

中国石油化工通用机械工业发展史丛书之九

中国气体分离及液体 设备工业发展史

中国石化总公司通用机械工业部编

1954-1983

5.7

-83/3

中国石化出版社

内 容 简 介

本书是机械工业部石化通用机械工业局组织编写的《中国石油化工通用机械工业发展史丛书》的第九卷,着重从企业建设、产品发展、技术进步等各个侧面,记叙了中国气体分离及液化设备工业建立和发展的历史过程,概略地总结了各个历史时期的发展特点和经验教训,并附有大事记、统计资料和工厂、研究所简介,内容翔实,资料丰富,可供从事气体分离及液化设备研究、设计、制造、使用等工作的有关专业人员阅读,也可供从事经济管理、经济研究的人员以及大专院校有关专业的师生参考。

中国石油化工通用机械工业发展史丛书之九 中国气体分离及液化设备工业发展史

(1951~1983)

机械工业部石化通用机械工业局 编

机械工业出版社 (北京阜成门外百万庄南街1号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

(内部发行)

开本 850×1168 1/32·印张 5 1/8·插页 8·字数 138 千字

1986年6月北京第一版·1986年6月北京第一次印刷

印数 0,001 - 5000·定价 1.60 元

统一书号: 15033·6255H

奮發圖強自力更
生艱苦奮鬥勤
儉建國

朱德
一九六四年

朱德委員長視察杭州制氧機廠時寫下的題詞

《中国石化通用机械工业发展史丛书》

编辑委员会

主任委员：包洪枢

副主任委员：陈幼军 董 英 李国良

编委：熊福元 苏又泉 王谔 黄锡阁 费安顺 方子敏
闵国府 董声高 向润俊 陈俊柄 梁 键 隋永滨
李昌礼 李文学 王昌庆 樊景泉 宋继程 王喜荣

编辑人员

陶辉 朱玉腾 邹国均 吉 喆

《中国气体分离及液化设备工业发展史》

编写顾问

钱祖恩 田国英 舒宪周 陈逸樵

编写组

主 编：吴廷琚

副主编：李永康

撰稿人：黄先钢 沈维楞 陈允愷 蔡光森

凡 例

一、《中国石油化工通用机械工业发展史丛书》各卷所阐述的是新中国建立以来的建设和发展的历史过程、成就和经验。对旧中国的有关情况，分别在绪论或某些章节中，做简要介绍。

二、按介绍的内容，本丛书分为两大类。第一类，综合性的，有《中国石油化工通用机械工业发展史》（丛书之一）；第二类，专业性的，有《中国石油机械工业发展史》（丛书之二）、《中国化工设备工业发展史》（丛书之三）、《中国工业泵工业发展史》

（丛书之四）、《中国风机工业发展史》（丛书之五）、《中国压缩机工业发展史》（丛书之六）、《中国制冷设备工业发展史》（丛书之七）、《中国阀门工业发展史》（丛书之八）、《中国气体分离及液化设备工业发展史》（丛书之九）、《中国印刷机械工业发展史》（丛书之十）、《中国真空获得及应用设备工业发展史》（丛书之十一）、《中国橡胶塑料机械工业发展史》（丛书之十二）、《中国分离机械工业发展史》（丛书之十三）。每卷一册，丛书共十三卷。

三、部分卷之间，在内容上有些交叉，但各有侧重。

四、本丛书内容中涉及一个厂多次更名的，在第一次出现时加注说明，以后均用当时名称。

目 录

第一章 概述	1
第二章 中国气体分离及液化设备工业的开创	6
第一节 国产空气分离设备的诞生	6
第二节 杭州通用机器厂成批生产空气分离设备	8
第三章 在全面建设中迅速发展	12
第一节 生产技术迅速提高	14
第二节 制造体系初步形成	19
第三节 科研机构的设立	22
第四节 迅速发展中的失误和挫折	24
第四章 在调整中稳步前进	27
第一节 生产指标的缩减及建设速度的调整	27
第二节 各项管理的整顿充实	28
第三节 科研工作稳步前进	30
第五章 在干扰破坏下曲折发展	35
第一节 严重的干扰破坏	35
第二节 建设规模进一步扩大	37
第三节 技术和生产的曲折发展	45
第六章 重新振兴的新时期	70
第一节 百废待兴的困难局面及恢复性的整顿工作	70
第二节 调整生产结构, 扩大服务领域	73
第三节 改革经济体制, 组织联合经营	83
第四节 加强企业整顿, 提高经济效益	90
第五节 引进先进技术, 提高技术水平	93
第六节 向国际市场进军	104
第七章 总结与展望	107

第一节 历史的总结	107
第二节 前景与展望	112
附录一 大事记	116
附录二 基本统计资料	139
表1. 气体分离及液化设备工业基本情况统计 (1980~1983年)	139
表2. 气体分离及液化设备工业历年工业总产值	140
附图: 总产值增长示意图	140
表3. 气体分离及液化设备工业历年产品产量	141
附图: 产品产量增长示意图	141
表4. 国产气体分离及液化设备产品品种一览表	142
表5. 国产气体分离及液化设备分类套数统计	154
表6. 全国制氧能力发展情况统计表	154
表7. 国产制氧设备套数、容量统计	155
表8. 国产制氩设备套数、容量统计	155
表9. 部分年份的职工人数及全员劳动生产率指标	156
附录三 工厂、研究所简介	157
后记	170

第一章 概 述

气体分离及液化设备工业是一门新兴工业。

气体分离设备，主要是指以空气或天然气、石油气、焦炉气、合成氨尾气等多组份气体为原料，采用低温液化精馏分离的方法制取氧、氮、氩、氦、氖、氫、氙、氢、丙烷、丁烷等不同纯度的气体的设备，其中包括空气分离设备、稀有气体提取设备、天然气分离设备、石油气分离设备、焦炉气分离设备、合成氨尾气分离设备等。此外，还有以分子筛变压吸附法提取氧、氮气的产品，用大型色谱法分离氖、氦、氩、氙产品等类型的设备。

气体液化设备，是指以低温液化法使空气或氧、氮、氢、氖、氦等气体由气态转化为液态的设备，其中包括空气液化设备、氧液化设备、氮液化设备、氢液化设备、氖液化设备、氦液化设备等。

气体分离及液化设备多属成套设备，由许多系统组成，每一系统又由若干个机组构成。净化系统，有过滤器、硅胶干燥器、分子筛吸附器、乙炔吸附器及离心式液氧泵等；压缩系统，有透平式、活塞式、螺杆式压缩机和翅片式、叠片式冷却器；换热系统，有管式、板翅式各种换热器和氨水预冷器；制冷系统，有活塞式、透平式膨胀机和节流阀；精馏系统，有单级、双级精馏塔；产品输送系统，有活塞式或透平式的氧压缩机、氮压缩机以及各种稀有气体压缩机；加温系统，有加热器、干燥器和离心式鼓风机；控制系统，有电器控制装置、仪表控制装置和各种调节控制阀门；此外，为贮存和运输低温液态产品，还有低温贮槽、低温贮罐、低温槽车等低温液体贮运设备及其配套的各种低温液体泵、汽化器、灌注器等。这些系统及机组涉及多方面技术，因此，气体分离及液化设备不仅机组多、成套性强，而且具有技术

复杂、自动化要求高等特点。可以认为，气体分离及液化设备的设计、制造水平和它的拥有量，能够从一个侧面反映出一个国家的工业水平和科学技术的发达程度。

气体分离及液化设备工业在全世界范围内的发展，从德国卡尔·林德教授于1895年和1903年先后发明第一套空气液化设备和10米³/时（氧）空气分离设备算起，至今不过80多年历史。随着科学技术的不断发展和新技术的不断涌现，气体分离及液化设备不仅在品种、等级、性能和设计、制造技术等方面得到了很大的发展，而且在国民经济中的应用范围也愈来愈广泛。

在经济建设中，气体分离及液化设备最初的主要用途是为机械工业的金属焊接和切割工艺提供氧气，以后，随着新技术的不断涌现，逐步应用于其他工业部门。在冶金工业方面，它可为纯氧顶吹转炉炼钢、钢坯表面火焰处理等工艺的采用提供大量氧气；在石油化工工业方面，氧气既能用来裂解重油生产烯烃气，又可用作煤粉气化制备合成氨的原料气；在冶金、化工、轻纺、电子等工业部门，氮气作为原料气、置换气和保护气得到了广泛应用；在电光源工业方面，氖、氦、氩、氙等气体都是不可缺少的重要原料。此外，气体分离及液化设备的产品还广泛应用在食品工业（如食品速冻、蔬菜水果的防腐保鲜）、农牧业（如杀虫储粮、良种牲畜的精液冷藏）和环境保护（如净化环境空气、处理工业废水）等各个领域。

在医疗卫生事业中，气体分离及液化设备的产品除用于病危者的输氧抢救外，近年来又应用于高压氧舱、液氮冷冻、氩气麻醉、氩气手术止血喷枪、氩氮激光手术刀等新的医疗手段，为治疗高血压、糖尿病、脑缺氧、煤气中毒、肿瘤及癌症等几十种疑难病症发挥着越来越大的作用。

现代尖端科学技术的发展，为气体分离及液化设备开辟了更加广阔的应用领域。在今天，无论“上天入地”、“下海探宝”，都离不开气体分离及液化设备的产品。在航天事业中，运载火箭大多采用液态氧加液态氢作为燃料。在能源开发等领域，用液氮

冻土进行矿井掘进，用纯氧燃烧驱取高浓度二氧化碳和固氮强化进行石油开采，煤矿安全充氮以及海洋石油注氮开采等新的应用技术都正在兴起。有人预料，若干年后，石油开采、石油蛋白生产、煤气化及煤制人造石油等方面的用氧用氮量，将大大超过目前冶金工业的用量。还有超导电缆、超导磁流体发电、超导磁浮列车、超导计算机、大规模集成电路、氮飞艇、卫星通信和遥测、激光等尖端技术，都与气体分离及液化设备的产品密切相关。气体分离及液化设备不仅在国民经济各项事业的发展中显示出越来越重要的地位和作用，而且在技术上已形成一门新学科——低温工程，前景十分广阔。

中国的气体分离及液化设备工业，是新中国成立后才建立和发展起来的。

贫穷落后的旧中国，不仅没有气体分离及液化设备的制造工业，就连这类设备的应用也寥寥无几。1934年，青岛“中国瓦斯工厂”从日本购进一台由日本和德国拼凑配套的15米³/时（氧）空气分离设备，由日本人安装，投入生产，成为中国第一家采用低温分离方法制取氧气的工厂。到1949年解放前夕，全国仅在上海、青岛等少数几个沿海城市拥有空气分离设备约100套，这些设备的单套制氧能力在10米³/时~200米³/时之间，全国总制氧能力不到3500米³/时。

新中国成立后，在中国共产党的领导下，国民经济得到了迅速的恢复和发展，气体分离及液化设备的制造工业也应运而生。1951年，哈尔滨第一机械厂首先开始设计试制30米³/时（氧）空气分离设备，至1953年试制成功，从而结束了我国不能制造气体分离设备的历史。与此同时，杭州通用机器厂开始转向气体分离及液化设备的生产，并从1956年起成批制造空气分离设备，我国的气体分离及液化设备工业从此开始建立。经过30多年的建设和发展，中国气体分离及液化设备工业的生产规模逐步扩大，生产技术水平和管理水平不断提高，已形成了一个独立的、设计和制造手段较为完备、产品品种基型基本齐全的制造体系，在社会主

义现代化建设中发挥了一定的作用。

从生产规模上看,经过30多年建设,到1983年底,气体分离及液化设备工业拥有的固定资产原值已达到22581.54万元。在行业联合体——中国空分设备公司的组成范围内,共有杭州制氧机厂、开封空分设备厂、四川空气分离设备厂、哈尔滨制氧机厂、邯郸制氧机厂、江西制氧机厂、自贡市机械一厂、吴县制氧机厂等8个专业制造厂,其中固定资产在5000万元以上的制造厂有1个,固定资产在1000万元~5000万元之间的制造厂有5个;共拥有各种生产设备7000余台,其中主要生产设备3747台,包括金属切削机床2075台,锻压设备246台,其他主要生产设备1426台,具有较强的生产能力。30多年来,全行业累计创造工业产值20多亿元,共生产了4570套气体分离及液化设备,其中空气分离设备的总制氧能力相当于100万 m^3/h ,产品遍及全国各地,并已出口到世界十多个国家和地区。

从科研力量上看,已建有两个从事气体分离及液化设备技术研究的专业科研机构——杭州制氧机研究所和四川深冷设备研究所。两个研究所现有科研人员148人,拥有一批先进的试验及加工设备、精密测试仪器和试验台位,历年来共完成重要科研课题和新产品试制项目99个,有41个项目分别获得国家科学技术委员会、全国科学大会、机械工业部以及一些省、市的科技成果奖。目前,一个新的科研、测试基地正在杭州兴建,它的建成,将使气体分离及液化设备工业的科研力量和科研测试手段得到进一步加强。

从产品的技术水平上看,经过测绘仿制、自行设计、引进国外先进技术这三个阶段的发展,中国气体分离及液化设备工业在产品的设计、制造技术上已达到一定水平,现已形成了由近百个品种组成的产品系列。到1983年止,按引进技术和国内最新科研成果实现更新换代的空气分离设备最大为1万 m^3/h (氧),同国外厂商合作生产的空气分离设备最大为2.8万 m^3/h (氧),并具备了设计、制造更大等级的空气分离设备以及设计、制造能同时

制取氧、氮、氩、氦、氖、氙、氡7种空气组份的“全提取”设备的能力。设备的技术性能也在逐步提高，产量、纯度、电耗、运转周期等性能指标正日益接近世界先进水平，如新研制成的超高纯度空气分离设备，氧气纯度最高可达99.995%，氮气纯度最高可达99.9995%。近几年来，先后有4种产品获得了机械工业部授予的“优质产品”称号。

从职工队伍来看，在30多年的发展中，气体分离及液化设备工业的职工队伍不断壮大，现已拥有职工18949人。长期的科研和生产实践，使这支队伍的素质不断提高，造就了一大批技术、管理和生产骨干，特别是其中1414名工程技术人员，已形成一支实力雄厚的科研、设计和工艺力量，正在气体分离及液化设备工业的科技工作中发挥中坚作用。在建设和发展中，还涌现出了一批先进模范人物和先进集体，其中有“一·五”全国劳动模范李裕银、闻名全国的“刀具大王”孙茂松、出席全国“群英会”的代表兰敬修和郭学来、全国“新长征突击手”陈建中，以及被共青团中央授予“青年技术革新优胜单位”称号的杭州制氧机厂“青年设计小组”等。

中国气体分离及液化设备工业经历了一个从无到有、从小到大的发展过程，取得了在旧中国所无法想象的巨大成就，也遭受过严重的挫折；获得了许多成功的经验，也从失误中引出了不少教训，走过的道路是曲折的。

第二章 中国气体分离及液化设备 工业的开创

(1951~1956年)

第一节 国产空气分离设备的诞生

国产空气分离设备，是在国民经济恢复和发展的形势下，由哈尔滨第一机械厂首先试制成功的。

1950~1952年，我国正处在经济恢复时期。当时，工业生产的恢复，国防、科研和医疗等各项事业的发展，都急需大量的氧气。可是，旧中国仅在少数沿海地区留下近百套小型空气分离设备，产量很低，远远满足不了日益增长的社会需求。在经济恢复较早、较快的东北地区，用氧困难的问题显得更为突出。为了解决这一问题，中共哈尔滨市委于1951年向哈尔滨市工业局下达任务，要求组织试制“制氧机”（即空气分离设备）。哈尔滨市工业局委派该局技术室主任工程师宋凤宾主持这项试制工作，并把试制任务落实到哈尔滨第一机械厂。

哈尔滨第一机械厂的前身，是“兆麟事业协会”与私人合股经营的哈尔滨铁工厂，1947年1月由哈尔滨民生公司接收，改名为民生铁工厂。同年3~10月，该厂先后接收了10多家小型铁工厂，并改名为哈尔滨市机铁工厂。解放战争时期，该厂主要生产民用犁铧及军刀、六〇炮等军工产品，以后几经并迁，逐渐转向从事机械、电气修理，先后于1949年、1950年改名为哈尔滨电气修理厂、哈尔滨第一机械厂。

在接受空气分离设备试制任务之前，哈尔滨第一机械厂曾进行过空气分离设备的修复工作。那是一套日本制造的25米³/时（氧）空气分离设备，1945年日军败退时被苏联红军截留在哈尔

滨王岗火车站。经四处探访，该厂从社会上聘来5名俄籍工程师，包括接触过空气分离专业的克拉斯诺别夫柴夫、熟悉活塞式气体压缩机技术的那茨也夫斯基两兄弟等，由他们在技术上给予指导。经过努力，这套残缺不全的设备于1951年修复出氧。通过这次修复工作，工厂获得了一些经验，为试制空气分离设备打下了基础。

根据中共哈尔滨市委下达的试制任务，哈尔滨第一机械厂组织克拉斯诺别夫柴夫、那茨也夫斯基兄弟等人进行设计，并派技术员李宏远等参加设计工作，边干边学。克拉斯诺别夫柴夫找来了一份俄文版的资料，其中有苏联制造的C-30型30米³/时（氧）空气分离设备的流程和技术参数，并附有结构外形图。他们就根据这份资料，结合在前段修复工作中获得的经验，设计出高压流程的30米³/时（氧）空气分离设备的全套图纸。1953年1月，设计工作最后完成。

当时，哈尔滨第一机械厂的生产条件很差。为了完成试制空气分离设备的光荣任务，该厂的工人、技术人员千方百计想办法，克服了工艺、材料等方面的重重困难，终于在1953年底完成了两套30米³/时（氧）空气分离设备的试制。经试车运转，氧气产量达到30米³/时，氧气纯度为99.2%，均达到了设计指标。这两套国产空气分离设备的试制成功，填补了国家的空白，结束了我国不能制造气体分离设备的历史。与此同时，大连化工厂也利用部分进口配套机组，试制并组装成1套6800米³/时（氮）空气分离设备。

但是，无论是哈尔滨第一机械厂还是大连化工厂，都没有就此转向气体分离设备的专业生产，哈尔滨第一机械厂直到1959年后才正式把气体分离设备作为本厂的生产方向（后于1960年改名为哈尔滨制氧机厂）。因此，国产空气分离设备的诞生，虽然揭开了我国气体分离及液化设备工业发展的序幕，但还没有直接导致这门制造工业的形成。

第二节 杭州通用机器厂成批生产 空气分离设备

就在哈尔滨市第一机械厂试制空气分离设备的同时，国家有关部门也开始酝酿气体分离及液化设备的生产布点。

1952年8月，重工业部在北京召开全国工矿机械会议，安排一些机械产品的生产。由于上海的工业基础较为雄厚，重工业部提出，拟将“制氧机”安排在华东地区生产。但是，参加这次会议的华东各厂代表大多从未接触过空气分离设备，不敢贸然承接。只有浙江铁工厂厂长钱祖恩^①曾于1947年在上海参加过一套从加拿大进口的92米³/时（氧）空气分离设备的安装，对这类设备的原理和机组情况较为熟悉，并就此向其他代表作了简略介绍。于是，华东代表团负责人建议由浙江铁工厂承担“制氧机”生产。钱祖恩与同来的厂党委副书记张光商量后，接受了这一任务。

浙江铁工厂的前身，是人民解放军从国民党军队手中接收来的两个修械所和两个汽车修理厂，1950年8月合并，正式成立浙江铁工厂，成为当时浙江省最大的国营机械工厂。1952年前，该厂先后承担过一些军械、农业机械、轻纺机械的制造，积累了一定的生产经验。但是，当时工厂的生产设备大多是简陋的皮带传动机床，厂房陈旧，又缺乏生产成套设备的经验和技术资料，要承担起试制空气分离设备的任务，是有很大困难的。

为了加强浙江铁工厂的力量，1952年至1953年，中共浙江省委工业部派两名负责干部常驻该厂，对工厂的发展给予直接指导。1952年10月，钱祖恩为集中精力完成试制空气分离设备的任务而

① 钱祖恩，1907年3月生，浙江嵊县人，1930年7月毕业于上海交通大学机械工程学院，曾先后在造船、铁路、化工及工业部门担任技术、生产和业务领导工作。1949年底，他从香港回到祖国大陆，于1950年1月由浙江省工矿厅聘任为浙江力余铁工厂（浙江铁工厂前身）厂长。在该厂期间，他为开创我国的气体分离及液化设备工业作出了重要贡献。1958年后，他因工作需要调到其他行业工作，现任全国政协委员、九三学社中央顾问、九三学社浙江省委员会副主委、九三学社杭州市委员会主委，浙江省科协委员，浙江省机械工程学学会顾问等职务。

辞去厂长职务，改任第一副厂长兼总工程师，中共浙江省委调原温州地区专署副专员崔子明任浙江铁工厂厂长。翌年1月，中央财经工作委员会决定，将浙江铁工厂划归第一机械工业部第一局领导。

试制空气分离设备的工作，原计划从12升/时（液氧）移动式空气分离设备做起。但是，试制样机的工作尚未展开，华东工业部就将一批抗美援朝战争中空军急需的充氧车的试制任务交给了浙江铁工厂。不久，人民解放军空军工程部又要求该厂试制移动式高压空气压缩机、电瓶启动车、氧气减压阀等军工产品，海军也提出了一批军工产品的试制要求。在这种情况下，为了满足抗美援朝和国防建设的急需，浙江铁工厂暂时推迟了成套空气分离设备的试制，首先抓紧试制上述军工产品。该厂抽调80多名技术人员和生产骨干，组成了新产品试制工作室，并将一个加工车间改为试制车间，第一机械工业部也派薛寿昌等8位工程技术人员来厂帮助工作。1953年6月底，该厂试制完成了第一台40 L型充氧车，7月1日在试制车间内举行了试车仪式。同年，移动式高压空气压缩机等产品也相继试制成功。这批军工产品的试制，虽然使成套空气分离设备的试制有所推迟，但在管理和技术上为成套空气分离设备的试制生产做了必要的准备，职工队伍也得到了锻炼。在试制军工产品的过程中，浙江铁工厂初步形成了工厂和车间二级管理的技术管理体制，建立了设计责任、新产品鉴定、图样管理、材料代用等制度。用公制计量单位代替了英制计量单位，对工艺文件的制订与工模具的设计作了明确分工，对主要零部件编制了工艺卡，还建立了中央理化试验室，开展了冷热工艺试验等。同时，在生产中采用了火焰淬火、铝合金活塞铸造、离心浇铸、密烘铸铁和球墨铸铁的浇铸等多种新工艺，搞了不少技术革新。这些，都为试制成套空气分离设备创造了有利条件。

1953年8月，浙江铁工厂更名为国营杭州通用机器厂，不久，重新开始了试制成套空气分离设备的准备工作。1954年8月，该厂设计科长洪式张带领10多名技术人员前往黑龙江省鸡西煤矿，

对安装在那里的一套从苏联进口的 $30\text{米}^3/\text{时}$ （氧）空气分离设备进行了剖析，在此前后，第一机械工业部一局也将一套从苏联引进的 $30\text{米}^3/\text{时}$ （氧）空气分离设备分馏塔图纸交给杭州通用机器厂。同年11月，第一机械工业部正式向杭州通用机器厂下达了 $30\text{米}^3/\text{时}$ （氧）空气分离设备的试制任务。

杭州通用机器厂指派工程师陈逸樵担任产品主任设计师，根据1953年获得的苏联图纸和在鸡西参观、剖析得来的资料，整理出设备的生产图纸。1955年，设备制造工作全面展开。9月，杭州通用机器厂党委发出号召，要求在年底完成试制，“出氧过年”，得到了全厂职工的响应。12月，设备试制完成，从12月31日起投



图1 杭州通用机器厂试制的第一批 $30\text{米}^3/\text{时}$ （氧）空气分离设备的模型