



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12.5" GUIHUA JIAOCAI

重大危险源辨识与控制

刘诗飞 姜 威 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

重大危险源辨识与控制

刘诗飞 姜 威 主编

北 京

冶金工业出版社

2012

内 容 提 要

本书以危险和有害因素分析为基础,结合近期国家出台的有关重大危险源的法律、法规和技术标准,系统介绍了重大危险源的渊源、辨识方法、控制技术、危害后果分析估算方法和数值模拟、安全管理等相关知识。

本书可作为高等院校安全工程及相关专业的教材,也可供工业生产过程安全领域的科研人员、政府和企业安全管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

重大危险源辨识与控制/刘诗飞,姜威主编. —北京:冶金工业出版社, 2012. 8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5984-0

I. ①重… II. ①刘… ②姜… III. ①危险物品管理—中国—高等学校—教材 IV. ①D631. 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 167502 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 马文欢 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5984-0

北京印刷一厂印刷; 冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销

2012 年 8 月第 1 版, 2012 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 14.25 印张; 342 千字; 217 页

32.00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿信箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

事故频发的噩耗总是回响在耳畔，惨烈的哭泣、哀怨的眼神总是那么让我们动容。难道说人类的进步、社会的发展一定要我们付出如此昂贵的代价吗？人类在思考。

面对工业生产过程中的种种危险，预防恶性事故发生的关键在于在繁复的矛盾中突出主要危险，解决关键问题。为此，各级政府、企业家、科技人员均在为保证人民的福祉而孜孜追求，这也是编者编写此书的初衷，也借此告慰那些无辜的生灵，让人类不再哭泣，让警钟永远长鸣，让祥和与美好永远陪伴在我们的身边。

本书由刘诗飞和姜威担任主编，具体编写分工为：河南理工大学的安景旺编写第1章，郑州大学的刘诗飞编写第2章、第3章，郑州大学的蒋苏毓编写第4章，郑州大学的赵雪娥编写第5章，郑州大学的钟委编写第6章，中原工学院的杨春丽编写第7章，中南财经政法大学的姜威编写第8章，全书由刘诗飞负责统稿。

本书编写过程历时一年，各位编者结合各自的专长和分工，对现有的与重大危险源的相关资料和信息进行了归纳整理，力求向读者完整呈现重大危险源的渊源、辨识方法、控制技术、危害后果分析估算方法和数值模拟、安全管理等相关知识。

在本书的编写过程中，参考资料方面除书中所列出的参考文献外，编者还参阅了大量国内外的研究报告、技术标准、相关法律法规、相关软件使用手册以及来自互联网的有关技术资料等，在此对相关著作者表示深深的感谢。同时，也对支持本书编写工作的郑州大学化工与能源学院、河南省正大工业工程技术有限公司表示感谢。

受作者水平所限，书中难免有不妥之处，敬请从事安全工作的同仁们和读者提出宝贵意见。

刘诗飞

2012年5月

目 录

1 概论	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 危险源	1
1.1.2 事故、生产事故及事故隐患	1
1.1.3 重大事故隐患	1
1.2 重大危险源	2
1.2.1 重大危险源的概念	2
1.2.2 重大危险源辨识的目的和意义	2
1.2.3 我国重大危险源管理发展概况	2
1.3 生产事故分类	3
1.3.1 事故对人的伤害程度分类	4
1.3.2 事故的严重程度分类	4
1.4 典型事故案例	5
1.4.1 鹤管装油槽车火灾事故	5
1.4.2 某石化厂液化气外漏爆燃事故	5
1.4.3 液氯泄漏导致的氯气中毒事故	6
1.4.4 加速器及探伤机辐照事故	6
1.4.5 某油库“9·11”跑油事故	7
思考题	8
2 危险和有害因素辨识基础	9
2.1 危险和有害因素的定义	9
2.2 危险和有害因素产生的原因	9
2.3 危险和有害因素分类	10
2.3.1 按照《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861—2009) 分类	10
2.3.2 按照《企业职工伤亡事故分类》(GB 6441—86)分类	14
2.4 危险和有害因素的辨识方法	15
2.4.1 危险和有害因素的辨识原则	15
2.4.2 危险和有害因素辨识单元划分原则	16
2.5 固有危险和有害因素辨识	16
2.6 工业生产过程主要危险环境	16

2.6.1 火灾危险环境	16
2.6.2 爆炸危险环境	19
2.6.3 有毒危险作业场所	20
2.6.4 粉尘危险作业场所	21
2.6.5 高温危险作业场所	22
2.6.6 高处及其他危险作业场所	22
思考题	23
3 重大危险源辨识依据	24
3.1 国外主要重大危险源辨识标准介绍	24
3.1.1 英国 ACMH 重大危险源辨识标准	24
3.1.2 国外其他重大危险源辨识标准	26
3.2 国内重大危险源辨识依据概况	27
3.2.1 《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218—2009) 介绍	27
3.2.2 安监管协调[2004]56 号文介绍	28
3.2.3 其他重大危险源辨识标准介绍	28
3.3 各种重大危险源辨识依据的特征分析	29
3.3.1 各种重大危险源危险物质临界量分析	29
3.3.2 国内重大危险源辨识标准特征分析	29
思考题	30
4 重大危险源辨识与评价	31
4.1 概述	31
4.2 重大危险源的评价程序	32
4.2.1 资料准备	32
4.2.2 现场查勘	34
4.3 重大危险源辨识单元划分	39
4.4 重大危险源的辨识方法	40
4.5 重大危险源的分级	40
4.6 重大危险源的评价方法	42
4.7 重大危险源危害后果分析	42
4.7.1 利用数学模型进行危害后果分析	42
4.7.2 个人风险和社会风险分析	42
4.8 重大危险源评价报告编制	44
4.8.1 重大危险源安全评价报告主要内容	44
4.8.2 重大危险源安全状态确认方面的主要内容	45
4.8.3 评价报告提出的安全对策措施的注意事项	45
4.8.4 评价结论注意事项	47
思考题	47

5 重大事故后果分析	49
5.1 概述	49
5.2 后果分析的一般程序及分析模式	49
5.2.1 后果分析程序	49
5.2.2 后果分析所需参数	50
5.2.3 后果分析模式选择	50
5.3 泄漏	53
5.3.1 泄漏设备及损坏尺寸	53
5.3.2 泄漏量的计算	57
5.4 蒸发与绝热膨胀	60
5.4.1 液体的扩展与蒸发	60
5.4.2 喷射扩散	63
5.4.3 绝热膨胀	64
5.5 气云在大气中的扩散	65
5.5.1 重气扩散	65
5.5.2 非重气扩散	68
5.6 火灾事故后果分析	73
5.6.1 热辐射破坏准则	74
5.6.2 池火	75
5.6.3 喷射火	77
5.6.4 火球	78
5.6.5 闪火	79
5.6.6 热辐射伤害概率模型	79
5.7 爆炸后果分析	80
5.7.1 爆炸伤害准则	80
5.7.2 凝聚相爆炸伤害模型	81
5.7.3 蒸气云爆炸伤害模型——TNT 当量法	82
5.7.4 爆炸伤害概率模型	83
5.7.5 物理爆炸后果分析	83
5.8 中毒	86
5.8.1 描述毒物泄漏后果的概率函数法	86
5.8.2 有毒液化气体容器破裂时的毒害区估算	87
5.9 事故后果分析应用实例	89
5.9.1 泄漏事故后果分析	89
5.9.2 池火灾事故后果分析	90
5.9.3 化学性爆炸事故后果分析	91
5.9.4 物理性爆炸事故后果分析	93
5.9.5 毒物泄漏事故后果分析	94

思考题	94
6 重大事故危害后果数值模拟	96
6.1 数值模拟基础	96
6.1.1 基本控制方程	96
6.1.2 计算区域离散化与网格划分	99
6.1.3 控制方程的离散化	100
6.1.4 初始条件与边界条件	102
6.2 半水煤气泄漏的模拟	104
6.2.1 Fluent 简介	104
6.2.2 应用示例	105
6.3 液氨储罐泄漏的模拟	109
6.3.1 PHAST 简介	109
6.3.2 应用实例	110
6.4 甲醇泄漏火灾模拟	112
6.4.1 FDS 介绍	112
6.4.2 FDS 的使用方法	113
6.4.3 甲醇泄漏火灾模拟	116
思考题	118
7 重大危险源控制技术	119
7.1 重大危险源实时监控预警技术	119
7.1.1 计算机控制系统的组成原理	119
7.1.2 危险源数据采集与计算机巡回检测系统数据采集系统	120
7.1.3 监控预警系统	121
7.2 化工工艺安全控制技术	122
7.2.1 影响化工生产过程安全稳定的因素	122
7.2.2 安全控制措施	124
7.2.3 自动控制与安全联锁	127
7.3 油气罐区与堆场安全控制技术	127
7.3.1 易燃液体罐区布置要求	128
7.3.2 易燃易爆气体罐区安全控制技术	130
7.3.3 堆场布置要求	133
7.4 矿山重大隐患安全控制技术	133
7.4.1 瓦斯爆炸安全控制技术	133
7.4.2 煤尘爆炸安全控制技术	137
7.4.3 矿井水灾安全控制技术	141
7.4.4 矿井火灾安全控制技术	145
7.4.5 煤与瓦斯突出安全控制技术	149

7.5 尾矿库安全控制技术	151
7.5.1 尾矿库设施概述	152
7.5.2 尾矿库安全控制技术	154
思考题	158
8 重大危险源管理	159
8.1 日常安全管理	159
8.1.1 重大危险源管理规章制度	159
8.1.2 重大危险源信息系统管理	161
8.1.3 重大危险源的监控和预警系统管理	167
8.1.4 重大危险源安全警示标志管理	171
8.1.5 岗位操作标准化管理	173
8.1.6 重大危险源的定期检查	174
8.1.7 重大危险源定期评价与备案	175
8.2 重大事故应急预案	176
8.2.1 应急预案的作用	176
8.2.2 应急预案的层次与结构	177
8.2.3 应急预案的演练和更新	179
8.3 应急救援装备配备要求	179
8.3.1 通用应急救援装备	179
8.3.2 专用应急救援装备	189
8.3.3 应急救援装备举例	200
思考题	215
参考文献	216

1 概 论

学习要求

- 掌握工业生产过程安全的基本概念；
 - 掌握重大危险源辨识的目的和意义。
-

1.1 基 本 概 念

1.1.1 危险源

从广义上说，危险源就是指危险的根源，包括危险载体和事故隐患。从狭义上说，危险源是指可能造成人员伤害、导致职业病、财产损失或环境破坏的根源和状态，即危险源是事故发生的根本原因。

1.1.2 事故、生产事故及事故隐患

事故是人们在实现其目的的行动过程中突然发生的、使其有目的的行动暂时或永远终止的一种意外事件。

生产事故是指企业在生产过程中突然发生的，伤害人体、损坏财物、影响生产正常进行的意外事件，包括设备事故、人身伤亡事故（工伤事故）、险肇事故（有时称为未遂事故）三种。

事故隐患是指物的不安全状态、人的不安全行为、不良的环境以及管理上的缺陷。从实质上说这是有危险的、不安全的、有缺陷的“状态”，这种状态可从人或物上表现出来，如人走路不稳、路面太滑都是导致摔倒致伤的隐患；也可表现在管理的程序、内容或方式上，如安全检查不到位、规则制度不健全、人员培训不到位等。

1.1.3 重大事故隐患

重大事故隐患是指可能导致重大人身伤亡或者重大经济损失的事故隐患。重大事故隐患根据作业场所、设备及设施的不安全状态，以及人的不安全行为和管理上的缺陷、可能导致事故损失的程度分为两级：

（1）特别重大事故隐患，指可能造成 30 人以上死亡，或者 100 人以上重伤（包括急性工业中毒，下同）或可能造成 1 亿元以上直接经济损失的事故隐患。

（2）重大事故隐患，指可能造成 10 人以上、30 人以下死亡，或 50 人以上、100 人以下重伤，或可能造成 5000 万元以上直接经济损失的事故隐患。

1.2 重大危险源

1.2.1 重大危险源的概念

20 世纪 70 年代以来,在工业生产特别是化学品生产、储存、使用、运输过程中,重大火灾、爆炸、泄漏等重大事故频频发生。英国 1974 年 6 月, Flixborough 爆炸事故发生后,为改变事故频发和有效预防重大事故的发生,英国卫生与安全委员会设立了重大危险咨询委员会(简称 ACMH),该委员会负责研究重大危险源的辨识评价技术和控制措施,开始系统地研究重大危险源的控制技术。1976 年,ACMH 首次提出了重大危险源标准,提出了危险物质及其相关事故物质量的标准,1979 年和 1984 年又对该标准进行了修改,在辨识标准中提出了 4 类共 25 种物质(设施)及其临界量。1982 年,欧共体颁布了《工业活动中重大事故危险法令》(82/501/EEC),简称《塞韦索法令》,该法令列出了 180 种物质及其临界量。经过几年的运行,1996 年,欧共体对《塞韦索法令》进行了修订,提出的《塞韦索法令》修正件中新增了 39 种物质和临界量。

与此同时,美国、澳大利亚等国也颁布了重大危险源控制的国家标准。1993 年 6 月,第 80 届国际劳工大会通过了《预防重大工业事故公约》,该公约中也明确了重大危险源的概念。亚太地区的印度、印尼、泰国、马来西亚和巴基斯坦等国逐步建立了国家重大危险源控制系统。

我国重大危险源控制的研究工作开始于 20 世纪 90 年代,并列入了国家“八五”发展规划,1997 年开始在全国的六大城市即北京、上海、天津、青岛、深圳和成都进行重大危险源的普查试点,2000 年颁布了《重大危险源辨识》(GB 18218—2000)的国家标准,为我国重大危险源的辨识提供了基础的法律依据。而后又在此基础上进行了修订,颁布了《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218—2009)的国家标准。

1.2.2 重大危险源辨识的目的和意义

现代工业生产中往往存在着各式各样的潜在危险,在不同行业、不同生产规模、不同的原料储存方式的情况下其潜在风险又各不相同。作为政府、企业的管理部门以及安全评价人员应该重点关注的是有关危险源辨识和风险评价的工作,即可能造成群死群伤事故发生的场所、地点和这些场所、地点发生事故的的概率。只有对这些可能发生重大危险的场所、地点进行有效的控制才能做到真正意义的本质安全。进行重大危险源辨识最重要的目的和意义就是保证安全管理有序和有效地进行。

1.2.3 我国重大危险源管理发展概况

我国重大危险源管理的发展大致如下:

(1) 六城市重大危险源普查。1997 年,根据原劳动部劳部发[1997]22 号文“关于在北京等六城市进行重大危险源普查监控系统试点工作的通知”和《重大危险源普查监控系统试点项目实施方案》,在北京、上海、天津、青岛、深圳、成都等六城市开展了重大危险源普查试点工作。

普查工作的范围为储罐区（储罐）、库区（库）、生产场所、企业危险建（构）筑物、压力管道、锅炉、压力容器等7大类。1998年6月，六个试点城市均按要求完成了重大危险源普查、登记和评价分级工作，共计普查出重大危险源10230个。

（2）部分城市工业重大危险源数据库建立。2001年国家科技基础性工作专项资金项目《城市工业重大危险源数据库一期开发研究》，对北京、上海、汕头、南宁、无锡等五城市重大危险源进行了普查，结果普查出8大类重大危险源4519个。建立了部分城市工业重大危险源数据库。

（3）《关于重大危险源申报登记试点工作的指导意见》发布。2003年11月，为进一步加强对重大危险源的监督管理，建立和健全重大危险源监控制度，国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）印发了《关于重大危险源申报登记试点工作的指导意见》的通知，并决定在辽宁、江苏、福建、广西、甘肃、浙江、重庆等省市开展重大危险源申报登记试点工作。此次重大危险源申报登记范围包括储罐区（储罐）、库区（库）、生产场所、压力管道、锅炉、压力容器、煤矿（井工开采）、金属及非金属地下矿山、尾矿库等9大类。开展此项试点工作的主要目标和任务是掌握重大危险源的数量、状况和分布，建立重大危险源申报、登记、评价、分级监察管理体系，指导存在重大危险源的生产经营单位建立和完善重大危险源监控管理系统，在此基础上，建立国家、省、市、区（县）重大危险源监控信息管理系统和重大事故应急救援体系，进一步促进重大危险源监控管理的科学化、制度化和规范化。

在重大危险源监控管理的研究和推广应用过程中，四川化工厂、青岛石油化工厂、南京化学工业集团公司等企业相继建立了企业重大危险源监控系统，北京市、青岛市等地方政府主管部门建立了基于GIS的重大危险源监控信息管理系统，极大地提高了安全生产监督管理的技术含量，为政府安全生产管理决策起到了参谋作用。目前，全国各地都不同程度地在开展重大危险源监控工作。

（4）《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218—2009）发布。2009年中国安全生产科学研究院在GB 18218—2000的基础上，结合国家安全科学和安全管理水平的发展，对构成重大危险源危险物质的临界量进行了修订，在我国第一次提出了危险化学品重大危险源的概念。

（5）《危险化学品重大危险源分级方法》发布。2011年8月，国家安全生产监督管理总局令40号规定了危险化学品重大危险源的分级方法，为国家对危险化学品重大危险源进行有效分级监管奠定了基础和提供了依据。

1.3 生产事故分类

生产事故是指在生产经营活动中发生的造成人身伤亡（包括急性工业中毒）或者直接经济损失的事故。生产事故的分类方法有很多。

一般可以把安全生产事故分为生产安全事故和非生产安全事故。生产安全事故分为伤亡事故、设备安全事故、质量安全事故、环境污染事故、职业危害事故、其他安全事故等；非生产安全事故分为盗窃事故、人为破坏事故、其他事故等。

生产事故按行业分类可分为建筑工程事故、交通事故、工业事故、农业事故、林业事

故、渔业事故、商贸服务业事故、教育安全事故、医药卫生安全事故、食品安全事故、电力安全事故、矿业安全事故、信息安全事故、核安全事故等。

生产事故按事故严重程度分类或分级为：

- (1) 工业生产：一般事故、重大事故、特别重大事故；
- (2) 道路交通：轻微事故、一般事故、重大事故、特大事故、特别重大事故；
- (3) 水上交通：小事故、一般事故、大事故、重大事故；
- (4) 铁路交通：一般事故、险性事故、大事故、重大事故、特别重大事故；
- (5) 建设工程：一级、二级、三级、四级事故等等。

生产事故按事故性质分类可分为自然灾害、自然事故、技术事故、责任事故。

生产事故按经济损失大小分类可分为：

- (1) 一般损失事故：经济损失小于1万元的事事故；
- (2) 较大损失事故：经济损失大于1万元（含1万元）但小于10万元的事事故；
- (3) 重大损失事故：经济损失大于10万元（含10万元）但小于100万元的事事故；
- (4) 特大损失事故：经济损失大于100万元（含100万元）的事事故。

生产事故按人员伤亡情况分类可分为轻伤事故、重伤事故、死亡事故和重大死亡事故。

1.3.1 事故对人的伤害程度分类

事故对人的伤害程度分类如下：

(1) 死亡。这里指事故中死亡或自事故发生之日起30日以内（道路交通、火灾事故自发生之日起7日以内）死亡（因医疗事故死亡的除外，但必须得到医疗事故鉴定部门的确认），以及事故发生后下落不明的自事故发生之日起30日以后（道路交通、火灾事故自发生之日起7日以后）统计为死亡。（以上所称的“以内”包括本数，所称的“以后”不包括本数）。

(2) 重伤。重伤指造成肢体残缺或视觉、听觉等器官受到严重损伤，一般能引起人体长期存在功能障碍，或劳动能力有重大损失的伤害。具体是指损失工作日等于或超过105日的失能伤害。

(3) 轻伤。轻伤是指造成职工肢体伤残，或者某些器官功能性或器质性轻度损伤，表现为劳动能力轻度或暂时丧失的伤害。一般指受伤职工歇工在1个工作日以上，但够不上重伤者，或指对人体的损伤达不到重伤的伤害。具体是指损失工作日低于105日的失能伤害。

1.3.2 事故的严重程度分类

事故的严重程度分类如下：

(1) 特别重大事故。有以下情形之一的为特别重大事故：

- 1) 造成30人以上死亡的事事故；
- 2) 造成100人以上重伤（包括急性工业中毒，下同）的事事故；
- 3) 造成1亿元以上直接经济损失的事事故。

(2) 重大事故。有以下情形之一的为重大事故：

- 1) 造成 10 人以上 30 人以下死亡的事故;
 - 2) 造成 50 人以上 100 人以下重伤的事故;
 - 3) 造成 5000 万元以上 1 亿元以下直接经济损失的事故。
- (3) 较大事故。有以下情形之一的为较大事故:
- 1) 造成 3 人以上 10 人以下死亡的事故;
 - 2) 造成 10 人以上 50 人以下重伤的事故;
 - 3) 造成 1000 万元以上 5000 万元以下直接经济损失的事故。
- (4) 一般事故。有以下情形之一的为一般事故:
- 1) 造成 3 人以下死亡的事故;
 - 2) 造成 10 人以下重伤的事故;
 - 3) 造成 1000 万元以下直接经济损失的事故。

1.4 典型事故案例

在工业生产活动中,人、物、环境、管理等诸多因素的缺陷,均可能诱发生产事故,以下列举几个事故案例,以唤醒读者的安全意识。

1.4.1 鹤管装油槽车火灾事故

某年 7 月 7 日某厂所在地天气晴朗,气候干燥,4 号油台正在装运汽油。最初装车速度为 4.1m/s ,当第 5 号车装满后,关闭了进油阀门,剩下最后的第 6 号车也装到 $3/4$,此时装油速度已上升到 6m/s 。突然,一声巨响,火光冲天,燃起熊熊烈火。第 6 号槽车变成火海,接着引燃了第 5 号槽车并波及另外 2 台尚未装油但存有残油的槽车。当时由于操作工被烧伤,装车阀门未及时关闭,致使装油台区形成大火,经过 75min 才得以扑灭。事故造成 5 人烧伤。

现场调查发现,鹤管活节套筒的最下一节上部 700mm 处有火花放电痕迹,与该痕迹相对应的槽车口内侧也有火花放电的痕迹。说明是在以上两处发生火花放电而引起火灾事故的。另外在该套筒的下部也有火花放电的痕迹,这应该是以前曾放过电,或者是与这次同时放电所致。从分析这次事故的原因可以看出,引起静电产生和积累的条件有以下几点:

- (1) 输油管线内流速快。在同时装 2 台车时,鹤管内油流速是 4.1m/s ;在装 1 台车时,流速高达 6m/s 。而流速与静电产生的关系是二次方的正比关系。
- (2) 鹤管套筒上没有设置专门的接地装置。套筒表面结上了一层油膜,造成两套筒之间的绝缘,套筒上积聚了大量电荷无法排出。
- (3) 大鹤管的管径大,与槽车口的距离比小鹤管相对要小,因此比较容易击穿形成火花放电。
- (4) 天气干燥,槽车口敞开,油气可充分混合,足可达到其爆炸极限。

1.4.2 某石化厂液化气外漏爆燃事故

1988 年 10 月 21 日晚,某石化厂油品车间球罐区对 914 号球罐进行开阀脱水操作,由

于操作人员未按规定操作,在未关闭球罐脱水包的上游阀时,就打开脱水包的下游阀,在有 0.4MPa 的压力下,边进料边脱水,导致水和液化气一同排出,通过污水池大量外逸。25min 后球罐区门卫发现跑料,立即通知操作工关阀,此时已有 9.7t 液化气跑损。

逸出的液化气随风向在球罐区围墙外的临时工棚内蔓延并在墙外低洼处积聚。22 日凌晨,液化气遇到工棚内的火种,引起爆燃并引发大火,大火燃烧了近 1h 后被扑灭。此次事故有 26 人被烧死,15 人被烧伤,爆燃过火面积达 625m²。

分析认为:

(1) 操作工严重违章。操作工违反操作规程,边进料边脱水,致使水和液化气同时排出。脱水作业时,操作人员没有在现场严密监视脱水情况,发现问题没有及时处置,属重大责任事故。

(2) 违反液化气罐区周围严禁住人的规定。紧靠球罐墙外 6m 的简易仓库,作为外来施工人员的住房。

(3) 安全设施未及时投入使用。该球罐虽是新建的,但安装的可燃气体报警仪未及时投入使用,当液化气跑出时未及时发现。

(4) 没有采取紧急排险措施。门卫发现跑料后立即通知了操作人员,但操作人员未能按操作规程的要求采取紧急措施,错过了避免事故发生的时机。

(5) 管理不严,纪律松懈。事故后调查得知当班的 7 人中有 2 人睡觉,有 3 人离岗,还有 2 人是刚入厂的实习大学生,虽有巡回检查制度,但没有认真执行。

1.4.3 液氯泄漏导致的氯气中毒事故

某年 9 月 7 日 13:55,某电化厂液氯工段正在充装液氯作业时,一只质量 0.5t 的充满液氯的钢瓶突然发生粉碎性爆炸。随着震天巨响,全厂气雾弥漫,大量的液氯汽化,迅速形成巨大的黄绿色气柱形似蘑菇状冲天而起,高达 40 余米。爆炸现场留有直径 6m、深 1.82m 的大坑。该工段 414m² 的厂房全部倒塌,67 个液氯钢瓶,其中爆炸了 5 只,击穿了 5 只,13 只撞击变形,5t 的液氯储罐被击穿泄漏,厂房内的全部管道被击穿、变形。其间夹杂着瓦砾、钢瓶碎片在空中横飞,数公里外都有震感。

液氯从这些容器内冲出,泄漏的氯气达 10.2t 之多,当时是东南风,风速 3.7m/s,大量的氯气迅速呈 60° 扇形向西北方向扩散,中轴线距离为 4600m,波及范围达 7.35km²,共有 32 个居民区和 6 个村受到不同程度的氯气危害,造成大量人员急性中毒。受氯气危害的人数达 1028 人,其中诊断为氯气刺激反应者有 429 人,均在门诊治疗。另有不同程度急性中毒患者 779 人,均住院治疗。

本起事故共死亡 59 人,1028 人氯气中毒。

为了查清事故发生的原因,认真吸取教训,杜绝类似事故重复发生,经过两个多月的调查和模拟试验,终于查清此次爆炸的原因是氯化石蜡倒灌入钢瓶内,引起化学性爆炸。

1.4.4 加速器及探伤机辐照事故

案例 1: 违章操作加速器致 17 人死亡事故

某年 5 月 13 日,某省肿瘤防治研究所加速器操作员因违章操作直线加速器,致使 22 名肿瘤病人和 2 名其他病人受到超剂量照射,已先后死亡 17 人。

案例 2：误入放射源室被截去前臂事故

某年 6 月 22 日，某省农科院原子能所因辐照室联锁装置失灵，导致 1 人误入放射源室受到急性照射而被截去前臂。

案例 3：放射源从源导管滑脱事故

某年某公司工人用 γ 射线机探伤时，源头与钢丝绳自动脱开，在将源导管与驱动缆绳拆下时，放射源掉出，1 位工人捡起后拿在手中竟不认识是放射源，另一工人发现后，立即抓过来送回装置，这一事故使周围 4 人辐照后受伤。

案例 4：放射源污染殃及后代事故

某机械厂工人将探伤机源罐放在一个小屋内，后来被打翻，放射源露出，一家 3 口人住在屋内，均受到放射源照射。该屋主妇后来生育一畸形女孩。

案例 5：探头误照导致生育功能障碍事故

某年 12 月 3 日凌晨 2:00，某单位一探伤组 6 人调试 2005 型 X 射线探伤机。休息时，一位 30 岁男同志违反规定，背靠在探伤机探头上坐着抽烟。其他人没有检查探伤机附近是否有人就开始调试机器，从 100kV 开始，140kV、160kV、180kV、200kV 逐点上升，每点 5min。此时，另一人发现探头上有人休息，随即停机，致使该工人背部 IV 度放射性烧伤，继发性慢性溃疡，导致生育功能障碍。

案例 6：开机误照容器内贴片工人事故

某年 11 月 27 日晚，福州某厂探伤室两位探伤工上班，一工人误以为另一工人在容器内贴完后离开容器，便按下探伤机启动开关，结果造成了这位工人被误照射。

案例 7：X 射线探伤使 7 人受照事故

某安装公司进行工业 X 射线探伤时，因无固定作业场所，又不重视防护，致使 7 名非放射性人员受到不同程度 X 射线照射。

1.4.5 某油库“9·11”跑油事故

某年 9 月 11 日夜间，苏北地区某油库在内部输转油过程中发生一起跑油事故，共跑出 90 号汽油 73.442t，经全力抢险，回收汽油 46.958t，损失汽油 26.484t。

11 日 18:00，该油库仓储业务股副股长沈某安排将 4 号计量罐（高架罐）90 号汽油通过自流方式倒入 7 号储罐。由于当班计量员不在，无人开启罐根阀，沈某就从计量室窗口挑出罐根阀链条锁钥匙，与泵房工一道开通了 4 号计量罐到 7 号储罐间管线上所有阀门，利用液位差将 4 号计量罐油品输入 7 号储罐，随即下班，夜间没有安排人员值班。12 日清晨 7:00 左右，值班人员发现油罐区排水沟有汽油流向库外小河沟，立即报警。经查原来是由于正在清理罐底的 3 号储罐（空罐）有一条接在放水阀上的临时管线与汽油主管线相连；同时，3 号罐人孔盖也在白天被打开。11 日下班时，3 号罐的放水阀（实际已成油阀）未关闭，人孔盖未盖好。当 4 号计量罐与 7 号储罐沟通后，实际同时也沟通了 4 号计量罐、7 号储罐与 3 号储罐间的管线，由于 3 号罐系空罐且人孔盖处于敞开状态，4 号计量罐与 7 号储罐的油品同时流向了 3 号罐，当液位超过 3 号罐人孔下沿高度时，即开始由人孔向外跑油。

这是一起典型的因“三违”造成的人为责任事故。

思考题

- 1-1 什么是重大事故隐患?
- 1-2 重大事故的最基本特征是什么?
- 1-3 什么是重大危险源,为什么要进行重大危险源的辨识?
- 1-4 控制重大危险源的目的是什么?
- 1-5 重大危险源临界量的概念是什么?
- 1-6 什么是危险化学品?以下几种物质哪些是危险化学品,为什么?
(1) 硫酸;(2) 乙醇;(3) 红丹;(4) 碳酸镁;(5) 氯;(6) 活性炭