

ICS 27.220

CCS Q25

团 体 标 准

T/QGCML 545—2022

蒸汽管道采用气凝胶绝热毡保温技术规程

Technical specification for aerogel insulation felt insulation for steam pipelines

2022 - 12 - 20 发布

2022 - 12 - 29 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	1
5 试验方法	3
6 检验规则	4
7 标志、包装、运输及贮存	5
8 施工工艺	5
9 质量验收	8

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会提出并归口。

本文件主要起草单位：山西辰诚建设工程有限公司、华阳新材料科技集团有限公司。

本文件参与起草单位：山西国辰建设工程勘察设计有限公司、山西诚正建设监理咨询有限公司、山西宏厦建筑工程第三有限公司、阳煤纳谷（山西）节能服务有限责任公司。

本文件主要起草人：刘斌、高小盟、段建田、王董平、闫佳丽、刘素琳、杨仕儒、郭广利、余永文、李维佳、宋志生、藺玄敏、张跃飞、王科元、李海俊、赵育俊、王希、高燕、李立文、王志强。

蒸汽管道采用气凝胶绝热毡保温技术规程

1 范围

本文件规定了蒸汽管道采用气凝胶绝热毡保温技术规程的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存、施工工艺、质量验收。

本文件适用于蒸汽管道采用气凝胶绝热毡保温工程的设计、施工及质量验收。

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 191 包装储运图示标志
GB/T 1549 纤维玻璃化学分析方法
GB/T 4132 绝热材料及相关术语
GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
GB/T 5480 矿物棉及其制品试验方法
GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
GB/T 10295 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法
GB/T 10299 绝热材料憎水性试验方法
GB/T 14402 建筑材料及制品的燃烧性能 燃烧热值的测定
GB/T 17430 绝热材料最高使用温度的评估方法
GB/T 17911 耐火纤维制品试验方法
GB/T 20284 建筑材料或制品的单体燃烧试验
GB/T 20285 材料产烟毒性危险分级
GB/T 34336 纳米孔气凝胶复合绝热制品
GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
GB/T 50185 工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准
GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
GB/T 50640 建筑工程绿色施工评价标准
CJJ/T 104 城镇供热直埋蒸汽管道技术规程

3 术语和定义

GB/T 4132界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

气凝胶 aerogel

通过溶胶凝胶法，用一定的干燥方式使气体取代凝胶中的液相而形成的一种纳米级多孔固态材料。

[来源：GB/T 34336，3.1]

4 要求

4.1 外观

表面应平整，不得有妨碍使用的污迹、破损。

4.2 性能要求

4.2.1 理化指标

气凝胶绝热毡的理化指标见表1。

表1 理化指标

项目		理化指标
厚度mm		3/5/6/10/其他
宽幅mm		500~1500
25℃导热系数W/(m·K)		≤0.020
密度kg/m ³		≤250
最高使用温度℃		650
压缩回弹率%		≥90
加热永久线变化%		≥-2.0
抗拉强度kPa	横向	≥800KPa
	纵向	
体积吸湿率%		≤1.0
体积吸水率%		≤1.0
憎水率%		≥99
碱金属氧化物含量(基材)	Na ₂ O %	0.55
	K ₂ O %	0.23

4.2.2 燃烧性能

气凝胶绝热毡的燃烧性能见表2。

表2 燃烧性能

检验项目		要求	
燃烧热值MJ/kg		A2	≤3.0
燃烧增长速率指数W/s			≤120
600s内总热释放量MJ			≤7.5
火焰横向蔓延长度m			<试样长翼边缘
产烟特性等级	烟气生成速率指数(SMOGRA) m ² /s ²	s1	≤30
		s2	≤180
		s3	未达s2
	600s内总产烟量(TSP600s) m ²	s1	≤50
		s2	≤200
		s3	未达s2
燃烧滴露物/微粒等级		d0	600s内无燃烧滴落物/微粒
		d1	600s内燃烧滴落物/微粒,持续时间不超过10s,无燃烧滴落物
		d2	未达d1
产烟毒性等级		t0	产烟浓度≥25.0mg/L时,麻醉性和刺激性合格
		t1	产烟浓度≥6.15mg/L时,麻醉性和刺激性合格
		t2	未达t1
制品燃烧性能分级		A (A2-s1, d0, t0)	
注: 燃烧等级分类应符合GB 8624分类标准。			

4.3 设计要求

4.3.1 保温设计应符合 GB 50264 的要求。

- 4.3.2 具有下列情况之一的设备、管道、管件、阀门等应保温：
- 外表面温度大于 323K (50℃) 和环境温度为 298K (25℃) 时的表面温度，以及根据需要要求外表面温度小于或等于 323K (50℃) 的设备和管道；
 - 介质凝固点高于环境温度的设备和管道。
- 4.3.3 除防烫伤要求保温的部位外，具有下列情况之一的设备和管道也可不保温：
- 要求散热或必须裸露的设备和管道；
 - 要求及时发现泄漏的设备和管道上的连接法兰；
 - 要求经常监测，防止发生损坏的部位；
 - 工艺生产中排气、放空等不需要保温的设备和管道。
- 4.3.4 表面温度超过 333K (60℃) 的不保温设备和管道，需要经常维护又无法采用其他措施防止烫伤的部位应在下列范围内设置防烫伤保温：
- 距离地面或工作平台的高度小于 2.1m；
 - 靠近操作平台距离小于 0.75m。

4.4 气凝胶绝热毡保温厚度计算

- 4.4.1 对于架空管道保温可参照 GB/T 8175 的 5 进行计算。
- 4.4.2 对于埋地管道保温可参照 CJJ 104 的 6.4 进行计算。
- 4.4.3 气凝胶绝热毡导热系数方程： $\lambda = 2.7 \times 10^{-10} \times T^3 + 1.5 \times 10^{-8} \times T^2 + 3.0 \times 10^{-5} \times T + 0.0172$ (T: 平均温度, °C)
- 4.4.4 计算时应考虑试件 10% 以上的余量。

5 试验方法

5.1 外观

在阳光照明的条件下进行目测观察。

5.2 厚度

厚度试验按 GB/T 34336 附录 A 的规定进行。

5.3 体积密度

体积密度试验按 GB/T 34336 附录 A 的规定进行。

5.4 导热系数

按 GB/T 10294 或 GB/T 10295 的规定，实测厚度进行测试，以 GB/T 10294 为仲裁方法，测试时冷热板温差不超过 30℃。

5.5 燃烧性能试验

5.5.1 燃烧等级

燃烧等级按 GB 8624 的规定进行。

5.5.2 热值试验

热值试验按 GB/T 14402 的规定进行。

5.5.3 烟毒性试验

烟毒性试验按 GB/T 20285 的规定进行。

5.5.4 单体燃烧试验

单体燃烧试验按 GB/T 20284 的规定进行。

5.6 加热永久线变化

加热永久线变化试验按GB/T 17911的规定进行。

5.7 压缩回弹率

压缩回弹率试验按GB/T 34336附录C的规定进行。

5.8 抗压强度

抗压强度试验按GB/T 17911的规定进行。

5.9 最高使用温度

最高使用温度试验按GB/T 17430的规定进行。

5.10 吸湿性

吸湿性试验按GB/T 5480的规定进行。

5.11 吸水性

吸水性试验按GB/T 5480的规定，测试全浸体积吸水率。

5.12 憎水性

憎水性试验按GB/T 10299的规定进行。

5.13 碱金属氧化物含量

碱金属氧化物含量按GB/T 1549-2008的规定进行。

6 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验。

6.1 出厂检验

产品出厂时，应进行出厂检验，检验项目为：

- a) 外观；
- b) 厚度；
- c) 体积密度；
- d) 导热系数。

6.2 型式检验

6.2.1 型式检验项目应包括本文件中的全部技术要求。

6.2.2 在正常生产情况下，型式检验项目为一年检验一次。

6.2.3 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，原材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产1个月后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

6.3 组批

以同一原料、同一生产工艺、同一品种，稳定连续生产的产品为一个检查批，但最多不超过3 200 m²。

6.4 抽样

所有的单位产品被认为是质量相同的，样本可以由一个或多个单位产品构成，单位产品应从检查批中随机抽取。抽样数量应能满足测试需求，卷状产品随机抽取一卷或在该卷上裁取不少于2m长一块，块状产品随机抽取不少于三块。

6.5 判定规则

6.5.1 所有的性能应看作独立的,以测定结果的修约值进行判定。

6.5.2 质量判定规则:所有指标均符合本标准判该批产品合格,否则判该批产品不合格。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 标志

标志符号按GB/T 191的规定,应包括:

- a) 制造单位名称;
- b) 产品名称;
- c) 产品型号;
- d) 生产日期或批号;
- e) 商标等。

7.2 包装

包装材料应具有防潮性能,每一包装中应放入同一规格的产品,特殊包装由供需双方商定。

7.3 运输

在运输中应防止雨淋、暴晒和受冻,搬运时应轻拿轻放,避免受重压。

7.4 贮存

产品应在干燥、通风、防雨、远离火源、热源和化学溶剂的条件下贮存。应按品种、规格分别堆放,避免重压。

8 施工工艺

8.1 一般规定

8.1.1 需要保温的设备、管道及其附件应在进行压力强度试验、气密性试验及防腐工程后进行保温施工。

8.1.2 在有防腐、衬里的工业设备及管道上焊接保温层的固定件时,焊接及焊后热处理必须在防腐、衬里和试压之前进行。

8.1.3 如管道、设备中通有介质时,应待管道或设备恢复至室温后方可施工,严禁高温或低温的带温施工。

8.1.4 雨雪天不宜进行室外保温工程的施工,在雨雪天、寒冷季节进行室外保温工程施工时,应采取防雨雪和防冻措施。

8.2 施工准备

8.2.1 工业设备及管道保温工程施工前,应符合GB 50126中4.2.1的要求。

8.2.2 支撑件及固定件就位齐备,设备、管道的支吊架和结构附件、仪表接管等部件均已安装完毕。

8.2.3 奥氏体不锈钢设备和管道保温施工前宜根据设计或图纸要求对其进行隔离防腐。

8.2.4 确保所有需要进行保温的管道和设备表面的洁净和干燥。

8.2.5 保温工程施工前应对保温材料的质量、状态及质检资料进行核查。

8.2.6 保温工程施工人员应佩戴防尘口罩和防尘帽和手套(如有条件可穿戴连体工作服),有风时应佩戴防风眼罩,高空作业应佩戴安全带。

8.2.7 施工场地应设置临时供水、供电等设施,道路应通畅,应有合适的加工场地,施工机具应匹配合理。

8.2.8 施工现场环境应符合GB/T 50640的规定。

8.3 保温层施工方法

8.3.1 管道的保温施工

- 在安装管道保温材料前，将管道清理干净；
- 保温材料的水平轴向搭缝位置不得布置在管道垂直中心线 45° 范围内，如图 1 所示；
- 包覆气凝胶绝热毡时，将气凝胶绝热毡裁剪成敷设一圈所需的长度，裁剪长度可通过使用条状的气凝胶绝热毡直接包裹测量的方式确定或用卷尺测量管道周长；将裁剪好的气凝胶绝热毡以一定力度紧贴管道敷设，将材料两端的边缘对齐；起始端用玻璃纤维胶带或镀锌铁丝扎紧固定，再将气凝胶绝热毡另一端以同样方法固定在管道上，然后每间隔 $200\sim 300\text{mm}$ 捆扎一道；对有振动的部位应加强捆扎，如采用镀锌铁丝作捆扎材料，用力应适度，不应破坏保温层，镀锌铁丝不能嵌入绝热毡内，镀锌铁丝的接头应压平；
- 敷设的每段气凝胶绝热毡拼接应紧密，所有的环向、纵向接缝均采用对接方式，接缝缝隙宽度不应大于 2mm ，同层的轴向搭缝朝向应一致；宽度大于 2mm 的接缝应用气凝胶绝热毡嵌填平整，必要时，接缝处可采用铝箔胶带做密封处理；
- 多层气凝胶绝热毡施工时，应逐层施工，逐层捆扎，每层气凝胶绝热毡应贴合紧密，保温层施工时同层应错缝，上下层应压缝，相邻两层的压缝距离不得小于 200mm ；
- 当采用单层气凝胶绝热毡保温结构时，在气凝胶绝热毡施工完毕后，应在气凝胶绝热毡外包覆一层铝箔热反射膜（也可直接采用带铝箔玻纤布的气凝胶绝热毡），当采用双层或多层气凝胶绝热毡保温结构时，应在次外层绝热毡外侧包覆一层铝箔热反射膜；
- 最外层气凝胶绝热毡施工完毕后，应将玻纤布缠绕在气凝胶绝热毡外，缠绕时用一定力度拉紧玻纤布以压紧搭缝，缠绕方向应与材料搭接方向一致并捆扎平整；玻纤布搭接尺寸不小于 50mm ，推荐为宽度的 $1/2$ ；玻纤布宽度宜为 $200\text{mm}\sim 300\text{mm}$ ，如最外层采用的气凝胶绝热毡带铝箔玻纤布，则不需再缠绕玻纤布。

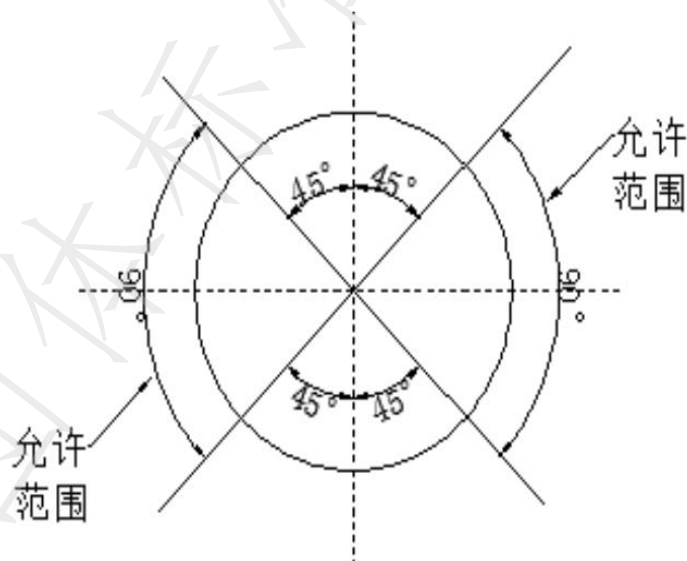


图1 保温材料的水平轴向搭缝位置允许范围

8.3.2 弯头保温施工

- 对于 45° 和 90° 弯头的保温施工，气凝胶绝热毡可通过钣金展开放样的方法加工成弧形的多节弯形（虾米腰）敷设；
- 使用条状气凝胶包裹测量的方式确定各层气凝胶绝热毡的长度，通过钣金展开方式裁切合适的气凝胶制品；
- 然后将加工好的虾米腰的中心线紧贴弯头的外径，从弯头切线处开始施工，先将第一节虾米腰用玻璃纤维胶带固定，然后再逐节固定下去；
- 敷设完每一层绝热毡后，大于 2mm 的接缝应用气凝胶绝热毡薄片嵌填，做严缝处理，多层绝热层施工时，内外层的环向接缝应压缝、纵向接缝应错缝敷设，分层捆扎固定；气凝胶绝热毡的拼缝应平整，外侧缠绕铝箔玻纤布将接缝压平；

- e) 钣金展开的敷设节数应符合表 3、表 4 的要求。

表3 90°弯头的推荐敷设节数

≤DN65	DN65~DN200	DN200~DN300	>DN300
≥4 节	≥6 节	≥8 节	≥10 节

表4 45°弯头的推荐敷设节数

≤DN65	DN65~DN300	>DN300
≥2 节	≥3 节	≥5 节

8.3.3 法兰的保温施工

- 首先在法兰两端处用 50mm 宽玻璃棉垫高至跟法兰圈同高（不得低于保温设计厚度），用镀锌铁丝扎紧固定；
- 量取两圈条状保温毡的间距，并根据法兰外径裁切长宽合适的气凝胶绝热毡，将裁切好的气凝胶绝热毡紧贴法兰敷设，并在两端用玻璃纤维胶带扎紧固定。

8.3.4 阀门的保温施工

- 首先在管道与阀门相连的两个法兰处用宽 50mm 宽气凝胶绝热毡条垫高至跟法兰圈同高（不得低于保温设计厚度），用镀锌铁丝扎紧固定；
- 用玻璃棉将阀体包裹至法兰圈同高，并用镀锌铁丝捆扎固定；
- 以法兰圈的直径为长度，以两个法兰圈外侧至外侧的距离再加 100mm 为宽度，裁切一片气凝胶绝热毡，并在两头各切出一个大小合适的半圆。将气凝胶绝热毡紧贴法兰圈包裹在阀体外，并用玻璃纤维胶带捆扎固定；
- 以阀帽的直径为长度，按阀帽至管道中心线的距离为 L1 以及阀帽至法兰圈的高度为 L2，将气凝胶绝热毡裁切成一边为直线，一边为波浪形的预制件，紧贴阀帽包裹，并用镀锌铁丝捆扎固定。

8.3.5 变径管的保温施工

敷设异径管的保温层时，可按钣金展开的方式将气凝胶绝热毡裁切成扇形块状包裹敷设，并采用环向或网状捆扎，其捆扎镀锌铁丝应与大直径管段的捆扎铁丝纵向拉连敷设完每一层绝热毡后，所有接缝缝隙处做严缝处理，用气凝胶绝热毡薄片嵌填。敷设多层气凝胶绝热毡时，应逐层捆扎，各层搭缝应错开，并用玻璃丝带捆扎压平。

8.3.6 三通的保温施工

根据三通的尺寸，按钣金展开的方式裁剪出合适尺寸的气凝胶绝热毡，紧贴管道包裹敷设，使用镀锌铁丝或捆扎钢带捆扎，敷设完每一层绝热毡后，所有接缝缝隙处做严缝处理，用气凝胶绝热毡薄片嵌填，再用玻璃丝带压平搭缝，敷设多层气凝胶绝热毡时，应逐层捆扎。

8.3.7 管道端头部位的保温施工

- 管道端部可使敷设材料超出管道末端的长度大约等于管道保温所需厚度；
- 将气凝胶绝热毡裁剪成管径大小的圆片，把这些圆片填补到管道末端，紧贴管道端头，达到保温所需厚度即可。

8.3.8 支架、吊耳、支吊架保温施工

保温管道上的支架、吊架、仪表管座等附件，应进行保温，根据设备附件情况将气凝胶绝热毡裁剪成大小合适的块状，把裁切好的材料包覆于需要保温的附件上，使用镀锌铁丝或捆扎钢带捆扎固定，再用玻璃丝带捆扎找平，多层保温时，应逐层捆扎，各层搭缝错开。

9 质量验收

9.1 验收数量

保温层、保护层的检查数量应符合下列规定：

- a) 当管道长度为每 10m 或不足 10m 时，均应抽查 2 处，每处检查布点不应少于 3 个；
- b) 当同一管道的长度超过 300m 时，取样检查处的间距可适当增大；
- c) 弯头、阀门、法兰处的检查数量为每 10 个抽查 4 个；
- d) 当质量检查中有 1 处不合格时，应在不合格处附近加倍取点复查，仍有 1 处不合格时，认定该处为不合格。

9.2 质量验收

按 GB/T 50185 中 3.2 规定的进行。