

文章编号: 1001-3849(2003)01-0025-04

# 摩托车行业常见磷化膜质量的判断及分析

李 杰

〔五羊-本田摩托(广州)有限公司, 广东 广州 510260〕

**摘要:**以实际工件的状况为例,从目视、微观结构、重量、耐蚀性能四个方面论述了摩托车行业常见磷化膜质量的判断及分析方法。通过比较认为,目测法、微观结构显微镜法可以直观检查磷化膜,浸泡法可快速检测磷化膜的耐蚀性,这三种方法结合使用,简单易行,无过高的设备要求,适于实际检验的需要。

**关键词:** 摩托车; 磷化膜; 质量

**中图分类号:** TG174.45      **文献标识码:** B

## Judgement and Analysis of the Quality of General Phosphating Film Used in Motorcycle Industry

LI Jie

### 1 前 言

为了把物体表面所附着的各种异物去除,提供适合涂装要求的良好基底,保证涂膜具有良好的防蚀性能和装饰性能,在涂装之前对物体表面必须进行处理,其中磷化处理是当前应用最广泛和有效的一种涂装前处理方法。磷化以其简单可靠、费用低廉、操作方便等特点,为汽车及摩托车行业广泛采用。

金属工件经过含有磷酸二氢盐的酸性溶液接触,发生化学反应而在金属表面生成稳定的不溶性的无机化合物膜称为磷化膜。磷化膜的主要作用有以下三个方面:

1)在彻底脱脂的基础上,提供一清洁、均匀、无油脂的表面。磷化膜质量好坏是对前处理工艺效果最直观的一种检验方法。

2)显著提高涂膜附着力。一方面,磷化膜与金属工件形成一个结合牢固的整体结构,磷化膜与工件之间无明显界限;另一方面,磷化膜的多孔性增加了基材表面积,有利于涂膜与基材的相互渗透,涂膜与磷化膜间附着力优于涂膜在金属表面的直接涂覆。

3)成倍提高涂膜的耐蚀性。磷化膜虽然薄,但由于是一层非金属的不导电隔离层,能使金属工件表面由优良导体转变为不良导体,抑制金属工件表面微电池的形成,有效阻止涂膜的腐蚀。

摩托车行业用涂装前磷化膜,多采用锌系薄膜磷化工艺。从工艺上分析,薄磷化膜可以形成紧贴金属基材表面的一次结晶,力学性能好;从涂装效果看,薄膜磷化吸涂料量少,易获得外观光亮平整的涂膜;另外,薄膜磷化处理时间短,处理温度不高,设备要求低,可大大节省生产成本。

在摩托车行业中,大部分工件在涂装前需要进

收稿日期: 2002-04-12

作者简介: 李杰(1974),女,河南信阳人,五羊-本田摩托(广州)有限公司工程师,硕士。

行磷化处理,但受实际工作的限制,工件的磷化处理需要由多个工厂负责,因此,如何以最简单的方法判断磷化膜质量的优劣,在实际工作中有重要的意义。

## 2 磷化工艺影响因素

磷化成膜机理比较复杂,以锌系磷化为例,磷化膜的成分主要由  $Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  和  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  组成。为保证获得质量优良的磷化膜,控制磷化工艺至关重要。其中磷化液的总酸度、游离酸度及磷化温度和时间都是影响磷化成膜效果的关键参数。生产单位一旦确定好磷化配方后,就必须严格执行,否则就会造成生产失控。其影响因素如下:

- 1)总酸度值:用以控制磷化液中成膜离子浓度。总酸度过低,磷化必受影响。
- 2)游离酸度:用以控制成膜离子中游离 H 含量,通过控制游离酸值可以控制磷化液中磷酸二氢盐的离解度。游离酸过高,不能成膜,易出现黄锈;过低,磷化液的稳定性受影响,易生成额外的沉渣。
- 3)总酸度与游离酸度的比值:比值小,则游离酸度高,成膜速度慢,磷化时间长,所需温度高;比值大则反之。
- 4)磷化温度:磷化处理温度与酸比一样,是能否成膜的关键因素。和控制酸比一样,实际上都是在控

制磷化液中成膜离子的浓度。温度高,磷酸二氢盐的离解度大,成膜离子浓度高,促进成膜;温度过高,易产生大量沉渣,磷化液失去原有平衡;温度过低,成膜离子浓度总达不到溶度积,不能形成完整的磷化膜。在实际工作中,严格控制温度的变化幅度具有重要意义。

5)时间:根据不同的磷化目的,可采用不同的磷化时间。时间过短,成膜量不足,磷化膜不致密;时间过长,磷化结晶在已形成的膜上继续生长,可能产生疏松表面的粗厚膜。

## 3 工艺流程及试验方法

### 3.1 工艺流程

预脱脂→脱脂→水洗→水洗→表面调整→磷化→水洗→水洗(纯水洗)→除水干燥→涂装

### 3.2 试验方法

#### 3.2.1 目视检测

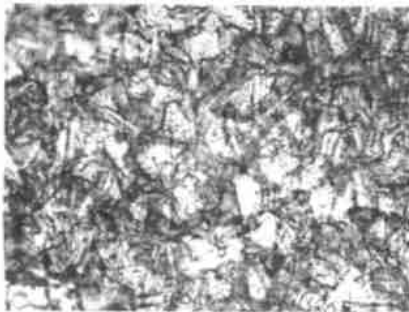
采用目测的方式对磷化膜的外观进行评定。

#### 3.2.2 微观结构显微镜法

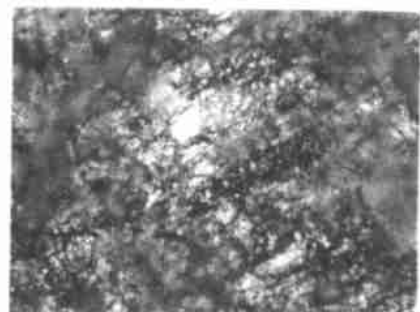
用金相显微镜将磷化膜放大到 500 倍,观察结晶的形状、大小及排布状况。

#### 3.2.3 重量法

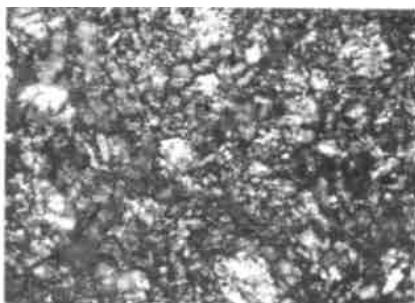
将钢板上的磷化膜刮除后称量。用精度为 0.1



厂家 A 500X



厂家 B 500X



厂家 C 500X



厂家 D 500X

图 1 不同厂家生产磷化膜的微观结构显微图

mg的分析天平称重,将重量除以样板面积,即可得单位面积膜面密度,单位为  $g/m^2$

### 3.2.4耐蚀性能测定

1)常态放置法 将磷化处理后的零件在常温常压下放置,观察试片在多长时间会出现锈蚀

2)浸泡法 将磷化处理后的零件浸入到质量分数为 3%的 NaCl 溶液中,室温下浸泡 2 h,取出清洗后烘干。目视检查,以表面不出现基体锈蚀或黄色锈迹为合格

3)点滴法 室温下,将试液点滴在磷化膜上,观察由天蓝色转变为黄色或浅红色的时间,薄磷化膜

> 1 min,中等厚度 > 2 min,厚膜 > 5 min

点滴法用试液配方为: 0.25 mol/L 硫酸铜 40 mL,质量分数为 10% 氯化钠 20 mL, 0.1 mol/L 盐酸 0.8 mL

4)涂装后耐蚀性能测定 将涂装后的零件涂层划十字叉后,按 GB/T 10125-1997的要求做中性盐雾试验 48 h后,考察零件与涂料配合的耐蚀性能

## 4 结果与讨论

通过不同的判断方法对磷化膜的性能做出比较,具体见表 1

表 1 不同磷化膜、不同测定方法的比较

项 目		厂家 A	厂家 B	厂家 C	厂家 D	
磷化膜主要功能		涂装	防腐、涂装	防腐、涂装	防腐、涂装	
外观检查	结果	浅灰色,结晶细密,无金属亮点,无挂灰	深灰色,结晶一般,无金属亮点,无挂灰	灰黑色,结晶一般,较多金属亮点,经擦试,无	灰黄色,结晶一般,有浅黄色灰份浮在表面,经擦试,无	
	判断	良好	一般	差	差	
微观结构 显微镜法	结果 (见图 1)	晶粒均匀,呈密集针状结晶,晶粒较细,孔隙较小	晶粒均匀,呈密集颗粒状,晶粒较细,孔隙较大	晶粒均匀,呈密集颗粒状,晶粒较细,孔隙较大	晶粒呈密集颗粒状,晶粒较粗,孔隙较大	
	判断	良好	一般	一般	一般	
重量法测 膜面密度	结果	1.9 g/m <sup>2</sup>	3.1 g/m <sup>2</sup>	4.5 g/m <sup>2</sup>	2.1 g/m <sup>2</sup>	
	判断	膜较薄	膜较薄	接近中膜	膜较薄	
耐 蚀 性 能 测 定	常态放 置法	结果	> 4 d	> 6 d	> 10 d	> 3 d
		判断	磷化膜耐蚀性差	磷化膜耐蚀性好	磷化膜耐蚀性很好	磷化膜耐蚀性一般
	浸泡法	结果	> 1.5 h	> 2.5 h	> 4.5 h	> 1.0 h
		判断	磷化膜耐蚀性差	磷化膜耐蚀性好	磷化膜耐蚀性好	磷化膜耐蚀性差
	点滴法	结果	> 45 s	> 90 s	> 150 s	> 65 s
		判断	磷化膜耐蚀性差	磷化膜耐蚀性好	磷化膜耐蚀性很好	磷化膜耐蚀性差
涂装 48h 中性盐雾 试验结果	判断	划线两侧无锈蚀、起 泡、脱漆现象	划线两侧有轻微鼓 泡,有 1 mm 宽的脱 漆,无锈蚀	划线两侧无鼓泡,有 1 mm 宽的脱漆,无 锈蚀	划线两侧,出现超过 3 mm 宽的锈蚀	

综合判断:

1)厂家 A生产的磷化膜结晶状态好,但膜层过薄,在满足使用要求的前提下,可以降低生产成本;

2)厂家 B生产的磷化膜结晶状态一般,膜层厚

度适中,可以满足磷化膜防腐及成品防腐的要求;

3)厂家 C生产的磷化膜结晶状态一般,膜层厚度偏厚,可以满足磷化膜防腐及成品防腐的要求;

4)厂家 D生产的磷化膜结晶状态差,膜层厚度

薄,磷化膜防腐及成品防腐均不能满足要求。 见表 2

同时对不同测定方法的优缺点进行比较,具体

表 2 不同测定方法的优缺点比较

检测项目	优点	缺点
外观目视法	检验方法简单易行,适于实际应用	不能定量检验,需要丰富的工作经验
微观结构显微镜法	可以清晰地观察结晶的形状、尺寸及排布状况,很直观,适于实际判断	需要专用设备(金相显微镜或电子显微镜),需要丰富的工作经验
重量法测膜面密度	可以定量测量	测试精度有限,费工费时
常态放置法	简单易行	需要一定的时间,受外界环境的影响也较大
浸泡法	简单易行	只能作相对比较
点滴法	可用来单独考察磷化膜的耐蚀性能	单独考察的方法已逐步淘汰,必须将磷化膜与涂层复合起来进行考察才具实际意义
涂装后测定	可以综合考察磷化膜与涂层复合在一起的耐蚀性能,具有实际意义	需要专用设备(盐雾试验箱),专业人员进行试验

## 5 结 论

1)如前所述,磷化膜的作用有三个方面,清洁、耐蚀及与涂层的附着。综合成本因素,如果对磷化膜无特殊的耐蚀要求,则磷化膜只要结晶致密,与涂层附着力牢固即可满足使用要求,如 A 厂家生产的磷化膜。如果要求磷化膜有一定的耐蚀性,而且要与涂

层良好附着,则磷化膜的结晶形状、大小及磷化膜的厚度都必须明确规定,如 C 厂家生产的磷化膜

2)对于实际工作,采用目测法、微观结构显微镜法可以最直观地观测磷化膜的结晶状况。采用浸泡法可以快速检测到磷化膜的耐蚀性能。这三种方法的结合,简单易行,快速可靠,无过高的设备要求,完全可以应用于日常检验工作。

## 《河北冶金》2003年征订启事

《河北冶金》创刊于 1958年,是经国家科技部和国家新闻出版署批准,由河北省冶金工业办公室、河北省金属学会主办的国内外公开发行的综合性冶金科技期刊。

《河北冶金》多次被河北省评为优秀期刊,是《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录的期刊。本刊专业技术性强,发行面广,涵盖内容多,订户遍及全国大中城市及企业厂矿、高等院校、科研院所、图书馆及有关行业单位。《河北冶金》设有综述评论、专题报道、试验研究、技术交流、经济管理、学会动态、信息文摘等栏目。内容包括:国内外钢铁及有色冶炼、压力加工、机械电子、燃料化工、计算机、计量及仪器仪表、能源环保、耐火材料、采选矿、建筑、量刃具等。是工矿企业厂长、经理和管理营销人员以及科研、设计院所、大中专院校专家学者的良朋益友。

为促进科技与经济的密切配合,加速科技成果转化成为生产力,《河北冶金》愿为您提供广阔的空间进行学术、信息交流并以热忱的态度服务于每一位作者、读者。《河北冶金》还是您展示企业形象、宣传企业产品的舞台。欢迎您在本刊刊登广告,欢迎单位和个人积极订阅本刊,并不吝赐稿。

本刊刊号为 ISSN 1006-5008,双月刊,大 16开本,每期 64页,定价 8.00元,全年 60元(含邮费)

邮发代号: 18-334,全国各地邮局均可订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地 址: 河北省石家庄市跃进路 167号 邮 编: 050031

开户银行: 石家庄市中行裕东支行 开户名称: 河北省冶金研究院

帐 号: 00304408091001(请注明订阅《河北冶金》) 电 话: 0311-5052226转 3065

传 真: 0311-5053643 E-mail hbyf@chinajournal.net.cn hbyjz@inhe.net