

空冷器翅片管热浸镀锌工艺试验研究

王茂勋* 焦占付** 孙连山***

张翠兰* 陈冬** 任光峰*

摘 要 对空冷器翅片管整体热浸镀锌关键工艺进行了试验研究, 采取局部防镀、机械振动、钝化等特殊工艺, 可解决漏镀、片间锌瘤、白锈等缺陷。

关键词 鳍片管, 工艺性能试验, 机械振动, 自钝化, 热浸镀锌, 漏镀, 白锈。

中图法分类号 TQ153.16; TG174.443; TK414.22

1 翅片管镀锌技术要求

某冶金高炉空冷器穿片式翅片管是由矩形 ($65 \times 35 \times 0.3$ mm) 钢翅片及椭圆管 ($36 \times 14 \times 2$ mm) 构成, 翅片间距 2.8 mm, 翅片管长度 9 m, 见图 1。要求串片后进行整体热浸镀锌, 以提高耐大气腐蚀性能, 降低片、管间热阻并提高整体换热效果。参照国外^[1, 2]及国内有关热镀锌标准, 翅片管主要技术要求:

(1) 上锌量 ≥ 450 g/m², 其中任何一点试样 ≥ 335 g/m²。

(2) 镀面不允许出现漏镀点。

(3) 椭圆管内表面及两端 50 mm 外表面不镀锌。

(4) 其余及检验方法参照 GB 2091-82。

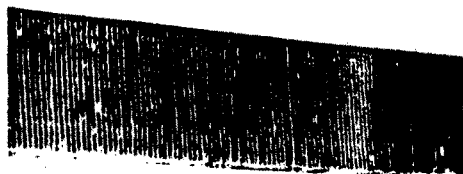


图1 翅片管镀锌后部分外形

2 工艺试验条件及内容

2.1 试验设备及材料

自制电热式试验用锌锅 (见图 2)、WREU 热电偶及 XCZ101 毫伏计、自制振动装置 (原理同图 3)、天平、工艺材料: 0* 锌锭、WD-10 除锈液^[3]、金属清洗剂 (石家庄产)、HNO₃, H₂SO₄, CrO₃, NaF, ZnCl₂, NH₄Cl 等。

收稿日期 1990-12-16

* 作者单位为张家口冶金制氧机备件厂

** 作者单位为河北省冶金研究所

*** 作者单位为沈阳建筑工程学院

2.2 试验内容

简要工艺流程：脱脂（金属清洗剂）—除锈（WD-10除锈液）—助镀（ NH_4Cl ：150 g/L, ZnCl_2 ：45 g/L）—热浸—振动—钝化。

热镀锌温度：460 ~ 480 ℃

试验内容：工件出锌锅后机械振动工艺参数的选取，其中振动能量由工装及工件质量 m 、凸轮升程 h ，按式 $E = mgh$ 求出。钝化配方试验及局部防镀措施。

由于翅片管结构复杂，热镀锌工艺要求苛刻，其工艺方法有别于板（带）、丝、管的热镀锌工艺。在以往的生产过程中主要问题是翅片间锌瘤严重；短期内生成大量白锈；局部出现漏镀。经过两年来的研究和实践，我们成功地解决了上述问题。

3 试验结果及分析

3.1 机械振动试验

解决翅片间锌瘤问题通常热镀锌采用的吹抹、擦拭等方法是不能凑效的。我们采用出锌锅后机械振动的办法得以解决。

便于模拟试验，试样为翅片管的一部分，规格见表 1。

入锌锅及振动方向：考虑到镀件为 9 m 长的管件，为了增加其刚度，减少支承，选择椭圆管长轴垂直于液面的方向入锌锅。出锌锅后振动可以为水平或垂直两个方向。垂直振动力和液滴重力方向一致，易于去掉锌瘤。振动试验方案与结果见表 2，表 3。

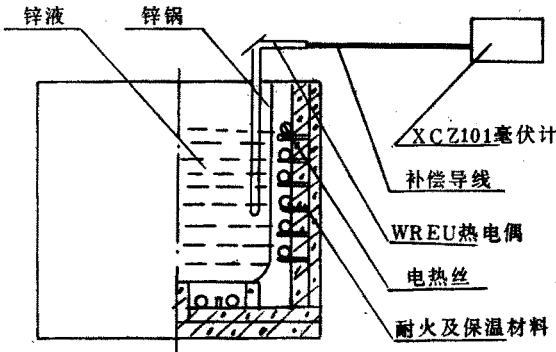


图2 电热式锌锅示意图

表1 试验翅片管的规格

长 度	翅片数	镀锌表面积	重 量
mm		m ²	g
288 ^{±1}	90	0.41	~755

表2 水平—因素表

水 平	振动频率 次 / min	振动时间 s	振动能量 J
1	30	10	49
2	60	30	98
3	90	60	147

表3 L₉ (3⁴) 正交试验方案与结果

试验号	振动频率 次 / min	振动时间 s	振动能量 J	试 验 结 果			综 合 评 分
				着 锌 量 g	锌 瘤	外 观	
1	30	10	49	185	多	差	6
2	30	30	98	175	较 多	较 差	7
3	30	60	147	160	较 少	较 好	9
4	60	10	98	165	适 中	中 等	8
5	60	30	147	155	极 少	好	10
6	60	60	49	165	适 中	中 等	8
7	90	10	147	167	适 中	中 等	8
8	90	30	49	171	较 多	较 差	7
9	90	60	98	168	较 多	较 差	7

注：着锌量为试样镀锌前后的重量差。

根据实验结果，5 * 试验效果最好，其工艺参数在生产中被采用。定性分析：一般来说，镀件出锌锅后的振动频率适中为宜（表中为60次 / min）。频率过高锌液因惯性作用反而不易甩掉。振动时间以翅片中锌液被甩掉为宜，这又和镀件的热容及环境温度有关。振动能量大，锌液易甩掉，但过大使工件产生变形，并要求吊架具有足够的刚度。

生产用振动装置见图 3。工作原理：将振动梁用天车吊起，由电机、减速机带动凸轮转动。当凸轮高点转到下部时，压下杠杆中部联接销，使其两端抬起，当凸轮下部转到凹处，由于吊架及工作自重作用，杠杆两端部迅速向下撞击限位板，产生冲击振动。又因凸轮轮廓为等升线，在其旋转过程中，使吊架及翅片管单方向向下振动，多余的锌液被甩掉，落入锌锅。经使用证明达到了预期的效果。

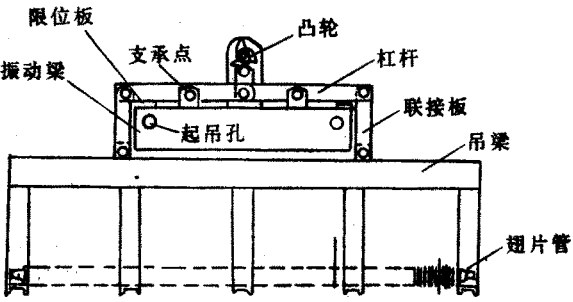
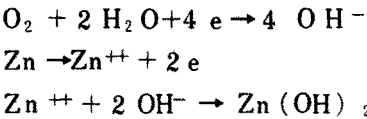


图 3 振动装置示意图

3.2 钝化试验

由于翅片上间距很小，在潮湿的大气中，很容易结露，结果在水膜下发生下面的反应：



这种白色粉末状的 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ，便是白锈的主要成份。当空气中含有 HCl ， CO_2 ， SO_2 等气体时，即使在很小的温度下，也会很快出现白锈³⁾。为此，在镀锌后我们采取了钝化和热水漂洗工艺。首先在实验室摸索工艺配方，结果见表 4。根据耐蚀性兼顾装饰性及工厂实际情况，选择了配方 5 进行生产，达到了预期目的，抑制了白锈的生成。

表4 钝化工艺试验配方及效果

成 份	配 方				
	1	2	3	4	5
Cr O ₃ (g/L)	150~250	40~60	5~8	2~5	5~8
HNO ₃ (ml/L)	30~40	16~24	3~4	10~20	3~5
H ₂ SO ₄ ml/L)	10~20	8~14	0.4~0.5	5~10	1~2
K MnO ₄ (g/L)	/	0.5~0.7	0.1	/	/
Na F (g/L)	/	/	/	2~4	2~4
PH	0.8~1.2	1.0~1.2	0.8~1.3	0.8~1.2	0.8~1.2
温度 (°C)	室 温	40~60	室 温	室 温	室 温
时间 (S)	10~15	5~12	10~12	2~10	20~30
外观	彩虹色	彩虹色	淡黄色	蓝白色	蓝白色

3.3 局部防镀措施

翅片管管端50mm处与管箱胀接. 为了保证胀接可靠, 该范围不允许镀锌. 试验证明采取涂防镀涂料的措施, 效果较好.

管内壁设计不要求镀锌, 在前处理过程中采取耐酸橡皮塞堵孔, 否则在管端复圆部与椭圆交接处残留药液无法倒出. 但管中仍有少量水份渗入, 在入锌锅时水份汽化, 体积剧烈膨胀, 压力升高, 操作十分危险, 并因此形成漏镀. 所以在入锌锅时必须采取排气措施.

管内气体及水份在室温与锌锅中压力情况, 根据范德华气体状态方程: $(P + na/V^2)(V-nb) = nRT$ 及道尔顿分压定律^[4]可以求出, 见表5. 式中范氏常数: $a = 5.464 \text{ L}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-2}$, $b = 0.03049 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

表5 管内渗入少量水份时, 在室温与 480 °C
(锌锅温度)下气体压力(单位: MPa)

温度 T	管内 H ₂ O 的量 mol					
	0	0.1	1	10	20	20
298 K	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
753 K	0.279	0.546	2.979	12.143	21.462	32.802

注: 椭圆管的容积为 2.26 dm^3 .

由表5可知, 当管内渗入少量水时, 在锌锅温度与室温下管内压力(或体积)可相差数倍至数百倍. 我们曾采用耐火材料涂粘结剂堵管端, 结果入锌锅后管堵被管内高压气体冲掉, 后采取两管头装排气管, 较好地解决了这一问题.

4 结 语

(1) 机械振动是提高翅片管热镀锌层均匀性及减少锌瘤的有效措施. 振动参数的选择基于试验, 准确可靠.

(2) 钝化对于提高镀件的耐腐蚀性, 减少白锈的产生是有效的. 对于翅片管这类形状复杂的构件尤为重要.

本文试验研究成果已在生产中采用, 镀锌质量明显提高, 锌耗降低约20%, 企业经济效益显著增加.

参 考 文 献

- 1 St Joe Mineral Corp. The galvanizing manual. Manual, 1974
- 2 陈厚载. 澳大利亚的热镀锌. 腐蚀防护报, 1989; (10)
- 3 焦占付等. WD-10除锈液的研究. 云南冶金; (增刊); 中国第二届热镀锌、铝学术会论文集, 1990
- 4 Schikorr G 著, 柴金泉译. 锌抵抗大气腐蚀的性能. 锌开发协会(伦敦), 美国锌协会(纽约), 1965
- 5 郑重和等著. 物理化学. 上海: 上海科技出版社, 1985; P 33-35

Hot -dip Galvanizing Process for the Finned Tube of Air Cooler

Wang Maoxun (Zhangjiakou Metallurgical Oxygen - Generator Plant,
Hebei Province, China); Jiao Zhanfu; Sun Lianshan;
Zhang Cuilan; Chen Dong; Ren Guangfeng

Received 16 December 1990

Abstract This paper introduces the experimental investigation of key process for the finned tube of air cooler. Through adopting some special technologies such as partially galvanized -proof, mechanical shock and passivation etc., some quality problems on the finned tube surface such as missing galvanizing, zinc lump between the fins and white rust are resolved.

Keywords finned tube; technological property test; mechanical vibration; self -passivation; hot -dip galvanizing; missing galvanizing; white rust