

气凝胶复合绝热毡在蒸汽管道保温中的应用

李智, 李建平, 任富建, 赵耀耀

(建邦新材料科技(廊坊)有限公司, 065000, 河北廊坊)

摘要: 在蒸汽管道保温工程中, 采用气凝胶复合绝热毡取代传统保温做法, 有保温效果好, 耐候性好, 绿色环保等优势。西北某电厂使用气凝胶复合绝热毡保温, 用量比传统保温材料节约 65%, 且节能率提高了 25%。

关键词: 气凝胶复合绝热毡; 蒸汽管道; 保温工程

中图分类号: TU 526 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-4726(2017)10-1112-02

APPLICATION OF COMPOSITE AEROGEL THERMAL INSULATION BLANKET FOR THERMAL INSULATION OF STEAM PIPELINE

LI Zhi, LI Jian-ping, REN Fu-jian, ZHAO Yao-yao

(Jianbang New Material Technology (Langfang) Co., Ltd., 065000, Langfang, Hebei, China)

Abstract: During thermal insulation construction of steam pipeline, composite aerogel thermal insulation blanket was used to replace traditional thermal insulation method, because it has favorable insulation effect, good weather resistance and environmental protection. Composite aerogel thermal insulation blanket was used for thermal insulation in a power plant in Northwest China, and its consumption is 65% lower than and energy saving rate is 25% higher than traditional thermal insulation material.

Keywords: composite aerogel thermal insulation blanket; steam pipeline; thermal insulation project

作为国民生产生活中重要的热源供给方式, 供热蒸汽管道的节能减排工作已越来越受重视, 但目前国内蒸汽输送热能损耗一般可达 10%~30%, 且管道占据空间较大, 供热管网建设的投资很高^[1]。蒸汽管道主要的保温材料有硅酸钙板、硅酸铝棉、岩棉及离心玻璃棉等, 其导热系数高, 保温效果差, 保温结构热损失较大^[2]。另外, 此类保温材料生产过程能耗高, 对环境污染严重, 应用中还存在抗霉性和耐久性差及施工环境恶劣等问题^[3]。因此, 寻找导热系数低且能适应管道应用环境的保温材料已成为蒸汽管道节能减排工作的关键。

1 气凝胶复合绝热毡的优势

气凝胶复合绝热毡是将导热系数为 0.008 W/(m·K) 的气凝胶材料与玻璃纤维毡复合而成的一种新型纳米保温材料, 常温下这种复合材料的导热系数只有 0.018 W/(m·K), 与传统保温材料相比有以下优势。

1.1 导热系数随温度上升趋势缓慢

常温下的气凝胶复合绝热毡导热系数只有

0.018 W/(m·K), 其在 300 °C 时导热系数也仅为 0.030 W/(m·K); 而相同温度下离心玻璃棉的导热系数可达 0.06~0.09 W/(m·K)。在同一工况达到相同保温效果的条件下, 气凝胶复合绝热毡的用量仅为传统保温材料用量的 1/5~1/3, 大幅降低了管道的热损失量, 可在传统材料的基础上节能 40% 左右。

1.2 耐候性好

气凝胶复合绝热毡可完全疏水, 避免了保温材料在潮湿环境中发霉腐变的问题。气凝胶复合绝热毡具有良好的机械性能, 即使遭遇野蛮施工, 其保温性能也基本保持不变。

1.3 绿色环保

气凝胶复合绝热毡在生产过程中的废料可循环利用, 不排放对环境有害的物质, 且对人体皮肤刺激性小, 可提高作业人员的舒适度。

2 蒸汽保温工程中经济保温厚度和热损失计算方法

2.1 保温厚度计算方法

当无特殊工艺要求时, 按 GB 50264—2013《工业设备及管道绝热工程设计规范》给出的公式计算保温层厚度; 若经济厚度偏小, 不能满足最大热损失要求时, 应采用最大允许热损失条件下的厚度。

收稿日期: 2017-08-10

作者简介: 李智(1986—), 男, 湖北蕲春人, 工程师, 技术质量部主管, e-mail: lizhi0711@163.com.

经济厚度法计算公式为:

$$D_1 \ln \frac{D_1}{D_0} = 3.795 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{P_E \lambda t |T_0 - T_a|}{P_T S}} - \frac{2\lambda}{\alpha_s} \quad (1)$$

式中: D_0 为管道外径 (mm); D_1 为绝热层外径 (mm); t 为年运行时间 (h), 常年运行按 8000h 计算, 非常年运行按实际运行时间计算; T_0 为管道或设备的外表面温度 (°C); T_a 为环境温度 (°C), 计算防止人身烫伤的厚度时取历年最热月平均温度值, 计算防止设备管道内介质冻结时, T_a 取冬季历年极端平均最低温度; P_T 为绝热结构单元造价 (元/m³), 其取值如下:

$$P_T = F_1 P_i + F_{ia} + [4F_1 D_1 / (D_1^2 - D_0^2)] (F_9 P_9 + F_{91} + F_{93}) \quad (2)$$

式中: P_i 为绝热层材料到厂单价 (元/m³); F_1 为绝热层材料损耗及税费系数, 取 1.10~1.13; F_{ia} 为绝热层每 m³ 的施工费 (元/m³); F_1 为税费系数, 取 1.0324; F_9 为保护层材料损耗、重叠系数, 取 1.20~1.30; P_9 为保护层材料单价 (元/m²); F_{91} 为管道保护层每 m² 施工费 (元/m²); F_{93} 为防潮层及其他保护层每 m² 施工费 (元/m²); S 为绝热工程投资年摊销率 (%), 宜在设计使用年限内按复利率计算; α_s 为绝热层外表面与周围空气的换热系数 [W/(m²·K)]^[3]。

2.2 热损失计算方法

蒸汽管道保温结构表面散热损失量为:

$$Q = \frac{T_0 - T_a}{\frac{1}{\alpha_s} + \frac{D_1}{2\lambda} \ln \frac{D_1}{D_0}} \quad (3)$$

式中: Q 为以每 m² 绝热层外表面积表示的热损失量 (W/m²)。

蒸汽管道保温结构单位长度散热损失量为:

$$q = \pi D_1 Q \quad (4)$$

式中: q 为以每 m 管道长度表示的热损失量 (W/m)。

3 工程实例

西北某电厂蒸汽管道为室内架空管道, 外包彩钢板, 环境温度 20°C, 钢管规格 OD516, 介质温度 610°C, 保温基本要求为保温外层设计温度不大于 45°C, 且热损失量小于最大允许热损失规定值。

以经济厚度法计算管道保温层厚度, 将相关数据代入式 (1) 可算得不同保温材料的理论厚度。分别以硅酸铝棉、气凝胶复合绝热毡及硅酸铝棉与气凝胶复

合绝热毡复合做保温材料, 将相关数据代入式 (1) - (4) 中, 计算结果见表 1。

表 1 蒸汽管道工程保温方案对比

材料	厚度 / mm	表面温度 / °C	用料量 / m ³	线热损失量 / (W/m)	节能率 / %
硅酸铝棉	170	41.3	383.2	665.9	基准
气凝胶复合绝热毡	70	40.8	135.8	498.4	25.2
气凝胶复合绝热毡 / 硅酸铝棉	40/70	41.1	73.8 / 153.4	565.5	15.1

如表 1 所示, 硅酸铝棉 (传统方案)、气凝胶复合绝热毡及气凝胶复合绝热毡 / 硅酸铝棉复合三种保温方案计算结果均满足保温外层温度不大于 45°C 的设计要求, 气凝胶复合绝热毡保温方案在省料、节能方面效果突出。在表面温度为 41 ± 0.5°C 条件下, 气凝胶复合绝热毡保温方案保温材料用量仅为传统方案的 35.4%; 而在气凝胶复合绝热毡占 33.3% 的气凝胶复合绝热毡 / 硅酸铝棉的复合保温方案中, 保温材料用量仅为传统方案的 59.3%, 使用气凝胶复合绝热毡大幅减少了保温材料的使用量, 减少了保温结构占用的空间, 这一优势在一些空间受限的保温工程 (如直埋管道、管廊管道等) 中优势更为明显。

虽然三种方案表面温度相近, 但由于含气凝胶复合绝热毡材料的保温方案保温层厚度小, 表面散热面积较小, 单位长度热损失量小, 故节能效果更为明显。由表 1 可知, 气凝胶复合绝热毡保温方案可在传统方案的基础上节能 25.2%, 而气凝胶复合绝热毡占 33.3% 的气凝胶复合绝热毡 / 硅酸铝棉的复合保温方案可在传统方案的基础上节能 15.1%, 节能优势突出。

4 结束语

将气凝胶复合绝热毡应用于管道保温, 与传统保温材料相比, 保温材料用量可减少约 65%, 节能率提高约 25%, 在蒸汽管道保温工程中节材节能优势明显, 值得在蒸汽管道保温领域推广。

参考文献

- [1] 高永飞. 火电厂节能减排现状问题及对策探讨 [J]. 煤炭技术, 2014(8):45-46.
- [2] 刘军. 蒸汽管道的设计与安装 [J]. 能源研究与利用, 2003(4):41-44.
- [3] 李磊, 王运阁. 蒸汽管道保温材料性能的测定 [J]. 煤气与热力, 2003, 23(7):410-412.
- [4] GB 50264—2013, 工业设备及管道绝热工程设计规范 [S].