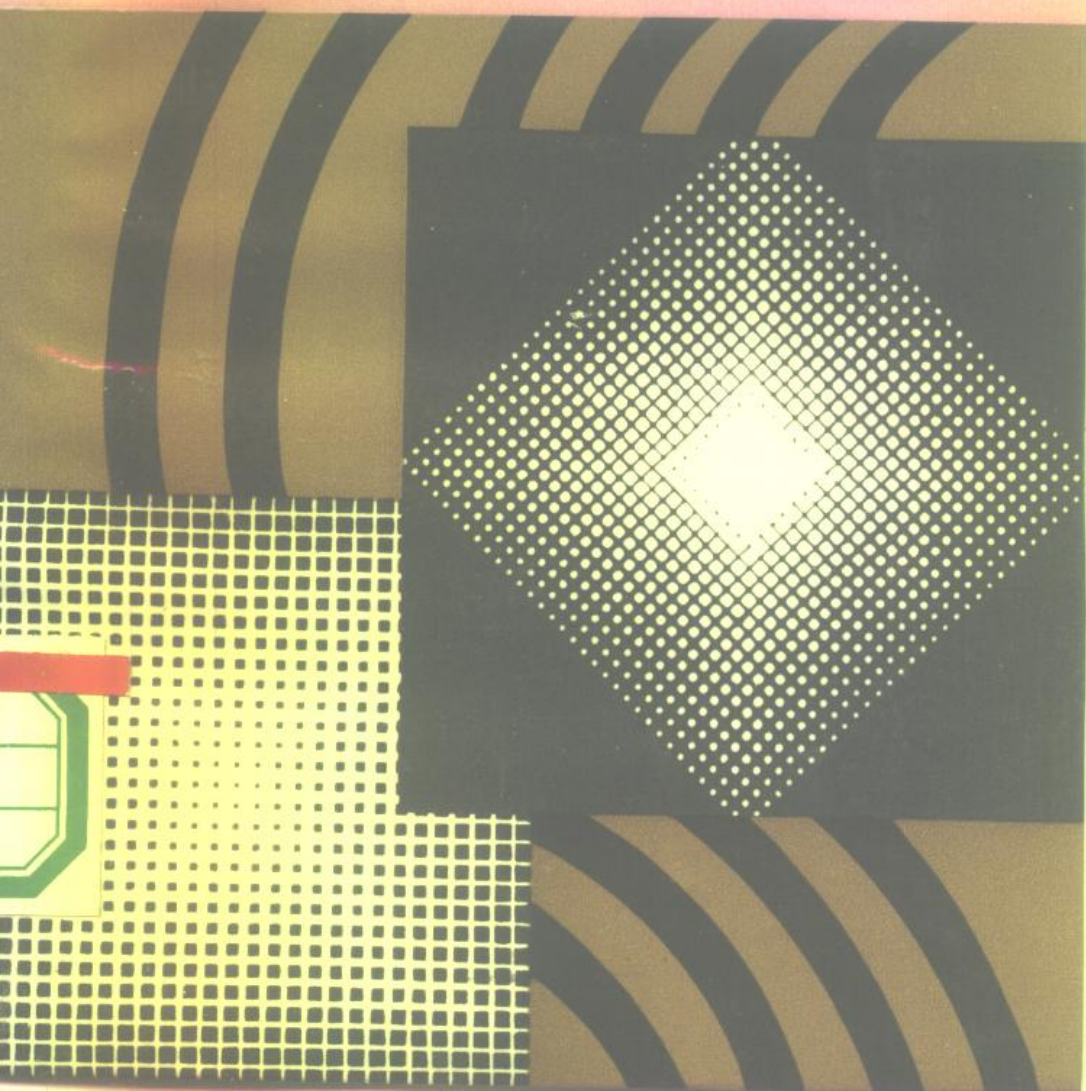


软科学丛书

人类工程学

谢燮正



软 科 学
丛 书

人 类 工 程 学

谢燮正 赵树智 主编

浙 江 教 育 出 版 社

责任编辑 张宝珍

封面设计 杨 光

软科学丛书

人类工程学

谢燮正

浙江教育出版社出版

浙江省新华书店发行

(杭州武林路125号)

浙江新华印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张8.5 插页2页 字数190000

印数: 00001—15700

1987年8月第1版 1987年8月第1次印刷

ISBN 7-5338-0105-9/G·106

统一书号: 7346·530 定 价: 1.90元

序

吴明瑜

在全国软科学研究工作座谈会召开不久，由《科学学与科学技术管理》杂志社等五个单位发起，1986年10月，又在河南郑州举行了青年软科学研究座谈会。两个会都开得很热烈，不但交流了经验，而且组织了队伍。不仅说明我国软科学研究近年来有了迅速的发展，而且表明我国的软科学研究后继有人，充满着生机和活力。在青年软科学研究座谈会上，浙江教育出版社的领导同志为了鼓励、支持青年们探索新路，热情地提出将目前我国中青年在软科学研究工作中所取得的成果，编成丛书，向全社会发行。这是一件很有意义的事情。

科学技术是推动人类社会发展的强大的革命力量。作为人类认识和改造客观世界的武器，科学技术的一种重要功能是运用科学的思维方法、知识体系和先进的技术手段，进行综合研究，解决经济与社会发展中的宏观决策问题。也就是软科学研究的重要使命。

现代科学技术的发展和社会进步，正在把自然科学和社会科学紧密地结合起来，使两者互相渗透、融合和交叉越来越广泛。软科学，就是这种渗透交叉的产物。软科学研究是多门类、跨学科的宏观综合研究。它利用现代自然科学、工程技术和社会科学的一些原理和方法，采用电子计算机等先进运算和测试手段，把定量分析同定性分析结合起来，对极其复杂的经

607276/1001

济社会现象及各种相关因素进行综合的研究、测算和推导，提供可供选择的合理方案，从而把决策工作建立在精密的科学论证基础上。这种方法在国外经济社会生活的许多方面，得到了广泛的应用，并取得了重大的成功。在我国近年来也逐步为人们所熟悉和采用，同样取得了重大的成功。而且由于我们有马克思主义的认识论和方法论的指导，又有国家对经济、社会发展的宏观指导，因而不仅在软科学研究方面可望取得更大突破，而且也确实有广阔的应用天地可以发挥作用。

软科学在我国的发展还具有鲜明的实践性、时代感和使命感。过去，国内外有些学者往往花许多时间去讨论软科学的定义。我们建议当前我们可以不必对软科学的定义多花功夫去争论，而应该多下些功夫去研究对时代实践有现实意义的重大问题。任何新兴学科，一开始定义、范畴等都不是那么清楚的，而要随着学科的发展，逐步充实和完善。

我们觉得，当前有五个方面的题目迫切需要软科学工作者去探求答案：

第一类题目，制订正确的发展战略。

战略一词长期用于军事。现在讲的发展战略意义更为广泛，涉及到经济、社会生活的总体。当然层次可以是国家的或区域的。比如，党的十二大提出了到本世纪末的战略目标，就需要有长期的经济社会发展战略及规划。设想和预测15年后中国的产业结构会发生什么变化，人们的消费结构又朝什么方向改变？最近10多年来，世界上发达国家随着新的技术革命的出现，产业结构迅速变化。我们国家有自己的特点。我们要同时完成两次产业革命的历史任务，在相当长时间内，传统工业还要有大的发展，新兴产业也要加速赶上去，究竟怎样的结构才是可行的合理的？这就需要做各种各样的计算和细致的研

究。发展战略研究必须把国家宏观的战略研究同区域的部门的发展战略密切结合起来。比如，深入到市、县一级开展发展战略研究，才能取得更为重大的成效。

第二类题目，制定技术经济政策。

各行各业都有技术经济政策的问题。例如交通。长期以来，我们对投资政策重视不够，尤其是对公路、水运、航空的发展重视不够，使整个交通运输的结构不尽合理。水运是投资少、运量大、效益高的运输方式。铁路最适合于中长途大宗货物的运输，最怕走走停停，零担货物上上下下。要使有限的铁路货运能力得到更好的发挥，就应采取必要的政策，包括提高短途和零担运输价格，促使一部分短途货物由公路分流。……总之，这就需要有一系列技术的经济的政策促进综合运输网和综合运输能力的形成。

第三类题目，对未来各个方面进行预测、分析。

没有预测，确定战略、制定政策，都会有一定的盲目性。预测分析是软科学研究的重要方面。科技、经济、社会各个方面都要有科学预测，可以大大加强我们工作的自觉性。比如人口问题，一个穷国，人口越多会越穷。而人口问题必须注意长期预测。现在我国平均年龄69岁多一点，所以至少要作70年的预测。要建立各种人口增长模型。生一个怎样，生两个怎样，不同的年龄结构对经济影响怎么样，等等。

第四类题目，重大项目的可行性评价。

重大建设工程项目的决策必须在搜集大量科学数据、作了充分可行性研究之后。这几年来，各方面都重视加强可行性论证工作了。比如，三峡工程要不要上，什么时候建，建多高的坝，有关方面就组织了许多专家进行论证。把防洪、发电、航运、调水等四个目标统筹考虑。把技术上的可能性同投资效

益、生态环境影响、移民的社会经济问题综合进行评价。现在还在论证之中。软科学研究在这一方面是可以大有作为的。

第五类题目，要注意软科学研究的基本建设。

软科学是现代自然科学和社会科学交叉发展而逐渐形成的一组具有高度综合性的新兴学科群。它本身还在发展之中，因此还要注意加强软科学的学科建设。这方面也有许多工作要做。我们这套丛书的意义之一，就是推动和普及这方面的工作。

软科学研究有两个显著的特性：实践性和综合性。离开了实践，不进行综合，就失去了软科学研究的意义。要推动和加强软科学研究的基本建设，必须重视各类数据库的建立。没有科学的数据分析，软科学没有定量和定性的依据，也就失去了基础。长期以来，我们对统计数据不重视，许多数据不精确、不可靠。人口普查以后，人口数据比较清楚了。但还要持续跟踪。我国的耕地面积至今众说纷纭，究竟是15亿亩，还是20亿亩，出入甚大。所以，急需要有人去做这方面的工作，到这些领域中去开拓、探索。

软科学研究在我国已经有了可喜的发展，但软科学研究还刚刚开始，在研究和实践中还存在着不少问题，这些问题只能在发展中逐步解决，随着社会主义现代化建设的深入，随着决策工作民主化和科学化的发展，我国软科学研究必将出现更加欣欣向荣、蓬勃发展的新局面。

我们这套丛书，是全国第一套公开发行的“软科学丛书”，它表明我们的软科学研究不仅有了一支队伍，而且有了一批成果，希望它们能引起全国科技工作者、经济工作者，特别是决策工作者的关心和兴趣。这套丛书我们还将出下去，使之不断完善。

1987年3月

《软科学丛书》

主 编

吴明瑜 何钟秀

副 主 编

曹成章 冯之浚

何根祥 郭英英

目 录

第一章 绪论	1
第一节 人类工程学的命名	1
第二节 人类工程学的由来	3
第三节 人类工程学的任务与内容	4
第四节 人类工程学的发展	7
第五节 人类工程学的研究方法	11

第二章 人体测量	14
第一节 人体测量的意义与方法	14
第二节 人体测量项目	16
第三节 常用人体测量资料	18
第四节 人体各部分参数的计算	21
第五节 人体测量值的标准化与应用	26

第三章 作业研究	31
第一节 作业与工效	31
第二节 作业研究概述	33
第三节 工作方法研究	35

第四章 作业用具与场所	44
第一节 作业区域	44
第二节 肢体活动与用力范围	50
第三节 作业姿势	58

第四节 用具设计.....	63
第五章 能量代谢与劳动强度.....	73
第一节 能量供应与代谢.....	73
第二节 神经肌肉与运动控制.....	81
第三节 劳动强度.....	86
第六章 疲劳、恢复与劳动时间管理.....	92
第一节 疲劳.....	92
第二节 恢复.....	98
第三节 劳动时间管理	102
第七章 人的反应特征	114
第一节 人的感觉运动特征	114
第二节 视觉特征	118
第三节 听觉与平衡觉机能	126
第四节 人的反应特征	133
第八章 人的行为特征与人的模型	144
第一节 人的行为特征	144
第二节 人的模型	156
第九章 显示器传播系统与操纵器	171
第一节 显示器设计	171
第二节 传播系统的设计	183
第三节 操纵器的设计	192
第十章 作业环境	203
第一节 作业的物理环境	203
第二节 作业环境的物理化学因素	209

第三节 作业环境的心理因素	213
第十一章 人、机器与环境	223
第一节 人机系统	223
第二节 人机系统设计基础	226
第三节 人机系统设计与评价	230
第四节 技术评估和仿圈学	238
第十二章 安全与心理卫生	240
第一节 注意	240
第二节 事故与安全	244
第三节 紧张及其缓解	247
第四节 心理卫生	256
主要参考文献	258
后记	260

第一章

绪 论

第一节 人类工程学的命名

人类工程学是四十年代后期发展起来的一门新学科，由于至今尚处于迅速发展中，因而具有一切迅速发展的学科都有的某些特点，其中包括学科名称多样化、学科边界模糊、学科内容综合性较强，以及学科定义不统一等。

人类工程学在形成学科之初，有人按照它的渊源来称呼它，于是有了应用实验心理学、应用心理物理学、工业心理学、心理工艺学、工程心理学和生物工艺学等别称；有人根据其研究目的来称呼它，就有了功效学、功量学、工力学、宜人学、生活工程等名称；也有人按其现代主要研究内容命名为人体工程学、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。

目前欧洲各国用“工效学”(Ergonomics)，美国用“人的因素学”或“人的因素工程”(Human Factors)，日本用“人间工学”(即人类工程学)等称呼，而各国又都同时通用“人类工程学”(Human Engineering)这一称呼。联合国的一些刊物，各国的标准和学者们的一般论述中，也多用

人类工程学。这是因为就目前情况来看，这门学科中大量吸取了社会学、心理学、人类学的成果，其主要知识来源属于人类科学范畴；而随着机电技术和生物工程的发展，所研究的对象已不仅是工具和机器，甚至不仅是人机系统，所以要使用比人体工程学、人机学等更广泛的概念。此外，这门学科的一些奠基性著作，都以人类工程学命名，并已形成了比较广泛的影响。而且随着技术的社会作用进一步发挥，人类面临着自身与技术、自然的更加复杂的关系，这种关系，已经不止是一个追求工效的问题，而是具有更加深刻的含义了。例如科学家普赖斯就曾将科学人力和科学文献的飞速增加所带来的管理、情报处理和利用问题称为人类工程学问题。事实上已经有许多人类工程学者开始从更广泛的角度进行研究，包括研究人机共生问题，技术使用者对技术的理解问题，人类与人造物和自然环境的问题，以及不适当应用科学技术给人类生活所带来的困惑及其解脱的问题等。这样广泛的问题早已越出了人类工程学的传统界限。但是由于在人类工程学中所发展起来的原理、观点和方法，对于研究这类重大问题很有助益，这些重大问题又是关系到人类生存、安全与繁荣的共同问题，对于人类工程学本身未来的发展有着重大的影响，这些因素使人类工程学不但要发挥越来越大的作用，并且要变成以解决人类面临的与技术 and 环境协调问题为主要内容的学科。显而易见，人类工程学这个名称因具有足够的弹性，将会继续普遍地得到使用。但是由于人类工程学的前沿越来越向人的因素方向发展，人的因素学（又译人素工程或人因工程）的使用也将变得更为经常。

当然，在我国目前情况下，这门学科主要将被用来指导提高工效，协调人机关系和改进产品设计，因而国内一些学者赞成命名为工效学，也有用人类工程学、人体工程学、人机工程

学、工程心理学名称的。

第二节 人类工程学的由来

人类工程学的名称是日本学者田中宽一在1921年最早使用的。它体现了工作中疲劳和能率的研究成果。英国牛津大学的学者们首先使用功效学(又译工效学)一词来称呼研究工作环境、条件对工人工作效率影响的学科。*Ergonomics* 这个词由希腊文 *ergon* 与 *nomos* 构成,本义为工作的自然法则。1949年英国学者马列尔创建英国的这一学科的学会时,采用了“功效学会”的名称,其后欧洲各国相继采用。1957年创办的会刊就叫《*Ergonomics*》。此外欧洲还有另一种会刊叫《*Applied Ergonomics*》(实用功效学)。1961年在斯德哥尔摩召开的第一届国际功效学年会(*IEA*)上,成立了国际功效学联盟。我国机械工业系统在1980年成立了功效学会,并加入了上述国际联盟。

但是人类工程学的奠基性工作实际上是在美国完成的。美国在继承德国的实验心理学传统基础上,吸收科学管理学派的动作研究和行为科学的成果而形成了这门学科的主体部分。其先驱者是德国心理学家冯特的学生闵斯脱泼格,他受聘到哈佛大学任教期间,于1910~1914年发表了《心理学与经济生活》、《心理工艺学原理》,提出了心理学对适应工作和提高效率的影响,并将心理学与泰罗的科学管理结合起来。1947年斯蒂文斯的《实验心理学手册》,开始将如何使机器适应于人作为研究课题。到1949年恰普尼斯的《应用实验心理学》一书,已以“工程设计中人的因素”为副标题,内容也转到装备设计中的宜人原则的探讨。这些先驱者的工作导致1954年华特

生发表了最早的人类工程学概论类书：《*Human Engineering Guide for Equipment Designers*》(设备设计中的人类工程学导论)。这本书起了承上启下的作用。到1957年，麦克考米克发表的《*Human Engineering*》(人类工程学)已经洋洋大观，成为人类工程学的奠基著作，在美国各大学中被广泛地采用作为教科书。至1957年9月，美国成立了人的因素学会，于次年发行会刊《人的因素》。

日本的大学起初使用麦克考米克的书作为教材，自1961年起采用本国编的教材，其中最早是仓田正一于1959年出版的《人间工学》。1963年、1964年召开的日本第一、二届讨论会和1964年成立的日本人间工学会及其会刊，均采用了人类工程学(人间工学)作为名称，但学会的英文名称则为日本功效学研究会，以便参加功效学国际联盟。

学科名词不统一曾引起各国学者的关心。1970年7月在法国斯特拉斯堡召开的第四届功效学国际会议上曾加以讨论，多数意见认为不必强行统一。所以学科定义也采取了灵活的方式，即“功效学与人的因素学是在作业、机械、人机系统和环境的设计方面，以保证人类安全、舒服、有效工作为共同目的，为不掩盖其概念产生与发展方面的差别而提出的两种同一性质的名称”。其他的名称当然也可以这样看待，只要其内容属于这个学科便可灵活运用。

第三节 人类工程学的任务与内容

人类工程学有许多定义，今择其重要的加以介绍。
人 华特生所下的定义为：人类工程学就是正确地使用人的工程学，为使人的作业、人机系统能有效地工作，须对人操纵

的装置的各个要素进行设计，因而其内容还包括作用于人的感官的信息显示方式，由人进行的复杂系统的控制方式等。

麦克考米克所下的定义为：人类工程学，其广泛含义可说是为人类所使用的事物的工程学，其特定含义则是指相对于人的感觉、精神、身体和其他诸方面属性的，人类工作与工作环境之间的协调。

国际功效学会在会刊创刊号卷首语中指出，现代功效学有三个特点：第一，不同于历来功效学研究着眼于选择和训练特定的人，使之适应工作要求；现代功效学着眼于机械装备的设计，使机器的操作不超出人类能力界限之外。第二，密切与实际应用相结合，通过严密计划规定的广泛的实验性研究，尽可能利用所掌握的基本原理，进行具体的机械装备设计。第三，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、工程学方面的研究者共同努力、密切合作。所以国际功效学会定义功效学为一门“阐明所有情况下人类的生理学、解剖学、心理学的各种特点、功能，以进行最适合于人类的机械装置的设计制造，工作场所布置的合理化，工作环境条件最佳化的实践科学(1957年)”。后来又修改为：“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，研究工作中、生活中的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”。

尽管定义歧异、界说不一、名称多样，但在研究对象、研究方法方面，并不存在根本上的区别。这正是人类工程学作为一个学科存在的理由。

人类工程学的研究对象与课题，十分广泛。按研究的场所可分为实验室研究和现场研究等。按研究对象、范围可分为：机械、装置方面的研究；环境条件的研究；服装、用具的研

究；人际关系和人类行为的研究等。

正是由于研究范围的广泛，使人类工程学具有跨学科研究的性质，参加人类工程学学术研究与交流活动的有各方面的专家。例如英国功效学会的会员有解剖学家、生理学家、心理学家、工业卫生学家、设计工程师、工作研究设计师、建筑师、照明工程师等与作业行为有关的科技人员。美国的人的因素学会也广泛吸收心理学家、医生、工程师、设计师、生理学家等，会员达到1700人。日本人类工程学会约1500余会员，涉及164个专业领域，其中占第一、二位的为工程学和医学，此两专业的会员又分属约40个专门化领域。为此，日本人类工程学会下设的专业分会也范围广泛，有服装、航空、人机系统评价、标记、安全、修复工程、传感计测、检查测量、生体测量等分会。

人类工程学如此广阔的研究领域和极为纷繁的课题，有时会使人不明白人类工程学到底是干什么的，它的根本目的是什么。简单地说，人类工程学是帮助人类摆脱给自己所造成的麻烦的学科。在工作与生活中，人类不断遇到由于自己和其他人的行为或创造(包括科学技术的利用和机械工具等人造物的使用)而带来的麻烦，这些麻烦包括低效、疲劳、事故、紧张、忧患、环境生态破坏和各种有形的损失。但是，“人非圣贤、孰能无过”，各种疏忽、遗忘、大意、错误，固然有一些可以归结为人的心理、生理和意识、习惯方面的欠缺而能通过训练、教育、纪律、思想工作等加以消除，还有一些却是无法完全避免的。人类工程学就是通过承认这类不可避免的人的特性，而在机械设计、人机系统和环境条件设计方面下工夫，甚至在人际关系、组织社会结构方面进行努力，来防止和减少所有会带来麻烦的错误，以提高效率、增进安全与舒适等。