

工程人类学在四化建设中的作用

奚振华

人类学这门学科已经有一百多年的历史了，但是随着社会的发展以及有关学科的进展，使人类学这门学科不断地获得新的养料，从而不断地产生出新的生长点，形成新的分支，所以今天，人类学这门学科在国外越来越为人们所重视并得到广泛的应用。

下面我想通过介绍人类学的一个新的分支——工程人类学来说明人类学在我国四化建设中的作用。

工程人类学在国外也称工业人类学，是在第二次世界大战前后，由于生产和军事的要求才迅速发展起来的。例如，国外空军曾对飞机事故的原因作了统计分析，发现其中很大一部分是由于在设计时忽略了“人的因素”。因此，人类学家、心理学家等被邀请来与工程师一起从事这方面的研究工作。例如，英国著名的人类学家格·莫·莫兰特从那时起就一直在为英国皇家空军服务。

随着二次大战期间发展起来的系统工程的概念深入人心，人们也越来越深刻地认识到在进行器件、工具、机器、技术或系统设计时，决不能忽略人的因素，也就是说，在设计阶段时，就应将人和机器（或人、机器和环境）视为一个人—机系统（或人—机—环境系统）来加以通盘地考虑，才能取得整个系统发挥最佳的效果。无论是器件、机器还是工程系统，都是为了供“人”使用而设计的。所以，通常评价一台机器的有效性，最终还是要由“操作者”（人的因素）能在多大程度上安全、方便和有效地操

纵它而判定的。因此要研究人的躯体尺寸（静态和动态的尺寸）、重心、动作速度、反应速度、体力和耐久力、视觉、听觉和触觉等特点；研究仪表、信号灯、显示装置及操作器的形状、尺寸及布置如何能设计得更适合人的使用；研究人—机系统的总体设计中，人和机器的工作任务如何合理分配和相互配合问题；研究各类工厂为了保证正常、有效地生产所必需的各项环境条件以及在低温、高温、深冷、放射性或电辐射等特殊环境下进行生产或活动时必要的环境控制设备与在万一发生事故时保护人身安全的安全措施。下面我们举一些例子来加以说明。

一 轻 工 业

随着社会的工业化，个体生产和小手工业已逐渐为大工业生产所取代，因此，家庭的日常生活用品，例如服装、鞋帽、棉毛内衣等，也必然趋向于社会化生产。这时，轻工业部门面临着如下几个问题有待人类学家去解决。

根据所提出的任务，确定合适的人体测量项目。

确定分析这些测量数据的数理统计方法。

如何根据中国人的体型、尺寸等参数来确定产品的合适形状和有关参数。

对于任何成批生产的轻工业产品来说，都存在这样的矛盾，即从消费者的立场来说，要求产品的型号越多越好，以求能最大限度地满足消费者形形色色的需要，但是从生产厂的立场来说，在成批生产时总是力求减少产品的型号，以达到减少生产设备的投资、减少生产费用、方便生产管理，以及避免将来因产品的型号繁多而引起商业网在管理和销售时的各种困难。这就需要进行产品参数尺寸系列化的研究。

产品参数尺寸系列化研究包括：产品的上限尺寸和下限尺寸的确定；相邻型、号的产品的尺寸分档究竟以相差多少为最合适；

建立人体尺寸分布的数学模型，并以此来确定产品各种型、号的生产比例。

在供求方面，还存在有另一个矛盾，即不同地区的生产厂如何根据本地区的人体尺寸来确定各型、号的生产搭配问题，因为如果生产搭配与该地区人群中不同身材的人的比例不相适应时，就会造成在市场上，产品的某些型号脱销而成为“热门货”，而相反地有些型号大批地被积压在仓库中，而成为冷门货。

在解决上述各项问题方面，人类学家已经建立了一系列理论和相应的方法、步骤：

根据不同的产品拟订出所需的人体测量项目。这些测量项目绝大多数是马丁的人类学教程上所没有的，而是人类学家根据不同产品的要求而确定的，目前各国都在制定统一的名称和方法。

在抽样调查时，用数理统计方法确定了合理的抽样方法和规定了样本含量。

提出了采用感觉极限试验等方法来确定人体各部位的形状和尺寸与相应产品的形状尺寸的对应关系。

采用了条件分布或主成分分析等方法。

上述的原理和方法可参看有关的参考文献。

二 机器制造工业

在机器制造工业中，工程人类学有着更广泛的应用。例如，在设计需要站立着进行操作的车床时，各种操作手柄、手轮应设置在什么高度呢？实验资料表明，高度在670毫米以下为“不方便区”，670—1080毫米为“较不方便区”，1080—1410毫米为“方便区”，因此应将各种操作器尽可能布置在后两区内（图1）。但是，在设计需要站立着工作的带工作台的机器时，为了便于将工件搬上搬下和方便监视工件加工的情况，工作台的标高，也可布置在“较不方便区”内。例如，西德ARPA型气动微震造型机系列的

工作台标高如下：

ARPA	200型	300型	450型	700型	900型	1300型
标 高	670	670	700	700	780	820(毫米)

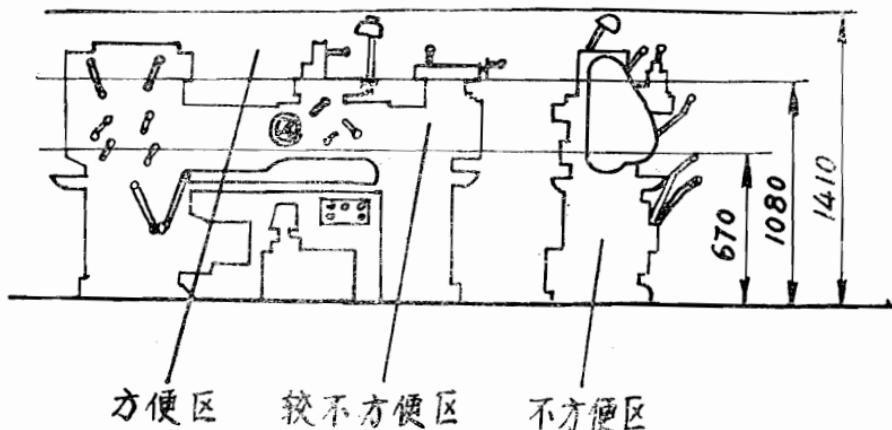


图 1

同时，工程人类学还对在不同安装高度上操作手柄的最合适
的力（牛顿）作出规定：

标 高 (毫米)	左 侧			右 侧		
	向 上	向 下	向侧方	向 上	向 下	向侧方
500—650	140	70	40	120	120	30
650—1050	120	120	60	100	100	40
1050—1400	80	80	60	60	60	40
1400—1600	70	140	40	40	60	30

当手柄经常使用时(在一分钟内好几次)，上表中的力应减低
2—3倍。

对于设计人员来说，了解操作力是很必要的。因为如果设计
时所规定的操作力太小，则操作时由于操纵器反馈回来的刺激量
太小，因而操作者往往难于分辨出操纵量的大小和方向，有时甚

至可能因操作者用力过猛而使操纵器损坏。相反地，若设计时规定某一操纵器所需的操作力过大，远超过操作者通常的操作力时，则操作者易感疲劳，有时甚至不能及时地、合适地使用操纵器。如果该操纵器是紧急刹车的手柄时，那么就会导致事故的发生。

在操纵器的外形，尺寸和安装位置等方面，在工程人类学的有关著作、手册、文献中有现成的资料可供设计人员在设计时参考。

同时，在设计机器时，为了节省制造机器的材料和使机器在厂房内占地面积最小起见，要求将机器设计得十分紧凑，但是为了方便装配、调整和检修，有些开孔尺寸应该是固定的，人类学家根据测试的结果，向工程设计人员推荐如下尺寸(图 2)。

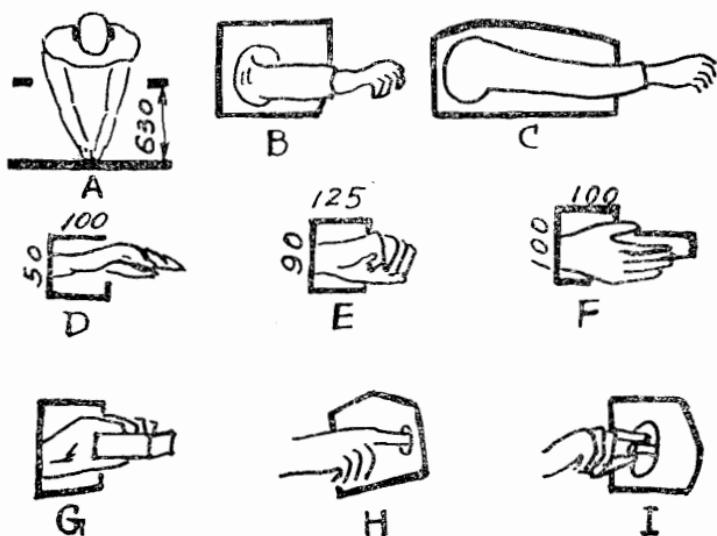


图 2

- A. 操作窗的开孔宽度等于最大可达深度的75%。加上150毫米。
- B. 对于将手伸至肘部的手孔孔径应为110毫米。
- C. 对于将手伸至肩部的手孔孔径应为150毫米（若考虑到冬天穿棉衣操作时，则孔径必须再增加75毫米）。
- D.E. 分别为手掌伸、握拳和F.G为手拿物时，此时物体周

围的自由空间应等于45毫米（若考虑到戴手套操作时，则还要增加20毫米）。

H. 操作按钮的孔径应为40毫米。

I. 对于必须用两只手指操作的按钮把孔的孔径为65毫米。

在机器设计时，考虑到操作方便固然是必要的，但是更为重要的是应该考虑到安全问题，例如，工人在操作各种压力机时（冲床、冷墩机、折板机、剪板机等），往往在滑块下行时由于将手伸入滑块下的冲头与工作台上的凹模之间的危险区而发生被冲掉指头等人身事故，因此在国外引起了人类学家的关心，进行了一系列研究。例如在摩擦压力机上设计光电保护或双手按钮开关之类的保护装置时，因为据测定，当手离开双手按钮时或当手挡住光线后，时间继电器的动作时间为0.009秒，同时，使机器滑块紧急停止的空气分配阀的动作时间约为0.013秒，因此必要的“紧停时间”总计为0.022秒，这时确定手的移动速度是极为重要的。据国外资料报道，手插入速度为1.6米/秒，有的国家取2.5米/秒，而根据我们研究所测定约为2米/秒，有了紧停时间和插入速度后，我们就能确定光电保护装置或双手按钮的安装位置，这段距离被称为安全距离。目前国外光电保护装置在某些种类的压力机上已被广泛采用并取得良好的效果。

三 汽 车 工 业

随着社会生产力和生活水平的提高，国外汽车拥有量迅速增加，致使交通经常发生阻塞，加上由于车速增加（例如，美国的公共汽车的最高车速已超过100公里/小时），因此撞车事故不断发生。据统计，美国由于公路车祸死亡的人数占所有意外死亡的第三位，造成的经济损失达几亿美元之多，因此目前国外对汽车工业方面的工程人类学研究工作十分重视。这方面的研究工作包括安全性、方便性和舒适性三个方面。

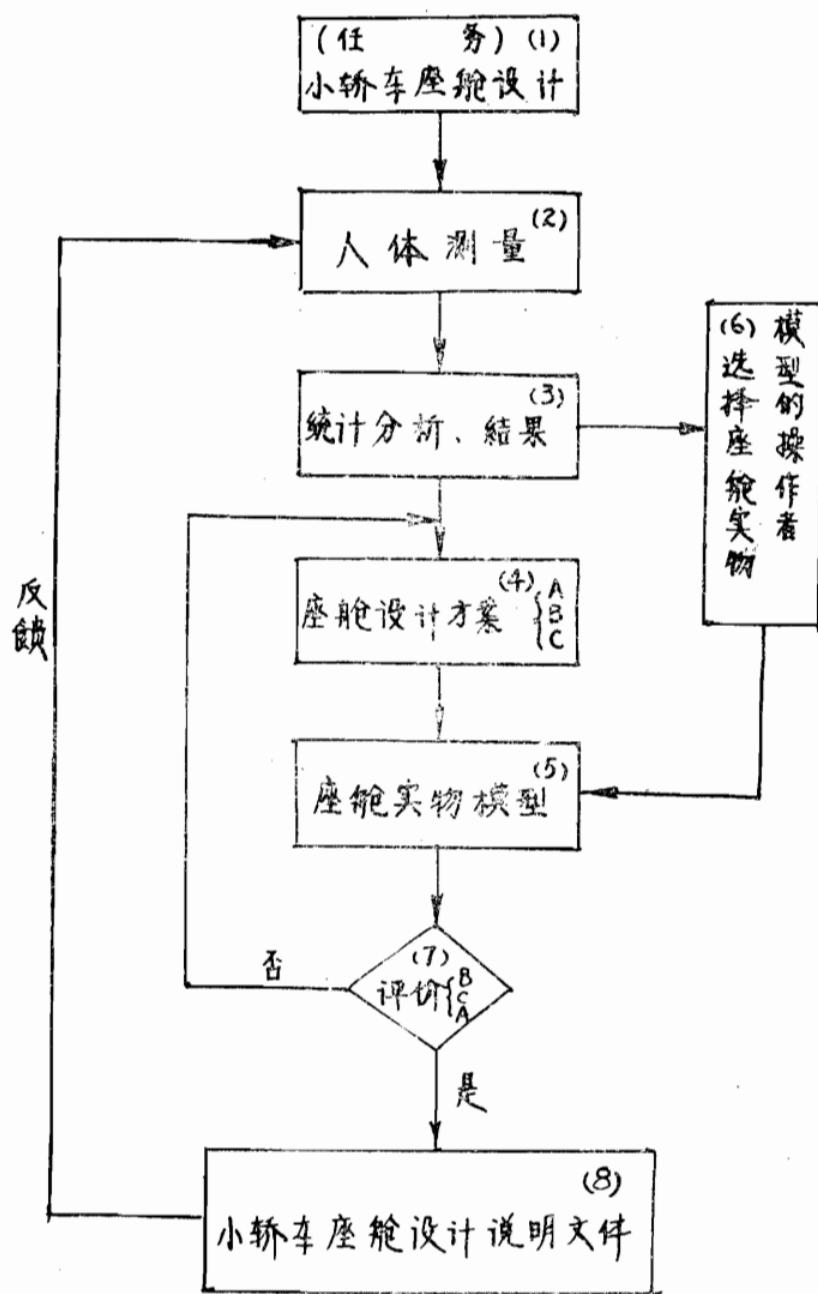


图3 小轿车座舱设计方框图

安全性方面，包括安全所需要的具有良好视野以及在事故发生之

后作为安全的要素是防止第二次冲击，这就包括缓冲、保持安全空间、防止乘员身体被抛出的措施等。

在操纵方便性方面，重点是汽车驾驶员的驾驶舱设计。国外在这方面已进行了几十年的工作了。人类学家在研究时常采用上列设计程序(图3)。

(1)提出任务。在本例中为设计高级小轿车的座舱。

(2)根据任务，拟出必要的人体测量项目和确定抽样调查的方式及样本含量。

(3)选择合适的统计方法，将测量数据进行统计分析，获得分析结果。

(4)根据国内外以往的经验或以前的实验结果，依据统计分析结果拟出几个座舱设计方案(替代方案A、B和C)。

(5)先根据方案A制成座舱实物模型。在以前，当设计驾驶舱时，设计人员往往仅将由人体测量数据的5%，50%和95%位数的可活动人体侧面模板安放在图纸上，以此来判断设计是否合适。但是近年来感到由于人体模板仅反映了人体的侧面轮廓尺寸，所以有其局限性，因此改为使用实物模型来模拟。

(6)为了保证座舱能适合90%驾驶员方便地操作，不仅应该让50%身材的驾驶员在实物模型上作模拟操作，而且应该让5%及95%位数身材的驾驶员作模拟操作。但是要选择身体的每个测量项目都符合5%是很困难的，作为一个替代办法是仅选择身长和体重符合5%，因为这两个测量项目都符合5%以后，被选择者的身体的其它测量项目尺寸与5%标准尺寸就相差不太大了。因此大大方便了选择试车者的工作。选择时，通常5%，50%和95%各选择3—5名。

(7)由被挑选的操作者在实物模型上进行模拟操作，以便对各种替代方案进行评价。如果方案A被否定，就再以方案B或C来进行模拟试验，直到得到满意的方案。

(8)将得到肯定的方案，编写成轿车座舱设计的说明文件。

上面的设计程序不仅适用于座舱的尺寸设计，而且也是工程人类学研究时比较普遍适用的设计程序。

例如，在研究汽车安全性时，为了试验各种安全带的有效性，不仅要测量人体的各部位的尺寸，而且还要测量人的躯体的每一部份（头、颈、上部躯干、下部躯干、上臂、前臂、手、大腿、小腿和足）的重量和重心。并拟出几种安全带类型作为替代方案以求评价。但是由于撞车试验可能会引起生命危险，因此绝对不能用人来作试验，这时前述程序中的(6)就成为根据测量调查分析的结果，制作出模拟人(中国人)，模拟人的身体的每一部位的长度、重量、重心都应与调查结果一致。只有这样，当在程序(7)时，即用模拟人来进行模拟撞车试验时，在撞车的一刹那间，由于惯性的作用，使模拟人的胸部与方向盘的后缘发生猛烈的撞击，撞击力可由安置在模拟人胸部的有关传感器测得，由此可以比较出，当不佩戴安全带时，以及佩戴不同类型的安全带时的区别，并作出评价。

在舒适性研究方面，由于汽车的振动和噪声对驾驶员和乘客的乘坐心理影响很多，因此进行了一系列的人类学研究工作，例如进行了人体各部份共振频率的研究。研究的结果表明，人体能感到的振动频率约在0.1—500HZ之间，而公害振动主要是在1HZ到90HZ范围内。当振动频率在0.1—0.6HZ，且振动周期与人内耳的三个半规管中的淋巴液的共振周期相接近时，会使产生晕车的感觉。4—6HZ时，胸腹部共振；20HZ时头部共振；30HZ时眼球发生强迫性共振；70HZ时，臀部共振。因此，我们在设计汽车时就应注意到这一点。在汽车设计时，我们不仅可以把人—汽车视为一个统一的人—机系统，当研究汽车座椅时，我们也可以把人—椅视为一个统一的人—机系统来加以研究，国外的经验表明，改进汽车座椅的结构和材料对改善振动是有一定效果的。

汽车乘坐舒适性还包括人对汽车车厢中的小气候，如温度、

湿度、通风量等感觉的研究，限于篇幅不在此赘述了。

四 航 空 工 业

航空工业是比较早就要求人类学家进行配合的一个工业部门，所以取得的成绩也较多。

飞机的工程人类学研究与汽车工业一样，也包括安全性、方便性和舒适性几个方面。若从工作任务来分，则可分为飞机的工作空间：尺寸、视野、操纵、信息、强迫着落防护和逃生；飞行员个体防护设备：氧气面罩、氧气调节器、飞行服装、抗过荷设备、护目镜、太阳镜、隔音头盔、飞行靴等的设计；飞机环境：氧气、压力、温度、湿度。

五 建 筑 工 业

在建筑方面，有关人体的尺寸对于确定层高、门窗高度、走廊等通道的宽度，楼梯尺寸以及一些室内设施的合理尺寸是十分有用的，并且也是十分重要的。

例如我国各地区人的身长的差别是很大的，如果我们根据人类学的研究将全国划分成几个身长（地区）组，同时比较合理地确定在这些身长（地区）组房屋设计时应采取的层高，那末在人力、物力（钢筋、水泥、砖、木材等）和财力方面节省下来的资金将是十分可观的。

从上面极为零星、很不系统的介绍中我们可以看出人类学的新分支——工程人类学在人类生活的每个领域中都有着广泛的研究天地。近年来，我国在工程人类学方面已进行了一系列研究工作，如为轻工业部门制订了服装、鞋等轻工业产品标准，为劳动保护部门进行了安全帽和防毒面罩用的头型标准，为邮电部门进

行了电话机的研究，为航空部门进行了飞机座舱研究、弹射椅研究和航空仪表显示的研究，为电影、电视业进行了肤色标准研究等等，这些工作受到有关部门的重视。随着这门学科在国内逐渐为人们所了解，向它提出研究课题越来越多、要求越来越高，所以我们相信它在今后的四化建设中必将能作出更大的贡献。