

基于TLP焊机的管道连接

王非森¹, 文申柳¹, 陈玲¹, 高增², 刘彦磊²

(1.四川化工职业技术学院 机电系, 四川 泸州 646000;

2.河南理工大学 材料科学与工程学院, 河南 焦作 454000)

【摘要】通过对比试验, 分别对T91钢管采用TLP连接和TIG+MIG焊, 分析了T91钢管TLP连接的力学性能与显微组织, 比较了TLP连接和TIG+MIG焊T91钢管在各个工业应用指标上的差异。结果表明: 在相同的连接质量下, TLP连接在生产率、成本、劳动卫生等方面均优于TIG+MIG连接。

【关键词】瞬时液相扩散焊; T91钢管; 对比试验

【中图分类号】TG454 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2008)03-0080-03

引言

管道焊接多采用SMAW、TIG和MIG等, 这类焊接方法生产率低、劳动强度大、对工人的实际操作水平有较高的要求; 而高效焊接方法如闪光对焊、摩擦焊、电阻对焊等同样存在接头端面难以控制、胀粗变形大, 需要二次加工等缺点。瞬时液相扩散焊(Transient Liquid-phase Bonding, 简称TLP连接)无需开坡口, 焊接头强度高且过渡光滑、没有明显的界面和焊接物残留^[1], 在管道连接方面具有普通焊接方法难以比拟的优势。20世纪90年代日本住友金属公司的小沟裕一等人成功开发出了钢管过渡液相扩散焊技术, 并完成了其可移动式焊接设备

系统的轻量化与实用化开发^[2]; 山东电力研究院李辛庚、王学刚等开发国内首套钢管TLP扩散焊设备; 但总体上TLP连接的工业运用还在探索试验阶段。T91钢管在电力、化工等行业应用广, 焊接性较差, 分别采用TIG+MIG焊和TLP连接进行T91钢管焊接的对比试验, 分析了TLP连接T91钢管的焊接组织和性能, 对比了TLP连接和TIG+MIG焊在管道连接的质量、成本、生产率与劳动卫生等方面的差异, 对TLP连接的大规模工业运用有重要意义。

1 试验材料、设备与方法

试验用母材为T91钢管, 规格均为 $\Phi 63.5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$, 成分如表1所示, 力学性能见表2。

表1 T91钢管的化学成分

材料	C	S	P	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Nb	N	Fe
T91	0.10	0.01	0.02	0.36	0.47	0.238	8.56	0.96	0.21	0.08	0.057	其余

表2 T91钢常温力学性能

材料	抗拉强度 σ_b/MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}/\text{MPa}$	伸长率 $\delta_5/\%$
T91	585	415	20

TLP连接和焊后热处理在开放式瞬时液相扩散焊机上进行; TLP试验前将试样连接端面精车并用无水乙醇清洗, 而后将自制中间层箔片(成分见表3)剪成环状置于待连接端面之间; TLP焊接试验在

氩气保护下, 压力设定为3~5 MPa, 加热温度为1240~1270℃, 保温温度1220~1240℃, 时间为1~3 min; 焊接后在150~160℃之间回火, 回火温度为800~830℃, 时间8~10 min。

表3 中间层成分及熔点

材料	B	Si	Ni	Cr	Fe	熔点/℃
中间层	7.4	7	5	3.9	76.7	1105

TIG+MIG焊接试验采用TIG焊打底和MIG焊填充盖面。TIG和MIG焊接分别在WSM-315和NB-500型焊机上进行; 采用文献^[3]所述的成熟焊接工艺, TIG焊采用TGS-9cb焊丝, 焊预热电流

120A, 焊接电流140~150A; MIG焊采用 $\Phi 1.6$ 的MGS-9cb焊丝, 焊接电流97A, 电弧电压24V; 一层焊速7r/min, 摆动频率30C/min, 送丝速度6m/min; 二层焊速4r/min, 摆动频率20C/min。送丝

收稿日期: 2008-08-11

作者简介: 王非森(1982-

速度 6m/min; 三层焊速 3r/min, 摆动频率 25C/min, 送丝速度 6m/min。焊后采用 760℃/0.5h 消除应力热处理。

TLP 连接和 TIG+MIG 焊接试样力学性能试验均在 WES-600W 万能试验机上进行, 拉伸和弯曲试验按国家标准 GB/T2651-2008《焊接接头拉伸试验方法》和 GB/T2653-2008《焊接接头弯曲试验方法》进行; 试样接头采用 OLYMPUS-CK40M 金相显微镜进行接头金相和断口分析。

2 试验结果与分析

表4 T91 钢管 TLP 接头的力学性能

工艺号	拉伸		弯曲
	σ_b / MPa	断裂位置	
T1	620	母材	合格
T2	750	母材	合格
T3	655	母材	合格

2.2 对比试验结果与分析

对比试验结果如表5所示, 各种连接方法的各项数值均取单个试样平均值。从对比试验结果可以看到在生产效率方面 TLP 连接有着巨大的优势, 为在普通焊接方法中生产率较高的 TIG+MIG 焊的 8 倍, 在其它管道的连接中可达 10 倍^[6]; 焊材成本消耗

2.1 TLP 试验结果与分析

T91 钢管 TLP 接头力学性能试验结果如表4, 拉伸时 T1、T2、T3 均断于母材, 最高强度为 750MPa, 最低为 620 MPa, 均高于母材; 弯曲试验全都达到标准。T91 钢管 TLP 连接接头焊缝组织比较均匀, 有少量析出相, 组织为条状马氏体加铁素体; 焊缝区域降熔元素扩散很充分; 焊缝和基体组织基本相近, 没有明显连接界面; 焊缝区域颗粒较细与母材相近。总体而言 T91 钢管 TLP 连接时, 接头力学性能和显微组织都符合国家标准。

TLP 连接为 TIG+MIG 焊的 1/3, 工人的操作成本也较低, 无坡口金属浪费, 但 TLP 连接设备价格较 TIG+MIG 焊贵; TLP 连接的劳动卫生 TIG+MIG 焊接过程中存在烟雾污染、弧光和放射性辐射等; 在连接质量和成功率上两者均相差无几。综上所述, TLP 连接大大优于 TIG+MIG 焊。

表5 对比试验结果

连接方法	时间/min	焊材/元	操作要求	劳动卫生	弯曲	拉伸		连接成功率
						σ_b / MPa	断裂位置	
TIG+MIG	120	6	中级工以上	有烟雾污染、放射性辐射和弧光辐射	合格	685	母材	98%
TLP 连接	15	2	一般工人即可	无任何污染	合格	675	母材	98%
单相评比	TLP 优	TLP 优	TLP 优	TLP 优	相等	相等	相等	相等
综合评比	TLP 连接优于 TIG+MIG 焊接							

3 讨论

普通熔焊是在两待焊工件之间留一坡口间隙, 将填充金属置于其间, 焊接温度高于母材熔点, 依靠填充物和母材共同熔化形成熔池, 随着温度的降低形成接头。TLP 连接无需开坡口, 将中间层置于两工件之间加压, 焊接温度介于中间层与母材熔点之间, 依靠中间层降熔元素的扩散, 降低连接界面母材熔点, 等温凝固形成接头。TLP 连接比 TIG+MIG 焊生产率高是由于 TLP 连接无需开坡口, 自动化程度更高, 焊接时功率更高而所需温度、热量均较低; TLP 连接所用中间层只有几十微米厚、成本

低, 连接时压力大且热输入低、母材不熔化, 接头过渡光滑, 而 TIG+MIG 焊热输入量大, 中间填充物多, 接头残余金属多, 与 TLP 接头相比外观差; TLP 连接采用中、高频率电磁感应加热无弧光辐射, TIG+MIG 焊均采用电弧加热弧光辐射大, 同时 TIG 的钨极有一定的放射性, 劳动条件差。

4 结论

4.1 TLP 连接 T91 钢管的时, 弯曲、拉伸力学性能均合格, 显微组织均匀、细小与母材接近。

4.2 和 TIG+MIG 焊接 T91 钢管相比, TLP 连接时生产率更高、成本更低、劳动卫生更好。

注释及参考文献:

- [1]Gale W F, Butts D A. Transient liquid phase bonding[J]. Science and Technology of Welding and Joining. 2004, 9(4): 283-300.
- [2]小沟裕一, 櫻本文雄, 岸伸典等.アソルフラス材料による可搬式扩散接合システムの开发と实用化[A]. 溶接学会论文集,1991,60(4):267.
- [3]常铁军, 龚正春, 李子峰, 等.T91钢 TIG+MIG 焊接接头性能及组织[J]. 焊接学报,2005,26(12):59-61.

Pipeline Welding Based on Transient Liquid-phase Bonding Soldering Machine

WANG Fei-sen¹, WEN Shen-liu¹, CHEN Ling¹, GAO Zeng², LIU Yan-lei²

(1.Department of Electrical and Mechanical, Sichuan College of Chemical Technology, Luzhou, Sichuan 646000;
2.School of Materials Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454000)

Abstract: Transient Liquid-phase Bonding (TLP bonding) is a new technology on pipeline welding. T91 steel pipe was proceeded on TLP bonding and arc welding with metal inert-gas arc welding by contrast test. Mechanical and microstructure property of T91 steel pipe joint with TLP bonding was researched. The effects of different welding on technological parameter were compared. The result showed that on productivity, cost and labor health TLP bonding is bigger than arc welding with metal inert-gas arc welding with equal in quality.

Key words: Transient liquid-phase bonding; T91 steel pipe; Contrast test

(上接77页)

- [4]王则毅, 杨盛和.房屋结构抗震 [M]. 重庆:重庆大学出版社,2001.

Optimal Design Ensuring the Buildings' Safety under Earthquake Action

ZENG Yao-hui¹, REN Zhao-guo², WANG Li-feng²

(1. Engineering Department of Xichang College, Xichang, Sichuan 615013;
2. Liangshan Prefecture Shida Architectural Engineering Limited Company, Xichang, Sichuan 615000)

Abstract: Through comprehensively using anti-seismic principle, constructing on the basis of the design limit, ensuring the simple rules of the body structure and the reasonable position of staircases, considering the relationship between vertical layout design of the construction and the seismic design, paying great attention to detail structure design, making the force way and transmitting force way be direct, ensuring the combined action of overall structure and structural components, we can ensure the buildings' safety under earthquake action.

Key words: Construction; Structure; Anti-seismic; Design