

铸焊丝作为焊接材料,用钨极氩弧焊在 ZL117 上进行堆焊。在自制耐磨机上以相同的预紧力进行耐磨性试验。以磨损率即磨损量与原始质量之比的百分值评价耐磨性。磨损量是试样原始质量与磨后质量之差,其中原始质量是指通过 1 h 预磨损后试样的质量,磨后质量是通过预磨损后的试样再经过 10 h 的耐磨性试验后的质量。试样称量前均经过丙酮和酒精清洗,并在 200 °C 温度下烘干后进行。

2 实验结果及分析

2.1 焊丝的组织

图 1 为 L401 铝合金线材的显微组织。其中图 1a 是沿着线材轴向的剖面组织,图 1b 是沿线材径向的剖面组织。由于热型连铸采用加热铸型且在型外强制冷

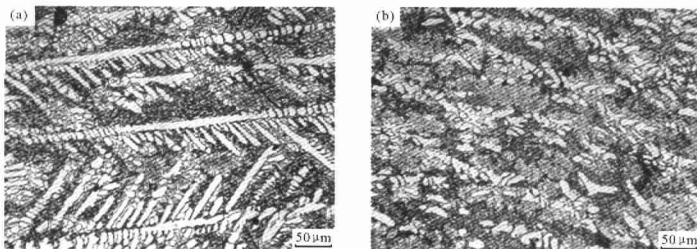


图 1 L401 热型连铸焊丝显微组织

Fig. 1 Microstructures of L401 made by heated mold continuous casting (OCC)

却,轴向一维导热明显,型口轴向温度梯度较大,因而形成了定向凝固的有利条件。凝固后线材组织方向性明显,线材的纵截面组织有许多轴向生长的近平行柱状枝晶组织(图 1a),柱状枝晶的生长方向和牵引方向相反。对于制备 L401 焊丝来讲,并不要求焊丝一定要具有定向凝固特征,型口温度也不要求一定要高于线材的液相线温度。因此形成的 L401 合金线材具有定向凝固特征,但是并非严格定向排列的枝晶组织。实际上,由于凝固时型口处消耗热量和向外界辐射热量不能被完全补充,使型口温度低于合金液相线温度,再加上牵引速度的增大,固液界面的形状不一定保持微突界面,从线材的径向剖面来看,部分枝晶从线材表面向中心生长(图 1b)。

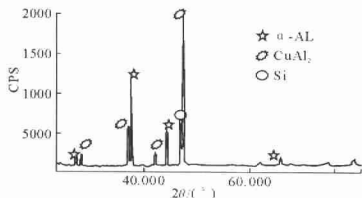


图 2 L401 热型连铸线材 XRD 谱

Fig. 2 XRD graph of L401 in heated mold continuous casting

L401 为亚共晶成分的 Al-Cu-Si 系合金,在定向凝固过程中会发生溶质再分配,在界面前沿析出溶质^[7]。当凝固开始生成初生相 α -Al 后,Cu 和 Si 原子

向凝固前沿熔体中排出。随着凝固的进行,初生树枝晶一次臂不断沿散热方向轴向生长。由于合金成分很接近三元共晶点,合金的液相线温度与共晶温度间隔较小,枝晶生长温度区间很窄。生长会很快进入二元和三元共晶区,形成沿轴向定向排列的 α -Al 和其之间的共晶组织,见图 1a。凝固过程完成后,随着温度的降低,Cu、Si 在 Al 中的固溶度减小,Cu 和 Si 会从初生相 α -Al 中析出,形成次生相 CuAl_2 和 Si 相分布在 α -Al 相上。

2.2 堆焊焊缝的组织与耐磨性

图 3 是用 L401 热型连铸焊丝作为焊接材料,用钨极氩弧焊堆焊 ZL117 接头的组织。从图中看出,由于 ZL117 母材导热快且堆焊层面积小,堆焊层中的 Si 相和 α -Al 相尺寸比母材细小。堆焊层主要由 α -Al、 CuAl_2 及 Si 相组成, CuAl_2 相和 Si 相均匀分布。

耐磨试验结果见表 1。数据表明,堆焊层的耐磨性比 ZL117 要高 43 倍,磨损率仅为 0.002%。可见,L401 堆焊层耐磨性优良,远高于母材。L401 合金堆焊层优良的耐磨性是由其成分和组织结构特征决定的。L401 为近共晶成分的 Al-Cu-Si 系合金,堆焊层

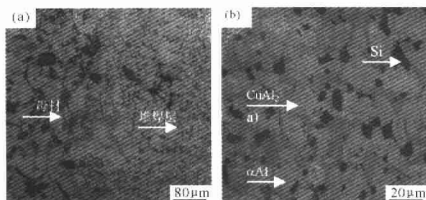


图3 用L401热型连铸焊丝在ZL117上的堆焊组织

Fig. 3 Microstructure of deposited L401 alloy on ZL117 by TIG welding

表1 堆焊层L401和母材ZL117耐磨性试验结果

Tab. 1 Comparison of wear resistance between deposited surface metal L401 with the base metal ZL117

	原始质量	磨后质量	磨损量	磨损率
	/g	/g	/g	(%)
ZL117 母材	7.675	7.6684	0.0066	0.086
L401 堆焊层	9.057	9.0568	0.0002	0.002

的组织由基体 α -Al、硬脆相 CuAl_2 和Si相组成。硅在L401合金中溶解度很小,以硅颗粒的形式分布于基体上。由于硅相的硬度比基体高较多,在合金中便起硬质点的作用,减轻了对基体 α -Al的磨损。L401合金所表现出的良好耐磨性除了归功于硅的贡献外,还与铜的作用相关。L401为近共晶Al-Cu合金,在堆焊重熔结晶时会生成网状分布于基体上的大量的硬脆相 CuAl_2 以及铜固溶在基体中对基体的固溶强化作

用,同样有利于提高堆焊层的耐磨性。

3 结论

(1) 采用热型连铸法,可以制备表面光滑、无缺陷 $\phi 4$ mm的L401线材,该线材可以作为铝合金焊丝使用。

(2) L401合金线材组织由近平行状枝晶 α -Al和枝晶间二元共晶(α -Al+Si)、三元共晶(α -Al+Si+ CuAl_2)组成。

(3) L401合金线材堆焊层硬度高,耐磨性优良,可作为堆焊材料使用。

参考文献

- [1] 于文花,朱颖,康慧,等.合金元素Cu、Si、Ni对Al基钎料的影响[J].焊接技术,2003,32(2):33-35.
- [2] 神户良雄,中田康俊,栗原繁,等. Cu-Al复合焊丝用于铝合金的堆焊[J].造船技术,1995,(1):36-39.
- [3] 蒋会荣,路文江,俞伟元,等.快速凝固Al-Cu-Si薄带的脆性研究[J].材料科学与工程学院学报,2003,21(5):679-682.
- [4] 张功,张志明,郭学锋,等.铜单晶的静拉伸力学性能和变形特性的研究[J].铸造技术,2004,25(6):434-435.
- [5] 丁雨田,许广济,郭法文,等.热型连铸单晶铜的性能[J].中国有色金属学报,2003,13(5):1071-1076.
- [6] 黎沃土.热型连续铸造法的原理及应用[J].铸造,1996,(12):39-44.
- [7] 马颖,郝远,阎峰云,等.热型连铸铝铜合金定向凝固线材的组织分析[J].中国有色金属学报,2001,11(2):221-226.

中国金属学会 中国机械工程学会铸造分会 2005年全国电渣冶金学术年会通知

一、会议时间

2005年9月7日报到,会期2005年9月8日至9月10日。

二、会议地点

东北大学东荣宾馆(辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号,东北大学校园内,邮编110004)。

电话:024-83684091,23899464(总机),024-83683151(总台)。

三、会议内容

1 主题报告;2 专题报告;3 技术研讨;4 改选全国电渣冶金学术委员会委员,并颁发证书;5 参观。

四、会务事项

1 住宿费约:200~250元/标准间,费用自理。每名参会者缴纳550元会务资料费。

2 请各单位参会者于2005年7月31日前,通过电话、书信、传真、电子邮件等方式通知会务组人员。

3 提交论文的作者于2005年7月31日前,以软盘、光盘、电子邮件形式提供给会务组,以便印刷论文集。

五、会务组联系人

1 陈瑞 电话:024-25852311-356 13332430936 Email:chenrui320@sina.com

2 姜周华 电话:024-83686453 传真:024-23890559 Email:jiang_zhouhua@263.net

3 张家雯 电话:010-62182669 010-62185171 Email:jiawenzhang7421@sina.com

中国金属学会特钢分会

中国机械工程学会铸造分会电渣冶金专业委员会