DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.04.013

快速凝固铝钛硼粉末半连续制备

戚民杰
(宝鸡正微金属科技有限公司 微观视角金属实验室,陕西 宝鸡 721000)

摘　要:铝钛硼合金(Al-Ti-B)是较常用的铝合金晶粒细化剂,气雾化快速凝固处理可以提高晶粒细化能力。通过自研小型气雾化装置改造,增加适合铝钛硼丝杆的半连续进料装置,使用高压氩气半连续雾化生产了快速凝固的铝钛硼粉末。结果表明,178 μm 以下产品占比 90%,无明显铝钛相,硼化钛无团聚,钛和硼元素宏观含量与原料相比无明显变化。

关键词:Al-Ti-B 合金;铝钛硼;快速凝固;晶粒细化

中图分类号: TG136; TG243　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)04-0298-02

Semi Continuous Preparation of Rapidly Solidified Al–Ti–B Powder

QI Minjie
(Microscopic Vision Metal Lab, Baoji Zhengwei Metal Technology Co., Ltd., Baoji 721000, China)

Abstract: Al-Ti-B alloy is a commonly used grain refiner for aluminum alloy. The grain refining ability can be improved by gas atomization and rapid solidification. The rapid solidification Al-Ti-B powder was produced by using high pressure argon semi-continuous atomization through the modification of self-developed small gas atomization device and adding a semi-continuous feeding device suitable for Al-Ti-B powder. The results show that the proportion of the products below 178 μm is 90%, there is no obvious Al-Ti phase, no agglomeration of TiB, and the macroscopic contents of Ti and B have no obvious changes compared with the raw materials.

Key words: Al-Ti-B alloy; AlTiB; rapid solidification; grain refinement

铝钛硼是重要的铸铝产品添加剂,可以细化铝合金晶粒并增强铝合金性能。在铝钛硼合金的进一步的研究和发展过程中,有许多学者发现使用快速凝固处理的铝钛硼金属可以增强晶粒细化的效果并减少合金的使用量[1-3],根据相关文献其主要原因是快速凝固铝钛硼合金可以防止硼化钛在凝固时的团聚,单位体积内的硼化钛成核颗粒更多。如采用氩气从铝液底部将铝钛硼粉末定量吹送到铝液中,其装置相比传统丝杆开卷装置将简化许多。

我公司自研了小型气雾化装备,在此设备基础上增加了适合铝钛硼丝杆的半连续进料装置,粒度小于 80 目的细粉成品率达 90%,产量为 3 kg/h。满足了进一步科研工作的需要,同时为大规模量产累积了经验。

1　秦岭 1 号小型气雾化装置

秦岭 1 号小型气雾化设备是我公司自研的小型气雾化设备,设备主要参数如表 1,设备整体占地小,基础设施要求低,方便部署。设备采用自动温控、自动压力控制、可视监控系统。可加装在线气体过滤装置,可提供最高纯度为 10×10^{-7}%氧含量氩气。设备为 1 000 ℃以下合金特别优化雾化器结构,每公斤铝合金产品用气量大约是传统大型设备的 10%,内表面清洁拆卸安装时间短,可以为科研和小批量生产用途提供高性价比的粉末制备服务。已成功为大学科研单位定制铝稀土元素合金、锡稀土元素合金等几十个牌号雾化粉末试样。

表1 设备参数
Tab.1 Equipment parameters

名称	参数
设备体积	1.5 m×1.5 m×2.5 m
雾化舱直径	300 mm
坩埚容量	300 g(铝合金)
设备总功率	30 kW
雾化介质	高纯氩气
粉末形态	球形
适用金属	镁合金、铝合金、锡合金等

2　适合铝钛硼丝杆的连续进料装置

采用市场上成熟的铝钛硼型材作为雾化原

收稿日期:2021-02-24
作者简介:戚民杰(1981—),陕西宝鸡人,硕士,主任.主要从事轻金属制粉方向的研究.电话 13709172596,Email:30397211@qq.com

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

料,成分见表2。铝钛硼丝杆的直径为 10 mm,长度 500 mm,每只丝杆的重量大约 100 g,每炉投料 3 只丝杆。

表 2 铝钛硼丝杆化学成分 w(%)
Tab.2 AlTiB rods chemical composition

Si	Fe	Ti	B	Cr/Zr	Ca/Mg/Zn	Al
0.142	0.182	5.02	0.99	0.02 max	0.02 max	余量

为了提高效率,整个半连续雾化过程为图 1 所示。进料仓选用直径 25 mm 钢管,中间配备抽真空和充氩气接口与阀门,上下法兰结构连接 2 个 DN50 真空插板阀,分别对应进料阀 1 和进料阀 2。进料装置为垂直安装,重力下落到坩埚中,为了减少铝钛硼丝杆下落对于坩埚的撞击,丝杆进入坩埚前还设有一个对中减速装置。由于坩埚上部装置较多,为了能正常监视坩埚熔化金属,将对中减速装置部分设计成透明石英材料,并将微型摄像头安装在坩埚上部透过石英材料监视坩埚熔炼情况。

图 1 半连续雾化流程图
Fig.1 Flow chart of semi continuous atomizationtemperatures

3 粉末制备

考虑到铝钛硼粉末中钛含量较高,采用氮气雾化会有氮化钛生成,所以雾化气体采用高纯氩气。设备抽真空至 5 Pa 压强,充入氩气反复抽真空 2 次,调整最终氩气压力为微正压。根据雾化流程,熔融金属液在雾化器底部被高压气体雾化,每炉进料、加热、雾化周期为 6 min,每小时加工量为 3 kg。

采用半连续投料,相比单炉次熔炼制粉,节省了坩埚冷却时间和整体设备抽真空充氩时间,降低了设备气体损耗和运行成本。另外半连续投料装置可以进一步改进为散料投料和块状投料,方便其他形状物料半连续进入坩埚熔化。

筛分结果 90%为 80 目颗粒,通过电镜图片(图 2)可以看到大部分颗粒为球形,颗粒上未见明显钛铝相,硼化钛分布均匀无团聚现象。通过西北有色金属研究院检测结果为:5.03% Ti,1.01% B,粉末化学成分相比较丝杆未发生明显变化。

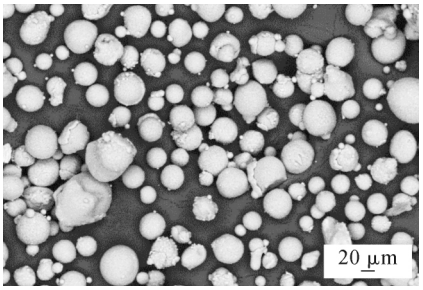

图 2 电镜图片
Fig.2 SEM images of Al-Ti-B powder

通过成本分析,由于采用气压优化等措施,大大降低了氩气损耗,未来大批量生产成本可以与进口铝钛硼丝杆相当或略高,具备较强的市场竞争力,进一步市场化前景可期。

4 结语

通过在自研雾化设备秦岭 1 号上加装适合铝钛硼合金丝杆的半连续进料装置,实现了小批量半连续生产铝钛硼快速凝固粉末制备。作为国内首批次制取的铝钛硼气雾化粉末,为该材料的进一步科研提供新的路径,也为进一步铝钛鋼雾化粉末的生产进行了验证。

参考文献:

[1] 徐进军. 铝钛硼晶粒细化剂的研究现状与发展趋势[J]. 轻金属,2016(11):58-62.

[2] 李克,饶磊,闫洪,等. 快速凝固处理对 Al-Ti-B 中间合金组织和细化效果的影响[J]. 铸造,2006(09):894-987.

[3] 郭金洋,王明星,刘志勇,等. 快凝处理 Al-5Ti-B 合金的组织变化及其细化效果[J]. 特种铸造及有色合金,2015(5) :548-553.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net