

中心偏析对连铸钢及其 HAZ 冲击性能的影响

姚上卫

(洛阳船舶材料研究所, 河南 洛阳 471039)

摘 要:研究了中心偏析对连铸 10CrNi3MoV 钢板及其焊接接头 HAZ 表面和心部冲击性能的影响, 试验结果表明, 中心偏析恶化了中心位置钢板及其 HAZ 的冲击性能; 板厚中心位置试样的冲击功相对于表面位置的有一定下降, 下降幅度随试验温度的降低有增大趋势。

关键词:中心偏析; 连铸钢; HAZ; 冲击性能

中图分类号: TG142.1 **文献标识码:** A

与模铸钢相比, 连铸钢钢液在凝固过程中, 由于溶质元素在固液相中的再分配, 使得铸坯化学成分不均匀, 中心部位 C、P、S 含量明显高于其他部位, 形成中心偏析^[1,2]。国内外研究表明, 中心偏析必然导致钢板沿厚度方向出现冶金质量和性能的不均匀。以往的研究主要针对中心偏析的形成机理及其对钢板性能的影响^[3,4], 而对连铸钢焊接接头 HAZ 冲击性能的影响未见报道。本文分别在连铸钢及其焊接接头表面和心部位置取

样, 采用夏比冲击的试验方法, 研究中心偏析对钢板不同部位及其 HAZ 冲击性能的影响。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

试验用钢为 35 mm 连铸 10CrNi3MoV 钢。手工焊焊接材料为低合金钢焊条, 埋弧焊焊接材料为低合金钢焊丝和熔炼焊剂。钢板及焊接材料熔敷金属的化学成分和力学性能见表 1。

表 1 试验用钢及熔敷金属化学成分和力学性能

材料	化学成分(w)/%								力学性能			
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	R _{p0.2} / MPa	R _m / MPa	A _{kv} /J	
											-20℃	-50℃
10CrNi3MoV	0.11	0.22	0.48	0.009	0.012	1.04	2.7	0.23	678	740	/	/
ZS60A 焊条	0.05	0.13	1.27	0.008	0.009	3.16	/	0.16	660	715	131	104
H921+705- <i>ch</i>	0.06	0.29	1.42	0.014	0.012	2.45	/	0.28	710	770	99	69

1.2 试验方法

采用硫印、酸蚀低倍的方法对钢板的中心偏析进行观察, 在连铸钢板的表面和心部位置分别截取冲击试样; 焊接试板经 X 射线探伤检查合格后取冲击试样, 取样位置分别在接头后焊面下方 2 mm 处和接头板厚中心处, 冲击试样缺口位置在熔合线。焊接试板坡口、接头装配形式及取样位置和试样缺口位置见图 1, 表 2 为试板焊接工艺参

数。冲击试验按 GB2650—1989《焊接接头冲击试验方法》进行。

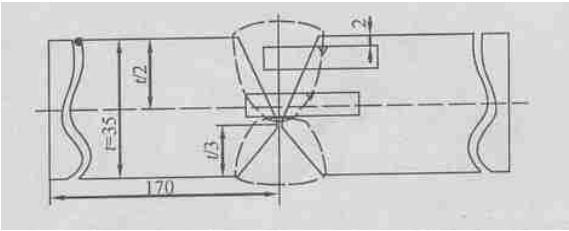


图 1 焊接接头装配形式及取样示意图

表 2 试板焊接工艺参数

焊接类别	焊材	电流/A	电压/V	层间温度/℃	线能量/ $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-1}$
手工焊	ZS60A	170~175	23~28	100±10	16~19
埋弧焊	H921A+705-ch	700	32~34	100±10	32~34

2 试验结果分析讨论

2.1 钢板试验结果分析讨论

试验用连铸钢板的硫印、酸蚀低倍检验结果分别如图 2、图 3 所示。从图 2 中可以观察到钢板板厚中心明显存在硫的偏析。酸蚀低倍检验则反映了板厚中心偏析是比较严重的,在板厚中心线处基本联成线状,偏析带宽度大约为 9~10 mm。



图 2 试验钢板硫印图

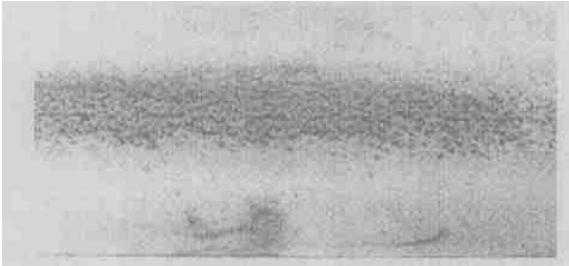


图 3 试验钢板酸蚀低倍图

不同温度下表面及心部冲击功见图 4。从图中可以看出,在相同试验温度下,心部试样的冲击功总是低于表面的;此外,在 0℃ 时表面试样冲击功为 208 J,心部试样冲击功为 148 J,心部试样冲击功是表面试样的 71%,相对于表面试样降幅为 29%,到 -80℃ 时心部冲击功则只有钢板表面试样的 55%,下降幅度达 45%。这说明连铸钢的中心偏析恶化了钢板心部的冲击性能,随试验温度降低,心部冲击功相对于表面冲击功的下降幅度增大。

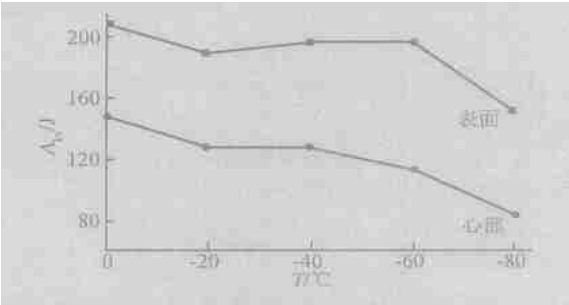


图 4 连铸钢表面与心部冲击功对比

2.2 焊接接头试验结果分析讨论

上面的试验结果表明,中心偏析对连铸钢心部冲击性能有一定的影响,采用手工焊和埋弧焊的焊接方法,对缺口位于连铸钢 HAZ 区熔合线位置的接头试样,在 -20℃、-50℃ 条件下进行冲击试验,以研究中心偏析对 HAZ 冲击性能的影响,结果见表 3。

表 3 表面与心部冲击功对比¹⁾

类别	-20℃	-50℃	取样位置
手工焊	120 J	128 J	表面
	131 J	96 J	心部
	109%	75%	/
降幅=(1-心部/表面)×100% -9 25 /			
埋弧焊	105 J	99 J	表面
	87 J	51 J	心部
	83%	52%	/
降幅=(1-心部/表面)×100% 17 48 /			

注 1):冲击功取 3 个试样的平均值。

由表 3 可见, -20℃ 时,手工焊和埋弧焊表面与心部试样冲击功的比值分别为 109%、83%,除手工焊心部的冲击功略高于钢板表面的外,埋弧焊钢板中心位置的冲击功相对于表面的下降 17%,总体来说,心部的冲击功相对于表面的变化不大。但是,当试验温度下降至 -50℃ 时,情况发生了较大变化,心部冲击功与表面相比发生了大幅度的下降,其中,手工焊心部冲击功与表面的比

值为 75%, 下降 25%; 埋弧焊变化更为显著, 心部冲击功只有表面的 52%, 下降幅度达 48%。与母材相比, 焊接接头心部位置熔合线-20℃ 冲击功下降幅度小于母材的。对于手工焊和埋弧焊而言, 手工焊的下降幅度明显小于埋弧焊的, 其原因在于手工焊线能量较小, 焊道数量多, 后面施焊的焊缝对前层焊缝热处理的作用强, 细化了晶粒, 提高了板厚中心位置的韧性; 而埋弧焊线能量较大, 焊道少, 热处理作用较小, 细化晶粒的作用有限, 影响了韧性的提高; 此外, 由于缺口开制位置的限制, 冲击试样含有一部分焊缝金属, 焊接材料自身性能的差异也有可能对此结果造成一定影响。上述试验结果说明, 本次试验用连铸钢采用手工焊和埋弧焊焊接, HAZ 冲击功表现出与钢板相似的规律, 即板厚中心位置的冲击功相对于表面位置的有一定下降, 下降幅度随试验温度的降低有增大的趋势。

3 结论

(1)连铸 10CrNi3MoV 钢中心偏析恶化了钢

板中心及其 HAZ 的冲击性能。

(2)不同位置取样的连铸钢钢板及其 HAZ 冲击功表现出相似的规律, 即板厚中心的冲击功相对于表面位置的冲击功有一定的下降, 下降幅度随试验温度的降低有增大的趋势。

(3)手工焊焊接接头熔合线冲击功下降幅度小于埋弧焊焊接接头的。

参考文献:

[1] 王雅贞, 等. 新编连续铸钢工艺及设备[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999.

[2] 史宸兴主编. 实用连铸冶金技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1998.

[3] 王久彬, 张富强. 连铸坯凝固过程的溶质偏析[J]. 鞍钢技术, 1997(11): 60~63.

[4] Raihle, G M Fredriksson H. On the formation of pipes and centerline segregation in continuously cast billets[J]. Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science, 1994, 25(1): 123~133.

Effect of Center Segregation on Impact Property of Continuous Casting Steel and HAZ

YAO Shang-wei

(Luoyang Ship Materials Research Institute, Luoyang 471039, China)

Abstract: Charpy impact test, in which specimens were cut out from the surface and center of plate, is employed to investigate the effect of center segregation on continuous casting 10CrNi3MoV steel plate and its HAZ at various temperatures. The results show that center segregation deteriorates the impact property of center and the impact value of center specimens are lower than that of the surface specimens. on the other hand, there is a trend that the decrement of the impact value increase as the test temperature dropping.

Keywords: Center segregation; Continous Casting; HAZ; Impact property

欢 迎 订 阅

欢 迎 投 稿