

热磨机磨片的磨损、材质及经济分析

欧阳琳

摘要 本文分析了磨片的磨损机理及对磨片材质的要求, 对高铬铁和冷硬铸铁磨片与不锈钢磨片的技术经济指标进行了对比分析。结果表明, 不锈钢磨片的技术特性和经济效益最好。

关键词 磨片; 磨损机理; 磨片钝化期; 纤维分离机理

Abrasiveness, Properties and Economic Analysis of Defibrator Discs

Ouyang Lin

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract Abrasion mechanism of defibrator discs and requirements for material properties of manufacturing the discs were discussed in this paper. The technoeconomic index of the discs made of chromium iron and stainless steel was compared. A conclusion was made that the stainless discs was optimal.

Keywords Disc; Abrasion mechanism; Passivation of disk; Mechanism of defibre

纤维分离, 是纤维板生产中耗电最多、难度最大、最复杂和最重要的环节。

纤维质量是纤维板质量的基础。在中密度纤维板(MDF)生产中, 纤维质量关系到施胶量的多寡与均匀性; 纤维干燥后含水率是否一致还影响成型板坯内的密度差异和对称性, 从而影响成型预压后板坯初始强度和运输性能; 最终影响到热压后板材的物理力学性能和表面装饰性能等。

国产设备与进口设备生产的纤维板的质量差异, 主要是前者纤维质量不佳所致, 显然提高纤维板质量的重点在改进纤维质量, 这也是纤维板生产的难点所在。

1 纤维的分离机理

预热后的木片进入两磨片间, 由于磨片施加的压力和旋转, 使纤维承受压缩、剪切、扭转和摩擦, 这些力并无一定的顺序, 其大小也无固定的函数关系, 很难进行定量分析, 但就载荷的性质而言, 则多为动载荷或冲击载荷。

纤维并非一次受力后即行分离, 而是成千上万次反复“受力—外力消失(松弛)”的脉冲作用下, 使纤维达到“疲劳”, 加之水解的作用最终导致纤维分离。

实验证明, 单位时间内纤维所受脉冲(冲击频率)越高, 分离纤维总的脉冲次数越少, 纤维质量也会提高。当今热磨机的转速已高达 2200 r/min, 由于转速与功率成正比, 现代大型热磨机主电机功率也随之增加, 大者已近 10 000 kW。

2 热磨机磨片磨损机理

热磨机磨片是直接分离纤维的部件, 在分离纤维的同时, 自身也招致磨损, 因而消耗量很大。在整个热磨机的寿命周期中, 更换磨片投入的费用为热磨机购置费的 2~3 倍。

磨片不仅是热磨机投入最大、消耗最多的易损件, 也是热磨机最积极最活跃的因素。当热磨机设定后, 其技术性能能否充分发挥, 经济指标是否先进, 很大程度上取决于磨片的技术状态如何。因此, 了解磨片的磨损机理, 掌握其磨损规律, 对正确选用磨片也就显得格外重要。

磨片在分离纤维过程中主要存在下列几种磨损: 摩擦磨损、疲劳磨损、磨粒磨损和腐蚀磨损等。

2.1 摩擦磨损

摩擦磨损属低磨损, 木片在一定压力下与磨片反复摩擦, 在磨片极薄的表层产生塑性变形, 在受到比破坏静载荷小得多的剪应力时, 表面剪切层便萌生裂纹并造成错位, 使之分层剥落(剥蚀), 其特征是剥落的金属碎屑为极为光滑的小片状物。

2.2 疲劳磨损

木片中混入的杂质多为高硬度的 Al_2O_3 、 SiC 等,有的树种本身也含有少量的 SiC 。这些颗粒状的异物与纤维浆料一道形成磨料流,以一定的动能冲击磨片,或在磨片上滚动,使磨片表层承受多次冲击而产生疲劳裂纹。裂纹在交变应力作用下不断扩展与交割,从而引起表层开裂而脱落,其特征是磨片表面出现许多斑点。

2.3 磨粒磨损

木片中混入的 Al_2O_3 、 SiC 等磨粒形状尖锐时,对磨片产生显微切削力,在磨片表层形成一道道“犁沟”,其特征是磨片表面有一道道沟痕。磨粒磨损属高磨损,若木片净化较差,此类磨损所占比重甚大。

2.4 腐蚀磨损

由于磨片处于高温、高湿和弱酸性介质中,对于普通磨片,腐蚀现象严重存在。由于机械磨损使磨片金属氧化膜(也包括表层金属)遭到破坏,失去氧化膜的金属处于活泼状态使腐蚀高速进行。被腐蚀层由于抗机械磨损能力下降而加剧了机械磨损,因此,腐蚀与机械磨损相互助长,在腐蚀与机械(化学与力学)的双重作用下,磨片的损耗远比单一的机械磨损和腐蚀的叠加对磨片的损耗要严重得多。

3 磨片的耐磨性

3.1 硬度

通常,磨片硬度高则耐磨性好,但两者并非简单的线性关系。实验表明,相同硬度而材质或显微组织不同的磨片,其耐磨性可能相差许多。硬度是磨片耐磨性的首要条件,但决非唯一的条件。

3.2 断裂韧性

磨片断裂韧性好,有利于抗冲击和阻止表层金属疲劳产生裂纹及裂纹的扩展速度,磨片表层不易剥落而耐磨。

3.3 耐腐蚀性

耐腐蚀与否对磨片耐磨性影响甚大。不耐腐蚀的磨片,其耐磨性远低于具有耐腐蚀能力而硬度相同的磨片。

从磨片的磨损机理可以看出,理想的磨片材质要有较高的硬度(一般不低于 $\text{HRC}55^\circ$)及适当的断裂韧性和较好的耐腐蚀性。其显微组织应是高硬度的马氏体结合韧性好、较耐腐蚀且与碳化物结合较好的残余奥氏体基体组织。碳化物数量要多且粒径大,并成弥散状均匀分布。

4 磨片的选用与经济分析

1997 年,我国已投产和在建的中密度纤维板厂共有 110 多家,年设计生产能力近 300 万 m^3 ,供需矛盾基本缓解且略有过剩,卖方市场已转化为买方市场并告别暴利,市场竞争日趋激烈。产品质量和成本优势成为主要竞争手段,采用低价策略,不仅可以保持原有用户,对竞争对手的传统顾客也具吸引力,从而能保持较高的市场占有率。

中密度纤维板生产是比较成熟的技术,成本的降低在于精打细算,点滴积累。磨片的正确选择与使用对提高产品质量,降低成本占有相当的比重。

磨片材质由早期的冷硬铸铁、合金冷硬铸铁、高铬铁发展到当今普遍采用的不锈钢磨片。

冷硬铸铁磨片具有较好的铸造工艺性,能达到高硬度、低成本。但韧性差,不耐冲击,易碎裂,尤其不耐腐蚀,因而耐磨性较差,一般使用周期在 20 天左右,目前工业化国家已不再采用此类磨片。

高铬铁磨片是一种含铬量为 14%~17%及少量锰和钼的合金铸铁,具有较高的硬度,韧性优于冷硬铸铁磨片,但低于不锈钢,耐磨性也不及不锈钢。

不锈钢磨片的铸造和机械加工工艺难度大,对设备要求高,但具有高硬度、较好的韧性和良好的耐腐蚀性,满足了磨片耐磨性的多项要求,一般使用周期在 90 天左右,是目前工业化国家普遍采用的磨片。

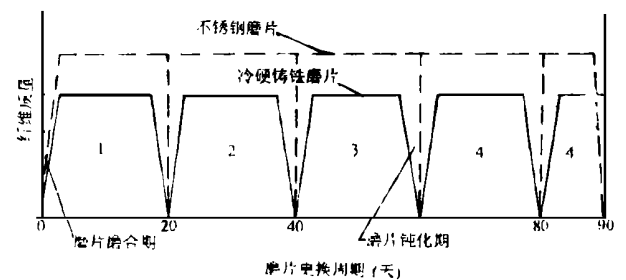
下表对 3 种不同材质磨片的使用经济性进行对比分析。对比是在年产 3 万 m^3 中密度纤维板厂进行的,热磨机为瑞典桑斯公司产品,磨片直径 36 英寸,不锈钢磨片为德国福博磨片公司产品,高铬铁、冷硬铸铁磨片均为国内产品。

3 种磨片的使用经济性对比
Analysis on economic characteristics of 3 kinds of defibrator discs

指标	不锈钢	高铬铁	冷硬铸铁
售价(元/套)	32 000	10 000	5 000
使用周期(3 班)(日)	90	25	20
全年(300 日)消耗量(套)	3.4	12	15
全年购置费(元)	108 800	120 000	75 000
每套产量(m^3)	8 823	2 500	2 000
单耗费用(元/ m^3)	3.6	4.0	2.5
更换磨片停机时间(h/a)	13.6	48	60
停机减产(m^3/a)	68	240	300
停机损失(元/a)	102 000	360 000	450 000
磨片磨合、钝化期造成质量下降的纤维(m^3)	1 800	7 200	9 000

从表中可见, 不锈钢磨片除单耗费用略高于冷硬铸铁外, 其余经济指标均优于高铬铁和冷硬铸铁磨片, 但换磨片停机损失, 比后者一年分别减少 34.8 万元和 25.8 万元, 高质量板材要分别高出 5 400 m³ 和 7 200 m³。也就是说使用高铬铁和冷硬铸铁由于频繁更换磨片, 造成纤维质量下降就占年产量的五分之一至四分之一。由此可见磨片的选择对板材产品质量影响之大。

新磨片更换后 3~5 天为磨合期, 更换前 3~5 天为钝化期。在磨合期和钝化期内, 纤维束、碎料都会增加, 纤维形态也不好, 且得率也降低。磨片钝化期还造成热磨机电耗增加, 从而增加成本。由此而造成的经济损失远远超过非不锈钢磨片较低的购置费用。



上图为磨片更换周期对纤维质量的影响。图中

实线为冷硬铸铁磨片的更换周期图。梯形左侧区域表示新磨片在磨合期内纤维质量由差变好, 水平线区段内为磨片正常工作区, 是纤维最佳时期。梯形图右侧区域为磨片钝化区, 表示磨片在使用后期由于过度磨损造成纤维质量下降, 最终导致更换磨片, 90 天内更换 4.5 次。图中虚线为不锈钢磨片更换周期, 在 90 天内只更换一次, 仅为冷硬铸铁更换频率的 4.5 分之一, 纤维质量也较后者好出许多。

5 结论

- 5.1 热磨机磨片是关系热磨机技术经济指标最积极最活跃的因素。
- 5.2 磨片材质不能仅追求单一的硬度指标, 必须同时对其韧性、耐腐蚀性和显微组织等提出要求。
- 5.3 磨片的选用必须考虑综合经济效益, 其评价指标应包括购置费、寿命周期、更换磨片造成的停机损失、纤维得率、纤维质量和电耗高低等诸多因素, 而停机损失、纤维质量是选择磨片的首要因素。
- 5.4 对比表明, 不锈钢磨片综合经济指标均优于高铬铁和冷硬铸铁磨片, 这也是国外几乎全部采用和我国也愈来愈多地采用不锈钢磨片的原因所在。