

铝镁技术报导

国际氧化铝厂投产
使委内瑞拉向整体化的铝工业迈进一步

氧(84—02)

冶金工业部贵阳铝镁设计院

一九八四年五月



国际氧化铝厂投产

使委内瑞拉向整体化的铝工业迈进一步

1982年末，委内瑞拉国际氧化铝公司在瓜亚纳（Ciudad Guayana）新建氧化铝厂的两个500,000公吨/年系列之一开始运转，使这个资源丰富的国家向完整的铝工业的目标迈进一步。厂址靠近现有的阿尔卡萨（Alcasa）和维纳卢姆（Venalum）两个电解铝厂，这两个厂共有400,000公吨/年铝的冶炼能力，国际氧化铝公司将向这两个厂提供800,000公吨/年氧化铝产品。剩下的200,000公吨/年打算出口。

委内瑞拉铝工业整体化的最后一步将是洛斯·皮季古阿沃斯（Los Pijiguaos）铝土矿矿床的开发，该铝土矿为1977年在博利瓦尔（Bolívar）州塞德诺（Cedeno）区发现的，离国际氧化铝厂660公里。洛斯·皮季古阿沃斯的铝土矿储量估计为5亿公吨，品位为含氧化铝49~51%。在洛斯·皮季古阿沃斯开始采矿以前，国际氧化铝公司将要从附近的国外来源进口铝土矿，包括巴西、苏里南、和牙买加。

国际氧化铝工程的完成是通过三大洲的共同努力而获得的，南美洲、欧洲、和北美洲各地都做出贡献。在委内瑞拉，瓜亚纳委内瑞拉公司（Corporación Venezolana de Guayana）和委内瑞拉转变基金会（Fondo de Inversiones de Venezuela）两个国营公司是主要的股东，同时利用委内瑞拉石油工业的财政资源，这就是该工程资金的主要来源。在欧洲，瑞士铝业（股份有限）公司拥有该工程

的少数投资（现在为 3.75%），该公司设在加拉加斯、苏黎世、纽约的子公司提供了工程设计和施工管理。

国际氧化铝厂坐落在奥里诺科（Orinoco）河南岸，离大西洋 180 海里，这个位置除了靠近阿尔卡萨和维纳卢姆两个电解铝厂外，还具有若干优点。奥里诺科河上的船舶航道使得能方便地用载重量多达 70,000 公吨的船只通向海洋。可以从距离较近的卡罗尼 Caroni 河上的古里（Guri）和马卡瓜（Macagua）两个水电站获得费用低廉的电力。石油和燃气可以就近从莫纳加斯（Monagas）和安索阿特吉（Anzoategui）两州的油田获得。加拉加斯、瓜亚纳市在施工期间提供了现代化的生活环境，包括住房、良好的进出道路、一个机场、学校、及各种有用的服务工业。

工艺进展

瑞士铝业公司在国际氧化铝厂所采用的工艺是由该公司自 1898 年以来对拜尔法（碱法）生产工艺的不断发展而来的。瑞士铝业公司建成了一些氧化铝厂，大多数在欧洲，到现在为止最大的一个厂是年产一百万公吨的戈弗（Gove）氧化铝厂，该厂及其矿山和附属设施都在澳大利亚的北特里托里（Northern Territory）。

另外，瑞士铝业公司非常重视铝土矿和氧化铝的研究和发展。现在世界市场上所能买到的差不多每一类型的铝土矿都在瑞士铝业公司的研究所和试验室进行分析和试验。在一个特别设计的，具有每天数吨氧化铝（以水合物的形式）生产能力的小规模试验工厂里长时间连续地处理

了品种繁多的铝土矿。

国际氧化铝厂的设计准则，把瑞士铝业公司的具体的铝土矿加工经验和经戈弗氧化铝厂的作业所证实的设计原理及最近的工艺改进结合起来。和戈弗比较起来，国际氧化铝公司这个新厂的设计中采用了瑞士铝业公司氧化铝工艺的以下几项修正和改进。

□在戈弗，一种比较复杂的两仓棒—球磨机磨方案能够对粒度的减小和分布进行严密控制。在国际氧化铝厂，这个设计原理被单一的球磨机代替，因为该厂处理的铝土矿在沉降分离方面不太麻烦，因此对于磨矿较不敏感。该厂选用两段破碎即使用冲击式破碎机和球磨机，因为这在操作和维护方面都比较简单而且更适合于各种铝土矿的处理。

(照片见原文 73 页)

在可通航的奥里诺科河上新建的 100 万公吨/年氧化铝厂，向附近的两个电解铝厂提供冶金级氧化铝，当达到稳定生产时其产量的 20% 将用来出口。1983 年 3 月中旬开始回收焙烧产品。

□在溶出方面，重新排列热交换器以改善维修时的拆卸条件。为增进脱硅，配置大尺寸的高压溶出器以获得长时间的保温时间。

□除砂能力比较固定的水力分离器被几组水力旋流器所代替，因为所要处理的各种铝土矿的多样性将使含砂量产生显著的变化。旋流器与随后的螺旋分级机配合就是这个问题的答案。

□在赤泥分离方面，经充分考验的、平底的，以及向外倾斜的普通耙机的沉降槽被轻型的缆索—扭转（Cable-Torque）耙动机构代替。缆索上结疤的面积小得多，结果减少了维修的要求。面积的减小也降低了扭矩的要求，而且不需要提升装置。

□在国际氧化铝厂的设计中不包括赤泥过滤。这种过滤和选用的逆流沉降洗涤系统比较起来可以节省能量，因为过滤所需的蒸发水量较低，因而需要的新鲜蒸气也较少。可是，赤泥的过滤性能变化如此之大，以致在工厂设计时所得到的关于工厂原料的资料不可能选定合理的设备尺寸。

□国际氧化铝厂采用在过去已证明能令人满意的间歇操作的凯利压滤机。由于要处理的液体体积大，这些凯利滤机是在压滤中到目前为止所安装的最大过滤机。

□用于控制分解槽给料温度的板式热交换器用闪蒸冷却代替，这可以减少维修和有助于操作的简化。更多的优点是通过附加蒸发一些水量来实现精液的冷却。

□在戈弗，瑞士铝业公司在过去几年已果断改变了分解工艺及其有关操作制度，以生产砂状氧化铝而不是较早的面粉状氧化铝。可是，当国际氧化铝厂制定设计方案时，戈弗的新设计还未经过实践检验，因此采用了标准砂状氧化铝生产工艺和使用机械搅拌分解槽。

国际氧化铝公司管理人员名单（略）

□在焙烧方面，在戈弗采用的迴转窑只具有一般水平的热效率而且维修强度相当大，在国际氧化铝厂用沸腾焙烧炉代替之。在戈弗氧化铝厂建成之后，这种新型设备的尺寸已适当增大以获得杰出的热效率，因而引起国际氧化铝厂的很大兴趣。

□在国际氧化铝厂的设计中设置标准多级闪速蒸发。可是，虽然当时委内瑞拉的燃料价格大大低于世界市场的价格，还是为必要时增加级数作了准备，以减少新蒸气的单位消耗量。

□瑞士铝业公司在相当长时间一直采用电子仪表及集中控制操作室的概念。可是，在国际氧化铝厂中，标准的模拟装置和广泛的直观控制盘被这方面最新的技术所代替。各分布的控制装置用作初步控制，同时用一个电子计算机系统作为监视的备用设备。利用图形显示。对于电动机的控制和联锁，采用可编程序的控制器代替固体元件。

委内瑞拉瓜亚纳地区工业的发展

雷托·弗勒(Reto Furrer)

瑞士铝业公司在委内瑞拉的代理人

(照片4幅见原文74页)

迅速发展的瓜亚纳地区各主要工程，
其中包括阿尔卡萨(120,000
公吨/年)和维纳卢姆(280,000
公吨/年)电解铝厂(上左和上右)，
西多尔(Sidor)巨型钢厂(下左)，
以及弗罗米纳勒(Ferrominera)
铁矿港口设施(下右)。

委内瑞拉的瓜亚纳地区包括该国东南部的一大片面积，从奥里诺科河向南延伸到与巴西和圭亚那(从前的英属圭亚那)的边界。委内瑞拉铝工业的发展是国家为利用水力发电资源和为发展瓜亚纳地区的工业而制定的长远规划的结果。

瓜亚纳地区第一次较大的工业发展是跟着铁矿的发现和开采而来的，二十世纪四十年代后期在塞罗·博利瓦尔(Cerro Bolivar)和埃尔·帕奥(El Paó)发现巨大的铁矿矿床，随后由美国钢铁公司和贝思莱

亨 (Bethlehem) 钢铁公司于 1950 年开始开采。在五十年代，对进一步利用卡罗尼河——奥里诺科河的一个支流——的水力来发电以及将水电用于新的钢铁工业和铝工业进行了研究。

1960 年 12 月 29 日，政府成立瓜亚纳委内瑞拉公司，这是一个有自主权的国营企业，其主要目标如下：

- ☐ 调查瓜亚纳地区的各种资源。
- ☐ 开发和利用卡罗尼河的水电资源。
- ☐ 促进该地区的工业发展。

在拉斐尔·阿方佐·拉伐德将军 (General Rafael Alfonso Ravard) (1960 ~ 1974 年) 和阿格尼斯·甘博阿 (Argenis Gamboa) (1974 ~ 1979 年) 的任期期间，瓜亚纳委内瑞拉公司通过该公司的各个子公司和有该公司参加的合资企业创办和开始经营各基础工业。这些公司包括：

铝工业，

阿尔卡萨：电解铝厂和轧制厂。

维纳卢姆：电解铝厂。

国际氧化铝公司：氧化铝厂。

包克西文 (Bauxiven)：铝土矿开采 (在研究中)。

钢铁工业和铁矿，

弗罗米讷勒：铁矿开采和选矿。

西多尔：钢厂。

文博泽尔 (Venbozel), 铁合金厂。

菲奥尔 (Fior), 铁矿制团。

梅特尔梅格 (Metalmeg), 钢装配件和零件。

电力工业,

埃德尔卡 (Edelca), 古里、马卡瓜电厂和电力分配。

水泥工业,

瓜亚纳西门托斯 (Cementos de Guayana), 水泥厂。

1960年, 瓜亚纳委内瑞拉公司开始与雷诺公司进行在委内瑞拉建电解铝厂的谈判, 1961年成立阿尔卡萨, 作为由瓜亚纳委内瑞拉公司 (50%) 和雷诺国际公司 (50%) 组成的合营企业, 最初的资本为5000万博利瓦。1965年获得美国进出口银行的一笔贷款, 开始阿尔卡萨电解铝厂的施工。这个委内瑞拉基础铝工业的第一个工厂于1967年落成, 初始电解能力为12,500公吨/年。

1973年8月31日成立维纳卢姆, 最初是由几个日本股东 (80%) 和瓜亚纳委内瑞拉公司 (20%) 组成的合营企业。在1974年, 这个投资结构改成委方80% (开始通过瓜亚纳委内瑞拉公司, 后来包括委内瑞拉转变基金会), 日方20%。1976年开始280,000公吨/年维纳卢姆电解铝厂的施工, 1978年1月第一批电解槽投产。

1977年11月25日, 瓜亚纳委内瑞拉公司与瑞士铝业 (股份有限公司) 成立V国际氧化铝公司以便在约达德·瓜亚纳的马坦扎斯

(Matanzas) 工业区建造和管理一个100万公吨/年的氧化铝厂。该厂于1978年9月开始施工。将向阿尔卡萨和维纳卢姆两个电解铝厂提供氧化铝，剩余的一些氧化铝将出口。

委内瑞拉今天的铝工业

委内瑞拉现在具有拉丁美洲最大的炼铝能力。阿尔卡萨现在的产能为120,000公吨/年，维纳卢姆的产能为280,000公吨/年，达到400,000公吨/年的全国金属铝产能。国际氧化铝公司氧化铝厂的施工即将竣工，而具有500,000公吨/年产能的第一生产线已投产。该厂于1983年4月26日正式举行落成典礼。

当包克西文开始在洛斯·皮季古阿沃斯开采铝土矿时，委内瑞拉基础铝工业的整体化将告完成。根据瑞士铝业公司于1978~1980年所做的可行性研究，储量1.8亿公吨三水铝石型优质铝土矿已在皮季古阿沃斯矿床查实，而铝土矿的开采计划正处于审查的最后阶段，以供将来实行。

两个电解铝厂和氧化铝厂所需的电力来自埃德尔卡 (Edelca) 的古里电站，该电站现在具有2100兆瓦的发电能力。古里电站现在正在施工的最后阶段的扩建，将把上述发电能力提高到9000兆瓦。

委内瑞拉已成为大量生产铝的国家和世界范围的出口国。现在铝出口是仅次于石油的第二个最大的外汇收入来源。

除现有各生产厂、洛斯·皮季古阿沃斯的铝土矿储量、以及水力发电能力以外，委内瑞拉铝工业还具有从奥里诺科地带的重质原油生产

石油焦（石油焦是制造阳极所需的原料）的潜力。铝工业得益于国家的政治稳定，从石油收入获得的财政资源，以及加拉加斯地区发达的基础结构。

现在的长远规划要求在二十世纪的最后十年内将铝生产能力增加到100万公吨/年。要达到这个目标，委内瑞拉铝工业必须将电解能力提高600,000公吨/年，扩建国际氧化铝厂或建设另一个100万公吨/年产能的氧化铝厂，使皮季古阿沃斯矿达到550万公吨铝土矿的年开采量，生产520,000公吨/年石油焦用于阳极制造，以及从古里获得另外800兆瓦的电力。

要完成这个雄心计划将需要庞大的投资，同时必须调动人力资源和技术资源。

国际氧化铝公司与瑞士铝业公司

加拉加斯地区内，阿尔卡萨和维纳卢姆两炼铝厂附近的国际氧化铝厂的施工和投产是委内瑞拉铝工业整体化的第一步。国际氧化铝公司最早的股东是加拉加斯委内瑞拉公司和瑞士铝业公司。1979年初，委内瑞拉转变基金会成为国际氧化铝公司的一个主要股东。在最近批准的资金增加之后，现在的投资是委内瑞拉转变基金会拥有27.6亿博利瓦（92.0%），加拉加斯委内瑞拉公司1.275亿博利瓦（4.25%），瑞士铝业公司1.125亿博利瓦（3.75%），合计投资为30亿博利瓦。（直到1983年2月为止，1博利瓦约等于0.23美元）。
• 101 •

瑞士铝业公司派代表参加国际氧化铝公司董事会和管理委员会。

瑞士铝业公司对此氧化铝厂的设计、工程技术、施工、和生产管理提供技术情报和生产工艺。瑞士铝业公司于澳大利亚、西德、美国等地在其现有的氧化铝厂培训了关键性的委内瑞拉操作人员（男女共52人）。

瑞士铝业公司向国际氧化铝公司提供了技术上有能力的施工、试运转、投产、及头五年生产管理机构的关键性管理人员。

瑞士铝业公司阿勒萨（Alesa）工程股份有限公司提供了以下服务：基本工程和设备清单；详图设计；督促和检查；协助采购；在工程最初阶段的工程管理，包括订计划和编进度表，造价预算和控制，合同的管理，以及进度控制。

工程服务由在瑞士苏黎世的阿勒萨工程公司和在美国纽约的海沃德鲁宾逊（Heyward-Robinson）公司（瑞士铝业公司的一个子公司）提供。

在委内瑞拉，瑞士铝业公司南美服务公司对国际氧化铝公司提供以下主要服务。在委内瑞拉做详图设计，工程管理，施工组织，及现场的安装工程。大部份详图设计转包给委内瑞拉工程公司。工程管理包括在加拉加斯和在达德·瓜亚纳的工程指导和监督，合同（190份合同）管理、造价和预算控制，编制预算、进度报告，以及与国际氧化铝公司配合。施工组织包括施工指导和监督，道路网的规划和进度控制，检

查和督促、后勤、各承包者的协调和管理、建筑 and 安装承包的监督，地方材料的采办、协助试运转及投产。

瑞士铝业公司将在投产的最初五年期间向国际氧化铝公司提供管理氧化铝厂的工艺经验和工商业经验。

国际氧化铝公司工程的发展历史

1974年10月——瓜亚纳委内瑞拉公司请瑞士铝业公司进行建设产能100万公吨/年氧化铝厂的初步可行性研究。

1975年4月——瑞士铝业公司向瓜亚纳委内瑞拉公司提交该可行性研究。

1975年5月——瓜亚纳委内瑞拉公司与瑞士铝业公司签订初步预备工程服务合同。瑞士铝业公司阿勒萨工程公司和瑞士铝业公司氧化铝分部开始工程研究。

1976年1月——该工厂被列入关于1976~1980年国家建设的第五个政府计划。

1976年7月——瑞士铝业公司提交一份修订的可行性分析，以及工程最终范围的界限。

1976年8月——委内瑞拉国会通过公债法，其中包括向该工程提供24亿博利瓦资金。

1976年12月——瓜亚纳委内瑞拉公司与瑞士铝业公司集团签订。

- 1) 合营合同；2) 技术情报合同；3) 获得有效的管理人员合同；
- 4) 各工序技术服务合同；5) 工程服务合同。

- 1977年1月——颁布24号总统指示，将管理国营企业设备供给和施工合同的全部投标过程，包括国际氧化铝公司。
- 1977年11月25日——国际氧化铝公司成立，在总经理阿格尼斯·甘博阿(Argenis Gamboa)领导下的第一次委员会会议通过该厂的初始投资预算和批准施工。
- 1977年12月——在苏黎世(阿勒萨公司)、纽约(海沃德·鲁宾逊公司)、加拉加斯(瑞士铝业公司服务部)开始全面的工程工作。
- 1978年7月17日——国际氧化铝公司委员会批准该工程签订的第一份施工合同——厂址平整合同。
- 1978年9月8日——厂址平整工程开工。大规模现场活动开始。
- 1978年10月——开始在瑞士铝业公司各氧化铝厂培训委内瑞拉操作人员。第一个委内瑞拉工程人员到达马丁厂(Martinswerk)——瑞士铝业公司在西德的一个氧化铝厂。
- 1979年1月——委内瑞拉转变基金会向瓜亚纳委内瑞拉公司购买许多股份而成为国际氧化铝公司的主要股东。
- 1979年4月——新任总经理奥斯卡·马提内兹(Oscar Martinez)成为专职的主管行政官。
- 1980年12月——工程完成情况：设计91.1%；施工25.1%；签订合同5.06亿元；施工人员2157人。
- 1981年10月——与国际氧化铝公司工会签订第一份集体劳力合同。

1981年12月——与埃德尔卡签订供电合同。工程完成情况：设计99%；施工55.7%；签订合同5.33亿元；施工人员2820人。

1982年5月——现场施工人力高峰4177人。

1982年9月——工厂的全部建筑物（行政办公楼、中心控制室和实验室大楼、仓库和车间、娱乐室）都已竣工并开始使用。物料输送系统随时可以接收铝土矿。变电所通电。事故发电机和仪表空压机站准备好运转。焙烧车间机械部份完工。

1982年10月——蒸汽站1号锅炉产汽。冷水和热水开始流通。

1982年11月——签订了在1982~1985年间从巴西（特伦贝塔斯）、苏里南、塞拉利昂、圭亚那进口铝土矿及初始供应苛性钠的合同。国际氧化铝公司在奥里诺科河上的码头落成。第一批船运铝土矿到达。铝土矿被卸出和转运到铝土矿堆场。

1982年12月——到现在为止，国际氧化铝公司已雇用了操作两生产系列所需1335人中的950人。工程完成情况：设计实际上完成；一期施工96.9%；二期施工83.7%；按全厂计算94.1%。签订合同：6.34亿元。现场人力1553人。蒸汽站、物料输送、溶出、赤泥分离和洗涤等区域移交给国际氧化铝公司的生产部门。氢氧化铝种子被卸料和贮存。第一批船运苛性钠被卸货。

1983年2月21日——苛性钠被加入流程。

1983年2月27日——第一批铝土矿喂入磨矿机。至此，第一生产系列投产。

1983年3月21日——焙烧车间送出第一批氧化铝，并将其储存在氧化铝仓内。

1983年4月26日——委内瑞拉共和国总统路易斯·赫雷拉-坎平斯博士(Dr. Luis Herrera Campins)主持该厂落成典礼。

1983年9月——计划第二生产系列投产。

国际氧化铝厂工程的设计与施工

卡尔·恩格尔伯格 (Karl Engelberger),

海沃德—鲁宾逊公司国际氧化铝厂工程指挥

瓜亚纳委内瑞拉公司与瑞士铝业公司阿勒萨工程公司签订的, 标称额定产量100万吨/年氧化铝厂的全面工程管理、基本工程和设计工程、采购协助、及施工管理服务的合同向工程管理者提出了复杂的课题。这个大工程的后勤要求建立一个多局组织体系, 其各个中心分设在瑞士苏黎世、美国纽约、委内瑞拉加拉加斯和加拉德·瓜亚纳。根据工程的特征和复杂性以及能有效完成各种工程任务的合适熟练工人的使用程度这三个办事处的责任大致分配如下。

□瑞士铝业公司阿勒萨工程公司和瑞士铝业公司苏黎世ATO, 苏黎世设计特别工作组——这个小组负责把瑞士铝业公司的专门技术与经验有效地输送给该工程的全部生产流程作业, 编制所有的初步设计和技术说明书。苏黎世起领导作用, 作为所有工艺过程设计、对工艺流程起关键作用的复杂厂区的特殊详图设计、及设备与材料选择经验知识的技术中心, 这些知识是以在瑞士铝业公司其他工厂所获得的操作经验为根据的。

□设在纽约的海沃德—鲁宾逊公司(瑞士铝业公司的一个完全独立的子公司)纽约设计特别工作组——纽约是一切采购活动、工程总造价估算和控制、编制进度表和计划、特殊厂区的详图设计和各科学的主要