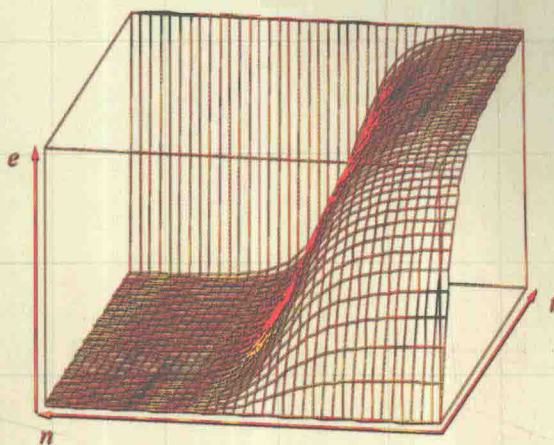


ANQUAN GONGCHENGXUE

普通高等学校规划教材

安全工程学

何学秋 等编著



**ANQUAN
GONGCHENGXUE**

中国矿业大学出版社

普通高等学校规划教材

安全工程学

何学秋 等编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是安全工程专业《安全工程学》课程部级规划统编教材。本书首次把安全科学基础理论、安全技术科学和安全工程进行了有机结合,形成了完整的科学体系;首次提出了事物安全流变与突变的统一理论,反映了有关安全科学研究的最新研究成果。全书共十一章,包括安全科学基础,安全生理与心理,安全系统工程,安全控制工程,人机环境安全工程,安全管理工程,安全经济,机械安全技术,电气安全,防火防爆安全技术,矿山安全技术。

本书可供安全工程及相关专业作为本科生、研究生教材使用,也可供从事安全工程的科研、设计及工程技术与管理参考。

图书在版编目(CIP)数据

安全工程学/何学秋等编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2000.6(2002.9重印)

ISBN 7-81070-113-4

I. 安… II. 何… III. 安全工程—高等学校—教材
IV. X 93

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第55630号

书 名 安全工程学
编 著 者 何学秋 等
责任编辑 马跃龙
责任校对 许秀红
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)
印 刷 中国矿业大学印刷厂
经 销 新华书店
开 本 787×1092 1/16 印张 28.75 字数 710 千字
版次印次 2000年6月第1版 2002年9月第2次印刷
印 数 2001~4000 册
定 价 35.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《安全工程学》编撰审人员名单

主 编:何学秋
第一副主编:林柏泉
副 主 编:程卫民 景国勋 田水承
邵 辉 吴 强 刘贞堂
编 写 人 员:李湖生 马尚权 常心坦
程远平 张人伟 牛国庆
李红霞 杨玉忠 辛 嵩
王恩元 聂百胜 桂晓宏
审 稿:王省身

前 言

纵观人类社会的进步与发展历程,安全思想贯穿其始终。在农业经济时代,人类为了满足自我基本安全生存条件的需要,学会了利用大自然并尽可能逃避各种灾难,形成了最基本的安全观;在工业经济时代,人类对自然界有了进一步的了解,发明了能够代替人做工的普通机械和动力机器,进一步改善了自身的安全生存条件和劳动条件,学会了分工合作、开发利用大自然和与各种灾害事故进行斗争,各个行业经过无数血的教训形成了各自较为系统的安全理论与技术;在知识经济时代,其主要特征就是知识、高新技术与产品的生产与高速广泛流通,这就要求知识的传播系统和高新技术与产品本身必须具有高安全可靠。因此,在知识经济时代,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为迫切。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自身的发明创造对人类生存环境与条件的破坏。知识经济时代的特点要求我们必须建立起全面的安全观、安全科学理论与工程技术体系,从而适应知识经济发展的需要。

正是由于安全与人类所从事的各种活动的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。各个行业已经形成了基本能适应本行业特点需要的安全技术与方法。但在揭示事物安全本质规律和对灾害事故进行准确预测和有效防治的基本技术和方法研究方面还未取得大的进展。这就使得人们对事物安全性的认识大多停留在表象阶段,因此,也就无法对灾害事故进行有效地预测和防治。每年在世界各国都时有灾难性的重大事故发生,造成严重的人身伤亡和巨大的经济损失。这种安全工作与现代化生产不相适应的严重情况,迫使从事安全工作的专家、学者和管理人员探索事故或灾害孕育、发生、发展的规律,去寻求一种对事物的安全性可以进行本质的定性与定量描述,能够对事故发生的可能性进行预测的新的安全科学方法。安全科学正是在这种新形势下应运而生的一门新兴交叉学科。

经过不断探索和实践,目前,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。《安全工程学》是既包括安全科学基本理论、技术和方法,又含有典型安全工程实践规律内容的专业基础课教材,它涵盖了安全科学的哲学基础与方法论、安全科学的基本理论、安全系统工程、安全管理工程、安全人机工程、安全设备工程和安全经济等内容。据此,结合近年来的实践和研究工作,我们编写了这本《安全工程学》教材,由于该教材是安全工程专业的主干专业基础课教材,在编写过程中强调应遵循的主要原则是:应以阐述安

全科学的基本原理和各类安全工程现象的普遍规律为核心,侧重于基本概念、基本原理、基本方法及其应用、典型安全问题的科学分析;强调教材的科学性、系统性,并且要注重难易结合、基本理论与典型实例分析的结合,以达到学科拓宽的目的。通过全体编写人员的共同努力,基本实现了上述编写原则。综观整个教材,可以认为其主要特点在于:首次把安全工程科学基础理论、安全技术科学和安全工程进行了有机结合,形成了较为完整的科学体系;首次比较系统地论述了安全科学的理论体系,并提出了事物安全流变与突变的统一理论,强调了安全科学的基础性、公共性和前沿性;集中反映了有关安全科学研究的最新研究成果。该书不仅具有较强的理论基础,而且兼顾了工程实践。

全书共分十一章,内容几乎包括了安全工程所涉及的各个方面,其中,第一章,安全科学基础,由何学秋编写;第二章,安全生理与心理,由程卫民编写;第三章,安全系统工程由景国勋编写,其中第二节由林柏泉编写;第四章,安全控制工程由李湖生编写,其中第四节由景国勋编写;第五章,人机环境安全工程,由程卫民编写;第六章,安全管理工程由林柏泉编写,其中第二节和第四节由邵辉编写;第七章,安全经济,由田水承编写;第八章,机械安全技术,由吴强编写;第九章,电气安全,由刘贞堂编写;第十章,防火防爆安全技术,由林柏泉编写;第十一章,矿山安全技术,由刘贞堂编写。

全书由何学秋教授总体策划,提出总体编写思路、制定总体框架,确定编写原则和各章内容,由何学秋教授和林柏泉教授进行统稿和总体修改,王省身教授对全部书稿进行了全面、认真、细致的审稿。在本书的编写组织过程中,刘贞堂和马跃龙同志做了大量的编务工作。这种编写方式是一种新的尝试,主要是针对安全工程及相关专业本科生和研究生教学使用而编写。全书力图尽量包含安全工程所涉及的主要内容,以便使学生学完后,能对安全工程有一个整体性的认识。在叙述上力求做到通俗易懂,以便于学生学习和掌握。

《安全工程学》从策划、组织到脱稿,历时三载,它凝聚着全体编著人员的心血和有关兄弟单位的大力支持和积极参与,特别是国家煤炭工业局教材编审委员会、中国矿业大学出版社、中国矿业大学学术著作和重点教材基金、以及山东科技大学、焦作工学院、西安科技学院、淮南工业学院、黑龙江矿业学院都给予了大力支持,借此机会向他们以及参考文献作者表示衷心的感谢。

编 者

1999年9月8日

目 录

前 言	(1)
第一章 安全科学基础	(1)
第一节 安全问题与安全科学发展历程	(1)
一、安全问题	(1)
二、国内外安全科学的发展历程	(4)
第二节 安全科学的哲学基础	(6)
一、安全与危险的统一性和矛盾性	(6)
二、安全科学的联系观和系统观	(6)
三、安全中的质变与量变	(7)
四、安全问题的简单性和复杂性,精确性和模糊性	(8)
五、安全事件的必然性和偶然性	(8)
第三节 安全科学的定义、性质、研究对象及学科分类	(9)
一、安全科学的定义	(9)
二、安全科学的研究对象	(10)
三、安全科学的学科体系及其与相关学科的关系	(10)
第四节 安全科学的数理基础	(12)
一、基本逻辑运算和逻辑函数	(12)
二、随机事件与概率计算	(15)
三、可靠性及基本事件发生概率计算	(17)
第五节 安全科学的流变-突变规律	(23)
一、流变-突变理论的背景知识	(23)
二、安全流变-突变的基本特征	(24)
三、安全流变-突变的基本理论	(27)
四、安全流变-突变理论的应用研究初探	(36)
参考文献	(42)
第二章 安全生理和心理	(43)
第一节 安全生理	(43)
一、人体的感官系统和神经系统	(43)
二、人的运动系统与供能系统	(50)
第二节 安全心理	(53)
一、心理学基础与原理	(53)
二、安全心理学基础	(58)
第三节 人的作业疲劳与应激	(59)
一、人的作业疲劳及其预防	(59)

二、应激	(62)
第四节 人的不安全行为	(65)
一、人不安全行为的心理与生理因素分析	(65)
二、人不安全行为的控制与预防	(70)
参考文献	(73)
第三章 安全系统工程	(74)
第一节 安全系统工程基础	(74)
一、系统	(74)
二、系统工程	(74)
第二节 事故的致因理论	(76)
一、事故	(77)
二、工伤事故的主要影响因素	(78)
三、事故的特征	(79)
四、事故的预防原则	(80)
五、事故模式理论	(81)
六、事故致因理论的应用	(86)
第三节 系统安全分析方法	(87)
一、安全检查表	(87)
二、事件树分析	(90)
三、事故树分析	(91)
四、因果分析法	(102)
五、预先危险性分析	(103)
六、故障类型影响和致命度分析	(103)
第四节 系统安全预测方法	(107)
一、概述	(107)
二、预测方法	(107)
第五节 系统安全评价	(116)
一、概述	(116)
二、安全综合评价方法	(116)
参考文献	(127)
第四章 安全控制工程	(128)
第一节 控制论理论基础	(128)
一、控制论的基本概念	(128)
二、控制系统模型	(132)
三、系统的可控性与可观测性	(135)
四、系统的稳定性	(136)
五、系统的反馈控制	(138)
六、系统的最优控制	(139)
七、动态大系统的控制	(140)

第二节 安全控制工程理论·····	(141)
一、安全控制工程的基本概念·····	(141)
二、安全系统的控制方式·····	(143)
三、安全控制系统模型及其求解·····	(145)
第三节 安全控制的实现·····	(147)
一、促进安全管理现代化·····	(147)
二、安全计量·····	(148)
三、安全评价·····	(149)
四、安全控制的基本策略·····	(149)
第四节 系统危险控制的基本措施·····	(150)
一、降低事故发生概率的措施·····	(150)
二、降低事故严重度的措施·····	(151)
三、加强安全管理的措施·····	(152)
参考文献·····	(153)
第五章 安全人机环境工程 ·····	(154)
第一节 安全人机环境工程基础·····	(154)
一、安全人机环境工程的形成和发展·····	(154)
二、安全人机环境工程的基本概念和研究内容·····	(154)
三、安全人机环境工程的基本理论与研究方法·····	(155)
第二节 人机环境系统中的主体因素·····	(156)
一、人是个复杂巨系统·····	(156)
二、工程人体测量·····	(157)
三、人对信息的接收、处理和输出·····	(160)
第三节 人机环境系统·····	(169)
一、人机环境系统的整体设计·····	(170)
二、人机环境系统中的人机关系·····	(172)
三、人机环境系统中的环境因素·····	(180)
第四节 人机环境系统的安全性分析·····	(190)
一、人机系统的链式分析法·····	(190)
二、人机系统的可靠性分析法·····	(193)
三、人机系统的危区、危时分析法·····	(197)
参考文献·····	(200)
第六章 安全管理工程 ·····	(201)
第一节 概述·····	(201)
一、安全管理的定义及分类·····	(201)
二、安全管理的意义和作用·····	(201)
三、安全管理的发展过程·····	(203)
四、安全管理的性质和地位·····	(207)
五、安全管理的主要任务和内容·····	(210)

第二节	安全管理的基本原理	(212)
一、	管理方法的基本着眼点	(212)
二、	安全管理的基本原理	(213)
第三节	安全法规管理	(224)
一、	安全法规的一般原理	(224)
二、	安全法规的主要内容	(229)
三、	安全生产及基本要求	(231)
四、	依法建立和执行安全工作制度	(232)
第四节	安全目标管理	(232)
一、	概述	(232)
二、	安全目标的制定	(236)
三、	目标的展开	(239)
四、	安全目标的实施	(241)
五、	目标成果的考评	(242)
第五节	安全信息管理	(244)
一、	基本概念	(244)
二、	安全管理信息系统的特点和基本功能	(246)
三、	安全管理信息系统的系统结构	(248)
四、	安全管理信息系统的开发	(250)
	参考文献	(254)
第七章	安全经济	(255)
第一节	安全经济基本理论	(255)
一、	安全经济学概述	(255)
二、	安全经济的基本术语和概念	(257)
三、	安全经济基本原理	(258)
第二节	安全经济统计指标	(262)
一、	安全经济统计指标体系	(263)
二、	安全经济指标的含义	(264)
第三节	安全价值工程方法	(268)
一、	价值工程简介	(268)
二、	安全价值工程概述	(269)
第四节	安全投资技术	(274)
一、	安全投资及其作用	(274)
二、	安全投资类别与来源	(274)
三、	安全投资分析	(275)
四、	边际投资技术	(280)
五、	我国的安全投资状况	(282)
第五节	事故经济损失计算方法	(282)
一、	事故经济损失计算基本理论和方法	(282)

二、伤亡事故经济损失估算方法	(285)
三、事故非价值对象损失的价值化方法	(287)
四、职业病经济损失计算	(289)
第六节 安全经济效益分析技术	(290)
一、安全效益的特点及其实现过程	(290)
二、安全经济效益的计量方法	(290)
三、安全效益的实际统计和计算	(293)
四、提高安全效益的基本途径和领域	(295)
第七节 安全经济管理与决策	(295)
一、安全技术措施费的筹集与管理	(295)
二、安全设备、设施的折旧方法	(296)
三、安全经济管理的特点和分类	(297)
四、“利益—成本”分析决策方法	(299)
五、安全投资的风险决策	(301)
六、安全投资的综合评分决策法	(302)
参考文献	(304)
第八章 机械安全技术	(306)
第一节 概述	(307)
一、人与机械的关系	(307)
二、机械发展所带来的问题	(307)
三、人与机械的不同特性	(307)
四、机械设备发生事故的一般规律	(308)
五、机械伤害分类及危害因素	(308)
六、机械设备的危害部位	(308)
第二节 旋转部件对人体的伤害及防护	(309)
一、旋转部件的种类	(309)
二、旋转部件对人体的伤害	(310)
三、旋转部件的防护措施	(312)
四、安全控制装置	(313)
第三节 往复线性运动部件对人体的伤害及防护	(315)
一、线性运动及部件的种类	(315)
二、线性运动物体对人体的伤害	(315)
三、往复线性运动部件的防护措施	(318)
第四节 机械加工生产中飞射物对人体的伤害及防护	(319)
一、飞射物的来源、种类及伤害形式	(319)
二、飞射物伤害的防护措施	(319)
第五节 高温、噪声和振动的危害及防护	(321)
一、高温的危害及防护	(321)
二、噪声和振动的危害及防护	(323)

第六节 机械加工生产伤亡事故原因分析·····	(325)
一、人的不安全行动·····	(325)
二、机械的不安全状态·····	(326)
参考文献·····	(328)
第九章 电气安全 ·····	(329)
第一节 电气事故的种类及影响电击伤害程度的因素·····	(329)
一、电气事故的种类·····	(329)
二、影响电击伤害程度的因素·····	(330)
第二节 触电急救及安全防护·····	(332)
一、触电急救·····	(332)
二、安全防护·····	(332)
第三节 雷电及防雷措施·····	(338)
一、雷电的种类及危害·····	(338)
二、防雷措施·····	(339)
第四节 静电及其防护措施·····	(339)
一、静电的产生·····	(339)
二、静电的物理现象及其危害·····	(340)
三、静电的安全防护·····	(341)
第五节 电磁场的危害与防护·····	(341)
一、电磁场的产生·····	(341)
二、电磁场对生物体的影响·····	(342)
三、对有害电磁场的防护·····	(342)
第六节 防爆电气安全·····	(343)
一、防爆电气设备·····	(343)
二、爆炸危险场所的电气线路·····	(344)
三、防爆电气设备安全管理·····	(344)
第七节 电气安全管理·····	(345)
一、电气事故的统计和分析·····	(345)
二、电气安全标志·····	(346)
参考文献·····	(346)
第十章 防火与防爆安全技术 ·····	(347)
第一节 燃烧与爆炸·····	(347)
一、燃烧·····	(347)
二、爆炸·····	(354)
三、矿井瓦斯爆炸·····	(359)
第二节 危险物品燃烧爆炸特性·····	(361)
一、可燃气体的燃烧爆炸特性·····	(361)
二、可燃液体的燃烧爆炸特性·····	(365)
三、可燃固体的燃烧和粉尘爆炸特性·····	(368)

四、遇水燃烧物质的特性	(371)
五、自燃物质的特性	(372)
第三节 防火与防爆措施	(373)
一、火灾与爆炸的预防原则	(373)
二、生产过程中的火灾爆炸危险性分析	(373)
三、火灾与爆炸监测	(374)
四、防火与防爆安全装置	(376)
五、预防形成爆炸性混合物的措施	(377)
六、消除着火源的措施	(378)
七、灭火措施	(379)
参考文献	(382)
第十一章 矿山安全技术	(383)
第一节 矿井瓦斯防治	(383)
一、煤层瓦斯的生成与赋存状态	(383)
二、瓦斯在煤层和围岩中的运移	(388)
三、矿井瓦斯涌出	(390)
四、瓦斯特殊涌出的预防	(393)
第二节 矿尘防治	(409)
一、矿尘的性质及危害	(409)
二、煤矿尘肺病	(411)
三、综合防尘技术	(412)
第三节 矿井火灾防治	(418)
一、概述	(418)
二、自燃火灾与煤炭自燃	(419)
三、预防自燃火灾	(424)
四、矿井外因火灾的预防	(428)
五、矿井灭火及火区管理与启封	(428)
第四节 顶板安全	(435)
一、煤层顶板	(435)
二、矿山压力	(435)
三、采场及顶板	(435)
四、冒顶预兆与防止冒顶措施	(436)
五、冲击地压	(437)
参考文献	(442)

第一章 安全科学基础

第一节 安全问题与安全科学发展历程

人类生存的历史就是发展的历史。追溯社会发展的整个历程,我们可以清晰地看到,人类用自己的聪明才智不断地创造工具和手段,揭示自然界千变万化的奥秘,改善自身的生存环境和空间,逐步适应自然、改造自然、征服自然,满足人类日益增长的物质生活和精神生活需要。但是科学发展在给人类带来利益的同时也带来了巨大的灾难。

任何事物的发展,都有两个流向,一个是自然流向,另一个是人为流向。按事物本身的动力作用来说,它总要按自然状态发展,但也受随机因素的控制与调节。这种发展不会完全符合人们的需要,在生产力水平较低时,人们只能适应自然。随着科学技术的飞速发展,人类不满足于现状,设法扼制其自然流向,向有利于人的方向流动,这就构成了事物发展的人为流向,但人类往往不能完全扭转事物发展的自然流向,这就出现了保持协调、相互适应的问题。在以人力畜力为主的低技术阶段,人类对安全问题的认识是建立在低技术的基础上。为了满足口腹之食,避开自然灾害,尽量听从于自然,受制于自然。在这一阶段人类所使用的能量量级较小,伤害规模也不大,人们对安全的理解和认识主要表现在对国计民生的关心上,是一种社会安全,而非技术安全。在以使用蒸汽机、电力为主的高技术水平阶段,人们对安全的认识是建立在新技术和高技术的基础上,所使用的能量量级日益扩大和集中,一旦失控将造成极大的伤害。人们对安全的理解和认识逐渐深化,现在不仅关心短期受伤害,而且也关心长期受损害;不仅关心技术的正效果,也关心人类活动所产生的一切负效果;不仅使安全问题表现其社会性,也使其充分表现其科学性;对安全问题的处理不再仅靠社会学、军事学等方法 and 手段,而在更大的程度上需要安全科学技术的方法和手段。

一、安全问题

在远古的石器时代,人类的祖先挖穴而居,栖树而息,完全是大自然的一部分,是一种纯粹的“自然存在物”,完全依附于自然。当时的人类,在自然界面前软弱被动,不仅受雷、电、风暴、地震和火灾等自然灾害的困扰,甚至野兽的侵袭也可以造成局部氏族的消亡。在这一时期,人类的安全问题主要来自自然灾害,人们一切活动受周围环境控制,处于被动适应地位。

跨入农业社会后,人类开始逐渐摆脱大自然的桎梏,但在人类改造自然,创造人类文明的过程中,人为灾害也越来越多了起来。在这一时期由于人类对客观世界的认识还十分肤浅;与大自然抗争的手段也十分简单、有限;利用大自然的资源也是最基本的——水和土。安全问题也比较简单,主要表现在自然灾害和人为灾害。

在工业时代,人类利用技术开发资源、制造机器,可以说技术无处不在。技术给人类带来了文明和财富,同时也伴随着新的灾难。现代高科技的发展更是喜忧参半^[8]。人类在本世纪所创造的成就多于 100 年前人类所创造的全部,但是 20 世纪人类所经受的灾害事故比历史上任何一个时期都更惨重、更从根本上危及人类的生存。

(一) 大气污染问题

大约在 200 年前,工业革命改变了古老的农业社会,创造了一个崭新的文明。科学技术的进步推动了社会生产力的飞速发展。人类改造自然的能力大大提高了,人与自然的关系日益深化,同时矛盾也日益激化。首先从燃煤、燃油的工业烟囱中喷出的滚滚浓烟,把大量的烟尘和有毒气体排向空中,导致严重的环境污染。1952 年雾都伦敦,从 12 月 5 日到 12 月 8 日,低空烟雾郁积 4 天不散,4000 多人因此丧生。

1985 年,科学家们首次发现南极上空有一个大小如美国国土面积的臭氧层空洞,1988 年北极又发现一个如格陵兰岛一样大的臭氧层空洞。臭氧层能吸收太阳表面辐射的大量紫外线,保护生物免遭伤害。臭氧层的耗竭便会形成空洞,在空洞下,过多的紫外线就会辐射到地球表面,造成谷物减产,并使皮肤癌和眼疾病患者增加。经研究发现是氟利昂等氯氟碳化物大量溢入大气的结果,仅一个氯原子就可以破坏十万个臭氧分子。1900 年以前高空大气中氯浓度为 0.6%,而现在上升到 3.5%。大气除受到有毒气体污染外,还受到大量工厂排出的粉尘污染。据统计,地球上每年的降尘量达到 $1 \times 10^6 \sim 3.7 \times 10^7$ t,许多工业城市每年每平方千米平均降尘量为 500 t,个别城市高达 1000 t。

(二) 核灾害

核能的开发和利用给能源危机带来了新的希望。核反应堆在世界各国陆续建成,在缓解能源危机的同时,也会由于失控而造成人员伤亡,无数动植物灭绝;核能所带来的环境灾害不能低估。开发原子能是 20 世纪最令人望而生畏的遗产。核能的可怕之处就是放射性物质的辐射物。它可以杀伤动植物的细胞分子,破坏人体的 DNA 分子并诱发癌症,同时也会给下一代留下先天性缺陷。1979 年 3 月 28 日凌晨,美国三哩岛核电站发生了大量放射性气体和气溶胶外泄事件;1986 年 4 月 26 日前苏联切尔诺贝利核电站发生了严重的堆芯爆炸事件,巨量放射性物质随气流迅速蔓延,周围居民都不同程度地受到核辐射,其中受到严重辐射的有 237 人,有的辐射灼伤面积高达 90%,共有 28 人死亡,24 人残废。另据西方专家估计,在今后一段时间内,前苏联将有 45 000 人因此次事故的核污染而死于癌症。这次事故直接经济损失达 80 多亿卢布,并使 8 万多人口的普里皮亚特城市成为一座“死城”,而且放射性物质在高空气流的作用下,飘向瑞典、芬兰、丹麦和挪威等北欧国家,引起这些国家政府和人民的极大恐慌。

(三) 化学污染问题

当分子之谜被揭开后,人们对物质的认识达到了一个新的境界。从此创造了许多从前所没有的东西,化学工业的诞生,大大地促进了人类社会生产力水平的提高。但是它给人类的生存环境也带来了巨大的破坏。它污染了空气和水源,侵蚀了土壤,扰乱了地球的大气循环、化学循环和生物循环,使地球患上“综合不适症”。目前,全世界 55 000 亿 m^3 左右的淡水被污染,水污染造成的疾病在发展中国家呈上升趋势。1980 年发展中国家约 3/5 的人口难以获得安全饮用水,18 亿人因污染水而遭受中毒性疾病的威胁,仅 1984 年 10 月~1987 年 4 月期间,由于不安全饮用水和营养不良,全球大约有 6000 万人死于腹泻。每天至少有 2.5 万人因饮用恶质水而死亡。

由于自然环境的严重污染,人类失去了无数赖以生存的动植物。据估计,地球上曾有过 40 亿种生物,现在大约只剩 250 万种。由于生存环境的恶化,物种灭绝的速度越来越快。就鸟类而言,在 1600 年~1900 年这 300 年间,灭绝 75 种,平均每 4 年灭绝一种。进入 20 世纪

以后,每年就灭绝一种,现在是每天灭绝一种,进而每小时灭绝一种。专家认为,现在全世界约有 25 000 种植物和 1000 多个种及亚种的脊椎动物濒临灭绝的危险。物种的灭绝使遗传的多样性遭到破坏,对人类而言,完全是一种无法弥补的损失。

(四)航天航空工业灾害

随着通讯和交通工具的现代化,地球变得越来越小,人们可以在 24 小时内环球旅行一次,但空难、海难和车祸也使人们心有余悸。1974 年 3 月,一架土耳其 DC-10 型飞机在巴黎坠毁,346 人遇难。同年 12 月,荷兰一架 DC-8 型飞机在斯里兰卡坠毁,191 人遇难。1977 年 3 月,泛美航空和荷兰航空公司两架波音 747 飞机在西班牙加那力群岛的洛斯罗德斯机场相撞,582 人全部遇难。1980 年 8 月 19 日,沙特阿拉伯一架 L-1011 型飞机在首都紧急着陆时失事,死亡 265 人。1982 年 4 月 26 日 16 时,从广州飞往桂林的 266 号飞机在桂林上空失事,机上 112 人无一生还。

1986 年 1 月 28 日上午 11 时,美国佛罗里达州航天中心发射场,美国航天飞机“挑战者”号点火升空,它载着 6 名机组人员和第一位平民宇航员——中学教师麦考利夫,这本将是人类遨游太空历史上最光彩的一页。然而,在离地球 15 000 m 高空处,飞机爆炸,机上 7 人全部遇难,航天飞机爆炸震惊了全世界,它被各国新闻界列为 1986 年十大事件之首,成为航天史上的第一悲剧。

(五)交通运输事故

自从 1885 年 1 月 29 日德国人本茨研制成功世界上第一辆汽车后,给人们带来了数不尽的生活便利、经济效益和社会繁荣。然而,它又引发出接连不断的人为灾害,使人类蒙受了难以计数的损失。

据英国官方统计:1986 年英国共发生交通事故 21.5 万起,其中死亡人数达 5 400 人,比 1985 年的死亡人数上升 4%,重伤人数为 6.9 万人,轻伤 21.7 万人。

据美国国家安全委员会统计,在美国,每 11 分钟就有一人死于交通事故,每 18 分钟就有一人伤于交通事故,每年约有 15 万人因交通事故而成为残废,有 10 万个家庭因交通事故而发生不幸。

据有关职能部门统计,1987 年 1 月至 5 月,国内道路交通事故死亡人数为 17 500 多人,平均不到 13 分钟就有一人死于交通事故,平均 21 天就有 2 500 人死于车祸。相当于每隔 21 天就要发生一次震惊世界的“大灾难”——发生在 1994 年 1 月 17 日震惊全世界的洛杉矶大地震也不过死亡 62 人。1991 年我国道路交通事故进一步升级,全年共发生交通事故 264 817 起,死亡 53 292 人,伤 162 019 人,直接经济损失 4 亿 3 千万元人民币。1997 年交通事故死亡 73 861 人,伤 190 128 人,直接经济损失 18.5 亿元(1998 年年鉴)。

目前,8 名分别来自澳大利亚、美国和英国的科学家就一项《2000 年公路安全蓝图》的计划进行研究,估计在未来的 15 年中,全世界将有 600 万人死于公路交通事故,35 000 万人因车祸受伤。自汽车问世 100 多年来,全世界已有 2 200 万人死于交通事故。现在,世界交通事故伤亡人数远远超过有史以来任何一年战争伤亡人数,或瘟疫死亡人数。这就使安全问题随着人类科学技术和文明程度的提高由战争、传染病转到交通、污染方面了。

(六)工业、矿山灾害

如上所述,现代工业使人们的文明程度大大提高,生产力高度发展,但是带来现代文明的科技革命是一把“双刃剑”,不仅创造了巨大的财富,而且为人类带来了前所未有的各种灾

害。举世关注的日本骨痛病就是由于二次世界大战期间废弃的镉渣污染了土壤和稻米而造成的。经过 20 多年的潜伏后,1955 年到 1972 年间,镉渣数次危害人类,致使 280 人患骨痛病和 128 人死亡。汽车在为人类带来巨大经济效益和许多生活便利的同时,排出的氮氧化物、硫化物等废气毒害了人体本身;医药在延长人类生命消除病痛的同时,也造成了药害,并且它的副作用还会给人类带来深远的影响;空调、冰箱为我们带来舒适,但它释放的氯氟碳化物却破坏了大气中作为人类的保护伞——臭氧层。

科学技术的进步在很大程度上改变了灾害的原有属性,使许多自然灾害成为人为灾害,使许多危害程度轻的灾害上升为人类无法控制、造成巨大损失的灾难。众所周知,煤炭在我国能源结构中占有举足轻重的地位,但是煤矿开采又给我们的环境带来了巨大的灾害,它使地表沉陷、山体滑坡,更为严重的是,地下采矿过程中发生的顶板灾害、冲击地压、煤与瓦斯突出、瓦斯爆炸、矿井突水、煤层自燃等给采矿工作者造成了沉重的伤害。原苏联加加林矿发生的煤与瓦斯突出,共计突出煤岩 14 000 多吨,瓦斯 25 万 m^3 ;我国发生的最大一次突出是 1975 年在四川三汇坝井,突出煤岩 12 780 t,瓦斯 140 万 m^3 ;世界上最大的瓦斯爆炸事故是日本帝国主义侵占我国东北期间,辽宁本溪煤矿发生的瓦斯、煤尘爆炸,死亡 1 549 人。

总之,全球每年约有 320 万人死于技术失控或失策导致灾难,这占各类死亡人数的 5.2%,列于人类死因顺位的第三位,并且每死亡一人就有四人留下永久性残疾,每年造成的直接经济损失高达国民生产总值的 2.5%(损失指数)。为此人类要拿出国民生产总值 3.5%用于应急救援^[2]。我国的灾害与安全问题也是比较突出的,是世界上少有的几个灾害大国之一。森林火灾、纺织厂爆炸、空难与车祸、空气与水的污染以及水土流失也尤为严重。我国“八五”期间每年平均技术灾难直接经济损失 300 多亿元,每年拿 450 亿元用于应急救援。这些残酷的、无情的技术灾害使人们深深地认识到:人类期望继续享受技术益处的同时,又憎恨由其导致的恶果。随着现代科学技术的高速发展,技术在人类的生产和生活活动中越来越变得规模化、普及化和复杂化。这种状况使得技术带来的益处与恶果之间的矛盾越来越激烈和尖锐,这就迫切地需要发展一门新的交叉科学——安全科学。

二、国内外安全科学的发展历程

(一)我国安全科学的发展历程

我国的安全科学从学科建设角度来讲,大体可分为两个阶段^[3]:第一阶段从建国初期到 70 年代末,劳动保护的行政管理和业务监督、监察都得到了较好的发展,从中央到地方以及各类企业都设立了专门机构并配备了相当数量的专职人员。这时期安全科学研究和专业人才的培养教育工作刚刚起步。劳动保护方面的,即安全科学技术的研究机构,在 50 年代仅有劳动部劳动保护科学研究所、卫生部劳动卫生研究所、冶金部安全技术研究所以及煤炭科学研究院下设的部分研究室等有限的几个科研部门,科研人员不超过千人。

第二阶段即 70 年代末至今,劳动保护的行政管理和宣传教育工作得到加强。自 1980 年开始,每年开展全国安全月活动,为加强劳动保护干部的继续工程教育和生产人员的职业安全教育,各省、市劳动部门已普遍建立劳动保护宣传教育中心,大的工业企业还建立了劳动保护宣传教育室。到 1983 年全国建成安全类科研机构 31 个,研究人员发展到 4000 余人。高等安全专业教育发展速度已明显加快,到 1984 年 7 月教育部《高等学校工科本科专业目录》下达后,全国已有 6 所大学成立“安全工程”本科专业,且开设的“矿山通风与安全”和“航空的环境控制与安全救生”两个本科专业在部分院校也开始招生。到目前为止,全国各行业设