

文章编号: 1004-0609(2004)S1-0179-03

我国铝加工业发展趋势^①

曾苏民

(西南铝业(集团)有限责任公司, 重庆 401326)

摘 要: 铝是地壳中分布最广的金属元素, 良好的综合性能使铝成为最通用的工程和建筑材料之一。我国的铝资源非常丰富, 现已成为铝及其加工产品的生产消费大国, 产品质量总体上接近国际水平。现在, 世界各国都在努力减少对环境的污染, 降低能耗, 提高运行速度, 改良使用维护条件, 产品的轻量化是必然的发展趋势, 铝是首选的金属材料, 研究开发超高强度高韧、高耐腐蚀、高温高强、高弹性模量的铝合金材料、研究开发铝合金复合材料和合成材料是研发主流。在提高强度的同时大幅度提高塑性、韧性和综合性能是研究的前沿, 突出进展是工艺技术的创新。

关键词: 铝; 发展趋势; 研究前沿

Development of aluminium working industry in China

ZENG Su-min

(Westsouth Aluminium Industry (Group) Corporation Ltd., Chongqing 401326, China)

Abstract: Aluminium is the most widely distributed metal elements in the earth, and has been the most universal engineering and construction materials for its excellent combined properties. China has a large aluminium deposition, and has become large country for production and consumption of aluminium and metal processed products, whose quality approach to those in developed countries. Up to now, all the countries are endvored to decrease pollution and energy consumption, improve working rates and maintenance of equipment, low-mass materials are always the main choice. Aluminium and its alloys will then be more widely used. The main developing trends for aluminium alloys are high strength high toughness, high corrosion resistance, high temperature resistance and high modulus Al alloys, and also Al-base composites and synthesized materials. The research frontier lays in significantly improving ductility, toughness and combined properties as well as strength, and processing techniques innovation is the most important.

Key words: Al; developing trend; research frontier

1 铝的特性

铝是地壳中分布最广的金属元素, 约占地壳质量的 8.31%, 是铁蕴藏量的 1 倍多。我国的铝资源也很丰富。良好的综合性能使铝成为最通用的工程和建筑材料之一。纯铝的密度小(约 2.7 g/cm^3), 为铁的 35%, 铜的 30%。某些铝合金的强度高于普通结构钢, 现在已生产出抗拉强度超过 600 MPa 的超高强度高韧铝合金材料。铝合金的比强度与合金结构钢相当。铝的导热性、导电性高, 反光性和热

反射性强, 铝是紫外线全波长范围内辐射能和从红外线到可见光谱的极好反射体, 而且是热波、电磁波的极好反射体。在大多数使用条件下铝具有很高的抗腐蚀性。铝无毒性反应。铝具有面心立方晶格, 无同素异形转变, 塑性好, 易于加工成型和进行表面处理。虽然某些铝合金在 200~260 °C 温度下仍能保持良好的强度, 但在高温下, 多数铝合金的强度下降较多。然而在 0 °C 以下, 随着温度降低, 铝及铝合金材料的强度反而会增加, 因而成为优良的低温金属材料。铝已广泛用于航空航天、兵器、建筑、交通、电力、包装、印刷、电子、家电等

① 作者简介: 曾苏民(1932-), 男, 院士。

通讯作者: 曾苏民, 院士; 电话: 023-65808138

各个领域。铝的回收利用率高。

2 我国铝加工业的现状与发展趋势

1954年建成了新中国第1家铝冶炼厂——抚顺铝厂(301厂),到2001年我国铝产量已达343万t,居世界第2位。1956年建成了第1家大型综合性铝加工厂——新风加工厂(101厂),现在铝加工企业已发展到1000多家,其主机的年生产能力近500万t,2002年铝材产量约300万t。

装备方面,1956年只有2000mm热轧机、1700mm冷轧机、50MN挤压水压机,1960年增加了100MN模锻水压机,现在又增加了2800mm热轧和冷轧机、60MN厚板拉伸机、125MN挤压水压机、300MN模锻水压机。1985年以后,陆续引进了多台世界先进水平的冷轧机和铝箔轧机,如西南铝业(集团)有限责任公司的1850高速冷轧机(轧制速度达1500m/min),1700mm铝箔轧机(粗轧机速度1500m/min,精轧机速度1200m/min);渤海铝业公司还有2200mm铝箔轧机。此外,还引进了气垫式连续热处理机列,连续拉弯矫直机列,涂层板生产机列,建筑型材生产线(包括阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂等表面处理设备),铝门窗生产线,压铸生产线等。

我国的铝加工业已能生产国计民生各个方面需要的铝及铝合金材料,如2500mm宽的热轧板、80mm厚的预拉伸板、0.006mm厚的铝箔、750mm宽的挤压型材、投影面积1m²的模锻件等。铝消费的90%以上在民用方面,如建筑(铝门窗、幕墙、装饰板),交通(飞机、铁路客车、地铁客车、高速公路大型客车、轿车、摩托车),包装(饮料罐、香烟箔、食品和药品包装箔),印刷PS板,家电(冰箱、空调),电力(线、排)和电子(阴极箔、阳极箔)。1980年起,我国迅速形成了“建筑型材热”,现有的铝合金建筑型材生产企业近千家。1990年后,摩托车、汽车制造业迅猛发展带动了铝合金压铸技术也迅速发展。现在,则正在形成一股“板带热”。准备上“1+4”(1台热粗轧+4台热精轧机)热连轧机列(中外合作制造)的就有近7家,其中3家与国外合资;准备上近百台普通冷轧机;准备上普通连铸连轧生产线近百条。

我国生产的铝材质量总体上接近国际水平,有些产品达到了国际先进水平,如从1986年起,西南铝业(集团)有限责任公司(原西南铝加工厂)已陆续获得美国波音公司颁发的铝合金模锻件、锻坯(含

熔铸)生产许可证共5个,已向波音767、757、737、747等机型提供了可装备1000多架飞机的配套模锻件5000多件。目前,我国铝材质量的突出问题是均匀性(一致性)和稳定性比国际先进水平低,不同品种的加工成品率比国际先进水平低5%~20%。此外,铝加工企业的全员劳动生产率为国际先进水平的10%~80%。

为了满足铁路客车、地铁客车、高速公路大型客车轻量化的需求,我国已研制开发出了专用铝合金型材,正在研制开发的汽车用深冲铝合金板材等新材料。为了满足航空航天和兵器工业的需要,正在研究开发超高强高韧、超耐热、高耐腐蚀和高弹性模量铝锂合金等新的铝合金材料,铝合金复合材料和合成材料。

3 世界铝加工业的现状与发展趋势

2002年全世界原铝产量约2700万t,铝材产量约2700万t,在今后相当长的时间内,铝消费量的增长率为5%左右,回收再利用率的生长更快一些。

美国是世界上铝及铝材生产和消费量最大的国家,每年消耗500多万t铝。在装备、技术水平、产品质量和全员劳动生产率等各方面都居国际先进水平。

在装备方面,美国拥有世界第一的5600mm热粗轧机、2058mm五机架热精轧机、132MN厚板拉伸板、3300mm冷轧机、五机架冷连轧机(终轧机架轧速达2400m/min)。俄罗斯有世界最大的750MN模锻水压机和200MN挤压水压机。

在产品方面,美国能生产5000mm宽的热轧板、最大厚度150mm的预拉伸板、3000mm宽的冷轧板,俄罗斯能生产1000mm宽的挤压型材和投影面积3m²的模锻件,不少国家能生产0.005mm厚的铝箔。

现在,世界各国越来越重视环境保护和可持续发展,为了努力减少对环境的污染、降低能源消耗、提高交通运行速度、改善产品的使用维护条件,轻量化成为必然的选择。已经研制开发出了全铝列车、全铝汽车、铝坦克(装甲车)、铝舰艇、铝炮架、铝枪支(机枪、自动步枪、手枪)等。铝成为实现轻量化的首先金属材料。

国际先进水平的铝材质量方面的突出特点是:化学成分、组织性能、尺寸精度、表面质量等的高均匀性(一致性)和稳定性。

研究开发超高强高韧、高耐腐蚀、超耐热和高弹性模量的铝合金, 铝合金复合材料和合成材料成为研发主流; 在提高强度的同时大幅度提高塑性和韧性、耐腐蚀性等综合性能是研究的前沿; 突出的进展在工艺创新方面。美国 1995 年研究开发的 7055T7751, 在提高强度的同时也提高了塑性和韧性。新技术生产的铝材已用于制造波音 777 飞机, 这项技术至今仍对外保密; 美国研究开发的铝合金铸造气滑结晶器, 用于生产 7050 合金 d 815 mm 圆铸锭、610 mm $\times$ 1 830 mm 扁铸锭, 铸造速度为我国现行工艺的 3 倍, 铸锭表面光洁、无缺陷, 圆锭不需车皮, 扁锭不需铣面。我们现行工艺即使铸造 d 550 mm 的 7050 合金圆铸锭, 难度也很大, 表面不光洁, 表面缺陷深达 10 mm, 要大量车皮。

4 我国铝加工业赶超国际先进水平的对策

加入“WTO”使我国铝加工业面临很好的机遇和严峻的挑战, 机遇来自挑战, 挑战在于差距。与我国的产品相比, 国际先进水平的铝材确实是物美价廉。现在, 即使在国内, 我们也必须与国际先进水平的国外产品同场竞争。要生存发展, 必须提高产品质量, 大幅度提高化学成分、组织性能、尺寸精度、表面质量的均匀性(一致性)和稳定性, 大幅度提高全员劳动生产率, 大幅度降低产品成本。

提高产品质量必须依靠科技创新, 重点应放在工艺技术创新方面, 这是世界铝加工技术进步最快的方面, 花钱少、研发周期短、收效较大。最近我

们经过大量实验研究, 开发了“铝合金复合高韧强化新技术”, 全面同时大幅度提高了 7B04 合金铝材的性能: 抗拉强度 σ_b 提高 33%, 屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 提高 47%, 延伸率 δ 提高 140%, 断裂韧性 K_{IC} 提高 26%, 耐腐蚀性能良好。还开发了“铝合金扩径反挤压新技术”, 用较小直径的圆铸锭反挤压出较大直径的管材。我们将加倍努力, “边学边创, 创出辉煌”, 为我国的铝加工技术的发展做出新的更大的贡献。

每个企事业单位都应对照国际先进水平找准自身在装备、技术、管理等各方面的差距, 充分调动科技人员、管理人员和工人的积极性、主动性和创造性, 加快创新步伐, 不断改进、改造和改革, 使我国的铝及铝合金材料尽快跨入国际先进水平的行列, 在日趋激烈的国际竞争中, 占有与生产消费大国相称的地位。

参考文献

- [1] Aluminum Standards and Data 1997 [M]. The Aluminum Association, Washington, DC. 2000.
- [2] 王祝堂, 田荣璋. 铝合金及其加工手册[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1989.
- [3] 曾苏民. 影响铝合金固溶保温时间的多因素相关规律[J]. 中国有色金属学报, 1999, 9(1): 79-86.
- [4] Nakai M. New aspects of development of high strength aluminum alloys for aerospace application[J]. Mater Sci Eng, 2000, A280: 102-104.
- [5] 哈宽富. 断裂物理基础[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

(编辑 杨 兵)