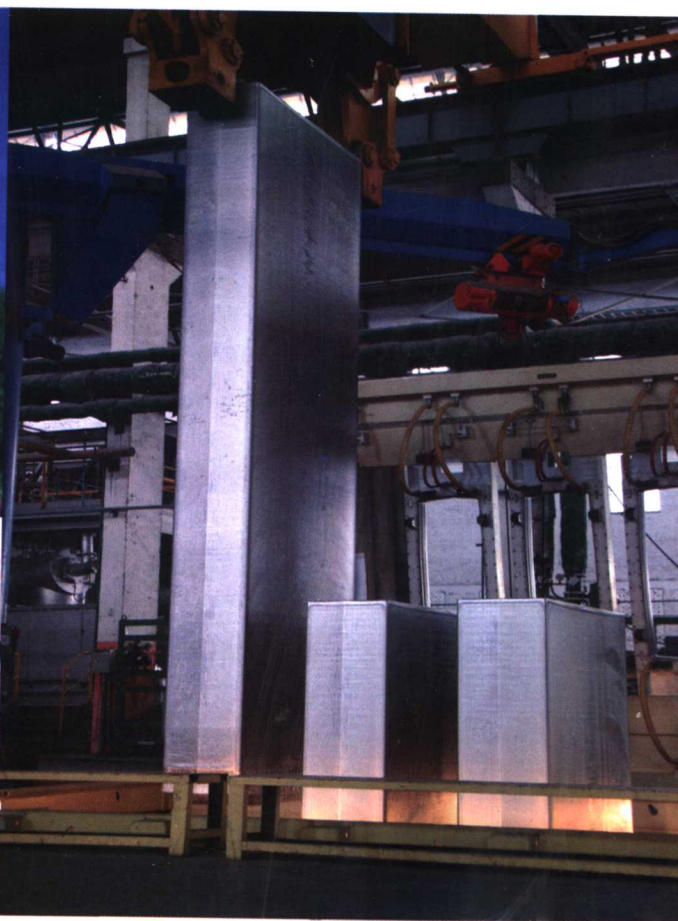
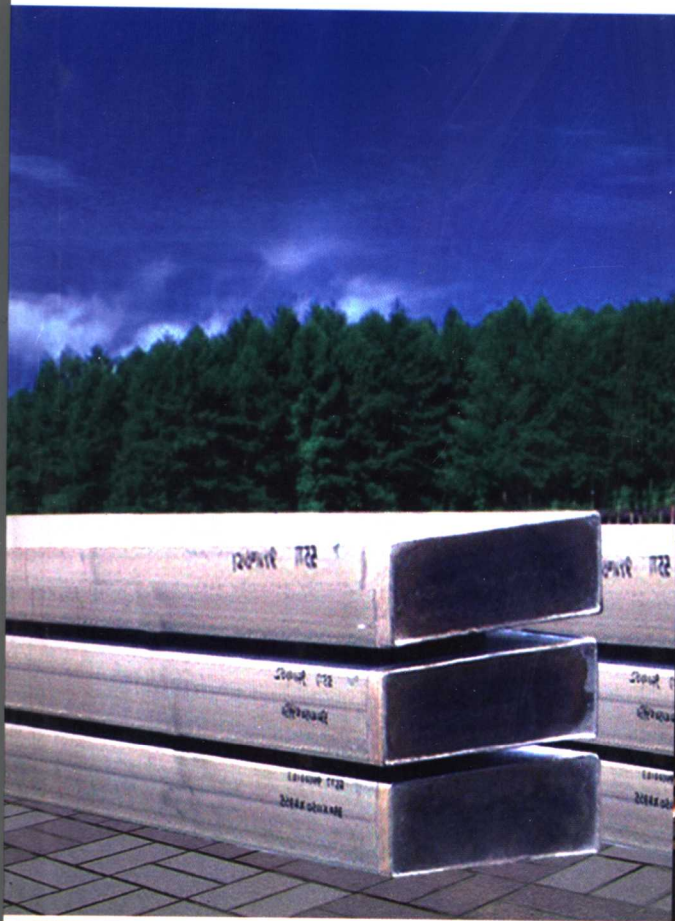


铝及铝合金工艺与设备

主编 张忠玉 副主编 郭峰 董江 统稿 李根荣



中南大学出版社

铝及铝合金工艺与设备

主 编	张忠玉			
副主编	郭 峰	董 江		
编 委	胡俊杰	钟向文	曹 鹏	李根荣
	刘永纲	严旭明	王吉平	梁立群
	王 丽	袁立焯	李建军	蒋建平
	王 群			
统 稿	李根荣			

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

铝及铝合金工艺与设备/张忠玉主编. —长沙:中南大学出版社,2006. 11

ISBN 7-81105-326-8

I. 铝... II. 张... III. ①铝-基本知识②铝合金-基本知识 IV. TG146.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 134129 号

铝及铝合金工艺与设备

主 编 张忠玉

副主编 郭 峰 董 江

统 稿 李根荣

责任编辑 周兴武

责任印制 文桂武

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

印 装 长沙市华中印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 18 字数 443 千字

版 次 2006年11月第1版 2006年11月第1次印刷

书 号 ISBN 7-81105-326-8/TF·009

定 价 35.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

序

进入21世纪,随着我国国民经济连续多年的快速发展,铝工业的发展更是迅猛异常。落后的生产关系被逐渐淘汰,产业的集中度快速提高,有力支撑着有色金属工业增长和不断壮大,尤其是电解铝,其发展之快在整个铝工业的产业链中当数头筹。截至2005年底全国电解铝产量已达到800万t。中国铝业股份有限公司成立至今,电解铝产量短短几年由当初的60万t发展到现在的200万t,具备产能350万t,资产从300亿元起步到目前为止发展到1300亿元。

然而,国家先后宏观上对电解铝发展失控出台了一系列调控政策:严把审批项目关;紧缩资金信贷;严格土地审批制度;实行严格的环保措施;电价上调;降低出口退税;控制氧化铝进口,征收氧化铝进口关税等。电解铝成本上升,铝价一直在低谷徘徊,致使电解铝企业身陷困境。

如何摆脱电解铝企业目前的困境?再继续扩大规模已不是科学的发展方向,多品种、合金化、精加工才是摆脱困境之道。目前我国高精尖铝合金板材全部靠进口,价格一直居高不下,因此,努力实现铝及铝合金的深加工,提高整体技术装备水平,不断增强电解铝企业乃至铝工业的市场竞争力,是摆在我们面前的一项重要任务。

为便于技术交流和创新,我们的工程技术人员根据自己多年来的实践经验,撰写了一批铝及铝合金和设备方面的论文。论点明确,内容丰富,针对性强,既是对未来电解铝深加工的思考,又是对生产实践和技术成就的总结,值得借鉴与参考。

《铝及铝合金工艺与设备》撰写出版工作得到了领导和广大工程技术人员的大力支持,参与编写的人员也付出了辛勤劳动,在此表示感谢。由于我们水平有限,缺点和错漏在所难免,欢迎读者批评指正。



2006年8月

目 录

绪 论	(1)
第一章 铝及铝合金的基本知识	(13)
第一节 铝及铝合金的特点及其在工业上的应用	(13)
第二节 铝及铝合金的分类	(17)
第三节 铝合金牌号和化学成分	(18)
第二章 铝及铝合金铸造技术与管理	(25)
第一节 铝合金熔炼的基本原理	(25)
第二节 铝及铝合金液的净化原理及工艺	(31)
第三节 熔炼工艺及操作	(37)
第四节 铸造工艺与操作	(43)
第五节 铸造质量管理与铸造缺陷	(46)
第六节 辅助材料	(62)
第七节 铸造过程中的安全与环境保护	(72)
第三章 铝及铝合金生产线设备	(86)
第一节 工程项目管理	(86)
第二节 设备的选型	(89)
第三节 铝熔体处理系统设备	(95)
第四节 熔炼设备	(113)
第五节 电磁搅拌技术	(125)
第六节 铸造机系统	(132)
第七节 铝及铝合金铸锭的成形设备	(148)
第八节 铝及铝合金生产线锯切设备	(163)
第九节 配电系统设备	(166)
第十节 烟尘净化系统设备	(174)
第十一节 计算机控制系统	(185)
第十二节 循环水系统	(200)
第十三节 运输系统设备	(204)
第十四节 设备运行管理	(206)

第四章 生产实践与探索	(215)
第一节 设备管理与维修技术探讨	(215)
铸造铝锭表面产生严重波纹的原因	(215)
浅析铝及铝合金生产设备中液压油温度对液压系统的影响与消除	(220)
设备采暖系统常见故障分析及处理办法	(222)
板锭生产中的主要故障及对策	(224)
电气产品可靠性技术浅谈	(227)
PV 型轴向柱塞泵控制原理及故障排除	(229)
第二节 先进控制技术和节能技术的研究	(233)
提高电网功率因数降低能耗	(233)
计算机技术在扁锭铸造中的应用	(235)
浅析供电系统中三相负荷不平衡对线损的影响	(243)
VPN 技术及其在板锭生产系统中的应用	(245)
应变式传感器在测量物体重量中的应用	(249)
铝电解控制算法与软件	(254)
第三节 生产与工艺	(259)
低液位铸造技术在扁锭生产中的应用	(259)
双带式连续铸造技术中的哈兹列特连续铸造机	(267)
铝及铝合金气滑铸造新工艺	(271)
电解铝液直接铸造铝合金扁锭	(274)
铝及铝合金扁锭生产的现状及前景分析	(277)
主要参考文献	(281)

绪 论

一、铝及铝合金现状

1. 我国铝电解工业现状

截至2001年底,我国已建成电解铝厂131家,其年生产能力约426万t,当年实际产量342万t。跃居世界第一大原铝生产国。规划在建和拟建的电解铝项目还有40余个,大部分在3~5年内形成生产能力。

我国电解铝厂数量超过国外所有的电解铝企业数,但产量仅占世界总产量的14%。国外电解铝企业总数125家,平均年产量为19万t。近些年来,我国的行业集中度降低,1995年全国电解铝厂53家,总产量187万t,平均年产量3.5万t,2001年平均年产量减少到2.7万t。年产原铝20万t的铝厂只有青海铝厂、贵州铝厂和青铜峡铝厂三家。2001年年产原铝10万t以上的铝厂仅8家,产量120万t;5万~10万t的9家,产量59万t;2万~5万t的30家,产量95万t;其余的总产量68万t,平均年产量不到万t。据不完全统计,2000年和2001年两年,全国自焙槽总数从12355台下降到9748台,产能从180万t下降到135万t,而预焙槽产能同期增加138万t。

近年来,我国铝工业投资热潮一浪高过一浪。从1996年初到2002年底,我国电解铝产能从180万t猛增到510万t,年均增长高达26%。2002年,我国电解铝生产企业约有133个,原铝产量达到436万t,约占全世界原铝产量的16.8%,连续两年居世界第一位,并由原铝的净进口国转变为净出口国,但是销售量仅为414万t。2003年国内新增电解铝产能125万t,总产能达到750万t,已呈现出供大于求的格局。我国已经加入世界贸易组织(WTO),随着经济全球化进程的进一步加快,社会主义市场经济体系的建立和不断完善,国内国际两个市场、两种资源的相互融通,我国铝工业在日益激烈的市场竞争中面临着严峻的考验。因此,我国铝工业必须从自身优势出发,进行结构性调整,实现产品、产业升级,尽快把我国由目前的原铝生产大国转变为铝工业强国。为此原铝生产企业纷纷寻找新的经济增长点。

2. 铝产业的产能、产量、需求的现状

2005年,我国氧化铝生产能力1050万t,产量851万t,在建能力730万t。电解铝产能1079万t,产量780万t,在建能力140万t(不含拟建)。铝材产能931万t,铝材产量584万t,在建能力243万t。

2010年前,我国电解铝能力年增长仍在7.2%左右,2008年电解铝能力将达到1300万t左右。

2005年我国电解铝需求714万t,铝的全口径总需求826万t,三年后电解铝能力达到1300万t,显然电解铝能力的增长仍需控制。

3. 铝加工工业现状

改革开放以来,我国国民经济呈稳定、快速、健康增长态势。在宏观经济整体运行良好的环境下,我国铝加工工业得到了迅速发展。目前,我国铝加工材生产企业约有1200家以上(不包括铝制品厂的板带车间),年铝材加工配套生产能力在400万t左右,其中铝板带产能

约有 130 万 t, 铝箔生产能力 35 万 t 左右。据统计资料显示, 2002 年国内铝材加工产量达到 274 万 t, 比 1998 年增加了 120 万 t 多, 为世界铝材加工生产大国。预计 2005 年我国铝加工材消费量达到 330 万 t 左右, 年均增长率约为 5.7%; 2010 年铝加工材消费量将达到 380 万 ~400 万 t, 年均增长率约为 4%。

但是, 我国铝加工材的生产还处在低水平、小规模向高水平、规模化发展的过程中, 仍然是高精度铝板带材和工业型材的净进口国。2002 年国内进口铝加工材 47.6 万 t, 其中铝板带材 32.5 万 t, 占铝加工材进口的 68.4%, 与 1992 年相比, 铝加工材进口贸易年平均增长速度达 15.5%, 板带材进口贸易年平均增长速度高达 19.9%, 高于铝加工材增长速度。产品主要是易拉罐料、铝箔坯料、PS 版等高档产品; 随着国民经济持续稳定的发展和人民生活水平的提高, 铝板带材的生产和消费量将进一步增长, 对铝板带材的品种、质量也提出了越来越高的要求。

西南铝业(集团)有限责任公司是我国生产规模最大, 技术装备最先进, 产品品种、规格最齐全的综合性的特大型铝加工骨干企业。西南铝业(集团)有限责任公司为加速调整产品的结构, 生产市场短缺的高精铝板带材, 利用国家第四批财政债券贴息贷款, 对西南铝业(集团)有限责任公司热轧生产线进行技术改造。目前正在建的半连续热轧生产线技术改造项目, 采用了当今世界先进的辊长为 2000 mm 的(1+4 机架)半连续热轧机组, 是我国铝加工行业第一条现代化半连续热轧生产线。该热轧生产系统设计年产铝板带箔材 35×10^4 t, 其中: 铝板材 3×10^4 t, 铝带箔材 17×10^4 t, 中厚板材 1×10^4 t, 热轧卷坯 14×10^4 t; 主要产品是以制罐料、PS 版基、优质铝箔及铝箔坯料、涂层板及中厚板材等为代表的市场需求量大、附加值高的高精尖产品。每年超过 16.5×10^4 t/a 的扁铸锭缺口需要外购或外协解决。

用电解原铝液直接配料生产成热轧用扁铸锭坯, 与用重熔锭生产加工锭坯相比, 既可省去重熔工序、节约能耗, 又可减少烧损、减少污染、降低成本。据测算, 每吨锭坯的成本可降低 500 元左右, 生产成本有较大优势。因此发展电解原铝生产企业生产铝加工初级产品, 实现“节省共享”的原则, 既降低了铝加工产品成本, 又有效地把电解原铝资源优势转化为经济优势。

铝合金圆锭是采用挤压法生产铝合金型材的主要材料。随着国内铝加工市场不断升温, 市场上圆锭的需求量也不断增加。在电解铝行业受电力供应和氧化铝短缺双重制约下, 不少电解铝厂将发展圆锭生产作为企业发展的新的经济增长点。

4. 国内型材生产及挤压机状况

截至 2003 年底, 估计全国铝型材加工企业的数量仍有 600 家左右。共有各类挤压机约 2000 台, 主机生产能力超过 250 万 t, 挤压材产量约 200 万 t, 工业型材约占 20%。在我国铝挤压生产企业中产能大于 1.0 万 t/a 的企业有 70 多家, 其中年生产能力超过 5 万 t 的铝材挤压企业有 10 家左右, 而产能在 10.0 万 t/a 的只有 2 家。在现有挤压机中, 10 MN 以下的挤压机约占 70%, 其中 ≤ 5 MN 的挤压机约占 22%。挤压力 ≥ 20 MN 的有 57 台, 其中 ≥ 50 MN 的有 9 台; 从生产能力来看, 10 MN 以下挤压机的生产能力约占全国生产能力的 50% 左右。

我国的铝型材加工企业主要分布在沿海地区, 较为集中的是广东、河南、山东、江苏、辽宁等省, 产能和产量占全国的 70% 左右。为适应大型工业型材的市场需求, 国内大型挤压机 (≥ 50 MN) 的建设也颇有成效, 建成与投产了一批以生产工业型材为主的企业, 如山东丛林集团、吉林麦达斯公司、天津柯鲁斯及西南铝加工厂等, 已拥有大型挤压机 9 台(见表 0-4),

其中西南铝加工厂的 125 MN 水压机、东北轻合金加工厂的 50 MN 水压机和西北铝加工厂的 50 MN 水压机主要以挤硬合金挤压材为主，产能较低。

表 0-1 中国大型铝挤压机(≥ 50 MN)(部分)

企业名称	挤压机能力/MN	台数	生产能力/ $t \cdot a^{-1}$	主要生产品种	设备来源
山东丛林集团	100	1	5000	车辆型材、管材	中国(油压机)
	80	1	4000	车辆型材	日本宇部(油压机)
	50	1	6000	普通工业型材	意布雷达(油压机)
西南铝加工厂	125	1	5000	硬合金管棒型材	中国(油压机)
	80	1	4000	车辆型材	中国(水压机)
吉林麦达斯	75	1	4000	车辆型材	中国(油压机)
天津柯鲁斯	55	1	6000	普通工业型材	意布雷达(油压机)
东北轻合金加工厂	50	1	3000	硬合金棒型材	前苏联(水压机)
西北铝加工厂	50	1	3000	硬合金棒型材	前苏联(水压机)
	45	1			德国(油压机)

近年来我国铝型材企业已在积极进行产业结构及产品结构的深层次调整。突出表现在铝型材企业重组兼并加快，大型企业越做越大，向着集团化、大型化、专业化迈进；大力开拓国内外两个市场，开始出现出口主导型企业。结果使我国铝型材企业数量逐渐减少，但产量仍然快速增长，质量不断提高，品种、规格不断增加，表现出良好的持续发展的态势。例如从 2003 年开始，中国又出现了上大型挤压机的热潮，国内不断传出企业为生产大型材而新上大挤压机的计划。忠旺集团准备新建 125 MN、80 MN 和 50 MN 挤压机各一台，广东金侨铝厂计划从日本宇部兴产购买 1 台 40 MN 挤压机在内的 4 台挤压机。此外，广东兴发和南平铝厂等企业也制定了类似的计划。

表 0-4 部分生产厂家挤压机所需铸锭规格

序号	厂家名称	挤压机能力/MN	铸锭规格/mm	备注
1	东北轻合金有限公司	50	$\phi 490, 410, 350, 290$	水压
		35	$\phi 360, 270$	水压、双动
2	西北铝加工厂	50	$\phi 490, 410, 350, 290$	水压
		35	$\phi 360, 310, 270$	水压、双动
3	西南铝加工厂	125	$\phi 785, 635, 490, 410$	水压、双动
		80	$\phi 490, 410, 350, 270 \times 270, 660 \times 240$	双动、油压
		35	$\phi 360, 310, 270$	水压、双动
4	山东丛林集团	90/100	$\phi 600, 720 \times 280$	油压
		3000ust	$\phi 254$	油压

续表

序号	厂家名称	挤压机能力/MN	铸锭规格/mm	备注
5	吉林麦达斯	75	φ450,650×250	油压
6	天津柯鲁斯	55	φ381,356,305	油压
7	广东金桥铝厂	55	同上	油压
8	江苏宜兴天力铝业	36	φ310	油压
9	广东兴发	32	φ280,254	油压

5. 锻压生产发展状况

(1) 国外发展状况与水平

锻件生产是一个很古老的行业,但铝合金锻件的大量生产应用是从1950年开始的。经过几十年的现代化改造,无论在工业装备、模具设计和制造、生产工艺和技术上,还是在产品品种规格、生产规模和质量等方面都得到了飞速发展,尤其是美国、俄国、德国、日本、法国、意大利、捷克、奥地利、瑞士等国的锻压机生产的发展水平达到了相当高的程度。目前,全世界有锻造厂数百家,锻压机数千台,年产锻件近500万t/a,其中铝合金模锻件30万t/a左右(年消耗近50万t/a)。全球有大小水(液)压锻压机500余台,其中100MN以上的大型水(液)压锻压机40多台,300MN以上的中型水(液)压锻压机约有20台。300MN以上的重型锻压机的分布情况是:俄国4台,其中一台为750MN,为世界之最;美国5台,其中包括2台450MN的;法国1台,为650MN;德国2台;中国1台;罗马尼亚1台;英国1台等。这些锻压水(液)压机的主要特点是结构紧凑、多功能、自动化程度高、配备有操作机、快速换模装置、平面配置机合理、有利于连续作业、生产效率高。此外,随着铝合金模锻件大型化、精密化程度的提高,大型精密多向模锻压机日益受到重视。各国已拥有多台大型多向模液压机,其中美国3台,最大为300MN;法国1台为650MN;英国1台为300MN;中国1台为100MN;俄国2台为200MN和500MN;德国1台为350MN。多向模锻压机属于精密锻压设备,配备了PLC系统和计算机控制系统,可对能量、行程、压力、速度进行自动调节,对关键部件最佳工作点进行控制,对各工作状态进行监控和显示,对系统故障、设备过载、过温和失控等进行预报和保护,对制品质量进行控制。有的还包括偏移检测、同步系统、工作台和机架变形补偿、磁包存储器、集成电路、光纤通讯、彩色屏等,可实现全机或全机列,甚至整个车间的自动控制与科学管理。

在铝及铝合金锻压技术上研制开发了大量的锻压新工艺、新技术,如液体模锻、等温锻造、粉末锻造、多向模锻、无斜度精密模锻、分部模锻、包套模锻等,对简化工艺、减少工序、节省能耗、扩大品质、增加规格、提高质量和生产效率、保护环境、减低劳动强度、提高经济效益等方面发挥了重大作用。专用的计算机软件对控制锻造温度、锻造压力、变形程度(欠压力)和工艺润滑等主要工艺参数,控制制品尺寸和内部组织、力学性能等提供了可靠的保证。

锻模的设计与制造是铝合金锻压技术的关键。锻件的CAD/CAM系统已十分成熟和普及,在美国,CAD/CAM系统正在被CIM(计算机一体化)所代替。CIM包括成套技术、计算机技术、CAD/CAM技术、机器人、专家系统、加工计划、控制系统以及自动材料处理等,为模锻件的优化设计和工艺改进提供了条件。如汽车工业,对前梁、羊角、轮毂、曲轴等零件

进行设计和工艺过程优化,可使优化设计后的羊角减重 15%,轮毂减重 30%,曲轴减重 20%,而且大大提高了生产效率,降低了能耗。

在产品品种和质量上获得了突破性进展。目前世界上研制开发的锻造铝合金,有上百种、几十个状态,可大批量生产不同合金、不同状态、不同性能、不同功能、各种形状、各种规格、各种用途的铝合金锻件,规模在 30000 t/a 以上的大型企业已有十余家。目前世界上可生产的铝合金模锻件的最大投影面积达 5 m^2 (750 MN),最长的铝锻件可达 15 m,最重的铝锻件达 1.5 t,最大的锻环直径达 7.5 m,完全可以满足最大的飞机、飞船、火箭、导弹、卫星、舰艇、航母以及发电设备、起重设备等的需要。产品的内部组织、力学性能和尺寸精度也能满足各种用户的要求,在产品开发上达到了相当高的水平。

由于近年来世界各国在大、中型锻压液压机的新建和改建方面力度不大,因此,总的来说,世界铝合金锻件的生产尚不能满足交通运输轻量化对铝锻件的需求,有必要新建若干条现代化大、中型铝锻压生产线。

国外在钛锻件和高温锻件的生产方面也取得了很大的进展,有了相当高的水平。

(2) 国内发展现状和水平分析

锻压生产在我国已有悠久的历史。3300 多年前的殷墟文化早期,锻压已用于兵器生产。解放前,锻压生产技术十分落后。解放后,锻压生产迅速发展,125 MN 以下的自由锻水压机、300 MN 以下的模锻水压机、160 kN 以下的模锻锤、1600 kN 以下的摩擦压力机、80000 kN 以下的热模锻压力机已成系列装备了各个锻压厂。我国仅有 300 MN、100 MN、60 MN、50 MN、30 MN 五台大、中型铝锻压水(液)压机和一台 100 MN 多向模压水压机,产能力仅为 10000 t/a 左右,最大模锻件投影面积为 2 m^2 (铝合金), 1.2 m^2 (钛合金),最大长度 7 m,最大宽度 3.5 m,锻环最大直径 $\phi 3.5\text{ m}$ 以及盘径为 $\phi 534 \sim \phi 730\text{ mm}$ 的铝合金绕线盘。产品品种相对较少,例如工业发达国家的模锻件已占全部锻件的 80% 左右,而我国只占 26% 左右。国外模锻件的设计、模具制造方面早已引入计算机技术,锻模 CAD 和锻造过程仿真已进入实用化阶段,而我国很多锻压厂在这方面才刚刚起步。工艺装备自动化水平和工艺技术水平也相对落后。

由上述分析可知,目前我国铝合金锻压工业无论在工艺装备、模具设计与制造、生产工艺技术上和新工艺、新材料开发;还是在产品品种与规格上、产品产量与规模、生产效率与批量生产、产品质量与效益等方面都与国外先进水平存在较大差距。不仅不能满足国内外市场对铝合金锻件日益增长的需求,更跟不上交通运输(如飞机、汽车、高速火车、轮船等)轻量化要求以铝锻件替代钢锻件的步伐。为此,我国应集中人力、物力和财力,尽快提高我国铝合金锻压生产的工艺装备水平和生产工艺技术水平,并尽快新建若干条 60 ~ 500 MN 现代化铝合金锻压液压机生产线,以缩小与国外先进水平的差距,最大限度地满足国内外市场的需求。

二、铝及铝合金发展趋势

1. 当前铝工业调整的趋势

(1) 氧化铝产能产量将较快提高

目前,年氧化铝产量 851 万 t,需求 1600 万 t,缺口 750 万 t。现货价位接近 6000 元/t,基本上一半靠进口,连续三年价格上涨,推动了氧化铝的投资,中铝独家生产的局面已经改变,2006 年中铝以外产能将达到 300 万 t,选矿拜耳法成功和逐步推广将扩大铝土矿可利用

储量。

(2)大企业已开始在国外进行氧化铝和电解铝投资,稳定供应将逐步增加。

(3)电解铝投资受到抑制,落后工艺已基本淘汰。

自2003年下半年开始,对电解铝投资的宏观调控先后出台十余项政策,主要有:项目清理,对不符合审批程序的项目停建;提高资本金率收紧信贷;严格控制土地和土地价格;严格要求环保;淘汰自焙槽落后工艺;停止审批新项目;控制氧化铝供应流向;取消出口退税增加出口关税等。现已有41家停产,停掉能力55万t,新项目大部分缓建,2005年铝锭出口下降14.4%,大部分电解铝企业处于亏损或亏损边缘。下半年由于限产,铝价开始回升,得到缓解,大部分自焙槽已淘汰,剩余部分只占3%,大部分企业已改造为大型预焙槽。

(4)再生铝得到较快发展

发改委已提出“十一五”再生铝利用在总产量中要达到25%的目标。2005年废铝进口154万t,折120万t铝,增长46.4%,国内回收废铝近80万t,合计近200万t,已占电解铝及合金总产量的20%,大量节能、节水和减轻资源、环境负荷,扩大再生铝利用是有色金属行业节能重大的结构性措施,需要进一步放宽进口,并鼓励外企来华办再生铝厂,实现双赢。

(5)氧化铝、电解铝企业已形成企业联盟,对氧化铝统一定价、统一采购和电解铝产量的控制采取联合行动,以面对氧化铝一半靠进口的形势和平衡电解铝、氧化铝的利益关系,以应对目前电解铝能力大于需求的现状。

(6)铝加工发展迅速

特别是高精度板带、铝箔、工业用挤压铝型材项目,起点高、规模大是铝材发展的新趋势,2005年铝材总产量584万t,增长33%,已成为净出口国,这一趋势还将扩大。

(7)铝市场的展望

近三年来,国内氧化铝市场供不应求,价格持续高涨,刺激和加大了投资力度。预计2006年除中铝以外的产能将达到300万t,估计可实现氧化铝产量1150万t,比上年增幅达35%左右。由于国家宏观调控政策的使然,2005年大部分电解铝企业出现亏损或濒临亏损,有23家大型电解铝企业从行业利益考虑自发地联合提出减产10%的倡议。如果倡议计划能够落实,氧化铝又有预期的增幅,氧化铝供应的紧张状态将在2006年得到较大的缓解。

2006年我国经济增长速度预计将保持在8%以上,市场对铝需求将继续加大。其中,建筑行业 and 电力行业仍将成为推动铝消费的两大领域。新的消费增长点会来自铝下游加工业的产能扩张,估计铝材的出口增势将进一步加速,明显带动电解铝的需求量。可以预见原铝的需求增长率在12%左右,需求量将达到800万t。

2006年氧化铝和电力将不再是限制电解铝产量的重要因素,而国家对电解铝行业实施的宏观调控政策将在较长的一段时期里影响着电解铝产量快速增长的趋势。制约产量快速增长的因素还有来自国内主要大型电解铝企业提出的联合减产的自律行动。但是,市场的需求和新增生产能力还将导致电解铝的增长率在9%,产量在850万t左右,比过去几年增长率有较大幅度的增长。

2. 铝合金新材料的发展趋势

(1)目前全世界已正式注册的铝合金达千种以上,分别包含在1000~9000系中,为世界经济的发展和人类的进步做出了巨大贡献。但是,随着科技的进步和人民生活水平的提高,有些合金已被淘汰,特别需要发展一批高强、高韧、高模、耐磨、耐蚀、耐疲劳、耐高温、耐

低温、耐辐射、防火、防爆、易切削、易抛光、可表面处理、可焊接和超轻的新型铝合金，如高强高韧合金，铝锂合金等。

(2) 研究开发各种新型铝合金热处理、形变热处理、表面处理，以获得各种具有特殊性能和特殊功能的新材料。

(3) 全面深入研究铝合金的成分 - 加工与热处理，工艺 - 组织与性能之间的关系，以改善各种材料的性能，拓宽其用途，使之成为能适应各种场合的新材料。

(4) 广泛研究铝合金的粉末冶金、复合材料、超细粉和纳米级材料等新产品。

3. 板、带、条、箔新材料与新产品的开发方向

(1) 高性能大规格预拉伸厚板；

(2) 大规格中厚板和变断面板材；

(3) 高性能特薄铝板，如 PS 版基、易拉罐板、铝箔毛料板、镜面板、高级装饰板及其他具有特殊性能或功能的宽幅薄板等；

(4) 低、中、高压电容器铝箔、亲水箱、憎水箱、复合箔以及厚度小于 0.004 mm 的超薄铝箔等。

(5) 特种花纹板、压型板、波纹板以及具有特种功能的泡沫铝板和复合板及塑复铝板等；

(6) 具有高冲压性、可焊性、可自时效性的中强汽车车身板等；

(7) 超高强、高韧、高抗疲劳和抗腐蚀的航天航空用结构铝合金板和蒙皮板等。

4. 管、棒、型、线材新产品的开发方向

(1) 无粗晶环的细密均匀组织的挤压型、棒材；

(2) 变断面管材和型材；

(3) 无缝异形空心型材；

(4) 异形、多孔、多层空心型材；

(5) 大规格特种型材和壁板；

(6) 铝塑复合管材和型材；

(7) 隔热、隔音门窗型材和泡沫铝合金型材及管材；

(8) 高表面质量、高精度、特薄、超宽铝合金装饰型材；

(9) 大径薄壁、高表面质量、高精度管材；

(10) 超大型高强度新型建筑型材；

(11) 大悬臂半空心型材和大型散热器型材；

(12) 具有特殊性能和功能的型材及管材；

(13) 大型母线、钻探管、超细毛细管、内外螺纹管等特殊管材；

(14) 超高强、高韧、高抗疲劳、抗腐蚀的大型军用型材；

(15) 具有抗辐射、抗爆破、抗振动等特殊性能的型材和管材；

(16) 超细线材等。

5. 铝合金铸锻新产品的开发方向

(1) 高性能高精密度超薄铸件和压铸件；

(2) 半固态和液态金属成形产品；

(3) 复合材料铸件和锻件；

(4) 粉末冶金和喷射成型的高强耐热合金锻件；

- (5) 超高强、高韧性航空航天结构锻件；
- (6) 超大型高性能模锻件；
- (7) 高强、超薄精密模锻件；
- (8) 高精度多向模锻件；
- (9) 具有特种性能或功能的大型模锻件。

6. 深度加工新产品的开发方向

- (1) 各种花色、具有特殊性能与功能的门窗及幕墙新产品；
- (2) 农业喷灌、高压液体和气体输送的高性能焊管及管接头，特殊容器与高压容器；
- (3) 全铝汽车、卡车外壳及全铝船舶、潜艇上层建筑与外壳体材料；
- (4) 全铝石油悬浮装置和钻探系统；
- (5) 高速列车、地铁列车、轨道车铝质车厢；
- (6) 铝质跳水板(台)及其他铝质文体产品；
- (7) 铝合金活动房屋、仓库、旅游帐篷等新产品；
- (8) 铝质家具、装饰柜、家用电器外壳、新型仪表外壳、电子通讯器械等新型产品。

7. 新型铝合金产品制备技术与装备

- (1) 高速、特薄、宽幅纯铝及 3000、5000 铝合金连铸连轧机系列；
- (2) 半固态和液态金属成形生产线；
- (3) 组装式全自动现代挤压生产线和大型挤压与模锻机系列；
- (4) 高速全自动多机架热连轧与冷轧生产线；
- (5) 大型高效全自动控制熔铝炉和新型铸造机系列；
- (6) 新型在线熔体净化装置及测氢仪和测渣仪等；
- (7) 大型高精高效检测装置；
- (8) 新型精密铸锻设备；
- (9) 新型深度加工设备。

8. 我国铝加工技术的发展趋势和预测

(1) 大合并，上规模。淘汰规模小、设备落后、开工不足和产品质量低劣的企业，建成几个具有国际一流水平的大型综合性铝加工企业。

(2) 产品结构大调整，向中、高档和高科技产品发展。淘汰低劣产品，研制开发高新技术产品，替代进口，满足市场需求。

(3) 大搞科技进步、技术创新和信息开发，建立技术开发中心，更新工艺，使铝加工技术达到国际一流水平。

(4) 体制与机制调整，与国际铝加工工业接轨，把我国的铝加工工业和技术推向国际市场。创建我国完整的铝加工技术体系和自主知识产权体系。

(5) 进入 20 世纪 90 年代以来，我国经济一直以较高水平发展，是世界经济发展最具活力的地区。1998 ~ 2002 年铝及铝合金消费保持 14% 的年平均增长率，高于 GDP 增长水平。2002 年原铝消费量已达 415 万 t，占全球铝消费的 16.6%，仅次于美国，居世界第二位。而同期世界及西方国家的铝材消费平均增长率分别只有 2.9% 和 1.1%。中国铝及铝材市场有着鲜明的时代特点和中国特色。其一是中国城市化、现代化进程的发展，明显拉动了与铝材相关的建筑、交通、包装、电力、消费品等行业的发展，扩大了铝的内需。其二是中国加入

WTO后,投资贸易环境的改善,使中国正在逐渐成为世界制造业的中心。出口产品竞争力进一步提高,铝材的直接出口以及相关制造业的出口,都呈增长态势。2002年铝、铝材及铝制品出口总量达到124.4万t,创汇22.81亿美元,分别同比增长65.5%和55.3%。

(6)目前我国铝加工材年产量近300万t,排名世界第二,消费量跃居世界第二位,仅次于美国,但人均消费量相当于世界平均水平的1/2左右。板带材消费约110万t,是发达国家的1/10~1/30,与世界发达国家相比,还有相当大的差距。当然,由于我国人口众多,达到发达国家人均消费水平并不现实,但达到或接近世界人均消费水平应该是有可能的。若我国铝板带消费达到世界人均水平,则铝板带消费在我国现有基础上将增加150万t。

因此,国内铝及铝材消费及铝市场的增幅大大超过我们的预测,前景非常乐观。

(7)我国铝板带产品的需求预测。铝板带是铝材的主要品种。目前我国铝材的消费结构与世界其他国家相比有较大差异,压延材比例低,挤压材比重高。但从近几年市场对铝材的需求情况分析,预计今后我国铝材消费的发展将以铝板带箔的需求增长为中心,逐步趋向于世界铝材的消费结构。铝加工材的生产与消费也随着我国经济的高速发展得到了巨大的提升,预计今后铝板带材消费仍将以较高的速度增长。经综合分析,2005年铝板带消费将达到135万t,铝箔的需求量将达到40万t;到2010年铝板带材的消费量将达到170万t左右,铝箔的需求量将达到60万t。下面对合金牌号1×××,3×××和5×××的需求进行分析。

1×××是铝含量99%的工业纯铝,强度低,但有良好的热加工和冷加工性能;抗蚀性能和焊接性能良好,可加工成不同规格的管、棒、线、板、带、箔,用作建筑装饰材料、包装材料、热交换器、贮存箱、炊具、小五金等。在实际生产中,1×××扁铸锭其典型用途是生产铝箔坯料。目前,我国铝箔生产企业无冷轧供坯能力的铝箔生产能力为3万t,需铝箔坯料4万t左右,其中厦顺铝箔有限公司和江苏大亚集团公司就达3.2万t。考虑到目前国内仍有一些专业化厂(无冷轧能力)正在建设或准备建设铝箔生产线,如厦顺铝箔公司2.5万t的宽幅铝箔生产线技术改造、江苏大亚集团铝箔二期技术改造等。预计2010年国内铝箔坯料需求量估计将达20万t左右。

3×××属Al-Mn系合金,其突出特点是抗蚀性能好,强度比工业纯铝高,塑性和焊接性能好。该合金用途广泛,从化工设备到民用五金的各种需要加工成形、耐蚀而强度要求比纯铝高的场所,都得到广泛应用。主要用作屋面板、饮料罐、热交换器、洗衣机缸体等。典型产品有罐体料、建筑装饰铝板带材等。

铝易拉罐主要用于啤酒、碳酸饮料、果汁等包装,目前在世界范围内均是重要的高精铝板带材消费领域。铝罐体使用3004合金,厚度为0.28~0.35mm。预计到2010年国内全铝易拉罐的需求量将达到125亿只,需用罐体料20万t。

幕墙板主要用于高层建筑物的外装修。国外多用纯铝板,厚度为3~4mm,我国多采用3003铝合金板,厚度为2.5mm;铝塑复合板是用0.2~0.5mm厚的铝板带(合金牌号1100及3003)与塑料复合而成。预计2010年幕墙板消耗铝板材4.5万t,铝塑板产量可达3000万m²,届时需铝板带6.6万t。

5×××属Al-Mg系合金。5052合金是Al-Mg系中含镁量较低者,广泛用作抗蚀、可焊、中等强度的结构材料。主要用于集装箱、冷藏箱、汽车板等及其他用途。随着全球经济一体化和国际贸易的持续繁荣,铝集装箱这种现代化交通运输模式必将继续受到人们的推崇,其应用前景方兴未艾,对铝材的需求量越来越大。据资料介绍,全球的铝集装箱生产基

地 85% 分布在中国, 每年需铝板材 1 万多吨。此外在冷藏车和运油、水和其他化学液体的罐车 5052 铝合金也得到广泛应用。

9. 我国锻压生产技术的发展分析

锻压生产是向各个工业行业提供机械零件毛坯的主要途径之一。锻压生产的优越性在于: 它不但能获得机械零件的形状, 而且能改善材料的内部组织、提高力学性能。一般来说, 对于受力大、力学性能要求高的重要机械零件, 多数采用锻压方法来制造。

在飞机上端锻压件的重量占 80%, 坦克上端压件重量占 70%, 汽车上锻压件重量占 60%, 电力工业中的水轮机主轴、透平叶轮、转子、护环等均是锻压而成, 从这些例子可以看出, 锻压生产在工业行业中占有极重要的地位。

铝合金由于比重小、比强度、比刚度高等一系列优点, 已大量使用在各个工业部门, 铝合金锻压件更成了各个工业部门机械零件必不可少的材料。凡是用低碳钢可以锻造出的种种锻件, 都可以用铝合金锻造出来。铝合金可以在锻锤、机械压力机、液压机、顶锻机、扩孔机等各种锻造设备上锻造, 可以自由锻、模锻、顶锻、辊锻和扩孔。一般来说, 尺寸小、形状简单、偏差要求不严的铝锻件, 可以很容易地在锻锤上锻造出来。但是, 对于规格大、要求剧烈变形的铝锻件, 则宜选用水(液)压机来锻造。对于大型复杂的整体结构的铝锻件则非采用大型模锻水压机来生产不可。特别是近十年来, 随着科学技术的进步和国民经济的发展, 对材料提出了越来越高的要求, 迫使铝合金锻件向大型整体化、高强高韧化、复杂精密化的方向发展, 大大促进了大中型液压机的发展。

随着我国交通运输业向现代化、高速化方向发展, 交通运输工具的轻量化要求日趋强烈, 以铝代钢的呼声越来越大。特别是轻量化程度要求高的飞机、航天器、铁道车辆、地下铁道、高速列车、货运车、汽车、舰艇、船舶、火炮、坦克以及机械设备等的重要受力部件和结构件, 近几年来大量使用铝及铝合金锻件以替代原来的钢结构构件, 如飞机结构件几乎全部是用铝合金模锻件; 汽车(特别是重型汽车和大中型客车)轮毂、保险杆、底座大梁; 坦克的浮动轮、炮台机架; 直升机的动环和不动环; 火车的气缸和活塞; 木工机械机身; 纺织机械的机座、轨道和绞线盘等都已采用铝合金模锻件来制造。而且, 这种趋势正在大幅度增长, 甚至某些铝合金铸件也开始采用铝合金模锻件来代替。

目前, 世界上的大型锻压液压机为数不多, 中国更是寥寥无几, 随着国防工业的现代化和民用工业特别是交通运输业的发展, 铝合金模锻件的品种和产量, 不仅不能满足国内市场的需要, 国际市场也有很大缺口。因此, 在我国抓紧建设几条大、中型的铝合金锻压生产线是十分必要的、及时的, 对国民经济的高速持续发展和国防军工现代化有重大的现实意义和长远意义。

(1) 合金锻件生产与市场分析

合金锻件的产销情况分析:

由于铝及铝合金锻件具有以上一系列的优越性, 在航空航天、汽车、船舶、交通运输、兵器、电讯等工业部门受青睐, 应用范围越来越广泛。据初步统计, 铝锻件在世界锻件总产量中由 1985 年的 0.5% 上升到了 2002 年的 15% 左右。目前, 世界上消耗锻件 344 万 t 左右, 其中铝锻件占了 50 万 t/a 左右。钛锻件和高温锻件大约占 0.5%, 即 1.8 万 t/a 左右, 钢铁锻件仍然占绝大多数。从铝加工工业的角度来看, 目前全世界铝产量(包括再生铝)为 3000 万 t/a 以上, 其中 80% 要变成加工材, 即目前世界上加工铝材年产量为 2400 万 t/a 左右, 其中板、

带、箔材占 57% 左右, 挤压材占 38% 左右。铝合金锻造材料由于成本较高, 生产技术难度较大, 仅在特别重要的受力部位才应用。近十多年来, 由于军工和民用工业, 特别是交通运输业现代化和轻量化的需要, 以铝代钢的要求十分迫切, 因而, 铝锻件和应用都得到了迅猛的增长。其中铝材中的比例已由 1985 年的 0.5% 增加到了 2002 年的 2.1%, 即 50 万 t/a 左右。

为了满足军工和民用各部门对铝及铝合金锻件日益增长的要求, 世界各国都在集中人力、物力和财力发展铝锻压生产, 设计和制造各种锻压设备, 特别是大中型水(液)压锻压机。但是, 由于锻压设备比较贵, 制造周期长, 锻件生产技术比较复杂, 因而很难满足市场需要。目前世界上铝锻件的生产能力约为 30 万 t/a 左右, 不能满足消费量 50 万 t/a 的需求。中国由于大中型水(液)压锻造设备少, 生产能力低, 远远不能满足工业部门对铝锻压件的需求, 年缺口量在 1.5 万 t/a 以上。到 2010 年, 由于我国的汽车、飞机、船舶的大量增加, 铝锻件的年消耗量可能达 5 万 t/a 以上。

市场分布分析:

由以上分析, 铝及铝合金锻件主要用于要求轻量化程度大的工业部门。根据当前各国的应用情况, 主要的市场分布举例如下。

(1) 航空(飞机)锻件: 飞机上的锻件占飞机材料重量的 80% 以上, 如起落架、框架、肋条、发动机动环、不动环等, 一架飞机上所用的锻件上千种, 其中除了少数高温部件是用高温合金和钛合金锻件外, 绝大部分已铝化, 如美国伯英哦你公司, 年产飞机上千架, 年需消耗铝合金锻件数万 t。我国研制的歼击机等军用飞机和民用飞机也在迅速发展, 需要消耗的铝锻件也会逐年增加。

(2) 航天锻件: 航天器上的锻件主要是锻环、轮圈、翼梁和机座等, 绝大部分为铝锻件, 只有少数的钛锻件。宇宙飞船、火箭、导弹、卫星等的发展对铝锻件的需求与日俱增。如近年来, 我国研制的超远程导弹用 Al-Li 合金壳体锻件, 每件重达 300 多公斤, 价值几十万元。

(3) 兵器工业: 如坦克、装甲车、运兵车、战车、火箭弹、炮架、军舰等常规武器上是用铝合金锻件作为承力件的数量大大增加, 基本上替代了钢铁锻件。

(4) 汽车是使用铝合金锻件最有前途的行业, 也是铝锻件的最大用户。主要用作轮毂(特别是重型汽车和大中型客车), 保险杠、底座大梁和其他一些中小型铝锻件, 其中, 铝轮毂是用量最大的铝锻件, 主要用于大客车、卡车和重型汽车上。近年来, 在中小型汽车、摩托车和高级轿车上也开始应用。据统计, 世界上近年来铝轮毂用量的年增长速度达 20% 以上, 目前使用量达 1 亿个以上。但这种应用在我国刚刚起步, 但是一汽、二汽等大型汽车企业正在开始研发。随着汽车产量的增加(2005 年我国汽车产量预计达 600 万辆/年, 世界汽车产量可能要突破 8000 万辆/年), 铝轮毂和其他铝锻件的用量将会得到惊人的发展。

(5) 能源动力工业上, 铝锻件会逐渐替代某些钢锻件制作机架、护环、动环和不动环以及煤矿运输车轮、液化天然气法兰盘, 一般都是大中型锻件。

(6) 船舶和舰艇上大量使用铝锻件作机架、动环和不动环、炮台架等。

(7) 在机械制造业上, 目前主要用于木工机械、纺织机械等作机架、滑块、连杆, 以及绞线盘等, 仅纺织机用绞线盘铝锻件, 我国每年就需要数万件, 重 1000 多吨。

(8) 模具工业上用铝合金模锻件制作橡胶模具、鞋模具及其他轻工模具, 年用量上万吨。

10. 对我国铝塑复合板工业的展望

铝塑复合板在我国的发展只有短短的十年时间, 已取得了很显著的成绩, 在以后将会取