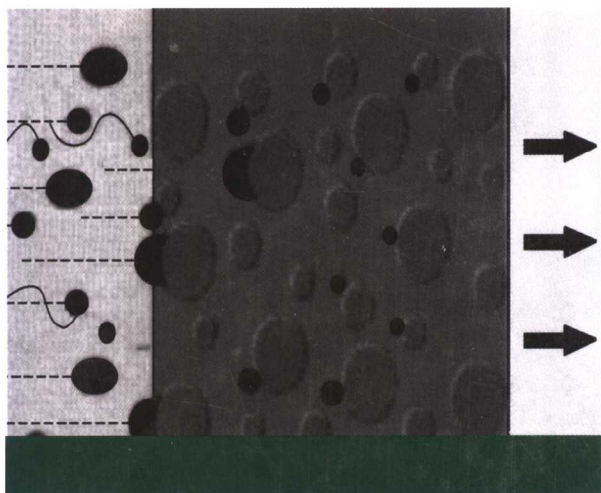


湫春干 编著

医用供氧技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

医用供氧技术

湊春干 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

医用供氧技术/洪春干编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 6
ISBN 7-5025-5708-3

I. 医… II. 洪… III. 氧气, 医用-生产
IV. TQ116.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 073854 号

医用供氧技术
洪春干 编著

责任编辑: 戴燕红
责任校对: 陈 静 边 涛
封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市前程装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 12½ 字数 303 千字
2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-5708-3/TQ·2030
定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

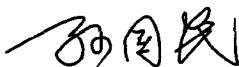
0 2 5 3 3 0

序

医用氧，从20世纪90年代初开始在中国广泛使用。1993年起，国内许多生产厂家纷纷对其生产方式进行相关改进，各大城市医药管理局也陆续颁文，推动医用氧的使用。近年来各地技术监督局不断加大监察力度，促使了医用氧的普遍使用。

本书作者根据自己长期工作经验及在中国工业气体工业协会举办的医院氧气供应站（中心）培训班的讲课基础上，编写了《医用供氧技术》一书，理论联系实际，图文并茂，通俗易懂，具有普及性、专业性、综合性、全面性。

我相信该书对广大医院的氧气供应站（中心）的操作人员具有较强的指导作用，对从事与医用氧相关设备、装置、气体的工程技术人员是一种有益的参考和帮助。



2004年6月

前言

随着生活水平的提高，人们越来越注重健康保健。据卫生部统计，2003 年我国县级及县级以上的医院有 1.7 万家。各医院也越来越注重其氧气供应站（中心）的系统安全及完善，并提高其氧气供应站（中心）操作人员的技能。北京市医药管理局就曾委托中国工业气体工业协会对医院的氧气供应站（中心）操作人员分批进行培训，但大家在进行培训时都感到缺少一本针对医院的氧气供应站（中心）培训、学习的教材。

本书就是为适应医院的氧气供应站（中心）的要求而编写的。本书是根据笔者在中国工业气体工业协会给北京各医院的氧气供应站（中心）操作人员培训讲义的基础上，收集了国内外有关这方面的理论和实践信息，再加之笔者在这方面多年的工作经验和体会而编写的。

在内容上，本书力求以基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重传授基本知识，注重能力培养，并从当前医院的氧气供应站（中心）操作人员的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，使之既可作为医院的氧气供应站（中心）操作人员的培训教材，也可供医院的氧气供应站（中心）操作人员学习，同时也可供集中供氧站（中心）操作人员培训、学习，以及供从事与之相关的设备及装置、气体和工程的技术人员阅读参考。

由于本书涉及的面广，而且许多新技术还在不断发展和完善之中。限于笔者的学识水平，书中欠

妥之处在所难免，尚请读者批评指正。

本书在编写过程中，承蒙专家、教授及好友的热情鼓励和帮助，使得本书得以问世。首先感谢我父母及岳父岳母，他们不断地给我鼓励。尤其要感谢我妻子宋玉对我的理解和支持，以及协助我进行文字录入；同时也感谢我的好友陈玉林帮助我收集了不少图片及资料；最后感谢中国工业气体工业协会秘书长孙国民的支持与协助，在此表示衷心感谢。

本书参考引用了有关的文献资料，在此特向有关作者表示衷心的感谢。

浓春干

2004年6月

目 录

第 1 章 氧的性质、用途及制取方法	1
1.1 氧的性质	2
1.2 氧的用途	3
1.3 氧气的制取方法	4
第 2 章 一般理论知识	7
2.1 热力学基本概念	8
2.2 蒸发与冷凝	19
2.3 气体热力性质图	21
2.4 空气降温方法	22
2.5 气体液化循环	25
第 3 章 压缩空气及净化系统	29
3.1 空压机	30
3.2 压缩空气中饱和水蒸气含量的计算	44
3.3 干燥器	49
3.4 气水分离器及贮气罐	59
3.5 过滤器	60
3.6 分子筛纯化器	63
第 4 章 深冷空分法	65
4.1 深冷空分制氧基本工艺	66
4.2 与生产医用氧相关的几种典型工艺流程	68
4.3 生产瓶装医用氧的方式	71
4.4 医用氧的技术要求	75

第 5 章 分子筛空分法	76
5.1 变压吸附	77
5.2 分子筛	81
5.3 分子筛空分制氧	87
5.4 医用分子筛空分制氧的流程简介	92
5.5 医用分子筛空分制氧设备的技术要求	93
第 6 章 膜式空分法	96
6.1 膜分离的机理	97
6.2 气体分离膜	103
6.3 膜分离制氧原理	109
6.4 膜式空分法制氧	111
6.5 膜式空分法制氧设备的技术要求	115
第 7 章 氧的医疗作用	116
7.1 呼吸的基本理论	117
7.2 氧的医疗用途	121
7.3 氧的保健用途	124
第 8 章 医院氧气站供气方式	127
8.1 医用集中供气	128
8.2 集中供气系统的供气方式	130
8.3 医用中心吸引系统	136
8.4 医院传呼对讲系统	137
8.5 医用集中供气、吸引系统管道及部件	140
8.6 医用集中供气、吸引系统	146
8.7 医用压空系统	147
8.8 医院选用时的注意事项	149
第 9 章 医用氧舱	150

9.1	医用氧舱概况	151
9.2	高压氧治疗主要机理	155
9.3	医用氧舱系统	157
9.4	医用氧舱供排氧系统	169
9.5	医用氧舱操作技术	178
第 10 章	常用设备	184
10.1	低温贮存容器及使用	185
10.2	汽化器	203
10.3	气瓶	204
10.4	真空泵	213
第 11 章	常用仪表与阀门	216
11.1	压力测量	217
11.2	温度测量	220
11.3	流量测量	225
11.4	液位测量	231
11.5	分析仪表	234
11.6	阀门	243
第 12 章	安全管理知识	255
12.1	气体站设计安全技术	256
12.2	低温液体使用安全技术及急救措施	257
12.3	液氧使用特性及安全技术	259
12.4	液氧贮罐的使用安全技术	260
12.5	医用氧气瓶使用安全技术	261
12.6	氧气管道的安全技术	262
12.7	脱脂时的安全技术	264
12.8	医用氧舱安全接地技术	267
12.9	医用氧舱防静电技术	269
第 13 章	医用氧舱安全技术	274
13.1	医用氧舱的安全	275

13.2	舱内火灾的特点	276
13.3	舱内火灾的抢救措施	278
13.4	医用氧舱火灾的预防	279
13.5	医用氧舱定期检验	282
第 14 章	家庭氧气疗法	285
14.1	化学法	286
14.2	氧气袋及氧气瓶法	287
14.3	小型变压吸附制氧法	289
14.4	小型膜式制氧法	291
14.5	供氧方式的比较	292
14.6	家庭吸氧注意事项	294
附录一	中华人民共和国国家标准医用氧 GB 8982—1998 Oxygen supplies for medicine	296
附录二	氧 (2000 年版中国药典)	311
附录三	氧气站设计规范 GB 50030—1991	314
附录四	中华人民共和国国家标准医用高压氧舱 GB 12130—1995 Medical hyperbaric oxygen chamber 代替 GB 12130—89	339
附录五	气瓶安全监察规定	362
附录六	永久气体气瓶充装站安全技术条件 GB 17264—1998	373
附录七	液化气体气瓶充装站安全技术条件 GB 17265—1998	378
附录八	其他相关国家标准目录	385
参考文献		386

第 1 章

氧的性质、用途及制取方法

- 氧的性质
- 氧的用途
- 氧气的制取方法

1.1 氧的性质

1.1.1 自然界里的氧

氧 (O_2) 是 1744 年英国人普里斯特里在加热氧化汞的时候发现的。

自然界里氧是地壳中存在得最多也是分布得最广的元素, 约占地壳总质量的 49%。氧占大气体积的 21%, 占水质量的 8/9。在极大部分矿石、岩石中氧都以化合物状态存在, 在砂子中氧占 53%, 在黏土中占 65%。有机体中氧也是一个极主要的组成元素, 人体中含氧 65%。动植物的呼吸就是有机物质与氧的化合, 在反应中有热能放出以维持生命, 并生成二氧化碳和水。表 1-1 示出干燥空气的主要组成, 表 1-2 为几种气体的物理化学性质。

表 1-1 干燥空气的主要组成

气体名称	氮	氧	氩	二氧化碳
体积/%	78.09	20.95	0.93	0.03

表 1-2 几种气体的物理化学性质

名 称	氮气	氧气	氩气	空气
化学式	N_2	O_2	Ar	—
相对分子质量	28.02	32	39.94	28.96
气体常数[kJ/(kg·K)]	0.297	0.260	0.208	0.287
分子直径(nm)	0.30	0.28	—	—
标准状态下的密度(kg/m ³)	1.252	1.430	1.785	1.293
相对密度(空气=1)	0.967 3	1.105 3	1.38	1.00
标准沸点(℃)	-196	-183	-185	-194/-191
熔点(℃)	-210	-218	-189	—
1L 液体汽化为 0℃ 及 101.3kPa 下的气体体积(L)	643	800	780	675

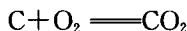
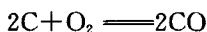
1.1.2 氧的性质

氧是元素周期表中第二周期第六族元素，原子序数为 8，核外共有 8 个电子。氧的原子量等于 16。两个氧原子各给出两个电子很容易以共价键的形式结合成氧原子，其分子式为 O_2 ，分子量为 32。

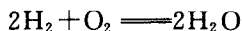
无味的气体，比空气略重。氧在水中的溶解度不大， $0^{\circ}C$ 时 100mL 水中能溶解 50mL 氧， $20^{\circ}C$ 只能溶解 3mL。氧气在 $-183^{\circ}C$ 时在一定的压力下就变成浅蓝色的液体，密度为 1.140kg/m^3 。当温度降到 $-218^{\circ}C$ 时液体氧就变成浅蓝色的晶体，密度为 1.430kg/m^3 。

许多元素能与氧发生反应，例如：

碳在氧气中燃烧：



氢与氧发生反应：



氢气和氧气的混合物具有爆炸性。氢和氧混合物的爆炸极限是随压力、温度和水蒸气含量而变化，在大气压下其体积分量的爆炸范围为

$$H_2: 4\% \sim 95\%$$

$$O_2: 5\% \sim 96\%$$

压力在 3.0MPa 的压缩氧气与各种不同的油脂接触时，可发生自燃或爆炸。氧与其他可燃气体如乙炔、甲烷、一氧化碳等按一定比例混合后形成爆炸性混合物。

1.2 氧的用途

根据氧能够供呼吸和助燃的两个性质，它有以下各种用途：

在医院里有些中毒的、呼吸困难的、生命危险的病人需要呼吸氧气，同样，在空气稀薄的高空或氧气不足的矿坑中人们也需要补充氧气。

由于可燃性物质在氧气里燃烧比空气里猛烈得多，所以现代工业常常利用可燃性气体在氧气里燃烧来取得极高的温度。例如，利用乙炔在氧气中燃烧的火焰有很高的温度，用来焊接钢铁制品，即气焊，如果我们用过量的氧气，那么炽热的钢铁就在氧气流里燃烧起来并逐渐被烧掉，所以氧炔焰也可用来截断钢铁制品，即气割。

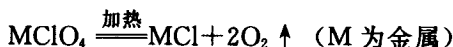
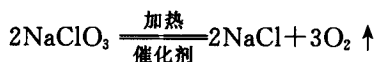
在炼钢工业上，氧气用来加强燃烧过程，增加炉子的温度，如纯氧顶吹转炉炼钢。

液体氧也可用作高空火箭的助燃剂。

1.3 氧气的制取方法

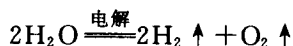
1.3.1 化学法

氯酸盐或过氯酸盐，在加热情况下，它们都能分解成氯化物和放出氧气，其反应式如下：



这种以氯酸盐或过氯酸盐为主体，以金属粉末或含碳物质作燃料，添加少量的黏合剂和除氯剂，经混合和加压成型，制成混合物药块。在产氧器中，用电和明火引燃后，便能沿块体轴向等面积地逐层燃烧，放出纯度为 99% 以上的氧气。

1.3.2 水电解制法



水电解是一种比较简单的制取纯度较高的氢气的方法。氧是水电解的副产品，其纯度为99.2%，其主要杂质是氢和水蒸气。由于这些杂质比较容易清除，故此法可用来生产高纯氧（ $\geq 99.999\%$ ）。

由于水电解所制得的氧中含有氢等有害杂质，故此法所制得的氧一般不适于呼吸用。

1.3.3 深冷空分法

由于空气的液化和精馏是在低温下进行的，而且温度低于 -120°C ，故称之为深度冷冻空气分离法，简称深冷空分法。此法制氧的基本原理是根据空气混合物中氧、氮的沸点不同（见表1-2），运用液化、精馏等手段而将它们分离开来。其分离过程大致为：首先，把空气中机械杂质滤除；然后，把空气压缩到所需的工作压力，脱除空气中的水分、二氧化碳和乙炔等杂质成分，通过节流或节流与膨胀机制取低温，并利用热交换使空气液化，再通过液化空气的精馏，使之分离并获得氧气和/或液氧，其纯度一般为 $\geq 99.5\%$ 。

此深冷空分法制取氧的同时，一般还产生有不同纯度的氮。

深冷空分制氧是一种传统的制氧方法，但其结构复杂，装置庞大，操作复杂，设备投资和管理费用都比较大，所以一般用于大规模的制氧。由于其有不同纯度的氮副产品，故对于大规模的空分装置，其成本较低。

1.3.4 分子筛空分法

分子筛空分法是利用吸附剂分子筛对空气中的氧气和氮气的吸附能力不同而富集氧气的。在加压时分子筛吸附氮气，压力降低时释放氮气。在一定压力下，当空气流经吸附剂时，空气中的氮气被吸附在吸附剂上，流过吸附剂的气体就是高浓度的氧气。当吸附剂吸附饱和时，降低吸附器的压力，被吸附的氮气就被解

吸出来，而后再次投入工作。每台吸附剂要经历吸附、降压解吸、冲洗和充压等多种状况，每隔 2~10min 变换一次。所生产的氧气，纯度一般在 90%~93%，露点 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ 。

分子筛空分法具有工艺流程简单，设备制造容易、结构紧凑、占地面积小、设备投资省、操作简单、维修管理方便等优点。

1.3.5 膜式空分法

膜式空分法是利用有机高分子膜对各种气体具有不同的渗透能力而进行空气分离的方法。

不同的分离膜对不同气体的渗透率不一样。

膜式空分制氧，无运动部件，具有设备更为简单，不污染环境的优点。

第 2 章

一般理论知识

- 热力学基本概念
- 蒸发与冷凝
- 气体热力性质图
- 空气降温方法
- 气体液化循环