

# 宝钢“六万”空分设备的研制

毛绍融 朱朔元 周智勇 卢杰 孙石桥 吕挺锋

(杭州杭氧股份有限公司 杭州市东新路 388 号 310004)

**摘要:**文章主要介绍了国内首套六万等级空分-宝钢 6 万空分设备的研制和主要技术特点,并阐述了其成功实现国产化的意义。

**关键词:**六万空分设备 研制 主要技术特点 国产化 意义

2008 年 9 月 25 日,举国欢庆神舟七号飞天的日子,也是杭州制氧机集团公司(以下简称:杭氧),乃至中国空分行业圆梦的日子。由杭氧采用自主技术、自主集成的国内首套六万等级空分设备在上海宝钢成功出氧,各项技术指标达到设计要求。该套空分设备采用分子筛净化空气、

液氧自增压、带增压膨胀机、先进的规整填料上塔、全精馏制氩等多项新技术,主要设计指标达到了国际先进水平。“六万”空分设备的成功开发,标志着杭氧已掌握并具备特大型空分设备的设计制造及成套能力,是我国空分行业的一个新的、重要的里程碑。

## 1 “六万”空分设备研发背景

随着国民经济的迅速发展,推动了国内工业装置朝着大型化方向发展,为之配套的空分设备的规模也日趋大型化。

近几年来,随着大型冶金、煤化工、大化肥装置的改扩建,使得国内空分制造厂家面临前所未有的挑战,也蕴藏着巨大的发展机遇。继 2002 年“三万”空分设备国产化的实现,国内空分设备制造厂以此为契机,加大了大型空分设备研究开发力度,取得了长足的进展,空分设备的成套设计、制造能力日趋成熟。相继实现了“四

万”、“五万”等级空分设备的国产化并投入运行。国产化特大型空分设备以其实际运行稳定、安全可靠、运行能耗低,大大提高了国产化“五万”、“六万”及以上等级空分设备的性价比,凸显了国产化特大型空分设备与国外知名企业竞争的优势。

上海宝山钢铁股份有限公司(以下简称:宝钢)作为我国钢铁行业的巨头,拥有多套国外进口的大型空分设备及国产化“三万”空分设备,利用其近 30 年的空分运行实践,积累了丰富的

建设、运行、维护经验。宝钢一直以来对民族工业的支持有着较高的热情，敢于在成功实践、科学调研的基础上首选国产化空分设备，为企业自身减小了设备投资，为国家节省了外汇，为振兴民族工业做出了重要的贡献。在其企业自身发展同时也密切关注着国内外空分行业动态，对国内空分厂家的成套特大型空分设备的设计、制造能力有较深入的了解，在国产化成套空分设备上与杭氧有着良好的合作业绩；杭氧在“四万”、“五

万”等级空分设备的一次投产成功，更增强了宝钢对“六万”等级空分设备国产化的信心。宝钢六万等级空分设备是宝钢“十一五”项目中的重要项目，在国家倡导的自主开发、自主集成的大背景下，杭氧在与多家国际知名空分制造商竞争中，充分运用团队的智慧和精神，良好地展现了可信任技术和强大的制造能力，脱颖而出，于2006年8月8日一举中标并签订合同。

## 2 杭氧成套“六万”空分设备的技术基础

杭氧在自身企业不断壮大过程中，顺应发展潮流，抢抓机遇，投入强大技术力量，攻克一个又一个核心技术。特别是在与中石化、神华、大唐国际、德国梅塞尔等国内、国际知名企业合作项目基础上，加速提高了自身的研究设计开发水平，促进了杭氧空分产品设计的规范化、标准化，不断取得了空分设备关键部机的设计、制造技术的突破，占据一个又一个新的空分设备成套技术制高点。

自1978年以来，杭氧先后从国外公司引进了“一万”和“二万八千”空分设备设计、制造技术，与国外公司合作提供了上海宝钢“六万”空分设备部分大型配套设备，包括空冷塔、水冷塔、分子筛吸附器等。

2002年杭氧对宝钢三号“三万”空分设备

进行了改造，该项目的成功实施，使得杭氧系统掌握了双沸腾主冷凝蒸发器、四溢流筛板下塔、大直径规整填料塔等关键部机的设计、制造技术。2004年完成马钢“三万”、天钢2套“二万八千”内压缩空分设备的设计开发工作，都一次开车成功；2004年又成功地完成北台钢铁集团公司“五万二千”空分设备的改造，通过该项目的实施，掌握了上塔与主冷分离落地式总体布置方式。2005年成功完成包钢“四万”空分设备的全新设计，该项目采用卧式主冷凝蒸发器，在前述项目成功实施的基础上，顺利地完成了该项目开发设计、并成功投运，各项指标均达到或超过设计值。2004年杭氧与中原大化签订“五万二千”液氧、液氮内压缩化工型空分设备，2005年又与华鲁恒升签订“四万八千”液氧内压缩化

工型空分设备,且都一次开车成功;这充分表明,国内用户对杭氧成套空分技术的认可,更充分证明了杭氧有能力实施“五万”及以上等级空分设备国产化。依托上述一系列国家大型空分设备攻关研制和“四万”、“五万”等级空分的陆续成功稳定投运,使杭氧在此基础上积累了大量宝贵的实践经验,掌握了“六万”及以上等级的空

分设备的成套设计计算技术、关键配套设备和部机的设计制造技术。

产品名称	产量/m <sup>3</sup> /h	纯度 vol	压力/MPa (G)	温度/°C	备注
氧气	60000	>99.6% O <sub>2</sub>	0.05	~24	自增压
液氧	1000	>99.6% O <sub>2</sub>	~0.2	~-183	进贮槽
氮气	64000	≤5ppm O <sub>2</sub>	0.009	~24	
液氮	1000	≤5ppm O <sub>2</sub>	~0.18	~-193	进贮槽
精液氩	2000	≤2 ppm O <sub>2</sub> ≤3 ppm N <sub>2</sub>	~0.16	~-182	进贮槽

### 3 “六万”空分设备主要性能指标

“六万”空分设备采用液氧自增压、先进的规整填料塔、全精馏制氩技术,整套空分设备

最优的工艺流程组织,宝钢“六万”空分设备采用液氧自增压、先进的规整填料塔、全精馏制氩技术,整套空分设备采用可靠的模块化设计软件,优化设计出最合理的流程。采用液氧自增压技术,提高了氧气出冷箱的压力,增强了透平氧气压缩机的运行安全性。在上塔、氩塔中采用了成熟的规整填料和高效分布器,精馏效率高,工况稳定,操作弹性大。下塔采用了成熟的四溢

采用可靠的模块化设计软件,优化设计出最合理的流程,其主要性能指标如下:

流筛板塔板,有效地缩短了液体流程、液面落差和溢流强度,改善了气液接触,提高了塔板效率和液体的处理能力,减小了压力降。整体上为用户考虑节能降耗,设置了氩气回收装置,液氧、液氮回灌分馏塔工艺管路。

合理的总体布置,上塔采用填料塔、下塔采用四溢流筛板塔。上、下塔高度较高,如采用以往重叠式布置,下塔液空很难进上塔,且冷箱会

高出较多，增加了钢结构和基础设计的难度。本套空分设备在设计时充分考虑了上述因素，将上塔落地布置。主冷采用双层卧式主冷，液氧蒸发器与下塔复合，主冷布置于下塔的右上方，确保主冷液氮能顺利回流到下塔顶部，液氧能顺利流

入液氧蒸发器内。冷箱内的阀门、管道布置合理，选用了高强度铝合金管材，气体和液体管径选用合理。上述合理的设计确保了项目一次开车成功。

### 4 “六万”空分设备国产化实现的意义

杭氧提供的宝钢 8 号空分设备是国内首套自主集成的“六万”等级空分设备，该空分设备拥有成套集成技术、控制技术、关键工序的工艺设计、关键设备国产化技术等多项自主知识产权，各项性能指标完全可与国外知名公司的同类设备相媲美，但它的价格比国外公司要低得多，它为宝钢直接节约投资 6000 余万元，这是杭氧精湛的技术，精心的设计，优良的制作，超值服务的结果。此次宝钢“六万”空分设备的开车成功，使杭氧成为目前国际上第五家可以生产“六万”等级特大型空分设备的公司，也为杭氧设计制造特大型空分设备积累了宝贵的经验，进一步提升了我国空分设备的设计与制造水平，使大型空分设备的国产化之路越走越宽。

杭氧的“六万”等级空分设备因其具有较好的性价比，得到了用户的普遍认可和好评。截止到 2008 年 9 月 30 日，宝钢、伊朗卡维、大唐国

际、包头神华、盈德气体等多家公司已向杭氧订购六万空分设备共 13 套，除宝钢外，盈德气体“六万”空分设备也已于 2008 年 10 月 16 日成功出氧；大唐国际 3 套“五万八千”空分设备正在紧张的安装调试中；包头神华“六万”空分设备第 1，第 2 套正在安装中，第 3 套空分设备正在制造交货中，第 4 套空分正在备料准备中，这些大型“六万”空分设备的实施，显示出了杭氧特大型空分设备在深度和广度上参与国际竞争的能力和实力。

宝钢“六万”空分设备国产化的实现，使我国的空分技术又上了一个新的台阶。它的成功实现，有着重大的现实意义，进一步缩小了我国成套空分设备设计、制造技术与国外的差距，提升了国产化重大装备在国际上的竞争力，同时为国家节省了大量的外汇。