

## 人类工效学

Ergonomics

廖建桥

(华中理工大学经济管理学院 武汉 430071)

沈荣芳

(同济大学经济管理学院 上海 200092)

### 一、人类工效学的定义和目的

人类工效学(Ergonomics)是近来引起关注的边缘学科,作为一门独立的学科已有 40 多年的历史。“Ergonomics”一词由两个希腊词根组成。ergo 的意思是出力、工作,nomics 的意思是正常化、规律,因此 Ergonomics 的含义是研究人在生产和工作中如何合理和适度地劳动的问题。在我国,这门学科尚处于初创阶段,所用名称也不一致,除“人类工效学”外,也用“工效学”,“人机工程”等名称。

国际人类工效学会给人类工效学下的定义为:“研究人在特定工作环境中的解剖学、生物学和心理学等问题,研究人与机器及环境相互作用下,怎样统筹兼顾以使工作效率、人的健康、安全和舒适达到最优。”我国《中国企业管理百科全书》中,对人类工效学所下的定义是:“研究人和机器、环境的相互作用及其结合,使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理等特点,达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。”

可见,人类工效学研究的目的主要有两个:第一,使人工作得更有效;第二,使人工作得更安全、更舒适。这两个目标有时是一致的,有时又是矛盾的。在生产力较低的国家,人们比较注重第一个目的,而忽略第二个目的,为了达到更高的生产率,往往牺牲人的舒适甚至安全。但是,随着人们生活水平的提高,人们要求有更舒适的工作条件,同时人工费用也越来越高,忽略人的安全因素而带来的经济损失也越来越大,导致社会上对人类工效学的需求也日渐增长。

### 二、人类工效学的历史

一般认为,人类工效学作为一门科学形成于本

世纪初,先导者则是泰勒(Taylor)和吉尔布雷思(Gilbreth)。

1889 年美国学者泰勒从提高工作效率出发,对装卸工使用的铁锹进行了研究。他发现,每次铲运的重量在 10 公斤左右时劳动效率最高,因此他设计了许多大小不同的铁锹,以适应装卸不同的物料。在此之后,他还进行过搬运生铁的研究,通过规定每次的搬运量、搬运速度、休息时间,以发挥劳动者的劳动潜力,从而提高劳动效率。

1911 年美国工程师吉尔布雷思通过研究发现,去掉砌砖动作中的无效动作,一个工人的砌砖速度可由过去的每小时 170 块提高到 350 块,大大提高了劳动效率,而劳动强度并未加大。

第二次世界大战期间,一些国家,特别是英国和美国,大力发展新式武器装备,由于只片面地注重工程技术方面的研究,忽视了对使用者操作能力的研究和训练,带来很多问题。以飞机为例,由于座舱及仪表的显示位置设计不当,造成驾驶员误读、误操作,导致发生事故,或作战时操作不灵活,命中率降低等现象。产生这些问题的原因可以归结为:(1)显示器和控制器的设计没有充分考虑人的生理特性和心理特性,仪器的设计和配置不能适应人的要求;(2)操作人员缺乏训练,不能适应复杂机器系统的操作要求。这些原因引起了决策者和工程师们的高度重视,他们开始感到人的因素在设计中是一个不可忽视的重要条件。要设计一个好的现代化设备,只具备工程技术知识是远远不够的,还必须具备生理的和心理等其它学科方面的知识。于是,二战后在西方各国,人类工效学协会相继成立,许多大学建立了培养人类工效学专职人员的专业。至此人类工效学作为一门新兴的,独立的边缘学科正式形成了。

进入 70 年代以后,随着电子技术的进步和计算机的广泛应用,操作系统对人的要求越来越高,

人成了系统中的主要制约因素,在系统中考虑人的因素也显得越来越重要。尤其是 1979 年美国三里岛核电站事故的发生,对人类工效学的发展起了很大的刺激和推动作用。当前世界各地有 40 多个国家有人类工效学协会。在美国,人类工效学学会有近一万个会员,有 50 多所大学设有工效学的硕士课程。

### 三、人类工效学的研究内容

人类工效学的研究领域很广,大致可以归纳为以下几个方面:

#### 1. 人的工作能力

对人的能力的研究是人类工效学的一个重要内容,只有对人的能力有了充分的了解,才可能在设计中考虑这些因素,使之适合人的特性。这方面的研究包括:人体测量学,人在各种姿势下的力量以及人的各种心理指标,如反应速度、记忆能力、跟踪能力、信息接受和处理能力等。

#### 2. 机器的设计对人的工作效率的影响

人在系统中的工作可以看作是一个信息交换和处理过程,在人—机系统中,信息是通过各种显示器由机器传递给人的,又通过各种控制器由人传给机器。显示器的设计要符合人接受信息的能力,既包括人的感觉能力,如视觉和听觉,也包括人的理解能力。控制器的设计要符合人的信息输出能力,如所需要的操作力是否过大,某一操作是否符合人的习惯等等。工作场合的设计对显示器和控制器的效果有很大影响。例如,人在各种不同的姿势下可使出的力量是不相同的。同样的控制器,操作人员在某一姿势下是不费力的,而在另一种姿势下却非常费力,因而是不可接受的。各种工作场合的设计,包括机器的外型、工作高度、计算机工作台的布置等都属于人类工效学的研究范围。

#### 3. 环境对人的工作能力的影响

环境对人的工作能力和工作效果有很大的影响。例如,照明强度就直接决定着人的视觉能力和表现。人类工效学研究的环境因素包括照明、噪音、振动、粉尘等。随着社会的进步,人们控制环境、改造环境的能力增强,对环境的控制标准也在不断提高,对环境的研究也越来越重视。例如,为了使人工作得更舒畅,在工作环境中如何更好地使用颜色和音乐也是人类工效学家感兴趣的一个课题。

### 四、人类工效学的应用范围 and 发展的动向

当前人类工效学在国外发展非常迅速,其应用

领域也越来越广。人类工效学的应用领域和国外人类工效学的发展动向可归纳如下:

#### 1. 航空行业中的人类工效学

现在各种飞机的功能越来越多,性能越来越高,虽然驾驶这些飞机的体力负荷减轻了,但对人的脑力负荷的要求提高了,因而测量操作人员的脑力负荷具有越来越重要的实际意义。例如,美国航空驾驶员协会认为 DC-9 型和波音 737 型飞机在工作的高峰期对两个驾驶员来说脑力负荷太高了,他们要求每架飞机上配三个驾驶员,而航空公司则坚称两个驾驶员就够了。美国国家航空和航天局正在着手建立检验各种飞机的脑力负荷标准。美国空军也开始要求新飞机的设计要符合脑力负荷的标准。

#### 2. 控制室的设计与操作

美国三里岛核电站发生事故的调查结果表明,事故发生的原因是核电站的设计在许多方面都没有考虑人的因素。例如,有一个仪表的位置太高,而且在一个控制器的后面,操作人员无法得到所需要的信息;还有一个显示器,只能显示对操作人员的命令,而不能显示系统的执行情况,结果出事之后操作人员才发觉系统的控制系统失灵。三里岛事件也充分暴露了操作人员的能力在复杂系统中的局限性,如在紧急状态下,操作人员不可能在几秒钟之内从几千个显示对系统的状态有一个明确的了解。因此,人类工效学家开始研究核电站等高技术系统的控制室的设计。研究内容包括:系统中操作人员的脑力负担,操作人员接受信息和作出决策的能力,各种显示和控制装置的设置,警报系统和在紧急状态下的操作程序,人的可靠性,人的错误等。

#### 3. 人类工效学与电子计算机

随着电子计算机的推广和普及,在工业化国家,使用计算机的工作人员已超过其他各种机器操作人员的总和。因此,人类工效学的研究对象也已由传统的人—机器系统变为人—电子计算机系统。如何提高人—电子计算机系统的效率已成为人类工效学一个最重要的应用领域。这方面主要包括以下内容:

(1) 屏幕显示。计算机与操作人员之间的信息交流主要是通过屏幕显示进行的。屏幕显示的效果如何直接影响人—计算机系统的效果? 美国学者希德在一次调查中发现,视力下降是与使用图像显示终端有关的最严重的身体疾病之一,它导致生产率的下降和工作效率低下。据估计,在美国大约有 1 000 万人患有与图像显示终端有关的视力疾病。造成视力下降的最大的环境因素是屏幕反光、工作安排不合适、光线不适和屏幕清晰度差。改善这些工作条件的措施包括:利用一块玻璃或高质量的塑料滤光器,屏幕应位于眼光水平以下大约 20 度,屏

幕与眼睛的距离应为 50~90 厘米,避免从头顶上照射下来的亮光,特别是荧光灯,等等。还需注意每隔大约 10 分钟,将目光从屏幕上移开 5 秒或 10 秒钟,尽量使屏幕和房间的亮度一致等。使用高清晰度的图像显示终端也能减轻眼睛疲劳。

(2)计算机的物理设计。计算机操作人员都坐着工作,久而久之会产生许多职业病,如腰疼,脖子疼等。因此,如何设计计算机(包括键盘)的外形,如何在工作地布置计算机使之适应操作者的生理特性,使操作者在工作中保持较好的姿势。减少疲劳是人类工效学者们关心的一个问题。这是传统的人类工效学中工作地布置的原理在计算机中的应用。例如,现在使用的键盘是一块整体,每排键与两肩的连线平行。这样人在使用键盘时手腕必须弯曲,按照人类工效学的原理,键盘应根据左右手的键分为左右两部分,两个键盘分别与两肩的连线成 25 度角左右,这样在敲击键盘时手腕就不用弯曲,从而减少手腕在打字时的静负荷。

(3)说话式输入输出。说话是人与人之间最有效的交流方式,如果能用说话式输入输出代替当前的输入输出方式是再好不过的。人一计算机说话式输入输出包括两部分。第一部分是声音识别,即计算机接受人的声音并转换成内部文件;第二部分是声音合成,即计算机以声音的方式输出结果。经过几十年的努力,人一计算机说话式输出输入的研究已取得很大进展,有些成果已被应用。例如,在发达国家的一些超级市场,计算机在算帐的同时,也用声音向顾客报告每件东西的价格和合计金额。在新式飞机驾驶室的设计中,也试图使计算机能够接受驾驶员的口头命令。

#### 4. 消费品的设计

传统的人类工效学主要研究生产性产品的设计,现在已扩展到消费品的设计。例如,天然奶油是黄色的,只有当人造黄油的颜色也是黄色时,顾客才容易接受。在消费品的设计中也应考虑使用对象,少年儿童是各种饮料的主要消费者,在饮料包装的设计中,就要考虑他们打开包装的能力。为了使消费者正确、安全地使用产品,要考虑说明书的合理安排,最近的一项调查表明,老年人更喜欢用简单的录相机,这是因为新式录相机的功能太多,操作太复杂,而说明书也越来越难读。

#### 5. 工作环境

人们生活水平提高以后,对工作环境的要求也越来越高。因此,在设计工作环境时,不仅要考虑安全问题,也要考虑舒适问题。工作环境的研究现在已扩大到白领工人,如办公室的设计,办公室工作人员的密度,人与人之间的影响因素等。工作环境

因素不仅包括传统的照明、噪音、通风,也包括音乐、颜色、作息时间、饮食营养等。例如,一项研究表明,人在疲倦时,可以借助音乐提高工作效率,但在正常情况下音乐对人的工作效率似乎没有什么影响。

#### 6. 事故调查

1986 年 2 月的一天,在加拿大阿尔伯特省亨顿附近,一列货车与迎面开过来的一列客车相撞,造成 23 人死亡,财产损失 3 000 万美元。加拿大政府成立了一个调查委员会,并请了一位人类工效学专家参加。这次事故的直接原因是货车上的司机闯了红灯信号。但这位人类工效学专家发现,许多其他因素,如火车司机的作息时间特别无规律,工作过于单调等也是导致事故的原因。大量的研究表明,人在疲倦时,从事单调的工作非常容易“走神”。为了防止这类事件的发生,仅从司机的主观因素找原因是不够的,还应当从系统的设计中找客观原因。这位专家根据工效学的原理对改变司机的作息时间和改善火车驾驶系统的保险装置提出了建议,并得到了采纳。当前,在涉及人的能力的法律纠纷中,人类工效学专家常常被邀请参加以提供科学的依据。

### 五、我国开展人类工效学的情况

我国工效学起步较晚,全国性的人类工效学协会成立于 1989 年,仅有四年多的历史。但人类工效学在我国发展很快。目前,我国人类工效学会已有 400 多名会员和七个专业学术委员会。1990 年,国际人类工效学协会在它的杂志《Ergonomics》上,发表了专辑,反映我国人类工效学研究在短期内取得的巨大成就。但总的来讲,与发达国家相比,还有很大差距,在社会上影响也不大。但发展前景广大,这是因为:第一,我国引进了大量的先进技术和设备,如何消化这些先进技术,不仅要考虑技术因素,也应考虑人的因素。例如系统的操作对操作人员的要求是否过高,操作人员的脑力负荷是否过高,如何培训操作人员等。第二,我国仍是一个发展中国家,许多体力劳动强度高,劳动环境仍较差。降低过高的劳动强度,改善劳动条件是一项长期任务。第三,随着人们生活水平的提高,对工作条件的舒适性也自然会提出更高的要求,这为人类工效学在我国的发展提供了肥沃的土壤。我们相信,人类工效学作为一门独立的,新兴的边缘学科一定会为我国的四个现代化作出应有的贡献。

(责任编辑 孙立明)