



普通高等教育“十二五”规划教材

化工园区风险管理 事故应急辅助决策技术

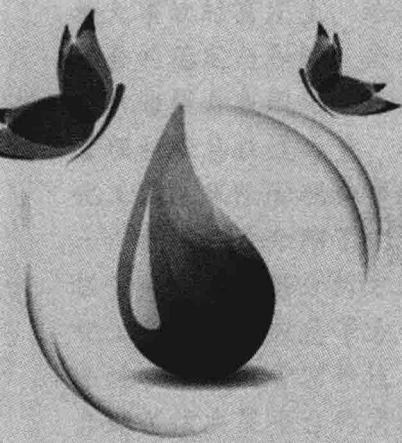
周 宁 袁雄军 刘昶亚 主编
王凯全 主审

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



普通高等教育“十二五”规划教材



化工园区风险管理与 事故应急辅助决策技术



袁雄军 刘昶亚 主编
王凯全 主审

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以化工园区风险管理与事故应急辅助决策技术为主要对象,介绍了化工园区风险管理的理论与方法、化工园区安全规划的方法、化工园区事故监测与预警技术、化工园区事故应急辅助决策技术与实施等内容。

本书内容详尽,实用性强,注重理论和实践的结合。通过本书,读者可以全面了解和掌握化工园区风险的主要特征及其管理的要点,设计和实施基于地理信息的园区重大事故应急辅助决策支持系统。本书可作为高等院校相关专业专科和本科教材或教学参考书,也可作为企业安全管理人员、安全技术人员以及基层工作人员的培训教材和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

化工园区风险管理与事故应急辅助决策技术/周宁, 袁雄军,刘晔亚主编. —北京:中国石化出版社, 2015.3

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-3227-8

I. ①化… II. ①周… ②袁… ③刘… III. ①化学工业-工业园区-安全管理-风险管理-高等学校-教材②化学工业-工业园区-事故-应急对策-高等学校-教材
IV. ①F407.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 039625 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 435 千字

2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

前 言

化学工业园区，简称化工园区，是现代化学工业为适应资源或原料转换，顺应经营国际化、大型化、集约化、最优化和效益最大化发展趋势的产物，是化工行业取得长期发展的主导方向，是近年来国际化学工业发展的主流，也是我国化学工业发展的新型模式。

化工园区的建设与发展，在促进当地经济和化工产业发展的同时，也带来了新的安全和环境问题。目前，我国化工园区仍然存在着较大的安全隐患，重特重大事故时有发生，给人民群众的生命与财产造成了重大的损害，严重影响了社会的稳定与和谐，安全生产已经成为制约化工园区发展的首要问题。

为提升我国化学工业园区风险管理与防治技术水平，有效地协调园区安全管理和应急救援力量，提高园区整体事故预防、控制和应对能力，必须开展对化工园区风险管理和事故应急技术的研究。

本书主要介绍了化工园区风险管理理论、化工园区重大事故机理、化学园区重大事故风险分析方法、化工园区安全规划、化工园区安全监控与事故预警、化工园区事故应急等方面的知识；并在此基础上，进一步说明了运用地理信息系统、物联网管理等技术，开发的化工园区风险管理与事故应急辅助决策平台，介绍了该决策平台的实施案例。

本书由周宁、袁雄军、刘晔亚担任主编，周宁统稿，王凯全审稿。全书共9章，其中第1章由常州大学王凯全教授编写，第2、4、7章由常州大学袁雄军老师编写，第3章由常州大学王新颖副教授和毕海普老师编写，第5章由公安部天津消防研究所刘晔亚副研究员和徐晓元助理研究员编写，第6、9章由常州大学周宁副教授编写，第8章由常州大学刘俊老师编写，常州大学油气储运工程研究生孙权、张冰冰、滕欣等参与了编写，在此对全体参编人员表示感谢。本书编写得到国家十二五科技支撑计划项目“化学工业园区火灾防治技术研究(2011BAK03B08)”的支持。

由于化工园区安全管理与应急辅助决策涉及的面很广，加之受编著者的水平所限，不妥之处在所难免，热忱欢迎各位专家、读者批评指正。

目 录

1 引言	(1)
1.1 化工园区及其安全风险	(1)
1.1.1 化工园区及其发展现状	(1)
1.1.2 化工园区的重要地位	(3)
1.1.3 化工园区的安全风险	(4)
1.2 加强化工园区安全管理的途径	(7)
1.2.1 明确园区安全管理原则	(7)
1.2.2 提升园区本质安全水平	(7)
1.2.3 建立园区安全生产管理体系	(8)
1.2.4 严格园区安全生产监督管理	(8)
1.2.5 加强园区安全组织领导	(9)
1.3 化工园区风险管理与事故应急技术研究	(10)
1.3.1 研究现状	(10)
1.3.2 需要解决的主要问题	(12)
1.3.3 本书的研究工作及主要成果	(13)
2 化工园区风险管理理论	(16)
2.1 风险管理基本概念	(16)
2.1.1 风险的概念	(16)
2.1.2 风险管理的概念	(17)
2.2 化工园区主要类别及风险特点	(18)
2.2.1 仓储型化工园区	(18)
2.2.2 中小型化工企业聚集型化工园区	(19)
2.2.3 具备产业链条模式的大型石油化工园区	(20)
2.2.4 煤化工产业型化工园区	(21)
2.3 化工园区的风险辨识	(22)
2.3.1 风险辨识的概念	(22)
2.3.2 风险辨识流程	(23)
2.3.3 风险辨识方法	(24)
2.3.4 化工园区主要风险因素	(26)
2.4 化工园区风险评估	(28)
2.4.1 化工园区风险评估流程	(28)
2.4.2 化工园区定量风险评估方法	(29)
2.5 化工园区风险控制	(32)
2.5.1 化工园区风险消除技术	(32)
2.5.2 化工园区风险控制技术	(33)

2.5.3	化工园区风险减缓措施	(35)
2.5.4	化工园区风险管理对策	(36)
3	化工园区重大事故机理	(40)
3.1	化工园区事故模式与演化机理	(40)
3.1.1	园区主要事故类型与模式	(40)
3.1.2	园区事故演化基本参数	(40)
3.1.3	基于事件树的化工园区事故演化机理	(41)
3.2	化工园区保护层机理	(46)
3.2.1	保护层分析基本理论	(46)
3.2.2	独立保护层	(50)
3.2.3	保护层下的场景风险分析	(51)
3.2.4	园区重大事故保护层实例分析	(53)
3.3	化工园区重大事故后果机理	(58)
3.3.1	危险化学品泄漏扩散机理	(58)
3.3.2	火灾事故模型	(68)
3.3.3	爆炸事故模型	(71)
3.4	重大危险源辨识与分级机理	(77)
3.4.1	重大危险源风险分级	(77)
3.4.2	火灾风险分区	(81)
4	化学园区重大事故风险分析方法	(83)
4.1	定性风险分析方法	(83)
4.1.1	风险矩阵分析法	(83)
4.1.2	预先危险性分析法	(85)
4.1.3	故障类型与影响分析	(85)
4.1.4	危险和可操作性研究(Hazard operation, HAZOP)	(86)
4.1.5	事故树分析法	(88)
4.1.6	事件树分析(Event tree analysis, ETA)	(92)
4.1.7	作业条件危险性评价方法(LEC)	(92)
4.1.8	蝶形图分析	(94)
4.2	定量风险分析方法	(95)
4.2.1	危险度分析法	(95)
4.2.2	道化学分析法	(97)
4.2.3	蒙德法(MOND)	(101)
4.2.4	量化风险分析方法(QRA)	(102)
4.2.5	马尔可夫分析	(108)
4.2.6	蒙特卡罗模拟分析(Monte Carlo simulation)	(110)
4.2.7	贝叶斯统计及贝叶斯网络	(113)
4.3	多米诺事故风险分析方法	(116)
4.3.1	多米诺事故效应概述	(116)
4.3.2	事故连锁扩散模式	(118)
4.3.3	多米诺效应事故扩散机理	(119)

4.3.4	多米诺效应概率分析方法	(121)
4.3.5	连锁事故风险函数的数学模型	(122)
4.3.6	基于多米诺效应的定量风险评价	(123)
5	化工园区安全规划	(126)
5.1	化工园区安全规划现状与发展趋势	(126)
5.1.1	欧美等发达国家化工园区安全规划	(126)
5.1.2	我国化工园区安全规划	(127)
5.1.3	现代化工园区安全规划发展趋势	(128)
5.2	化工园区安全规划方法	(128)
5.2.1	安全距离法	(128)
5.2.2	基于后果的方法	(129)
5.2.3	基于风险的方法	(130)
5.2.4	其他安全规划方法	(131)
5.2.5	安全规划方法的比较	(132)
5.3	化工园区安全规划基本程序与主要内容	(133)
5.3.1	化工园区安全规划基本程序	(133)
5.3.2	化工园区整体区域风险分析	(134)
5.3.3	化工园区企业布局与选址	(136)
5.3.4	化工园区安全功能区划分	(136)
5.3.5	化工园区消防规划与设置	(138)
5.3.6	化工园区应急救援体系	(140)
5.3.7	化工园区安全规划实施与应用	(141)
6	化工园区安全监控与事故预警	(148)
6.1	安全监控	(148)
6.1.1	安全监控的主要对象	(148)
6.1.2	安全监控的任务	(148)
6.1.3	安全监控的一般步骤	(149)
6.2	监控项目确定	(150)
6.2.1	监控对象的分类	(150)
6.2.2	储罐区监控项目	(150)
6.2.3	库区监控项目	(150)
6.2.4	生产场所监控项目	(151)
6.3	监控系统的构建	(151)
6.3.1	数据采集设备	(151)
6.3.2	监测监控网络	(154)
6.3.3	监控信息采集方式	(157)
6.3.4	监控信息初步处理	(159)
6.4	事故预警	(162)
6.4.1	事故预警概述	(162)
6.4.2	化工园区事故预警	(168)

7	化工园区事故应急	(174)
7.1	化工园区应急救援体系	(174)
7.1.1	应急救援体系的组织机构	(174)
7.1.2	运作机制	(175)
7.1.3	法律基础	(176)
7.1.4	保障系统	(176)
7.2	化工园区事故应急响应与现场救援	(176)
7.2.1	化工园区应急响应机制与程序	(176)
7.2.2	化工园区事故一般处置程序	(178)
7.2.3	火灾事故现场应急处置	(178)
7.2.4	爆炸事故应急处置	(185)
7.2.5	泄漏事故应急处置	(185)
7.3	某化工园区应急救援预案	(189)
7.3.1	指导思想	(189)
7.3.2	全区危化品从业单位基本情况	(189)
7.3.3	应急预案的适用范围和启动条件	(189)
7.3.4	现场应急指挥组织机构	(190)
7.3.5	危化品重大事故的报告	(193)
7.3.6	危化品重大事故的响应	(194)
7.3.7	应急救援程序	(194)
7.3.8	应急疏散	(198)
7.3.9	危化品事故灾情扩大的应对	(200)
7.3.10	现场清理	(200)
7.3.11	现场救援结束	(200)
7.3.12	事故善后及调查处理	(200)
7.3.13	社会动员和救助	(200)
7.3.14	应急救援保障措施	(201)
7.3.15	演练和教育	(202)
7.3.16	预案附则	(202)
7.3.17	预案相关附件	(203)
8	化工园区风险管理与事故应急辅助决策系统设计	(204)
8.1	化工园区火灾预警及应急管理系统现状	(204)
8.2	系统需求分析	(206)
8.2.1	软件需求分析概述	(206)
8.2.2	化工园区风险管理与应急辅助决策需求分析	(207)
8.3	系统可行性分析	(208)
8.3.1	软件开发项目可行性分析概述	(208)
8.3.2	化工园区火灾风险监测预警与应急辅助决策系统可行性分析	(208)
8.4	系统功能结构设计	(209)
8.5	系统架构与业务流程设计	(211)
8.5.1	系统架构设计	(211)

8.5.2	系统业务流程设计	(211)
8.6	系统数据库设计	(214)
8.6.1	数据库设计概述	(214)
8.6.2	数据库概念模型设计	(214)
8.6.3	数据库逻辑结构设计	(216)
8.6.4	数据库表结构设计	(217)
8.6.5	数据完整一致性设计	(218)
8.7	重大事故后果模拟	(219)
8.7.1	基于 GIS 的泄漏事故后果模拟	(219)
8.7.2	基于 GIS 的火灾事故后果模拟	(219)
8.7.3	基于 GIS 的爆炸事故后果模拟	(222)
8.7.4	基于 GIS 的多米诺事故后果模拟	(222)
8.8	应急救援最优路径	(225)
8.8.1	单源最短路径算法	(225)
8.8.2	最佳路线选择的 GIS 实现	(226)
8.9	系统图层处理	(228)
8.9.1	CASS 和 MapInfo 图层结构解析	(229)
8.9.2	图层的数字化转换步骤	(230)
8.10	事故应急辅助决策设计	(231)
8.10.1	辅助决策支持技术概述	(231)
8.10.2	基于 GIS 的化工园区事故应急辅助决策设计	(233)
9	化工园区风险管理与事故应急辅助决策系统应用示范	(236)
9.1	系统功能介绍	(236)
9.1.1	系统主界面设计	(237)
9.1.2	园区企业安全信息管理	(238)
9.1.3	园区地理信息	(238)
9.1.4	园区应急资源管理	(239)
9.1.5	定性风险分析	(239)
9.1.6	事故监测、预警	(240)
9.1.7	事故后果预测	(241)
9.1.8	事故应急辅助决策	(243)
9.1.9	系统管理	(261)
9.2	系统在园区事故预警中的应用	(261)
9.2.1	火灾事故监测预警系统简介	(261)
9.2.2	信号采集	(261)
9.2.3	监测预警	(263)
9.3	系统在事故应急演练中的应用	(264)
9.3.1	事故过程	(264)
9.3.2	事故场景模拟	(265)
9.3.3	应急过程	(267)
	参考文献	(268)

1 引言

1.1 化工园区及其安全风险

化学工业园区 (Chemical Park), 简称化工园区, 是现代化学工业为适应资源或原料转换, 顺应经营国际化、大型化、集约化、最优化和效益最大化发展趋势的产物, 是化工行业取得长期发展的主导方向, 是近年来国际化学工业发展的主流, 也是我国化学工业发展的新型模式。

1.1.1 化工园区及其发展现状

(1) 国外化工园区发展概况

发达国家建立化工园区已有几十年历史, 大多具有优越的地理位置、便利的交通运输设施、完善的园区基础设施等硬件优势, 并且还有较强的环保意识以及科技研发和市场预测等共同特点。每个化工园区因其客观地理位置、实际运作环境等多项因素, 又有其自身的鲜明特色。

20 世纪 40 年代初起, 美国在具有丰富石油资源、众多炼厂和交通运输便利的墨西哥湾沿岸地区, 率先采用基地型集中模式发展石油化学工业, 在该地区逐步形成了巴吞鲁日、诺科、贝敦、博蒙特、阿瑟港、迪尔派克等一批大型石油化工产业聚集区, 开创了世界化工园区大规模建设和发展的先河。

第二次世界大战结束后, 日本及西欧发达国家借鉴美国模式, 相继在沿海、沿江地区建起了石化产业较为集中的石油化工产业带, 促进了战后经济的恢复和腾飞。在日本太平洋沿岸的东京湾、伊势湾与濑户内海、大阪湾等三大地区, 在比利时的安特卫普和德国路德维希港等地区, 逐渐发展形成了较为集中的大型炼化一体化生产基地。这些化工产业聚集带和聚集区经过长期的经营发展, 具备了现代化工园区的基本特征。

近 30 年来, 发展中国家借鉴美国、欧洲和日本的发展经验, 采取集中化、规模化、基地化、炼化一体化、园区化的发展模式, 在化工园区建设方面取得很大的进展。在韩国蔚山、丽川、大山, 沙特的朱拜勒和延布, 泰国的马塔保, 印度的贾姆纳加尔等地区, 先后建成了一批具有世界级规模、产业聚集程度更高的石化工业园区。20 世纪 90 年代中后期以来, 随着世界天然气勘探开发的升温 and 天然气工业的迅速发展, 以天然气加工利用为主要内容的大型天然气化工园区开始在一些重要的资源国逐步兴起。

(2) 我国化工园区发展概况

我国开发区的兴起以 1980 年中央决定建立深圳、珠海、汕头、厦门 4 个经济特区为标志, 其后全国各地经济技术开发区相继建立, 再后其他各种专业类型的开发区如高新技术产业开发区、化工园区、旅游度假区、保税区等也于 20 世纪 80 年代中后期在全国范围内兴起。

20 世纪 90 年代以来, 特别是我国加入 WTO 以后, 面临化工行业环境保护和新一轮产

业结构调整的双重压力，国家和地方出台了一系列扶持政策，我国化工企业向集团化、大型化转化、改组，随着首个以石油和精细化工为主的专业开发区——上海化学工业园区在杭州湾北岸诞生，我国各地区形成了许多化学工业集中区。

随着我国工业化程度的不断提高，化工园区的建设近几年开始蓬勃发展，经过近 20 年的发展，化工园区已成为我国发展现代石油和化学工业的一种成功模式。截至 2012 年年底，全国各省统计的重点化工园区或以石油和化工产业为主的工业园区共有 141 家。加上各种规模的已建或在建的化工园区，其数量可达上千家。其中，国家级化工园区(包括经济技术开发区、高新区)29 家(入园规模以上化工企业数量有 9000 多家，占全国规模以上化工企业数量的 1/3 左右)，省级化工园区 112 家。

我国化工园区主要分布在沿海、沿江以及化学工业基础雄厚的地区，基本形成珠三角、长三角和环渤海湾地区三大化工经济中心。江苏是我国化工大省也是化工企业园区化发展较快的省份，2012 年底，全省省级以上化工园区已经达到 58 个。

2013 年中国化工园区 20 强见表 1-1。

表 1-1 2013 年中国化工园区 20 强

编号	化工园区名称	园区成立时间	规划面积/ km ²	2012 年总产值/ 亿元	级别	备注
1	上海化学工业经济技术开发区	1996 年 9 月	29.4	744.06	国家级	国内第一个以石油和精细化工为主的专业开发区
2	南京化学工业园区	2001 年 10 月	45	1370	国家级	
3	宁波石化经济技术开发区	1998 年 8 月	56.22	1636.63(含炼油)	国家级	有全国最大的炼化企业——镇海炼化，具有年炼油 2 500 万吨和乙烯 100 万吨生产能力
4	惠州市大亚湾经济技术开发区	1993 年 5 月	40	440.8	国家级	
5	江苏高科技氟化学工业园	1999 年 10 月	15.02		省级	我国唯一一家“中国氟化学工业园”
6	泉港石化工业园区	2006 年 10 月	24.5	775	省级	
7	扬州化学工业园区	2003 年 10 月	62	260(2011 年)	省级	
8	重庆长寿经济技术开发区	2001 年 12 月	73.6	630(2011 年工业总产值，含炼钢)	国家级	
9	江苏扬子江国际化学工业园	2001 年 5 月	24		省级	重点致力于发展精细化工、医药生物工程、工程塑料等
10	江苏省泰兴经济开发区	1991 年	86	121.46(2011)	省级	
11	茂名高新技术产业园区	2003 年 1 月	45.2	95.63(截至 2012 年 9 月)	省级	
12	榆神工业区	2009 年	控制性规划面积 1108	123.47(2011 年)	市级	

编号	化工园区名称	园区成立时间	规划面积/ km ²	2012 年总产值/ 亿元	级别	备注
13	海南省洋浦经济开发区	1992 年 3 月	69	210.9(2011 年)	国家级	我国首例由外商成片开发的开发区
14	中国化工新材料(嘉兴)园区	2008 年 7 月	10	165(2011 年)	国家级	国内唯一的国家级化工新材料园区
15	吉林化学工业循环经济示范园区	2008 年 10 月	59.8		省级	
16	中国石油化工(钦州)产业园	2009 年	35.8	>1 000(含炼油)		
17	辽阳芳烃及化纤原料基地	2007 年	20.3		国家级	国家芳烃及精细化工高新技术产业基地
18	天津南港工业区	2009 年	200	7100(含炼油和冶金)	国家级	
19	东营港经济开发区	2006 年 4 月	466 (远景发展区)	91.4	国家级	
20	沧州临港经济技术开发区	2003 年 5 月	118	国家级		前身为河北沧州临港化工产业园区

1.1.2 化工园区的重要地位

化工行业是国民经济发展的重要原材料产业,同时,也是资源密集型的高耗能产业,废气、废水、废渣排放量大,利用率不高,不但浪费资源,而且污染环境。建设以集中化、关联化、共享化为优势的化工园区,是世界化工产业的发展潮流。

(1) 有利于招商引资和高新技术项目的引进

目前已建成的化工园区大部分是由于招商引资而快速发展起来的,大批长期引不进来、行业发展急需的技术和项目已相继在园区落户。对于推动园区的发展、提升行业的整体水平具有带动作用。更重要的是,高新技术项目的引进,可有力地提升地方经济,带动相关技术和产品的发展,形成有特色的地方经济和品牌。

(2) 有利于实施城市建设发展规划

随着以城市为中心的经济圈的快速发展,城市规模迅速扩大,许多原来处于城市边缘的化工企业已逐步成为市区的组成部分。如不搬迁,不仅制约企业的发展空间,也会对居民生活和周边环境产生严重影响。通过城市规划、实施企业搬迁、落实园区建设,不仅可改善城市环境,也可为园区发展提供难得的机遇。

(3) 有利于改善长期困扰我国化学工业发展的技术落后、规模和布局“小而散”的问题

我国除部分石油、石化企业规模较大外,化工企业普遍规模偏小,不仅对企业延长产业链和提高竞争力不利,也给环境治理造成巨大压力。通过建设化工园区,可以实现生产要素的合理配置;有助于企业采用先进的生产技术、扩大生产规模,提升竞争力;有利于集中治理环境;可以实现化学工业的集约化和可持续发展。

(4)符合化学工业发展的内在规律

化学工业的特点是产品链长、关联度高，上道工序的产品常常是下道工序的原料，生产装置可以通过管道连接。化工园区模式不仅可节省原料运输费用，而且相互关联的化工装置集聚在一起，有利于生产控制、安全操作，有利于“三废”的集中治理。

总之，化工园区的不断建设和发展，对于促进我国产业结构调整、资源优化配置、引进国外先进技术、提升生产技术水平、改善投资环境、吸引外资、发展区域经济以及促进化工行业的可持续发展，起到了积极的示范、带动和辐射作用。未来国家化工产业的发展势必要更多地依托化工园区的平台，化工园区作为载体和平台的作用在化工产业中越来越重要，园区式发展将成为未来我国化工行业发展的必然趋势。

1.1.3 化工园区的安全风险

化工园区的建设与发展，在促进当地经济和化工产业发展的同时，也带来了新的安全和环境问题。目前，我国化工园区仍然存在着较大的安全隐患，重特大事故时有发生，安全生产已经成为制约化工园区发展的首要问题。

化工园区内的安全问题十分令人担忧。2005年11月13日，中国石油吉林石化公司双苯厂苯胺装置发生危险化学品特大燃爆事故，除造成8人死亡，疏散群众1万多人外，还造成了松花江水体的严重污染，给下游人民群众的生产生活造成了严重的影响，甚至污染了临国的水域，经济损失难以估算。2006年3月31日，位于上海金山化工园区的德国化工巨头巴斯夫在沪化工厂发生泄漏，造成了周围环境的污染。2006年7月18日，浙江省杭州湾精细化工园区浙江宏达化学制品有限公司的1个储存仓库发生爆炸事故，超过1000m²的钢棚仓库被大火烧焦，顶棚坍塌，仓库内大量货物被烧毁，事故损失在4亿元人民币左右。2006年7月28日，江苏盐城临海镇化工园区的氟都化工厂发生了死亡22人的特别重大化工事故。2006年9月9日，杭州湾精细化工园区的浙江新和成股份有限公司上虞分公司反应釜发生爆炸，造成十几人受伤。2008年3月11日，浙江省舟山市海洋化工园区浙海油污水处理有限公司一油罐爆炸起火，所幸事故救援及时，未引起罐区其他7只油罐（约4000m³柴油）连锁燃烧爆炸，事故造成2名员工当场死亡。

(1)化工园区危险源特征

对我国化工园区危险源进行辨识，可以发现具有以下典型特征：

①危险化学品种类多、危险性大。

化工园区内企业类型复杂，涉及的危险化学品品种多、性质差异大、易燃易爆、禁配物复杂、多变；各类危险化学品生产、使用、储存、运输、销毁的环节胶着；生产使用的原料、中间体和产品绝大多数具有易燃易爆、有毒有害、腐蚀等特性；随着化工园区规模的不断扩大，物质的危险程度也在增加，这些潜在危险性决定了园区内每个企业的每个作业环节稍有不慎都可能酿成毒物泄漏、火灾、爆炸等重大事故。

②化工危险工艺复杂、工序繁多。

化工园区中企业的生产从原料到产品，一般都需要经过许多工序和复杂的加工单元，通过多次反应或分离才能完成，这些涉及危险工序和加工单元大多涉及危险工艺。由于装置大型化、连续化、工艺程序复杂化和工艺参数要求苛刻，人工操作极易引发事故；而自动控制系统虽然大大提高了工艺控制的可靠性，但是如果控制系统和仪器仪表维护不好，性能下降，也可能因检测或控制失效而发生事故，进而导致灾难性的后果。

③生产大型化、集约化增加了事故隐患和危害程度。

生产大型化、集约化本是化工园区的优势,但这些优势增加了生产工序、生产企业之间的依赖性。装置的大型化有效地提高了生产效率,但规模越大,危险物料储存量越多,潜在的危险能量也越大。生产的集约化程度越高,从原料输入到产品输出的连续性和关联性越高,前后单元息息相关,相互制约,某一环节发生故障常常会影响到整个工厂甚至整个园区的安全。

④园区企业间、企业与社会间关联度高,多米诺事故的诱发因素增加。

多米诺事故是指因某一初发事故或初发故障引起的具有连锁性、灾害性的重特大事故。随着化工园区的建设规模和生产储存装置不断扩大,化工企业内大量使用易燃易爆、有毒有害化学品,同时企业之间布局密集,一旦发生事故易对周边形成连锁灾难。

在化工园区内部,各企业间具有多米诺事故的各种诱发因素:

a. 化工园区中各类化工企业比较集中,连续化生产,一旦发生事故,其连锁反应对整个装置危害大;

b. 园区企业相对密集,相邻企业的影响大,使得某个企业若发生重大事故会波及相邻企业;

c. 公用工程或者上游、下游产品企业影响大,会造成供应链的中断,企业与周围环境之间也存在相互的影响。

在化工园区外部,企业与社会间也具有多米诺事故的各种诱发因素:

a. 大部分化工园区分布在沿江沿海水资源丰富及有深水码头一带,化工园区临近市区公共水源、公共电源、公共交通场所等,重大事故将直接威胁这些公共设施;

b. 化工园区在建设过程中周边集聚员工居民区、征地拆迁户,在发展、扩张过程中与城市社区渗透,重大事故将对社会、市民产生更大的危害和更大的影响,甚至造成社会的恐慌。另外,这类事故还存在造成的环境污染对生活 and 地域的影响大,事故污染的影响面大及后续处理难等后续问题。

(2)化工园区安全管理存在的问题

目前,由于我国现阶段化工园区安全监管存在一些缺陷,使化工园区的危险源并不能得到有效控制。

①化工园区缺乏整体安全规划。

化工园区总体规划体系中未把安全规划列为专项规划,这也是导致我国园区安全管理“先天不足”的重要原因之一。当前,产业园区规划中,不同类型的工业企业集中在一个区域建设,产业发展方向不够明确,产业链延伸程度、产业集中程度不够高,循环经济的发展模式没有得到明显体现。有的地区虽然进行了安全规划,但由于迫于招商压力,实际园区实行的是“先来先占”的入园准则。对于入驻化工企业,只是按照自身占地设计总图,企业间重大危险源的间距在设计初始也考虑不周,重大危险源间发生多米诺效应的可能性大幅度提高。

②各部门监管职责没有明确建立,未形成有效的安全监管体制。

化工园区的安全管理体系不同于单个企业的管理模式。化工园区的安全管理涉及多个管理部门如各级政府、安全监管部门、中介机构、园区企业以及园区管委会等。但是,对于化工园区的安全监管,安全生产监督管理局唱独角戏的现象尤为普遍,具有安全监管职责的各部门合力尚未形成。例如,化工园区在引进项目时,招商部门只关注项目带来的经济效益,

规划部门也忽视了引进项目是否符合目前化工园区用地现状、是否满足与周边企业安全距离的要求，进而给安全监管部门审查带来极大困难。

另外，园区缺乏统一的安全管理机构和专职的安全管理人员、没有系统的安全检查和督察手段、不能统一协调各企业安全管理工作。安全生产管理工作在监管模式和手段、监管主体责任落实、教育培训、应急救援等方面存有偶然性、随意性。

因此，化工园区亟待建立起各级人民政府、化工园区管委会、化工园区安全监管部门、化工园区其他相关部门、职责一体化的安全监管职责体系，层层落实各自对化工园区安全监管职责，形成化工园区综合安全监管职责体系。

③化工园区安全监管技术落后、制度空缺，未形成有效的安全监管机制。

在化工园区监管技术手段方面，近些年来针对化工园区重大危险源集中的特点，已经开始实施重大危险源的监控平台建设。但大部分化工园区的安全监管技术手段以及配套设施相对滞后，监控平台建设水平还处于初级阶段，难以满足现实工作的需要。园区重大危险源监控未能实行“四化”，即监控技术现代化、监控参数多元化、监控管理系统化、监控平台与装备标准化。

在化工园区监管制度方面，国家尚未有完善的化工园区安全规划、安全容量、风险评估、企业进驻和撤离、企业安全监管等制度。安全监管部门对所属园区化工企业安全管理制度建设出发点较低，目前只是立足于完善各企业自身安全生产制度的建设，尚未建立起一套以整合化工园区企业现有资源来共同应对突发性事故、监控重大危险源、安全生产检查的化工园区安全管理体系，有悖于各级政府关于构建化工园区安全生产长效机制的监管理念。

④未形成专业化的化工园区安全监管管理队伍。

化工园区企业众多，而地方化工园区安全监管部门的人员普遍配备不够，且专业人员匮乏，监管任务十分艰巨。江苏某化工开发区中，已有生产、储存、使用和运输类化工企业达到70多家，而该区安监局危化品监督管理科只有编制2人，均为非化工或安全工程专业人员，既要应付各类化工企业安全生产检查，又要审查化工项目安全许可，还有许多针对危化品经营类企业的工作要做，监管任务极其繁重。

面对化工园区复杂、专业化的安全生产现状，承担着属地监管职责的监管部门多数工作人员缺乏专业技术背景，难以胜任专业的、系统的安全监管任务。政府的监管和各安全主体的执法机构缺少统一的标准和尺度。如何建立健全高效、专业化的化工园区安全监管管理队伍是目前急需解决的现实问题。

⑤未形成经济高效的区域应急救援能力。

在事故应急救援方面，化工园区对入驻企业的应急救援设施设备、应急救援队伍素质等缺乏详细统计，各个企业、化工园区的事故应急预案没有统一的接口，发生事故时各自为战，应急救援资源未得到充分利用。各自企业都有自己的应急队伍和应急救援器材，导致了园区的应急救援资源浪费。同时化工园区应急救援设备远远滞后于生产建设项目的设计、建设、生产进程。化工园区应进行应急救援资源整合，建立统一的园区级应急救援中心，提高区域应急救援作战能力。

可见，为了保障化工园区的和谐、稳定发展，必须针对化工园区多元化重大危险源，全面提升园区安全管理、隐患排查、事故预警、应急救援能力和水平。



1.2 加强化工园区安全管理的途径

2008年9月4日国务院安委会办公室颁布《关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见》(安委办〔2008〕26号),针对我国当前化工园区安全生产和管理现状,提出了具体措施。

1.2.1 明确园区安全管理原则

以科学发展观为指导,加快实施安全发展战略,坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,贯彻落实有关安全生产法律、法规、标准,按照“统一规划、合理布局、严格准入、一体化管理”的原则,做好园区的规划选址和企业布局,严格园区内化工企业安全准入,加强园区一体化监管,推动园区与社会协调发展;建立“责任明确、管理高效、资源共享、保障有力”的园区安全管理工作机制,将园区内企业之间的相互影响降到最低,强化园区内企业的安全生产管控,夯实安全生产基础,加强应急救援综合能力建设,促进园区安全生产和安全发展。

1.2.2 提升园区本质安全水平

(1) 统筹规划

各地区要结合本地区经济社会发展规划、产业结构特点、化工产业资源、自然环境条件、安全生产状况及安全生产规划,制定化工行业发展规划,确定专门区域发展化工产业,并将园区规划纳入当地城乡发展规划。园区选址应把安全放在首位,使园区规划与城市发展规划相协调、园区功能与其他主体功能区相协调,使园区与城市建成区、人口密集区、重要设施、敏感目标之间保持足够的安全及卫生防护距离、留有适当的发展空间,将园区安全与周边公共安全的相互影响降到最小。

(2) 合理布局

园区内各企业的布局应满足安全防护距离的要求,并综合考虑主导风向、地势高低落差、企业装置之间的相互影响、产品类别、生产工艺、物料互供、公用设施保障、应急救援等因素,合理布置功能分区。科学评估园区安全风险,确定安全容量,实施总量控制,降低区域风险,预防连锁事故发生。

(3) 严格准入

规划设立园区的当地人民政府要建立园区内的企业准入和退出机制。要充分考虑园区产业链的安全性和科学性,有选择地接纳危险化学品企业入园。把符合安全生产标准、园区产业链安全 and 安全风险容量要求,作为危险化学品企业准入的前置条件,大力支持产业匹配、工艺先进的企业入园建设,严格禁止工艺设备设施落后的项目入园,严格限制本质安全水平低的项目建设。凡入园企业,应依法实施建设项目安全审查,严格安全设计管理,严格控制涉及光气、剧毒化学品生产企业的建设项目,从严审批涉及重点监管的危险化工工艺企业、重点监管危险化学品生产储存装置或危险化学品重大危险源(以下简称“两重点一重大”)的建设项目。新建化工生产储存装置应当依照有关法律、法规、规章和标准的规定装备自动化控制系统,涉及易燃易爆、有毒有害气体的生产储存装置必须装备易燃易爆、有毒有害气体泄漏报警系统,涉及“两重点一重大”的生产储存装置应装备安全联锁系统。劳动力密集型

的非化工企业不得与化工企业混建在同一园区内。

(4) 科学建设

负责园区管理的当地人民政府要结合本地区化工行业发展特点，统筹考虑产业发展、安全环保、公用设施、物流输送、维修服务、应急管理等方面的需求。园区的建设以有利于生产安全为原则，完善水、电、汽、风、污水处理、公用管廊、道路交通、应急救援设施等公用工程配套和安全保障设施，实现基础设施、公共配套设施和安全保障设施的专业化共建共享。

1.2.3 建立园区安全生产管理体系

(1) 建立健全园区安全生产管理机构

负责园区管理的当地人民政府应设置或指定园区安全生产管理机构，实施园区安全生产一体化管理，协调解决园区内企业之间的安全生产重大问题，统筹指挥园区的应急救援工作，指导企业落实安全生产主体责任，全面加强安全生产工作，定期组织园区企业开展安全管理情况检查或互查。园区安全生产管理机构应当配备满足园区安全管理需要的人员，其中要有一定数量的具有化工安全生产实践经验的人员。当地人民政府或上级人民政府的安全监管部门可向园区派出安全生产监管机构或专职安全监管人员，切实落实园区安全监管责任。

(2) 树立园区整体安全风险意识

园区安全生产管理机构原则上应委托具有甲级资质的安全评价机构开展园区整体性安全风险评价工作，科学评估园区安全风险，提出消除、降低或控制安全风险的对策措施，并将该方案报园区主管部门备案。已建成投用的园区每5年要开展一次园区整体性安全风险评价。园区安全生产管理机构应建立园区企业安全生产工作例会制度，并明确紧急状况下各企业的联络方式、通报机制和指挥体制。园区内企业应树立整体安全意识，防范系统风险，防止企业生产安全事故影响周边企业，产生“多米诺”效应。企业生产出现异常状况或较大安全风险时，应及时报告园区安全生产管理机构或园区管委会，通报周边企业，周边企业应采取相应防范措施。

(3) 强化园区应急保障能力建设，构建一体化应急管理系统

园区安全生产管理机构要全面掌握园区及企业应急救援相关信息，制定园区总体应急救援预案及专项预案。督促企业修订完善应急救援预案并与园区总体应急救援预案相衔接，做好预案登记、备案、评审等工作。园区应建立健全园区内企业及公共应急物资储备保障制度，建立完善应急物资保障体系。要明确安全生产应急管理的分级原则、响应方法和程序，建立快速响应机制，做到应急救援功能健全、统一指挥、反应灵敏、运转高效。园区安全生产管理机构要在因地制宜、合理规划、节约资源的原则下，整合园区内各企业所配置的压力、温度、液位、泄漏报警等自动化监控措施，构建园区一体化应急管理信息平台，并依托信息平台，对园区安全生产状况实施动态监控及预警预报，定期进行安全生产风险分析，建立与园区周边社区危险性告知和应急联动体系，及时发布预警信息，落实防范和应急处置措施。要加强应急基础设施建设，可采取企企联合、政企联合或相关职能部门单独出资投入等方式，整合和优化园区专业的危险化学品应急救援资源，组建园区专业应急救援队伍，并组织开展地方应急救援力量和企业应急救援力量共同参与的应急演练。

1.2.4 严格园区安全生产监督管理

(1) 指导督促园区企业切实落实主体责任

