

HSE

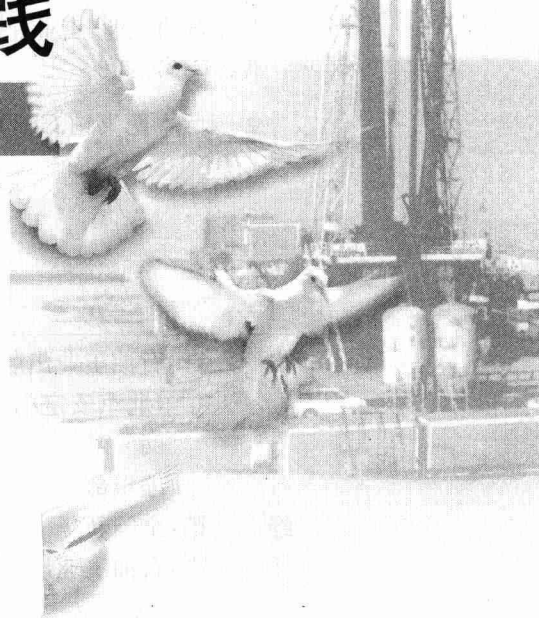
风险管理理论与实践

中国石油天然气集团公司安全环保部 编

HSE

风险管理理论与实践

中国石油天然气集团公司安全环保部 编



内 容 提 要

本书系统阐述了安全管理、风险管理、污染防治、清洁生产的各种理论和方法,及其在日常安全管理与体系管理中的应用与实践。本书在编排上理论结合实际,内容丰富而翔实,具有很强的理论性、实用性和操作性,是安全管理人员、体系审核员、体系管理人员、安全监督人员等相关专业管理人员使用的参考书、工具书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

HSE 风险管理理论与实践/中国石油天然气
集团公司安全环保部编. —北京:石油工业出版
社,2009. 2

(中国石油 HSE 管理丛书)

ISBN 978-7-5021-6920-6

I. H…

II. 中…

III. 石油工业-工业企业管理:风险管理

IV. F407.226

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 193220 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523582 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:27.75

字数:672 千字 印数 1—6000 册

定价:88.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《中国石油 HSE 管理丛书》

编委会

主 任:贺荣芳

副主任:张幸福 吴苏江

委 员:韩树举 付建昌 吴 奇 沈 钢 金安耀 姜昌亮
秦文贵 杨时榜 张冠军 闫伦江 吴庆善 饶一山
郭喜林 周爱国 张广智 邱少林 杨光胜 刘景凯

《HSE 风险管理理论与实践》

编写组

主 编:吴苏江

副主编:邱少林 韩文成

编 者:胡月亭 王其华 裴玉起 谢国忠 王 戎 杜 民
李庆祥 主志宇 张桓岩 李敬东 刘 伟 朱明刚
张晓何

前言

HSE/OHS/EMS 是 20 世纪 90 年代在国际上兴起的健康、安全与环境现代管理模式，它们与 ISO9000 等标准化管理体系一样被称为后工业化时代的管理方法。随着企业规模扩大和生产集约化程度的提高，对企业的经营模式也提出了更高的要求，使企业不得不采用现代化的管理模式，包括健康、安全与环境管理在内的所有生产经营活动科学化、标准化、法制化。

HSE 管理是国际石油工业普遍采用的健康、安全与环境管理模式，20 世纪 90 年代，一些石油企业在对外合作的实践中接触并采用了相应的一些 HSE 管理经验和做法。SY/T 6276—1997《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系》颁布实施使 HSE 正式登陆中国，各石油企业为提高竞争能力、与国际惯例接轨，相继建立起 HSE 管理体系。中国石油坚持以风险管理为中心实施 HSE 管理，积极吸收传统安全管理中的经验和成功做法，在实践应用中取得了较好的效果。在管理实践中，通过不断总结实施 HSE 管理体系过程中的经验和教训，先后多次对 HSE 管理体系标准进行了修订和完善。十年磨一剑，目前 HSE 管理体系已进入到全面提升、持续改进的快车道。

HSE 管理体系体现了现代安全科学理论中的系统安全思想，它通过系统化的预防管理机制，彻底消除各种事故隐患，严格控制各种健康安全与环境风险，以便最大限度地减少生产事故、疾病、污染的发生。体系建设是通过这样一个系统化的管理工具，对企业原有健康、安全与环境管理进行规范化和系统化。通过建立 HSE 管理体系，将管理体系标准先进的管理思想和理念融入企业日常管理的各个环节。强化过程控制，突出风险管理，使企业传统管理与体系运行有机结合，避免重复性工作，提高工作效率，全面提升企业效益。

通过多年来的 HSE 管理体系建设与运行的实践，我们发现很多企业还是把 HSE 体系管理与安全环保管理工作隔离开来，没有把 HSE 管理体系这个系统

化、规范化和标准化的管理工具有效地运用到日常安全环保管理工作中来。针对这样的问题，本书重点从安全与环保的基本术语和基本理论入手，对相关术语和理论进行了详细的阐释和说明，力求建立起一种体系管理与传统管理的相互关联的脉络。从最基础、最根本的角度来审视已为我们所熟悉的 HSE 管理体系，我们会发现 HSE 管理体系本应就蕴涵在我们日常安全环保管理之中，水乳交融，相辅相成，相得益彰。

石油石化行业具有生产工艺复杂多变，生产装置大型化，生产过程连续化，作业环境复杂化，物料及产品易燃易爆、具有毒害和腐蚀性等危险特性，且危害因素呈现点多、线长、面广等特点。如何有效控制风险，实现安全生产、清洁生产，一直是石油石化行业优先考虑的头等大事。兴起于 20 世纪 90 年代初的 HSE 管理体系，是一种科学的，先进的健康、安全与环保一体化管理模式，其核心就是风险管理，即通过对危害因素辨识、风险评估与控制、事故应急等过程实现对风险的有效控制，从而最大限度地防范事故的发生，并把事故的损失降至最低。在体系的建立与运行中，我们坚持预防为主的思想，强化企业在生产管理过程中的危害因素辨识、风险评价与控制，彻底消除各类隐患，杜绝各类重特大事故的发生。通过 HSE 管理体系自我完善和自我改进机制，不断提高企业全体员工的健康、安全与环境意识、理念和技能，不断提升企业健康、安全与环境管理绩效。最终营造一种安全、健康、清洁、文明、和谐的企业氛围，创造一种先进的 HSE 企业文化。

危害因素的辨识、风险评价与控制以保障安全、保护环境、保证健康为目的，它是 HSE 管理体系的核心与基础，按照科学的程序和方法，对系统中固有的、潜在的危害因素加以辨识，寻求有效的安全对策和措施，以消除或减低风险。在研究安全措施是否有效，预测事故发生可能性和后果严重性的基础上，掌握事故发生的一般规律，作出定性、定量的评价，以便提出有效的风险控制措施，减少并控制事故的发生。

在 HSE 体系多年建立与运行的实践中，我们发现各企业在危害因素辨识、风险评价与控制过程等方面或多或少还存在一些问题，如辨识与评价方法选择不合理，采用的辨识和评价的方法过于单一，危害因素辨识不细致、不全面、不系统，危害因素描述或表达不清楚，风险评价结果不准确、不合理，风险控制措施缺乏系统性、一致性和针对性等。针对这种现状，本书着重从如下几方面进行了由浅入深的阐述：

(1) 简要回顾了安全管理理论的发展过程，介绍了一些重要的安全管理理论，以及这些理论在体系管理和日常安全管理中的应用；

(2) 详细阐述了事故产生的原因，以及各类重要的事故致因理论和其在危害因素辨识、风险评价与控制环节中的应用（重点）；

(3) 详细阐述了危害因素（包括危险源和环境因素）的分类、范围和来源，以及危害因素的描述方法，重点突出了多种危害因素辨识、风险评价的理论与方法，并附实例加以说明，力求能让企业选择到适应企业自身状况的，简洁、合理、实际的辨识与评价方法，以便系统、全面、合理、规范地开展危害因素辨识与风险评价工作（重点）；

(4) 详细论述了事故预防 and 风险控制的原则、理论与对策，包括安全技术、安全教育、安全管理、目标管理、定置管理、目视化管理、作业许可、“两书一表”等措施，以及这些措施在日常安全管理和体系管理中的应用，阐述了企业文化与体系管理的关系，明确了企业文化将是体系管理改进的方向（重点）；

(5) 简要介绍了污染控制的原则与路线、各类环境污染防治措施，以及清洁生产、循环经济和绿色产业链等环境领域新的方法和发展方向；

(6) 简要介绍了事故应急救援的原则、任务、机构、资源和实施等内容，以及事故调查的目的、程序、原则、步骤和调查处理与报告等内容。

本书在其核心内容——风险管理理论与方法方面着墨厚重，既把传统、实用的危害因素辨识、风险评价和风险控制的各种方法作了全面系统的分析与介绍，同时，还对目前较为流行的一些风险管理的方法、工具作了详尽解释、举例说明与客观评价，方便读者参考使用。本书还系统阐述了安全管理理论、激励理论、致因理论、安全文化、污染预防、清洁生产、应急救援等一些与风险管理密切相关的理论知识，增强了风险管理理论的系统性和完整性。

本书在编排上理论结合实际，内容丰富翔实，对于从事体系管理、安全管理和监督工作的同志，全面系统地了解风险管理理论知识、熟悉和掌握风险管理技术的应用有很大的帮助。

本书具有较强的针对性、实用性和可操作性，是一本有关体系管理与风险管理的工具书与培训教材。主要供企业安全管理人员、内部审核员、体系管理人员、安全监督人员、认证审核人员等相关专业技术人员使用。

在本书编写过程中，对北京中油东方诚信认证咨询有限公司各位专家的积极参与和指导，中国石油各级领导给予的大力支持与帮助，以及各位参与评审

专家提出的宝贵意见与建议，在此特表谢意。在本书中，作者参阅和利用了大量的国内外文献资料，书中没能全部注明出处，在此对原著者深表感谢。

由于风险管理的多学科交叉融合性和复杂性，本书编写虽尽量紧扣 HSE 管理体系中的风险管理，同时力求全面系统，但由于编者水平有限，难免挂一漏万，存在疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 12 月于北京

目 录

第1章 安全管理理论概述	1
1.1 安全相关术语	1
1.1.1 安全	1
1.1.2 系统安全	4
1.1.3 本质安全	5
1.1.4 安全与危险	6
1.1.5 安全性与可靠性	7
1.2 安全哲学与理论发展	7
1.2.1 安全哲学的演变	8
1.2.2 安全管理理论的发展	9
1.2.3 现代安全价值观	12
1.3 安全管理原理与应用	14
1.3.1 系统原理	15
1.3.2 人本原理	19
1.3.3 弹性原理	21
1.3.4 预防原理	22
1.3.5 强制原理	24
1.3.6 责任原理	25
1.3.7 效益原理	26
1.4 激励理论简介	28
1.4.1 需要层次理论	29
1.4.2 ERG 理论	30
1.4.3 成就动机理论	31
1.4.4 X - Y 理论	32
1.4.5 双因素理论	34
1.4.6 期望理论	34
1.4.7 目标设定理论	36

1.4.8 强化理论.....	37
1.4.9 公平理论.....	39
1.4.10 归因理论	39
思考题	40
第2章 事故致因理论	41
2.1 事故相关术语.....	41
2.1.1 事件.....	41
2.1.2 事故.....	42
2.1.3 金字塔法则.....	42
2.1.4 事故特性.....	44
2.2 事故分类与分级.....	45
2.2.1 生产安全事故.....	45
2.2.2 职工伤亡事故.....	46
2.2.3 职业病.....	48
2.2.4 突发环境事件.....	50
2.3 事故产生的原因.....	51
2.3.1 事故的直接原因.....	51
2.3.2 事故的间接原因.....	53
2.3.3 事故的根本原因.....	55
2.4 事故致因理论的发展.....	56
2.5 事故致因理论.....	59
2.5.1 事故频发倾向理论.....	59
2.5.2 事故遭遇倾向论.....	60
2.5.3 事故因果连锁类型.....	61
2.5.4 海因里希事故因果连锁论.....	62
2.5.5 现代事故因果连锁论.....	63
2.5.6 能量意外释放理论.....	67
2.5.7 轨迹交叉理论.....	71
2.5.8 人因素系统理论.....	74
2.5.9 扰动理论.....	77
2.5.10 变化—失误分析理论	78
2.5.11 综合原因理论	80
2.6 事故致因理论的应用.....	81
思考题	82
第3章 危险源辨识	83
3.1 危险源相关术语.....	83
3.1.1 危险源.....	83

3.1.2	两类危险源·····	85
3.1.3	事故隐患·····	87
3.2	危险源辨识概述·····	88
3.2.1	危险源的分类·····	89
3.2.2	危险源辨识的范围·····	90
3.2.3	危险源辨识的内容·····	91
3.2.4	危险源的描述方法·····	99
3.2.5	危险源辨识结果汇总 ·····	101
3.3	危险源辨识的方法 ·····	103
3.3.1	安全检查表 (SCA) ·····	103
3.3.2	工作危害分析 (JHA) ·····	107
3.3.3	工作安全分析 (JSA) ·····	108
3.3.4	预先危险性分析 (PHA) ·····	113
3.3.5	事件树分析 (ETA) ·····	115
3.3.6	故障树分析 (FTA) ·····	119
3.3.7	原因—后果分析 (CCA) ·····	128
3.3.8	领结图分析 (BTA) ·····	129
3.3.9	故障假设分析 (WI) ·····	131
3.3.10	故障假设/检查表分析 (WI/CA) ·····	134
3.3.11	故障模型及影响分析 (FMEA) ·····	135
3.3.12	危险与可操作性分析 (HAZOP) ·····	143
3.3.13	人员可靠性分析 (HRA) ·····	152
3.3.14	头脑风暴法 (BS) ·····	158
3.3.15	后果分析 (CA) ·····	162
3.3.16	工艺危害分析 (PHA) ·····	166
3.3.17	统计图表分析法·····	177
3.4	危险源辨识方法的选择 ·····	183
3.4.1	危险源辨识的限制因素与对策 ·····	183
3.4.2	危险源辨识方法的比较 ·····	184
3.4.3	危险源辨识方法的选择 ·····	186
	思考题·····	187
第4章	环境因素识别·····	188
4.1	环境因素相关术语 ·····	188
4.1.1	环境 ·····	188
4.1.2	环境因素 ·····	189
4.1.3	环境影响 ·····	189
4.1.4	环境绩效 ·····	190

4.1.5	污染预防	191
4.1.6	环境问题	192
4.1.7	温室效应	193
4.1.8	可持续发展	195
4.2	环境污染物	196
4.2.1	环境污染	196
4.2.2	面临的主要环境问题	197
4.2.3	环境污染物概述	198
4.2.4	水体污染物	200
4.2.5	大气污染物	203
4.2.6	固体废物	206
4.2.7	噪声	207
4.2.8	土壤污染	208
4.2.9	其他污染	209
4.3	环境因素识别概述	210
4.3.1	环境因素识别的范围	210
4.3.2	环境因素识别的内容	210
4.3.3	环境因素的描述方法	214
4.3.4	环境因素识别结果汇总	215
4.4	环境因素识别方法	216
4.4.1	调查表	216
4.4.2	现场调查	219
4.4.3	问卷调查	221
4.4.4	产品生命周期分析	222
4.4.5	物料平衡分析	224
4.4.6	过程分析法	224
4.4.7	其他评价方法	225
思考题.....		225
第5章 风险评价与环境因素评价		226
5.1	风险相关术语	226
5.1.1	风险	226
5.1.2	危险	226
5.1.3	危险与风险	227
5.2	风险管理有关术语	228
5.2.1	风险评价	228
5.2.2	风险控制	229
5.2.3	二拉平原则 (ALARP)	230

5.3 风险评价方法	230
5.3.1 LEC 法	231
5.3.2 MES 法	234
5.3.3 ESP 法	234
5.3.4 RAC 法	235
5.3.5 定性风险矩阵一	237
5.3.6 定性风险矩阵二	239
5.3.7 半定量风险矩阵	242
5.3.8 风险评价方法的比较	244
5.4 环境因素评价的方法	245
5.4.1 重要性准则法	245
5.4.2 多因素评分法	246
5.4.3 矩阵法	248
5.4.4 其他评价方法	249
5.5 初始状态评审	250
5.5.1 初始评审概述	250
5.5.2 评审的策划与准备	251
5.5.3 评审的实施	253
5.5.4 差距分析	254
5.5.5 初始状态评审报告	255
思考题	256
第6章 事故预防与风险控制	257
6.1 概述	257
6.1.1 风险控制的原则与方法	257
6.1.2 管理体系中风险控制的策划	260
6.1.3 事故预防“3E”对策理论	262
6.2 安全技术对策	263
6.2.1 基本原则和手段	263
6.2.2 预防事故的安全技术	265
6.2.3 避免和减少事故损失的安全技术	272
6.3 安全教育对策	274
6.3.1 安全教育的意义	274
6.3.2 安全教育的基本原则	275
6.3.3 安全教育方法	276
6.3.4 安全教育的内容	276
6.3.5 安全教育的类型	278
6.3.6 安全培训管理要素	281

6.3.7 安全培训存在的问题与对策	282
6.4 安全管理对策	285
6.4.1 定置管理	286
6.4.2 5S 与安全管理	289
6.4.3 目视化管理	290
6.4.4 安全检查	294
6.4.5 安全审查	297
6.4.6 安全监督	299
6.4.7 安全评价	305
6.5 安全目标管理	306
6.5.1 目标管理的特点	306
6.5.2 目标管理的作用	307
6.5.3 目标设定	308
6.5.4 目标的分解与实施	310
6.5.5 日常跟踪及定期回顾	313
6.5.6 年终考核及结果的应用	315
6.6 安全作业许可	318
6.6.1 许可类型及证明	319
6.6.2 作业许可的申请、批准及关闭	321
6.6.3 各类人员的责任	322
6.6.4 交流与沟通	323
6.6.5 作业许可审核	324
6.6.6 附件：作业流程及许可/证明式样举例	325
6.7 安全文化建设	328
6.7.1 安全文化的概念	328
6.7.2 安全文化的形态	329
6.7.3 安全文化的功能	330
6.7.4 安全文化对行为的促进作用	330
6.7.5 企业安全文化建设	332
6.7.6 国际石油公司的安全文化理念	337
思考题	346
第7章 污染控制与清洁生产	347
7.1 环境污染控制概述	348
7.1.1 污染控制原则	348
7.1.2 污染控制路线	349
7.1.3 污染控制方法	349
7.2 环境污染防治技术	351

7.2.1	废水处理技术	351
7.2.2	大气污染物治理技术	354
7.2.3	固体废弃物的处理与处置技术	356
7.2.4	噪声治理技术	359
7.2.5	其他污染的危害与防治	360
7.3	清洁生产	361
7.3.1	清洁生产的概念	361
7.3.2	清洁生产的内容	362
7.3.3	清洁生产与末端治理	367
7.3.4	清洁生产与体系管理	368
7.4	清洁生产审核	372
7.4.1	清洁生产审核的范围	372
7.4.2	清洁生产审核程序	372
7.4.3	清洁生产审核报告的编写	374
7.5	循环经济和绿色产业链	381
7.5.1	循环经济 (CE)	381
7.5.2	绿色供应链 (GSC)	383
思考题		385
第 8 章 重大事故应急救援与调查处理		386
8.1	重大事故应急救援	386
8.1.1	应急救援的原则和任务	386
8.1.2	潜在事故和紧急情况确定	387
8.1.3	应急救援系统的组织机构	388
8.1.4	应急救援装备与资源	389
8.1.5	应急救援的实施	390
8.2	事故调查与处理	393
8.2.1	事故调查的目的与意义	393
8.2.2	事故调查程序	394
8.2.3	事故调查组织及原则	395
8.2.4	事故调查基本步骤	396
8.2.5	事故分析与处理	400
8.2.6	事故调查报告	402
思考题		403
第 9 章 HSE “两书一表” 管理实践		404
9.1	HSE “两书一表” 概述	404
9.2	HSE “两书一表” 探索与实践	405
9.2.1	HSE “两书一表” 策划与编制	405

9.2.2 HSE “两书一表” 的应用效果	407
9.3 HSE “两书一表” 的规范和完善	408
9.3.1 现状与问题分析	408
9.3.2 问题解决方案	409
9.3.3 指导书与计划书的编制与使用	411
9.4 HSE “两书一表” 示例	412
9.4.1 钻井 HSE 作业指导书	413
9.4.2 钻井 HSE 作业计划书	421
参考文献	427

第1章 安全管理理论概述

安全是人类生存与发展活动中永恒的主题，也是当今乃至未来人类社会重点关注的主要问题之一。人类在不断地发展进化的同时，一直与生存发展活动中所存在的安全问题进行着不懈的斗争。人类社会的发展史在某种意义上也可以看成是解决安全问题的奋斗史。当今社会无处不在的各类安全防护装置、管理措施都是人类安全研究的心血结晶。而且随着科学技术的飞速发展，安全问题会变得越来越复杂，越来越多样化，对安全问题的研究也就需要更加深入，更具科学性。

安全管理是以安全为目的，进行有关决策、计划、组织和控制方面的活动。在企业的管理系统中，含有多个具有某种特定功能的子系统，安全管理就是其中的一个。该子系统就是通过管理的手段，实现消除隐患、控制事故、减少损失的目的，使整个组织达到最佳的安全水平，为员工创造一个安全舒适的工作环境。

任何安全管理都需要有战略和方向的指导，需要有安全理论作为基础。为此，就必须研究和认识安全科学理论，揭示安全科学的规律，搞清安全管理的科学原理。安全原理是人类安全活动的基本理论和策略，是安全科学以及安全管理科学发展的基石，是人类预防事故的重要理论核心。在现代企业制度下，随着安全管理科学的发展，以及职业健康安全管理体系、HSE 管理体系的推行，人们持续不断地探求着先进、适用、有效的科学原理。

1.1 安全相关术语

1.1.1 安全

“安全”（safety）是指免除了不可接受的损害风险的状态（引自 GB/T 28001—2001《职业健康安全管理体系规范》）。还有一种具有代表性且被广泛引用的传统说法是：不发生导致死亡、伤害、职业病、设备和财产损失的状况。此定义明示了安全的最基本、最主要的内涵。另有一句话“无危为安，无损为全”，也许更能概括安全的这些含义。

1.1.1.1 安全的内涵

英文中的安全“safety”由6个单词的第一个字母组成，即S、A、F、E、T、Y。它包含着丰富的安全哲理内容，靠多种因素协调、配合才能完美地进入理想的安全境地。国内外的专家、学者曾对英文的safety一词做过认真的考证和研究，主要有如下见解。

“S”是英文sense的第一个字母，其含义是：感觉、意识、见识、知觉等。它表明要保障安全，首先要靠人自身的能力，靠人的敏感、知觉、见识；靠人对周围环境的直觉反应和判断；靠人具有的安全知识、安全经验；靠人的安全意识和应急能力及敏锐性；靠人的正确思维和采取的自我保护行为。