



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110977237 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911368718.5

B23K 103/10(2006.01)

(22)申请日 2019.12.26

(71)申请人 忠旺(辽阳)铝模板制造有限公司  
地址 111000 辽宁省辽阳市灯塔市铁西工业园区

(72)发明人 刘旭东 邓鑫 刘欢 李美玲  
朱磊 姜丕文 于建明

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司 11275

代理人 阴知见

(51)Int.Cl.

B23K 35/24(2006.01)

B23K 9/173(2006.01)

B23K 9/235(2006.01)

B23K 33/00(2006.01)

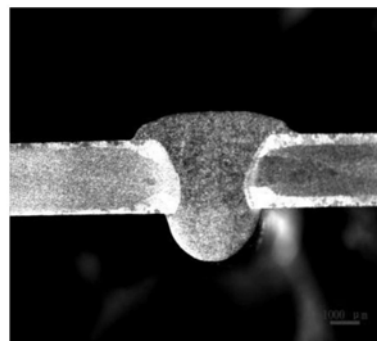
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种用于6系铝合金模板的焊丝及其焊接工艺

(57)摘要

本发明属于铝合金模板焊接领域,涉及一种用于6系铝合金模板的焊丝及其焊接工艺,焊丝按照如下重量份数比配制焊丝原料:Si:0.40~0.70%、Fe≤0.30%、Cu≤0.40%、Mn:0.40~1.0%、Mg:3.50~5.50%、Cr:0.15~0.20%、Zn≤0.25%、Be≤0.004%、Zr:0.10~0.25%、Ti:0.02~0.10%、B:0.01~0.02%,单个杂质0.05%,合计0.15%,其中Zr+Ti≤0.15%,通过调节焊丝成分和焊接工艺参数等,利用焊丝焊接过程中发生的熔化、快速凝固和冷却速率,以获得所需要的焊缝微观结构,使得最终获得的6系铝合金模板具有更高的机械和物理性能。



1. 一种用于6系铝合金模板的焊丝,其特征在于,按照如下重量份数比配制焊丝原料:Si:0.40~0.70%、Fe $\leq$ 0.30%、Cu $\leq$ 0.40%、Mn:0.40~1.0%、Mg:3.50~5.50%、Cr:0.15~0.20%、Zn $\leq$ 0.25%、Be $\leq$ 0.004%,Zr:0.10~0.25%,Ti:0.02~0.10%,B:0.01~0.02%,单个杂质0.05%,合计0.15%,其中Zr+Ti $\leq$ 0.15%。

2. 如权利要求1所述用于6系铝合金模板的焊丝,其特征在于,按照如下重量份数比配制焊丝原料:Si:0.60~0.70%、Fe:0.30%、Cu:0.40%、Mn:0.5~0.8%、Mg:4.0~5.0%、Cr:0.15~0.20%、Zn:0.25%、Be:0.004%,Zr:0.10~0.25%,Ti:0.02~0.08%,B:0.01~0.02%,单个杂质0.05%,合计0.15%,其中Zr+Ti $\leq$ 0.15%。

3. 采用如权利要求1~2任一所述焊丝焊接6系铝合金模板的焊接工艺,其特征在于,包括以下步骤:

A、预清理待焊接的铝合金模板表面油污,防止焊后铝合金模板焊缝处表面产生气孔;

B、利用夹紧工装将铝合金模板两侧压紧并施加侧顶力,其中铝合金模板对接处的坡口为Y型坡口,坡口深3mm,坡口倾斜角度为30°;

C、在热输入4~8KJ/cm条件下,采用MIG自动焊的焊接工艺,即焊接电流为110~130A;焊接电压在18~22V,焊接速度为700~780mm/min,焊丝伸出长度为12~18mm;

D、焊接结束后将铝合金模板焊件头尾各切掉0.2m,释放焊接残余应力,减小焊接变形,并对焊缝表面进行清理,按铝合金模板焊缝质量要求进行检验。

4. 如权利要求3所述6系铝合金模板的焊接工艺,其特征在于,步骤A采用丙酮或其他有机溶剂清理铝合金模板表面油污。

5. 如权利要求3所述6系铝合金模板的焊接工艺,其特征在于,步骤B铝合金模板焊缝间隙 $\leq$ 0.6mm,焊缝两侧铝合金模板的错边量 $\leq$ 0.4mm。

6. 如权利要求3所述6系铝合金模板的焊接工艺,其特征在于,步骤B中夹紧工装为液压式压臂。

## 一种用于6系铝合金模板的焊丝及其焊接工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于铝合金模板焊接领域,涉及一种用于6系铝合金模板的焊丝及其焊接工艺。

### 背景技术

[0002] 目前,铝合金模板焊接过程中,由于焊接工艺参数及焊丝成分导致结构机械性能改变。焊接过程中存在的变量,例如接头设计,母材截面尺寸,热量输入以及焊缝渗入母材中,以及母材稀释到填充金属熔池中的量的变化,都会影响最终的机械性能和成品焊缝的物理性能。同时,当焊接6系铝合金时,通常只有一些4系列填充金属能得到可进行焊后热处理的焊件,所得的焊缝具有非常低的断裂韧性和高的裂纹扩展敏感性。这种韧性的丧失使得在许多将韧性和断裂特性作为重要设计标准的焊接应用中都无法使用6系列合金。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明为了解决现有6系铝合金焊接后的焊缝断裂韧性低、裂纹扩展敏感性高,影响6系铝合金应用范围的问题,提供一种用于6系铝合金模板的焊丝及其焊接工艺。

[0004] 为达到上述目的,本发明提供如一种用于6系铝合金模板的焊丝,按照如下重量份数比配制焊丝原料:Si:0.40~0.70%、Fe≤0.30%、Cu≤0.40%、Mn:0.40~1.0%、Mg:3.50~5.50%、Cr:0.15~0.20%、Zn≤0.25%、Be≤0.004%,Zr:0.10~0.25%,Ti:0.02~0.10%,B:0.01~0.02%,单个杂质0.05%,合计0.15%,其中Zr+Ti≤0.15%。

[0005] 进一步,按照如下重量份数比配制焊丝原料:Si:0.60~0.70%、Fe:0.30%、Cu:0.40%、Mn:0.5~0.8%、Mg:4.0~5.0%、Cr:0.15~0.20%、Zn:0.25%、Be:0.004%,Zr:0.10~0.25%,Ti:0.02~0.08%,B:0.01~0.02%,单个杂质0.05%,合计0.15%,其中Zr+Ti≤0.15%。

[0006] 一种用于6系铝合金模板的焊接工艺,包括以下步骤:

[0007] A、预清理待焊接的铝合金模板表面油污,防止焊后铝合金模板焊缝处表面产生气孔;

[0008] B、利用夹紧工装将铝合金模板两侧压紧并施加侧顶力,其中铝合金模板对接处的坡口为Y型坡口,坡口深3mm,坡口倾斜角度为30°;

[0009] C、在热输入4~8KJ/cm条件下,采用MIG自动焊的焊接工艺,即焊接电流为110~130A;焊接电压在18~22V,焊接速度为700~780mm/min,焊丝伸出长度为12~18mm;

[0010] D、焊接结束后将铝合金模板焊件头尾各切掉0.2m,释放焊接残余应力,减小焊接变形,并对焊缝表面进行清理,按铝合金模板焊缝质量要求进行检验。

[0011] 进一步,步骤A采用丙酮或其他有机溶剂清理铝合金模板表面油污。

[0012] 进一步,步骤B铝合金模板焊缝间隙≤0.6mm,焊缝两侧铝合金模板的错边量≤0.4mm。

[0013] 进一步,步骤B中夹紧工装为液压式压臂。

[0014] 本发明的有益效果在于:

[0015] 1、本发明所公开用于6系铝合金模板的焊丝, Si含量为0.40~0.70%, 此时形成的强化相 $Mg_2Si$ , 其含量将以典型焊接操作中的淬火速率保留在固溶体中 ( $Mg_2Si$ 的形成量可以在常规焊接操作中配合适当的淬火速率保持在固溶体中), 有效防止 $Mg_2Si$ 在焊件焊接凝固过程中溶解。

[0016] Mn含量为0.40~1.0%, 通过元素固溶强化来增强机械性能, 并进行控制以防止延展性和韧性降低。当控制其在铝中的最大溶解度极限以下时, Mn的添加会提高机械性能, 提供了增强的强度而不降低耐腐蚀性。

[0017] Mg含量为3.5~5.5%, 与Si配合形成 $Mg_2Si$ , 进而保证冷却过程固溶体中 $Mg_2Si$ 的含量。此外, 过量的Mg保留在固溶体中, 以提供所需的机械和物理性能。控制最大游离Mg含量以防止焊缝暴露在具有腐蚀特性的环境中, 降低腐蚀性能。

[0018] Cr含量为0.15%-0.20%, 以控制晶粒结构并防止再结晶, 提高了耐腐蚀性和韧性。、Zr含量为0.05%-0.30%, 提高对焊件凝固裂纹的抵抗力。

[0019] Ti易于Cr形成粗大组织, 通过添加非常少量的B, 可以将Ti的添加量减至最小, 而不会损失其晶粒细化效果。两种成分的结合以控制焊接过程中焊缝晶粒结构尺寸和形状, 进而改善焊缝应力腐蚀开裂、韧性和延展性。此外由于Zr、Ti、B易于Mn、Cr形成粗大组织, 所以Zr+Ti含量总和的上限设定为最大0.15%。

[0020] 2、本发明所公开用于6系铝合金模板的焊接工艺, 由于铝合金模板焊缝焊接过程会产生热量, 热量会导致母材的焊缝和受热区域的机械性能甚至物理性能下降。目前有一种焊丝具有专门配制的化学成分, 在所有焊接条件下, 能大幅度减小焊接后焊缝机械和物理性能较母材性能的损失, 使其强度达到实际母材强度的75%。本发明所公开的6系铝合金模板的焊接工艺, 通过调节焊丝成分和焊接工艺参数等, 利用焊丝焊接过程中发生的熔化、快速凝固和冷却速率, 以获得所需要的焊缝微观结构, 使得最终获得的6系铝合金模板具有更高的机械和物理性能。

[0021] 本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述, 并且在某种程度上, 基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的, 或者可以从本发明的实践中得到教导。本发明的目标和其他优点可以通过下面的说明书来实现和获得。

## 附图说明

[0022] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将结合附图对本发明作优选的详细描述, 其中:

[0023] 图1为本发明6系铝合金模板焊缝的宏观形貌图;

[0024] 图2为本发明6系铝合金模板焊接接头弯曲后的宏观形貌图。

## 具体实施方式

[0025] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式, 本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实

施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0026] 实施例1

[0027] 一种用于6系铝合金模板的焊接工艺,包括以下步骤:

[0028] A、采用丙酮或其他有机溶剂预清理待焊接的铝合金模板表面油污,防止焊后铝合金模板焊缝处表面产生气孔;

[0029] B、利用液压式压臂将铝合金模板两侧压紧并施加侧顶力,铝合金模板焊缝间隙 $\leq 0.6\text{mm}$ ,焊缝两侧铝合金模板的错边量 $\leq 0.4\text{mm}$ ;

[0030] C、在热输入 $4\sim 8\text{KJ/cm}$ 条件下,采用MIG自动焊的焊接工艺,即焊接电流为 $110\sim 130\text{A}$ ;焊接电压在 $18\sim 22\text{V}$ ,焊接速度为 $700\sim 780\text{mm/min}$ ,焊丝伸出长度为 $12\sim 18\text{mm}$ ,其中焊丝按照如下重量份数比配制:Si 0.60%、Fe 0.3%、Cu 0.4%、Mn 0.40%、Mg 4.0%、Cr 0.20%、Zn 0.2%、Be 0.004%,Zr:0.10%,Ti:0.03%,B:0.01%,单个杂质0.05%,合计0.15%;

[0031] D、焊接完成后,对焊缝表面进行清理,按铝合金模板焊缝质量要求进行检验。

[0032] 实施例2

[0033] 实施例2与实施例1的区别在于,步骤C中焊丝按照如下重量份数比配制:Si 0.60%、Fe 0.2%、Cu 0.3%、Mn 0.40%、Mg 4.0%、Cr 0.20%、Zn 0.2%、Be 0.004%,Zr:0.12%,Ti:0.02%,B:0.01%,单个杂质0.05%,合计0.15%。

[0034] 将实施例1和实施例2铝合金模板的焊缝进行射线、渗透试验后,其焊缝组织中均未发现宏观裂纹、气孔、夹杂等缺陷,焊缝宏观形貌如图1所示。实施例1中铝合金模板焊缝处抗拉强度为 $225\text{MPa}$ ,屈服强度为 $180\text{MPa}$ ,维氏硬度为 $83.8\text{HV}$ 。实施例2中铝合金模板焊缝处抗拉强度为 $220\text{MPa}$ ,屈服强度为 $177\text{MPa}$ ,维氏硬度为 $82.8\text{HV}$ ,其抗拉强度达到实际母材抗拉强度的75%。对其进行 $180^\circ$ 弯曲试验后,其焊缝弯曲后宏观形貌均无裂纹产生,如图2所示。

[0035]  $r$ 为疲劳试验中的应力比,应力比是指对试件循环加载时的最小荷载与最大载荷之比(或试件最小应力与最大应力之比),当 $r=0.1$ ,循环次数为 $1\times 10^7$ 时,其焊缝的中值疲劳极限可达 $90\text{MPa}$ ,进行72h中性盐雾试验后,其焊缝未见明显腐蚀。当试验应变速率为 $10\sim 6\text{mm/s}$ ,试验温度为室温 $20\sim 25^\circ\text{C}$ 时,其焊缝无裂纹产生。

[0036] 将实施例1和实施例2焊接后的铝合金模板进行人工时效和固溶热处理后,发现铝合金模板保留了母材的韧性,为铝合金模板的高温应用提供了更好的机械性能。

[0037] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

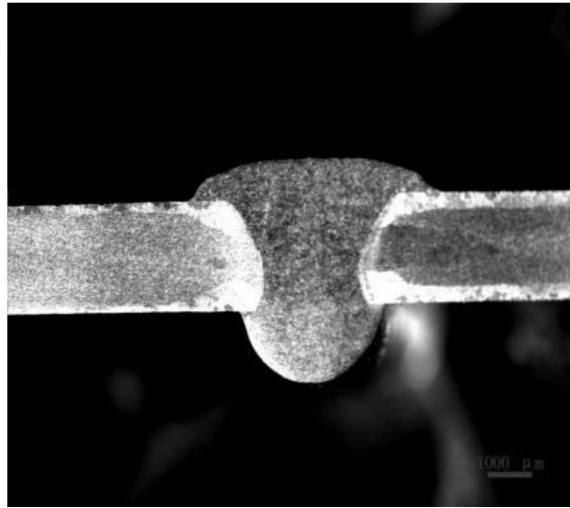


图1

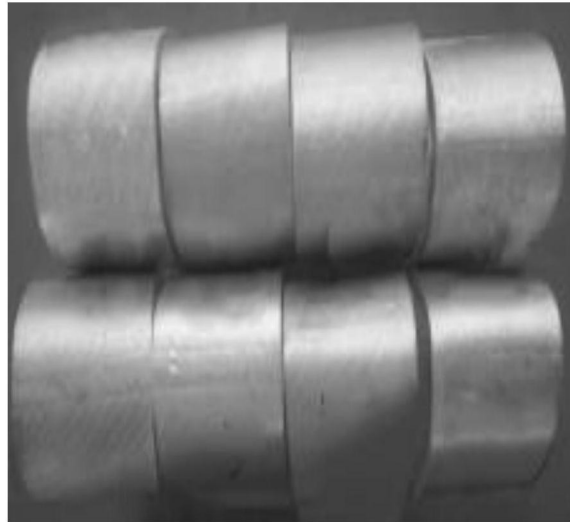


图2