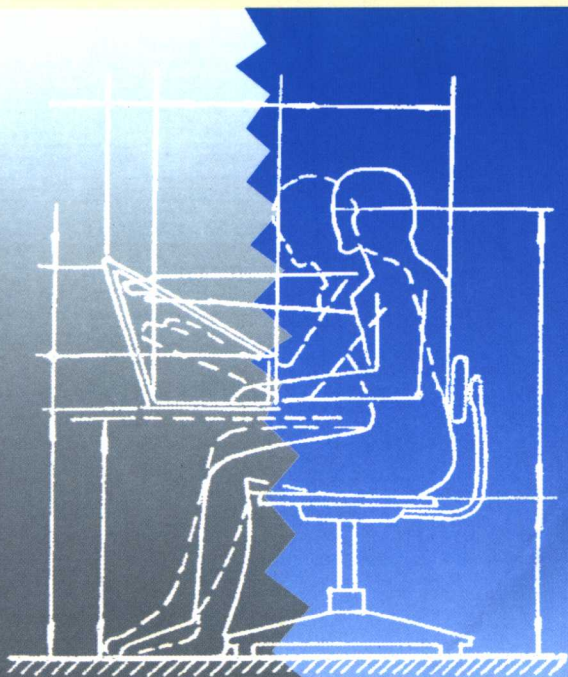


人因工程学

(第2版)

郭 伏 杨学涵 编著



NEUPRESS
东北大学出版社

人因工程学

(第2版)

郭 伏 杨学涵 编著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 郭 伏 杨学涵 2005

图书在版编目 (CIP) 数据

人因工程学 / 郭伏, 杨学涵编著. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2001.5 (2006.2 重印)

ISBN 7-81054-638-4

I. 人… II. ①郭… ②杨… III. 工效学 IV. TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 027455 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 葫芦岛日报印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 140mm×203mm

印 张: 13.75

字 数: 357 千字

出版时间: 2001 年 5 月第 1 版

2005 年 1 月第 2 版

印刷时间: 2006 年 2 月第 4 次印刷

责任编辑: 秦振华 责任校对: 张淑萍

封面设计: 唐敏智 责任出版: 杨华宁

定 价: 24.80 元

内 容 简 介

本书阐述了有关生产（或服务）和管理系统优化的人因工程学思想、概念、原则、原理和方法。全书6篇21章，主要内容包括：人因工程学导论，工作环境，工作效能，人体测量与工作空间，人机系统与人机界面以及人为失误与安全等。

本书可作为高等院校管理学科中管理科学与工程、工业工程、工商管理和工业设计等专业的教材，也可作为各行各业的工程技术人员和管理人员学习参考书，还可供有关人因工程学工作人员参考。

前 言

人因工程学，即人的因素工程学，是近几十年发展起来的一门交叉性应用科学。随着技术进步和社会发展，涉及人因工程学的领域非常广泛。管理学科与人因工程学的关系也越来越密切。目前，许多发达国家及一些发展中国家，都把这门科学作为大学的工程和管理类学科的专业基础课或专业课。我国一些高校于20世纪80年代初也开设了这方面课程，有的还建设了实验室。近些年来，随着我国教育事业的发展，许多高校的管理类专业如管理科学与工程、工业工程、工商管理等都开设了这门课程。

关于这门课程的名称，各个院校不尽相同。目前大体有以下几种：人类工效学、工效学、人机工程学、安全人机工程学、人体工程学、工程心理学、管理工效学和人因工程学等。之所以有不同的名称，其原因之一是不同院校或不同专业，在课程内容的选取上有所区别，有各自不同的侧重点。本书称为《人因工程学》，其意是特别强调在生产与管理系统中重视人的因素的作用，要求掌握必要的人因工程学有关思想、理论和方法。

作为管理学科的人因工程学课程，应当讲授哪些内容，这是一个有待继续讨论的问题。通过多年的教学实践，我们粗略地认为，本课程学习的重点应当是与管理领域有关的人因工程学内容，即以生产（或服务）和管理系统为基础，把系统中的人作为着眼点，运用有关的理论和方法，优化人与各种要素的关系，使系统中人与设备、人与环境、人与场所、人与物件、人与作业等能够得以相互协调和适应。其目的是使生产与管理系统高效、优质、安全、健康和舒适，最终达到效率高、效果佳、效益好。

人因工程学如同其他科学技术一样，当属第一生产力，同时它也关系到社会主义精神文明建设的发展。当前，人因工程学在我国的应用和普及还仅仅是开始。我们迫于需要，在教学实践与

不断学习的基础上，重新编写了这本教材。对原先出版的《管理工效学》一书的内容、结构做了修改和补充，并更名为《人因工程学》。谨以此为开展人因工程学教育及应用尽一点微薄之力。

该书于2001年5月出版，印刷2次，许多院校给予很多支持，并提出宝贵意见。为适应教学需要，本版修正了部分内容，增加了复习思考题。

本书在编写过程中力求做到：①本着少而精的原则，从管理学科实际需要出发，选取有关的思想、概念、原则、原理和方法。②在内容上，不限于人机界面上的问题，还把狭义的人—机—环境系统优化原理，扩展到广泛的与人有关的系统和领域。③在结构上，按照从感性到理性、从具体到抽象、从浅到深的认识规律，同时考虑到与实验课程的配合来安排内容体系。④作为一本入门书，编写时注意到科学性、知识性、普及性和适用性相结合，理论与实际相结合，并为进一步学习和应用提供一定的参考。

本书的编写过程也是学习过程，我们学习了许多专家学者的研究文献和各院校有关教科书，对我国近年来有关科学研究和标准化研究成果予以特别地重视。引用和参考了许多中外专家学者的著作和宝贵的成果，谨对原作者和研究者表示最诚挚的感谢。

参加本书的各位编者，团结合作，互相切磋，取长补短，付出了艰辛的劳动。本书第4，6，7，9，12，13，14，15，19，20，21章由东北大学郭伏编写；第1，2，3，10，16，17，18章由东北大学杨学涵编写；第5，8，11章由大连理工大学王东华编写。由郭伏负责统编。在本书的编写过程中得到了东北大学万明老师和沈阳大学关键老师等的大力支持，在此向在本书编写、出版过程中给予热心帮助和指导的各位老师表示衷心的感谢！

由于我们的理论与实践水平有限，书中的错误和不妥之处在所难免，敬请予以批评指正。

编者

2004年12月

目 录

第一篇 人因工程学导论

第 1 章 人因工程学概述	1
1.1 人因工程学定义	1
1.2 人因工程学的发展	3
1.3 人因工程学的研究方向与应用领域	8
1.4 人因工程学的相关学科	13
复习思考题	15
第 2 章 人因工程学的研究方法	16
2.1 研究方法的基本原则	16
2.2 人因工程学的研究步骤	17
2.3 人因工程学的研究方法	22
复习思考题	28
第 3 章 人的因素	29
3.1 生理与心理因素	29
3.2 人体系统与协调	34
3.3 感觉器官与运动器官	38
复习思考题	43

第二篇 人的工作环境

第 4 章 照明环境	44
4.1 光的物理性质及度量	44

4.2	视觉特性	47
4.3	照明对作业的影响	50
4.4	工作场所照明	53
4.5	照明标准	60
	复习思考题	64
第5章	颜色环境	65
5.1	颜色与色觉	65
5.2	颜色的表示方法	70
5.3	颜色对人的影响	73
5.4	颜色调节与应用	78
	复习思考题	84
第6章	噪声环境	85
6.1	声音与听觉	85
6.2	噪声及其危害	101
6.3	噪声测量	106
6.4	噪声评价标准	107
6.5	噪声控制	111
	复习思考题	115
第7章	微气候环境	117
7.1	微气候的要素及相互关系	117
7.2	人体对微气候环境的感受与评价	119
7.3	微气候环境对人体的影响	126
7.4	改善微气候环境的措施	128
	复习思考题	130
第8章	空气环境	131
8.1	空气中主要污染物	131
8.2	空气中粉尘	137

8.3 工作环境中二氧化碳	140
8.4 工作场所通风与空气调节	143
复习思考题	146

第三篇 人的工作效能

第9章 体力工作负荷	148
9.1 体力工作负荷及其评定	148
9.2 体力劳动时的能量消耗	149
9.3 作业时氧耗动态	156
9.4 劳动强度分级	159
复习思考题	163
第10章 信息处理与反应时	164
10.1 信息处理	164
10.2 反应时	171
10.3 影响反应时的因素	174
复习思考题	182
第11章 工作疲劳	183
11.1 疲劳概述	183
11.2 疲劳的检测方法	189
11.3 疲劳的规律	195
11.4 降低工作疲劳的途径	198
复习思考题	206
第12章 职业适应性	208
12.1 职业适应性概述	208
12.2 职务分析	212
12.3 职业适应性测评	214
12.4 事务类职业及其适应性	217

12.5 技术和技能类职业及其适应性·····	219
12.6 职业禁忌·····	222
复习思考题·····	225

第四篇 人体测量与作业空间

第13章 人体测量 ·····	227
13.1 人体测量概述·····	227
13.2 常用的人体测量数据·····	230
13.3 人体测量数据的应用·····	234
复习思考题·····	245
第14章 作业空间设计 ·····	246
14.1 作业空间设计的一般要求·····	246
14.2 作业空间设计中的人体因素·····	250
14.3 作业姿势与作业空间设计·····	257
14.4 工作场所性质与作业空间设计·····	268
14.5 工位器具设计·····	275
复习思考题·····	277
第15章 坐位设计 ·····	278
15.1 坐位设计的重要性·····	278
15.2 坐位设计的生物力学原理·····	279
15.3 坐椅的设计要求·····	282
复习思考题·····	293

第五篇 人机系统与人机界面

第16章 人机系统 ·····	295
16.1 人机系统概述·····	295
16.2 人机关系及其演变·····	297

16.3 人与机器的功能比较和分配	300
16.4 人机系统的类型	304
16.5 人机系统设计	308
复习思考题	312
第 17 章 信息显示器设计要求	313
17.1 显示器概述	313
17.2 仪表显示	315
17.3 信号灯和荧光屏显示	323
17.4 标志符号显示	327
17.5 听觉显示	330
复习思考题	333
第 18 章 操纵控制器设计要求	334
18.1 控制器概述	334
18.2 控制器的编码	338
18.3 控制器的操作方向和用力	341
18.4 控制量与显示量的比率	346
18.5 控制器的选用与设计	347
18.6 键盘的选用与设计	351
18.7 控制器与显示器的组合	353
18.8 手持工具的选用与设计	358
复习思考题	362
第 19 章 人机系统分析与评价	364
19.1 系统分析与评价概述	364
19.2 连接分析法	367
19.3 连接分析法的应用	373
19.4 海洛德分析评价法	378
复习思考题	380

第六篇 人为失误与安全

第 20 章 人机系统的可靠性和安全性	381
20.1 人的操作可靠性	381
20.2 人机系统的可靠度	389
20.3 人机系统的安全性分析	394
20.4 系统的安全性评价	398
复习思考题	400
第 21 章 人为失误及事故预防	401
21.1 人为失误的定义及分类	401
21.2 人为失误产生的原因	403
21.3 事故原因及预防	409
复习思考题	417
附录 工作系统设计的人因工程学原则	419
参考文献	426

第一篇 人因工程学导论

第 1 章 人因工程学概述

1.1 人因工程学定义

人因工程学，即人的因素工程学(Human Factors Engineering)，它是近几十年发展起来的一门边缘性应用科学。它应用生理学、心理学、医学、卫生学、人体测量学、劳动科学、系统工程、社会学和管理学等学科的知识和成果，主要研究人一机一环境这三者之间的相互关系，通过恰当的设计和改进这些关系，使工作系统获得满意的效果，同时保证人的安全、健康和舒适。

这门学科，目前在国内外还没有统一的名称。除人因工程学外，还称之为人类工程学、人机工程学、人体工程学、人类工效学等。国际上常用希腊文的 Ergonomics 表示这个学科的名称，意为“工作法则”。本书旨在强调重视人的因素的作用，故使用人因工程学这一名称。

由于该学科在各国的发展过程不同，实际应用的侧重点不同，所以各国学者所概括的定义也不尽相同。

国际人类工效学会(International Ergonomics Association，简称 IEA)将该学科定义为：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；研究在工作中、生活中和休假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题。

《中国企业管理百科全书》将其定义为：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、心理等特征，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。

综上所述，人因工程学就是按照人的特性设计和改进人一机—环境系统的科学。人一机—环境系统是指由共处于同一时间和空间的人与其所操纵的机器以及他们所处的周围环境所构成的系统，也可以简称为人一机系统。在上述系统中，人是处于主体地位的决策者，也是操纵者或使用者；机是指人所操纵或使用的一切物的总称，它可以是机器，也可以是设施、工具或用具等；环境是人、机所处的物质和社会环境。人、机、环境在其构成的综合系统中，相互依存、相互制约和相互作用，完成特定的工作过程。

为了实现人、机、环境之间的最佳匹配，人因工程学把人的工作优化问题作为追求的重要目标。其标志是使处于不同条件下的人能高效、安全、健康、舒适地工作和生活。高效，是指工作高效率与高质量的统一，对企业而言，高效的生产或作业，产出多、质量好、成本低，在市场中有更大的竞争力；安全，是指减少或消除差错和事故，在高效的同时确保安全可靠；健康，是指限制或消除有害于人健康的环境因素，改进工作条件和方法；舒适，是指作业者对工作有满意感或舒适感，它也关系到工作效率和安全，是对工作优化的更高要求。某种工作如能全部满足以上的要求，无疑是高度优化的工作。但实际上同时实现这四方面的要求是很困难的。在实际工作中，应根据不同情况，在首先执行好有关人因工程学标准前提下允许有轻重之别。随着社会的进步，人的价值日益受到尊重，安全、健康、舒适这些有关人类福

祉的因素必将在工作系统设计和评价中具有更重要的意义。

1.2 人因工程学的发展

人因工程学的诞生日期可以认为是1949年7月12日。当时，在英国海军成立了一个交叉学科研究组，任务是专门研究影响人工作效率的有意义的问题。后来在1950年2月的一次会议上通过了使用“Ergonomics”这一术语，作为一门独立的新学科从此诞生了。人因工程学诞生的前后，经历了一个漫长的酝酿和发展阶段。

1.2.1 萌芽阶段

自有人类以来，人类为了自身的生存就离不开工具。在石器时代，人类就学会了用石头制造农具和生活用品。此后，在漫长的岁月里，人类为了扩大自己的能力和丰富自己的生活，不断研制出各种器具、用品、工具、机器和设备等。然而在很长时期人类却忽略了所制造的工具、机器与人自身的关系，产生了不协调的问题，于是导致了低效率，甚至由于可靠性差、环境恶化等造成对人自身的伤害。

直到19世纪末期，人们才开始研究人的工作能力与其所使用的工具及作业方法之间的关系。那时，最有影响的是科学管理创始人美国的泰勒(F. W. Taylor)。他于19世纪末至20世纪初，对铁铲等工具与工作效率的关系进行了实验研究，使用他设计的铁铲可使铲运煤、铁矿石的工作效率成倍提高。他还对工人的操作进行了时间研究，在改进操作方法的基础上，制定科学的作业标准时间，在不增加劳动强度的条件下提高了效率。与泰勒同时代的吉尔布雷斯夫妇(F. B. Gilbreth and L. M. Gilbreth)，开展了动作研究，创立了通过动素分析改进操作动作的方法。泰勒和吉尔布雷斯所创立的时间与动作研究，对提高工作效率和减轻工作

疲劳，至今仍有重要意义。在这一时期，德国心理学家闵斯托伯格(H. Munsterberg)倡导心理学应用于生产实践，他发表的著作《心理学与工业效率》，将当时心理学研究成果与泰勒的科学管理有机结合，强调人员选拔与培训对提高效率的重要性。到20世纪初，虽然已孕育着人因工程学的思想萌芽，但人机关系总的特点是以机器为中心，通过选拔和培训使人去适应机器。由于机器进步很快，使人难以适应，因此大量存在着伤害人身心的问题。

1.2.2 初始阶段

这一阶段处于第一次世界大战至第二次世界大战期间。第一次世界大战成为工作效率研究的重要背景。那时为了满足军需，工厂加班加点，延长工作时间，劳动强度大，疲劳加重，而且妇女和非熟练劳动力增多，结果达不到提高工作效率的目的。当时参战国都很重视研究发挥人力在战争和后勤生产中的作用问题。如英国设立了疲劳研究所，研究减轻工作疲劳的对策。美国为了合理使用兵力资源，进行大规模智力测验。此外，在战争中已使用了现代化装备，如飞机、潜艇和无线电通讯等。新装备的出现对人员的素质提出了更高的要求。选拔、训练兵员或生产工人，都是为了使人去适应机器装备的要求，在一定程度上改善了人机匹配，使工作效率有所提高。第一次世界大战后，人员选拔和训练工作在工业生产中受到重视而得到应用。心理学的作用普遍受到关注，许多国家成立了各种工业心理学研究机构。

自1924年开始，在美国芝加哥西方电气公司的霍桑工厂进行了长达8年的“霍桑实验”，这是对人的工作效率研究中的一个重要里程碑。梅奥(E. Mayo)参加了1927年以后的实验研究。这项研究的最初目的是想找出工作条件，如照明等，对工作效率的影响，以寻求提高效率的途径。通过一系列实验研究，最后得到的结论是工作效率不仅受物理的、生理的因素影响，还发现组织因素、工作气氛和人际关系等都是不容忽视的因素。从此研究

提高工作效率时，重视情绪、动机、组织和人际关系等社会性因素的作用。

1.2.3 成长阶段

这一阶段包括第二次世界大战至 20 世纪 60 年代。第二次世界大战前，人与机器装备的匹配，主要是通过选拔和训练，要求人去适应机器装备。随着科技的进步，在第二次世界大战期间，各参战国竞相研制复杂、高性能的武器装备。这时，完全依靠选拔和训练人员，已无法使人适应不断出现的新式武器装备的要求，事故率大为增多。如飞机的高度和速度有很大提高，并要在全天候飞行作战，由于人机不能很好匹配，经常发生误读仪表、操作不及和操纵错误等，导致不断发生事故或误击目标。失败的教训，使人们认识到只有当武器装备适应使用者的生理、心理特性和能力限度时，才能发挥其高性能。从此对人机关系的研究，从使人适应机器转入到了使机器适应人的新阶段。工程技术才真正与生理学、心理学等人体科学密切结合，从而为人因工程学科的诞生奠定了基础。

第二次世界大战后，人机关系的研究成果广泛应用于工业领域。恰帕尼斯(A. Chapanis)等人于 1949 年出版了《应用实验心理学——工程设计中人的因素》一书，系统论述了新学科的基本理论和方法。后来，研究领域不断扩大，研究队伍中除心理学家外，还有医学、生理学、人体测量学及工程技术等各方面专家学者，因而有人把这一学科称为“人的因素”或“人的因素工程学”。有关方面的著作相继出版，美国、日本和欧洲的许多国家先后成立了学会，在大学开设了课程，建立了有关的研究部门，大力开展研究。为了加强国际间交流，于 1960 年成立了国际人类工效学会(IEA)。它标志着该学科已经发展成熟。这个时期，各国研究工作主要集中在人机界面的匹配，即关于显示器与控制器设计中的人的因素问题的研究，因而有人称之为“旋钮与表