

ICS 91.040.01
CCS P 36



中华人民共和国文物保护行业标准

WW/T 0110—2020

长城维修工程施工规程

Specification for construction of the maintenance engineering of the Great Wall

2021-06-02 发布

2021-06-02 实施

中华人民共和国国家文物局 发布

中华人民共和国文物保护行业标准
长城维修工程施工规程
Specification for construction of the maintenance engineering of the Great Wall
WW/T 0110—2020

*

文物出版社出版发行
北京市东城区东直门内北小街2号楼
<http://www.wenwu.com>

宝蕾元仁浩（天津）印刷有限公司
新华书店经销

*

开本：880 毫米×1230 毫米 1/16

印张：2

2021 年 6 月第 1 版 2021 年 6 月第 1 次印刷

统一书号：115010·2018 定价：48.00 元

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 基本原则	3
5 阶段划分及各阶段管理工作要求	3
5.1 准备阶段	3
5.2 施工阶段	5
5.3 验收阶段	8
6 长城结构分类	8
7 工程材料技术要求	8
7.1 总体要求	8
7.2 石材	9
7.3 砖	9
7.4 木材	9
7.5 土料	9
7.6 石灰	9
7.7 土坯	9
7.8 其他材料	9
8 施工工艺技术要求	10
8.1 总体要求	10
8.2 清理	10
8.3 归安	10
8.4 砌筑	10
8.5 夯筑	11
8.6 裂隙灌浆	12
8.7 砖墙剔补	13
8.8 锚固	13
附录 A (资料性) 长城主体结构分类	14
附录 B (资料性) 分项砌筑措施工序、工艺要求	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中华人民共和国国家文物局提出。

本文件由全国文物保护标准化技术委员会（SAC/TC 289）归口。

本文件起草单位：中国文化遗产研究院。

本文件主要起草人：许言、李宏松、李大伟、张金凤、李春玲、于冰、乔云飞、次立新、张景科、张依萌。

引 言

2012 年全国长城资源调查和认定后，国家文物局向社会发布了我国境内的长城资源名录，我国加大了长城保护力度。由于长城分布地区广泛，建造材料和工艺各异，维修工程涉及的技术要求差异较大。

为规范长城维修工程中的施工管理工作及技术行为，根据《文物保护工程管理办法》、《长城保护条例》及《长城保护维修工作指导意见》，特编制本文件。

长城维修工程施工规程

1 范围

本文件规定了长城维修工程施工基本原则、阶段划分和各阶段管理工作要求、工程材料技术要求及施工工艺技术要求。

本文件仅适用于设计方案经文物主管部门批准，并经核准实施的工程项目。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50165 古建筑木结构维护与加固技术规范
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 17412（所有部分） 岩石分类和命名方案
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- JGJ 59 建筑施工安全检查标准
- JGJ 123 既有建筑地基加固技术规范
- WW/T 0024—2010 文物保护工程文件归档整理规范
- WW/T 0034—2012 古建筑保护工程施工监理规范
- WW/T 0039—2012 土遗址保护试验技术规范
- WW/T 0049—2014 文物建筑维修基本材料（青砖）
- WW/T 0051—2014 文物建筑维修基本材料（木材）
- WW/T 0052—2014 文物建筑维修基本材料（石材）
- CECS 22 岩土锚杆（索）技术规程
- CECS 239 岩石和岩体鉴定和描述标准
- 全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收暂行办法（2016年）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

长城维修工程 maintenance engineering of the Great Wall
针对长城结构安全问题所实施的抢险加固和修缮项目。

3.2

设计交底 design closure

施工前由业主单位组织，施工单位、监理单位、质量监督单位、审计部门参加，由勘察、设计单位针对设计内容、施工图纸内容向施工单位进行说明的技术活动。

3.3

技术交底 technical closure

在某一单位或分项工程开工前，由施工单位项目负责人或相关专业技术负责人针对具体技术措施向施工人员进行说明的技术活动。

3.4

清理 cleaning

施工中对坍塌后的原构件和原材料实施整理，对覆盖在长城结构或施工作业面上的覆盖物实施清除工程措施的统称。

3.5

归安 reconcile

将可明确原位置的松动和掉落构件归位至原位置工程措施的统称。

3.6

砌筑 masonry

使用粘结材料（灰浆等）将砖、石等块体材料连结成整体结构的工艺技术。

3.7

重砌 re-masonry

用塌落的旧材料（石料、城砖等）按原状重新砌筑恢复原有结构的工程措施。

3.8

拆砌 separating and re-masonry

将不稳定状态的砌筑结构拆落后，按原状砌筑至稳定状态的工程措施。

3.9

补砌 rebuilding of masonry

为保证结构的稳定，将缺失部分结构用原砌筑方式使结构达到稳定状态的工程措施。

3.10

夯筑 ram

用特制工具将土、灰等松散材料分层均匀夯砸密实的工艺技术。

3.11

素土夯筑 plain soil ram

用未经改性的原土料实施的夯筑。

3.12

灰土夯筑 lime – treated soil ram

用土和石灰按比例混合材料实施的夯筑。

3.13

裂隙灌浆 fissure grouting

将浆液注入张开裂隙中的加固措施。

3.14

砖墙剔补 ticking up the brick wall

对砖筑墙体破坏严重的面层砖实施剔凿挖补的工程措施。

3.15

锚固 anchoring

运用锚杆将不稳定部分与稳定结构相联结的加固措施。

4 基本原则

长城维修工程施工应遵循以下基本原则：

- a) 尊重和符合设计要求。工程做法应以核准实施的设计方案为基本的施工依据，经核准实施的设计方案不得擅自改动；
- b) 遵循原形制、原结构、原工艺、原材料。应加强对长城原形制、建造材料及工艺的研究，优先采用传统手工操作工艺，新材料新工艺应先试验后实施；
- c) 最小干预。维修以保证长城安全稳定为基本目标，尽量减少干预；
- d) 保护历史风貌。施工中不得对长城现状及环境造成不良影响，施工效果应与长城现状及环境风貌相协调。

5 阶段划分及各阶段管理工作要求

5.1 准备阶段

5.1.1 组织准备

5.1.1.1 施工单位按施工需要及相关规定应设置专门的项目管理机构，并配备具有相应资格的专业技术人员、管理人员和施工人员。

5.1.1.2 施工单位应做好施工人员入场教育培训工作，具体要求如下：

- a) 应进行安全生产教育培训，未经培训的人员不得进场施工；
- b) 应进行文物保护原则、知识与措施培训，未经培训的人员不得进场施工；
- c) 应建立相应的培训档案。

5.1.1.3 施工单位应建立文物保护、施工质量、安全生产、绿色施工、临时用电、临时用水等规章和应急预案等制度。

5.1.1.4 施工单位配合业主单位与施工过程可能影响的相关单位、部门、集体进行充分沟通协商。

5.1.2 技术准备

5.1.2.1 设计交底

5.1.2.1.1 设计交底应包括项目概况、工程性质、设计依据及原则、审批文件及要求、工程重点与难点、工艺技术与要求、图纸会审答疑等内容。

5.1.2.1.2 设计交底内容应形成设计交底记录，业主单位、监理单位、设计单位及施工单位各项目负责人均应签字确认，其中施工单位项目负责人应签署具体意见。

5.1.2.1.3 设计交底应在施工现场完成。

5.1.2.2 施工组织设计

施工单位施工前应仔细阅读设计文件，对维修段长城开展进一步探查，结合工程具体特点，在设计单位的配合下进一步明确拟维修段原形制、原工艺。业主单位应提供相应的考古资料。在此基础上，编制施工组织设计，细化工艺流程及做法。

施工组织设计应包括编制依据、工程概况、施工部署、施工方案、施工进度计划、主要资源用量计划、施工现场总平面布置图、主要项目施工方法、文物保护措施、技术管理措施、质量管理措施、季节性施工措施、安全管理措施、消防管理措施、环境管理措施、成品保护措施、文明施工措施、绿色施工措施等内容。

5.1.2.3 专项方案

5.1.2.3.1 施工控制专项方案

下列项目应编制施工控制专项方案：

- a) 工艺复杂或综合性强的结构加固项目；
- b) 难度大或专业性强的非结构性保护项目；
- c) 地基基础加固及边坡加固项目；
- d) 难度大或工艺复杂的其他修缮项目。

5.1.2.3.2 安全控制专项方案

下列项目应编制安全控制专项方案：

- a) 施工用电；
- b) 脚手架支搭与拆除；
- c) 垂直运输设施安装；
- d) 施工保护防护搭设；
- e) 施工场地排水方案；
- f) 结构安全监测方案；
- g) 突发性事件应急预案；
- h) 其他安全控制专项（防雷、消防、安防等）。

5.1.3 材料设备准备

5.1.3.1 工程材料进场

工程材料进场应符合以下要求：

- a) 施工单位应编制材料进场计划，采购合格的工程材料；

- b) 工程材料进场前，施工单位应向监理单位交验产品合格证或材料质量证明文件；
- c) 工程材料进场后，应分类存放指定地点，明确标识；
- d) 库外材料存放应下垫上盖，有防雨、防潮要求的材料应入库保管；
- e) 有毒有害、易燃易爆材料应专人负责，妥善保管。

5.1.3.2 施工机械设备进场

施工机械设备进场应符合以下要求：

- a) 应按计划位置、技术要求就位，进行试运转并做试运转记录；
- b) 应设置操作棚，挂牌明示操作规程和机械设备使用管理制度；
- c) 应实行专人管理。

5.2 施工阶段

5.2.1 施工控制管理

5.2.1.1 基本要求

施工单位施工控制应符合下列基本要求：

- a) 长城维修工程施工前期应组织专业考古机构或人员对施工区域进行必要的考古清理；
- b) 施工应注重维修工程对施工季节的要求，避开影响施工质量的季节；
- c) 施工所用石、砖、土、石灰等主要工程材料应现场报验，按 WW/T 0034 有关规定，在现场取样，监理单位封签后送第三方复试检测，具体检测项目及要求应按国家、行业及本文件第 7 章有关规定执行，检测结果不符合设计要求和国家、行业及本文件有关规定的不得用于施工；
- d) 施工过程中，发现某些节点部位实际情况与设计方案不一致或原勘察未见或发现有价值的遗迹、遗物等时，不得继续施工，应保护现场，做好测绘、记录，并及时通知文物主管部门和业主单位，按程序办理；
- e) 施工过程应做好结构监测工作，发现险情，应及时通知业主单位，并做好应急支护工作，避免对长城结构造成新的破坏；
- f) 分项工程应在自检合格的基础上报验；
- g) 隐蔽工程在隐蔽前应做好记录，并按 WW/T 0034 有关规定，进行分项检查、验收；
- h) 工程资料应随工程进度同步建立，具体要求应按 WW/T 0024 有关规定执行。

5.2.1.2 施工安全控制

施工安全控制应符合下列要求：

- a) 作业高度在 2m 以上（含 2m）的施工人員，若无法采取可靠防护措施，应使用安全带；
- b) 单、双排脚手架、悬挑式脚手架应采用密目安全网进行全封闭防护，密目安全网应设置在脚手架外立杆的内侧，与架体绑扎牢固。安全网应采用符合国家标准的阻燃型密目网；
- c) 脚手架与文物本体接触部位应设置软垫；
- d) 复杂、异形、悬挑的脚手架专项方案应进行论证；
- e) 脚手架主体应使用同一材质搭设；
- f) 落地式脚手架立杆基础在文物本体上的，应安装底座或铺设垫板，并有排水措施；
- g) 脚手架架体应设置供人员上下的专用通道；
- h) 脚手架必要时应安装临时避雷设施；
- i) 搭设完毕的脚手架，验收合格后方可使用；

- j) 维修前和维修中应对维修段和相连段长城进行必要的防护，以保证维修过程中结构安全，防护结构不得与操作脚手架连接；
- k) 施工现场存放易燃可燃材料的库房、配料房应使用防爆型灯具；
- l) 施工现场不得使用明火，确需使用明火时，应按有关规定履行报批手续；
- m) 其他要求应按照 JGJ 59 有关规定执行。

5.2.1.3 绿色施工

绿色施工应符合以下要求：

- a) 施工现场应实行封闭式管理，合理围挡。如确需照常对外开放，应合理设置安全通道；
- b) 施工现场在大门明显处应设置工程项目基本信息板、安全生产板、消防保卫板、环境保护板和文明施工制度板、施工现场总平面布置图、公共突发事件应急处置流程图等；
- c) 现场应有排水措施，主要道路应进行保护；
- d) 现场因施工导致裸露的场地和集中堆放的土方应采取覆盖、固化或绿化等措施；
- e) 施工现场内各种材料、机械设备、消防器材等应按照施工平面图统一布置，分类码放整齐，标识清楚；
- f) 建筑垃圾应及时清运；
- g) 应减少扬尘污染，砖、木料、石料等加工时应采取密闭、防尘、排烟等处理措施；
- h) 化学材料等物品应设有专门的库房，地面应防渗漏，废弃的化学材料应集中处理；
- i) 搅拌机等强噪音设备应搭设封闭机棚，应设置在远离居民区、游览区的一侧。

5.2.1.4 文物保护

施工过程中的文物保护措施应符合以下要求：

- a) 开工前应对维修范围内的其他文物、古树、既有设施等进行全面勘查、定位，详细记录，勘查结果与文物档案核对，确认无误；
- b) 施工中应对拟维修段长城本体、受施工影响的长城段、其他文物、园路、古树等进行保护和防护，在易损和危险文物周边应设置警示标志；
- c) 施工过程中应定期巡视检查、记录；
- d) 不在维修范围内，影响施工的文物，需暂时移动时，应向业主单位和监理单位报审，批准后方可实施。应定位拍照、分件登记，安全保存，工程结束经业主单位许可后，妥善归安。

5.2.2 施工技术管理

5.2.2.1 工程洽商

工程洽商应符合以下要求：

- a) 工程洽商变更内容应更有利于原设计技术路线的实施，洽商内容不能超越设计方案确定的工程性质、设计原则、工程范围，不能影响结构安全；
- b) 业主单位、监理单位和施工单位均可提出洽商要求，施工单位负责洽商记录；
- c) 工程洽商记录应按专业分别填写；
- d) 工程洽商记录应由业主、设计、监理和施工四方单位的代表签字，并加盖各单位相关部门章；
- e) 工程洽商应及时履行签认程序，签认后的洽商记录方可作为工程实施的依据。

5.2.2.2 补充设计及设计变更

补充设计及设计变更应符合以下要求：

- a) 补充设计内容应包括补充现状勘察报告、补充设计说明、补充设计图纸和补充工程预算，由设计单位出具技术文件；
- b) 设计变更内容应包括原施工图设计的内容及做法、变更原因、变更后内容和做法，由设计单位出具技术文件；
- c) 设计变更申请应由监理单位核准后，向设计单位提出。施工单位不得直接向设计单位提出设计变更申请；
- d) 设计单位签发的设计变更应由业主、设计、监理和施工四方单位签字确认，并加盖各单位相关部门章，签认后的设计变更方可作为工程实施依据；
- e) 施工过程中对工程量、工艺等发生重大变化的补充设计和设计变更应经原申报部门报原审批机关批准后方可实施。

5.2.2.3 分项工程技术交底

分项工程技术交底应符合以下要求：

- a) 技术交底应在分项工程开工前完成；
- b) 施工单位技术负责人应把设计要求、规范规定、执行的技术文件、施工措施向施工人员以书面形式进行交底，并辅以口头讲解；
- c) 交底人与交接人代表应履行交接签字手续；
- d) 技术交底的技术文件应包括设计文件、施工组织设计、专项方案、补充设计、设计变更以及工程洽商等。

5.2.2.4 分项工程自检与验收程序

分项工程自检与验收程序应符合以下要求：

- a) 分项工程完工后，施工单位应根据设计文件、施工组织设计、专项方案对施工质量进行自检；
- b) 自检合格后，以书面形式报监理单位，监理单位提出质量检查点清单及检验方法，对施工质量进行核检；
- c) 由业主单位组织现场检查验收，并形成验收记录，业主、设计、监理、施工四方单位会签；
- d) 质量验收不合格的工程，施工单位应根据记录进行整改。

5.2.2.5 施工记录及施工资料建档

5.2.2.5.1 基本规定

5.2.2.5.1.1 施工单位应将施工资料的形成和积累，纳入工程管理的各个环节和有关人员的职责范围。

5.2.2.5.1.2 施工资料应当实行报验、报审管理。施工过程中形成的资料履行报验、报审程序，施工单位审核盖章后，方可报业主（监理）单位。

5.2.2.5.2 施工记录

5.2.2.5.2.1 施工记录内容应按分项工程分项编录。

5.2.2.5.2.2 施工记录应随施工过程同步编录，由专人负责，并对记录信息的真实性负责，不得事后补充或随意涂改。

5.2.2.5.2.3 施工记录内容可包括以下内容：

- a) 施工前现状记录。可包括维修部位的形制特征、工艺特征、残损情况等，并与业主单位的记

录进行对照。如果需要，业主单位可委托具有资质的考古机构配合完成；

- b) 施工过程记录。应包括各分项工程材料报验记录及主要材料、器具、设备消耗情况，参与施工的人员情况等；
- c) 施工技术及维修对象的信息记录。可包括各分项工程施工具体工艺措施、施工中遇到的技术问题、施工中新发现的重要构造、信息或揭露的重要部位（如基础）等，如需要，可由考古人员配合完成或由业主单位委托具有资质的考古机构配合完成，并由考古机构负责补充相关资料；
- d) 实际发生工程量、施工质量及效果记录。可包括各分项工程实际实施区域及工程量，施工质量检验结果，施工后的外观效果，对于隐蔽工程在隐蔽前应详细记录工程部位、工程内容、工艺及隐蔽做法。

5.2.2.5.2.4 施工记录方法可包括文字、表格、测绘图、音影录像等。

5.2.2.5.3 施工资料建档要求

施工资料应分卷、分类、分项建档。施工资料立卷建档的具体要求可按照 WW/T 0024 有关规定执行。

5.3 验收阶段

5.3.1 业主单位应于工程竣工一年后3个月内向省级文物主管部门提交工程竣工验收申请。

5.3.2 申请工程竣工验收应具备以下条件：

- a) 已完成核准实施设计方案规定的各项工程内容；
- b) 有完整的技术档案和施工管理资料，具体要求应按 WW/T 0024 和《全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收暂行办法》有关规定执行；
- c) 通过了业主单位、设计单位、监理单位和施工单位的四方验评；
- d) 通过了工程项目原申报部门组织的初验，并已对初验中提出的意见进行了全部整改。

5.3.3 省级文物行政部门在接到工程竣工验收申请后，应按《全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收暂行办法》的规定，组织工程竣工验收相关工作。

6 长城结构分类

按建造材料和结构，长城主体结构可分为石结构、土结构、砖结构和混筑结构四种类型，具体分类说明可参考附录 A。

7 工程材料技术要求

7.1 总体要求

长城维修中所用工程材料应符合以下总体要求：

- a) 尽可能选择原产地传统材料；
- b) 不得对文物本体、人体健康和环境造成有害影响；
- c) 尽可能与维修段长城原建造材料在成分、物理性质、力学性质上相同或相似；
- d) 采用非传统材料必须遵循试验在先的原则；
- e) 质量应符合设计要求和国家及行业有关规定。

7.2 石材

7.2.1 长城维修工程所用石材岩性应与维修段长城原石材岩性一致，岩性鉴定及定名方法应按照 CECS 239 和 GB/T 17412（所有部分）有关规定执行。

7.2.2 长城维修工程所用石材的规格应与维修段长城原石材规格一致。

7.2.3 长城维修工程所用石材的加工工艺要求可按照 WW/T 0052 有关规定执行，同时应尽可能尊重原构件加工做法。

7.2.4 长城维修工程所用石材的质量及检测要求可按照 WW/T 0052 有关规定执行。

7.3 砖

7.3.1 长城本体维修工程所用砖的规格应与维修段长城墙体原砖规格一致。

7.3.2 长城本体维修工程所用砖的生产工艺要求可按照 WW/T 0049 有关规定执行。

7.3.3 长城本体维修工程所用砖的质量及检测要求可按照 WW/T 0049 有关规定执行。

7.4 木材

7.4.1 长城维修工程所用木材的选择要求可按照 WW/T 0051 有关规定执行。

7.4.2 长城维修工程所用木材的质量及检测要求可按照 WW/T 0051 有关规定执行。

7.5 土料

7.5.1 长城维修工程所用土料应符合设计要求，通过颗粒分析测试，应选择与维修段长城原土性质相匹配的土料，测试项目及方法可参照 GB/T 50123 及 WW/T 0039 有关规定执行，土的鉴别与定名可参照 GB 50021 有关规定执行。

7.5.2 土料应筛除土中直径较大的颗粒，并去除腐殖质等杂质，经干燥粉碎后，贮存于通风干燥处备用。

7.5.3 土料的含水率、易溶盐和有机质含量应符合设计要求，测试方法可参照 GB/T 50123 有关规定执行。

7.6 石灰

长城维修工程所用石灰类型和性能应与维修段长城原灰浆的类型相同或相近，并符合设计要求，安定性合格，28 天抗压强度不低于 1MPa。安定性测试方法可参照 GB/T 1346 有关规定执行，强度试验可参照 GB/T 17671 有关规定执行。

7.7 土坯

7.7.1 施工前应对原未风化土坯进行取样测试，以此作为土坯制作、加工质量评判的依据和标准。

7.7.2 土坯制作的混合料应按设计配比要求配制。

7.7.3 土坯制作过程的加水量及制作工艺应符合设计要求。

7.7.4 土坯规格应符合设计要求。

7.7.5 土坯成品应进行现场抽样检测，检测项目可包括天然密度、含水率、抗压强度，测试方法可参照 GB/T 50123 有关规定执行。

7.7.6 施工前土坯抗压强度应符合设计要求。

7.8 其他材料

维修工程中所用的非传统材料质量及检测要求应参照国家及行业有关规定执行，并符合设计要

求。其中涉及使用化学材料的工程，现场试验一年后，业主单位应组织专项评估论证，证明材料安全、可靠、有效后，方能使用。

8 施工工艺技术要求

8.1 总体要求

- 8.1.1 维修过程宜采用人工方式。
- 8.1.2 维修工艺应尊重传统做法。
- 8.1.3 与文物本体结构有关的拆落和清理过程，应加强测绘工作。
- 8.1.4 对拆落构件和塌落原材料的整理过程应分类、分区编号和码放。
- 8.1.5 所有补配构件应在适当位置凿刻或标注补配时间。
- 8.1.6 与长城本体及附属设施维修工程相关的木结构建筑的维修应按照 GB 50165 有关规定执行。

8.2 清理

- 8.2.1 因覆盖物复杂导致长城结构或遗迹现象不清，或具有考古价值的部位，清理工作应在具有资质的考古机构配合或指导下完成。
- 8.2.2 在清理长城上的植被时，不得影响长城结构安全。

8.3 归安

归安的具体技术要求如下：

- a) 对拟归安构件和松动区域应进行编号，分件、分区拍照、登记详细信息（包括具体掉落位置和松动区域、掉落时间、构件尺寸、松动面积、保存情况等）；
- b) 进一步核查归安位置依据，并定位拍照、详细记录归安位置信息（包括拟归安的具体位置、归安处的尺寸及结构现状），如有构件掉落，掉落前资料（如照片、图纸）应收集入档；
- c) 应由外至内分区对松动区域进行逐层拆落，至稳定结构（未变形处）部位停止；
- d) 对于保存现状欠佳的拟归安构件，应提前进行预加固，预加固之前不得实施归安。预加固采取的具体技术措施应符合设计要求；
- e) 拆落、归安构件过大时可辅以小型机械；
- f) 为防止构件在移动、搬运过程中产生新的损伤，移动、搬运前，对拟归安构件可采取必要的保护或包装措施；
- g) 构件归位后应按原工艺进行固定，使其稳定。具体技术措施应符合设计要求。

8.4 砌筑

8.4.1 一般要求

砌筑工艺的一般要求如下：

- a) 砌筑前应对砌筑区域内背里结构进行检查，保证其稳定牢固；
- b) 砌筑部位应保证地基稳定，并应具备足够承载力以承担砌筑部分的荷载，地基处理施工可按照 JGJ 123 有关规定执行，并符合设计要求；
- c) 每次砌筑的层数应依沉降情况而定，原则上已砌筑部分沉降基本稳定后，再砌上一层；
- d) 原墙体采取灌浆砌筑的，砌筑灌浆应逐层分次灌注。灌浆应在每层砌体砌筑完成后进行。灌浆前应将墙面的砌缝勾抹严实，防止漏浆。灌浆材料应按照设计要求调制，先稀后稠，分次灌注，每次灌浆间隔不小于 2h，直至灌满灌实；

e) 应做好砌筑维修部分墙体与相连段衔接处的接茬处理，避免衔接处因沉降产生裂缝。

8.4.2 重砌

重砌技术措施分类工艺要求可参考附录 B 有关规定。

8.4.3 拆砌

拆砌技术措施分类工艺要求可参考附录 B 有关规定。

8.4.4 补砌

补砌技术措施分类工艺要求可参考附录 B 有关规定。

8.5 夯筑

8.5.1 一般要求

夯筑工艺的一般要求如下：

- a) 施工前，需对夯筑区域的虚土进行清除，应清除至原基础层或稳定层。对完成清除后的基层，应进行仔细检查和记录，如发现基层内存在裂隙或孔洞，应立即通知业主单位、监理单位，履行必要的工程洽商程序；
- b) 具体闷料时间可根据当地施工气候条件，结合试验确定；
- c) 夯筑前应保证基础层的稳定牢固，具体措施应按照国家、行业有关规定执行，并符合设计要求；
- d) 对夯筑过程可能影响的结构应进行临时性支护；
- e) 新夯筑部分应与原素土、灰土物理力学性质相同或相近；
- f) 夯筑完毕后应覆盖保湿养护，具体养护时间可根据当地施工气候条件，结合试验确定；
- g) 养护后自然干燥，分层取样，及时密封送检，测试项目可包括天然密度、含水率、压实系数和抗压强度等。

8.5.2 素土夯筑

素土夯筑过程要求如下：

- a) 夯筑施工前，应用拟选土料进行击实试验，以确定最优含水率和最大干密度，经设计单位、监理单位签认后，以此作为施工的依据；
- b) 按击实试验确定的最优含水率，洒水到风干土料中；
- c) 对夯筑区域支模应根据设计要求和现场情况，确定具体范围及模板尺寸；
- d) 夯筑宜采用传统工具人工夯实，夯筑每层厚度应同相连接茬的长城夯层厚度保持一致；
- e) 新、旧夯土结合面应湿润；
- f) 新旧夯土间，根据设计要求，连接可采用踏步茬和加筋两种形式，踏步宽度应大于高度，加筋尺寸应符合设计要求，表面应做拉毛处理；
- g) 每天夯筑的厚度应依沉降情况而定，原则上已夯筑部分沉降基本稳定后，再夯上一层；
- h) 夯层间如需加筋，具体做法应符合设计要求；
- i) 待完全干燥后，应对干缩裂缝进行处理。具体措施应按照国家、行业有关规定执行，并符合设计要求。

8.5.3 灰土夯筑

灰土夯筑过程要求如下：

- a) 将过筛风干后的土料，按设计要求，与过筛风干的其他材料进行混拌，干混宜在三遍以上；
- b) 将混拌后的混料，按设计要求，再与石灰进行干混，翻拌次数宜在三遍以上；
- c) 将均匀混拌后的混合料，按设计要求加水进行湿混拌；
- d) 将湿混拌后的混合料，摊铺在作业面的模板内，虚铺量高度应根据原夯层厚度确定。虚铺水平方向高差应以设计排水坡度为依据；
- e) 在虚铺好的土层上可先进行二至三遍的压实。然后再按顺序进行夯打。夯打后的压实量和压实度应符合设计要求，达到压实量后，再进行整平；
- f) 养护后的送检测试结果达到设计要求方可进行上面作业。

8.6 裂隙灌浆

8.6.1 施工准备

施工准备阶段要求如下：

- a) 制浆和灌浆设备的布置，应充分考虑灌浆设备容量的大小，输浆距离的远近和料场位置等因素，以满足施工干扰少、搬迁次数少、交通方便的目的；
- b) 灌浆施工前应对拟灌浆裂隙内部进行清理，去除杂草、植物根系等物质；
- c) 灌浆施工前应做灌浆试验。选择代表性裂隙，按照灌浆设计进行裂隙封堵、布孔、制浆和灌浆。观测灌浆压力、吃浆量及浆液容量、裂隙变形等情况。灌浆试验性裂隙不少于3处。具体要求可参照 WW/T 0039 及国家和行业有关规定执行。试验结束后应对试验数据进行全面总结，并应以书面形式报监理单位，主要技术参数（配比、灌浆压力等）经监理单位确认后 方可施工；
- d) 灌浆所用土料、石灰和配置的浆液均应进行试验。土料、石灰试验项目及 要求应符合第7章的有关规定；浆液试验包括容重、粘度、凝结时间、流动性、收缩性、稳定性等，试验方法应按照国家、行业有关规定执行。

8.6.2 裂隙封堵

灌浆前应对裂隙进行封堵，封堵材料及工艺应符合设计要求。

8.6.3 布孔

应按照设计要求布设灌浆孔、排气孔，灌浆孔竖向间距宜根据试验确定。然后在裂隙封堵部位埋设灌浆管，并做好布孔的记录和描述，如发现特殊情况，应详细记录并报监理单位。

8.6.4 制浆

制浆宜采用专用设备，灌浆材料应先在淀浆池内浸泡数小时，搅拌成浆，通过过滤筛清除大颗粒和杂物。浆液各项指标应符合设计要求。

8.6.5 灌浆

灌浆要求如下：

- a) 灌浆应自下而上的依次灌注；
- b) 对于充填灌浆，可采用跳槽式分段灌注；
- c) 灌浆开始先用稀浆，然后根据试验再逐步加大稠度；
- d) 如果孔口压力下降和注浆管出现负压，应再加大浆液稠度；
- e) 在灌浆中，应采用少灌多复的方法，待第一序孔灌浆结束后，再进行第二序孔，依次推之；

- f) 每次最大灌浆量及灌浆次数应通过试验确定；
- g) 对于复杂的裂隙，可采用加密孔距、减小灌浆压力、增加复灌次数的方式进行灌浆；
- h) 灌浆综合控制包括灌浆量控制、灌浆压力控制、裂隙展开宽度控制。综合控制应施行于灌浆过程的始终。两次灌浆间隔时间应由现场试验确定；
- i) 孔口压力应控制在设计最大允许灌浆压力以内；
- j) 充填灌浆应根据裂隙的实际情况，制定专项灌浆施工方案；
- k) 灌浆过程中浆液容重和输浆量应每小时测定记录一次，浆液的稳定性和自由沁水率测定间隔和次数可根据浆液试验结果决定，如试验结果发生明显变化，应随时加测，并绘制图表。

8.6.6 灌浆结束标准及封孔

当浆液完全充满裂隙，经连续复灌 3 次不再吃浆，即可终止灌浆。终止灌浆后，切割或拔出裂隙两侧布设的灌浆管，并对灌浆管部位进行复原和做旧处理，具体做法应符合设计要求。

8.6.7 灌浆质量检测

可采用钻孔抽芯的检查方式对灌浆质量进行检测，具体钻孔直径应根据灌浆裂隙宽度、部位等情况决定。

8.7 砖墙剔补

砖墙剔补具体技术要求如下：

- a) 根据设计方案，应由监理单位与施工单位共同确定需剔补的墙砖具体位置，并做出标记；
- b) 使用凿子先剔凿酥碱的砖的四周灰缝，再剔凿里侧砖的酥碱部分，剔凿完成后，将砖渣和灰浆清理干净；
- c) 冲刷湿润，先在剔凿后的“洞”内背灰；
- d) 按原形制加工城砖，补砌时在砖外端四周打灰条，将砖镶嵌入位，以四周挤出余灰为宜。剔补砖应与相连段砖随形，凸出墙面的剔补砖用同材质磨头磨平，使之与整个墙面相协调。

8.8 锚固

锚固具体技术要求如下：

- a) 锚固措施实施范围、工程量应严格按照设计方案执行；
- b) 锚杆材料、具体位置、孔径、长度等技术参数应符合设计要求。施工前应进行试验，试验要求可参照 CECS22 及 WW/T 0039 有关规定执行。试验结果获得的抗拔承载力特征值经设计单位认可后，方可以此为依据施工；
- c) 锚固施工应符合文物保护隐蔽工程的相关要求；
- d) 主筋材料质量及检测应符合设计要求和国家及行业有关规定；
- e) 锚孔成孔应采用振动小的旋转成孔工艺，不宜采用液体排渣；
- f) 钻孔排渣可按照 CECS22、WW/T 0039 及国家和行业的相关规定执行；
- g) 锚固灌浆可按照 CECS22、WW/T 0039 及国家和行业的相关规定执行，灌浆材料应符合设计要求；
- h) 锚头锁定可按照 CECS22、WW/T 0039 及国家和行业的相关规定执行，并应做旧处理，具体方法应符合设计要求。

附录 A
(资料性)
长城主体结构分类

A.1 石结构长城

A.1.1 第一类石结构长城

特指主体结构用条石或块石砌筑的长城。具体参见表 A.1

表 A.1 第一类石结构长城

内蒙古固阳秦长城	河北怀来县明长城
	

A.1.2 第二类石结构长城

特指主体结构用石料干垒的长城。具体参见表 A.2。

表 A.2 第二类石结构长城



河北赤城县明长城	内蒙古乌拉特前旗秦汉长城
	

A. 2 土结构长城

A. 2. 1 第一类土结构长城

特指土料经夯打筑成的长城。具体参见表 A. 3。



表 A. 3 第一类土长城

内蒙古石拐区赵长城	宁夏青铜峡市明长城
	

A. 2. 2 第二类土结构长城

特指用粘土做成土坯，垒砌而成的长城具体参见表 A. 4。



表 A. 4 第二类土结构长城

甘肃金塔县汉长城	新疆伊州区唐长城
	

A. 2. 3 第三类土结构长城

特指用红柳、芦苇等植物和泥沙相互叠压，渐次堆高的长城。具体参见表 A. 5。



表 A.5 第三类土结构长城

甘肃敦煌市汉长城	甘肃玉门市汉烽长城
	

A.2.4 第四类土结构长城

特指在一侧开挖壕沟，将挖出的土在壕沟另一侧夯筑或堆筑而成的长城。具体参见表 A.6。



表 A.6 第四类土结构长城

黑龙江龙江县金界壕	内蒙古正蓝旗金界壕
	

A.3 砖结构长城

特指主体结构以砖为建筑材料修筑的长城墙体。具体参见表 A.7。

表 A.7 砖结构长城

河北滦平县明长城	河北卢龙县明长城
	

A.4 混筑结构长城

A.4.1 第一类混筑结构

特指内部为夯土或堆土，外部以石块包砌或干垒的长城。具体参见表 A.8。

表 A.8 第一类混筑结构

内蒙古清水河县明长城	新疆巴里坤县唐长城
	

A.4.2 第二类混筑结构

特指主体结构由砖石两种材料砌筑而成的长城。具体参见表 A.9。



表 A.9 第二类混筑结构

北京怀柔区明长城	北京怀柔区明长城
	

A.4.3 第三类混筑结构

特指内部为夯土，外部用城砖包砌的长城具体参见表 A.10。

表 A.10 第三类混筑结构长城

河北张万全区明长城	河北秦山海关区明长城
	

附录 B
(资料性)
分项砌筑措施工序、工艺要求

B.1 重砌

重砌技术措施分类工艺要求可按表 B.1 有关规定执行。

表 B.1 重砌技术措施分类工序、工艺要求

结构类型	工序、工艺分步要求						
第一类石结构长城	I	III	VI				
砖结构长城	I	III	VI				
第二类土结构长城	I	III	VI				
第一类混筑结构长城	I	II	III	IV	V	VI	VII
第二类混筑结构长城	可参照石结构长城和砖结构长城墙体有关归安、重砌施工工序、工艺技术要求执行。						
第三类混筑结构长城	I	II	III	IV	V	VI	VII

B.2 拆砌**B.2.1 一般要求**

拆砌工艺的一般要求如下：

- a) 横向应拆到整块，留好恢复接砌茬口；
- b) 在拆除前和拆除中，应详细记录砌体结构、砌筑工艺、做法、灰浆材料等信息；
- c) 墙面材料（石料、城砖、土坯）应进行编号，单独放置，墙芯材料（石料、城砖、土坯）集中存放。拆下旧材料（石料、城砖、土坯）表面灰浆应清理干净；
- d) 拆除后，应对保留部分，包括下部、后口及接砌茬口进行整理，将灰浆清理干净；
- e) 原则上结构恢复时应尽量利用拆落的旧材料，其中需要加固的材料，加固方法应符合设计要求；无法继续使用的，报监理单位认可后，可使用相同性质按原规格加工的材料补配。依据核准的设计方案严格控制补配量；
- f) 拆砌过程应随拆随砌，不宜长时间搁置。

B.2.2 混筑结构长城

混筑结构长城拆砌技术措施工序、工艺要求可按表 B.2 执行。

表 B.2 混筑结构长城拆砌技术措施工序、工艺要求

结构类型	适用条件	工序、工艺分步要求	
第一类混筑结构长城	外包石结构保存完好，内部夯土或堆土松散或变形。	I	IV

表 B.2 (续)

结构类型	适用条件	工序、工艺分步要求				
第一类混筑结构长城	内部夯土或堆土保存完好，外包石结构变形。	II			V	
	外包石结构和内部夯土或堆土均变形。	I	II	III	IV	V
第二类混筑结构长城	具体做法可参照本规程石结构长城和砖结构长城归安、拆砌施工技术要求执行。					
第三类混筑结构长城	外包砖结构保存完好，内部夯土松散或变形。	I			IV	
	内部夯土保存完好，外包砖结构变形。	II			V	
	外包砖结构和内部夯土均变形。	I	II	III	IV	V
操作工序说明	<p>注1：本表中 I 内容为“清理松散变形夯土至坚硬、稳定夯土部位。”</p> <p>注2：本表中 II 内容为“由外至内逐层拆除外包结构。”</p> <p>注3：本表中 III 内容为“结构恢复过程应按照先夯土再包砌的施工工序实施。”</p> <p>注4：本表中 IV 内容为“按 8.5 有关规定进行素土和灰土夯筑。”</p> <p>注5：本表中 V 内容为“外包结构应由内至外逐层砌筑，外层随原结构收分，内层贴砌夯土，外包结构与夯土间用白灰浆、桃花浆或设计浆材，随砌层逐层灌实。如外包结构为块石干垒结构，可参照本规程 8.3 有关规定执行。”</p>					

B.3 补砌

补砌技术措施分类工工序、工艺要求可按表 B.3 规定执行。

表 B.3 补砌技术措施分类工序、工艺要求

结构类型	适用条件	工序、工艺分步要求			
第一类石结构长城		补砌石料应使用相同岩性，按原规格分墙面石和墙内石加工。		V	VI
砖结构长城		I 补砌城砖应按原规格分墙面砖和墙内砖加工。		V	VI
第二类土结构长城		补砌土坯应按原工艺、原规格分墙面土坯和墙内土坯加工。		V	VI
第一类土结构长城	仅适用于土结构长城墙体根部等严重凹进部位，不适于夯筑，设计方案提出土坯砌筑的做法。	补砌前，应对补砌范围及周边进行整理。	补砌土坯按设计要求进行加工，并标注补砌时间。	补砌部位应保证基层稳定，并应具备足够承载力以承担补砌部分的荷载，基层处理施工可参照 JGJ 123 有关规定执行，并符合设计要求。	补砌后应进行表面做旧处理，具体做法应符合设计要求。
第三类土结构长城					
第四类土结构长城					

表 B.3 (续)

结构类型	适用条件	工序、工艺分步要求					
第一类混筑结构长城	夯土或堆土保存完好，外包石结构缺失。	IV	V			VI	
	外包石结构和内部夯土均缺失。	I	II	III	IV	V	VI
第二类混筑结构长城	可参照石结构长城和砖结构长城有关归安、补砌施工技术要求执行。						
第三类混筑结构长城	夯土保存完好，外包砖结构松散或缺失。	IV		V		VI	
	外包砖结构和内部夯土均松散或缺失。	I	II	III	IV	V	VI
操作工序说明	<p>注1：本表中I内容为“清理松散变形土体至坚硬、稳定部位。”</p> <p>注2：本表中II内容为“应按照先夯土再包砌的施工工序实施。”</p> <p>注3：本表中III内容为“应按8.5有关规定进行素土和灰土夯筑。”</p> <p>注4：本表中IV内容为“补砌或外包结构材料应按原规格、性质、工艺分类加工。”</p> <p>注5：本表中V内容为“补砌前，应对补砌范围及周边进行整理，包括下部、后口及接砌茬口，将灰浆清理干净。”</p> <p>注6：表中VI内容为“外包结构应由内至外逐层砌筑，外层随原结构收分，内层贴砌夯土，外包结构与夯土间用白灰浆、桃花浆或设计浆材，随砌层逐层灌实。如外包结构为块石干垒结构，应参照8.3有关规定执行。”</p>						

参考文献

- [1] GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范
 - [2] GB/T 50123 土工试验方法标准
 - [3] WW/T 0024 文物保护工程文件归档整理规范
 - [4] WW/T 0039 土遗址保护试验技术规范
 - [5] CECS 22 岩土锚杆（索）技术规程
 - [6] 长城保护条例（国务院，2006年）
 - [7] 文物保护工程管理办法（文化部，2003年）
 - [8] 长城保护维修工作指导意见（国家文物局，2014年）
 - [9] 全国重点文物保护单位文物保护工程竣工验收暂行办法（国家文物局，2016年）
 - [10] 文物建筑保护工程施工组织设计编制要求（国家文物局，2016年）
-

WW/T 0110—2020

统一书号：115010·2018

定价：48.00 元