

火电厂耐磨管道的现状与发展

白志仁 左怀章

(上海电力环保设备总厂 200072)

摘要 本文介绍了火电厂输灰管及煤粉管近几年所采用的四种耐磨管道的制造和使用情况,比较了材料性能和经济指标,对火电厂输灰管与煤粉管的发展方向提出了一定看法。

关键词 火电厂 耐磨管道 材料性能

输灰管 煤粉管

前言

燃煤电厂输送灰及煤粉的管道一直存在着耐磨问题,过去一般采用内衬铸石来提高其耐磨性。自 80 年代起,人们开始采用硬度较高的高铬铸铁来制造耐磨管道。但由于高铬铸铁韧性低、开裂倾向严重以及壁厚、笨重、铸造缺陷多、价格高等缺点,因此大家通过各种材质的成份变更及工艺的变更生产出其它各种耐磨管道。其中以中碳低合金离心铸钢管(以下简称离心管)、内壁淬硬无缝钢管(简称淬火管)、自蔓延陶瓷复合钢管(简称陶瓷管)最为热门,而且都有产品应市。现就目前应市的耐磨管的性能及经济性作一简介,以供选用参考。

1 中碳低合金离心铸钢管(离心管)

化学成份:0.4%C、1%Cr、1%Ni、0.1%Mn 及 R。

用以上化学成份的钢水浇入上过涂料并烘干的模筒内,在卧式离心铸造机上以 400~500r/min 的转速进行铸造,钢水凝固后将钢管从模筒内拉出空冷。

目前生产的离心管一般壁厚为 18~20mm,最大长度为 3m。该项技术已较成熟并且已在国内电厂大量使用。

据各用户的反映,离心管用于输灰管道是可行的。因为它所用的材料——中碳低合金钢在正火状态下硬度可达 HRC40 左右,因此比一般的碳钢管耐磨。存在的问题是已发现有开裂或存在气孔。其次是焊接工艺较复杂,必须

予热后焊接,焊接时要用细焊条、小电流,进行多层焊接,焊后回火。

2 自蔓延陶瓷复合耐磨钢管

自蔓延还原反应(SHS 法)自 80 年代后期就应用于制造精细陶瓷,其反应方程式如下:



利用该放热反应得到接近 1600℃ 的高温使 Fe 与 Al_2O_3 均为熔融状态。所以在普通的钢管中加入 Fe_3O_4 和 Al 粉的混合物,经 1200℃ 左右的引燃,钢管中的氧化铁粉和铝粉就会不断的进行反应直至反应終了。当以上反应物在熔融状态时,把钢管放在卧式离心机上作高速旋转,由于 Fe 的密度大于 Al_2O_3 ,因此反应生成物 Fe 就成为过渡层,与钢管形成冶金结合,而钢管的最内层为 Al_2O_3 即陶瓷(刚玉)。

众所周知陶瓷是具有高硬度、高耐磨性和防腐性能的材料。所以陶瓷管作为耐磨、耐腐蚀管道无疑是有广阔的前景。

陶瓷管毕竟是诞生不久的耐磨、耐蚀产品,在工艺上还存在着较多的问题。最关键的问题是钢管内壁反应物的组成和匹配问题。由于密度的不同, Al_2O_3 与 Fe 是可以分开的,但实际上很难做到管壁的内层全部是 Al_2O_3 。所以工艺上如何提高内壁 Al_2O_3 的含量是一个重要的课题,因为这直接反映出陶瓷管的耐磨和耐蚀性能的好坏。由于陶瓷管的外壁是普通的碳钢管,所以陶瓷层一旦磨损,钢管就会很快被磨穿。

笔者认为 SHS 法要地渡到大生产,在工艺上还存在较多的问题,尤其是弯头的制造问题。

3 内壁淬硬耐磨钢管(简称淬火管)

淬火管 80 年代已在国外普遍使用,根据英国 DARCHEM 集团介绍,燃煤电厂所用的耐磨管道均采用淬火管。该集团所属的加拿大 INDUTECH 公司生产的 NASPIPE 管已在美国从马里兰州到西弗尔吉尼亚州的 45km 长的磷矿粉输送管道上应用。

淬火管采用的材料是中碳或中碳低合金钢,经我们在实物上取样化验,钢号与国产的 45[#]、40Mn 基本相同。

他们能生产直径从 73~610mm,而管长为 12m 和 6m 两种规格。其淬火硬度的分布如下图。

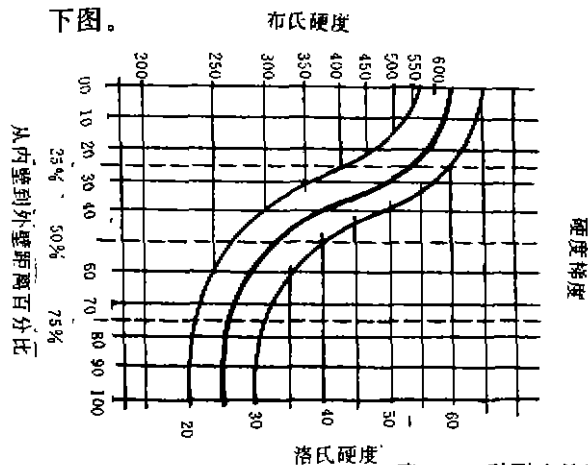


表 1 四种耐磨管道性能及经济指标的比较

项目 数值 名称	单位长度 重量比	价 格 元/t	内壁硬度 HRC	焊接性能	切割性能	单管长度 (最大)m	整体 弯管	使用单位
中碳低合金钢离心铸钢管	1	13000	45 左右	可焊性差	可用砂轮切割	3	无	外高桥电厂干出灰管道
自蔓延陶瓷复合钢管	0.5	14000	55 左右	可焊性好但陶瓷层无法焊接	切割性能差	2	无	闵行电厂水出灰管道(试用)
内壁淬硬无缝钢管	0.6	12000 (进口价为 2000 美元/t)	55 以上	可焊性好	可用砂轮切割	12	有	石洞口二厂干出灰管道
橡塑内衬钢管	0.6	22000		可焊性好	可用砂轮切割	4		望亭电厂水出灰管道(试用)

(下转第 70 页)

淬火管是通过中频感应加热,对钢管进行顺序内壁淬火而制成的。中频感应加热使整个管道截面透热,对内壁进行喷水冷却,得到内壁为 HRC55 以上的淬硬层,而外壁则为 HRC30 左右的正火态。从淬火管的硬度分布曲线可以得知它有如下的特点:

1. 内壁硬度在 HRC55 以上,有较强的磨损性。华能石洞口二厂应用该管道输干灰,从投产至今已有 6 年,使用情况良好。
2. 淬火管能用砂轮切割机切割,给安装带来较大的方便。
3. 淬火管的可焊性较好,因为它的外壁是正火态的碳钢,所以在常温下能焊接且不需回火。
4. 由于淬火管为内壁淬硬,因此它具有内硬外软的特点,这样淬火管就有较好的韧性,不必担心在运输、施工、使用中发生碎裂、脱壳等不良倾向,增加了管道使用的可靠性。
5. 淬火管最长每根可达 12m,这无疑对施工带来很大的方便,这是任何其他耐磨管无法比拟的。
6. 用淬火管较经济,壁厚、单根长度长、节头少。

众所周知通过热处理方法提高金属材料的性能是最经济、最有效的方法。但该产品在国内尚属起步阶段。

Ⅱ、Ⅳ编号是在铸件上截取的试样,因受铸件形状尺寸限制,冲击试验试件尺寸为 $40 \times 5 \times 3.5\text{mm}$

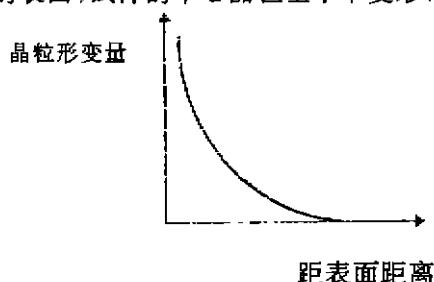
2. A—不经机械加压

B—机械加压(冷压)

C—机械加压(冷压)后作 650°C 再结晶退火

3. 变形量指:(加压前尺寸—加压后尺寸)/加压前尺寸

在对加压后试样的截面作金相分析发现,铸件组织经压力加工后,晶粒沿受力方向的垂直面拉长,呈纤维状,而晶粒拉长的程度在整个截面上是不均匀的,形变量最大的是在受力的表面,试件的中心晶粒基本不变形,如图:



由上述试验结果及生产实践,我们提出如下看法:

1. 铸件毛坯的某些部位在经机械加压之后,可提高铸件组织的致密度,铸件经塑性变形后进行再结晶热处理以消除加工硬化,使铸件的综合机械性能改善,特别是冲击韧性有较大提高。

2. 铸件受压前,应先进行退火处理,以提高材料的塑性变形能。

3. 铸件受压部位不允许存在有缩孔、疏松及其他如夹渣、气孔、冷隔等铸造缺陷,有缺陷的部位在施压后,反而会使缺陷扩大,引起铸件裂缝。可采用仔细的外观检查或作探伤检验以避免上述问题。

4. 铸件表面层晶粒在受压后呈纤维状,变形程度最大,对一些表面强度有特殊要求的零件具有较明显的作用。

(上接第54页)

4 塑料、橡胶内衬复合钢管(塑料管)

自80年代后期我国开始研制橡胶、塑料及高分子材料的内衬复合钢管。即在普通钢管的内壁复合20mm左右厚的橡塑材料。目前一般用氯丁橡胶和PVC作为内衬料。该复合钢管在望亭电厂的湿式出灰管道中作过对比试验。塑料管的使用寿命是普通钢管的4~5倍。塑料管、淬火管、陶瓷管的单位长度的重量都基本相同。但塑料管及陶瓷管的价格都要比淬火管贵50%~100%。

其次橡胶内衬钢管在电厂输灰应用时已发现严重脱落。

结束语

表1是四种耐磨管道性能及经济指标的比较表。由表中可看出淬火管的性能以及经济指标都优于其他各种耐磨管。但其耐腐蚀性能不及陶瓷管和塑料管。因此应不断探索SHS法的工艺以及原料的改进,并制造出整体弯头,使陶瓷管的性能日趋完善,成本不断降低。那末最终陶瓷管将是最有生命力的耐磨、耐蚀管道。