

更好。

果,且前者比后者更好(图 6)。

### 2.2.5 pH 值与 IVcSS 防腐蚀性能的关系

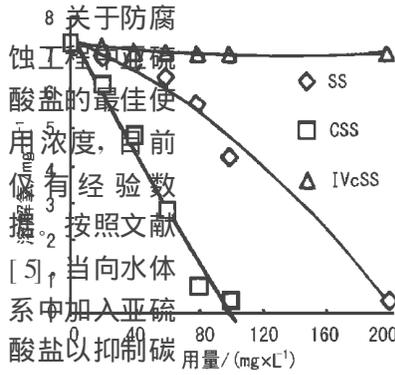


图 4 亚硫酸根浓度与 SS 用量的关系 (20 °C)

为了测定 IVcSS 在各种酸碱性环境的防腐蚀效果,向去离子水中添加一定量的盐酸或氢氧化钠,调节 pH 值至 4 ~ 11, 添加剂然后分别加入 IVcSS 和 SS 并进行腐蚀试

如果水中溶解氧浓度为  $X$  mg/L, 则亚硫酸根的含量为  $5X + (20 \sim 100)$ mg/L。据此并根据试验结果, SS 用量取 200 mg/L 是合适的。

验。试验结果见图 7。

### 2.2.3 水的硬度与 IVcSS 防腐蚀性能的关系

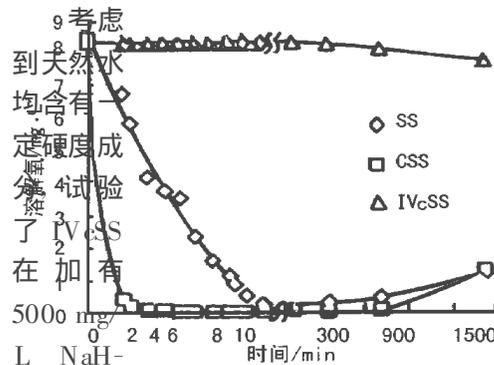


图 5 硬度与 IVcSS 的除氧速度 (20 °C)

在 pH 值为 6 以上的较高 pH 值下, IVcSS 和 SS 均能保持良好的防腐蚀性能。当 pH 值为 4 时, 钢在加入 IVcSS 和 SS 的水中的腐蚀率均大大增

加。这是因为此时腐蚀环境从中性转变为酸性, 钢的腐蚀行为从氧去极化反应为主而转向氢去极化反应为主。由此可以得出, IVcSS 和 SS 只适用于中性及碱性环境, 而不适用于酸性环境。

### 2.2.6 温度与 IVcSS 防腐蚀性能的关系

在各种温度条件下, 测定了加入 IVcSS 和 SS 后钢在水中的腐蚀速度(图 8)。为避免氧化在水中的溶解度随温度升高而降低的影响, 试验在封闭状态下进行。试验结果表明, 钢的腐蚀速度随着温度的升高而逐渐增加。相比之下, IVcSS 的防腐蚀性能要好于 SS。

### 2.2.4 水的碱度与 IVcSS 防腐蚀性能的关系

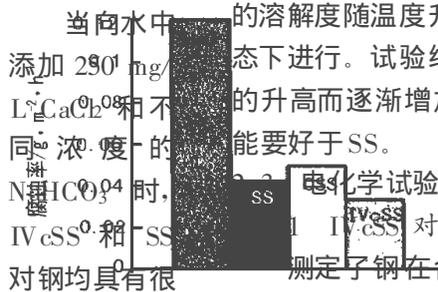


图 6 碱度与 IVcSS 对电极电位的影响

当向水中添加 290 mg/L  $\text{NaHCO}_3$  和不同浓度的  $\text{NaHCO}_3$  时, IVcSS 和 SS 对钢均具有很好的防腐蚀效

图 9 测定了钢在含有 200 mg/L SS、CSS 和 IVcSS 的去离子水中的电位-时间曲线(图 9)。钢在水中的自腐蚀电位在 -620 mV 左右(vs. SCE), 加入 200

mg/LSS后,铁的电极电位明显降低,约为-720 mV。加入CSS的结果与SS差别很小。但加入等

量IVcSS后,钢的自腐蚀电位下降更加明显,比加入SS和CSS时要负30 mV。

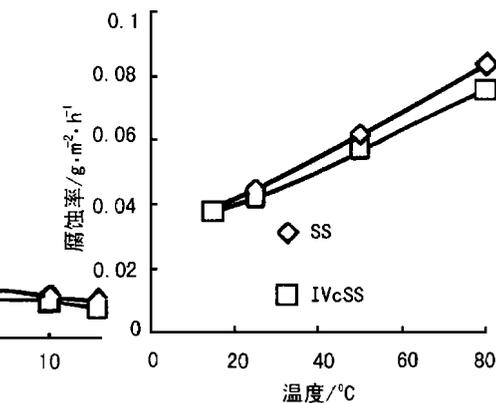
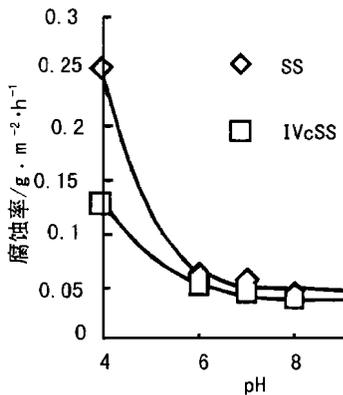
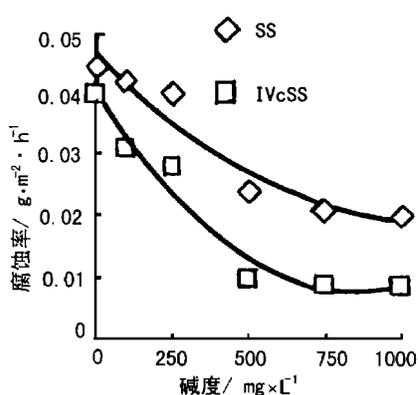


图6 碱度与腐蚀率的关系(20°C) 图7 pH值与腐蚀率的关系(20°C) 图8 温度与腐蚀率的关系

### 2.3.2 IVcSS对极化行为的影响

图10所示出钢在水中的极化曲线。在实验条件下,腐蚀过程受阴极反应控制。未加入SS时,阴极过程符合典型的氧去极化的特点。向水中加入200 mg/L SS、CSS和IVcSS后,钢的自腐蚀电位明显下降,极化曲线明显左移。三者之间的区别是,加入CSS和SS时,从阴极极化曲线上已看不出氧扩散的特征,而加入IVcSS后的极化曲线还保留着氧的影响,说明IVcSS和氧共存。尽管如此,三者对电极过程抑制的程度的差别很小。

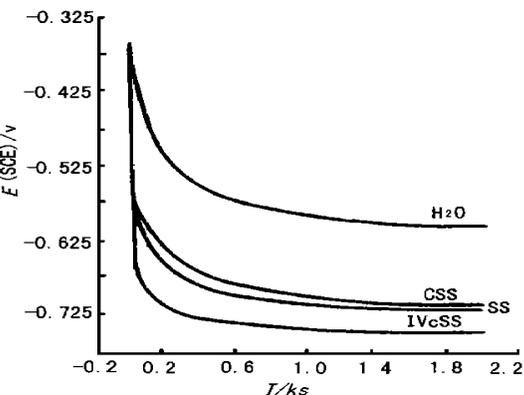


图9 钢在水中的时间-电位曲线(20°C)

钢在含氧水中的腐蚀。

在相同水质条件下,IVcSS对钢的防腐性能比SS更好,而CSS比SS稍差的试验结果说明,目前在防腐蚀工程中普遍采用CSS代替SS的作法,以及把自由基链反应终止剂视为对亚硫酸盐防腐蚀有害的物质的认识和作法值得商榷。

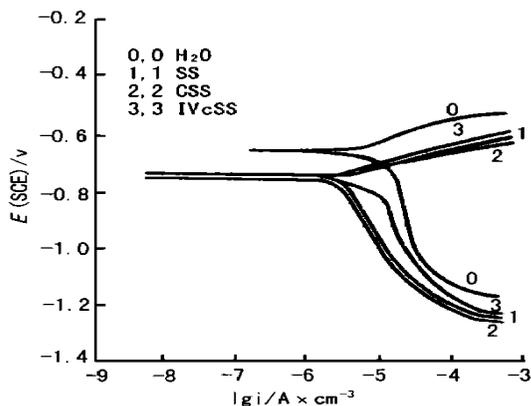


图10 动电位极化曲线(20°C,扫描速度1mV/s)

### 3.2 关于除氧与防腐蚀性能的关系

试验结果说明,在相同水质条件下的除氧速度,CSS最快,SS较慢,而IVcSS十分缓慢。然而,对钢的溶解氧腐蚀的防护性能却是IVcSS比SS更好,CSS比SS稍差;对钢的电极电位和极化行为的影响也是IVcSS比SS更大,而CSS比SS稍小。

目前公认的亚硫酸盐腐蚀机理是它从水中除去了溶解氧,防腐蚀效果与除氧量成正比,除氧速度越快,防腐蚀效果越好<sup>[1~3,5,6]</sup>。显然,试验结果用这一机理是无法解释的。

## 3 讨论

### 3.1 关于IVcSS的防腐蚀性能

试验结果说明,IVcSS不仅贮存稳定,而且在各种水质中对钢的防腐蚀性能优异,可直接用于防止

(下转184页)

# 用电介质极化理论分析粒子的场荷电问题

(南京建筑工程学院) 刘金祥 国君杰

**【摘要】** 用电介质极化理论对置于电除尘器电场中的球形粒子、长方体粒子的场荷电情况进行了分析,然后分别导出各自条件下的场荷电方程。

**关键词** 电介质极化理论 电除尘器 荷电 粒子

**中图分类号** TU834.632

## 1 引言

在分析电场中球形粒子场荷电机理时,传统的方法首先解静电学中的拉普拉斯方程求出粒子表面的电场强度分布,然后导出粒子荷电方程<sup>[1]</sup>。但解拉普拉斯方程遇到较多的数学演算,致使推导过程比较繁琐。本文在分析电场中球形粒子极化状态的基础上,导出的粒子表面电场强度分布方程与传统的方程形式相同,但推导过程简单。另外,通过对电场中长方体粒子在一种特殊情况下极化状态的分析,给出了该情况下的粒子场荷电方程。并以此为依据,解释长方体粒子在电场中的场荷电情况。

## 2 电介质在电场中的极化

电介质置于电场中要产生极化,极化时出现束缚的极化电荷,这些束缚电荷和自由电荷一样,在周围空间产生附加的电场。根据电场叠加原理,在有电介质存在时,空间任一点的电场强度  $E$  是外加电场强度  $E_0$  和束缚电荷电场强度(即退极化场)  $E'$  的矢量和,即

$$E = E_0 + E' \quad (1)$$

对于特殊几何形状各向同性的电介质,介质内部的退极化场  $E'$  是均匀的,它严格地与外加电场  $E_0$  方向相反。其结果使总电场  $E$  比原来的电场  $E_0$  减弱。度量电介质极化程度的物理量是极化强度  $P$ ,  $P$  与  $E$  在数量上成简单的正比关系:

$$P = (\epsilon_r - 1) \epsilon_0 \cdot E \quad (2)$$

式中  $\epsilon_r$ —电介质相对介电常数;

$\epsilon_0$ —真空的介电常数。

极化强度  $P$  和电介质的形状决定了束缚电荷的面密度  $\sigma_e'$ :

$$\sigma_e' = P \cdot n = P_n \quad (3)$$

式中  $n$ —电介质表面法向单位矢量;

$P_n$ —极化强度法向分量。

而  $\sigma_e'$  决定退极化场  $E'$ ,  $E'$  又影响电介质内部的总电场  $E$ 。最后,总电场  $E$  又决定着极化强度  $P$ 。因此,  $P$ 、 $\sigma_e'$ 、 $E'$  和  $E$  这些量是彼此相互制约的,要计算它们的平衡分布,需要把式(1)、(2)和(3)联立起来,方能解决。

## 3 球形粒子表面的电场强度分布

在推导球形粒子表面电场强度分布之前,作如下假设:

- ①粒子内部电介质是均匀的;
- ②介质球置于电场强度为  $E_0$  的均匀外电场中。

对球形粒子,由静电学原理可知:

$$E' = P/3\epsilon_0 \quad (4)$$

极化强度  $P$  与  $\epsilon_0 E$  成正比关系:

$$P = k \cdot \epsilon_0 \cdot E \quad (5)$$

式中  $k$ —系数。

将式(4)和(5)代入式(1),并注意到  $E'$  与  $E_0$  方向相反,得:  $E = E_0 - P/3\epsilon_0 = E_0 - kE/3 = E_0 - (\epsilon_r - 1)E/3$ , 整理后得:

$$E = 3E_0 / (\epsilon_r + 2) \quad (6)$$

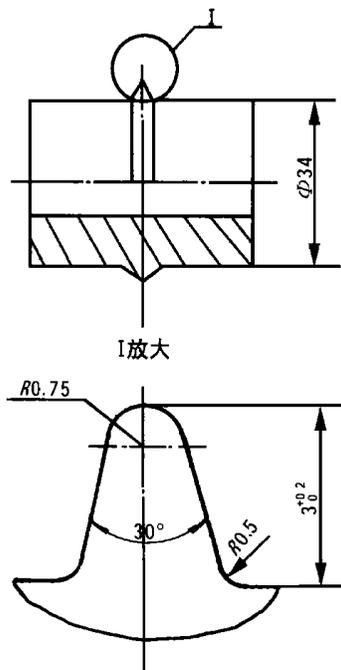
$E$  与  $E_0$  方向相同。

假设由粒子球心到球面上任一点矢径与外电场  $E_0$  的夹角为  $\theta$ , 那么粒子球表面上该点的电场强度径向分量为:

$$E_{in} = E \cos \theta = 3E_0 \cos \theta / (\epsilon_r + 2) \quad (7)$$

收稿日期 1998-03-30 收修改稿 1998-06-01

作者简介 刘金祥(1964-),男,讲师,硕士,系副主任。从事暖通专业的教学、科研、工程设计等工作。210009 南京建工学院城建系



线上。

又：螺距  $t = 24$ ，管子外圆为  $\Phi 57$

那么： $\alpha = \arctg \frac{12}{57} = 11.9^\circ$

设计给定支承轮长度： $BC = 225$

那么：图 5 (b) 中直线

$B'C' = 2 \times \frac{BC}{2} \sin \alpha = 46.4$  (mm)

这样，曲面在管子的接触线为图 6 中的 BC

线。用线切割机床把 OO' 段的 BC 线切割开便在 BC 段的管子外圆获得了一条曲线。该曲线便是支承轮与管子的接触线，也就是支承轮曲面，按该曲线

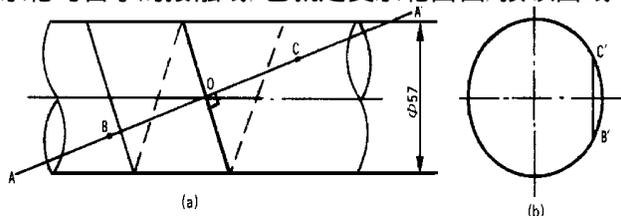


图 5

做型板加工支承轮，使支承轮曲面与型板 80% 以上吻合。工作时，该曲面紧贴在管子上的外壁上滚动，这样，即起了支承作用，又使管子卡在曲面内。

本工装可加工以下规格的锅炉钢管：

管径	$\Phi 63.5$	$\Phi 57$	$\Phi 51$
壁厚	3.35	3.35	3.35

### 3 工艺与检验

加工时，先将管子装卡好，尾部用中心架支承，启动床子，选择螺距，搬动压轮进刀丝杠至预定位置，向管壁进刀，支承轮便随螺旋线滚动。从而加工出螺旋线来。

螺旋管的关键尺寸是管子的内螺纹高度，它直接影响到烟管的传热效率，一般在 1.5~2mm 之间。加工时，螺旋线处的管壁被压缩，这样，外面的凹陷

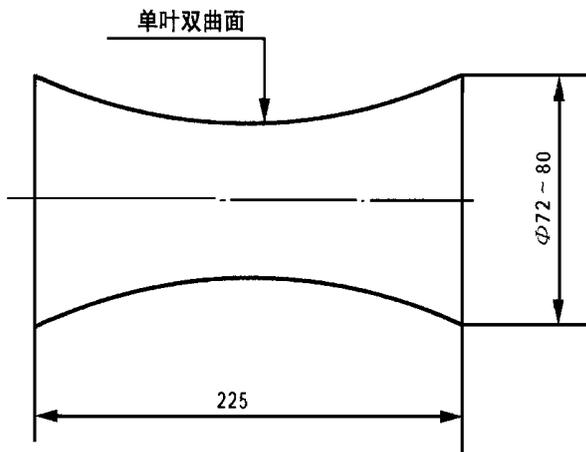


图 4 摩擦支承轮简图

与内表面的凸起量是不一致的，即凹陷量大于凸起量，这样，螺旋线的内高度便很难检验。

我们采取如下方法检验，首次加工工件时，先选择外表面螺旋线不同深度的几段螺纹管，然后，剖开检验内高度，按合适的内高度做外表面凹陷量规，正常工作时用量规检验，注意，不同壁厚管子的外表凹陷和内凸起是不对应的。如果，管壁不同，则还应按上述方法重新做量规。

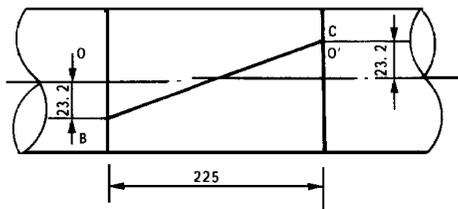


图 6

### 4 结束语

实践证明，此法简便易行。如加工其它规格的螺旋管时，只需要更换不同曲率的支承轮便可。也就是说，只需做一套简单的工装，安装在普通车床上，便可以加工出合格的螺旋管。这样，可以省去 10 万元左右的螺旋管轧制专机的投资费用，而且效率是一样的。

### 参考文献

[1] 郝平, 李之光. 螺旋管在锅壳式锅炉上应用的实验研究与优化设计方法. 节能技术, 1988. 5.

(渠源 编辑)