

钢管表面润滑工艺对冷拔管质量的影响

煤炭科学研究总院北京矿业新产品研制厂 南清安 冯彦红

摘 要 介绍了冷拔管新型润滑工艺, 分析了几种新型润滑工艺原理及实际应用效果。

关键词 冷拔管 润滑 质量

1 概 述

无缝钢管在冷拔之前, 要对钢管表面施行工艺润滑, 以减少冷变形过程中的摩擦和防止钢管酸洗后锈蚀, 通常采用的润滑工艺是磷化 - 皂化。实践证明, 磷化 - 皂化工艺有良好的润滑效果。但是这一工艺所用设备多, 生产线及工艺周期长, 原材料和能源消耗大, 工艺不易掌握, 劳动条件差, 环境污染严重。因此, 国内外厂家纷纷研制新的润滑工艺及方法, 并展现出良好的应用前景。现将高分子润滑工艺、第三代磷化剂的使用、磷化液中 Fe^{2+} 的抑制及管坯镀铜向拔制过程中的管内喷射矿物油工艺对冷拔管质量的影响分述如下。

2 高分子润滑工艺

高分子润滑工艺, 即用高分子水溶液作载体, 把能与钢管表面生成磷化膜的化学剂和具有减摩、抗磨作用的固体润滑剂等涂敷在钢管表面使其形成复合的固体润滑膜, 用以代替传统的磷化 - 皂化工艺。

2.1 高分子润滑工艺的成膜方法

将酸式磷酸盐溶于高分子水溶液中, 在搅拌下加入固体润滑剂、防锈剂和其他添加剂等, 混合均匀后为成膜液。采用喷涂、刷涂、淋涂等方式在室温下将成膜液涂敷在钢管的内外表面, 或将钢管在 40 ~ 50 的成

膜液中浸涂, 然后将钢管在 80 ~ 100 温度下烘干, 成膜剂干燥后即可对钢管进行冷拔。其工艺为: 酸洗 水洗 室温下浸涂或刷涂成膜液 (或在 40 ~ 50 的成膜液中浸涂) 自然干燥 冷拔。

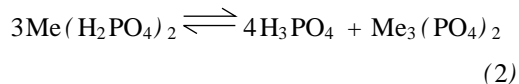
2.2 高分子润滑膜层分析

高分子润滑膜的形成由两个过程组成: 与金属溶解作用相同的酸浸渍反应; 金属盐溶液的形成。

在形成磷酸盐的反应中, 最初的反应是



转化膜是由于酸式磷酸盐等的水解平衡遭到破坏而形成的, 即



(2) 式反应生成的磷酸 (H_3PO_4) 立即按 (1) 式同钢管表面的 Fe 发生反应, 从而使 (2) 式反应继续向右进行, 这样就使在金属与溶液界面处的 pH 值不断上升, 溶液中的不溶性磷酸浓度不断增加。当超过溶度积时, 磷酸盐就迅速而整齐地沉积在金属表面上, 形成致密的膜层。

2.3 冷拔后钢管表面质量分析

钢管经一次性浸涂高分子润滑剂后, 连续给以两次冷拔, 冷拔后钢管表面仍然附着一层复合膜, 复合膜具有很好的吸附性和附着力, 能够随钢管的延伸变形而延伸。

高分子润滑工艺操作简便易掌握, 能满

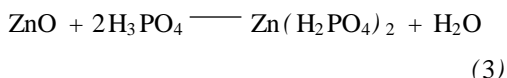
足大变形量拔制和多到 3 道次连拔的润滑要求。由于复合膜中的磷化层、高分子润滑剂、固体润滑剂联合作用,其减摩、抗磨性能不低于磷化-皂化膜,因此可以满足冷拔碳素及低合金钢管的工艺润滑要求。另外,高分子润滑工艺具有对环境污染轻、工艺周期短、原材料及能源消耗低、成本低等优点,且所用的高分子润滑剂属于消耗型润滑剂,操作使用过程中基本不作成分调整,无废液排放,可以替代传统的磷化-皂化工艺。

3 第三代磷化剂

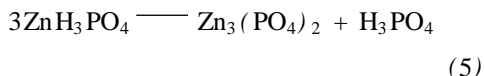
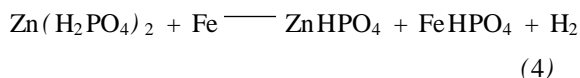
用氧化锌、硝酸和磷酸三种原料在使用现场按比例先配成母液后兑水而成的磷化剂称为第一代磷化剂。用硝酸锌和磷酸两种原料在使用现场按比例配制后兑水而成的磷化剂称为第二代磷化剂。目前使用的三磷剂被称为第三代磷化剂,是由氧化锌、硝酸、磷酸和少量促进剂及改良剂配制而成,使用时仅需将三磷剂按一定比例兑水稀释加热即可。

3.1 三磷剂的成膜原理

三磷剂在使用前,其主要成分是一磷酸盐,由下列反应得到



在使用条件下,一磷酸盐发生反应生成了不稳定的二磷酸盐和稳定的三磷酸盐



最后在钢管表面沉积形成以 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ 为主的磷酸盐薄膜结晶体。

3.2 三磷剂的使用工艺及效果

三磷剂为浅绿色的透明液体

总酸度/滴 480 ~ 540

游离酸度/滴 55 ~ 65

磷化液的配制按 三磷剂 水 = 1 13 (重量) 的比例配制。新配磷化液的指标如下:

总酸度/滴	18 ~ 32
游离酸度/滴	0.5 ~ 3.0
$\text{Zn}^{+2}/\text{g L}^{-1}$	7.0 ~ 9.0
$\text{NO}_3^{-1}/\text{g L}^{-1}$	11.5 ~ 16
$\text{PO}_4^{-3}/\text{g L}^{-1}$	5.0 ~ 11.0
$\text{SO}_4^{-2}/\text{g L}^{-1}$	2
$\text{Fe}^{+2}/\text{g L}^{-1}$	4
磷化温度/	60 ~ 70
磷化时间/min	5 ~ 10

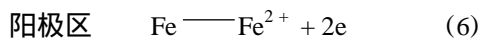
第一、二代磷化剂配液、调整补料复杂。配制第一代磷化剂要求操作者具有丰富的实践经验,第二代磷化剂所配液需长时间静置后才能使用。第三代磷化剂配制简单方便,调整补料只要按游离酸度简单算出补料量,其他成分自然在工艺范围内。此工艺能在钢管表面形成具有一定强度和良好塑性、吸附性能好的磷化膜,皂化时,形成坚固耐磨的润滑层,钢管在冷拔过程中摩擦系数稳定,提高冷拔钢管表面质量。

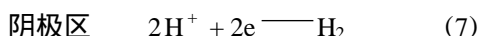
4 磷化液中 Fe^{2+} 的抑制

目前钢管的磷化多采用锌基磷化液,故磷化膜的主要成分是 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ 。但磷化液中不可避免地含有 Fe^{2+} ,因而磷化膜中还含有极少量的 FeHPO_4 。含有 Fe^{2+} 的磷化膜较不含 Fe^{2+} 的疏松,与钢管基体结合不牢,润滑性差。同时,若磷化液中 Fe^{2+} 含量过高 ($> 4 \text{ g/L}$),还会使磷化液过早地失效,使成本提高,所以必须控制磷化液中 Fe^{2+} 的含量。

4.1 Fe^{2+} 产生的原因

钢管磷化时,由于在钢管金属中难免含有杂质,因此钢管各处的电极电位不等,形成无数微电池。此时,在阳极区发生金属 Fe 的溶解,在阴极区发生 H^+ 的还原,其反应为:

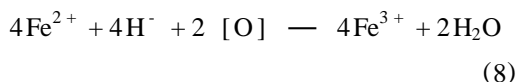




由于阳极反应的结果, 溶液中的 Fe^{2+} 量逐渐增大。另外, 酸洗后的钢管, 虽经冲洗, 仍可能残存少量酸液, 这样残酸不可避免地会被带进磷化液, 残酸中除酸液外, 还有铁盐 (FeSO_4), 在磷化工艺条件下, 铁盐以 Fe^{2+} 和酸根的形式存在于溶液中。

4.2 抑制 Fe^{2+} 的操作

在磷化液中加入适量的氯酸钠 (NaClO_3) 或过氧化氢 (H_2O_2), 这两种强氧化剂能直接把阴极逸出的氢气氧化成水, 又能把 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 使 Fe^{3+} 在溶液中与 PO_4^{3-} 结合成 FePO_4 , 以沉淀形式沉于槽底, 因此必须定期清理槽底, 用皮管抽出 FePO_4 沉淀, 即可消除因 Fe^{2+} 含量过高而产生的不良影响, 达到抑制 Fe^{2+} 的作用, 其反应式如下:



实践证明, 上述操作是降低 Fe^{2+} 的有效措施, NaClO_3 的加入量以 0.5 g/L 为宜, 其成本较低, 却可增加磷化液的使用时间, 提高经济效益。

5 管坯表面镀铜向拔制过程中的管内喷射矿物油工艺

莫斯科钢管厂使用新的化学处理液和新的工艺制度, 进行管坯镀铜、磷化和皂化。

镀铜时, 将一捆管坯短时间 (不超过 1 min) 浸入未经加热而含有表面活性物质的硫酸铜溶液槽中。经镀铜处理后的管坯, 其表面形成了一层均匀、致密、呈现玫瑰色金属光泽的铜膜, 碳素钢管坯的镀铜层厚度为 5~7 μm 。该镀铜液使用时间较长, 直到溶液中 Fe^{2+} 含量达到 100 g/L 时才更换。

磷化时, 管坯在含有氧化锌、磷酸, 硝

酸及表面活性物质的溶液槽中处理。管坯经磷化处理后, 其表面形成了一层均匀、有高吸附性能、晶粒细小和多细孔的磷酸盐涂层。管坯经镀铜、磷化后, 涂敷 - 10 型沥青皂润滑剂。

拔制时向管坯内表面补充润滑剂是改善钢管内表面加工质量的一项极有效的工艺措施, 莫斯科钢管厂研制了一种新型芯棒。新型芯棒增设了一个专用的喷嘴接头, 可将喷嘴与拔机上的空心芯杆连接起来。在喷嘴的圆周表面上均匀分布着许多小孔, 小孔与芯棒之间的夹角为 10~30°, 并与空心芯杆的内腔相通。新型芯棒的结构新颖, 可以通过拔机上的空心杆向变形区中的钢管内表面不断补充润滑剂, 为钢管内表面的拔制加工提供了更好的润滑条件。为适应向变形区中的钢管内表面补充润滑剂的要求, 使用了新型润滑剂, 新型润滑剂的主要成分是含有聚乙烯分子、烷基磷酸盐和乙烯气体冷凝液的矿物油。

6 结 论

钢管拔制前的润滑工艺, 是影响冷拔管质量的主要因素之一, 传统润滑工艺成本高, 对环境污染严重, 研究开发新型润滑工艺是当务之急, 应加强这方面的基础研究。

参 考 文 献

- 1 韩观昌, 李连诗. 小型无缝钢管生产. 北京: 冶金工业出版社, 1991
- 2 杜厚益译. 冷拔管坯表面化学处理工艺的改进. 钢管, 1997 (4)

作者简介 南清安 1962 年生, 高级工程师, 1983 年毕业于西安矿业学院, 现任煤炭科学研究总院北京矿业新产品研制厂厂长, 从事冷拔钢管的技术研究及生产管理工作。地址: 北京市和平里, 邮编: 100013。

(收稿日期: 1998 - 04 - 27; 责任编辑: 王宗禹)