

CHINA INDUSTRIAL GAS ENCYCLOPAEDIA

# 中国工业气体大全

## 第一册

中国工业气体工业协会 编



大连理工大学出版社

CHINA INDUSTRIAL GAS ENCYCLOPAEDIA

# 中国工业气体大全

第一册

中国工业气体工业协会 编



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国工业气体大全/中国工业气体工业协会编. —大连:  
大连理工大学出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-5611-4055-0

I. 中… II. 中… III. 工业气体—技术—中国 IV. TQ116

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 041716 号

第一册

中国工业气体工业协会编

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

沈阳新华印刷厂印刷 大连理工大学出版社发行

---

幅面尺寸:210mm×285mm 印张:321.75 字数:8000 千字  
印数:1~1200

2008 年 5 月第 1 版

2008 年 5 月第 1 次印刷

---

责任编辑:刘晓晶 张凤 孙楠 邵青 责任校对:文心  
封面设计:季 强

---

ISBN 978-7-5611-4055-0

定 价:1500.00 元(共 6 册)

## 《中国工业气体大全》组织委员会

### 主任委员

- 翟国才 中国工业气体工业协会原理事长  
孙国民 中国工业气体工业协会副理事长、秘书长

### 副主任委员

- 何开顺 中国工业气体工业协会理事长  
弓国志 中国工业气体工业协会专家委员会主任  
朱熿炎 中国工业气体工业协会高级顾问  
宋继红 国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局副局长  
狄春干 中国工业气体工业协会副秘书长  
梁曦 中国工业气体工业协会副秘书长 经济日报出版社处长

### 委员

- 邱银富 北京首钢氧气厂厂长  
熊贤信 武钢集团氧气有限责任公司总经理  
张永护 济南鲍德气体有限公司总经理  
葛云升 北京普莱克斯实用气体有限公司副总经理  
曲家堂 光明化工研究设计院院长  
崔基道 西南化工研究院副院长  
毛绍融 杭氧集团公司总经理、杭州杭氧股份有限公司董事长  
单金铭 四川空分设备集团有限责任公司董事长、总经理  
贾金才 开封空分集团有限公司总经理  
戴思聪 开封空分集团有限公司原总经理  
杨开武 原化学工业部处长  
何兴湖 原化学工业部处长  
顾安忠 上海交通大学教授  
李化治 北京科技大学教授  
厉彦忠 西安交通大学教授  
陈光明 浙江大学教授  
郑津洋 浙江大学教授  
刘应书 北京科技大学教授  
吴方迪 中国计量科学研究院副院长

## 《中国工业气体大全》编撰委员会

### 名誉主任

洪朝生 中国科学院院士  
刘静宜 教授级高工  
马昌华 高级工程师

### 主任委员、主编

弓国志 教授级高工

### 副主任委员、副主编

万景隆	高级工程师	孙国民	高级工程师
李家栋	教授级高工	黄建彬	教授级高工
陈霖新	教授级高工	杨湧源	教授级高工
孙祥祯	教授	王树华	教授级高工
陈纯正	教授	顾安忠	教授
汤怀智	教授级高工	李化治	教授
肖家立	教授级高工	马大方	教授级高工
何开顺	高级工程师	泐春干	高级工程师

### 编撰委员会委员名单

罗植庭	张均生	陈纯正	金文强	王德义	秋长鋈	汪 洋	吴粤桑
赖声潭	吴 燕	高继轩	郭洪业	江楚标	戴思聪	庄胜强	徐文灏
范华刚	周海成	谢耀东	黄强华	韩 桥	厉彦忠	蔡体杰	刘大新

### 以下按撰文顺序

万景隆	孙国民	顾福民	陈嘉庚	陈光明	何一坚	高其烈	刘长胜
牛大勇	侯 予	王 瑾	弓国志	毛绍融	周智勇	邓 文	杨湧源
张洪雁	施孟贤	胡 贇	龚肇元	王宝林	陈 键	牛玉振	王晓芳
张和森	周泽义	朱慧铭	王从厚	陈 勇	王新华	陈江平	陈长聘
黄秀敏	邱长春	汪光敏	陈霖新	郝 澄	马昌华	孙萍辉	蒋吉华
易希朗	陈桂林	刘燕堂	张培壮	王德发	李占元	金美兰	于世林
王 健	刘玉涛	曹志勇	顾安忠	王 坤	曾 敏	叶必楠	李化治
泐春干	黄建彬	梁肃臣	方治文	丁 成	李国梁	陈国邦	何子田
章炎生	余京松	沃银花	胡 迎	汤怀智	李家栋	石兴发	李 峰
朱铨寿	赵 敏	薛 定	余晓斌	马 圭	黄华章	王树华	何开顺
孔祥芝	王同文	陈晓惠	田 波	袁安容	谢光全	郭维娜	石金英
迟国新	梁 玉	王少楠	沈 浚	冯元琦	林 刚	孙福楠	孙景春
吕俊英	蓝凤祥	叶有若	孙念萱	孙祥祯	徐 昕	陈化冰	李志行
贾同仕	徐天中	马大方	周诗柏	沈雪传	陶美丽		

# 《中国工业大全》编委会

主任委员

中国科学院  
中国工程院  
中国工程院

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

主任委员

副主任委员

## 编者提示

本书在向读者传播工业气体专业知识的同时,也提供了许多关于气体性质以及生产、使用的基础数据,可供读者采用。读者如采用这些数据,对其适用程度,读者应与相关专业文献或法规进行查对。为此,编者也不便提供任何保证,敬请读者谅解。

## 关于这本书

《中国工业气体大全》是由中国工业气体工业协会组织编撰的有关工业气体的产品介绍、生产技术、装备制造、科研发展、安全使用、企业管理内容的综合性书籍。出版该书是中国工业气体工业协会为推动本行业发展做出的一项重大决策。我们相信,该书的出版发行将在传播知识、交流信息、促进我国工业气体行业整体水平的提高方面发挥积极作用。

人类进入 21 世纪,科学技术发展日新月异,我国社会主义现代化建设事业欣欣向荣。在国民经济的各个部门,以及人民生活各个领域越来越多地活跃着“工业气体”的身影。“工业气体”这个既古老又新兴的行业正展现出它更加靓丽的风姿。在“工业气体”使用越来越广泛的情况下,广大用户需要更深入地了解工业气体,正确、安全地使用工业气体;产品生产部门需要向社会提供质量更高、性价比更优良的气体产品和技术服务,企业内部需要进行更加科学的经营管理;装备制造单位需要向气体产品生产企业提供工艺更先进、能耗更低、科技水平更高的各类设备和器材;科研和教学单位需要推出工业气体生产及应用的更加优异的科研成果,培训一流的专业人才;政府主管部门对工业气体行业发展需要更加科学地进行规划、制定更全面的法规并监督各项法规的执行,引导行业有序发展。所有这些,都需要我们更加广泛地宣传、普及有关工业气体的知识,以提高全社会对工业气体的认知度。这也是我们编撰、出版本书的基本出发点。

工业气体行业主要包括为社会提供气体产品的企业,制造气体产品包装、贮运容器及其附件的企业,制造气体生产装置的企业,制造气体成分分析检测、生产过程及产品质量控制的仪器仪表企业,从事气体生产、贮运、使用技术研究的单位,从事相关教学的院校等部门。

本书编撰选定大全体例。收录的内容不仅包含各种气体品种的基本特性,还包含其生产工艺、制造技术、主要设备、仪器仪表、分析检测、包装贮运、安全使用及管理方面等综合知识。

本书采用章节格式。

本书分三篇、共 6 册:

第一篇 通论(包括第 1 册、第 2 册)

简要介绍基本情况和基础知识,这些内容在各种气体品种中带有通用性,本篇为读者更好地阅读第二篇奠定理论基础。本篇内容:

第一章 介绍工业气体行业总体情况;

第二~九章 简要叙述工业气体行业所涉及的基础知识和基本概念。

本篇由弓国志组织编撰审定。

第二篇 气体分论(包括第 3 册、第 4 册、第 5 册)

本篇对工业气体行业中涉及的气体品种进行分别论述。每种气体包括物

质特性、生产方法、应用等内容。

收录的气体分六章编排。

前三章为“单一气体”，按国标分类：

第一章 永久气体

第二章 低压液化气体

第三章 高压液化气体

每章中气体按其分子结构排列。化合物按中国习惯命名，阴离子在前，阳离子在后。阴离子按其在元素周期表位置自右上方向左下方排列。

其中：

有关有机气体的章节由李家栋组织编撰审定；

有关氟化物气体的章节由王树华、沈春干组织编撰审定；

其余气体的章节由黄建彬、弓国志、万景隆、陈霖新、杨湧源、顾安忠分别组织编撰审定；

第四章 大宗混合气的章节，由弓国志、杨湧源、顾安忠分别组织编撰审定；

第五章 MO 源的章节，由孙祥祯组织编撰审定；

第六章 瓶装混合气的章节，由弓国志、杨湧源、顾安忠分别组织编撰审定；

第七章 第二篇所收录气体索引以供读者查找使用。

第三篇 工业气体的安全生产与管理(第6册)

为了更好地宣传行政法规，交流管理信息，本书的第三篇编入一定量的行业管理内容，由孙国民组稿、审定。

考虑到本书编写的内容主要涉及工业气体技术领域，因此在选聘撰稿人时力求选聘从事过气体生产、科研、教学等实际工作，有一定经验，具备相当写作能力的人负责撰写。遗憾的是，由于诸多因素，未能完全做到，敬请读者谅解。

由于本书内容广泛，涉及若干不同的技术领域，撰稿人众多，本书在编撰过程采取编委研究并制定大纲、目录、体例、格式等，选聘撰稿人分头撰写，编委会主要成员审定的程序完成。

值此本书出版发行之际，谨向为此书出版发行工作付出辛勤劳动的各位撰稿人，参与审核全书内容的各位专家、学者，编委会及组委会的各位同仁，中国工业气体工业协会的理事长、各位副理事长、理事，大连理工大学出版社以及支持本书出版工作的有关单位领导表示诚挚的谢意；同时也感谢在本书撰稿过程中提供支持与帮助的各位同仁以及本书所引用、参考的文献的所有作者们。

由于条件限制及其他原因，本书中有可能有内容上的重复和遗漏，甚至差错，敬请读者批评指正。

主编 弓国志



# 目 录

<b>第一篇 通论</b>	
<b>I.1 第一章 概况</b>	
I.1.1 气体的界定与分类 .....	4
I.1.2 工业气体和中国工业气体 .....	8
<b>I.2 第二章 热学基础知识</b>	
I.2.1 分子运动论 .....	61
I.2.2 基本状态参数 .....	68
I.2.3 理想气体 .....	72
I.2.4 真实气体 .....	76
I.2.5 气体的迁移性质 .....	89
I.2.6 热力学第一定律 .....	98
I.2.7 热力学第二定律 .....	102
<b>I.3 第三章 气体加工工艺基础</b>	
I.3.1 压缩过程及压缩基础 .....	109
I.3.2 膨胀过程及设备 .....	185
I.3.3 低温及制冷循环 .....	314
I.3.4 流体传输及设备 .....	371
I.3.5 气体的过滤及净化 .....	500
I.3.6 干燥过程及干燥器 .....	526
I.3.7 传热过程及设备 .....	577
I.3.8 混合配置工艺及设备 .....	619
I.3.9 蒸馏过程和蒸馏塔 .....	661
I.3.10 吸附分离过程及设备 .....	703
I.3.11 气体的渗透及膜分离 .....	809
I.3.12 金属氢化物 and 贮氢装置 .....	897
<b>I.4 第四章 气体发生工艺基础</b>	
I.4.1 化学反应过程 .....	946
I.4.2 电化学基础及电解工艺原理 .....	1008
<b>I.5 第五章 气体的充装和容器</b>	
I.5.1 气体的充装 .....	1077
I.5.2 气瓶 .....	1126
I.5.3 气瓶附件 .....	1258
I.5.4 低温液体贮运设备及其附件 .....	1288
<b>I.6 第六章 气体安全</b>	
I.6.1 安全及安全技术 .....	1320
I.6.2 火灾生成、防火及灭火 .....	1324
I.6.3 爆炸事故及防爆 .....	1341
I.6.4 压力容器安全 .....	1353
I.6.5 典型重大爆炸事故案例 .....	1362
<b>I.7 第七章 气体毒性</b>	
I.7.1 工业气体毒性及防治 .....	1375
I.7.2 工业气体中毒案例 .....	1382
<b>I.8 第八章 气体分析</b>	
I.8.1 气体分析概述 .....	1387
I.8.2 常用气体分析技术简介 .....	1398
I.8.3 常用气体成分专项测量仪器简介 .....	1475
I.8.4 气体中常见杂质分析方法 .....	1483
<b>I.9 第九章 测量仪表及控制</b>	
I.9.1 温度的测量与变送 .....	1493
I.9.2 压力的测量与变送 .....	1498
I.9.3 流量的测量与变送 .....	1502
I.9.4 计算机控制 .....	1515
I.9.5 控制系统 .....	1557
<b>第二篇 气体分论</b>	
<b>II.1 第一章 永久气体</b>	
II.1.1 氢(H <sub>2</sub> ) .....	1572
II.1.2 甲烷(CH <sub>4</sub> ) .....	1690
II.1.3 氮(N <sub>2</sub> ) .....	1715
II.1.4.1 氧(O <sub>2</sub> ) .....	1759
II.1.4.2 臭氧(O <sub>3</sub> ) .....	1850
II.1.5 一氧化碳(CO) .....	1882
II.1.6 一氧化氮(NO) .....	1912
II.1.7 氟(F <sub>2</sub> ) .....	1942
II.1.8 二氟化氧(OF <sub>2</sub> ) .....	1981
II.1.9 三氟化硼(BF <sub>3</sub> ) .....	1996
II.1.10 三氟化氮(NF <sub>3</sub> ) .....	2026
II.1.11 四氟甲烷(CF <sub>4</sub> ) .....	2066
II.1.12 四氟硅烷(SiF <sub>4</sub> ) .....	2091
II.1.13 氦(He) .....	2108

II. 1. 14 氖(Ne) .....	2159	II. 3. 9 丙炔(C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> ) .....	2987
II. 1. 15 氩(Ar).....	2178	II. 3. 10 正丁烷(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) .....	2996
II. 1. 16 氙(Kr).....	2221	II. 3. 11 异丁烷(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) .....	3016
II. 2 第二章 高压液化气体		II. 3. 12 1-丁烯(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ).....	3031
II. 2. 1 硅烷(SiH <sub>4</sub> ) .....	2253	II. 3. 13 异丁烯(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) .....	3051
II. 2. 2 氢化锗(GeH <sub>4</sub> ) .....	2293	II. 3. 14 顺-2-丁烯(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) .....	3075
II. 2. 3 磷烷(PH <sub>3</sub> ) .....	2311	II. 3. 15 反-2-丁烯(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) .....	3087
II. 2. 4 乙硼烷(B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) .....	2333	II. 3. 16 1,2-丁二烯(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ).....	3098
II. 2. 5 乙烷(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) .....	2360	II. 3. 17 1,3-丁二烯(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ).....	3105
II. 2. 6 乙烯(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) .....	2378	II. 3. 18 1-丁炔(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ).....	3134
II. 2. 7 乙炔(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) .....	2446	II. 3. 19 乙烯基乙炔(C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> ) .....	3142
II. 2. 8 甲醛(HCHO) .....	2514	II. 3. 20 环丁烷(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) .....	3152
II. 2. 9 氧化亚氮(N <sub>2</sub> O) .....	2538	II. 3. 21 2,2-二甲基丙烷(C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ) .....	3159
II. 2. 10 二氧化碳(CO <sub>2</sub> ) .....	2553	II. 3. 22 3-甲基 1-丁烯(C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> ) .....	3168
II. 2. 11 氟甲烷(CH <sub>3</sub> F) .....	2594	II. 3. 23 环氧乙烷(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O).....	3178
II. 2. 12 氟乙烯(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F) .....	2602	II. 3. 24 二甲醚(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O).....	3214
II. 2. 13 羰基氟(CO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) .....	2613	II. 3. 25 甲乙醚(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O).....	3238
II. 2. 14 二氟硅烷(SiH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ).....	2625	II. 3. 26 甲基乙烯基醚(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O).....	3253
II. 2. 15 1,1-二氟乙烯(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ).....	2627	II. 3. 27 乙醛(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O).....	3271
II. 2. 16 三氟硅烷(SiHF <sub>3</sub> ) .....	2638	II. 3. 28 次氯酸甲脂(CH <sub>3</sub> ClO) .....	3293
II. 2. 17 三氟化磷(PF <sub>3</sub> ) .....	2640	II. 3. 29 亚硝酸甲酯(CH <sub>3</sub> ONO).....	3295
II. 2. 18 三氟甲烷(CHF <sub>3</sub> ) .....	2655	II. 3. 30 亚硝酸乙酯(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONO) .....	3299
II. 2. 19 三氟一氯甲烷(CClF <sub>3</sub> ) .....	2675	II. 3. 31 甲膦(CH <sub>3</sub> P) .....	3303
II. 2. 20 溴三氟甲烷(CF <sub>3</sub> Br) .....	2685	II. 3. 32 羰基铁(C <sub>5</sub> FeO <sub>5</sub> ) .....	3304
II. 2. 21 四氟乙烯(C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) .....	2694	II. 3. 33 羰基镍(C <sub>4</sub> NiO <sub>4</sub> ) .....	3310
II. 2. 22 四氟肼(N <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) .....	2707	II. 3. 34 甲硫醇(CH <sub>3</sub> SH) .....	3324
II. 2. 23 五氟化磷(PF <sub>5</sub> ) .....	2721	II. 3. 35 羰基硫(COS) .....	3342
II. 2. 24 六氟乙烷(C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ).....	2734	II. 3. 36 二氯硅烷(SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ) .....	3350
II. 2. 25 六氟化硫(SF <sub>6</sub> ) .....	2751	II. 3. 37 乙硅烷(Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) .....	3372
II. 2. 26 氯化氢(HCl) .....	2788	II. 3. 38 氨(NH <sub>3</sub> ) .....	3385
II. 2. 27 氙(Xe).....	2829	II. 3. 39 乙胺(C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N).....	3495
II. 3 第三章 低压液化气体		II. 3. 40 一甲胺(CH <sub>5</sub> N) .....	3503
II. 3. 1 硒化氢(H <sub>2</sub> Se) .....	2852	II. 3. 41 二甲胺(C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N).....	3530
II. 3. 2 四氢化锡(SnH <sub>4</sub> ) .....	2862	II. 3. 42 三甲胺(C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N).....	3553
II. 3. 3 锑化氢(SbH <sub>3</sub> ) .....	2873	II. 3. 43 氰(C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) .....	3571
II. 3. 4 碲化氢(TeH <sub>2</sub> ) .....	2886	II. 3. 44 氰化氢(HCN) .....	3589
II. 3. 5 丙烷(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) .....	2898	II. 3. 45 氰酸(HCNO).....	3611
II. 3. 6 环丙烷(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) .....	2925	II. 3. 46 重氮甲烷(CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ).....	3614
II. 3. 7 丙烯(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) .....	2932	II. 3. 47 砷化氢(AsH <sub>3</sub> ) .....	3622
II. 3. 8 丙二烯(C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> ) .....	2978		

II. 3. 48 二氧化氮( $\text{NO}_2$ )和四氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) ..... 3643	II. 3. 85 六氟化钨( $\text{WF}_6$ ) ..... 4193
II. 3. 49 三氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}_3$ )和五氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}_5$ ) ..... 3675	II. 3. 86 六氟丙烯( $\text{C}_3\text{F}_6$ ) ..... 4218
II. 3. 50 二氧化硫( $\text{SO}_2$ ) ..... 3692	II. 3. 87 六氟丙酮( $\text{C}_3\text{F}_6\text{O}$ ) ..... 4233
II. 3. 51 硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ ) ..... 3742	II. 3. 88 六氟乙硅烷( $\text{Si}_2\text{F}_6$ ) ..... 4244
II. 3. 52 氟化氢( $\text{HF}$ ) ..... 3766	II. 3. 89 八氟丙烷( $\text{C}_3\text{F}_8$ ) ..... 4248
II. 3. 53 一氟硅烷( $\text{SiH}_3\text{F}$ ) ..... 3798	II. 3. 90 八氟环丁烷( $\text{C}_4\text{F}_8$ ) ..... 4264
II. 3. 54 二氟甲烷( $\text{CH}_2\text{F}_2$ ) ..... 3800	II. 3. 91 全氟丁烷( $\text{C}_4\text{F}_{10}$ ) ..... 4273
II. 3. 55 乙基氟( $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$ ) ..... 3809	II. 3. 92 硫酰氟( $\text{SO}_2\text{F}_2$ ) ..... 4279
II. 3. 56 氯甲烷( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) ..... 3817	II. 3. 93 过氯氧基氟( $\text{ClO}_3\text{F}$ ) ..... 4296
II. 3. 57 溴甲烷( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) ..... 3839	II. 3. 94 氯( $\text{Cl}_2$ ) ..... 4309
II. 3. 58 1,1-二氟乙烷( $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$ ) ..... 3855	II. 3. 95 三氯化硼( $\text{BCl}_3$ ) ..... 4371
II. 3. 59 1,1,1-三氟乙烷( $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$ ) ..... 3865	II. 3. 96 三氯化磷( $\text{PCl}_3$ ) ..... 4389
II. 3. 60 氯乙烷( $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ) ..... 3873	II. 3. 97 氯化氰( $\text{CNCl}$ ) ..... 4408
II. 3. 61 氯乙烯( $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ ) ..... 3893	II. 3. 98 硝酰氯( $\text{NO}_2\text{Cl}$ ) ..... 4424
II. 3. 62 溴乙烯( $\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}$ ) ..... 3925	II. 3. 99 亚硝酰氯( $\text{NOCl}$ ) ..... 4427
II. 3. 63 一氟二氯甲烷( $\text{CHCl}_2\text{F}$ ) ..... 3942	II. 3. 100 碳酰二氯( $\text{COCl}_2$ ) ..... 4442
II. 3. 64 一氟三氯甲烷( $\text{CCl}_3\text{F}$ ) ..... 3951	II. 3. 101 迭氮氯( $\text{ClN}_3$ ) ..... 4465
II. 3. 65 二氟一氯甲烷( $\text{CHClF}_2$ ) ..... 3962	II. 3. 102 溴化氢( $\text{HBr}$ ) ..... 4466
II. 3. 66 二氟一氯乙烷( $\text{C}_2\text{H}_3\text{ClF}_2$ ) ..... 3975	II. 3. 103 碘化氢( $\text{HI}$ ) ..... 4486
II. 3. 67 二氟氯乙烯( $\text{C}_2\text{HClF}_2$ ) ..... 3986	II. 3. 104 氩( $\text{Rn}$ ) ..... 4502
II. 3. 68 二氟二氯甲烷( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) ..... 3991	II. 4 第四章 大宗混合气
II. 3. 69 二氟一氯溴甲烷( $\text{CBrClF}_2$ ) ..... 4002	II. 4. 1 空气 ..... 4511
II. 3. 70 二氟二溴甲烷( $\text{CBr}_2\text{F}_2$ ) ..... 4011	II. 4. 2 煤气 ..... 4531
II. 3. 71 三氟化氯( $\text{ClF}_3$ ) ..... 4021	II. 4. 3 液化石油气 ..... 4544
II. 3. 72 三氟化溴( $\text{BrF}_3$ ) ..... 4040	II. 4. 4 天然气 ..... 4554
II. 3. 73 三氟氯乙烯( $\text{C}_2\text{ClF}_3$ ) ..... 4056	II. 5 第五章 MO 源物质
II. 3. 74 三氟溴乙烯( $\text{C}_2\text{BrF}_3$ ) ..... 4068	II. 5. 1 MO 源导言 ..... 4591
II. 3. 75 四氟化硫( $\text{SF}_4$ ) ..... 4080	II. 5. 2 三甲基镓( $\text{C}_3\text{H}_9\text{Ga}$ ) ..... 4609
II. 3. 76 1,1,1,2-四氟乙烷( $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ ) ..... 4096	II. 5. 3 三甲基铟( $\text{C}_3\text{H}_9\text{In}$ ) ..... 4619
II. 3. 77 四氟二氯乙烷( $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ ) ..... 4107	II. 5. 4 三烷基铝 ..... 4631
II. 3. 78 五氟化砷( $\text{AsF}_5$ ) ..... 4118	II. 6 第六章 特种气体
II. 3. 79 五氟化氯( $\text{ClF}_5$ ) ..... 4130	II. 6. 1 电子气 ..... 4641
II. 3. 80 五氟化溴( $\text{BrF}_5$ ) ..... 4140	II. 6. 2 焊接气 ..... 4652
II. 3. 81 五氟化碘( $\text{IF}_5$ ) ..... 4154	II. 6. 3 标准气体 ..... 4661
II. 3. 82 五氟氯乙烷( $\text{C}_2\text{ClF}_5$ ) ..... 4169	II. 6. 4 医用气 ..... 4691
II. 3. 83 六氟化碲( $\text{TeF}_6$ ) ..... 4179	II. 6. 5 电光源气 ..... 4705
II. 3. 84 六氟化钼( $\text{MoF}_6$ ) ..... 4185	II. 6. 6 激光气 ..... 4712
	II. 6. 7 杀菌气体 ..... 4722
	II. 6. 8 杀虫气体 ..... 4741

II.6.9 其他混合气体 .....	4750	III.1.6 气体厂(站)应具备的资质及要求 .....	4870
II.7 第七章 第二篇所收录气体索引 .....		III.1.7 主要气体企业安全管理 .....	4958
II.7.1 中文简体笔划顺序索引 .....	4754	III.1.8 压力容器及压力管道安全与管理 .....	4967
II.7.2 中文拼音顺序索引 .....	4760	III.1.9 气瓶的安全管理 .....	5004
II.7.3 英文名称索引 .....	4766	III.1.10 事故应急救援预案 .....	5024
II.7.4 分子式(按中国习惯)索引 .....	4772	III.1.11 气体生产的安全与管理 .....	5033
II.7.5 CAS 编号索引 .....	4775	III.1.12 气体设备检修维修安全 .....	5067
第三篇 工业气体的安全生产与管理 .....		III.1.13 WTO 与中国企业 .....	5076
III.1 第一章 中国气体企业的安全生产与管理 .....		III.2 第二章 跨国气体公司的经营与管理 .....	
III.1.1 气体厂(站、车间)的选址与设计 .....	4780	III.2.1 跨国气体公司投资策略 .....	5082
III.1.2 选择合适的空分装置流程,降低经营成本 .....	4835	III.2.2 跨国气体公司的人力资源管理 .....	5085
III.1.3 空气分离设备安装工程施工及验收 .....	4845	III.2.3 跨国气体公司的运作管理 .....	5088
III.1.4 充分发挥设备潜力,减少气体放散,降低企业经营成本 .....	4855	III.2.4 跨国气体公司的信息技术管理 .....	5091
III.1.5 特种设备行政许可鉴定评审及特种设备 .....		III.2.5 跨国气体公司的安全管理 .....	5093
III.1.6 特种设备安全监察 .....		III.2.6 跨国气体公司的品牌管理 .....	5095
III.1.7 特种设备安全监察 .....			
III.1.8 特种设备安全监察 .....			
III.1.9 特种设备安全监察 .....			
III.1.10 特种设备安全监察 .....			
III.1.11 特种设备安全监察 .....			
III.1.12 特种设备安全监察 .....			
III.1.13 特种设备安全监察 .....			
III.2.1 跨国气体公司投资策略 .....	5082		
III.2.2 跨国气体公司的人力资源管理 .....	5085		
III.2.3 跨国气体公司的运作管理 .....	5088		
III.2.4 跨国气体公司的信息技术管理 .....	5091		
III.2.5 跨国气体公司的安全管理 .....	5093		
III.2.6 跨国气体公司的品牌管理 .....	5095		

# 第一篇

## 通 论

### 目 录

I.1 第一章	概况 .....	3
I.2 第二章	热学基础知识 .....	60
I.3 第三章	气体加工工艺基础 .....	108
I.4 第四章	气体发生工艺基础 .....	945
I.5 第五章	气体的充装和容器 .....	1076
I.6 第六章	气体安全 .....	1319
I.7 第七章	气体毒性 .....	1374
I.8 第八章	气体分析 .....	1386
I.9 第九章	测量仪表及控制 .....	1492



# I.1 第一章

## 概 况

### 目 录

I.1.1 气体的界定与分类 .....	4
I.1.2 工业气体和中国工业气体 .....	8

## I.1.1 气体的界定与分类

万景隆 光明化工研究设计院

## 目 录

一、气体的界定 .....	4
二、气体的分类 .....	5
(一)按生产方法分类 .....	5
(二)按气体成分分类 .....	5
(三)按用途分类 .....	5
(四)按元素组成分类 .....	6
(五)按临界温度分类 .....	6
参考文献 .....	7

## 一、气体的界定

大千世界,无机物有几十万种,有机物有 1 100 万种<sup>[1]</sup>。从单质到复杂化合物,都依据所处状态条件,以固、液、气三种相态存在。每种物质随环境条件的变化,其固、液、气三相又相互转化。所以,一种物质的某一相态是有条件的,是相对的。

气体大全收录的对象是气体。所以,首先对气体进行界定是本书编辑的前提。界定的实质是确定一个环境条件。因为只有物质所处外界条件确定了,再去探讨一种物质是固体、液体或气体才有实际意义。

不同的国家和地区在界定气体的外界条件时,由于科学技术发展状况不同,历史渊源的差异,以及研究的目的、出发点相异,很难求得统一。至今各国还没有一个统一的标准。

在压力为 1.013 bar,温度为 20 °C 时完全是气态,或在 50 °C 时蒸气压超过 3 bar 的任何物质。这是 ISO/FDIS 11622:2005 对气体的界定<sup>[2]</sup>。

在 21.1 °C (70 °F) 时绝对压力超过 275.8 kPa 或是温度在 21.1 °C 时,不论压力为何值的任何物料或混合物;或当温度在 54.4 °C,绝对压力超过 7.7 kPa 的任何物料或混合物;或是在温度为 37.8 °C,蒸气压力超过 275.8 kPa(绝)的任何易燃的液体物料均为压缩气体。这是美国材料试验学会对压缩气体的定义。

用温度和压力两个状态参数就可确定物质的相态。尽管不同国家和地区对气体的界定温度不同,但压力基本相同,即 101.325 kPa。

GB 16163—1996,瓶装压缩气体分类中,收录气体时,温度基准定为 20 °C<sup>[3]</sup>。我国其他一些规范,如《气瓶安全监察规程》、《永久气体气瓶充装规定》中都把基准温度定为 20 °C<sup>[4,5]</sup>。

根据国内外情况,《中国工业气体大全》在收录气体品种时,遵循如下原则:

- (1) 在 101.325 kPa、20 °C 条件下,聚集态是气相的物质。
- (2) 在 101.325 kPa、20 °C 条件下是液态,但使用中多为气态的物质。
- (3) 多数国家和地区将其列在气体产品名录中的物质。



依据上述原则,《中国工业气体大全》在气体分论中共收录了160多种物质。

### 二、气体的分类

数百种气体及其不同规格的产品,如何将其分类是从事气体科研、开发、生产、使用者所关注的课题。显然,出于不同的目的,从不同的角度出发,对气体的分类方法也不同。

#### (一)按生产方法分类

##### 1. 空气分离产品

如氧、氮、氩、氦、氖、氙、氡等。

##### 2. 石油及天然气产品

如乙烷、乙烯、丙烷、丙烯、甲烷等。

##### 3. 发生气

如二氧化碳、一氧化碳、氢、乙炔、氮氧化物等。

##### 4. 电解产品

如氧、氢、氯等。

##### 5. 尾气回收

如氢、二氧化碳等。

#### (二)按气体成分分类

##### 1. 纯气

它包含不同纯度等级的纯气。

##### 2. 混合气

它包括激光混合气、仪器用混合气、焊接混合气、保鲜混合气、电光源混合气、医疗及生物研究混合气、消毒杀菌混合气、检漏混合气、零级空气、高压混合气、电子工业用混合气等<sup>[6]</sup>。

#### (三)按用途分类

##### 1. 工业气体

##### 2. 特气

###### (1) 电子气

###### (2) 石油化工气

###### (3) 医疗用气

###### (4) 标准用气<sup>[7]</sup>

###### ① 仪器仪表校准用标准气

###### ② 石油化工标准气

###### ③ 环境产油用标准气

###### ④ 电力能源用标准气

###### ⑤ 医用卫生标准气