



海洋石油作业 风险管理与实践

◎ 冯景信

中国石油大学出版社



海洋石油作业风险管理与实践

★ 编著 冯景信

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

海洋石油作业风险管理与实践/冯景信编著. —东营:
中国石油大学出版社, 2007. 6
(海洋石油健康安全环保管理丛书)
ISBN 978-7-5636-2490-4

I. 海… II. 冯… III. 海上油气田—石油工程—风险管理—技术培训—教材 IV. TE5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 095339 号

书 名: 海洋石油作业风险管理与实践
作 者: 冯景信

责任编辑: 李 锋 隋 芳
封面设计: 王凌波

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)
网 址: <http://www.uppbook.com.cn>
电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com
印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司
发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392791, 8392563)
开 本: 185×260 印张: 14.75 字数: 349 千字 插页: 2
版 次: 2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
定 价: 35.00 元

海洋石油健康安全环保管理丛书

编 委 会

主 任：宋立崧

副主任：冯景信 魏文普

编 委：熊志强 李 翔 章 焱 王 伟
仰晓屹 刘 涛 陈 戎 陈树春
郑 珂 韩 顺 薛 波 栗 驰

序

海洋石油工业是世界上公认的安全风险最大的行业之一。海洋石油作业环境恶劣，危险因素多，一旦发生事故，逃生和救援的难度很高。在世界海洋石油工业历史上，曾多次发生重、特大事故。

中国海洋石油在20多年的勘探开发过程中，不断汲取先进的健康安全管理理念，不断探索和实践，形成了良好的管理经验，有了合适的法规和标准，并初步形成了健康安全环保管理体系。在公司业务不断拓展的形势下，健康安全环保管理面临新的挑战，也需要持续改进。特别是随着事业高速发展，大量新员工进入海洋石油作业队伍。这样，提高作业人员的安全意识、安全知识、安全技能，让他们掌握良好的管理经验，就成为当前健康安全环保管理的首要任务。

希望健康安全环保部组织编写的海洋石油健康安全环保管理丛书能为作业人员素质的提高，为健康安全环保监督管理人员培养的加快，为公司健康安全环保管理理念的贯彻，为管理人员知识和技能的提高，为总公司“执行文化”的建设，为推行作业班组“五想五不干”发挥积极的作用，从而防微杜渐，减少员工不安全行为，最终避免发生事故。



2007年6月

从书前言

“安全生产永远是企业管理的薄弱环节，海上石油作业高风险的特点和我们应对自然灾害有限的的能力，始终让我们寝食难安”，傅成玉总经理在中国海油2007年领导干部会上的这番话让我们认识到：安全环保——怎么强调都不过分！

中国海油在20多年的发展过程中形成了独具海洋石油特色的安全文化：以体系化管理为手段；以“五想五不干”为作业现场安全行为准则；强调“执行文化”，等等。但是，海洋石油开发所处的是高风险的环境，这样的现实情况决定了要保证公司持续快速健康发展，就必须有完善的制度体系、坚决的贯彻执行和不断的持续改进。

然而，一个规模较大、产业链较长的集团公司，公司管理理念和各项制度逐级推行至基层作业单位，最终转化为基层管理和作业人员的切实行动，是一个循序渐进的过程。在这个过程中，如何让各级管理者充分理解公司理念和有效落实制度体系，并保证各级单位在思想上和行动上的一致呢？这是一个值得深入思考和探究的问题。

我们组织编写了这套海洋石油健康安全环保管理丛书，立足于探索，根本的出发点是拥有一套完整的管理性的教材，培训与安全环保绩效直接相关的人员，如现场经理、总监、安全监督等关键岗位。同时，鼓励他们培训其他员工，提高全员健康安全环保素质，以此来保障公司的持续快速健康发展。

海洋石油健康安全环保管理丛书以公司管理理念为主线，以中国海油健康安全环保工作的管理框架为背景，详细介绍了各职能岗位所

涉及的具体制度和做法。丛书体系完整，规划合理，涵盖了海洋石油健康安全环保管理工作中的大多数内容。全套丛书的编写思路大体上保持一致，均以贯彻国家相关法律法规为出发点，系统阐述为落实国家法律法规、公司理念政策而形成的一系列制度和具体做法，尽力向读者介绍中国海油和国际上同类公司最新、最实用、最有效的管理实践和经验。

海洋石油健康安全环保管理丛书是中国海油第一套全面系统地介绍安全环保管理的正式出版物。丛书由中国海油总部健康安全环保部的工作人员利用业余时间编写完成。丛书写作过程中参考了大量国内外同行的资料 and 良好作业实践，在此谨向这些资料的作者表示由衷感谢！

健康安全环保领域是一个不断发展、不断创新的领域，时常有新的课题、新的思想、新的做法出现。希望本套丛书的出版能对海洋石油健康安全环保管理工作起到积极的推动作用。但由于编写者的时间和精力有限，书中难免存在值得探讨和改进的地方，希望同行专家和读者与我们交流，共同促进海洋石油健康安全环保管理水平的提高。

海洋石油健康安全环保管理丛书编委会

2007年6月



前言

安全风险分析是预测预防事故的科学手段，是健康安全环保体系化管理的基础，是落实“安全第一、预防为主”方针的必由之路。本书是中国海油安全培训系列教材之一，力求较全面地剖析国内外安全风险分析方法；讲解中国海油的风险管理制度、程序；解释中国海油风险管理实际做法。本书列举的风险分析案例均来自海洋石油作业实践，具有较强的实用性，可作为设计人员、安全管理人员和现场操作人员的工具书。

全书共分五章。第一章介绍了中国海油作业风险管理做法。第二章介绍了海洋石油常用安全风险分析的方法。第三章着重介绍了海洋石油工作任务风险分析方法、步骤。第四章列举了海洋石油作业安全风险分析案例。第五章介绍了中国海油各行业风险管理规定、程序。

本书的编写力求简明扼要，充分体现海洋石油的特点，具备较强的实用性和可借鉴性。由于水平有限，时间仓促，书中错误和疏漏在所难免，希望专家读者批评指正。同时本书借鉴和引用了国内书刊的相关论述和研究结论，在此对所有本书参考文献的作者表示感谢！

编者

2006年8月

CONTENTS > >>

目 录

第一章	海洋石油作业风险管理概述 /001
	第一节 概述 /001
	第二节 系统化HSE 风险管理体系是风险管理的基础 /001
	第三节 前期预防是风险管理的关键 /002
	第四节 建立以安全评价为基础的作业审批制度 /004
	第五节 小结 /005
第二章	海洋石油风险管理方法介绍 /006
	第一节 常用风险分析方法简介 /006
	第二节 风险分析方法比选 /028
	第三节 风险分析程序 /038
第三章	工作任务风险评价指南 /045
	第一节 概述 /045
	第二节 责任 /049
	第三节 TRA 流程 /050
	第四节 培训 /057
	第五节 跟踪评价 /059
	第六节 小结 /060
	第七节 附件 /061

第四章	海洋石油作业安全分析方法应用案例 /073
第一节	概述 /073
第二节	安全检查表法 /077
第三节	危险与可操作性分析法 /090
第四节	预先危险性分析 /112
第五节	故障类型影响分析 /117
第六节	作业条件危险性分析 /124
第七节	工作任务的风险辨识与风险评价 /141
第八节	小结 /164
第五章	海洋石油风险管理程序 /165
第一节	中海石油(中国)有限公司的风险管理 /165
第二节	专业公司的风险管理 /199
第三节	炼油项目的风险管理 /219

参考文献	/223
-------------	-------------

第一章

>>> Chapter One

海洋石油作业风险管理概述

第一节 概述

海洋石油是一个高技术、高风险的行业。海上油气田的勘探、开发基本上是通过海上油气生产设施实现的,具有人员与设备高度集中、自然环境恶劣、产品危险性高、科技含量高、地质条件复杂、不确定因素多、救援困难等特点。自从国内外开发海洋石油以来,发生过多起惨痛事故,给社会、企业和个人造成巨大损失,留下了深刻教训。如1979年11月25日,某钻井平台在拖航途中发生翻沉事故,平台上74名职工中死亡72人;1988年7月6日,某国的海洋平台爆炸事故震惊了整个海洋石油界,造成167人死亡;2005年7月27日,某国石油天然气公司的钻井平台发生火灾爆炸,造成多人死亡,财产损失23亿美元,2年内无法生产,该国全国石油天然气产量减产近1/3!

历次沉痛的海洋石油作业事故教训告诉我们,减少事故就是效益,就是产值,就是最大的节约。鉴于海洋石油作业风险的特殊性,决定了其风险控制必须有一套科学的、系统的控制方法,经过多年的探索和实践,中国海油逐步建立了以危害识别、风险评价和制定措施为主要内容的系统化健康安全环保管理体系(HSESM),实施了以作业者负责、第三方把关、政府监督的工程建设风险管理有效方法,以及在作业过程中实施作业审批制度等风险管理机制。

第二节 系统化 HSE 风险管理体系是风险管理的基础

在生产过程中,导致灾害事故的原因是很多的,包括人员、设备、环境和管理因素,如人的误判断、误操作、违章指挥及违章作业,设备缺陷,安全装置和防护器具的失效,作业方法和作业环境的缺陷等。所有这些因素又涉及设计、施工、操作、维修、储存、运输以及经营管理等许多方面。因此,风险控制与生产过程中的许多环节和条件发生联系并受其制约。不考虑这些联系和制约关系,只孤立地从个别环节或在某一局部范围内分析和研究风险管理是难以奏效的。

海洋石油勘探开发作业属于多工种的协调作战,南有台风,北有海冰,作业条件恶劣,常年与油气打交道,远离陆地,独立性强,财产、人员高度集中,科学技术含量高,其风险的特殊性和作业

条件的复杂性决定风险控制必须采取系统化、科学化控制方法。经过不断探索,学习借鉴国外的先进经验,中国海洋石油开发作业已建立了以安全评价为基础的系统化的 HSE 管理体系。

建立体系化的 HSE 管理是海洋石油行业不断摸索出的有效管理手段,是多年来海洋石油健康安全环保管理的经验总结,也是健康安全环保管理方式的一次重大变革。它遵循了这样一个原则:首先,进行安全评价,对危害进行辨识,确定风险程度,列出重大危害因素清单;其次制定目标;然后由目标和指标制定实施方案(见图 1-1);最后按照计划、实施、检查纠正与管理评审(PDCA)模式(见图 1-2)建立以安全评价为基础的 HSE 管理体系。

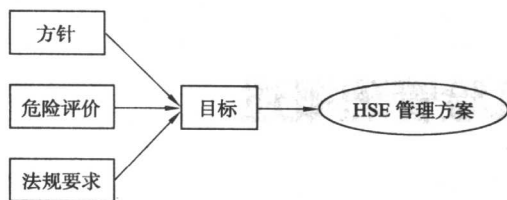


图 1-1 隐患识别是 HSE 管理方案的基础

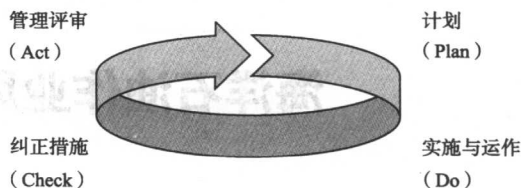


图 1-2 PDCA 管理模型

至 2002 年,海洋石油已全面建立了勘探、开发作业 HSE 管理体系。例如,2001 年中国海洋石油有限公司颁布了《中国海洋石油有限公司 HSE 管理体系》,体系构架见图 1-3。体系包含了 16 个要素。它们是:职业安全卫生方针;危险源辨识、风险评价和风险控制;法律要求;目标;管理方案;机构与职责;培训、意识与能力;协商与交流;文件与资料控制;运行控制;应急准备与响应;绩效测量和监测;事故、事件、不符合项纠正与预防措施;记录;审核;管理评审等。

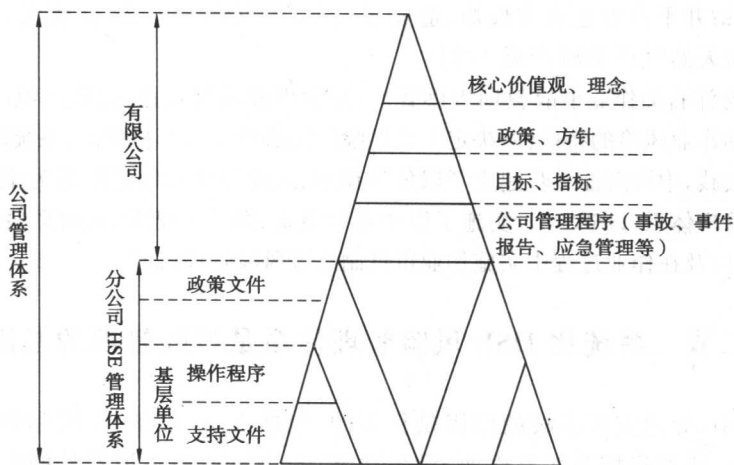


图 1-3 中国海洋石油有限公司 HSE 管理体系构架

第三节 前期预防是风险管理的关键

安全评价也称危险度评价或风险评价。安全评价以实现系统安全为目的,应用安全系统工程的原理和方法,对系统中存在的危险因素、有害因素进行辨识与分析,判断系统发生

事故和职业危害的可能性及其严重程度,从而为制定防范措施和管理决策提供科学依据。进行安全评价是促进企业安全生产的必要条件之一。通过安全评价能够使企业有效地减少事故和职业危害,系统地进行安全管理,用最少投资达到最佳安全效果,迅速提高安全技术人员业务水平,促进各项安全标准的制定和可靠数据的积累。海洋石油行业较早引入了该项技术,并在海洋石油勘探开发上得到了广泛应用。

1988年7月6日,某国的海洋平台爆炸事故发生后,该国政府组成了政府调查组,在调查报告中提出了106条建议,这些建议大多为政府采纳。其中之一是:每座海上设施要向政府提交安全状况报告(Safety Case),报告中作业者必须证明其海上设施在“全部生产周期”内安全地从事各项活动。中国海洋石油勘探开发作业借鉴了这一做法,按照国家安全生产监督管理局安全办公室(以下称安全办公室)要求,现已形成了以安全评价为基础的勘探开发HSE风险控制机制。这就是作业者负责、第三方把关、政府监督的风险管理模式(见图1-4),其生产周期包括如下内容:

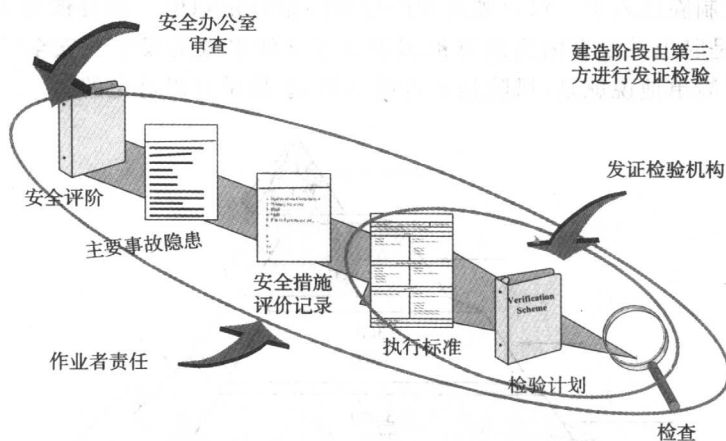


图 1-4 海洋石油风险管理模式

(1)在海上油气田总体开发方案制定阶段,作业者应编写安全分析报告。安全分析报告的编写采用项目类比方法及初步风险分析方法(PHA),对拟建项目进行安全条件论证和安全评价;报告中应列出重大危险源并对其风险程度进行评价。评价报告书须报安全办公室审查、备案。

(2)在设计阶段,作业者应委托第三方发证检验机构对安全设施的设计进行审查,同时作业者还应编制安全篇。安全篇由作业者或委托专业安全评价机构采用危险与可操作性研究(HAZOP)方法进行分析,并对安全分析报告中重大危险源及其控制措施列表说明。

(3)在施工、建造、运输、试运转阶段,由第三方发证检验机构对这一阶段中的每一环节,如材料、设备厂家、操作工序、操作人员资格(如焊工等)、施工质量、建造质量等进行严格的检验把关,以确保建造质量和设备的质量;第三方发证检验机构还应对设计图纸进行审查,对施工建造的质量及安全设施控制效果进行把关,对检验合格的生产设施颁发“油气生产设施发证检验证书”。

(4)在正式投产前,作业者在取得发证检验机构颁发的“油气生产设施发证检验证书”基

础上,安全办公室对作业者管理体系、应急方案进行综合审查。审查合格后颁发安全许可证书。

(5)在生产过程中,作业者应聘请第三方发证检验机构对设施进行作业过程检验并重新获得“油气生产设施发证检验证书”,接受安全办公室换发安全许可证审查。

第四节 建立以安全评价为基础的作业审批制度

事故隐患(Accident Potential)是指导致事故发生的物的危险状态、人的不安全行为及管理上的缺陷(《职业安全卫生术语》GB/T 15236—94)。“隐患”是潜藏或不易发现的危险,是事故的温床和潜在因素,是事故发生的基本条件。所有的事故都是由于事故隐患导致的,无论是否能够认识这种隐患。但是隐患不一定会导致事故,根据海因里希理论,发生事故造成重伤、轻伤、无伤害的比例如图 1-5 所示。偶然事故不能作为判断系统是否危险的标准,降低风险应从控制隐患入手。没有被辨识的危险因素也是隐患。没有被辨识是因为知识或经验的局限,但是隐患并没有因为没有被识别而不导致事故的发生。安全管理工作的重点就是控制隐患。简单地说就是:风险是不可避免的,事故是可以避免的。

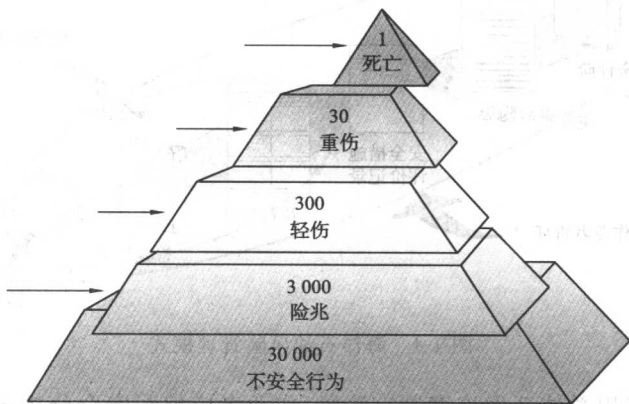


图 1-5 事故三角形

海洋石油历史经验也告诉我们,多数重大事故是发生在海上作业过程中的,而发生事故的原因往往是某一环节疏漏。例如发生在某国石油天然气平台的爆炸事故,原因非常简单,当晚两台凝析油注入泵中的一台发生了跳闸事件,夜班人员试图启动另一台停用待修泵。但他们不知道那台泵的泄压安全阀已经拆掉,在该位置仅装了一个盲板法兰,且没有上紧。结果凝析油从此处泄漏,并造成天然气积聚遇明火爆炸。2001 年 3 月 15 日 0 时 22 分(当地时间),某国石油公司海上半潜式采油平台发生爆炸,事故主要原因是:安装在右舷尾部立柱内第 4 层甲板处的应急排放罐(Emergency Drain Tank)的排放泵被拆下维修,为安全起见维修人员将该罐放空阀关闭,并关闭由工艺流程进入该罐的阀门,就是因为这个阀门没有完全关死,油气进入应急罐,造成应急罐超压爆炸。爆炸损坏了邻近消防管线,大量海水进入立柱内,最终导致平台翻沉。

如何控制维修作业风险?实践证明海上维修作业前的安全评价制度是一种有效、可行

的方法。作业前充分识别与作业有关的所有隐患,制定控制措施,判断其是否处于可接受水平是作业过程中风险管理控制措施之一;更重要的是作业者根据作业风险大小建立作业审批制度。经不断探讨,海洋石油作业已初步建立以安全评价为基础的作业风险控制制度,其做法是:

(1)判定维修作业风险等级。在开始维修作业前根据维修作业复杂程度,初步判断其风险等级,为下一步确定安全评价组织方式及审批控制打下基础。

(2)组织实施评价。根据作业复杂情况和初步确定的风险程度确定评价小组。重大维修项目,如拖航、吊装等重大海上施工作业,高温高压井作业,边采边钻联合作业,危险性高的重大维修、改造项目,并购或租赁大型设施等,由公司级主管部门成立评价小组,组织实施评价;一级动火、进入限制空间等一般性维修作业由现场平台经理或项目经理组织成立评价小组,并组织实施评价。

(3)严格审查。建立评价结果和控制措施审核制度,维修作业规模较小、风险性低的作业由平台经理或项目负责审查批准;海上重大维修项目、钻完井作业等安全评价结果及控制措施应得到上一级公司认可,审批等级随着风险等级的升高而升高(见图 1-6)。

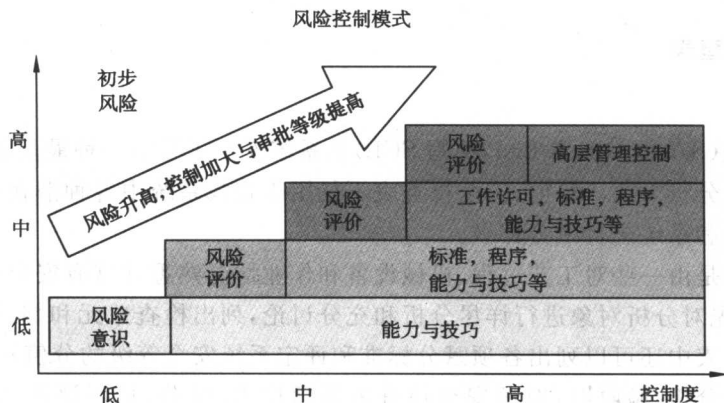


图 1-6 作业风险审批制度

第五节 小 结

海洋石油作业 HSE 风险控制采用系统化 HSE 管理体系方法,对开发项目按作业过程进行安全评价,对海上钻完井、边采边钻等危险性作业采取作业前安全评价的制度,对降低 HSE 风险起到了关键作用。中国海油 HSE 业绩较好,多年来没有发生重大人员死亡责任事故,200 000 工时事件率好于国际油公司的中等水平,没有发生小型以上的污染事故,没有发生单次安全责任事故损失超过 12 万美金的事件。

同时也应认识到,健康安全环保工作“没有最好,只有更好”,故还需不断探索,持续改进。逐步建立一套半定量化和定量化科学评价指标,摸索更加适合海洋石油特点的评价技术方法,积累适应海洋石油开发的专业安全数据资料,这将是今后海洋石油风险管理研究的新课题。

海洋石油风险管理方法介绍

第一节 常用风险分析方法简介

一、安全检查表

1. 方法概述

安全检查表(Safety Check List,缩写 SCL)是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统安全分析方法。目前,安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患,还可对各检查项目和系统进行赋分评级。

安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员,事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论,列出检查单元和部位、检查项目、检查要求的表格。表中还可以列出各项赋分标准和评定系统安全等级的分值标准。

对系统进行分析、验收时,对照安全检查表逐项检查、赋分,从而评价出系统的安全等级。当安全检查表用于设计、维修、环境、管理等方面查找缺陷或隐患时,可省略赋分、评级等内容和步骤。

鉴于上述特点,安全检查表广泛用于建造和生产现场。

2. 安全检查表的优缺点

(1)优点。安全检查表的优点主要表现在以下几个方面:

- ①保证安全检查工作的全面性和完整性,避免草率、疏忽和遗漏;
- ②应用安全检查表,可使检查工作标准化、规范化;
- ③对不同的检查目的、检查对象设置不同的检查表,针对性强;
- ④安全检查表简明易懂、方便实用、易于掌握,能弥补有关人员知识、经验不足的缺陷;
- ⑤检查人员依据安全检查表进行检查,检查结果即为检查人员履行职责的凭证,能落实安全生产责任制。

(2)缺点。安全检查表的主要缺点在于,须事先针对不同的需要,编制大量的安全检查表,工作量大且安全检查表的质量受编制人员知识水平和经验的影响。

3. 安全检查表的种类

安全检查表按其应用范围,可大致划分为设计审查验收安全检查表、厂级安全检查表、车间安全检查表、工段及岗位安全检查表、专业性安全检查表等五类。

在安全分析报告中实际应用的是设计、审查安全检查表。它是在工程设计工作的准备阶段,为工程设计人员、审查人员提供的。表中列出了在安全设计工作中应完成的各项设计内容及有关标准要求,以使该项工程能达到预期的安全指标。逐项按表列内容、要求进行设计、审查,可有效地提高安全设计的质量。这类检查表不仅可以提高工效、防止漏项、弥补有关人员的经验不足,还可使安全设计和设计审查工作逐步实现规范化和标准化,提高分析工作的水平。

4. 安全检查表编制的依据

编制检查表的主要依据有:

- ①有关的法规、标准和管理、操作等规程;
- ②国内外的事故案例;
- ③本单位的经验、教训;
- ④其他分析方法的结果。

5. 安全检查表编制步骤

要编制一个符合客观实际,能全面识别、分析系统危险性的安全检查表,首先要建立一个编制小组,其成员应包括熟悉系统各方面的人员。同时还要经过以下几个步骤。

(1)熟悉系统,包括系统的结构、功能、工艺流程、主要设备、布置和操作条件。

(2)搜集资料。搜集有关的安全法规、标准、制度及本系统过去发生过事故的资料,作为编制安全检查表的依据。

(3)划分单元。按功能或结构将系统划分成子系统或单元,逐个分析潜在的危险因素。

(4)编制检查表。针对危险因素,依据有关法规、标准规定,参考过去事故的教训和本单位的经验确定安全检查表的检查要点、内容和为达到安全指标应在设计中采取的措施,然后按照一定的要求编制检查表。

①按系统、单元的特点和分析的要求,列出检查要点、检查项目清单,以便全面查出存在的危险、有害因素。

②针对各检查项目、可能查出的危险、有害因素,依据有关标准、法规列出安全指标的要求和应设计的对策措施。

③编制检查表。

④编制复查表,其内容应包括危险、有害因素明细,是否落实了相应设计的对策措施,能否达到预期的安全指标要求,遗留问题及解决办法和复查人等。

(5)修改完善检查表。检查表编制实施一段时间后,应根据实际情况予以补充、完善和修改。

6. 编制和使用安全检查表应注意的问题

为了使检查表既能全面查出危险隐患因素,又便于操作,达到预期效果,在编制和使用时应当注意以下几个问题:

(1)检查内容尽可能做到系统、完整,不漏掉任何可能导致事故发生的关键因素。同时,还应突出重点,抓住要害。

(2)对重点危险部位应单独编制检查表,凡可能导致事故的一切危险因素都应列出,以