

第1章

室内设计与人体工程学

第一节 人体工程学

人体工程学是根据人的解剖学、生理学和心理学等特性,了解并掌握人的活动能力及其极限,使生产器具、生活用具、工作环境、起居条件等和人体功能相适应的科学。例如古代制作兵器时,要考虑大小合手,长短适中(据西汉《周礼·考工记》记载)。又如明代的家具,适合人体脊骨弯曲的椅子靠背和棱角都呈钝圆形,圆柱形的脚,使人身触感柔和、舒适,这些特点都反映了明代家具设计是从生活经验而来的,且结合了古代朴素的人体工程学。实际上,现代对人体工程学的研究,涉及面很广。只要是与人有关的各个方面,都要进行研究。就环境来说,其环境的优劣,直接影响到人们的活动能力。在正常的室温条件下,人能正常活动,注意力容易集中,而在过热或过冷的室温下,人的生理和心理状态,前者显得烦躁不安,后者则是缩手缩脚,不再像在温度适宜的环境中那样,能顺利地完成任务。在生产上,为了减轻劳动强度,防止事故发生,须改进机械部件和工具的设计,使机器各部件的运转、操作与人体功能相协调。从设计角度来看,设计工作的重点转向注重使用功能的设计,这些都是人体工程学要解决的问题。

第二节 人体尺度

运用人体工程学的目的,是为了设计出使用者操作方便、不易疲劳、不产生失误而且效率高的器具。因此,设计的主要工作是客观地掌握人体的尺寸、四肢活动的范围,使人体在进行某项操作时,能承受负荷及由此产生的生理和心理变化等等。

例如,图书馆中书架的分隔高度,应使人眼能看清书脊的名称;对置于最高一格的书籍,既要使人手能所触及,又要考虑到整理工作的方便。书架的间隔,则至少要留出人能蹲下找书的活动空间。又如设备指示器的安装位置,就应设置在人眼能清楚看见指示刻度的范围内,控制旋钮的位置,既要在符合人手活动的尺度上,又要便于操作。而日常生活中的家具设计,则更是以人体工程学为基础的。

表1-1和表1-2分别是我国部分省市和部分国家人体身高的平均值。从表中可以看出日本人与我国人的人体尺度很接近。

表 1—1 我国部分省市人体身高平均值

性别	北 京	上 海	辽 宁	四 川	甘 肃	广 西	平 均
男 子	1671.8	1670.7	1672.6	1615.9	1645.3	1633.8	1654.9
女 子	1568.9	1565.2	1567.2	1513.9	1566.0	1522.2	1549.8

表 1—2 部分人体身高体重的平均值

序 号	国 别	性 别	身 高 (mm)	体 重 (kg)
1	日本(市民)	男	1651	58.8
2	日本(市民)	女	1544	48.7
3	日本(军人)	男	1669	61.1
4	美国(市民)	男	1755	77.6
5	美国(市民)	女	1618	61.7
6	美国(军人)	男	1755	74.2
7	英国	男	1780	69
8	法国	男	1690	67
9	法国	女	1590	56
10	意大利	男	1680	63
11	意大利	女	1560	52
12	非洲	男	1680	58
13	非洲	女	1570	60.0
14	西班牙	男	1690	67.0

一、比例法

由于人体间体态差异很大,因而在设计家具等生活用具时,不能简单地用平均值。为了得到准确、适用的人体数据,除了实测法(将测得一定数量的人体数据,用统计方法求得统计概率)外,常用比例法。大量的统计数据表明,人体各个部位的尺寸,在竖直方向,大致与人的身高成正比。而在水平方向,则与人的体重有某种关系。因此,设计者只要掌握了人的身高和体重,就可根据图 1-1、图 1-2 的比例,设计与此相应的器具,这就是“比例法”。

按人体工程学的观点,对产品设计有用的人体数据,一般是指身高、体重之类的量值,但有时某些特定部位的数据却更加重要。例如椅、凳的坐面高,就要由小腿的尺度来决定。为了满足使用需要,设计时除了人的裸体尺寸外,常常需要人穿上鞋袜、衣服、戴上帽子后的实际工作尺寸。

(一)查表法

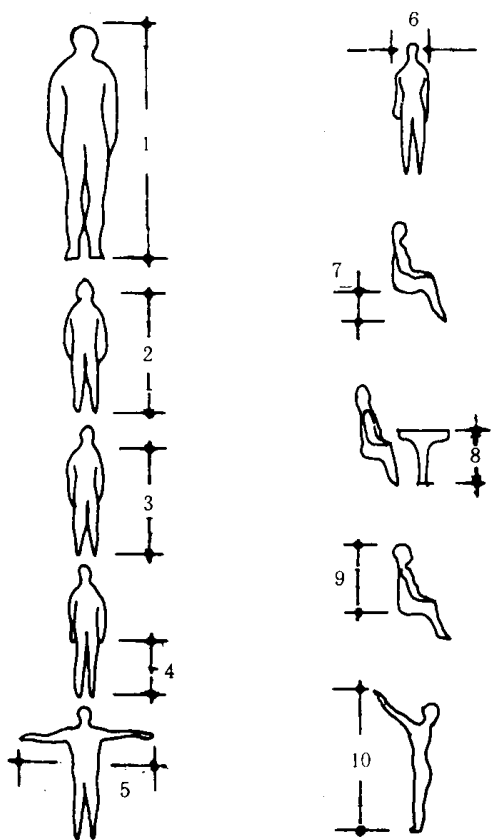
求取与人体相关的一些设备尺度,可以通过图表或计算的方法求得。图 1-2(a)是以身高为基准的家具及建筑设施的尺寸概算图表。图表的横坐标的数字表示人体高,纵坐标的数字表示设备的尺寸,表右侧 1~25 的编号与图中各种姿势的编号相对应。查阅该图表,即能求得所需的设备尺度。例如,求身高 1500mm 的人的坐高,可先找出其坐高的编号为 12,然后在表右侧找到编号 12 的斜线,可查出它与 1500mm 的纵坐标的交点约为 820mm。这便是身高 1500mm 的人的坐高。

(二)计算法

图 1-2(b)所示 1~25 编号的各种姿势后面括弧内的式子(如 1/1H, 3/5H 等),即表示在该姿势下,设备尺寸为身高的几分之几(H 表示人的身高)。利用这些式子就能计算出所需设备的尺度。例如,编号 12 坐高即为身高的 6/11(6/11H)如前例身高 H=1500mm 的人,其坐高为:

$$\text{坐高} = \frac{6}{11}H = \frac{6}{11} \times 1500\text{mm} \approx 818\text{mm}$$

该计算值与查表求得的结果大致相符。



- 1. 身高 $1 H$
- 2. 眼高 $11/12 H$
- 3. 肩高 $4/5 H$
- 4. 手指高 $3/8 H$
- 5. 双手展宽 $1 H$
- 6. 肩宽 $1/4 H$
- 7. 臀高(坐) $1/4 H$
- 8. 桌面高 $5/12 H$
- 9. 坐高 $6/11 H$
- 10. 摸高 $7/6 H$

图1-1 人体尺度概算值

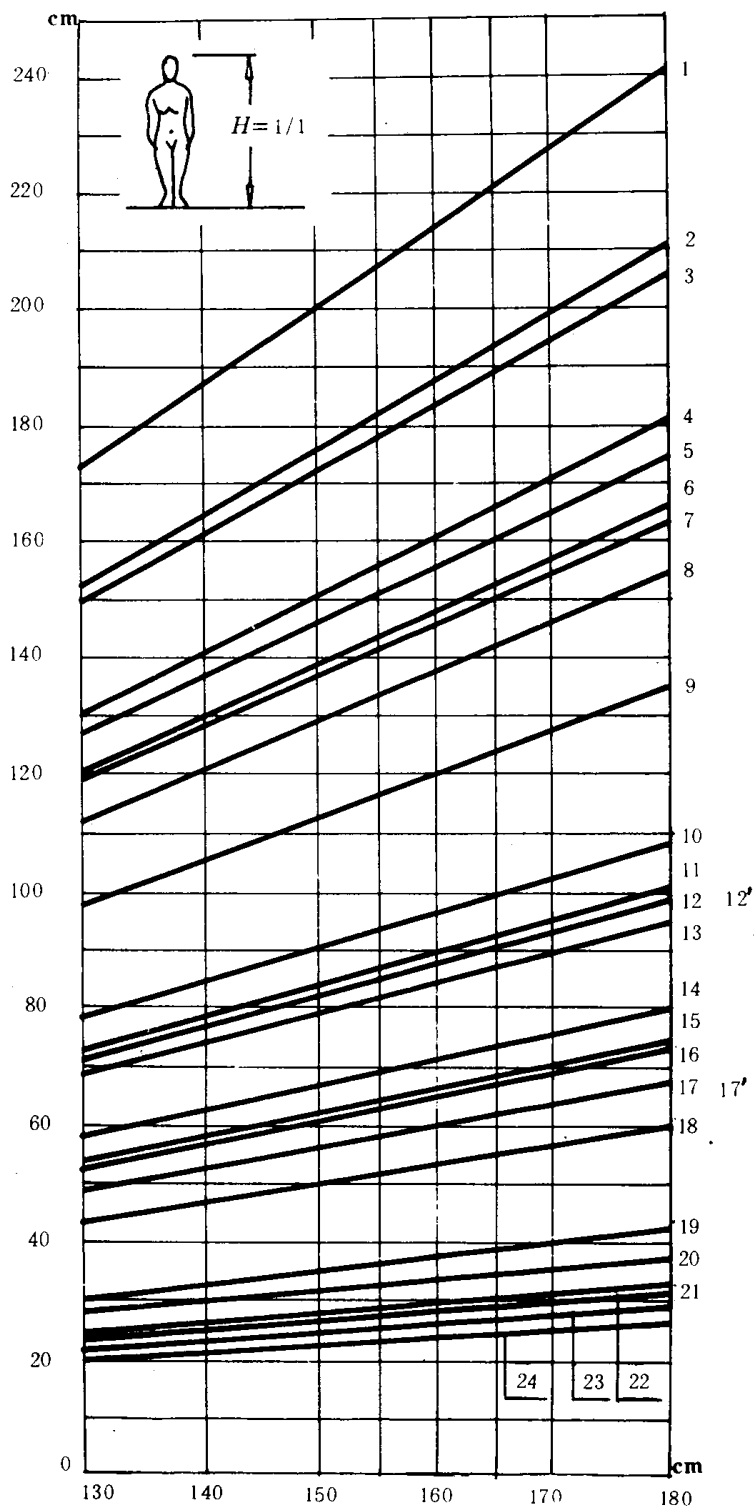


图1-2 (a) 以身高为基准的家具及建筑设施的尺寸概算图表

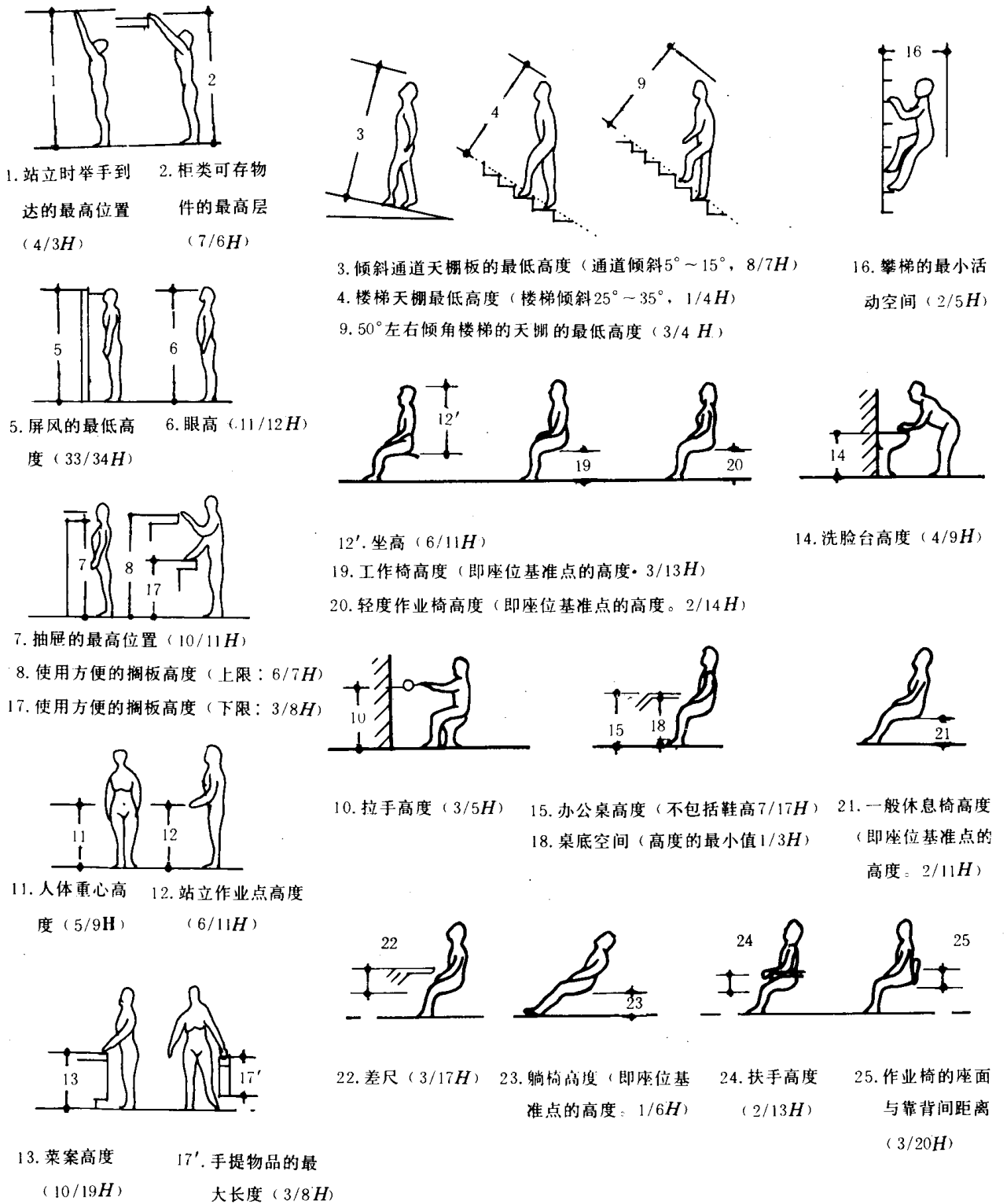


图 1-2 (b)

二、工作活动区

(一)动作与姿势

人的工作姿势,按其工作性质,都处在各种动态之中,或处于某一静态。按人的活动规律,可以分成下列四类:

- 1. 站立姿势:背伸直、直立、向前微弯腰,向前弯腰、微微半蹲、半蹲等;
- 2. 坐椅姿势:依靠、高蹬、低蹬、工作姿势、稍息姿势、休息姿势等;
- 3. 平坐姿势:蹲、单膝跪立、双膝跪立、直跪坐、爬行、跪端坐、盘腿坐、支起一条腿坐、脚伸直坐等;
- 4. 躺卧姿势:俯伏撑卧、侧撑卧、仰卧等。

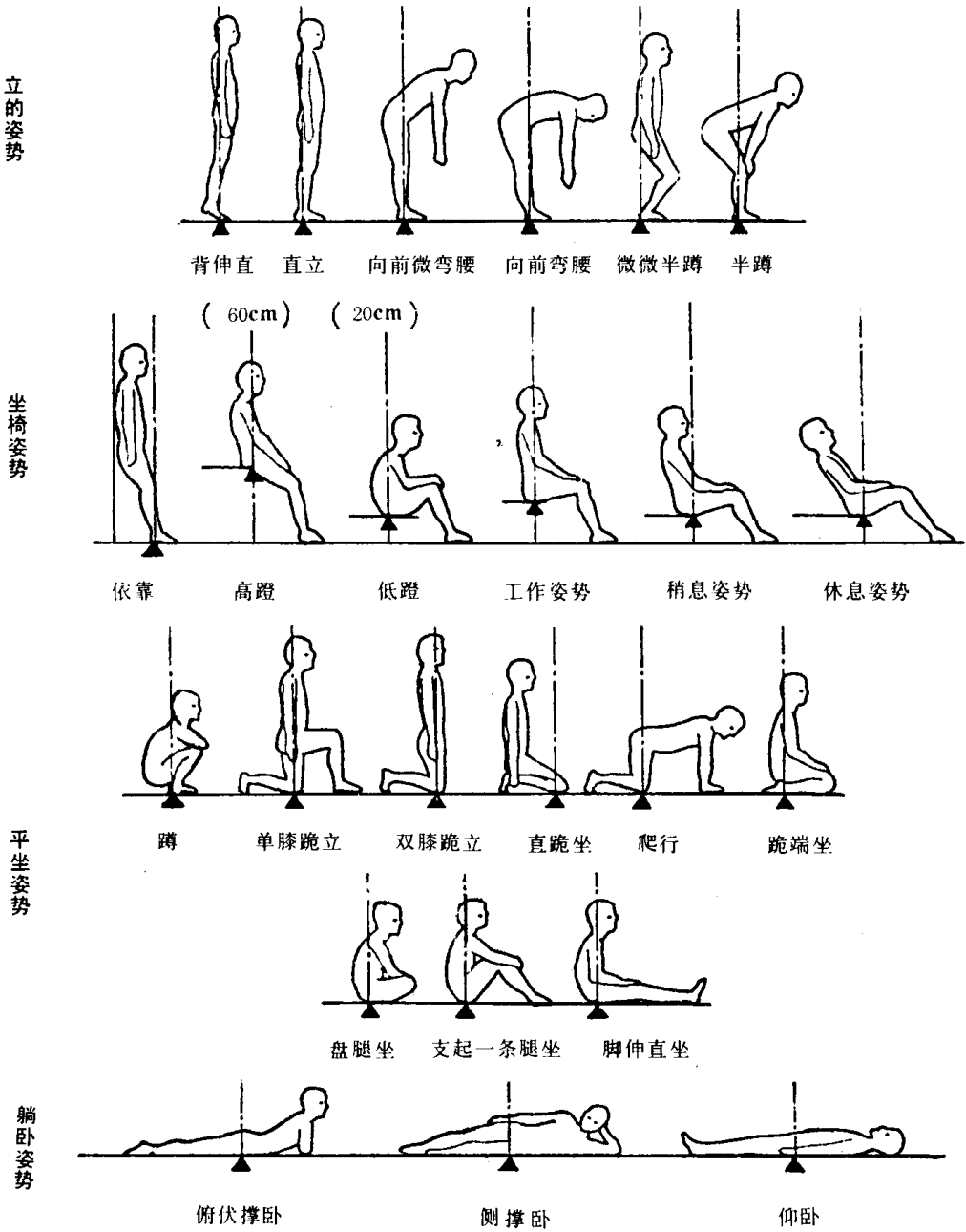


图1-3 生活中的各种姿势

(二)工作活动区

人在从事某项工作时，需要工作的操作空间——占有平面和立体的空间。这个操作空间的尺度和设施的大小，必须满足人体活动的需要。一般可按身高，用图1-2概算出其他尺寸与身高的比例关系。站立时，人体宽度约为身高的1/4，厚度则为身高的1/8左右，图1-4是站立时的上肢活动范围。

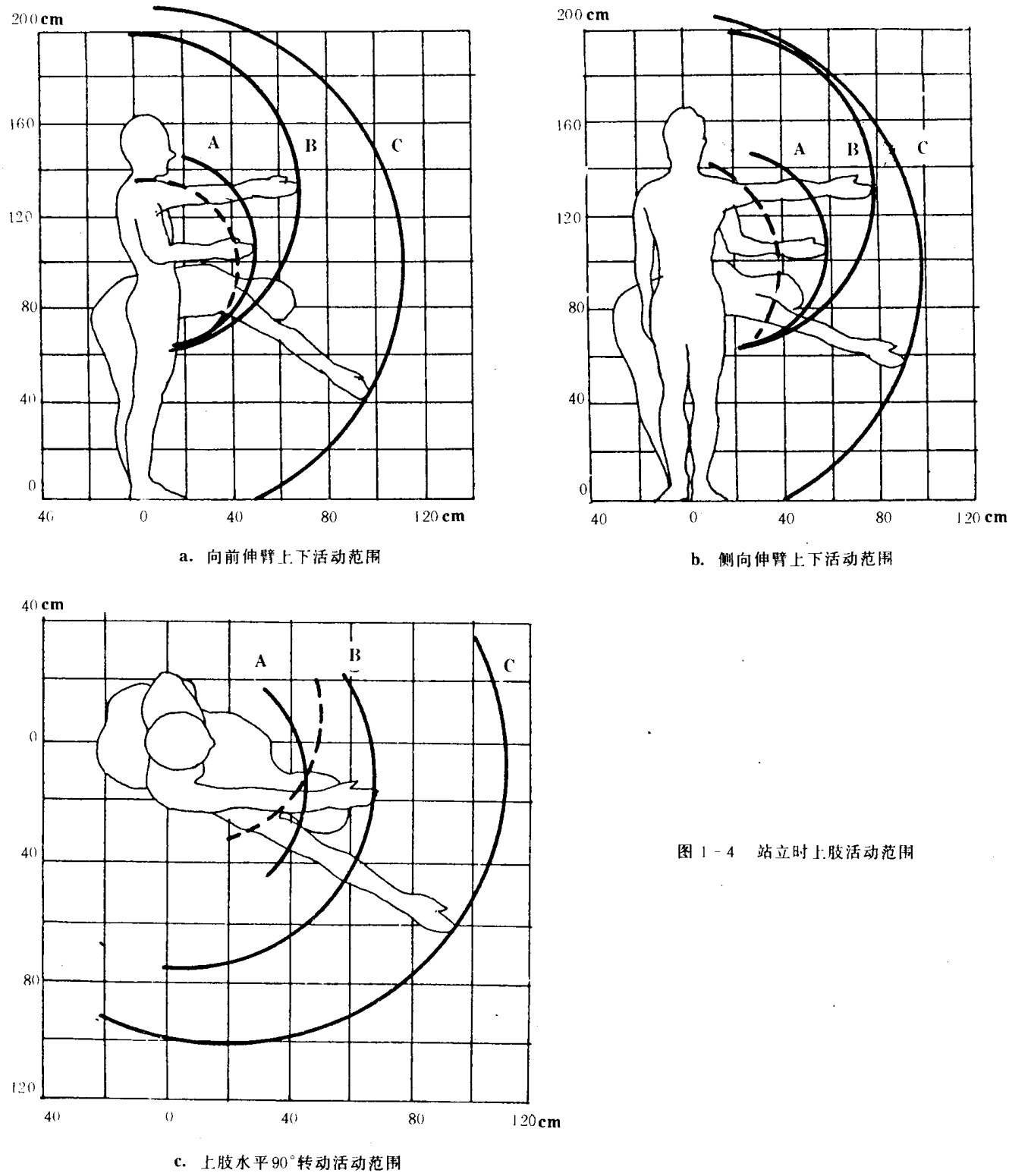
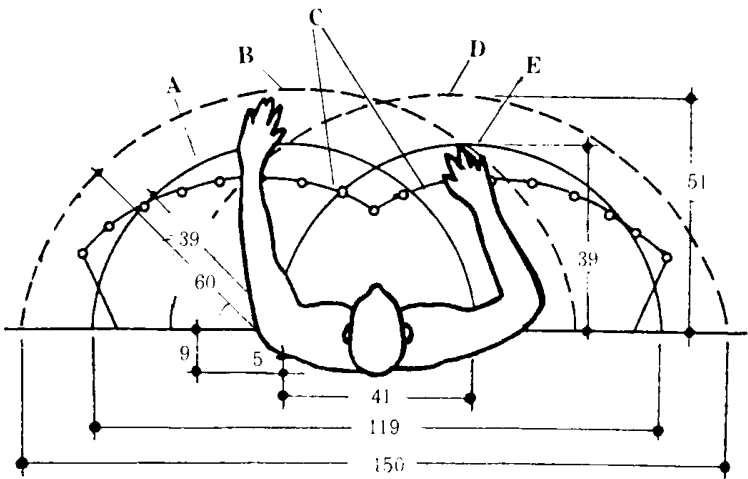


图 1 - 4 站立时上肢活动范围

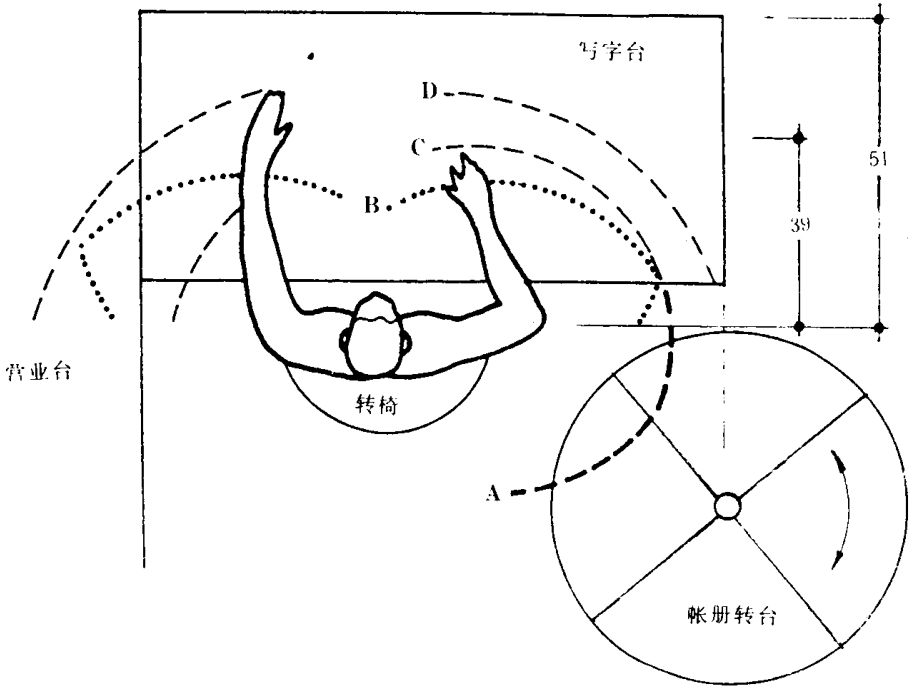
1.水平工作活动区

图1-5是手臂水平面正常活动范围和最大活动范围的尺寸。这些活动范围的尺寸,对设计师确定小手工作业(写字、打字、精密仪表装配等利用桌子或工作台的作业)之类的操作空间尺度,极为有用。例如图1-6是银行营业台、办公桌和帐册转台等位置的布置,均利用了上述原理,为银行职员创造了良好的工作条件。



- A. 左手的正常范围 B. 左手的最大范围
- C. 正常作业范围 D. 右手的最大范围
- E. 右手的正常范围

图 1 - 5 手臂水平正常活动范围与最大活动范围 (cm)



- A. 粗虚线为营业员转身取帐册的正常工作活动线
- B. 点线为营业员正常办公活动区
- C. D. 虚线为正常的活动尺寸和最大活动尺寸,以及帐册转台的中心
为右臂的最大活动范围,营业员中心为左臂的最大活动范围

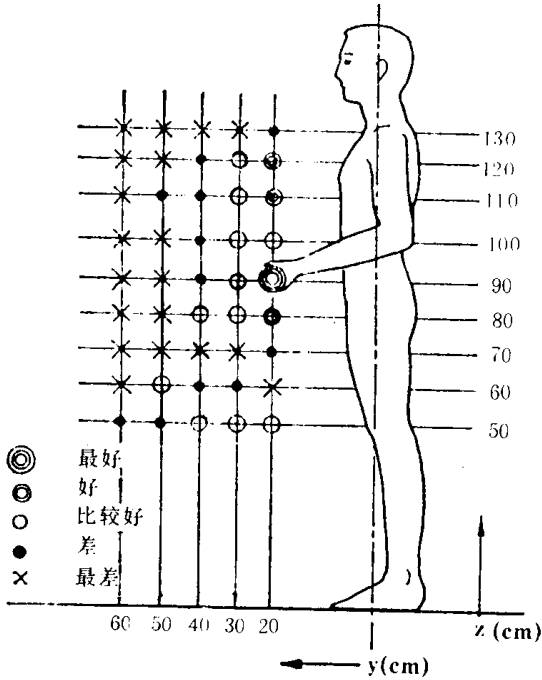
图 1 - 6 银行营业员操作空间布置 (cm)

2.垂直面工作操作区

在垂直面工作, 每只手都有省时省力的操作活动范围。图 1-7 所示为以肌肉活动度和能量代谢来评价站立姿势在垂直面工作活动范围的优劣程度。

美国通用汽车公司对垂直作业区作过如图 1-8 所示的研究, 让受试者坐在一个较高的椅子上, 伸直手臂, 完成上下移动的动作, 并加以记录, 便得到人体前面的垂直作业区。其试验成果, 已作为设计标准值, 在通用汽车公司的设计中采用。

为了达到更高的工效, 进一步对手臂能触及的范围按不同姿势, 分成五个层次, 如图 1-9 所示, 人体和各种贮存物之间的尺度关系也是设计者必须熟悉和掌握的。



本图为成年男子数据, 以离地 90cm, 离身 20cm 处为最佳位置。(若女子则应将高度 (Z) 数减少 5 cm)

图 1-7 垂直面工作操作区最佳位置选择图 (单位 cm)

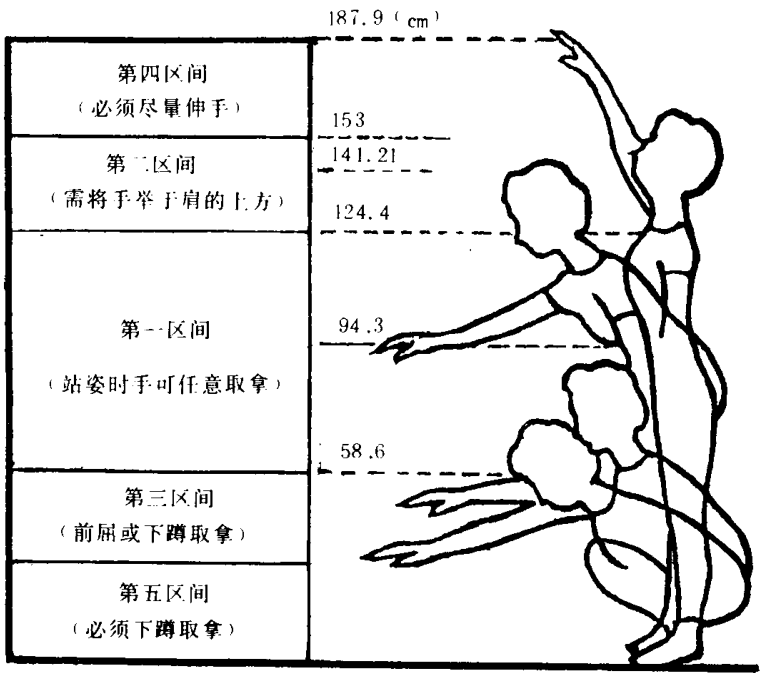


图 1-9 拿物品的区间分类 (单位 cm)

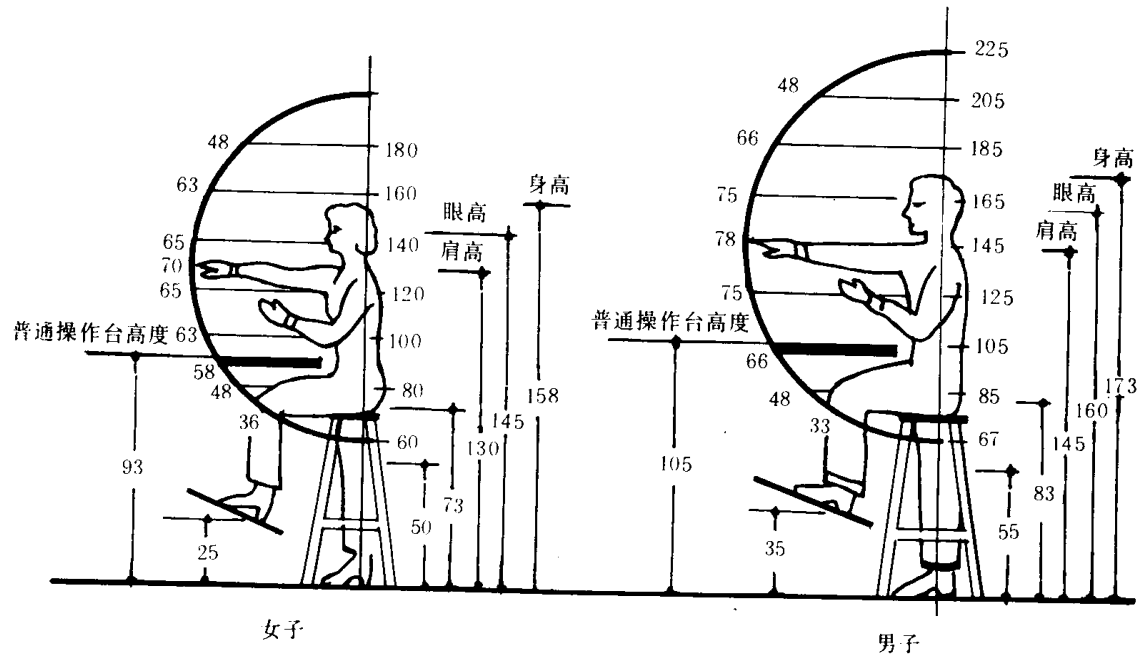


图 1-8 坐姿垂直工作操作面 (单位 cm)

3. 立体作业操作区

所谓立体作业操作区,就是包含水平和垂直两个方向工作操作区的空间,如图1-10所示。

为了减少疲劳和提高工作效率,诸如工作台、实验桌、洗涤池等,可利用图1-11所列尺度设计。

设计时,常常考虑投资的经济性。对操作空间应考虑节约而合理。即根据人体的活动度加上适当的空间,使工作的效率和质量,不因空间的限制而受到影响。图1-12是人体必需的最低限度的操作空间(或称必需空间)。一个人位占有240cm的必需空间尺度。

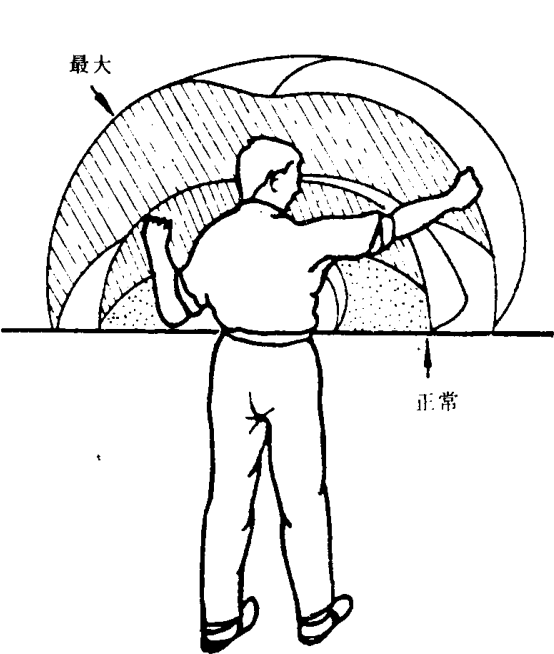
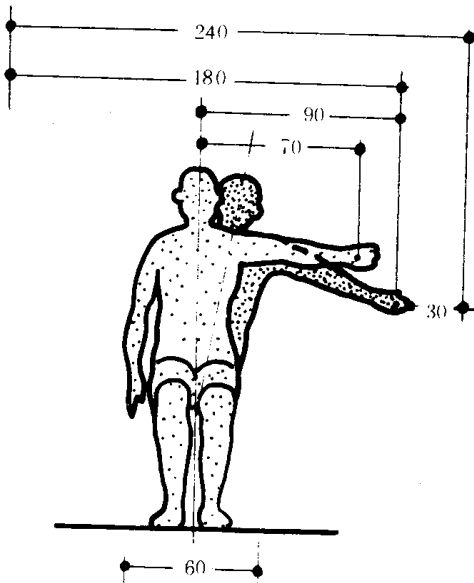
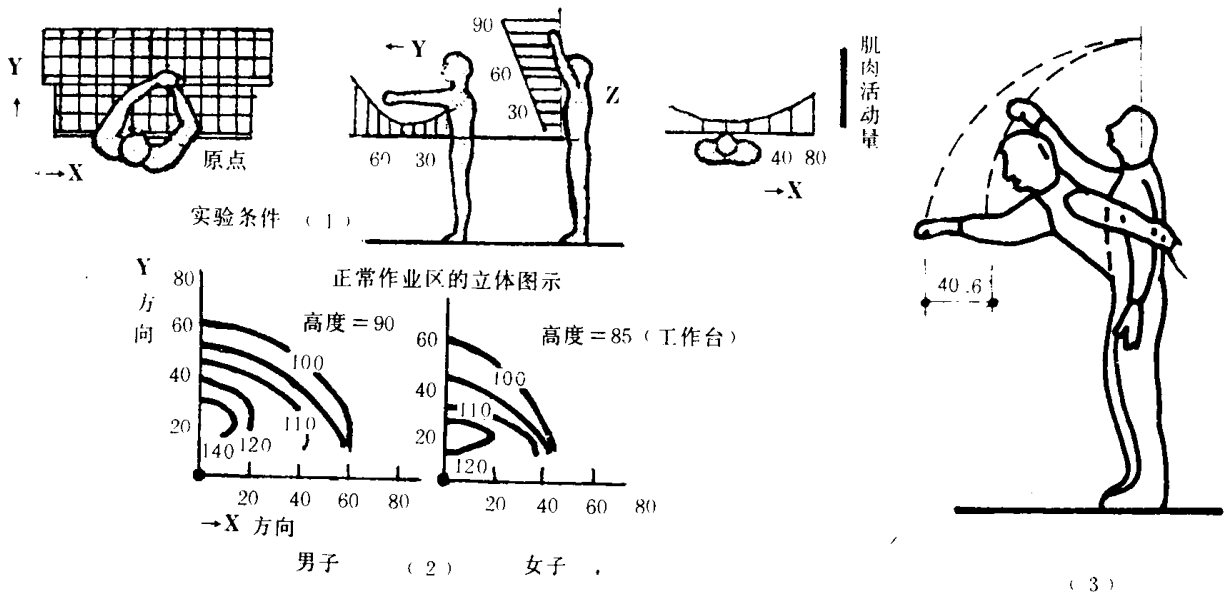


图 1-10 站姿立体作业操作区



坐着、手臂伸直时70cm:
活动时变为90cm,再加30cm,
即为手臂活动的必需空间

图1-12 人体动作和空间尺寸 (mm)



1) 立体作业和肌肉活动量 (2) 正常作业域(不同高度) (3) 上身前屈扩大作业域方向

图 1-11 立体作业区与肌肉活动度 (单位cm)

第三节 人体尺度与家具

家具，一般指日常生活使用的床、桌、椅、凳、橱柜、屏风等能起支承、贮藏和分隔作用的器具。它们是构成室内环境的基本要素。但从设计角度看，应按照不同功能予以分类。通常可分为人体家具和建筑家具，前者为支承型的椅、凳、沙发和床等，后者为贮藏型的橱柜等。介于两者之间的桌、台等，则属于人体家具范畴的准人体家具。这样就可从不同的测量基准点来保证设计的正确性。

一、建筑家具的设计基准点

建筑设计的标高尺寸，均以室内地面为基准点，它和人着地的脚跟有关，标高尺寸也和人体高度有关，无论是门窗高度，还是橱柜高度，都要考虑其开启是否方便，其尺寸从脚跟开始计算。橱柜之类的建筑家具的基准点，当然也支在地面，图1-13就是人体与各类建筑家具的尺度关系。

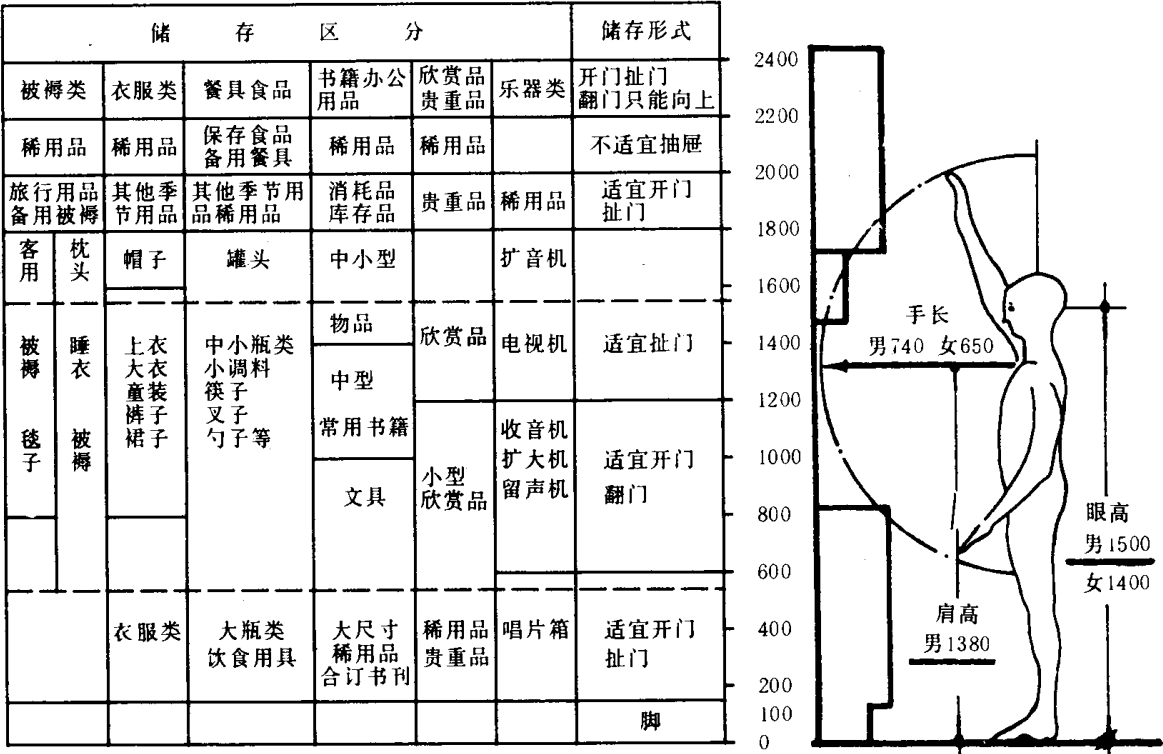


图1-13 人体与储物之间的尺度关系（单位mm）

二、人体家具的设计基准点

支承型家具的设计基准点，以椅为例，必须是人坐着时的坐骨结节点。这是因为当人坐在椅子上时，其身体各部分尺寸，不论是眼的高度，或是肘的位置，都是由坐骨结节点为基准来确定的，与脚跟无关。因此，椅子的设计，是以此为基准点来确定前后、左右、上下几个方向的功能尺寸。如果基准点改变，家具的尺寸当然要作相应的改变。

介于两者之间的准人体家具如台、桌等，其设计基准点也在人体上，不过其桌面的尺寸是用坐骨结节点向上至桌面的量值与向下至脚跟的量值之和来表示的(详见下面“(四)桌椅关系”一节)。

三、椅子的设计

现阶段的家具人体工程学,主要用于椅、桌和床的设计。而椅子是一般家庭、机关、学校中的必备用具。按人体工程学的观点,在现代化的室内环境设计中,椅子不仅仅是坐具,而且还必须将其看作与地面一样是确定功能尺寸的又一基点。

椅子的功能,从室内环境设计的要求看,首先是满足于“坐”,其次是观赏。因此,设计椅子要满足坐着舒适的功能性和美化室内环境的美观性的要求。两者缺一不可。当然,椅子的功能性要求有高低之分,对学生、办公用椅的美观性要求并不高;而作为厅堂用椅,具有摆设和使用的职能,这就要求功能性与美观性两者兼而有之。

(一)椅子设计

椅子的设计,首先是要使人感到舒适,即有助于消除疲劳。因此,设计者要研究人的坐姿与椅子支承构件的互相关系。坐姿正确与否对疲劳有一定影响,而对于疲劳的主要影响因素有:坐面、靠背、脚踏板和扶手。其设计的关键除了坐面需符合大腿、臀部的自然曲线外,靠背的支撑条件必需切中人体上部的着力部位。

按日本学者研究的肌电图测定资料,如图1-14表明,当坐面高度为40cm时,腰部的肌肉活动最强烈,图上反映出一个波峰,而坐面比40cm高或低时,肌肉活动强度都有所降低。这说明当人体坐在略高或略低于40cm坐面的椅子上时,腰部不易疲劳。

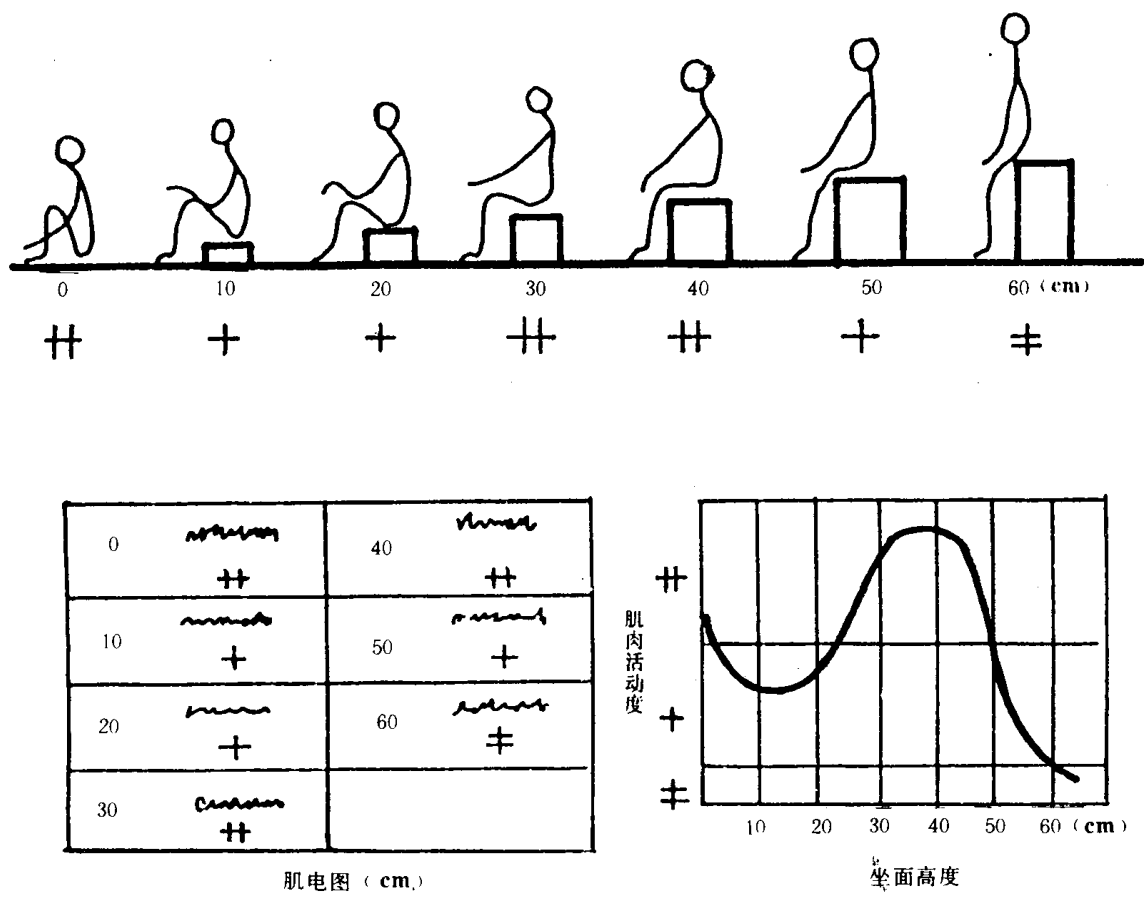


图 1-14 坐面高度与腰肌活动度的关系

(二)椅子的靠背

关于靠背的设计,日本学者的研究提供了最佳角度与支撑点高度的数据。如图1-15和表1-3所示,他们使靠背和坐面的夹角从 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 渐次变化,同时使支撑点也沿靠背上下移动,并选定200多种不同靠背角度和支撑点高度的组合,测定人体的肌电活动强度。然后从这些测量值中选出最佳角度和支撑点高度的组合,再根据人体骨骼的关系,求出上身的支撑条件。由此,可以简单地归纳成下列几点:

- 1、靠背倾角小时,靠背支撑点选择在第二到第三腰椎;
- 2、靠背倾角大时,支撑点移向胸椎下部;
- 3、靠背倾角超过 114° 时,必须对腰椎、胸椎下部以及头部三点进行支撑。

这里考虑了人体与椅子的关系,把上身用3个“区段”、2个“关节”构成的模特儿来代替,从力学的角度确定椅子的支撑条件是合理的,这和肌电图得到的实验结果完全一致。

(三)脚踏板和扶手

在日常生活中,经常看到不少人有“翘二郎腿”的习惯,这实在是一种有碍雅观的坐姿。其原因主要是椅子坐面过高,或过于柔软,造成坐面体压分布不匀,大腿内侧受压,阻碍血液循环,长期使用这种椅子,神经系统将无意识地支配大腿,变动位置,以改善处境。那么,坐椅子时,脚的位置怎样放置才好呢?根据肌电图的研究,可以简单地归结为:脚的正确位置是保持小腿与上身平行,或者与大腿的夹角约大于 90° 的角度。实际设计时,还必须加上脚能自由活动的空间。因此,脚踏板的位置应摆在脚的前方或上方,才能方便脚的活动,如图1-16所示。

对扶手位置的研究,也得到了如图1-17所示的扶手的功能检查数据。该图中,(a)图表示随着扶手高度的变化,相应的肌肉活动强度的变化,左图是该试验的测试条件。从数据可知,当坐骨结节与扶表面距离为 $24\sim 25\text{cm}$ 时,肌肉的活动强度最小,扶手的位置最恰当。(b)图是表示左右扶手间距与肌肉活动强度的关系。由曲线上反映出来的合适的扶手间距应在 $42\sim 44\text{cm}$ 之间。(c)图与(d)图是表示扶手上下倾角和左右开角与肌肉活动强度的关系曲线。其结论是:无论靠背的角度怎样,对于人体上身主轴来说,扶手倾角以 $90^{\circ}\pm 20^{\circ}$ 为宜。至于扶手的左右角,则应前后平行或前端稍有张开。

从上述肌电图的测定,可知靠背等支撑良好的椅子,无论何种姿势,因为肌肉活动度都很小,均不易产生疲劳。

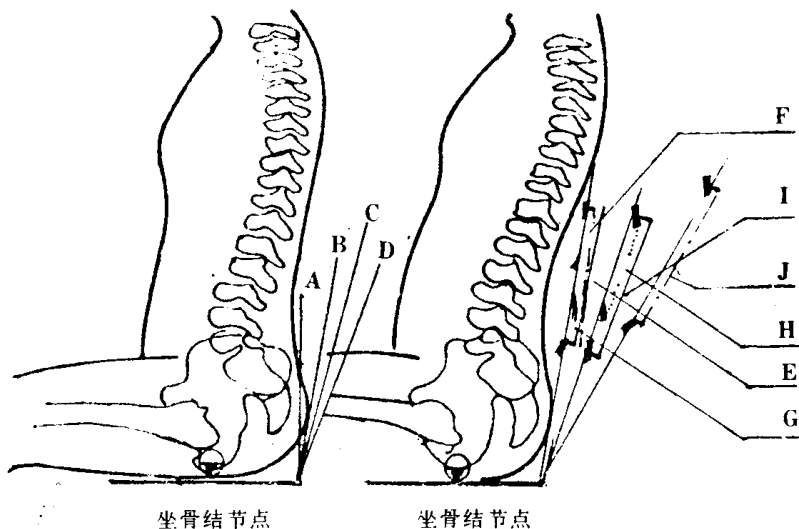


图1-15 单支撑点与双支撑点坐椅的最佳支撑条件

表 1—3 靠背最佳支承位置与角度

条 件		人体上 体角度	上 部		下 部	
			支承点	支承面	支承点	支承面角度
			高度(cm)	角 度	高度 (cm)	
单 支 承 点	A	90°	25	90°		
	B	100°	31	98°		
	C	105°	31	104°		
	D	110°	31	105°		
双 支 承 点	E	100°	40	95°	19	100°
	F	100°	40	98°	25	94°
	G	100°	31	105°	19	94°
	H	110°	40	110°	25	104°
	I	110°	40	104°	19	105°
	J	120°	50	94°	25	129°

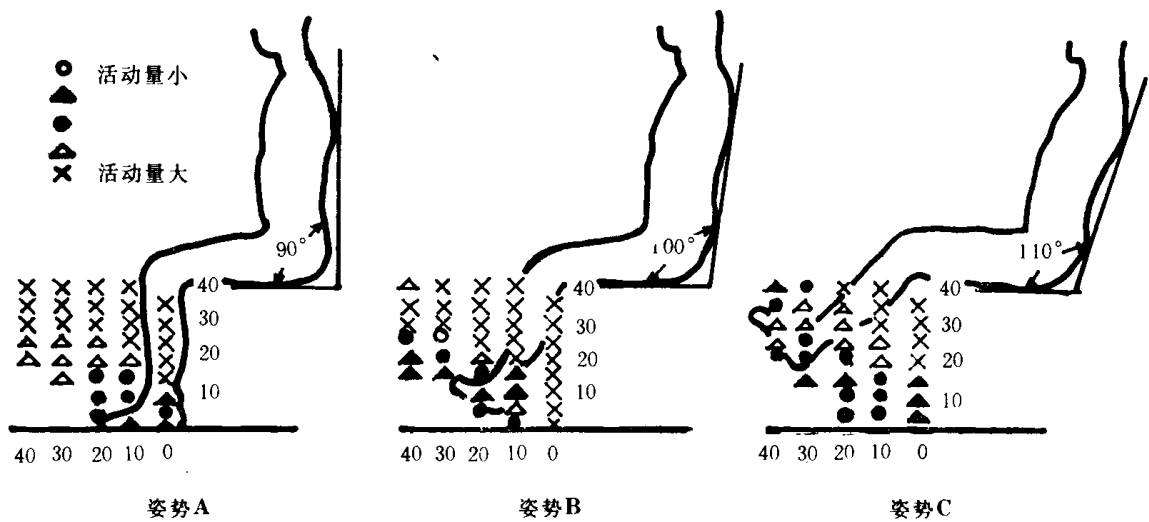
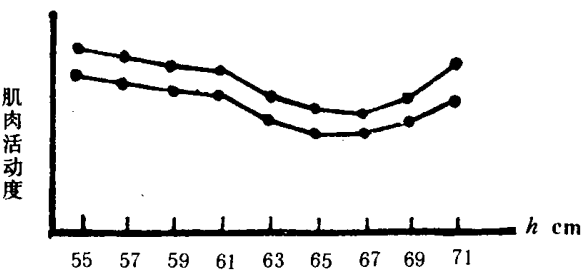
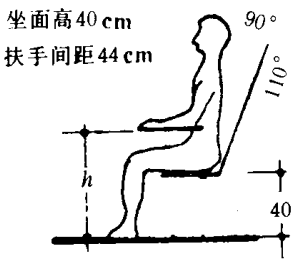
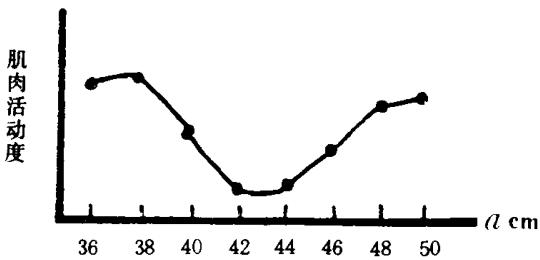


图 1-16 脚踏板的位置与肌肉活动量 (单位 cm)



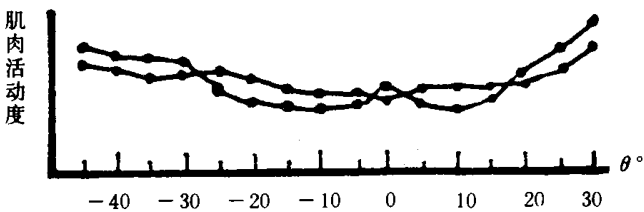
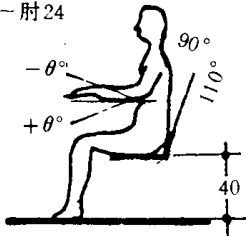
(a) 肘高与肌肉活动度的关系

坐面高40cm
坐面~肘24 cm
靠背倾角110°



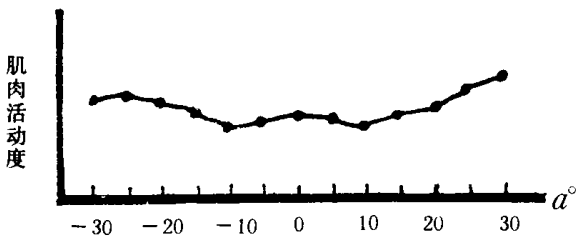
(b) 两手肘间距离与肌肉活动度的关系

坐面高40 cm
扶手间距44 cm
坐面~肘24



(c) 扶手的上下倾角和肌肉活动度的关系

坐面高40 cm
肘间隔44 cm
靠背倾角110°



(d) 扶手的左右开角和肌肉活动度的关系

图 1-17 扶手的功能检查

(四)桌椅关系

前面讲过,桌面的高度应是坐面坐骨结节点到桌面的距离(差尺)与该点到地面的距离(坐面高)之和。从功能上看,桌子最重要的尺寸是差尺,而不是地面到桌面的总高度。这是因为人使用桌子主要是为了工作,或书写、或阅览、或操作。当坐骨结节点的位置确定之后,该点和肘的位置关系,变成了确定桌面高度的重要依据。采用从地面到桌面的总高度来定桌面高的设计方法,往往忽略了这一点。以往不知道人体工程学的设计方法,不了解它的重要性,因而,无论在学校、或办公室,大量使用着桌面过高的桌子,以至于“伏案写作”不符合人体功能的要求。

在确定办公桌和课桌的差尺时,作了如下试验:首先让受试者坐在测试椅上,以1/3坐高为差尺起始点,将桌面按每3cm的间距,分成上下五个等级,然后就每种情况下的作业效率、疲劳部位、使用感觉、姿势、视距、肌电图等进行调查和测试。其结果如下:

- 1.着重提高书写效率时,差尺为1/3坐高减2~3cm;
- 2.对于阅读以及长时间缓慢作业,差尺为1/3坐高;
- 3.学生课桌其差尺以介于上述两者之间的1/2坐高减1cm为宜,如图1-18所示。

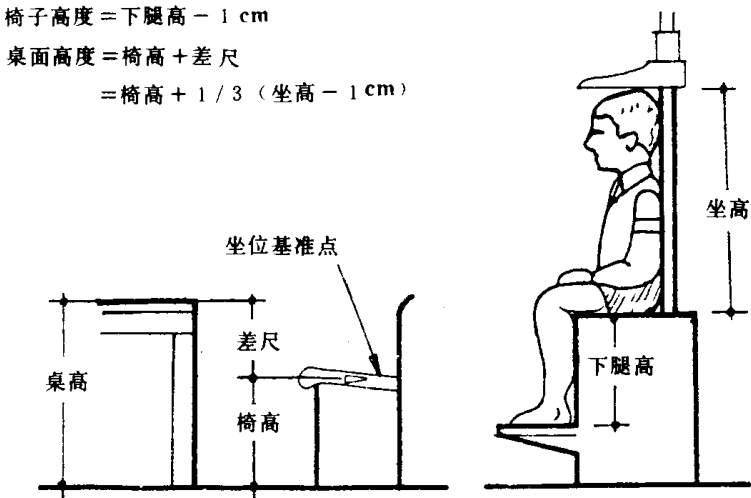


图 1 - 18 椅子、桌子的适宜高度

如前所述,椅子的高度应比小腿的高度低2~3cm。但是需要注意的是由于坐骨结节点是确定其他尺寸的基准,对于软垫椅子,其坐面高就不是简单地加上垫子厚的高度。把椅高定为小腿高减1cm,是考虑到了鞋子的厚度,如果加上这个高度,就与小腿高减2~3cm大致相当了。因此,设计桌椅时,要根据实际的使用情况灵活运用。按上述方法可求得国际公认的最佳桌椅的尺寸,成年人用椅高为40cm,桌高为70cm。过去人们习惯于使用过高的桌椅尺寸(椅高44cm,桌高78cm),应予改变。图1-19是日本成年男女人体计测值应用于椅子设计的一个例子。

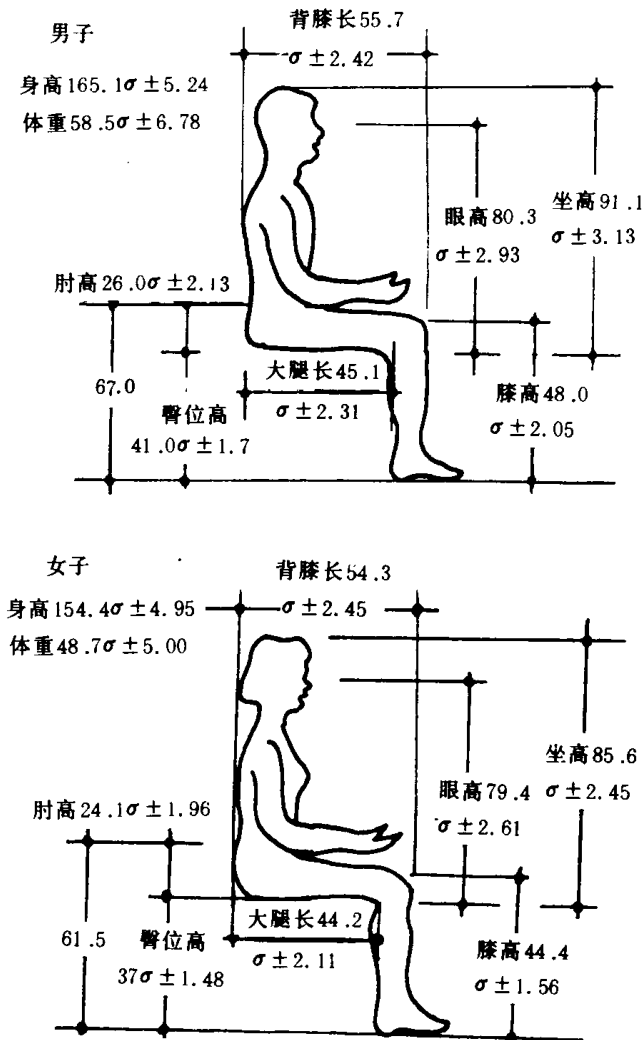


图 1-19 日本成年男子和女子坐椅的主要尺度
σ表示标准偏差 (cm)

(五)设计椅子的要领

- 1. 人体在坐上椅子时,大部分体重应由坐骨结节部位支撑,最好不要使大腿后侧承受压力。
- 2. 使用形状和尺寸适当的靠背,能减少不必要的肌肉活动。但是,靠背一定不能限制脊柱和手臂的活动,影响正常的作业。
- 3. 设计时,通常是以正确姿势,即脊柱处于自然伸展状态的姿势为依据。
- 4. 人体是经常运动的,因此,要保持正确姿势,类似于完全模拟人体曲面的椅子是不好的,必须允许姿势有自由活动的余地。
- 5. 坐面高度是影响椅子功能重要的因素之一。一般情况下,作业功能越强的椅子,坐面也越高,随着其休息功能的增加,坐面高度要相应降低。
- 6. 椅子的高度应该用功能上的坐位基准点,即坐骨结节点的高度来表示。因此,采用弹性材料制作的软垫椅子,其坐位基准点应以人体下沉后最终稳定姿势来确定,而与产品的成品尺寸无直接关系。
- 7. 为了提高椅子的通用性,坐面的高度与深度,应以身材矮的人为依据考虑。通常用女性的平均尺寸来计算便可满足大多数人的需要。