|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 91.010.30 |
| CCS  | P 33 |

|  |
| --- |
|  11 |

北京市地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

传统村落民居维护技术规程

Code of practice for maintenance of traditional

village dwellings

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

北京市农业农村局

北京市住房和城乡建设委员会北京市规划和自然资源委员会

北京市市场监督管理局

联合发布

目次

[前言 II](#_Toc203428421)

[1 范围 1](#_Toc203428422)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc203428423)

[3 术语和定义 2](#_Toc203428424)

[4 基本要求 2](#_Toc203428425)

[5 工程评估 3](#_Toc203428426)

[5.1 一般规定 3](#_Toc203428427)

[5.2 现状检查与检测 3](#_Toc203428428)

[5.3 鉴定 6](#_Toc203428429)

[6 民居维护 11](#_Toc203428430)

[6.1 一般规定 11](#_Toc203428431)

[6.2 维护材料 11](#_Toc203428432)

[6.3 地基基础维护 12](#_Toc203428433)

[6.4 上部结构维护 12](#_Toc203428434)

[6.5 院落及历史要素维护 13](#_Toc203428435)

[7 结构加固 13](#_Toc203428436)

[7.1 一般规定 13](#_Toc203428437)

[7.2 加固材料 14](#_Toc203428438)

[7.3 地基和基础加固 14](#_Toc203428439)

[7.4 木构架砖围护墙结构加固 14](#_Toc203428440)

[7.5 木构架土坯围护墙结构加固 23](#_Toc203428441)

[7.6 木构架石围护墙结构加固 24](#_Toc203428442)

[7.7 砖木结构加固 27](#_Toc203428443)

[8 节能改造 31](#_Toc203428444)

[8.1 一般规定 31](#_Toc203428445)

[8.2 外墙节能改造 31](#_Toc203428446)

[8.3 外门窗节能改造 32](#_Toc203428447)

[8.4 建筑屋面节能改造 32](#_Toc203428448)

[9 工程验收 33](#_Toc203428449)

[9.1 一般规定 33](#_Toc203428450)

[9.2 材料进场检验与验收 33](#_Toc203428451)

[9.3 工程施工质量验收 34](#_Toc203428452)

[9.4 竣工验收 36](#_Toc203428453)

[附录A （资料性）民居类传统风貌建筑内保温构造做法 37](#_Toc203428454)

[附录B （规范性）后张预应力技术加固砖墙设计方法 40](#_Toc203428455)

[附录C （规范性）抗震横墙间距和房屋宽度限值 41](#_Toc203428456)

1. 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。

本文件由北京市农业农村局提出并归口。

本文件由北京市农业农村局组织实施。

本文件由北京市农业农村局、北京市住房和城乡建设委员会、北京市规划和自然资源委员会和北京市市场监督管理局共同管理。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

传统村落民居维护技术规程

1 范围

本文件规定了传统村落民居修缮的基本要求，及工程评估、民居维护、结构加固、节能改造、工程验收的内容。

本文件适用于北京市行政区域内由政府统一组织开展的传统村落民居的修缮。村集体或村民自行开展的传统村落民居修缮工程可参照执行。传统村落内民居建筑以外其他建筑的修缮，可参照执行。

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 1927.9-2021 无疵小试样木材物理力学性质试验方法 第9部分：抗弯强度测定

GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器

GB/T 29894 木材鉴别方法通则

GB 50005 木结构设计标准

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50023 建筑抗震鉴定标准

GB 50165 古建筑木结构维护与加固技术规范

GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准

GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50206 木结构工程施工质量验收规范

GB 50207 屋面工程质量验收规范

GB 50222 建筑内部装修设计防火规范

GB 50292 民用建筑可靠性鉴定标准

GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准

GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范

GB 50728 工程结构加固材料安全性鉴定技术规范

GB 50924 砌体结构工程施工规范

JGJ 116 建筑抗震加固技术规程

JGJ 161 镇（乡）村建筑抗震技术规程

JGJ/T 261 外墙内保温工程技术规程

JGJ/T 363 农村住房危险性鉴定标准

JGJ/T 372 喷射混凝土应用技术规程

JGJ/T 426 农村危险房屋加固技术标准

DB11/T 536 农村居民建筑抗震设计施工规程

DB11/T 537 墙体内保温施工技术规程 胶粉聚苯颗粒保温浆料做法和增强粉刷石膏聚苯板做法

DB11/1028 居住建筑门窗工程技术规范

DB11/T 1199 农村既有低层住宅建筑综合改造技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

传统村落民居 traditional village dwellings

在传统村落中，除文物保护单位、普登文物及历史建筑外的具有一定建成历史，能够反映历史风貌和地方特色的居住建筑及院落。

3.2

传统村落民居修缮工程 maintenance and repair engineering

针对传统村落民居，开展维护和加固，使其保持传统风貌、提升功能和结构安全的建设工程。

3.3

民居维护 maintenance of dwellings

针对传统村落民居现状存在的风貌缺失和质量缺陷，采取科学有效的改善措施，使恢复民居的风貌，提高耐久性，改善居住功能。

4 基本要求

4.1 传统村落民居的修缮应本着“安全经济、因地制宜、保持风貌、提升品质”的原则，恢复民居建筑的外立面、修缮主体结构及有价值部位（构件）等，保护传统村落民居的宜居性、安全性及风貌特色。

4.2 传统村落民居保护范围以院落为单元，包括建筑单体及其院落环境。

4.3 传统村落民居修缮前应对建筑和院落的现状进行检查与检测，并对民居的建筑安全性和抗震性能进行工程评估，依据评估结果，科学编制修缮方案，开展民居修缮。

4.4 传统村落民居应根据工程评估结果，采取民居维护、结构加固等处理方式，具备条件时，宜进行节能改造。

a) 格局基本完整，建筑形制完整；体量、尺度适中、功能布局满足现代生活基本需求，保存较好的传统村落民居，应按本规程进行维护与结构加固；

b) 房屋破损严重依据JGJ/T 363定量鉴定为D级且加固难度大、修缮实施技术经济性很差的传统村落民居应拆除后按照DB11/T 536重建，但外观应符合传统风貌民居的式样。

c) 除a)和b)类以外的传统村落民居，应按本规程进行维护与结构加固。

4.5 传统村落民居保护修缮应科学编制修缮方案，进行民居维护和结构加固，改善现有居住环境和居住使用条件，当具备改造条件时宜进行节能改造。

4.6 按本文件进行维护的民居，其维护目标：

a) 风貌恢复；

b) 缺陷修复；

c) 耐久性提高。

4.7 按本文件进行结构加固的民居，其加固目标：

a) 保证正常使用期间安全性；

b) 当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，一般不需修复可继续使用；

c) 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时，主体结构不致严重破坏，围护结构不发生大面积倒塌。

1. 工程评估

5.1 一般规定

5.1.1传统村落民居工程评估包括民居信息资料收集、现状检查与检测和鉴定等流程。

5.1.2 传统村落民居信息资料收集应包括规划文件、建造年代、使用历史等（有无用途变更、遭受自然或人为灾害情况及维修、加固、改扩建等情况）。

5.1.3 传统村落民居现状的检查检测工作应包括建筑结构图的复核或测绘、建筑结构体系的检查和确认、结构使用荷载情况调查、结构构件质量现状检查、结构整体连接性检查以及历史要素检查等内容。

5.1.4 传统村落民居院落的检查与检测工作包括院落环境现状的检查以及院墙、影壁和地坪铺装的检查。

5.1.5 传统村落民居历史要素的检查工作应包括民居建筑的外立面、屋顶等部位的外观现状检查以及建筑装饰构件的现状检查。

5.1.6 传统村落民居的鉴定应包括场地和地基基础、主体结构、围护系统，在对各项评估项目进行检查和评定后，对结构安全进行综合评估。

5.1.7 存在下列情况之一时，应考虑加固难易程度、加固投入和保护价值，经综合分析后采取加固、更新等安全性提升对策：

a) 承重木柱出现严重开裂和明显歪闪变形；

b) 木梁或檩条出现明显受弯变形并出现受力裂缝，裂缝深度达构件截面的1/3以上；

c) 木构架和木屋盖构件出现严重腐朽、蚁蚀；

d) 木屋架产生明显挠度或出平面倾斜，且顶部或端部节点产生腐朽或劈裂或屋面大范围塌陷；

e) 连接方式不当，构造有严重缺陷，已导致节点松动、变形使连接失效；

f) 墙体出现多道竖向受压裂缝，裂缝宽度达5 mm以上；

g) 纵横墙交接处以及木柱与纵横墙交接处断裂并形成通缝，墙体外倾；

h) 墙体因风化、雨水侵蚀、碱蚀等造成墙体截面削弱，有效截面面积削弱达1/4以上且涉及墙体数量占一半以上 ；

i) 因地基基础不均匀沉降导致上部墙体出现斜裂缝，裂缝长度超过墙高的1/3，裂缝宽度超过5 mm。

5.2 现状检查与检测

5.2.1 场地和地基基础

5.2.1.1 场地现状检查与检测应包括下列内容：

a) 场地稳定性状况；

b) 场地地质条件；

c) 场地是否位于明显塌陷、空洞等区域；

d) 场地平整度与排水情况。

5.2.1.2 地基基础现状与检测应包括下列内容：

a) 基础的材料与形式；

b) 基础腐蚀、酥碱、松散和剥落状况；

c) 地基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；

d) 地下水对地基基础的影响。

5.2.1.3 地基基础现场检查与检测结果应包括下列内容：

a) 主体结构质量缺陷现状与地基基础相关性评价结论；

b) 当检查检测结论显示现有地基基础不适应传统村落民居长期保护时，应给出地基基础处理措施和方案。

5.2.2 木构架围护墙结构

5.2.2.1 木构架房屋的建筑结构图的复核或测绘应包括以下内容：

a) 建筑结构平立面；

b) 建筑材料和屋面做法；

c) 主要结构构件尺寸。

5.2.2.2 木构架结构体系应按下列要求进行检查：

a) 是否为完整木构架体系，有无采取硬山搁檩；

b) 围护墙与内隔墙布置、厚度以及间距。

5.2.2.3 木构架（图1），质量检查应包括下列内容：

a) 木构架歪斜现象及程度；

b) 承重木柱是否存在开裂、侧弯变形、柱根腐朽，程度和范围；

c) 梁（柁）是否存在明显受弯变形，是否有腐朽、蚁蚀和开裂等损伤及发生部位、范围和程度；

d) 木柱（瓜柱）与梁（柁）连接节点完好程度。

5.2.2.4 木构架的整体性连接检查或检测应包括下列内容：

a) 木柱在地坪的嵌固方式，柱脚石的埋入深度；柱根与柱脚石之间限位连接措施；

b) 木柱有接头时，接头处的连接方式及连接状态；

c) 木柱与梁、梁与瓜柱、梁或瓜柱与檩条的连接方式及连接状态；

d) 榫卯节点的连接现状；

e) 剪刀撑、斜撑、拉杆及其他加强整体性的连接措施的采取状况；

f) 连接铁件现状。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a） | (b) |
| 标引序号说明：1——柱；2——大梁（柁）；3——二梁（二柁）；4——瓜柱；5——檩；6——垫板；7——椽；8——填充墙；9——础石图 1 木构架及填充墙 |

5.2.2.5 有构件安全性验算需求时，应确定木材的强度或弹性模量。木构件材料性能检测可通过现场取样和实验室检验相结合的方式，按照GB/T 29894进行树种鉴定，按树种确定材料强度等级；也可通过GB/T 1927.9获取木材强度等级。

5.2.2.6 对木构件质量现状进行缺陷检测时，可采用经验检查法或非破损检测法。

5.2.2.7 木构架房屋的围护墙体检查与检测应包括下列内容：

a) 围护墙体的厚度、砌筑方式以及分布情况；

b) 围护墙的砌筑材料种类、强度；

c) 围护墙体的质量现状；

d) 围护墙体与木柱的包砌情况；

e) 围护墙体与木柱之间的连接措施。

5.2.2.8 内隔墙检查与检测应包括下列内容：

a) 内隔墙的厚度、砌筑方式以及分布情况；

b) 内隔墙的砌筑材料种类、强度；

c) 内隔墙墙体的质量现状；

d) 内隔墙与屋架以及前后纵墙或木柱之间的连接措施。

5.2.2.9 木屋盖（图2）检查与检测应包括下列内容：

a) 木屋盖各构件质量现状；

b) 木屋盖构件变形程度；

c) 檩条之间的连接方式；檩条在梁上或瓜柱的支承长度和连接；

d) 檩条与椽条，椽条与望板之间的连接方式；

e) 屋面做法和现状；

f) 屋盖有无下沉变形、渗漏和其他损坏情况；

g) 屋面檐口有无下沉、糟朽、变形。

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1——椽；2——望板或苇箔；3——泥背；4——石板瓦或青瓦；5——檩；6——梁（柁） |
| 图 2 木屋盖 |

5.2.3 砖木结构

5.2.3.1 砖木结构民居的建筑结构图的复核或测绘应包括以下内容：

a) 建筑结构平立面；

b) 建筑材料和做法；

c) 主要结构构件尺寸。

5.2.3.2 砖木结构检查应按下列要求进行：

a) 房屋的高度以及洞口大小及位置；

b) 墙体的厚度与间距以及布置的规则性；

c) 外观缺陷与损伤；

d) 砌筑砖及砂浆的材料强度以及砌筑质量；

e) 纵横墙交接处连接的布置；

f) 屋盖与其连接构造等。

g）内隔墙与屋架以及前后纵墙之间的连接措施。

5.2.3.3 木屋盖检查与检测应包括下列内容：

a) 木屋盖各构件质量现状；

b) 木屋盖构件变形程度；

c) 檩条之间的连接方式；对接檩条在梁上的支承长度和连接；

d) 檩条与椽条或望板之间的连接方式；

e) 屋面做法和现状；

f) 屋盖有无下沉变形、渗漏和其他损坏情况；

g) 屋面檐口下沉、糟朽、变形状况。

5.3 鉴定

5.3.1 鉴定要求

5.3.1.1 传统村落民居鉴定包括安全性鉴定和抗震鉴定，符合本节各项规定时可评为安全性和抗震满足鉴定要求，不符合时应采取相应的维护或加固措施。

5.3.1.2 传统村落民居的鉴定包括场地和地基基础、上部主体结构和围护系统。

5.3.2 场地和地基基础

5.3.2.1 传统村落民居无显著的不均匀沉降、倾斜，且使用功能无大的变更时，不应对地基与基础有大的扰动。

5.3.2.2 场地平整，周边无不稳定边坡或边坡采取有效支护措施且现状良好，散水完好、排水通畅，可评定为场地无明显质量缺陷，不必采取措施。

5.3.2.3 场地出现下列情况，应进行维修处理：

a) 房屋室外地面不平整，未夯实；

b) 边坡土体松散，护坡出现开裂、局部滑移；

c) 散水开裂，排水沟堵塞，墙根存在侵蚀现象等。

5.3.2.4 地基基础符合下列要求的，可评定为地基基础无明显质量缺陷，不必采取措施：

a) 基础无明显腐蚀、酥碱、松散和剥落；

b) 上部结构无不均匀沉降裂缝，或虽有裂缝、但对承重砖墙不超过3mm，对承重土墙不超过6mm,且无发展趋势；

c) 基础不均匀沉降导致的房屋倾斜不大于0.5%，且无发展趋势；

d) 存在软弱土、饱和砂土和饱和粉土，经GB 50023和GB 50292相关规定判别为无液化可能或者属于轻微液化等级，但上部房屋结构整体性很好，同时又无严重静载缺陷且不处于危险场地条件的地基基础。

5.3.2.5 地基基础出现下列情况，应对承载力进行验算和加固设计，采取相应的维护或加固措施：

a) 对于不满足本文件第5.3.2.3条规定的传统村落民居地基与基础，应根据JGJ 123相关规定进行承载力验算；

b) 静载作用下已出现严重缺陷的地基与基础，应同时验算其静载下的承载力，当其静载作用下的承载力满足要求时，应按原风貌进行表面维修恢复处理；当其静载作用下的承载力不能满足要求，需要进行地基基础加固设计；

c) 当变形和倾斜超过设计允许值时，需进行托换、防复倾设计。

5.3.2.6 传统村落民居地基基础抗震鉴定应满足DB11/T 637的相关要求。

5.3.2.7 符合下列情况，可将地基基础安全性鉴定作为场地与地基基础抗震鉴定评价的结果：

a) 地基主要受力层范围不存在软弱土、饱和砂土和粉土或不存在严重不均匀地基的建筑；

b) 地基基础无严重静载缺陷的建筑。

5.3.2.8 当出现以下情况时，应结合民居整体情况以及是否有保留价值确定是否需要加固：

a) 基础开裂、松散、局部塌陷等，导致结构明显倾斜、位移、裂缝；

b) 地基不均匀沉降或倾斜大于千分之十，且短期内无稳定趋势，地基沉降量连续两个月大于 2 mm/每月；

c) 上部结构砌体部分出现宽度大于 5 mm的沉降裂缝。

d) 经判别地基的液化等级分别为中等、严重时。

5.3.3 木构架围护墙结构

5.3.3.1 上部主体结构的安全性鉴定以木构件安全性鉴定为主，抗震鉴定以抗震构造措施核查为主，可不进行抗震承载力验算；围护系统应按本文件进行抗震措施核查。

5.3.3.2 木构架中木结构构件及其连接的安全性鉴定，应按梁柱的材质劣化、弯曲、损伤、节点连接构造的缺陷等项目的危险程度来确定处理措施。

5.3.3.3 当木结构构件出现下列现象，应采取加固或更换措施：

a) 连接构造有严重缺陷，已导致节点松动、变形、滑移、沿剪切面开裂、剪坏和铁件严重锈蚀、松动致使连接失效等损坏；

b) 主梁受拉区有较严重的横向劈裂、材质缺陷；

c) 屋架（梁）产生大于 *l0*/120 的挠度，且顶部或端部节点产生腐朽或劈裂，或出平面倾斜量超过屋架高度的*h*/120；

d) 木柱侧弯变形，其矢高大于 *h*/150，或柱顶劈裂，柱身断裂。柱脚腐朽，其腐朽面积大于原截面面积 1/5 以上；

e) 受拉、受弯、偏心受压和轴心受压构件，其斜纹理或斜裂缝的斜率分别大于 7%、 10%、15%和 20%；

f) 存在心腐缺陷的横截面积大于5%的梁、柱构件；

g) 在柱的同一高度处纵横向同时开槽，且在柱的同一截面开槽面积超过总截面面积的 1/2。

5.3.3.4 木构架房屋的抗震鉴定，应按外观和内在状况、结构体系的合理性、结构体型规则性、整体性连接构造的可靠性、房屋易损部位状况等的综合分析，对鉴定系统进行抗震能力鉴定。

5.3.3.5 外观状况和内在质量，应符合下列要求，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 木构架不应有歪闪；

b) 木结构房屋中砌体围护墙无空鼓、酥碱、歪闪和明显裂缝。

c) 围护墙体未将木柱全部包入墙体中，柱根无潮湿、烂根现象。

5.3.3.6 木结构房屋的结构布置符合GB 50023的规定及下列要求，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 房屋的平面布置宜均匀对称，应避免拐角或突出；

b) 木结构房屋不应采用木柱与砖柱或砖墙等混合承重；山墙应设置端屋架（木梁），不应采用无拉结措施的硬山搁檩；

c) 房屋檐口高度不宜超过3.6 m，屋脊高度不宜超过5.5m；

d) 木屋盖应设置完整的屋盖支撑系统；

e) 承重木柱稍径不宜小于150 mm；

f) 墙体均匀布置。

5.3.3.7 木结构房屋整体性连接构造应符合GB 50023的规定及下列要求，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 木柱下宜设柱脚石，且木柱与柱脚石之间有限位连接措施；柱脚石埋入地面下列的深度应不小于200 mm；

b) 木柱不宜有接头；有接头处应采用拍巴掌榫对接，并用铁件连接牢固；

c) 屋架、梁与柱的连接处应设置斜撑或其他防约束变位的措施；

d) 木柱与梁之间除榫接外，尚应加设扁铁或U形铁件等连接牢固；

e) 两端开间屋架和中间隔开间屋架间应设置竖向剪刀撑，当设有满铺木望板时可代替剪刀撑。

5.3.3.8 易损部位的构造符合下列要求，不符合时，应采取相应的维护或加固措施：

a) 后砌隔墙与两侧墙体或木柱之间、墙顶与梁之间应采取拉结措施；

b) 梁上、柁（山墙位置除外）上或屋架腹杆间不应有砌筑的土坯、砖山花等；

c) 门脸等装饰和突出屋面小烟囱的构造连接应可靠；

d) 抹灰顶棚不应有明显的下垂；抹面层或墙面装饰不应松动、鼓曲；屋面瓦尤其是檐口瓦不应有下滑。

5.3.3.9 围护墙的连接性应符合下列规定，不符合时应采取相应的构造措施：

a) 砖砌围护墙纵横墙交接处应为咬槎砌筑，不应采用直槎；当墙体嵌砌于木柱之间时不能咬槎砌筑时，与木柱之间应采取拉结措施。

b) 石围护墙采用水泥砂浆或混合砂浆砌筑，且纵横墙交接处应沿高度均匀设置水平拉结石或其他拉结措施，墙体与木柱之间应采取拉结措施。

c) 土坯围护墙纵横墙交接处应沿高度均匀设置拉结措施，墙体与木柱之间应采取拉结措施。

d) 墙体顶部应设置圈梁等加强整体性措施。

e) 坡屋面房屋山尖墙部位应采用墙揽与木构架拉结。

5.3.3.11 土坯围护墙体现状符合下列规定时，可评定为无明显质量缺陷，不符合时应采取相应的处理措施：

a) 土坯墙为卧砌，排放整齐,水平泥缝饱满，不倾斜松散, 纵横墙交接处无明显通缝；

b) 勒脚以下为砖、石等非生土材料砌筑；

c) 墙体无剥蚀、风化、空鼓或明显裂缝。

5.3.3.12 石围护墙体现状符合下列规定时，可评定为无明显质量缺陷，不符合时，应采取相应的维护或加固措施：

a) 石墙的砌筑材料应为砂浆；

b) 采用平毛石砌筑，石料规整，砌筑质量良好，纵横墙交接处无明显通缝；

c) 平毛石墙分皮卧砌且上下错缝，设置有均匀分布的拉结石；

d) 墙体表面平整，无明显开裂、起鼓或倾斜变形；

e) 清水墙体采用水泥砂浆或白灰砂浆勾缝，灰缝完整或仅有局部剥落。

5.3.3.13 砖围护墙体现状符合下列规定时，可评定为无明显质量缺陷，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 墙体砌筑质量良好，灰缝饱满，纵横墙交接处无明显通缝；

b) 墙体无明显裂缝，不空鼓，无明显酥碱、风化、表层剥蚀；

c) 清水墙体采用水泥砂浆或白灰砂浆勾缝，灰缝完整或仅有局部剥落。

5.3.3.14 木屋盖系统现状符合下列规定时，可评定为无明显质量缺陷，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 檩、椽、望板等木构件无明显腐朽、蚁蚀和严重开裂；

b) 檩无明显变形；

c) 木屋架自身稳定性良好，无平面内变形和平面外偏斜；

d) 瓦、屋脊、檐口等基本完好，无缺损；

e) 屋盖无明显下沉变形、渗漏和其他损坏情况；

f) 檩条、椽条、望板之间连接完好，无松动、拉脱。

5.3.3.15 木屋盖节点及各构件之间的连接符合下列规定时，可评为无明显构造缺陷，不符合时采取措施：

a) 檩条对接时，宜采用燕尾榫、扒钉连接，当采用平榫连接时应在对接处两侧加设扁铁或木夹板，用对穿螺栓连接牢固；

b) 檩条在梁上满搭时，应采用圆钉与木梁钉牢，檩条间应采用扒钉相互连接或采用其他措施将檩条与梁捆绑牢固；

c) 檩条与椽子或木望板之间应采用扒钉或圆钉钉牢。

5.3.4 砖木结构

5.3.4.1 房屋上部结构（图3）的安全性鉴定以构件安全性鉴定为主，抗震鉴定主要从抗震构造措施和抗震承载力验算两方面进行鉴定。

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1——山墙；2——檩；3——椽；4——纵墙；5——隔墙图 3 砖木结构 |

5.3.4.2 砌体墙的安全性鉴定应检查砌体的构造连接部位、纵横墙交界处的斜向或竖向裂缝状况、砌体承重墙体的变形和裂缝状况，量测其裂缝宽度、长度、深度、走向、数量及其分布，观测其发展趋势的危险性程度，采取处理措施。

5.3.4.3 当墙体出现下列现象，应采取加固或更换措施：

a) 承重墙沿竖向产生缝宽大于 2 mm、缝长超过层高 1/2 的裂缝，或缝长超过层高 1/3 的多条竖向裂缝；

b) 承重墙、柱表面风化、剥落，砂浆粉化，有效截面削弱达 1/4 以上；

c) 支承梁或屋架端部的墙体因局部受压产生多条竖向裂缝，或最大裂缝宽度大于1mm；

d) 墙因偏心受压产生水平裂缝，最大裂缝宽度大于 0.5 mm；

e) 墙产生倾斜，其倾斜率大于 0.7%，或相邻承重墙体连接处断裂成S通缝，且裂缝宽度达 2 mm 以上；

f) 墙出现挠曲鼓闪，且在挠曲部位出现水平或交叉裂缝；

g) 砖过梁中部产生的竖向裂缝宽度达 2 mm 以上，或端部产生斜裂缝，最大裂缝宽度达 1 mm 以上且缝长裂到窗间墙的 2/3 部位，或支承过梁的墙体产生水平裂缝，或产生明显的弯曲、下沉变形。

5.3.4.4 砖木房屋的抗震鉴定，应按房屋高度、结构体系的合理性、结构体型规则性、墙体材料的实际强度和结构与构件变形与损伤、房屋整体性连接构造的可靠性、局部易倒塌部位构件自身及其与主体结构连接构造的可靠性以及墙体抗震承载力的综合分析，对房屋进行抗震能力鉴定。

5.3.4.5 房屋的檐口高度不宜超过3.6 m，承重砖实心墙厚度宜不小于240 mm.

5.3.4.6 砖木房屋的结构体系，应符合下列规定，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 抗震横墙的最大间距应不大于9 m；

b) 纵横墙布置宜均匀对称，在平面内宜对齐；同一轴线的窗间墙宽度宜均匀；

c) 在同一高度不应采用不同材料墙体承重的混合结构；

d) 宜采用横墙承重或纵横墙混合承重体系；

e) 硬山搁檩屋盖应与墙体顶部有可靠的支撑和固定。

5.3.4.7 承重墙体材料实际达到的强度，应符合下列规定，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 烧结普通砖强度等级不宜低于MU7.5，且不低于砌筑砂浆强度等级；砖强度等级低于MU 7.5时，墙体的砂浆强度等级宜按比实际达到的强度等级降低一级采用；

b) 墙体的砌筑砂浆强度等级不应低于M1，砂浆强度等级高于砖强度等级时，墙体的砂浆强度等级宜按砖强度等级采用。

5.3.4.8 木屋盖构件无明显变形、腐朽、蚁蚀和严重开裂，不符合时应采取相应的维护或加固措施。

5.3.4.9 砖木房屋的整体性连接构造，应符合下列规定，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 墙体布置在平面内应闭合；

b) 纵横墙交接处应有可靠连接：

1） 纵横墙连接处的墙体内应无烟道、通风道等竖向孔道；

2） 纵横墙交接处应咬槎较好，严禁采用直搓；

5.3.4.10 屋盖的整体性连接,应符合下列要求，不符合时，应采取相应的维护或加固措施：

a) 屋盖的支承长度应符合表4的规定：

表4 屋盖构件的最小支承长度

 单位为毫米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构件名称 | 木梁 | 对接木檩条 | 搭接木檩条 |
| 位置 | 墙上 | 屋架上 | 墙上 | 屋架上、墙上 |
| 支撑长度 | 240 | 60 | 120 | 满搭 |

b) 木屋盖隔开间应有一道竖向剪刀撑，或满铺木望板；

c) 木屋架房屋应在房屋中部的檐口高度处设置纵向水平系杆，系杆采用墙揽与各道横墙连接，或与屋架下弦杆钉牢；

d) 木楼、屋盖各构件之间应采用榫卯、螺栓、扒钉、圆钉、铁丝等可靠连接。

5.3.4.11 圈梁的布置应符合下列要求：

a) 所有纵横墙的顶部均应设置配筋砖圈梁；

b) 圈梁位置与屋盖宜在同一标高或紧靠板底；

5.3.4.12 圈梁的构造，应符合下列要求，不符合时，应采取相应的维护或加固措施：

a) 配筋砖圈梁，配筋不应少于 4φ12，箍筋间距不少于200 mm；

b) 圈梁截面高度不应小于120 mm；

5.3.4.13 易引起局部倒塌的部件及其连接应符合下列规定，不符合时应采取相应的维护或加固措施：

a) 承重的门窗间墙最小宽度和外墙尽端至门窗洞边的最小距离不应小于1.0 m；

b) 非承重的外墙尽端至门窗洞边的距离不应小于0.8 m；

c) 内墙阳角至门窗洞边的距离不应小于1.2 m；

d) 后砌隔墙与两侧墙体应有拉结，墙顶尚应与梁或屋架下弦之间有拉结措施；

e) 出入口处的烟囱等易倒塌构件应有锚固或防倒塌措施。

5.3.4.14 按照附录C进行抗震承载力验算：

a) 当房屋的抗震横墙间距和房屋宽度值满足附录C要求时，即房屋的抗震承载力满足要求；

b) 当房屋的抗震横墙间距或房屋宽度值超出附录C中所列限值，或对应的房屋宽度值为“-”时，即房屋的抗震承载力不满足要求；

c) 当横墙间距超过附录C中最大限值的 10% 及以上时，可不进行抗震验算，但应采取加固或其他相应措施；

d) 墙体存在严重质量问题，如出现裂缝且裂缝宽度超过 5 mm ，或有明显空鼓、大面积酥碱，有肉眼可见的明显歪闪等情况时，不继续承载，在验算房屋抗震承载力时不考虑其抗侧力能力。

6 民居维护

6.1 一般规定

6.1.1 传统村落民居的维护，应以安全性鉴定及抗震鉴定结论为依据。当鉴定结果显示构件以及房屋整体性和连接性虽存在质量或外观缺陷，但不影响整体结构安全和抗震性能时，可采取相应的维护措施。

6.1.2 民居维护的原则，应符合下列规定：

a) 建筑外观修复应保持传统的体量、尺度、造型、风貌及装修风格；

b) 不应随意改建、拆除及任意加建；

c) 在符合安全要求的前提下，修缮中应尽可能利用原有建筑的构件或材料。

6.2 维护材料

6.2.1 修缮所用新增主要材料的品种、规格、型号、材质等，应符合国家和北京市相关标准、规范和设计要求。

6.2.2 维护用的木材应满足下列规定：

a) 在保证结构安全的前提下，更换的木构件应采用与原构件相同的树种木材；当确有困难时，可选取强度等级不低于原构件且性能相近的木材代替，更换的构件应与原构件尺寸一致 ；

b) 新原木应采用目测分级，受拉或受弯构件的材质等级不低于 Ia 级，受弯或压弯构件的材质等级不低于 IIa 级，受压构件及次要受弯构件的材质等级不低于 IIIa 级 ；

c) 阔叶木材强度等级应不低于 TB11，针叶木材强度等级不低于 TC11 ；

d) 木材使用前应经干燥处理，含水率不应高于18% ；

e) 所用木材应进行防裂、防腐、防虫处理。

6.2.3 维护用的灰浆应符合下列规定：

a) 外墙面修缮用的灰浆材料的观感、质感宜接近原有灰浆材料；

b) 砌筑用的灰浆品种及其配合比应符合设计要求，灰缝应饱满、均匀、拼缝严实，新做灰浆的强度不低于保留灰浆。

6.2.4 维护用的青砖、石、青瓦，石板瓦应满足下列规定：

a) 砖的形式、型号、规格应满足设计要求，挑选时注意材料的材质、颜色、强度和密实度，不应有蜂窝、层裂、裂纹、石灰爆裂等缺陷，优先选择保护利用质量尚好的旧砖 ；

b) 添配石材时应与周边块材协调 ；

c) 屋面瓦修缮宜使用保留完好的旧瓦，添配应选用颜色、规格尺寸、质量等符合要求的同质材料 ；

d) 瓦件挑选时应注意材料的材质、颜色、强度、密实度和吸水率，其中青瓦吸水率应不大于20%。

6.2.5 修缮材料应使用相同材质的材料，若确实无法取得同质材料时，应采用相近材质、颜色材料，确保修缮后风貌协调，材料强度等级不应低于原构件材料的强度等级。

6.3 地基基础维护

6.3.1 当房屋室外地面不平整时，宜平整地面，夯实地基 ；

6.3.2 当边坡土体松散，护坡开裂但裂缝稳定时，宜增设防护网 ；

6.3.3 当基础表面出现疏松、石块剥落等表面损伤时，可先凿去疏松面、清理剥落部位，再用水泥砂浆补砌石块，勾缝或加抹水泥砂浆保护层 ；

6.3.4 当基础四周散水开裂时，应进行注浆封闭处理。

6.4 上部结构维护

6.4.1 木结构房屋的木构架应通过油漆、打蜡等方式进行维护，必要时进行防虫和防腐处理。

6.4.2 外墙的维护包括饰面与基层修补以及防水防潮处理，修补后的建筑外墙面应保持原整体风貌。

6.4.3 墙面灰浆或草泥抹面层脱落，灰缝饱满度差时，应将表面清除干净，采用与墙面颜色相近的石灰砂浆或水泥砂浆灌缝修补。当剥蚀严重时，应在剥蚀部位塞填砂浆或者补砌,注意风貌的保护。

6.4.4 墙面宜采用水泥砂浆进行防水防潮处理。

6.4.5 对墙体勒脚受损部分宜进行修复,墙底部1000 mm高用水泥砂浆粉刷。

6.4.6 当石墙体局部石块缺失时，采用与原石材种类相同或相近的石块补砌并用水泥砂浆塞填，补砌前应对周边石围护结构进行支顶加固，操作时不应伤及墙体结构。

6.4.7 屋顶维护包含以下内容：

a) 屋面除草冲垄，清除屋面土垢、树叶、苔藓、杂草、小树、植物根系等杂物；

b) 当瓦片损坏、丢失总面积小于 20% 时，替换、增添瓦片，新瓦片应用与原屋面规格相同和色泽相近的完好瓦片；当瓦片损坏总面积大于等于 20% 时，应将现有瓦片全部拆卸后翻修，翻修时对旧的完好瓦片进行合理利用；

c) 瓦面、屋脊局部漆漏及时勾抹打点，归安松动脊件；

d) 清除屋面排水系统的泄水口周围杂物垃圾，疏通天沟，更换破损构件。

6.5 院落及历史要素维护

6.5.1 入口及门楼建筑维护，应符合下列规定：

a) 门楼的修缮宜按原形制进行；

b) 若门楼完全塌落或破坏较为严重，新建门楼檐口高度不应超过4.0m,且应选用传统形制，如采用现代材料和工艺，在体量、尺度、色彩、形式和符号等方面应参照传统样式或适当简化；

c) 入口和门楼处不应出现大体量、红色柱身，不应采用广亮大门和金柱形式和两层通高的大门，且不应使用非本地传统建筑样式。

d) 入口大门处可用门簪、门罩、墀头等进行装饰，但不应采用龙凤等高等级装饰纹样；

6.5.2 院墙、影壁建筑维护，应符合下列规定：

a) 院落围墙、影壁等有倾斜、空鼓、酥碱、鼓涨、裂缝、脱落、构件缺失时，根据损坏的程度和部位，可选择拆择砌、局部拆砌、剔凿挖补、局部整修等修缮方式。如为危墙，应根据其构造和残损情况采取加固措施；

b) 新砌院落围墙宜选用原有风貌相适宜的砌筑材料砌筑，墙体厚度不应小于240mm，并增设扶壁墙垛以提高墙体的稳定性；

c) 对于现存的土坯墙，在采用现代技术措施提高其稳定性的同时，外表可用抹灰或粉刷加以保护，防止雨水冲刷；

d) 墙体色彩符合村落风貌。

6.5.3 院落地坪建筑维护宜选用石板、石块、石条、青砖或瓦片等乡土材料，采取渗水的传统铺砌方式，不应采用色彩饱和度与对比度高的现代材料铺设，院内原有铺装遗存应予以保存。

6.5.4 檐口、门窗等建筑维护，应符合下列规定：

a) 民居建筑中檐口、大门、照壁、墀头、门窗、内隔墙等部位的装饰，应采用传统工艺、传统材料和传统装饰题材，可适当简化并保持色彩与色调；

b) 民居建筑坡屋顶的檐口宜以木构架本身件（梁头、子桁、椽条、封檐板等）外露为装饰，饰面刷清漆或当地的土漆；

c) 门窗扇宜采用传统木格棱内装玻璃的形式，不应出现彩色玻璃；

d) 门窗框宜保持原有的传统颜色，新增节能门窗宜内装；

e) 木质门窗以及外露建筑附件粉刷应为清漆或灰色等相近颜色，不应出现与村落整体风貌不符的彩色油漆粉刷。

7 结构加固

7.1 一般规定

7.1.1 传统村落民居的结构加固应以加固设计方案和实施方案为依据。

7.1.2 结构加固方案，应符合下列规定：

a) 应在保护风貌要求的前提下，使其整体抗震性能满足本文件要求，优先选用对建筑外观风貌破坏较少的加固方案；

b) 应结合原结构的特点和工程评估进行综合分析，考虑经济性和施工技术水平，分别对木构架、墙体、连接、整体性进行加固，并结合维修改造，改善使用功能；

c) 加固方法应便于施工，并应减少对村民生产、生活的影响，避免火灾等安全事故的发生；

d) 不应改变和破坏原有建筑的布局，不应任意改建、扩建；

e) 民居的加固、连接构件和更替构件，都应易于拆除并应不因拆除而损伤民居原有部分；

f) 应优先使用传统材料及传统工艺。

7.1.3 本文件适用于木柱木梁承重，土、石、砖墙作为围护墙的木构架填充墙结构以及木屋盖的砌体结构房屋等修缮。对于木构架与墙体混合承重房屋，可参照执行。

7.1.4 结构加固施工，应符合下列规定：

a) 加固施工时应避免或减少对原结构及构件的损伤。

b) 加固施工过程中发现原结构或构件存在缺陷时，应在加固过程中一并处理。

c) 加固施工过程中需要置换承重构件或局部支承部位需要卸载时，应预先采取临时支护等安全措施。

d) 墙体裂缝采用压力灌浆修复补强时，应控制灌浆压力和速度。

e) 采用钢筋网水泥砂浆面层、钢拉杆加固时，应符合JGJ 116中相关要求。

f) 采用增设剪刀撑、纵向水平系杆、斜撑、墙揽等抗震措施时，应符合JGJ 161中的相关要求。

7.1.5 结构加固后的外墙面应恢复建筑外墙面原整体风貌，保持风貌协调。

7.2 加固材料

7.2.1 结构加固使用的材料性能应符合设计要求并符合下列规定：

a) 结构加固材料宜就地取材，因地制宜。

b) 普通砖的强度等级不宜低于 MU10；砂浆面层的强度等级不宜低于 M10，砌筑砂浆的强度等级不宜低于 M5。

c) 混凝土的强度等级不应低于 C25，钢筋牌号不应低于HPB300级钢筋。

d) 型钢或钢板宜采用 Q235 钢。

e) 铁件、扒钉等连接件宜采用 Q235 钢材。

f) 加固所用材料类型与原结构相同时，其强度等级不应低于原构件材料的强度等级。

g) 加固用预应力筋宜选用高强低松弛钢绞线，也可选用高强钢丝、钢筋、钢拉杆、拉索等性能可靠的预应力钢材，其性能应满足现行相关国家、行业标准的要求。

h) 加固用预应力筋的锚固系统应符合GB/T 14370的规定。

7.2.2 其他各种加固材料和胶粘剂的性能指标应符合GB 50728的规定。

7.3 地基和基础加固

7.3.1 当发现边坡不稳定时，应及时采取防治或抢救措施。

7.3.2 当传统村落民居地基基础出现静载缺陷，承载力不足时，应采取压力注浆、加大基础底面积、加固地基或减少荷载等措施。

7.3.3 基础补强注浆加固法施工和加大基础底面积加固法施工，应符合JGJ/T 426的规定。

7.4 木构架砖围护墙结构加固

7.4.1 木构架加固

7.4.1.1 木构架主体加固可采用嵌补、剔补、墩接、增设支顶立柱、增设斜撑、增设槽钢等加固方法。

7.4.1.2 木结构的加固设计，应符合GB 50005 和GB 50165 的有关规定。

7.4.1.3 木构架出现倾斜或有明显拔榫时，可采用铁件加固、纤维布等加固；若其柱顶倾斜度超过柱径的1/3且有明显拔榫时，应先打牮拨正，然后用铁件、纤维布等加固。

7.4.1.4 木柱柱脚宜根据现状采用下列方法进行加固：

a) 木柱下未设柱脚石，且木柱柱脚腐朽但未超过柱高1/4时，可采用墩接柱脚的方法处理。宜选用强度等级不应低于原木柱、等截面的新材墩接。新旧材连接应采用巴掌榫对接，巴掌榫长度不应小于柱径的 1.5 倍。拍巴掌榫连接区段应采用扁铁套箍连接（见图4）；也可采用8号铁丝捆扎加固，在拍巴掌榫连接区段内不应少于两道，每道不应少于 4 匝；更换后应按本条第3款规定在柱脚下墩接混凝土墩、石墩或砖墩；

|  |
| --- |
| 3 |
| 标引序号说明：1——木柱；2——拍巴掌榫连接；3——扁铁套箍；4——连接螺栓；5——连接铁件；6——混凝土墩图 4 木柱更换柱脚做法及柱脚墩接做法 |

b) 柱脚腐朽严重且超过柱全高1/4时，应考虑更换新柱。更换后应按本条第c款规定在柱脚下墩接混凝土墩、石墩或砖墩；

c) 木柱下未设柱脚石，但木柱柱脚无明显腐朽时，将原柱脚埋入部位适当截除后，在柱脚采用混凝土墩（见图5）、石墩或砖墩连接，砖墩的砂浆强度等级不应低于 M10；木柱与混凝土墩、石墩或砖墩应采用铁件连接牢固，连接铁件应按本条第d款规定设置；

d) 柱脚石与木柱无可靠连接时，可在木柱两对侧增设连接铁件，连接铁件可采用厚度不小于 4 mm，宽度不小于 50 mm 的扁铁；下端锚入柱脚石不应小于 250 mm，总长不应小于 600 mm，与木柱应采用两道对穿螺栓连接。

|  |
| --- |
| 4 |
| 标引序号说明：注：1——连接螺栓；2——混凝土墩；3——连接铁件；4——毛石基础图5 柱脚石加固做法 |

7.4.1.5 对木梁、木檩条，可采用下列加固方法:

a) 当木梁、木檩条端部腐朽需加固时，应先将构件临时支撑牢靠，应锯掉已腐朽的端部，采用短槽钢及螺栓与原木构件连接。槽钢宜放在木构件的底部，沿构件长度方向的螺栓不少于两排，其数量和直径应通过计算确定。螺栓距离构件边缘不宜小于100 mm；

b) 当腐朽的位置位于支座内时，可在原支座边附加木柱，木柱与原木梁间增加铁件连接；当腐朽的位置位于支座外时，可增加木托梁和木柱进行加固。连接铁件厚度不宜小于6 mm，宽度不宜小于80 mm； 螺栓距离构件边缘不宜小于50 mm； 铁箍厚度不宜小于2 mm ，宽度不宜小于40 mm。

7.4.1.6 木柱不同程度的腐朽、蛀空，可采用下列剔补或墩接的方法处理：

a) 当柱心完好仅有表层腐朽且经验算剩余截面尚能满足受力要求时，可将腐朽部分剔除干净，经防腐处理后用干燥木材依原样和原尺寸修补整齐，并用耐水性胶粘剂粘接，如系周围剔补尚需加设铁箍2道～3道；

b) 当柱脚腐朽严重但自柱底面向上未超过柱高的1/4时可按第7.4.1.4款采用墩接柱脚的方法处理；当柱严重腐朽、虫蛀超过柱高1/3时，应更换新柱；

c) 若木柱内部腐朽、蛀空，但表层的完好厚度不小于50mm时可采用高分子材料灌浆加固。

7.4.1.7 对木柱的干缩裂缝，宜按下列加固方法处理：

a) 当裂缝宽度不大于3 mm时，可在柱的油饰或断白过程中，用腻子勾抹严实；

b) 当裂缝宽度在3 mm～30 mm之间时，可用木条嵌补，并用耐水性胶粘剂粘牢；

c) 当裂缝宽度大于30 mm时，除用木条以耐水性胶粘剂补严粘牢外，尚应在柱的开裂段内加2道～3道铁箍，箍距不宜大于300 mm；

d) 当裂缝最大深度超过柱径（或该方向截面尺寸）1/3时，应考虑更换新柱；

e) 对木柱受力裂缝和继续开展的斜裂缝采取加固措施或更换新柱。

7.4.1.8 对木梁或木檩的干缩裂缝，宜按下列加固方法处理：

a) 当构件的水平裂缝深度(当有对向裂缝时，用两者之和)小于构件宽度或直径的1/4 时，可采用嵌补的方法进行修整，先用木条和耐水性胶粘剂，将缝隙嵌补粘结严实，再用两道以上铁箍箍紧。铁箍厚度不宜小于2 mm ，宽度不宜小于30 mm ；

b) 当木梁或木檩条的裂缝深度超过构件宽度或直径的1/4 时，加固处理可按本标准第6.4.5条执行，或进行更换处理。新更换的构件截面尺寸不应小于原构件，新构件的材料强度等级不应低于原构件，新构件与原结构构件间应采取可靠的连接措施。

7.4.1.9 当木屋架存在大于屋架高度的 *l0*/120 的平面外倾斜时，应校正屋架平面外垂直度，并可在屋架之间或屋架与墙体间增设上弦横向支撑或在屋架之间增设斜向支撑。支撑可采用角钢、圆拉杆或方木等。

7.4.1.10 木屋架未设置纵向水平系杆时，应在屋檐高度、木屋架的跨中位置设置纵向水平系杆，设置纵向水平系杆时，应符合下列规定：

a) 系杆应沿设置在檐口高度木屋架的跨中位置，沿纵向通长设置；

b) 系杆可采用角钢，不宜小于∟75×75×6，两端可通过 L 型连接钢板与下弦采用螺栓连接；

c) 当采用硬山搁檩时，系杆应与墙体锚固。

7.4.1.11 木构架梁柱间加固时，应符合下列规定：

a)木柱与大梁宜采用U形扁铁和螺栓连接, 连接螺栓直径8 度时不应小于 12 mm；扁铁厚不应小于 4 mm，每个部位连接螺栓数量不应少于2 个，且应对穿连接。

b) 木柱与木梁之间可根据情况采用扒钉加固、木夹板加固、斜撑加固或钢箍加固等方法。

1）采用扒钉加固，宜双面设置，采用不少于8号粗钢筋，长度不应小于200mm，抓长不应小于60mm，见图6;

2) 采用木夹板斜撑加固，斜撑下端与木柱连接，上端与大梁连接，宜双面设置，木斜撑断面8度时不应小于60 mm×90 mm；并采用螺栓对穿连接，见图7；

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1——木柱；2———大梁；3——扒钉图6 扒钉建议做法（木梁与木柱之间） |

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1——木柱；2——大梁；3——连接螺栓；4——U形扁铁；5——木夹板图7 木夹板建议做法（木梁与木柱之间） |

3) 采用型钢斜撑时，宜设置在木柱内侧与大梁底部，斜撑由型钢加工而成，长度不应小于 400 mm，两端与木柱及大梁锚固长度不应小于120 mm；型钢斜撑宜采用不小于 6.3#号槽钢或等边角钢，厚度不应小于5 mm；锚固部位宜采用连接螺栓或高强自攻螺丝与木柱及屋架下弦（木梁）连接牢靠，见图8；

4) 采用钢箍加固时，梁柱钢箍箍紧后，应采用自攻螺钉将钢箍与梁柱分别固定，梁柱钢箍通过螺栓进行夹紧，钢箍厚度应不小于10mm,高度不应小于100mm，见图9。

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1——大梁；2——木柱；3——斜撑图8 斜撑建议做法（木梁与木柱之间） |

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1——木柱；2——大梁；3——柱钢箍；4——梁钢箍图9 钢箍建议做法（木梁与木柱之间） |

7.4.1.12 木构架檩柱间加固时，应符合下列规定：

a) 木檩与木垫板之间可使用扒钉进行连接；

b) 木檩与木柱之间宜设置L型角钢，L型角钢厚度不小于5 mm，可通过自攻螺钉将檩与垫板、柱进行固定，见图10。

|  |
| --- |
|  |
| 标引序号说明：1—立柱；2—五架梁；3—脊瓜柱；4—檩；5—L型斜撑；6—垫板图10 木柱与木檩加设L型斜撑 |

7.4.1.13 木梁、木檩条刚度或承载力不足时，可在跨度中间1/3区段内，于构件侧面或底面增设槽钢、组合角钢或方木，并通过螺栓将其与木构件可靠连接。当端部和跨中刚度或承载力都不足的情况下，新增的槽钢、组合角钢或方木沿梁（檩）全长设置，并应与竖向承重构件可靠连接。

7.4.1.14 屋盖节点间连接加固，应符合下列规定：

a) 当檩条在屋架梁上采用平榫对接且未设置扒钉等加强连接措施时，应在对接处采用木夹板、扁铁连接，且檩条与梁应采用扒钉、铁件或8号铅丝连接；

b) 当檩条在梁、屋架、木构架柱头上搭接时，檩条与檩条之间应采用扒钉或8号铅丝连接；

c) 椽子在檩条上支承处应采用铁钉钉牢或8号铅丝绑扎。

d) 瓜柱与梁连接应用双面钢扒钉钉牢或者角钢、扁铁进行加固。

e) 抗震设防烈度8度时扒钉直径宜采用10 mm，角钢厚度不低于5 mm。

7.4.1.15 当屋面损害严重已无法满足正常使用功能时，应采用屋盖挑顶处理。

7.4.1.16 屋盖挑顶的施工方法，应符合下列要求：

a) 将瓦面揭开，保留可用旧瓦片；

b) 在屋顶结构层（檩条或椽子）上部设置木望板，水泥砂浆基层修补平整，待干后，按GB 50207 的相关规定，在木望板上敷设防水层和保温层，之后铺设瓦片；

c) 防水、保温层应做防滑措施，避免屋面溜坡；

d) 举架低矮屋面应做卷材防水层，应平行于屋脊方向铺设，从檐口铺到屋脊，搭接不小于80mm，并用板条(称顺水压毡条)钉牢，上面再钉挂瓦条铺设瓦片；

e) 基层表面平整、厚度均匀；基层的坡度应曲线平顺；

f) 屋脊按原样修缮恢复，在无原有屋面或者原有屋面拆改严重时，宜采用“过垄脊”或“蝎子尾”等屋脊，采用硬山形态，不应采用悬山或歇山等更高等级的屋顶形态；

g) 维修与翻建均不应采用彩色压型钢板、石棉瓦等现代材料作为覆盖物。

7.4.1.17 当木屋架构件存在较多严重缺陷、变形或缺失杆件较多需落架大修时，应由上而下分层拆落瓦顶、望板、椽、檩、瓜柱及梁架等，在拆落过程中应采取可靠的支撑及防护措施，落架后应对屋架杆件及节点逐个检查。

7.4.2 砖围护墙加固

7.4.2.1  砖围护墙的安全和抗震承载力不满足要求，应选择下列加固方法：

a) 当墙体强度偏低、砌筑质量差时，宜在墙体的一侧或两侧采用钢丝网水泥砂浆面层加固；

b) 面层加固也可与灌浆结合用于裂缝墙体的修复补强。

7.4.2.2 纵横墙交接处、山墙与纵墙交接处整体性连接不符合要求时，应选择下列加固方法：

a) 宜在纵横墙交接处或山墙与纵墙转角处增设竖向配筋砂浆带，并与水平配筋砂浆带加强拉结，形成整体；

b) 前后檐墙歪闪或内外墙连接不可靠时，可采用增设钢拉杆方法加固；

c) 围护墙顶部未设置圈梁时，可采用外加水平配筋砂浆带加固；当墙体采用双面钢丝网砂浆面层加固，且在相应位置增设加强钢筋时，可不另设圈梁；

d) 当房屋同一高度纵横墙为不同砌块材料或纵横墙交接处竖向为通缝时，可先用水泥砂浆灌缝或塞缝，再用双面竖向外加配筋砂浆带加固，灌缝前应将缝隙中的灰渣、杂尘清洗干净。

7.4.2.3 窗间墙宽度过小时，可增设木窗框或采用钢丝网水泥砂浆面层等方法加固。

7.4.2.4 砖围护墙明显开裂、存在严重质量问题时，应选择下列加固方法：

a) 当墙体裂缝宽度小于1 mm时，可对裂缝进行清理后采用水泥砂浆进行简单抹灰处理。

b) 当墙体裂缝宽度在1 mm~2 mm之间时，可采用水泥砂浆灌缝修复。

c) 当墙体裂缝宽度在2 mm~5 mm 之间时，可采用压浆法外加铺钢丝网水泥砂浆网片加固综合处理。抹M10水泥砂浆修复，钢筋网铺设宽度应超过裂缝两侧各200 mm~300 mm。

d) 当墙体开裂严重，最大裂缝宽度在 5 mm 以上时，应视情况局部或整体拆砌。

7.4.2.5 采用灌浆法修补裂缝时，可采用泥浆加适量的水泥、石灰或石灰砂浆、水泥砂浆灌缝；采用压力灌缝时应控制压力，并做好封闭；灌缝施工掺入石灰时，熟石灰含量宜为5%～10%(体积比)。

7.4.2.6 砖围护墙裂缝灌缝修复施工应符合下列规定：

a) 灌注砂浆可采用配合比为1∶0.2∶0.6 的 108 胶水泥砂浆或素水泥浆，当有成熟经验时也可采用其他材料和配比的砂浆；

b) 灌浆宜按下列顺序施工：裂缝两侧表面清理、湿润并涂刷水泥浆，设置灌浆嘴并固定，裂缝两侧用1∶3水泥砂浆抹面封闭，宽度应超过裂缝两侧各200 mm～300 mm，压力灌浆；

c) 灌浆应在封闭面层达到一定强度后进行，灌浆自下而上循序进行，灌浆过程中应控制压力；

d) 灌浆应饱满，灌浆后遗留孔洞用水泥砂浆堵严；

e) 墙体需进行面层加固时，在留置灌浆嘴后先进行抹面，然后进行压力灌浆。

7.4.2.7 采用钢丝网砂浆面层加固， 面层的材料和构造应符合下列规定：

a) 面层的砂浆强度等级不宜低于M10。

b) 素水泥砂浆面层厚度宜为20 mm～25 mm；钢丝网水泥砂浆面层厚度不宜小于30 mm。

c) 钢丝网的钢丝直径不宜小于2 mm，且不宜大于4 mm；钢丝直径为2 mm时网格尺寸不宜大于25 mm，钢丝直径为4 mm 时网格尺寸不宜大于150 mm。

d) 单面加固面层的钢丝网应采用直径为4 mm的L形锚筋锚固，双面加固面层的钢丝网应采用直径为4 mm 的S形穿墙筋连接；L形锚筋的间距宜为600 mm，S 形穿墙筋的间距宜为1 000 mm，并呈梅花状布置；钢丝网面层加固在遇洞口时，宜将钢丝网弯入洞口侧边锚固，双面加固宜将两侧的横向钢筋在洞口闭合。

e) 钢丝网四周宜采用直径为6 mm的钢筋锁边，钢丝网应与锁边钢筋绑扎。

f) 钢丝网四周宜采用直径为6 mm的锚筋、插入短筋等与墙体、楼、屋盖构件可靠连接，锚筋、插入短筋应与锁边钢筋绑扎。

g) 钢筋网搭接长度不应小于300 mm，搭接部位采用钢筋绑扎连接，搭接部位不宜设置在洞口、拐角、纵横墙交接等关键部。

h) 底层加固的面层，在室外地面下应加厚 5 mm～10 mm并伸入地面以下不小于200 mm。

7.4.2.8 钢丝网砂浆面层加固的施工，应符合下列要求：

a) 清除原墙面装饰层并清底（砂浆强度低时应控制清底时用水量），铺设钢丝网并按规定间距采用锚筋固定，湿润墙面并涂素水泥浆，抹面层水泥砂浆并养护；

b) 原墙面有严重碱蚀、局部砖块松动或砂浆饱满度过差、粉化时，应分别采取修补措施后再进行面层加固；

c) 墙面上固定钢丝网的锚筋位置应按要求预先标出，保证间距满足要求；

d) 钢丝网应用钢筋头等垫起，不应紧贴墙面，抹水泥浆时应分层抹灰，每层厚度不应超过15mm；

e) 双面钢丝网水泥砂浆面层加固时，穿墙锚筋可设在灰缝处；

f) 面层应浇水养护，防止阳光曝晒，冬季应采取防冻措施。

7.4.2.9 外加配筋砂浆带加固法的构造，应符合下列规定：

a) 水平外加配筋砂浆带的宽度不应小于240 mm；竖向配筋砂浆带的宽度应为纵横墙交接处墙厚外延每侧各50 mm；砂浆带厚度不宜小于40 mm；

b) 砂浆强度等级不宜小于M10；

c) 配筋砂浆带宽度小于或等于300 mm时，纵筋不宜小于3根直径6 mm的钢筋；宽度大于300 mm时，纵筋不宜小于4根直径为6 mm的钢筋；系筋可采用间距为 250 mm，直径为 6 mm的钢筋。

d) 配筋砂浆带应与原墙体采用锚筋连接，单面增设时应采用直径为 12mm 的 L 形锚筋锚固，双面增设时应采用直径为 6mm 的 S 形穿墙筋连接；锚筋或穿墙筋的间距宜为1000mm～1200mm；锚筋端部应与砂浆带纵筋连接；单面锚筋锚入墙体深度不应小于150mm，锚孔应采用干硬性砂浆塞实。

7.4.2.10 外加配筋砂浆带加固法施工，应符合下列规定：

a) 竖向外加配筋砂浆带应与原有圈梁、木梁或屋架下弦连接成整体；

b) 当房屋未设置圈梁时，应同时在屋檐和楼板标高处增设水平外加配筋砂浆带代替圈梁，水平和竖向外加配筋砂浆带应可靠连接；

c) 房屋原有檐檩、卧梁等可代替相应位置的水平砂浆带，应加强对接处的连接，且应与增设水平砂浆带可靠连接，形成整体；

d) 当房屋同一高度纵横墙为不同砌块材料或纵横墙交接处竖向为通缝时，可先用水泥砂浆灌缝或塞缝，再用竖向外加配筋砂浆带加固，灌缝前应将缝隙中的灰渣、杂尘清洗干净。

7.4.2.11 对无拉结或拉结不牢的隔墙，可在隔墙端部或顶部采用锚固的木夹板、铁件、锚筋等加强连接；当隔墙高度超过3.5米或长度超过4米时，应采用钢丝网水泥砂浆面层加固。

7.4.2.12 重砌的砖墙体砌筑要求应符合GB 50924的要求，墙厚不小于240 mm，并应根据第7.4.3节要求与木柱做好连接。

7.4.3 木构架与砖围护墙连接加固

7.4.3.1 砖围护墙体与承重木构架的连接加固，应符合下列规定：

a) 围护墙应沿墙高每隔 750 mm 左右采用墙揽、8号铁丝或直径为6 mm的钢筋将围护墙体与木柱绑扎牢固；

b) 围护墙采用钢丝网砂浆面层、外加配筋砂浆带加固时，应沿墙高每隔 750 mm左右采用8号铁丝将面层中的钢丝网、钢筋与木柱绑扎牢固；

c) 当围护墙采用聚丙烯网水泥砂浆面层加固时，应沿墙高每隔 750 mm左右采用 8 号铁丝将面层中的墙体与木柱绑扎牢固；

d) 当围护墙体布置在平面内不闭合时，可在墙体开口处设置竖向外加配筋砂浆带，并沿墙高每隔 500 mm 左右采用 8 号铁丝将砂浆带中的纵向钢筋与木柱拉结牢固；

e) 山墙、山尖墙应采用墙揽与龙骨、木屋架或檩条拉结。

7.4.3.2 与木构架和屋盖无拉结的后砌隔墙加固，应符合下列规定：

a) 应在隔墙顶部采取措施与屋架梁连接，隔墙端部与木柱连接；

b) 屋架节点处应在隔墙顶部增设角铁墙挡，墙顶对侧双面设置；应采用不小于L50×4 的角铁，角铁与屋架五架梁及瓜柱采用直径 12 mm 螺栓对穿连接（图11）；

c) 隔墙中部增设木夹板，间距不应大于 1 000 mm，木夹板应在墙顶对侧双面设置，平面尺寸不应小于 200 mm×200 mm，厚度不应小于20 mm；增设木夹板处屋架下弦、梁或穿枋下塞入垫木，垫木长度与墙等宽，宽度不小于木夹板宽度，厚度不小于 50 mm；木夹板与垫木采用圆钉钉牢；屋架下弦、梁或穿枋与垫木采用扒钉连接（图12）；

d) 当隔墙长度超过4 m或高度超过3.5 m时，可采用钢丝网砂浆面层加固，与周边墙体交接处采用短锚筋一端锚入周边墙体加强连接。



标引序号说明：

1——椽；2——檩；3——瓜柱；4——五架梁；5——连接螺栓；6——角铁墙挡；7——隔墙

图11 后砌隔墙端部墙顶与屋架下弦的连接



标引序号说明：

1——圆钉；2——木夹板；3——屋架下弦、梁或穿枋；4——扒钉；5——垫木；6——隔墙

图12 后砌隔墙中部墙顶与屋架下弦的连接

7.4.3.3 增设墙揽加固时，应符合下列规定：

a) 山墙、山尖墙应采用墙揽与木屋架或檩条拉结；墙揽宜采用梭形铁件制作。

b) 墙揽应靠近山尖墙面布置，最高的一个应设置在脊檩正下方位置处，其余的可设置在其它檩条的正下方或抬梁式屋架梁的对应位置处。

c) 墙揽数量不宜少于 5 个。

d) 墙揽长度不应小于 300 mm，中部断面不应小于 50 mm×15 mm，并应竖向放置；墙揽与檩条或屋架梁采用直径不小于12 mm的螺杆连接，墙揽一端砸扁墩牢，木构件一端采用螺栓连接，连接处设30 mm×30 mm×2mm 垫板，张紧后紧固螺栓。角钢墙揽断面不应小于L50×5，梭形铁件中部断面不应小于60 mm×10 mm，见图13。

|  |
| --- |
| 2(a) 墙揽与檩条的连接 (b) 墙揽与柱（屋架腹杆）的连接 (c) 角铁墙揽做法标引序号说明：1——角铁墙揽；2——连接螺栓；3——檩条；4——垫板；5——山墙；6——瓜柱；7——圆钉图 13 角铁墙揽连接做法 |

7.4.3.4 当采用钢丝网或外加配筋砂浆带加固墙体时，应将钢丝网或配筋砂浆带中的铁丝或钢筋与木梁或木屋架的两端拉结牢固；或在木梁、木屋架两端采用 8号铁丝与墙顶高度处的埋墙铁件拉结牢固。

7.5 木构架土坯围护墙结构加固

7.5.1 木构架加固措施

既有木构架的安全性不满足要求，或存在严重质量问题时，可按本文件第7.4.1节的木构架加固有关规定选择加固方法进行加固。

7.5.2 土坯围护墙加固措施

7.5.2.1 土坯墙体明显开裂、存在质量问题时，应选择下列加固方法：

a) 墙体已开裂，但裂缝宽度较小，经鉴定不会继续发展时，可采用灌浆或塞浆修补裂缝；

b) 墙体强度偏低、砌筑质量差时，宜在墙体的一侧或两侧采用水泥砂浆面层或钢丝网水泥砂浆面层加固；面层加固也可与灌浆结合用于裂缝墙体的修复补强。

7.5.2.2 纵横墙交接处、山墙与纵墙交接处整体性连接不符合要求时，应按本文件7.4.2.2条规定进行加固处理。

7.5.2.3 采用灌浆法修补裂缝时，应按本文件第7.4.2.4~7.4.2.5条规定进行处理。

7.5.2.4 窗间墙宽度过小时，可增设木窗框或采用钢丝网水泥砂浆面层等方法加固。

7.5.2.5 采用钢丝网砂浆面层或水泥砂浆面层加固时，墙体应进行拉毛、喷水等预处理，并应按本文件第7.4.2.7~7.4.2.8条规定处理。

7.5.2.6 外加配筋砂浆带的构造应符合本文件第7.4.2.9条规定。

7.5.2.7 采用增设配筋砂浆带加固时，水平配筋砂浆带宜在土墙上剔槽嵌入，应采用非振动设备进行生土墙体剔槽，并应本文件第7.4.2.10条规定。双面加固时应分别施工，待另一面完成养护后再进行同一位置的对侧施工。

7.5.2.8 对无拉结或拉结不牢的隔墙的加固应按照本文件第7.4.2.11条执行。

7.5.2.9 墙体加固中应加强施工过程监测，根据情况增设必要的临时支护。

7.5.2.10 当房屋中墙体严重破坏，加固确有困难或加固费用较高时，应予以拆除，改用墙厚不小于240mm， 砂浆强度等级不小于M5.0的实心砖围护墙，砌筑要求应符合GB 50924的规定，并应根据第7.4.3.1条与木柱做好连接，并做好外立面风貌的恢复。

7.5.3 木构架与土坯围护墙连接加固

7.5.3.1 土坯围护墙体与承重木构架的连接加固，应按照本文件第7.4.3.1条执行。

7.5.3.2 与木构架和屋盖无拉结的后砌隔墙加固，应符合下列规定：

a) 应在隔墙顶部采取措施与屋架柁梁连接，隔墙端部与木柱连接；

b) 应在隔墙顶部增设型钢墙挡，型钢墙挡不应小于 5#角钢或槽钢，厚度不应小于5 mm；

c) 墙顶对侧双面设置，间距不小于 1 500 mm；墙挡自隔墙顶向下长度不应小于150 mm；

d) 墙挡与屋架柁梁采用直径 12 mm 螺栓两点对穿连接；

e) 当墙厚与其他构件截面尺寸不一致时应加设垫木保证平齐；

f) 当隔墙超过4 m或高度超过3.5 m时，可采用钢丝网砂浆面层加固，与周边墙体交接处采用短锚筋一端锚入周边墙体加强连接，钢丝网砂浆面层做法详见本文件第7.4.2.5条。

7.5.3.3 增设墙揽加固时，应按照本文件第7.4.3.3条执行。

7.5.3.4 当采用钢丝网或外加配筋砂浆带加固墙体时，钢丝网或配筋砂浆带与木梁或木屋架的拉结牢固应按照本文件第7.4.3.4条执行。

7.6 木构架石围护墙结构加固

7.6.1 木构架加固

既有木构架的安全性不满足要求，或存在严重质量问题时，应按本文件第7.4.1节的木构架加固有关规定选择加固方法加固。

7.6.2 石围护墙加固

7.6.2.2 石围护墙明显开裂、存在严重质量问题时，应选择下列处理方法：

a) 当墙体开裂，但裂缝宽度较小，经鉴定不会继续发展时，可采用灌浆或塞浆修补裂缝。

b) 因缺少拉结石而出现局部坍塌的墙体应局部拆除重砌。

c) 松动、空鼓歪闪、灰缝饱满度较差和风化严重的墙体应拆除重砌。

d) 倾斜率大于0.7%的墙体应拆除重砌。

7.6.2.3 石围护墙的安全和承载力不满足要求，应选择下列处理方法：

a) 原石围护墙确有保留需求且需裸墙效果时，应采取内部钢筋网水泥砂浆面层加固并结合外层墙体按照JGJ/T 372混凝土加强，再刮去石材表面的混凝土，且内部锚筋应与外层灰缝进行锚固，同时宜增设竖向外加配筋砂浆带包角。

b) 原石围护墙确有保留需求且不需裸墙效果时，应采取双面钢筋网水泥砂浆面层加固，加固完成在外墙面进行饰面以及防水防潮处理，恢复建筑外墙面原整体风貌。

c) 原石围护墙若无保留需求，可根据7.6.2.14进行重砌，并做好与木柱的连接构造。

7.6.2.4 石围护墙裂缝灌缝修复施工，应符合第7.4.2.6条下列规定。

7.6.2.5  钢筋网砂浆面层的材料和构造应符合下列规定：

a) 面层的砂浆强度等级宜采用 M10；

b) 钢筋网水泥砂浆面层厚度不宜小于40 mm；

c) 钢筋网的钢筋直径宜为 4 mm 或 6 mm；网格尺寸在直径为 4 mm 时不宜大于 200 mm，直径为 6 mm 时不宜大于 300 mm；

d) 单面加固面层的钢筋网应采用直径为6 mm的S形穿墙筋与外面层连接:双面加固面层的钢筋网应采用直径为 6 mm 的S形穿墙筋连接； S形穿墙筋应视石墙缝隙尽可能的多布置，间距不宜大于 900 mm，并呈梅花状布置；

e) 单面钢筋网面层加固在遇洞口时，宜将横向钢筋弯入洞口侧边锚固；双面加固时宜将横向钢筋在洞口闭合。

f) 钢筋网四周宜采用直径为 10 mm 的钢筋锁边，钢筋网应与锁边钢筋绑扎；

g) 钢筋网四周宜采用直径为 6 mm 的锚筋、插入短筋等与墙体、楼(屋)盖构件可靠连接，锚筋、插入短筋应与锁边钢筋绑扎；

h) 在室外地面下宜加厚并伸入地面以下不小于 300 mm。

7.6.2.6 钢筋网水泥砂浆面层加固法的施工，应符合下列规定:

a) 面层宜按下列顺序施工：清除原墙面装饰层并清底（注意控制清底时用水量），铺设钢筋网并按规定间距用L形锚筋（单面）或S形锚筋（双面）固定，湿润墙面并涂素水泥浆一道，分层抹面层水泥砂浆并养护；

b) 原墙面局部石块松动或泥浆饱满度过差、粉化时，应分别采取修补措施后再进行面层加固。

c) 墙面上固定钢筋网的锚筋位置应按要求预先标出，宜满足间距要求；

d) 铺设钢筋网时，竖筋应靠墙面并应用钢筋头等垫起，不应紧贴墙面，抹水泥浆时应分层抹灰，每层厚度不超过 15 mm；

e) 锚筋应根据墙体缝隙插入，插入孔洞后采用水泥砂浆填实；

f) 面层抹灰完成后，应浇水养护，保持湿润，同时防止阳光曝晒；尽量避免冬期施工，否则应采取措施防冻。

7.6.2.7 当采用钢筋网加固墙体时，应将钢筋网中的钢筋与木梁、木檩以及木屋架的两端拉结牢固。

7.6.2.8 窗间墙宽度过小时，可增设木窗框或采用钢筋网水泥砂浆面层等加固。

7.6.2.9 外层墙体喷浆加强的材料和构造，应符合下列规定：

a) 喷浆材料应选用强度等级不低于M15的水泥砂浆或C20细石混凝土；

b) 喷射层厚度不应小于70 mm。

7.6.2.10 外层墙体喷浆加强的施工，应符合下列规定：

a) 基层应清理干净，必要时可进行嵌缝处理，嵌缝深度不应小于10 mm；

b) 施工前应提前进行湿润处理；

c) 喷浆应控制好压力;

d) 喷射角度宜保持垂直墙面，喷射距离控制在0.8 m ~1.2 m, 直立面自下而上喷射；

e) 应保证缝隙、孔洞部位的密实填充。

f) 初凝后、终凝前应采用专用刮板刮除表面浮浆，露出裸墙面。

7.6.2.11 竖向配筋砂浆带包角加固的构造，应符合下列规定：

a) 砂浆强度等级不应小于M10，砂浆带的厚度不应小于 40 mm；

b) 钢筋网中纵向受力钢筋不应小于 10 mm、间距不大于 300 mm，箍筋不应小于 6 mm、间距不大于 200 mm；

c) 前檐处山墙外伸时，山墙两侧钢筋网宜对拉连接；

d) 对拉时应采用S形直径 6 mm钢筋，应视石墙缝隙尽可能多的布置，拉结筋的间距宜为 600 mm，并呈梅花型布置；

e) 包角地面以下宜加厚并伸入地面以下不小于0.7 m或原有基础埋深；

f) 当山墙采用双面钢筋网水泥砂浆加固时，包角钢筋网可作山墙钢筋网用，包角砂浆宜与山墙砂浆一同抹面。

7.6.2.12 竖向外加配筋砂浆带包角的施工加固，应符合下列规定：

a) 竖向外加配筋砂浆应与内部钢筋网进行锚筋拉结；

b) 房屋外墙的四个端角处，应采用水泥砂浆进行包角处理。每个端角沿直角两侧的包角范围应各为600 mm，具体构造应符合图14（a）的要求。

c) 当前檐处山墙外伸时，包角范围应包括山墙内外两侧。外侧范围为前檐墙厚并沿墙厚方向外延各300 mm；内侧范围为外伸山墙内侧与前檐外侧形成的直角两侧各300 mm，具体构造应符合图14（b）的要求。

 

（a） (b)

图14 配筋砂浆带包角部位示意图

7.6.2.13 当房屋围护墙体严重破坏，加固确有困难或加固费用较高或无原石墙体保留需求时，应予以拆除重砌，拆除重砌可采用砖砌体或石墙体。

7.6.2.14 重砌砖墙应满足本文件7.4.2.12的规定，重砌的石墙体砌筑要求除应符合现行国家标准GB 50924的要求外，还应符合下列规定：

a) 重砌的石墙体应采用料石或块状毛石，不应采用卵石。

b) 用于石砌体的砌筑砂浆强度等级不应低于 M7.5，毛石砌体的灰缝应饱满密实，砌筑灰缝厚度不宜小于 10 mm，厚度不宜大于 40 mm。

c) 每日砌筑高度不宜大于 1.2 m。

d) 围护墙应沿墙高每隔 750 mm 左右采用墙揽、8 号铁丝或φ6 钢筋将围护墙体与木柱绑扎牢固。

e) 在纵横墙交接处及墙体转角部位采取拉结措施，包括设置拉结石，沿墙高每隔 500 mm～700 mm设置 2Φ6拉结筋，每边伸入墙内宜不小于 1 000 mm。应沿高度设置配筋砖圈梁、钢筋混凝土圈梁 。

f) 新增墙体应设基础，基础埋深不应小于原墙体，宽度可采用同等厚度墙体的 1.15 倍。

7.6.3 隔墙加固

与木构架和屋盖无拉结的后砌隔墙加固，应符合下列规定：

a) 应在隔墙顶部采取措施与屋架梁连接，隔墙端部与木柱连接；

b) 应在隔墙顶部增设型钢墙挡，型钢墙挡不应小于 5#角钢或槽钢，厚度不应小于5 mm；墙顶对侧双面设置，间距不小于1500 mm；墙挡自隔墙顶向下长度不应小于150 mm；墙挡与屋架柁梁采用直径 12 mm 螺栓两点对穿连接；当墙厚与其他构件截面尺寸不一致时应加设垫木保证平齐；

c) 当长度超过4 m或高度超过3.5 m时，可采用钢丝（筋）网砂浆面层加固，与周边墙体交接处采用短锚筋一端锚入周边墙体加强连接。

7.7 砖木结构加固

7.7.1 木屋盖加固

木屋盖结构的质量、整体性连接和抗震构造措施不符合要求时，可按本文件第7.4.1节的规定选择加固方法。

7.7.2 砖墙加固措施

7.7.2.1 当砖木结构安全和抗震承载力不满足要求应选择下列加固方法。

a) 当承重横墙的间距大于 10 m 时，宜采用增加抗震横墙的方法来增强结构的横向抗震性能。

b) 当承重横墙的间距大于 14 m 时，应采用增加抗震横墙的方法来增强结构的横向抗震性能。

c) 不满足安全和抗震承载力的砖墙可采用钢筋网水泥砂浆面层、钢丝网水泥砂浆面层或后张预应力加固等方法:

1) 当砂浆强度小于 1.0 MPa 且砌筑质量差时，宜采用钢筋网水泥砂浆面层加固；

2) 当砂浆强度大于等于 1.0 MPa且小于 2.5 MPa 时，宜采用钢丝网水泥砂浆面层加固墙

体；

3) 当砂浆强度大于等于 2.5 MPa 时，宜采用水泥砂浆面层加固墙体；

4) 当原墙体砌筑的块体实际强度等级不低于 MU7.5时，可采用后张预应力加固墙体设计，按照附录B要求执行。

7.7.2.2 硬山搁檩砖木结构的砖墙出现明显裂缝、存在严重质量问题时，应按照本文件第7.4.2.2条进行处理。

7.7.2.3 砖墙的整体性连接不符合要求时，应选择下列加固方法：

a) 当墙体布置在平面内不闭合时，应增设墙段或在开口处增设现浇或装配式钢筋混凝土框形成闭合；

b) 纵横墙连接不符合要求时，应在墙体交接处增设竖向外加配筋砂浆带加固，必要时配合钢拉杆加强墙体连接；

c) 当圈梁或卧梁设置不符合要求时，应增设圈梁或卧梁；当墙体采用双面钢丝网砂浆面层加固，且在相应位置增设加强钢筋时，可不另设圈梁或卧梁；

d) 山墙、山尖墙应采用墙揽与龙骨、木屋架或檩条拉结。

e) 对无拉结或拉结不牢的后砌隔墙，可在隔墙端部和顶部采用锚固的木块、铁件、锚筋等加强连接；当隔墙长度超过4 m或高度超过3.5 m时，可采用钢丝网砂浆面层加固。

7.7.2.4 窗间墙宽度过小时，可增设木窗框或采用钢丝网水泥砂浆面层等方法加固。

7.7.2.5 重砌或增设砖抗震墙加固时，应符合下列规定：

a) 砌筑砂浆的强度等级应比原墙体的实际达到的砂浆强度等级高一级，且不应低于M5；

b) 墙体厚度不应小于240 mm；

c) 沿墙高每隔1 000 mm设置配筋砂浆带，砂浆带厚度不应小于 50 mm，配筋可采用3 根直径为6 mm 的钢筋；

d) 重砌或新增的抗震墙应与原墙体可靠连接，可在配筋砂浆带相应高度处增设2根直径为10 mm 的拉筋，一端锚入原墙体，另一端锚入砂浆带内不小于1 000 mm；

e) 墙顶应每隔 1 000mm 采用木夹板或铁件与梁或屋架下弦连接；

f) 墙体应设基础，基础埋深不应小于原墙基础，宽度可采用同等厚度墙基础的 1.15 倍；

g) 重砌前拆除原砖墙时，应在拆除前采取支顶措施，保证屋盖构件支承的可靠性，直至墙体砌筑完成并达到应有强度。

7.7.2.6 水泥砂浆面层加固法，应符合下列规定:

a) 在原砖墙体的墙面上分层抹压高强度等级的水泥砂浆；

b) 加固层的厚度不宜小于20 mm，砂浆强度等级宜采用M10。

7.7.2.7 钢丝网砂浆面层加固的面层的材料和构造以及施工要求可按本文件第7.4.2.7~7.4.2.8条规定执行。

7.7.2.8 钢筋网砂浆面层的材料和构造应符合下列规定：

a) 面层的砂浆强度等级宜采用 M10；

b) 钢筋网水泥砂浆面层厚度不宜小于40 mm；

c) 钢筋网的钢筋直径宜为 4 mm 或 6 mm；网格尺寸在直径为 4 mm 时不宜大于 200 mm，直径为 6 mm 时不宜大于 300 mm；

d) 单面加固面层的钢筋网应采用直径为6 mm的L形锚筋:双面加固面层的钢筋网应采用直径为 6 mm 的S形穿墙筋连接；L形锚筋的间距不宜大于600 mm，S形穿墙筋的间距不宜大于 900 mm，并呈梅花状布置；

e) 单面钢筋网面层加固在遇洞口时，宜将横向钢筋弯入洞口侧边锚固；双面加固时宜将横向钢筋在洞口闭合。

f) 钢筋网四周宜采用直径为 10 mm 的钢筋锁边，钢筋网应与锁边钢筋绑扎。

g) 钢筋网四周宜采用直径为 6 mm 的锚筋、插入短筋等与墙体、楼(屋)盖构件可靠连接，锚筋、插入短筋应与锁边钢筋绑扎。

h) 在室外地面下宜加厚并伸入地面以下不小于 300 mm。

7.7.2.9 钢筋网砂浆面层的施工，应符合下列规定：

a) 绑扎钢筋网片可采用正向方格网布筋和斜向方格网布筋，施工前清理干净原墙面，用清水润湿墙面，抹水泥砂浆并养护；

b) 墙面上固定钢筋网的锚筋位置应按要求预先标出，保证满足间距要求。

c) 铺设钢筋网时，竖筋应靠墙面并应用钢筋头等垫起，不应紧贴墙面，抹水泥浆时应分层抹灰，每层厚度不超过 15 mm。

d) 钢筋网四周应与梁、柱或墙体连接，连接方法可选择锚筋、插入短筋、拉结筋等方法；

e) 当钢筋网的横向钢筋遇有门窗洞口时，单面加固宜将钢筋弯入窗洞侧边锚固，双面加固宜将两侧横向钢筋在洞口闭合；

f) 锚筋钻孔时应采用无振动电钻在灰缝处打孔，孔深宜为100 mm，锚筋插入孔洞后，应用水泥砂浆填实。

g) 面层抹灰完成后，应浇水养护，保持湿润，同时防止阳光曝晒；尽量避免冬期施工，否则应采取措施防冻。

7.7.2.10 原结构无圈梁或圈梁不闭合时，应在外墙上加设闭合钢板圈梁或配筋砂浆带圈梁，钢筋网水泥砂浆面层中的配筋加强带可代替圈梁设置。

7.7.2.11钢板圈梁或配筋砂浆带圈梁的设置，应符合下列要求：

a) 圈梁宜加设在前檐檐口标高处或预制板底；

b) 前檐施工空间较小难以设置圈梁时，可采用前檐卧檩代替该位置的圈梁；

c) 卧檩之间、卧檩端部与山墙侧钢板圈梁或圈梁钢筋网应采用铁件拉结牢固；

d) 当起脊坡度大于30°且山墙非满铺钢筋网水泥砂浆加固时，宜沿山尖墙顶顺坡加设一道配筋砂浆带。

7.7.2.12 钢板圈梁加固的构造，应符合下列规定：

a) 钢板圈梁的尺寸不宜小于 100×8 mm；

b) 圈梁与墙体之间宜采用螺栓对拉连接、植栓连接等可靠方法，螺栓直径不应小于12 mm，间距宜为1000 m，沿圈梁中线布置，内墙侧加焊垫板对拉连接时，垫板尺寸宜为60×60×6 mm；当采用植栓连接时，植栓直径不应小于10 mm，孔的深度不应低于100 mm。

7.7.2.13 外加钢板圈梁的加固施工，应符合下列规定：

a) 钢板圈梁宜按下列顺序施工：钻孔安装螺栓，填孔后与圈梁螺母拧紧，再抹砂浆，最后施工墙面保温与外装饰；

b) 钢板圈梁与墙面的间隙可采用干硬性水泥砂浆塞填实。

7.7.2.14 外加配筋砂浆带圈梁的构造及施工要求应按本文件第7.4.2.9～7.4.2.10条执行。

7.7.2.15 纵横墙连接不符合要求时，宜增设竖向外加配筋砂浆带包角加固，包角加固应符合下列要求：

a) 包角应设置在房屋外墙的四个端角处，每个端角沿直角两侧各 600 mm，如图15（a）所示；

b) 前檐处山墙外伸时，包角应包括山墙内外两侧：外侧范围为前檐墙厚并沿墙厚方向外延各 300 mm，内侧范围为外伸山墙内侧与前檐外侧形成的直角两侧各 300 mm，如图15（b）所示；

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a） | (b) |
| 图15 钢筋网砂浆包角部位示意图 |

c) 竖向外加配筋砂浆带应与原有圈梁、木梁或屋架下弦连接成整体。

7.7.2.16 竖向配筋砂浆带包角加固的构造，应符合下列规定：

a) 砂浆强度等级不应小于M10，砂浆带的厚度不应小于 40 mm；

b) 钢筋网中纵向受力钢筋不应小于 10 mm、间距不大于 300 mm，箍筋不应小于 6 mm、间距不大于 200 mm；

c) 前檐处山墙外伸时，山墙两侧钢筋网宜对拉连接；

d) 拉结筋宜采用L形直径 6 mm钢筋，对拉时应采用S形直径 6 mm钢筋，拉结筋的间距宜为 600 mm，并呈梅花型布置；L形拉结筋锚孔直径宜为 12 mm ~20 mm，深度不应小于 100 mm，S形钢筋穿墙孔直径宜为 10 mm；

e) 包角地面以下宜加厚并伸入地面以下不小于0.7 m或原有基础埋深；

f) 当山墙采用钢筋网水泥砂浆加固时，包角钢筋网可作山墙钢筋网用，包角砂浆宜与山墙砂浆一同抹面。

7.7.2.17 竖向配筋砂浆带包角加固的施工，应符合下列规定：

a) 清除原结构表面松散层、油污及杂质，并凿毛处理，露出坚实基层；施工前应对基层进行湿润，但不应有明水；

b) 包角部位（墙体转角、门窗洞口边缘等）应按设计要求开槽，槽深宜为20 mm ~30mm，宽度应满足钢筋布置及砂浆保护层厚度要求；

c) 竖向钢筋应沿墙体竖向通长布置，端部锚入基础或顶部圈梁、木梁或屋架下弦；水平方向应设置拉结筋，并与竖向钢筋绑扎固定；

d) 钢筋保护层厚度不应小于15 mm，且钢筋网片与基层间应采用专用垫块或化学锚栓固定，确保位置准确；

f) 砂浆应分层压抹，每层厚度不宜超过10 mm，总厚度应符合设计要求且不应小于25 mm，终凝前应完成表面收光处理。

7.7.2.18 采用后张预应力技术加固的构造，应符合下列规定：

a) 体外预应力加固砌体墙体受剪时，预应力筋宜沿墙体两侧竖向直线布置，预应力合力应位于墙体中心线面内；

b) 体外预应力筋布置于墙体两侧剔凿出的凹槽内时，凹槽深度不宜大于50 mm。应采用水泥砂浆对凹槽进行表面封闭处理。预应力筋水泥砂浆保护层厚度不应低于20 mm，封闭用水泥砂浆的强度等级不应低于M10；

c) 预应力筋锚固装置可采用现浇或预制钢筋混凝土装置、钢材装置。采用现浇钢筋混凝土装置时，混凝土强度不应低于 C25。采用钢材锚固装置时应采取防腐蚀措施，并按防腐蚀年限进行维护；

d) 预应力筋的锚固，宜深入室外地面以下 500 mm 或伸至基础顶。

7.7.2.19 后张预应力加固砖墙的施工应符合下列规定：

a) 加固施工宜按下列顺序进行：清理原结构；在加固墙体上定位放线，标注预应力筋的位置；预应力筋张拉端和固定端结构或垫块的安装施工；预应力筋加工制作及锚具试装配；在预应力筋安装部位墙体两侧剔凿出凹槽，对应部位楼板穿孔；安装并固定预应力筋及其锚固装置、支承垫板等零部件；预应力筋张拉并锚固；施工质量检验；防护面层施工。

b) 当预应力锚固端位于屋面时，应先剔除屋面局部装饰面层，并对屋面板与锚固端结构结合部位的混凝土表面进行打磨处理，锚固端结构可通过化学植筋或化学锚栓固定，底面应与屋面板顶面紧密贴合。

c) 当预应力锚固端位于建筑地坪以下时，应对基础两侧开挖，露出墙下基础，在安装传力垫块部位基础墙上开洞并安装基础传力垫块。

d) 墙体表面开槽前应先复核墙内水电管线位置，避免开槽损坏水电管线。可采用云石切割机或其他开槽设备进行开槽施工，开槽应定位准确，确保槽沟为直线，开槽的深度与宽度应保证预应力筋可以完全封闭于墙体内。

e) 无粘结预应力筋安装前，应检查其规格尺寸和数量，确认可靠无误后，方可在工程中使用。预应力筋应顺直穿过墙底、墙顶的孔洞，安置在墙体表面的凹槽内，在穿筋过程中应防止保护套受到机械损伤。预应力筋铺设就位后方可安装固定端和张拉端锚固节点组件。

f) 安装预应力张拉设备时，应使张拉力的作用线与无粘结预应力筋的中心线重合。沿墙体两侧对称布置的预应力筋必须两根同时张拉，且张拉过程尽可能保持同步。

g) 张拉控制应力应满足设计要求。当采用应力控制方法进行张拉时，应校核无粘结预应力筋的伸长值，当实际伸长值与设计计算伸长值相对偏差超过±6%时，应暂停张拉，查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

h) 张拉后应采用砂轮锯或其他机械方法切割超长部分的无粘结预应力筋，其切断后露出锚具夹片外的长度不应小于 30 mm。张拉后的锚具应进行防护处理。

7.7.3 木屋盖与砖墙连接加固

木屋盖与砖墙的连接加固，应符合下列规定：

a) 应对木屋盖系统进行整体性加固，增设剪刀撑、纵向水平系杆等；

b) 屋盖木构件支承部位和砖墙之间连接不符合要求时，应按照7.4.3.1条采取加强连接措施；

c) 山墙、山尖墙应采用墙揽与龙骨、木屋架或檩条拉结，墙揽的构造要求按照第7.4.3.3条执行。

7.7.4 对于采用木构架承重、外表面为砖墙，内部黏土与碎石砌的填充墙房屋（俗称核桃砖），应参照第7.6节加固方法进行处理。

8 节能改造

8.1 一般规定

8.1.1 节能改造前，应对围护结构状况、热工性能以及居住环境进行节能诊断，并根据节能诊断结果和预定的节能目标制定节能改造方案。

8.1.2 传统村落民居的节能改造工程应有设计改造方案。

8.1.4 围护结构节能改造，包括外墙、外门窗、屋面等部分,宜进行节能改造。

8.1.5 围护结构节能改造时，应对屋面结构承载力进行复核、验算。当屋面荷载不能满足节能改造要求时，应采取相应的安全措施。

8.1.6 围护结构节能改造所使用的材料、技术应符合GB/T 50824的规定。

8.1.7 围护结构节能改造时，不应随意更改传统民居的结构构造。

8.2 外墙节能改造

8.2.1 外墙的节能改造根据实际情况采用内保温或外保温系统，应保持建筑风貌，优先选用安全、对居民干扰小、工期短、对环境污染小、施工工艺便捷的墙体保温技术，并应减少湿作业施工。

8.2.2 传统村落民居外墙的节能改造应采用内保温形式，可选用下列几种外墙内保温系统，具体构造见附录A：

a) 复合板内保温系统；

b) 有机保温板内保温系统；

c) 无机保温板内保温系统；

d) 保温砂浆内保温系统；

e) 喷涂硬泡聚氨酯内保温系统；

f) 玻璃棉、岩棉、喷涂硬泡聚氨酯龙骨固定内保温系统。

8.2.3 外墙内保温系统的各项性能指标应符合JGJ/T 261相关条文的规定。

8.2.4 外墙内保温系统采用胶粉聚苯颗粒保温浆料做法和增强粉刷石膏聚苯板做法时，按照DB 11/T 537的相关规定。

8.2.5 外墙内保温的热桥部位应采取可靠的保温或阻断热桥的措施。

8.2.6 墙体内保温工程的防火性能应符合GB 50016和GB 50222以及北京市防火安全的相关要求，防护层厚度不应小于 10 mm。

8.2.7 外墙内保温改造施工应符合下列规定：

a) 施工前，对原围护结构表面涂层、积灰油污及杂物、粉刷空鼓应刮掉并清理干净；对原围护结构表面脱落、虫蛀、霉烂、受潮所产生的损坏，应进行修复；对原围护结构裂缝、渗漏，应进行修复，墙面的缺损、孔洞应填补密实；对原围护结构表面不平整处，应予以修复；

b) 基层墙体不平整时，应找平处理；找平层与基层墙体间，应涂刷界面砂浆，界面砂浆材料可参照JGJ/T 261中的规定选用；找平层应采用水泥砂浆找平，厚度不宜小于 12 mm，找平层与基层墙体应粘贴牢固，粘接强度不应小于0.3 MPa，找平层的垂直平整度应符合GB 50210的规定；

c) 内保温工程施工前，外门窗应安装完毕，室内各类管线应安装完成并经试验检测合格；

d) 管道穿越的墙洞，应安装套管并堵塞密实，安装在墙内的管线、消火栓箱、配电箱等安装完毕，并对露明部分进行保护；

e) 在内保温复合墙体上安装设备、管道或悬挂重物时，其支承的埋件应固定于基层墙体上，预埋件应进行检查并做好防护处理；

f) 内保温工程施工期间以及完工后 24 h内，基层墙体及环境空气温度不应低于0 ℃，平均气温不应低于5 ℃。

g) 内保温工程完工后，应做好成品的保护。

8.2.8 传统村落民居外墙的节能改造采用外保温系统时，按照DB11/T 1199的规定执行，改造完应恢复建筑外墙面原整体风貌，保持风貌协调。

8.3 外门窗节能改造

8.3.1 建筑外窗节能改造应综合考虑安全、与原外窗型式一致性、热工性能等要求，可采用更换和改造两种方式；外窗的开启方式应有利于建筑的自然通风。

8.3.2 更换新外门窗应符合下列规定：

a) 窗应更换为中空双玻璃窗或其他类型节能玻璃窗，门透明部位应更换为中空双玻璃，门芯板更换为保温型门芯板；

b) 拆除原有门窗时不应改变或破坏主体结构，对需要保留的外墙进行保护措施处理，减少门窗与外墙的磕碰；

c) 拆除后的洞口应按围护墙维修进行修复处理，并设置安全防护措施；

d) 门窗更换后须与原外窗型式具有一致性，门窗可采用木包铝等新型节能门窗，但应保持原色彩、样式及质感外观；

e) 门窗安装宜采用附框，外墙或窗口的保温层应覆盖附框，外门、窗框或附框与墙体之间应采取密封、防水、保温措施；外窗、附框的安装应符合DB11/1028的规定；

f) 外墙保温层与门窗框之间的窗洞侧壁部位的保温层厚度不应小于20 mm；

g) 门窗框与墙之间的缝隙应进行保温密封处理，宜采用高效保温气密材料和弹性密封胶封堵，以减少该部位的开裂、结露和空气渗透，不应采用矿棉、普通水泥砂浆补缝；

h) 门窗密封胶应在涂料施工前填打，填打密封胶时应用力均匀不间断，密封胶胶体斜面宽度不应少于12 mm，宜为12 mm～15 mm。

8.3.3 对原外门窗进行改造时应符合下列规定：

a) 原外门窗结构性能完好、无质量隐患时可不拆除，直接对其进行性能提升处理；

b) 性能提升处理前应对外门窗密封胶及发泡进行检查，必要时应对室外侧密封胶及发泡进行清理并重新密封；

c) 改造时，可在原有外窗内加建一层，但应确定合理间距，双层窗内、外两层玻璃扇的净距离为100 mm左右，不宜过大，以免造成空气对流影响保温效果；

d) 可采用在原玻璃室内侧增加新的高保温性能玻璃，并与原玻璃合成新片的措施；

e) 改造后应满足对窗户的热工性能指标，避免层间结露，并做好两层窗间的防水；

f) 性能提升处理时，应对原门窗五金进行调整或更换。

8.3.4 外门窗节能改造施工时，环境温度不应低于5 ℃，风力不应大于3级，雨天不应施工。

8.4 建筑屋面节能改造

8.4.1 屋面节能改造应根据传统风貌建筑具体情况选择适宜的保温隔热材料。

8.4.2 屋面保温层的节能改造宜设置在屋面吊顶内，保温层与墙壁、支吊架间隙须填实。

8.4.3 屋面节能改造施工前，应注意对屋面状况进行查勘、修复；提前安装完毕屋面上的设备、管道等，并预留出保温层的厚度。

8.4.4 屋面保温材料宜选择轻质、憎水性保温材料，也可采用草木灰以及生物质材料制成的板材，但应做好保温材料的防潮措施；对于散材类保温材料要每年进行一次维护，及时填补保温材料缺失的部位。

8.4.5 根据原屋面状况宜选择下列改造措施：

a) 屋面无保温且室内无吊顶时，可在原有屋面下设置吊顶，并在吊顶上铺设聚苯板、散材类保温材料等轻质保温材料；吊顶层可采用耐久性好、防火性好，并能承受铺设保温层荷载的构造和材料，如石膏板等；

b) 屋面无保温，室内吊顶承重满足保温荷载要求时，在吊顶层开设人孔，通过人孔在吊顶上加设聚苯板、散材类保温材料等轻质保温材料。

9 工程验收

9.1 一般规定

9.1.1 传统村落民居修缮工程竣工验收应符合GB 50300、GB 50550、GB 50203、GB 50206等及本文件的规定。

9.1.2 维修与加固工程验收时，施工单位应提供相应的验收文件进行质量验收，并填写隐蔽工程检查验收记录，工程项目完成后进行竣工验收。

9.1.3 施工结束后资料应归档完整，包括：修缮工程竣工图纸、会审记录、技术交底记录和设计变更文件；修缮工程质量检测、检验、评定资料等。

9.2 材料进场检验与验收

9.2.1 原材料检验应按相关规定分批次进行复验和验收。

9.2.2  砖进场验收时，应重点审查出厂检验报告、质量合格证。出厂检验报告应包括尺寸偏差、外观质量和强度等级，并应提供质量合格证和生产厂名、产品标识、批量及编号等。

9.2.3 木材进场验收时，应具有产品质量合格证书。

9.2.4 方木、原木的目测材质等级不应低于表6的规定，不应采用普通商品材等级标准替代，可采用GB 50206 规定的方法进行检验。

表6 方木、原木结构构件木材的材质等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 构件名称 | 材质等级 |
| 1 | 受拉或受弯构件 | Ⅰa |
| 2 | 受弯或压弯构件 | Ⅱa |

9.2.5 料石进场时应检查其品种、规格、颜色以及强度等级的检验报告，并应符合设计要求，石材材质应质地坚实，无风化剥落和裂缝。

9.2.6 灰浆品种、配合比应符合设计要求；常用灰浆的名称、主要用途、配合比和制作要点应符合要求；灰浆使用应使用生石灰，不应使用白灰膏调制灰浆；黄土应选用粘土，不应使用落房土、耕土、渣土等；建筑外墙面修缮用的灰浆材料的观感、质感和材料特性宜接近历史灰浆材料，外墙面新做灰浆的强度与保留灰浆应基本一致。

9.2.7 砂浆原材料进场验收时，应符合下列规定：

a) 水泥进场时，应审查出厂质量合格证和出厂试验报告，出厂试验报告应包括强度、安定性、凝结时间等指标。水泥包装标志中水泥品种、强度等级、生产厂家名称和出厂编号不全的不予进场。

b) 不应采用过期或变质水泥。

c) 水泥应对强度进行进场复验，复验合格后方可使用。

d) 砂的颗粒级配符合设计或配合比要求的细度模数范围。

e) 砌筑砂浆强度等级≥M5时，砂的含泥量≤5%；强度等级<M5时，含泥量≤7%; 泥块含量≤2%。

9.2.8 钢筋、型钢及其连接用的紧固件进场验收时，应符合下列规定：

a) 钢筋、型钢及其连接用的紧固件，其品种、规格和性能等应符合设计要求。进场时应审查产品质量合格证、出厂检验报告，并按批取样进行强度和延伸性复验，复验合格后方可使用；

b) 钢筋、型钢以及连接用的紧固件，其外观质量及尺寸偏差，应满足GB 50205中规定的检查和合格评定要求。

9.2.9 焊接材料的品种、规格、型号和性能应符合国家现行产品标准和设计要求。进场时应审查产品合格证。

9.2.11 钢拉杆部位、规格型号、数量应符合设计文件的要求。

9.2.12 同规格型号的螺栓(杆)应抽取不少于3件进行现场拉拔力检测。

9.2.13 外墙外保温材料品种、性能指标和质量应符合本文件规定，进场时应审查产品合格证、出厂检验报告。

9.2.14 外门窗的品种、性能和质量应符合本文件规定，进场时应审查产品合格证、出厂检验报告。

9.3 工程施工质量验收

9.3.1 地基基础工程的验收

9.3.1.1 基础补强注浆施工完成后，应符合GB 50202等有关规定，并应对注浆效果进行检查，可采用超声波法，取芯法、盛水法等进行质量检验。

9.3.1.2 地基注浆加固法施工质量检验，应符合下列规定：

a) 采用钻孔取样检验，室内检验测定加固土体的抗剪强度、压缩模量等，检验地基土加固土层的均匀性；

b) 施工后地基土承载力的静载荷试验；有地区经验时，可采用标准贯入试验、静力触探试验，并结合地区经验进行地基土承载力检验。

9.3.1.3 加大基础底面积的施工质量检验，应符合下列规定：

a) 新增混凝土的浇筑质量不应有严重缺陷或影响结构性能的尺寸差别，可采用观察、测量和超声波法进行检验；

b) 新旧混凝土结合面粘结质量应良好，可采用锤击或超声波法进行检验。

9.3.2 木结构工程验收

9.3.2.1 木结构加固结构形式、结构布置、加固部位和构件尺寸，应符合加固设计文件的规定。

9.3.2.2 对局部或全部拆落的木构架修缮工程，应在木构架安装完成后，由有关单位及时检查整体造型、整体形制尺寸及各种构件的安装位置，并应进行检查验收记录，木构架安装尺寸允许偏差应符合相关规定。

9.3.2.3 加固用钉连接、螺栓连接节点的连接件(螺栓)的规格、数量，应符合加固设计文件的规定。

9.3.2.4 螺栓连接的螺栓数目、排列方式、间距、边距和端距应符合加固设计文件的规定。

9.3.2.5 钉连接应符合设计文件规定。

9.3.2.6 拉杆、支撑与屋架节点的连接方式应符合设计文件的要求，拉杆应拉直绷紧。

9.3.2.7 校正后屋架平面外倾斜量应采用经纬仪、吊线、卷尺测量全数检查。

9.3.2.8 屋面工程的施工质量检验，除应符合GB 50207等有关规定，还应符合下列规定：

a) 屋面修缮及添配所用构件的位置、类别、规格及所用灰浆的品种、配比应符合要求；

b) 木望板防腐处理、苫背层做法及使用材料的品种、配比等应符合设计要求；

c) 屋盖节点间连接加固应符合设计要求。

9.3.3 砌体工程验收

9.3.3.1  围护墙工程施工中，应对砂浆强度等级、灰缝砂浆的饱满度进行检查、与主体结构连接、拉结筋埋置长度、网片位置及埋置长度应符合设计要求。

9.3.3.2 水泥砂浆面层加固法、钢丝（筋）网砂浆面层加固完成后，应检查墙体外加面层的外观质量，不应有严重缺陷；面层与基材界面粘结的施工质量，可采用现场锤击法或其他探测法进行探查，按探查结果确定的有效粘结面积与总粘结面积之比的百分率不应小于 90%。

9.3.3.3 增设圈梁加固完成后，不应有严重缺陷及影响结构性能或使用功能的尺寸偏差及垂直度偏差；清理、修整原砌体构件时，如加固部位局部损伤严重，应局部拆砌或修补。

9.3.3.4 砌体裂缝修补采用填缝法加固时，应仔细检查凿槽质量填补缝隙的砂浆应灌至微溢并抹平。采用压浆法加固时，封缝固化后应立即进行压气试验，检查密封效果。

9.3.3.5 配筋砂浆带的验收，应检查砂浆带的外观质量，不应有空鼓、裂缝等缺陷；带层与基材界面粘结的施工质量，可采用现场锤击法或其他探测法进行探查，按探查结果确定的有效粘结面积与总粘结面积之比的百分率不应小于 90%；钢筋的规格及构造连接方式、锚固长度及搭接长度应符合设计要求。

9.3.3.6 体外预应力加固法施工质量检验，应符合下列规定:

a) 预应力锚固后，实际预应力值与设计规定的检验值之间相对偏差不应超过±5%；

b) 体外张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱。

9.3.4 相关工程验收

9.3.4.1 节能改造工程应在结构加固工程通过施工质量验收后才能进行。

9.3.4.2 外墙节能改造工程的施工质量应符合下列规定：

a) 保温层附着的基层及其表面处理应符合规定；

b) 墙体节能工程构造做法应符合设计要求，并应按照施工方案施工；

c) 安装锚固件的墙面，锚固件的数量、锚固位置和锚固深度应符合设计要求；

d) 保温板的板缝处理、构造节点、嵌缝做法以及墙体热桥部位处理应符合设计要求；

e) 保温层外抹灰应防水，表面应光滑、洁净、接槎平整分隔缝应清晰，无脱层、空鼓，面层无明显色差、爆灰和裂缝。

9.3.4.3 门窗施工质量验收，应符合下列规定：

a) 门窗的品种、外形尺寸、玻璃品种、开启方式、安装位置、连接方式、填嵌密封处理及门窗框与墙体接缝处的保温填充做法应符合设计要求；

b) 门窗框、副框和扇的安装应牢固；

c) 门窗扇开关应灵活、关闭应严密；

d) 门窗表面应洁净、平整、光滑，大面不应有划痕、碰伤现象；

e) 密封条安装位置应正确，镶嵌牢固，不应脱槽，接头处不应开裂。关闭门窗时密封条应接触严密。

9.3.4.4 排水设施工程的验收，应符合下列规定：

a) 补砌或重做散水、维修排水沟渠、管道等项目，其施工质量应按设计要求检查；

b) 修缮工程新做的排水设施，除与形制有关的部分应按原状或设计要求检查外，其他部分的施工质量均应按国家现行有关标准进行检查。

9.3.4.5 防雷、防火、防潮、防腐、防虫害等防护工程的验收，应按设计要求及国家现行有关标准进行。

9.3.4.6 院落环境（包括甬路、院墙、构筑物等）整洁，甬路铺装平整，并采用防滑措施。

9.3.4.7 有价值部位（构件），应复核保护和修缮的效果，保护有价值部位的完整性、真实性；修缮部分应与原物接缝紧密平直，造型风格一致。

9.4 竣工验收

9.4.1 修缮工程实体验收应按下列规定进行：

a) 修缮工程不应有缺项、漏项；

b) 修缮工程各部分外观应无明显质量缺陷。

9.4.2 修缮工程竣工验收应按下列规定进行：

a) 原材料进场检验与验收的资料、工序交接验收资料应齐全、完整；施工质量验收的影像资料完整；

b) 实体工程经验收应符合满足设计方案和本文件要求；

c) 工程外观符合本文件的规定；

d) 不符合设计方案和本文件要求时，应进行整改，整改合格后予以验收。

9.4.3 若参加竣工验收的任一方对综合改造工程的质量有异议时，可请具备相应资质的检测机构进行鉴定。若质量鉴定合格，应予以验收。

9.4.4 竣工验收应提供下列资料：

a) 修缮工程项目主管部门审批意见；

b) 竣工图、设计变更文件；

c) 材料、部品、构件的产品合格证、性能检测报告、进场验收记录、复验报告；

d) 隐蔽工程验收文件；

e) 施工记录文件；

f) 修缮工程检测、检验和评定资料；

g) 修缮工程竣工验收申请报告；

h) 修缮设计方案，施工图设计和施工技术方案。

1. （资料性）

民居类传统风貌建筑内保温构造做法

A.1 民居类传统风貌建筑外墙内保温常见构造形式可按表A.1、A.2、A.3、A.4、A.5和A.6选用。

A.2 保温材料厚度宜符合GB/T 50824以及DB11 687中的相关规定。

表A.1 复合板内保温系统典型构造

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层 | 系统典型构造 | 构造示意图 |
| 粘结层② | 复合板③ | 饰面层④ | bt8-1 |
| 保温层 | 面板 |
| 砌体墙体 | 胶粘剂或粘结石膏＋锚栓 | EPS板，XPS板，纸蜂窝填充憎水型膨胀珍珠岩保温板 | 纸面石膏板，无石棉纤维水泥平板，无石棉硅酸 | 腻子层＋涂料或墙纸（布）或面砖 |
| 注1：当面板带饰面时，不再做饰面层。注2：面砖饰面不做腻子层。 |

表A.2 有机保温板内保温系统典型构造

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层 | 系统典型构造 | 构造示意图 |
| 粘结层② | 保温层③ | 防护层 | bt8-2 |
| 抹面层④ | 饰面层⑤ |
| 砌体墙体 | 胶粘剂 | EPS板，XPS板，  | 做法一：6mm抹面胶浆复合涂塑中碱玻璃纤维网布做法二：用粉刷石膏8mm～10mm厚横向压入A型中碱玻璃纤维网布；涂刷2mm厚专用胶黏剂压入B型中碱玻璃纤维网布 | 腻子层＋涂料或墙纸（布）或面砖 |
| 注1： 做法二不适用面砖饰面和厨房、卫生间等潮湿环境。注2： 面砖饰面不做腻子层。 |

表A.3 无机保温板内保温系统典型构造

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层 | 系统典型构造 | 构造示意图 |
| 粘结层② | 保温层③ | 防护层 | bt8-3 |
| 抹面层④ | 饰面⑤ |
| 砌体墙体 | 胶粘剂 | 发泡水泥、泡沫玻璃等无机保温板 | 抹面胶浆＋耐碱玻璃纤维网布 | 腻子层＋涂料或墙纸（布）或面砖 |

表A.4 保温砂浆内保温系统典型构造

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层 | 系统典型构造 | 构造示意图 |
| 粘结层② | 保温层③ | 防护层 | bt8-4 |
| 抹面层④ | 饰面层⑤ |
| 砌体墙体 | 界面砂浆 | 保温砂浆 | 抹面胶浆＋耐碱纤维网布 | 腻子层＋涂料或墙纸（布）或面砖 |
| 注：面砖饰面不做腻子层。 |

表A.5 喷涂硬泡聚氨酯内保温系统典型构造

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层 | 系统典型构造 | 构造示意图 |
| 粘结层② | 保温层③ | 界面层④ | 找平层⑤ | 防护层 | bt8-5 |
| 抹面层 | 饰面层 |
| 砌体墙体 | 水泥砂浆聚氨酯防潮底漆 | 喷涂硬泡聚氨酯 | 专用界面砂浆或专用界面剂 | 保温砂浆或聚合物水泥砂浆 | 抹面胶浆复合涂塑中碱玻璃纤维网布 | 腻子层＋涂料或墙纸（布）或面砖 |
| 注：面砖饰面不做腻子层。 |

表A.6 玻璃棉、岩棉、喷涂硬泡聚氨酯龙骨固定内保温系统典型构造

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基层 | 系统典型构造 | 构造示意图 |
| 保温层② | 隔汽层③ | 龙骨④ | 龙骨固定件⑤ | 防护层 | 做法一bt8-6 |
| 抹面层 | 饰面层 |
| 砌体墙体 | 离心法玻璃棉板（或毡）或摆锤法岩棉板（或毡）或喷涂硬泡聚氨酯 | PVC、聚丙烯薄膜、铝箔等 | 建筑用轻钢龙骨或复合龙骨 | 敲击式或旋入式塑料螺栓 | 纸面石膏板或无石棉硅酸板或无石棉纤维水泥平板＋自攻螺钉 | 腻子层＋涂料或墙纸（布）或面砖 |
| 做法二bt8-7 |
| 注1： 玻璃棉、岩棉应设隔汽层，喷涂硬泡聚氨酯可不设隔汽层。注2： 面砖饰面不做腻子层。 |

1. （规范性）

后张预应力技术加固砖墙设计方法

B.1 原墙体砌筑的块体实际强度等级不宜低于MU 7.5，且由竖向荷载及有效预应力的合作用所产生的轴向力设计值 N 应满足下列公式：

  （1）

式中：

——高厚比和轴向力的偏心距e对受压构件承载力的影响系数，按GB 50003的规定确定；

*f* ——砌体的抗压强度设计值（N/mm2）；

*A*——被加固砌体墙体的截面面积（mm2）。

B.2 预应力筋宜沿被加固墙体两侧等间距成对对称布置，预应力筋可外置于墙体表面，或布置于墙体两侧剔凿出的凹槽内，当预应力筋布置于墙体凹槽内时，宜采用无粘结预应力筋。预应力筋间距不宜小于 500 mm，且不宜大于 2000 mm。

B.3预应力筋上端可锚固于被加固墙体顶部设置的压顶梁或墙顶传力垫块上，下端可锚固于墙体底部设置的基础传力垫块或楼层圈梁上。验算预应力筋锚固端的局部受压承载力，保证预应力的可靠传递。具体加固做法可参考图B.3。

 

1—无粘结预应力筋；2—墙体；3—墙顶传力垫块；4—基础传力垫块；5—首层地面

图B.3 后张预应力加固砖墙示意图

1. （规范性）

 抗震横墙间距和房屋宽度限值

C.1 墙厚为240 mm的实心砖墙木楼（屋）盖房屋，与抗震横墙间距（L）对应的房屋宽度（B）的限值宜按表C.1采用。

表C.1 抗震横墙间距和房屋宽度限值

（240 mm实心砖墙木楼屋盖）

单位为米

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 烈度 | 层数 | 层号 | 层高 | 抗震横墙间距（L） | 与砂浆强度等级对应的房屋宽度限值（B） |
| M1 | M2.5 | M5 | M7.5 | M10 |
| 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 8 | 一 | 1 | 3.6 | 3 | 4 | 4.8 | 4 | 8.1 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 3.6 | 4 | 5.4 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.2 | 4 | 5.9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.8 | 4.1 | 6.3 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 5.4 | 4.6 | 6.7 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6 | 5.6 | 7.1 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6.6 | 6.5 | 7.4 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.2 | 7.6 | 7.7 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.8~8.4 | - | - | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 9 | - | - | 4.3 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 8（0.30 g） | 一 | 1 | 3.6 | 3 | - | - | 4 | 4.7 | 4 | 6.9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 3.6 | - | - | 4 | 5.3 | 4 | 7.7 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.2 | - | - | 4 | 5.8 | 4 | 8.4 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.8 | - | - | 4.8 | 6.2 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 5.4 | - | - | 5.4 | 6.6 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6 | - | - | 7 | 7 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6.6 | - | - | - | - | 4.1 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.2 | - | - | - | - | 4.7 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.8 | - | - | - | - | 5.3 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 8.4 | - | - | - | - | 6 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 9 | - | - | - | - | 6.8 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |

C.2 墙厚为370 mm的实心砖墙木楼（屋）盖房屋（单开间），与抗震横墙间距（L）对应的房屋宽度（B）的限值宜按表C.2采用

表C.2 抗震横墙间距和房屋宽度限值

（370 mm实心砖墙木楼屋盖）

单位为米

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 烈度 | 层数 | 层号 | 层高 | 抗震横墙间距（L） | 与砂浆强度等级对应的房屋宽度限值（B） |
| M1 | M2.5 | M5 | M7.5 | M10 |
| 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 8 | 一 | 1 | 3.6 | 3 | 4 | 5.6 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 3.6 | 4 | 6.3 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.2 | 4 | 7 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.8 | 4 | 7.7 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 5.4 | 4 | 8.2 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6 | 4 | 8.7 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6.6~9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |

续表C.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 烈度 | 层数 | 层号 | 层高 | 抗震横墙间距（L） | 与砂浆强度等级对应的房屋宽度限值（B） |
| M1 | M2.5 | M5 | M7.5 | M10 |
| 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 8（0.30 g） | 一 | 1 | 3.6 | 3 | - | - | 4 | 5.5 | 4 | 7.9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 3.6 | - | - | 4 | 6.2 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.2 | - | - | 4 | 6.9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.8 | 4 | 4.1 | 4 | 7.5 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 5.4 | 4 | 4.4 | 4 | 8.1 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6 | 4 | 4.7 | 4 | 8.6 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6.6 | 4.2 | 4.9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.2 | 4.7 | 5.2 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.8 | 5.3 | 5.4 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 8.4~9 | - | - | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |

C.3 外墙厚为370 mm、内墙厚为240 mm的实心砖墙木楼（屋）盖房屋，与抗震横墙间距（L）对应的房屋宽度（B）的限值宜按表C.3采用。

表C.3 抗震横墙间距和房屋宽度限值

（外墙370 mm、内墙240 mm实心砖墙木楼屋盖）

单位为米

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 烈度 | 层数 | 层号 | 层高 | 抗震横墙间距（L） | 与砂浆强度等级对应的房屋宽度限值（B） |
| M1 | M2.5 | M5 | M7.5 | M10 |
| 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 8 | 一 | 1 | 3.6 | 3 | 4.5 | 7.2 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 3.6 | 5.7 | 8.1 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.2 | 7 | 8.8 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.8 | 8.4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 5.4 | - | - | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6 | - | - | 4.6 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6.6 | - | - | 5.1 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.2 | - | - | 5.7 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 7.8 | - | - | 6.4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 8.4 | - | - | 7.1 | 9 | 4.2 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 9 | - | - | 7.8 | 9 | 4.6 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 8（0.30 g） | 一 | 1 | 3.6 | 3 | - | - | 5.1 | 7.1 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 3.6 | - | - | 6.6 | 7.9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.2 | - | - | 8.3 | 8.6 | 4.1 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 4.8 | - | - | - | - | 4.9 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 5.4 | - | - | - | - | 5.8 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 |
| 6 | - | - | - | - | 6.7 | 9 | 4.3 | 9 | 4 | 9 |
| 6.6 | - | - | - | - | 7.8 | 9 | 4.8 | 9 | 4 | 9 |
| 7.2 | - | - | - | - | 9 | 9 | 5.5 | 9 | 4 | 9 |
| 7.8 | - | - | - | - | - | - | 6.1 | 9 | 4.4 | 9 |
| 8.4 | - | - | - | - | - | - | 6.8 | 9 | 4.8 | 9 |
| 9 | - | - | - | - | - | - | 7.6 | 9 | 5.3 | 9 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_