

特别说明

此资料来自豆丁网(<http://www.docin.com/>)

您现在所看到的文档是使用**下载器**所生成的文档

此文档的原件位于

<http://www.docin.com/p-120338223.html>

感谢您的支持

抱米花

<http://blog.sina.com.cn/lotusbaob>

●试验与研究

10-12

WFG-E40 平台用钢焊接性研究

于俊川 徐 婷 沈捷华

(冶金部钢铁研究总院)

TG142.14

摘要 用 Gleeble-1500 模拟试验机测试了 WFG-E40 钢连续冷却曲线 (CCT 图), 并用金相法定量各种冷却条件下 WFG-E40 钢焊接热影响区显微组织的百分组成。对手工焊及埋弧焊接头热影响区各部位进行冲击试验, 结果表明线能量在 15~35kJ/cm 范围内, 热影响区粗晶区冲击韧性达到了平台钢 E 级标准, 采用埋弧焊时线能量不能超过 35kJ/cm。采用 J506CF 焊条, 经 400℃×2h 烘干, 可进行无预热焊接。

关键词 WFG-E40 钢 焊接性 研究

海洋平台由于工作条件恶劣, 承受低温、海浪、海风的袭击, 因而对焊接质量有较高的要求。其焊接性越差, 对焊接材料及施焊工艺的要求越苛刻。WFG-E40 钢是平台钢中强度级别最高的一种, 因此研究它的可焊性是十分必要的。

1 试验内容

1.1 试验材料及方法

试验用 20mm 和 30mm 厚 WFG-E40 正火钢板, 焊接材料为 J506CF 焊条及 B35E 焊剂配 TC-2 焊丝。钢板的化学成分及机械性能见表 1、表 2。焊接规范见表 3。

1.2 WFG-E40 钢连续冷却转变曲线 (CCT) 测试

在 Gleeble-1500 试验机上用膨胀法测定钢的 CCT 曲线。试样加热温度为 1300℃, 模拟焊

表 1 试验用钢化学成分 (%)

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cu	Cr	V	Nb	C _{eq}
0.145	0.39	1.43	0.008	0.012	0.26	0.28	0.07	0.055	0.032	0.44
0.15	0.44	1.45	0.005	0.013	0.34	0.34	0.071	0.040	0.032	0.45

表 2 试验用钢机械性能

σ_s (Mpa)	σ_b (Mpa)	δ_5 (%)	A_{10} (J) 横向		
			室温	-20℃	-40℃
461	598	29.1	139	102	85
460	600	28.1	166	122	107

接热影响区粗晶区。

从 CCT 图可知, WFG-E40 钢 A_{c1} 温度为 720℃, A_{c3} 温度为 880℃, M_s 点为 425℃。贝氏体转变温度随冷却速度变化而不同, 如当 $\Delta t_{8/5}=540s$ 时, B_s 约为 620℃, $\Delta t_{8/5}=10s$ 时, B_s 约为 575℃。形成贝氏体的临界冷却时间 $C_{12}=5s$ 。为弄清热影响区粗晶区组织百分数与 $\Delta t_{8/5}$

及硬度之间的关系, 对每个试样在 Niphot-21 型

表 3 焊接规范

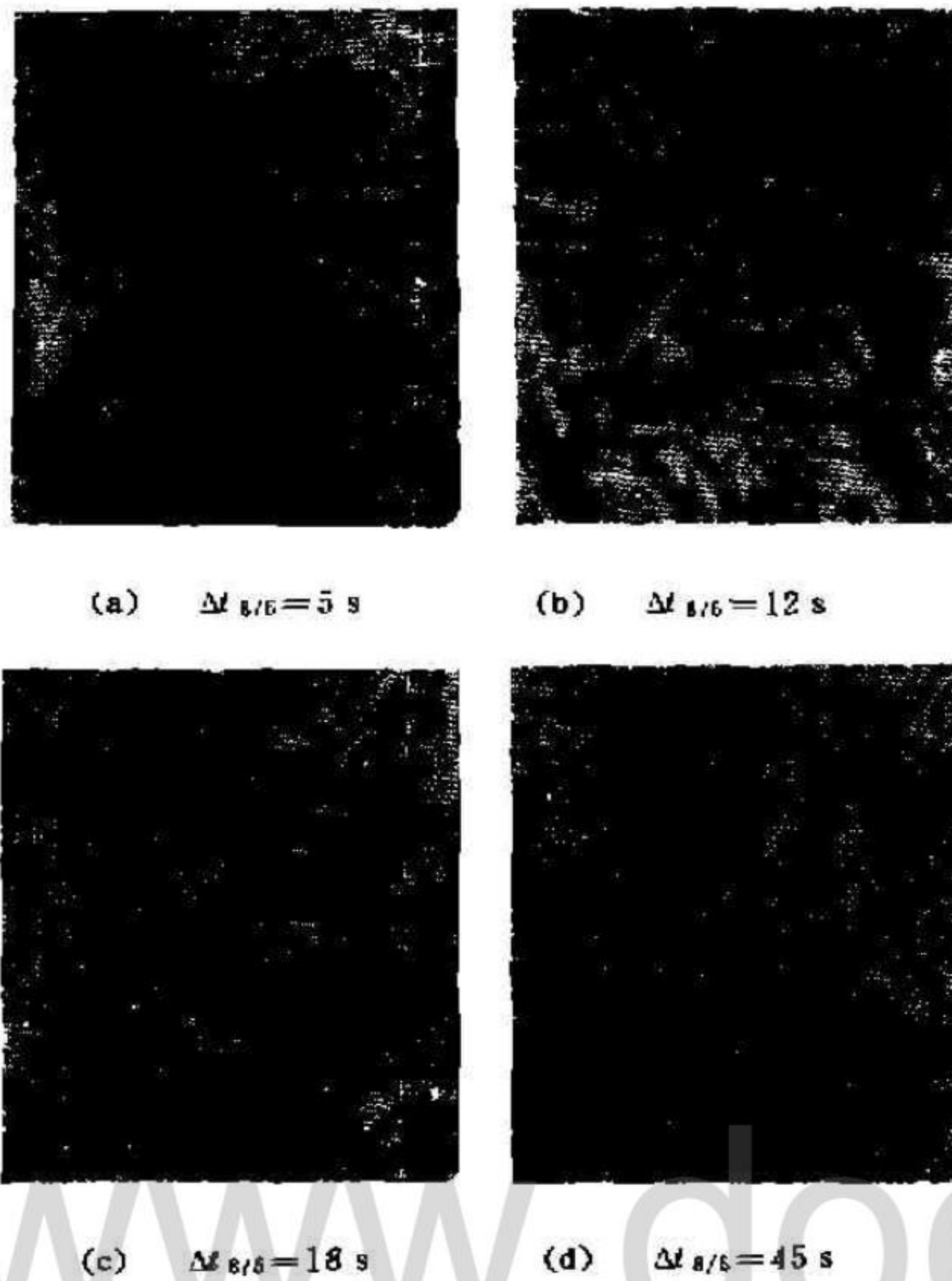
	电流 (A)	电压 (V)	焊速 (cm/min)	线能量 (kJ/cm)	层温 (℃)
手工焊	150~170	22~26	9~11	15~17	100~140
埋弧焊	620~650	32~34	22	33~35	80~100
埋弧焊	650	32~34	19	40	80~100

显微镜下进行金相组织分析, 采用金相法和杠杆法定量计算出每个模拟试样的组织组成百分数。采用 HV-3 型低负荷硬度计对每块试样进行硬度测量, 测量结果见表 4。

不同 $\Delta t_{8/5}$ 热影响区组织见图 1。

表4 组织百分数及硬度值

№	1	2	3	4	5	7	9	11	13
$\Delta t_{8/5}$ (s)	0.9	5	12	18	30	45	90	180	480
HV ₆	465	432	415	376	318	271	241	240	225
组织组成 (%)	F					1	4	17	58
	P							1	20
	B		9	30	48	83	96	82	22
	M	100	91	70	52	17			

图1 不同 $\Delta t_{8/5}$ 热影响区金相组织 $\times 500$

1.3 焊接线能量对热影响区冲击韧性的影响

焊接线能量亦即 $\Delta t_{8/5}$ ，是影响焊接接头组织及力学性能的基本工艺参数。线能量与热影响区冲击韧性的关系是衡量低合金高强钢焊接性的主要参量。由于淬硬及晶粒长大的结果，熔合线或近缝区性能可能是 WFG-E40 钢焊接接头的薄弱环节，因此考核焊接接头各部位冲击韧性是必要的。试验用手工焊和埋弧焊两种方法，焊接参数见表3，焊接接头不同部位冲击转变曲线见图2、图3。从图2、图3中可知手工焊焊

接接头热影响区不同部位冲击韧性变化较为复

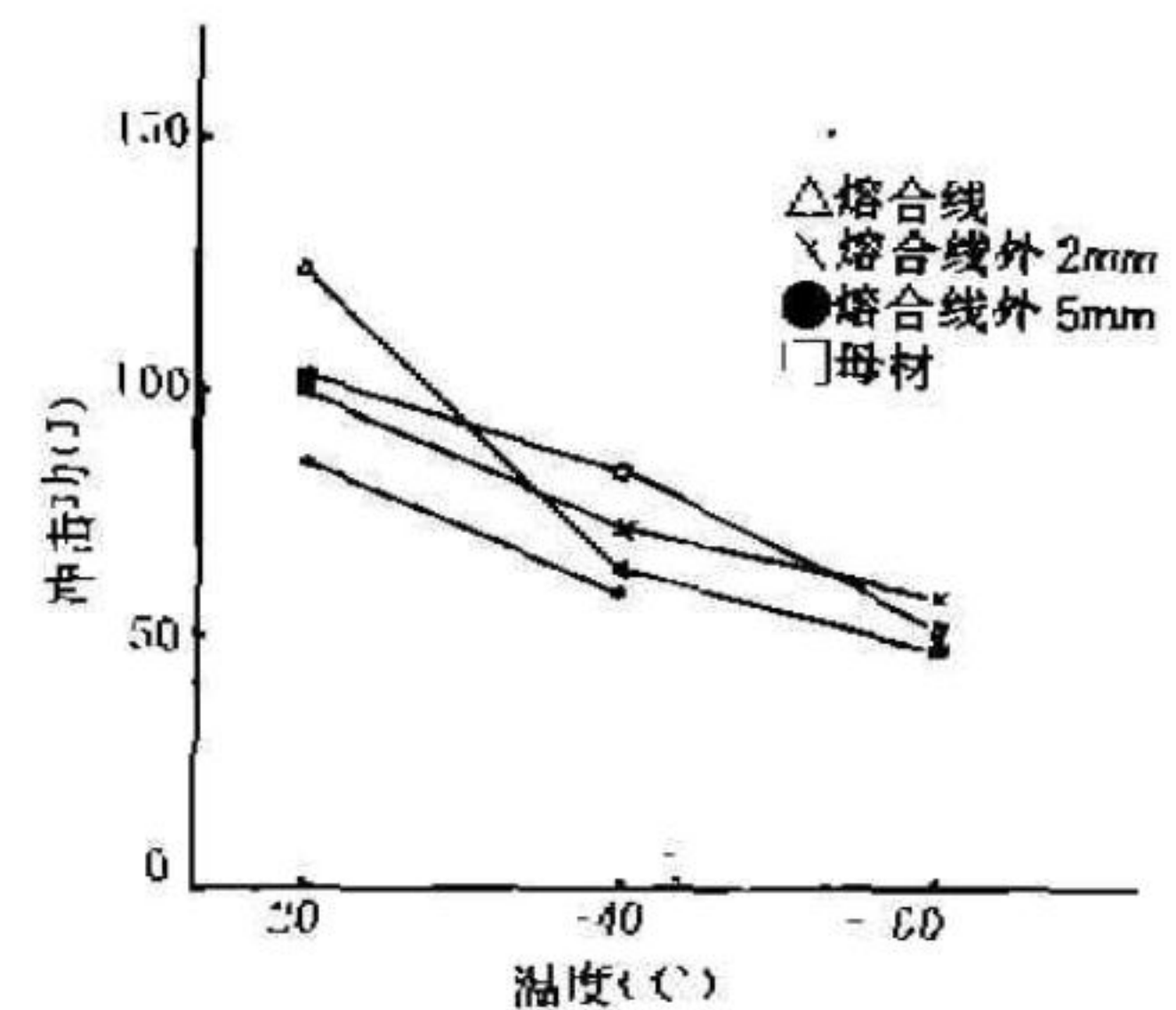


图2 手工焊接头夏比冲击转变曲线 (横向取样)

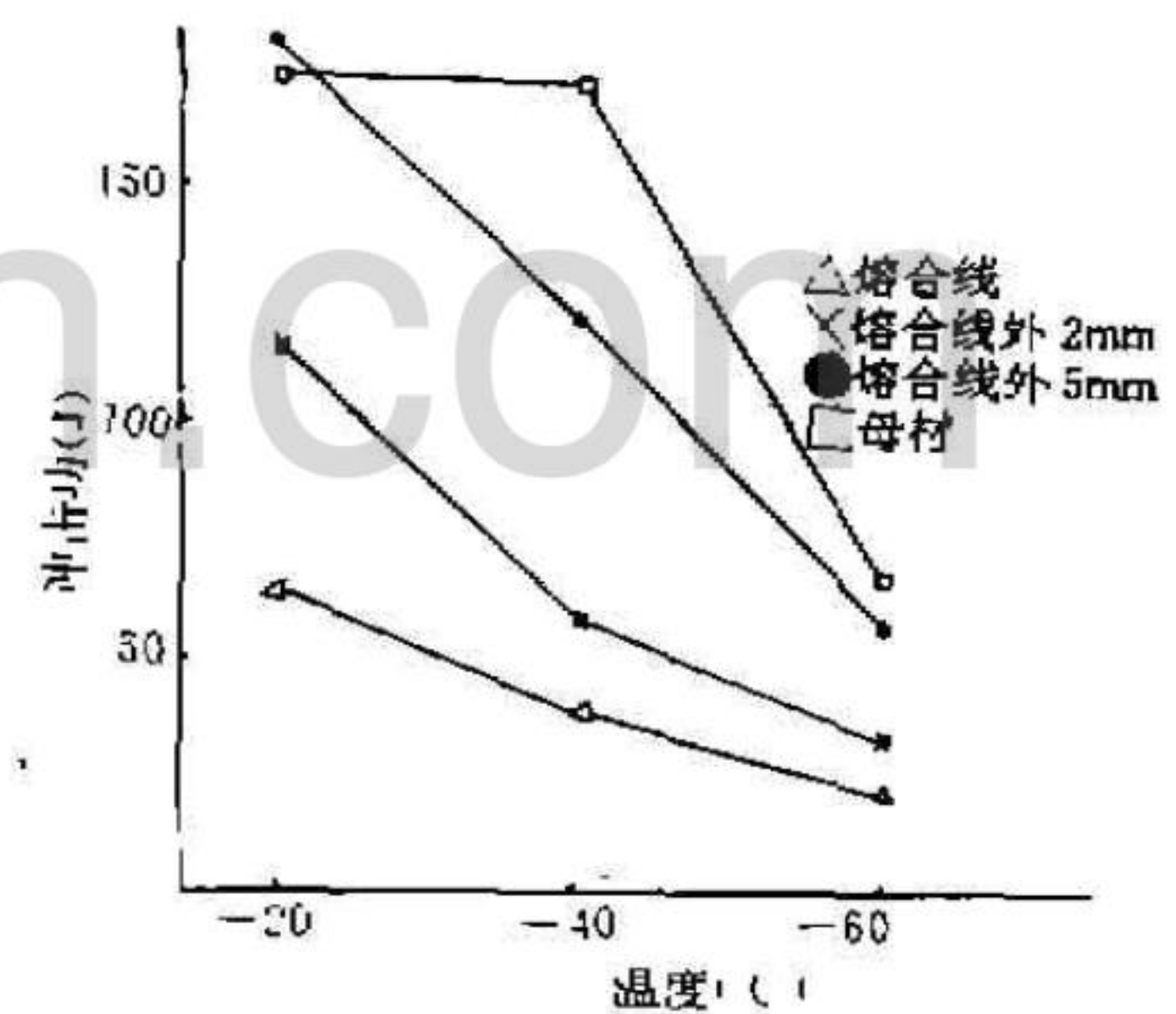


图3 埋弧焊接头夏比冲击转变曲线 (纵向取样)

杂，-20℃熔合线处冲击韧性最好，高于母材及其它部位，距熔合线2mm及5mm处冲击韧性与母材基本相当。-40℃时手工焊接头各部位冲击韧性均略低于母材，但均大于60J。自动焊

焊接接头热影响区各部位冲击韧性均低于母材, 熔合线处冲击韧性明显低于其它部位。焊接线能量在16~40kJ/cm 范围内, WFG-E40钢焊接热影响区粗晶区冲击韧性随线能量的增大而降低, 随温度的升高而增加。

1.4 热影响区抗裂性能

WFG-E40钢具有较高的 C_{eq} 及 P_{cm} 值, 故其热影响区对氢致冷裂纹比较敏感, 由于该钢焊接时热影响区的冷裂倾向是焊接接头抗裂性的控制环节, 故采用插销试验来定量评定它的冷裂敏感性是适宜的。

试验用 J506CF 焊条, 分别经250℃×2h 和400℃×2h 烘干, 相应的熔敷金属扩散氢含量经甘油法测定分别是73ml/100g 和1.89ml/100g, 焊接电流为170A, 电压为24~26V, 焊速为2.5mm/s。当焊条烘干温度从250℃×2h 提高到400℃×2h, 插销临界应力由390MPa 增加到490MPa。因此可以说 WFG-E40钢焊接热影响区对氢含量比较敏感, 焊接时必须限制氢的来源。焊条经400℃×2h 烘干, 插销临界应力为490MPa, 高于母材屈服强度, 可以保证焊接热影响区不产生氢致低应力断裂。

2 分析与讨论

从试验结果可知 WFG-E40钢焊接接头最薄弱环节是热影响区粗晶区, 表现为自动焊时, 熔合线冲击功下降。手工焊时, 熔合线-40℃冲击功64J, 与母材及热影响区其它部位水平差不多。而自动焊时, 熔合线-40℃冲击功为37J, 稍高于平台钢E 级标准(-40℃冲击功>34J)。熔合线冲击功明显低于接头其它部位。其原因有以下几点: 手工焊时 $\Delta t_{8/5}$ 大约在5~9s 范围内, 从表4可知焊接热影响区粗晶区组织成为80%~90%的马氏体+20%~10%的贝氏体。资料[1] 介绍, 少量的贝氏体可在奥氏体晶界的不同部位形核, 且向晶内长大, 将奥氏体晶粒分成数块, 随后相变过程中形成的马氏体板条不能越过贝氏体, 因而导致晶粒细化, 使手工焊

接头热影响区粗晶区冲击功不降低。埋弧自动焊时, 由于线能量的增大, 即 $\Delta t_{8/5}$ 时间增长, 使贝氏体转变温度上升, 含量增多, 产生较粗大的贝氏体及侧板条组织, 导致热影响区冲击韧性下降。另外由于 WFG-E40钢是 Nb、V 微合金化钢, 在正火条件下靠 Nb (CN)、V (CN) 细小质点的析出, 达到其晶粒细化和扩散强化, 使钢具有良好的综合性能。而经过热循环作用的焊接热影响区, 其基材原来良好的性能及组织结构将发生变化, 在焊接过程中 Nb (CN)、V (CN) 在高温下开始分解并固溶到奥氏体, 与此同时将失去细化晶粒的作用, 在热影响区的粗晶区不可避免的要发生晶粒长大。在随后的冷却过程中, Nb、V 碳氮化合物又重新析出, 引起脆化^[2]。冷却速度越慢, 析出越完全, 使脆化加剧。按照以上分析, 焊接 WFG-E40钢时, 线能量必须加以控制, 埋弧焊焊接时线能量不能超过35kJ/cm。

3 结论

(1) 热影响区粗晶区是 WFG-E40钢焊接接头最薄弱环节, 用手工焊或小线能量埋弧焊焊接 WFG-E40钢时, 热影响区粗晶区冲击功可达到平台用钢 E 级标准。

(2) 焊接 WFG-E40钢时, 焊接线能量应控制在15~35kJ/cm 范围内。

(3) WFG-E40钢抗冷裂性较好, 焊条经400℃×2h 烘干, 可保证热影响区不产生冷裂纹, 在严格控制氢来源的情况下可以进行不预热焊接。

参考文献

- 1 井川博等. 溶接学会志, 1980, 49 (8): 30~35.
- 2 E H Nils. Welding of HSLA microalloyed structural steel, 1976, 365.
- 3 王移山. 钢铁学报, 1991, (1): 65~71.

(收稿日期: 1991-11-05)