

# 杭氧五大套新一代空分设备顺利投产

严 寿 鹏

(杭州制氧机集团有限公司设计研究院)

**摘要** 杭氧制造的那台钢厂、上钢五厂、巨化、杭钢及水城钢厂顺利投产的大套空分设备,各项指标的实测值都达到或超过合同值要求,指标的先进性标志着杭氧设计制造的空分设备已达到国际90年代中期的水平。表5。

**关键词:** 大型空分设备 投产 性能

国内第一套新一代空分设备在那台钢厂诞生,标志着我国空分设备在工艺和技术上的重大突破,其设计制造技术已达到了国际先进水平,继那台钢厂新一代6000m<sup>3</sup>/h空分设备投产后,上钢五厂12000m<sup>3</sup>/h、杭钢6500m<sup>3</sup>/h、水城钢厂6000m<sup>3</sup>/h新一代空分设备也相继投产。同时,杭氧采用新一代空分设备的先进技术对巨化6000m<sup>3</sup>/h老空分设备的改造也获得成功。邯钢16500m<sup>3</sup>/h、南钢BOC10000m<sup>3</sup>/h和昆钢梅塞尔10000m<sup>3</sup>/h新一代空分设备预计在1999年均可投入运行,充分说明杭氧经过科技人员5年的艰苦攻关,新一代空分设备已开花结果;杭氧设计与制造的新一代空分设备的技术已日益成熟;与国际空分设备的设计、制造水平的差距已明显缩小;使我国空分行业的整体发展又迈上一个新台阶。

那台钢厂6000m<sup>3</sup>/h空分设备于1998年10月18日投入运行,并于1998年11月16日通过设备的性能考核(见表1)。

1999年3月11日至3月12日,杭州制氧机集团有限公司组织邀请了由冶金、化工、气体行业及有关设计研究院的领导、专家和用户对杭氧第六代空分设备所采用的新技术、新工艺进行了充分的技术交流。由上

表1 那台钢厂6000m<sup>3</sup>/h空分设备主要技术性能指标

性能指标	合同值	实测值
氧气产量 (m <sup>3</sup> /h)	6500	7200
氧气纯度 (% O <sub>2</sub> )	99.6	99.88
液氧产量 (m <sup>3</sup> /h)	60	100
液氧纯度 (% O <sub>2</sub> )	99.6	99.9
氮气产量 (m <sup>3</sup> /h)	13000	13100
氮气纯度 (× 10 <sup>-6</sup> O <sub>2</sub> )	≤ 10	1.5 ~ 3
液氩产量 (m <sup>3</sup> /h)	170	210
液氩纯度 (% Ar)	99.999	99.9997
加工空气量 (m <sup>3</sup> /h)	34500	35100
能耗 (kWh/m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> )	0.48	0.43
启动时间 (h)	48	~ 40

述单位17名专家组成的专家小组在听取了杭州制氧机集团有限公司所作的关于该套空分设备的设计、制造、安装、调试总结报告,那台钢铁股份有限公司所作的关于该设备的运行总结报告,并到设备运行现场实地考察验证了该空分设备的现时与历史运行参数后,经认真分析讨论,一致认为:

1. KDON-6000/13000-XX型空分设备是我国第一套自行设计制造并投入实际运行的同时采用规整填料上塔及无氢制氩这两项代

表当今世界空分技术最高水平的空分设备。该设备除采用上述两项关键技术外，同时还采用了以下新技术：

(1) 采用了带散堆填料型水冷塔的新型空冷系统。

(2) 采用了双层床结构的高效分子筛吸附器。

(3) 分馏塔系统的上塔、粗氩塔和精氩塔采用了高效规整填料塔。

(4) 增压透平膨胀机采用了高效三元流叶轮，并实现叶轮 CAD - CAM 设计制造一体化。

(5) 空气压缩机采用运行平稳、低噪声的单轴三元流叶轮透平压缩机。

(6) 氧气透平压缩机采用性能优良，运行安全可靠的三元流叶轮透平氧压机。

(7) 仪控系统采用先进的 DCS 集散系统实现全过程控制。

2. 该套空分设备是目前国内同等级空分设备中工艺流程与性能指标先进、运行稳定的空分设备。从附表 1 设备实际运行指标我们看到，该设备的氧提取率已超过 99%，氩提取率已超过 65%，能耗为  $0.43\text{kWh}/\text{m}^3\text{O}_2$ 。

3. 邢钢  $6000\text{m}^3/\text{h}$  空分设备的开发成功标志着作为空分行业龙头企业的杭州制氧机集团有限公司已完全掌握了采用规整填料技术及全精馏制氩技术的新一代空分设备的设计制造技术，同时也标志着我国空分设备的设计制造技术已达到了国际 90 年代中期的先进水平。

4. 专家组认为应加强外配套设备的选择及进一步完善外观质量。并希望杭氧在总结第六代空分设备成功经验的基础上，积极开发更新一代的空分设备，同时为实现“三万”等级及以上空分设备的国产化积极开拓，力争保持与世界最先进的空分设备设计

制造技术同步发展，为我国空分事业的发展而不懈努力。

上海五钢  $12000\text{m}^3/\text{h}$  空分设备于 1998 年 11 月 16 日开车出氧，1999 年 2 月 11 日出氩、3 月 3 日出高纯氧，并于 1999 年 5 月 17 日对该设备进行了性能考核（见表 2）。本套提氩空分首次设计开发出用单塔制取高纯液氧，与常规的双塔流程相比，设备减少，流程简化，操作趋于简单，启动时间短，是杭氧高纯氧提取技术的又一突破。

表 2 上海五钢  $12000\text{m}^3/\text{h}$  空分设备  
主要技术性能指标

性能指标		合同值	实测值
氧气	产量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	12000	12350
	纯度 ( $\% \text{O}_2$ )	99.6	99.7
液氧	产量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	100	105
	纯度 ( $\% \text{O}_2$ )	99.6	99.7
高纯液氧	产量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$\geq 20$	30
	纯度 ( $\% \text{O}_2$ )	99.995	$> 99.995$
氮气	产量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	14000	14100
	纯度 ( $\times 10^{-6} \text{O}_2$ )	$\leq 10$	5
液氮	产量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	200	250
	纯度 ( $\times 10^{-6} \text{O}_2$ )	$\leq 10$	5
液氩	产量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	350	395
	纯度 ( $\% \text{Ar}$ )	99.999	99.999
电耗 ( $\text{kWh}/\text{m}^3\text{O}_2$ )		0.47	0.39

巨化集团公司合成氨厂  $6000\text{m}^3/\text{h}$  空分设备，原采用板翅式换热器切换式流程，杭氧采用规整填料上塔和全精馏制氩的新一代空分技术对其进行改造，于 1998 年 10 月 9 日调试出氧，并于 1999 年 3 月 28 日对该设备进行了性能考核（见表 3）。

表3 巨化 6000m<sup>3</sup>/h 空分设备改造  
主要技术性能指标

性能指标		合同值	实测值
氧气	产量 (m <sup>3</sup> /h)	6400	6500 ~ 7000
	纯度 (% O <sub>2</sub> )	99.6	99.7
氮气	产量 (m <sup>3</sup> /h)	10000	10000
	纯度 (% N <sub>2</sub> )	99.999	99.999
液氧	产量 (m <sup>3</sup> /h)	150	150
	纯度 (% O <sub>2</sub> )	99.6	99.7

二期改造项目全精馏制氩设备也已投产, 纯氩产量正在调试中。

杭氧 6500m<sup>3</sup>/h 空分设备是杭氧集团于 1996 年首次开发设计的新一代空分设备, 上塔、粗氩塔及纯氩塔均采用国产规整填料, 该套设备于 1999 年 4 月 20 日开车出氧, 5 月 1 日调试出氩, 并于 1999 年 5 月 29 日对该设备进行性能考核 (见表 4)。

表4 杭氧 6500m<sup>3</sup>/h 空分设备  
主要技术性能指标

性能指标		合同值	实测值
氧气	产量 (m <sup>3</sup> /h)	6500	6900
	纯度 (% O <sub>2</sub> )	≥99.6	99.8
氮气	产量 (m <sup>3</sup> /h)	13000	13000
	纯度 (× 10 <sup>-6</sup> O <sub>2</sub> )	≤10	≤5
液氩	产量 (m <sup>3</sup> /h)	160	190
	纯度 (% Ar)	≥99.999	≥99.999
液氧	产量 (m <sup>3</sup> /h)	130	130
	纯度 (% O <sub>2</sub> )	≥99.6	≥99.8
液氮	产量 (m <sup>3</sup> /h)	~ 80	8
	纯度 (× 10 <sup>-6</sup> O <sub>2</sub> )	≤10	≤5
电耗 (kWh/m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> )		0.48	0.45

水城钢厂新一代 6000m<sup>3</sup>/h 空分设备于 1999 年 8 月已投入运行, 并于 8 月 23 日对该设备进行性能考核 (见表 5)。

表5 水城钢厂 6000m<sup>3</sup>/h 空分设备  
主要技术性能指标

性能指标		合同值	实测值
氧气	产量 (m <sup>3</sup> /h)	6000	6850
	纯度 (% O <sub>2</sub> )	≥99.6	99.86
氮气	产量 (m <sup>3</sup> /h)	12000	12450
	纯度 (× 10 <sup>-6</sup> O <sub>2</sub> )	< 10	≤5
液氩	产量 (m <sup>3</sup> /h)	160	170
	纯度 (% Ar)	≥99.99	≥99.999
液氧	产量 (m <sup>3</sup> /h)	60	100
	纯度 (% O <sub>2</sub> )	≥99.6	≥99.9
电耗 (kWh/m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> )		0.448	0.425

以规整填料上塔和全精馏制氩工艺为标志的新一代空分设备, 其最大的优势在于能耗大幅度下降。上述五套新一代空分设备投产实测结果表明, 能耗均低于 0.45kWh/m<sup>3</sup> O<sub>2</sub>。1999 年 1 月 22 日国家经济贸易委员会第 6 号令指出, 要淘汰生产方式落后、产品质量低劣、环境污染严重、原材料和能源消耗高的落后生产能力、工艺和产品, 并将蓄冷器 (管式) 全低压流程空分设备和管板式全低压流程空分设备列入淘汰产品的目录中。我们认为, 如果用新一代空分设备的技术对其进行工艺流程的改造, 提高产品的提取率, 延长设备和连续运转周期, 降低单位氧气能耗, 可促进空分设备的升级换代, 使之在激烈的市场竞争中求得生存和发展。

杭氧集团并不满足新一代空分设备的开发成功和技术上的日益成熟, 我们正在努力将趋于成熟的规整填料上塔和全精馏制氩技术应用在 30000m<sup>3</sup>/h 等级的大型空分设备和 3000m<sup>3</sup>/h 等级以上的大型液体设备中。杭氧集团愿为满足国内外用户需求, 发展民族工业, 跻身于世界先进的空分制造行列而努力。

(1999 年 9 月)