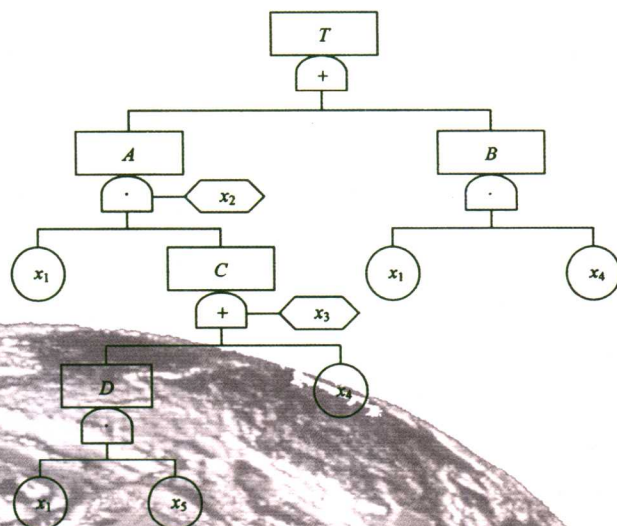


天津大学“211工程”丛书
TIANJINDAXUE “211 GONGCHENG” CONGSHU

安全工程

Safety Engineering

卢 岚 编著



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

天津大学“211 工程”丛书

安 全 工 程

卢 岚 编著



天津大学出版社

内 容 提 要

本书分为上下两篇。上篇为安全基础理论篇,包括5章,主要论述了安全科学的基本概念、安全文化的主要功能及其评价体系、系统安全分析与评价、系统安全控制的理论和机制、安全目标管理和安全信息管理等内容。下篇是安全系统工程篇,包括9章,前两章主要介绍了安全系统工程的基本概念、系统中的三流、物的不安全状态和人的不安全因素,后七章对几种常用的分析方法进行了详细的讨论,并且结合实例分析归纳出它们的重要作用。

本书是根据多年来的教学体会和研究心得编写的,强调了基础性和系统性,注重基本理论与实例分析相结合。考虑到教材的前沿性,本书首次简要地介绍了我国的职业安全健康管理体系及其审核规范,同时还收入了2002年11月颁布的《中华人民共和国安全生产法》,以达到学科拓宽的目的。

本书可作为工业工程和安全技术等相关专业的教材,也可作为各行各业安全技术和管理人员的培训教材和自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

安全工程/卢岚编著. —天津:天津大学出版社,
2003.4

ISBN 7-5618-1752-5

I. 安… II. 卢… III. 安全工程 IV. X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 020429 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨风和
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
网 址 www.tdcbs.com
电 话 营销部:022-27403647 邮购部:022-27402742
印 刷 河北省昌黎县人民胶印厂
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 230mm
印 张 17.5
字 数 383 千
版 次 2003 年 4 月第 1 版
印 次 2003 年 4 月第 1 次
印 数 1—3 000
定 价 22.00 元



前 言

由于安全与人类所从事的各种活动的密不可分性和各种不安全事件的危害性,安全一直是人们重视的问题。知识经济时代的主要特征就是知识、高新技术与产品的生产高速而广泛的交流,这就要求知识的传播系统和高新技术与产品本身必须高度安全可靠。因此,人类对安全的依赖比以往更加强烈,对安全的需要也将变得更加迫切。此外,在知识经济时代,人类为了自身的安全生存,必须进一步改造自然、控制自然,学会控制和禁止人类的发明创造对生存环境与条件的破坏。时代的特点要求我们必须建立起全面的安全观、安全科学理论与技术体系,从而适应知识经济发展的需要。

经过从事安全研究的专家、学者和管理人员的不断探索和实践,安全科学已从行业应用技术发展到理论研究,并逐步形成统一的理论体系。《安全工程》涵盖了安全科学的基础理论、安全文化、安全管理工程、安全系统工程等内容。本书作为工业工程专业基础课教材,是根据多年来的教学体会和研究心得编写的,强调基础性和系统性,注重基本理论与实例分析相结合,附录 A 就是两个极具特色的应用实例。考虑到教材的前沿性,本书首次简要地介绍了我国的职业安全健康管理体系及其审核规范,同时还收入了 2002 年 11 月刚刚颁布的《中华人民共和国安全生产法》,以达到学科拓宽的目的。

《安全工程》分为上下两篇。上篇为安全基础理论篇,包括五章和四节附录:第 1 章安全科学概述,主要阐述了安全科学的基本概念、发展沿革、核心理论、研究方法和系统的本质安全化等内容;第 2 章安全文化,主要论述了安全文化的基本概念、主要功能、评价体系及如何进行安全文化建设等问题;第 3 章系统安全分析与评价,主要讨论了系统安全数据的采集和处理以及系统安全的模糊综合评价;第 4 章系统的安全控制,主要论述了控制论原理及系统安全控制的理论和机制;第 5 章安全管理工程,主要阐述了安全管理的基本概念、安全目标管理和安全信息管理,并且简要地介绍了职业安全健康管理体系;附录 A 是两个有关系统安全的实例分析;附录 B 是《职业安全健康管理体系审核规范》;附录 C 是《职业安全健康管理体系审核规范的实施指南》;附录 D 是刚刚颁布的《中华人民共和国安全生产法》。下篇是安全系统工程篇,包括九章和一节附录:第 6 章安全系统工程概论,主要介绍了安全系统工程的基本概念、发展与现状及事故的预防理论;第 7 章系统的不安全因素,主要阐述了系统中的三流、物的不安全状态和人的不安全因素;第 8 章系统安全分析方法,将常用的 25 种分析方法进行了分类和归纳;第 9 章安全检查表,主要描述了安全检查表的作用、优点、类型和编制步骤,并且给出了安全检查表的实例;第 10 章危险性预先分析,主要论述了系统危险性的辨识和控制,并且归纳出危险性预先分析的程序;第 11 章故障类型和影响分析,主要论述了故障类型和影响分析及致命度分析的基本原理,并且给出了实例分析;第 12 章事故树

分析,主要描述了事故树的基本概念及其构建,重点探讨了事故树的定性与定量分析;第 13 章事件树分析,主要论述了事件树分析的原理,并且结合实例讨论了事件树分析的重要作用;第 14 章因果分析,不仅归纳出因果分析的步骤,而且进行了实例分析;附录 E 介绍的是事故树分析中用到的相关知识。

在本书撰写过程中,研究生秦嵩为安全系统工程篇作了大量贡献,研究生杨静为安全文化和安全管理工程的论述作了大量贡献,研究生王令东也参与了一定的工作。他们的出色表现,使我深刻地体会到团队精神的重要,我不仅要对他们为本书所作的贡献表示衷心的感谢,而且为他们在本书撰写过程中的成长感到欣慰。

在此,我还要诚挚地感谢天津建工集团安全技术处对本书给予的大力支持,尤其是戴贞洁处长和丁天强同志参与了职业安全健康体系部分的编写工作。对于其他为本书的撰写提供帮助和支持的同事和朋友们,也致以真诚的谢意。

作为多年从事教学工作的教师,我深深地了解一本好教材的作用。本教材荣幸地得到国家教育部“211 工程”的资助,我真诚地希望它能不负众望。对于书中存在的错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 11 月于天津大学

目 录

上篇 安全基础理论篇

第 1 章 安全科学概述	(2)
1.1 安全科学的基本概念	(2)
1.2 安全科学的发展沿革	(4)
1.3 安全科学的核心理论	(6)
1.4 安全科学的研究方法	(7)
1.5 系统的本质安全化	(8)
第 2 章 安全文化	(10)
2.1 安全文化概述	(10)
2.2 安全文化的功能	(14)
2.3 安全文化建设	(17)
2.4 企业安全文化评价	(24)
第 3 章 系统安全评价	(28)
3.1 确定工作目标	(28)
3.2 数据收集	(29)
3.3 数据处理	(29)
3.4 系统的安全评价	(38)
3.5 安全模糊综合评价	(45)
第 4 章 系统的安全控制	(56)
4.1 控制论原理	(56)
4.2 安全控制理论基础	(58)
4.3 安全系统的控制方式	(60)
第 5 章 安全管理工程	(64)
5.1 安全管理概述	(64)
5.2 安全管理的运作	(68)
5.3 安全目标管理	(74)
5.4 安全信息管理	(81)
5.5 职业安全健康管理体系简介	(86)
附录 A 实例分析	(97)

A1. 应用因子分析解决回归分析病态问题	(97)
A2. 某企业安全控制能力确定及评价	(102)
附录 B 职业安全健康管理体系审核规范	(108)
附录 C 职业安全健康管理体系审核规范——实施指南	(116)
附录 D 中华人民共和国安全生产法	(155)

下篇 安全系统工程篇

第 6 章 安全系统工程概论	(168)
6.1 基本概念	(168)
6.2 发展和现状	(170)
6.3 事故的预防	(172)
第 7 章 系统的不安全因素	(177)
7.1 系统中的物质流和能流	(177)
7.2 系统中的信息流	(179)
7.3 系统中物的不安全状态	(180)
7.4 系统中人的不安全因素	(182)
第 8 章 系统安全分析方法	(185)
8.1 关系比较密切的分析方法	(185)
8.2 共同点比较多的分析方法	(186)
8.3 逻辑推理的分析方法	(187)
8.4 选用分析方法的原则	(189)
第 9 章 安全检查表	(190)
9.1 安全检查表的定义	(190)
9.2 安全检查表的作用	(190)
9.3 安全检查表的优点	(190)
9.4 安全检查表的类型	(191)
9.5 安全检查表的编制	(193)
9.6 安全检查表实例	(194)
第 10 章 危险性预先分析	(197)
10.1 危险性预先分析的步骤	(197)
10.2 危险性辨识	(198)
10.3 危险性控制	(200)
10.4 分析实例	(201)
第 11 章 故障类型和影响分析	(203)
11.1 基本原理	(203)

11.2 致命度分析	(211)
11.3 应用实例——暖风系统的 FMEA 及 CA 分析	(212)
第 12 章 事故树分析	(217)
12.1 基本概念	(217)
12.2 事故树的构建	(220)
12.3 事故树的定性分析	(229)
12.4 事故树的定量分析	(240)
12.5 事故树分析实例——木工平刨伤手事故分析	(248)
第 13 章 事件树分析	(253)
13.1 事件树分析的理论基础	(253)
13.2 事件树分析实例	(255)
13.3 事件树分析的重要作用	(256)
第 14 章 因果分析	(258)
14.1 分析步骤	(258)
14.2 实例分析	(258)
附录 E 相关数学知识	(263)
E1. 集合代数	(263)
E2. 概率论基础	(266)
参考文献	(270)

上篇 安全基础理论篇

第 1 章 安全科学概述

(Introduction of Safety Science)

1.1 安全科学的基本概念

德国学者 Kuhlmann A. 在其所著的《安全科学导论》(Introduction to Safety Science) 一书中详细介绍了安全科学的理论和方法。安全科学与技术研究的目标,是将科学和技术在应用过程中产生的损害可能性和损失的后果控制在绝对的最低限度内,或者至少使其保持在可容许的限度内。这里所指的损害,可以是技术引起的事故,也可以是其他破坏或损失。在实现这个目标的过程中,安全科学的独特功能是获取及总结有关知识,并将发现和获取的有关理论和知识应用于安全工程。这些知识和理论包括应用技术系统的安全评价、安全设计预防技术系统内固有危险发生的各种方法以及意外事故发生后的应急措施。

1.1.1 安全科学的定义

安全科学是研究事物安全与危险矛盾运动规律的科学。其主要是:研究事物安全的本质规律,揭示事物安全相对应的客观因素及转化条件;研究预测、消除或控制事物安全与危险影响因素和转化条件的理论与技术;研究安全的思维方法和知识体系。

安全科学的本质特征归纳如下:

- (1)安全科学要体现本质安全,即从本质上达到事物或系统的安全最适化;
- (2)安全科学要体现理论性、科学性,不但要研究实现安全目标的技术方法和手段,而且要研究安全的理论和策略;
- (3)安全科学要体现交叉性,不仅包括工程科学和技术科学的知识,而且要包括基础科学理论以及认识论和方法论的知识;
- (4)安全科学要体现研究对象的全面性,即安全科学的研究对象应包括人类生存和发展过程中面临的一切负效应。

1.1.2 安全科学的体系结构

安全科学是一门新兴科学,具有跨学科、交叉性、横断性、跨行业等特点。安全科学本质上不仅包括自然科学,而且包括社会科学。科学的发展和实践表明,安全问题不仅涉及人,还涉及人可资利用的物,其知识体系涉及面较为广泛(见图 1—1,图 1—2)。

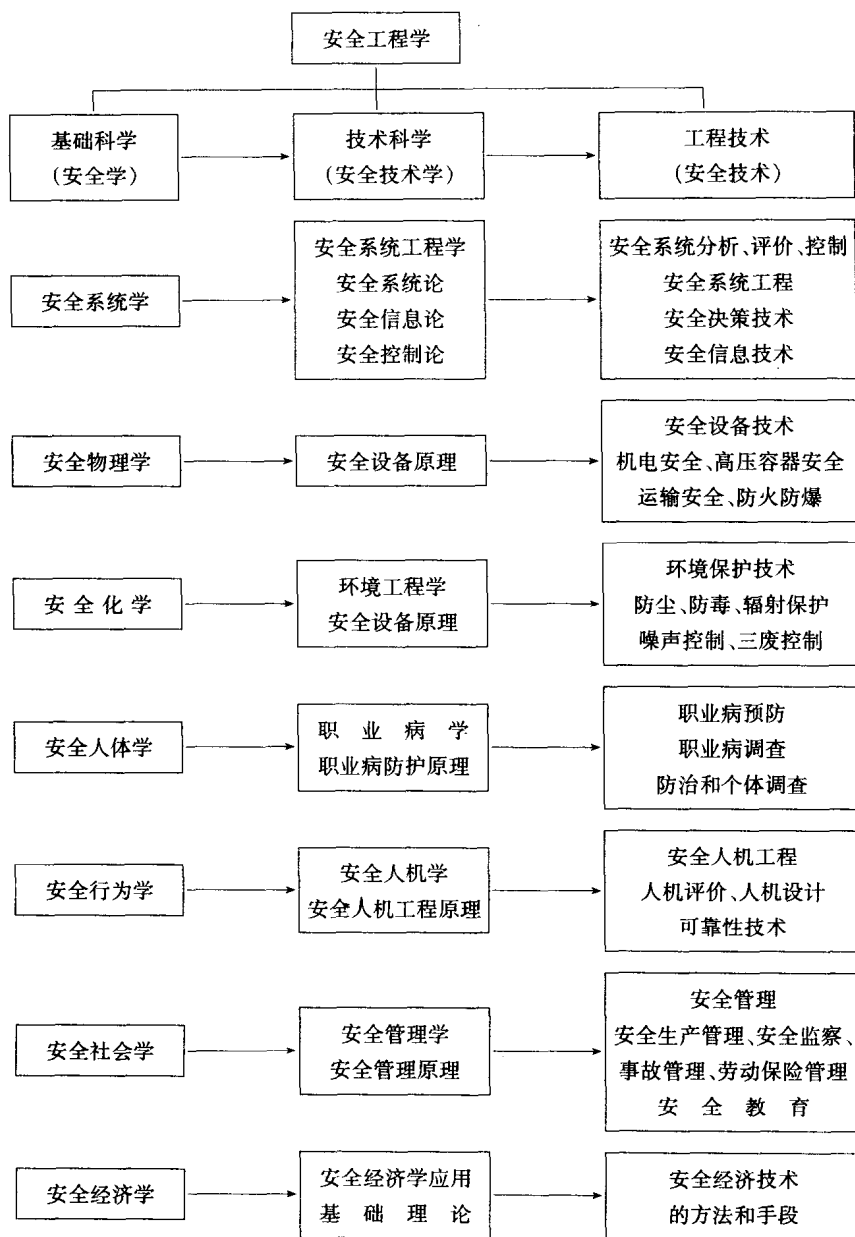


图 1—1 安全工程学知识体系

1. 哲学层次——安全哲学

安全哲学即安全观、安全认识论、安全方法论,它是安全科学最高理论概括,是认识、揭示安全本质的思维方法。只有确立了正确的安全观和方法论,才能正确地分析和解决安全问题,建立起安全科学的本质规律,为人类社会所面临的安全问题提供科学的指导方法。

2. 科学层次——安全科学

安全科学研究安全的范畴、基本概念、定义及其与其他科学体系的关系,确立安全科学的内涵与外延。

3. 基础科学层次——安全学

安全学包括安全科学的基本原理和研究方法,揭示事物安全运行的基本规律。

4. 工程技术层次——安全工程

安全工程是运用安全学和安全技术科学直接服务于工程项目的技术方法,包括安全的预测、设计、施工、运转、监控等工程技术。

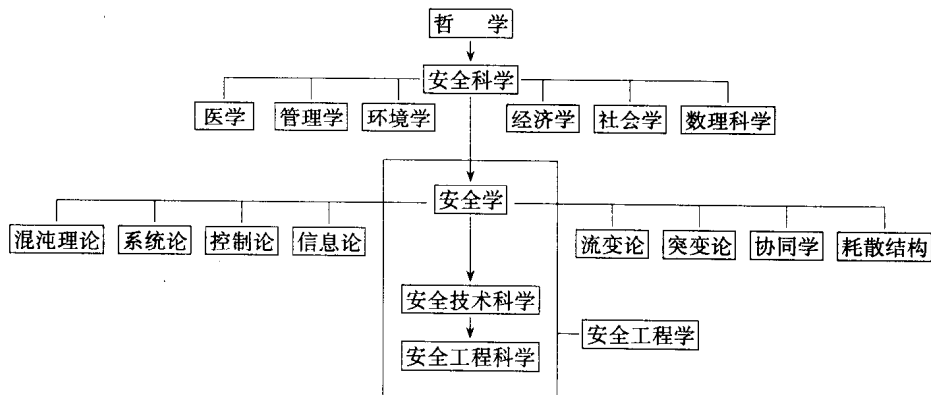


图 1—2 安全科学学科体系层次

1.2 安全科学的发展沿革

安全科学的发展伴随着人类社会和生产技术的进步从低级走向高级,从落后走向科学。这个过程大致可以分为四个阶段,见表 1—1。

表 1—1 安全科学发展的四个阶段

阶段	时代	技术特征	认识论	方法论	安全科学的特点
I	工业革命前	农牧业及手工业	宿命论	无能为力	人类对于自然与人为的灾害和事故只能是被动承受
II	17 世纪 ~ 20 世纪初	蒸汽机时代	局部安全	亡羊补牢,事后型	建立在事故与灾难的经验上的局部安全意识
III	20 世纪初 ~ 50 年代	电气化时代	系统安全	综合对策及系统工程	建立了事故系统的综合认识,认识到人、机、环、管综合要素
IV	20 世纪 50 年代以来	信息化时代	安全系统	本质安全化,预防型	从人与机器和环境的本质安全入手,建立安全的生产系统

现在国际上都普遍意识到建立安全标准和要求来规范企业生产的重要性。在国外,西方发达国家已经做过很多工作。由于他们的工业发展水平较高,相应的安全工作也先行一步。很多国家都制定了相应的安全方面的标准体系,比如1996年英国颁布了BS8800《职业安全健康管理体系指南》,1996年美国工业卫生协会制定了《职业安全健康管理体系》的指导性文件,1997年澳大利亚和新西兰提出了《职业安全健康管理体系原则、体系和支持技术通用指南》草案,日本工业安全卫生协会(JISHA)提出了《职业安全健康管理体系导则》,挪威船级社(DNV)制定了《职业安全健康管理体系认证标准》,1999年英国标准协会(BSI)、挪威船级社(DNV)等13个组织提出了职业安全健康评价系列(OHSAS)标准,即OHSAS 18001《职业安全健康管理体系——规范》、OHSAS 18002《职业安全健康管理体系——OHSAS 18001实施指南》。国内方面,由于近年来工业厂矿事故不断,损失巨大,人们也更加注意到安全对于生产的重要性。1999年10月中国国家经贸委颁布了《职业安全健康管理体系试行标准》(内容与OHSAS 18000基本相一致)

在20世纪80年代初期,我国安全研究和管理人员深感必须采用系统工程的方法,才能真正改变企业安全工作的被动局面。也就是说,必须首先发现问题,采用系统工程方法找出系统中存在的所有危险性,加以辨识、分析和评价,从而找出解决问题的措施,防患于未然。我国的安全研究和应用也大致经历了四个发展阶段。

1. 安全技术工作和系统安全分工合作时期

初期,安全工作者和产品系统安全工作者的分工是明确的,前者负责工人的安全,后者负责产品安全,两者分工协作、密切配合、共同完成生产任务。

2. 安全技术工作引进系统安全分析方法阶段

由于系统安全分析是针对系统各个环节本身的特点和环境条件,进行定性和定量的安全性分析,做出科学的评价,并据此采取针对性的安全措施,所以这种方法对安全工作十分有用。

3. 安全管理引用安全系统工程方法阶段

由于安全系统工程不仅可以评价各个环节的可靠性和安全性问题,而且对系统开发的各个阶段也可以进行评价。因此,企业的安全管理等阶段(检查、操作、维修、培训)都可以使用这种方法提高系统性和准确性。

4. 以安全系统工程方法改革传统安全工作阶段

在安全工作中广泛使用安全系统工程方法,使传统安全工作进行改革的趋势需要不断地在实践中总结经验。目前,贯穿系统科学思想的安全管理方法不断涌现,并延伸出很多新学科。

1.3 安全科学的核心理论

1. 安全系统论

从安全系统的动态特性考察,人类的安全系统是由人、社会、环境、技术、经济等因素构成的大协调系统。无论从社会的局部还是整体分析,人类的安全生产与生存都需要多因素的协调与组织才能实现。

从安全系统的静态特性考虑安全控制,安全科学涉及两个系统对象:事故系统和安全系统。事故系统的要素是人、机、环境、管理。人的不安全行为是事故的最直接的因素;机器设备的不安全状态也是事故的直接因素;不良的生产环境会对人的行为和机器设备产生负面的影响;管理不善是事故发生的间接而又非常重要的因素,因为管理对人、机、环境都会产生作用和影响。安全系统的要素是人、物、能量、信息。人是指人的安全素质(心理与生理、安全能力、文化素质);物是指设备与环境的安全可靠性(设计安全性、制造安全性、使用安全性);能量是指生产过程中能量的安全作用(能量的有效控制);充分可靠的安全信息流(管理效能的充分发挥)是安全的基础保障。

认识事故系统要素,对指导我们建立风险控制系统,保障人类安全具有现实的意义。但是这种认识是事后型的,比较被动和滞后。而从安全系统的角度出发,则具有超前和预防的意义。因此,从建设安全系统的角度来认识安全原理更具有理性意义,更符合科学的原则。

2. 安全控制论

安全控制是最终实现人类安全生产和安全生活的根本。安全控制的原则包括闭环控制(即 PDCA)、分层控制、分级控制、动态控制、等同控制(控制因素的功能大于或高于被控因素的功能)以及反馈原则。另外,能量控制理论也是预防事故的重要理论。因为事故的本质是“能量的不正常释放或转移”,预防事故的本质就是能量的有效控制。通过对系统能量的限制、疏导、隔离、转移、时空控制、局部强化或弱化、系统闭锁等措施来控制能量的不正常释放或转移。

3. 安全信息论

安全信息是安全控制和管理所依赖的资源。安全信息要研究安全信息的定义、类型以及安全信息的提取、处理、存储、传输和交流等技术。安全信息是以信息流形式存在的,如人—人的信息流(人与人的信息交流),人—机信息流(人与机器的信息交流),人—环信息流(人对环境状态的正确感知和识别),机—环信息流(生产设备或机器的自动监控、自动报警等)。

4. 事故预测与预防原理

意外事故是一种随机现象,对于个别案例的考察具有不确定性,但对于大样本则表现出一定的规律。因此,概率统计是研究事故规律、进行事故预测与分析的重要方法。趋势外推预测法是一种重要的事故预测方法,其预测模型为

$$X = A \cdot \lambda \cdot X_0$$

式中: X 为未来事故预测指标; A 为安全生产规模变化系数(已知生产规模/计划生产规模); λ 为安全生产水平变化系数(原有安全生产水平/计划生产规模); X_0 为已知事故指标。

事故预防的模式则可以分为事后型模式和预测型模式两种。事后型模式是指在事故或者灾害发生以后进行整改,以避免同类事故再发生的一种对策。预测型模式则是一种主动的、积极的预防事故或灾害发生的对策,其基本的技术步骤是:提出安全和减灾目标——分析存在的问题——找出主要问题——制定实施方案——落实方案——评价——建立新的目标。

5. 事故突变原理

突变原理(catastrophe theory)是由法国数学家勒内·托姆教授于20世纪60年代中期创立的。突变是一种连续发展过程中出现的突然变化现象,系统由安全状态转变为事故状态实际是一种突变现象。事故的发生可以理解为系统内某些参数的连续变化引起系统状态的突然质变,是由于人的因素(安全意识、安全教育、管理水平、应变能力、身体素质等)和物态的因素(工作条件、机器的故障、自动化程度、保护装置等)共同作用的结果。如果将人的因素 H 和物态的因素 M 作为两个控制参数,生产能力或系统功能 F 称为状态参数,利用突变理论可以建立事故致因的尖顶突变模型。当 H 和 M 同时恶化时,就有可能形成系统功能 F 急剧恶化,突发事故。 F 值变化越大,事故就越严重。

1.4 安全科学的研究方法

安全科学是一个相互渗透的跨学科的科学分支,它不仅需要借助数学、物理学等基础学科的知识,还需要应用心理学、行为科学等学科的研究方法以及控制论、信息论等现代的研究思想和工具。面向系统的方法构成了安全科学的主要基础和出发点,它描述了人与机器在一定环境中的相互作用,形成人一机一环境系统。事故的发生可以看做是人机系统内出现异常状况的结果。对人机系统的分析可以揭示事故的原因,对给定的允许危及度和实际危险进行评价比较。

系统分析可以使用下述两种方法。

(1)经验的系统分析——通过统计手段和对已发生事故的分析,来确定人机系统的危及度及其属性。

(2)理论的系统分析——根据人机系统内不同组员的相互作用,从理论上推断系统的危及度,包括对可能事故的理论分析。

1.5 系统的本质安全化

1.5.1 基本概念

系统本质安全化是建立在“本质安全”一词的内涵进一步延伸的基础之上的。它是企业安全对象系统,是周密策划的一次性整体投资的产物。它的水平受到初建时经济和技术条件的限制,是有限期适应系统。它受自然和社会属性的驱使,每当新一轮安全系统的诞生都意味着安全水平的一次飞跃性的提高。

定义 1 安全本质要素:具有内在安全性匹配的品质物质、能量和信息要素。

定义 2 系统的安全本质:全体安全本质要素匹配的品质。

定义 3 系统本质安全化:从安全本质上建设成为具有服务于安全投入、转换和产出过程的最佳匹配品质的企业安全生产系统。

系统本质安全化具有现代管理所期望的系统化、社会化、最优化和信息化的功能。它具有以数学方法求解决策方案最佳值的静态最优功能和使运行过程始终保持最安全状态的动态最优控制功能。因此,它是具备全局最优功能的系统。

人机系统的本质是一个相对的概念,它取决于该系统中人、机、环境三者匹配的目标。而人机系统的安全本质是为了实现系统的安全运行,因此人机系统本质安全化是指将该系统从本质上建设成为具有最佳安全品质的系统。

系统本质安全化初期,系统匹配处于最佳状态。当生产条件(工艺、工序、工步的调整、工作场所的改变、设备的更新和人员的流动等)的改变而扰乱了匹配关系时,应及时对系统本质安全化进行改造。针对运行周期长短和改造规模大小确定大、中、小三种档次的改造。

系统本质安全化的安全寿命期已到,如果不再有经济和安全价值,不再有继续进行改造的价值,要适时进行报废,由新一轮系统本质安全化取而代之。

1.5.2 安全本质要素

系统本质安全化的安全本质要素有目标、人员、资金、设备动力、环境和信息六项。现仅对目标、资金和信息作概要的介绍。

1. 目标

在对系统本质安全化进行项目决策和报废时,使用的目标为:安全寿命和最低年均安全成本。在对系统本质安全化运行过程进行动态监控时,使用的目标为:单位产品最小安全成本。

2. 资金

在建设系统本质安全化时使用的指标为:系统本质安全化总投资。在系统本质安全化运行过程中使用的指标为:安全递延费用、安全劣化费用、安全成本。

3. 信息

包括事故预案、危险源辨识、评价、调控报告、上岗证、作业许可证,有关安全的情报、数据、图纸、制度、报表、名词术语、符号和安全作业标准等。

1.5.3 机器设备的本质安全化

设备的本质安全是指一般水平的操作者在误操作和判断错误的情况下,即使有不安全行为,系统和设备仍能保证安全。本质安全要体现在设备的安全设计方面。

1. 生产设备安全设计的基本原则

(1)生产设备及其零部件必须有足够的强度、刚度和稳定度。在按规定条件制造、安装、运输、贮存和使用时,不得对人员造成危险。

(2)在使用过程中,生产设备不得排放超过标准规定的有害物质。如果生产设备本身不能完全消除有害的物质,必须另外增加处理设备。

(3)生产设备的设计必须符合人因工程的原则,以便最大限度地减轻操作者的体力和脑力消耗以及操作过程的紧张状况。

(4)生产设备的安全应通过下列途径予以保证:

①设计时应制定多种方案进行安全、经济分析和论证,从中确定最佳方案,一经确定就作为制作和检验的标准;

②合理地采用机械化、自动化和计算机技术,在经济许可的条件下,危险岗位尽量用机械代替人进行操作;

③采取有效的防护措施,使人与危险及危险部位脱离接触;

④安装、运输、贮存、使用和维护的技术文件中,应明确安全要求。

(5)生产设备的设计应进行安全性评价,当安全措施与经济利益发生矛盾时,应优先考虑安全技术的要求。

(6)生产设备在整个使用期应符合安全卫生要求。

2. 提高生产设备本质安全的措施

为使生产设备达到本质安全而进行的研究、设计、改造和最佳组合称为本质安全化。本质安全化的目的是:运用现代科技,特别是安全科学的成就,使形成事故的主要条件从根本上消除。如果暂时达不到这样的要求,则采取两种或两种以上的相对措施,形成最佳组合的安全体系取得最大限度的安全。同时,尽可能采取完善的防护措施,以增强人体对各种危害的抵抗能力。

要达到本质安全化,必须满足以下几方面。

(1)提高设备外观的安全性。

(2)提高和保证设备各部位的强度。

(3)减少加工过程中的缺陷。

(4)采用可靠的安全设施:①采用紧急停止装置保证安全;②采用连锁装置保证安全;③采用自动停车装置保证安全。