

废硒鼓墨盒处理系统的防爆方法

黄 晨¹, 杨义晨¹, 钟圣俊², 顾卫星¹

(1. 上海新金桥环保有限公司, 上海 201201; 2. 东北大学 工业爆炸及防护研究所, 辽宁 沈阳 110006)

摘要:对某硒鼓墨盒处理系统进行爆炸危险性评估,测定墨粉的爆炸危险性参数,对该系统各设备的粉尘释放源和点燃源进行评价,根据系统的爆炸危险区域划分,提供相应的防爆方法。结果表明:控制系统残余粉尘浓度是爆炸预防的关键,爆炸泄压方法成本较低、维护方便,是重要的防护方法。

关键词:废旧硒鼓;墨粉;爆炸防护;泄爆

中图分类号:X505 **文献标志码:**A

文章编号:1008-5548(2010)06-0076-03

Explosion Protection Methods in Waste Toner Cartridge Treatment System

Huang Chen¹, Yang Yichen¹, Zhong Shengjun²,
Gu Weixing¹

(1. Shanghai Xin Jinqiao Environmental Protection Co. Ltd., Shanghai 201201; 2. Industrial Explosion Protection Institute, Northeastern University, Shenyang 110006, China)

Abstract: The explosion risk assessment was carried out for a waste toner cartridge treatment system. The explosion parameters of ink powder were determined. The release source and ignition source of the system were evaluated. The classification of explosion area was divided and the explosion protection methods were given out according to the assessment venting. The results showed that controlling the concentration of ink powder residues was the key of explosion prevention. Venting was a cheap and easy way maintaining protection method.

Key words: waste toner cartridge; ink powder; explosion prevention and protection; venting

我国有 2 000 多万个机构和单位及数量更为庞大的居家用户需要使用打印机,带动了国内耗材市场以每年 30% 的速度递增,逐步成为全球最大的打印耗材市场。随着耗材生产、使用量的增大,耗材的处理问题就开始凸现出来。CBIResearch 的调查报告显示:

收稿日期:2010-02-25,修回日期:2010-04-22。

基金项目:国家中小企业创新基金项目,编号:06C26213100923。

第一作者简介:黄晨(1957-),女,硕士,工程师,长期从事工业废弃物回收处理技术研究。电话:021-58387009。

通信作者:杨义晨(1980-),男,硕士,从事废弃物回收处理技术研究。电话:13651923137, E-mail:yyctalent@hotmail.com。

仅 2002 年我国废弃的墨盒数量就达 3 570 万个,硒鼓 300 万个,总体积达 30 万 m³,质量为 16.4 万 t,可装满 5 000 个火车车箱;到了 2004 年,废弃的墨盒数量超过了 4 500 万个,硒鼓超过 400 万个,总体积超过了 40 万 m³。一个硒鼓粉盒一般残留 100 g 墨粉,埋在地下千年后都不会降解。全球每年生产的墨盒数以亿计,倘若这些报废的墨盒和硒鼓不被合理处理而埋在地下,对土壤造成污染非常严重,危害极大。因此,废硒鼓墨盒的无害化处理具有重要意义。

上海新金桥环保有限公司的废硒鼓墨盒处理系统在实际运行中发生过墨粉粉尘爆炸事故。虽然没有造成人员伤亡事故,但是粉尘爆炸将破碎机的人孔冲开,清洗机的支架发生变形,袋式除尘器布袋破裂。

目前国内外对墨粉爆炸的研究极少,日本的 Nifuku 等^[1]在研究工业废弃物的点燃特性时测定了墨粉的爆炸极限为 70 g/m³。关于废硒鼓墨盒处理系统的爆炸防护措施尚无报道。

1 废硒鼓墨盒处理系统的爆炸危险性分析

1.1 墨粉的理化性质

墨粉又称碳粉,是用于静电复印和激光打印等电摄影显影过程中的主要耗材,它是以树脂、颜料、荷电添加剂等成分为主要原料的复合物。墨粉真密度为 1.2×10³ kg/m³,堆积密度 1.2×10³ kg/m³。

1.2 墨粉爆炸危险性参数

爆炸性参数是进行爆炸防护设计的重要依据。本文中以除尘器中采集的墨粉为样品,测定了爆炸压力、爆炸指数、爆炸下限和着火温度。测试结果列于表 1。墨粉的爆炸性参数具有以下特点:

1) 爆炸压力中等,比一般的树脂粉尘低,可能与其中不可燃的磁性氧化铁添加物有关;

2) 爆炸指数大,根据爆炸指数,其粉尘级别为 I 级 ($K_{max} < 20 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$),接近 II 级粉尘 ($20 \text{ MPa} \cdot \text{m/s} < K_{max} < 30 \text{ MPa} \cdot \text{m/s}$);

3) 爆炸下限(小于 50 g/m³)较低,爆炸上限很高(在粉尘浓度大时,爆炸压力略有降低,但爆炸指数稳定在 18 MPa·m/s),易于形成可爆粉尘云;

表 1 墨粉爆炸性参数

Tab.1 Explosion parameters of ink powder

参数	数值
最大爆炸压力/MPa	0.64
爆炸指数/(MPa·m·s ⁻¹)	18.00
爆炸下限/(kg·m ⁻³)	30~50
粉尘云最低火温度/℃	438
粉尘层最低着火温度/℃	熔化:130,不着火:400

4) 粉尘层着火温度测试表明:在高于 400 ℃ 时不着火,说明该种粉尘不易发生自燃,实测粉尘云着火温度为 438 ℃,在实际的应用中,以实测着火温度的 2/3 作为热设备的最高允许表面温度;

5) 点燃能量没有进行测试,大部分的合成树脂粉末($d < 75 \mu\text{m}$)的点燃能量为 10~30 mJ。考虑到墨粉的粒度很细,点燃能量应该在 5~10 mJ。

1.3 废硒鼓墨盒处理系统危险性评估

硒鼓粉碎工艺流程图如图 1 所示。硒鼓、墨盒以手工的方式放置在传送带上,通过传送带进入破碎机破碎。破碎机的顶部和底部均有吸尘口,部分墨粉通过吸尘口 1 和吸尘口 2 进入除尘管道。碎片和部分墨粉通过传送带 2 进入清洗机。传送带 2 上安装有除铁器用以分离废铁。在清洗机中,绝大部分的墨粉被在空气流的作用下和碎片分离,在清洗机出口得到塑料和铝等金属。除尘系统风量 5 300 m³/h,风压 4 000 Pa。袋式除尘器过滤面积 100 m²。

根据 GB12476.1—2000^[2]对各设备的粉尘释放源和点燃源进行评价,并进行爆炸危险区域划分。

1.3.1 破碎机

粉尘释放源:在破碎硒鼓的瞬间,墨粉在较小的空间中分散,破碎机中局部的粉尘浓度在爆炸极限以上。

点燃源:破碎机中由于存在挤压、碰撞和摩擦,会产生机械火花、静电积累和静电放电。因此点燃源始

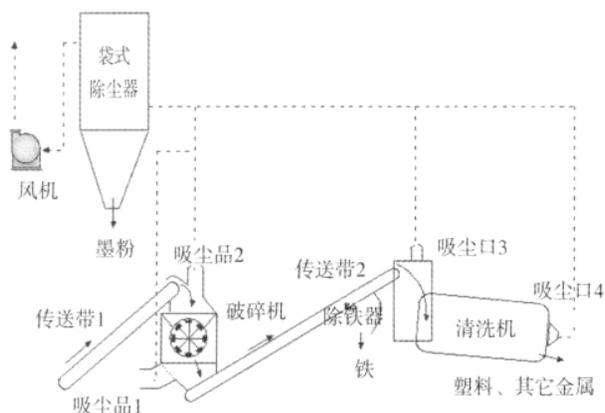


图 1 硒鼓粉碎系统工艺流程图

Fig.1 Process diagram of waste toner cartridge treatment system

终可能存在。当点燃源的点燃能量大于粉尘云的最小点燃能量时,就会产生爆炸。

结论:破碎机是本系统最易发生爆炸的部位。危险分区为 20 区。

1.3.2 传送带 2

粉尘释放源:粉尘飞扬不严重,一般粉尘浓度在爆炸下限以下。

点燃源:在故障状态下,皮带轮和辊摩擦会产生高热。不过只要皮带上方的空间中没有粉尘云,粉尘层不会着火。热表面点燃的可能性很小。

结论:不会成为爆炸的首发部位,但会成为爆炸发生的通道。危险分区为 22 区。

1.3.3 清洗机

粉尘释放源:由于传送带 2 头部的高差,皮带上的沉积粉尘降落,在清洗机入口有可能间歇地出现可爆粉尘云。清洗机内粉尘浓度一般在爆炸极限以下。

点燃源:故障条件下,清洗机的固定支架和转动筒体的结合部位可能摩擦生热。

结论:不大可能爆炸的首发部位。危险分区为 21 区。

1.3.4 除尘管道

粉尘释放源:在除尘系统工作良好的情况下,墨粉迅速被除尘气流携带进入除尘管道,在除尘管道中的粉尘浓度不好估计。一般认为,除尘管道中的粉尘浓度低于爆炸下限。仅当出现沉积粉尘,并出现风速变动的情况下,可能出现粉尘云。

点燃源:无。

结论:不会成为爆炸的首发部位。在除尘风速不大时,管道中可能沉积粉尘。爆炸危险分区为 21 区。

1.3.5 袋式除尘器

粉尘释放源:在反吹时,粉尘从布袋上扬起,会形成可爆粉尘云。

点燃源:如果不采用防静电布袋,或除尘器悬挂布袋的花板接地不好,可能出现静电放电。

结论:在本系统中,发生爆炸的可能性居第二位。爆炸危险分区为 20 区。由于袋式除尘器的体积较大,发生爆炸会产生较为严重的后果。

2 废硒鼓墨盒处理系统的防爆方法

预防硒鼓墨盒处理系统爆炸的方法主要是根据爆炸发生的条件,采取预防控制措施消除爆炸的一个或几个条件:存在浓度在爆炸范围内的粉尘云;氧浓度在极限氧浓度以上;存在足够能量的点燃源(有效点燃源)。具体方法是:

1) 防止粉尘积累。系统开机之前和停机之后进行

(下转第 83 页)

机。用户提供物料在 MPS32 立磨的试验结果为:试验产量 600 kg/h(80 μm 筛余为 20%),电耗为 6.7 kW·h/t,磨耗为 6.6 g/t。合同要求磨损后期产量为 420 t/h。因此设备选定为 MLS4531A 型立式辊磨机。设计生产能力为 420~480 t/h,出料细度为 80 μm 筛余为 12%~18%,出料最大水分小于 0.5%,主电机功率为 4 000 kW。

实际运行参数显示:产量达到 450 t/h,磨机电机功率小于 2 900 kW,张紧压力 13 MPa,生料细度 0.08 mm 筛余小于 18%,分离器转子转速 60 r/min。如果需要,产量可提高到 500 t/h,磨机振动值小于 2 mm/s。实现抬辊启动,可有效降低磨机电机的启动功率。

(上接第 77 页)

通风除尘可大大减少下次开机运行时系统内的粉尘浓度。开机前,操作人员应通过破碎机的人孔检查除尘筛网是否有杂物堵塞,并先运行通风系统 20 min。停止进矸鼓后,除尘系统继续工作 20 min。破碎机下部、皮带机尾部的空间应经常保持干净,防止破碎机爆炸气流将沉积粉尘悬浮起来在车间产生二次爆炸。注意在进行除尘时,必须使用防静电除尘器,且不应使用压缩空气吹扫。

2) 爆炸泄压。保护人身安全是爆炸防护的核心,任何预防措施都有可能失误,采取防护措施是必须的。爆炸泄压是一种经济、实用的防护措施,应优先考

(上接第 79 页)

据前面的结果,继续跟踪生产数据,对同样的几个生产批次进行了流动性测试,测试结果见图 4。可以看到:采用网带烘干技术,产品的流动性在 158~164 mm 之间;采用厢式烘干技术,产品的流动性在 138~160 mm 之间。从最后的表征结果上看,采用网带烘干技术后,产品流动性有明显的提高,且相对比较稳定。

4 结论

虽然氨基模塑粉面临着其它热塑性复合材料

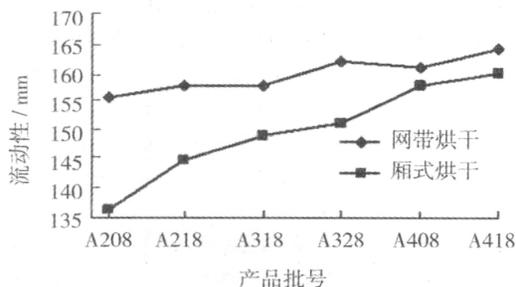


图 4 网带烘干与厢式烘干的产品流动性比较

Fig.4 Comparison of product fluidity for mesh belt drying and box oven drying

4 结语

磨机系统的电耗和磨机产量紧密相关。产量越高,单位电耗越低。另外与合理用风有关,产量较低,用风量很大,势必增加风机的耗电量,因此通风量要合理调节,在满足喷口环风速和出磨风量含尘浓度的前提下,不应使用过大的风量。

参考文献(References):

- [1] 李继海. MPS 立磨工况参数的控制[J]. 中国水泥, 2002(12): 59-61

虑。根据系统爆炸危险区域划分,对破碎机、传送带 2、袋式除尘器安装爆破片。同时在袋式除尘器入口之前安装管道转向隔爆装置。

本文防爆方法已在矸鼓墨盒处理系统得到了应用,防爆效果良好。

参考文献(References):

- [1] NIFUKU Masaharu, TSUJITA Hiroshi, FUJINO Kenji, et al. A study on the ignition characteristics for dust explosion of industrial wastes[J]. Journal of Electrostatics, 2005, 63: 455-462
 [2] 国家机械工业局,全国防爆电器设备标准化技术委员会. GB12476.1—2000 可燃性粉尘环境用电气设备(第一部分)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999

的竞争,但作为煤化工后加工产品之一,由于其优良的产品性能和加工性能,正受到各行各业的重视。随着网带烘干技术的发展,并逐渐取代了厢式烘干技术,使得干燥时间明显缩短,能耗显著降低,生产线的自动化程度明显提高,还使车间游离甲醛的浓度降低,达到环保要求,降低了能耗,节约了成本,取得了良好的效果,有力地促进了氨基模塑粉行业的迅速发展。与国外电玉粉的品种多样化、系列化、高性能化相比,我国氨基模塑粉相关产品还处于低档的品级,且基本无系列化,高性能品种亦少,必须加强应用研究力度,提高产品的综合性能,开拓产品应用领域。

参考文献(References):

- [1] 杨国华,黄以民,刘土生. 国内外氨基模塑料的现状与发展趋势[J]. 热固性树脂, 2006, 21(1): 49-52
 [2] 刘桂花,赵之换,刘强,等. 三聚氰胺主要下游产品的开发现状及利用[J]. 山西化工, 2005, 25(2): 8-11
 [3] DIETRICH Braun, REINHARD Unvericht. Modification of melamine-formaldehyde moulding compounds with epoxy resins[J]. Angewandte Makromolekulare Chemie, 1996, 237(1): 1-44