

ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

DB11

北京市地方标准

DB11/TXXXX—XXXX

古建筑砖石结构现场勘查技术规范

Technical code for site reconnaissance and survey of masonry structures
on ancient building

征求意见稿

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 勘查程序	2
6 现状测绘和影像记录	4
7 结构勘查	5
8 病害勘查	8
9 材料检测	10
10 分析与评价	10
11 勘查报告	11
附 录 A （规范性） 现场荷载试验	12
附 录 B （规范性） 现场振动测试	14
附 录 C （资料性） 超声法检测古砖抗压强度、内部缺陷	15
附 录 D （资料性） 回弹法检测古砖抗压强度	17
附 录 E （资料性） 微钻法检测砖石强度和缺陷	19
附 录 F （资料性） 贯入法检测灰浆强度	21

前 言

本文件按照GB/T 1.1的规则起草。

本文件由北京市文物局提出并归口。

本文件由北京市文物局组织实施。

本文件负责起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、北京市考古研究院（北京市文化遗产研究院）、中国文化遗产研究院、北京市勘察设计研究院有限公司、建设综合勘察设计院有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、中国建材检验认证集团股份有限公司、北京工业大学、华北理工大学、北京市文物建筑保护设计所、北京市建设工程质量第二检测所有限公司。

本文件主要起草人：

古建筑砖石结构现场勘查技术规范

1 范围

本文件规定了古建筑砖石结构现场勘查的基本规定、现状测绘和影像记录、结构勘查、病害勘查、材料检测、分析与评价、勘查报告等内容。

本文件适用于北京市行政区域内下列古建筑砖石结构的现场勘查：

- a) 核定公布为文物保护单位的古建筑砖石结构；
 - b) 尚未核定公布为文物保护单位，但被登记为不可移动文物的古建筑砖石结构。
- 其他具有砖石结构的文物及具有保护价值的建筑物、构筑物的砖石结构等可参照使用。

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/T 12979 近景摄影测量规范
GB/T 30688 馆藏砖石文物病害与图示
GB/T 39056 古建筑砖石结构维修与加固技术规范
GB 50026 工程测量标准
GB/T 50104 建筑制图标准
JJG 1152 工业测量型全站仪检定规程
CH/T 6005 古建筑测绘规范
DB11/T 1190.2 古建筑结构安全性鉴定技术规范 第2部分：石质构件
DB11/T 1597 文物建筑勘察设计文件编制规范
DB11/T 1796 文物建筑三维信息采集技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

砖石结构 masonry structures

用砖、石和灰浆砌筑而成的主体及其地基基础和围护体系。

[来源：参考GB/T 39056-2020，补充了地基基础和围护体系]

3.2

主体结构 major structure

基于地基与基础之上的建筑承重骨架，承担和传递上部荷载，维持上部结构整体性、稳定性和安全性的体系。

[来源：GB/T 39056-2020]

3.3

围护系统 building envelope system

由屋面、墙体、门窗装修等组成的，满足古建筑防水、保温、隔声等建筑功能的体系。

[来源：GB/T 39056-2020]

3.4

重点保护部位 key protection area

古建筑中突出体现该建筑的历史、艺术、科学以及社会和文化价值的部位。

3.5

砌体 masonry

用砖、石类块体和灰浆砌筑而成的台基、台阶、墙、柱、桥、塔等实体。

[来源：参考GB/T 39056-2020，补充了桥、塔]

3.6

勘查 reconnaissance and survey

对古建筑场地地质、环境、结构体系、保护现状和主要病害等进行调查、检查、检测、监测，编制成果文件，为后期保护工程的设计与实施提供资料的活动。

[来源：GB/T 39056-2020]

3.7

病害 disease

在长期使用、保存过程中，由于自然、人类活动等因素导致的古建筑砖石结构在材料、结构构造、外貌形态上发生的一系列引起古建筑砖石结构出现损伤、变形等现象。

4 基本要求

4.1 勘查工作应符合最小干预的保护原则，采用无损或微损探测、原位测试与取样试验相结合的综合勘探方式进行。

4.2 勘查应根据国家文物保护基本法规及相关标准，获取古建筑现状及环境资料，并进行现状测绘、检查、检测、监测、分析评价等工作。

4.3 勘查工作应在初步调研文物病害主因的基础上进行，病害主因与地基基础有关联时，应同时进行地基基础勘查和主体结构勘查，其他情况下可只进行主体结构勘查。维修与加固施工期间若发现与之前认识不一致的问题和现象时，应进行有针对性的补充勘查。

4.4 勘查除应遵守本标准外，尚应符合现行国家和北京市有关标准的规定。

5 勘查程序

5.1 古建筑砖石结构现场勘查工作程序宜按照图 1 规定的调研与初勘、风险评估、勘查方案制定、详细勘查、分析评价、勘查报告的流程进行。

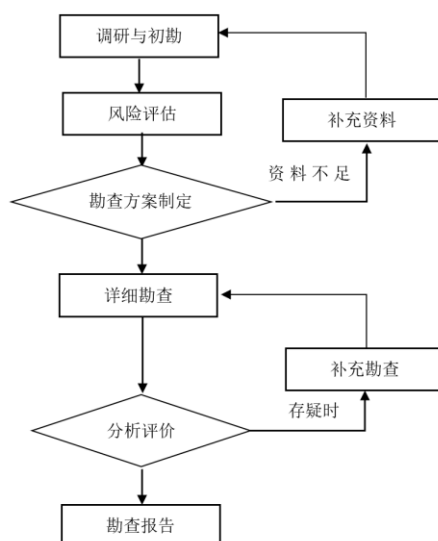


图1 古建筑砖石结构现场勘查工作程序

5.2 调研与初勘应包括下列基本内容：

a) 调研应包括下列内容：

- 1) 区域气象、水文、地质、地震资料；
- 2) 历史文献、考古成果、历史沿革及保护等资料；
- 3) 使用条件改变、用途变更等情况；
- 4) 历次维修与加固情况；
- 5) 历史受灾情况。

b) 初勘应包括下列内容：

- 1) 按资料核实古建筑现状；
- 2) 调查实际使用条件和内外环境；
- 3) 查看现状病害、损伤、残损以及其他问题，并进行初步分析；
- 4) 走访有关人员。

5.3 应根据调研和初勘情况，对古建筑在现场勘查过程中对文物本体、周边环境可能造成的损伤风险等进行识别和评估，在风险评估的基础上围绕价值保护开展现场勘查工作。

5.4 勘查方案应根据现场调研与初勘情况结合古建筑的价值认识、风险评估及其建筑特点制定。内容应包括勘查的工程概况、范围、依据、工作内容、主要方法、工作进度计划以及现场需要完成的准备工作等。

5.5 详细勘查应根据勘查方案的要求进行现场勘查工作。主要包括现状测绘和影像记录、地基与基础（台基）、主体结构、围护系统、重点保护部位的结构勘查、病害勘查和材料性能检测。在分析评价过程中，当发现勘查结果存在疑问时，应及时补充勘查。

5.6 根据详细勘查结果进行分析与评价，给出评价结论并提出保护建议。

5.7 各部分勘查完毕后应给出勘查结论并提交勘查报告。

6 现状测绘和影像记录

6.1 现状测绘和影像记录的内容及要求

6.1.1 现状测绘和影像记录应包括下列内容：

- a) 区位图；
- b) 总平面图；
- c) 平面图；
- d) 立面图；
- e) 剖面图；
- f) 详图；
- g) 病害图；
- h) 结构平面图；
- i) 现状照片；
- j) 现状录像。

6.1.2 区位图、总平面图、平面图、立面图、剖面图及详图应当要求按照 DB11/T 1597 的相关规定执行，并符合下列要求：

- a) 测绘图的绘图方法、图线、图例、图样画法等应符合 GB/T 50104 的规定；
- b) 对于吊顶内部、结构构件交接关系无法探明的隐藏部位应留白处理；
- c) 应标注构件材料，并使用材料图例，当剖断部分无法探明具体材质时，可不绘制材料图例。

6.1.3 现状病害图应符合下列要求：

- a) 病害图上应明确所在相应立面图中的位置区域，若病害面积较大，可以对立面图进行等距离网格划分并编号，分区域进行病害图绘制、标识；
- b) 病害图上应明确病害种类和病害分布状况，以图示和文字的形式进行说明，以清晰明了为原则，病害种类及病害图示应按照 GB/T 30688 的相关规定执行。

6.1.4 现状影像记录应符合下列要求：

- a) 必须真实、准确、清晰，依序编排；
- b) 重点反映工程对象的整体风貌、时代特征、病害、损伤现象及程度等内容；
- c) 反映环境、整体和残损病害部位的关系；
- d) 与现状实测图、文字说明顺序相符；
- e) 现状照片应有编号或索引号，有简要的文字说明；
- f) 宜有古建筑各向正影像；
- g) 单张数字照片宜高于 1500 万像素；
- h) 动态影像应保存在储存介质上，作为报告的附件。

6.2 现状测绘和影像记录的方法

6.2.1 现状测绘和影像记录包括如下技术手段：

- a) 现状测绘包括测记法、地面三维激光扫描法、近景摄影测量等；
- b) 影像记录包括拍摄图像照片、可见光视频摄像、红外热成像摄像、高光谱成像等。

6.2.2 采用测记法进行现状测绘时，应符合下列要求：

- a) 测记法可配置的测距仪、全站仪、钢尺、卡尺、卷尺等测量工具检定应按 JJG 1152 的相关规定执行；使用全站仪的测图程序、全站仪测图方法以及数据处理应当按照 GB 50026 的相关规定执行；
 - b) 对砌体规格、灰缝材料和厚度、砌筑形式、砌筑方式等，应先测量，再结合摄影影像，参照实物进行描绘。
- 6.2.3 采用地面三维激光扫描法进行现状测绘应按照 DB11/T 1796 的相关规定执行，并符合下列要求：
- a) 地面三维激光扫描仪的主要技术要求、点云精度及技术指标宜要求按照 DB11/T 1796 的相关规定执行；
 - b) 对于砌筑局部部位宜采用手持式激光扫描仪进行测量；
 - c) 对于局部构件，当采用地面三维激光扫描仪无法准确获取其结构尺寸时，应采用点测法实地补测。
- 6.2.4 采用近景摄影测量法进行现状测绘应要求按照 GB/T 12979 的相关规定执行，并符合下列要求：
- a) 应当根据摄影测量对象的精度要求，选择合适的摄影机；
 - b) 近景摄影测量的现场操作、摄影机精度要求、图像处理宜要求按照 CH/T 6005 的相关规定执行；
 - c) 对于局部构件，当采用近景摄影测量无法准确获取其结构时，应采用点测法实地补测。

7 结构勘查

7.1 地基、基础（台基）勘查

7.1.1 地基勘查应包括以下内容：

- a) 场地稳定性状况，包括岩溶、土洞、滑坡、泥石流、崩塌、大的沉降、地下洞室（采空区、人防洞室等）、断层、抗震不利地段等；
- b) 场地地质条件，包括岩土性质、地层划分、岩土物理力学性质等；
- c) 地基承载力及地基稳定性；
- d) 由于地基基础不均匀沉降而产生的主体结构的倾斜变形、裂缝破坏等现象。

7.1.2 地基勘查宜采取下列技术手段：

- a) 物探采用地震波法、电磁法、地质雷达等；
- b) 采用回转钻探与坑探，钻探孔可同时布置剪切波、孔下摄影、CT 成像及地下水监测、变形监测等工作；
- c) 岩土物理力学性能的测试，应综合使用现场试验与室内试验相结合的方法。

7.1.3 基础（台基）勘查应包括以下内容：

- a) 基础（台基）材料与形制；
- b) 基础（台基）的保存情况，调查基础（台基）完整性；
- c) 地下水、土壤等对基础（台基）的腐蚀性、冻融影响等状况；
- d) 基础（台基）与主体结构病害发育的关系。

7.1.4 基础（台基）勘查宜与地基勘察综合进行，宜采用如下技术手段：

- a) 选择不影响主体结构安全的部位进行基础开挖。对开挖处基础（台基）进行调查与测试，并结合历史资料与考古成果、物探成果，绘制基础（台基）剖面；
- b) 采取基础（台基）材料样品，如砖、石、灰土、胶结物等，对其物理力学性能及成分配比等进行测试；

c) 采用超声、回弹法等无损检测手段进行检测。

7.1.5 下列情况时宜对地基与基础（台基）进行详细勘查或在较长时间内进行定期观测：

- a) 基础存在不均匀沉降、倾斜（歪闪）或扭转等缺陷，且不能判定此类变形已趋于稳定，或主体结构存在因基础不均匀沉降而产生的裂缝、连接节点处松动变位等缺陷，且不能判定此类缺陷已停止发展；
- b) 由于周边深基坑开挖、地下交通等建设工程施工可能对建筑造成不均匀沉降等影响时。

7.2 主体结构勘查

7.2.1 主体结构的勘查，应包括下列内容：

- a) 结构体系、结构构造、节点形式以及荷载传递路径和方式；
- b) 结构构件及其连接的尺寸；
- c) 主要节点连接的工作状态；
- d) 结构的整体变位和支承状况；
- e) 承重构件受力状态及变形；
- f) 砖石结构的材质状况；
- g) 历代维修加固措施的现存内容及其目前工作状态。

7.2.2 对结构整体变位和支承情况的勘查，应包括下列内容：

- a) 承重结构荷载及其分布；
- b) 结构构件的倾斜、位移、扭转及支承情况；
- c) 检查支撑等承受水平荷载体系的构造及其残损情况。

7.2.3 承重构件受力状态的勘查，应包括下列内容：

- a) 墙体高度、砌筑方式及尺寸；
- b) 墙体开裂、扭转、外鼓状况；
- c) 柱高、截面形状、砌筑方式及尺寸；
- d) 柱的两端支承状况；
- e) 柱身变形、开裂状况；
- f) 柱头位移；
- g) 柱脚与柱础的错位；
- h) 过梁的变形和裂缝状况；
- i) 拱、壳结构拱脚或壳的边梁的水平位移；
- j) 拱轴线或桶拱、扁壳的曲面变形状况。

7.2.4 砖石结构材料状况的勘查，应包括下列内容：

- a) 材料类型、尺寸、来源及制作工艺；
- b) 砖、石块材的现有强度和风化程度；
- c) 与结构性能相关的其他检测。

7.2.5 历代维修加固情况的勘查，应包括下列内容：

- a) 砖石构件的受力状态改变情况；
- b) 新出现的位移；
- c) 加固材料或构件的劣化、变形或缺失情况；
- d) 修补材料与文物本体的粘结情况；
- e) 因维修加固对其他构件造成的影响。

7.2.6 历代维修加固情况的勘查，发生以下状况时应判定为存在安全性风险：

- a) 原拼接已变形或锚杆已松动；
- b) 铁扒锅锈蚀、变形，或榫卯已开裂；
- c) 断裂粘接材料、裂隙灌浆材料与文物本体粘结状况不良，粘接部位重新出现裂隙或变形。

7.3 围护系统勘查

7.3.1 围护系统的勘查，应现场核查围护系统的布置，调查该系统中围护系统构件和非承重墙体及其构造连接的实际状况、对主体结构的不利影响，以及围护系统的使用功能、病害损伤等情况。

7.3.2 非承重墙体的勘查应包括下列内容：

- a) 材料类型、尺寸、来源及制作工艺；
- b) 砖、石块材的现有强度和风化程度；
- c) 与主体结构的构造连接；
- d) 墙体高度、砌筑方式及尺寸；
- e) 墙体开裂、扭转、外鼓状况。

7.3.3 围护系统构件的勘查应包括下列内容：

- a) 现状及其细部构造；
- b) 材料品种、规格；
- c) 与主体结构的构造连接；
- d) 是否存在因体系变化造成构件受力状态发生变化的情况；
- e) 残损情况。

7.4 重点保护部位勘查

7.4.1 重点保护部位的勘查宜包括下列内容：

- a) 室外重点保护部位，如斗拱、脊兽、附着雕塑、附着壁画彩画、栏杆栏板、题刻等；
- b) 室内重点保护部位，如藻井、附着雕塑、附着壁画彩画、题刻、附着地面重要墁砖等。

7.4.2 重点保护部位的勘查应重点查清下列情况：

- a) 调查文物价值及其现状、细部构造情况；
- b) 与主体结构连接的实际状况，是否存在对主体结构的不利影响；
- c) 材料品种、规格和数量；
- d) 使用功能、病害及残损情况。

7.5 结构性能检验

7.5.1 古建筑砖石结构的结构性能检验，应包括以下内容：

- a) 使用状态的结构性能检验：包括整体倾斜、水平构件挠度、楼板平面变形、自振频率等；
- b) 承重结构的连接性能检验：包括连接的做法及相应措施、连接的质量现状、竖向构件层间位移等；
- c) 外界影响的结构性能检验：包括周边施工影响的结构沉降、承重结构最高处振动速度、动力特性响应等。

7.5.2 当遇到下列情况之一时，古建筑砖石结构可进行现场荷载试验，现场荷载试验应符合附录 A 的要求：

- a) 基于相关营造资料，需对整体或局部使用状态进行验证时；
- b) 缺乏相关营造资料，对主要承重部位进行必要的测试时。

7.5.3 当遇到下列情况之一时，古建筑砖石结构可进行现场振动测试，现场振动测试应符合见附录 B 的要求：

- a) 古建筑有条件进行长期监测时；
- b) 周边施工或环境存有振动影响时，承重构件已出现开裂或围护构件存在损伤情况。

8 病害勘查

8.1 损伤勘查

8.1.1 损伤勘查应包括表面病害勘查和内部缺陷勘查。

8.1.1.1 表面病害勘查应包括表面粉化剥落勘查、表面泛盐勘查、表层片状剥落勘查、鳞片状起翘与剥落勘查、表面溶蚀病害勘查、孔洞状风化勘查和浅表性裂隙勘查。

8.1.1.2 表面粉化剥落勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有粉化颗粒；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
- c) 使用表面剥落量称重法进行判断；
- d) 采用里氏硬度仪测量表面硬度。

8.1.1.3 表面泛盐勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有可溶盐泛盐现象；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
- c) 对表面泛盐采用便携式 X 荧光测试。

8.1.1.4 表层片状剥落勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有片状剥落；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
- c) 使用表面剥落量称重法进行判断；
- d) 采用里氏硬度仪测量表面硬度。

8.1.1.5 鳞片状起翘与剥落勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有鳞片状起翘与剥落；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
- c) 使用表面剥落量称重法进行判断；
- d) 采用里氏硬度仪测量表面硬度。

8.1.1.6 表面溶蚀勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有表面溶蚀；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
- c) 采用里氏硬度仪测量表面硬度；
- d) 卡斯特瓶测量吸水率。

8.1.1.7 孔洞状风化勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有孔洞状风化；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
- c) 采用里氏硬度仪测量表面硬度；
- d) 卡斯特瓶测量吸水率。

8.1.1.8 浅表性裂隙勘查宜采用下列技术手段：

- a) 观察表面是否有浅表性裂隙；
- b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；

- c) 采用裂缝测试仪，精细测量裂缝宽度；
 - d) 采用非金属超声波检测仪测量裂缝深度。
- 8.1.2 内部病害勘查应包括机械裂隙病害勘查、构造裂隙（原生裂隙）病害勘查和空鼓病害勘查。
- 8.1.2.1 机械裂隙病害勘查宜采用下列技术手段：
- a) 观察表面是否有机机械裂隙；
 - b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
 - c) 采用裂缝测试仪，精细测量裂缝宽度；
 - d) 采用非金属超声波检测仪测量裂缝深度。
- 8.1.2.2 构造裂隙（原生裂隙）病害勘查宜采用下列技术手段：
- a) 观察表面是否有构造裂隙（原生裂隙）；
 - b) 采用便携式视频显微镜微观观察表面形貌；
 - c) 采用裂缝测试仪，精细测量裂缝宽度；
 - d) 采用非金属超声波检测仪测量裂缝深度。
- 8.1.2.3 空鼓病害勘查宜采用下列技术手段：
- a) 采用地质雷达探测内部空鼓病害；
 - b) 采用砖石微钻阻力仪，确认空鼓位置；
 - c) 采用非金属超声波检测仪测量空鼓位置；
 - d) 采用红外线热成像仪测量空鼓位置。

8.2 变形勘查

- 8.2.1 变形勘查应包括歪闪倾斜勘查、鼓胀和内陷勘查、沉降勘查、水平位移勘查。
- 8.2.2 倾斜勘查宜采用下列技术手段：
- a) 采用铅锤，粗略测量具体点、线的歪闪倾斜；
 - b) 采用全站仪，高精度测量具体点、线的歪闪倾斜；
 - c) 可采用三维激光扫描仪，测量面状歪闪倾斜。
- 8.2.3 鼓胀和内陷勘查宜采用下列技术手段：
- a) 用铅锤，粗略测量具体点、线的鼓胀和内陷；
 - b) 采用全站仪，精度测量具体点、线的鼓胀和内陷；
 - c) 可采用三维激光扫描仪，测量面状鼓胀和内陷。
- 8.2.4 沉降监测宜采用下列技术手段：
- a) 采用水准仪定期测量沉降；
 - b) 采用三维激光扫描仪定期测量沉降。
- 8.2.5 水平位移勘查宜采用下列技术手段：
- a) 采用全站仪测量水平位移；
 - b) 可采用三维激光扫描仪测量水平位移。

8.3 生物病害勘查

- 8.3.1 生物病害勘查应包括植物病害勘查、动物病害勘查、微生物病害勘查。
- 8.3.2 植物病害勘查宜包括下列内容：
- a) 判断植物类型及对古建筑影响程度；
 - b) 测量有害植物病害区、有害植物直径、高度等。

8.3.3 动物病害勘查宜包括下列内容：

- a) 判断动物类型及对古建筑影响程度；
- b) 测量动物病害区。

8.3.4 微生物病害勘查宜包括下列内容：

- a) 判断微生物类型及对古建筑影响程度；
- b) 测量微生物病害区。

9 材料检测

9.1 材料检测的内容及要求

9.1.1 材料现场检测工作应包括砖、石及灰浆抗压强度。

9.1.2 材料现场检测的单元、测区、测点应满足下列要求：

- a) 当检测对象为整栋建筑物或建筑物的一部分时，应将其划分为一个或若干个可以独立进行分析的结构单元，每一结构单元划分为若干个检测单元。
- b) 每一检测单元内，宜随机选择不少于 5 个构件(单片墙体、柱)，每个构件布置不宜多于 2 个测区。当按以上原则布置一个检测单元不足 10 个测区时，可选择面积较大构件适当增加测区数量。
- c) 每一测区应随机布置若干测点。砖石及灰浆抗压强度的测点应布置在无缺陷、无损伤的部位

9.2 材料检测的方法

9.2.1 现场材质性能检测宜采用超声、回弹、微钻等无损或微损的方法进行。方法的选用应符合下列规定：

- a) 采用超声法检测古砖抗压强度、内部缺陷时，可参照附录 C 的规定。
- b) 采用超声法检测石材抗压强度、内部缺陷时，应符合 DB11/T 1190.2 中附录 B 的规定。
- c) 采用回弹法检测古砖抗压强度时，可参照附录 D 的规定。
- d) 采用微钻法检测砖石抗压强度、内部缺陷时，可参照附录 E 的规定。
- e) 采用贯入法检测灰浆抗压强度时，可参照附录 F 的规定。

9.2.2 检测单元的强度应按现行国家标准 GB/T 50315 中强度推定的方法确定。现场测试结束时，应立即修补因检测造成的局部损伤部位。

9.2.3 对于无法进行现场检测的砖、石、灰浆等材料，宜根据现场勘查情况选取有代表性的材料进行实验室试验。

10 分析与评价

10.1 现状详细勘查后，应根据现状测绘、结构勘查、病害勘查、材料检测等情况分别进行分析与评价，给出评价结论并提出保护建议。

10.2 分析与评价应包括下列内容：

- a) 古建筑的价值；
- b) 勘查对象形制、结构、材料、工艺的真实性与完整性；
- c) 现状环境与历史环境的真实性与完整性对比；

- d) 留存至今的以往干预手段的效果；
- e) 结构安全性及稳定状况；
- f) 环境安全性；
- g) 勘查对象的保存及残损状况；
- h) 病害类型、程度、分布范围、成因及发展趋势。

11 勘查报告

11.1 勘查报告应包括以下内容：

- a) 封面；
- b) 扉页；
- c) 目录；
- d) 现状测绘及影像记录结果；
- e) 结构勘查结果；
- f) 病害勘查结果；
- g) 材料检测结果；
- h) 分析与评价结果及保护建议；
- i) 附录及附表。

11.2 结构勘查结果包括以下内容：

- a) 地基、基础（台基）勘查结果；
- b) 主体结构、围护系统和重点保护部位勘查结果；
- c) 结构性能检验结果。

11.3 病害勘查结果应包括以下内容：

- a) 损伤勘查结果；
- b) 变形勘查结果；
- c) 生物病害勘查结果。

11.4 材料检测结果应包括以下内容：

- a) 古砖抗压强度检测结果；
- b) 石材抗压强度检测结果；
- c) 灰浆抗压强度检测结果。

附录 A
(规范性)
现场荷载试验

A.1 仪器设备

A.1.1 主要仪器、设备有位移传感器、应变计、全站仪、数据采集系统等。

A.1.2 现场所用仪器、设备的适用范围和检测精度应满足试验要求，所用仪器、设备应在检定或校准周期内，并应处于正常状态。

A.2 检测方法步骤与数据处理

A.2.1 现场荷载试验仅可在古建筑的重点保护对象之外进行，且确有试验的必要时采取，同时对试验工作的影响应进行评估分析。

A.2.2 古建筑现场荷载试验不宜选择受力集中、缺陷较多或病害较严重的区跨，宜选择保存较好、传力体系较完整的典型区跨，对于结构相对独立的区域应单独进行现场荷载试验。

A.2.3 现场荷载试验宜选择昼夜温差小的阴天或温差小的时段进行试验；对不具有温度补偿能力的传感器测点，应在同一温度场中设置无应力补偿测点，在加载过程中扣除无应力补偿测点的测值变化。

A.2.4 古建筑砖石结构现场荷载试验可分为使用性能检验和承载力检验，古建筑宜采取使用性能检验，现场荷载试验必须采取安全防护措施。

A.2.5 使用性能检验是经过试验检验古建筑砖石结构或构件在委托使用荷载值的作用下不出现过大的变形。

A.2.6 承载力检验是经过试验检验古建筑砖石结构或构件满足相应的承载力要求。

A.2.7 现场荷载试验之前应制订试验方案，试验方案应包括下列内容：

- a) 测试内容：试验区域、控制截面及控制测点的布置，由委托方或检测单位指定时，宜在试验方案中注明；
- b) 试验荷载：加载方式、荷载值；
- c) 仪器设备：相关设备、辅助设备及传感器等应在检定或校准有效期内，应满足测量准确度、分辨力、量程等性能要求，以及气候环境、机械环境和电磁环境的适应性要求。
- d) 试验程序：加载、卸载程序与测试程序，试验终止条件。

A.2.8 现场荷载试验的控制截面及控制测点的选定，应符合以下规定：

- a) 根据古建筑砖石结构的使用状况，选择受力集中部位、连接节点等；
- b) 基于古建筑砖石结构的营造资料，验算荷载作用下产生内力或变形最大效应值的点；
- c) 古建筑砖石结构已存有缺损情况的部位，验算不满足要求或存在疑问的部位。

A.2.9 试验测点的布设，应符合以下规定：

- a) 控制测点应布设为试验测点；
- b) 挠度测点应考虑加载位置及荷载横向分布的影响，测试截面方向不得少于 3 个测点；
- c) 应变测点为应设置在荷载作用效应较大的构件或部位，构件上的应变测点应设置在局部应力较大的部位；
- d) 测点布置应便于仪器安装和观测读数，并应保障观测人员、仪器设备的安全。

A. 2. 10 古建筑砖石结构的检验荷载应分级加载，每级荷载不宜超过最大荷载的20%，每级加载完成后的持荷时间应不少于5min~10min。达到检验荷载后，应持荷至少1h，且变形值在15min内不再明显增加为止。加载完成后，应分级卸载，卸载全部完成后测取残余变形值。

A. 2. 11 试验加载过程中古建筑砖石结构的位移或变形突然增长，裂缝急剧开展，且超过相应限值，或对古建筑可能造成损伤影响时，应立即终止加载。

A. 3 检测结果评定

A. 3. 1 古建筑砖石结构的使用性能检验荷载可按GB 50009取值，宜采用荷载准永久值，应估算加载总量不应对古建筑产生非弹性变形及损伤。

A. 3. 2 使用性能检验项目应包括下列：

- a) 挠度；
- b) 裂缝宽度；
- c) 试验方案要求检验的其他变形。

A. 3. 3 当以下各检验指标全部满足时，应判断结构性能满足正常使用极限状态的要求：

- a) 裂缝宽度满足试验方案的检验允许值；
- b) 荷载-变形曲线宜为线性关系；
- c) 卸载后残余变形不应超过所记录到最大变形值的 20%。

A. 3. 4 古建筑砖石结构的承载力检验荷载可按GB 50009取值，宜根据试验目的进行估算试验荷载值，且加载总量不应对古建筑产生非弹性变形及损伤。

A. 3. 5 古建筑的承载力检验应满足公式 (A. 1) 要求：

$$\gamma_u^0 \geq \gamma_0 [\gamma_u] \cdots \cdots \cdots (A. 1)$$

式中：

γ_u^0 ——构件的承载力检验系数实测值，取构件的荷载实测值与荷载允许值（均包含自重）的比值；

γ_0 ——结构重要性系数，当无专门要求时取1. 1；

$[\gamma_u]$ ——砖石构件的承载力检验系数允许值，取值不宜小于1. 2。

A. 3. 6 当按A. 2. 10条的规定逐级加载直到承载力检验荷载，结构仍未出现试验方案中任何一种失效状态时，应判断结构满足承载力极限状态的要求。

A. 3. 7 在进行承载力检验前，宜先进行使用性能检验且满足其要求。

附录 B
(规范性)
现场振动测试

B.1 仪器设备

- B.1.1 主要仪器、设备有拾振器、数据采集系统等。
- B.1.2 现场所用仪器、设备的适用范围和检测精度应满足试验要求，所用仪器、设备应在检定或校准周期内，并应处于正常状态。
- B.1.3 拾振器应平稳地安放平坦、坚实的地面，拾振器灵敏度主轴方向应与铅垂方向一致。

B.2 检测方法步骤与数据处理

- B.2.1 现场振动测试宜采用脉动测试方法。
- B.2.2 古建筑砖石结构进行现场振动测试宜选择较为安静的时间和区域，应采取有效措施减少周围环境的影响。
- B.2.3 古建筑砖石结构的现场振动测试宜采集振动速度、加速度，有条件时可采集振动位移。
- B.2.4 古建筑砖石结构自振特性测试应符合下列规定：
 - a) 测试前应对结构振型进行预分析；
 - b) 测点应布置在预分析的结构振型曲线的波峰、波谷处。

B.3 检测结果评定

- B.3.1 现场振动测试后宜通过脉动频谱分析古建筑的振动特性，并给出相应的试验结果及报告。
- B.3.2 当古建筑恒载不变的情况下，宜采用既往实测自振频率的初次值作为基准频率值，当实测自振频率小于基准频率值的90%时，应分析结构刚度退化的原因。

附录 C

(资料性)

超声法检测古砖抗压强度、内部缺陷

C.1 仪器设备

超声波检测仪由检测仪和换能器两部分组成，主要技术要求如下：

- 具有波形清晰、显示稳定的示波装置；
- 声时最小分度为 $0.1 \mu\text{s}$ ；
- 具有最小分度为 1dB 的衰减系统；
- 接受放大器频响范围 $10\text{kHz} \sim 500\text{kHz}$ ，总增益不应小于 80dB，接受灵敏度不应大于 $50 \mu\text{V}$ ；
- 换能器的实测主频与标称频率相差不应大于 $\pm 10\%$ 。

C.2 检测方法步骤与数据处理

C.2.1 确定测区位置

- 现场检测时，应先结合考古等方法进行古建砖产地、年代和种类的判断，选用制作年代、产地等一致的古建砖组成检测单元。
- 每个检测单元应均匀布置测区，相邻两测区的间距不宜大于 2m。
- 每个测区布置测点 3 个。测试面应清洁、平整、干燥，不应有接缝、饰面层、浮浆和油垢。必要时，应清除杂物和磨平不平整处，并擦净残留粉尘。
- 检测单元上的测区应编号，并记录测区位置和外观质量情况。

C.2.2 选择耦合器

古建砖表面测试所用耦合材料的选择应以易于清除且对古建砖表面影响最小为原则，不宜选用凡士林或黄油为耦合剂，可选用液体胶水或医用超声耦合剂作为耦合剂。

C.2.3 选择超声波测试方式

超声测试宜优先采用对测或角测，当被测构件不具备对测或角测条件时，可采用单面平测。

C.2.4 进行超声波测试

- 把两个换能器按一定距离分别用耦合剂固定于受检古建砖的表面，并把两换能器中心点间的距离作为声波在构件中的传播距离（精确到 mm）。当波速仪启动后，将波形曲线的最先起跳点所对应的时标值作为纵波到达时间。
- 当测试采用对测时，在受检构件互相平行的一对测试面上进行布点，测量一对平行测点之间的距离。检测时将两个换能器平行放置于受检古建砖两侧，使用耦合剂的换能器与测试表面应紧密结合。根据平行测点之间间距和超声波声时计算超声波波速 (km/s)。
- 当测试采用角测时，在受检构件互相垂直的一对测试面上进行布点，测量一对垂直测点之间的距离。检测时将两个换能器垂直放置于受检古建砖两侧，使用耦合剂的换能器与测试表面应紧密结合。根据垂直测点之间间距和超声波声时计算超声波波速 (km/s)。
- 当测试采用单面平测时，可按时距法求得受检古建砖的平均波速。测试时，将一条线段的一个端作为发射点，然后在该线段上依次以不等距布置 4 个~6 个接收点，分别测得各点间的波速到达时间。以时间为横坐标，测距为纵坐标，用回归分析方法求出平均波速。
- 取 3 个测点的声速平均值作为古建砖构件声速代表值。

C.3 检测结果评定

C.3.1 根据超声波检测仪测试古建砖内的声速值，评估古砖内部缺陷，并经过换算推定成抗压强度。

- a) 干燥状态下的未风化古建砖波速值为 1.5km/s~3.0km/s。当现场古建砖的波速值低于上述数值时，可判断受检构件表面有隐裂隙（直达波法）、内部存在缺陷（对穿直透法）或有一定程度的风化。
- b) 根据实验室内对 40 个古建砖试块的波速、单轴抗压强度、弹性模量的测试结果，得出公式(C.1)和(C.2)线性回归方程：

$$\sigma = av_1 + b \dots\dots\dots (C.1)$$

$$\sigma = cv_2 + d \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

σ ——单轴抗压强度（MPa）；

v_1 ——采用对测方式得到的超声波波速值（km/s）；

v_2 ——采用平测方式得到的超声波波速值（km/s）；

a 、 b 、 c 、 d ——常参数，根据现场取样结果回归确定；无法取样时，取值可参考表 C.1。

表 C.1 古建砖强度公式参数取值参考

参数	a	b	c	d
取值	1.5~2.0	2.0~4.0	1.2~1.6	3.0~5.0

C.3.2 各测区强度的推定值，以每块砖换算值为代表值，按照GB50344的3.5.10或3.5.11推定其强度区间。

附录 D
(资料性)
回弹法检测古砖抗压强度

D.1 仪器设备

D.1.1 采用本方法检测时，宜采用HT75型砖用回弹仪。

D.1.2 技术参数要求如下：

标称冲击动能：0.735J

弹击锤冲程：75mm

指针滑块的静摩擦力：0.5N±0.1N

弹击杆球面曲率半径SR：25mm±1mm

钢砧率定回弹值：74±2

外形尺寸：Φ54*268mm

重量：≈1kg

D.1.3 回弹仪的检定和保养，应符合国家有关回弹仪的规定。

D.1.4 在使用回弹仪检测之前后，均应在钢砧上率定回弹仪示值。

D.2 检测方法步骤与数据处理

D.2.1 回弹法检测古建砖抗压强度是应用回弹仪测试砖表面硬度，并经过换算推定成抗压强度。

D.2.2 回弹法检测适用于推定表面完整古建砖的抗压强度，不适用于推定表面已风化或遭受冻害、环境侵蚀的砌体中砖的抗压强度。

D.2.3 现场检测时，应先结合考古等方法进行青砖产地、年代和种类的判断，选用制作年代、产地等一致的砖组成检测单元。

D.2.4 每个检测单元应随机抽取10个测区进行检测，每个测区面积不应小于1平方米。应在每个测区中选择10块条面向外，外观质量符合D.2.2要求的砖供回弹检测。

D.2.5 每块供检测青砖应布置5个测点。测点位置宜均匀分布于砖条面中间区域，各测点之间宜相距30mm左右，测点离砖边缘距离不应小于20mm，应避开气孔、裂纹、爆裂等。

D.2.6 检测前，将回弹仪弹击杆顶住砖样表面，轻压仪器，松开按钮，徐徐伸出弹击杆，使其处于自由状态。

D.2.7 检测时，将回弹仪垂直对准砖样表面，缓慢均匀施压，使弹击杆击发。弹击后，在刻度尺上读取回弹值读数。

D.2.8 每个测点只许弹击一次，回弹值读数应估读值1。

D.3 检测结果评定

D.3.1 单块砖的回弹值，应取5个测点回弹值的平均值。

D.3.2 单块砖的抗压强度换算值，应取每块砖回弹平均值，按照公式（D.1）计算：

$$f = 1.421e^{0.0533R} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中， f ——单块砖的抗压强度换算值（MPa）；

R ——单块砖的回弹平均值。

D.3.3 测区的砖抗压强度平均值，应按公式（D.2）计算：

$$f_i = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^n f_{ij} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中， f_i ——第*i*测区的砖抗压强度平均值；

f_{ij} ——第*i*测区第*j*块砖的抗压强度换算值；

n ——单块砖所取测点数。

D.3.4 检验单元的砖抗压强度平均值，标准差和变异系数，应按公式（D.3）、（D.4）和（D.5）计算：

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m f_i \dots\dots\dots (D.3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\bar{x} - f_i)^2}{m-1}} \dots\dots\dots (D.4)$$

$$\sigma = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots (D.5)$$

式中， \bar{x} ——同一检测单元的砖抗压强度平均值（MPa）；

m ——同一检测单元的测区数；

f_i ——第*i*测区的砖抗压强度平均值；

s ——同一检测单元，按*m*个测区计算的强度标准差（MPa）；

σ ——同一检测单元的强度变异系数。

附 录 E
(资料性)
微钻法检测砖石强度和缺陷

E.1 仪器设备

E.1.1 工作原理

微钻法是通过测量并记录阻尼抗钻仪钻孔位置的钻削阻力和钻进深度的波动情况,以确定古建青砖的缺陷损伤状况及强度。

E.1.2 技术指标

- a) 测试力范围: 1~100N。
- b) 钻进深度范围: 0~50mm。
- c) 钻头直径范围: 3~10mm。
- d) 测试开始前操作者可以在 20~1000r/min 范围内设置转速,并在测试过程中保持该设定的转速保持不变。
- e) 测试开始前操作者可以在 1~80mm/min 范围内设置钻进速度,并在测试过程中保持该设定的钻进速度保持不变。
- f) 本方法设定的钻头直径 5mm, 旋转速度 600r/min, 钻进速度 10mm/min。

E.2 检测方法步骤与数据处理

微钻法测试时砖构件应干燥。露天古建砖宜选择晴天、空气湿度较小时进行测试,并且测试前3d均无降水发生。

阻尼抗钻仪测量古建青砖的缺陷损伤状况及强度的步骤。应符合下列规定:

- a) 选择相应尺寸的金金刚石钻头。
- b) 根据相应测量砖石选取相应的前置固定装置,测量墙壁等使用直接安装。
- c) 电脑安装抗钻阻尼器驱动软件,连接阻尼器与电脑。
- d) 调零按钮,将钻头前方受力重置为 0(此时钻头并未接触到被测物体表面)。设置软件中对于抗钻阻尼器钻取深度,转速等标准,设置输出目录途径。
- e) 按下启动按钮,钻头向前方钻进,屏幕中会出现深度与受力的坐标图。
- f) 待测试结束后,清理灰屑。查看数据图表。
- g) 测试完成以后,系统自动计算平均钻进阻力。

E.3 检测结果评定

E.3.1 缺陷判定: 通过钻入阻力——钻入深度曲线对砖石的风化腐朽状况进行判定,横坐标为钻入深度,纵坐标为钻入阻力,抗钻阻尼器钻入阻力的高低与走势反应砖石的健康状况。检测曲线中阻力仪钻入阻力较高、波动较小区域的为健康区域,阻力仪钻入阻力较低、波动较大区域为缺陷区域

E.3.2 强度推定: 砖样的抗压强度和平均钻进阻力之间的相互关系,按公式(E.1)计算:

$$f = -0.0111x^2 + 1.1737x - 1.0821 \dots \dots \dots (E.1)$$

式中:

f ——抗压强度推定值 (MPa);

x ——平均钻进阻力 (N)。

附 录 F
(资料性)
贯入法检测灰浆强度

F.1 仪器设备

F.1.1 贯入法检测砌筑灰浆抗压强度使用的仪器应包括贯入式灰浆强度仪（以下简称贯入仪）和数字式贯入深度测量表（以下简称贯入深度测量表）。

F.1.2 贯入仪及贯入深度测量表技术指标应符合下列规定：

- a) 贯入仪贯入力应为 (200 ± 8) N；
- b) 贯入仪工作行程应为 (20 ± 0.10) mm；
- c) 贯入深度测量表最大量程不应小于 20.00mm；
- d) 贯入深度测量表分度值应为 0.01mm。

F.1.3 灰浆回弹仪在检测前后，均应在钢砧上进行率定测试。测位宜选在墙体的可测面上，并应避免竖缝位置、门洞窗口及预埋件等附近的墙体。被检测灰缝应饱满，其厚度3-10mm，墙面上每个测位的面积宜大于 0.3m^2 。

F.1.4 检测前，应宏观检查砌筑灰浆的质量，水平灰浆内部的灰浆与其表面的灰浆质量应基本一致。

F.2 检测方法步骤与数据处理

F.2.1 测位处应按下列要求进行处理：

- a) 粉刷层、勾缝灰浆、污物等应清除干净；
- b) 弹击点处的灰浆表面，应仔细打磨平整，并应除去浮灰；
- c) 磨掉表面灰浆的深度应为 $3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ ，且不应小于 3mm。

F.2.2 每个构件应测试16点。测点应均匀分布在构件的水平灰缝上，相邻测点水平间距不宜小于240mm，每条灰缝测点不宜多于2点。

F.2.3 检测过程中，当测点处的灰缝灰浆存在空洞或测空周围灰浆有缺损时，该测点作废，另选测点不测。

F.2.4 检测数据中，应将16个贯入深度值中的3个较大值和3个较小值剔除，余下的10个贯入深度值应按公式（F.1）取平均值：

$$m_{d_j} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n d_i \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

m_{d_j} —第j个构件的灰浆贯入深度代表值（mm），精度至0.01mm；

d_i —第i个测点的贯入深度值（mm），精度至0.01mm。

将构件的贯入深度代表值 m_d 按照测强曲线计算其灰浆抗压强度换算值 f_{2j}^c 。

F.3 检测结果评定

F.3.1 根据实验室对灰浆试块的抗压强度、贯入深度的测试结果，得出测强曲线公式如下：

$$m = -0.279 - (-2.83) * 0.917^d \dots \dots \dots (F.2)$$

式中：

m-灰浆抗压强度（MPa）；

d-贯入深度（mm）。

F.3.2 按批抽检时，同批构件灰浆应按公式（F.3）、（F.4）和（F.5）计算其平均值、标准差和变异系数：

$$m_{f_2^c} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n f_{2,j}^c \dots \dots \dots (F.3)$$

$$s_{f_2^c} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (m_{f_2^c} - f_{2,j}^c)^2}{n-1}} \dots \dots \dots (F.4)$$

$$\eta_{f_2^c} = s_{f_2^c} / m_{f_2^c} \dots \dots \dots (F.5)$$

$m_{f_2^c}$ -同批构件灰浆抗压强度换算值的平均值（MPa），精度至0.1MPa；

$f_{2,j}^c$ -第j个构件的灰浆抗压强度换算值（MPa），精度至0.1MPa；

$s_{f_2^c}$ -同批构件灰浆抗压强度换算值的标准差（MPa），精度至0.1MPa；

$\eta_{f_2^c}$ -同批构件灰浆抗压强度换算值的变异系数，精确至0.01。

F.3.3 砌体砌筑灰浆抗压强度推定值应按JGJ/T 136确定。