

环境艺术设计专业通用教材

ERGONOMICS IN  
ENVIRONMENTAL  
DESIGN

环境人体  
工程学

刘秉琨 编著

上海人民美術出版社

环境艺术设计专业通用教材

ERGONOMICS IN  
ENVIRONMENTAL  
DESIGN

环境人体  
工程学

刘秉琨 编著

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,  
2014.04

(环境艺术设计专业通用教材)

ISBN 978—7—5322—8883—0

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

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第028434号



环境艺术设计专业通用教材  
环境人体工程学

主 编: 朱 淳

编 著: 刘秉琨

策 划: 姚宏翔

统 筹: 丁 雯

责任编辑: 姚宏翔

特约编辑: 孙 铭

封面设计: 孙 铭

技术编辑: 戴建华

出版发行: 上海人民美术出版社

(上海长乐路672弄33号 邮政编码: 200040)

印 刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16

印 张: 6.5

版 次: 2014年4月第1版

印 次: 2014年4月第1次

书 号: ISBN 978—7—5322—8883—0

定 价: 38.00元

# 目录

## contents

5	<b>第一章 人体工程学概说</b>	73	<b>第五章 无障碍环境设计</b>
5	一、什么是人体工程学	73	一、无障碍环境的缘起
7	二、人一机关系简史	76	二、老年人
14	三、人体工程学的范畴	77	三、残疾人
15	四、人体工程学的研究	78	四、下肢残疾者的便利环境
		86	五、视力残疾者的便利环境
17	<b>第二章 人体活动及其效率</b>	88	六、无障碍标志
17	一、人体活动的原理		
25	二、人体活动的效率	91	<b>第六章 环境的物理因素与人体健康和工效</b>
29	<b>第三章 人体测量与人体尺寸</b>	91	一、照明环境与人的视觉
29	一、人体测量概说	96	二、热湿环境与人体健康和工效
32	二、人体测量的方法	98	三、噪声环境与人体健康和工效
36	三、人体测量的项目	100	四、振动环境与人体健康和工效
40	四、人体数据的处理		
42	五、人体尺寸	104	<b>《环境人体工程学》课程教学安排建议</b>
53	<b>第四章 常用家具与空间尺度中的人体因素</b>		
53	一、常用家具中的人体因素		
60	二、室内空间与设施的尺度		
67	三、城市空间尺度		

环境艺术设计专业通用教材

ERGONOMICS IN  
ENVIRONMENTAL  
DESIGN

环境人体  
工程学

刘秉琨 编著

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,  
2014.04

(环境艺术设计专业通用教材)

ISBN 978—7—5322—8883—0

I. ①环.. II. ①刘... III. ①环境工程学②工效学

IV. ①X5②TB18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第028434号

---

环境艺术设计专业通用教材

**环境人体工程学**

主 编: 朱 淳

编 著: 刘秉琨

策 划: 姚宏翔

统 筹: 丁 雯

责任编辑: 姚宏翔

特约编辑: 孙 铭

封面设计: 孙 铭

技术编辑: 戴建华

出版发行: 上海人民美术出版社

(上海长乐路672弄33号 邮政编码: 200040)

印 刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16

印 张: 6.5

版 次: 2014年4月第1版

印 次: 2014年4月第1次

书 号: ISBN 978—7—5322—8883—0

定 价: 38.00元

# 目录

## contents

- 5 第一章 人体工程学概说
  - 5 一、什么是人体工程学
  - 7 二、人一机关系简史
  - 14 三、人体工程学的范畴
  - 15 四、人体工程学的研究
- 17 第二章 人体活动及其效率
  - 17 一、人体活动的原理
  - 25 二、人体活动的效率
- 29 第三章 人体测量与人体尺寸
  - 29 一、人体测量概说
  - 32 二、人体测量的方法
  - 36 三、人体测量的项目
  - 40 四、人体数据的处理
  - 42 五、人体尺寸
- 53 第四章 常用家具与空间尺度中的人体因素
  - 53 一、常用家具中的人体因素
  - 60 二、室内空间与设施的尺度
  - 67 三、城市空间尺度
- 73 第五章 无障碍环境设计
  - 73 一、无障碍环境的缘起
  - 76 二、老年人
  - 77 三、残疾人
  - 78 四、下肢残疾者的便利环境
  - 86 五、视力残疾者的便利环境
  - 88 六、无障碍标志
- 91 第六章 环境的物理因素与人体健康和工效
  - 91 一、照明环境与人的视觉
  - 96 二、热湿环境与人体健康和工效
  - 98 三、噪声环境与人体健康和工效
  - 100 四、振动环境与人体健康和工效
- 104 《环境人体工程学》课程教学安排建议





# 第一章 人体工程学概说

本章介绍人体工程学的由来、人一机关系简史、人体工程学的研究概况。

- **本章学习目标:**

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,本教材侧重的是哪个方面?有哪些方面本教材没有涉及,而需要与其它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?)

- **本章学习重点:**

一、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;二、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

人体工程学也叫做“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,它被称做“工程心理学”;在日本,它叫做“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  $\epsilon\rho\gamma\omicron\nu$  (ergon, 工作) 和  $\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$  (nomos, 规律、习惯),意即人类工作、动作的习惯、规律。

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陆陆续续冒出来的。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纳的是“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。

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。Wosley E. Woodson说,人机工程学研究的是人与机器的合理关系,即对人的知觉、操纵控制、人机系统设计和布置、作业系统的组合进行有效的研究,其目的在于获得最高的效率及人在作业时感到安全和舒适。A.Chapanis提出,人机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。Mark S. Sanders和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,以使人的工作和生活条件最优化。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,工作环境要宜人。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,使机器和人相互适应,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。”

国际人类工效学学会（IEA, International Ergonomics Association）对人体工程学的定义是：人体工程学（或称人类因素学）是研究系统中人与其他因素的相互作用的学科，是为改善人的福利和优化整个系统的性能而应用理论、原理、数据和方法去设计的专业；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、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。

环境一般指的是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”指的是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1.1.1）；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1.1.2、图1.1.3）。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……也是某一具体环境必不可少的组成部分。所以，所谓“人一机关系”和“人与环境的关系”并



图1.1.1 汽车驾驶设备



图1.1.2 汽车车厢



图1.1.3 汽车车厢

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年代末，迄今只有不到60年的历史，但人体因素却从来伴随着人类文明发展的轨迹。

## 二、人一机关系简史

### 1. 原始的人—机关系

约500,000年前，直立人（现代人类的直系祖先）的生活中已普遍采用原始的石器。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。圆的一端是把柄，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1.2.1、图1.2.2）。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。考古发现的大量那时期被屠宰的大动物——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：投矛器和投石器（图1.2.3）。投石器一直沿用了上万年（图1.2.4、图1.2.5），《旧约》中，大卫王（David）就是用它杀死了巴勒斯坦的巨人歌利亚（Goliath）（图1.2.6），今天在以巴冲突中，巴勒斯坦青年仍在用它对抗以色列人的现代武器。

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，石制工具比前代的复杂和精细。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Catal Huyuk发现9,000年前的石镜，边缘包裹着某种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

图1.2.1 手斧（丁村遗址）



图1.2.2 手斧



图1.2.3 投石器（Balearic群岛）



图1.2.4 投石器的绳索（古埃及）

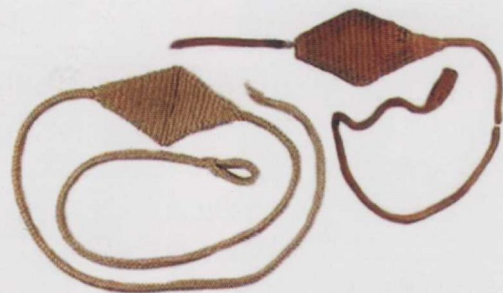


图1.2.5 投石器的铅弹（古埃及）



图1.2.7 大卫王用投石器击败歌利亚



图1.2.8 手斧已适合人手的形态和生理条件

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，箭的长度则通常是照张弓的最大幅度设计和制作的。

总的来说，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1.2.7）。

石器时代人类的住所或是山洞——穴居，或是树上的窝棚——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和早期铁路的轨距几乎完全一致（Tilley 2002, 9）。

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]登陲也。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，加轸[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）其轮子合适的尺寸，还细究了各构件尺度及其装配后与人身高的关系。

《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。攻国之入众，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”）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、人与环境的关系已有制度因素的影响，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……

### 3. 近代的人—机关系

欧洲的科学在停滞了长达上千年后，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的能力与极限的兴趣，并作了些相关的研究。但对人的能力和极限的研究，其初衷并非出自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 and 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。人们开始以当时的手段研究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。

提出通过劳动分工来提高效率的第一人是亚当·斯密（Adam Smith, 1723~1790, 图1.2.8），他于1772年写出了《国富论》（The Wealth of Nations），因而被奉为资本主义之父。当时的英国正处于工业革命的阵痛之中（美国当时正忙于闹独立），蒸汽机和其他新奇的机器剧烈地改变着生产过程。产品从一个通常是个体设计、制造、出售的过程进到了一个要求有大量具备熟练专业技能的人员参与的过程。其间，儿童因为手小，正适于操作自动纺织机的工作，原先作为生产制造过程一部分的设计，这时也因之独立成了一门专业。

1832年，微分机的发明人、“计算之父”查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage, 1791~1871, 图1.2.9）在其著作《生产经济》（The Economy of Manufacture）中提出了与亚当·斯密同样的建议。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；应以科学方法，尤其是时间—动作研究（Time—and—Motion Study）来分析商业问题。现代科学管理滥觞于此。

但在复杂物件的生产领域，生产效率的概念并未

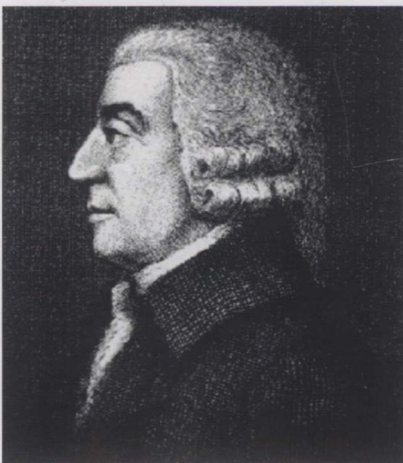


图1.2.8 亚当·斯密 (Adam Smith, 1723~1790)

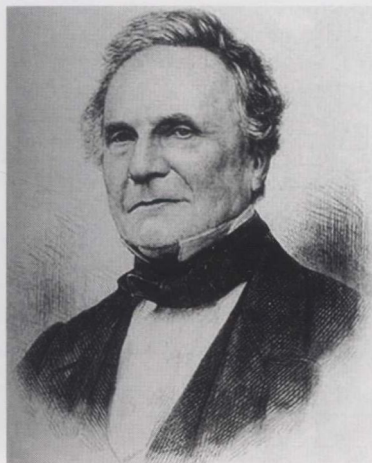


图1.2.9 查尔斯·巴贝奇 (Charles Babbage, 1791~1871)

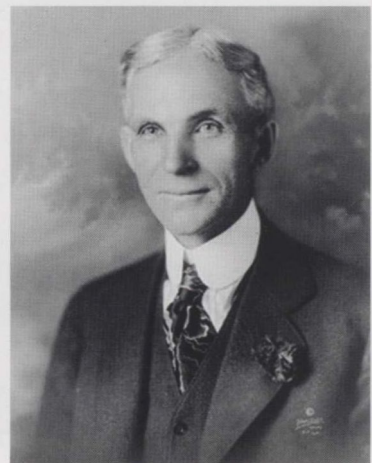


图1.2.10 亨利·福特 (Henry Ford, 1863~1947)

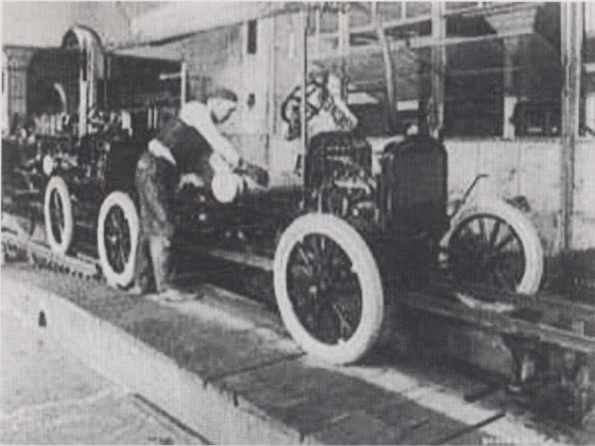


图1.2.11 福特发明的流水线作业方式

著增长——尤其是与产量相比时。

机械化导致工厂机构的改革，生产经理的任务是使工人适应于机器的工作模式。工作环境设计的着眼点是利于生产速度的提高，而不是工人的福利。

19世纪80年代末，有一些社会学家开始尝试科学管理的研究。科学管理的研究寻求综合与分析工人的传统劳动经验，然后通过测量工人的工作潜力来理性化和标准化每项任务。美国费城的管理工程师弗里德里克·泰勒（Frederick Winslow Taylor, 1865~1915, 图1.2.14）是这一领域早期的研究者之一。



1.2.11  
1.2.12  
1.2.13

图1.2.12 1931年4月24日，福特公司第2000万辆小汽车下线

受到足够的重视。直到1913年，亨利·福特（Henry Ford, 1863~1947, 图1.2.10）设计出长达上英里的装配流水线来生产他的“T型”小汽车时（图1.2.11、图1.2.12），人们的观念才有所改变。生产效率提高的结果是商机的拓展和人民生活水平的提高。“T型”小汽车在1908年生产了6,400辆，价格是每辆850美元，到了1917年，“T型”的生产量达到了750,000辆，价格降到了每辆350美元。1923年，福特厂生产了逾200万辆小汽车，小汽车的单价降到了300美元；到1931年，产量更是达到了2000万辆（图1.2.13）。社会上更多的人能消费得起小汽车了，但福特厂里的员工人数未见显

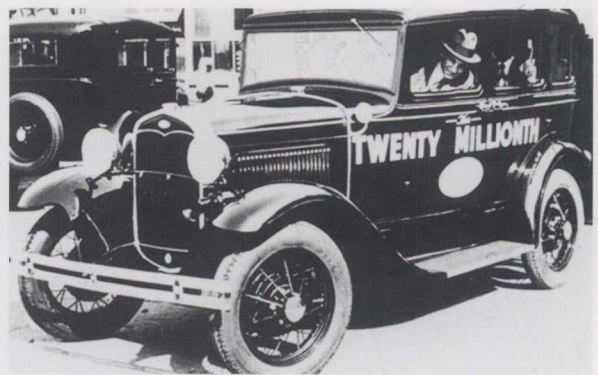


图1.2.13 亨利·福特和他的“T型”小汽车

1898年,泰勒在伯利恒钢铁公司(Bethlehem Steel),从研究铁块搬运、铁锹铲掘和金属切割的劳动过程着手,想出了一系列提高生产效率的方法。他把工人作业的整个过程分为一段段的较小过程来观察,用秒表记录每一段较小过程所用的时间,然后,他将作业最快的工人所用的时间设为速度标准。泰勒认为,如果不向工人施压,工人的劳动效率会远低于他们的实际能力。他的管理使生产效率大幅提高。他将现场作业的工人编制从500名减至140名,使冲压机产量翻倍,使原材料的损耗从8个百分点降至4个百分点。泰勒经过不断试验而总结出的一整套以提高工作效率为目的的管理方法,将伯利恒公司打造成了“世界最现代工厂和其他行业工厂与工程师的学习榜样”。

以系统性的尝试来同时提高产量和改善工作条件,提出对岗位要求、劳动工具、操作方法、劳动技能等因素相互关系的研究,从心理和生理两方面考虑为岗位安排合适人选,倡导用数据和事实说话,泰勒是历史第一人,他因之享有“科学管理之父”的声誉。

泰勒的管理方式大为企业管理层所赏识,但它是存在问题的,泰勒的管理模式导致工人要么加速工作,要么接受再培训,要么因达不到要求而失业。1911年,所谓“泰勒主义”遭到了抵制,美国联邦法院裁定,时间研究是有偏向性的、不准确的、不科学的,并判其在任何政府合同中为非法。

与泰勒的努力形成对照的,是吉尔布莱特夫妇的成就。丈夫名叫弗兰克·吉尔布莱特(Frank Gilbreth),是个建筑承包商;妻子名叫莉莲·吉尔布莱特(Lillian Moller Gilbreth, 1878~1972,图1.2.15),是加州大学伯克利分校(The University of California at Berkeley)的文学硕士和布朗大学(Brown University)的心理学博士。他们发明了叫做灯光示迹摄像记录(stereo chronocyclegraph)的方法,利用照相技术将人体某个动作的全过程定格下来,然后从动作和心理两方面加以分析(图1.2.16),目的是通过改良工人操作的动作来提高效率、增加产量。他们是最早注意到疲劳—压力效应与时间利用之间关系的人。他们的研究成果之一是著名的“动作要素分析表”。

弗兰克着迷于通过任务分析、流程设计、以及工具改良来加快施工进度。他为此有过一系列的发明,

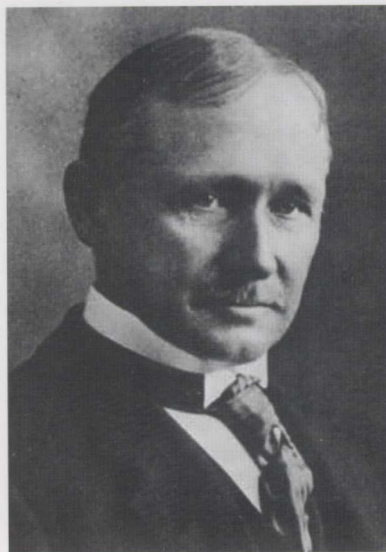


图1.2.14 弗里德里克·泰勒(Frederick Winslow Taylor, 1865~1915)



图1.2.15 莉莲·吉尔布莱特(Lillian Moller Gilbreth, 1878~1972)

大到新式脚手架、砖块捆绑方式,小到一把泥刀。莉莲·吉尔布莱特曾为通用电气公司(GE)工作,致力于改进厨房和家庭日用品的设计(图1.2.17)。她甚至发明新技术来方便残障妇女的日常家务劳动。

在家庭生活中,夫妇俩也不失时机地实践他们对效率的追求。他们有10个孩子,每个孩子都有一张日常任务时间表,每个孩子都惯于尝试家务处理的最佳方式。全家都着迷于“最佳方式”的信念。

夫妇俩后来将提高效率的目光转到了管理方

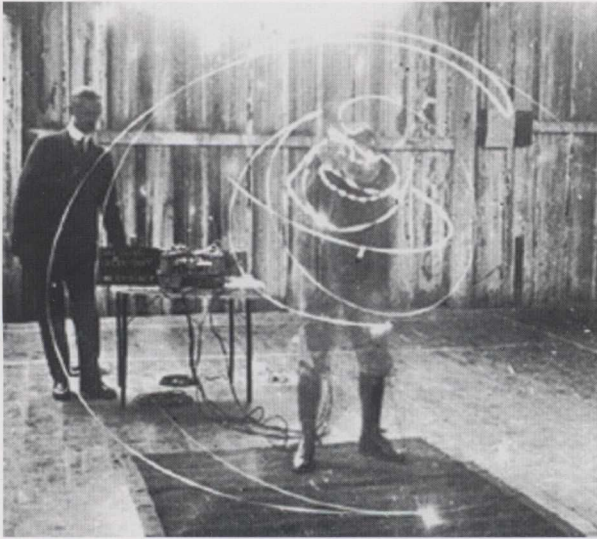


图1.2.16 灯光示迹摄像记录发研究高尔夫击球动作

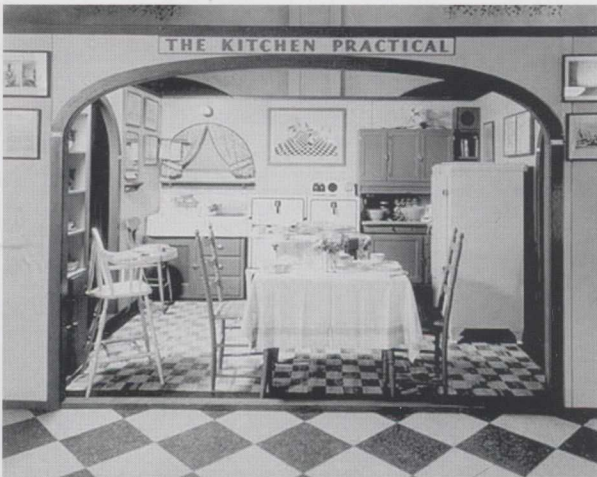


图1.2.17 莉莲·吉尔布莱特设计的厨房



图1.2.18 亚伯拉罕·马斯洛 (Abraham Maslow, 1908~1970)

面，开发了新的工业管理技术。他们觉得，经理和工人应该分担新管理方式所带来的压力，每个工人都有“快乐的权利”，而经理的职责是消除工作中的浪费和疲劳。夫妇俩开发的工业管理技术，今天的许多企业仍在使用。莉莲·吉尔布莱特因之被誉为“现代管理之母”。

工业化引起的另一问题，是工人在他们的最终产品中看不到自己的贡献，因而对每天重复的工作日益麻木。工人的麻木对生产的影响引发了另一项科学研究，即工业心理学的研究。一些社会学家开始观察在组织化工作环境中人的行为，观察工人的工作动机和士气，研究奖励制度、培训、交流、工作条件等因素对生产和工人满意度的影响。这一领域有两项重大成果。一项是霍桑工厂的试验结论，另一项是马斯洛的贡献。

霍桑在1925年开始了他对装配流水线工人的研究，他的研究标志着人际关系作为人与人的组织之间的一个重要因素开始得到了重视。霍桑随之提出了霍桑效应 (Hawthorne Effect)<sup>1</sup>、安慰效应 (Placebo Effect) 等概念。

亚伯拉罕·马斯洛 (Abraham Maslow, 1908~1970, 图1.2.18) 提出了人的动机的“优势层次” (hierarchy of prepotency) 理论，即所谓的“需要层次理论” (hierarchy of needs)：人是一种不断有所求的动物，其需要按“生存—安全—社会交往—爱—自我实现”的顺序逐层递进 (图1.2.19)。马斯洛理论的影响

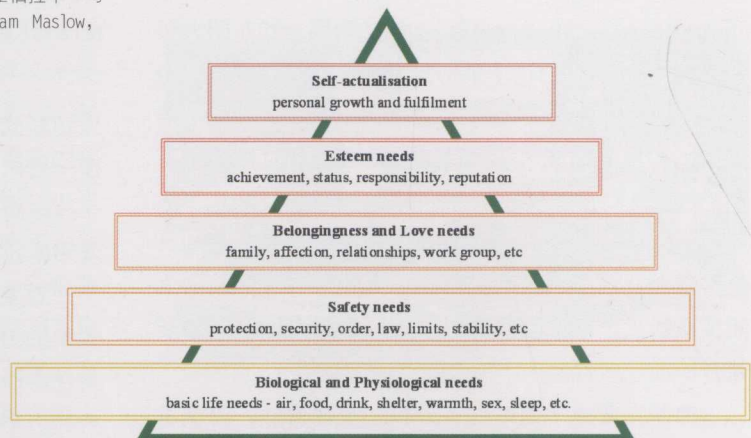


图1.2.19 马斯洛的需要层次金字塔





图1.2.20 卓别林在《摩登时代》中对效率至上理念的讽刺

跨越了从1940到1960整整2个年代。

总体而言，从工业革命到20世纪上半叶的人—机关系的中心是机器，这种关系片面强调人去适应机器，曾导致大量人在工作场所身心俱损的现象，卓别林的《摩登时代》对此类人在大机器生产条件下异化的现象有过极其辛辣的讽刺（图1.2.20）。20世纪上半叶人—机关系的研究被称为经验人机工程学，其研究重点是各类职业的要求、人员的测试和选拔、人力的培训和工作安排、工作的组织管理、人的工作动机、以及劳资合作等方面的问题。在设计领域，也是机器的因素考虑在先，操作员的因素排在最后。例如，早期的飞机只是为某一体型的人设计的，当发现这类体型的人并不太好找时，才渐渐有了现代人体工程学的观念——通过优化操作空间的设计来容纳多种体型的人。第二次世界大战推动了这种观念最终发展为一门独立的学科。

#### 4. 现代的人—机关系

人体工程学作为一门独立的学科，其基础性的发展是在第二次世界大战期间。战争促使各国不断研发新式的武器和装备。新式武器装备的设计制造空前复杂，却忽视了人的因素，即使用者的生理、心理特征以及能力限度，导致不断有事故发生。这时，仅仅依靠选拔和培训操作人员（士兵），已无法满足战争

对人与武器有效结合的要求。美国在二战期间的飞行事故，90%是人为因素造成的。人们从屡屡事故中认识到，只有当武器装备符合使用者的生理、心理特征和能力限度时才能发挥其应有的效能，并避免事故发生。于是，机器决定战争的概念让位给了有效的人—机关系，人—机关系开始从人适应于机器转入了使机器适应于人的阶段。工程技术开始与人体生理学、心理学等学科全面结合，奠定了发展人体工程学的基础。许多学科——心理学、工程学、人类学、生理学等——开始介入武器装备系统的研发。美国国防部发布了设计陆军军事装备的人体工程标准和海、空军的人类因素资料，其中包括适合水下舰只的数据。数据采自90%适合在某些军事部门服役的成年男性。有了这些人体数据，军事装备就能设计得小一些——较小的体型从而获得较大的战场生存度。

1949年，A.Chapanis出版了《应用实验心理学——工程设计中人的因素》一书。系统论述人体工程学的基本理论和方法，为人体工程学发展为一门独立的学科奠定了基础。1954年，W.E.Woodson写出了《设备设计中的人类工程学导论》。1957年，E.J.McCormick出版《人类工程学》，这是第一部关于人体工程学的著作，标志着这门学科进入成熟阶段。

20世纪60年代，人体工程学在世界范围内普遍发展起来。1961年，在斯德哥尔摩举行了第一次国际人体工程学术会议。1975年，国际人体工程学标准化技术委员会成立，发布《工作系统设计的人类工效学原则》标准，是人机系统设计的指导性文件。

英国是开展人体工程学研究最早的国家。1949年，英国已有一个人体工程学研究小组。20世纪50年代，成立了人体工程学研究会。1957年发行会刊“Ergonomics”，现已是国际性刊物。美国是人体工程学最发达的国家。它的人体工程学协会成立于1957年，其人体工程学的应用领域主要是国防工业。苏联的人体工程学研究偏重于心理学方面，1962年成立了全苏技术美学研究所，下设有“人体工程学学部”。日本在20世纪60年代大力引进其他国家的理论和经验，发展起了“人间工学”体系，1963年成立了人间工学会。

在中国，20世纪30年代已有一些心理学领域的

1.霍桑效应（Hawthorne Effect）：立为榜样和自我重要性之类的心理激励可以导致工人产量的增加。