

**T/CECS 530 ‒­­2021**

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用

技 术 规 程

Technical specification for application of building vacuum

ceramic microbeads adiabatic system

（规程修编征求意见稿）

中国计划出版社

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用

技 术 规 程

Technical specification for application of building vacuum

ceramic microbeads adiabatic system

**T/CECS 530 ‒­­2021**

主编单位：浙江威廉姆节能科技有限公司

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2021年12月1日

中国计划出版社

**2021 北 京**

**前**　**言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发（2021年第一批协会标准制订、修订计划）的通知》建标协字【2021】11号文的要求，编制组广泛调查研究，认真总结团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用技术规程》T/CECS 530-2018自2018年8月13日第一次公告施行以来两年多时间的工程应用，在充分汇集科研、设计、图审、施工、质监等方面众多专家的工程实践和经验积累的基础上编制了本规程。

本规程共分8章和4个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、绝热系统、设计与构造、施工、工程质量检验与验收、维护与保养等。本规程的某些内容涉及到材料合成与“界面”材料热工性能检测方法的专利，专利号为ZL 2013 1 0085770.6；ZL 2013 1 0348748.6；ZL 2014 1 0791809.0；ZL 2015 1 0044225.1。对于所涉及专利，专利权属单位要求依法有偿使用。使用者应本着尊重专利权属，对知识产权的保护，直接与本规程的主编单位协商处理。本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由浙江威廉姆节能科技有限公司、住房和城乡建设部科技与产业化发展中心负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中，如有意见和建议，请将意见和有关资料寄送解释单位（地址：杭州市西湖区西溪路525号浙江大学国家大学科技园A楼，邮政编码：310013）。

**主 编 单 位**：浙江威廉姆节能科技有限公司

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

**参 编 单 位**：**拟邀请**

湖州英乔节能科技有限公司、中国建筑科学研究院有限公司浙江大学电子信息与工程学院、 浙江大学材料科学与工程学院、国家建筑材料质量监督检验中心、清华大学建筑学院、清华大学材料学院、同济大学材料科学与工程学院、中国计量大学、浙江工业大学、浙江理工大学、宁波大学、内蒙古大学、深圳建筑科学研究院股份有限公司、上海建筑科学研究院有限公司、山东省建筑设计研究院有限公司、山东同园设计集团有限公司、中国建筑第八工程局有限公司、上海晏匀实业发展有限公司、陕西煤碳运销（集团）有限责任公司、山东龙虎祥节能科技有限公司、浙江省省直建筑设计院、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、黑龙江省寒地建筑工程质量检测中心、陕西省建筑科学研究院有限公司、重庆市建筑科学研究院有限公司、四川省建筑科学研究院有限公司、贵州省建材产品质量检验检测院等。

**主要起草人： 主要审查人**：

目 次

1　总 则 1

2　术 语 2

3　基本规定 4

4　绝热系统 5

5　设计与构造 9

5.1　一般规定 9

5.2　热工设计 10

5.3　构造设计 11

6　施 工 15

6.1　一般规定 15

6.2　进场检验 16

6.3　施工准备 16

6.4　施工执行 18

6.5　施工工艺 19

6.6　安全文明施工 23

7　工程质量检验与验收 24

7.1　一般规定 24

7.2　主控项目 25

7.3　一般项目 26

7.4　验 收 27

8　维护与保养 29

附录A 绝热系统热阻实验室测试方法 30

附录B 检验批验收表 36

附录C 绝热系统现场实体检测方法 37

附录D　绝热系统现场实体热工缺陷检测方法 43

本规程用词说明 45

引用标准名录 46

附：条文说明 48

Contents

1　General provisions …………………………………………..………..……………1

2 Terms …………………………………………………………..……….…….…….2

3　Basic requirements …………………………………………..…….……….….…...4

4 Adiabatic system ……..….………................................................................…...…..5

5　Design and structure ………………………………………......……………...…9

5.1　General requirements ……………………..…………...…………......…………9

5.2　Thermal design ……………………………………..…………………………..10

5.3　Structural design ……………………………...……..….………………...……11

6　Construction ………………………………..…………………………………….15

6.1　General requirements ……………………….………………..………………...…15

6.2　Entrance inspection ……………………..…………………...………………...….16

6.3　Construction preparation …………………….………...……………….....……...16

6.4　Construction execution …………………….……….…...……………….....…….18

6.5　Construction technology ……………………….………..…………………….......19

6.6　Safety and civilization in construction …………………………...…………………23

7 The inspection and acceptance of engineering quality ………...…….….……….24

7.1　General requirements …………………………………..…………….………......24

7.2　Primary items ………………………………………..……….………………......25

7.3　General items ………………………………..……………..………………......26

7.4　Acceptance …………………………………..…………..……..…………......27

8 Maintenance and conservation ……………………………...……..……………29

Appendix A Test method for thermal resistance of adiabatic system in laboratory ……………30

Appendix B Acceptance list of inspection lot .………………..……………………………36

Appendix C Detection method for field entity of adiabatic system ……………………….……..37

Appendix D Detection method for thermal defect of field entity of adiabatic system …….…...43

Explanation of wording in this specification ……….………………………………..45

List of quoted standards ……………………….…………………...……………….46

Addition：Explanation of provisions …………….……………………………………48

# 1　总　则

**1.0.1**为规范建筑用真空陶瓷微珠绝热系统的工程应用，做到技术先进、安全可靠、节能环保、经济合理，保证工程质量，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于新建建筑和既有建筑节能改造中，采用建筑用真空陶瓷微珠绝热系统做法的建筑物理空间隔断面表皮和建筑围护结构节能工程的设计、施工和验收。

**1.0.3**建筑用真空陶瓷微珠绝热系统的设计、施工和验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2　术　语

**2.0.1**绝热系统 adiabatic system

泛指阻碍物理空间分隔表皮发生化学性质、物理性质热交换的功能性材料的应用系统。本规程指由热导底漆作为底涂层、真空陶瓷微珠矩阵涂层作为中涂层以及抗辐射离子膜作为选择性面涂层，复合构成的功能性材料系统，简称绝热系统。

**2.0.2**真空陶瓷微珠 vacuum ceramic microbeads

在负压条件下生成，具滤波功能的纳米级金属氧化物复合微珠。

**2.0.3**抗辐射离子膜 anti-radiation ion membrane

由无机金属氧化物水溶性材料制备而成，具阻隔热电磁波辐射功能的透明液态固化薄膜。

**2.0.4**绝热系统围护结构外表面类型（WQ）系列 adiabatic system for exterior surfaces of buildings

指绝热系统应用于围护结构外表面，由底涂层、中涂层、面涂层组成。简称绝热系统WQ系列。

**2.0.5**绝热系统围护结构内表面类型（NQ）系列 adiabatic system for interior surfaces of buildings

指绝热系统应用于建筑物理空间隔断表皮、围护结构内表面，由底涂层、中涂层和选择性面涂层组成。简称绝热系统NQ系列。

**2.0.6**饰面涂层 decorative paint

在绝热系统中涂层表面增加水溶性、具有一定表面张力的深浅颜色斑点，通过分散的颜色斑点模仿石材图案，散落在真空陶瓷微珠矩阵涂层表面，形成装饰性观感的涂层，仿石色斑由真空陶瓷微珠与色浆调制。

**2.0.7**外保温工程 adiabatic system engineering

由绝热系统应用在外围护结构体系的内、外表面所形成的建筑构造实体，称外保温工程。

**2.0.8**矩阵 [matrix arrangement](javascript:;)

没有空缺、有规律的最紧密排布。

# 3　基本规定

**3.0.1**绝热系统的选用应遵循安全可靠、节能环保、无毒无害、防火耐久、防霉抗污的原则。

**3.0.2**绝热系统的类型及规格应根据工程特性、建筑类型、地理位置、围护结构使用部位等情况选用。

**3.0.3**绝热系统与配套材料结合时，涂层不应出现起泡、起皱、产生裂纹、掉粉、脱落、明显变色等现象。绝热系统应适应基底正常伸缩，不发生开裂、空鼓。

**3.0.4**绝热系统的基本构造应由底涂层、中涂层和选择性面涂层组成。底涂层为热导底漆，中涂层由真空陶瓷微珠矩阵排列，面涂层为高度透明的抗辐射离子膜。

**3.0.5**绝热系统依附的基层应为建筑墙体、屋面、楼板等结构层实体。**3.0.6**绝热系统中涂层可在表皮加入水溶性颜料彩点，在设计表现材质装饰效果的图纹上面覆盖透明度高的抗辐射离子膜，形成装饰性饰面涂层。增加饰面涂层的绝热系统构造层，热工性能指标应按沾污折减系数0.9修正。

**3.0.7**选用绝热系统的外保温工程应满足下列要求：

**1** 除能承受风荷载的作用而不发生破坏，还应能耐受室外气候的长期反复使用而不产生破坏，绝热系统与基底有很强的粘结力，其涂层附着力应满足本规程表4.0.1的有关规定。

**2** 绝热系统在正常使用中应满足本规程3.0.3的规定。

**3** 保温、隔热和防潮性能应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的有关规定。

**4** 各组成部分应具有物理、化学稳定性。所有组成材料应彼此相容并应具有防腐性。在可能受到生物侵害（鼠害、虫害等）时，外保温工程还应具有一定的防生物侵害性功能。

## 4　绝热系统

**4.0.1**绝热系统主要物理指标除应符合现行团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》T/CECS 10002 的有关规定外，尚可按照本规程附录A的测试方法确定热阻取值表4.0.1的规定，绝热系统热阻应按本规程附录A规定的测试方法进行计算。

**表4.0.1 绝热系统主要物理指标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 指 标 | | 试验方法 |
| 绝热系统WQ系列 | 绝热系统NQ系列 |
| 容器中状态 | | 在容器中状态应搅拌后无硬块、无凝聚， 呈均匀状态 | | GB/T 9755 |
| 干燥时间 | | 涂层的表面干燥时间不应大于2h | | GB/T 1728 |
| 施工性 | | 在施工过程中刷涂二道无障碍 | | GB/T 9755 |
| 涂膜外观 | | 涂膜外观应无针孔、流挂现象，涂膜应均匀 | | GB/T 9755 |
| 低温稳定性 | | 在低温储存过程中应性能稳定，无硬块、无凝聚及分离、无变质 | | GB/T 9755 |
| 涂层颜色 | | 根据《建筑颜色的表示方法》协商确定 | | GB/T 18922 |
| 耐碱性 | | 48h无异常 | | GB/T 9265 |
| 耐酸性 | | 48h无异常 | | GB/T 5211.5 |
| 耐水性 | | 168h无异常 | 96h无异常 | GB/T 1733 |
| 耐洗刷性 | | 5000次 | 2000次 | GB/T 9266 |
| 耐温变性（5次循环） | | 无异常 | | JG/T 25 |
| 耐冻融循环性能 | | 表面无裂纹、空鼓、气泡、 剥离现象 | - | JG/T 25 |
| 拉伸  性能 | 拉伸强度（MPa） | ≥1.0 | - | GB/T 16777 |
| 开（断）裂伸长率（%） | ≥100 | - |
| 耐人工气候老 化性 | 外观不起泡，不剥落，  无裂纹 | ≥600h | ≥300h | GB/T 1865 |
| 粉化/级 | ≤1 | ≤1 |
| 变色（白色和浅色）  （级） | ≤2 | |
| 附着力（级） | | 2 | | GB/T 9286 |
| 耐沾污性（白色和浅色）（%） | | 15 | - | GB/T 9780 |
| 上下覆层适应性 | | 完全兼容 | | GB/T 9755 |
| 燃烧性能等级 | | A（A1）级 | | GB 8624 |
| 水蒸气透过率 | | 按照《外墙涂料水蒸气透过率的测定及分级》[测试，](https://www.baidu.com/link?url=HVNGeWs2-Z_-X6WZRIY-12ZXJ7LEv4JnHolAMVuZq53YPyeeFvMbQPNAHO6pmxHYG__nkmrtvF0rJ7fLgw9EeZa3YbBfZQ_GTPv_htxnYZe&amp;wd&amp;eqid=f39e9be60000dc8300000003594104db)适用于Ⅱ涂层 | - | JG/T 309 |
| 热阻（K·m2/W） | | ≥0.73 | ≥0.40 | 附录A |

注：绝热系统WQ系列测试方式按GB/T 9755进行，绝热系统NQ系列测试方式按GB/T 9755进行。

**4.0.2**合成乳液作为绝热系统中间体，有关指标可根据材料应用的地理环境、大气酸碱度、温度、湿度、墙体含水量做必要优化，优化原则要有利于提高工程质量，乳液性能不应影响绝热系统固结后的热工效果。

**4.0.3**绝热系统WQ系列有害物质限量除应符合表4.0.3的规定外，尚应符合现行国家标准《建筑用外墙涂料中有害物质限量》GB 24408的有关规定。

**表4.0.3 绝热系统WQ系列有害物质限量**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 限 量 值 | | | 试验方法 |
| 绝热系统WQ系列 | | |
| 底涂层 | 中涂层 | 面涂层 |
| 挥 发 性 有 机 物 （ VOC ）含量 / （ g/L ） | | ≤120 | ≤150 | ≤150 | GB 24408 |
| 游离甲醛含量/（mg/kg） | | ≤100 | | |
| 乙 二 醇 醚 及 醚 脂 含 量 总 和 （ % ）  （限乙二醇甲醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙 醚、乙二醇乙醚醋酸酯和二乙二醇丁醚醋酸酯） | | ≤0.03 | | |
| 重金属含量  （mg/kg） | 铅（Pb） | ≤1000 | | |
| 镉（Cd） | ≤100 | | |
| 六价铬（Cr6+） | ≤1000 | | |
| 汞（Hg） | ≤1000 | | |

注：绝热系统WQ系列底涂层、中涂层、面涂层均不考虑稀释配比。

**4.0.4**绝热系统NQ系列有害物质限量除应符合表4.0.4的规定外，尚应符合现行国家标准《室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量》GB 18582的有关规定。

**表4.0.4 绝热系统NQ系列有害物质限量**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | | 限 量 值 | | | 试验方法 |
| 绝热系统NQ系列 | | |
| 底涂层 | 中涂层 | 选择性面涂层 |
| 挥发性有机化合物含量（VOC）含量（g/L） | | ≤120 | | | GB 18582 |
| 苯 、 甲 苯 、 乙 苯 、 二 甲 苯 总 和 ( m g / k g ) | | ≤300 | | |
| 游离甲醛含量（mg/kg） | | ≤100 | | |
| 可溶性重金属（mg/kg） | 铅（Pb） | ≤90 | | |
| 镉（Cd） | ≤75 | | |
| 铬（Cr） | ≤60 | | |
|  | 汞（Hg） | ≤60 | | |  |

注：绝热系统NQ系列底涂层、中涂层、选择性面涂层均不考虑稀释配比。

**4.0.5**绝热系统WQ系列涂饰中配套使用的腻子应符合现行行业标准《建筑外墙用腻子》JG/T 157的有关规定。绝热系统WQ系列涂饰中配套使用的柔性腻子应符合现行国家标准《外墙柔性腻子》GB/T 23455的有关规定。

**4.0.6**绝热系统NQ系列涂饰中，配套使用的腻子应符合现行行业标准《建筑室内用腻子》JG/T 298的有关规定。

**4.0.7**绝热系统涂饰中配套使用的材料应与选用的绝热系统相容，其相容性技术指标应符合表4.0.7的规定。

**表4.0.7 与绝热系统配套的材料相容性技术指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 涂层类型 | 项 目 | 技术指标 | 试验方法 |
| 复合涂层  （腻子+绝热系统） | 耐水性（96h） | 无起泡、无起皱、无开裂、无掉粉、无脱落、无明显变色、抗老化 | 耐水性按现行国家标准《漆膜耐水性测定法》GB/T 1733规定进行；耐冻融循环性按现行行业标准《建筑涂料涂层耐冻融循环性测定法》JG/T 25规定执行 |
| 耐冻融循环性（5次） |
| 复合涂层  （绝热系统+饰面材料） | 耐水性（96h） |
| 耐冻融循环性（5次） |

注：耐冻融循环性项目仅对绝热系统WQ系列产品有检测要求，且仅用户提出需求才需做检测。

**4.0.8**绝热系统和金属面的粘接性能指标中涂层厚度应符合表4.0.8的规定，涂层附着力应符合现行行业标准《金属屋面丙烯酸高弹防水涂料》JG/T 375的有关规定，同时涂层抗开裂或抗脱落的能力应根据现行国家标准《彩色涂层钢板及钢带试验方法》GB/T 13448中弯曲试验的要求进行测试，并应满足基底弯曲涂层延展无裂纹的相关要求。

**表4.0.8 绝热系统和金属面的粘接性能指标中涂层厚度要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 表面种类 | | | 膜厚要求（μm） | |
| 辊涂 | 绝热系统  WQ系列 | 热导底漆 | 一遍 | 40～60 |
| 真空陶瓷微珠  矩阵涂层 | 两遍 | 120 |
| 抗辐射离子膜 | 一遍 | 30～40 |
| 绝热系统  NQ系列 | 热导底漆 | 一遍 | 40～60 |
| 真空陶瓷微珠  矩阵涂层 | 两遍 | 120 |
| 抗辐射离子膜  （选择性面涂） | 一遍 | 30～40 |
| 喷涂 | 绝热系统  WQ系列 | 热导底漆 | 一遍 | 60 |
| 真空陶瓷微珠  矩阵涂层 | 两遍 | 120 |
| 抗辐射离子膜 | 一遍 | 40 |
| 绝热系统  NQ系列 | 热导底漆 | 一遍 | 60 |
| 真空陶瓷微珠  矩阵涂层 | 两遍 | 120 |
| 抗辐射离子膜  （选择性面涂） | 一遍 | 40 |

# 5　设计与构造

## 5.1　一般规定

**5.1.1**建筑围护结构采用绝热系统时，应根据建筑类型、使用功能等因素进行围护结构热工设计，其设计除应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134的有关规定，尚应符合各地域居住建筑节能设计标准的有关规定。当外保温工程设计选用绝热系统时，系统组成材料应由系统供应商统一配套供应，不得更改系统构造和组成材料。

**5.1.2**绝热系统的围护结构，其基层应牢固、平整、清洁、干燥；并应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144的有关规定。

**5.1.3**绝热系统WQ系列应用在屋面时，应结合屋面类型、防水等级、防水排水系统、屋面坡度、屋面基底材料进行屋面隔热、防排水设计，其构造层应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的有关规定。

**5.1.4**绝热系统WQ系列设计涉及防水工程构造、防水材料选择、迎水面、外墙门窗、雨棚、阳台、伸缩缝、女儿墙、管道伸出、预埋构件等构造节点的防水处理，应按现行行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235的有关规定执行。

**5.1.5**绝热系统涂层的表面不应覆盖湿贴工艺的其他板材和块状建筑面饰材料，应保持绝热系统表面直接处于与空气接触的界面上。

**5.1.6**绝热系统兼顾饰面装饰设计使用时，装饰饰面颜色斑点覆盖率不应超过30%，并应在饰面上涂覆抗辐射离子膜。

**5.1.7**绝热系统涂层应涂覆于围护结构表面，其乳液介质具有一定的防水性和延展性，不得单独作为基层防水防裂构造层。

**5.1.8**绝热系统在金属屋面使用时，除应满足绝热系统基本规定的性能指标外，根据材料应用工程要求，因地制宜，尚应满足现行行业标准《金属屋面丙烯酸高弹防水涂料》JG/T 375、《聚合物乳液建筑防水涂料》JC/T 864中关于材料性能的规定。底涂区别于混凝土材质做相应附着力调整。

## 5.2　热工设计

**5.2.1**建筑围护结构节能采用绝热系统，绝热系统热阻设计值应根据采用产品类型、使用工况，按表5.2.1选用。

**表5.2.1 绝热系统热阻设计值**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品类型 | 使用工况 | 热阻（K·m2/W） | | | |
| 性能指  标下限 | 折减系数 | 修正折减 | 设计值 |
| 绝热系统WQ系列 | 绝热系统兼做饰面（不与饰面材料复合） | 按附录A实验测试取值 | — | 0.9 | 按附录A实验测试取值折减、修正 |
| 绝热系统NQ系列 | — | 0.9 |
| 绝热系统WQ系列 | 绝热系统与饰面材料复合 | 0.9 | 0.9 |
| 绝热系统NQ系列 | 0.9 | 0.9 |

**5.2.2**进行节能设计时，上面覆盖绝热系统涂层的外墙、屋面、内墙或楼面等建筑构造实体，其热阻除应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176和《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134的有关规定，尚应符合各地域居住建筑节能设计标准的有关规定。

**5.2.3**　绝热系统WQ系列和NQ系列的选用应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176和《公共建筑节能设计标准》GB 50189的相关规定，围护结构节能设计在选用绝热系统WQ系列和NQ系列时，宜符合以下规定：

1　严寒、寒冷地区节能设计宜选用绝热系统NQ系列，也可选用绝热系统NQ系列、WQ系列或与其它保温材料的组合；

2　夏热冬冷地区节能设计宜选用绝热系统WQ系列；

3　温和地区节能设计宜选用绝热系统WQ系列；也可选用绝热系统NQ系列；

4　夏热冬暖地区节能设计宜选用绝热系统WQ系列。

**5.2.4**建筑围护结构进行节能设计时，外墙、屋面、内墙或楼面等建筑构造实体的传热系数应按下式进行计算：

 ………….………（5.2.4）

式中：*k*´——外墙、屋面、内墙或楼面等建筑构造实体使用绝热系统后

的传热系数[W/（K·m2）]；

*R0*——外墙、屋面、内墙或楼面等建筑构造实体未使用绝热系统的

综合传热阻（K·m2/W）；

*R*——绝热系统的热阻设计值（K·m2/W），按本规程表5.2.1取值。

**5.2.5**当采用绝热系统NQ系列进行建筑节能设计时，对结构性冷热桥部位的热工计算应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的有关规定，同时围护结构内表面温度不应低于室内温度的露点温度。

**5.2.6**当建筑围护结构节能工程仅采用绝热系统无法满足建筑热工节能设计要求时，可与其他类型保温材料复合使用。

## 5.3　构造设计

**5.3.1**绝热系统WQ系列使用在建筑围护结构外表面时，应结合建筑造型设置分格缝，缝内应采用建筑密封胶填充，并应采用下列构造措施防止雨水沾污墙面：

1　檐口、窗台、线脚等构造应设置滴水线（槽）；

2　女儿墙、阳台栏杆压顶的顶面应有指向内侧、坡度不小于5%的泛水找坡；

3坡屋面檐口挑出外墙面的长度不宜小于400mm。

**5.3.2**围护结构非金属材料基层采用绝热系统WQ系列时，各构造层包括找平层、腻子层等基层，绝热系统底涂层、中涂层、面涂层的三个基本构造层以及饰面涂层；相关基本构造应符合表5.3.2-1和表5.3.2-2的规定。

**表5.3.2-1　围护结构非金属材料基层采用绝热系统WQ系列**

**基本构造一（无饰面涂层）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 围护结构基本  构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基 层 | 经上道工序处理后的工作面 | 外 内 |
| ②底涂层 | 绝热系统WQ系列  热导底漆 |
| ③中涂层 | 绝热系统WQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |
| ④面涂层 | 绝热系统WQ系列  抗辐射离子膜 |

**表5.3.2-2　围护结构非金属材料基层采用绝热系统WQ系列**

**基本构造二（含饰面涂层）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 围护结构基本  构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基 层 | 经上道工序处理后的工作面 | 外 内 |
| ②底涂层 | 绝热系统WQ系列  热导底漆 |
| ③中涂层 | 绝热系统WQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |
| ④饰面涂层 | 中涂层表皮局部增加水溶性颜色斑点，覆盖率不超过30% |
| ⑤面涂层 | 绝热系统WQ系列  抗辐射离子膜 |

**5.3.3**围护结构非金属材料基层采用绝热系统NQ系列时，各构造层包括找平层、腻子层等基层，绝热系统底涂层、中涂层两个基本构造层，相关基本构造应符合表5.3.3的规定。

**表5.3.3　围护结构非金属材料基层采用绝热系统NQ系列基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 围护结构基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基 层 | 经上道工序处理后的工作面 | 内 外 |
| ②底涂层 | 绝热系统NQ系列  热导底漆 |
| ③中涂层 | 绝热系统NQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |

注：视工程应用具体情况，可增加选择性面涂层。

**5.3.4**围护结构金属材料基层采用绝热系统WQ系列时，各构造层包括防锈漆层、腻子层等基层，绝热系统底涂层、中涂层、面涂层三个基本构造层及饰面涂层；相关基本构造应符合表5.3.4-1和表5.3.4-2的规定。

**表5.3.4-1　围护结构金属材料基层采用绝热系统WQ系列基本构造一（无饰面涂层）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 围护结构基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基 层 | 经上道工序处理后的工作面 | 内  外 |
| ②底涂层 | 绝热系统WQ系列  热导底漆 |
| ③中涂层 | 绝热系统WQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |
| ④面涂层 | 绝热系统WQ系列  抗辐射离子膜 |

**表5.3.4-2　围护结构金属材料基层采用绝热系统WQ系列基本构造二（有饰面涂层）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 围护结构基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基 层 | 经上道工序处理后的工作面 | 内  外 |
| ②底涂层 | 绝热系统WQ系列  热导底漆 |
| ③中涂层 | 绝热系统WQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |
| ④饰面涂层 | 中涂层表皮局部增加水溶性颜色斑点，覆盖率不超过30% |
| ⑤面涂层 | 绝热系统WQ系列  抗辐射离子膜 |

**5.3.5**围护结构金属材料基层采用绝热系统NQ系列时，各构造层包括防锈漆层、腻子层等基层，绝热系统底涂层、中涂层二个基本构造层，相关基本构造应符合表5.3.5的规定。

**表5.3.5　围护结构金属材料基层采用绝热系统NQ系列基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 围护结构基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基 层 | 经上道工序处理后的工作面 | 外  内 |
| ②底涂层 | 绝热系统NQ系列  热导底漆 |
| ③中涂层 | 绝热系统NQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |

注：视工程应用具体情况，可增加选择性面涂层。

**5.3.6**当基层PH值大于10时，应采用耐水耐碱腻子刮涂封闭。

# 6　施 工

## 6.1　一般规定

**6.1.1**施工单位施工前应根据工程情况、基层条件、设计要求等编制涂饰工程施工方案，并应按设计文件和现行行业标准《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29有关规定组织涂饰施工。

**6.1.2**非金属材料基层采用绝热系统时，基层应符合下列规定：

1基层应牢固，无开裂、掉粉、起砂、空鼓、剥离、爆裂点和附着力不良的旧涂层等；

2基层应表面平整、立面垂直、阴阳角垂直方正和无缺棱掉角。当不满足要求时，应采用强度等级不低于M5的聚合物砂浆或水泥砂浆找平，平整度需达到抹灰偏差小于4mm的中级及以上抹灰验收标准；

3基层应清洁，表面无灰尘、浮浆、锈斑、霉点和析出盐类等杂物。

**6.1.3**绝热系统涂饰施工环境温度不宜低于5℃，且施工温度应符合产品说明书的要求。施工时，空气相对湿度不宜大于85%。当遇大雾、6级以上风力、降雨等天气时，应停止户外施工。

**6.1.4**绝热系统涂饰施工的安全防范、劳动保护、防火措施等应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46、《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的有关规定执行。

**6.1.5**绝热系统涂饰施工过程中应做好半成品、成品的保护。

**6.1.6**涂饰材料施工过程中使用电动工具和机械设备时，其操作使用方法应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的有关规定。

## 6.2　进场检验

**6.2.1**绝热系统的主要性能指标应符合本规程4.0.1的规定。

**6.2.2**容器中的原材料应搅拌后无硬块、无凝聚，呈均匀状态。

**6.2.3**绝热系统的不同涂层，容器包装上应有明确标志，并应具有出厂合格证和标志牌，注明产品商标、名称、规格、执行标准、生产厂名、生产日期等内容。

**6.2.4**　绝热系统应具有国家认可资质的检测单位出具的产品检测报告，检测指标应包括外观质量及主要性能指标。

**6.2.5**绝热系统进场时应进行抽检，同一类型、同一规格的产品抽检以出厂批次为单位进行检验。

## 6.3　施工准备

**6.3.1**施工前应做好下列准备：

1　应有完整的施工组织设计及各种物料的检测报告；

2　施工现场应具备供水、供电条件，并应有储放物料的临时设施；

3　工程技术负责人员应编写施工技术方案，并应对施工操作人员进行技术交底和专业技术培训；

4　基层应通过验收，且门窗应已安装完毕。

**6.3.2**涂饰施工前应根据工艺要求配备下列合格工具、器具：

1 涂刷排笔、毛刷、盛料桶、天平、磅秤等刷涂及计量工具；

2 羊毛辊筒、海绵辊筒、配套专用辊筒及匀料板等滚涂工具；

3 塑料辊筒、铁质压板等滚压工具；

4 无气喷涂设备、空气压缩机、手持喷枪、喷斗、各种规格口径的喷嘴、高压胶管等喷涂机具；

5　电动搅拌器。

**6.3.3**大面积涂饰施工前应按工序要求做好样板件，经设计、建设、监理等各方确认后方可施工，并宜保留至竣工。

**6.3.4**绝热系统涂饰材料的备料和施工现场存放应符合下列规定：

1　涂饰材料的颜色选择应符合设计要求；购货方应根据选定的色卡颜色订货；当选定颜色超越色卡范围时，应由设计者提供颜色样板，经建设方认可后方可订货；

2　进场前应根据选定的品种、工艺要求，结合实际面积及材料单位用量和损耗，确定备料量；避免缺乏准确预估造成同一工程应用不同批次材料或材料多余带来不必要的浪费；

3　涂饰材料应存放于阴凉干燥且通风的环境内，贮存温度应为5℃～40℃。存放地点应防止阳光直射，并应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59的有关规定；

4　涂饰材料应按品种、批号、颜色分别堆放；

5　所有进场物料均应在保质期内，物料外包装应完好、无破损。

**6.3.5**施工前应对门、窗、台阶等非涂饰面做好防护保护。

**6.3.6**施工前施工作业平台、外脚手架、吊篮应通过验收，其质量应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59和《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的有关规定。

**6.3.7**施工应该佩戴防护眼罩、口罩、手套注意劳动安全保护。

**6.3.8**绝热系统属于无机金属氧化物水溶性材料，施工中意外泄漏应用自来水冲洗，及时保证施工现场整洁。施工中意外吸入绝热系统材料可喝大量干净水稀释，并及时就医处理；意外溅入眼睛应立即用干净水冲洗10 min以上，并保持眼帘张开冲洗，同时及时就医处理。

## 6.4　施工执行

**6.4.1**基层分格缝应深浅一致且横平竖直，其质量应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210中涂饰工程基层的有关规定，且在绝热系统施工前应进行基层检查并应通过验收，查阅验收记录。

**6.4.2**基层表面应按下列方式处理验收：

1　非金属材料的基层表面应清理干净。当基层表面含水率大于 10%时，宜晾干至10%以下；当基层含水率小于或等于7%时，宜进行喷水湿润，晾至表面无水渍；

2　非金属材料的基层内若为外墙外保温块体材料，宜进行抗裂防水层毛化处理，且基层表面应符合本条第1款的规定；

3　非金属材料的基层找平层与墙体粘结牢固，不得有脱层、空鼓、裂缝、表层粉化、起皮、爆灰现象；

4　金属材料的基层表面应清理干净，无油污、锈蚀、粉尘、毛刺、残渣、漆皮等，并应选用多功能防锈底漆涂刷处理。

**6.4.3**既有建筑改造墙面施工前，应对基层做下列处理：

1　已脱离、开裂、爆皮的旧墙皮应铲除干净后，用强度不低于M5的水泥砂浆或其他材料修补、粉平，并打磨平整，与墙体粘结牢固；

2　空鼓、缺角、疏松，不牢固处应铲除干净后，用强度不低于M5的水泥砂浆修补、粉平，并压实压光；

3　基底应做防水、防裂处理；

4 确保施工面牢固平整的情况下方可喷涂绝热系统。

**6.4.4**钢筋混凝土结构的混凝土基层在抹灰前，可采用1:1聚合物水泥砂浆喷涂到混凝土基层做糙化处理，也可刷界面处理剂或将混凝土表面凿毛50%以上。

**6.4.5**加气混凝土砌块墙体基层表面应清理干净，补平缺损，墙面含水率应为10%~15%，应使用专用砂浆（或界面剂）进行基底处理后再抹灰，其他砌块墙体应在基层清理并经相应处理后再抹灰；基层应符合现行行业标准《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29的有关规定。

**6.4.6**墙体基层找平抹灰砂浆的抗拉粘结强度不应小于0.2MPa。

## 6.5　施工工艺

**6.5.1**绝热系统施工应从建筑物顶部向下部进行，施工分段应以墙面分格缝、墙面阴阳角或落水管为分界线，并应处理好接茬部位。喷涂重视屋面檐口、墙体勒脚、墙面伸缩缝、泛水边坡、门窗四角、阴阳凹凸部位的包边接缝处理。

**6.5.2**绝热系统WQ系列施工前应将底涂层、中涂层、面涂层分别搅拌均匀。绝热系统WQ系列不与饰面材料复合时，其可兼做饰面，工程施工宜按“一底、两中、一面”的要求进行施工；当绝热系统WQ系列与饰面材料复合时，其施工宜按图6.5.2所示工序进行。



图6.5.2　与饰面涂层复合的绝热系统施工工序示意图

**6.5.3**绝热系统NQ系列施工前应将不同涂层的液态材料分别搅拌均匀。

**6.5.4**绝热系统施工过程中，后一遍涂饰的施工应在前一遍涂层表面干燥后进行；每一遍涂层应涂刷均匀，各涂层应结合牢固。对有特殊要求的工程可增加底涂层、中涂层、面涂层的次数。

**6.5.5**施工过程中，绝热系统材料应根据施工方法、施工季节、温度等条件严格控制。绝热系统同一工程宜用同一批号，并应按产品使用说明书调配，不应随意添加稀释剂或水。配料及操作场所应经常清理保持整洁，保持良好的通风条件。未用完的绝热系统材料应密封保存，不得泄露或溢出。

**6.5.6**涂刮腻子施工应符合下列规定：

1　当基层墙面不平整时，应用腻子找平并打磨光滑；

2　刮涂腻子应分层进行，刮涂层数宜为2道～3道。每道腻子厚度不应大于2mm，腻子与基层间及腻子层间应粘结牢固；

3　腻子施工间隔时间应按产品说明或根据环境温湿度确定，且不宜少于24h；

4　腻子打磨后应清除墙体表面粉尘，最后一道腻子应打磨至平整；

5　腻子找平层验收合格后，方可进行绝热系统或其他饰面涂料的涂饰施工。

**6.5.7**绝热系统底涂层应采用喷涂或辊涂工艺进行施工。施工前应将底涂材料搅拌均匀，底涂层施工中应涂刷均匀，底涂层与基层材料应结合牢固，涂层厚度不小于60μm；且大面积规整的围护结构内外表面宜采用喷涂工艺，非规整部位可采用辊刷（或毛刷）。绝热系统底涂层施工技术要求应符合表6.5.7的规定。

**表6.5.7　绝热系统底涂层施工技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基层 | | 重涂时间（h） | | | 材料用量  （kg/㎡） | 施工  工艺 | 施工次数（遍） |
| 5℃～15℃ | 15℃～25℃ | 25℃～35℃ |
| 围护结构外表面 | 金属材料基层 | ≥8 | ≥6 | ≥4 | 0.11 | 辊涂、  喷涂 | 1 |
| 非金属材料基层 |
| 围护结构内表面 | 金属材料基层 |
| 非金属材料基层 |

**6.5.8**绝热系统中涂层应采用喷涂或辊涂工艺进行施工。中涂层施工应在底涂层表面干燥后进行，施工前应将中涂材料搅拌均匀，涂层施工确保喷涂、辊涂刷均匀，与下伏材料应结合牢固，中涂层喷涂、辊涂两遍，涂层厚度不小于120μm；且大面积规整的作业面宜采用喷涂工艺，非规整部位可采用辊刷（或毛刷）。绝热系统中涂层施工技术要求应符合表6.5.8的规定。

**表6.5.8　绝热系统中涂层施工技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基层 | | 重涂时间（h） | | | 材料用量  （kg/㎡） | 施工  工艺 | 施工次数（遍） |
| 5℃～15℃ | 15℃～25℃ | 25℃～35℃ |
| 围护结构外表面 | 金属材料基层 | ≥8 | ≥6 | ≥4 | 0.28 | 辊涂、  喷涂 | 2 |
| 非金属材料基层 |
| 围护结构内表面 | 金属材料基层 |
| 非金属材料基层 |

**6.5.9**绝热系统面涂层应采用喷涂或辊涂工艺进行施工。施工应在下伏材料表面干燥后进行。施工前应将面涂材料搅拌均匀，施工中应涂刷均匀，对下伏涂层完全覆盖，并与下伏材料应结合牢固，涂层厚度不小于40μm；且大面积规整的围护结构外表面宜采用喷涂工艺，非规整部位可采用辊刷（或毛刷）。绝热系统面涂施工应符合表6.5.9的规定。

**表6.5.9**　**绝热系统面涂层施工技术要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基层 | | 重涂时间（h） | | | 材料用量  （kg/㎡） | 施工  工艺 | 施工次数（遍） |
| 5℃～15℃ | 15℃～25℃ | 25℃～35℃ |
| 围护结构外表面 | 金属材料基层 | ≥8 | ≥6 | ≥4 | 0.09 | 辊涂、  喷涂 | 1 |
| 非金属材料基层 |
| 围护结构内表面 | 金属材料基层 |
| 非金属材料基层 |

**6.5.10**成品养护应符合下列规定：

1　绝热系统施工后无需特殊养护，可在自然环境下固化；

2 绝热系统涂（刷）布时，每层要求间隔时间不应小于2h（环境温度25℃），露天工程涂布表干应为2h～3h，实干应为1d；

3　绝热系统涂刷施工后，表面严禁触摸、踩踏和尖锐物体磕碰，施工完成1d后且完全固化后方可验收使用。

**6.5.11**　施工现场宜安装监控系统，由中心控制室监控绝热系统现场施工全过程，以监督保证施工现场工程质量。

## 6.6　安全文明施工

**6.6.1**绝热系统的施工和维护过程中，其安全、劳动保护及环境保护等应符合国家现行有关标准的规定，做到安全文明施工。

**6.6.2**施工现场的消防通道应确保畅通，材料堆放和现场工人居住场所应符合消防安全要求。

**6.6.3**未用完的材料应密封保存，不得泄露或溢出。

**6.6.4**废弃料应单独包装处理，严禁倒入城镇排水管网。

**6.6.5**对被涂饰材料污染的部位，应在涂饰材料未干时及时用湿抹布清除；对于材料已干部位，可用抹布蘸60℃～70℃的热水浸泡数分钟后再进行清除。

**6.6.6**施工完毕后应做全面检查，拆除保护设施后应及时清洁工具、清理施工现场。

# 7 工程质量检验与验收

## 7.1　一般规定

**7.1.1**绝热系统的工程质量验收应在涂层自然养护期满后进行，并应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411和现行行业标准《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29的有关规定。

**7.1.2**绝热系统施工应对饰面基层状况和涂层的均匀无缺漏，进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

1　绝热系统附着的基层及基层表面处理情况；

2　找平层（含防水、防裂）处理情况；

3　底涂层处理情况；

4　中涂层处理情况；

5　面涂层处理情况。

**7.1.3**绝热系统涂饰施工后，检验批的划分及检查数量应符合下列规定：

1　绝热系统单位工程施工面积每50000 m2（或一个单元）应划分为一个检验批，不足50000m2时应划分为一个检验批；

2　每个检验批应至少抽查10%，但不应少于3处；

3　单体项目应全数检查；

4　检验批的划分也可根据与施工流程一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同决定。

**7.1.4**检验批验收表宜按本规程附录B的样式填写。

## 7.2　主控项目

**7.2.1**绝热系统的性能应符合设计要求和本规程第4.0.1条的有关规定。

检验方法：检查产品合格证书、出厂检验报告、型式检验报告、进场复验报告和进场验收记录。

检查数量：按进场批次，每批随机抽取3个试样进行检查，产品合格证书应按照其出厂检验批进行核查。

**7.2.2**在绝热系统涂饰前应做基层封底或基底防水、防裂处理。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查，检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

**7.2.3**绝热系统的热阻应进行进场复验。与绝热系统配套材料的抽样复检，复检项目为相容性，复检应为见证取样送检。

检验方法：随机抽样送检，核查复验报告；

检查数量：同一厂家同一品种的产品，围护结构内外表面涂刷面积在50000㎡（含）以下时为一个批次，各抽查不少于2次；围护结构内外表面涂刷面积在 50000㎡以上时，每50000㎡为一个批次，各抽查不少于3次。

**7.2.4**绝热系统的颜色、图案应符合设计要求。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.2.5**腻子层、绝热系统热导底漆和绝热系统围护结构外表面真空陶瓷微珠矩阵涂层的施工质量应符合设计和施工方案的要求。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查，核查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。

**7.2.6**绝热系统饰面层应涂覆均匀、没有漏缺、窜色，饰面效果应符合设计和施工方案，面层应涂饰均匀、粘结牢固，不得漏涂、沾污、透底、起皮、掉粉和出现闪锈。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查；手摸检查；宜使用60倍~100倍光学放大镜观察面层，面层中真空陶瓷微珠应成矩阵排列形态。

检查数量：全数检查。

## 7.3　一般项目

**7.3.1**绝热系统涂饰质量和检验方法应符合表7.3.1的规定。

**表7.3.1 绝热系统涂饰质量和检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 涂刷质量 | 检验方法 |
| 1 | 掉粉、起皮 | 不允许 | 观察检查 |
| 2 | 漏刷、透底 | 不允许 | 观察检查 |
| 3 | 泛碱、咬色 | 不允许 | 观察检查 |
| 4 | 流坠、疙瘩 | 不允许 | 观察检查 |
| 5 | 砂眼、刷纹 | 无砂眼、刷纹 | 观察检查 |
| 6 | 真空陶瓷微珠矩阵排列 | 分布均匀 | 60倍以上光学放大镜检测 |
| 7 | 质感 | 手感细腻 | 观察检查 |
| 8 | 光泽 | 均匀一致 | 观察检查 |
| 9 | 颜色 | 均匀一致 | 观察检查 |
| 10 | 门窗、灯具 | 洁净 | 观察检查 |
| 11 | 装饰线、分色线  直线度偏差（mm） | 2 | 拉5 m线，不足5 m拉通线，用钢尺检查 |

**7.3.2**绝热系统涂层与其他材料和设备衔接处应吻合严密，界面清晰。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.3.3**使用绝热系统的围护结构可采用红外热像仪进行热工缺陷检验。

检验设备：红外热像仪。

检验方法：应按本规程附录D的有关规定执行。

检查数量：施工疑有缺陷部位。

**7.3.4**绝热系统施工完成后应进行阻热效果现场实体工程的检测，每组检测值不应低于设计值的90%。

检验设备：1温度传感器；

2　热流密度计；

3　传感记录分析装置。

检验方法：应按本规程附录C的有关规定执行。

检查数量：每个检验批抽查不少于3处。

## 7.4　验　收

**7.4.1**绝热系统的工程质量竣工验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的有关规定；施工中所用材料的性能质量应符合本规程的规定，同时应满足设计要求。

**7.4.2**检验批验收应符合下列规定：

1　主控项目应全部合格；

2　一般项目应合格；当采用计数检验时，至少应有90%以上的检查点合格，且其余检查点不得有严重缺陷；

3　应具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

**7.4.3**检验批检查数量除本规程另有规定外，墙体施工面积每500㎡应至少检查一处，每处不得小于10㎡。

**7.4.4**分项工程验收应符合下列规定：

1　分项工程所含的检验批次均应符合质量合格的规定；

2　分项工程所含的检验批次的验收记录应完整。

**7.4.5**分项工程验收合格资料应汇总到建筑节能分部工程中。

**7.4.6**绝热系统的工程验收应符合下列规定：

1　主控项目应全部合格；

2　一般项目应合格；当采用计数检验时，至少应有90%以上的检查点为合格，且其余检查点不得有严重缺陷；

3 应具有完整的施工操作依据和质量检查记录；

4 应检查复核施工材料用量的台班记录统计是否符合图纸设计计算用量。

**7.4.7**不符合本规程7.4.8规定的工程不得验收，验收单位应开列不合格项清单、限定整改和再次验收的时间。

**7.4.8**绝热系统竣工验收时，施工单位应提供下列文件、资料：

1　设计文件、图纸会审记录、设计变更、节能专项审查文件和洽商记录；

2 设计与施工执行标准、文件；

3　材料的产品质量合格证书、出厂检验报告、有效期内的型式检验报告、材料进场复验报告和材料进场数量验收记录等；

4 检验批次、分项工程验收记录；

5 施工方案、施工技术方案、施工技术交底、施工组织设计；

6　自检记录和相关图像资料；

7　现场抽样检测报告；

8 其他对工程质量有影响的重要技术资料。

**7.4.9**绝热系统竣工验收后，应填写工程质量验收记录，连同工程质量验收文件一起交付建设和施工单位存档。

**8**　维护与保养

**8.0.1**在绝热系统涂层施工完毕后，应进行涂层热工性能的维护与保养。

**8.0.2**在绝热系统涂层施工完成后，涂层外表面不可以覆盖其他没有做节能辅助处理的饰面材料；绝热系统施工涂刷后，对涂饰工程不可随意损坏，影响节能效果。

**8.0.3**由于空气中的灰尘、油污以及酸雨（雾）的侵蚀，应做好清洁和护理，以维护、保养围护结构界面热工性能。

**8.0.4**在绝热系统涂层施工完毕后，对后期开孔、缺损部位应及时修补。

**8.0.5**根据涂层维护与保养要求，应对绝热系统做常规维护保养，保养除修补缺陷和意外破损外，还应着重做清洁和护理。

# 附录A 绝热系统热阻实验室测试方法

**A.1 一般规定**

**A.1.1** 绝热系统热阻实验室测试方法应根据绝热系统使用场景的不同，采用与之对应的模仿热源进行检测。

**A.1.2**　绝热系统热阻应采用绝热系统热阻实验室测试方法进行测试，实验取值应遵循傅里叶定律、基尔霍夫热辐射定律，测定、修正绝热系统内外表面温差与通过绝热系统热流密度的比值。

**A.1.3**　检测前及检测期间，实验室环境条件应符合下列规定：

**1** 检测前，实验室空气温度应为（22±1）℃，空气相对湿度应不大于70%，且无气流扰动；

**2** 检测期间，实验室空气温度应为（22±1）℃，空气相对湿度应不大于70%，且无气流扰动。

**A.1.4**  检测前及检测期间，冷箱内空气温度应符合下列规定：

**1** 检测前，冷箱内空气温度应为（22±1）℃；

**2** 检测期间，冷箱内空气温度可不受限制，即允许冷箱因热箱模拟应用环境热流进入，发生温度相应变化至测试结束。

**A.1.5**  绝热系统热阻测试值的取值应符合下列规定：

**1** 绝热系统热阻的末次计算值与1min之前的计算值相差应不大于5%；

**2** 满足第1款条件的持续时间应在10min以上；

**A.1.6** 绝热系统热阻实验室测试方法中采用的测试板应为6 mm~8 mm厚400 mm×400 mm的无石棉纤维水泥平板，其性能指标应满足现行行业标准《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1中A或B类的要求。

**A.2 试验装置**

**A.2.1** 绝热系统热阻实验室测试方法的试验装置（图A.2.1）应符合下列规定：

**1** 热源箱应为中空箱体，测试箱外壳与中空箱体箱内壁间整体的导热系数不大于0.030W/（m·K）；中空箱体使用厚度应不小于10mm的防火绝缘板（需耐温300℃以上，受热不变形）制成，箱内空间应为400mm×400mm×400mm；箱顶放置模仿热源A或B。

**2** 测试绝热系统WQ系列应采用热源A（长弧氙灯）做为模仿热源，宜在试件表面提供（800±20）W/m2的辐照强度，热源波长0.2μm～3μm；

**3** 测试绝热系统NQ系列应采用热源B（陶瓷发热块）做为模仿热源，宜在试件表面提供（500±20）W/m2的辐射热源强度，热源波长5μm～30μm；

**4** 冷箱应为中空箱体，测试箱外壳与中空箱体箱内壁间整体的导热系数不大于0.030W/（m·K）；中空箱体使用厚度不应小于10mm的防火绝缘板（需耐温300℃以上，受热不变形）制成，箱内空间为400mm×400mm×400mm，箱体底部应敞开，使冷箱内空气与实验室空气贯通，宜维持测试实验初始温度，模拟应用空间热物理状态。

**5** 风扇为热源与显示模块之间散热，风速传感器的最小分度值应为0.1m/s，应避免风扇运转磁力线，电磁波影响测试元件及显示记录。

**6** 热电偶应放置于被测样品几何中心，可同时测量试件内、外表面温度，最小分度值应为0.1℃，且试件内、外侧表面测温应保持在同一轴线上；

**7** 测试板热源背侧温度传感器需紧贴测试板，热通量仪涵盖热平衡转移过程的所有可能；不单独体现传导热的穿透。

**8** 热流密度计（热通量仪）宜放置于试件背热侧表面的几何中心，可测量热源穿过试件传递到背热侧的热流，最小分度值应为0.01W/m2；

**9** 热流和温度应采用检测数据显示屏（自动记录仪）检测，数据存储方式应适用于计算机分析；温度测量不确定度不应大于0.5℃。



图A.2.1 试验装置示意图

1—冷箱； 2—试件； 3—热源箱； 4—检测数据显示屏（自动记录仪）；

5—风扇（风速传感器）； 6—热源（A或B）； 7—热源侧热电偶；

8—冷箱侧热电偶； 9—试件架； 10—热流密度计（热通量仪）；

**A.2.2** 绝热系统热阻实验室测试方法的试验装置中的冷箱底部应敞开，宜维持测试实验初始温度，模拟应用空间热物理状态；热源箱应封闭，冷、热箱之间应由试板分隔。

**A.3 测试步骤**

**A.3.1** 测试步骤应符合下列规定：

**1** 检测前，实验室环境应满足本规程附录A第A.1.4的要求；

**2** 在试件内、外侧表面测温应在同一轴线上，待校正热电偶、热流密度计（热通量仪）后，关闭测试箱门，箱门与试板侧边无间隙；

**3** 测试绝热系统WQ系列时，应使用热源A，通电后热源逐渐升温，测试取值时宜在试件表面提供（800±20）W/m2以上的辐照强度；测试绝热系统NQ系列时，应使用热源B，通电后热源逐渐升温，测试取值时宜在试件表面提供（500±20）W/m2以上的热源强度；

**4** 开启风扇（风速传感器）提供热源与显示模块之间的充分散热；

**5** 开启检测数据显示屏（自动记录仪），当冷箱内空气温度达到（22±1）℃时，可开始测试记录；自动记录仪后台开始自动连续记录测试试件热源侧表面温度Tn、冷箱侧表面温度Tw和热源通过测试板进入冷箱的热流密度q（W/m2）；按测试要求稳定10min后自动取值。

**6** 每组试验由3块试件组成，宜按本条第1款～第5款的测试步骤分别对每块试件进行3次测试，测试取值应符合本规程附录A第A.1.5的要求，每块试件的热阻值取3次测试的平均值，产品热阻测定值取3块试件的热阻平均值。每次试件测试完成后，进行下次测试前需间隔30min以上，确保实验室环境条件应恢复满足本规程附录A第A.1.4要求。

**A.3.2** 数据处理与热阻计算应符合下列规定：

**1** 热阻为表征围护结构本身或其中某层材料阻抗传热能力的物理量，对应绝热系统热阻为系统内外表面温差与通过系统的热流密度的比值。因此，在规定的测试工况下，测定涂覆在6mm~8mm厚400mm×400mm的无石棉纤维水泥平板的绝热系统试件热源内、外侧表面温度的差值，与热源通过测试板进入计量箱的热流密度（热通量），即可换算系统的热阻，换算公式见式A.1、A.2。

R **=** △T/q ·············（A.1）

△T **=** Tn-Tw  ··············（A.2）

式中：R—— 绝热系统试件热阻，单位K·m2/W；

△T—— 绝热系统试件热源侧表面与计量箱侧表面温差，

单位K；

Tn —— 绝热系统试件热源侧表面温度，单位℃；

Tw —— 绝热系统试件计量箱侧表面温度，单位℃；

q —— 热源通过测试板进入计量箱的热流密度，单位

W/m2。

**2** 每块试件数据处理与热阻计算：按照式A.2计算试件每次测试的热源侧与计量箱侧的表面温差△Tn（注n=1，2，3）。每个试件进行3次试验，每次试验所得结果的极差应不应大于2℃。取3次试验的平均值作为被测试件的温差，相关计算公式见式A.3～A.7。

△T1 = Tn1- Tw1 ···············(A.3)

△T2 = Tn2- Tw2 ···············(A.4)

△T3 = Tn3- Tw3 ···············(A.5)

△T=（△T1+△T2+△T3）/3··············(A.6)

式中：Tn1、Tn2、Tn3——分别为被测试件第1、2、3次测试到的试

件热源侧表面温度，单位℃；

Tw1、Tw2、Tw3——分别为被测试件第1、2、3次测试到的试

件计量箱侧表面温度，单位℃；

△T1、△T2、△T3——分别为被测试件第1、2、3次测试到

的试件热源侧表面与计量箱侧表面温差，单位K。

每次试验同时测试热源通过测试板进入计量箱的热流密度q1、q2、q3，被测试件热流密度按式A.7计算。

q =（q1+ q2+ q3）/3 ············(A.7)

式中：q1、q2、q3——分别为被测试件第1、2、3次测试到的热源

通过测试板进入计量箱的热流密度，单位W/m2。

根据式A.1，计算被测试件的热阻。

**3**  产品热阻计算：每组产品的热阻试件由同条件制作的3块试件组成，产品热阻测定值取按本条第1款计算的3块试件热阻的平均值。

**A.3.3** 绝热系统热阻检测仪包括电路板、电源转换模块、电磁继电器、电容触控屏、窄带物联网模块等硬件部分以及嵌入式程序、人机交互系统、远程监控系统等软件部分。设备测试应按照出厂指南操作。

**附录B**　检验批验收表

**表B 检验批验收表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位工程名称 | | |  | | | 分部及部位 | |  |
| 施工单位名称 | | |  | | | 项目经理 | |  |
| 施工工艺标准名称及编号 | | | | |  | | | |
| 施工验收规范的规定 | | | | | | | | 验收单位检查记录 |
| 主控项目 | 1 | 绝热系统的性能应符合设计要求和现行团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用技术规程》T/CECS 530的有关规定 | | | | | |  |
| 2 | 绝热系统在涂饰前应做基层封底或基底防水、防裂处理 | | | | | |  |
| 3 | 绝热系统的热阻检测报告应有效 | | | | | |  |
| 4 | 绝热系统的颜色、图案应符合设计要求 | | | | | |  |
| 5 | 腻子层、绝热系统热导底漆和绝热系统围护结构外表面真空陶瓷微珠矩阵涂层的施工质量应符合设计和施工方案的要求 | | | | | |  |
| 6 | 绝热系统饰面层厚度应符合设计和施工方案，面层应涂饰均匀、粘结牢固，不得漏涂、沾污、透底、起皮、掉粉和出现闪锈 | | | | | |  |
| 一般项目 | 1 | 涂层与其他装修材料和设备应衔接吻合、界面清晰 | | | | | |  |
| 2 | 项　目 | | 涂饰工程 | | | |  |
| 优　良 | | 合　格 | |
| 绝热系统 | 掉粉、起皮 | 不允许 | | 不允许 | |  |
| 漏刷、透底 | 不允许 | | 不允许 | |  |
| 泛碱、咬色 | 不允许 | | 不允许 | |  |
| 流坠、疙瘩 | 不允许 | | 允许少量、轻微 | |  |
| 砂眼、刷纹 | 无砂眼、刷纹 | | 允许少量 | |  |
| 质感 | 手感细腻 | | | |  |
| 颜色 | 均匀一致 | | | |  |
| 光泽 | 均匀一致 | | | |  |
| 装饰线、分色线直线度允许偏差 | 1mm | | 2mm | |  |
| 3 | 绝热系统施工完成后按节能工程规定验收 | | | | | |  |
| 施工单位检查结果 | | 施工班组长：  专业施工员：  项目专业质检员：  年　　月　　日 | | | | 监理（建设）单位验收结论 | 监理工程师（建设单位专业技术负责人）：  年　　月　　日 | |

**附录C** 绝热系统现场实体检测方法

**C.1 一般规定**

**C.1.1** 绝热系统现场实体检测方法适用于采用绝热系统WQ系列或绝热系统NQ系列的建筑围护结构工程实体竣工后，进行热阻及传热系数的半定量验收检测。

**C.1.2** 在施工过程中，绝热系统现场实体检测应执行本规程规定外，还可执行本规程附录D的规定。

**C.1.3**　围护结构主体部位传热系数的检测宜在受检围护结构施工完成后，墙体含水量低于8%时进行。

**C.1.4** 检测内容应根据材料应用类型区分为围护结构外表面隔热性能检测、围护结构内表面保温效果检测以及围护体系内外复合应用隔热保温效果检测。

**C.2 试验环境**

**C.2.1** 检测前及检测期间，试验环境条件应符合下列规定：

**1** 检测前至少24h内室外空气温度的逐时值与开始检测时的室外空气温度相比，其变化不应大于10℃；

**2** 检测前至少24h内和检测期间，建筑物外围护结构内外平均空气温度差不宜小于10℃；

**3** 检测期间与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度逐时值变化不应大于5℃，室内空气温度逐时值变化不应大于2℃；

**4** 1h内室外风速（采样时间间隔为30min）变化不应大于2级（含2级）；

**5** 室外空气相对湿度不应大于70%，空气中粉尘含量不应异常。

**C.2.2** 受检围护结构墙体应保持干燥，含水率不应大于8%；

**C.2.3** 测试绝热系统工程应用的“隔热”或“保温”效果宜选择地域相对应的极端气候。

**C.2.4** 对于工期紧，希望尽快测试绝热系统节能应用效果的工程项目，可采取节能不同的应用材料，在同等物理空间、相同供热条件下做横向耗能比较。

**C.3 检测方法**

**C.3.1** 绝热系统现场实体检测宜按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132的有关规定执行。

**C.3.2**　围护结构主体部位传热系数的现场检测宜采用热流计法。

**C.3.3**　热流计及其标定应符合现行行业标准《建筑用热流计》JG/T 3016的相关规定。

**C.3.4**　热流和温度应采用智能分析自动记录设备检测，数据存储方式应适用于计算机分析。温度测量不确定度不应大于0.5℃。

**C.3.5**　测点位置不应靠近热桥、裂缝和有空气渗漏的部位，检测时受检围护结构应关闭所有门、窗等隔断，门、窗应与楼面、地板等建筑部件形成围合封闭的室内空间。

**C.3.6**　绝热系统现场实体检测在选择检测时间时应避开气温剧烈变化的天气，对设置采暖系统的地区，冬季检测应在采暖系统正常运行后进行；对未设置采暖系统的地区，应在人为适当地提高室内温度后进行检测。在其他季节，可采取人工加热或制冷的方式建立室内外温差。围护结构高温侧表面温度应高于低温侧10℃以上，且在检测过程中的任何时刻均不得等于或低于低温侧表面温度。当传热系数小于1W/(m2•K）时，高温侧表面温度宜高于低温侧10/U℃以上。检测持续时间不应少于96h。检测期间，室内空气温度应保持稳定，受检区域外表面宜避免雨雪侵袭。

注：U为围护结构主体部位传热系数，单位为[ W/(m2•K) ]。

**C.3.7**　检测期间，应定时记录热流密度和内、外表面温度，记录时间间隔不应大于60 min。可记录多次采样数据的平均值，采样间隔宜短于传感器最小时间常数的1/2。

**C.3.8**　绝热系统与其他节能材料做横向节能效果比较，所选的建筑物墙体宜全部封闭，绝热系统的涂覆必须围合空间连续且界面闭合，基底湿度不影响涂层表面干燥，在相同热源、相等物理空间、相近环境条件下进行。

**C.4 试验装置**

**C.4.1** 当进行绝热系统现场实体检测时环境气候条件不符合本规程附录C.3.7的要求时，应采取人工加热或制冷的方式完善测试环境条件，可根据使用系列不同采用相应热源，应符合下列规定：

**1** 绝热系统WQ系列的热工性能现场实体检测时，模仿热源应采用热源A（长弧氙灯），模仿室外日照，可在受检围护结构外表面提供（800±20）W/m2的辐照强度；

**2** 绝热系统NQ系列的热工性能现场实体检测时，模仿热源应采用热源B（陶瓷发热块）或常规人工采暖设备，模仿室内人工采暖工况，可在受检围护结构内表面提供（500±20）W/m2以上模仿室内采暖热环境的热流强度；

**C.4.2** 热流计和温度传感器的安装应符合下列规定：

**1** 热流计应直接安装在受检围护结构的背热源侧，且应与受检围护结构的表面完全接触。

**2** 温度传感器应在受检围护结构两侧表面安装，围护结构热源侧、背热源侧表面测温应在同一轴线上。背热源侧温度传感器应靠近热流计安装，做保温测试时，迎热侧表面温度传感器应与测试界面保留一定间隙，充分反映热源侧物理空间的实际温度，且外表面温度传感器宜与内表面温度传感器安装在同一轴线上。温度传感器连同0.1m长引线应固定在围护结构表面，传感器表面的辐射系数应与受检表面基本相同。

**C.4.3** 采用不同节能材料做横向节能效果比较，配置相同热源、维持室内温度设定的闭合开关，供电计量表，和室内外温度显示器。

**C.5 测试步骤**

**C.5.1** 测试前，试验环境条件应满足本规程附录C.2.1和C.4.1的要求；应根据检测方案选择便于操作、有代表性、基底相应平整的测试位置。

**C.5.2** 现场实体检测的试验步骤应符合下列规定：

**1** 首先，应选择符合本规程附录C.3.5要求的受检建筑物进行检测，有相应检测方案的，应按照检测方案安装模仿热源、热流计、温度传感器和智能分析自动记录设备；没有相应检测方案的，应选用并安装符合本规程附录C.4.1要求的模仿热源，且热流计和温度传感器的安装应符合C.4.2的规定；

**2** 测试绝热系统WQ系列时，应使用热源A，宜在受检围护结构热源侧提供（800±20）W/m2以上的辐照强度；测试绝热系统NQ系列时，应使用热源B，宜在受检围护结构热源侧提供（500±20）W/m2以上模仿室内采暖热热环境的热流强度；

**3** 开启检测数据显示屏（自动记录仪），当受检围护结构背热源侧空间内空气温度达到23℃时，开始测试记录，自动记录仪后台开始自动连续记录测试受检围护结构热源侧表面温度Tn、受检围护结构背热源侧表面温度Tw和热源通过受检围护结构进入背热源侧的热流密度q，W/m2；并应显示测试持续时间。

**4** 每组试验由3处测试点组成，应按第1～3项的测试步骤分别对每处测试点进行3次测试，测试取值应符合本规程附录C.6.1的要求，每处测试点的热阻值取3次测试的平均值，产品热阻测定值取3处测试点的热阻平均值。每处测试点测试完成后，进行下次测试前需间隔30min，试验环境条件应满足本规程附录C.2.1、C.3.7和C.4.1的要求。

**C.5.3** 数据处理与热阻计算应按照本规程中附录A中A.3.2的规定进行。

**C.6 数据分析**

**C.6.1**　绝热系统现场实体检测方法的数据分析应符合行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132-2009中7.1.9、7.1.10、7.1.11和7.1.12的规定。

**C.7 合格指标与判定方法**

**C.7.1**受检围护结构主体部位传热系数应满足设计图纸的规定；当设计图纸未作具体规定时，应符合国家现行有关标准的规定。

**C.7.2**当受检围护结构主体部位传热系数的检测结果满足本规程第5.2.1条和附录C第C.7.1条的规定时，应判为合格，否则应判为不合格。

**C.8 测试记录**

**表C 建筑用真空陶瓷微珠绝热系统现场实体检测原始记录**

工程项目： 产品批次： 测试时间： 年 月 日

样品编号： 报告编号： 第 页 共 页

●传热稳定后，每5min采集一次，共3次

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采集时间 | 绝热系统WQ系列 | | | | | | | | | | 备注 |
| 室外温度  (℃) | 室内温度  (℃) | 温差△T | 热流密度 | 测点1 | 测点2 | 测点3 | 测点  4 | 测点5 | 测点6 |  |
| 稳定时间 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试时间1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试时间2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试时间3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

检测： 监理： 供货：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采集时间 | 绝热系统NQ系列 | | | | | | | | | | 备注 |
| 室外温度  (℃) | 室内温度  (℃) | 温差△T | 热流密度 | 测点1 | 测点2 | 测点3 | 测点4 | 测点5 | 测点6 |  |
| 稳定时间 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试时间1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试时间2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试时间3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

检测： 监理： 供货：

**附录D**  绝热系统现场实体热工缺陷检测方法

**D.1 范围与原理**

**D.1.1** 本附录适用于建筑用绝热系统竣工验收后，围护结构热工缺陷检测及热阻、传热系数的半定量验收检测。

**D.1.2** 绝热系统现场实体热工缺陷检测方法应作为建筑用绝热系统现场实体检测的辅助措施，宜按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132的有关规定执行。

**D.2 检测方法**

**D.2.1**检测方法应按行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132-2009中第5.1.1条~第5.1.3条、第5.1.5条~第5.1.7条的规定执行。

**D.2.2** 检测前及检测期间，环境条件应符合下列规定：

**1**检测前至少24h内室外空气温度的逐时值与开始检测时的室外空气温度相比，其变化不应大于10℃；

**2**检测前至少24h内和检测期间，建筑物外围护结构内外平均空气温度差不宜小于10℃；

**3**检测期间与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度逐时值变化不应大于5℃，室内空气温度逐时值变化不应大于2℃；

**4**1h内室外风速（采样时间间隔为30min）变化不应大于2级（含2级）；

**5**室外空气相对湿度不应大于65%，空气中粉尘含量不应异常。

**D.3 合格指标与判定方法**

**D.3.1**合格指标与判定方法应按行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132-2009中第5.2.1条~第5.2.5条的规定执行。

**D.3.2**对于缺陷检测不合格部位应审查监理验收记录、复核材料用量并责成施工修复。

# 本规程用词说明

**1**　为便于在执行本规程条文时区别对待，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（或要求）”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量》GB 18582

《建筑用外墙涂料中有害物质限量》GB 24408

《民用建筑热工设计规范》GB 50176

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《屋面工程技术规范》GB 50345

《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411

《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755

《合成树脂乳液内墙涂料》GB/T 9756

《建筑颜色的表示方法》GB/T 18922

《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728

《漆膜耐水性测定法》GB/T 1733

《漆膜颜色标准样卡》[GSB05-1426](http://www.hzsis.com/newgzs/Standard/Detail.aspx?sid=212206)

《颜料耐性测定法》GB/T 5211.5

《建筑涂料　涂层耐碱性的测定》GB/T 9265

《建筑涂料　涂层耐洗刷性的测定》GB/T 9266

《色漆和清漆　漆膜的划格试验》GB/T 9286

《色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露 滤过的氙弧辐射》GB/T 1865

《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

《建筑涂料涂层耐沾污性试验方法》GB/T 9780

《彩色涂层钢板及钢带试验方法》GB/T 13448

《建筑防水涂料试验方法》GB/T 16777

《外墙柔性腻子》GB/T 23455

《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26

《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

《建筑施工安全检查标准》JGJ 59

《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134

《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144

《建筑涂料涂层耐温变性试验方法》JG/T 25

《外墙涂料水蒸气透过率的测定及分级》JG/T 309

《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29

《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132

《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235

《建筑外墙用腻子》JG/T 157

《建筑室内用腻子》JG/T 298

《金属屋面丙烯酸高弹防水涂料》JG/T 375

《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1

《建筑用热流计》JG/T 3016

《聚合物乳液建筑防水涂料》JC/T 864

《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》T/CECS 10002

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

建筑用真空陶瓷微珠绝热系统

应 用 技 术 规 程

T/CECS 530 ‒ 2018

条 文 说 明

前 言

团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用技术规程》T/CECS530-2018自2018年8月正式发布执行，已历经三年。三年来，在“规程”的技术引导，操作条款的具体界定下，基于热力学、传热学经典理论研究开发的绝热系统“界面材料”得到更广泛的认同和应用。鉴于基础理论研究的深入，工程应用检验积累，总结T/CECS 530-2018实施以来，来自于设计、施工、验收、维护、图审和行业管理以及国内外同行专家、学者各方面的建议、意见反馈，团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用技术规程》T/CECS 530-2018已有修编的必要，并具备修编的充分条件。

我国始于上世纪八十年代的建筑节能，现在已经走过三十多个年头。被称之为节能减排国策主战场的建筑节能，三十年来节能方式从粗放走向精准，步履艰辛。传统方式沿袭生活体验，用疏松材料“把房子包起来”，这一类材质的应用，在工程实践中已经充分暴露其先天缺陷，严重危及城市安全和触及节能效益的经济底线。建筑节能必须研究什么是“热”，热平衡转移的基本特征，不同物理空间热赋存状态的差异。这是建筑节能材料开发研究的前置要求，也是基础理论指导实践无法逾越的基本路线。绝热系统的优势在于阻隔不同物理空间热的平衡转移，努力形成不同建筑空间，根据舒适度要求，围合为局部空间热环境的封闭调节，提高能源使用效率。

自从2015年国务院发布深化标准化工作改革方案，团体标准的法律地位已经明确，2017年11月4日中华人民共和国主席令第七十八号，公布了修订后的《中华人民共和国标准化法》，相信随着新修订的《标准化法》施行，团体标准应用将受新修订的《标准化法》的充分保护。

团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》T/CECS10002-2017是国家标准制度改革以来全国第二份建设工程产品标准。为推动产品标准的推广应用，2018年8月由中国工程建筑标准化协会主持编制，公布了团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用技术规程》T/CECS 530-2018的应用施行。

应该说标准本无高下之分，只有水平高低之别，按“标准法”执行，团体标准的制定和发布无需向行政相关部门报批或是备案。尤其是现阶段我国政府简政放权背景下，标准化体制改革，团体标准是与国际接轨的必然产物。国家“标准法”明确，团体标准与国家标准、行业标准的区别除了制定标准的主体不同外，在政府管理方面，对团体标准不可以设行政许可。国家标准化管理委员会、民政部颁布了《团体标准管理规定》，国家实行团体标准自我声明公开和监督制度。团体标准有明确的监督机制，接受市场优胜劣汰。国家鼓励制定具有国际领先水平的团体标准。

政府强制推动建筑节能，原则上是一项能够在我国各地各类建筑普遍执行的规定。中国地域辽阔，建筑节能措施因建筑工程地理位置，气候条件，建筑类型，热赋存状态差异而无法采取一成不变的单一方法。考核建筑节能效果，应该是根据具体建筑所处热赋存状态，在保证建筑空间舒适度的前提下降低能耗。建筑节能措施是应对具体建筑热物理状态的综合办法，因此建筑节能措施的合理有效，节能材料的有效发挥，首先是对于建筑环境热赋存状态做准确分析。精准节能的前提是针对建筑具体工况，选择合适的产品类型，合理的施工方案，忠实的施工执行，如期的维护保养，以期降低单位面积建筑能耗。

绝热系统是一种“界面”节能材料，涂覆与建筑空间隔断或者围护结构内外表皮的热阻隔材料。通过阻隔物理空间热平衡转移，让敞开的物理环境变为居住空间舒适度的闭合调节。快速的热响应，降低人工制冷、采暖的能耗是绝热系统的应用基础。

绝热系统的研究开发，是一项历时多年的科技成果。本规程因涉及到材料合成与薄体材料热工性能检测方法的专利，根据由国家标准化管理委员会、国家知识产权局联合制定的《国家标准涉及专利的管理规定（暂行）》的规定，专利权人可作出专利实施许可声明，同意在公平、合理、无歧视基础上，以收费形式许可任何组织或者个人在实施本规程时实施其专利。故本规程编写认为引用本规程的单位与个人应向专利所有者缴纳设计使用面积每平方米一元的知识产权使用费。

目　次

1　总　则 52

2　术　语 53

3　基本规定 54

4 绝热系统 56

5　设计与构造 58

5.1　一般规定 58

5.2　热工设计 59

5.3　构造设计 65

6　施 工 69

6.1　一般规定 69

6.2　进场检验 70

6.3　施工准备 70

6.4　施工执行 71

6.5　施工工艺 73

7　工程质量检验与验收 76

7.1　一般规定 76

7.2　主控项目 77

7.3　一般项目 78

7.4　验　收 79

8 维护与保养 80

附录A 绝热系统热阻实验室测试方法 81

附录C 绝热系统现场实体检测方法 81

附录D 绝热系统现场实体热工缺陷检测方法 87

**1**总　则

**1.0.1**建筑用真空陶瓷微珠绝热系统（以下简称绝热系统）是一类界面二维结构的新型建筑节能材料。该材料研发从环境的热物理属性入手，分析环境热影响的物理波长、频率、振幅，以及热平衡的转移特征。不同地域环境、建筑空间，热赋存状态对于材料的适用性是有差异的。在产品研发过程中，研发人员始终依循热力学、传热学等经典理论指导，通过实验模拟测试和工程应用验证，不断优化材料“隔热”、“保温”效果。绝热系统的应用中，根据热环境赋存状态的差异，形成用于围护结构外表面的类型（简称绝热系统WQ系列）和应用于建筑物理空间隔断表皮、围护结构内表面类型（简称绝热系统NQ系列）。根据气候分区热环境的物理属性，使绝热系统更有针对性的应用，从而引导精准节能，提升材料应用的节能效果。

绝热系统系列材料虽然经过多年应用实践，已有大量工程案例，证明了建筑中应用的节能效果；但是我国至今尚没有一部规范这一类型材料工程应用的技术标准，制约了设计、施工部门对于这类材料的推广应用。抓紧制定、修编绝热系统应用技术规程，有利于加快“界面”节能材料的推广应用，丰富我国高科技建筑节能材料的工程实践，推动创新发展建筑节能方法的多样性，提高我国建筑节能工程实践的整体水平。

**1.0.2**基于热环境物理属性的本质思考及阻隔不同物理空间热平衡转移的有效方法，绝热系统的实际应用领域较广，除建筑围护结构节能工程外，还适用于化工储罐隔热工程、核电站防辐射等工业领域的节能工程。其采用绝热系统的设计、施工和验收可根据热环境的物理状态、工程实际情况，参照本规程执行。

**2**术　语

**2.0.1**绝热系统 adiabatic system

在热力学中“绝热系统”指汽车发动机“闭合系统”工况。指阻碍不同物理空间发生化学性质、物理性质热交换的功能性材料应用系统。

**2.0.2**真空陶瓷微珠vacuum ceramic microbeads

真空陶瓷微珠由具滤波功能的纳米级金属氧化物复合材料，滚动包裹“大分子核”，核心经激光熔化，在负压条件下生成。

**2.0.3**抗辐射离子膜 anti-radiation ion membrane

由无机金属氧化物（成分近似于2.0.2）水溶性材料制备而成，具阻隔热电磁波辐射功能的透明液态固化薄膜。

**2.0.7**外保温工程adiabatic system engineering

指绝热系统应用在外维护结构体系的内、外表面，其形成的建筑构造实体。该术语的增加，考虑适用于传统保温材料应用于外维护结构体系的通俗叫法。

**2.0.8**矩阵[matrix arrangement](javascript:;)

矩阵概念源自于高等数学，行列式几何。指真空陶瓷微珠没有空缺，有规律地最紧密排布。

**3**基本规定

**3.0.1～3.0.6** 外保温工程在得到正常维护的情况下，在使用寿命期内，外保温工程应满足以下基本要求：

1 绝热系统耐冲击性及稳定性。即系统应设计成在正常使用状况下，造成的冲击作用不影响其材料保持功能特性。系统在一般事故或故意造成的意外冲击的作用下，在未发生基底破裂的情况下不应出现严重损坏。

2 火灾情况下的安全性。对外保温系统的防火要求应符合《建筑设计防火规范》GB 50016的规定。

3 卫生、健康和环境。

1）室内环境防止室外水分进入。外墙应不会为雨、雪所损坏，还应防止雨、雪渗入建筑物内部，并且不应将水分迁移至任何可能造成损坏的部位。防止内表面和间层之间结露。表面结露问题通常会因附加复合外保温系统而得到缓解。

在正常使用条件下，有害的间层之间结露不会出现在系统中。在室内水蒸气产生率高的情况下，必须采取适当措施防止系统受潮。

2）室外环境施工和工程建设中不得向周围环境（空气、土壤和水） 释放污染物。

4 使用安全性。

1）自重的作用。系统应能承受自重而不产生有害变形。

2）抵抗主体结构变形的能力。主体结构的正常变形应不致造成系统中裂缝的形成或脱落。外保温系统应能抵抗由于温度和应力变化而产生的变形（结构连接处除外）。

3）负风压吸力的作用。系统应具有足够的力学性能，使其能够抵由风力造成的压力、吸力和振动，而且应有足够的安全系数。

5 节能和保温。外保温系统改善了围护结构保温性能，其热阻或传热系数应满足各地域、各省有关建筑节能设计标准的规定。

**3.0.1**绝热系统以薄体二维结构、界面功能为特征，与传统块体材料相比具有安全可靠、施工方便、节能环保、无毒无害、防火耐久、防霉抗污等优点。绝热系统的应用丰富了我国绿色建材，可以弥补长期以来建筑节能采用单一传导阻热方法的不足。绝热系统在维护、修复过程中材料本身不产生建筑垃圾，不构成建筑全寿命周期的环境污染。

**3.0.4**　具有促进层间热联动响应，有助于将法线方向的热穿刺改变为二维方向的热扩散，形成涂层间二维平面方向热协同分散，缓解基底“冷热桥”物理现象。

**3.0.5**　基层是指混凝土、砌体墙体或金属面板等墙体、屋面或楼面结构（或构造）层，是绝热系统直接依托的工作面。当有找平层时，基层指找平层。当节能计算需要结合其他类型节能材料复合使用时，即指绝热系统下面有覆盖其它类型保温材料时，基层指该保温材料外侧的抗裂面层或护面层。

**3.0.6**绝热系统根据材料应用的热环境赋存状态有类型及规格的区别，同时可以根据设计饰面要求，在中涂层面部做局部颜色或图案处理，这些装饰颜料覆盖小于涂层面积的30%。增加颜料修饰的饰面涂层其层面上需覆盖抗辐射离子膜，以增强绝热系统阻隔太阳辐射热的整体效果。增加饰面涂层的绝热系统构造层，热工性能指标应按沾污折减做0.9修正。

**4**绝热系统

**4.0.1** 复合涂层应用相容性的技术要求，需要适用于不同自然条件的区域、地区。应用于屋面与墙面时，对其耐水性要求可做相应区别。应用于屋面，因为屋面容易积水，对涂层不透水性有特别要求，材料应有利于屋面防水、防渗漏；应用于墙面，从抗御雨水冲刷的需要综合考虑，材料应有利于墙体水分干燥。对于冻融性的检测只局限于寒冷、严寒地区，冬季环境温度低于-10℃的区域。

**4.0.2**绝热系统的墙面固结不完全依附于乳液介质，依据于涂料性能的检测方法不完全代表绝热系统涂层的物理性能。现行团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》T/CECS 10002中乳液测试指标的有关规定，可根据工程应用实际做优化调整。修编考虑乳液只是中涂上墙的助剂，涂层真空陶瓷微珠成矩阵排列固结后，乳液的应用功能就消失了。在实际工程应用过程中，考虑施工时间紧张，根据实际情况可以取消WQ系列涂层耐候性与沾污性的测试，以免影响工程进度。其原则是提高工程效率，不影响材料工程应用效果。

规程编制审查过程中曾经有许多专家建议基于绝热系统WQ系列隔热、NQ系列保温的基础上，对原性能指标中拉伸性、耐候性、不透水性、水蒸气透过率均进行等级区分。其中不同等级的不透水性除按本规程中规定的指标表达外，可按国家标准《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755-2014中透水性的指标表示。因为一般工程竣工结顶，在喷涂绝热系统材料时，建筑的维护体系，尤其是墙面湿度大多高于50%，如果绝热系统涂层的透水性差、水蒸气透过率低，实际上阻碍了墙体干燥能力。维护体系、墙体一年四季暑热水份气化，寒冬冷凝，热胀冷缩，墙面涂层伴随其拉伸、收缩。若涂层透水性差、水蒸气透过率低反而促使围护结构表面涂层更容易产生起皮、脱壳、剥落，缩短绝热系统使用年限。

其次，乳液作为绝热系统体质成分的中间体，它的物理性能并不完全表征绝热系统热工物理属性。乳液部分指标提升太高，加大了材料制作成本，材料成本提高并不意味提升绝热系统工程应用的实际效果。因此增加分类等级，提高材料应用的针对性、性价比能够给用户提供针对工程实际需求的更多选择。虽然本规程采纳材料通常只表述合格、不合格的区分，没有引用等级区别的意见，但在商业环节中以市场为导向供需合作双方可以通过协议方式进一步具体规定材料指标的适用。根据实际情况的商榷变动，供需双方可以根据实际情况通过商务协议形式明确。尊重市场，问题导向才是真正解决工程应用，提高材料性价比的有效办法。

**4.0.7** 本条涉及工程的预期耐久性和使用性能。

1 系统耐久性。外保温系统在温度、湿度变化作用下应是稳定的。无论高温还是低温都将产生一种破坏性的或不可逆的变形作用。表面温度的变化，例如在经受长时间太阳照射之后突然降雨所造成的温度急剧下降或阳光照射部位与阴影部位之间的温差，不应引起任何破坏。此外，应采取措施防止在结构变形缝和立面构件由不同材料构成的部位（例如与窗的连接处）有可能形成裂缝。

2 部件耐久性。在正常使用条件和为保持系统质量而进行的正常维修下，所有部件在系统整个使用寿命期内均应保持其特性。这就要求符合以下几点：

1）所有部件都应具备化学、物理稳定性。

2）所有材料应是天然耐腐蚀或者是被处理成耐腐蚀的。

3）所有材料应是彼此兼容的。

**5**设计与构造

**5.1　一般规定**

**5.1.1**本规程将外保温系统作为一个整体工程应用来对待。当外保温工程设计选用真空陶瓷微珠绝热系统时，系统组成材料应由系统供应商配套供应，不得更改系统构造和组成材料，有利于系统功能的统一把握。

**5.1.3**使用绝热系统的屋面，应保证其防水要求，避免屋面积水，防止涂层因屋面受潮而起皮、剥落。建筑屋面防水可根据当地年降水量、基本风压以及有无外保温措施等情况确定设防做法，防水层可采用防水砂浆或增加防水涂料。重视排水天沟、女儿墙、屋面构造设施的无缝衔接。

**5.1.4**使用绝热系统的外墙，应保证其防水要求，防止涂层因墙体受潮而起皮、剥落。同时，由于新建建筑墙体湿度普遍大于60%，使用过程中，在防水同时又要根据区域气候特点，考虑有利于墙体水分蒸发，促进墙体渐渐干燥的做法。建筑外墙防水可根据当地年降水量、基本风压以及有无其他外保温措施等情况确定设防做法，防水层可采用防水砂浆或防水涂料。

**5.1.5**绝热系统属于界面型材料，其在建筑围护结构外表面或建筑隔断、建筑围护结构内表面涂覆后，不宜再使用湿贴的瓷砖等面饰材料覆盖，因绝热系统涂饰面必须直接处在基底与大气环境界面上，以保证其良好的抗辐射、吸收发射的绝热效果。如果外墙有干挂，绝热系统涂覆于基地墙面，包括支撑干挂板材的锚固支撑构件的涂刷，有利于外维护体系整体隔热。

**5.1.7**因合成绝热系统的介质选用了优质树脂，故绝热系统涂层本身就具有良好防水能力。但在建筑设计中，绝热系统不应直接承担建筑围护结构的防水责任，绝热系统所依附的建筑围护结构外表面或建筑围护结构内表面基层必须具备防水防裂功能，绝热系统自身的防水能力仅作为潜在优势，可起辅助防水、小裂纹修补作用。这在绝热系统性能交底中应该引起设计与甲方充分重视。

**5.2　热工设计**

**5.2.1**规程中表5.2.1规定了热阻设计值，如绝热系统材料本色即为墙体饰面颜色时，设计值考虑涂层应用随时间递增，会有一定粉尘污染，除墙体应该按照维护要求做清洁外，设计时给予了测试值0.9的修正折减。绝热系统与饰面涂层复合应用，指绝热系统中涂层面采用水溶性颜色彩点，增加模仿石材图案，覆盖率低于30%，尽管我们在仿石色斑也做真空陶瓷微珠的介入处理，但在规程编制中考虑这样的工况中，热阻设计取值仍保留污染折扣基础上再做0.9的折减修正。绝热系统应用中，还需要参考工程特性、地理位置、围护结构使用部位等情况进行类型区分和产品系列选用。

**5.2.2** 节能工程应用应充分考虑绝热系统不同类型的热工性能。绝热系统的材料研究，根据环境热区分一定的适用波段，其主要强调陶瓷金属氧化物微珠合成中对于相应热物理波阻隔效果，在绝热系统节能设计中特别注意绝热系统的应用优势。绝热系统的功能意义在于在维护体系的界面上，形成阻隔“化学性质、物理性质”热交换的涂层，减少围合空间内热能穿过维护体系外溢。

绝热系统三元复合涂层的基本原理

1 热导底漆

其作用是让系统的残余热，由一维法线方向的传递，转变为二维扩散，从而缓解结构部位钢筋混凝土的热胀冷缩及让停留在基底层面上的残余热分布更均匀，减弱高低温相遇结构性线装、点装产生的“冷热桥”现象，同时降低和改善材料与基底的蓄热性能，提高“表面换热”的节能效果，有效提高建筑隔热材料工程应用的“性价比”。

2 真空陶瓷微珠矩阵涂层

真空陶瓷微珠矩阵涂层中的陶瓷是由金属氧化物复合构成，金属氧化物具有滤波功能，可阻挡相应物理空间的热辐射，真空陶瓷微珠矩阵分布能阻隔传导热对围护体系的影响。其功能是在抗御热辐射的同时阻隔界面热的传导。真空陶瓷微珠矩阵涂层中的陶瓷微珠没有空窗点、有规律紧密排列，能够有助于阻断热传导。陶瓷是多成分金属氧化物混合材料，具多孔、多极、压电效应以及滤波的特殊功能。陶瓷涂层形态犹如微波炉钛合金矩阵屏蔽网，微珠结构面具有很强抗辐射，阻隔相应波长穿透的能力。

3 抗辐射离子膜

物体通过电磁波来传递能量的方式称为辐射，同时因各种原因物体会发出辐射能、电磁波。其中因热的原因而发出辐射能的现象称为热辐射。抗辐射离子膜的主要功能是将辐射热屏蔽在主体建筑“界面”外。相同的物质因为表面热不一样会产生不同的辐射量，界面温度越高，辐射总量越大。抗辐射离子膜很大程度上维护和补充涂层表皮装饰性仿石等图案需求的热工效果。

通过修编，绝热系统的材料性能以模拟材料应用工况的实际检测值为设计依据，这既实事求是反映材料的实际性能，又为甲方根据工程实际应用提供了量身定制的操作依据。例如WQ系列产品常规应用在阻隔太阳辐射环境，NQ系列设计应用在人工采暖环境，减弱内墙隔断、围护结构内表面构造实体吸热能力，降低界面热容比，体现为通俗理解的保温效果。单位时间内发出的热辐射热量由斯忒藩-玻耳兹曼（Stefan -Boltz- mann）定律揭示：Ф=AσT4 式中我们可以了解到热辐射的指向性，热辐射量取决于界面温度。由此可见WQ系列对于冬季围护结构辐射阻隔也是有贡献的。冬天墙体外表面温度低，墙体内部温度高，自然，界面辐射指向于维护体系内部。在选择应用中可以更多地考虑实际应用的节能效果，以及节能投入性价比。建筑节能对于各气候区域国家有强制性指标要求，因此工程项目设计应因地制宜，依项目实际，统筹决定WQ系列与NQ系列的配套使用，尤其是不同的金属氧化物可以改变绝热系统的工程应用，以实验检测值作为节能工程设计，赋予了材料应用的更多灵活性。

**5.2.3**绝热系统WQ系列侧重于阻隔0.2-3.0μm热物理波，NQ系列侧重于阻隔5-30μm热物理波环境，当围护结构节能设计在选用绝热系统WQ系列和NQ系列时应有针对性的选择，一般设计需考虑以下因素：

1　严寒地区节能设计应注重人工采暖热环境，应阻隔热物理波在5-30μm内；

2　寒冷采暖地区节能设计应阻隔热物理波在5-30μm内；

3　夏热冬冷地区节能设计冬季应提高人工采暖效率，夏季应减少人工空调耗能，建筑热环境从夏天的辐射热0.2-3μm至冬天人工采暖5-30μm；

4　夏热冬暖地区节能设计侧重阻隔太阳辐射，降低夏季空调耗能；

5　温和地区可根据当地气候条件，宜按照绝热系统WQ系列和NQ系列产品具体性能做针对性选择。

**5.2.4**节能设计中，一般编制节能计算书大都利用节能计算软件，但在现有节能计算软件中选用节能材料时会要求输入导热系数、蓄热系数、热惰性指标等参数。以节能的技术路径来说，传导阻热与辐射隔热、表面换热完全处于不同的物理场景。热的传导必须是物质分子连续排列，热物理波通过分子晶体一个传一个的形式进行，材料的热工属性与材料厚度、热穿透的时间有关。而辐射及界面的表面换热则发生在分子间自由程大于分子颗粒的物理环境。界面对于辐射阻隔的作用原则上与时间、材料厚度无关。因此从根本上说，表征“块状”材料的物理指标、热工参数不适用于表征“界面”材料的热工性能。但是目前节能材料的适用标准基本上需要套用“块状”材料计算方法，由于这些材料参数基本上都是基于块体材料指标检测设定的。如果要在现有节能计算软件中使用绝热系统，需要输入具体的导热系数、蓄热系数、热惰性指标等材料参数，满足节能设计软件既定程序要求，可通过规程中绝热系统热阻设计值换算成等效的导热系数、蓄热系数、热惰性指标等参数，用于节能设计软件计算。需要注意的是换算过程中的这些参数不属于试验检测数据，只用于节能计算软件演算。最好的办法是能够开发符合界面节能材料设计应用的界面材料节能设计软件。

绝热系统(JRXT)软件系统中参数设置：

1 屋顶：R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；

2 外墙外表面：R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；

包括：外墙主体部分外表面、热桥柱（框架柱）外表面、热桥

梁（圈梁或框架梁）外表面、热桥过梁（过梁）外表面、热桥

楼板（墙内楼板）外表面；

3 外墙内表面R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；；

包括：外墙主体部分内表面、热桥柱（框架柱）内表面、热桥

梁（圈梁或框架梁）内表面、热桥过梁（过梁）内表面、楼板

（墙内楼板）内表面；

4 分户墙、楼梯间隔墙、外走廊隔墙：

R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；

5 楼板：R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；

6 凸窗不透明的上顶板、下底板和侧板：

   R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；

7 底层架空、外挑楼板：

   R=（实验测试值做折减修正）·m2/W、K=1/R；

8 建筑用绝热系统热惰性指标：

热惰性指标D值，其物理意义是表征围护结构对周期性温度波在其内部衰减快慢程度的一个无量纲指标。当绝热系统明显降低维护体系表面寄存温度的情况下，构造实体本身的热赋存就降低，即残留于构造体系内部的热量降低，其将大幅提高构造复合的热稳定性。

材料的三维属性是非常复杂的，如果表皮界面热的阻隔能力很强，阻碍发生化学性质，物理性质热交换，那么界面表皮温度和结构内部温度一直会动态，较长时间保持热差距。

通常认为，单层结构D = R·S；多层结构D = ∑R·S。式中R为结构层的热阻，S为相应材料层的蓄热系数，D值愈大，周期性温度波在其内部的衰减愈快，围护结构的热稳定性愈好。

绝热系统WQ系列：热惰性指标D = R·S；

蓄热系数S =D / R（WQ实验测试值做折减修正）

绝热系统NQ系列：热惰性指标D = R·S；

蓄热系数S =D / R（NQ实验测试值做折减修正）；

蓄热系数的物理概念：是指具有足够厚度的单一材料层，当一侧受到谐波热作用时，该侧表面温度将按同一周期波动，通过该侧表面的热流波幅与该侧表面温度波幅的比值，即为该材料的蓄热系数。通俗说，蓄热系数表征构造实体“藏热”的能力。蓄热系数值取决于材料的导热系数、比热、容重与热流波动的周期。单位为W/(m2K)，其值愈大，材料的热稳定性愈好。蓄热系数、热惰性指标是既有节能材料计算软件中块体材料热物理属性的表征值，但是节能计算中恒定材料应用的“动态平衡”采用的只是传热系数，因此就单纯考虑出具节能计算书，可以不提供热惰性指标和蓄热系数。但是在模拟冬天“保温”，夏天“隔热”与既定热平衡模型比较会涉及到“热惰性”、“蓄热”指标。至于设计人员在采用绝热系统中，需要参考绝热系统涂层这两项物理指标，可参照上述关系式分别计算取值。

同时，块体材料热阻：

R=δ/λ(δ—材料厚度、λ— 材料导热系数)

而界面材料热阻：

R=（Tn—Tw）/ q（热源侧表面温度 *T*n、冷箱侧表面温度 *T*w、热流密度 *q（*W/m2*）*；从等式中我们可以看到，界面材料的理想热阻值与材料的厚度、热流持续时间没有关系，这也体现了块体材料与界面材料热阻概念的基本区别。

条文中给出了采用绝热系统热阻设计值时的传热系数计算方法。

绝热系统热阻设计值只是单一涂层热阻值，在围护结构总体热阻值计算过程要分层计入结构组合的其他墙体构造层的热阻。建筑节能的计算和评价是建筑节能材料集成的基础工作。建筑能耗受当地气候条件、建筑热环境及质量、围护结构热工性能、空调采暖设备性能、物业使用管理水平等诸多因素的共同制约。建筑节能计算有建立在能耗运行非稳态，用动态系统记录、长年根据实际应用累计模拟的方法进行；也有简单规范主要制约参数，规定建筑空间季节性适用温度，推算围护结构综合传热系数的方法进行。显然前者符合人居生活实际，后者便于管理执行。绝热系统的节能计算方法根据环境热赋存状态，区分室外环境和室内环境热形态差异，区分材料应用性能的差异，为仿真、精准节能迈开第一步。

**5.3　构造设计**

**5.3.1**绝热系统WQ系列使用部位：外墙、热桥柱、热桥梁、热桥楼板、屋顶、凸窗、转角窗等直接裸露于大气环境部位。由于墙面涂层容易因砂浆开裂受潮引起涂层起皮、剥落，墙面分格设计可以减少抹灰层因面积过大而产生的龟裂现象。

**5.3.2** 绝热系统WQ系列，非金属材料基层包括钢筋混凝土、砌体墙体等，当有找平层时，基层指找平层。根据区域性节能强制性指标要求，针对不同区域、不同建筑类型、不同建筑型体，单一使用绝热系统不能满足建筑节能指标时，需要增加其他类型节能材料。因此绝热系统与其他节能材料复合使用时，基层结构设计需要考虑在绝热系统下面覆盖块体节能材料或其它界面复合材料。此时，绝热系统WQ系列的基本构造应包括墙体或屋面（找平层）、界面层、保温层、基层（抗裂防水层）、腻子层、热导底漆、真空陶瓷微珠矩阵涂层、抗辐射离子膜（表5.3.2-3），其中保温层的抗裂防水层为绝热系统WQ系列的基层。

**表5.3.2-3 围护结构非金属基层（含保温层）采用绝热系统WQ系列基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基底与绝热系统间基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①墙体或屋面  （找平层） | 钢筋混凝土墙、砌体墙等 | 外 内 |
| ②界面层 | 界面层 |
| ③保温层 | 保温层 |
| ④基层  （抗裂防水层） | 基层（抗裂防水层） |
| ⑤腻子层 | 柔性腻子层 |
| ⑥底涂层 | 绝热系统WQ系列  热导底漆 |
| ⑦中涂层 | 绝热系统WQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |
| ⑧面涂层 | 绝热系统WQ系列  抗辐射离子膜 |

**5.3.3**围护结构采用绝热系统NQ系列的基本构造应包括基层（找平层）、腻子层、热导底漆、真空陶瓷微珠矩阵涂层。绝热系统NQ系列使用部位：外墙内表面、热桥柱内表面、热桥梁内表面、热桥楼板内表面、隔墙、普通楼板、架空楼板（见表**5.3.3-1**）。

**表5.3.3-1　围护结构非金属材料基层采用绝热系统NQ系列基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基底与绝热系统间基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基层  （找平层） | 钢筋混凝土、砌体墙体等，当有找平层时，基层指找平层 | 内 外 |
| ②腻子层 | 腻子层 |
| ③底涂层 | 绝热系统NQ系列  热导底漆 |
| ④中涂层 | 绝热系统NQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |

围护结构内表面涂层即NQ系列，涂层只需要底涂与中涂，因为没有仿石装饰涂层颜料涂覆，不需要抵御紫外线辐射，故亦无需做抗辐射离子膜补充。同样因为节能计算需要在围护结构内表面补充块体节能材料或其它界面复合材料，即绝热系统非金属材料基层墙体和楼面（包括钢筋混凝土、砌体墙体等）的保温层外采用绝热系统围护结构内表面类型的基本构造应包括墙体或楼面（找平层）、界面层、保温层、基层（抗裂防水层）、腻子层、热导底漆、真空陶瓷微珠矩阵涂层（见表**5.3.3-2**），其中保温层的抗裂防水层为绝热系统围护结构内表面类型的基层。

**表5.3.3-2围护结构非金属基层（含保温层）采用绝热系统NQ系列基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基底与绝热系统间基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①墙体或楼面  （找平层） | 钢筋混凝土墙、砌体墙等 | 内 外 |
| ②界面层 | 界面层 |
| ③保温层 | 保温层 |
| ④基层（抗裂防水层） | 基层（抗裂防水层） |
| ⑤腻子层 | 腻子层 |
| ⑥底涂层 | 绝热系统NQ系列  热导底漆 |
| ⑦中涂层 | 绝热系统NQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |

**5.3.4**金属材料基层（墙体和屋面）采用绝热系统WQ系列的基本构造应包括基层、防锈漆层、腻子层、热导底漆、真空陶瓷微珠矩阵涂层、抗辐射离子膜；绝热系统涂层可以依次涂覆于金属板材基底上，见表5.3.4-3。金属材料基层围护结构采用绝热系统NQ系列的基本构造见表5.3.4-4。

**表5.3.4-3 围护结构金属材料基层采用绝热系统WQ基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基底与绝热系统间基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基层 | 基层 | 内  外 |
| ②防锈漆层 | 防锈漆层 |
| ③腻子层 | 腻子层 |
| ④底涂层 | 绝热系统WQ系列  热导底漆 |
| ⑤中涂层 | 绝热系统WQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |
| ⑥面涂层 | 绝热系统WQ系列  抗辐射离子膜 |

**表5.3.4-4 围护结构金属材料基层采用绝热系统NQ系列基本构造**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基底与绝热系统间基本构造 | 构造层 | 材料名称 | 构造示意图 |
| ①基层 | 基层 | 外  内 |
| ②防锈漆层 | 防锈漆层 |
| ③腻子层 | 腻子层 |
| ④底涂层 | 绝热系统NQ系列  热导底漆 |
| ⑤中涂层 | 绝热系统NQ系列  真空陶瓷微珠矩阵涂层 |

**6**施 工

**6.1　一般规定**

**6.1.2**本规程中非金属材料基层通常指钢筋混凝土梁柱体系、水泥砂浆粉刷围护结构内、外表面；是必要的防水、保温、找坡或找平等形成的基层。其外表面基底层直接或简单处理参照规程施工执行章节具体要求。

既有建筑进行节能改造采用绝热系统时，相应的基层处理因为墙体常年风吹雨打，经历自然环境和人为因素的影响会更复杂一些，其关键在于保证绝热系统作为上覆涂层的稳固。

绝热系统属于液态固化材料，其涂覆不受基底几何形态影响，绝热系统与下伏材料兼容性强。下伏材料与围护结构的契合程度取决于下伏材料本身，就不需要特别构造绝热系统涂层与基底的连接。

**6.1.3**绝热系统三个涂层材料都属于液态、水性，有悬浮体质涂覆类材料。基于材料特点的差异，其适用的环境状况不尽相同，因而绝热系统在使用时，要按厂家的产品说明书要求进行施工。施工温度包括施工环境温度和涂饰基层温度。根据经验，当施工环境相对湿度大于85%，将不利涂层成膜。由于大风、大雾、下雨施工，会妨碍涂膜的养护，因而此时室外工程应停止施工。

**6.1.4**施工安全，劳动保护是文明施工的重要内容。国家现行标准中有关劳动保护的标准包括：《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514、《涂装作业安全规程 安全管理通则》GB 7691及《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80等。绝热系统属于水溶性材料，无毒、没有放射性影响，意外泄露不产生化学中间产物，可用于储罐吸收，水稀释处理。如因操作不慎造成绝热系统水溶性液体入口或入眼，除立即用纯净水清洗外，需同时抓紧寻求医护处理。

**6.2　进场检验**

**6.2.4**绝热系统属于生产基地规模性机械加工，其功能填料真空陶瓷微珠由锆、钛、类金属氧化物及二氧化硅等微结构粉末合成，其物理性能、化学性能稳定。乳液介质附有产品检测报告，乳液不直接影响真空陶瓷微珠的热工性能。绝热系统在混合加工过程中物理、化学性能不发生改变。基于工程适用考虑，非核心功能性指标在不变更生产配方情况下的检测数据均有效，主要功能性指标的检测报告有效期为两年。对于参照国家涂料标准要求的冻融性、蒸汽透过率等指标的检测可依据材料应用区域或具体工程的要求出具。

**6.2.5**绝热系统进场，核实检测报告、审查设计文本的完整是保证进场材料应用与实验检测指标相符的重要过程。因此绝热系统进场时应提供主控指标合格的检测报告，满足材料应用的功能要求。

进场审查侧重于进场材料与实验检测样板的性能比较，因此可采用简易检测方法在现场操作，进行半定量比较。可基于傅里叶定律热阻值的基本定义，通过测试试件热源侧与背热源侧的表面温差，同时测试热流通过试件进入热源背侧的热流密度换算得到热阻，这种方法可确定表征材料热工性能的参考指标。也可采用经实验室测试合格后封存的标准板作为对比检测的基准板。

**6.3　施工准备**

**6.3.1**施工前的充分准备是保证施工质量的重要环节，施工前应做好下列准备：

**1**应有完整的施工组织设计方案，认真解读材料性能、施工控制要点。

**2**施工现场应具备供水、供电条件，并应有储放物料的临时设施，保证材料科学存放，满足材料存储要求。

**3**工程技术负责人员应编写施工技术方案，并对施工操作人员进行技术交底和专业技术培训，认真训练施工操作人员对绝热系统不同涂层单位重量涂覆率的控制，在保证质量的前提下控制材料用量和损耗，以便按照产品施工质量要求安全、顺利完成项目施工。

**6.3.3**工程涂饰前做好样板，操作人员应预先掌握所用材料的特性、配置比例、操作关键等，并结合工程实际完善施工要求。在与仿石的饰面涂层复合，喷涂施工之前，应在现场试喷小样，熟练掌握每一涂层的涂覆率，评定仿石效果，准确控制材料用量，涂覆操作正常后再上工作面正式施工。

**6.3.4**不同批次加工的材料，尤其是增加饰面色点的中涂材料，会难免有色差，因此同一工程尽量采用同一批次生产的材料。

绝热系统材质与热工性能区别于一般涂料，真空陶瓷微珠的物理、化学性能十分稳定，材料进场标定的保质期属保守期限，超过保质期的材料只要不结块，能均匀分散就仍然具有使用价值，不影响其抗辐射阻热能力。实践中本着节材、不污染环境、减少耗材浪费的原则，可根据超期存放材料的实际情况，不简单局限于标定期限使用。

**6.3.6**本规程对施工安全做了特别强调，在易于发生安全隐患的施工作业平台、脚手架、吊篮施工前都必须进行认真检查和验收，通过验收后方可用于工程的施工作业。

**6.4　施工执行**

**6.4.2**基层施工质量是衔接绝热系统上覆可靠性的基本保障，绝热系统施工前必须对基层质量进行认真验收。由于不同基底对于底漆涂层的附着力要求不尽相同，其差异包括但不限于ph值、墙体湿度含水率、砂浆级配，墙体平整度等，尤其是应该根据不同基底材质如水泥、金属、玻璃等，提出绝热系统施工前的具体要求。绝热系统进场施工之前应先对基底进行验收，保证基层质量，基底面应保持清洁平整。水泥砂浆层必须保证其强度，采取能减少砂浆开裂的具体措施等，填写隐伏工程验收记录。

**1**当非金属材料基层墙体和屋面（包括钢筋混凝土、砌体墙体等）的保温层外采用绝热系统围护结构外表面类型时，必须先重点做好基层的防水防裂处理，其次腻子层应选用柔性腻子，柔性腻子应符合本规程的规定，最后要保证与下伏材料的粘结效果和基层强度。

**2**非金属基层表面应该进行清理，对含水率、PH值进行控制，使基层达到无油渍、无粉尘及干燥的要求，目的在于保证饰面层与基层粘结的牢靠性。在无阳光照射的情况下，可用1m2大的透明薄膜遮盖基层表面1h后，检查其含水率，如薄膜内表面显示有小水珠凝结，则基层含水率过大，宜晾干至符合要求；如薄膜内表面发朦，似呈雾状，则含水率适中；如薄膜内表面显示无变化，则含水率过小，宜进行喷水湿润，晾至表面无水珠后进行下道工序。基层表面酸碱度可用PH试纸检测。

**3**金属基层表面应除油、除锈清洁后才能根据金属材质选用防锈漆进行涂刷，防锈漆应有良好的粘附性能且应与覆层材料相适应，确保涂层达到粘附性牢固防腐的目的。

**4**对既有建筑旧墙面进行节能改造时，应视不同基面情况进行相应处理：

1）对于涂料饰面，宜使用钢丝刷将原有饰面刷去，并铲除疏松部位，采用水泥砂浆修补至符合涂饰施工要求；

2）对于旧面砖或马赛克等饰面，应对基层进行检查，将饰面空鼓或疏松部位铲除并修补后，整体采用界面剂进行处理；

3）对于清水混凝土、素砖墙面、水刷石等饰面也应在全面清理的基础上进行界面剂处理。

**6.4.3**既有建筑节能改造中使用绝热系统时，在进行旧墙体清理时要重视对脱层、空鼓、裂缝、表层粉化、起皮、爆灰现象的清理，修补墙体、门窗四角的破损。对于一些建筑立面黏贴瓷砖或小条砖的墙体要特别检查绝热系统的附着能力，原则上应该将瓷砖、条砖清除，清理墙体后喷涂。

**6.5　施工工艺**

**6.5.1**绝热系统施工由上而下进行，避免涂饰时材料液滴沾污在下面已涂刷完毕的墙面上。对要求较高的涂饰工程，宜自上而下边拆脚手架边完成最后一遍涂饰或采用吊篮施工。做分界线规定可尽量减少接痕，保证质量。大面积墙面根据设计要求分格作业，如设计未要求分格，则根据施工经验宜按1.5m2左右分格，然后逐格喷涂。划格条必须选用质硬挺拔材料完成。因划格条的质量直接影响墙面的涂饰质量，故不允许抹灰完成后用图钉划格的做法。

**6.5.4**当绝热系统与饰面涂层复合，即饰面做仿石彩点处理时，除仿石彩点增加抗辐射粉体，尚应覆盖抗辐射离子膜。绝热系统应用于室内隔断，围护结构内表面，其中涂可以替代常规的乳胶漆，因此可以兼顾内墙装饰功能。内墙通常都是浅色调，真空陶瓷微珠矩阵涂层可以根据设计要求调配为某种单一颜色，因此在没有特别要求的情况下，用于围护结构内表面部位不需要做面涂层。

绝热系统热导底漆是根据基层情况及设计要求确定的，必须与上下接触层材料具有相容性。后一道涂刷必须待前一道材料实干后进行，以确保各层材料间牢固结合。实干是指涂层全部形成固体涂膜，施工中可以采用检验方法界定。

**6.5.5**为保证表面色泽一致，同一幢楼涂饰绝热系统材料宜使用同一批号。对同一厂家供应的同一色卡、同一品种的涂料，如使用不同批号，则必须在使用时倒入大容器内混合均匀后才能使用。另外，应根据不同施工方法、季节、温度、湿度，控制材料的施工黏度，并确保其黏度一致，以免影响涂层质量和涂饰效果。

通过工程实践经验的不断积累，绝热系统施工工艺会有一个不断发展创新、完善优化的过程，在保证绝热系统工程质量的前提下，不断提高施工工艺的水平。提高绝热系统的墙体饰面装饰涂层效果，可以补充采用粉末喷涂、高温辊压的施工工艺，其施工细则可通过工程施工组织设计或工程施工方案补充说明。

优化施工工艺同样适用于装配式工程工厂规模性生产。工厂流水线生产绝热系统的涂覆形式可以由自动喷头喷涂，也可以是粉体复合成分通过粉末涂饰方法辊压、烘热粉体固化。其应用工艺需在工厂流水线操作工艺中详细规定。

**6.5.6**腻子的强度和性能直接影响上覆涂层的牢固和平整，因此选用腻子时要求粘附力强、强度大、具良好延展性。涂刮腻子是绝热系统喷涂施工的前一道工序。如果水泥砂浆压实压平，已做防水防裂处理，涂刮腻子不是必要工序。腻子强度、腻子附着力、腻子质量直接影响到上覆绝热系统的附着与应用的长期性。

**6.5.7~6.5.9**绝热系统的底涂层为热导底漆，该涂层中的银、铝、碳、石墨等导热元素分散在优质乳液中合成。涂刷过程中需保证涂层与基底粘合，底涂层涂刷要求均匀覆盖基底，喷涂一遍，厚度不小于60μm。

绝热系统的中涂层为真空陶瓷微珠矩阵涂层，涂刷过程中应保证真空陶瓷微珠有规律、紧密的矩阵排列，不出现露底现象。真空陶瓷微珠磨圆度好，因此可采用辊涂和喷涂的施工工艺。当在真空陶瓷微珠表面增加装饰涂层以模仿石材花纹图案时，宜采用喷涂。中涂层需喷涂两遍，第一遍厚度应在40μm~100μm之间，两遍厚度不小于120μm。

绝热系统面涂是一种折射能力强的抗辐射高透性液态材料，其直接作用是弥补绝热系统中涂层因为其表面增加了饰面涂层的覆盖而产生的抗辐射性能折减（通常仿石颜色覆盖率小于10%就能够很好的达到仿石效果，规程中限制在30%以下）。因此需要加强整个系统的抗辐射能力。面涂层的折射、抗辐射性能可很好地帮助表面涂层颜色避免因为过度紫外线照射产生褪色。面涂层喷涂一遍，厚度不小于40μm。

绝热系统三个涂层厚度均为喷涂、辊涂作业的参考值，作为材料使用定量的基本保证，不作为施工质量的厚度考核强制性量值。

**7**工程质量检验与验收

**7.1　一般规定**

**7.1.1**影响绝热系统涂层现场热工性能测试的主要因素是环境温度和环境湿度，故工程质量验收应待涂层自然养护期满后进行。测试前应先模拟材料应用的热环境，选择环境湿度合适的时候进行检验。绝热系统工程在本规程中既是墙体节能分项工程，属建筑节能分部工程，又在特定要求时需要兼顾建筑立面装饰效果。验收过程依循节能工程要求是先决条件，参照《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的相关规定执行。

对于薄体材料，尤其是不以测试材料导热系数来计算热阻值的界面材料，可以参照本规程规定，科学、公正评价其工程应用效果。本规程为薄体、界面效果材料节能贡献率的量定、评价提供了实际操作方法，

**7.1.2**条文中列举说明了绝热系统隐蔽工程验收所需的施工和监理原始资料记录。在竣工验收中，三个涂层功能相互关联，形成终端热工性能效果，对于每一涂层的质量管控，可借具热敏成像技术来进行鉴定。基底找平层应保持平整，与墙体结合稳固，不开裂、无粉尘、不起皮，可通过肉眼识别，保证施工质量管控落到实处。绝热系统三个涂层每一涂层表面颜色差距很大，有利于现场施工、监理旁站发现质量问题。施工现场质量管控、监理、施工人员应密切配合，跟随施工进度做好施工质量监督、记录，同时要在管控机制设置上避免施工方、甲方联手造假，对于隐伏工程安装远程视频监控是比较有效的质量控制办法。绝热系统的终端节能效果可以运用热敏成像技术做缺陷检测，并针对性制定修补方案。

**7.1.4**为了便于检验批的验收，规范相关资料的档案管理，本规程编制了附录B。

**7.2　主控项目**

**7.2.1**　材料的进场资料核对是把好材料合格关的重要环节。验收时应对材料的质量证明文件如产品合格证、出厂检验报告、型式检验报告、节能设计要求与材料进行认真核查。绝热系统工程首先是节能效果，绝热系统热工性能除应能满足《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》T/CECS 10002的相关要求，尚应符合本规程第4.0.1条的相关要求。乳液助剂和其它性能应符合本规程第5.2.1节的要求。检查的内容按照《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的相关要求。绝热系统检测可单独依照附录A的绝热系统实验热阻检测方法进行。

**7.2.2**为了保证绝热系统的施工质量及节能效果，需要对墙体基层表面进行处理。基层表面处理属于隐蔽工程，施工中容易被忽视，事后又无法检查。对隐蔽工程验收记录应进行全数核查，基底验收应由监理工程师（或建设单位技术负责人）组织绝热系统专项工程施工技术（质量）负责人等进行验收，协调前后工序科学衔接。

**7.2.3**形式服从内容，在确保绝热系统的施工质量、应用效果的前提下，工程验收从实事求是出发，并充分考虑利于其推广应用和满足工程工期要求。

**7.2.5~7.2.6**绝热系统施工全过程监控是保证施工质量的有效方法。绝热系统底涂颜色与水泥砂浆色差明显，有利于现场旁站观察。绝热系统的中涂层呈浅灰色，表面仔细观察有微颗粒质感。中涂施工的质量要求是微珠均匀、紧密做矩阵排列，基底全覆盖。涂层应均匀覆盖于墙体，同时应重视施工中容易忽略的屋面檐口、墙体勒脚、墙面伸缩缝、泛水边坡、门窗四角、阴阳凹凸部位的包边接缝处理。检查过程中可以通过60～100倍的光学放大镜帮助肉眼查看涂层中真空陶瓷微珠的排列状态。如果中涂层结合仿石饰面喷涂，验收过程中应重视检查底涂层和中涂层是否符合设计仿石的底色要求，做好隐蔽工程验收。绝热系统的面涂层无论是亚光还是普通光泽，在室外光线折射环境下是很容易检查到施工是否对下伏涂层完全覆盖。

在施工质量验收环节要检查材料进场总数量与图纸设计需求量是否相符。施工实际所需的材料用量应该比图纸设计维护体系面积的理论用量增加1～3%的损耗。核对绝热系统材料进场实际用量是否满足设计图纸实际工程面积统计量是节能工程专项验收的重要内容。

**7.3　一般项目**

**7.3.3**本条文为规范绝热系统的使用，保证绝热系统的施工质量，采用红外热像仪进行热工缺陷检验，检查绝热系统是否按设计图纸全面均匀涂覆，特别增加使用该条文。

**7.3.4~7.3.5**绝热系统施工完成后应根据工程质量验收要求，进行热阻现场实体工程的检测（附录C），检测方法完全遵循傅里叶热阻定义和经典的传热学原理。涂料饰面的形式、现场施工的质量、饰面的清洁度等对饰面的节能效果同样有影响，为客观反映施工后绝热系统节能的实际效果，应按本规程附录C规定的试验方法对绝热系统的热阻进行现场检测。

绝热系统施工完毕后，需要进行热工效果现场检测，测试现场会受到环境温度，风速、墙体湿度、环境湿度、设备试板安置诸多因素影响。因此规程介绍引入红外热敏装置见附录D，通过红外成像技术分析绝热系统施工缺陷，综合阻热效果，可操作性强。

节能检测主要是现场检测与理论计算的结合与统一，因为每一个工程都有特殊性，现场条件复杂、差异大。节能检测涉及建筑热工、现场热环境模拟、监测技术、仪器设备、误差标定、检测修正把握涉及的理论知识，因此检测过程不是简单的丈量尺寸，见证有无，操作仪表，记录数据，要求现场检测人员具备专业理论基础，能够出于专业思考分析解决问题。界面材料绝热功能体现在维护隔断形成的两个物理空间的热差异，因此在工程实体现场测试中，应重视温度传感器的正确放置。块体材料的检测只注重维护构造实体的传热效果，忽略不同物理空间的热状态改变，因此测试形式往往不能真正反映材料效果。

**7.4　验　收**

**7.4.1**工程质量竣工验收，现场检测参照《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132规定的相关方法。检测中遵循绝热系统产品类型特性，外围护结构表面（WQ系列）模拟太阳辐射照度（800±20）W/m2，热流波长0.2μm～3μm。内围护结构表面（NQ系列）模拟人工采暖，表面照度（500±20）W/m2，热流波长5μm～30μm。这种检测让传统块体材料的热工性能评价与薄体节能材料的热工性能评价建立统一标准，有利于不同材料的等效评价。现场检测尽量选择地域性极端温度的气候条件，这样可以照顾到温度传感器及热流量仪的灵敏度，降低测试仪器购置成本。

**7.4.2**检验批的划分应按本条文规定执行，节能专项验收应按《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的有关规定执行。饰面装饰效果验收参照《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210的有关规定执行。

验收检查绝热系统三个涂层的施工记录、旁站日记对于质量管控是重要的。尤其是底涂层隐伏在中涂、面涂之下，施工缺陷、发现的问题在后续涂层没有覆盖前容易整改。作为质量验收，施工过程的系统记录是重要资料和验收依据。

**8**维护与保养

**8.0.1～8.0.3**薄体材料、二维功能性材料的使用性能敏感度很高，施工后的应用维护是重要的，其中包括如何持续保持绝热系统饰面绝热效果，降低环境粉尘污染等。其维护的核心是不可人为在涂层表面敷设阻碍其辐射绝热应用效果的覆盖物，不可在涂层表面湿贴其他材料，同时应注意绝热系统使用寿命期满后周期性更新。

绝热系统饰面受到粉尘污染时会降低其绝热性能，故对采用绝热系统饰面应采用防止墙面粉尘污染，及时清洗维护。

维护实际上同样涉及到绝热系统涂层应用的耐久有效性的保护，下述内容同样适用维护阶段特别重视。

**8.0.4**陶瓷涂层固结后其耐候性远超中间体的优质乳液。使用寿命和必要性更新取决于涂层面的保护；

1 维护系统耐久性。外保温系统在温度、湿度和收缩的作用下应是稳定的。无论高温还是低温都将产生一种破坏性的或不可逆的变形作用。表面温度的变化，例如在经受长时间太阳照射之后突然降雨所造成的温度急剧下降或阳光照射部位与阴影部位之间的温差，不应引起任何破坏。此外，应采取措施防止在结构变形缝和立面构件由不同材料构成的部位（例如与窗的连接处）有裂缝形成。

2 维护部件耐久性。在正常使用条件和为保持系统质量而进行的正常维修下，所有部件在系统整个使用寿命期内均应保持其特性。

3 绝热系统饰面受到粉尘污染时会降低其绝热性能，故对采用绝热系统饰面应采用防止墙面粉尘污染，及时清洗维护。

**附录A** 绝热系统热阻实验室测试方法

**A.1～A.3**  本装置与现行团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》 T/CECS 10002中附录A的测试方法原理、试验环境、试板及试件、测试步骤、数据处理与热阻计算完全一致。但对实验装置箱体做了优化，增强设计感，并已通过国家质量检测结构计量认定，浙江大学监制，形成工业等级检测应用的测试箱。箱体相对封闭避免实验室空间人流活动对检测取值的影响。热源部分增加环境热源模拟的自动恒温控制，箱顶嵌入检测数据自动生成显示屏、计算机数据备份USB接口；同时检测数据可以远程显示。《规程》中对这种检测方法增加了许多人工智能的控制方法。绝热系统温控检测测试是一个动态过程，表面温差的变化与热通量检测数据是非线性关系，人工智能，大数据分析帮助更完整模拟和反映材料实际应用的热工性能，使得检测方法更符合材料实际应用环境，同时能够在测试逐时进行中准确判断绝热系统界面热阻。试验装置箱体外形照片见图A所示。

本规程绝热系统热阻值计算与T/CECS 10002中附录A绝热系统热阻实验室测试方法的基本规定完全一致。

为保证实验重复性好，避免测试数据离散，测试设备放置的实验室，试验环境应保持空气温度本规程将原初始测试环境温度从（23±1）℃调整至（22±1）℃，相对湿度应不大于70%；无气流扰动。



图A 实验检测仪箱体外形照片

**附录C** 绝热系统现场实体检测方法

**C.1 一般规定**

绝热系统工程应用的实际效果最终要通过现场检测和应用单位面积节能效果评定。同时也参照地域节能材料选择对比，综合评价各种节能方式，材料应用的性价比。就节能工程实用的角度来说，大多数行业管理和节能效果评估都非常重视现场实体检测的实际评定。因此本次修编更重要是阐述绝热系统现场检测操作方法，标准适用，包括需要注意的问题。

**C.1.1** 绝热系统现场实体检测方法适用于采用绝热系统WQ系列或NQ系列的建筑围护结构工程实体竣工后进行。《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132立足于维护体系分隔空间温度差异，及热源侧热流进入背热源侧的能力，计算维护体系传热系数，这种测试方法适合于界面节能材料节能效果的鉴定。

**C.1.3**　围护结构主体部位传热系数的检测宜在受检围护结构施工完成后，墙体含水量低于8%时进行。

**C.1.4** 检测过程应根据材料应用类型区分为围护结构内、外表面；隔热效果或保温效果检测。

**C.2 试验环境**

JGJ/T 132标准详细规定了现场材料应用节能效果检测的环境条件，

**C.2.1** 检测前及检测期间，试验环境条件应符合下列规定：

**1** 检测开始前2天应为晴天或少云。同时要求检测日应为晴天或少云，水平面的太阳辐射照度最高值不宜少于《民用建筑热工设计规范》GB 5017-93中附录三附表3.3给出的当地夏季太阳辐射照度最高值的90%。检测前至少24h内室外空气温度的逐时值与开始检测时的室外空气温度相比，其变化不应大于10℃；

**2** 检测前至少24h内和检测期间，建筑物外围护结构内外平均空气温度差不宜小于10℃；

**3** 检测期间与开始检测时的空气温度相比，室外空气温度逐时值变化不应大于5℃，室内空气温度逐时值变化不应大于2℃；

**4** 1h内室外风速（采样时间间隔为30min）变化不应大于2级（含2级）；

**5** 室外空气相对湿度不应大于70%，空气中粉尘含量不应异常。

**C.2.2** 受检围护结构墙体应保持干燥，含水率不应大于8%；

**C.2.3** 绝热系统现场实体检测涂层界面两侧温差越大，越容易反映涂层实际效果，越有利于测试数据采集。原则上测试“隔热”或“保温”效果都应该选择地域相对应的极端气候。

**C.3 检测方法**

**C.3.1** 绝热系统现场实体检测宜按《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132的有关规定执行。

**C.3.2**　围护结构主体部位传热系数的现场检测宜采用热流计法。

**C.3.3**　热流计及其标定应符合现行行业标准《建筑用热流计》JG/T 3016的相关规定。

**C.3.4**　热流和温度应采用智能分析自动记录设备检测，数据存储方式应适用于计算机分析。温度测量不确定度不应大于0.5℃。

**C.3.5**　测点位置不应靠近热桥、裂缝和有空气渗漏的部位，检测时受检围护结构应关闭所有门、窗等隔断，门、窗应与楼面、地板等建筑部件形成围合封闭的室内空间。

**C.3.6** 热流计和温度传感器的安装应符合下列规定：

式中：空间室内平均温度(℃)；

—受检空间室内第i个逐时温度值(℃)；

—受检空间第j个测点的第i室内逐时温度值(℃)；

n— 受检空间室内温度逐时值的个数；

p—受检空间所布置温度测点数。

**1**热流计应直接安装在受检围护结构的背热侧表面上，且应与测试表面完全接触；

**2**　温度传感器应在受检围护结构热源与背热两侧表面安装，充分满足反映围护结构分隔两侧物理空间的温度差异。背热侧表面温度传感器应靠近热流计安装，且外表面温度传感器宜与内表面温度传感器安装在同一轴线上。测试保温性能，室内迎热侧表面的温度传感器与测试界面宜留间隙，充分反映热源侧物理空间的实际温度。且外表面温度传感器宜与内表面温度传感器安装在同一轴线上。

**C.3.7**　绝热系统现场实体检测在选择检测时间时应避开气温剧烈变化的天气，对设置采暖系统的地区，冬季检测应在采暖系统正常运行后进行；对未设置采暖系统的地区，应在人为适当地提高室内温度后进行检测。在其他季节，可采取人工加热或制冷的方式建立室内外温差。围护结构高温侧表面温度应高于低温侧10℃以上，且在检测过程中的任何时刻均不得等于或低于低温侧表面温度。当传热系数小于1W/(m2•K）时，高温侧表面温度宜高于低温侧10/U℃以上。检测持续时间不应少于96h。检测期间，室内空气温度应保持稳定，受检区域外表面宜避免雨雪侵袭。

注：U为围护结构主体部位传热系数，单位为[ W/(m2•K) ]。

**C.3.8**　检测期间，应定时记录热流密度和内、外表面温度，记录时间间隔不应大于60 min。可记录多次采样数据的平均值，采样间隔宜短于传感器最小时间常数的1/2。

**C.4 试验装置**

**C.4.1** 当进行绝热系统现场实体检测时环境气候条件不符合本附录中第C.3.7条的要求时，应采取人工加热或制冷的方式完善测试环境条件，可根据使用系列不同采用相应热源，应符合下列规定：

**1** 绝热系统WQ系列的热工性能现场实体检测时，模仿热源应采用热源A（长弧氙灯），模仿室外日照，可在受检围护结构外表面提供（800±20）W/m2的辐照强度（适用热源波长0.2μm～3μm）；

**2** 绝热系统NQ系列的热工性能现场实体检测时，模仿热源应采用热源B（陶瓷发热块），模仿室内人工采暖，可在受检围护结构内表面提供（500±20）W/m2的辐射热源强度（适用热源波长5μm～30μm）。

**C.4.2** 热流计和温度传感器的安装应符合下列规定：

**1** 热流计应直接安装在受检围护结构的背热源侧，且应与受检围护结构的表面完全接触。

**2** 温度传感器应在受检围护结构两侧表面安装，围护结构热源侧、背热源侧表面测温应在同一轴线上。背热源侧温度传感器应靠近热流计安装，测试维护体系保温效果，迎热侧表面温度传感器应与测试界面留一定间隙，充分反映热源侧物理空间的实际温度。测试隔热效果，背热侧温度传感器紧贴围护结构实体表面，尽量避免室内低温空间对温度传感的影响。同时，外表面温度传感器宜与内表面温度传感器安装在同一轴线上。温度传感器连同0.1m长引线应固定在围护结构表面，传感器表面的辐射系数应与受检表面基本相同。

**C.6数据分析**

**C.6.1**　绝热系统现场实体检测方法的数据分析应符合现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132-2009中7.1.9、7.1.10、7.1.11和7.1.12的规定。

实体建筑节能测试，测试环境受大气环境影响，没有实验室的测试保护条件；测试数据显示分析应充分考虑JGJ132热流计测试，面对传热系数解读存在影响的几个问题，测试人员尽量在现场有针对性客观研究、分析，修正测试取值。

1 环境温度受四昼夜温差及风霜雪雨变化的不确定；

2 墙体材料不均匀，测试点代表性的不确定；

3 供热源96h电压变化热输出强弱的不确定；

4 墙体热容是室内空气热容的80-90倍，表面温度影响滞后效应与表面温差、热流密度要求瞬态数据的不确定；

5 测试设备标定的不确定，例如测试板记录的是得热量还是热流密度？

测试尽量避免上述因素影响，注意分析测试记录曲线，同时根据现场实际情况考虑上述因素的可能影响，及时做有依据，实事求是的现场评定修正说明。避免主观武断，简单定量不符合实际应用效果取值。

**附录D** 绝热系统现场实体热工缺陷检测方法

**D.1** 绝热系统现场实体热工缺陷检测方法不仅能辅助竣工后对于现场实体热工性能检测，作为绝热系统底涂热导底漆的施工质量检测效果非常明显。热导底漆促使涂层法线方向的热传导形成二维平面、层间联动；因此热敏成像照片反映热导底漆性能非常明显，均匀涂刷热导底漆后热敏成像剖面曲线连贯，线型均匀度好，不出现特别明显的锯齿状抖动曲线；反之则热导底漆施工有缺陷，需要修补。

红外热敏图像反映表面温差与发射率、建筑周边障碍物、局部遮挡、测试界面与热敏成像仪的距离、气候因素、湿度、粉尘、烟雾有关。测试数据应用需要修正上述因素，综合评定。

**D.2** 绝热系统现场实体热工缺陷检测方法围护结构表面热工缺陷采用主体区域平均温度与缺陷区域平均温差∆T来判定，其原因在于红外检测受气候影响大，要消除影响因素给测试带来许多局限，影响检测工作效率。

**D.3** 热敏成像图中可显示平均温度差异或围护结构异常区域的热工缺陷。缺陷因素不单是因为涂层的均匀涂布及涂层效果，还包括测试部位的气流、穿堂风、管网穿插，结构节点施工因素，预埋件、金属构件，局部湿度不均匀等等因素，因此判读缺陷要对照施工图纸、现场管网、构件以及围护结构局部非正常干湿因素。

**修编后记：**

现行团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统应用技术规程》T/CECS 530自2018年8月20日公告施行已经两年余。规程的适用受到国内国外用户、同行的高度评价。随着工程实践与研究的不断深入，对原规程具有更科学，客观修编的要求。本次修编的核心是进一步规范绝热系统工程应用进场到节能效果的实际判定的操作性。规范提供了整个产业环节，各操作阶段到综合验收，全流程的质量保障；对绝热系统应用的终端效果提供对比鉴定；这将大大提升“界面”材料缺乏标准适用状况下，推广应用的操作性。

本次规程修编集中解决：

1 加强T/CECS 530材料应用现场检测对于GB 50176、GB 50189、GB 50411、 JGJ/T 132等方法适用条款的补充，更具体明确，确保绝热系统工程应用质量的操作细节。进一步规范规程的文字表述。

2 弱化或删减与材料节能功能无关的检测内容，降低工程应用成本和材料进场检测周期。

3 进一步明确材料实验检测与节能计算软件的衔接。提出模拟材料应用实际工况检测材料热工性能，直接引用实验测试值，经过折减、修正用于节能计算。同时由于绝热系统金属氧化物配方、纯度差异，其热工性能应用效果也有较大差异，因此采用实验测试值折减、修正取值，将避免脱离工程应用实际，材料性能随行就市，为市场提供更多选择。

4 建议在同一地域采取不同节能材料，设置相同应用场景，做应用效果横向比较，鉴别绝热系统实际节能效果。

5 明确保护知识产权，规程涉及专利进行有偿服务。

6 本规程修编，基于团体标准《建筑用真空陶瓷微珠绝热系统》T/CECS 10002-2017的材料性能，做了满足工程应用操作性深化，促进绝热系统迭代发展，提升工程应用性价比。