

人类工效学

卢焯初·李广燕 编译



人 类 工 效 学

卢焯初 李广燕 编译

轻工业出版社出版

(北京安外黄寺大街甲3号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/32 印张: 11.375 字数: 240千字

1990年10月 第一版第一次印刷

印数: 1—1,730 定价: 5.70元

ISBN7-5019-0636-x/F·042

译者的话

人类工效学是一门综合学科，是经济发展的产物，一个国家的经济越发展，科学技术越发达，就越显示出它在应用中的必要性和迫切性。它从诞生之日起，至今已有七、八十年的历史，经历了由军用到民用的发展历程，如今在世界各国它已成为一门由理论到实践趋于成熟的应用科学。

在我国，自60年代人类工效学在军事方面的研究和应用开始，近年来正不断向民用工业发展，但仍处于初级发展阶段。随着我国国民经济的飞跃发展，必将越来越显示出它的强大生命力。

从60年代开始，我国虽有人编著一些关于人类工效学方面的书籍，但远远不能适应我国“四化”建设的需要，特别是实用性强的专著至今尚未问世。为了促进我国人类工效学的研究和应用的发展，除了我国在这方面的专门人才加强研究、应用和实践之外，引进国外在这方面的成熟的理论和经验也是当务之急。基于此目的我们编译了《人类工效学》一书。本书是根据美国柯达公司著的《劳动者人类工效学设计》第一卷为基础进行编译的。全书共分为六章：第一章绪论、第二章为工作场所设计、第三章是设备设计、第四章信息传递、第五章为环境设计。本书实用性强，既是专著又是工具书，书中图文并茂，总结了近年来世界上在这方面的研究成果，可供广大读者阅读和参考。

在编译的过程中，根据我国实际情况和读者的习惯，我们对书中的部分章节和图表作了不损害原书基本观点的增

删,特别是对第一章进行了改写。同时把书中的数据单位一律只保留公制单位;对附录中的名词解释也作了精简,对理解本书有益的人类工效学方面的词汇解释给予保留。原书中每章的参考文献,内容极其丰富,对于搞人类工效学的研究和应用是很有参考价值的,但由于内容过多,为了压缩篇幅只好忍痛割爱把它们略去,读者在需要时可参阅原书参考文献。

参加本书编译工作的有卢焯初、李广燕、刘贤增、陈启钊、孙晓平、孙劲松、刘景云。刘贤增高级工程师负责部分章节(第二章、第三章和第六章后半部分)的校订工作,全书由全国人类工效学标准化技术委员会副主任兼秘书长许国奉高级工程师进行总校订和审定,并为本书撰写了内容简介,在此特致谢意。对窦玮、曹金瑞、吴建安、丁雯等同志热情帮助抄写工作一并致谢。

由于我们的水平所限,书中错误之处难免,欢迎广大读者对本书中的不妥和错误之处提出宝贵意见。

编译者

1987年10月

《人类工效学》简介

本书是在美国伊斯曼柯达公司的“人的因素”小组与健康、安全、人的因素实验室共同编写的“Ergonomic Design For People At Work”一书的基础上由轻工业部标准化研究所组织编译的。从工作场所、设备、手用工具、信息传递与环境诸方面说明人类工效学研究的对象、内容，并制订相应的人类工效学设计导则，达到安全、健康、舒适与提高效率的目的，虽与产品设计不是直接相关，但用实例说明，具有很大实用价值。

工作场所一章中讨论了坐、立姿与坐立交替的工作场所、通道及走廊、地面及坡道、楼梯及梯子、运输机与目视工作场所诸方面的人类工效学设计导则，以适应人们各异的身体尺寸和力气的差别。还设计出来适用的座椅样式和有关尺寸；对容纳各种人体有关部分的最小间隙制订了数据表。

设备与工具一章中讨论了生产机械设计总则，还有组成设备的部件如显示、控制器以及手用工具的设计导则。阐述了计算机终端键盘的布局以及组成元件的有关参数。

信息传递一章中讨论了人与人之间传递信息常用的指令、表格、问卷、标签及符号、代码诸种形式，提出制订导则。还有人与产品之间传递信息的质量检验，提出疵品检查的测量方法，分析个别人因素、物理与环境因素、作业因素、组织因素的影响质量检查作用，提出改善检验作业的措施。

环境一章中讨论了电击、噪声与振动、照明和颜色、温度和湿度对人体安全、健康和舒适的影响，提出降低其影响

的措施，建立适应人体要求的必要最低条件的准则。

在附录一章中说明人体尺寸数据是人类工效学的基础，系根据美国人口的测量数据，使用该数据时应注意的事项。还介绍了人的因素调查表或检查表内容、环境测量方法、心理量表诸方法。最后用实例说明如何使用工作场所、设备、信息传递与环境的人类工效学设计。

全书由以上五章组成主要部分，贯穿实用宗旨，概括性强，条理清楚，图表并茂，使用方便，给设计者提供十分有利的条件，也可供企业技安、工业卫生、各级管理干部以及有关工种的工人本身参考使用。该书提出人类工效学的研究内容、理论与解决措施，更具有普遍意义，在原书中每章与书末系统介绍引用的书目，也很丰富，所以，对研究人类工效学的人员，更是不可缺少的良师益友。

全国人类工效学标准化技术委员会

副主任兼秘书长 许国奉

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 人类工效学的历史.....	(3)
第三节 人类工效学与标准化.....	(6)
第四节 本书的目的和适用范围.....	(10)
第五节 以哪类人作为设计标准.....	(12)
第二章 工作场所设计	(15)
第一节 布局.....	(15)
第二节 可调整的设计方法.....	(52)
第三节 间隙尺寸.....	(62)
第三章 设备设计	(69)
第一节 生产机械的设计总则.....	(70)
第二节 显示.....	(80)
第三节 控制装置和配电板.....	(97)
第四节 手持工具的选择和设计.....	(134)
第四章 信息传递	(147)
第一节 人与人的信息传递.....	(147)
第二节 产品与人的信息传递: 直观检查.....	(166)
第五章 环境	(185)
第一节 电击.....	(187)
第二节 噪声与振动.....	(194)
第三节 照明和颜色.....	(210)
第四节 温度和湿度.....	(227)
第六章 附录	(263)

第一节	附录A：人体测量数据·····	(264)
第二节	附录B：方法·····	(290)
第三节	附录C：有答案的问题·····	(322)
	“人的因素”名称术语汇编·····	(343)

第一章 绪 论

第一节 概 述

人类工效学 (Ergonomics) 是40年代后期发展起来的一门新学科。与它直接有关的学科有人体测量学、生物力学、劳动生理学、环境生理学、工程心理学、时间和工作研究等。因而它是一门综合性学科、是一门边缘科学。

人类工效学的名称较多,按它的来源来说,其名称有应用实验心理学 (Applied Experimental Psychology) 应用心理物理学 (Applied Psychophysics), 工业心理学 (Промышленная Психотехника)、心理工艺学 (Psychotechnology)、工程心理学 (Engineering Psychology)、生物工艺学 (Biotechnology); 按其研究目的来说,其名称有人类工效学、人类因素 (Human Factors)、功量学、工力学、宜人学; 按其研究内容来说,有人体工程学、人类工程学、人机学、人机工程学、机械设备利用学、人机控制学等等。目前世界上普遍采用的是人类工效学 (日本称人间工学、美国称人的因素、苏联为 Эргономика), Ergonomics一词在1957年由波兰雅斯特莱鲍夫斯基教授提出的,它来源于希腊文。其中 Ergos 是工作, nomos 是规律,整个词是工作规律之意。在我国应用的名称有人类工效学、工效学、人类工程学、人体工程学、人机工程学、工程心理学等。

由于各国对人类工效学的命名不一样，其定义也有差异，按国际人类工效学会的定义为：人类工效学是研究各种工作环境中人的因素，研究人和机器与环境的相互作用。在研究工作中、生活中和休假时怎样统一考虑工作效率，人的健康、安全和舒适等问题的学科。

人类工效学的研究对象和内容是十分广泛的。按研究场所分，可分为实验室研究和现场研究；按研究对象分，可分为：机械、装置方面的研究、环境条件的研究、服装、用具的研究和人际关系及人类行为的研究等。人类工效学是通过在机械设计、人机系统和环境设计，直至在人际关系、组织社会结构等方面进行努力以防止和减少人们在工作 and 生活中由于自己和其他人的行为或创造而带来的低效、疲劳、事故、紧张、忧患、环境生态破坏和各种有形损失的麻烦，以提高效率、增进安全、健康和舒适。然而，世界各国对人类工效学的研究和应用各有侧重各有千秋。从研究流派来看，美洲流派主要侧重于研究人与机器的相互作用；欧洲流派主要侧重于研究人与环境的关系。从研究国家来说，苏联侧重于工程心理学方面，美国侧重于工程与人际关系方面，法国、捷克斯洛伐克和印度等国家侧重于劳动卫生方面，而联邦德国则侧重于研究安全技术、劳动保护……。目前，人类工效学正朝着人机关系和人机共生，人与环境关系，人类生态，人的特征模型，人际关系、团体组织行为等前沿学术领域前进！

人类工效学的应用范围非常广泛，几乎是无所不包，它已渗透到各行各业。纵观世界各国的情况，人类工效学可为工农业生产提供产品生产和产品应符合消费者使用的人类工效学原则；为现代化企业管理提供如何组织生产、如何布

置工作场所、如何挑选和培训工人、如何制定岗位责任的指南；为系统工程研究中如何协调系统中各种功能单位之间工作以提高工效提供依据；在劳动保护中从研究操作人员的活动范围出发，提出改进人机系统的措施，从而提高系统的安全保护；为工业卫生工作者提供积极性预防的资料和措施；为生物医学工程提供改进诊断或治疗的医疗器材设计、人造器官的设计提供数据；为运动医学判定最佳训练计划，为研究各种运动项目的最佳动作类型提供依据；同时还为宇宙飞船和航天飞机内舱的设计提供依据等。这些仅仅是择其应用的主要方面，其他在此不另赘述。

第二节 人类工效学的历史

自从工业革命开始以来，健康、安全、舒适的工作条件已成为人们共同关注的问题。据文献记载，波兰教育家，科学家雅斯特莱鲍夫斯基大约在一百二十年前就把人类工效学这一术语写入文献中了。他是华沙一马里蒙特农学院的自然科学教授，又是一位著名的国家自然地理学专家。特别是他的《植物志》在形成劳动科学、工作研究基本原理方面起了很大作用。

远在二十世纪初，英国泰罗设计了一套研究工人操作的方法，即研究怎样操作、怎样组织操作才能省力高效，并订出相应的操作制度，人们把它称为泰罗制，这泰罗制是人类工效学的始祖。

在第一次世界大战期间，由于生产任务紧张、工厂加班生产。在这情况下，英国成立了工业疲劳研究所，以研究如何减轻疲劳、提高工效，如何安排工作和休息以便既能延长

工作时间又能使工人的疲劳减轻到最低程度。

但是,直到第二次世界大战期间,还有许多人未听过“人类工效学”这一术语。当时有些国家正在大力发展高效能和威力大的新式武器和装备,由于忽视了对错综复杂的飞机、雷达及其他设备装置的操作人员的效能和维修能力的训练,以及设计时没考虑到人员的心理和生理特征,从而明显地降低效能。因为这些属于工程和行为方面的问题。因此心理学家、工程师、人类学家和生理学家都聚集一起试图解决设计和训练方面的问题。尽管当时多种学科已首次解决了工作场所的问题,人体工程学、工程心理学等术语也已用来阐述早期的研究工作情况,但直到后来这个概念才被确定为“人类工效学”。正是由于第二次世界大战的爆发,美、英两国同时开展了这方面的研究工作,同期许多欧洲国家都加入到研究人类工效学这一行列中来。

在美国人的因素的研究工作在军事和航天领域内得到蓬勃发展。自1956年以来,每个系统和航天设计都要考虑人的因素设计。最近几年,许多人的因素专家和人类工效学家都研究了飞机座舱和航天设计方面的问题。他们回答了飞行员能忍受重力加速度的数值,研制了宇宙飞行训练模拟器。按钮式的电话键的排列已由人的因素研究人员设计和鉴定。诸如热对工人健康和生产率的影响方式以及把应力缩小到最小方面的方法的工业问题,也都以“人类工效学”的观点来探讨,并用于解决工作、家庭、娱乐的问题和新课题。对于一个发育成熟的人体,在功能设计中就需考虑各种形态和尺寸的人体具有不同的力量限度、速度、判断能力和技能等各种因素。因而生理学、心理学学科也需用工程学方法来解决设计课题。随着人们对人类工效学课题研究兴趣的增加,促使

了这个专业学会的蓬勃发展。英国于1950年成立了世界上第一个人类工效学学会，其名称为《英国人类工效学协会》，相继于1956年10月在美国 San. Digo 人类工程学协会和洛杉矶医疗工程学会共同组织的会议上确立了“人的因素学会”这一概念，并于1957年9月于土耳其·伊斯坦布尔由政府创办了《人的因素学会》。

与此同时，在欧洲、斯堪的那维亚和美国的人们都在寻求一个国际团体来促进遍及全世界的人类工效学的发展，建立了《国际人类工效学协会》，并于1961年在瑞典首都斯德哥尔摩召开了第一次国际会议。此协会至今已拥有十五个联合协会，包括美国、英国、大多数欧洲国家、斯堪的那维亚国家、日本和澳大利亚。日本于1964年建立了《日本人间工学会》，到六十年代前后，大量引进欧美等国的人类工效学方面的理论和实践经验，逐步建立自己的人间工学体系，并把人间工学广泛应用到工业、交通运输和国防等方面。西德早在四十年代前就重视人类工效学的研究。马克思-普朗克人机学研究所基础理论研究方面做了大量的工作，并取得了世界公认的成果。苏联在六十年代前，人类工效学包含于工程心理学之中，六十年代初才分为两门学科。它侧重于研究心理学方面，并与经互会成员国协作进行研究，同时大力发展人类工效学标准化方面的工作。

世界各国在发展人类工效学研究和应用的同时也很重视人员的培训工作。许多国家的大学都开设了人类工效学的课程，英国的劳勃路技术学院在世界上最早开设人类工效学课程；美国的哈佛大学、麻省理工学院、俄亥俄州立大学等都设立了人类工效学的研究机构；日本的大学也开设了人类工效学课程，并于1961年起使用本国编的教材，其最早者是仓

田正一编的《人间工学》。

总之，在六十年代以来随着世界各国经济的迅速发展，电子计算机的普及，机械设备的大型化，宇航、航空事业的发展，也促进了人类工效学的普及和发展。不但在大学普遍建立了必修课和实验室，成立了面向社会的咨询机构、制订了各类人类工效学标准，而且在国民经济中、在生产与产品中广泛应用人类工效学的研究成果，在基本建设和技术改造中也贯彻了人类工效学的原则。

在我国，人类工效学正处于初级发展阶段。由六十年代军事工业中的应用发展到八十年代在民用工业中开始应用。虽然至今我国尚未建立全国统一的人类工效学学会，但已在航空和机械行业学会中建立了人机工程学方面的分会。建立了全国人类工效学标准化技术委员会。同时在不少高等学校中已经建立或正在建立人类工效学专业或开设人类工效学课程。许多高等学校也开始做了不少的研究工作，发表了不少的论文。目前，正进行着全国性的人体测量工作，在不少行业中开展了人类工效学的应用研究工作。我们深信：在我国人类工效学的前景是美好的，现在已经初步显示，将来必将充分显示出其强大的生命力。随着我国国民经济的飞跃发展，它必将以崭新的姿态出现并葆其美妙之青春。

第三节 人类工效学与标准化

众所周知，人类工效学是一门确定“人类的基准”的学科。人类工效学原则是制定标准的基础。大力开展人类工效学标准化工作是它的主要内容之一。

当今世界各国的人类工效学标准化工作发展很快。国

际标准化组织 (ISO) 已专门成立了“人类工效学标准技术委员会” (ISO/TC 159), 并制订了 ISO/DIS 6385 “工作系统设计的人类工效学原则”, 其中对技术性、经济效率、劳动保护、健康及安全等方面, 为设计出最适宜的作业条件规定了人类工效学原则。苏联的人类工效学标准化工作发展很快, 在国家批准“评定工业产品质量水平方法”中有专门的人类工效学评定一节, 人类工效学的指标已列入“技术水平与产品质量卡” (ГОСТ 2.116-7)。日本的工业标准 (JIS) 对作业设备、身体尺寸、姿势、力气、动作、操作机器、信号、指示器和作业环境等也有所规定; 在《JIS手册》的安全管理篇和图形符号篇中都详细讨论了人类工效学问题。在英国的国家标准 (BS) 中, 有 5 % 的标志有关于人类工效学的规定。在 BS 3044 设计办公桌时涉及解剖学、生理学和人体测量原理; BS 3693 在介绍刻度和标准的设计时也以人类工效学为依据。联邦德国也制订了大量产品的人类工效学标准, 并明文规定不符合人类工效学标准的产品不能出厂。目前, 在国际标准化组织和各个国家中据初步统计 1983 年前有关人类工效学的标准有 500 多个。其中国际标准化组织的标准近 20 个; 苏联标准有 40 个; 日本的国家标准有 110 个、专业标准 24 个; 联邦德国的国家标准 63 个、美国国家标准有 23 个、军事标准 7 个; 英国有 70 个、法国有 15 个……。

纵观世界各国的人类工效学标准化工作, 主要有两大类: 一是产品设计标准化, 二是工作场所设计标准化。现把这两类简述如下:

(一) 产品设计标准化

凡是与人有关的产品; 人进行操作的机械结构; 人们使

用的工业品、交通工具、日常生活用品、房屋等等，在进行设计和制订标准时，首先要研究人的基本参数以及变化规律，然后设计制造出相应的产品，并在使用过程中观测、研究人与这些机器设备的适应性。下面以座椅的设计为例略加说明：

人们经常使用的座椅，它的基本功能是支撑身体，让人坐在上面休息和工作，而这种功能是通过造型设计来实现的。椅子的造型就必须以人体的结构、尺度、运动状态为依据。按人类工效学理论，人体受力最不平衡的部位为腰椎，因为它要支持整个上躯并要进行大幅度的运动所以最容易疲劳。因此座椅设计首先考虑使人体腰椎得到充分休息，座椅靠背的曲线就是根据人体这种生理特点得来的。同时，椅子还必须使身体大部分重量落在臀部，双腿才能舒适地搁置在地面，靠背还要恰当地支持胸椎和肩胛骨，这样才能使呼吸舒畅，血液流通，各部分肌肉充分放松，以达到休息的目的。所谓瑞典的阿格布罗马曲线，就是综合上述要求在人类工效学基础上总结出来的。同时座椅还必须考虑到由于使用者的年龄、种族和性别上的差异对座椅要求尺寸的不同。此外，不同的座椅还必须考虑它的特殊功能，工作椅既要减轻人们在劳动时的疲劳，又不能使人昏昏欲睡。旅行用的折叠椅要求轻便，因此要尽量减少那些不必要的部件和装饰。汽车上的软式靠椅，往往是可调节角度的，当乘客需要观赏外景时，可将椅背竖起，当要休息时，又可把椅背放下。办公室用的转椅，可适应一个地点转动而进行多项工作。

对机器操纵机构的形状和尺寸以及操作者作业标准的制订也应依据人体的动作特点。例如，电视机上的旋钮，常用的旋钮有音量、对比度、亮度、频道转换、微调等等。由于

音量旋钮不需要很高的调节精度，便可设计得细些，一般直径只有8~10毫米左右；而微调旋钮，在使用时需要较高的灵敏度，它必须有较大的选择范围，因此它必须做得大些，一般直径为50毫米左右；频道转换是方向性很强的旋钮，必须有明显的方向标志。

此外，在制订产品标准时要分析和研究人的视觉特性，因为产品的色彩对人们的心理有很大影响，许多产品颜色的设计已被人们所公认。例如，消防车的红色、电冰箱的白色、电视机的深色、医疗器械的宁静、调和的浅色等。试想，如果把上列产品涂上其相反的颜色，即使产品功能再好，由于心理上的原因，这些产品也可能无人问津。

(二) 工作场所标准化

人类工效学标准化问题另一个主要任务是研究解决工作场所的标准化，它包括工作场地、工作设备、信号显示、工作环境的色调、噪音、通风、采光、温度、湿度、多余空间、操作部位、力矩、频率和幅度，身体尺寸，体力、姿势，使人和机器配合得安全、合理、经济、持久，从而收到最佳效益。其具体问题简述如下。

在制订工作场所标准时，要注意：作业面的高度应适合于操作者身高；让操作者的活动体位有充裕的空间；要满足手脚的功能范围；对可取站姿也可用坐姿的工作，应尽量取坐姿以减轻劳动强度；操作动作的力矩要小，当操作力矩大于人体尺寸时，应采用辅助装置等等。

在作业环境设计标准化时，应考虑：操作环境中物理、化学的以及生物条件的影响应无害于健康，各种影响因素的实测值应低于标准规定值；作业场所的布置、用地、通道要适当；通风条件应考虑到室温、人数、污染物的量；要注意