

制 氧 机

在国民经济中的作用

（内部参考）

杭州制氧机研究所革命委员会

制 氧 机

在 国 民 经 济 中 的 作 用

江苏工业学院图书馆

藏 书 章

杭州制氧机研究所革命委员会

制氧机在国民经济中的作用

编辑：杭州制氧机研究所技术情报组
《深冷简报》编辑组

出版：杭州制氧机研究所

印刷：杭州印刷厂

一九七四年七月 工本费0.20元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

一个粮食，一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了。

综合利用很重要，要注意。

社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。

学习外国的东西，是为了研究和发展中国的东西。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

说 明

随着工业生产的迅速发展，科研活动的深入开展，对制氧机的需求越来越大，低温应用也越来越广。有关领导和很多同志迫切要求了解制氧机及其产品的用途情况。为此，我们根据1970年9月刻印的“制氧机及其产品在国民经济中的地位和作用”和1971年9月修订打印的“制氧机在国民经济中的意义”的小资料，参考了一些新的资料，作了一次较大的修订，编成这本关于制氧机用途知识的参考资料——《制氧机在国民经济中的作用》。

本资料中，大部分是国外制氧机的产品——氧、氮及稀有气体的应用消息与动态，除已注明出处外，有些是综合而成，仅供参考。

随着科学技术的发展，低温领域越来越广，对收集到的有些消息，我们作了摘要，目的是作为低温应用的动态予以介绍，使我们有一个大概的了解。

为了使有关领导，节省时间、直观参阅，我们把表也列出了页次目录。

还需说明一点，氧、氮及稀有气体应用范围涉及很多方面，由于我们对有些部门不太了解，可以说是外行，因此编文措词中可能有不够确切的地方，如有错误之处，请有关专业同志批评指教。

在编写过程中，我们得到了有关兄弟单位的大力支持，积极提供资料，在此我们表示衷心的感谢。

由于时间仓促，资料不多，水平有限，其中可能有不少错误，一些数据也不一定正确，仅作参考，并望批评指正。

编 者

1973年10月

制氧机在国民经济中的作用

目 录

一、制氧机简述	(1)
二、制氧机发展概况	(3)
三、氧的用途	(5)
(1) 氧气炼钢; 多快好省	(5)
①氧气顶吹转炉炼钢	(5)
②氧气底吹转炉炼钢	(12)
③平炉熔池吹氧炼钢	(15)
④电炉氧气炼钢	(18)
(2) 高炉富氧鼓风炼铁	(19)
(3) 氧在钢铁厂的其他应用	(23)
(4) 氧在有色金属冶炼上的应用	(24)
(5) 氧在国防上的应用	(26)
(6) 氧在化肥工业中的应用	(29)
(7) 氧在化学工业中的应用	(30)
(8) 氧在机械工业中的应用	(35)
(9) 氧在医疗上的应用	(38)
(10) 氧在其它方面的应用	(39)
四、氮的用途	(41)
(1) 氮在化肥工业中的应用	(41)
(2) 氮在冶金工业中的应用	(43)

3. 氮作洗涤、保护气用.....	(45)
4. 液氮作冷冻剂用.....	(45)
5. 氮在食品冷藏和珍物保存中的应用.....	(45)
6. 氮在医疗上的应用.....	(47)
7. 用液氮保存精液.....	(48)
8. 氮在国防上的应用.....	(50)
9. 氮在其他方面的应用.....	(51)
五、氦的用途.....	(55)
1. 氦在金属焊接切割方面的应用.....	(55)
2. 氦在冶金方面的应用.....	(56)
3. 氦在光学方面的应用.....	(58)
4. 氦在医疗上的应用.....	(58)
5. 氦的其它应用.....	(59)
六、氖的用途.....	(60)
1. 宇宙空间技术方面用氖.....	(61)
2. 核武器和原子能方面用氖.....	(62)
3. 红外探测技术与低温电子学方面用氖.....	(63)
4. 氖用于超导技术.....	(63)
5. 特种金属冶炼与焊接用氖.....	(65)
6. 氖在光学方面的应用.....	(65)
7. 氖在医学生理学方面的应用.....	(67)
8. 氖在其它方面的应用.....	(68)
七、氟的用途.....	(70)
八、氙的用途.....	(71)
九、氪的用途.....	(73)
十、后语.....	(75)

列 表 之 目 录

表 1 —干燥空气的组成.....	(1)
表 2 —空气各组份的物理—化学性能常数.....	(76)
表 3 —目前世界上制造大型制氧机的简况.....	(4)
表 4 —若干国家的钢产量.....	(6)
表 5 —各国氧气顶吹转炉钢生产比重的发展 (%).....	(8)
表 6 —国外氧气顶吹转炉钢逐年增长的比例.....	(8)
表 7 —主要产钢国家氧吹转炉容量与座数.....	(9)
表 8 —奥地利氧气顶吹转炉钢厂的生产率.....	(9)
表 9 —1964、1969年日本氧气炼钢耗氧情况.....	(10)
表10—我国转炉系列对制氧机的要求.....	(11)
表11—我国几个暂未列入系列的转炉对制氧机的要求.....	(11)
表12—美国、日本平炉吹氧冶炼情况.....	(17)
表13—采用吹氧的电炉车间用氧情况.....	(19)
表14—日本水岛 3 号高炉富氧操作数据.....	(20)
表15—英国—富氧加热炉试验情况.....	(23)
表16—美国氧—重油燃烧器熔化铝的实验结果	(24)
表17—日本氧—油燃烧器试验结果	(25)
表18—美国运载火箭低温推进剂用量.....	(27)
表19—液体火箭推进剂性能.....	(28)
表20—制氧机与合成氨的配套情况.....	(30)
表21—制造石油蛋白所需氧气量.....	(33)
表22—水下切割用氧的技术参数.....	(37)
表23—每斤氮肥可增产的数字.....	(42)
表24—美国氮的工业消费 (%).....	(59)

表25—日本氮的工业消费(%)..... (59)

表26—美国1969年氮的消费情况..... (69)

表27—我国稀有气体目前价格..... (47)

(1)	.....
(2)	.....
(3)	.....
(4)	.....
(5)	.....
(6)	.....
(7)	.....
(8)	.....
(9)	.....
(10)	.....
(11)	.....
(12)	.....
(13)	.....
(14)	.....
(15)	.....
(16)	.....
(17)	.....
(18)	.....
(19)	.....
(20)	.....
(21)	.....
(22)	.....
(23)	.....
(24)	.....
(25)	.....
(26)	.....
(27)	.....
(28)	.....
(29)	.....
(30)	.....
(31)	.....
(32)	.....
(33)	.....
(34)	.....
(35)	.....
(36)	.....
(37)	.....
(38)	.....

一、制氧机简述

伟大领袖毛主席在1958年英明指出：“一个粮食，一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了。”以粮为纲，以钢为纲；有粮有钢，万事兴旺。现在，制氧机已与粮食和钢铁，以至整个国民经济紧密地连在一起。随着科学技术的发展，现在各行各业都需要氧、氮、氩等气体。制氧机就是制取这些气体的一种设备，因为其主要产品是氧气，所以，习惯地被称为制氧机。其实，制氧机不仅仅制造氧气，而且还生产氮气，配加其他相应的提取设备，还可制取非常重要的稀有气体：氦、氖、氩、氪、氙。因此，确切的称呼应是空气分离设备。大型制氧机（如10000米³/时）就可以在生产氧、氮的同时，提取五种稀有气体，这就是通常说的“全提取”空分设备。

制氧机以用之不尽、取之不竭的空气为原料。空气是一种复杂的气体混合物，由许多气体组成的。干燥空气的主要成份如表1所示。

表1 干燥空气的组成

组 份	符 号	体 积 (%)	重 量 (%)	分 子 量
氧	O ₂	20.93	23.1	32.00
氮	N ₂	78.03	75.6	28.013
二氧化碳	CO ₂	0.03	0.046	44.010
氩	Ar	0.932	1.286	39.948
氦	Ne	$(1.5 \sim 1.8) \times 10^{-3}$	1.2×10^{-3}	20.183
氖	He	$(4.6 \sim 5.3) \times 10^{-4}$	7×10^{-5}	4.003
氪	Kr	1.08×10^{-4}	3×10^{-4}	83.80
氙	Xe	8×10^{-6}	4×10^{-5}	131.3
氢	H ₂	5×10^{-6}	3.6×10^{-6}	2.016
臭氧	O ₃	$(1 \sim 2) \times 10^{-6}$	2×10^{-5}	48.00

一般说来，在低于70公里高度下面的空气成份，可视为几乎不变，保持一定数值，唯有二氧化碳在空气中的含量，随地区条件的不同稍有变化，在工厂稠密区或锅炉房周围，空气中二氧化碳的含量会有所增加，可达到0.04%（体积）。

此外，空气中还含有少量的机械杂质、水蒸汽、乙炔、甲烷、二氧化氮、一氧化碳等。

空气中各组份的物理—化学常数如表2所示（见76、77页）。

目前，工业上制取氧气的方法有：化学法、电解法（如电解水）、吸附法（如分子筛制氧）、逆渗透法和深度冷冻法。深度冷冻法最经济，因而在工业上得到广泛应用。

在制氧机中，空气的分离就是采用深度冷冻的方法进行的。分离的基本原理就是根据空气混合物中氧和氮的沸点不同，用液化精馏将它们分离的。即首先将空气经压缩、冷却、液化，使气体变成液体（叫液化空气），也就是说先要将空气液化，然后将液化空气（还是混合物）根据氧、氮组分的沸点不同，利用多次部分蒸发和多次部分冷凝的方法进行精馏分离。

在整套空气分离设备中，空气自大气中吸入，到被分离成氧和氮，并输送到用户，必须经过以下几个过程：

1. 空气中机械杂质的净除；
2. 把原料空气压缩到所需的压力；
3. 空气中水份的净除；
4. 空气中二氧化碳、乙炔的净除；
5. 通过热交换使空气液化，即将空气变成液体；
6. 液体空气的精馏，分离成氧和氮；
7. 产品氧和氮的贮存及运输。

为了实现以上过程，制氧机就要由很多机器和设备组成，根据产量大小，产品要求（气态和液态）等有多种不同类型的工艺流程。虽然型式繁多，但一般均由下列基本系统组成：
（1）空气压缩系统；（2）杂质净除系统；（3）热交换系统；（4）产冷系统；（5）精馏系统；（6）压氧系统等。

二、制氧机发展概况

制氧机工业可以说是年轻的工业，自1902年由德国林德设计制成第一台单级精馏的制氧机，1903年又进行第一次双级精馏试验、并制成第一台 $10\text{米}^3/\text{时}$ 制氧机以来，至今已有七十多年的历史。

1902年继德国林德公司之后，法国亦在巴黎建立液体空气公司，开始生产制氧机。

1907年，西德林德公司在美国建立林德空气制品公司，这是在美国第一家制造制氧机的公司（现属美国联合碳化物林德分公司），1915年建立美国空气精炼公司，1940年成立美国空气制品公司，目前美国大部分制氧机由这个公司制造。

在三十年代以前，基本上只有德国和法国生产制氧机，主要是满足焊接、切割用氧及化工用氮，容量为 $2\sim 600\text{米}^3/\text{时}$ ，品种约200种，流程为高压和中压。

1930年~1950年，除德国、法国外，苏联、日本、美国、英国也开始生产制氧机，苏联于1932年制成第一台 $100\text{米}^3/\text{时}$ 制氧机，日本氧气公司1910年作为日本最早的氧气厂建立，到1934年制成第一台 $40\text{米}^3/\text{时}$ 制氧机，随着生产的发展，促进了制氧机的发展，1932年德国第一次在冶金工业上用氧，并建造第一个吨氧厂用于合成氨化工厂。在这二十年中，大型制氧机增加，如西德的 $5000\text{米}^3/\text{时}$ ，苏联的 $3600\text{米}^3/\text{时}$ ，日本的 $3000\text{米}^3/\text{时}$ 等

大型工艺氧设备，流程除高中压外，开始采用高、低压流程。1950年以后，生产制氧机的除上述国家外，还有捷克、东德、匈牙利、意大利等。由于钢铁、氮肥、化工、火箭等技术的发展，用氧、用氮迅速增加，从而使制氧机向大型化发展，流程上采用全低压，并形成系列。工艺上作了改进：如以板翅式换热器代替管式换热器和蓄冷器，液氧泵代替辅助冷凝器、分子筛吸附器代替碱洗塔和干燥器等。

目前世界上制造大型制氧机的情况如表3所列。

表3 目前世界上制造大型制氧机情况

公 司 名 称	建 立 期 日 期	建 造 期 日 期	大 型 制 氧 机 生 产 情 况
德国林德公司	1879.6	1902	6000, 10000, 24000, 30000, 40000, 50000, 70000 (60% O ₂)
法国液体空气公司	1902	1910	4000, 5000, 6000, 9500, 16000, 45000,
日本氧气公司	1910	1934	20000, 25000, 30000, 35000,
日本神户制钢所	1911	1936	10000, 12000, 21000, 30000,
日本日立制作所	1911	1953	6000, 20000, 30000, 31000,
美国空气制品与 化学产品公司	1940		30000, 35000, 45000
英国氧气公司	1890	1945	3200, 25000,
意大利新比诺公司	1842	1930	3500, 4500, 6000, 10000, 32000,
苏 联		1932	3350, 3500, 5000, 13500, 30000,

英国石油发展公司制氧工艺流程上有自己的特色，在3200 (1500) 米³/时制氧机上采用了分子筛吸附水份和二氧化碳以及低温吸附乙炔的流程。西德林德公司也已生产采用分子筛净化空气的6200米³/时制氧机。

我国制氧机工业，解放前是一个“空白”，几个大城市的几家氧气厂总共只有89套小型(10~200米³/时)洋设备。解放后，在毛主席和党中央的领导下，1958年制造出二套30米³/时制氧机，

到1958年成功地制造出3350米³/时制氧机。文化大革命以来,发展更为迅速,自行设计、制造各种低压铝结构的600、1000、1500、3200、6000、10000米³/时制氧机。同时有不少工厂和地区自行制造或以会战形式制造大型制氧机。制氧机的发展及其产品在国民经济中的应用对我国社会主义建设事业作出了一定的贡献。

三、氧 的 用 途

氧在常温和大气压下,为无色透明、无臭、无味的气体,比重1.429(比空气略重),熔点 -218.4°C ,沸点 -182.8°C ,化合价为2,能被液化和固化。液态氧呈天兰色,透明,易于流动。当液氧冷却至 -218.4°C 时,它就生成兰色的固体结晶。

氧的化学性质很活泼(尤为高温时),它非常容易与其它物质化合生成化合物,这样的化学过程即为氧化反应。如果氧化反应在纯氧中进行,则过程异常剧烈,同时放出大量的热量,用氧气强化钢铁的冶炼过程就是这个道理。

氧还可以助燃,它与可燃性气体(氢、乙炔、甲烷等)按一定比例混合后易于爆炸。各种油脂与压缩的氧气接触时,温度超过物质燃点,可发生自燃。被氧饱和的衣服及其他纺织品与火种接触时会立即着火,所以制氧车间严禁烟火。

氧还具有一种非常奇特的性质,就是感磁性,即氧分子在磁铁的作用下可带磁性,并可被磁极所吸引。根据氧的这种特性可制作氧的磁性分析仪,以分析氧的纯度。

鉴于氧的这些性能,它的用途很为广泛。

1. 氧气炼钢,多快好省

(1) 氧气顶吹转炉炼钢:

氧气对于钢铁工业主要是用来强化冶炼过程。特别是转炉

纯氧顶吹炼钢，目前已为各国普遍采用，成为钢铁工业飞跃发展的一条重要途径。钢铁工人说得好“氧多钢多”，“夺氧保钢”。这充分说明了氧气在钢铁工业中的重要地位。

氧气顶吹转炉炼钢法（国外称 L-D 法）与其他炼钢法相比，具有速度快、产量高、品种多、质量好、投资省等优点，它赶上甚至超过电炉，并把平炉抛在后面。因此，氧气顶吹转炉炼钢，将逐渐取代平炉而成为目前最佳的一种炼钢手段。

随着氧气炼钢的迅速发展，六十年代世界钢产量的增长速度是二十世纪以来最快的十年。十多年来世界上几个主要国家钢产量如表 4 所列。

表 4 若干国家的钢产量

单位：万吨

国	家	1960年	1965年	1970年	1971年	1972年	1973年
苏	联	6529.2	9100.0	11588.6	12100.0	12600	13100
美	国	9006.9	11898.5	11914.0	10905.5	12080	13650
日	本	2213.8	4116.1	9332.2	8855.7	9690	11930
西	德	3410.0	3682.1	4504.1	4031.3	4370	4950
英	国	2469.5	2744.0	2831.6	2417.5	2530	2670
法	国	1727.9	1960.4	2377.3	2285.9	2410	2530
中	国	1100	1200	1850	2100	2300	
意	大	822.9	1268.1	1727.7	1745.2	1980	2100
比	利	718.8	916.9	1260.6	1244.4	1450	1150
波	兰	668.1	908.8	1175.0	1275.0	1346	1420
捷	克	676.8	859.9	1148.0	1206.9	1280	1320
加	拿	527.0	913.4	1119.6	1104.0	1180	1350
世	界 总 计	32815	44369	59540	58200	62810	69580

（摘自山西《临钢科技》1973年第1期。1973年数字来自《国外冶金参考》1974#4）

注：我国1949年全国钢产量为15.8万吨。

为什么氧气顶吹转炉炼钢具有优质高产的优点呢？因为在转炉中顶吹高纯度氧气（99.5~99.7% O_2 ）时，氧即和碳以及磷、硫、硅等起氧化反应。这不但降低了钢的含碳量，清除磷、硫、硅等杂质，而且氧化过程中产生的热量足以维持炼钢过程中所需的温度，强化了冶炼过程，因而钢的质量和产量都提高了。

氧气顶吹转炉炼钢方法是1952年在奥地利林嗣钢厂和多纳维茨钢厂首先采用的。1957年以后美国、日本、西德等国亦开始采用。最初几年增加并不快，到1960年也只有10个国家24家钢厂采用。据统计1960年全世界钢产量约为三亿三千万吨，其中氧气顶吹转炉炼钢只1400万吨，约占世界钢产量的4.1%。但由于氧气顶吹转炉炼钢的一系列优点，而后发展很快，到1965年全世界已有20个国家93家钢厂采用，到1969年氧气顶吹转炉钢已增加到二亿零三百万吨，十年间生产能力增长15倍，到1970年全世界共有30多个国家150多个钢厂采用，使氧气顶吹转炉钢猛增至2.7亿吨左右，占世界钢产量的39%。1973年世界氧气转炉能力比1972年增加约3300万吨，达到3.65亿吨。

日本在1957年从奥地利引进氧气顶吹转炉技术，经60年代的大发展，1969年氧气顶吹转炉钢的产量已达6320万吨，占全国钢总产量的76.9%。1971年升到80%。1973年为80.5%（9605万吨）。而1957年仅为0.45%，其比例之大，速度之快，均为世界第一。目前，日本氧气顶吹转炉技术正在向“快（加快作业速度）、长（延长炉衬寿命）、多（增多吹炼品种）”方向发展。

各国氧气顶吹转炉钢，在总产量中的比例也逐年增加，如表5。