

上海市热喷涂应用实例

编 辑

纪 振 山

俞 伟 民

上海市工业展览馆

前 言

近年来，随着国民经济和科学技术的日益发展，对各类机械设备的使用要求也越来越高，采用新技术，新工艺以不断提高机械设备的效率和延长其使用寿命已经引起了各工业企业的重视。热喷涂（焊）工艺技术用来防护物体表面，达到耐磨、防锈、防腐蚀、耐高温、抗氧化、增加导电性能以及绝缘等作用是有显著效果的。国家经委很重视热喷涂工艺技术的推广应用工作，并把这项工艺技术列入了“六五”期间重点新技术推广项目。

热喷涂（焊）工艺技术包括线材气喷、电弧喷涂、氧—乙炔火焰喷涂和喷焊以及等离子喷涂和喷焊。喷涂用的材料有纯金属铝、锌、锡、铜和钢等金属线材；有镍基、钴基、铁基和自熔性合金粉末以及陶瓷和金属陶瓷等几十种，可对各种机械设备、零部件（如轴类、导轨、齿轮、拉杆、凸轮、泵阀、模具等磨损件）进行修复，以延长使用寿命。对船舶、桥梁、水库闸门进行喷涂铝、锌以防海水、大气的侵蚀。它可对各种材质（如碳素钢、合金钢、铸钢以及水泥制品、塑料制品、木材、棉布、纸张等进行喷涂，以达到提高产品的使用寿命，节约贵重金属材料，减少加工工时和降低成本。特别在当前各工业企业大搞技术改造中积极推广应用这项工艺技术，能起到以少代多，以旧代新，以一顶几的用途。现已被公认，热喷涂（焊）技术是保护、维修各种机械设备与零部件，延长使用寿命，节约材料，节约能源、降低成本的一项实用工艺技术，具有显著的技术经济效益。因此，热喷涂（焊）工艺技术已成为物体表面防护与强化的重要手段之一。

上海市各有关工业企业最近几年十分重视热喷涂（焊）工艺技术的推广与应用，并收到了明显的技术经济效益。全市自一九七九年以来由市经委和市工业展览馆一起先后举办两次《热喷涂（焊）技术交流推广应用展览会》和一次《热喷涂（焊）层磨、削加工技术交流会》，进一步推动了这项技术的发展。目前，全市有数百个单位应用了这项工艺技术，修复以予保护各种机械设备、零部件近二十万件，使几千万元的机械设备重新服役，同时使用寿命也成倍甚至几十倍的提高，直接为国家节约上亿元以上的费用。显示了推广应用新技术的极大优越性。

《上海市热喷涂应用实例》汇集了上海市应用热喷涂（焊）工艺技术典型实例一百二十条。其中分为五个部分，即等离子喷涂（焊）；线材气喷涂和电弧喷涂；氧—乙炔火焰喷涂；氧—乙炔火焰喷焊和喷枪炬及粉末材料。本书可供从事喷涂工作的工人同志和企业的领导在应用热喷涂工艺技术修复及予保护各种机械设备时参考。

在编辑过程中承从事热喷涂应用的有关单位和有关同志的大力支持与协助，在此表示衷心的感谢！

编 者

一九八三年四月二十日

目 录

一、等离子喷涂（焊）.....（1~13）

1. 预缩机喂入 辊（1Cr18Ni9Ti）.....	上海先锋电机厂（1）
2. 雷达集电环（紫铜管）.....	上海先锋电机厂（2）
3. DD-60中频电机转子（35钢）.....	上海先锋电机厂（3）
4. 机械密封套（45钢）.....	上海先锋电机厂（4）
5. 204电子加速器转.....	（5）
6. 发动机密封环（7.....	（6）
7. 超喂夹盘（不锈钢.....	（7）
8. 发动机叶片（钛.....	（8）
9. 远红外发射类（.....	（9）
10. 机械密封环（Cr.....	（10）
11. 多晶硅还原炉（7.....	（11）
12. 闸板（1Cr18Ni9.....	（12）
13. 阀座（20钢）.....	（13）

二、线材气喷涂和电弧喷涂.....~34）

1. 塑像（水泥）.....	（14）
2. 2×6M龙刨横船.....	（15）
3. 小化肥碳化塔（.....	（16）
4. 输电铁塔（结构.....	（17）
5. 水闸门（结构钢.....	（18）
6. 电视塔（结构钢.....	（19）
7. 酒精蒸发锅（钢.....	（20）
8. 阀门蝶板、阀体（.....	（21）
9. 避雷器外线性电阻.....	（22）
10. 白铁筒（白铁皮.....	（23）
11. 柱塞套筒（45钢.....	（24）
12. 机床导轨（铸铁.....	（25）
13. 水闸门起闭杆（4.....	（26）
14. 齿轮（45钢）.....	上海喷涂机械厂（27）
15. 铁路桥梁上盖板.....	上海喷涂机械厂（28）
16. 刹车摩擦片.....	上海喷涂机械厂（29）
17. 退火包（钢板）.....	上海喷涂机械厂（30）

18. 轧辊 (CrMo钢) 上海喷涂机械厂 (31)
19. 曲轴 (铸钢、球墨铸铁) 上海喷涂机械厂 (32)
20. 造纸机烘缸 (铸钢) 上海喷涂机械厂 (33)
21. 500 吨 油压机拉杆 (45钢) 上海喷涂机械厂 (34)

三、氧—乙炔焰喷涂 (35~61)

1. 铜合金衬套 (锡铋铅青铜) 上海有色金属焊接材料厂 (35)
2. 空压机十字轴 (铸铁) 上海有色金属焊接材料厂 (36)
3. 增压泵轴 (合金铜) 上海有色金属焊接研究所 (37)
4. 鼓风机主轴 (45钢) 上海有色金属焊接研究厂 (38)
5. 五吨电动葫芦齿轴 (40Cr) 上海有色金属焊接研究厂 (39)
6. 拖拉机齿轴 (20CrMn) 上海有色金属焊接材料厂 (40)
7. 炼胶机前滚筒 (铸铁) 上海机床厂 (41)
8. 橡胶压榨辊 (铸铁) 上海机床厂 (42)
9. 压片机齿轴 (45钢) 上海机床厂 (43)
10. 力车胎硫化机柱塞 (45铸钢) 上海机床厂 (44)
11. 热磨机主轴 (45钢) 上海机床厂 (45)
12. 精纺机前分离罗拉 (不锈钢) 上海机床厂 (46)
13. 横臂钻床主柱套筒 (铸铁) 上海机床厂 (47)
14. C640车床主轴 (30CrMo) 上海机床厂 (48)
15. 造纸机烘缸 (HT20-40) 上海造纸机厂 (49)
16. 570千瓦电机转子轴 (45钢) 上海第二钢铁厂 (50)
17. 1000千瓦电机转子轴 (45钢) 上海第三钢铁厂 (51)
18. 轧钢机升降台主轴 (45钢) 上海第三钢铁厂 上海钢铁研究所 (52)
19. C616、C620 车床大拖板 (HT20-40) 上海水工机械厂 (53)
20. 卧式彩报机压印辊 (球墨铸铁) 上海钢铁研究所 (54)
21. 双开口印刷辊 (球墨铸铁) 上海钢铁研究所 (55)
22. 40千瓦电动机端盖 (铸钢) 上海闵行发电厂 (56)
23. 高压站循泵主轴 (45钢) 上海闵行发电厂 (57)
24. 汽轮机汽缸 (铸铁) 上海南市发电厂 (58)
25. 60T/H 锅炉 风机主轴 (45钢) 上海南市发电厂 (59)
26. 纵剪机上刀轴 (40Cr) 上海机床厂 (60)
27. 右转动前转子 (铸钢件) 上海机床厂 (61)

四、氧—乙炔焰喷焊 (62~120)

1. 挖泥船耙头 (铸钢) 上海机床厂 (62)
2. 籽晶轴 (45钢) 上海机床厂 (63)
3. 下轴 (45钢) 上海机床厂 (64)
4. 传动轴 (45钢) 上海机床厂 (65)

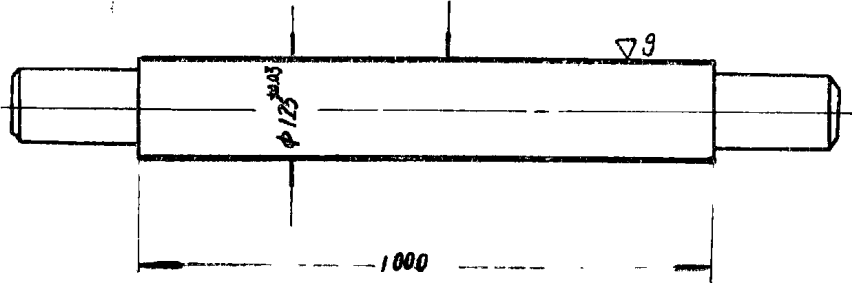
5. 坩埚轴 (45钢)	上海机床厂 (66)
6. 轴套 (1Cr18Ni9Ti)	上海机床厂 (67)
7. 印花辊轴 (45钢)	上海机床厂 (68)
8. SM45W 轴 保护套 (45钢)	上海机床厂 (69)
9. SM45W 动态分 离 片 (45钢)	上海机床厂 (70)
10. 螺杆头 (45钢)	上海机床厂 (71)
11. 砂磨机叶片 (HT20-40)	上海机床厂 (72)
12. 钟表车 床 主 轴 (40Cr)	上海机床厂 (73)
13. 冲 头 (3Cr2W8V)	上海机床厂 (74)
14. 拉杆 (45钢)	上海机床厂 (75)
15. 石油压缩机活塞杆 (45钢)	上海机床厂 (76)
16. CG6916 自 动车床分配轴 (45钢)	上海机床厂 (77)
17. 260F机压 模 横 胆 (45钢)	上海机床厂 (78)
18. 胎面磨光机内套 (45钢)	上海机床厂 (79)
19. 端面密封轴套 (45钢)	上海机床厂 (80)
20. 混砂机刮板 (25钢)	上海机床厂 (81)
21. M1432A磨床磨头主轴 (40Cr)	上海机床厂 (82)
22. 轴 承 (40Cr)	上海机床厂 (83)
23. 北京 130 汽车刹车鼓 (铸铁)	上海有色金属焊接材料厂 (84)
24. 冷拔钢管内模 (45钢)	上海有色金属焊接材料厂 (85)
25. 刮板 (40铸钢)	上海有色金属焊接材料厂 (86)
26. 凸轮轴 (球墨铸铁)	上海有色金属焊接材料厂 (87)
27. 耕种机械 犁 铧 (65Mn淬火)	上海有色金属焊接材料厂 (88)
28. 焊条螺旋涂粉机送 料 杆 (A3钢)	上海有色金属焊接材料厂 (89)
29. 磨煤机锤头 (白口铸铁)	上海有色金属焊接材料厂 (90)
30. 压榨机压榨棍 (40铸钢)	上海有色金属焊接材料厂 (91)
31. 压榨机底梳 (40铸钢)	上海有色金属焊接材料厂 (92)
32. 尖头子 (45钢)	上海有色金属焊接材料厂 (93)
33. 制砖机械 螺 旋片 (A3钢)	上海有色金属焊接材料厂 (94)
34. 塞 规 (Cr12)	上海有色金属焊接材料厂 (95)
35. 磨煤机 叶 轮 冲 击板 (A3钢)	上海有色金属焊接材料厂 (96)
36. 密封件 (紫钢)	上海有色金属焊接材料厂 (97)
37. 橡胶机械捏合块 (45钢)	上海有色金属焊接材料厂 (98)
38. 无芯磨床导板 (45钢)	上海有色金属焊接材料厂 (99)
39. 水泥离心喷 雾 盘 (45钢)	上海喷涂机械厂 (100)
40. 磨粉机 衬 胆 (铸 铁)	上海喷涂机械厂 (101)
41. 轴套 (轴 承 钢)	上海喷涂机械厂 (102)
42. 无心磨托板 (轴承钢)	上海喷涂机械厂 (103)
43. 给水泵平 衡 卷 (1Cr13)	上海电力专科学校 (104)
44. 给水调 节 阀 (1Cr13)	上海电力专科学校等 (105)

45. 高压蒸汽阀门杆 (2Cr13)	上海南市发电厂 (106)
46. 400T/H锅炉排粉机叶轮 (16Mn)	上海闵行发电厂 (107)
47. QM6B 热磨机螺旋管 (35 钢)	上海钢铁研究所 (108)
48. 电厂风机叶轮 (16Mn)	上海钢铁研究所 (109)
49. 铁路路轨 (70Mn)	上海钢铁研究所 (110)
50. 轧钢传送链轴 (45钢)	上海钢铁研究所 (111)
51. 玻璃瓶模具 (灰铸铁)	上海钢铁研究所 (112)
52. 汽车排气阀 (GCr9Si2Mo)	上海钢铁研究所 (113)
53. 冷弯型钢辊 (GCr15)	上海钢铁研究所 (114)
54. 拉丝机平辊筒和塔轮 (A3钢)	上海钢铁研究所 上海第二钢铁厂 (115)
55. 油压机柱式阀门 (45钢)	上海水工机械厂 (116)
56. 平板车轮轴 (45钢)	上海水工机械厂 (117)
57. 端面密封环 (HT20-40)	上海电力专科学校 上海水工机械厂 (118)
58. $\times 51$ 铣床工作台 (铸铁)	上海水工机械厂 (119)
59. 吊卡 (35CrMo)	上海第三石油机械厂 (120)

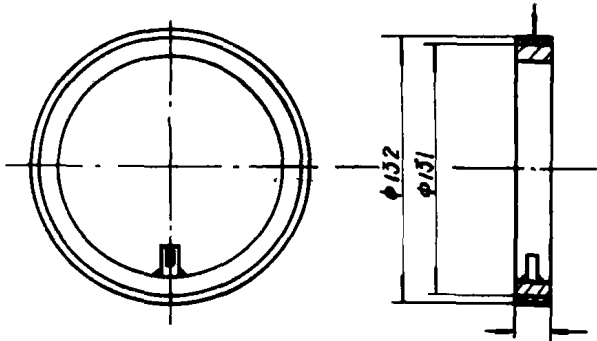
五、喷枪炬和粉末..... (121~126)

1. 上海焊割工具厂制造生产的喷枪炬	(121)
2. 上海喷涂机械厂制造生产的喷涂 (焊) 枪和设备	(124)
3. 上海有色金属焊接材料厂生产制造的合金粉末	(125)
4. 上海钢铁研究所制造生产的合金粉末	(128)
5. 上海跃龙化工厂制造生产的包复粉末	(131)
6. 上海冶炼厂制造生产的合金粉末	(132)

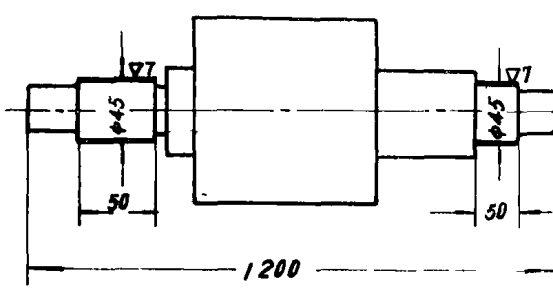
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	预 缩 机 喂 入 辊	基 材	1 Cr 18 Ni 9 Ti
喷涂单位	上 海 先 锋 电 机 厂	使用单位	上 海 建 设 机 器 厂
喷 涂 焊 零 件 简 图			
磨 报 损 废 原 因	国外新引进产品表面特殊涂层需要		
喷涂方法	等 离 子 喷 涂	喷涂材料	XF 1012 粉
操 作 顺 序	采用电子计算机控制喷涂层, XF1012粉系先锋电机厂特殊研究而配制的粉末。 1. 去油污、水份。 2. 喷砂处理。 3. 预热温度120~150℃。 4. 喷镍包铝粉打底。 5. 喷工作层粉, 涂层控制精度±0.03毫米。 6. 磨削涂层厚度为0.5毫米。 7. 封孔处理。 8. 包装。		
经 济 效 果	从美国拓勃泰公司引进的M4阻尼预缩机, 喂入辊表面涂层系美国专利, 技术保密。样机又不能取样进行化验, 经该厂研究配制专用粉末, 喂入辊预缩率达到8%, 基本上能达到仿制机技术要求, 现进一步试验, 以达到或超过样机预缩率。		

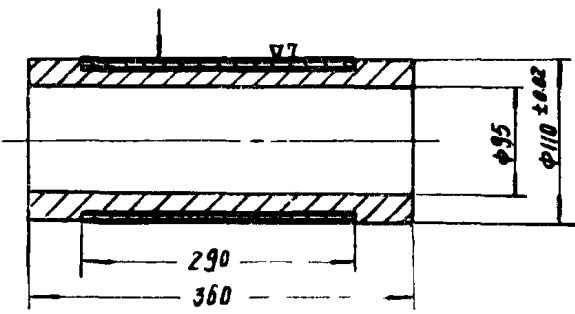
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	雷 达 集 电 环		基 材	紫 铜 管
喷涂单位	上 海 先 锋 电 机 厂		使用单位	兰 州 8 2 0 部 队
喷 涂 焊 零 件 简 图				
磨 报 损 废 原 因	产 品 预 保 护			
喷涂方法	等 离 子 喷 涂		喷涂材料	纯 银 99.98 %
操 作 顺 序	1. 表面去油污处理。 2. 表面车削0.2细螺纹。 3. 喷涂纯银粉。 4. 磨削光洁度▽7。 5. 抛光。			
经 济 效 果	国外集电环采用纯银管加工,二套集电环 120 只需用纯银60公斤。现改用紫铜管作基体,喷涂纯银粉仅 4 公斤,节约贵金属 4 公斤,提高了使用寿命,增加耐磨性能和机械强度。受到国防工办通报表扬。			

上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	DD-60 中频电机转子		基 材	35 钢 调 质 处 理
喷涂单位	上 海 先 锋 电 机 厂		使用单位	某 机 场
喷 涂 焊 零 件 简 图				
磨 报 损 废 原 因	长 期 运 用 磨 损			
喷涂方法	等 离 子 喷 涂		喷涂材料	G 101
操 作 顺 序	1. 去油污处理。 2. 表面车毛。 3. 镍包铝合金粉末打底。 4. 喷工作层粉G101。 5. 磨削涂层厚度为 0.3 ± 0.02 。			
经 济 效 果	大修更换新转子需几千元, 现采用等离子喷涂工艺缩短检修期, 节约资金, 提高了寿命。			

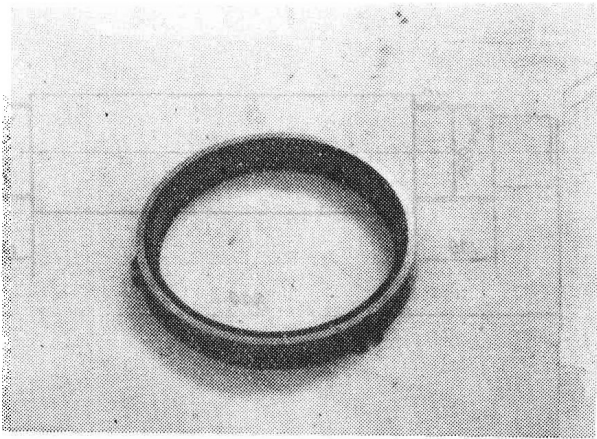
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	机 械 密 封 套		基 材	45 钢 调 质 处 理
喷涂单位	上 海 先 锋 电 机 厂		使用单位	上 海 染 料 化 工 机 械 厂
喷 涂 焊 零 件 简 图				
磨 报 损 废 原 因	新 产 品 预 保 护			
喷涂方法	等 离 子 喷 涂		喷涂材料	Al_2O_3
操 作 顺 序	1. 表面去油处理。 2. 喷砂。 3. 喷打底层镍包铝合金粉末。 4. 喷工作层 Al_2O_3 。 5. 磨削加工至 $\nabla 7$ ，涂层单面为0.3毫米。			
经 济 效 果	原密封套采用镀硬铬，现采用喷涂氧化铝粉末，比镀硬铬件使用寿命提高 5 倍。现已投入产品使用。			

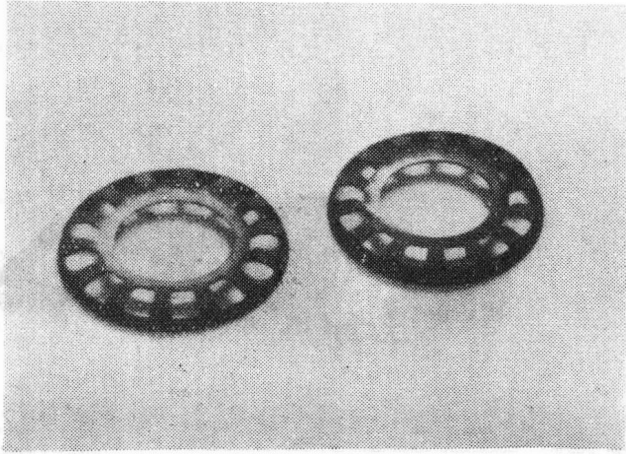
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	204电子加速器转轴	基 材	镍 基 合 金
喷涂单位	上 海 先 锋 电 机 厂	使用单位	北 京 大 学
喷涂焊零件简图			
磨 报 损 废 原 因	加 工 误 差		
喷涂方法	等 离 子 喷 涂	喷涂材料	G 101
操 作 顺 序	1. 去油污处理。 2. 车毛。 3. 预热120℃。 4. 喷镍包铝合金粉末作打底层。 5. 喷G101合金粉末。 6. 磨削到0.3毫米。		
经 济 效 果	总装配时发现转轴加工误差, 无法使用, 新轴需重新锻坯件, 真空热处理, 加工精度高, 影响成套设备调试, 采用等离子喷涂, 及时解决了重大问题, 现已投入使用。		

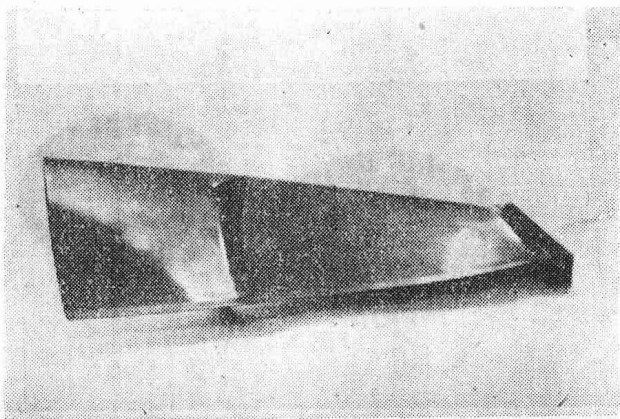
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	发 动 机 密 封 环	基 材	石 墨
喷涂单位	上海硅酸盐研究所 上 海 长 征 机 械 厂	使用单位	航 空 飞 机 制 造 厂
喷 涂 焊 零 件 简 图			
磨 报 损 损 原 原 因 因	不耐磨，不密封。		
喷涂方法	等 离 子 喷 涂	喷涂材料	氧 化 铝
操 作 顺 序	喷砂→清洗→磨→抛光→成品。 喷涂时工件转动，喷枪能自动进退。		
经 济 效 果	解决发动机耐磨，密封，延长使用寿命。		

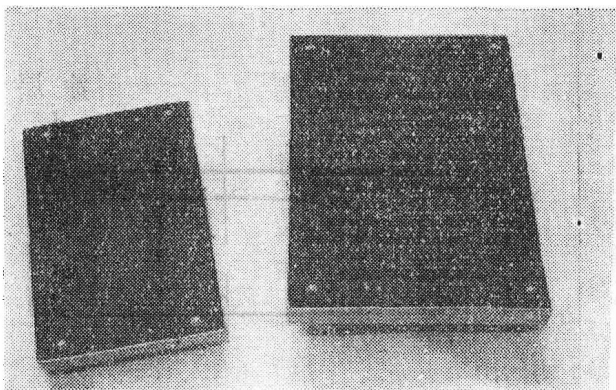
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	超 喂 夹 盘		基 材	不 锈 钢
喷涂单位	上 海 硅 酸 盐 研 究 所		使用单位	咸 阳 纺 织 机 械 厂
喷 涂 焊 零 件 简 图				
磨 报 损 废 原 因	不 耐 磨			
喷涂方法	等 离 子 喷 涂		喷涂材料	A T - X
操 作 顺 序	喷砂→清洗→喷涂→加工→成品。 喷涂时对工件采用多头夹具，每只工件能定时自转，自然冷却。			
经 济 效 果	解决化纤纺机耐磨件，代替进口件。			

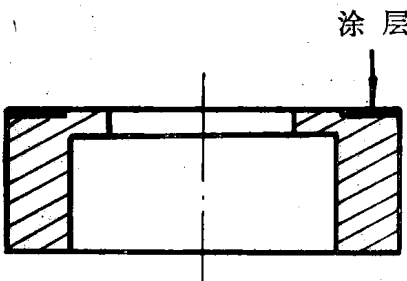
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	发 动 机 叶 片	基 材	钛合金、不锈钢、普钢
喷涂单位	上海硅酸盐研究所	使用单位	石 化 机 修 厂
喷 涂 焊 零 件 简 图			
磨 报 损 废 原 因	不 耐 磨		
喷涂方法	等 离 子 喷 涂	喷涂材料	WC/Co、Cr ₃ C ₂ -NiCr
操 作 顺 序	喷砂→清洗→喷涂→加工→成品。 喷涂时，对工件的几何形状不同而考虑喷涂和冷却方法，防止工件受热温度过高而引起工件几何形状变形和涂层脱落。		
经 济 效 果	解决耐磨，延长使用寿命。		

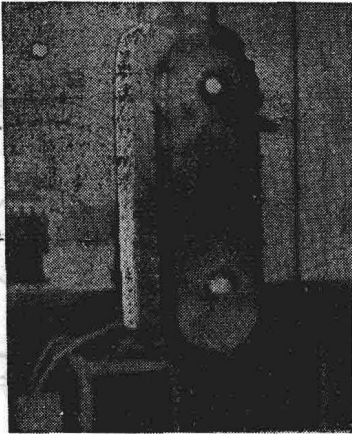
上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	远红外发射件类	基 材	碳化硅板、金属管
喷涂单位	上海硅酸盐研究所	使用单位	江苏吴江黎里远红外元件厂
喷涂焊零件简图			
磨报损废原因	产品预保护		
喷涂方法	等 离 子 喷 涂	喷涂材料	红 I
操作顺序	1. 清杂物, 喷涂, 应用(对碳化硅板, 管件)。 2. 喷砂→清洗→喷涂, 使用(对金属件)。		
经济效果	能节电30%左右。		

上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	机 械 密 封 磨 环	基 材	Cr18 Ni12 Mo2 Ti
喷涂单位	上海石化总厂机修厂	使用单位	上 海 石 化 总 厂
喷涂焊零件简图	各种形状与大小不同的磨环。轴径尺寸从$\phi 20\sim 200$ 		
磨损报废原因	腐蚀, 不耐磨等原因引起磨损。		
喷涂方法	等 离 子 喷 涂	喷涂材料	氧化铬、钴包碳化钨等
	氧—乙炔焰喷焊		Ni 基 104 粉
操作顺序	等离子喷涂：电流：350A，电压90V，枪距110毫米，厚度0.3~0.5毫米 喷前：工件喷砂处理 氧乙炔喷焊：采用SPH-2/h~SPH-4/h喷枪		
经济效果	等离子喷涂氧化铬涂层密封环，已大量应用于石油、化工、化纤等工况的机械密封，使用效果显著，基本接近国外同类产品水平。已节约大量外汇。 氧—乙炔喷焊 Ni基104涂层密封环，由于粉末质量差，不耐腐蚀，使用周期仅为1个月左右。		

上海市热喷涂(焊)应用实例

零件名称	多晶硅还原炉	基 材	不 锈 钢
喷涂单位	上海喷涂机械厂	使用单位	上海电子器材厂
喷涂焊零件简图			
磨损报废原因	抗 腐 蚀		
喷涂方法	等 离 子 喷 焊	喷涂材料	纯 硅 粉
操作顺序	采用DDP—Ⅱ型等离子喷涂设备, 喷涂工艺: 用手提喷砂枪进行内壁喷砂除锈、毛化, 再用NiCr线材作打底层。采用DDP—Ⅱ型50瓩电弧等离子喷涂在氩或氮气保护下(可加5~10%氢气)能直接起弧。 喷涂纯硅粉, 工作电压100V、电流250~300A。		
经济效益	多晶硅还原炉国外采用价格昂贵水晶钟罩, 而国内采用不锈钢板制成, 内壁喷上纯硅粉, 使晶体成品不受不锈钢元素的影响而污染, 纯度提高一个数量级, 节约了外汇。		