



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 36747—2018

---

## 干燥环境土遗址保护加固设计规范

Design specification for conservation and reinforcement of earthen site in  
arid environment

2018-09-17 发布

2019-04-01 实施

---

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

订单号: 0125250303150574 防伪编号: 2025-0303-1115-5696-6639 购买单位: 中国文化遗产研究院

中国文化遗产研究院 专用

# 目 次

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 前言 .....                       | III |
| 1 范围 .....                     | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....                | 1   |
| 3 术语和定义 .....                  | 1   |
| 4 基本规定 .....                   | 2   |
| 5 土遗址本体加固技术要求 .....            | 3   |
| 6 载体加固技术的要求 .....              | 5   |
| 7 设计报告编制要求 .....               | 5   |
| 附录 A (规范性附录) 土遗址锚杆基本试验要点 ..... | 7   |
| 参考文献 .....                     | 8   |

中国文化遗产研究院 专用

订单号: 0125250303150574 防伪编号: 2025-0303-1115-5696-6639 购买单位: 中国文化遗产研究院

中国文化遗产研究院 专用

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家文物局提出。

本标准由全国文物保护标准化技术委员会(SAC/TC 289)归口。

本标准负责起草单位:敦煌研究院。

本标准参与起草单位:西北大学、兰州大学。

本标准主要起草人:王旭东、孙满利、李最雄、谌文武、郭青林、张景科、杨善龙、裴强强。

中国文化遗产研究院 专用

订单号: 0125250303150574 防伪编号: 2025-0303-1115-5696-6639 购买单位: 中国文化遗产研究院

中国文化遗产研究院 专用

# 干燥环境土遗址保护加固设计规范

## 1 范围

本标准规定了干燥环境土遗址保护加固设计的术语和定义、基本规定、本体及载体加固技术要求、报告编制要求。

本标准适用于我国干燥环境土遗址保护加固设计。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 50003 砌体结构设计规范

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**土遗址 earthen site**

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建筑遗址、构筑物等人类活动遗迹及其赋存环境。

### 3.2

**本体 museum audience service**

承载历史、艺术、科学、社会和文化价值的土质遗存。

### 3.3

**载体 remain carrier of earthen site**

土遗址本体赖以赋存的场地和环境。

### 3.4

**干燥环境 arid environment**

年降水量小于 250 mm 的地区。

### 3.5

**土遗址保护加固 conservation and reinforcement of earthen site**

为了防止和减缓土遗址的病害发展、提高其稳定性而采取的技术措施。

### 3.6

**砌补 mud repatching**

采用砌筑措施对土遗址实施的加固技术。

### 3.7

**夯补 ram repatching**

采用夯筑措施对土遗址实施的加固技术。

3.8

**表层防护加固 surface protection reinforcement**

为减缓风化而在土遗址表层实施的加固技术。

3.9

**裂隙灌浆 crack grouting**

将浆液注入土遗址裂隙,提高土遗址稳定性的加固技术。

3.10

**锚杆 anchor**

用来加固遗址土体,提高其整体稳定性的具有一定强度的杆件。

3.11

**土钉 soil nail**

用来加固或连结浅层遗址土体的细长杆件。

3.12

**锚固 anchoring**

为提高土遗址的稳定性,运用锚杆将不稳定土体锚在相对稳定的基体或土体上的加固措施。

3.13

**结石体 aggregate mass**

浆液凝固后具有一定强度的固体。

3.14

**信息化施工 informative construction**

利用土遗址保护施工过程中所获取的信息,修改完善设计,用于指导施工的管理措施。

4 基本规定

4.1 设计基础资料

设计基础资料应包括的内容:土遗址价值评估资料;土遗址保护工程勘察与测绘资料;遗址区环境条件的相关资料;施工条件的有关资料;类似土遗址保护工程经验资料;前期保护试验及效果评估资料;保护规划、考古及相关研究报告。

4.2 设计原则

4.2.1 不改变土遗址原状原则。

4.2.2 最低干预原则。

4.2.3 原材料和原工艺保护原则,采用与土遗址本体相符合的传统工艺、材料或经验证的改进技术。

4.2.4 材料和技术的安全应用原则,新型保护材料和技术,应先进行实验室试验和现场应用试验,取得可靠的结果以后,方可应用。

4.2.5 抢救性与预防性保护相结合原则。

4.2.6 动态设计,信息化施工。

4.3 设计阶段

4.3.1 土遗址保护加固设计原则上分为方案设计和施工设计两个阶段。

4.3.2 方案设计应通过对多种技术措施论证和比选后,确定出合理可行土遗址保护加固措施,编制技术文件,满足工程量计算和工程概算编制的要求。

4.3.3 施工设计应通过对工程措施细化和完善,确定出符合土遗址保护加固施工要求的技术措施,编

制技术文件,满足工程量核定和工程预算编制的要求。

#### 4.4 抗震设防要求

4.4.1 地震作用和抗震措施均应符合本地区抗震设防烈度的要求。

4.4.2 抗震设防烈度低于 7 度时,对县级文物保护单位和未定级土遗址可不进行地震作用计算。

#### 4.5 设计安全系数要求

4.5.1 土遗址本体设计安全系数宜参照表 1 中的规定执行。

表 1 土遗址本体设计安全系数

| 土遗址等级    | 全国重点文物保护单位           | 省级文物保护单位             | 市县级文物保护单位和未定级遗址      |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 安全系数 $k$ | $1.15 < k \leq 1.30$ | $1.10 < k \leq 1.15$ | $1.05 < k \leq 1.10$ |

4.5.2 土遗址稳定性评价应根据遗址土的特性,类比相似土体进行稳定性计算和评价。

4.5.3 确定设计安全系数时应考虑耐久性因素。

### 5 土遗址本体加固技术要求

#### 5.1 砌(夯)补

5.1.1 砌(夯)补部分应与原土遗址紧密连接。

5.1.2 砌(夯)补应采用和原遗址土一致或近似的材料,强度不低于未风化遗址土,易溶盐含量应小于 0.5%,夯补部分的密度不小于未风化遗址土的密度。

5.1.3 砌筑浆液宜采用水性材料,黏度和初凝时间适中,结石体强度应略高于未风化遗址土,结石体的颜色应和原遗址土保持一致。

5.1.4 砌(夯)补部分需要时可加筋,配筋材料宜首先考虑经科学论证的传统材料,配筋一般可按照层间距 20 cm~50 cm、筋间距 10 cm~20 cm 设计,特殊情况根据实际可增减。

5.1.5 砌(夯)补部分应基础牢靠,基础处理可按 GB 50007 的要求执行,稳定性可按 GB 50003 的要求执行。

5.1.6 砌(夯)补部分可采用锚杆和原遗址体连接,锚杆可采用木质或有机纤维材料,锚杆设置可参照 5.4 要求执行。

5.1.7 砌(夯)补部分宜预埋灌浆管,待砌筑体沉降稳定后进行灌浆。

5.1.8 高度较大砌(夯)补部分应分层、分段施工。

5.1.9 砌(夯)补部分宜做适当表面处理,使之与本体协调。

#### 5.2 表层防护加固

5.2.1 表层防护加固适用于表面风化严重疏松的土遗址。

5.2.2 表层防护加固材料宜优先选择水性无机类材料,并且适合以下原则:

- 无毒,黏度小,流动性强且可调,润湿性好,渗透性强,初凝时间适中,与土体的兼容性好。
- 加固后土体颜色基本不改变,表面无炫光,耐水性、耐候性、抗风蚀能力明显加强,并且有很好的透气性,材料老化后不影响土遗址的再处理性。

5.2.3 可采用喷淋、喷洒和滴渗等渗透工艺,也可几种工艺同时使用,形成合理的渗透梯度和深度。

5.2.4 表层防护加固可采用化学、生物、物理等综合措施。

5.2.5 表层防护加固应进行效果评价。

### 5.3 裂隙灌浆

5.3.1 裂隙灌浆适用于影响土遗址安全的裂隙。

5.3.2 结石体的强度应比遗址未风化土体的强度略高,透气、透水性可比遗址未风化土体略小。

5.3.3 灌浆材料的选用应兼顾强度与遗址土适宜性、施工可操作性,并有较好的耐候性。

5.3.4 灌浆材料可选用收缩性小的有机、无机或复合材料。

5.3.5 裂隙宽度较大时可适当充填与原遗址土类似填料。

5.3.6 浆液初凝时间宜为 45 min~60 min。

5.3.7 灌浆管布置可根据类似工程经验设计,并应通过现场灌浆试验调整。

5.3.8 灌浆压力的选择应首先考虑保证遗址安全,可根据类似工程经验设计,并应通过现场灌浆试验调整。

### 5.4 锚固

5.4.1 锚固适用于影响遗址结构安全、开裂和变形,且灌浆不能解决的遗址部分。

5.4.2 锚固可按文物保护单位工程隐蔽工程的相关要求设计。

5.4.3 锚固可采用锚杆、土钉,筋材可采用木质、纤维类等材料,筋材材质的选择应与环境匹配。

5.4.4 锚杆宜选用全长粘结性锚杆。

5.4.5 不应采用击入型土钉。

5.4.6 锚杆施工前应进行锚杆基本试验,见附录 A。

5.4.7 锚固体抗拔安全系数不小于 2.2,锚杆杆体抗拉安全系数不小于 1.8。

5.4.8 锚孔成孔应采用振动小的旋转成孔工艺,不应采用液体排渣。

5.4.9 注浆前应将孔内岩粉或土屑尽量清除干净。

5.4.10 对有腐蚀可能性的锚杆,使用前应进行防腐处理。

5.4.11 锚固注浆材料选用应符合 5.3 中的相关规定。

5.4.12 注浆浆液应搅拌均匀,随搅随用,并在初凝前用完,严防杂物混入浆液。

5.4.13 向锚孔内注浆应符合下列规定:

- a) 向下倾斜的锚孔内注浆时,浆液自下而上连续灌注,且确保从孔内顺利排气;
- b) 向上倾斜的锚孔内注浆时,应在孔口设置密封装置,将排气管端口设于孔底,注浆管应设在离密封装置不远处;
- c) 当孔口溢出浆液或排气管停止排气时,可停止注浆。

5.4.14 浆体强度检验用的试块每 30 根锚杆不应少于一组,每组不应少于 6 个试块。

5.4.15 锚固完成后,应及时对锚具和承压板进行 I 级防腐保护,并应做旧处理。

### 5.5 监测

5.5.1 监测适用于文物保护单位工程实施中对文物和人员有安全隐患的遗址部位。

5.5.2 监测布置原则应遵循必要、适度原则。

5.5.3 监测内容包括遗址变形、环境以及施工中文物与人员安全监测。

5.5.4 遗址变形监测宜采用实时监测系统和人工监测系统结合。

5.5.5 遗址环境监测可包括空气质量、风(风向、风速、挟沙量)、降水(降水强度、降水量、降水历程)、温度(气温以及土体内的温度)、湿度、日照时间与强度、植被、地下水等因素。

## 6 载体加固技术的要求

- 6.1 载体加固范围主要针对影响人和文物安全的部位。
- 6.2 载体加固应有别于本体加固,可按照 GB 50330、GB 50007 等相关要求执行。
- 6.3 载体加固应尽量保持原状。

## 7 设计报告编制要求

### 7.1 设计报告内容

- 7.1.1 方案设计文件主要包括:方案设计说明、方案设计图纸、概算书及附件。
- 7.1.2 施工设计文件主要包括:施工设计说明、施工设计图纸和预算书。

### 7.2 设计说明内容

#### 7.2.1 方案设计阶段设计说明的内容如下:

- a) 简况:介绍工程名称、地理区位、保护单位级别、工程性质、设计范围等;
- b) 设计依据:初步勘察报告、设计委托书、设计合同、文物保护规划及相关法律、法规、标准、规范等;
- c) 赋存环境和工程地质条件:与遗址保护加固有关的地质环境、气象环境、空气质量等,与设计有关岩土体工程参数等;
- d) 价值评估:阐明保护对象的历史、艺术、科学,以及社会价值和文化价值;通过价值评估,确定保护重点;
- e) 主要病害及评估:根据初步勘察报告,分析病害成因,进行综合评估,预测病害的发展趋势;
- f) 设计原则和指导思想:阐明设计所采用的主要原则和指导思想;
- g) 保护措施:针对病害,通过多种方案论证和比选,提出保护加固的技术措施;
- h) 分期计划及工程量;
- i) 施工及管理的建议要求。

#### 7.2.2 施工设计阶段设计说明的内容如下:

- a) 简况:说明工程名称、地理区位、保护单位级别、工程性质、设计范围等;
- b) 设计依据:已批准的方案设计文件、批复意见、详细勘察报告等;
- c) 施工技术措施;
- d) 保护加固材料说明;
- e) 工程设计计算书;
- f) 施工过程中的遗址保护注意事项。

### 7.3 设计图纸内容

#### 7.3.1 方案设计阶段设计图纸的内容如下:

- a) 遗址总平面图:标明保护加固对象、分布位置等,图纸比例可选择 1:2 000、1:1 000、1:500;
- b) 保护措施图:标明反映技术措施所需要的平、立、剖面图、局部详图等,标注相关外围尺寸、详细尺寸、剖切位置、详图索引关系等,列出工程数量表;图纸比例可选择 1:200、1:100、1:50;局部详图比例 1:20 以上;
- c) 如有必要,增加效果图。

#### 7.3.2 施工设计阶段设计图纸的内容如下:

- a) 遗址总平面图:标明保护加固对象、分布位置等,图纸比例可选择1:2 000、1:1 000、1:500、1:200;
- b) 保护措施图:标明所有保护工程措施位置、工程数量的平、立、剖面图,图纸比例可选择1:100、1:50;
- c) 工程结构图:标注详细尺寸的平、立、剖面图,图纸比例1:20以上;
- d) 重要部位的节点大样图:标注详细尺寸、剖切位置、详图索引关系等;图纸比例1:20以上。

#### 7.4 概预算编制内容

方案设计概算书的内容应包括编制依据、编制说明、总概算表、单位工程概算书、其他工程费用概算书、单项工程综合概算书和主要材料表等。

施工图预算书的内容应包括编制依据、编制说明、单位工程预算书、其他工程费用预算书、单项工程综合预算书、单价分析表、总预算表和主要材料表等。

#### 7.5 附件内容

附件内容应包含4.1设计基础资料所含内容。

附 录 A  
(规范性附录)

土遗址锚杆基本试验要点

A.1 用作试验的锚杆参数、材料及施工工艺应与工程设计的锚杆相同，锚杆试验部位应当选择在隐蔽或者不重要部位进行，每组试验锚杆不应少于 3 根。

A.2 最大试验荷载  $Q_{\max}$  所产生的应力不应超过锚杆杆体强度标准值的 0.8 倍。

A.3 土遗址锚杆试验加载等级与测读锚头位移应遵守下列规定：

- a) 采用循环加载，初始荷载宜取  $A \cdot f_{\text{ptk}}$  的 0.1 倍 ( $A$  为锚杆的截面积， $f_{\text{ptk}}$  为锚杆承载力标准值)，每级加载增量宜取  $A \cdot f_{\text{ptk}}$  的 1/10~1/15；
- b) 土层锚杆加载等级与观测时间应符合表 A.1 中的规定；
- c) 在每级加载观测时间内，测读锚头位移不应少于 3 次；
- d) 在每级加载观测时间内，当锚头位移增量不大于 0.1 mm 时，可施加下一级荷载；不满足时应在锚头位移增量 2 h 以内小于 2 mm 时，再施加下一级荷载。

表 A.1 土遗址锚杆基本试验加载等级与锚头位移测读时间

| 测读时间间隔/min                                  |      | 加载段 |    |    |    | 卸载段 |    |    |
|---|------|-----|----|----|----|-----|----|----|
|   |      | 5   | 5  | 5  | 10 | 5   | 5  | 5  |
| 每次循环累计加载量<br>( $A \cdot f_{\text{ptk}}$ )/% | 初始荷载 | —   | —  | —  | 10 | —   | —  | —  |
|   | 第一循环 | 10  | —  | —  | 30 | —   | —  | 10 |
|   | 第二循环 | 10  | 20 | 30 | 40 | 30  | 20 | 10 |
|   | 第三循环 | 10  | 30 | 40 | 50 | 40  | 30 | 10 |
|   | 第四循环 | 10  | 30 | 50 | 60 | 50  | 30 | 10 |
|   | 第五循环 | 10  | 30 | 50 | 70 | 50  | 30 | 10 |
|   | 第六循环 | 10  | 30 | 60 | 80 | 60  | 30 | 10 |

A.4 锚杆试验所得的总弹性位移应超过自由段长度理论弹性伸长量的 80%，且应小于自由段长度与 1/2 锚固段长度之和的理论弹性伸长量。

A.5 锚杆试验终止条件应符合下列规定：

- 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；
- b) 某级荷载下锚头总位移不收敛；
- c) 锚头总位移超过设计允许位移值。

A.6 试验报告应绘制锚杆荷载-位移( $Q-S$ )曲线；锚杆荷载-弹性位移( $Q-S_e$ )曲线；锚杆荷载-塑性位移( $Q-S_p$ )曲线。

A.7 锚杆的极限承载力应取终止试验荷载的前一级荷载的 95%。

A.8 参加统计的试验锚杆，当满足其级差不超过平均值的 30% 时，可取其平均值为锚杆极限承载力。级差超过平均值的 30% 时，宜增加试验量并分析离差过大的原因，结合工程具体情况确定极限承载力。

A.9 将锚杆极限承载力除以安全系数 2.2，即为锚杆抗拔承载力特征值。

参 考 文 献

- [1] GB 50011—2010 建筑抗震设计规范
- [2] GB 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准
- [3] DL/T 5148—2012 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范
- [4] JGJ 120—1999 建筑基坑支护技术规程
- [5] WW/T 0039—2012 土遗址保护试验技术规范
- [6] WW/T 0040—2012 土遗址保护工程勘察规范
- [7] 王旭东,李最雄,湛文武,等.土遗址保护关键技术研究[M].北京:科学出版社,2013.
- [8] 王旭东,湛文武,韩文峰.岩土质文物保护名词术语[M].北京:科学出版社,2014.
- [9] 国际古迹遗址理事会中国国家委员会.中国文物古迹保护准则.2015.

订购号: 0125250303150574 防伪编号: 2025-0303-1115-5696-6639 购买单位: 中国文化遗产研究院

中国文化遗产研究院 专用

中国文化遗产研究院 专用

## ⚠ 版权声明

中国标准在线服务网(www.spc.org.cn)是中国标准出版社委托北京标科网络技术有限公司负责运营销售正版标准资源的网络服务平台,本网站所有标准资源均已获得国内外相关版权方的合法授权。未经授权,严禁任何单位、组织及个人对标准文本进行复制、发行、销售、传播和翻译出版等违法行为。版权所有,违者必究!



购买者: 中国文化遗产研究院  
时 间: 2025-03-03  
定 价: 31元



GB/T 36747-2018

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
干燥环境土遗址保护加固设计规范  
GB/T 36747—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018年9月第一版

\*

书号: 155066·1-61315

版权专有 侵权必究