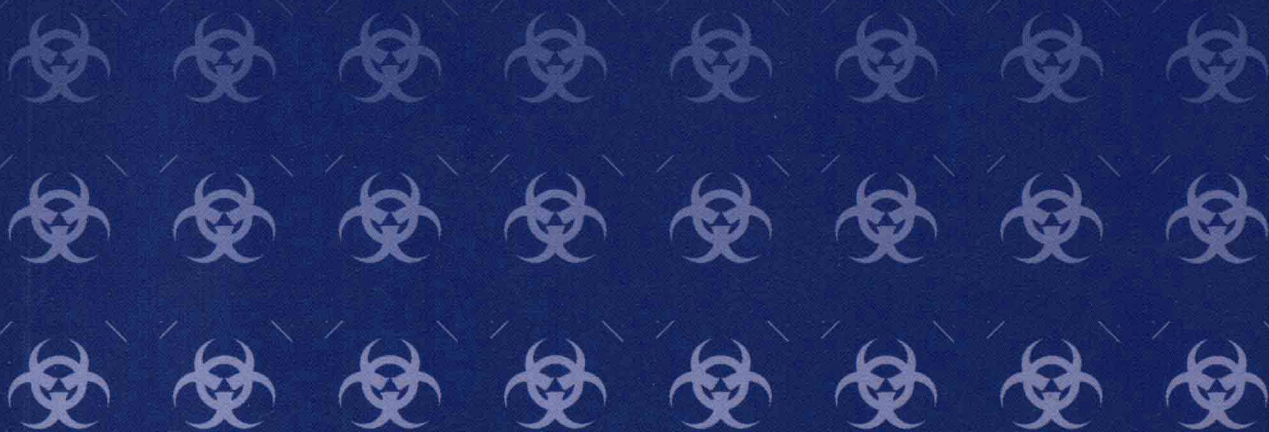


 WEIXIANPIN YUNSHU YU CANGCHU



危险品运输与仓储

周晶洁 编著
李又明 主审



大连海事大学出版社

危险品运输与仓储

周晶洁 编著

李又明 主审

大连海事大学出版社

© 周晶洁 2009

图书在版编目(CIP)数据

危险品运输与仓储 / 周晶洁编著. —大连 : 大连海事大学出版社, 2009. 1
ISBN 978-7-5632-2272-8

I. 危… II. 周… III. ①危险货物运输 ②危险材料—储存 IV. U294.8
D631.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 008508 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连雪莲彩印有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:19.75

字数:488 千 印数:1 ~ 2500 册

责任编辑:王桂云 责任校对:董玉洁 封面设计:王 艳

ISBN 978-7-5632-2272-8 定价:32.00 元

内容提要

本书共分十章,系统地介绍了危险货物的定义、分类和特性,与危险货物运输有关的国际、国内法规,危险货物的运输包装和运输组件,危险货物的标记、标志和标牌,危险货物的积载与隔离,危险货物的运输与装卸,危险货物的储存,散装危险货物的运输与保管,危险货物的应急措施和医疗急救,危险货物的监督管理等内容。每章后均附有复习思考题。书后还附有案例分析。

本书内容全面,专业性强,适用范围广,不仅是高等院校相关专业的教学书籍,也是各物流公司、港航企业、仓储单位相关人员的培训教材和业务参考书籍。

前 言

随着石油、化学工业的不断发展,危险货物的品种、数量也在不断地增加。近年来,在危险货物的运输与储存中发生了多起事故,给人命、财产及水域环境造成了严重的损害。为了加强危险货物的安全管理,提高我国危险货物运输管理人员的水平,特此编写本书,并配合本课程的教学。

本书根据相关的国际公约、规则和国内法规的最新修订和变化,结合作者多年的教学经验,在原李又明、周晶洁编写的《危险货物水运技术》一书的基础上修改和增加了许多内容。系统地介绍了危险货物的定义、分类和特性,与危险货物运输有关的国际、国内法规,危险货物的包装、标记、标志和标牌,危险货物的积载与隔离,危险货物的运输与装卸,危险货物的储存,散装危险货物的运输与保管,危险货物的应急措施和医疗急救,危险货物的监督管理等内容。因为国际贸易中的 80% 以上货物是通过海上运输的,所以本教材介绍的有关危险货物运输的内容也以海上运输为主。

本书内容全面,专业性强,适用范围广,不仅是高等院校相关专业的教学书籍,也是各物流公司、港航企业、仓储单位相关人员的培训教材和业务参考书籍。

另外,有关危险货物的国际公约、规则和国内法规都在不断地修正或修订中,所以希望大家在阅读和实际使用中必须结合当时国际、国内最新的修正规定。

本书在编写中参阅了大量的国内外相关书籍和资料,在此向原作者深表谢意!

李又明教授在百忙中对本书的全部内容进行了认真仔细的审阅,并给予了宝贵的指导,上海市港口管理局范贵根副总工程师提供了最新的资料,在此表示衷心的感谢!

上海海事大学研究生黎艳、方春河也参加了部分小节的编写工作。

由于编者水平所限,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

周晶洁

2007 年 12 月 30 日

于上海海事大学

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 危险货物的定义	(1)
第二节 危险货物的分类	(1)
第三节 危险货物的特性	(1)
第四节 危险货物的运输法规	(13)
第二章 各类包装危险货物的定义、分类及特性	(33)
第一节 爆炸品	(33)
第二节 气体	(38)
第三节 易燃液体	(43)
第四节 易燃固体、易自燃物质和遇水放出易燃气体的物质	(48)
第五节 氧化性物质和有机过氧化物	(54)
第六节 有毒物质和感染性物质	(57)
第七节 放射性物质	(59)
第八节 腐蚀性物质	(65)
第九节 杂类危险物质和物品	(67)
第十节 海洋污染物	(68)
第十一节 具有多种危险性的物质、混合物和溶液的分类	(69)
第三章 危险货物的包装和运输组件	(72)
第一节 危险货物的包装	(72)
第二节 危险货物的运输组件	(92)
第四章 危险货物的标记、标志和标牌	(101)
第一节 标记	(101)
第二节 包件的标志	(104)
第三节 货物运输组件的标牌	(106)
第五章 包装危险货物的积载与隔离	(109)
第一节 危险货物的积载	(109)
第二节 危险货物的隔离	(120)
第六章 包装危险货物的运输与装卸	(136)
第一节 危险货物的运输	(136)
第二节 危险货物的装卸	(143)
第七章 散装危险货物	(147)
第一节 油类	(147)
第二节 散装液体化学品	(162)
第三节 散装液化气	(172)
第四节 散装固体危险货物	(180)

第八章 危险货物仓储	(193)
第一节 危险货物的仓库	(193)
第二节 包装危险货物的储存	(196)
第三节 储罐及散装危险货物的储存	(209)
第九章 应急措施和医疗急救	(220)
第一节 应急措施	(220)
第二节 医疗急救	(234)
第十章 危险货物的监督管理	(249)
第一节 危险货物申报和审批	(249)
第二节 监督检查和违章处罚	(266)
附录一 案例	(268)
附录二 危险化学品安全管理条例	(285)
附录三 港口危险货物管理规定	(297)
附录四 船舶载运危险货物安全监督管理规定	(301)
参考文献	(307)
危险货物标志、标记和符号	封三

第一章 总 论

第一节 危险货物的定义

一般来说,凡是具有燃烧、爆炸、腐蚀、毒害、放射性、污染等性质,在运输、装卸和储存过程中,容易造成人身伤亡、财产毁损或环境污染而需要特别防护的货物称为危险货物。

按《船舶载运外贸危险货物申报规定》第3条规定,危险货物系指《1974年国际海上人命安全公约》(SOLAS 1974)第7章和《经1978年议定书修订的1973年防止船舶造成污染公约》(MARPOL 73/78)附则I、附则II、附则III,以及我国加入的其他国际公约与规则中规定的危险有害物质与物品,包括包装危险货物、散装油类、散装液态危险化学品、散装液化气体、散装固体危险货物和放射性核燃料、钚和高辐射水平的放射性废弃物。

第二节 危险货物的分类

危险货物根据运输形式的不同分为:包装危险货物和散装危险货物。

包装危险货物根据《国际海运危险货物规则》(IMDG Code),按照它们所呈现的危险性或主要的危险性分为如下9个大类:

第1类 爆炸品(Explosives);

第2类 气体(Gases);

第3类 易燃液体(Flammable Liquids);

第4类 易燃固体、易自燃物质和与水接触放出易燃气体的物质(Flammable Solids, Spontaneously Combustible and Substances which in Contact with Water Emit Flammable Gases);

第5类 氧化物质(剂)和有机过氧化物(Oxidizing Substances and Organic Peroxide);

第6类 有毒物质和感染性物质(Toxic Substances and Infectious Substances);

第7类 放射性物质(Radioactive);

第8类 腐蚀品(Corrosives);

第9类 杂类危险物质和物品(Miscellaneous Dangerous Substances and Articles)。

散装危险货物又分成:散装油类、散装液态危险化学品、散装液化气体和散装固体危险货物。

第三节 危险货物的特性

根据危险货物的定义可以看出危险货物具有以下一种或一种以上的危险特性。

一、燃烧性

许多危险货物具有燃烧性,火灾危险是危险货物运输中的主要危险之一。一般把能发光、

放热的剧烈的化学变化过程叫做燃烧。

(一) 燃烧的条件

物质的燃烧不是随时都可以发生的,它必须具备3个条件,即可燃物、助燃物、热量。我们可以把这3个条件看作为一个燃烧三角形。三角形中的3条边分别代表3个条件,可清楚地知道组成三角形的3条边不能缺少其中任何一条边,如少了一条边,三角形就不存在。因此,燃烧三角形中缺少一条三角形的边,燃烧三角形就不成立,那么燃烧也就不成立。

(二) 燃烧的形式

危险货物的燃烧形式是多样化的,可燃气体、液体或者固体在空气中燃烧时,其燃烧形式一般有4种:即扩散燃烧、蒸发燃烧、分解燃烧、表面燃烧。

1. 扩散燃烧

如氢、乙炔等可燃气体从管口等处流向空气时的燃烧,就是由于可燃气体分子和空气分子互相扩散、混合,当浓度达到可燃范围时,遇明火则燃烧,形成的火焰使燃烧继续下去,此为扩散燃烧。

2. 蒸发燃烧

如酒精、乙醚等易燃液体的燃烧,就是由于液体蒸发产生的蒸气,在空气中扩散并与空气混合,当其在空气中的浓度达到可燃范围时,遇明火则燃烧并形成火焰,其火焰温度又进一步加热液体表面,从而促进其蒸发,使燃烧继续下去,因此称它为蒸发燃烧。除液体的燃烧为蒸发燃烧外,有些固体也为蒸发燃烧,如奈。

3. 分解燃烧

是指在燃烧中伴随着热分解现象的燃烧,如木材、煤、纸等固体可燃物,或者如油脂一类高沸点液体可燃物的燃烧,就属此类。在空气中加热木材时,木材首先失去水分而干燥,然后产生热分解,放出可燃气体,这种气体被点燃而燃烧产生火焰。由于这火焰的温度不断地把木材再分解,从而使燃烧继续下去。

4. 表面燃烧

固体可燃物表面与空气相接触的部位被点燃,虽不产生火焰,但燃烧产生的热量能使内层继续燃烧。例如,无定形的木炭、铝粉、镁粉等的燃烧。

在上述情况中,前面三种形式的燃烧中,可燃物虽然是气体、液体、固体,但它们经过溢出、蒸发(或升华)、分解等过程,最后还是归结于可燃气体的燃烧,而且都产生火焰。并且它们都是以扩散的方法与空气相互接触而燃烧,其燃烧传播的速度取决于两种物质的扩散速度。

(三) 衡量燃烧性的指标

衡量物质燃烧特性的主要指标是闪点、燃点、自燃点和燃烧(爆炸)范围。

1. 闪点(Flash Point)

闪点是易燃液体的蒸气和空气形成的混合物与明火接触时可以发生瞬间闪火的最低温度。

闪点是引起易燃蒸气燃爆的最低温度,虽然此时的易燃蒸气还不足以维持持续的燃烧,但从安全角度,把它作为一个危险的信号是非常恰当的,且容易把握。

对某一易燃液体闪点的测试方法是在预计的闪点温度以下,将一定量的待测样品注入闪点测定仪器的容器中,然后对容器缓慢加热,每隔一段时间,用一小火苗划过液面上方,发生瞬间闪火时液体所具有的温度即为闪点。按测试仪器的类型分为:闭杯闪点(Close Cup,简称

c. c) 和开杯闪点 (Open Cup, 简称 o. c)。闭杯闪点测试仪器的容器在加热过程中是关闭的, 仅在用火苗划过液面时打开容器; 开杯闪点在整个加热过程中容器是开放的。一般说来, 开杯试验测得的闪点要比闭杯试验测得的高几度, 而闭杯仪器的重复性比开杯好。《IMDG Code》所用的闪点数据基本上都是依据闭杯方法。

在《IMDG Code》中列出了下列 6 个国家闪点测试标准, 便于比照、协调。

(1) 法国标准: NF M07 - 019、NF M07 - 011/NF T30 - 050/NF T66 - 009、NF M07 - 036;

(2) 德国标准: DIN 51755 (闪点低于 65℃)、DIN EN 22719 (闪点高于 5℃)、DIN 53213 (适用于清漆、真漆以及闪点低于 65℃的黏性液体);

(3) 荷兰标准: ASTM D93 - 96、ASTM D3278 - 96、ISO 1516、ISO 1523、ISO 3679、ISO 3680;

(4) 俄罗斯标准: GOST 12.1.044 - 84;

(5) 英国标准: BS EN 22719、BS EN 2000 Part 170;

(6) 美国标准: ASTM D 3828 - 93 小型封闭式闪点测试仪的标准测试方法、ASTM D 56 - 93 标记封闭式闪点测试仪的标准测试方法、ASTM D 3278 - 96 Setaflash 闭杯闪点测试仪的标准测试方法、ASTM D 0093 - 96 Pensky - Martens 闭杯闪点测试仪的标准测试方法。

我国有关闪点试验方法的规定有: GB261 - 77 石油产品闪点测定、GB7634 - 87 石油及有关产品低闪点的测定、GB267 - 77 石油产品闪点及燃点测定。

对某一易燃液体而言, 闪点不是一个准确的物理常量。在一定程度上, 它的值依赖于所使用试验仪器的结构和试验程序。因此, 闪点数据应标明试验仪器的名称。

2. 燃点

在常压下能维持物质持续燃烧的最低温度称为燃点。

对某一易燃液体而言, 若在闪点温度上继续加热, 使易燃液体挥发出来的蒸气闪火后能维持燃烧 5 s 以上, 即能维持燃烧的最低温度称为该易燃液体的燃点 (或着火点)。

3. 自燃点

物质在某一温度下, 无需明火点燃就能发生燃烧, 这种现象称为自燃 (Spontaneous combustion)。发生自燃的最低温度称为自燃点。

4. 燃烧或爆炸极限 (范围)

是指一种可燃性气体或蒸气和空气形成的混合物遇火花能发生燃烧爆炸的浓度范围。燃烧或爆炸极限 (范围) 一般用可燃性气体或蒸气在混合物中的体积百分数表示。混合气体能发生燃烧爆炸的最低浓度叫作燃烧或爆炸下限, 最高浓度叫做燃烧或爆炸上限。爆炸上、下限之差叫爆炸或燃烧范围。在爆炸极限之外不会引起爆炸。因为, 若空气中可燃气体或蒸气含量少时, 能燃烧的物质有限, 产生的热量不足以引起爆炸; 当空气中可燃气体或蒸气含量多时, 空气 (氧) 的含量又少了, 又不能支持充分燃烧, 产生的热量也不足以引起爆炸。

(四) 引起燃烧或爆炸的火源 (或热源)

由上述可知物质的燃烧不是随时都可以发生的, 它必须具备 3 个条件, 即可燃物、助燃物、热量。危险货物中很多是可燃 (易燃) 物, 空气是良好的助燃物, 在大多数情况下我们只有严格控制热量这一条件才能防止燃烧。

在危险货物作业场所, 能引起燃烧或爆炸的火源 (或热源) 主要有:

(1) 明火。是指敞开的火焰、火星和灼热的物体等, 具有很高的温度和热量, 是引起火灾的最主要火源。如: 焊接、切割时的火花, 烟囱火星、厨房火种、炉火、打火机、火柴等, 烧红的电

热丝或铁块等。

(2) 电器火花。是指各种电气设备由于超负荷、短路、接触不良等引起的火花。如电动机机械非封闭式马达、闪电雷击、舱内(库内)电源短路、接触不良、电线陈旧老化等所产生的电火花。

(3) 撞击火花。是指物体相互碰撞或摩擦而产生的火花。如装卸的金属工具与保障容器相撞、穿带铁钉的鞋子与甲板摩擦、装卸中使用锹或进行敲铲作业等所产生的火花。

(4) 静电火花。是指两种不同的物质相互摩擦引起静电荷集聚,在电位发生变化时放电而产生的火花。如石油产品在装卸时因流动而产生的静电火花,工作人员穿着和更换化纤服装而产生的火花等。

(5) 化学热。是指因物质发生化学反应所产生的热量,这热量达到一定温度,引起物质的燃烧。如黄磷与空气发生氧化反应引起燃烧,金属钠与水反应引起燃烧,氧化剂与易燃液体或易燃固体发生反应引起燃烧等。

(6) 其他热源。如聚焦、辐射等作用产生的热量也能引起火灾。

二、爆炸性

爆炸是物质发生急剧的物理、化学变化,并在极短的时间内放出大量能量的一种现象。在这个变化过程中,伴有物质所含能量的快速转变,即变为该物质本身、变化的产物或周围介质的压缩能或运动能。因此,它的一个重要特点是大量能量在有限的体积内突然释放并急剧转换。这种能量在极短时间内和有限的体积内大量积聚,造成高温、高压等非寻常状态,对邻近介质形成急剧的压力突跃和随后的复杂运动,显示出非寻常的移动或机械破坏效应。爆炸的另一个显著的外部特征是由于介质受震动而发生一定的音响效应。

(一) 爆炸类型

爆炸依据变化形式的不同主要分为三种类型:物理爆炸、化学爆炸和核爆炸。

1. 物理爆炸

物质因状态或压力发生突然变化而形成的爆炸,并且在爆炸前后没有新的物质产生,这种现象称为物理爆炸。如车胎爆炸、锅炉爆炸、高压气瓶爆炸等现象。地震、闪电雷击也属于物理爆炸现象。

2. 化学爆炸

物质因发生急剧的化学变化而引起的爆炸称为化学爆炸。化学爆炸又分为爆炸性物质的爆炸、可燃性混合气体的爆炸和可燃性粉尘爆炸。炸药、炮弹、爆竹的爆炸都是化学爆炸。

3. 核爆炸

由原子核的裂变(如U235的裂变)或聚变(如氘、氚、锂核的聚变)反应所释放的能量引起爆炸现象称为核爆炸。

核爆炸反应放出的能量比炸药爆炸放出的化学能要大得多,集中很多。可形成数百万到数千万度的高温,在爆炸中心区造成数百万大气压的高压,释放出大量热辐射和强烈的光,产生各种对人类有害的放射性粒子,造成地区长时间污染。

(二) 爆炸的必要条件

爆炸性物质发生爆炸有3个必要条件:

1. 反应的快速性

反应的快速性是炸药发生爆炸的必要条件。它是爆炸反应过程区别于一般化学反应过程的最重要的标志。爆炸反应过程以高速进行,并在瞬间完成。只有高速才能使爆炸物的体积、

能量、密度急骤增大而致爆。例如:煤炭虽然所含热量比同样重量的梯恩梯炸药(简称 TNT)高一倍多,但由于燃烧速度缓慢而不能形成爆炸;而 TNT 完全反应所需时间约十万分之一秒,瞬间所产生的热量来不及散失,气体生成物升温到 2000 ~ 3000℃,压力达到 10 ~ 40 万个大气压(10 ~ 40 kMPa),因而发生爆炸。

2. 反应的放热性

反应的放热性也是炸药发生爆炸变化的必要条件,对于这一点,所有的炸药都没有例外。热量是爆炸做功的能量来源。没有大量的热放出,爆炸反应不可能完成,更不能形成高温、高压、高能量气体而膨胀做功。例如 1 kg TNT 爆炸时能产生 4200 kJ 的热。1 kg 硝化甘油爆炸时可放出 6196 kJ 的热量。

3. 产生大量气体生成物

爆炸对周围介质的做功是通过高温高压的气体迅速膨胀实现的。因此在反应过程中生成大量气体产物也是炸药爆炸的一个重要条件。反应生成的气体产物主要是:CO、CO₂、N₂、H₂O(水蒸气)和 O₂ 等。如 1 kg TNT 爆炸后能生成 727.2 L 气体,是爆炸前体积的 1180 倍。1kg 硝铵炸药爆炸后能生成 906 L 气体,体积膨胀 1530 倍。

综合上述炸药爆炸的 3 个条件,可以了解到炸药爆炸的整个过程,首先是外界给予一定的能量引起爆炸物质的化学反应,由于反应放出大量热量,一部分热量促使反应继续进行,一部分热量用来加热所产生的气体。由于反应速度极快,所产生的气体来不及扩散,所放出的热量集中在炸药原来占有的容积内,维持很高的能量密度,因此形成了高温、高压气体,使炸药爆炸具有巨大的功率和强烈的破坏作用。

(三) 衡量爆炸性的理化性能指标

衡量爆炸性的主要理化性能指标有:

1. 敏感度

爆炸品的敏感度(简称感度)是指在外界作用影响下发生爆炸反应的难易程度。通常以引起爆炸品爆炸所需的最小外界初始能量来表示。引起爆炸所需的外界初始能量愈小,其感度愈高。研究爆炸品的感度具有重要的意义,从使用的角度看,不同用途的爆炸品要求与其相适应的感度;从运输保管的角度上看,掌握爆炸品的不同感度,以便采取相应的安全防范措施,避免发生事故。

根据外界作用的不同,感度可分为冲击感度、摩擦感度、热感度和爆轰感度等。

(1) 冲击感度。冲击感度(撞击感度)是指爆炸物质在机械冲击的外力作用下对冲击能量的敏感程度。冲击感度的测定目前普遍采用的是爆炸百分数法,用立式落锤试验仪来测定,即以一定重量(10 kg)落锤,从一定高度(25 cm)处落下撞击爆炸品,试验 50 ~ 100 次,以发生爆炸次数与总试验次数求得的爆炸百分数表示。把 10 kg 锤重和 25 cm 落高,爆发率 2% 以上作为爆炸品分类的标准。几种常见爆炸物质的冲击感度见表 1-1。

表 1-1 几种常见爆炸物质的冲击感度

品名	爆炸百分数(%)	品名	爆炸百分数(%)
梯恩梯	4 ~ 8	黑索金	70 ~ 80
苦味酸	24 ~ 32	泰安	100
2,4,6-三硝基苯甲硝胺	50 ~ 60	无烟火药	70 ~ 80

在装卸过程中,可能受到冲击、磕、碰、摔等,冲击感度高即对外界能量的敏感程度高的爆

炸品就可能因此而引起爆炸。因此,冲击感度是爆炸品安全运输和分类的重要指标之一。

爆炸品的纯净度对其冲击感度的影响很大,当爆炸品混入坚硬物质时,其冲击感度增加,所以运输中一定不能混入金属屑,碎玻璃,砂石之类坚硬物质;当爆炸品混入惰性物质(如,石蜡、硬脂酸、机油等)时,其冲击感度降低,有些较敏感的爆炸品,如黑索金、泰安等为确保安全可加入一些石蜡使其钝感。有些较敏感的爆炸品则加入水使其钝感。

(2)摩擦感度。摩擦感度是指爆炸品受到短暂而强烈的摩擦作用后的起爆程度。我国一般采用摩擦感度仪或摩擦摆来测定。同样以试验 50 ~ 100 次爆炸的百分数表示。

极敏感的引爆药,摩擦感度也高。运输中必须严格避免强烈摩擦的可能。

(3)热感度。热感度是指爆炸品因受热引起爆炸的敏感程度。

热感度的测定方法很多,一般用 5 s“延滞期”的“爆发点”来表示。在 5 s 延滞期下,爆发点低于 350℃,是确认爆炸品的一个参考标准。

爆发点是指爆炸品在一定的延滞期内发生爆炸的最低温度。

延滞期是指从开始对爆炸品加热到发生爆炸所需要的时间。由于加热速度不一样,同一爆炸品因延滞期不同爆发点也不同。延滞期越短,爆发点越高;延滞期越长,爆发点越低。例如:TNT 的爆发点在不同的延滞期下,其爆发点差别很大(见表 1-2:TNT 爆发点与延滞期的关系)。

表 1-2 TNT 爆发点与延滞期的关系

延滞期	5 s	1 min	5 min	10 min
爆发点℃	475	320	285	270

由此看到,虽没有受高温,但受低热时间长了,也会诱发爆炸,所以在运输中一定要使爆炸品远离热源或采取严格的隔离措施,否则将产生危险。

(4)爆轰感度。爆轰感度是指爆炸品对起爆药爆炸产生的爆轰波能量的敏感程度。通常以“极限起爆药量”来表示。

极限起爆药量是指起爆药爆炸时,能引起所试验的爆炸物质完全爆轰所需要的最少起爆药量(g)。

不同的起爆药对同一种爆炸品引爆所需的药量不同;同一种起爆药对不同的爆炸品引爆所需的药量也不同。

2. 爆轰速度(爆速)

爆轰速度(爆速)是指爆炸品爆炸时,爆轰波沿炸药内部传播的速度。一般以每秒传播多少米长度(m/s)来表示。爆轰速度大于 3000 m/s 也是确认爆炸品的又一个参考指标。

爆速的大小在一定程度上反映了爆炸物质的爆炸功率及破坏能力。

3. 爆热和爆温

(1)爆热是指单位质量的炸药在爆炸反应时所释放出的热量,单位 kJ/kg、kJ/mol。

(2)爆温是指炸药爆炸时所放出的热量将爆炸产物加热到的最高温度。

4. 威力和猛度

这两个参数都是用来衡量爆炸品对周围环境的破坏程度。

(1)威力(爆炸力)是指爆炸品爆炸时做功的能力,一般用来衡量爆炸品爆炸时的总体破坏能力。威力大小主要取决于爆热、气体生成量和爆温的高低。

通常用铅铸扩大法测定炸药的威力。以一定量(10 g)的炸药,装于铅铸的圆柱形孔内爆

炸,测量爆炸后圆柱形孔体积的变化,以其体积增量(ml)表示威力的大小。

(2)猛度(猛性作用,粉碎作用)。猛度又称猛性作用或粉碎作用,是指爆炸品爆炸后爆轰产物对周围物体破坏的猛烈程度。一般用来衡量炸药的局部破坏能力。猛度的大小取决于爆轰压力的大小和压力作用的时间。

通常用铅柱压缩试验来测定炸药的猛度。将 50 g 爆炸物质置于铅柱上,经爆炸后测量铅柱被压缩的情况,用长度单位(mm)表示。

5. 安定性

爆炸品的安定性是指爆炸品在一定的储存期间内,不改变自身的理化性质和爆炸能力的性质。分为物理安定性和化学安定性。

(1)物理安定性。物理安定性是指爆炸品的吸湿性、挥发性、可塑性、机械强度、结块老化、冻结和收缩变形等一系列物理性质不容易改变的性质。如,黑火药、硝铵炸药等易吸湿受潮,严重时丧失爆炸能力。

(2)化学安定性。化学安定性是指爆炸品不容易发生分解而变质的性质。化学安定性取决于化学物质本身的化学性质和环境温度。化学安定性用“热分解速度”来表示。热分解速度越快,其化学安定性越低。如,黑火药、硝铵炸药、TNT 等正常储存条件下较稳定,不改变性能;而硝化甘油类化学稳定性很低,即使在常温下,也会分解。长期存放会加速分解,甚至发生自燃或爆炸。温度、湿度和日光会使其分解速度加快,所以,在仓库或船舱内都需加强通风。

在上面所述的理化性能指标中,冲击感度、5 秒钟延滞期的爆发点和爆速三个参数,只需满足其中的任何一个,都可确认为爆炸物质。

6. 爆炸极限(范围)

爆炸极限(范围)是衡量混合气体爆炸的主要指标。爆炸极限(范围)概念见本节一、(三)4.。爆炸下限越低,爆炸范围越大的气体或蒸气越危险。如氢气的爆炸极限较宽,爆炸下限较低,特别容易燃烧爆炸。它的爆炸极限为 4.00% ~ 74.20%,爆炸下限为 4.00%,爆炸上限为 74.20%,爆炸范围为 70.2%,即氢气与空气混合后,浓度在 4.00% ~ 74.20% 范围内,遇明火立即发生爆炸。

可燃气体或蒸气与空气混合,浓度又在爆炸极限(范围)内,一旦遇上明火,不但会因省掉了扩散过程,使燃烧的传播速度极快,而且一旦点燃,则形成局限于火源上的反应带(燃烧波),燃烧波在混合气体中会迅速传播,燃烧产生的热量使气体膨胀,产生巨大的压力,在容器内或闭塞场合,能造成破坏容器和建筑物。

三、毒害性

某些物质少量的进入人或动物的机体后,能与体液及组织发生作用,扰乱或破坏机体的正常生理功能,引起暂时性或永久性的病理状态,甚至危及生命安全,这种物质称为有毒的物质(毒物)。此种物质具有的这种特性称为毒害性。

在危险货物中除了第 6.1 类有毒的物质和第 2.3 类有毒气体具有很强的毒害性以外,还有许多其他类别的物质也具有一定的毒害性。运输中不论是有毒的气体、液体或固体会因为破包、泄漏、蒸发等原因通过经口、吸入或皮肤接触等途径使人中毒。

(一)影响毒物毒性大小的因素

不同的物质其毒性大小各不相同,影响毒物毒性大小的主要因素有:毒物的化学组成和结构、溶解性(水溶性还是脂溶性)、溶解度、颗粒大小、沸点高低、蒸气密度、环境温度等。

1. 毒物的化学组成及结构对毒性的影响

毒物的化学组成和结构是影响毒物毒性大小的决定因素。

在无机毒物中、毒物的毒性决定于是否含有汞(Hg)、铅(Pb)、砷(As)、硒(Se)、钡(Ba)、氰根($-\text{CN}$)等化学组成,当然这些化学组成在水溶液中应成离子状态。

在有机毒物中,含有磷(P)、氯(Cl)、硫(S)、汞(Hg)、氰基($-\text{CN}$)、铅(Pb)、氨基($-\text{NH}_2$)、硝基($-\text{NO}_2$)等物质的多数属于毒物。当然有机毒物的毒性大小不仅与它的化学组成有关,而且还与其化学结构有关。

毒物的化学结构与毒性间的关系,在脂肪族烃类化合物中,毒性作用随碳原子数的增加而加强。其结构中如以支链代以直链,则毒性减弱。毒性的大小随着不饱和程度的增加而增加。另外碳链上的氢原子被卤素原子取代时,毒性变大,随着卤原子增多,其毒性也增大。分子的对称性与毒性也有关系,一般认为对称结构化合物的毒性大于不对称者。如有机磷杀虫剂进入人体后,对人体所产生的毒作用随它们的化学结构而异,对氧磷>对硫磷>甲基对硫磷。

2. 溶解度

毒物在水中的溶解度越大,其毒性也越大。如氯化钡在 25℃ 时在水中的溶解度是 9.9 g,毒性较大;而硫酸钡在 25℃ 时在水中的溶解度是 0.00028 g,基本无毒性。硫化汞不溶于水,也不作为毒害品。

3. 颗粒度

毒物的颗粒越小,越易引起中毒。这是由于颗粒越小,越易进入呼吸道而被吸收。大于 10 μm 的气溶胶粒子沉着在上呼吸道,而 1~10 μm 粒子能侵入呼吸道深部,甚至侵入到肺泡内。

4. 环境温度

温度越高,越易中毒。因为温度越高,毒物的挥发性越大;温度越高,毒物的溶解度越大;温度越高,人体的呼吸也会加剧;这样就增加了毒物进入人体的量。

5. 沸点

毒物的沸点越低,就越易于挥发成蒸气,增加毒物在空气中的浓度,人体就易于中毒。

6. 蒸气密度

毒物的蒸气密度越大,越易在低洼处积聚。如果通风不良,很容易引起中毒。

7. 脂溶性

毒物易溶于脂肪,则易渗过皮肤引起中毒。脂溶性的毒物可通过皮肤吸收,同时脂溶性的毒物易黏附在皮肤上,使吸收更有利于进行。如苯胺、硝基苯一类毒物很容易渗过皮肤,进入血液循环,引起中毒。

(二) 毒性指标

不同的物质其毒性大小各不相同,在危险货物的运输与保管中,衡量毒物毒性大小的指标有:

1. 急性指标

以下几个急性指标是衡量该物质是否属于毒害品的指标。

(1) 急性经口吞咽毒性半数致死剂量 LD_{50}

系指在 14 天内,使雄性和雌性刚成熟的天竺鼠半数死亡所施用的物质剂量。其结果以 mg/kg 表示。

(2) 急性皮肤接触毒性半数致死剂量 LD_{50}

系指在白兔裸露皮肤上连续接触 24 小时,在 14 天内使受试验动物半数死亡所施用的物质剂量。其结果以 mg/kg 表示。

(3) 急性吸入毒性半数致死浓度 LC_{50}

系指使雄性和雌性刚成熟的天竺鼠连续吸入 1 小时,在 14 天内使受试验动物半数死亡所施用的蒸气、烟雾或粉尘的浓度。其结果粉尘和烟雾以每升空气中的毫克数 mg/l 表示;蒸气用每立方米空气中的毫升数 ml/l (或 ppm) 表示。

2. 慢性指标

毒物虽对人体有毒害作用,但如进入人体内的毒物的量不足,则毒性再高也不会引起中毒死亡。一般可通过降低环境空气中的毒物浓度含量来控制进入人体的剂量。以下两个慢性指标是控制作业环境安全的指标。

(1) 最高容许浓度 (MAC)。工作场所空气中有害物质规定的最高浓度限值。单位用 mg/m^3 或 ml/l (ppm) 表示。

(2) 阈限值 (TLV)。一个健康成人一整天内反复经受毒物浓度的上限。单位用 ppm 表示。

MAC 和 TLV 都表示人员在这一浓度下长期劳动也不至于引起急性或慢性中毒。这一浓度值是经代表性的多次采样测定得出的。超过这一浓度限值,工作人员必须做好防护才能进入这个环境,否则会对人员身体健康产生有害影响。

(三) 毒物进入人体的主要途径

有毒物质进入人体的主要途径有:

1. 呼吸道

整个呼吸道都能吸收有毒物质,尤其以肺泡的吸收能力最大。肺泡的面积很大,大约 $55 m^2$,肺泡的壁很薄,肺泡上有丰富的微血管,所以肺泡对有毒物质的吸收很快。直径 $10 \mu m$ 以下的气体或粉尘能进入呼吸道,直径 $5 \mu m$ 以下的气体或粉尘能直接达到肺泡,在气体交换的同时进入循环系统达到全身各部位,可在未经肝脏转化之前就起作用。经呼吸道吸收有毒物质的数量和速度与吸入的浓度、时间、肺活量以及有毒物质的理化性质有关。

2. 皮肤

虽然健康的皮肤有屏障作用,但一些有毒物质可以不同程度地通过表皮、毛囊或汗腺进入人体。毒物进入皮肤后,也不经肝脏,直接进入血液循环。经皮肤吸收有毒物质的数量和速度与物质的溶解性、浓度、接触时间、皮肤是否有破损、出汗等因素有关。

皮肤的表皮屏障有三道组成:首先是皮肤的角质层,一般分子量大于 300 的毒物不易透过此层;其次是位于表皮角质层下面的表皮细胞膜,它富含固有磷脂,对非脂溶性物质具有屏障作用;表皮与真皮连接处的基膜也有类似作用,脂溶性的毒物虽能通过此屏障,但除非同时具有一定的水溶性,否则也不易被血液吸收,所以一些脂溶性和水溶性兼有的物质很容易通过皮肤的表皮屏障进入人体,而引起中毒。但当皮肤破裂或有皮肤病时,其屏障作用被破坏,此时原来不会经过皮肤被吸收的毒物也能大量被吸收。

毒物经毛孔进入毛囊后,可绕过表皮屏障直接透过皮脂腺细胞和毛囊壁而进入真皮,但它的总截面积仅占表皮面积的 $0.1\% \sim 1.0\%$,所以这一途径不如经表皮吸收的比例高。

3. 消化道

一般情况下,有毒物质经消化道进入人体的可能性不大。除误服外,可能会由于在作业现场进食或饮水,作业后未进行彻底清洗,一些在呼吸道中吸收较慢的粉尘状毒物可随痰咳出又重新咽下,都可导致有毒物质通过消化道进入人体。进入消化道的有毒物质在胃中吸收较少,主要在小肠中吸收,经肝脏转化后进入血液循环系统。但某些无机盐,如氰化物及脂溶性毒物,可经口腔粘膜吸收。因为经消化道吸收的毒物先经过肝脏,人体肝脏等器官对某些毒物有解毒作用,所以消化道中毒较呼吸中毒表现得比较缓慢。

毒物被吸收以后,通过血液分布到全身,最后到达各种细胞内的作用点起作用而发生毒性。其毒性作用表现在两个方面:一方面毒物进入作用点后直接起毒性作用;另一方面毒物进入作用点后,经过代谢可使其毒性降低或增加。其代谢是通过在各种酶的作用下经水解、氧化、还原、结合等过程完成的。经代谢其毒性变小了,这叫解毒。有毒物质的代谢基地主要在肝脏,其次是在肠、肺、肾和皮肤等。经口进入的毒物吸收后首先要经肝脏的作用,其他途径进入的毒物则先经大循环,再转到肝脏。

毒物排出体外的主要途径有呼吸道、肾脏和消化道,还有汗液、乳汁等。

毒物在吸收、分布和排出过程中,除被身体内的解毒功能所作用外,同时使机体组织或功能受到损伤,产生中毒症状。如毒物一氧化碳和氰化氢都能对细胞色素氧化酶起抑制作用。在正常情况下细胞色素氧化酶中的铁,可通过 $\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$ 而进行氧化还原反应。但由于一氧化碳和氰化氢都能与酶的蛋白质部分的金属起作用,一氧化碳能与 Fe^{2+} 结合,而氰化氢能与 Fe^{3+} 结合,两者都使酶的功能受到影响而发生细胞窒息。

四、腐蚀性

腐蚀性是指某些物质化学性质非常活泼,能与很多金属、非金属及动、植物机体等发生化学反应,并使其遭到破坏的性质。具有这种特性的物质称为腐蚀性物质或腐蚀品。

危险货物中除了第8类腐蚀性物质具有很强的腐蚀性外,还有许多物质也具有一定的腐蚀性。在危规中定义腐蚀性物质以及衡量其腐蚀作用的大小是采用两个主要指标:一是根据在规定时间内看其与受试验动物皮肤接触后出现可见的坏死现象;二是让其与规定类型的钢或铝的表面接触,由其年腐蚀率的大小来判断。后者适用于不具化学灼伤的腐蚀品的判断。

腐蚀品与很多物品、人体接触后,都能形成不同程度的腐蚀。其中对人体的腐蚀又称为化学烧伤(或化学灼伤)。

(一) 对人体的腐蚀

固体、液体和气体腐蚀品触及皮肤表面或器官的表面(如眼睛、食道等)都会引起化学烧伤。

固体腐蚀品如氢氧化钠等,能烧伤与之直接接触的表皮。液体腐蚀品能很快侵害人体的大部分表面积,并能透过衣物发生作用。气体腐蚀品虽然不多,但许多液体腐蚀品的蒸气和粉末状固体腐蚀品的粉尘,同样具有严重的腐蚀性,它们不仅能伤害人体的外部皮肤,尤其会侵害呼吸道和眼睛。

腐蚀品接触人的皮肤、眼睛或进入呼吸道、消化道,就立即与表皮细胞组织发生反应,使细胞组织受到破坏,而造成烧伤。呼吸道、消化道的表面黏膜比人体表皮更娇嫩,更容易受腐蚀。内部器官被烧伤时,会引起炎症(如肺炎等),严重的会死亡。