

# 0Cr18Ni9 不锈钢钣金件的锈蚀防护工艺

张洪涛, 徐俊辉, 王 翀

(陕西飞机工业有限责任公司, 汉中 723213)

**摘 要:** 针对 0Cr18Ni9 不锈钢深落压钣金件因热处理造成表面氧化皮较重, 使用过程中出现锈蚀的问题, 制定了磁力抛光、磁力抛光+钝化和钝化+磁力抛光等 3 种锈蚀防护改进措施, 并与未处理试样进行了对比。结果表明: 未处理、仅磁力抛光处理的试样经过 96 h 盐雾试验后腐蚀严重, 经磁力抛光+钝化处理的试样经 96 h 盐雾试验后发生局部点蚀; 而经钝化处理+磁力抛光的试样经 96 h 盐雾试验后未出现腐蚀, 在 960 h 盐雾试验后仅出现局部锈蚀, 表面依然光亮, 耐盐雾时间是其余 3 种试样的 10 倍以上。

**关键词:** 0Cr18Ni9 不锈钢钣金件; 热处理; 锈蚀; 防护措施

**中图分类号:** TG174

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1005-748X(2024)04-0059-04

0Cr18Ni9 不锈钢半圆零件在深落压成型过程中, 需热处理软化, 再进行钣金成型, 这会造成零件表面氧化皮较重, 呈黑灰色。零件在周转、装配、装机使用过程中会出现不同程度的锈蚀, 导致大批产品报废。因此, 需对该类零件的加工过程开展技术研究并制定锈蚀防护改进措施。

0Cr18Ni9 不锈钢是一种奥氏体不锈钢, 含有 3% (质量分数, 下同) ~ 8% 铁素体, Cr、Ni 含量较高, 具有优良的抗氧化性能、耐蚀性、塑韧性和冷热加工性能<sup>[1-3]</sup>。合金元素 Cr 对不锈钢的耐蚀性起到了决定作用, 随着 Cr 含量的提高, 试样表面会产生一层致密的富铬氧化物膜, 该氧化膜将阻止金属的离子化而起到钝化作用<sup>[4]</sup>。由于经热处理的钣金零件表面氧化增碳严重, 无法形成钝化膜, 因此不锈钢钣金零件表面质量差, 零件在使用过程中会出现不同程度的锈蚀<sup>[5-7]</sup>。基于此, 笔者针对该类零件的加工过程制定腐蚀防护工艺措施, 去除因热处理形成的不锈钢氧化层, 促进钝化膜形成, 以期提高不锈钢钣金件的耐蚀性。

## 1 试 验

### 1.1 试 样

#### 1.1.1 基材试样

试样由厚 1 mm 的 0Cr18Ni9 不锈钢板经过冲

压、热处理、再冲压等工序加工而成, 形状与尺寸如图 1 所示, 化学成分符合 GB/T 4239-1991《不锈钢和耐热钢冷轧钢带》的技术要求(见表 1)。

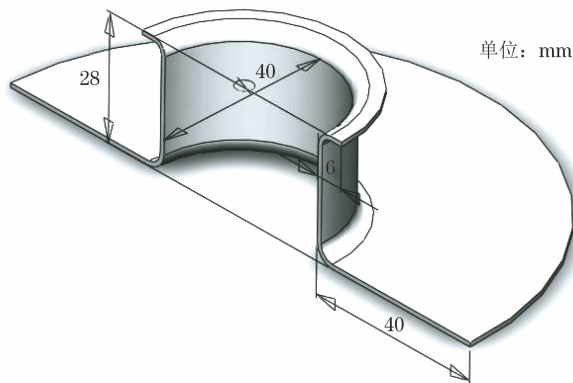


图 1 试样的形状及尺寸

Fig. 1 Shape and size of the sample

试样的加工流程为: 不锈钢板材下料→钣金预冲压 20 mm→淬火→冲压 26 mm→翻边→切割→交检。

#### 1.1.2 钝化处理

不锈钢表面结构致密的钝化膜主要由  $\text{CrO}_3$  和  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  等氧化物构成, 这使不锈钢具有良好的耐蚀性。钝化膜的保护性取决于金属基面上的反应产物, 热处理过程会破坏试样表面的钝化膜, 且钝化膜在自然环境中的生长较慢, 基体易产生锈蚀, 而采用专门的化学溶液钝化可加速钝化膜的产生。采用由硝酸 (360 g/L)、金属氧化物 ( $\leq 5$  g/L) 等配制的钝化溶液对试样进行钝化处理。钝化温度为室温, 钝化时间为 120 min。

收稿日期: 2023-11-30

通信作者: 张洪涛 (1987—), 高级工程师, 硕士, 从事焊接技术与装备制造相关研究, 375771099@qq.com

表 1 试样的化学成分

Tab.1 Chemical composition of the sample

元素	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Fe
质量分数/%	≤0.07	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.035	8.00~11.00	17.00~19.00	余量

1.1.3 磁力抛光

磁力抛光是由高速旋转的磁场引导容器内磁针在抛光介质中高频撞击工件,钢针与工件全方位、多角度研磨,在不伤及工件表面且不影响工件尺寸精度的前提下,使工件达到抛光效果。选用 P8350Y 型抛光机型,抛光频率为 30 Hz,磁场正反转周期为 5 min。选用的抛光钢针直径为 0.8 mm,长 12 mm,抛光针质量为 2 kg。抛光介质由自来水、抛光剂和清洗剂混合而成,其中自来水、抛光剂、

清洗剂体积比为 50 L:500 mL:250 mL。试样抛光后表面用白布蘸取丙酮擦拭打磨,使表面无黑色污物。

1.2 试验方法

为了研究不同处理措施对试样表面的腐蚀防护效果,制定了 3 种防护措施,见表 2。通过增加试样表面粗糙度、促进钝化膜形成,以提升其耐蚀性。通过 96 h 盐雾试验,对比了锈蚀防护措施的具体效果,并确定了最优工艺组合方案。

表 2 试样的防腐蚀措施

Tab.2 Anti corrosion measures for samples

序号	处理措施	措施要求
1	未处理	无
2	磁力抛光	采用磁力抛光去除试样表面氧化皮
3	磁力抛光+钝化处理	采用磁力抛光去除试样表面氧化皮,再进行钝化处理
4	钝化处理+磁力抛光	去除试样表面氧化皮后对试样进行钝化,再磁力抛光

按 GJB 150.11A—2009《军用装备实验室环境试验方法 第 11 部分:盐雾试验》开展中性盐雾试验,试验周期为 96 h。若经过 96 h 中性盐雾试验后,试样表面锈蚀迹象不明显,则延长盐雾试验时间,直至试样表面发现明显锈蚀迹象。盐溶液采用 5%(质量分数)NaCl 溶液,喷雾阶段试验温度为 35 ℃,采用干湿交替方法具有更大的潜在破坏性,因此盐雾试验为 24 h 喷盐雾和 24 h 干燥交替,共 96 h。

2 结果与讨论

2.1 试样的表面形貌

由图 2 可见:未经过任何处理的 1 号试样表面呈黑灰色,表面粗糙,光泽暗淡;2 号试样(磁力抛光)表面呈暗灰色,表面光滑,光泽暗淡;3 号试样(磁力抛光+钝化处理)表面呈银白色,表面粗糙,呈亚光;4 号试样(钝化处理+磁力抛光)表面呈银白色,表面光滑,具有金属光泽,且光泽明亮。

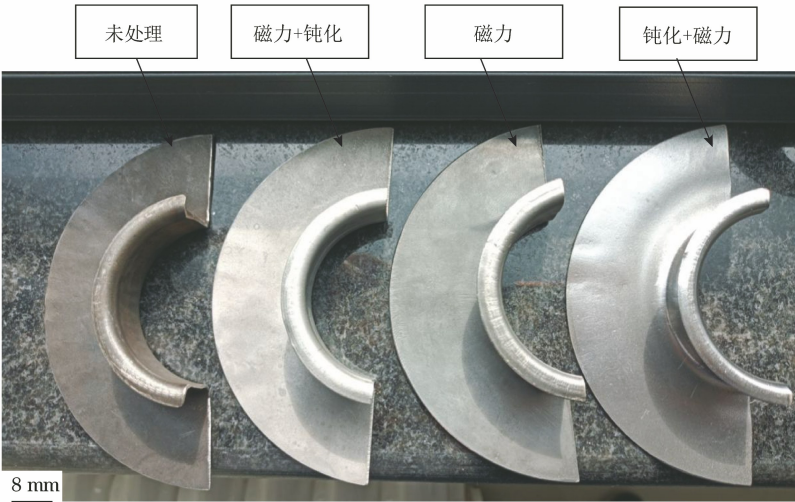


图 2 未处理试样及经过不同措施处理后试样的表面形貌

Fig.2 Surface morphology of untreated samples and samples treated with different measures

## 2.2 盐雾腐蚀形貌

由图 3 可见:经过 96 h 盐雾试验后,1 号和 2 号试样表面出现了严重的锈蚀,3 号试样表面仅出现了局部点腐蚀,4 号试样(钝化处理+磁力抛光)表面未出现腐蚀。



图 3 几种试样经过 96 h 盐雾试验后的表面形貌

Fig. 3 Surface morphology of several samples after 96 hours of salt spray test

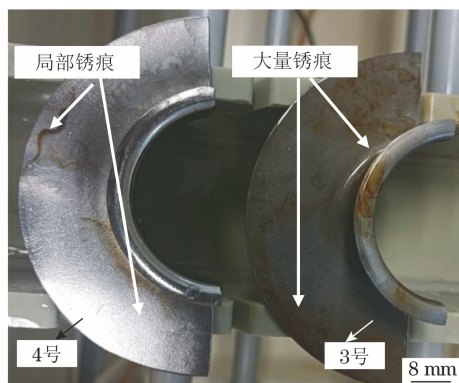


图 4 经过 960 h 盐雾试验后 3 号和 4 号试样的表面形貌

Fig. 4 After 960 hours of salt spray test, surface morphology of samples 3 and 4

## 2.3 讨论

不锈钢经过热处理后会出现黑色氧化皮,氧化皮薄厚不均,这会导致基体金属表面粗糙、不均匀,且出现麻点,仅采用磁力抛光或机械打磨,难以彻底清除凹陷、麻点处氧化皮,导致磁力抛光后零件表面暗黑、不光亮。采用酸洗钝化可彻底清除表面凹陷、麻点处的氧化皮,但热处理后零件表面粗糙,不利于钝化膜形成。工件酸洗钝化后再进行磁力抛光,不仅可以彻底清除厚重氧化皮,还可使不锈钢表面光

对 3 号和 4 号试样开展了 960 h 盐雾试验。由图 4 可见:经过 960 h 盐雾试验后,采用钝化处理+磁力抛光措施的 4 号试样表面仅出现了局部点腐蚀,整体表面光亮,这表明,与其他试样相比,4 号试样具有最优的耐蚀性。

滑,易于快速形成钝化膜,避免产生二次氧化锈蚀,从而提高不锈钢零件表面的耐蚀性。

## 3 结论

(1) 未处理和仅采用磁力抛光处理的试样经过 96 h 盐雾试验后,表面发生严重腐蚀,经磁力抛光+钝化处理的试样经 96 h 盐雾试验后,表面发生局部点腐蚀,而经钝化处理+磁力抛光的试样经 96 h 盐雾试验后,表面未出现腐蚀,延长试验时间至 960 h,表面仅出现局部锈蚀,依然光亮。

(2) 磁力抛光再酸洗钝化仅可清除热处理零件表面凹陷、麻点处的氧化皮,但零件表面粗糙,不利于钝化膜形成。酸洗钝化后再磁力抛光,不仅可以彻底清除厚重氧化皮,也可使不锈钢表面光滑,易于快速形成钝化膜,耐盐雾时间是磁力抛光+钝化试样的 10 倍。

### 参考文献:

- [1] 鲁宇阳,吴涛.海洋环境下奥氏体不锈钢焊接件的锈蚀分析[J].科技与创新,2019(1):86-87,90.
- [2] 郑日水.不锈钢焊缝和热影响区锈蚀的现象原因分析和措施[J].焊接技术,2003,32(6):60-61.

[3] 唐作军. 304L 不锈钢法兰锈蚀原因分析[J]. 腐蚀防护, 2021, 24(8):108-111.

[4] 黄鑫, 张娟, 喻岚, 等. 不锈钢耐腐蚀钝化处理及选材[J]. 航空精密制造技术, 2022, 58(5):56-59, 40.

[5] 李循迹, 陈博, 金伟, 等. 热处理对复合板焊接接头中 316L 不锈钢焊缝组织及耐蚀性的影响[J]. 腐蚀与防护, 2018, 39(4):298-301.

[6] 张婧, 李海新, 殷子强, 等. 焊接接头的腐蚀研究进展[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2018, 30(6):661-670.

[7] 商强, 满成, 逢昆, 等. 后热处理对不同含碳量 SLM-316L 不锈钢晶间腐蚀行为的作用机制研究[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2023, 43(6):1273-1283.

Corrosion Protection Technology of 0Cr18Ni9 Stainless Steel Sheet Metal Parts

ZHANG Hongtao, XU Junhui, WANG Chong

(Manufacturing Engineering Department of Shaanxi Aircraft Industry Co., Ltd., Hanzhong 723213, China)

**Abstract:** Three corrosion protection measures, including magnetic polishing, magnetic polishing + passivation and passivation+magnetic polishing were developed to address the problem of heavy surface oxidation caused by heat treatment of 0Cr18Ni9 stainless steel deep drop pressed sheet metal parts, which resulted in corrosion during use, and compared with untreated samples. The results show that the untreated and magnetic polishing treated samples exhibited severe corrosion after 96 hours of salt spray test, while the samples treated with magnetic polishing and passivation exhibited localized pitting after 96 hours of salt spray test. The samples treated with passivation and magnetic polishing did not show corrosion after 96 hours of salt spray testing. After 960 hours of salt spray testing, only localizd rust appeared, and the surface remained bright, and the salt spray resistance time was 10 times more than those of the other three samples.

**Key words:** 0Cr18Ni9 stainless steel sheet metal part; heat treatment; corrosion; protective measure