

轻型环保陶瓷网纹辊的研究与实践

潘光华

(深圳职业技术学院, 深圳 518055)

摘要: 以较轻的铝合金为网纹辊材料,分析了网纹辊网穴参数及网穴雕刻与表面陶瓷处理技术,经过反复变换网纹辊网穴雕刻及陶瓷处理方法,总结出了铝合金表面可行的网穴雕刻及陶瓷处理工艺,研究出了轻型环保陶瓷网纹辊的制作工艺流程。

关键词: 网纹辊; 网穴; 陶瓷处理

中图分类号: TS802.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)13-0093-04

Research and Development of Light Environmental Friendly Ceramic Anilox Roller

PAN Guang-hua

(Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China)

Abstract: Light aluminum alloy was used to make anilox roller. The ink cell parameters, ink cell engraving and ceramic processing technology on the surface of anilox roller were analyzed. A reasonably practicable ink cell engraving and ceramic processing technology on the surface of aluminum alloy was developed after repeated experiments. Process flow for manufacturing of light environmental friendly ceramic anilox roller was developed.

Key words: anilox roller; ink cell; ceramic processing

由于柔性版印刷中,其油墨为水性油墨,而水性油墨的黏度大大小于胶印油墨的黏度,印品上墨量多少及均匀程度取决于网纹辊的网穴形状和尺寸。印品图案不同,墨量需求也不同,所以,一台柔性版印刷机配多种网穴规格的网纹辊,供印刷不同图案印品时选择。网纹辊重量越轻,更换越方便,并且网纹辊表面需耐磨。目前,网纹辊材料均选用“钢”,表面耐磨性处理方法是“在表面镀一层铬或喷一层陶瓷”^[1]。这种工艺的缺点是重量较重,电镀工艺污染环境。本文选用“铝合金”作网纹辊材料,实践网穴加工方法和环保的表面陶瓷处理技术。

实验从“材料选择、辊体加工、电子雕刻网纹与表面陶瓷化或表面陶瓷化与激光雕刻网纹”几方面进行。

1 实验准备

1.1 网纹辊材料选择

铝及铝合金品种很多,选择材料时应从重量和机

械加工性能等方面考虑。常用金属材料的相对密度见表1,从表中看出,铝及其铝合金重量较轻,故选铝

表1 常用金属材料的相对密度

Tab.1 Common metal materials' proportion

材料	铸铁	钢	铜材	铝、 铝合金	锌铝 合金
相对密度	6.6~6.7	7.85	8.45~8.9	2.5~2.95	6.3~6.9

合金为网纹辊材料。

网纹辊网穴加工通常采用电子雕刻法或激光雕刻法,电子雕刻法的雕刻硬度为 HV170—190,而激光雕刻法雕刻硬度高达 HV1 300。几种铝及铝合金的硬度见表2,为了达到网纹雕刻及辊体机械加工的

表2 常用铝合金的硬度

Tab.2 Hardness of common aluminum alloys

铝材型号	LY11—LY12	耐腐蚀光 亮铝合金	镁铝合金 (7075)
硬度	HV90	HV100—120	HV150

收稿日期: 2011-03-29

作者简介: 潘光华(1964—),男,湖南人,深圳职业技术学院副教授、高级工程师,主要从事印刷机械教学与研究。

硬度要求,选用较硬点的镁铝合金(7075)作为网纹辊的材料,因为材质太软,切割时容易粘切具。虽然镁铝合金(7075)的硬度只有 HV150,但已接近机械加工硬度(HV180)及电子雕刻硬度(HV170),选用专用乳化液或石蜡基矿物油作为加工或网纹雕刻时的冷却润滑剂,基本上能满足辊体加工及网纹雕刻对硬度的要求。所以,本研项目选镁铝合金(7075)作为网纹辊的试制材料。

1.2 辊体加工

辊体加工是指网纹辊网穴加工之前的机械加工过程,目的是达到安装、电子雕刻网纹、表面陶瓷化等工艺对辊体的要求。网纹辊选用镁铝合金(7075)管材,管的壁厚为 20 mm,辊体结构采用轴头与铝管辊体装配一起。由于电子雕刻时,工件定位是以两端锥孔定位,所以铝管辊体两端设计成锥孔,加工铝管辊体锥度时按轴头的锥度配做。加工工艺过程是:轴头和铝管辊体粗加工(留足够加工余量);装配后再进行半精加工、精加工、抛光等工艺处理;两端配打定位销,确保拆出铝管辊体进行电子雕刻后的重新装配精度。

由于此网纹辊的辊体材料为镁铝合金(7075)管材,重量较轻,即使高速旋转,精加工后的网纹辊基本能保持动平衡,所以不需动平衡试验。

1.3 网纹辊网穴参数的选择

1.3.1 网穴形状及排列角

目前,网穴开口形状为:菱形、六角形,其排列角为 30° 、 45° 、 60° 3 种,在实际生产过程中一般选择“ 30° 六角形网穴、 45° 菱形网穴、 60° 六角形网穴”3 种。从释墨性方面考虑: 30° 六角形网穴较好,但墨膜的均匀性差; 45° 菱形网穴,其网墙宽为 $15\sim 20\ \mu\text{m}$,这种较大间隙的网穴使传递的墨层不太均匀,而且 45° 菱形网穴有过度深倾向的沟通管路,使清洗难度加大; 60° 六角形网穴,网穴排列紧凑,空间利用率较高,在相同面积的网纹辊上可以雕刻更多同等大小的网穴,油墨传输量较多,所以实际运用中广泛采用 60° 六角形网穴。但从试验考虑,由于 45° 菱形网穴有过度深倾向的沟通管路,经陶瓷化表面处理后,网穴形状的破坏会比“ 30° 六角形网穴、 60° 六角形网穴”较严重,如果 45° 菱形陶瓷化处理后网穴形状完整,则 30° 六角形网穴、 60° 六角形网穴陶瓷化处理后网穴形状会更好。故试验的网纹辊网穴选为 45° 菱形网穴。

1.3.2 网纹辊网线数

网纹辊线数是指沿网纹辊轴向单位长度上网穴

的个数。网纹辊线数越高,传墨量越均匀,网纹辊上的墨层就越接近“连续”状态。另外,高线数网纹辊的着墨孔开口面积变小,容量也变小,传墨量也变小。网纹辊试制时,考虑到网穴较大,易于显微镜下观察雕刻及表面陶瓷化后的网穴形状变化情况,所以试制时,选较低的网纹辊网线数较好,故确定为 50 l/in。

2 实验过程

2.1 先电子雕刻网纹再表面陶瓷化处理

目前,雕刻网纹有 2 种方法,即电子雕刻法与激光雕刻法。电子雕刻法相对激光雕刻法而言,成本较低,雕刻硬度(HV170~190)低。而网纹辊表面陶瓷化处理后,其硬度在 HV1000~5000 之间,所以采用电子雕刻网纹工艺必须安排在表面陶瓷化处理之前进行。

2.1.1 电子雕刻网纹试验

电子雕刻机的雕刻硬度在 HV170 左右,材料太软会粘刀,网穴形状不规则,材料太硬,网穴无法形成。镁铝合金(7075)作为网纹辊,其硬度为 HV150,接近雕刻硬度,可以用电子雕刻刀雕刻网纹。

电子雕刻后,在显微镜下观察到的网纹辊网穴形状见图 1。从屏幕上看出,网穴形状为菱形,且菱形



图 1 显微镜下观察到的电雕网穴

Fig. 1 The electronic-engraved ink cell under microscope

形状规则标准,排列角为 45° ,这证明在镁铝合金(7075)材料上电子雕刻网纹可行。

2.1.2 表面陶瓷化处理试验

电子雕刻后的网纹辊,为了提高耐磨性,其表面还需进行陶瓷化处理,使其形成一层陶瓷表面,陶瓷材料常见的是金属氧化物(如 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 或 Ni_2O_3)。镁铝合金(7075)材料网纹辊表面陶瓷化处

理,实际上是在铝材表面形成一层金属氧化物(Al_2O_3)的过程,这层 Al_2O_3 陶瓷层均匀致密,硬度可达到 HV1 200~1 300,完全达到网纹辊耐磨的要求。

目前,铝材表面形成陶瓷层有 2 种方法,即“合金表面微弧氧化陶瓷处理法”和“喷陶瓷法”。合金表面微弧氧化陶瓷处理法是将铝合金置于弱碱性电解液中,在高频脉冲电场作用下,使其表面生长出一层金属自身氧化物的陶瓷层,其特点是网纹辊表面电雕好的网穴不会被填堵;喷陶瓷法是采用等离子火焰喷涂法,使陶瓷粉末在燃烧室里被加热至 1 900 ℃ 呈熔融的陶瓷喷涂在铝合金网纹辊表面上,形成坚硬的涂层,其特点是网纹辊表面电雕好的网穴会被填堵^[6]。因此,电子雕刻网纹后只能采取“合金表面微弧氧化陶瓷处理法”。

1) 微弧氧化陶瓷处理的电解液及电源电参数。硅酸钠 20~100 g/L;氢氧化钠 5~10 g/L;有机胺添加剂 5~15 mL/L;单位面积电流密度设置为 50~100 A/m²;脉冲频率设置为 100~700 Hz;脉冲占空比设置为 20%~90%;微弧氧化处理中控制电解液温度不高于 45 ℃;采用 100 kVA 电源。

2) 试验方法及测试。用电雕好的 50 l/in 的网纹辊 4 根,分别对其编号为 1[#],2[#],3[#],4[#],分别悬挂于处理池并让其完全浸没在电解液中,网纹辊两端接好电源,处理时间分别为 5,10,15,20 min,然后取出冷却。

分别对处理好的 1[#],2[#],3[#],4[#] 网纹辊进行硬度测试及在显微镜下观察其形状变化,结果见表 3。从

表 3 铝合金表面微弧氧化处理时间与硬度测试结果
Tab.3 Relationship between tested hardness and micro-arc oxidation processing time on the surface of aluminum alloy

电雕网纹辊 /(l·in ⁻¹)	处理时间 /min	硬度测试 (HV)	网穴形状变化
1 [#] 50	5	234(不合格)	变形小(基本合格)
2 [#] 50	10	507(不合格)	变形稍大(不合格)
3 [#] 50	15	761(不合格)	变形大(不合格)
4 [#] 50	20	1 050(合格)	变形最大(不合格)

表 3 看出,随着处理时间的增加,硬度也增加,但网穴形状变化增大。

为达到耐磨要求,处理后硬度至少要达到 HV 1 000 以上,由表 3 看出只有 4[#] 网纹辊达硬度要求,但

其网穴形状变化最大,见图 2,无法达到网穴容量的

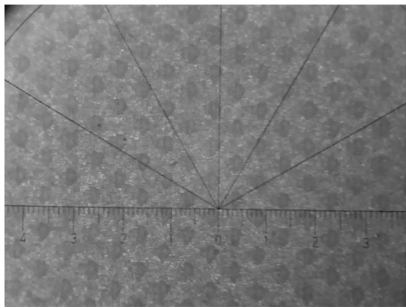


图 2 显微镜下电雕后微弧氧化的网穴形状
Fig. 2 Shape of electronic-engraved ink cell after micro-arc oxidation under microscope

要求,印刷时也无法保证预定的传墨量。1[#] 网纹辊虽然网穴形状基本满足要求,但其硬度只有 HV234,无法满足耐磨性能。

由此可见,网纹辊电雕网穴后,表面采用“微弧氧化处理”或“喷陶瓷”方法均不可行。

2.2 先表面陶瓷化处理再激光雕刻网纹

目前,获得陶瓷层的方法主要有“微弧氧化处理”和“喷陶瓷”2 种。

2.2.1 微弧氧化后激光雕刻实验

实验时,制作了材料为镁铝合金(7075)的 2 根网纹辊,表面经过抛光后进行微弧氧化处理,然后再抛光进行激光雕刻,用显微镜观察两根雕刻后的网纹辊,几乎看不到网穴,这说明网纹辊表面微弧氧化后激光雕刻不可行。

因为激光雕刻是高能量的激光束接触到陶瓷表面后,使陶瓷被烧蚀而形成网穴,其关键是陶瓷表面吸收激光能量越多,雕刻性能越好。如果陶瓷表面不吸收能量,则不能激光雕刻。而微弧氧化处理后,在网纹辊表面生成 Al_2O_3 陶瓷,由于 Al 的吸收率只有 0.08(最高为 1),吸收效率极低,而且导热率强,在激光雕刻中,激光的能量吸收得很少很少,并且传热快,温度很难使陶瓷融化,所以无法形成网穴。

2.2.2 喷陶瓷后激光雕刻实验

在辊体精加工后,先在表面进行喷砂处理以增加陶瓷的附着力,由于陶瓷材料是极细颗粒的氧化镍(Ni_2O_3)或氧化铬(Cr_2O_3),其尺寸只有几个微米或更小,再采用等离子火焰喷涂法,使陶瓷粉末在燃烧室里被加热至 1 900 ℃ 呈熔融的陶瓷喷涂在铝合金网纹辊表面上,形成坚硬的涂层,控制喷陶瓷层厚度是

所雕网穴深度的 4 倍左右。由于喷陶瓷(Ni_2O_3 或 Cr_2O_3)后的网纹辊其表面不够光滑,所以激光雕刻网纹前进行研磨,研磨后再进行激光雕刻试验。

由于氧化镍(Ni_2O_3)或氧化铬(Cr_2O_3)具有很高的能量吸收性能,所以激光雕刻时很顺利。

在电子显微镜下观察激光雕刻后的网穴形状见图 3,可以看出,网穴形状清晰规范,满足墨容量要求。



图 3 显微镜下喷陶瓷后激光雕刻的网穴形状

Fig. 3 Shape of laser-engraved ink cell after ceramic-spraying under microscope

在网纹辊表面均匀测试了 15 个点的硬度,硬度均值为 HV1 207,网纹辊表面硬度满足要求。对“喷陶瓷后激光雕刻的网纹辊”进行印刷试验,印刷质量

完全符合标准。

3 结论

经过上述分析及实验,轻型环保陶瓷网纹制作工艺是:对镁铝合金(7075)材料辊体粗加工—半精加工—精加工—喷陶瓷—研磨—激光雕刻网纹。

参考文献:

- [1] 黄俊彦. 柔性版印刷机网纹辊的加工、使用与维护[J]. 出口商品包装, 2003(2): 51—53
- [2] 石森森. 切削液中的摩擦与磨削[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1994.
- [3] 邵明秀, 张海燕, 朱新莲. 网纹辊传墨性能的探讨[J]. 印刷世界, 2005(9): 41—42.
- [4] 赵秀萍等. 柔性版印刷技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- [5] 宋春萌. 包装印刷印务[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [6] 余存焯. 铝的缓蚀剂(下)[J]. 化学清洗, 1997, 13(4): 28.
- [7] 潘光华. 新型网纹辊材料的探讨[J]. 广东印刷, 2007(6): 49—50.

(上接第 88 页)

4 结论

虚拟印刷故障培训系统的构建是基于实际印刷故障培训的区分层次、渐进学习、扎实基础、不限次数等基本要求,将知识学习与技能培训、故障识别与故障诊断相结合。在构建的故障学习系统中,采用数据库作为故障信息使用和管理的底层支持,解决了数据库开发中所涉及的主要技术问题,如大量图片的存储、一对多不对称信息、故障信息的模糊查询等。研究了“故障学习”和“虚拟实践”子模块的基本功能、构建方法和信息检索流程,为虚拟印刷故障培训系统学习模块的开发奠定了基础。

虚拟印刷故障培训系统解决了印刷故障培训在时间、设备、师资、资金等方面的现实问题,为相关专业的在校学生、企业职工学习印刷故障知识和技能培

训建立了有益的平台。

参考文献:

- [1] 陈虹, 施向东, 闫金平. 基于虚拟印刷机的印刷故障学习系统[J]. 包装工程, 2007, 28(10): 24—26.
- [2] 陈虹, 范登科. 印刷机故障虚拟印刷学习系统的研究与开发[J]. 北京印刷学院学报, 2008(6): 47—50.
- [3] 董朝阳. 印刷机故障诊断专家系统的研究开发[D]. 西安: 西安理工大学, 2002.
- [4] 李树章. SHOTS 模拟培训的优势及其前景[J]. 印刷杂志, 2009(11): 66—68.
- [5] 曹慧, 汪运果. 印刷技能培训的模拟软件[J]. 印刷杂志, 2005(2): 58—60.
- [6] 陈虹, 徐永财. 单张纸胶印机学习系统故障模块的研发[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 69—72.
- [7] 郝丽娜. 使用 Microsoft Office Access 构建小型标准管理系统[J]. 铁道技术监督, 2011(1): 7—9.