

CMT 法在某壳体滑块表面堆铜焊接工艺探讨

范 群¹ 赵冬旭² 王华东²

(1. 海军驻三江集团军代室, 孝感 432000 ;

2. 湖北三江航天江北机械工程有限公司, 孝感 432000)



摘要: 利用CMT焊接的低热特性保证可靠连接, 同时减少焊接热量对滑块基体性能的影响, 通过初步试验及模拟试验验证了CMT法在调质态D406A滑块上堆焊铜层的可行性, 确定了合适的焊接工艺规范, 检测了焊接热量对调质态基体性能的影响, 评估了铜层与D406A基体之间的界面结合强度, 并根据试验过程和结果最终在产品上应用焊接成功。

关键词: CMT; 滑块; D406A; 调质态; 堆铜

Welding Procedure Study on CMT's Application of Surfacing Copper on Shell's Slug

Fan Qun¹ Zhao Dongxu² Wang Huadong²

(1.Navy's JunDaiShi in China Sanjiang Space Group, Xiaogan 432000;

2. Jiangbei Machinery Engineering Co. Ltd, Xiaogan 432000)

Abstract: CMT welding's low-calorie guarantees credible connection and reduce the welding heat effect on the property of slug's matrix. With preliminary and simulation test, we verify the feasibility of surfacing copper layer on slug (D406A, quenched and tempered), determine the proper welding procedure parameters detect the welding heat effect on the property of quenched and tempered slug's matrix, and estimate the combination intensity between copper layer and matrix (D406A). At last, CMT is successfully applied on the product according to the test.

Key words: CMT; Slug; D406A; quenched and tempered; surfacing copper

1 引言

在某些航空航天产品中, 为改善某些零件表面的耐蚀耐磨性能, 一般需要熔敷堆焊一层较薄的铜层, 既要求层间结合强度较高, 又要求熔深较浅。如某重点型号产品的燃烧室壳体, 为避免发射时损伤导轨, 需在前后滑块表面熔敷铜层, 而壳体此时为调质状态, 在其滑块表面堆焊铜层, 要求尽量减少堆焊过程中的焊接热输入, 降低热量扩散对基体性能的影响。

针对这一情况, 前期国内外一些研究人员进行了以电弧为热源在钢基体表面堆焊铜的研究, 但由于这种工艺方法是以基体作为电极, 电弧加热温度较高,

焊接热输入量不均匀, 容易烧损基体, 焊后产品的性能下降很多。近年来, 国内的研究人员也进行了其他工艺方法的研究, 如采用感应熔敷焊和带极堆焊方法成功实现了无熔深熔敷堆焊铜层, 但工艺十分复杂, 受产品结构因素限制较多, 焊接效率较低。

而CMT焊接技术(冷金属过渡焊接技术)是基于熔化极氩弧焊的一种新型焊接技术, 其与熔化极氩弧焊的区别在于: 起弧后, 当焊丝熔滴过渡与工件短路时, 电弧迅速熄灭, 同时焊丝回抽, 随后重新起弧, 如此循环往复, 形成可靠连接。其焊热输入量极低, 热影响区极小(深0.1~0.3mm), 对基体性能影响较小, 为调质态钢基表面堆铜的工艺难题提供了新的解

作者简介: 范群(1964-), 高级工程师, 导弹战斗部及引信工程专业; 研究方向: 导弹发动机。

收稿日期: 2012-11-30

决思路。本文针对某型号外露段燃烧室壳体产品的CMT焊接应用,研究了采用CMT方法进行调质态钢基表面熔敷铜的焊接工艺。

2 产品简介

某壳体结构如图1所示,由前后接头、圆筒、表面支座及滑块等组成。壳体材料为D406A,外径为Φ480mm,总长为1495mm,设计要求在其纺锤状滑块的四周及上表面包敷铜层,滑块结构如图2所示。



图 1 壳体三维图

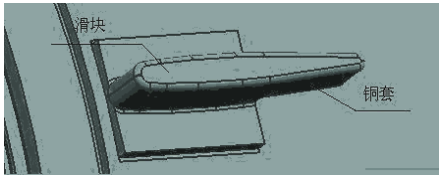


图 2 壳体滑块结构

滑块堆焊前状态为调质状态,为达到使用要求,需满足以下各项技术指标:铜钢界面抗剪切强度不低于150MPa;铜层硬度不低于100HB且不高于200HB;滑块基体为调质状态,其受热影响后抗拉强度不低于1100MPa;

3 基础试验

基础试验材料为δ4×300mm×200mm规格的D406A钢板,焊丝为CuSi3或CuAL8焊丝,直径均为Φ1.0mm,D406A的化学成分和机械性能如表1、表2所示。

表1 D406A钢化学成分								%
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P	Ni
0.28~0.32	1.45~1.65	0.90~1.20	1.00~1.30	0.35~0.45	0.10~0.21	0.90~1.20	<0.02	<0.02

表2 D406A钢机械性能						
力学性能 热处理规范	σ_b /MPa	$\sigma_{p0.2}$ /MPa	δ_5 %	ψ %	A_k /J	K_{IC} /MPa m ^{1/2}
930℃油淬 300℃空冷	≥1620	≥1325	≥9	≥30	≥40	≥86.7

先将试板进行调质处理,即淬火后低温回火,参数如表3所示。

表3 调质参数表			
	温度	保温时间	介质
淬火	930±10℃	40min	油
回火	300±10℃	2h	空气

使用奥地利Fronius公司生产的CMT3200焊机,焊前利用砂纸和丙酮彻底清理试件表面的油污和氧化膜,保护气体为氩气,纯度为99.99%,流量为10~15L/min。试验中采用的焊接工艺参数如下表所示。

表4 CMT试验参数			
电流I/A	电压U/V	送丝速度V _s /(mm S ⁻¹)	焊接速度V _H /(mm min ⁻¹)
115A	14.5V	5.0	170

焊后将试件切割成20mm×20mm试样制成金相试样,在金相显微镜下观察,其组织结构如图3所示。

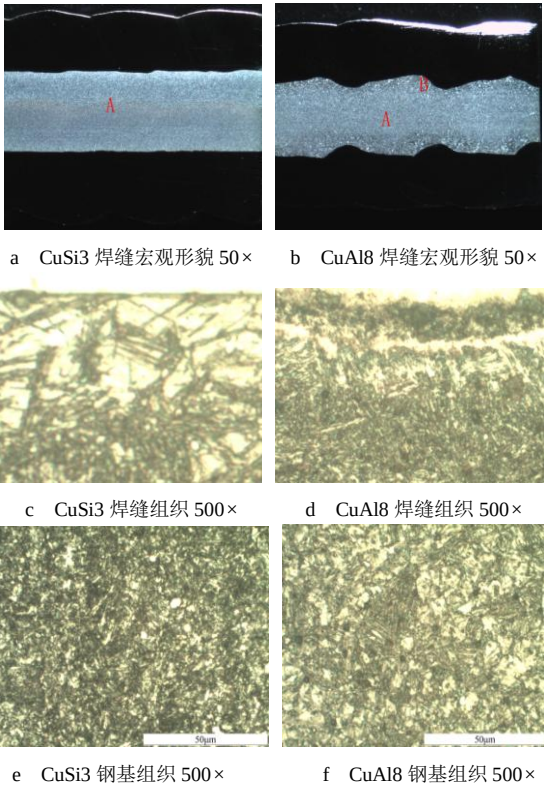


图 3 组织结构图

表5 各金属层硬度比较

项目	CuSi3焊丝堆焊	CuAl8焊丝堆焊	调质态基体	紫铜T2	黄铜H62
硬度	117HB	572HB	496 HB	45HB	164HB

通过基础试验，可以看出采用CuAl8焊丝进行CMT堆焊，焊接界面平整清晰，稀释率低，体现了其输入量低，热影响区小的优点，在产品上应用可行性较高。

4 模拟试验

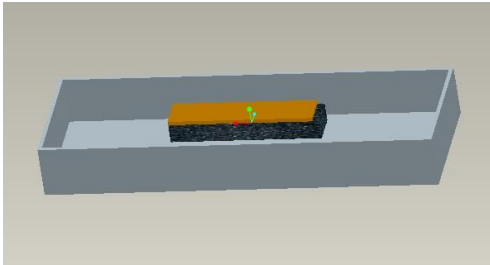


图 4 浸水焊接

为确定较为合适的焊接参数，模拟产品滑块规格进行焊接试验，试验件为115mm×25mm×15mm的

可以看出，采用CuSi3焊丝堆焊的焊接界面区结构整齐规则，由于热输入较小，钢板基体表面几乎没有熔化，铜向基体中扩散量较少且较为均匀，扩散深度不超过0.1mm。而采用CuAl8焊丝的焊接界面呈波浪状烧蚀，基体金属大量熔化进入熔池中，稀释率很高。图3a为CuSi3堆焊的焊缝区组织，上侧为铜区，下侧为钢区，铜分子向钢组织渗透形成不超过0.1mm的过渡层，过渡层内高亮的组织为铜钢固溶组织，均匀分布在过渡层中。图3b为采用CuAl8堆焊的焊缝区组织，其过渡层形成明显的连续高亮铜钢固溶组织带。图3e、图3f为堆焊基体组织，组织形态较为相似，均以回火马氏体为主体加渗碳体，马氏体分叉结构说明其晶粒经过局部重熔。

检测各金属表面硬度，结果如表5所示，发现采用CuAl8焊丝堆焊的铜层硬度较高，超出调质态基体的硬度，不适合在产品上应用，采用CuSi3焊丝堆焊的铜层硬度介于紫铜和黄铜之间，较为适中，可以采用。

D406A钢块，调质参数同表3，由于零件规格较小，热量快速聚集易使基体过热，为保证散热，将滑块浸没在流水中施焊，滑块固定于水槽中，保证水流动。

采用仿正交试验法确定基本焊接参数，因素分别为电流（A）、电压（B）、焊接速度（C），各因素水平见表6。

表6 各因素水平

因素水平	A/A	B/V	C/mm min ⁻¹
1	80	8	140
2	100	10	180
3	120	12	220

考察指标为焊缝表观质量，要求焊缝熔合良好，纹路均匀细密，焊接余高适中，无飞溅、气孔等缺陷，结果如表7所示。

表7 试验结果

试验号	因素			试验结果
	A	B	C	
1	1	1	1	起弧处不易熔化
2	1	2	2	成形较好
3	1	3	3	堆焊余高较小，堆焊纹路较差
4	2	1	2	成形一般、堆焊余高较小
5	2	2	3	堆焊余高较小，有飞溅
6	2	3	1	飞溅、气孔增加
7	3	1	3	表面成形不良、有驼峰焊道
8	3	2	1	熔深较大
9	3	3	2	电弧不稳

根据试验的过程和结果可知，焊接电流对焊丝和焊件的熔化影响最大，是影响熔深的主要参数。而电压过高或过低，都会影响电弧的稳定性，使飞溅增加。焊接速度对焊缝成形影响很大，速度过快会引起焊道不饱满、堆焊纹路差、余高小等缺陷，速度过慢则效率低，输入热量过多，使基体性能下降。试验2的参数较为合适，该参数见表8。

表8 最优参数表

电流/A	电压/V	焊接速度/mm min ⁻¹
80A	10V	180

将焊接件加工力学性能试样，检测铜钢界面剪切强度，堆焊后基体的抗拉强度。

表 9 力学性能检测结果

项目	剪切强度/MPa	抗拉强度/MPa	未堆焊时基体抗拉强度/MPa
	246.5	1480	1720

可见，CMT堆焊试样界面结合强度较高，堆焊后基体强度下降较少，满足设计指标要求，模拟试验确定了较为合适的焊接参数，焊接效果较为良好。

5 产品焊接

根据试验结果及产品状态，为防止焊接热量聚集，制定以下产品焊接方案：将产品置于水槽之中，滑块一半浸入水中，采用潜水泵在水池内抽水，用喷头向壳体内部焊接部位喷水，同时促进水池内水循环。产品焊接过程如图7所示，焊接参数同表8。



图5 剪切试验后试样



图6 拉伸试样

试验后的剪切试样如图 5 所示，剪切面积为双面 25mm×10mm，试样的铜层与基体完全剥离，切开部位为铜钢过渡界面，剥开的铜层上可见少量铁金属过渡。拉伸试样断裂位置图 6 所示，均为试样根部。性能检测结果如表 9 所示。



图 7 产品焊接

首台壳体的前后滑块经机加后，形貌如图8所示，可以看出焊缝外观质量良好，铜层表面细腻，未出现裂纹、夹杂等缺陷。同时经X射线检测可知，滑块基体及铜层内部无裂纹缺陷，焊接质量可靠。

（下转第52页）

