

⑦ 18-21

第28卷第9期

煤炭科学技术

2000年9月

文章编号:0253-2336(2000)09-0019-03

# 锌镍合金技术在煤矿紧固件长效防腐上的应用

易春龙, 欧雪梅, 唐大放

(中国矿业大学, 江苏 徐州 221008)

**摘 要:** 概述了紧固件长效防腐的意义, 对紧固件常见防腐方法进行了对比, 介绍了锌镍合金电沉积工艺, 对锌镍合金镀层性能进行了系统研究。

**关键词:** 紧固件; 锌镍合金镀层; 电沉积; 耐蚀性

**中图分类号:** TG174.4 **文献标识码:** B

TD407

## 1 概 述

煤矿井下环境恶劣, 水质成分复杂, 伴有二氧化硫等多种有害气体, 矿井里的紧固件长年处于潮湿、腐蚀环境中, 镀锌等传统方法防腐的紧固件在井下使用1年左右就锈蚀咬死。随着电弧喷涂长效防腐技术在井筒装备上的成功应用, 煤矿紧固件长

效防腐问题日益突出, 对紧固件的防护技术也提出了更高的要求。

目前紧固件的防护处理大都采用镀锌、热镀锌等传统工艺, 在恶劣环境中其耐蚀性不能满足要求, 严重时甚至腐蚀导致提早失效, 引发安全事故。因此, 研究紧固件的腐蚀防护技术具有重大意义。

整体下井的要求, 具有我国煤矿的特点。

(9) 转盘做到一个方向进车, 两个方向出车, 或两个方向进车, 一个方向出车的要求。

(10) 根据场地布置的要求, 本设计驱动装置在下面, 也可以使驱动装置在上面。

## 3 该设备的先进性

(1) 连续性。矿车电动转盘机使矿车在转向时可以连续运行, 所以矿车转弯时通过能力大, 缩短矿车循环周期。

(2) 一机多用。该系列设计600 mm轨距1 t和1.5 t矿车可以用同一设备转车, 可大幅度减少设计工作及其他辅助工作量。降低加工成本, 便于设备通用化、标准化科学管理。

(3) 应用于煤矿副井井口车场, 用机械代替人工推车减轻劳动强度, 每班可节省推车工2人, 节省转车运行辅助作业时间, 改善了操作管理维护条件。

(4) 用于副井井口车场能够与其他设备配套使

用, 便于应用微机监控, 实现机械化、自动化管理、提高劳动生产率。

(5) 用于煤矿井下中间水平车场, 可减少巷道长度100 m以上, 节省建设资金。

(6) 副立井井口环行车场使用电动转盘机, 在工业广场环行车场中, 可减少占地面积。这一点在工业场地保护煤柱范围有限的情况下尤为重要。

(7) 副立井环行车场使用电动转盘机, 使矿车不出井口房, 解决了高寒地区冻车底的问题。

(8) 减少井口房建筑面积和建筑体积, 有利于井口保温。

(9) 无噪声、污染等公害。

**作者简介:** 姜景忠 (1941-), 男, 高级工程师 (教授级), 1964年毕业于鸡西矿业学院机械系, 一直从事煤炭设计工作, 1991年获国家发明三等奖, 1992年获国务院政府特殊津贴, 现为项目监理总工程师, 发表论文多篇。

(收稿日期: 1999-11-19; 责任编辑: 王宗禹)

## 2 紧固件常见防腐方法比较

### 2.1 电镀锌

紧固件电镀锌层在煤矿环境下防腐寿命仅为 1~2 年。电镀锌虽然对钢铁构件具有防腐作用,且至今仍在大量应用,但随着使用环境对防腐要求不断提高,电镀锌已不能满足需要。

### 2.2 热浸镀锌

热镀锌的镀层厚度要比电镀锌厚,其耐蚀性较电镀锌有所提高,但对于紧固件类零件由于受螺纹公差限制,其镀层厚度不可能无限增加。其次,热镀锌表面没有铬酸盐钝化膜,从而表现紧固件类零件采用热镀锌防腐的耐蚀寿命也较短。热镀锌用于紧固件防腐还增加工艺的复杂性:首先要求紧固件螺纹要留有足够的负公差;其次由于浸镀层将螺纹填满,还需对螺纹部分进行套丝加工,这样也不可避免地使局部锌层去掉,暴露出基体,导致该局部防腐失效。热镀锌的温度在 300℃ 以上,对一些热处理加工件,可能还会改变材料性能,导致机械性能变化,影响使用。

### 2.3 达克罗涂层

达克罗涂层形成原理是将工件浸涂并经 300℃ 烘烤形成涂层,属阴极性涂层,可耐中性盐雾 480 h 以上,耐蚀性较好。但达克罗涂层硬度低,达克罗紧固件在碰撞或螺纹拧合时易造成涂层擦伤,导致耐蚀性下降。达克罗涂层形成工艺要求工件需经多次烘烤,可能会造成零件机械性能变化。达克罗涂层生产设备投资大,加工成本高。

### 2.4 锌镍合金电镀层

随着工业技术的发展,对防腐技术及防腐涂层的要求不断提高,锌镍合金镀层开始得到应用。锌镍合金镀层特点有:

(1) 锌镍合金(彩钝)镀层的耐腐蚀性能好,是阳极性长效防腐镀层。

(2) 镀层厚度在螺纹公差范围内,不需改变紧固件加工条件而能成倍提高耐蚀寿命。

(3) 具有一定耐磨性,硬度比其它防腐方法高,从而避免在螺纹多次拆卸时镀层损坏。

(4) 镀层耐热震性能好,不产生氢脆,不改变材质的机械性能。

(5) 工艺简单,操作控制准确,生产成本低廉,适合批量生产。

## 3 锌镍合金电沉积工艺

### 3.1 锌镍合金镀层的形成

在由锌盐、镍盐、导电盐和添加剂组成的电镀液中,使锌(-0.763 V)、镍(-0.25 V)电位差很大的 2 种金属在同一极化电位下异常共沉积为单一  $\gamma$  相锌镍合金镀层。再经钝化处理,得到高耐蚀性锌镍合金镀层。为满足不同耐蚀性及外观要求,可得到经彩色、白色或黑色钝化的锌镍合金镀层。

### 3.2 电沉积工艺流程

预处理→除油→清洗→除锈→清洗→活化→水洗→电镀锌镍合金→三级逆流漂洗→钝化→水洗→干燥→检验→分类包装。

### 3.3 电镀液及工艺条件

电镀液及工艺条件见表 1。

表 1 电镀液及工艺条件

项 目	彩色、白色钝化		黑色、白色钝化	
导电盐/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	200~220		200~220	
主盐/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	180~220		185~245	
$\text{Zn}^{2+}/\text{Ni}^{2+}$	0.83~1.05		0.43~0.49	
镀层含量/%	10~14Ni, 其余 Zn		14~16Ni, 其余 Zn	
镀层厚度/ $\mu\text{m}$	10~20		10~20	
温度/℃	28~35		30~35	
pH 值	4.8~5.1		4.8~5.1	
电流密度 $D_k$ $/\text{A}\cdot\text{dm}^{-2}$	1.5~5.0 (挂镀)	0.4~1.0 (滚镀)	1.5~5.0 (挂镀)	0.4~1.0 (滚镀)
时间/ $\text{min}$	10~20	45~60	10~20	45~60

## 4 锌镍合金镀层性能研究

(1) 镀层外观。镀层为光亮的银白色,可以有白色、五彩色、黑色钝化膜。

(2) 结合强度。根据 GB5270-85,经钢球摩擦抛光试验(适用于薄镀层)、划线划格试验、弯曲试验、拉力试验,镀层无起皮、剥落现象。

(3) 镀层厚度。镀层厚度对耐蚀性有显著影响,根据紧固件大小及耐蚀性要求镀层厚度一般为 5~15  $\mu\text{m}$ 。

(4) 镀层硬度。用 M 型显微硬度计测量了不同镍含量的锌镍合金镀层的维氏硬度,结果见表 2,发现锌镍合金镀层硬度值比镀锌高,且随镍含量的增加而增加<sup>[1]</sup>。