《文物保护工程专业人员学习资料》 古文化遗址古墓葬

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	古遗址与古墓葬基本知识
	1.1 古遗址
	1.1.1 古遗址的分类
	1.1.2 聚落遗址
	1.1.3 城址
	1.1.4 交通与水利遗址
	1.1.5 军事遗址
	1.1.6 手工业遗址
	1.1.7 祭祀宗教遗址
	1.2 古墓葬
	1.2.1 古墓葬的分类
	1.2.2 帝王陵墓
	1.2.3 土石圹墓
	1.2.4 土墩墓
	1.2.5 砖石构墓
	1.2.6 壁画墓
	1.2.7 其他
2	古遗址与古墓葬的考古调查、勘探与发掘
	2.1 古遗址与古墓葬的考古调查与发掘
	2.1 百處址与百塞幹的写百峒重与及畑
	2.3 考古勘探
	2. 3. 1 采样
	2. 3. 2 记录
	2. 4 考古发掘
	2. 4. 1 准备工作
	2. 4. 2 基本原则
	2.5 古遗址的考古发掘
	2.6 古墓葬的考古发掘
	2. 6. 1 采样
	2.6.2 记录2
	2.7 发掘现场文物保护
	2.7.1 考古资料整理与刊布
3	古遗址古墓葬病害与调查24
J	
	3.1 古遗址古墓葬病害类型
	3.1.1 缺失
	3.1.2 掏蚀
	3.1.3 灰缝缺失
	3.1.4 开裂
	3.1.5 变形

	3.1.6 剥落		. 31
	3.1.7 水害		. 34
	3.1.8 风蚀		. 38
	3.1.9 表层病害		. 39
	3.1.10 生物病害		. 43
	3.1.11 人为作用		. 46
	3.2 古遗址古墓葬破坏的主要影响因素		. 50
	3.2.1 材料特性及建造工艺		. 52
	3.2.2 水作用		. 55
	3.2.3 荷载影响		. 62
	3.2.4 地下水影响		. 63
	3.2.5 风力作用		. 63
	3.2.6 环境影响		. 66
	3.2.7 可溶盐作用		. 70
	3.2.8 生物作用		. 71
	3.2.9 局部地貌的影响		. 73
	3.2.10 自然灾害(地震)影响		
	3.2.11 人为作用		
	3.2.12 小结		
	3.3 古遗址古墓葬勘察		
	3.3.1 现状勘察		
	3.3.2 现状测绘		
	3.3.3 现状测绘的图纸内容		
	3.3.4. 现状测绘的方法和原则	• • •	. 80
4	古遗址古墓葬保护		. 82
	4.1 古遗址古墓葬现状评估		. 82
	4.1.1 遗址整体结构安全性评估		
	4.1.2 遗址局部变形评估		
	4.1.3 表面病害分析及评估		
	4.1.4 材料保存现状评估		. 88
	4.1.5 现场保存条件评估		. 91
	4.1.6 保护利用可行性		. 92
	4.2 遗址本体保护		. 93
	4.2.1 发掘后的回填保护		. 93
	4.2.2 发掘后的露明保护		. 98
	4.3 遗址保护修复技术		108
	4.3.1 土遗址的保护加固技术		108
	4.3.2 砖石砌体的维修		118
	4.3.3 墓室砖石拱圈维修加固		125
	4.3.4 遗址及墓葬壁画的保护修复		129
	4.3.5 遗址中木质构件的保护修复		129
	4.4 保护加固材料的检测与试验		134
	4.4.1 保护加固材料检测的原则和基本要求		134
	4.4.2 保护加固材料室内检测与试验		137

	4.4.3 保护材料基本性能现场检测试验	. 145
5	古遗址保护管理相关工作	. 151
	5.1 古遗址古墓葬的监测任务	. 151
	5.1.1 古遗址古墓葬监测工作的主要内容及其技术要点	. 151
	5. 1. 2 古遗址古墓葬监测方法及其指标	
	5.2 遗址保护相关工程	
	5. 2. 1 围护与覆罩保护	
	5.2.2 遗址周边环境整治	. 175
	5.2.3 古遗址古墓葬展示	. 177
	5.2.4 古墓葬古遗址的三防工程	. 184
6	遗址古墓葬保护工程勘察设计文件编制	. 189
	6.1 古遗址古墓葬保护工程勘察设计文件编制方法及类型	. 189
	6.1.1 工程设计的类型	
	6.1.2 保护工程实施过程中设计文件的调整和变更	
	6.2 古遗址古墓葬保护设计工程勘察设计文件的技术要求	
	6.2.1 保护工程勘察报告文本	
	6. 2. 2 保护工程勘察现状图纸绘制	
	6.2.3 保护工程设计文件编写	. 197
	6.2.4 保护工程设计图纸绘制	. 206
	6.3 古遗址古墓葬保护工程概算、预算	. 207
	6.3.1 预算编制依据及原则	. 207
	6.3.2 保护工程估算编制方法	. 209
	6.3.3 保护工程概预算编制方法	. 210
7	古遗址古墓葬保护工程实施	. 211
	7.1 保护工程实施原则	. 211
	7.1.1 保护工程的目的和指导思想	
	7.1.2 工程实施的主要原则	
	7.2 项目现场准备阶段组织与安全管理	. 214
	7.2.1 组建项目部一项目现场组织机构	. 214
	7.2.2 现场复核与设计交底	
	7.2.3 施工组织设计基本要求	. 219
	7.2.4 开工条件	. 222
	7.3 项目现场实施阶段	. 225
	7.3.1 风景名胜区规划法规依据	. 225
	7.3.2 设计变更和工程洽商	. 230
	7.3.3 例会制度	. 231
	7.3.4 安全管理	. 231
	7.3.4 材料管理	. 233
	7.3.5 进度管理	. 234
	7.3.6 造价管理	. 234
	7.3.7 资料管理	. 235
	7.4 竣工验收、保养与资料管理	. 235

7.4.1 竣工验收	235
7.4.2 保修阶段	237
7.4.3 资料和档案	238
7.5 遗址保护专项施工技术要求	239
7.5.1 修缮工程技术措施要求	240
7.5.2 夯土工程一般技术要求	241
7.5.3 砖石砌体加固修复一般方法	245
7.5.4 缝隙灌浆技术	246
7.5.5 现场试验与取样规程	248
7.6 保护工程档案与竣工验收	252
7.6.1 工程档案的价值与意义	252
7.6.2 工程档案的现场记录	253
7.6.3 工程档案的整理	254
7.6.4 竣工验收一般流程	255
7.6.5 竣工验收报告的编写	257
古文化遗址古墓葬(工程师)样题	266
古文化遗址古墓葬(工程师)参考答案	271
古文化遗址古墓葬(设计师)样题	272
古文化遗址古墓葬(设计师)参考答案	277

1 古遗址与古墓葬基本知识

1.1 古遗址

遗址,指古人在居住、生产、活动过程中形成的,具有一定空间分布的遗迹、遗物和所在自然的集合。

1.1.1 古遗址的分类

根据性质的不同,遗址一般可分为洞穴遗址、聚落或村落遗址、古城遗址、宫殿遗址、手工业遗址、矿冶遗址、道路桥梁遗址、古战场遗址等等类别。

1.1.2 聚落遗址

聚落,指古代某一人群在一定空间内稳定延续了一定时间开展生产、生活及其他活动所留遗存的总和。狭义的聚落指一般村落,广义的聚落包括城市和村落。

1.1.3 城址

城是人类社会发展到一定阶段后出现的高级聚落形态。城是城、乡二元对立 的体现,外围的城墙或壕沟是城的重要标志,丰富的内含和复杂的社会关系是城 与一般聚落的区别所在。中国古代城市的政治、军事意义远大于经济意义。

城址,分都城和一般城邑。都城,是历史发展到特定社会阶段的产物。中国 古代都城是国家(邦国、王国、帝国)或王朝在形成和存在期间的政治统治中心、 经济管理中心、文化礼仪活动中心和军事指挥中心。一般城邑,包括早期方国城、 历史时期郡、县级城和军事据点等,通常情况下一般城邑的规模均小于当时都城。

主体已埋于地下的古城,其地表以上残存的城墙和建筑基址已失去主体结构和原有功能,与埋藏在地下的古城内宫殿衙署、寺庙宗祠、民居作坊等建筑,道路广场、水道水井、仓储等相关设施,统称为建筑遗址。

1.1.4 交通与水利遗址

交通遗址,是古人在交流和来往过程中人工构筑或改造自然而形成的,包括 驿站、仓储等在内的陆路交通,运河、码头、航道、沉船等在内的水路交通,沟 通水陆的桥梁遗存等各类遗存的总和。

水利遗址,是古人在生产生活过程中利用水资源、防止水患而形成的工程遗存,包括漕渠运河、池陂塘堰及城市或大型建筑的给排水系统。

两类遗存有部分重合,如运河既属交通遗址,又属水利遗址。

1.1.5 军事遗址

军事遗址,是古人为军事目的而修筑的包括长城、关隘、烽燧、城堡、障塞等各类设施的总和。古战场、军人墓地等遗存亦可归入军事遗址。某些如秦直道、 汉昆明池、边疆县城等为军事目的兴修的工程遗存具多重属性。

长城是一类特殊的军事遗址,据保存情况可分两种:一,保存较好可作为古 代防御系统和古建筑代表的长城,如北京八达岭、居庸关、嘉峪关、山海关等地 长城;二,失去主体结构或丧失功能的长城,如战国长城、秦汉长城及大部分明 清长城,均为长城遗址。

1.1.6 手工业遗址

手工业遗址,是古人开展一定规模非农业生产活动后形成的各类遗存的总和。以产品不同,可分为玉石器生产遗址、陶瓷器生产遗址、金属冶铸遗址、骨器生产遗址、造纸遗址、酿酒遗址等等。据生产场所所有者的差异,一般分为官营和私营两种。

1.1.7 祭祀宗教遗址

祭祀宗教遗址,是古人为满足特定思想意识而建设的各类遗存的总和,包括对天地山川祖先祭祀的祭祀坑、坛庙、封禅遗址,都城的社稷、圜丘等郊祀遗址,各地的诸宗教建筑遗址等等。

1.2 古墓葬

墓葬,是人类对死者尸体或尸体残余按一定方式埋藏的特定场所。

墓葬,一般由地上、地下两部分组成。高等级墓葬的地上部分多有一定规模的封土(或坟丘)和陵园(墓园)建筑。如黄帝陵、明清帝王陵、孔林等建筑格局和建筑物保存较完整的墓葬,一般纳入古建筑加以保护。墓园建筑消失或倒塌时归入古遗址加以保护。

墓葬的主体位于地下,一般由墓室、棺椁及其周边土石环境组成。墓室通常 开挖(凿)于自然土石之中,历史时期存在用砖、石、木等材料构筑墓室的情况。

因自然或人为原因在地表无存,经考古工作确定的古代墓葬群,也可称墓葬遗址。

墓葬群,连续埋藏、成片分布的墓葬组成墓葬群。

1.2.1 古墓葬的分类

按墓主阶层不同,一般分帝王陵、高等级贵族墓、中下级墓葬等;按建构方式差异,一般分竖穴墓、横室墓、悬棺葬等;按构筑材料差异,一般分土石圹墓、土墩墓、砖石室墓、崖洞墓等;按墓壁装饰差异,一般为壁画墓、画像砖石墓等;按葬具差异,一般分木棺葬、石棺葬、瓮棺葬等。 此外还有居室葬、灰坑葬、奠基葬、火葬等墓葬形式。

1.2.2 帝王陵墓

帝王陵墓,是埋葬古代帝王等最高统治者的超大型墓葬。帝陵一般以天子陵 为中心,在周围筑一重或多重陵垣,垣内外多分布祭祀坑、礼制建筑、陪葬墓、 园寺吏舍、神道等组成单元,共同组成帝陵陵园系统。秦和多数西汉帝陵之旁设 陵邑。

战国以前王陵多竖穴土坑墓,多无封土等标志;战国开始王陵封土大量增加。战国中山王陵兆域图铜版是古代陵园规划的重要遗物。秦始皇陵是最大规模的古代帝陵。西汉帝陵帝、后异穴合葬,东汉之后多同穴合葬;南朝以降帝陵神道石像生成为陵园形象的重要组成。唐代帝陵多因山为陵;明清帝陵多将各陵就近成组布局。

1.2.3 土石圹墓

土石圹墓,是指由地面向下开挖墓室,在其内埋置墓主及随葬品的墓葬形式。 土石圹墓的墓室形状以长方形为主,多数无墓道;少数土石圹墓拥有一条或 多条墓道后,与墓室共同形成"甲"字形、"中"字形或"亚"字形的平面,体 现出墓主不同的社会等级。较大规格土石圹墓中,多在用木材构建木椁放置棺木 和陪葬品后形成木椁墓。由地面向下开挖墓道后,在墓道某端开挖(凿)洞形墓 室,用来放置墓主及随葬品的墓葬形式,一般称土石洞墓。

1.2.4 土墩墓

土墩墓,是由地表向上在堆筑土墩过程中陆续埋置墓主和陪葬品的墓葬形式。其主要流行于新石器时代良渚文化到汉代的地下水位较高的长江中下游地区,在向北至山东,向南至福建、广东、广西的空间内均有或多或少的发现。

1.2.5 砖石构墓

砖石构墓, 指用砖石为建材构筑墓室的砖室墓和石室墓。

砖室墓,指在土石坑内用人工生产的砖为建筑材料构筑墓室的墓葬形式。根据用砖差异,一般分砖室墓(又分空心砖、实心砖墓)、画像砖墓。空心砖墓流行于战国晚期至西汉,西汉中后期长方形小砖开始成为砖室墓的主要建材,到东汉成为主流。根据构筑墓室数量,可细分为单室墓、多室墓。从五代开始,仿木建筑结构的砖室墓数量逐渐增多。

画像砖墓,指墓壁镶嵌模印画像砖的砖室墓。其盛行于东汉,在魏晋南北朝之后逐渐衰落。广泛分布于甘肃、四川、河南、江苏等地。画像砖上图像多模印,有的加以彩绘,其题材有表现生产的播种、收割、酿酒、盐井、桑园、采莲,表现生活的讲学授经、杂技、乐舞、百戏、宴饮、庖厨、舂米、庭院建筑、车骑出巡等各种主题。

石室墓,指用规格不等的石材构筑墓室的墓葬形式。根据石材的大小和构筑 形式的差异,有石棚墓、大石墓、石棺墓、石板墓、画像石墓等多种形式。

石棚墓,主要分布在新石器时代晚期至铁器时代早期的辽东半岛一带,又称 石桌坟、支石墓等,通常在地面竖立多块石板后上盖一大石板构成墓室。

大石墓,主要分布在约春秋中期至西汉末年的四川安宁河流域。通常在地下 用天然巨石构筑狭长形墓室,以巨石覆盖为顶,碎石封门。该种墓内尚未发现葬 具,埋葬人骨可多至百余。

石板墓,指主要分布在新石器时代晚期并盛行于春秋战国时期的,以石板构筑墓底、墓壁并封顶的墓葬形式。

石棺墓,指主要分布在新石器时代至铁器时代早期广大空间内的,以石板或 石块构成石棺的墓葬形式。

画像石墓,指西汉出现并主要在东汉部分地区盛行的,以阴刻、浅浮雕、透雕等手法于石材上凿出生产生活、历史神话、祥瑞天象等内容,构成墓壁装饰的墓葬形式。

1.2.6 壁画墓

壁画墓,指在砖石构墓、土石洞墓的墓壁以彩绘形式进行装饰的墓葬形式。 其从西汉晚期出现后广泛分布于较大空间。墓壁绘制的题材有神话人文、日常生 产生活、天文星象、建筑人物、山水花鸟等各个方面。

1.2.7 其他

包括居室葬、崖墓、船棺葬、悬棺葬、瓮棺葬、灰坑葬等等墓葬形式。

居室葬,指人们在居住房屋地下埋葬死者的全部或部分尸体,形成生者与死者同处一屋的墓葬形式。居室葬是广泛分布于欧、亚、非大陆旧石器时代中期至新石器时代的一种人类最古老的墓葬形式,在我国北京山顶洞遗址、黑龙江省依兰楼肯哈达洞穴遗址、江西万年仙人洞遗址、广西桂林甑皮岩遗址、内蒙古多地的兴隆洼文化遗址都有发现。此外,如在青海民和喇家遗址、内蒙古察右前旗庙子沟遗址等等古人用废弃房屋埋葬死者形成的弃屋居室葬,与前种情况有别。

崖墓,指在山壁开凿墓室埋置墓主和随葬品的墓葬形制。其出现于西汉,盛 行于东汉至南北朝时期,较集中分布于今四川重庆等古代巴蜀地区,往往连片形成家族墓地。

船棺葬,指在竖穴土坑内以独木舟形式棺木做葬具的墓葬形式,流行于战国至西汉前期的今四川重庆等古代巴蜀地区。船棺规格不等,常用长5米、直径1米以上楠木制成,随葬品多为铜器、陶器,后有少量铁器、漆器。

悬棺葬,指在悬崖崖壁上以木梁承托放置木棺,或在悬崖崖洞、崖缝内放置木棺的墓葬形式。在江西贵溪仙岩、福建武夷山、重庆忠县卧马函、奉节夔峡、风箱峡、四川珙县麻塘坝螃蟹溪山崖等南方古代少数民族聚居区均发现过战国至秦汉之际悬棺葬。

瓮棺葬,指主要以瓮、罐、盆等陶容器,或以瓦、管道等建筑材料为葬具的 墓葬形式。瓮棺葬从新石器时代至汉代均有发现,以埋置未成年的婴幼儿为主, 也少量发现埋葬成人的情况,多数发现于房屋附近或道路及地面之下。

灰坑葬,指在灰坑内埋置死者的墓葬形式。此类葬中的死者尸骨多属非正常 死亡后被随意摆置,罕有随葬品。一般判断此类葬中死者的身份低微或为敌俘。

2 古遗址与古墓葬的考古调查、勘探与发掘

2.1 古遗址与古墓葬的考古调查与发掘

对于古遗址和古墓葬而言,考古调查(包括勘探)是了解其概况的主要途径, 考古发掘可以较为全面、彻底地揭示其内涵,考古报告等是相关考古工作的主要 成果形式。这些考古工作不仅可以提供保护工程所需的各种相关信息,而且随着 发掘现场文物保护日益受到重视,考古工作和保护工作互相渗透、关系愈发紧密。

考古调查确定包括古遗址和古墓葬在内的各类历史遗迹的方法,包括查阅文献记载和地名材料等,但主要还是通过实地的考古调查工作。地面踏查是目前最常见的调查方法,在需要了解遗址地表以下情况时可以采用钻探、物探等勘探手段,同时还需要进行采样和记录工作。在对地下遗存不干扰或最小干扰的前提下,如何获取更多的有效信息,是考古调查方法建立和发展中的核心问题。

2.2 考古调查

考古调查是指在基本不破坏遗址现状的情况下,通过对遗址表面的实地踏查或勘查,发现和获取古代遗存资料的科学行为。」通过调查发现和确认遗址,是获取考古学研究资料的起点,也是考古学所有研究的起点。

考古调查主要包括普遍调查和专题调查两种工作方式。

普遍调查通常由各级政府的文物管理部门组织实施,目的是摸清一个行政区划内的文物资源,为古遗址、古墓葬等建立文物档案,为开展保护、管理、利用等工作提供依据,其特点是调查范围包括不同时代的所有遗存。²

专题调查,也称学术调查、重点调查等,指出于特定学术课题的需要,对特定范围或性质的遗存进行调查。根据中国近些年的考古实践,专题调查主要有针对文化谱系、区域聚落、大型遗址(群)、古代建筑(群)、环境及生业经济等方面开展的调查。³专题调查的范围多不受行政区划限制,常以流域、盆地之类的自然地理单元划定调查区域;对调查对象往往有年代、类型等方面的限定,而不是将各类遗址一网打尽;为了获得学术研究所需的特

¹栾丰实主编:《考古学概论》,高等教育出版社,2015年,第79页。

² 1949 年以来,全国范围的不可移动文物普查共开展过三次:第一次在 20 世纪五十年代;第二次在 20 世纪八十年代,主要成果被编写成《中国文物地图集》;第三次在 2007-2011 年间进行,历时约 5 年,共登记不可移动文物 766,722 处(不包括港澳台地区),其中新发现登记 536,001 处。

③ 栾丰实主编:《考古学概论》,高等教育出版社,2015 年,第 83 页。

定信息、资料、样本等,还需要在调查技术方法上做些特殊设计,等等。

考古调查开始前应进行充分的准备工作,具体包括:

- (1) 应对目标调查地区已有考古成果、历史文献、地图、遥感照片、航空照片,以及地质、水文、环境等相关资料进行收集和分析。
- (2)根据调查目的制订工作方案,包括规划调查区域、路线、对象、内容、技术方法等。
 - (3) 择调查时机,组建调查队伍,筹措调查设备物资。
- (4)考古调查的基本内容包括调查对象的位置、范围与面积、堆积状况、年代与文化面貌、环境、保存现状等。实地踏查应与利用自然科学技术手段(航空考古、遥感考古等)进行调查相结合。⁴

随着当代考古学日益重视考古资料的空间结构,考古调查因其具有"工作周期短,覆盖面大"等优点越来越受到重视,在工作内容和技术方法上逐渐发生了一些变化,其中最引人注目的是区域系统调查方法(Systematic regional survey)的完善和推广。20世纪40年代,维利(Willey)在秘鲁维鲁河谷进行了系统调查,成功复原了河谷内不同时期古代聚落数量和人口的变迁,以及这种变化背后的环境因素等,被奉为区域系统调查的经典之作。520世纪80年代以后,这种调查方法逐渐引入中国考古学界,6较有代表性的调查活动有中美联合开展的山东日照至临沂地区调查、内蒙古东南部赤峰地区的调查、中澳美学者进行的河南伊洛河流域调查、国家博物馆等单位开展的山西运城盆地和晋中地区的调查等。7

区域系统调查的理念就是按照统一的标准,将调查区内与研究目的相关的遗址资料全部收罗到手,以便开展一系列属性特征的空间结构方面的相关分析。为此,需要对调查区和调查路线做好规划,务必保证调查人员的观察遍及区域内每一个角落。因此,这种调查也被称为全覆盖式调查(Full

[&]quot;国家文物局: 《田野考古工作规程》第1页, 文物出版社 2009年。

⁵ 戈登·威利著;谢银玲等译:《聚落与历史重建:秘鲁维鲁河谷的史前聚落形态》,上海古籍出版社 2018年。

⁶ 李非、李水城、水涛: 《葫芦河流域的古文化与古环境》, 《考古》1993 年 9 期。

⁷ 中美两城地区联合考古队:《山东日照市两城地区的考古调查》,《考古》1997 年 4 期;赤峰中美联合考古研究项目:《内蒙古东部(赤峰)区域考古调查阶段性报告》,科学出版社 2003 年;中国国家博物馆田野考古研究中心等:《运城盆地东部聚落考古调查与研究》,文物出版社 2011 年;山西省考古研究所等:《滹沱河上游先秦遗存调查报告(一)》,科学出版社 2012 年;中国社会科学院考古研究所、中澳美伊洛河流域联合考古队等:《洛阳盆地中东部先秦时期遗址:1997-2007 年区域系统考古调查报告》,科学出版社 2019 年。

coverage survey)。其通常的做法是首先在地图上对目标调查区域进行规划,将其划分成等面积的网格,如 500 米×500 米,作为一个个调查区,分别给予编号。调查中标本的采集和各种观测现象的记录均以调查区为单位进行。调查时,还需注意保持一定的调查路线,如将调查队员等距排开,两人相隔的距离以保证调查者在行进中向两侧观察时不要遗漏中间地带为度。如果调查队员人数较少,也可把调查路线规划成"之"字形。这种形式的调查因此也被形象地称为"拉网式调查"。

因为经费、人员等方面的限制,在目标调查区域内进行抽样调查是一种可取的变通方法。常用的抽样方法有四种:随机抽样(Random sampling method)、系统抽样(Systematic sampling method)、分层抽样(Stratified sampling method)和聚群抽样(Cluster sampling method),应注意选择合适的抽样方法。如果遗址地表平坦,可考虑随机抽样或系统抽样;若地形起伏大,分若干单元,如平坦开阔的坡谷、陡坡和坡顶,可将不同地形分别作为相对独立的"分层",每个"分层"内进行随机或系统抽样;也可把一组自坡谷到坡顶的采集区作为一个"聚群",如此遗址就划分成若干"聚群",以"聚群"为单位进行抽样。⁸

2.3 考古勘探

考古勘探是考古调查的重要手段之一,常用方法有钻探、物探、化探等。钻探,也称铲探,是利用探铲取土样观察地下遗存的调查方法。它的优点是能直接深入地下取样观察,直观、准确地取得一定地点的文化堆积资料。它比发掘省工,破坏性小,能在短时间内了解较大面积的地下情况,适用于具体了解遗址堆积分布范围、厚度、大型建筑基址、大型墓葬和古城的形状和布局等,是目前通用的最基本的考古勘探方法。⁹

采用钻探手段进行考古勘探时,探孔应按照"错列"的方式布设,不宜过密。已局部暴露的城垣、夯土基址等遗迹应慎用钻探手段。墓葬的钻探一般以探到墓口为宜。无论是关键部位的钻探还是普遍钻探,每个探孔都应该编号并记录准确坐标位置,以及随深度的土层变化情况。

⁸ 科林·伦福儒、保罗·巴恩著;中国社会科学院考古研究所译:《考古学:理论、方法与实践》第 76、77页,文物出版社 2004 年。

⁹冯恩学: 《田野考古学》第 52-53 页, 吉林大学出版社 2008 年。

相对于有损的钻探手段,物探、化探等微损或无损勘探手段日益受到重视和提倡。

物探技术包括电磁波探测、电阻率探测、微重力探测、地震波探测等, 化探技术包括硅酸盐分析法、热释汞分析法等,¹⁰目前应用最广泛的是电磁 波探测和电阻率探测。前者又被称地下雷达探测,原理是向地下发射电磁脉 冲,地下结构不同,接收到的回波就非匀质的,通过判读这些回波信号,推 测地下埋藏的遗迹位置、形状等。这项技术的最新进展是可以按照不同水平 深度,分层处理回波信号,从而使考古学家了解遗址堆积的立体情况。电阻 率探测的原理和电磁波探测有些相似,不同的是向地下发射的不是电磁波, 而是通过一根电极输送电流。土壤疏密程度不同,含水量的变化等,会给电 流形成不同的电阻率,可通过另一根电极接收记录下来。无论电磁波还是电 阻率探测,都需要在遗址上分段进行,再由计算机将许多段落信息处理连接 成整个遗址的图形。

在实践中,中国考古学者针对特定遗址尤其是大型遗址,逐渐摸索出一套将区域调查与重点勘探相结合的详细勘察方法。20 世纪 80 年代末,北京大学考古系等单位联合对湖北天门石家河遗址群进行了约 4 个月的详细勘察,为整个遗址群测绘了 1/2000 的地形图,对遗址群内每个角落和每段暴露的断面都做了观察、记录和采集标本,在一些特殊地点还进行了钻探、大面积的断面清理观察和特别的采样。将所有这些情况以及已经有的局部发掘情况整合在遗址地形图上综合分析的结果,发现这是一处围绕着一座边长1100-1200 米的巨大城垣铺展开来的大型聚落群,城内存在不同的功能区划。对由城壕和城墙组成的城垣工程规模、建造技术、城外聚落散布状态等,也有了比较全面的了解。"类似的详细勘察方法已经应用到了河南偃师二里头、安阳殷墟、陕西周原、雍城、西汉帝陵和唐代帝陵等大型遗址上,均取得了重要收获。

2.3.1 采样

考古调查中通常需要采集一些遗物标本和样品,以便进行年代、文化特征、功能性质乃至聚落结构等方面的研究。常用的采集方式分地表和剖面两种:

[□] 冯恩学:《田野考古学》第 58-64 页,吉林大学出版社 2008 年。

¹¹ 赵辉:《石家河遗址群的田野调查方法》,《考古学研究(3)》第 52-56 页,文物出版社 1997 年。

1、地表采集

对遗址地表散落的遗物进行采集,具体又可以分为以下几种:

(1) 目标性采集

指基于某种明确目的,采集与之相关的标本。这是最简单、最常用的采集方法,例如传统调查中在地表捡拾那些个体较大、特征明显的遗物,如陶罐口沿、陶鬲足等。采集所获标本或缺乏精确的位置信息,或在采集位置上存在不可避免的随意性,通常只能回答遗址包括什么考古学文化、墓葬属于什么时代等定性问题。

(2) 抽样采集

可以分为随机抽样、系统或等距抽样、分层抽样以及聚群抽样等四种,道理和进行区域系统调查时的抽样相同。一般来说,前两种抽样方法适用平坦开阔和遗址分布较为均匀的区域,在地形起伏较大,遗址分布不均匀的地区,可选择后两种抽样方法。无论采用哪种抽样方式,要注意设定统一的采集标准,如只采集2厘米×2厘米以上的陶片,是否采集红烧土块等,以便日后的各采集区之间的数据分析在相同级别上进行。抽样采集在采集覆盖面上虽不如全面采集,但是通过把科学的抽样和抽样区域内的"全面采集"相结合,在采集工作量和所获资料代表性上达到了平衡,可以实现对遗址以及遗址间的定量研究。

(3) 全面采集

指按照某种方式如以面积相等的网格将遗址划分为彼此连续的采集小区,按照统一的大小、种类等标准,将遗址地表的遗物全部采集干净。这种采集的目标是获得最为完整的资料,但是即便付出巨大工作量完成了采集,所获资料也不可能明显优于抽样采集,更无法替代正式的考古发掘。

2、剖面采集

如果遗址上暴露有比较好的剖面,在分清堆积层次后,可分层收集表面暴露的遗物。层位上的上下叠压或打破,意味着年代前后早晚顺序。进一步比较各层采集的遗物,可获得有关遗址更细致准确的年代认识。把遗址各地点剖面分析的情况综合起来,还可在一定程度上推测复原各时段堆积在遗址上的分布情况。

3、特殊样本的采集

在调查过程中,出于某种特定目的,也许需要采集一些特殊样本,如测年样本、环境分析样本等。采集不同种类的样本时,注意其在采集技术、样本包装等方面的不同要求。

2.3.2 记录

上述调查、勘探和采集活动都需要进行详细的记录。记录形式主要有文字、测绘、影像等三种。

1、文字记录

主要包括:调查工作经过(调查日期、路线、人员等);遗址:遗址的相对方位和经纬度、地理环境和生态环境、保存现状、面积、微地貌特征等;文化堆积的情况:堆积范围和厚度、文化层划分、各层次土质土色及包含物的情况、各层次出土遗物的情况等;遗迹:类别、形态、尺寸、在遗址中的位置及编号等;遗物:采集方法和采集过程、采集位置及采集区编号、遗物在遗址上的分布情况、破碎程度、类别、数量、主要特征等;以及有关该遗址的历史记载、民间传说,近年遗址上有无大规模工程等。

2、测绘记录

主要包括:遗址方位图、地理环境图、遗址平面图、地层堆积剖面图、钻探柱状地层复原图、暴露出的遗迹平、剖面图、典型遗物图等。

3、影像记录

主要包括: 遗址的全景、地层剖面、遗迹或遗物暴露及分布情况等。

2.4 考古发掘

考古调查得来的资料在系统性和整体性方面存在极大不足,不能因之解决考 古学所关心的全部问题,必须通过发掘获得更系统、全面的资料,这是田野考古 发掘的基本任务。

为了获得准确、翔实的考古资料,考古学家需要在发掘现场对各种堆积现象 进行大量观察和分析,同时还包括对田野考古作业方法技术的揣摩。因此,发掘 现场同时也是研究的现场,是整个考古学研究的第一现场。

2.4.1 准备工作

考古发掘项目通常可以根据发掘原因分作两种。一种是出于某种明确的学术目的组队进行的发掘,一般称为"主动性发掘"或"主动发掘"。另一种是由于工程施工或其他原因导致遗址继续保护前景堪虞,不得不进行的发掘项目,叫作

"抢救性发掘""被动性发掘"或"被动发掘",其多半和工程建设有关,又称 "基本建设中的考古项目",甚至叫作"随工清理";又因由政府文物管理部门 的指令组织,也称"行政发掘"。

无论主动发掘还是被动发掘,都应当事先制定出周密的发掘计划。和田野调查一样,发掘的准备也包括了学术准备、发掘队伍组织及物资设备筹措等。

1、制定工作计划

首先需要选定拟发掘的遗址。在满足学术课题需求的前提下,应当尽量选择 那些保存现状不佳或者继续保存的前景不乐观的遗址。选定遗址之后,需要制定 出一个合理可行的发掘计划。当遗址的发掘需持续多年时,还需要编制年度计划。 在制定工作计划时要综合考虑发掘面积、人员、财力、物力、时间等因素。

2、发掘项目的申请报批

根据《中华人民共和国文物保护法》和相关规定,无论主动发掘还是被动发掘,皆应按照严格程序由地方政府文物管理机构上报国家文物局批准后方能实施。

3、组建发掘队伍

考古发掘队伍通常由如下人员构成:

领队,也叫"项目负责人",由具有国家文物局颁发的资格证书的考古学者 出任。考古发掘实行领队负责制,领队对执行《田野考古工作规程》负有完全责任。

队员,通常有两种人员,一种是大学本科以上考古专业学历,具有田野发掘能力和经验的考古工作人员,负责探方或遗迹的发掘、采样和记录工作;另一种为具有一定工作能力的技术工人,在专业人士的指导下承担探方发掘和一些难度较大的遗迹现象的清理。

工人,由考古队临时聘请,在发掘现场承担一些重体力劳动。

此外,还需要与相关学科领域的专家、工作人员等协同工作。

4、物资设备筹措

考古发掘所需物资设备主要包括发掘工具、采集和包装出土遗物用具、测绘用具、记录用具等。相关物资设备的具体种类和规格等可以参考国家文物局 2018 年印发的《考古装备及设施配备导则(试行)》。

5、测绘遗址和建立坐标系统

应准备比例为 1: 2000 或 1: 1000、带有地形内容的精确遗址图,如无可用的现成地图,则应对遗址进行测绘。如果是经过了矢量化处理的电子地图,还可以将发掘过程中陆续发现的各种遗迹现象的测绘直接叠加进去,形成一张遗迹分布总图。

在发掘工作开始之前,应当首先在遗址上建立起一套永久固定的坐标体系。 建立坐标系统,首先需要设置永久性测量控制点。控制点应当和附近的大地测量 标志点取得联络,或者利用高精度 GPS(也称"静态 GPS")获得所需数据。

6、布设探方

在建立遗址的坐标系统时,就可同时规划出探方的网格。探方的编号方式主要有:

序号法 随着探方陆续开挖,探方号也从 T1 开始陆续编排。

坐标法 依照遗址规划的坐标系统编号,用其在坐标 X 轴和 Y 轴上的位置表述,前面再加上象限号,如 II TC4,指位于 II 区 (象限)自原点以 5 或 10 米为单位向西数第三、向北数第四个探方;抑或采用方位表述,如 II TW3N4,意思是一样的。

按照坐标法编号,不会发生混乱,最值得提倡。

2.4.2 基本原则

在田野考古发掘中,考古地层学扮演着指导思想的角色。考古学上有关遗址堆积形成过程的研究,叫作考古地层学(简称"地层学")。堆积可以分为文化堆积和自然堆积,前者又叫"文化层""熟土"或"活土",指由人为原因造成的一切堆积,是地层学的主要研究对象;后者也被称为"自然层""死土""老土"或"生土",指由洪水、泥石流、沉积、火山喷发的碎屑流等自然原因形成的堆积。

在地层学指导下对堆积,尤其是文化堆积进行科学的考古发掘,虽然在操作层面上可能有不同的技术路径和处理方式,但归根到底需要解决以下两个重要问题。

1、分辨遗迹单位和堆积单位

遗迹单位和堆积单位是田野发掘现场观察、清理、记录的两个基本概念。遗迹单位无论是古代人类有意还是无意创造出来的,前者如营建房屋,后者如抛撒

垃圾,都具有特定的目的或原因,可以视为一个相对独立的功能单位。所以它们的命名一般从功能角度出发,如房址(F)、墓葬(M)、窑址(Y)、道路(L)、水井(J)等,功能不明的可以从堆积形态角度命名,如灰坑(H)、灰沟(G)等。许许多多、大大小小、形态各异的遗迹单位聚合在一起就构成了文化堆积。

作为功能单位,任何遗迹都经过了建筑、使用和废弃三个环节。理论上,这 三个环节都有可能留下相应的迹象或堆积,而实际情况更为复杂,每个环节上可 能还不止一种堆积。譬如房址,仅在建筑环节,就可能留下奠基、开挖墙基槽、 立柱、填埋基槽、起墙、结顶、多层处理室内起居地面和墙面、砌建火塘等设施 等多种堆积。再如灰坑,有些原本是作为窖穴修建的,储藏功能废弃后转做垃圾 坑,每次倾倒垃圾都可能形成一层堆积,直到窖穴被填满。这种组成遗迹单位的、 在考古发掘中可以识别的最小的堆积叫作"堆积单位"。它同时也是田野考古发 掘中清理、记录文化堆积的最小单位。

在考古发掘中,准确分辨堆积单位和遗迹单位是一切工作的基础。常用的区分标准包括土质、土色、包含物及其他相关现象等。土质包括堆积的颗粒度(从最细的黏土、淤泥到最粗的砺石)、致密度(疏松、致密)、软硬度等。土色包括堆积的颜色深浅、色调、主色等。包含物是指堆积中各类包含物的比例、粒径/分选度、圆整度/破碎程度等。其他相关现象指遗迹间的地层关系、遗迹性质、分布走向等多种因素,在凭借土质、土色等难以区分时可以作为参考。此外,发掘过程中还要注意把握堆积间的界面。较大或复杂的遗迹现象,应采取分部揭露的方法,如先发掘二分之一或四分之一。处理大面积层状堆积时,应控制各部分的发掘进度,保持一致。如果可以恰到好处地清理出界面,对于了解遗迹内发生的人们行为是非常有意义的。

想要准确、熟练地分辨出堆积单位和遗迹单位,不仅需要掌握相关的科学标准和技术,而且需要在田野发掘中不断练习。

2、系络遗迹单位和堆积单位

随着遗迹单位、堆积单位等概念的引入,产生了遗迹单位之间、遗迹单位与堆积单位之间以及堆积单位之间的复杂关系,《田野考古工作规程》推荐以"系络图"的方式加以表达。12遗迹单位和堆积单位的系络既表达了空间关系,也表

¹² 赵辉、张海、秦岭:《田野考古的"系络图"与记录系统》,《江汉考古》2014 年 2 期。

达了时间关系,还可以引申出人类行为的关系,无疑是考古发掘中十分重要的工作。

两个互相接触的遗迹(或堆积),在形成时间上必定有个先后次序,这种关系叫作"直接地层关系"。相对这组关系而言,其他遗迹与它们的关系叫作"间接地层关系"。直接地层关系的具体表现形态无非是"叠压"或者"打破",也称"叠压关系"和"打破关系"。打破关系指晚期堆积在形成时对早期堆积造成了破坏,例如一座晚期窖穴挖穿了早期地层或者挖掉了早期墓葬的一隅等。叠压关系指晚期堆积覆盖了早期堆积,常发生在层状堆积与层位在它下面的各种堆积之间。需要注意的是,这里所谓的"叠压"是晚期堆积对早期堆积没有任何破坏的覆盖,如果后期堆积形成时对早期堆积的表层造成了破坏,则应视为打破关系了。例如遗址表面的耕土层,犁铧在耕作过程中破坏了遗址表面,这实际上是一种打破关系。

两个未互相接触的遗迹(或堆积),可能通过"活动面"建立关联。所谓"活动面",是指由若干同一时间内使用的遗迹界面连缀而成的那个地面。它可以从一座建筑的室内地面开始,通过门道,与室外广场连接起来,再延伸到另外一座建筑、再到村落外的墓地、农田,甚至另外一座村落。因此,活动面在理论上是开放的,没有边界。13活动面是囊括了许多同时存在和使用中的遗迹以及它们的界面的更大整体,记录了一定时间段落里人们的集体活动,因此属于十分重要的遗迹现象,发掘中应尽量完整揭露,详细观察,多手段记录。

综上所述,没有准确分辨,难以正确系络,不能正确系络,准确分辨也是枉 然,二者既是考古发掘中的重要原则,也是决定考古发掘成败的关键。

2.5 古遗址的考古发掘

古遗址通常采用探方法进行发掘,需要了解遗存堆积层位或结构时,可采用探沟解剖。探方是田野考古发掘中,一位发掘者负责各种清理、记录和采集遗物、标本的作业单位。设置探方的理由之一是一名发掘者的精力有限,在发掘现场只能负责有限面积的堆积现象判断、清理、采集遗物和记录。但最重要的原因是按照探方进行发掘,可以沿探方四壁取得发掘区纵横方向的多条地层堆积剖面记录。这套网格状地层堆积资料是日后研究遗址堆积、重现堆积过程的依据,因而是田野考古资料中最重要者之一。

¹³ 赵辉:《遗址中的"地面"及其清理》,《文物季刊》1998 年 2 期。

探方的大小因遗址堆积的复杂程度和发掘者能力所及而异。1 米×1 米探方常用于旧石器遗址或新石器遗址中的石器加工场等特殊遗迹的发掘。5 米×5 米探方是遗址发掘中最常用的规格。10 米×10 米探方常用于堆积现象简单或规模较大的遗迹的发掘,如大型宫殿建筑等。以正南北方向布设的5 米×5 米探方为例,先发掘以探方西南角为基点的4 米×4 米的面积;东、北边各留出1 米宽的区域暂不发掘,叫作"隔梁";东、北隔梁交错的1 米×1 米的区域叫作"关键柱"。

探方发掘的具体作业程序是:

- (1)用全站仪等测绘仪器定点每个探方的准确位置,打木桩框定出探方四 角和隔梁、关键柱。暂时保留隔梁和关键柱部分,着手发掘清理探方其他部分。
- (2)清除发掘区域的表土后,垂直铲齐四壁,刮干净地表,暴露出被现代 耕作破坏了的文化堆积表面,根据土质、土色和包含物等分辨遗迹单位,确定它 们的形状轮廓和它们之间的地层关系,给予遗迹单位编号,做好各项记录后,进 行发掘清理。
- (3)各遗迹的清理顺序必须按照地层关系提供的时间顺序的相反方向清理, 首先清理在地层关系上最晚的单位,然后是次晚的单位,依次至最早单位。
- (4)遗迹的清理需要严格按照遗迹内各堆积单位的地层关系逐次清理,按 照堆积单位采集遗物、做好各项记录。直到一个遗迹彻底清理完成后,汇总各堆 积单位记录成遗迹记录,再转入下一个遗迹的清理作业。
- (5)特到这个文化堆积表面的所有遗迹清理完毕之后,就暴露出来一个新的层面。在这个层面上对各种遗迹的分辨、清理要求同第 2-4 条。如此重复,直至清理到生土。这个过程中,需要随时注意地面上遗迹现象是局部变化还是整体变化,以便把握文化堆积的分期。
- (6)随着向下发掘的进度,及时和准确地勾画探方四壁剖面,直到四壁皆清理暴露出生土,对四壁地层剖面进行总记录。

需要说明的是,清理到生土的要求不是绝对的,可以视具体情况和需求变通。 当代考古学出于对聚落形态的整体资料的需求,常常将年度发掘区的工作停留在 一个重要平面上,以待来年的发掘扩大这个平面,达到整体观察的目的。与此同 时,社会对文物价值愈发重视,希望发掘停留在精彩的遗迹现象上,以便展示, 丰富现代社会生活。还有一些发掘,根本就是为了遗址保护提供确凿证据,更没有非挖掘到生土的必要。

考古发掘中常见的遗迹单位有灰坑、房址等,下面简要介绍它们的清理要点。 1、灰坑

灰坑泛指人工开挖的窖穴和用途不明的坑状遗迹。原有功能废弃后,多半转 用来充填生活垃圾,坑内除残破器物之外,有很多灰烬,故称"灰坑",是遗址 中最常见的遗迹种类。

清理灰坑,首先要判断它的开口层面和平面形状,同时需要注意坑口周围有无堆土以及搭建遮蔽设施的痕迹等。坑内的填充堆积可能分许多层,应当视为不同的堆积单位。填充堆积的清理要求先清理一半,大型灰坑还可考虑从坑口划分十字线,按照对角清理,以便保留灰坑的纵横两个剖面。清理过程中以堆积单位为一次清理、采集遗物和分析土样以及记录的工作单位。随着向下清理,需要仔细剔剥坑壁。一般情况下,坑内堆积因为和坑外的土质不同,轻轻敲打剔剥,贴在坑壁上的坑内填土会自行剥落,露出一片坑壁,壁面上若有当初挖掘的工具痕迹或抹灰层等,也就暴露出来了。在接近坑底的部分,也要求用此法作业,尽量不损坏坑底原貌。将灰坑 1/2 或两个对角 1/4 清理至坑底后,对灰坑剖面和剖面位置上的轮廓线测绘记录,然后再按同样方法清理余下的 1/2 或两个对角 1/4 部分。

需要注意的是,在做 1/2 或两个对角 1/4 的清理时,有的灰坑在某层堆积单位面上可能有些特殊迹象,例如摆放了一头猪、狗甚至是弃葬人骨架,这时就不要机械地再按 1/2 或两个对角 1/4 进行清理了,而需要将这个层面全部清理出来,对灰坑这层进行整体观察记录和采集,待这层现象全部处理完毕后,再按原来划分的 1/2 或两个对角 1/4 向下清理。在接近坑底时,也需要注意,有些灰坑坑底还摆放着当初使用这个灰坑时的遗物,这时不要急于采集提取出来,而是保留在原位置,待灰坑其余部分也清理到这个层面上,做整体观察记录。最后,当所有堆积单位清理完毕,还要再对灰坑的轮廓面做整体观察,记录各细节部分,如工具痕迹、抹灰的层数、厚度、底面踩踏、烧烤痕迹等。如此,一座灰坑的清理方告完成。

灰坑的清理办法也可用于大部分坑状遗迹和沟状遗迹的清理。

2、房址

房址也是考古发掘中最常见、最重要的遗迹现象之一。发掘中首先要尽早识别出房屋的倒塌堆积。倒塌堆积的土质、土色杂乱斑驳,若为火毁,还会夹杂大量红烧土块、灰烬等,如遇类似情况,就应当引起注意。

确认了房屋的倒塌堆积后,便可以着手清理。清理时,应当至少沿堆积居中轴线上留出纵横相交的两条小隔梁,以便观察和记录倒塌堆土的情况,也可采用灰坑清理时清理对角 1/4 部分的办法。如果建筑规模较大,还应当考虑适当多留几条小隔梁。隔梁宽度可视具体情况决定,一般 10-20 厘米之间。待房址的四壁及居住面暴露出来,并做好小隔梁剖面的记录之后,再将其清理掉不迟。

当倒塌堆积的清理接近墙壁、居住面以及室外地面的时候,要仔细剔剥,因为这个界面上暴露的是房屋倒塌之前使用和建筑时段的迹象。此时首先应注意房子使用期间的各种遗留迹象,如居住面以及室外地面上的踩踏路土等。贴靠在地面上的遗物,可能是当时房子主人日常生活中使用的器物。此时不要急于采集,而应仔细观察它们的出土状态,记录其摆放位置,以获得复原使用期间的景观资料。房子内部还应有一些设施。如支撑墙壁和房顶的柱子,虽然早已朽毁,但埋设它的柱子洞犹在。另有灶塘、矮炕、门道等等,皆需要仔细剔剥出来。

进而还需考察房子的建筑堆积,包括地基的处理,如是否垫土、垫几层土、土质如何、是否夯打,是否开挖墙基槽还是挖坑埋柱,柱洞内是否有垫板础石之类抑或经过捣实以承柱、如何编排泥墙的木骨栅栏、墙体抹泥层次、抹泥的技术手法、室内地面的处理方式等等,以及这些工程的实施工序。要全面了解这些情况,需要按照这些堆积单位的先后关系逐一发掘清理。有的房基土中会埋有完整器物,可能和当时人们建房子时举行的某种仪式有关,在稍晚时期的建筑中甚至还有用人、畜奠基者。这些情况是需要在清理作业中时刻留心的。

一座保存比较完好的房子是难得的资料,应尽量完整地原址保存,以供向社会开放展陈。

2.6 古墓葬的考古发掘

古墓葬是各时段文化遗存中最常见的遗迹种类之一,也是各时段田野考古的主要工作对象之一。从地层学的角度看,一座墓葬就是一个地层单位或遗迹单位。和房址、灰坑相比,一座墓葬也有其建筑环节及其相应的堆积,即便是最简单的竖穴土坑墓,也可以把墓圹的形状轮廓面看作建筑过程的遗留。墓室内安置的葬

具、死者、随葬品以及殉牲殉人等,相当于其他遗迹使用环节上的遗留,且更为完整。墓穴填土乃至地表以上的封土,是为保存墓葬而设,原因上不同于其他遗迹的废弃堆积,但程序上是墓葬这个遗迹形成的最后环节,可视同与其他遗迹的废弃堆积相当。

一般认为,西周时期的墓葬不封不树,战国时期的墓葬上开始有了封土。其实在新石器时代晚期,一些文化的墓葬就已经有了封土。封土的清理首先要搞清楚形状、范围,一般用对角 1/4 的办法清理,过程中需要观察封土结构和做好相关记录。

墓葬的发掘是从确认墓口的开口层位、墓口形状开始的。墓葬的形制因不同 历史时期或不同地区而多种多样,兹以最常见的竖穴土坑墓为例,介绍墓葬的基 本清理技术。

确定墓口后,首先清理墓内填土。此时需要注意有无后期破坏的现象,如在历史上被盗过,墓口附近会有盗坑、盗洞,其中可能会留下盗掘时的物品和散落的被盗品,是分析失盗年代和被盗前墓室情况的线索。这类盗坑、盗洞应作为一个独立的地层单位处理。

小型墓葬的填土通常一次完成,分不出层次,也即只为一个堆积单位。但墓内若有木质葬具,年代久远而腐朽坍塌,填土则会随之塌陷,填土的纹理状况是可以反映这些情况的。因此,填土的清理也需要按照先清理 1/2 或对角 1/4 的方法进行,以便观察和记录填土剖面的情况。规模较大的墓葬其填土可能经过一些特殊处理,例如夯打、放置器物、殉牲甚至殉人,应当注意辨识。

随着填土向下清理,还要注意剥离墓圹的边壁,观察土圹壁上有无工具痕迹、壁龛、侧洞等。接近墓室时,由于墓室内有机质遗存腐朽污染等原因,通常土质、土色等会发生变化,而与填土不同。此时应仔细剔剥,将填土全部清理干净,让墓室表面全部暴露出来。

最简单的墓葬往往只埋葬人骨和几件随葬器物,复杂一些的可能有棺椁之类葬具,也就有所谓的"二层台"结构,随葬品也丰富,摆放位置可能不止一处。

由于墓室现象集中复杂,清理时需要特别小心谨慎。常用工具除了手铲外,还要用到竹签、扫把、毛刷等,甚至用到牙科医疗器具、油画刀之类,严禁使用大工具。

墓室内的清理应从一端开始。若有棺椁之类的木质葬具,尽管腐朽了,很可能还会留下一些朽灰,保存好一些的还可能残留下些髹漆。它们的范围、形状等,是复原葬具形制的依据,应当整体剔剥出来,记录并视情况提取测试样本之后,再清理棺椁内部,最后清理棺椁外的四周部分。

当揭掉棺盖残留后,多数情况下就会局部暴露出人骨了。人骨是需要全部剔剥出来的。操作程序也是从人骨的一端开始,通常是从头部开始剔剥,且应选用有弹性的工具作业。过程中,还需要留意有无妆奁衣被之类的残留,有无铺撒朱砂的痕迹等。在这个过程中,剔剥随葬品的作业往往是同时进行的。需要注意的是,无论人骨还是随葬品的剔剥,都不要移动位置,更不要遗漏。因为死者的葬式,随葬品摆放位置等都可能有其特定的含义。因年代久远,墓室内的空间可能会发生过一定程度的变化,从而使得人骨和一些随葬器物发生位移。但这也是复原原初情况的线索、依据,因此应该将墓室全部清理暴露出来,进行整体的观察判断。当然,在清理过程中,各种必要的记录也需同时进行。

取出随葬品、人骨之后,还要再仔细观察有无被人骨压着的随葬品,以及棺椁底板的情况,有些地区的特定历史时段的墓葬有在墓室底部挖腰坑之类的,也是要清理和记录的。至此,一座墓葬才算发掘完毕。

2.6.1 采样

遗物采集可根据研究需要和具体情况使用不同方法,但必须保证采集方法的系统性、针对性和有效性。"系统性"是指遗物的采集和取样自始至终应保持统一的标准。"针对性"是指应根据遗址发掘的不同目的和需要确定采集方法。采集方法主要包括全面采集、抽样采集等,可以参考"考古调查"一节与采集有关的内容。"有效性"是指采集方法应规范,采集种类、样品数量和样品大小应满足工作需要。

各类遗物均应按堆积单位采集、取样和编号。置放原地的遗物,如随葬品、房子或窖穴内摆放物品、人类和动物遗骸等,应在完成记录后再起取。所有采集品必须同时附有相应的标签,说明采集品的种类、质地、数量、所属单位、采集方法、采集者和采集日期等。

采集样品的主要种类包括:

1、人工遗物

指由人类制造、加工或使用的物品,如石玉器、骨角器、陶瓷器、木漆器、

金属器等。应注意采集制作人工遗物使用的原料、制造和加工过程中产生的坯料、废料、残次品等包含加工工艺特征的遗物。

2、自然遗存

指遗留在遗址内,与阐释人类活动相关的动植物(包括人类遗骸)、矿物遗存等,具体包括:人类遗骸及其他人类学标本、动物类遗存(大型哺乳动物、小型哺乳动物、鱼类、鸟类、爬行类、陆生软体动物、水生软体动物、昆虫、有孔虫类和寄生虫等)、植物类遗存(木头及木炭、果实、种子等大植物遗存,植硅石、花粉、植物孢子、硅藻等微植物遗存等)、土壤、烧土、沉积物标本等。

2.6.2 记录

田野考古记录是对田野考古工作过程和工作对象的描述,既是田野考古工作成果的体现,更是复原和研究遗址的唯一资料来源,是整个考古学研究工作的起点。田野考古记录应客观、真实、全面、系统。

记录形式主要有文字、测绘、影像等三种。

1、文字记录

文字记录是田野考古记录的最基本形式,小到一个堆积、界面的描述,大到一个发掘工地的总日记,文字记录都是主要的记录方式。相对于其他两种记录形式,文字记录涉及的内容最多,也最灵活。文字记录中除了对记录对象的客观描述外还可以记录发掘者的判断过程、研究心得等主观的结论,从而形成内容丰富、逻辑完备的记录体系。随着信息技术的发展和田野考古数字化的需求,文字记录也逐步朝向规范化和标准化的方向发展,记录表格已经逐步成为文字记录的一种主要形式。

文字记录主要包括:工作日记(包括工地总日记、探方日记等)、记录表格 (工作记录表包括发掘记录表、墓葬发掘记录表、采样记录表等;工作登记表包 括遗迹编号登记表、测绘登记表、影像登记表、入库登记表、出土器物(标本) 编号登记表等)、遗迹单位总记录、堆积或遗迹单位关系"系络图"等。

2、测绘记录

测绘记录就是利用各种测量手段,按比例绘制发掘对象(包括各种遗迹、堆积甚至是遗址)的平、剖面或立面图等,借以直观地记录发掘对象的外形轮廓、细部构架和布局结构等信息。测绘记录涉及两方面的信息,即记录对象的空间位置和几何形状。其中,空间位置的确定必须依赖于考古发掘的测绘系统来实现(见

"准备工作")。随着电子全站仪、RTK、数字摄影测量、三维激光扫描等新的测绘手段的推广应用,现代田野考古测绘所能获取的信息量大大增加,测绘效率也成倍提高。

测绘记录主要包括:发掘区总平、剖面图、探方总平面图、四壁剖面图、各层下开口遗迹平面图,遗迹平、剖面(侧视)图等。

3、影像记录

包括照相记录和录像记录两种形式。数码照片(影音)从拍摄条件、分辨率、拍摄数量和保存方式等方面,都具有传统的胶片照相(录像)技术所不具备的优势,已经成为影像记录的主流。数字摄影(摄像)技术不仅有助于记录资料的数字化并统一纳入数据库进行管理和维护,而且还可以方便地与测绘技术相结合,通过数字摄影测量提高田野考古测绘的精度和效率,实现测绘记录与影像记录的一体化。

影像记录主要包括:工作过程影像记录(包括遗址调查发掘前后的全景、工作人员合影、不同发掘阶段的工地全景、各探方发掘过程、重要遗迹现象发掘过程、重要样品采集过程以及其他重要工作场景等影像资料等)和遗迹影像记录(包括遗迹发掘前后不同角度拍摄的影像资料等)。

2.7 发掘现场文物保护

国家文物局颁发的《田野考古工作规程(2009 年版)》在"总则"部分有一处重要修订——增加了"田野考古工作必须服从文物保护的需要"的内容。这可以理解为对"先考古,后保护"的传统认识的革新,将文物保护的理念贯穿到田野考古工作的各个环节,使发掘现场的文物保护日益受到重视。

发掘现场文物保护主可以分为遗物保护和遗迹保护两方面。遗物保护主要是指对脆弱文物的应急处置保护,主要针对出土文物,尤其是漆木器、纺织品等有机质文物,在发掘中发生的变形、脱色、锈蚀、霉变、腐朽等病变。遗迹保护主要是指对出土壁画以及房址、墓葬、车马坑等遗迹,采取支撑、加固、揭取、异地搬迁及组合复原等保护措施。¹⁴

如果现场不具备开展文物保护工作的条件,提倡进行整体提取,运回室内边保护边清理。

2.7.1 考古资料整理与刊布

¹⁴李存信:《考古现场处置与文物保护技术》,中国社会科学出版社,2016年。

考古资料的整理与刊布是田野考古的后期工作,也是田野考古工作必不可少的组成部分。这些工作之所以必不可少,是因为若非如此,这些资料便不能为学界和社会共享,无法实现这项田野活动的学术和社会意义。下文将主要介绍考古发掘资料的整理与刊布,考古调查资料的整理与刊布可以参照进行。

2.7.1.1 考古资料整理

考古发掘资料的整理分基础整理和深度整理两大环节。基础整理的工作主要包括清洗遗物、按照材质的分类、标记遗物、残破遗物的拼对复原、挑选进一步供分析的遗物标本以及为之编号和建立档案;深度整理的工作是在基本整理的基础上,对遗物进行更为细致的观察、根据遗物所含历史信息的种类进行分类和计量、资料的年代学整理。

1、基本整理

- (1)清洗遗物。从清洗到晾晒都要严格按照遗迹和遗迹内的堆积单位进行, 严禁把不同单位的遗物放在一个容器内同时清洗。
- (2)遗物分类和计重。首先应当制订出一个分类的标准和体系。这个分类系统最好从遗物的那些显而易见,仅凭肉眼观察就能把握得住的特征入手,如遗物的材质、颜色、形制以及大小、破碎程度等。所有的分类作业结果都要进行数量、重量等方面的统计。
- (3)遗物编号和标写。文物标本应按堆积单位统一编号,编号应包括发掘 年份、地点和出土单位等信息。标写编号时应尽量选择遗物的不明显处。
- (4) 残破品的拼对和修复。需要拼对和修复的多是陶器。拼对陶器应首先按照遗迹和其中的堆积单位进行。拼接出的大陶片如果口沿、肩腹和器底皆备,虽然不完整,但可根据口沿或器底残留弧度复原出口径或底径,如果用石膏、树脂等材料将缺漏处填补起来,就可以复原出一件整器。
- (5) 挑选标本。除小件器物和可复原器物之外,还应挑选那些形制特征明显、具有进一步研究价值的个体作为标本。
- (6)观察标本。观察标本的程序最好依照一件器物的"生命过程"展开。 兹以陶器标本为例,其生命过程大体可以分为制作、使用和废弃三个阶段,每个 阶段内还可区分出小段落,如它的制作至少经过了原料制备、成型、烧成几个工 艺环节,每个环节都可能在陶器上留下痕迹——这正是需要整理者留心的地方。

- (7)记录标本。记录形式主要有文字(器物登记卡等)、测绘(器物实测图、临摹、拓片等)、影像(照相、录像等)等三种。
 - (8) 标本归档和建立标本库、完成数据库。

2、深度整理

主要包括对地层资料的相对年代整理和对遗物的类型学整理,¹⁵之后还要将 类型学的年代学整理结果和地层学的文化堆积分期进行互检。

2.7.1.2 考古资料刊布

考古报告是考古资料刊布的最重要形式,此外还有考古简报、简讯等其他形式。田野工作结束后应及时编写、发表调查或发掘报告,持续发掘的大型遗址应及时发表阶段性报告。编写考古报告的基本要求是客观、真实、全面、系统。

考古报告的主要内容包括:遗址概况(遗址的地理位置和环境、历史沿革、保存现状等)、考古工作经过(既往考古工作、本次考古工作的缘由、工作计划和实施过程等)、文化堆积(地层堆积的描述、分期等)、遗迹、人工遗物、自然遗存、研究、结语、附录等。

此外,考古调查和发掘单位还应创造条件,尽可能使公众了解考古工作成果。

3 古遗址古墓葬病害与调查

古遗址, 古墓葬的分类与分项评估和病害调查:

虽然古遗址与古墓葬的形态和属性各异,但从其保存现状和保护的角度出发,大致可分为几种类型:

夯土墙体类: 包括长城中的墙体遗址, 古城址中的城墙遗址等。

夯土基台类: 包括一些高出地面的建筑夯土台,

地下考古遗址: 大多是埋藏于地下,经过考古发掘揭露的遗址,如建筑遗址。这类遗址可能存在夯土或生土地基、砖石砌筑遗迹或其他生土遗迹,建筑材料堆积、偶尔也会有壁画雕刻等遗迹与遗物。

史前人类遗迹,如一些史前人类聚集的洞穴、活动的地点、史前遗物埋藏 点、以及一些地质年代的剖面等。

墓葬建筑,包括墓室结构、甬道、棺椁系统以及墓穴结构和周边原生土壤

¹⁵ 俞伟超主编: 《考古类型学的理论与实践》. 文物出版社,1989 年。

环境。墓室建筑可能会有原土开挖形成的墓室,砖石砌筑墓室或其他结构和材料砌筑的墓室。

墓葬遗址: 由于各种自然或人为原因导致墓室结构塌毁,墓室空间破坏的遗址,这类遗址也是需要通过考古发掘揭露的。这类墓室一般保存部分生土墙体或部分砌筑结构。

其他类型的城市遗迹,如道路、桥梁、广场、水道、产业遗址、水井、古战场等。这类遗址的遗迹遗物可能是一段夯土、一段残存构造、一段陶水道、一块铺砌面或一片人类活动的遗迹(工业、农业、战争等)。

3.1 古遗址古墓葬病害类型

古遗址古墓葬的本体材料主要是土、砖和石。其中,石质材料病害已有行业标准——《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007),加之《文物保护工程专业人员资格考试》科目中设有"石窟寺和石刻",其本体材料主要为石材,相关参考用书也会有详尽的病害机理分析,因此,本科目将不再论述相关内容,而仅针对土、砖类材料进行病害分类及影响因素分析。

土砖类材料的自身特性使其极易因自然环境或人为等原因,造成古遗址古墓葬材料表面或内部的物理状态或化学组分的改变,从而导致价值减损、功能损伤或安全威胁等现象发生。通常称这些现象为"病害"。《文物建筑勘察设计文件编制规范》(DB 11/T 1597-2018)中第 2.4 条将病害定义为"由于自然、人为等因素导致文物建筑出现残损、构成隐患的现象。"需要注意的是,在英文语境中,一般对应的是 decay、deterioration或 degradation,而很少使用"disease"或"illness"。"病害"一词可能是来源于植物学。在其他专业或行业中,也有类似的术语,比如风化、侵蚀、老化等。其中,地质学中的"风化(weathering)"针对的是岩石(《岩土工程勘察规范》GB 50021-2001 附录 A. 0. 3),而非土体。农业学中的"水土流失、侵蚀(soil erosion)"主要针对的是大尺度的土体破坏、搬运和沉积(《水土保持术语》GB/T 20465-2006 第 2. 1. 1、2. 2. 1 条)。其中,"风化"作为一种外营力作用解释侵蚀方式"。《墙体材料术语》(GB/T 18968-2019)中第 8. 2. 8 条定义的"老化"是针对材料和制成品而言,不涉及结构等问题。

在中国,众多的古遗址古墓葬广布于960万平方千米的陆地面积上。在这个

¹⁶ 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:16.

东经 73°~135°、北纬 20°~50°之间的区间内,降水、风、温度等各种自然因素分布错综复杂而又相互重叠影响,导致病害种类多样。为了便于分析比较,学者们就病害分类做了大量研究工作。本书在参考这些学者分类的基础上,依据病害的常见表现形式、形成原因、危害程度和保护措施的必要性等对其进行了初步分类描述。

古遗址古墓葬所包含的文物类型多样,其主要病害类型既有相似,也有区别, 具体可见表 3-1。

表 3-1 各类古遗址古墓葬主要病害类型

ス・1 T C T C T C T C T C T C T C T C T C T							
病害种类		夯土墙体	砖墙体	地下	史前人	墓葬建	墓葬
		(含夯土	(含土	考古	类遗迹	筑	遗址
		基台)	坯墙)	遗址	大龙丛	少し	及址
缺失	整体缺失						
以 入	局部缺失	√	√	√	√		√
掏蚀		√	√		√		
灰缝缺			,			,	,
失			√			√	√
石山公久	结构性	√	√	√	√	√	√
裂缝	非结构性	√	√	√	√	√	√
	位移		√			√	√
变形	沉降						
坍塌	片状剥落	√	√	√	√	√	√
	坍塌	√	√	√	√	√	√
	积水			√	√	√	√
水害	渗水			√	√	√	√
	水力侵蚀	√		√	√		√
风蚀		√	√				
表层病	粉化剥落	√	√	√	√	√	√
害	降尘	√	√	√	√	√	√

	空鼓	√	√	√	√	√	√
	变色			√	√	√	√
	植物病害	√	√	√	√	√	√
生物病	动物病害	√	√	√	√	√	√
害	微生物病			,	,	,	,
	害			√	√	√ 	√
1 4 1/2	它物占压	√	√				
人为作用	不当修缮	√	√	√	√	√	√
/ 	外观损伤	√	√	√	√	√	√

3.1.1 缺失

根据现存部分或是考古资料确定,历史上曾经建造但目前整段或局部消失不见的现象。

3.1.1.1 整体缺失

表现形式:墙体的某段在竖向范围上全部消失,仅能根据周围文物的轮廓形状推测出其位置应有延续(图 1-图 2)。



图1中间缺失(惠远古城)



图 2 单向缺失 (惠远古城)

3.1.1.2 局部缺失

表现形式: 竖向范围上局部,如底部或顶部消失(图 3、图 4),不包括可确认的人为挖掘。

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.2 b): "机械损伤/局部缺失——主要指在外力作用如撞击、倾倒、跌落、地震及其地基沉降、受力不均等因素的影响下,发生的石质文物局部缺失与残损。"

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.2: "局部缺失——砖石文物由于机械损伤导致的局部缺损、缺失现象。"



图3底部缺失(惠远古城)



图 4 上部缺失 (惠远古城)

3.1.2 掏蚀

表现形式:延展方向上呈条带状或点状连续凹进现象(图5、图6)。

形成原因:底部的连续掏蚀(图 5)大概率上是因为冻融作用,其水分来源多为地下水通过毛细作用向上迁移;而立面上的点状掏蚀(图 6)有观点认为是热力风化再经风力吹蚀的结果¹⁷,但也有观点认为是盐风化的结果¹⁸。



图 5 底部掏蚀(惠远古城)



图 6 点状掏蚀(摩天岭长城)

3.1.3 灰缝缺失

表现形式: 土坯、砖或石质砌块之间的胶结材料缺失(图7、图8)。

¹⁷ 邓绶林主编. 地学辞典. 石家庄: 河北教育出版社, 1992:243.

¹⁸ 徐叔鹰. 论盐风化过程及其地貌意义[J]. 铁道师院学报, 1992(S3):24-30+34.

形成原因:原因众多,在底部时则主要原因可能是冻融。





图 7 砖墙体灰缝缺失(示意作用, 颐和园)

图 8 土坯墙体灰缝缺失(瞿昙寺)

3.1.4 开裂

开裂是古遗址古墓葬本体材料的不连续现象。按照其对整体稳定的影响,可 分为涉及安全性和不涉及安全性两种裂隙。

3.1.4.1 结构性裂隙

表现形式:对古遗址古墓葬的安全保存具有潜在威胁的开裂(图 9-图 14)。 形成原因: 夯筑墙体的版筑接缝、发掘形成卸荷裂缝、不均匀沉降或重力造成开裂等。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.2 a): "机械损伤/断裂——主要指在外力作用如撞击、倾倒、跌落、地震及其地基沉降、受力不均等因素的影响下,发生的石质文物断裂与残损现象。特指贯穿性且有明显位移的断裂与错位的现象。"

《馆藏砖石文物病害与图示》(GB/T 30688-2014)4.1: "裂隙包括断裂、机械裂隙、原生裂隙和风化裂隙四大类,其中断裂和机械裂隙多为机械损伤所致。断裂——砖石文物整体贯穿性且有明显位移的开裂现象。机械裂隙——由于外力导致的砖石文物开裂现象,一般这类裂隙大多深入到石材或砖体内部,严重时机械裂隙相互交切、贯穿,极易导致砖石文物的整体断裂与局部脱落。原生裂隙—

一专指石质文物石材原生的构造或成立裂隙。风化裂隙——由于自然风化导致的沿砖石文物材质纹理发育的浅表裂隙。"



图 9 夯土体开裂(卡德尔王陵)



图 10 夯土体开裂(惠远古城)



图 11 卸荷裂隙(曹操高陵)



图 12 板筑接缝开裂(高昌故城)

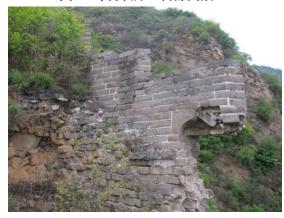


图 13 砖墙体开裂(西城峪长城)



图 14 土坯墙体抹灰层开裂(黑孜尔霍加麻扎)

3.1.4.2 表面裂隙

表现形式:裸眼可见,但对古遗址古墓葬的安全保存不具有潜在威胁的裂缝(图 15、图 16)。其中,网状开裂现象,称为"龟裂"(图 15)。

形成原因: 失水收缩、外力等。

相关标准:

《古代壁画病害与图示》(WW/T 0001-2007)3.2.8: "龟裂——壁画表面 微小的网状开裂现象。"





图 15 干缩开裂(景德镇湖田窑制瓷作坊遗址)

图 16 垂直于卸荷面的裂缝组(曹操高陵)

3.1.5 变形

3.1.5.1 错位

表现形式: 土坯或砖砌块间相对位置出现变化, 这种变化在采取适当措施后, 能基本恢复原有形制(图 17)。

形成原因: 受外力或自身结构影响。

相关标准:《石质文物保护工程勘察规范》(WW/T 0063-2015)3.18: "错位——石质文物块体间发生明显位移的现象。"



图 17 砖块错位(李渡烧酒遗址)

3.1.5.2 沉降

- 一般是指古遗址的夯土或者墙体由于各种原因导致的局部沉降。
 - 3.1.6 剥落
- 3.1.6.1 片状剥落

表现形式: 古遗址古墓葬本体材料在各种自然营力的作用下逐渐破裂、呈片状脱落的现象。片状剥落有几种形式,一种是土坯或砖外部的抹灰层的剥落(图 18),一种是土体的片状剥落(图 19),另一种则是土体或砖本身的片状剥落(图 20、图 21)。

形成原因: 重力、热力等因素综合作用。

危害程度: 会进一步向上、向内发展。

保护措施: 需采取措施阻止进一步的发展。

相关标准:

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.7: "层片状剥落——砖石文物表面片状分离与剥落,或石质文物沿其天然层理发生的层状分离与剥落现象。"

《墙体材料术语》(GB/T 18968-2019)8.1.10: "脱皮、剥落——砖或砌块表面片状脱落现象。"

《石质文物保护工程勘察规范》(WW/T 0063-2015)3.25: "片帮——洞窟 (洞室)内岩壁发生岩片剥落的现象。"



图 18 抹灰层片状剥落(黑孜尔霍加麻扎)



图 19 墓道片状剥落(曹操高陵)



图 20 土坯砖墙片状剥落(高昌故城)



图 21 砖砌体片状剥落(阳高镇边堡)

3.1.6.2 坍塌

表现形式: 陡峭斜坡上,部分块状脱离原位置的现象(图 22-图 25)。破坏形态可分为滑移式、坠落式和倾倒式。时间较久远的土体剥落,可能会呈现出粉状堆积现象(图 26、图 27)。

形成原因: 主要作用力是重力,入渗的降水起到促进作用。

危害程度:直接危及遗址的安全保存。

保护措施:按原材料、原形制、原结构、原工艺修补。

相关标准:



图 22 坍塌(惠远古城)

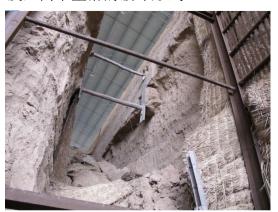


图 23 坍塌(曹操高陵)



图 24 坍塌(皮浪墩遗址)



图 25 坍塌(景德镇御窑厂遗址)



图 26 坍塌(惠远古城)



图 27 坍塌(黑水国遗址)

3.1.7 水害

3.1.7.1 积水

表现形式: 地下水或地表水在低洼处汇集的现象(图 28-图 30)。

形成原因: 较高的地下水位或降水较充沛、洼地地形。

危害程度: 积水可以诱发、促进多种病害的发生和发展。

相关标准:无



图 28 积水(朱然墓)



图 29 积水 (苏巴什佛寺遗址)



图 30 积水(城头山遗址)

3.1.7.2 渗水

表现形式:水从古遗址古墓葬本体深处向表面渗出的现象(图 31),同时水中溶解物可能会沿水流路径析出(图 32)。

形成原因:内部聚集有重力水。

危害程度:应探明水源,尽快切断。

相关标准:

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.11: "水锈结壳——砖石文物表面沉积的水渍或钙质结壳。"

《古代壁画病害与图示》(WW/T 0001-2007)3. 2. 20: "水渍——因水侵蚀 在壁画表面留下的沉积物或痕迹。"

《石质文物保护工程勘察规范》(WW/T 0063-2015)3.26: "渗漏——指大气降水、地表水或地下水在文物本体表面渗出的现象。"



图 31 渗水(十三陵)



图 32 碳酸钙随水流析出(明中都皇故城午门)

3.1.7.3 水力侵蚀

在降雨雨滴击溅、地表径流冲刷和下渗水流作用下,本体材料被破坏、剥蚀、搬运和沉积的全部现象。主要包括溅蚀、面蚀和沟蚀三种形式¹⁹。

(a) 溅蚀

表现形式:具有一定动能的水滴从空中落下,直接打击土体表面或薄水层使土粒分离、位移的现象²⁰(图 33)。进一步发展会形成泥水漫流,堵塞表层毛细管。降水停止后,残留在表面的漫流泥水会形成一层颗粒排列紧密的壳,即"泥皮"。这层泥皮很容易破裂、脱落(图 34)。

形成原因:降雨雨滴的动能是决定溅蚀率的主要因素,其大小取决于降雨强度、雨滴大小分布和末速度。

危害程度: 溅蚀的实际搬运能力较小,但有较大的分散土块的能力,从而可以为片蚀提供大量的分散物质²¹。

保护措施:增加地表覆盖度是减少溅蚀的关键措施²²。

相关标准:《军用设备气候极值 地面降水强度》(GJB 1172.5-91)3.6: "雨滴谱——一定雨滴直径间隔内的雨滴数或雨滴数密度对雨滴直径的变化。"



图 33 冷凝小闹洛溅嘿返址



图 34 泥皮及剥落(克孜尔尕哈烽燧)

(b) 片蚀

^{19《}水土保持术语》(GB/T 20465-2006); 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:22-26.

²⁰周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:147.

²¹周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:147.

²²周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:147.

表现形式: 坡地上没有固定流路的薄层水流较均匀地冲刷地表疏松物质引起的侵蚀现象,常伴有不规则分散的小沟 ²³。按其侵蚀特征可分为层状侵蚀(表层土相对较均匀流失)、鳞片状侵蚀(片蚀坡面产生许多彼此近于平行排列的鳞片状斑纹)和地表沙砾化(松散细颗粒被冲蚀,较粗沙砾残积地表,使地表颗粒粗化) ²⁴。

形成原因:如果降雨大于入渗,地表会出现径流。此时,如果地表较平坦,会出现片蚀(或细沟间径流),而不形成连续的水沟²⁵。

危害程度:片流速度一般仅为15~30cm/s,产生的剪切应力较小,其侵蚀能力远小于雨滴和细沟水流。片蚀强度取决于降雨强度和历时、土体抗蚀性、径流漫流程度、坡度、坡长、坡形和植被覆盖等因素²⁶。

相关标准:《水土保持术语》(GB/T 20465-2006) 2.2.9: "面蚀:降雨和地表径流对地表土体比较均匀地剥离和搬运的一种水力侵蚀形式,包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。"

(c) 沟蚀

表现形式: 当地表径流汇集成细股而继续增大时, 坡面被冲刷成大大小小沟槽的现象(图 35-图 38)。河流冲刷亦归入此类(图 39)。根据侵蚀沟发展的阶段及特点,一般可分为细沟侵蚀、浅沟侵蚀和切沟侵蚀三类²⁷。

形成原因:沟蚀过程先是沟床下切加深,继而引起沟坡上发生崩塌、滑坡等块体运动而使沟坡展宽,同时沟头发生溯源侵蚀。当流水动力与沟谷形态和地面抗蚀力达到动态平衡状态时,沟蚀趋于稳定,但若此时影响沟蚀强度的因素发生变化,如降雨强度增大,侵蚀基准面下降,则平衡状态被破坏,沟床下切重新加强,谷坡扩展,沟头前进也重新活跃²⁸。

²³⁽美)布雷迪(N. C. Brady)著; 南京农学院土化系等译. 土壤的本质与性状. 北京: 科学出版社, 1982:146. 24周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:174-175.

^{25 (}英) 柯克比 (Kirkby, M. J.), (英) 摩根 (Morgan, R. P. C.) 编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987:122.

²⁶周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 175.

²⁷邓绶林主编. 地学辞典. 石家庄: 河北教育出版社, 1992:756.

²⁸周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:94.

相关标准:《水土保持术语》(GB/T 20465-2006): "沟蚀——坡面径流冲刷土体,切割陆地地表,在地面形成沟道并逐渐发育的过程。"



图 35 细沟侵蚀(高昌故城)



图 36 浅沟侵蚀(高昌故城)



图 37 降水冲蚀(惠远古城)



图 38 冲沟截断城墙墙体(彭阳战国秦长城)



图 39 河水对遗址的冲刷(阿伦河古城) 3.1.8 风蚀

表现形式:一定速度的空气流作用于地表物体,吹扬搬运表层松散颗粒继而摩擦侵蚀地表物体,使其发生结构破坏和质量损失的现象²⁹。风蚀病害具有明显的形态特征(如蘑菇状)和区域分布特点。

²⁹ 匡静. 西北干旱区土遗址盐渍风蚀效应试验研究[D]. 兰州大学, 2011:14.

形成原因:风蚀作用可以分为两种:一种是当风吹经墙体时,由于风的动压力作用,将表面的松散沉积物吹走,这种作用称为吹蚀作用。另一种是当风携带沙粒贴近墙体运动时,风沙流中的沙粒对墙体进行冲击、摩擦。如果墙体表面有裂隙或凹坑、风携沙粒可以钻进其内部进行旋摩,这种作用称磨蚀作用。吹蚀作用和磨蚀作用是同时进行并互相促进的³⁰。风蚀产生的条件包括风速达到一定的临界值及适宜的地面状况(比如,有产生涡流、形成上举力的地形条件;地面干燥、颗粒之间维系力小;地表起伏小,阻力小)。

相关标准:

《土遗址保护试验技术规范》(WW/T 0039-2012) 3.1 "风蚀:风的吹扬磨蚀作用,分为"吹蚀"和"磨蚀"两种作用方式。"

《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)4.2.2 将风蚀程度分为微度、 轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈六个等级。



图 40 风蚀蘑菇(惠远古城)



图 41 风蚀垄槽 (交河故城)

3.1.9 表层病害

表层病害着重关注古遗址古墓葬本体材料表层出现的各种病害现象。表层是各种风化营力最容易直接侵袭作用的部位。一般说来,病害总是由表及里、由点到面、由弱变强地进行着。

3.1.9.1 粉化剥落

表现形式:表层材料组分之间的结合力减弱或消失,导致颗粒间距加大乃至脱落,使表面减薄、形貌改变,从而造成表层破坏的现象(图 42-图 47)。

³⁰邓绶林主编. 地学辞典. 石家庄: 河北教育出版社, 1992:244.

形成原因: 温湿度变化、含水率变化以及盐分反复的溶解-结晶都是可能原因。其中, 盐分的可能来源包括材料本身的易溶盐、地下水带入、难溶盐在适当条件下转化变为易溶盐³¹, 甚至微生物活动的参与³²。有些部位可见盐分聚集(图46-图47)。盐分导致的粉化是一种以化学过程为机制,以物理过程为结果的特殊风化作用类型³³。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.3 a): "表面粉化剥落——指由于周期性温度湿度变化、冻融作用及水盐活动等原因导致的石质文物表面的酥粉剥落现象。多发生于质地较为疏松的沉积岩类文物表面。表面泛盐——指由于毛细水与可溶盐活动,使得可溶盐在石刻表面富集析出的现象。这类病害在石材质地较为疏松的砂岩、泥灰岩与凝灰岩文物表面较为常见,该类病害与毛细水活动密切相关。"

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.3: "表面溶蚀——石质文物表面由于溶解或水解反应生成的坑窝或沟槽状,室外存放的石灰岩质文物较为常见。"4.4: "酥碱与泛盐——砖石表面可溶盐富集、结晶等导致的破坏现象。"4.5: "粉化——砖石文物表面粉末状脱落现象。"

《古代壁画病害与图示》(WW/T 0001-2007)3. 2. 14: "盐霜——盐分在壁画表面富集形成的结晶,俗称'白霜'。"3. 2. 15: "酥碱:壁画地仗中的可溶盐,随环境湿度变化而溶解、结晶,所产生的膨胀、收缩反复作用使壁画地仗结构破坏而产生的疏松状态。"注意:盐害是指氯化钠和硫酸钠,而碱害是指碳酸钠和碳酸氢钠 ³⁴。

《文物建筑维修基本材料 青砖》(WW/T 0049-2014)3.10: "泛霜——析 盐现象。"

³¹ 冯楠. 潮湿环境下砖石类文物风化机理与保护方法研究[D]. 吉林大学, 2011:124-125.

³² 李冬娟, 王翀, 王卫卫, 熊本涛. 汉阳陵文物表面硫酸盐形成原因微生物学证据[J]. 微生物学通

报,2010,37(09):1272-1277.

³³ 徐叔鹰. 论盐风化过程及其地貌意义[J]. 铁道师院学报, 1992(S3): 24-30+34.

³⁴左建主编. 地质地貌学. 北京: 中国水利水电出版社, 2001:139.

《墙体材料术语》(GB/T 18968-2019)8.2.21: "泛霜、盐析、盐霜、起霜——可溶性盐类在砖或砌块表面的盐析现象,一般呈白色粉末、絮团或絮片状。"

《砌墙砖试验方法》(GB/T 2542-2012)11.4.2 将泛霜程度分为无泛霜、轻微泛霜、中等泛霜和严重泛霜 4 个等级。



图 42 砖块的粉化剥落(西安城墙)



图 43 砖块的粉化剥落(李渡烧酒作坊遗址)



图 44 土体的粉化剥落(定鼎门遗址)



图 45 土体的粉化剥落(景德镇湖田窑制瓷作坊遗址)



图 46 表面结晶硫酸镁(李渡烧酒作坊遗址)



图 47 表面结晶二水硫酸钙(李渡烧酒作坊遗址)

3.1.9.2 降尘

表现形式:空气中的矿物微粒、工业粉尘、孢粉或霉菌等附着在古遗址古墓葬本体表面造成外观负面影响的现象。

形成原因: 大气环境质量较低。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.5 a): "表面污染与变色/大气及粉尘污染——露天存放的石刻表面通常蒙蔽有大量灰尘及风化产物。"

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.10: "积尘——砖石文物表面粉尘、泥土堆积现象。"



图 48 降尘(李渡烧酒作坊遗址)

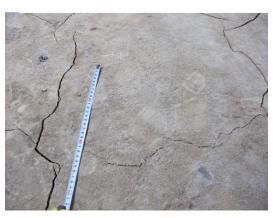


图 49 降尘(定鼎门遗址)

3.1.9.3 空鼓

表现形式: 古遗址古墓葬本体材质表层鼓起、分离成空腔,但未完全剥落的现象 ³⁵。

形成原因:最大可能是盐分的原因。在盐风化的过程中会产生表面结晶和内部结晶的两种结晶方式。这两种盐结晶方式的本质原因是多孔材料和环境之间的水分和盐的传输机理所引起的³⁶。表面结晶导致粉化剥落,而内部结晶则会产生空鼓。

危害程度: 空鼓部位在外力作用下,容易开裂,并聚集微生物、灰尘等。

³⁵ 石质文物病害分类与图示(WW/T 0002-2007) 5.4 b.

³⁶ 刘赞群. 混凝土硫酸盐侵蚀基本机理研究[D]. 中南大学, 2010:47-48.

保护措施:尽可能切断盐分聚集通道。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.4 b): "空鼓:主要指石质文物表层鼓起、分离形成空腔,但未完全剥落的现象。"

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.6: "空鼓——砖石文物表面鼓起与基体局部分离形成空腔。"

《墙体材料术语》(GB/T 18968-2019)8.1.10: "起鼓——砖或砌块表面局部鼓出平面的现象。"

3.1.9.4 变色

表现形式: 古遗址古墓葬本体材料表面色相的改变。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.5 c): "表面污染与变色/人为污染——指人为涂鸦、书写及烟熏等造成的石质文物污染现象。同时,由保护引起的变色与污染(例如采用铁箍、铁质扒钉等加固断裂部位而引起的石质文物表面变色和不正当涂刷引起的表面变色)也归入该类病害。"

《古代壁画病害与图示》(WW/T 0001-2007)3. 2. 18: "褪色——壁面颜料的色度降低,由鲜明变暗淡,由深变浅。"3. 2. 19: "变色——壁画颜料色相的改变。"



图 50 流水水痕(示意作用, 颐和园)

图 51 锈迹(示意作用,颐和园)

3.1.10 生物病害

3.1.10.1 植物病害

表现形式:包括两种——高等植物和低等植物。其中,高等植物会由于生长,尤其是乔木的根部生长,造成古遗址古墓葬开裂等危及安全保存的现象(图 52-图 53);而低等植物,比如地衣,通过菌丝的穿插、菌体的涨缩及对矿物碎屑的捕获等物理作用和分泌物的化学作用,对古遗址古墓葬本体材质的表层造成损害 ³⁷。需要注意的是,灌木类及草本植物有可能具有保护作用(图 54,具体原因分析请参见 3. 2. 8),但对于展示的考古面(图 55),则不考虑其保护作用。

形成原因:植物生长。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.1 a): "植物病害——树木、杂草生长于石质文物裂缝中,通过生长根劈作用破坏石材,导致石质文物开裂。"

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.9: "低等植物损害——砖石文物由于微生物繁衍生长导致的表面污染及自然损伤现象。"



图 52 根部对砖体的破坏(唐山潘家口水库西城峪长城)



图 53 根部对夯土体的破坏(北京东官房烽火台)

³⁷ 唐湘平. 地衣对碳酸盐岩的风化作用及其环境效应研究[D]. 贵州大学, 2009:8-10.





图 54 植物的保护作用(临涣古城)

图 55 考古展示面的植物生长(河南渑池仰韶遗址)

3.1.10.2 动物病害

表现形式:包括两种——动物营穴和生物粪便。马蜂、缕姑、白蚁、蚂蚁等会在土体内营穴生存,在表面(多见于建筑根部)形成密集孔洞(图 56),导致结构疏松,为其他病害提供有利条件,影响遗址稳定性。生物粪便由于含有大量有机物和无机物,会对古遗址古墓葬表面造成腐蚀破坏和外观损毁(图 57)。

形成原因: 动物活动。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007) 5.1 b): "动物病害——昆虫、蜂蚁、鼠类等在石质文物表面、空臌及其裂隙部位筑巢、繁衍、排泄分泌物污染或侵蚀石刻文物。"

《馆藏砖石文物病害与图示》 (GB/T 30688-2014) 4.8: "动物损害——砖石文物由于动物活动导致的污染与变色现象(其导致的物理损伤并入机械损伤类)。"



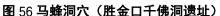




图 57 鸟类粪便(示意作用, 瞿昙寺)

3.1.10.3 微生物病害

表现形式:霉菌等对于文物表面颜色形貌的改变及酸碱分泌物造成的破坏现象(图 58、图 59)。

形成原因:表面含水率较高。

相关标准:《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007): "微生物病害——苔藓、地衣与藻类菌群、霉菌等微生物菌群在石质文物表面及其裂隙中繁衍生长,导致石质文物表面变色及表层风化的现象。"



图 58 微生物病害(河南渑池仰韶遗址)



图 59 微生物病害(昙石山文化遗址)

3.1.11 人为作用

3.1.11.1 它物占压

表现形式:建筑设施、农田、道路等人工活动对于文物本体的破坏(图 60-图 68)。

形成原因: 历史或当代, 人为有意或无意操作。

危害程度:图 60-图 63 为历史形成,现存状况不会因为这些占压进一步损坏。图 64-图 66 需要采取措施,确保人类活动不会对遗址造成进一步的损伤。图 67 所示人工发掘的洞穴需评价其未来发展可能性。图 68 所示较低矮遗址,由于不断的踩踏而导致体量持续变小。

保护措施: 总体上保持现状,对各种状况进行进一步细化分析。



图 60 建筑截断、占压(瞿昙寺)



图 61 建筑依附(阳高镇边堡)



图 62 建筑占压(惠远古城)



图 63 道路占压(沙家街古城)



图 64 农田占压(彭阳战国秦长城)



图 65 坟墓占压、清明培土(临涣古城)



图 66 用作猪圈(北京东白庙城堡)



图 67 人工挖掘(调查确认,惠远古城)



图 68 在低矮遗址底部的行走(彭阳战国秦长城)

3.1.11.2 不当修缮

表现形式: 历史保护措施中出现风貌不协调(图 69、图 70),或保护措施本身出现病害(图 71)。

形成原因:修缮理念、施工技术或管理的问题;抢险性质的修缮。



图 69 砖体补夯土体(惠远古城)

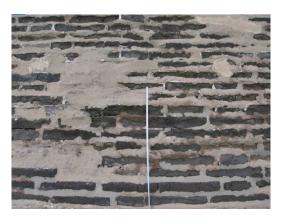


图 70 水泥补砌灰缝 (寿县城墙)



图 71 保护夯土出现病害(马营城墙)

3.1.11.3 外观损伤

表现形式:包括涂鸦、烟熏等对文物外观造成负面影响的现象(图 72-图 75)。 形成原因:历史或当代,人为有意或无意操作。

相关标准:

《石质文物病害分类与图示》(WW/T 0002-2007)5.5 c): "表面污染与变色/人为污染——指人为涂鸦、书写及烟熏等造成的石质文物污染现象。同时,由保护引起的变色与污染(例如采用铁箍、铁质扒钉等加固断裂部位而引起的石质文物表面变色和不正当涂刷引起的表面变色)也归入该类病害。"

《古代壁画病害与图示》(WW/T 0001-2007)3. 2. 10: "划痕——外力刻划使壁画画面受到损害。"3. 2. 11: "覆盖——壁画表面被其他材料(如石灰等)所涂刷、遮盖。"3. 2. 12"涂写——壁画表面上人为书写或刻画。"3. 2. 13"烟熏——壁画被烟火或香火熏污的痕迹。"3. 2. 21: "泥渍——泥浆在壁固上留下的痕迹。"



图 72 涂鸦(高昌故城)



图 73 踩踏(李渡烧酒作坊遗址)



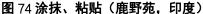




图 75 覆盖(示意作用,颐和园)

3.2 古遗址古墓葬破坏的主要影响因素

古遗址古墓葬和大地相连、并处于天然开放的环境中,其病害的产生和发展 是本体材料对于外界环境的反应表现,属于地球上一个最基本过程,不可避免。 但程度、速率和路径却可能大不相同,这主要和材料特性及外界环境有关。外界 环境除人为作用外,主要包括了降雨、刮风、日照等大气物理因素及地下水位高 低、地下水咸淡等水文地质因素,而且很有可能是两个或两个以上因素共同存在、 协同作用,结果导致各种病害共存、机理复杂。比如:重力作用产生的裂缝,有 利于水和生物进入,导致本体材料发生水解、氧化等作用,而这些作用又可以反 过来加深加宽裂缝,以至于最后坍塌。

从全国降雨侵蚀力图、全国土壤可蚀性因子图、全国风力侵蚀区表土湿度因子图、全国风力侵蚀区不小于 5m/s 年均风速累计时间分布示意图、全国冻融侵蚀区年冻融循环天数图、全国冻融侵蚀区日均冻融相变水量图、全国冻融侵蚀区年均降水量等值线图、全国水土流失图、太阳能分布图等各种气候要素分布图[38、39]和地质、土壤类型分布图 40及各种分区图表 41可以看出,这些影响因素的分布具有相似性和差异性两方面的特征。这也就决定了病害具有区域性的分布特

^{38《}第一次全国水利普查成果丛书》编委会编.第一次全国水利普查成果丛书 水土保持情况普查报告.北京:中国水利水电出版社,2017:208-217

³⁹ 刘明光主编. 中国自然地理图集. 北京: 中国地图出版社, 2010: 102

⁴⁰ 刘明光主编. 中国自然地理图集. 北京: 中国地图出版社, 2010: 21-22、63-66

^{41《}烧结普通砖》(GB/T5101-2017) 附录 B

点。比如,西北地区主要是强风、强日照等起关键作用的病害,东北则主要是由 冻融引发的病害,而南方则是以水和盐促成的病害为主要特征。

除了材料本身特性和外界环境外,文物本体的体量、形态也是一个重要影响 因素。古遗址古墓葬所包含的个体体量差距巨大,比如图 76 所示的秦长城局部 高度不过 20cm,而图 77 所示的克孜尔尕哈烽燧则高约 13 米。显然,对于同材 质、同工艺的文物而言,陡峭的形态更容易被风、重力等因素影响等而出现剥落、 坍塌等病害;而雨的水力侵蚀作用对于露天土遗址的影响则远远大于深埋于地下 的古墓葬的影响。

同时,病害的确认还存在一定程度的不确定性。比如对于某些仅剩石质残块的古遗址(图 78)而言,微生物及低等植物的生长都不必列为病害,而对于土遗址(图 79)则应列为病害并采取相关措施。对于某些特殊环境,如图 80 浸没于水中的长城,则积水不必列为病害,而对于图 81 所示吴哥窟树木与遗址共生现象,则不但要保证建筑的安全,也要保证植物的安全。



图 76 彭阳战国秦长城



图 78 奥林匹亚遗址



图 77 克孜尔尕哈烽燧



图 79 景德镇御窑厂遗址



图 80 **唐山潘家口水库西城峪长城** 3. 2. 1 材料特性及建造工艺



图 81 柬埔寨吴哥窟塔布隆寺

3.2.1.1 生土

在古遗址古墓葬保护中,"土"的材料特性是专指其作为建筑材料所具有的各种特性。《岩土工程基本术语标准》(GB/T 50279-2014)第 3. 2. 12 条定义: "土是矿物或岩石碎屑构成的散粒集合体。""生土"则是为了与"烧结砖"做区别,强调传统上未经焙烧,仅改变组成成分比例(如含水率或颗粒配比等),并做简单的物理加工(如拌和、夯击、添加一定的稳定剂或黏合剂等)而用于建造的土料 42 43。其中,土坯是一种形态上似烧结砖而未经烧结的建筑块材。生土建筑是指主要用未焙烧而仅做简单加工的原状土为材料营造主体结构的建筑 44,包括了窑洞、夯土建筑和土坯建筑等。

土的矿物组成、微观结构、粒径、塑性等基本物理力学特征是病害种类及程度的基础依据。土的矿物组成包括了原生矿物和次生矿物。原生矿物包括了石英、长石、云母等,次生矿物包括成分简单的盐类(各种碳酸盐、重碳酸盐、硫酸盐、氯化物等)和成分复杂的次生铝硅酸盐(蒙脱石、伊利石、高岭石等,还有各种晶质和非晶质的含水硅、铁、铝的氧化物 45。工程上按粒径范围将土划分为不同的粒组 46,然后按不同粒组的相对含量划分为巨粒类土、粗粒类土和细粒类土 47 48。这种分类方法没有考虑矿物或化学成分的差异。原因在于:一则这种划

⁴² 林挺, 张雯. 粘土"混凝土"——生土材料与夯土建造[J]. 建筑技艺, 2013 (03): 238-242.

⁴³ 吴锋. 土坯房屋基本力学和抗震性能的试验研究[D]. 大连理工大学, 2013:2

⁴⁴ 梅益主编. 中国大百科全书 建筑 园林 城市规划. 北京: 中国大百科全书出版社, 1988:379

⁴⁵王荫槐主编. 土壤肥料学. 北京: 农业出版社, 1992:12.

^{46《}土的工程分类标准》GB/T 50145-2007 3.0.2.

^{47《}土的工程分类标准》GB/T 50145-2007 4.0.1-4.0.12、附录 A

分简单明了、便于操作,二则粒径大小实际上部分包含了矿物成分的差异(表 3-2、图 82)⁴⁹和性能差异(表 3-3)。土体的性质还和孔隙度(表 3-4)及微团聚结构[⁵⁰、⁵¹]有关。

表 3-2	各级土粒的矿物成分	(%)	[52、	53]
-------	-----------	-----	------	-----

矿物	1-0. 25	0. 25-0. 05	0.05-0.01	0. 01-0. 005	< 0.005
石英 (SiO ₂)	86	81	72	63	10
长石 (KAlSi ₃ O ₃)	14	12	15	8	10
云母			7	21	67
$(KA1_3Si_3O_{10}(OH)_2)$	_	_	1	21	07
角闪石		4	2	5	7
$(Ca_2Mg_5Si_3O_{22}(OH)_2)$	_	4	2	5	'
其他矿物	-	3	4	3	6
总计	100	100	100	100	100

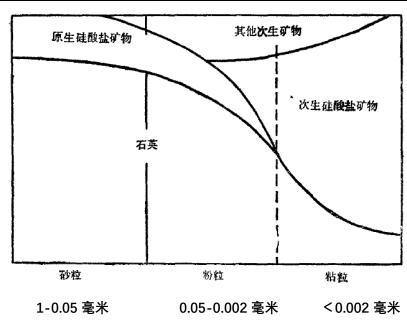


图 82 土颗粒矿物组成示意图[54、55]

表 3-3 各级土粒的理化性质[56、57]

^{48 《}岩土工程基本术语标准》GB/T 50279-2014 4.1.21-4.1.32.

⁴⁹牟树森,青长乐主编. 环境土壤学. 北京: 农业出版社, 1993:11.

⁵⁰熊毅, 李庆逵主编. 中国土壤 第 2 版. 北京: 科学出版社, 1987:409.

⁵¹ 王荫槐主编. 土壤肥料学. 北京: 农业出版社, 1992:47.

^{52 (}苏) 罗杰 (А.А.Роде) 著; 郭兴嘉, 梁式弘译. 土壤学. 北京: 中国林业出版社, 1957:40.

⁵³年树森,青长乐主编. 环境土壤学. 北京:农业出版社,1993:11.

^{54 (}美) 布雷迪 (N. C. Brady) 著; 南京农学院土化系等译. 土壤的本质与性状. 北京: 科学出版社, 1982: 27.

⁵⁵王荫槐主编. 土壤肥料学. 北京: 农业出版社, 1992:15.

⁵⁶王荫槐主编. 土壤肥料学. 北京: 农业出版社, 1992:17.

⁵⁷ 刘克锋,韩劲编著. 土壤肥料学. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995:16.

颗粒直径 (mm)	吸湿系 数 (%)	最大分 子持水 量(%)	毛管水上 升高度 (cm)	渗透系数 (cm/s)	膨胀性 (占最初体积的%)		阳离子交换量 (m·e/100g)	颗粒总表面积(cm²) π D²×粒数
1.0-0.5	_	0.9	8. 7	0.072	_	不可塑		31. 42-62. 83
0. 5-0. 25	ı	1.0	20-27	0.056	0	不可塑		62, 83-314, 16
0. 25-0. 10	1	1.1	50	0.030	5	不可塑		02.03 314.10
0. 10-0. 05	-	2.2	91	0.005	6	不可塑		314. 16-628. 32
0.05-0.01	<0.5	3. 1	200	0.0004	16	不可塑	约为1	628. 32-785. 80
0. 01-0. 005	1.0-3.0	15.9	1	-	105	28-40	3-8	785. 80-6283. 20
0.005-0.001		31.0			160	30-48	10-20	6283. 20-31416. 00
<0.001	15-20	_		_	405	34-87	35-65	>31416.00

表 3-4 土体容重和松紧度及孔隙度的关系 58

松紧程度	容重 (g/m³)	孔隙度(%)
最松	<1.00	>60
松	1.00-1.14	60-56
适宜	1. 14-1. 26	56-52
稍紧	1. 26-1. 30	52-50
紧	>1.30	<50

尽管不同的土体具有不同粒组比例、矿物组分、微观结构、孔隙度和化学物理特性,但基本特征是强度较低、易吸水崩解、降水易入渗等。土体自身的这些固有特性决定了古遗址古墓葬中的土体部分抵御环境破坏的能力远不如砖石,各种病害普遍存在。同时,不同的建造工艺,如夯筑、生土挖造,土坯砌筑,垛泥等 59 60 61,决定了整体结构的孔隙率、孔隙结构、孔径分布、抗压强度、吸水吸湿性能,从而也影响了病害的发展和种类。

3.2.1.2 黏土烧结砖

砖是由黏土经 900℃-1100℃烧结而成的砌筑用人造小型块材,外形多为直角六面体 ⁶²。北方地区青砖常见规格尺寸可参见《文物建筑维修基本材料 青砖》(WW/T 0049-2014)附录 A。《岩土工程基本术语标准》(GB/T 50279-2014)第 4.1.32 条和第 4.1.24 条分别定义: "黏土是塑性指数大于 17 的细粒土。"

⁵⁸ 沈其荣主编. 土壤肥料学通论. 北京: 高等教育出版社, 2001:55.

⁵⁹ 孙满利, 王旭东, 李最雄著. 土遗址保护初论. 北京: 科学出版社, 2010:82-90

⁶⁰ 张虎元, 赵天宇, 王旭东. 中国古代土工建造方法[J]. 敦煌研究, 2008(05):81-90+125.

⁶¹ 张雯. 土生土长——以夯土为核心的自然建造研究[D]. 中国美术学院, 2013:42-43

^{62《}砖和砌块名词术语》(GB 5348-85)

"细粒类土是粒径小于或等于 0.075 毫米的颗粒含量大于或等于总质量 50%的土。"矿物组分上来讲,黏土是由含水铝硅酸盐矿物,包括高岭石、蒙脱石、伊利石等 ⁶³,和石英、碳酸盐矿物等杂质矿物组成 ⁶⁴。在烧结过程中,会发生单一矿物的高温变化和矿物间的高温反应 ⁶⁵,最终达到可与岩石相比的强度 ⁶⁶。同时,烧结中形成的熔融物可逐步填充敞开的微孔,降低吸水率,从而增强其抗冻能力 ⁶⁷ ⁶⁸ ⁶⁹。

对于砖块的材料性能评价,可以参考《文物建筑维修基本材料 青砖》(WW/T 0049-2014)、《烧结普通砖》(GB/T 5101-2017)、《墙体材料应用统一技术规范》(GB 50574-2010)第 3. 2. 3 条和《明城墙砖》(DB32/T 1217)等。

3.2.2 水作用

一般情况下,几乎各种自然环境因素都会参与到古遗址古墓葬病害的产生和 发展过程中。这些因素协同作用,但其中水的作用巨大。如果没有水,许多因素 都难以起作用。

3.2.2.1 化学作用

水的化学作用主要指通过水和水中溶解的 0₂、CO₂、SO₂等气体,使文物本体 材料的化学成分和矿物成分发生改变的现象。主要表现为氧化作用、水化作用、 水解作用、溶解作用、酸化作用。

(1) 溶解作用

矿物成分溶于水的过程称为溶解作用。在砖土材料与水接触时,溶解作用一般是化学风化的第一步。由于水是一种极性溶剂,能与极性型和离子型的分子相互吸引,而绝大部分矿物都是离子键化合物,所以大部分矿物都能溶于水,发生溶解作用,然后随水流而流失。当降雨量充沛时,溶解作用会持续不断进行。

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O + H_2O \rightarrow Ca2 + + SO42 - + 3H_2O^{70}$$
 (1)

⁶³杨雅秀等著. 中国粘土矿物. 北京: 地质出版社, 1994:16-19

⁶⁴章秦娟主编. 陶瓷工艺学. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1997:10-14

⁶⁵殷念祖编著. 烧结砖瓦工艺. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983:537-541、566-567

⁶⁶ 湛轩业. 矿物学与烧结砖瓦生产(十三)[J]. 砖瓦世界, 2007(09):39-55.

⁶⁷ 湛轩业. 矿物学与烧结砖瓦生产(十三)[J]. 砖瓦世界, 2007 (09): 39-55.

^{68《}烧结普通砖》 (GB/T5101-2017)

⁶⁹西北轻工业学院等编. 陶瓷工艺学. 北京: 中国轻工业出版社, 1980:65

⁷⁰李晶莹. 中国主要流域盆地的风化剥蚀作用与大气 CO_2 的消耗及其影响因子研究[D]. 中国海洋大

$$Na_{2}SO_{4} \cdot 10H_{2}O + H_{2}O \rightarrow 2Na + + SO42 - + 11H_{2}O^{71}$$
 (2)

矿物溶解于水时有难有易,其难易程度主要取决于矿物的溶解度。常见的造岩矿物的溶解度从大到小依次为方解石、白云石、橄榄石、角闪石、长石、云母、石英。极易溶的是钾、钠等的氯化物;易溶的是钙、镁的氯化物及硫酸盐;较难溶的是钙、镁的碳酸盐;难溶的是铁、铝、硅的氧化物和硅酸盐。溶解度的大小还取决于水的温度、压力和 pH 酸碱度等因素 ⁷²。

在英国,溶解作用使地表以 10-100 微米/年的速度下降 ⁷³。在美国的大平原 黄土地区,溶解率为 50 微米/年左右,在美国的西南部为 5 微米/年 ⁷⁴。

(2) 水化作用

水化作用是指矿物与水结合为一种含水矿物的作用,如赤铁矿与水结合的情况 75:

(3)

(3) 水解作用

水解作用是水和矿物相结合时产生的一种化学反应。这种反应是在水的 IH 离子或 OH-离子与矿物的离子之间进行的,如矿物中的 K+、Na+、Ca2+、Mg2+等阳离子很容易被水中的 OH-离子所夺取。硅酸盐和铝硅酸盐矿物(地壳中含量最多的矿物)是弱酸强碱型化合物,易发生水解作用而破坏。

$$4K(A1Si_3O_8) + 6H_2O \rightarrow 4KOH + A1_4(Si_4O_{10}) (OH)_8 + 8SiO_2$$
 (4)
钾长石 高岭石 硅胶

 $4Na(A1Si_3O_8) + 6H_2O \rightarrow 4NaOH + A1_4(Si_4O_{10})(OH)_8 + 8SiO_2$ (5)

71李晶莹. 中国主要流域盆地的风化剥蚀作用与大气 CO_2 的消耗及其影响因子研究[D]. 中国海洋大学, 2003:18

学,2003:18

⁷² 孙满利, 王旭东, 李最雄著. 土遗址保护初论. 北京: 科学出版社, 2010:77

^{73 (}英) 柯克比 (Kirkby, M. J.), (英) 摩根 (Morgan, R. P. C.) 编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987:2

^{74 (}英) 柯克比 (Kirkby, M. J.), (英) 摩根 (Morgan, R. P. C.) 编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987:8

⁷⁵牟树森,青长乐主编. 环境土壤学. 北京: 农业出版社, 1993:206

⁷⁶ 叶浩. 黄河中游陕蒙接壤地区劈砂岩重力侵蚀机理及定量评价[D]. 中国地质科学院, 2004:77

钠长石

高岭石 硅胶

上述化学反应表明钾长石和钠长石析出的 K+、Na+与水中的 OH-结合形成 KOH、NaOH 随水流失;析出的 SiO₂一部分呈胶体随水流失,一部分形成蛋白石 (SiO₂•nH₂O) 留存于原地;其余的可形成难溶于水的高岭石而留存于原地。

(4) 氧化作用

氧化作用是指大气和水中的游离氧与矿物化合成为氧化物的反应过程。如黄铁矿在湿润条件下极易氧化,其中的 Fe2+最后氧化成 Fe3+褐铁矿,硫则形成 H2S04 而溶失。其反应如下:

$$2\text{FeS}_2 + 70_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$$
 (6)
 $4\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 0_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ (7)
 $2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (褐铁矿) + 6H₂SO₄ (8)
由 Fe2+→Fe3+,体积将缩小 13%⁷⁷。

(5) 酸化作用

溶解作用一般进行得十分缓慢,但当水中含有侵蚀性 CO2 而发生碳酸化作用时,水的溶解作用就会显著增强。同样,SO3 和 SO2 可以溶解于水(酸雨),发生硫酸化作用。这两种作用都会使得矿物成分发生变化,并形成可随水流走物质。

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca (HCO_3)_2$$
 (9)

方解石 重碳酸钙

 $2Al_2(OH)_2Si_4O_{10} \cdot nH_2O (粘土矿物)$ 78 (10)

 $CaCO_3 (方解石) + 2H^+ + SO_4^{2-} + H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O (石膏) + CO_2$ (11)

 $AlSi_2O_5(OH)_4(高岭石) + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 2H_4SiO_4 + H_2O$ 79

(12)

3.2.2.2 物理作用 80

⁷⁷ 叶浩. 黄河中游陕蒙接壤地区劈砂岩重力侵蚀机理及定量评价[D]. 中国地质科学院, 2004: 76 78叶浩. 黄河中游陕蒙接壤地区劈砂岩重力侵蚀机理及定量评价[D]. 中国地质科学院, 2004: 78 79叶浩. 黄河中游陕蒙接壤地区劈砂岩重力侵蚀机理及定量评价[D]. 中国地质科学院, 2004: 78 80张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京:中国林业出版社, 2000: 22-26

物理侵蚀的速度和程度与降雨(总水量、强度)、土体性质(入渗量、结构稳定性)、坡度、地形、水道、植被等⁸¹相关。

(1) 动力侵蚀

降水对于土体的动力作用主要包括分散和悬浮土颗粒、径流机械破坏和推移。从形态上,可以分为雨滴溅蚀、片蚀和沟蚀3种类型。

① 雨滴溅蚀

雨滴落到裸露的地面上时,具有一定质量和速度,因此必然会对地表产生冲击,使土体颗粒破碎、分散和飞溅,引起土体结构的破坏。此外还可以击实地表;堵塞土体下渗孔隙;产生地表径流并扰动水流;增加水流的紊流等 82。大体上,溅蚀可分为 4 个阶段,即干土溅散阶段、湿土溅散阶段、泥浆溅散阶段、地表板结 83。

降雨雨滴的侵蚀效果一方面取决于雨滴特性,包括雨滴形态⁸⁴、大小及雨滴分布⁸⁵、降落速度、接地时冲击力、降雨量、降雨强度和降雨历时等⁸⁶;另一方面取决于气候因素、地形因素⁸⁷、土体因素、植被因素等^{88 89}。

降雨是由大小不同的雨滴组成的,直径波动于 0-6 毫米之间 ⁹⁰。一般情况下,小雨滴为圆形,大雨滴(>5.5 毫米)开始为纺锤形,在其下降过程中因受空气阻力作用而呈扁平形,两侧微向上弯曲 ⁹¹。有学者进行了雨滴谱及终端速度测定(表3-5 和表 3-6)。雨滴谱特性会因降雨的不同地区、不同类型、不同季节而发生

^{81 (}美) 布雷迪 (N. C. Brady) 著; 南京农学院土化系等译. 土壤的本质与性状. 北京: 科学出版社, 1982; 144-145

⁸²侍倩, 刘文娟, 王敏强, 詹长久. 植被对坡面防护作用的机理分析及定量估算[J]. 水土保持研究, 2004(03):126-129.

⁸³ 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:42

⁸⁴杨军,陈宝君,银燕等编著.云降水物理学.北京:气象出版社,2011:97-98

⁸⁵陈聪. 黄山不同高度雨滴谱演变特征分析[D]. 南京信息工程大学, 2013.

⁸⁶张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:39

⁸⁷ 唐泽军, 雷廷武, 张晴雯, 赵军. 雨滴溅蚀和结皮效应对土壤侵蚀影响的试验研究[J]. 土壤学报, 2004(04):632-635.

⁸⁸ 胡霞. 表土结皮形成过程特征以及与土壤溅蚀的关系[D]. 华中农业大学, 2003:11-13

⁸⁹张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:44

^{90 (}英) 柯克比 (Kirkby, M. J.), (英) 摩根 (Morgan, R. P. C.) 编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987:99

⁹¹ 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:40

变化,但总体上符合 M-P 分布 ⁹²。为了进行定量研究,学者提出了降雨动能经验公式 ⁹³、降雨侵蚀力计算指标 ⁹⁴、单雨滴的撞击荷载公式 ⁹⁵、计算溅蚀量公式 ⁹⁶。

表 3-5 0.04 mm/min 时的雨滴谱 97

雨滴直径(mm)	个数	质量 (mg)	速度 (m/s)
0. 58	38	3.80	2. 28
0.78	38	9.50	3. 07
0.96	29	13. 34	3. 75
1.12	22	16.06	4. 33
1.27	20	21.40	4.85
1.42	12	18.00	5. 35
1.56	5	9. 95	5. 81
1.70	5	12.85	6. 25
1.83	5	16.05	6.65
1.96	12	3.94	6.89
2.09	1	4. 77	7.05
2.21	1	5. 65	7. 21
2. 33	1	6.62	7. 36
2.45	1	7. 69	7. 49

表 3-6 雨滴直径 D 和终速度关系 v98

D (mm)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5. 0	6.0
v (m/s)	2. 1	4.0	6. 5	8. 1	8.8	9. 1	9. 2

② 片蚀

坡度大于 0°、没有植被覆盖或植被稀少的斜面上,不能被土体吸收的降水,在重力作用下形成地表径流。开始形成的地表径流处于未集中的分散状态,分散的地表径流如果满足泥沙起动条件 ⁹⁹,则可以挟沙以滑动或滚动形式流动。

片蚀强度取决于降雨强度和历时、土体抗蚀性、径流漫流程度、坡度、坡长、坡形和植被覆盖等因素 ¹⁰⁰。片流速度一般仅为 15-30cm/s,产生的剪切应力较小,其侵蚀能力远小于溅蚀和沟蚀 ¹⁰¹。

⁹²张丽. 土楼夯土墙风雨撞击荷载研究[D]. 华侨大学, 2013:20-21

⁹³王礼先主编. 水土保持学. 北京: 中国林业出版社, 1995:114

⁹⁴张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:41-42

⁹⁵张丽. 土楼夯土墙风雨撞击荷载研究[D]. 华侨大学, 2013:13-14

⁹⁶张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:43

⁹⁷黄炎和等著. 闽南地区的土壤侵蚀与治理. 北京: 中国农业出版社, 2002:8

^{98 (}英)柯克比(Kirkby, M. J.), (英)摩根(Morgan, R. P. C.)编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京:水利电力出版社, 1987:99

⁹⁹ 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:36

¹⁰⁰周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:174-175

¹⁰¹张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:45

片蚀侵蚀分级指标可参考《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)表4.1.2-2。

③ 沟蚀

一旦片蚀未被控制,由片蚀所产生的细沟或因地表径流的进一步汇流集中,或因地形条件有利于进一步发展,这些细沟向长、深、宽继续发展,于是由片蚀发展成为沟蚀。所以沟蚀是地表径流集中冲蚀土体并切入地面形成沟壑的一种侵蚀形态。由沟蚀形成的沟壑称作侵蚀沟。沟蚀是由片蚀发展而来,但沟蚀显著不同于面蚀。因为一旦形成侵蚀沟,土体即遭到彻底破坏,而且由于侵蚀沟的不断扩展,古遗址古墓葬会被不断损伤 ¹⁰²。但是沟蚀只在一定宽度的带状地面上发生和发展,其涉及的面积远较片蚀为小。

除了上述径流型冲沟外,还有沿着建筑工艺裂缝发育而来和沿着原有变形裂缝发育而来两种类型。

沟蚀作用以冲刷为主,并完全决定于地面土体的抗冲性能和径流动能(流量及流速)二者相对立的方面。沟蚀侵蚀分级指标可参考《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)表 4.1.2-3。

(2) 结皮及剥落

降雨初期,雨滴降落到相对比较干燥的土体表面,因土体颗粒间隙有空气充填,土粒还来不及吸取雨水,细小土粒只随雨滴溅散开。随着降雨时间的延长,表层土体空隙充填的水分逐渐增多,并继续接受雨滴的冲击、震荡。由于土体的耐崩解性能较差,在雨水的作用下,土体迅速崩解。当其土体表层水分增加到饱和程度后,即成为稀泥状态。降雨过程继续延长,土体表层的泥浆将阻塞土体孔隙,妨碍水分继续下渗,形成泥浆状沿坡面流动,同时土体的可溶盐溶解流失。当降雨停止时,部分泥流残留在土体表面。随着温度的变化,残留在土体上的泥迅速干缩,形成一层壳,即结皮,俗称泥皮。结皮在形成过程及后期,逐渐和下部土体分离,开裂剥落¹⁰³。表土结皮形成的影响因素包括:土性质(尤其是粉粒

¹⁰² 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:54 103孙满利. 吐鲁番交河故城保护加固研究[D]. 兰州大学, 2006:59-60

和黏粒含量密切相关 104)、降雨、地形、表面覆盖等 105。

结皮的形成是一个动态变化过程,会不断破坏又不断形成新的结皮。

(3) 抗冲性和抗蚀性

土体抵抗动力侵蚀的性能包括了抗蚀性和抗冲性两种。

抗冲性主要指土体抵抗水流等外营力所产生的机械破坏和推移能力,反映了 土体对侵蚀的敏感性,其大小主要取决于土粒间或微结构间的胶结力和土体结构 体间抵抗离散的能力。在冲刷(沟蚀)过程中,土体颗粒或土块不一定在水中分 散悬浮,只要径流能把它推动时就可发生侵蚀。如果土体颗粒间的胶结力很强, 结构体较大,或者结构体相互不易离散,则可抵抗较强的冲刷作用[106、107]。

抗蚀性则是指土体抵抗水体对土粒分散和悬浮的作用,代表土体对侵蚀的抵抗能力 ¹⁰⁸,土其大小主要取决于土粒和水的亲和力及土粒间的胶结力。胶结力越小、水亲和力越大的土粒,越易分散和悬浮,结构体越易受到破坏和解体,致使土体颗粒变小,封堵地表表面,从而减少土体渗透量和增加地表径流量。在这种情况下,即使地表径流速度很小,土体也会因分散悬浮而发生侵蚀 ¹⁰⁹。

当土体吸水和水分进入土体孔隙后,倘若它很快崩散破碎成很多小的单元,那么就对地面径流的推移作用创造了条件,否则就要求更大的径流量和流速才能够把较大的土体搬运。因此,抗冲性是建立在良好的抗蚀性基础上的¹¹⁰。当然,在地面径流较大的情况下,就完全依赖于土体本身的抗冲性了。

多年来,学者不断提出水力可蚀性指标(表 3-7)。

表 3-7 土体水力可蚀性指标 111

年代	可蚀性指标	方法
1930	分散率、侵蚀率	测定土体的理化性质

¹⁰⁴ 张虎元,刘平,王锦芳,等. 土建筑遗址表面结皮形成与剥离机制研究[[J]. 岩土力学,2009,30(7):1883-1892

111宋阳, 刘连友, 严平, 曹彤. 土壤可蚀性研究述评[J]. 干旱区地理, 2006(01):124-131.

¹⁰⁵ 胡霞. 表土结皮形成过程特征以及与土壤溅蚀的关系[D]. 华中农业大学, 2003:7-8 106 冉茂勇. 黄土丘陵区生物结皮土壤抗冲性试验研究[D]. 西北农林科技大学, 2009:2 107朱显谟. 黄土高原水蚀的主要类型及其有关因素[J]. 水土保持通报, 1982(01):25-30. 108魏慧, 赵文武, 王晶. 土壤可蚀性研究述评[J]. 应用生态学报, 2017, 28(08):2749-2759. 109 冉茂勇. 黄土丘陵区生物结皮土壤抗冲性试验研究[D]. 西北农林科技大学, 2009:2 110 朱显谟. 黄土地区植被因素对于水土流失的影响[J]. 土壤学报, 1960(02):110-121.

1933	分散一渗透性指数	测定土体的理化性质
1935	黏粒率=(沙+黏粒)/ 黏粒	测定土体的理化性质
1937	渗透性、悬浮率、分散率	测定土体的理化性质
1938	E = dh/a	水冲试验
1946	冲走 100g 土体所需水量	水冲试验
1947	土体可分离性、可搬运性	水冲试验
1954	土体膨胀系数、分散速度	测定土体的理化性质
1956	团聚体稳定性、分散率	测定土体的理化性质
1960	静水中土体崩解情况	测定土体的理化性质
1960	水冲穴的深度	水冲试验
1000	标准小区上单位降雨侵蚀力所引起的土	J. 157 \- \A16
1963	体流失量	小区试验
1964	土体黏土矿物构成、微结构	水冲试验
1964	分散率、侵蚀率、团聚度等	测定土体的理化性质
1978	侵蚀系数:K	水冲试验
1985	水稳性团聚体的风干率	小区试验
1992	土体渗透性	测定土体的理化性质
1992	侵蚀率、分散率等	测定土体的理化性质
1992	团聚体稳定性、抗冲强度	水冲试验
1993	单位径流深所对应的土体流失量	小区试验
1995	可冲刷性系数	水冲试验
1996	土体结构、团聚体稳定性、剪切强度等	水冲试验
2000	钠吸附比、土体溶液中离子浓度	水冲试验
2003	抗剪强度	测定土体的理化性质

3.2.3 荷载影响

荷载影响一般包括三种形式:一种是超载作用,即古遗址古墓葬顶部修建附加建筑物或堆置物体,其重力有可能导致本体失稳或开裂;第二种是边坡卸荷,即由于新的临空面的形成(例如考古发掘形成的边坡),导致向临空面释放应力

从而产生平行于临空面的裂隙。例如,秦俑三号坑在发掘后的短短几个月内便开始出现裂缝。经测量,裂缝以每周 1 毫米的速度不断加宽 ¹¹²。有些被认为是版筑结合部位也有可能是由重力引起 ¹¹³。第三种是重力作用,即本体的部分材料在自重作用下失去平衡而发生位移和堆积。主要包括崩塌、泻溜、滑坡和泥石流等形式 ¹¹⁴。严格地讲,纯粹由重力作用引起的侵蚀现象是不多的,重力侵蚀的发生是与其他外营力的参与密不可分的,特别是水的作用。重力侵蚀的表现形式主要有泻溜、崩塌、滑塌等,其中以前两种形式最为常见。

荷载影响导致的稳定性评价可以参考《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)相关内容。重力侵蚀分级指标可参考《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)表 4.1.3。

3.2.4 地下水影响

地下水按照埋藏条件可分为上层滞水、潜水和承压水,其中对于古遗址古墓葬影响较大的是上层滞水和潜水。影响主要体现在两个方面:一个是毛细水上升引发的干湿、冻融变化;另一个是地下水中广布 C1-、S042-、HC03-、Na+、K+、Ca2+、Mg2+等离子 ¹¹⁵随着毛细水的上升而向表面迁移和富集,并不断进行结晶-溶解循环(表 3-8)。

 土的名称
 毛细水强烈上升高度 (m)

 含砂黏性土
 3.00~4.00

 含黏粒砂土
 1.90~2.5

 粉砂
 1.40~1.90

 细砂
 0.90~1.20

 中砂
 0.50~0.80

 粗砂
 0.20~0.40

表 3-8 各类土毛细水强烈上升高度经验值 116

3.2.5 风力作用

¹¹² 秦俑坑土遗址保护课题组. 秦俑坑土遗址的研究与保护[J]. 文博, 1995(01):77-84.

¹¹³刘庆柱主编. 中国古代都城考古发现与研究 下. 北京: 社会科学文献出版社, 2016:817-828

^{114 《}水土保持术语》GB/T 20465-2006 2.2.16

¹¹⁵ 闫莫明等主编. 岩土锚固技术手册. 北京: 人民交通出版社, 2004:43

^{116 《}盐渍土地区建筑规范》(SY/T 0317-2012) 表 4.1.13

土遗址位于地面以上结构受到风力作用形成风蚀现象:风蚀蘑菇和风蚀柱、风蚀垄槽(雅丹)、风蚀洼地、风蚀谷和风蚀残丘。因为风蚀现象主要在西北地区土遗址上表现明显,因此,本节内容主要以土作为研究对象。

风力作用¹¹⁷包括了净风作用和挟沙风(风沙流¹¹⁸)作用两种。净风中土体表面颗粒仅受风作用力,而在挟沙风中还有跃移和滑移沙粒对土体表面产生的冲击和摩擦。在同一风速下,挟沙风引起的风蚀量是净风的4-5倍¹¹⁹。

风速廓线是随高程呈对数分布的 ¹²⁰,而风沙流携带的含沙量是随高度呈指数下降的[¹²¹、¹²²]。因此,风蚀总是发生在近地表处。风蚀虽然在干旱和半干旱地区是最普遍的 ¹²³(表 3-9),但在气候湿润的地区多少也会发生 ¹²⁴。

表 3-9 各省(自治区)风力侵蚀各级强度面积占辖区面积比例 125

省(自治	风力侵蚀	各级强度的风力侵蚀面积比例				
<u>X</u>)	面积比例	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
合计	23. 16	10.02	3.04	3.05	3.08	3. 97
河北	2.66	1.88	0.70	0.08	0.00	0.00
山西	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
内蒙古	43.90	19.40	3.87	5. 18	6.85	8.60
辽宁	1.33	1.22	0.08	0.00	0.02	0.01
吉林	7. 11	4. 45	1.65	1.00	0.01	0.00
黑龙江	1.99	0.98	0.73	0.28	0.00	0.00
四川	1.34	1.32	0.02	0.00	0.00	0.00
西藏	2.92	1.14	0.44	1.34	0.00	0.00
陕西	0.92	0.36	0.08	0.33	0.15	0.00
甘肃	28.60	5. 71	2. 58	2.59	7.70	9.98
青海	17.61	7. 26	2.87	3.74	2.79	0.95
宁夏	8.63	3.86	0.61	0.73	3. 15	0.28
新疆	48.71	22. 23	7.64	5. 89	5.00	7. 95

¹¹⁷周成虎主编. 地貌学辞典. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:82

^{118《}水土保持术语》GB/T 20465-2006 2.1.18

¹¹⁹ 刘贤万著. 实验风沙物理与风沙工程学. 北京: 科学出版社, 1995:11

¹²⁰ 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:67

¹²¹ 吴正著. 中国沙漠与海岸沙丘研究. 北京: 科学出版社, 1997:3

¹²² 张洪江主编. 土壤侵蚀原理. 北京: 中国林业出版社, 2000:67

¹²³刘炜. 我国北方7省室外土遗址病害分布特征研究[D]. 西北大学, 2012:67

^{124 (}美) 布雷迪 (N. C. Brady) 著;南京农学院土化系等译. 土壤的本质与性状. 北京:科学出版社,1982; 149

^{125《}第一次全国水利普查成果丛书》编委会编. 第一次全国水利普查成果丛书 水土保持情况普查报告. 北京:中国水利水电出版社,2017:106

风力作用影响因素如表 3-10 所示。风力作用与水力作用一样,依赖于能够给土体颗粒施加作用力的气流大小。对于任何流体,其作用力都在某种程度上依赖于所经过表面的粗糙度。但是,对于风来说,地面粗糙度起着特别关键的作用,这是因为大气密度低和由此而产生的搬运力低的缘故。地面非常粗糙的地方,例如有植物覆盖,或者地面上有风不能吹动的大石块等,风蚀也就小;较光滑的表面,例如裸露地,则容易发生风蚀。并且,土体中粉粒含量大时,也增加了风蚀的危险性,一旦粉粒物质被气流所携带,那么,只有当风速降低时,才能沉积下来 126。

表3-10风蚀系统中的关键变数127

风的变数	碎屑变数	表面变数
速度 (-)	颗粒大小(±)	植物——残体 (+)
频率 (-)	土块的黏聚力特性(+)	高度 (+)
持续时间(-)	磨蚀能力 (-)	方向 (+)
规模 (-)	传输能力 (-)	密度 (+)
	有机质含量(+)	良好程度(+)
		覆盖度(+)
		土体水分(+)
		表面糙度(+)
		表面长度(离开防护的距离)
		(-)
		表面坡度(±)

表中的(+)表示这些变数增加时,风的侵蚀变小; 表中的(-)表示这些变数增加时,风的侵蚀增加。

除了风的压力会对土体表面产生破坏作用以外,风还能加速土体表面水分的蒸发,造成土体内外含水率的不同,同时带来大量的粉尘,从而导致土体的风化破坏。

关于土体对于风力引起的剥离和搬运的敏感程度, 学者曾提出了多种的评价指标(表 3-11)。

表 3-11 土体风蚀可蚀性指标 128

^{126 (}英) 柯克比 (Kirkby, M. J.), (英) 摩根 (Morgan, R. P. C.) 编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987:3.

¹²⁷ 牛文元著. 自然地理新论. 北京: 科学出版社, 1981:155-156.

年代	可蚀性指标	方法
1942	水稳定性、干土块结构	测定土体的理化性质、风洞试验
1950	干团聚体结构、块状结构	测定土体的理化性质、风洞试验
1951	土体容重、结构体机械稳定性	测定土体的理化性质、风洞试验
1952	土体结构	测定土体的理化性质、风洞试验
1954	碳酸钙、分解的有机质	测定土体的理化性质、风洞试验
1955	沙、粉粒和黏粒的比例	测定土体的理化性质、风洞试验
1982	颗粒组成	测定土体的理化性质、风洞试验

3.2.6 环境影响

3.2.6.1 温度

(1) 冻融作用

所谓冻融作用,是指气候的日、年和多年变化可能导致特定气候区域一定范围土体的反复冻结和融化作用。砖土材料中的水在冻结成冰时,体积膨胀增大9%左右,因而对围限的砖土材料结构产生很大的压力,并可能导致裂缝产生;当冰融化时,水沿着裂缝更深地渗入砖土材料内部,在低温时又可冻结成冰。这样冻结、融化频繁进行,使裂缝不断加深扩大,以致砖土材料裂成碎屑或崩塌。冻融作用在下列条件下进行的最强烈:①有足够的水分供应;②砖土体具有较发育的裂隙;③气温经常徘徊在冰点上下¹²⁹。

在季风影响下,我国北方土体水分季节性动态通常可区分为下述几个时期: 冬季至早春土体湿度较高且稳定,为相对稳定期,纬度较高地带,则为冻结期; 春夏之间土体失水强烈,土体湿度降低到全年中的最低水平,是为失水期;夏秋 之间土体水分补充集聚,温度回升到一年中的最高峰,是为聚水期;在纬度较低 地区,秋冬之间还夹有一个较短暂的失水期。南方地区的分期则有所不同,如热 带地区,没有冬季相对稳定期。土体各水分时期出现的时间、持续的时间、各时 期占优势的湿度范围、土体水分循环的水量及深度,也有一定的地理规律性,如 土体聚水期和失水期,由于各地区的雨季和暖季来临的时间都不相同,自北向南相应逐渐提早,冻结稳定期也相应缩短,以致消失¹³⁰。我国主要的冻融区域分布见表 3-12。

表 3-12 各省(自治区)冻融侵蚀各级强度面积占辖区面积比例 131

省(自治	冻融侵蚀	各级强度的冻融侵蚀面积比例				
<u>X</u>)	面积比例	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
合计	10.18	5. 27	2.90	1.91	0.10	0.00
内蒙古	1.28	1.19	0.09	0.00	0.00	0.00
黑龙江	2.99	2.82	0.17	0.00	0.00	0.00
四川	9.95	3.69	3. 29	2.90	0.07	0.00
云南	0.34	0.05	0.10	0.19	0.00	0.00
西藏	26.89	11.50	7.83	7.04	0.51	0.01
甘肃	2.38	1.85	0.43	0.10	0.00	0.00
青海	22. 37	14. 24	5. 78	2. 34	0.01	0.00
新疆	5. 52	3.05	2.00	0.47	0.00	0.00

《烧结普通砖》(GB 5101-2003)附录 B 定义了风化指数为日气温从正温降至负温或负温升至正温的每年平均天数与每年从霜冻之日起至消失霜冻之日止这一期间降雨总量(以毫米计)的平均值的乘积。并根据风化指数划分了严重风化区和非严重风化区。并规定某些区域内 5h 沸煮吸水率和饱和系数达到规定后,可不进行冻融试验。

(2) 温差作用

地表物体温度通常要经历日变化与年变化等周期变化。古遗址古墓葬暴露于 大气中的外表面,在白天接受阳光辐射温度逐渐升高,并向内缓慢传递热量。砖、 土都是热的不良导体。因此,物体内部材料与外部材料之间存在温度差。到夜间, 外表面降温,开始收缩,而内部因日间持续传来的热量,仍处于膨胀阶段。这样 内外会因为温度的时间差产生热涨缩的不一致,结果会扩大原有裂隙和产生新的 裂隙。同时,砖土材料为混合物,不同矿物的线膨胀性能也不一致(表 3-13)。 有研究表明,当线性热膨胀系数相差 40×10-7/℃或者更大些的相当致密的两种

¹³⁰王荫槐主编. 土壤肥料学. 北京: 农业出版社, 1992:77.

^{131《}第一次全国水利普查成果丛书》编委会编. 第一次全国水利普查成果丛书 水土保持情况普查报告. 北京:中国水利水电出版社,2017:114.

物相中,较弱的物相会由于冷却应力而产生裂纹。因为物相的颗粒尺寸很小,所以这种裂纹被称作显微裂纹 132 。已经证明两种可以相容的物相的热膨胀系数相差仅为 4×10 - $7/\mathbb{C}^{133}$ 。此外,矿物膨胀还可能具有各向异性(表 3-14)。

表层温度日变幅及年变幅的大小决定于当地的气候。温度昼夜变化的影响深度小于年变化,但其变化速率大,因而影响更大 ¹³⁴。

表3-13 烧结砖瓦产品中常见矿物相的平均线性热膨胀系数135

物相	结构式	平均线性热膨胀系数 /(×10 ⁻⁷ cm/cm/℃)
刚玉	α-Al ₂ O ₃	88
石英	SiO ₂	120
莫来石	$Al_4O(Al_2Si_2O_{12})$	53
假硅灰石	CaSiO ₃	96
钙长石	Ca(Al ₂ SiO ₈)	43
镁橄榄石	Mg ₂ SiO ₄	98
斜顽辉石	MgSiO ₃	82
透辉石	CaMg(Si ₂ O ₆)	68
堇青石	$Mg_2Al_3(AlSi_5O_{18})$	11
钠长石	Na(AlSi ₃ O ₈)	90
赤铁矿	Fe ₂ O ₃	94
磁铁矿	Fe ₃ O ₄	87
玻璃体	Na ₂ O-CaO-SiO ₂	90
熔融石英	SiO ₂	5

表 3-14 某些各向异性晶体的主膨胀系数[136、137]

	T				
晶体	主膨胀系数 a (×10 ⁻⁶ /K)				
1月14	垂直c轴	平行 c 轴			
$A1_{2}O_{3}$	8. 3	9.0			
$A1_2TiO_5$	-2.6	11.5			
A1 ₂ O ₃ • 2SiO ₂	4. 5	5. 7			
CaCO ₃	-6	25			
SiO_2	14	9			
NaAlSi ₃ O ₈ 钠长石	4	13			

3.2.6.2 湿度

¹³²湛轩业. 矿物学与烧结砖瓦生产(十四下)[J]. 砖瓦世界, 2007(11):46-54.

¹³³湛轩业. 矿物学与烧结砖瓦生产(十四下)[J]. 砖瓦世界, 2007(11):46-54.

^{134 (}苏) 罗杰 (А. А. Роде) 著;郭兴嘉,梁式弘译. 土壤学. 北京: 中国林业出版社,1957:12-13 135湛轩业. 矿物学与烧结砖瓦生产(十四下)[J]. 砖瓦世界,2007(11):46-54.

¹³⁶ 奚同庚编著. 无机材料热物性学. 上海: 上海科学技术出版社, 1981;269.

¹³⁷ 关振铎等编著. 无机材料物理性能. 北京: 清华大学出版社, 1992:127.

⁶⁸

空气中的湿度变化是文物本体材料表面风化的重要影响因素。主要包括了失水形成的龟裂纹,以及由于干湿循环导致的粉化剥落。同时,高的湿度也可能促使霉菌的繁殖。

(1) 失水

对于土遗址来说,比较明显的失水现象出现在考古发掘后,即由潮湿稳定的地下环境转为干燥的大气环境时。在失水过程中,由于土孔隙结构中的基质吸力而发生收缩 ¹³⁸。当收缩受到土体内部以及外部各种约束条件的限制时,土体内部产生相应的张应力。在张应力超过土的抗拉强度时,土体便产生开裂。在平面表现为龟裂纹,在立面则表现为竖向裂缝,进而发展为裂块。例如,秦俑一号坑发掘不久,俑坑的土质隔梁、坑壁等处就出现了许多裂缝,经过几年后,有的已长达几十米,宽十几厘米,一些部位大有一触即塌之势。后来发掘的三号坑仅半年多时间,裂缝已宽达 10 厘米左右,且以每周 1 毫米的速度增宽,危及其存在 ¹³⁹。

(2) 干湿循环

湿度的变化会对土体中吸附水分能力强的颗粒产生如下影响:湿度高时土体吸水膨胀,湿度低时土体脱水收缩。这些土颗粒的收缩膨胀,会对周围颗粒产生压力与拉力,导致土体颗粒之间的连接受到破坏、脱落。当黏土矿物的含量相对较高,尤其是在蒙脱土含量较高时,土质类文物吸水膨胀、失水收缩的现象较明显。由于湿度日变化(增加减小增加)非常频繁,因此非常容易在短时间内造成明显的破坏,如河南禹县钧窑遗址的窑壁,经过一二十年的展示,古人留下的工具痕迹已逐渐消失,直至完全不见。这种现象在考古遗迹保护中非常常见 140。同时,湿度的循环变化也可使得迁移到表面的可溶性盐反复溶解结晶,产生破坏作用。

3.2.6.3 降尘

¹³⁸ 刘平. 土建筑遗址表部干缩开裂机制研究[D]. 兰州大学, 2009:64.

¹³⁹周铁,秦俑文物保护实验与研究述评,秦俑学研究,袁仲一,陈绪万,秦始皇兵马俑博物馆编,1996,陕西人民教育出版社:西安. P. 1413-1420.

¹⁴⁰ 王觅. 土遗址博物馆的热湿环境研究[D]. 西安建筑科技大学, 2009:11.

降尘包括矿物微粒、工业粉尘、孢粉、霉菌等。降尘的破坏在于以下四个方面: 1)掩盖土体表面,改变其外观; 2)带来可溶盐; 3)带来霉菌; 4)增加机械磨损的机会。

3.2.7 可溶盐作用

当水分蒸发时,水中盐分会因为过饱和而通过水化作用结晶。盐结晶有两种形式:表面结晶和内部结晶。表面结晶是可溶性盐随水迁移到多孔材料表面结晶。盐分的结晶通常会引起体积膨胀(表 3-15),体积膨胀引发的压力可能会导致裂隙的产生,但也起到了胶结作用。但盐分在含水量增加时又会溶解为离子形式,胶结力消失,体积缩小,在膨胀一收缩一膨胀的反复作用,砖土体表面结构不断疏松,引起材料表面酥粉脱落。这种破坏作用相对较小;当多孔材料中水分蒸发的速率大于毛细管吸附提供水分的速率时,溶解在水中的结晶盐就会在材料内部沉淀下来形成内部结晶,造成空鼓、开裂乃至表面脱落,破坏作用更大一些。表面结晶现象和内部结晶现象不能同时发生 141。

表 3-15 盐类吸水结晶后的体积膨胀量 142

盐类吸水结晶	ΔV (%)				
CaCl ₂ ·2H ₂ O→CaCl ₂ ·4H ₂ O	35				
CaCl ₂ ·4H ₂ O→CaCl ₂ ·6H ₂ O	24				
MgSO ₄ ·H ₂ O→MgSO ₄ ·6H ₂ O	145				
MgSO ₄ ·6H ₂ O→MgSO ₄ ·7H ₂ O	11				
Na ₂ CO ₃ ·H ₂ O→Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	148				
NaCl→NaCl·H ₂ O	130				
CaSO ₄ →CaSO ₄ ·2H ₂ O	20				
Na ₂ SO ₄ →Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	311				

除了环境蒸发力外,盐类的风化能力取决于两个因素:矿物在水中的溶解度和矿物再结晶的体积膨胀度。盐类矿物质结晶所产生的体积膨胀度较之矿物的溶解度起更大的作用¹⁴³。水在结冻时体积膨胀,盐也会从过饱和溶液中结晶出来。

¹⁴¹刘赞群. 混凝土硫酸盐侵蚀基本机理研究[D]. 中南大学, 2010: 47-48.

¹⁴²盐渍土地区建筑技术规范 GB/T 50942-2014 条文说明 4.3.1 表 4.

¹⁴³ 徐叔鹰. 论盐风化过程及其地貌意义[J]. 铁道师院学报, 1992(S3): 24-30+34.

含光门土遗址因盐分导致的泛白、酥粉和脱落面积达到了 180^2200 平方米 144 ; 而汉阳陵遗址博物馆 13 号坑虽常年基本保持着 100%的相对湿度,仍然在局部表面出现了泛白现象 145 146 。

3.2.8 生物作用

生物作用是生物在其生命活动过程中对古遗址古墓葬产生的机械破坏或化 学风化作用,包括生物体新陈代谢分泌的各种酸类的腐蚀作用、植物根系的挤胀、动物的挖掘穿凿活动等。

3.2.8.1 植物

植物对于古遗址古墓葬的作用包括了正反两方面:

(1) 保护作用

在半干旱条件下裸露的地表面上,仅仅由于雨滴击溅,每年的土壤迁移量可达到 100cm³/cm,当有天然植被时,地面覆盖物的总抑制作用,导致自然植被覆盖下的最大土体搬运量仅为 2-5cm³/(cm•年)¹⁴7。地衣、苔藓、草丛、灌木、乔木和枯枝落叶都可以保护古遗址古墓葬免受雨滴直接打击(图 83-图 85),同时阻缓暴雨强度,调节地面径流,增加土体渗透时间,消减径流动能,以及加强和增进土体渗透性、抗蚀性和抗冲性等。但是这些功效,随着植被类型和被覆度的不同而有很大的差异¹⁴8。

(2) 破坏作用

植被对于土体的破坏作用主要在于乔木不断径向变粗的根部,使砖土文物内部产生裂缝(图 86),尤其在风荷载作用下¹⁴⁹。同时,如果植物太过繁盛,会影响遗迹的原有形貌(图 87)。

¹⁴⁴ 黄四平,李玉虎,赵岗等. 唐皇城含光门土遗址盐分病害分析与研究[J]. 土壤通报, 2012, 43(2):407-411.

¹⁴⁵ 王永进, 马涛, 阎敏等. 汉阳陵地下博物馆遗址表面白色物质分析研究[J]. 文物保护与考古科学, 2011, 23(4):59-63.

¹⁴⁶ 杨雅媚,曹军骥,李库等.汉阳陵地下博物馆土壤、大气及风化壳的理化特征[J].中国粉体技术,2009,15(2):38-45.

^{147 (}英) 柯克比 (Kirkby, M. J.), (英) 摩根 (Morgan, R. P. C.) 编著; 王礼先等译. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987:13.

¹⁴⁸朱显谟. 黄土高原水蚀的主要类型及其有关因素[J]. 水土保持通报, 1982(03): 40-44. 149陆继财, 张金风. 乔木对岩土体的综合作用研究综述[J]. 公路, 2017, 62(04): 305-315.

地衣侵蚀方式和机理为:呼吸出的 CO₂溶解于水产生酸性溶液;通过分泌草酸与周围砖土材料中的阳离子(如钙离子)反应生成草酸盐;分泌柠檬酸和地衣酸等溶于水可与多种阳离子形成螯合混合物,改变砖土材料化学成分;因菌丝生长产生的物理压力破坏砖土材料微孔的微结构;使砖土材料局部改变物理性能(如水力膨胀性能等)造成应力破坏 ¹⁵⁰。藻类、苔藓则主要是审美上的外观破坏 ¹⁵¹。



图 83 草丛和落叶的保护作用(惠远古城)

图 84 草丛的保护作用(阳高镇边堡)





图 85 草丛和乔木的保护作用(阿伦河古城)

图 86 植物根部的破坏作用(北京东白庙城堡)



150冯楠. 潮湿环境下砖石类文物风化机理与保护方法研究[D]. 吉林大学, 2011:163-164. 151冯楠. 潮湿环境下砖石类文物风化机理与保护方法研究[D]. 吉林大学, 2011:175-177.

3.2.8.2 动物

土体动物,是指在一定时间内定期在土体中度过,而对土体具有一定影响的动物。其中,大型土体动物区系(体宽 2-20 厘米)的取食或掘土活动常能破坏土体的物理结构。

3.2.8.3 微生物

土体中生活着数目众多的微小生命体,统称土体微生物。通常所说的土体微生物主要是在土体生态系统中体积小于(5×10-6)平方米的生物体总称,包括细菌、真菌、放线菌和原生动物、病毒和小型藻类。每克土体中栖息着大约100亿个微生物¹⁵²。其中,凡是在培养基上长成绒毛状或棉絮状菌丝体的真菌统称为霉菌。这也是古遗址古墓葬保护中经常关注的一类病害¹⁵³¹⁵⁴。当相对湿度为70%-93%时,霉菌将快速蔓延¹⁵⁵。

虽然霉菌对砖土材料的破坏作用较其他因素要小,但是也不容忽视。一般说来,霉菌的生长会改变文物本体的原貌,影响文物的外观。霉菌在生存代谢过程中产生的氧气、二氧化碳以及有机酸,溶于水后会提高水的侵蚀性,同时改变砖土材料的 pH 酸碱度,从而改变砖土材料的生存环境。霉菌有机化过程中还会消耗砖土材料中的矿物质,从而促进材料的风化。另外,霉菌的活动不仅限于表面,它们还能深入内部侵蚀矿物成分,造成更为严重的破坏 156。

砖土材料上常常有菌类及低等植物如苔藓、藻类、地衣等的繁殖生长,而且 常以共生复合体形式存在,在潮湿温暖的环境中更加严重。

3.2.9 局部地貌的影响

古遗址古墓葬地上部分是三维立体结构,病害的种类及程度会因阴阳朝向而异。这主要是因为两者接受的太阳辐射量不同,例如在北纬 40°地区,30°阳坡得到的热辐射量为 315.1 千卡/平方厘米,相同坡度阴坡得到的热辐射量为

¹⁵²吕贻忠,李保国主编. 土壤学. 北京: 中国农业出版社, 2006:139.

¹⁵³ 秦俑坑土遗址保护课题组. 秦俑坑土遗址的研究与保护[J]. 文博, 1995(01):77-84.

¹⁵⁴余腾飞. 重庆南宋衙署遗址高台建筑基址生物病害的防治[D]. 西北大学, 2016: 17.

¹⁵⁵钟辉智. 多孔建筑材料热湿物理性能研究及应用[D]. 西南交通大学, 2011:1.

¹⁵⁶李小洁.新型土遗址保护材料的制备、表征和应用[D].成都理工大学,2007:18.

216. 4 千卡/平方厘米,阴坡仅为阳坡的 68. 7%。这也导致两者的温度不同,例如,在距地面 150 厘米高度处,阳坡日平均气温和最高气温分别比阴坡高 1° 1°

文物本体陡峭的外立面有利于风化产物的崩落和新风化面的形成,因此相对来说风化速度和程度也更严重。

3.2.10 自然灾害(地震)影响

自然灾害是指由自然因素造成的人类生命、财产、社会功能和生态环境等损害的事件或现象,包括气象灾害、地震灾害、地质灾害、海洋灾害、生物灾害、森林或草原火灾等¹⁵⁹。在文物保护中,主要关注的是地震灾害。

地震是因构造、火山等因素引起的地壳快速颤动,其中构造地震占绝大多数。 地震时地球内部产生两种波:体波在地球内部传播,又分为压缩波(P)和剪切波(S);面波是体波在地表面附近衍生出的一种波,沿地球表层传播,对地表的破坏作用最强。地震会直接造成砖结构体的松动、开裂、坍塌,具有毁灭性的打击。

地震属于自然界的不可抗力,而由于文物本体的历史真实性的要求也不宜采取现代抗震措施,因此只能通过组织管理等措施将其可能损失减小到最小。

3.2.11 人为作用

修建道路、开垦农田会直接对文物局部或整体造成破坏;抽取地下水、采矿等也可能造成古遗址古墓葬的开裂,从而影响到整体稳定性。除此之外,工程施工、交通等方面的爆破、震动也是一种重要的影响因素。为了保证文物的安全,振速应限制在一定的范围内(表 3-16、表 3-17)。

表 3-16 爆破振动安全允许标准值[160、161]

¹⁵⁷李孝地. 黄土高原不同坡向土壤侵蚀分析[J]. 中国水土保持, 1988 (08): 52-54+24. 158李孝地. 黄土高原不同坡向土壤侵蚀分析[J]. 中国水土保持, 1988 (08): 52-54+24. 159 《自然灾害分类与代码》(GB/T 28921-2012).

保护对象类别	安全允许振速/cm·s ⁻¹				
株护科家类別	<10Hz	10~50Hz	50~100Hz		
土窑洞、土房、毛石房	0.5~1.0	0.7~1.2	1.1~1.5		
一般土建筑与古迹	0.2~0.3	0.2~0.4	0.3~0.5		

表 3-17 古建筑结构的容许振动速度[v](mm/s)¹⁶²

保护级别	控制点位置	控制点方向	1	 表砌体 V₂ (m/s)	
体护级剂		12 时总刀円	<1600	1600~2100	>2100
全国重点文	承重结构最	水平	0.15	0.15~0.20	0.20
物保护单位	高处	小 十	0.15	0.13~0.20	0.20
省级重点文	承重结构最	→k 717.	0.97	0.27. 0.26	0.26
物保护单位	高处	水平	0. 27	0.27~0.36	0.36
市、县重点文	承重结构最	→k 717.	0.45	0.45.060	0.60
物保护单位	高处	水平	0.45	0.45~0.60	0.60

注: 当 以介于 1600~2100m/s 之间时, [v]采用插入法取值。

3.2.12 小结

本节内容仅仅列出了古遗址古墓葬病害主要的影响因素。这些因素实际上是相互影响、共同作用的,但为了说明每种因素的作用,在论述时进行了简单的切割。

在对病害进行分类及原因进行分析时,应注意: (1)病害的影响因素远不止上述种类,各个影响因素的作用也不止一方面,相关内容可参考表 3-18; (2)水的作用很大,很多影响因素发生作用都是基于水的存在; (3)没有一种病害因素是单独作用的。各种因素相互作用、相互促进,导致病害种类繁多,病害原因繁杂,但在进行分析时应抓住主要病害以及病害的主要影响因素,从而为保护提供有效、科学、可靠的病理基础。

表 3-18 自然环境主要因素及其对材料和产品的效应 163

环境因素	对材料和产品产生的效应
温度	高温效应、低温效应、变温效应
湿度	高湿效应、低湿效应、干-湿交变效应
气压	低气压效应
太阳辐射	加热效应、光化学效应

^{160《}爆破安全规程》6722-2014 爆破振动安全允许标准 13.2.2.

^{161《}建筑边坡工程技术规范》 (GB 50330 -2013) 表 18.4.4.

^{162《}古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452-2008 3.2.1.

¹⁶³ 唐伦科. 自然曝露试验与加速腐蚀试验的相关性及防蚀设计研究. 重庆大学硕士论文. 2006:5.

降水 空中降雨效应、雨水扑击效应、雨水积存效应		空中降雨效应、雨水扑击效应、雨水积存效应、雨水渗透效应				
冰霜、雪雹		低温效应				
区	Ţ	风力效应、散热效应、污染效应、冲击效应				
沙、	尘	表面机械侵蚀效应、沙尘效应、静电效应、吸附效应、热效应				
霉菌 霉变效应、吸附效应、腐蚀		霉变效应、吸附效应、腐蚀效应				
盐雾		腐蚀效应、电效应、物理效应				
	SO_2					
	NO_2					
有害气体	H_2S	腐蚀效应、化学效应				
NH ₃		周				
	O_2 , CO_2					
	O_3					

3.3 古遗址古墓葬勘察

3.3.1 现状勘察

现状勘察是不可或缺的基础性工作,其目的在于掌握、了解古遗址古墓葬的各方面状况,并对其信息进行全面的采集与记录,具体包括现状测绘、考古绘图、摄影(摄像)和文字记录等工作内容。这些工作是与考古工作密切结合、同时进行的,贯穿考古工作的始终。

现状勘察需要调查的信息内容一般来说包括古遗址古墓葬的现存物质状况,保护现状,管理现状,相关的自然环境与社会环境状况的调查、记录等。一般应进行以下这些信息资料的采集——测量资料(地形图,专业测图,包括航片、卫星照片、遥感影像图等)、自然条件(气象资料、水文资料、地质资料、自然资源)以及相关文献档案等。根据工作目的的不同现状勘察可分为基础信息的一般性信息采集和服务于某项保护、研究工作的专项信息采集。前者是现状勘察均需要进行的普遍性工作,属于前期的基础工作,为考古、保护利等各项工作提供依据。专项调查是围绕一个或几个调查目标展开的调查,可以与普遍调查共同进行,也可以在普遍调查的基础上、结合具体保护工作的开展进行。专项信息采集有明确目的性,如编制保护规划、制定保护工程方案、制定管理标准和规范、确定展示内容和制定展示方案、开展专题研究等等。

3.3.2 现状测绘

针对古遗址古墓葬的现状测绘,主要是指古遗址古墓葬物质本体的信息提取和记录,既是现状勘察的重要工作内容也是主要的工作手段。

现状测绘采用的主要技术手段有传统的测绘记录与现代信息采集技术。传统的测绘记录手段具体包括测绘、拍摄影像资料,信息采集技术主要包括三维激光扫描、摄影测量、地理信息系统、航空遥感技术等。综合运用这些方法与技术手段并结合文字记录,从不同的角度反映对象的各方面情况,最终形成为由图形图像和文字记录共同构成的一套完备的科学记录档案。

测绘工作的重要性在于可以记录对象的真实尺度、各组成部分的实际尺寸、整体与各个组成部分以及各个组成部分之间真实的相互比例关系等一系列客观、准确的数据,这是现状勘察的其他方法和手段无法获取的。

测绘包括"测"与"绘"两个部分,由实地实物的尺寸数据的观测量取和根据现场测量数据与草图进行后期的整理、绘制出完备的测绘图纸两个部分的工作内容构成。从工作环境来分,包括室外作业和室内作业两个工作阶段。绘图是贯穿整个工作进程的,外业阶段主要进行测量草图的绘制和数据量取等信息记录工作,内业阶段主要进行测量草图的整理和最终正式测绘图纸的绘制工作;同时还要进行出土的可移动文物的图纸绘制工作。

从测量学科的角度而言,古遗址古墓葬测绘属于普通测量学的范畴,需要综合运用测量和制图技术来记录和说明古遗址古墓葬,需要测绘者具备基本的测量知识、技能和正确的工作程序、方法,同时需具备关于古遗址古墓葬的相关专业知识和田野考古学的基本知识与方法,并且还需具备制图的专业技能。所以,古遗址古墓葬测绘具有专业性和技术性两个方面的基本特点。有关测量学和制图学的相关专业书籍、教材很齐备,读者可根据需要参阅,本文在此不再赘述。

本文所述古遗址古墓葬测绘的方法与原则主要是针对传统的手工测绘与信息记录方式的。因为手工测绘与三维激光扫描、摄影测量等效率高、精确度高的信息记录手段相比较,仍然是全面观察、了解测绘对象的无可替代的、最好的和最为基础的方式,能够直接获取遗址信息、捕捉到各种考古现象并发现问题。这

不仅是信息记录的过程同时更是研究的过程。当然,根据古遗址古墓葬的具体情况很多情况下只依靠手工测绘是无法完成信息的全面记录的,因为传统手工测绘是由测绘者分工完成,各人完成各自的工作,不易形成关于测绘对象的整体认识和把握。对于遗迹构成内容复杂、规模巨大、环境条件复杂或者测绘精度要求很高的测绘对象,还需综合运用其他测绘方法与技术手段。故从某种角度而言,手工测绘与信息记录方式是古遗址古墓葬测绘工作的基础,通过手工测绘获得的信息数据的基本框架,并形成对测绘对象的感性认识和了解。在此框架内针对具体问题和现实情况选择使用其他的信息记录手段获取信息,尽可能地获得全面信息和数据。

对于手工测绘无法获得的数据和信息或是遗址环境特殊无法进行手工测绘,可以根据勘察目的的不同、测绘精度的不同选择使用其他的信息采集方法与工具手段。比如要记录遗址区的全貌、记录遗迹遗物的全面分布情况及其周围自然环境、地形地貌等,无人机航拍就是最为理想和适宜的信息采集手段;对于有些构成复杂、艺术构件和装饰图案丰富且有色彩的测绘对象,如墓室内部,近景摄影测量或者三维激光扫描就可以充分发挥作用。对于一些文化叠压关系复杂的遗址,用近景摄影测量的方法来记录剖面信息就会比较高效和直观。这些信息采集技术都具有效率高和精确度高的特点,可以大大缩短外业工作时间,但是内业工作较为耗时。实际操作时,如果各组成部分之间关系过于复杂,相互交叠遮挡,就会造成大量扫描的盲区或者空隙从而影响信息采集的完整度,这是摄影测量和三维激光扫描无法克服的问题,还需要辅以其他方式进行信息的补全。摄影测量和三维激光扫描无法克服的问题,还需要辅以其他方式进行信息的补全。摄影测量和三维激光扫描进行室外作业时,还需注意光线、风速、温度等天气因素的影响。

无论采用何种测绘手段及仪器工具,一定是综合考虑根据勘察目标、测绘精度要求、外业工作条件及测绘对象的特征、价值和现状后判断决定的,最先进的技术并不等同于最适宜的技术。要精准、全面地完成信息采集需要了解各种信息采集方法和技术手段的优势与短板,以便按需选择、综合运用。

3.3.3 现状测绘的图纸内容

测绘内容是根据测绘目的与测绘对象的具体情况确定的。古遗址古墓葬测绘的价值大小、构成内容与规模、出土遗物及附属文物的多少以及其他情况都直接影响测绘内容的多少和测绘工作量的大小。下述测绘内容是针对普遍情况而言的。

遗迹分布总平面图

除遗址分布之外还包括其周围突出的地形地貌特征,尤其是当遗址位于山地、丘陵、河岗地等处时。

出土遗物分布图

对遗址范围内发现、出土的可移动文物进行记录,准确记录其出土时的原生位置、存在状态以及各个遗物之间的相互关系。

出土遗物大样图

对遗址范围内发现、出土的可移动文物进行记录、绘图和尺寸数据的量取。 这项工作属于内业阶段,即考古绘图中的器物图绘制工作。

遗址平面图

平面图的绘制与测量中的关键点是要注意清晰区分和表达文化叠压关系、打破关系等,这些都需要通过线型(实线、虚线)及线条粗细的设置来完成。此外,还需要准确区分遗址本身与其他不属于遗址的干扰物。

遗址剖面图

剖面图的绘制与测量中的关键点首先是确定剖切线的位置,要能够充分记录和交代清楚各种遗址现象、各组成部分的内容、标高等等。剖面要根据测绘对象的复杂程度确定绘制和测量的剖面图的数量;在图面表达上,线型设置非常重要,要用线型的不同粗细明确区分剖切线和看线;要注意在相应的平面图里标注剖切线的位置。

大样图/详图

对于测绘对象的关键信息和在总平面图、平面图和剖面图中无法或难以全面、清楚记录与表达的信息均可通过绘制大样图的方法来记录、表达。内容视测绘对象的具体状况确定。

历史分期图

包括平面历史分期图,剖面历史分期图。这部分的内容是在遗址平面图、遗址平面图的基础上对不同时期的遗迹叠压、打破等现象进行记录和标识,以图示的方式直观地说明古遗址古墓葬的时代与历史分期、以及在不同历史阶段的状况。

对于古墓葬,除上述内容之外还需有:

墓室内部立面图/立面展开图

立面图用于记录和表达墓室内部各个方向的立面的信息。对于非矩形、方形 平面的墓室,无法用方向标识各个立面或者用方向标识立面容易引起混淆,这时 就需要在常规的立面图之外再增加连续的展开立面图。

立面大样图

详细记录墓室内部的装饰、造型图案等细节以及特殊结构、构造做法等。

需要特别说明的是,外业阶段的测绘草图一般情况下均为正射投影图,仅在 特殊情况,比如构成内容及其相互关系复杂、叠压关系多等等情况下可以用透视 图辅助记录与说明。

3.3.4. 现状测绘的方法和原则

绘制测量草图

绘制测量草图是开展测绘工作的第一步,也是最重要的一个工作阶段。测量草图是日后绘制正式图纸的原始依据,是第一手的资料。可以说草图的正确、准确和完整是最终测绘图纸可靠性的根本保障,草图中的错误和遗漏将会导致最终测绘图的错误。所以,绘制草图时必须本着一丝不苟的态度,遇有不清楚的地方,要及时观察、分析,切勿凭主观想象勾画,或是含糊过去。

绘制草图的原则

• 比例适宜

草图的比例如果过大,同一内容在一张图纸上容纳不下,比例过小则内容表达不清、并给标注尺寸与文字带来不便。所以要根据草图内容的多寡、繁简选择合适的比例,既能够表达清楚又留有足够的注记空间。

• 比例关系正确

这是指草图中的各个组成部分之间、各个组成部分与整体之间的比例及尺度关系与测绘对象的实物比例关系基本一致。

• 线条清晰

草图中的每一个线条都应力求准确、清楚,不含糊。修改画错的线时,应该用橡皮擦掉重画,不要反复涂改、描画或加重、加粗。

• 线型区分

应区分剖线和看线、分体线等几种基本线型,各种线型的线条粗细得当,能够明显区分,以便清晰表达。

- 图面整洁、美观草图也应具有艺术性。
- 引注大样

草图中有另外绘制了大样图或详图的内容时须在图中引注标明。

• 草图内容

草图内容的确定和信息资料的记录、整理方式也应该经过科学、周密的设计,

- 一要能够保证以准确、简单明了且高效率的方式记录、整理采集到的各类信息,
- 二要能够避免因调查者的个人主观因素产生的偏差和错误,保证调查成果的准确性。

测量与尺寸标注

草图齐备之后就可开始测量了。测量和尺寸标注应注意遵循以下原则:

• 测量工具摆放正确

测量工具要摆放在正确的位置上,即能准确测出所需尺寸的位置。或水平或垂直,切勿倾斜。使用皮卷尺、软尺这些有弹性的工具时尤其要注意用力均匀,拉得过紧或过松都影响精度;尺子拉出很长时,还要注意克服因尺子自身下坠及风吹动而造成的误差。

- 读取数值时视线与刻度保持垂直。
- 切忌随意寻找位置量取尺寸,测量部位的选择应依据测量部位的性质、 形状特征等确定,以保证测量的连续性和准确性。
 - 尺寸标注

尺寸线与被标注的对象之间应该保持平行,距离适宜;

标注尺寸应有秩序,同类尺寸标注在同一侧、按同一方向注记,不能忽上忽下、忽左忽右地随手乱记;

• 说明文字的标注

遵循与数字标注一样的原则,保持同样标注位置与标注关系;

若图幅较小或者需标注内容过多,为便于标注且保持图面的清晰可读,可以适当采用图例进行标注。使用图例时须在图面边角处清晰注明图例。若同类内容出现在多福测绘草图中,应同一图例的表达方式,以免造成图面信息的混乱和无法理解。

4 古遗址古墓葬保护

4.1 古遗址古墓葬现状评估

4.1.1 遗址整体结构安全性评估

古遗址以人工夯土、自然土体、砖石砌体等材料为主,其安全性评估应包含整体及局部稳定性、承载力和变形评估,评估对象应包含遗址本体及可能影响遗址本体的基础、地基等。

(1) 土体物理-力学指标的检测与选取

为评估其安全性,应按照有关技术标准对土遗址本体,及其与安全性评估有 关的基础、地基等进行材性检测,获取材料的物理-力学参数,作为安全性评估 的基础数据。

①测定遗址土体的物理力学指标:

主要指标包括含水率、密度、干密度、比重、孔隙率、饱和度、压缩系数、压缩模量、黏聚力和内摩擦角等,表 4-1 示例为某遗址土层主要物理力学指标。

孔隙比% 含水率% 比重 密度 g/cm³ 黏聚力 kPa 摩擦角 φ (°) 压缩模量 MPa 0.81 2.0 2.70 1.62 22.8 26.2 15.2

表 4-1 某遗址土层主要物理力学指标

②砌体结构中,可对砌块、胶结材料等按《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T 50315),《砌体结构设计规范》(GB 50003)进行测定,根据砌块和胶结材料的测试结果换算砌体抗压、抗剪、抗弯强度及弹性模量等。涉及重大工程,或有特殊需求时,也可对砌体进行原位测试获取有关参数,或结合动力性能测试与数值模拟反演计算得到有关参数相互论证。表 4-2 示例为某遗址烧结砖现龄期抗压强度检测结果。

测区	抗压强度平均值	变异系	抗压强度标准值	抗压强度最小值	推定强
位置	$f_{1,m}$ (MPa)	数δ	$f_{{ m l},k}$ (MPa)	$f_{1,min}$ (MPa)	度等级
构件 1	9.08	0.135	6.87	7.98	MU10

表 4-2 某遗址烧结砖现龄期抗压强度检测结果

(2) 荷载调查

为对遗址的安全性做出正确的评估,需科学、详细的调查遗址本体结构几何数据、结构受损、荷载类型及分布等信息。除特殊结构(如高耸结构、穹隆或拱形结构等)、特殊区域等,一般古遗址的荷载多以重力荷载为控制值,如土体自重或砌体自重,局部存在外加荷载。

注: 依据《土工试验方法标准》(GB/T 50123)。

其中恒荷载、活荷载的取值及荷载组合的分项系数,宜参照国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009)执行,荷载组合可根据《建筑结构荷载规范》(GB 50009)、《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB 50068)及其他相关设计规范。但文物保护相关标准有规定时,则应优先执行。

- (3) 遗址结构安全性验算
- ①利用计算机进行遗址结构分析,应符合下列要求:
- (a) 应根据有关技术标准计算土遗址可能遭受的最不利荷载,对结构进行内力、应力或变形分析。
- (b) 施工及使用期的不同阶段有不同的结构形式及受力工况时,应分别进行结构分析。
- (c) 计算模型、边界条件、材料性能指标、初始应力及变形等应符合实际情况,并应有相应的构造措施加以保证。
 - (d) 分析中采用的简化和近似假定应有理论依据或经实践验证。
- (e)结构分析要求完全满足力学平衡条件,在不同程度上符合变形协调条件,并采用合理的本构关系。
- (f)结构分析的电算程序应经过考核和验证,其计算结果应经判断和校核, 方可用于工程设计。

②力学模型

力学模型应能够充分反映安全性评估所关注的结构特点、力学行为等,其荷载、边界条件的简化应以不增加安全性评估风险为导向。力学模型宜以二维、三维模型为主,尽量反映实际的结构特点和几何形状。也可根据分析目的不同,分别建立针对结构体系、关键构件、关键结点等特点的分析模型,做到分析高效、准确。

根据现场调查、原位测试、室内试验等资料,以大型通用有限元软件为平台, 采用数值模拟的方法,对遗址进行结构分析,可作为病害分析、试验测试等的必 要补充,有益于揭示力学机理、分析病害成因、预测潜在的安全风险等。

③基本假设

不计入水的影响时,对土遗址、砖石结构安全性评估时,可根据结构、材料、荷载等不同,选取承载力或变形或稳定性等作为控制指标,力学模型的基本假定可选用如下中的一种或多种:

- (a) 土体为均质、各向同性;有明显的分层差异时,也可分层假设;
- (b) 本构模型可简化为线弹性材料模型,或理想弹塑性,或双线性强化模型。
- (c)破坏的判据可采用主应力,或切应力作为指标,也可采用摩尔-库伦破坏准则。
- (d) 弥散分布的微小的土体温度缝仅限于局部影响,可不计其对结构整体性的影响;
- (e) 土体主要物理力学参数的选取及修正应考虑对分析结果的影响。压缩模量、变形模量、黏聚力、摩擦角等,可选取土工测试结果平均值,或适当合理修正。其他基本物理参数宜取平均值。
 - (f) 当涉及临空面稳定性时,应考虑结构裂隙、应力历史等因素的影响。
 - (g) 荷载作用应考虑最不利的组合。

④单元选取

采用有限元法分析时,其平面模型宜优先采用二次单元,如8结点四边形等参元,6结点三角形单元。当采用三维模型时,应优先选用10结点四面体、8结点六面体等参元等。

土遗址类稳定性、强度计算等宜优先采用二次单元,且单元应适应分析对象的几何形状,网格划分应根据应力梯度、几何形状、分析目的,尽量减少单元退化或畸形带来的误差。

安全性评估时,当古遗址本体及基础-地基物理-力学性能对含水率等变化较为敏感时,应考虑水的影响;遇有特殊土时(如膨胀土、淤泥土等),必要时可专门研究。

4.1.2 遗址局部变形评估

(1) 开裂(裂缝)

干燥的土体具有一定抗压强度,但其抗拉强度极低。结构在荷载作用下的应力集中区域,土体残缺卸载和变形引起应力重分布的应力集中区域,以及结构出现拉应力的区域都会出现裂缝。随着荷载继续作用裂缝会继续发展,贯通,甚至开裂。建筑建造时留下的建造工艺缝(接槎缝、结构缝、施工缝)往往是遗址薄弱部位。在荷载作用下,容易加速裂缝开裂并不断扩大。风雨侵蚀也会加重开裂处曝露面的次生破坏。砌筑材料制作时也会存在一定裂缝、微裂缝。这些裂缝可以看作为荷载作用的初始裂缝。

(2) 变形

1) 受荷变形

组合遗址之间较大的错动会使其中部分遗址受荷状态发生变化,使遗址产生明显变形;

2) 沉降变形

地基不均匀沉降也会使遗址发生倾斜变形。较大变形会导致遗址坍塌。

3) 坍塌

坍塌大部分都是由土体承受的重力荷载所导致的,也是前面所述病害发展、 发育的反映。破坏主要有两种形式:受荷(丧失承载力)坍塌和失稳坍塌。

由自然与人为因素导致遗址形状改变,重力荷载在土体上部产生弯曲拉应力区,使土体开裂坍塌。垮塌:受各种因素影响,土体抗剪强度降低(Φ 值降低、c 值趋于零),使上部土体在重力作用下沿某滑移面滑落坍塌。

4) 失稳坍塌

引起遗址失稳的因素非常复杂,很难用理论分析、公式推导。参考《砌体结构设计规范》(GB 50003)有关内容,仅对于遗址失稳主要因素分析如下:

a 土体强度

材料强度直接影响材料的弹性模量,而遗址弹性模量又直接影响遗址刚度。 所以土体强度越大,遗址相对越稳定。

b 截面尺寸

截面惯性矩较大则稳定性越好。当有掏蚀破坏等导致墙面削弱时,稳定性降低。

c 砌筑类型

加筋的夯土遗址、土坯砌体遗址稳定性优于不加筋的夯土遗址、土坯砌体遗址。(加筋主要指建造时加的植物纤维)

d 横墙间距

横墙间距约小, 遗址稳定性和刚度越好。

e 遗址垂直度

经历千年沧桑百年风雨遗址大多都有一定倾斜。倾斜过大则遗址对水平作 用、地面振动等扰动以及耐久性损伤破坏更为敏感,更容易发生失稳破坏。

由建造工艺以及后期残缺补砌等原因,会出现叠合或横向组合的遗址。组合遗址在重力作用下各体块间处于静力平衡状态。但是当发生一定扰动,使其中个别或部分体块偏离原来平衡位置时,遗址则容易发生失稳坍塌。

对于屋顶为拱顶的建筑遗址。拱顶残留厚度太薄则拱顶土坯或者夯土层在扰动下更容易发生位置偏离或者局部破坏而导致整体失稳。拱顶两侧起止推作用的遗址体量残存过少则容易因自身重量不够止推拱顶而使结构破坏,或者遗址扰动容易传递给拱顶端部而失稳破坏。

根据以上分析,坍塌不仅与耐久性损伤破坏,结构开裂、变形有关,还和残存体的残存量、平面布置、构件尺寸、组成方式等因素有关。

4.1.3 表面病害分析及评估

(1) 耐久性损伤破坏

1) 掏蚀

掏蚀是耐久性损伤破坏主要表现现象。几乎在每个遗址中都能在墙基、台基 看到这种破坏。掏蚀是风雨侵蚀、冻融、酥碱等因素作用的结果。 空气相对湿度也较低,降水量稀少,而蒸发量很高,强蒸发带来的地下水中的可溶盐上移析出,遗址根部土体中可溶盐尤其是 Na2S04 发生反复的溶解收缩结晶膨胀再溶解收缩,使得土体结构不断疏松。

酥碱、雨蚀、冻融等作用使土体松动剥离,加之风蚀作用使墙基不断掏蚀凹进,造成了遗址明显的硝化侵蚀带的掏蚀破坏。风蚀、雨蚀、冻融、酥碱也是造成其他破坏的诱因。

2) 片状剥离

由风雨侵蚀等因素引起土体表面疏松、空鼓、起壳。成片状或小块状在外力或重力作用下脱落。

3) 冲沟

降雨在土遗址顶部汇集,沿已有的裂隙不断冲刷、扩大裂隙,以及降水冲刷墙面留下的痕迹。雨水在地表形成径流后对土遗址表面的浸泡、侵蚀、冲刷。

4) 表面风化

风雨侵蚀造成墙面大面积疙疙瘩瘩凸起的钙结核颗粒,或呈层片状风蚀外貌。

5) 生物破坏

鸟窝、鼠洞等,在土体形成孔洞,影响遗址稳定性。动物粪便也会在腐蚀土 体发生次生破坏。

植物破坏除了植物本身根系生长对土体的膨胀破坏。当植物死去内部一些物质会向土体渗透进行腐蚀等次生破坏,加速土体的分解。

4.1.4 材料保存现状评估

中国传统建筑主要为土木结构,石材一般只用于台明或柱础等处,发展到后期出现青砖墁地、围护结构。木材易腐朽、火烧损毁,另外木构建筑的结构灵巧也决定了其易于拆卸、构件易替换的特点,夯土基础易受自然侵害,因此中国古代建筑能完整保存下来的极少,这也是造成中国古遗址、古墓葬今天一般仅有夯土基础和砖石构件留存的直接原因。

(1) 土质建筑材料,在世界范围内,传统建筑材料中的土质材料,其使用历史是最早的,并且直到现在还有许多国家和地区的人们仍然使用该类材料。其应用历史之长、范围之广是其他类建筑材料无法相比的。土质建筑材料现在评估应包含,土体干密度、土体化学组成等。

如下土体材料化学指标分析:

- 1)Si02 含量采用容量分析法、水溶性 Si02 采用硅钼蓝分光光度法测定:
- 2) Fe203、A1203、Ti02、Ca0、Mg0 采用容量分析法;
- 3) Na20、K20 含量测定采用原子吸收分光光度法;
- 4) 烧失量采用标准重量法测定。如下表

表 4-3 某土样化学全分析结果

项目	SiO ₂	Al ₂ O ₃ /%	Fe ₂ O ₃	CaO /%	MgO /%	TiO ₂	MnO /%	Na ₂ O /%	K ₂ O /%	烧失量 /%	合计 /%
素土	57.23	14.04	5.72	9.93	1.81	0.73	0.018	1.37	3.08	5.47	99.37
其他	11.98	3.92	2.05	48.27	0.93	0.20	0.028	0.05	0.47	31.68	99.57

物理指标分析见表 4-1

含水率, 宜容盐分析等

- 1) 易溶盐总量采用标准重量法测定;
- 2) CO32-、HCO3-、C1-等采用标准容量分析方法;
- 3) S042-采用比浊法测定:
- 4) Na+、K+采用原子吸收分光光度法;
- 5) Ca2+、Mg2+采用原子吸收分光光度法。

表 4-4 某土样含水率、浸出液 pH、易溶盐检测结果

项目	素土	其他
含水率	7.44%	2.25%
рН	7.11	7.24
易溶盐总量	0.17%	0.16%

表 4-5 某土样易溶盐检测

项目		素土	其他
HCO ₃ -	%	0.068	0.066
	m mo/kg	10.96	10.84
CI.	%	0.027	0.014
Cl ⁻	m mo/kg	7.71	4.08

SO ₄ ²⁻	%	0.025	0.023
	m mo/kg	2.60	2.43
Ca ²⁺	%	0.016	0.018
	m mo/kg	4.06	4.62
Mg^{2+}	%	0.001	0.002
	m mo/kg	0.402	0.97
Na ⁺	%	0.007	0.007
	m mo/kg	3.00	2.99
K ⁺	%	0.027	0.026
	m mo/kg	6.81	6.66

液限指数和塑性指数

按照《土工试验方法标准》(GB/T50123-1999)测定夯筑土体的液限指数和塑性指数。

干密度

按照《土工试验方法标准》(GB/T50123-1999)测定夯筑土体干密度。

土体无侧限抗压强度测定

以《土工试验方法标准》(GB/T 50123-1999)为标准,测定原有夯土墙无侧限抗压强度。

(2) 石质材料

石质材料由于其自身强度较大,并且抵抗外界影响(如各种自然营力的风化)的能力较强,因此使用这类材料建造的各类建筑物通常较为稳固,并能保存较长的时间。可利用先进的探测仪器对石材内部裂隙等进行检测、石材风化、石城强度等进行检测。

(3) 砖瓦类材料

砖瓦作为建筑材料,在世界建筑史上占有重要的地位,在中国,砖瓦作为建筑材料历史悠久。

按《建 筑 结 构 检 测 技 术 标 准》GB/T 50344-2004 测定砖石砌体强度,同时测定瓦件抗弯强度。

(3) 灰泥类材料

灰泥类材料在建筑结构中主要是作为黏结性材料来使用的,主要包括石灰、石膏、泥浆等材料。该类材料的主要作用是将砌块或骨料通过黏结作用连接成整体,提高建筑物的整体稳定性。灰泥类材料同样有着悠久的使用历史。

4.1.5 现场保存条件评估

1) 场地类型

场地是否存在不良地质条件,如地裂缝、泥石流、滑坡等不良地地质;明确 场地类别划分级抗震设防烈度、地震加速度及抗震设防分组,从而为更好的分析 地震对于遗址安全性影响作出评估。

2) 河流, 山川

遗址周边是否存在河流、山川、冰雪等一些可能影响遗址安全性的自然因素。 掌握河流流量及洪水频率、洪水最高水位计水土流失等因素对遗址安全造成 的影响。冰雪荷载对墙体的破坏及冰雪融化对遗址的冲刷及冻融作用造成遗址损 害。

4) 降雨

降雨是影响遗址安全性的重要指标。应明确遗址所处环境降水量分布情况。 遗址土体,在干燥的环境中,虽有较高的强度,但遇雨便立即崩解而流失。 因此在遗址的表面形成许多凹凸不平的蜂窝状小块,凸出的小块是耐水性强的钙 结核,沙土被冲刷而凹陷。

强降雨导致遗址直接遭受冲刷及雨水渗入遗址内部引发的可溶盐流失、结晶等病害。

5) 温差

温差较大;冬季冻融现象严重;由于土遗址本身所含有的矿物成分的差异性,不同矿物的热膨胀系数不同,在温度急剧变化的条件下,产生差异膨胀,使土体的结构不断疏松,强度降低。墙体结构频繁的涨缩,使遗址产生许多裂缝(这些裂缝在雨水不断冲刷下逐渐延伸,最终就会形成雨水冲沟,同时,裂缝的存在使得雨水渗入遗址土体内部,对遗址结构安全稳定性带来极大的隐患。)另外,温

度的变化会引起可溶盐的溶解与重结晶,对土体产生破坏。当温度在水的冰点附近反复变化时,土中水将会产生结冰、消融的反复作用,破坏土体结构的完整性。 土建筑遗址长年处在气温的急剧变化中,墙体结构频繁的涨缩,使遗址产生许多 裂缝或者成片状硬壳附着在墙体上。在风力或其他应力作用下墙体墙体开裂、剥离,对遗址的毁坏非常严重。

6) 所处环境

分析遗址所处环境,如城市、村庄、荒野;受人为干扰程度,如城市建设占压、农村居民房屋占压及耕地占压等;交通道路、油气管道、上部空间,如高压电线等环境对遗址的影响程度评估。

4.1.6 保护利用可行性

古遗址,是人类失而不可复得的宝贵财富。由于我国正处于社会转型过渡的特殊时期,其突出表现之一就是经济建设的快速增长,这必然带来城市化进程的不断加快,而古遗址本身又具有文物资源和土地资源双重属性,这就使其保护利用问题被推到了时代的风口浪尖。

随着这近年来对文物保护的力度加强,经济建设与遗址保护之间的矛盾越来越小,相反,各地相继出现大力投资保护利用古遗址的现象。但因古遗址本身的多样性和涉及问题的复杂性,使其保护利用模式的研究仍处于积极探索阶段。

相反,古遗址的保护与利用之间的矛盾逐渐显现出来,如何处理好古遗址、古墓葬保护与利用之间的茅草,是现阶段遗址保护利用的核心问题。可从以下几点来看待遗址报告利用的可行性。

- (1) 从展示内容上讲,对于遗址的展示、遗址所传递的考古文化信息需要融合。
- (2)提高保护意识,古遗址保护不仅仅是文物部门的责任,是全体人民的责任,政府各部门均应投入到古遗址保护利用,只有各部门协调才有可能推动遗址的保护利用力度,如征地、拆砌、资金投入等。
- (3)科学的展示利用,在保护的基础上进行展示利用,不得过度的为商业、 旅游服务,从而造成遗址本身及周边环境造成严重破坏。

以上要求是古遗址古墓葬进行展示利用的必要条件。

目前国际上在古遗址保护利用方面基本形成三种模式: 1. 欧洲模式,保护理念产生于 16 世纪的欧洲,到 19 世纪基本统一。欧洲模式特点主要为严格保护遗址的真实性和完整性。2、日本模式,主张保护与利用协调共进,注重遗址环境的展示与保护,如复原、重建等方式进行展示利用。3. 美国模式,以灵活多样的历史文化保护体系和政策激励机制为主,遗址保护一人为本,注重如何使环境更加适宜人类需求。

保护利用方式可从以下几方面确定,应灵活应用保护方式,避免死搬硬套。

- (1) 以遗址保护为主要方式,现状保护展示。
- (2)遗址保护与公园建设相结合。与环境相结合,保护自然环境、历史环境、人文环境及社会环境。
 - (3) 一人为本的保护展示方式,复原保护展示、重建展示,建馆展示。
 - (4) 虚拟现实全景复原展示。

4.2 遗址本体保护

4.2.1 发掘后的回填保护

经过考古发掘的遗址和墓葬,在取得遗址和墓葬的资料后,若无特殊需要应实施回填保护,并采取有效措施防止人为破坏。

- 4.2.1.1 回填保护的目的和要求
 - (1) 同填目的
- ①减缓或防止遗址在自然条件下的损伤,保证遗址具有完整的展示空间及界面。在现有的条件下,由于保护条件的限制,遗址很难露天保存,又缺乏有效的科学的保护措施,在目前情况下,为了保证文物安全,回填的确不失为文物保护的一种选择,回填只是在一定条件下的权宜之计而非积极的保护措施。
- ②防止生产生活扰动对遗址造成损伤。回填保护主要适用于考古揭露的遗址,其自身强度小、抵抗自然或人为损害的能力较弱,裸露保存无法抵挡雨水的冲刷、昼夜温差变化及各种自然条件的侵蚀破坏。这时候回填是一种最及时、有效的保

护方法。在不需要做其他形式的保护或尚不具备其他保护的条件时,宜采取回填的方式进行保护。

(2) 回填要求

1) 抢救性保护原则

综合考虑拟回填遗址的保存现状,保护设计应首先解决遗址结构的稳定性隐患。避免遗址大面积的塌落及损伤的发生,保存结构的完整性。另外注重考古发掘提取后遗存信息的完整提取,为二次发掘及其展示利用奠定基础。

2) 不改变原状原则

遗址回填时应,不破坏、不干扰、不损伤原有遗址分布特征及历史信息,同时保持文物载体、文物环境自然状态的真实性和完整性,尽可能减少或避免回填措施造成新干扰和影响。

3) 最少干预原则

回填措施尽可能减少对原遗址的干预,保存现有残存的遗迹及遗存信息。采 用的保护措施,以延缓现状,缓解损伤为主要目标。

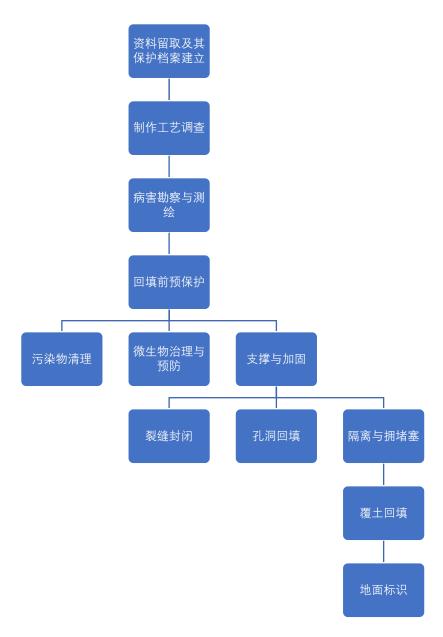
4) 最大限度提取遗存信息

回填保护前应尽可能提取完整的文物信息和相关资料。

4.2.1.2 遗址回填的方法

经分析和研究决定对遗址进行回填保护时,不能采取自然回填的方法,而应进行科学的保护然后进行回填。

(1) 回填技术流程



1)资料留取及其保护档案建立

采用手工绘图、数码拍照、摄像、三维激光扫描及其计算机作图技术,利用 数码图像技术建立完善的遗址数字化信息系统,详细记录回填前的遗址原状。同 时在实施过程中与实施完成后使用数码拍照的方式留取大量资料信息。记录过程 中,应注意对遗址周边环境关系数据的采集。

2)制作工艺调查

利用相关检测技术手段,分析遗址的材料构成和制作工艺,建立完善的古代制作工艺档案,避免回填干扰,获取第一手资料。

3) 病害勘察与测绘

依据文物保护行业勘察标准,对相关病害进行详细勘察,并完成病害病因分析及其危害性评估工作。

4)回填前预加固

回填保护前应对遗址进行隔离、支撑、预加固等处理。遗址进行回填保护前,首先应该对遗址面和覆盖物进行有效的隔离,防止二者之间混淆,也防止覆盖物伤害遗址。如采用隔离砂层、隔离纸层或其他较软的介质。这些介质要有透气性,不会阻挡水汽运动要易于分辨,以利于今后的二次发掘隔离材料还应耐腐蚀,不宜风化。对带有壁画和精美艺术构件的遗址回填前,还应进行污染物的清理和生物灭杀与抗生物处理。

a 污染物清理

在对带有壁画或精美艺术构架的遗址回填时,应用专用溶液去除遗址表面的污染物,避免二次回填后表面污染物尤其土体灰尘残留在埋藏环境中,向钙质结壳类的转换而导致二次发掘利用难以清理。

b生物杀灭与抗生物处理

墓葬遗存开挖后由于开发环境和光照的补给会导致微生物特别是霉菌藻类的爆发,而二次回填更会加剧这一劣化现象的发生与发展,因此回填前需进行生物杀灭处理。

(2) 回填前的支撑与加固

由于遗址经历了很长的风化过程,又经历了一次发掘,它变得更加脆弱,因此在回填前,最好对那些容易损坏的部分进行预加固,例如对土质表面进行加固,对易腐朽风化的材料进行防风化处理等。遗址大的结构已损毁无存,但也许还保留一些小的构造,这些小的构造有可能在回填过程中或回填后造成的压力中毁坏。因此要对一些边角、孔洞、台基、转角均进行支撑。支撑的方法有刚性支撑和柔性支撑,刚性支撑指用砖、石或其他材料,柔性支撑如用沙袋,发泡剂等。

a 艺术构件包裹防护

艺术类构件回填掩埋前,需防霉处理再用柔性透气材料包裹后夹木板防护, 避免回填时造成损伤。

b 隔离与拥堵

回填前完成临时保护,尤其是沟边稳定及其灌浆处理固化稳定后,采用无纺布隔离遗迹遗存,并在墓道及墓室立面预留 5-10 厘米空间,采用沙袋排砌沙袋,每升高 50 厘米或两层沙袋后沿沙袋与隔离无纺布之间溜入干燥的细质粉砂。随砌随灌,沙袋根据垒砌高度决定排砌层数,至少 1-2 排或以上(图 88)。

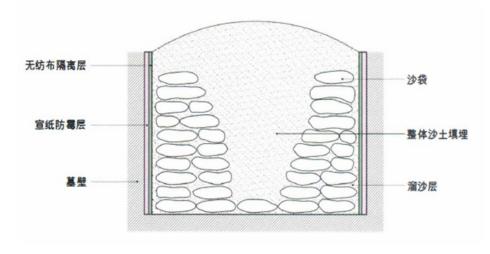


图 88 隔离与拥堵

c 裂缝处理

对遗址需进行整体回填前,对宽度大于 50 毫米或影响坡面稳定的裂缝进行填塞封闭。细小裂缝不需封闭处理。

d空洞回填

遗址内部空洞宜选用与遗址材料强度接近的土坯或砖坯干砌回填。砌块与空洞壁接触缝隙用素土填塞,钢钎振捣密实。对体量较空洞应根据现场情况先做支撑加固,再进行砌筑回填支护。

e衬砌加固

- ①对坡面根部掏蚀剥落的墙体空洞,砌筑土坯支护加固。
- ②剔除坍塌后壁面上裂开或松散的土块,清理落下的土层,补砌垮塌部分。
- ③新砌墙体侧面坡度与相接墙体坡度保持一致。

- ④土坯规格 240 毫米×120 毫米×60 毫米, 黏结材料用黄泥。
- ⑤制作土坯材料与原有遗址墙体在物理力学性能上应比较接近,以保证两者的协同工作,有效避免因温度差异、局部变形造成的分离、开裂。
 - ⑥工程中使用的土坯应进行物理力学特性试验。

f回填夯土

进行了有效的隔离和对遗址的预加固支撑后,先在遗址表面加细砂隔离层,砂子粒径要求在 0.1-0.3 毫米之间,并且砂子要干燥、无污染。隔离层厚度视遗址情况可在 30-50 毫米之间,自然拍实,不可夯打。在砂子隔离层上即可回填覆土,一般覆土厚度要求在 50 厘米以上,根据现场情况可适当加厚,回填土要求纯净土或砂土,颗粒小而均匀,分层自然压实。回填后其防护能力仍然很弱,仍需采取相应的保护措施。

g盗洞回填

场地狭小、隐蔽区域的纵横盗洞,可用压力注浆方法回填封堵。注浆材料选用普通硅酸盐水泥、砂子、黄土混合灌浆料,配比为水泥:砂子:黄土=1:2:3,外加剂为速凝剂,掺入量视漏浆情况而定。注浆分多次进行,压力 0.5-3Mpa。注浆孔成孔中如出现垮孔,可采用套管护壁,先成孔后跟进套管使得注浆管顺利下到孔底。施工过程中需作好施工记录,记录钻孔深度、钻孔过程中的异常情况,注浆时间、注浆过程中的异常情况、材料用量等。当压力突然上升或从孔壁、地面溢浆时,立即停止注浆。如出现水泥浆渗漏严重,无法返浆,则添加速凝剂并采用分次注浆的方式处理。

(3) 回填后的环境处理

遗址回填后在表面设置灰土垫层或其他防水层,另外建议回填高度宜高于遗址周边现有地坪高度,并设置一定的坡度避免雨水灌注,必要时设置排水沟,确保排水通畅等。

宜在回填区域建立相关标识,便于二次考古清理及其后期展示。划定保护范围,禁止一切有可能对下部遗址产生伤害的工程或生产活动。

4.2.2 发掘后的露明保护

- 一般所说的露明遗址,是指经过考古发掘后未再进行回填的遗址。遗址原来 暴露在外的情况不属于这个类型。核准露明保存的遗址,必须严格保存发掘时的 原状,尽可能通过防护加固措施进行保护;露明保存的遗址,应尽可能建造保护 性建筑加以保护,经过评估和专项设计,根据实际需要设置通风、除湿、防腐、 防火、防盗设备。(准则 35)
- 1、露明保存的遗址,必须严格保存发掘时的原状,尽可能通过防护加固措施进行保护。
- 2、露明保存的遗址,应根据保护需求建造保护性建筑加以保护,经过评估和专项设计,根据实际需要设置通风、除湿、防腐、防火、防盗设备。
- 3、保护性建筑可用毛竹、脚手架、型钢等搭设简易保护棚进行防护,防止雨水侵蚀。例如:建设秦始皇帝陵兵马俑保护棚,对兵马俑坑的保护。石峁遗址搭设临时充气大棚,对皇城台遗址发掘的石刻进行临时保护。芦山峁遗址,用钢架管搭设临时考古大棚、汉阳陵帝陵外藏坑遗址,建设地下博物馆用特种玻璃做全封闭的维护结构等一系列措施,对露明的遗址保护积累了非常宝贵的经验也起到了很好的保护作用,并创造了良好的展示参观效果,
 - 4、遗址场地内外应做好防、排水措施,防止场地积水引发的二次破坏。
 - 4.2.2.1 露明保护的目的和要求
 - (1) 露明目的
- 1) 充分展示文物自身状态、载体情况,其原有的环境氛围;如西夏王陵遗址、高昌故城遗址、部分城墙、寺庙建筑基址等;
 - 2) 便于深层次研究遗址的内涵,成为传播古老历史文化的媒介。
 - (2) 露明要求
- 1) 露明保存的遗址,必须严格保存发掘时的原状,尽可能通过防护加固措施进行保护。
- 2) 露明保存的遗址,应尽可能建造保护性建筑加以保护,经过评估和专项设计,根据实际需要设置通风、除湿、防腐、防火、防盗设备。

4.2.2.2 露明保护的条件是适合的小环境;

治理环境,首先排除严重影响文物安全的因素;

遗址本体型展示保护是指遗址本体不被直接实施保护措施的保护展示方法,如厅棚围护保护、遗址博物馆化保护、考古遗址发掘场景再现保护等。它的特点是完全避免任何遗址本体以外的成分与遗址共同出现。这两种展示保护根据具体情况都是可以选择的,各有其优缺点。

- (1) 遗址内涵型展示保护
- ①特点遗址本体展示的有限性、遗址保护的可逆性。
- ②遗址内涵型展示保护具体又分为遗址本体复制、模拟保护展示,遗址上原有建筑复原展示保护等。遗址本体复制、模拟保护展示是指,将遗址保护性回填后,在回填保护层上对位复制、模拟遗址本体,创造一个人为的遗址氛围、环境。遗址上原有建筑复原展示保护是指,将遗址保护性回填后,在回填层上对位复原遗址上原有的建筑。

遗址内涵型展示保护是一种保护、展示手段,而非单纯的建筑复原。复原意味着恢复初始状态,这是非常困难的,因为初始的利用条件、周围环境以及使用建筑的人都已经不存在,也很难再创造。修复保护是有限的,修复保护应以遗址保护为基础,不能因复原而有损害原有遗址。复原部分必须具有可逆性,必须与原遗址保持适当的区分,当保护条件或复原条件发生变化时可以去除复原部分而无损原遗址本体。

- (2) 遗址本体型的展示保护
- ①特点保护面积大、保护形式灵活,能较好地展示遗址本体。这种保护可以 大面积保护遗址本体,全面地保护其内涵和考古价值,可以制造局部小气候,防止 自然侵蚀和人为损害。由于建筑工程与遗址本身的建筑内涵无关,因此在采用结 构、材料、工艺及设备方面有较大的灵活性。因新建设的需要而进行的考古发掘, 这期间所发现的重要建筑遗址,可以考虑采用遗址本体型的展示保护。
 - ②遗址本体型的展示保护方法及具体实例

a 大空间厅棚围护保护,举例陕西秦始皇兵马俑、半坡遗址。这种保护在中国有较多实践,例如六千多年前的半坡遗址,秦始皇兵马俑一、二、三号坑的保护,都采用了这种大空间围护的保护方式。这一类遗址本体型遗址保护工程,都具有保持原遗址的材料、内含、背景真实性的优点,并且具有可逆性,然而其共同的缺陷是丧失了建筑遗址的环境,丧失了遗址作为建筑的概念,而变成展览馆的展品。

在保护建筑遗址时,不能忘记保护其曾经作为建筑的意义。古代建筑曾经是古代人类文化的重要组成部分,特别是那些年代久远而毁坏无存的早期建筑,其价值往往超出其现有材料和形式的内含。当保护建筑遗址时,人们试图从研究和复原中发掘和扩张遗址本体所蕴含的历史信息,这也可能是运用遗址内涵型展示保护的原因所在。

b 寄居式建筑遗址保护, 举例陕西铜川耀州窑遗址。

寄居式建筑遗址保护方法,其保护可与新的建设项目共同进行,往往遗址保护部分在新工程的底层。这样新的建设项目可以提供一定的保护和开放条件,但往往受新工程制约很大,对遗址周边环境真实性的保护效果较差。如陕西铜川耀州窑部分遗址在修建高速公路寸被发现,而公路改道已无可能,在这种情况下高速公路在此架设涵洞,遗址保存」几卜边,并经考古发掘展示与原址。

C遗址现场博物馆化保护

4.2.2.3 露明保护的边坡加固与支撑

结构加固与支撑,是直接作用于文物古迹本体,消除古迹的不安全的结构或构造进行支撑、补强,恢复其安全性的措施。加固措施应根据评估,消除文物古迹结构存在的隐患,并确保不损害文物古迹本体。

加固与支撑措施,应特别注意避免由于改变文物古迹的应力分布,对文物古迹造成新的损害。由于加固要求增加的支撑应考虑对文物古迹整体形象的影响。

加固与支撑措施,必须把对文物古迹的影响控制在尽可能小的范围内。非临时性加固措施应当做出标记、说明,避免对参观者认识文物古迹造成误解。

4.2.2.4 露明保护的遗址本体与修复

对遗存实施防护加固。构件坍塌、歪闪、错乱,环境荒芜的建筑残迹,可原状修整,但不得添加新构件。被近代堆积掩埋的建筑基址,一般只需清除荒草杂物,保持掩埋的状态。经核准需要清除全部堆积物时,对遗存的基址只需作原状修整,不要过多添补缺失的材料。各类遗址在去除上部的堆积时,应按照考古发掘程序清理。大遗址保护和展示应以考古先行为原则,充分考虑利益相关方的意见,坚持最小干预原则。

参考近些年土遗址保护的相关试验和经验,保护效果较为明显的保护措施 有:顶面封护、裂缝修补、锚杆加固、土块衬砌、钢支撑支护、防风化加固等6 种主要保护措施。

(1) 顶面封护

针对城墙顶面严重酥碎开裂的区域,采用顶面拉结和改性黄泥封护结合的办法加固。具体措施为:

- 1、清理墙顶浮土。
- 2、抹30厚黄泥粘接层。
- 3、铺设玻纤土工格栅1层,将格栅压入泥中,保证墙顶土体的整体性。
- 4、50 厚改性黄泥封护,顶面做旧处理。

注: 黄泥封护时,应根据遗址顶部现状进行施工,保存遗址现有历史风貌。 泥浆封护施工完毕后,应定期对泥浆层进行监测,对于表面开裂的细小缝隙采用 当地黄土粉末进行扫缝处理,以确保最终的施工质量。城墙顶面抹泥封护时应结 合周围墙顶走势,接槎应圆融自然。

(2) 裂缝修补

a 小型裂缝修补

对宽度不大于 30 毫米的墙体裂隙采用干硬性黄泥填塞封堵的办法加固,对于宽度在 6 毫米以内的裂缝,基于遗址保存和减少干预方面的考虑,应进行持续不断的监测,视情况进行干预。

1、清理裂缝内浮土,并将裂缝两侧土体喷水湿润,以便于新旧土体的黏结。

- 2、用干硬性的改性黄泥将裂缝表面封堵压实,并使其适当高出两侧墙面, 然后反复揉轧将黄泥挤入裂隙内。
- 3、轧光表面后将墙面清扫干净,并将裂隙部位做旧处理,使其与原墙面色感一致。
 - 注:①改性黄泥用当地黏土、粉煤灰、水泥和适量胡麻毛等材料调和配制。
- ②改性黄泥的配合比应进行现场试验,通过对不同配合比和类型的材料修补后出现微裂缝隙的数量、间隔宽度、裂缝宽度,颜色变化以及是否泛白,新旧土体的收缩及黏结效果等情况的对比,选择一种最合适的配合比应用于实际工程。(灌浆料参考比例为土:水泥:粉煤灰=85:5:10,用5%硅溶胶(Si02.nH20)进行拌合,试验结果表明,随着水泥掺入量的增加,浆体的强度提高幅度较大,但干缩性较大。因此,水泥量不宜太大,具体使用条件还需进一步研究。)

b 大型裂缝修补

对宽度大于 50 毫米的墙体裂隙采用土块填塞封堵和灌注改性泥浆相结合的方法加固。施工工艺流程如下:

- 1、在裂缝内埋入注浆管,管径据现场情况选择。
- 2、用改性黄泥粘接塌落的土块将裂缝表面封堵压实。
- 3、埋入的注浆管间隔在 400~500 毫米,由低至高注入浆体,一次注入完成 后间隔 1 小时再进行上一层的注浆施工。
- 4、改性黄泥风干过程中注意养护,对新旧土体接触面应多次处理,防止改性黄泥干后开裂。
 - 5、待裂缝修补完成后将裂隙部位做旧处理, 使其与原墙面色感一致。
- 注:为保证裂缝注浆的饱满,并使泥浆与原有土体黏结牢固,应对裂缝泥浆进行试验研究。注浆实验前制作好实验体,埋入注浆管待裂缝泥晾干后开始实验。采用不同材料配制浆料,在不影响泥浆注入的前提下尽量减小水灰比,待7~10天后拆开实验体比较各种不同配料的优劣,以最终确定工程采用的配合比。

施工注意事项: 裂缝灌浆时,应确保每间隔 30~40 米留设变形缝一道。选择留设变形缝时,应根据现场情况充分利用遗址现有裂缝。裂缝注浆施工完毕后应定期对裂缝进行监测,对二次开裂的区域应再次进行灌浆处理,以确保加固保护的最终效果。

(3) 锚杆加固

对底部失去支撑上部严重开裂或有滑移趋势的土体,经稳定性评估后,对有可能发生坍塌、滑移病害的部位,选用轻型锚杆进行加固。加固深度在2米内的锚杆采用土工长丝,加固深度大于2米的选用白蜡杆锚杆。

- 1、锚杆成孔前应对遗址本体进行临时性的支护,确保文物本体和施工人员的安全。
- 2、锚孔应选用无震动机械成孔,孔径 25~80 毫米,锚固端长度不小于 600 毫米,锚孔间距根据实际情况确定。为保证锚杆所需的水平支承力,锚孔与水平面的夹角不得大于 15°。
 - 3、成孔后清理干净锚孔内浮土,插入锚杆,注射改性黄泥浆锚固。
 - 4、锚孔口用土块封护并做旧处理。
- 注:①为增强原有土工长丝加劲带与土体的咬合力,土工长丝锚杆是在原有加劲带基础上螺旋缠绕麻丝绳,并采用环氧树脂粘接而成。
- ②实验表明锚杆锚固力的大小与灌浆体的力学特性有关。泥浆的强度越高,其锚固力越大。这主要是因为泥浆的强度提高,泥浆与杆体的黏结强度得到提高,拉拔承载力提高。
- ③灌浆料参考比例为土: 水泥: 粉煤灰=85: 5: 10,用 5%硅溶胶进行拌合,前期工程试验结果表明,随着水泥掺入量的增加,浆体的强度提高幅度较大,但干缩性较大。因此,水泥量不宜太大,在保证浆液流动性与强度的基础上,根据具体使用条件对其配合比还需进一步试验研究。
- ④锚固后的裂缝必须进行灌浆填充,否则一旦缝隙中入渗雨水会导致土体软化,使锚杆失去锚固作用,缝隙灌浆填充的密实与否,是保证锚固作用的关键。

⑤土工长丝是内加纤维的高分子聚合物,材料扁平,宽 20 厚 5 表面带肋。 为增加摩擦力,使用时可根据需要表面刷环氧裹麻线做肋,在土遗址加固中做小型构造锚杆使用。使用时根据锚固需要现场自由剪切,可联系专业厂家采购(图 89)。



缠绕麻绳

涂刷环氧树脂

土工长丝锚杆成型

图 89 锚杆加固

玻璃纤维锚杆又称玻璃钢锚杆,它是取代金属锚杆的复合增强材料新产品。 采用玻璃纤维、拉挤、浸渍含有固化剂、促进剂等多种助剂的树脂胶液后,经拉挤机的牵引,通过预成型模在高温高压下固化成型,再经表面处理后缠绕螺旋状的浸渍含有多种助剂的树脂胶液后,固化成型。再根据锚杆的结构设计要求,与锚固件组装成玻璃纤维增强锚杆。它由玻璃纤维杆体、托盘、螺母等组成(图90,表4-6)。





图 90 玻璃纤维锚杆

杆体锚固力 杆体抗拉强度 连接部分及螺纹承载力 规格 (mm) (kN) (MPa) (kN) Ф18 140 650 50 Ф20 80 180 620 185 Ф25 510 80 Ф32 285 480 120

表 4-6 玻璃钢锚杆规格、性能表

(4) 土块衬砌

针对墙体根部掏蚀凹陷的情况,采用砌筑土块支护加固的方法。施工工艺流程如下:

- 1、对掏蚀高度不大于2米的墙体,采用砌筑土块支护加固。对掏蚀高度大于2米的墙体,应增加砌筑扶壁柱进行支护加固。或设钢支撑进行支护。
- 2、剔除坍塌后墙面上开裂或松散的土块,清理堆积的浮土层,补砌垮塌部分。
- 3、新砌墙体与原墙体表面坡度应保持一致,每日砌筑高度不得超过2米, 以防止新砌土坯产生新的沉降。
- 4、补砌土块优先选用周边的塌落土体,数量实在不够时可适当选用人工制作土坯, (土坯规格 400 毫米×200 毫米×100 毫米), 黏结材料用改性黄土泥浆(当地黄土和硅丙乳液调和)。新砌土坯与原遗址间形成的缝隙用改性黄土泥浆灌实。
- 5、在补砌密实区域为防止地下毛细水对遗址墙基的侵蚀,可在新补砌土坯上距地面 500 毫米高处打一排Φ20 排水孔,水平间距 2 米。

- 6、制作土坯材料与原有遗址墙体在材料组成及物理力学性能上应比较接近, 以保证两者的协同工作,有效避免因温度差异、局部变形造成的分离、开裂。
- 7、对于有条件的部位,也可以采用有效的夯土补筑方式进行加固,夯筑时 要注意遗址安全,减少震动的影响。

施工注意事项:土坯支护施工时,土坯应严格按遗址土体现状收分进行砌筑,同时,对于填补面积较大的区域,应采用错台砌筑或其他措施以保证加固保护后遗址的景观效果,尽量不用砌筑大体量扶壁柱方法加固。施工完毕后应定期对后砌土坯与遗址间缝隙进行监测,对二者之间产生的新裂缝进行灌浆处理,确保土坯衬砌的施工质量。

(5) 钢支撑加固——以新疆维吾尔自治区高昌故城城墙保护为例(图91)

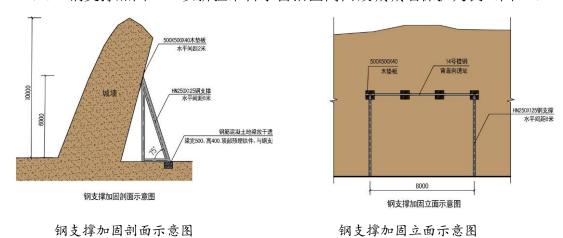


图 91 钢支撑加固

- 1、针对高大倾斜墙体,采用钢支撑支护加固的方法支护加固。
- 2、钢撑选用国标窄翼缘 HN250×125 型钢。钢撑水平间距 8 米,与地面夹角75°。
- 3、钢撑与地面交接处预制 500×500×400 混凝土墩,顶面预埋 6 厚钢板与钢撑现场螺栓拉结。
- 4、钢撑与墙体交接端距地高度大概约墙体高度的三分之二处,端头铰接安装 40 厚 500×500 木垫板,根据墙体倾斜角度调整木垫板角度,使得木垫板与墙体倾斜面紧密搭接。木垫板水平间距 2 米。

- 5、为保证钢支撑整体稳定性,各竖向钢支撑间用14号槽钢水平向拉结。
- (6) 防风化加固
- (6.1) 墙顶防风蚀和防雨水冲刷侵蚀加固

夯土墙顶长期受风雨、暴晒等外界环境的影响,大多酥碱剥落严重。可以采用化学渗透的方法进行加固处理。可参考的施工工艺流程如下:

- 1、顶部搭设遮阳网。
- 2、清理遗址表面浮土层。
- 3、用硅丙乳液喷洒(渗透)墙顶面三遍,加固现有墙顶酥松土体。
- 4、待表面阴干后拆除遮阳网。
- 注:城墙顶面大面积严重剥落的可选用,50厚改性黄泥封护加固的办法处理。

(6.2) 墙面防风蚀和防雨水冲刷侵蚀加固

多处墙体的迎风面长期受风、雨的侵蚀,材料表面酥碎比较严重,对于风化特别严重的区域,可采用喷洒硅丙乳液的方法进行加固处理。经试验不同的施工条件下(气候气象、加固部位、施工班组等)加固的效果有明显的差异,同时化学喷涂的深度以及最终的加固效果也有明显的差异,因此防风蚀设计一般仅对风蚀特别严重的遗迹和部分长期处于迎风面已严重风化的遗址采用化学加固的方法。施工工艺流程如下:

- 1、搭设遮阳网。
- 2、清理遗址表面浮土。
- 3、用硅丙乳液喷洒(渗透)墙面三遍,加固现有墙面酥松土体。(稀释浓度、时间间隔需现场试验确定)
 - 4、待表面阴干后拆除遮阳网。

4.3 遗址保护修复技术

- 4.3.1 土遗址的保护加固技术
- 4.3.1.1 土遗址的传统建造材料与工艺

土遗址是指以土质材料为主体组成的具有历史、艺术、科学、社会和文化价值的古代人工建构筑物的遗址、构筑物等人类活动遗迹及其赋存环境,一些古化石地层剖面等具有科学、艺术价值的土质遗迹也按照土遗址进行保护。中国是世界文明古国之一,悠久的历史,灿烂的文化,保存有大量的土遗址,如长江流域河姆渡遗址,中原地区的大河村遗址,蜿蜒北部的长城,西北苍茫戈壁上的关城、烽燧,新疆维吾尔自治区的交河、高昌、楼兰、尼雅遗址等。

4.3.1.1.1 建造材料

我国土遗址的建筑有夯土、生土、垛泥、土坯、土块、加筋土、灰土等不同 类型,建造材料常就地取材,常用的建造材料有黄土、黏土、红土、碎石土、石 灰类等材料。

土是由岩石经风化作用形成的产物,是由大小不同的土粒组成的,根据不同粒组的相对含量可将土分为巨粒土(粒径大于 60 毫米)、粗粒土(粒径 0.075~60 毫米)和细粒土(粒径小于 0.075 毫米)。一般常见作为土遗址建造材料的主要是粗粒土和细粒土,以细粒土最为广泛。甘肃瓜州、敦煌汉长城采用粗粒土中的细砾(粒径 2~20 毫米)构筑,在西部、北部沙漠地带,也可以见到采用粗粒土的沙粒(一般称沙土,粒径 0.075~2 毫米)建造的遗址,一般常与灰土混合使用;另外,在西部戈壁由于天然存在的巨粒土,墓葬坑壁也可看到由粗粒土组成,个别地域还可以见到用石块灌土筑城的墙体,这已是块石砌体的范畴。细粒土常分为粉土(粒径 0.005~0.075 毫米)和黏土(粒径小于 0.005 毫米),这是土遗址的主要建造材料,广泛出现于我国大部分土遗址中。

黄土、红黏土、盐渍土是一类特殊的土,粒度属细粒土,其工程特性不同于 一般的黏土和粉土。

黄土是以风力搬运的黄色粉土沉积物,主要分布于我国的北方干旱地区,以 黄土高原最为丰富,是北方土遗址最常用的建造材料。黄土组成成分比较均一, 以粉土颗粒(0.05~0.005毫米)为主,属粉质黏土,局部地区并含一定比例的 沙粒,矿物成分以石英、长石为主。 红黏土是指碳酸盐类岩石(如石灰岩、白云岩等)在亚热带温湿气候条件下, 经风化后形成的褐红色黏性土,多见于南方地区如四川、贵州等地的土遗址。黏 粒含量高,黏粒形状多为片状或鳞片状,矿物成分一般是以高岭石和伊利石或绿 泥石为主,含有蒙脱石或蛭石、云母、多水高岭石及三水铝矿和游离 Fe203、少 量针铁矿。

盐渍土是盐土和碱土以及各种盐化、碱化土壤的总称,含盐量高,黏性大, 盐成分因地而异,如西北干旱区敦煌汉长城牛头墩采用盐渍土块砌筑而成。

土材料有一个共性,抗水性能较差,含水量较大的黏土、松散的粗粒土的夯筑性能极差,为了提高材料的性能,有时在夯筑时加入碎石、芦苇等辅料,更多的是添加灰土等材料。

石灰类材料包括灰土、三合土、烧料礓石、烧阿嘎土等。

灰土,用黏土、石灰加水拌和夯实而成,这种材料使用较早,到秦汉时就已应用广泛,使用灰土材料的遗址包括统万城遗址、辽上京遗址和陕西明长城等。石灰用石灰石、白云石、白垩、贝壳等煅烧而成,主要成分为氧化钙,次要成分氧化镁(MgO),生石灰分为钙质石灰(MgO≤5%)和镁质石灰(MgO>5%),可和土中的二氧化硅、三氧化二铝和三氧化二铁等物质结合生成硅酸钙、铝酸钙以及铁酸钙,使灰土有较高的强度和抗水性,是一种气硬性无机胶凝材料。

三合土,一般由石灰、黏土和细砂所组成,也有由石灰、陶粉和碎石,或由石灰、炉渣和砂子组成,成分变化大,因地因时而异,有的三合土中还加入红糖、蛋清水及糯米汤汁等有机材料,以增强三合土的坚韧度,是明清古城墙、福建土楼、沿海的一些明清炮台等遗址的建造材料。

烧料礓石是第四纪黄土中沉积的礓结石,主要矿物成分为碳酸钙和黏土,见于甘肃秦安县仰韶时期房屋地面的建造材料,被称为中国仰韶时期的"水硬石灰"。

烧阿嘎土,是含有少量氧化硅的硅质石灰石,是西藏地区寺院、房屋地面和 屋面的建造材料。

4.3.1.1.2 建造工艺

土遗址的建造工艺主要包括生土挖造、夯土、土坯或土块、剁泥砌筑等不同 类型。这些技法或单独使用,或混合使用来建造土建筑。

(1) 生土挖造

采用挖去天然材料以取得地下空间的"减法"方式,使得在原来地貌形态的基础上挖出空间和各种形状的建筑形式。使用生土挖造的建筑包括地穴、半地穴、窑洞式建筑,以及从地面向下挖出的墙体、土台、墩等庭院式建筑和故城形制。典型遗址包括黄土高原上的窑洞及新疆维吾尔自治区交河故城等。

(2) 夯土建造

使用夯土工具打土,以外力的作用使局部土质密实牢固,从而使得整体坚实。 夯土法是我国生土建筑中运用最广泛的建造方法之一。按照施工技术的不同,我 国的夯土技术可以分为直接夯筑和版筑夯土两种。

直接夯筑:用于基槽型墙体基础处理时,先在拟建墙体地带挖深沟作为墙体的基础槽,再从基槽底部向上填土逐层夯实。这种方法多用于大型墙体的构筑,如城墙。用于城台、墩台和大型墙体的建筑时,则使用堆土夯筑,即在需要夯实的部位直接堆土,然后用夯具逐层夯实,无须在土的周围进行支挡,使土自然成坡。

版筑夯土:用木板作边框,在框内填土用木杵打实,然后将木板拆除向上移动,再依次填土夯实,直至所需高度为止。版筑时需要附夯筑模具支挡(如圆木、木板等)配合完成。这种方式常用于大体量建筑的建造,如长城墙体。

(3) 土坯砌筑自然切割砌块砌筑

土坯砌筑,使用模具将土制成一定形状的块体,即小型砌块,将砌块垒砌而成形成建筑。坯的制作要经过选土、和泥、制坯模和制坯等工序。坯的砌筑方式多为顺砖与丁砖交替式砌筑,上下两层有错分,相互错缝搭接,搭接长度不小于土坯长度的三分之一。土坯墙砌筑,采用挤浆、刮浆法、铺浆法等交错砌筑。

土块法,即利用当地天然或挖掘的生土体,将其削切成大小适中的块体,形成便于搬运和砌筑的砌体。土坯常用于土台、房址和墓葬的建造,红烧土块及土坯最早见于早期仰韶文化的墙体遗迹。

(4) 剁泥法

剁泥法使用的土材料是随处可见的泥土(有机质、淤泥、细砂含量高的除外)。 土中的沙子和黏土的含量正好适合用来制造坚固耐久、不会收缩和破裂的垛泥 墙,但一般都需要向土中添加黏土、粗沙和植物纤维。建造工序为:由人工或动 物踩踏完成剁泥的混合搅拌工作,手工或用模板控制形态并成型,依次向建筑顶 端堆砌,反复此项工作,形成剁泥建筑。完成垛墙后,常用草泥抹面,具有修饰 和补强的双重作用。剁泥墙体见于新疆维吾尔自治区交河故城遗址。

(5) 其他

除了以上常见的建造工艺,还有木骨泥墙和泥石混合结构的土遗址。

木骨泥墙法,即以大木材作为框架,编红柳、胡杨或者芦苇形成夹壁,其外 再抹彩泥而成墙壁的建造方法,常见于古代村落遗址。

泥石混合结构,即以泥砌石为城、堡、烽燧,所用石块大小不一。

4.3.1.2 土遗址保护常用材料及性能要求

用于保护土遗址的材料种类复杂,应用广泛。按照保护方式分类,可分为表面加固材料、裂隙灌浆材料及缺损、掏蚀凹进部位的加固材料。

4.3.1.2.1 表面加固材料

通过喷渗等方式加固土遗址表面的材料,具有提高强度、防风化等作用。表面加固材料应具有以下特点:色泽与遗址颜色相近或无色,使用后不明显改变遗址外观颜色;加固效果好;具有良好的渗透性;具有一定的可再处理性;具有良好的耐候性;无毒或低毒。表面加固材料可以分为无机材料和高分子有机材料。通常情况下,不同加固材料可以混合使用,以发挥二者的优点,提高加固效果。

无机材料抗老化性好,价格低,对文物的外观影响不大;缺点是收缩性大,耐水性差,加固效果不显著。曾经使用过的无机材料包括二氧化硅在氢氧化钠或

氢氧化钾溶液中的分散体系、碱土金属的氢氧化物及其复合盐,如硅酸锂、硅酸钾、硅酸铝、氢氧化钙及氢氧化钡等。

高分子有机材料具有耐水、耐腐蚀、强度高、加工性能好等优点。可作为土 遗址表面加固的高分子材料包括有机硅材料、丙烯酸树脂及醋酸乙烯树脂、有机 聚合体系(如聚氨酯)、聚甲基丙烯酸甲酯及有机乳液等。

目前常用于土遗址表面加固的材料包括 PS 材料、正硅酸乙酯类、丙烯酸树脂类、硅丙乳液、SH 材料。

(1) PS 材料

无机材料,高模数的硅酸钾溶液。其加固强度高,耐候性好,价格低廉,制造容易,施工方便。PS 材料对干旱区土遗址防风化处理具有良好的加固效果,可提高土遗址的力学强度和抗风蚀能力。PS 材料已应用于西夏王陵、交河故城的保护工程中。

(2) 正硅酸乙酯类

加固时硅酸乙酯类材料会产生硅氧烷聚合体,增强了加固效果。正硅酸乙酯 类材料加固后土体的水稳定性、抗压强度等性能提升明显。但加固时渗透较快, 可能造成土体表面颜色略变深。

(3) 丙烯酸树脂类

有机材料,丙烯酸类单体在引发剂作用下形成的聚合体。因其优良的耐候性在文物保护方面使用广泛,常用作加固剂和黏结剂。常用的型号有两种:Paraloid B-72(甲基丙烯酸乙酯-甲基丙烯酸共聚物)和 Acryloid F-10(甲基丙烯酸丁酯的聚合物)。有渗透能力好,渗透深度深、加固强度高等;缺点包括加固后颜色变化大、耐老化性差,材料有毒等。

(4) 硅丙乳液

有机材料,主要成分由 C、Si 和 0 元素组成,和土壤的成分相同。加固时, 硅丙乳液在土中发生聚合反应,形成网状或空间结构,填充土中孔隙,裹缚土粒 和土团粒,达到固结和黏结的作用。加固后,硅丙乳液在表面形成的保护膜抗水透气、耐候性优良。

(5) SH 材料

有机材料,改性聚乙烯醇水溶液,是一种生态环境材料。其常用于固沙、固 土。优点包括材料无色无毒、制备成本低,加固效果好,具有一定的耐老化性。

4.3.1.2.2 裂隙灌浆材料

用于裂隙灌浆的材料,既要求其凝固后形成结石体的外观、密度、孔隙率、强度上和土体具有较好的兼容性,又对材料的长期强度、收缩性等有较高的要求。灌浆材料应具有以下特点:良好的结合能力,强度适中;容重适中,对保护对象的影响较小;材料流动性好;具有较小的收缩性;良好的耐候性和耐老化性;良好的兼容性;无毒或低毒。

土遗址的裂隙灌浆属于化学灌浆,常用的灌浆材料包括 PS 材料、SH 材料调配适当配比的黏土(C)、粉煤灰(F)以及添加剂形成的浆液,如 PS-C、PS-(C+F)、SH-(C+F)及 SH-(C+F+CaO)等。SH 和 PS 是很好的黏结材料,对固体颗粒具有固化作用。它们能够明显提高浆液的整体性能,不仅是浆材固体颗粒之间互相黏结,而且在裂隙注浆现场试验中能够使浆液与周围土体更好的黏结,而粉煤灰的膨胀组分会在一定程度上防止浆液产生收缩裂缝。

4.3.1.2.3 掏蚀凹进部位的加固材料

通过砌筑、补砌等方式填充、加固掏蚀凹进部位的材料,一般与遗址原材料 相似或相同,主要包括夯土、土坯、土块和剁泥块等几类。

夯土,采用和遗址土相同或相近的黏土或粉土作为原材料,夯土密度略大于 遗址密度。土坯或剁泥块,采用遗址土相近的粉土制备。土块,选择和遗址土相 同的新鲜土块作为加固材料。

4.3.1.2.4 锚固材料

锚固材料用于土遗址的稳定性加固措施,由杆体材料和浆体材料构成。

(1) 杆体材料

杆体材料主要包括竹木锚杆、楠竹加筋复合锚杆、玻璃纤维增强塑料锚杆 (GFRP)、土工长丝、碳纤维楠竹锚杆 5 种。

竹木锚杆具有木结构自身的优越性,也满足土遗址兼容性的需要,但不适用 于潮湿地区的遗址加固。

楠竹加筋复合锚杆,锚杆内部为钢绞线,向外依次为复合黏结材料、楠竹、 最外层缠绕玻璃丝布,提高了锚固长度和锚固力,已用于交河故城、高昌故城等 遗址的抢险加固工程。

玻璃纤维增强塑料锚杆(GFRP)有高抗拉性能、低密度、抗腐蚀、耐疲劳、低徐变和低成本等优点。

土工长丝,以土工长丝作为增强纤维,采用树脂浸裹,后经挤压成型,杆中纤维含量一般为 70%-80%,用于体型较小、抗拔力要求不高的墙体加固,已用于高昌故城遗址的保护工程。

碳纤维楠竹锚杆,在楠竹表面粘贴碳纤维布,提高锚杆表面的摩擦系数,其耐久性好,强度高,将碳纤维缠绕在楠竹表面,然后用环氧树脂黏结形成。碳纤维楠竹锚杆广泛地应用于土遗址的加固工程中。

(2) 浆体材料

浆体材料包括 PS 系列浆液、SH 系列浆液、烧料礓石类浆液、其他浆液几种。 浆体材料的强度应略高于土体强度且具有适宜的黏结力和小的收缩力。需要注意 的是,不同材质杆体于锚固灌浆的浆液结合力有很大差异,选择时应通过充分试 验研究确定。

PS 系列浆液,主材料为 PS,常用的包括 PS+F(粉煤灰)浆液、PS+C(黏土)浆液、PS+(C+F)浆液,均具有理想的锚固效果。使用 PS 浆液时,但锚杆杆体与浆液之间存在薄弱界面,因此逐渐应用于小体量的锚固工程。

SH系列浆液,主材料为SH,常用的包括SH+F(粉煤灰)浆液、SH+C(黏土)浆液、SH+(C+F)浆液,其中后者拥有良好的物理、力学性能,与土遗址建筑材料性能兼容。

烧料礓石浆液,用烧料礓石拌和石英砂或粉土,具有良好的兼容性,已在西 北土遗址锚固工程中得到应用,取得了良好的加固效果。

其他浆液,由粉质黏土、粉煤灰和水泥配合改性有机材料的改性泥浆。还有 把糯米桨作为黏合剂与石灰、黏土、砂石充分拌和,形成糯米浆三合土的浆液。

4.3.1.3 土遗址本体保护加固技术

针对不同类型、保存状况的土遗址,保护方式分为原状保护、场馆保护和覆盖保护三种。原状保护即采取必要的保护手段,对遗址尽可能少干预,保证遗址的安全运行;场馆保护即在原地或异地建立遗址博物馆或陈列室进行展示和保护;覆盖保护即通过回填、表面补砌包埋和复原等措施对遗址进行覆盖和保护。

土遗址保护加固的对象包括对长期露天环境保存的土遗址及考古发掘现场的土遗址,典型的保护加固技术包括表面防风化加固和稳定性加固两种,同时还要兼顾土遗址的环境治理,如排水、止水措施。

(1) 防风化加固

土遗址表面的防风化加固方法可以分为化学加固、植被封护、表面覆盖牺牲层 3 种主要类型。

化学加固,一般采用表面加固材料对这些区域进行表面加固,是最主要使用的加固类型。表面加固的施工工艺主要包括表面喷洒渗透和滴渗两种,根据加固材料选择具体的施工工艺。

植被封护,潮湿地区表面生长有茂盛植被的遗址保存较好,如湖北纪南城、西安汉长安城等。在土遗址表面、顶部种植植物达到改善小区域气候环境、提高土体本身抗水冲刷的能力。植物的种类和种植方法是影响植物封护效果的主要因素。通过室内和现场试验,这种方法的可行性已得到了初步验证。

表面覆盖牺牲层,通过夯筑或泥敷的方法,将牺牲层涂覆于遗址表面,其具有一定的抗雨蚀、抗冻融等耐候性,同时具有一定的强度和延展性,起到遗址表面加固的作用。牺牲层的材料一般为改性的黏土,包括加入固化剂(如水玻璃、高分子材料)的黏土、添加植物纤维的黏土、改变土体级配的黏土等。牺牲层往

往对遗址外貌干预过大,选用时应经过充分论证,既要满足保护需求,更应尽量减少对遗址风貌的影响

(2) 稳定性加固

对土遗址的稳定性加固包括对缺损、掏蚀凹进部位加固;冲沟加固;洞顶加固和开裂墙体的加固等。

缺损、掏蚀凹进部位加固:一般使用土坯、夯土、土块等对土遗址缺损和凹进的部位进行加固。施工工艺主要有夯土补筑和土坯砌筑。砌补时通过注浆的方式增强夯土层或土坯间的黏聚力以及加固区域与原土体区域间的结合力。最后通过表面和边角处理等方式使得加固区域与本体保持一致,线条顺畅。加固时应在科学计算的基础上,尽量减少体量,保持最低限度干预即可。

冲沟加固:根据冲沟的位置和发育程度,使用黏土、灰土等对冲沟顶面进行 夯填修补,同时设计排水系统,降低雨水冲刷、流淌对遗址表面的危害。

洞顶加固: 窑洞等建筑构造顶部区域在地震和重力的作用下产生变形,将整个洞顶分割成数块,产生裂隙,造成失稳。一般使用灌浆材料对洞顶块体之间进行加固,增强块体之间的镶嵌和咬合力。或者使用衬砌加固的方式对洞壁及洞顶修补原结构形式,达到稳定目的,起到临时加固作用。

开裂墙体加固包括裂隙灌浆和锚固两种措施。裂隙灌浆,通过注浆的方式将 具有流动性和胶凝性的浆液或化学溶液以适当地压力灌入孔隙和裂缝中,使得浆 液和原来疏松的裂隙土体交接在一起,形成结构致密、强度大、化学稳定性好的 结石体。一般有裂隙渗透灌浆和裂隙充填灌浆两种施工工艺。锚杆锚固,比较危 险遗址墙体的加固,一般采用锚杆锚固和裂隙灌浆相结合的加固方式。施工的工 序包括造孔、锚杆的制作和安放、注浆、锚杆张拉和锁定。

4.3.1.4 土遗址载体保护加固技术

对土遗址载体的保护加固,一般可参考土质边坡常用的加固技术,但受到以下条件的限制:首先,对载体的加固应考虑不改变文物原状原则,一些体量较大的土质边坡处理措施(如削坡)不可使用;另外,载体加固时又对加固规模、加

固后载体的外貌和形制有一定要求,实际加固时还需配合使用隐蔽工程和做旧措施。常用的载体加固技术包括锚固、灌浆等。

4.3.2 砖石砌体的维修

4.3.2.1 砖石砌体的砌筑方法

土质材料抵抗外界灾害的能力较弱,十分容易剥落甚至坍塌,因此会采用砖石与土质混合砌筑的建筑方式。一般情况下,砖石砌体的内层为夯土,外层为用砖、石材垒砌而包裹成的结构,如古代路面、桥面、城墙墙体等建筑遗址常用砖石砌体建筑而成。也有直接用砖石垒砌而成的建筑,如砖石墓等。

4.3.2.1.1 砖砌体

我国古代早期的砖墙多是单砖、单向、单面垒砌,但考虑到砌体的稳定,采取了上下错缝的方法。汉代时随着砖的规格趋向统一标准化,砖的砌筑形式发展到单砖多向多面及空斗等各种组合形式,其中有些形式为后代继承并一直沿用至今。在砖的垒砌技术方面,初期的砌法多是干砌(不用胶结材料),东汉以来较多地使用泥浆灰浆等胶结材料,砌砖技术也有各种不同的做法,因此产生了各种不同的墙体构造。

由于砌砖的组合方式不同,而有各种不同方位的砌法。各时代各地区对砖的 摆法,名称既不一致,也不能定面、定向,很多称呼彼此混淆。自战国以来,小 砖常见的砌筑方式有以下几种:

- (1) 平砖错缝:一种较早的墙体砌法,见于夏县"禹王城"遗址用砖建的排水孔。这种砌法的砖块上下错缝,互相交搭,所形成的墙体较厚,且稳定性更好。
- (2) 平砖顺砌错缝:最早见于上述战国时的冶铁遗址浇铸槽壁及西汉条砖壁。均为单砖墙,墙体较薄,稳定性差,不能过高,能承受一定力,许多条砖汉墓都用这种形式的砖壁。有些为了加强墙身的稳定,采用两道单砖墙体相并的砌法。
- (3) 砖顺砌错缝:这种砌法形成的壁体单薄,受力及稳定性都很差,不可作为承重或受力结构墙体,汉以后比较少见。

- (4) 席纹式: 平砖顺砌与侧砖丁砌两者轮流砌一层后, 上层砖的砌法则与下层(平、侧)相反, 单层砖的砌法与双层砖的砌法相反。此种纵横交错的铺设方法见于阳泉市马家坪东汉墓葬群的 M5、M6。
- (5) 空斗及空斗式:可以空砌,可以实砌。空砌时可以节省工料,减低造价。这种砌法流传至明清民间建筑,发展为多种多样。北方称空斗墙叫"丁抱斗",但很少用,南方比较普遍。
- (6) 平砌或扁砌式:这种墙分若干种形式,全作平砖丁砌者较少、全作平砖顺砌者极为常见。在汉代时期的砌法,为双砖并砌墙,并不牢固,得到唐宋时期其砌法在较厚的西面顺砌的墙中加砌"暗丁"。一层平砖顺砌,一层平砖砌。唐宋以来一般地面建筑墙下隔碱或槛墙都全作平砖顺砌,墙的上身每隔三、五层平砖顺砌加一层平砖丁砌,及至明清宫室建筑,仍多采用平砖顺砌的墙。一般建筑中常可见到每层平砖三顺一丁、二顺一丁、一顺一丁(工字、十字)等各种砌法。

砖的砌筑工艺直接影响到墙身是否牢固,墙面是否美观以及墙体是否经济等问题。通常来说,砌砖技术包括斫砖、磨砖、灌浆、填料、粉刷、镶嵌、贴面等各个工艺环节。砖的砌筑工艺分为以下几种:

- (1) 干摆:磨砖对缝做法。对缝指砖缝密合,而非上下砖缝相对。干摆是指将砖块摆好后再灌灰浆。这种砌法始于汉代,之后重要建筑或重点装饰的墙面都用这种工艺。磨砖对缝的工艺为:先将条砖五面中心部分进行"五扒皮",即砍掉一层,砖的四边及露明的以免用砖加水磨光,达到角正边直,规格一致。砌墙时现在变口刮油灰,再干砖摆平顺砌错缝,然后再每层内部灌注白灰浆。每砌五层内加暗丁一道。砌完后,外面再用砖加水磨平,达到外观有缝不见缝为止。(有些做法是不是古遗址和古墓葬所存在的)
- (2)磨砖勾缝:其做法细致程度仅次于磨砖对缝。外面露细灰缝。用砖仍需要"五扒皮"或磨五面,砖面加工略微粗糙。墙心仍加暗丁,砌筑时在下面垫瓜子灰或碎砖片。墙表面用水磨平、勾缝,再用黑烟加胶水用毛笔刷黑。这种砌法用于重要地墙体,做法比较费工。

- (3)消白撕缝:又叫"淌白"。这种砌法用于一般的墙上,砖只磨外露的一面。砌砖用一般的白灰,砌好后墙面仍需磨平,使灰缝与砖面成一平面,用青灰与胶水调匀后再加灰浆刷灰缝,使得灰缝与砖色一致。
- (4) 糙砖墙: 凡是使用未经加工的砖来进行砌筑的砖墙都统称为"糙砖墙"。 不勾缝, 灰缝较大, 多为加抹灰面的墙体(浑水墙)的砌法。
- (5) 碎砖墙: 是碎砖压泥砌墙的一种作法。这种作法常见于小式建筑中, 用于不是十分讲究的墙体、基础等处。

4.3.2.1.2 石砌体

历代长城墙体中,有大量墙体为石砌墙。多分布在内蒙古南部、东北部,陕 西省北部,河北中北部,辽宁西南部等地区。长城石砌墙体的修建从战国开始一 直延续到明朝,历经多年发展,石砌墙体建造技术已经形成完善的建造体系。

石砌方式一般采用断层砌法。对于片石、卵石等尺寸差异较大的砌块则采用错乱砌法。表面未经细致加工的石材,一般多采用叠砌,而较规整的石材采用人字形砌筑。表面经凿平的条石叠砌方式又可分为错缝叠砌和对缝叠砌两种。石墙的主要砌法为虎皮石墙、方正石和条石、贴砌石板、石陡板以及卵石砌筑等方式。

毛石墙: 毛墙包括片石、自然块石、鹅卵石等。毛石墙包括多种石质做法,不局限于花岗岩。砌筑时可采用未加工或加工后的石料。砌筑完后,顺石料接缝处做灰缝,一般做成凹形宽缝。这种方法应用广泛,如护坡、挡土墙、建筑基础等。

方正石或条石: 用表面经过细加工或粗加工规格料石砌筑。砌筑时可铺灰, 也可采用干背山砌法。用于挡土墙、地宫、高台建筑、城墙基础等。

贴砌石板:又称碎拼石板,主要用于园林建筑的墙体装饰。具体可分为青石板和五色石板做饭。碎拼青石板是将不规则形状的青石板贴砌在砖墙外,五色石板则是用红黄青白黑五色石板装饰于砖墙外。这种装饰只用于皇家园林中。

石陡板:将较大的石料立置砌筑,适应于宫殿、庙宇建筑。这种砌筑类型不适用于高大的墙体,一般多用于石台基。

卵石砌筑: 用较大的卵形石砾砌筑, 多用于建筑的台基。

石材的砌筑工艺分为干砌和浆砌两种。干砌依靠石材之间的接触面。浆砌则 将浆液灌注如石材之间,提供更高的黏结力。石材的灰缝处理大体与砖墙相同。

4.3.2.2 砖石材料和砌筑浆液材料的类型和性能

4.3.2.2.1 砖石材料

(1) 砖材料

砖材的产生较早,铺地砖在西周就产生,空心砖及条砖出现于战国时期。我 国砖砌建筑中主要使用青砖。明代开始,烧制青砖大量应用在长城墙体修建上。

青砖的化学组分通常为含有高岭石、蒙脱石、伊利石等水铝硅酸盐矿物的黏土。通过高温焙烧,土材料发生一系列复杂的化学反应和变化,使得焙烧得到的砖材料在结构、密度、尺寸及机械性能上产生变化。青砖的制作工序包括起泥、踩泥、做砖、装窑和烧窑、洇窑(即把水从顶部的覆土浸下,直到洇到窑里使得红热的砖均匀的冷却下来)。

砖的规格和类型有很多种,有时为了适合各种墙体,会制造出一些特殊规格和形状的砖。条砖的尺寸在西汉中期前,还未定型,至西汉后期其长、宽、高比例趋向于定型化,大致分为两种: 400毫米*200毫米*100毫米和 250毫米*120毫米*60毫米。长宽高的比例接近于 4:2:1。

砖是烧制而成,耐火性和耐候性较好,但膨胀收缩性较差,耐冻性也较差。 同时有较好的保温隔热性能,可由人工进一步加工,如砍磨。砖材为脆性材料, 抗弯性较差,硬度较大,抗拉强度小。青砖的化学性能较稳定,但表面易氧化。

(2) 石材料

我国石砌体的材料分为两种:天然石材和人造石材。其中,天然石材是最主要应用的石材。

天然石材多为就地取材,主要为当地采集的山石。石材的种类主要包括花岗岩、石灰岩、砂岩。除此之外,在长城墙体的建造过程中页岩、板岩也有使用,但应用较少。花岗岩,岩浆喷发在地层以下形成的高压酸性岩石,质地坚硬,不

易溶解,主要由黑白云母、石英、长石等矿物质组成。石灰岩,主要的成分为碳酸钙,岩石整体密度低,质地较软,易于工匠敲砸、磨制。砂岩,主要由石英颗粒组成,结构稳定,属于沉积岩的一种。砂岩的岩性结构松散,岩体的质地较为柔软,也易于切割和打磨,但由砂岩制作而成的石材易遭受自然营力的破坏,比如风蚀、雨水冲刷等。

人造石材是利用天然或人工原料通过一定的物理、化学方法人工制造出来的 石材,如人造大理石、水磨石等。人造大理石是用透明石膏的粉末与胶水和燃料 混合而成的。人造石材历史很久,但我国古代建筑用石主要涉及天然石材。

石材耐高温和耐候性强于砖材,也有较好的保温隔热性能。石材硬度较大,可由人工或机械加工。石材为脆性材料,抗弯性差,硬度大,能满足墙体稳定的需要。石材比较稳定,但石灰岩易被侵蚀,大理石易风化。

4.3.2.2.2 砌筑浆液材料

在砖、砂、石等缝隙之间填充浆液,使砖石缝之间完全接触,避免因支点不匀而发生破裂,增强砌筑体的强度。我国古代砖石砌筑浆液包括石灰砂浆、石灰砂浆+糯米汁、石灰烧黏土砂浆、石灰水泥混合砂浆及水泥砂浆等。其中,灰浆为最主要使用的浆液材料。灰浆是以石灰为主要胶结成分的胶凝材料,即石灰基建筑胶凝材料,主要胶凝材料包括氧化钙、氧化镁、氢氧化钙等。

灰浆的类型较多,包括添加黏土和白灰形成的黏土灰浆、用石灰和黄黏土加水之后形成的一种白灰黏土及三合土、纯的"白灰灰浆"、以及添加了有机材料的灰浆,如添加糯米煮浆形成糯米灰浆,还有的则添加植物汁液,如添加杨桃藤汁、蓼叶汁和白芨浆等,蛋清和动物血等的灰浆。

(1) 黏土基灰浆

黏土基灰浆又称为黏性黄土灰浆,目前主要发现于宋代的建筑中,其主要的 胶结材料是黏土,含有少量的石灰。有关这种灰浆机械性能、微观结构和科学机 理的研究还较少。

(2) 三合土

三合土又称灰土,是一种建筑材料,由石灰、黏土和细砂构成。主要用于建筑的基础和地面垫层。三合土出现于南北朝时期,普及于明代,完善成熟于清代。 另外还有一种比较特殊的三合土,是将糯米、红糖、蛋清等有机材料加入湿夯三合土,以提高其力学强度和表面硬度。

(3) 纯"白灰灰浆"

由石灰石等煅烧而成的石灰,加入一定量的水消化成石灰膏,然后再不添加 其他任何骨料、添加剂等材料,直接用作建筑物的胶结材料。我国史前时期发现 的房屋"白灰面"即是纯"白灰灰浆"的一种。元明时期以前的石灰产量较低, 这种纯的"白灰灰浆"一般用于墓室的建造,城墙和塔刹等使用的灰浆还是以黏 土为主。

(4) 有机添加剂灰浆

在传统灰浆的基础上,为改善灰浆制备,使用及固化过程中的某方面性能如碳化速率、力学强度等而加入一些有机添加物,形成的一种有机-无机复合灰浆。我国传统灰浆常用的有机添加剂有糯米汁、血料、桐油、糖水、蛋白、棉絮、麻刀、植物秸秆等。其中,糯米浆对灰浆的碳酸化起生物模板的约束调控和协同作用,使灰浆碳化后生成纳米级的碳酸钙晶体,并且结构细密,提高了灰浆的韧性、防渗性及抗压强度等。血料灰浆也是我国古代常用的黏结材料,动物血在灰浆中起着加气、减水、防冻融、抗龟裂、增加黏结强度等作用。桐油灰浆主要由熟桐油和传统灰浆构成,具有良好的防水性、防蠹性和黏结强度,广泛应用于水井勾缝、木船腻缝、填洞等。

4.3.2.3 砖石建筑保护修复技术

砖材料的劣化是一个必然的自然还原过程,其强度会逐渐降低。石材虽然是一种自然材料,其密度和强度高于砖材,但由于石质的差异,也会产生不同形式的破坏。灰浆等砌筑浆液材料也会随着时间劣化、松散和流失。这都使得砖石砌体和建筑会产生不同的破坏形式和程度,主要包括砌筑材料的劣化和砌体结构的变形与损伤。常见的砌筑材料劣化包括砖石表面的风化酥碱、石质表层片状剥落、

植物生长导致的砌体开裂变色、表面泛盐等形式;结构的变形与损伤主要包括砌体的臌闪、开裂和局部坍塌等形式。

针对这些常见的病害类型和形式,砖石砌体主要的保护修复技术包括裂隙加固、倾斜处理、残缺修补、砌体加固、表面清洗加固等。

(1) 裂隙加固

优先查清和消除裂隙产生的原因。根据裂隙的发育情况选择不同的加固措施: 裂隙较小时,可进行局部灌浆处理; 裂隙较大时,进行补砌。当砌体空鼓时,根据空鼓原因选择加固措施,一般有灌浆和拆补等方式。

由于不同时期砌体使用的砌筑浆液材料有区别。裂隙灌浆时,应优先选择与原材料一致的灌浆材料。在此基础上,可对灰浆进行一定的改良,提高浆液性能,如改良和优化后的糯米灰浆。

(2) 倾斜处理

优先勘测砌体建筑的地基,若存在沉陷,则优先处理地基。评估已倾斜砌体 和构件的稳定性和基本观感,若倾斜的影响较小,则可维持现状,若倾斜的影响 较大,则可进行纠偏处理。

(3) 残缺修补

砖石砌体残缺部位应根据情况进行修补或替换,原则上应使用与原建筑材料相同、形制相似的砖石材料。修补后的区域应有所标识。

(4) 砌体加固

砌筑浆液的劣化使得砌体之间黏结薄弱,长期荷载使得砌体酥松,整体强度下降。整体灌浆加固适用于较为酥松的砌体。对于仍不能满足强度要求的,可附加新的结构设施,如结构体加固:增设扶壁柱加固法、无黏结外包型钢加固法、碳纤维加固法、预应力撑杆加固法、增设圈梁加固等。

(5) 表面处理

对于砖石材料的表面污渍和风化,一般采用物理和化学的方法进行清洗和加固。内容包括污渍的清洗、表面除盐及表面加固等措施。

表面清洗:对于砌体表面的污渍和生物痕迹,可使用水洗和化学清洗的方式, 在清洗时都要配合机械清洗。

表面除盐:清洗后可喷涂防霉防腐材料进一步抑制生物的再生长。表面泛碱严重的区域需进行除盐,可使用六偏磷酸钠溶液浸湿的纸张涂覆法去除。

表面加固:用具有良好加固强度、透气性及耐候性的材料表面加固,常用的 材料包括有机氟、有机硅、聚酯树脂材料等。

4.3.3 墓室砖石拱圈维修加固

4.3.3.1 墓室砖石拱券的类型和建造工艺

两汉时期,石室墓在峡江地区流行,同时砖室墓也逐渐推广,并有取代石室墓的趋势。六朝时石室墓已较少见,主要以砖室墓为主,砖石混筑墓也时有发现。砖室墓的出现与流行是当时社会厚葬之风盛行的结果。关于券顶的砌筑。两汉时期,砖室墓在峡江地区流行,但多无券顶。券顶石室墓大致在王莽时期出现。东汉时期券顶形式趋于完善,流行很广。

两汉以来,逐渐形成两类拱顶结构—筒拱和穹隆。根据砌筑方法的差异,又可细分为纵联筒拱、并联筒拱、四边结顶拱壳顶(覆斗顶)、四隅券进穹隆、四边券进式穹降、叠涩穹降以及四面攒尖等多种形式。

(1) 筒拱

西汉中叶以来,最早的墓室形制简单,以长方形单室墓为主,上施筒拱顶, 券顶断面呈弧形,墓室空间比较局促。根据砌筑方式的不同,可以分为并联筒拱 顶和纵联筒拱顶,形制见图 92。

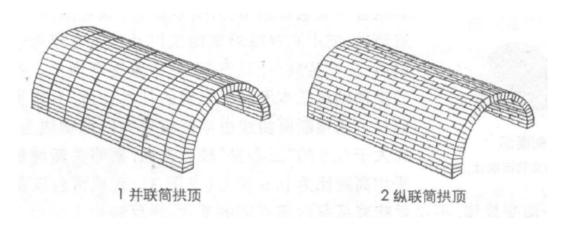


图 92 两种常见的筒拱墓顶

(2) 四边结顶拱壳(覆斗顶)

西汉晚期,墓顶结构出现了变化,出现四边结顶拱壳。这种墓顶可以看作是两个筒拱相互穿插而形成的建筑空间,其特点是四边支撑受力,由拱脚的四边随拱弧度,以平面为方圆的砌法,逐层向中心收拢成顶,形制见图 93。这种墓顶还不是严格意义上的穹隆顶结构,但它的产生与应用,标志着砖石拱顶已经由原来的单向结构发展成为双向结构发展。

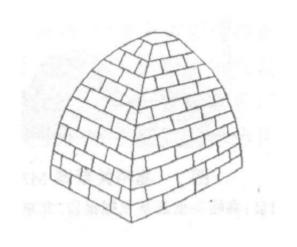


图 93 四边结顶拱壳顶 (覆斗顶)

(3) 四隅券进式穹隆顶

由四角起券,平砖顺砌,弧形起拱,在墓室四壁中部相接,形成一条垂直于墓壁中央的接碴缝,四瓣弧形拱顶,砌筑时相互独立,成型后通过相互间的挤压使顶壳,形制见图 94。此结构多见于六朝,东汉末年的墓葬中也有发现。该种砌法,由于砖层角高中低,做 45 度倾斜,故砌筑时不需要券胎或鹰架,四角无接碴线。



图 94 四隅券进式穹隆顶

(4) 四边券进式穹隆顶

四边券进式穹隆顶,在中国最早出现于汉代墓葬中,当时主要采用条砖顺砌的砌筑方法。四边券进式穹隆顶与四隅券进式穹隆顶不同,以墓室的四边为砌筑面,一层一层逐渐内收,同时所用的砖在摆砌过程中随着高度的上升,倾角逐渐增大,直至顶部砖块几乎垂直于地面。沿四边砌筑,每一边为一个扇形双曲面,每一面的面积大小几乎相同,两两相接碴于墓室四角。从上方看,接碴线为墓室的对角线,整个结构就像一个四瓣花骨朵,将整个墓室顶部包裹得严严实实,形制见图 95。

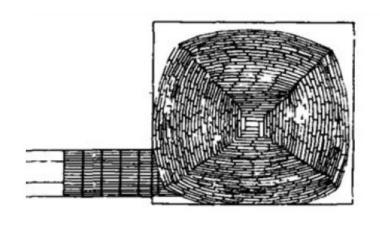


图 95 四边券进式穹隆顶

(5) 其他

叠涩穹隆顶,由平砖砌筑,层层叠涩券进,形成穹隆顶。四角攒尖顶,四面向上收的攒尖顶墓顶。

4.3.3.2 墓室砖石拱券保护修复技术

砖石拱券起到了支撑墓室的作用,不同类型的病害会导致墓室稳定性的问题。因此,墓室稳定性分析是选择保护修复技术的前提条件,常用的方式有限元分析、计算等。根据墓葬稳定性的差异,通过不同的措施达到修复加固及补强的目的。

对于病害严重、稳定性差的墓室,可直接采用预加固和整体提取的方式,将 墓室整体运输至实验室内进行保护和修复。

原位保护修复时,裂隙加固、原材料补砌用于病害较少、较为稳定的砖石拱券,达到补全拱券,恢复其支撑的作用;隐蔽钢结构外包砖砌体、外设钢结构支顶用于稳定性较差的砖石拱券,通过外设支撑和补砌的方式达到补强的作用。

(1) 裂隙加固

一般采用渗透注浆的方式进行裂隙加固。浆液材料应有一定强度、黏结性能好、无毒无腐蚀性,最好为水溶性材料以利于生产和施工。常用的材料包括改性环氧、改性丙烯酸酯、水溶性聚氨酯等。施工工艺选择低压渗透加固。

(2) 原材料补砌

对于墓室中坍塌、歪闪的砖砌体需进行拆除,可使用原材料、原工艺对拆除 区域进行砌补复原。原材料补砌适用于大面积的修复,修复后可起到支顶和稳定 墓室、墓道的作用。补砌前,首先设置临时支撑措施,使用类型、形制相同的材料用相似的工艺补砌。补砌完成后拆除临时支撑物。

(3) 隐蔽钢结构外包砖砌体

对于砖砌体局部受压后变形的区域,可采用隐藏埋设钢结构以增强砖砌体的整体强度。首先采用刚柔性相结合的方式支顶墓室墓道;其次拆除坍塌、歪闪的砖砌体;夯实基础的前提下用原砖材料补砌相应区域;安装支顶钢结构;用原砖材料补砌相应区域;在补砌完成后拆除支顶物。

这种加固方式有更高的加固强度,但也存在以下不足:采用钢结构结合砖砌体结构,给施工带来了一定的难度;一般情况下施工复杂、周期长,相应的风险也较大。

(4) 外设钢结构支顶

砖砌体局部受压后变形,为使砖砌体和原有结构之间更好地衔接,可在砖砌体表面埋设钢结构以增强砖砌体的整体强度。支顶工序为:首先采用外设钢结构支顶,在砖砌体外侧布设钢结构框架,支顶严重变形的砖砌体;其次在节点处布设支顶架深入砖砌体,以达到更好的结合;局部拆除砖砌体并进行必要修补。钢结构的基础应埋深,且宜用强度较大的材料如三合土。

这种加固方式对本体的干扰最小,能有效恢复拱券外形,同时有效地将自身与濒危拱券形成整体,达到更好的保护效果,同时施工难度较小,风险难度较小,操作工艺简单,造价低。不足处包括:严重影响墓室外观;整体稳定性不强,外力作用下,局部被压碎的砖砌体仍然会发生较大变形。

4.3.4 遗址及墓葬壁画的保护修复

墓葬壁画,指于墓葬墙壁、隔门上所绘制的艺术作品,为装饰之用。它既是中国古代笔画创作的重要分支,又是对当时社会现实、丧葬礼仪以及主流思想的集中反映。

4.3.5 遗址中木质构件的保护修复

根据当地环境条件,古遗址、墓葬中木质构件的保存状态大致有两种:潮湿饱水的、干燥的。干燥的木质构件尽量少干预,也可进行适当的保护加固;潮湿饱水的木质构件则需失水脱水后再进行保护加固。

木质构件的保护加固方式分为两种:现场保护加固和提取后保护加固。潮湿饱水的木质文物需现场提取,然后脱水脱盐加固。木器的脱水、脱盐和加固一般同时进行。

4.3.5.1 木质文物的提取

多用水质较好的水(去离子水、蒸馏水等)饱去除水木质文物表面的污物。 用软质的塑料薄膜包裹有一定强度的木质文物,可放置用去离子水浸泡的棉花, 以防木质文物水分蒸发。用塑料托板插入强度较低木质文物的底端,托起并包裹。 若木器表面附彩,可用水溶性黏结剂预加固木器,然后再提取。

4.3.5.2 古遗址古墓葬中木材失水控制技术

木质文物经过多年的地下水浸泡,虽然出土时表面光鲜,但其内部结构已经 严重朽蚀不堪,如不加以适当地保护处理,将发生严重的干燥收缩、变形和开裂。 而木材本身的广泛多样性,致使木质文物的保护工作变得异常复杂。

一般情况下,常用的饱水木器漆的脱水保护方法包括:自然干燥法、溶剂法(高级醇、醇一醚连浸)、真空冷冻干燥法、填充法(糖类、乙二醛、PEG)、超临界流体干燥技术等。其中,高级醇、醇一醚连浸、真空冷冻干燥是通过克服水的表面张力来达到脱水保护的;而糖类填充法、乙二醛法、PEG 法则能提高木材细胞的机械性能。这些方法各有其优缺点及适用性,常常被联合起来使用。

4.3.5.3.1 自然干燥法

自然干燥法是一种传统、简便而又省钱的方法。通过严格控制环境的温湿度等方法,使脱水速度极为缓慢,但又能使脱水过程不断进行,最终达到脱水的目的。常用的措施包括塑料薄膜封闭、控制温湿度、表面喷涂甘油等高分子化合物等。使用自然干燥法时,一定要对脱水的漆木器加以职称,或用模具固定,这样脱水后才能定性。

4.3.5.3.2 溶剂法

溶剂法的基本原理是:将漆木器浸泡于某种与水互溶的有机溶剂中,由于渗透作用,有机溶剂就能渗透到器物内,而其中的水就能渗透到有机溶剂中,如此反复浸泡,有机溶剂就能把漆木器中的水全部替代出来。常用的有机溶剂包括乙醇、乙醚、乙腈等。

溶剂法是一种经典的脱水方法,能达到快速脱水的目的,常用于小型、精美器物的脱水。但其脱水的成功率不高,易造成漆皮的溶胀和木材的开裂。

4.3.5.3.3 真空冷冻干燥法

冷冻干燥法的原理就是使木器内部的水分经冷冻转化为固体冰,在高真空下使冰直接升华成水蒸气。实际使用时分为两个过程:预冻和升华干燥。预冻过程是将木器中的水分冻结成冰,通过冰升华成水蒸气的形式来保持干燥后的木器形态不发生改变,防止抽真空干燥时木器开裂、收缩。木器预冻完成后,开启真空泵,对冻干箱抽真空,木器内的水分借助于木器内部和冻干箱之间的水蒸气压力差由固态冰升华为水蒸气,被更低温度的冷凝器捕集凝结,实现木器内水分的转移,达到干燥木器的目的。

真空冷冻干燥法能达到良好的脱水定型效果,但缺点是操作比较复杂,需要 仪器设备的支持,同时还需根据木器的具体情况反复设定和研究冻干时间等参数 的影响规律。

4.3.5.3.4 填充法

通过填充有机溶剂,使其在器物内部产生聚合反应,聚合物的黏结力可以抵抗器物在失去水分时所产生的收缩力,从而在脱水过程中使得器物达到和保持相对的平衡状态。聚合物的生成还使得器物组织强度增加,起到加固定型的作用。常用的填充材料包括糖类如蔗糖、乙二醛、PEG等。

4.3.5.3.5 超临界流体干燥技术

超临界流体是指温度和压力处于临界温度和临界压力之上的流体,其兼有砌体的高扩散系数和低黏度,又有较好的流动性、渗透性和传递性能。超临界流体干燥技术是利用气体在临界温度以上无论加多大压力都无法液化的特性,控制饱水文物内部的液体在临界点之上,使气/液界面消失,在无液相表面张力情况下进行的干燥过程。常用的超临界体系主要有:二氧化碳、水、氨、甲醇、乙醇、乙烯、乙烷等,其中二氧化碳的相关研究最多,在木器的脱水干燥上已有了一定的应用。

4.3.5.2 古遗址古墓葬中木材的脱盐技术

可溶盐在埋藏环境中对木质文物的侵蚀作用主要体现在对木质成分的降解上,而在出土后,主要体现在对木质文物的结构破坏上。特别是在饱水木质文物

出土后,在开放环境中可溶盐易发生潮解和结晶,这是一个物理、化学过程,而 且伴随着吸热和放热现象。分布在木质文物表面或组织中的可溶盐分子,在干燥 环境中随着水分的挥发而发生结晶;之后当环境潮湿吸收水分时,发生潮解。由 于可溶盐在潮解或结晶过程中,会发生明显的体积变化,进而使得木质组织结构 发生物理涨缩效应,导致木质文物产生粉化或崩裂等现象。此外,盐的存在还会 导致出土饱水木质文物的酸化,不利于木质文物的长期保存。

无论是出土于何种环境的饱水木质文物,出土后都应进行清洗脱盐工作。目前,最简单有效的清洗脱盐处理是采用蒸馏水循环置换脱盐,即采用去离子水对饱水木质文物进行反复置换,通过置换出的溶液的导电率对可溶盐的含量进行脱盐程度判断。采用上述方法,通常可以去除木质文物中的大部分可溶盐。但对于出土于海水中的木质文物而言,脱盐更为复杂,可以采用加热或超声波诱导的方式推进脱盐进程,另外对如铁盐造成的酸化问题可以用碱性气体熏蒸进行中和处理;可以使用金属络合剂与氧化剂复配材料去除出水木材中沉积的二硫化亚铁。

4.3.5.3 木质文物的加固维修技术

用化学加固的方法达到修复裂隙、提高强度的效果。这种化学加固在一定意义上就是木材的改性处理。木材经改性处理后,增加了尺寸的稳定性,耐气候性,提高了物理力学强度和耐腐、抗虫能力,使木材能够长期保存。

4.3.5.1.1 加固材料

对于木质构件的加固材料而言,要求其具有一定加固强度的同时,还应考虑 到加固后防腐、防虫的作用。常用的化学材料包括无机、有机两类。

(1) 无机材料

无机材料主要是各种盐类化合物,用于高含水率木质文物的保护,但由于加固后盐类物质存在反复结晶的可能,目前使用频率降低。曾被使用过的无机化合物包括硫酸铝、硫酸铝钾(明矾)、碱金属硅酸盐、重铬酸钠、钾盐等。

(2) 有机材料

有机材料包括低分子和高分子两类,数量远多于无机类,且使用普遍,其中也包括一系列水溶性化合物,主要用于含水率在纤维饱和点以上木质文物的加固处理、高分子化合物只能透入木材表层,低分子化合物可以透入木材深层,但加固效果不如高分子聚合物。

目前常用的木材加固材料包括多元醇(如乙二醇、丙二醇、聚乙二醇等)、聚乙烯化合物(如聚醋酸乙烯酯 PVAC、聚乙烯醇缩丁醛 PVB)、苯丙烯、聚酯、丙烯酸和异乙烯化合物(如聚甲基丙烯酸甲酯 P毫米 A、聚甲基丙烯酸丁酯 PBMA)、环氧树脂、聚氨基甲酸酯、有机硅化合物等。

4.3.5.1.2 加固方法

使用有机化合物时,一般情况下加固是将单体浸注木材后,使单体在木材中发生聚合反应,即固化反应。应根据木质构件的保存现状及性质和加固材料选择具体方法。加固必须彻底、耐久,且被处理木构件在固化过程中不应受到损害。常用的固化方法包括挥发法、热(催化)固化发和光化学法(辐射固化法)等。

(1) 挥发法

又叫低温固化法,即简单地使被处理物体中聚合物的溶剂在室温下挥发,或 采用真空法加快挥发速度,从而使聚合物聚合固化。这一方法简单易行,但需时 较长,在漫长的挥发过程中,已固化部分有可能被未挥发溶剂重新溶解。某些情 况下,有机材料是有毒的,因此需要专门设备收集有毒气体。

(2) 热引发法

又叫热催化法。该方法是在处理前,在溶液中预先加入热引发剂,处理后在室温或较高温度下,先使其固化至中等程度,然后,用塑料薄膜包裹处理物体,并在高压蒸汽下加热。根据不同情况,有些加固材料不需要加入热引发剂。热引发法固化时间从数小时到数天,与挥发法比时间较短,可以达到深层固化的效果,与光化学法比,花费较少,缺点是加热会影响木构件的颜色。同时,尽管物体已被包裹,加热时仍有部分加固材料流失掉,另外,加固材料中加入引发剂后,必须在一定时间内使用,不能长期保存。

(3) 光化学法

又叫辐射化学法。该方法是将被单体或聚合物液体浸注的物体用薄膜包裹,或直接放在有保护气体(纯氮、氩气等)的专门容器内,在室温或稍高于室温的条件下,用 C060 和 CS137 照射,照射剂量一般 10-100KGy。使用这种方法时,加固材料中不需要加入引发剂,因此剩余的溶液可以继续保存待下次使用。该方法虽不须消耗过多的热能,但辐射设备和防护措施花费昂贵。由于一般辐射设备是固定的,因此被照射物体在移动过程中有被损坏的危险。同时,射线剂量过高时,会引起木材结构的破坏。

4.4 保护加固材料的检测与试验

- 4.4.1 保护加固材料检测的原则和基本要求
- 4.4.1.1 保护材料检测的目的和原则
 - (1) 保护材料检测试验目的:

保护材料的检测是根据文物保护应用领域根据行业内或借鉴相关行业有关的标准、规范要求,采用科学合理的检测分析手段,对保护材料的性能参数进行检验和测定的过程。保护材料的检测包括了对原保护材料自身质量的检测和对利用其配制成混合材料性能的检测。其目的是判定保护材料的各项性能指标是否符合质量等级的要求以及是否满足应用于特定的保护工程中。

(2) 检测试验过程中应遵循的基本原则:

科学原则: 开展的检测试验活动应采用科学的技术手段和管理手段, 检测试验机构应建立严谨、完善、运行有效的质量保证体系。应注意仪器设备运行中的检查和正常维护, 定期校准和检定。应重视科技进步, 及时更换落后的试验检测仪器设备, 不断提高业务水平。

客观原则:要求开展检测试验的过程中应以事实为准绳,客观反映事物的原来面目和真实本质。

严谨原则: 要求开展检测试验活动要考虑周全严密。

公正原则:要求开展检测试验活动不受外界任何因素的干扰,检测试验机构 要独立开展检测试验工作,不受任何行政干扰和利益影响。

4.4.1.2 保护材料检测的基本要求

(1) 样品的代表性、有效性和完整性

样品代表性、有效性和完整性是指样本(由若干样品组成)的检测、观测结果与取样对象或取样总体的实际情况的符合程度。样品的代表性、有效性和完整性将直接影响检测结果的准确度,因此必须对样品的取样、贮存、识别以及样品的处置等各个环节实施有效的控制,确保检验结果准确、可靠。

取样时应特别注意克服和消除各种因素的影响,使样品最大限度的接近总体情况,保证样品对总体有充分的代表性。应按照样品取样的程序按时到指定地点进行取样,并记录取样接收时样品状态,做好样品的标识以及样品贮存、流转、处置过程中的质量控制。

检测分析试验室应有专门且适宜的样品贮存场所,配备样品室及样品架。 样品应分类存放,标识清楚。样品贮存环境应安全,无腐蚀,清洁干燥且通风良好,有温湿度监控。对要求在特殊环境条件下贮存的样品,应严格控制环境条件,环境条件应定期加以记录。留样应按照规定数量、品种执行,以备复检、仲裁用。腐蚀性、易燃、易爆和有毒的危险样品应隔离存放,做出明显标记。样品管理员要对留样样品认真进行验收登记,不同性质的样品分类保存。(行业的一般规定是否要放在这里)

样品的识别包括不同样品的区分识别、唯一性编号(样品受理编号)和样品不同试验状态(未检、在检、检毕、留样)标识。样品在不同的试验状态,或样品的接收、流转、贮存处置等阶段,应根据样品的不同特点和不同要求,做好标识的转移工作,以保持清晰的样品识别号,保证各检测分析试验室内样品编号方式的唯一性,保证样品分析结果的可追溯。

检测试验样品在从采集到分析这段时间里,由于受物理的、化学的作用会发生不同程度的变化,这些变化会影响样品分析的准确性,为了使这种变化的程度降到最低,必须在采样时对样品采取保护措施。根据作业指导书的要求,需要进

行预处理的样品,在制作样品过程中,需要平行取样,一方面进行现场分析检测 使用,一方面存放备查备用。在做好前期处理后,再存放在样品贮存场所。

(2) 检测试验仪器的精度

检测仪器的精度应严格根据具体检测分析试验的规程要求进行选定。

检测试验中还经常需要称取试件或试样的质量, 称量时要求具有一定的精确度。若试样称量精确度要求为 0.1g,则应选用感量为 0.1g 的天平。一般称量精度大致为试样质量的 0.1%。另外,测量试件的尺寸,同样有精度要求。一般对边长大于 50 毫米的,精度可取 1 毫米;对边长小于 50 毫米的,精度可取 0.1 毫米。试验机吨位的选择,要根据试件荷载吨位的大小判定,应使指针停在试验机度盘的第二、三象限内为好。

(3) 检测试验及其过程的科学性

所谓科学性,是指检测试验的目的要明确,试验原理要正确,试验材料和检测试验手段的选择要恰当,整个检测试验方法和流程均不能偏离材料检测分析试验的基本知识和基本原理以及相关学科领域的基本原则,要严格按照相关检测分析试验所要求的标准和规程来开展。

检测试验条件:对于检测试验条件,由于同一材料在不同的试验条件下,会得出不同的试验结果。尤其是针对材料的检测试验,检测试验时的温度、湿度、加荷速度、试件制作情况等都会影响检测试验成果数据的准确性。

检测试验时的温度对某些试验结果影响很大。在常温下进行试验,对一般材料来说影响不大,但是如果材料对温度变化较为敏感,则必须要控制温度。检测试验时试件的湿度也明显影响试验数据,试件的湿度越大,测得的强度越低。在物理性能检测中,材料的干湿度对试验结果的影响更为明显,因此,在试验时试件的湿度应控制在规定的范围内。

对于强度检测试验,当试件受压时,同一材料尺寸小的试件强度比尺寸大的 试件强度要高,相同受压面积的试件,高度大的试件比高度小的试件检测强度要 小。因此,对不同材料的试件尺寸大小都要有严格规定。试件受荷面的平整度也

影响着检测强度,如受荷面粗糙不平整,会引起应力集中而使强度大为降低,根据相关检测经验,部分材料试件不平整度达到 0.25毫米时,强度可降低 1/3,上凸比下凹引起的应力集中更甚,强度下降更多。所以,受荷面必须平整,如成型面受压,必须用适当强度的材料找平。

施加于试件的加荷速度对强度试验结果也有较大影响,加荷速度越慢,测得的强度越低。这是由于应变有足够的时间发展,应力还不大时变形已经达到极限应变,试件即被破坏。因此,对于各种材料的力学性能检测,都要有加荷速度的规定。

此外,为了达到科学性,通常对样品的检测分析试验,一般要分为试验组和对照组。其目的是为了达到分析试验结果的可信和备查备用。

(4) 检测、评定结果的客观、准确性

对各次检测试验结果进行数据处理,一般要求取 n 次平行试验结果的算术平均值作为试验结果。试验结果应满足精确度与有效数字的要求。

试验结果经过计算处理后,应给予评定是否满足标准要求,评定其等级,在某种情况下还应对试验结果进行分析,并得出结论。

作为最终成果的检测试验报告是经过数据整理、计算、编制的结果,而不是原始记录,也不是计算过程的罗列,经过整理计算后的数据可用图、表等表示,达到一目了然。为了编写出符合要求的检测试验报告,在整个检测试验过程中必须认真做好有关现象及原始数据的记录,以便于分析、评定检测结果。

- 4.4.2 保护加固材料室内检测与试验
- 4.4.2.1 遗址表面渗透加固保护材料室内加固及其效果检测试验
- (1) 目的及适用范围

遗址表面渗透加固保护材料室内加固及其效果检测试验主要目的为筛选出适用于或相对较为适用的土遗址表面渗透加固材料,为土遗址表面加固防风化提供科学依据。

- (2) 检测试验参考依据及标准
- ① GB/T 50123-2019 土工试验方法标准;

- ② WW/T 0039-2012 土遗址保护试验技术规范;
- ③ WW/T 0065-2015 砖石质文物吸水性能测定表面毛细吸收曲线法;
- ④ WW/T 0028-2010 砂岩质文物防风化材料保护效果评估方法;

表 4-7 渗透加固保护材料筛选试验项目及评价表

检测项目		评价参数	评价指标(建议值)
安定性检测	pH 酸碱度检测	pH 酸碱度	接近中性或符合相关要求。
	接触反应试验	表面反应	试验样块表面无明显气泡生成、严重变 色及溶蚀等不良反应现象产生。
	崩解检测	崩解现象	试验样块无开裂、崩解等现象。
	膨胀及收缩性检测	膨胀系数	试验样块在测试材料中的膨胀系数接近蒸馏水(或去离子水)中的膨胀系数。
表面色泽检测		色差(ΔE*)、光 泽度	标准样块表面无明显色泽变化及表面 反光、眩光现象。色差及光泽度变化在 许可范围内。
微观结构检测		显微形貌	标准样块无微观结构破坏。
渗透性检测		渗透深度	材料渗透深度接近或超过蒸馏水(或去 离子水)渗透深度。
孔隙率检测		孔隙率	标准样块孔隙率与参比样块相比减少 不超过 30%,或满足处理对象要求。
透气性检测		湿流密度或透湿率	标准样块具备透气性,且越接近参比样 块越好。
样块 强度 检测	表面回弹强度检测 (里氏硬度检测)	回弹强度代表值	标准样块回弹强度较试验样块明显增 加,且接近或略高于参比样块。
	抗钻强度检测	抗钻指数	标准样块抗钻指数较试验样块明显增加,且接近或略高于参比样块。
	机械强度检测	抗压、抗折和抗拉 强度	标准样块机械强度较试验样块明显增加,且接近或略高于参比样块。
人工老化试验	紫外老化	表面色泽	标准样块表面无明显色泽变化及表面 反光、眩光现象。色差及光泽度变
	干湿老化检测	表面色泽、显微形貌、重量、强度	1.老化过程中标准样块处理层(含过渡层)与试验样块相比较不出现新的破坏形式,如起甲、开裂、剥离等;2.标准样块质量、色度、强度与老化前变化不明显;3.标准样块耐候能力及其抗破坏能力较试验样块明显提高。
	冻融老化检测		
	酸、碱老化		
	可溶盐老化		
	风蚀试验		
	耐磨试验		试验样块明显提高。
户外暴露试验		表面色泽、显微形 貌、孔隙率、透气	评价指标同上。

	性、强度等	
Til 17 /41/V	表面色泽、显微形	各项评价参数指标满足现场实施要求,
现场试验	貌、抗钻强度等	通过相关验收。

表 4-8 表面防护材料评价表

检测项目		评价参数	评价指标(建议值)		
安定	pH 酸碱度检测	pH 酸碱度	接近中性或符合相关要求。		
性评估检	接触反应试 验	表面反应	试验样块无开裂、崩解等现象。		
测	崩解检测	崩解现象	试验样块无开裂、崩解等现象。		
表面色	泽检测	色差(ΔE*)、光泽度	标准样块表面无明显色泽变化及表面反光、眩光现象。防风化处理前后 色差及光泽度变化在许可范围内。		
微观结	构检测	显微形貌	标准样块无微观结构破坏。		
透气性	检测	湿流密度或透湿率	标准样块具备透气性,且越接近参比 样块越好。		
	憎水性检测	接触角	大于 90°。		
防水性检	吸水率检测	吸水率	标准样块的吸水率较参比样块明显 减低。		
测	卡斯特检测	吸水系数	标准样块的卡斯特吸水系数较参比 样块明显减低。		
人工 老化 试验	耐紫外线辐照检测 干湿 冰融 水融 水融 水融 耐酸、耐碱检测 耐燃 耐燃 耐磨 耐磨 耐磨	表面色泽、显微形貌、透气 性、腐蚀状况、相对质量变 化、防水性	1.老化过程中标准样块处理层(含过渡层)与试验样块相比较不出现新的破坏形式,如起甲、开裂、剥离等;2.标准样块质量、色度、防水性能与老化前变化不明显;3.标准样块耐候能力及抗破坏能力较试验样块明显提高。		
户外暴露试验		表面色泽、显微形貌、透气 性、重量变化率、防水性等	基本同上。		
现场试验		表面色泽、显微形貌、防水性(接触角、卡斯特吸水率)	各项评价参数指标满足现场实施要 求,通过验收。		

⑤ 表面吸水率试验-采样检测法

检测试验原理:表层吸水性能的测定具体方法是根据所测单位面积表层吸水量与对应吸水时间平方根的关系制作表面毛细吸收曲线。曲线前段近似直线部分的斜率,记作表面吸水系数 W_w ,表征其表面吸水性能, W_w 值越大其表面吸水性能越强。

根据测量条件和测量要求,文物表面吸水系数测量可分为采样检测法和原位 检测法(或称为卡斯特瓶法)两种方式。采样检测法数据较为准确,但需要进行 相应的样块采集工作。

试验记录格式:记录格式如下表所示。

表 4-9 试样表面吸水系数 (W_w) -采样检测法试验数据记录表

	# (P	*	.v, 10,11,1
文物名称		材质类型	
采样日期		测试日期	
试验编号		温度/湿度	
基本描述	(如: 文物基本	信息、类型、材质种类	、检测目的等)
	样品试验	数据记录	
测试时间 t	吸水时间因子√t	天平读数	单位面积吸水量Q
S	s ^{1/2}	g	g/cm²

试验人员: 审核人员: 日期:

⑥ 耐候性(抗老化)检测试验

检测试验目的及适用范围:

耐老化性能试验主要用于评价渗透加固保护材料的抗老化性能及加固效果的长效性,试验根据当地的气候及现场环境评估结果设定试验条件,通过强化的环境因素试验,筛选遗址表面抗老化及加固效果较好的保护材料。

4.4.2.2 无机胶凝类保护材料基本性能检测试验

无机胶凝类材料是指自身经过一系列物理、化学作用,或与其他物质(如水等)混合后经过一系列物理、化学作用,能将散粒材料(如砂、石等)或块、片状材料(如砖、石块等)胶结成整体、具有一定强度的的物质。

在人类历史发展的早期的建筑活动中,无机胶凝材料(包括黏土、石灰、石膏、火山灰等)是最早被使用的胶凝材料。由于无机凝胶材料具有原料丰富、生产工艺简单,成本低廉,适应性强、耐久性好,维护成本低,具有其特定的工程性能,组合或复合其他材料的能力强等重要特点,现在这类材料已成为文物保护领域应用前景越来越广泛的保护材料。

对于种类丰富的无机胶凝保护材料,其自身性质直接影响着材料对文物保护修复的效果。

石灰

石灰是文物保护工程中经常用到的无机胶凝材料,特别是土遗址、墓葬等不可移动遗址类文物保护工程中常有涉及。

石灰按其成品加工方法的不同,可分为生石灰与熟石灰。生石灰是将以含碳酸钙为主的天然岩石,在高温下煅烧而得,其主要成分为氧化钙(CaO)。生石灰呈白色或灰色块状,生石灰磨细而得生石灰粉。块状生石灰常需加工成生石灰粉、消石灰粉或石灰膏。熟石灰是由块状生石灰用适量水熟化而得到的粉末,又称消石灰粉,其主要成分是(Ca(OH)2)。石灰膏是块状生石灰用较多的水(约为生石灰体积的3-4倍)熟化而得到的膏状物,也称石灰浆,其主要成分也是(Ca(OH)2)。

石灰按氧化镁含量可将石灰划分为钙质石灰和镁质石灰。钙质石灰是指石灰中氧化镁含量≤5%的石灰,反之,则为镁质石灰。石灰的质量等级高低主要取决于石灰中有效氧化钙和氧化镁含量,它们的含量越高,则石灰黏结力越好。

石灰种类及石灰主要技术性能指标如下表:

表 4.-10 石灰种类及石灰主要技术性能指标

名称	种类	指标	等级
----	----	----	----

				优等品	一等品	合格品
I /n I		(Ca	O+MgO)含量(%),不小于	90/85	85/80	80/75
	生 石 妖 镁质生石灰/		肖化残渣含量(5 毫米圆孔筛 %),不大于	5/5	10/10	15/15
		CO2	(%),不大于	5/6	7/8	9/10
		产劣	₹量(L/千克)不小于	2.8/2.8	2.3/2.3	2/2
		(Ca	O+MgO)含量(%),不小于	85/80	80/75	75/70
生石	钙质生石灰粉	CO2	(%),不大于	7/8	9/10	11/12
灰	/镁质生石灰粉	细	0.9 毫米筛的筛余(%),不大于	0.2/0.2	0.5/0.5	1.5/1.5
粉	123	度	0.125 毫米筛的筛余(%),不大 于	7/7	12/12	18/18
				70	65	60
	钙质消石灰粉	(Ca	O+MgO)含量(%),不小于	65	60	55
				65	60	55
				0.4~2	0.4~2	0.4~2
	镁质消石灰粉	游逐	哥水(%)	0.4~2	0.4~2	0.4~2
消				0.4~2	0.4~2	0.4~2
石灰		体利	只安定性	合格	合格	_
粉				0	0	0.5
		细	0.9 毫米筛的筛余(%),不大于	0	0	0.5
	白云石消石灰 粉			0	0	0.5
				3	10	15
			0.125 毫米筛的筛余(%),不大于	3	10	15
			•	3	10	15

(一) 石灰性能检测分析项目

针对石灰自身及其遗址保护工程应用,常用且重要的监测分析项目主要包括:

化学组成及相关性能检测试验包括:有效氧化钙含量测定、氧化镁含量测定、 二氧化硅的测定,石灰二氧化碳含量、结合水、烧失量的测定,酸不溶物的测定 等。 物理性能主要检测试验包括:生石灰粉或消石灰粉细度、生石灰消化速度、 生石灰产浆量,未消化残渣含量、消石灰粉体积安定性、消石灰粉游离水。

- (二) 石灰检测参考依据及方法标准
- (1) 《建筑生石灰》(JC/T 479-2013);
- (2) 《建筑生石灰粉》(JC/T 480-2013);
- (3) 《建筑消石灰》(JC/T 481-2013);
- (4) 《建筑石灰试验方法 物理实验方法》(JC/T 478.1-2013);
- (5) 《建筑石灰试验方法 化学分析方法》(JC/T 478.2-2013);
- 3. 石灰结合水、二氧化碳含量、烧失量的检测试验
- (1) 检测(试验)目的及适用范围

石灰结合水是指石灰消化过程中, 形成氢氧化物时的化合水量。

二氧化碳含量是指石灰试样中二氧化碳质量占试样质量的百分率。二氧化碳含量越高,表明石灰在煅烧时因"欠火"使得未分解完全的碳酸盐含量高,石灰中的氧化钙和氧化镁(CaO+MgO)的含量低,黏结性能差。

石灰烧失量是指石灰试样在 950℃-1000℃灼烧至恒重后的质量损失百分比。石灰结合水、二氧化碳含量及烧失量都是石灰质量的重要指标。

4.4.2.3 改性土类保护修复材料基本性能检测试验

本章节所指改性土是指遗址保护工程中经常应用到的,在粉碎或原来松散的 土体(包括各种粗、中、细粒土)中掺入石灰、粉煤灰等无机结合料和水,经拌 和得到的混合料,在压实和养生后,达到对原土体材料改性以满足某种特殊要求 的稳定性增强材料。

改性土类保护修复材料基本理化性能检测试验内容主要包括:含水率试验、 密度试验、界限含水率试验、渗透试验、击实试验、固结试验、无侧限抗压强度 试验、直接剪切试验、三轴压缩试验。

2. 改性土体材料的密度检测试验

改性土体的天然密度(密度)也称湿密度,是指在天然状态下(改良后), 土(改性土)的单位体积的质量,即土粒的质量(ms)和孔隙中天然水分(mw)的质量之和与土的总体积之比。测定土的天然密度常用环刀法。在工程中,也用电动取土器、蜡封法、灌水法和灌砂法(现场检测试验)。

5. 改性土体材料的击实试验

(1) 试验目的及适用范围

在标准击实方法下测定土或改性土体的最大干密度和最优含水率,为遗址修 复土体的筛选、修补土体或改性土力学性质、现场夯土回填施工等的密实度及质 量评价,提供重要依据。

击实试验是在室内利用击实仪,对添加石灰、粉煤灰等稳定材料的改性土体进行击实试验,使改性土体密度增大,以绘制改性土体材料的含水率-干密度关系曲线,从而确定其最优含水率和最大干密度,借以了解土体的压实特性。

6. 改性土体渗透检测试验

(1) 目的及适用范围

试验目的为通过试验测定变水头(或常水头条件下)黏性土(或无黏性土)的渗透系数。

根据针对土质类型不同,渗透检测试验可分为常水头渗透试验与变水头渗透试验两种。常水头渗透试验适用于粗粒土,变水头渗透试验适用于细粒土。

试验用水宜采用实际作用于土中的天然水。有困难时,可用纯水或经过滤的清水。在试验前必须用抽气法或煮沸法进行脱气。试验时的水温宜高于室温 $3\mathbb{C}$ $-4\mathbb{C}$ 。本试验应以水温 $20\mathbb{C}$ 为标准温度,计算标准温度下的渗透系数。渗透系数的最大允许差值应为士 2.0×10 -ncm/s,在测得的结果中取 3 个-4 个在允许差值范围内的数据,求得其平均值,作为试样在该孔隙比 e 时的渗透系数。

3. 砂浆的保水性检测试验

(1) 目的及适用范围

保水性是指砂浆保持水分的能力。保水性不良的砂浆,使用过程中会出现泌水,流浆,使砂浆与基底黏结不牢,且由于失水影响砂浆正常的黏结硬化,使砂浆的强度降低。影响砂浆保水性的主要因素是胶凝材料种类和用量,砂的品种、细度和用水量。

- 4. 砂浆分层度检测试验
- (1) 目的及适用范围

砂浆分层度是水泥砂浆的稳定性指标,本方法适用于测定砂浆拌和物在运输 及停放时间内部组分的稳定性。测定砂浆的分层度,以确定其保水的能力。

- 5. 砂浆凝结时间检测试验
- (1) 目的及适用范围

本试验方法适用于采用贯入阻力法确定砂浆拌合物的凝结时间。

- 6. 砂浆立方体抗压强度试验
- (1) 目的及适用范围

本方法适用于测定砂浆立方体的抗压强度。测定砂浆的实际强度,确定砂浆 是否达到设计要求的强度。

- 4.4.3 保护材料基本性能现场检测试验
- 4.4.3.2 改性土体保护材料基本性能现场检测试验
- 1. 改性土体保护材料含水率-现场酒精燃烧法检测试验
- (1) 目的与适用范围

本试验适用于现场快速简易测定细粒土(含有机质的除外)的含水率。

2. 改性土体保护材料的密度现场检测试验

原位密度试验方法有环刀法、灌水法、灌砂法。环刀法适用于改性细粒土。灌砂法、灌水法适用于改性的细粒土、砂类土和砾类土。

- 3. 改性土体保护材料现场试坑渗透性检测试验
- (1) 目的与适用范围

本试验采用试坑注水法,可测定非饱和改性土体的渗透参数。试验方法有双环法和单环法,改性砂土及粉土宜用单环法,改性的黏性土体宜用双环法。

4.4.3.3 砂浆类保护修复材料基本性能现场检测试验

1. 贯入法现场检测砂浆类保护修复材料抗压强度

(1) 目的与适用范围

检测试验的目的为检测及推定砌筑砂浆抗压强度。

本检测试验使用于现场对砂浆类保护材料的抗压强度检测,不适用于遭受高 温、冻害、化学侵蚀、火灾等表面损伤的砂浆类保护材料的检测,以及冻结法施 工的砂浆类保护材料在强度回升期阶段的检测; 砌筑用砂浆为自然养护, 自然风 干状态, 龄期为 28d 或 28d 以上, 强度在 0.4-16.0MPa 范围内。

(2) 依据及应用标准

- ① GB/T 50315-2000《砌体工程现场检验技术标准》
- ② GB 50203-2002《砌体工程施工质量验收规范》
- ③ JGJ/T136-2001《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》

(3) 检测试验仪器设备

贯入式砂浆强度检测仪(使用环境温度应为-4-40°C,图 96)

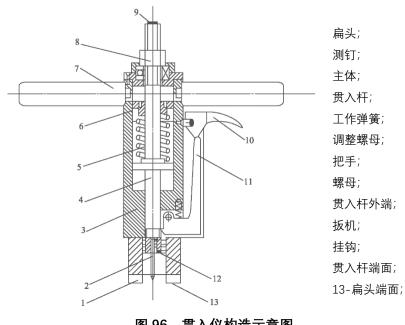


图 96 贯入仪构造示意图

(4) 检测点选取要求

用贯入法检测的砂浆类保护材料抗压强度应符合下列要求:

- ① 材料自然养护、龄期为 28d 或 28d 以上、自然风干状态、强度为 0.4-16.0MPa。
 - ② 现场检测测点选择与布置:
 - ③ 检测测点处应清除干净,待测处经打磨平整后再进行检测;
- ④ 当检测对象为砌筑结构灰缝时,被检测灰缝应饱满,其厚度不应小于 7 毫米,并应避开竖缝位置、洞口、后砌洞口和预埋件的边缘。多孔砖砌体和空斗墙砌体的水平灰缝深度应不大于 30 毫米。每一区应测试 16 点,测点应均匀分布在水平灰缝上,相领测点水平间距不宜小于 240 毫米,每条灰缝测点不宜多于 2 点。
 - 4.4.3.4 遗址保护施工现场相关检测试验
 - 1. 遗址裂隙灌浆试验
 - (1) 试验目的及适用范围

灌浆试验应选取遗址附近土体性质相同、地形相近的非遗址土体区域进行, 用以验证工程施工方案的可行性和调整设计参数。

(2) 试验仪器设备

试验中采用的仪器设备以及应满足的参数条件:

- ① 灌浆泵;
- ② 浆液搅拌机:
- ③ 灌浆管,内径依灌浆对象的尺寸进行相应调整;
- ④ 原位变形观测设备,测量范围(0-50)毫米,最小读数 0.01毫米;
- ⑤ 量筒、量杯:
- ⑥ 电子天平, 最小分度值≤0.1g;
- ⑦ 秒表,试验计时;
- ⑧ 数码照相器材,记录灌浆过程中土样的表观变化,分辨率≥300万像素。
 - (3) 试验技术要求及流程步骤

- ① 对于灌浆对象开口向上的情况,一般采用自然灌浆方法,即利用浆液自重进行灌注;而对于开口朝下或倾斜的情况,应采用灌浆泵进行压力灌浆的方法。
- ② 灌浆材料的选择应以灌浆后浆液结石体强度略大于遗址土体强度为原则,两者强度差异不能过大,否则会影响灌浆效果,同时灌浆材料在干燥过程中不应有较大的收缩变形,其体积收缩率应小于2%。
 - ③ 按一定配比制备灌浆材料,并用搅拌机搅拌均匀。
- ④ 将灌浆部位浮土吹除,并对灌浆区存在的破碎土体进行清除,如果破碎 土体体量较大难以清除,应考虑将其进行原位加固处理。对于开口向上的情况, 先将灌浆区附近进行必要的支护,以防止在灌浆过程中土体发生坍塌,同时对灌 浆区两侧进行封堵,防止浆液的侧漏,灌浆方式采用自然灌入的方式进行。对于 开口向下或倾斜的情况,先将灌浆区进行封堵和支护,预留灌浆区最下端和最上 端,并在两端分别埋设灌浆管和导气管,并将管体周围进行封闭。灌浆方式采用 灌浆泵进行压力灌浆,按自下而上的次序通过灌浆管进行,当导气管中出现浆液 溢出时停止灌浆,并堵塞该灌浆管。
- ⑤ 为保证灌浆的质量和安全,检验灌浆效果,在试验期间应进行观测。包括表面变形、内部应力、渗流、土体位移、灌浆压力、灌浆量、裂缝、冒浆及浆液固结观测等。因此,在灌浆过程中,应配有专门观测设备和相关观测人员,及时发现并解决突发性问题。
 - ⑥ 灌浆效果的检测可采用人工地震法、声波法或高密度电法等。
 - 2. 遗址土体锚固试验
 - (1) 试验目的及适用范围

遗址土体锚固试验应选取遗址附近土体性质相同、地形相近的非遗址土体区域进行,用以验证工程施工方案的可行性和调整设计参数。锚杆材料的室内试验以及锚杆的现场拉拔试验可按照 CECS 22:2005 中所规定的执行。

- (2) 检测试验方法及基本要求
- ① 锚杆拉拔试验

锚杆拉拔试验基本要求:

对任何一种新型锚杆,或锚杆用于未应用过的地层时,必须进行极限抗拔试验。锚杆极限抗拔试验采用的地层条件、杆体材料、锚杆参数和施工工艺必须与工程锚杆相同,且试验数量不应少于3根。为得出锚固体的极限抗拔力,必要时可加大杆体的截面面积。锚杆极限抗拔试验应采用分级循环加荷,加荷等级和位移观测时间应符合下表的规定。

初始荷载 ------第一循环 ------加荷 第二循环 增量 第三循环 $A_s f_{pu}$ (%) 第四循环 第五循环 第六循环 观测时间 (min)

表 4-11 锚杆极限拉拔试验的加荷等级和观测时间

拉拔试验结束判定标准及结果整理:

锚杆极限抗拔试验出现下列情况之一时,可判定锚杆破坏:

- a. 后一级荷载产生的锚头位移增量达到或超过前一级荷载产生位移增量的 2 倍时;
 - b. 锚头位移不稳定;
 - c. 锚杆杆体拉断。

试验结果宜按循环荷载与对应的锚头位移读数列表整理,并绘制锚杆荷载-位移(Q-s)曲线,锚杆荷载-弹性位移(Q-se)曲线和锚杆荷载-塑性位移(Q-sp)曲线。

注: 1 第五循环前加荷速率为 100kN/min, 第六循环的加荷速率为 50kN/min;

² 在每级加荷等级观测时间内,测读锚头位移不应少于 3 次;

³ 在每级加荷等级观测时间内,锚头位移小于 0.1 毫米时,可施加下一级荷载,否则应延长观测时间,直至锚头位移增量在 2 小时内小于 2.0 毫米时,方可施加下一级荷载。

锚杆极限承载力取破坏荷载的前一级荷载,在最大试验荷载下未达到锚杆破坏标准规定时,锚杆极限承载力取最大荷载。

当每组试验锚杆极限承载力的最大差值不大于 30%时,应取最小值作为锚杆的极限承载力。当最大差值大于 30%时,应增加试验锚杆数量,且按 95%保证概率计算锚杆的极限承载力。

② 蠕变试验

蠕变试验基本要求:

对塑性指数大于 17 的土层锚杆,极度风化的泥质岩层中或节理裂隙发育张 开且充填有黏性土的岩层中的锚杆,应进行蠕变试验。用作蠕变试验的锚杆不得 少于 3 根。锚杆蠕变试验的加荷等级和观测时间应满足下表的规定。在观测时间 内荷载必须保持恒定。

加荷等级	观测时间					
	临时性锚杆	永久性锚杆				
$0.25N_t$		10				
$0.50N_t$	10	30				
$0.75N_t$	30	60				
$1.00N_t$	60	120				
$1.20N_t$	90	240				
$1.50N_t$	120	360				

表 4-12 锚杆蠕变试验的加荷等级和观测时间

每级荷载按时间间隔 1、2、3、4、5、10、15、20、30、45、60、75、90min 记录蠕变量。

蠕变试验成果整理:

蠕变试验和验收标准为最后一级荷载作用下的蠕变系数小于 2.0 毫米/对数 周期。试验结果宜按每级荷载在观测时间内不同时段的蠕变量列表整理,并绘制蠕变量-时间的对数(s-1gt)曲线,蠕变系数可由下式计算:

$$K_c = \frac{s_2 - s_1}{\lg(t_2/t_1)}$$
 (4.4.3.22) 式中: $s_1 - t_1$ 时所测得的蠕变量; $s_2 - t_2$ 时所测得的蠕变量。

③ 验收试验

- a. 验收试验的锚杆数量不得少于锚杆总数的 5%,且不得少于 3 根。对有特殊要求的工程,可按设计要求增加验收锚杆的数量。
- b. 永久性锚杆的最大试验荷载应取锚杆轴向拉力设计值的 1.5 倍; 临时性 锚杆的最大试验荷载应取锚杆轴向拉力设计值的 1.2 倍。
- c. 验收试验应分级加荷,初始荷载宜取锚杆轴向拉力设计值的 0.10 倍,分级加荷值宜取锚杆轴向拉力设计值的 0.50、0.75、1.00、1.20、1.33、1.50 倍。
- d. 验收试验中,每级荷载均应稳定 5-10 分钟,并记录位移增量。最后一级试验荷载应维持 10 分钟。如在 1-10 分钟内锚头位移增量超过 1.0 毫米,则该级荷载应再维持 50 分钟,并在 15、20、25、30、45 和 60 分钟时记录锚头位移增量。
- e. 加荷至最大试验荷载并观测 10 分钟, 待位移稳定后即卸荷至 0.1Nt, 然后加荷至锁定荷载锁定。绘制荷载-位移(Q-s)曲线。

当符合下列要求时,应判定验收合格:

- a. 拉力型锚杆在最大试验荷载下所测得的弹性位移量,应超过该荷载下杆体自由段长度理论弹性伸长值的80%,且小于杆体自由段长度与1/2锚固段长度之和的理论弹性伸长值:
- b. 在最后一级荷载作用下 1-10 分钟锚杆蠕变量大于 1.0 毫米,如超过,则 6-60 分钟内锚杆蠕变量不大于 2.0 毫米。

5 古遗址保护管理相关工作

5.1 古遗址古墓葬的监测任务

5.1.1 古遗址古墓葬监测工作的主要内容及其技术要点

古遗址古墓葬属于典型不可移动文物,多为户外保存,其病害的产生与发展,不仅与材料组成结构特征有关,也与其保存环境有着直接的关系。加之目前大遗址保护逐步从抢险加固为主的抢救性保护,逐步转化为以风险防控为主导的预防性保护阶段。随着保护理念和在线监测与无损微损分析技术提升,大遗址的病体

病害发展规律及其周边环境因子对遗址长期保存影响相关的监测与分析检测逐 步纳入古遗址古墓葬的日常保护和管理任务之中,并对大遗址风险防控及其预防 性保护起着越来越重要的作用。

依据古遗址古墓葬典型病害特征及其诱发因素,古遗址古墓葬的日常监测检查工作主要涵盖,遗址本体检测、稳定性病害监测、保存环境监测及微生物病损害检测几个方面。具体分述如下:

5.1.1.1 保存环境监测

保存环境对古遗址古墓葬的影响主要通过大气环境及其赋存周边的水体或土体对遗存构成影响。

A、大气环境的影响因素

对古遗址古墓葬构成影响的大气环境参数包括温湿度、降雨量、风速风向、日照辐射、大气压、蒸发量及大气质量(硫氧化物、氮氧化物、CO2、CO、O2等)、粉尘颗粒物、周边工业污染、酸雨(pH、电导率、水温和雨量)等环境污染监测。一般可设置微型气象站,达到文物保护单位大气微环境变化持续变化的监测目标。

对于古遗址来说大气环境参数中温湿度波动、降雨量、蒸发及其酸沉降是保存大气环境影响监测与评估的核心参数。

其中温湿度波动极易导致遗址土体的开裂与剥离现象的发生;而降雨量可为评估预测冲淋、坍塌及其沉降等病害发生发展的风险提供最直接评估参数;蒸发量的持续监测对于遗址表面水盐风化病害诱发的表面酥粉及其泛盐的病害病因分析和发展趋势分析提供支撑。

而酸沉降包括酸性降水,即通过降水,如雨、雾、冰雹等将大气中的酸性物质迁移到地面的过程。最常见的就是酸雨。这种降水过程称为湿沉降。与其相对应的还有干沉降,这里是指大气中的酸性物质在气流的作用下直接迁移到地面的过程。这两种过程共同成为酸沉降。今年来由于工业的发展,酸沉降尤其是酸雨对遗址表面化学风化的影响越来越明显并呈现出逐年加剧的趋势。

B、遗存周边土体-水体的影响

古遗址古墓葬类型文化遗存多与周边环境密切关联,大多数遗址遗存尤其是古墓葬均埋藏于现代地平面之下,周边土体尤其是水的理化性能均会对遗址遗存的长期保存及其发掘出土后的保护利用产生不同程度的影响。

在古遗址古墓葬保护工程周边环境因素尤其是水体(地下水、径流等)的性质及其土体中可溶盐及其重金属离子等都会对构成影响,诱发不同的次生病害。

在大遗址保护过程中应对周边水体中的可溶盐阴阳离子(K+、Na+、Ca2+、Mg2+、C1-、C032-、S042-、HC03-、C032-)pH 酸碱度、游离 C02、侵蚀 C02、全硬度、永久硬度、负硬度、总碱度等进行检测,并综合评估其水质类型。对于周边土体应该关注土体中可溶盐及其酸碱等。

水(土)中的酸或碱性会导致遗存的腐蚀,而过高的可溶盐会导致遗址表面 酥碱粉化;而高硬度水或重金属盐离子的存在则会导致遗存表面的钙质结壳或色 锈沉积的形成。

5.1.1.2 遗址本体理化指标检测

遗址本体检测可以分为化学组成成分检测和物理性质指标检测两部分内容:

A、化学组成

古遗址和古墓葬从其组成材料来说多为土体、砌筑砖石、灰浆及其木材残留等,而这些土体或其残留物均属于无机多空隙材料体系,我们对其材质检测以物相组成、岩矿分析为主,该类无机多空隙材料检测基本方法多采用 X 衍射分析 (XRD)、岩石薄片分析为主,也可通过扫描电镜或高景深显微镜进行微观结构分析。

B、物理性能

对于遗址遗存的基本构建材料,土体灰浆及其砌筑石材砖体在遗址保护管理过程中,我们应该关注砌筑材料的基本物理性能包括材料自身的含水率、密度和比重共三项。它既是表示土的三个物理特性,又是计算土的孔隙比、孔隙率、饱和度和干容重指标的依据。

在岩土工程行业中砌筑材料的强度多采用抗压、抗剪及其抗拉实验完成,但由于遗址遗存的特殊性和不可再生性,砌筑体材料的强度多采用微损或无损的贯入阻力、钻入阻力仪等现场便携设备进行,避免大块体采用对遗存构成不必要的损伤。同时,表面回弹强度、超声检查也被大量被应用到遗址遗存现场残留强度及其保护效果评估的测试评估之中。

5.1.1.3 稳定性监测

古遗址古墓葬由于自身结构、外力扰动通常会出现沉降、歪闪及其局部位移 变形现象,对遗址遗存的长期稳定性构成威胁。稳定性监测既包括对遗址遗存整 体威胁的地基沉降观测和倾斜观测,也包括发掘过程中由于水分挥发导致局部开 裂及其空鼓形变监测。

地基沉降、墙体倾斜是古遗址古墓葬类遗存常见的现象,如何评估它们的危害性,评判它们否处于活跃状态?是否会呈现出持续加剧的状态,是否迫切需要进行抢险加固,这些问题的解决均需要持续监测来数据来提供数据支撑。尤其是变形的发展趋势和突发变形导致的监测曲线变化会对大遗址的风险预警、风险防控提供强有力支撑。

同时,大遗址发掘开挖过程水分蒸发导致结构开裂及其空鼓等局部变形也可以通过电阻应变片和位移计进行变量监测,实现病害的实时在线监测,提升文物的管理与预警防控,使得大遗址保护逐步从被动的单一的抢险加固向主动的风险防控和预防性保护先行的保护理念转变,提升整体行业水平。

5.1.1.4 生物病害检测

古遗址古墓葬的生物病害主要包括植物损伤、动物伤害及微生物侵蚀三大类型。动物病害主要指昆虫、蜂蚁、鼠类活动导致的损伤如虫蛀、洞穴抠挖等;植物损伤主要是根劈破坏等。而低等植物病害主要是指地衣、苔藓及其藻类群落在遗址表面生长产生的物质交换及其分泌的有机酸会也会对石材产生腐蚀溶解破坏作用。除了地衣苔藓外古遗址古墓葬表面还存在大量细菌和真菌,某些细菌会从大气中吸收氮气形成氨和其他氮化物,而另一些将氨氧化成硝酸和硝酸化合

物,对遗址遗存构成损伤。而真菌类微生物多呈毛茸或斑块形状,尤其是真菌中的霉菌颜色丰富不仅造成遗存文物表面污染,同时某些真菌具有产生草酸和柠檬酸的能力极易导致表面腐蚀。

古遗址古墓葬在发掘过程中,由于保存环境的变化,尤其是富氧和光照的改变,加之发掘或保护工程多添加保护大棚等辅助措施而产生类似温室大棚效应,使得古遗址古墓葬表面发生生物霉变普遍,并呈现出爆发现象,对遗址的观瞻和后期保护造成困难,近年来古遗址古墓葬的生物病害检尤其是微生物侵蚀的检测逐步受到考古和文物保护领域越来越多的重视。

目前,古遗址古墓葬保护过程中通常采用生物培养、形态学鉴定及其分子生物学的方法对遗址和墓葬中生物病害进行检测。

5.1.2 古遗址古墓葬监测方法及其指标

5.1.2.1 保存环境监测方法

在古遗址古墓葬大气保存环境监测过程中主要通过架设小型微环境监测基站的方式完成大气温湿度、风速风向、降雨量、表面蒸发量、紫外、光照等大气环境参数的持续在线监测及其数据传输功能。并完成季节性和日变化的曲线制作和分析,关注波动范围、平均值及其峰度等为病害病因及其他保护决策提供指导与借鉴。

而对于有害气体、大气污染、沉降等采取便携设备或样品采集系统如气体降尘采集器、酸雨自动采集器等采集样品后进行实验室检测分析。

对于水体检测主要包括地下水位及其水体理化指标的分析检测。

A、地下水位监测

在古遗址古墓葬周边布置地下水位监测孔,应沿着区域水文地质条件(含水层类型、岩性结构、埋藏条件、富水性、水化学特征等)变化最大的方向布置。 孔的数量根据古建筑分布区域水文地质变化情况布置,单个文保单位不少于2 孔,水文地质变化复杂地区应根据实际情况适当增加布孔,孔深应深于地下水位至少6米。

B、水体理化指标检测

一般做法为现场采集地下水、泉水、径流水样经过稳定处理后,样品转送相 关环保资质单位,委托其在实验室完成阴阳离子色谱、pH、电导率、硬度、含盐 量等理化指标检测工作,并提交相关水质检测报告。

其检测分析参照 YS5226-94 规程、GB/T 8538-1995 饮用天然矿泉水检验方法 GB50021-2001 (2009 年版) 岩土工程勘察规范执行,并提交如下水质简分析报告。

表 5-1 水质简分析报告

				4 4/2 / 11/4 / 4				
样品编号		雨水	样品编号			样品编号		
取样地点			取样地点			取样地点		
取样时间			取样时间			取样时间		
送样时间			送样时间			送样时间		
试验时间			试验时间			试验时间		
报告时间			报告时间			报告时间		
执行标准			GB 8538-	-95 及 GB :	50021-200)1		
				测定项目				
Ca ²⁺	6.41	mg/L	Ca ²⁺	59.32	mg/L	Ca ²⁺	92.18	mg/L
Mg^{2+}	0.97	mg/L	Mg^{2+}	3.89	mg/L	Mg^{2+}	12.15	mg/L
K ⁺ +Na ⁺	15.25	mg/L	K ⁺ +Na ⁺	12.25	mg/L	K ⁺ +Na ⁺	9.25	mg/L
Cl	4.61	mg/L	Cl	8.86	mg/L	Cl	8.15	mg/L
SO_4^{2-}	3.84	mg/L	SO_4^{2-}	17.29	mg/L	SO ₄ ²⁻	21.13	mg/L
HCO ₃	48.82	mg/L	HCO ₃	192.82	mg/L	HCO ₃	323.41	mg/L
CO ₃ ²⁻	_	mg/L	CO ₃ ²⁻	_	mg/L	CO ₃ ²⁻	_	mg/L
pH 酸碱	6.73	_	pH 酸碱	7.69	_	pH 酸碱	7.73	_
度			度			度		
矿化度	79.90	mg/L	矿化度	294.43	mg/L	矿化度	466.27	mg/L
游离	17.60	mg/L	游离	11.44	mg/L	游离	17.60	mg/L
CO_2			CO_2			CO_2		
侵蚀	0.00	mg/L	侵蚀	0.00	mg/L	侵蚀	0.00	mg/L
CO ₂			CO_2			CO ₂		
				计算项目				
全硬度	0.40	m mol/L	全硬度	3.28	m	全硬度	5.60	m mol/L
					mol/L			
永久硬		m mol/L	永久硬	0.12	m	永久硬	0.30	m mol/L
度			度		mol/L	度		
暂时硬	0.80	m mol/L	暂时硬	3.16	m	暂时硬	5.30	m mol/L
度			度		mol/L	度		
负硬度	0.40	m mol/L	负硬度		m	负硬度		m mol/L

					mol/L			
总碱度	0.80	m mol/L	总碱度	3.16	m	总碱度	5.30	m mol/L
					mol/L			
腐蚀性判定	对混凝土弱对混凝土 新微腐蚀。 HCO (K ⁺ +Na 水	上里的钢性 性 	腐蚀性判定	对混凝土很 对混凝土 筋微腐 HCO ₃ —	里的钢 蚀性	腐蚀性判定	对混凝土 对混凝土 筋微腐 HCO ₃ —	生的钢 法性性

5.1.2.2 本体材质分析检测常用方法

古遗址古墓葬的本体多为土体、砖石砌块及其古代灰浆构成,对于其化学组成可采用 XRD(衍射)完成其矿物组成、XFR(荧光)和 EDS(能谱)分析组成元素、岩矿显微分析矿物组成及其微观结构等。

而对于土体、灰浆及其岩石等可参照 GB50021-2001 (2009 年版) 岩土工程勘察规范、GB/T50123-2019《土工试验方法标准》等规范完成物理、水理学性质检测,如含水率、密度、比重、孔隙分布、颗粒级配及其力学强度等。

5.1.2.3 遗址结构稳定性监测与评估

古遗址古墓葬稳定性监测分为沉降监测、倾斜监测、位移监测及其震动监测等。

A、沉降监测

在古遗址古墓葬结构底部布设沉降监测点, 宜布设在结构角点、结构变化处、主要承重结构底部, 相邻沉降监测点间隔不宜大于 20m, 在病害严重区域应适当加密。

应根据现场作业条件,采用水准测量、静力水准测量或三角高程测量等方法进行。

B、倾斜监测

对于主要承重结构应进行倾斜监测。宜采用全站仪投点法、水平角监测法或 前方交会法进行监测。当古建筑结构复杂时,可采用激光扫描测量或近景摄影测 量等方法进行监测。

C、挠度、水平位移监测(局部变形监测)

当遗存穹顶或梁、柱发生挠度变形或有安全隐患时应进行挠度监测。当砖石结构发生水平位移(空鼓、错位)应进行水平位移监测。宜采用全站仪投点法、水平角监测法或前方交会法,或采用挠度计、位移传感器等直接测定其挠度值。 当古建筑结构复杂时,也可采用激光扫描测量或近景摄影测量等方法进行监测。

D、裂缝监测

对于古遗址古墓葬墙体明显的裂缝,应进行裂缝监测。裂缝监测应测定裂缝的位置分布和裂缝的走向、长度、宽度及其变化情况。对数量少、量测方便的裂缝,可采用小钢尺或游标卡尺等工具定期量出标志间距离求得裂缝变化值。当需要连续监测裂缝变化时,可采用测缝计或传感器自动测记方法监测。

每条裂缝应至少布设 3 组监测标志,其中一组应在裂缝的最宽处,另两组应分别在裂缝的末端。每组应使用两个对应的标志,分别设在裂缝的两侧。

E、连接部位监测

对于出现明显连接部位变形趋势是建议展开链接部位监测工作,可布设位移计、应力应变计进行。

5.1.2.4 遗址遗存表面生物检测方法

本教程从微生物、藻类、地衣、高等植物、动物五个角度进行典型生物侵蚀的检测工作介绍。

微生物

微生物的种类多样,包括细菌、真菌、病毒和原生动物等。目前,对于微生物的鉴定方法也很多,包括 DNA 序列分析,功能基因序列分析,基因组测序,生理生化分析,(G+C)mo1%含量分析,脂肪酸组成分析,DNA-DNA 杂交同源性分析,

极性脂,呼吸醌,细胞壁 DAP,全细胞特征性糖组分等。概括来说,细菌和真菌的常用检测技术,包括两类:基于培养的技术和基于非培养法的方法。

1.1 基于培养的技术。

主要是通过把细菌和真菌放在培养皿上进行培养和观察,依据菌落的形态、 形状和颜色等信息对菌种进行初步判断。再使用 Biolog 全自动分析和 API 数值 分析等获得它们的生理和生化反应来对细菌或真菌进行鉴定的方法。这种方法的 优点是能够获得活菌,能够获得单菌单菌落,然后对它们进行详细的鉴定和分析。 这个方法的缺点也很明显,就是它只能检测可以培养出来的微生物,而对于环境 中的微生物,绝大部分目前是不能够通过这种方法来获得的,限制了它的应用。

1.2 基于非培养法的方法。

这种方法是不需要经过培养皿培养,而是直接对环境中的微生物或者是单菌进行检测。非培养法,根据细菌或真菌的菌体成分不同也包括几种不同的方法:

1.2.1 基因测序

每一种微生物的基因组上都携带了自身的信息。测序的方案包括全基因组测序和扩增子测序。

全基因组测序是通过对环境中的整体,或者是某一个单菌落进行基因测序,然后再通过数据库比对,获得菌的信息。扩增子测序,是对菌的基因组上带有菌种信息的部分序列进行测序。对细菌来说,就是扩增核糖体 16s rRNA,对真菌来说是扩增 18srRNA 或 ITS 基因序列。通过对这些保守性序列的测定可以区分不同对微生物。

根据原理不同,测序技术共经历了 Sanger 测序、新一代高通量测序、单分子测序等阶段,简介如下:

①Sanger 测序技术

Sanger 测序技术是利用双脱氧链终止法对核酸分子进行碱基鉴定,然后,结合荧光标记和毛细管电泳技术来实现自动化测序。技术优势是准确度高(高达99.99%),缺点是通量低,主要用于特定基因片段测序、变异检测验证等。

②新一代高通量测序技术 (Next Generation Sequencing, NGS)

又称大规模并行测序技术,具有通量高,成本低,准确度高的优势,常用于大规模的微生物基因组、转录组和扩增子测序。包括 DNA 纳米球测序、边合成边测序和半导体测序等。如图 97 所示。



图 97 高通量测序仪

图 98 单分子测序技术

③单分子测序技术

单分子测序技术是实时对单个核酸分子进行碱基测定的技术,具有测序读序长,无须 PCR 扩增,可直接检测碱基修饰等优势。包括单分子实时测序、纳米孔测序等。这种测序技术的特点是速度快,体积可以做的很小。如图 98 所示。

基因测序的流程一般包括:基因组 DNA 提取, PCR 反应,产物鉴定,PCR 电泳,DNA 测序,系统发育树分析和菌株鉴定分析等。

目前,对于已经分离的纯菌,经常采用 Sanger 测序技术,进行 16S rRNA\18s rRNA 或 ITS 基因全长测序。目前,比较常用的测序技术是新一代高通量测序,二代测序具有速度快,准确度高,通量高的特点,微生物基因组测序,扩增子测序等主要依托的是二代测序技术。

相比传统研究技术,测序技术的不断成熟及进步,为微生物研究提供了更高水平的科学工具,以高通量测序技术为例,能够发现环境中无法培养的物种,单分子测序技术更能够解决物种分类到种的问题,但不同的测序技术对微生物样本,文库特点及质量控制,测序方法及数据质控均不相同,根据组学研究方向和目的,合理选择测序技术及研究方法。

此外,围绕微生物组学研究,研究方法及手段不断推陈出新,新测序技术在微生物组学研究的优势及适用范围将会推动行业进一步发展。

1.2.2 基于基因序列的 PCR 的方法

由于基因组上携带了菌体的信息,通过特异性的引物,进行 PCR 之后,根据 PCR 产物来判断菌的物种信息。其中,实时荧光定量 PCR 技术已经是很多病原微生物的鉴定金标准。这种方法的原理是根据荧光信号的有无和强弱来检测微生物。当把菌体 DNA 加入 PCR 反应时,随着 PCR 反应产物不断累计,荧光信号强度也等比例增加。每经过一个循环,收集一个荧光强度信号,这样就可以通过荧光强度变化监测菌体数量的变化。这种技术的优势是灵敏度高,几十、几百个菌体就可以检测到。

1.2.3 菌体成分检测

针对菌体组成也有不同的方案。比如,可以通过特殊的分子标记,识别微生物表面的成分,如荧光标记、原位杂交,或者通过流式细胞仪等识别细菌或真菌特征,以判断菌体。

也可以通过质谱的方法或拉曼光谱的方法,比如 MALDI-TOF-MS 等,已经用于病原微生物的快速鉴定。这种方法可以对菌体本身的组成成分进行分析,从而鉴定和区分不同的菌体。

上述这三种非培养的方法都有自己的特点。比如说基因测序的方法可以不依赖于培养,但是,测序的菌体信息里不只包含了活菌,还包含了死菌。此外,对于扩增子测序的方法,一般只能鉴定到菌属水平。另外,基因测序的方法时间周期比较长。对菌体组成成分分析的方法来说,一般需要分离单菌落,对已知菌进行分析,不太用于研究尚未研究清楚的菌。

上述几种方式,都可以对细菌和真菌进行计数和测量。基于形态学的方法,可以直观的通过数菌落数对菌体的具体数量进行表征。而基于基因测序的方法,则依据测序获得序列数量来推算菌体的相对数量。实时荧光定量 PCR 技术获得的计数数据准确度更高一些,而通过质谱和拉曼光谱的方法难以进行计数。

藻类

藻类(thallophytes)是原生生物界一类原核或真核生物,没有根、茎、叶的分化,在自然界中广泛分布,不仅可以在水体中生长和繁殖,也可以在砖石、土壤等文物材料表面定居。一般情况下,藻类侵蚀与基质物理风化、化学风化同时发生,加速基质表层的疏松和孔隙的形成。

目前,普遍认为蓝藻和绿藻是首先在裸露岩石、土遗址表面生长的生物,它们在自然界中分布广泛,由于是光能自养型生物,因此具有较强的生存适应性。在极端环境下,例如高温或严寒环境,蓝藻会由岩石表层向内部生长,石内的生长环境不仅可以避免表层的干燥及强烈辐射,同时也为藻类生长提供矿物营养、水分及附着生长面(图 99)。



厚皮藻 (Pleurocapsa) 颤藻 (Oscillatoria) 图 99 来源于陕西石窟

藻类常用鉴定技术主要包括两类:形态学与分子生物学。

1) 形态学

藻类形态学是藻类的经典分类方法,在没有 DNA 测序的时代,所有的藻类分类都是基于形态学的,常用的分类特征有:细胞结构(群体或单细胞);细胞大小和形状;细胞壁及其胶被特征;叶绿素体的形态;藻体的纹饰(硅藻),异化细胞(厚壁孢子和异形胞等)的有无和位置等。根据这些分类特征对照参考文献进行藻类鉴定。

用镊子挑取少量样品置于 24 孔板中,加入 2 毫升的 BG11 培养基,于 25℃ 光照培养箱中进行培养,光照强度约 20001ux,培养 30 天后,从每个孔中取 1 滴样品于显微镜下进行观察,确定归属。

2) 分子生物学

自从 DNA 测序技术出现和发展以来,基于分子生物学手段的藻类鉴定已经被大家广泛接受,尤其是在蓝藻的鉴定中。常用的分子标签有原核生物的 16S rRNA, 真核生物的 18S rRNA等。

在藻类的实际鉴定过程中,往往需要将形态学和分子生物学鉴定两种手段相结合。

地衣

地衣(Lichenes)是由真菌及藻类结合形成的共生体,真菌菌丝缠绕包围藻细胞,通过吸收水分和无机盐为藻细胞提供原料,藻细胞含有叶绿素,通过光合作用为共生体制造有机物。地衣无根、茎、叶的分化,其中共生真菌以子囊菌为主,少数为担子菌,藻类主要为蓝藻或绿藻。地衣以孢子形式繁殖后代,是一群原始的低等生物,也是地球上最古老的生物之一。地衣的生态环境非常广泛,在砖石质文物、土遗址表面、木材上都能见到,对干旱、低温环境具有非常强的生存适应性。

地衣可通过生物物理作用和生物化学作用等方式影响石质文物本体,在石质文物表面生长初期,地衣菌丝可在岩石基质缝隙中穿插生长,叶状体在微环境胁迫下通过膨胀收缩作用对表层岩石造成机械性破坏,随着生长繁殖的进行,细胞代谢产生的可溶性有机酸,如草酸、柠檬酸和具有螯合能力的地衣化合物都可溶解基质岩石,同时,呼吸代谢产生的 CO2 溶解在水分中产生碳酸,明显降低微环境的 pH 酸碱度,加快了对岩石的溶蚀过程。因此,地衣在石质的风化与原始土壤形成过程中发挥重要作用,也是石质文物与建筑石材生物侵蚀的主要物种(图100)。



茶渍属(LecanoraAch.) 石黄衣属(XanthoriaTh. Fr) 胶衣属 (CollemaWigg.)

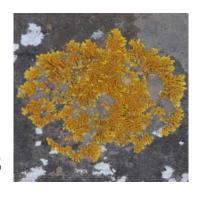




图 100 遗址表面常见地衣

地衣分类方法包括形态学、解剖学、化学与分子生物学等多种方法,并参考地衣生长基物和地理分布信息。

1) 形态学与解剖学

地衣的形态学分析主要针对地衣体、子囊盘、分生孢子器、营养繁殖结构、假根等形态观察,包括生长型、大小、颜色、形状等指标。

首先,肉眼观察外部形态、颜色,借助显微镜观察地衣表面附属结构,如:假根、粉芽、裂芽等。然后,可冷冻切片机制备地衣体和子囊果切片,观察内部构造,包括地衣体的上皮层和下皮层、藻层、髓层、假根和绒毛的特征;观察子囊果切片的子囊层、囊层被、囊层基、果壳,侧层子囊及孢子。观察内容包括颜色、大小、形态、碘染色等。

子囊果压片的制作方法: 用解剖刀的刀尖取下子囊果, 放在载玻片上加水软化, 放上盖玻片, 用手指按压, 显微镜下观察。

2) 化学检测法

利用 10%KOH 水溶液、漂白粉饱和水溶液和 5%对苯二胺乙醇溶液与地衣体皮层和髓层的显色反应特征,结合薄层层析与液相色谱分析,检测样品中地衣酸类化学物质,辅助形态学与解剖学鉴定。

3) 分子生物学

地衣鉴定中常用的扩增片段包括: nrDNA ITS,LSU等,扩增出的基因片段可先行与 NCBI 数据库进行 BLAST 比对,并构建毫升 或MrBayes 系统发育树。

由于地衣鉴定工作的复杂性,实际工作中一种鉴定方法不能够满 足鉴定要求,需要将形态学、解剖学、化学检测法与分子生物学检测 相结合。

1. 高等植物

苔藓和维管植物合称高等植物,但二者在结构上有着本质的区别。

苔藓植物体内不具维管组织,不能对水分和营养物质进行长距离体内传输,因此植株个体通常较小,细胞层数较少,很多种类叶片细胞仅有一层,另外苔藓植物在形态上仅具有茎和叶的分化,部分种类基部或植物体背面具有假根。

维管植物体内具有维管组织,植物体远比苔藓植物高大,器官分化也更明显,一般都有根、茎、叶的分化,其中蕨类植物在叶的背面或边缘有孢子囊群,可以产生孢子进行繁殖,裸子植物会形成雌、雄孢子叶球,散播花粉和结种子进行繁殖,而被子植物则有花、果实和种子等繁殖器官。形态结构的差异决定了对不同大类的植物进行物种鉴定的时候,所用的方法有所差异。

4.1 鉴定方法

目前,高等植物常用鉴定技术主要包括两类:形态学与分子生物学。

1) 形态学鉴定

通过对植物外部,内部和微观形态的观察来确定其种类,该方法需要一定的 经验,对工具书中所使用的术语系统有所了解,同时要能判断所鉴定对象的大致 所属类群,否则难以进行;

2) 分子生物学

即采摘植物活体组织进行遗传信息测序,与数据库中已知物种匹配,进而确定其种类,该方法成本较高,需要一定的实验过程,另外必须是针对植物实物鉴定,对图案则无能为力,同时要求数据库较完备,否则难以确定物种,该方法的优势是在毫无头绪的情况下,可以快速确定该植物所属的大致类群,进而转入方法一,进行后续的详细鉴定。

4.2 维管植物鉴定流程

- 1)样品采集,收集实物标本或图案,将样品置于阴凉通风处晾干,整理装袋,并获取尽可能详细的采集信息,比如时间,地点,标本或图案上所缺少的信息(如颜色,质感,毒性等);
- 2) 查找合适的工具书,一般鉴定过程中会使用到植物志(包括树木志,杂草志),检索表,名录,图鉴等几大类,这些工具书通常有适用范围,比如按类群来分的维管植物检索表或被子植物检索表,或者按地理区划来分的《中国植物志》《秦岭植物志》《内蒙古植物志》等;
- 3)鉴定后的核对,在得到鉴定结果后,通常还需要将结果与权威著作(比如《中国植物志》《Floraof China》、针对类群和区域进行的修订性论文等)的记载进行核实,保证我们的鉴定结果的准确性。

4.3 苔藓植物鉴定流程

苔藓植物的鉴定总体也是采用上述方法,但是苔藓植物个体微小,外部形态特征较少,所以鉴定有其自己的特点。

首先用清水浸泡,使其舒展,在解剖镜下将需要观察的配子体或孢子体的部分进行剥离或解剖,制作苔藓植物茎、叶切片的水封片,在显微镜下观察植物体组织细胞或器官的形态与结构特点,对其进行分类鉴定,确定归属。

苔藓植物的鉴定在外部形态特征的观察基础上,还需要观察微观形态,比如细胞特征等,因此鉴定过程中解剖镜、显微镜是必不可少的工具,单纯的观察外部形态是难以完成鉴定的。在工具书的选取上可以使用《中国苔藓志》,

《MossFlora of China》以及各种地方性工具中的苔藓的相关内容。

动物

文物保护区域野生动物调查对象主要包括哺乳动物、鸟类和昆虫。

- 5.1 现场调查
- 5.1.1 兽类

(1) 样线法

对于分散分布的动物采用样线法进行,调查人员以步行方式,速度为每小时 1-2km,发现动物实体或其痕迹时,填写相应的调查记录表格,记录动物名称、 数量、痕迹种类、痕迹数量及距离样线的垂直距离、地理位置等信息。并拍摄影 像,同时记录样线调查的行进航迹。

(2) 直接计数法

对于大规模集群繁殖或栖息的兽类使用直接计数法进行调查。通过访问调查、历史资料等确定动物集群时间、地点、范围,并在地图上标出。在动物集群期间进行调查,记录集群地的位置、动物种类、数量、影像等信息。

(3) 笼捕或铗捕法

对于小型啮齿类动物采用铗日法,样方布设在样线并容易到达之处,在长方 形或矩形样地内按照一定铗距和行距布设一定数量的鼠夹,获取捕获动物的数量 和种类。多采用傍晚布夹,翌晨收夹的调查方法进行调查。

(4) 网捕法

在动物经常出没的山洞、隧道、水渠布设捕捉网进行标本采集,以确定动物的种类和数量。主要用于翼手目的调查。

5.1.2 鸟类

(1) 样线法

调查对于以步行方式,速度为每小时 1-2 千米,发现动物时,记录动物名称、动物数量、距离样线中线的垂直距离、地理位置、影像等信息。同时记录样线调查的行进航迹。记录鸟类数量时只记录向一侧飞行的个体。对于在样线上首次遇见的某种鸟类全部记录。

(2) 样点法

小型鸟类的调查使用样点法。在调查样区随机设置一定数量的样点,样点数量应有效地估计大多数鸟类的密度。森林、灌丛内设置的样点半径不大于 25 米,在开阔地设置的样点半径不大于 50 米。样点间距不少于 200 米。到达样点后,宜安静休息 5 分钟后,以调查人员所在地为样点中心,观察并记录四周发现的动物名称、数量、距离样点中心距离、影像等信息。每个样点的计数时间为 10 分钟。每个动物只记录一次,飞出又飞回的鸟不进行计数。

(3) 直接计数法

对于集群繁殖或栖息的鸟类调查使用直接计数法进行调查。通过访问调查、历史资料等确定鸟类集群时间、地点、范围等信息,并在地图上标出。在鸟类集群时进行调查,计数鸟类数量。记录集群地的位置、鸟类的种类、数量、影像等信息。

5.1.3 昆虫

(1)扫网捕捉法

在日间通过昆虫网对选定调查范围内有植被覆盖的区域反复挥动,以达到捕捉昆虫的目的。

(2) 灯诱法

于夜间 7 点至 12 点在选定调查区域设置灯诱设施,对昆虫进行捕捉,并在 处死后对昆虫进行分类处理。

5.2 长期监测--红外相机的使用

红外相机陷阱技术目前已经被广泛应用于野生动物研究、调查和保护工作, 其最大的优势就是可以在不干扰动物正常活动的情况下捕捉到动物出现的确凿 证据,确实证明某一物种在某一地区分布。对于动物种类与分布调查,一般将红 外相机布设在野生动物出现频率较高的区域,安装在其活动路线、采食地、休息 处。并对每个样点进行统一编号,红外相机布设时采用此编号统一设置(图 101)。



图 101 常用红外相机

5.3 物种鉴定

5.3.1 宏观形态学方法

标本的鉴定主要是对外形、毛色、头骨及牙齿等形态特征进行描述,同时采 集相应的测量数据,通过经典分类学根据相关物种分类书籍进行鉴定。

5.3.2. 分子生物学方法

DNA 遗传分析以其操作方便、方法规范、信息量大、分析快速准确等优点得到了更广泛的应用。运用分子生物学手段,对标本的肌肉组织进行采样,进行基因组 DNA 的提取、PCR 的扩增及测序,通过序列差异分析结合形态学来确定种类,这也成为一些宏观经典分类学难以厘定或相似种类甄别的分类解决方案。

1) 古遗址古墓葬在位分析检测

由于古遗址古墓葬的特殊性及其作为文物遗存的不可再生性,以在位无损为特征的文物保护专用分析检测技术逐步成为古遗址古墓葬类不可移动文物

病害监测及其保护效果评估的发展趋势及其热点。现对常用的典型技术分述如下:

A、微波测湿

是根据复合介电常数的大小来确定样品中含水量的高低, 材料

中的水分子在微波场作用下产生旋转极化现象,从而消耗微波能量。这一方法具有快速、连续、非接触、响应快、可测范围广等优点。可测量的水分范围为0.001%—90%。微波测湿法可以多层面完成不同高度不同深度的水体分布规律研究,多层面扫描,为病害机理及其分布规律提供直接数据支撑(图 102)。

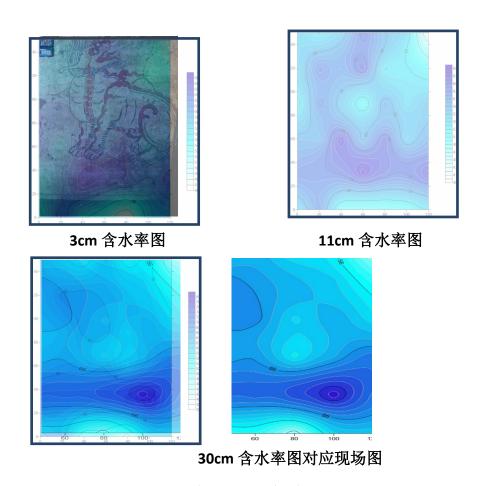
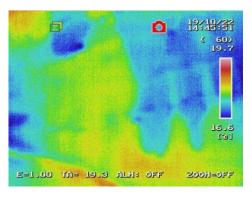


图 102 多层面微波测湿图

B、红外热成像探查

红外热成像是利用红外辐射原理,将被测物体表面温度分布情况转化为直 观的热像图像(一般解析为红蓝图像,红色表示高温区域,蓝色表示低温区域), 该方法具有无接触远程大面积检测、无损伤、响应快、高精度等优点。当遗址遗存土体存在渗水出水或水体侵蚀时,在升温过程中由于含水量的影响,潮湿或含水较高部位由于水的比热较大,而呈现出异常的蓝色低温区域,升温过程反之。故此利用红外热成像可以快速检测遗址表面的水体渗漏、出水点及其毛细水分布状况。

当遗址遗存表面存在大量空鼓起翘时,在升温过程中,空鼓起翘部位由于热传导向遗址内部不畅,而导致出现异常高温图像,空鼓剥离部位成红色。为空鼓探测及其灌浆处理前后进行比对评估灌浆效果(图 103)。



红外热成像图



对应现场图

图 103 红外热成像水体分布探测图片

整体来说古遗址古墓葬保护过程中应建立全面监测体系,设置监测预警阈值,一旦监测数据超过预警阈值应进行报警,逐步建立健全古遗址古墓葬保护预防性保护技术体系,为安全防护和科学预警提供支撑。

5.2 遗址保护相关工程

- 5.2.1 围护与覆罩保护
- 5.2.1.1 遗址围护与覆罩保护的目的和原则

遗址围护与覆罩保护工程的目的是对考古遗址、古墓葬等类型的不可移动遗产进行原址保护、现场展示与价值阐释。

遗址围护与覆罩保护工程应谨慎建设,并坚持以遗址本体保护为主要目的, 在充分满足保护要求的前提下,满足对遗址历史信息和文物价值进行展示与阐释 的要求,其形态也应与遗址及其周边的自然、人文环境取得协调。

遗址围护与覆罩保护工程应符合以下设计原则:

遗址围护与覆罩保护工程应做到对遗址本体最小干预:

新增围护与覆罩保护工程应具有可逆性:

遗址围护与覆罩保护工程应具有可识别性;

遗址围护与覆罩保护工程的建设应能为考古工作的持续开展提供条件;

遗址围护与覆罩保护工程应与所在环境协调;

遗址围护与覆罩保护工程应做到对遗址本体最小干预,尽可能减小干扰。围护与覆罩保护工程的建设应以考古发掘研究成果、遗址本体的前期勘察成果和地质勘察报告为依据,合理选用结构形式和布置基础落点,尽量采用轻质结构材料,减少建筑荷载对建筑本体及其环境的影响。建筑基础落位应与考古遗址本体保持足够的距离,因结构功能需要必须落在遗址本体上时,应进行合理评估,避开有价值的文物本体位置,以确保考古遗址的文物本体安全。建筑设计还应考虑施工期间尽可能减少对遗址本体的干扰。

遗址围护与覆罩保护工程应具有可逆性,其主体及建设过程都不得妨碍再次对文物古迹进行保护的工作,应采用能在确保文物安全的前提下进行拆除的形式,为未来实施更先进的保护技术留有可能性。保护性设施包括基础在内的建筑构件应避免与考古遗址本体及其所在文化层直接接触,建筑构件和技术设施应灵活、轻质、便于拆除;如有容纳保护和展示所需其他功能的建筑体量,则宜与遗址本体所在的建筑空间分离设置,以便于灵活调整;内部装饰和展陈设施也应遵守同样的原则。

遗址围护与覆罩保护工程应具有可识别性,有益于遗址传达真实可靠的历史信息。遗址围护与覆罩保护工程应简洁实用,其形态和建造技术应体现时代特征。

建筑形式宜准确呼应遗址本体承载的历史信息,衬托遗址本体的展示,避免混淆历史信息,保护文物历史环境的真实性,力求文物价值展示和阐释的准确性。除特殊情况外,应避免采用仿古建筑形式。

遗址,尤其是重要考古遗址的发掘和研究工作持续时间长,考古成果可能随时间推移有所变化,因此,遗址围护与覆罩保护工程的设计需要在前期策划阶段对建设规模、总体布局、流线组织等方面的功能变更留有余地。许多考古遗址有丰富的文化堆积,考古遗址反映的历史时期横跨多个历史阶段,因此工程设计应通过规模控制、保护构造和设备技术应用、功能限定等手段,为传递更丰富的遗址信息和文物价值留有余地。

遗址围护与覆罩保护工程应与所在环境相协调。建构筑物应从造型、材料、色彩、工艺等方面考虑,使其能融入考古遗址周边的环境,避免破坏遗址现场的历史氛围。建构筑物的形式、空间尺度与比例等应与考古遗址周边环境因素及其所代表的人文历史背景和地域文化特征呼应。

5.1.2.2 遗址围护与覆罩保护的类型

覆罩展示

覆罩展示是指遗址本体采取必要的保护措施后,在其上覆盖可视的防护罩进 行展示的方式,主要适用于墓葬、建筑局部、灰坑、祭祀坑等小规模遗迹。

覆罩展示项目应考虑遗址保存现状、自然条件、后期运行维护等因素,重点 解决紫外线直射、通风、防潮、植物根系清除、微生物防治等问题。

保护展示厅

保护展示厅展示是指考古发现重大、价值重要、可视性较强、保存现状稳定的遗址,在建设保护建筑后,将遗址露明展示的方式。

保护展示厅项目应首先调查评估遗址本体保存现状、病害问题、环境控制指标、所在地区自然条件等,明确遗址本体保护展示措施、日常维护和监测措施、

内部设施设备配置要求以及后续运行维护成本等,合理确定建筑外观设计、内部 展陈,注意突出遗址现场展示和场馆功能优势,为公众提供最佳的观览体验。

保护展示厅项目施工前应编制遗址保护专项方案,并征求专家或专业机构意见。建设单位应按照方案采取安全可靠的临时性防护措施,每项工序均需确认遗址安全后,方可进行下一道工序。施工过程中应设置围护、安全和引导设施,确保文物和施工人员安全。竣工验收后,应在考古人员的指导下清理现场,确保遗址安全。

保护大棚

保护大棚展示是指在考古发掘过程中,为满足保护需要,在遗址上部搭建保护大棚进行直接展示的方式。主要适用于考古工作正在进行中、考古发现重大、遗址可视性强、地质条件和气候条件适宜的遗址。

5.1.2.3 遗址围护与覆罩的技术方法

遗址围护与覆罩的设计除建构筑物的一般性技术规范之外,主要还涉及地基与基础、防水与防潮、地面处理等重点方面。

地基与基础

通常情况下,考古遗址现场的现状地质情况较为复杂,需要特别注意特殊地基的处理,如湿陷性黄土地、山区不均匀地基、滑坡、膨胀土地基等。考古遗址蕴藏丰富历史信息,因此在设计和建造中应充分考虑到对遗存的保护。在施工过程中,考古、施工、设计三方应充分配合,随时关注新情况,并及时做出调整。

遗址围护与覆罩保护工程应结合详细的地质勘测和地下遗址的探查对基础 形式和位置进行选择,宜选择适当的地基处理和人工施工方法,以减少地基处理 的工程量和机械施工带来的振动。地基处理方法有换填垫层法、石灰桩加固法、 挤密桩复合地基法、碎石桩复合地基法、深层密实法、排水固结法、化学加固法、 加筋法等,基础形式可根据设计方案实际情况选择独立基础、条形基础、筏板基 础或桩基础。 在充分考虑上部荷载、地质构造、地下水位与冰冻线影响的情况下,应尽可能减少基础的埋置深度,以减少对遗址周边的扰动和对遗址基坑的破坏。基础除了宜浅埋之外,还应考虑基础距考古现场基坑边沿的距离,以保证遗址本体安全。

防水与防潮

防水是遗址保护的重要问题,对于遗址围护与覆罩保护工程,水的问题分别来自屋面、地表和地下。屋面应遵循建构筑物的一般要求应,做好防水构造,避免屋面渗漏;通过保温隔热构造的处理,控制屋面内表面温湿度,避免顶棚结露,对无法避免的冷凝情况,设置必要的引流和导流构造。

来自地表的水通常是积水渗透,应通过室外的场地排水设计实现有组织排水,对于一些特殊情况,也可通过室内排水沟和防护墙阻断其渗入遗址的通路。

隔断地下水与毛细水的方法可以分为隔离和疏导两大类。隔离方法包括遗址架空、基础阻断、止水帷幕等,疏导方法包括设置通风通道、排水廊道、深井降水等,应根据实际情况灵活处理,充分保证遗址安全。

地面的处理

遗址地面在遗址博物馆中作为遗址的一部分,它的处理也应符合遗址保护的相关要求。遗址围护与覆罩保护工程应尽量减少铺装地面对考古遗址本体场地的干扰,地面处理应多采用非永久性的构造做法,且集中布置在展示空间的必要交通流线范围内,并应尽可能只做必要加固和表面处理,只添加必要的功能构件,包括铺设架空木板道、架空玻璃地面、架空金属格栅、直铺地面等,并尽量保持最低干扰。

另外,考古遗址坑壁通常与坑底的遗迹一起作为一个整体展现并烘托考 古遗址的现场气氛。新建的设施需要考虑微环境对基坑和坑壁的影响,保证其自 身的稳定性,必要的情况下,还要保护和展现挖掘现场的原始状态。

5.2.2 遗址周边环境整治

5.2.2.1 遗址周边环境及影响环境质量的因素

古建筑、古遗址和历史区域的周边环境是指紧靠古建筑、古遗址和历史区域的和延伸的、影响其重要性和独特性的周围环境。结合遗址自身特性,遗址

周边环境是遗址所在的空间环境,包括直接或间接影响遗址安全保存的自然因素和人为因素,是保护与展示遗址真实性和完整性的平台,其中蕴含了大量的历史信息和复杂的社会经济特征。影响文物古迹环境质量的有以下三个主要因素:

自然因素。包括风暴、洪水、地震、水土流失、风蚀、沙尘等;

社会因素。包括周边建设活动、生产活动导致的震动;污水、废气污染;交通阻塞;周边治安状况及杂物堆积等;

景观因素。主要指周边不协调的建筑遮挡视线等。

5.2.2.2 遗址周边环境整治的主要措施及目的

环境整治是保证文物古迹安全,展示文物古迹环境原状,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,制止可能影响文物古迹安全的生产及社会活动,防止环境污染对文物造成的损伤。绿化应尊重文物古迹及周围环境的历史风貌,如采用乡土物种,避免因绿化而损害文物古迹和景观环境。

对可能引起灾害和损伤的自然因素,遗址环境整治的主要措施是: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;编制环境质量专项规划,筹措充足的专项资金;制定紧急防灾计划,配备 救援措施。

对可能损害文物古迹的社会因素进行综合整治,环境整治的主要措施是: 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; 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;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;对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的清除。

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,主要措施是: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;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。

遗址环境整治的目的是针对围绕着遗址的空间环境,以保障遗址本体安全为出发点,通过一系列的技术、科研、管理等手段,消除对遗址本体保存的不利自然因素和人为因素,减少外力的破坏,修复并改善现状条件,而运用的多种技术干预措施。

5.2.2.3 环境整治工程的主要内容及相关要求

遗址周边环境整治工程主要内容包括景观整治与绿化、道路调整改建、 垃圾清运、基础设施改造、不协调建筑物(构筑物)的拆除或整饬等。

遗址周边环境整治应以现在整饬为主,同时结合展示需求,注意遗址所在区域历史地形地貌保护、修复、生态保育等,景观语言使用和景观氛围营造应考虑历史环境与背景因素,避免单纯考虑景观效果,扰乱展示布局,冲淡展示主题。景观整治与绿化应与生态保护相结合,尽可能保留现有植被,不得大规模人工造景,景观设计应突出历史环境修复,包括历史地层与地形地貌、与历史气候关联的植物品种等。

遗址周边现有过境交通应根据规划要求,逐步予以调整;道路和基础设施改造等应征求考古单位意见,注意与遗址格局展示相结合;现状道路应在进行适当改造的基础上调整为内部参观游览道路,确与展示流线和布局相冲突的,应予以拆除。

遗址周边环境整治应首先考虑遗址内容的有效表达,对于周边的民居及其他建筑物(构筑物)应在充分论证的基础上决定拟采取的措施。不协调建构筑物的拆除或整饬应注意控制范围和对象,合理评估现有民居等建构筑物的景观影响、整治的必要性,充分尊重当地居民生产生活环境,兼顾改善居民生活条件。

此外,环境整治项目施工中应注意保持遗址与周边环境的原生性,为后续保护展示创造条件,避免大规模改变遗址周边环境、地形地貌。

5.2.3 古遗址古墓葬展示

古遗址古墓葬的展示利用是指对遗址价值、内涵及相关的历史、文化、社会、事件、人物关系和背景的解释,是对遗址信息和相关研究成果的表述,尤指通过对展示设施及阐释信息的安排与接触,有计划地传播遗址本体与遗址环境、物质与非物质的相关内容,从而释放遗址价值与内涵、增强公众参与、增进公众对遗址理解的重要活动。

古遗址古墓葬的展示要求:

遗址展示是一个系统工程,应在专家充分论证的基础上,根据遗址性质和核心价值事先确定展示主题和目标,用以统筹后续的展示策划与设计。

现场展示设计应依据已有考古资料、研究成果,通过各种现代技术手段对遗址本体及其真实信息的直接传递。遗址展示方式应考虑公众理解能力、符合公众审美习惯;

遗址原则上不得原址重建,若确因展示需要,需在原址重建的,应具备坚实的考古研究基础,慎重论证,并按程序报批。

遗址展示应注重价值阐释,可借助文字、图片、音频、视频、讲解、沙盘、模型、情景体验、数字体验等方式,全面揭示遗址的历史、艺术、科学、文化、社会等多方面价值。

展示原则

以保护为前提

遗址展示工程必须确保文物本体的安全,展示手段与展示设施应采取审慎、科学、有效的防控措施,应强调最小干预、可识别性和可逆性。

以研究为依据:

文化遗产的阐释与展示应以通过公认的科学和学术方法以及从现行的文化 传统中搜集的证据。因此,古墓葬古遗址的展示需在考古调查、发掘、资料整理、 学术研究等工作已经开展并取得系列研究成果后,才能对遗址价值与内涵有充分 的认识,这是展示设计的必要依据。 此外,考古遗址在跨文化方面的重要性以及以学术研究、 历史记录和现行 传统为基础的各方面认识, 都应在制定展示方案时加以考虑。(阐释宪章) 真实性与完整性:

古遗址古墓葬的展示应对其价值做出真实、完整、准确的阐释。避免对遗址 及相关历史、文化作不准确的表述。(准则)所有展示设施必须与遗产地的整体 特点、 背景环境、 以及遗产地的文化和自然价值相协调。(阐释宪章)

古遗址古墓葬的展示应当清晰地指出考古遗址发展演变过程中经历的各个 阶段和影响,并注明时间。应尊重各个时期在古墓葬古遗址场所形成中做出的贡献。(阐释宪章)

由于大多数考古遗址都埋藏在地下,只有一小部分已被发掘记录。古墓葬古遗址的展示设计应考虑这些遗迹的"可读性"的方法,最大限度地发挥其叙述功能,以便展现给公众一个将过去与现在联系起来的历史发展脉络。(会安草案)

与古遗址古墓葬相关的无形元素如:文化和精神传统、传说、音乐、 舞蹈、戏剧、文学、视觉艺术、当地风俗等,在古遗址古墓葬的展示设计中都应加以考虑。

可持续性原则

古遗址古墓葬应尊重考古遗址的自然和文化环境,应应广泛地为保护、 教育和文化目标服务。展示设施应以适宜的方式进行设计,以保证有效的定期维护。 古遗址古墓葬的阐释与展示体系应根据考古工作与学术研究的新成果进行定期 更新。(塞拉莱建议)

古遗址古墓葬展示设计

古遗址古墓葬的展示设计包含资料收集、现状勘察、分析评估、展示策划、方案设计等几个阶段。

资料收集及整理

考古资料,包括已发布考古发掘报告、简报和相关研究论文等,能够较为准确地了解遗址的分布情况、时代、性质等,可与考古发掘和研究机构建立合作关系。

文献资料,包括古遗址古墓葬的历史沿革资料和人文历史资料,如建造背景、建造过程、历经的改造变化等,以及相关的重要历史人物、历史事件及历史痕迹等。

规划资料,包括文物保护规划、遗址公园规划(如果有)、当地的国土空间规划及旅游规划等。

工程档案资料,包括历次保护修缮工程、展示工程和环境整治工程的内容、范围、规模;历次保护展示工程的设计文件和施工技术文件等;岩土勘察资料、环境监测报告等。

遗址周边市政管网及道路资料,包括给排水、供电、消防等设施资料。 遗址所在地区的环境资料。包括地质、水文、气候、生态条件等资料。 现状勘察

古遗址古墓葬的勘察内容主要包括:

对古遗址古墓葬的形制、材料、保存状态以及重要考古信息进行勘察记录,与考古资料进行对照,对重要遗迹现象进行详细记录。

对古墓葬古遗址的遗址本体、考古现场和整体环境进行影像采集,必要时三维影像采集,包括进行常态录像和三维点云采集。

对古遗址古墓葬的现状展示内容和展示方式、保护设施及展示设施的保存和使用状况进行勘察记录,了解古遗址古墓葬的保护条件和开放状况。

对古墓葬古遗址的赋存环境和场所进行勘察记录,对与古遗址古墓葬价值相关的山体、水系、地被、地形地貌、相关历史遗迹等进行信息采集。

对古墓葬古遗址展示现状和管理运营现状的调查,并收集游客数量、游客来源、游客管理制度等相关信息,必要时可开展游客问卷调查。

分析评估

分析古墓葬古遗址的形制与格局特征,掌握其使用材料、建造构造、维修使用过程、各历史时期叠加物中承载的全部信息与价值,评估古遗址古墓葬的文物价值

根据考古资料,分析古墓葬古遗址的价值属性和特点,研究体现遗址类型的重要属性和遗存信息:

聚落遗址:分析聚落格局,定居点的自然环境、生态系统,先民的生产生活 方式等

大型城址:分析城址的地形地貌和选址特点,遗址规模、整体格局、功能要素,遗址所反映的礼制思想、营城智慧,历史沿革等

宫殿园林:分析选址特点、遗址格局、形制等,礼制思想、自然山水观等 手工业遗址:分析遗址布局特征、功能要素,技术、工艺、生产流程、原材 料来源、产品流通方式,当时生产力的发展水平等

古代工程遗址:分析军事、水利等工程技术成就,科技发展水平、社会组织 形态,及其隐含的社会、文化、历史背景等信息

古墓葬:分析选址与自然环境之间的关联,古代丧葬制度、文化传统、宗教思想、风水观念等

规划资料分析研究。根据文物保护规划,分析古墓葬古遗址的保护与展示要求,确定遗址展示设施的控制性指标;根据考古遗址公园规划,分析遗址价值展示的主题与内容,研究各遗迹展示主题的联系以及重要遗迹的展示要点。

评估历次展示工程的效果,包括展示主题、展示方式、展示内容和展示设施等进行全面评估。

根据环境要素与古遗址古墓葬的关系,评估对古遗址古墓葬保护展示的有利 因素和危害因素,分析环境要素所体现的遗址特征、价值内涵以及遗址现场的场 所意义。

评估展示工程可能对古遗址古墓葬本体及环境产生的影响。必须全面考虑到展示利用项目对古遗址古墓葬的文物价值、外部特征、 完整性和自然环境的潜

在影响。(阐释宪章)评估不应仅仅集中在遗址本体的直接损害,同时也要考虑 到有可能改变古遗址古墓葬所处土壤微观环境和整体景观环境、生态环境等影响。(会安草案)

展示策略

根据保护规划展示利用专项规划以及考古遗址公园规划阐释与展示体系规 划的要求,结合各遗迹的考古信息,确定古遗址古墓葬展示要素(展示对象), 细化展示主题、展示内容与展示方式,并协调各遗迹之间的展示主题与内容关系。

古遗址古墓葬的展示应将文物本体与环境作为整体统筹设计。

展示方式

原貌展示:

遗址原貌展示是指直接展示遗址现状,或对遗址本体进行必要的保护处理后露天展示的方式。主要适用于规模宏大、可视性强、保存现状较好、展示条件和地质条件、气候条件适宜的遗址,如砖石质遗址、干旱沙漠地区土遗址等。

考古发掘后的遗址,可对考古发掘现场进行一定整理,做好防排水措施,确保遗址本体安全后,直接开放展示。主要适用于考古发现重要、遗址可视性强、保存现状较好、展示条件和地质条件、气候条件适宜的遗址;存在地下水问题、南方多雨地区的遗址慎用。

原貌展示项目实施前,应治理遗址病害问题,论证后续维护成本、维护技术与措施的可行性和必要性。

模拟展示:

模拟展示是指遗址本体采取保护措施并回填后,在其上模拟展示遗址发掘时状态的方式。主要适用于遗迹现象重要、原貌展示难度大的遗址,如窖藏坑、房屋、道路、祭祀坑等重要遗迹现象。

模拟展示项目可根据展示需要确定展示位置、规模(宜小规模采用)等;应 严格依据考古资料确定展示设计,采用适宜维护、符合遗址性状的模拟材料。

不得以模拟展示方式进行大规模复建。

标识展示:

标识展示是指根据考古及研究成果,通过建筑材料、植物、空间形式等手段,标识遗址的位置、格局、形制、形态,或抽象表达遗址的体量、轮廓、环境氛围等特征,表达遗址格局、形制或文化内涵的方式。主要适用于遗址整体格局的关键部位、遗址残损较为严重但形制清楚或遗址保存现状不佳、难以原貌展示的情况。

标识展示项目应根据考古及研究成果,准确阐释遗址信息、价值与内涵。

项目实施前,应开展遗址本体保护工作,处理好防排水问题,避免施工方法不当威胁遗址安全。

标识展示材料应可识别、经久耐用,颜色与环境相协调,采用适宜维护、符合遗址性状、对遗址影响最小的材料。

绿化标识展示应根据遗址环境,选择浅根系耐旱类植物,优先考虑当地植物 种类或历史植物种类。

环境展示 (景观控制要求)

古遗址古墓葬的展示利用主要为现状环境展示与历史环境展示

现状环境展示:

现状环境展示主要展示遗址所依附的景观环境,如农田、森林、草原、沙漠等。

现状环境展示应减少人为干预,仅增加少量可移动、小体量的服务及环卫设施。

处于城市核心区或公共绿地、城市公园、历史街区等地段的古遗址古墓葬,可基于现状条件,通过景观设计改善遗址环境,同时兼顾遗址展示需要,营造场所氛围。

处于城郊或荒野的古遗址古墓葬遗址,应注意维护现状环境,保持遗址历史 氛围和野趣,避免城市公园或西式园林化设计倾向。

历史环境展示:

历史环境展示是指根据考古及研究成果,通过植被、道路、景观设计等手段,适度展示遗址历史演变过程中的环境。

历史环境展示应充分论证必要性、可行性和后续维护成本,可设置必要的景观、情景模拟小品等强化重要场所中的环境特征与氛围,不得大规模恢复原初面貌,避免影响遗址的真实性。

解说系统

应配备科学、生动、简洁、通俗易懂的解说系统,促进公众理解文物信息、 价值及内涵,获得良好的参观体验。

现场解说系统可包括解说牌(标识牌)、现场讲解、语音导览、展示模型、 多媒体互动、表演活动、情景再现、数字化展示等方式。鼓励采用虚拟现实 VR、 增强现实 AR等计算机数字化技术,再现或还原遗址及其场景。

5.2.4 古墓葬古遗址的三防工程

5.4.2.1 古墓葬古遗址三防工程的原则和要求

古墓葬古遗址保护工程应遵循保存现状原则、可逆性原则、可识别原则和最小于预原则,并在此原则的基础上进行三防设计。

古墓葬古遗址三防建设,应充分做好调研工作,实事求是,从实际出发, 全面规划,使总体建设工作全面、深入、完善。三防布防设施要突出重点,要把 古墓葬古遗址重要区域/部位作为重点进行防范,遗址范围内的建构筑物应按照 相应现行规范对建筑安防、消防和防雷的要求进行设计及施工。

三防保护设施应尽可能小的减少对古墓葬古遗址本体的干扰及对原貌的影响,宜选用先进和成熟的技术,使建立的三防系统能够最大限度的实现古墓葬、古遗址的保护,既要体现科学性、先进性、有效性、可靠性、安全性、实用性和经济型,还要与自然环境和人文环境相协调。

5.2.4.2 古墓葬古遗址安防的技术要点

古墓葬古遗址的防盗设计应满足《文物系统博物馆风险等级和安全防护级别的规定》GA27、《博物馆和文物保护单位安全防范系统要求》GB/T16571、

《安全防范工程技术标准》GB50348 等国家现行规范标准、文物保护部门及有关 地方要求标准的规定。

在进行古遗址古墓安全防范设计前,应对防护目标进行现场勘查,并根据《中华人民共和国文物保护法》《文物藏品定级标准》《博物馆藏品管理办法》等有关规定进行风险分类,确定相应的人力防范(人防)、实体防范(物防)、电子防范(技防)手段,并应坚持人防、物防、技防相结合,探测、延迟、反应相协调的原则,满足T探测+T反应≤T延迟的要求。

古墓葬、古遗址的周界应依据考古情况确定,实体防范设施的设立、技术防范系统的设置均应考虑古墓葬、古遗址本体的安全,不得对古墓葬、古遗址 本体造成损伤和破坏。

人力防范

人力防范主要包括安全保卫机构的设置、安全保卫制度的建设、安保人员的配备与管理等。

根据遗址保护安全保卫工作需要,设置与安全保卫任务相适应的安全保卫机构,按照国家有关现行法律、法规、规章进行保卫工作,并根据本单位保卫工作的实际需要和情况,建立健全各项安全保卫制度和措施,制定安全防范突发事件应急预案。安全保卫制度和措施应内容翔实,具有可操行,与本单位实际情况相适应,根据现场情况(防护范围、环境条件、交通情况及重要程度等)配备相应的专职、兼职安全保卫人员,具备与其职责相适应的法律及安全保卫业务知识、技能。安全保卫人员配备相应的通信设备、执行保卫任务所必需的器具(械)及人身防护器材,以保障其人身安全。

古墓葬古遗址区域应由安全保卫人员巡查,记录巡查情况,并对安全隐 患和问题及时处置,重要区域/部位应由专职安保人员进行重点保护。古墓葬古 遗址的安防监控中心应设置每周 7x24h 的值班人员值守。

实体防范

实体防范包括周界实体防范、防护区实体防范、禁区实体防范和防护目标实体防范等,为安全防范的重要措施,应优先采用。

周界实体防范:一般采用金属栅栏、砖、石或混凝土围墙等作为实体周界防范设施,应不宜攀爬,且不得对防护对象及其环境造成损伤或破坏。

重要区域/部位实体防范: (如古墓葬古遗址核心区域、陈列、存放文物场所或库房)应结合现场环境和人力防范、技术防范条件,因地制宜设置实体防范措施,不得对古墓葬古遗址本体造成损伤和破坏。

技术防范

技术防范的主要内容包括入侵报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、声音复核系统、安防专用通信系统、电子巡查系统、防爆安全检查系统(可选)、安全管理系统等。根据实际情况,技术防范措施可以是上述的某个系统,也可以由上述的某些系统组合或集成。技术防范系统应以规范化、结构化、模块化、集成化的方式实现,适应系统维护和技术发展的需要,采用成熟而先进的技术和可靠而适用的设备。

应根据保护对象的防护级别和风险等级,按照纵深防护的原则,合理划分周界、监视区、保护区、禁区,并根据不同防护区域合理设置技术防范设施,体现安全防范系统的均衡性。

技术防范系统应建立专用的有线和/或无线通信系统。周界出入口应设置视频安防监控装置,核心区域应视频安防监控装置,并设置入侵探测、声音复核装置等。设置技防设施的安装不得对古墓葬古遗址造成损伤或破坏,当确需在文物本体上敷设管线及安装前端设备时,应征得文物专家的意见,尽可能减少对文物本体和环境的影响。

5.2.4.3 古墓葬古遗址消防的技术要点

古墓葬古遗址的消防设施应依据《中华人民共和国文物保护法》《中华 人民共和国文物保护法实施条例》《中华人民共和国消防法》的要求进行设置, 并应满足《文物消防安全专项规划编制导则》《关于加强历史文化名城名镇名村及文物建筑消防安全工作的指导意见》等规范的要求。

古墓葬古遗址的消防宜根据遗址地所处位置的地形地貌、周边市政道路、市政配套设施、内部的火灾隐患及可能现存的消防设施等内外部条件,对其进行消防安全评估,并根据遗址的规模、保护级别、复杂程度等因素,坚持统一规划、逐步实施的原则,整体统筹,着重考虑基础设施及市政设施与消防的关系,确保保护与整治工作科学有序地进行。

古墓葬古遗址的消防宜遵循动态规划的原则,在条件具备的情况下分期规划,不断完善消防设施的建设,通过被动防火措施、主动防火措施以及消防救援力量等最终达到整体保护的目标。

被动防火措施

应首先掌握遗址的各项参数,并根据其材质的可燃性确定耐火等级。对于防火间距应把握遗址与其他建筑物之间、遗址与周边林木等可、易燃物之间的防火距离,同时考虑疏散出口、疏散通道数量及宽度、防火隔离带、消防道路等措施的综合布局。遗址区域消防道路的宽度、坡度、通行能力以及救援场地的消防扑救面、消防设备的到达条件官满足现行消防规范要求。

主动防火措施

分别从给排水、电气、防排烟等专业上采取对应措施:

给排水专业上,消防水源可由给水管网、天然水源或消防水池供给。具备给水管网条件的,应充分利用给水管网条件设置消防给水系统,并应采取相应措施,防止生产、生活用水污染。不具备给水管网条件或给水管网条件不符合消防供水要求的,应利用天然水源或者设置消防水池。室外消火栓系统应布置为环状,管材及压力满足现行规范要求,满足保护范围内室外任意位置至少有2只消火栓保护,且保护半径不宜小于80米。 重点遗址区域可适当考虑加强措施,如增配各型高压细水雾装置、增加消火栓和灭火器设置密度等。

电气专业上,供配电系统应做到保障文物及人身安全、供电安全可靠、 技术实用和经济合理。消防用电设备应采用双路电源供电,供电容量应满足消防 用电负荷需求,供电时间应满足消防救援时间要求。电力设施的规划及安装尽量 减少对遗址风貌的影响,所选择的电器设备和线缆应适应遗址地自然环境条件。 消防控制范围内设置电气火灾监控系统,电气火灾监控系统的控制器应安装在消 防监控室内统一管理。带电运行的消防设备设施须严格按照相关规范做好接地保 护,其他金属物体须做好等电位联结。

火灾自动报警及联动控制系统中,火灾自动报警系统能够将现场的实时报警信息完整、准确、可靠地传送到消防监控室。其设备的通信方式选择、通信线路选型及敷设应满足现行国家规范的要求且线路敷设不应破坏遗址建筑原貌及风貌。火灾报警报警系统与消防点联网的线路根据实际可采用有线或无线方式。上级消防接警部门的联网宜采用可靠的市政公用通信设施。

消防救援力量

微型消防站的建设宜参考《城镇消防站建设标准》(建标 152-2011) 相关要求,接到报警通知应积极进行自救,在城镇级救援之前,辅助建筑级救援, 并满足以 5 分钟内到达火点为标准。

消防控制中心按规范要求设置,为安防禁区;消防控制中心与上级消防 指挥控制中心联网,并能实现火灾报警、火警受理、火场远程监控及指挥、消防 信息综合管理和训练模拟等功能。

消防站(点)内安装的专用通信设备应能实现遗址地范围内的火灾监控、 火灾报警、火警受理、火场指挥、消防信息综合管理和训练模拟等功能。传输方 式根据前端设备分布、传输距离、环境条件、系统性能要求及信息容量等确定, 采用有线传输为主、无线传输为辅的传输方式。

消防监控室应设置专人值班室,并设置在消防站(点)内。火灾自动报警及联动控制系统与上级消防部门联网,将遗址现场的实时报警信息完整、准确、可靠地传送到上级接警部门。

古墓葬古遗址防雷击技术要点

古墓葬古遗址的防雷设施应依据《中华人民共和国文物保护法》《中华人民共和国气象法》和国家及地方有关防雷安全法规的要求进行设置,并应满足《建筑物防雷设计规范》GB50057、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343等规范的要求。

古墓葬古遗址进行防雷设计前,应进行现场勘察,调查古墓葬古遗址现场的雷电活动情况和所采取的雷电防护措施,根据现场实际情况、环境条件及重要程度划分防雷类别。

当古墓葬古遗址处于露天场所,当其年预计雷击次数大于或等于 0.05时,应采用独立接闪杆或架空接闪线防直击雷。核心区域、陈列、存放文物场所等处,通过建筑物或构筑物进行物理保护时,按照建筑物/构筑物核算预计雷击次数,按照相对应的防雷类别进行设防。

古墓葬古遗址区域内系统电源、信号传输线路、天线馈线以及进入房间内的架空/埋地电缆入室端均应采取防雷电感应过电压、过电流的保护措施。电源线、信号线经过不同防雷区的界面处,宜安装电涌保护器;系统主控设备应安装电涌保护器;电涌保护器接地端和防雷接地装置应作等电位连接。建于建筑物内部系统,其防雷设施应根据等电位连接与共用接地系统的原则进行设置。

6 遗址古墓葬保护工程勘察设计文件编制

6.1 古遗址古墓葬保护工程勘察设计文件编制方法及类型 ^{总体要求}:

编制原则和目标: 古遗址和古墓葬作为重要的不可移动文物构成,具有重要的价值和意义。同时,由于古遗址和古墓葬文物本体及其环境的特性,都,面临多种风险。因此,对于一些面临破坏风险,或出现一定程度破坏现象的古遗址、古墓葬,按照尽可能真实长久保存期物质实体的目标,应对这些文物古迹采取抢险加固、保护维修或重点修复等工程措施。在实施保护工程前,根据《中国古迹遗址保护条例》的要求,编制《古遗址古墓葬保护现状勘察报告》以及《古遗址、

古墓葬保护工程设计方案》。根据工程性质不同,也可以分别编制保护抢险及重点修复的相关文件。

编制《现状勘察报告》及《保护工程设计方案》是一项科学严谨的工作,应遵循一定的工程程序和编制原则,以确保编制的设计文件符合文物保护的基本要求。

勘察设计文件的编制程序:编制一个完整合规的古遗址古墓葬保护工程勘察设计文件,需要进行一下个步骤的工作:

(1)、确定项目性质

与管理方研究协商,确定项目的性质和范围。古迹遗址的类型多样,出现的破坏现象或者风险多种多样,保存现状多有不同,复杂多样。每一个项目都有其特点,为了最大程度地保存其价值和真实性,需要寻找最合适的保护手段,因此协商确定保护工程的性质和范围至关重要。也就是要确定是采取抢险加固工程、保护维修工程或者重点修复工程。

(2)、进行周密严谨的现场勘查和记录

编制古遗址古墓葬的保护勘查设计方案前,应进行详细的现场调查研究和测绘、记录:应该包括:

遗存本体的详细测绘,一般情况下,古遗址和古墓葬均应经过一定程度的考古勘探调查,或者进行过详细的考古发掘工作,应该对这个已知现场进行保护工程测绘。一般情况下,考古测图由于行业要求的不同,不能直接作为工程图纸使用。现场记录可以采取多种手段和方法,尽可能全面真实的得到古遗址和古墓葬的所有形态信息。

记录古遗址和古墓葬周边的环境现状。包括气候环境、地质环境、生物植被环境及其周边的人工建设环境。

调查了解遗址遗存保护管理的条件和现状,如管理机构的设置,管理运行机制,规章制度,以及周边利益相关者的情况。了解遗址墓葬在周边社会经济、文化中的作用。

搜集整理各类与墓葬遗址相关的历史文献、资料、和档案。当今或遗忘学者对改遗址墓葬的研究成果。专著、论文报告等。以及当地管理者的日常监测记录。

进行遗址墓葬兼职及特色的研究和梳理。

进行遗址墓葬保存现状的分析和评估,保存现状主要是指,保护对象的结构安全程度,形态的完整程度、以及材料的耐久程度。除去一般的测量手段,很多因素需要通过相关的仪器设备或科学技术手段来得到。经过全面细致的评估,得出破坏的主要风险及存在的主要问题和残损状态。

编制《古遗址古墓葬现状勘察报告》,勘察报告应全面技术和介绍古遗址与古墓葬的项目背景。

6.1.1 工程设计的类型

按照文物保护工程条例的分类方法,文物保护工程可分为保养维护工程,抢险加固工程、修缮工程、保护性设施工程、迁移工程:

保养维护工程系指对文物的轻微损害所做的日常性,季节性的养护。对于古遗址和古墓葬,日常保养是指对那些露天保护或陈列的遗址和墓葬日常的灰尘进行清理,对于较小的脱落进行归位回帖,对于遗址的干燥或过湿进行调节,对于围护结构可能的风险进行规避。这类项目一般不需编制勘察设计文件,有当地管理部门按照要求进行。

抢险加固工程:系指文物突发严重危险时,由于时间、技术、经费条件的限制,不能进行彻底修缮而对文物采取具有可逆的临时加固抢险措施的工程。对于古遗址与古墓葬来说,存在这种突发危险的情况是会存在的,比如夯土墙的突然开裂、变形,墓室的结构的突然变形等。当发生这种情况时,都可以先考虑实施抢险加固工程。

修缮工程:系指保护文物本体所必须的结构处理和维修,包括结合结构加固进行的局部复原工程。古遗址与古墓葬的修缮与古建筑不同,因为遗址大部分都不是原始的完整状态,因此其修缮工程是指对现存夯土体或者砌筑体的修缮,如补砌夯土,修复裂缝,表面处理等措施。

保护性设施工程:系指为保护文物本体而附加安全防护设施的工程。在古遗址和古墓葬中,这类工程较多,因为古遗址或古墓葬的本体大多不具备自身进行防护的能力,需要借助其他的工程设施进行防护。如墓葬或遗址的保护棚等。

迁移工程:系指保护工作特别需要,并无其他更为有效的手段是所采取的将 文物整体或局部搬迁的工程。对于古遗址和古墓葬类的遗存,最理想的状态是原 位保存。但由于遗址墓葬所处的不同环境,很有可能无法创造适宜的保存环境, 或者因为其他不可逆转的因素导致的原因进行的搬迁也那以避免。可以对其整体 或局部进行搬迁到更为合适的保护环境,如博物馆,遗址公园等地方。

6.1.2 保护工程实施过程中设计文件的调整和变更

文物保护工程的特点,就是根据实际进行必要的调整,任何时候,都应该以实物为依据。因此,在测绘调查阶段,可能无法解决的问题,在工程实施过程中,必然会存在。因此根据工程的实际情况随时调整和补充设计方案是必要的和合理的。要作为整个设计文件的重要组成部分。

- 6.2 古遗址古墓葬保护设计工程勘察设计文件的技术要求
 - 6.2.1 保护工程勘察报告文本
- 一、勘察报告编写的体例和章节: 勘察报告由文本和现状勘测图纸及相关资料组成。勘察报告的文本应该包括以下章节:
 - (1), 项目背景:
 - (2), 项目或所在区域的历史沿革。
 - (3), 保护对象的构成;
 - (4), 保护对象的总体价值和所要保护对象的相对价值
 - (5), 保护对象的现状及评估
 - (6) 保护对象的周边环境现状及评估
 - (7), 相关监测、检测及实验报告。
 - (8), 保护对象存在的主要问题分析归纳
 - 二、 各章节编写的主要内容和要求:

- (1)项目背景: 应介绍项目的来源及立项情况,对于保护对象存在的主要问题和缘起,以及项目的目的进行描述。也包括委托情况和受委托的情况。
- (2)项目所在区域的历史沿革:文物古迹本身都是历史的实物遗存,在历史上经过了这样那样的变化,与其相关的历史事件、人物也是文物古迹历史的重要部分,因此要根据历史文献及各类资料,了解古遗址及古墓葬的历史背景。除了文物古迹本身的历史沿革外,对于其周边相关的历史环境,也有进行历史沿革研究的必要,每一个文物古迹都存在于某个具体的时空环境,其环境的变化,也会对文物古迹本身的价值和意义有所损益。
- (3)保护对象的构成:本节要对古遗址或古墓葬的文物本体进行基本情况的介绍。一般分两个层次,一个是作为一个文物保护单位整体的构成,如果是长城遗址,就是某段长城的基本情况,如果是一个古城址,则应简单介绍整个古城址的基本情况,如果是一处考古遗址,则介绍该处古遗址的基本情况。如果是古墓葬则要介绍墓葬或陵墓的整体情况。
- 第二个层面,则要介绍本次保护工程的具体对象的基本构成,是某段长城的某个点段,某个烽火台或者是一个附属文物。如果是古墓葬,则可能是某个墓室,某片遗址,对于第二个层次的则要介绍的比较细致。包括它的形制、材料、结构、构造以及功能等。
- (4)保护对象的总体价值和具体保护对象的相对价值:任何文物古迹都是因为具备某种价值才被列为保护对象,古遗址与古墓葬也都具备一定的历史价值,如是一段历史或者历史事件的证据,是某种代表性的区域文化的实物证据等。一般遗址由于其主体结构缺失或者功能丧失,作为建筑工程的科学价值必然削弱或难以证明,因此不能把没有损毁前的可能具备的一些科学价值,附加到遗址的身上。应该实事求是的表明其原有价值的丢失。古墓葬则有可能保留有相当的科学价值,比如墓室的结构,形制等。如果墓葬也坍塌变成遗址类的墓葬,则其科学价值的表述也应根据实际进行调整。古遗址和古墓葬也会具有艺术价值,一般表现在一些壁画、雕刻、墓室形制及格局等方面。如果这些内涵都不存在,也不

- 一定强求一致。总的来说,价值要根据保护对象的实际情况进行准确定义,既不 要不足,也不用过度夸张。
- (5)保护对象的现状和评估。现状评估是编制勘察设计文件的重要环节, 牵扯到方案是否科学合理和针对性。

古遗址古墓葬本体的现状评估,主要从结构安全和形态完整两方面进行评估。

对于夯土城墙类的古遗址,首先要评估其墙体的稳定性,夯土墙体的稳定性,取决于几个方面:

- 1) 夯土墙的高宽比例,一般来说,夯土墙的高厚比越小,也就是城墙的高度小于宽度,则稳定性较好。现存的夯土墙高度从1米左右直到二十余米,因此其结构的稳定性相差很远。早起的长城遗址、古城址由于常年风雨剥蚀,留存的高度都不高,因此稳定性都比较好。而后期的长城及一些古城墙,则高度保持较好,往往结构的稳定性风险也很大。(举一些例子)
- 2) 夯土墙的收分,或者其断面的形态。按照夯土体的一般性质,当夯土有较大的收分时,其结构的稳定性较好。如果收分达到 45 度,则基本接近稳定状态。因此古人所筑的墙体,都有很明显的收分。
- 3)记录夯土结构是否存在较严重的裂隙、坍塌、空鼓等结构问题。夯土墙会由于这种原因出现裂隙,如地基的不均匀沉降,土体本身由于荷载变化或者外界应力变化导致变形出现的开裂,也有细微裂缝由于雨水侵入造成的不断扩张。夯土体在一定情况下,也会出现坍塌,表现为部分夯土体脱离主体而掉落。这种部分夯土体的掉落,会促成更大的坍塌。由于一些土体结构变形的原因,部分土体会脱离主体,但尚未掉落时,会形成空鼓,这类空鼓也会导致不同程度的坍塌。
- 4)记录夯土墙表面的保存情况:由于所处环境不同,夯土表面可能出现风化、剥蚀、生物及植物附着等问题。表面由于长期直接受到风雨沙尘等的影响,表面土壤颗粒由于冻融等原因而疏松,极易掉落。疏松过多则会导致较大体积的

剥蚀。而生物及植物则是鸟类和兽类在夯土表面的污染物或者夯土表面生长苔藓及杂草等产生的表面破坏。

(6) 保护对象的周边环境现状及评估

古遗址和古墓葬的保存都会受到环境的极大影响,因此,任何古遗址与古墓葬的保护项目都必然会牵扯到期周边环境的问题。主要包括以下几个方面:

- 1)周边大气环境的记录和评估,大气环境包括温湿度,年降雨量、风向风力,大污染等,评估这些气象因素对遗址的作用。
- 2) 地质环境,遗址与墓葬分布地区的土壤、地层关系、是否有地裂缝,是 否有滑坡、是否有地震的潜在因素等。对于这类资料,可以通过当地相关部门获 取资料。并评估这些因素可能对遗址的影响及其程度。
- 3)周边城市环境,如果古遗址或古墓葬位于城市环境,则应对周边建筑和 其他相关城市设施进行记录,如建筑物的形式、高度、功能等进行评估,研究这 些城市建设因素对古遗址和古墓葬的影响。
- 4)周边景观环境:任何古遗址或古墓葬都会处于某种景观环境之中,是郊野风景,还是城市建筑的风貌。这类景观环境对于古遗址和古墓葬的保护和展示都会有着一定的帮助或者干扰。应对其进行相应的评估。
 - (7) 相关监测、检测及实验报告。

应该对可能影响古遗址古墓葬安全及长远保护影响的相关因素进行检测和测试:

- 1)遗址表面变形检测:如开裂裂缝的发展情况,沉陷的变化、空鼓的变化等:
- 2)、对于土壤特性,边坡的受力状态,材料风化的速度及进程等进行试验和验算,取得影响古墓葬古遗址安全的数据。
 - (8) 保护对象存在的主要问题分析归纳

需要进行的各类监测和监测及评估的因素较多,但最后要总结出对古遗址和 不墓葬的保护和利用存在影响的问题,并对其进行归纳分类,从而指导下一步保 护设计方案的制定。

6.2.2 保护工程勘察现状图纸绘制

古遗址和古墓葬的保护及维修工程应该根据工程的要求,绘制响应工程图纸,配合勘察报告,现状图纸绘制应该遵循以下原则:

- (1)、应该首先绘制古遗址古墓葬的现状图纸。现状图纸的绘制,应该符合工程绘图的要求,按照古遗址古墓葬的特点,绘制相应图纸。
- (2)、现状图纸的绘制应该尽可能反应古遗址和古墓葬的实际情况,做到 真实和完整的反应。
- (3)、现状图纸的绘制可运用多种手段,传统的手段以及新的科技手段。 表现形式可以多种多样。
 - (4)、现状图纸的绘制应该做到细致和深入: 古遗址古墓葬的现状图纸绘制,应该按照其具体情况安排:
 - 1)、 对于城墙夯土类型的古遗址,应该绘制下列图纸:

总平面图: 绘制城墙所在区域的总平面图,标注包括遗址,但不仅限于遗址的周边环境因素;包括城市建设因素诸如建筑物,道路广场,自然因素包括山川河流地形地貌等。标注风力风向,风玫瑰等。总平面图的比例一般要求在500-2000之间。

对于古墓葬,要全面标注墓葬的相关范围,如兆域。墓园等要素。

夯土结构的平面图,标注相关尺寸。特别是对损部位的尺寸的标注。图纸绘制比例一般不小于1:100。

剖面图,设置合理的剖切位置,最好能够显示夯土结构存在问题的部位,详细标注尺寸。剖面图的数量应根据需要显示的不同剖切位置来确定。图纸绘制比例一般不小于1:100。

立面图:对于夯土结构视线所涉及范围的投影面所存在的各类病害,应尽可能标注清楚,病害的类型可以按照国家文物局已颁布的病害标注标准进行绘制。 图纸绘制比例一般不小于1:100。

细部详图:对于必须详细绘制的特别是一些病害的重要部位,应该绘制大样图:图纸比例一般在1:10左右,根据实际情况确定。

附图及照片:如果能够找到遗址的历史资料如图纸,文献的摘要等,也应该 将对于工程有着证据作用的有选择的附在文件的图版部分。

由于古遗址与古墓葬的特殊形态,很多情况下,按照一般的建筑工程的绘图无法真实或全面表达遗址的质感或者实际感受,因此必须借助照相手段,因此现状部分应该附上古遗址,古墓葬的相应照片,特别要和图纸对照选用病害部位的清晰照片。

6.2.3 保护工程设计文件编写

保护工程设计文本的编写,要按照《文物保护工程勘察设计要求的》的相关原则和指导思想,结合每一个古遗址古墓葬的实际情况进行编写。根据古遗址与古墓葬工程的规模和难度,应分阶段制定设计文件。对于规模大,涉及设计因素复杂,且具有较大难度的工程,要首先进行项目的初步设计,主要解决工程的规模,目标以及主要保护修复措施。经过充分论证和评估,再进入扩大的初步设计阶段,主要解决个专业的配合及重要节点的技术问题。最后进行施工图设计阶段。

设计文件主要包含下列各项内容:

- (1)、项目概述; 介绍项目的基本情况和编制的背景,如古遗址古墓葬的 基本情况介绍及勘察报告的主要内容等。包括设计的进展,委托方的情况等;
 - (2)、设计依据:编制依据和原则
 - 6.2.3.1 编制依据
 - (1) 法律法规

《中华人民共和国文物保护法》是文物保护相关法律法规、部门规章及相关规范的基石,《中华人民共和国文物保护法实施条例》根据《中华人民共和国文

物保护法》制定。《中华人民共和国文物保护法》《中华人民共和国文物保护法实施条例》中第二章针对"不可移动文物"专设一章。

(2) 部门规章

根据《中华人民共和国文物保护法》和《中华人民共和国建筑法》的有关规定,为进一步加强文物保护工程的管理制定《文物保护工程管理办法》。《文物保护工程管理办法》总则中明确了文物保护工程的分类,通常情况下,文物保护工程性质需依据该分类确定。"立项与勘察设计"章节中简略地罗列了勘察和方案设计文件应包括的内容。

此外,文物所在各地亦有出台各类文物保护工程相关行政法规、部门规章。

(3) 行业准则

《中国文物古迹保护准则》(以下简称《准则》)于 2000 年印发颁行, 2015 年重新修订。国家文物局在发布《准则》时指出 "包括政府公务员和管理、研究、测绘、设计、施工、教育、传媒的一切人员,必须在专业行为和职业道德上受到《准则》的约束""《准则》是评价保护工作的标准。保护事务都必须严格遵守相应的法规、规定,同时所有专业性方案的制定及其成果都应以《准则》为依据进行评估"。

《准则》分为总则、保护原则、保护和管理工作程序、保护措施、合理利用、 附则,共计六章。其中明确了中国文物保护的原则,定义了各类保护措施,明确 保护措施的选用标准,对于文物保护工程文本的编制具有重要的指导意义。

(4) 规范性文件

①通用规范

为进一步加强对文物保护工程勘察设计工作的管理,规范文物保护工程勘察设计文件的编制,保证勘察设计质量,国家文物局于2013年5月印发《文物保护工程设计文件编制深度要求》中按照建筑类、遗址类、石窟寺及石刻类、安全防护类四类工程说明要求适用范围,罗列四类工程中需要专项设计的内容。对现状勘察、方案设计、施工图设计文件

及概预算文件的内容、深度、格式予以规范。对文物保护工程中涉及的专项单列一章,提出相关提示与要求。

②专项规范

(1) 遵循立项要求

《文物保护工程管理办法》中要求文物保护工程需申报立项。《全国重点文物保护单位文物保护工程申报审批管理办法(试行)》进一步明确全国重点文物保护单位的抢险加固、修缮、保护性设施建设及迁移等文物保护工程需要编写立项报告,根据立项批复意见,编制技术方案。

项目立项文件为文物保护工程设计文件编制的前提,文物保护工程设计文件 应符合立项文件的相关要求,特别应注意立项文件中关于文物保护工程的性质、 内容、范围、规模的相关要求。其中文物保护工程的性质通常是依据《文物保护 工程管理办法》中第五条的分类方式,将文物保护工程分为保养维护工程、抢险 加固工程、修缮工程、保护性设施建设工程、迁移工程等。文物保护工程的性质 以及文物的类型共同决定了勘察设计文件编制的规范依据。如依据《文物保护工 程设计文件编制深度要求》建筑类文物保养维护工程可根据实际情况编制,抢险 加固工程、修缮工程需依据深度要求编制设计文件。《文物保护工程设计文件编 制深度要求》适用范围及专项设计内容见表 5-1。

(3)设计文件规范

文物保护工程设计文件的编制应格式规范,内容完整,无缺项,达到该阶段 设计文件深度要求。

设计文件应依据文物类型、工程类型,总体应符合《文物保护工程设计文件编制深度要求》(下文简称《深度要求》),涉及原址复建、保护范围内的保护性设施建设工程、近现代文物建筑结构、设备改造工程、附加构筑物保护工程、锚固工程、灌浆工程、防洪工程、防风化工程、防渗排水工程还需依据《深度要求》确定是否需要专项设计。《文物保护工程设计文件编制深度要求》具体适用范围及专项设计内容见表 5-1。

表 5-1《文物保护工程设计文件编制深度要求》具体适用范围及专项设计内容表

文物类型	遗址类		
大阪大主	古城址、古窑址、古墓葬、古代聚落址等生产生活遗址		
	保养维护		0
	工程		<u> </u>
基框类型	抢险加固		0
工程	工程		O
类型	修缮工程		0
	保护性设施建设工程		_
	迁移工程		_
专 项 工 程 类 型	附加构筑物保护	Δ	
		描固工程	
		灌浆工程	
	防洪工程	Δ	
	防风化工程	Δ	
	防渗排水工程	Δ	

6.2.3.2 设计原则和指导思想

(1) 保护原则

文物保护工程应执行"保护为主,抢救第一,合理利用,加强管理"的文物保护方针,严格遵守《中华人民共和国文物保护法》《文物保护工程管理办法》等法律法规及行业标准,参照执行《中国文物古迹保护准则》。

《中国文物古迹保护准则》(2015年修订版)第二章提出了文物的七条保护原则,并对其进行了阐释。这七条原则分别是 "不改变原状""真实性""完整性""最低限度干预""保护文化传统""使用恰当的保护技术""防灾减灾"。

"不改变原状"是文物古迹保护的要义。它意味着真实、完整地保护文物古迹在历史过程中形成的价值及其体现这种价值的状态,有效地保护文物古迹的历史、文化环境,并通过保护延续相关的文化传统。

"真实性"是指文物古迹本身的材料、工艺、设计及其环境和它所反映的历史、文化、社会等相关信息的真实性。对文物古迹的保护就是保护这些信息及其来源的真实性。与文物古迹相关的文化传统的延续同样也是对真实性的保护。

"完整性"文物古迹的保护是对其价值、价值载体及其环境等体现文物古迹 价值的各个要素的完整保护。文物古迹在历史演化过程中形成的包括各个时代特 征、具有价值的物质遗存都应得到尊重。

"最低限度干预"应当把干预限制在保证文物古迹安全的程度上。为减少对 文物古迹的干预,应对文物古迹采取预防性保护。

"保护文化传统"当文物古迹与某种文化传统相关联,文物古迹的价值又取决于这种文化传统的延续时,保护文物古迹的同时应考虑对这种文化传统的保护。

"使用恰当的保护技术"应当使用经检验有利于文物古迹长期保存的成熟技术,文物古迹原有的技术和材料应当保护。对原有科学的、利于文物古迹长期保护的传统工艺应当传承。所有新材料和工艺都必须经过前期试验,证明切实有效,对文物古迹长期保存无害、无碍,方可使用。所有保护措施不得妨碍再次对文物古迹进行保护,在可能的情况下应当是可逆的。

"防灾减灾"及时认识并消除可能引发灾害的危险因素,预防灾害的发生。 要充分评估各类灾害对文物古迹和人员可能造成的危害,制定应对突发灾害的应 急预案,把灾害发生后可能出现的损失减到最小。对相关人员进行应急预案培训。

(2) 指导思想

6.2.3.3 工程性质

根据《文物保护工程管理办法》,文物保护工程按性质可分为保养维护工程、 抢险加固工程、修缮工程、保护性设施建设工程、迁移工程等。

- (1) 保养维护工程,系指针对文物的轻微损害所做的日常性、季节性的养护。
- (2)抢险加固工程,系指文物突发严重危险时,由于时间、技术、经费等条件的限制,不能进行彻底修缮而对文物采取具有可逆性的临时抢险加固措施的工程。
- (3)修缮工程,系指为保护文物本体所必需的结构加固处理和维修,包括结合结构加固而进行的局部复原工程。
 - (4) 保护性设施建设工程,系指为保护文物而附加安全防护设施的工程。
- (5)迁移工程,系指因保护工作特别需要,并无其他更为有效的手段时所 采取的将文物整体或局部搬迁、异地保护的工程。

根据病害和问题确定工程性质,说明要达到的修复效果和景观效果。同一工程包含不同性质的子项工程时,要逐一说明。

6.2.3.4 工程范围和规模

明确限定工程范围,量化表述工程规模。同一工程包含不同性质的子项工程时,要逐一说明。

6.2.3.5 保护措施

保护措施是通过技术手段对文物本体及环境进行保护、加固和修复,包括保养维护与监测、加固、修缮、保护性设施建设、迁移以及环境整治等。保护措施可以改善文物的安全状态,减缓或制止文物的蜕变过程,但无法恢复已经损失或遭到破坏的历史信息。不恰当的保护措施可能会加剧对文物的损害。

(1) 保养维护与监测工程的保护措施

保养维护能及时消除影响文物古迹安全的隐患,并保证文物古迹的整洁。措施包括及时修补破损的瓦面,清除影响文物古迹安全的杂草植物,保证排水、消防系统的有效性,维护文物古迹及其环境的整洁等。保养维护工程不需要编制专项设计,但应制定保养维护规程。

监测是认识文物古迹蜕变过程及时发现文物古迹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。

监测包括定期巡视、观察和仪器记录等多种方式,内容包括:

- a) 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。
 - b) 对消防、避雷、防洪、固坡等安全设施的定期检测的记录。
 - c) 旅游活动和其他社会因素对文物古迹及环境影响的记录。
 - d) 有关的环境质量监测记录。

(2) 加固工程的保护措施

加固是对文物古迹的不安全的结构或构造进行支撑、补强,恢复其安全性的措施。通常作用于文物古迹本体。应特别注意避免由于改变文物古迹的应力分布,对文物古迹造成新的损害。由于加固要求增加的支撑应考虑对文物古迹整体形象的影响。非临时性的加固措施应当做出标记、说明。

进行抢险加固时,应注意采取可逆性措施,以便险情舒解后采取进一步的加固、修复措施。

当采用新材料进行表面喷涂、灌注补强的加固时,应注意下述要点:

- a)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保护文物原状的方面;
- b) 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;
 - c) 要有相应的科学检测和阶段监测报告。

(3) 修缮工程的保护措施

修缮工程包含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。重点修复包括恢复文物古迹结 构的稳定状态,修补损坏部分,添补主要的缺失部分等。

修缮工程需尽量保留原有构件,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。保护措施应优先采用传统技术。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。尽量避免使用全部解体的方法,解体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。修复可适当有依据地恢复已缺失部分的原状。

修缮工程的保护措施设计说明应包含下述内容:

- a) 表述针对损伤、病害采取的修缮防治措施。对于修缮内容的描述应具体化、量化。当针对病害的保护措施较多时,为达成表述清晰,可采用附表方式,编制修缮措施表。
- b)提出对建筑修复材料、做法方面的技术要求。尽量使用原材料、原工艺、原做法进行修复。对于建筑的修缮,可按照"楼地面工程、木构架工程、墙体工程、木装修工程、屋面工程、油漆断白工程、防水防潮防腐白蚁防治工程"的体例来进行表述。
- c)采用新材料或涉及建筑安全的结构材料时,应有严格的技术要求和材料的 检测报告及质量标准说明。必要时可作多种材料、做法的比较,并提出推荐方案。

d)对于遗址类、石窟类的修缮工程,如需要应用锚固工程、灌浆工程、防 渗排水工程、防风化、壁画保护等措施,应进行专项设计。

(4) 保护性设施建设工程的保护措施

设计、建造保护性设施时,应把保护功能放在首位,不得损伤文物本体,同时尽量减少对环境的影响。保护性设施的形式应简洁、朴素,淡化外形特征,减少对文物本体原有形象特征的影响。在必要情况下,保护性设施应能够拆除或更新,同时不会造成对文物本体的损害。用于预防文物周边自然灾害的保护性设施,应达到长期安全的要求。

保护性设施建设工程的保护措施设计说明应包含下述内容:

- a) 陈述保护性设施的必要性。
- b)提出保护对象的保护措施。针对保护性设施中保护对象存在的损伤、病害等问题所采取的保护措施,如覆土回填、原址展示。对于原址展示部分,针对不同对象存在的特定问题制定适宜的保护措施,如防水措施、通风防潮措施、防生物病害措施、防风化措施、防尘措施、遮阳措施、防开裂措施、应对突发自然灾害的措施等。
- c)编制保护性设施设计专篇。表述保护性设施的设计及其与保护对象的关系处理。保护性设施的设计应具有可逆性,可通过多方案比选来选取最优方案,可制定设计、施工中的专项保护措施。

(5) 迁移工程的保护措施

迁建必须取得并保留全部原状资料,详细记录迁建全过程。新址选择的环境 应尽量与迁建之前环境的特征相似。迁建后必须排除原有的不安全因素,恢复有 依据的原状,应保护各个时期的历史信息,避免更换有价值的构件。

迁建工程的保护措施设计说明应包含下述内容:

- a) 确定新的坐标与高程。
- b) 表述迁移对象损伤、病害的修缮措施。对于修缮内容的描述应具体化、量化。当针对病害的保护措施较多时,为达成表述清晰,可采用附表方式,编制修缮措施表。

- c)提出对建筑修复材料、做法方面的技术要求。尽量使用原材料、原工艺、原做法进行修复。对于建筑的修缮,可按照"楼地面工程、木构架工程、墙体工程、木装修工程、屋面工程、油漆断白工程、防水防潮防腐白蚁防治工程"的体例来进行表述。
- d) 采用新材料或涉及建筑安全的结构材料时, 应有严格的技术要求和材料的 检测报告及质量标准说明。必要时可作多种材料、做法的比较, 并提出推荐方案。

6.2.3.6 其他

表述地理环境、气象特征、场地条件等与保护工程、保护措施相关联的内容。 当文物保护工程中包含结构、电气、设备等不同专业时,应有相应专业的设计说明。

(1) 结构专业设计说明

- a) 修缮措施尽可能不改变原有结构体系,不应伤及文物建筑的核心价值,在 此限制条件下,明确修缮可达到的效果;
 - b) 当有专项检测时,应列述专项检测报告中的主要结论;
 - c) 明确结构工程设计的参考规范, 材料要求、施工工艺要求;
 - d) 必要时提供力学分析;
 - e) 引用现行规范需做专门说明。

结构专业设计说明应具备下述体例:工程概况;主要标准、法规和图集;相 应的专项检测报告;拟采用的修缮方法及预期修缮效果;所采用结构材料的品种、 规格、性能及相应的产品标准:施工中应遵守的施工规范和注意事项。

(2) 设备专业设计说明

- a)设计说明中需明确文物保护等级、建筑面积及结构类型等概况、设备现状的结论、建筑使用功能定位、本次保护工程设备专业的目的以及工程内容。
 - b) 阐明编制文件主要设计依据,含相关标准、法规和图集。
 - c)各个子系统概述。
 - d) 列出材料统计表,含材料名称,规格及数量。
 - e) 主要设备需平面布置图, 系统原理图。

设备专业设计说明应具备下述体例:设计依据;各子系统介绍;设备材料表;计算书等内容。

(3) 电气专业设计说明

- a)设计说明中需明确文物保护等级、建筑面积及结构类型等概况、电气现状的结论、建筑使用功能定位、本次保护工程电气专业的目的以及工程内容。
 - b) 阐明编制文件主要设计依据,含相关标准、法规和图集。

电气专业设计说明应具备下述体例:设计依据;设计范围及内容;供电设计; 照明设计;线路敷设;防雷、接地系统;电气消防。

(4)、现状图纸的绘制应该做到细致和深入:

6.2.4 保护工程设计图纸绘制

古遗址古墓葬的现状图纸绘制,应该按照其具体情况安排:

1)、 对于城墙夯土类型的古遗址,应该绘制下列图纸:

总平面图: 绘制城墙所在区域的总平面图,标注包括遗址,但不仅限于遗址的周边环境因素;包括城市建设因素诸如建筑物,道路广场,自然因素包括山川河流地形地貌等。标注风力风向,风玫瑰等。总平面图的比例一般要求在500-2000之间。

对于古墓葬, 要全面标注墓葬的相关范围, 如兆域。墓园等要素。

夯土结构的平面图,标注相关尺寸。特别是对损部位的尺寸的标注。图纸绘制比例一般不小于 1:100.

剖面图,设置合理的剖切位置,最好能够显示夯土结构存在问题的部位,详细标注尺寸。剖面图的数量应根据需要显示的不同剖切位置来确定。图纸绘制比例一般不小于1:100

立面图:对于夯土结构视线所涉及范围的投影面所存在的各类病害,应尽可能标注清楚,病害的类型可以按照国家文物局已颁布的病害标注标准进行绘制。 图纸绘制比例一般不小于1:100.

细部详图:对于必须详细绘制的特别是一些病害的重要部位,应该绘制大样图:图纸比例一般在1:10 左右,根据实际情况确定。

附图及照片:如果能够找到遗址的历史资料如图纸,文献的摘要等,也应该 将对于工程有着证据作用的有选择的附在文件的图版部分。 由于古遗址与古墓葬的特殊形态,很多情况下,按照一般的建筑工程的绘图 无法真实或全面表达遗址的质感或者实际感受,因此必须借助照相手段,因此现状部分应该附上古遗址,古墓葬的相应照片,特别要和图纸对照选用病害部位的 清晰照片。

6.3 古遗址古墓葬保护工程概算、预算

6.3.1 预算编制依据及原则

概预算编制依据主要包括: 国家、行业和地方政府的有关法律、法规或规定; 政府有关部门、金融机构等发布的价格指数、利率、汇率、税率等有关参数; 行业部门、项目所在地工程造价管理机构或行业协会等编制的投资估算指标、概算指标(定额)、工程建设 , 其他费用定额(规定)、综合单价、价格指数和有关造价文件等; 类似工程的各种技术经济指标和参数。工程所在地同期的人工、材料、机械市场价格,建筑、工艺及附属设备的市场价格和有关费用。与保护工程相关的: 工程地质资料、设计文件、图纸或有关设计专业提供的主要工程量和主要设备清单等。具体如下:

1 法律法规

《中华人民共和国预算法》(2018年修正);

《中华人民共和国文物保护法》(2017年修正);

《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2017年修正);

《中华人民共和国政府采购法》(2014年修正);

《中华人民共和国建筑法》(2011年修正);

《中华人民共和国合同法》(1999年);

《中华人民共和国招标投标法》(2017年修正);

《中华人民共和国价格法》(2011年修订);

《工伤保险条例(修订版)》(1997年)。

2 行业规章

《国家文物保护专项资金管理办法》(财文[2018]178号);

《财政支出绩效评价管理暂行办法》(财预[2011]285号);

《文物保护工程审批管理暂行规定》(文物保发[2008]19号);

《中国文物古迹保护准则》(2015版);

《文物保护工程管理办法》(文化部令第26号);

《建设工程价款结算暂行办法》(财建[2004]369号);

《工程保护工程施工招标投标办法》(七部委令第30号):

《建筑工程施工发包与承包计价管理办法》(2013年);

《关于降低部分保护工程收费标准规范行为等有关问题的通知》(发改价格 [2011]534号);

《招标代理业务收费管理暂行办法》(计价格[2002]1980号);

《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格[2007]670号);

《基本保护工程建设成本管理规定》(财建[2016]504号);

《保护工程前期工作咨询收费暂行规定》(计价格[1999]1283);

《工程勘察设计收费管理规定》(计价格[2002]10号);

《关于调整建设工程计价依据增值税税率的通知》(建办标函[2019]193号):

《建筑安装工程费用项目组成》(建标[2013]44号);

《考古调查、勘探、发掘经费预算定额管理办法》(1990 文物字第 248 号)。

3 行业规程

保护工程投资估算编审规程(CECA/GC 1-2015);

保护工程设计概算编审规程(CECA/GC 2-2015):

保护工程施工图预算编审规程(CECA / GC5-2010);

- 4 定额指标
- (1) 全国统一定额

《古建筑修缮工程消耗量定额》(TY01-01(03)-2018);

2000《全国统一安装工程预算定额》:

- 1995《全国统一房屋修缮工程预算定额》。
- (2) 全国各地方各专业定额
- 2012《北京市房屋修缮工程计价依据-预算定额》:
- 2011《太原市修缮工程预算定额》-《古建筑分册》;
- 2010《河北省古建(明清)修缮工程消耗量定额》等。
- 5 财政部、国家文物局和省级文物行政主管部门的批复文件及批准的项目设计方案。

6 其他有关依据

文物、建设主管部门发布的同类工程造价指标、相关市场价格信息等。

6.3.2 保护工程估算编制方法

1投资估算组成

投资估算一般要求编制总投资估算表。包括工程费用、工程建设其他费用和 预备费组成,工程费用应分解到主要单项工程;工程建设其他费用可在总投资估 算表中分项计算。

2 投资估算编制方法

古遗址古墓葬保护工程投资估算,一般在项目立项或计划阶段(项目建议书或可研阶段),按照拟保护工程采用的设计方案及总图布置,参考拟保护工程所在地的投资估算基础资料和数据,采用指标估算法编制。

指标估算法是把保护工程以单项工程为单位,划分为建筑工程、设备购置、安装工程等,根据各种具体的投资估算指标,进行各单项工程投资的估算,在此基础上汇集编制成保护工程的工程费用投资估算。最后,按相关规定估算工程建设其他费用、预备费形成保护工程总投资。

工程费

建筑物以平方米或立方米为单位,套用规模相当、结构形式和建筑标准相适应的投资估算指标或类似工程造价资料进行估算,构筑物以延长米、平方米、立

方米或座为单位,套用技术标准、结构形式相适应投资估算指标或类似工程造价 资料进行估算。当无适当估算指标或类似工程造价资料时,可采用计算主要实物 工程量套用相关综合定额或概算定额进行估算。

土石方、总平面竖向布置、道路及场地铺砌、室外综合管网和线路,围墙等,分别以立方米、平方米、延长米或座为单位,套用技术标准、结构形式相适应的投资估算指标或类似工程造价资料进行估算。当无适当估算指标或类似工程造价资料时,可用计算主要实物工程量套用相关综合定额或概算定额进行估算。

工程建设其他费用

工程建设其他费用主要包括建设用地费(含征地补偿费用、拆迁补偿费用等)、建设管理费(含项目建设管理费、工程总承包管理费、工程监理费、工程造价咨询费等)、前期工作咨询费、研究试验费、勘察设计费、专项评价及验收费、场地准备及临时设施费、工程保险费、特殊设备安全监督检验费、市政公用设施费等。

工程建设其他费用的计算应结合保护工程的具体情况,根据国家、行业部门、工程所在地地方政府的有关工程建设其他费用定额(规定)和计算办法估算。

基本预备费

基本预备费估算,一般是以保护工程的工程费用和工程建设其他费用之和为基础,乘以基本预备费率进行计算。基本预备费率应根据保护工程的设计深度、采用的各项估算指标的精确度、项目所属行业主管部门的具体规定等综合确定。一般取 8%-10%。

6.3.3 保护工程概预算编制方法

1保护工程概预算的组成

保护工程概预算由组成该保护工程的工程费(各个单项工程综合预算)以及经计算的工程建设其他费、预备费汇总而成。古遗址古墓葬保护工程预算, 主要包括勘测费、规划及方案设计费、材料费、燃料动力费、设备费、施工费、监理费、劳务费、专家咨询费、测试化验加工费、管理费、资料整理和报告出版费。一般由工程费、其他费、预备费组成。

2 概预算编制方法

古遗址古墓葬保护工程概预算,一般在项目方案设计阶段或施工图设计阶段,按照拟保护工程设计文件计算各分部分项工程量,按工程所在省(自治区、直辖市)或行业颁发的预算定额或单位估价表,以及建筑安装工程费用定额进行编制,即采用定额单价法和实物量法编制。

定额单价法是用事先编制好的分项工程的单位估价表来编制预算的方法。

实物量法是依据施工图纸和预算定额的项目划分及工程量计算规则,先计算出分部分项工程量,然后套用预算定额(实物量定额)来编制预算的方法。

工程费,根据批复的方案设计工程量,按工程所在省、自治区、直辖市颁发的预算定额(指标)或行业预算定额(指标),以及工程费用定额计算。

所在地区没有相应预算定额的,可参考《古建筑修缮工程消耗量定额》 (TY01-01(03)-2018)、1995 年《全国统一房屋修缮工程预算定额》,或参考相 近省份的相应定额标准。

其他费包括:项目建设管理费、研究试验费、勘测费、规划及方案设计费、工程监理费、审计费、工程保险费、场地准备及临时设施费、专利及专有技术使用费、资料整理和报告出版费等,可根据实际情况进行选择。其费用计算办法详见《工程建设其他费用参考计算方法》(附件 1)。

预备费,主要用以弥补在编制总预算时难以预料,而实际可能发生的费用,如设计变更、建设期内价格变化等导致的费用增加,以及文物建筑的特殊性,预备费按工程费与其他费之和的4%-6%计取。

7 古遗址古墓葬保护工程实施

7.1 保护工程实施原则

7.1.1 保护工程的目的和指导思想

《中国文物古迹保护准则》(2015)第2条:准则的宗旨是对文物古迹实施有效保护。保护是指为保存文物古迹及其环境和其他相关要素进行的全部活动。保护的目的是通过技术和管理措施真实、完整地保存其历史信息及其价值。

《中国文物古迹保护准则》(2015)第5条:研究应贯穿保护工作全过程, 所有保护程序都要以研究成果为依据。

《中国文物古迹保护准则》(2015)第7条:文物古迹的从业人员应具有相关的专业教育背景,并经过专业培训取得相应资格。获取资格的从业人员,应定期接受培训,提高工作能力。

7.1.2 工程实施的主要原则

《中国文物古迹保护准则》(2015)第二章 保护原则

第9条 不改变原状:是文物古迹保护的要义。它意味着真实、完整地保护 文物古迹在历史过程中形成的价值及其体现这种价值的状态,有效地保护文物古 迹的历史、文化环境,并通过保护延续相关的文化传统。

的和改变过的构件;

第 13 条 保护文化传统: 当文物古迹与某种文化传统相关联,文物古迹的价值又取决于这种文化传统的延续时,保护文物古迹的同时应考虑对这种文化传统的保护。

阐释:保护文物古迹,也是保护其反映的文化多样性。文物古迹可能是举行传统活动的场所,或与特定的生产、生活方式或非物质文化遗产相关。这些文化传统,生产、生活方式,非物质文化遗产也是文物古迹价值的重要的组成部分。对文物古迹的保护同时也是对这些传统文化、生产、生活方式和非物质文化遗产的延续。对文物古迹的保护应当促进这些传统活动、生产、生活方式和非物质文化遗产适应当代生活的发展并保持活力。

第 14 条 使用恰当的保护技术:应当使用经检验有利于文物古迹长期保存的成熟技术,文物古迹原有的技术和材料应当保护。对原有科学的、利于文物古迹长期保护的传统工艺应当传承。所有新材料和工艺都必须经过前期试验,证明切实有效,对文物古迹长期保存无害、无碍,方可使用。

运用于文物古迹的保护技术措施应不妨碍以后进一步的保护,应尽可能采用 具有可逆性的保护措施,以便有更好的技术措施时,可以撤销以前的技术措施而 不对文物古迹本体及其价值造成损失。 第十九条 文物保护工程必须遵守国家有关施工的法律、法规和规章、规范,购置的工程材料应当符合文物保护工程质量的要求。施工单位应当严格按照设计文件的要求进行施工,其工作程序为:

- 一 依据设计文件,编制施工方案;
- 二 施工人员进场前要接受文物保护相关知识的培训;
- 三 按文物保护工程的要求作好施工记录和施工统计文件, 收集有关文物资料;

四 进行质量自检,对工程的隐蔽部分必须与业主单位、设计单位、监理单位共同检验并做好记录;

五 提交竣工资料;

六 按合同约定负责保修,保修期限自竣工验收之日起计算,除保养维护、 抢险加固工程以外,不少于五年。

第二十条 施工过程中如发现新的文物、有关资料或其他影响文物保护的重 大问题,要立即记录,保护现场,并经原申报机关向原审批机关报告,请示处理 办法。

第二十一条 施工过程中如需变更或补充已批准的技术设计,由工程业主单位、设计单位和施工单位共同现场洽商,并报原申报机关备案;如需变更已批准的工程项目或方案设计中的重要内容,必须经原申报机关报审批机关批准。

第二十二条 文物保护工程应当按工序分阶段验收。重大工程告一段落时,项目的审批机关应当组织或者委托有关单位进行阶段验收。

第二十三条 工程竣工后,由业主单位会同设计单位、施工单位、监理单位 对工程质量进行验评,并提交工程总结报告、竣工报告、竣工图纸、财务决算书 及说明等资料,经原申报机关初验合格后报审批机关。项目的审批机关视工程项 目的实际情况成立验收小组或者委托有关单位,组织竣工验收。

第二十四条 对工程验收中发现的质量问题,由业主单位及时组织整改。

第二十五条 文物保护工程的业主单位、勘察设计单位、施工单位、申报机 关和审批机关应当建立有关工程行政、技术和财务文件的档案管理制度。所有工 程资料应当立卷存档并归入文物保护单位记录档案。

重要工程应当在验收后三年内发表技术报告。

7.2 项目现场准备阶段组织与安全管理

与古建筑修缮项目类同,古遗址古墓葬保护工程施工一般也可以分为准备阶段、实施阶段、竣工验收阶段与保修阶段。

准备阶段主要任务:组建项目部,做好现场复核、图纸会审、设计交底,编制施工阶段的施工组织设计和专项施工技术方案,及时开展上岗培训,完成施工现场布置和技术、材料、机具准备,满足开工条件。

7.2.1 组建项目部一项目现场组织机构

项目部是施工单位针对具体修缮项目施工组建的项目管理机构。设置项目部的目的是产生组织功能,实现施工项目管理的总目标。组建项目部的原则:因目标设事,因事设机构定编制,按编制设岗位定人员,以职责定制度授权力。文物保护工程的规模一般较小,项目组织机构的设置应尽可能精干高效。

- 1)项目部职责
- ① 项目部负责修缮项目施工的组织、协调、控制和决策,动态管理各施工要素,对修缮项目施工的安全、进度、质量、造价等全面负责。
- ② 项目部应当配备与文物保护级别、项目施工规模和技术复杂程度相适应、 经过专业培训的施工管理人员,要包括项目负责人、各专业负责人、质检员、材料员、安全员、资料员、造价员等。

项目部主要由项目负责人、各专业负责人、质检员、材料员、安全员、资料员、造价员等人员组成,进行项目施工的组织、协调、控制和决策,动态管理各施工要素,全负责项目施工的安全、进度、质量、造价等

2) 项目施工管理人员岗位职责

项目负责人(经理):

- ① 项目负责人必须具有文物保护工程从业资格,全面负责修缮项目施工的现场组织管理和质量控制,并对施工安全和质量负直接责任;组织制订各项管理制度,建立健全各管理岗位的目标责任制度,履行管理目标责任书规定的各项职责。
- ② 组织项目部人员在开工前熟悉设计文件,参加图纸会审、设计交底,主持编制施工组织设计和施工总进度计划。
- ③ 负责项目部的技术、质量、进度、安全、造价、资料、材料、验收等工作管理,每日到岗。
- ④以企业法人代表的身份处理与所承担的工程项目有关的外部关系, 受委托 签署有关合同。

专业(技术)负责人:

- ① 负责本专业的施工组织与协调,严格按照施工组织设计要求组织预检、 隐检、质检、试验等工作,负责本专业的质量、进度、安全和现场管理,协调各 专业交叉施工,控制重要工艺流程。
- ② 负责本专业的专项施工技术方案编制以及实施阶段的安全交底、技术交底、安全技术交底等工作,主持审核施工图纸的设计深度,解决专业技术问题。
 - ③ 负责本专业进度计划编制、执行和检查。
 - ④ 负责本工程技术建档工作。
 - ⑤ 分阶段组织有关人员进入施工现场进行施工质量检查。

项目质检员:

负责质量检查和验收工作,及时发现和处理项目中不符合工序、工艺、材料要求的问题,参加预检、隐检,以及分项、分部、单位、总体工程的质量验收,及时填报、整理质量评定资料。

① 设立专职质量检查岗,负责本工程现场施工质量检查工作,作好质量检查记录。

- ② 按照本工程设计要求对进场材料、设备进行质量验收,对不符合工程质量要求的材料与设备有权拒绝进场。
 - ③ 组织隐蔽工程质量验收,并负责收集隐蔽工程质量验收记录。
 - ④ 负责定期编制现场施工质量简报。

项目材料员

- ① 负责新添配材料、构件的采购、进场检查、进场报验、保管和领用工作;按规定做好见证取样和材料复试。
 - ② 负责项目施工拆卸后可继续使用的老旧材料、构件的保管和领用工作。

项目安全(员)负责人:

- ① 落实各项安全管理制度,管理、检查项目施工现场安全,定期检查路标、路牌、安全标志的使用情况,及时发现和处理安全隐患,负责施工人员安全宣传和教育工作
 - ② 每日到岗,及时填写《安全日志》(表 2-37)。
 - ①设立专职安全保卫岗,负责本工程施工现场安全保卫工作。
 - ②定期对员工进行安全生产和文明施工教育。
- ③依据施工现场有关管理规定,监督检查进场人员遵守施工现场安全保卫制度。
 - ④负责保管进场物资,防止进场物资遗失和损坏。
 - ⑤负责处理工程中出现的安全事故。
 - ⑥负责本工程成品、半成品保护工作。
 - ⑦负责定期编制专场施工安全保卫工作执行情况简报。

项目资料员:

- ① 负责收集、整理、编制、汇总、移交、上报施工资料、影像资料及检查、验收资料。
- ② 督促专业负责人、安全员及时填写、移交《施工日志》和《安全日志》。 资料员不得由其他项目部成员兼任。

及时、真实、完整的保存及管理所有有效文字资料,包括:招标文件、招标图纸、招标期间答疑及会议纪要、投标文件、合同、施工许可证、开工报告、图纸会审记录文件、施工图纸、设计变更单、工程联系单、签证单、施工期间往来信函、隐蔽验收记录、检测报告、竣工验收报告、消防许可证、移交单、材料报审资料、工程检验批质量验收记录、分部分项工程质量验收记录、收发文签收记录、施工日志、各种竣工验收中需提交的其他材料资料等。

对上述资料进行整理、归类、登记、编号(如需要)、存档,做到分门别类、查找方便。

负责按工程验收要求对竣工资料进行整理、分册、汇总和装订和归档。

造价员

负责项目施工中工程量、进度款、竣工结算等相关资料的编制、报审工作, 核算项目施工造价等经济指标。

7.2.2 现场复核与设计交底

1) 现场复核

施工单位进驻现场,首先应对照设计文件进行现场复核,由监理单位旁站监督。

设计文件确认

施工单位应确认设计文件内容与文物行政部门的批复意见是否一致,相关设计负责人签字、设计单位盖章是否齐全,并能够满足项目施工要求。

病害和残损复核

对照设计说明及现状图纸中古建筑的病害、残损情况,核对残损病害部位、 病害类型、残损程度、受损数量等。

修缮做法和工程量复核

对照设计说明及设计图纸,核对修缮做法、工程量,确认设计文件的可行性。 复核情况记录

根据现场复核结果,施工单位应填写 《现场复核记录》(表 1-1),经项目负责人签字确认后,作为图纸会审的技术资料依据。现场复核时应以文字、绘图、照片、录像多种形式记录修缮前古建筑(文物古迹)的保存状态、重要节点构造工艺特点等,可绘制节点大样翻样图、彩画小样,描拓重要纹饰,三维数字化记录木雕、砖雕、石雕、灰塑等重要装饰构件。

2) 图纸会审

现场复核完成后,业主单位应组织(或委托监理单位代为组织)施工单位、监理单位会审设计文件,由施工单位按专业分类整理问题,汇总后形成《图纸会审记录》(表 1-2),并由施工单位、监理单位、业主单位签字确认后交由设计单位进行设计交底。

3)设计交底

图纸会审完成后,业主单位应组织设计单位、施工单位、监理单位共同进行设计交底,并在项目施工现场进行比对、确认。设计交底应包括以下内容:

- ① 设计单位向业主单位、施工单位、监理单位说明修缮项目施工的范围与概况;古建筑(文物古迹)价值特点、保存现状、保护内容;保护设计目标、设计原则、做法说明、材料要求、操作流程、工艺要求;施工的重点难点、样板种类等内容。
 - ② 设计单位解答《图纸会审记录》中所涉及的问题。
- ③ 施工单位应按专业汇总、整理设计交底内容,填写《设计交底记录》(表 1-3),经监理单位、设计单位、主单位签字确认有效。如需设计单位补充相关 图纸,应在《设计交底记录》中予以明确。

设计单位应根据设计交底情况和《设计交底记录》修改、补充完善设计文件。

7.2.3 施工组织设计基本要求

1) 基本要求

施工组织设计是施工单位以工程项目为对象,为指导项目施工技术、经济和管理而编制的综合性文件。编制施工组织设计,须遵守"不改变文物原状"原则,坚持"最小干预",保持"原形制、原结构、原工艺、原材料",并符合下列要求:

- ① 遵守招标文件、施工合同中有关文物建筑保护工程的进度、质量、安全、文物与成品保护、环境保护、工程造价等内容。
- ② 坚持科学合理的施工程序,科学配置资源,合理布置施工现场,并遵循传统工艺技术要求安排施工时间,实现均衡施工。
 - 2) 施工组织设计的编制依据包括:
 - (一) 文物保护法律、法规和相关要求。
 - (二)有关文物建筑保护工程的标准、规范。
 - (三) 文物行政主管部门的批准文件, 业主单位对施工的具体要求。
 - (四)经文物行政主管部门批准的工程设计文件。
 - (五) 工程施工合同。
 - (六)与工程项目有关的技术经济指标。
 - (七)须考虑的其他因素:
 - 1. 工程的地理位置、施工现场条件、水文地质情况及气象条件。
 - 2. 传统材料的市场供应能力、采购周期。
 - 3. 施工单位自身的生产能力、传统工具和机具设备状况、技术水平。
 - 3) 施工组织设计内容应包括:
 - (一) 工程概况。
 - (二) 工程项目的特点、重点、难点分析与对策。

- (三) 施工部署。
- (四) 施工进度计划。
- (五) 施工准备与资源配置计划。
- (六) 主要项目施工方法。
- (七) 施工现场平面布置。
- (八) 文物保护与成品保护措施,应包括附属文物(含室内陈设、壁画、 塑像等)保护内容。
 - (九) 施工资料管理。
 - (十) 季节性施工措施。
 - (十一) 进度管理、质量管理、安全管理、文明施工与环境管理等。
- 4)施工组织设计应由该项目负责人主持编制,经施工单位技术负责人审核,并由监理单位的项目总监理工程师审核同意,报业主单位认可后实施。重点、难点分部(分项)工程和重大专项工程应编制专项施工技术方案,由施工单位技术部门组织专家评审论证,并由施工单位技术负责人审核。
 - 5) 施工组织设计应实行动态管理,并符合下列要求:
 - (一)项目施工过程中发生下列情况时,

施工组织设计应及时修改或补充:

- 1. 有重大设计变更。
- 2. 有关法律、法规、规范和标准实施、修订和废止。
- 3. 主要施工方法有重大调整。
- 4. 资源配置有重大调整。
- 5. 施工环境有重大改变。
- (二) 修改或补充后的施工组织设计应重新核定后实施。
- (三) 工程项目实施前,应进行施工组织

设计逐级交底;项目施工过程中,应对施工组织设计的执行情况进行检查、分析并适时调整,建立月报制度,定期向业主单位报告实施情况。

- 6)施工组织设计是施工资料的重要组成部分,应在工程竣工验收后按照施工资料管理要求统一归档。
 - 5) 施工准备与资源配置计划
 - (一)施工准备包括技术准备、现场准备和资金准备。
- 1. 技术准备应包括施工所需技术资料的准备,主要分部(分项)施工技术 交底编制计划,主要材料检验、进场复检计划,样板制作计划等。
- 1)重点、难点分部(分项)工程和重大专项工程的专项施工技术方案,可制定编制计划,根据工程进展情况分阶段进行,确保在施工前编制完成。
- 2) 主要材料检验、进场复检工作计划应根据国家规范、设计要求及工程规模、进度等实际情况制定。
- 3)施工项目样板制作计划应针对使用材料和施工过程中的重要工序、节点, 根据工程特点及工艺特点制定,能够指导施工人员操作。
- 2. 现场准备应根据现场施工条件和工程实际需要,编制现场生产、生活等临时设施布置计划。
 - 3. 资金准备应根据施工进度计划编制资金使用及保障计划。
 - (二)资源配置计划应包括人力配置计划和物资配置计划等。
- 1. 人力配置计划应分工种确定各施工阶段用工数量,根据施工进度计划编制各施工阶段人力配置计划,并编制技术工人持证上岗和施工人员岗前培训计划。人力配置计划应明确各工种技术工人必须经过专业培训、考核,持证上岗;持证比例应符合国家及地方有关规定。

所有进入施工现场的管理人员、施工人员,在开工前必须经过项目岗前培训。项目岗前培训应制定培训计划,明确培训内容、培训时间、授课人员、培训方式等。培训时间不少于4课时,内容应包括文物保护法律法规、文物保护基本理论原则、与工程相关的文物行业技术标准、规范和政策文件等;文物防火防盗、安全施工和文明施工要求;业主单位的特殊要求等。

2. 物资配置计划应根据施工进度计划,确定主要工程材料和机具设备的配置计划,包括各施工阶段所需主要材料、机具设备的种类、数量、使用部位及进出场时间。

材料配置计划中必须有原材料的保护与利用计划;易受天气影响的、拆卸后再利用的构件必须在带有顶棚的工作间或保护棚内存放维修。

对于遗址类项目,如果主要工程内容中包含夯土项目,除非设计文件对于土源有专门规定,施工准备阶段必须对于项目附近可能利用的土源进行详细调查,依据其工程类别、主要技术参数、运抵现场的价格等因素择优选用,并报设计、监理、业主单位确认。不得选用有机质含量较高的杂土及膨胀土、淤泥质黏土等特殊土,一般不宜使用遗址塌落土及遗址根部硝碱土。

遗址类项目施工机具设备配置应尽可能包括采用传统工具,为提高效率,在征得设计方同意的情况下,可以适当配置小型电动工具。安装运输的各种机械、用于检测分析各类仪器依据实际需要配置。

- 6) 主要项目施工方法
- (一) 应科学确定分部(分项)工程名称,并针对主要分部(分项)工程制定施工技术方案或编写施工方法。
 - (二) 施工方法应符合项目施工内容、特点及具体的施工要求。
- (三) 高大的异形脚手架、防雨大棚脚手架和大型工地车间搭设,应有专项设计方案,并进行必要的验算和文字说明。
- (四) 大型工程项目的临时用水、用电应编制专项方案,并进行必要的验算和文字说明。
 - 7.2.4 开工条件
 - 1) 技术准备

专项施工技术方案

① 施工单位各专业负责人编制专项施工技术方案,填写《专项施工技术方案报审表》(表 1-9),经项目负责人审核通过后,报监理单位审批。

② 对较为复杂的专项施工技术方案,应由业主单位组织设计单位、施工单位、监理单位进行现场会商或由业主单位邀请相关专家进行专项论证会。

准备阶段的安全交底和技术交底

- ① 安全交底包括现场安全管理要求与措施、安全操作规程与注意事项等, 内容应涵盖文物安全、人员安全与施工安全。
- ② 技术交底包括施工组织设计交底、专项施工技术方案交底、分项工程技术交底、施工安全技术(安全防护、文物防护、设施安装、罩棚和各类脚手架等) 交底以及项目施工重点、难点等。
- ③ 安全交底由项目负责人交底到各专业负责人、安全员等项目部施工管理人员。应根据交底主要内容填写《安全交底记录(阶段)》(表 1 -10),经交底双方签字确认后,作为实施阶段向施工作业人员交底的依据。
- ④ 技术交底由项目负责人交底到各专业负责人、质检员等项目部施工管理人员。应根据交底主要内容填写《技术交底记录(阶段)》(表 1-11)、《施工安全技术交底记录(阶段)》(表 1-12),经交底双方签字确认后,为实施阶段向施工作业人员交底的依据。

2) 材料和机具准备

施工材料准备

- ① 各专业负责人及材料员应根据设计文件以及施工组织设计内容,统计主要施工材料的类别,明确材料性能与质量要求、材料加工与调配工艺,保证材料质量满足项目施工实际需要。施工单位应填写《主要材料类别、性能与质量要求》(表 1-13),报监理单位签字确认。《主要材料类别、性能与质量要求》是施工材料质量检查的依据。
- ② 对古建筑(文物古迹)结构安全和外观有较大影响的施工主要材料应进行原材料审查"封样",由施工单位填写《材料样品封样报审表》(表 1-14),报设计单位、监理单位、业主单位审查确认。《材料样品封样报审表》是材料进

场检查、核查、验收以及工程质量检查、验收的依据。施工单位应配合业主单位设置样品库,由业主单位和监理单位共同管理。

③ 各专业负责人及材料员应根据项目施工造价与进度计划,统计施工主要 材料的供应数量,保证材料供应满足进度计划与项目施工实际需要,填写《主要 材料供应数量与计划表》(表 1-15),报监理单位签字确认。

新添配材料、构件采购

应根据设计文件、《主要材料供应数量与计划表》和合同内容,按项目施工进度的需要进行材料、构件采购。

- ① 由业主单位采购的材料、构件,业主单位应保证材料、构件质量符合设计文件、合同约定及相关标准,质量证明文件应完整、真实和有效。
 - ② 施工单位自购材料、构件
- i 由施工单位采购的材料、构件应有质量证明文件,包括产品合格证、质量合格证、检验报告、试验报告、产品生产许可证和质量保证书等。质量证明文件应反映施工材料的品种、规格、数量、性能等指标,并与实际进场材料相符。
- ii 质量证明文件的复印件应与原件内容一致,加盖原件存放单位的公章, 注明原件存放处,并有经办人签字经办时间。
- iii 施工单位采购时应根据材料、构件的采购周期、批量、库存及质量要求, 提前储备材料、构件(如有含水率指标要求的木材或需要定制的特殊构件等)。

施工机具准备

各专业负责人应根据项目施工造价与进度计划,统计机具供应数量,明确供应计划,填写《主要机具供应数量与计划表》(表 1 -16),报监理单位签字确认。

- 4) 开工条件
- ① 施工单位应完成准备阶段的各项工作以及相关资料填报和存档,包括《现场复核记录上》《图纸会审记录》《设计交底记录》《施工组织设计报审表》《施工技术文件报审表》《施工()进度计划报审表》《现场文物(古树)记录》

《主要材料类别、性能与质量要求》《材料、样品封样报审表》《主要材料供应数量与计划表》《主要机具供应数量与计划表》《安全交底记录(阶段)》《技术交底记录(阶段)》《加工安全技术交底记录(阶段)》《分包单位报审表》等。

② 施工单位应填写《开工报告》(表 1-18)和《开工报审表》(表 1-19), 报监理单位审查批准后方可开工。

7.3 项目现场实施阶段 164

项目现场实施阶段应严格按照设计文件和施工组织设计要求进行施工,做好安全、技术、材料、质量、进度、造价、资料等方面管理工作,依法合规进行设计变更和工程洽商,完成合同约定任务和工期目标。

7.3.1 风景名胜区规划法规依据

新添配的材料、构件进场检查、报验

①进场检查: 材料及构件进场时,均应由材料员、专业负责人和质检员共同接收、检查,如涉及技术问题,设计单位应参加检查。

检查时,应按材料、构件采购和使用计划,明确交验材料、构件的名称、规格、数量、产品合格证等质量证明文件,填写《材料、构件进场检查记录》(表2-1),并报施工单位项目负责人签字确认。

②进场报验:主要材料、构件进场后,施工单位应向监理单位申请报验。对于土遗址项目,特别应注意土料、石灰等材料的报验与复试。

i 质检员、材料员应对进场材料、构件进行检查,填写《材料、构件进场核查表》(表 2-2),经项目负责人确认后,报监理单位进行现场核查。同时,对需要复试的材料、构件按规定通知监理人员到场见证取样,填写见证记录后送试。

225

¹⁶⁴ 主要参考国家文物局《古建筑修缮项目施工规程(试行)》(2018)"第三章 实施阶段", 有变动。

- ii 核查及复试合格后,由质检员、材料员填写《材料、构件进场报验表》 (表 2 -3),连同出厂合格证、质量检验报告、进场检查记录及复试资料等报 监理单位验收合格后方可使用。
- iii 第一次复试结果不合格,应进行第二次复试。第二次复试结果仍不合格的材料、构件应退场,并以文字说明处理结果。
- iv 因使用不合格材料、构件造成质量事故,应依法追究相关人员的法律责任。
- v 材料、构件验收合格后,应按项目施工现场平面布置要求一次就位,并做好标识。

老旧材料、构件使用

根据设计文件要求,项目施工中选用的老旧材料、构件需经设计单位现场确认后,由监理单位监督使用。

施工阶段的安全交底和技术交底

安全交底

以准备阶段的安全交底记录为依据,由专业负责人、安全员向施工作业人员进行交底。应根据交底主要内容填写《安全交底记录(阶段)》(表 1 - 10),交底双方签字确认。

② 技术交底(含施工安全技术交底)

以准备阶段的技术交底记录为依据,由专业负责人、质检员向施工作业人员进行交底。应根据交底主要内容填写《技术交底记录(阶段)》(表 1 - 11),交底双方签字确认。

施工安全技术交底以准备阶段的施工安全技术交底记录为依据,由专业负责 人、质检员向施工作业人员进行交底。应根据交底主要内容填写《施工安全技术 交底记录(阶段)》(表 1-12),交底双方签字确认。

③ 施工中如遇设计变更或工程措商,施工单位应按照调整后的方案重新逐级进行安全交底和技术交底。

文物本体支护、保护罩棚及脚手架搭设

- 1. 施工单位进场后,应依据施工组织设计,首先对可能存在坍塌的文物本体及场地可能存在安全隐患的部位实施支护或清除;必要时,在拟修缮古建筑(文物古迹)外围搭设保护罩棚,保护古建筑(文物古迹)在施工期间免受自然气候变化影响。
- 2. 施工单位应依据施工组织设计,在拟修缮古建筑(文物古迹)本体内外搭设脚手架。有条件的施工单位可使用小型升降机等现代化装备,提高工作效率和安全性。
- 3. 支护措施、保护罩棚及脚手架搭设应符合相关标准规范要求。文物价值 特别重大或工艺技术特别复杂的修缮项目施工,鼓励搭设车间式作业保护罩棚。

样板制作及报验

1. 样板制作

无论土遗址、石窟寺,均可通过样板(间、段、件)的实施,对相关技术参数及工艺进行检验,明确构件加工制作、修缮以及安装的工艺要求和质量标准,作为对施工技术人员及个人操作培训与技术交底的补充,也可作为后续施工检查和验收的重要依据。样板制作可选择文物本体较为次要部位制作小块面积的工艺样板,或另行新做。对于土遗址与石窟寺,可以选择工艺要求相对简单,便于操作的部位实施,以期取得经验,由简而繁;也可在遗址附近空旷场地,变化不同参数,制作不同的样板,以期完善前期试验,取得最佳效果。项目负责人及专业负责人应现场指导并监督样板制作,控制加工制作及工艺操作的准确性。样板制作种类应符合设计交底要求,施工单位、监理单位和设计单位可根据实际情况会商调整。

2. 样板报验

样板制作完成后,需经一定时间的检验,由施工单位自检合格后,填写《样板报验表》,报监理单位、设计单位、业主单位现场验收,签章确认。必要时,还可由业主单位组织专家现场评审会。

施工组织与实施

1. 土遗址修缮项目一般按照不同段落分部组织实施,石窟寺项目则多根据不同工艺工序分部组织实施,针对具体情况可以进行调整。

- 1. 施工单位应依据设计文件、施工组织设计及各专项施工技术方案,进行 材料加工及文物本体修缮。
- 2. 施工人员应根据设计文件及相关规范要求,完成施工中的加固方法、新材料、新工艺等相关试验,填写《试验记录》,由设计单位、监理单位签字确认。
- 3. 施工中应按照"计划、实施、检查、处理"循环的工作方法,及时处理施工中出现的问题,并记录备案,否则不得进行工程质量报验。项目负责人与专业负责人应随时到现场监督,确保施工作业人员正确使用传统工具,有效利用修缮材料,工艺流程及操作执行到位。同时,应根据项目施工实际情况及时调整、补充施工技术方案措施和要求。
- 4. 施工中应通过目测、尺量、仪器检验等方式进行现场记录,及时填写相关记录,并报监理单位签字确认。
- 5. 施工中如发现新的文物、重要资料或其他影响文物保护的重大问题,施工单位应立即记录,保护现场,及时报告业主单位。业主单位应组织设计单位现场核查,提出处理意见;需要进行设计变更的,应经原申报机关向原审批机关报告。

施工检查

施工检查包括自检、互检、抽检、预检、隐检、交检、工程质量验收等。

- 1. 自检、互检、抽检:施工中,施工作业人员应进行自检、互检,施工单位质量管理部门或项目部管理人员(专业负责人、质检员)应对施工质量进行抽检。检查人员应对不合格项目提出整改意见,在整改完毕后进行复检,并填写《施工检查记录(自检、互检、抽检)》,由项目负责人签字确认。
- 2. 预检:凡对下道工序的质量具有约束作用的工序、置线、标高线等,均 应由专业负责人组织进行预先检查,写《施工检查记录(预检)》,经质检员核 定后,报项目负责人签字确认。预检合格方可进人下道工序。
- 3. 隐检:凡进入下道工序后可能掩盖上道工序的施工,或监理单位、设计单位认为有必要时,应进行隐蔽检查。施工单位完成上道工序后,由专业负责人

组织自检合格后填写《施工检查记录(隐检)》、附现场照片,报质检员核定,由项目负责人签字确认,并填写《隐蔽工程质量验收报验表》,向监理单位提出 隐蔽工程质量验收申请。监理单位、业主单位共同进行隐蔽工程质量验收,验收合格方可进入下道工序。

- 4. 交接检:由该专业负责人和下一专业负责人共同检查施工质量、工序要求、成品保护、以及是否存在遗留质量问题等情况后,统一说明、记录,填写《施工检查记录(交接检)》,由交接双方签字确认。如发现问题应及时整改,合格后方可进入下一专业施工。
- 5. 监理单位应详细记录非施工单位在检查中发现的不合格项目,并督促施工单位整改及填写《施工质量整改报告》(表 2-15),经监理单位复查确认后,作为施工资料存档备查。

分项工程质量验收

- 1. 施工单位在分项工程施工完成、并经专业负责人组织自查合格、分项工程施工资料完整后,应报请监理单位进行分项工程质量验收,验收不合格的分项工程,应按要求整改,直至验收合格。
- 2. 施工单位在分项工程质量验收合格后,应填报《分项工程质量认可书》, 经监理单位签字确认后,方可进入后续施工。

分部工程质量验收

- 1. 施工单位在分部工程所含各分项工程施工全部完成,并经监理单位验收合格、分部工程施工资料完整后,应报请监理单位、业主单位、设计单位共同进行分部工程质量验收,验收不合格的分部工程,应按要求整改,直至验收合格。
- 2. 施工单位在分部工程质量验收合格后,应填报《分部工程质量认可书》, 经监理单位、设计单位、业主单位签字确认后,方可进入后续施工。

单位工程质量验收

- 1. 施工单位在完成各分部工程施工,且取得各《分部工程质量认可书》后,由项目负责人组织相关人员对单位工程实体质量、观感质量及施工资料进行自查。自查合格后,应向监理单位提交《单位工程质量报验表》。
- 2. 监理单位、业主单位、设计单位和施工单位共同对工程实体质量、观感质量以及施工资料进行验收,由各方在《单位工程质量报验表》上签署意见。验收时应以相关法律法规、规范标准、设计文件、施工合同、材料封样、样板等为依据。验收不合格的单位工程,应按要求整改,直至验收合格。
- 3. 验收合格后,监理单位会同业主单位、设计单位、施工单位共同签署《单位工程质量认可书》。

总体工程质量验收

- 1. 施工单位完成全部单位工程施工,且取得各《单位工程质量认可书》后,由项目负责人组织相关人员对总体工程实体质量、观感质量及施工资料进行自查。自查合格后,应向监理单位提交《总体工程质量报验表》《总体工程质量保证资料核查表》、竣工报告、竣工图及其他总体工程质量保证资料。竣工报告应包括项目施工概况、实际完成情况、设计变更情况、工程洽商情况、施工单位各阶段质量自评情况,施工资料完整情况、主要安全和功能抽查情况,以及各类问题整改情况等。
- 2. 业主单位组织监理单位、设计单位和施工单位共同对总体工程实体质量、 观感质量以及施工资料进行验收,由各方在 《总体工程质量报验表》 上签署意 见。验收不合格的,应按要求整改,直至验收合格。
- 3. 验收合格后,监理单位会同业主单位、设计单位、施工单位共同签署《总体工程质量验收报告》,进入竣工验收阶段。

7.3.2 设计变更和工程洽商

设计变更

1. 施工中如发现项目施工与设计文件所涉及的工程范围、内容或性质发生变化时,施工单位应全面或部分停止施工作业,填写《停工报审表》,向监理单位业主单位提出停工申请。

- 2. 停工后,业主单位应及时通知设计单位到现场勘察,进行设计变更,并 经原申报机关报审批机关批准。
- 3. 设计变更方案获得审批机关批准后,业主单位应立即要求设计单位完成设计文件调整,并出具设计变更通知。
- 4. 施工单位应重新调整施工组织设计,由各专业负责人编制补充专项施工技术方案,报项目负责人审核后,写《施工组织设计报审表》《专项施工技术方案报审表》,一并报监理单位审批后实施。
- 5. 上述工作完成后,施工单位应填写《复工报审表》,向监理单位、业主单位提出复工申请。

工程洽商

- 1. 施工中如发现需调整或补充做法说明、材料要求以及工程量时,施工单位应暂停施工,填写《工程洽商》《工程量变更报审表》《工程变更费用报审表》, 进行工程洽商。如需设计单位补充相关图纸,应在《工程洽商》中予以明确。
- 2. 工程治商经监理单位、设计单位和业主单位现场确认后,施工单位方可恢复施工,并将工程洽商文件报原申报机关备案。

7.3.3 例会制度

- (一)业主单位应在项目施工中组织召开例会,例会每周不得少于一次,施工单位和监理单位均应参加。
- (二)施工单位应在例会上汇报项目施工进度、安全质量等相关情况,以及后续施工计划和部署,听取监理单位、业主单位提出的意见及要求,与各方就施工过程中存在的问题进行沟通。
- (三)施工单位应整理填写《例会记录》(表 2-29),明确会议召开时间、地点、参会人员、会议议程、会议决议内容等,并由参会各方签字确认。涉及设计变更、工程洽商等重要问题的例会,应留存必要的录音资料。

7.3.4 安全管理

(一) 安全责任

施工单位应贯彻"安全第一,预防为主,综合治理"的方针,根据各级各类安全管理要求和相关规范,按照项目施工组织结构逐层分解安全管理任务,责任到人,确保安全。

(二) 安全管理要求

- 1. 进入项目施工现场的人员应佩戴好安全帽。
- 2. 施工人员应正确使用个人安全装备和机具设备,上岗前应进行安全设备检查。高空作业时,应系好安全带,不得在高空中没有扶手的攀援物上随意走动。
- 3. 危险部位的边沿、坑口应加护栏、封盖,设置必要的安全警示标识或设施。
- 4. 所有机械及电动工具应由专职人员操作,大型机械应设专职人员指挥,特种作业人员应持证上岗。
- 5. 施工现场严禁明火、严禁吸烟。消防器材放置处应有明显的标识。项目 施工现场所有区域内各种易燃材料、 废料应及时清理,不得随意堆放,保持现 场整洁。
- 6. 施工现场所有临时用电应由专业电工负责,其他人员禁止接驳电源。满足用电负荷,不得乱拉乱接,所有插头及插座应保持完好,配电箱开关不得一闸 多用。

(三)安全检查

- 1. 安全检查形式包括日常安全检查、定期安全检查、季节性安全检查、开工复工安全检查、专项检查等。除日常安全检查外,其他检查应填写《现场安全检查记录》(表 2-30),报监理单位、业主单位签字确认。
- 2. 日常安全检查:安全员应每日开展例行安全巡视检查,并填写《安全日志》 (表 2 -37);项目负责人及相关岗位管理人员应结合技术、质量检查,同步进行安全检查;施工作业人员在工作前必须进行安全检查。

- 3. 定期安全检查:施工单位应每月至少组织一次定期安全检查,检查内容 应包括:保护罩棚及脚手架、现场防护、施工堆料及库房、施工作业及操作、机 具使用及用水、用电、消防、文物保护等方面存在的安全隐患。
- 4. 季节性安全检查: 因季节变化,可能对施工安全造成不利影响时进行安全检查。
- 5. 开工复工安全检查: 在开工复工申请前,应对保护罩棚、脚手架、物料提升机等在安装过程中或完成后进行安全检查。
- 6. 专项安全检查: 古建筑拆卸、归安、隐蔽部位施工、特殊工艺操作时,或业主单位、设计单位、监理单位认为有必要的施工阶段和部位,进行安全检查。

(四)安全应急预案

施工中如遇雨、雪、风、冰雹等极端天气,或出现安全事故时,施工单位 应及时启动安全应急预案,确保人员和文物安全。

(五)安全问题处理

- 1. 检查中发现的安全隐患问题应及时整改。责任人员(单位)应在整改后,向检查人员(单位)提交整改报告备查。凡是有即发型事故危险隐患的,检查人员(单位)应责令停工,责任人员(单位)必须立即整改,并经检查人员(单位)复查合格后,方可继续施工。
- 2. 项目施工中如发生安全事故,必须及时按规定上报业主单位及地方文物 行政部门。

7.3.4 材料管理

- (一)施工单位应建立材料、构件出、人库台账,主要材料、构件应依据领用计划合理使用,出人库应登记造册,由专人负责并签字确认。同时录人电子文档备查。
- (二) 一般材料、构件应分类码放整齐,不占用通道,不影响文物本体和周边环境安全。易受潮或不宜曝晒的材料,应存放在带有顶棚的库房内,或在高台上苫盖存放。

- (三) 特殊材料应设置专门库房,硬化处理地面,防止渗漏。易燃及有毒有害材料,应存放在施工现场和居民生活区域的安全距离以外,并做好防火、防盗、防泄露措施,由专人管理,据实领用。
- (四) 施工中应合理使用修缮材料,防止材料不必要的损耗、损坏、变质和污染环境。

7.3.5 进度管理

- (一)施工中,项目负责人应根据实际情况及时报送年、季、月施工进度计划,经监理单位总监理工程师审核签认后方可执行。
- (二)项目施工实施进度应符合项目施工进度计划。项目负责人应经常检查 计划进度的实施情况,并及时记录当出现较大变化时,应调整进度计划,填写《施工()进度计划报审表》,由项目负责人签字后报监理单位审核批准。
- (三)非施工单位原因造成的工期延误,应由施工单位填写《施工延期报审表》,及时向监理单位、业主单位申请核准延长工期。监理单位、业主单位同意后,施工单位应及时调整项目施工进度计划;未经同意,施工单位不得擅自变更工期。
- (四)资料员汇总整理各专业负责人报送的当月用工、用料情况,按月填写《()月工、料、机动态表》,由项目负责人签字确认后报监理单位,便于监理单位、业主单位了解施工资源的合理配置及项目施工具体实施情况。

7.3.6 造价管理

施工单位应按照施工合同和项目实施进度,及时办理工程(量)价款和支付的报审。

- (一)工程量报审:施工中,造价员应按实际情况统计当月完成工程量,经项目负责人确认后,填写《()月工程量报审表》,并报监理单位、业主单位审核确认。
- (二)进度款报审:造价员应根据进度报量和经济洽商内容,及时编制完成进度款申报资料,办理进度款支付申请,填写《()月工程进度款报审表》《工

程款支付报审表》,经监理单位审核确认后,报业主单位拨付款项。施工单位应做好经费使用管理,确保专款专用。

- (三) 经济洽商:根据设计变更内容和工程洽商内容,及时办理并进行工程造价调整及补充,填写《工程变更费用报审表》,报监理单位审核确认。
- (四)工程结算:项目施工实施阶段完成后,施工单位根据合同约定、设计 文件、工程洽商等资料编制工程结算,报监理单位审核确认。
 - 7.3.7 资料管理
 - (一)施工资料应由资料员管理,资料使用应有详细的记录。
- (二)资料员应及时收集、分类整理保存各类施工资料,同时建立电子文档,便于查阅;项目负责人应加强对资料管理情况的检查,及时发现、处理存在问题,确保资料完整、准确、真实、有效。
- (三)各专业负责人、安全员应及时填写《施工日志》 《安全日志》,按 时接受资料员检查,并在项目施工实施阶段完成后与其他资料一并归档保存。
- (四)涉及施工质量、安全、设计变更、工程洽商、检查和验收等主要问题, 应留存详细、完整的资料,作为项目施工管理、责任追究和竣工验收的依据。
- (五)施工中,对重点工艺、关键工序、传统营造技艺应进行摄影、摄像记录。记录时应针对同一个部位,采用同一角度,分别在修缮前、中、后以及隐检、预检前后进行影像采集。鼓励参与各方开展修缮全过程影像记录。
- (六)施工资料和档案的编制深度应满足项目施工管理、验收及进一步研究的深度要求。验收后,现场资料应全部装订成册,按照相关要求,统一归档保存。

7.4 竣工验收、保养与资料管理 165

7.4.1 竣工验收

全国重点文物保护单位修缮项目竣工验收

- (一)分为竣工初步验收和竣工验收两个阶段。
- (二) 竣工初步验收
- 1. 由省级文物行政部门组织实施。

165 主要参考国家文物局《古建筑修缮项目施工规程(试行)》(2018)第四章、第五章、第六章,有变动。

- 2. 业主单位、设计单位、监理单位和施工单位四方进行总体工程质量验收 合格后,业主单位接程序向省级文物行政部门申请进行竣工初步验收。
- 3. 省级文物行政部门应及时开展竣工初步验收并出具初步验收意见。业主单位、设计单位、监理单位和施工单位应按照初步验收意见进行整改。
 - 4. 未经初验或初验不合格的(文物)修缮项目,不得投入使用。

(三)竣工验收

- 1. 业主单位应于竣工初步验收合格一年后三个月内向省级文物行政部门提交竣工验收申请。
- 2. 竣工验收由省级文物行政部门组织实施或者委托专业机构等实施。对具有重大社会影响的全国重点文物保护单位的古建筑修缮项目,国家文物局可自行组织实施竣工验收。
- 3. 竣工验收内容主要包括项目审批与管理、工质量与效果、施工资料(相关指标详见《全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收管理暂行办法》。
 - 4. 竣工验收程序和要求:
- 1)根据项目性质和内容,组建验收专家组。专家组成员数量应为不少于 3 人的奇数。
- 2) 应制订验收计划,并将验收时间、地点、内容、 程序等书面通知业主单位,由其协助安排竣工验收事宜。
- 3)组织现场查验时,业主、设计、施工、监理单位相关负责人应在现场接受验收专家组质询。
- 4) 召开验收会议。验收专家在听取业主、勘察设计、施工、监理单位工程情况汇报,工程初验情况及整改情况汇报并调阅业主、勘察设计、施工、监理单位的相关资料后发表意见。
- 5)根据现场查验、情况汇报及专家意见,形成竣工验收报告。验收报告由项目基本情况、竣工验收情况及结论、竣工验收总结及建议三部分内容构成。

- 5. 竣工验收部门应在验收结束后及时向业主单位出具竣工验收意见。由省级文物行政部门组织竣工验收的全国重点文物保护单位的古建筑(文物)修缮项目,应同时将验收意见和验收报告报国家文物局备案。
- 6. 竣工验收不合格的,应立即停止使用,并依照验收意见在期限内完成整改,重新履行竣工验收程序。

省级文物保护单位古建筑修缮项目竣工验收

省级文物保护单位的初步验收和竣工验收程序由省级文物行政部门参照本规程自行确定。

7.4.2 保修阶段

保修期限

施工单位应按照合同约定负责保修工作,保修期限以合同约定的时间为准,但不得少于五年。保修期自竣工初步验收合格之日起计算。

保修阶段巡查制度

- (一)竣工初步验收合格后,由业主单位组织做好保修阶段的定期巡查工作, 监理单位、施工单位应组织相关人员参加巡查。
- (二)巡查周期原则上每半年一次。遇到风、雨、雪、雹等易对古建筑造成 损害或安全影响的极端天气时,业主单位应及时组织相关人员进行现场巡查。
- (三)定期巡查时,应重点检查古建筑修缮项目施工涉及的部位、构件,及时发现修缮后或使用中的问题。巡查结束后,由施工单位填写 《保修阶段巡查记录》,记录巡查时间、巡查项目、发现问题等内容,报监理单位、业主单位签字确认。

质量缺陷修复

- (一)竣工初步验收合格并移交业主单位使用后,施工单位应按合同要求履行保修义务。
- (二)保修阶段发现的质量缺陷问题,应由监理单位组织调查分析原因、确定责任归属,并报业主单位。

- (三)施工单位原因所致的质量缺陷,施工单位应当无条件承担修复义务和费用。非施工单位原因所致的质量缺陷,施工单位承担修复施工作业,由责任单位承担修复费用。
- (四)确定责任归属后,业主单位应向施工单位发出保修通知,施工单位应在保修书约定的时间内予以保修。完成保修工作后,施工单位应填写《保修阶段维修记录》,报监理单位、设计单位、业主单位签字确认。保修阶段的施工资料编制与项目实施阶段施工资料编制要求相同。
- (五)施工单位不履行、拖延履行或者履行保修义务不到位的,应承担相应 赔偿责任。

7.4.3 资料和档案

工程档案的价值与意义

工程档案是指从工程项目提出、立项、审批,勘察设计、生产准备、施工、 监理、验收等工程建设及工程管理过程形成并应归档保存的文字、表格、声像, 图纸等各种载体材料,它是工程项目管理工作的重要组成部分。

建立与加强工程档案管理工作,是项目建设管理工作的需要,也是《文物保护法》与国家主管部门的共同要求。达不到规定要求的项目不能进行竣工验收。

《中国文物古迹保护准则》(2015)第二十四条: ······所有技术和管理措施都应记入档案。

《文物保护工程管理办法》(2003)第二十五条 文物保护工程的业主单位、勘察设计单位、施工单位、申报机关和审批机关应当建立有关工程行政、技术和财务文件的档案管理制度。所有工程资料应当立卷存档并归入文物保护单位记录档案。

合格规范的工程档案资料,对于文物保护工作具有极其重要的意义:

- 1) 工程验收的重要依据
- 2) 工程结算的重要依据
- 3) 后人研究与维修的重要依据

4)

如果没有建立相应的工程档案工作,工程档案就处于乏人管理状态,这对工程建设与维护及工程档案的收集、整理和管理工作都是十分不利的,其结果必然会影响工程的建设、整理与验收工作、建立工程档案工作的目的是为更好地完成现实与历史的重任。

施工资料

施工资料包括项目施工准备阶段、实施阶段、竣工验收阶段和保修阶段资料。项目档案

- 1. 竣工初步验收后,施工单位、监理单位、设计单位应协助业主单位整理资料、建立项目档案。
- 2. 竣工验收后,施工单位、监理单位、设计单位应将相关资料移交业主单位,统一归档保存。
- 3. 保修期结束后,施工单位、监理单位应将相关资料移交业主单位,统一 归档保存。
- 4. 业主单位应将相关档案信息及时编入文物"四有"工作档案,鼓励建立数字化档案系统。

修缮报告

- 1. 竣工验收后,业主单位组织设计单位、施工单位、监理单位编制修缮报告,向项目申报机关、审批机关提交并归入档案。
- 2. 文物价值突出、营造技术特殊、修缮工艺具有重要科研价值的(文物) 修缮项目,应在竣工验收后三年内发表修缮报告。

7.5 遗址保护专项施工技术要求 166

¹⁶⁶ 主要参考国家文物局《长城保护维修工作指导意见》,2014年;《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009年版);《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012);《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202-2002;《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ123-2012);《准则》2015第二十六条。

加固:是直接作用于文物古迹本体,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文物古迹的结构或构成部分蜕变损坏。加固措施应根据评估,消除文物古迹结构存在的隐患,并确保不损害文物古迹本体。

《准则》2015 第三十四条

石刻保护:应以物理防护为主,首先保证石刻安全。任何直接接触石刻表面的防护和保护措施都必须经过研究、分析和试验,证明对石刻文物无害方可使用。

7.5.1 修缮工程技术措施要求

- 1、修缮工程应以根除影响长城(遗址)本体结构隐患为目标。
- 2、修缮工程可适当采用局部拆砌(筑)、替换或剔补、补夯(砌/筑)、灌 浆加固和锚杆加固等技术措施,但应结合室内实验和现场试验,取得成功经验和 科学数据并编制专项报告,对使用上述技术措施的必要性、可行性和施工工艺要 求进行详细说明。应严格控制上述措施的实施范围和工程量,不得大面积使用。
- 3、确需局部拆砌(筑)时,应在拆卸前详细记录各类长城构件的位置和形制,并在采取结构加固措施后将其按原位置、原形制复位。
- 4、对于出现风化但经过评估确认其风化程度尚不足以威胁长城(遗址)本体结构安全的砖、石构件,不得对其进行替换等过度干预;如确需替换或剔补,应使用原形制、原材料、原工艺,并采取适当方式对新换构件进行标识。
- 5、确需采用锚杆加固措施时,应依据勘察报告中的稳定性评价结果等开展 锚杆长度、数量、实施区域等方面进行设计。锚杆材料应根据国家有关行业标准 选择。如采用非标准材料必须进行室内力学实验和现场拉拔试验证明安全、有效 后方可选取。
- 6、确需采用灌浆加固(包括锚固灌浆)措施时,应首选传统材料和工艺, 并开展必要的室内实验和现场试验,以确定适用于长城(遗址)本体且与长城本 体材料力学性质接近的材料、配比和具体施工工艺。

- 7、表面防风化化学加固不得作为长城(遗址)保护维修工程的主要保护维修措施,仅限在特殊部位或构件上少量使用。对于确需采用表面防风化化学加固措施的情况,应进行长期室内实验和现场试验,完成加固效果、耐久性和文物影响评估。
- 8、长城(遗址)本体顶部防渗、排水以及长城周边场地排水是保障长城本体结构安全、稳定的必要措施。防渗排水措施应首选切实可行的传统做法。
- 9、对于严重威胁长城(遗址)结构安全的深根系植物,应根据专项评估结论,在确保长城本体结构安全的前提下,采取适当措施去除;对于浅根系灌木及草本植物,考虑到该类植被对遗址本体结构稳固的积极作用,可予以保留。

7.5.2 夯土工程一般技术要求

夯土是土遗址存在的主要形式。补筑也是对残损土遗址进行加固的最常见方式。夯土工程的关键技术包括:原料土及夯筑工艺的选择以及夯筑质量的控制。

土料选择

(1) 素土:补筑土遗址的土料一般应为有机质及含盐量较低的素土,不得含有冻土或膨胀土。必须严格按照遗址所处的环境及设计文件要求慎重选择其工程类别。通常使用的工程土的类别主要有粉质黏土、黏土、粉土,偶尔也会用到砂土。

《岩土工程勘察规范》(GB 50021 - 2001), 3.3 土的分类

3.3.3 粒径大于 2 毫米的颗粒质量不超过总质量的 50%, 粒径大于 0.075 毫米的颗粒质量超过总质量 50%的士,应定名为砂土,并按表 7-1 进一步分类。

表 7-1 砂土分类

土的	名	颗粒级配
称		
砾砂		粒径大于 2 毫米的颗粒质量占总质量 25%~50%
粗砂	砂 粒径大于 0.5 毫米的颗粒质量超过总质量 50%	
中砂		粒径大于 0.25 毫米 的颗粒质量超过总质量 50%
细砂		粒径大于 0.075 毫米 的颗粒质量超过总质量 85%

- 注: 定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。
- 3.3.4 粒径大于 0.075 毫米 的颗粒质量不超过总质量 50%, 且塑性指数等于或小于 10 的土, 定名为粉土。
 - 3.3.5 塑性指数大于10 的土应定名为黏性土。

黏性土应根据塑性指数分为粉质黏土和黏土。塑性指数大于 10, 且小于或等于 17 的土, 应定名为粉质黏土; 塑性指数大于 17 的士应定名为黏土。

- 注: 塑性指数应由相应于 76g 圆锥仪沉入土中深度为 10 毫米 时测定的液限计算而得。
- (2) 灰土:根据设计要求不同,一般有3:7及2:7灰土。这里3:7及2:7 指石灰与素土的体积比。土料宜用粉质黏土,不宜使用块状黏土和砂质黏土,不 得含有松软杂质,并应过筛,其颗粒不得大于15毫米。石灰宜用新鲜的消石灰, 其颗粒不得大于5毫米,(CaO+MgO)含量不少于60%(合格品)。

对夯筑土料应按设计要求验收后方可使用。

- 2) 夯筑工艺 夯筑工艺指通过外力使松散土结构密实从而达到一定强度的方法。涉及以下几方面问题:
- ①夯筑土含水量。粉质黏土和灰土垫层土料的施工含水量宜控制在最优含水量 wop±2% 的范围内,粉煤灰垫层的施工含水量宜控制在 wop±4%的范围内。 最优含水量可通过击实试验确定,也可按当地经验取用。
- ②压实系数。民建工程中,夯筑压实系数一般取 0.94~0.97, 土遗址保护工程中,受施工环境与施工机具的限制, 压实系数不宜太高, 一般可取 0.90 左右。
- ③分层厚度与压实遍数。我国土遗址夯层厚度,早期一般在60~70毫米,晚期一般在100~120毫米之间。过厚的夯层必然导致夯筑土达不到密实度及强度要求。具体实施应根据设计要求,参考遗址既有夯层厚度及夯筑工艺条件综合确定。分层虚铺厚度与压实遍数可在设定夯筑厚度的基础上根据土料特点、压实

系数要求及所用机具通过试验确定,一般分层虚铺厚度可取 200~250 毫米,压 实遍数可取 3~4。

④夯筑机具的选择。土遗址夯筑工程中使用的夯筑机具,一般宜尽可能与遗址本体所使用的夯筑机具一致或接近,譬如:木夯、石夯、铸铁杵子等等,禁止使用碾路机等大型机械。为提高工程效率,在保证不致对遗址造成破坏的前提下,可考虑使用小型立式或平板式电夯。

⑤夯筑土体约束方法的选择。松散土体只有在侧向受到有效约束的情况下才有可能被夯筑密实。常用的侧向约束机具有木椽子或木板,无论采用何种机具,采用铁丝或麻绳将之有效固定于不可移动位置是必要的。一般不宜利用脚手架固定侧向约束机具,也不宜利用外包砌砖兼做侧向约束机具。

⑥夯层底面宜设在同一标高上,如深度不同,夯层底土面应挖成阶梯或斜坡 搭接,并按先深后浅的顺序进行施工,搭接处应夯压密实。粉质黏土及灰土垫层 分段施工时,上下两层的缝距不得小于 500 毫米,接缝处应夯压密实。灰土应拌 和均匀并应当日铺填夯压,灰土夯压密实后 3d 内不得受水浸泡。

3) 夯筑质量检验

参照《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202-2002):施工过程中应检查排水措施,每层填筑厚度、含水量控制、压实程度。检验标准应符合表7-2的规定。

表 7-2 夯土工程质量检验标准(毫米)

	序	检查项目	允许偏差或允		
项			许值		检验方法
			人	机	
			工	械	
	1	标高	±	<u>±</u>	水准仪
主控 项目			30	50	
	2	分层压实	设	计要求	按固定方

		系数			法
一般项目	3	回填土料	20	50	用 2m 靠尺 和楔形塞 尺检查
	4	分层厚度	设计要求		观察或土
		及含水量			样分析
	5	表面平整	20	30	用塞尺或
		度			水准仪

对粉质黏土、灰土夯层的施工质量检验可用环刀法、贯入仪、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验检验。

夯层的施工质量检验必须分层进行,应在每层的压实系数符合设计要求后铺 下层土。

采用环刀法检验垫层的施工质量时,取样点应位于每层厚度 2/3 深度处。 检验点数量,对夯筑面积每 50~100 平方米不应少于 1 个检验点。采用贯入仪 或动力触探检验夯层的施工质量时,每分层检验点的间距应小于 4m。

4) 夯土工程中的其他辅助措施

①土工合成材料的使用。在夯筑土中敷设一定规格数量的土工合成材料,可以有效改善夯土的抗剪能力等力学指标,是现代岩土工程中比较普遍运用的工程措施。所用土工合成材料的品种与性能应根据工程特性和夯筑土条件,按照现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB50290的要求,通过现场试验后确定其适用性。

作为加筋的土工合成材料应采用抗拉强度较高、受力时伸长率不大于 4%~5%、耐久性好、抗腐蚀的土工格栅、土工垫或土工织物等土工合成材料。

铺设土工合成材料施工,应符合以下要求:

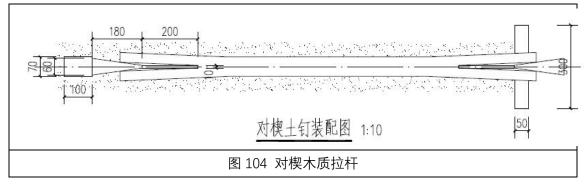
I 下铺基层顶面应平整, 防止工合成材料被刺穿、顶破;

II 土工合成材料应先铺纵向后铺横向,且铺设时应把土工合成材料张拉平整、绷紧严禁有折皱;

III 土工合成材料的连接宜采用搭接法、缝接法或胶接法,连接强度不应低于原材料抗拉强度,端部应采用有效固定方法,防止筋材拉出;

IV 应避免土工合成材料暴晒或裸露,阳光暴晒时间不大于8小时。

②新旧夯土之间的竖向拉结。新筑夯土由于固结沉降和失水收缩,时间一久在新旧夯土竖向结合部位会形成裂缝。一般而言,这些裂缝是不可避免的,只要新旧夯土各自稳定,并且裂缝不致使雨水灌入,简单封闭之,不致影响外观即可。但如果新旧夯土有一方是不够稳定的,则应当在新旧夯土之间设置必要的拉结,具体拉结措施应根据力学分析,根据设计要求确定。比较常见的拉结措施是对楔木质拉杆(钉)。(图 104)



需要指出的是,当新筑夯土在高度方向尺度比较大时,必然会产生比较大的 不均匀沉降,这里的对楔木质拉杆所起的正面作用非常有限,可能还有副作用。 此外,木质拉杆糟朽以后,也会失去作用。

③"改性土"的利用。强调指出,一般而言,只要有效掌控土料的甄选及夯筑工艺的落实,夯土工程的质量是可以保证的。特殊情况下,譬如土料塑性指数小于10,并且夯筑土体比较高(>5m),为提高夯土的抗剪能力及抗雨水冲刷能力,可以在夯筑土料中适当添加一些水凝性材料,此即所谓"改性土"。在土料中添加水凝性材料需要考虑效果与成本的平衡。

7.5.3 砖石砌体加固修复一般方法

砌体结构加固在民建工程中比较常见,加固可选方法的准类也比较多。在文物保护工程中,砌体的建筑形制、砌体的砌筑工艺、砌体表面的文化遗存(雕塑、壁画)等往往是工程保护的核心价值,故加固方法的甄选宜慎之又慎。

- 1)结构支护。如果砌体存在稳定隐患,而其附带的文化价值较高,也比较脆弱,以钢架、木戗柱、砖砌扶壁等手段支护。则是其最佳选择。从作用功能与作用方式讲,这种加固与西安碑林对于碑刻的支护是相同的。实施中唯需注意支撑件与文物之间应柔性接触。
- 2) 局部择砌。当砌体破损比较严重,并且其破损并非由于砌体承载力不足 所致,可将破损砌体局部拆除,并按相同工艺重新砌筑,重砌时可适当提高砌块 与灰浆的强度等级。必要时可在砌块缝隙间添加一定量的拉结线材。
- 3)侧面敷贴纤维材料。如果砌体所附带的文化价值集中于一个侧面,为适 当提高(提高幅度不大于 40%)砌体的抗裂与抗剪能力,可于砌体比较隐蔽的侧 面粘贴碳纤维或涂刷纤维砂浆作为加固措施。实施的关键是清理涂刷墙面并严格 遵循操作规程。
- 4) 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。有水泥砂浆填缝修补、石灰水泥砂浆(所谓水硬性石灰)修补以及灌浆修复等方法,灌浆材料宜尽可能采用非脆性材料。

必须强调指出,这里的裂缝修补只能是外观的。虽然有一定的防水作用,但 裂缝垂直方向并不能承担拉应力。由于时间的原因,内外砖两侧缝隙表面会有灰 尘、风化层、污垢等物质,即使压力灌注高强度粘接材料,也难以直接粘接缝隙 两侧结构体,这就像金属材料焊接中的假焊。真正的粘接,必须拆卸裂缝两侧结 构体,彻底清理缝隙两侧构件表面的非结构粉尘,还必须以丙酮类材料清洗,只 有粘接在真正的结构构件上,粘接材料才能发挥作用。

5)剔补

7.5.4 缝隙灌浆技术

灌浆法的实质是用气压、液压或电化学原理,把某些能固化的浆液注入天然的和人为的裂缝或孔隙,以改善各种介质的物理力学性质。

灌浆的主要目的如下:

防渗:降低渗透性,减少渗流量,提高抗渗能力,降低孔隙压力。

- ② 堵漏: 封填孔洞, 堵截流水。
- ③ 加固:提高注浆体的力学强度和变形模量,恢复其整体性。前已述及, 注浆一般只加固体的抗压强度,鲜有考虑其抗拉强度者。

文物工程中的灌浆对象常见有:①岩体裂隙、溶洞注浆;② 夯土体裂隙注浆。无论何者,主要以防渗堵漏为目的。

注浆方法主要为压力注浆,注浆有效深度一般不超过 6m,注浆其间距与孔密度视岩、土形态而定,通常不小于 1.5m。压力注浆最常见者为渗入注浆,渗入注浆假定岩(土)层天然结构基本上不受扰动和破坏,在一定的注浆压力作用下,克服浆液流动的各种阻力,渗入岩(土)层的孔隙或裂隙中去并填充密实,同时对四周岩土还起一定压密作用,使岩土胶结成为一整体,从而减小孔隙率,降低压缩性和透水性,提高岩体强度。

灌浆工程中所用的浆液是由主剂、溶剂及各种附加剂混合而成,通常所说的 灌浆材料,是指浆液中所用的主剂。

灌浆材料按其形态可分为颗粒型浆材、溶液型浆材和混合型浆材三个系统。 颗粒型浆材是以水泥为主剂,故多称其为水泥系浆材;溶液型浆材是由两种或多 种化学材料配制,故通称其为化学浆材;混合型浆材则由上述两类浆材按不同比 例混合而成。

在国内外灌浆工程中,水泥一直是用途最广和用量最大的浆材,其主要特点为结石力学强度高,耐久性较好且无毒,料源广且价格较低;但普通水泥浆因容易沉淀析水而稳定性较差,硬化时伴有体积收缩,对细裂隙而言颗粒较粗,对大规模灌浆工程则水泥耗量过大。为克服上述缺点,国内外常采取下述几种措施:

①在水泥浆中掺入黏土、砂和粉煤灰等廉价材料。

- ②用各种方法提高水泥颗粒细度。
- ③掺入各种附加剂以改善水泥浆液性质。

化学浆材的品种很多,包括环氧树脂类、甲基丙烯酸酯类、丙烯酰胺类、木质素类和硅酸盐类等。化学浆材的最大特点为浆液属于真溶液,初始黏度大都较小,故可用来灌注细小的裂缝或孔隙,解决水泥系浆材难于解决的复杂地质问题。 化学浆材的主要缺点是造价较高和存在污染环境问题,使这类浆材的推广应用受到较大的局限。

在我国,随着现代大工业的迅猛发展,化学灌浆包括新化灌浆材的开发应用、 降低浆材毒性和环境的污染,以及降低浆材成本等方面,也得到迅速的发展,例 如酸性水玻璃、无毒丙凝、改性环氧树脂和单宁浆材等,都达到了相当高的水平。

混合型浆材包括聚合物水玻璃浆材、聚合物水泥浆材和水泥水玻璃浆材等几类。此类浆材包含了上述各类浆材的性质,或者用来降低浆材成本,或用来满足单一材料不能实现的性能。尤其是水玻璃水泥浆材,由于成本较低和具有速凝的特点,现已被广泛地用来加固软弱土层和解决地基中的特殊工程问题。

注浆的关键技术在于对注浆深度的无损连续检测和浆液稠度,以及视岩土介质性态、密度确定合理的压力。注浆方案应专门设计并通过现场实验后确定。注 浆效果应用无损检验法对注浆面积和深度进行测定。

7.5.5 现场试验与取样规程

取样,是按照有关技术标准、规范的规定,从检验(或检测)对象中抽取实验样品的过程;送检,是指取样后将样品从现场移交有检测资格的单位承检的过程。取样和送检是工程质量检测的首要环节,其真实性和代表性直接影响到监测数据的公正性。

为保证试件能代表母体的质量状况和取样的真实,制止出具只对试件(来样) 负责的检测报告,保证建设工程质量检测工作的科学性、公正性和准确性,以确 保建设工程质量,根据建设部建建(2000)211号《关于印发〈房屋建筑工程和 市政基础设施工程实行见证取样和送检制度的规定〉的通知》的要求,在建设工 程质量检测中实行见证取样和送检制度,即在建设单位或监理单位人员见证下,由施工人员在现场取样,送至试验室进行试验。

文物保护工程常见取样要求

监理对进场材料的管理和取样要求

对进场建筑材料、成品、半成品的要求

		也物度现价件、风服、干风服的安水 ————————————————————————————————————
料名	材称	对进场材料的要求
	砖	应有出厂证明书(合格证)、准用证,使用前按规定批量取样复试并 符合设计强度要求
	砂、	应有质量证明书、交易证、准用证,使用前应按规定取样复试符合要
石		求
	土	应有关于土料来源、土料工程类别划分、土料含盐量、土料击实试验
料		等检验报告
	石	应有出厂证明书(合格证)、准用证,使用前按规定批量取样复试并
灰		符合设计强度要求
	木	
材		
	→ /	应有生产厂家的出厂质量证明书或出厂试验报告(内容包括厂别、品
	水	种、标号、生产日期和试验编号)。使用前必须进行复试,复试项目:抗
¥	尼	压强度、抗折强度和安定性等点
	钢	应有出厂证明书和试验报告,使用前按照有关标准的规定抽取试样测
負	伤	试其性能。对进口钢筋除做机械性能测试外还须做化学分析及可焊性试验
	钢	①必须有质量证明书,并应符合设计文件要求
结构	的	②钢结构构件出厂时制造单位应提交:产品质量证明,钢结构施工图,
	钢	所有钢材和其他连接件的质量证明和试验报告,新材料、新工艺试验签订
材配	件	资料和发运构件清单

焊 条	应有出厂合格证、牌号、规格及烘焙记录
防	应有准用证、出厂检验报告单、出厂合格证,使用前按规定取样复试
水卷材	合格
防	
水涂料	出厂检验报告单、出厂合格证,使用前按规定取样复试并符合要求
保	
温材料	应有产品合格证和材质性能测试报告,其种类、规格、性能应符合设
及	计要求
制品	

取样方法及取样数量和代表批量

原材料及半成品检验取样方法及数量和代表批量

材料名称	取样方法	取样数量	代表批量
砖			
砂、石			
土料			
石灰			
木材			
水泥	从一编号的不同部位处等量采集,取样点至少从 20(点袋)水泥中抽取		同编号、同品种、同标号的水泥,每 200t 为一个取样批量
骨料(砂、	分别在砂石堆场上、	砂子 30 千克	以 400 立方米和 600 千
卵石、碎石)	中、下三部位抽取若干数	~50 千克、石子 80	克为一个取样批量,不足400

	Т		T
	量拌和均匀,按四分法缩	千克;作混凝土配合	立方米时也按一批论(用小
	分提取	比时,砂子100千	型运输工具以 200 立方米或
		克、石子 00 千克	400 千克为一个取样批量)
防水卷材	从外观检查合格的 一卷材,并距端透 30cm 以外处截取 1m 并 封扎送检,做物理性能检 验	抽取:数量总卷数的 2%,但不少于卷,做外观检查	检验批量: 500 卷为一 批,不足 500 卷亦为一批
建筑砂浆	取样方法:从同一搅拌机中或同一车运送的砂浆中取出,取样时至少在3个不同部位抽取		每一楼层活 50 立方米 砌体中各种强度的砂浆,每 台搅拌机至少应检查一组
混凝土用 钢筋		应做两根拉伸试验, 两根弯曲试验点这 免费下载施工技术	每批应由同一牌号、同一炉号、同一等级、同一品种、同一尺寸、同一交货状态,每批质量为 20 吨,不足20 吨亦为一批
普通混凝	现场在搅拌机口随	①抗压、抗冻、	①每拌制 100 盘但不超
土(包括立方	机采集或混凝土运送车	劈裂、抗拉试件为	过 100 立方米的砼配合比的
体抗压、抗冻、	出口随机采集	50 毫米正立方体标	混凝土,取样至少一组;

轴心抗压、静	准试件一组3块;	
力受压弹性模		②每工作班拌制的、同
量、劈裂抗拉	②轴心抗压强	配合比的混凝土,不足 100
和渗透性能试	度试验和静力受压	盘时其取样不少于一次;
验	弹性模量试块为150	
	毫米×150 毫米×	③大体积粉煤灰混凝土
	150 毫米×300 毫米	每拌制 500 立方米至少成型
	棱柱体,前者每组3	一组试件
	块,后者每组6块;	
		④预拌商品混凝土,在
	③抗渗性能试	交货地点取样,按每100m3
	验试件采用顶面(d)	相同配合比的混凝土取样不
	为 175 毫米,底面	少于一次,当分项工程中连
	(D) 为 185 毫米, 高	续供应同配合比混凝土量大
	度(h)为 150 毫米	于 1000 立方米时每 200 立方
	的圆柱形试件,每组	米取样不得少于一次
	6块	

7.6 保护工程档案与竣工验收

7.6.1 工程档案的价值与意义

工程档案是指从工程项目提出、立项、审批,勘察设计、生产准备、施工、 监理、验收等工程建设及工程管理过程形成并应归档保存的文字、表格、声像, 图纸等各种载体材料,它是工程项目管理工作的重要组成部分。

合格规范的工程档案资料,对于文物保护工作具有极其重要的意义:

- 1) 工程验收的重要依据
- 2) 工程结算的重要依据

3)后人研究与维修的重要依据

建立与加强工程档案管理工作,是项目建设管理工作的需要,也是《文物保护法》与国家主管部门的共同要求。达不到规定要求的项目不能进行竣工验收。

《中国文物古迹保护准则》(2015)

《文物保护工程管理办法》(2003)第二十五条中规定,文物保护工程的业主单位、勘察设计单位、施工单位、申报机关和审批机关应当建立有关工程行政、技术和财务文件的档案管理制度。

如果没有建立相应的工程档案工作,工程档案就处于乏人管理状态,这对工程建设与维护及工程档案的收集、整理和管理工作都是十分不利的,其结果必然会影响工程的建设、整理与验收工作、建立工程档案工作的目的是为更好地完成现实与历史的重任。

7.6.2 工程档案的现场记录

工程档案的现场记录主要包括工程测量记录、施工记录。其中施工记录有隐蔽工程检查记录、预检工程检查记录、交接检查记录、施工试验记录等。

1) 施工测量记录

施工测量记录是施工过程中形成的,确保工程内容定位、尺寸、标高、位置和沉降等满足设计要求和规范规定的资料统称。

施工测量记录主要由工程定位测量、建筑物垂直度标高测量、沉降观测等几部分内容组成。

2) 施工记录

- ①隐蔽工程检查记录:隐蔽工程是施工过程中关系建筑安全,但最终都是被隐蔽看不到的部位。隐蔽工程是上道工序被下道工序所掩盖,其自身的质量无法再进行检查的工程。
- ②预检工程检查记录: 预检记录是对施工重要工序进行的预先质量控制检查记录。预检记录必须由专业技术负责人、工长及质量检查员共同参加。
- ③交接检查记录:分项(分部)工程完成,在不同专业的施工单位之间进行移交,应做交接检查。

7.6.3 工程档案的整理

按照国家文物局关于印发《全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收管理暂行办法》的通知(文物保函〔2016〕343 号)附件

文物保护工程竣工验收资料要求

- 一、文字部分
- (一)工程竣工总结(业主单位编写)
- 1、工程概况:立项报告/工程基本情况,开竣工日期,工程管理记录,工程预算与结算等。
 - 2、工程主要内容
 - 3、工程变更情况
 - 4、工程特点/经验与教训、建议等
- (二) 工程管理程序资料: 立项批复方案批复, 招投标文件, 合同, 开工许可, 设计、施工、监理单位资质证明等。
 - (三)施工资料
 - 1、 开工申请
 - 2、 施工组织设计
 - 3、 图纸会审/技术交底记录
 - 4、 工程勘察设计变更文件、施工洽商文件
 - 5、分项、分部工程验收文件
 - 6、分项、分部工程相关试验报告(※)
 - 7、施工日志
- 8、工程停工、复工、检查、自检、整顿、事故处理、会商、申请、批复等 相关文件
 - 9、各类材料产品、设备合格证明、进场检测报告
 - 10、 工程材料、构配件、设备报审资料(※)
 - (四) 监理资料
 - 1、监理大纲

- 2、监理日志、月报、工程例会纪要等
- 3、监理报告(监理单位编写)
- (五) 竣工资料
- 1、 工程竣工报告(施工单位编写)
- 2、竣工验收申请
- (六)工程经济资料:施工预算书、决算书、经费管理文件等
- (七)初步验收相关文件
- 二、图纸部分
- (一) 勘察设计图、竣工图及说明
- (二) 设计变更图及说明(※)
- 三、 影像资料
- (一) 工程照片
- (二) 工程录像(※)
- (三) 资料汇总光盘
- 注: 带※号为可选项, 其余为必备资料。
 - 7.6.4 竣工验收一般流程

按照国家文物局关于印发《全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收管理暂行办法》的通知(文物保函(2016)343号)附件

第三条 工程竣工验收由国家文物局统一管理,由审批工程技术方案的文物 行政部门(以下简称竣工验收部门)组织实施。对具有重大社会影响的重点项目, 国家文物局可以自行组织实施竣工验收。

第四条 省级文物行政部门应督促工程业主单位于工程竣工一年后3个月 内提交工程竣工验收申请。对于一次勘察设计、分期完成的保护工程,业主单位 可以对已完成并符合竣工验收条件的部分保护工程提出分期竣工验收申请。

第五条 申请工程竣工验收应符合以下条件:

- (一) 完成立项报告和技术方案批复规定的各项内容:
- (二)有完整的技术档案和施工管理资料(资料要求详见附录一);

(三)通过了业主和勘察设计、施工、监理单位的四方验评和工程项目原申报机关组织的初验,并对初验中提出的意见已全部整改完毕。

第六条 省级文物行政部门在接到工程竣工验收申请后,对由本级批复实施的工程项目应尽快组织实施竣工验收;对由国家文物局批复实施的工程项目,应及时上报验收申请,国家文物局根据申请组织实施竣工验收。

工程竣工验收可由竣工验收部门直接或委托专业机构开展。

第七条 工程竣工验收内容:

工程竣工验收主要包括工程审批与管理、工程质量与效果、工程档案与资料三部分内容(相关指标详见附录二)。

第八条 工程竣工验收程序:

- (一)根据工程性质和内容,组建验收专家组。专家组成员应为不少于3 人的奇数。
- (二)应制订验收计划,并将验收时间、地点、内容、程序等书面通知业主单位,由其协助安排竣工验收事宜。
- (三)组织现场查验时,业主、勘察设计、施工、监理单位相关负责人需在 现场接受验收专家组质询。

(四) 召开验收会议。

- 1. 听取业主、勘察设计、施工、监理单位工程情况汇报:
- 2. 听取工程初验情况及整改情况汇报:
- 3. 调阅业主、勘察设计、施工、监理单位的工程档案资料;
- 4. 验收专家发表意见(专家意见表详见附录三)。
- (五)根据现场查验、情况汇报及专家意见,形成竣工验收报告。验收报告由工程基本情况、工程竣工验收情况及结论、工程竣工验收总结及建议三部分内容构成。

第九条 竣工验收部门应在验收结束后及时向业主单位出具工程竣工验收 意见。由省级文物行政部门组织竣工验收的,应同时将验收意见和验收报告报国 家文物局备案。

第十条 文物保护工程未经初验或者初验不合格的,不得投入使用;工程竣工验收不合格的,应立即停止使用,并依照工程竣工验收意见在期限内完成整改,并重新履行工程竣工验收程序。

第十一条 国家文物局对工程竣工验收进行监督检查,对工程完成后二年内未开展竣工验收的项目,予以通报;如发现验收过程中存在违反验收程序或弄虚作假行为的,将追究相关当事者责任,并撤销验收结论,责成相关省级文物行政部门重新组织验收。竣工验收中违反国家有关法律法规构成犯罪的,依法追究刑事责任。

7.6.5 竣工验收报告的编写

1) 建设项目基本信息

工程名称, 地址, 建设或投资单位名称。

参与工程勘察,设计,施工(含分包),监理等单位名称及专业资质等级,资质证书编号和备案合同编号。注明规划许可证号,施工许可证号,监督注册号。

工程实际开工时间,竣工验收合格时间等。房屋建筑工程要对工程本身用途,功能,外观,结构类型,抗震等级,建筑耐火等级,主要使用功能区分,设计使用年限,建筑面积,建筑物檐高,占地面积,地上及地下层数,外装修特点,投资额等进行简要描述。

市政基础设施工程要对工程本身的类别,用途,功能,外观,结构形式,抗震设防,管道敷设形式,系统形式,主要设备,工程的主要工程量,投资额等进行简要描述。

2) 工程建设基本情况

(1)建设单位执行基本建设程序情况: 执行各项法律, 法规, 标准及北京市有关规定情况, 工程勘察, 设计, 施工, 监理等参建单位招标, 投标情况。

- (2)设计情况:注明设计文件号,施工图审查编号和审查单位。注明设计完成时间,项目和各专业设计负责人,注册建筑师证号,注册结构师证号和注册设备工程师证号。叙述图纸会审情况,施工过程中有无重大设计变更并说明情况(重大变更是否经图纸审查部门批准,主要说明影响结构,使用功能的变更和主要材料,设备的变更)。哪些部位未按设计施工,及需要特别说明的其他情况。
- (3) 地质概况:注明地基勘察项目负责人及执业证号和勘察报告审查编号。 说明建筑地基种类(天然或人工),深度(槽底标高),承载力数值和依据,允许变形 要求.建设工程地基实际情况是否与勘察报告相符,如不符是否按建议的处理方 式进行了处理,地基承载力是否满足设计要求,地基变形是否满足设计要求。
- (4) 监理基本情况和评价:说明监理机构设置情况,分别注明参与本工程的注册监理工程师(总监理工程师,专业监理工程师),驻工地监理人员的姓名,资格证书及编号,注册证号。写明项目监理部是否按规定进行了隐蔽验收;是否按规定对施工试验进行了有见证取样与送检;是否按规定进行了检验批,分项工程,分部工程报验;对哪些主要部位实施了旁站监理。
- (5) 施工单位基本情况和评价:分别说明总包单位项目部项目经理,技术负责人,专业负责人,施工现场管理负责人等姓名,执业证书及编号.特殊工种人员持证上岗情况.施工工期定额规定的施工天数,实际施工天数,工程总用工工日。按照《建筑工程施工质量验收统一标准》中分部工程的划分,简介各分部主要施工方法,重点描述地基基础,主体结构施工过程,有无甩项,有无质量遗留问题,需要说明的其他事项。
- (6)主要建筑材料使用情况:用于主体结构建筑材料,门窗,防水,保温材料,特种设备等产品是否符合相关规定,生产厂家是否具有生产许可证.建筑材料,构配件设备是否有合格证明文件,是否按规定进行了复试,有见证取样与送检,试验和检验的结果如何,是否符合国家及北京市地方标准。
- (7) 工程资料管理情况:说明有关工程施工技术,施工管理,质量保证资料, 建筑材料,构配件和设备合格文件及试验检验资料归档情况。

- (8) 工程验收情况:注明参加工程竣工验收单位名单,人员名单及执业身份证件号码,参加竣工验收的单位和人员是否符合有关规定。描述工程竣工验收组织形式,验收内容和验收过程,勘察,设计,施工,监理等单位分别提出的工程整改意见和竣工验收意见,整改和复验情况.对未进行验收的分部工程给予说明并提出处理意见。说明完成规划,消防,环保(工业生产及有污染排放项目),室内环境质量检测验收时间,以及法律,法规规定必须进行的其他验收项目验收情况。
 - (9) 无障碍设施的设计,施工,竣工验收情况。
- (10)施工中发生的质量问题,质量,安全事故处理情况: 是否发生过质量问题,质量和安全事故。如发生,说明原因和处理结果,写明什么时间,什么部位发生什么样的质量问题,质量和安全事故。扼要说明其主要原因采取的措施,处理结果应有设计单位或检测单位认可的结论性意见。如未发生质量问题,质量和安全事故应写明施工中未发生。
 - 3. 对工程质量的综合评价
 - (1) 工程建设是否符合国家有关的法律,法规,是否符合基本建设程序。
 - (2) 工程建设是否完成了合同约定的各项内容。
- (3) 工程设计是否合理,工程质量是否符合设计文件及施工合同的要求,工程质量是否合格。
 - (4) 工程质量是否符合国家工程施工质量验收规范。
- (5)参建各方是否一致认为达到了工程竣工验收条件,建设单位是否同意工程竣工验收并进行竣工验收备案。
 - ①先本体后环境
 - ②先主体后附属
 - ③先结构后维护
 - 4)安全管理
 - 1. 文明施工

- 1.1 施工作业人员护品用具穿戴齐全、安全帽系好带; 开工前接受过安全教育和违章守纪教育, 并经考试合格。
- 1.2 场地物料摆放有序、整洁、安全通道畅通;施工垃圾随时清运;无污水、油污。
 - 1.3 施工单位应有:严密的施工组织和施工安全责任人。
 - 1.4 特种作业人员持证上岗。
- 1.5 对施工范围内可能存在坍塌、滑坡的部位,必须先进行评估,进行必要的支护。
 - 1.6 对可能造成环境安全的施工内容,必须经相关部门批准。
 - 2. 施工用电
 - 2.1 临时电缆的布设,应:无碾压、摩擦、碰撞和高温的损坏。
- 2.2 配电盘柜位置合适,铁质柜应有接零;开关无缺损,保险符合要求;无 裸露线头,无违章接线;严禁一个开关接多路负荷线。
 - 2.3 电气设施要设专人管理。
 - 2.4 配电室、操作台应落实"停电挂牌"和"禁止操作"挂牌制度,有记录。
 - 2.5 非电工人员,严禁处理接线、更换保险和处理电气设施故障。
 - 3、高空作业
- 3.1 领工者向作业人员交代安全重点;互相检查着装,检查高空作业用具,确认作业环境;清查作业点(面),防人员坠落和防落物伤人,严禁向下抛扔物件;危险作业应在地面设警示标志或专人监护。
- 3.2 需交叉作业时,下层作业应主动与上层作业协调;为防落物伤人,下层 应采取保护措施,要设专人监护;下层作业也是高空作业时,同样严格执行高空 作业要求。
- 3.3 施工架子应搭设牢固、无歪斜,架板应无断裂、两头捆扎、无窜动,临时作业平台应设安全围栏。

- 3.4 安全带使用:应高挂低用;无挂点时,应焊接临时挂点;无法设置挂点时,应设置钢质安全绳索,安全绳挂在安全绳索上、
 - 3.5 高处作业按规定程序,办理各级别的高处作业申报表。
 - 3.6 高处作业的安全措施制定应有高处作业人员参加。
 - 3.7身体不适合高处作业人员不得参加高处作业。
 - 4、吊装作业
- 4.1 较大规模吊装作业应制定吊装方案、并按规定上报审批;作业人员熟悉作业方案,明确指挥人员,专人检查吊、索具;划出危险区域并设警示标志,设专人监护。
 - 4.2 如高处作业,严格执行高处作业要求,吊装按方案作业。
- 4.3 使用倒链作业,承载点强度要符合要求,起重量不得大于倒链标称起重量;捆绑钢丝绳安全系数符合要求,使用前对倒链进行检查。
- 4.4 使用卷扬机配合吊装,卷扬机应固定可靠,注意保护好卷扬钢丝绳,设 警示标志,应有明确的信号联系和统一指挥。
 - 5、焊接作业
 - 5.1 氧气、乙炔两瓶之间与火源之间的安全距离分别为五米、十米。
 - 5.2 焊机一次线长不大于两米,线头不得裸露;应做好焊机外壳的接零。
- 5.3 焊机二次线的接线头必须包扎; 电源线、二次线严禁搭、碰氧气、乙炔 瓶和卷扬钢丝绳及承重钢丝绳和其他易燃介质管道。二次回路线禁用易燃介质管 道及支架和其他固定金属结构做回路。
- 5.4 高处作业的焊工作业必须执行高处作业的要求;焊工作业时应落实防火的要求;确认无火灾隐患方可作业;焊接机具的附件不得有缺陷。
 - 6、防煤气中毒
- 6.1 煤气设施动火及进入煤气设施内作业,必须按规定放散和置换后,经煤 气检测合格后,施工单位设专人持仪器监护,方可进行作业。

- 6.2 煤气区域的重点部位施工,需设专人持仪器监护,防飘逸煤气,泄露煤气造成人员中毒。
 - 6.3 带煤气作业,必须严格按照作业方案执行。
 - 6.4 煤气设施的使用、点火,严格按程序检测和按安全操作规程操作、
 - 7、防火
- 7.1 现场存在易燃易爆物品时,应设置防火间隔和安全通道,并设置警示标志。
- 7.2 在禁火区域动火,应先办理动火申请,批准后,在动火区域清理易燃物, 备好消防器材,作业时设专人监护。
- 7.3 焊接作业,焊工在作业前必须确认:焊接物周围无易燃物方可作业;不具备以上条件,必须采取有效的防火和灭火措施,设专人监护,方可作业。
 - 8、一般作业
 - 8.1 现场的坑、洞、沟及敞开的高空平台,应设有效的防护警示标志。
 - 8.2 确认作业场所的电气设施、煤气、氮气、氧气等设施无漏电和泄露。
 - 8.3 作业人员确认作业环境,防止落物伤人,防止坠入坑、洞内或高空坠落。
 - 8.4 作业时,正确使用工机具,防止自己或他人被机具伤害。
 - 8.5 多人同部位作业或本部位作业对他人有影响时,应主动告知、联系确认。
 - 8.6 受限空间作业应办理受限空间操作票。
 - 9、防护设施
- 9.1 钢斜梯应符合 GB4053.2-83 要求, 扶手高 900 毫米, 踏板厚度大于 4 毫米(花纹板)、设加强筋。
- 9.2 栏杆应符合 GB4053.2-83, 栏杆高 1050-1200 毫米,立柱间隔不大于 1000 毫米; 脚踏板高 100 毫米,与平台间隔 10 毫米;材料:扶手和立柱用Φ33.5 毫米钢管或 50 毫米×4 毫米角钢。
- 9.3 保护罩应符合 GB8187-87 要求,凡旋转的为露轮、轴及运转部件均应用保护罩隔离。

9.4 现场的坑、洞、沟均有盖板,各类平台均有栏杆和踢脚板,钢斜梯的踏板应防滑或加焊防滑筋。

7.2.5 上岗培训和安全防护

上岗培训包括基础培训和技术难点培训。施工单位应根据项目施工特点,在项目准备阶段制定具有针对性的培训计划,确定基础培训和技术难点培训内容。填写《上岗培训计划表》(表 1-8),报监理单位签字确认后组织实施。上岗培训要有完整的记录资料,经监理单位、业主单位核实后,存入施工资料以备查验。培训考核未通过人员不得参与项目施工。

1) 基础培训

- ① 施工单位应在项目施工准备阶段组织基础培训,培训对象为施工管理人员和施工作业人员,培训时间应不少于 8 课时。
- ② 培训内容应包括但不限于以下内容: 文物保护和文物保护项目施工管理的相关法律法规,拟修缮古建筑(文物古迹)的文物价值和历史信息、设计方案,项目部中各岗位职责,修缮技术要点和操作规程,古建筑(文物古迹)修缮项目施工安全规范、主要工艺作法,各项规章制度和应急预案等。
- ③ 施工管理人员培训以项目施工管理、目标等内容为主;施工作业人员培训以修缮做法、技术要点、操作规程和安全教育等内容为主。

2) 技术难点培训

- ① 施工单位应根据实际需要,在项目施工准备阶段组织技术难点培训,培训对象为施工管理人员和施工作业人员,设计单位应予以配合。
- ② 培训时间应根据项目施工复杂情况、技术难度等综合确定,应不少于 4 课时。培训内容应针对修缮关键技术施工难点问题、主要及特殊工艺设置(如罩棚搭设技术要求、施工拆卸技术要求等。
 - 3) 人员上岗安全防护
 - ① 现场所有施工人员应统一着装,佩戴必要的安全防护装备和上岗证。
- ② 工作服和安全帽应标明所属单位,便于人员活动,保护人员安全;特殊专业施工作业人员应配备必要的口罩、眼部护具、手套、安全带等防护装备。

③ 上岗证应注明人员姓名、年龄、项目名称、岗位名称、专业工种、所属单位、上岗培训时间等内容,配有人员照片;项目施工管理人员的上岗证应与施工作业人员相区别。

古文化遗址古墓葬(工程师)样题

一、单项选择题	
1.考古隔梁主要用途是()。	
A . 通道	B. 判断堆积地层
C . 美观整齐	D. 评断发掘水平
2. 由地表向上堆筑的墓葬形式是()。	
A. 砖石墓	B.洞室墓
C . 土墩墓	D . 石棺墓
3. 下列方法中,确定锚杆类型和参数不适用	的是()。
A. 工程类比法	B. 经验公式计算
C . 经验推断	D . 查阅锚固设计规范
4. 对土遗址保护对象中的潮湿土来说,其含	水率的范围一般为()。
A . 5 ~ 20%	B . 10 ~ 20%
C . 5~30%	D . 10 ~ 30%
5. 重要工程应当在() 年内发表技术排	足告 。
A . 2	B . 3
C . 5	D . 5
6. 文物古迹保护和管理工作的程序是制订文	物保护规划、实施文物保护规划和 ()。
A. 定期检查文物保护规划及其实施情况	B. 明确管理机构
C . 筹措保护和管理经费	D. 落实文物维修整治措施
7. 大遗址保护工程中考古调查的任务是() 。
A.为遗址开发利用提供支持	
B. 发现、确认和研究文化遗存为文化遗	产保护提供服务
C. 服务于各种基本建设	
D . 促进当地经济发展	
8. 造成我国北方地区土质文物劣化大概率原	因是()。
A. 酸雨污染	B. 盐碱破坏
C . 风力侵蚀	D. 冻融循环
9. 影响古遗址周边景观的因素是	
A . 道路	B. 树木
C . 不协调建筑	D . 河流
10.《文物保护工程管理办法》中,施工设计	十文件不包括()。
A . 施工图	B. 保护工程设计方案
C.设计说明书	D. 施工图预算
11.除遗址范围、遗址布局外,大遗址保护的	的考古工作的任务还有()。

	A.遗址内涵	B. 遗址保护
	C.遗址现状	D.遗址管理
12	. 古遗址古墓葬保护工程验收中发现质量间	可题时,组织整改的主体是()。
	A.属地文物保护行政部门	B. 业主单位
	C. 监理单位	D . 施工单位
13	. 关于竣工图纸的说法,不正确的是() 。
	A.竣工图纸可以使用新的蓝图	
	B.竣工图纸必须与工程实际相符	
	C. 竣工图纸必须将变更内容修改、注记	2到位
	D. 竣工图纸不得使用计算机出图的复印	1件
14	. 施工现场的一般流程有: 1、现场检查;	2、现场报验; 3、施工现场平面布置等。下列
	事项中不属于现场报验的主要内容的是	() 。
	A.主要材料和构件	B. 主要建筑设备
	C. 老旧材料	D . 老旧构件
15	. 下列遗址中,主要采用生土挖造工艺建筑	造的是() 。
	A.楼兰古城遗址	B.高昌故城遗址
	C. 交河故城遗址	D . 北庭故城遗址
16	. 吹蚀和磨蚀作用属于对古遗址破坏的形式	式是()。
	A. 物理	B. 风蚀
	C . 化学	D . 人为
17	. 一般情况下,土遗址详细勘察阶段对重到	要构件的详图测绘比例为()以上。
	A . 1:100	B.1:50
	C.1:20	D.1:10
18	. 生土建筑包括夯土建筑、窑洞和()等。
	A . 三合土基址	B . 土坯建筑
	C. 五花土基址	D. 城墙内填土
19	. 画像砖墓主要()。	
	A.流行于战国早期	
	B. 兴盛于战国中期至东汉	
	C.流行于战国晚期至西汉	
	D. 兴盛于东汉, 魏晋南北朝时期逐渐衰	
20	. 对有可能发生坍塌、滑移病害的不稳定 <u>-</u>	
	A. 锚杆加固	B. 表面加固
21	C. 顶面封护 关于珠石物草蓝说法。不正确的是(D. 裂缝修补
Z I .	. 关于砖石构墓葬说法,不正确的是(A. 砖石构墓就是用砖和石材砌筑的墓葬	
	44.肾间均全观压用时间间彻则机时至纤	-

B.砖石墓一般分石室和砖室墓			
C.石室墓指用不同规格的石材构筑墓室的墓葬形式			
D. 砖室墓内有彩画,石室墓内无彩画			
22. 木质文物的提取多用 () 等浸泡,	去除木质文物表面的污物		
A . 纯净水	B. 双氧水		
C. 去离子水,蒸馏水	D. 酒精、丙酮		
23. 古遗址古墓葬勘察设计工程中,不适用	的原则是()。		
A.最小干预原则	B . 经济、美观、实用原则		
C. 抢救性与预防性保护相结合原则	D . 不改变原状原则		
24. 古遗址保护工程中,地层学原理对于指	导施工有重要作用。下列不属于地层学所能解		
决的是()。			
A. 查明具体年代	B. 判断叠压和打破关系		
C.分辨遗迹单位	D. 辩析地层堆积		
25. 工程勘察是为评估土遗址价值及()而进行的调查、分析和编制勘察文件的工作。		
A.真实性	B. 完整性		
C.延续性	D. 稳定性		
26. 古遗址古墓葬保护工程实施过程中发现	不明遗迹堆积时,正确的做法是()。		
A . 及时征求原考古发掘专家的意见	B.评估其价值后提出处理意见		
C.将与原遗址不符的部分清除	D . 不考虑其存在		
27.关于单位工程的说法,不正确的是(
A 具有单独的文物保护工程设计文件			
B. 可按文物保护工程的各工种划分			
C. 能够据此独立组织施工			
D.实施完工后可作为文物保护工程项目	目组成部分的分项工程		
28.保护工程的施工例会,应填写《例会记	录 》 的单位的是()。		
A.业主单位	B. 设计单位		
C.监理单位	D. 施工单位		
29.项目施工中如发生安全事故,必须及时	按规定上报()。		
A. 监理单位	B.设计单位		
C. 当地县一级人民政府	D. 业主单位及地方文物行政部门		
30 . 工程文件的立卷,不包括()。			
A. 工程设计阶段的文件	B. 工程准备阶段的文件		
C. 工程实施阶段的文件			
	进行总体工程质量验收合格后,业主单位应按		
程序申请初步验收的单位是()。	CONTRACTOR NOTED TO THE TANK THE TENTON		
A . 县一级文物行政部门	B. 地市级文物行政部门		
C. 省级文物行政部门	D. 国家文物行政部门		
· H-2007 C 12 1 2 - O HC 1 3	- WAY IN LIGHT I		

32 .	. 下列不属于工程实施阶段资料的是() 。
	A.《材料、构件进场检验记录》	B.《施工安全技术交底记录》
	C.《样板报验表》	D . 《单位工程质量报验表》
33 .	. 保护工程实施过程中,组织例会单位是	() 。
	A. 监理单位	B. 设计单位
	C. 施工单位	D. 业主单位
34 .	. 古遗址古墓葬保护工程保修时间不得少于	F()年。
	A . 3	B . 4
	C . 5	D . 6
35 .	. 遗址考古发掘记录不包括的内容是() 。
	A . 文字	B.测绘图
	C. 影像	D. 文献
36	. 石质文物保护效果的现场试验检测不含	() 。
	A. 材料渗透深度	B. 老化试验
	C. 透水性	D. 固结强度
37.	. 遗址保护工程竣工验收时,申请初步验收	文的单位是()。
	A. 施工单位	B. 监理单位
	C. 当地文物行政部门	D. 业主单位
38	. 关于古遗址古墓葬保护工程设计交底的设	总法,不正确的是()。
	A.设计单位向建设单位、施工单位、监	理单位交底设计说明
	B. 设计单位解答《图纸会审记录》相关	问题
	C. 施工单位汇总交底内容, 填写《设计	交底记录》, 经四方确认签字
	D. 四方组织现场复核	
39.	《文物保护工程管理办法》中,施工单位	应当严格按照设计文件的要求进行施工,不符
	合工作程序的是 ()。	
	A. 施工人员进场前要接受文物保护相关	知识的培训
	B. 按文物保护工程的要求作好施工记录	和施工统计文件,收集有关文物资料
	C . 签定合同	
	D. 提交竣工资料,定期向甲方进行汇报	
40 .	. 针对仅剩残缺土包的遗址,保护加固不可	J用的措施是() 。
	A. 要尽可能保持其残状遗址本体不再坍	塌、剥落、粉化
	B. 不建议为恢复原状而进行包砖,大量	覆土等工程措施
	C.新增夯土封护	
	D. 加强施工前后的安全监测	
=,	多项选择题	
41 .	. 用于土遗址文物保护加固的灌浆技术中,	注浆的工艺包括()。
	A. 自然注浆	B. 静压注浆

C. 高压喷射注浆	D. 超高压封闭注浆
E.渗透注浆	
42.施工技术交底的内容有()。	
A. 施工组织设计交底	B. 专项施工方案交底
C. 分项工程技术交底	D. 施工安全技术交底
E. 安全防护、文明施工交底	
43.施工主要责任人员有()。	
A.项目经理	B.技术负责人
C.安全员	D . 监理
E. 甲方代表	
44. 古遗址古墓葬主要病害有()	0
A.整体缺失与局部缺失、掏蚀、裂缝	
B. 变形坍塌主要有位移、沉降、长状	剥落、坍塌
C. 水害和风蚀、粉化剥落与降尘、空	鼓与变色
D . 生物病害与它物冗压、不当修缮、	外观损伤
E. 保护管理失控	
45.遗址表层病害包括()。	
A.粉化剥落	B. 降尘
C . 空鼓	D . 变色
E . 裂缝	
46.考古报告的主要内容包括())	0
A . 考古概况	B. 工作经过
C. 地层堆积	D . 遗迹
E.病害描述	
47. 古遗址古墓葬保护工程的勘察工作包括	も()。
A. 现状测绘	B. 现状勘察
C. 工程设计	D. 现状物探
E.岩土工程勘察	
48.调查、勘察、采集等活动都需要详细	田的记录,其中遗址文化堆积主要记录内容有
() 。	
A.堆积范围和厚度	B. 文化层划分
C . 各层次土质土色及包含物	D . 各层次包含遗物情况
E.遗迹位置及编号	
49.结构性裂缝形成原因有()。	
A. 建造接缝	B. 卸荷作用
C. 不均匀沉降	D. 重力作用
E. 微生物病害	

50. 竣工验收后,编制修缮报告的单位是()。

A. 行政主管单位 C. 设计单位

B. 业主单位

D. 施工单位

E. 监理单位

古文化遗址古墓葬(工程师)参考答案

01 B	02 C	03 C	04 C	05 B
06 A	07 B	08 D	09 C	10 B
11 A	12 B	13 A	14 B	15 C
16 B	17 C	18 B	19 D	20 A
21 D	22 C	23 B	24 A	25 D
26 A	27 B	28 D	29 D	30 A
31 C	32 B	33 D	34 C	35 D
36 D	37 D	38 D	39 C	40 C
41 BC	42 ABCD	43 ABC	44 ABCD	45 ABCD
46 ABCD	47 ABDE	48 ABCD	49 ABCD	50 BCDE

古文化遗址古墓葬(设计师)样题

—	、单项选择题	
1.	. 不属于影响文物古迹环境质量的主要因	秦是() 。
	A. 自然因素	B . 人为因素
	C. 社会因素	D . 景观因素
2 .	. 考古发掘现场,重大考古发现首选的保护	户类型是()。
	A. 保护展示厅	B. 保护大棚
	C.覆罩展示	D.建设围墙
3.	. 古遗址古墓葬测绘工作因为测绘对象的低	介值大小、构成内容与规模、出土遗物的多少,
	都直接影响测绘内容的多少和(0
	A.测绘工作量的大小	B . 信息采集的完整
	C. 勘察目标的准确	D.测绘技术的手段
4.	. 考古遗迹中的灰坑,包含物一般是() 。
	A . 生活垃圾	B . 房址
	C . 石刻	D . 夯土
5.	. 如果古遗址古墓葬工程中存在一定数量的	n壁画或雕塑等特殊文物时,按照工程管理办法
	应采取的保护措施是()。	
	A.用合理的保护材料对其进行涂刷	B. 申请将其按照特殊专项工程处理
	C. 将其覆罩玻璃进行展示	D . 进行揭取和迁移以利于工程实施
6.	. 不属于土遗址初步勘察阶段工作内容的点	륃()。
	A. 完成基础资料收集	B.完成遗址的价值评估
	C. 查明其赋存环境	D . 开展遗址病害监测
7.	. 古遗址古墓葬的展示设计原则应以保护之	为前提,以()为依据。
	A . 真实性	B. 研究成果
	C. 完整性	D . 可读性
8.	. 古遗址古墓葬保护工程实施过程中发现2	下明遗迹堆积时,正确的做法是()。
	A. 及时征求原考古发掘专家的意见	B. 评估其价值后提出处理意见
	C. 将与原遗址不符的部分清除	D . 不考虑其存在
9.	. 下列不属于遗址围护与覆罩保护工程设计	十原则的是()。
	A.最小干预	B.可逆性
	C. 可识别性	D . 造形优美
10	. 古遗址因表面材料组分之间结合力减弱] 或消失,使遗址表面减薄、形貌变形,从而造
	成表层破坏的现象是()。	
	A . 变色	B. 返碱

	C. 粉化剥落	D . 空鼓
11	. 遗址保护工程方案设计文件包括()和设计图纸两部分内容。
	A. 现状勘察	B. 设计依据
	C. 工程概算	D.设计说明
12	. 建筑遗址原则上不得原址重建,若确因	展示需要,需在原址重建的,首先应具备坚实
	的()基础。	
	A. 资料研究	B . 历史研究
	C. 本体研究	D . 考古研究
13	. 下列地区中,土遗址最易发生风力侵蚀的	的省份是()。
	A . 河北	B . 陕西
	C.新疆	D . 西藏
14	. 干燥环境下的土遗址是指年降水量小于	() 地区的土遗址。
	A . 100mm	B . 500mm
	C . 400mm	D . 250mm
15	. 下列不属于夯土遗址表土结皮及剥落的	影响因素是()。
	A . 土体性质	B. 降雨
	C.表面覆盖物	D . 风力
16	. 考古报告中,代表灰沟的字母是() 。
	A . H	B . G
	C . HG	D . A
17	. 土遗址病害监测的主要内容不包括() 。
	A. 含水率变化	B. 裂隙变形
	C. 风化层厚度变化	D.遗址本体变形破坏
18	. 古遗址古墓葬建设保护性设施时,应着	重考虑()。
	A. 外观的时代特点	B . 基础布设与遗址的关系
	C. 结构选型部分	D . 经济适用性能
19	. 存在发生坍塌、滑移病害风险且性质明码	角的遗迹,其中不稳定部位可采用()方
	法加固。	
	A. 顶面封护	B. 裂缝修补
	C. 锚杆加固	D. 防风化加固
20	. 古墓葬墓室的砖石栱券需采用保护措施力	如固,应避免采用的是() 。
	A. 选择高压渗透加固裂隙	
	B. 分析墓室的稳定性以选择保护修复技	术
	C. 在砖砌表面埋设钢结构以增强砖砌体	整体强度

	D.按原材料原工艺进行复原补砌	
21	. 底部掏空上部严重开裂或有滑移趋势的土	体采用锚杆加固时,加固深度在 () 左右的
	可采用土工长丝锚杆。	
	A . 1 米	B . 2 米
	C.3米	D . 5 米
22	. 古遗址中砖石结构的遗迹,表层防护加	固措施适用于() 的文物本体。
	A.表面裂隙不大于 5mm	B.表面粗糙
	C.表面光滑	D . 表面风化、严重疏松
23	. 古遗址保护性设施的保护措施设计说明	内容不包括()。
	A.陈述保护性设施的必要性	B. 提出保护对象的保护措施
	C. 编制保护性设施的设计专篇	D. 编制投资估算
24	. 北方三合土由 () 构成。	
	A.石灰、粘土、水泥	B. 粘土、水泥、细砂
	C. 石灰、粘土、细砂	D . 石灰、粘土、糯米
25	. 遗址回填保护工程中加细砂隔离层,砂	子粒径要求是()。
	A . 0.05 ~ 0.1mm	B . 0.1 ~ 0.3mm
	C . 0.3 ~ 0.5mm	D . 0.5 ~ 1.0mm
26	. 遗址内部空洞回填时,大体量的空洞应	根据现场情况先做(),再进行砌筑回填。
	A.表面封护	B. 病害勘察与测绘
	C. 建造工艺调查	D . 支撑与加固
27	. 下列不属于因结构稳定性加固土遗址的	措施是()。
	A. 掏蚀凹进部位加固	B. 表面裂隙加固
	C. 开裂夯土墙体加固	D . 空鼓部位加固
28		计保护设施时对湿度控制要求是()。
	A.保持尽可能干燥	
	C. 维持最适合人体的湿度	
29	. 古遗址古墓葬的现状测绘时,剖面图测	
	A. 标高	B.本体
20	C. 剖切线 . 下列图纸不属于遗址现状测绘图纸的内	D. 遗迹叠压
30		台定()。 B. 出土文物图
	A. 遗址列和干面图 C. 遗址剖面、立面图	D. 历史分期图
31	· 下列遗址类保护设计文件编制要求正确	
-	A. 施工图设计各相关专业平、立剖面图	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
	B. 使用非传统丁艺材料 在提供实验室	

C.保护性设施工程为涉建项目,不属于	遗址保护工程
D.需解体维修或塌落归安的构件,可通	过影像图表达
32.遗址保护展示设施施工前应编制(),并需征求专家或专业机构意见。
A . 地质勘察方案	B. 防水与防潮设计方案
C.遗址本体保护专项方案	D. 地面的处理方案
33.古遗址通常采用探方发掘, 仅需了解遗存	堆积层位和结构时, 可采用的方法是()。
A.考古调查	B . 考古钻探
C. 探沟解剖	D . 相近遗址比较
34. 已经消失的地面文物遗迹原则上不得原:	址重址重建,经论证确实需要重建的,需具备
必要的条件是()。	
A. 地方社会经济需求	B. 历史传说悠久
C. 考古历史依据充分	D. 政府重大工程
35. 古遗址古墓葬的现状总平面图比例是() 。
A . 1 ~ 1 : 100	B . 1 : 100 ~ 1 : 500
C . 1 : 500 ~ 1 : 2000	D . 1 : 2000 ~ 1 : 5000
36. 古遗址古墓葬展示设计需要进行深入的	现状勘察与评估,下列评估内容可以忽略的是
() 。	
A.展示对象的核心价值	B.展示对象的保存现状
C. 保护管理的历史沿革	D. 展示内容的资源条件
37. 陡坡或悬崖上的危岩体在重力作用下,发	
A . 坍塌	B. 解体
C. 崩塌	D. 剥落
38. 底部灰缝缺失主要原因可能是()	
A . 风蚀	B. 冻融
C. 盐风化	D . 老化
39.下列不属于结构性裂隙形式的是(
A.砖墙体开裂 C.板筑接缝开裂	B. 卸荷裂隙 D. 龟裂
40. 古墓葬渗水形成的原因是()。	り、电袋
A. 较高的地下水或降水较充沛	
B. 内部聚集有重力水	
C. 重力作用,入渗的降水起到促进作用	
D. 重力、热力等综合作用	
2 · 100 · 2000 0 200 H (EVO	
二、多项选择题	
41. 古遗址水力侵蚀主要侵蚀形式是() 。
A.溅蚀	B . 积水

	C. 面蚀	D. 沟蚀		
	E.渗水			
42	. 遗址现状文物勘察报告中包括() 。		
	A. 地理环境条件	B. 遗存状况		
	C. 建造工艺与形制	D. 遗址病害特征		
	E. 地质勘察情况			
43	. 遗址墓葬考古发掘后,回填保护的目的位	包括()。		
	A.防止盗掘行为的发生			
	B. 防止生产活动扰动对遗址的破坏			
	C. 减缓或防止遗址在自然条件下的破坏			
	D. 永久的保存遗址和墓葬			
	E.防止震动对遗址产生破坏			
44	. 古遗址古墓葬保护工程勘察设计工作应证	遵循的原则有()。		
	A . 动态设计原则	B. 传统材料与新材料相结合原则		
	C. 经济、美观、实用原则	D. 最小干预原则		
	E . 尽可能不改变遗址原状原则			
45	. 古遗址古墓葬现状勘察工作内容包括() 。		
	A. 现状测绘	B. 保存现状评估		
	C. 环境现状	D . 文字记录		
	E . 考古绘图			
46.《土遗址保护试验技术规范》中基本实验内容有()。				
	A . 基本物理力学指标测定	B. 酸碱循环		
	C. 冻融循环	D. 干湿循环		
	E.透气性			
47	. 下列砖石砌体保护修复技术,常用的加[固修复方法()。		
	A.结构支护	B. 局部择砌		
	C. 表面除盐	D. 剔补		
	E. 裂缝修补	2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2 -		
12		支术,影响灌浆技术应用效果的因素主要有		
70	()。	(小, 杉 可准水 汉小应川从不时已示工女 6		
	A.浆液的渗入能力	D		
		B. 浆液稳定性		
	C. 结石率	D. 浆液体积		
	E. 容许灌浆压力	,		
49	. 土遗址破坏性裂缝,保护方法是() 。		
	A . 采用水泥浆灌注	B. 大型裂缝考虑灌浆加固		

C. 小型裂缝用黄泥土填塞 D. 可以采用表面封护的方法

E. 不采取任何措施

50.遗址历史分期图包括()。

B.遗址平面分期图

C. 出土遗物分布图 D. 剖面分期图

A.遗址分布平面图

E. 出土遗物大样图

古文化遗址古墓葬(设计师)参考答案

01 B	02 B	03 A	04 A	05 B
06 D	07 B	08 A	09 D	10 C
11 D	12 D	13 C	14 D	15 D
16 B	17 A	18 B	19 C	20 A
21 B	22 D	23 D	24 C	25 B
26 D	27 B	28 D	29 C	30 B
31 D	32 C	33 C	34 C	35 C
36 C	37 C	38 B	39 B	40 B
41 ACD	42 BCD	43 BC	44 ABDE	45 ABCD
46 ACD	47 ABDE	48 ABCE	49 BC	50 BD