

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2021.02.009

## 硫酸盐镀锌光亮剂的研究

魏亚平<sup>1\*</sup>, 吕鹏<sup>1</sup>, 吕成斌<sup>1</sup>, 于喜彬<sup>2</sup>, 蒋杰<sup>3</sup>, 齐凤垣<sup>1</sup>

(1. 天津市飞鸽集团联合化工厂, 天津 300163; 2. 天津华源线材制品有限公司, 天津 301606; 3. 天津市杰出金属制品有限公司, 天津 301900)

**摘要:** 对 ZL-94 型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂的性能及其对镀层质量的影响进行了研究, 并与其他光亮剂进行了比较。结果表明: 该光亮剂耐盐性、耐温性较好, 光亮剂不易被析出, 光亮剂消耗量低, 电镀电流密度范围宽, 镀层光亮且均匀, 结晶细致, 结合力、脆性和延展性好, 能满足产品质量要求, 可应用于线材、带材和板材镀锌等。

**关键词:** 硫酸盐; 镀锌; 光亮剂; 线材镀锌

**中图分类号:** TQ153.1      **文献标识码:** A

## Study on Zinc Plating Brightener for Sulfate Bath

WEI Yaping<sup>1\*</sup>, LV Peng<sup>1</sup>, LV Chengbin<sup>1</sup>, YU Xibin<sup>2</sup>, JIANG Jie<sup>3</sup>, QI Fengyuan<sup>1</sup>

(1. Tianjin Feige Group United Chemical Plant, Tianjin 300163, China; 2. Tianjin Huayuan Wire Products Co. Ltd., Tianjin 301606, China; 3. Tianjin Outstanding Metal Products Co. Ltd., Tianjin 301900, China)

**Abstract:** The properties of ZL-94 zinc plating brightener with wide temperature and full brightness and its effect on coating quality were studied and compared with other brighteners. The results showed that the brightener was not easy to precipitate and had many advantages, such as good salt resistance and temperature resistance, low consumption of brightener, wide range of electroplating current density, bright and uniform coating, fine crystallization, good adhesion, brittleness and ductility, which can meet the requirements of product quality, and can be applied to galvanizing wire, strip and sheet.

**Keywords:** sulphate; zinc plating; brightener; galvanizing wire

硫酸盐镀锌溶液具有低毒环保, 沉积速度快, 电流效率高且组分简单、易于维护等优点, 被广泛应用于线材、带材和板材镀锌。

为了在较大的工艺范围内获得光亮镀层, 研究者在硫酸盐镀锌溶液中添加天然高分子材料(如: 阿拉伯树胶、明胶、桃胶和糊精等)、芳香族化合物和硫脲及其衍生物等<sup>[1]</sup>。虽然改善了镀层质量, 但由于这些添加剂夹杂在镀层中, 导致镀层暗淡发灰, 颜色偏黄且不均匀, 脆性较大, 延展性较差, 电

镀电流密度范围增加有限, 添加剂耐盐性、耐温性较差易被析出, 且耗量大, 不能满足产品质量要求。近年来, 开发了多种添加剂, 由芳香醛、芳香酮、聚醚化合物、含苯的脂肪酸、含氮杂环化合物组成的电镀添加剂<sup>[1-4]</sup>, 但质量水平良莠不齐。笔者研究开发了 ZL-94 型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂, 并选择市场上某种品牌光亮剂与其进行比较。结果表明: ZL-94 型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂具有耐盐性、耐温性较好, 光亮剂不易被析出, 光亮剂消耗

收稿日期: 2020-09-20

修回日期: 2020-10-15

通信作者: 魏亚平, email: 845716810@qq.com

量低,镀层光亮且均匀等优点,能满足产品质量要求。

## 1 镀液组成和工艺条件

ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂镀液组成和工艺条件见表1所示。

表1 镀液组成和工艺条件

Tab.1 Bath composition and process conditions

工艺条件	参数
硫酸锌/(g·L <sup>-1</sup> )	350~450
硼酸/(g·L <sup>-1</sup> )	24~35
光亮剂/(mL·L <sup>-1</sup> )	14~18
pH	4.5~5.5
温度/°C	10~50
阴极电流密度/(A·dm <sup>-2</sup> )	1~30

### 1.1 镀液组成对镀层质量的影响

硫酸锌质量浓度可在较大范围内变化,一般滚镀采用较低浓度,线材、带材电镀采用中高质量浓度。硫酸锌质量浓度较低时,镀层结晶细致、紧密,阴极电流密度范围小,沉积速度慢,阴极电流密度较高时镀层易烧焦。但当硫酸锌质量浓度过高时,镀层粗糙,光亮剂易被析出。

硼酸质量浓度过高,镀层起毛刺,阳极易钝化。硼酸质量浓度过低,缓冲能力下降,pH不稳定,镀层粗糙,镀层易烧焦。

### 1.2 工艺条件对镀层质量的影响

pH一般控制在4.5~5.5范围内,pH过低,能改善镀层的光亮性,但光亮剂易被析出且镀层发黄,电流效率低,覆盖能力较差。pH过高,镀层粗糙有夹杂且发暗。

一般线材、带材采用较高电流密度,滚镀和挂镀采用较低电流密度。通常,只要镀层不烧焦,尽可能采用较高电流密度。

### 1.3 光亮剂的选择

光亮剂的选择,应从电镀电流密度、镀层光亮度、结合力、镀层脆性、延展性等多方面考虑。光亮剂的选择应使电镀电流密度范围宽,镀层光亮且均匀,结合力好,镀层脆性小,镀层延展性好等。

## 2 ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂性能

通过霍尔槽试验、光亮剂耐盐性、耐温性、消耗

量等几个方面,对ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂与某种品牌光亮剂进行了比较。

### 2.1 霍尔槽实验

霍尔槽实验镀液组成和工艺条件,见表2所示。

表2 镀液组成和工艺条件

Tab.2 Bath composition and process conditions

工艺条件	参数
硫酸锌/(g·L <sup>-1</sup> )	400
硼酸/(g·L <sup>-1</sup> )	30
光亮剂/(mL·L <sup>-1</sup> )	16
pH	5.0
温度/°C	30
霍尔槽试验阴极电流/A	2

图1为采用ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂进行霍尔槽实验的镀锌层外观。图2为采用某种品牌光亮剂进行霍尔槽实验的镀锌层外观。图中“横线”表示半光亮镀层,空白区域表示全光亮镀层,“网线”表示烧焦区域。

从图1可以看出,ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂霍尔槽实验试片,低电流密度区(小于0.2 A/dm<sup>2</sup>)为半光亮镀层,高电流密度区为全光亮镀层。从图2可以看出,某种品牌光亮剂霍尔槽实验试片,低电流密度区(小于0.4 A/dm<sup>2</sup>)为半光亮镀层,较高电流密度区为全光亮镀层,而高电流密度区镀层有烧焦现象。



图1 ZL-94型光亮剂霍尔槽试片外观

Fig.1 Appearance of Hall cell test piece for ZL-94 brightener

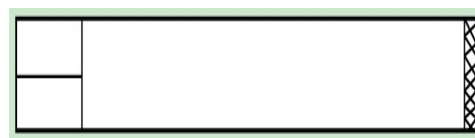


图2 某种品牌光亮剂霍尔槽试片外观

Fig.2 Appearance of Hall cell test piece for some brand brightener

### 2.2 光亮剂耐盐性

高电流密度能提高生产效率,高质量浓度硫酸锌有利于提高电流密度。ZL-94型宽温全光亮硫酸

盐镀锌光亮剂耐盐性好,硫酸锌质量浓度为450 g/L时,可以正常生产。而某种品牌光亮剂耐盐性欠佳,只能在硫酸锌质量浓度为400 g/L以下时,才可以正常生产。

### 2.3 光亮剂耐温性

光亮剂由完全溶解转变为部分溶解,其转变时的温度即为浊点温度。浊点温度高,耐温性好。

分别取500 mL溶液(光亮剂分别为ZL-94型镀锌光亮剂和某种品牌光亮剂),溶液组成如下表3所示。

表3 镀液组成

Tab.3 Bath composition

工艺条件	参数
硫酸锌/(g·L <sup>-1</sup> )	400
硼酸/(g·L <sup>-1</sup> )	30
光亮剂/(mL·L <sup>-1</sup> )	18
pH	5.0

将溶液放置电炉上加热,观察镀液颜色变化。ZL-94型镀锌光亮剂浊点温度为95℃,而某种品牌光亮剂浊点温度为78℃,表明ZL-94型镀锌光亮剂具有更好的耐温性。

### 2.4 光亮剂消耗量

ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂,经工厂生产实践,其消耗量为150~300 mL·kA<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,而某种品牌光亮剂其消耗量为200~350 mL·kA<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>。

### 2.5 镀层结合力、脆性和延展性

镀层结合力按SJ1282-1977中绕线法,将金属丝按次序排列密绕轴杆上10~15圈,轴杆的直径等于或接近于试样的直径,用肉眼或4~5倍放大镜观察镀层是否起皮脱落。从镀层是否有裂纹或裂纹状态也可说明脆性和延展性情况。

ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂镀层结合力,如图3所示。某种品牌光亮剂镀层结合力,如图4所示。可以看出,两种镀层结合力都合格,镀层无裂纹且脆性和延展性较好。

## 3 结论

ZL-94型宽温全光亮硫酸盐镀锌光亮剂耐盐性、耐温性较好,光亮剂不易被析出,光亮剂消耗量低,电镀电流密度范围宽,镀层光亮且均匀,结晶细致,脆性和延展性好,能满足产品质量要求。



(a) 试片

(b) 局部放大

图3 ZL-94型光亮剂镀层结合力

Fig.3 Coating adhesion for ZL-94 brightener



(a) 试片

(b) 局部放大

图4 某种品牌光亮剂镀层结合力

Fig.4 Coating adhesion for some brand brightener

## 参考文献

- [1] 王孝殚, 邹常诗, 郭振良, 等. 一种新的硫酸盐镀锌光亮剂的研制[J]. 表面技术, 2003, 32(1): 46-48.  
Wang X R, Zou C S, Guo Z L, et al. Study on a new brightener for sulfate Zn-plating[J]. Surface Technology, 2003, 32(1): 46-48 (in Chinese).
- [2] 张骥, 詹中伟, 孙志华, 等. 以烷基糖苷为载体的复合光亮剂对硫酸盐镀锌的影响[J]. 电镀与涂饰, 2018, 37(13): 561-565.  
Zhang Q, Zhan Z W, Sun Z H, et al. Effect of a composite brightener containing alkyl glycoside as carrier on zinc electroplating in sulfate bath [J]. Electroplating & Finishing, 2018, 37(13): 561-565 (in Chinese).
- [3] 张体群, 陆萍, 周宁雅, 等. 光亮添加剂在硫酸盐电镀锌钢丝生产中的应用[J]. 金属制品, 2011, (1): 45-48.  
Zhang T Q, Lu P, Zhou N Y, et al. Application of bright additive to sulfate bethanizing[J]. Steel Wire Products, 2011, (1): 45-48 (in Chinese).
- [4] 肖鑫, 郭贤烙, 易翔, 等. 光亮硫酸盐镀锌工艺研究[J]. 腐蚀与防护, 2000, 21(11): 498-501.  
Xiao X, Guo X L, Yi X, et al. Study on the technology of bright zinc electroplating in sulfate solution [J]. Corrosion & Protection, 2000, 21(11): 498-501 (in Chinese).