

BHW35 钢电渣焊后亚温淬火

刘颖 肖耀玲 (哈尔滨锅炉有限责任公司)
常风华 犹么
崔约贤 (哈尔滨工业大学)

〔摘要〕 BHW35 钢电渣焊后经正火加亚温淬火和回火处理,其焊接接头及母材的冲击韧性大幅度提高,且强度也保持了较高的水平,从而解决了 BHW35 钢电渣焊缝冲击韧性偏低的问题。

关键词 BHW35 钢 焊接 淬火 冲击韧性

分类号 TG457 TG156

1 前言

BHW35 钢是压力容器用钢。目前,国内外对该钢电渣焊以后的热处理工艺均采用正火加回火,但多年来我公司及同行业的高压容器的生产情况表明,BHW35 电渣焊接头经正火加回火处理以后,焊缝冲击韧性经常不合格,强度裕度也很小。因此,提高电渣焊缝金属冲击韧性成为迫切需要解决的问题。众所周知,亚温淬火是改善钢的冲击韧性,提高综合力学性能的有效方法之一,但 BHW35 钢电渣焊接头应用该工艺还未见资料介绍。因此我们对 BHW35 钢进行了电渣焊后正火加亚温淬火加回火处理的工艺试验,并同常

规热处理工艺进行比较,从而找出解决 BHW35 钢电渣焊缝冲击韧性偏低问题的途径。

2 试验条件和方法

2.1 试验材料

选用 $\delta=100$ mm 的 BHW35 钢板,其化学成分和力学性能见表 1,表 2。

2.2 试验参数

将试验用钢板经超声波探伤合格后,按表 3 的工艺参数焊接成 600×600 (mm) 的试板。试板热处理工艺见表 4。

表 1 试验用钢化学成分(%)

化学成分	C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Al	Cu	Ni	V	Nb
试板	0.12	0.44	1.43	0.01	0.011	0.43	0.33	0.046	0.022	0.86	0.01	0.01
标准	≤ 0.15	0.1~ 0.5	1.0~ 1.6	≤ 0.025	≤ 0.025	0.20~ 0.40	0.20~ 0.40			0.60~ 1.00		0.005~ 0.020

收稿日期 1995-11-16

本文联系人 刘颖 女 1959 年生 高级工程师 150040 哈尔滨锅炉有限公司工艺处

表2 试验用钢力学性能

力学性能	σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	δ (%)	$A_{k.v}^{0^\circ}$ (J)
试板	533,537	659,661	22.6,33.2	47,50,138 69,110,135
标准	≥ 390	579.740	18	31

表3 焊接工艺参数

电流(A)	电压(V)	送丝速度(m/h)	焊丝根数	丝距(mm)	焊丝与焊剂材料	点焊预热温度
450 ~ 500	40 ~ 42	~1	2	50 ~ 60	H10Mn2Ni Mo HJ431	$\geq 150^\circ\text{C}$

表4 热处理工艺参数

1	920—940℃ × 2.5 h 空冷, 850—870℃ × 2.5 h 水冷, 630—650℃ × 5 h 空冷
2	920—940℃ × 2.5 h 空冷, 810—840℃ × 2.5 h 水冷, 630—650℃ × 5 h 空冷
3	920—940℃ × 2.5 h 空冷, 620—640℃ × 5.5 h 空冷

2.3 试样制备

将按表4热处理后的试板加工成标准的拉伸、弯曲及冲击试样,分别在60TWE-80, WE-30和JB-300试验机上进行力学性能测试,并制备金相试样在牛伏特—Ⅰ金相显微镜和S-80扫描电镜进行组织分析;同时制备透射电镜薄膜试样在飞利浦CM12电镜进行精细组织分析。

3 试验结果

3.1 力学性能

按表4参数热处理的焊接接头力学性能如表5所示。

BHW35 钢电渣焊后经正火加亚温淬火加回火处理,焊接接头的冲击韧性得到大幅度提高,且920~940℃ × 2.5 h 空冷,850~870℃ × 2.5 h 水冷,630~650℃ × 5 h 空冷工艺,达到了最佳的强韧化效果。与正火加回火相比,其冲击韧性均值,焊缝提高109.9%,热影响区提高61.9%,母材提高92.1%,强度也略有提高。

表5 焊接接头的力学性能

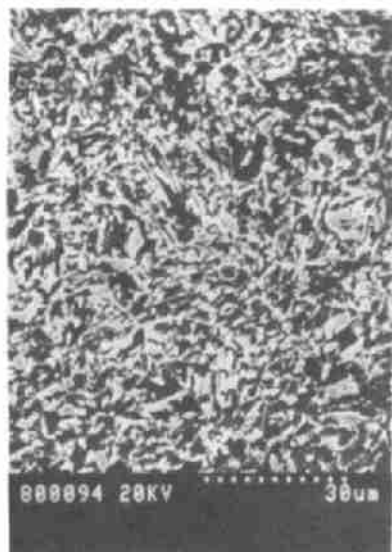
热处理状态	拉 力		弯 曲		冲击 $A_{k.v}^{0^\circ}$	
	σ_b (MPa)	断裂位置	类型 $d = 3a$ 面弯、背弯	试验结果	缺口位置	J
920—940℃ × 2.5 h 空冷 850—870℃ × 2.5 h 水冷 630—650℃ × 5 h 空冷	715 692	焊口处	100°	合格	焊缝	120 140 120
					热影响区	234 290 290
					母材	280 270
920—940℃ × 2.5 h 空冷 620—640℃ × 5.5 h 空冷	698 686	焊口处	100°	合格	焊缝	75 64 42
					热影响区	164 156 184
					母材	164 114 164

3.2 显微组织

试板经 920—940℃×2.5 h 空冷、850—870℃×2.5 h 水冷亚温处理的焊缝金属的组织形貌如图 1 所示,由粒状贝氏体、未溶铁素体和先共析铁素体组成。在透射电镜下观

察,岛状相为板条马氏体和孪晶马氏体。

经 920~940℃×2.5 h 空冷正火处理的焊缝组织形貌如图 2 所示,由粒状贝氏体和先共析铁素体组成,岛状相为奥化体加板条马氏体。

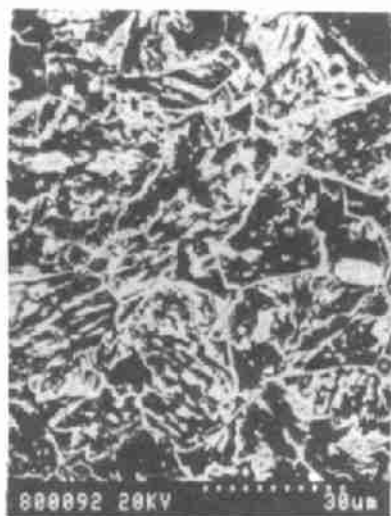


焊缝组织全貌 (×1000)



岛状相组织 (×6000)

图 1 亚温淬火显微组织



焊缝组织全貌 (×1000)



岛状相组织 (×2800)

图 2 正火显微组织

由图 1、图 2 表明,两种热处理制度下的组织存在明显的差别。正火处理的组织粗大,碳化物分布不均匀;亚温淬火的组织细密,碳化物细小,呈均匀弥散分布。两种热处理组织的岛状相尺寸及分布状态也不相同,正火处理的岛状相尺寸较大,分布不均;亚温淬火处理的岛状相尺寸较小,分布均匀。

4 试验结果讨论

钢的化学成分和热处理制度等因素对粒状贝氏体中的岛状相的形态、分布、尺寸大小以及它在组织中所占体积分量有着明显的影响。即使同一成分的钢在奥氏体化温度和保温时间一定的情况下,冷却速度的大小,也会给它带来不同的结果^[1,2]。本文试验表明,由于亚温淬火加热细化了奥氏体晶粒,所以在淬火时形成的富碳奥氏体相比正火尺寸小,弥散度大;同时由于提高了冷却速度,富碳奥氏体转变为板条马氏体和孪晶马氏体。因此,亚温淬火在细化基体组织的同时,改善了岛状相的组织 and 分布状态;同时,亚温淬火由于

未溶铁素体的存在提高了组织中铁素体的含量,而铁素体是低合金高强度钢的强化相。

上述因素的综合效应,使 BHW35 钢电渣焊缝的冲击韧性显著提高。并且由于组织细化对强度的贡献弥补了由于亚温淬火,未溶铁素体的存在和合金元素固溶强化作用的减弱所造成的对强度的损失,所以焊接接头的强度也保持了较高的水平。

BHW35 钢电渣焊后经正火加亚温淬火加回火处理,母材及焊缝金属的冲击韧性有大幅度提高。

我们已将 920~940℃×2.5 h 空冷,850~870℃×2.5 h 水冷 630~650℃×5 h 空冷亚温淬火工艺应用于 HG-GQ32/31.8m³ 高压球形空气储罐的生产中,产品的综合力学性能均达到了设计要求。

参 考 文 献

- 1 徐祖耀,刘世楷. 贝氏体相变与贝氏体. 科学出版社, 1991
- 2 康沫狂,杨恩品等. 钢中贝氏体. 上海科学技术出版社, 1990

燃 机 在 舰 船 中 应 用

据“Gas Turbine World”1995 年 Handbook 报道,1994 年中看到了为美国海军先进水面战舰推进装置计划研制的 25.2MW 的 WR-21 中间冷却回热式燃气轮机成功的点火。该设计从 50% 负荷到最大输出功率时具有异乎寻常的平坦的耗油率曲线,低于 0.2 kg/(kW·h),可与中速和高速柴油机的耗油率相竞争。美国海军防务采购部已允诺把 WR-21 作为 1996 年财政年度第二批 DDG-51 型驱逐舰首选的候选机组。西屋公司和罗罗公司也评价 ICR 发动机作为商船用推进装置。

在另一项海军计划中,GE M&I 使 LM2500 功率加大到 23862 kW,装用于美国海军的 Sealift 供应船。每艘 Sealift 长 290 m,设计的满载货物的航速为 24 节。12 台加大功率的 LM2500 将驱动 6 艘新型的 Sealift 高速货船,以便用来迅速部署重型武装分队。将用于美国海军其它水面战舰的最新的 LM2500 发动机的额定功率为 21998 kW。

日本三菱重工研制的 5000 r/min 船用动力涡轮匹配美国涡轮动力和船用的 GG8 燃气发生器,得到了 MFT8 燃气轮机,用来驱动一艘属于 TSL(技术超级邮轮)计划的 70 m 表面效应船原型,该船在日本海试中达到了超过 54 节的航速。该原型船由 2 台 24608 kW 的 MFT8 驱动喷水推进器所驱动。计划的商用 TSL 长 127 m,装货能力超过 1000 t 并由 4 台 MFT8 驱动。

(吉桂明 供稿)

[刊,中]/Zhang Mingbo(Applied Mathematics Institute of Heilongjiang University)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):105~107

This paper deals with a computer-based system for the on-line monitoring and optimized control of a boiler unit. **Key words:** computer-based monitoring, optimized control

BHW35 钢电渣焊后亚温淬火 = Sub-temperature Quench of BHW35 Steel after Electroslag welding [刊,中]/Liu Ying, Xiao Yueling, Chang Fanghua, You Mo (Harbin Boiler Ltd Company), Cui Yuexian (Harbin Institute of Technology)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):108~111

The treatment of normalizing, sub-temperature quenching and tempering to BHW35 steel after electroslag welding can improve the impact toughness of the welding contacts and the mother steel, with the high strength being maintained. The problem of low impact toughness of electroslag welding seam of BHW steel has been therefor resolved. **Key words:** BHW35 Steel. Welding, Impact Toughness, Quench

用锰砂除地下深井水中铁、锰离子的工艺设计及运行控制 = The Technological Design & Operation Control of the Clearance of Iron & manganese Ion from Deep-Well Water by Manganese Sand [刊,中]/Shao Yanqiu, Liu Yangfang, Gao shujun, Liu Li(Harbin Labour Bureau Boiler Compressure Vessel Inspection Institute)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):112~116

Key words: underground water, manganese sand, Iron and Manganese Ion, Technology Design, Control.

HG-CFB35-3 • 82/450-1 型循环流化床锅炉的启动调试研究及改进分析 = A Study on the Start-up Commissioning Test of a HG-CFB 35-3 • 82/450-1 Circulating Fluidized Bed Boiler Followed by an Analysis of Improvement Measures [刊,中]/Dang Lijun, Zhang Wenjing, Wang Jubao//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):117~121

SHL10-13 锅炉提高产量的改造设计 = The Modification Design of SHL10-13 Boiler for Uprating its Capacity [刊,中]/Zhang Lianping (Hangzhou Southeastern Chemical Engineering Co. Ltd.)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):122~123

提高凝汽器真空度的现场措施 = On-site Measures for Enhancing Condenser Vacuum [刊,中]/Wang Jinming (Huaibei Textile & Dyeing Power Plant Co. Ltd.)//Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996,11(2):124~125

Edited and Published by Harbin 703 Research Institute and Editorial Staff of this Journal	Post Code Number 150036
Printer; Printing House of Harbin Institute of Technology	ISSN1001-2060
Address; P. O. Box 77, Harbin China	Periodical Registration: CN23-1176/TK
Cable: 6511, Harbin China	Distributed by China International Book Trading Corporation, P. O. Box 399, Beijing, China