

实用管理工效学

●牛雪筠 著

中国建材工业出版社

实用管理工效学

牛雪筠 编著

中国建材工业出版社

(京)新登字177号

实用管理工效学

牛雪筠 编著

中国建材工业出版社 出版发行

(中国北京百万庄国家建材局 邮政编码: 100831)

新华书店总店北京·科技发行所 各地新华书店经销

北京市财经、计算机管理职业技术教育中心激光照排

北京管庄印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张10.25 字数: 250千字

1993年12月第1版 1993年12月第1次印刷 印数: 3000

封面设计: 王 显 责任编辑: 默 观

ISBN7-80090-073-8/F·4

定价: 9.50 元

内 容 简 介

管理工效学是研究在管理工作中,如何按工效学的基本原则,以管理对象——人为着眼点,使人、机器和环境三者之间达到最佳配置,使管理系统达到最优化,实现最高效率的一门新兴学科。本书以人—机器—环境系统的三大因素为主线,从工效学的角度介绍了人与劳动环境、人与机器、人体劳动时的机能特性及其相应的管理原则,从管理的角度介绍了作业研究的内容和方法、现代安全管理的理论及方法。本书还增加了以往工效学未提及的、在实际中常用到的一些内容,如对室内空气污染的论述及对策、对低温环境的论述、对标志显示的研究、对用 RMR 计量体力劳动强度的方法论述、对用工作抽样法进行作业研究时易出现问题的分析,及现代安全管理的新观念及内容等。本书集工效学的理论及管理实践为一体,具有较强的可读性及实用价值。

本书可作为大专院校经济管理、管理工程专业和工程技术专业的教材,也可作为各级领导干部、管理干部、工程技术人员、研究人员职业再教育的参考资料。

前 言

管理工效学，顾名思义是把工效学的基本原理，应用到管理方面的一门学科。随着技术的进步，社会的发展，管理学科与工效学的关系日趋密切。有人把工效学列为第二次世界大战后，出现的六大管理新技术之一。^{*} 目前世界先进的工业国家在管理上都非常重视工效学的研究和应用，不仅管理专业，工程技术专业，连理科、农医、文科等专业也开设此课程；不仅大专院校、研究机关，甚直一些企业、公司都有自己的工效学研究人员。日本在六十年代引进欧美的工效学理论，虽起步较晚，但其发展迅速，很快形成了自己的“人间工学”体系，并广泛应用于工业、交通、商业、国防等方面。西方的工效学家认为，日本的经济起飞，能与欧美并驾齐驱，是与日本大力应用工效学，实行科学管理分不开的。

我国正式引入工效学是近十几年的事，并已逐渐受到重视。目前许多大专院校设置此课程，建立了较先进的实验室，具有了一定水平的工效学教学和研究队伍。工效学的理论和方法也在实践中得到了应用。如一些企业推行规范化工作法，实程序化管理；一些企业通过动作研究，制定标准动作、标准时间，为确定劳动定额、劳动报酬提供科学依据；在进行岗位劳动评价中，关于劳动环境的评价，体力劳动强度的评价等，都具体应用了工效学的理论和方法。

由于工效学是一门应用性很强的学科，各领域、行业都有自己的研究范围和特点，所以不同的工效学书籍、教材、都有其不同的侧重点。我在原来自编的“工效学”教材的基础上，根据目

^{*} 六大管理新技术是：系统分析与系统设计、数学和统计工具的应用、电子计算机在管理上的应用、价值工程和网络计划技术、行为科学及工效学。

前学科的发展情况，结合几年来的教学体会及在管理实践中的具体应用，针对建材行业的特点，编写了这本《管理工效学》。其侧重点是如何把工效学的原理、方法应用到管理实践中来。对于人体测量、人机系统的设计与分析等方面的内容，仅作了概要介绍，增加了一些实际应用的具体内容及以往工效学书中未曾提及的方面，如对室内空气污染问题的论述及对策，对低温环境的论述，对视觉显示——标志显示的研究，对用 RMR 计量体力劳动强度的具体方法论述，对用工作抽样法进行作业研究时易出现的问题分析，以及现代安全管理的观念与内容等。编写的原则是：以人一机—环境系统的三大因素为主线，从工效学的角度，介绍了人与劳动环境、人与机器、人体劳动时的机能特点及其管理原则，从管理的角度介绍了作业研究和现代安全管理的理论和方法。尽量做到有理论论述，又有具体管理实施方法，以便在实践中对照、检查和应用。

本书得到了国家建材局人才司范令惠同志的大力支持，初稿曾蒙北方交通大学管理系刘士琦教授审阅，山东建材学院黄瑛同学绘制了大部分图表，建材出版社翁子坚同志给予了具体指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

由于本学科内容多，涉及面广、发展迅速，书中多有不足和错误，敬请指教。

牛雪筠

1993. 5. 1

目 录

绪论	(1)
第一篇 人与劳动环境	(9)
概述	(9)
第一章 照明环境	(14)
§ 1 视器的结构及机能特性	(14)
§ 2 照明常用计量单位	(20)
§ 3 照明与工效	(24)
§ 4 照明环境的管理	(26)
第二章 色彩环境	(37)
§ 1 色彩的本质与基本特性	(37)
§ 2 色彩的表示法	(42)
§ 3 色彩对人的影响	(46)
§ 4 工作环境的色彩管理	(49)
第三章 声环境	(55)
§ 1 听觉的生理基础	(55)
§ 2 声音的本质及物理度量	(56)
§ 3 耳的听觉特性	(58)
§ 4 噪音的概念、分类与计量	(61)
§ 5 噪音对人的影响	(69)
§ 6 噪音环境的管理	(73)
第四章 微气候环境	(80)
§ 1 影响微气候的因素	(80)
§ 2 人体与环境之间的热交换	(81)
§ 3 微气候环境的几种评价指标	(84)

§ 4 不利微气候环境对人的影响	(90)
§ 5 微气候环境的管理	(95)
第五章 空气环境	(99)
§ 1 概述	(99)
§ 2 空气污染	(101)
§ 3 空气污染的危害及控制途径	(104)
§ 4 关于室内空气污染	(109)
§ 5 粉尘及管理原则	(113)
第二篇 人与机器	(122)
第六章 人一机系统概述	(123)
§ 1 人一机系统功能、形式	(123)
§ 2 人与机器的功能特点及分工	(125)
§ 3 人一机关系变化特点及人的地位	(128)
第七章 人体的人—机学参数	(131)
§ 1 人体测量	(131)
§ 2 人体的用力	(135)
§ 3 人体测量数据的应用	(137)
第八章 人一机系统设计	(140)
§ 1 系统设计的基本思想和过程	(140)
§ 2 作业空间设计	(142)
第九章 人一机系统界面设计与工效学原则	(147)
§ 1 显示器设计——动态视觉显示——仪表、信号灯类	(148)
§ 2 显示器设计——静态视觉显示——符号标志类	(154)
§ 3 显示器设计——听觉显示等	(168)
§ 4 控制器的设计	(170)
§ 5 显示器与控制器的相合性	(175)
第十章 人一机系统的分析与评价	(180)
§ 1 人一机系统分析评价的目的、内容	(180)
§ 2 人一机系统分析评价的方法	(181)
第三篇 人的作业能力研究	(186)
第十一章 能量代谢和劳动强度	(187)

§ 1 能量代谢	(187)
§ 2 氧需与氧债	(193)
§ 3 劳动强度及其测量	(198)
第十二章 作业疲劳及其恢复	(203)
§ 1 作业疲劳概述	(203)
§ 2 作业疲劳的测量	(207)
§ 3 减少疲劳促进其恢复的管理原则	(210)
第十三章 刺激反应时间	(225)
§ 1 反应时间	(225)
§ 2 影响反应时间的因素	(227)
第四篇 作业研究	(230)
第十四章 作业分析	(231)
§ 1 工作程序分析	(231)
§ 2 动作分析	(232)
第十五章 时间分析	(242)
§ 1 停表测时法	(242)
§ 2 预定时间标准法	(250)
第十六章 岗位调查	(257)
§ 1 工作日写实	(257)
§ 2 工作抽样	(260)
第五篇 安全人一机系统工程	(272)
第十七章 人一机安全工程	(274)
§ 1 有关安全的概念	(274)
§ 2 事故成因的几个理论与对策	(276)
第十八章 现代安全管理	(289)
§ 1 现代安全管理的观念与方法	(289)
§ 2 事故树分析	(292)
附录	
1. 国家法定计量单位	(305)
2. 国际标准化组织工作系统设计人一机工程学原则	(308)

绪 论

一、工效学与管理工效学的命名、定义

工效学是一门新兴的边缘性学科，作为一门独立的学科，已有五十多年的发展史了，至今仍处于迅速发展中。工效学具有当今一切新学科的共同特点，如学科命名多样化，学科边界模糊，学科内容综合性强及学科定义不统一等。

各国对该学科命名不同。如人类工程学(Human Engineering)、人类因素(Human Factors)、人—机工程学(Man—Machine Engineering)、工程心理学(Engineering Psychology)、生物工艺学(Biotechnology)等等。目前较普遍采用的名称，在欧洲各国为工效学(Ergonomics)，前苏联也音译为“Эргономика”，在美国为人的因素工程(Human Factors Engineering)，在日本为“人间工学”。

1949年英国学者C·马列尔创建英国该学科的学会时，采用了“工效学会”(Ergonomics Research Society)的名称，1957年波兰的一位教授也建议使用Ergonomics一词。理由是：该词来源于希腊文的“Ergo”和“nomics”两词，前者意为“工作”“作功”，后者意为“规律”“法则”，合起来意为“工作自然法则”或“人的工作规律”。各国可根据希腊文意，以便翻译上的统一。另外该词保持中立性，不显示对各学科的亲疏关系。我们认为“工效学”一词即符合“Ergonomics”的本义，反映内容又比较全面，不论是研究环境与人、机器与人、还是研究人的心理因素、生理特点对工效的影响，其目的都归结于使人健康、舒适、提高人的活动(工作、学

习、生活)效率上,所以从词义上解释,这一词也比较恰当。在我国目前情况下,本学科主要用来协调人一机关系,人与环境的关系,指导提高工效,所以国内多数学者赞成“工效学”的命名。但从发展上看,工效学的命名对本学科也过于狭窄,因为其局限于生产(工作)过程的效率,难以反映人的因素,特别是本学科已从人一机关系的研究,走向人一机—环境关系的研究。凡是有人的地方、领域,都要涉及到本学科。另外随着科学技术的发展,人们对“工作”观念的改变,将不再那么单纯片面的追求效率,而更加关心在工作中所获得的享受与满足,把工作看作是生活的一部分,更加关心其质量与福利,这是一种更广义的效率,到那时该学科可能会有更加贴切的命名。

由于本学科与生产、生活实践有密切关系,根据它在应用中的侧重点不同,研究的内容不同,各家的定义也不相同。如:

“研究人和机器相互关系的边缘性学科”

“研究人和环境之间相互关系的学科”(环境包括机器、工具、劳动组织等)

“研究提高劳动生产率、减少差错,减轻疲劳和创造舒适劳动条件的机械设计和制造问题。”

“利用生理解剖学和工艺学的知识,改造生产过程、劳动方法、机械设备、劳动条件,使之符合人体生理活动和人类行为的基本规律。”

“综合研究人体在劳动过程中的可能性和特点,从而创造最佳的工具、劳动环境和劳动过程。”

“从人的形态、生理及心理方面研究人及其工作和环境之间的关系”

国际工效学会的定义是: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各种因素,研究人和机器及环境的相互作用,研究在工作中、家庭中和休假时怎样统一考虑工作效率,人的健康和舒适等问题。

尽管各种定义有所差别，但在两个方面是一致的：1. 工效学研究的对象是人与广义环境间的相互关系；2. 工效学研究目的是如何达到安全、健康、舒适和工作效率的最优化。

由于工效学是一门跨学科的应用性学科，其研究和应用范围极为广泛，当用工效学的基本原理研究和应用于不同领域时，也就有相应的以工效学命名的学科出现，如应用于工农业生产中，有产品工效学、供销工效学、消费工效学，应用于宇航、潜海方面有特殊环境工效学，应用于日常生活方面有家庭工效学、房屋居室工效学，以及服装工效学、旅游工效学、娱乐工效学等。如果把工效学的基本原理应用到管理当中去，就形成了管理工效学。实质上这些都是工效学的组成部分，是工效学的各个分支。

由此得出管理工效学的定义应是：研究在管理工作中，如何按工效学的基本原则，以管理对象——人为着眼点，使人、机器、环境三者之间达到最佳配置，使管理系统达到最优化，实现最高效率的一门学科。

可见管理工效学与企业的生产、作业、技术、设备、产品质量、产品开发、安全、卫生、环境、人事等多方面的管理有直接关系，和企业的经济效益紧密相连。

二、管理工效学的发展史

管理工效学的发展史，也就是工效学的发展史。自从有人类以来，就有了原始的人—机关系，也就包含着原始的管理内容。这种关系随着生产的发展不断地改进和提高，称为“经验人—机学”。到了工业革命时期，劳动的复杂程度和负荷量有了很大提高，有目的的改革工具，改善劳动条件，改进劳动组织，以提高生产效率，从而使“经验人—机学”上升为“科学人—机学”。

本世纪初，美国的泰勒（W. F. Taylor）等人通过实验研究，建立了科学的管理制度，是管理工效学的前身。泰勒曾进行了著名

的“搬铁块”试验。工人按他设计的一套标准动作和工作休息节律干活，平均日产量由原来的12.5吨提高到47.5吨。以后他又进行了“铁锹试验”、“金属切削试验”等，提出了“劳动定额”、“工时定额”、“工作流程图”及“计件工资制”等一系列的科学管理原则。由于推行泰勒制，提高了劳动生产率，给资本家带来很大利益，欧美等国的大工厂企业纷纷效仿。对于泰勒制，许多人说它是“残酷剥削”，比如通过前述的搬铁块实验后，工作效率提高了3倍多，而工人的工资由1.15美元提高到1.88美元，仅增加了0.65倍。资本家获得了更多的利润。革命导师列宁对泰勒制作了全面、正确的评价：“泰勒制也同资本主义其他进步的东西一样，有两个方面，一方面是资产阶级剥削的最巧妙的残酷手段，另一方面是一系列最丰富的科学成就，即按科学来分析人在劳动中的机械动作，省去多余的笨拙的动作，制定最精确的工作方法，实行最完善的统计和监督制度等等”。我国企业现行的劳动定额，工时定额、计件工资等都来源于泰勒，只不过有了更大的改进和发展。

当时还有吉尔布勒斯（F. B. Gilbreth）的“砌砖作业试验”，用电影摄影的方法，把砌砖动作拍下来进行分析，去掉无效动作，提高有效动作的效率，使砌砖速度由原来的每小时120块提高到350块；还有德国学者莫索（A. Mosso）的肌肉疲劳试验，是研究人体劳动疲劳情况的。

以上这些早期的工效学思想，特点是使人适应机器。当时的机械设计只从力学观点出发，把人作为机械力的源泉或机器的附属品。人只能被动的跟随机器的节奏操作，以致产生了以机器为中心，人跟着机器转，机器驱使人的现象。当时是研究人的动作、心理活动，也仅仅是为了选拔和训练工人，使它们能保证机器高效率的工作。

随着机器的进步，特别是飞行器，复杂武器和自动化系统的发展，人与机器，与周围环境的关系越来越复杂，迫使人们把机器和人结合起来研究，使机器必须适合于人。例如在第二次世界大

战期间，开始只注重武器的效能和威力，忽视了使用者的适应性和能力，致使设计不合理，经常产生误读表盘、误用操纵器，人的反应跟不上所需的操作等问题，使战斗中武器命中率低，甚至发生意外事故。平时在各种工作事故中，也约有58~70%是由仪器设计时未考虑人的因素造成的。这样人们逐渐认识到人的因素在设计中的重要性，要设计好一个现代化的仪器，光有工程技术知识是不够的，还必须有其它学科的知识，如生理学、心理学、人体测量学等等，这样一个多学科的、综合性学科——工效学便应运而生了。当时主要是改进旧设备，研制新设备，使之适合于人，即以人为中心进行人一机系统的设计。

到了本世纪六十年代，欧美各国进入到大规模经济发展时期，新技术新设备日新月异，工效学也得到了迅速发展。在宇宙航行时，提出了失重、超重情况下如何操纵机器的问题；人类的活动范围扩大了，在宇宙空间、海底、地下生活数十天、数百天，如何保证其舒适的生活，工作条件的问题；电子计算机的广泛应用，一些校正、判断、逻辑推理，图象识别的问题，也能由电脑承担了，可是起决策作用的还是人，只是人的脑力、精神负担更加重了；随着自动化程度的提高，许多生产作业变成单调重复性工作，人如何适应这些现代化生产带来的新问题；由于人们生活水平的提高，对周围的环境、生产工作场所、公共设施、房屋建筑、城市街道、家具设计和室内装饰等也要求美观、舒适，使人们随时（无论是工作中、还是生活中），都能得到最大的满足和享受，这些都是工效学要解决的新问题。

纵观工效学的发展史，它的指导思想有过几次转变，首先是机械中心设计，以机械为中心，通过训练和培养，使人去适应机器，二是人类中心设计，强调以人的特性作为机械设计的依据，三是六十年代以后的系统中心设计，强调以系统目标、功能为中心来设计人与机器的最佳组合，四是七十年代以来，由于全球的危机和对技术的社会反省，强调人的基本价值、强调人在系统、机具和环境中的

主导性和三者的协调性,而不再那么单纯片面的追求效率,是把工作看作是生活的一部分,更加关心生活的质量和福利,关心科学技术的使用方式,关心人在其中所获得的享受与满足,获得人生的意义。这是一种更广义的效率,即在系统中对人的研究,不仅从生理上,而是从心理上,精神上的研究比重增大了,层次更高了。

国际上,英国于1949年最早成立了“工效学研究会”,1960年国际工效学协会(IEA)成立,会刊为《Ergonomics》。1961年在瑞典举行了第一次国际工效学年会,以后每三年举行一次,至今已举行了九届年会。纵观各届年会及会刊所发表的论文,可看到工效学发展的十分迅速,从过去研究人一机关系、考虑设计中人的因素等问题,发展到研究人一机一环境的关系,以及人一人在系统中的关系。所涉及的问题不仅限于科学技术方面,与政治、经济、法律、社会、伦理等都有联系。从各国的研究情况看,以美国和日本的研究成果最为出色。

我国正式引入工效学学科只是近十多年的事,1980年由机械工业部牵头,成立了工效学会,并开展了许多单项研究。1989年6月成立了“中国人类工效学会”(CES)下设六个专业委员会。有:人一机工程专业委员会,安全与环境工效学委员会,管理工效学专业委员会,工效学标准化委员会,认知工效学专业委员会,工效生物力学与效应专业委员会。为适应工效学发展的需要,许多大专院校都设置此课,建立了相当规模的实验室,许多科研单位也开展了工效学的研究。所以我国的工效学研究及在各个领域的应用正处在方兴未艾的大力发展阶段。管理工效学作为工效学的一个分支,也将为我国的现代化管理作出更大贡献。

三、管理工效学的研究内容

由于管理工效学是从管理者的角度,依工效学的基本原理,去看管理系统的人、机、环境三者之间的关系,并使之达到最佳配

置的，所以管理工效学研究的内容大致有以下几个方面：

1. 研究人与机器的关系，了解系统中人、机器的各自特点，所要实现的功能，是否达到了最合理的分工与最佳配置；系统的作业空间设计，人一机界面设计是否适合人的感觉和操作特性；对系统的可靠性、安全性、舒适性及系统总体效率的综合评价。

2. 研究人与作业环境的关系，涉及到环境的照明、色彩、声音、气温、湿度、空气情况等，人对这些环境因素的生理、心理要求如何，对这些环境因素的评价及管理原则、措施是什么。

3. 研究人的作业能力，在劳动过程中的生理心理变化，如何确定合适的劳动强度，如何以最少的体力消耗、最小的疲劳，获最高的劳动效率，根据人的作业能力，如何进行劳动量、劳动时间的管理；根据人的反应时间、注意分配能力、记忆能力、对作业的适应性等，如何解决特殊职业人员的选拔、培训等问题；如何消除现代生产作业（自动化、流水线）的简单、单调感。

4. 进行岗位研究、作业研究，研究每个岗位、各道工序、每项作业以及每个动作，设计最佳的操作方法、工作程序，制定标准作业时间，从而为制定科学的岗位规范、工作说明书，对岗位人员进行考核，以及为确定劳动定额、劳动报酬、实行规范化定量化管理，提供科学依据。

总之，把工效学的许多研究内容、方法应用到企业的具体生产组织、生产管理中去，将有助于提高企业的技术素质和管理素质，有助于充分发挥企业现有的人、财、物的潜力，提高劳动生产率，提高企业的经济效益。

四、管理工效学研究的方法

因为管理工效学研究的内容十分广泛，所以其研究方法也是多种多样的，如：

1. 研究人在劳动过程中的生理变化，确定合适的劳动强度，

合理的工作—休息节奏；最大限度的减少体力消耗等，是通过心、脑、肌电图，劳动中代谢率的变化，人体的各种生理、生化指标变化来进行的。

2. 研究人的工作能力、敏感性、适应性和耐变性，解决合理的选拔和训练专门人员的问题，除用上述生理学方法外，还可借助于心理学的研究方法，如智力、能力和技能测试，反应时间和敏感域的测试等。

3. 研究人体各部分尺寸、用力范围，确定劳动的最佳姿势、工作范围；确定信息输入、输出的最佳显示、控制形式；设计新型的工作仪器、机具；创造舒适、美观的工作条件等，应用人体测量学、解剖学、视听心理学、美学等方法。

4. 研究环境对劳动者的影响，确保其健康安全、用环境监测、卫生统计和职业病调查等方法。

5. 研究工作程序，操作方法，制定标准时间等，采用岗位调查（工作日写实、抽样研究）、作业率分析及电视录象等方法。

管理工效学还经常采用观察、问卷、实验室模拟、官能评价等方法，也还用到管理工程的预测，价值分析、层次分析等方法，还要用到有关系统论，方法论，信息论等方面的方法。