

ICS 91.010

CCS Q 04

DB5 1

四 川 省 地 方 标 准

DB51/T 2975—2022

气凝胶复合保温隔热材料及系统
通用技术条件

2022 - 12 - 27 发布

2023 - 02 - 01 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 性能要求 2

5 试验方法 6

6 检验规则 7

7 标志、包装和贮存 7

附录 A(规范性) 设计 9

附录 B(规范性) 施工作业要求 12

附录 C(规范性) 验收标准和规范 18

附录 D(规范性) 压筑复合保温系统构造参考图 21

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。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口并解释。

本文件起草单位：成都陆轨新材料科技有限公司、西南交通大学、中国建筑西南设计研究院有限公司、中铁建十二局集团有限公司、西安方元绿洲材料科技有限公司、三河方元绿洲节能科技有限公司、宁夏建筑科学研究院股份有限公司。

本文件主要起草人：郭宪强、余华超、齐荣兴、蒋晓红、郑勇、康凯宁、李福海、陈海军、郭宪法、刘英、白金叁、王一霆、於治国、陈昭、舒宏博、慈强、苏梁、冉权、张健。

本文件为首次发布。

气凝胶复合保温隔热材料及系统 通用技术条件

1 范围

本文件规定了气凝胶复合保温隔热材料及系统通用技术条件的术语和定义、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。

本文件适用于气凝胶复合保温隔热材料的生产，以及相应系统在铁路、公路、桥隧的建设、工业与民用建筑等领域的应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 5210 涂层附着力的测定法 拉开法
- GB/T 5486.2 无机硬质绝热制品试验方法 力学性能
- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 9755 合成树脂乳液外墙涂料
- GB 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定
- GB/T 17371 硅酸盐复合绝热涂料
- GB/T 23985 色漆和清漆挥发性有机化合物(VOC)含量的测定差值法
- GB 24408 建筑外墙涂料中有害物质限量
- GB/T 25261 建筑用反射隔热涂料
- GB/T 30804 建筑用绝热制品垂直于表面抗拉强度的测定
- GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范
- GB 50204 混凝土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 50210 建筑装饰装修工程质量验收规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50411 建筑节能施工质量验收规范
- GB 50693 坡屋面工程技术规范
- GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范
- JG/T 235 建筑反射隔热涂料
- JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
- JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
- JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
- JGJ 144 外墙外保温工程技术标准
- JGJ/T 235 建筑外墙防水工程技术规程
- JGJ/T 261 外墙内保温工程技术规程

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
 JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范
 TB 10203 铁路桥涵施工技术规范
 TB 10753 高速铁路隧道工程施工质量验收标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

气凝胶复合保温隔热材料 aerogel light aggregate composite heat insulation material

以气凝胶、陶瓷空心微粒、超轻超细闭孔膨胀微珠、矿物质纤维、特种纳米粘接材料、凝胶材料为主要成分，添加聚苯颗粒和其他功能组分制成的，用于铁路和公路隧道、桥梁及建筑物等部位的具有保温、隔热、减震、隔声工程的匀质保温材料，简称气凝胶复合保温隔热材料。

3.2

气凝胶复合保温隔热系统 aerogel light aggregate composite heat insulation system

以气凝胶复合保温隔热材料为保温层，并与抹面胶浆层、功能涂层组成的隧道壁及建筑墙体保温系统，简称气凝胶复合保温隔热系统。

3.3

气凝胶复合保温隔热材料保温工程 thermal insulation engineering of aerogel light aggregate composite thermal insulation material

气凝胶复合保温隔热材料，通过系统组合固定在墙体、隧道、桥梁等部位表面上所形成的结合体，简称气凝胶复合保温隔热材料保温工程。

3.4

大温差环境 large temperature difference environment

指隧道与桥梁所处环境温度的日温差大于15℃的情况，对铁路结构混凝土安全及高铁运行安全将产生较大影响。

3.5

抹面胶浆层 rendering coat mortar

由水泥、高分子聚合物和填料配制而成，并具有一定抗变形能力和良好粘结性能的聚合物水泥砂浆，也称抗裂面层。

3.6

功能涂层 nano ecological energy saving and environmental protection coating

以多种金属纳米氧化物、气凝胶、特种纳米粘接材料、环保乳液以及各种环保助剂等为主要成分，经特种工艺制作而成的，具有隔热保温，增强抗劈裂性能，以及超强防腐和超长耐候性能等功能的涂层，在大温差环境下深度防御桥隧的安全。

3.7

压筑复合 mechanical engineering pressure lacing

利用机械增压泵将物料增压，经高压软管输送至管口处释放液压，形成附着在墙体、隧道等部位表面的连续性大厚度保温层的施工方式。

4 性能要求

4.1 材料性能

4.1.1 气凝胶复合保温隔热材料的性能应符合表 1 的规定。

表1 气凝胶复合保温隔热材料的性能

项目	单位	指标
干密度	kg/m ³	140~200
抗压强度	MPa	≥0.12
压剪粘结强度	kPa	≥50
导热系数(平均温度25℃)	W/(m·K)	≤0.041
蓄热系数	W/(m ² ·K)	0.8
线性收缩率	%	≤0.03
软化系数	—	≥0.60
垂直板面的抗拉强度	MPa	≥0.06
放射性	—	同时满足I Ra≤1.0和I y≤1.0
燃烧性能	—	A级

4.1.2 抹面胶浆由水泥、高分子聚合物和填料配制而成，为具有一定抗裂能力和良好粘接性能的聚合物水泥砂浆，其性能应符合表 2 的规定。

表2 抹面胶浆的性能

项目	单位	指标
拉伸粘结强度	强度	≥0.70
	耐水强度	≥0.50
	耐冻融强度	≥0.50
透水性(24h)	mL	≤2.5
压折比	—	≤3.0
可操作时间	h	1.5~4.0
吸水量	g/m ²	≤500

4.1.3 耐碱玻纤网布主要用于保温材料之保护层增强、防裂，其主要性能应符合表 3 的规定。

表3 耐碱玻纤网布的性能

项目	单位	指标
厚度	mm	0.25
网孔中心距	mm	5~8
单位面积质量	g/m ²	≥160
断裂强度(经、纬向)	N/50mm	≥1000
断裂伸长率(经、纬向)	%	≤5.0
耐碱强力保留率(经、纬向)	%	≥50

4.1.4 功能涂层是在隧道完成复喷混凝土并找平的工作面，或桥梁完成预制混凝土并找平的工作面的

基础上，对桥隧进行深度防御保护的功能涂层，其涂层性能应符合表 4 的规定。

表4 功能涂层的性能

检验项目	单位	指标
容器中状态	/	搅拌混合后无硬块，呈均匀状态
干燥时间(表干)	h	≤2
透水性	mL	≤0.3
附着力	—	≤1 级
耐水性	h	168h 无异常
耐酸性	h	168h 无异常
耐碱性	h	168h 无异常
中性盐雾 b	h	5000h 不透底，不剥落，无裂纹
太阳热反射比	%	83
半球发射率	%	85
隔热温差	℃	15
耐紫外线人工老化	1000 小时不起泡、不脱落、无裂纹	
	粉化：<1 级	
	太阳反射比(白 色)≥81%	
	半球发射率≥83%	
	隔热温差衰减率≤12%	
拉伸强度	MPa	≥1.0
游离甲醛含量	mg/kg	≤100
挥发性有机化合物 VOC 含量	g/L	≤150
苯、乙苯和二甲苯含量总和	%	—
乙二醇醚脂含量总和	%	≤0.03
重金属含量	mg/kg	铅 (Pb) ≤1000
	mg/kg	镉 (Cd) ≤100
	mg/kg	六价铬 (Cr6) ≤1000
	mg/kg	汞 (Hg) ≤1000
放射性	内照射指数 IRa≤1.0	
	外照射指数 IY≤1.0	
燃烧性能 A 级	总热值， MJ/kg	≤3.0
	单体燃烧增长速率指数 W/s	≤120
	单体燃烧火焰横向蔓延长度	未达到试样长翼边缘
	单体燃烧 60s 的总放热量， MJ	≤7.5

4.2 系统性能

4.2.1 气凝胶复合保温隔热系统隧道内保温系统，是在初喷混凝土并完成钢拱架和锚杆加固及防水后工作面的基础上，进行的压筑复合气凝胶复合保温隔热材料施工，复喷混凝土，以及功能涂层施工，其气凝胶复合保温隔热系统的性能应符合表 5 的规定。

表5 气凝胶复合保温隔热系统隧道内保温系统性能

项目	指标
吸水量/ (kg/m ²)	系统在水中浸泡1h后的吸水量应小于1.0
耐冻融(30次)	保护层无空鼓、脱落，无渗水裂缝，防护层与保温层的拉伸粘接强度不小于0.1Mpa，且破坏界面位于保温层内
耐候性	耐候性试验后，未出现空鼓、脱落，无渗水裂缝，防护层与保温层的拉伸粘接强度不小于0.1Mpa，且破坏界面位于保温层内
抗冲击性	3.0J，10个冲击点，破坏点为0个，无宽度≥0.1mm的裂纹
热阻	符合设计要求
不透水性	涂料防水层应按设计遍数进行涂刷，与基面黏结牢固；平均厚度应符合设计要求，最小厚度不应小于设计厚度的80%。
水蒸气湿透过流密度/ (G/m ² ·h)	1.8

4.2.2 气凝胶复合保温隔热系统建筑外墙外保温系统，是在建筑基层墙体为混凝土墙、普通砌体墙、蒸压加气混凝土、烧结保温防火砌块砖、混凝土保温砌块等自保温墙体上，进行气凝胶复合保温隔热材料、抹面胶浆保护层及饰面层施工的建筑外墙外保温系统，其系统性能应符合表 6 的规定。

表6 气凝胶复合保温隔热系统建筑外墙外保温系统性能

项目	指标
耐候性	外观 经耐候性试验后，不得出现空鼓、剥落或脱落等破坏，不得产生渗水裂缝
	抹面层与保温层拉伸粘结强度/ (MPa) ≥0.08，且破坏部位应位于保温层内
耐冻融性	外观 60次循环，试验后无可渗水裂缝，无粉化、空鼓、剥落现象
	抹面层与保温层拉伸粘结强度/ (MPa) ≥0.08
抗冲击性	建筑物首层墙面以及门窗口等易受碰撞部位：10J级
	建筑物二层以上墙面等不易受碰撞部位：3J级
吸水量/ (kg/m ²)	≤0.5
保护层不透水性	2h不透
水蒸气透过湿流密度/ (g/m ² ·h)	≥0.85
热阻	符合设计要求

4.2.3 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温系统性能应符合表 7 的规定。

表7 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温系统性能

项目	指标
系统拉伸粘结强度/（MPa）	≥0.05
吸水量/（kg/m ² ）	系统在水中浸泡1h后的吸水量应小于1.0
热阻	符合设计要求
抹面层不透水性	2h不透水

4.3 气凝胶复合保温隔热系统的设计要求见附录 A，气凝胶复合保温隔热系统的施工作业要求见附录 B，气凝胶复合保温隔热系统的构造参考图见附录 D。

5 试验方法

5.1 气凝胶复合保温隔热材料主要技术指标的检测方法

5.1.1 导热系数

将气凝胶复合保温隔热材料制作成300mm×300mm×30mm规格的样块，采用平板稳态法导热系数检测仪进行检测，适用标准为GB 10294。

5.1.2 燃烧性能

将气凝胶复合保温隔热材料制作成100mm×100mm×100mm规格的样块，按照GB 8624的规定进行检测。

5.1.3 压剪粘结强度

将气凝胶复合保温隔热材料均匀涂抹在两个规格为120mm×100mm×（5-10）mm的钢板之间，在50℃环境中将其烘干至恒重，按照GB/T 17371的规定进行检测。

5.1.4 抗压强度

将气凝胶复合保温隔热材料制作成100mm×100mm×100mm规格的样块，按照GB/T 5486.2的规定进行检测。

5.1.5 垂直板面的抗拉强度

按照GB/T 30804的规定进行检测。

5.1.6 线性收缩率

按照JGJ/T 70的规定进行检测。

5.2 气凝胶复合保温隔热系统主要技术指标的检测方法

耐冻融、耐候性、抗冲击性、吸水量、不透水性及水蒸气湿透过流密度按照JGJ 144的规定进行检测。

5.3 功能涂层的检测方法

5.3.1 挥发性有机化合物 VOC 含量

按照GB/T 23985的规定进行检测。

5.3.2 游离甲醛含量、重金属含量、放射性、苯、乙苯和二甲苯含量总和

按照GB 24408的规定进行检测。

5.3.3 燃烧性能

按照GB 8624的规定进行检测。

5.3.4 附着力

按照GB/T 5210的规定进行检测。

5.3.5 耐紫外线人工老化、耐碱性、耐酸性、耐盐雾性能

按照GB/T 9755的规定进行检测。

5.3.6 太阳反射比、半球发射率

按照GB/T 25261的规定进行检测。

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 出厂检验

出厂检验项目包括产品技术性能的主控检验项目。

6.1.2 委托检验

委托检验项目包括产品技术性能的委托检验项目。

6.1.3 型式检验

型式检验项目包括产品技术性能的全部检验项目。

6.2 检验结果判定

6.2.1 检验结果的判定按照 GB/T 8170 中修约值比较法进行。

6.2.2 应检项目的检验结果均达到本标准要求时，该试验样品为合格。

6.3 气凝胶复合保温隔热系统的验收标准和规范详见附录 C。

7 标志、包装和贮存

7.1 标志

按照GB/T 9750的规定进行。

7.2 包装

按照GB/T 13491中二级包装的规定进行。

7.3 贮存

气凝胶复合保温隔热材料贮存时应保证通风、干燥，防止日光直接照射。功能涂料贮存时，冬季应采取防冻措施。应根据产品类型定出贮存期，并在包装标示上明示。

附录 A
(规范性)
设计

A.1 一般规定

- A.1.1 隧道内保温计算传热系数时，气凝胶复合保温隔热材料的修正系数为1.0。建筑外保温计算传热系数时，气凝胶复合保温隔热材料的修正系数应为1.05。
- A.1.2 气凝胶复合保温隔热材料可用于铁路、公路隧道内保温系统，建筑外墙内外保温系统。当隧道处于地热高温地带时，应采用气凝胶复合保温隔热材料与功能涂料构成的气凝胶复合保温隔热系统；当隧道和桥梁处于常态下大温差地带时，直接采用功能涂层即可。功能涂层的厚度，原则上控制在2mm~3mm。
- A.1.3 气凝胶复合保温隔热材料的热工和节能设计除应符合本文件第4.1条的规定外，对于外墙外保温工程，尚应符合下列规定：
- a) 外保温系统应包覆门窗框外侧洞口、女儿墙、封闭阳台以及出挑构件等热桥部位；
 - b) 外保温系统应考虑混凝土构件、金属件等的热桥影响。
- A.1.4 气凝胶复合保温隔热材料外墙外保温工程宜采用高弹防水饰面涂层。

A.2 系统构造

A.2.1 高温隧道气凝胶复合保温隔热系统基本构造，应符合表A.1的要求。

表A.1 高温隧道气凝胶复合保温隔热系统基本构造

构造示意图	基本构造			
	1-基层	2-保温层	3-复喷混凝土	4-功能涂层
	初喷混凝土并完成钢拱架和锚杆加固和防水后工作面	气凝胶复合保温隔热材料	按照工艺要求复喷混凝土并找平	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层

A.2.2 大温差环境下隧道深度防御功能涂层防护系统基本构造，应符合表A.2的要求。

表A. 2 大温差环境下隧道防护系统基本构造

构造示意图	基本构造			
	1-复喷混凝土基材	2-底涂层	3-中涂层	4-面涂层
	在完成钢拱架和锚杆加固砌体工作面后并找平的复喷混凝土界面	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层底涂层	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层中涂层	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层面涂层

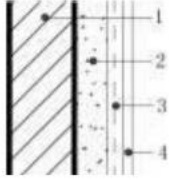
A. 2. 3 大温差环境下桥梁深度防御功能涂层防护系统基本构造，应符合表A. 3的要求。

表A. 3 大温差环境下桥梁防护系统基本构造

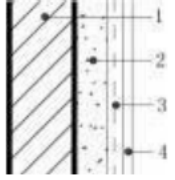
构造示意图	基本构造			
	1-预制混凝土基材	2-底涂层	3-中涂层	4-面涂层
	预制混凝土完工找平界面	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层底涂层	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层中涂层	深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层面涂层

A. 2. 4 建筑基层墙体为混凝土墙、普通砌体墙、 蒸压加气混凝土、烧结保温防火砌块砖、 混凝土保温砌块等自保温墙体时，气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温系统基本构造应符合表A. 4和表A. 5的要求。

表A. 4 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温系统基本构造

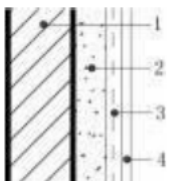
构造示意图	1-基层	2- 保温层	3- 抗裂保护层	4-饰面涂层
高弹防水涂层等柔性饰面 	蒸压加气混凝土、烧结保温防火砌（砖）、混凝土保温砌块等自保温墙体。混凝土墙或普通砌体墙	气凝胶复合保温隔热材料	抗裂保护砂浆 + 标准型玻纤网	柔性腻子+高弹防水涂层

表A.5 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温系统基本构造

构造示意图	1-基层	2- 保温层	3- 抗裂保护层	4-饰面砖
高弹防水涂层等柔性饰面 	混凝土墙、普通砌体墙、蒸压加气混凝土、烧结保温防火砌(砖)、混凝土保温砌块等自保温墙体。	气凝胶复合保温隔热材料	抗裂保护砂浆+ 标准型玻纤网	粘接砂浆+饰面砖

A.2.5 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温系统基本构造，应符合表A.6的要求。

表A.6 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温系统基本构造

构造示意图	基本构造			
	1-基层	2-保温层	3-抗裂保护层	4-饰面涂层
	混凝土墙体或普通砌体墙体	气凝胶复合保温隔热材料	抗裂保护砂浆+ 标准型玻纤网	环保内墙涂层

A.3 设计要点

A.3.1 高温隧道压筑复合气凝胶复合保温隔热系统的构造，应符合TB 10753、JTG/T 3660的规定。气凝胶复合保温隔热材料的厚度根据地热温度的绝热要求确定，深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层的厚度原则上不小于2mm。

A.3.2 大温差环境下隧道和桥梁深度防御功能涂层防护系统的构造，应符合TB 10203，JTG/T 3650。深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层的厚度为2mm~3mm。

A.3.3 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温系统的密封、防水构造设计应符合下列规定：

- a) 应符合JGJ/T 235；
- b) 墙体上安装的设备或管线应固定于基层墙体上，并应做好其与保温层交接处的密封和防水处理。

A.3.4 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温系统抹面层中应设置耐碱玻纤网布。高弹防水涂层饰面时，抹面层厚度应为5mm-10mm。

A.3.5 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温系统的设计除应符合本文件的要求外，尚应符合现行行业标准JGJ/T 261的有关规定。

附录 B
(规范性)
施工作业要求

B.1 一般规定

B.1.1 气凝胶复合保温隔热材料保温工程的基层质量，应符合GB 50204 和GB 50203的规定；墙面抹灰工程施工质量应符合GB 50210的规定。

B.1.2 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温施工，应在基层施工验收后进行。

B.1.3 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温施工，不得在雨天或风力大于5级的环境下施工。

B.1.4 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工应符合下列规定：

- a) 保温层的厚度应符合设计要求；
- b) 气凝胶复合保温隔热材料应分层施工；
- c) 保温层与基层及各层之间应粘结牢固。

B.1.5 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温工程的外门、窗洞口四周的外侧墙面、女儿墙、伸出外墙和屋顶的混凝土构件、挑板等热桥部位及各节点细部，应严格按设计的保温、防水要求施工。门、窗框与墙间的空隙应采用聚氨酯发泡等高效保温材料充填密实。门窗洞口四周外侧墙面的保温层不得影响门窗的正常开启。

B.2 施工准备

B.2.1 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工，应编制专项施工方案，并经监理(建设)单位批准后实施；施工前应进行技术交底，施工人员应经过实际操作培训。

B.2.2 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工所需的运输、吊装、灰浆搅拌设备及脚手架、检测仪器等机具应准备齐全。

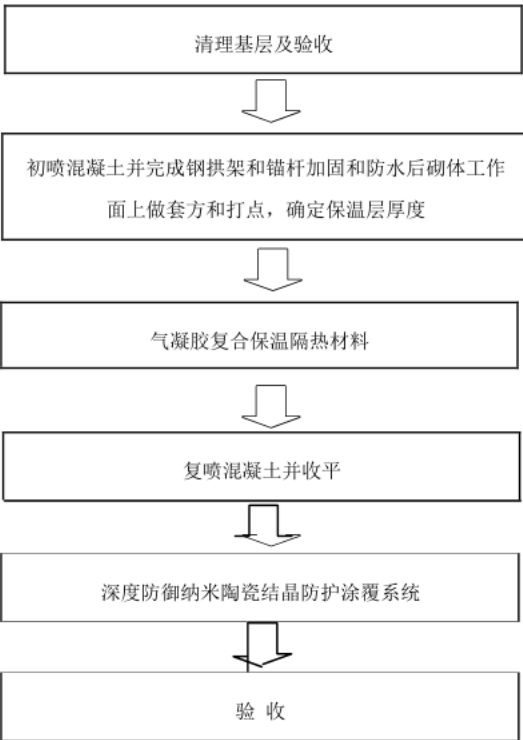
B.2.3 气凝胶复合保温隔热材料保温工程的样板墙，应经工程监理(建设)和设计单位技术人员检查认可后，方可进行大面积施工。

B.2.4 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温工程施工前，应先对基层进行检查和处理，基层应坚实、平整、清洁，无油污、无脱模剂等妨碍粘结的附着物；凸起、空鼓和疏松部位应剔除找平；伸出墙面的消防梯、落水管、各种进户管线和空调器等的预埋件及连接件应安装完备，并留有保温层厚度的间隙。

B.3 施工工艺

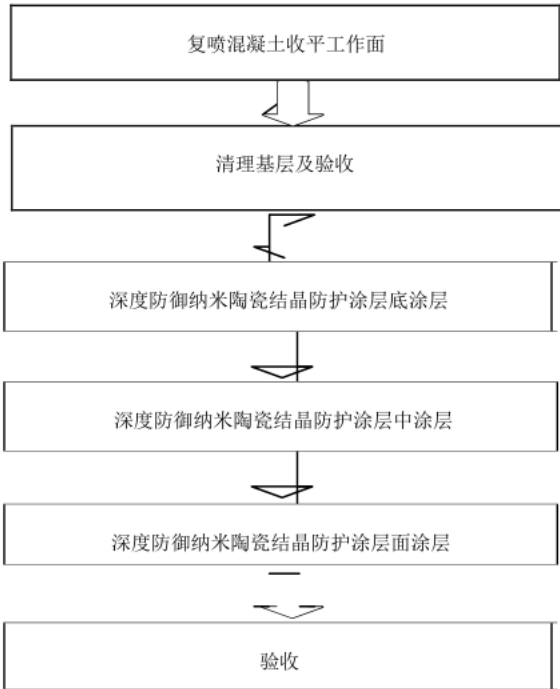
B.3.1 铁路和公路桥隧

B.3.1.1 铁路隧道和公路隧道高温地热段保温系统施工按照图 B.1 进行。



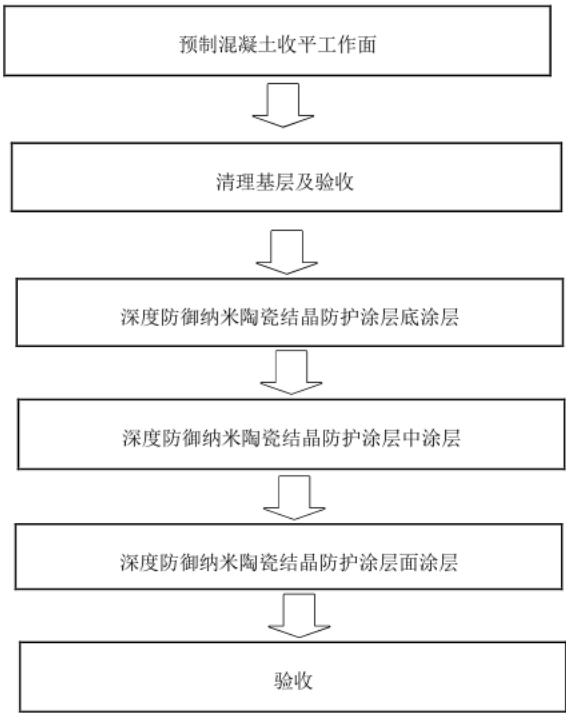
图B.1 铁路和公路隧道高温地热保温系统施工工艺流程

B.3.1.2 铁路隧道和公路隧道大温差防护系统施工按照图 B.2 进行。



图B.2 铁路隧道和公路隧道大温差防护系统施工工艺流程

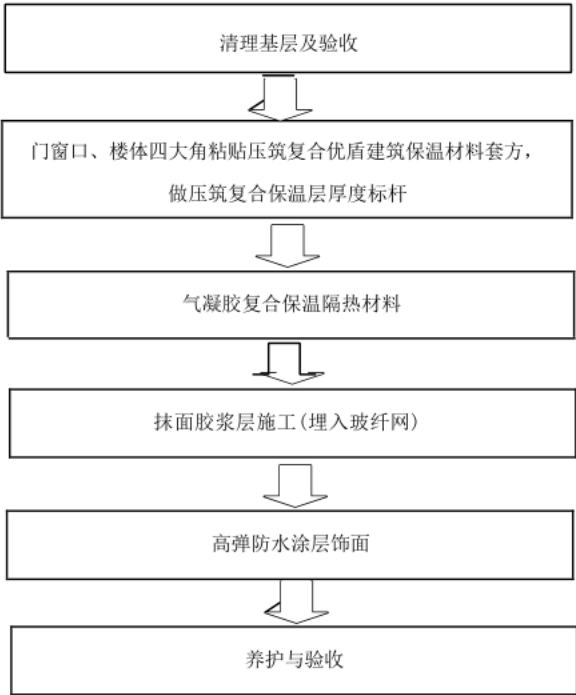
B.3.1.3 铁路桥梁和公路桥梁大温差防护系统施工按照图 B.3 进行。



图B.3 铁路桥梁和公路桥梁大温差防护系统施工工艺流程

B.3.2 建筑保温

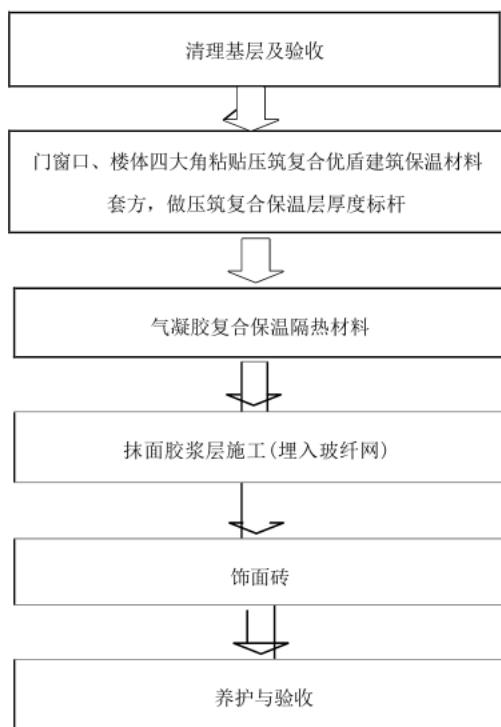
B.3.2.1 基层为蒸压加气混凝土、烧结保温防火（砖）、混凝土保温防火砌块，以及基层为普通墙体的涂料饰面层时，气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温涂料饰面工程施工应按图 B.4 进行。



图B.4 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温涂料饰面工程施工工艺流程

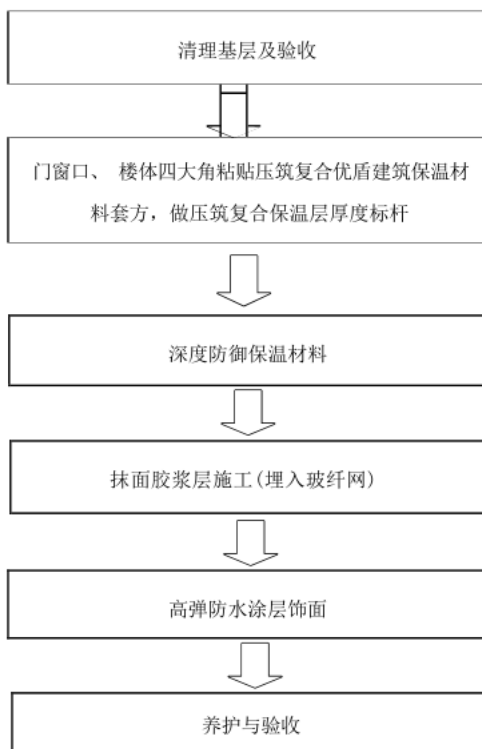
B.3.2.2 基层为蒸压加气混凝土、烧结保温防火（砖）、混凝土保温防火砌块，以及基层为普通墙体的

贴砖饰面层时，气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温饰面砖工程施工应按图 B.5 进行。



图B.5 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温饰面砖工程施工工艺流程

B.3.2.3 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温工程的施工工艺应按图 B.6 进行。楼梯间隔墙、电梯井前室及分户墙等内墙保温工程施工也应按此工艺流程进行。



图B.6 气凝胶复合保温隔热系统外墙内保温工程施工工艺流程

B.4 施工要点

B.4.1 气凝胶复合保温隔热材料应使用专用强制搅拌机，搅拌机的出料至少应大于每小时2500L。

B.4.2 气凝胶复合保温隔热材料压筑复合机技术参数应符合表B.1的规定。

表B.1 压筑复合保温材料机械浇筑机参考技术参数

项 目	单位	参数要求
出料量	L/h	≥2500
电机功率	kW	≥3.5
浆料粒径要求	mm	≤5
喷浆额定压力	MPa	3.0
垂直输送距离	m	≤40
水平输送距离	m	≤40
料斗容积	L	≥100
整机重量	kg	≤180

B.4.3 气凝胶复合保温隔热材料施工应符合下列要求：

- 应按照气凝胶复合保温隔热材料使用说明书的要求，严格控制水灰比，并应采用强力机械搅拌，搅拌时间5min以上，搅拌好的保温材料宜在120min内用完；
- 保温材料与基层及各层之间粘结应牢固，不允许脱层、空鼓和开裂；
- 总厚度应符合设计要求；
- 施工后应及时防护，严禁水冲、撞击和振动；
- 保温层应平整，阴阳角方正、顺直，平整度偏差应符合GB 50210及本文件要求；
- 当厚度不符合要求时，应进行修补。

B.4.4 深度防御纳米陶瓷结晶防护涂覆体系施工应符合下列要求：

- 基材要达到干燥，坚实，平整，清洁；
- 底涂施工：喷涂深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层底涂一遍，干膜厚度约40um；
- 中涂施工：待底涂喷涂8小时后，即可喷涂深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层中涂一遍，干膜厚度≥2mm；
- 面涂施工：待中涂喷涂24小时后，即可喷涂深度防御纳米陶瓷结晶防护涂层面涂一遍，干膜厚度约40um。

B.4.5 抗裂保护层施工应符合下列规定：

- 应将抹面胶浆均匀涂抹在保温层上，再铺耐碱玻纤网布，且耐碱玻纤网布应埋入抹面胶浆面层中；
- 抹面胶浆面层的厚度应符合设计要求；
- 严禁将玻璃纤维网直接铺在保温层表面上，再用砂浆涂抹粘结。

B.4.6 耐碱玻纤网布的施工应符合下列规定：

- 大面积施工耐碱玻纤网布前，应先做好门、窗洞口边的耐碱玻纤网布翻包；
- 门、窗的四个角的保温层上，应各采用一块200mm×300mm的耐碱玻纤网布，45°斜贴后，再大面积继续粘贴、埋入；

- c) 在抹面胶浆可操作时间内，应将裁剪好的耐碱玻纤网布铺展在第一层抹面胶浆上，并应将弯曲的一面朝里，沿水平方向绷直绷平，用抹刀边缘线抹压铺展固定，将耐碱玻纤网布压入底层抹面胶浆中；
- d) 应由中间向上下、左右方向将面层抹面胶浆均匀抹平，确保抹面胶浆紧贴耐碱玻纤网布，且粘结牢固、表面平整；
- e) 上、下、左、右的耐碱玻纤网布搭接宽度不应小于100mm，且不得使耐碱玻纤网布皱褶、空鼓、翘边；
- f) 在保温系统与非保温系统的接口部位，保温系统大面上的耐碱玻纤网布应延伸，并搭接到非保温系统上，搭接宽度不应小于100mm；

B.4.7 保温工程找平层抹灰施工应符合下列规定：

- a) 应在建筑外墙大角及其他必要处挂垂直基准线，控制好抹灰层表面垂直度；
- b) 应根据墙体保温技术要求，在墙面弹出外门窗水平、垂直控制线；
- c) 找平层施工完后应进行垂直度检查。

B.5 安全文明施工

B.5.1 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工必须遵守国家行业有关建设工程安全生产法规及相关标准的规定。

B.5.2 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工应符合GB 50720、JGJ 80、JGJ 46及JGJ 33的有关规定。

B.5.3 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工前，应对施工人员进行安全技术培训，经考核合格后方可上岗。

B.5.4 应设专人定期检查脚手架的稳定性及安全防护设施发现隐患立即整改。

B.5.5 在脚手架上堆放物料时，严禁倾卸和抛掷，且不得撞击墙体及脚手架。

B.5.6 堆放在脚手架上的物料荷载，不得超过其设计允许的承载。

B.5.7 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工现场应设置护栏，围挡隔离施工现场，在施工过程中应设专人进行维护。

B.5.8 水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料，应在库内存放或严密遮盖，运输时要防止遗洒、飞扬，减少扬尘，切割饰面砖等板材时应有防止粉尘扩散的措施。

B.5.9 既有建筑节能改造中，在铲除原建筑功能涂层时，应随时洒水，减少粉尘污染环境。

附 录 C

(规范性)

验收标准和规范

C.1 一般规定

- C.1.1 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工质量验收,应符合GB 50300及GB 50411的有关规定。
- C.1.2 气凝胶复合保温隔热材料保温工程饰面层工程施工质量验收应符合GB 50210 的规定。
- C.1.3 压筑复合建筑屋面保温工程的施工质量验收应符合GB 50411、GB 50207和GB 50693的有关规定。
- C.1.4 气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工应在基层质量验收合格后进行, 并应及时进行质量检查、隐蔽工程验收和检验批验收, 施工完成后应进行墙体节能分项工程验收或楼地面隔声保温分项验收。
- C.1.5 质量验收应检查下列文件和记录:
- a) 设计文件及其变更文件、图纸会审记录;
 - b) 系统组成材料的产品合格证、性能检验报告、进场验收记录和复验报告等技术资料;
 - c) 施工技术交底文件;
 - d) 施工记录和施工质量检验记录, 保温层粘结强度检验报告及 气凝胶复合保温隔热材料同条件养护试件的检验报告;
 - e) 隐蔽工程验收文件和相关影像资料;
 - f) 其他对工程质量有影响的技术资料。
- C.1.6 保温工程应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收, 并应有文字记录和必要的影像资料:
- a) 基层及其表面处理;
 - b) 耐碱玻纤网布铺设;
 - c) 墙体热桥部位处理;
 - d) 被封闭的保温层厚度。
- C.1.7 质量验收的检验批划分应符合下列规定:
- a) 按每 500 m²~1000m² 墙面面积划分为一个检验批, 不足 500 m²亦为一个检验批; 1000 m²以上每增加 1000 m²作为一个检验批次。
 - b) 检验批的划分也可与施工流程相一致, 且方便施工与验收的原则, 由施工单位与监理(建设)单位, 依据相关标准的规定共同商定。
- C.1.8 施工单位项目负责人填写附录 D 中的表 D.1 保温工程检验批质量验收记录表, 监理工程师、建设单位项目专业技术负责人组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收。

C.2 主控项目

- C.2.1 保温系统的组成材料, 其品种、规格应符合设计要求。
- C.2.1.1 检验方法: 观察、尺量检查; 核查质量证明文件。
- C.2.1.2 检查数量: 按进场批次, 每批随机抽取 3 个试样进行检查; 质量证明文件应按出厂检验批进行核查。
- C.2.2 材料进场时应对其下列性能进行见证取样复验:
- a) 气凝胶复合保温隔热材料的干密度、垂直板面的抗拉强度及燃烧性能;
 - b) 抹面胶浆的粘结强度、压折比;
 - c) 耐碱玻纤网布的力学性能、抗腐蚀性能。
- C.2.2.1 检验方法: 随机抽样送检, 核查复验报告。

C.2.2.2 检查数量：同一厂家、同一品种的产品，当单位工程建筑面积在 30000 m²以下时，各种材料抽查不小于 3 次；当单位工程建筑面积在 30000 m²以上时，各种材料抽查不少于 6 次。

C.2.3 外保温施工前应按设计和施工方案的要求对基层进行处理，处理后的基层应符合设计要求。

C.2.3.1 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。

C.2.3.2 检查数量：每 100 m²应抽查 1 处。每处不得少于 10 m²。

C.2.4 外保温工程各层构造做法应符合设计要求，并应按照经过审批的施工方案施工。

C.2.4.1 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。

C.2.4.2 检查数量：全数检点。

C.2.5 外保温工程施工应符合下列规定：

a) 气凝胶复合保温隔热材料的厚度必须符合设计要求；

b) 保温层与基层及各构造层之间的粘结或连接必须牢固；粘结强度和连接方式应符合设计要求。

C.2.5.1 检验方法：观察、手扳检查；保温材料厚度可采用钢针插入或钻孔取芯检查；粘结强度核查试验报告；核查隐蔽工程。

C.2.5.2 检查数量：每个检验批每项抽查不少于 3 处。

C.2.6 气凝胶复合保温隔热材料应在施工中制作同条件养护的试件，并应检测其导热系数、干密度和垂直板面的抗拉强度；同条件养护试件应见证取样送检。

C.2.6.1 检验方法：核查试验报告。

C.2.6.2 检查数量：每个检验批应抽样制作同条件养护试块不少于 3 块。

C.2.7 外墙热桥部位，应按设计要求采取隔断热桥措施。

C.2.7.1 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。

C.2.7.2 检查数量：按不同热桥种类每种抽查 20%，并不少于 5 处。

C.2.8 外墙或毗邻不供暖房间墙体上的门窗洞口四周侧面。应按设计要求采取节能保温措施。

C.2.8.1 检验方法：对照设计观察检查。必要时抽样剖开检查。核查隐蔽工程验收记录。

C.2.8.2 检查数量：每个检验批应抽查 5%，并不少于 5 个洞口。

C.3 一般项目

C.3.1 穿墙套管、脚手架眼、孔洞等施工产生的墙体缺陷应按施工方案采取隔断热桥措施，不得影响墙体设计的热工性能。

C.3.1.1 检验方法：对照施工方案观察检查。

C.3.1.2 检查数量：全数检查。

C.3.2 耐碱玻纤网布的铺贴和搭接应符合设计和施工方案的要求，砂浆抹压应密实，不空鼓，耐碱玻纤网布不得皱褶，外露。

C.3.2.1 检验方法：观察检查，核查隐蔽工程验收记录。

C.3.2.2 检查数量：每个检验批抽查不得少于 5 处。每处不得少于 2 m²。

C.3.3 气凝胶复合保温隔热材料接茬应平顺密实，厚度均匀。

C.3.3.1 检验方法：观察，尺量检查。

C.3.3.2 检查数量：每个检验批应抽查 10%，且不少于 10 处。

C.3.4 墙体上容易被碰撞的阳角、门窗洞口及不同材料基体的交接处等特殊部位，其保温层应采取防止开裂和破损的加强措施。

C.3.4.1 检验方法：观察检查；核查隐蔽工程验收记录。

C.3.4.2 检查数量：按不同部位。每类应抽查 10%，且不少于 5 处。

C.4 保温工程检验批质量验收记录表

表C.1由施工单位项目负责人填写，监理工程师、建设单位项目专业技术负责人组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收。应按本规程附录C.1中的一般规定对气凝胶复合保温隔热材料保温工程施工质量进行验收，按C.2中主控项目的检验方法和检查数量对气凝胶复合保温隔热材料保温工程的主控项目进行检验检查，按C.3中一般项目的检验方法和检查数量对气凝胶复合保温隔热材料保温工程的一般项目进行检验检查。

表C.1 保温工程检验批质量验收记录表

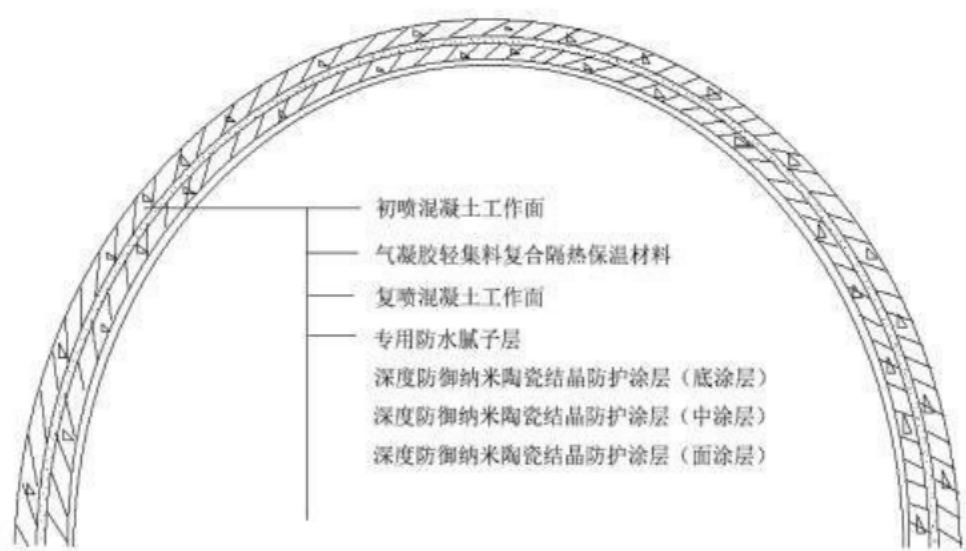
工程名称		分项工程名称		验收部位	
施工单位		项目经理		专业工长	
执行标准名称				班组长	
检查项目	设计	施工单位检查评定记录		监理(建设)单位验	
主控项目					
一般项目					
施工单位检查评定结果		项目专业质量检查员：项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理单位(建设单位)验收结论		监理工程师(项目专业技术负责人)： 年 月 日			

附录 D
(规范性)

压筑复合保温系统构造参考图

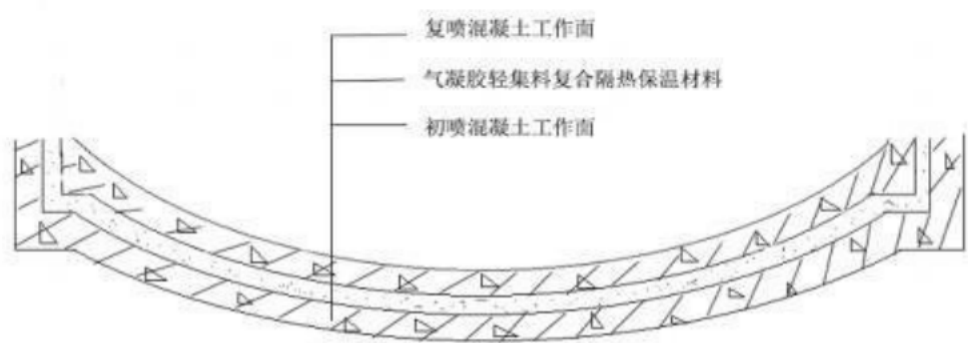
D.1 气凝胶复合保温隔热材料桥隧保温系统构造参考图

D.1.1 高温隧道拱墙隔热保温防护构造图见图D.1。



图D.1 高温隧道拱墙隔热保温防护构造

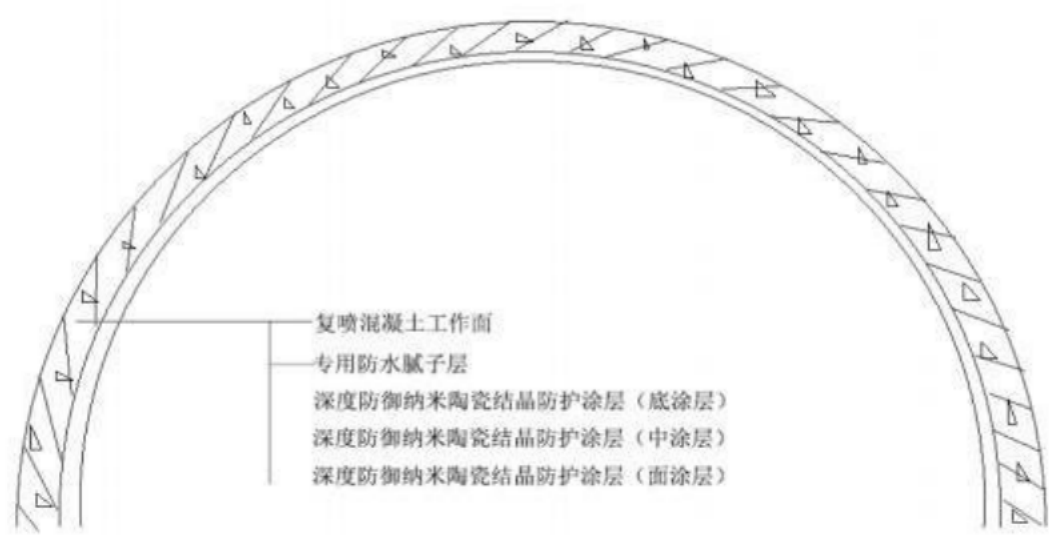
D.1.2 高温隧道洞底隔热保温防护构造图见图D.2



图D.2 高温隧道洞底隔热保温构造

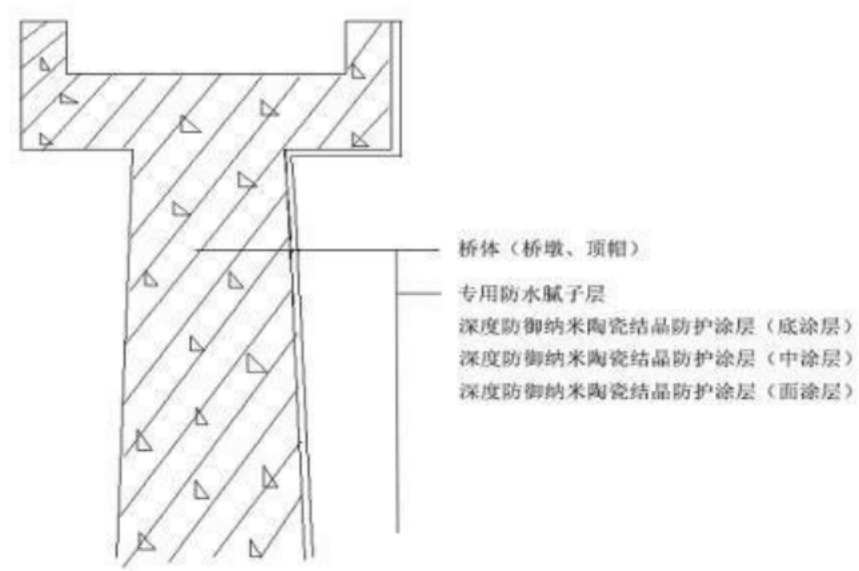
D.2 大温差环境下桥隧防护涂层构造参考图

D.2.1 大温差环境下隧道拱墙防护构造图见图D.3。



图D.3 大温差环境下隧道拱墙防护构造

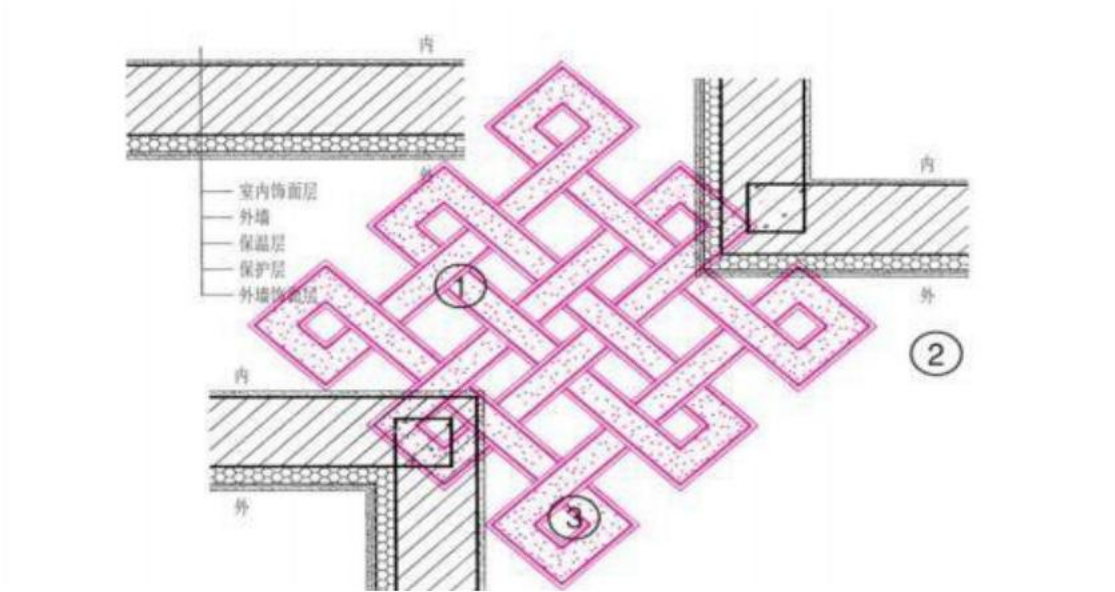
D.2.2 大温差环境下桥墩、顶帽防护构造见图D.4。



图D.4 大温差环境下隧道拱墙防护构造

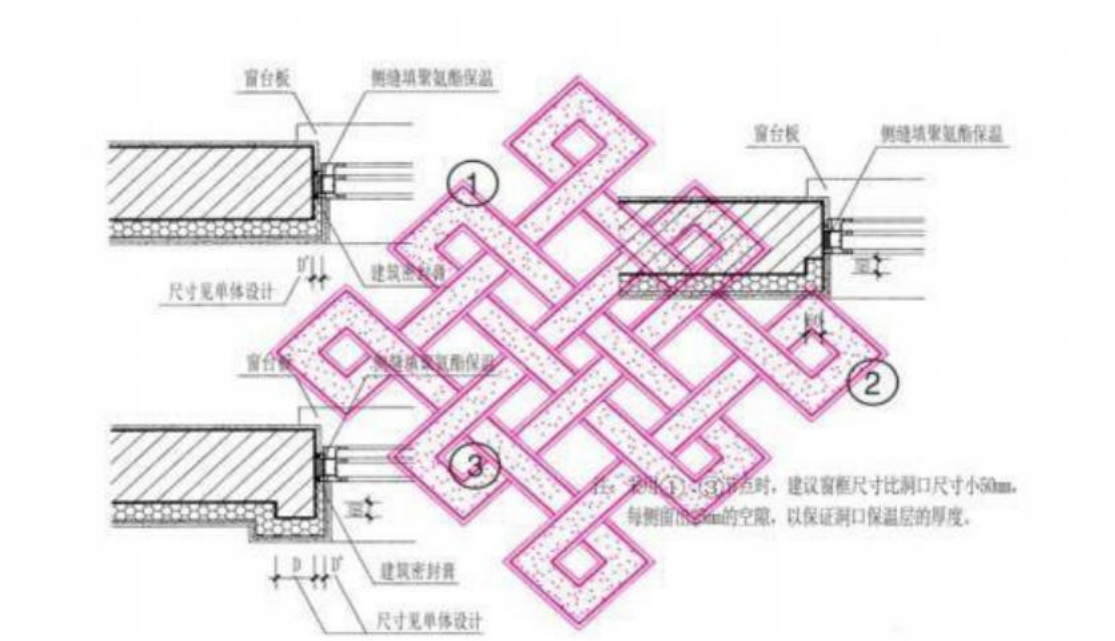
D.3 气凝胶复合保温隔热系统外墙外保温系统构造参考图

D.3.1 外墙保温节点构造见图D.5。



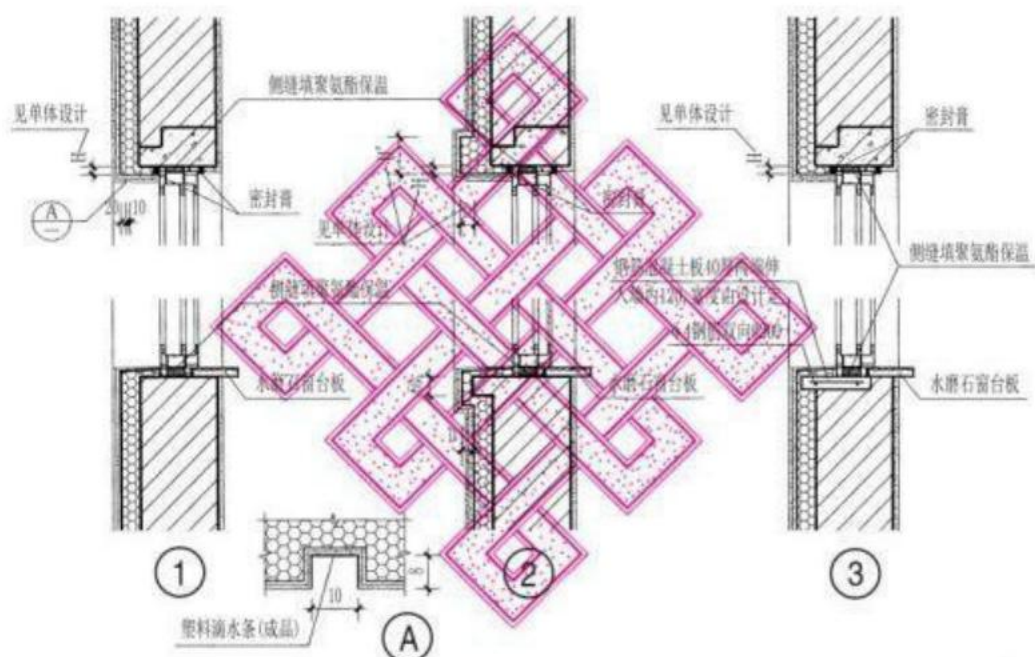
图D.5 外墙保温节点构造图

D.3.2 窗口外保温节点构造(一)见图D.6。



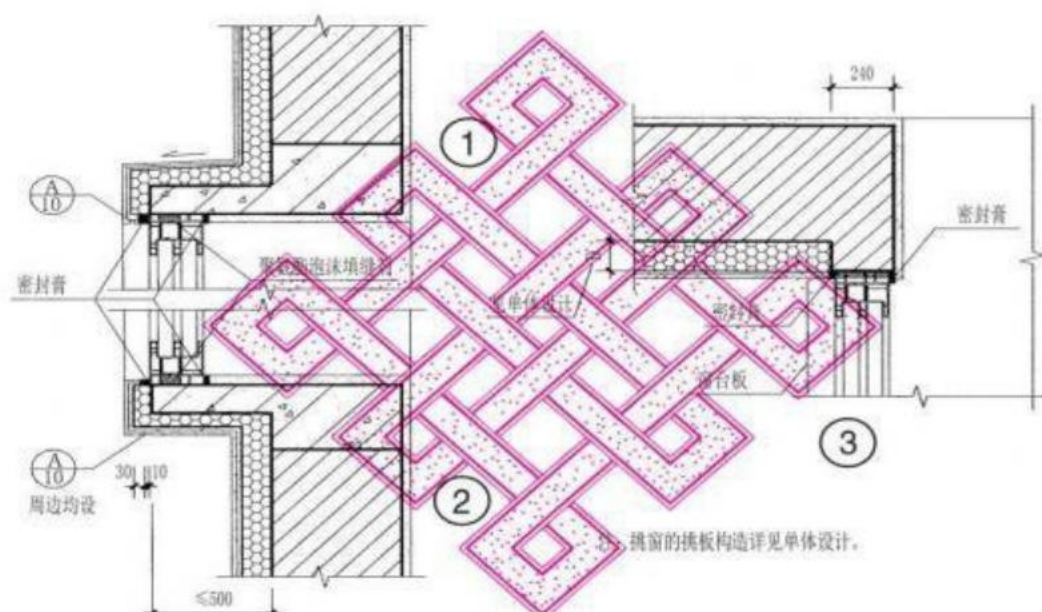
图D.6 窗口外保温节点构造(一)

D.3.3 窗口外保温节点构造(二)见图D.7。



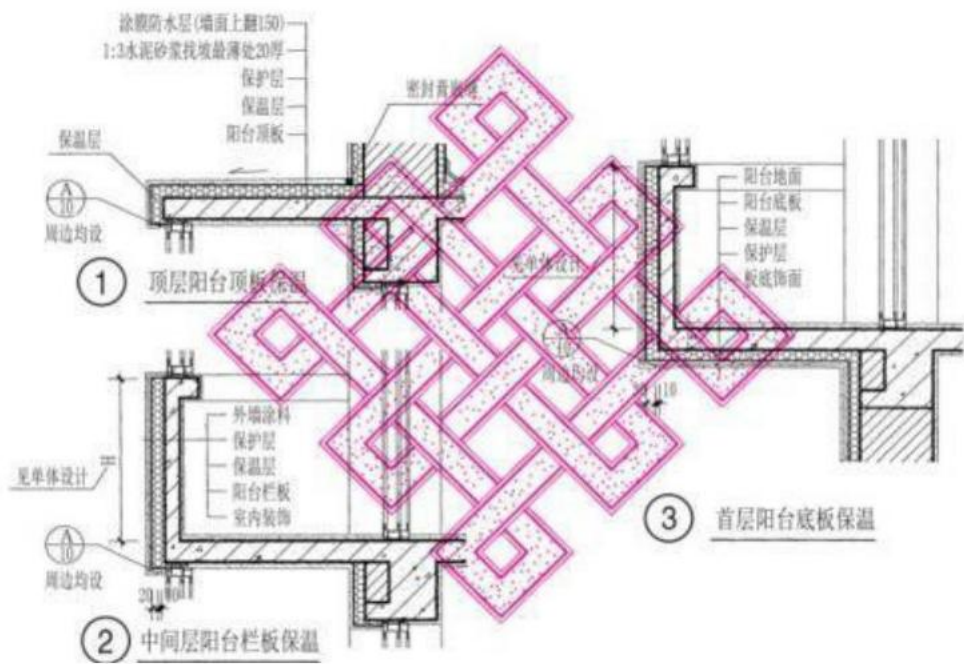
图D.7 窗口外保温节点构造(二)

D.3.4 挑窗窗口外保温节点构造见图D.8。



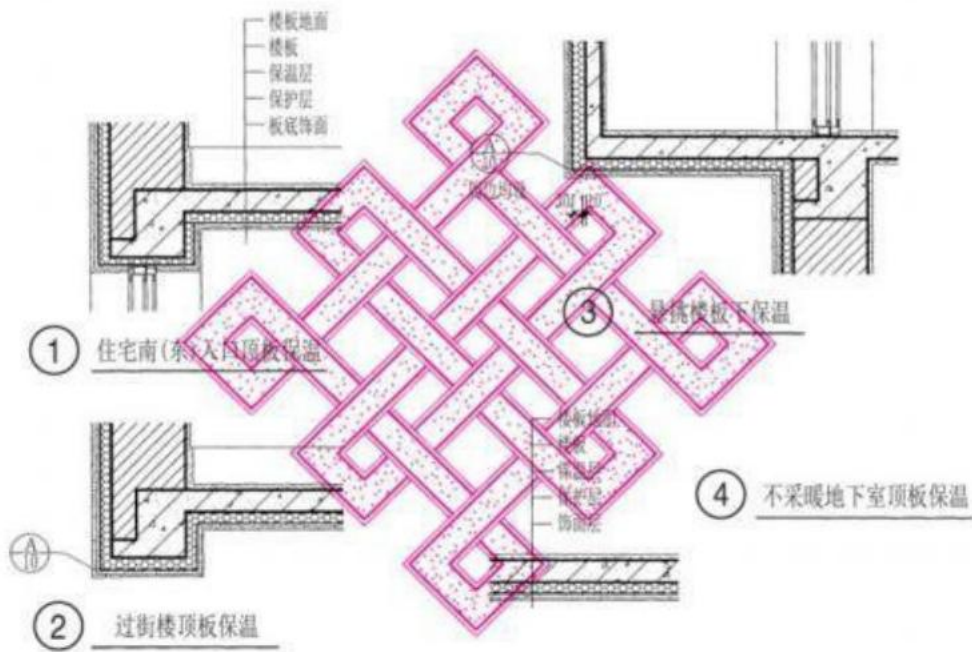
图D.8 挑窗窗口外保温节点构造

D. 3. 5 阳台外保温节点构造见图D. 9。



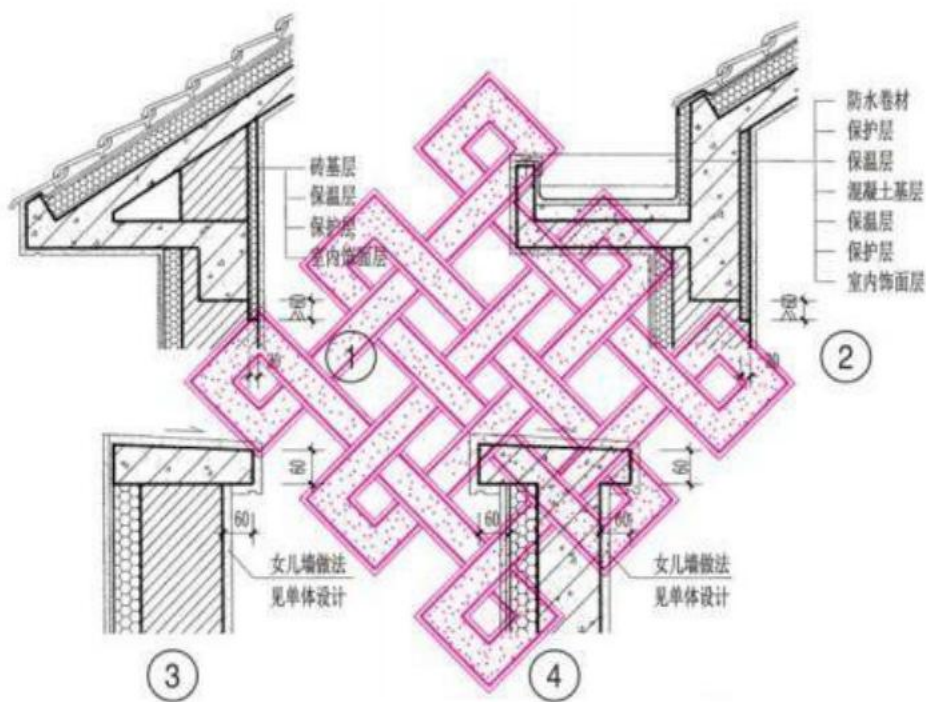
图D. 9 阳台外保温节点构造

D. 3. 6 楼板下保温节点构造见图D. 10。



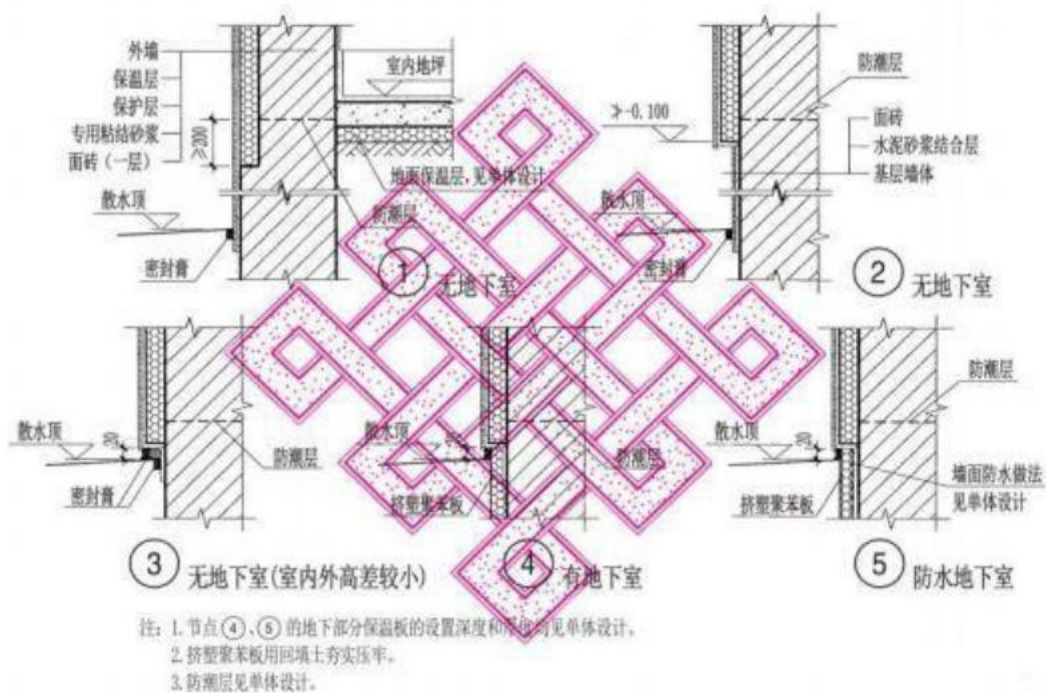
图D. 10 楼板下保温节点构造

D.3.7 檐口、女儿墙外保温节点构造见图D.11。



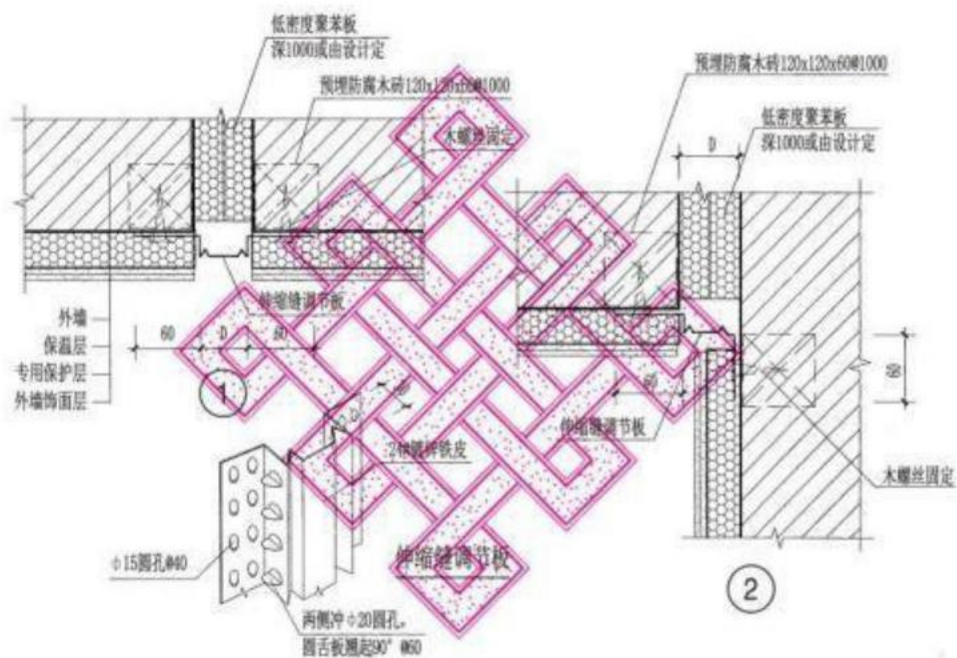
图D.11 檐口、女儿墙外保温节点构造

D.3.8 外墙勒脚外保温节点构造见图D.12。



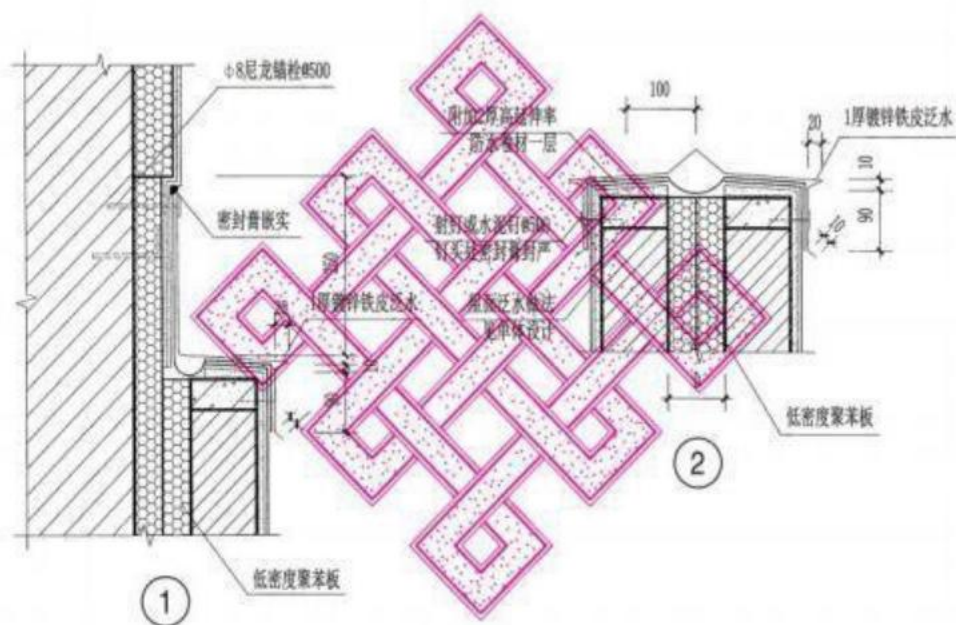
图D.12 外墙勒脚外保温节点构造

D.3.9 外保温墙身变形缝(平面)见图D.13。



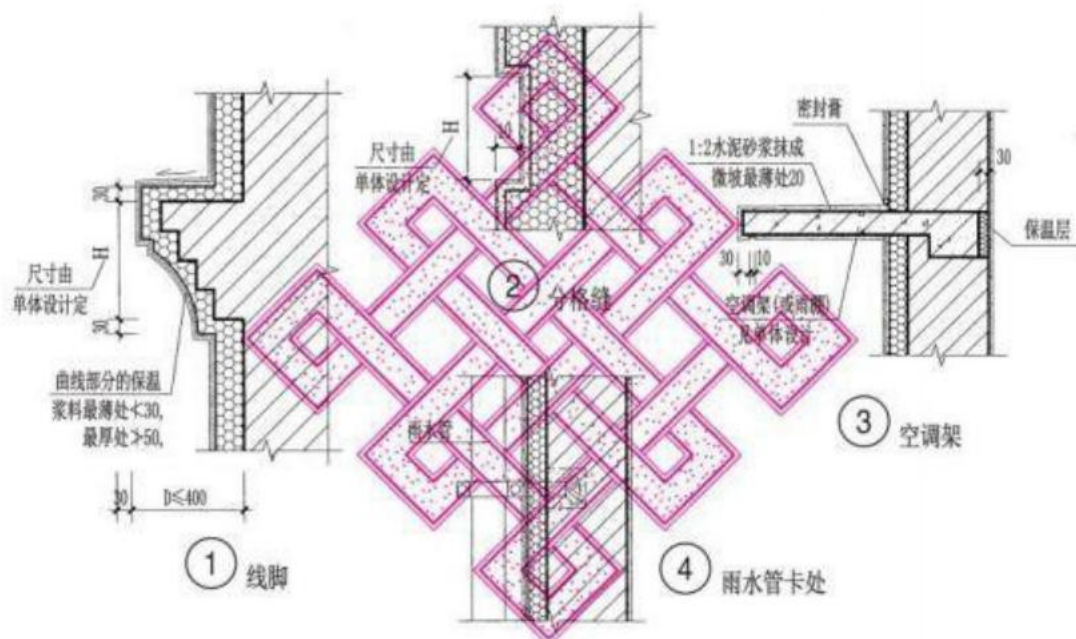
图D.13 外保温墙身变形缝(平面)

D.3.10 外保温墙身变形缝(剖面)见图D.14。



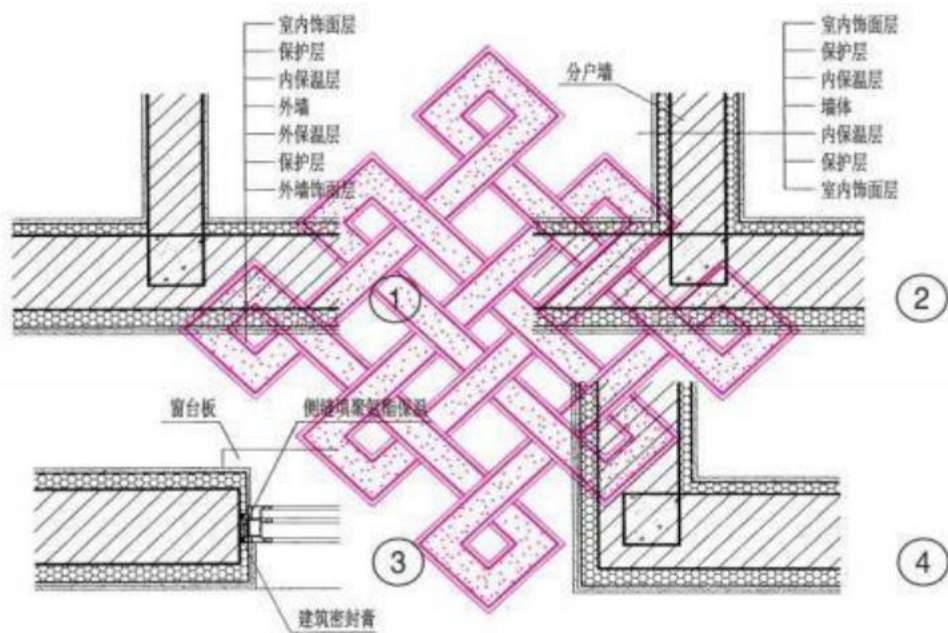
图D.14 外保温墙身变形缝(剖面)

D.3.11 外墙线脚、分隔缝、空调架、雨水管卡处外保温节点构造见图D.15。



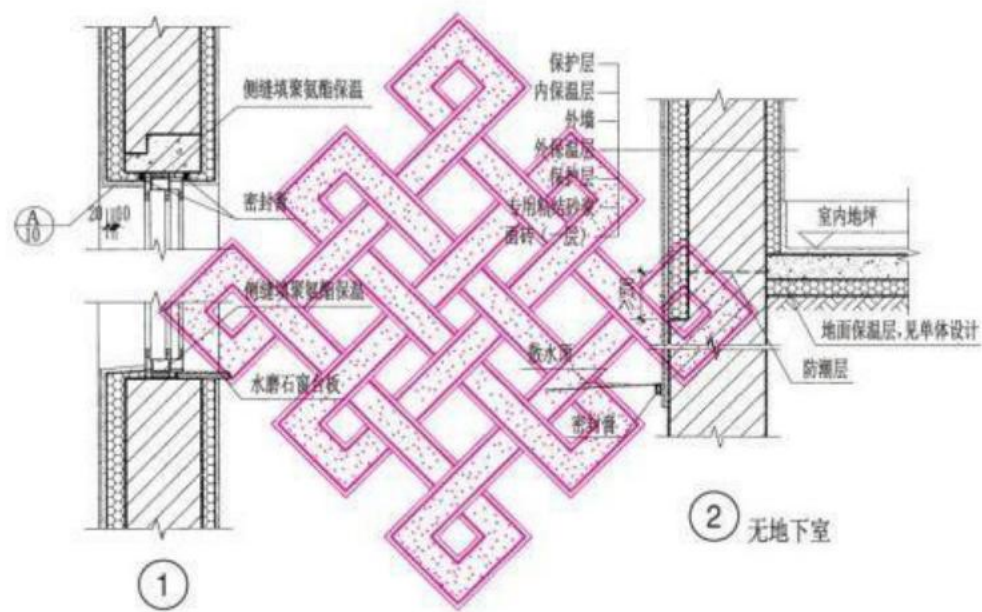
图D.15 外墙线脚、分隔缝、空调架、雨水管卡处外保温节点构造

D. 3. 12 外墙内、外保温平面节点构造见图D. 16。



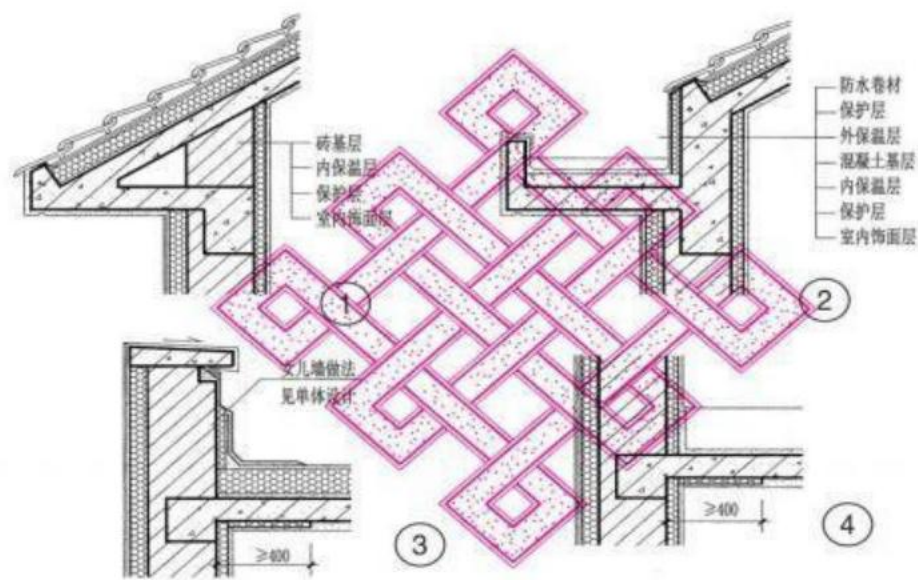
图D.16 外墙内、外保温平面节点构造

D. 3. 13 窗口、勒脚内、外保温节点构造见图D. 17。



图D. 17 窗口、勒脚内、外保温节点构造

D. 3. 14 檐口、楼板内、外保温节点构造见图D. 18。



图D. 18 檐口、楼板内、外保温节点构造