

耐磨陶瓷在电厂风机转子上的应用

Application Of Abrasion Resistant Ceramics On Rotor Of Fan In Power Plant/ Li Qingjian

李清建

北京钛盾科技发展有限公司

【摘要】分析了陶瓷片用于耐磨风机叶轮的可行性,重点介绍了运转试验情况及在各电厂的应用情况。得出了效果良好的结论。

关键词: 引风机 磨损 陶瓷叶片

Abstract: Practicability of ceramic blade used for abrasion resistant fan impeller is analyzed. Conditions of running test and applications in every power plant are mainly introduced, and a good conclusion is obtained.

Key words: Induced draft fan Abrasion Ceramic blade

一、前言

火电厂中使用的主要风机有引风机、排粉机和鼓风机等。其中引风机和排粉机作为电厂的主要辅机之一,因为磨损而严重影响其出力并带来频繁的更新维修,已成为火力发电厂锅炉安全运行的隐患之一。多年来,虽然使用过许多表面强化方法,包括表面堆焊耐磨材料、热喷涂喷焊、表面涂覆各种高分子涂料、表面淬火等,效果均不十分理想。针对耐磨胶粘剂主要是利用胶粘剂高粘接强度粘接耐磨颗粒材料,由耐磨材料提供抗磨力的特点,考虑利用胶粘剂粘接耐磨陶瓷用于风机叶轮的耐磨防磨。该项技术先后在几十台引、排粉风机叶轮上得到应用,最长使用时间已达到3年以上,取得了较好的经济效益。

二、陶瓷片用于风机叶轮上的可行性

陶瓷片用于风机叶轮上,首先要确保陶瓷有优异

的耐磨性能,其次要求陶瓷与金属基体有良好的结合性能,即胶粘剂有良好的粘贴强度及高温韧性。

针对风机叶轮的使用情况,采用冷压烧结氧化铝陶瓷,经实测,其硬度可达到 HRA 88 以上,耐磨性能是高铬铸铁的至少 5 倍以上,是普通喷焊工艺的 10 倍以上,因此耐磨性能完全可以满足一般风机寿命的要求。因为陶瓷的优异耐磨性能,一般陶瓷片厚度仅取 1.5mm 即可。

采用自制的胶粘剂,主要性能指标如下:

抗拉强度(金属-金属)为 50MPa(室温)及 20MPa(150℃);

抗剪强度为 28MPa(室温)及 8MPa(150℃)。

引风机在近 180℃高温、带硬质颗粒的高速冲刷气流作用下工作,要求胶粘剂必须具备耐高温性能,同时具有一定的抗剪强度和抗老化性能。陶瓷的热膨胀系数只有金属的一半,因而还需要胶粘剂具有良好的韧性。相对而言,排粉机的转速高达 1500r/min,陶瓷片将受到更大的离心力的作用。

经计算,在 150℃温度下,当引风机以 960r/min 转动时,一块 100×100×3(mm)的瓷片受到的离心力为 1.13MPa,而此时胶粘剂所能提供的抗剪力为 150MPa(150℃),其大小为离心力的 132 倍。可见胶粘剂具有极高的胶粘保险系数。对于排粉机,胶粘剂提供的粘接力亦将是离心力的 100 倍以上。可见,胶粘剂的强度具有十分高的可靠性。

三、试验工况

首次试验在大同一电厂 5 号机上进行。该型风机为双吸入结构,平板式叶片,具体参数如下:外径 Φ2200,介质温度 170℃,转速 960r/min。双排叶片共计 24 片,叶片厚 8mm,另用厚为 10mm 的钢板作为

衬板并用螺栓与叶片联接,衬板使用寿命为半年(磨损)。叶轮中盘厚 20mm,使用寿命一年(双面共磨损 12mm)。整体寿命一年,每年更换一次。

由于是第一次进行试验,为保险起见,保留 24 块衬板并只在磨损最严重的出口半部粘贴陶瓷片,陶瓷块尺寸为 $10 \times 10 \times 3$ (mm),并在自制的烘箱中进行固化。中盘两侧面部粘贴 3mm 瓷片,室温自然固化。

风机自 1994 年 5 月投运至 1995 年 10 月检测,叶轮轮毂两侧面陶瓷完好无损,无任何脱落掉块现象,平均磨损不到 0.1mm,按实际运行时间计算,每年最多磨损 0.1mm。磨损量为粘瓷片前的 $1/30$ 。24 块衬板中,运行期间共有 3 块衬板上的瓷片脱落,其余完好无损。经初步分析,认为瓷片脱落是由于烘干加热时烘箱中局部超温($250 \sim 300^\circ\text{C}$)而造成胶层胶化所致。利用中间停炉机会进行修补后继续投入运行,再无脱落现象。

分析不同部位的陶瓷片磨损情况发现,在沿气流流动方向的平面上瓷片磨损平均不到 0.1mm,越靠近叶轮外圆,磨损越严重,平均磨损 0.2mm,明显比中盘轮毂两侧处磨损严重。这是由于越靠近叶轮的外圆周,气流流速愈大,因而磨损就愈严重。

与沿气流方向相比,在沿气流垂直方向上的瓷片磨损最为严重,最多可达 $1 \sim 3$ mm。实际上这正符合了陶瓷冲刷机理,即气流入射角愈大,磨损愈严重。而且由于接缝处形成的涡流使得沿接缝处金属基体磨损最为严重,甚至可以把金属衬板磨穿,使陶瓷完全悬空,造成部分迎风接缝处瓷片脱落。

对衬板连同瓷片进行抗拉强度测试,结果表明,经过一年运行后,胶粘剂的剩余抗剪强度仍有 10MPa (150°C)。而此时的离心力仍是 1.13MPa 。按 10% 年老化率计算,5 年后胶粘剂的剩余强度为 8.6MPa ,仍大大高于离心力。

为了进一步试验胶粘剂的性能,1995 年 5 月又对两台同型号引风机进行了粘贴试验,并且撤掉了衬板而直接粘于叶片上,在迎风边上采用丁字型瓷片,进一步降低了气流冲刷底部金属的可能性。经连续 600 天的运行后检查,陶瓷片完好,基体没有脱落现象,平均磨损不到 0.2mm。

四、在其它电厂的使用情况

1. 北京大唐高井电厂:由于该厂的电除尘设备一直不能投运,除尘效率不高,致使引风机叶轮严重磨

损。表面热喷焊硬度达 HRC60 以上的耐磨合金涂层,使用寿命也只有 4 个月。该型叶轮直径 $\phi 2100$,双吸结构共 24 个叶片。1996 年 10 月,该厂采用陶瓷胶粘技术,直接在叶片热喷焊层上粘贴陶瓷片进行防磨处理,经过近两年的运行,磨损不到 0.2mm,只是由于直接粘贴在喷焊层上,导致了部分陶瓷片脱落而进行更换。通过这次试验,该厂又在另外 4 台引风机叶轮上粘贴陶瓷片,目前运行已达 3 年以上,寿命提高近 5 倍以上。

2. 郑州热电厂:排粉机为前向单吸叶轮,叶轮直径 $\phi 1700$,共 16 个叶片。因磨损十分严重,长期以来一直使用间隔堆的方法作为耐磨措施,但使用寿命始终只有 4 个月。1996 年在一台排粉机叶轮上粘贴陶瓷并投入运行,作为对比,同时投入使用的还有两台涂抹耐磨陶瓷涂料,一台堆焊一种新型耐磨焊条。经过 4 个月的运行,检查发现,陶瓷片磨损十分轻微,几乎看不出有任何磨损,特别是在入口处,未粘陶瓷的部位已经缩短了近 50mm,但堆焊的一台已经磨穿,必须修补才能继续运行。而涂抹耐磨陶瓷涂料的一台亦接近磨穿,必须修补才能继续运行。由于粘贴陶瓷的耐磨性能良好,该厂已将全部排粉机叶轮进行了粘贴陶瓷处理,预计使用寿命中可提高 6 倍以上。

3. 湛江电厂:排粉机叶轮是成都电力机械厂生产的离心式叶轮,以前采用热喷涂的方式进行防磨处理,使用寿命只有一年左右,换下的叶轮只能当废品处理。1996 年底该厂在经过调研的前提下,在 4 台排粉机叶轮(两旧两新)粘贴陶瓷。1997 年春天又在 7 台风机叶轮(4 新 3 旧)上粘贴陶瓷。在近 3 年的运行过程中,除了在两台旧的风机叶轮上因原基体严重磨损(基体表面已不平整)导致有部分陶瓷脱落外,其它叶轮表面陶瓷磨损十分轻微。在 1999 年 10 月的大修中,其中 4 台因其它原因拆下叶轮,经检查只有一台上有极少量陶瓷片脱落,其他 3 台完好无损。经过简单的修补,预计可以至少再使用 3 年。几年来先后为湛江电厂近 20 台风机叶轮进行了陶瓷粘贴耐磨处理。

经过几十台风机叶轮的运行表明,粘贴陶瓷防磨是一项可靠、有效的措施,只要施工仔细,严格按照工艺操作,可以保证陶瓷片不发生脱落。由于风机叶轮的的特殊性,在风机叶轮上的成功应用,也为在其它部位的应用提供了可靠的参考价值,为火力发电厂提供了另一行之有效的耐磨防磨措施。