

阴极电泳漆在钢制弹体防腐涂装中的应用

王晓敦¹, 汪小华², 陈志刚³

(1. 山西淮海机电有限公司, 山西 长治 046012; 2. 中国兵器工业第五九研究所, 重庆 402264;
3. 驻长治地区军事代表室, 山西 长治 046012)

[摘要] 简单介绍了国内应用于药筒阴极电泳防腐涂装技术的发展过程, 结合电泳涂装的特点, 调整了磷化工艺, 提出了在中口径弹体表面采用阴极电泳漆的涂装工艺要求, 将无铅无锡环保型 E11-91 军绿色阴极电泳漆成功地运用于国内迫击炮弹体的防腐涂装。

[关键词] 阴极电泳漆; 防腐; 中口径弹体

[中图分类号] TQ630.7

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-3660(2008)03-0075-02

Application of Cathodic Electrodeposition Painting in Anticorrosive Painting of Steel Bomb

WANG Xiao-dun¹, WANG Xiao-hua², CHEN Zhi-gang³

(1. Shanxi Huaihai Machinery and Electric Co., Ltd, Changzhi 046012, China;
2. NO. 59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 046012, China;
3. PLA's Military Deputy Office in Changzhi, Changzhi 046012, China;

[Abstract] The development process of domestic technology which are applied in cartridge case cathodic electrodeposition anticorrosive painting was briefly introduced. According to the characteristics of electrodeposition painting, the phosphatization technology was regulated, the technology requirement of cathodic electrodeposition paint on the surface of medium-bore bomb was proposed. The army green E11-91 cathodic electrodeposition paint, which is environmentally-friendly, without any lead or stannum, is successfully applied in the anticorrosive painting of the domestic mortar-bomb.

[Key words] Cathodic electrodeposition painting; Anticorrosion; Medium-bore bomb

0 引言

电泳涂装技术是 20 世纪 50 年代发明的一种新型涂装技术。在 20 世纪 60 年代中期国内研制出了阳极电泳漆。20 世纪 70 年代末期, 为了解决钢制药筒防腐问题, 兵器工业第 59 研究所率先研制出国内第 1 代阴极电泳漆——5402-3 各色环氧酚醛阴极电泳漆。不久又推出了第 2 代产品——E11-85 环氧聚酰胺阴极电泳漆。20 世纪 90 年代末, 59 所研制出无铅锡铬汞等重金属第 3 代产品——E11-91 军绿色阴极电泳漆, 该产品现已大量应用于 5.8mm 至 152mm 口径药筒的电泳涂装, 使国内药筒外观质量及防腐水平有了较大提高。

为了提高国内中口径钢制弹体漆层的结合力, 均匀性, 抗蚀性等性能, 我单位首次将 E11-91 军绿色阴极电泳漆应用于中口径迫榴弹体表面防腐, 在同行业中, 其工艺技术尚属首次采用。

1 电泳涂装的种类

电泳涂装技术是以水性树脂为主要成膜基料, 配制成工作槽液后, 将导电工件浸泡其中, 采用电泳法(亦称电沉积法)涂装, 成膜基料均匀地涂覆在工件表面, 经烘烤固化成膜的一种涂装施工技术。水性树脂之所以能用水稀释分散, 主要是借助于聚合物分子链含有一定数量的亲水基团, 如羧基($-\text{COOH}$)、羟基($-\text{OH}$)、醚基($-\text{O}-$)、胺基($-\text{NH}_2$)等基团。按树脂所带电荷不同, 可分为含羧基的阴离子聚合物和含胺基的阳离子聚合物。以阳离子聚合物为主要成膜物质的电泳漆称之为阴极电泳漆, 以阴离子聚合物为主要成膜物质的电泳漆称之为阳极电泳漆。

2 阴极电泳漆的优点

阴极电泳漆是一种先进的涂装技术, 它与一般喷涂、浸涂相比, 主要有以下优点:

1) 实现了自动化涂装, 提高了生产效率, 减轻了操作人员的劳动强度。

[收稿日期] 2008-03-29

[作者简介] 王晓敦(1962-), 男, 山西晋城人, 工程师, 硕士, 从事中口径弹体防腐涂装。

2) 用纯水作溶剂,在施工过程中无火灾危险,减少有害气体对环境的影响,保护了操作人员的身体健康。

3) 涂料利用率高,达98%以上,与空气喷涂相比,能节省涂料50%左右。

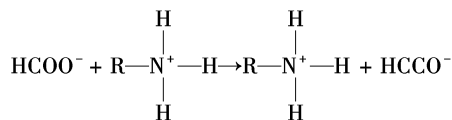
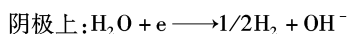
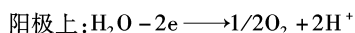
4) 大量使用了环氧树脂作为基料,漆膜附着力良好,具有优良的防腐性能,盐雾试验可达800h,远远高于普通其他产品的耐腐蚀性能。

5) 槽液泳透力高,采用一汽钢管法,泳透力达90%以上,与国内第一代阴极电泳漆5403-2军绿阴极电泳漆相比,可省去辅助电极。

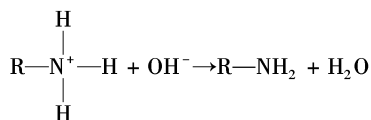
6) 阴极电泳漆采用乳酸、醋酸、甲酸作为中和剂,其毒性小,降低水污染。

3 阴极电泳漆的技术原理

阴极电泳漆经酸中和后,分散于水中,接通直流电后,酸根离子向阳极迁移,阳离子树脂及其包裹物向阴极工件迁移,并沉积在阴极工件上,发生了如下化学变化:



阴极工件表面产生的氢氧根阴离子不断累积,与迁移至工件表面的阳离子树脂发生反应。形成非水溶性物质,与颜填料、固化剂树脂、有机溶剂、助剂等,均匀地沉积在工件表面。



4 中口径钢制弹体电泳涂装

新型环保阴极电泳涂装是近几年才推广应用用于军品生产的先进技术,其主要应用于药筒内外表面电泳防腐涂装,在中口径钢制弹体表面电泳防腐工艺中,至今还未正式应用。中口径钢制弹体的壁厚均达10mm左右,与药筒相比,工件表面明显粗糙,而且有初加工纹路,多采用铸铁等材质,若完全按照原工艺参数生产,将无法达到产品验收质量要求,应调整相关的工艺参数,使之适应中口径钢制弹体表面防腐涂装。

4.1 改进中温磷化工艺

磷化是涂装前最重要的处理工艺过程,磷化膜与漆膜的介面形成一个强碱性介面层,pH值可升至11~12,甚至大于13。这种强碱层会造成磷化膜的过量溶解,导致改变磷化膜的微观结构,漆膜的附着力降低,耐蚀性变劣。阴极电泳过程中出现的强碱层现象,要求磷化的抗碱性能必须优良。这是国内外专家、学者基本一致的观点。现广泛采用低锌高锰镍磷化体系,促进剂使用亚硝酸盐类型,其最早开始于美国,现世界各地广泛采用。业界比较统一地认为与阴极电泳配套的磷化膜,主要的技

术指标要满足P比 $\geq 85\%$,膜重在 $1.5 \sim 3.5 \text{ g/m}^2$,晶型呈均匀粒状或柱状,晶粒大小为 $2 \sim 8 \mu\text{m}$ 。磷化膜在电泳时的配套应符合与阳离子电泳漆配套的磷化膜溶出量 $\leq 5\%$ 。我们首先根据使用要求,选择含氟离子的低锌高锰镍的三元系磷化体系。磷化液生产厂家规定的中温磷化水洗工艺过程进行处理,发现钢质弹体表面经常出现锈迹现象,通过多次调整磷化液的总酸度,游离酸度、促进剂、温度等参数,虽然有所好转,但处理后的弹体表面锈迹现象时有时无,工艺不稳定,未能彻底解决。在此基础上,我们经过多次试验,调整磷化参数,将中温磷化后的二次喷淋水洗温度从室温调整到 $70 \sim 80^\circ\text{C}$,磷化温度提高 10°C 左右,其它参数也进行了适当调整。调整参数后钢质弹体磷化膜无锈迹,批量试生产,产品质量稳定,磷化膜状态良好,经测试,磷化工件P比达91%,磷化膜溶出量1.4%,膜重为 2.1 g/m^2 ,在1000倍光学显微镜下观看,磷化膜晶体呈均匀柱状,完全满足阴极电泳涂装要求。

4.2 阴极电泳槽温度和施工电压的调整

油漆生产厂家建议阴极电泳槽液温度控制范围为 $26 \sim 31^\circ\text{C}$,施工电压范围为 $150 \sim 250 \text{ V}$,我厂根据自身的涂装特点,经过多次调整参数试验,根据工件复合材质表面粗糙状态及涂装要求,将施工槽液温度调整为 $29 \sim 30^\circ\text{C}$,施工电压调整为 $180 \sim 200 \text{ V}$,产品外观差异明显减小,工件各部位颜色基本一致。

4.3 槽液及阳极液电导率的调整

槽液电导率控制参数一般为 $1200 \sim 1800 \mu\text{S/cm}$,阳极液电导率为 $300 \sim 1000 \mu\text{S/cm}$,通过多次试生产,结合铝质工件涂装要求,将槽液电导率调整为 $1500 \sim 1800 \mu\text{S/cm}$,阳极液电导率调整为 $500 \sim 1000 \mu\text{S/cm}$,调整后,铝质产品涂层厚度明显增加,漆膜外观明显改善。

4.4 确定合理的固化温度和固化时间

由于加工产品多为厚壁铸件,若按油漆生产厂家烘干条件固化漆膜,工件局部漆膜仍有未完全固化现象,漆膜硬度达不到2H铅笔硬度要求。我们将固化温度从 $(180 \pm 4)^\circ\text{C}$ 提升至 $(200 \pm 4)^\circ\text{C}$,链速从 0.8 m/min 降为 0.7 m/min ,从而生产现场漆膜固化时间从20min延长到34min,经检测,弹体漆膜能完全固化,漆膜硬度为3H,满足产品涂装质量验收要求。

5 钢质弹体阴极电泳涂装的工艺流程

上挂→预脱脂→脱脂→热水洗→冷水洗→表面调整→磷化→冷水洗→热水洗→纯水洗(I)→纯水洗(II)→纯水洗(III)→阴极电泳漆→超滤水洗→超滤水洗(I)→纯水洗(II)→新鲜纯水洗→卸堵→漆膜固化→风冷→水冷→下挂具。

6 弹体涂层主要性能检测

弹体涂层检测结果见表1。经涂装5000件82mm迫击炮弹壳,任意抽取若干样品对涂层性能进行测试,试验结果表明,弹体涂层具有良好的外观、附着力和硬度等性能,其中耐中性盐雾性能显著提高,完全满足要求。

(下转第83页)

腐蚀缺陷的产生。

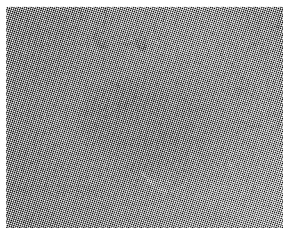


图 8 腐蚀缺陷的金相照片 100 ×
Figure 8 Metallograph of erosion defect 100 ×

3 结 论

钨铜材料表面电镀层缺陷一直是困扰钨铜产品大规模生产的技术难题。钨铜材料电镀层缺陷的产生,既有钨铜基体材料孔洞多、不致密等原因,也有电镀工艺不适当的原因,而其中钨铜材料表面存在孔洞是导致材料电镀成品率较低的主要原因。因此,要减少钨铜材料表面镀层的缺陷,提高电镀成品率,需要从下面 2 方面共同努力:1)改善基体表面状态;2)针对钨铜材料特点开发合理的电镀工艺。

[参 考 文 献]

- [1] German R M, Hens K E, Johnson J L. Processing of thermal management materials for microelectronic applications [J]. Inter. J. of Powder Metallurgy, 1994, 130(2):205-215
- [2] David, L Houe, 兰兴华. 用于散热片和电接触器的钨铜复合材料 [J]. 中国钨业, 1997, (11):21-26
- [3] 陈伟, 邝用庚, 周武平, 等. 中国高温用钨铜复合材料的研究现状 [J]. 稀有金属材料与工程, 2004, 33(1):11-14

- [4] 叶帷洪, 王崇敬. 钨资源、冶金、性质和应用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1983. 340-341
- [5] 谭澄宇, 魏修宇, 夏长青. 两种镍镀层耐蚀性能的研究 [J]. 表面技术, 2002, 31(5):26-28
- [6] 杨超, 甘复兴, 沈伟. 恒电位极化诱发钨铜合金化学镀镍磷的研究 [J]. 材料保护, 2006, 39(5):4-6

(上接第 76 页)

表 1 弹体涂层性能检测结果

Table 1 Performance validation of coatings on the mortar-bomb

检测项目	指 标	检测结果
漆膜颜色及外观	军绿色, 平整光滑, 允许轻微桔皮	军绿色, 平整光滑, 底部平面有轻微桔皮
附着力/级	0	0
耐汽油性(12h)	漆膜不起皱, 不起皮, 允许轻微变色, 失光	无变化
耐盐水(12h)	漆膜不起皱, 不起皮, 允许轻微变色, 失光	无变化
铅笔硬度	≥2H	3H
柔韧性/mm	1	1
耐盐雾性/h	96	≥900

7 结 语

通过在弹体上推广应用新型环保型 E11-91 军绿色阴极电泳漆, 根据工件的实际特点, 调整了涂装工艺参数, 与原喷涂防腐工艺相比, 弹体抗蚀性提高到 900h, 漆膜附着力达到 0 级, 漆膜均匀性明显提高, 外观质量大幅度改善, 达到国内先进水平, 填补了阴极电泳防腐技术在中口径钢质弹体表面涂装应用的空白, 同时为国内大口径弹体采用阴极电泳防腐涂装积累了经验。

中国表面工程协会电镀分会教育培训中心

关于常年举办电镀技术、化验员、电镀废水治理学习班的报名通知

济南浩金表面技术有限责任公司已承办过多期培训班, 有办学经验, 多年来为电镀行业培养了大批实用人才。

一、开设科目、学习方法、证书颁发及工作推荐

学习班开设《电镀化学基础》、《电化学与电镀原理》、《电镀工艺学》、《电镀液及电镀废水化学分析》、《电镀测试技术》、《镀层质量标准及检测方法》、《电镀废水治理》等七门课。

学习班以课堂教学为主, 理论联系实际, 开设 30 个实验, 进行生产实习, 请专家进行专题讲座, 并组织学员赴国内先进地区参观, 学习期满经考试合格者, 可颁发中国表面工程协会的结业证书。经相应考核后, 可颁发国家劳动和社会保障部的国家职业资格证书, 作为工作上岗的资格证明。优秀学员可协助推荐工作及赴国外研修。

二、开学具体事项

1. 学习时间: 每年(两期)第一期: 5 月 1 日的前一周开学; 第二期: 10 月 1 日的前一周开学。每期 42 天, 个别学习单项技术或有其它内容学习要求者, 另行协商。

2. 学习费用: 培训费(含实验费、资料费)2500 元。有特殊情况的学员(西部贫困地区、少数民族)公司可视具体情况适当照顾。一期学不会, 可免学费继续学, 并可长期在公司实践直至学会!

3. 食宿安排: 食宿由公司安排, 费用自理。每天食宿共计 30 元。经济条件好的学员可另行安置。

4. 联系办法: 联系人: 石金生, 济南市历山路 96 号, 山东建筑大学材料工程学院

邮 编: 250013 联系电话: (0531)88267136(可传真) (0531)88278889 (0531)86958796

手 机: (0)13969007764 (0)13001715085 (0)13006594941

5. 开学时间: 参观学习者可来信来电联系。开学前, 发正式开学通知后, 学员即可来校学习。