

文章编号: 1005-006X(2006)04-0053-02

钢-聚氨酯复合管道在火电厂中的应用

襄樊学院机械系 张俊

摘要: 介绍了钢-聚氨酯复合管道的主要技术指标和性能特点, 其优点有防止管道内壁结垢; 增强管道的耐磨性和耐腐蚀性; 降低摩擦系数, 减小物料的输送阻力; 易于生产和安装; 综合成本低等。因此被广泛地用于火电厂等各种条件下的粉粒输送和浆体输送。

关键词: 钢-聚氨酯复合管道; 耐磨性; 耐腐蚀性; 防结垢

中图分类号: TG115; TK223 **文献标识码:** B

Application of Steel-polyurethane Composite Pipe in Thermal Power Plant

ZHANG Jun

Abstract: Main technical specifications and performance characteristics of steel-polyurethane composite pipes are introduced, they have a number of advantages, such as preventing scales of the pipe inner surface, increasing both corrosion resistance and wear resistance, reducing the friction factor and the resistance against the materials being conveyed in the pipe line, easy processing and installation, lower total cost. As a result, pipe lines made with steel-polyurethane composite pipes are widely applicable in thermal power plant for transport of grain and slurry materials under different conditions.

Key words: steel-polyurethane composite pipe; wear resistance; corrosion resistance; preventing scale

在电力、矿山、煤炭等行业中, 物料的输送都是采用远距离管道压力管道输送, 管道承受着相当大的压力并经受很严重的磨损。输送管道一般由直管和不同角度的弯管组成, 当夹带固体粉料的高速粉粒物流过管道时, 固体颗粒对管道产生严重的磨损, 特别是流过弯管时, 在离心力的作用下对弯管外侧内壁的磨损速度远大于直管部位, 所以管道磨损是物料管道输送过程中存在的严重问题之一, 每年因磨损损耗的费用高达几十亿元。

对采用水力输灰方式进行输灰的火电厂来说, 还存在另一个主要问题是在运行过程中管道内易产生坚硬的灰垢, 随着时间的推移, 垢层逐渐增厚, 致使灰水管道流通面积减少, 管内灰水流动阻力增加, 直接影响机组的安全运行。

鉴于这些情况, 近年来设计人员在设计管材选型中, 采用钢-聚氨酯复合管, 克服了传统设计中采用壁厚较大的双金属管、陶瓷管等存在的各种问题。

1 钢-聚氨酯复合管的技术特点

钢-聚氨酯复合管道是以普通卷焊钢管为骨架, 内壁通过离心旋转(直管)或特殊工艺(弯管)形成4~6 mm的聚氨酯弹性体内衬, 聚氨酯弹性体是一种介于橡胶和塑料之间的高分子材料, 具有塑料的高强度和硬度, 同时具有橡胶的高弹性和高韧性, 管道具有优异的抗磨损、耐水解、耐酸碱及防结垢性能, 该管道在综合性能方面是输送浆体、粉粒体最优异的管道。根据对内衬聚氨酯弹性、钢-聚氨酯复合管性能检测和试验, 内衬聚氨酯弹性的主要技术指标见表1, 钢-聚氨酯复合管与普通钢管比较见表2。

表1 内衬聚氨酯弹性的主要技术指标

抗拉强度/MPa	≥30.6
断裂延伸率/%	≥500
骨架剥离强度/kN·m ⁻¹	≥24
阿克隆磨耗量/cm ³ ·1.61 km ⁻¹	≤0.016
邵氏硬度/邵氏 A	90A
适宜 PH 范围	3~10

表2 钢-聚氨酯复合管与普通钢管的比较

	钢-聚氨酯管	普通钢管
绝对粗糙度 Δ/mm	0.01173	0.12107
相对粗糙度 Δ/D %	0.31×10 ⁻⁴⁰	9.33×10 ⁻⁴⁰
清水阻力系数	0.0149	0.0205
管壁厚度/mm	6~8	10~12
磨损程度/mm·a ⁻¹	0.2	3.0

2 钢-聚氨酯复合管的性能

2.1 防止管道结垢, 可用于易结垢的水力输灰管线

输灰管结垢是我国火力发电厂水力除灰存在的严重问题之一, 输灰管结垢会造成运行阻力大、系统出力不够, 灰浆泵过流件磨损严重, 它既影响了电厂的安全运行, 又大大增加了除灰系统的运行和维护费用。输灰管道的结垢原因是: 煤粉中的碳酸钙经高温作用转化为氧化钙, 部分氧化钙混杂于玻璃体内或以硫酸钙形式存在, 部分以游离氧化钙形式存在。在输运过程中, 游离的氧化钙不断溶解于水中, 使灰水中 Ca²⁺和 PH 值不断升高, OH⁻的增加使 HCO⁻转化为 CO₃²⁻, 当灰水中 Ca²⁺和 CO₃²⁻浓度超过一定过饱和度时, 碳酸钙便结晶析出, 沉积在输灰管道内壁上形成灰垢。

目前国内外防垢方法可分为化学法和物理法, 而防垢思路不外乎三种: 一是加速 CaCO₃ 的生成速率, 使其成垢于管前; 二是推迟 CaCO₃ 的生成, 使其成垢于管后; 三是不回避管内结垢, 但通过一系列防垢措施, 使其失去附着能力,

收稿日期: 2006-02-16

张俊(1967-), 男, 副教授, 硕士, 襄樊市, 441053

易于与灰渣一起冲出管外。钢-聚氨酯复合管道就是利用第三种措施,借助聚氨酯的优异性能防止管道结垢的,其防垢机理是:如果上述结晶过程在管道内壁处发生, CaCO_3 在管壁之上是否形成垢层取决于管壁的附着力。由于钢管表面在微观上粗糙且对外呈现极性,对 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 离子呈现吸引状态,特别是低浓度运行时,钢管内壁边缘的离子浓度大大高于其它部位,从而造成 CaCO_3 的结晶沉淀,且沉淀的 CaCO_3 的晶粒对外又呈现极性状态,同钢管附着力强,便形成垢层;但聚氨酯的分子链结构完全对称且极为稳定,对外呈无极性状态,对各种离子及无机盐均无吸附作用,再加上其弹性好、表面光滑,因此起到防止结垢的作用。

2.2 耐磨损耐腐蚀,能够延长管道的使用寿命

对于渣含量高不易结垢的水力输灰管道,因灰水呈微酸性或碱性,对钢管本体有轻微的腐蚀作用,灰中 SiO_2 、 Al_2O_3 介质均对管道本体有一定的磨损作用,特别是采用灰渣混除的输送管道,磨损更严重,有些弯头部位不到半年就有磨穿现象。对使用高含硫煤的火电厂,腐蚀磨损显得尤为严重。

钢-聚氨酯复合管道内衬的聚氨酯弹性体的抗拉强度为 18~30 MPa,远远高于橡胶的强度,具有优良的抗磨性能和

耐酸耐碱性能,在有水润滑的条件下,其耐磨性能为普通钢管的 10 倍以上。再加上其优异的抗水解性能,在水介质中长期运行时,其设计使用寿命达 10 年以上。

2.3 介质输送阻力小,节省运行费用

固液两相流的阻力产生是由于边壁切应力引起的,是浆体层与层、颗粒和颗粒之间的内摩擦力综合作用的结果,其中边壁阻力是主要的,且阻力随着灰渣浓度的增大而增大,目前电厂除灰、渣系统中,绝大部分都处于低浓度运行,灰水比大约在 1:16~1:20 之间,根据流体力学的原理,低浓度、高流速的介质输送,阻力主要来自边壁阻力。而复合管道具有很光滑的耐磨内表面,绝对粗糙度和相对粗糙度要比钢管小一个数量级,运行阻力减少 20% 以上。同时可以提高灰浆泵的输出力,减少泵过流件的磨损,节约备件费用。

2.4 综合成本较低

由于钢-聚氨酯复合管道采用聚氨酯弹性体作为功能层,外层采用较薄壁的钢管作为骨架,节约钢材 30% 以上,综合成本较低。以 DN450 PN2.5MPa 输灰管道为例,对钢-聚氨酯复合管与无缝钢管的一次性投资综合费用进行对比见表 3。

表 3 钢-聚氨酯管与无缝钢管一次性综合费用对比

序号	项 目	无缝钢管(元/m)	采用复合管(元/m)	备 注
1	管道直接费用	5.8 元/kg × 116 kg/m = 673.00 元/m	802.00 元/m (76.24 kg/m)	钢管按市场价 5800 元/吨(成都钢管厂、含税)
2	管道安装损耗	5.8 元/kg × 5.8 kg/m = 33.60 元/m	无损耗	无缝钢管按 5% 的损耗考虑
3	联接附件法兰、柔性接头焊接	折合 15.00 元/m	安装不需焊接	按单根 10 m 长度定尺
4	管道外表面除锈作底层防腐	折合 10.00 元/m	生产中已除锈、磷化并作防腐底层	现场除锈工作量大,质量难以控制
5	施工过程运费,节约安装费用	折合 10.00 元/m		此项均以重量取费,无缝钢管较复合管道重 30%。
6	焊接临时设施、野外作业费等	折合 15.00 元/m	安装不需焊接	钢管需专用切割设备,焊接场地及吊装运输工具
7	固定支架弧板制作和焊接	折合 10.00 元/m	固定弧板已焊制好	按平均每 50 m 一个固定支座,每套 300 元计算
8	安装进度	折合 10.00 元/m		采用复合管进度提高 50%
9	合 计	776.60 元/m	802.00 元/m	

备注:其中第 5 项、第 8 项是以复合管费用为基数增加的费用。

通过对比可看出,火力发电厂除灰管线采用钢-聚氨酯复合管道,较无缝钢管来说综合造价高出不到 5%,且具有以下优点:①现场安装无须切割、焊接,安装快捷方便,提高了进度,节约安装费用;②复合管生产时已逐根经过校直,且经过水压试验工序,可更好地保证工程质量;③管道投运后,因运行阻力小而节约电力消耗 10% 左右,并省去每年酸洗除垢程序;④管道设计经济合理,使用寿命是无缝钢管的 2~3 倍,一次性投资可长久受益。

3 钢-聚氨酯复合管道的使用效果

钢-聚氨酯复合管道与普通钢管使用要求基本相同,可根据实际要求制造不同长度的直管和不同角度的弯头,直管长度最长可达 12 m。管道连接仍采用常用的法兰盘,由生产厂家预先与管道安装好。钢-聚氨酯复合管道先后在河北邯峰电厂(一期 2×660 MW)、河北西柏坡发电总厂(4×300 MW)、新疆红雁池发电厂(5×100 MW)、广东韶关发电厂(4

×300 MW)等使用过,均取得了良好的运行效果。实践证明,钢-聚氨酯复合管道在火电厂除灰系统中的应用是经济合理和运行可靠的,具有广阔的前景,值得进一步推广和应用。

□

参 考 文 献

- [1] 周晓蔚,罗运柏,何蓉. 火电厂灰水系统防垢技术的现状[J]. 工业水处理, 1999, 19(5): 3~5.
- [2] 王岩,王志峰. 火电厂灰水管道清洗技术的现状[J]. 工业水处理, 2000, 20(5): 4~5.
- [3] 宋华东,叶树满,张志强. 液气压清管器在电厂排灰管道上的应用[J]. 管道技术与设备, 2004(4): 41~42.
- [4] 乔增社,蔡志刚,武忠全. 火电厂冲灰管防垢除垢新技术研究[J]. 热力发电, 2003(3): 62~65.
- [5] 于泳. 纳米氧化锌在轮胎胶料中的应用研究[J]. 轮胎工业, 2002, 22(12): 792~795.

编辑: 巨川