

普通高等学校规划教材

化工商品 安全与贮运

郑成 毛桃嫣 编



HUAGONG SHANGPIN
ANQUAN YU ZHUYUN



化学工业出版社

普通高等学校规划教材

化工商品 安全与贮运

郑成 毛桃嫣 编



HUAGONG SHANGPIN
ANQUAN YU ZHUYUN



化学工业出版社

· 北京 ·

本书较为全面地介绍了化工商品的安全知识与贮运技术,包括化学危险品的分类和特性,燃烧与爆炸,防火与防爆技术,静电危害与消除,灼烧、噪声、辐射与防护,安全装置与防护器具,化工商品的包装与贮运,化工安全分析与评价。

本书可作为高等院校化学化工、材料及化学制药类专业的教材,也可作为化工安全技术人员与工人的阅读参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

化工商品安全与贮运/郑成,毛桃嫣编. —北京:化学工业出版社,2019.9

普通高等学校规划教材

ISBN 978-7-122-34809-8

I. ①化… II. ①郑…②毛… III. ①化工商品-危险物品管理-安全管理-高等学校-教材②化工商品-危险物品管理-贮运-高等学校-教材 IV. ①TQ086.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第136448号

责任编辑:张双进
责任校对:王静

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京京华铭诚工贸有限公司

装订:三河市振勇印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数448千字 2019年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

前言

PREFACE

现代人类的生活，包括衣食住行等各个方面都离不开化工产品。但是化工产品的生产原料、中间品或成品中有相当部分是易燃、易爆、有毒和腐蚀性物品，在研究、生产、管理、包装、贮存和运输过程中，若相关工作人员缺乏化工安全知识，操作不当，极易造成事故，轻则影响生产，造成经济损失，重则造成人员伤亡，严重污染环境。从事化工项目研究、进行化工生产、过程管理以及化工产品运输与贮运的人员必须了解化工安全与贮运基本知识，才能避免或者减少事故的发生。

本书较为全面地介绍化工产品的安全与贮运的基本知识，包括化学危险品的分类和特性，燃烧与爆炸，防火与防爆技术，静电危害与消除，灼烧、噪声、辐射与防护，安全装置与防护器具，化工产品的包装与贮运，化工安全分析与评价及附录。全书共分八章，广州大学毛桃嫣博士负责编写第一、二章，并且进行全书的校对工作，广州大学郑成教授负责第三~八章的编撰和全书统稿工作。

本书可作为高校化工、材料、化学制药、化工物流及相关专业的教材，也可作为化工安全技术人员、化工园区管理人员与化工相关企业工人的阅读材料和工具书，也可以作为化工安全评价的重要参考书。

编者

2019年9月

目录

CONTENTS

第一章 危险化学品	001
第一节 危险化学品概念	001
一、化学品及危险化学品概念	001
二、危险化学品危害	001
三、危险化学品危害控制的一般原则	002
第二节 危险化学品分类及辨识	002
一、理化危害	003
二、健康危害	023
三、环境危害	028
第三节 化学危险物质的处理	029
一、对爆炸性物质的销毁	029
二、对放射性废物的处理	030
三、对一些毒害物质污染的处理	031
第二章 燃烧与爆炸	033
第一节 燃烧及燃烧过程	033
一、燃烧及燃烧条件	033
二、燃烧过程	034
第二节 燃烧形式及种类	035
一、燃烧形式	035
二、闪燃和闪点	036
三、自燃与自燃点	038
四、自燃点的影响因素	041
五、闪点的测定	042
第三节 燃烧理论	043
一、活化能理论	043
二、过氧化物理论	043
三、连锁反应理论	044
第四节 燃烧速率及热值	045
一、气体燃烧速率	045
二、液体燃烧速率	046
三、固体物质的燃烧速率	047
四、燃烧热与燃烧温度	047
第五节 爆炸及其种类	048

一、爆炸分类	048
二、常见爆炸类型	051
三、影响爆炸破坏作用的因素	054
四、爆炸破坏的主要形式	055
第六节 爆炸极限理论及计算	055
一、爆炸极限理论	055
二、爆炸极限的影响因素	060
三、爆炸极限的计算	063
第七节 爆炸力计算	078
一、爆炸温度与压力	078
二、爆炸力的计算	080
第八节 粉尘爆炸	081
一、粉尘爆炸的危险性	081
二、粉尘爆炸的影响因素	081
三、粉尘爆炸的特性	083

第三章 防火防爆技术 086

第一节 火灾爆炸危险性的分析	086
一、物质火灾爆炸危险性的评定	086
二、化工生产中的火灾爆炸危险	096
第二节 点火源的控制	097
一、明火	097
二、摩擦与撞击	097
三、高热物及高温表面	098
四、电气火花	098
第三节 有火灾爆炸危险物质的处理	100
一、用难燃和不燃的溶剂代替可燃溶剂	100
二、根据物质的危险特性采取措施	101
三、密闭与通风措施	101
四、惰性介质保护	103
五、负压操作	106
六、有燃烧爆炸危险物质的处理	108
第四节 工艺参数的安全控制	108
一、温度控制	108
二、控制投料速度和配比	111
三、超量杂质和副反应的控制	112
四、溢料和泄漏的控制	113
第五节 自动控制与安全保险装置	114
一、工艺参数的安全控制	115
二、程序控制	117

三、信号报警、安全联锁和保险装置	117
第六节 限制火灾爆炸蔓延扩散的措施	119
一、基本原则	119
二、爆炸破坏作用的预防	119
三、隔离、露天安装、远距离操纵	120
四、厂房的防爆泄压措施	121
五、可燃物大量泄漏的处理	122

第四章 静电危害及消除

123

第一节 静电的产生	123
一、静电产生的有关因素	123
二、几种物态的带电过程	127
三、人体静电带电	130
第二节 静电的特性和危害	130
一、静电的特性	130
二、静电的危害	132
第三节 静电危害的消除	134
一、防静电的基本原则	134
二、采用工艺法控制静电产生	136
三、泄漏导走法	138
四、中和电荷法	141
五、封闭削尖法	142
六、人体防静电	143

第五章 灼伤、噪声、辐射的危害及防护

145

第一节 灼伤	145
一、灼伤的定义与分类	145
二、化学灼伤的原因	146
三、化学灼伤的症状及灼伤深度的判别	146
四、化学灼伤的现场急救	147
五、化学灼伤的预防措施	149
第二节 噪声	150
一、声音的特性与物理量度	150
二、噪声的类型与频谱分析	152
三、噪声的危害	154
四、噪声的测量仪器与测量方法	155
五、噪声的评价和允许标准噪声的评价方法	158
六、噪声的预防与治理	160

第六章 安全装置与防护器具 163

第一节 安全装置	163
一、检测仪器	163
二、防爆泄压装置	176
三、防火控制装置	179
第二节 防护器具	183
一、呼吸器官防护器具	184
二、防噪声器具	193
三、防护服	194

第七章 化工商品的包装与贮运 196

第一节 化工商品的包装	196
一、气体化工商品	196
二、液体化工商品	196
三、固体化工商品	196
第二节 危险化学品的贮存运输要求	197
一、对储存保管的安全要求	197
二、对装卸运输的安全要求	203
三、对包装的安全要求	204
第三节 化学危险品的保管、装卸和贮运	209
一、爆炸品	209
二、氧化剂	211
三、压缩气体和液化气体	212
四、自燃物品	213
五、遇水燃烧物品	214
六、易燃液体	215
七、易燃固体	217
八、毒害性物品	218
九、腐蚀性物品	219
十、放射性物品	220

第八章 化工安全分析与评价 222

第一节 安全系统工程概述	222
一、系统安全与安全系统工程	222
二、安全系统工程的基本方法	224
第二节 危险性的分析与预测	225
一、危险及其表示方法	225

二、危险分析的基本要素及方法	226
三、逻辑分析的程序和方法	230
四、逻辑分析在化工生产中的应用	236
第三节 安全的定量分析与评价方法	239
一、安全的定量分析方法	239
二、安全的评价方法	245
附录一 仓库中空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高允许浓度	254
附录二 液化气体的充装系数 (GB 14193—2009)	258
附录三 常见气体的物理数据	262
附录四 液氯、液氨特性表	266
附录五 防火间距	267
附录六 可燃物质的自燃点	279
参考文献	280

第一章 危险化学品

第一节 危险化学品概念

一、化学品及危险化学品概念

1. 化学名称

化学名称是唯一标识一种化学品的名称。这一名称可以是符合国际纯粹与应用化学联合会 (IUPAC) 或美国化学文摘社 (CAS) 的命名制度的名称,也可以是一种技术名称。

2. 化学品

化学品是指物质或混合物。物质是指自然状态下通过任何制造过程获得的化学元素及其化合物,包括为保持其稳定性而有必要的任何添加剂和加工过程中产生的任何杂质,但不包括任何不会影响物质稳定性或不会改变其成分的可分离的溶剂。

3. 危险化学品

按照《危险化学品安全管理条例》危险化学品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质,对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。如氯气有毒、有刺激性,硝酸有强烈腐蚀性,均属危险化学品。

二、危险化学品危害

危险化学品的危害主要包括燃爆危害、健康危害和环境危害。

1. 危险化学品燃爆危害

燃爆危害是指化学品能引起燃烧、爆炸的危险程度。化工、石油化工企业由于生产中使用的原料、中间产品及产品多为易燃、易爆物,一旦发生火灾、爆炸事故,会造成严重的后果。因此了解危险化学品火灾、爆炸危害,正确进行危害性评价,及时采取防范措施,对搞好安全生产,防止事故发生具有重要意义。

2. 危险化学品健康危害

健康危害是指接触危险化学品后能对人体产生危害的大小。由于危险化学品的毒性、刺

激性、腐蚀性、麻醉性、窒息性等特性，导致人员中毒事故每年都在发生。由于化学物质非法滥用，导致诸多全国性食品和产品安全事件的发生：2005年，中国发生波及全国的PVC保鲜膜致癌事件，2008年，因非法使用和滥用化工原料三聚氰胺导致了我国奶制品污染重大事件。2000年到2002年化学事故统计显示，由于危险化学品的毒性危害导致的人员伤亡占危险化学品安全事故伤亡的50%左右，关注危险化学品健康危害，将是化学品安全管理的重要内容。

3. 危险化学品环境危害

环境危害是指危险化学品对环境影响的危害程度。随着工业发展，各种危险化学品的产量大量增加，新的危险化学品也不断涌现，人们在充分利用危险化学品的同时，也产生了大量的废物，其中不乏有毒有害物质。如何认识危险化学品污染危害，最大限度地降低危险化学品的污染，加强环境保护力度，已是人们亟待解决的问题。

三、危险化学品危害控制的一般原则

化学品危害预防和控制的基本原则一般包括两个方面：操作控制和管理控制。

操作控制的目的是通过采取适当的措施，消除或降低工作场所的危害，防止工人在正常作业时受到有害物质的侵害。采取的主要措施是替代、变更工艺、隔离、通风、个体防护和卫生。

管理控制是指通过管理手段按照国家法律和标准建立起来管理程序和措施，是预防危险化学品危害的重要方面。如作业场所进行危害识别、张贴标志、在危险化学品包装上粘贴安全标签、危险化学品运输、经营过程中附危险化学品安全技术说明书、从业人员进行安全培训和资质认定，采取接触监测、医学监督等措施均可达到管理控制的目的。

第二节 危险化学品分类及辨识

《危险化学品安全管理条例》规定，危险化学品目录，由国务院安全生产监督管理部门会同国务院工业和信息化部、公安、环境保护、卫生、质量监督检验检疫、交通运输、铁路、民用航空、农业主管部门，根据化学品危险特性的鉴别和分类标准确定、公布，并适时调整。

危险化学品种类繁多，分类方法也不尽一致。依据化学品的物理危险、健康危害和环境危害，将化学品危险性分为27个种类。另外，在每一个种类中，依据各自的分类分级标准，又分为一个或多个级别，部分类别还进一步细分为多个子级别。

根据国家质量技术监督局发布的国家标准《化学品分类和危险性公示通则》(GB 13690—2009)，按理化危险特性把化学品分为16类：爆炸物；易燃气体；易燃气体溶胶；氧化性气体；压力下气体；易燃液体；易燃固体；自反应物质或混合物；自燃液体；自燃固体；自燃物质和混合物；遇水放出易燃气体的物质或混合物；氧化性液体；氧化性固体；有机过氧化物；金属腐蚀剂。

依据化学品的健康危险，将化学品的危险性分为10个种类，分别为：急性毒性、皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/眼刺激、呼吸或皮肤过敏、生殖细胞突变性、致癌性、生殖毒性、特异性靶器官系统毒性—一次接触、特异性靶器官系统毒性—反复接触、吸入危险。

依据化学品的环境危险，化学品的危险性列为一个种类：危害水生环境。

一、理化危害

(一) 爆炸物

1. 爆炸物质(或混合物)

能通过化学反应在内部产生一定速率、一定温度与压力的气体,且对周围环境具有破坏作用的一种固体或液体物质(或其混合物)。

(1) 分类

爆炸物质的分类方法有多种。从爆炸物管理方面可分为以下几种。

- ① 起爆器材和起爆药。如雷管、雷汞 $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ 、叠氮铅 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 等。
- ② 硝基芳香类炸药。如三硝基甲苯 $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$, 即 T. N. T 等。
- ③ 硝酸酯类炸药。如季戊四醇四硝酸酯 $\text{C}(\text{CH}_2)_4(\text{ONO}_2)_4$, 即 P. E. T. N 等。
- ④ 硝化甘油类混合炸药。
- ⑤ 硝酸铵类混合炸药。
- ⑥ 氯酸类混合炸药和过氯酸盐类混合炸药。
- ⑦ 液氧炸药。
- ⑧ 黑色火药。

也有按其物理状态分为固体爆炸物质的,如黑火药等;胶质炸药如胶质硝化甘油炸药、以及液体炸药如液氧炸药等。

(2) 特性

爆炸物质的爆炸与气体混合物的爆炸不同,主要有下述三个特点。

① 化学反应速率极快。爆炸物质的爆炸反应速率极快,可在万分之一秒或更短的时间内反应爆炸,如 1kg 呈集中药包形的硝酸铵炸药,完成爆炸反应的时间,只有十万分之三秒。

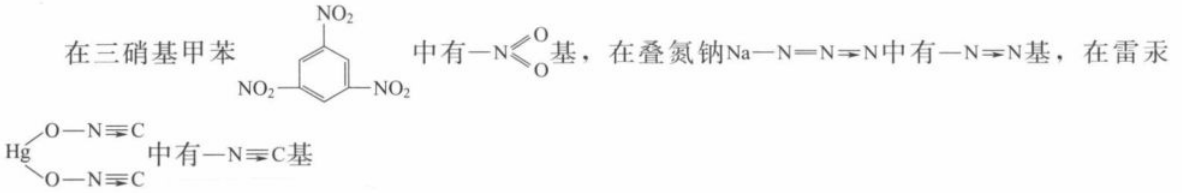
② 反应过程中能放出大量的热。爆炸时的反应热一般可以放出数百到上万千焦的热量,温度可达数千摄氏度($^{\circ}\text{C}$),并产生高压,如 1kg 硝化甘油爆炸时能产生 6090~6600kJ 的热量,同时温度可达 4250 $^{\circ}\text{C}$,压力可达 900MPa,如此高温高压形成的冲击波,能使周围的建筑、设备等受到极大的破坏。

③ 能产生大量的气体产物。在爆炸的瞬间,固体状态的爆炸物,迅速转变为气体状态,使原来体积成百倍地增加,1kg 硝化甘油爆炸后所产生的气体有 716L。

(3) 保管和贮存过程中应注意的特性

① 敏感度。炸药在外界作用影响下,发生爆炸反应的难易程度称为炸药的敏感度。敏感度的高低以引起炸药爆炸所需要s的最小外界能量来表示,这能量称为起爆能。炸药的敏感度越高,所需要的起爆能就越小。在保管、贮运、使用爆炸物时对敏感度应有充分的了解,这关系到人身安全。在敏感度许可范围内,爆炸物是不会爆炸的。影响炸药敏感度的因素很多,有内部因素如化学组成与分子结构,还有外界因素如温度、杂质等,分别叙述如下。

a. 化学结构。爆炸物分子的化学结构是决定其敏感度的内部因素。炸药爆炸威力的大小、敏感度的高低等特性,可以从炸药本身的组成和结构来解释。炸药的不稳定性是由于分子含有某些“爆炸基团”(即原子团或官能团)所引起的,这种基团很容易被活化,在外界作用下,它的化学键很容易破裂,而激发起爆炸反应。如



分子中爆炸基团越活泼，数目越多越敏感，如硝基化合物中的一硝基苯中只含一个硝基 ($-\text{NO}_2$)，加热可分解，但不易发生爆炸；二硝基苯中含有二个硝基，虽有爆炸性，但不敏感；三硝基苯中含有三个硝基，易爆炸。

b. 温度。外界温度升高，炸药本身具有的能量也会相应地增高，起爆时所需外界提供的起爆能量就可以相对地减少。故温度升高后，炸药敏感度也增高，如硝化甘油在 16°C 时，其起爆能为 $2\text{J}/\text{cm}^2$ ；在 94°C 起爆能为 $1\text{J}/\text{cm}^2$ ；到 180°C 时极微小的震动就会爆炸。爆炸性物质在贮运过程中，必须远离火源、热源，防止日光曝晒，其原因就是为了避免温度升高，导致敏感度增高而造成事故。

c. 杂质。杂质对炸药的敏感度也有很大的影响。特别是硬度高，有尖棱的杂质，使冲击能集中在尖棱上，以致产生无数的高能中心，而促使爆炸。如梯恩梯炸药在贮运过程中，由于包装破裂而使炸药撒漏，在搜集时混入砂粒，将提高其敏感度，容易引起爆炸。

② 不稳定性。爆炸物质除具有爆炸性和对撞击、摩擦、温度的敏感之外，还有遇酸分解、受光线照射分解与某些金属接触产生不稳定的盐类等特性。在这里将这些不同的特性归纳起来，称之为不稳定性。

雷汞遇浓硫酸会发生猛烈的分解而爆炸。叠氮铅遇浓硫酸或浓硝酸能引起爆炸。梯恩梯炸药受日光照射，会使敏感度增高，容易引起爆炸。苦味酸能与金属反应生成苦味酸盐，对摩擦、冲击的敏感度比苦味酸还要高，特别是重金属的苦味酸盐，受摩擦或冲击极易引起爆炸。

硝酸铵炸药易吸湿结块而变质，降低了爆炸能力甚至拒爆。但对已经结块的炸药，不得使用铁工具进行粉碎，以防发生爆炸。硝化甘油混合炸药，由于硝化甘油中的残酸未洗净，经长期贮存，温度过高时，就会自行分解，甚至发生爆炸。为了保持炸药自身的理化性质和爆炸能力，对不同种类的炸药，均规定有不同的保存期限，如硝化甘油炸药规定保存期一般不超过 8 个月。为了保证安全，工业用炸药必须在规定的保存期内使用。

③ 殉爆。爆炸物质有一种特殊的性质，就是当一个炸药包爆炸时，能引起另一个位于一定距离处的炸药包也发生爆炸，这种现象即殉爆。故在保管时应保持一定的距离，以避免发生殉爆。

2. 发火物质 (或混合物)

能发生爆轰，自供氧放热化学反应的物质或混合物，并产生热、光、声、气、烟或几种效果的组合。发火物质无论其是否产生气体都属于爆炸物。

3. 爆炸性物品




包括一种或多种爆炸物质或其混合物的物品。

4. 烟火物品

当物品包含一种或多种烟火物质或其混合物时，称其为烟火物品。

爆炸物类别和标签要素的配置见表 1-1。

表 1-1 爆炸物类别和标签要素的配置

不稳定的/1.1 项	1.2 项	1.3 项	1.4 项	1.5 项	1.6 项
					
危险 爆炸物； 整体爆炸危险	危险 爆炸物； 严重喷射危险	危险 爆炸物； 燃烧、爆轰或喷射危险	1.4 警告 燃烧或喷射危险	1.5 警告 燃烧中可爆炸	1.6

(二) 易燃气体

易燃气体是在 20℃ 和 101.3kPa 标准压力下，与空气混合有易燃范围的气体。

如：氢气、一氧化碳、甲烷等。

易燃气体分为以下两类。

① 在 20℃ 和标准大气压 101.3kPa 时，在与空气的混合物中，按体积占 13% 或更少时可点燃的气体；无论易燃下限如何，可燃范围至少为 12% 的气体。

② 在 20℃ 和标准大气压 101.3kPa 时，除①中的气体之外，与空气混合时有易燃范围的气体。

易燃气体极易燃烧，与空气混合能形成爆炸性混合物，如氢气、甲烷、乙炔等，常见易燃气体的特性见表 1-2。

表 1-2 易燃气体的燃爆特性

名称	特征	密度/(g/L) 或相对密度	自燃点/℃	爆炸极限/%
氢气	无色,无味,非常轻,与氯气混合遇光即爆炸	0.0899(0℃)	560	4.1~75
磷化氢	无色,有蒜臭味,微溶于水,能自燃,极毒	1.529(0℃)	100	2.12~15.3
硫化氢	无色,有臭鸡蛋味,有毒,与铁生成硫化亚铁,能自燃	1.539(0℃)	260	4~44
甲烷(沼气)	无色,无味,与空气混合见火发生爆炸,与氯气混合遇光能爆炸	0.415 ^② (-164℃)	540	5.3~15
乙烷	无色,无臭	0.446 ^② (0℃)	500~522	3.1~15
丙烷		0.5852 ^② (-44.5℃)	446	2.3~9.5
丁烷	无色	0.599 ^① (0℃)	405	1.5~8.5
乙烯	无色,有特殊甜味及臭味,与氯气混合受日光作用能爆炸	0.610 ^① (0℃)	490	2.75~34
丙烯	无色	0.581 ^② (0℃)	455	2~11
丁烯	无色,遇酸、碱、氧化物时能爆炸,与空气混合易爆炸	0.668 ^① (0℃)	465	1.7~9

续表


名称	特征	密度/(g/L) 或相对密度	自燃点/℃	爆炸极限/%
氯乙烯	无色,似氯仿香味,甜味,有麻酸性	0.9195 ^② (-15℃)	472	4~33
焦炉气	无色,主要成分为一氧化碳、氢气、甲烷等,有毒	<空气	640	5.6~30.4
乙炔(电石气)	无色,有臭味,加压加热起聚合加成反应,与氯气混合遇光即爆炸	1.173(0℃)	335	2.53~82
一氧化碳	无色,无臭,极毒	1.25(0℃)	610	12.5~79.5
氯甲烷	无色,有麻醉性	0.918 ^① (20℃)	632	8.2~19.7
氯乙烷	无色,微溶于水,燃烧时发绿色火焰,会形成光气,易液化	0.9214 ^② (0℃)	518.9	3.8~15.4
环氧乙烷	无色,易燃,有毒,溶于水	0.871 ^① (20℃)	429	3~80
石油气	无色,特臭,成分有丙烯、丁烷等气体		350~480	1.1~11.3
天然气	无色,有味,主要成分是甲烷及其他烃类化合物	<空气	570~600	5.0~16
水煤气	无色,主要成分为一氧化碳、氢气,有毒	<空气	550~600	6.9~69.5
发生炉煤气	无色,主要成分为一氧化碳、氢气、甲烷、二氧化碳等,有毒	<空气	700	20.7~73.7
煤气	无色,有特臭,主要成分是一氧化碳、甲烷、氢气,有毒	<空气	648.9	4.5~40
甲胺	无色气体或液体,有氨味,溶于水、乙醇,易燃、有毒	0.662 ^② (20℃)	430	4.95~20.75

① 相对于空气的密度。

② 相对于水的密度。

易燃气体类别和标签要素的配置见表 1-3。

表 1-3 易燃气体类别和标签要素的配置

类别 1	类别 2
 危险 极易燃气体	无符号 警告 易燃气体

(三) 易燃气溶胶

凡分散介质为气体的胶体物系为气溶胶，它们的粒子大小在 100~1000nm，常用的气溶胶是指喷射罐（包括任何不可重新罐装的容器，该容器由金属、玻璃或塑料制成）内装有强制压缩、液化或溶解的气体，并配有释放装置以使内装物喷射出来，在气体中形成悬浮的固态、液态微粒或形成泡沫、膏剂、粉末或者以液态或气态形式出现。

① 如果气溶胶含有任何按 GHS 分类原则分类为易燃的成分时，该气溶胶应考虑分类为易燃的，即含易燃液体、易燃气体、易燃固体物质的气溶胶为易燃气溶胶。



易燃成分不包括自燃、自热物质或遇水反应物质，因为这些成分从来不用作气溶胶内装物。

② 易燃气溶胶根据其成分的化学燃烧热，如适用时根据其成分的泡沫试验（对泡沫气溶胶）以及点燃距离试验和封闭空间试验（对喷雾气溶胶）的结果分为两个类别，即极易燃烧的气溶胶和易燃气溶胶。

易燃气溶胶具有易燃液体、易燃气体、易燃固体物质所具有的特性。

易燃气溶胶类别和标签要素的配置见表 1-4。

表 1-4 易燃气溶胶类别和标签要素的配置

类别 1	类别 2
 危险 极度易燃气溶胶	 警告 易燃气溶胶

(四) 氧化性气体

氧化性气体是一般通过提供氧气，比空气更能导致或促使其他物质燃烧的任何气体。例如，氮氧化物（NO、NO₂）、硫氧化物（SO₂、SO₃）等。

氧化性气体类别和标签要素的配置见表 1-5。

表 1-5 氧化性气体类别和标签要素的配置

类别 1
 危险 会导致或加强燃烧；氧化剂

(五) 压力下气体

压力下气体是指高压气体在压力等于或大于 200kPa（表压）下装入容器中的气体，或

是液化气或冷冻液化的气体。

压力下气体包括压缩气体、液化气体、溶解气体、冷冻液化气体。

压力下气体的特征如下。

① 可压缩性。一定量的气体在温度不变时，所施加的压力越大其体积就会变得越小，若继续加压会压缩成液态。

② 膨胀性。易燃气体在光照或受热后，温度升高，分子间的热运动加剧，体积增大，若在一定密闭容器内，气体受热的温度越高，其膨胀后形成的压力越大。一般盛装在密闭的容器内的气体，如果受高温、日晒，气体极易膨胀产生很大的压力。当压力超过容器的耐压强度时就会造成爆炸事故。

③ 与空气能形成爆炸性混合物，遇明火极易发生燃烧爆炸。

④ 除具有易燃性、毒性外，还有刺激性、致敏性、腐蚀性、窒息性等。

气体经施加压力或降低温度，使气体中分子与分子之间的距离大大缩小就成为压缩气体。对压缩气体继续施加压力，有时还要降低温度，则压缩气体就变成液体状态称为液化气体。另外还有一种气体极不稳定，需溶于溶剂中，如乙炔需溶解在丙酮中并贮存于钢瓶内，称为溶解气体。

1. 分类

按包装的物理状态，压力下气体可分为4类，见表1-6。

表 1-6 压力下气体的分类

类别	分类
压缩气体	在压力下包装时，-50℃是完全气态的气体，包括所有具有临界温度不大于-50℃的气体
液化气体	在压力下包装时，温度高于-50℃时部分是液体的气体。它区分为： ①高压液化气：具有临界温度为-50℃和+65℃之间的气体； ②低压液化气：具有临界温度高于+65℃的气体
冷冻液化气体	包装时由于其低温而部分成为液体的气体
溶解气体	在压力下包装时溶解在液相溶剂中的气体

注：临界温度是指高于此温度无论压缩程度如何纯气体都不能被液化的温度。

2. 特性

① 一定量的气体在温度不变时，对它施加的压力越大，它的体积就会变得越小。气体的这一特性，说明气体是可以被压缩的，甚至可以再加压而压缩成液态，这就是气体的可压缩性。气体通常都以压缩或液化状态贮存在钢瓶中。但气体液化有一个极限压力和极限温度，若超过一定的温度，气体再加压也不能被液化，这一温度即临界温度，也就是该气体液化的最高温度。达到临界温度时所需要的压力为临界压力，也就是气体液化所需的最低压力。氢气在常温下，无论对其施以多大的压力，它仍然还是气体。要使它液化，就必须在压缩的同时使温度降低。当氢气温度降低到零下239.9℃时，再加压后才能使它变成液态。一些气体的临界温度和临界压力可参见有关书籍。

临界温度比常温高的气体，可以用单纯压缩的方法使其液化。如氯气、氨气、二氧化硫等。而临界温度比常温低的气体，就必须在加压的同时，还需使温度降低到临界温度以下，才能使其液化。如氢气、氧气、一氧化碳等。

② 气体受热的温度越高，它膨胀后形成的压力越大，这就是气体受热的膨胀性。压缩