

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2019.07.009

# 填充工序对铝合金壳体零件铬酸阳极化色差的影响

王艳伟

(中国航发北京航科发动机控制系统科技有限公司 表面处理车间, 北京 101102)

**摘要:** 本文通过梳理铝合金零件铬酸阳极化工艺流程,采用故障树图对零件外观出现色差的原因进行了分析讨论。结果表明,同类材料、同种加工表面状态的铝合金零件经过铬酸阳极化后,互相之间的色差根源在于后处理填充槽液浓度的不合理。通过规范填充槽液管理,可有效消除铬酸阳极化膜层存在的色差问题。

**关键词:** 铝合金; 铬酸阳极化; 填充; 色差

**中图分类号:** TG174.451      **文献标识码:** A

## Influence of Filling Process on Color Difference of Aluminum Alloy Shell after Chromic Acid Anodization

WANG Yanwei

(Workshop of Surface Treatment, AECC Beijing Hangke Engine Control System Science and Technology Co. Ltd., Beijing 101102, China)

**Abstract:** In this paper, the process flow of chromic acid anodization for aluminium alloy parts was carded, and the cause of color difference in the appearance of parts was analyzed and discussed by using fault tree diagram. The results showed that the color difference between aluminium alloy parts with the same material and the same machined surface state after chromic acid anodization was due to the unreasonable concentration of filling bath in the post-processing. The color difference of chromic acid anodized film layer could be eliminated by the standardized management of filling tank liquor. The problem of color difference in chromic acid anodic film could be effectively eliminated by standardizing the management of filling bath liquid.

**Keywords:** aluminum alloy; chromic acid anodization; filling; color difference

2017年6月中旬,某型泵调节器装配后显示,铬酸阳极化处理层<sup>[1-3]</sup>表面颜色存在差异,该外观问题影响产品交付。该泵调节器分别由某批该型低压盖板、某批该型泵盖组件与某批该型壳体组件组成。外观显示,壳体组件为深灰色,低压盖板和泵盖组件为浅灰绿色。

### 1 问题定位与机理分析

铬酸阳极化生产流程为:验收→有机除油→装挂→化学除油→热水洗→冷水洗→光化→冷水洗→铬酸阳极化→冷水洗2遍→填充→热水洗→干燥→检验。

各工艺过程要点包括:

验收零件:零件应无油污、油漆、机加工划线、涂色、金属屑及其他多余物;零件应无锈蚀、斑点、结瘤、毛刺、氧化皮;零件应无超出技术文件规定的机械变形、损伤、划痕、凹坑等缺陷。

有机除油:采用有机溶剂清洗零件表面油污,并用干净的压缩空气吹干。

装挂:选用专用工装或通用齿型夹具装挂,保证装夹牢固、导电良好、排液畅通,接触面积尽量要小。装挂时应防止零件被夹伤、零件变形及装挂不当导致氧化时产生气袋等现象。

化学除油:磷酸钠 50~70 g/L,硅酸钠 25~30 g/L,温度 75~85 ℃,时间 15 min。

热水洗:水温 40~90 ℃,时间 30 s。

冷水洗:时间 30 s。

光化:硝酸 300~500 g/L,温度为室温,时间 20~30 s,设定时间 30 s。

冷水洗:时间 30 s。

铬酸阳极化:温度 35~42 ℃。通电方法为在 18 min 内将电压升至 40 V 保持 25 min,再在 5 min 内将电压升至 50 V,保持 12 min,断电并将零件从槽中取出,进入下一工序。

冷水洗 2 遍:每遍时间 30 s。

填充:重铬酸钾 30 mg/L,pH 为 5.5~7,温度 97~100 ℃,时间 15~20 min。

热水洗:水温 40~90 ℃,时间 30 s。

干燥:用干净的压缩空气吹干零件。

检测:外观检测方法为在自然散射光线下或无反射的白色透射光线下目视检查,光的照度应不低于 300 lx,铬酸阳极化膜层应为完整、均匀、连续的浅灰色至深灰色的不透明层。

通过梳理铬酸阳极化生产流程,查阅铝合金零件铬酸阳极化加工记录、槽液化验单及相关技术标准,现场查看加工操作及设备状况,结合中央库查看多型号零件或组件外观状态,分析认为可能影响某型多壳体外观存在差异的原因有材料<sup>[4-6]</sup>、零件表面状态、处理温度、处理时间、铬酸槽液、填充槽液等,构建故障树图如图 1 所示。对各因素的影响分析如下。

### 1.1 材料不同

不同材质零件外观颜色有差异,仓库内不同材

质零件的外观颜色有偏差也印证这一结论。针对该泵调节器中各零件,盖板为硬铝 2A12,壳体和泵盖组件为锻铝 2A14,均为含铜量大于 1% 的材料,铬阳后外观近似,允许有轻微色差。某型整泵装配后外观显示,盖板与壳体色差较大,同材料的壳体和泵盖色差也较大。因此,可排除材料不同的原因。

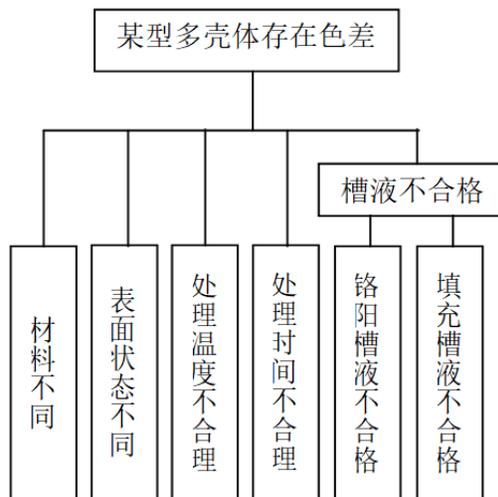


图1 不同零件铬酸阳极化色差故障树图

### 1.2 不同表面状态

同一材质不含毛坯面零件,因零件形状复杂程度不同,外观颜色有差异,零件之间呈现不同程度的灰色,但单个零件外观颜色均匀一致。机加工方式不同,零件外观颜色也有差异,研磨面偏深灰色,其他面偏浅灰色。同一个材质含毛坯面零件上,毛坯面颜色为深灰色,机加工面为浅灰色,外观颜色有差异。仓库内零件外观颜色有偏差也印证这一结论。某型整泵各零件各面均为机加工表面,盖板和泵盖组件偏浅灰绿,跟壳体颜色差异较大。因此,可排除表面状态不同的原因。

### 1.3 处理温度

本公司生产线为 2012 年 7 月投入使用的全新手自一体生产线。自 2012 年 7 月起,铬酸阳极化均采用自动化加工形式,过程记录单为生产过程完毕时自动打印输出,能如实反映加工中每个步骤的工艺时间、电压、电流、槽液温度等参数,有效地消除手动填写过程参数出现错误或者不真实的现象。自动化的生产线具有超温、液位不达标等异常情况的报警功能,保证加工在合格工艺参数下进行<sup>[7]</sup>。

经过检查过程记录单,处理温度均在工艺要求范围内。因此,排除处理温度不合格的因素。

#### 1.4 处理时间

分析同1.3内容,过程记录单时间由自动控制,记录完整,符合工艺要求。因此,排除处理时间不合格的因素。

#### 1.5 铬阳槽液

经查铬阳槽液化验单,铬阳槽液每月定期化验2次,从2017年1月至7月,各成分化验值显示均合格,而且没有接近超标的现象。6月份2次化验值分别为:总铬52.54 g/L、游离铬46.44 g/L和总铬52.48 g/L、游离铬45.87 g/L,标准要求为总铬<100 g/L、游离铬30~50 g/L。因此,可排除铬阳槽液不合格的原因。

#### 1.6 填充槽液

复查填充槽液时发现,铬阳填充槽液工艺要求浓度为30 mg/L,浓度非常低,并在使用过程中逐渐消耗稀释。补充时,操作者使用瓶盖添加,添加量无记录。因此,不能排除填充槽液浓度不符合要求。

综上分析认为,引起铬酸阳极化膜层颜色发黄的原因应为填充槽液的浓度不符合标准要求。

#### 1.7 机理分析

铬阳膜层具有很高的孔隙率和吸附能力,容易受污染和腐蚀介质浸蚀,因此氧化膜无论用于任何场合,都必须进行封孔处理<sup>[8-9]</sup>,其目的是提高耐蚀性、抗污染能力。封孔处理的方法很多,按其作用机理分为三种:(1)利用水化反应产物体积膨胀而堵塞孔隙,如沸水法、蒸汽法;(2)利用盐的水解作

用吸附阻化封闭,如无机盐封孔;(3)利用有机物屏蔽封孔,如浸油、浸漆、喷粉等。

其中前两种方法应用最广,本公司使用的是前两个机理结合的封孔工艺,具体工艺如表1所示。

表1 封闭工艺

成分/工艺	参数
$c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	30
pH	5.5~7
温度/°C	97~100
时间/min	15~20

由于重铬酸钾本身为黄色药品,在封闭时,它在膜层孔内的水解产物带有轻微黄色<sup>[10]</sup>,具有轻微的染色效果,并具有良好的耐蚀性。

## 2 实验与结果分析

制定针对性的实验方案,使用2A12试片进行同槽铬酸阳极化加工,并采用不同的填充槽液浓度进行实验验证,对比外观颜色,具体方案如表2所示。

实验样品照片如图2所示。通过对比实验结果,可以看出:

(1)方案三(浓度为30 mg/L,填充20 min)和方案四(浓度为35 mg/L、分别填充15 min及40 min)的膜层颜色接近,均为偏灰色;

(2)方案一中1盖药品配制的槽液浓度约为100 mg/L,超出了标准要求的30 mg/L要求,试片经此槽液填充后外观发黄;

(3)方案二中2盖药品配制的槽液浓度为200 mg/L,填充后外观更黄,说明浓度越高,黄色越明显。

表2 铬阳层外观实验方案

序号	具体实验方案
方案一	使用药瓶盖添加重铬酸钾,并称量1盖药品,配制填充液,填充20 min
方案二	使用药瓶盖添加重铬酸钾,并称量2盖药品质量,配制填充液,填充20 min
方案三	按30 mg/L浓度配制填充槽液,填充20 min
方案四	按照35 mg/L浓度配制填充槽液(法国标准CCTLB508),一个填充15 min,一个填充40 min(法国标准CCTLB508填充时间为15~40 min)
方案五	不填充

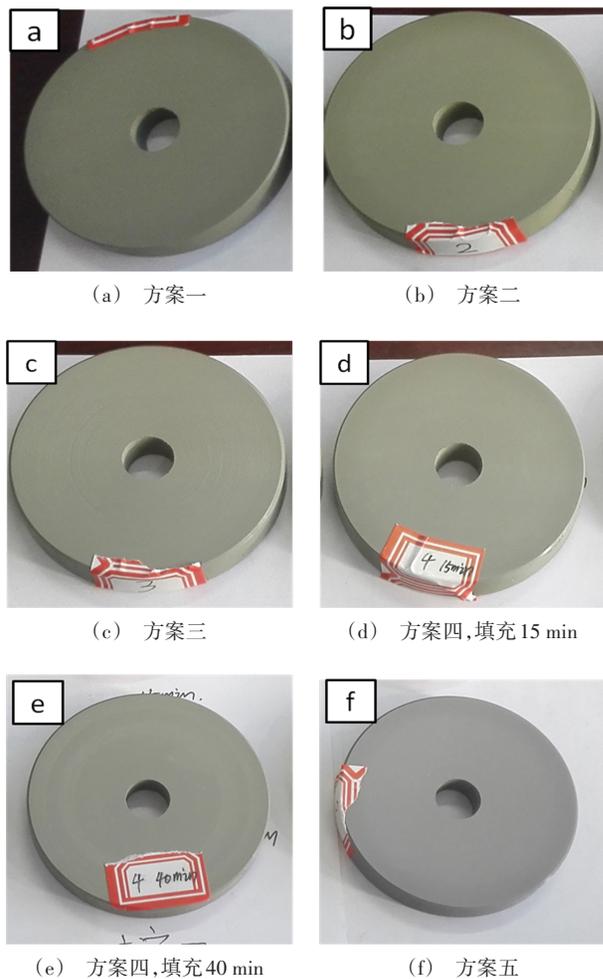


图2 实验样品照片

### 3 纠正措施

(1) 制定槽液管理制度,由主管工艺员对填充槽液配制过程进行确认,并在专用表格记录和签字。

(2) 对相关工艺员、操作者、检验员进行铬阳外观要求的培训,制作比对“样板”,统一检验要求。

(3) 纠正措施实施以来,表面处理约加工某型泵调节器共15个批次,100余台产品的铬酸阳极化加工,未发生同类外观质量问题。

### 4 结语

对于铝合金零件铬酸阳极化存在的外观颜色色差的问题,进行了实验研究和验证,结果发现,填充液浓度越高,零件表面铬酸阳极化膜层颜色越偏黄。因此通过调整填充液的浓度,在提高零件耐腐蚀性和抗污染性的同时,能够有效消除铬酸阳极化膜层的色差的问题,提高产品交付率。

### 参考文献

- [1] 穆强,于文刚,卢刚.铝及铝合金的铬酸阳极化[J].山东化工,2016,45(5):26-28.
- [2] 郑瑞庭.铝及铝合金的铬酸阳极化[J].电镀与精饰,2003,25(1):13-15.
- [3] Shulman G P, Bauman A J. Organic acid sealants for anodized aluminum a new method for corrosion protection [J]. Metal Finishing, 1995, 93(7): 16-21.
- [4] 马海泉,姜涛,张兵,等.计量器壳体铬酸阳极化表面色差原因分析[J].失效分析与预防,2009,4(4):238-241.
- [5] 杨景伟,赵永岗,孙杰,等.铝合金铬酸阳极氧化后表面缺陷分析[J].表面技术,2014,43(2):72-74.
- [6] Patermarakis G, Papandreadis N. Effect of the structure of porous anodic  $Al_2O_3$  films on the mechanism of their hydration and pore closure during hydrothermal treatment [J]. Electrochimica Acta, 1993, 38(10): 1413-1416.
- [7] 郑瑞庭.铝及铝合金氧化工艺问题[J].腐蚀与防护,2000,21(12):568-577.
- [8] 李婷.铝叶片铬酸阳极化后封闭产生缺陷分析[J].中国新技术新产品,2012,(23):108-109.
- [9] 程红霞,罗静,易茂生,等.铝合金铬酸阳极化膜的低铬封孔工艺研究[J].材料保护,2004,37(7):32-33.
- [10] 张允诚,胡如南,向荣,等.电镀手册(第4版)[M].北京:国防工业出版社,2011:676-681.