

钴基硬质合金的堆焊

尤广伟,董安霞

(中国石化集团 南京化学工业有限公司化工机械厂,江苏 南京 210035)

摘要:近年来随着煤化工行业的兴起,更多的压力容器在耐腐蚀、耐高压、耐疲劳应力的基础上,要求设备具有更好的耐冲击及磨损性能。某公司承制了两台包括硬质合金堆焊的设备。在制造过程中摸索并掌握了钴基硬质合金的焊接性,并在焊接工艺参数控制方面也积累了一些经验。

关键词:钴基;硬质合金;stellite6;焊接工艺;焊接性

中图分类号: TG44 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4837(2007)08-0055-04

Welding of Cobalt Base Horniness Alloy

YOU Guang - wei, DONG An - xia

(Nanjing Chemical Industry Corporation Chemical Plant, Sinopec Group, Nanjing 210035, China)

Abstract: With the development of the coal chemical industry, it is required for vessels to have a better endurance against impact and resistance to abrasion, besides resist corrosion, high pressure and fatigue stress. Two equipments with surfacing of horniness alloy were manufactured. In the course of fabrication, the weldability of cobalt base horniness alloy gradually was relaised, as well as amassing some experiences on the control of welding procedure parameters, the text explains as follows simply.

Key words: cobalt base; horniness alloy; stellite6; welding procedure; weldability

1 概述

由于现代煤化工行业技术的发展,对材料的耐冲击及磨损性能有了更高的要求,传统的碳钢、不锈钢、镍基合金等材料的耐磨损性能都比较差,已经不能满足要求。而专用耐磨损、耐腐蚀的硬质合金硬度达到 HRC38 以上,可以起到很好的耐磨耐蚀作用。钴基合金就是比较典型的一种,其堆焊金属主要是指钴铬钨合金,含铬 25% ~ 33%,含钨 3% ~ 21%,铬主要是提高材料的抗氧化性,钨主要是提高材料的高温抗氧化性,合金的硬度随着碳含量的增加而增加。

某化工集团煤气化装置中的渣收集器及排渣罐两台设备,其主设备物料为渣池水、渣、氮气;设计压

力为 5.72 MPa(工作压力为 0 ~ 4.3 MPa);设计温度为 150 ℃(工作温度为 50 ~ 90 ℃);且设备需焊后热处理;设备外观为圆柱形主筒体加椭圆封头及锥体结构,主体材料为 16MnR + 316L 复合板,仅端部锥体为 16MnR,用 309Mo 焊材过渡后,再采用钴基硬质合金焊材堆焊(堆焊部件结构如图 1 所示)。

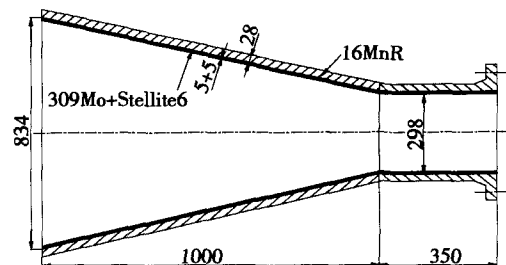


图 1 堆焊锥体示意

2 材料选用情况分析

选用 stellite6 合金焊条,此种焊条符合 AWS E-CoCr-A 以及 GB EDCoCr-A-03 标准的要求,在钴基硬质合金中属含碳量较低、塑性较好的焊材,为钛钙型药皮,可交、直流两用,电弧稳定性好,溶渣覆盖性、脱渣性都比较好且成型美观,熔敷金属有良好的耐蚀、耐高温及抗粘着磨损性能以及高的抗擦伤能力,具有优良的综合力学性能。焊条金相组织为奥氏体加共晶组织。stellite6 合金焊条的化学成分见表 1。此焊条熔敷金属常温硬度不小于标准规定的 HRC38。

表 1 stellite6 合金焊条熔敷金属化学成分 (%)

项目	C	Mn	Si	Cr	W	Fe	Ni	Co
stellite6	0.7~1.4	≤2.0	<2.0	25~32	3.0~6.0	≤5.0	≤3.0	余量

3 焊接性试验及工艺评定

由于此种材料的焊接性及详细的焊接工艺参数都是未知数,通过一些资料也仅仅知道其焊接工艺需采用小的线能量、高温预热、较高的层间温度、且焊后必须消除应力热处理及缓冷等,而没有其它参数可供参考。所以在焊接工艺评定试验之前,先进行大量的焊接试验来掌握此种材料的焊接性及工艺参数,以确保设备堆焊的一次性通过。

3.1 首次焊接试验

3.1.1 试验过程及主参数控制

由于此种焊材为钴基,熔敷金属合金含量高,淬硬性强,所以在焊接时采取了尽可能小的热输入量,焊条与焊道长之比控制在 0.6~1 之间,焊接速度控制在 4~5 mm/s,单道焊缝宽度约 6~10 mm,预热温度定为 350℃左右。试板材料为 16MnR,对试板表面首先堆焊两层 E309Mo-16 后 620±20℃/1 h 进行消应力热处理,然后再堆焊两层硬质合金(stellite6),焊后立即进炉热处理,并随炉缓冷,此试板编号为 1#。

设备上需堆焊的锥体内部空间比较小,尤其是锥体和接管法兰接头过渡处,焊工在锥体内部进行堆焊时如果预热温度过高,很容易造成烫伤,在保证焊接质量的前提下,应尽量降低预热温度。因此在首次试验中还同步焊接了第二块试板,编号为 2#。2#试板同 1#试板的唯一不同之处在于预热温度偏低,为 250℃。

此两块试板的焊后热处理温度均选为 600~700℃/2 h,随炉缓冷后用线切割对试样进行取样,并对试样断面进行了粗磨、精磨、抛光、腐蚀。

3.1.2 试验结果及分析

经检验,试板过渡层及硬质合金层表面 100% PT 探伤均符合 JB/T 4730—2005 I 级要求,未发现表面气孔及裂纹;从对试样剖面的低倍宏观金相检测看,硬度在 HRC42~HRC46 之间,硬质合金层的致密度很好,堆焊层熔合比小于 20%,焊接的线能量也较小,熔合线比较清楚。但在过渡层 309Mo 和硬质合金的熔合线附近有大量的气孔及少量金属夹杂存在,并且整个剖面上的所有缺陷都集中在此部位(见图 2)。

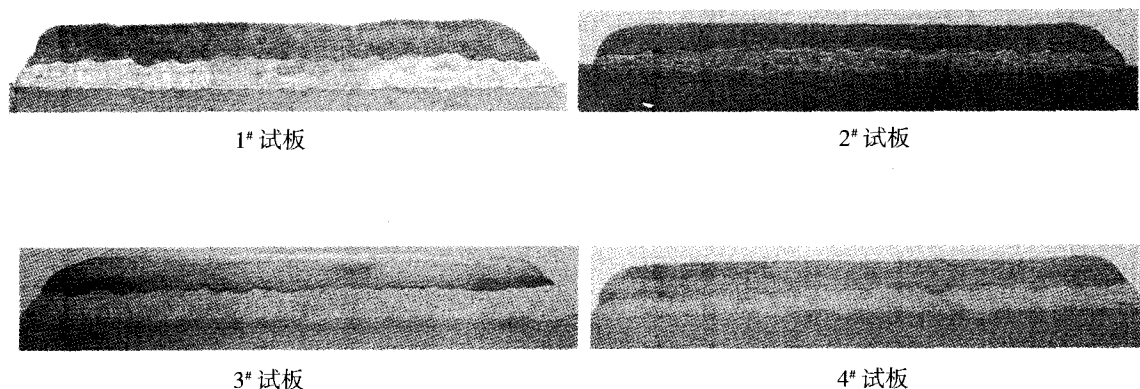


图 2 1#~4#试板剖面宏观金相

随后对试板的堆焊层进行了 RT 探伤检验,发现的确有大量的气孔平均分布在堆焊区,但未发现

有线性缺陷。

对 stellite6 焊条的气孔敏感性进行了试验:用焊条电弧焊常规的焊接工艺参数在打磨光滑的 16MnR 试板上直接堆焊两层 stellite6 合金,再进行 RT 探伤,结果在探伤底片上未发现线性或圆形显示。

综合试样剖面宏观金相及试验结果分析,气孔的出现很可能是由于过渡层金属消除应力热处理后焊缝表面溶渣及不锈钢氧化层未清理干净而引起的。

3.2 第二次焊接试验

3.2.1 试验过程及主参数控制

通过对首次试验的总结及分析,在第二次焊接试验中,同样焊接了两块焊接试板 3# 和 4#,这两块试板的所有工艺参数及热处理规范都分别和 1# 及 2# 试板相同,唯一不同的是在 309Mo 过渡层消除应力处理后,用砂轮打磨的方式清除过渡层表面直至见到金属光泽,并且在预热后,即焊接开始之前再用

毛刷清理待堆焊表面;焊条在 200 ℃ 下烘烤 2 h 后使用。

3.2.2 试验结果及分析

经检验,试板过渡层及硬质合金层表面 100% PT 探伤均符合 JB/T 4730—2005 I 级,也未发现表面气孔及裂纹。从对试样剖面的检测看,硬度、合金层的致密度、熔合线及熔合比的情况和 1# 及 2# 试板基本一致,此次整个低倍宏观金相剖面未发现气孔及线性缺陷存在(见图 2)。

为了排除剖面切割的偶然性及再次验证堆焊层的内部情况,对 3# 和 4# 试板其他部位再次进行了 RT 探伤,结果显示,仅局部地区有个别气孔存在,在整个堆焊区未发现未熔合及线性缺陷,堆焊层整体情况良好。

3.3 试验总结

1# ~ 4# 试板堆焊的各项参数见表 2。各块试板剖面宏观金相图如图 2 所示。

表 2 1# ~ 4# 试板堆焊工艺参数

项目	电流 (A)	电压 (V)	焊接速度 (mm/s)	层间温度 (℃)	焊道宽度 (mm)	熔化焊条与焊道比	预热温度 (℃)	过渡层清理情况
1#	100 ~ 150	20 ~ 25	4 ~ 5	~ 350	6 ~ 10	0.6 ~ 1	350	未清理
2#	100 ~ 150	20 ~ 25	4 ~ 5	~ 300	6 ~ 10	0.6 ~ 1	250	未清理
3#	100 ~ 150	20 ~ 25	4 ~ 5	~ 350	6 ~ 10	0.6 ~ 1	350	清除干净
4#	100 ~ 150	20 ~ 25	4 ~ 5	~ 300	6 ~ 10	0.6 ~ 1	250	清除干净

3.4 工艺评定

综合 1# ~ 4# 试板的焊接条件、金相照片以及设备条件等各方面原因,最后选定 4# 试板作为焊接工艺评定的试板,并对其熔敷金属化学成分进行了分析及硬度试验(见表 3),将其各种数据整理收集作为工艺评定。

表 3 熔敷金属主要化学元素成分 (%) 及硬度

项目	Mn	Mo	Cr	W	Fe	Ni	Co	HRC
标准值	≤2.0	—	25 ~ 32	3.0 ~ 6.0	≤5.0	≤3.0	余量	≥38
4# (实测)	1.03	0.16	30.53	4.60	4.82	2.78	55.41	43 ~ 46

4 产品焊接及质量

4.1 产品的堆焊

产品设备锥体堆焊过程中所产生的焊接应力远远大于且复杂于试板堆焊所产生的焊接应力,所以在产品焊接时对工艺参数采取了更为严格的控制措施。为了方便停焊后的保温,焊接现场设在了热处理车间,并制作了专门的加热工装模具及简易的锥体内操作平台,从而可以在堆焊的过程中手动控制变位器转动而人不受影响。

首先,对于过渡层消除应力处理后(待堆焊前),全部打磨堆焊层表面见金属光泽,并且堆焊前用毛刷做最后的清理。产品锥体的法兰端夹持在小型变位器上转动到平焊位置,并可手动控制转动。

其次,堆焊前对锥体进行整体预热,出炉温度为 350 ℃ 左右,在变位器上固定后立即煤气预热,堆焊过程中层间温度控制在 250 ~ 300 ℃,对已堆焊部分采取持续加热的方式,停焊后立即进炉 300 ℃ 保温至下次堆焊前,锥体堆焊工作结束后立即进炉消除应力热处理并随炉缓冷。

再次,焊接过程中电流严格控制在工艺规范内

的较小值,全部采用短弧焊,尽量减小热输入量,减小熔合比。

为了防止锥体堆焊时筒壁的高温及热辐射给焊工带来烫伤,特意订做了全套防高温辐射的镀铝防护服。

4.2 产品堆焊质量

焊后对堆焊表面未做任何清理,焊波细密、无大颗粒飞溅、整体表面平滑。对设备锥体的堆焊表面进行 100% PT 探伤,符合 GB/T 4730—2005 I 级合

格,全部堆焊面未发现气孔和裂纹。

参考文献:

- [1] 陈祝年. 焊接工程师手册[M]. 北京:机械工业出版社,2002.

收稿日期:2007-05-10

作者简介:尤广伟(1979-),焊接工程师,通讯地址:江苏省南京市大厂区姜桥1号 南化公司化机厂研究所。

简 讯

2008 年美国机械工程师学会压力容器和管道会议信息

一年一度的美国机械工程师学会压力容器和管道会议(简称 ASME PVP 会议)是参与国家和人数多、影响力大的国际会议。由美国机械工程师学会压力容器和管道分会主办,中国机械工程学会压力容器分会、韩国压力容器和管道学会、日本机械工程师学会、美国机械工程师学会无损检测分会协办的 2008 ASME PVP 会议,将于 2008 年 7 月 27 日至 31 日在美国芝加哥召开。

会议主题:Nuclear Power Plant Renaissance; Change in Paradigm

会议信息:详见网站 <http://www.asmeconferences.org/PVP08/>

会议主题:(1)规范标准;(2)计算机技术;(3)设计和分析;(4)流固相互作用;(5)高压技术;(6)材料和制造;(7)使用、应用和零部件;(8)地震工程;(9)无损检测;(10)高温蠕变和疲劳;(11)学生论文竞赛。

时间安排:2007 年 11 月 16 日前提交论文摘要;2007 年 12 月 1 日前通知论文摘要评审结果;2008 年 2 月 29 日前提交论文初稿;2008 年 3 月 28 日前通知论文评审结果;2008 年 4 月 25 日前提交论文终稿。

特别提示:2008 ASME PVP 会议将设“中国压力容器和管道规范标准进展”(Recent Developments in Chinese Codes and Standards)专场。

简 讯

2007 中国国际工业展览会即将举行

2007 中国国际工业展览会(China International Industry Fair 2007,简称 CIF 2007)将于 2007 年 10 月 21 日-23 日在重庆展览中心隆重举行。该展会由中国机械工程学会主办、重庆市经济委员会承办。

中国国际工业展览会(CIF)是在中国运行时间最长的工业装备专业展会之一。经过十四年的持续培养,已形成了“技术与贸易并重”的展会特色,吸引了来自全国各地与世界多个国家的专业买家。

本届 CIF 展出面积为 18000 平方米,将包含第十五届中国国际工业装备展览会、2007 中国国际工业转包展览会(Subcon China 2007)、2007 中国国际汽车售后市场产品进出口贸易洽谈会、2007·重庆·国际工业转包促进机构(SPX)年度会议四大内容。

展会官方网站:www.cif.com.cn

组委会咨询电话:胡小姐 023-68881080、唐先生 023-68888596