

SHIYOU FENGXIAN PINGJIA GAILUN

石油风险评价概论

中国石油天然气集团公司质量安全与环保部 编



石油工业出版社

石油风险评价概论

中国石油天然气集团公司
质量安全与环保部 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书的目的是为了推动石油企业 HSEMS 的建立、加强现代化安全技术管理,普及风险辨识与评价技术。本书的内容主要包括各类风险评价的程序及主要内容;危险、有害因素辨识、不同行业的现状风险评价简介和几种常用评价方法简介及示例。

本书适合石油企事业单位从事质量、安全和环保的管理人员、技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

石油风险评价概论/中国石油天然气集团公司质量安全与环保部编. —北京:石油工业出版社, 2001.6

ISBN 7-5021-3438-7

I. 石…

II. 天…

III. 油田-安全生产-风险分析

IV. TE38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 043112 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

河北省地勘局测绘院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 5 印张 124 千字 印 1—3000

2001 年 6 月北京第 1 版 2001 年 6 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3438-7/TE·2558

定价: 12.00 元

《石油风险评价概论》编委会

主 任：王海森

副主任：董国永 吴苏江

成 员：王其华 周 国 郭喜林 周爱国
李 民 高玉琢 刘景凯 吕 强
胡月亭

主 编：董国永

常务副主编：周 国

副主编：吴苏江 王其华 李 民

编 委：陆 民 雷文章 高玉琢 丁建新
张海云 周新田

前 言

风险评价作为提高企业安全管理水平和事故预防技术水平的有效措施，已成为我国企业安全管理和政府决策的科学依据，并逐渐走上了规范化、法制化轨道。为推动石油企业 HSEMS 的建立，加强现代化安全技术管理，普及风险辨识与评价技术，中国石油天然气集团公司质量安全与环保部于 2000 年立项，专题研究“石油风险评价技术”，以寻找适合石油行业的风险辨识技术和评价方法，目前已取得阶段性成果，并编写了《石油风险评价概论》一书，该书主要包括风险评价的基本内容、危险有害因素的辨识与评价方法等，希望能对石油企业开展风险辨识与评价、编制 HSE “两书一表”起到应有的作用。

由于风险识别与评价尚属新兴科学，其技术应用与格式都在研究和探讨之中，加之我们水平有限，本书所涉及内容谬误之处在所难免，敬请广大读者不吝赐教，我们诚心以待。

编 者

2001 年 6 月

目 录

第一章 风险评价概述	(1)
第一节 绪 论.....	(1)
第二节 风险评价的目的、原则及其限制因素.....	(4)
第二章 各类风险评价的程序及主要内容	(8)
第一节 风险评价分类.....	(8)
第二节 预评价工作程序与内容.....	(11)
第三节 预评价大纲主要内容及要求.....	(14)
第四节 预评价报告主要内容及要求	(16)
第五节 验收评价报告的主要内容及要求.....	(18)
第六节 现状评价工作程序与内容.....	(19)
第七节 现状评价报告主要内容及要求.....	(21)
第八节 施工作业过程评价报告的主要内容及要求.....	(23)
第三章 危险、有害因素辨识	(27)
第一节 危险、有害因素分析与辨识.....	(27)
第二节 危险、有害因素及其分类.....	(33)
第四章 评价单元的划分与评价方法的选用	(44)
第一节 评价单元的划分.....	(44)
第二节 评价方法的选用.....	(48)
第五章 不同行业的现状风险评价简介	(56)
第一节 作业过程风险评价.....	(56)
第二节 油气集输场所现状风险评价.....	(83)
第三节 石化装置现状风险评价.....	(92)
第四节 机械加工行业现状风险评价.....	(110)
第六章 几种常用评价方法简介及示例	(122)
第一节 预先危险性分析 (PHA)	(122)

第二节	故障类型及影响分析 (FMEA)	(124)
第三节	作业条件危险性评价法 (格雷厄姆—金尼法)	(125)
第四节	事故树分析 (FTA)	(127)
第五节	安全检查表 (SCL)	(135)
第六节	道化学公司“火灾爆炸危险指数评价法”	(136)
第七节	毒害作业场所分级法.....	(144)
第八节	对策措施与 HSE 关键任务	(146)

第一章 风险评价概述

第一节 绪 论

人类自出现以来，就一直为生存与发展而不懈地奋斗着，安全问题也就成为一种特殊事物客观地表现出来。要确保自身的安全，人类就必须认识造成“不安全”的因素和规律，判断它们对人类可能造成的危害有多大，这就是危险的辨识。

1. 风险

风险是指发生特定危害事件的可能性以及事件结果的严重性。广义的危险是指一种环境或状态，它是指超出人的控制之外的某种潜在的环境条件，即指有遭到损害或失败的可能性。狭义的危险是指一个系统存在的不安全的可能性及其程度。如我们说“在这里滑冰危险”，所说的“这里”是指一个系统，这个系统是指由冰、水和人以及人要进行的活动（滑冰）构成的，而所说的“危险”是指由冰、水、人及人的活动构成的系统中存在的冰突然破裂，人掉到水中的可能性，以及冰突然破裂的程度。

2. 危险源

危险源是指可能造成人员伤害、财产损失或环境破坏的根源，可以是存在危险的一件设备、一处设施或一个系统，也可能是一件设备、一处设施或一个系统中存在危险的一部分。如煤气罐中的煤气泄漏，遇火可能发生爆炸，我们说煤气罐泄漏是危险的，而煤气罐是一个危险源。根据 1993 年 6 月第 80 届国际劳工大会通过的《预防重大工业事故公约》中对“重大危害设施”的定义，在参考国外相关概念和定义的基础上，我们提出如下重大危险源的定义：重大危险源是指工业活动中客观存在的危险物质

或能量超过临界值的设备或设施。

3. 风险评价

风险评价也称危险评价或安全评价，是对系统存在的危险性进行定性和定量分析，依据现存的专业经验、评价标准和准则，对危害分析结果得出系统发生危险的可能性及其后果严重程度的评价，通过评价寻求最低事故率、最少的损失和最优的安全投资效益。

风险评价是在危险性分析基础上进行的，通过分析充分揭示危险性存在和发生的可能性，然后根据这些情况进行系统的综合评价。如图 1-1 所示。

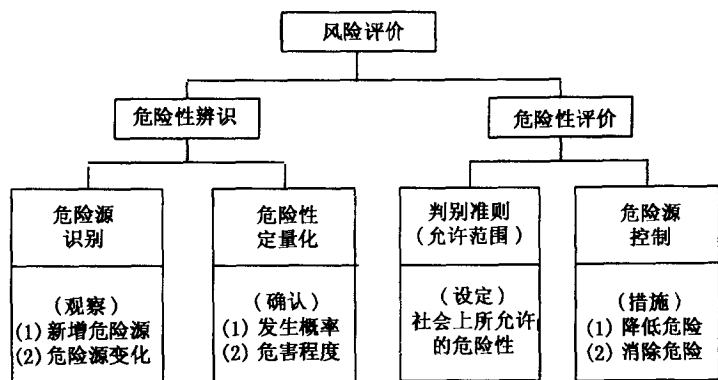


图 1-1 风险评价框图

4. 风险评价的发展与现状

风险评价起源于 30 年代的美国保险行业，到现在经过 70 多年的发展，形成了很多关于风险评价的理论、方法和应用技术。很多国家根据自己的国情制定了用于风险评价和危险源辨识的法规和标准。1993 年国际劳工大会通过的《预防重大工业事故公约》标志着重大工业危险源管理得到了世界各国的普遍重视，并已经对其管理规范化。

我国推行风险评价是从 80 年代后期开始的，虽然起步较晚，

但在评价理论和方法的研究与应用上发展较快，许多行业管理部门都制定了自己的评价方法或标准，广泛地开展了企业的风险评价工作。例如，1988年初，机械电子工业部颁发了《机械工厂安全性评价标准》；1992年10月，中国石化总公司颁发了《石油化工企业安全性综合评价办法》；1995年3月，华北电力集团公司颁发了《供电企业安全性评价》；均收到了良好的效果。由（原）劳动部组织的国家“八五”科技攻关专题“易燃、易爆、有毒重大危险源辨识评价技术研究”成果，为我国进行规范化的重大危险源管理建立了必要的理论和方法，并提出了管理模式。

尤其是对新、改、扩建项目（工程）的劳动安全卫生预评价工作，我国于国发〔1979〕100号文件中就规定了“新的建设项目要认真做到劳动保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，搞好设计审查和竣工验收工作”；国发〔1984〕97号、（原）劳动部劳字〔1988〕48号文件明确了建设项目“三同时”工作的具体要求，并规定“初步设计会审前，必须向劳动部门报送拟建设项目的职业安全卫生评价报告”；1996年10月，（原）劳动部第3号令对建设项目“三同时”工作、特别是对建设项目劳动安全卫生预评价工作又进一步做了详尽的规定。国务院机构改革后，国家经济贸易委员会、劳动和社会保障部国经贸安全〔1998〕480号文件又重申了中央及地方现有的安全生产法律、法规在按法定程序修改前应继续贯彻实施，并逐步建立了职业安全卫生管理体系（简称OHSMS）。

1997年6月，中国石油天然气总公司发布了《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系》（SY/T6276—1997）（简称HSEMS）。作为石油天然气行业标准，HSEMS明确提出了风险评价及管理的内容与程序要求（如图1-2所示），指出风险评价应包括活动、产品和服务的影响；强调人与物两方面因素导致的影响和风险；定期由具有资质的单位、有资格的人员来实施。HSEMS已在所有直接或间接从事石油天然气勘探、开发的公司中推行。

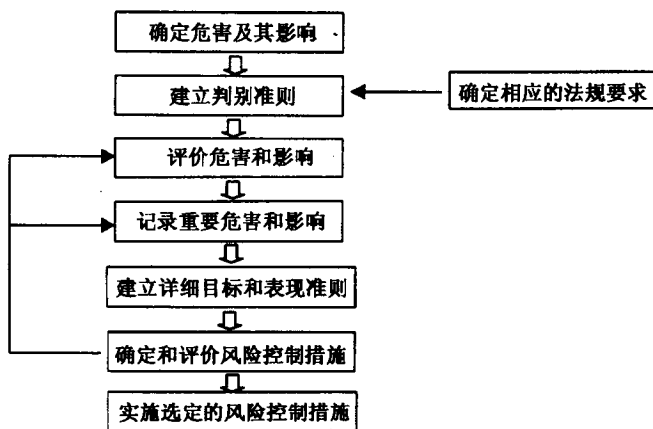


图 1-2 评价和风险管理

第二节 风险评价的目的、 原则及其限制因素

1. 风险评价的目的

风险评价的目的是为了评价危险发生的可能性及其后果严重程度，以寻求最低事故率最少的损失和最优的安全投资效益。风险评价要达到的目的包括如下几个方面。

(1) 系统地从计划、设计、制造、运行等过程中考虑职业安全卫生技术和安全管理问题，找出生产过程中潜在的危险因素，并提出相应的安全措施，实现本质安全的目标。

(2) 对潜在事故进行定性、定量分析和预测，建立使系统安全的最优方案，对已发生的事故评价，提出纠正措施。

(3) 评价设备、设施或系统的设计是否使收益与危险达到合理的平衡。当危险过高时必须更改设计，当达不到规定的可接收危险水平而又无法改进设计时，则只好放弃这种设计方案。

(4) 在设备、设施或系统进行试验或使用之前，对潜在的危险进行评价，以便考核已判定的危险事件是否消除或控制在规定的可接收水平，并为所提出的消除危险或将危险减少到可接收水平的措施所需费用和时间提供决策支持。

(5) 评价设备、设施或系统在生产过程中的安全性是否符合有关标准、规范的规定，实现安全技术与安全管理标准化和科学化。

(6) 风险评价体现了预防为主的思想，使潜在和显在的危险得以控制。

2. 风险评价的原则

风险评价应遵循科学性、系统性、综合性和适用性的原则。

(1) 科学性。科学的任务是揭示事物发展的客观规律，探求客观真理，作为人们改造世界和进一步认识世界的指南。系统安全分析和评价的方法，也必须反映客观实际，即确实能辨识出系统中存在的所有危险。应该承认，许多危险是能够凭经验或知识辨识出来的，但也确有一些潜在的很深的危险不易于发现，有现有技术水平的制约，也受现有人们认识水平的影响。评价的结论要做到尽量符合实际情况。因此就必须找出充分的理论和实践依据，以保障方法的科学性。

(2) 系统性。危险性存在于生产活动的各个方面，因此只有对系统进行详细解剖，研究系统与子系统间的相关和约束关系，才能最大限度地辨识被评价对象的所有危险，才能评价他们对系统影响的重要程度。

(3) 综合性。系统安全分析和评价的对象千差万别，涉及企业的人员、设备、物料、法规、环境的各个方面，不可能用单一的方法就能完成任务。例如对待新设计的项目和现有的生产项目，就应有区别，前者多半属于静态的分析评价，后者则应考虑动态的情况。又如对危险过程的控制和伤亡数字的目标控制，在方法上也有所不同。所以，在评价时，活动、生产、服务之间是相互作用和影响的，甲的危害引起，乙的变化涉及到丙的变化，

活动与活动，产品与产品之间是一个事故“链”。则评价时要进行综合考虑各种因素与影响。一般需要采用多种评价方法，取长补短。

(4) 适用性。系统分析和评价方法要适合企业的具体情况，即具有可操作性。方法要简单，结论要明确，效果要显著，这样才能为人们所接收。

3. 风险评价的限制因素

根据经验或预测方法进行的风险评价在理论和实际上都还存在很多限制，应该认识到在风险评价结果的基础上作出的风险管理决策的质量，与对被评价对象的了解程度、对危险可能导致事故的认识程度和采用的评价方法本身的准确性等有关。

(1) 不完整性。风险评价的不完整性主要有两个方面：首先是危险辨识阶段，分析人员不可能保证找出所有的危险；其次是对已辨识的危险不能保证考虑到所有的可能引发事故的原因和事故的后果。但有理由相信，训练有素且有经验的专家，使用系统的风险评价方法及相关的经验可辨识出最严重的危险及其事故的原因和后果。

(2) 主观性。由于风险评价具有高度主观的性质，评价结果与假设条件密切相关，不同的评价人员使用相同的资料评价同一个问题，可能会得出不同的结果。尽管有很多经验性的预测方法，风险评价的质量在很大程度上还取决于判断正确与否，尤其是假设条件。

(3) 难于理解。有些风险评价报告可能是长达几百页的表格，专家会议讨论结果，故障树、事件树模型以及其他资料，冗长复杂的评价报告难于让人理解和应用。

(4) 与评价人员的经验相关。风险评价在很大程度上取决于评价人员的相关经验，有些评价方法需要评价人员凭经验和判断来预测事故原因和结果。在某种程度上评价人员的经验比评价方法更重要。

在很多情况下，风险评价是依靠评价专家组的集体智慧，使

用定性方法来确定潜在事故的危险性，由于许多事件在评价前没有发生过，专家们必须凭主观判断确定可能导致的事故原因及其产生的后果，这种主观性会影响评价结果的可靠性。

(5) 新兴科学：1996 年国家劳动部提出建设项目预评价工作，对现状的风险评价工作至今没有规定，而评价技术和格式都在研究和探讨之中，可避免出现很多的不确切结论和建议。

(6) 对风险评价没有提高到一定的认识程度，评价的推动有一定的难度。

第二章 各类风险评价的程序及主要内容

第一节 风险评价分类

风险评价从工程项目立项到正常操作运转及至退役、报废，期间的任何一个阶段都有不同的评价内容。如下图 2-1 所示。

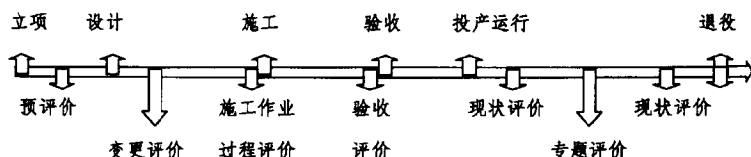


图 2-1 风险评价内容简图

1. 预评价

即在建设项目（包括改、扩建项目，以下同）工程可行性报告完成、批准之后进行的评价。根据建设项目可行性研究报告的内容，运用科学的评价方法，分析和预测建设项目存在的职业危险、危害因素的种类和危险、危害程度，提出合理可行的劳动安全卫生技术和管理对策，作为建设项目初步设计中劳动安全卫生设计和劳动安全卫生管理、监察的主要依据。我国规定的“建设项目劳动安全卫生预评价”是预评价的具体体现。

根据《中华人民共和国劳动部令》（第 3 号）的规定，凡符合下列情况之一的建设项目必须进行劳动安全卫生预评价。

- (1) 大中型和限额以上的建设项目；

- (2) 火灾危险性生产类别为甲类的建设项目；
- (3) 爆炸危险场所等级为特别危险和高度危险的建设项目；
- (4) 大量生产或使用Ⅰ级、Ⅱ级危害程度的职业性接触毒物的建设项目；
- (5) 大量生产或使用石棉粉料或含有 10% 以上的游离二氧化硅粉料的建设项目；
- (6) 劳动行政部门确认的其他危险、危害因素大的建设项目。

2. 变更评价

是在系统研制、建设安装过程中出现意外的偏离，可能引起设计、设备、工艺、材料等各种变更时，要进行评价，判定变更可能带来新的危害和影响，采取有效措施。

3. 施工作业过程评价

应在工程开工前对其作业全过程全体人员、全体设备进行的风险评价。评价时要考虑作业及其影响，人员、设备无论是自己的，还是承包方的，都要进行识别和评价。为制定避免危害产生的方法和风险削减措施的需要提供足够的依据，为 HSE 计划书和岗位作业指导书编写提供依据。

4. 验收评价

是系统研制、建设完成投入使用后，对系统整体进行的评价。它通过检查、检测和分析来判断系统是否达到劳动安全卫生目标和表现准则的要求，确定应采取的补救措施。我国规定建设项目验收时的“建设项目职业安全卫生综合评价”是验收综合评价的具体体现。

5. 现状评价

是系统建成、运行后对系统现状进行的评价。根据系统以往的运行经验、设备故障、操作失误、系统管理的缺陷、环境的不良因素的影响和系统或同类系统发生事故的情报，来确定系统的危险性大小，并据此确定提高系统安全性的技术措施和管理手段。

6. 专题评价

主要指在系统运行期间，针对出现的异常和可能发生的重、特大事故所作的专题调查、评价。

7. 宏观评价

在体系建立初期为初始评价（初始环境因素评价），当体系建立后，确定评价频率。主要是对公司的整体风险进行系统地、全面地、自下而上地评价，从而确定公司范围内的风险，确定新的方针，目标，坚持持续改进的原则，制定新的管理方案。

根据 1999 年 10 月国家经贸委发布的《职业安全卫生管理体系（试行）标准》和 1997 年 6 月中国石油天然气总公司发布的《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系标准》有关规定，结合石油企业自身特点，目前开展的风险评价工作主要包括：新、改、扩建项目的劳动安全卫生预评价及预验收专题评价；固定作业场所（装置）的现状风险评价；施工作业过程评价。其中后两种评价主要是依据《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系标准》而开展的，该标准中明确提出：“所有从事石油和天然气资源的公司都应有一个行之有效的 HSEMS”，“其风险评价应包括活动、产品和服务的影响”。据此，从地球物理勘探（包括海上作业）到钻井、录井、测井、定向井、井下试油乃至石化炼化装置检修等所有施工作业项目，均应在工程开工前对其作业过程进行风险评价，并应考虑到“火灾和爆炸、冲击与撞击、溺水、窒息与触电、暴露于粉尘、化学、物理和生物药剂的环境中以及人机工程等因素”的影响，为制定避免危害产生的方法和风险削减措施的需要提供足够的依据。各类固定作业场所（装置），应每隔三年或四年对系统运行情况进行一次现状风险评价。

以下主要对预评价、现状评价、施工作业过程评价和宏观评价作一简介。