

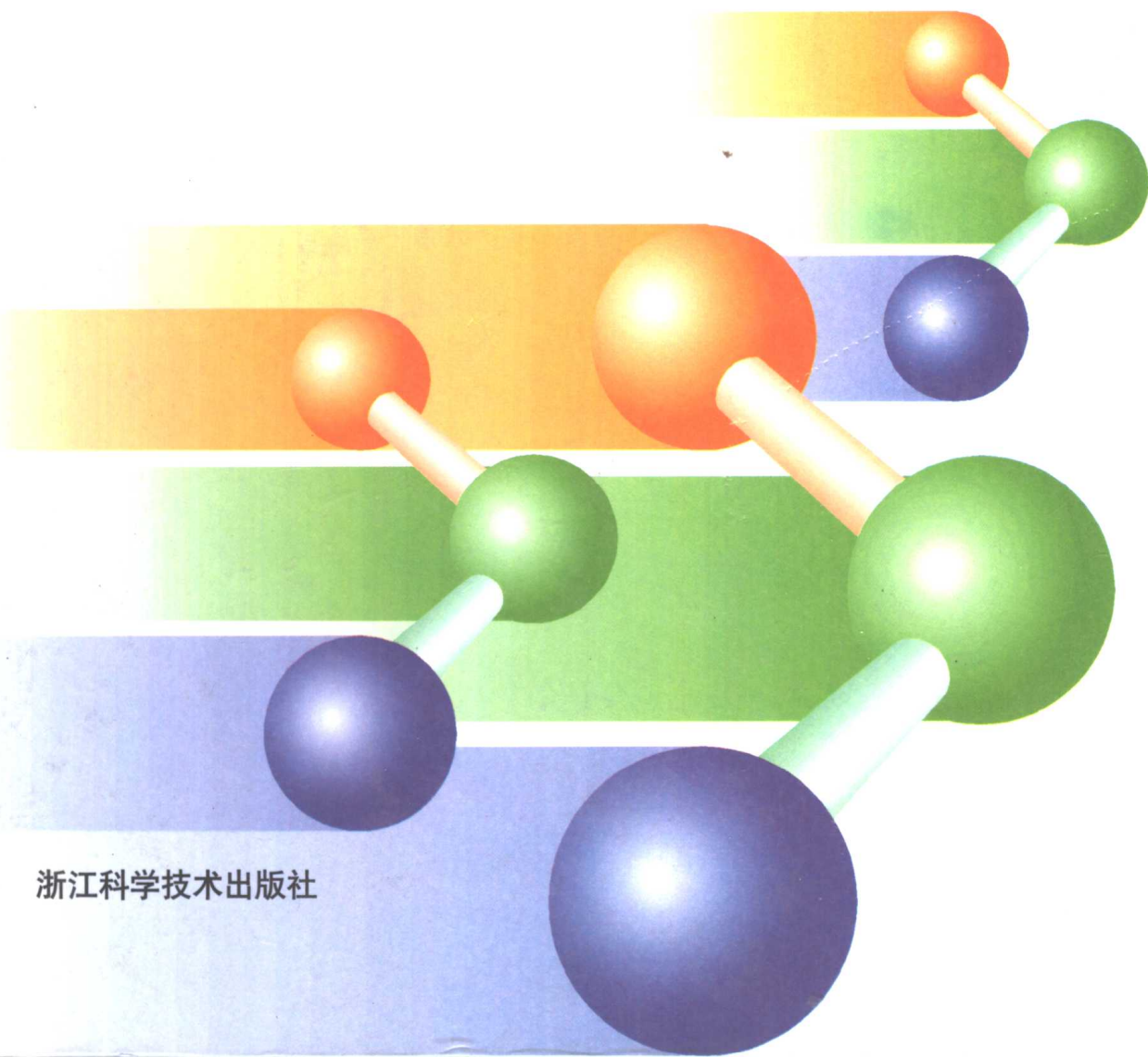
周学良 编著

新编

化工生产技术与产品手册

XINBIAN HUAGONG SHENGCHAN
JISHU YU CHANPIN SHOUCE

浙江科学技术出版社



TL-62
1.5

新编 化工生产技术与产品手册

周学良 编著

XINBIAN HUAGONG SHENGCHAN
JISHU YU CHANPIN SHOUCHE



北京工商大学图书馆



234934



浙江科学技术出版社

FB50/3004

责任编辑:吕粹芳
封面设计:潘孝忠

新编化工生产技术与产品手册
周学良 编著

浙江科学技术出版社出版
千岛湖环球印务有限公司印刷
浙江省新华书店发行

开本 787×1092 1/16 印张:45.25 插页:4 字数:1200 000

1999年6月第一版

1999年6月第一次印刷

ISBN 7—5341—1141—2/TQ·11

定 价: 88.00 元

内 容 简 介

本书是一本介绍化工生产技术及常见化工产品的工具书。内容包括：化工原料、单质和无机化合物性质、有机化合物性质、常见化学反应、常见化工单元操作、化工产品、化工产品质量、化工生产安全和化工三废防治等。

本书内容新颖、丰富、实用，且多以表格形式列出，查阅十分方便。可供从事化工生产及有关行业的技术人员、管理人员和操作人员使用，也可供化工院校有关专业师生参考。

前 言

80年代末,作者曾根据化工生产第一线人员的培训需要,编写过有关教材,经不同类型的培训班讲授,获得较好反应。为满足一些地区的需要,经浙江省科学技术委员会批准,将该教材列入省星火人才培训教材计划,后以《化工生产实用手册》于1991年11月正式出版。该手册问世后受到各地读者欢迎。为满足各地的进一步需求,1994年1月按原版又作了重印。考虑到化工生产技术和产品近年来已有较大进展,这次对原手册内容作了相应更新;部分内容重新改写。但编排思路仍以化工生产过程为主线,从原料出发到制出产品,对生产过程中所要涉及到的主要化工技术、装备、产品及有关内容按序分别展开;为顺应国内外化工产品的发展趋势,本书增加了精细化工产品方面的内容,因此,这次出版时书名改为《新编化工生产技术与产品手册》。这与现有的《化学手册》、《化工手册》、《化工产品手册》等在编排方式和内容上都是有一定区别的。

《新编化工生产技术与产品手册》的读者对象主要是从事化工生产的技术人员、岗位操作骨干和生产管理人员。因此在内容上强调实用性和先进性,这样可为当今或今后一段时间内的化工生产提供参考。如第五章中的物料输送,对其中的离心泵已改用按国际通用标准生产的系列列出;在塔填料方面,增加了国际上近期开发成功并经实践证明效果较佳的环矩鞍、海尔环等乱堆填料及孔板波纹、丝网波纹等一批规整填料的参数;在化工单元操作方面,以一定篇幅介绍了如热管、膜分离、静态混合器等新技术、新装置。为配合我国精细化学品的发展,在第六章中以较多篇幅介绍了11个大类千余种精细化工产品,其中不少是有较好发展前景的新产品。产品是否合格,必须依据该产品标准评定,因此掌握化工产品标准十分必要。第七章列出了

化工产品国家、行业(专业、部)标准号目录。标准号是查找化工产品标准的钥匙。为使对产品分类情况不太熟悉的读者尽快查出该产品标准号,作者设计了一种新查找方法:即以化工产品关键词首字汉字笔画数为序,列出产品标准号目录表,通过该表可较方便地找到相应产品的标准号。这也是本书的一种新尝试。

《新编化工生产技术与产品手册》基本上以表格形式阐述,这是本书的一个特点,目的是使内容浓缩、表达条理化、查阅方便。

由于本书涉及的知识面很广,而作者学识有限,书中错误或疏漏恐在所难免,敬祈各位专家、读者不吝指教。

编著者



周学良近影

作者简介

周学良生于1940年8月，杭州市人。1963年7月大学毕业。教授级高级工程师。由他主持或主要完成的科技成果和奖励项目，主要有：

1. “碳酸丙烯酯脱除合成氨厂二氧化碳工业性试验”获1979年度浙江省优秀科技成果一等奖，同年，获杭州市重大科技成果一等奖；
2. “碳酸丙烯酯脱除二氧化碳和硫化氢工艺”1985年获国家科技进步二等奖；
3. “分级回收丙碳新工艺开发应用”获1988年度浙江省科技进步三等奖；
4. “丙碳脱碳低温新工艺的开发和应用”获1990年度浙江省科技进步三等奖；
5. “用碳酸丙烯酯脱除变换气中二氧化碳的工艺及其装置”1995年获中华人民共和国专利局发明专利；
6. “合成氨原料气净化新工艺及其工业应用”1996年获浙江省金桥工程项目一等奖，同年，获全国优秀金桥工程项目二等奖；

7. 1989年受化工部委托，主持编制为全国3万吨/年料浆法磷铵配套的脱碳基础设计；几年来，先后主持、参加国内有关工程（或技改）设计20余项。

在学术论著方面，作者通过研究，首次发表了近十个碳酸丙烯酯脱碳的热力学方程及有关计算方法，并在此基础上，为该项新技术建立了数学模型，这些方程及数学模型为日后该项技术在国内的推广应用起到了重要的作用。历年来，作者已发表论文五十余篇，出版专著三部，其中《碳酸丙烯酯脱除CO₂技术》一书（与人合著）1988年获第四届全国优秀科技图书二等奖，《化工生产实用手册》一书1992年获华东地区优秀科技图书二等奖。

1989年杭州市人民政府授予作者“杭州市优秀科技工作者”称号；1990年化工部授予“为小联碱发展作出突出贡献”的奖励证书；1991年经国务院批准享受政府特殊津贴。

目 录

第一章 化工原料	(1)
第一节 化工矿物	(1)
第二节 无机原料	(3)
一、常见气体	(3)
二、水	(5)
三、酸类	(6)
四、碱类	(8)
五、盐类	(9)
第三节 有机原料	(14)
一、起始原料	(14)
二、基本有机原料	(17)
第二章 单质和无机化合物的简明性质	(25)
第一节 查表说明	(25)
第二节 单质和无机化合物的简明性质	(27)
第三章 有机化合物的简明性质	(52)
第一节 查表说明	(52)
第二节 有机化合物的简明性质	(54)
第四章 常见化学反应	(114)
第一节 化学反应的分类和一般规律	(114)
一、化学反应的分类	(114)
二、化学反应的一般规律	(115)
第二节 常见无机化学反应	(119)
一、氢及其主要化合物	(119)
二、碳及其主要化合物	(120)
三、氮及其主要化合物	(120)
四、氧及其主要化合物	(121)
五、氟及其主要化合物	(122)
六、钠及其主要化合物	(122)
七、镁及其主要化合物	(123)

八、铝及其主要化合物	(124)
九、硅及其主要化合物	(125)
十、磷及其主要化合物	(125)
十一、硫及其主要化合物	(126)
十二、氯及其主要化合物	(126)
十三、钾及其主要化合物	(127)
十四、钙及其主要化合物	(128)
十五、铬及其主要化合物	(128)
十六、锰及其主要化合物	(129)
十七、铁及其主要化合物	(129)
十八、镍及其主要化合物	(130)
十九、铜及其主要化合物	(131)
二十、锌及其主要化合物	(131)
二十一、汞及其主要化合物	(132)
第三节 常见有机化学反应	(132)
一、烃	(133)
二、卤代烃	(136)
三、含氧有机化合物	(137)
四、含氮有机化合物	(139)
五、含硫有机化合物	(141)
六、碳水化合物	(141)
第五章 常见化工单元操作	(143)
第一节 物料输送	(143)
一、管子、管件和阀门	(143)
(一)管子的种类和规格	(143)
(二)常用管件	(157)
(三)常用阀门	(157)
二、流体的输送	(159)
(一)气体输送机械	(159)
(二)常用泵产品和性能	(160)
三、固体物料的粉碎和输送	(183)
第二节 传热	(184)
一、传热的基本方式	(184)
二、常用换热设备	(184)
三、传热方程式	(184)
四、提高传热速率的措施	(186)
五、换热器总传热系数经验值	(187)
六、热管	(190)
第三节 蒸发	(196)
一、单效蒸发	(196)
二、多效蒸发	(197)

三、常用蒸发器	(199)
四、蒸发器的选型原则	(202)
五、蒸发器的总传热系数经验值	(202)
第四节 精馏	(204)
一、普通精馏	(204)
二、影响精馏过程的主要因素及调节方法	(204)
三、特殊蒸馏	(206)
四、精馏塔	(207)
第五节 气体吸收	(210)
一、常见气体在水中溶解度	(210)
二、某些气体在有机溶剂中溶解度	(210)
三、吸收类型	(210)
四、吸收工艺流程	(210)
五、影响吸收的主要操作因素	(213)
六、吸收设备	(214)
七、塔填料及其特性参数	(216)
第六节 液-液萃取	(221)
一、萃取工艺流程	(221)
二、常见萃取剂及选择	(222)
三、影响萃取的主要操作因素	(225)
四、主要萃取设备	(225)
第七节 膜分离技术	(227)
一、反渗透	(228)
二、超滤	(234)
三、气体分离	(236)
第八节 非均相系分离	(238)
一、重力沉降	(238)
二、过滤	(240)
三、离心分离	(243)
四、湿法分离	(246)
五、电除尘	(247)
第九节 干燥	(248)
一、物料的去湿和干燥方式	(249)
二、干燥流程	(249)
三、影响干燥速度的主要因素	(251)
四、主要干燥设备	(252)
五、干燥器的选择	(256)
第十节 结晶	(257)
一、结晶方法	(257)
二、影响结晶的操作因素	(258)
三、主要结晶设备	(259)

第十一节 搅拌与混合	(263)
一、搅拌作用和方式	(263)
二、影响搅拌效果的主要因素	(264)
三、搅拌器	(265)
四、搅拌器的选择	(267)
五、静态混合器	(268)
第十二节 制冷	(271)
一、常用的制冷方法	(271)
二、制冷剂	(276)
三、载冷剂	(277)
四、制冷系统的主要设备	(278)
第六章 化工产品	(287)
第一节 化学肥料	(287)
一、氮肥	(287)
二、磷肥	(289)
三、钾肥	(291)
四、复合肥料	(292)
五、不同肥料的混合施用规则	(293)
第二节 合成材料	(294)
一、塑料	(295)
二、合成橡胶	(297)
三、合成纤维	(300)
第三节 精细化工产品	(302)
一、农药	(302)
二、染料	(319)
三、涂料	(370)
四、颜料	(381)
五、试剂和高纯物	(390)
六、信息用化学品	(402)
七、食品和饲料添加剂	(419)
八、粘合剂	(465)
九、催化剂和各种助剂	(476)
十、化学药品	(511)
十一、日用化学品和功能高分子材料	(541)
第七章 化工产品质量	(565)
第一节 化工产品的质量内涵	(565)
一、产品的外在质量及指标	(565)
二、产品的内在质量及指标	(565)
第二节 化工产品标准	(566)
一、主要化工产品国家、行业(专业、部)标准号的检索说明	(567)
二、主要化工产品关键词词首索引	(568)

三、主要化工产品国家、行业(专业、部)标准号查找目录	(570)
第八章 化工生产安全	(599)
第一节 化学品的燃烧与爆炸性质	(599)
一、常见易燃气体的性质	(599)
二、常见可燃有机物的燃烧性质及爆炸限	(601)
三、常见助燃气体的性质	(607)
四、常见遇水燃烧物质的性质	(607)
五、遇空气自燃物质的性质	(609)
六、各种粉尘的自燃点及爆炸下限	(610)
第二节 化工生产的防火防爆及其他安全要求	(616)
一、化工生产的火灾危险性分类	(616)
二、贮存物品的火灾危险性分类	(618)
三、化学品的贮存规则和要求	(619)
四、危险化学品的包装标志	(620)
五、化学品装卸、搬运时需遵循的安全事项	(624)
六、厂房、库房和贮罐的防火规定	(625)
(一)建筑物构件的燃烧性能和耐火等级	(625)
(二)厂房的防火规定	(626)
(三)库房的防火规定	(629)
(四)液体储罐和堆场的有关防火规定	(631)
(五)可燃、助燃气体储罐的有关防火规定	(633)
(六)液化石油气储罐的有关防火规定	(634)
七、厂房的防爆	(635)
八、静电预防	(635)
第三节 火灾与爆炸的防治	(636)
一、防火防爆的基本措施	(636)
二、火灾与爆炸的处理原则	(637)
三、灭火器具的选用	(637)
第四节 化工中毒与防治	(640)
一、化工毒物进入人体的主要途径	(640)
二、化工中毒的主要类型	(640)
三、化工中毒的预防原则	(640)
四、常见化工毒物的中毒症状及急救处理	(641)
第五节 化学灼伤和防治	(643)
一、化学灼伤	(643)
二、化学灼伤的预防原则	(643)
三、化学灼伤的急救治疗	(644)
〔附〕 化工部颁布的安全生产四十一条禁令	(645)
第九章 化工三废防治	(647)
第一节 化工污染源及防治对策	(647)
一、化工污染源	(647)

二、基本防治对策	(648)
第二节 与化工生产有关的环境保护标准和卫生要求	(649)
一、环境空气质量标准	(649)
二、居住区大气中有害物质的最高允许浓度	(650)
三、车间空气中有害物质的最高允许浓度	(651)
四、地面水环境质量标准	(653)
五、地面水的水质要求	(657)
六、生活饮用水卫生标准	(659)
七、渔业水质标准	(661)
八、农田灌溉水质标准	(662)
九、海水水质标准	(664)
十、农用污泥中污染物的控制标准	(665)
十一、工业企业的噪声规定	(666)
(一)工业企业厂界噪声标准	(666)
(二)工业企业噪声卫生标准	(666)
十二、城市区域环境噪声标准	(667)
第三节 化工污染常用治理方法	(667)
一、大气污染的常用治理方法	(667)
二、水污染的常用治理方法	(669)
三、固体废弃物的常用治理方法	(670)
第四节 工业三废排放标准和要求的	(671)
一、工业废气的排放标准	(671)
二、锅炉大气污染物排放标准	(673)
三、污水综合排放标准	(674)
四、部分工业的最高允许排水定额及水污染物最高允许排放浓度	(680)
(一)钢铁工业	(680)
(二)肉类加工工业	(684)
(三)合成氨工业	(686)
(四)造纸工业	(693)
(五)纺织染整工业	(697)
五、工业固体废物的排放处理要求	(700)
附录 常用单位换算表	(702)
元素周期表	(712)

第一章 化 工 原 料

化学工业是利用各种化工原料直接或经加工后成为人们所需物质的产业部门,因此,在从事化工生产前应先掌握一定的化工原料知识。

化工原料就物质种类而言,大致分为化工矿物、无机原料和有机原料。本章只对其中比较重要的部分化工原料作一简要介绍。

第一节 化 工 矿 物

自然界的矿物种类很多,约有 3 000 余种,其中大部分以固体形式存在,目前被人们利用的仅 200 余种。矿物又可分为两大类:①金属矿物,如辉铜矿(Cu_2S)、赤铁矿(Fe_2O_3)、闪锌矿(ZnS)等;②非金属矿物,如煤、石油、天然硫等。

作为无机产品起始原料的化工矿物在化学工业中处于十分重要的地位,如化学工业中最基本的三酸二碱,是用食盐、黄铁矿、煤、石灰石等化工矿物加工制成;氮肥、磷肥、钾肥是由煤、磷矿石、钾盐、硝石等加工制成;许多有机化工产品,包括用途极广的三大合成材料:工程塑料、合成纤维和合成橡胶也是由石油、天然气、煤等加工制成。由此可见,化工矿物与发展化工产品有着密切的联系。现将主要化工矿物及其特性列于表 1-1(煤、石油、天然气将在本章第三节中介绍,此处从略)。

表 1-1 主要的化工矿物及其特性

矿物名称	主 要 成 分	主 要 特 性
岩 盐	NaCl	纯品为无色,工业矿因含有其他杂质而呈灰色、粉红色或褐色等。味咸。立方晶体,有时也呈致密块状或疏松集合体。密度 ^[1] 2.1~2.2,硬度 ^[2] 2.5。是制造烧碱、纯碱、氯气等的主要原料
钾 石 盐	KCl 和 NaCl	白色颗粒,具有玻璃光泽,性脆。工业矿往往含其他杂质呈砖红色等。密度 1.97~1.99,硬度 1.5~2.0。易潮解,易溶于水。味苦咸且涩。是生产氯化钾的主要原料
光 卤 石	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	纯品无色,含杂质后多呈粉红色。常呈致密块体和粒状集合体。具脂肪光泽,味苦,性脆。密度 1.6,硬度 2~3。在空气中吸收水分易潮解。用于提炼金属镁、氯化钾、氯化镁以及制造肥料和盐酸等
钾盐镁矾	$\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	在钾盐矿中自然产出。有白色、灰白色或带粉红色。味苦咸。密度 2.05~2.19,硬度 2.5~3.0,易溶于水。该品可直接用作肥料,也可用于制钾盐
钾 长 石	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	通常简称长石,晶体。肉红色或浅玫瑰色,有时白色或灰色,常以致密板状形式出现。有玻璃光泽,性脆。密度 2.54~2.57,硬度 6。水化后变成高岭土等粘土矿物。是制造玻璃和陶瓷的原料,也用作磨料等

[1] 单位体积的物质质量。单位: g/cm^3 。

[2] 表示矿物抵抗某些外来机械作用,特别是刻划作用的能力。表中数据以金刚石硬度(最硬)为 10 计算的莫氏硬度。

续 表

矿物名称	主要成分	主要特性
明矾石	$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$	白色、灰色、浅黄或粉红色。成粒状、土状或致密块状集合体。断口不平正,具玻璃光泽或珍珠光泽,透明或半透明。密度 2.58~2.75,硬度 3.5~4.0。难溶于水。用于提取明矾、硫酸铝、硫酸钾和氧化铝等
天然碱	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$	常为无色、白色或因杂质呈黄色,晶体,有玻璃光泽。密度 2.11~2.14,硬度 2.5~3.0。易溶于水。可用作洗涤剂,也可用作制造纯碱、小苏打和烧碱的原料
黄铁矿	FeS_2	俗称硫铁矿,是含硫量较高的铁矿石(纯矿含 Fe 46.6%,S 53.4%),为草黄色或金黄色晶体,有较强金属光泽。密度 4.95~5.17,硬度 6.0~6.5。风化后变为褐铁矿。主要用于制造硫酸和提炼硫磺
天然硫磺	S	系硫矿物中较为重要的一种品种,为淡黄色固体,性脆。密度 1.9~2.1,硬度 1.5~2.5。不溶于水,稍溶于乙醇和乙醚,溶于二硫化碳、四氯化碳和苯。较易熔化。可用于制造硫酸、硫化物、黑色火药,提炼高纯度硫磺等
硼砂	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	为白、浅灰或浅黄色短柱状体,有玻璃光泽,无臭,味咸。密度 1.73,硬度 2.0~2.5。稍溶于冷水,较易溶于热水,微溶于乙醇。用于制造特种光学玻璃、搪瓷、瓷釉、硼酸及其盐类、人造宝石等
磷灰石	$Ca_5(PO_4)_3F$ 或 $Ca_5(PO_4)_3Cl$	主要有氟磷灰石 $Ca_5(PO_4)_3F$ 和氯磷灰石 $Ca_5(PO_4)_3Cl$ 。两者物理性质相似。有亮绿色、蓝绿色或褐绿色,也有褐色和紫色的变种。成柱状、板状或块状体。密度 3.15~3.27,硬度 4.0~5.0。可用于制造磷肥、磷酸、磷酸盐和提炼磷
磷块岩		是多种不同矿物(石英、海绿石、白云石等)和磷酸盐组成的一种磷矿石,呈黄、白、褐或灰白等色。密度 2.8~3,硬度 2~4。磨细后可直接施用于某些酸性土壤和吸磷能力强的作物(如豆科等),也可制造磷肥、磷酸和磷酸盐等
萤石	CaF_2	又称氟石,常呈灰、黄、绿、紫等色,多为立方晶体,也有致密块状集合体。透明、具有玻璃光泽,性脆。密度 3.01~3.25,硬度 4。烧热时在暗处发蓝、红或绿色荧光。主要用途:冶金工业上作助熔剂,化学工业上用作制备氟、氢氟酸及其他氟化学品的原料
石灰石	$CaCO_3$	因所含杂质不同而呈灰色、灰黑色或浅黄、浅红色等固体。密度 2.2~2.9。不溶于水,能与酸反应。加热易分解生成生石灰 CaO 和 CO_2 气。建筑工业上用作石料或烧制石灰,冶金工业上用作冶炼钢铁等的熔剂,硅酸盐工业上制水泥,化学工业上制纯碱和沉淀碳酸钙
芒硝	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	为白色或无色晶体,有玻璃光泽,味苦咸,性脆。密度 1.4~1.5,硬度 1.5~2.0,在干燥空气中会逐渐失去结晶水而成白色粉末。用于制造玄明粉、硫化碱、纯碱等

矿物名称	主 要 成 分	主 要 特 性
蛇 纹 石	$3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	为暗绿、浅黄或淡橄榄绿色,一般包括两种不同晶形的矿物:叶片状和纤维状,前者可剥离成片状,后者可剥离成细长的纤维(即石棉)。密度 $2.5 \sim 2.65$,硬度 $2.5 \sim 4.0$,有时可高达 5.5 。由于它具有耐热、抗拉和抗挠等特性,工业上常用作耐火保温材料。颜色鲜艳的可用作装饰品
重 晶 石	BaSO_4	工业矿因混入杂质常呈灰色、灰白色,有时带天蓝等色。成粗粒致密的块状或完整的板状晶体。性脆。密度 $4.3 \sim 4.6$,硬度 $2.5 \sim 3.5$ 。用于制造钡的化学品、重晶石粉和钡白等
白 云 石	$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$	常呈各种颜色,大多为白、黄或灰白色。成致密块状晶体,有玻璃光泽,密度 $2.8 \sim 2.95$,硬度 $3.5 \sim 4.0$ 。可用作建筑材料、耐火材料、冶金熔剂及橡胶、油漆的填充物等
生 石 膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	常呈白色(雪花石膏)、粉红、淡黄或灰色。透明或半透明,成板状或纤维状,也成细粒块状,有玻璃光泽,性脆。解理极完全。密度 $2.31 \sim 2.32$,硬度 2 。用于制造水泥、硫酸、烧石膏、油漆、纸张的填充料和农业肥料等。如加热至 150°C 可得熟石膏,熟石膏具有类似水泥的坚固耐久性能,可用作石膏塑像、胶结料等。

第二节 无 机 原 料

利用空气、水和化工矿物可生产出一系列无机化工产品。如将空气分离为氧、氮等单质,其中氧与一些金属或非金属作用可得一系列氧化物;某些金属氧化物与水反应可得碱,非金属氧化物与水反应可得酸;酸与碱作用又可生成盐。如此可制得一系列无机化工产品。因此人们往往将这些基本的母体产品称为无机化工原料,即无机原料。本节将对其中最常见的一些气体、水、酸、碱、盐等简介于下。

一、常见气体

1. 空气 空气是由多种气体组成的混合物,主要有氮气、氧气、氩气、二氧化碳等,它们约占空气的 99.996% (体积),此外还含有少量氦气、氖气、甲烷、氙气、氢气、氙气等。它们在空气中含量如表 1-2 所示。

表 1-2 干燥空气的平均组成

气 体 名 称	氮 气 N_2	氧 气 O_2	氩 气 Ar	二氧化碳 CO_2	氖 气 Ne	氦 气 He	甲 烷 CH_4	氙 气 Kr	氢 气 H_2	氙 气 Xe
含 量 %(体积)	78.084	20.946	0.934	0.0325	0.001818	0.000524	0.00016	0.000114	0.00005	0.0000087

空气的主要性质及用途可见表 1-3。

表 1-3 空气的主要性质及用途

性 质	用 途
空气的平均相对分子质量为 28.98。在 0℃ 和 20℃ 时,绝对压力为 101.325 kPa(1 标准大气压)下干燥空气的密度分别为 1.293 kg/m³ 和 1.205 kg/m³。在标准大气压下干燥空气冷却至 -192℃ 时变为液态空气,呈淡青色,可用钢瓶贮存。自然界的空气因含水汽,称为潮湿空气,其中水汽含量随相对湿度、对应气温而变,一般在百分之零点几至百分之七之间	空气作为化工原料已广泛应用于各种生产过程中,如合成氨、硫酸、硝酸等的生产。氮和氧的沸点不同,从液化空气中可分离出高浓度的氧气和氮气,然后用于各有关方面。 空气是各种燃料燃烧时所必需的助燃剂,使燃料释放出大量热能,保障工农业生产和国民经济各部门的需要。空气又是人类和自然界动植物生存的最基本的物质之一

2. 氧(O₂) 氧的性质、制法及用途见表 1-4。

表 1-4 氧的主要性质、制法及用途

性 质	制 法	用 途
氧的相对分子质量为 32.00,在常温下为无色无味无臭气体。在 0℃、101.325 kPa 绝对压力下密度为 1.429 kg/m³,氧的沸点为 -182.96℃,熔点 -218.4℃。液态氧呈天蓝色,透明;固态氧为蓝色结晶体。氧微溶于水,水生动物因此得以生存、繁衍。氧能助燃,有氧化性。它与可燃性气体(如氢、乙炔、一氧化碳等)按一定比例混合,易引起爆炸。它是炭燃烧的氧化剂,在较高温度下能与许多物质化合	高浓度的氧在工业上大多用空分的方法从液态空气中分离得到,含量可达 99.5%。也有用电解水的方法制取: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ (阴极) (阳极) 实验室制取氧可用氯酸钾加热(二氧化锰作催化剂): $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\text{MnO}_2]{\text{加热}} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$	氧是一种主要的化工原料,用于硝酸、煤气等生产。氧还广泛用于熔炼钢铁,与乙炔气混合燃烧时的火焰用于金属焊接和切割等方面

3. 氮(N₂) 氮的性质、制法及用途可见表 1-5。

表 1-5 氮的主要性质、制法及用途

性 质	制 法	用 途
氮的相对分子质量为 28.01,常温下为无色无臭无味气体。标准状态下氮的密度为 1.250 6 kg/m³,沸点为 -195.8℃,熔点 -210℃。氮难溶于水,化学性质很稳定,常温下不易与其他物质发生化学反应,但在一定条件下可与锂、铍、镁、钙等金属化合生成氮化物。在用铁作触媒时,氮与氢能化合成氨,反应式如下: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{铁触媒}]{\text{高温高压}} 2\text{NH}_3$ 这是工业上生产氨的主要方法。氮本身不能燃烧,也不助燃	氮气主要来源于空气,它约占空气的 78% (体积)以上,几乎是用之不竭的原料。如欲获得高浓度的氮气,工业上往往用空分的方法从液化空气中分离出氮,其纯度可达 99.99%	氮在化工生产上有重要用途,用于生产氨、硝酸、氰氨化钙等产品,也是生产各种氮肥的主要氮源。氮也用于粮食、鲜果、干果、茶叶等食品的保鲜和对易燃物质的保护,用作防止物质氧化或挥发时的填充气体。液态氮可用于深度冷冻