

陕西省工程建设标准

既有建筑外墙外保温系统可靠性  
评价技术导则

Technical Guidelines for Reliability Evaluation of External  
Thermal Insulation system of Existing Buildings

《既有建筑外墙外保温系统可靠性评价技术导则》编制组

2021年4月

## 前 言

为科学、合理评价既有建筑外墙外保温系统的可靠性，开展陕西省内既有建筑外墙薄抹灰系统、保温浆料系统、保温装饰板等外保温系统工程的可靠性评价工作，根据陕西省住房和城乡建设厅“关于印发 2019 年陕西省工程建设标准、建筑标准设计立项的通知”（陕建标发〔2019〕1034 号）要求，导则编制组经广泛调查，认真总结我省外墙外保温系统工程的实践经验，并在广泛征求意见的基础上，编制本导则。

本导则主要内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 核查与检验；5 评价；6 评价报告编写要求。

本导则由陕西省住房和城乡建设厅负责归口管理，陕西省建设标准设计站负责出版、发行，陕西省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送陕西省建筑科学研究院有限公司（地址：西安市环城西路北段 272 号，邮政编码：710082，电话：029-88644594，邮箱：53654196@qq.com）。

本规程主编单位：陕西省建筑科学研究院有限公司

陕西省建筑节能与墙体材料发展中心

本规程参编单位：陕西省建筑工程质量检测中心有限公司

西安市建设工程质量检测中心

陕西省建筑设备安装质量检测中心

陕西建科建设特种工程有限公司

陕西合力保温材料制品有限责任公司

陕西德耐节能科技有限公司

陕西建工第五建设集团有限公司

西安建筑科技大学

西安理工大学

西安工业大学

西安交通大学

西安天穹勘测信息有限公司

本导则主要起草人：贾忠奎 梁晓农 黄沛增 韩兵正 蒋青峰 李秉洁  
边兆伟 张 凯 田俊华 张 策 谢 诚 王子薇  
刘力林 吴继广 冶金波 桑国臣 刘 衍 李小勇  
任普亮 陈 卓 孙晓瑜 闫旭萌 向 峰 周 强  
李俊龙

本导则主要审查人：

# 目次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	5
3.1 一般规定.....	6
3.2 评价程序及工作内容.....	7
4 核查与检验.....	10
4.1 一般规定.....	10
4.2 资料核查.....	10
4.3 外观检测.....	11
4.4 实体检验.....	12
5 评价.....	17
5.1 测试单元评级.....	17
5.2 评价单元评级.....	20
5.3 适修性评估.....	20
6 评价报告编写要求.....	21
附录 A 外墙外保温系统缺陷现场敲击检测方法.....	22
附录 B 外墙外保温系统表面缺陷三维激光扫描探测方法.....	23
本导则用词说明.....	26
引用标准名录.....	27

# Contents

1 Genreal Provision.....	1
2 Terms & Symbols.....	2
2.1 Terms.....	2
2.2 Symbols.....	5
3 Basic Requirements.....	6
3.1 Genereal Rules.....	7
3.2 Appraisal Procedure & Contents.....	10
3.3 Sampling Rules.....	10
3.4 Criterion of Reliability Assessment.....	10
4 Inspection & Verification.....	11
4.1 General Rule.....	12
4.2 Information Check.....	17
4.3 Appearance Inspection.....	17
4.4 Physical Test.....	17
5 Appraisal.....	20
5.1 Rate of Testing cell.....	20
5.2 Rate of Appraisal System.....	20
5.3 Evaluation of Maintainability.....	21
Appendix A:The Hammering Method for the Test of Exterior Thermal Insulation System On-Site.....	22
Appendix B:3-Dimensional Laser Scanning Method For the Detecting Defect of Exterior Thermal Insulation System.....	23
Explanation of Terms in This Specification.....	26
List of Quarted Standards.....	27

# 1 总则

**1.0.1** 为科学、合理评价既有建筑外墙外保温系统的可靠性，制定本导则。

条文说明：自 2000 年开始，我国对建筑工程逐步实施不同的建筑节能率要求以来，陕西省的建筑保温系统的发展及技术应用经历了从无到有，先是外墙内保温，逐渐过渡到外墙外保温系统，有部分外墙饰面采用钢丝网瓷砖饰面系统，保温材料采用 XPS 板，2007 年陕西省建设领域推广应用和限制禁止使用技术表中禁止使用外墙保温浆体材料、外墙保温层 XPS 板材等。由于我省南北地域气候差别较大，北部榆林局部地区处于建筑严寒气候区边缘，延安市以南到秦岭北麓绝大多数地区属于建筑寒冷气候区，安康和汉中地区则属于夏热冬冷气候区。由此，我省内既有建筑的外墙外保温系统面临如此多样的外环境作用，加之初期外墙保温施工验收标准滞后，初期保温材料耐久性较差，保温系统性能不匹配，施工构造做法等问题，致使外保温系统长期服役过程中出现开裂及渗漏、保温层脱落等，给人民生命财产安全造成巨大伤害和损失。

自国家颁布实施 GB 50411-2007《建筑节能工程施工质量验收规范》，目前最早服役的既有建筑外墙外保温系统使用寿命接近或超过 12~15 年，既有外墙外保温系统已进入各种缺陷的安全事故高发期，而近年来部分建筑 3~5 年服役期的外墙外保温系统也出现了不同程度的问题，各运维单位面临着巨大的维护和返修压力。

目前，我国已经颁布实施的《建筑外墙外保温系统修缮标准》JGJ376—2015，规程中提出在外墙外保温系统修缮前，应对外墙外保温系统进行检测评估，但国家尚无出台与之相匹配的外保温系统检测评价标准，因此，建立一套全面、系统的检测评价体系成为亟待解决的问题，研究制订如何检测评价既有外墙外保温系统的节能性能和安全性能的技术应用标准。既有建筑外墙外保温系统的检测和评价可以消除因各种开裂、渗漏、脱落等引起的质量隐患，降低维护和返修难度，创建安全的人居环境。

**1.0.2** 本导则适用于陕西省既有建筑外墙外保温薄抹灰系统、保温浆料系统、保温装饰板系统工程的可靠性检测评价活动，其他外墙外保温系统可参照本导则执行。

条文说明：本条规定的其他外墙外保温系统是指大模内置外保温系统、现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统等，其仅有建筑工程应用中较为少见。

**1.0.3** 既有建筑外墙外保温系统可靠性的评价，除应符合本导则外，尚应符合国家、行业及陕西省现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 既有建筑外墙外保温系统 external thermal insulation system for external wall of existing buildings

已建成投入使用的外墙外保温系统。

条文说明：包括正常竣工验收的，已建成未验收投入使用时间超过一年以上的建筑外墙外保温系统。主要由安装在外墙外表面的保温层、固定材料（胶粘剂、锚固件等）和保护层（抹面抗裂层、饰面层）构成，起保温隔热、防护和装饰作用的构造系统，简称外保温系统。

#### 2.1.2 可靠性评价 appraisal of reliability

针对正常使用状态的既有建筑外墙外保温系统的安全性所进行的调查、检查、检测、验算、分析和评定等一系列活动。

条文说明：《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 之 2.1.6 可靠性评价是对民用建筑承载能力和整体稳定性等的安全性以及适用性和耐久性等的适用性所进行的调查、检测、分析、验算和评定等一系列活动。

外墙外保温系统在使用过程中，根据出现的外观质量、粘结性能、系统构造、空鼓和渗漏、锚栓的抗拉拔强度及分布等问题，判断其能否正常使用的能力。本导则中的可靠性主要指使用安全性，关注其继续使用过程中保护层、保温层、粘结层及基层之间连接稳定、可靠防止脱落的安全性，其次是节能性能、防火性能和耐久性。

#### 2.1.3 服役年限 service length

从建筑外墙外保温系统施工完成开始的时间，以自然年为单位。

条文说明：从投入使用时间到检测评价时的时间，总计外墙保温系统经历了多少年的（春、夏、秋、冬季节）环境劣化作用。

#### 2.1.4 缺陷 defects

外墙外保温系统中存在影响其安全性和使用功能的裂缝、空鼓、脱落，粉化、疏松、分层、泛碱、渗水等。

条文说明：根据《外墙外保温工程技术标准》JGJ144-2019 附录 A.2 系统耐候性试验方法之 A.2.3 “每 4 次高温-淋水循环和每次加热-冷冻循环后，应观察试验墙板出现裂缝、空鼓、脱落等情况并做记录”。缺陷主要为裂缝、空鼓、脱落，工程实际中常见的缺陷有保温板及

饰面层的粉化、疏松、分层、泛碱，保温系统翘曲，还有因保温系统开裂带来的渗水等缺陷。

### 2.1.5 无损检测技术 existing external thermal insulation nondestructive testing technology

在不破坏外墙外保温系统前提下，对保温系统的构造、缺陷等进行检查和测试的技术。

条文说明：无损检测技术不仅具有非破损、原位检测的特性，且简便易行、快速高效，是工程检测的实用技术，也是提高建筑物质量的保证和构建节约型社会的重要环节。本导则选用的无损检测技术是敲击检测技术、红外热成像检测技术、三维激光雷达扫描测量技术等。

### 2.1.6 评价单元 appraisal system

可以独立进行可靠性评价的外墙外保温系统立面的集合。

### 2.1.7 测试单元 testing cell

评价单元内不同立面的外墙外保温系统，可以划分成基本的取样测试单位。

条文说明：对于评价单元的既有建筑外墙外保温系统，选取有代表性区域进行基层和粘接层、锚固件，连接系统、保温层、保护层（抗裂层及装饰层）等检验评价工作。一般情况下相对独立的一个建筑立面划分成一个或多个测试单元，评价的单栋建筑所有立面或部分立面的集合组成评价单元。

### 2.1.8 缺陷面积 defect area

取样部位出现缺陷区域的面积  $S_{da}$ 。

### 2.1.9 有效锚固数量 effective anchorage quantity

外墙外保温系统中采用锚栓机械固定的安装方式时，单位面积内安装锚栓的规格、锚固力符合标准（设计）要求，或达到某一期望值的数量  $N_{eaq}$ 。

条文说明：锚栓现场安装的锚盘直径、锚栓直径和长度可以采用游标卡尺测量，单个锚固力现场检测方法，参照现行行业标准《外墙保温用锚栓》JG/T 366 规定执行。

### 2.1.10 抹面层 rendering coat

抹在保温层上，中间夹有增强网，保护保温层并起防裂、防水、抗冲击和防火作用的构造层。

条文说明：常用增强网有耐碱增强网格布和镀锌钢丝网。抹面层可分为薄抹面层和厚抹面层。用于 EPS 板和胶粉 EPS 颗粒保温浆料时为薄抹面层，用于 EPS 钢丝网架板时为厚抹面层。



### 2.1.11 饰面层 finish coat

外保温系统的外装饰构造层。

### 2.1.12 保护层厚度 Thickness of protecting coat

抹面层和饰面层的总厚度  $H_{pc}$ 。

条文说明：常见的既有建筑涂料饰面外墙薄抹灰外保温系统增强网多采用耐碱增强网格布，其保护层厚度和性能对外保温整个系统的抗裂性能起着关键作用。瓷砖饰面的外墙外保温系统抹面层常用镀锌钢丝网，其抹面层上粘贴瓷砖，保护层面密度较大，抗裂砂浆、瓷砖胶及粘贴质量决定了外墙保温瓷砖饰面的质量安全。

### 2.1.13 保护层拉伸粘接强度 Tensile bonding strength of protecting coat

表征保温层、抹面层和饰面层各层之间的连接力学性能，即保温层和保护层之间抗拉强度  $\sigma_l$ 。

### 2.1.14 基层墙体 substrate

建筑物中起承重或围护作用的外墙墙体，可以是带找平砂浆层的混凝土墙体或各种砌体墙体。

### 2.1.15 基层及粘接层拉伸粘接强度 Tensile bonding strength of substrate and bonding mortar layer

表征基层墙体、粘接层和保温层各层之间的连接力学性能，即保温层、基层及粘接层之间抗拉强度  $\sigma_b$ 。

## 2.2 符号

$S_{da}$ ——缺陷面积

$N_{eaq}$ ——有效锚固数量

$H_{pc}$ ——保护层厚度

$S_{aar}$ ——保温层粘贴面积比

$\sigma_t$ ——保护层拉伸粘接强度

$\sigma_b$ ——基层及粘接层拉伸粘接强度

$a_u$ 、 $b_u$ 、 $c_u$ 、 $d_u$ ——检测项目可靠性等级

$a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ ——测试单元可靠性等级

$A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ ——评价单元可靠性等级

$I$ 、 $II$ 、 $III$ 、 $IV$ ——适修性分级等级

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 既有建筑外墙外保温系统存在下列情况之一时，相关责任主体应委托具有资质的检验机构进行可靠性评价。

- 1 超过质保期的外墙外保温系统在正常使用过程中发现较严重缺陷的；
- 2 达到使用年限需要对其可靠性进行评估的；
- 3 其它原因需要评价的。

条文说明：责任主体是指建筑所有权人或使用权人。

《陕西省民用建筑节能条例》自 2017 年 3 月 1 日起施行。第二章 一般规定 第十七条既有建筑节能改造应当根据当地实际情况，与城市基础设施改造、旧城改造、居住小区综合改造相结合，有计划、分步骤地实施。

既有建筑节能改造应当以国家机关办公建筑、政府投资和以政府投资为主的公共建筑为重点。居住建筑和其他公共建筑的节能改造应当在尊重建筑所有权人意愿的基础上依法逐步实施。

1 外墙外保温系统在使用中发现较严重缺陷的，如出现空鼓、开裂加剧，渗水，脱落等现象。

**3.1.2** 评价过程应注意现场安全，制定严密的安全措施。

- 1 做好检测人员安全防护。
- 2 现场安全及防护。
- 3 选择在适宜的气象条件下进行。

条文说明：3 有吊篮、室外登高作业或高空作业车要求的气象条件。按照《高处作业吊篮》GB/T 19155，工作环境温度为  $-20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，登高平台在工作处阵风风速不大于  $8.3\text{m/s}$ （相当于 5 级风力）。在天气恶劣的情况下（如大风、光线过暗、大雾、打雷或下雨等）不得从事高空作业。

### 3.2 评价程序及工作内容

3.2.1 既有建筑外墙外保温系统可靠性评价宜按图 3.2.1 规定的程序进行。

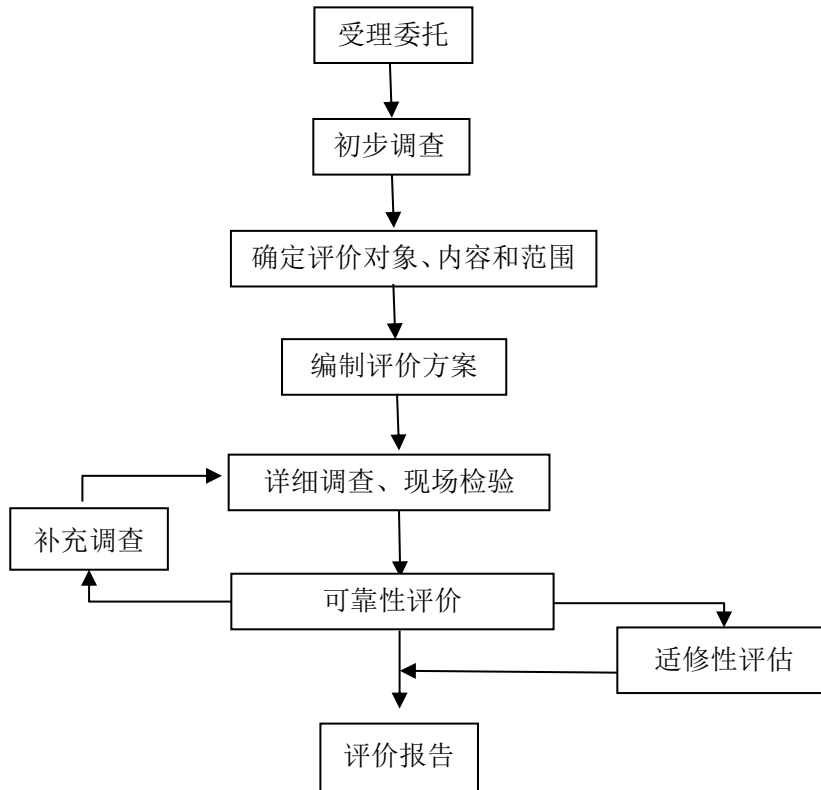


图 3.2.1 可靠性评价工作程序

条文说明：本条规定了一般情况下外墙外保温系统可靠性评价过程中工作程序，检测评价单位应根据工作实际情况，对本条规定的工作流程可选择采用。

3.2.2 既有建筑外墙外保温系统可靠性评价的目的、范围和内容，应结合委托方提出的原因和要求，经初步调查后确定。

条文说明：一般情况下，外墙外保温系统可靠性评价工作目的，包含委托方提出的评价的原因，是指可靠性评价工作完成后，依据评价结果对评价对象进行修缮、拆除，以及其他目的的行为。

3.2.3 初步调查宜包括下列内容：

- 1 查阅图纸、施工过程、验收等资料；
- 2 查询建筑物历史；
- 3 现场勘察；
- 4 了解委托方的要求及评价原因。

条文说明：2 查询建筑物历史，包括原始施工、历次修缮、加固、改造、用途变更、使用条件改变以及受灾等情况。本小节内容参见现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292 之 3.2.3，详细内容见本导则 4.2.2 条之条文说明。

3 现场是否具备检测条件，如进出不便、人员无法靠近、破损严重无法检测等，并听取相关人员意见。

**3.2.4** 评价方案内容应包括项目概况、编制依据、现场检查与检测的工作内容、现场检查与现场检测的方法和仪器设备、工作进度计划、需要委托方完成的准备工作、技术质量及安全保护措施等要点，明确需由委托方完成的准备和配合的工作。

### 3.3 抽样规定

**3.3.1** 既有建筑外墙外保温系统的测试单元按立面和面积每 3000 m<sup>2</sup>划分为一个检验批，每个建筑立面至少划分为一个检验批。

条文说明：测试单元按立面划分，一般情况大部分居住建筑的最高为 100m，立面墙长度约 30m 的评价单元，估算立面外墙面积约 3000 m<sup>2</sup>可作为一个测试单元，检查范围宜包含建筑立面底部至顶部通高部位。

**3.3.2** 检验批内检测取样位置应具有代表性，宜包含临街、女儿墙、楼梯间出入口上部外墙、多水房间外墙等重要构造节点部位，发生损伤的部位。

条文说明：取样位置应具有代表性包含且不限于“同时兼顾高度、外墙饰面、朝向等部位”。

人员出入或人员密集的部位上部外墙。

多水房间指室内地面有防水要求的房间。

发生损伤是指损坏外保温系统的完整性，如开裂、脱开、脱落等。

**3.3.3** 当存在下列情况时，应适当增加检验批内的检验数量：

- 1 缺少施工验收资料或有疑问时；
- 2 服役年限接近或超过设计使用年限，且表面有明显缺陷的；
- 3 发现抽样部位有重大安全隐患，关键部位开裂、可见局部脱开和坠落的。

条文说明：3 关键部位是指临街、女儿墙、楼梯间外墙等与人员安全密切相关的部位。

### 3.4 可靠性评价标准

**3.4.1** 既有建筑外墙外保温系统可靠性评价应分为测试单元、评价单元，每一层次分为四级，以可靠性评价等级表示。

条文说明：评价单元是外墙外保温系统可靠性评价的工作对象，评价单元应至少包含一个测试单元。

3.4.2 既有建筑外墙外保温系统可靠性评价的各层次分级标准，应按表 3.4.1 的规定采用：

**表 3.4.1 可靠性评价标准**

评价对象	等级	分级标准	处理要求
测试单元	<i>a</i>	符合国家现行节能标准规范要求或符合原标准规范和设计要求，粘接牢固	不必采取措施
	<i>b</i>	符合原标准规范和设计要求值的 70%以上，无明显的空鼓	可不采取措施
	<i>c</i>	有局部缺陷，保温系统少量空鼓。检验项目指标不低于原标准规范和设计要求值的 50%，饰面层有开裂、无脱落	应采取措施进行维修
	<i>d</i>	墙体缺陷面积、检验项目指标低于原标准规范和设计要求值的 50%，或保温系统出现明显的空鼓、有脱落	必须立即排危加固或修缮
评价单元	<i>A</i>	符合本标准对 <i>A</i> 级的要求，安全。	不必采取措施
	<i>B</i>	略低于 <i>A</i> 级的要求，不影响整体安全。	可不采取措施
	<i>C</i>	局部有缺陷，已有较严重安全隐患。	要采取措施，且应进行修缮
	<i>D</i>	有严重缺陷，不安全。	应立即采取措施，且应进行拆除或修缮

## 4 核查与检验

### 4.1 一般规定

4.1.1 既有建筑外墙外保温系统可靠性评价时，应对涉及外墙外保温系统的建筑物使用条件、使用环境和结构现状进行调查与检测；调查的内容、范围和技术要求应满足外墙外保温系统可靠性评价的需要，并应对外墙保温系统整体牢固性现状进行调查。

4.1.2 调查和检测的工作深度，应能满足外墙外保温系统可靠性评价及相关工作的需要；当发现不足，应进行补充调查和检测，以满足评价的质量要求。

4.1.3 当外墙外保温系统的施工图纸、资料缺失或与实际工程不相符时，应对外墙保温系统的构造、节点体系、连接材料强度、基墙结构和尺寸等进行检测，并应对复杂工程绘制外保温工程节点构造现状图。

4.1.4 检验时应考虑现场天气因素的影响，对现场检测环境进行记录。

条文说明：现场检验时应避开有害天气，检验时应对环境气温、风力、风向、日照和降水等环境因素做记录。

4.1.5 现场检验包括现场外观检查和实体测试，实体检测区域应具有防止发生坠落措施，应设立安全警戒标识，依据现场情况实施相应安全监督管理措施。

条文说明：现场检验应保证检验人员安全，还应保证检测场地周围安全，防止检测部位出现高空坠物等。

4.1.6 现场实体检测工作完成后，检测方应告知委托方对检测过程中所形成的外墙损坏部位由委托方及时进行修复以免造成危害。

条文说明：外墙损坏是指检测过程中必须发生的，如外墙面切割、剥离、钻芯等对外墙取样检测造成局部损坏。

### 4.2 资料核查

4.2.1 查阅图纸资料，包括项目建设基本情况、外墙外保温构造设计资料、施工图节能审查报告、节能设计文件、节能专项施工方案，节能设计变更资料，竣工验收资料，包括隐蔽工程验收记录的验收文件、事故处理报告等。

条文说明：外保温系统采用的保温材料、粘结材料等的品种、规格，其产品合格证、型式检验报告和进场复检报告、隐蔽工程验收记录等；外保温系统附着的基层及其表面处理方式、资料；保温板材与基层及各构造层之间的粘结或连接方式、墙体节能构造钻芯报

告及试验报告；外保温系统采用预埋或后置锚栓固定时，锚栓数量、位置、锚固深度、锚固节点做法和拉拔力试验报告；加强网的种类、规格、性能参数和铺贴和搭接方式；抹面层材料类别、产品合格证、型式检验报告、进场复检报告和厚度；透气构造、温度变形缝、沉降缝等的构造节点做法。

**4.2.2 查询建筑物历史，包括与外墙外保温系统相关的原始施工、历次修缮、使用条件改变以及受灾等情况。**

条文说明：包括可能的外墙外保温系统面脱落记录、修缮记录、受灾情况、事故处理报告、历次评价加固改造记录等；使用历史情况主要是灾害环境中地震、冰雹、飓风、爆炸、火灾、撞击等作用情况。

**4.2.3 现场使用环境的调查，按资料核对建筑物现状，查看已发现的问题、听取有关人员的意见等。**

条文说明：使用条件主要是环境大气温度、湿度变化，降水量，风作用，反复冻融作用；调查和检测环境干湿、冷热交替作用部位节点构造的环境作用和现状。频繁受水蒸气或冷凝水作用的部位，夏季冷热冲击、冬季冻融循环作用的墙面。冻融环境按当地最低月平均气温划分为微冻地区、寒冷地区。其月平均气温分别为： $-3^{\circ}\text{C}\sim-2.5^{\circ}\text{C}$ 、 $-8^{\circ}\text{C}\sim-3^{\circ}\text{C}$ 。处于陕西省寒冷地区的既有建筑外墙外保温系统应考虑环境冻融作用，气温最低月平均温度在 $2.5^{\circ}\text{C}$ 以上地区的可不考虑冻融作用。

查看已发现的问题主要检查外墙表面及门窗洞口、女儿墙和阴阳角处的开裂、脱落、渗水等。涂料类外墙饰面应主要检查涂饰面层掉粉、起皮、裂损、脱落、明显变形状况等。

**4.2.4 了解既有建筑外墙外保温系统构造做法，包括各层厚度、施工工艺及方法，外墙外保温系统节点构造做法等。**

条文说明：外墙外保温系统节点构造做法，应包括抹灰层、分格/分隔缝、滴水线（槽）、防火隔离带、伸缩缝、透气构造等。

## 4.3 外观检测

**4.3.1 应对测试单元外墙表面进行外观缺陷检查。**

条文说明：按资料核对建筑物现状及与设计文件的相符情况，宜绘制评价单元检测范围内各外墙立面图，并在立面图里标记外墙饰面层缺陷的具体位置，影响范围等。

调查建筑物实际使用状况和环境条件（建筑物方位、朝向、日照、周边环境遮挡或反射等），现场考察外墙外保温系统实际情况，走访、查看已发现的问题并听取相关人员意见，明确是否有明显地脱落、变形、空鼓、破损等缺陷，必要时辅助利用红外热成像等技术进行辅助检查。

**4.3.2 外观检测应符合下列规定：**



1 对既有建筑外墙外保温系统的检查，主要检查外墙面裂缝、保护层空鼓脱层、渗水痕迹、面层粉化、起皮、爆灰，以及热工缺陷等。

2 检查墙面平整度，各组节点质量现状，包括阴阳角、门窗洞口、女儿墙、变形缝、抗裂分隔缝等节点部位变形、脱层、开裂、脱开等情况。

3 全面检查外墙空鼓，可采用红外热成像技术、三维激光扫描技术等方法。

4 全面检查外墙热工缺陷，宜采用红外热成像技术方法。

5 可采用带刻度的高倍望远镜等对建筑外饰面裂缝观察测量。

6 对观察到的缺陷，应按出现位置记录缺陷类型、程度和缺陷面积  $S_{da}$ 。

4.3.3 当采用红外热像法检测保护层空鼓缺陷时，检验方法和结果的评估可按现行行业标准《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》JGJ/T 277 执行，必要时应采用附录 A 小锤敲击法对空鼓缺陷位置进行复核。

条文说明：采用红外热像法检测保护层空鼓时，需视具体情况采用辅助方法进一步验证和修正，关键部位采用小锤敲击法人工核查，如空鼓检测中采用敲击法、渗漏检测中采用渗漏仪测试法、局部破凿检测方法等复核后，在图像上标记缺陷位置，并计算总缺陷面积。

4.3.4 外墙外保温系统的外观缺陷检测，宜优先采用非接触式检测方法，如高清图像测量法，三维激光扫描法，红外热像法等。

条文说明：采用目视检测的方法，应保证被检墙面在清晰可视的范围内，对于距离较远、较高区域墙体面层爆灰、翘曲和裂缝的检测，可使用望远镜、无人机观测平台和吊篮等设备；对于裂缝尺寸、数量以及脱落、渗水的情况可使用裂缝检验尺或其他仪器进行测量。

4.3.5 红外热像法检测外墙外保温系统渗漏缺陷，所采用的仪器应满足现行行业标准《建筑红外热像检测要求》JG/T 269 的相关规定。

## 4.4 实体检验

4.4.1 对测试单元内进行现场实体检验时，检验项目应根据既有建筑外墙外保温系统类型组合选取，检验项目批量应符合本导则 3.3 抽样规定。

条文说明：陕西省内既有建筑中常见的外保温构造有三类，即粘贴保温板薄抹灰外保温系统、胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统、保温装饰一体板外保温系统等。

粘贴薄抹灰外保温常见保温板为 EPS 聚苯板板、XPS 挤塑聚苯板板、PU 聚氨酯板、MPF 改性酚醛板、TEPS 改性聚苯板、岩棉板、泡沫混凝土板、真空绝热板等。胶粉聚苯颗粒外保温、喷涂外保温、无机保温砂浆外保温的保温材料涂覆在外墙表面，保温装饰一

体板通过机械固定、粘接方式，或其组合连接在外墙表面。应根据不同的粘结、固定连接方式选取实体检验项目。

4.4.2 保护层拉伸粘接强度  $\sigma_l$  检测时，应在测试单元内每个检验批随机选取 5 个测点，断缝应切割至保温层，保温层切割深度不应大于 10mm。试验方法应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 附录 C 之 C.3 规定。

条文说明：测试保温层、抹面抗裂层和饰面层间连接牢靠情况，保护层与保温层粘接强度  $\sigma_l$  检测试样尺寸应为 100mm × 100mm，试件面积应为 100cm<sup>2</sup> 左右。

4.4.3 外墙饰面砖粘结强度的检测，应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110 的相关规定。

4.4.4 对于非瓷砖饰面的外墙外保温系统保护层裂缝检测可采用照相法，在目标处安置长 1m 的标尺拍照后，统计 1 m<sup>2</sup> 内可见裂缝数量。

裂缝深度可用小刀刮除裂缝一侧饰面层后，观察判定裂缝是否贯通保护层。如裂缝贯通至保护层，继续刮掉保护层，观察判定保温层是否开裂和贯通。检查裂缝时应保留相应的照片记录。

条文说明：外墙外保温系统表面开裂可导致一系列问题，如外墙渗漏和加速劣化，裂缝深度和数量决定了外墙渗漏和加速劣化的程度。因此，应根据外观检测结果选取测试单元内裂缝较多的最不利部位进行单位面积内裂缝数量的检测。

4.4.5 外墙外保温系统锚固力现场拉拔试验，每个测试单元内每个检验批不应少于 10 个测点，按现行行业标准《外墙外保温用锚栓》JG/T 366 附录 B 的试验方法进行。

4.4.6 锚栓安装质量检验时，应对单位面积有效锚固数量  $N_{eq}$  进行检验。圆盘锚栓和抗裂网的相对安装位置正确，单个锚栓的圆盘公称直径应符合设计或施工方案中锚栓的规格要求，且不小于 50mm。摩擦承载凸缘锚栓的规格应符合现行行业标准《外墙外保温用锚栓》JG/T 366 的要求。锚栓规格和其平均抗拉承载力高于表 4.4.6 指标的 70% 的记为有效锚固。

表 4.4.6 锚栓在不同基墙上抗拉承载力指标

基墙类型	指 标	基墙类型	指 标
普通混凝土	≥0.60	多孔砖砌体	≥0.40
实心砌体	≥0.50	空心砌块或蒸压加气混凝土	≥0.30

条文说明：常见圆盘锚栓有摩擦承载圆盘锚栓、摩擦和机械锁定圆盘锚栓。对于采用圆盘锚栓固定的外保温系统单位面积锚栓数量和抗拉承载力检测时，应先确定锚栓所在位

置。一般情况下，目视观察墙面锚栓的位置不可见，因此需要首先剥离锚栓表面饰面层，宜依据外保温系统实际构造确定剥离位置和深度，或者采用红外热像仪扫描标记锚栓位置、剥离后进行试验，分别记录单位面积锚栓规格、数量、单个锚栓抗拉承载力，进而统计单位面积内规格和锚固力符合要求锚栓数量，即有效锚固数量  $N_{eq}$ 。

对于既有建筑外墙保温系统采用锚栓连接固定的，根据《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG149-2003 之 5.6 锚栓规定，其塑料圆盘直径不小于 50 mm。

摩擦承载凸缘锚栓、摩擦和机械锁定圆盘锚栓的规格和锚固力检测方法，参照现行行业标准《外墙保温用锚栓》JG/T 366 相关规定。

根据《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144-2004 之 6.5.6 规定，机械固定系统锚栓、预埋金属固定件数量应通过试验确定，并且每平方米不应小于 7 个。单个锚栓拔出力 and 基层力学性能应符合设计要求。

参照现行行业标准《建筑外墙外保温系统修缮标准》JGJ 376-2015 之 4.4.4 条，现场评估中保温板材类、现场喷涂类外墙外保温系统的粘结强度不低于原设计值 70% 时，宜进行局部修缮。单个锚栓抗拉承载力向下延伸 70% 为可以接受下限值，向下再降低于 50% 时为严重安全隐患值。

4.4.7 用于外保温系统连接构造的构、配件质量应符合相关标准或设计要求，安装构造尺寸偏差应符合设计或施工方案相关内容要求，连接构造的变形满足设计要求，无脱开、无脱落。

条文说明：对于外保温系统中安装的托架、挂件、墙面扣件、排气孔、变形缝等国家、行业、协会和地方标准无具体性能指标要求的，安装情况应依据设计或施工方案内具体技术要求检查。外墙面上需要悬挂管道、空调机等重物时，其支架的埋件必须固定于基墙的主体结构内。

根据《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144-2004 之 6.5.9 规定，机械固定系统金属固定件、钢筋网片、金属锚栓和承托件应做防锈处理。

4.4.8 既有外墙外保温系统保温层应无明显劣化，对于保温层未出现表面变色、分层，保温材料未变性粉化的，可取样测试其导热系数的变化情况。

条文说明：保温层为有机材料的，变色预示着表面已经出现劣化变性，粉化表明部分保温材料结构发生破坏，一般有机材料粉化带变色，对其可靠性不利。无机保温材料疏松失去自持内聚力后，环境扰动后可能差生不利影响。取样测试保温材料的导热系数可以判定其实际的保温性能衰减趋势。

4.4.9 对基层及粘接层拉伸粘接强度  $\sigma_b$  测试时，断缝应切割至基层墙体。切割宜选在保温材料与基层墙体之间充满粘贴剂的部位，否则应按实际粘贴面积进行

换算。当测试保温浆料外保温系统拉伸粘结强度  $\sigma_b$  时，断缝应从保护层切割至基层墙体。每个测试单元内每个检验批随机选取 5 个测点，检测方法应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 附录 C.3 的规定，检测结果评定取 5 个测点测试结果的平均值。

条文说明：既有外墙外保温系统基层及粘接层拉伸粘结强度  $\sigma_b$  测试时，根据《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144-2004 之 6.1.6 规定，基层与胶粘剂的拉伸粘结强度检验，粘结强度不应低于 0.3MPa，并且粘结界面脱开面积不应大于 50%，本条文检测内容设计既有建筑粘贴保温板的外墙外保温系统工程中的三个界面，即墙体和找平砂浆层界面、找平砂浆与粘接砂浆界面，粘接砂浆与保温板界面，通过现场试验检测得到各界面连接的最薄弱环节。

4.4.10 外墙外保温系统粘结面积比  $S_{aar}$  检测，应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 附录 C 保温板粘结面积比  $S_{aar}$  剥离检验方法的规定。

条文说明：既有外墙外保温系统粘结面积比检测时，一般都带有保护层，可以用钢板尺在外墙面上绘制边长 1m 的正方形，将保温板剥离后拍照，采用图像处理软件（如 PhotoShop 等）标识粘结区域，并统计粘结总面积，从而计算粘结面积比  $S_{aar}$ 。

保温板与基层粘结面积比  $S_{aar}$  参照现行国家规范 GB50411 C.0.6 款，以锚固为主的岩棉薄抹灰系统的评价，以锚固连接安装为主的装饰保温一体化系统的评价应选取各系统相应检验项目的评价指标。

关于基层及粘结层的粘贴面积比  $S_{aar}$ ：JGJ/T480 中岩棉条  $S_{aar} \geq 70\%$ 、岩棉板  $S_{aar} \geq 50\%$ 、JGJ144-2019 6.13 中规定做法  $S_{aar} \geq 40\%$ 。

典型薄抹灰系统保温板的粘结方式有点框法和条粘法。点框法适用于平整度较差的墙面，条粘法适用于平整度好的墙面。当采用点框法施工，设计为涂料饰面时，粘结面积率不小于 40%；设计为面砖饰面时，粘结面积率不小于 50%。

根据《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144-2004 之 6.1.7 规定，粘贴 EPS 板时，应将胶粘剂涂在 EPS 板背面，涂胶粘剂面积不得小于 EPS 板面积的 40%。

《外墙外保温工程技术标准》JGJ144-2019 之 6.13 条：保温板应采用点框粘法或条粘法固定在基层墙体上，EPS 板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的 40%，并宜使用锚栓辅助固定。XPS 板和 PUR 板或 PIR 板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的 50%，并应使用锚栓辅助固定。

4.4.11 系统构造实体检测，宜采用钻芯检验保护层厚度  $H_{tpc}$  及面密度、墙体保温材料的种类、保温层厚度及构造做法是否符合设计要求，钻芯检验应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的相关规定。

条文说明：外墙外保温系统中保温板厚度测量，一旦安装完成后厚度在服役过程中变化较小，所以厚度检测结果应以《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 附录 F 要求检测和判定。保护层的面密度可将一组的三个芯样保温板剥离后称量取平均值。

4.4.12 对于非瓷砖饰面保护层厚度检测，可以采用钢板尺测量粘结力检测、取芯检测等试样保护层厚度，用小刀小心刮掉饰面层后测量抗裂抹面层厚度，随机选取 10 测点测量，最后计算保护层、饰面层算平均厚度。

条文说明：外墙外保温系统保护层厚度和其表面开裂有直接关系，符合设计和施工要求的抗裂抹面层和饰面层厚度能够延长外墙外保温系统正常的服役年限。

## 5 评价

### 5.1 测试单元评级

5.1.1 既有建筑外墙外保温系统测试单元检验项目的可靠性评价指标，按表 5.1.1 中检验项目可靠性评价指标对测试单元内每个检验部位的基层及粘结层、保温层、连接系统、保护层等检验项目的检验结果划分等级。

表 5.1.1 检验项目可靠性评价指标

检验项目		$a_u$ 级	$b_u$ 级	$c_u$ 级	$d_u$ 级
保护层	外观及缺陷	无外观缺陷、且无空鼓	局部少量外观缺陷、无明显空鼓区域	大面积外观缺陷、或脱开 $\leq 15\text{mm}$ ，且空鼓 $S_{da} < 5\text{ m}^2$ ，且无脱落	普遍严重外观缺陷、或脱开 $> 15\text{mm}$ 或总空鼓 $S_{da} > 20\text{ m}^2$ ，或有脱落
	粘接牢固	无分层和开裂 $\sigma \geq 0.1\text{MPa}$	无分层和开裂 $\sigma \geq 0.07\text{MPa}$	单处连续缺陷 $S_d \leq 5\text{ m}^2$ ，且 $\sigma \geq 0.05\text{MPa}$	缺陷明显，单处连续缺陷 $S_d > 5\text{ m}^2$ ，或 $\sigma < 0.05\text{MPa}$
	厚度及开裂	无开裂 $H_{ipc} > 3\text{mm}$	少量表面开裂，无渗漏，未到抗裂砂浆层， $H_{ipc} > 2\text{mm}$	开裂至保温层，有渗漏，且裂缝数量 $\leq 50$ 条，且 $H_{ipc} < 2\text{mm}$	贯通性开裂，渗漏较严重，或裂缝数量 $> 50$ 条，或 $H_{ipc} < 2\text{mm}$
连接系统	锚栓安装	构造规范、 $N_{eaq}$ 符合设计要求	构造规范 $N_{eaq} > 5\text{ 个}/\text{m}^2$	$5\text{ 个}/\text{m}^2 > N_{eaq} \geq 3\text{ 个}/\text{m}^2$	$N_{eaq} < 3\text{ 个}/\text{m}^2$
	连接构造	连接方式符合设计、规范或施工方案要求，无表面缺陷和安装缺陷	局部的表面缺陷，且工作无异常	少量安装缺陷，连接方式不当，构造有少量缺陷(包括施工遗留缺陷)；或连接有变形、滑移或其他损坏，且无脱开	连接构造有严重缺陷(包括施工遗留缺陷)；或构造有裂缝；或连接有变形、滑移或脱开
保温层	保温层劣化	无粉化、无分层	有明显色差，且无分层、粉化	轻微的分层、或表面粉化或疏松	有明显分层、或表面粉化或疏松
基层及粘结层	粘接牢固	$S_{aar}$ 符合标准要求， $\sigma_b \geq 0.1\text{MPa}$	$S_{aar} \geq$ 标准要求的 70%， $\sigma_b \geq 0.07\text{MPa}$	$S_{aar}$ 在标准要求的 50%~70%，且 $\sigma_b \geq 0.05\text{MPa}$ ，且空鼓 $S_{da} < 5\text{ m}^2$ ，且无脱落	$S_{aar} <$ 标准要求的 50%，或 $\sigma_b < 0.05\text{MPa}$ ，或总空鼓 $S_{da} > 20\text{ m}^2$ ，或有脱落

条文说明：表 5.1.1 规定的性能指标判定原则，检测项目检测结果如相关标准规范中有规定数值的， $b_u$  级性能指标按照大于相关标准规范要求值的 70% 选取， $c_u$  级按照相关标准规范要求值的 50%~70% 选取， $d_u$  级按照小于相关标准规范要求值的 50% 选取。

《建筑外墙外保温系统修缮标准》JGJ376-2015 4.4.4 外墙外保温系统的评估结论应明确外墙外保温系统的修缮范围，并应符合下列规定：

1 当保温砂浆类外墙外保温系统的空鼓面积比不大于 15% 或保温板材类、现场喷涂类外墙外保温系统的粘结强度不低于原设计值 70% 时，宜进行局部修缮；

2 当保温砂浆类外墙外保温系统的空鼓面积比大于 15%或保温板材类、现场喷涂类外墙外保温系统的粘结强度低于原设计值 70%，或出现明显的空鼓、脱落情况时应进行单元墙体修缮。

5.1.2 按照不同的外墙外保温系统构造形式，按照表 5.1.2 选取适合的检测项目。

表 5.1.2 测试单元的检测项目的选择

构造位置	序号	检验项目	粘贴保温板薄抹灰外保温系统	胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统	保温装饰一体板外保温系统
保护层	1	饰面层缺陷	√	√	√
	2	外墙渗漏	√	√	√
	3	缺陷面积	√	√	√
	4	保护层粘结力	√	√	×
	5	裂缝数量	√	√	×
	6	裂缝深度	√	√	×
	7	保护层厚度	√	√	×
	8	脱开尺寸	√	√	×
	9	空鼓总面积	√	√	√
连接系统	10	构造规范	√	√	√
	11	锚栓规格	√	×	√
	12	锚固承载力	√	×	√
	13	有效锚固数量	√	×	√
	14	连接构造符合性	√	×	√
	15	连接件规格	×	×	√
	16	连接变形和滑移	×	×	√
	17	表面缺陷	×	×	√
保温层	19	材料变性劣化	√	√	√
	20	保温性能	√	√	√
基层及粘结层	21	粘结面积比	√	√	√*
	22	粘结力	√	√	√*
	23	空鼓面积	√	√	√*

\*设计或施工方案中有粘接要求时

条文说明：针对陕西省内常见的既有建筑外保温构造，粘贴薄抹灰外保温系统常见保温板有 EPS 聚苯板、XPS 挤塑聚苯板、PU 聚氨酯板、MPF 改性酚醛板、岩棉板、泡沫混凝土板、真空绝热板等，胶粉聚苯颗粒外保温系统，喷涂外保温，装饰保温一体板外保温系统，无机保温砂浆外保温等系统。应根据不同的粘结、固定和连接方式选取实体检验项目，如以锚固为主的岩棉板等外墙保温系统，保温板与基层粘结牢固检测结果不影响其检测单元可靠性评级。

5.1.3 测试单元内饰面瓷砖脱落或保温系统脱落的，其测试单元可靠性为 *d* 级。有局部、少量单个面积不超过 1 m<sup>2</sup>的饰面层疏松、起皮脱落的其测试单元可靠性为 *c* 级。

条文说明：外墙保温系统只要有脱落现象，根据不同饰面层、构造形式判定其检验项目的可靠性级别，饰面层少量疏松、脱落的，对周边环境和人员不造成较严重影响的，但需要及时维修的判定为  $c$  级，除此以外所有出现可能影响环境和人员安全的脱落缺陷都判定为  $d$  级。

5.1.4 测试单元可靠性评级，应根据外保温系统不同粘贴、固定、安装连接方式按表 5.1.1 确定检验项目，按表 5.1.3 取检测部位中检验项目等级最低的作为该测试单元的不同构造位置的可靠性等级。

表 5.1.3 测试单元构造位置可靠性评级

评价对象	等级	符合国家现行标准规范要求，粘接牢固
测试单元的保护层、连接系统、保温层、基层及粘结层	$a$	符合原标准规范和设计要求，未出现明显的空鼓、脱落
	$b$	有局部缺陷，保温系统无空鼓。检验项目指标不低于标准要求的 70%，饰面层无明显开裂，无脱落
	$c$	墙体缺陷面积符合本导则 $c_u$ 级要求、检验项目指标达到原设计或标准要求的 50%~70%，或保温系统出现少量的空鼓、无严重脱落
	$d$	不符合原设计和标准规范要求，有空鼓、脱开、严重脱落

条文说明：一个测试单元内可能划分若干个检验批，比较每个检验批中各个检验项目最低分级，选择判定为该测试单元的构造位置可靠性级别，应以图表方式记录各个检测项目的对应的检测位置、状态、分级信息，为后期修缮和处置提供技术依据。

举例说明检测项目和测试单元分级判定方法如下：

假设某个测试单元检测的构造位置为保护层和连接系统，共检测 3 个部位的饰面层缺陷和有效锚固数量  $N_{eaq}$ ，判定方法见表 5.1.4，构造位置中保护层为  $d_u$  级，连接系统为  $c_u$  级；测试单元可靠性分级为  $d_u$  级。

表 5.1.4 测试单元可靠性等级判定表

检测部位	构造位置	检测项目可靠性等级	可靠性等级
1	保护层	$d_u$ 级	构造位置： 保护层 $d_u$ 级 连接系统 $c_u$ 级 测试单元： $d$ 级
	连接系统	$c_u$ 级	
2	保护层	$c_u$ 级	
	连接系统	$c_u$ 级	
3	保护层	$b_u$ 级	
	连接系统	$c_u$ 级	



## 5.2 评价单元评级

5.2.1 评价单元的可靠性，应在该测试单元集合的保护层、连接系统、保温层和基层及粘结层的可靠性评级的基础上进行确定。

5.2.2 评价单元可靠性等级的评定，可根据该种评价单元内每一测试单元的评定结果，按表 5.2.2 的分级标准评级。

表 5.2.2 评价单元可靠性等级的评定

等级	测试单元集
A	该测试单元集内，粘接牢固，不含 b 级
B	该测试单元集内，不含 c 级，可以裂纹不能空鼓
C	该测试单元集内，不含 d 级，无脱落
D	该测试单元集内，空鼓超过规范规定，有脱落。

5.2.3 评价单元的可靠性等级，应按该评价单元中各测试单元集内最低等级确定，并标明测试单元集内最低等级所在位置。

## 5.3 适修性评估

5.3.1 既有建筑外墙外保温系统适修性评估应遵循安全可靠、美观适用、经济合理、节能环保的原则。

5.3.2 既有建筑外墙外保温工程局部修复时，修复部位的保温层厚度应与原保温层厚度一致；采取整体修缮时，应不降低原节能设计要求。

条文说明：考虑到外保温系统的节能性以及修复部位与未修复部位的协调性，本条规定修复部位的保温层厚度应与原保温层厚一致。

5.3.3 既有建筑外墙外保温系统可靠性评级结果为 C、D 级的，其适修性分级标准见表 5.3.3。

表 5.3.3 适修性分级标准

等级	分级标准	适修性
I	容易修复，修好后可恢复设计功能，所需费用远低于新建的造价	应予修复
II	稍难修复，修复后能恢复或接近原设计功能，所需费用较低	可以修复
III	难修复，修复后降低其使用功能，所需费用较高	是否修缮需综合权衡
IV	不能修复，已无使用价值，或修复费用非常高	不适合修缮

条文说明：保温层发生劣化变质、疏松、粉化失去保温性能的，不能修复。

## 6 评价报告编写要求

### 6.0.1 评价报告应包含下列内容：

- 1 工程名称，建筑物概况，委托单位等；
- 2 依据标准、规范及委托方提供的资料；
- 3 仪器设备；
- 4 评价的目的、范围和内容；
- 5 外墙保温现状概况；
- 6 检验结果分析与评价；
- 7 结论与建议；
- 8 附件，包括相关图纸、照片资料等。

条文说明：既有建筑外墙外保温系统可靠性检测评价报告应对各检测项目给出详细的问题描述、完整的评定过程和明确的评定结论，重点评判出各检测项目是否符合原设计要求或相应规范的规定，最后对外保温系统做出可靠性评价。

5 外墙保温现状概况包括外墙外保温类型、缺陷部位等和测点的布置情况；

6 检验结果包括外保温系统的缺陷类型、缺陷面积  $S_{da}$ 、缺陷程度、外观质量检查情况、粘结性能推定结果、系统构造核查情况、空鼓和渗漏的检查识别、锚栓的抗拉拔强度推定及分布核查等。

### 6.0.2 评价报告中，应对评价单元为 C 级、D 级的测试单元中出现 $c_u$ 级、 $d_u$ 级检验项目的数量、位置逐一说明。

条文说明：报告中应以图表方式表达各个检测项目的对应的检测位置、状态、分级信息，为后期修缮和处置提供技术依据。

### 6.0.3 在评价报告建议部分给出，对于可靠性评价中发现的问题，应根据其严重程度和具体情况有选择的采取下列处理措施：

- 1 加固或更换构配件；
- 2 排危或者停止使用；
- 3 全面或局部修缮、更新。

### 6.0.4 评价报告中应对可靠性评价结果进行说明，并应包含下列内容：

1 对建筑物外墙外保温系统或其组成部分所评定的等级，应仅作为技术管理或制定维修计划的依据；

2 应及时对其中所含的  $c$  级、 $d$  级测试单元及 C 级、D 级评价单元采取不同级别的加固修缮或拆除措施。

## 附录 A 外墙外保温系统缺陷现场敲击检测方法

A.0.1 本方法适用于既有外墙外保温系统中粘接情况的现场初步检验。

A.0.2 被检测的对象必须进行目视检查，在保证安全的条件下，宜随机布控取样部位，取样部位表面应无污损。对于空鼓部位可以加大取样密度。

A.0.3 敲击工具可采用带把手的小锤（锤头质量小于 50g），轻轻地连续轻叩粘接墙面，根据声音判断非粘结区和分层空鼓区域，以及确定缺陷的大致位置和程度。

A.0.4 对外墙外保温系统墙面敲击检查时，如果小锤敲击声音低沉、发闷则可以比较判定为不密实点，如果敲击时发出清晰、清脆的声音则可以比较判定为密实点。检测区域内若干相连接不密实点的区域为分层空鼓区域。

A.0.5 敲击法主要依据评价人员的现场经验，检验人员必须学习和了解不同声音所代表的缺陷。从事敲击检验的检验人员两耳听力应正常。敲击检测应由有经验的检验人员使用特定的检测样品，通过听不同的缺陷和无缺陷样点的声音对检测人员进行专项培训。

条文说明：两耳听力应正常是指医学检查：在频率范围  $f_1$  ( $0.125\text{kHz} \leq f_1 < 3\text{kHz}$ ) 内两个耳朵听力损失不得超过 30 分贝和在频率范围  $f_2$  ( $3\text{kHz} \leq f_2 \leq 8\text{kHz}$ ) 内两个耳朵听力损失不超过 40 分贝。

A.0.6 现场宜用记号笔标志和记录缺陷区域。

## 附录 B 外墙外保温系统表面缺陷三维激光扫描探测方法

**B.0.1 目的：**采用三维激光扫描非接触方法，可快速非接触地探查既有建筑外墙外保温系统的缺陷情况，包括墙面凸起（保温层或防护面层脱开引起的面层鼓包）、凹陷（施工平整度）区域的特征，出具按外墙检测区域划分的保温系统立面图和缺陷部位的彩色等高线渲染图，并统计并标明各个缺陷部位的面积、凹凸高度。

条文说明：建筑立面特征测量工作要求具有较高的测量精细度，以及较丰富的测量内容，同时还要求具有较高的测量与绘图水平。

首先，将测得的点云数据传输到处理软件中，对点云进行去噪处理，并在配准功能模块中应用自动化配准工具，点云站点间配准精度应优于 5mm。

该软件会根据不同测站中扫描点云的几何特点对是否属于同一平面进行判断，并且根据建筑物平面的几何特征，进行不同测站点云的配准工作。若存在个别测站计算机不能进行自动配准时，需要采取人工选择的方式进行同名点配准。在外业测量工作应用连接靶标球拼接测站点时，应采用设备的配准功能。

对点云数据进行分割完成后，应进行正摄投影。即在建筑立面的点云数据中选择同一竖直平面的 3 个特征点进行投影面定义，并通过数字正摄影像属性中的定向向量对投影面是否竖直进行检查。然后对图像像素、分辨率大小以及需要投影的点云区域进行定义，其中图像像素与分辨率的大小与点云密度相关，即建筑物立面中的点云数据量越多，形成的正摄影像的分辨率就越高。此外，数字正摄影像的颜色的定义可以以彩色代码亮度、真彩色以及弧度级等属性为依据，根据不同的情况，保证其可以更容易进行影像判读。

**B.0.2 提出对仪器设备性能的要求，测试距离和角度要求，精度和分辨率等要求；被测建筑立面探查工作面区域(长宽高)的划分要求。**

线性误差：±1mm；

标准化测距噪声：0.02mm（在 100m 处目标反射率 37%时）；

测角误差：0.007°；

条文说明：按照仪器搭载平台分为机载式扫描系统、车载式扫描系统、地面式扫描系统、手持式扫描系统。按工作原理分为：

脉冲式：扫描仪的测量原理是通过接受发射到目标物体表面并返回的激光脉冲，然后

根据其时间差及仪器内部记录的瞬时角度来计算三维坐标。脉冲式的仪器测程较远，但其精度相对较低且扫描速度较慢。

相位式：此种仪器是通过仪器内部控件记录激光的频率相位差，以及瞬时测量角度计算测量距离及坐标。该类扫描仪测程较短，但是精度高，速度快常适用于精密测量。

脉冲相位式：这种扫描系统通过结合前两种扫描系统的作业原理并加以改进，克服了两种仪器的缺陷。具有测量距离远，精度高等特点，是较为理想的扫描系统。

目前市场上主要的三维激光扫描系统有 Surphaser、Leica、Trimble、以及 Riegl、Optech、Faro 等厂家，下面对这些厂家的主力产品进行了汇总。将常见的扫描系统的主要性能指标进行汇总如下表 B.0.2-1 所示。

表 B.0.2-1 常用三维激光扫描仪

生产厂家	产品型号	测距范围/m	定位精度	扫描视场	工作原理	数据采样率/(点 <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )
Riegl	VZ-1000	1.5~1400	5mm/100m	360*100	脉冲式	125000
Optech	ILRIS 3D	3 ~ 1500	8mm/100m	40*40	脉冲式	2500
Leica	HDS6200	0.4~79	± 3mm/50m	310*360	相位式	1016727
Surphaser	25HSX	0.2~140	± 1mm/15m	360*310	相位式	1200000
Faro	Photon120	0.6~120	± 3mm/25m	360*320	相位式	976000

B.0.3 对测试结果表达方式的要求，凸凹区域面积和渲染图示，宜采用等高线色彩渲染方式表达。

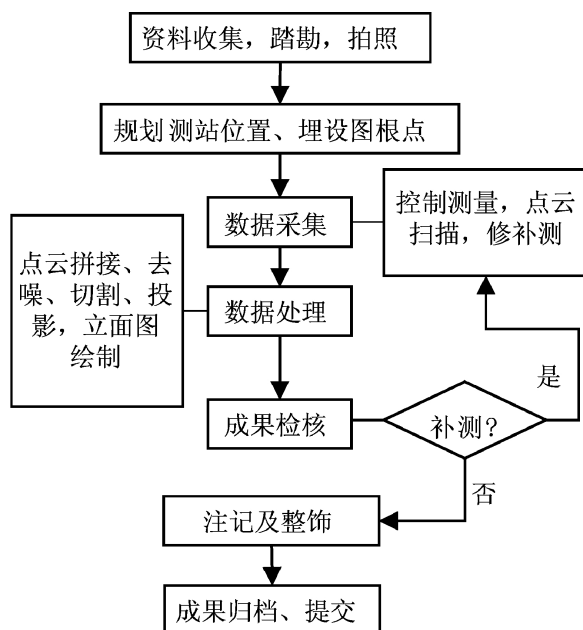
B.0.4 对测试程序和现场测试过程的规定，先做站点规划，如何设置合适的测位，如何选择分辨率等。

1 三维激光扫描测量外墙立面的步骤:第一踏勘选择设站点，应无遮挡。设置合适的测量水平角（边角 90°，中间 180°）和垂直倾角一般 < 60°。设置合适的点云测量密度。

2 现场测量

3 数据内业整理及出具报告。

条文说明：三维激光扫描建筑外立面测绘工作流程图，应根据测绘工作误差要求和所采用仪器精度确定采用布设辅助测绘标靶点的位置和数量。



#### B.0.5 既有建筑立面三维激光扫描方法的适应范围和限制。

1 有镜面反射现象或测绘倾角过大时的外立面不宜采用三维激光扫描测绘技术。

2 被测建筑外墙的最远测量距离宜小于 150m, 扫描点间距宜小于 3cm。

#### B.0.6 检测报告的格式。

1 建筑立面可见光照片, 建筑基本概况;

2 建立所扫描探测区域的基准面的相关描述;

3 凹凸区域数据可视化渲染再现, 给出凹凸标尺和图形上的等高线。

4 探查墙面的各个异常区域面积、凸起凹陷高度等统计数据。

5 探查结论, 有/无建筑保温墙立面缺陷部位。有缺陷时, 给出数量、面积和凹凸高度。

## 本导则用词说明

1 为便于在执行本技术导则条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:

“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210
- 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2007
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2019
- 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.1
- 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》GB/T10801.2-2002
- 《喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T20219
- 《红外热像法检测 建设工程现场通用技术要求》GB/T29183
- 《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 29906
- 《外墙外保温系统材料安全性评价方法》GB/T31435
- 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ110
- 《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ126
- 《外墙外保温工程技术规程》JGJ144-2004
- 《外墙外保温工程技术标准》JGJ144
- 《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》JGJ/T277
- 《保温防火复合板应用技术规程》JGJ/T350
- 《建筑外墙外保温系统修缮标准》JGJ376
- 《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG149-2003
- 《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统》JG/T158-2004
- 《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG/T158-2013
- 《保温装饰板外墙外保温系统材料》JG/T287
- 《建筑红外热像检测要求》JG/T269
- 《外墙外保温用锚栓》JG/T366
- 《外墙保温复合板通用技术要求》JG/T480
- 《红外热像法检测建筑外墙饰面层粘结缺陷技术规程》CECS204
- 《后置结构保温一体化建筑外墙系统应用技术规程》T/CECS 676
- 《建筑节能工程施工质量验收规范》DBJ 61-45-2007
- 《建筑节能工程施工质量验收规范》DBJ 61-45-2021
- 《外墙外保温技术规程—胶粉聚苯颗粒复合型保温系统（第一部分）》DBJ/T 61-55-2009
- 《岩棉板外墙外保温系统应用技术规范》DBJ61T 75
- 《泡沫混凝土板外墙外保温系统应用技术规程》DBJ61/T 86