

# 危险货物

WEIXIAN HUOWU

# 运输与管理

YUNSHU YU GUANLI

周晶洁 周在青 编著



上海浦江教育出版社

WEIXIAN HUOWU YUNSHU YU GUANLI

# 危险货物运输与管理

周晶洁 周在青 编著



上海浦江教育出版社

## 内 容 提 要

本书共分10章,系统地介绍了危险货物的定义、分类及特性,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,散装危险货物,危险货物仓储,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、体系完整、专业性强、适用范围广,注重理论联系实际,且能体现国际海运危险货物公约和规则方面的最新变化。本书不仅是高等院校航运管理、物流管理、交通运输等相关专业的教学书籍,也是物流、港航、仓储等单位相关人员的培训教材和业务参考书籍。

### 图书在版编目(CIP)数据

危险货物运输与管理/周晶洁,周在青编著. —上海:上海浦江教育出版社有限公司,2013.3

ISBN 978-7-81121-263-1

I. ①危… II. ①周… ②周… III. ①危险货物运输交通运输管理 IV. ①U294.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第035613号

### 上海浦江教育出版社出版

社址:上海海港大道1550号上海海事大学校内 邮政编码:201306

电话:(021)38284910(12)(发行) 38284923(总编室) 38284916(传真)

E-mail: cbs@shmtu.edu.cn URL: <http://www.pujiangpress.cn>

上海星海印刷公司印装 上海浦江教育出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:21 字数:497千字

2013年3月第1版 2013年第1次印刷

责任编辑:黄丽芬 谢 尘 封面设计:赵宏义

定价:48.00元

# 前言

随着石油、化学工业的不断发展,危险货物的品种、数量也在不断增加。近年来,在危险货物的运输与管理中发生了多起事故,对人命、财产及水域环境造成严重的损害。

危险货物运输与管理具有以下特点:品类繁多、性质各异;危险性大、易生事故;运输与管理的规章制度多;技术性、专业性强。由于危险货物在一定的外界条件下,如摩擦、撞击、振动、日光暴晒、温度变化等,会酿成爆炸、燃烧、毒害、腐蚀等严重事故,所以危险货物的包装、标志、标记、配装、积载、隔离、搬运、装卸以及运输等必须严格按照国际公约和规则以及国内的规则 and 规定进行,以保证整个运输和仓储物流环节的绝对安全。加强对危险货物海上运输的监督管理,是为了防止其造成人身事故和对船舶及其载运货物的损害,以及防止危险货物中的海洋污染物危害海洋环境。

为了加强危险货物运输的安全管理,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,尤其是 IMDG Code (34-08 版和 35-10 版)的最新修改,结合作者多年的教学和科研经验,在原周晶洁编写的《危险品运输与仓储》一书基础上修改和增加了许多新的内容。本书系统介绍了危险货物的定义、分类及特性,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,散装危险货物,危险货物的仓储,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。由于国际贸易中 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危险货物运输为主。

本书内容全面、体系完整、专业性强、适用范围广,注重理论联系实际,且能体现国际海运危险货物公约和规则方面的最新变化。书中每章后附有复习思考题,书后附有危险货物运输与仓储中的典型事故案例分析。本书不仅是高等院校航运管理、物流管理、交通运输等相关专业的教学书籍,也是物流、港航、仓储等单位相关人员的培训教材和业务参考书籍。

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!

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 周在青

2013年1月于上海海事大学

# 目 录

<b>第一章 总论</b> .....	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 .....	2
第四节 危险货物的运输法规 .....	14
复习思考题 .....	35
<b>第二章 各类包装危险货物的定义、分类及特性</b> .....	36
第一节 爆炸品 .....	36
第二节 气体 .....	41
第三节 易燃液体 .....	47
第四节 易燃固体、易自燃物质和遇水放出易燃气体的 物质 .....	53
第五节 氧化性物质和有机过氧化物 .....	59
第六节 有毒物质和感染性物质 .....	63
第七节 放射性物质 .....	65
第八节 腐蚀品 .....	70
第九节 杂类危险物质和物品 .....	72
第十节 环境有害物质和海洋污染物 .....	74
第十一节 具有多种危险性的物质、混合物和溶液的分类 .....	76
复习思考题 .....	77
<b>第三章 危险货物的包装和运输组件</b> .....	79
第一节 危险货物的包装 .....	79
第二节 运输组件 .....	101
复习思考题 .....	114
<b>第四章 危险货物的标记、标志和标牌</b> .....	116
第一节 包件(包括中型散装容器)的标记和标志 .....	116
第二节 货物运输组件的标牌和标记 .....	120
复习思考题 .....	124

第五章 危险货物的积载与隔离	125
第一节 危险货物的积载	125
第二节 危险货物的隔离	137
复习思考题	151
第六章 包装危险货物的运输与装卸	154
第一节 危险货物的运输	154
第二节 危险货物的装卸	165
复习思考题	168
第七章 散装危险货物	169
第一节 散装油类	169
第二节 散装液体化学品	183
第三节 散装液化气	194
第四节 散装固体危险货物	203
复习思考题	219
第八章 危险货物仓储	221
第一节 危险货物仓库	221
第二节 包装危险货物储存	225
第三节 储罐及散装危险货物储存	240
复习思考题	250
第九章 应急措施和医疗急救	251
第一节 应急措施	251
第二节 医疗急救	265
复习思考题	280
第十章 危险货物的监督管理	281
第一节 危险货物申报和审批	281
第二节 监督检查和违章处罚	285
复习思考题	288
附录一 案例	302
附录二 港口危险货物管理规定	319
附录三 船舶载运危险货物安全监督管理规定	323
参考文献	329

# 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、放射射线、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。

对于不同的行业,危险货物的定义略有不同。

我国《水路危险货物运输规则》和《汽车运输危险货物规则》中指出,危险货物系指具有爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等性质,在运输、装卸和储存保管过程中,容易造成人身伤亡和财产损毁而需要特别防护的货物。

我国《铁路危险货物运输规则》中指出,在铁路运输中,凡具有爆炸、易燃、毒害、感染、腐蚀、放射性等特性,在运输、装卸和储存保管过程中,容易造成人身伤亡和财产毁损而需要特别防护的货物,均属危险货物。

在海上货物运输中外贸危险货物的定义按《船舶载运外贸危险货物申报规定》中第三条的规定,危险货物系指《1974年国际海上人命安全公约》(SOLAS 1974)第Ⅶ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、散装固体危险货物及放射性核燃料、钚和高辐射水平的放射性废弃物。

在水路货物运输中内贸危险货物的定义是,危险货物系指符合《水路危险货物运输规则》中规定的危险货物及主管机关规定的其他危险有害物质和物品。

《中国民用航空危险品运输管理规定》中指出,危险品系指能对健康、安全、财产或环境构成危险,并在技术细则的危险品清单中列明和根据技术细则进行分类的物品或物质。技术细则是指国际民用航空组织发布的现行有效的《危险品航空安全运输技术细则》(Doc 9284—AN/905)文件,包括经国际民用航空组织理事会决定批准和公布的补充材料和任何附录。

具体某一种货物是否属于危险货物还需查阅各种不同运输方式对应的危险货物规则。

## 第二节 危险货物的分类

水上危险货物根据装运形式的不同分为包装危险货物和散装危险货物。

散装危险货物又分为散装油类、散装液态危险化学品、散装液化气体和散装固体危险





货物。

包装危险货物根据《关于危险货物运输的建议书》(橙皮书)或《国际海运危险货物规则》(International Maritime Dangerous Goods Code, 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、易自燃物质和遇水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 氧化性物质和有机过氧化物(Oxidizing Substances and Organic Peroxide);

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

第7类 放射性物质(Radioactive);

第8类 腐蚀性物质(Corrosives);

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

### 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作燃烧。

##### (一) 燃烧的条件

物质的燃烧不是随时都可以发生的,它必须具备三个条件,即可燃物、助燃物、热量。可以把这三个条件看作一个燃烧三角形,三角形中的三条边分别代表三个条件,可清楚地知道组成三角形的三条边不能缺少其中任何一条边,如缺少一条边,三角形就不存在。因此,燃烧三角形中缺少任何一条三角形的边,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,其燃烧形式一般有四种,即扩散燃烧、蒸发燃烧、分解燃烧和表面燃烧。

#### 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与空气分子互相扩散、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

如乙醇、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,此为蒸发燃烧。除液体的燃烧为蒸发燃烧外,有些固体也为蒸发燃烧,如萘。

### 3. 分解燃烧

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,木材首先因失去水分而干燥,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

表面燃烧是指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可燃物质及空气的扩散速度。

## (三) 衡量物质燃烧性的指标

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(Closed Cup, c. c)和开杯闪点(Open Cup, 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。一般来说,开杯试验测得的闪点要比闭杯试验测得的闪点高几度,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 个国家的闪点测试标准,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 °C), DIN EN 22719(闪点高于 5 °C), DIN 53213(适用于清漆、真漆以及闪点低于 65 °C 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 Setflash(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 GB 261—77(石油产品闪点测定), GB 7634—87(石油及有关产品低闪点的测定), GB 267—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(Ignition Point)

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(Spontaneous Ignition Point)

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)(Explosive Limit)

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, 最高浓度叫作燃烧或爆炸上限。燃烧或爆炸上、下限之差叫作燃烧或爆炸极限(范围)。在爆炸极限之外不会引起爆炸, 因为, 当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)的含量少了, 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, 它必须具备三个条件, 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)主要包括:

(1) 明火。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, 烧红的热丝或铁块等。

(2) 电器火花。指各种电器设备由于超负荷、短路、接触不良等引起的火花。如电动机非封闭式电动机、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。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, 装卸中使用撬或进行敲铲作业等所产生的火花。

(4) 静电火花。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。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,对周围介质形成急剧的压力突跃和随后的复杂运动,显示出不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振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,即物理爆炸、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爆炸、可燃性混合气体爆炸和可燃性粉尘爆炸。如炸药、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  $U^{235}$  的裂变)或聚变(如氘、氚、锂的聚变)反应所释放的能量引起的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大得多,集中得多,可形成数百万到数千万摄氏度的高温,在爆炸中心区造成数百万大气压的高压,释放出大量的热辐射和强烈的光,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

#### 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(TNT)高1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  $1/10^5$  s,瞬间所产生的热量来不及散失,气体生成物升温到  $2\ 000\sim 3\ 000\ ^\circ\text{C}$ ,压力达到  $10\ \text{万}\sim 40\ \text{万个大气压}(10\ 000\sim 40\ 000\ \text{MPa})$ ,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 4 200 kJ 的热量；1 kg 硝化甘油爆炸时可放出 6 196 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, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O(水蒸气)和 O<sub>2</sub> 等。例如：1 kg TNT 爆炸后能生成 727.2 L 气体，是爆炸前体积的 1 180 倍；1 kg 硝铵炸药爆炸后能生成 906 L 气体，体积膨胀 1 530 倍。

综合上述炸药爆炸的三个条件，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

##### 1. 敏感度

爆炸品的敏感度(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，从使用的角度上看，不同用途的爆炸品要求其相适应的感度；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。所谓减敏(退

敏)系指将一种物质(或减敏剂)加入爆炸物中,以增加搬运和运输过程中的安全。减敏剂使爆炸物不敏感或降低爆炸物对以下情况的敏感度:热、振动、撞击、打击或摩擦。典型的减敏剂包括但不限于石蜡、纸、水、聚合物(氯氟聚合物)、乙醇和油(如凡士林)。

(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摩擦感度。同样用试验 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可能的强烈摩擦。

(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 °C,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)。

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/°C	475	320	285	270

由此看到,虽没有受高温,但受低热时间长,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。通常用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 3 000 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时所释放出的热量,单位为 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

用来衡量爆炸品对周围环境的破坏程度的两个参数为威力和猛度。

(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

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、硝酸炸药等易吸湿受潮,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、硝酸炸药、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 s 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。氢气的爆炸极限为 4.00%~74.20%,爆炸下限为 4.00%,爆炸上限为 74.20%,爆炸范围为 70.20%,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,能造成对容器和建筑物的破坏。

## 三、毒害性

某些物质少量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。运输中有毒的气体、液体或固体会因为破包、泄漏、蒸发等通过经口、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

毒物的化学组成及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替直链,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的结构化合物。如有机磷杀虫剂进入人体后,对人体所产生的毒作用的大小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 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时在水中的溶解度是 $9.9\text{ g}$ ,毒性较大;而硫酸钡在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时在水中的溶解度是 $0.00028\text{ g}$ ,基本无毒性。硫化汞不溶于水,也不作为毒害品。

#### 3. 颗粒度

毒物的颗粒愈小,愈易引起中毒。这是由于颗粒愈小,愈易进入呼吸道而被吸收。大于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的气溶胶粒子沉着在上呼吸道,而 $1\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 粒子能侵入呼吸道深部,甚至侵入到肺胞内。

#### 4. 环境温度

环境温度越高,越易中毒。因为环境温度越高,毒物的挥发性越大;毒物的溶解度越大;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,越易在底洼处积聚。如果通风不良,非常容易引起中毒。

#### 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粘附在皮肤上,使吸收更有利于进行。如苯胺、硝基苯之类毒物很容易渗透皮肤,进入血液循环而引起中毒。

### (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急性指标和慢性指标。



## 1. 急性指标

衡量该物质是否属于毒害品的急性指标如下：

(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。其结果用 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 h,在 14 天内使受试验动物半数死亡所施用的物质剂量。其结果用 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 h,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。其结果粉尘和烟雾用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  $mL/m^3$  (ppm)表示。

## 2. 慢性指标

毒物虽对人体有毒害作用,但如果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  $mg/m^3$  (ppm)或 mL/L 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  $mg/m^3$  (ppm)或 mL/L 表示。

MAC 和 TLV 都表示工作人员在这一浓度下长期劳动也不致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,否则会对工作人员身体健康产生有害影响。

### (三) 毒物进入人体的主要途径

#### 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,所以肺泡对毒物的吸收很快。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。经呼吸道吸收毒物的数量和速度与吸入的浓度、时间、肺活量以及毒物的理化性质有关。

#### 2. 皮肤

虽然健康的皮肤有屏障作用,但一些毒物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,不经肝脏,直接进入血液循环。经皮肤吸收毒物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: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,它富含固醇磷脂,对非脂溶性物质具有屏蔽作用;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毒物很容易通过皮肤的表皮屏障进入人体,从而引起中毒。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,