



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102019500 B

(45) 授权公告日 2013.03.13

(21) 申请号 201010619448.3

(22) 申请日 2010.12.22

(73) 专利权人 中国兵器工业第五二研究所

地址 315103 浙江省宁波市科技园区凌云路  
199 号

(72) 发明人 王英 马冰 程朝丰 甄立玲

陈东亮 常贵如 罗建民

(74) 专利代理机构 宁波诚源专利事务所有限公

司 33102

代理人 袁忠卫

(51) Int. Cl.

B23K 15/00 (2006.01)

审查员 于群

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

大功率柴油机铝合金活塞电子束焊接方法

(57) 摘要

本发明涉及大功率柴油机铝合金活塞电子束焊接方法,其特征在于步骤为:活塞的清洗、装配,使装配间隙在 0-0.03mm;对装配好的活塞进行焊前预热处理;将预热处理后的活塞送入真空室进行脉冲电子束焊接,其中真空度高于  $5 \times 10^{-4}$  mba,设备选用 150kV 高压电子束焊设备或 60kV 高压电子束焊设备;根据焊接熔深的大小,采取相应的电子束焊接工艺参数;焊接后采用修饰焊对焊缝进行修饰;最后进行热处理。它大大提高了铝合金活塞焊接中的电子束穿透能力,减少了焊接热输入,获得了大深宽比(可达 40:1)焊缝,有效解决了铝合金活塞焊接中铸铁镶环剥落、内冷油道焊接坍塌等问题,焊缝气孔率小于 1%.,工艺简单、成品率高。

1. 一种大功率柴油机铝合金活塞电子束焊接方法,其特征在于采用脉冲电子束焊接方式进行,步骤为:

1) 活塞的清洗、装配,使装配间隙在 0-0.03mm;

2) 对装配好的活塞进行焊前预热处理;

3) 将预热处理后的活塞送入真空室进行脉冲电子束焊接,其中真空度高于  $5 \times 10^{-4}$  mba,设备选用 150kV 高压电子束焊设备或 60kV 高压电子束焊设备;根据焊接熔深的大小,采取相应的电子束焊接工艺参数;

4) 焊接后采用修饰焊对焊缝进行修饰;

5) 最后进行热处理。

2. 根据权利要求 1 所述的焊接方法,其特征在于所述电子束焊接工艺参数具体为:

1) 选用 150kV 高压电子束焊设备进行焊接时,工作电压 138-150kV;焊接速度为 0.8-1.5m/min;焊接熔深为 15-30mm 时,焊接束流为 20-35mA;焊接熔深为 30-50mm 时,焊接束流为 30-50mA;脉冲频率为 200Hz-600Hz;脉冲调制占空比为 30%-50%,基值电流 0;

2) 选用 60kV 高压电子束焊设备进行焊接时,工作电压 55-60kV;焊接速度为 0.2-0.5m/min;焊接熔深为 15-20mm 时,焊接束流为 20-35mA;焊接熔深为 20-30mm 时,焊接束流为 30-50mA;焊接熔深 30-50mm 时;焊接束流 45-70mA;脉冲频率为 100Hz-300Hz;脉冲调制占空比为 40%-60%,基值电流 0;

3) 焊接熔深在 0-20mm 时,选用表面焦点;焊接熔深大于 20mm 时,选用根部焦点。

3. 根据权利要求 1 所述的焊接方法,其特征在于所述焊前预热处理采用热处理炉预热或电子束焊预热,采用热处理炉预热时,装炉温度 150℃-200℃,保温 0.5-1h;采用电子束焊预热焊道时,其工艺参数为加速电压 138kV-150kV,焦点位置:表面焦点,焊接速度 2-3m/min,焊接束流:20-30mA,脉冲占空比 30%-50%,脉冲频率:100Hz-200Hz;或加速电压 55-60kV,焦点位置:表面焦点,焊接速度:1-1.5m/min;焊接束流:15-20mA;脉冲占空比 40%-60%,脉冲频率 100Hz-200Hz。

4. 根据权利要求 1 所述的焊接方法,其特征在于所述修饰焊的工艺参数为:加速电压 138kV-150kV,焊接束流 20-30mA;焊接速度:2-3m/min;焦点位置:表面焦点;或加速电压 55-60kV,焊接速度:1-1.5m/min;焊接束流:15-25mA,焦点位置:表面焦点。

5. 根据权利要求 1 所述的焊接方法,其特征在于所述热处理的温度为 175-185℃,保温 1.5-2.5h。

## 大功率柴油机铝合金活塞电子束焊接方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及焊接领域,具体地说是一种铝硅合金活塞电子束焊接工艺,它适用于各种类型大功率柴油机铝合金活塞的焊接。

### 背景技术

[0002] 活塞是内燃机上最关键的运动部件,在高温高压下承受反复交变载荷的作用,被称为内燃机的“心脏”。目前高功率、高速、低散热、低油耗及轻量化成为发动机的发展方向,随着发动机功率的不断提高,对活塞材料的性能提出更高要求。由于铝合金具有密度小、比强度高、导热性能好等一系列优点,被广泛用于活塞制造材料。一般来说,铸造铝合金具有良好的耐热性能,锻造铝合金塑性变形能力大,且具有较高的疲劳强度和脆性断裂强度。而对于大功率柴油机活塞来说不仅要求活塞顶的耐热性能好,而且在温度较低的销孔部位要求强度高,因此大功率柴油机活塞普遍采用由铸造活塞顶与锻造活塞体焊接而成的组合式活塞。为了提高活塞的耐磨性和耐高温性能,活塞顶采用了“高镍奥氏体铸铁镶圈”和“可溶盐芯铸造内冷油腔”等技术,为活塞的焊接带来了一系列技术难题。首先为了提高铸造铝合金强度性能,通常采取淬火-时效处理,在此状态下,铸造铝合金塑性较差,延伸率小于1%,焊接时在其热影响区极易产生平行于焊道的焊接裂纹,同时由于铸造铝合金内部气孔、疏松缺陷较多,焊接时容易产生大量的气孔缺陷;其次,由于铝合金与高镍铸铁热膨胀系数相差悬殊,焊接时活塞顶内的高镍铸铁镶环容易产生与铝基体剥离的现象;第三,活塞顶内的内冷油腔距离焊缝截面仅有5mm左右,焊接时若焊缝过宽会导致油道坍塌。基于活塞的材料特性及其结构特点,采用常规焊接方法根本无法实现活塞的焊接,而只能采用能量密度大,穿透能力强、焊缝深宽比大、焊接热影响区小的电子束焊接方法。采用直流连续束流电子束焊接,焊缝深度比仅能达到25:1,并且焊接时气孔率高达4%-8%,不能达到理想的要求,因此,迫切需要研发一种新的焊接方法。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种工艺简单、焊接质量好的大功率柴油机铝合金活塞电子束焊接方法,通过采用脉冲束流电子束焊接的方式,解决活塞焊接中的焊缝开裂、气孔缺陷超标、铸铁镶环剥落及焊道坍塌等问题。

[0004] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种大功率柴油机铝合金活塞电子束焊接方法,其特征在于采用脉冲电子束焊接方式进行,步骤为:

[0005] 1) 活塞的清洗、装配,使装配间隙在0-0.03mm;

[0006] 2) 对装配好的活塞进行焊前预热处理;

[0007] 3) 将预热处理后的活塞送入真空室进行脉冲电子束焊接,其中真空度高于 $5 \times 10^{-4}$  mba,设备选用150kV高压电子束焊设备或60kV高压电子束焊设备;根据焊接熔深的大小,采取相应的电子束焊接工艺参数;

[0008] 4) 焊接后采用修饰焊对焊缝进行修饰;

[0009] 5) 最后进行热处理。

[0010] 作为改进,所述电子束焊接工艺参数具体为:

[0011] 1) 选用 150kV 高压电子束焊设备进行焊接时,工作电压 138-150kV;焊接速度为 0.8-1.5m/min;焊接熔深为 15-30mm 时,焊接束流为 20-35mA;焊接熔深为 30-50mm 时,焊接束流为 30-50mA;脉冲频率为 200Hz-600Hz;脉冲调制占空比为 30%-50%,基值电流 0;

[0012] 2) 选用 60kV 中压电子束焊设备进行焊接时,工作电压 55-60kV;焊接速度为 0.2-0.5m/min;焊接熔深为 15-20mm 时,焊接束流为 20-35mA;焊接熔深为 20-30mm 时,焊接束流为 30-50mA;焊接熔深 30-50mm 时;焊接束流 45-70mA;脉冲频率为 100Hz-300Hz;脉冲调制占空比为 40%-60%,基值电流 0;

[0013] 3) 焊接熔深在 0-20mm 时,选用表面焦点;焊接熔深大于 20mm 时,选用根部焦点。

[0014] 作为改进,所述焊前预热处理采用热处理炉预热或电子束焊预热,采用热处理炉预热时,装炉温度 150℃-200℃,保温 0.5-1h;采用电子束焊预热焊道时,其工艺参数为加速电压 138kV-150kV,焦点位置:表面焦点,焊接速度 2-3m/min,焊接束流:20-30mA,脉冲占空比 30%-50%,脉冲频率:100Hz-200Hz;或加速电压 55-60kV,焦点位置:表面焦点,焊接速度:1-1.5m/min;焊接束流:15-20mA;脉冲占空比 40%-60%,脉冲频率 100Hz-200Hz。

[0015] 优选,所述修饰焊的工艺参数为:加速电压 138kV-150kV,焊接束流 20-30mA;焊接速度:2-3m/min;焦点位置:表面焦点;或加速电压 55-60kV,焊接速度:1-1.5m/min;焊接束流:15-25mA,焦点位置:表面焦点。

[0016] 最后,所述热处理的温度为 190-210℃,保温 1.5-2.5h。

[0017] 与现有技术相比,本发明的优点在于:采用脉冲电子束焊接工艺,与直流连续束流电子束焊接相比,具有更强的穿透能力,大大提高了铝合金活塞焊接中的电子束穿透能力,获得更大的焊缝深宽比,可达 40:1 大大减少了焊接热输入,减小了热影响区面积,有效解决了铝合金活塞焊接中铸铁镶环剥落、内冷油道焊接坍塌等问题,焊缝气孔率小于 1%;同时通过焊前预热和焊后热处理等工艺措施解决了活塞顶开裂的技术难题。本焊接方法工艺简单、成品率高,焊接的活塞焊缝具有外观成形好,焊接质量一致性好,工艺再现性好的特点,本发明适用于各种类型大功率柴油机铝合金活塞的焊接。

## 具体实施方式

[0018] 以下结合实施例对本发明作进一步详细描述。

[0019] 实施例 1:

[0020] 本实施例针对直径  $\Phi 150$  铝合金活塞,焊接熔深 40-45mm,采用 150kV 高压数控真空电子束焊机,其主要焊接工艺参数如下:加速电压 138kV,真空度  $4 \times 10^{-4}$  mbar;(1) 预热焊道:焊接束流 20mA,焊接速度 3.0m/min,焦点位置:表面焦点;脉冲频率:100Hz;脉冲调制:占空比 40%,基值电流 0;(2) 工作焊道:焊接束流 39mA,焊接速度 0.8m/min;焦点位置:根部焦点;脉冲调制:占空比 40%,基值电流 0,脉冲频率:500Hz;(3) 修饰焊道:焊接束流 20mA(连续束流);焊接速度:3.0m/min;焦点位置:表面焦点。(4) 焊后热处理:180℃,保温 2h。

[0021] 实施例 2:

[0022] 本实施例针对直径  $\Phi 110$  铝合金活塞,焊接熔深 20mm,采用 60kV 高压数控真空电

子束焊机,其主要焊接工艺参数如下:加速电压 60kV,真空度  $5 \times 10^{-4}$  mbar,焦点位置:表面焦点;(1) 预热焊道:焊接束流 15mA,焊接速度 1.5m/min;脉冲频率 100Hz;脉冲调制:占空比 55%,基值电流 0;(2) 工作焊道:焊接束流 30mA,焊接速度 0.5m/min;脉冲频率 100Hz;脉冲调制:占空比 55%,基值电流 0;(3) 修饰焊道:焊接束流 15mA(连续束流);焊接速度:1.0m/min;焦点位置:表面焦点;(4) 焊后热处理:加热 180℃,保温 2h。

[0023] 与采用直流连续束流电子束焊接相比较,采用直流连续束流电子束焊接的焊缝深度比仅能达到 25 : 1,并且焊接时气孔率高达 4% -8%,而本发明的脉冲束流电子束焊接焊缝深度能达到 40 : 1,并且焊接时气孔率下降到 1%以下。有效解决了活塞焊接中的焊缝开裂、气孔缺陷超标、铸铁镶环剥落及焊道坍塌等问题。