



孙宝德

铝合金技术专家

■ 孙宝德 Sun Baode

上海交通大学材料科学与工程学院教授、博士生导师

Professor and Ph.D. Supervisor of School of Materials Science and Engineering in Shanghai Jiao Tong University

上海交通大学凝固科学与技术研究中心主任

Director of Solidification Science and Technology Research Center of Shanghai Jiao Tong University

长江学者特聘教授

Changjiang Chair Scholar

☞: 首先,请您谈谈铝净化技术及其产品都有哪些应用?

孙宝德:自1996年开始从事铝净化研究以来,我们得到了各方面的资助,包括973计划、863计划、国家自然科学基金的资助等,而且也有很多企业来资助这个项目。熔体净化既是废料再生的关键技术,也是提高新材料性能的关键技术。比如用铝净化技术来生产用于航空工业的高性能铝板,由于铝合金中的夹杂降低了金属的疲劳强度,因此去除了夹杂的铝合金的疲劳寿命都得到了提高,适合航空器的使用。又比如在一些民用行业,采用高纯净度的铝合金生产气密性的壳体,在去除了合金中的夹杂和气体后,壳体的气密性与原来相比得到了很大的提高,已经可以取代一些进口产品。

☞: 铝净化技术的难点在哪里呢?

孙宝德:铝液净化技术是铝加工中的共性和基础技术,目前得到了很大的进展。我们的铝液净化技术获得了上海市技术发明一等奖,并与其他课题组研发的气密性壳体铸造技术结合,生产出了高性能壳体,获得了国家技术发明二等奖。

铝合金净化主要目的是去除铝合金中的气体和夹杂。类似于水的净化所用的过滤手段,去除铝熔体中的夹杂也要采用“过滤”方法,目前我们采用的是电磁过滤的方法。由于铝熔体中的夹杂大至 $100\mu\text{m}$,小至 $5\mu\text{m}$ 左右,如果采用普通过滤方法,会有很多微小夹杂无法被滤除,因此,去除微细夹杂是难点所在。采用电磁过滤的方法则可以克服这个难题。电磁过滤去除率主要是和夹杂的电导率相关,只要夹杂的电导率和铝液的电导率有足够差异,则微细夹杂也可以去除,例如在电磁环境下采用 10mm 直径的孔也可以去除 $5\mu\text{m}$ 的夹杂颗粒,而此时铝熔体的通过效率也大大提高。

另外,在除气方面我们也做了很多工作,例如用稀土熔剂法或制造旋转陶瓷喷头,都可以有效去除铝熔体中的氢原子。

☞: 对于高纯铝,目前国内的研究和工业生产等情况如何?

孙宝德:高纯铝是一种铝原料,是铝工业中最高端的产品。纯度99.9995%(5N5)的高纯铝,可以用于集成电路等微电子产品的生产,是一种功能材料。国内一直没有类似的产品,目前生产集成电路所用的高纯铝材都要靠进口。我们在863计划、上海市重点基础研究计划和中铝等方面的支持下,在偏析法提纯的基础研究和工程化技术研究方面开展了长达八年的研究。现在可以规模生产5N和5N5的高纯铝。生产的高纯铝质量达到国际先进水平。

目前依托上述技术生产的高纯铝年产量约100t,以后根据需求还要进行扩产。对于高纯铝的工程化生产,为了提高生产的稳定性、一致性,并能经济的生产,我们也是花了很大功夫。例如前面说我们进行的8年研究,实际上关键技术突破用两年就已经基本完成了,但对技术进行工程化改造,又花了6年时间,投入的科研经费以千万计。所以,完全自主知识产权技术的获得不是一件容易的事。

☞: 请介绍一下您在其他领域的研究?

孙宝德:除铝熔体净化以外,我们课题组在凝固组织微细化、高强高导铜基材料、Ni基高温合金等方面也开展了研究。

凝固组织微细化方面,通过控

制金属熔体的凝固预结晶过程,促进形核和抑制晶核生长,以获得微细化的金属凝固组织,提高材料的综合性能与均质化程度。研究了包括添加形核剂、熔体温度处理、外加物理场等在内的技术手段对金属熔体与凝固组织的影响规律。在揭示超微细凝固组织的细化机制同时,开发了具

孙宝德教授:上海交通大学材料科学与工程学院教授、博士生导师,上海交通大学凝固科学与技术研究中心主任。1999年获“上海市优秀青年教师奖”,2000年入选“上海市教委曙光学者”,2002年入选“教育部跨世纪优秀人才计划”,2003年入选“上海市优秀学科带头人计划”,2005年获“上海市优秀博士后”称号,2007年“教育部长江学者特聘教授”,2008年国家杰出青年基金获得者。

先后承担国家973、863、国家自然科学基金、民口配套以及上海市重大基础研究课题和企业合作课题共40余项。在铝熔体净化理论和技术方面取得突破性进展。获国家技术发明二等奖和上海市科技进步一等奖各1项,发表论文220余篇,申请发明专利103项和国际发明专利1项,授权发明专利57项。



有近纳米尺度形核核心Al-Ti-B中间合金的制备技术,对工业纯铝的晶粒细化效果可达到 $45\mu\text{m}$ 左右。

在超强高导铜合金方面主要开展了Cu-Fe原位复合材料相关研究,通过大变形使Fe在Cu基体中形成增强纤维,通过研究合金化和热机械处理对材料组织与性能的影响,制备出高性价比的超强高导铜基材料。

高温材料研究工作主要是配合大飞机专项开展,目前已投入了大量资金,也引进了一些先进设备,并且引进了一些海外高级人才。我们正在建设高温材料实验室,预计可以在航空发动机所需要的大型精密铸件方面发挥作用。

(采访 侧卫 责编 依然)