

# 铜冶炼行业空分设备选型浅析

曹江盛

(福建紫金铜业有限公司, 福建省龙岩市上杭县蛟洋乡坪埔村 364204)

**摘要:** 随着铜冶炼工业的迅速发展, 为之提供气体的空分设备向着新型化、大型化发展。结合铜冶炼工艺, 详细分析了铜冶炼行业在空分设备选型时需考虑流程、产品压力、流量和能耗等因素, 同时指出选型时要考虑空分设备的变负荷能力, 并要综合长、短期效益, 使投资具有最高的性价比。

**关键词:** 空分设备; 铜冶炼行业; 选型; 变负荷; 效益

**中图分类号:** TB657.7      **文献标识码:** B

## Analysis of selection of air separation plant for copper smelting industry

Cao Jiangsheng

(Fujian Zijin Copper Co., Ltd., Pingpu Village, Jiaoyang Country, Shanghang County, Longyan 364204, Fujian, P. R. China)

**Abstract:** With development of copper smelting industry, the air separation plant supplying gas to it is developed towards modern large sized one. Here, the factors of flow process, product pressure, flow rate and energy consumption to be considered in selection of the air separation plant for copper smelting industry are analyzed in combination with the copper smelting process. In the selection, the load variable capacity and comprehensive long term and short-term benefits of the air separation plant are also considered to render the investment the highest performance/cost ratio.

**Keywords:** Air separation plant; Copper smelting industry; Selection; Load variable; Benefit

### 前 言

随着国民经济的持续发展和对未来铜消费的一致看好, 2009年, 低迷的铜市走出了一轮持续上扬的行情。期铜价从2009年初的25000元/吨上升到2009年底的约61000元/吨, 持续攀升将近150%, 至现在一直处于高位运行态势。全球对铜的需求比较乐观, 给中国铜工业发展注入了动力。

据测算, 在未来的几年里, 铜的市场供需有可能逐步达到平衡, 铜价仍会处于相对高位, 这将大大刺激铜产量的增长。随着铜工业的飞速发展, 生产所需氧量也进一步扩大, 使配套的空分设备向着

新型化、大型化发展, 氧气与铜的冶炼紧密相连。

国内某铜冶炼厂, 自1985年12月一期工程建成投产以来, 就一直是全国规模最大、工艺最先进、环保水平领先的铜冶炼企业。2000年7月1日二期工程建成后, 综合生产能力达20万t铜/a。经“十五”三期技改, 2002年底三期主体工程——熔炼系统改造建成投产, 形成了30万t铜/a的生产能力, 2003年底形成了40万t铜、101万t工业硫酸的年生产能力, 2009年底形成了90万t铜的年生产能力, 生产规模逐年提高。配套空分设备氧产量也从1990年的6500 m<sup>3</sup>/h上升到2002年

收稿日期: 2010-04-07

作者简介: 曹江盛, 男, 1962年生, 工程师, 一直从事制氧生产技术管理, 现为福建紫金铜业有限公司制氧项目负责人。

的  $30000 \text{ m}^3/\text{h}$ 、2007 年的  $55500 \text{ m}^3/\text{h}$ ，前后不到 20 年，配套空分设备的氧产量增长了 7.5 倍。

铜冶炼行业的发展及空分设备技术的进步，使应用于铜冶炼行业的空分设备技术也日益更新和提高。现就铜冶炼行业对空分设备的选型要求作一简单介绍。

## 1 空分设备选型时需考虑的因素

在 20 世纪 80 年代，新建铜冶炼设备的核心——闪速炉以及旧闪速炉的改造，基本上走着一条共同的道路，即高生产能力、高铜钨品位、高富氧浓度以及高热强度。从铜冶炼技术的发展来看，采用富氧技术冶炼是闪速炉冶炼中最重要的特点，几乎所有闪速炉的生产都使用富氧，且富氧浓度逐年上升。就拿某铜冶炼厂来说，在 20 世纪 90 年代初，空分设备生产的氧气浓度控制在 90%，闪速炉最初使用的氧浓度为 38% 左右（掺和空气）。因此为了适应冶炼生产的需要和节约燃油，在 1988 年开始投资兴建国内首套低纯氧空分设备，1990 年 7 月建成投产。最初将空分设备生产的氧气浓度控制在 90%，但从氧、氮相平衡浓度图来看，液氧浓度与气氧浓度差越大，浓度波动也就越大，给闪速炉的生产带来不利。为稳定炉况，降低烟量，把空分设备生产的氧气浓度由 90% 提高到 95%，并最终提高到 97%，使闪速炉的炉况大为改善，并且要求氧气浓度的波动值控制在 2% 以内。十几年的生产实践和经验证明，铜冶炼企业的闪速炉对氧气的要求主要有：氧气压力为低压，其用氧量为总氧产量的 85% 左右，氧气浓度（掺和空气后）为 86% 左右；其余压力为中压的氧气送往转炉或卡尔多炉。基于此种情况，空分设备的选型主要从以下几方面考虑。

(1) 根据铜冶炼的产能确定空分设备的产能。只有空分设备产能确定，才能确定是选择国内产品还是国外产品；是选择变压吸附工艺还是深冷分离工艺。由于铜冶炼企业初期建设投资成本很高以及为减少铜价波动带来的影响，一般铜冶炼企业的建设分期进行，一期建设的产能为 20 万~30 万 t 铜。因此，空分设备的氧产量也就选择  $30000 \text{ m}^3/\text{h}$  左右，选择以国内制造的空分设备为主。

(2) 根据铜精矿的品位确定闪速炉用氧浓度和氧气使用量，确定空分设备的规模。是选择生产高纯氧的深冷分离空分设备还是低纯氧的变压吸附制

氧机；是选择外压缩还是内压缩工艺流程。根据氧气产量是选择单套空分设备，还是一步到位。这些都是比较复杂的技术和经济问题，需设计等有关部门多次反复论证进行确定。

(3) 根据铜冶炼工艺和冶炼设备的配置来选择空分设备氧产品压力类型。铜冶炼生产工艺是“双闪还是单闪”，是“双闪”工艺冶炼就不需转炉，空分设备也就不需要生产中压氧气，只需生产低压氧气即可。如冶炼工艺是“单闪”，则还需要生产中压氧气，这就涉及到空分设备工艺流程是选择全部外压缩还是部分内压缩的问题。

另外，铜冶炼企业的铜酸系统蒸汽干燥机的布袋收尘，阳极炉透气砖的氮气保护，环境集烟脱硫等设施装置的用氮压力、纯度及用氮量的情况等也需一并考虑。

(4) 为能持续向闪速炉输送合格的氧气，当空分设备出现故障时仍能正常供氧，空分设备选型时还需考虑能生产一定量的液氧，并配置液氧汽化器以保证空分设备出现故障能及时供氧。而当空分设备正常运行时，液氧可向外销售，以提高企业整体经济效益。

(5) 为节省企业的检修费用，提高经济效益和社会效益，一般企业实行了长周期生产，生产周期由原来的 1 年延长至 2 年甚至 3 年，这为空分设备的选型和管理提出了新的课题，空分设备的流程和设备配置必须从长周期运行进行考虑。为考虑尽快收回投资成本，还需空分设备能生产液氮、液氩等产品。

总之，由于铜冶炼企业实行长周期生产和为了保证冶炼工艺生产的连续性，一般来说不允许空分设备停产和氧气压力、流量波动太大，因此空分设备的流程选择，要求全面考虑其安全性、可靠性和稳定性。为与长周期生产相适应和满足节能的要求以及保证长、短期综合效益，空分设备选型时还应考虑具有运转周期长、能耗低、液体产量大等特点。

## 2 空分设备具有变负荷能力

由于铜冶炼的生产受许多因素制约，主要有：铜精矿品位、生产配料、铜价的变化、全系统检修时间安排以及生产任务完成情况、液氧销售量的变化等等诸多因素的影响，因此，其用氧量变化有时较大。这就要求空分设备具备一定的变工况能力，

以做到更有效地组织生产。为减少氧气放空量和降低能耗,空分设备要具有一定的自动负荷调节手段及优化性能。当铜冶炼用氧量的需求减少时,或在节假日液氧滞销面临液氧贮槽液位超标时,可以采用技术调节手段和发挥其他设备效能,如启动液氧汽化器使液氧汽化后送入闪速炉,确保冶炼生产的继续和提高空分设备节能效益。

另外,有的铜冶炼企业是分期建设,投产初期不需空分设备满负荷运行,这就要求空分设备不仅要具有变负荷能力,还要考虑其变负荷范围以及新建空分设备的套数,以留出建造场地,满足扩建需要。

### 3 结合长、短期效益

随着冶炼技术的发展和工艺流程的逐步更新,对氧、氮的需求量和质量也在日益增加和提高。为缩短空分设备投资周期,及时收回投资成本,提高投资的性价比,新建的空分设备除满足铜冶炼生产的需要外,还要满足气体市场的需求。另外,提高氮气纯度和提取一定量的氩,可提高氧气提取率,降低氧气电耗。

为确保空分设备稳定、可靠地运行,要求空分设备的产液量较大,从而使精馏塔中的乙炔等碳氢化合物随液氧排出,以确保空分设备的安全和储备

一定量的液体。如空分设备发生故障时,启动液氧汽化器汽化供氧。在春节期间,液体几乎滞销,为避免液氧贮槽液位超标,不仅要减少膨胀机的膨胀量,而且对于有多套空分设备的生产厂家,还要合理调整空分设备的运行组合和工况。如某铜冶炼厂建有5套空分设备,在春节期间停运2<sup>#</sup>1000 m<sup>3</sup>/h空分设备,将5<sup>#</sup>29000 m<sup>3</sup>/h空分设备的运行工况由液氧工况调整为气氧工况,闪速炉用氧不足部分,由液氧汽化来补充,其他各套空分设备全负荷运行。通过采取一系列措施,使2<sup>#</sup>1000 m<sup>3</sup>/h空分设备停车后冷备20多天,可节约电费80多万元,经济效益可观。

### 4 结束语

铜冶炼行业新建空分设备的选型涉及的因素很多,不仅要考虑冶炼生产的需要,还要考虑能耗、成本回收周期、场地、管理等因素,更要考虑先进、安全、稳定、可靠及长周期运行等因素。选型要从多方位、多方面进行综合考虑,多借鉴行业内其他企业的经验和空分设备运行实际情况。根据铜冶炼生产工艺和用氧要求,选择正确的空分设备流程,不但使空分设备得到最佳配置,而且可使流程更加优化,降低空分设备运行能耗,保证空分设备可靠、安全运行。□

※

※

※

## 液化空气集团与中电熊猫签订气体供应合同

据液化空气(中国)有限公司报道,液化空气集团已与南京中电熊猫液晶显示科技有限公司(以下简称:中电熊猫)签订了长期协议,为其位于南京液晶谷的新6代平板显示器生产线工厂供应气体及相关服务。该工厂是中国先进的6代平板显示器生产线工厂之一,总投资达138亿元人民币(约合15亿欧元)。

最近3年来,中国对TFT-LCD(薄膜晶体管液晶显示器)面板的需求增长了3倍,占全球市场的20%以上。然而,在目前全球使用的平板显示器中,只有不到5%在中国制造。在中国一些省政府及相关部门的支持下,日本、韩国和中国大陆及台湾地区的TFT-LCD制造商们目前正

在申请在中国投资建造新工厂,以供应这一快速增长的市场。

据此协议,液化空气集团将向中电熊猫提供全套的交钥匙解决方案,包括超纯载气(氮气、氧气、氢气、氦气和氩气)、交钥匙特气设备和安装以及相关的现场气体管理服务。液化空气集团将投资建造1套新的氮气生产装置,日生产能力逾230 t。该装置由液化空气集团工程制造中心使用高效率、可靠和安全方面的最新技术设计和建造,将于2011年7月投产。

本刊