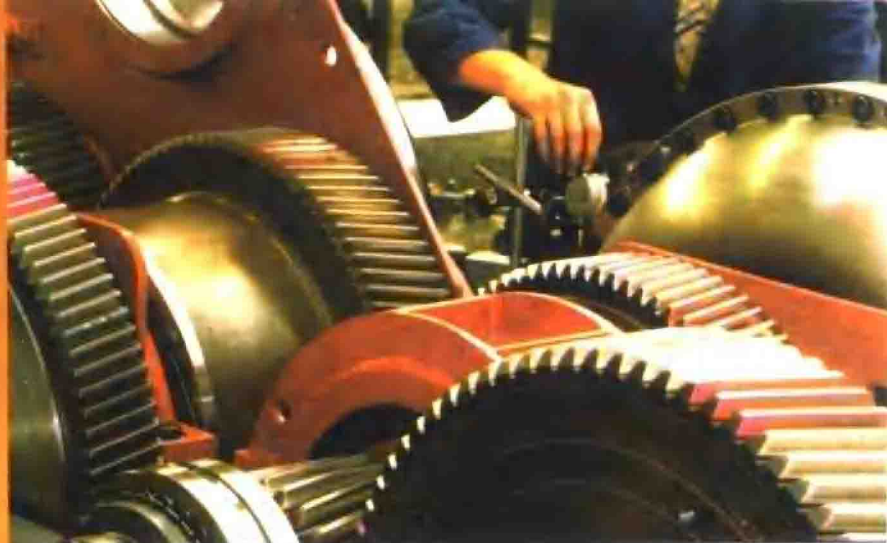


安全工程
管理丛书



安全人机工程

谢庆森 王秉权 主编

天津大学出版社

《安全工程管理丛书》之三

安全人机工程

谢庆森 主编
王秉权

天津大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全人机工程/谢庆森著. —天津: 天津大学出版社,
1999. 10
ISBN 7-5618-1233-7

I. 安… I. 谢… III. 安全学-人-机系统 N. X914

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 63163 号

出 版 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)
电 话 发行部: 022-27403647 邮购部: 022-27402742
印 刷 天津大学印刷厂
发 行 新华书店天津发行所
开 本 850mm×1168mm 1/32
印 张 12.125
字 数 316 千
版 次 1999 年 10 月第 1 版
印 次 1999 年 10 月第 1 次
印 数 1—5 000
定 价 17.00 元

安全工程管理丛书
编辑委员会

主 编：郭青山

副主编：陈荣金 阎祥安

杨长俊 王金波

王秉权

编 委：陈宝智 陈士俊

尹志营 滕桂兰

张立升 谢庆森

汪元辉 赵汝林

吴 英 刘弘沁

张津萍 周保群

刘浩平

导 言

为了尽快提高我国安全管理干部和有关人员的素质与管理水平,贯彻我国“安全第一,预防为主”的指导方针,更有力地做好劳动保护和安全生产工作,保证我国国民经济的顺利发展和社会稳定,天津大学和东北大学组织有关专家学者编写了这套“安全工程管理丛书”共6册,即《安全卫生》《安全心理学》《安全人机工程》《安全系统工程》《安全检测技术》《安全管理》。这套丛书比较全面和系统地介绍了安全科学技术学科的基本体系和内容。它的正式出版,对安全科学技术的教育、普及和发展等将产生积极作用,是一件非常有意义的事情。该套丛书可作为安全管理干部继续教育的教材,也可供大专院校安全工程专业学生参考。

世界各国的科技进步与经济实践的实践证明,做好劳动保护和安全生产,必须掌握安全科学技术方面的有关知识。它既是人类进入现代文明的一种科学观与方法论,也是现代工业生产的一种实践安全管理技术。真正使安全管理在物质文明和精神文明的建设中发挥作用,保证国家的经济发展和社会安定,还需要社会各界,包括政府与民间、教育与舆论界大力推动,认识安全管理与技术的科学性及其学科体系,学习安全科学技术方面的有关知识,充分联系实际,提高人员素质和管理水平。我衷心希望读者通过学习,掌握现代安全管理的科学理论和方法,能在实践中加以创造性的应用,并不断吸收国内外先进安全管理的新知识,开拓新思想,积累新经验,在迎接21世纪即将来到的挑战中,使我们的安全管理工作进入世界先进行列而进行不懈的努力。

天津大学在安全工程管理继续教育领域的研究与实践方面,

东北大学在安全科学技术的研究和本科生的教育方面,都是国内开展较早的高等学府。他们与国外许多学术团体和工业企业有着广泛的联系,在组织有关专家、教授编写这套丛书过程中,注意了吸收先进理论与技术、理论与实践的结合,得到原国家劳动部和天津市劳动局有关领导的关注与支持以及出版部门的配合,使该套丛书得以顺利出版。我衷心希望本书的出版,将有益于广大从事和关心安全工作的领导和读者,并起到一种开拓作用;希望各行各业有关的专家学者都来关心和支持,为推动安全科学技术的发展和做好安全生产工作,为我国的改革开放和经济发展建功立业。*



1999.3

* 本文作者杨新成同志现任天津市常务副市长、天津大学兼职教授

序 言

“安全第一,预防为主”是我国发展经济、保护职工健康的一贯方针。国务院对安全工作也曾明确指示:“安全生产是全国一切经济部门,特别是生产企业的头等大事。要采取一切可能的措施,保障国家和职工群众生命财产的安全,严防事故发生。”这就为安全生产与劳动保护工作指明了方向。在有关领导部门、科研单位和从事安全科学研究的专家们的共同努力下,经过四十多年的研讨、交流、实践和发展,我国的安全科学技术已初步形成了体系。1992年11月,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(学科分类与代码),将“安全科学技术”(代码为620)确立为一级学科(其中有5个二级学科和27个三级学科),并于1993年7月正式实行。这是我国安全科学发展史上的重要一页,并充分说明了它的科学性和国家对安全工作的重视。

在现代工业生产中,新产品、新技术、新工艺、新材料的不断出现,生产过程的大规模化、自动化和复杂化,以及各种有毒有害物质品种和数量的增多,对安全生产提出了更高、更严的要求。在这种形势下,安全生产已被提高到事关全局性的战略地位。实践证明,只要主管部门及产业领域认真对待人类面临的生产不安全因素,学习和掌握以劳动保护与控制事故为目的的新理论、新技术、新方法,就可以达到安全生产、保护职工的安全与健康、维护国家财产、促进社会生产力飞跃发展的目的。

要切实做好安全工作,管理是关键。从事劳动保护和安全的管理人员,除应具备有关生产管理的技术和知识外,还必须掌握安全科学技术的知识(如安全管理、安全系统工程、安全人机工程、安

全卫生、安全心理学及安全法律等知识)。但是,长期以来,不少人对安全工作缺乏足够的认识,没有把安全当作一门科学来对待,因而就难以预防事故的发生,出了事故只能头痛医头,脚痛医脚。目前,安全管理队伍存在着数量不足、素质不高、与当前技术发展的要求不相适应的状况。为了大量培养安全工程管理专业人才,提高在职干部的素质,天津大学成人教育学院与东北大学在多次举办“安全技术与管理”继续教育培训班和多年进行安全工程专业教学的基础上,在原国家劳动部有关领导和天津市委员会干部培训中心的支持下,组织有关专家教授,编纂了一套(6册)继续工程教育用“安全工程管理丛书”。这套丛书包括:

1.《安全卫生》。该书以卫生学和管理学的观点,介绍人体解剖学及生理防御功能的知识以及工业企业生产过程中造成的各种职业病的危害及其预防、治疗和急救措施。

2.《安全心理学》。该书以生产中人的安全问题为主线,从心理学观点出发,并吸收行为科学、生理学等多种学科的成果,系统地阐明了影响人在生产过程中的安全的各种心理因素以及外因对职工安全的心理影响机制,探讨了对职工进行安全教育的心理学手段与方法。

3.《安全系统工程》。该书从系统论和可靠性观点出发,应用工程学原理阐述了安全系统工程在现代安全科学管理中的基本概念及应用方法以及安全评价与决策。

4.《安全人机工程》。该书从安全出发,应用人机工程学的基本理论与方法,研究人的心理、生理及行为的特点,分析事故,从人机关系中寻找预防事故、提高人机可靠性的措施。

5.《安全检测技术》。该书从安全角度出发,系统地介绍了一些检测方法,如对有毒有害的气体、流体、粉尘、振动、噪声的检测以及设备故障诊断等。对有关动态检测所必需的理论基础和应用微机进行安全检测也作了适当介绍。

6.《安全管理》。该书从管理学的观点出发,应用安全工程的理论与方法,阐述了安全管理学的基本概念和理论,探讨了安全管理制度、安全技术措施及现代安全管理等内容。

本套丛书还应有一本对事故发生前的影响因素作出预判断为内容的《安全监控技术》,对导致这些问题的原因进行分析,及早采取必要的措施,以防事故发生。安全监控技术的内容如:安全预警监控的意义及其参数选取;安全预警监控系统的分类与设计;安全预警监控系统评价与保护对策等等。但是,由于这是一个新兴的技术,我们掌握资料不多,水平有限,无能力编写成册,所以使用本套丛书培训干部时,可请有关专家编写补充教材。有关安全与劳动保护法律、法规、标准等内容的培训,可便于了解国家安全法制内容,培养干部安全法制观念。但是,由于我国的法制还不够健全,而且经常有新的法律、法规出台,所以使用本套丛书培训时,可组织有关专家进行安全法规讲座。

本丛书可作为国家及地方劳动保护与安全主管部门、工矿企业、交通运输等单位从事此项工作的广大人员继续工程教育和岗位培训用教材,也可作为大专院校安全技术与管理专业的教科书或教学参考书,并可作为有关的技术人员、管理人员和工人学习安全生产有关知识的自学参考书。

本套丛书由天津大学成人教育学院策划并组织编写。

郭青山

1998.10

前 言

生产中伤害事故是经常发生的。分析事故的发生原因和研究事故的预防措施有两种不同的观点和方法：一种是传统的、不够全面和深入实际的观点和方法；另一种是现代的、科学的安全管理的观点和方法。实践证明，后者已经在提高生产安全性方面显示了重要的作用。人机工程学的观点和方法就是现代安全管理中的重要组成部分。

人机工程学原理已经普遍应用于机器和设备的设计制造。各种显示和控制机构的设计与改进、各种信号的设计与研究，还广泛应用于家具、服装的设计及其他生产和生活领域中。

编者为了适应现代化管理的发展和成人教育的需要，编撰了本书。主要目的是试图用人机学的原理，更广泛地探讨事故发生致因中人、机的作用，从而找到切实可行的预防方法。相信在广泛应用和研究的基础上，安全人机工程学必将更加充实、发展和完善。

在人机系统中，人是最主要和最积极的因素。因此，本书第二、三章叙述人的功能及生理、心理特性，目的是为研究人在事故过程中的作用提供基本知识和理论。第四、五章是从人机协调的角度叙述机的部分性能。第六、七、八章阐述人机系统中，人、机、环境相互协调的原则、问题及方法。

本书由谢庆森编写第五、七章，王秉权编写第一、二、三、六章，郭青山编写第四章，毕风荣编写第八章。全书由谢庆森、王秉权主编。由于编者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请有关专家和读者指正。

编者

目 录

第一章 概论

- 第一节 人机工程学的形成与发展····· (1)
 - 一、历史的回顾····· (1)
 - 二、人机学的产生和发展····· (2)
 - 三、人机学定义····· (5)
 - 四、人机工程学与其他学科的关系····· (6)
- 第二节 安全人机工程学的任务和主要内容····· (7)
 - 一、人机系统····· (7)
 - 二、人机系统的类型和功能····· (9)
 - 三、人机学研究的内容····· (12)
- 第三节 人机学的研究方法····· (13)

第二章 人机系统中人的特性····· (18)

- 第一节 人体尺寸的测量与计算····· (18)
 - 一、人体尺寸····· (18)
 - 二、人体尺寸概算法····· (27)
- 第二节 人体生物力学····· (31)
 - 一、骨骼与肌肉的力学性质····· (32)
 - 二、人体力学计算····· (36)
 - 三、肌肉力量的测定····· (40)
 - 四、人体动作的灵活性····· (43)
- 第三节 人的生理特征····· (46)
 - 一、神经与感觉····· (46)
 - 二、视觉特征····· (49)

三、听觉特征	(52)
四、肤觉及味觉、嗅觉	(56)
第四节 人的心理特征	(58)
一、个性心理及其对安全生产的影响	(59)
二、情绪与安全	(62)
三、社会心理与安全生产的关系	(64)
四、注意与不注意	(68)
第三章 安全人机系统中人的作业特性	(76)
第一节 作业特性	(77)
一、能量代谢	(77)
二、作业时氧消耗的动态	(83)
三、能量代谢的测定	(84)
第二节 劳动强度及其分级	(86)
一、劳动强度	(86)
二、劳动强度的分级	(87)
第三节 作业疲劳及其测定	(90)
一、作业疲劳	(90)
二、作业疲劳的调查与测定	(93)
第四节 作业疲劳与安全生产	(98)
一、疲劳与安全	(98)
二、防止过劳, 提高生产安全性	(101)
第四章 安全人机系统中的显示装置	(109)
第一节 显示器的类型与功能	(109)
一、视觉显示器的类型	(109)
二、视觉显示器的功能	(110)
三、其他显示器	(111)
第二节 显示方式的选择	(113)
一、显示方式的选择方法与原则	(113)

二、定量显示方式的选择	(114)
三、定性显示方式的选择	(116)
第三节 显示器的设计	(120)
一、指针式仪表设计	(122)
二、数字式仪表设计	(131)
三、信号器设计	(135)
四、显示器的布局	(137)
第五章 安全人机系统中的控制装置	(145)
第一节 控制器的类型及选择	(145)
一、控制器的类型	(145)
二、控制器的选择	(146)
第二节 操作控制系统的安全因素	(149)
一、操作误差及相关因素	(149)
二、控制器的工效因素	(151)
三、控制器编码	(155)
第三节 控制器的设计	(160)
一、手操纵控制器的设计	(161)
二、脚操纵控制器的设计	(178)
三、控制器的布局	(185)
第六章 作业空间环境及作业设计	(195)
第一节 作业域	(195)
一、上肢作业域	(196)
二、下肢作业域	(198)
第二节 作业空间分析	(200)
一、安全作业空间的分析与设计	(201)
二、潜在危险作业空间的分析与设计	(204)
三、设备危区的防护	(208)

第三节 安全作业研究与标准化作业	(212)
一、作业研究	(212)
二、作业的安全人机学分析	(218)
三、标准化作业	(224)
第四节 作业环境	(228)
一、照明	(228)
二、颜色及心理作用	(232)
三、噪声及振动	(236)
四、劳动环境的微气候	(247)
第七章 安全人机系统的设计与分析评价	(257)
第一节 人机系统的设计	(257)
一、人机系统	(258)
二、人机系统设计程序	(261)
三、人机系统的设计方法	(264)
第二节 人机系统的可靠性	(271)
一、人的可靠性	(272)
二、机器的可靠性	(279)
三、环境因素	(287)
第三节 人机系统的分析评价方法	(293)
一、链式分析评价法	(293)
二、事故树分析评价法	(296)
第八章 安全人机工程学的应用	(304)
第一节 在工业生产中的应用	(306)
一、铸造生产中人机工程研究内容	(306)
二、铸造生产中人机工程研究方法	(307)
三、铸造生产中人机系统的改进	(312)
第二节 在农业机械化作业中的应用	(315)
一、联合收割机与拖拉机的人机工程问题	(317)

二、联合收割机与拖拉机的人机工程研究	(317)
第三节 在交通运输业中的应用	(320)
一、汽车事故与人的作业研究	(321)
二、汽车的人机系统设计	(325)
三、交通系统的改善	(333)
第四节 在生活领域里的应用	(335)
一、日用工业品设计	(336)
二、室内设计	(341)
附录	(351)
附录 1 国外成人身体静态尺寸	(351)
附录 2 工作系统设计的人机工程学原则 (ISO6385 - 1981 (E))	(359)
参考文献	(366)

第一章 概 论

第一节 人机工程学的形成与发展

一、历史的回顾

人机工程学是近 50 年发展起来的一门边缘学科。这个学科以人的因素为基本点研究人和机之间的工作关系,所以美国称之为 Human Factors,即人的因素。西欧通用的名称是 Ergonomics。这一名词是由希腊文的 Ergon(工作)和 nomos(规律)所组成,意思是工作规律学。日本引译英国名称——Human Factors Engineering,译成“人间工学”,即人的工程学。我国根据不同外文名称,译名较多,有“宜人工程学”、“人机工程学”、“人类工程学”、“机械设备利用学”、“人体工程学”以及“工效学”等。工效学和人机工程学两词在国内已被普遍接受。前者侧重于研究工作效率问题,后者着重于人机之间的关系的研究。

人机工程学的“机”是广义的,泛指机器、设备、仪器及仪表、场地、工具、车辆、被服等。

工具是手的延长,它在人类历史发展的进程中占有极为重要的地位。人类社会就是以工具的发展标志其阶段和进步水平的,如石器时代、铜器时代等。人与工具存在着相互依存和制约的关系。工欲善其事,必先利其器。此道理很早就被我们的祖先所认

识。人类的文明进程不断地把工具由简单推进到复杂,由低级推进到高级,使其更科学、更适合于人类使用并创造更高的劳动生产率。有的学者把这种古典的人机关系,广义地称为经验人机学。

二、人机学的产生和发展

工业革命揭开了现代文明的帷幕,科学技术日新月异地向前发展,改革工具的要求也日益迫切。一方面是新机器的不断涌现,另一方面则开始研究人如何适应机器的要求,创造出更高的劳动效率,这就是早期的工效学。最著名的铁锹作业试验就是这方面研究的典型实例。1898年美国的泰勒(F.W.Taylor)分别用铲煤容量为5kg、10kg、17kg、30kg的铁锹进行铲煤试验。结果是使用容量为10kg的铁锹铲煤效率最高。这是工效学研究的早期成功范例。此后,各种作业研究盛极一时,取得了显著的成就。如1911年吉尔布莱(F.B.Gilbreth)对美国工人的砌砖作业用摄影机拍摄下来,对作业动作进行分析研究,使劳动效率提高两倍。至今,动作分析仍然是人机学的重要研究方法。1884年德国学者莫索(A.Mosso)利用人体电流的变化测量人的疲劳程度,称为肌肉疲劳试验。这是“劳动科学”研究的开始。早期把这些内容统称为工效学。

直至第二次世界大战时,工效学的研究仅着眼于如何使人适应机器和工具而获得更高的工作效率,从未系统地考虑过机器适应人的各种特征的问题。20世纪以来,社会商品竞争不断,追求高效率、高产量,新机器也不断出现。这些设备往往超过人的能力极限和耐受界限。在战争中出现的新式飞机、雷达等武器,由于其速度和信号提取方式和人的生理及心理特点不相适应,常在训练中发生重大事故,以致训练损失大于实战损失。实践证明,在现代技术中,人的作用不是削弱而是加强了。一方面对操作者的素质提出了新的要求,另一方面也迫切要求在设计新机器、新设备的同时必须充分考虑人的各种因素。从此以后,设计工作不再是单纯