普莱克斯（中国）焊接技术中心 （200122） 李贤清 何天命 曹宪贵
广州广船国际股份有限公司技术中心（广东510382）潘正军

不锈钢管TIG焊背面保护工艺研究

【摘要】根据焊接化学品船316L不锈钢管道的需要，研究背面保护工艺包括充氩方式、充氩流量、充氩时间与管内氧份含量和背面保护效果的关系，为焊接化学品船316L不锈钢管道，提供合适的背面保护工艺和氧含量控制范围，也为其他不锈钢管的焊接，提供一定的参考。

化学品船作为一种危险液货船，其建造技术要求极为严格，不锈钢管路的高质量焊接是液货装卸系统的技术关键，焊接时避免背面焊道氧化发黑是高质量焊接的要求之一。本文以化学品船316L不锈钢管为例，进行实芯焊丝TIG焊背面焊道防氧化工艺研究。

一、不锈钢管背面焊道氧化发黑的影响因素

不锈钢管实芯焊丝氩弧焊时，影响不锈钢管背面焊道氧化发黑的主要因素是管内的氧份含量。但在不锈钢管焊接实际生产中，又无法对管内氧份含量做出实时在线检测，因此如何将不锈钢管内氧份含量量化出来？通过试验分析，我们认为管内氧份含量可以量化成充氩时间和充氩流量等工艺因素。下面以管径168mm、装配长度198mm的管子为例，采用贯穿式充氩装置充氩，在不同充氩方式和充氩流量情况下，研究充氩时间和管内氧份含量的关系。

1.不同充氩方式下充氩时间与管内氧份含量的关系

我们将氩气充入充氩装置的方式有两种：方式一是将氩气直接充入充氩装置；方式二是将氩气通过一种缓冲装置充入充氩装置。

在相同管子、相同充氩装置及相同充氩流量情况下，通过氧份检测仪在线检测两种不同充氩方式下管内的氧份含量。两种方式的充氩时间与管内氧份含量的关系见表1和图1。

表1 不同充氩方式下充氩时间与管内氧份含量的关系

充氩时间/min	方式一 氧份含量/×10⁻⁶	方式二 氧份含量/×10⁻⁶	备注
1	13400	8087	管子直径168mm 厚度3.4mm 长度198mm 容积4.0389L 充气流量20L/min
2	237.1	130.6	
3	81.6	39.3	
4	68.4	31.6	
5	62.7	27.3	
6	55.5	24.5	
7	53.8	22.4	
8	50.7	21.3	
9	48.7	19.8	
10	46.4	19.0	

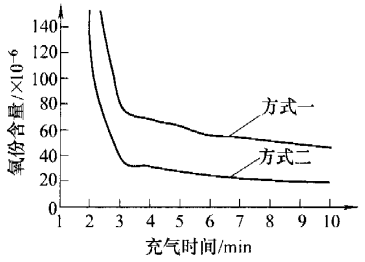


图1 不同充氩方式下充氩时间与管内氧份含量的关系

从上述两种充氩方式来看，第一种方式下氩气直接充入充氩装置，会引起管内气氛紊乱，氩气与空气置换速度减慢，管内氧份含量下降速度较慢；第二种方式下氩气经过缓冲装置进入管内，使管内氩气与空气置换速度加快，管内氧份含量下降速度较快。

2. 不同充氩流量下充氩时间与管内氧份含量的关系

影响管内氧份含量的两个量化因素是充氩时间和充氩流量，在不锈钢管焊接生产实践中是可以控制的因素。在使用相同充氩装置的情况下，通过氧份检测仪在线检测不同充氩流量下一定充氩时间管内的氧份含量，其充氩时间与管内氧份含量的关系见表2和图2。

表2 不同充氩流量下充氩时间与管内氧份含量的关系

氧份含量/×10⁻⁶ \ 充氩流量/L·min⁻¹ / 充氩时间/min	20	25	30	备注
1	8087	5252	2379	充氩时间/min 管径168mm 厚度3.4mm 长度198mm 容积4.0389L
2	130.6	62.6	46.9	
3	39.3	31.3	29.5	
4	31.6	25.5	24.1	
5	27.3	22.3	20.4	
6	24.5	20.0	18.0	
7	22.4	18.5	16.4	
8	21.3	17.5	15.1	
9	19.8	16.6	14.1	
10	19.0	15.9	13.6	

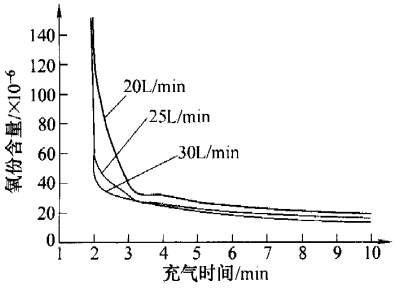


图2 不同充氩流量下充氩时间与管内氧份含量的关系

从上述关系图表来看，三种充氩流量（20L/min、25L/min、30L/min）下，流量越大，管内氩气与空气的置换速度越快，氧份含量下降速度也越快。

二、不锈钢管内氧份含量与焊接效果的关系

1. 焊接试验条件

钢管材料：316L不锈钢管；

钢管规格：ϕ168mm；

填充金属：ER316L不锈钢焊丝；

接头形式：对接，60°V形坡口，间隙1.5~2.0mm；

焊接方法：钨极氩弧焊（TIG）；

焊接电流：65~75A；

焊接保护气体：Ar(纯度99.999%)；

焊接气体流量：8~10L/min；

背面充氩流量：25L/min。

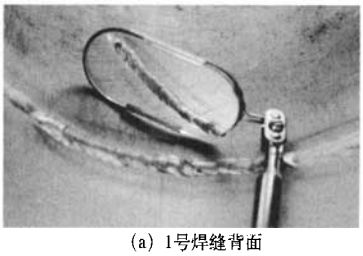
2. 焊接试验过程和结果

管内氧份含量对不锈钢管背面焊道氧化发黑的影响程度试验，是将管子两段按照试验要求点固焊好，安装贯穿式充氩装置，用锡箔纸将管子间隙部位密封，然后向充氩装置内以缓冲方式充入氩气，从表2不同充氩流量下充氩时间与管内氧份含量的关系出发，选择背面充氩流量25L/min，充氩时间在1min以上，通过在线氧份分析仪读出管内氧份含量数据并进行焊接，得到的结果如表3所示。

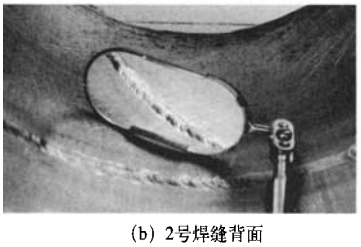
表3 管内氧份含量与焊接效果的关系

焊缝编号	开始焊接时的氧份含量/×10⁻⁶	焊接时的最低氧份含量/×10⁻⁶	背面焊道效果
1	80	76.8	金黄
2	70	69.9	金黄+银白
3	60	53.6	金黄+银白
4	50	46.7	轻微金黄+银白
5	40	35.6	银白
6	30	28.4	银白

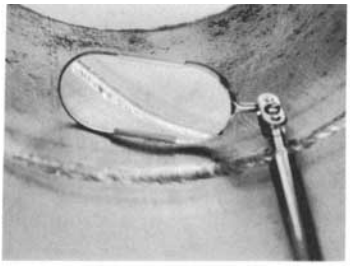
不锈钢管背面焊道效果如图3所示。



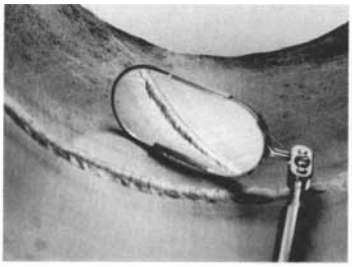
(a) 1号焊缝背面



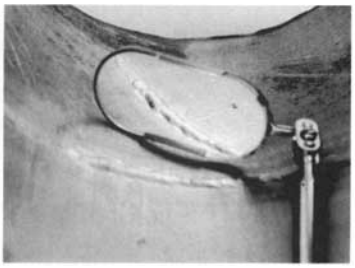
(b) 2号焊缝背面



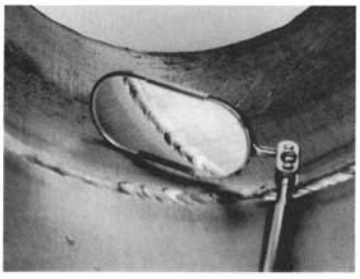
(c) 3号焊缝背面



(d) 4号焊缝背面



(e) 5号焊缝背面



(f) 6号焊缝背面

图 3

三、结语

根据上述研究数据和试验结果，在不锈钢管TIG焊时，建议采用以下背面保护工艺：

(1) 采用分段密封的方法对不锈钢管背面焊道予以充氩保护；在充气口安装缓冲装置，对节省气体、提高保护效果非常有效。

(2) 为保证焊接效果，建议焊接用的氩气纯度为99.999%，氧份含量在2×10^{-6}以下，背面充氩后管子内氧份含量控制在40×10^{-6}以下。

(3) 针对不同的管径和密封长度，建议通过试验，了解气体流量、充气时间和氧份含量的关系，以利于现场的管理和焊接质量的控制。

(4) 以上背面保护工艺应用于广船国际化学品船管子焊接，对提高化学品船管子的焊接质量，起到了良好的作用。

(20061209)

钢结构行业发展与焊接技术应用交流研讨会在厦门召开

2007年1月15～17日，由建设部信息中心主办的“钢结构行业发展与焊接技术应用交流研讨会”在福建省厦门市召开。来自建筑钢结构行业相关的设计、制造、安装、施工单位及研究院所的代表近90人参加了会议。

随着我国城镇建设及建筑业的快速发展，节能、省地、节水、节材的理念及循环经济的思想逐渐深入人心，钢结构建筑由于具有占地少、施工快、易产业化和游离回收而越来越受到设计、施工和项目建设单位的重视。

近年来，国内钢结构建筑呈快速发展趋势，为促进钢结构行业的健康发展，会议主办单位特组织本次技术交流研讨会。会议期间特邀国家体育场“鸟巢工程”钢结构分部副总工程师戴为志教授级高工，就“鸟巢工程”钢结构特点、厚板钢结构焊接技术难点、关键技术、焊接工艺要点、焊工培训及工程管理等问题进行了较详细的介绍；特邀中冶集团建筑研究总院副总工程师、中冶集团钢结构技术首席专家侯兆欣教授级高工，就建筑钢结构用钢的发展、大型重型建筑钢结构和桥梁钢结构的发展趋势、钢结构制造中的行业规范标准等做了专题报告；中冶集团建筑研究总院焊接研究所副所长段斌教授级高工就“钢结构焊接工程无损检验技术的应用”、装甲兵工程学院谭伟副教授就“TW通用型焊接材料在修复工程中的应用”、北京工业大学蒋建敏教授就“药芯焊丝在钢结构中应用的若干问题”做了大会报告。

会议共收到钢结构生产、制造、安装及施工等方面的论文20多篇。 (蒋建敏)