

## 工件表面处理中爆炸喷涂技术的应用

余佳骏<sup>1</sup>, 凌勇坚<sup>1</sup>, 吴建根<sup>2</sup>

(1. 浙江信息工程学校, 浙江 湖州 313000; 2. 湖州金利孚刀具有限公司, 浙江 湖州 313018)

**[摘要]** 叙述了浙北一家刀具生产企业为了提高皮革片皮机、纺织机等专用设备上的刀板、测长鼓等工件表面的耐磨性、耐腐蚀性、电绝缘性等, 于若干年前从乌克兰引进了一套“第聂泊-3”型爆炸喷涂设备(已在7个发达国家获得了专利权), 即采用了爆炸喷涂技术, 有效地提高了工件表面的质量和使用寿命。涉及了工件涂层的设计、喷涂粉末选择、喷涂工艺和工装, 以及市场前景和企业生产现状等。由于拓展了市场, 使企业获得了较好的实际收益。

**[关键词]** 表面处理; 爆炸喷涂; 技术应用; 实际收益

**[中图分类号]** TG174.442

**[文献标识码]** B

**[文章编号]** 1001-3660(2007)06-0083-02

## Application of the Explosion Spraying Technique in Work Piece Surface Processing

YU Jia-jun<sup>1</sup>, LING Yong-jian<sup>1</sup>, WU Jian-gen<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Information Engineering School, Zhejiang 313000, China;

2. Huzhou Jinlifu Blade Co., Ltd, Zhejiang 313018, China)

**[Abstract]** This article describes a knife factory in the north of Zhejiang, which has introduced a set of explosion spraying device -“Dniepo-3” from Ukraine (which has already gained patent right in seven developed countries) in order to improve the wear resistance, corrosion stability and electric insulativity of the surface of some work pieces such as knife board and side long drum of leather cutting machine and spinning machine. The factory adopted explosion spraying technique and highly improved the quality of the surface of work pieces and prolonged the service life. The article also involves the design of work piece coating, choice of spraying powder, spraying craft and equipment, market foreground and the manufacturing status. Because of the expansion of the market, actual income of the enterprise has been achieved.

**[Key words]** Surface processing; Explosion spraying; Technique application; Actual income

## 0 引言

皮革片皮机、纺织机等专用设备上的刀板、测长鼓等工件表面状况如何, 将直接影响到设备的工作性能和使用寿命, 而对这些相关工件进行表面处理, 提高其耐磨性、耐腐蚀性、电绝缘性等, 不啻是1条改善设备使用状况、提高生产效益的好途径。作为表面处理新技术之一的爆炸喷涂技术, 以其独特的优势正在被业界所看好, 成为目前世界上热喷涂碳化物、高熔点氧化物, 获得高硬度涂层的1种最理想的高新技术。浙北的1家刀具生产企业——湖州金利孚刀具有限公司看准了这一发展前景渐好的新技术, 于若干年前从乌克兰引进了1套“第聂泊-3”型爆炸喷涂设备(已在7个发达国家获得了专利权), 并结合企业所生产产品的特点, 在实践中摸索出了成功的操作经验, 优化了产品质量, 为企业带来了不小的实际利益<sup>[1]</sup>。

## 1 工作原理和涂层设计

爆炸喷涂技术的工作原理是利用脉冲式气体爆炸的能量, 将被喷涂的粉末材料加热加速轰击到工件表面, 形成所需求的各种性能的坚固涂层。根据工件的不同使用特性, 可采用不同的粉末覆于工件表面, 以达到不同性能的要求, 从而使工件的使用寿命成倍地增加。

### 1.1 工件涂层的设计

#### 1.1.1 片皮机刀板喷涂粉末的选择

作为片皮机关键配套件的刀板, 应使片分的成革厚度均匀、质量稳定、得革率高等。由于压力板与片皮带刀之间间隙小(仅0.04mm左右), 相对运动速度大(约16m/s), 因而工作条件及刀具冷却都不是很好, 原国产压力板在使用过程中经常会出现崩刃、易磨损等问题, 使用寿命一般只有3~4个月; 价格昂贵的进口压力板寿命也只有8个月左右。因而压力板(新型弹簧钢50CrNiMoV)的性能还需进一步提高, 既要有良好的韧性, 又要使刀板工作表面与基体的结合强度高, 涂层要具有高耐磨性。

根据爆炸喷涂的特点, 初选出粒度范围相同的6种不同种类的粉末, 即 YF112(WC/12Co)、YF112N(WC/12Ni)、YF110G(W/Co/Cr)、YFR20(Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/Ni/Cr)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/40% TiO<sub>2</sub> 进

**[收稿日期]** 2007-06-27

**[作者简介]** 余佳骏(1966-), 男, 浙江湖州人, 讲师, 学士, 从事金属工艺的研究、教学工作。

行逐一喷涂试验,用锤击法及弯曲试验法检测涂层的脆性及涂层与45钢的结合强度,结果表明:YF110G、YFR20涂层较脆,与基体结合强度不高而脱落;YF112N涂层与基体的结合强度和YF112比较接近,但YF112N涂层硬度低于YF112涂层;只有YF112(WC/12Co)粉末用于片皮机刀板的喷涂非常适宜。于是,最后确定YF112粉末作为片皮机刀板喷涂用粉末<sup>[2]</sup>。

### 1.1.2 纺织机测长鼓喷涂粉末的选择

纺织机上的测长鼓,通常采用的基体材质为不锈钢或铝合金,其工作表面需要喷涂,涂层要求具有耐磨、不脱落、与合成纤维具有良好的相容性、不易引伤合成纤维产品等性能。而维氏硬度>950HV的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-40%TiO<sub>2</sub>涂层,与钢质件、铝合金件的结合强度不小于4kg/mm<sup>2</sup>,不仅具有良好的抛磨性,而且还与合成纤维具有良好的相容性。于是,最后选定Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-40%TiO<sub>2</sub>作为涂层喷涂用粉末。

## 1.2 粉末粒度的确定

粉末颗粒的大小对喷涂工艺及质量的影响至关重要,其粒度等级划分见表1。

表1 颗粒等级

Table 1 The grades of granule powder

等级	粗粉末	中等粉末	细粉末	极细粉末	超细粉末
平均粒度范围/ $\mu\text{m}$	150~500	40~150	10~40	0.5~10	<0.5

从涂层质量、爆炸喷涂的适用性及经济性考虑,最后选定采用250~320目中等粒度的粉末,这样得到的涂层可以具有较小的气孔率及较高、较稳定的上粉率,使涂层质量稳定性提高。

## 2 喷涂工艺及工装设计

有了先进的设备、选定了所用粉末的牌号和粒度的规格以后,还得要有适当的工艺手段和工装来保证。为此,该生产企业制订了一套行之有效的操作规程和工装用具。

### 2.1 预处理操作规程

#### 2.1.1 喷涂粉末

1) 铝钛粉末烘温为180~200℃,时间不少于20min。

2) WC/12Co粉烘温为150~170℃,时间为20~60min。喷涂粉末中不得有其它杂质混入,不同粉末严禁混杂。

#### 2.1.2 喷涂工件

1) 工件表面若有严重油污,应进行热处理去油→清水清洗→烘干→酒精清洗→吹干→喷砂。

2) 工件表面若无油污,用擦布去尘→烘干→酒精清洗→吹干→喷砂。

3) 喷砂过的工件要求达到(目测方式):(1)无车加工、磨加工痕迹;(2)喷砂痕迹均匀、无遗漏。

#### 2.1.3 喷砂用砂的选用

1) 喷钢铁工件用绿碳化硅,粒度46#。

2) 喷铝工件用棕刚玉,粒度46#。

### 2.2 喷涂工作程序

1) 检查各种仪表、仪器、水、电、气是否正常,机械转动等工件是否正常,发现问题及时排除;按技术要求安装所需喷涂的

工件及粉末,进行有关数据计算,并做好有关原始记录。

2) 关闭隔音大门,接通变频器及电控盘的电源,启动压缩空气机;打开氮气、空气、氧气、乙炔阀,在气柜上调节氮气工作压力为0.2MPa,乙炔工作压力为0.2MPa,启动通风系统;接通电控盘上电源开关、空气开关,调节喷涂频率,使变频器上示值为23.75Hz,打开水阀,使喷枪冷却系统正常运作。

3) 接通电控盘上的氧气开关,调节流量至规定值;接通乙炔开关,调节流量至规定值;接通点火开关,接通送粉开关,调节流量至规定值,重新调节空气压力为0.16~0.18MPa;根据工件喷涂要求,调节喷枪移动参数,喷枪移动1个来回,停止喷涂。

4) 停止喷涂时的具体操作顺序为:依次切断送粉开关→点火开关→乙炔开关→氧气开关→空气开关→电源开关,再关上流量表上的阀门。

5) 喷涂停止5min后,才可进入喷涂间。目测喷涂层情况,用量具测涂层厚度,得到每次喷涂厚度;关上隔音大门,根据所需喷涂层厚度确定喷涂次数,重新按步骤3)、4)操作,完成喷涂过程。

6) 喷涂工件涂层经检测合格后,转入下一工件喷涂。喷涂工件的工作结束后,关闭气源阀门,排空喷枪中的残留气体,关闭冷却水、通风系统,切断设备总电源<sup>[3]</sup>。

### 2.3 工装用具

根据工件形状特征及爆炸喷涂1次所能达到的涂层覆盖面积,及平面和曲面涂层均匀、厚度一致的要求,设计了喷枪水平移动一维无级调速移动系统、喷枪水平二维移动无级调速系统及喷枪竖直移动调节系统,并设计了工件三维定位调节系统及工件自动回转无级调速系统<sup>[4]</sup>。

### 2.4 喷涂工艺

#### 2.4.1 工艺试验

为了确保喷涂的质量,经无数次反复喷涂工艺试验及实样、试样检测,在整合的基础上,制订了YF112粉末、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-40%TiO<sub>2</sub>粉末(粒度皆为250~320目)喷涂工艺参数,具体见表2。

#### 2.4.2 涂层质量

对于WC-12Co涂层:1)涂层密度和硬度使用浸油法测定,涂层的相对密度97.5%,试样表面的硬度(经磨削后)为58~61HRC,涂层显微维氏硬度达1250~1300HV;2)结合强度采用弯曲试验法测试,弯曲后涂层无裂纹、无脱落;采用连续载荷压痕,涂层无碎裂。

对于Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-40%TiO<sub>2</sub>涂层:1)涂层显微维氏硬度>950HV;2)结合强度采用弯曲试验,弯曲后涂层无裂纹、无脱落现象。

### 2.5 磨削工艺

对于YF112涂层磨削:由于涂层硬度较高,一般的砂轮无法磨削,经试验确定选用粒度为120~140目的金刚石砂轮磨削较为理想,其磨削质量能达到表面质量要求,涂层表面粗糙度能达到Ra0.8 $\mu\text{m}$ ,而且磨削时涂层不易伤损、脱落。

对于Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-40%TiO<sub>2</sub>涂层磨削:根据工件形状及使用特点,经试验确定选用绿碳化硅砂轮(120~140目)或绿碳化硅砂纸(80目或120目),涂层具有良好的可磨削性<sup>[5]</sup>。

(下转第90页)

- [2] 梁增田. 塑料用涂料与涂装[M]. 北京:科学技术文献出版社, 2006. 44-52
- [3] Zemo W Wicks, Jr Trank N Johns, Peter Pappas S. Organic Coatings Science and Technology [M]. John Wiley and Sons., 1999. 351-378
- [4] 姜英涛. 涂料基础[M]. 第二版. 北京:化学工业出版社, 2004. 87-97
- [5] 西摩 R B(美). 塑料防腐蚀应用简明手册[M]. 叶斌译. 北京:化学工业出版社, 1991. 42-46
- [6] 涂料工艺编委会. 涂料工艺(上册)[M]. 第三版. 北京:化学工业出版社, 1997. 62-76
- [7] 汪玉和. 非金属材料化学[M]. 北京:科学技术文献出版社, 1992. 304-305
- [8] 李佑斌. 脱漆剂的设计[J]. 上海涂料, 2007, 45(1): 26-30

(上接第 84 页)

表 2 喷涂工艺参数

Table 2 Spraying technological parameter

序号	项目名称	喷砂	喷 YF112 粉末 (250 ~ 320 目)	喷 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /40% TiO <sub>2</sub> (250 ~ 320 目)	
				钢质工件	铝质工件
1	氧气流量/(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	1.8	1.2	1.3 ~ 1.4	1.1 ~ 1.2
	乙炔流量/(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	1.2	0.9 ~ 1.0	1.0 ~ 1.1	0.8 ~ 0.9
	氮气流量/(m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )	最大	0.8 ~ 0.9	0.3	0.3
2	氧气压力/MPa	0.4	0.4	0.4	0.4
	乙炔压力/MPa	0.12	0.12	0.12	0.12
	氮气压力/MPa	0.2	0.2	0.2	0.2
	空气压力/MPa	0.2	0.2	0.2	0.2
3		喷涂刀板类行车速度 800 ~ 850mm/min(1090 ~ 1150r/min)			
4		喷涂频率值为 23.75 ~ 24Hz			
5		喷枪口与工件需喷涂面相对位置为 170mm			
6	喷涂轴类工件	回转部分电机转速 $\eta_{电机} = 71.11 \times 800 / \text{工件直径}$			
		小车行走电机转速 $\eta_{电机} = 1.37 \times 800 / \text{工件直径}$			

### 3 实际效果和前景

#### 3.1 实际效果

有了先进的进口设备以后,该企业为了确保产品的质量,先开始试生产,并对用户浙江富邦皮革有限公司、海宁上元皮革有限公司这 2 家企业进行跟踪,获得了一系列相关数据,得到了首肯,初战告捷。调整优化后,投入了批量生产。到目前为止,金利孚有限公司已生产了主机配套刀板约 100 副,分别销往广东、福建、温州、江苏、河南、河北、山东等地 60 多家制革企业,用户反映都比较好,刀板喷涂质量有了明显改观,使用寿命比原来未经喷涂的刀板提高了 3 倍以上,达到和超过了国外同类进口刀板的平均使用寿命(8 个月质量水平),皮革剖面层质量有了保障,大大延长了换刀、调刀的周期和刀板综合成本,使用户得到了实际的利益。而采用 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-40% TiO<sub>2</sub> 陶瓷粉末,喷涂喷水织机上的不锈钢测长鼓、铝制品测长鼓和漆包线生产线上铝导轮,也取得了显著成效。先后为龙巢集团喷水织机上加工 2000 余套测长鼓,为长城线贸集团漆包线生产线上加工 1000 多套铝导轮,经用户反映:涂层光滑平顺,滑动性好,无脱落现象。喷涂质量明显优于原来采用的等离子喷涂,使用寿命可达 2 年以上。

#### 3.2 市场前景和意义

湖州金利孚刀具有限公司生产的喷涂刀板和测长鼓,由于适销对路,销售价位低,很快受到了皮革生产厂家和纺织企业的青睐,在短短的几年时间里,产品销量大幅上升,不仅在国内打开了销路,而且还引起了欧美等国的重视,订货商纷至沓来,呈

现出非常喜人的景象。据初步估计,该公司自用上了新技术以来,已为企业新增产值 85 万元,新增税利 45 万元,这对于 1 家规模不大的企业来说,确实是 1 笔不小的收益。由于我国是 1 个皮革生产和纺织品生产大国,对皮革刀板和测长鼓的需求量自然较大,因而市场潜力非常之大。完全可以肯定,在未来的数年里,随着销售渠道的扩大,需求量还将会继续攀升;再加上新应用领域的开拓,国际市场的打开,市场空间就更大了。可以说,表面处理技术的应用方兴未艾,前景看好。

新技术的应用,提升了产品的质量,为企业带来了可观的经济效益是肯定的。但更重要的是,由此激发和熏陶了 1 支肯开动脑筋、真抓实干、注重技术革新的工程技术人员队伍和管理人员队伍,若还能开拓思路,并发扬光大,定将产生更大的实际收益,这非常有利于企业朝着可持续发展的方向前进,因而其意义非常之大。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 凌勇坚. 用可持续发展理念提高进口设备管理水平[J]. 中国设备工程, 2006, 21(11): 13
- [2] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2002. 1
- [3] 肖明颖, 王引真, 秦清彬, 等. 单枪共喷异种粒子涂层结构及结合强度分析[J]. 表面技术, 2007, 36(2): 9-11
- [4] 凌勇坚. 如何用三爪卡盘装夹矩形工件[J]. 工具技术, 2004, 38(4): 66
- [5] 王立军, 赵春英, 管秀荣, 等. 铝合金磷化与喷涂氟碳涂料配套性研究[J]. 表面技术, 2006, 35(5): 23-25