍或粘贴碳纤维布（图4-52）的方法对其进行加固；⑤当木柱严重腐朽、虫蛀或开裂，而不能采用修补、加固方法处理时，可考虑更换新柱。



（a）木柱加固 （b）梁柱节点加固

图 4-51 粘贴碳纤维布加固木柱

4.木檩条修缮加固

可采用墩接法、更换构件法、增大截面法、增设随檩枋法、粘贴纤维布法或中间夹钢板法等方式进行加固。

5.木构件耐久性加固

木构件的耐久性加固主要包含防腐朽和防虫蛀两方面。

（1）防止腐朽

a限制木腐菌生长的条件

木材腐朽是由于木腐菌寄生繁殖所致，所以，可以通过破坏木腐菌在木材中

的生存条件，达到防止腐朽的目的。

b构造上的防腐措施

屋架、大梁等承重构件的端部，不应封闭在砌体或其他通风不良的环境中，周围应留出不小于5厘米的空隙，以保证具有适当的通风条件。同时，为了防止受潮腐朽，在构件支座下，还应设防潮层或经防腐处理的垫木。木柱、木楼梯等与地面接触的木构件，都应设置石块垫脚，使木构件高出地面，与潮湿环境隔离。

c防腐的化学处理

木结构在使用过程中，若不能用构造措施达到防腐目的，则可采用化学处理的方法进行防腐。木材防腐剂的种类一般分为水溶性防腐剂、油溶性防腐剂、油类防腐剂和浆膏防腐剂。木材防腐的处理方法有：涂刷法、常温浸渍法、热冷槽浸注法、压力浸渍法。

（2）防治白蚁

防治白蚁是一项长期工作，必须贯彻“预防为主，防治结合”的方针。预防的方法有两种：

a生态预防。对于木构建筑，设计上要注意通风、防潮、防漏和透光；选用具有抗御白蚁的树种；避免木材与土壤直接接触。

b药物处理。对房屋易受白蚁蛀蚀的部位如木楼梯下、木柱根部、梁柱节点、木屋架端节点等处，应喷洒或涂刷防蚁药物进行预防。

4.4 特殊结构体系

4.4.1 大跨度木屋架体系

近现代大跨度木屋架体系建筑属于钢筋混凝土结构体系下的中国传统大屋顶体系建筑范畴，主要是指建筑主体部分采用钢筋混凝土结构，屋顶由木质屋架进行承重且跨度较大，除去一些厂房类建筑，其立面或内部装饰中带有特定中国传统建筑元素的中国近现代建筑。该体系建筑出现时期较早，多用于住宅、办公建筑，少量保留下来的工厂也会采用大跨度的木屋架结构体系。（图4-52）

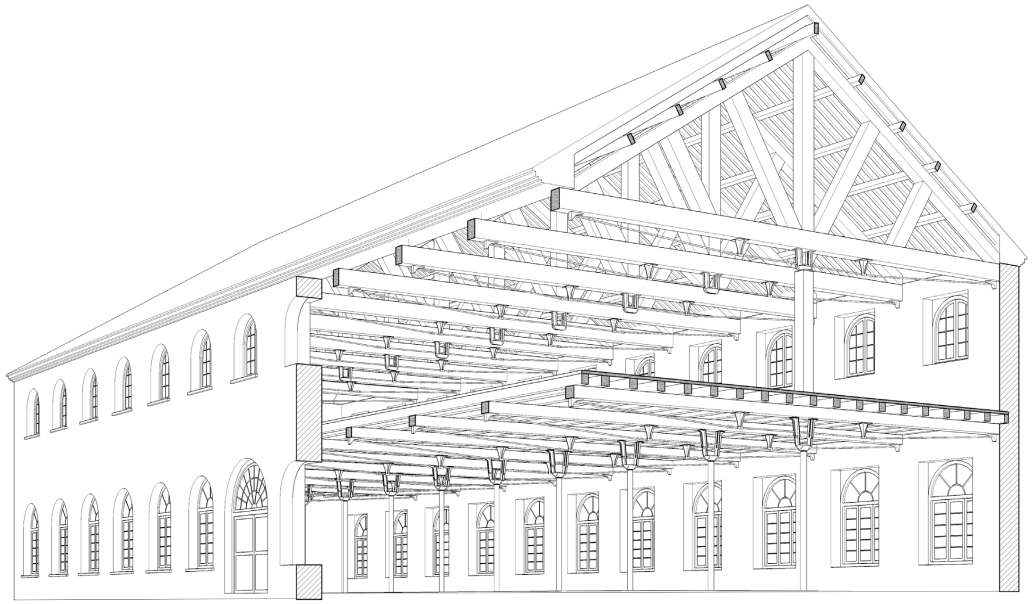


图4-52 木屋架结构体系建筑实例剖透视示意图

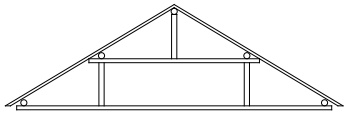
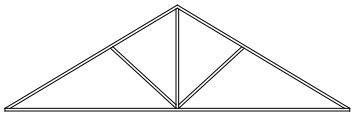
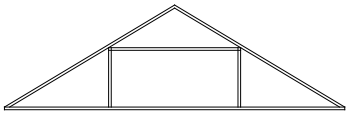
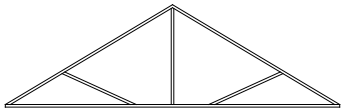
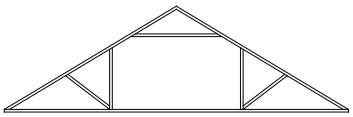
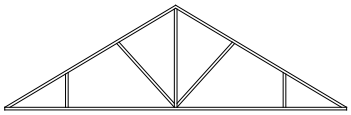
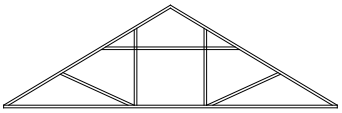
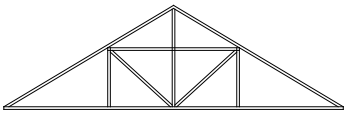
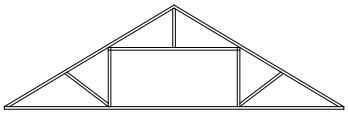
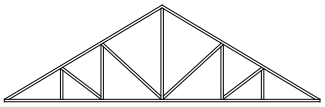
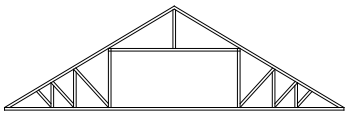
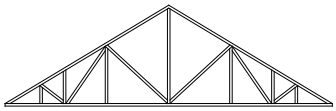
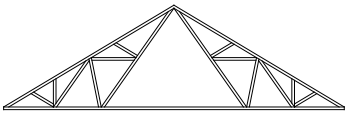
（一）近现代大跨度木屋架体系结构特点

该体系遵循钢筋混凝土结构体系建筑的普遍原则，木屋架虽然形式多种多样，但大多以豪威式为主。其屋架与屋面之间通常会采用提高特定檩条（脊檩、檐檩）的高度，或是在屋架与檩条间垫起高度不一的撑脚或短柱。

近现代大跨木屋架的形式同时受到了传统建筑形制的影响以及西方现代建造方法的冲击，因此在屋架演进的过程中出现了很多别具特色的屋架形式。

主要屋架种类见表1，并可归为两类：1~7为第一类，屋架中部无贯通柱；8~13为第二类，屋架中部有贯通柱。在第一类屋架中，1号屋架仿制了我国传统木构建筑中的抬梁式屋架做法，2~7号屋架是在1号基础上的演变和优化，可以看出结合了芬克式桁架的特点，三角形的构造形式逐渐替代了矩形的构造形式，且梁架分布趋于均匀，结构构造趋于合理。在第二类屋架中，屋架的演变以受力更加均匀为方向，其中的9、10号屋架的演变牺牲掉了三角形构造的稳定性，但最终的演变趋向合理，既保证了三角形的稳定构造，也达到了均匀受力的效果。两种类型的演变并非独立存在，如在11号屋架形式中可以看到两种类型屋架的交融。整体而言，近现代建筑的屋架种类较多，在中西建筑文化交融的作用下，屋架的结构形式趋向于更加合理，部分屋架形式沿用至今。

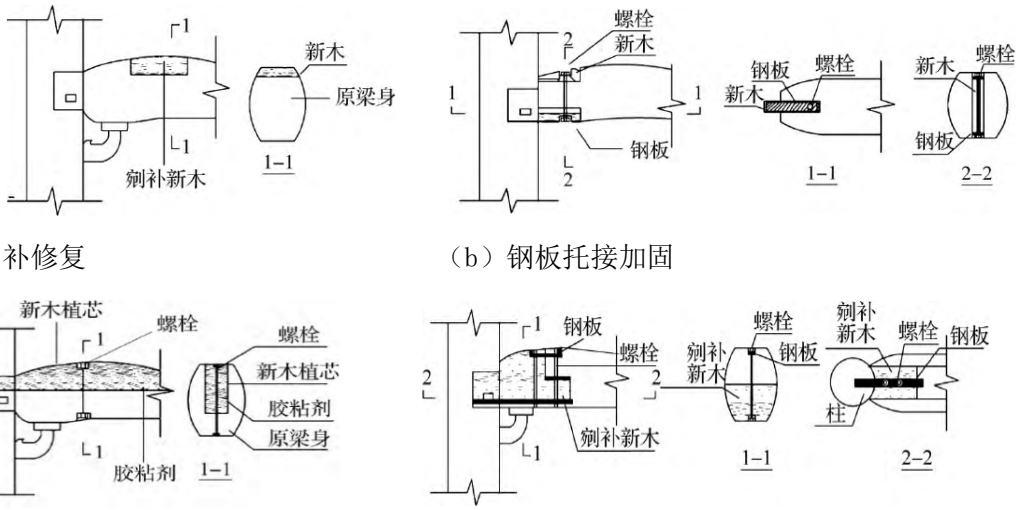
表 4-1 近现代建筑三角屋架类型

类型编号	示意图	类型编号	示意图
1		8	
2		9	
3		10	
4		11	
5		12	
6		13	
7			

（二）近现代大跨度木屋架体系的残损病害与加固修缮方法

近现代大跨木屋架体系建筑木屋架中的木杆件主要存在糟朽蛀蚀、干缩开裂、截面承载力不足等常见问题，桁架式木屋架的节点限于施工水平、承载时间过长等因素一般都会存在连接松动、强度不足的问题，导致结构整体性下降。

糟朽蛀蚀的主要处理方法为：当糟朽断面较小、剩余截面经过验算符合受力要求时，可采用剔补、包镶法处理；当糟朽断面较大且剩余截面承载能力不能满足使用要求时，可在构件上增补新料，采取木板夹接、钢板托接等方式补强；糟朽过深时应直接更换构件端部或整体（如图4-53）。



(a)剔补修复　　（b）钢板托接加固

(c)内置芯材加固　　（d）更换梁头

图 4-53 木构件糟朽剔补、补强示意图

裂缝主要处理方法为：当裂缝较轻微时可用铁箍直接加固；裂缝较宽时应考虑在嵌补的同时加设铁箍；当构件的裂缝较长并且糟朽不是很严重时，可在裂缝内浇筑环氧树脂，再用铁箍加固；当构件裂缝宽度超过规定限值时，需验算构件承载力，符合受力要求的仍可采用嵌补法，不符合的则采用补强法。当木构件损坏严重，以上方法都不能满足受力要求时，则需更换构件。

杆件截面承载能力不足时主要处理方法为:用碳纤维布包裹承载能力不足的杆件，提升其承载能力；使用钢梁或者木枋粘贴后达到增大截面提升承载能力的效果；若杆件承载能力严重不足时可以选择更换杆件。

节点松动处理：需对每个节点进行加固来提高木屋架的承载能力和整体性，加固方式一般采用钢板将原有构件夹住，并用螺栓连接。

4.4.2 钢筋混凝土屋架体系

20世纪初砖石钢筋混凝土混合结构在中国逐步兴起，受到西方现代建筑技术的影响，结合中国传统建筑（以清代官式建筑为主）样式，出现了这类钢筋混凝土屋架体系建筑，这类建筑主要指建筑主体部分采用钢筋混凝土结构，屋顶由钢筋混凝土屋架进行承重，屋面形态及构造趋同于中国传统屋面样式，并在立面或内部装饰中带有特定中国传统建筑元素的中国近现代建筑。该建筑体系运用的较为广泛，多见于对内部空间体量要求较大的公共建筑。（图4-54）




图 4-54 钢筋混凝土屋架体系建筑实例

（一）近现代钢筋混凝土屋架体系结构特点

在结构上，钢筋混凝土屋架体系建筑遵循钢筋混凝土结构体系建筑的普遍原则，钢筋混凝土屋架形式主要以豪威式、芬克式、混合式为主（如图4-55），也存在用钢筋混凝土梁、柱模仿中国传统木构抬梁式结构的做法。



（a）豪威式桁架结构　　（b）芬克式桁架结构

图 4-55 钢筋混凝土屋架主要形式

豪威式、芬克式和混合式屋架均运用桁架结构到屋架设计中，这种钢筋混凝土屋架结构体系构件布置十分灵活，大多都由设计师根据屋顶的外观来决定其屋架构件的布置。有些建筑的屋顶形式为仿重檐庑殿顶，但其屋架却是与中国古代的庑殿顶建筑有着明显的区别，多采用的是简单的芬克式桁架。

（二）近现代钢筋混凝土屋架体系残损病害与加固修缮方法

钢筋混凝土屋架体系的常见病害与一般的钢筋混凝土结构大致相同，主要有混凝土碳化深度较大、钢筋裸露锈蚀、混凝土强度较低、混凝土开裂剥落、屋面开裂渗水等修缮的方法主要有粘贴碳纤维布加固法、钢筋网聚合物砂浆修复、新增钢梁柱加固法和涂抹渗透型防护材料法等。

除了仿传统抬梁式的屋架，剩下的屋架形式多为桁架结构，桁架的运用使得屋架中的梁大多为斜梁（如图4-56），并且节点处十分复杂一般都有多根梁交汇。桁架式屋架因为斜梁的存在构成了一个个大小不一的三角形，比之传统抬梁式屋架有承载能力的提升之外，其结构的整体性与稳定性也提高许多。除钢筋混凝土

常见的病害以外，这类屋架还可能存在节点连接不紧密或承载能力不足、钢筋混凝土杆件受拉破坏的问题（如图4-57）。



图 4-56 钢筋混凝土屋架斜梁



图 4-57 屋架多梁交汇节点

对于这类桁架式屋架，首先需要进行结构建模、分析，得到各个杆件与节点的受力情况、挠度、应力等结果，与现行规范限值比对之后再结合现场情况，拟定具体的修缮加固方法。

4.4.3 钢结构屋架体系

钢作为材料在建筑中的使用在19世纪60年代就已经在西方广泛使用了，这种材料拥有很好的耐久性和抗震性能，而且由于材料本身具有很强的力学性能，因此较传统的砖木等结构，钢结构屋架体系更适合大跨度空间的建造。钢结构建筑虽然在欧美等国家发展较早，但在近现代才传入我国，多用于礼堂、纪念堂、图书馆、博物馆等需要大跨度空间的公共建筑（图4-58、图4-59），一些规格比较高的生产工厂也会采用钢结构屋架结构体系；但因为造价较钢筋混凝土材料更高，所以并未被大规模采用。

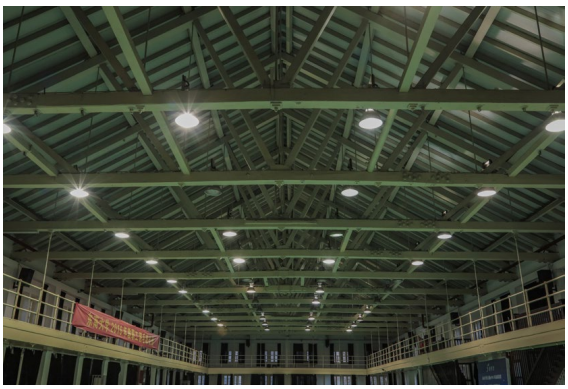


图4-58(a) 钢屋架结构体系建筑实例

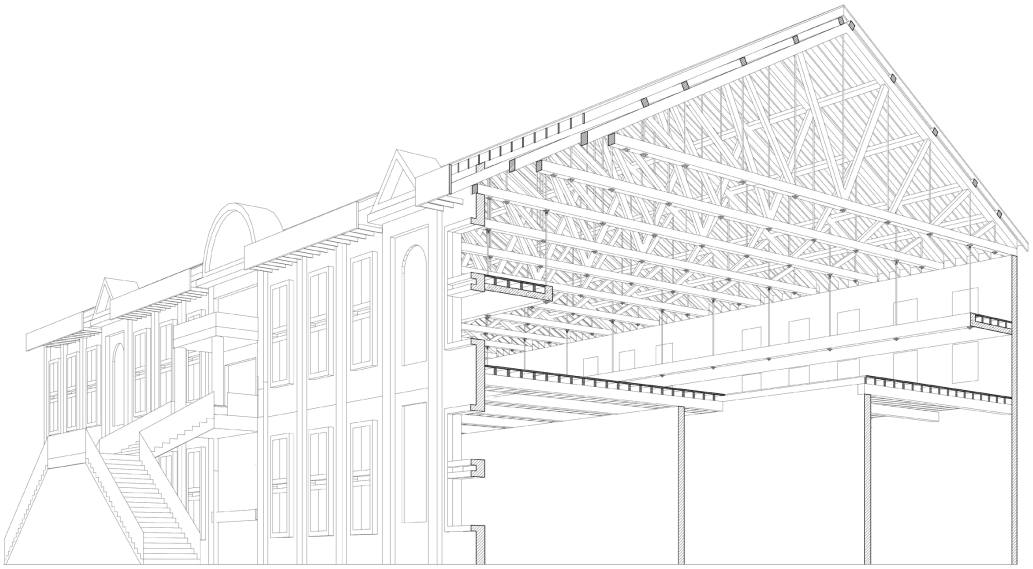


图4-58(b) 钢屋架结构体系建筑实例剖透视示意图

近现代钢结构屋架体系的公共建筑的屋面形态及建筑构造趋同于中国传统屋面式样，并且在立面或内部装饰中带有特定中国传统建筑元素。在结构上，钢屋架结构体系的底部结构主要为钢筋混凝土框架结构，少数案例会采用砌体结构或木结构为底部结构，钢屋架的形式以豪威式、芬克式为主；在屋面曲线的塑形方式上，与木屋架体系与钢筋混凝土体系基本相同。

（一）近现代钢结构屋架的常见病害

1.钢结构屋架腐蚀

钢结构屋架在长期使用后容易出现腐蚀现象这一常见的病害情况，造成腐蚀的主要原因是钢结构周围长期湿度较大，容易发生吸氧腐蚀，此外钢结构若接触污染气体则容易发生更为严重的析氢腐蚀，导致钢结构屋架裸露部分以及连接部分容易出现腐蚀现象。（如图4-59）。



图4-59 钢屋架腐蚀实例图

2.热铆连接问题

近现代我国钢屋架屋顶最重要的连接技术即为热铆技术，该技术对施工条件要求较高，同时由于实际施工成本控制，易导致相关质量问题。

3.承载老化问题

钢结构屋架随着长时间的使用，在实际过程中容易出现逐步老化的现象（图4-60）。由于年代久远，砖柱通常会风化老化，钢筋混凝土柱通常会混凝土开裂或者脱落，钢筋锈蚀从而丧失大部分的力学性能，因此砖柱或钢筋混凝土柱与钢屋架的连接点通常最容易出现损害。



图4-60 钢屋架破损老化实例图

4.缺少定期养护

没有对钢结构屋架进行有效的定期养护，不能及时发现结构存在的病害问题，从而造成问题越发严重，最终极大的损害了结构的力学效应和风貌。

5.设计不周

近现代由于钢结构建筑刚从国外引进不久，很多的规范都还不是很完善，再加上近现代钢材料做工的欠缺，较多钢构件都会因为不满足力学设计从而导致钢构件发生变形或位移。

6.防火措施不足

钢材虽为非燃烧材料，但不耐火，当温度超过300℃时，其强度开始显著下降。在火灾条件下，未经防火保护的钢材13-17分钟后就会丧失其承载能力。

（二）近现代钢结构屋架的加固技术

钢结构屋架在修缮施工之前需要对表面进行除锈处理，直至露出金属底色即可。适用于近现代钢结构屋架的主要加固方法有：减轻荷载、改变计算图形、加

大原结构构件截面和连接强度、阻止裂纹扩展等。

1.减轻荷载：钢结构屋架可以在下弦节点下设临时支柱或组成撑杆式结构（图4-61）张紧其拉杆对屋架进行改变应力卸荷。

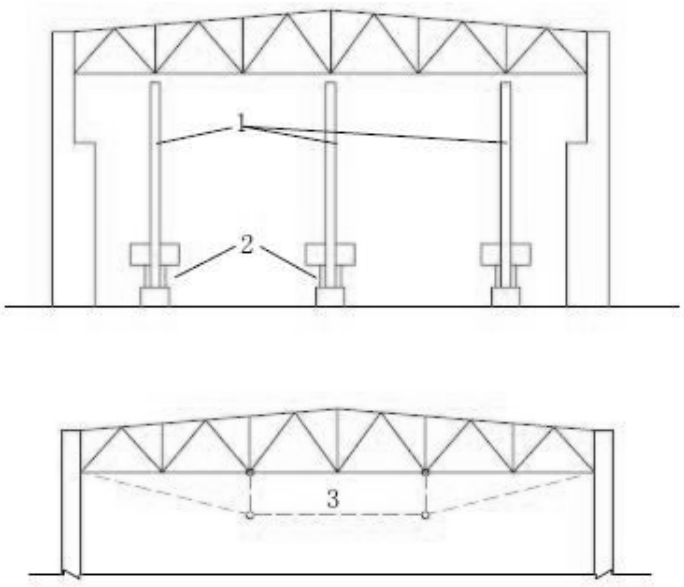


图 4-61 钢结构屋架卸荷示意图

注：1——临时支柱；2——千斤顶；3——拉杆

2.改变计算图形：采用改变荷载分布状况、传力途径、节点性质和边界条件，增设附加杆件和支撑、施加预应力、考虑空间协同工作等措施对结构进行加固的方法。

3.加大原结构构件截面

加大截面加固结构构件时，应保证加固件与被加固件能够可靠地共同工作、断面的不变形和板件的稳定性。

4.增加连接强度

钢结构屋架增加连接强度的方法，即焊缝、铆钉、普通螺栓和高强度螺栓连接方法的选择，应根据结构需要加固的原因、目的、受力状态、构造及施工条件，并考虑结构原有的连接方法确定。

5.阻止裂纹扩散

钢结构屋架因荷载反复作用及材料选择、构造、制造、施工安装不当等产生

具有扩展性或脆断倾向性裂纹损伤时，应设法修复。在修复前，必须分析产生裂纹的原因及其影响的严重性，有针对性地采取改善结构实际工作或进行加固的措施，对不宜采用修复加固的构件，应予拆除更换。修复裂纹时应优先采用焊接方法。

6.防火措施

当钢结构屋架加固完成并经验收合格后再进行防火涂料施工。施工前，钢结构表面除锈，并根据使用要求确定防锈处理。除锈和防锈处理应符合现行《钢结构工程施工与验收规范》中有关规定。钢结构屋架表面的杂物应清除干净，其连接处的缝隙应用防火涂料或其他防火材料填补堵平后方可施工。施工防火涂料应在室内装修之前和不被后继工程所损坏的条件下进行。施工时，对不需作防火保护的部位和其他物件应进行遮蔽保护，刚施工的涂层，应防止脏液污染和机械撞击。

5 近现代建筑外部构造体系保护修缮

近现代建筑的外部构造体系主要包括基础、墙体、门窗、檐口、屋面等整个建筑外观可见的部分。本章就上述各部分的特性、功能、材料、破损肌理及修缮保护方式进行了全面的梳理。本章的重点与难点在于如何利用新材料、新技术对近现代建筑的外部构造体系进行原汁原味的保护与更新。例如，针对建筑的门窗系统，在修缮保护级别最高的建筑时，应还原它的原有面貌；而在修缮保护级别相对较低的建筑时（也是大多数情况下），则可采用铝木复合体系等新材料、新技术，整合建筑的门窗系统。近代建筑的外部构造体系中还有大量反映当时建筑革新的材料与制品，比如各种水泥、石材、钢、铁制品，针对这一部分，也应做到原汁原味的保护与更新。大部分的近现代建筑屋面都没有保温系统，在近现代建筑的保护修缮中，应尤其关注他的保温系统。要依据中国现行的法律、法规中对于保温和节能的要求，对应建筑的保护级别与使用功能要求，进行系统的认识与考虑。一般情况下，近现代建筑的墙体保温应采用内保温，以保持其原有的外部特质。

5.1 分类

5.1.1 钢筋混凝土体系外部构造

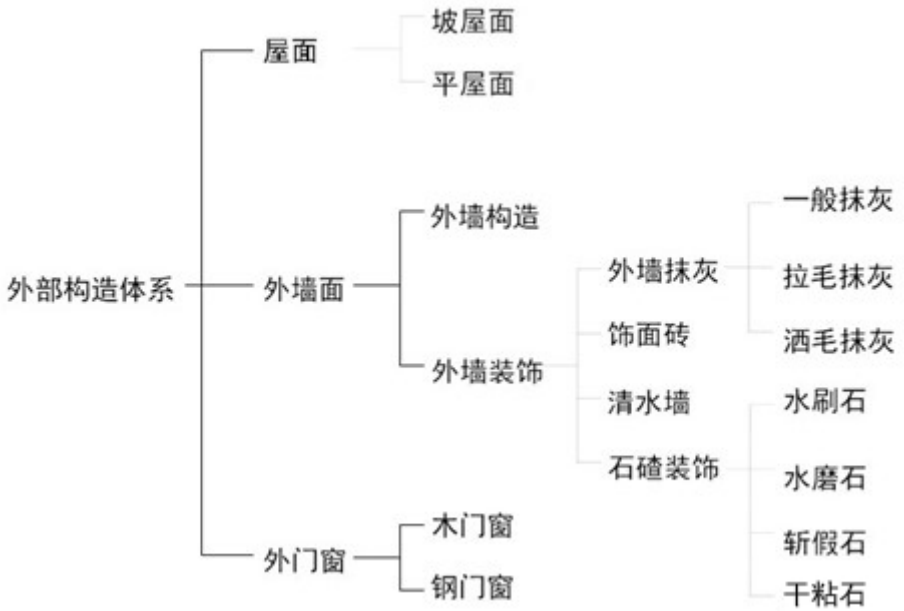


图 5-1 钢筋混凝土体系外部构造体系图

钢筋混凝土体系外部构造按照各个组成要素可以分为以下三类：外墙、外门

窗、屋顶。

其中，外墙包括外墙构造和外墙面装饰。外墙一般采用砖砌筑，并且作为结构承重构件。外墙面装饰附着于外墙之上，有多种装饰方式，是传递、延续建筑的历史信息和艺术价值、科学价值的重要载体。重要的近现代建筑外墙面按材料和施工工艺可分为如下几类：

(1)抹灰外墙。常见的近现代建筑外墙抹灰方式有一般抹灰和拉毛抹灰。

(2)饰面砖（石板）外墙。常见的饰面材料为泰山面砖、瓷砖、大理石板、青石板和花岗石板。

(3)清水砖墙。包括红砖墙面和青砖墙面。

(4)石碴装饰。外墙常见的装饰有水刷石饰面、斩假石饰面、干粘石饰面。外门窗也是近现代建筑的保护的重要部位之一，按照材料和施工工艺，外门窗可以分为木门窗和钢门窗两类。

屋顶因为涉及防水保温等问题，构造也较为复杂。同时作为第五立面，对建筑的造型产生重要影响。常见屋顶按照形式和施工工艺可以分为坡屋顶和平屋顶两类。

近现代建筑的外部构造体系在形式风格上主要可分为西方古典样式、传统复兴样式、新民族样式、现代样式等四类。

（一）西方古典样式

该类建筑采用从西方引进的建筑形式，以西方古典柱式为形式构图。主要用于商业建筑如银行、商场和一些官邸、使领馆等。该类建筑形式上多为西洋古典式建筑，多呈现古希腊、罗马风格；文艺复兴风格；折中主义风格等。此之外也有建筑采用英国维多利亚风格和美国草原式风格（殖民地风格）如大量小住宅。结构上，其绝大部分采用了钢筋混凝土结构体系、砖混体系以及少量砖承重结构体系。

典型案例有广州十三行西洋商馆，上海佘山圣母大殿（图5-2），南京中山东路一号原交通银行旧址、圣保罗基督教堂、临时政府参议院旧址，镇江原英国

领事馆办公楼。

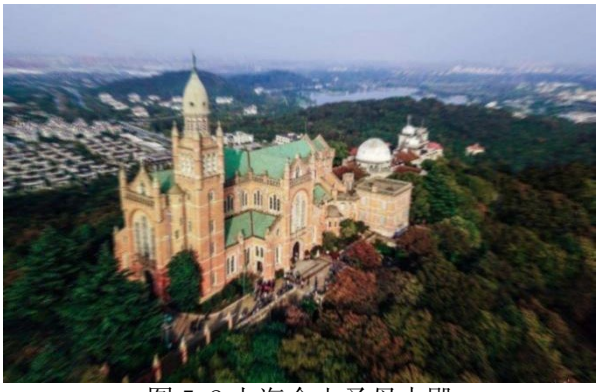


图 5-2 上海佘山圣母大殿

结构体系的保护：西洋古典式建筑所采用的钢筋混凝土结构绝大多数已经超过使用寿命，存在很严重的结构安全问题。其本身的加固和置换难度系数较大。

装饰体系的保护：西洋古典式建筑中存在大量装饰性细部（山花、柱头、檐口等），这些部件大多由水泥砂浆做成，其材料本身存在退化、开裂、风化等问题，应结合实际情况加以保护。

（二）传统复兴样式

传统复兴式建筑是对“中国固有之形式”的探索。这类建筑内部具有现代功能，但其外观呈晚清大屋顶形式，主要用于官方行政建筑。

该类建筑多为钢筋混凝土结构体系。因混凝土材料的塑性性能，故能模仿出中国传统建筑的特点，如：屋顶、柱、各装饰构架等。同时建筑造型和立面设计等均符合《清式营造则例》的做法要求。

典型案例包括南京中山陵、中山纪念堂（图5-3）、励志社（大礼堂、一号楼、三号楼）、中国国民党中央党史史料陈列馆，广州中山图书馆，北京图书馆、中央博物院，原上海市政府、原国立上海图书馆等。



图 5-3 广州中山纪念堂

结构体系的保护：近现代钢筋混凝土结构至今经过近百年时间，绝大多数已经超过使用寿命，老化而不能承重，存在很严重的结构安全问题。虽然模仿了中国传统式建筑，但因其并非木结构，而是钢筋混凝土结构，其材料本身不可逆，所以对其保护修缮会比较困难。

装饰体系的保护：由现代材料和构造工艺施工而成的装饰体系如石制栏杆、屋脊等构件经过近百年也处于极度破损的状态。

（三）新民族样式

20世纪30年代后期，中国一批勇于探索的建筑师如童寯、杨廷宝，不满足于中国传统和西洋古典式样，而探索出的新的建筑形式。其广泛适用于政府行政建筑、商业建筑、公馆类建筑甚至工业建筑。

该类建筑采用新技术、新结构、新的式样同时又体现传统中国建筑特点如比例、尺度和装饰等。具有典型的符号性和象征性。结构上，这类建筑多采用现代钢筋混凝土结构，实现大跨度空间如会议厅等，并在其内部置入现代功能。



图 5-4 南京国立美术陈列馆旧址

典型案例包括南京原国民政府外交部大楼、原中央医院、原新街口国货银行旧址、原国立美术陈列馆旧址（图5-4）、总统府子超楼等。

结构体系的保护：新民族形式建筑所采用的钢筋混凝土结构绝大多数已经超过使用寿命，存在很严重的结构安全问题。其本身的加固和置换难度系数较大。

装饰体系的保护：新民族形式建筑的装饰由于采用了水泥砂浆的材料，同样存在风化、开裂等问题。

构造工艺的保护：原有建筑细部装饰精美构造现今的技术材料和工匠工艺水

平已经很难达到完整的建筑体系的修复。

（四）现代样式

20世纪30年代后期至40年代，西方现代建筑思潮进入中国，现代建筑简洁、少装饰与追求体量感的审美偏好也对建筑实践产生了影响，因此出现了一批现代样式的建筑。总体而言，当时的现代思潮仍然处于起步和保守的阶段，建筑的氛围以庄重为主，体量亦趋于对称。

该类建筑通常缺乏装饰体系，墙面强调平整性和模数化。在结构上，多采用钢筋混凝土体系进行构造，但有些建筑也采用砖木体系。建筑立面因大面积开窗而通透，窗户以钢窗为主，内部空间开敞，整齐。

典型案例包括上海虹桥医院疗养院、峻岭寄庐公寓、百老汇大厦，广州爱群大厦，南京美军顾问团旧址、和记洋行建筑群等。



图 5-5 广州爱群大厦

结构体系的保护：由于大部分这种风格的建筑为钢筋混凝土体系，超过了使用年限，因此需要必要的加固措施。

墙面装饰的保护：尽量用原材料、原工艺进行修缮。

屋面的保护：由于原建筑屋面防水保温性能差，在修缮时应在不影响外观效果的前提下对其进行保护。

5.1.2 砖木小住宅体系外部构造

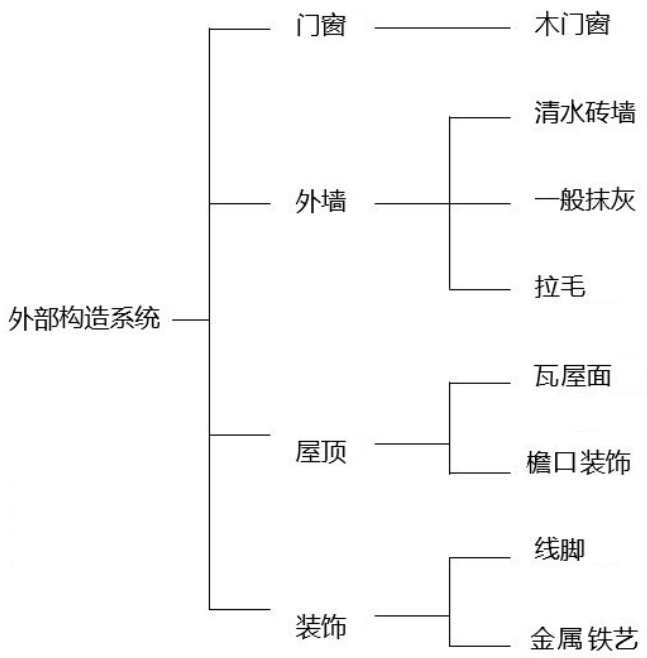


图 5-6 砖木小住宅体系外部构造体系

砖木小住宅体系外部构造按照各个组成要素可分为门窗、外墙、屋顶、装饰。

砖木小住宅体系建筑的门窗以木门窗为主。

外墙通常由外墙构造和外墙面装饰两部分组成。砖木小住宅体系建筑的外墙多由砖砌筑，具有结构承重功能。外墙面装饰附着于外墙之上，装饰方式多样，是传递、延续建筑的历史信息和艺术价值、科学价值的重要载体。近现代砖木小住宅建筑的外墙按照材料与施工工艺的不同，主要可以分为清水砖墙、抹灰外墙和拉毛外墙。

屋顶作为第五立面，对建筑的造型产生重要影响。砖木小住宅体系建筑的常见屋顶形式为坡屋顶。屋顶的构造，因为涉及防水保温等问题，构造较为复杂，主要分为屋面与檐口两个部分。

除了抹灰、拉毛、水刷石等外墙面装饰元素外，砖木小住宅体系建筑的外部装还包括外墙的水泥抹灰线脚装饰，以及阳台栏杆的金属铁艺装饰。

5.2 外墙

外墙是建筑物的外部维护构建，它界定了建筑室内空间的范围。外墙的功能包括承担一定荷载、遮挡风雨、保温隔热、防止噪音、防火安全等。

近现代建筑外墙通常以砖砌体为主，厚度通常从20~40厘米不等。砖墙既起到承重作用又具有保温隔热作用。近现代建筑外墙砌体的砂浆标号通常较低，历经近百年的岁月后，砂浆的黏结性进一步降低，大大削弱了墙体的抗侧推力能力。

大部分近现代建筑的砖砌外墙在承担竖向荷载上仍能胜任（除了因地基下陷而导致的墙体受损情况），尽管存在砂浆的问题，但就整体而言，外墙的保存状况较为良好。

修缮方式：

（1）对于清水砖墙的墙体，在修缮时，外观保持原样，剔除原有砖墙砂浆灰缝，剔除深度约2~5厘米，再用高强砂浆重新进行勾缝。

（2）外墙内墙面在修缮时，通常采用高强度的冷拔钢丝6-8毫米，在内侧布置，并浇筑混凝土作为加固方法。施工时，钢丝网应伸入砖墙内部，保证钢丝网与砖墙连接牢固，共同作用形成受力整体。

（3）另外一种内墙修缮的方式是在内侧增加构造柱和圈梁，使原砖墙面的竖向和横向荷载传递到构造柱和圈梁上。对于保护等级比较低的建筑，外墙修缮可以采用一次性干预的原则，进行重新砌筑，内部暗藏钢筋混凝土构造柱和圈梁。对于保护等级非常高的建筑，外墙修缮时可以采用钢结构支撑的方式，不触动原有结构，用钢结构梁柱来加强外墙整体结构性能。

5.2.1 一般抹灰

一般抹灰是指在墙面上抹水泥砂浆、混合砂浆、白灰砂浆的面层工程。

1.施工工艺：

（1）准备工作：做灰饼：外墙灰饼做两遍，第一遍灰饼与刮糙面平，厚度以最薄处不小于 7 毫米为准。凸窗台及侧板灰饼同时跟上。待主体验收后开始在

砼梁、柱表面涂刷一层砼界面剂。外墙螺杆孔必须用建筑油膏堵塞，外用水泥砂浆封闭。

（2）抹底灰：抹灰前将砖墙及砼表面砂浆铲掉，并隔夜浇水，浇水时将砖墙及砼表面灰尘冲干净，浇透为止。因刮底糙时局部厚度超过 20 毫米，必须分层成活，第一次刮糙厚度宜控制在 20 毫米以内且要用力揿紧，以防底糙脱脚，第二次待头糙完成的隔天进行。

（3）底糙完成后做第二遍灰饼，厚度控制在 6~8 毫米。必须外墙弹好装窗垂直、水平线，分格条线及墙面留孔垂直线，首先安装外墙上的空调孔、排烟孔和热水器孔等（外低内高 10 毫米），空隙用细石砼或水泥砂浆填嵌密实，同时安装窗框，安装立面图位置粘贴分格条（20 毫米分格条），粉外墙阳角护角及窗台、窗套、凸窗侧板（侧板总厚度控制在 15 厘米）、外墙线脚，节点如附图。门窗框与粉刷面必须留出凹槽（3 毫米深，5 毫米宽），凹槽必须留在正面。

（4）抹中层砂浆：抹灰之前检查底糙有无脱脚开裂，脱脚开裂部位要切开重粉，并要浇水湿润。面层灰与外墙分格条平，表面用木蟹打毛并上下拉出纹路。

（5）表面细拉毛：用水筛出细砂，砂浆中掺入适量胶水，用海绵拉细毛，拉毛要求均匀、顺直。特别是每层钢管排架的接槎部位要拉毛纹路跟过去。

2.现状问题：墙面容易出现粘接不牢、空鼓、裂缝等现象。

3.修缮方式：抹灰墙面，应根据起壳、裂缝、风化、剥落等损坏原因和损坏程度，进行修缮。并满足如下要求：

(1）修缮前，应对墙面所用材料、构造、工艺特点，进行调查，有特殊装饰效果的，应测绘、录像和文字记录，建立工艺档案。

(2）当基层起壳面积在 0.1 平方米以内且无裂缝、基层强度较好时，可采用环氧树脂灌浆，加不锈钢螺栓锚固；当基层砂浆酥松，或起壳面积大于 0.1 平方纳米，或起壳同时有裂缝时，应凿除重做。

(3）当面层起壳，面积大于 0.1 平方米时，应凿除从做。面层裂缝宽度在 0.3 毫米以下且无起壳现象时，可进行嵌缝处理。

(4）当面层酥松、剥落，但基层强度和整体性较好时，可凿除面层进行局部修补。

(5）墙面材料的配合比应试配，面层抹灰应试样，达到设计效果后再全面施工。所用水泥砂浆，宜用标号不低于 325 硅酸盐水泥。

(6）墙面局部修补，应平整、紧密，分界面方正平直，接缝宜设在墙面的引线、阴角、线脚凹口处。

(7）有装饰效果的饰面修缮应满足如下要求：所用材料基本参数，粒径、质感、色泽应与原墙面基本一致；基层应平整，黏结牢固，接缝紧密；面层的施工工艺及纹样，应与原墙面一致。

(8）施工时，应做好灰尘、废水、废气的收集处理，防止污染环境。

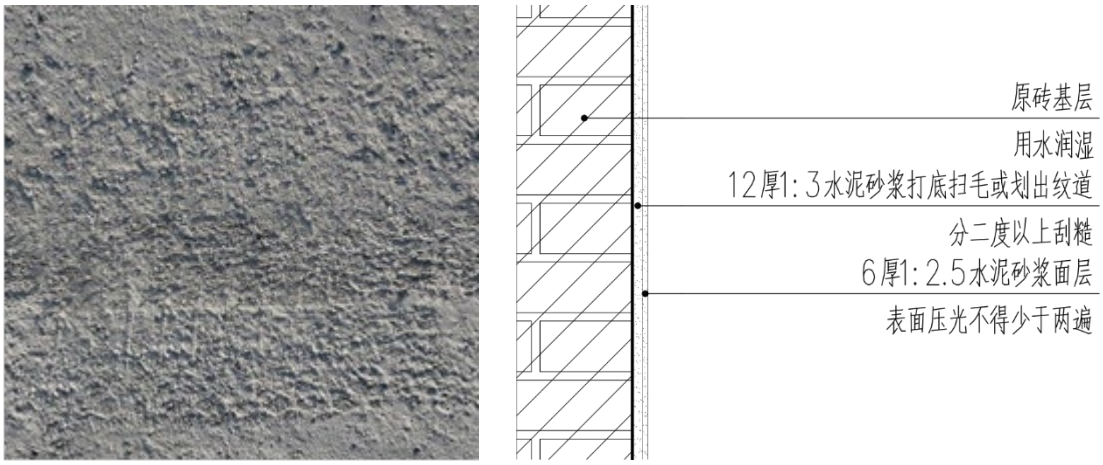


图 5-7 一般抹灰外墙及修缮大样

5.2.2 拉毛灰、洒毛灰

拉毛灰是指在墙面抹灰面层上拉成无数的毛头的面层工程。洒毛灰是指在墙面抹灰面层上洒成云朵状毛头的面层工程。相比于一般

抹灰墙面，拉毛灰工艺和洒毛灰工艺使得墙面更具质感，也更具装饰性。一般也被运用于小住宅。

1.拉毛灰施工工艺：

(1)抹底层灰一般采用 1 ：3 水泥砂浆。砂浆稠度为 8~11Cm。墙面洒水湿润后，即可抹底层灰，底层灰厚度控制在 10~13 毫米。灰层表面要搓平。

(2)抹面层灰的配合比依毛头大小而定，细毛头用 1 ：0．25~0．3 水泥石灰

浆；中毛头用 1：0．1~0．2 水泥石灰浆；粗毛头用 1：0．05 水泥石灰浆。面层灰中应适量掺人细砂或细纸筋，以免开裂。待底层灰有 6 到 7 成干时，即可抹面层灰，紧跟着就进行拉毛。拉细毛头时，用麻绳缠绕的刷子，对着灰面一点一拉，靠灰浆的塑性及吸力顺势拉出一个个细毛头。拉中毛头时，用硬棕毛刷，对着灰面一按一拉，顺势拉出一个个中毛头。拉粗毛头时，用铁抹按在灰面上，待铁抹有黏附吸力时，顺势拉起铁抹，即可拉成一个个粗毛头。拉毛灰完成后，及时取出分格条，在缝内抹水泥砂浆及上色。一天后浇水养护。

2.洒毛灰施工工艺：

(1)抹底层灰，和拉毛灰相似。墙面洒水湿润后，用 1:3 水泥砂浆作为底层灰，底层灰厚度控制在 10-12 毫米。灰层表面应搓平。

(2)法刷色浆，底层灰干后洒水湿润，刷彩色水泥浆一遍，颜色由设计而定。

(3)洒毛潦刷水泥色浆后，随即用竹丝刷浸在 1:1 水泥砂浆内，使砂浆黏附在刷子上，然后提起刷子向墙面上洒浆，洒成云朵状毛头，再甩铁抹轻轻压平，洒时云朵毛头必须大小相称，纵横相间，既不能杂乱无章，也不能排列得很整齐。云朵毛头不宜洒满，部分间隙露出底色，使云朵颜色与底色相互衬托。洒灰所用水泥砂浆要掌握好稠度，以能黏附在刷子上，洒在墙面上不流淌度为宜，砂宜用细砂。

3.现状问题：拉毛灰和洒毛灰墙面容易出现裂缝和空鼓等现象。

4.修缮方式：

(1)拉毛灰：将底层用水湿润，抹上 1：（0.05~0.3）：（0.5~1）水泥石灰罩面砂浆，随即用硬棕刷或铁抹子进行拉毛。棕刷拉毛时，用刷蘸砂浆往墙上连续垂直拍拉，拉出毛头。铁抹子拉毛时，则不蘸砂浆，只用抹子黏结在墙面随即抽回，要做到拉的快慢一致、均匀整齐、色泽一致、不露底，在一个平面上要一次成活，避免中断留槎。（图 5-8）

(2)洒毛灰(撒云片：用茅草小帚蘸1：1水泥砂浆或1：1：4水泥石灰砂浆，由上往下洒在润湿的底层上，撒出的云朵须错乱多变、大小相称、空隙均匀，形

成大小不一而有规律的毛面。亦可在未干的底层上刷上颜色，再不均匀地撒上罩面灰，并用抹子轻轻压平，使其部分地露出带色的底子灰，使撒出的云朵具有浮动感。（图 5-9）



图 5-8 拉毛灰外墙及修缮大样

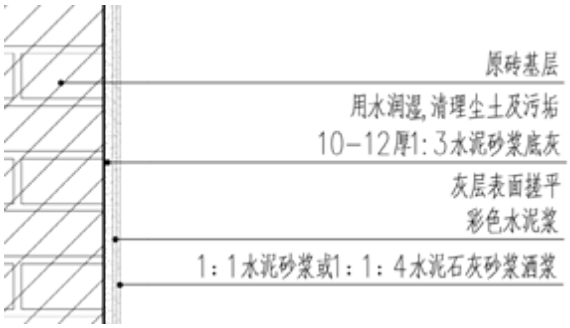


图 5-9 洒毛灰外墙修缮大样

5.2.3 清水砖墙

清水砖墙指外墙面在采用砖墙砌成过后，勾缝但不再做任何墙面装饰的饰面方式。砖墙有很多不同的砌筑方式，但都要求砌砖质量要高，灰浆要饱满，砖缝要规范美观。这种墙面也主要用于小住宅，也有部分商业建筑、教堂等采用清水砖。如扬子饭店采用城墙砖砌筑。

1.施工工艺：

(1)砌筑前，应先根据砖墙位置弹出墙身轴线及边线，事先规划好预埋的对拉丝杆位置，不得出现事后打洞，或预留对拉丝杆太少加固不牢。

(2)砌体的水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度宜为 10 毫米，不应小于 8 毫米，也不应大于 1 毫米。

(3)摆砖。开始砌筑时先要进行摆砖，排出灰缝宽度。第一层砖摞底时，两山墙或相当于山墙位置处排丁砖，前后纵墙排条砖。摆砖时应注意门窗位置、砖垛等对灰缝的影响，若有破活，七分头或丁砖应排在窗口中间。必须使各皮砖的竖缝相互错开。另外在排砖时还要考虑在门窗口上边的砖墙合拢时也不出现破活。排砖必须有个全盘考虑，即前后檐墙排第一皮砖时，要考虑甩窗口后砌条砖，窗上角上必须是七分头。

(4)立皮数杆。在砌墙前，先要立皮数杆，皮数杆上划有砖的厚度、灰缝厚

度、门窗、楼板、圈梁等构件位置。皮数杆竖立于墙角及交接处，其间距以不超过 15m 为宜。

(5)挂线。所有墙体采用双面挂线砌筑，首层或楼层的第一皮砖要查对皮数杆的标高，防止到顶砌成螺丝墙。砌砖时，水平灰缝要均匀一致、平直通顺。

(6)砌砖。宜采用一块砖、一铲灰,一挤揉的“三一”法砌砖法，即满铺满挤操作法。竖缝宜采用挤浆或加浆方法，使其砂浆饱满，严禁用水冲浆灌缝。砌砖时砖要放平，里手高，墙面就要胀；里手低，墙面就要背。砌砖一定要中线，“上跟线、下跟棱、左右相邻要对平”。

2.现状问题：近现代建筑清水砖墙面主要存在灰缝脱落、砖面风化的问题。

3.修缮方式：

(1)现制修复料修缮工艺

对于清水墙面风化较严重，应根据设计要求，选用水泥、细纸筋、氧化铁黑粉或氧化铁红粉、石灰膏、石花菜等材料，其配比试验和试作样板确定。

施工应将基层清除干净，洒水润湿后，用 1∶2 水泥砂浆抹一层结合层，厚度应在 5-5 毫米；面层厚度应不小于 15 毫米，应分两层抹平压实，待面层稍干收水后即使用铁抹子压实抹光。在终凝前用钢板尺根据设计要求刻出分格缝，仿干摆做法只分出砖块。

(2)预制砖细镶贴修缮工艺

对于清水墙面严重损坏，应制作预制砖细镶贴修缮。预制砖在镶贴前应在水中充分浸泡，浸泡时间不少于 3 分钟。应用 1∶2 水泥砂浆镶贴，宜掺加不少于用水量 1%的 107 胶水，砂浆应饱满，贴后应浇水养护不少于 5 天。面砖粘贴应方正，无缺棱掉角和破损等缺陷。仿古面砖的分格形成及灰缝风格，应与干摆或丝缝墙面效果相同。墙面应平整、清洁美观；仿干摆做法的砖缝应纤细；仿丝缝做法的灰缝应密实，深度均匀，宽窄一致；面砖表面不得刷浆。预制砖的接口处理应整齐，与突出物交接处边缘应规整；转角处的接口宜“割角”相交，压向正确、美观。

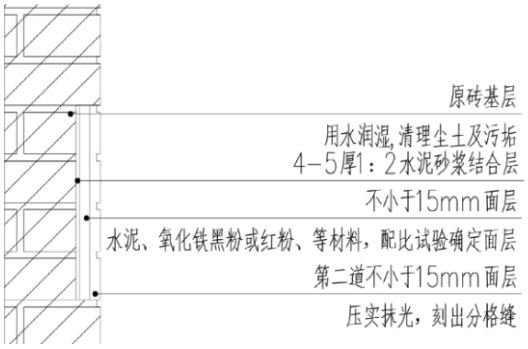


图 5-10 现制修复料修缮大样

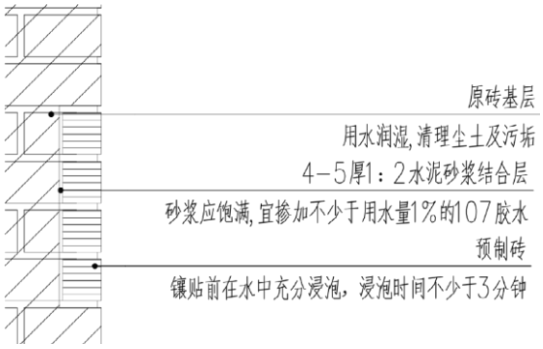


图 5-11 预制砖细镶贴修缮大样

5.2.4 饰面砖

作为一种装饰材料，饰面砖有较多种类型。按烧制的材料和工艺不同，主要有陶瓷锦砖（马赛克）、红缸砖、抛光砖、釉面砖等。因造价较为昂贵，这种外墙装饰主要适用于大型政府行政办公建筑等。

1.施工工艺：

(1)抹灰前，墙面必须清扫干净，浇水润湿。

(2) 大墙面和四角、门窗口边弹线找规：必须由顶层到底层一次进行，弹出垂直线，并决定面砖出墙尺寸，分层设点、做灰饼。横线则以楼层为水平基线交圈控制，竖向线则以四周大角和通天垛、柱子为基准线控制。每层打底时则以灰饼作为基准点进行冲筋，使其底层灰做到横平竖直。同时要注意找好突出槽目、腰线、窗台、雨篷等饰面的流水坡度。

(3)抹底层砂浆：先把墙面浇水润湿，然后用 1:3 水泥砂浆刮一遍约 6 毫米厚，紧跟着用同强度等级的砂浆与所冲的筋抹平，随即用木杠刮平，木抹子搓毛，隔天浇水养护。

(4)弹线分格：待基层灰六至七成干时，即可按图纸要求进行分段分格弹线，同时亦可进行面层贴标准点的工作，以控制面层出墙尺寸及垂直、平整。注意检查底层砂浆与基层是否有空鼓现象，如有及时用云石机切除修补。

(5)排砖：根据大样图及墙面尺寸进行横竖向排砖，以保证面砖缝隙均匀，符合设计图纸要求，注意大墙面、通天柱子和垛子要排整砖，以及在同一墙面上的横竖排列，均不得有非整砖。同时要注意一致和对称。如遇有突出的卡件，应

用整砖套割吻合，不得用非整砖随意拼凑镶贴。

(6)浸砖：釉面砖和外墙面砖镶贴前，首先要将面砖清扫干净，放入净水中浸泡两小时以上，取出待表面晾干或擦干净后方可使用。

(7)镶贴面砖：在每一分段或分块内的面砖，均为自下而上镶贴，从最下一层砖下皮的位置线先稳好靠尺，以此托住第一皮面砖，在面砖外皮上口拉水平通线，作为镶贴的标准。

(8)面砖勾缝与擦缝：面砖铺贴拉缝时，用 1:1 水泥砂浆勾缝(根据几个工程的总结：勾缝材料可采用加粉煤灰，可以提高外墙的勾缝效果，增加对比度，但一定要控制好配比，溜缝勾子采用同缝宽的塑料板镶在木板上做成板状，保证手握舒适)，先勾水平缝再勾竖缝，勾好后要凹进面砖外表面 3 毫米。若横竖缝为干挤缝，或小于 3 毫米时应用白水泥配颜料进行擦缝处理，面砖缝子勾完后，用棉丝蘸稀盐酸擦洗干净。溜缝完毕后应浇水养护，待勾缝材料有一定强度时(1.2MPa)要及时检查有无空鼓。分两次嵌入。第一次先抹平压实，第二遍为缝太深处补平，擦洗干净。再待勾缝剂达到一定干硬度时用缝纤压实、拉光。

2.现状问题：由于时间原因，现存饰面砖容易出现面砖开裂、基层脱落，和面砖与结合层局部脱壳等情况。

3.修缮方式：

(1)面砖局部开裂损坏（基层未脱壳）的修缮确定修缮范围。凿去损坏腐蚀的面砖和表面开裂的面砖。新旧砖缝应设在面砖的接缝处，清理基层，刷 107 胶水一道。按规定进行镶贴。

(2)面砖局部脱壳（面砖损坏、基层脱壳）损坏、挖补修缮通过观察和小锤敲击检查而确定修补范围，修补范围的边缘应设在原面砖的分隔缝处或墙转角处，便于新旧面砖之间的连接。用钢凿凿去损坏面砖和脱壳的基层，在修补的边缘处要轻凿，以避免使没有脱壳和损坏的面砖损坏。清理基层，把基层上的残渣粉末清理干净。浇水湿润基层。一般墙用 1 ：3 水泥砂浆打底。混凝土墙面应先刷 107 胶一道，再用 1 ：0.5 ：3（水泥、石灰膏、砂）混合砂浆打底。厚度由原

底层灰的厚度而定。如底灰厚度超过 20 毫米时应分层隔天进行，应用木抹子压实抹平，划毛，浇水养护 1~2 天后方可镶贴面砖。根据原面砖格缝进行弹线分格，选砖预排，应使横竖缝均匀一致，与原砖块相同。如选用面砖尺寸大于原面砖时，应用机械切割，边棱磨直、磨平，直到尺寸达到要求为止。

贴面砖：镶贴前应将砖浸入水中 24 小时（宜在前一天浸泡，镶贴前 20 分钟左右取出面砖，使面砖表面稍干），先贴最下边的一皮砖，自下而上的逐皮拉线镶贴。铺贴时应在面砖的背面抹约 10~15 毫米厚的混合砂浆（水泥：石膏灰：砂=1：0.2：2），贴上后调拨好横竖缝，用小灰铲轻轻拍击，使面层与基层粘牢，并谁使用靠尺找平。面砖铺贴 1~2 天后，即可进行分格缝的勾缝，用 1：1 的水泥砂浆（砂子应用窗纱筛过）勾缝，再勾垂直缝。勾缝形式、深浅参照原来的墙面。勾缝宜分两次操作，使灰缝密实不起壳。缝干硬后，应将墙面清洗干净。

(3)面砖与结合层局部脱壳注浆修缮（面砖未坏，与基层脱壳）用小锤轻敲确定脱壳修理范围，范围线应划在面砖的分格缝处。在空鼓墙上钻注浆孔，孔径一般为 5~8 毫米，深度应钻入 10 毫米，孔的间距一般应视面砖尺寸大小而定，应在面砖的接缝处呈梅花形布孔，一般间距可在 200~300 毫米之间选用。用压缩空气清除孔中的粉尘，待孔眼洁净干燥后，用环氧树脂浆液进行注浆，浆液配比一般由试验确定，将溢出的环氧树脂及时用布揩净。环氧树脂凝固后，用 1：1 配色（与原面砖色近似）白水泥砂浆封注浆孔，将墙面清理干净。

(4)面砖、底层灰与墙体（基体）局部脱壳的修缮用小锤敲击确定修缮范围，界限应划在面砖的分缝线处，并应比实际起壳范围扩大 100~300 毫米。螺栓孔的位置及布点原则，应视面砖的尺寸在砖缝处错开成梅花形布孔，孔距一般控制在 250~350 毫米之间为宜。用电钻钻孔，孔径硬币选定的螺栓直径大 2~4 毫米为宜，并应稍向下倾斜，进入墙体不应小于 30 毫米。用压缩空气清除孔内粉尘，如潮湿应等待干燥后清除。如不能马上灌浆，应用木塞将孔堵好，以免粉尘吹入。调制环氧树脂浆液并灌浆，应用空压树脂注入枪，将枪头深入至孔底，应边注浆边慢慢退出，使孔内树脂饱满。放入螺栓，螺栓的直径长度和数量，根据布点数的

多少和面砖结合层、底层的厚度而定。螺栓全长应铰螺纹，使其不易被拔出。表面应除锈擦净，放入孔之前应将螺杆涂满一层环氧树脂浆液。为保证螺栓粘接牢固，螺栓应慢慢旋入孔内（螺栓外端头应进入面砖 2~3 毫米）。插入后将溢出的环氧树脂擦净。待环氧树脂灌入 2~3 天后，用配色（应根据原面砖的颜色确定）的 107 白水泥砂浆把灌孔填实。107 胶白水泥配比一般应为 1：3。



图 5-12 面砖局部开裂损坏（基层未脱壳）修缮大样

5.2.5 水刷石

水刷石饰面是一项传统的施工工艺，这种工艺用水泥、石屑、小石子、颜料等加水拌和后涂抹于建筑表面，待材料半凝固后再用硬毛刷蘸水刷去其表面的水泥浆，从而使其中的石屑、小石子半露在外，令墙面呈现出天然质感。水刷石墙面的施工工艺主要由三道工序构成，即基层处理、底层和垫层处理，以及面层处理（粘贴分隔条、抹罩面石子浆、喷刷）。水刷石的色泽庄重美观，饰面坚固耐久，不褪色，也比较耐污染。这种装饰墙面被大量用于政府行政办公楼、大型的公共建筑、教育建筑和商业建筑等。

1.施工工艺：

(1)基层处理

基层要认真将表面杂物清理干净，脚手架孔洞填塞堵严砼墙表面凸出较大的地方要剔平、刷净，蜂窝低凹、缺棱掉角处，应先刷一道 107 胶：水=1:1 的水泥素浆，再用 1:3 水泥砂浆分层修补。

(2)底层和垫层处理

墙基层经处理清洁后，要根据不同的基层、不同的季节在开始抹灰的前一天

再浇水充分湿润墙面，并要浇透浇匀，冲去表面的残渣浮土。抹灰前应在清洁湿润的墙面上找规矩，基层为砖墙面时由顶层从上向下弹出垂直线，在墙面和四角弹线找规矩，在窗口的上、下沿，弹水平线，在墙面的阴阳角、柱处弹垂直线，在窗口两侧及柱垛等部位做灰饼，按弹出的准线每隔 1.5 米左右，做一道标筋，其做法是用 1:0.5:4 的水泥石灰砂浆，在标筋位置的墙顶及墙根处各做一个约 7 厘米的灰饼，再在中间加抹几个灰饼，然后根据墙面和四角的准线拉线网将全部灰饼找平，将同一直线灰饼连成一条标筋，用木抹子压实找平并洒水养护，以此保证底层和垫层的平整。

待底层砂浆 6 到 7 成干时，参照砖墙找规矩的方法，从上至下拉垂直线、水平线、贴灰饼做标筋、套方等找规矩，随即抹 1:3 水泥砂浆找平，根据找的规矩和标筋用靠尺刮平压实，用木抹子搓平搓毛，总厚度控制在 12 毫米内，每层抹灰的时间间隔要适当，以防止坠裂。

(3)面层处理

1）粘贴分格条：底层或垫层抹好后待砂浆 6 到 7 成干时，按照设计要求，弹线确定分格条位置，但必须注意横条大小均匀，竖条对称一致。木条断面高度为罩面层的厚度、宽度做成梯形里窄外宽，分格条粘贴前要在水中浸透以防抹灰后分格条发生膨胀；粘贴时在分格条上、下用素水泥浆黏结牢固；粘贴后应横平竖直，交接紧密，通顺。

2）抹罩面石子浆：在底层或垫层达到一定强度、分格条粘贴完毕后，视底层的干湿程度酌情浇水湿润，先薄薄均匀刮素水泥浆一道，这是防止空鼓的关键。刮浆厚度 1 毫米左右，刮浆后紧跟着用钢抹子抹 1:2~1:2.8 水泥石子浆(按石子颗粒大小而定，如用小八粒应为 1:2.5，如用米厘石应为 1:2.8)。操作前应做样板试验，为方便操作可加适量的石灰膏浆。

在每一块分格内从下往上随抹随拍打揉平，用抹子反复抹平压实，把露出的石子尖棱轻轻拍平，使表面压出水泥浆来。在抹墙面的石子浆时，要略高出分格条，然后用刷子蘸水刷去表面浮浆，拍光压光一遍，再刷再压，这样做不少于三

次，在刷压拍平过程中，石在灰浆中转动，达到大面朝外和表面排列紧密均匀。为了解决面层成活后出现明显的抹纹，石子浆抹压后，可用直径 40~50 毫米、长度 500 毫米左右的无缝钢管制作成小滚子，来回滚压几遍然后再用抹子找平，这样便于提浆，同时密实度也好。

在阳角处要吊垂线，用木板条临时固定在一侧，并定出另一侧的罩面层高度，然后抹石子浆，抹完一侧后用靠尺靠在已抹好石子浆的一侧，再做未抹的一侧，接头处石子要交错避免出现黑边。阴角可用短靠尺顺阴角轻轻拍打，使阴角顺直，我们普遍采用在阴角处加竖向分格条的做法，可取得更为满意的效果。

3）喷刷：喷刷是水刷石的关键工序，喷刷过早或过度，石子露出灰浆面过多容易脱落，喷刷过晚则灰浆冲洗不净，造成表面污浊影响美观。喷刷应在面层刚刚开始初凝时进行，即用手指按压无痕或用刷子刷石子不掉粒为宜，这是保证喷刷质量的关键。

水刷石墙面的喷刷动作要快，一人在前面用软毛刷蘸水将表面灰浆刷掉，露出石子，避免掉粒，后面一人紧跟用喷雾器先将四周相邻部位喷湿，然后由上而下的顺序分段进行喷水冲刷，每段约 80 厘米，喷头距墙面约 10~20 厘米喷射要均匀，把表面的水泥浆冲掉，使石子外露粒径的 1/3 左右。

喷刷阳角处时，喷头要斜角喷刷，保持棱角明朗、整齐。冲洗要适度不宜过快、过慢或漏冲洗。喷刷时出现局部石子颗粒不均匀现象，应用铁抹子轻轻拍压，以达到表面石子颗粒均匀一致。如出现裂纹现象要及时用抹子抹压把表面的水泥浆冲洗干净露出石子后，用小水壶由上而下冲洗干净，取出分格条后上下应清口，石子不能压条。

在喷刷完后的墙面上分格缝处用 1:1 水泥砂浆做凹缝深度 3~4 毫米并上色。最好在水泥砂浆内加色拌和均匀后再嵌缝，以增加美观。

2.现状问题：水刷石墙面容易出现粘接不牢、空鼓、裂缝、风化等现象。

3.修缮方式：

(1)水刷石修缮的基层处理和底层抹灰、中层抹灰的操作方法与一般抹灰相

同，抹好的中层表面要划毛。

(2)抹面层石粒浆：水泥石子浆的配比，在白石米中参入一定量的黑石子或其他深色石子，加入 10%左右的石灰膏，以调整色彩的层次，减轻普通水泥的灰色调并获得丰富的质感。

(3)待中层抹灰六至七层干并经验收合格后，按设计要求弹线，贴分格条，洒水润湿，然后刷水灰比 0.37~0.40 的素水泥浆一道，随即抹面层石粒浆，石粒浆稠度以 5~7 厘米为宜。

(4)刷洗面层：待面层六至七层干后，即可刷洗面层。冲洗是确保水刷石质量的重要环节之一，冲洗不净会使水刷石表面颜色发暗或明暗不一。喷刷分两遍进行：第一遍先用软毛刷蘸水刷掉面层水泥砂浆露出石碴，第二遍用手压喷浆机或喷雾器将四周相邻部位喷湿，然后由上而下的顺序喷水，使石碴露出表面 1/3~1/2 粒径，达到清晰可见、分布均匀即可。

(5）喷刷后，随即起出分格条，并用素水泥浆将缝修补平整。通过观察和小锤敲击检查而确定修补范围，修补范围的边缘应设在原面砖的分隔缝处。

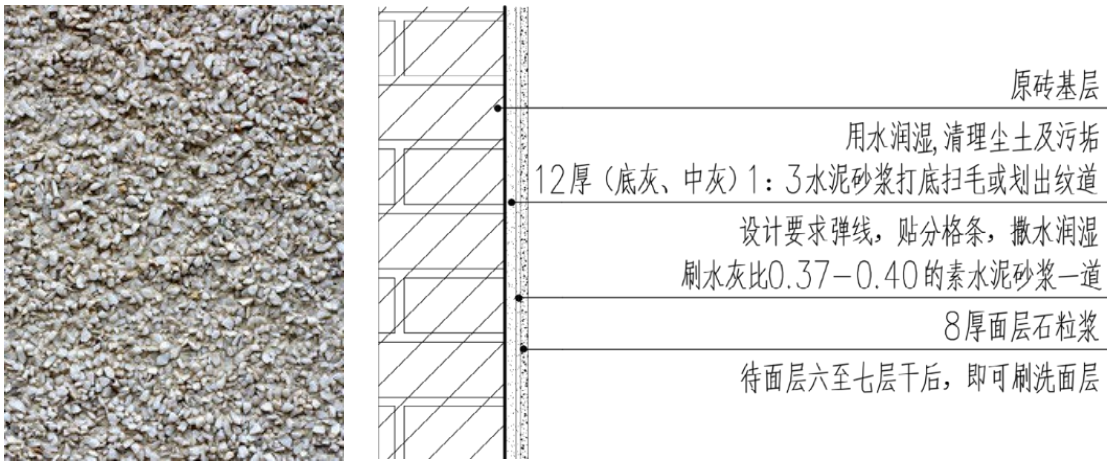


图 5-13 水刷石外墙及修缮大样

5.2.6 斩假石

斩假石又称剁斧石，是一种人造石料。制作时将掺入石屑及石粉的水泥砂浆涂抹在建筑物表面，硬化后用斩凿方法使之成为有纹路的石面样式。斩假石墙面的施工工艺主要由三道工序构成，即基层处理、底层和中层处理，以及面层处理（抹面层水泥石碴砂浆、试剁、分块剁琢、修整）。适用于政府行政办公楼和重

要公共建筑。

1.施工工艺：

（1）基层处理：斩假石施工的基层处理同水刷石基层处理。

（2）底层、中层处理：底层、中层抹灰用 1：3 水泥砂浆，表面都要求平整、密实。中层灰达到七成干后，浇水湿润表面，随即满刮水泥素浆一道。待素浆凝结后，在墙面上按设计要求弹线分格并粘分格条。

（3）面层处理：

1）抹面层水泥石碴砂浆：面层水泥石碴砂浆一般分两遍抹成，厚度一般控制在 10 毫米左右。在一个分格区内的水泥石碴砂浆，要一次抹完。石渣砂浆抹完后，用软毛刷子蘸水顺纹清扫一遍，刷去表面的浮浆至石渣均匀外露，之后做好养护。防止开裂和空鼓。

2）试剁：常温下面层经 3-4 天养护后即可进行试剁。试剁中墙面石渣不掉，声音清脆，且容易形成剁纹即可以进行正式剁琢。

3）分块剁琢：分块正式剁琢的顺序是“先上后下，先左后右，先剁转角和四周边缘，后剁中间大面”。凡转角和四周边缘剁水平纹，中间剁垂直纹。剁法是先轻剁一遍，再按原剁纹剁深。剁纹要深浅一致，深度控制在不超过石渣粒径的 1/3 为度，所有边框的斧纹应垂直。

4）修整：剁琢完毕，用刷子沿剁纹方向清除浮尘，最后起出分格条。

2.现状问题：由于时间原因，斩假石墙面容易出现裂缝、风化等现象。

3.修缮方式：

斩假石修缮方式在不同基层上的分层做法与水刷石基本相同。所不同的是，斩假石的中层抹灰应用 1：2 水泥砂浆，面层使用 1：1.25 的水泥石粒（内掺 30%石屑）浆，厚度为 10~11 毫米。

（1）面层抹灰：斩假石的基层处理与一般抹灰相同，基层处理后即抹底层和中层砂浆，底层和中层表面应划毛，待抹灰中层六至七层干后，要浇水润湿中层抹灰，并满刮水灰比为 0.37~0.40 的素水泥砂浆一道，然后按设计要求弹线分

格、粘贴分格条，继而抹面层水泥石粒浆。

面层石粒浆常用粒径为 2 毫米的白色米粒石，内掺 30%粒径为 0.3 毫米左右的白云石屑。面层石粒浆的配比一般为 1.25~1.5，稠度为 5~6 厘米。

面层石粒浆一般分两边成活，厚度不宜过大，一般为 10~11 毫米。先薄薄地抹一层砂浆，待稍收水后再抹一遍砂浆与分格条平，并用瓜子赶平。待第二层收水后，再用木抹子打磨拍实，上下顺势溜直，不得有砂眼、空隙，并要求同一分格区内的水泥石粒浆必须一次抹完。石粒浆抹完后，即用软毛刷蘸水顺纹清扫一遍，刷去表面浮浆至露石均匀。面层完成后不得受烈日曝晒或遭冰冻，24 小时后应洒水养护。

（2）斩剁面层：在常温下，面层抹好 2~3 天后，即可试剁，试剁以墙面石粒不掉、容易剁痕、声音清脆为准、斩剁顺序一般遵循“先上后下，先左后右，先剁转角和四周边缘、后剁中间墙面”的原则。转角和四周应剁水平纹，中间剁垂直纹，先轻剁一遍，再盖着前一遍的剁纹剁深痕。剁纹深浅要一致，深度一般以不超过石粒粒径的 1/3 为宜。墙角、柱边的斩剁，宜用锐利的小斧清剁，以防掉边缺角。斩剁完成后，墙面应用水冲刷干净，按要求修补分格缝。

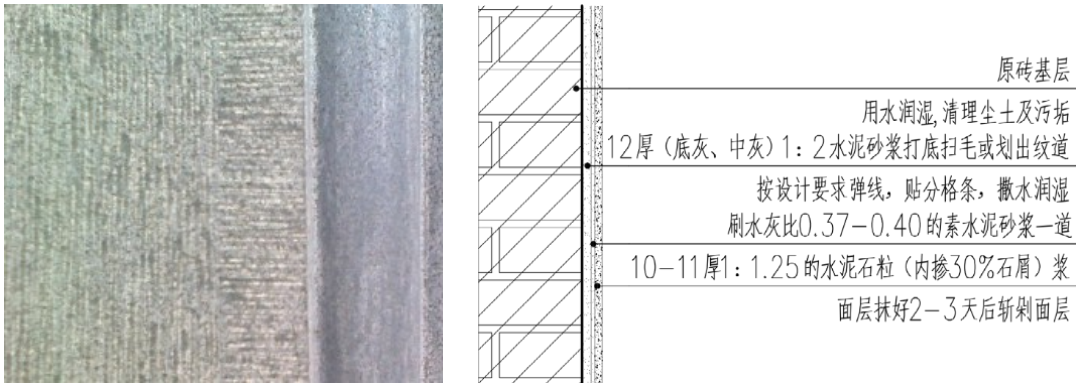


图 5-14 斩假石外墙及修缮大样

5.2.7 干粘石

干粘石墙面是在基层刷上水泥砂浆结合层后撒上小石子，用工具将石子压进砂浆之中而形成的装饰表面。干粘石墙面的施工工艺主要由三道工序构成，即基层处理、底层处理（吊垂直、套方、找规矩、抹底层砂浆），以及面层处理（抹粘石砂浆、粘石）。这种墙面外观类似于水刷石，主要用在公共建筑中。

1.施工工艺：

（1）基层处理：将墙面清扫干净，突出墙面的混凝土剔去，浇水湿润墙面。

（2）底层处理：

1）吊垂直、套方、找规矩：墙面及四角弹线找规矩，必须从顶层用特制的大线坠吊全高垂直线，并在墙面的阴阳角及窗台两侧、柱、垛等部位根据垂直线做灰饼，在窗口的上下弹水平线，横竖灰饼要求垂直交圈。

2)抹底层砂浆：常温施工配合比为1∶0.5∶4的混合砂浆或1∶0.2∶0.3∶4的粉煤灰混合砂浆，冬期施工采用配合比为1∶3的水泥砂浆，并掺入一定比例的抗冻剂。打底时必须用力将砂浆挤入灰缝中，并分两遍与筋抹平，用大杠横竖刮平，木抹子搓毛，第二天浇水养护。3.2.4粘分格条：根据图纸要求的宽度及深度粘分格条，条的两侧用素水泥膏勾成八字将条固定，弹线，分格应设专人负责，使其分格尺寸符合图纸要求。此项工作应在粘分格条以前进行。

（3）面层处理（抹粘石砂浆、粘石）：为保证粘石质量，粘石砂浆配合比略有不同，目前一般采用抹6毫米厚1∶3水泥砂浆，紧跟着抹2毫米厚聚合水泥膏（水泥∶107胶=1∶0.3）一道。随即粘石并将粘石拍入灰层2/3，达到拍实、拍平。抹粘石砂浆时，应先B抹中部分后抹分格条两侧，以防止木制分格条吸水快，条两侧灰层早干，影响粘石效果。粘石时应先粘分格条两侧后粘中间部分，粘的时候应一板接一板地连续操作，要求石粒粘的均匀密实，拍牢，待无明水后，用抹子轻轻地溜一遍。

2.现状问题：和水刷石墙面相似，这种水刷石墙面容易出现粘接不牢、空鼓、裂缝、风化等现象。

4.修缮方式：

干粘石修缮的基层处理和底层抹灰、中层抹灰与水刷石相同。

（1）抹黏结层。待中层抹灰六至七层干并经验收合格后，应按设计要求弹线、粘贴分格条，然后洒水润湿，刷素水泥浆一道，接着抹水泥砂浆黏结层。黏结层砂浆稠度以6~8厘米为宜，占阶层施工后用刮尺刮平，要求表面平整、垂直，

阴阳角方整。

（2）撒石粒、拍子。黏结层抹完后，待干湿情况适宜时即可手甩石粒，然后随即用铁抹子将石子均匀地拍入黏结层。甩石粒应遵循“先边角后中间，先上面后下面”的原则，阳角处甩石粒时应两侧同时进行，以避免两边收水不一而出现明显接槎。甩石粒时，用力要平稳有劲，方向应与墙面垂直，使石粒均匀地嵌入黏结砂浆中，然后用铁抹子或胶辊滚压坚实。拍压时，用力要合适，一般以石粒嵌入砂浆的深度不小于粒径的 1/2 为宜，对于墙面石粒过稀或过密处，一般不宜补甩，应将石粒用抹子直接补上或适当剔除。

（3）修整。当墙面达到表面平整、石粒饱满时，即可起分格条。对局部有石粒下坠、不均匀、外露尖角太多或表面不平整等不符合质量要求的地方要立即修整、拍平，分格条处应用水泥浆修补，以求表面平整、色泽均匀、线条顺直清晰。

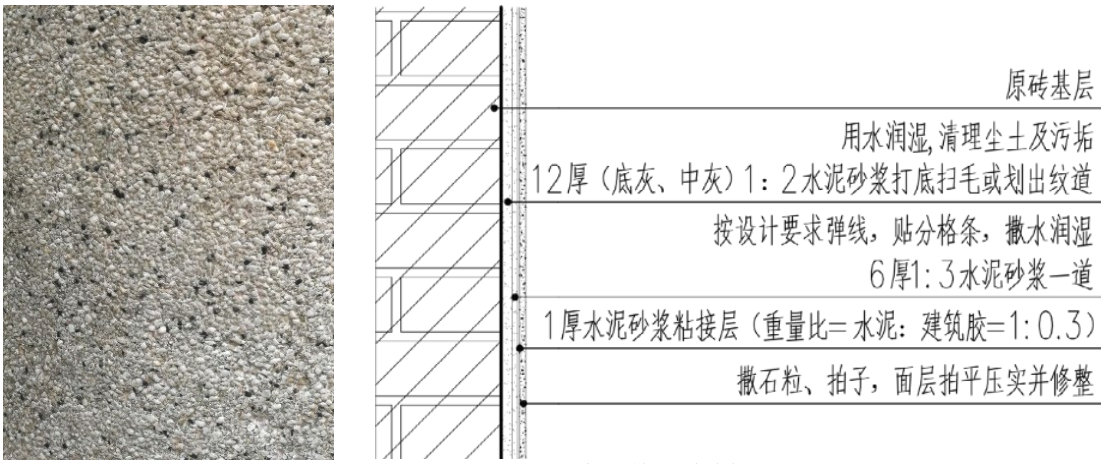


图 5-15 干粘石外墙及修缮大样

5.3 花饰、线脚

建筑外墙花饰线脚一般是指使用在建筑外立面檐口、腰线、基座、门窗沿等部位的造型线式，它是通过线的高低而形成的阳线和阴线，以及面的高低而形成的凸面和凹面来显示的。面有圆方，线有宽窄、疏密，因此就形成了千姿百态的线脚。

建筑花饰线脚是建筑立面构图的重要手段。西方古典主义建筑，大都遵循一

些共同的构图法则。如横向划分五段，上下分三段，下段为基座，常以建筑线脚与上部分割。中段多为完整的柱廊或仿石墙体。下段基座常以块石或仿石砌出凹线，以增强建筑的稳定感。

花饰线脚作为重要的装饰物被大量用于新民族建筑形式、西方古典建筑形式和中国传统建筑形式的建筑中，某些现代建筑的局部也采用这些装饰，但相对简洁很多。

1.施工做法：花饰线脚历史做法较为简单，一般在砖基层上，根据原有设计好的图案用砂浆填补而成。

2.花饰、线脚的常见问题：容易产生表面脱落、腐蚀等现象。

3.修缮方式：

（1）现制花饰的制作

清理基层，喷水湿润。根据设计要求，在做花饰的部位，绘出花饰外轮廓线，依此用木直尺做出标准线。根据设计要求的花饰形状和大小，用硬木滑模模具，其表面满包铁皮，以使做出的花饰表面光滑。

分层制作花饰：用 1∶1∶1 的水泥石灰砂浆薄薄粉一层，作花线底层。用于现制好的模具，分层沿木直尺向前推移，拉出线脚花饰。当距花饰实际厚度 5 毫米左右，隔天用细纸筋灰滑抹，直到基本把棱角线推出。拆除标准线，最后刷浆，使花饰表面光滑美观、色泽一致。

现制花饰修缮。依据损坏情况的不同，其修缮做法分别如下：花饰全部损坏，铲除基层，清理干净，按规定重做。

水泥砂浆和纸筋灰花饰局部损坏，将损坏部分清除干净，洒水湿润，刷界面剂一道，按规定修缮。

（2）预制花饰制作

预制花饰应根据设计图样制造模型。根据模型制作模具，模具应符合设计要求，拆装方便，坚固耐用、不变形；浇注成型，质地密实；拆模修补。养护、晾干、安装。预制花饰局部损坏的修缮应符合下列规定：

1）将损坏部分按预制块的大小拆除，并清理基层；

2）根据拆除花饰的大小和纹样采购或定做；

3）按《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》GB50210 的规定进行安装。

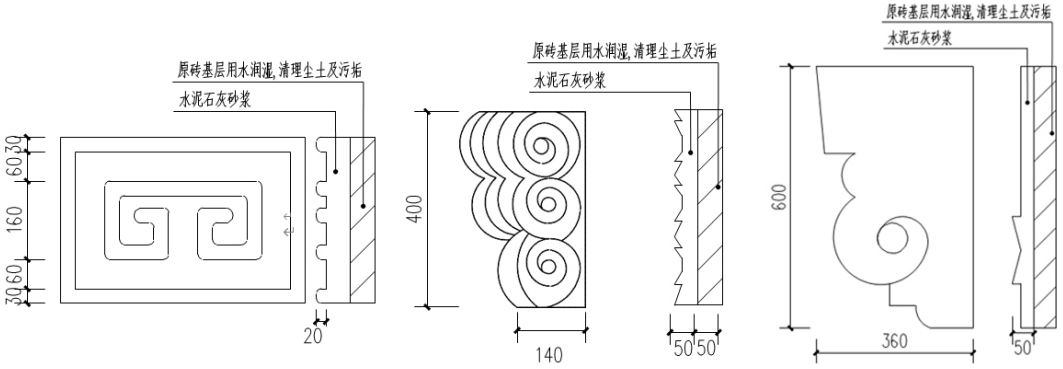


图 5-16 花饰、线脚修缮大样

5.4 外门窗

5.4.1 钢门窗

钢筋混凝土结构体系建筑的外门窗主要采用钢门窗。钢门窗指用采用钢材经断料、冲孔、焊接并与附件组装等工艺制成的建筑窗户和门。

近现代建筑钢门窗出现比木门窗晚，工艺更为复杂，大量钢窗都依靠国外进口，实例见于南京中山东路一号原交通银行和新街口邮政储蓄银行。钢窗边挺比木窗窄，采光面更大，其组成和木窗相似，由窗框和窗扇构成。常见的钢窗是平开窗搭配悬窗，窗扇大部分用窗棂做成十字交叉的矩形图案，窗户中的竖梃一般做成正工字形，边挺做成倒工字型。当窗户关闭时，两者相互交接密封，能够有效地提高气密性和水密性。钢窗容易出现变形、锈蚀等现象。

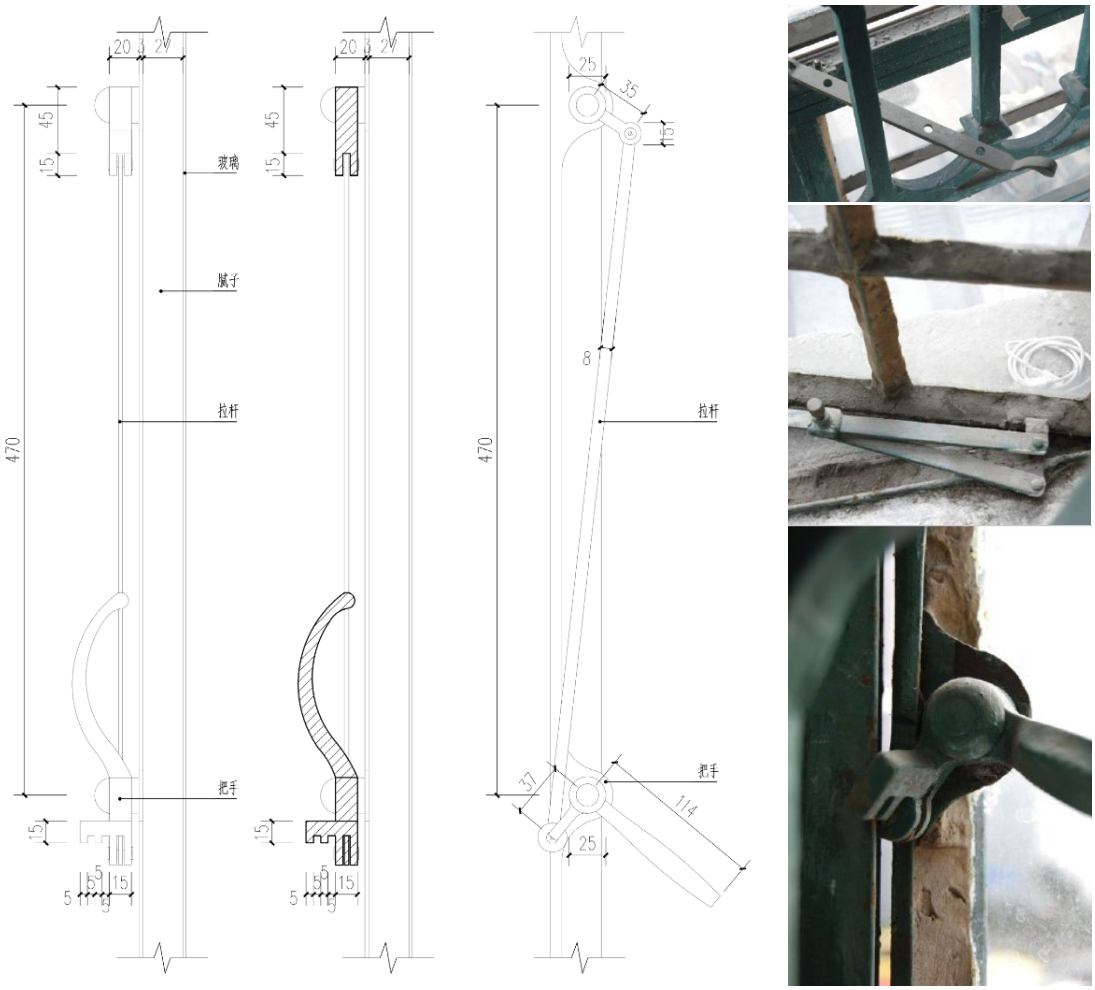
修缮方式整修前应先拆卸玻璃，凡焊剂接头在刷防锈漆前必须将焊渣铲清，质量要求高时，应用手提砂轮机把焊缝磨平。换接的新料必须涂防锈漆二涂。钢门窗凡经拆装或换接者，均应漆装脚头，以防重复变形。

钢门窗变形修缮：①外框角位移变形，凿空需要校正的部位，出清铁锈，垛高至正确位置后，用水泥砂浆重新把脚头嵌固；②外框凸肚，凿空凸肚处的反面，出清铁锈，用锤击平，用水泥砂浆把脚头嵌固；③内框“脱角”变形，顶至正确

位置后，重新焊固，内框直料弯曲用衬铁回直。

钢门窗锈烂的修缮：①外框窗料锈烂。应锯去锈烂部分，用相同窗料换接，焊接牢固。外框直料下部与下槛同时锈烂，应先接脚，应使新接部分与原直料无弯曲现象。再断下槛料焊接；②内框局部锈烂，换接相同规格新料；③钢门浜子板调换或接补，可用铆钉铆合，并应装置扁铁压条，换接浜子板形状尽可能规则方正。

图 5-17 钢窗闭合五金大样



5.4.2 木门窗

木门窗全部为平开，门框窗框为木质，门扇为木门扇，窗扇为玻璃窗扇，并配以铁质插销以固定门窗扇。窗扇的分割较多，玻璃普遍较小。

木装修的修缮一般采用“原状修复”。修缮材料的树种、材质、色泽宜与原构件一致，当无法满足以上条件时应选用与原材料的材质、色泽相近的材料。

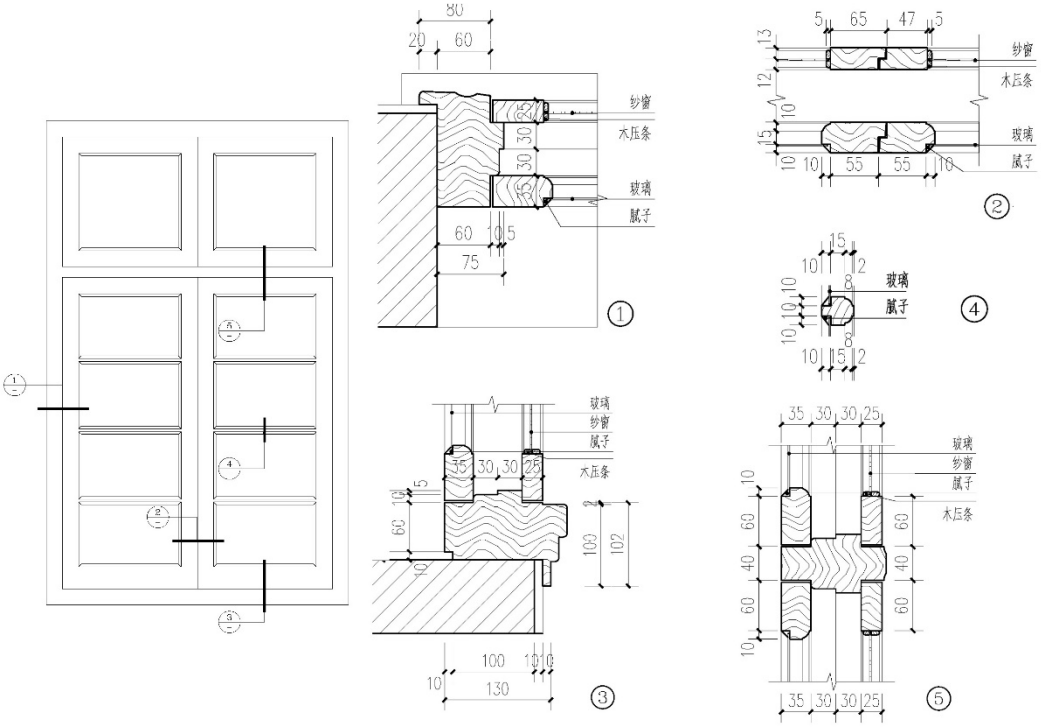


图 5-18 木窗局部大样

修缮工艺：

（1）按损坏情况，更换或接补栏杆或窗扇中的挺、框构件；

（2）做榫卯联结接换构件；

（3）按损坏情况，采用用胶结修补或铁件加固，或采用更换或接换构件方法，来处理栏杆、窗扇、美人靠、挂落等的榫卯部位损坏；

（4）按损坏情况，分别采用镶拼修补，或接换构件，或更换构件的方法，来修复槛、抱柱等框类构件的损坏；

（5）更换榫卯损坏的芯类、板类构件，更换腐烂的楹子底面；

（6）分别采用修补或更换的方法，修复损坏的窗扇、木横头；

（7）根据损坏情况，分别采用拍横头做法或拼接修理法修复腐烂的实拼门。当实拼门下端腐烂高度在 200-400 毫米之间时，拆换门左右两侧门板，锯去底部腐烂部位，用拍横头做法做榫卯与原件及门板联结。当门的下端腐烂大于 400 毫米时，则重做。

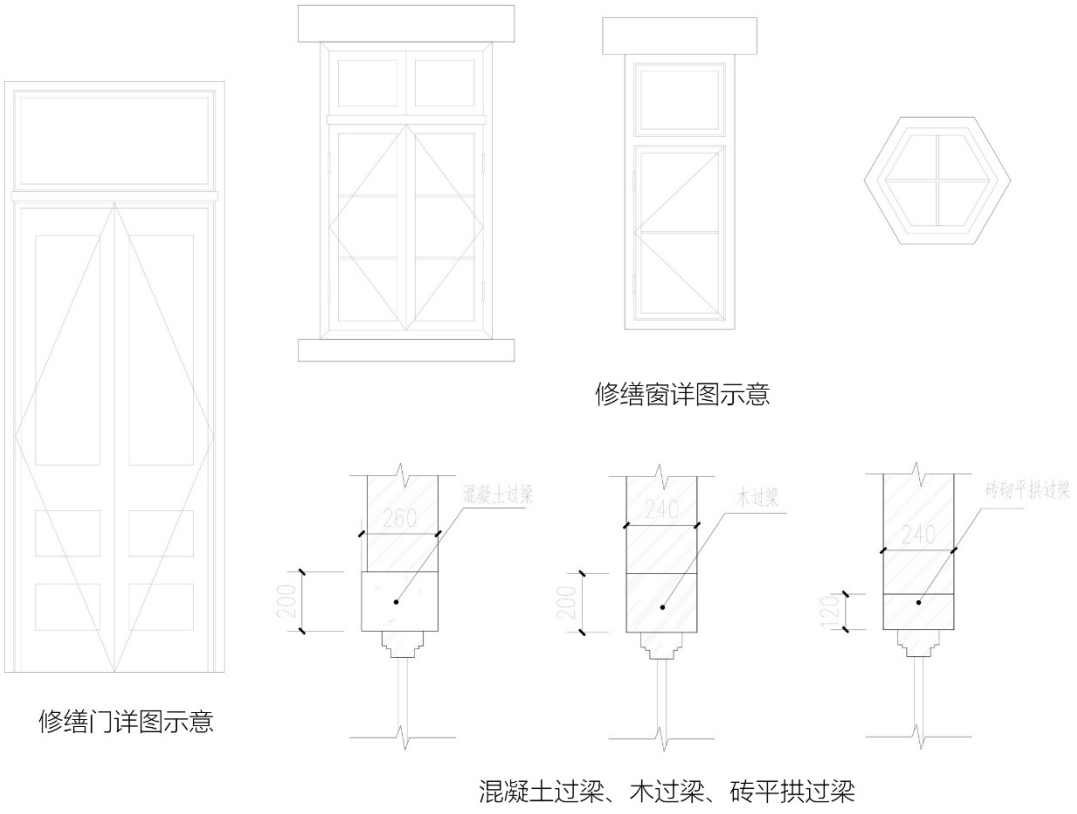


图 5-19 门窗过梁大样及修缮详图

5.5 屋面

5.5.1 平屋面

平屋顶多被用于新民族形式的建筑和现代建筑，且多采用钢筋混凝土结构，也有少量采用木楼板（如原国民政府外交部大楼），一般可以上人。女儿墙常做线脚装饰，和墙面一起构成建筑独特的风格。

1.施工工艺：平屋顶在施工时，一般在基层上先刷约 50 毫米厚三七石灰煤屑浆作为底层，在其上覆盖 3 层柏油和 2 层油毡防水层，之上做砂石面层。

2.现状问题：原有平屋顶容易出现损坏，且原有构造方式和材料的防水保温性能差，修缮时应考虑采用现在屋顶做法。

3.修缮方式:

卷材屋面渗漏修补，基层处理应符合以下规定：

（1）清除损坏的防水层，基层酥松、起砂及凸出物等，用相同砂浆补抹平

整、密实、牢固；

（2）基层与伸出屋面结构（女儿墙、山墙、天窗壁、烟囱根、管道根等）的连接处，及基层的转角处（檐口、天沟、水落口等），均应做成圆弧形；

（3）原有保温层铲除重作时，基层应清理干净、干燥，按查勘设计铺设新的保温层，应接槎严紧、平整，找好排水坡度，在其上抹水泥砂浆找平层；

（4）按风貌建筑保护等级和查勘设计防水等级，选择适宜原建筑形式、耐久年限的防水卷材；

（5）卷材施工应严格按产品技术工艺要求粘铺，上道工序完成经检验合格，方可进行下道工序。

4.卷材屋面防水施工：

（1）施工前，应先核查卷材防水层平面、立面、边角的空鼓、裂缝、翘边、张嘴等破损情况；检查找准檐口、天沟、水落口、出墙嘴，女儿墙、阴阳角（转角），及伸出屋面烟道、管道根部等防水层易渗漏的部位和原因；

（2）施工中，对防水层完好和已完成的部位，采取措施保护，防止损坏；

（3）卷材防水层的规则裂缝修补。应先清净裂缝两侧的保护层，用密封材料嵌填裂缝后，在上铺贴与原卷材相容的防水卷材，每边盖住裂缝宽度不小于100毫米；卷材无规则裂缝的修补，应将裂缝处的保护层清净，在其上铺贴与原卷材相容的卷材或用“二布三涂”法，满粘、满涂修补严实、平整；

（4）卷材防水层局部起鼓、渗漏，应切开起鼓处排出水、气，复平卷材，清净局部保护层，在切口的上、左、右三面涂黏结剂或防水涂料，将大于切口的相容卷材或玻璃丝布粘铺在切口处，刷防水涂料；

（5）防水层局部破损。应将破损、老化的卷材清净，将各层损坏的卷材切成有规则的阶梯形，修补找平层平整、干燥，再分层铺贴与之相容的卷材，其最上面一层应盖过铲除面边缘100毫米宽，接缝黏结严实、平整、牢固，按原样做好保护层；

（6）翻修防水层，应铲除、清净原有卷材防水层，用水泥砂浆修补平整找

平层，干燥后重铺防水层。当铺做热熔橡胶复合卷材时，其基层应先刷冷底子油。卷材应铺设平整、黏结牢固；高分子卷材施工，必须按产品说明技术工艺要求和配套用黏结材料铺贴。黏结密实、平整。

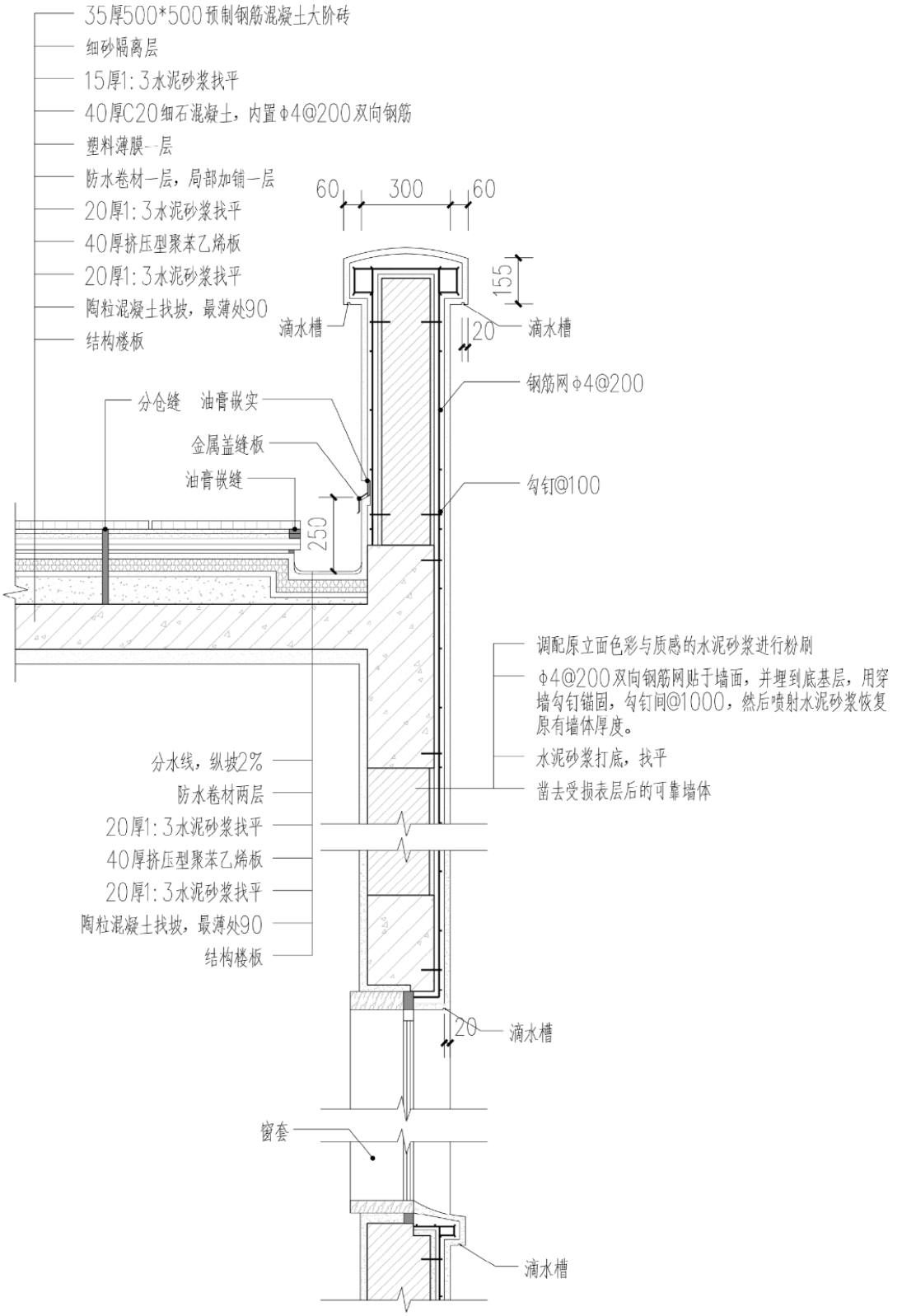


图 5-20 平屋面修缮大样实例示意

5.5.2 瓦屋面

近代砖木小住宅中使用木材以及瓦为主要材料的坡屋面。

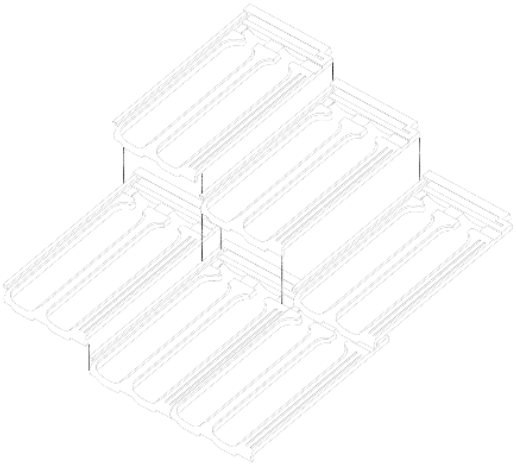


图 5-21 机平瓦铺设示意图

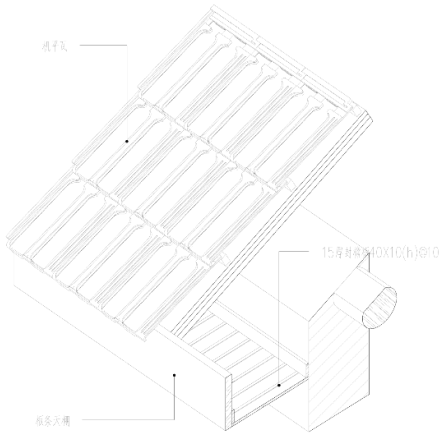


图 5-22 封檐板构造示意图

1.历史工艺：

（1）木檩条之上承托木屋面板，木屋面板起到防水作用，其厚度普遍为 30 毫米，其宽度长度不一。常见的木屋面板采用的是杉木或松木；

（2）木屋面板上铺设防水材料，为 20 毫米厚油毡叠加 20 毫米厚炉焦；

（3）在此之上铺钉顺水条和挂瓦条。顺水条尺寸为 40 毫米×10 毫米，间距为 600 毫米。挂瓦条尺寸为 40 毫米×30 毫米，间距为 320 毫米；

（4）挂瓦条上铺设机平瓦。机平瓦长度约为 350 毫米，瓦之间相互搭接咬合处为 30 毫米，剩余部分正好为挂瓦条间距 320 毫米；

（5）檐口部分采用木质板条天棚以及木质封檐板的做法。

2.修缮做法：

屋面修缮前，应对屋面的结构、构造的损坏情况进行详细检查、抽检，并做好记录；屋面的建筑式样，建筑细部的用料、材质、规格、色彩，应按原样修复，替换损毁木材，保持建筑的原有风貌；应改善或消除因用材或构造不当，存在的固有缺陷。包括如下内容：

（1）坡屋面无屋面板及卷材防水层的，应增设屋面板和防水层，改善其隔热防火构造。

（2）平屋面上的增搭建，应清除处理，应增添或改善隔热层、防水层。

坡屋面的修缮，应修铺后屋面应坡度平顺，屋脊平直牢固。屋脊局部破损，剔除损坏的瓦和灰浆，用水冲净、润湿后，补抹水泥混合砂浆换新脊瓦。脊瓦与平瓦之间的缝隙应用麻刀水泥混合灰填实抹压、规整、光平。

5.6 线脚与栏杆

近代砖木小住宅中，外墙装饰普遍为水泥普通抹灰线脚，阳台栏杆装饰普遍为金属铁艺。一般水泥抹灰线脚做法参见外墙修复做法。金属件修复技术指用焊接、铆钉及其他类似方法进行加固并恢复原有饰面，经现场实测或根据极充分的历史图纸依据进行原样修复。



图 5-23 栏杆构造照片及详图

5.7 外部构造体系现状描述及保护修缮总表

表 5-1 外部构造体系现状描述及保护修缮总表

部位	原状	历史修缮		现状破损				现状评价			保护内容		修缮技术及做法	
外墙	清水砖墙	无修缮	历次修缮记录：	砖面粉化	灰缝脱落		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺	外观	现制修复料修缮预制砖细镶贴	替换：新砌砖墙
	一般抹灰	无修缮	历次修缮记录：	面层疏松	面层脱落		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		基层和面层局部起壳：环氧树脂灌浆、嵌缝	凿除重做
	拉毛抹灰	无修缮	历次修缮记录：	空鼓	脱落	开裂	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		基层和面层局部起壳：环氧树脂灌浆、嵌缝	凿除重做
	洒毛抹灰	无修缮	历次修缮记录：	空鼓	脱落	开裂	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		基层和面层局部起壳：环氧树脂灌浆、嵌缝	凿除重做
	饰面砖	无修缮	历次修缮记录：	空鼓	脱落	面砖开裂	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		面砖损坏：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	空鼓修补：环氧树脂浆或其他专用胶浆黏结
	水刷石	无修缮	历次修缮记录：	空鼓	开裂	风化	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		破损较大：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	破损较小：云石胶填补
	斩假石	无修缮	历次修缮记录：	开裂	风化		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		破损较大：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	破损较小：云石胶填补
	干粘石	无修缮	历次修缮记录：	开裂	风化		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		破损较大：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	破损较小：云石胶填补
门窗	钢门窗	无修缮	历次修缮记录：	变形	锈蚀		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		变形：校正嵌焊固	锈蚀：锯去锈蚀部分，相同材料替换焊接

线脚与栏杆	木门窗	无修缮	历次修缮记录：	木构件腐烂	漆面脱落	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	
	砖石基层，水泥石灰砂浆填补	无修缮	历次修缮记录：	表面脱落	腐蚀	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺	外观	铲除基层，清理重做	预制线脚替换
	金属铁艺	无修缮	历次修缮记录：	锈蚀破损	漆面脱落	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		焊接、铆钉及其他方法加固，并刷油漆	
屋面	平屋面（钢筋混凝土屋面）	无修缮	历次修缮记录：	渗漏	起鼓	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺	外观	等级较高：更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：清理基层，重设防水保温构造
	坡屋面（瓦屋面）	无修缮	历次修缮记录：	渗漏	瓦破损	稳定性弱	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺	外观	等级较高：更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：金属瓦屋面替换，并增设防水保温层

6 近现代建筑内部构造体系保护修缮

近现代建筑内部构造体系主要包括以材料技术为主的装饰系统，以及近现代时期的各种室内风格。近现代建筑内部装饰系统中存在大量用于装饰的石膏制品，比如石膏线条。这一装饰手法源自西方，不属于中国传统建筑的装饰要素。近现代建筑中的石膏饰品通常在形式上模仿西方的做法，并采用相应模数进行预制，是其装饰体系中的一项重要构成。其他的装饰要素还包括木质材料饰品，以及水泥材料饰品等。近现代时期的室内风格主要包括中国传统式样、西方现代式样，以及西方传统式样。对于不同风格的室内装饰体系，应形成鉴别与分析的能力，对材料本身，及其损坏与基底，做到科学的认识与判断。对重点部位的保护，应尽量采用原材料、原工艺对原有的装饰系统进行保护。新材料、新技术并非修缮、保护上述部位时的“禁区”，但在实际的运用上是一个难点，需要进一步的分析与判断，采用最适当的技术解决问题。

6.1 分类

6.1.1 钢筋混凝土内部构造体系

建筑内部构造系统的是指建筑中营造出建筑室内空间的各个组成部分的总和，其中包括这些组成部分的饰面体系。按照室内不同的部位，可以将内部构造分为以下几类：天花、内墙、楼地板、楼梯、内门窗。按照建构的逻辑，这些不同的构造又可以不同的构造做法近一步分类：

天花根据不同的材料，可以分为 4 种：普通的灰板条木质吊顶、一般抹灰天花、油漆饰面天花、石膏粉刷天花、石膏板吊顶天花。这些不同构造做法的天花往往呈现两种形式风格：传统样式天花、西洋样式天花。

室内内墙一般有两种做法，灰板条隔墙和砖墙。内墙面按照材料的不同可以分为：白石灰及油漆粉刷内墙，包括一般抹灰、拉毛抹灰；木饰面内墙，包括木隔墙以及以木饰面装饰的墙裙、踢脚等；砖石材饰面；水磨石饰面；清水砖饰面。

楼梯按照材料也可以分为木质楼梯及混凝土楼梯两种类型，同时按部位可以进一步被拆分为踏面、扶手、栏板、栏杆等。近现代建筑室内门窗主要是木门窗，

其原本的构造做法和修缮措施和外门窗相似。除此之外，内部构造还包含石质装饰、细木装饰、雕饰、油饰、金属杆件、石膏制品等。

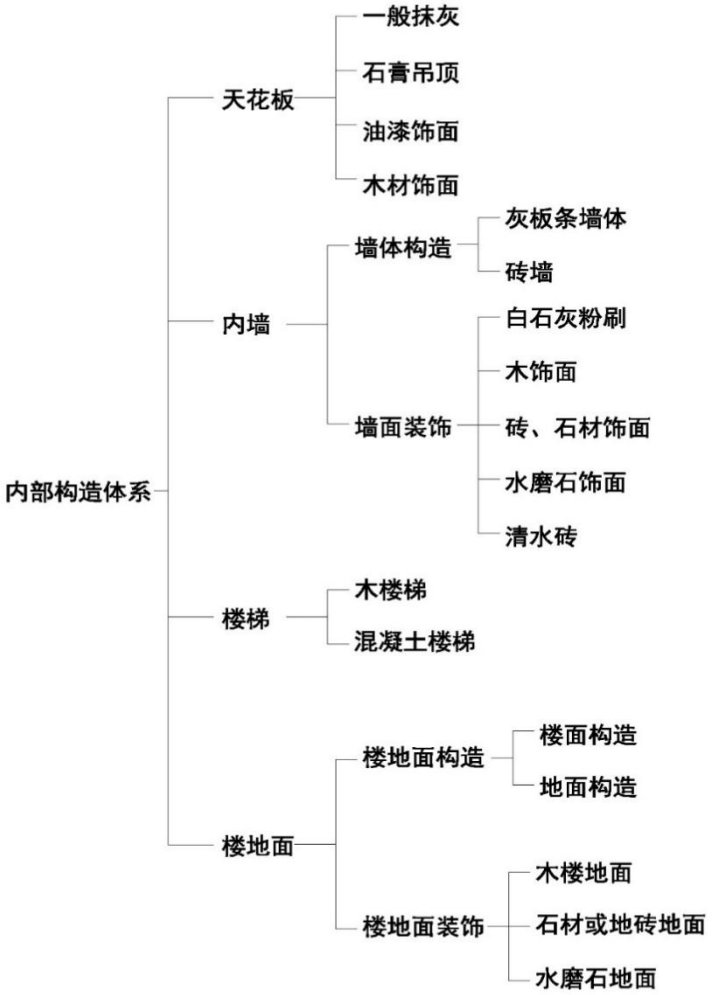


图 6-1 钢筋混凝土体系内部构造分类

注：钢筋混凝土体系建筑中内部构造系统以下部分修缮参照砖木体系建筑

a 内墙构造（灰板条墙体、砖墙）b 墙面装饰（清水砖）c 楼梯（木楼梯）

d 楼地面构造（架空木楼地面）e 楼地面装饰（木楼地面）

整体而言，近现代建筑所有内部构造共构成三种不同的室内形式风格：西方传统风格、中国传统风格、现代风格。

（一）西方传统样式

该类样式指大约 19 世纪中后期由西方传教士和商人传入，采用西方建筑内部装饰方式的形式风格。内部构造的装饰一般采用石材、木材、石膏等材料，饰以古典的装饰图案。主要用于商业建筑如银行、商场和一些官邸、使领馆等。除此之外，也有大量小住宅采用英国维多利亚风格和美国草原式风格（殖民地风格）。

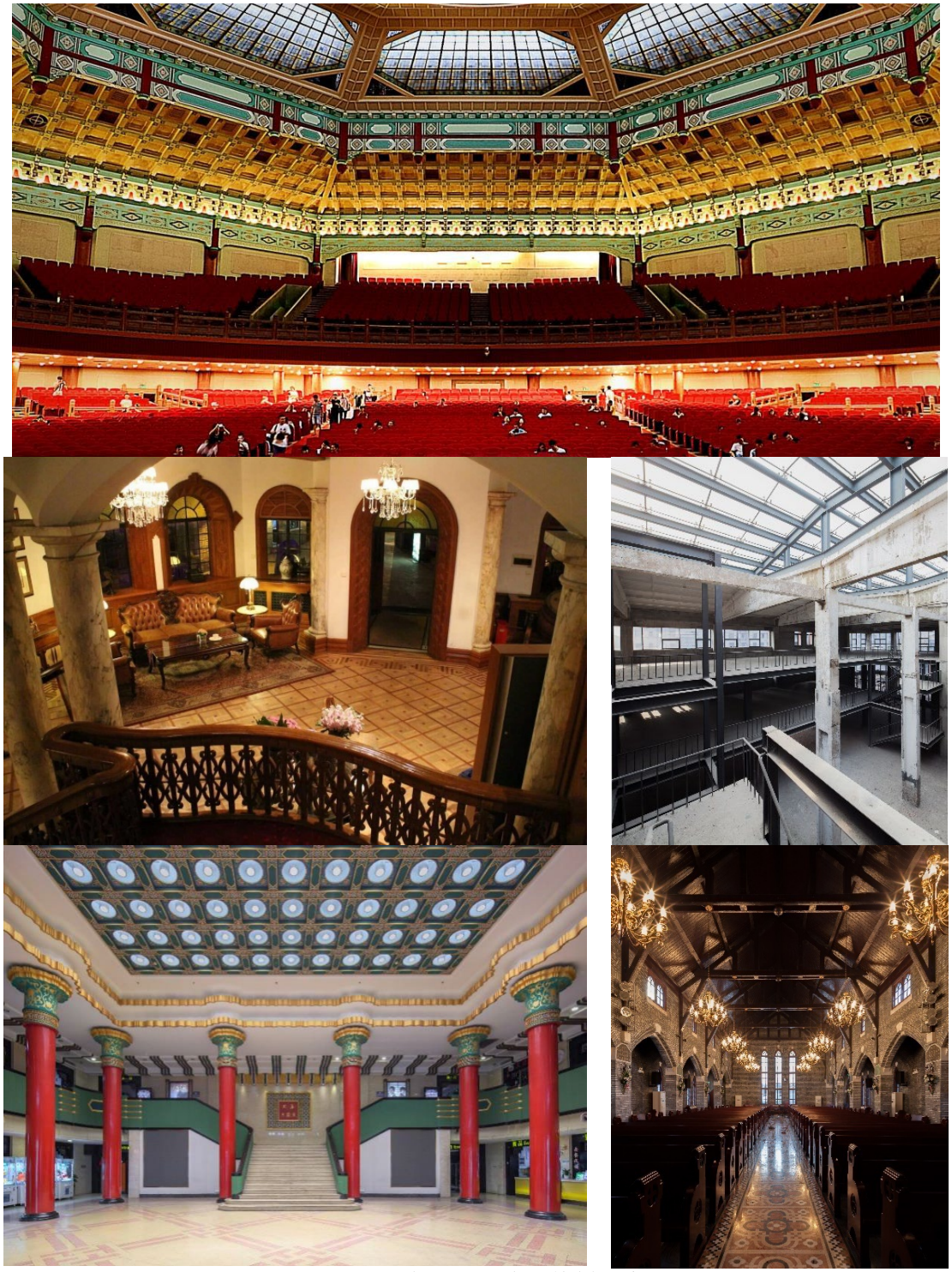


图 6-2 近现代建筑室内风格样式实景

（二）中国传统样式

近现代建筑中有大量建筑开始探索“中国固有之形式”，政府建筑多采用中国传统官式建筑之样式，内部装饰华丽而隆重，通常施以浓重的彩画，制作中国传统式天花、藻井。同时，在建筑内部的梁、柱头施以回文等传统建筑装饰母题。

内部构造的装饰风格模仿中国传统建筑，被广泛用于中国传统建筑形式的建筑中，同时有些新民族主义形式的建筑内部也采用这种装饰风格。

（三）现代样式

近代的中晚期，由于受到西方现代建筑运动的影响，又由于西洋风格和中国传统风格存在一定的问题，例如造价高，工期长等。出现了一批以现代风格为主的内部装饰体系，这种风格的装饰体系被称为现代风格。该风格具有形式简洁、工业化特点，强调室内纯粹的空间、体块、而大大减少了装饰。现代风格主要呈现在现代建筑风格的建筑中，但因为现代风格装饰简单，其他建筑某些局部也会采用这种装饰风格（如楼梯间等）。

6.1.2 砖木小住宅内部构造体系

砖木小住宅体系的内部构造按照室内不同的部位，可以分为内墙、地面、楼面、天花、楼梯等几类。

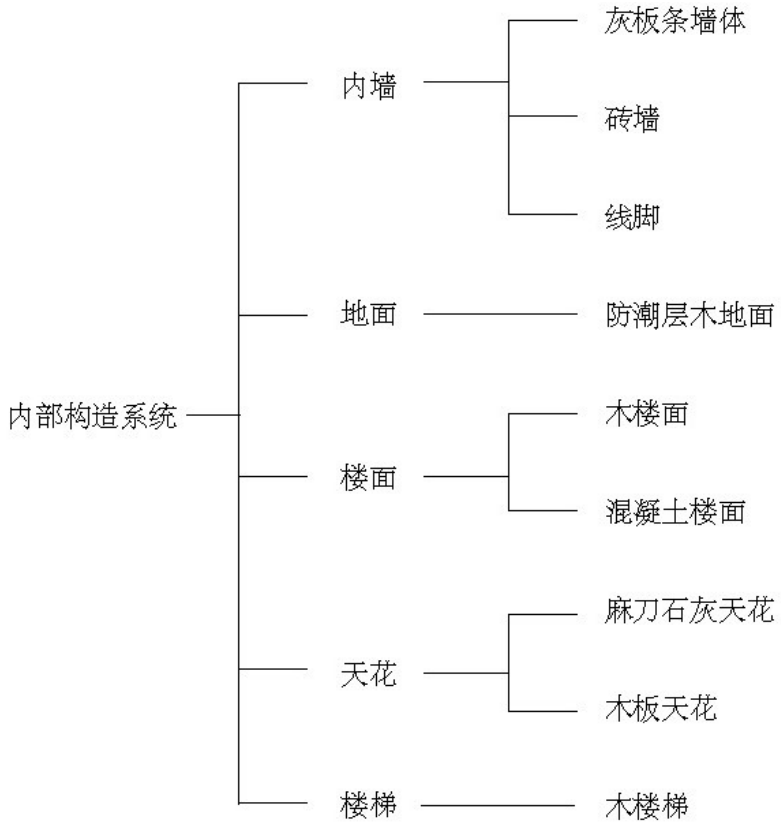


图 6-3 砖木小住宅内部构造体系分类

（注：砖木小住宅体系建筑中内部构造系统以下部分修缮参照钢筋混凝土体系建筑
a 楼地面构造（混凝土楼板）b 楼地面装饰（混凝土楼板）
c 内墙装饰（白石灰饰面）d 天花构造（天花修缮）

按照建构的逻辑，这些不同的构造又可以不同的构造做法近一步分类：

室内内墙一般有两种做法，灰板条隔墙和砖墙。内墙面一般为：白石灰及油漆粉刷内墙：一般抹灰、拉毛抹灰。

地面一般为木质地面，分为有防潮层与无防潮层两种做法。

楼面根据不同的材料，可以分为两种：木楼面；钢筋混凝土楼面。

天花根据不同的材料，可以分为两种：普通的灰板条木质吊顶；油漆饰面木板天花。

楼梯为木质楼梯，按部位可以进一步被拆分为踏面、扶手、栏板、栏杆等。

6.2 内墙

6.2.1 内墙饰面

（一）白石灰饰面

白石灰饰面是指在砌体基层或木隔墙灰板条基层上，采用黄泥、石灰、稻草末混合打底后，表面使用白石灰浆粉刷的墙面。因这种方式造价低廉，施工简单，所以大量被用于民用建筑室内，也有被用于部分公共建筑一般性的内墙上。

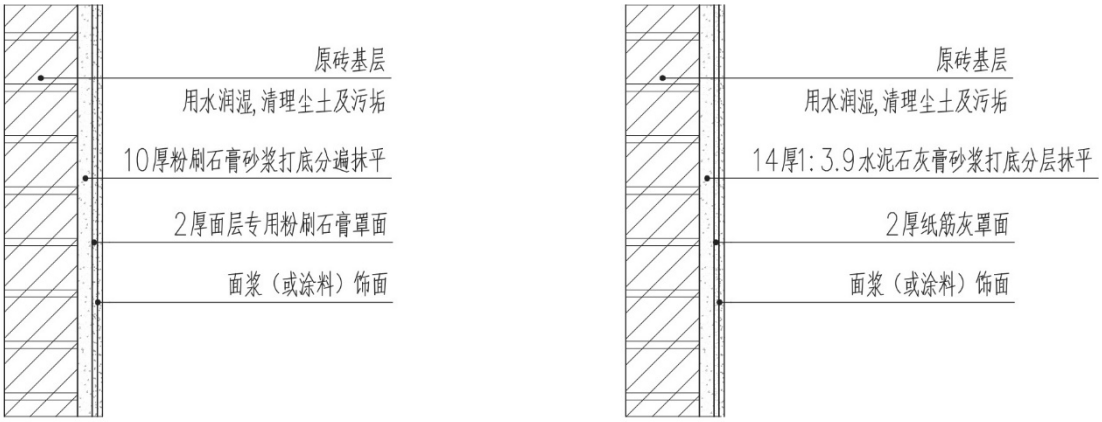


图 6-4 粉刷石膏抹灰墙面修缮构造大样

1.施工工艺：砖墙基层砌筑完成后，用水润湿，在其上抹麻刀石灰，厚度约2~3 厘米。找平后，粉刷白石灰浆一般两至三度，浇水养护一段时间。另外一种采用粉刷石膏抹灰，这种方式在性能上优于前者，施工程序和前者很相似。

2.修缮做法：对抹灰墙面进行修缮前，应该首先测绘、记录原有墙面所用的材料、图案和工艺。采用白石灰粉刷的墙面由于空鼓脱落或裂缝等因素，修缮时

都进行凿除，重新采用现代材料水泥石灰砂浆或石膏进行面层装饰。施工时先清理基层，将基层用水湿透，采用现代材料水泥砂浆或水泥混合砂浆，分二度以上刮糙，待刮糙适当干燥凝固后进行粉面，表面压光不得少于两遍，罩面后次日进行洒水养护。

（二）瓷（陶）砖、石材饰面

瓷（陶）砖、石材饰面是指采用马赛克、瓷砖或陶砖作为内装饰的墙面，这种做法是近代建筑中主要的墙面防潮方式，因此多用于卫生间及厨房。

1.施工工艺：施工时，在砌体或混凝土的墙面上，先抹 15-20 毫米厚的洋灰砂子作为结合层，打底找平后，表面进行马赛克、瓷砖、陶砖的拼贴。拼贴方式有细缝和宽缝之分，细缝不需要填缝，宽缝在 1 厘米左右，需要用水泥勾缝。

2.修缮做法：若墙面面砖损坏，则应按规定剔凿、清理干净然后浇水将其湿润，修补底层灰结合层，采用原材料、原大小的面砖（若无同品种和规格的面砖，则应采用与原面砖相仿的面砖）补镶牢固，勾缝后擦洗干净。

当面砖与结合层之间存在空鼓时，应该按空鼓面积钻孔，清扫干净后，注入环氧树脂浆或者专用胶浆，并加压以此将面砖与原结合层黏结牢固。之后采用相同颜色的水泥砂浆封闭孔洞，打磨光平并与原有饰面砖基本一致。

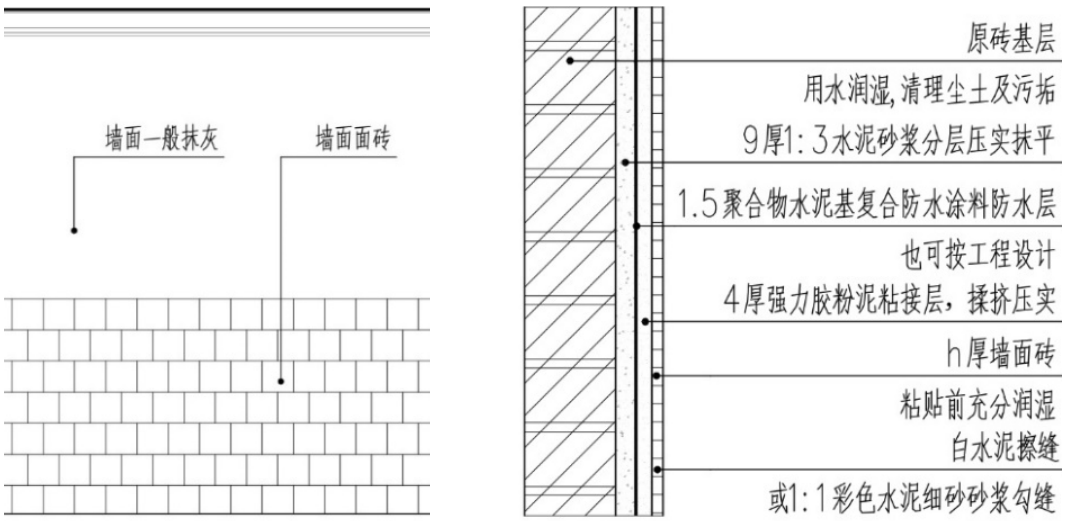


图 6-5 瓷砖饰面修缮构造大样

（三）水磨石饰面

水磨石饰面是指在砌体或其他硬质墙面的基地上，采用砂浆打底后在面层上洒上细石，再经过人工打磨而成的饰面层。这种饰面通常被使用于需要防潮、利于清洁的部位，同时由于水磨石能够形成装饰图案，因此也用在需要装饰的部位。但由于造价较为昂贵，一般的建筑较少做这种装饰墙面，重要的公共建筑和重要的住宅才会采用这种装饰方式。

1.施工工艺：水磨石墙饰面与水磨石地面、水磨石楼梯踏面的做法一样，其工艺流程包括如下：处理、润湿基层；打灰饼、做冲筋；抹找平层；养护；嵌镶分格条；铺水泥石子浆；养护试磨；磨第一遍并补浆；磨第二遍并补浆；磨第三遍并养护；过草酸上蜡抛光。

2.修缮做法：修复裂缝时，应该首先分析原墙面的水泥，水泥标号及石子粒径范围，选择与原墙面同种水泥和粒径十分接近的石子作为原料，先根据裂缝的自然走向，进行扩缝后，按照原工艺进行嵌缝。缝隙中要清洗干净，在清洗干净后，再涂上混凝土界面剂，确保新材料与原水磨石地坪牢固地粘接。

水磨石墙面如果破损面积较小，并不严重，修缮时可以使用云石胶或其他胶进行填补，填补之后需要进行打磨，然后打蜡养护。当水磨石墙面受损面积较大，比较严重时。可以使用预制水磨石进行替换。

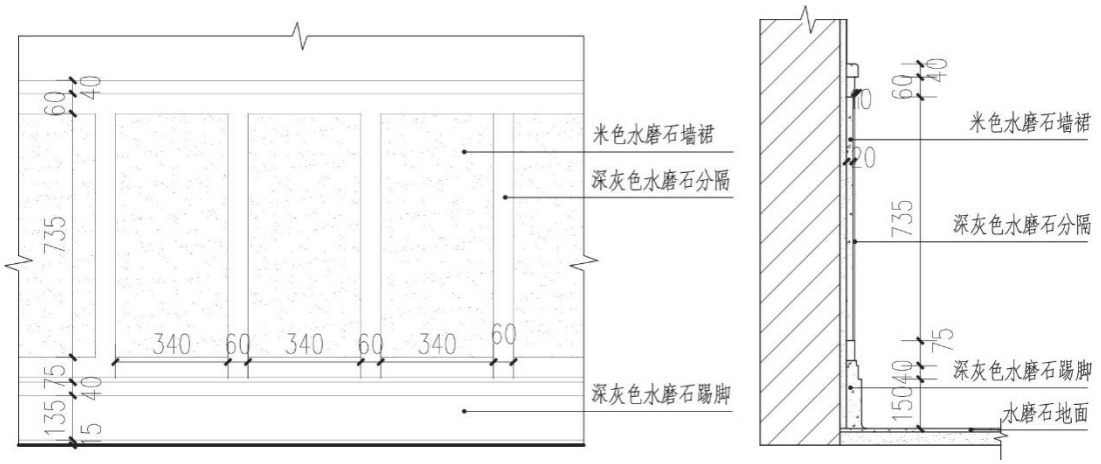


图 6-6 水磨石墙面修缮构造大样

（四）木饰面及其他

木饰面指在砖砌体内墙上附着木材质的饰面层，这种方式多以墙裙的形式出现，一般用于比较高级的室内空间，公共建筑的大厅、重要的会议室，公共或居住建筑的客厅。

1.施工工艺：施工时，需要在砖砌体墙面内按一定距离埋入木桩，用木龙骨找平墙面，然后在龙骨上用铁钉固定装饰木板，装饰木板分成上线脚，中板，踢脚线，多用西洋古典形式的三段式做法。

2.修缮做法：木装饰龙骨损坏时，应先拆下木板层，去除损坏的龙骨，装上新龙骨。龙骨入墙的部分必须做好防腐、防蚁和隔潮处理。龙骨的大小尺寸应和原龙骨相同，龙骨装钉牢固过后在其间填充保温或吸音材料。龙骨修复完成后，再进行表面装饰层的安装。新采用的表面装饰层材料应该与原有木材的树种、材质、规格、纹理相近。保证装修风格、颜色和工艺等特点与原来一致。

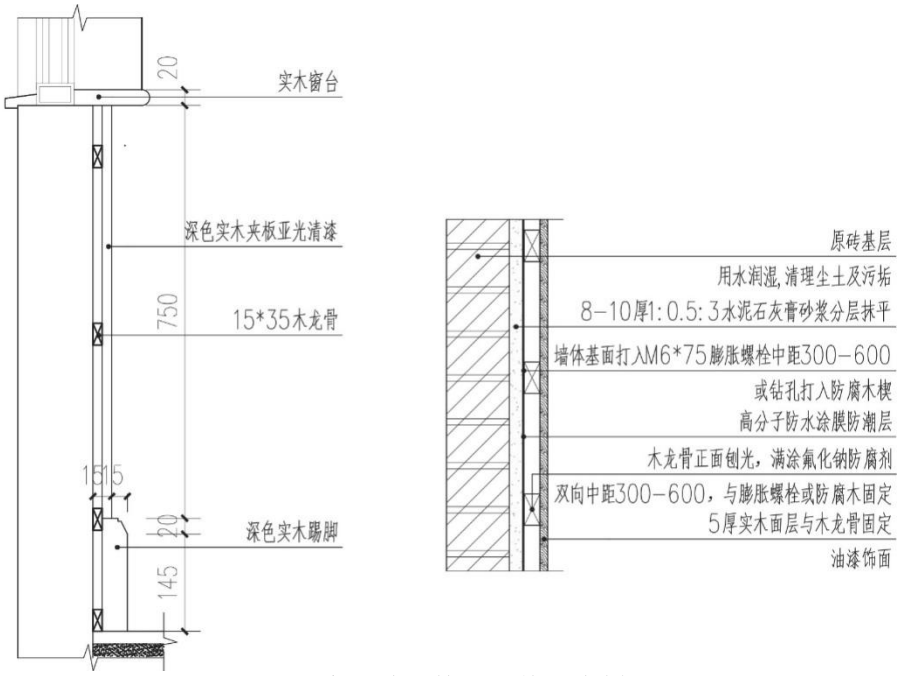


图 6-7 实木墙面构造及修缮大样

6.2.2 内墙做法

（一）砖隔墙

此种技术做法主要用于近现代砖木住宅的一层，厚度约为 120 毫米（除去面

层）。一层之所以使用砖隔墙，是为了以砖墙来承托楼板部分荷载。砖隔墙的砌筑方式采用全顺做法，砖墙两面刷麻刀石灰面层。

（二）灰板条木隔墙

此种技术做法主要用于近现代砖木住宅的二层，因其不起到结构作用，仅用于功能空间的分隔，所以采用了灰板条木隔墙的方式。灰板条隔墙又称板条抹灰隔墙，是骨架隔墙的一种类型。灰板条隔墙由木质上槛、下槛、木龙骨等构件组成木骨架。灰板条层外侧抹麻刀石灰。

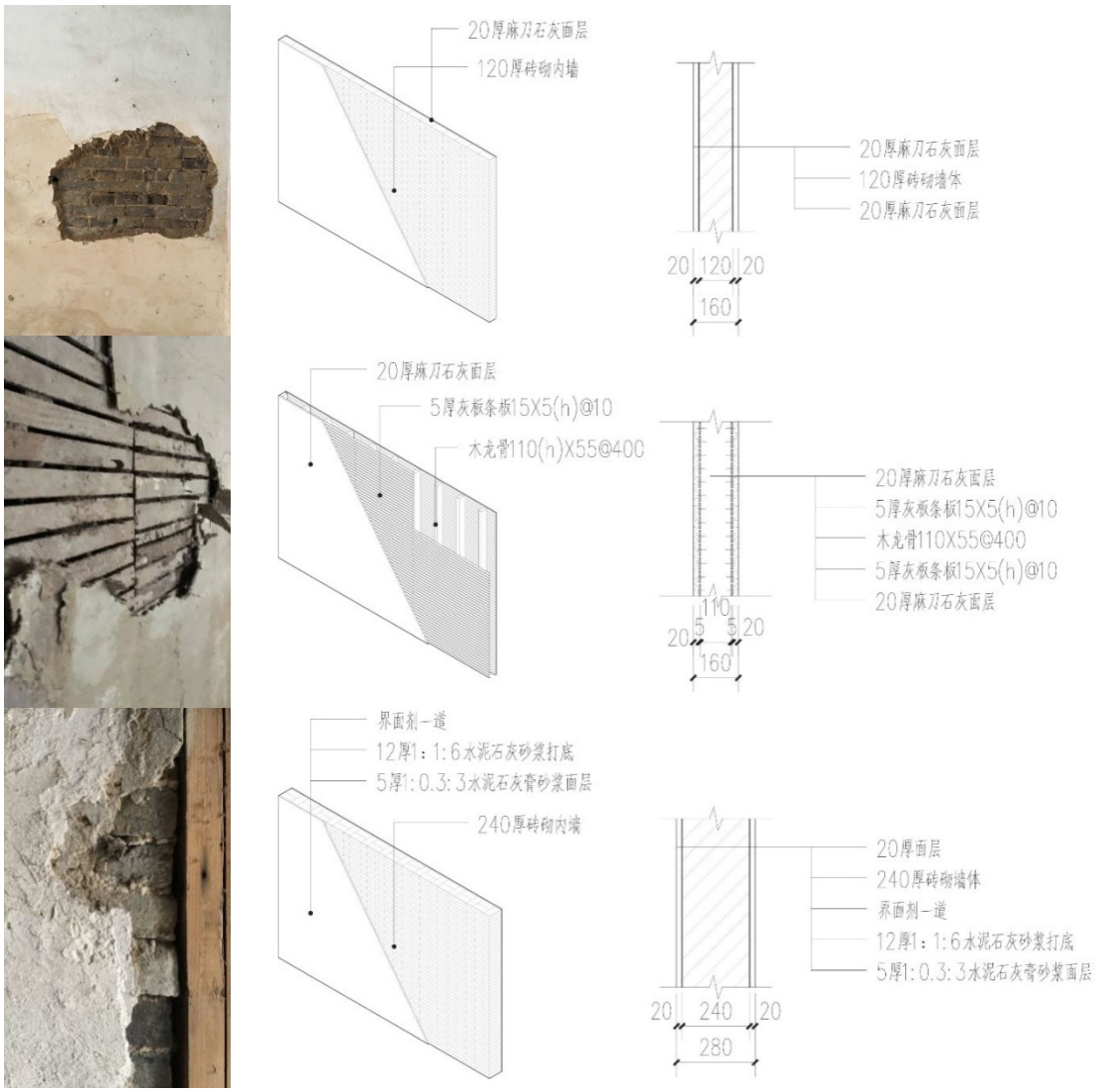


图 6-8 原砖砌内墙照片、示意及详图（上排）
原灰板条木隔墙照片、示意及详图（中排）
新砌砖墙照片、示意及详图（下排）

（三）木制踢脚与门框

踢脚与门框皆为木质，并刷油漆以防腐放水。这种交接处的线脚构造，一方面可以保证转角处的清洁，一方面可以防潮，同时又保证了美观。

修缮做法：

（1）按照历史技术做法

此种做法适用于文物等级较高，历史重要性较高的历史建筑。甄别更换损坏构件，完全按照原有构件之尺寸、工艺及材料重新制作，最后进行白蚂蚁防蛀处理。

（2）新做内隔墙技术做法

此种技术做法适用于文物等级较低，历史重要性不高的历史建筑。采用 240 毫米厚的砖墙。

（3）木质踢脚与门框

内墙与地面（楼面）交接处的踢脚，其做法为仿制木踢脚，并刷红色油漆，与木地面（木楼面）相统一。

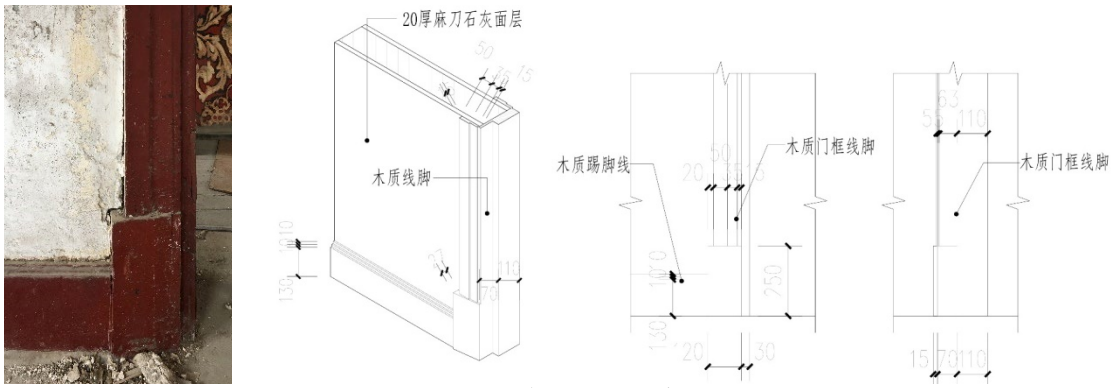


图 6-9 木踢脚线照片、示意及详图

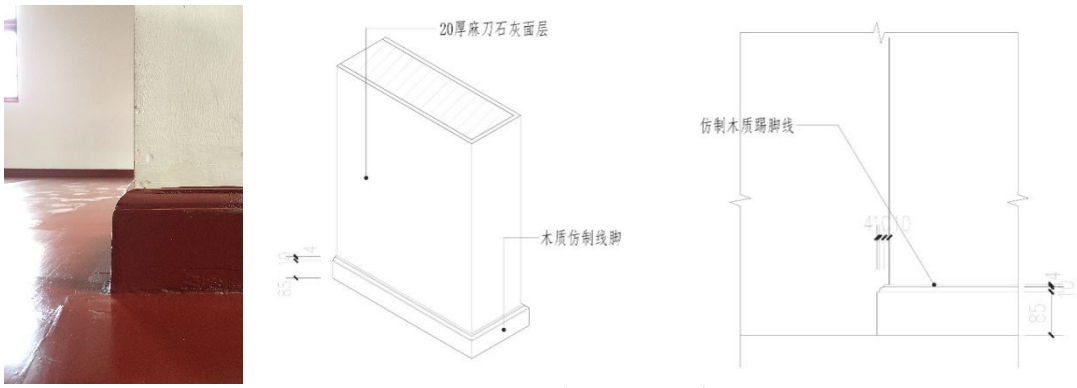


图 6-10 仿制木踢脚线照片、示意及详图

6.3 楼地面

6.3.1 钢筋混凝土体系楼地面做法

（一）地板构造

钢筋混凝土体系建筑的地板构造一般有两种方式，一种常见的是木地板架空方式，这种该方式类似于砖木体系木地板构造，在此不予赘述。另外一种地板是非架空的处理方式。这种方式的地板构造层次相对复杂，其面材一般采用地砖、水磨石或水泥等作为饰面层，被普遍用在重要的公共建筑之中。

地板的构造方式类似现代钢筋混凝土结构的地板构造。施工时，在素土夯实的基础上做一层碎砖三合土垫层，厚度约 150 毫米，其上做同样厚度的混凝土做刚性防水层，但有些建筑因造价原因省略了这一层构造层次。混凝土上铺设一层洋灰砂子作为地面装饰材料的结合层。最后在其上铺设地砖或处理成水磨石地面等其他装饰面层。

水泥地面由于长期使用而磨损，一般存在面层破损、开裂的问题。水磨石地面大部分保存较好，但有些局部会产生细微裂缝。地砖地面会出现容易出现裂缝、脱壳、碎裂等现象。地砖楼面会出现容易出现裂缝、脱壳、碎裂等现象。

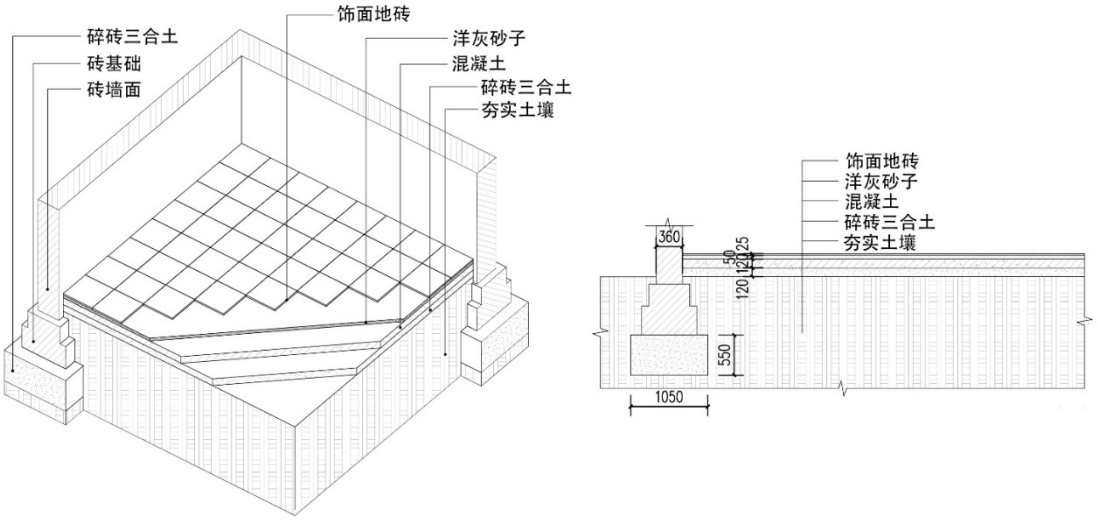


图 6-11 地砖地板构造大样及示意图

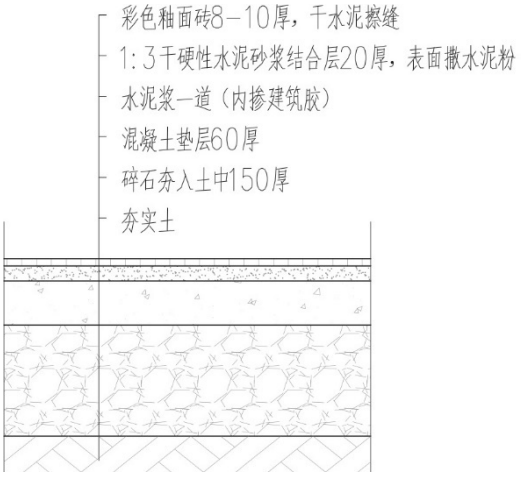


图 6-12 地砖地面面层修缮构造大样

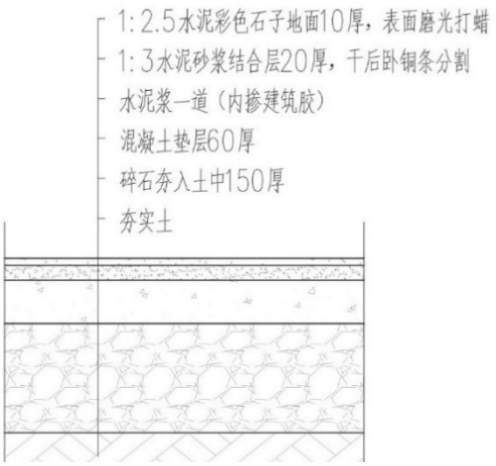


图 6-13 水磨石地面面层修缮构造大样

（二）木楼板构造

钢筋混凝土体系建筑楼板处理方式也有两种。一种是木楼板构造，即在由墙或梁支撑的木龙骨上铺钉木地板。这种构造的优点是楼板自重轻、保温性能好、舒适、有弹性、节约钢材和水泥等。缺点是易燃、易腐蚀、易被虫蛀、耐久性差，特别是需耗用大量木材。

施工时，一般在承重砖墙砌筑的时候，将楼板的木龙骨密肋梁的一端搭在墙上，另一端搭接在钢筋混凝土梁上，有些也搭接在内部承重墙上。在其上用宽约 120 毫米的实木楼板错缝拼接而成。

木楼板由于长时间使用和木材本身的原因非常容易被磨损、腐蚀和产生松动。受损面积有大有小。面积如果较大需要重新翻修，面积较小只需局部替换。

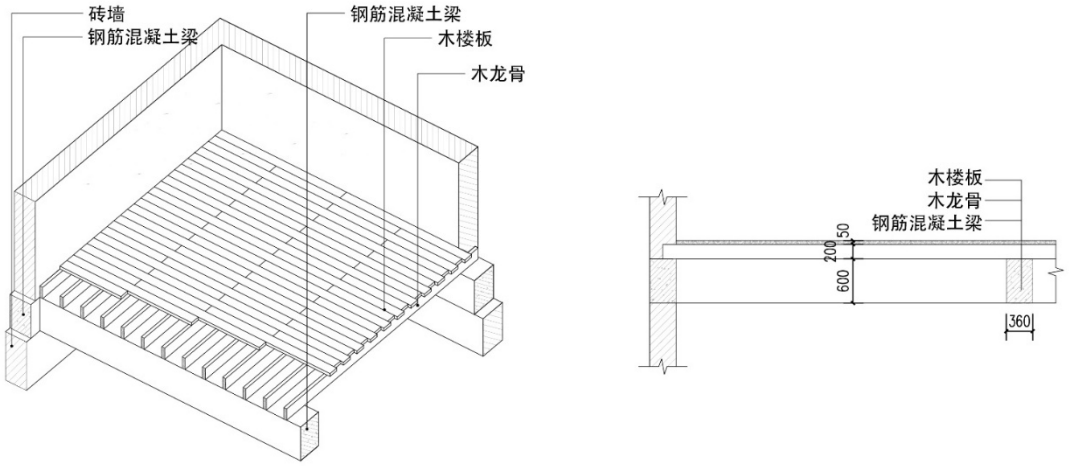


图 6-14 木楼板构造大样及示意图

（三）水磨石楼板构造

水磨石是将碎石、玻璃、石英石等骨料拌入水泥粘接料或环氧粘接料制成混凝制品后经表面研磨、抛光的制品。一般用于公共建

筑或者比较重要的住宅建筑的大厅，这种饰面层易于形成花样而且防潮耐磨。

构造做法如下：

（1）做找平层：①打灰饼、做冲筋；②刷素水泥浆结合层；③铺抹水泥砂浆找平层

（2）分格条镶嵌：①找平层养护一天后，先在找平层上按设计要求弹出纵横两向或图案墨线，然后按墨线截裁分格条；②用纯水泥浆在分格条下部抹成八字角通长座嵌牢固；③分格条镶嵌好以后，隔 12 小时开始浇水养护，最少应养护两天。

（3）抹石子浆面层

（4）磨光

修缮操作程序如下：裂缝修补；打磨；增色处理；涂保护剂（硬化剂）。

打磨裂缝修补时，分析原水磨石地面的水泥，水泥标号及石子粒径范围，选择与原水磨石地坪同种水泥和粒径十分接近的石子。根据裂缝的自然走向，进行扩缝。将选择好的水泥、石子，级配进行配比调和。将调和好的水磨石原料进行嵌缝。缝隙中要清洗干净，在清洗干净后，再涂上混凝土界面剂，确保新材料与原水磨石地坪牢固地粘接。

当水磨石地面破损面积较大，且非常严重，可以对面重新浇筑混凝土，使用德立固水磨石硬化地坪，这种方法处理水磨石地面破损、裂缝，非常有效，不过，成本花费比较大，但后期无须打蜡养护，且使用越久，光泽度越好越亮，节约了大量的维修成本，非常耐磨。

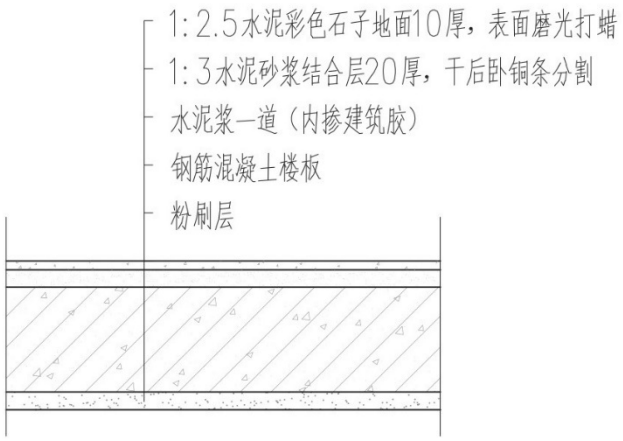


图 6-15 水磨石楼面面层修缮构造大样

（四）地砖楼板构造

这种饰面层是指采用瓷砖或者石材拼花形成有韵律图案的地面。一般用于公共建筑或者比较重要的住宅建筑的客厅部位和需要防水的地方如卫生间和厨房。主要材料为大理石花岗岩陶土砖。具体做法是在钢筋混凝土楼板上，利用洋灰砂子做结合层，然后在其上铺贴面砖石材。

石板、地砖楼地面修复技术包括天然石板材、地砖、马赛克等面层的修缮，应符合下列要求：

（1）当面层缺棱、麻面，单侧裂缝宽度在 0.3 毫米以内，面层与基层粘贴牢固无松动，可用同质石材粉料拌制的环氧砂浆嵌补，硬固后整平磨光。

（2）当面层碎裂、松动时，应选择材质、规格、色彩、纹样相同的材料进行局部更换。

（3）石板、地砖翻铺应符合如下要求：

1）应对原地面的样式、图案做好测绘。

2）铺贴前，应对面层材料进行挑选，对色拼花、试铺、编号。

3）对面层材料进行润湿，清除表面残留污染物。

4）铺贴应调整拼缝和平整度，及时清洁板面多余砂浆，及时嵌缝，在粘贴固化前，面层不得负载。四角平差应小于 0.5 毫米，接缝高差应小于 0.5 毫米，缝宽误差应小于 1 毫米。

（4）面层铺贴应平整、牢固，无沾污、浆痕、泛碱，色泽一致。

（5）卫生间、厨房、阳台等设地漏的地面层，应设置排水坡度，且不少于15‰。

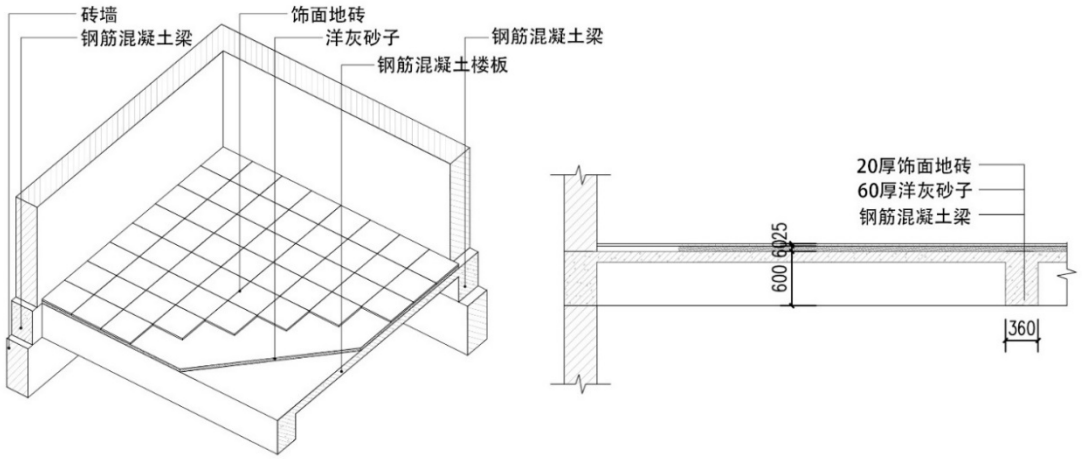


图 6-16 地砖楼板构造大样及示意

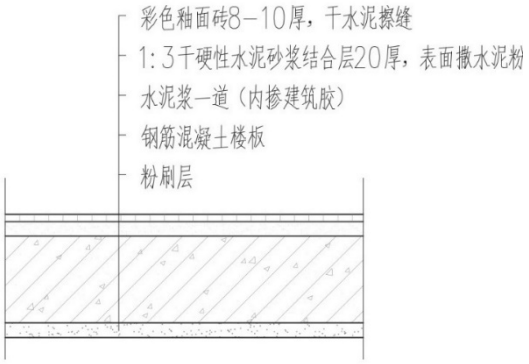


图 6-17 地砖楼面面层修缮构造大样

6.3.2 砖木小住宅体系楼地面做法

（一）地面

近代砖木小住宅体系的建筑中，其地面做法，主要分为有架空防潮层和无架空防潮层两种做法。如果地面做法是以木材构造为主，那么便普遍设有架空防潮层。架空防潮层主要是为了保证木材本身的干燥以防止木材腐烂。架空防潮层主要做法是：①最下层为砖砌体；②在其之上铺设木龙骨；③木龙骨之上铺设木板材。

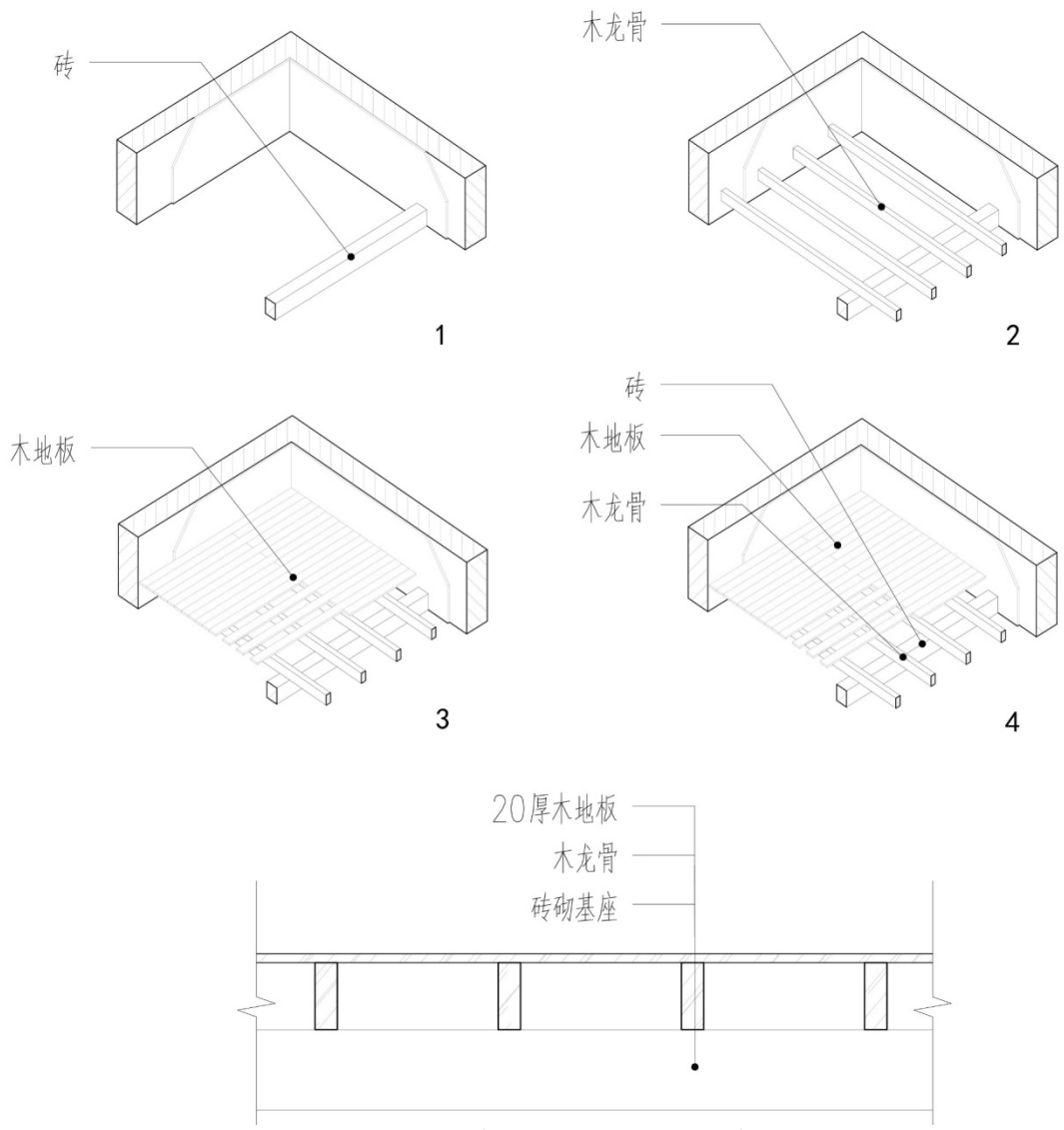


图6-18 砖砌架空木地面详图及示意

修缮做法：

（1）按照历史技术做法

此种做法适用于文物等级较高，历史重要性较高的历史建筑。甄别更换损坏构件，完全按照原有构件之尺寸、工艺及材料重新制作，最后进行白蚂蚁防蛀处理。

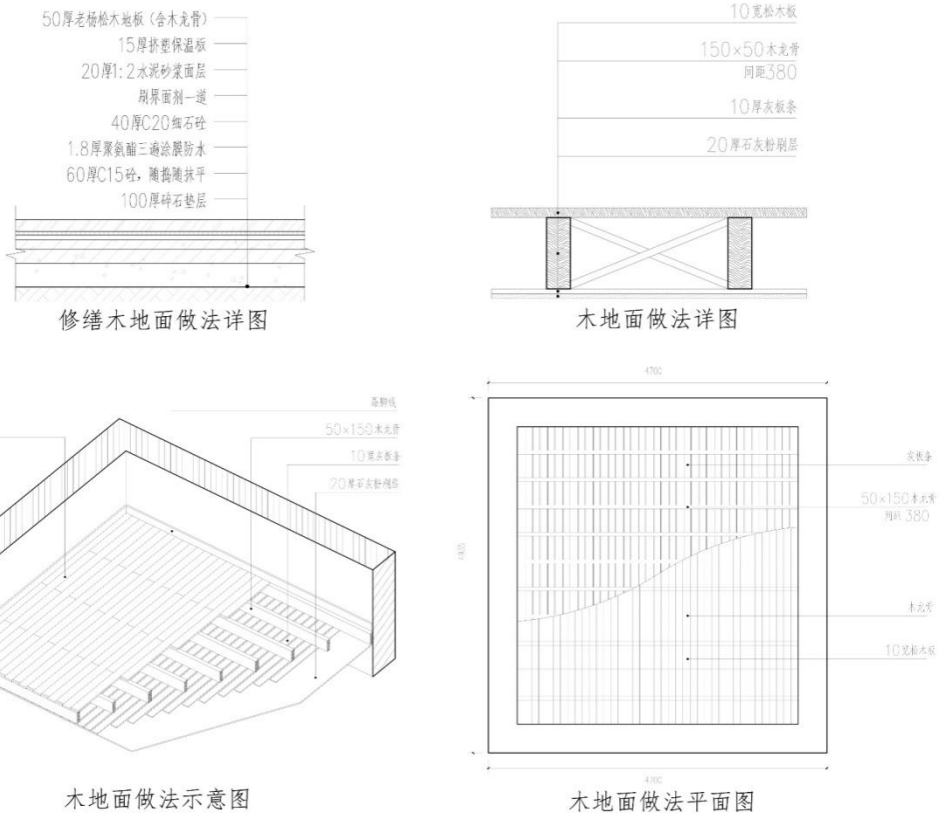


图 6-19 木地面平面、详图及示意图

（2）新做木地面技术做法

此种技术做法适用于文物等级较低，历史重要性不高的历史建筑。采用 240 毫米厚的砖墙。原有砖砌防潮层地面因损毁腐蚀太过严重，所以被全部拆除，地面依然保留为木地面，木材为原材料。修缮做法中，木地面重新进行防水处理、防潮处理以及保温处理，其做法如下：

1）100 厚碎石垫层；

2）60 厚 C15 砼随捣随抹平；

3）1.8 厚聚安酯三百涂膜防水；

4）40 厚 C20 细石砼；刷界面剂一道；

5）20 号 1:2 水泥砂浆面层；

6）15 厚挤塑保温板；

7）50 厚老杨松木地板（含木龙骨）。

（二）楼面

近代砖木小住宅体系的建筑中，其楼面普遍为木楼面，是由木龙骨与木板材

组合而成的。木楼板层从上而下可以分为面层、结构层、附加层以及顶棚层。这种技术做法构造较为简单、自重较轻、保温性能较好，普遍用于近代时期的砖木小住宅中。面层的具体技术做法为：①木龙骨砌入墙体，墙体上铺设木板材；②木板材的厚度普遍为 10 毫米~20 毫米，木板材的宽度普遍为 85 毫米，长度不一；③木板材之间相互咬合拼接。

楼板的现状问题和地板相似：木楼面由于长期使用而磨损，一般存在面层破损、开裂的问题。同时，因为木材的特性，所以普遍存在木材腐朽损毁的现象。

修缮做法：木楼面的木板材使用原拆除的木板材，在使用前需对其进行防变形处理、防潮处理、防腐处理、防水处理以及防白蚁处理。木饰面需进行打磨，最后再刷上红色油漆。木板材的拼接也严格采用历史做法。同时，需要甄别损毁腐蚀严重的木板材，用新的木板材替换。新木板材采用原有尺寸、原有工艺以及原有材料。具体做法参“楼板加固”。

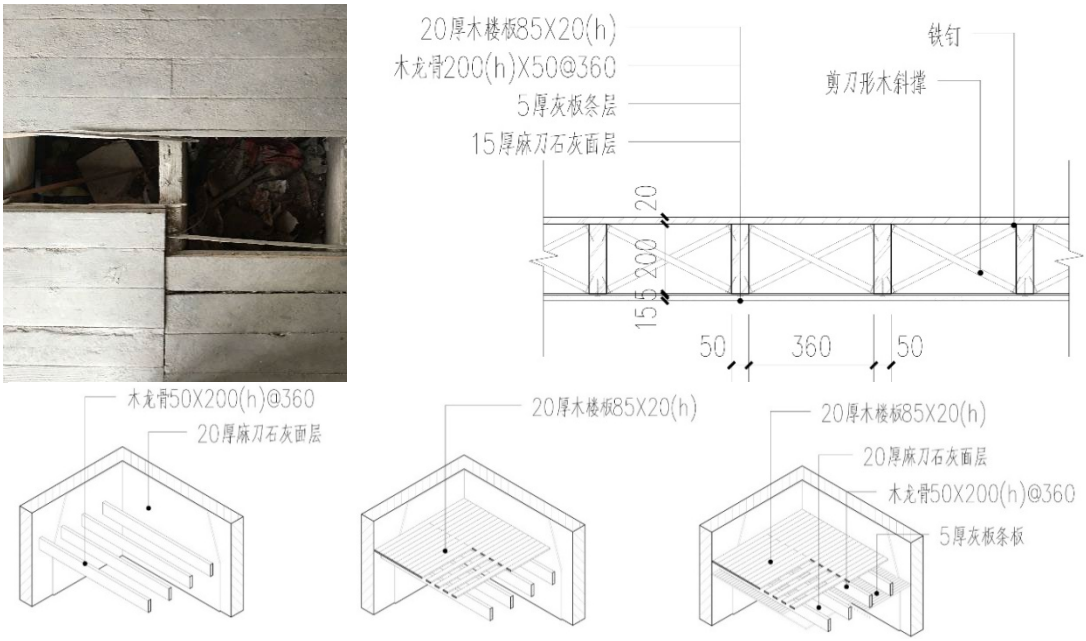
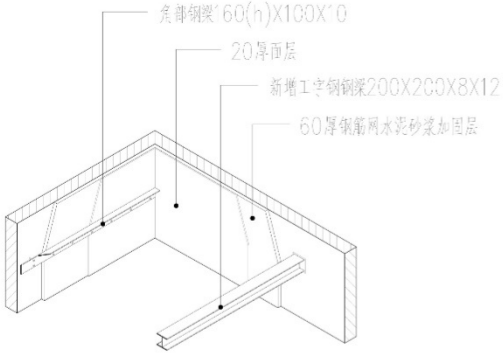
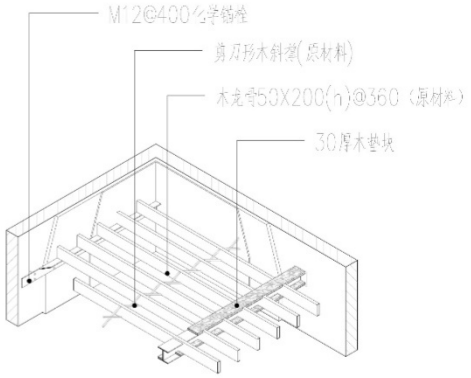


图 6-20 木楼盖修缮加固照片、构造做法详图及示意图

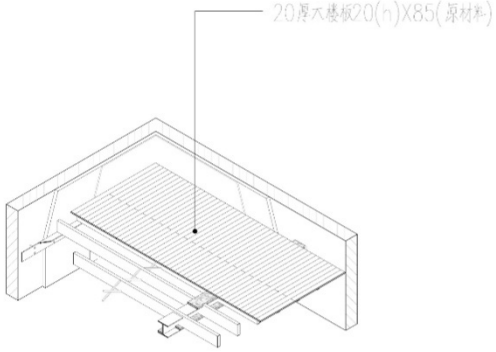


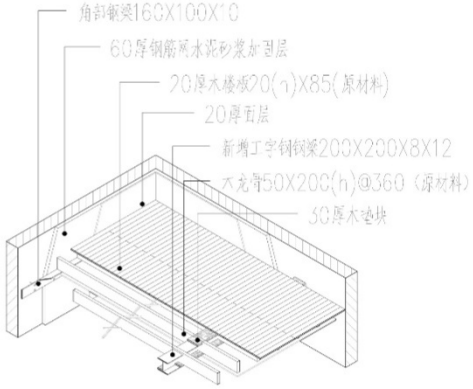




1.增加工字钢梁与角部钢梁　　2.钢梁间嵌入木龙骨，木龙骨搭接在角钢上

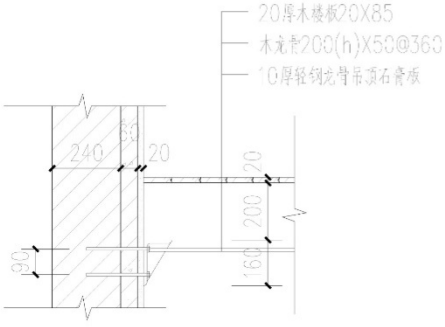


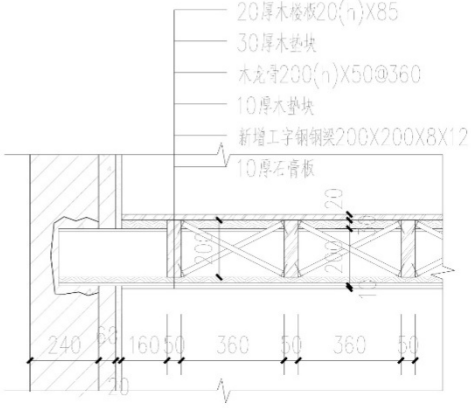




3.木龙骨上铺设木楼板（原材料）　　木楼盖加固构造示意图







木楼盖加固做法

图6-21木楼盖修缮加固照片、示意图及构造做法详图

6.4 天花

6.4.1 钢筋混凝土体系中常见天花做法

（一）板底油漆、抹灰

板底油漆天花一般被用在钢筋混凝土结构的建筑中。重要传统复兴形式建筑和部分新民主主义形式建筑在室内重要的大厅或会议室会采用油漆的方式在板底绘制传统形式的天花，传统复兴形式建筑往往会利用钢筋混凝土框架做成内井字天花。或者在突出的梁柱部位及板底部位，结合中国传统风格特色油漆彩画装饰。

板底抹灰的做法被用在钢筋混凝土建筑室内一般的位置，如楼梯间等。这种抹灰方式缺少装饰，往往呈纯色的天花板。

1.施工工艺：分为两种情况，一种是绘制在钢筋混凝土表面，一种是绘制在木质表面；绘制在钢筋混凝土表面的，在混凝土表面磨光后，仿照木构造做线脚，之后使用油漆进行绘制。彩画图案以清官式彩画为主。绘制在木质表面的则与传统的小木作天花彩画做法同。

2.修缮做法：

（1）油饰修缮，包括油漆、涂料、贴膜等。涂饰层发生起泡、粉化、龟裂、褪色、变色、起皮、剥落等情况时应予修缮。

（2）饰面层按损坏程度不同，采用局部修补和铲除重做。表面层褪色、局部开裂、起泡、起皮等损坏可局部修补。基层腻子起鼓、酥松、粉化、面层老化等严重损坏，宜铲除重做。

（3）施工前应对损坏情况作检查，包括损坏原因、材料化学成分和涂饰工艺，并制定修缮工艺方案。

(4)施工时应将损坏饰面清除干净，但不得损伤原有结构层。

（5）涂饰材料应符合环保要求，与结构层表面不产生有害的化学作用。溶剂型涂饰材料，要求基层表面干燥，用于木质基层时，木材含水率宜小于 12%。

（6）涂饰材料与腻子配方应统一配制，控制施工现场温度，使用前搅拌均

匀，并在规定时间内用完。并注意通风换气和防尘。

（7）涂饰施工不得漏刷，不得出现斑迹、表面流挂、棕眼、脱皮、皱皮等现象。并应符合表面平整光洁，色泽一致，无刷纹等要求。

（8）施涂清水漆前，应清除木质基层上的灰尘、污垢，表面的钉眼、缝隙、毛刺，脂囊用腻子填补磨光，节疤、松脂部位用虫胶漆封闭。清水漆施涂，在刮腻子、上色前，应涂刷一度封闭底漆，然后反复进行刮腻子、磨光、刷清漆，拼色和修色，直至色泽调匀，平面光洁，线条清晰后，再做饰面漆，打蜡、上光。

（9）硝基清漆涂刷时，应反复多次用虫胶漆腻子填补、批平、磨光，直至颜色基本一致。定色后，用硝基漆反复多次涂刷、干燥、磨光，直至光洁平整，后打蜡上光。

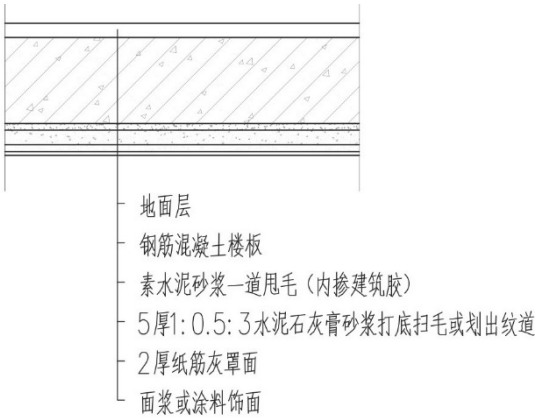


图 6-22 板底抹灰天花板修缮构造大样

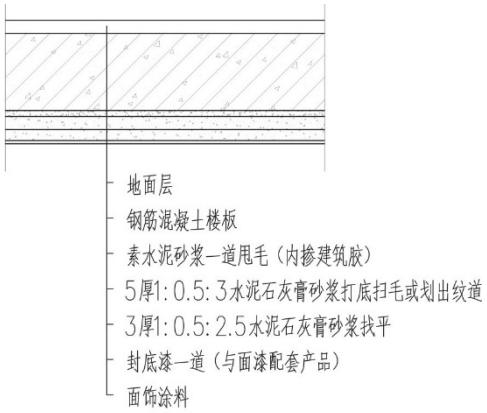


图 6-23 板底油漆天花板修缮构造大样



图 6-24 板底油漆天花照片

（二）石膏粉刷

石膏粉刷天花是指直接在钢筋混凝土楼板板底粉刷出西洋古典样式的线脚、

花饰和图案的天花，天花色彩以白色为主。主要用在比较庄重西方古典建筑风格的建筑中，也有中国传统形式建筑的特殊房间内会采用这种天花，如南京美龄宫的基督凯歌堂。这是因为房间内需要进行西方基督教礼拜的仪式。

施工工艺：石膏粉刷天花施工时先在钢筋混凝土楼板板底粉刷石膏打底，表面再做石膏面层。石膏面层可以勾勒出装饰线脚和花饰，最后如果需要的话可以刷一层面浆饰面。

修缮做法:石膏粉刷天花的修缮时首先应评估钢筋混凝土楼板需不需要加固，待结构加固程序完成后，将基底清洗干净，刷一道素水泥砂浆，用石膏粉刷打底，然后罩面、压实、抛光，最后根据设计图案粉刷面层，也有一些线脚等修缮采用预制石膏制品的方式，施工时直接将预制品装配式粘贴固定到楼板下面，这种方式也需要事先预留孔洞。

（三）木质吊顶、石膏板吊顶

近现代建筑吊顶修缮时还有一种做法是采用轻钢龙骨石膏板吊顶和木龙骨木板吊顶。木龙骨木板吊顶和原施工构造相似，但需要将材料置换为现代材料。轻钢龙骨石膏板吊顶是完全现代的做法，这是由于历史建筑修缮后需要适应现代功能，需要在建筑吊顶中考虑灯具、空调管网、和送、回风口等的位置和占用的空间，因此往往会并将原有吊顶铲除后（有些保留，在其下增设新吊顶）做新吊顶。

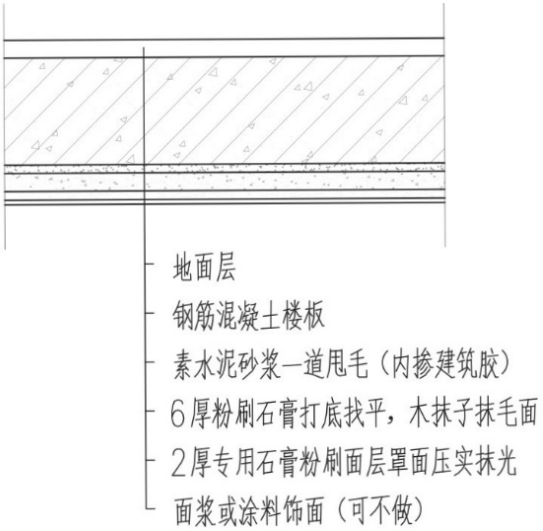


图 6-25 板底粉刷石膏天花板修缮构造大样

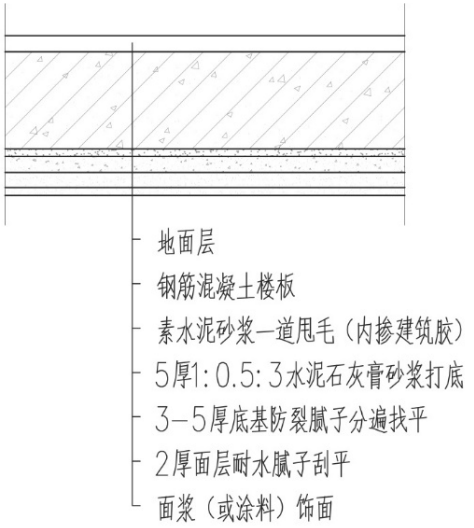


图 6-26 板底抹灰刮腻子天花板修缮构造大样

施工工艺：轻钢龙骨石膏板吊顶制作时，可以利用原有结构板中预埋的钢丝，悬挂吊杆，并通过承载龙骨固定纸面石膏板。也有些直接将主龙骨固定于建筑砖墙外的加固板墙上，在主龙骨下面钉接纸面石膏板，最后把嵌缝膏填入石膏板之间的缝隙，压抹严实。

木龙骨木板吊顶制作时，在混凝土楼板刷一道素水泥砂浆后悬挂竖向主木龙骨，木龙骨和楼板预埋铁丝连接。主龙骨下钉接横向水平次龙骨，次龙骨下钉接灰板条，在灰板条上做面层装饰。

修缮做法：在修缮时，将原有损坏吊顶敲除过后，用现代工艺安装轻钢龙骨石膏板吊顶和木龙骨木板吊顶。应注意尽量不能改变原有室内层高。



图6-27 石膏板吊顶天花照片

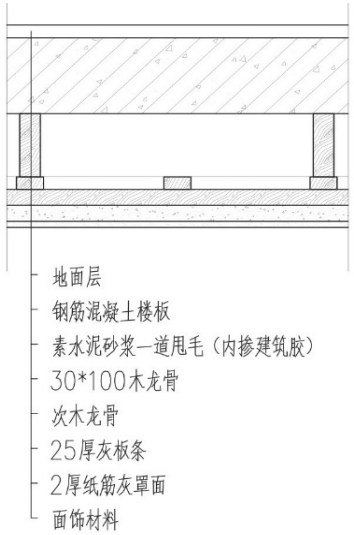


图6-28木质天花修缮构造大样

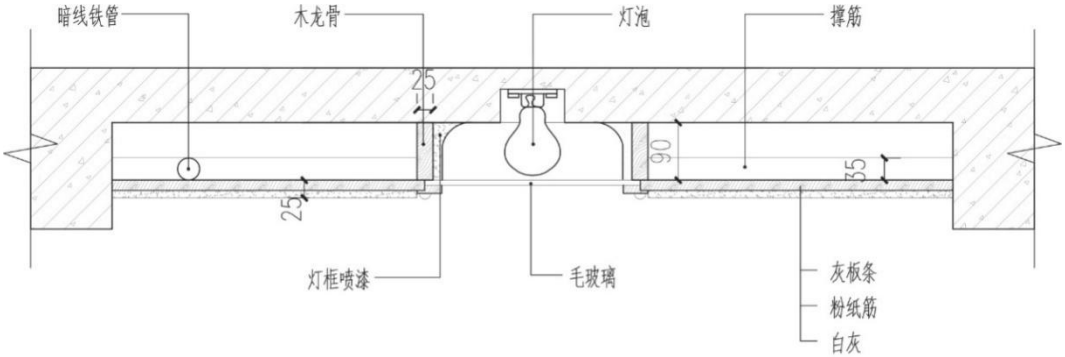


图6-29 天花板灯饰构造大样

6.4.2 砖木小住宅体系中常见天花做法

近代砖木小住宅的建筑中，其天花做法主要分为两种——灰板条麻刀石灰天花以及木板天花。灰板条麻刀石灰天花的技术做法使用最为普遍，此种天花用于

建筑楼板之下以及屋架之下。这种做法直接将灰板条密集的钉入屋架及楼板之下，并刷以麻刀石灰。木板天花的技术做法使用的不太普遍。这种做法直接将木板钉入屋架及楼板之下，并刷上油漆。这两种天花的技术做法中，一般都没有其他装饰，朴素典雅。

（一）灰板条麻刀石灰天花

1.楼板顶棚层天花的做法如下：

（1）楼板木龙骨下钉入灰板条；

（2）灰板条厚度为5毫米，宽度普遍为30毫米至40毫米，灰板条间距普遍为6毫米至10毫米；

（3）灰板条下刷20毫米厚麻刀石灰，麻刀石灰由面层石灰砂浆打底，再用麻刀石灰抹面。

2.屋架下天花做法如下：

（1）木屋架梁之间钉入木龙骨；

（2)木龙骨截面尺寸为60毫米*60毫米,木龙骨之间间距为350毫米至400毫米；

（3）木龙骨下钉入灰板条；

（4）其做法与楼板顶棚层一致。

（二）木板天花

1.构造做法如下：

（1）楼板木龙骨下钉入木板；

（2）木板厚度为15毫米，宽度为155毫米；

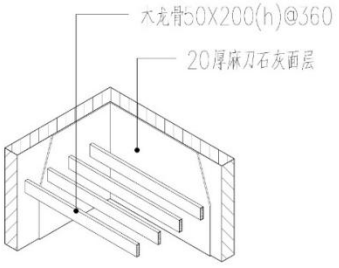
（3）木板下刷白色油漆。

2.修缮做法：

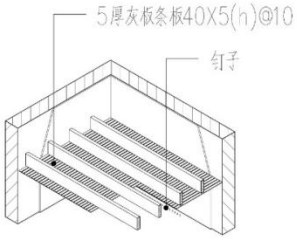
普遍采用新式天花做法，如轻钢龙骨石膏板吊顶。轻钢龙骨石膏板吊顶制作时，可以利用原有结构板中预埋的钢丝，悬挂吊杆，并通过承载龙骨固定纸面石膏板。也有些直接将主龙骨固定于建筑砖墙外的加固板墙上，在主龙骨下面钉接

纸面石膏板，最后把嵌缝膏填入石膏板之间的缝隙，压抹严实。

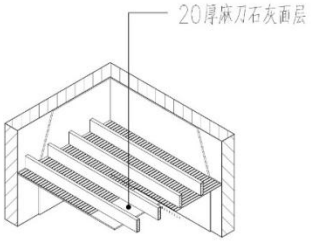
在修缮时，将原有损坏吊顶敲除过后，用现代工艺安装轻钢龙骨石膏板吊顶和木龙骨木板吊顶。应注意尽量不能改变原有室内层高。



1.铺设木龙骨砌筑墙体



2.木龙骨下钉入灰板条



3.灰板条下刷麻刀石灰

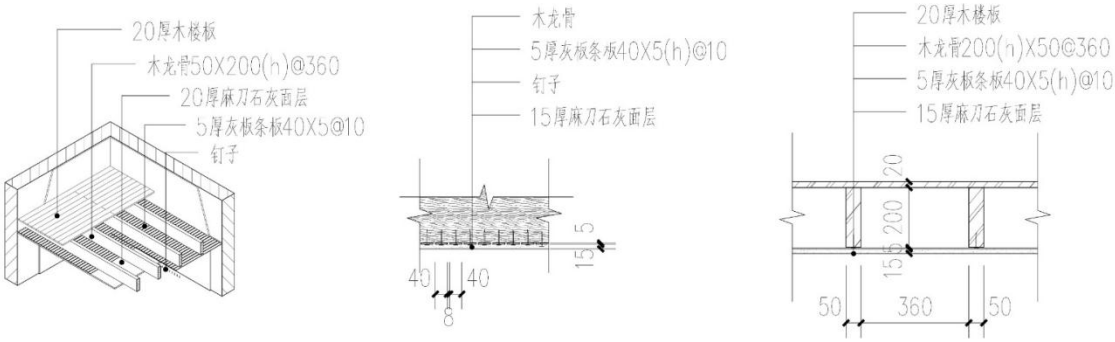
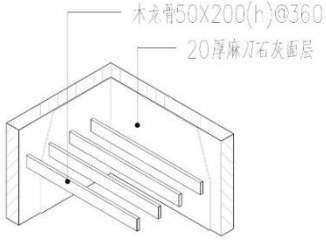
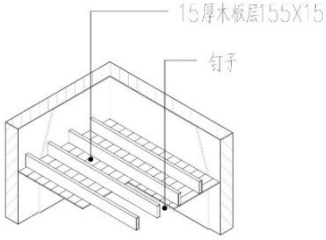


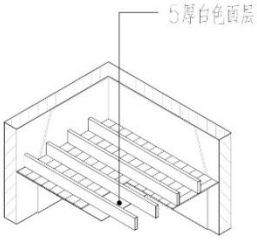
图6-30木楼盖天花构造示意图及详图1



1.铺设木龙骨砌筑墙体



2.木龙骨下钉入灰板条



3.木板下刷白色面漆

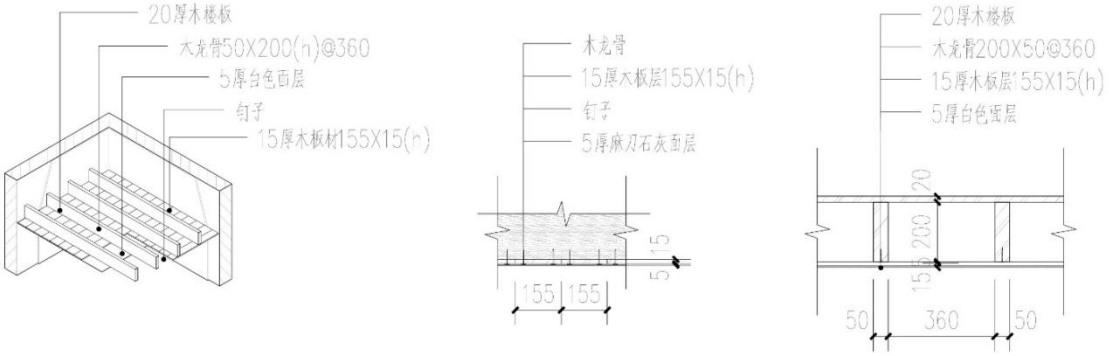
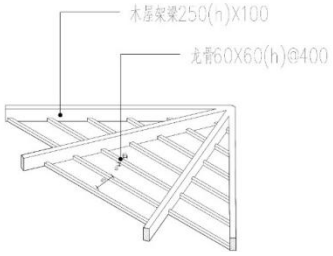
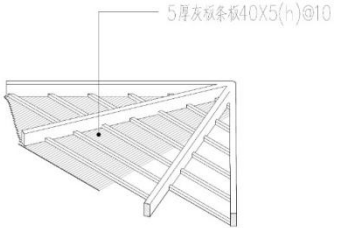


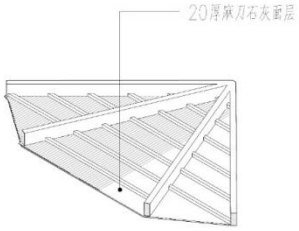
图6-31木楼盖天花构造示意图及详图2



1.铺设木龙骨砌筑墙体



2.木龙骨下钉入灰板条



3.灰板条下刷麻刀石灰

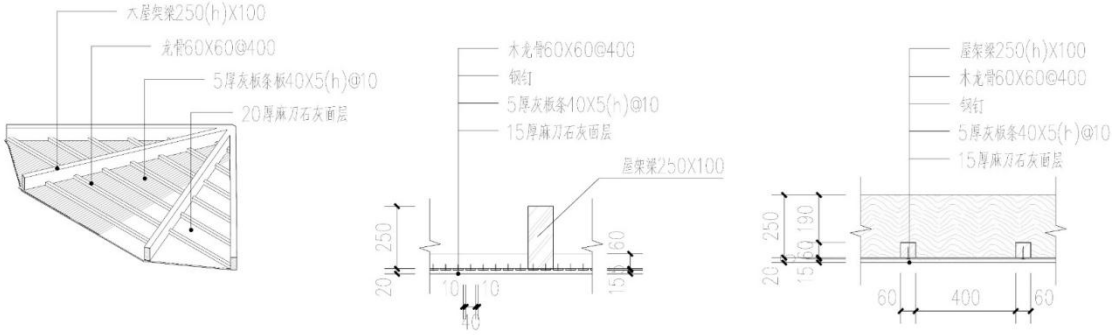
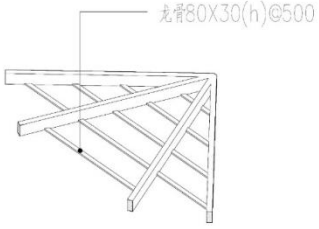
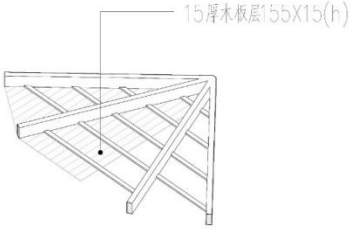


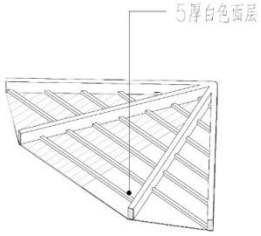
图6-32木屋架天花构造示意图及详图1



1.铺设木龙骨砌筑墙体



2.木龙骨下钉入灰板条



3.灰板条下刷白色面漆

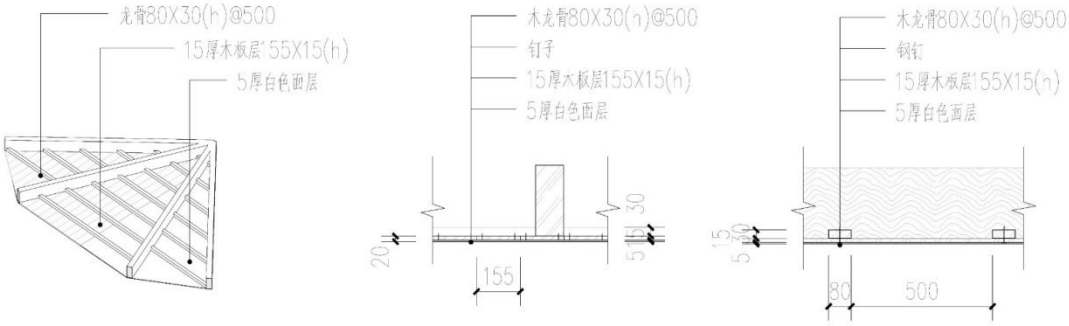


图6-33木屋架天花构造示意图及详图2



图 6-34 木屋架天花照片

6.5 楼梯

6.5.1 钢筋混凝土楼梯

钢筋混凝土楼梯指以钢筋混凝土为主要结构材料的楼梯，一般在现场浇注完成，楼梯踏面和平台地面往往做成水磨石工艺，踏面做防滑条，楼梯常配以钢栏杆。主要被用于工业建筑或大型公共建筑之中。

由于材料结构性能的原因，这种楼梯能够做到较大跨度，因而满足公共建筑对人流疏散的要求，同时混凝土楼梯具有一定的装饰效果。

该楼梯主体结构在现场浇注，楼梯踏面施工工艺和楼地面施工方式同，钢材料的立柱栏杆通过预埋构件固定于钢筋混凝楼梯上。

对楼梯进行修缮前，同样需要对楼梯结构体系进行检测，对于结构保存较好的进行必要的加固，结构加固的方式和钢筋混凝土梁、柱、板的方式相似。对于保存较差的需要将原有楼梯拆除，重新浇筑新楼梯。踏面及平台面的修复办法参见水泥、水磨石地面修复办法。大部分楼梯的钢栏杆损毁或被腐蚀，完全损毁时，应该查阅历史资料，还原其原貌，重新制作栏杆按照原有式样、花纹、图案、材质、大小进行替换。部分腐蚀时应进行除锈处理，并刷防锈漆，保持原有形态。



图 6-35 钢筋混凝土楼梯实景

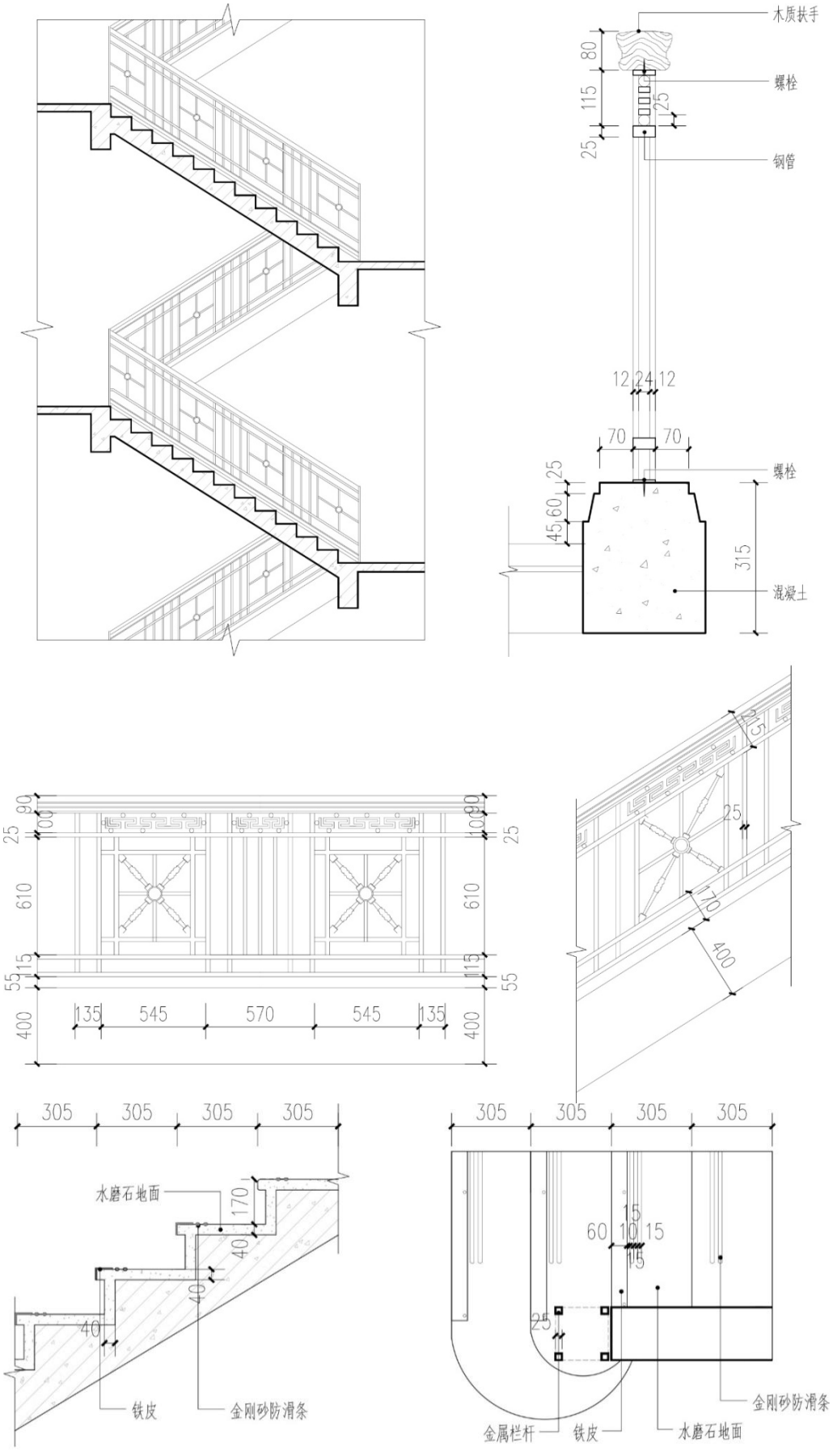


图 6-36 钢筋混凝土楼梯构造详图

6.5.2 木楼梯

近代砖木小住宅中使用木材为主要材料的楼梯，以西洋样式为主。采用木材为主体材料，木平台梁固定于墙体中，固定斜梁，铺设踏步，安装立柱和栏杆扶手。其做法如下：

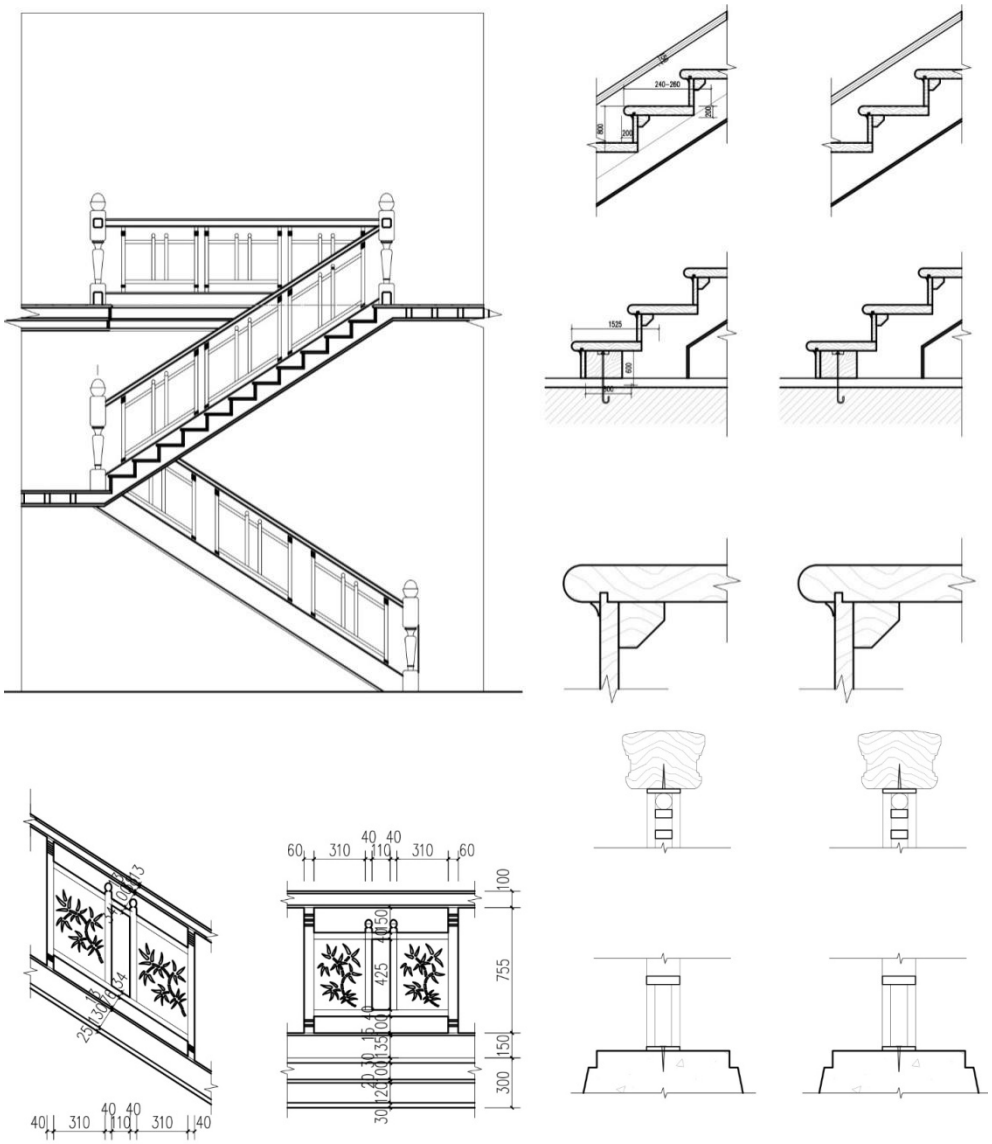


图 6-37 楼梯各部位构造详图

（1）结构使用的是木斜梁，两侧木斜梁搭接在楼板同室内地面上，荷载由斜梁传递至地面；

（2）按照踏步高与踏步宽，连续的三角形木垫块布于斜梁上；

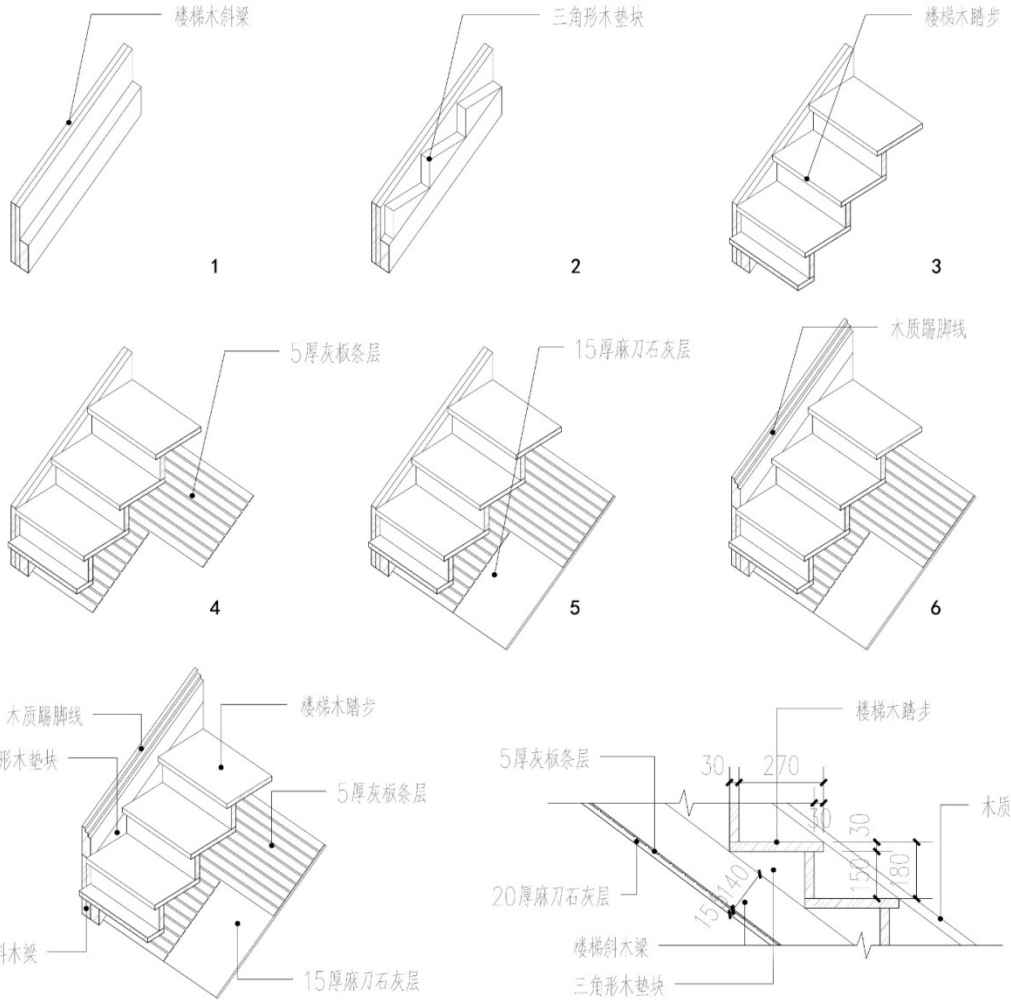
（3）三角形垫块上布踏步木板，荷载由木板传递至三角形垫块，再由三角形垫块传递至木斜梁，最终传递至地面；

（4）楼梯踏步下钉入灰板条，并刷麻刀石灰层，其做法与麻刀石灰天花一

致。

修缮做法：

对楼梯的承重结构进行鉴定，尽量维持其原有承重体系，更换腐朽构件，必要时进行适当的加固，其余装饰构件尽量保持原有形态，包括扶手、踏步、立柱等。当破损严重是，按照原有式样、花纹、图案、材质、大小进行替换。在公共建筑中，对防火疏散有严格要求时，可以考虑使用钢木结构加以木饰面的方式修复替换。



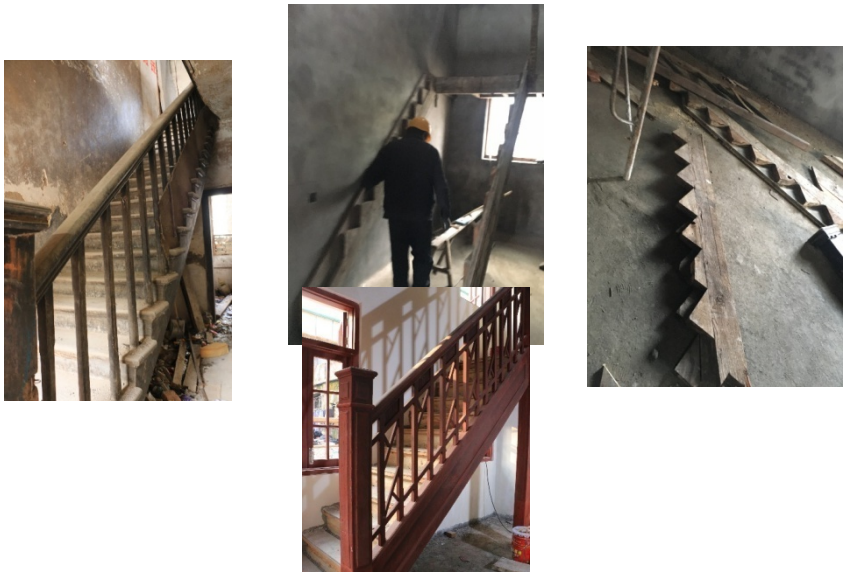


图 6-38 楼梯构造示意图、详图及照片

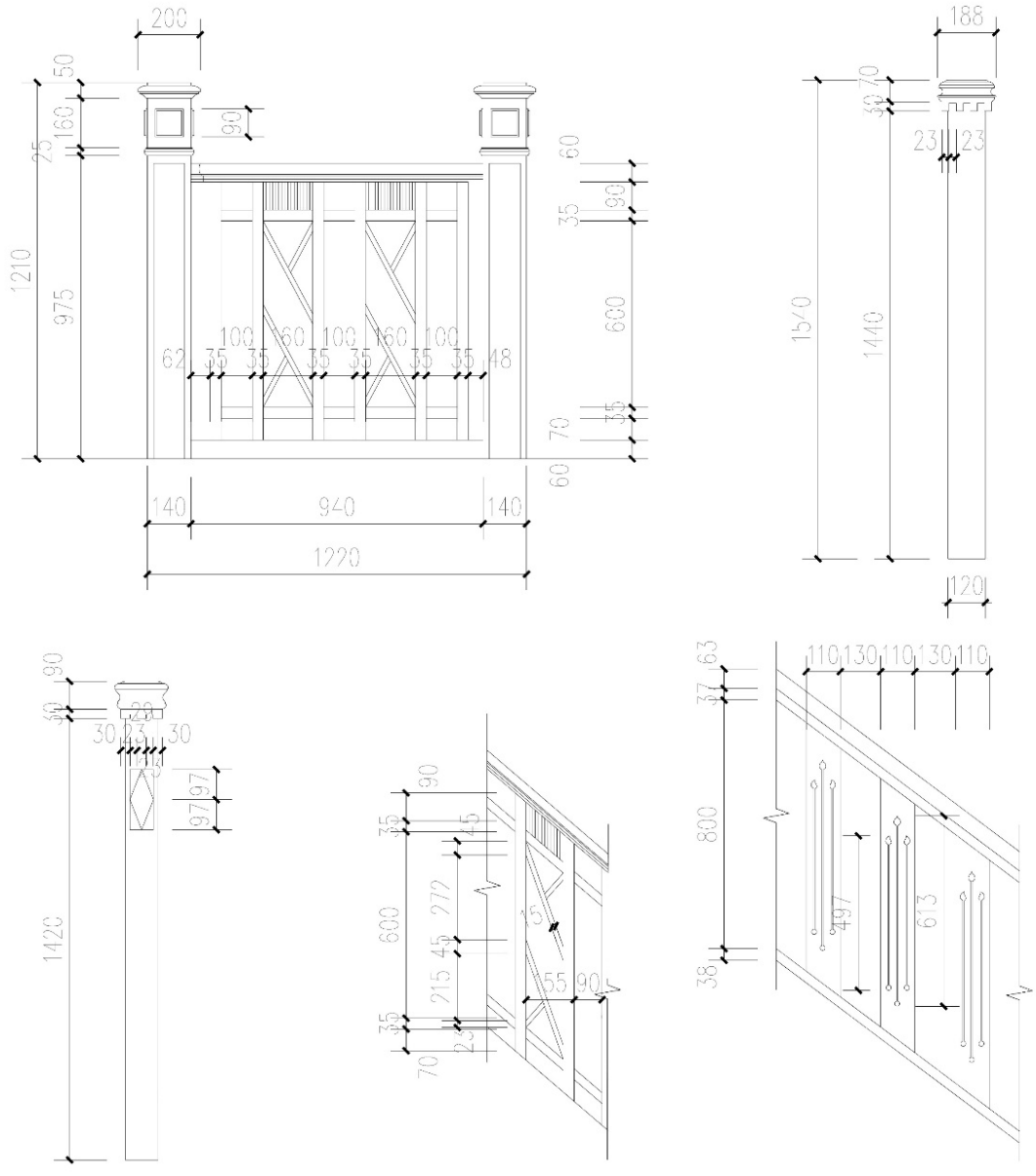




图 6-39 楼梯栏杆、望柱详图及照片

6.6 内部构造体系现状描述及保护修缮总表

表6-1内部构造体系现状描述及保护修缮总表

部位	原状	历史修缮		现状破损				现状评价			保护内容		修缮技术及做法	
内墙	灰板条墙体	无修缮	历次修缮记录：	龙骨腐坏	面层脱落	倾斜	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺	外观	等级较高：更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：钢/木龙骨石膏板
	砖墙	无修缮	历次修缮记录：	倾斜	粉化		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		等级较高：更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：新砌砖墙
	白石灰饰面	无修缮	历次修缮记录：	空鼓	脱落	裂缝	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		等级较高：原工艺、相同材料重新制作	等级较低：水泥石灰砂浆饰面或石膏饰面
	木饰面	无修缮	历次修缮记录：	龙骨腐坏	面板腐坏		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		等级较高：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：龙骨：钢/木龙骨饰面板：与原木才外观近似
	瓷（陶）砖、石材饰面	无修缮	历次修缮记录：	空鼓	面砖破损		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		面砖损坏：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	空鼓修补：环氧树脂浆或其他专用胶浆黏结
	水磨石饰面	无修缮	历次修缮记录：	脱落	开裂		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		破损较大：原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	破损较小：云石胶填补
楼地面	木地面	无修缮	历次修缮记录：	木构件腐坏	漆面脱落		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		等级较高：更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：重做目的面，并进行防水、防潮及保温处理
	木楼板	无修缮	历次修缮记录：	木构件腐坏	漆面脱落		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观		等级较高：更换损坏构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：新增钢梁加固，改为现浇钢筋混凝土楼板

	水磨石楼地面	无修缮	历次修缮记录：	破损	开裂	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观	破损较大：重浇混凝土，使用水磨石硬化地坪	破损较小：裂缝修补打磨
	地砖楼地面	无修缮	历次修缮记录：	碎裂	脱壳	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观	破损较大：材料、规格、色彩、纹样材料替换	破损较小：环氧砂浆嵌补
天花	板底油漆、抹灰	无修缮	历次修缮记录：	基层老化	涂饰层脱落	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观	破损较大：铲除后用原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	破损较小：局部修补
	石膏粉刷	无修缮	历次修缮记录：	面层老化、脱落		其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观	等级较高：原工艺、相同材料重新制作	等级较低：预制石膏制品装配粘贴
	木质/石膏吊顶	无修缮	历次修缮记录：	龙骨锈蚀腐坏	面层老化	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观	原尺寸、原工艺、相同材料重新制作，保留原有层高	
	灰板条麻刀石灰天花	无修缮	历次修缮记录：	木构件腐坏	面层脱落	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺及外观	等级较高：原工艺、相同材料重新制作	等级较低：龙骨：钢/木龙骨加纸面石膏板
屋面	钢筋混凝土楼梯	无修缮	历次修缮记录：	踏面损坏	栏杆、栏板损坏	其他	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺 外观	等级较高：拆除后重新教主	破损较小：原材料、原样式局部修补
	木楼梯	无修缮	历次修缮记录：	木构件腐坏	漆面老化脱落	稳定性弱	完好	一般损坏	严重损坏	构造工艺 外观	等级较高：更换腐朽构件，原尺寸、原工艺、相同材料重新制作	等级较低：钢木结构加饰面板替换

7 近现代建筑的性能改善

近现代建筑的建筑性能改善涉及两个层面，首先是以排水系统为主的基础设施层面；其次是以节能、保温、空调系统和强弱电系统为主的建筑本体层面。大量近现代建筑在基础设施上存在重大的问题与隐患，其中，排水问题尤为严重。由于最初建设时城市排水系统的不健全，以及在建筑建成后的漫长岁月中，建筑外部地面随后续建设而不断抬高，近现代建筑及其所属街区的排水问题日益积累。因此，需要对相关区域的排水系统、电力系统进行系统、彻底的整治，以降低它们对建筑的不利影响。近现代建筑本体的性能改善应尤其关注它的强电系统，以杜绝由管线破损而引发的火灾事故。对近现代建筑进行性能提升，以满足当下的使用需求，是件具有重大意义的事情。在这一过程中，应根据实际状况，选用最合适与恰当的技术。技术与材料的选用取决于对建筑的价值判断，和可逆性、可识别性原则。即根据建筑的重要性和它的价值决定干预的程度；尽量避免影响原有的建筑风格、外观，以及对结构可靠性、安全性带来有害因素。

7.1 外部设施改善

近代建筑在历经近百年的历史后面临诸多问题，其中基础设施问题尤为突出。由于城市道路和地面在多次的改造更新中不断被抬高，故历史建筑的相对标高降低。历史建筑及周边区域逐步变为下陷的洼地，造成排水系统不畅，并引发一系列的问题，这在全世界都是普遍的现象。

7.1.1 上下水系统

由于近代建筑的周边城市地面抬高，故其原有的排水系统很难将雨水排出，容易出现管道堵塞、雨水倒灌等现象，相应的污水排放也很困难。加之近代城市基础设施薄弱，城市主管网建设不完善，近代建筑片区内部的管网系统难以适应当下的环境和生活需求。近年来大部分城市主干道的污水排放管道、雨水排放管道都已改造完成。而在近代建筑中，无论是成片区的居住小区，或是独栋的建筑都存在着内部的管网系统改造滞后的问题。近代建筑管网系统的接口与当前城市

的官网系统难以匹配，雨水和污水排放困难，导致基础设施出现重大问题，主要有两个后果：

首先是雨水无法排放，进入建筑基础和墙基，使之长期浸泡在水中。某些地区地下水位本身就很高，地下 1m 左右就能发现地下水，积水长期聚留在建筑墙根部。近代建筑大量采用砖木结构，其砖墙基础长期受潮后会产生砖块脱落、腐蚀、粉化等现象，从威胁到建筑结构安全。（图 7-1）





图7-1 砖墙基础砖块腐蚀、粉化

其次是由于基础设施排水困难，建筑的使用者不能顺利地排放污水和雨水，造成使用上的极大不便，也影响建筑本身的质量。

通常历史建筑不能抬高地面，排水一般采取明沟或暗涵管的方式，让屋面和地面的雨水能够在建筑周边引入到更新过的片区内部雨水系统。近代建筑的屋面排水系统通常采用铁皮的天沟，铸铁的排水管道，在比较重要的历史建筑风貌保护区内，我们建议在有条件时恢复铸铁的排水系统，若条件不成熟可采取铝合金的天沟系统，用铝合金仿制成铸铁系统的式样。

内部雨水系统排向市政管网时，如果内部雨水排放系统的出水口标高高于市政管网，则自然接入。在很多情况下，内部雨水排放系统的出水口标高低于市政管网，此时需要加装提升井（图 7-2），让雨水先进入窨井，待水到达一定标高后通过水泵提升，再排入市政管网。

近代建筑的上水系统一般也存在较大问题。在近代历史上，自来水系统的市政设施建设比较完善，但历史建筑周边的管网线路存在问题。一般是临时性的、

外挂式的，在建筑外部随意的乱挂、穿墙，对建筑产生损毁。这样的管网与原有的上水系统不匹配，外观不美观，使用也很不方便。

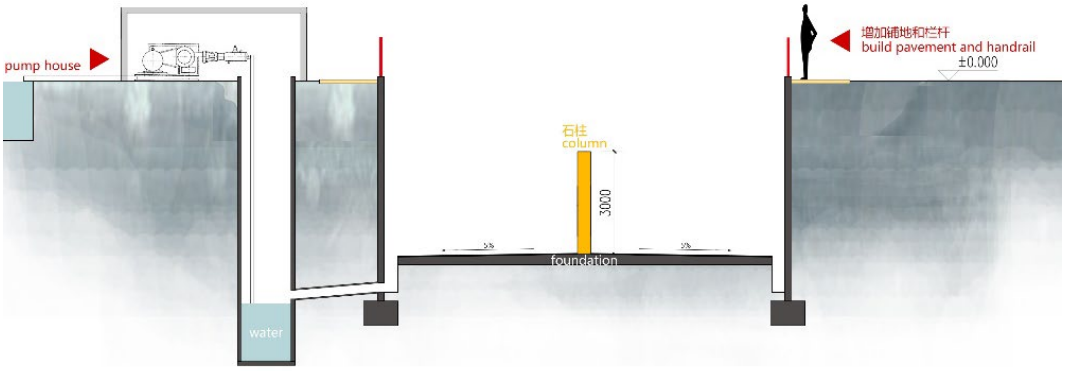


图7-2场地内设置雨水提升井示意图

7.1.2 强弱电系统

近代建筑的强弱电系统与市政电网的对接存在不匹配的问题。目前城市中绝大部分的线路都是入地的，强弱电一般在地下的管网中进入小区或建筑内部。由于近代建筑的特殊性，强弱电进入小区以后通常采用临时性的、较随意的外挂电线，线路私拉乱接严重（图 7-3）。由此带来极大的安全问题，如强电漏电，雷电损害等，对建筑的木构件产生安全隐患。

建筑外部的强弱电系统一般有两种改造方式：一种是维持历史原貌，明设电线线路是近代建筑常用的方法，即外部电线采取在铁质桥架上明走的铺设方式，入户要加装防护套管。这种做法降低了改造的难度，同时维持了原有的建筑风貌。在保证安全、使用方便的情况下，可以节省投资。另一种改造方式是下地埋设，电线线路按照新型建筑规范全部在地下埋设，从地下穿墙入户。（图 7-4）



图 7-3 强弱线随意布置

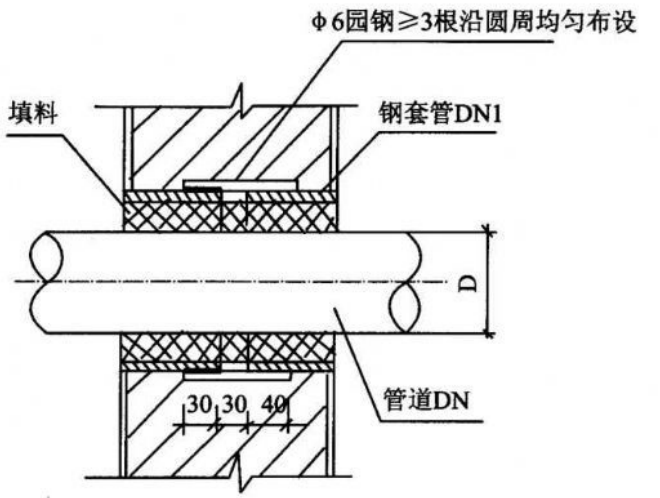


图 7-4 强电穿墙入户加装套管构造图

7.1.3 燃气与消防系统

在用于居住的近代建筑中，燃气管道一般是通过后期加建的方式，明管明线穿墙入户，绝大部分情况下不能满足煤气使用的基本安全要求，容易泄露、甚至发生爆燃的隐患。

通常燃气系统有两种改造方式，一种是采用地下涵沟入户，这种方式能够完整复原近代建筑的历史风貌。另一种方式是在安全条件许可的情况下采用明装，统一设计再入户到相应的厨房部位（图 7-5）。这种方式要结合改造对管线进行系统的梳理，完善它的标准性、安全性和可到达性，在外观尽量不影响整体建筑风貌的情况下进行统一安装。

对照现行的建筑防火规范，近代历史建筑大部分都不能满足建筑间距的要求。例如消防规范要求建筑间距至少 8 米以上，如果间距为 8 米以下则窗户需要设置为防火窗，历史建筑一般都不能满足。在一些历史建筑片区内，由于场地限制，消防环线无法形成，消防车道也无法按照现行规范设置。一旦发生火情，消防车无法进入，同时历史建筑片区内一般都没有消火栓管网。

在防火间距不能满足现行规范的情况下，通常会承认现状，不做现行建筑防火规范要求的防火窗或者防火墙。因为这种做法代价较大，同时对建筑的外观产生很大的改变。除非保护等级特别高且对防火有较高要求的建筑，会采取特殊的

防火做法，如加砌防火墙，加装防火门窗等（图 7-6）。

针对普通消防车无法进入历史建筑街区的问题，通常在比较大的片区内采用专用的消防车作为紧急救火设备，如小型消防车。同时结合外部市政设施的改造，结合整体设计加装室外消火栓系统。



图 7-5 燃气系统明管明路铺设

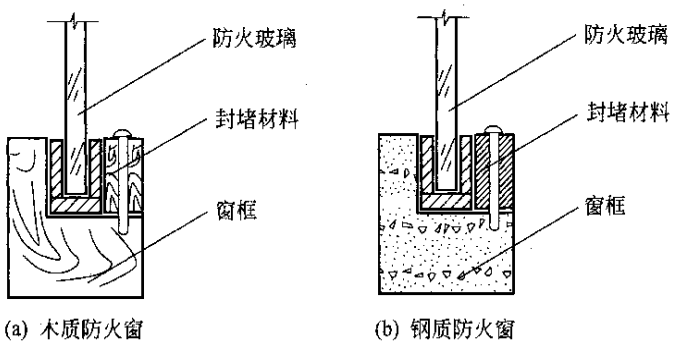


图 7-6 防火窗构造图

7.2 内部设施改善

7.2.1 内部上下水系统

近代建筑由于住户数量、使用用途相比历史原貌都发生了巨大的变化，通常厨房、卫生间的位置和数量都发生了改变，并存在临时搭建。建筑内部的上下水系统与建筑外部情况相似，一般为明装明路。

内部上下水系统不对位、不安全、不通畅的情况时常发生，影响建筑安全、建筑美观，和使用的效率。

在修缮中，上下水系统宜统一设置在管井内，除上水管井外还包括污水管井，涵盖厨房污水、淋浴污水和卫生间污水。在条件有限的情况下也可以采用明装，进行统一设计，通过相应方式引入到所需要的点位。室内外的上水管道都要做好保温，防止冬季冻裂。

7.2.2 内部强弱电系统

强电系统从外部引进后，用户自己会随便的搭建、拉线，其中包括电炉、电热毯、空调机、电风扇、一般的插座等。强电系统是最大的隐患，首先威胁到住户的人身安全，其次对建筑构成火灾隐患，近代建筑大量采用砖木体系，建筑中

存在大量的木质构件，如木梁、木楼板、木质灰板条墙等，由于强电漏电容易失火（照片）。弱电系统主要指电信网络系统、电话系统、监控系统等，它们同样存在私拉乱接的现象，虽不至于造成安全问题，但也需要进行进一步的梳理，以保持建筑的整洁美观。

在建筑修缮中，保护等级高的建筑应设置强电和弱电系统的竖向管井，保护等级低的建筑可以从建筑外直接进户，强弱电线外部应用现代材质的套管防包裹，防止漏电，被虫鼠咬破等。根据原有的走线方式，利用阴角引入到所需要的各个点位。不建议采用在砖墙中开槽的方式，因为会破坏历史建筑的墙体。

7.2.3 内部消防系统

近代历史建筑在经历多年的使用后，住户的情况发生了巨大的变化，例如原来独门独户的别墅变成了许多老百姓混杂居住的场所，厨房的数量和位置发生了变化，私自搭建的情况严重，存在很大的安全隐患。

绝大部分近代建筑内部的消防体系不能满足现行的消防规范要求，砖木结构的建筑尤其容易失火。有的小型居住建筑被改造为公共建筑使用，例如酒吧、餐饮等，从几个人的居住场所变成大量的公共人流聚集场所，防火隐患更加的严重。



图 7-7 近现代室内木质电线槽



图 7-8 室内加装消防喷淋系统

设置内部消防系统时，通常不建议对结构体系做出改变，应按照相应的建筑等级和使用性质的要求，参照现行建筑防火规范设置自动喷淋系统（图 7-8）、火灾报警系统。在改造为公共用途的近代历史建筑中，不得使用明火，尤其是不得在砖木结构建筑中使用明火，通常在外部加建厨房已解决功能需求。建筑内部应设置手提式或可移动的消防设备，比如将灭火器放置在明显的区域，位置和数

量按照现行规范设置。

7.2.4 生态节能系统

大部分近代建筑的外维护体系以 25~30 厘米的砖墙为主，加上粉刷层基本能满足本地区的保温隔热要求。通常外墙部分不做特别的保温隔热处理，在特殊情况下可以采取内保温的方式。

冬冷夏热地区的建筑还需要同时考虑隔热，近代建筑大多数以坡屋面为主，少数也有平屋顶。坡屋面的通常做法采取木屋架支撑，屋架上面放置望板，望板上直接铺瓦，一般采用陶土瓦。这种方式主要存在 2 个问题：首先保温隔热性能达不到当前的要求，热损耗会迅速产生。其次，防雨防渗透性能弱，仅通过瓦本身的物理性能来达到建筑防水的目的。

在修缮中，屋面系统一般采取揭瓦落架的方式，在木望板上增加一层保温层，通常保温层有以下 2 种材料：3~5 厘米密实岩棉或高密度聚苯乙烯保温材料。具体构造做法是在木望板上面先铺设一层高性能的现代卷材防水材料，然后制作保温层，保温层做好后，在保温层上再铺设一层卷材防水，其上钉木板条，木板条上面再挂瓦。通过这种构造做法能够较好的解决隔气防潮、防水防渗漏和隔热保温等问题。以上的做法由于在木望板上增加了厚度，建筑的构造实际发生了变化。一些建筑的保护等级比较高，构造不宜改变，则可以在吊顶里做保温系统，只在望板上增加一层现代防水卷材层，上面再挂瓦，以维持原有的屋面体系不变。内部的天花吊顶系统里增加一层厚度为 3~5 厘米的岩棉或聚苯乙烯保温层。

近代建筑大量采用木门窗，局部可能会有钢门窗。以木门窗为例，一般为单层玻璃，通常玻璃厚度为 3~5 毫米，木质窗框。这种外窗系统的问题非常明显，主要是隔热、保温性能都很差，经过长年使用窗户本身也容易产生裂缝，从而漏风。在修缮中，窗户系统主要有 2 种做法。当建筑的保护级别较高、保存状况也较好的时候，通常会维持原有的外窗系统，破损部分进行修缮和整理。玻璃、木料，还有一些金属挂件都要维持原样。在这种情况下通常会在内侧加装一层窗户，以解决保温隔热问题。加装的窗户为铝合金材质，窗框需要特别细小，玻璃透明

度特别高。外部的窗户保持原样，起到装饰作用和一定的保温隔热作用。第 2 种做法是将木窗系统进行替换，通常会采用现代的铝木复合门窗系统，外层是木材包裹的铝合金，做成历史的样式。这种窗户采用双层中空玻璃，玻璃厚度 6 毫米，8~10 毫米的中空，再加上另外 6 毫米的玻璃，通常小住宅的窗户系统采取这种构造。面积较大的建筑采用 8 毫米玻璃、12 毫米中空、8 毫米玻璃的构造。这种窗户的保温隔热性能相比于木窗大大提高，能满足现行的规范要求，同时外观仍然维持着历史建筑的风貌。

某些地区春天室内容易返潮。入冬以后，室内墙壁和地板温度逐日下降，开春后室内升温速度比室外慢，当室外空气突然剧烈升温，而且十分潮湿时，吹入室内便在冷地面和墙壁上凝结成为小水珠，甚至形成流动的水层。

第一，防潮施工时尽量减少施工缝的出现。由于防潮层施工是在民用建筑基础工程完工之后进行的，且属于隐蔽工程项目，因此应该在建筑施工时就考虑到之后的防潮层施工，提前减少对防潮层施工不利的施工情况的出现。

第二，防潮施工的时间应该在基础房心土回填之后，从而可以避免因回填而造成对防潮层的破坏。防潮地面的填土采用黏土或黄土夯填，其上再依次铺设防水卷材、聚苯乙烯保温层、水泥砂浆、地砖。

近代建筑一般都没有制冷系统，原有的采暖系统如壁炉，已经无法适应现代的生活要求。住户会自行加装采暖和制冷系统，在大部分地区最常用的方式是采用空调系统。空调系统存在外挂机的设置问题，主要有 2 种方式。近代建筑一般的外墙为砖墙体系，经历了长年的使用和风化作用后，它的强度比较弱。所以建议空调机的外挂机设置在建筑的外部，有条件时可以放在临近的窗台下，或者花坛里，做适当的围护遮挡，不对建筑本身的结构体系产生影响。当这种条件不能满足的时候，通常会采取外挂机的方式，外挂机的方式需注意两点：首先对建筑外部的形式不能产生明显的影响或破坏。其次，支架的安装方式要结合建筑墙体加固和墙体本身的构造与结构安全措施。出于美观目的，外挂机的设置通常会做一定的围护，以协调建筑外观的整体风貌，避免产生明显的冲突。

参考文献

1)张复合主编.中国近代建筑研究与保护(1-7)[M].北京:清华大学出版社,1998-2012.

2）张复合，刘亦师编.中国近代建筑研究与保护（8-10）[M].北京：清华大学出版社，2014-2016.

3）赖德霖，伍江，徐苏斌主编.中国近代建筑史（1-5）[M].北京：中国建筑工业出版社，2016.

4）刘亦师.中国近代建筑史概论[M].北京：商务印书馆，2019.

5）汤士安，杨照远主编.东北城市规划史[M].沈阳：辽宁大学出版社，1995

6）叶斌，周琦，陈乃栋主编.南京近现代建筑修缮技术指南[M].北京：中国建筑工业出版社，2018.

7）戴仕炳，张鹏.历史建筑材料修复技术导则[M].上海：同济大学出版社，2014.

8）戴仕炳等.历史建筑外饰面清洁技术[M].上海:同济大学出版社，2019.

9）西安建筑科技大学,华南理工大学,重庆大学,合肥工业大学,华中科技大学合编. 建筑材料（第四版）[M].北京：中国建筑工业出版社，2013.

10）中国文化遗产研究院编.中国文物保护与修复技术[M].北京：科学出版社,2009.

11）淳庆.典型建筑遗产保护技术[M].南京：东南大学出版社，2015.

12）李爱群，周坤朋，王崇臣等. 中国古建筑木结构修复加固技术分析与展望[J]. 东南大学学报（自然科学版）(2019 年 1 月)，195-206.

13)相关国家法律法规、建设规范和地方性规定

近现代重要史迹及代表性建筑（工程师）样题

一、 单项选择题

1.近代建筑保护勘查设计方案中，应对病害分析和评估，必要时需附有工程地质、岩土、_____等有关专业的评估或鉴定报告。

A.砖石结构安全性　　B.建筑结构安全性

C.建筑结构稳定性　　D.建筑基础安全性

2.下图建筑属于（）



A.传统复兴式　　B. 文化移植式

C.古典复兴式　　D.兴亚式

3.铜构件在近现代建筑中经常使用，其特点为（）

A.强度较高、耐磨、耐蚀　　B.强度较高、性脆、耐蚀

C.强度极高、耐磨、耐蚀　　D.强度一般、性脆、耐蚀

4.天然树脂包括（）

A.环氧树脂、松香、虫胶　　B.琥珀、虫胶、桃树胶

C.环氧树脂、琥珀、桃树胶　　D.有机硅树脂、虫胶、桃树胶

5. 近代时期的城市中，下列哪一个城市不属于半殖民性质的租借地城市？

A.大连　　B. 武汉　　C. 青岛　　D.哈尔滨

6.铸铁材料常用于近代建筑的栏杆和雨水管等部位，其含碳量一般大于（）

A.1%　　B.2%　　C. 3%　　D. 5%

7.白蚁对近现代木构建筑的危害描述正确的是（）

A.相较其他病害，白蚁侵蚀更容易发现

B.白蚁对木构件的侵蚀会影响建筑结构安全

C.白蚁只侵蚀潮湿的木材

D.白蚁只侵蚀靠近地基的木材

8.近现代建筑构件安全性评估中混凝土结构的检测勘察应包括混凝土的_____。

A.外观质量、强度、变形、裂缝、钢筋锈胀、构造

B.外观质量、强度、变形、锈蚀、构造、支撑

C.外观质量、强度、裂缝、构造、钢筋锈胀、支撑

D.外观质量、强度、变形、裂缝、构造、锈蚀

9.文物建筑的迁建是需要经过特殊批准的保护工程，需要得到严格控制。下列条件中适用迁建的有_____。

A.周边的环境发生改变，历史氛围受影响

B.建筑的构件可拆卸，具备可迁建的条件

C.不可抗拒的自然灾害或特殊需要，难以在原址保护

D.迁建后可以恢复历史环境

10.根据《近现代历史建筑结构安全性评估导则》，近现代历史建筑的结构安全性评估分为一级评估和二级评估，一级评估包括（）：

A.构件损伤状况、材料强度、构件开裂、节点及连接构造

B.构件尺寸、材料强度、构件开裂、节点及连接构造

C.构件损伤状况、材料强度、构件变形、节点及连接构造

D.构件尺寸、材料强度、构件变形、节点及连接构造

11.文物建筑的保护性设施建设中，下列哪种说法是不对的（）

A.把保护文物放在首位　　B.尽可能减少对环境的影响

C.样式尽可能简洁朴素　　D.尽可能永久

12.水泥引进中国的时间大约是（）

A. 1850 年　　B.1890 年　　C.1910 年　　D.1920

13.水泥制品常常用作外墙材料来模仿石材效果，下列做法中，哪一种不在此列（）

A.斩假石　　B.水刷石　　C. 干粘石　　D. 水磨石

14.下列屋瓦类型中，哪种瓦罕见用作近现代文物建筑屋面材料？（　）

A.水泥瓦　　B.石板瓦　　C.瓷土瓦　　D.金属波形瓦

15.《建筑新法》是第一部由中国人撰写的介绍西方近代建筑学的专著，其作者是中国建筑师、建筑学家（　）。

A.梁思成　　B.童寯　　C.杨廷宝　　D.张镈绪

16.近现代建筑遗产的保护方式在手段和力度上可分为三类，以下哪一种保护方式不在三类之中？（　）

A.静态保护　　B.整体保护

C.风貌保护　　D.片段保护

17.加固是对近现代建筑不安全的结构或构造进行支撑、补强，恢复其安全性的必要措施，以下哪一种加固方式不宜在近现代文物建筑加固中使用？（　）

A.外包型钢　　B.粘钢加固
C.加大截面　　D.结构托换

18.以下哪一种做法不符合近现代文物建筑整修原则？（　）

A.慎行更换旧构件、添加新构建
B.优先采用传统技术
C.拆除全部后期添加部分
D.不追求建筑风格和式样的一致

19.近现代建筑修缮使用的木材材种主要有针叶材和阔叶材，其中针叶材通常不用于（　）。

A.承重结构件　　B.木门窗
C.室内家具　　D.装修骨架

20.为了提高近现代文物建筑的抗震性能，经评估结构安全性欠佳的内外墙体，可采用钢筋网水泥砂浆面层加固法，但（　）不应使用该方法加固。

A.外墙内侧　　B.外墙外侧
C.外墙内外侧　　D.室内墙体两侧

21.我国不同时间、不同地区的近现代砖木结构建筑，其砖砌体的砌法多有不同，以下哪种形式非常见形式？（　）

A.半砖砌法　　B.英式砌法
C.中式砌法　　D.混合砌法

22.中国近现代建筑的内部构造体现了三种常见的室内装修风格， 以下哪种样式非常见风格？（　）

A.西方传统样式　　B.中国传统样式
C.中西合璧样式　　D.现代样式

23. 近现代文物建筑为（　）

A. 1840 年以后建造的具有历史、科学、艺术价值，并已公布为全国重点文物保护单位的非传统古建筑体系的建筑物和构筑物。

B. 1840 年以后建造的具有历史、科学、艺术价值，并已公布为全国重点文物保护单位、省级文物保护单位的非传统古建筑体系的建筑物和构筑物。

C. 1840 年以后建造的具有历史、科学、艺术价值，并已公布为全国重点文物保护单位、

省级文物保护单位、市县级文物保护单位及登记为不可移动文物的非传统古建筑体系的建筑物和构筑物。

D. 1840 年以后建造的具有历史、科学、艺术价值，并已公布为全国重点文物保护单位、省级文物保护单位、市县级文物保护单位的非传统古建筑体系的建筑物和构筑物。

24. 近现代文物建筑保护工程设计中，现状勘察是（　）

A. 对近现代文物建筑的形制、材质、做法、构造、环境、设施和功能、保存状态以及具体的损伤、病害、破坏、危害、变形等进行现场调查的活动。

B. 对近现代文物建筑的形制、材质、做法、构造、环境、设施和功能、保存状态以及具体的损伤、病害、破坏、危害、变形等进行现场调查、检测的活动。

C. 对近现代文物建筑的形制、材质、做法、构造、环境、设施和功能、保存状态以及具体的损伤、病害、破坏、危害、变形等进行现场调查、检测、测绘的活动。

D. 对近现代文物建筑的形制、材质、做法、构造、环境、设施和功能、保存状态以及具体的损伤、病害、破坏、危害、变形等进行现场调查、检测、测绘、复核等活动。

25. 近现代文物建筑保护工程是（　）

A. 针对近现代文物建筑的损伤、病害、破坏、危害、变形及结构安全所采取的技术措施的实施，包括加固、新建等。

B. 针对近现代文物建筑的损伤、病害、破坏、危害、变形及结构安全所采取的技术措施的实施，包括修缮、新建等。

C. 针对近现代文物建筑的损伤、病害、破坏、危害、变形及结构安全所采取的技术措施的实施，包括迁建、新建等。

D. 针对近现代文物建筑的损伤、病害、破坏、危害、变形及结构安全所采取的技术措施的实施，包括加固、修缮、迁建、保养等。

26. 近现代文物建筑保护工程设计中，结构加固为（　）

A. 通过对文物建筑结构的排除建筑危险，满足正常使用状态下结构安全和使用功能，有效延长建、构筑物保存寿命的措施。

B. 通过对文物建筑结构的修复和补强，排除建筑危险，满足正常使用状态下结构安全和使用功能，有效延长建、构筑物保存寿命的措施。

C. 通过对文物建筑结构的修复和补强，满足正常使用状态下结构安全和使用功能，有效延长建、构筑物保存寿命的措施。

D. 通过对文物建筑结构的修复和补强，排除建筑危险，有效延长建、构筑物保存寿命的措施。

27. 岩土工程是（　）

A．土木工程的一个分支，以工程地质学、岩石力学、土力学与基础工程为理论基础，涉及岩石和土的利用、整治和改造的一门科学技术。

B．土木工程的一个分支，以工程地质学、岩石力学、建筑学与基础工程为理论基础，涉及岩石和土的利用、整治和改造的一门科学技术。

C．土木工程的一个分支，以工程地质学、岩石力学、土力学与基础工程为理论基础，涉及岩石和混凝土的利用、整治和改造的一门科学技术。

D．土木工程的一个分支，以工程地质学、岩石力学、土力学与基础工程为理论基础，涉及岩石和土的利用的一门科学技术。

28. 近现代文物建筑保护工程设计基本程序是（　　）

A．基本程序为历史调研→专项检测及评估（如必要）→现状勘察→编写现状勘察报告→方案设计→编制方案设计概算→根据文物行政部门的审批意见修改完善方案设计→施工图设计→施工图预算。

B．基本程序为历史调研→现状勘察→专项检测及评估（如必要）→编写现状勘察报告→方案设计→根据文物行政部门的审批意见修改完善方案设计→施工图设计→施工图预算。

C．基本程序为历史调研→现状勘察→专项检测及评估（如必要）→编写现状勘察报告→方案设计→编制方案设计概算→根据文物行政部门的审批意见修改完善方案设计→施工图设计→施工图预算。

D．基本程序为历史调研→现状勘察→专项检测及评估（如必要）→编写现状勘察报告→方案设计→编制方案设计概算→根据文物行政部门的审批意见修改完善方案设计→施工图设计。

29.近现代文物建筑保护工程设计中，现状勘察文件一般应包括(　)

A．现状勘察报告、现状实测图纸、现状照片、历史照片、历史设计文件等相关资料。

B．历史研究、现状勘察报告、现状实测图纸、现状照片、历史照片、历史设计文件等相关资料。

C．历史研究、现状勘察报告、现状实测图纸、现状照片历史设计文件等相关资料。

D．历史研究、现状勘察报告、现状照片、历史照片、历史设计文件等相关资料。

30.近现代文物建筑保护工程设计中，现状勘察文件必要时应包括(　)

A．结构检测鉴定报告、可靠性鉴定报告、岩土工程勘察报告、材料分析报告

B．手绘草图

C．三维激光扫描图

D．结构计算

31.近现代文物建筑保护工程设计中，结构检测鉴定、可靠性鉴定、岩土工程勘察、材料分析等报告由(　)完成，作为设计文件的附件提交。

A．设计师

B．结构工程师

C．专业单位

D．甲方

32.近现代文物建筑保护工程设计中，设计文件专业组成为（　　）

A．建筑专业、电气专业、暖通专业、给排水专业及其他相关专业

B．建筑专业、结构专业、暖通专业、给排水专业及其他相关专业

C．建筑专业、结构专业、电气专业、给排水专业及其他相关专业

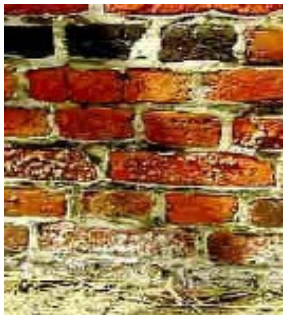
D．建筑专业、结构专业、电气专业、暖通专业、给排水专业及其他相关专业

33．下列建筑的外墙残损最能体现出沉降破坏的典型特点的是（　　）。

A． 

B． 

C． 

D． 

34．根据《近现代历史建筑结构安全性评估导则》，近现代重要史迹及代表性建筑上部结构构件安全性评估中钢结构的检测勘察应包括钢结构的（　　）。

A．构件外观；强度；变形；锈蚀；构造和支撑

B．外观质量；材料强度等级；裂缝；构造；钢筋锈蚀

C．构件外观；材料强度等级；变形；钢筋锈胀；构造

D．外观质量；强度；裂缝；构造和支撑；锈蚀

35．近现代文物建筑金属材料腐蚀的环境因素主要有（　　）。

A．空气湿度、气温和露点、酸雨、有害气体

B．空气湿度、空气中的有害气体、气温和露点、酸雨

C．空气湿度、气温和露点、酸雨、海风

D．空气湿度、气温和露点、其他气候条件、空气中的有害气体和杂质

36．针对近现代革命旧址类型的文物保护单位的保护，下列表述中错误的是（　　）。

A．作为重大历史事件的发生地，革命旧址的保护应关注地形、地貌、构筑物、植物等具有标识性的环境特征的保护

B．必须严格遵循文物保护的基本原则，不能因追求风格、式样的一致或建筑外观的庄严雄伟而进行不必要的改建、扩建

C．在文物保护规划、维修方案中应充分考虑今后的旅游发展，尽量增加游客容量

D．维修方案应采用对原有建筑及结构特征干扰最小的加固措施，增加的加固措施应当可以识别

37．近现代建筑，工业遗产的保护应突出考虑原有材料的基本特征，尽可能采用不改变原有建筑及结构的加固措施。增加的加固措施（　　）。

A．应该尽可能保持原样　　B．应当可逆

C．应该保持原样　　D．应当可以识别并尽可能可逆

38．某革命旧址情况如下：旧址始建于清代，1940 年代作为重要抗战指挥部使用，抗战期间根据功能需要对室内格局进行了调整，旧址整体保存较好，东立面留有抗战时期标语，南立面有弹孔及炮击损伤留下的裂痕，局部屋面在 80 年代初由原来的小青瓦改为防水性能较好的釉面瓦。针对该旧址的保护，下列措施正确的是（　　）。

A．根据史料，将室内恢复至清代初建时期格局

B．针对东立面标语，优先采用“揭取并移至博物馆保护”的方式

C．保留南立面的弹孔痕迹及炮击损伤裂痕，同时在墙体内侧使用支护、拉结等方式保证墙体稳定

D．使用小青瓦替换 80 年代初新增的釉面瓦

39．历史建筑的清洁法中有敷贴法。敷贴法是（　　）清洁方法。

A．物理　　B．化学

C．物理和化学结合　　D．生物

40．非钢筋混凝土柱的加固方法是（　　）。

A．涂抹渗透型防护材料　　B．粘贴碳纤维加固

C．聚合物矿浆修复　　D．使用铸铁加固

二、多项选择题

41．近现代建筑中砖的黏合剂类型丰富，有（　　）。

A．黏土　　B．灰土

C．纯石灰膏　　D．石灰灰浆

E．面粉

42．近现代建筑屋面瓦按照材质常用的有（　　）。

A．烧结黏土瓦　　B．琉璃瓦

C．水泥瓦　　D．铁皮瓦

E．石棉瓦

43．花岗岩的物理性能为（　　）。

A．强度高　　B．耐损性

C．易加工　　D．可制作成磨光面、毛面等效果

E．孔隙度低，吸水率低

44．近现代建筑使用砖的类型非常丰富。按颜色分有（　　）。

A．红砖　　B．青砖

C．橙色砖　　D．灰色砖

E．黑色砖

45．近现代建筑主要样式有（　　）。

A．西洋古典式　　B．西北乡土样式

C．新民族形式　　D．西方现代式

E．新民居样式

46．中国近现代建筑使用的主要石材类型为（　　）。

A．花岗石　　B．大理石

C．红砂岩　　D．青田玉石

E．青石

47．普通混凝土是由（　　）制成的。

A．水泥　　B．砂

C．石　　D．水

E．黄土

48．早期的外墙粉刷是平整的，19 世纪末至 20 世纪初出现了粗面的饰面，如常见做法有（　　）。

A．灰板条　　B．干粘石

C．卵石面　　D．水刷面

E．拉毛

49．导致遗产材料病害的化学因素主要有（　　）。

A．有害气体　　B．自然老化

C．酸　　D．碱

E．水与水溶盐

50．木材的微生物病害包括（　　）。

A．木腐菌　　B．霉菌

C．变色菌　　D．细菌

E．有机物

近现代重要史迹及代表性建筑（工程师）参考答案

01 B	02 A	03 A	04 B	05 B
06 B	07 B	08 A	09 C	10 C
11 D	12 B	13 D	14 C	15 D
16 B	17 D	18 C	19 C	20 B
21 D	22 C	23 C	24 D	25 D
26 B	27 A	28 C	29 B	30A
31 C	32 D	33 C	34 A	35 D
36 C	37 D	38C	39 C	40 D
41 ABCD	42 ABCD	43 ABDE	44 ABCD	45 ACD
46 ABCE	47 ABCD	48 BCDE	49 ACDE	50 ABCD

近现代重要史迹及代表性建筑（设计师）样题

一、单项选择题

1.（　　）年签订了《南京条约》。

A. 1842　　B. 1840

C. 1845　　D. 1854

2. 砖石砌体作为建筑的爱力构件，主要承受（　　）。

A. 水平压力　　B. 水平拉力

C. 垂直压力　　D. 垂直拉力

3. 建设部 2004 年发布《关于加强对城市优秀近现代建筑规划保护的指导意见》所列“城市优秀近现代建筑”在上海称为（　　）。

A. 优秀历史建筑　　B. 历史风貌建筑

C. 历史建筑　　D. 文物建筑

4. 近代长春属于哪一类型城市（　　）。

A. 自主型　　B. 半殖民型

C. 殖民型　　D. 现代型

5. 建设部 2004 年发布《关于加强对城市优秀近现代建筑规划保护的指导意见》所列“城市优秀近现代建筑”在天津称为（　　）。

A. 优秀历史建筑　　B. 历史风貌建筑

C. 历史建筑　　D. 文物建筑

6. 近代租界往往设置工部局，工部局类似于（　　）。

A. 市政府　　B. 警察局

C. 工业局　　D. 工商局

7.（　　）年袁世凯主持了天津河北新市区规划。

A. 1903　　B. 1911

C. 1898　　D. 1900

8. 按年代可以分为古砖和现代砖，古砖是指最迟制作于（　　）的黏土砖。

A. 1911 年　　B. 1840 年

C. 1912 年　　D. 1949 年

9. 砖块烧制作直接出窑的为（　　）。

A. 红砖　　B. 青砖

C. 灰砖　　D. 黑砖

10. 砖块烧制进行“窖水”后再出窑的为（　　）。

A. 红砖　　B. 青砖

C. 灰砖　　D. 黑砖

11．耐火砖是特殊的（　　）。

A．黏土砖　　B．非黏土砖

C．水泥砖　　D．石灰砖

12．碳酸盐类的青石如石灰石吸水率为（　　）。

A．0.5%～5%　　B．5%～10%

C．10%～20%　　D．20%～30%

13．钢筋混凝土框架结构成为上海等地重要代表性建筑的主要结构形式之一的时间是（　　）。

A．1889 年　　B．1909 年

C．1912 年　　D．1840 年

14．近代建筑混凝土采用的水泥颜色与现代硅酸盐水泥颜色有较大差别，属暖色调，下列非近代建筑混凝土水泥色彩的是（　　）。

A．黄白　　B．灰黄

C．粉红　　D．灰白

15．近代建筑木构件的适应性加固方法中，木檩条的修缮加固不适用方法是（　　）。

A．更换构件法　　B．增大截面法

C．增设随檩枋法　　D．环氧树脂涂刷法

16．经过煅烧加工的天然无机材料有气硬性材料和水硬性材料等两大类，下列材料哪种不属于天然无机材料（　　）。

A．气硬性石灰　　B．石青

D．水硬性石灰　　D．硅酸盐水泥

17．近代砖木小住宅的阳台栏杆形式不常见的有（　　）。

A．金属铁艺　　B．瓷瓶

C．木栏杆　　D．水泥栏杆

18．近代砖木小住宅体系的建筑中，室内地面做法主要分为有架空防潮层和无架空防潮层两种做法。不属于架空防潮层施工工艺的是（　　）。

A．地垄墙下浇筑钢筋混凝土基础

B．砌筑青砖地垄墙

C．地垄墙上铺设木龙骨

D．木龙骨上铺设木板材

19．近代砖木小住宅中使用以木材以及瓦为主要材料的坡层面，下列近代砖木小住宅建筑坡屋面施工工艺错误的是（　　）。

A．木檩条上承托木屋面板

B．木屋面板上铺设改性沥青防水材料

C．防水层上钉顺水条和挂瓦条

D．挂瓦条上铺设机平瓦

20．下列近代建筑大跨度木屋架木杆件裂缝修缮处理方法，不正确的是（　　）。

A．裂缝较轻微，可采用铁箍直接加固

B．裂缝较宽时，应考虑在嵌补的同时加设铁箍

C．裂缝较长且糟朽不是很严重时，可在裂缝内浇注环氧树脂

D．裂缝深度达 1/4 时，可考虑更换构件

21．关于近代建筑排除结构险情，下列说法不正确的是（　　）。

A．尽量保留原构件

B．可以替换不超过 50%的原有构件

C．具有特殊价值的传统工艺和材料必须保留

D．经过严格的评估与实验，可以适当采用新技术与新材料

22．关于现状整修抢险加固工程的做法中，下列不正确的是（　　）。

A．在不挠动整体结构的前提下，将歪闪、坍塌、错乱的构件恢复到原来状态

B．在恢复原来安全稳定的状态时，可以修补和少量添配残损缺失构件，但不得大量更换旧构件

C．整修应优先采用传统技术与材料

D．尽可能恢复最近状态的遗存

23．关于现状整修和重点修复工程的目的，下列说法不正确的是（　　）。

A．排除险情　　B．修补损伤构件

C．恢复文物现状　　D．展示外观效果

24．近代时期从西方引进的新材料，不包括以下哪一种（　　）。

A．钢　　B．铸铁

C．水泥　　D．红砖

25．在近代建筑城市层面的保护中，不正确的表述是（　　）。

A．点　　B．线

C．面　　D．体

26．关于近代历史街道的保护，下列哪种不在保护之列（　　）。

A．街道格局　　B．街道尺度

C．街道断面　　D．街道下方的市政管网

27．关于历史街道两边新建筑的规划设计，下列不正确的表述是（　　）。

A．控制体量　　B．控制色彩与造型

C．控制立面材料的使用　　D．控制建筑退让距离

28．近代文物的迁建工程需遵循以下原则（　　）。

A．特别重要的公共工程建设需要

B．由于环境的变化或其它原因无法在原地保护

C．文物建设本身具备可迁移的条件

D．特殊景观环境塑造的需要

29．下列哪种不是影响建筑环境质量的主要因素（　　）。

A．风暴、洪水、地震等

B．周边建设活动

C．不协调建构筑物遮挡等

D．非机动车停放

30．由于特殊原因，如旧区改造、道路扩宽等，某些近现代建筑需平移，下列不正确的程序是（　　）。

A．将建筑物在某水平面切断

B．建筑本体与基础分离成一个可搬运的物体

C．安装行走装置，施加外部动力将建筑移走

D．用汽车吊，整体吊装就位

31．关于文物的保护性设施，正确的表述是（　　）。

A．要求坚固性和永久性

B．文物保护和保护设施同等重要

C．造型和结构尽量与文物本体结构一致

D．在必要的情况下，可以拆除

32．下列哪些是由变质作用形成的青石（　　）。

A．绿泥石岩、片岩、片麻岩　　B．绿泥石岩、片磨石、页岩

C．绿泥石岩、石灰岩、片岩　　D．绿泥石岩、砂岩、片岩

33．近代文物建筑修缮与利用，要做充分的前期研究，但不必包括（　　）。

A．建筑历史调查与研究　　B．建筑现状调查与评估

C．系统的价值评估　　D．经济效益分析与评估

34．近代时期的城市中，下列哪一个城市不属于半殖民性质的租借地城市？

A．大连　　B．武汉

C．青岛　　D．哈尔滨

35．花岗岩是使用广泛的建筑石材之一，其吸水率很低。下列表述正确的是（　　）。

A．小于 1%　　B．小于 2%

C．小于 3%　　D．小于 4%

36．关于硅酸盐类青石，下列正确的描述是（　　）。

A．质地坚硬、强度低、孔隙率极低　　B．质地坚硬、强度高、孔隙率极低

C．质地坚硬、强度高、孔隙率高　　D．质地坚硬、强度低、孔隙率高

37．硅酸盐质地的青石，含有大量的片状矿物质，作为建筑材料长期暴露在大气中会引起下列问题：（　　）。

A．风化后呈片状，强度降低起泡，冻融和温差导致开裂，起皮

B．不易风化，强度高，能很好的抗冻融

C．易风化，引起吸水率升高，导致强度降低

D．上述表述均不正确

38．大理石是由比较纯净结晶的方解石或白云石组成变质岩。关于其特性，相对比砂岩正确的描述是（　　）。

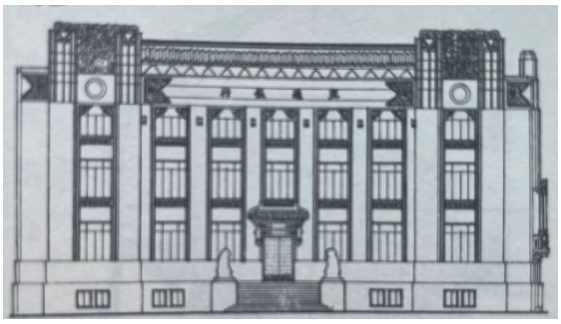
A．比较致密、孔隙率低、吸水率低、强度偏低

B．比较疏松、孔隙率高、吸水率高、强度大

C．比较致密、孔隙率高、吸水率低、强度大

D．比较致密、孔隙率低、吸水率低、强度大

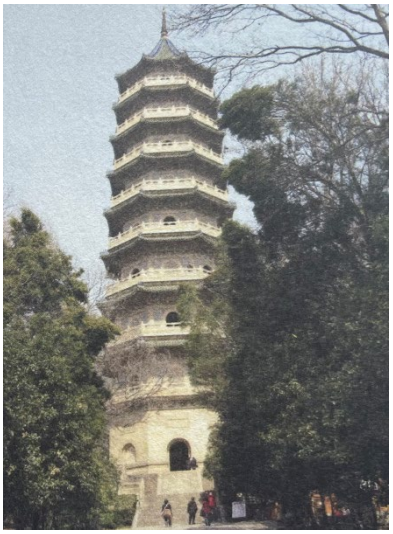
39．如图所示近代建筑属于哪种形式（　　）。



A．西方古典样式　　B．新民族形式

C．西方现代样式　　D．中国古典样式

40．如图：建于 20 世纪 20 年代的纪念塔，其结构形式是（　　）。



A．钢筋混凝土结构　　B．砖结构

C．钢结构　　D．木结构

二、多项选择题

41．近现代建筑中砖的黏合剂类型丰富，有（　　）。

A．黏土　　B．灰土

C．纯石灰膏　　D．石灰灰浆

E．面粉

42．近现代建筑屋面瓦按照材质常用的有（　　）。

A．烧结黏土瓦　　B．琉璃瓦

C．水泥瓦　　D．铁皮瓦

E．石棉瓦

43．花岗岩的物理性能为（　　）。

A．强度高　　B．耐损性

C．易加工　　D．可制作成磨光面、毛面等效果

E．孔隙度低，吸水率低

44．近现代建筑使用的砖的类型非常丰富。按颜色分有（　　）。

A．红砖　　B．青砖

C．橙色砖　　D．灰色砖

E．黑色砖

45．近代建筑材料类型与现代建筑采用的材料的区别是（　　）。

A．地域性　　B．全球性

C．加工与精细加工相结合　　D．时代性

E．多样性

46．中国近现代建筑使用的主要石材类型为（　　）。

A．花岗石　　B．大理石

C．红砂岩　　D．青田玉石

E．青石

47．普通混凝土是由（　　）制成的。

A．水泥　　B．砂

C．石　　D．水

E．黄土

48．早期的外墙粉刷是平整的，19 世纪末至 20 世纪初出现了粗面的饰面，如常见做法有（　　）。

A．灰板条　　B．干粘石

C．卵石面　　D．水刷面

E．拉毛

49．导致遗产材料病害的化学因素主要有（　　）。

A．有害气体　　B．自然老化

C．酸　　D．碱

E．水与水溶盐

50．木材的微生物病害包括（　　）。

A．木腐菌　　B．霉菌

C．变色菌　　D．细菌

E．有机物

近现代重要史迹及代表性建筑（设计师）参考答案

01 A	02 C	03 A	04 C	05 B
06 A	07 A	08 A	09 A	10 B
11 A	12 A	13 B	14 D	15 D
16 D	17 B	18 A	19 B	20 D
21 B	22 D	23 D	24 D	25 D
26 D	27 C	28 D	29 D	30 D
31 D	32 A	33 D	34 B	35 A
36 B	37 A	38 A	39 B	40 A
41 ABCD	42 ABCD	43 ABDE	44 ABCD	45 ABCD
46 ABCE	47 ABCD	48 BCDE	49 ACDE	50 ABCD