

利用陶瓷-金属复合技术提高选矿部件抗磨蚀寿命

李清建

(北京钛盾科技发展有限公司·北京 100077)

摘 要 根据耐磨陶瓷粘贴技术在除尘风机叶轮、灰渣管件、阀门等部件上的成功应用经验,提出了陶瓷-金属复合制造技术的概念,并依据陶瓷粘贴技术在磁选机上的成功应用,分析了该项技术应用于选矿受冲刷磨蚀部件上的可行性及应用前景。

关键词 磨损 冲刷 磨蚀 陶瓷 磁选机 粘接

1 概述

磨损、腐蚀、断裂是材料的主要破坏形式。在矿山机械中,磨损又是最主要的破坏形式。各种溜槽、滑道、衬里、风机、水泵、管道、阀门等均因输送颗粒介质,存在严重的磨损问题。通过合金化、热处理可以大大提高材料的耐磨性能;表面喷涂合金、加衬橡胶、涂敷耐磨涂层也是常用的方法之一。本文试图利用多年从事火电行业耐磨防腐经验,从陶瓷材料性能、复合技术及制造工艺几方面,分析和讨论了利用陶瓷-金属复合耐磨技术提高矿山机械部件耐磨防腐寿命的可行性。并指出,水泵、叶轮、溜槽、各种衬里部件最有可能使用该项技术,性能价格比将大大提高。

2 现代工程陶瓷材料发展及应用现状

现代工程陶瓷具有优异的耐磨、耐腐、耐高温性能,而且比重小、重量轻,来源丰富,是一种非常具有应用前景的工程材料。随着纳米技术的发展,新一代工程陶瓷将在保持高硬度、高耐磨性的前提下,韧性将达到或接近铸铁的水平,从而将对陶瓷材料的应用领域及耐磨防腐技术产生深远的影响。

陶瓷种类繁多。现代工程陶瓷材料主要包括氧化铝、氧化锆、碳化硅、氮化硅及其增韧强化复合材料。陶瓷最高硬度可以达到 HRA95 以上,韧性接近普通铸铁的水平。耐冲刷磨损性能是高铬铸铁几倍、几十倍以上。陶瓷的优异耐磨性能几乎可以使用于任何耐磨工况。而且陶

瓷不导磁,在磁选设备上具有金属材料不可替代的作用。

氧化铝陶瓷具有良好的耐磨性能,而且价格便宜,韧性适中,作为一种耐磨材料得到广泛的应用。在电力行业,使用粘接工艺将耐磨陶瓷片应用在各种煤粉处理设备,包括风机叶轮、壳体、粗细粉分离器、烟道、煤粉管道上,使用寿命提高几倍至几十倍以上,为电力行业的耐磨防腐措施提供了重要的手段。

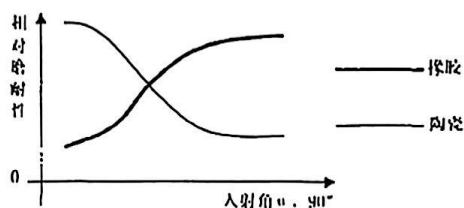
增韧强化陶瓷材料主要是通过细化陶瓷颗粒、增加各种高强度纤维、晶须及高温高压工艺烧结而成,主要使用在陶瓷刀具等上面。陶瓷刀具的切削加工性能是硬质合金的几倍、几十倍以上。

3 陶瓷的主要机械性能特点

陶瓷最主要的性能特点就是高硬度、高耐磨性、高脆性。氧化铝陶瓷的硬度可以达到以 HRA86 以上,而氮化硅及其增韧陶瓷可以达到 HRA94 以上。通过增韧、复合、细化晶粒等工艺,可以使陶瓷的韧性达到或接近普通铸铁的水平,甚至比硬质合金还高。

陶瓷的耐磨性能不仅与其硬度有关,而且与其受力方式、工作工况有关。在冲刷磨损工况下,材料耐磨性能和介质冲刷方向与材料表面的夹角有关。陶瓷材料与橡胶材料的耐磨性能随夹角的变化规律见附图。

由图可见,当物料入射方向与材料表面夹角 α 等于零时,即物料滑过表面时陶瓷的耐磨



附图 材料耐磨性能与入射角的关系

损性能最佳,而橡胶则最差。随物料入射材料表面角度增加,陶瓷的耐磨性下降,而橡胶的耐磨性则增加。当物料以垂直方向 90° 作用于表面时,陶瓷的耐磨性最差,而橡胶耐磨性能最好。因此陶瓷材料非常适合滑动磨损的工况,如溜槽,滑道,弯管及磁选设备上。

4 陶瓷作为耐磨衬里材料的几个典型应用

火力发电厂引风机、排粉机叶轮、壳体、煤粉管道、除尘排渣系统、锅炉燃烧器等因煤粉、煤渣等冲刷磨损十分严重。风机叶轮的使用寿命有时只有几个月甚至十几天。风机壳体磨损亦十分严重,20mm 的耐磨衬板寿命也只有几个月。煤粉系统、除尘排渣系统有些部件的寿命只有十几天。虽然采取过表面热处理、喷涂、堆焊、涂耐磨涂料等工艺,效果均不十分理想。

多年来,为了解决火力发电厂严重的磨损问题,本人尝试使用陶瓷材料解决有关磨损问题,开发出陶瓷-金属复合技术,使用粘贴、镶嵌工艺将陶瓷复合在金属基体上,为火力发电行业耐磨防腐提供了有效的手段。尤其是所开发的专利技术,使得陶瓷与金属之间的结合更为安全可靠,使用温度更高,应用范围更广。下面是几个典型的应用:

(1)火电厂排粉机主要用于输送煤粉,磨损十分严重。河南某电厂排粉机叶轮使用 16Mn 材料制造,平均使用寿命只有三个月,多次使用堆焊、喷涂等工艺,效果均不理想。甚至使用了号称美国最耐磨的陶瓷耐磨涂料,使用寿命也没有明显提高。后使用陶瓷-金属复合技术,将厚度只有 1.5mm 的陶瓷片复合在叶片表面上,经 2a 使用,未发现有明显的磨损现象,目前该厂所有叶轮均已使用该项技术,平均寿命提高至 3a 以上。

(2)火电厂引风机叶轮用于输送带尘烟气,

磨损比较严重。华北某电厂叶轮使用了硬质合金喷焊工艺,表面硬度达到 HRC60 以上,使用寿命也只用半年。叶片表面复合 1.5mm 陶瓷,使用 2a,平均磨损不到 0.3mm。河南某电厂风机叶轮使用寿命三个月,壳体使用耐磨铸铁,寿命半年。叶轮使用钎焊法复合 6mm 厚陶瓷片,壳体复合 1.5mm 陶瓷片,使用 3a 不磨损基体金属表面。

(3)山西某电厂除渣管用 16Mn 制造,壁厚 20mm,平均寿命三个月。内表面复合 5mm 陶瓷,使用 2a 不磨损金属基体。

(4)河南某电厂水泵叶轮使用普通铸铁制造,使用半年叶片便被气蚀穿透。使用进口陶瓷耐磨涂料可以使用 1a,但在涂料表面复合上 1.5mm 陶瓷,使用寿命可以达到 3a 以上。

(5)某航道局挖泥船挖泥泵泵胆系进口高铬铸铁制造,30mm 壁厚,连续运行三月便严重减薄,磨损达 10mm 以上。作为试验,在局部复合 6mm 陶瓷片,运行一个月进行检验,磨损不到 0.5mm,而其周围磨损达 5mm 之多。

在以上实例中,陶瓷片均显示出优异的耐磨损性能,耐磨性能是水泵常用材料高铬铸铁的至少 10 倍以上。在应用初期,因复合技术不成熟,常有陶瓷片脱落现象,但随着工艺的改进,尤其是使用了陶瓷-金属复合制造技术后,很少再发生陶瓷脱落现象。目前该项技术已被风机及电力行业普遍接受,广泛使用于风机叶轮、壳体、煤粉分离器、磨煤机出口、烟风道、除尘排渣管道、渣浆泵部件等。

5 矿山机械使用陶瓷耐磨防腐的可行性

矿山机械部件磨损破坏因受力不同有两种方式,一种是高应力冲击磨损,另一种是低应力冲刷磨蚀破坏。很显然,陶瓷材料只能使用于第二种方式的受力工况。这些部件包括水泵的过流部件,如壳体、叶轮、密封环、前后挡板等;风机的叶轮、壳体;弯管、溜槽、磁选设备等。下面针对矿山上的几个典型部件,探讨陶瓷-金属复合技术的实际应用。

5.1 磁选设备

磁选设备筒体一般使用奥氏体不锈钢制

造,表面硫化一层耐磨橡胶。然而如上所述,此时橡胶的受力特性最差,在实际使用过程中,橡胶的使用寿命最短只有三个月。而且由于对磁力的要求,橡胶通常的厚度不允许超过3mm。相比之下,陶瓷的受力特性最佳,可以最大发挥陶瓷的耐磨特性。辽宁某铁矿选厂的磁选机筒体直径1000mm,衬有3mm的耐磨橡胶,平均使用寿命不到三个月。在筒体表面粘贴厚度仅为1.5mm的陶瓷片经连续二个月的实际运行,陶瓷片几乎没有任何磨损,使用寿命估计至少可以达到3a以上。而且厚度只有橡胶层的一半,更利于导磁,提高分选效率。

5.2 水泵部件

泵胆或泵壳一般使用铸铁、铸钢、耐磨合金制造。设计制造时,在腔体内表面预留3~6mm的位置供复合陶瓷片。与前后挡板结合的密封面可以使用高耐磨性陶瓷,其硬度至少应达到HRA90以上,同时保证瓷片表面的精度。其他部位可以使用普通陶瓷,硬度应在HRA86以上。密封面处可使用粘接法并间接辅以焊接法。内表面使用粘接法。胶粘剂可以使用高强度耐水常温固化型,也可使用加热固化型。使用加热固化型,可在全部粘贴完后整体加热固化,这样陶瓷结合将更牢固。在挖泥泵上的实验表明,这种工艺完全可行。叶轮,因为叶片普遍厚度较薄,可以不设计余量,叶片表面直接粘贴1.5~3mm陶瓷,在叶片的入口处使用U型高韧性耐磨陶瓷包覆;端盖、挡板可以结合使用粘贴和镶焊工艺。与泵壳配合的端面,陶瓷可以与泵胆密封面使用的陶瓷同时加工,以便保证配合精度。密封环形状比较简单,可以使用粘贴和焊接工艺。环内表面可以预留3mm余量,直接粘贴上陶瓷片,也可以辅以焊接工艺;环外表面

可以使用粘贴和焊接间隔复合的工艺。有人将已磨损的密封环切削加工后再镶上超高分子聚乙烯材料,使用寿命比铸铁件提高十几倍以上。虽然由于超高分子聚乙烯材料的不粘性和低刚性以及较大的热膨胀性,当密封环太大时就无法使用,而且超高分子聚乙烯耐磨性没有陶瓷好,但却为陶瓷片复合工艺提供了应用事例。

5.3 风机

风机叶轮是风机的主要磨损部件。因其高速转动,要求胶粘剂必须有足够的粘接强度。同时要求陶瓷片重量要轻,因而耐磨性要好。根据在电力行业多年使用经验,陶瓷片硬度在HRA86以上就基本可以满足要求。根据磨损程度不同,陶瓷厚度可在1.5~3mm。温度低于170℃可直接粘接,大于此温度可使用粘焊复合工艺。

6 结论

大量的应用事例表明,陶瓷具有优异的耐磨损及耐磨蚀性能。在低应力、冲刷和磨蚀条件下可以使用陶瓷复合的工艺进行表面耐磨防磨处理,部件基体使用普通材料制造,磨损工作部位使用陶瓷材料作为衬里,不但可以大大降低各种机械设备的材料成本,同时可以大大提高部件的使用寿命。陶瓷材料的不导磁特性及其优异的耐磨性能使其在磁选机械上具有其它耐磨金属材料所无法比拟的优点。材料、设计、制造、用户等几方面密切合作,可为矿山机械行业耐磨防蚀提供新的技术和手段。

作者简介:

李清建,北京铁盾科技发展有限公司,经理,高级工程师。