

用正交试验法改进 冷拔钢管的磷化润滑工艺

王连元

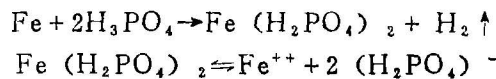
(石家庄钢铁厂)

一、前言

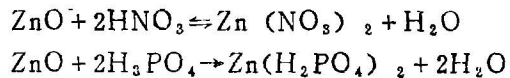
冷拔钢管的润滑工艺在冷拔钢管生产中起着很重要的作用,它与摩擦系数、延伸系数、拔制速度、工具使用寿命、动力消耗、钢管表面质量等许多因素有关;它已成为提高冷拔钢管产量、质量,降低消耗的关键问题之一。目前,我国的碳结,合结冷拔钢管大多采用磷化—皂化的润滑方法,针对某钢厂冷拔钢管车间的磷化润滑工艺消耗高、质量差、更换勤的问题,我们用正交试验法做了十三次试验,摸索出磷化润滑溶液比较好的配比和调整范围,结合该车间的具体情况,拟定出磷化润滑溶液的配制方法,提高了冷拔钢管的磷化质量,降低了消耗,还为企业节约了大量资金。

二、冷拔钢管的磷化润滑管理

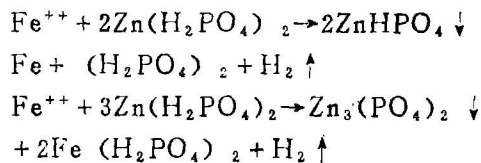
在钢管表面上形成金属磷酸盐薄膜的过程称为钢管的磷酸盐处理。钢管的磷酸盐处理分为化学磷酸盐处理和电化学磷酸盐处理;冷拔钢管生产中采用的是快速磷酸盐处理方法;多数冷拔钢管车间使用的是磷酸锌处理方法,即用钢中的铁和磷化液中的游离酸作用,生成磷酸氢铁盐(第一磷酸盐)。



我们配制的磷化润滑溶液大部分为可溶性硝酸锌和第一磷酸锌:



铁离子和第一磷酸盐作用,生成不溶性的第二磷酸盐和第三磷酸盐:



从而使钢管表面上获得一层磷酸盐薄膜。在进行化学反应时,因为Zn和Fe的原子半径差不多,钢管表面上也有少量的 $\text{Fe}(\text{PO}_4)_2$ 和 FeHPO_4 的结晶沉积于钢管表面。

磷酸盐薄膜是片状的细孔性的晶体结构,它有两个性质:(1)具有一定的硬度,比铜高,比铁低。(2)具有塑性组织和吸收润滑剂的特性。片状的细孔性的磷酸盐晶体吸收润滑剂(如肥皂液)以后,即生成一种具有高度润滑性和耐压性的薄膜,摩擦系数约0.02,钢管进行拔制时,这种薄膜不被拉破而被拉长和拉薄了,并且很牢固地复盖在金属表面上,能够继续起润滑作用;另外,钢管表面与拔制工具

之间的摩擦也大大改善了。

三、正交试验法

第一批试验：

(一) 试验目的

通过试验，找出冷拔钢管磷化润滑液较好的配比

(二) 试验方案：

(1) 根据生产实践经验，因素、水平选择如下：

因素	H ₃ PO ₄ (含量)	HNO ₃ (含量)	ZnO (含量)
水平 1.	25克/升	13克/升	16克/升
水平 2.	20克/升	10克/升	12克/升
水平 3.	15克/升	8克/升	8克/升

试验磷化温度：70 °C

试验磷化时间：5分钟

(2) 试验用材料：

H₃PO₄：85% 比重：1.685克/毫升

HNO₃：65% 比重：1.39克/毫升

ZnO：化学分析纯

试验用钢管：20°Ø20×2 50mm 长

9支

把H₃PO₄、HNO₃用量换算成毫升：

H₃PO₄：25 ÷ 85% + 1.685 = 17.4(毫升)

20 ÷ 85% + 1.685 = 14.0(毫升)

15 ÷ 85% + 1.685 = 10.4(毫升)

HNO₃：13 ÷ 65% + 1.39 = 14.4 (毫升)

10 ÷ 65% + 1.39 = 11.0 (毫升)

8 ÷ 65% + 1.39 = 8.8 (毫升)

(3) 选正交表L₉(3⁴) 进行试验：

因容器小，每种试验溶液配500毫升。

列号 试号	H ₃ PO ₄ (毫升)	HNO ₃ (毫升)	ZnO (克)	试验结果	评分
1	8.7	7.2	8.0	没磷化膜，表面发育	1
2	8.7	5.5	6.0	没磷化膜，有个别晶粒	3
3	8.7	4.4	4.0	局部有磷层，磷层粒小层薄	5
4	7.0	7.2	4.0	磷层较好，晶粒细密，磷化膜薄厚适中。	8
5	7.0	5.5	6.0	磷层好，有磷光，晶粒细密，薄厚适中，磷层牢。	9
6	7.0	4.4	8.0	有沉淀，局部有磷层	2
7	5.2	7.2	4.0	局部磷化，晶粒细密、牢	6
8	5.2	5.5	8.0	有沉淀，局部有磷层	4
9	5.2	4.4	6.0	有沉淀，磷层较好，晶粒较大，不太牢	7
I	9	15	7		
II	19	16	18		
III	17	14	20		
I/3	3	5	2.33		
II/3	6.33	5.33	6		
III/3	5.67	4.67	6.67		
极差	3.33	0.66	4.34		

(三) 第一批试验结论

1. 从极差可以看出, ZnO 和 H_3PO_4 的含量对冷拔钢管磷化质量的影响较大, 而 HNO_3 含量的三个水平差别不大。

2. 从平均值看, H_3PO_4 的含量以 20 克/升为最佳, ZnO 的含量以 8 克/升为最好, 而 HNO_3 以 10 克/升稍好。

3. 较好的水平: 即冷拔钢管磷化润滑较好的配比为: H_3PO_4 : 20 克/升

HNO_3 : 10 克/升

ZnO : 8 克/升

第二批试验:

(一) 试验目的

对第一批试验结果进行验证并寻找磷化润滑溶液较好的调整范围。

(二) 试验方案

1. 根据第一批试验结果, 因素、水平选择如下:

因素	H_3PO_4 (含量)	HNO_3 (含量)	ZnO (含量)
水平 1	20 克/升	10 克/升	8 克/升
水平 2	15 克/升	13 克/升	12 克/升

磷化试验温度: 70°C

磷化试验时间: 5 分钟

2. 试验用材料:

H_3PO_4 、 HNO_3 、 ZnO 、钢管同前。

3. 选用正交表 $L_4(2^3)$ 进行试验:

因容器小, 每种试验溶液配 500

毫升

试 列 号	H_3PO_4 (毫升)	HNO_3 (毫升)	ZnO (克)	试 验 结 果	评 分
1	7.0	5.5	4	磷层较好, 晶粒细密, 磷化膜厚度适中	3
2	7.0	7.2	6	磷层好, 有磷光, 晶粒细密, 薄厚适中, 磷层较牢。	4
3	5.2	5.5	6	磷层可以, 晶粒稍大, 不太牢。	1
4	5.2	7.2	4	磷层可以, 晶粒细密, 牢固。	2
I	7	4	5		
II	3	6	5		
I/2	3.5	2	2.5		
II/2	1.5	3	2.5		
极差	2.0	1.0	0		

(三) 第二批试验结论

1. 从极差看, H_3PO_4 含量多少对磷化效果影响较大, 生产中应多加注意。 HNO_3 和 ZnO 的含量只要在一定的范围, 都可得到较好的磷化膜。

2. 从平均值看, H_3PO_4 的含量以 20 克/升为佳, HNO_3 的含量以 10 克/升为

好, 而 ZnO 的含量在 8 克/升~12 克/升范围内均可。

3. 冷拔钢管磷化润滑溶液较好的调整范围是: H_3PO_4 : 15 克/升~20 克/升

H_3NO_3 : 10 克/升~13 克/升

ZnO : 8 克/升~12 克/升

4. 此溶液的调整范围在实际生产中受

到总酸度、游离酸度、亚铁离子和硫酸根的影响,在生产中应根据实际情况进行适当调整。

5.从第二批试验结果看,第一批试验的结果基本上是正确的。

四、试验分析

1. H_3PO_4 含量对钢管磷化质量的影响:

磷酸含量低,磷化膜发暗,多孔,基本上磷化不上。磷酸含量适中(15~20克/升),能加速磷化,使磷化膜变的细密,晶粒饱满,有磷光。磷酸含量过高,能控制磷酸的离解,同时能使金属铁在溶液中离解减慢,得到的磷化膜较厚,晶粒粗大,不太牢固。

2. HNO_3 含量对钢管磷化膜质量的影响:

硝酸含量过高,钢管表面上产生黑膜,基本上磷化不上。硝酸含量适中(10克~13克/升)能大大加快磷化速度,使磷

化膜致密,均匀牢固,但同时降低磷化膜的厚度。硝酸含量低时,溶液中沉淀较多,磷化膜厚,表面呈青灰色,晶粒粗大,附着不好,有时出现黄锈。

3. ZnO 含量对钢管磷化膜质量的影响:

氧化锌含量低时,钢管上没有磷酸盐结晶,钢管发黑。氧化锌含量适中(8克~12克/升)磷化速度快,磷化膜厚而牢,晶粒细而均匀。氧化锌含量过高,溶液中沉淀多,磷化膜晶粒粗大,不太牢固,也不均匀。

4. 磷化溶液中 H_3PO_4 、 HNO_3 、 ZnO 的含量要成比例,生产中追加要按化验结果进行调整。

参 考 文 献

- [1] 北京大学数学力学系,《正交设计》,人民教育出版社,1976
- [2] 折尚烈 钟广赤,《冷拔钢管生产》,冶金工业出版社,1969

(上接第35页)

3. 控制钢材的冷却速度(例如,对钢材实行退火),可以消除粒状贝氏体组织,达到恢复钢材正常性能的目的,这一方法可推广应用于生产车间垛冷。

4. 现行热轧钢筋用钢残余元素含量规定太宽^[1],影响性能。为保证钢材质量,如果 Mn 按标准中限控制,建议 Mo 小于 0.06%, Cr 小于 0.048%,其总量应小于 0.167%,最佳值 Mo 、 Cr 含量各低于

0.042%。

参 考 文 献

- [1] GB1499—84 钢筋混凝土用钢筋国家标准。
- [2] 张万显等,微合金化碳锰钢中的粒状组织与控制轧制,东北工学院资料1980, 11
- [3] 孙珍宝等《合金钢手册》上册,冶金工业出版社,1984
- [4] GB4223—84 回炉碳素废钢分类及技术条件, GB4224—84 回炉废钢分类及技术条件, GB4225—84 回炉合金废钢分类及技术条件。