



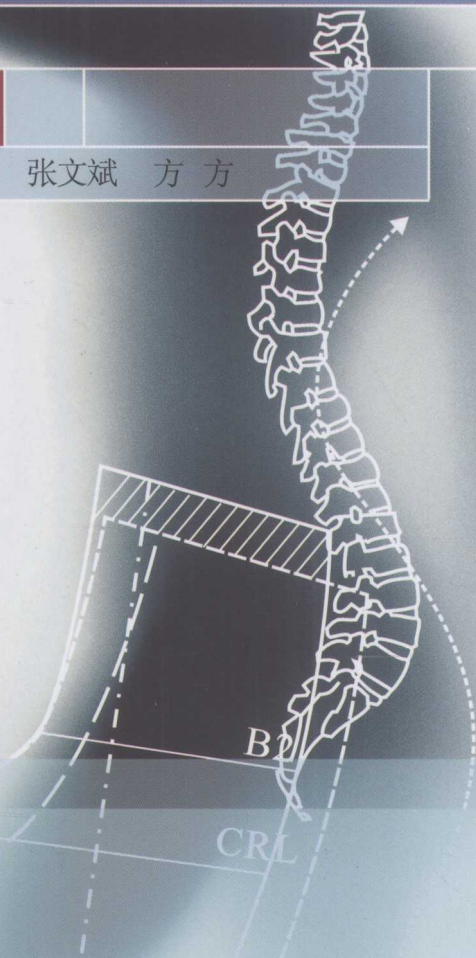
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
服装工程技术类精品教程

服装人体工效学

APPAREL SOMATOLOGY

第二版

主编 张文斌 方方



东华大学出版社



纺织服装高等教育“十一五”国家级规划教材

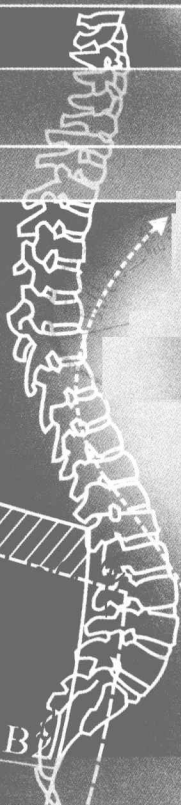
服装工程技术类精品教程

服装人体工效学

APPAREL SOMATOLOGY

第二版

主编 张文斌 方方



东华大学出版社·上海

图书在版编目(CIP)数据

服装人体工效学/张文斌,方方主编. —2版. —上海:东华大学出版社,2015.8

ISBN 978-7-5669-0842-1

I. 服... II. ①张... ②方... III. 服装—工效学
IV. TS941.17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 163342 号

责任编辑 谢 未

封面设计 李 峻

邵小蝶

服装人体工效学(第二版)

张文斌 方方 主编

出版:东华大学出版社(上海市延安西路 1882 号,200051)

本社网址: <http://www.dhupress.net>

天猫旗舰店: <http://dhdx.tmall.com>

营销中心:021-62193056 62373056 62379558

印刷:常熟市大宏印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.5 字数:500 千字

2015 年 8 月第 2 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5669-0842-1/TS·623

定价:43.00 元

服装工程技术类精品教程编委会

主 任:陈田初

副 主 任:李柯玲 吴 良 孙福良

委 员:李 俊 张文斌 张渭源 杜亚玲 曹继正

序 言

服装人体工效学隶属于人体工效学,是解剖学、人类学、生物力学、环境卫生学、服装材料学、数学等现代科学与服装学科的交叉,既是一种综合的边缘学科,也是一门以人为中心,以服装为媒介,以环境为条件的系统工程学科。

我国的服装人体工效学较国内的其他人体工效学起步更晚,这和我国的服装产业虽然发展较早,但产业基础及产业科学技术至今尚不够发达的国情是分不开的。要提升我国服装产品的品位和品质,要从艺术和科学两个方面去努力,从艺术的层面是紧跟国际设计潮流,培植、发展原创能力的设计理念和建立具有国际视野的设计团体。从科学的层面是发展与服装相关的科学理论,在加快消化和吸收国际最新科学技术的基础上,发展具有自主知识产权的服装高新技术。从这个意义上说在大学里开设服装人体工效学这个课程,加深这个领域的理论探索和科研活动是必然的也是必需的。我们愿与这个领域的学者们一起为建设具有中国特色的服装人体工效学而共同努力,让《服装人体工效学》的编著出版作为我们工作征途的第一个里程碑吧!

由于相关文献和信息的相对缺乏,本书不能更多地反映出本学科的最新研究成果,本书定有不当之处,当以诚惶诚恐之心听取同仁们的指正。在以后的版本中我们将尽快地更广泛地收集和反映这个领域的研究发展,以饗读者。

本书主要编著者为东华大学服装学院张文斌教授、方方博士。全书共分九章,其中第一、五、八、九章由张文斌编写;第二、六章由方方编写;第三章由肖平、方方编写;第七章由孟祥令、方方编写,第四章由河南科技学院白丽红副教授编写。全书统稿由张文斌、方方、蒋丽君完成。

参与本书材料收集、图片描绘的还有胡英、李翠明、郭杨、沈淼、李小晖、范新艳、许练、高淑平等。

在此对在本书引用的文献著作者以及在编著中作出贡献的所有同志致以诚挚的谢意!

编著者

2008年6月

目录

第一章 绪论	1
第一节 人体工效学的定义	1
第二节 人体工效学的发展	2
第三节 人体工效学的研究机构	4
第四节 人体工效学的分类法	5
第五节 人体工效学研究考虑的因素	8
第六节 人体工效学的研究方法	11
第七节 服装人体工效学	11
第二章 人体静态计测方法和标准	15
第一节 人体静态测量方法概述	15
第二节 人体静体态测量	23
第三节 接触测量法和非接触三维人体扫描法的应用比较	35
第四节 各国人体测量标准及考虑的测量部位	41
第三章 人体动态特征与着装形变	56
第一节 人体体表运动形变	56
第二节 服装形态与形变要素	68
第四章 服装规格制定原理	90
第一节 服装规格制定原理与技术途径	90
第二节 我国服装号型、规格标准内容	107

第三节	服装示明规格	112
第五章	服装设计中人体工效学的应用	120
第一节	服装松量设计	120
第二节	袋口位置角度优化设计	128
第三节	袖窿—袖山结构优化设计	131
第四节	胸罩钢圈造型设计	139
第五节	服装肩部造型研究	141
第六节	服装背部结构放松量的优化处理	143
第七节	颈部运动与衣领结构优化	145
第八节	下体静动态特征及裤装结构优化	151
第九节	西服上衣结构优化设计	163
第十节	服装开口的优化设计	167
第十一节	工作服的结构功能特殊性	168
第十二节	特种服装的运动功能设计	171
第六章	色彩和图案对人体生理与心理的作用	174
第一节	色彩科学的由来与发展	174
第二节	色彩与图案对人体的影响	176
第七章	服装穿着舒适性	182
第一节	服装压与压力舒适性研究	183
第二节	服装压舒适性的生理评价指标	196
第三节	裤装穿着拘束感的相关因子分析	205
第四节	环境气候与服装间气候研究	210
第五节	着装运动温度研究实例	214
第八章	服装厂工作地劳动姿势与劳动强度	216
第一节	作业姿势与作业区域	216
第二节	作业记录与作业分析	219
第三节	作业区域计算及影响要素	222
第四节	作业劳动强度	228
第五节	服装厂工作地工作姿势与劳动强度	235

第六节 疲劳和疲劳度的研究	248
第七节 服装厂工作地技术标准	259
第八节 休闲环境	263
第九章 特殊群体与人体工效学	267
第一节 高龄者体型及生理运动机能	267
第二节 高龄者居住空间及使用用具物品的特殊性	282
第三节 高龄者被服特殊性	283
第四节 智体残者的被服	292
参考文献	299

第一章 绪 论

人体工效学是研究人与工具、手段相互作用产生的心理和生理上的规律和法则,是解剖学、心理学、运动学及设计学等学科的交叉科学。本章对人体工效学进行科学定义,讲述其发展历史。介绍国际上著名的人体工效学的研究机构,重点分析其研究所涉及的相关因素和研究方法;从服装与人体关系的角度简介服装人体工效学的主要内容。

第一节 人体工效学的定义

人体工效学(Human Engineering)研究人与工具、手段相互作用产生的心理和生理上的规律和法则。国际人体工效学学会(International Ergonomics Association, IEA)为人体工效学这门学科下的最权威、最全面的定义是:人体工效学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、家庭生活中和休假时怎样统一考虑工作效率、健康、安全和舒适等问题的学科。它涉及生理学、解剖学、生物力学、物理学、人类学和材料学等综合学科和边缘学科。同时人体工效学的研究目的是使人类创造出最大物质文明生产力的同时,创造最适宜的环境。因此,人体工效学又是人类在自然界与机器用具之间寻求最大自由度的科学。

人体工效学的名字有多种译法。在美国,有人称之为人类工程学(Human Engineering),人因工程学(Human Factors Engineering);在欧洲,有人称之为人类工效学(Ergonomics),即希腊语“工作(ERGON)”和“管理、法制(NOMOS)”的合成,还有人称之为生物工艺学、工程心理学、应用试验心理学以及人体状态学等;在日本称之为“人间工学”;在我国,还有人体工程学、人机学、运动学、机器设备利用学、人机控制学等译法。这些不同的命名充分体现了人体工效学是“人体科学”和“工程技术”的结合。

人体工效学是人体科学、环境科学不断向工程科学渗透和交叉的产物。它是

以人体科学中的人类学、生物学、心理学、卫生学、解剖学、生物力学、人体测量学为“一肢”，以环境科学中的环境保护学、环境科学、环境卫生学、环境检测技术等学科为“另一肢”，以技术科学中的服装设计、工业经济、系统工程、交通工程、企业管理等学科作为“躯干”，从而构成人体工效学中的科学体系。

人体工效学首先要研究人自身的形态特征，研究人体静态的、动态的三维立体各部位相应的关系及各个方位的依存形态。其次要研究人体的肌肉力、分析力的数量和力的方向，以使用具能适应人的肌肉运作力量和方位。第三要研究人类与机器用具之间的信息传递，这种传递需根据听、视、触、嗅等感觉并分析，以确定这些信息的大小和持续时间。第四要研究作用于人体—机器用具之间的环境条件，要确保人体与机器用具之间形成协调的自然与社会环境。第五要研究时间的要素。人体由于刺激产生反应，这种反应速度有一定的限度。因此，人与机器之间的信息传递速度要与之适应，否则会产生过大负荷，增大疲劳度。

人体工效学的研究内容中常包含着生理和心理两方面的内容。从生理角度看，主要根据人体结构尺度，找出与设计物的比例关系，根据人体结构的基本参数进行各个领域的设计活动，满足人们的物质需求。从心理角度看，研究色彩、线条、空间、形状、声音、气味、肌理等因素，使之更科学、更合理、更愉悦，以满足人们的精神需求。

第二节 人体工效学的发展

“人体工程学”名称是日本学者中田宽一在 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“工效学”一词来称呼研究工作环境、条件，追求工作效率的学科。Ergonomics 这个词由 ERGON 和 NOMOS 构成，本义为工作的自然法则。人体工效学作为一门科学是第二次世界大战中在美国产生的。战后在欧洲以英国、德国为中心也开展了此类研究。1950 年，英国人体工效学研究协会成立。1956 年美国人体因素协会成立。1949 年英国学者马列尔创建英国这一学科的学会时，采用了“工效学会”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，欧洲还有另外一种会刊叫《Applied Ergonomics》(应用工效学)。1961 年在斯德哥尔摩召开的第一届国际工效学年会(IEA)上，成立了国际工效学联盟。我国机械工业系统在 1980 年成立了工效学会，并加入了国际工效学联盟。1955 年，人体工效学会开始引起日本各界人士的注意，并于 1964 年成立了日本人体工程学会。国际人体工效学会则成立于 1960 年。

在我国，人体工效学是一门新兴的学科，尚处在初创阶段。20 世纪五六十年代，我国一些试验心理学工作者首先开始着手这方面的研究，并把它称为“工程心理学”。70 年代以后，由于我国现代化工业的发展，技术设计与人的身心特点匹配程度与人—科技系统的安全、效率和社会效益之间的重要关系日益受到重视，

促进了这一学科在我国的发展。1989年,我国成立“全国人类工效学标准化技术委员会”,秘书处的工作由中国科学院心理学研究所与中国标准化与信息分类编码研究所共同承担。到目前为止,制定并发布的正式标准超过20多个。人体工效学标准化技术委员会的成立和标准化工作的推进,促进了人体工效学在各个领域的应用,推动了人体工效学的发展。

人体工效学虽然在20世纪初才形成独立的学科,但是在设计中运用人体因素,按照人体结构基本参数、运动方式,寻求与设计物的合理比例关系进行设计已有相当长历史。早在新石器时代,人们已经对形状有了足够的认识,为了更加合乎“人”的使用目的,制造形态各异的工具及组合工具。手工业时期的早期,随着农耕经济的发展,农业与手工业的分工,生产技术得到了大的发展,出现了专门从事设计与制作的手工业者。这时候人体工效学的专门理论著作虽然还没有,但有关这方面的研究已出现在一些著作中。比如,中国最早的工艺著作《考工记》中多处提到“人长八尺”,以此作为确定器物基本尺寸比例的重要依据。手工业时代的中外建筑设计、产品设计,从实用和美观角度出发,遵循着合乎人体结构的基本规律。在埃及国坦卡门墓中的御座、乌木椅及人形棺、玻璃枕头以及古代希腊、罗马时期的神庙、金属工艺品中都有体现。总之,手工艺时代采用人体结构因素进行合理、科学的设计已广泛运用于各设计领域,是一种自觉的设计意识。

工业革命时期,由于新技术、新材料、新工艺的发明,使新产品源源不断地出现,设计成为一个独立的行业。仅仅考虑如何适合人体尺寸已远远不够,同时还要考虑人在产品设计时如何达到最大系数的安全性、适应性、效率性。尤其是第二次世界大战期间,人体工效学的研究更加复杂、确切。兵器之多,规模之大,如何协调各兵种海陆空立体作战等状况,这就要求设计不仅要考虑最大限度的适应性,更重要的是安全性、效率性。二战结束后,人体工效学的研究由军事用品转移到民用产品中来,使人们在有限的生活、工作空间中感到更加舒展、自如、方便、安全和愉快。

20世纪70年代,对人体工效学的研究达到高潮,普遍认为它是达到良好设计的关键,研究更加系统化、理论化、完善化,成为各大院校设计专业的必修课程,设计师也更加科学地运用人体工效学,真正全面满足人们的需求,这种“需求”、“适应”不仅仅是健康人的需求,而且是更多特殊人群的需求。设计师们本着人道主义的精神,依据残疾人的特殊人体结构要素,设计出更加便利、增强他们生活能力的优秀产品,如专门为残疾病人设计的轮椅、餐具等,专门为老人使用方便的生活用品及适合儿童生理、心理状态的物品。这样,更加拓展了设计师的服务层面,加深了对人体工效学的理解,达到为社会整体服务的准则。

人体工效学研究领域有过三次转变:

1. 机械中心设计,即以机械为中心,通过选择和培训,使人去适应机械。人类中心论强调了必须以人类特性为设计机械的依据。在此思想基础上诞生了初期的人体工效学。

2. 系统中心设计,系统中心设计思想是强调以系统为中心来设计机械与人的最佳组合,20 世纪 60 年代以后,系统中心设计思想的出现使人体工效学进入了新的境界。

3. 人本主义设计,20 世纪 70 年代的全球危机和对于技术的社会影响的反省,使一种新的哲理人本主义兴起并取代了系统中心设计哲理。其特别强调人类基本价值,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。人本主义是一种更加重视生活质量和福利、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满足的哲理。

第三节 人体工效学的研究机构

目前关于人体工效学的研究性机构大致由以下组成:

一、国际人体工效学协会

该协会 1959 年设立筹备委员会,1960 年成立。1961 年举行第一次国际性学术会议,一般每隔 3 年举行一次国际学术会议。1975 年成立了国际人体工效学(人体工程学)标准化技术委员会,代号(ISO/TC-159)。TC-159 下设 5 个委员会(SC):SC1——人体工效学指导原则;SC2——符合标准的人体工效学要求(已停止活动);SC3——人体测量与生物力学;SC4——信号与控制;SC5——物理环境人体工效学;SC6——工作系统的人体工效学要求,发布了《工作系统设计的人类工效学原则》标准。

二、美国人体工效学学术研究机构

美国相关学术机构较多,其中有人类因素协会、人类工程学研究协会等。另有哈佛大学、塔夫茨大学、纽约大学、乔治华盛顿大学、普林斯顿大学、马里兰大学、俄亥俄州立大学、密歇根州立大学、马萨诸塞州理工大学、普度大学、伊利诺斯州立大学、纽约特殊设计中心、海军医学研究中心、海军医学研究实验室、海军电讯实验室、空军医学实验室、空军行为科学研究实验室、陆军研究与发展中心、军队流行病学及事故损伤委员会、陆军研究发展中心、装甲部队医学研究实验室、兰特公司等。

三、英国人体工效学学术研究机构

英国人体工效学学术机构有:工效学研究协会、工程学和控制在论学会、伯明翰大学、伦敦卫生和热带医学学院、政府的科学和工业研究部、医学研究协会、皇家海军热带研究中心、人类生理学应用心理学研究中心、美国钢铁研究协会(事政预防部、人机系统分析部、环境控制部、人类因素部、系统实验室等相关研究部门)、气候和工作效率研究中心、自动化工业研究协会、英国鞋靴联合贸易研究协会、英

国玻璃工业研究协会等。

四、法国人体工效学学术研究机构

法国国立研究所:劳动生理学实验中心、国家科学研究所、法国人体工效学协会等。

五、德国人体工效学学术研究机构

德国的人体工效学学术机构有:马克思—普朗克职业生理学协会、人体工程学协会等。

六、俄罗斯人体工效学学术研究机构

俄罗斯的人体工效学学术研究机构有:圣彼得堡安全实验室、国家航空医学实验中心、巴甫洛夫生理学研究所、保险装置实验室、莫斯科工作能力测试中心、安全工程联合科学研究学院、技术和机械建筑科学研究中心、莫斯科技术和机器建筑科学研究中心等。

七、日本人体工效学学术研究机构

日本的人体工效学学术研究机构有:日本人间工学研究会、东北大学医学部、东京大学医学部工学部、日本大学文理学部、劳动科学研究所、京都大学、大阪大学、大阪市立大学、御茶水女子大学、奈良女子大学、日本女子大学生活科学部、千叶大学工学部、早稻田大学、庆应大学工学部、福岛医科大学、产业工艺试验所、日本大学理工学部、九州大学工学部、日本科学技术联盟、北海道大学医学部、三菱重工自动车工业研究所、HK 技术研究所、劳动省产业安全研究所等。

第四节 人体工效学的分类法

人体工效学的研究领域,基本上有如下分类:

一、人体工效学方法、设施、器材、一般文献

人体工效学的一般性、概括性研究;
与人体工效学相关联的实验设计,统计方法,情况收集处理;
心理学、生理学的方法;
主要用于人体工效学研究器械;
人体工效学的设施。

二、人体—机械的系统视觉传输及过程

系统与操作的设计:直接由人体操作的部件系统如何适应人的使用;

通讯及情报理论;

系统研究的评价:人体以及对机械功能的关联,作为系统要素的组合通讯、运输、补给系统。

三、视觉传输及过程

自然光、昼光、昏暗及夜间对可视度影响的特别条件;

人工照明:照明考虑的事项,屋内外照明装置,对视力影响的人工照明的特别性质;

机械照明:直接照明、间接照明,照明的颜色及强弱,照明方法与光源类型的对比;

雷达、红外线、激光等非可视光线照明;

电视、电影:影视中图像的传输与接收的视觉感觉;

绘画、形象的装置:外——内及内——外装置,绘画要素及形象要素的组合;

绘画、文字、数字以其形象的可读性:文字的设计,形象与背景的色对比、可视条件;

印刷物:印刷物种类及其评价;

关系器具使用时的视觉、个人差、异常、阈值、感度、顺序、色觉、知觉的距离、深度、大小、色觉检查。

四、听觉传输及过程

噪音:噪音波及其构成测定,对噪音的对策,一般产业的噪音,特殊产业的噪音,噪音及噪音的影响,难以听到的噪音;

听觉器械的影响:振动、气流、敲击装置对听觉的影响;

不同语言的听觉装置及其评价:断续的警报及信号装置,电报系统,声纳及其它水下听音装置;

声音发生与听觉的基础研究:声音及听力检查、听觉阈值及阈值现象、刺激的组成、基础的听觉及个人差。

五、其他知觉传输及过程

触觉:触觉过程,关于触觉研究的器材及方法;

温度感觉:温度感觉过程,关于温度研究的器材及方法;

痛感觉:痛觉过程,关于痛觉研究的器材及方法;

嗅觉、味觉:嗅觉、味觉感觉过程,关于嗅觉、味觉研究的器材及方法;

动感:动感过程、关于动感研究的器材及方法;

平衡功能:平衡功能过程,关于平衡功能研究的器材及方法;

时间知觉:时间知觉过程,关于时间知觉研究的器材及方法。

六、输入通道选择与干涉

输入通道的选择与干涉的相关性；

输入通道的相互比较：视觉、听觉输入通道的比较，其他知觉的输入通道的比较。

七、人体计测、基础生理学研究能力

身体计测与基础运动过程的关联性；

人体形态：身体大小（静态的长度、围度、角度及运动和异常姿势时身体大小）；

人体结构：腕运动范围、运动的柔软度、肌肉力及持久力；

人体计测时应用的人体工效学器械用具及使用方法；

基础的生理学研究能力：应用人体工效学的器械用具及使用方法。

八、控制与调度的组合及其标准化

控制的类型：回转运动控制，直线运动控制，其他类型控制，多功能的控制组合而成的控制。

九、配电盘及控制

配电盘与控制的标准化以及统一；

作业者与作业关联的配电盘的配置；

配电盘及控制的要素。

十、工作地设计、器材、装备

与工作地设计、器材、装备相关的基础研究；

工作地设计；

装备设计：座位及姿势的支持物，座位的配置，作业面通路，入口，出口；

复杂运动及特殊姿势；

保全的设计、安全的设计；

汽车、飞机等交通工具的安全；

海上、地上降落地；

火灾控制系统；

特别作业场所及精密器材的人体工效学的发展与评价。

十一、衣服及个人装备

衣服的功能：防火服、加压服、防护服及其他形式的衣服构造；

衣服的要素：束带、身体用具、头具、足具；

衣服的尺寸:与人体相关的尺寸、与风格相关的尺寸;
个人装备:护耳、睡袋、包装及搬运、救生袋(圈)、防护具;
衣服与个人装备的组合结果;
从人体工效学角度研究衣服和个人装备时所需的器材、装置。

十二、影响能力的特别环境因子

空气环境:温度、湿度、气流;
热量的发散;
毒物环境;
运动:速度及加速度、振动、运动障碍;
高度及深度:大气压、氧气需要;
核辐射及宇宙线;
宇宙飞行;
对能力产生影响的特别环境研究所需器材与方法。

十三、工作效率、影响疲劳的因素、工作条件

与个人有关的要素:智能及适应性、思考过程;
个人因子与工作因子间的干涉:工作及顺利开展工作的个人理解度的影响,
人与器材或工作的相关性,疲劳及表现形式,精神紧张;
工作休息、工作效率:工作的条件、工作的方法、复杂程度、工作的异常特性;
关系到工作效率的生理学要素的影响:睡眠、饮食、营养、药物的影响和护理的影响。

十四、人体工效学相关心理学研究

人体工效学相关的个人心理;
人体工效学相关的社会心理。

第五节 人体工效学研究考虑的因素 * * * * *

人体工效学研究时必需考虑的因素,即为使研究的成果具有确切的实际意义,必须做到:

一、是否涵盖使用用具的所有群体

在设计用具时,要考虑到是供哪些群体使用的,是否该群体中所有人在所有的场合中都能使用,因此在设计用具时要考虑与使用的所有群体有直接关联的计测值。

二、考虑群体的平均值

针对使用用具的群体选择合适的测量值是至关重要的,因为很多用具只能选择一个确定的值或一个值域,即既不能取适合这个群体的最大值,亦不能取这个群体的最小值,此时取平均值是重要的,并常在平均值的基础上加或减微调值,以取得最大适合群。

三、考虑民族特性或习惯性

不同的民族其风情、习俗、需求等都会有其特殊性,即使同一民族,具体的人群亦会有不同的习惯,故人体工效学研究必须从国际大环境中考虑,要探究此群体的原先民族特性,其民族差异产生的习俗差异(普遍地),如:

- 中国人削铅笔是自近向远,而美国人是自远向近;
- 卷席时,中国人是自近而远,而美国人是自远而近;
- 找零钱时,中国人是整钱逐次减去每笔购物费用来计算,而美国人是将每笔购物的费用加上后,用整钱减去求得。
- 往口中送食物时,欧美人是用左手拿叉送,而东亚人是用右手拿筷子送;
- 在日本、英联邦国家,汽车是左侧通行的,而在中、美等国家是右侧通行的。

四、人类期望的条件

人类当然希望不要有引起不快甚至痛苦的外界环境,即从宇宙的大环境,从居住的生活环境、工作学习的办公学习环境,到每个人的生存环境,都存在一个可适应、可忍受的条件范围。从人体工效学的角度分析当然要研究这个条件范围,进而取得最佳的理想化环境。下面是各种外部因素与正常状态的关系表:

表 1-5-1
各种外部因素与正常状态的关系表

外部因素	正常状态
噪音	←40~80dB→
O ₂	←21%→
CO ₂	←0.3%→
照度	←0~10000lux→
气压	←95976~106640Pa(地上)→
温度	←-30℃~+40℃→
湿度	←40%~100%→
重力	←980Pa→
振动	←0~100cps,0~100mm→
加速度	←1g±0.28g(电梯为例)→
风速	←0~30m/s→
拘束时间	4~24h

这些外部因素都可能在正负方向变化,但超过一定的范畴,人类就会感到不