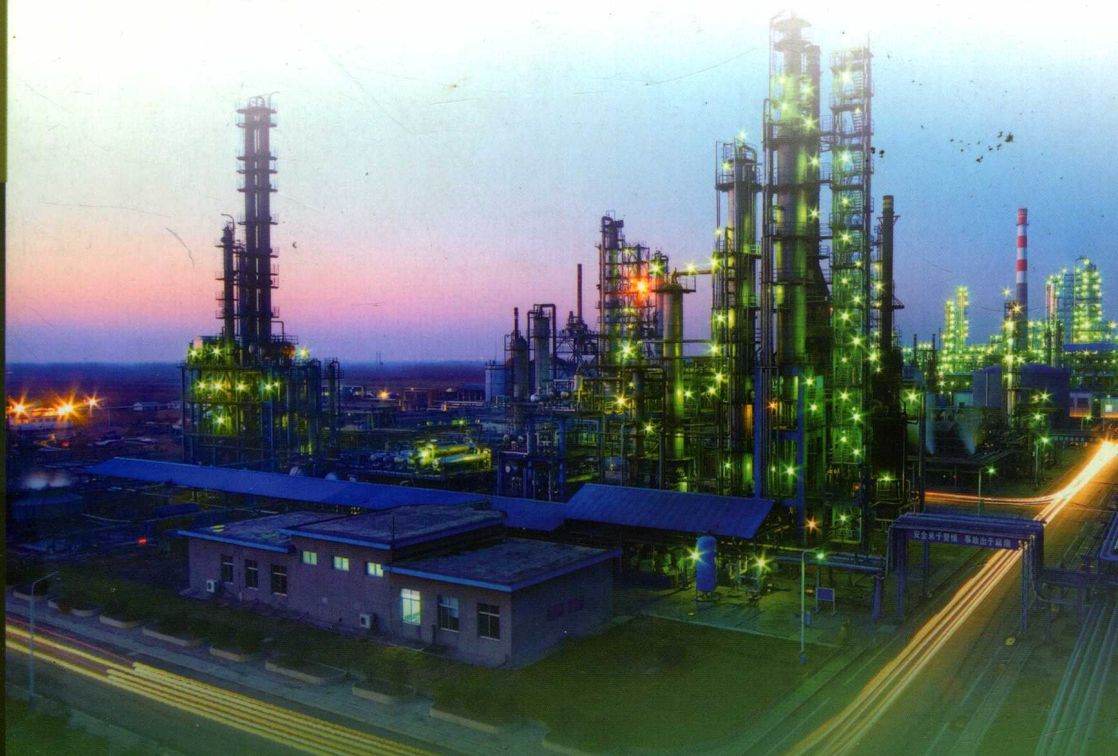


精细化工技术专业（群）重点建设教材

浙江省“十三五”优势专业项目建设成果

化工生产与安全技术

吴 健 丁晓民 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

精细化工技术专业(群)重点建设教材
浙江省“十三五”优势专业项目建设成果

化工生产与安全技术

主 编 吴 健 丁晓民
副主编 童国通 何 艺
编 写 吕路平 张立发 王建英 谢建武



图书在版编目(CIP)数据

化工生产与安全技术 / 吴健, 丁晓民主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2017. 7
ISBN 978-7-308-16799-4

I. ①化… II. ①吴… ②丁… III. ①化工生产—安全技术 IV. ①TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 071833 号

化工生产与安全技术

吴 健 丁晓民 主编

责任编辑 石国华
责任校对 陈静毅 王安安
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州星云光电图文制作有限公司
印 刷 浙江印刷集团有限公司
开 本 710mm×1000mm 1/16
印 张 14
字 数 274 千
版 印 次 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-16799-4
定 价 35.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcb.tmall.com>

内容简介

本教材从化学品安全管理基础知识、化工产品生产与安全、安全生产行为控制与事故预防、应急避险与现场急救、职业健康与劳动保护等5个方面进行了阐述,本教材选取的内容切合生产实际,采取大量事故案例加以诠释。按照读者的学习规律,首先从原料的角度,介绍化学品相关法律法规知识和标准,按照以人为本的理念介绍员工如何保护自己以及应遵循的义务等;其次详述了化工产品的生产与安全,从典型化工工艺到典型化工设备操作以及相应安全事故预防等;最后概述了事故应急救援和职业危害。为便于读者理解,书中使用了大量的图片和表格,可读性强。

本教材是在大量的企业调研的基础上,经过总结提炼编写而成的。

教材适合高等职业教育化工技术类及相关专业(包括精细化工、应用化工、轻工等)以及各企事业单位有关人员的培训使用,可作为大专院校相关专业以及本科院校的实训使用。

丛书编委会

主 任 谢萍华 何 艺

成 员 (按姓氏笔画排序)

干雅平 马占青 朱海东

吴 健 吴 霜 张永昭

张惠燕 陈 郁 林忠华

俞卫阳 俞铁铭 饶君凤

徐明仙 童国通 童鲁海

总序

2008年,杭州职业技术学院提出了“重构课堂、联通岗位、双师共育、校企联动”的教改思路,拉开了教学改革的序幕。2010年,学校成功申报为国家骨干高职院校建设单位,倡导课堂教学形态改革与创新,大力推行项目导向、任务驱动、教学做合一的教学模式改革与相应课程建设,与行业企业合作共同开发紧密结合生产实际的优质核心课程和校本教材、活页教材,取得了一定成效。精细化工技术专业(群)是骨干校重点建设专业之一,也是浙江省优势专业建设项目之一。在近几年实施课程建设与教学改革的基础上,组织骨干教师和行业企业技术人员共同编写了与专业课程配套的校本教材,几经试用与修改,现正式编印出版,是学校国家骨干校建设项目和浙江省优势专业建设项目的教研成果之一。

教材是学生主要学习的主要工具,也是教师教学的主要载体。好的教材能够提纲挈领,举一反三,授人以渔。而工学结合的项目化教材则要求更高,不仅要有广深的理论,更要有鲜活的案例、科学的课题设计以及可行的教学方法与手段。编写者在编写的过程中以自身教学实践为基础,吸取了相关教材的经验并结合时代特征而有所创新,使教材内容与经济社会发展需求的动态相一致。

本套教材在内容取舍上摒弃求全、求系统的传统,在结构序化上,首先明确学习目标,随之是任务描述、任务实施步骤,再是结合任务需要进行知识拓展,体现了知识、技能、素质有机融合的设计思路。

本套教材涉及精细化工技术、生物制药技术、环境监测与治理技术3个专业共9门课程,由浙江大学出版社出版发行。在此,对参与本套教材的编审人员及提供帮助的企业表示衷心的感谢。

限于专业类型、课程性质、教学条件以及编者的经验与能力,难免存在不妥之处,敬请专家、同仁提出宝贵意见。

谢萍华

前 言

随着科学技术的发展,人们的物质生活和文化生活水平得到不断提高,特别是石油化工、精细化工行业迅速崛起,有力地促进了国民经济的发展。众所周知,我国化学品的生产与使用量大面广,种类繁多,涉及国民经济各行业、领域。化学品的生产、经营、使用、储存、运输等过程的安全事故,直接关系到人民的生命财产安全。尤其石油化工行业企业涉及的原料及产品多是易燃易爆、有毒有害、易腐蚀性的物质,且生产过程又有高温高压、低温深冷、负压真空以及自动化、连续化、大型化等特点,与其他行业相比,化工生产的各个环节不安全因素较多,且事故后果严重,危险性和危害性更大。因此,在化工生产中应特别关注人身和设备安全,从而达到安全生产的目的。

本教材就是为危化品企业员工普及安全生产知识,强化安全意识而编写。根据石油化工行业企业发展需要,为满足该行业企业员工岗位实际工作所需要的知识、能力、素质,我们选取相关生产安全知识作为教学内容,同时引用大量相关事故案例,以加深学生对知识理解;同时以学生的认知规律安排、整合教学内容。

本教材由杭州职业技术学院吴健主编,并完成第一章、第二章第二节、第三节以及第五章第一节的编写。由杭州职业技术学院的丁晓民完成第二章第四节、第五节、第四章的编写,杭州职业技术学院的童国通完成第二章第一节、第五章第二节的编写,杭州电化集团有限公司的王建英完成第五章第三节、第四节的编写。在编写过程中受到浙江蓝天环保科技股份有限公司的杨清纳、周忠泽,杭州菲丝凯化妆品有限公司肖炎伟,国际香料香精(浙江)有限公司赵文佳,雅露拜尔生物科技(杭州)有限公司的张立发的帮助和指导。在此一并表示衷心感谢。

本教材适合高等职业教育化工技术类及相关专业(包括精细化工、应用化工、轻工等)以及各企事业单位有关人员的培训使用,可作为大专院校相关专业以及本科院校的实训使用。

由于编者水平有限和时间仓促,书中难免存在不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2016年10月

目 录

第一章 化学品安全管理基础知识	(1)
第一节 化学品法律法规及标准	(1)
一、化学品法律法规概述	(1)
二、化学品主要标准概述	(2)
第二节 化学品特性、分类及存储	(6)
“1·13”硫黄仓库爆炸事故	(6)
一、危险化学品的主要特性	(8)
二、危险化学品的种类	(8)
三、危险化学品的包装、使用与储存	(11)
第三节 安全标志使用与管理	(16)
一、安全标志的由来及含义	(16)
二、安全标志类型	(18)
三、安全标志的设置、安装使用与维护	(20)
第二章 化工产品生产与安全	(23)
第一节 化工产品生产工艺操作与安全	(25)
一、合成氨生产工艺操作与安全	(25)
二、氯碱生产工艺操作与安全	(29)
三、醋酸生产工艺操作与安全	(38)
四、双氧水生产工艺与操作	(43)
第二节 化工单元设备操作与安全	(47)
一、阀门操作与安全	(47)
二、泵类操作与安全	(58)
三、反应釜操作与安全	(63)
四、换热器操作与安全	(68)
五、分离设备操作与安全	(71)
六、精馏设备操作与安全	(74)

七、其他塔类设备案例分析	(76)
第三节 化工设备检修与安全	(79)
“4·23”爆炸事故	(79)
一、设备检修安全事故原因与对策	(80)
二、典型化工设备检修与安全	(84)
第四节 防火防爆安全技术	(95)
昆山“8·2”特别重大爆炸事故	(95)
一、火灾爆炸概述	(97)
二、物料的火灾爆炸危险	(97)
三、化学反应的火灾爆炸危险	(99)
四、防火防爆措施	(99)
五、防火防爆基本方法	(102)
六、燃烧爆炸敏感性工艺参数的控制	(104)
七、火灾和爆炸的局限化措施	(108)
第五节 电气安全技术	(110)
一、预防人身触电	(110)
二、触电后的紧急救护	(119)
三、静电危害与防护	(120)
浙江某丙烯酸爆炸事故	(120)
第三章 安全生产行为控制与事故预防	(128)
第一节 行为控制	(128)
一、不安全行为定义与分类	(129)
二、不安全行为的管理与控制	(131)
第二节 事故预防	(134)
一、违章操作行为的主要表现	(134)
二、事故发生的主要原因	(135)
三、事故预防指导思想	(136)
四、事故预防基本方法	(137)
五、事故预防具体措施	(138)
第三节 从业人员的权利和义务	(148)
一、从业人员安全生产的权利	(148)
二、从业人员安全生产的义务	(158)

第四章 应急避险与现场急救	(163)
第一节 应急避险措施及方法	(163)
一、车辆伤害	(163)
二、机械伤害	(164)
三、起重伤害	(164)
四、触电	(165)
五、淹溺	(166)
六、灼烫	(166)
七、火灾	(167)
八、高处坠落	(167)
九、炸药爆炸	(168)
十、锅炉爆炸	(168)
十一、容器爆炸	(169)
十二、其他爆炸	(170)
十三、中毒和窒息	(170)
第二节 现场急救措施及方法	(171)
一、危险化学品事故应急救援演习	(171)
二、发生危险化学品火灾事故的现场处置	(173)
三、人身中毒事故的急救处理	(177)
四、危险化学品烧伤的现场抢救	(179)
五、常用的急救方法	(179)
第三节 消防器材的使用	(182)
一、灭火的原理及措施	(182)
二、灭火剂及其应用	(183)
三、灭火设施	(185)
第五章 职业健康与劳动保护	(188)
第一节 职业危害概述	(188)
一、职业危害因素	(188)
二、职业病和法定职业病	(189)
三、我国职业病发病特点	(192)
四、工作场所职业危害接触限值	(193)
五、关于职业病的法律法规要求	(196)

第二节 生产性有害物及其防护	(197)
一、生产性粉尘与尘肺防护措施	(199)
二、有机溶剂中毒及应对措施	(201)
三、酸碱灼伤急救处理	(202)
第三节 噪声、辐射及其防护技术	(203)
一、噪声及其危害	(203)
二、电磁辐射及其危害	(204)
第四节 职业危害防护用品及防护措施	(207)
一、典型防护用品简介	(208)
二、作业场所职业危害防护措施	(211)
参考文献	(214)

第一章 化学品安全管理基础知识

第一节 化学品法律法规及标准

我国是化学品生产大国,化学工业已成为国家的支柱产业;我国也是化学品进出口大国之一,每年进出口总额达1万亿美元以上。

我国化学品的生产与使用量大面广,种类繁多,涉及国民经济各行业、领域。化学品的生产、经营、使用、储存、运输等过程中的事故,直接关系到人民的生命财产安全,对国民经济的发展也具有重大的影响。

化学品管理工作对促进经济发展、保障人身财产安全、保护环境等方面具有重要意义。

一、化学品法律法规概述

自20世纪80年代开始,经过几十年的建设与发展,我国拥有化学品安全管理的法律、法规及部门规章共65项。国家还颁布了一系列有关危险化学品分类、储存、运输、包装和标志等的安全标准,有关控制化学污染物排放标准和职业卫生方面的标准,共有126个。这些法律、法规涉及化学品的生产、加工、运输、储存、使用、回收和废弃物处置等各个环节,逐步形成了以国家安全生产监督管理局、中华人民共和国公安部、中华人民共和国交通运输部、国家质量监督检验检疫局、中华人民共和国环境保护部(以下简称“环境保护部”)和中华人民共和国海关总署等为主的多部门管理格局。

(一)化学品安全生产法律法规

我国涉及化学品安全生产的法律、法规以及部门规章主要有《中华人民共和国安全生产法》(主席令〔2014〕第13号)(以下简称《安全生产法》)、《易制毒化学品安全管理条例》(国务院令〔2005〕第445号)、《安全生产许可证条例》(国务院令〔2004〕第397号)、《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》(国务院令〔2002〕第352号)、《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》(国家安监总局令〔2011〕第41号)等。

其中,《安全生产法》规定:危险物品的生产、经营和储存单位应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员,单位负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力,并且需

要有关主管部门考核后方可任职。用于生产、储存危险物品建设项目的施工单位必须按照批准的安全设施设计施工,并对安全设施的工程质量负责,在投入生产前必须依照有关规定对安全设施进行验收,验收合格后,方可投入生产和使用。验收部门及其验收人员对验收结果负责。

《安全生产许可证条例》规定:企业进行生产前应向安全生产许可证颁发管理机关申请领取安全生产许可证,并提供相关文件和资料。安全生产许可证颁发管理机关应当自收到申请之日起 45 日内审查完毕,审查合格颁发安全生产许可证,否则不予颁发安全生产许可证,书面通知企业并说明理由。

(二)化学品安全法规

我国涉及化学品安全管理的法律、法规以及部门规章主要有《危险化学品安全管理条例》(国务院令〔2013〕第 645 号)、《危险化学品登记管理办法》(国家安全监管总局令〔2012〕第 53 号)、《危险化学品安全使用许可证实施办法》(国家安全监管总局令〔2012〕第 57 号)、《剧毒化学品购买和公路运输许可证件管理办法》(公安部令〔2005〕第 77 号)、《危险化学品生产储存建设项目安全审查办法》(国家安全监管总局令〔2012〕第 45 号)等。

其中,《危险化学品安全管理条例》明确规定了安监、公安、质检、环保、交通、卫生、工商和邮政等部门在危险化学品安全管理方面的职责。

(三)化学品环境保护法律法规

我国涉及化学品环境保护的法律、法规、政策以及部门规章主要有《中华人民共和国环境保护法》(主席令〔2014〕第 9 号)、《新化学物质环境管理办法》(环境保护部令〔2009〕第 7 号)、《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发〔2005〕第 39 号)、《关于加强有毒化学品进出口环境管理登记工作的通知》(环办〔2009〕第 113 号)、《化学品环境风险防控“十二五”规划》(环发〔2013〕第 20 号)、《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕第 35 号)等。

为了控制新化学品的环境风险,保障人体健康,保护生态环境,国家对新化学品实行风险分类管理,实施申报登记和跟踪控制制度。

化学品环境保护具有风险预防的特点,而目前相关法律对废水、废气和废渣的管理,体现的是先污染后治理的原则,并非污染之前的防治管理。

二、化学品主要标准概述

(一)危险化学品鉴别和分类标准

1.《危险货物的分类和品名编号》(GB6944—2012)

本标准适用范围:

(1)本标准适用于危险货物运输中类、项的划分和品名的编号。

(2)凡具有爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等性质,在运输、装卸和贮存保管过程中,容易造成人身伤亡和财产损毁而需要特别防护的货物,均属危险货物。

2.《化学品分类及危险性公示通则》(GB13690—2009)

本标准适用范围:

(1)本标准规定了有关 GHS 的化学品分类及其危险公示。

(2)本标准适用于化学品分类及其危险公示。本标准适用于化学品生产场所和消费品的标志。

(二)危险化学品名录

1.《危险货物物品名表》(GB12268—2012)

(1)主题内容与适用范围:

本标准规定了危险货物物品名表的一般要求、结构和危险货物物品名表。

本标准适用于危险货物运输、储存、经销及相关活动。

(2)规范性引用文件:

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

①GB6944 危险货物分类和品名编号。

②联合国《关于危险货物运输的建议书·规章范本》(第 16 修订版)。

③联合国《关于危险货物运输的建议书·试验和标准手册》(第 5 修订版)。

2.《危险化学品目录》(2015 年版)

《危险化学品目录》(以下简称《目录》)是落实《危险化学品安全管理条例》(以下简称《条例》)的重要基础性文件,是企业落实危险化学品安全管理主体责任,以及相关部门实施监督管理的重要依据。根据《条例》规定,国家安全监管总局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、农业主管部门联合制定了《目录(2015 版)》,于 2015 年 5 月 1 日起实施,《危险化学品名录》(2002 版)、《剧毒化学品目录》(2002 年版)同时予以废止。

3.《剧毒化学品目录》(2015 年版)

(1)本目录摘自危险化学品目录 2015 版,剧毒化学品由原来的 335 种调整为 148 种。

(2)剧毒化学品的判定界限。

定义:具有剧烈急性毒性危害的化学品,包括人工合成的化学品及其混合物和天然毒素,还包括具有急性毒性易造成公共安全危害的化学品。

剧烈急性毒性判定界限:急性毒性类别 1,即满足下列条件之一:大鼠实验,经口 $LD_{50} \leq 5\text{mg/kg}$,经皮 $LD_{50} \leq 50\text{mg/kg}$,吸入(4h) $LC_{50} \leq 100\text{mL/m}^3$ (气体)或 0.5mg/L (蒸气)或 0.05mg/L (尘、雾)。经皮 LD_{50} 的实验数据,也可使用兔实验数据。

(3)本目录各栏目含义

①“序号”是指本目录录入剧毒化学品的顺序。

②“品名”是按照化学品命名方法给予的名称。

③“别名”是指除“品名”以外的习惯称谓或俗名。

4.《危险货物命名原则》(GB/T 7694—2008)

(1)本标准规定了危险货物运输名称的选择和命名。

(2)本标准适用于经铁路、公路、水运和民航等运输方式运输和贮存的危险货物的命名。

(3)本标准代替《危险货物命名原则》(GB/T 7694—1987)。

(4)本标准与 GB/T 7694—1987 相比主要变化如下：

- ①增加引用文件；
- ②增加术语与定义部分,将原“2.危险货物命名原则”中的相关名词术语单独列出；
- ③增加了“混合物或溶液”命名原则；
- ④“危险货物的概括名称”增加了部分内容；
- ⑤“危险货物品名的附加条件”增加了部分内容；
- ⑥删除了原“4.对进口和出口的危险货物”内容；
- ⑦增加了参考文献。

5.危险货物运输、包装的国标

(1)《危险货物包装标志》(GB190—2009)

①主要内容与适用范围。本标准规定了危险货物包装图示标志(以下简称标志)的种类、名称、尺寸及颜色等。本标准适用于危险货物的运输包装。

②引用标准《危险货物分类和品名编号》(GB6944—2012)和《危险货物品名表》(GB12268—2015)。

③标志的图形和名称。标志的图形共 21 种,19 个名称,其图形分别标示了 9 类危险货物的主要特性。标志图形须符合标志 1~21 的规定。

(2)《危险货物运输包装通用技术条件》(GB12463—2009)

本标准规定了危险货物运输包装(以下简称运输包装)的分类、基本要求、性能试验和检验方法、技术要求、类型和标记代号。

本标准适用于盛装危险货物的运输包装。

本标准不适用于：

- ①盛装放射性物质的运输包装；
- ②盛装压缩气体和液化气体的压力容器的运输包装；
- ③净质量超过 400kg 的运输包装；
- ④容积超过 450L 的运输包装。

(3)《危险化学品运输包装类别划分原则》(GB/T15089—2008)

本标准代替《危险货物运输包装类别划分原则》(GB/T15098—1994)。

本标准规定了划分各类危险货物运输包装类别的方法。

本标准适用于危险货物生产、贮存、运输和检验部门对危险货物运输包装进行性能试验和检验时确定包装类别。

本标准不适用于：

- ①盛装爆炸品的运输包装；
- ②盛装气体的压力容器的运输包装；
- ③盛装有机过氧化物和自反应物质的运输包装；
- ④盛装感染性物质的运输包装；
- ⑤盛装放射性物质的运输包装；
- ⑥盛装杂项危险物质和物品的运输包装；
- ⑦净质量大于 400kg 的包装；
- ⑧容积大于 450L 的包装。

有特殊要求的另按相关规定办理。

(4)《道路运输危险货物车辆标志》(GB13392—2005)

本标准规定了道路运输危险货物车辆标志的分类、规格尺寸、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、装卸、运输和储存,以及安装悬挂和维护要求。本标准适用于道路运输危险货物车辆标志的生产、使用和管理。

6.“一书一签”的国标

(1)《化学品安全技术说明书-内容和项目顺序》(GB/T16483—2008)

本标准规定了化学品安全技术说明书(Safety Data Sheet, SDS)的结构、内容和通用形式。本标准适用于化学品安全技术说明书的编制。本标准既不规定 SDS 的固定格式,也不提供 SDS 的实际样例。

(2)《化学品安全标签编写规定》(GB15258—2009)

本标准规定了化学品安全标签的术语和定义、标签内容、制作和使用要求,适用于化学品安全标签的编写、制作和使用。

本标准的 4.1、4.2、4.3、5.1、5.2、5.4.1、5.4.2 为强制性的,其余为推荐性的。

本标准对应于联合国《全球化学品统一分类和标签制度》(GHS,第二修订版),与其一致性程度为非等效。

本标准代替 GB15258—1999《化学品安全标签编写规定》。

7.危险化学品储存、经营的国标

(1)《常用化学危险品的贮存通则》(GB15603—1995)

①本标准规定了常用化学危险品(以下简称化学危险品)贮存的基本要求。本标准适用于常用化学危险品(以下简称化学危险品)出、入库,贮存及养护。

②引用标准为《危险货物包装标志》(GB190—2009)、《常用危险化学品的分类及标志》(GB13690—1992)、《建筑设计防火规范》(GBJ16—2001)。

(2)《危险化学品企业经营开业条件和技术要求》(GB18265—2000)

本标准规定了危险化学品经营企业的开业条件和技术要求。本标准适用于中华人民共和国境内从事危险化学品交易和配送的任何经营企业。

8.《重大危险源辨识》(GB18218—2000)

(1)本标准规定了辨识重大危险源的依据和方法。

(2)本标准适用于危险物质的生产、使用、贮存和经营等各企业或组织。

(3)本标准不适用于:

①核设施和加工放射性物质的工厂,但这些设施和工厂中处理非放射性物质的部门除外;

②军事设施;

③采掘业;

④危险物质的运输。

9. 有毒化学品的国标

(1)《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230—2010)

本标准在《职业性接触毒物危害程度分级》(GB5044—1985)基础上首次修订。

本标准与 GB5044—1985 相比主要修改如下:

①保留急性毒性、致癌性等 2 项指标。依据联合国全球化学品统计、分类及标记协调制度(GHS)的急性毒性分级标准,修订原急性毒性分级标准;依据国际癌症研究机构(International Agency for Research on Cancer, IARC)致癌性分类,修订了原致癌性分级标准。

②把原急性中毒发病状况、慢性中毒发病状况和慢性中毒后果 3 项指标整合为实际危害后果与预后 1 项指标,并明确定义和分级标准。

③增加了扩散性、蓄积性、刺激与腐蚀性、致敏性、生殖毒性 5 项指标。

④增加了指标权重和按照毒物危害指数进行分级的原则。

⑤把我国政府的产业政策列为直接分级的参考依据。

⑥删除了毒物非固有特性的指标,即最高容许浓度。

(2)《剧毒物品分级、分类及品名编号》GB57—1993

①本标准规定了剧毒物品定义、分级、分类与品名编号。本标准适用于公安机关对剧毒物品的安全管理。

②引用标准为《危险货物命名原则》(GB7694—1987)、《危险货物品名表》(GB12268—1990)、《危险货物分类与品名编号》(GB6944—1986)。

第二节 化学品特性、分类及存储

案例

“1·13”硫黄仓库爆炸事故

2011年1月13日,云南省昆明市某公司(危险化学品生产企业)硫黄仓库发生