

谢燮正
编著

人类工程学

教学参考资料

北京现代管理学院

人 类 工 程 学

谢 燮 正 编 著

北京现代管理学院

一九八五年十月

前 言

人类工程学虽然已有几十年的历史，编者却是在1975年从事机械工业技术水平动态调查中才开始了解其内容的。1980年在沈阳机电工业设计、工艺技术人员进修班上第一次按自编讲义进行介绍，1982年后又于沈阳市委组织部办的几届工程师进修班上作过介绍。最近由于要为东北工学院的一些学生和研究生开人类工程学的选修课，又广泛收集资料，在以上讲义基础上改写，成了现在这个讲义。事实上由于编者属于半路出家，加之水平有限，所做资料选择取舍未必适当；有的资料所用的计量标准与国内不符，限于时间，也未能统一。欢迎读者指正，并希望以后有时间来进一步修订。

这本讲义在介绍中，兼顾了人类工程学的传统领域和新拓领域，收集了大量基本数据资料，对于人类工程学的基本思想和观点，也以较多篇幅阐述。只是对于具体应用资料，作了大幅度删节，这是考虑到具体应用事例举不胜举，而在掌握基本思想与数据之后，具体应用可以触类旁通。关于人类工程学的哲学启示，已成为哲学的专门课题，本书未予介绍。

人类工程学知识不但对于理工农医各科学学生和工作者是必要的，也是组织人事、科技与工农业管理部门的管理人员应当了解的。美国有的大学还把《生物有机体、社会和机器》作为文科本科四年级的两门主课之一。希望本书能为以上专业的读者了解人类工程学知识提供方便。本书编写中参考、引用的资料很多，谨在此向有关撰编者表示感谢。

谢 燮 正

一九八五年七月

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 人类工程学的命名	(1)
§ 1.2 人类工程学的由来	(2)
§ 1.3 人类工程学的任务与内容	(3)
§ 1.4 人类工程学的发展	(4)
§ 1.5 人类工程学的研究方法	(6)
第二章 人体测量	(8)
§ 2.1 人体测量的意义和方法	(8)
§ 2.2 人体测量项目	(9)
§ 2.3 常用人体测量资料	(15)
§ 2.4 人体各部分参数的计算	(18)
§ 2.5 人体测量值的标准化与应用	(23)
第三章 作业研究	(27)
§ 3.1 作业与工效	(27)
§ 3.2 作业研究概述	(28)
§ 3.3 工作方法研究	(29)
第四章 作业用具与场所	(37)
§ 4.1 作业区域	(37)
§ 4.2 肢体活动与用力范围	(43)
§ 4.3 作业姿势	(50)
§ 4.4 用具设计	(55)
第五章 能量代谢与劳动强度	(64)
§ 5.1 能量供应与代谢	(64)
§ 5.2 神经肌肉和运动控制	(70)
§ 5.3 劳动强度	(74)
第六章 疲劳、恢复与劳动时间管理	(78)
§ 6.1 疲劳	(78)
§ 6.2 恢复	(84)
§ 6.3 劳动时间管理	(86)
第七章 人的反应特征	(97)
§ 7.1 人的感觉运动特征	(97)
§ 7.2 视觉特征	(100)
§ 7.3 听觉与平衡觉机能	(108)

§ 7.4	人的反应特性.....	(113)
第八章	人的行为特征与人的模型.....	(124)
§ 8.1	人的行为特征.....	(124)
§ 8.2	人的模型.....	(132)
第九章	人、机器与环境.....	(142)
§ 9.1	人机系统.....	(142)
§ 9.2	人机系统设计基础.....	(143)
§ 9.3	人机系统设计与评价.....	(147)
§ 9.4	技术评估和仿图学.....	(155)

第一章 绪 论

§ 1.1 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**，其中包括学科名称的多样化、学科边界的模糊，学科内容的综合性和庞杂，以及学科定义的不统一等。

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 (Applied Experimental Psychology)、应用心理物理学 (Applied Psychophysics)、工业心理技术学 (Промышленная психотехника)、心理工艺学 (Psychotechnology)、工程心理学 (Engineering Psychology) 和生物工艺学 (Biotechnology) 等别称；有人根据其研究目的来称呼它，就有了功效学 (工效学 Ergonomics)、功量学、工力学、宜人学 (此二称呼多见于香港刊物)、生活工程 (Life-science Engineering) 的名称，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 (后二称呼多见于苏联) 等。

目前看来最常用的称呼，在欧洲各国为工效学 (Ergonomics)，在美国为人的因素学或人的因素工程 (Human Factors)，在日本为**人间工学** (即人类工程学)，而各国又都同时通用人类工程学 (Human Engineering) 的称呼，联合国的一些刊物，各国的标准和学者们的一般论述中，也多用人类工程学的称呼。这是因为就目前情况看来，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，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，人类面临着自己与技术、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，而具有更加深刻的含义。例如科学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、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开展研究，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 and 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的界限，但是由于在人类工程学中所发展起来的**原则、观点和方法**，对于研究这类重大问题很有助益，这些重大问题又是人类面临的关系到生存、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和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) 的使用也更为经常，美国目前已广泛使用人的因素学名称。

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,因而国内一些学者如钱学森等赞成命名为工效学,另一些学者则分别用人类工程学(王慧炯)、人体工程学(封根泉)、人机工程学(赖维铁)、工程心理学(陈立)的名称。这种现象应当说是正常的。

§ 1.2 人类工程学的由来

人类工程学的最早名称是日本学者田中宽一在1921年使用的(《能率研究、人间工学》石文馆),用于指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。这个词Ergonomics是由希腊文ergon(相当于work,工作、功)与nomos(law,规律、法则)构成,本义为工作的自然法则。1949年英国学者C.马列尔创造英国的这一学科的学会时,采用了“功效学会”(Ergonomics Research Society)的名称,其后欧洲各国相袭采用。并于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,与盟者三十余国。该联盟1957年创立的会刊就叫《Ergonomics》。此外欧洲还有另一种会刊叫《实用功效学》(Applied Ergonomics)。我国机械工业系统在1980年成立了功效学会,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特脱格(Munsterberg),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,并与泰罗的科学管理结合起来。1947年斯蒂文斯(Stavens)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(A. Chapman)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W.E.华特生(Woodson)发表了最早的人类工程学概论类书:《设备设计中的人类工程学导论》(Human Engineering Guide for Equipment Designers)。这本书起了承上启下的作用。到1957年,E.J.麦克考米克(McCormick)发表的《人类工程学》(Human Engineering)已经洋洋大观,成为人类工程学的奠基作,在美国(后来又传到欧洲、日本)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”(Human Factors Society),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材料,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学会(Japan Ergonomics Research Society),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。

§ 1.3 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。

华特生：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，须对由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：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，通过进行经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。

其他定义则没有上面完整。如“研究人与环境相互关系的学科”；“利用人的行为的研究来提高生产过程和机械的合理性与有效性”；“力求达到人的可能性和劳动活动要求之间的平衡”；“研究生产中人的可能性、工作方式、劳动组织安排，以提高工作效率，保障人民健康，同时创造舒适和安全的劳动环境，使人从生理上和心理上得到全面发展”等。

尽管定义歧异、界说不一，名称多样，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（大学和科研所内）研究；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。

例如1975年经互会成员国第二届功效学国际会议制订的1976—1980年研究工作计划的研究内容包括：劳动条件舒适化，人——机——环境系统最佳化，自动控制系统的的设计，制造和维修的功效学，信息显示手段的功效学要求，产品的功效学标准，为低能者设计工作场所和劳动条件等。

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1,700人。日本人类工程学会的1,500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，此二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、传感测量、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与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、习惯方面的缺欠而能通过训练、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，直至在人际关系、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。

§ 1.4 人类工程学的发展

十九世纪后期，随着工业研究实验室和科研实验室的创立和发挥作用，一系列的发明发现为资本主义工业的迅速发展提供了新技术基础，机械化的生产方式和机器大工业已由创立转向追求效率。但在机械化初期，人们只是从力学方面考虑机械设计，机器设备并不能适应人的操纵要求。正如马克思在《政治经济学批判》手稿（《马克思恩格斯全集》第46卷下册，第208页）中指出的：“工人把工具当作器官，通过自己的技能和活动赋予它以灵魂。因此，掌握工具的能力取决于工人的技艺。相反，机器则代替工人而且有技艺和力量，它本身就是能工巧匠，它通过在自身上发生作用的力学规律而具有自己的灵魂，它为了自身不断运转而消费煤炭、机油等等（辅助材料）就像工人消费食物一样。只限于一种单纯的抽象的工人活动，从一切方面来说都是由机器的运转来决定和调节的，而不是相反”。

也就是说，那些不是按适合于人的要求而设计制造的机器，以它们的运转来决定与调节着工人的活动。生产的效率与节奏完全由机器所决定，工人只能被动地跟随机器的节奏操作，以便使机器充分发挥效率。由于机器设计时没有充分考虑人的因素，对操纵机器的工人就必须加以选拔与训练，并要尽量创造条件使他们能保证机器高效率地工作。这个现实提出的要求促进了心理工艺学和泰罗制的发展，特别是泰罗制直接以改进作业方式、提高效率为内容，成为人类工程学中最早得到发展的部分。后来吉尔布雷斯进一步发展泰罗的作业研究，形成了人类工程学中作业研究分支的主要内容。

此外，1884年德国学者A莫索（Mosso）关于疲劳的研究，以及英国学者1891年开始对劳动保护的研究形成了劳动科学的基础，这部分内容在早期人类工程学研究曾经是主要内容。特别在第一次世界大战中，英国工厂加班生产，防止疲劳、提高工效成为迫切课题，英国还专门成立工业疲劳研究所进行研究。到第二次世界大战中，各国竞相研制高效能大威

力的新式武器装备,这些未考虑人的因素而设计成的装备的复杂程度超过了操纵者的能力,因而不断发生事故。后来加强了人员选拔与训练,情况稍有好转,但事故并未中止。最后发现主要是装备设计中未考虑人的因素,如飞机的座舱和仪表布置不当等,才经常引起误读数误操作。后来又进一步发现,各种工作事故中,也约有58—70%是由于装备(包括生产设备、运输设备等)设计时忽略人的因素而造成的。因此,在1947年后人类工程学的研究重心转移到装置设计方面来了。但在战后,各国忙于恢复经济,无暇更新设备,所以当时在实践上主要发展了修复工程(修复人类工程学),在理论上则探索了人机系统及其设计,此外,在活体测量方面也有了进展。西德的马克斯普朗克协会人类工程学研究所以,英国的劳勃路(Loughborough)技术学院是当时的先行者。美国则主要由军界和哈佛大学,麻省理工学院等院校开展了装置设计的研究,并将重点放在人工跟踪系统、指挥系统的设计和建立人的模型方面。

六十年代,世界资本主义国家经济迅速发展,电子计算机开始普及,机械设备的大型化达到顶峰,宇航、航空事业空前繁荣,也带来了人类工程学的迅速发展与普及。不但在大学中普遍设立了必修课和实验室,成立了面向社会的咨询机构,制订了各类人类工程学的标准,而且在国民经济中,在生产与产品中广泛应用人类工程学研究成果,在基本建设和技术改造中也贯彻人类工程学原则。从而,使人类工程学达到了空前繁荣。

原来只是在工程心理学中包含了人类工程学研究的苏联和东欧各国,也在六十年代初单独建立人类工程学学科,大力开展标准化工作,到七十年代初,苏联已有20多项人类工程学标准。

西德的国家标准委员会(DIN)的130个标准委员会中有80个从事安全技术问题,由1965年成立的安全技术委员会(KS)协调。KS专设的“劳动工具”工作组与联邦劳动保护和事故研究所(BAU)合作,促成了DIN向人类工程学发展。由DIN的安全技术原则委员会(ASQ) 1971年12月制订的DIN31000可以看到,有关劳动保护的七个目标方面的标准化工作中,有五个是由工效学专业标准委员会(FNErg)归口管理的。

由于各国工业和科学基础不同,发展人类工程学研究的重点也不同,如苏联偏重工程心理学,保加利亚偏重人体测量,捷克、印度侧重劳动卫生,美国侧重工程和人际关系,法国偏重劳动生理。一般说来,工业化程度不高的国家往往由生体测量、环境因素、作业强度与疲劳入手,随着这些问题的解决,才转到知觉、运动特点、姿势方面,再进一步转到操纵、显示设计、人机系统控制、设计方面去,最后则进入人类工程学的前沿领域,即人机关系与人机共生,人与环境关系和人类生态,以及人的特性模型,人际关系,乃至团体行为、组织行为等方面。这是因为人的因素越来越受到重视,人在工作、生活中的心理状态、责任心、合作精神、工作动力等因素,以及各种社会、组织因素对人际关系的作用,对于人类的安全、舒适和健康地工作与生活有很大影响,心理学、行为科学和组织理论的发展已使对这方面开展人类工程学研究有了可能。而人类合作劳动、共同活动的问题在充满未来挑战的当代已成为关系到每个人的安全与健康,工作与生活的大事。这样,我们可以看到,人类工程学心理学和行为科学又一次交合起来,并且同社会学也产生了交叉。

综观人类工程学的发展过程可以看到,在四十余年内,它的指导思想曾有过多次改变。冯·科特与阿尔特曼(Van Cott & Altman)认为有过三次转变。首先是机械中心设计,即以机械为中心,通过选择与培训,使人去适应机械。当这种思想被人类中心设计所替

代时,人类工程学正式诞生了。人类中心设计强调了必须以人类特性作为设计机械的依据。在六十年代以后,流行的是系统中心设计,强调以系统目标、功能为中心来设计机械与人的最佳组合,它的出现使人类工程学进入了新的境界。然而七十年代的全球危机和对于技术的社会影响的反省,使一种新的哲理兴起并取代了系统中心设计哲理。这种新的哲理特别强调人类的基本价值,不是那么追求效率,而更多地强调个体在系统、工具和环境设计中的重要性,强调人机环境系统协调的必要性。也就是说,这是一种更加重视生活质量与福利,更加关心科学技术使用方式,更加强调人类在操作机械中所获得的满足的哲理。

随着科学技术与经济发展,人一机一环境问题的滋生速度与数量都超过了科学家研究解决它们的速度,只要有人的环境中,都发生了人类工程学问题,即使有一些是我们司空见惯的,也随着对生活质量要求的提高而构成问题,这就使得人类工程学必须有极快的发展,使人类工程学者关于人、机械、环境以及它们的联系、关系方面的知识要大大增加,并且要精通研究方法。最后,这种时代的需要,将使人类工程学在未来起到越来越重要的作用。

§ 1.5 人类工程学的研究方法

人类工程学研究课题多种多样,涉及专业很多,因而研究方法也具有多样性,不但是并用多专业的方法,并且并用自然科学和社会科学的方法。

那些构成人类工程学来源的学科,如人体测量学、工程心理学等、其某些常用的方法自然就成为人类工程学的方法。例如人体测量学是人类学的一个分支,其所进行的测量有颅骨测量、一般骨骼测量、生体测量等,人类工程学沿用了生体测量的基本方法,即以马丁在《人类学教程》(1928)中所提出的测量原则、测点和测量项目测量,所用器械有直脚规、弯脚规、软尺、马丁测高仪、台式磅称、握力计、拉力器等,所用形态分级标准和形态指数也基本上是体质人类学的研究成果。人体测量中的生理和运动的测定则采用了劳动生理学、运动生理学、生物力学的研究方法,如代谢、脉搏、呼吸、尿、汗、肌电、心电的分析方法和听觉、视觉、平衡觉检查等的研究。因此生化学、生物物理学、一般生理学的研究器械与研究方法也在人类工程学中得到应用。为了研究人的特性、行为、感觉和心理状态,人类工程学中大量采用了工程心理学的研究方法和仪器、器具,也就是实验心理学的研究方法。在研究人的控制特性时,还采用了现代电子仪器,利用了电脑模拟和人工智能的研究方法。为了研究环境条件对效率、人体健康和舒适度的影响,人类工程学采用了环境生理学和环境监测的研究方法,对于特殊环境如失重、深海、超音速飞行等,更是直接采用有关学科(航天科学、海洋科学等)的研究方法。而在测量动作与作业时间,测定人机系统的工作效果时,则沿用了时间与动作研究、作业研究的研究方法。

所有这些测定所获得的数据,都要用数学、统计理论处理,要用误差理论和数据处理方法加以分析。

此外,人类工程学在研究人的职业劳动习惯性,人的空间行为和组织行为等行为时,涉及到社会科学和行为科学的各种方法,其中既有调查、取样的方法,又有社会学、管理科学、文化人类学和行为科学中其他各种非精确定量的研究方法(包括观察、测验和案例分析等)。

所以，人类工程学由于同许多学科直接有关，综合采用了许多学科的方法，这些方法的综合运用，反映了人类工程学的跨学科性质。

除上述研究方法外，人类工程学的广泛应用，也使它有时要借用特定应用领域的研究方法来验证其应用效果。

这样众多的方法和研究中所需要的极广泛的知识，很难由一个人类工程学家全部掌握，而且由于人类工程学研究课题往往是某个综合性课题的人类工程学侧面，所以人类工程学家的任务是充分利用和发挥集体的力量，借用社会的力量来展开研究，而且要按不同业务需要和课题性质，使自己的研究内容、方法上有所侧重。

人类工程学的研究，其选题等要符合科技管理学的原则与方法，其研究计划的制订则要采用系统的观点与方法，一般说来，研究工作分为以下各步骤：

1. 按照生产和生活的实际需要和科学的选题原则，确定研究任务和课题；
2. 围绕任务广泛收集信息与数据；
3. 对所收集的资料进行整理、分析、加工；
4. 必要时通过实验验证；
5. 时分析和实验结果加以综合，提出人类工程学的措施、建议方案、对策或标准；
6. 监督研究成果的实施并整理归档。

由于人类工程学的研究总是同实际应用密切相结合的，在我国目前情况下，可以在各有关专业和涉及人类工程学应用的部门，开展兼职研究、附带研究，以迅速解决各方面严重存在的人类工程学问题；同时在有条件的部门，如劳动卫生、医疗、安全防护、产品开发等研究中心内和经济、科技管理部门下，设置研究室，在理工农医科大学内开设课程，以逐步形成一批专业队伍和进行基础研究的机构。

第二章 人体测量

§ 2.1 人体测量的意义与方法

人体测量中所涉及的是一个特定的群体而不是个人，所以测量虽然要对群体的每个人具体进行，选取样本时却必须考虑选取能代表群体的样本，所得的结果也要经过数理统计处理，以反映该群人体的形态特征及其差异程度。这样的数据对于工业产品设计才是有意义的。例如航空产品设计中，固然可以通过挑选训练人员使之适应于机器装备系统，也还要设计各种装置的空间布置，使之适应于航空人员群体。这后一种适应程度，通常通过计算百分位数来表示，并以一定的百分位数范围作为设计要求。例如设计飞机座舱与座椅必须具有飞行员坐高的数据，并且坐舱高度有一定范围，太高会增加迎风阻力和能量消耗，降低飞机性能；太低会使飞行员弯腰缩颈、视野受限而造成事故。一般以飞行员坐高的平均数加减两个标准差作为设计限程，因为那时约对占飞行员总数94.46%者适用。

但由于各民族各时代人体数据有较大差异，往往不能套用别的民族的人体测量结果，甚至不能长久沿用以前的本国人体测量结果。例如，美国男子中约95.46%的人，身高为167.3~187.7厘米，按此标准设计的飞机，对于西德男子的适应范围降为90%，法国降为80%，意大利为65%，日本45%，泰国25%，越南仅10%。同样，北欧人用的钻床给中等身材的人体使用时，体力消耗会明显增加，产量大大下降。日本在明治维新中按由国外进口的桌椅确定本国标准（JIS），当时确定的桌高为74厘米，并沿用了上百年，使办公人员一直苦恼。到1971年4月通过测量本国职员人体数据，才将桌高标准修改为70厘米和67厘米（女用），此后职员才能长时间工作而不感到疲劳。战后日本用具大多由美国贷给，自卫队队员用进口设备时因脚短使不上劲，而驻日美军上厕所又蹲不下，这类人类工程学笑话，处处可以看到。

此外，各不同代的人有不同身高。一般说来，由于食物的改善，当代年轻人的身材比上一代要高。有人对意大利人三百年来体质变化进行研究，发现身高基本上是线性增加的。我国华东地区人民身高，在五十年代平均为164.5厘米，到1980年测得上海籍大学新生平均身高已达170.5厘米。当然这种身高增长并不总是越来越快的，例如北美有的民族已停止长得更高，欧洲的各国，身材增高的趋势也已减缓。但即使身高并无太大增长，如美国1946~1966年男性军人身高增加仅0.61厘米，其他人体数据的变化也会造成很大影响，例如美国军人战后20年间体重平均增加2.01公斤，胸围增加1.36厘米，坐高减少0.19厘米，也对装备提出了新的要求。所以自1946年以来，美国完成了三次全军性调查，各兵种和民间也多次进行人体测量，北约其他成员国和苏联、日本均重复进行人体测量。尽管如此，人体数据的变化仍然引起了广泛的问题，曾有报导说西德航空公司因乘客体重增加多耗了10%的燃料；说日本小学生的桌椅变得太小，不适合现代儿童，已完全更新；甚至还有关于药片重量和医嘱应按现代人体重增加的情况进行修改，以防止药力不足的呼吁。

然而,随着世界市场形成和交通、旅游等国际交流活动的活跃,不同民族使用同样机械装备的比例将越来越大,为了促进出口,在装备设计中考虑多民族人体数据是势所必然的,而为了促进旅游与交通,即使在本国新建的设施,也有了考虑其他民族适用性的必要。至于及时地从事本国人民和有关群体的人体测量,对于工业产品和生活用品、工作与生活场所设计的意义,就不言而喻了。可以说,现代所进行的一切与人有关的设计,如果不考虑人体测量和其他人类工程学因素(包括审美、时尚、操作性等),将不会是一个好设计,其寿命一定不会长久。

关于人体测量的方法,可分为静测量与动测量两类。在被测者静止状态下进行的静测量,主要是测定身高、体重、面积的形态测量,通用的方法是马丁法,测量仪器为马丁(Martin)人体测量仪,它由触头、滑头计、身高计、直杆计、软尺和体重计组成。所测部位(项目)为立位正面60项,横向10项,头部49项共129项。由于这种人类学活体测量项目是基于骨骼测量的,对于基于软件测量的人类工程学来说,不太适合,而且数据太少。所以日本人类工程学会生体测量分会在服装分会协助下,以美国莱特航空中心(WADC)的132个测量项目为基础,参照汽车工业部门选定的24项和其他部门迫切需要的项目共约191项,加上身体侧面的14项,共确定了205个测量项目,并在其中选出了57个必要的测点。基本测量方法仍用马丁学派的投影法,基本姿势为自然直立、自然静坐姿势,所用测量工具也比较广泛,测量精度为毫米。这个测量报告书于1970年发表,由于所选的是人类工程学上最少限量的共同项目,并选择了必要测点和作了严格定义,受到日本各界欢迎与采用。该分会已将此报告提供国际讨论,争取成为国际通用标准。

此外,人体测量还有动测量,即在被测者作规定运动状态下测量,它又可以分为测定肌力、发汗等的生理测量和有关关节活动分析的体育测量。目前最需要的也是能得到的数据,多为静测量值和生理值的一部分,动态测量还是探索中的课题。动态测量的仪器有抓测器、握测器、拉力器等。

人体测量方法除马丁法外,还有双重求积仪法(测面积)、排水法(测体积)、理论人体测量法、人体模型法、照相测量法等。测量用仪器也还有戴维斯(B.T.Davis)研制的便携测量仪和日本习用的大川测量仪等。

§ 2.2 人体测量项目

一、测点

测量项目是用所需测量的两个部位、测点或经过点来定义的项目。定义中还须指明测量方向(图1)。测量方向主要指身体的垂直、水平或横向。对于四肢则用桡侧、尺侧、腓侧、手掌面、手背面等表示左右方向,又按距肢根部距离分为近位、远位等。测量时凡有左右差别的项目,均采用右侧。

具体进行测量首先必须知道测点具体位置,这可参考解剖学、人类学和人体测量的有关书籍,这里介绍一下日本人体测量报告所提出的57个测点的名称、代号,并用图示说明各测量项目的意义。

1. 头部测点:眉间点g,发缘点tr,发顶点v,枕后点op,耳屏点t,颅侧点eu,鼻根点n,鼻下点sn,鼻尖点prn,上唇中点ls,下唇中点li,颏下点gn,眼内角点en,眼外

点ex, 眶下点or, 鼻尖点al, 口角点ch, 下颌角点go, 耳上附着点obs, 耳下附着点obi, 耳后点pa, 耳上点sa, 耳下点sba, 共23个点,

2. 躯干、四肢测点: 喉结节点 $\cdot$ lar, 颈窝点 $\cdot$ fj, 胸骨上点 $\cdot$ st, 胸骨下点 $\cdot$ sust, 乳头点 $\cdot$ th, 脐点 $\cdot$ cm, 耻骨联合点 $\cdot$ sy, 会阴点 $\cdot$ pe, 颈椎点 $\cdot$ c, 颈根外侧点 $\cdot$ nr, 肩峰点 $\cdot$ a, 腋窝前点 $\cdot$ a $\cdot$ ap, 腋窝后点 $\cdot$ p $\cdot$ ap, 肩胛骨下角点 $\cdot$ ais, 桡骨点 $\cdot$ r, 肘点 $\cdot$ ol, 桡骨茎突点 $\cdot$ sty $\cdot$ r, 尺骨茎突点 $\cdot$ sty $\cdot$ u, 指尖点 $\cdot$ da, 指点 $\cdot$ ph, 挠侧掌骨点 $\cdot$ mr, 尺侧掌骨点 $\cdot$ mu, 髌骨点 $\cdot$ ic, 髌前上棘点 $\cdot$ is, 大转子点 $\cdot$ tro, 髌骨中点 $\cdot$ pc, 腓骨头点 $\cdot$ cf, 胫骨前下点 $\cdot$ adp, 内踝点 $\cdot$ sph, 外踝点 $\cdot$ mf, 足跟点 $\cdot$ pte, 趾尖点 $\cdot$ ap, 胫侧跖骨点 $\cdot$ mt $\cdot$ t, 腓侧跖骨点 $\cdot$ mt $\cdot$ f, 共34个点。其中有 $\cdot$ 者为新设点。

测量项目与测量姿势有关, 可参见下面引自日本人类工程学会人体测量分会所编《人体测量手册》(奚振华译, 中国标准出版社, 1983年)的图, 与图有关的测量项目名称代号列

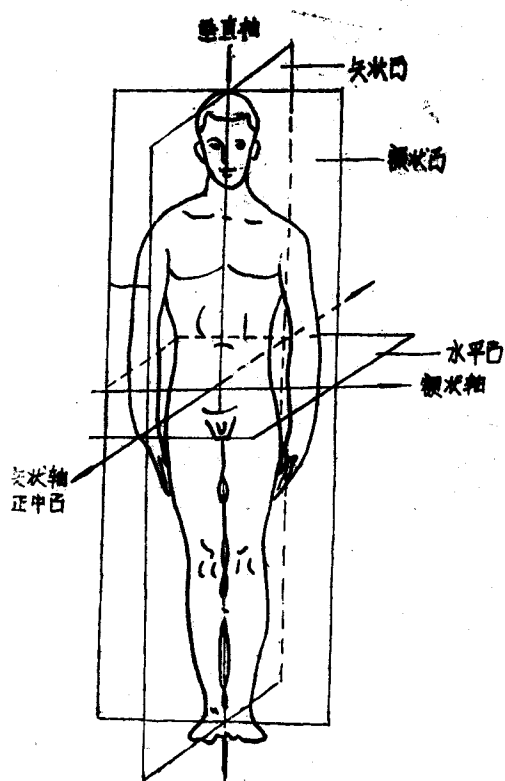


图2.1 测量方向

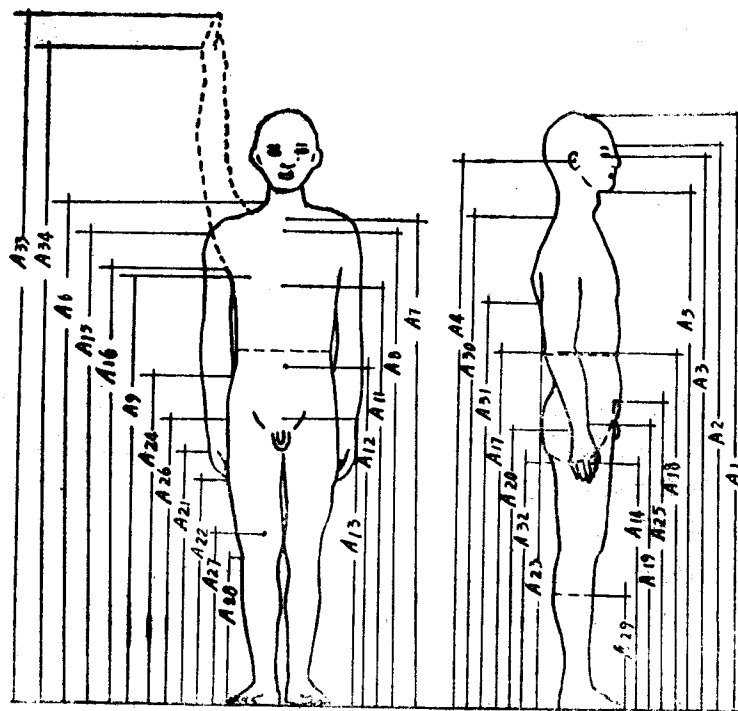


图2.2 直立姿势的高度

在后文,项目定义不再赘述。图2.1直立姿势高度中,应有一项“A10.乳房下缘高”仅用于测量女体,图中未示出。

二、测量项目

直立姿势有关的: A1身高, A2鼻根高, A3眼高, A4耳屏高, A5颞下点高, A6颈根高, A7颈窝高, A8胸骨上缘高, A9乳头高, A10乳房下缘高, A11胸骨下缘高, A12脐高, A13耻骨联合高, A14会阴高, A15肩峰高, A16腋窝前高, A17肘高, A18挠骨头高, A19挠骨茎突高, A20尺骨茎突高, A21中指指点高, A22指尖点高, A23腰围高, A24髂嵴高, A25髂前上棘高, A26大转子高, A27膝高, A28腓骨头高, A29腿肚高, A30

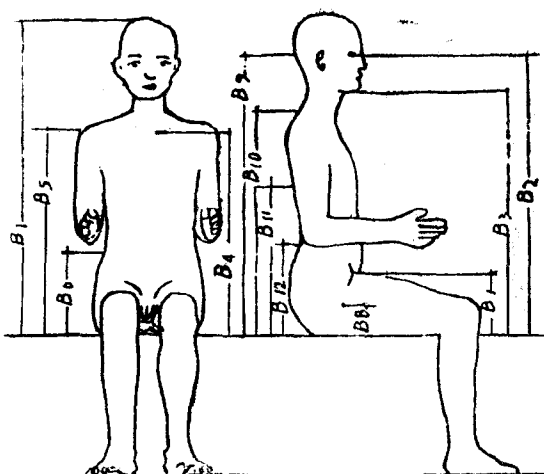


图2.3 椅坐姿势各测点离椅面高度

颈椎高, A31肩胛骨下角点高, A32臀沟高, A33中指(上肢上举时)指尖点高, A34中指(上肢上举时)指点高(见图2.2)。

采取自然坐姿时: B1坐高, B2坐姿眼高, B3坐姿颞下高, B4坐姿胸骨上缘高, B5坐姿肩峰高, B6坐姿髂嵴高, B7坐姿大腿上缘高, B8坐姿大转子点高, B9坐姿枕后点高, B10坐姿颈椎高, B11坐姿肩胛骨下角高, B12坐姿肘高(见图2.3)。

躯干的尺寸: C1最大体宽, C2颈根宽, C3两肩峰点宽, C4肩宽, C5腋窝前宽, C6胸宽, C7乳头间宽, C8腰宽, C9两髂嵴点宽, C10臀宽, C11两肩胛骨下点宽, C12胸厚, C13胸矢状厚, C14腰厚, C15腹厚, C16臀厚, C17颈围, C18颈根围, C19上部胸围, C20乳头部位胸围, C21下部胸围, C22腰围, C23腹围, C24臀围, C25躯干垂直围长, C26颈前长, C27前胸长, C28颈后长, C29后背长, C30会阴上部前后长, C31臀部弧长(见图2.4, 图2.5); C32坐姿两肘间宽, C33坐姿臀宽, C34坐姿腹厚, C35坐姿背——肩峰距离, C36坐姿臀部——大转子点距离, C37坐姿腋窝间宽(见图2.6)

上肢尺寸: D1指距, D2上肢长, D3腋窝——茎突距离, D4手长, D5手背长, D6第1指掌侧长, D7第2指掌侧长, D8第3指掌侧长, D9第4指掌侧长, D10第5指掌侧长, D11腕关节宽, D12最大手宽, D13手宽, D14第3指最大宽, D15第3指宽, D16上臂根厚度, D17前臂最大宽, D18腕关节厚, D19掌厚, D20第3指最大厚, D21第3指厚, D22上臂根围, D23腋窝部位上臂围, D24上臂围, D25前臂围, D26腕关节围, D27掌围(见图2.7、图2.8), D28上肢前展长, D29上肢最大前展, D30背——指点距离, D31前臂、手前展长, D32肩峰——肘距离, D33第1和第5指尖点间最大距离, D34第3指基节长, D35最大抓握经, D36上臂最大围, D37肘最大围, D38前臂最大围, D39拳围, D40背部正中中线——尺骨茎突距离(见图2.9、图2.10)。

下肢尺寸: E1足背高, E2内踝高, E3外踝高, E4足趾高, E5足长, E6足跟——跖骨距离, E7足背长, E8足跟——内踝距离, E9大腿宽, E10膝宽, E11腿肚宽, E12踝上宽, E13足宽, E14足跟宽, E15内外踝宽, E16大腿厚, E17膝厚, E18腿肚厚, E19踝上厚, E20下肢根围, E21大腿围, E22膝围, E23腿肚围, E24踝上围, E25足围, E26足跟围, E27

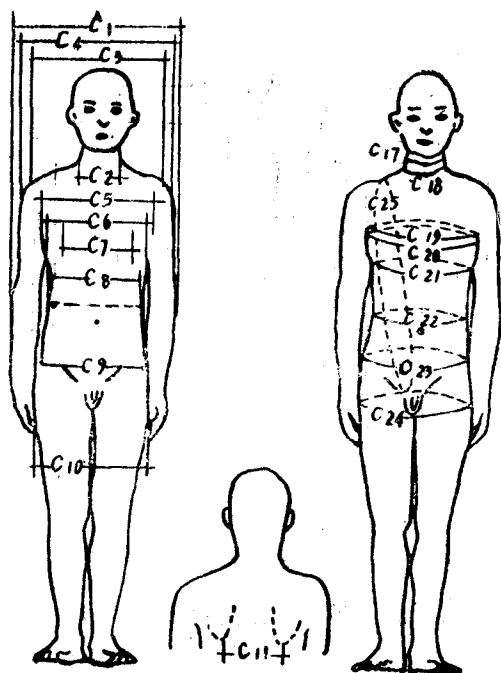


图2.4 躯干的尺寸 (1)

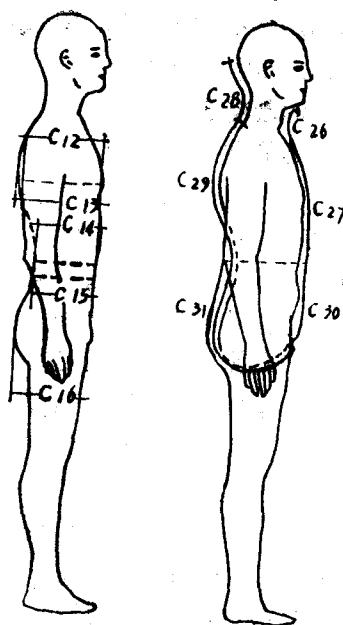


图2.5 躯干的尺寸 (2)

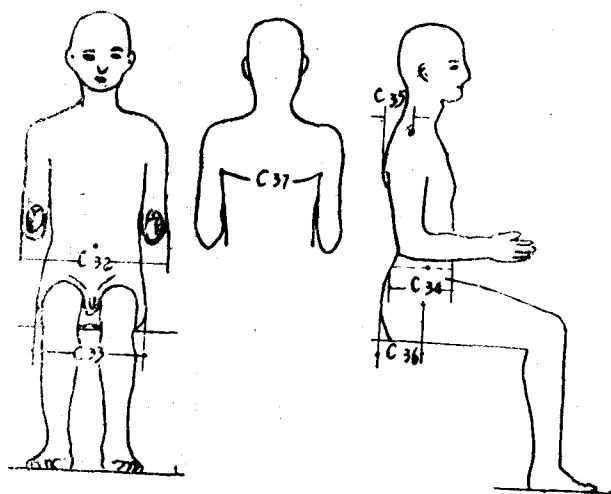


图2.6 躯干的尺寸 (3)

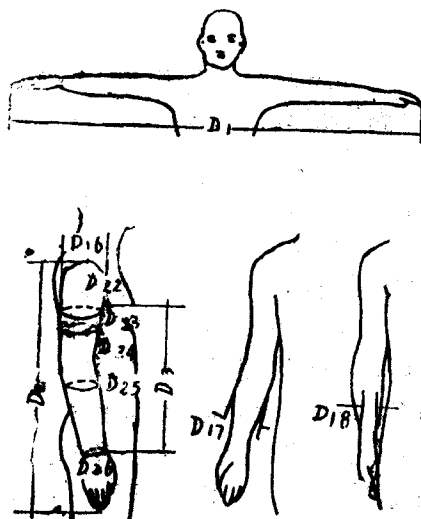


图2.7 上肢的尺寸 (1)

坐姿髌骨上缘高, E28坐姿臀—髌骨前缘距离, E29坐姿臀—腓骨头上距离, E30坐姿臀—腿肚后缘距离, E31坐姿下肢长, E32坐姿膝围 (见图2.11、图2.12、图2.13)。

头部尺寸: F1头全高, F2容貌面长 (I), F3容貌面长 (I), F4形态面长, F5眼—颏下距离, F6鼻长, F7人中高, F8唇全高, E9头盖高 (I) E10头盖高 (I), F11头长, F12枕后点—鼻尖点距离, F13枕后点—颏下点距离, F14枕后点—眼外角点距离, F15