

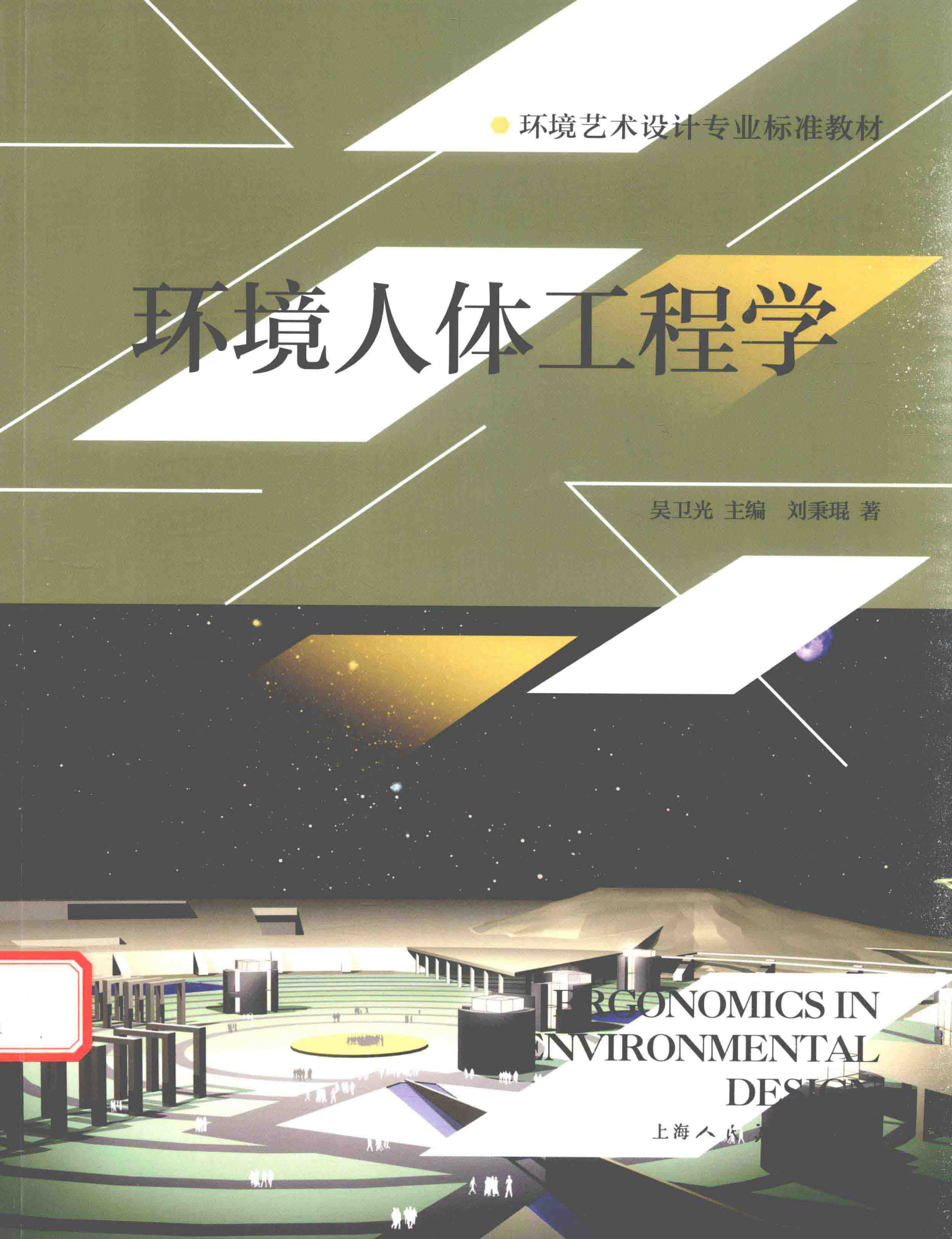
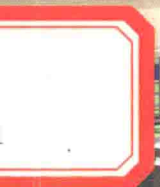
● 环境艺术设计专业标准教材

环境人体工程学

吴卫光 主编 刘秉琨 著

ERGONOMICS IN
ENVIRONMENTAL
DESIGN

上海人民



环境艺术设计专业标准教材

环境人体工程学

吴卫光 主编 刘秉琨 著

上海人民美術出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境人体工程学 / 刘秉琨 著. — 上海: 上海人民美术出版社, 2017.01

环境艺术设计专业标准教材

ISBN 978-7-5586-0036-4

I. ①环... II. ①刘... III. ①环境工程学—教材②工效学—教材 IV. ①X5②TB18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第192532号

环境艺术设计专业标准教材

环境人体工程学

主 编: 吴卫光

著 者: 刘秉琨

策 划: 姚宏翔

统 筹: 丁 雯

责任编辑: 姚宏翔

流程编辑: 孙 铭

版式设计: 朱庆荧

技术编辑: 戴建华

出版发行: 上海人民美术出版社

(地址: 上海长乐路672弄33号 邮编: 200040)

印 刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16 7.5印张

版 次: 2017年1月第1版

印 次: 2017年1月第1次

书 号: ISBN 978-7-5586-0036-4

定 价: 38.00元

目录 Contents

序言	003
----------	-----

Chapter 1

人体工程学概说

一、什么是人体工程学?	008
二、人机关系简史	010
三、人体工程学的范畴	018
四、人体工程学的研究方法	019

Chapter 2

人体活动及其效率

一、人体运动的原理	022
二、人体活动的效率	031

Chapter 3

人体测量与人体尺寸

一、人体测量学概说	036
二、人体测量的方法	039
三、人体测量的项目	044
四、人体数据的处理	046
五、人体尺寸	050

Chapter 4

常用家具与空间尺度中的人体因素

一、常用家具中的人体因素	064
二、室内空间与设施的尺度	072
三、城市空间尺度	079

Chapter 5

无障碍环境设计

一、无障碍环境的缘起.....	084
二、老年人.....	085
三、残疾人.....	087
四、下肢残疾者的便利环境	088
五、视力残疾者的便利环境	097
六、无障碍标志	099

Chapter 6

环境的物理因素与人体健康和工效

一、照明环境与人的视觉	102
二、热湿环境与人体健康和工效.....	109
三、噪声环境与人体健康和工效.....	112
四、振动环境与人体健康和工效.....	115

《环境人体工程学》课程教学安排建议.....	121
------------------------	-----

环境艺术设计专业标准教材

环境人体工程学

吴卫光 主编 刘秉琨 著

上海人民美術出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境人体工程学 / 刘秉琨 著. — 上海: 上海人民美术出版社, 2017.01

环境艺术设计专业标准教材

ISBN 978-7-5586-0036-4

I. ①环... II. ①刘... III. ①环境工程学—教材②工效学—教材 IV. ①X5②TB18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第192532号

环境艺术设计专业标准教材 环境人体工程学

主 编: 吴卫光

著 者: 刘秉琨

策 划: 姚宏翔

统 筹: 丁 雯

责任编辑: 姚宏翔

流程编辑: 孙 铭

版式设计: 朱庆荧

技术编辑: 戴建华

出版发行: 上海人民美术出版社

(地址: 上海长乐路672弄33号 邮编: 200040)

印 刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16 7.5印张

版 次: 2017年1月第1版

印 次: 2017年1月第1次

书 号: ISBN 978-7-5586-0036-4

定 价: 38.00元

序言

培养具有创新能力的应用型设计人才，是目前我国高等院校设计学科下属各专业人才培养的基本目标。一方面，这个基本目标，是由设计学的学科性质所决定的。设计学是一门综合性的学科，兼有人文学科、社会科学与自然科学的特点，涉及精神与物质两个方面的考虑。从“设计”这个词的语源来看，创新与应用是其题中应有之义。尤其在高科技和互联网已经深入到我们生活中每一个细节的今天，设计再也不是“纸上谈兵”，一切设计活动都与创造直接或间接的经济利益和物质财富紧密相关。另一方面，这个目标，也是新世纪以来高等设计专业教育所形成的一种新型的人才培养模式。在从“中国制造”向“中国创造”转型的今天，早已在全国各地高等院校生根开花的设计专业教育，已经做好了培养创新型人才的准备。

本套教材的编写，正是以培养创新型的应用人才为指导思想。

鉴此，本套教材极为强调对设计原理的系统解释。我们既重视对当今成功设计案例的批评与分析，更注重对设计史的研究，对以往的历史经验进行总结概括，在此基础上提炼出设计自身所具有的基本原则和规律，揭示具有普遍性、系统性和对设计实践具有切实指导意义的设计原理。其实，这已经是设计专业教育的共识了。本套教材希望将设计的基本原理、系统方法融汇到课程教学的各个环节，在此基础上，以原理解释来开发学生的设计思维，并且指导和检验学生在课程教学中所进行的一系列设计练习。

设计的历史表明，推动设计发展的动力，通常来自社会生活的需求和科学技术的进步，设计的创新建立在这两个起点之上。本套教材的另一个特点，便是引导学生认识到设计是对生活问题的解决，学会利用新的科学技术手段来解决社会生活中的问题。本套教材，希望培养起学生对生活的敏感意识，对生活的关注与研究兴趣，对新的科学技术的学习热情，对精神与物质两方面进行综合思考的自觉，最终真正将创新与应用落到实处。

本套教材的编写者，都是全国各高等设计院校长期从事设计专业的一线教师，我们在上述教学思想上达成共识，共同努力，力求形成一套较为完善的设计教学体系。



吴卫光

于 2016 年教师节

目录 Contents

序言	003
----------	-----

Chapter

1

人体工程学概说

一、什么是人体工程学?	008
二、人机关系简史	010
三、人体工程学的范畴	018
四、人体工程学的研究方法	019

Chapter

2

人体活动及其效率

一、人体运动的原理	022
二、人体活动的效率	031

Chapter

3

人体测量与人体尺寸

一、人体测量学概说	036
二、人体测量的方法	039
三、人体测量的项目	044
四、人体数据的处理	046
五、人体尺寸	050

Chapter 4

常用家具与空间尺度中的人体因素

一、常用家具中的人体因素	064
二、室内空间与设施的尺度	072
三、城市空间尺度	079

Chapter 5

无障碍环境设计

一、无障碍环境的缘起.....	084
二、老年人.....	085
三、残疾人.....	087
四、下肢残疾者的便利环境	088
五、视力残疾者的便利环境	097
六、无障碍标志	099

Chapter 6

环境的物理因素与人体健康和工效

一、照明环境与人的视觉	102
二、热湿环境与人体健康和工效.....	109
三、噪声环境与人体健康和工效.....	112
四、振动环境与人体健康和工效.....	115

《环境人体工程学》课程教学安排建议.....	121
------------------------	-----

Chapter 1

人体工程学概说

一、什么是人体工程学?	008
二、人机关系简史	010
三、人体工程学的范畴	018
四、人体工程学的研究方法	019



学习目标

初步理解何谓人体工程学，它大致有哪几个研究方向，分别在哪些设计领域起着重要作用。（换言之，针对于不同的设计领域的人体工程学，它们在研究方向、广度、深度上大致有何差异。相应地，本教材侧重的是哪些方面？有哪些方面本教材没有涉及，而需要与其他教材相互补充才能构成较为完整的从事环境设计所需的人体工程知识？）



学习重点

1. 人一机关系简史，初步了解古人、今人在造物过程中观念的异同；
2. 认清从事环境设计应具备怎样的人体工程知识。

一、什么是人体工程学？

1. 名称的由来

人体工程学也叫作“生物工程学”（biotechnology）、“人机工程学”“人类工程学”（human engineering）、“人类因素工程学”（human factors engineering，简称“人因工程学”）、“工效学”。在苏联，它被称作“工程心理学”；在日本，它叫作“人间工学”；在美国，它的名称是“human factors”或者“human engineering”；在欧洲，它是“ergonomics”。“ergonomics”源自希腊语 $\epsilon\rho\gamma\omicron\nu\nu$ （*ergon*，工作）和 $\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$ （*nomos*，规律、习惯），意即人类工作、动作的规律、习惯。

人体工程学的历史不长，学科的这些名称是第二次世界大战期间才陆续冒出来的。但因为这门学科牵涉的专业多、综合性强、应用范围广，所以在不同的国家、不同的应用领域就有了不同的名称。国际标准化组织正式采用的是“ergonomics”一词。

2. 学科的定义

不同的应用领域，对人体工程学的理解和定义是有差异的。

查尔斯·C.伍德（Charles C. Wood）认为，人体工程学的目的是使设备的设计适合于人各方面的因素，以便在操作上付出最少能耗而求得最高效率。沃尔西·E.伍德森（Wosley E. Woodson）说，人体工程学研究的是人与机器的合理关系，即研究人的知觉、操纵控制、人机系统的设计和布置、系统之间的整合等方面，其目的在于获得最高的效率及人在作业时的安全和舒适。阿方斯·查帕

1 阿方斯·查帕尼斯，1917—2002年。美国陆军中尉，耶鲁大学（Yale University）心理学博士，工业设计及人体工程学先驱，对飞行安全的贡献良多。



小贴士

1. 人体工程学有哪些别称?
2. 西文的各个学科名称是怎么来的?

- ① 汽车驾驶设备
- ② 汽车车厢 (1)
- ③ 汽车车厢 (2)



尼斯 (Alphonse Chapanis) 提出¹, 人体工程学是在机器的设计中考虑如何使人的操作简便而又准确的一门学科。马克·S. 桑德斯 (Mark S. Sanders) 和欧内斯特·J. 麦考密克 (Ernest J. McCormick) 在其合著的《工程与设计中的人体因素》(Human Factors in Engineering and Design) 中说, 设计要为人的使用而做, 以优化人的工作和生活条件。K. H. E. 克勒默 (K. H. E. Kroemer) 在其《人体工程学——如何为方便和效率而设计》(Ergonomics—How to Design for Ease and Efficiency) 一书中提出, 要为适当地设计人的生活和工作环境而研究人的特性, 工作要宜人化。克鲁帕 (Krupa) (1994) 说, 人体工程学是关于在机器、工作流程和工作环境的设计中考虑的人的能力及其极限的技术学科。

在中国, 赖维铁的《人机工程学》中的定义是: 人机工程学是运用生理学、心理学和其他有关学科知识, 使机器人相互适应, 创造舒适和安全的环境条件, 从而提高工效的一门学科。钱学森在《系统科学、思维科学与人体科学》一文中说: “人机工程是一门非常重要的应用人体科学技术, 它专门研究人和机器的配合, 考虑到人的功能能力, 如何设计机器, 求得人在使用机器时整个人和机器的效果达到最佳状态。”

国际人体工程学协会 (IEA, International Ergonomics Association) 对人体工程学的定义是: 人体工程学 (人类因素学) 是关于人和人所在的系统中其他因素相互关系的科学。人体工程学在设计中的应用要涉及理论、原理、数据和方法, 目的在于提高人的福祉和优化整个系统的性能; 它致力于工作、产品、环境和系统的设计与优化, 使之与人类的需要、能力和极限相适。

综上所述, 可以说人体工程学是关于人与机器、人与环境两两之间相互关系的学科。它以人与机器的关系、人与环境的关系为研究对象, 以测量和统计分析为基本研究方法, 目的在于使机器与环境的设计更好地适用于人, 提高人在生活与工作中的安全度、舒适度和效率。

这里的“机器”是指由固定和活动的部分组成、用来转换或利用机械能的装置, 例如内燃机、发电机、起重机、机床、汽车、手提钻等, 也包括能执行人的指令或辅助人完成某项任务的系统或装置, 例如计算机。前者都是人手的延伸, 后者则是人脑的扩展。

环境一般是指有机体周围的状况和条件, 或作用于有机体的所有外界影响与力量的总和。它可以是能影响有机体的生长与发展的外部物质条件的组合, 即所谓的物质环境; 也可以是能影响个体或群体特性的有机体的相互关系的综合, 也就是社会环境。环境人体工程学语境中的“环境”是指相对于人而言的物质存在和物理条件。

机器与环境的概念是相对的。正如宇航员与载人航天器, 舵手与船舶, 或司机与汽车的关系, 从操控的角度看, 载人航天器之于宇航员, 船舶之于舵手, 汽车之于司机, 都是机器与人的关系(图1); 而从工作空间的角度看, 它们两两之间,

又都是环境与人的关系(图2、图3)。再如家具、车床、纺机等等,以其用途,都可归入“机器”一类,但它们都是确定环境性质的重要因素——是家?是办公室?是车间?……它们是某一具体环境必不可少的组成部分。所以,所谓“人机关系”和“人与环境的关系”并无本质区别,“人机工程学”和“人体工程学”在多数情况下两者可以相互指代。

人体工程学作为一门独立学科,兴起于20世纪40年代,迄今不到70年的历史,但人类因素却从来伴随着人类文明发展的轨迹。

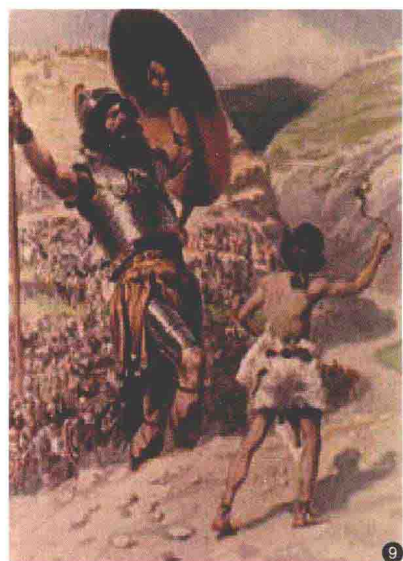
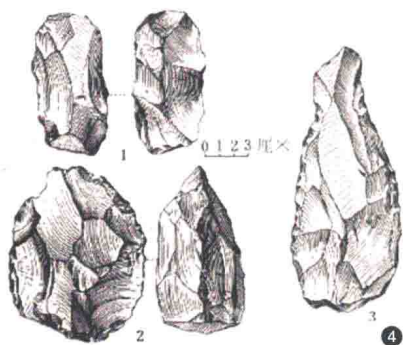
二、人机关系简史

1. 原始的人机关系

约500,000年前,直立人(现代人的直系祖先)的生活中已普遍采用石器。最初的石制工具是人手将砾石相互敲打而成的砍砸器,例如手斧。手斧是最早经过精心“设计”的一种工具,长6至8英寸,宽数英寸,厚约1英寸,通常呈杏核状。圆的一端是把手,适合人手抓握,尖的一端有一个面或两个面打造成锐利的锋刃(图4、图5)。手斧是多功能的工具,既能用于砍砸,又能用于切割,还可当作锥子。考古发现的大量那个时期被屠宰的大型动物——鹿、牛、猪、象、马、羊等的遗骸证明,这种工具在当时卓有成效。

旧石器时代晚期(约50,000至15,000年前)出现了复杂些的石制工具和武器。有些工具由不同的材料组成,例如以兽骨、兽角或燧石为尖端的长矛和装有骨制把柄、石制刃口的刮削器,还出现了用于远距离——超越人手和手持武器直接可触的范围——攻击野兽和敌人的武器:投石器(图6)。投石器被用了上万年(图7、图8),迄今仍未绝迹。《旧约》中,少年David就是用它杀死了巴勒斯坦的巨人Goliath(图9),今天在巴以冲突中,巴勒斯坦人仍在用它对

- ④ 手斧(1)
- ⑤ 手斧(2)
- ⑥ 投石器
- ⑦ 投石器的绳索
- ⑧ 投石器的弹丸
- ⑨ 大卫用投石器击败歌利亚





10 手斧已适合人手的形态和生理条件

抗以色列人的现代火器。

约 15,000 年前, 旧石器时代开始向新石器时代过渡。此时, 全球气候转暖, 不少大型动物灭绝, 适于森林草原地区的小型动物和鸟类增多, 人类的狩猎对象随之发生变化, 出现了渔猎经济。经济活动的变化促使生产工具发生变革, 石制工具比前代更为复杂和精细。

新石器时代标志性的生产工具之一是磨制石器。磨制石器在适用方面较前代有了改进。在土耳其的 Çatalhöyük 发现的 9000 年前的石镜, 边缘包裹着某种柔软材料来保护使用者的手并提供舒适感。

新石器时代另一标志性的生产工具是弓箭。弓箭较之投石器进一步延伸了人手。弓的张力是按当时的猎人或战士的力量设计的, 弓的长度有一个人那么高, 箭的长度是按照张弓的最大幅度来设计和制作的。

总体上, 石器时代的工具相比后来文明时代的工具, 在制造和应用方面还都粗糙, 但已起码地具备了两个条件: 1) 大小适合人手抓握和臂膀运动; 2) 其手握部分(把柄)适合人手的形态和生理条件——适于拿捏且不会在用力时刺破手掌(图 10)。

石器时代人类的住所或是山洞——穴居, 或是树窝——巢居, 或是野营——帐篷。人类依靠这些天然、半人工或人工的环境来遮风避雨、防止野兽的侵袭, 满足自身最基本的安全需求。文明从一开始就这样在人与物、人与环境相互适应的过程中不断进步着。

2. 古代的人机关系

约 7,000 至 5,000 年前, 在世界各大河流域, 人类社会开始进入文明时代。不仅有了文字, 有了最初的社会等级和制度, 生产和生活工具更有了质的飞跃。

4,000 年前, Mohenjo—Daro 地区(今巴基斯坦西部)的战车是为容纳驭手和弓箭手肩并肩作战而设计的, 车上所需的空间决定了车的轮距, 而这个轮距与今天的标准敞篷货车的轮距和早期铁路的轨距几乎完全一致。

在古代中国(先秦时期), 关于车的设计与制造, 《礼记·考工记》中有这样的记载:

轮已[太]崇, 则人不能登也; 轮已庳[矮], 则于马终古[别扭]登阨也。故兵车之轮, 六尺有六寸; 田车之轮, 六尺有三寸; 乘车之轮, 六尺有六寸。六尺有六寸之轮, 軹[车轴末端]崇三尺有三寸也, 加軹[车后横木]与鞅[车轴与车厢间的垫木]焉, 四尺也, 人长八尺, 登下以为节。

这段文字清晰描述了马车制造中车轮的尺寸于人、于马的适应性, 总结了不同用途的车(兵车、田车、乘车)其轮子的合理尺寸, 还细究了各构件的尺度及其装配后与人的身高的关系。

《礼记·考工记》中还有关于兵器的设计与制造的记载:

凡兵无过三其身。过三其身，弗能用也，而无已又以害人。故攻国之兵欲短，守国之兵欲长。攻国之人众，行地远，食饮饥，且涉山林之阻，是故兵欲短。守国之人寡，食饮饱，行地不远，且不涉山林之阻，是故兵欲长。

这段文字不仅对兵器与人之间的尺度关系作了清晰的论断（“凡兵无过三其身”），而且总结了不同情况下（“攻国”与“守国”、“人众”与“人寡”、行地“远”与“不远”、食饮的“饥”与“饱”）不同尺度（“短”与“长”）的兵器的适用性。

类似的例子，中外历史上数不胜数，这里仅列举一二，但已能表明，古时的人机关系是经验的而不是科学的，并且，如果我们找更多的例子，还可以发现古时的人机关系、人与环境的关系已受制度因素的影响，例如《考工记》中关于城市建设的记载：

匠人营国，方九里，旁三门。国中九经九纬，经涂九轨；左祖右社，面朝后市，市朝一夫……

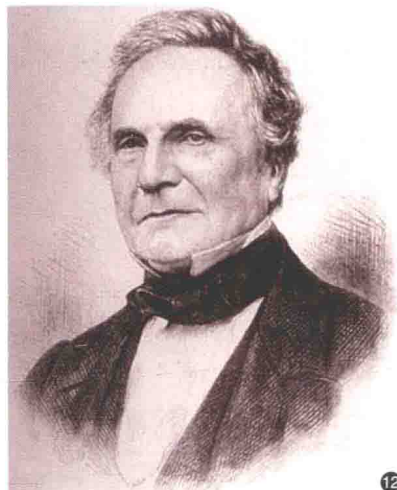
3. 近代的人机关系

科学在欧洲停止发展长达上千年后，到了14、15世纪，又开始活跃起来。生理学的研究在文艺复兴时期有了长足的进步，并且开始向物质生产领域延伸。17世纪60年代，有一本小册子描述了工人因工作环境恶劣而疲惫不堪甚至发生伤害事故的状况。这引起了一些人对人类的能力与极限的兴趣，并开始做相关的研究。但对人类的能力和极限的研究，其初衷并非出于无私和利他的道德力量，真正的动机是想办法如何在提高效率和增加产量的同时，避免工人受伤、致残和丧命。（在今天的西方世界，在生产领域应用人体工程学的目的，也还是首先为了避免工人的投诉和因之而起的官司。）

18世纪下半叶，英国发生了工业革命，在其后短短的两百年里；以往世代相传沿用了数千年而未曾大变的劳动工具发生了革命性的变化，从人手操纵工具或简单机械直接制造产品，变成了人手操纵复杂机械并由机械完成产品的制造。劳动的复杂程度和劳动总量大幅提升。人们开始探索工具的改良和劳动条件的“优化”，研究人机结合的“最佳”状态，以期最大限度地提高生产效率。

18世纪下半叶，亚当·斯密（Adam Smith）²（图11）提出，要通过劳动分工来提高生产效率。当时，蒸汽机和其他新奇的机器正剧烈地改变着生产过程。产品从个体设计、制造、出售的过程进化到了有大量的具备熟练专业技能的人员参与的过程。其间，儿童因为手小，适于操作自动纺织机，于是，原先作为生产制造过程一部分的设计，这时渐渐独立成了一个专业。

1832年，查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）³（图12）在其著作《生产经济》（The Economy of Manufacture）中提出了与亚当·斯密相似的建议。他认为，应以某项工作所要求的技能水平来确定该项工作的工资；应以科学



11 亚当·斯密（1723—1790）

12 查尔斯·巴贝奇（1791—1871）

2 亚当·斯密，1723—1790年。《国富论》The Wealth of Nations）的作者，被奉为资本主义之父。

3 查尔斯·巴贝奇，1791—1871年。微分机的发明人，被奉为计算之父。