

# 1Cr18Ni9Ti 对接管接头表面缺陷分析

李阿妮<sup>1</sup> 谷胜民<sup>1</sup> 王影<sup>2</sup> 李丽<sup>1</sup> 刘涛<sup>1</sup>

(1 中国运载火箭技术研究院,北京 100076)

(2 航天材料及工艺研究所,北京 100076)

**文 摘** 对接管接头采用 1Cr18Ni9Ti 棒材生产,经过机械加工后与相同牌号管材焊接,焊接后酸洗发现零件表面存在缺陷。通过对失效件缺陷形貌观察、化学成分分析、金相分析及显微硬度测试,并结合酸洗试验。结果表明:对接管接头材料内部存在沿变形流线的贫铬区,导致该区域的耐蚀性差,在机加工的过程中贫铬区暴露在表面或近表面,在酸洗过程中该区域被优先腐蚀,形成了蚀孔类宏观缺陷,此贫铬现象为原材料缺陷。

**关键词** 1Cr18Ni9Ti,对接管接头,酸洗,贫铬

中图分类号: TG141

DOI:10.3969/j.issn.1007-2330.2014.01.015

## Analysison The Surface Defects of 1Cr18Ni9Ti Butt-Joint Pipe

LI Ani<sup>1</sup> GU Shengmin<sup>1</sup> WANG Ying<sup>2</sup> LI Li<sup>1</sup> LIU Tao<sup>1</sup>

(1 China Academy of Launch Vehicle Technology, Beijing 100076)

(2 Aerospace Research Institute of Materials & Processing Technology, Beijing 100076)

**Abstract** The butt-joint pipe was made of bars of 1Cr18Ni9Ti, weld with the same type pipe after machining, then acid washing defects were found in the parts of surface. Through observation and analysis of surface morphology, composition, metallography, microhardness and acid test, we can conclude that chromium depletion areas along the deformation line was exist that cause the corrosion preventive becoming worse. In the machining process, the chromium depletion areas expose to the surface or near the surface, corrosion first happened in the areas with the process of acid washing, then macroscopic defects of pitting are formed. The chromium depletion phenomenon is the defects of raw material.

**Key words** 1Cr18Ni9Ti, Butt-joint pipe, Acid washing, Chromium depletion

### 0 引言

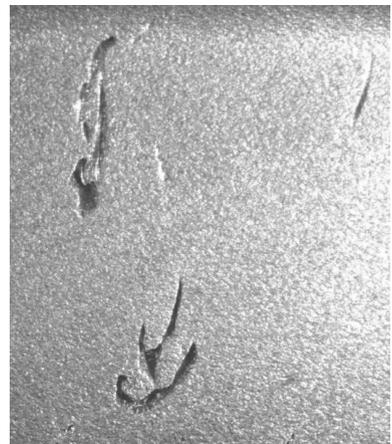
1Cr18Ni9Ti 具有优良的力学性能,在大气或腐蚀性介质中具有良好的耐蚀能力,具有较突出的冷变形能力和无磁性等特性<sup>[1-2]</sup>,但是在敏化温度区域,会因为晶界处贫 Cr 引起晶间腐蚀。

某对接管接头用原材料为 1Cr18Ni9Ti 的  $\Phi 80$  mm“热轧+固溶”棒材,按照轴向 52 mm 工艺尺寸锯切下料,经过机械加工后与相同牌号管材焊接,焊接后酸洗发现 10 件零件表面有 1 件零件存在缺陷,本文对接管接头表面缺陷进行分析研究。

### 1 形貌观察

对接管接头的宏观形貌见图 1,接头的多个表面均存在一些形态及尺寸不一的缺陷,大部分缺陷呈条状(最大长度约 2 mm),部分缺陷类似孔洞,其中有

两个孔穿透整个壁厚。



(a) 接头结构

收稿日期: 2013-10-30

作者简介: 李阿妮,1978 年出生,硕士研究生,主要从事金属材料质量保证方面的研究工作。E-mail: zll0716@126.com

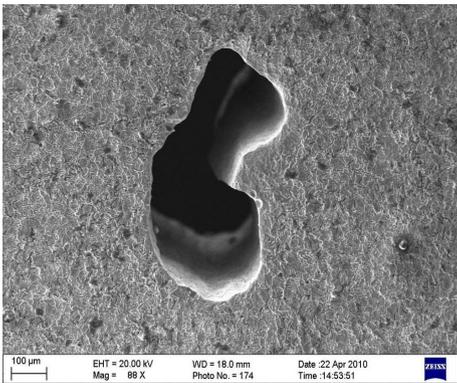


(b) 缺陷宏观形貌

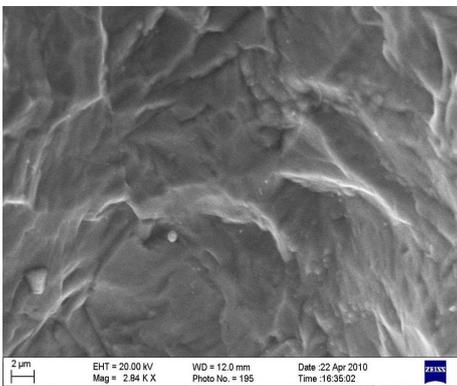
图1 对接管接头结构及缺陷宏观形貌

Fig. 1 Structure of butt-joint pipe and macroscopic morphology of defects

将接头解剖后置于扫描电镜下进行形貌观察。接头正常区域表面呈腐蚀形貌,缺陷呈深浅不一的孔洞,缺陷内部未见夹杂物,内壁较光滑,见图2。



(a) 表面



(b) 缺陷微观形貌

图2 表面及缺陷微观形貌

Fig. 2 Surface and microscopic morphology of defects

## 2 金相分析及显微硬度测试

在缺陷区域附近截取两个试样制备成金相试样进行组织观察和显微硬度测试。

对接管接头内部存在较多的碳化钛/氮化钛夹杂和较多的铁素体,碳化钛/氮化钛夹杂的级别为2.5级(GB/T10561—2005),铁素体的级别为2.0级

(GB/T13305—91),见图3。对接管接头的组织为奥氏体组织,存在明显的变形流线,沿变形流线方向存在白亮带,白亮带最大宽度约0.5 mm,部分白亮带穿过整个厚度方向,缺陷位于白亮带区域,白亮带在垂直于变形流线的方向上形态不规则,见图4。

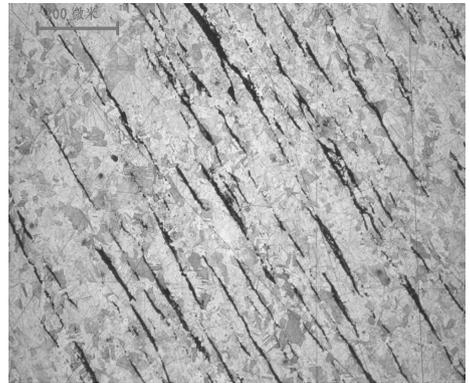
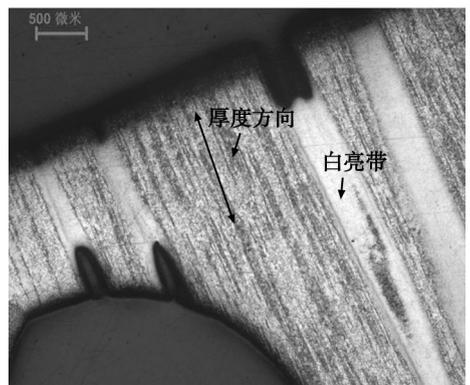
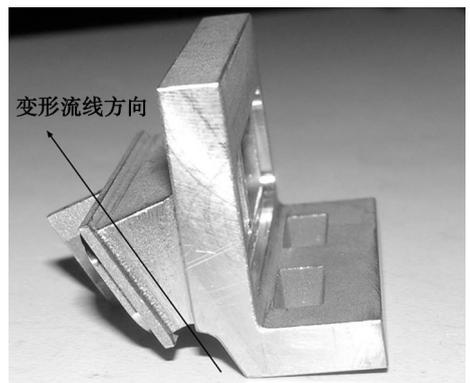


图3 对接管接头铁素体形貌

Fig. 3 Metallograph of ferrite of butt-joint pipe



(a) 白亮带及缺陷



(b) 流线方向(棒材轴向)

图4 对接管接头缺陷及形貌

Fig. 4 Defects and morphology of butt-joint pipe

对白亮带及正常区域分别进行能谱分析(表1),分析结果表明白亮带Cr和Ni的含量偏低,应在熔铸过程中产生的冶金缺陷。

对白亮带及基体分别进行显微硬度测试,白亮带的硬度比基体的硬度高约70%,具体测试结果及平均值见表2。

表1 能谱分析结果

Tab. 1 Results of energy spectrum analysis

wt%

样品	Cr	Ni	Ti	Mn	Si	Fe
白亮带 1	11.65	5.11	0.32	1.52	0.51	余量
白亮带 2	10.05	3.88	0.55	1.55	0.48	余量
白亮带 3	9.18	3.79	0.27	1.63	0.48	余量
基体	17.63	8.10	0.58	1.64	0.67	余量
GB1220—92	17.0 ~ 19.00	8.00 ~ 11.00	5×(C-0.02) ~ 0.8	≤2.00	≤0.80	余量

表2 显微硬度测试结果

Tab. 2 Results of microhardness

测试区域	HV0.2			平均
基体	191	194	192	192
白亮带	332	337	330	333

### 3 化学成分分析

对接管接头所用材料为 1Cr18Ni9Ti, 在对接管接头上取样进行化学成分分析(表 3)。

表3 对接管接头的化学成分

Tab. 3 Chemical composition of butt-joint pipe

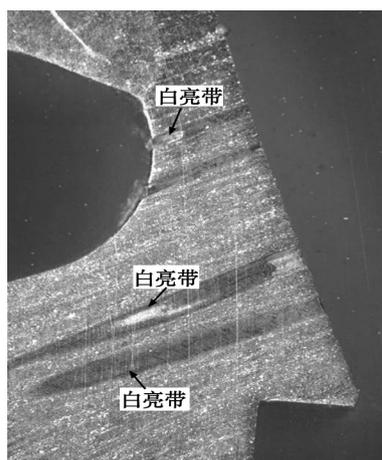
wt%

数据来源	C	S	P	Cr	Ni	Ti	Mn	Si
基体	0.09	0.001	0.030	17.85	9.11	0.54	1.68	0.61
GB1220—92	≤0.12	≤0.025	≤0.035	17.00 ~ 19.00	8.00 ~ 11.00	5×(C-0.02) ~ 0.8	≤2.00	≤0.80

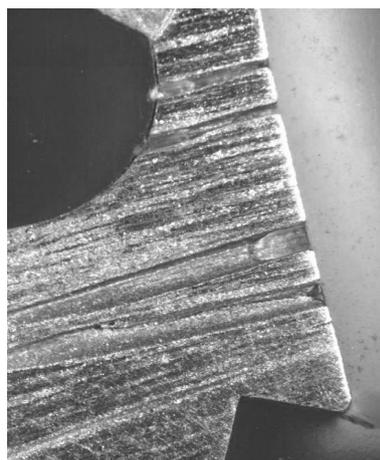
### 4 酸洗试验结果

按照焊接酸洗工艺配制酸洗液(酸洗液为硫酸、盐酸、氢氟酸和水的混合溶液),对金相试样进行酸洗试验,浸泡 1 h 左右将试样取出观察。

原白亮带均已被腐蚀掉,形态和接头缺陷形态相似,基体未见明显异常,见图 5,表明白亮带耐腐蚀性能较基体差。



(a) 酸洗试验前



(b) 酸洗试验后

图5 酸洗试验白亮带形貌对比

Fig. 5 Bright areas morphology of acid test

### 5 分析讨论

化学成分分析结果表明对接管接头所用材料为 1Cr18Ni9Ti。

对接管接头表面存在缺陷,大部分缺陷呈条状,部分缺陷类似孔洞,其中有两个孔穿透整个壁厚,缺陷内部未见夹杂物,内壁较光滑。

金相分析结果表明,沿变形流线方向存在白亮带,部分白亮带贯穿整个厚度方向,缺陷位于白亮带区域,成分分析结果表明白亮带区域存在 Cr、Ni 含量低。Cr 是铁素体形成元素,在 Fe-Cr-Ni 三元系中, Cr 可以促进奥氏体相的形成,可以获得足够的淬透性,溶入基体中引起置换固溶强化,1Cr18Ni9Ti 钢中含 18% Cr 的主要作用是产生钝化,提高阳极电极电位,增加耐蚀性<sup>[3]</sup>,贫铬区电极电位下降,当与含氯离子等腐蚀介质接触时,就会引起微电池腐蚀<sup>[4-5]</sup>。同时,钢中 Cr 和 Ni 在奥氏体中共同作用,可以更进一步改善钢的耐蚀性,增强抵抗晶间腐蚀的能力。

硬度测试结果表明,该区域硬度比基体高 70%。酸洗试验表明白亮带由于 Cr 含量比正常区域低,导致该区域的耐蚀性较基体差。

综合对接管接头缺陷形貌、金相分析、能谱分析及酸洗试验分析认为,对接管接头材料内部存在沿变形流线的 Cr、Ni 含量偏低区域,由于贫铬导致该区域的耐蚀性差,在机加工的过程中部分贫铬区域暴露在表面或近表面,在酸洗过程中该区域被优先腐蚀,形成了蚀孔类宏观缺陷。

此批材料的生产工艺流程为:中频感应炉熔炼→电渣重熔→锻造开坯→砂磨探伤→轧制成材→固溶

处理→磨光→探伤→精整→检验→入库。经分析认为在锻造、轧制和固溶处理过程中不可能产生如此大的化学成分差异,贫铬现象应是在熔铸过程中形成的原材料缺陷。

## 6 结论

通过对接管接头缺陷的观察与分析认为:对接管接头材料内部存在沿变形流线的贫铬区,导致该区域的耐蚀性差,在机加工的过程中贫铬区暴露在表面或近表面,在酸洗过程中该区域被优先腐蚀,形成了蚀孔类宏观缺陷,贫铬现象为原材料缺陷。

## 参考文献

- [1] 王庭俊,等. 1Cr18Ni9Ti 不锈钢的切削加工[J]. 工具技术,2009,43: 63-67
- [2] 杨军和,等. 提高航空管抗晶间腐蚀性能的研究[J]. 材料工程,2009(增刊2): 64-66
- [3] 陈睿,等. 1Cr18Ni9Ti 不锈钢晶间腐蚀试验研究[J]. 河南冶金,2006,14(4): 14~17
- [4] 古晓辉. 奥氏体不锈钢的常见腐蚀及避免措施[J]. 江西化工,2006(4): 220~221
- [5] 钱世钢,等. 奥氏体不锈钢(1Cr18Ni9Ti)管材在含有氯离子介质中腐蚀的原因分析[J]. 贵州化工,2012,37(1): 25-29

(编辑 任涛)

(上接第 32 页)

[2] Wen Y G, Wang X R, Yang J B, et al. Thermal conductivity measurement and service life evaluation of VIP based on fiberglass core material [C] // 9<sup>th</sup> International Vacuum Insulation Symposium, London, 2009

[3] Simmler H, Brunner S, Heinemann U. Vacuum insulation panels study on VIP-components and panels for service life prediction in building applications (Subtask A) [R]. Thermal Insulation Summary, IEA/ECBCS Annex 39, 2005

[4] Chen Zhou, Chen Zhaofeng, Xu Tengzhou, et al. Glass fibers as engineering materials [J]. Applied Mechanics and Materials, 2012, 121-126: 181-185

[5] 廖合, 黄艳规, 吴守耀, 等. 玻璃纤维纸的增强研究 [J]. 中华纸业, 2007, 28(4): 44-46

[6] Orlando J. Rojas, Martin A. Hubbe. The dispersion science of papermaking [J]. Journal of Dispersion Science and Technology, 2004, 25(6): 713-732

[7] 肖仙英, 郑焱嵩, 胡健, 等. 玻璃纤维在水中分散处理的研究 [J]. 黑龙江造纸, 2003(3): 1-2

[8] 王闯, 李克智, 李贺军. 短碳纤维在不同分散剂中的分散性 [J]. 精细化工, 2007, 24(1): 20-26

[9] 张志成, 郑元锁. 橡胶基复合材料中的短纤维长径比及其分布 [J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(7): 761-764

[10] Dodson C T J. Fiber crowding, fiber contacts and fiber flocculation [C]. Pulp & Paper Centre, Internal Report, 1995

[11] Li Binbin, Chen Zhaofeng, Chen Zhou, et al. Glass wool prepared under various rotating speed by centrifugalspinneret-blow process [J]. Advanced Materials Research, 2012 (457/458): 1573-1576

[12] 周成名. 紫外与可见光光度分析法 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1986: 128

[13] Zhang Youwei, Jin Qiaorong, Zhao Jiongxin, et al. Facile fabrication of pH-sensitive core-shell nanoparticles based on HEC and PMAA via template polymerization [J]. European Polymer Journal, 2010, 46: 1425-1435

[14] Lu Yiping, Zhang Mingqing, Feng Qiming. Effect of sodium hexametaphosphate on separation of serpentine from pyrite [J]. Trans. Nonferrous Met. Soc., 2011, 21, 208-213

[15] 赵希娟, 李春梅, 黄承志, 等. 分光光度法测定饮料中六偏磷酸钠添加剂 [J]. 分析化学, 2009, 37(9): 1345-1348

(编辑 吴坚)