

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2017.03.006

无氰酸性镀镉在航空航天零部件上的应用

陈建锐, 郭崇武

(广州超邦化工有限公司, 广东 广州 510460)

摘要: 介绍了一种用于航空航天零部件的高耐腐蚀性镀镉层结构,包括金属基体、预镀层、中间镀层、镀镉层以及钝化层,其中所述金属基体为钢铁基体和铝合金基体。对镀层结构进行中性盐雾试验 2064 h 其表面无白色腐蚀物生成,耐盐雾性能比航天工业部标准 QJ 453-1988《镀镉层技术条件》中 96 h 中性盐雾试验的要求高 21 倍。这种保护层在耐腐蚀性上取得了重大突破,能大幅度提高航空航天零部件的使用寿命。

关键词: 航空航天零部件; 无氰镀镉; 镀层结构; 高耐腐蚀性

中图分类号: TQ153.17 **文献标识码:** B

Application of Acidic Cyanide-free Cadmium Plating Process on Aerospace Components

CHEN Jianrui, GUO Chongwu

(Guangzhou Ultra Union Chemicals Ltd, Guangzhou 510460, China)

Abstract: In this paper a kind of cadmium coating which has high corrosion resistance and can be used for aerospace component was introduced. The structure of this cadmium coating is composed of metal substrate, bottom coating, intermediate coating, cadmium coating and passivation coating, wherein the metal substrate is steel or aluminium alloy. After neutral salt spray test for 2064 h, no white rust generated on the cadmium coating, the anti salt spray performance was 21 times higher than the requirement of neutral salt spray test 96 h in QJ 453-1988 cadmium plating layer technology condition. Therefore a significant breakthrough was obtained on the corrosion resistance of cadmium coating, which could increase the service life of aerospace components greatly.

Keyword: aerospace components; cyanide-free cadmium plating; coating structure; high corrosion resistance

引言

传统的氰化镀镉溶液性能稳定,镀层质量优良,因此,航空航天、航海以及一些特殊电子零部件采用氰化镀镉工艺制备防护层。氰化物是国家严令禁止使用的污染物之一,用无氰镀镉代替氰化镀镉已成为业内进行研究的热点课题^[1-2]。

按照国家发展改革委员会《产业结构调整目录

(2011年修改版)》的要求和贵州省经济和信息化委员会《关于淘汰部分含有毒有害氰化物电镀工艺专题会议纪要》(黔经信专议[2013]67号)工作部署,贵州省内电镀企业在2016年底前淘汰氰化物镀锌和氰化物镀镉有毒有害生产工艺。应贵州省装备制造业协会表面工程分会的要求,广州超邦化工有限公司开发了NCC-617无氰酸性镀镉工艺^[3-4],提供了一种用于航空航天零部件的高耐腐蚀性镀镉

收稿日期: 2016-08-30

修回日期: 2016-09-26

层。NCC-617 镀镉电镀废水用二甲基二硫代氨基甲酸钠沉淀处理后,镉离子的质量浓度小于0.01 mg/L 满足 GB 21900-2008《电镀污染物排放标准》表3要求。

1 镀镉工艺

无氰镀镉溶液成分及操作条件为:

氯化镉	35 ~ 40 g/L
氯化钾	140 ~ 180 g/L
NCC-617 开缸配位剂	120 ~ 160 g/L
NCC-617 主光亮剂	1.5 ~ 2.5 mL/L
NCC-617 辅助光亮剂	25 ~ 35 mL/L
pH	6.0 ~ 7.0
波美度	22 ~ 26
θ	15 ~ 35 °C
J_k	0.5 ~ 1.5 A/dm ²
$S_k : S_a$	2 : 1
滚镀电压	4 ~ 7 V
滚桶转速	3 ~ 7 r/min
阳极	铜板 + 石墨板
$S_{铜} : S_{石墨}$	2 : 1 ~ 2 : 3
过滤	循环过滤 3 次/h
活性炭吸附	1 ~ 2 次/周
排风	必须

2 制备流程

2.1 钢铁基体镀镉

钢铁基体镀镉具体操作如下:

1) 前处理。对钢铁零部件进行碱性化学除油→水洗→碱性阳极电解除油→水洗→酸洗→水洗→阴极电解除油→水洗→活化→水洗的工序。

2) 镀镉。采用 NCC-617 无氰镀镉工艺制备镀镉层,其 δ 为 6 ~ 20 μm ,按 GB/T 13346-1992 标准在 200 °C 对镀件进行除氢处理 20 h。

3) 钝化。镀镉层经 2% ~ 3% 的硝酸出光→水洗→铬酸盐低铬彩色钝化→水洗→干燥→60 °C 老化 15 min,钝化层 δ 为 0.3 ~ 0.5 μm 。

2.2 铝合金基体镀镉

铝合金基体镀镉具体操作如下:

1) 前处理。对铝合金零部件进行化学除油→水洗→浸蚀→水洗→出光→水洗的工序。

2) 浸锌。第一次浸锌→水洗→退锌→水洗→第二次浸锌→水洗。

3) 化学预镀镍。在浸锌层上采用专用的碱性化学镀镍溶液制备化学预镀镍层。

4) 镀镍。在化学预镀镍层上采用瓦特镀镍溶液制备镀镍层,其 δ 为 5 ~ 10 μm 。

5) 镀镉。在电镀镍上采用 NCC-617 无氰镀镉工艺制备镀镉层,其 δ 为 6 ~ 20 μm ;然后 200 °C 对镀件进行除氢处理 20 h。

6) 钝化。镀镉层经 1% ~ 3% 的硝酸出光→水洗→铬酸盐低铬彩色钝化→水洗→干燥→60 °C 老化 15 min,钝化层 δ 为 0.3 ~ 0.5 μm 。

3 镀层性能

3.1 耐腐蚀性

钢铁件按上述工艺制备的镀镉层,按照 GB/T 10125-1997《人造气氛腐蚀试验盐雾试验》进行中性盐雾试验,结果列于表1。

表1 镀层耐腐蚀性测试结果比较

工艺方法	氰化镀镉	NCC-617 无氰镀镉
$\delta/\mu\text{m}$	8.5	8.7
$t_{白锈}/\text{h}$	144	2064
$t_{红锈}/\text{h}$	504	2496
效果评价	高于标准要求	高于标准要求

试验结果表明,采用 NCC-617 无氰镀镉工艺制备的镀镉层耐腐蚀性能明显高于氰化镀镉工艺,测试 2064 h 镀件表面无白色腐蚀物生成,耐腐蚀性比航天工业部标准 QJ 453-1988《镀镉层技术条件》中 96 h 中性盐雾试验的要求高 21 倍。

3.2 柔软性

用弯曲法定性检验镀层的脆性,采用 δ 为 0.2 mm 的黄铜片按 NCC-617 工艺镀镉,镀层 δ 为 23.7 μm ,将试片弯曲 180°,镀镉层无爆裂,镀层柔软性较好。

3.3 结合力

按 JB 2111-1977《金属覆盖层的结合强度试验方法》,以热震试验法测定镀层结合力。将镀件放在烘箱中加热至 190 °C,然后取出放入室水中骤然冷却,镀层没有起泡和脱落,结合力良好。

(下转第 28 页)

续表

涂层种类	阴极电泳漆	丙烯酸漆	酚醛树脂	醇酸漆	硝基漆
转数/(r·min ⁻¹)	脱净率/%				
15	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100
30	80~90	80~90	80~90	80~90	80~90
35	60~70	60~70	60~70	60~70	60~70
40	30~40	30~40	30~40	30~40	30~40
45	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

脱漆剂脱漆后对钕铁硼基体的影响进行质量损失试验。试验条件依据 XB/T 903-2002, θ 为 (120 ± 2) °C, 湿度 RH 100%, 压力 0.2 MPa。

表 4 脱漆剂脱漆后钕铁硼磁件质量损失试验

涂层种类	$m_{\text{损失}}/\text{mg}$				
	阴极电泳漆	丙烯酸漆	酚醛树脂	醇酸漆	硝基漆
配方 1	1.80	1.85	2.00	1.90	2.00
配方 2	1.82	1.87	1.92	1.86	1.82

3 结果与讨论

1) 电机转速设定配方 1 不要超过 30 r/min, 配方 2 不要超过 25 r/min。

2) 脱漆温度。本文研究的脱漆剂为常温使用的脱漆剂, 不需要加热, 可以降低生产成本。

3) 表面活性剂。由于苯甲醇与水的互溶性差, 混合物呈乳液状, 通过添加表面活性剂能达到稳定。

4) 表面渗透剂。为了提高主溶剂和促进剂的渗透性, 提高溶胀作用, 降低产品表面张力, 渗透剂的使用, 能加快脱漆效果。

5) 腐蚀程度。将钕铁硼磁件放入到配制好的脱漆剂中, 在常温下浸泡, 电机转数设定配方 1 不要超过 30 r/min, 配方 2 不要超过 25 r/min, 脱漆 t 为 20 min, 漆膜溶胀脱离基体, 将漆膜用水清洗掉后, 吹干擦干, 漆膜脱净率 100%, 观察磁件表面无腐蚀现象发生。

6) 质量损失程度。质量损失试验条件: θ 为 (120 ± 2) °C, 压力为 0.2 MPa, RH 100%, 各种漆膜脱漆后钕铁硼基体质量损失小于 2 mg, 与毛坯铁硼基体质量损失基本一致, 说明脱漆剂对毛坯磁体腐蚀可以忽略不计。

参考文献

[1] 周雅. 铝蒙皮涂装施工用水溶性脱漆剂[J]. 南昌航空工业学院学报, 2001, 15(1): 52.

(上接第 24 页)

4 结 语

NCC-617 无氰酸性镀镉工艺是为满足航空航天企业的要求而开发的, 使用的添加剂与配位剂, 克服了含 EDTA 无氰酸性镀镉工艺存在的镀层性能差和废水处理困难的缺点。在贵州省航空航天企业的应用表明, NCC-617 无氰镀镉层耐蚀性、柔软性及结合力等性能均满足航空航天工业部标准的要求, 并且废水处理能够达标排放, 尤其是镀层的耐腐蚀性取得了较大的突破, 能大幅度提高航空航

天零部件的使用寿命, 受到了航空航天企业的青睐。

参考文献

[1] 万冰华, 杨军, 王福新, 等. 无氰镀镉工艺开发研究与应用[J]. 电镀与精饰, 2014, 36(3): 22-25+46.
 [2] 李博. 无氰镀镉替代氰化镀镉工艺研究[J]. 电镀与精饰, 2016, 38(4): 32-35.
 [3] 郭崇武. 新型无氰酸性镀镉工艺的开发研究[J]. 电镀与涂饰, 2016, 35(5): 250-255.
 [4] 广州超邦化工有限公司. 一种用于航空航天零部件的高耐腐蚀性镀镉层: 中国 201520672126.3 [P]. 2015-12-30.