



普通高等教育“十五”国家级规划教材

anquan kexue yu gongcheng daolun

安全科学与工程导论

周世宁 林柏泉 沈斐敏 编著

中国矿业大学出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

安全科学与工程导论

周世宁 林柏泉 沈斐敏 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是教育部批准立项的普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书是高等学校安全工程专业主干基础课程之一,也是相近专业学生学习和了解安全工程知识的入门课程。全书共分7章,内容包括:绪论、安全科学观、安全科学的认识论、安全科学的方法论、安全科学的社会原理、安全经济原理和安全技术工程。

本书可供高等学校安全工程专业及其他安全相关专业的教学用书,也可供从事安全管理人员和安全工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

安全科学与工程导论/周世宁,林柏泉,沈斐敏编著.

—徐州:中国矿业大学出版社,2005.11

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7 - 81107 - 092 - 8

I. 安… II. ①周…②林…③沈… III. 安全科学

—高等学校—教材 IV. X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 064800 号

书 名 安全科学与工程导论

编 著 周世宁 林柏泉 沈斐敏

责任编辑 马跃龙

责任校对 徐 玮

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)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 16.75 字数 406 千字

版次印次 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

安全生产是我国的一项基本国策,是保护劳动者安全健康、保证国民经济建设持续发展的基本条件。如何保证工业安全生产,多年来一直为从事工业生产和安全管理的人们所关注,也是世界各国迫切需要研究和解决的课题。尤其是近几十年来,由于科学技术和工业生产的迅猛发展,生产规模日趋扩大,生产过程日益自动化,生产中的安全问题日见频发。另外,传统的安全工作方法由于不善于掌握事故发生的内在规律和对事故发生的预测,已很难适应现代安全生产及安全管理工作的要求。其结果是在世界各国的工业生产中不断发生灾难性的重大事故,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、学者和管理人员去寻求一种对系统的安全性可以进行定性及定量评价,能够对事故的发生进行预测的新的安全工作方法,以便事先给有关人员提出警示,及时采取有效的预防措施,减少或防止事故的发生。安全科学正是在这种新形势的要求下应运而生的一门新兴学科。

进入新世纪,随着科学技术的迅猛发展,安全科学也随之日臻成熟。安全科学是专门研究事故现象、事故本质及其运动变化规律,以达到预防、控制或减少事故的科学。安全科学与工程导论是安全科学的基础,是以事故致因理论为核心,论述人的因素、物的因素和环境的因素的控制原理和方法。因此,也可以概括地说,“安全科学与工程导论”是研究安全问题的安全观、安全认识论、安全方法论、安全社会原理和安全经济原理的一门课程。

“安全科学与工程导论”应当是安全工程专业主干基础课程之一,也是相近专业学生学习和了解安全工程知识的入门课程。通过本课程的学习,使学生对“安全科学与工程”的基本知识与内容能有全面和系统的了解,能树立正确的安全观,运用正确的安全方法指导开展安全领域的研究、学习与工作,并在工作中贯彻“安全第一,预防为主”的指导方针,为后续专业课程的学习奠定坚实的基础。

本教材为教育部批准立项的普通高等教育“十五”国家级规划教材,其编审工作是在教育部相关教学指导委员会的直接领导下进行的,从教材大纲的编制、审定及其与相关教材内容的划定,得到了教材编审专家的大力支持。作者严格遵照教育部批准立项的规定与要求,结合近年来所从事的“安全学原理”、“安全工程学”等课程的教学实践和研究工作,编写了这本《安全科学与工程导论》教材。全书共分7章,内容主要包括:绪论,安全科学观,安全科学的认识论,安全科学的方法论,安全科学的社会原理,安全经济原理和安全技术工程。全书各章编写分工如下:第一章绪论,由福州大学沈斐敏编写;第二章安全科学观和第三章安全认识论,由中国矿业大学林柏泉编写;第四章安全方法论,由中国矿业大学周世宁编写;第五章安全社会原理和第六章安全经济原理,由林柏泉编写;第七章安全技术工程,第一节机械安全,由林柏泉编写,第二节电气安全,由中国矿业大学林柏泉、翟成编写,第三节起重设备安全,由林柏泉编写,第四节锅炉与压力容器安全和第五节焊接安全,由沈斐敏编写,第六节建

筑安全和第七节煤矿安全,由林柏泉编写,第八节交通安全,由沈斐敏编写,第九节防火防爆安全技术,由林柏泉、翟成编写,全书由周世宁院士和林柏泉教授负责统稿。本书在内容选材和文字叙述上力求做到概念清晰、原理明确、深入浅出和通俗易懂,以便于学生学习和掌握。

本书在编写过程中参阅了大量的文献资料,在此,谨对原作者表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中疏漏和错误在所难免,敬请读者不吝赐教。

编 者

2005年7月18日

目 录

前言	1
第一章 绪 论	1
第一节 安全的基本概念及特征	1
第二节 安全科学的发展现状及趋势	4
第三节 安全科学技术学科分类	12
第四节 安全科学的学科体系和研究范畴	20
思考题	23
第二章 安全科学观	25
第一节 安全科学的指导思想	25
第二节 安全本质及安全第一原理	26
第三节 安全价值观	30
第四节 大安全观	34
思考题	40
第三章 安全认识论	41
第一节 安全的自然属性和社会属性、安全与事故的关系	41
第二节 事故的基本特征	42
第三节 事故模式理论	43
第四节 事故的预防原则	54
第五节 灾难性事故的应急处理	56
思考题	69
第四章 安全方法论	70
第一节 本质安全化方法	70
第二节 人机匹配法	72
第三节 生产安全管理一体化方法	78
第四节 系统方法	95
第五节 安全教育方法	105
第六节 安全经济方法	109
第七节 高技术系统安全管理方法	110
思考题	113

第五章 安全社会原理	115
第一节 安全文化与企业安全文化.....	115
第二节 安全的社会效应.....	136
第三节 安全科学与社会科学.....	138
第四节 安全法规与法制.....	139
思考题.....	152
第六章 安全经济原理	153
第一节 安全投资与生产投资的关系.....	154
第二节 安全投资与安全效益.....	159
第三节 安全效益评价.....	162
第四节 职业伤害事故经济损失规律与安全经济决策.....	172
思考题.....	186
第七章 安全技术工程	187
第一节 机械安全.....	187
第二节 电气安全.....	190
第三节 起重设备安全.....	205
第四节 锅炉与压力容器安全.....	207
第五节 焊接安全.....	214
第六节 建筑安全.....	218
第七节 煤矿安全.....	222
第八节 交通安全.....	230
第九节 防火防爆安全技术.....	234
附 录	244
参考文献	260

第一章 绪 论

安全,是人类生存和发展的最基本的需求,是人们生命与健康的基本保障;一切生活、生产活动都源于生命的存在,如果人们失去了生命,也就失去了一切,所以安全就是生命。从人类对科学需要的角度来说,科学大致有两个方面:一是人类为满足物质生活和社会文化生活的需要,而对物质生产和精神生产及其规律进行的认识活动和认识的结果,我们称其为生产科学;二是人类为保全自己身心的需求,而对客观事物及其规律进行的认识活动和认识的结果,我们称其为安全科学(我国也有称其为“劳动保护科学”的,以下同)。在这里,“安全”是广义的,其中包含着人的健康、舒适、愉快乃至享受。由于安全现象极为普遍地存在于人类生产和生活的所有活动时间与空间领域,使之司空见惯,反而不易被人们认识其中统一的科学规律性。同时,尽管这门科学和人类利益联系极为密切,但人们对其研究的甚少,更缺乏自觉。因此,需要人们广泛地地进行研究,以认识和掌握其中的科学规律性,使人们能够更安全地工作和生活。

第一节 安全的基本概念及特征

安全是人类永恒的主题,是人类生存和发展的最基本的需要之一。凡是人类生产和生活的活动时间与空间领域,都普遍存在着安全问题;因此,它与人类利益联系密切。

人类生存、繁衍和发展离不开生产与安全。生产劳动是人类改造自然、征服自然、创造财富的社会活动,它既有给人类提供物质财富、促进社会发展的一面,但也有给人类带来灾难的一面。这是因为在生产劳动过程中,可能发生机械伤害、锅炉和受压容器的爆炸、电击电伤、起重运输设备和机动车辆的伤害等事故;铸造、砂轮、电瓷、采矿生产中的粉尘可使工人患矽肺病;蓄电池生产过程中的铅尘、铅烟会导致铅中毒;生产设备的噪声、振动等也会危害人体健康;汽车运输导致交通事故的出现等。人类为了避免随着生产工具和生产技术的不断发展所带来的危害,也在不断探索和积累保护自己的经验,从而逐步产生了劳动保护科学,并发展形成了现在的安全科学。

一、安全的科学概念

“安全”是人们频繁使用的词汇。“安”字是指不受威胁、没有危险,即所谓无危则安;“全”字是指完满、完整、齐备或指没有伤害、无残缺、无损坏、无损失等,可谓无损则全。“安全”通常是指免受人员伤亡、疾病或死亡,或引起设备、财产破坏或损失的状态。由安全的定义可以看出,它既涉及到人,又涉及到物,而且也涉及到各种情况下的局部或整体损失。当人们给出约束条件时,该定义也可限定为“人的伤害或死亡”,或“设备、财产损失”。

安全与人类的关系源远流长,它所涉及的范畴既有历史问题,又有现代课题。自人类社会诞生起,就存在安全问题。在当前的条件下,关于安全概念的理解可以分为两大类,即绝对的安全观和相对的安全观。绝对安全观认为:安全就是无事故、无危险,指客观存在的系统无导致人员伤亡、疾病,无造成人类财产、生命及环境损失的条件。这一观点在相当长的历史时期内很盛行,目前仍在相当一部分生产管理人员、科研人员和工程技术人员的思想上有着深

深的烙印。在早期出版的一些典籍和教科书中也同样表明安全就是“无危险、无风险”的观点。相对安全观认为：安全是指客体或系统对人类造成的可能的危害低于人类所能允许的承受限度的存在状态。美国哈佛大学的劳伦斯教授认为，安全就是被判断为不超过允许限度的危险性，也就是指没有受到伤害或危险，或损害概率低的通常术语。也有人认为，安全是相对于危险而言的，世界上没有绝对的安全。还有学者认为，安全是指在生产、生活过程中，能将人员和财产损失(害)控制在可以接受的水平的状态。也就是说，安全即意味着人员和财产遭受损失(害)的可能性是可以接受的，如果这种可能性超过了可以接受的水平，即被认为是**不安全的。目前，这些观点在学术界具有代表性。

二、安全科学的概念及其认识

由于安全科学是一门新的学科，至今对一些概念及思考问题的角度仍没有统一的认识。如安全科学的定义，从其外延上看，也有多种说法，但就其内涵而言，人们对其的理解基本是一致的。

德国库赫曼教授对安全科学作了这样的阐述：“安全科学的最终目的是将应用技术所产生的任何损害后果(damaging effects)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……在实现这个目的的过程中，安全科学的特定功能是获取和总结有关使用技术系统的安全状况和安全设计的知识，以及预防技术系统内固有危险的各种可能性，并将发现和获取的知识应用于安全工程之中；简言之，安全科学是研究安全问题的，是关于安全的学说。”库赫曼教授指出，安全科学研究的是技术应用中的可能危险带来的安全问题，它不涉及社会或军事意义上的安全，也不研究与疾病有关的安全。他还认为，由于不希望的技术副作用会危及生命、健康、财产或精神价值(如，大自然的美)，因此，无论从道义上还是从经济上考虑，都应尽可能避免这类损害。这就明确指出安全科学的目标是保障人的安全，避免财产损失，并保护环境。以系统为对象，进行预测研究，这是库赫曼教授倡导的安全科学的最重要的特色。长期以来，发展安全技术的驱动力，是在应用有关技术时从损害中获得经验，然而，这种经验只在有限的认识能力范围内取得，它所感知的只是损害与原因之间简单的因果关系，而不是洞察许多不同现象之间普遍的因果关系。总之，传统的安全技术是建立在事故统计的基础上，是经验型的，其主要特征是事后整改。这种状况，已不能适应现代高风险的技术环境，必须进行各种预测研究，以一种全新的方法来取代或至少补充传统的被动式反应方法，尤为关键的是，在技术系统设计时，一开始就应采取正确的针对性措施。为了从简单的因果分析或仅以单一组元为对象的感知模式中解脱出来，安全科学要处理系统中包含的各种组元，即要处理那些由人、机器、环境及其相互作用构成的安全技术、产业安全和污染控制的许多问题。

比利时的丁·格森教授对安全科学所作的定义如下：“安全科学研究人、机和环境之间的关系，以建立这三者的平衡共生生态(equilibrated symbiosis)为目的。”

1985年，我国学者刘潜将安全科学定义为：“安全科学是一门专门研究人们在生产及其它活动过程中的身心安全(包括安全、健康、舒适、愉快乃至享受)与否的矛盾，以达到保护活动者及其活动能力、保护其活动效率的跨门类、综合性的横断科学。”从此定义可见，它明确了安全科学的研究对象是人类生产及其他活动中的身心安全问题，目的是保护活动者及其活动能力、保障活动效率，特点是跨门类综合性的横断科学。它不仅包括了技术应用的安全领域，而且还包括了人类一切活动中危及人的身心安全的其他因素。这样，就存在着定义范

围过宽,与其他学科有过多重叠的问题。后来,刘潜教授根据安全、科学的定义,并根据科学技术学的原理,对安全科学的研究内容重新作了界定,将安全科学重新定义为:“安全科学是一门专门研究安全的本质及其运动、转化规律与保障条件的科学。”

综合以上的几种论述,我们对安全科学的概念可认识为:安全科学就是认识、揭示人的身心免受外界因素危害的安全状态及保障条件的本质与其变化规律的学问,即安全科学是研究人的身心存在状态的运动及变化规律,找出与其相对应的客观因素及其转化条件,研究消除或控制危害因素和转化条件的理论和技术(手段或措施),研究安全的本质及运动规律,建立起安全、高效的人机规范和形成人们保障自身安全的思想方法和知识体系的一门科学。简而言之,安全科学是专门研究安全的本质及其转化规律和保障条件的科学。

三、安全的基本特征

安全科学是研究安全的本质和运动规律的科学。安全的本质是反映人、物以及人与物的关系,并使其实现协调运转。要认识安全的本质就要深刻地探讨其基本特征。

1. 安全的必要性和普遍性

安全是人类生存的必要前提。安全作为人的身心状态及其保障条件,是绝对必要的。而人和物遭遇到人为的或天然的危害或损坏又是常见的,因此不安全因素是客观存在的。人类生存的必要条件首先是安全,如果生命安全都不能保障,生存就不能维持,繁衍也无法进行。实现人的安全又是普遍需要的。在人类活动的一切领域,人们必须尽力减少失误,降低风险,尽量使物趋向本质安全化,使人能控制和减少灾害,维护人与物、人与人、物与物相互间协调运转,为生产活动提供必要的基础条件,发挥人和物的生产力作用。

2. 安全的随机性

安全取决于人、物和人与物的关系协调,如果失调就会出现危害或损坏。安全状态的存在和维持时间、地点及其动态平衡的方式等都带有随机性。因而,保障安全的条件是相对地限定在某个时空,条件变了,安全状态也将发生变化。因此,实现安全有其局限性和风险性,当然要尽量做到不安全的概率极小(即安全性极高),保证安全时空条件稳定。但是,就当代人的素质和科技水平而言,只能在有限的时空内尽力做到控制事故。如果安全条件变化,人与物间关系失调,事故会随时发生。

3. 安全的相对性

安全的标准是相对的。因为人们总是逐步揭示安全的运动规律,提高对安全本质的认识,向安全本质化逐渐逼近。影响安全的因素很多,以显式或隐式表征客观(宏观)安全。安全的内涵引申程度及标准严格程度取决于人们的生理和心理承受的程度、科技发展的水平和政治经济状况、社会的伦理道德和安全法学观念、人民的物质和精神文明程度等现实条件。公众接受的相对安全与本质安全之间是有差距的,现实安全是有条件的,安全标准是随着社会的物质文明和精神文明程度提高而提高的。

4. 安全的局部稳定性

无条件地追求绝对安全,特别是巨大系统的安全是不可能的。但有条件地实现人的局部安全或追求物的本质安全化,则是可能的、必需的。只要利用系统工程原理调节、控制安全的三个要素,就能实现局部稳定的安全。安全协调运转正如可靠性及工作寿命一样,有一个可度量的范围,其范围由安全的局部稳定性而决定。

5. 安全的经济性

安全与否,直接与经济效益的增长或损失相关。保障安全的必要经济投入是维护劳动者的生产流动能力的基本条件,包括安全装置、安全技能培训、防护设施、改善安全与卫生条件、防护用品等方面的投入,这些都是保障和再生生产力的投入。安全科学技术作为第一生产力,它不仅通过维护和保障生产安全的运转来提高生产效率,而且作为生产力投入也有其馈赠性的经济价值,如创造的产品本身的安全性能及其可靠性就含有安全的潜在经济价值。另一方面,安全保障所不出现的危险伤害和损坏的本身就是减少了经济负效益,这就等于创造了经济效益。

6. 安全的复杂性

安全与否,取决于人、物(机)和人与物(机)的关系,实际形成了人(主体)—机(对象)—环境(条件)运转系统。这是一个自然与社会结合的开放性系统。在安全活动中,由于人的主导作用和本质属性,包括人的思维、心理、生理等因素以及人与社会的关系,即人的生物性和社会性,使安全问题具有极大的复杂性。安全科学的着眼点是从维护人的安全的角度去研究某系统的状态,最终使该系统成为安全系统。

7. 安全的社会性

安全与社会的稳定直接相关。无论是人为的灾害还是自然的灾害,如生产(人工)中出现的伤亡事故,交通运输中的车祸、空难,家庭中的伤害及火灾,产品对消费者的危害,药物与化学产品对人健康的影响,甚至旅行、娱乐中的意外伤害等,都将给个人、家庭、企事业单位或社团群体带来心灵和物质上的危害,成为影响社会安定的重要因素。安全的社会性的一个重要方面还体现在对各级行政部门以及对国家领导人或政府高层次决策者的影响:“安全第一,预防为主”为基本国策,反映在国家的法令、各部门的法规及职业安全与卫生的规范标准中,从而使社会和公众在安全方面受益。

8. 安全的潜隐性

对各类事物的安全本质和运动变化规律的把握程度,总是受人的认识能力和科技水平限制的。广义安全的含义,不仅考虑不死、不伤、不危及人的生命和躯体,还必须考虑不对人的行为、心理造成精神伤害。如何掌握伤害程度的界限及确定公众能接受的安全标准有待研究,各种产品(特别是化工产品)、医药、人工合成材料、生物工程产品、遗传工程产品等均有许多潜在危害,需要人去专门探讨。客观安全由明显的和潜隐的两种安全因素组成,它包括能识别、感知和控制的安全和无把握控制的模糊性安全。所谓安全的潜隐性,是指控制多因素、多媒介、多时空、交混综合效应而产生的潜隐性安全程度。人们总是努力使安全的潜隐型转变为明显型。因此,安全的潜隐性问题亟待人们研究,只有通过探索实践,才能找到实现安全的方法。

第二节 安全科学的发展现状及趋势

一、安全技术的产生与发展

追溯到远古时代,原始人为了提高劳动效率和抵御猛兽的袭击,利用石器和木器制造了作为狩猎(即生产)和自卫(即安全)的工具,可以说这是最原始的“安全技术”措施。随着手工工业生产的出现和发展,生产技术提高和生产规模逐步扩大,生产过程中的安全问题随之突出。因此,安全防护器械也随着工具的进步而发生了质的飞跃。例如,我国古代的青铜冶铸

及其安全防护技术都已达到了相当高的水平。从湖北铜绿山出土的古矿冶遗址来看,当时在开采铜矿的作业中就采用了自然通风、排水、提升、照明以及框架式支护等一系列安全技术措施。1637年,宋应星编著的《天工开物》一书中,详尽地记载了处理矿内瓦斯和顶板的安全技术:“初见煤端时,毒气灼人,有将巨竹凿去中节,尖锐其末,插入炭中,其毒烟从竹中透上”;采煤时,“其上支板,以防压崩耳。凡煤炭取空而后,以土填实其井”。从某种意义上说,这就是现在的“矿业安全工程”的雏形。公元989年,北宋建筑学家喻皓主持建造了汴京开宝寺灵威木塔,木塔高11层,每层在塔体周围置一周帷幕加以遮挡,起到了安全网的作用,保证安全施工。北宋孔平仲在《谈苑》一书中记载了镀金人水银中毒,头手俱颤的现象。明代李时珍《本草纲目》记载有采铅人中毒现象:“钻空山穴石间,其气毒人,若连日不出,则皮肤萎黄,腹胀不能依,多致疾而死”。这些都说明在当时对工业生产中的职业中毒等危害因素已有一定认识。

16世纪,西方开始进入资本主义社会。到了18世纪中叶,蒸汽机的发明给人类发展提供了新的动力,使人类从繁重的手工劳动中解脱出来,劳动生产率空前提高。但是,劳动者在自己创造的机器面前致死、致伤、致病、致残的事故与手工业时期相比也显著地增多。工伤事故的频繁发生,促使人们不得不重视安全工作。因此,人们开始认识到需要在技术上、设备上进行研究,采取措施,防止危害工人的人身安全,保证生产的顺利进行,于是相继发明了各种防护装置、保险设施、信号系统以及预防性机械强度检验方法等。这些伴随新的生产工具和生产技术发展而产生的安全技术,为防止工伤事故的发生、改善生产条件创造了前提。与此同时,根据安全工作的需要,许多国家制定一些有关劳动安全方面的法律、改善劳动条件的有关规定。如美国于1867年通过工厂检查员的法律;法国北部联邦于1869年制定了工作灾害防止法案等。在法律面前,资本所有者不得不拿出一定资金改善工人的劳动条件,同时也需要一些工程技术人员、专家和学者研究生产过程中不安全和卫生的问题,许多国家也先后出现了防止生产事故和职业病的保险基金等组织,并资助建立无利润的科研机构。如德国于1863年建立的威斯特伐利亚采矿联合保险基金,1887年建立的公用工程事故共同保险基金会和事故共同保险基金会联合会等。国家政府部门根据法律也相继建立了研究机构。如1871年德国建立的研究噪声与振动、防火与防爆、职业危害防护理论与组织等内容的科研机构。再如1890年荷兰国防部支持建立了以研究爆炸预防技术与测量仪器,以及参加国际爆炸危险物质鉴定为宗旨的荷兰应用科学研究院工业技术实验室。

到了20世纪初,随着工业的不断发展,人们除了注意对工业卫生和职业病的防治外,还开始从设备和劳动者的生理、心理因素两方面来考虑组织生产的安全工作,并出现了研究人和机器、环境的关系的人机工程学。近40年来,随着工业技术的高速发展,工业生产过程日益连续化,工业生产规模日益大型化,安全问题也越来越引起社会的重视和关注。这是因为许多大型企业,特别是像石油化工、冶金、交通、航空、核电站等,一旦发生事故,将会造成巨大的灾难,不仅会使企业本身损失严重,而且还会殃及周围居民,造成公害。因此,各国对安全技术的研究与应用都给予了极大的重视。例如,为了核电厂的安全,各国从核电厂的设计上,从核电厂的管理上,从国家对其的领导和保障上,从一旦发生事故的应急措施上,均有一整套科学、可行的安全方案,成了核电厂的核安全的根本保障。在1988年由国际原子能机构出版的《核电厂基本安全原则》一书,使全世界的核电厂安全管理及安全运行提高到新的水平,树立了安全是核电厂高于一切意识和观念,没有安全,核电厂就不可能正常运转。与此

同时,各国还通过加强立法手段来防止事故的发生。世界各国都普遍建立了安全研究组织与机构。例如,据1977年的不完全统计,德国有36所,英国有44所,美国有31所,法国有46所,荷兰有13所。同时,各国也相继在高校中开办了安全工程、工业卫生、系统安全、防火技术等安全类专业,并设立了所属的研究机构,如英国伯明翰大学设立了工程制品系工业人机工程组,从事有关人在劳动中的良好状态和行为因素的教学与研究;伯明翰阿斯顿大学设立了安全与卫生系,其研究规划已涉及危害的概念、控制方法及其效果、确定与测定危险与安全程度、特殊危害测定、各种事故营救与急救方法、职业危险防护的理论与组织、职业事故的理论分析、预防事故的经济观点和职业病理学等。

综观人类历史的发展过程,安全技术的发展大致可分为4个发展阶段:第一阶段是工业革命前,生产力和仅有的自然科学都处于自然和分散发展的状态,人类对自身的安全问题还未能自觉地认识和主动采取专门的安全技术措施,从科学的高度来看,这尚处于“无知”(不自觉)的安全认识阶段;第二阶段是工业革命后,由于生产中使用了大型动力机械和能源,伴随而生的危害因素也同步增多,这就迫使人们对这些局部人为危害问题不得不进行深入认识并采取专门的安全技术措施,于是发展到局部安全认识阶段;第三阶段是由于形成了军事工业、航空工业,特别是原子能和航天技术等复杂的大生产系统和机器系统,局部的安全认识和单一的安全技术措施已无法解决这类生产制造和设备运行系统中的安全问题,从而发展了与生产力相适应的系统安全工程技术措施,进入系统安全认识阶段;第四阶段是当今的生产和科学技术发展,特别是高科技的发展,静态的系统安全工程技术措施和系统安全认识,即系统安全工程理论已无法很好地解决动态过程中随机发生的安全问题,人们必须更深入地采取动态的安全系统工程技术措施和进行安全系统认识。这就是当前正在进入的安全系统认识阶段,这个阶段不仅要创立安全科学,还要使安全科学与技术人类的大科学技术整体中确立自己独立的科学技术体系,使之在人类整个生产、生活以及生存过程中发挥出更大作用。

总之,安全及其安全技术是随着人类社会的不断进步和发展而日益受到人们的关注。

二、安全科学的产生与发展

人类在改造与征服自然的过程中,利用自己创造的工具和手段,一步步地揭示自然界的奥秘,不断地认识自然规律,解释物质世界的各种现象,不断地按照自己的意图安排物质世界,构造所需要的目的物。追溯人类的发展历程,可清楚地看到,人类的发展离不开技术:人类利用技术种地、放牧、伐木、烧炭;人类利用技术采矿、造纸、航海、制造机器;卫星上天、制造计算机、生产机器人,都离不开技术。时至今日,在人类活动的每一角落,都可见到技术的伴随和存在。没有技术的产生与发展,就没有人类的文明与财富,技术对人类社会的发展作出了巨大的贡献。但是,在技术造福于人类的同时,也给人类带来了伤害和灾难。为了减少或消除技术灾难对人类的伤害,各种安全技术、措施应运而生。然而,随着现代技术的高速发展,技术在人类的生产和生活活动中越变得规模化、普及化和复杂化,给人类带来的利益与所造成的伤害之间的矛盾就越激烈与尖锐。为更好地解决这一矛盾,单靠传统的安全工作方法和单一的安全技术已远不能满足要求。因为,大量的实践与研究表表明,事故的发生不仅来源于技术本身的欠缺,而且与人、环境紧密相关(事实上,事故是在人、机和环境系统内出现异常状况的一种结果)。因此,人们认为,只有通过生产和生活活动领域中所应用的技术的可靠性与技术的危险性这一矛盾运动规律进行系统的研究,并形成系统的消除、控制技术

危险和危害的理论与方法,才能有效地减少或消除技术灾害。所以,在 20 世纪 70 年代,安全科学这一新的交叉学科终于诞生,其主要标志是 1973 年美国出版的《安全科学文摘》正式提出了“安全科学”(Safety Science)。到 1981 年,德国库赫曼教授的专著《安全科学导论》问世,该书对安全科学的目的、任务、功能及其内容体系作了明确和综合的论述,这一专著对推动安全科学的建立和发展起着重要的作用。

安全科学的诞生是现代化生产和现代科技发展的需要与结果。有史以来,人类就离不开生产和安全这两大基本需要。然而,人类对安全的认识却长期落后于对生产的认识。随着生产力和科学技术的发展,保障安全的必要性、迫切性和实现安全的可能性都在同步增长。

安全科学虽然是 20 世纪 70 年代才开始在国内外兴起,但发展很快。它的诞生首先是以它的学科理论刊物出版和世界性学术会议召开为标志的。1973 年美国最早出版《安全科学文摘》杂志;1981 年德国安全专家库赫曼《安全科学导论》专著出版(德文版);1990 年 9 月在德国科隆市举行了第一次世界安全科学大会;1991 年 1 月中国劳动保护科学技术学会创办了《中国安全科学学报》并向国内外公开发行;1991 年 5 月,由 11 个国家 17 名编委共同编辑、并已出版了 14 年之久的国际性刊物《职业事故杂志》,在荷兰宣布改名为《安全科学》;1992 年 11 月在我国《学科分类与代码》中将“安全科学技术”列为一级学科。再就是高等院校三级学位学科、专业教育的确立;安全工程、卫生工程、职业卫生医学以及安全系统工程和安全管理工程等工程与技术科学,在国外也都已相当成熟并开始向基础科学和哲学层次升华。

三、安全科学的研究现状

迄今为止,我国从事于安全科学及其相关研究的主要力量为原来各行业的和各地方政府管辖的劳动保护研究院(所)和高等院校的安全工程与技术研究部门。据 2000 年的不完全统计,我国与安全科学有关的研究院(所)有 50 多个(包括煤炭、冶金、交通运输、石化、消防等部门),人员超过 6 000 人,这些科研机构中的学历层次结构比例为:(博士+硕士+研究生学历的总人数):(本科+大专学历的总人数):(中专+其他学历的总人数)=1:15:4。但随着科技体制的改革,研究队伍中高学历者的比例将越来越大。劳动卫生与职业病防治研究机构 180 余个,专业人员约 2.5 万人。至今累计取得科研成果 9 500 余项,许多获省、部级以上科技成果奖,这些成果主要涉及安全经济学、安全管理、安全法学、安全系统工程、事故预测技术、工业防尘、毒物控制技术、矿山通风安全、核能安全技术、锅炉及压力容器安全技术、保险安全评价、人为失误干预技术、物业安全管理、建设项目安全监理技术等学科领域。

安全学术(科技)刊物是安全研究成果交流、应用和推广的载体,其数量与质量直接表现该学科繁荣与否的状况。目前,定期出版的中文专业性刊物有 120 余种,每年在专业刊物上及有关学术活动中交流的科技论文超过 2 000 篇。1991 年创刊的、由中国劳动保护科学技术学会主办的《中国安全科学学报》是向国内外公开发行的安全科学高层次学术理论刊物。

四、安全科学的教育及学科建设状况

1. 安全工程类教育状况

中国目前的安全教育方式有学历教育(成人、高职高专、学士、硕士和博士)、继续教育(安全专职人员的短期培养)、职工安全教育和干部安全培训教育等种类。

学历教育多属高等教育。安全工程类专业高等教育是安全科学技术发展的重要源泉和动力,它为社会和我国经济建设领域不断培养出从事安全工程专业的高级人才,是发展安全

科技和培养师资的基础和条件。我国的劳动保护(安全工作)一直受到各级政府的重视,在高等院校设立有关专业,培养高级人才是从1957年才起步的。1958年在北京劳动保护学院(现称首都经贸大学)开办了“工业安全技术”和“工业卫生技术”(现合为安全工程)专业。在1982年和1983年,湖南大学衡阳分校与沈阳航空工业学院又分别开办了“安全工程”专业,1983年中国矿业大学开办了“矿山通风与安全”专业。从1984年,教育部把“安全工程”专业作为试办专业,列入《高等学校工科本科专业目录》下达后至今,已有中国矿业大学、东北大学、山东科技大学、西安科技大学、河南理工大学、安徽理工大学、湘潭理工大学、中国工运学院、吉林建筑工程学院、南京化工大学、北京理工大学、上海交通大学、福州大学、福建交通技术学院、西南交通大学等50多所院校相继开办了安全工程类的本、专科专业。值得提出的是,在1998年全国本科专业合并与调整(500多个专业调整合并为198个)中,经过中国矿业大学等院校的努力,“安全工程”专业不仅被保留了下来,而且原来的“试办专业”也被确定为正式专业,与“环境工程”专业并列归属于“环境与安全类”一级学科,名列《高等学校工科本科专业目录》,这充分表明了“安全工程”专业在国民经济建设中具有重要的位置。

除本、专科教育之外,另一个重要发展是创办研究生教育,确立了学位授予单位。经国务院批准,北京市劳动保护科学研究所于1981年11月首批得到工学门类“安全技术及工程”专业硕士学位授予权,开创了研究生教育的先河,1986年中国矿业大学和东北大学首批得到工学门类“安全技术及工程”博士学位授予权,从而构成了安全工程专业的本、硕、博士完整的三级学位教育体系。

据不完全统计,我国目前已有50多所高等院校开办安全工程类专业,26个安全工程类专业硕士学位授予单位,11个博士学位授予单位,形成了相当规模,具有雄厚实力的博士、硕士学位研究生教育的办学基地,每年能为社会提供3000余名学士和大专以上学历的安全工程类的高级专门人才,为我国国民经济建设发挥了重要的作用。

2. 安全科学的学科建设状况

1989年新出版的中国图书分类法中,已正式把安全科学与环境科学并列为X类。在“主题词表”中也专门设了“安全科学”类,为安全科学技术情报交流提供了重要途径。

1992年,由国家技术监督局正式发布的中华人民共和国国家标准GB/T 13745—92,即《学科分类与代码》已将“安全科学技术”列为一级学科,安全科学技术体系分为5个二级学科,在二级学科中又分为27个三级学科。

在中国科协内,涉及安全的学术团体有中国劳动保护科学技术学会(现改名为中国职业安全健康协会)、中国消防学会、中国灾害防御学会、中国人类工效学会。原中国劳动保护科学技术学会在组织综合性的学术活动,发挥兄弟学会的专家、学者的作用等方面作了有益的工作。它分设如下专业委员会:安全管理科学、工业防尘、工业防毒、噪声与振动控制、个体防护、职业卫生、机械和电器、防火防爆、锅炉压力容器、矿山安全等。目前,参加有关安全科学方面的学术团体及其负责指导的55个二、三级学会的成员已近3万人。这些学术团体每年进行不同层次、不同规模和不同类型的学术交流活动,为安全科学和各分支学科的内容充实和发展默默耕耘。

20世纪90年代中期以来,在我国重点建设的100所大学(简称“211工程”)及重点学科建设中,安全类学科有多个得到重点建设,如2002年中国矿业大学安全技术及工程学科和西安科技大学安全技术及工程学科被批准为国家级重点学科,中国矿业大学矿山开采与安

全实验室获准进行教育部重点实验室建设,北京理工大学的爆炸灾害预防与控制实验室被批准为国家重点实验室等。重点学科的建设已为高层次人才的培养与科技成果的获取作出了重大的贡献。

五、我国安全生产发展规划

2002~2003年,国家安全生产监督管理局组织有关专家,对我国安全生产进行了规划,在充分讨论的基础上,形成了2004~2010年我国安全生产发展规划,其主要内容如下:

1. 总体目标

到2007年,全国工矿商贸企业伤亡事故和死亡人数逐年下降,道路交通事故死亡人数上升的幅度有所降低,矿山、危险化学品和建筑等高危行业事故多发的状况得到改善,特重大事故频繁发生的局面得到遏制,全国安全生产状况稳定好转。

到2010年,基本形成较为完善的安全生产法律法规和技术标准体系、监管体系、应急救援体系,特重大事故得到有效控制,全国安全生产状况明显好转。

到2020年,全国安全生产状况根本好转,总体上达到或接近世界中等发达国家水平。

2. 分类目标

(1) 全国各类事故及职业卫生监督检查控制目标(以2001~2003年统计平均数据为基数)

- 全国特重大事故起数控制目标:到2007年,特重大事故起数下降30%以上;到2010年,在“十五”期间统计平均数据的基础上,再下降20%以上。

- 全国工矿企业10万人死亡率控制目标:到2007年下降到12.2以下,到2010年下降到10.5以下。

- 煤矿百万吨死亡率控制目标:到2007年下降到3.0以下;到2010年下降到1.6以下。

- 道路交通万车死亡率控制目标:到2007年下降到9.0以下,到2010年下降到8.2以下。

- 重大事故结案率控制目标:到2010年,重大事故结案率达到100%。

- 职业卫生监督检查控制目标:到2010年,有毒有害作业场所监督检查合格率达到80%以上。

(2) 安全生产监管体系建设目标

到2010年,县级以上地方人民政府都建立起安全生产综合监督管理工作机构和执法队伍;行业主管部门的安全生产监管机构 and 人员能满足工作需要;安全监管、监察工作的机构、人员、经费、设施和装备“五到位”;形成完善的安全生产监管网络体系;全国安全监管、监察人员的数量不低于企业职工人数的万分之二。

(3) 安全生产法制建设目标

到2010年,基本形成与《安全生产法》等法律配套的法规体系,地方性安全生产法规及国家安全生产技术标准体系基本完善,重点领域安全生产相关技术标准与国际接轨。

(4) 安全生产支撑体系建设目标

到2010年,基本形成较为完善的安全生产信息体系、技术保障体系、培训体系、宣传教育体系和应急救援体系;国家、区域、省、市、县等多级应急救援系统有效运行。

(5) 安全科学技术发展目标

到 2010 年,建立起适应市场经济体制要求的安全科技发展运行机制,初步形成安全生产理论体系,建成安全生产科技支撑平台,提高安全科技成果的转化率,安全科技发展到一个新的阶段。

(6) 重大危险源监控和重大事故隐患治理目标

到 2010 年,建立起全国重大事故预防控制体系,重大危险源得到有效监控,重大事故隐患得到有效治理。

(7) 安全生产专业人才建设目标

到 2010 年,各类安全生产专业人才基本满足安全生产工作的需要;安全生产监管人员、企业主要负责人、经营管理人员和特殊工种人员持证上岗率达到 100%。

3. 主要任务

(1) 完善安全生产法律法规、技术标准体系

加快安全生产法律、法规体系建设。健全和完善《安全生产法》等法律的配套法规。加快地方安全生产立法工作。及时修订安全生产技术基础标准以及矿山、危险化学品、交通、铁路、民航、水利、建筑、国防工业、邮政、电信、旅游、特种设备、消防、核安全等有关行业与领域的安全生产技术标准,不断完善安全生产技术标准体系,形成安全生产技术标准体系更新机制。做好有关国际职业安全卫生公约和加入 WTO 后的相关安全生产法规与标准的修订工作。

(2) 建立健全安全生产监督管理体系

建立权责明确、行为规范、精干高效、保障有力的安全生产监管体系。健全县级以上政府安全生产监督管理机构和执法队伍。完善交通、铁路、民航、水利、建筑、国防工业、邮政、电信、旅游、特种设备、消防、核安全等有专门的安全生产主管部门的行业和领域的安全生产监管机构及其监管队伍建设。创新安全生产监管方式和手段,提高安全生产监管执法装备水平和执法能力。

充分发挥国务院安全生产委员会和地方各级安全生产委员会的作用,协调解决安全生产中的重大问题,构建“政府统一领导、部门依法监管、企业全面负责、群众监督参与、社会广泛支持”的安全生产工作格局。

(3) 加强安全科学研究和应用

制定适合我国国情的安全生产科技发展规划。建立安全生产科技专项基金。加快安全类国家重点实验室、安全工程技术中心等安全科学技术研究机构建设。充分利用大专院校、科研机构等安全科研资源,加强安全科学技术基础理论研究。把安全生产中亟待解决的关键性技术难题列入国家和地方科技攻关计划。加快科技成果转化和科技创新步伐。抓好安全科技示范、安全学科建设和安全专业人才培养等战略性起步工程。

(4) 建立健全安全生产应急救援体系

加快矿山、危险化学品、交通、海事、铁路、民航、消防、核安全等有关行业与领域安全生产应急救援体系建设。成立国家、区域、省、市、县等多级安全生产应急救援指挥机构。建立、完善安全生产应急救援预案。建立快速、有序、高效的专业化救援队伍,配备必要的装备,提高特大事故的抢险救援能力。

(5) 加快安全生产信息化建设

利用现代通讯、信息网络等先进技术,加快安全生产信息化建设。加快安全生产信息系