

镉-钛电镀工艺对高强度钢 焊接件氢脆性能的影响

秦月文 刘佑厚

一、前 言

镉-钛电镀工艺是目前国内外用于高强度钢防护的一种较好工艺。镉-钛镀层不但具有显著的低氢脆性,而且还有良好的抗腐蚀性。国外氰化镉-钛电镀工艺已获得广泛的应用,如美国波音公司已用于波音707、727、737、747等飞机的起落架上,而起落架都是焊接件。过去我国研制的无氰镀镉-钛工艺,仅对高强度钢(非焊接)氢脆性能的影响做过大量工作,而对高强度钢焊接件的影响尚未做过研究,因而这项工艺一直未能用于焊接件。如采用该工艺防护的一些飞机起落架多为整体锻件;有的飞机起落架在返修时所采用镀镉-钛工艺是将焊缝处加以保护,而未直接在焊缝处镀镉-钛。由此看来,镉-钛工艺能否用于高强度钢的焊接件,已成为该工艺推广使用的重要问题。因此,研究镉-钛电镀工艺对高强度钢焊接件氢脆性能的影响是一项很有意义的课题。

二、试验条件

1. 试验用材料

本研究选用30CrMnSiNi2A高强度钢。其化学成分、热处理规范及机械性能示于表1。

2. 试样制备及取样方法

我国飞机起落架常规焊接工艺为人工电弧焊。因此,焊接试样是由 $\phi 60$ 的棒材锻造成 $100 \times 40 \times 18$ 毫米的板材,端面分别加工成 45° 和 60° 的“V”形坡口进行对焊。分四次焊接填满坡口,每次焊前预热,焊后退火。焊条牌号为HT-3/18CrMoA。应由熟练焊接工人操作。

进行氢脆试验的试样,按HB5067-77的要求加工,仅缺口根部半径改为0.125毫米。取样方法见图1。试样轴向沿锻造纤维方向,试样的缺口应分别取自焊件的不同部位:焊接材料基体、熔合线及热影响区。

氢含量分析试样为 $\phi 8 \times 6$ 毫米的圆柱体,

表 1 试验材料的化学成分、热处理规范及机械性能

化 学 成 分	C	Cr	Mn	Si	Ni	S	P
%	0.31	1.04	1.12	1.08	1.55	0.016	0.027
热 处 理 规 范	900°C加热, 240°C硝盐槽等温淬火, 空冷 250°C回火, 3小时, 空冷						
机 械 性 能	σ_b , 公斤/毫米 ²	δ , %	ψ , %	a_k , 公斤·米/厘米 ²			
	166~169.5	10~12	47.2~52	12~12.2			

注: 本工作得到唐顺海、陈梅芬、魏作威、邓继雄等同志的热情帮助, 特致谢意。——作者

并分别在焊缝、热影响区和钢基体处取样。

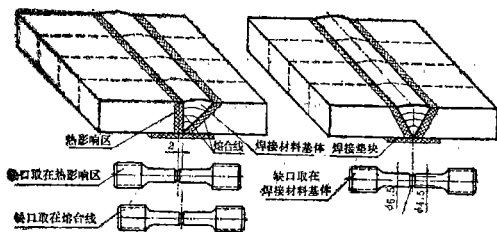


图 1 焊接试样取样示意图

3. 电镀工艺

镀前处理：喷磨料—采用200目以上的钢玉粉或石英砂，压缩空气喷涂；活化处理—5%盐酸浸10秒钟。

镉-钛槽液配方：氯化铵 NH_4Cl 100克/升；氨基乙酸NTA 120克/升；乙二胺四乙酸EDTA 35克/升；氯化镉 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 40克/升；金属钛Ti 5克/升。

氰化镀镉采用添加磺化蓖麻油的普通氰化镀镉槽。

镀后处理：除氢—190℃，镀镉-钛加热6小时，氰化镀镉加热24小时。钝化—三酸一次钝化。

三、 试验结果与讨论

试验结果分别示于表2、3和图2、3中。

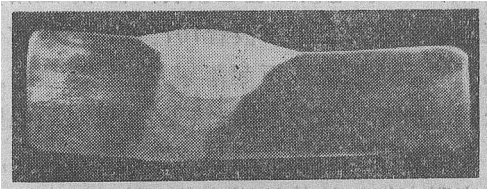
表2中的氢含量分析结果表明，焊接部位的氢含量并不高于钢基体，这说明焊接过程并未引进氢。而且焊后经过热处理，氢含量却有明显的减少。从图2、3金相照片可以看出，未经热处理的焊接部位具有明显的热影响区，而且焊接材料基体具有粗大的铸造显微组织结构（图2a）。经热处理后，热影响区基本消除，且焊接组织晶粒得到细化（图2b）。从高倍显微组织照片（图3）也可清楚地看出，经热处理后，焊接部位与钢基体具有同样的回火马氏体组织，没有什么差异。以上这些数据均证明此焊接工艺是可行的。

表 2 不同焊接部位的氢含量

热处理状态	取 样 部 位	氢含量HW ppm
未经热处理	钢 基 体	3.0
	热影响区	2.7
	焊 缝 区	1.5
热 处 理 后	钢 基 体	1.0
	热影响区	0.84
	焊 缝 区	0.94



a. 未经热处理



b. 热处理后

图 2 焊接部位的低倍组织



× 300

图 3 焊接部位的显微组织（热处理后）亮区为焊接基体部分；暗区为钢基体部分

表3中的结果指出，焊接试样经镀镉-钛后其氢脆性能完全符合HB5067-77的规定（在75% σ_{bH} 应力下，持续200小时以上不断裂）。而且应力提高到85% σ_{bH} 时，也能持续200小时

表 3 缺口开在不同焊接部位的焊接试样的氢脆性能

电 镀 工 艺	焊接材料基体			焊接熔合线			焊接热影响区		
	缺口强度 σ_{bH} 公斤/毫米 ²	持续时间 小 时		缺口强度 σ_{bH} 公斤/毫米 ²	持续时间 小 时		缺口强度 σ_{bH} 公斤/毫米 ²	持续时间 小 时	
		75% σ_{bH}	85% σ_{bH}		75% σ_{bH}	85% σ_{bH}		75% σ_{bH}	85% σ_{bH}
镀镉-钛 电流密度: 1~5安/分米 ² 电镀时间: 15~60分钟	193.8	>200	>200	211.13	>200	>200	236.5	>200	>200
氰化镀镉 电流密度: 2安/分米 ² 电镀时间: 30分钟	193.8	>200	>200	211.13	>200	>200	236.5	25 53	—

以上不断裂。而氰化镀镉工艺, 虽然缺口开在焊接材料基体和熔合线处的试样能通过氢脆试验标准的规定, 但缺口开在热影响区的试样, 由于它具有更接近于钢基体的强度而过早地断裂。

上述试验结果充分证明了30CrMnSiNi2A高强度钢焊接件可采用镀镉-钛工艺进行防护, 而不允许采用氰化镀镉工艺进行防护。

四、结 论

用HT-3焊条、经手工电弧焊焊接合格的30CrMnSiNi2A高强度钢焊接件镀镉-钛后其氢脆性能符合HB5067-77的规定。因此, 可以采用该工艺进行防护。

(参考文献从略)

* * * *

(上接第40页)

定结果有影响, 所以在所有化学分析中, 都应考虑合金中全硼的测定方法和条件。

3. 关于硼在不同条件下的损失形式, 包括化学分析前, 硼在热加工时的损失形式和化学分析中, 高含量硼及微量硼的损失形式等, 有待进一步探讨。

参 考 资 料

- [1] 冶金工业部金属研究所, 金属研究所技术资料, 1974。
- [2] 高连福, GH37合金中微量硼贫化的光谱逐层分析法, 西南地区第一届分析化学学术年会资料, 1980。

[3] 五二研究所, 钢铁分析, No3, 1975。

[4] 上海材料研究所四室, 理化检验, No1, 1987。

[5] 贵钢特钢研究所, 钢中微量硼的测定、西南地区第一届分析化学学术年会资料, 1980。

[6] 胡曼罗等, 理化检验, No3, 1978。

[7] 成文等, 合金钢化学分析, 冶金工业出版社, 1973, 225。

