

中央广播电视大学教材
ZHONGYANG GUANGBO
DIANSHI DAXUE JIAOCAI

非金属材料学

FEIJINSHU CAILIAO XUE

(化工与燃料)

下 册

徐 玲 季懋勤 等编

中国物资出版社

中央广播电视大学教材

非金属材料学(下册)

徐 玲 季懋勤 等编



中国物资出版社出版

北京市新华书店发行

北京华新印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 印张: $13\frac{15}{16}$ 字数: 352千字

1987年6月第1版 1987年6月第1次印刷

印数: 1—11,000册

ISBN 7-5047-0017-7/TB·0002

统一书号: 4254·194 定价: 2.70元

前 言

《非金属材料学》(下册)是中央广播电视大学物资经济管理专业的教材。

本书包括化工原材料和燃料两篇,是根据物资经济管理专业的教学大纲,在1984年出版的《非金属材料学》(下册)的基础上进行修订再版的。内容、深度、理论阐述和实用性等方面都有所改进和提高。其中:化工原材料部分,删去了基础化学内容,并对化工原料品种的阐述作了删减,突出了重点;化工材料部分,概述了高分子物理的有关内容,充实了高分子结构与性能之间的阐述;燃料部分,删去了汽油、煤油、柴油等产品的讲述,充实了燃料与能源的基础理论、基本技能及燃料储运保管、合理利用等方面的内容。

本教材除作为中央广播电视大学教材外,还可供同类性质专业的师生和从事物资工作的人员自学参考。

本书由《非金属材料学》(下册)编写组集体讨论,经国家物资局电教中心电大教材编审组审定。各章的主要执笔者有:陶义文(第一、二、三、五、八章);徐玲(第四章);陶一敏(第七、九章);阙光淮(第六章);季懋勤(第十、十一、十二、十三章)。第一篇由徐玲同志主编,第二篇由季懋勤同志主编。第二篇由国家物资局贾振龙同志审稿。

由于我们水平有限,书中的错误和不妥之处,恳请广大读者给予批评和指正。

编 者

目 录

第一篇 化工原材料

前 言

第一章 化工原材料概述	(1)
第一节 化工原材料学的研究对象及内容.....	(1)
第二节 化工原材料在国民经济中的地位和作用.....	(1)
第三节 化工原材料的特点和分类.....	(3)
第二章 化工原材料的质量标准	(5)
第一节 化工原材料质量标准的分级和编号.....	(5)
第二节 化工原材料标准的质量指标.....	(6)
第三章 生产化工原材料的资源	(11)
第一节 煤的化工利用.....	(11)
第二节 石油和天然气的化工利用.....	(14)
第三节 化工矿物.....	(16)
第四节 生产化工原材料的其他资源.....	(20)
第五节 化工资源的选用原则和综合利用.....	(23)
第四章 无机化工原料	(26)
第一节 无机化工原料概述.....	(26)
第二节 硫酸.....	(31)
第三节 烧碱.....	(54)
第四节 纯碱.....	(69)
第五节 其他无机化工原料.....	(84)
第五章 有机化工原料	(101)
第一节 有机化工原料概述.....	(101)

第二节	电石	(105)
第三节	甲醇	(110)
第四节	醋酸	(120)
第五节	苯	(126)
第六章	化工危险品的管理	(137)
第一节	爆炸品	(137)
第二节	氧化剂	(140)
第三节	压缩气体和液化气体	(142)
第四节	自燃物品	(144)
第五节	遇水燃烧物品	(146)
第六节	易燃液体	(147)
第七节	易燃固体	(148)
第八节	毒害品	(150)
第九节	腐蚀性物品	(152)
第十节	化工危险品储运要点	(154)
第七章	高分子化合物概述	(156)
第一节	高分子化合物基本概念	(156)
第二节	高聚物的合成	(198)
第八章	合成树脂与塑料	(209)
第一节	合成树脂与塑料概述	(209)
第二节	热塑性合成树脂	(215)
第三节	热固性合成树脂	(225)
第四节	离子交换树脂	(230)
第五节	合成树脂的物资技术管理	(233)
第九章	橡胶和橡胶制品	(235)
第一节	天然橡胶	(235)
第二节	合成橡胶	(242)
第三节	橡胶制品的生产工艺过程	(256)
第四节	橡胶制品	(263)

第二篇 燃 料

第十章 燃料技术基础	(271)
第一节 燃料概述.....	(271)
第二节 燃料与能源.....	(274)
第三节 燃料的生产与消费.....	(282)
第四节 燃料的分类和组成.....	(287)
第五节 燃料的发热量.....	(293)
第六节 标准燃料和综合能耗.....	(302)
第十一章 固体燃料	(306)
第一节 固体燃料概述.....	(306)
第二节 煤炭基本知识.....	(307)
第三节 煤炭商品.....	(330)
第四节 煤炭的管理.....	(354)
第五节 煤炭的节约.....	(369)
第十二章 液体燃料	(372)
第一节 液体燃料概述.....	(372)
第二节 石油.....	(376)
第三节 石油加工和石油产品的分类.....	(385)
第四节 燃料油（重油）.....	(390)
第五节 燃料油品的管理.....	(394)
第十三章 气体燃料	(405)
第一节 气体燃料概述.....	(405)
第二节 天然气.....	(407)
第三节 煤气.....	(415)
第四节 焦炉煤气.....	(422)
第五节 其他气体燃料.....	(424)
第六节 气体燃料的安全管理.....	(429)
附：参考资料	(431)

第一篇 化工原材料

第一章 化工原材料概述

第一节 化工原材料学的研究对象及内容

化工原材料是化工原料和化工材料的总称。工业企业，主要是化工企业将原料经过化工单元过程和化工单元操作制得可作为生产资料或生活资料的成品，称为化工产品。商业部门、物资部门及用户习惯上称它们为化工原料或化工材料。应该指出，虽然有的成品也是经过化工单元过程和化工单元操作生产出来，但是由于部门或行业的历史、产品的性能和用途诸因素而不属于化工产品，例如冶金部门生产的有色金属，建材部门生产的水泥、生石灰，石油炼制的汽油、煤油、柴油等。

化工原材料学是研究化工原材料使用价值的一门学科。研究这门学科的目的是为了最大限度地、更合理地利用化工原材料的使用价值，使有限的资源发挥更大的经济效益。

化工原材料品种繁多。本教材根据物资管理专业的特点和学习要求，仅选择了对国民经济起重要作用、产量大的主要产品，介绍它们的性质、用途、生产方法、质量、规格、储运保管以及有关经营管理的知识。通过对这些产品的学习，使学员掌握对一般化工原材料的剖析方法，从而达到举一反三，触类旁通的效果，提高解决实际问题的能力。

第二节 化工原材料在国民经济中的地位和作用

生产化工原材料的化学工业是国民经济的重要基础部门。

1985年中央领导同志指示要把包括化工材料在内的原材料工业摆到同能源、交通建设一样重要的位置上来。这就深刻地指明了化工原材料在当前国民经济中的重要地位和作用。

解放前，我国化学工业基础薄弱，仅仅在沿海城市有几个化工厂和一些手工作坊。解放后，经过35年的努力，已建成拥有300万人的职工队伍和具有一定水平、相当规模的化学工业。目前仅由化学工业部归口管理的就有21个行业，能生产36,000多个品种和规格的产品。

化学工业为农业提供化肥、化学农药、农用塑料大棚薄膜和地膜、饲料添加剂、兽药等。农林副产品的化学加工是发展乡镇企业的途径之一。化工原材料是轻、重工业原料的重要部分。几乎所有生产行业都需直接或间接使用硫酸等无机酸类物资。全国每年约占总产量35%的纯碱用于玻璃、搪瓷和洗衣粉的生产。占总产量70%的烧碱用于造纸、人造纤维、印染。合成材料越来越多地代替钢材、木材、有色金属、天然橡胶、棉、麻、丝、皮革等。一些新兴的工业部门，如电子、计算机、航天等需要多种有特殊性能的新型化工材料。

化学建材包括建筑塑料、建筑涂料、防水材料、保温隔热材料、嵌缝密封材料、胶粘剂、混凝土外加剂等。它们与传统建筑材料相比具有质轻、比强度高、耐腐蚀、不霉不蛀、美观等特点。国务院领导同志多次指示加快发展化学建材，满足建筑业需要。而发展化学建材则需要坚实的化工原材料为基础。

化工原材料为国防建设和尖端科学技术提供物质基础。常规战争中所用的炸药是由浓硫酸、浓硝酸和有机化工原料生产的。许多现代化的军事装备以及尖端科学技术要求具有特殊性能的材料，如通讯设备、新型飞机、运载人造卫星和导弹的火箭所需的高能燃料，原子能工业所需要的铀、钍、重水和硼化物等也都需要使用大量的化工原材料来生产。

人们的日常生活与化工原材料也有密切关系。吃、穿、用的

物品有许多是由化工原材料生产的。化工原材料的发展将使得人们的生活更加丰富多彩。

此外，化学工业本身还有两个作用。一是充分利用资源，其中包括废弃物的化学利用；二是为国家较快的增加积累。据统计，截至1985年化学工业累计实现利税1,600亿元以上，相当于国家给化学工业投资的三倍多。

第三节 化工原材料的特点和分类

化工原材料的特点可以概括如下：

一、品种繁多

目前世界上已商业化的化学品约有十万种以上，我国亦有数万种。根据我国情况，将化学品分为18大类：化学矿、无机化工原料、有机化工原料、化学肥料、农药(包括卫生用药)、高分子聚合物、涂料及颜料、染料、信息用化学品、化学试剂、食品和饲料添加剂、合成药品、日用化学品、粘合剂、橡胶制品、火工产品，催化剂和各种化学助剂、其他化学产品。

二、性能复杂

化工原材料的性能复杂、差异很大。化工原材料中有气态产品、液态产品和固态产品。大多数化工原料都有不同程度的危险性，如可燃、易燃、易爆、毒害、腐蚀等。即使是非危险品，储存期较长也会引起变质。由于化工原材料性能多样性，决定了消防、包装、储存和运输要求的多样化。例如有的液体化工原料可用铁桶包装，有的则需用铝桶、玻璃或陶瓷容器盛装，即使是同一种化工原料如硫酸，随着其浓度不同，对包装材料的选用也不相同。否则就可能危及安全。

三、联产配套性强

化工生产联产配套性很强。一种产品对某些企业是产品，对另一些企业来说又常是原料；生产某种产品往往联产一些其他产

品,在安排主要产品生产计划时,必须考虑联产品的销路;生产一种产品常常需用多种化工原料,缺一不可。因此,搞好生产计划、物资供应计划的综合平衡就成了计划部门、物资供应部门的重要工作。

四、生产化工原料的资源丰富,生产路线多样化

生产化工原料的资源十分丰富,从矿产品直到工业三废都可加以化工利用。化工原料生产路线多样化表现在同一产品可采用不同的原料生产出来,甚至采用同一原料生产的化工产品,还可采用不同的工艺路线。例氰氢酸就可采用煤、天然气、轻油、丙烷为资源来生产,共有9种生产工艺路线。

五、节约代用和综合利用是大有可为的

由于生产化工原料的资源和生产路线多样化,当某一原料短缺,经预测又较长期供不应求时,则可考虑其他长线原料部分或全部代替短线原料。工业生产中的三废(废液、废气、废渣)任其排放会污染环境。三废中的有用成分,可加以综合利用,制取化工产品。

化工原料的分类方法较多。除根据现行物资管理分类办法分类外,还常采用以下分类方法:

(一)按自然属性并结合用途的分类法

按自然属性及用途大致可分为:1.无机化工原料;2.有机化工原料;3.合成树脂;4.橡胶及橡胶制品等。

(二)按发生危险,造成事故的难易程度与危害性质的分类法

按化工原料是否容易发生危险,造成事故可能性的大小,将它们分为危险品和非危险品两大类。对危险品又按照主要危险性质分为十类:爆炸品、氧化剂、压缩气体及液化气体、自燃物品、遇水燃烧品、易燃液体、易燃固体、毒害品、腐蚀性物品、放射性物品。

第二章 化工原材料的质量标准

第一节 化工原材料质量标准的分级和编号

为了使生产厂家保证并促进提高产品质量，也为了使用户便于选购所需质量规格的原材料，避免物资供应和质量检验时，由于规格、技术指标多样化而引起的混乱，对于化工原材料都制订有产品质量标准。当供需双方对于所供货物有质量争议时，质量标准可作为仲裁的依据。产品质量标准化还有利于国际间的贸易和技术交流。

国际上有国际标准化组织（ISO），负责协调世界范围内的标准化工作，其标准代号为ISO/R。美国、英国、日本等国一般分为国家标准（或称官方标准）、团体标准（由各行业及学术团体推荐的标准及企业标准。

我国化工原材料分为国家标准、部（专业）标准和企业标准三级。

国家标准是根据全国统一需要，由国家标准化主管机构批准颁发。对国民经济有重大影响的化工产品都制订有国家标准。如硫酸、烧碱、硝酸等。国家标准的代号为“GB”。系汉语拼音字母“国标”的简写。

部（专业）标准是根据部门（或专业）范围内统一需要，由主管部门批准颁发。如目前执行化工部部标准的产品有：芒硝、醋酸、聚苯乙烯树脂、丁苯橡胶等；执行冶金部部标准的产品有：高温炼焦苯；而国产烟胶片、浓缩乳胶等则执行农垦总局标准。部标采用部（或专业局）名称的汉语拼音字母作为代号。如“HG”表示化工部部标准，“YB”表示冶金部部标准，“SY”表示石油部部标准，“NK”表示农垦总局标准等。

企业标准是根据企业单位的需要，由企业或其上级主管机构批准发布的标准。地方标准包括省、自治区、直辖市或其他地方机构批准发布的标准。地方标准代号由省、自治区、直辖市所属专业机构批准颁发，规定在代号前加“Q”字母。如北京市表示为“京Q”，上海市为“沪Q”，吉林省为“吉Q”。企业标准由企业发布则标以企业名称或企业名称的汉语拼音缩写。

我国产品标准的编号是由三部分（也有四部分）组成：颁发该标准的级别或机构名称代号、顺序号、颁发年代号。例如纯碱的标准的编号为GB210—80。其中“GB”表示国家标准，“210”为顺序号（顺序号亦称流水号，是该标准登记时的序号，登记时应连贯）；“80”表示该标准颁布时间是1980年。若标准内容需重新修订时，只需改变颁发年代号，其他均不变。

化工部部标准是由四个部分组成。在部标准代号后多增加了类别号。类别号用阿拉伯数字表示。如1表示无机化学产品，2为有机化学产品，3为化学试剂，4为橡胶加工品，5为化工机械及设备，6为新材料，7为感光材料。例如HG 1—712—70赤磷，表示化工部部标准，属于无机化学产品，第712号登记，于1970年颁发。

第二节 化工原材料标准的质量指标

化工原材料的标准可分为有关产品的质量指标；有关某类产品的分类、型号、命名规则的标准；有关某类或某种产品的取样、检验方法的总规定的标准；有关某项或某些技术指标的检验方法标准等等。

关于产品标准的内容，一般由五部分组成：1. 本标准适用范围。该标准所适用的产品系由哪种原料、采用哪几种方法生产的。2. 技术条件。包括外观及各项技术指标名称及其指标值。3. 检验规则。包括检验权限、批量、取样方法等。4. 检验方法。

详细规定有关技术指标的具体检验分析方法。5. 包装、标志、贮存及运输的规定。除此之外，新的产品标准还有附加说明，内容为本标准提出部门、归口部门、起草单位的名称，主要起草负责人的姓名及首次颁发该标准的年、月、日。

化工原材料标准在技术条件中都列有指标名称及指标值，现将化工原料中最常见的指标说明如下：

一、外观 外观包括化工原材料在常温时的状态，固态物是否属于结晶体、结晶形状；液态物的粘流性质；化工原料的颜色、透明性、气味等。外观的变化常常反映内在质量的变化。例如固体烧碱外观要求“主体为白色，有光泽”，允许轻微其他颜色。但是当包装不严时，由于吸潮和吸二氧化碳而溶化滴水或变成白色蓬起状物。又如工业硫酸应为无色透明油状液体，浓度越高，稠度增加。当混入有机杂质时，硫酸外观可由无色变为黄色、棕色甚至褐色。通过对化工原料的外观检查，可对其质量进行初步鉴别。

二、主要成分或有效成分含量 化工原料主要成分含量表示方法有多种，常以其中主要成分所占的重量百分数表示。例如硫酸含量 $\geq 92.5\%$ 或 $\geq 98\%$ 。但是在用这种方法计算含量时，应首先指明以哪种分子式为依据。例如，表示氯化镁的成分，按企标含二个结晶水的氯化镁的产品氯化镁含量为68%以上；若以含六个结晶水的六水氯化镁（又称卤块、晶体氯化镁）为依据计算的氯化镁含量则只有44%。

有些化工原料的纯度不是以主要成分含量直接表示，而是以它在使用时能起作用的有效成分的含量表示。例如，漂白粉是以使用时放出的有效氯的重量百分数表示；立德粉是硫化锌和硫酸钡的混合物，其成分是以硫化锌的重量百分数表示。电石主要用于制得乙炔气，电石是以发气量来间接表示电石中碳化钙的含量。

有些化工原料的主要成分是以体积百分数表示。例如市售95%的酒精，就是以体积百分数表示的。含义为每100份体积的酒精中含有纯酒精95份体积。

三、比重和密度 液态的化工原料中常有密度和比重指标。所谓密度即是在规定温度下,单位体积物质的质量,符号记为 ρ ,单位为 g/cm^3 。所谓比重即该物质重量与同体积水的重量之比。通常用 D_t° 或 d_t° 表示。其中右上方的“20”表示测定比重时物质的温度,下方“4”表示测定水的重量时的温度。

当实际测得某物质的比重(或密度)值与纯物质的比重(或密度)值的差值越大时,说明该物质的纯度越低。化工原料标准中,常根据需要与可能将比重(或密度)控制在一定的范围内,以保证其纯度。例如,纯甲醇的比重为0.792,标准中规定优级品甲醇比重 D_t° 为0.791~0.792,而一级品与二级品则为0.791~0.793。

应该说明,我国过去的化工产品标准中都习惯用“比重”这一名称,根据GB4472—84中规定,“比重”这一名称应逐步停用,统一改为国际单位制,称为“相对密度”。相对密度的定义为:一定体积的物质在 t_1 温度下的质量与等体积参考物质(常用参考物质为蒸馏水)在 t_2 温度下的质量之比。无量纲。记为 $d_{t_2}^{t_1}$ 。

四、熔点或凝固点 固体物质(确切地说是结晶物质)在常压下由固态转变为液态时的温度即为该物质的熔点。物质越纯,它发生相变的温度变化范围越窄。若物质中含杂质量增加,则熔融温度范围显著增大,并且常伴随有熔点降低。所以在标准中熔点是衡量物质纯度的一个重要指标。

凝固点是指在常压下,物质由液态变为固态(确切地说应是结晶体)时的温度。每种纯物质都有固定不变的凝固点。如含有杂质则凝固点降低。因此凝固点也是判断物质纯度的一个指标。

五、初馏点、终馏点及在一定温度范围内的馏出量 将待测定的液体化工原料试样进行常压蒸馏。蒸馏出第一滴物质时的温度称初馏点。蒸馏100毫升试样,当馏出液达到95毫升时就撤火,这时剩余试样的温度还会升高,温度上升的最高点叫终馏点。在一定温度范围内蒸馏时,蒸馏出液体的体积百分数叫馏出量。很

明显,当试样中含有高挥发性的杂质,其初馏点就低。当含有挥发性低的杂质,其终馏点就高。含有杂质质量越多,蒸馏温度范围变化越大。这三个指标能反映物质中高、低沸点杂质的含量情况。例如三种焦化苯——硝化用苯、精苯、溶剂用苯的三项指标如下表所示:

	硝化用苯	精 苯	溶剂用苯
初馏点(760mmHg下) °C 不小于	79.6	79.5	79.0
终馏点(760mmHg下) °C 不大于	80.5	80.6	81.0
馏出95% (容) 温度范围 °C 不大于	0.6	0.8	—

显然,这三种焦化苯之中,硝化用苯纯度最高,溶剂用苯纯度最低。

六、杂质含量 化工原料对杂质含量的规定可分为两类:一是单项杂质含量指标。如铁含量(或三氧化二铁含量),氯化物含量,砷含量等。二是根据所含杂质的某种共同性质,测定这一类杂质含量的综合性指标,如灼烧残渣、水不溶物、高锰酸钾试验,酸洗比色、溴价等。例如“水不溶物”一项包括了所有不溶于水的杂质,象砂子、粘土、铁锈渣、催化剂残渣、不溶于水的固体有机物以及反应中生成的一切不溶于水的杂质,都包括在这项指标内。

由于化工材料与化工原料的分子结构、性质有着明显的不同,并且前者是作为材料使用,因此它的质量应该满足加工和使用的各项要求。其质量指标大体可分为:物理指标如密度、比重(相对密度)、比容、硬度、熔点、透光率等。机械性能指标如冲击强度、拉伸强度、抗撕裂强度、断裂伸长率、伸长率等。纯度指标可分为综合性指标和单项指标,综合性指标如清洁度、色泽或白度、鱼眼、杂质颗粒含量、挥发性、灰分、不同有机溶剂抽出物等。单

项指标有单体含量、钛含量、铁含量等。电性能指标如介质损耗角正切值、介电常数、介电强度、体积电阻率、表面电阻率等。耐热耐寒性能如马丁耐热性、热变形温度、热降解率、脆化温度等。加工性能如熔体指数、粘度、软化点、收缩率、抗氧指数、华莱士塑性值、硫化条件等。

第三章 生产化工原材料的资源

生产化工原材料的资源有：煤、石油及天然气、化工矿物、农林副产物以及工业废弃物。煤、石油、天然气、农林副产物用于生产有机化工原料及高分子材料。化工矿物用于生产无机化工原料。工业废弃物按其成分不同所提取的化工原料也不同。

煤化工起始于19世纪末，冶金工业的发展促进了对炼焦副产品——煤焦油的利用，随着煤的气化、干馏工艺的完善以及电石的生产，使得煤化工成为有机化工的基石。直到本世纪二十年代，在美国兴起石油化工，随着对天然气、炼油副产品的利用以及重整、裂解、加氢等技术的发展，到了本世纪五十年代后，石油化工飞速发展，一跃成为生产有机原材料的最重要资源。七十年代以来的几次石油危机，警告人们不要过分依靠石油，而煤化工的战略地位又重新被人们所认识，其研究工作也有了新的突破性的进展。

第一节 煤的化工利用

煤是重要的能源之一，也是生产化工原料的重要资源。以煤为资源生产化工原料主要有三条途径：高温炼焦、煤的气化、生产电石。

一、高温炼焦

高温炼焦是将煤装在与空气隔绝的密闭的炼焦炉内加热，温度高达900~1000℃。在这样高的温度下，由于隔绝了空气，煤不会燃烧，而发生焦化分解，除生成固体焦炭外，还生成一部分液体和气体产物，液体产物在高温下也呈气态，与气体产物一起从炼焦炉顶排出，称为出炉煤气。出炉煤气经过氨水冷却、油吸