


1

高等学校工业工程专业主要课程系列教材

人因工程学

张宏林 主编

Human
Human
Human
Factor
Factor
Engineering
Engineering
Engineering
Factor
Engineering

 高等教育出版社

高等学校工业工程专业主要课程系列教材

人因工程学

张宏林 主编

撰稿人:(按撰稿章节前后排序)

张宏林 赵秀霞 吴永春

高等教育出版社

内容简介

本书以人为中心,从人、机、环境三个方面系统地阐述了人因工程的基本理论和方法。全书包括人因工程概论,人的作业能力和疲劳,人体测量与人体机能特征,人因系统中的环境因素,人因系统中的机器体系,工作空间,人机系统分析与评价和事故分析与安全设计等内容。本书可作为高等院校工业工程、工业设计、企业管理、安全工程、人力资源等专业的教材或教学参考书,也可供有关工程技术人员、管理人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

人因工程学/张宏林主编. —北京:高等教育出版社,
2005.6

ISBN 7-04-017245-3

I. 人... II. 张... III. 人体工效学-高等学校-
教材 IV. TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 050787 号

策划编辑 童 宁 责任编辑 马盛明 吕燕玲 封面设计
责任绘图 朱 静 版式设计 马静如 责任校对 殷 然
责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	天津新华印刷二厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×960 1/16	版 次	2005 年 6 月第 1 版
印 张	24.75	印 次	2005 年 6 月第 1 次印刷
字 数	460 000	定 价	30.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17245-00

高等学校工业工程专业主要课程 系列教材编委会

主任:钱省三

副主任:罗国勋

委员:(按姓氏笔画排序)马汉武 方庆瑄

刘明周 任志宇 叶春明 宋国防

吴爱华 张宏林 罗国勋 施国洪

钱省三 曹国安 阚树林

序 言

工业工程(IE)是以系统效率和效益为目标的工程技术。

伴随着人类社会工业化的进程,工业工程已走过了 100 多年的历史。19 世纪末 20 世纪初,以泰勒和吉尔·布雷斯为代表的科学管理是工业工程的奠基学说,对工业工程的诞生起了决定性的作用。20 世纪 50 年代,运筹学、工业生理学、工业心理学的广泛应用,推动了工业工程的发展。运筹学方法的引入,使工业工程从经验的、较为定性的研究转为科学的、定量的研究;基于工业生理学、工业心理学的人因工程,使早期工业工程将人看成机器,转为研究人怎样在工作中更好地发挥作用,从而形成了现代工业工程的基本特点。20 世纪 60 年代的质量革命,从效率和成本至上,转为效率、成本和质量并重,将效益的涵义从企业内部延伸到企业外,从经济效益拓展到社会效益。突飞猛进的信息技术推动现代工业工程的突破,使得原本无法求解的大系统可以借助计算机进行有效优化;对包含人在内的工业工程系统的仿真,可研究、判断及评价不同的方案的影响。工业工程的应用领域不断扩大,从制造业扩展到服务业、金融业、物流业等,几乎所有有组织的社会化生产活动都成为现代工业工程的主要服务对象。

世界经济的历史表明:工业工程对人类社会,尤其是对西方的经济和社会发展起了巨大的推动作用。诸多工业发达国家的经济发展均与其雄厚的工业基础及其工业工程实力有着密切的联系。许多新兴工业国家和地区的国民经济增长跨过劳动力驱动和资本驱动两个阶段,进入到知识驱动的发展阶段。在美国,工业工程与机械工程、电子工程、土木工程、化工工程、计算机工程、航空工程并称七大工程,其重要性可见一斑。

众所周知,工程技术是对特定的技术领域而言的,主要解决与产品相关的技术问题。惟独工业工程直接面向生产运作或服务过程,因此不仅与各种工程技术有关,而且还与数学、人因学、经济学、管理学等有着密切的关系。由于工业工程致力系统的效率与效益,因此工业工程的研究永远强调关注整个系统。从泰勒时代研究动作的经济性和流程经济性,到 20 世纪五六十年代的作业管理,研究整个作业系统的优化,到如今不仅优化自己还要优化别人,研究如何使整个供应链以最低的成本和最高的效率运作。经过百余年的发展,工业工程已成为以系统工程为方法论,以运筹学等数学方法、经济、管理及人因学等为理论基础,以现代信息技术为工具,用工程量化的分析方法对包括制造业、服务业在内的由

人、物料、设备、能源、信息等多种因素所组成的各种复杂的企业或组织系统中的实际工程与管理问题进行定量、系统的分析、设计与优化,从而实现系统的最大效率和效益,是其他工程所不能替代的,同时又是对其他工程互补性很强的一项综合性边缘学科。

在改革开放经历了20年的发展之后,中国经济已进入了一个崭新的发展时期。面对全球经济一体化,竞争日趋激烈。政府与企业从过去的资金引进,转变成成为技术、管理、人才的引进,其中也包括对工业工程的引进。国家和企业开始关心如何将过去粗放型管理变为以量化为基础的精益管理模式,如何尽快地改善企业的经营效益,如何尽快地提高企业的素质,如何尽快地提升中国工业整体的综合竞争能力。工业工程的发展,工程与管理的结合,对各类企业的运作研究,正是要解决这些问题。由于世界经济结构的新一轮“洗牌”,中国将成为世界加工中心,这就更需要引进和发展工业工程。

工业工程对于企业乃至国家经济效益的推动作用已经过发达国家的实践验证,是企业参与市场竞争的必修课。工业工程有一套完整的学科技术体系,它的应用和推广要求必须熟悉这套完整理论,并结合应用者的实际情况。工业工程在不断发展,随着市场和技术的发展,随着人们对工业发展的长期实践、认识与研究,在近30年里,各种先进的生产模式层出不穷,如对世界制造业产生重要影响的准时生产方式(Just In Time, JIT)、精益生产方式(Lean Production),具有信息时代生产制造特征的敏捷制造方式(Agile Manufacturing),以及现在谈论很多的大规模定制生产方式(Mass Customization)。每一种生产方式,都极大地影响着整个企业的运作,通过改善企业的业务流程,改变和发展了企业的经营方式,从而推动了近半个世纪的高速发展。

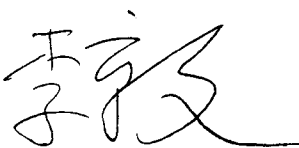
推广工业工程,人才必须先行。工业工程人才应具有成本效率意识、系统意识、成功环境意识、简化和标准化意识、人本意识,能用工业工程思维方法思考问题,能发现常人看到而未意识到的问题。工业工程专业人才是一种高素质复合型人才,必须经过严格的专业训练。若无一支有相当数量、训练有素的工业工程专业队伍,则将无法担当起工业工程推广、应用、研究和创新的重任。令人欣慰的是,由于国家和政府有关部门的重视,虽然我国引进工业工程不过十几年,但目前已有百余所高校开设工业工程专业,正在为我国培养经济建设所急需的工业工程专业人才。

教材建设是培养工业工程人才的基础建设之一。华东是我国经济发达的地区,华东地区的几所大学最早引进和应用工业工程,在20世纪90年代初设置工业工程专业。经过十余年的教学实践和科学研究,在培养工业工程专业人才的同时,积累了较丰富的经验和大量的第一手资料,在此基础上编写了《基础工业工程》、《人因工程》、《规划实施与物流系统设计》、《生产计划与控制》、《质量管理

与可靠性》等工业工程主要课程教材。教材综合了作者们教学实践和研究的心得及相关课题研究成果,十分注意工业工程实践性很强的特点和信息技术不断向工业工程渗透的趋势,在阐述基本理论、基本方法的同时,引入大量的实例和案例,在示例分析时尽可能采用可视化技术和相应的计算机平台,使这套教材有其显著的特点。相信这套教材的发行,将有助于我国工业工程人才的培养,有助于工业工程在我国企业的推广应用。

我深信随着中国企业对工业工程的不断认知,工业工程将为我国从制造大国向制造强国的迈进打下实实在在的基础,将对我国社会和经济的发展发挥越来越重要的作用。

中国工程院院士



2005年1月于北京

III

序

言



前 言

人因工程是人体科学、工程科学、劳动科学、管理科学等相互融合而成的一门综合性边缘学科。它的理论体系形成于20世纪40年代,在工业发达国家备受普遍重视,70年代末在我国逐渐兴起。80年代国内出版了若干相关参考书籍和教材,但因当时国内有关数据、标准尚少,加上缺乏长时间教学实践,从各个方面特别是内容体系上尚有所欠缺,以致于难以选择合适的教材,以适应教学要求。

本书以人因工程三大要素——人、机、环境为对象,以人为中心,按照人因工程中人的因素、机的因素、环境因素展开讲述,最后介绍人因工程的原理和方法、系统的设计分析和评价等内容,从而构成人因工程理论体系框架。

本书是在广泛收集国内外资料,总结人因工程在我国理论研究成果的基础上,结合作者多年的教学经验编写而成。编写力求理论体系完整、资料新颖和系统性、科学性、逻辑性。编写中注意和吸收了国内外现有教材中的一些优点(恕不一一注明)使本书尽量做到博采众长。

本书主要针对高等院校管理科学与工程学科工业工程专业教学用教材而编写,此外还从内容体系设置上力求适应工业设计、安全工程等专业要求,也可供有关工程技术人员和管理人员参考。

本书的第一、二、七章由山东大学的张宏林编写,第三、四、五、六章由济南大学的赵秀霞编写,第八、九章由山东建筑工程学院的吴永春编写,由张宏林任主编。

书稿由吴爱华审阅。写作过程中,曾得到张绪柱、王平、崔鲁光等的支持和帮助,在此一并表示感谢。

限于编者水平,再加上时间仓促,虽经多次修改,书中不妥和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2005年1月于山东大学

目 录

第一章 人因工程概论	1
第一节 人因工程发展	1
第二节 人因工程研究与应用	5
第二章 人的作业能力和疲劳	13
第一节 人体的运动机制	13
第二节 人的作业能力	23
第三节 疲劳	39
第三章 人体测量与人体机能特征	51
第一节 人体测量	51
第二节 人体的机能特征	84
第四章 人因系统中的环境因素(一)	116
第一节 微气候	116
第二节 振动和噪声	129
第五章 人因系统中的环境因素(二)	149
第一节 环境照明与色彩调节	149
第二节 空气污染	170
第三节 特殊作业环境	181
第六章 人因系统中的机器体系	184
第一节 显示器	184
第二节 控制器	215
第三节 显示器与控制器组合	237
第四节 工具	241
第七章 工作空间	246
第一节 作业面	247
第二节 座位	261
第三节 工位布置	268
第四节 工作心理空间	278
第八章 人机系统分析与评价	282
第一节 人机系统	282
第二节 人机系统设计模型	285

第三节	人机系统分析	297
第四节	人机系统评价	334
第九章	事故分析与安全设计	346
第一节	事故理论	346
第二节	安全设计	365
参考文献	379

II



第一章

人因工程概论

在人类及人类生产的进化过程中,从最原始的完全依靠自然生存到逐渐学会制作简单工具,再发展到掌握各种复杂技术直到人类现在能设计制造和运用各种现代工具设备乃至设计运用机器体系,生产各种产品满足人类日益增长的物质与文化的需要。在这个过程中科学技术作为生产力发挥着至关重要的作用。然而其中技术发展与人的因素是不可分割的,研究工具设备及生产体系中的人的因素是人因工程研究与发展的起因。随着生产技术和人类自身的研究的深入,人因工程学的研究不仅越来越深入地和技术融合在一起,而且也越来越深入地融入到产品和人们的生活之中。本章介绍人因工程学科的形成、发展,人因工程学的重要性,人因工程的研究内容、研究方法和应用。

第一节 人因工程发展

1

一、人因工程定义

人因工程(human factors or human factor engineering)是研究人、机器及环境之间相互联系、相互作用的学科。该学科在自身的发展过程中,逐步打破了各学科的界限,并有机地融合了各相关学科的理论,不断地完善自身的概念体系、理论体系、研究方法以及标准规范,从而形成了一门研究内容和应用极为广泛的综合性边缘学科。和其他边缘学科一样,在其发展历程中,都有着学科命名多样化、学科定义不统一、学科边界模糊、学科内容综合性强、学科应用范围广泛等一些共有特征。正因如此,它所涉及的各学科、各领域的专家学者都试图以各自的角度依据不同侧重点来定义和命名该学科,造成学科命名多样化。世界各国对本学科的命名都不尽相同,甚至即使同一个国家对本学科的名称也很不统一,甚至还有很大差别,到目前为止,对人因工程学尚无统一的定义和命名。

例如,著名的人因工程学专家 W·E·伍德森(W. E. Woodson)认为:人因工程研究的是人与机器相互关系的合理方案,亦即对人的知觉显示、操纵控制、人机系统的设计及其布置和作业系统的组合等进行有效的研究,其目的在于获得最高的效率和作业时感到安全和舒适。

苏联学者将人因工程定义为:人因工程学是研究人在生产过程中的可能性、劳动活动方式、劳动的组织安排,从而提高人的工作效率,同时创造舒适和安全的劳动环境,保障劳动人民的健康,使人从生理上和心理上得到全面发展的一门学科。

国际人机工程学会(International Ergonomics Association, IEA)定义人因工程学是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和心理学等方面的因素,研究人和机器及环境的相互作用,研究在工作、生活和休假时怎样统一考虑工作效率、健康、安全和舒适等问题的学科。

《中国企业管理百科全书》中对人因工程下的定义为人因工程学是研究人和机器、环境的相互作用及其合理结合,使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理特点,达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

人因工程在美国多称为“人类工程学”(human engineering)或“人类因素”(human factors),也称“生物工艺学”(biotechnology)、“工程心理学”(engineering psychology)或“应用实验心理学”(applied experimental psychology)等,在西欧国家多称为“工效学”(ergonomics),日本和苏联都没用西欧的名称,日语译为“人间工学”(マーモノミシケス),俄语译为“эргономика”。

“ergonomics”一词源自希腊文,“ergos”意指工作劳动,“nomos”指规律、规则,复合而成意指人的劳动规律,是1957年波兰雅斯特莱鲍夫斯基教授首先提出来的。他认为该词便于各国语言翻译上的统一,而且保持中立性,不显露它对各组织学科的亲密和间疏,因此目前较多的国家采用“ergonomics”,该名称也被国际性的工效学会会刊所采用。人因工程研究在我国起步较晚,早期称“人机工程学”、“人类工程学”者居多,稍晚改称“工效学”者居多,现称“人因工程学”者较多,此外自始至终称“人体工程学”、“人-机-环境系统工程”、“人类工效学”等也不在少数。任何边缘学科的命名和定义,特别是新兴边缘学科,随学科的不断发展和研究内容的扩展,其名称和定义多发生变化。

综上所述,尽管对人因工程的命名多样、定义歧异,但有两点是共同的:①人因工程的研究对象是人、机与广义环境的相互关系(包括生理的、心理的)。②人因工程的研究目的是如何达到安全、健康、舒适和工作效率的优化。再者其研究方法、理论体系并不存在根本的区别。

二、人因工程的发展

人因工程学素有“起源于欧洲,形成于美国”之说,这是因为西方人多认为英国是世界上开展人因工程研究最早的国家,但本学科的奠基性工作实际上是在美国完成的。人因工程思想萌芽可追溯到人类的早期活动,其学科形成与发展经历了漫长的历史阶段。在我国两千年前的“冬官考工记”中,就有按人体尺寸

设计工具和车辆的论述,这便是当今人因工程中的“机器适应人”(machine to human)的思想。

第一次产业革命和第二次产业革命时期,人类的劳动和生活进入了机器时代,人的劳动作业关系复杂程度和负荷在量与质上有了深刻的变化,人们不得不采用当代的科学研究手段处理所面对的人-机-环境关系问题。20世纪初期的泰勒(F. W. Taylor),首开用当代的科学方法对生产领域中的工作能力和效率进行研究的先河,备受美国和西欧各国的推崇及推广应用,由此泰勒及其追随者的科学管理理论不仅为管理理论奠定了基础,也为人们在运用科学方法研究人因工程作出了开拓性贡献。直到第二次世界大战研究者大都是心理学家,其中突出的代表是美国哈佛大学的心理教授 H·闵斯特博格(H. Munsterberg),其代表作是《心理学与工作效率》。他提出了心理学对人在工作中的适应性与提高效率的重要性,把心理学研究工作与泰勒的科学管理理论联系起来,对选择和培训人员、改善工作条件、减轻疲劳等问题做了大量的实际工作。另一代表人物是梅奥(Elton Mayo,澳大利亚学者,研究哲学、心理学,后移居美国),其代表著作是《工业文明中的人类问题》。梅奥通过霍桑试验研究,促进工人和管理者的通力合作。这一阶段的人因工程研究工作主要是通过测试来选择工人,安排工作,规划和利用人力资源,制定培训方案,研究优良的工作条件、好的管理组织形式,研究工作动机,促进工人和管理者之间的合作。

战争犹如催化剂和促进剂,第一次世界大战期间由于战争中各种新式武器的不断出现,相关人因工程问题的研究及解决显得更为迫切。各参战国几乎都有心理学家去解决战时兵种分工、特种人员的选择训练及军品生产中的疲劳问题,其研究特征是选拔和训练人,使“人适应机器”(human to machine)的设计思想。在第二次世界大战期间武器装备性能大大的提高,但由于其设计没有充分考虑人因工程问题,使武器装备的性能得不到充分发挥,甚至常有差错事故发生。这便使人们认识到,人因工程研究是武器装备设计不可忽视的问题,也是迫切需要解决的问题,这个时期对人因工程的研究也就从“人适机”转入“机宜人”的新阶段。从此,工程技术才真正大量地与生理学、心理学等人体科学结合起来。第二次世界大战结束后,人因工程研究成果广泛地应用于工业领域。1949年在默雷尔(Murrell)的倡导下,英国成立了第一个人因工程学科研究组,翌年2月16日在英国海军部召开的会议上提出了工效学(ergonomics)这一名称,正式宣告人因工程学作为一门独立学科的诞生。1949年查帕尼斯(A. Chapanis)等人出版了《应用实验心理学——工程设计中人的因素》一书,总结了第二次世界大战时期的研究成果,系统地论述了人因工程基本理论和方法,为人因工程学奠定了理论基础。1954年伍德森发表了《设备设计中的人类工程学导论》,1957年麦克考米克(E. J. McCormick)出版了《人类工程学》一书,该书相继被美国、欧洲

和日本等国广泛用作大学教科书。

20世纪50年代计算机应用迅速发展,特别是60年代载人航天活动取得了突破性进展,这一切使得人因工程问题的研究显得更为重要,在欧美等发达国家都建立了专门机构研究人因工程问题,研究工作也由“人适应机器”、“机器适应人”、“环境适应人(environment to human)”的各个领域转入人因系统理论上,更加系统地研究人-机-环境最佳匹配,以保证系统整体最优。自60年代,除美英外苏联、德国、日本、荷兰、瑞士、丹麦、瑞典、芬兰等国也都成立了相应的学会和研究机构。1960年正式成立国际人机工程学会。IEA成立至今已分别在瑞典、德、英等国家召开了十三次国际性学术会议。人因工程理论在工业界广泛应用,人因工程标准化问题也日益变得重要,所以国际标准化组织(ISO)于1957年设立人因工程学术委员会负责有关标准化的制定工作。

IEA在其会刊中指出,现代人因工程学发展有三个特点:

1) 不同于传统人因工程研究中着眼于选拔和训练特定的人,使之适应工作要求,现代人因工程学着眼于机械设备的设计,使机器的操作范围不超出人类能力界限之外。

2) 密切与实际应用相结合,通过严密计划设定的广泛实验性研究,尽可能利用所掌握的基本原理,进行具体的机械装备设计。

3) 力求使实验心理学、生理学、功能解剖学等学科的专家与物理学、数学、工程学方面的研究人员共同努力、密切协作。

近期人因工程研究方向多为工作负荷研究,工作环境研究,工作场地、工作空间、工作装备的人因工程学研究,信息显示计算机设计与使用的人因工程学研究,安全管理与人的可靠性研究,工作成就的测量和评定研究,机器人设计的智能模拟研究等。

我国的人因工程研究起步较晚,但近期发展较快。解放前仅有少数人从事工程心理学的研究,到20世纪60年代初也只有中科院、中国军事科学院等少数单位从事本学科中个别问题的研究,而且研究范围仅局限于国防和军事领域。十年动乱期间,本学科研究一度停滞,直到70年代末才进入较快的发展时期,1980年建立全国人类工效学标准化技术委员会,至1988年已制定有关国家标准22个。1980年成立中国人类工效学学会,中科院心理所及一些高校分别建立了人因工程研究机构,它的研究和应用已广泛涉及铁路、冶金、汽车运输、工程机械、机床设计、航空航天、医药、航海、电子、能源等诸多领域并取得不少成绩,它的不断发展和日趋完善,将在科学技术的发展中发挥积极的作用。

三、人因工程学体系及与其他学科的关系

人因工程是一门新兴的综合性边缘学科,具有现代交叉学科的特征,同时也

和其他学科一样,从其他学科中吸取了丰富的理论知识和研究手段,有着自身的理论体系。

该学科的根本目的是通过揭示人、机、环境三要素之间的相关关系规律,使人-机-环境系统整体优化,充分体现了本学科是“人体科学”、“技术科学”、“环境科学”间的有机融合,也就是说它是“人体科学”、“技术科学”、“环境科学”在工程领域中相互渗透、相互交叉的产物,如图 1-1 所示。

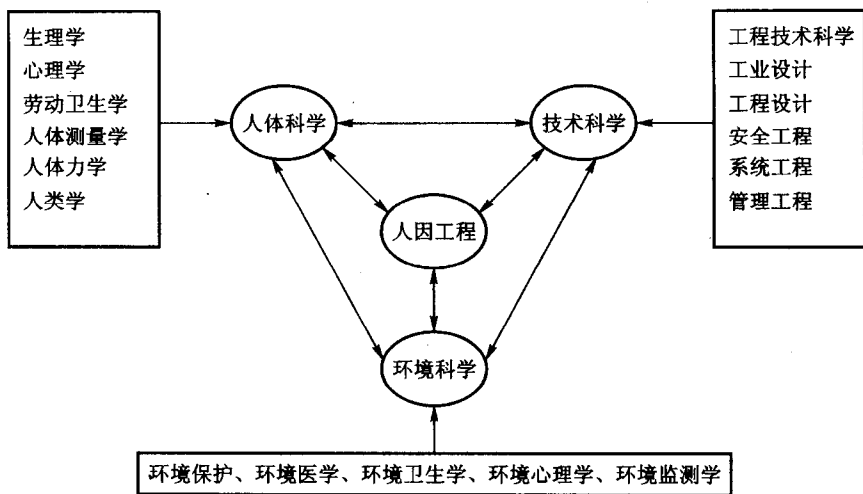


图 1-1 人因工程学体系及与其他学科的关系

第二节 人因工程研究与应用

一、人因工程研究的任务和内容

人的工作主要有三种类型:肌肉工作、感知工作和智能工作。现代的机器装备及机器体系,不仅可以代替肌肉工作及延长人的体力,而且还可以承担一定的感知工作和智能工作。虽大部分体力劳动可以由机器体系代替,但至今还不能完全代替体力劳动,更不能完全代替脑力劳动。在生产系统中,由人、机器和环境条件构成的有机综合体中,人始终是主体。人因工程的主要研究任务是把人、机、环境作为一个整体研究,使机器的设计和环境条件的控制适合人的生理、心理特征,从而达到高效、安全、健康和舒适的目的。

人因工程研究的内容包括理论和应用两个方面,随着工业化程度的提高,学

科研究的内容由人体测量、环境因素、作业强度和疲劳等方面的研究,转到操纵显示设计、人机系统控制以及人因工程原理在各种工业与工程设计中应用等方面的研究,进而深入到人因工程前沿领域,如人机关系、人与环境关系、人与生态、人的特性模型、人机系统的定量描述、人际关系,直至团体行为、组织行为等方面的研究。

通过人因工程任务的探讨,人因工程研究内容可概括为以下几个方面。

1. 人体因素的研究

人的生理、心理特性和能力限度是人-机-环境系统设计的基础。从工程设计的角度出发,人因工程研究与人体有关的主要内容是人体形态特征参数、人的感知特征、人的行为特征与可靠性以及人在劳动过程中的生理、心理特征等,从而为与人体相关的设施、机电设备、工具、用品、用具、作业以及人-机-环境系统设计提供有关人的数据资料和要求。

2. 工作场所和信息传递装置设计研究

工作场所包括工作空间、座位、工作台或操纵台等。工作场所设计的是否合理,将对人的工作效率产生直接的影响。只有使作业场所适合于人的特点,才能保证人以无害于健康的姿势从事劳动,既能高效地完成工作,又感到舒适和不致过早地产生疲劳。

人与机、环境之间的信息交流是通过人机界面上的显示器和控制器完成的。为了使人机之间的信息交换迅速、准确且不易使人疲劳,所以要研究显示器使和人的感觉器官的特性相匹配,研究控制器使其和人的效应器官相匹配,以及它们之间的相互配合问题。

3. 劳动生理与作业分析的研究

人因工程研究人从事不同作业时的生理、心理变化,并据此确定作业的合理负荷及能量消耗,制定合理的休息制度,采取正确的操作方法,以减轻疲劳,保障健康,提高作业效率。

人因工程还研究作业分析和动作经济原则,寻求经济、省力、有效的标准工作方法和标准作业时间,以消除无效劳动,合理利用人力和设备,提高工作效率。

4. 人机系统的设计研究

人机系统总体效能的发挥首先取决于总体设计,所以要在整体上使机与人相适应。应根据人和机各自的特点,合理分配人机功能,使其在人机系统中发挥各自的特长,并互相取长补短、有机配合,保证系统的功能最优。

5. 环境控制与安全保护

人因工程通过研究温度、湿度、照明、噪声、振动、色彩、空气污染等一般工作与生活环境条件对人作业活动和健康的影响以及控制和改善不良环境的措施,来保护操作者免遭因作业而引起的疾患、伤害。

随着科学技术的进步,工作成效的测量与评定、人在异常工作环境条件下的生理效应以及机器人设计的智能模拟等也是人因工程研究的重要内容。

二、人因工程的应用

人因工程的应用十分广泛。在不同的产业部门,人因工程的应用课题如表 1-1 所示。

三、人因工程研究方法

人因工程是以人及有关的机器设备和所处的环境为研究对象,研究方法通常针对不同的研究特征,将其分为三类:描述性研究、实验性研究和评价性研究。现实中的具体课题研究往往涉及多个类别,虽然每一类都有不同的目标,使用不同的方法,但其过程和研究程序与分析解决问题的方式方法相类似,都有确定目标、收集资料、制订方案、综合评价、供决策者参考这样一个基本过程。

1. 人因工程一般研究程序及内容

(1) 确定目标

人机系统有许多问题需要解决,因此必须逐个分析界定,选择系统中的主要问题作为研究目标。比如,长期效率比较低的作业环节、标准化欠佳的操作、事故频发的作业等。

(2) 收集资料

没有一定的资料既不能作出定性分析,也不能作出定量分析,因此,必须占有必要的资料。收集资料时,首先应针对研究目标,广泛收集与目标有关的资料;其次对于数据资料还应具有连续性和准确性;还要对所收集的资料进行科学整理,反映出事物的相关性和规律性。

(3) 制订方案

在收集资料的基础上,应拟制多种备选方案。各方案应满足整体详尽性、相互排斥性和可比性要求。

(4) 综合评价

通过对备选方案的试验、实验、费用、效果等分析比较,进行可行性论证,选出优化满意的方案,供决策者决策参考。

2. 人因工程一般研究方法分类

(1) 描述性研究

描述性研究用于描绘人的某些特性。如人体尺寸的测量、不同年龄人的听力损失、能够抬多重的箱子等。

虽然描述性研究比较枯燥,但它们对于人因科学的意义非常重要。许多设计决策都是基于它得出的基本数据。另外,在方案给出之前,描述性研究还常用