

普通高等院校安全工程专业
“十二五”规划教材

安全学原理

主 编 景国勋

副主编 杨玉中 程卫民 田水承 吴立云



国防工业出版社
National Defense Industry Press

普通高等院校安全工程专业“十二五”规划教材

安全学原理

主编 景国勋

副主编 杨玉中 程卫民 田水承 吴立云

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统地介绍了安全学原理的基本概念、基本理论和基本方法,主要包括安全科学的发展及学科体系、安全科学基础、安全管理的基本原理、安全认识论、安全方法论、安全社会原理、安全经济原理、安全预测与事故预防原理。

本书可作为高等院校安全工程专业及相关专业本科生和研究生的教材,还可作为安全工程技术人员、企业管理人员、生产技术人员和研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

安全学原理 / 景国勋主编. —北京: 国防工业出版社, 2014. 1

普通高等院校安全工程专业“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 118 - 09090 - 1

I. ①安... II. ①景... III. ①安全科学 - 高等学校 - 教材 IV. ①X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 242442 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京市李史山胶印厂

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 12 $\frac{1}{4}$ 字数 334 千字

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

安全生产及其管理工作历来为党和国家所重视,也为全社会和民众所关注。安全生产为保障我国生产建设、经济发展和社会政治稳定发挥着越来越大的作用。安全生产是国家的一项基本国策,也是企业必须贯彻执行的一项基本原则。十六大以来,党和国家进一步健全完善了安全生产方针政策和法律法规,并从体制、机制、规划、投入等方面,采取一系列举措加强安全生产;各级党委政府高度重视,加强领导、落实责任;各重点企业和广大生产经营单位依法依规、履行职责;社会各界关注支持、参与监督。党的十六届五中全会确立了“安全发展”的指导原则,六中全会把坚持和推动“安全发展”纳入构建社会主义和谐社会应遵循的原则和总体布局,为安全生产工作指明了方向,提供了坚实的思想理论基础和强大的精神动力。国发2011[40]号文件《国务院关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好转的意见》明确指出,安全生产事关人民群众生命财产安全,事关改革开放、经济发展和社会稳定大局,事关党和政府形象和声誉,要求各地区、各部门、各单位必须始终把安全生产摆在经济社会发展重中之重的位置,自觉坚持科学发展安全发展,把安全真正作为发展的前提和基础,使经济社会发展切实建立在安全保障能力不断增强、劳动者生命安全和身体健康得到切实保障的基础之上,确保人民群众平安幸福地享有经济发展和社会进步的成果。

“安全学原理”是以安全科学为基础,以事故致因理论为核心,论述人的因素、物的因素和环境因素的控制原理和方法,是研究安全问题的安全观、安全管理的基本原理、安全认识论、安全方法论、安全社会原理、安全经济原理、安全预测与事故预防原理的一门课程。

“安全学原理”是安全工程专业主要基础课程之一,也是相关专业学习和了解安全工程知识的入门课程。通过对本课程的学习,使学生在掌握安全学基本原理的基础上,能够树立起正确的安全观,运用正确的安全方法指导和开展安全领域中的科学研究与工作,并在工作中贯彻“安全第一,预防为主,综合治理”的安全生产方针,为后续专业课程的学习奠定坚实的基础。

本书共分八章,系统地介绍了安全学原理的主要内容,主要包括绪论、安全科学基础、安全管理的基本原理、安全认识论、安全方法论、安全社会原理、安全经济原理、安全预测与事故预防原理,总结了近几年国内外的研究成果和应用经验,尽力做到理论联系实际,突出实用性的特点。

本书由河南理工大学景国勋教授任主编,由河南理工大学景国勋教授、杨玉中教授和吴立云副教授,山东科技大学的程卫民教授,西安科技大学的田水承教授共同编写完成。其中景国勋教授编写了第一章和第五章,吴立云副教授编写了第二章和第三章,程卫民教授编写了第四章和第八章,田水承教授编写了第六章和第七章,全书由景国勋教授和杨玉中教授共同统稿。本书在编写过程中参阅了大量的有关资料,得到了多方的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者的水平所限,书中难免有不当之处,敬请读者不吝赐教!

编者

2013年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 安全的概念及特征	1
一、安全的概念	1
二、安全的特征	3
第二节 安全科学的发展现状	4
一、安全科学的由来	4
二、安全科学的发展	5
第三节 安全科学的学科体系	6
一、安全科学的学科体系	7
二、安全科学的学科分类	8
三、安全科学的主要研究内容	10
第四节 安全科学的基本术语	10
第五节 安全科学的研究方法	14
本章小结	16
习题与思考题	16
第二章 安全科学基础	17
第一节 安全科学的哲学基础	17
一、安全与危险的统一性和矛盾性	17
二、安全科学的联系观和系统观	17
三、安全中的质变与量变	18
四、安全问题的简单性和复杂性,精确性和模糊性	19
五、安全事件的必然性和偶然性	19
第二节 安全科学的数理基础	20
一、基本逻辑运算和逻辑函数	20
二、随机事件与概率计算	22
第三节 安全科学的流变—突变规律	30
一、流变—突变理论的背景知识	30
二、安全流变—突变的基本特征	31
三、安全流变—突变的基本理论	34
第四节 安全观	40
一、安全科学的指导思想	40

二、安全本质及安全第一原理	41
三、安全价值观	45
四、大安全观	49
本章小结	53
习题与思考题	54
第三章 安全管理的基本原理	55
第一节 管理科学原理	55
一、系统原理	55
二、整分合原理	56
三、反馈原理	56
四、封闭原理	58
五、弹性原理	59
六、能级原理	59
七、动力原理	60
第二节 系统整体性原理	61
一、系统原理的概念	61
二、系统分析	61
三、系统原理的基本原则	62
第三节 人本安全原理	64
第四节 物流安全原理	64
一、物流的概念	64
二、物流与安全的关系	65
三、物流中的重点安全问题	65
本章小结	78
习题与思考题	78
第四章 安全认识论	79
第一节 安全的属性	79
第二节 安全科学的指导思想	80
第三节 安全系统与系统安全	81
第四节 事故的特征	82
第五节 事故模式理论	84
一、事故频发倾向论	85
二、海因里希事故因果连锁论	87
三、能量转移论	88
四、人失误论	90
五、管理失误论	92
六、扰动起源论	94

七、轨迹交叉论	95
八、综合论的事故模型	96
本章小结	96
复习与思考题	97
第五章 安全方法论	98
第一节 本质安全化方法	98
一、降低事故发生概率的措施	98
二、降低事故严重度的措施	99
第二节 人机匹配法	100
一、防止人的不安全行为	100
二、防止物的不安全状态	100
三、人机相互匹配	101
第三节 生产安全管理一体化方法	102
一、全面安全管理	102
二、安全目标管理	104
第四节 系统方法	112
一、系统	112
二、系统工程	112
三、采用系统工程的方法解决安全问题的必要性	113
第五节 安全教育方法	114
一、安全教育的原则和作用	114
二、安全教育方法	115
第六节 安全经济方法	117
一、研究安全经济的基本方法	117
二、安全经济的特点	117
第七节 高技术系统安全管理方法	118
本章小结	119
习题与思考题	119
第六章 安全社会原理	120
第一节 安全文化与企业安全文化	120
一、安全文化	120
二、企业安全文化	127
三、公共安全文化	137
第二节 安全的社会效应	140
第三节 安全科学与社会科学	141
第四节 安全管理体制	142
一、我国的安全生产方针	142

二、我国的安管理体制	143
第五节 安全法律与法规	147
一、安全法规	147
二、我国的安全法律法规	155
本章小结	157
习题与思考题	157
第七章 安全经济原理	158
第一节 安全投入与安全产出	158
一、安全投入	158
二、安全投入与安全产出分析	160
第二节 安全投入与安全效益	162
一、安全的产出效益分析	162
二、安全成本分析	163
三、安全效益函数	163
四、安全投资与安全效益的经济关系	164
第三节 安全效益评价	165
一、安全经济统计指标体系	165
二、安全经济效益的计量方法	166
三、提高安全效益的基本途径	168
第四节 企业安全经济管理	169
一、安全经济管理的作用和意义	169
二、安全经济管理的特点与分类	169
三、安全经济管理的手段	171
四、企业安全经济管理方法	171
第五节 事故经济损失与安全经济决策	173
一、事故经济损失与估算	173
二、安全经济决策	178
本章小结	183
习题与思考题	183
第八章 安全预测与事故预防原理	184
第一节 预测的基本概念	184
第二节 预测理论	185
第三节 事故预防原理及对策	188
一、事故预防原理	189
二、事故预防对策	190
本章小结	192
习题与思考题	192
参考文献	193

第一章 绪 论

安全状态与现代化生产不适应的严重情况,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的交叉学科。安全学原理,就是伤亡事故发生、发展及预防原理,是安全科学的基础理论之一,是指导安全工作实践的基础理论。

第一节 安全的概念及特征

安全是人类生存和发展的最基本要求,是生命与健康的基本保障;人类的一切生活、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。

一、安全的概念

什么是安全?也就是说,在人们的活动中具备了什么条件才算没有危险或者说是安全的?有些事情在某种情况下是安全的,而在另外的情况下可能就不安全。

W. W. 劳伦斯(W. W. Lowerance)提出了一个较流行的定义:“对大多数实用场合,我发现把安全定义为可容许危险性的判断是有用的,又把危险性作为衡量损害人类健康的可能性或严重性。如果一个事物所伴随的危险性被判定为可容许的,则该事物是安全的。”这里又出现一个新的问题,什么是可容许的危险性?对谁造成危险?由谁来判断可以容许的程度?如果没有明确的界限,一旦发生危险而造成事故,就无法追究责任,吸取经验教训。

安全,顾名思义,“无危则安,无缺则全”,即安全意味着没有危险且尽善尽美,这是与人的传统的安全观念相吻合的。随着对安全问题研究的逐步深入,人类对安全的概念有了更深的认识,并从不同的角度给它下了各种定义。

(1) 安全是指客观事物的危险程度能够为人们普遍接受的状态。

可以看出,该定义明确指出了安全的相对性及安全与危险之间的辩证关系,即安全与危险不是互不相容的。当将系统的危险性降低到某种程度时,该系统便是安全的,而这种程度即为人们普遍接受的状态。如骑自行车的人不戴头盔并非没有头部受伤的危险,只是人们普遍接受了该危险发生的可能性;而对于骑摩托车,交通法规明确规定骑乘者必须戴头盔,是因为发生事故的严重性和可能性都难以接受;自行车赛车运动员必须戴头盔,也是国际自行车联合会经历了系列事故及伤害之后所做出的决策。同样是骑车,要求却不一样,体现了安全与危险的相对性。

(2) 安全是指没有引起死亡、伤害、职业病或财产、设备的损坏或损失或环境危害的条件。

此定义来自美国军用标准 MIL - STD - 882C《系统安全大纲要求》。该标准是美国军方与军品生产企业签订订购合同时约束企业保证产品全寿命周期安全性的纲领性文件,也是系统安全管理基本思想的典型代表,从 1964 年问世以来,历经 882、882A、882B、882C、882D 若干个版本,对安全的定义也从开始时仅关注人身伤害,进而到关注职业病,财产或设备的损坏、损失直至环

境危害,体现了人们对安全问题认识进化的全过程,也从一个角度说明了人类对安全问题研究的不断扩展。

(3) 安全是指不因人、机、媒介的相互作用而导致系统损失、人员伤害、任务受影响或造成时间的损失。

可以看出,第三种说法又进一步把安全的概念扩展到了任务受影响或时间损失,这意味着系统即使没有遭受直接的损失,也可能是安全科学关注的范畴。

综上所述,随着人们认识的不断深入,安全的概念已不是传统的职业伤害或疾病,也并非仅仅存在于企业生产过程之中,安全科学关注的领域应涉及人类生产、生活、生存活动中的各个领域。职业安全问题是安全科学研究关注的最主要的领域之一。如果仅仅局限于企业生产安全之中,会在某种程度上影响我们对安全问题的理解与认识。

安全问题对于人类的重要性是在社会的不断发展中被人们所认识的,它主要体现在以下三个方面:

① 经济损失大。事故是安全问题最主要的表现形式,无论是企业、家庭还是整个人类社会,事故所造成的经济损失都是相当巨大的,有些甚至是无法弥补的。据 ILO(国际劳工组织)统计,全球每年发生的各类事故大约为 2.5 亿起,这意味着每天发生 68.5 万起,每小时 2.8 万起,每分钟 475.6 起。全世界每年死于工伤事故和职业病危害的人数约为 110 万人(其中 25% 为职业病引起的死亡),死于交通事故 99 万人,死于暴力 56.3 万人,死于局部战争约 50.2 万人。同时有 1500 万人受到失能伤害,有 35% 的劳动者接触职业危害,各类事故导致的经济损失高达国民生产总值(GNP)的 5%,有些发展中国家还要更高。许多重大事故更是损失惊人,2011 年 7 月 23 日 20 时 30 分 05 秒,甬温线浙江省温州市境内,由北京南站开往福州站的 D301 次列车与杭州站开往福州南站的 D3115 次列车发生动车组列车追尾事故,造成 40 人死亡、172 人受伤,中断行车 32 小时 35 分,直接经济损失 19371.65 万元。美国联合碳化物公司在印度博帕尔发生的化学气体泄漏事故,几天之内就造成 4000 人死亡,总计近 20 万人受到不同程度的伤害,直接经济损失近 10 亿美元。

② 社会影响大。不可否认的是,事故的发生会对社会造成不良影响,特别是重大、特大事故的发生,对家庭对企业甚至对国家所造成的负面影响是相当大的。因事故的发生而造成的家庭破裂、企业解体等悲剧数不胜数;由于事故的发生也曾使一些企业的信誉、经济效益等遭受损伤,有些甚至引起社会的不稳定,使国家在世界上的声誉下降。

③ 影响周期长。俗话说,“一朝被蛇咬,十年怕井绳”。事故的发生所造成的影响绝非短期内就能消除,往往会在人们心头留下长期的抹不去的烙印,使相关人员心理上的阴影难以拂去。重大、特大事故所造成的社会动荡更是久久难平,克拉玛依友谊宫的一场大火至今已过去 17 年,受害者家属心中的悲痛依然难以平息。

此外,值得指出的是,事故的发生不仅仅对企业、社会造成损失和影响,还意味着企业管理水平不佳,意味着企业工作效率及经济效益没有达到最好水平。任何一个企业,无论大小,都存在一个管理系统,这个系统是由财务、人事、生产、采购、销售、安全等多个子系统构成的。绝大多数事故的发生都是管理者疏忽、失误或管理系统存在缺陷所造成的,而这种失误、疏忽或缺陷的发生或存在则不仅仅会造成事故及损失,也会产生其他问题,进而直接或间接影响到企业的经济效益。从这个角度讲,事故是企业管理不佳的一种表现形式,即通过事故的发生,告知我们企业中还存在着管理上的缺陷。因而,控制事故,搞好安全管理,不仅是通过减少事故损失直接提高企业的经济效益,也是通过提高管理水平间接提高企业的经济效益。在绝大多数情况下,后者比前者的影响和作用更大,更有意义。只有企业管理者们深刻地认识到这一点,安全生产水平才有可能产生质的提高。

二、安全的特征

安全科学是研究安全的本质及其运动规律的科学。安全的本质是实现人一机—环境之间的相互协调。要认识安全的本质,首先就需要探讨其基本特征。安全的基本特征主要表现为以下方面。

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极为常见,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的、限定在某个时空,条件变了,安全状态也会发生变化,故实现安全有其局限性和风险性。

3. 安全的相对性

安全标准是相对的。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,以明显和潜隐形式表征客观(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范围,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。安全标准应当成为保护公众的安全规范,并以严格的科学依据为基础。公众接受的相对安全与本质安全之间有差距,现实安全标准是有条件的、相对的,并随着社会物质和精神文明程度的提高而提高。

4. 安全的局部稳定性

无条件地追求绝对安全,特别是巨系统的绝对安全是不可能的。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、必须的。只要利用系统工程原理调节、控制安全的要素,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所决定。

5. 安全经济性

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、改善安全与卫生作业条件、防护用品等方面的投入,是保障和再生生产力的前提。安全科学技术(含安全管理)作为第一生产力,不仅可提高生产效率,而且对维护和保障生产安全运转、人的生命和健康具有重要作用。它作为生产力投入有其馈赠性的经济价值,包括创造的产品本身的安全性能同样含有安全的潜在经济价值,另一方面安全保障不出现危险、伤害和损坏(本身就减少了经济负效益)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、环境及其相互关系的协调,实际上形成了人(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巨系统。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。无论人为的或自然(天然)的灾害,生产(工人)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给国计民生(包括个人、家庭、企事业单位或社会团体)带来心灵上和物质上的危害,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的局限。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、心理造成精神和心理伤害。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,现今尚且有待人们去作深入地专门探讨。客观安全包括明显的和潜隐的两种安全因素组成,它是客观存在的,不以人的意识为转移。当今人们认为安全的概念,只能是宏观安全,包括能识别、感知和控制的安全和无法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性转变为明显性。因此,安全的潜隐性问题急待人们研究,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

一、安全科学的由来

安全科学的发展以安全技术为先导,而安全技术则随着产业革命而产生。众所周知,以蒸汽机为标志的产业革命,使生产力飞跃发展。机器首先在纺织工厂使用,随后便迅速扩展到冶金、采矿和交通运输等领域,大机器不像手工工具那样简单,广泛使用的结果使工人的伤亡事故和职业病日益增多。针对机器生产造成的危害,安全技术便应运而生。1730年,英国设计出煤矿井下通风换气方法,1754年亨克利出版了《矿工肺病和冶金工疾病》一书;1815年,戴维发明矿工安全灯;蒸汽动力的发展,相应引出了安全阀、压力表、水位计及高压锅炉水压检验等安全装置和措施。为了防止事故,1817年英国创建了检验公司;1833年美国制订《蒸汽船检验规则》;1844年,英国修订《工厂法》,规定机器设备安装安全装置;1864年英国创办锅炉保险公司;电力的应用,引起安全用电的研究,于是产生接零、接地保护、绝缘防护、避雷针等,进而产生防爆电气设备、安全仪器仪表,防护装置得到广泛应用。

安全科学是现代化生产与现代科技发展的需要与结果。安全的实质是能量控制问题,事故的发生多为能量失控所致。现代化生产中高能给安全造成严重威胁,高能能源(如核能、高能火箭燃料、高压系统等)的发展,使事故的灾害程度大为增加。与高能的发展相适应,安全科学日益重要。现代化生产为安全创造了条件,提供了新的保障手段和技术措施。现代化生产具有高能量、系统化、连续作业的特点,一旦发生事故,较之传统工业,其规模、危害程度、经济损失更大、更严重。如,印度博帕尔农药厂毒气泄漏事故,切尔诺贝利核电站爆炸事故,航天飞机“挑战者”号升空点火爆炸,墨西哥液化石油气爆炸,新疆克拉玛依友谊宫发生的重大火灾事故,我国的淮南煤矿特大瓦斯爆炸,广西南丹“七·一七”特大透水事故,江西省万载县潘达烟花爆竹厂特大连锁爆炸事故,以及

世界不断发生的重大的空难、海运、交通、火灾爆炸等事故,都向安全科学技术提出了严肃的研究课题。专业的安全技术向高层次发展,安全科学技术从纵向分科,逐步向系统的高层次横向综合发展。系统论、信息论、控制论为现代安全科学奠定了基础,由于导弹系统和核武器系统要绝对保证安全,为适应其安全要求而采取的控制措施,导致了系统安全在 20 世纪 50 年代末诞生。几十多年来,系统安全科学也得到了迅速的发展。

现代生产科学技术的发展与安全科学技术的发展密不可分。自动化技术就是生产技术和安全技术统一发展的例证。如果说事故是由物的因素、人的因素和环境构成的,那么自动化则恰恰大量减少了事故的人为失误因素。20 世纪 50 年代,自动化形成热潮,自动化技术广泛用于汽车工业、飞机制造业,可以在许多方面代替体力劳动,从事危险和危险的作业,例如高速自动瞄准,高温或放射性环境下操作等,这种自动化技术的广泛应用,提高了安全生产水平。

信息论的发展,使得灾害和事故的数据库产生,灾害与事故的预测与预防技术获得发展。同时,安全科学的理论研究也发展很快,1973 年美国出版了《安全科学文摘》,1979 年英国哈克顿和多滨斯发表了《技术人员的安全科学》,1981 年德国库尔曼发表《安全科学导论》。

因此可以看出,安全科学是从应用技术发展到理论研究,逐步形成自己的理论体系。

二、安全科学的发展

我国安全科学技术主要是在建国以后逐步发展起来的,目前大致可以划分为三个阶段,即初步建立阶段、迅猛发展阶段和新的发展阶段。

1. 初步建立阶段

建国初期至 20 世纪 70 年代末期,国家把劳动保护作为一项基本国策实施,安全技术作为劳动保护的一部分而得到发展。这一阶段,为了满足我国工业发展的需要,国家成立了劳动部劳动保护研究所、卫生部劳动卫生研究所、冶金部安全技术研究所、煤炭部煤炭科学技术研究所等安全技术专业研究机构,开展了矿山安全技术、工业防尘技术、机电安全技术、安全检测技术、毒物危险控制技术等的研究工作。我国安全技术主要在两个方面发展:一是作为劳动保护的一部分开展的劳动安全技术研究,包括机电安全、工业防毒、工业防尘和个体防护技术等;二是随着产业生产技术发展起来的产业安全技术,[如矿业安全技术(包括防瓦斯突出、防瓦斯煤尘爆炸、顶板支护、爆破安全、防水工程、防火工程、提升运输安全、矿山救护及矿山安全设备与装置等)是随着采矿技术、装备水平的提高而提高]。冶金、建筑、化工、军工、航空、航天、核工业、铁路、交通等产业安全技术都是紧密与生产技术相结合,并随着产业技术水平的提高而提高。

2. 迅猛发展阶段

20 世纪 70 年代末至 90 年代初,随着改革开放和现代化建设的发展,我国安全科学技术得到迅猛的发展。在此期间,建立了安全科学技术研究院、所、中心等 50 多家,拥有专业科技人员 5000 余名。1983 年,中国劳动保护科学技术学会正式成立;1984 年,教育部将安全工程本科专业列入《高等学校工科专业目录》;20 世纪 80 年代中期,我国学者刘潜等提出了建立安全科学学科体系和安全科学技术体系结构的设想;1986 年,中国矿业大学首次获得了安全技术及工程学科硕士、博士学位授予权,使我国在安全科学领域形成了从本科到博士的完整的学位教育体系,标志着我国安全科学技术教育体系形成;此外,在企业,数以万计的科技人员工作在安全生产第一线,从事安全科技与管理工作。可以说,已经形成了具有一定规模和水平的安全科技队伍和科学研究体系。

3. 新的发展阶段

20 世纪 90 年代以来,我国安全生产科学技术研究有了突破性的发展,主要表现在安全科学体系和专业教育体系基本形成,安全科学技术发展纳入国家科学技术发展的规划,安全科学技术研究

机构形成网络,取得一大批科研成果。近几年来,已有数百项安全科技成果获得国家、省(市)和部门的奖励,“煤层瓦斯流动理论”、“矿井瓦斯突出预测预报”、“防静电危害技术研究”、“高效旋风除尘器”等多项成果获得了国家级奖,并相继建立了国家级和省部级重点实验室,如“爆炸灾害预防、控制国家重点实验室”在北京理工大学建立,“火灾科学国家重点实验室”在中国科技大学建立,“矿业安全工程部级重点实验室”在中国矿业大学建立。产业安全技术正向新水平发展,传统产业如冶金、煤炭、化工、机电等都成立了自己的安全技术研究院(所),并开展产业安全技术研究,高科技产业如核能、航空航天、电脑智能机器人等都随着产业技术的发展而发展。国家把安全科学技术发展的重点放在产业安全上,核安全、矿业安全、航空航天安全、冶金安全等产业安全的重点科技攻关项目已列入国家计划。特别是我国实行对外开放政策以来,随着产业成套设备和技术的引进,同时引进了国外先进的安全技术并加以消化,如冶金行业对宝钢安全技术的消化,核能产业对大亚湾核电站安全技术的引进与消化等,均取得显著成绩。

综合性的安全科学技术研究已有初步基础。一方面为劳动保护服务的职业安全卫生工程技术继续发展,另一方面更高层次的安全科学理论已初步形成。在系统安全工程、安全人机工程等软科学研究方面进行了开拓性的研究工作,对事故致因理论、伤亡事故模型的研究有了新的进展,安全检查表、事件树、事故树、管理疏忽和危险树等系统安全分析方法正在厂矿企业安全生产中推广应用,事故因果理论和伤亡事故追踪系统的应用,克服了片面追查操作人员责任的观点,树立了从产品和设备安全性能、管理失误和人为失误全面分析事故原因的新概念。在防止人为失误的同时,把安全技术的重点放在通过技术进步、技术改造,提高设备的可靠性,增设安全装置,建立防护系统。在研究改进机械设备、设施、环境条件的同时,研究预防事故的物质技术措施和防止人为失误的管理和教育措施。并且,随着企业管理的现代化,安全管理也逐步走上现代化,现代管理科学的预测、决策科学和行为科学以及系统原理、反馈原理、封闭原理、能级原理、人本原理、动力原理正逐步应用于现代安全管理。

安全科学的发展趋势:

几十年来,尽管我国安全科学的研究和应用技术取得了显著的进步,但还存在着许多不足之处。例如:安全科学的基础理论研究表现为分散状态,安全科学技术专家、医学家、心理学家、管理学家、行为学家、社会学家和工程技术专业人员等从各自的研究立场出发进行着分散研究工作,在安全科学的研究对象、基本概念等方面缺乏一致性;工伤事故和职业危害还未得到有效控制;企业的安全管理体系还不够完善等。今后,安全科学的研究将在现有基础上进一步向宏观和微观两方面发展,向高度分化和高度综合方面发展,逐步形成安全科学理论体系,并在吸纳其他学科分析方法的同时形成自己的方法体系。安全科学技术研究内容将继续深化和扩展,具体表现在:一方面,将继续发展和完善事故致因理论、事故控制理论、安全工程技术方法,并在更大程度上吸收其他学科的最新研究成果和方法;另一方面,随着生产和社会发展的需要,将会深入研究信息安全、生态安全等问题。安全管理基础理论与应用技术研究将以建立和完善市场经济条件下的我国安全生产监察和管理体系为中心,形成完整的安全管理学、安全法学、安全经济学、安全人机工程学理论和方法。安全工程技术研究将以预防和控制工伤事故与职业危害为中心,一方面,产业安全技术将继续得到发展,另一方面,将会大力发展安全技术产业,以满足我国经济发展和人们生活水平大幅度提高的需要。

第三节 安全科学的学科体系

要形成完整的学科体系,必须具备本学科的基础理论、基础科学、技术科学、工程技术等相关完整的学科。安全科学经过几十年的发展,已经初步形成了自身的学科体系。

一、安全科学的学科体系

为了把握安全的本质及其变化规律,必须首先研究安全问题到底由哪些要素构成,各要素如何相互作用。不论在日常生活、生产活动或社会活动中,与安全问题直接或间接发生关联的不外乎是人、物以及人与物的联系。人是安全的主体和核心,也是研究一切安全问题的出发点和归宿。人既是保护对象,又可能是保障条件或者是危害因素,没有人的存在也就根本不存在安全问题。物是指物质,它可能是安全的保障条件,也可能是危害的根源。能够保障或危害人的物质存在的领域极其广泛,形式也极复杂,甚至可以说它散布在人类身心之外的所有客观事物之中。人与物的关系从广义上讲是人安全与否的纽带;它既包括人与物(含人与人、物与物)的存在空间和时间,又包括能量和信息的相互联系。为了体现以安全为主体的概念,在这里称“人”为“安全人体”,称“物”为“安全物质”,称“人与物(包括人与人以及物与物)”为“安全人与物关系”,其中“安全人与物”的时间、空间与能量联系为“安全社会”,“安全人与物”的信息与能量联系为“安全系统”。通过对安全与否的全面深入分析,不难得出安全人体、安全物质和安全社会(即安全人与物关系)构成安全三要素,加上安全的整体性因素——安全系统,形成安全整体的四类不同性质的组成部分(即四因素)。

安全要素是指在特定的(即理想的)状态下,仅自身就能独立地成为实现安全的充分条件。例如,“安全人体”,如果能对危害因素具有绝对抵抗能力;“安全物质”,对人如果绝对无危害;或者“安全人与物关系”,如果在时间、空间和能量及信息上与人绝对不发生危害性的联系。只要三者能具其一,结果都是安全的。因此称它们为“安全三要素”。但是,上述理想状态在现实中是不存在的,为达到和保持安全状态,需要在现有的三要素基础上,通过安全系统的信息对各安全要素进行能量的运筹、调节、匹配和控制,使之达到和保持整体上的安全状态。

根据安全人体、安全物质、安全社会和安全系统四种安全因素的不同属性和作用机制,对安全进行纵向学科分类,于是它被区分为安全物质类(即自然科学性的安全物质因素)、安全社会类(即社会科学性的安全因素,指人与人、人与物或物与物的时间、空间和能量联系因素)、安全系统类(即系统科学性的安全信息与能量的整体联系因素)、安全人体类(即人体科学性的安全生理、安全心理等因素)。以上纵向区分为四种不同类型因素的安全分支学科。同时根据理论指导实践和从实践上升到理论的双向作用原理,完成安全从工程技术到技术科学,又到基础科学,再到哲学桥梁的理论升华;把每类安全分支学科的理论与实践紧密地衔接起来,以达到对安全的本质及其运动、变化规律的全面系统认识。这种不同理论高度的纵向联系,又被区分为四个横向层次,即:为解决安全保障条件和把握人的安全状态,需要发展的工程技术层次,称之为安全工程;为获得安全工程技术的理论依据,需要发展的技术科学层次,称之为安全工程学;为掌握安全工程学的基础理论,需要发展的基础科学层次,称之为安全学;为把握安全的本质及其科学思想方法,需要发展的马克思主义哲学层次,称之为安全观。将这种纵向不同因素的学科分类及其横向不同认识高度的理论分层,进行全面有机的联系并加以全面展开,便构成一个功能完整的安全科学学科体系。这个体系结构的基本内容由以下部分组成:

1. 安全科学学科体系中的哲学层次——安全观

它是安全科学的最高理论概括,也是安全的思想方法论和认识论,指导人们科学地认识和解决安全问题,揭示出安全的本质即回答安全是什么。

2. 安全科学学科体系中的基础科学层次——安全学

它是由安全技术学(含安全的灾变物理学和灾变化学)、安全社会学、安全系统学(包括安全灾变理论)和安全人体学(含安全的毒理学)四类基础科学的分支学科构成。其中安全系统学虽然不是由安全的独立要素组成,但它是研究和实现安全所不可缺少的连接因素和科学方法论;同时在理

论上与其他三要素组成的分支学科同样具有完整的横向四个理论层次。安全学是研究安全基础理论的,它的任务是发现安全的基本规律(即反映安全的运动、变化机制),从根本上揭示安全的机理问题。

3. 安全科学学科体系中的技术科学层次——安全工程学

它与基础科学的分支学科相对应,是由安全技术工程学、安全社会工程学、安全系统工程学和安安全人体工程学四类技术科学分支学科构成。除安全系统工程学要在本层次额外为各分支学科提供科学方法外,各自都为本分支学科的工程技术层次提供理论依据,或将其工程技术成果升华为科学理论(即上升到技术科学)。根据安全因素的性质及其作用方式不同,各分支学科又细分为若干组成部分:

(1) 根据设备因素对人的身心危害作用方式的不同,在安全技术工程学中又区分为:针对解决直接损害人的躯体相关问题的安全技术工程学和针对解决间接破坏人的机体或危害人的心理相关问题的安全卫生工程学。

(2) 根据调节安全人与人、人与物和物与物联系的不同原理和采取不同方法(手段或措施),达到安全的目的,在安全社会工程学中区分为:安全管理工程学、安全教育(工程)学、安全法学和安全经济学等。

(3) 根据安全系统内各因素的作用或功能的不同,在安全系统工程学中又区分为安全信息论、安全运筹学和安全控制论。安全系统工程学不仅是安全系统工程层次的理论基础,同时也为整个安全工程学层次提供安全方法论。

(4) 根据外界危害因素对人的身心内在作用机制影响的不同以及人机连接的方式不同,在安全人体工程学中又区分为安全生理学、安全心理学和安全人机工程学。安全人体工程学,不仅为采取各种安全工程技术措施提供必要的安全人体理论依据,同时还是一切安全活动的出发点和归宿。

4. 安全科学学科体系中的工程技术层次——安全工程

它直接为实现安全服务,是进行安全预测、设计、施工、运转、总结和反馈、提高等一系列具体安全技术活动与方法的总称。

在安全工程中的安全技术工程,按其服务对象的不同,区分为:

(1) 学科方法、手段性均有所不同的安全设备机械工程和安全设备卫生工程。

(2) 与各类专业领域的工程技术匹配的专业安全工程技术,如:电器安全工程、锅炉压力容器(机械)安全工程、起重搬运(机械)安全技术、焊接安全技术、核安全技术、防毒安全技术、防尘安全技术、通风安全技术、噪声与振动控制技术、辐射防护技术等。

(3) 具有行业特点的部门综合应用性的安全工程技术,例如:矿业、地质勘探、石油化工、冶金、建筑、交通运输、航海、航空航天等。

可以说,凡是有人活动的地方,都有保障安全的工程技术需要,都可以针对本领域的特点确立专门的或综合应用性的安全工程技术,所以安全工程技术的应用领域非常广泛。不过各类专业安全工程技术和综合应用性的安全工程技术都不是单一分支学科性的,而是以安全技术工程为基础构成的专业科学技术体系和应用科学技术体系。

通过以上对安全科学学科体系的分析,可以看到安全科学不仅具有自身完整的学科体系结构、作用功能以及与人类的一切活动有着不可分割的联系,而且具有生产力的性质。

二、安全科学的学科分类

根据以上初步建立的安全科学学科体系,在广泛征求有关专家和学者的基础上,我国建立了安全科学的学科分类,并被国家标准《学科分类与代码》收录,于2009年5月6日由中华人民共和国

国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会正式发布,并于2009年11月1日正式实行。在国家标准 GB/T 13745—2009《学科分类与代码》中,将安全科学技术列为一级学科(代码:620),该学科体系由11个二级学科和51个三级学科组成,安全科学技术下属的二级学科包括:安全科学技术基础学科、安全社会科学、安全物质学、安全人体学、安全系统学、安全工程技术科学、安全卫生工程技术、安全社会工程、部门安全工程理论、公共安全和安全科学技术其他学科。

1. 安全科学技术基础学科(代码:620.10)

安全科学技术基础学科是研究安全科学的基础理论并揭示安全的本质和运动规律的学科知识体系,它下属的三级学科包括安全哲学、安全史、安全科学学、灾害学、安全学、安全科学技术基础学科其他学科,是安全科学的基础。

2. 安全社会科学(代码:620.21)

安全社会科学是研究人的身心存在状态的运动及其变化规律,安全的本质及运动变化规律,建立起安全、高效的自组织的人机系统,形成保障人们自身安全健康的思维方法和知识体系,从而达到保护人的身心安全和健康的目的。安全学下属的三级学科包括安全社会学、安全法学、安全经济学、安全管理学、安全教育学、安全伦理学、安全文化学、安全社会科学其他学科。

3. 安全物质学(代码:620.23)

安全物质学即安全在物的方面的学问,暂时只列出名称,未下设三级学科。

4. 安全人体学(代码:620.25)

安全人体学下属的三级学科包括:安全生理学、安全心理学、安全人机学、安全人机学其他学科。

5. 安全系统学(代码:620.27)

安全系统学下属的三级学科包括:安全运筹学、安全信息论、安全控制论、安全模拟与安全仿真学、安全系统学其他学科。

6. 安全工程技术科学(代码:620.30)

安全工程技术科学是研究人类在生产或活动过程中,在防御各种灾害的过程中所采用的,以保证人的身心健康和生命安全,减少物质财富损失为目的的安全技术理论及专业技术手段的综合学科。其下属的三级学科包括安全工程理论、火灾科学与消防工程、爆炸安全工程、安全设备工程、安全机械工程、安全电气工程、安全人机工程、安全系统工程、安全工程技术科学其他学科。

7. 安全卫生工程技术(代码:620.40)

安全卫生工程技术是研究劳动条件对劳动者健康的影响以及研究改革劳动条件的一门学科,其首要任务是识别、评价、控制不良的劳动条件,保护劳动者的健康,而控制不良的劳动条件最根本的是改进工艺、改进生产过程,或者采用一些工程技术措施,使劳动者不接触或少接触职业危害因素。其下属的三级学科包括防尘工程技术、防毒工程技术、通风与空调工程、噪声与振动控制、辐射防护技术、个体防护工程和安全卫生工程技术其他学科。

8. 安全社会工程(代码:620.60)

安全社会工程是以管理科学的基本原理为基础,结合现代管理工程的新内容,吸收传统管理的成功经验,采用现代科学技术方法,实行教育的、法制的、经济的、技术的、行政的安全管理手段;其目的是调节人与其所处环境中相应的物质条件(设备、工具、产品、材料等)之间的关系,达到和谐、安全、高效,以实现劳动生产及社会活动正常运转,从而保护劳动者及公众的身心安全与健康。安全社会工程下属的三级学科包括:安全管理工程、安全经济工程、安全教育工程、安全社会工程其他学科。