

# 清根方式对 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝焊缝 冲击韧度的影响

熊 征, 洪江波, 陈德斌, 桂赤斌  
(海军工程大学基础部, 湖北武汉 430033)

摘 要: 研究了平对接焊接试板不同的清根方式对 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝焊缝冲击韧度的影响。结果表明, 清根方式对焊缝冲击韧度有明显影响, 用碳弧气刨清根得到的焊缝冲击韧度最好, 而用酸性衬垫得到的焊缝冲击韧度最差。

关键词: 清根; 药芯焊丝; 焊缝冲击韧度

中图分类号: TG441; TG422.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-3738(2004)01-0015-02

## Effect of Back Gouging Ways on Impact Toughness of CO<sub>2</sub> Gas-shielded Flux Cored Weld Metal

XIONG Zheng, HONG Jiang-bo, CHEN De-bin, GUI Chi-bin

(Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

**Abstract:** The effect of back gouging ways on impact toughness of CO<sub>2</sub> gas-shielded flux cored weld metal was investigated. It was found that impact toughness of weld metal was maximum using carbon arc air gouging, and it was minimum using acid backing.

**Key words:** back gouging; flux core; impact toughness of weld metal

### 1 引 言

随着焊接自动化的发展, CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝的种类、数量不断扩大<sup>[1]</sup>。在采用衬垫进行单面焊反面成形工艺时, 使药芯焊丝的焊接效率进一步提高。但是, 在用 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝进行这种焊接时, 有关衬垫对焊接接头性能特别是低温韧性的影响研究得较少, 而该性能对某些构件来说是一个非常重要的考核指标。因此, 作者着重对清根方式与焊接接头低温冲击韧度的关系进行了研究。

### 2 试验材料及方法

用自制的  $\phi 1.2\text{mm}12\text{MnCrNi}$  钢酸性 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝, 母材用 14mm 的连铸 12MnCrNi 钢板, 其成分见表 1。用 50°V 型坡口对接, 焊接电流 190A, 焊接电压 24V, CO<sub>2</sub> 气体流量 15L/min。平对接试板根部三种处理方式: 1<sup>#</sup> 采用市售酸性陶

质衬垫。2<sup>#</sup> 在上述同种酸性陶质衬垫上均匀覆盖 CaF<sub>2</sub> 薄层, 以提高熔渣碱度。然后, 上述两种方式都进行 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝单面焊反面成形焊接; 3<sup>#</sup> 用反面进行碳弧气刨清根后两道封底的焊接方法。结合工程应用实际情况, 冲击试验的试样均取自靠近板厚底面的试板根部。试验试板的焊接焊道布置见图 1。冲击试样尺寸为 10mm × 10mm × 55mm, V 型缺口。用 JB-30A 型冲击试验机按 GB2650 在 -30℃ 下进行低温冲击试验。用 XJG05 型光学显微镜观察焊缝的显微组织。

表 1 12MnCrNi 钢的化学成分 (质量分数, %)

Tab. 1 Compositions of base metal (mass, %)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0.11	0.48	1.02	0.40	1.16	0.005	0.014

### 3 试验结果与分析

由表 2 可见, 对接试板焊缝与熔敷金属相比, 冲击韧度 (冲击吸收功) 都有不同程度的降低。1<sup>#</sup> 试样用酸性衬垫单面焊反面成形方法焊接的焊缝冲击

收稿日期: 2002-12-30; 修订日期: 2003-03-28

作者简介: 熊 征 (1965 - ), 男, 湖北襄樊人, 副教授, 硕士。

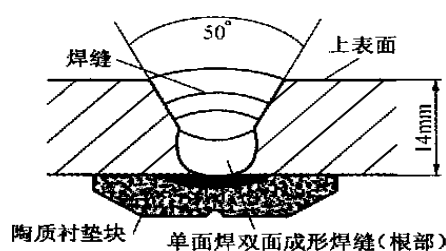


图1 焊道布置

Fig.1 Schematic diagram of weld bead

吸收功降低幅度最大,仅为熔敷金属的 54%;2<sup>#</sup> 试样的焊缝冲击吸收功比 1<sup>#</sup> 试样提高了约 11J,达到熔敷金属的 71%,这说明增加衬垫的碱度有利于提高焊缝的低温冲击韧度;而 3<sup>#</sup> 试样(清根深度 3~5mm)焊缝的冲击吸收功比 1<sup>#</sup> 试样提高了近 19J,达到熔敷金属冲击吸收功的 83.7%。由此可见,用酸性渣系 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝进行单面焊反面成形的焊接工艺时,衬垫种类的选择将对焊缝的冲击韧度产生较大的影响。

表2 熔敷金属与焊缝-30 的冲击吸收功 A<sub>KV</sub>(J)

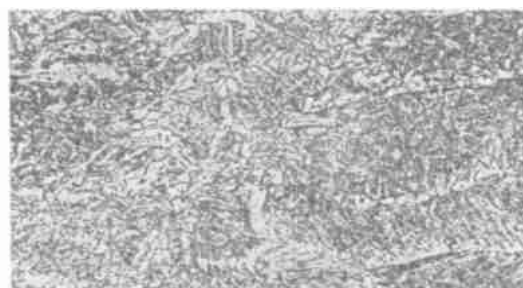
Tab.2 Impact toughness of deposited and weld metal (J)

材料	测量值	均值
熔敷金属	59,60,70	63
1 <sup>#</sup>	32,34,36	34
2 <sup>#</sup>	38,46,50	44.7
3 <sup>#</sup>	51,54,52	52.7

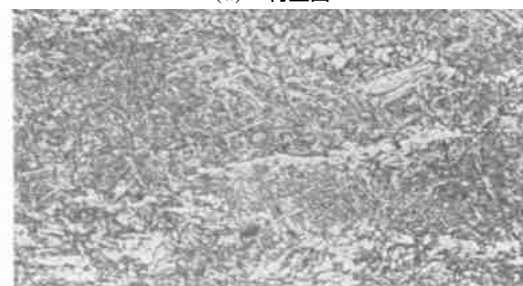
为了分析酸性衬垫降低焊缝冲击韧度的原因,对 1<sup>#</sup> 试样焊缝的根部和表面进行显微组织(图 2)和化学成分(表 3)的分析,其中试样根部(酸性衬垫单面)化学分析试样取自深度在 1~4mm 范围内焊缝金属,并与熔敷金属的化学成分进行对比。

由图 2 可见,焊缝金属焊态组织均为先共析铁素体、针状铁素体和侧板条铁素体等。但是,衬垫面焊缝中侧板条铁素体的数量明显多于试样表面,而试样表面的针状铁素体数量比衬垫面多。一般认为针状铁素体组织有利于提高冲击韧度,而侧板条铁素体则降低冲击韧度<sup>[2]</sup>。

表 3 数据表明,1<sup>#</sup> 试样表面与衬垫面的化学成分差异主要体现在锰、硅含量和它们的比值上。由于熔合比以及酸性衬垫的影响使衬垫面的硅含量有所提高,锰含量降低(按熔合比计算衬垫面锰含量应为 1.18%左右,而实测为 1.03%),使它们的含量比值降低。这里因为根据母材和熔敷金属的化学成分



(a) 衬垫面



(b) 表面

图2 1<sup>#</sup> 试样焊缝显微组织 300 ×

Fig.2 Photomicrographs of weld metal

(a) acid backing face (b) surface

表3 1<sup>#</sup> 试样焊缝金属化学成分(质量分数,%)

Tab.3 Weld metal composition (mass, %)

部位	C	Si	Mn	S	P
熔敷金属	0.057	0.22	1.26	0.005 8	0.019
1 <sup>#</sup> 试样上表面	0.051	0.21	1.23	0.005 6	0.020
1 <sup>#</sup> 试样根部	0.063	0.25	1.0 3	0.006 1	0.019

可以看出,使用酸性渣系 CO<sub>2</sub> 气保护药芯焊丝和酸性衬垫进行底层焊接时,被熔化衬垫中的酸性氧化物将参与熔池中冶金反应:



由于锰氧化后形成的 MnO 是碱性氧化物,易于与酸性衬垫中的酸性氧化物如 SiO<sub>2</sub> 结合使式 1 反应向右进行,因此冶金反应的结果使焊缝金属中的锰含量降低,硅含量增加,它们的比值降低。

另外,冶金反应也将影响焊缝金属中夹杂物的数量,因锰、硅含量比降低,根据文献[3]锰、硅含量比对脱氧产物形态和含氧量的影响和焊缝试样成分分析结果,可见酸性衬垫面焊缝金属的含氧量比试板表面焊缝金属的含氧量高。因此,酸性衬垫面焊缝根部夹杂物数量明显多于焊缝表面夹杂物的数量。由于含锰量降低和夹杂物数量增加最终导致酸性衬垫面焊缝金属的冲击韧度降低。(下转第 46 页)

现象。

#### 2.2.4 填充系数的影响

填充系数有两种:其一是保持芯材的密度恒定,改变发泡原料的自由发泡密度,此为体积填充系数;其二是维持原料的自由发泡密度不变,变化芯材的密度,此为质量填充系数。表2说明结构泡沫的性能(主要是力学性能)与其密度间的关系十分密切。

体积填充系数增大,高硬细密的表层厚度增加,但表层与心部的结合情况恶化。试验证明<sup>[4]</sup>,当体积填充系数约为3~4时,芯材的综合力学性能较佳。质量填充系数增大时,芯材的密度和细密表层厚度随之增加,且表层与心部的结合也更趋牢固,芯材的各项力学性能提高。表2数据(体积填充系数为3.5)证示:随着密度的提高,芯材的隔热性能(导热系数)微量变化;在阻燃剂类型和用量确定的情况下,芯材的阻燃性小幅改善;但芯材的抗压强度明显增加;夹层结构的胶接剥离强度虽有提高,但幅度不大,因剥离后的界面均显示为内聚破坏,故胶接剥离强度主要由胶粘剂决定的,芯材密度的变化则是次要因素。

### 3 泡沫芯材环境协调性浅评

产品生命周期评价(LCA)技术可综合评价聚氨酯泡沫塑料夹层结构的环境负荷(环境协调性)。其主要的的环境负荷评价因素有:产品的资源及能源消耗、产品的使用功能与寿命周期成本、材料回收再生价值和重复利用率、材料在销毁时的能源再生比率、产品及材料的全过程社会因素等。这些因素的确认可随技术或经济条件的变化而有所不同。

聚氨酯泡沫塑料夹层结构用于交通工具,其轻量化的优点可提高运输效率;用于建筑、能源、空间等领域,因隔热保温性能优异,节能作用显著。作者这一研究成果就已用于高速列车及城市轻轨列车的

车门与地板。作为化工产品,聚氨酯泡沫塑料在生产过程中可能产生的环境影响已随催化效率的提高、工艺的改进、发泡剂的替代、控制技术的进步,正得到逐步解决<sup>[5]</sup>。聚氨酯泡沫塑料夹芯的回收再生利用既可能且可行:如通过先清理粉碎再二次成型加工实现材料回收,制作挡泥板、缓冲材料等;通过醇解、水解等化学反应实现化学原料回收,生产多元醇、异氰酸酯等原料;通过燃烧或燃料化实现能量回收。这说明聚氨酯泡沫塑料夹层结构具有较好的环境协调性,但因LCA技术的复杂性和相对不成熟性,对其准确评估还存在许多问题。如环境负荷数据库尚不完整、系统边界划分难等,许多环境的负荷目前还难于判定。

## 4 结论

(1) 影响硬质聚氨酯泡沫塑料芯材及夹层结构性能与质量的主要因素有发泡原材料的选择和发泡工艺参数的确定等两大方面。

(2) 发泡塑料的填充系数和密度对芯材的使用性能(主要是力学性能)和应用领域(结构用途、功能用途)具有决定性的影响。

(3) 聚氨酯泡沫塑料夹层结构具有较好的环境协调性,但其环境负荷的准确评价尚待进一步研究。

参考文献:

- [1] 彭岳华,雷雨成. 新型塑料在汽车上的应用[J]. 机械工程材料,2001,25(11):26-29.
- [2] 王成国,郭小燕,李木霖,等. 钢板-高聚物-钢板层压复合材料成形性研究[J]. 机械工程材料,1994,18(3):6-8.
- [3] 金绪刚,龚克成,薛启寿. 硬质聚氨酯泡沫塑料夹层结构的研制[J]. 材料开发与应用,1995,10(3):39-41.
- [4] 姜志国,周亨近,江海红,等. 填充系数对聚氨酯泡沫塑料力学性能的影响[J]. 中国塑料,2000,14(1):18-21.
- [5] 胡炳镛,关肇基,刘湘宁. 合成树脂发展与环境的协调[J]. 石化技术与应用,2001,19(3):139-147.

(上接第16页)

## 4 结论

(1) 不同清根方式的焊缝低温冲击韧度均低于熔敷金属的冲击韧度。

(2) 当用衬垫进行CO<sub>2</sub>气保护药芯焊丝焊接时,采用碱性衬垫或碳弧气刨清根有利于提高焊缝

金属的低温冲击韧度。

参考文献:

- [1] 田志凌,潘川,梁冬图. 药芯焊丝[M]. 北京:冶金工业出版社,1999.
- [2] 张文钺. 焊接物理冶金[M]. 天津:天津大学出版社,1991.
- [3] 陈伯鑫. 焊接冶金原理[M]. 北京:清华大学出版社,1991.