

文章编号: 1005-0523(2004)02-0014-04

刚玉陶瓷在火电厂防磨中的应用

徐青

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330032)

摘要: 分析了刚玉陶瓷在火电厂防磨中的应用, 和其它防磨材料比较, 其防磨效果更佳。

关键词: 刚玉陶瓷; 防磨; 火电厂

中图分类号: TK228

文献标识码: A

1 引言

磨损作为火电厂运行中的主要问题之一, 直接关系到火电厂的安全与经济性。目前可供选用的防磨技术或防磨材料已有不少, 如加焊防磨钢板、堆焊各种防磨材料、喷涂耐磨涂料、敷耐磨胶泥等等, 这些技术或材料的应用也起到了一定的防磨作用, 但防磨效果均不是很理想, 而刚玉陶瓷由于其优良的耐磨性能, 在火电厂防磨应用中, 防磨效果在许多场合更高出一筹。因此, 越来越受到电厂用户的青睐。

2 耐磨刚玉陶瓷的性能及与金属的连接

2.1 机械性能

耐磨刚玉陶瓷以 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 为主要原料, 添加了稀有金属氧化物, 外加高温粘结剂, 经过配料球磨粉碎, 喷雾造粒机压成型, 并在 1700°C 高温下煅烧而成。

其洛氏硬度(HRC) ≥ 82 , 抗压强度 ≥ 550 MPa, 体积密度 $\geq 3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。从其机械性能看, 刚玉陶瓷具有高硬度高抗压强度, 体积密度低(一般只有钢的 $1/2$ 左右)^[1]。经实测, 它的耐磨度是普通碳钢的 1 000 倍, 约为铸石的 200 倍。

2.2 与金属基体的连接^[2]

耐磨刚玉陶瓷用于防磨中, 首先要解决的就是与金属基体的结合问题, 最常用的一种方法就是粘接法, 目前国内几乎都是采用有机粘合剂将耐磨陶瓷与金属基体粘合。由于刚玉陶瓷的优良性能, 在火电厂的应用中均已被制成各种规格的陶瓷薄片, 并根据防磨要求的不同分为直接粘接和间接粘接。直接粘接即采用粘合剂与金属基体直接粘合, 如粉管、粗细粉分离器、除尘器的防磨内衬就是直接粘贴。而间接粘接即将耐磨刚玉陶瓷镶嵌于特种橡胶中形成衬板, 再用高强度粘合剂与金属基体粘合, 这种衬板在耐磨的同时具有较强的抗冲击性能, 如用于球磨机出口、排粉机蜗壳、落煤管等的防磨。

另一种方法是镶焊法和焊接法, 由于工艺复杂, 防磨成本很高, 目前国内电厂未见相关的使用报告。

还有一种方法就是直接与金属基体复合, 即形成金属基-陶瓷复合材料。复合材料是近些年来材料科学发展的产物, 它以金属为基体, 以陶瓷为表面, 保留了金属的强韧性和陶瓷的高硬度及优良的抗磨抗腐性能。目前在火电厂使用的这种复合材料主要是采用自蔓延高温合成法(SHS)^[3]制备的各种陶瓷内衬复合钢管。

收稿日期: 2003-12-08

作者简介: 徐青(1962-), 女, 江西南昌人, 高级工程师。

3 耐磨刚玉陶瓷在火电厂的应用

如前面所述,刚玉陶瓷除了直接制成金属基—陶瓷复合材料用于防磨中,目前,在火电厂用得最多的还是采用粘接法,但陶瓷与金属基体的热膨胀系数相差较大,当两者粘接在一起时,由于温度的变化会在界面上造成热应力,所以粘合剂必须有良好的粘接强度和高温韧性.如华山#2胶,其剪切强度为14.8 MPa(常温)、11.0 MPa(150℃)、4.9 MPa(200℃)、3.8 MPa(250℃),从已使用的情况看,胶粘剂的粘接强度非常可靠.目前各厂家自制的胶粘剂主要适用于350℃以下的防磨系统.因此,在火电厂的制粉系统、除尘系统等设备上的防磨粘贴耐磨刚玉陶瓷是完全可行的.

3.1 在制粉系统、除尘管路等弯头部位的应用

制粉系统煤粉管道和除尘系统的弯头部分冲刷磨损十分严重,已往各厂大多采用铸石弯头,但磨损面壁厚达25~35 mm,有的近40 mm,不仅笨重和影响煤粉或烟气的流道,而且铸石最大的缺陷就是韧性差,遇热冷却后易开裂、易碎,造成煤粉随着缝隙向外侧金属基体磨损,因此,它的寿命也就只有一个大修期,近年来已逐渐被其它防磨材料所取代.

表1给出了某火电厂送粉管、除尘管路采用不同材质弯头磨损的对比试验结果.由表可见,粘贴了耐磨陶瓷的弯头,耐磨性能大大提高.国外火电机组的制粉系统管道的弯头很大部分都已采用这种耐磨陶瓷,而且它们在出厂时就粘贴了耐磨陶瓷.

表1 火电厂送粉管、除尘管不同材质弯头磨损对比试验

送粉管弯头磨损对比		除尘管路弯头磨损对比	
20#碳钢弯头	<45天磨穿	20#碳钢弯头	<3个月磨穿
铸石内衬	<24个月磨穿	铸石内衬	<12个月磨穿
耐磨刚玉陶瓷	24个月磨损 0.18 mm	耐磨刚玉陶瓷	12个月磨损 0.12 mm

3.2 在粗、细粉分离器上的应用

粗细粉分离器的筒体及进出口粉管受煤粉的冲刷磨损,也是制粉系统中磨损比较严重的部位.粗粉分离器由于筒体较大,防磨措施有用耐磨铸石、敷胶泥或焊接耐磨钢板.细粉分离器因筒体较小,一般都采用焊接耐磨钢板.胶泥防磨也存在与铸石类似的问题,防磨层厚、易开裂.而焊接耐磨钢板,则很笨重,从有些电厂的使用情况看,效果也不

太理想,使用不到一年,即出现局部磨穿.南昌电厂、九江电厂在此部位的磨损修补已更换为粘贴耐磨陶瓷,运行一年后检查,除在边缘有个别脱落外(因为边缘挖补时处理得不太平整所致),其它部位完好无损.

3.3 在球磨机出口处的应用

球磨机出口处的防磨常用耐磨钢板,也有不少厂家尝试采用粘贴耐磨陶瓷,但必须注意的是,运行过程中,会有钢球甩到出口处,若直接粘贴陶瓷易被击碎,因此,可采用抗冲击性能较好的橡胶型耐磨陶瓷衬板或将陶瓷片粘贴于胶泥上,再敷于金属丝网上,这样抗冲击性能将大大提高.

3.4 在排粉风机上的应用

火电厂的排粉风机主要用于输送煤粉,叶轮在高速旋转过程中由于受到煤粉颗粒的强烈碰撞和摩擦,其磨损(尤其是叶片)非常严重.目前主要的防磨工艺有堆焊、热喷涂或粘贴耐磨陶瓷.堆焊法由于施工过程中,工作面瞬间高温受热,叶轮的热应力和变形问题难以克服;对热喷涂(如超音速火焰喷涂),尽管防磨处理时产生的热应力和变形很小,但涂层的致密度不够,用于风机叶轮尤其是排粉机叶轮的耐磨效果不明显.而在叶轮上粘贴耐磨陶瓷则是一项比较新的工艺,这是一种“冷态”防磨技术,可以从根本上避免热应力带来的一切危害,并且这个部位所用的瓷片更薄(一般1~2 mm).如郑州热电厂已成功地将耐磨陶瓷粘贴在排粉机叶轮上^[4],经运行检验,与原采用堆焊和热喷涂防磨措施相比,使用寿命至少提高3倍以上.耐磨陶瓷在排粉机上的成功应用,也为在类似设备中的防磨应用提供了一定的参考价值.

在叶轮上粘贴耐磨工程陶瓷,关键有以下几个方面要加以考虑.首先,对叶轮的表面状况有一定的要求.一般来讲,在叶轮的工作面和叶轮的其它易磨损区,不能有防磨护板、防磨元钢、筋板和各种耐磨焊道、堆焊层,也不能有各种喷涂层和喷焊层等其它防磨层,只有这样才能保证粘贴质量和耐磨效果.因此最好的方法是:未作任何防磨处理,且未投入运行的新叶轮,事先便粘贴上耐磨工程陶瓷,进行强化预保护处理.其次,在风机叶轮上粘贴刚玉陶瓷防磨后,是否陶瓷片的脱落会影响叶轮的动平衡及安全运行.可以用这样一组数据来估算,如选用的陶瓷片厚度为2 mm,因为陶瓷片每片的最小面积约为1 cm²,质量为1 cm²×0.2 cm×3.5 g/cm³=0.7 g,可见质量非常轻,即使脱落10片,其重量

也不足以对叶轮的平衡产生影响,即对叶轮的动平衡影响可忽略不计.而在施工时只要严格按照胶粘剂的工艺要求,陶瓷片也不可能发生脱落.再就是用于风机上的胶粘剂的粘接剂一定要确保(因陶瓷片随高速旋转的风机所受的离心力更大),目前,有部分厂家的胶粘剂的性能指标完全可满足要求.

3.5 在落煤管中的应用

在落煤管中,由于原煤的速度不是很快,对管道的冲刷磨损相对要弱一些,一般的防磨措施就是采用耐磨钢衬板,但耐磨钢太重,很大程度上增加了落煤管的负荷力,同时安装起来较笨重,更换、拆除也不太方便.如云浮电厂原一直用耐磨钢,现采用橡胶型耐磨陶瓷薄片后,不仅轻便、安装自如,更换也方便,而且与耐磨钢相比,抗冲刷性和防磨效果更好.

3.6 在风机泵壳体中的应用

风机壳体的冲刷磨损也十分严重,平顶山电厂排粉机蜗壳原使用高铬铸耐磨衬板,六个月后衬板磨穿出现裂痕,而用陶瓷衬板一年后,衬板与衬板之间仍贴合紧密,而且表面光滑.

3.7 在灰浆管中的应用

灰浆输送过程中,不仅对管道有磨损,而且还存在腐蚀,通常采用铸石复合管可以满足要求,且使用寿命很长.但唯一的缺陷是铸石厚度一般在 25 mm 以上,使得铸石管很重,管道的安装、支架费用很高.现在,有些电厂更换的灰浆管已采用内衬陶瓷复合钢管,不仅耐磨性能更好,而且重量比相同内径的铸石复合管轻 40~50%,较相同壁厚的钢管约轻 20%.如表 2 给出了一种陶瓷内衬复合钢管的机械性能,这种复合管内衬陶瓷为 Al_2O_3 ,硬度达 HV1300,且层间结合强度很高,因此,不会出现陶瓷

与金属的脱离,并且抗冲击性能也很好.其耐磨性能见表 3.

表 2 陶瓷内衬复合钢管的物理机械性能

硬度 HV (kg/mm^2)	陶瓷层密度 (g/cm^3)	抗压剪切强度 (层间结合强度)(MPa)	冲击韧性 (J/cm^2)
1100~1400	3.85~3.9	15~20	15

表 3 陶瓷内衬复合钢管的耐磨性

喷砂对比试验(SiC 砂)		30%SiO 泥浆冲刷对比试验	
材 料	体积减少 (%)	材 料	体积减少 (%)
97%氧化铝管	0.0025	45 号钢管	25
陶瓷内衬复合钢管	0.0022	陶瓷内衬复合钢管	3

4 结束语

从以上应用事例来看,耐磨刚玉陶瓷片不仅重量轻,而且具有优良的耐磨性能.若能根据磨损部位性能的不同,选用合适的陶瓷内衬,不但可以降低生产成本,同时可大大延长这些设备的使用寿命.但不足的是目前粘贴陶瓷片尚不能机械化施工,而是靠人工作业进行,另外如能提高胶粘剂的工作温度,将会有更广泛的应用前景.

参考文献:

- [1] 陈正钧,等.耐蚀非金属材料及应用[M].北京:化学工业出版社,1997.
- [2] 任家列,等.先进材料的连接[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [3] 吴人法.复合材料[M].天津:天津大学出版社,2000.
- [4] 李清建.耐磨陶瓷在电厂风机转子上的应用[J].风机技术,2000,(1):27~28.
- [5] 游振江,等.气固两相流风机磨损问题的研究综述[J].风机技术,2000,(1):14~17.

Applications of Against-wear of Corundum Ceramics in the Power Plants

XU Qing

(School of Civil Engineering & Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The applications of against-wear of corundum ceramics in the power plants were analysed by comparison, it is more effective than the other against-wear materials.

Key words: corundum ceramics; against-wear; power plant