

轻金属 新技术

1

QING JIN SHU
XIN JI SHU

冶金工业部情报标准研究总所 编
《轻金属新技术》编辑组

轻 金 属 新 技 术

第 一 集

冶金部情报标准研究总所 编
《轻金属新技术》编辑组

一九八四年十一月

内 容 提 要

本书第一集分两部分。第一部分是撰写的综述文章，分别就铝、镁、钛和炭素工业作了较全面的论述，综合了国内外轻金属工业生产和科研方面取得的最新进展，提出了许多带方向性的问题，对我国轻金属资源的开发和利用具有重要的参考价值；第二部分是选择的21篇译文，取自国外最新文献，主要内容涉及氧化铝生产、铝电解生产、炭素制品生产和铝熔铸与加工方面的最新技术和研究成果。

轻 金 属 新 技 术

冶金部情报标准研究总所 编

《轻金属新技术》编辑组

编 辑 江 达 罗海基 吴树椿

封面设计 张仲华

※

冶金部情报标准研究总所出版

(北京市灯市口大街74号)

冶金部情报标准研究总所发行科发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

编者的话

为发挥我国有色金属资源优势，全国许多单位在有关部、委和省市自治区政府的统一领导下，正围绕铝土矿的开采，氧化铝、电解铝和炭素的生产，铝的熔铸与加工以及镁、钛工业的建设，组织科技攻关。本书是为配合这一工作而出版的。本书第一集分两部分：第一部分是由郑芳苓、杨伟庆、刘绍录、徐日瑶、韩常富、秦浩庭等同志撰写的文章，他们分别就铝、镁、钛和炭素工业作了较全面的论述，综合了国内外轻金属工业生产和科研方面取得的最新进展，提出了许多带方向性的问题，对我国轻金属资源的开发和利用具有重要的参考价值；第二部分是由冶金部情报标准研究总所、北京有色冶金设计研究总院、中南矿冶学院等单位提供的21篇译文，主要选自美国矿冶及石油工程师协会年会文献《轻金属1983》和《轻金属1984》中有参考价值的文章。主要内容涉及氧化铝生产、电解铝生产、炭素制品生产和铝熔铸与加工方面的最新技术和研究成果。

本书可供有色冶金系统各级领导、从事轻金属生产、设计、研究、教学等部门的广大科技工作者、企业管理人员、干部和高等院校有关专业的师生参考。

本书是在中国有色金属工业总公司和中国金属学会的支持下以及有关单位的赞助下编辑出版的，在此谨向这些单位致意。

在编译本书过程中，陈岱、刘天齐等同志在选题等方面，张家恕同志在书稿设计方面作了具体指导，在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书由江达（兼主编）、罗海基、吴树椿三位同志负责审订和编辑，由于水平有限，定有不少缺点和错误，敬请读者和有关专家指正。

冶金部情报标准研究总所
《轻金属新技术》编辑组

前 言

现代铝工业还不足一百年的历史，可是铝的需要量增长之快（1900～1980年平均年递增率为10%），产量之大（1980年稍超过1600万吨），已在有色金属中居于遥遥领先的地位，并且成为仅次于钢铁的第二大金属。预测今后的增长速度在大宗常用金属中仍将占据首位。

我国的铝一直是国民经济中的短线产品，约三分之一的消费量依靠进口。但我国有丰富的铝矿资源和铝生产所必需的电力资源，发展前景远大，加以成本低于国外，在国际市场上的竞争潜力较强，具有变进口国为出口国的条件。最近国家在加速发展有色金属工业的决策下，采取了优先发展铝的方针，我国铝工业即将进入一个新的发展阶段。

为建立强大的铝工业，在资源和政策有保证的前提下，加速提高铝生产的科学技术水平就成为一个非常迫切的任务。我们不能不百倍地努力来加强我们的科学研究，开拓我们的生产技术，总结我们的实践经验，从根本上，为经济有效地利用我国比较独特的铝矿资源，奠定技术进步的坚实基础。当然我们也必须千方百计吸取国际上长时间和大规模生产中所发展起来的科学技术和所积累的实践经验。一切新技术、新工艺、新装备、新材料，一切新的进展，对于促进我们的技术发展都是十分重要的。

美国冶金学会所属的轻金属委员会每年年会出版的论文集，内容以氧化铝和电解铝为重点，包括炭素和镁、钛等其它轻金属，在国际上享有学术水平较高的声誉。为适应国内需要，冶金部情报标准研究总所组织有关单位和人员从新到的1983年和1984年论文集中选译了部分论文出版。这对介绍国外铝工业的新进展，很有必要，也是我们吸取国外经验的一个重要渠道。由于篇幅所限，选文不可能周全，希望能把它变成一项经常性的任务继续编

译下去。

将近一个世纪以来,铝生产的基本方法,氧化铝仍主要是拜耳法,电解铝仍是氧化铝-冰晶石电解法。然而由于原料品种的增多,生产规模的扩大,市场的争夺,用途上对品种质量的要求,特别是环境保护和节约能耗的压力,铝的生产技术持续发展,不断更新。我只想提到个别的例子。从原料说,本世纪初只有法国和美国两个产地,今天已遍布六大洲,铝土矿储量在250亿吨以上,足以长期供应日益扩大的世界铝工业;所有水铝石及其混合型铝土矿,以及其它一些含铝原料都已为铝工业所利用。电解从最初槽容量4000安培发展到当前的18万安培,以至23万安培;直流电耗从4.9万度下降到1.3万度左右,槽型从小型预焙开始,在三十年代转向自焙(侧插阳极),到五十年代上插阳极自焙风行一时,六十年代逐渐回到中型预焙,七十年代末,在环境保护要求日益严格,能源价格飞跃上升的压力下,大容量、低阳极电流密度,高电流效率,低电耗,干式高效废气的集气和净化,采用电子计算机控制操作和点加料装置的中心下料预焙槽一经问世,不仅统一了目前新建电解槽的槽型,而且结束了历史上长期平行而对立的欧洲的粉状、美洲的砂状氧化铝,全世界已趋向统一于砂状。技术上的变化是很巨大的,同时,经济促使技术发展的关系也是很密切的。

美国轻金属论文集包含有基础研究,分析、检测、计量、数学模型、自动控制、生产工艺、设备、氧化铝的性能,以及炭素和环境保护等各个方面,在某个问题上的原始研究和技术成果,比较集中地反映了当前国际铝工业科学技术的进展,尤其围绕新型大容量预焙槽为中心,研究了不少直接间接关联的问题。论文集中对瑞士、凯撒、加拿大、西德铝联和挪威等铝公司的大型试验槽,生产改造的大型槽,在设计和生产上做了大量报道。但更值得注意的是有关数据的测定和理论的讨论。例如磁场和所产生的金属流动形状及流速,以及它们的影响;氧化铝性能及吸附氧以后的变性,对电解过程、溶解、结壳、沉淀等等的影响;生产

砂状氧化铝有关分解和焙烧过程对强度和细度等等的影晌，甚至包括电解槽的加料运送装置与仓储的偏析等等。

了解国外取得的某些成果，测定的某些数据，提出的某些见解，当然是有益的，但这只是启发我们前进的起点。远为重要的是如何把人家的东西有效地运用到我们的实际工作中去。例如瑞士报道了大型槽的试验结果，在美国和法国的大型槽已经工业生产之后，并不足以引起我们多大的重视，然而他们的成功是依靠建立各种因素的数学模型作为设计根据而且试验结果证明设计完全正确的结论是值得我们思考的。如何得到建立模型的数据，如何做出正确的模型，又如何有机地把各个因素联系起来得出最佳化的设计，正是我们今天面临的、急待突破的问题。对已有的大型试验槽和生产槽进行实测，校核和改进，在理论上，计算上和实践上都分析研究清楚，并从改造的结果上进行实际的检验，恐怕是我们吸取外国经验的重要方面，也是扩大这个译本的作用的重要方面。

拉杂写来，也算是对本书的一种介绍。趁此机会，对参加本书译校和编辑的同志的工作和热情表示敬意！

中 国 金 属 学 会
轻金属学术委员会主任委员

陈 岱

一九八四年七月

目 录

综 合 述 评

发挥资源优势, 开创我国

- 铝工业新局面……………郑芳令、杨伟庆等 (1)
- 国内外镁冶炼方法的新进展……………刘绍录、徐日瑶等 (14)
- 钛工业的国内外水平及差距……………韩常富等 (21)
- 铝用炭素制品的国内外水平及差距……………秦浩庭 (30)

氧 化 铝 生 产

- 铁矿物在铝酸钠溶液中的反应……………〔美国〕P. Basa等 (35)
- 一水铝土矿的溶出动力学……………〔苏联〕N. S. Maltz等 (48)
- 纳巴尔科铝业公司在戈弗氧化铝厂用新瑞铝法生产砂状氧化铝的经验……………〔澳大利亚〕R. C. Fritschy等 (58)
- 把常规的回转窑改变成高效的
- 砂状氧化铝焙烧窑……………〔日本〕M. Ishihara等 (66)
- 氧化铝焙烧用回转窑的改进……………〔法国〕G. Labriot (74)
- 带悬浮预热器的流化床焙烧炉的
- 研制……………〔日本〕K. Yamada等 (78)
- 氢氧化铝过滤的进展……………〔美国〕Ronald F. Nunn等 (84)
- 利用水平带式过滤器洗涤细粒氧化铝晶种和进窑
- 产品……………〔美国〕RICHARD F. CRAWFORD等 (96)
- 以煤为基础的氧化铝厂能源
- 新概念……………〔西德〕H. Beiss Wenger等 (110)

铝 电 解 生 产

铝在冰晶石-氧化铝熔液中的电化学溶解

- ……………〔中国〕邱竹贤 冯乃祥 〔挪威〕凯·格罗泰姆 (123)

连续自焙阳极铝电解槽的经济运转…〔日本〕Y.Okada等	(138)
西德联合铝业公司在铝厂进行现代化改造 方面的经验……………〔西德〕V.Sparwald等	(152)
现有电解槽系列的大幅度节能……………〔日本〕S.Tanji等	(162)
赫苑格尔铝厂的现代化——大型电解槽的 经济效益……………〔挪威〕P.Jordal等	(171)
EPT18型: 瑞铝的新型18万安培 电解槽……………〔瑞士〕E.Bosshard等	(178)

炭 素 制 品 生 产

阳极生产方法的新改进——工业应用 及所得结果……………〔法国〕P.伊韦尔纳特等	(186)
低电阻和高导热性炭素制品——解决槽内衬 的方法……………〔法国〕D.迪马斯等	(208)

铝 熔 铸 与 加 工

铝扁锭铸造的自动化……………〔法国〕J.MORICEAU等	(229)
通过气体净化途径除去铝 液中的氢……………〔挪威〕T.A.Engn等	(237)
铝熔液处理现状和展望……………〔日本〕犬丸晋	(252)
铝挤压模具的寿命……………〔日本〕安保满夫等	(264)

附 录

112次AIME年会文献《Light Metals 1983》 中文目录……………	(285)
113次AIME年会文献《Light Metals 1984》 中文目录……………	(290)

发挥资源优势，开创

我国铝工业新局面

郑芳令、杨伟庆等

一、铝工业的形势

由于铝金属的优良性能，其应用领域不断扩展，当今世界对铝的需求量日益增长。二次世界大战以后，世界铝金属消费量年平均增长率8%左右。铝产量已成为仅次于钢的第二大金属，占有色金属总产量的42%。世界铝工业发展的另一个趋势是氧化铝生产从发达国家转向铝土矿生产国；铝电解生产转向能源基地，特别是水电资源丰富的国家。

我国铝工业是建国后逐渐发展起来的新兴工业。目前我国铝工业已初具规模，建成了比较完整的铝工业体系，并且造就了一大批具有相当水平的、我国自己的技术力量。我国重点铝企业为国家提供的积累是国家投资的1.6倍（不包括加工部分）。

另一方面，国内市场原铝供不应求，在限制消费的情况下，仍需年年进口，到1980年末，进口原铝量占自产原铝量的44%，按当年进口的外汇兑换率折成人民币，每吨进口铝锭所耗费用相当于自产铝锭费用的2.2倍。

我国是世界上兼备有铝土矿资源、能源和人力资源的国家之一，具有发展铝工业的优势。1981年国家制定了有色金属工业中优先发展铝的方针，这将进一步加速我国铝工业的发展步伐。

二、国内外铝土矿资源条件及特点

地壳中铝含量居第三位，含铝矿物约有250种，其中主要的有14~15种，但铝土矿是目前氧化铝生产的主要矿物资源，世界

上95%左右的氧化铝由铝土矿提炼而来。从技术发展的趋势和经济性以及铝土矿储量保障程度来看，在近20年中，铝土矿仍将是氧化铝生产的主要矿物资源。

截至1981年底，世界铝土矿探明储量为277.3亿吨，主要分布在发展中国家，其储量约占总储量的75%。而几内亚、澳大利亚、巴西和牙买加四国就占总储量的65%。

铝土矿按矿物类型分为三水铝石、一水软铝石和一水硬铝石。国外90%以上为三水铝石和少量一水软铝石。

铝土矿的开采技术分露天和地下两种。国外主要采用露天开采，约占85%以上。其特点：一是规模大，如澳大利亚的几个铝土矿床开采规模均在500万吨/年左右；二是采用大型、高效采装设备。如采用连续作业的斗轮铲或大斗容的前装机和液压铲配合胶带运输机、移动式破碎机。苏联、匈牙利、法国等国家，或因露天矿量少，或因露天矿量濒于枯竭而转入地下开采。采用的方法主要是各类改进的房柱法以及部分厚矿体采用的水平分层胶结充填法。其特点是普遍采用无轨自行设备进行凿岩爆破及装运矿石。

我国铝土矿资源较为丰富，按赋存条件分为两类：一类是古沉积间断面上的原生层状矿床，70%以上矿量需要地下开采。即使露天开采的部分，剥离量也普遍高。另一类是新生代风化壳内矿床，矿层覆于地表，全部可以露天开采。但组成矿床的矿体多、分布面积广、地形复杂、各矿体比高大，开拓运输不便。而且，矿石与泥土混杂，使采掘、运输量增大近三倍，再经过筛洗除去泥沙。

我国铝土矿质量，几乎全是高铝、高硅、低铁的一水硬铝石型矿石，铝比（A/S）多在4~7之间，用于生产氧化铝在技术上比三水铝石、一水软铝石要难得多。

目前我国铝矿山露天开采约占85%左右，剥离量占采剥总量的80~90%，采掘设备陈旧落后，效率低。地下开采占15%左右，开采水平与国外先进水平有较大差距。主要是机械化程度

低，坑木耗量大，劳动强度高，尚有地下涌水防治等问题有待解决。今后地下开采量将逐步增加，因此需要尽快解决地下开采的技术问题，提高机械化水平，降低消耗。

三、国内外氧化铝工业水平及差距

(一) 国外氧化铝工业水平及特点

到1982年末，全世界共有82家工厂生产氧化铝，拥有产能约4000万吨/年。主要的氧化铝生产国澳大利亚产能为720万吨/年，美国697万吨/年，牙买加285万吨/年，日本211万吨/年，以及南斯拉夫、西德、法国、苏里南和加拿大也有较大产能。目前产能超过100万吨/年的氧化铝厂有9家，占世界总产能的35%。1981年世界氧化铝产量为3140万吨，比1980年的3340万吨下降了6%。近年来，尽管受世界能源危机、经济衰退的影响，消费萎缩，铝业不振，但国外正在改建、扩建和计划兴建的氧化铝厂仍有15座。其总产能约为1000万吨/年。

国外氧化铝生产的发展有以下特点：

1. 氧化铝厂靠近原料基地

新厂建在铝土矿产地（或国外独立经营，或与铝土矿主权国合资经营）以减少运费，少纳关税，从而获得较高利润，对投资者和资源国都有利。这样就使得铝土矿主要生产国澳大利亚、几内亚、巴西和牙买加等国的氧化铝产能迅速增加。

2. 工厂建设起步规模大

国外为了降低单位产能的投资，利于节能，稳定生产，改善技术经济指标，提高经济效益，氧化铝厂普遍采用大型高效设备，扩大氧化铝厂的规模。如美国9座氧化铝厂平均规模为80万吨/年，最大的舍尔温厂为130万吨/年；澳大利亚目前生产的4座氧化铝厂规模都在100万吨/年以上，最大的格拉斯通厂已达240万吨/年。氧化铝厂规模的大型化，必然使起步规模也要加大，八十年代以来，新建厂起步规模多数在80~100万吨/年。

3. 技术装备全面提高、工艺设备不断改进

国外氧化铝生产工艺，绝大多数采用拜耳法。约有90%以上的氧化铝是由拜耳法厂生产的。自十九世纪末期氧化铝实现工业生产以来，以拜耳法为主的各种生产方法的基本原理并未改变。但多年来，在改革工艺流程、降低能耗；研制高效低耗大型专用设备，探索资源的综合利用；提高产品质量、增加产品品种以及提高自动化控制水平等方面都取得了很大进展，使氧化铝厂的技术装备水平有了全面的提高。主要表现在：

(1) 原料系统普遍加强匀矿措施，保证原料供应成份均匀，以利于稳定生产。为此，工厂均设有较大的矿石堆场，采用皮带堆料机或斗轮取料机。

(2) 溶出系统压煮器容量日趋大型化，高者达450立方米。其中美国氧化铝厂压煮器多采用双流法，欧洲则偏向于单流法。为提高溶出率和降低热耗，趋向于提高溶出温度、降低溶出苛性比。西德铝业公司的管道化溶出技术已成功地用于处理一水硬铝石矿的工业生产。由于在280~300℃高温下快速溶出，相应地降低了碱液浓度，减少或取消母液蒸发水量，从而降低了能耗。法国彼施涅公司则是将矿浆先在管道内加热至溶出温度后进入压煮器保温溶出，谓之单管溶出工艺，其投资和操作费用均可降低。

(3) 焙烧系统，氧化铝焙烧已由早期的回转窑转向沸腾焙烧炉。目前又由浓相过渡到稀相——浓相结合的流化床，在提高产量、质量和降低热耗方面有了较大进展。世界上采用流态化焙烧技术的氧化铝产量约占总产量的60%以上。

(4) 国外氧化铝生产设备趋向于单体设备能力大型化、高效化；布置露天化；检测分析、操作控制自动化；设备运转周期长，易损件和消耗材料使用周期长。

4. 冶炼用氧化铝趋向统一于砂状

国外氧化铝产量的90%以上用于制取金属铝。制取金属铝用的氧化铝分为粉状、砂状和中间状。过去欧洲和日本的氧化铝多为粉状。美洲则以砂状氧化铝为主。近年来由于广泛采用大型预

焙阳极中间下料电解槽，以及为满足环境保护的要求，电解烟气净化已由湿法改为干法，粉状氧化铝已无法满足要求。因此，冶炼用氧化铝有逐渐转向砂状的趋势。欧洲和日本的一些厂家已改成生产中间状氧化铝。

非冶炼用氧化铝约占总量的8%左右，品种有200余种。主要用于电子、石油、化工、耐火材料、陶瓷、磨料和制药等行业，且应用领域仍在不断扩大。

5. 加强铝资源的综合利用

为了适应铝工业迅速发展对原料的需求，国外对非铝土矿的研究越来越重视。苏联用霞石和明矾石生产氧化铝，同时回收钾、钠、硅、硫等元素已有较成熟经验。有些国家开展了利用其他含铝矿物提取氧化铝的研究。日本和西德开展了从拜耳法赤泥中提取铝、钠和铁等有用成份，以及用赤泥做建筑和铺路材料的添加剂、农田土壤添加剂等研究，但目前尚未广泛利用，只能采用各种方法加以堆存。

6. 经济指标

国外拜耳法氧化铝综合能耗的先进水平为250~300万大卡，联合法为550~650万大卡。

国外新建氧化铝厂的单位投资约在600~1000美元/吨。氧化铝生产成本估计为150~200美元/吨。

(二) 我国氧化铝工业生产的特点

建国后，我国主要依靠自己的力量建立了氧化铝工业。现有三座氧化铝厂，第四座氧化铝厂一期工程预计1986年投产。

我国生产氧化铝的原料为自产铝土矿，属一水硬铝石型，品位(A/S)大部在4~7之间，少量为小于4及大于9的矿石。此类矿石与一水软铝石和三水铝石相比，提取氧化铝的难度较大，不能采用简单易行的拜耳法。针对我国铝土矿的特点，五十年代及六十年代，吸收国外的有益经验，先后建立了烧结法和联合法生产氧化铝的工厂。经过近三十年的试验研究、设计和生产

的实践，工艺技术上有一定的改进，并取得了可喜的成绩。主要表现在氧化铝回收率90~92%，碱耗70~90公斤/吨-氧化铝，均达到了世界先进水平。但是，总的技术与装备基本上还是五十年代的水平。

我国氧化铝约85%用于冶炼金属铝，约15%用于非冶炼工业部门。冶炼用氧化铝基本上是粉状或近于中间状。目前某氧化铝厂生产砂状氧化铝的试验已获成功，可望供给部分砂状氧化铝。非冶炼用氧化铝和氢氧化铝的品种已达30余种。随着国民经济的发展，非冶炼工业部门对氧化铝和氢氧化铝品种的需求将日益增加。

我国氧化铝工业的综合利用取得了明显效果。从氧化铝生产过程中回收金属镓已有多年历史和成熟经验；利用氧化铝生产中的废渣——赤泥生产水泥，不仅投资少、成本低，而且质量达到了普通硅酸盐水泥的标准，从而提高了氧化铝工业的综合效益。

（三）国内技术水平与国外技术水平的差距

1. 技术装备水平落后

设备规模小、效率低、运转率低，材质差和检修工作量大。如美国高压溶出器容积为250~270立方米，我国还不到30立方米；美国沉降槽直径为53米，我国仅为16米。国外滤布使用周期长达几千小时，我国只有几十小时，国外工厂多数工序实现了自动控制，应用电子计算机控制生产过程的最佳状态，新建大型工厂拟进一步实现全厂集中控制、记录、联锁和监视。我国不仅计算机技术尚未应用于氧化铝生产，而且有的工序尚未实现连续化，设备多靠人工操作，因而生产技术条件不能保持稳定，劳动强度较大，劳动生产率低，仅为国外先进水平的十分之一。

2. 我国氧化铝生产的总能量消耗，要比国外拜耳法生产的先进水平高出二、三倍

固然，由于铝矿石类型和生产方法的不同，不能简单地对比。但是技术装备落后，能量利用率低，管理不善，也是我国氧

化铝生产能耗高的主要原因。我们虽然不能整套地搬用国外的全部节能措施，但在各个生产工艺过程中，特别是占联合法全部能耗53%的溶出、蒸发过程；占烧结法全部能耗55%的熟料烧结过程；氢氧化铝焙烧过程和某些关键设备，吸收国外先进经验，改革工艺流程和设备，提高热能的利用效率，缩小能量消耗的差距，是完全必要和可能的。

四、国内外电解铝工业水平及差距

（一）国外电解铝工业的水平及特点

近十年来，国外铝电解工业做为用电大户，在两次石油危机和西方世界的经济衰退中，首当其冲受到强烈冲击，但由于铝金属及其合金具有多种优良性能而被广泛应用，铝电解工业的总趋势仍然是不断增长。并且，在降低能耗、加强烟气净化处理、提高设备产能为中心的新技术开发方面，取得了新的进展。

1. 铝产量及消费水平

1980年世界铝电解总产能为1825万吨，当年产量为1603万吨，是历史最好水平。世界最大的电解铝厂在苏联，规模为60万吨/年。近几年，世界原铝产能有所削减，产量也有所下降，1982年世界原铝产量为1399万吨，较1980年下降了13%。其中美国下降了30%，日本下降了68%。然而，铝的消费量下降幅度不大，有的国家甚至增大，如日本1982年较1980年原铝消费增长约11%。国外发达国家铝的消费主要用于运输、建筑和包装行业。1980年这三方面的用量占总用量的比例，日本为62.7%，美国为57.9%，西德为41.9%。发达国家不仅铝的用途广泛，而且人均消费水平也高。

2. 能源结构

炼铝工业需要大宗可靠而廉价的能源。多年来实践证明，国外铝电解工业的发展和廉价的水电资源息息相关。据世界原铝协会统计，1980年西方资本主义国家炼铝用电中，水电占50.4%，

煤电占25.9%，石油占10.3%，天然气占6.7%，核能占6.7%。主要产铝国家炼铝用电中，水电比例大于各国电源构成中的比例，美国电源构成中，水电占10.3%，而炼铝用电中水电占38%；加拿大水电占全国电量的70%，而炼铝用电中却有98%是水电；挪威发展原铝工业也因为有丰富的水电资源。近几年，拉丁美洲和印尼发展原铝工业也依靠水电资源。另外，大量而廉价的煤炭也是炼铝的重要能源，近年来，大洋洲、欧洲和南亚原铝产量有所增加，原因就在于此。日本主要依靠进口石油发电炼铝，由于受石油涨价的影响，使发电成本高于水电和煤电的二、三倍，不仅失去了与依靠水电和煤电炼铝的竞争能力，而且失去了生存能力。七十年代日本拥有原铝生产能力164万吨/年，仅几年时间，产能削减到70万吨/年左右。这种不合理的能源结构，不仅使日本铝工业受到严厉打击，也为世界铝工业提供了有益教训。

3. 降低能耗

七十年代初期，受能源危机的影响，国外主要产铝国家改变了只重视低投资的倾向，开始重视铝生产中的节能工作。为此，普遍地加大了电解槽容量，并逐步降低阳极和母线的电流密度，控制最佳技术条件，改善操作制度等以降低能耗。最初是法国彼施涅公司的135千安边部加工预焙槽，电耗降到13300度，但其槽罩密封效率低于85%，不得不采用地面和天窗两套净化系统，从而增加了投资和动力消耗，成为进一步发展的致命弱点。七十年代后期，美国铝业公司试验了180千安中间下料预焙槽，采用低电流密度强化保温型设计，电解槽为点式加料，计算机控制，辅以合理的母线配置，电流效率达93~95%，电耗为13000~13500度。同期法国彼施涅公司、瑞士铝业公司和西德铝业公司也先后开发了这种180千安电解槽，并取得了较理想的技术经济指标。因此，目前国外已将180千安级的中心点式加料预焙槽作为建设铝厂的典型槽。从提高产能、降低投资和降低能耗等因素综合考虑，国外很多产铝国家正在研制、试验220~250千安级乃至300千安级的大型预焙槽。