

第 6 章 机器造型的宜人性设计

1 人机工程概述

1.1 术语与定义

- 1) 人机工程 研究与解决人—机器—环境协调统一,形成有机联系,使机器或设备适合人的生理和心理要求,以及其他因素,从而达到工作环境舒适安全,操作准确、省力、简便,减轻操作疲劳和提高工作效率。
- 2) 工作系统 为一项工作任务,在所给定条件下的一个工作环境中,由实现工作过程的人与工作器具,在工作位置上的共同作用。
- 3) 工作任务 工作系统的目的。
- 4) 工作器具 工作系统中可以使用的技术对象、设备和辅助材料。
- 5) 工作过程 工作系统中人、工作器具、材料、能量和信息共同作用的空间及时间顺序。
- 6) 工作位置 工作系统中人占用的工作空间范围。
- 7) 工作环境 在工作空间中,围绕人周围的各种物理、化学、生物等影响因素的总合。
- 8) 工作负荷 在工作系统中干扰人的生理或心理状态的那些外部条件和要求的总合。

9) 工作应变 工作负荷对人的特性和能力的影响。

10) 工作疲劳 工作应变的局部性或全身性和非病理的表现,一般通过休息可完全恢复。

1.2 人机能力比较与选择

1.2.1 术语

- 1) 感觉通道 人接受不同信息的感觉器官及其系统(如视觉、听觉、触觉等)。
- 2) 感觉阈限 感觉通道接受信息刺激的强度范围,称为阈限。刚能引起感觉的最小刺激强度,叫绝对阈限,刚能引起差别感觉的刺激之间的最小差别,称为差别阈限。
- 3) 反应时间(感知时间) 获得信息刺激到发出指令,执行操作完毕时所需要的时间。
- 4) 选择反应 在多个信息中必须首先进行信息选择,找出需要的信息所作出的一种反应。
- 5) 反应潜伏期 感觉通道从获得信息至作出反应的这段知觉时间。

1.2.2 人机能力比较(见表 42.6-1)

表 42.6-1 人机能力比较

阶段	人的能力	机器的能力
信息感受阶段	<ul style="list-style-type: none">1) 能感觉微小刺激,敏感性高,绝对阈限低2) 感觉范围有限3) 能察觉低频率事件4) 能在高噪声的环境下检出需要的信号5) 抗干扰性低6) 能获得和报告最初的信息7) 识别图形的能力强8) 能阅读和接受口头指令,灵活性很强	<ul style="list-style-type: none">1) 没有像人那样低的感觉阈限2) 能在人不能感觉的领域里工作,能在视觉范围外(红外线、电磁波)工作3) 程序控制,选择反应有极限4) 噪声掩盖信号时就不能检出信号5) 抗干扰性高6) 没有直接的智力发现和选择7) 图形识别能力弱8) 无学习能力,灵活性差
处理信息和决策阶段	<ul style="list-style-type: none">1) 能识别利用信息,简化复杂情景2) 有随机应变的能力,可利用不同的方法达到相同的目的3) 有创造能力,对尚未接触的事物可诱发进入决策4) 通道容量小限制了信息传递速率	<ul style="list-style-type: none">1) 无人的知觉常性,也不能在不同的空间和时间识别同一对象2) 无随机应变能力,但对常规重复机能有很高的可靠性3) 没有创造推理能力,只能作是和否的简单决策4) 能进行多通道的复杂的动作

(续)

阶段	人的能力	机器的能力
处理信息和决策阶段	5) 计算能力弱,速度慢,错误相对大,但能巧妙地修正错误 6) 具有归纳思维能力,但不易得到战略的最佳效果 7) 能实现大容量的、长期的记忆,并能同时和几个对象实现联系,但短时记忆相对很差 8) 能处理出乎意料的事情,适应性强,有一定的预测能力	5) 计算速度快,能精确重复计算结果,但不能修正错误 6) 只能理解特定的事物,但能用程序对事件得到最佳方案 7) 能进行大容量短期的数据记忆和取出 8) 只能处理已知的事情,适应性弱,没有预测能力
操作反应阶段	1) 相对高的反应潜伏期(最小值为 200ms) 2) 超精密重复操作差,可靠性低 3) 能从经验中发现规律,能根据经验修正反应时间 4) 易疲劳,不能容忍长时期、负荷大的反应 5) 追踪操作差 6) 输出功率有限,但能进行精细调整 7) 环境要求舒适,但对特定的环境能很快地适应	1) 任意低的反应潜伏期(反应时间为微秒级) 2) 能连续进行超精密重复操作,可靠性高 3) 不能利用经验数据 4) 不疲劳,能胜任长时期、负荷大的反应 5) 追踪操作佳 6) 输出功率可大可小,不能进行精细调整 7) 可在恶劣环境下工作,但不能随意改变工作条件

1.3 人的感觉通道性质与选择(见表 42.6-2)

表 42.6-2 人的感觉通道性质与选择

特 性 \ 感觉通道	视 觉	听 觉	触 觉	嗅 觉	味 觉			
					咸的	甜的	酸的	苦的
感觉反应潜伏期(平均值)/ms	150 ~ 220	120 ~ 180	90 ~ 220	310 ~ 390	310	450	540	1080
知觉方法(间接或直接)	光为介质	声为介质	直接的	间接的	直 接 的			
知觉范围	有局限性	无局限性	无局限性	无局限性	无局限性			
知觉难易	必须看见对方	最容易	少许困难	容易	相当困难			
知觉复原难易	容易	容易	容易	不易	不 易			
重复采用的频度	大	大	小	小	没 有			
实用性	大	大	较大					

1.4 人机关系设计的指导原则

1.4.1 术语

1) 体力 指人体产生的力,它以肌力、惯性力或作用力的形式作用。

2) 肌力 由身体肌肉的收缩作用所产生的力。

3) 惯性力 外部作用于身体后的反应力所产生的力(如重力、减速力、加速力、离心力等)。

4) 作用力 由身体向外界作用的力,它是由惯性力、肌力,或二者共同产生的力(如全身力、臂力、手力、指力、腿力、膝力、足力等)。

5) 操纵力 它是在被操纵的对象(负载),或自己身体的某一部分自由运动时,作为驱动力或制动力施加的动态作用力。

6) 操作力 在已进行的运动中,作用在调节部件的接触面或者其他物体上的一种动态作用力。其分为动态拉力和动态压力,按力的方向又可分为垂直力、水平力、纵向力、横向力、离心力和向心力。

7) 眩光 视野内亮度过大或亮度差过分悬殊所引起的视觉干扰。

1.4.2 人机关系设计的一般指导原则(见表 42.6-3、4)

表 42.6-3 工作位置和工作器具设计的人机关系指导原则

主要方面		详细内容		原 则 要 点
项目	要 求	项目	要 求	
工作空间	按人体尺寸确定的各项技术原则与工作空间,应以人体活动的要求空间为依据			<p>工作面的高度应适合人体尺寸和工作类型</p> <p>坐的场合应符合人体解剖学和生理学特点</p> <p>手、臂、腿应有足够的活动空间</p> <p>工作器具的把手应与人的手相适应</p> <p>各种操纵器应布置在人体功能可能实施的范围内</p>
操作姿势	身体姿势、体力和运动三者应适合操作并互相制约	身体姿势	不得因姿势不当而给肌肉、关节、韧带,以及心血管系统造成不必要的负担	<p>一般状况坐姿优于立姿,当工作空间的位置和大小要求站着工作时,才考虑立姿</p> <p>能坐站交替效果更好</p> <p>由身体传递很大的力时,距离应尽可能地短,应取合适的姿势或有适当的支撑物</p> <p>应避免强制保持的姿势(即造成肌肉在静态下超过负担),如不可避免,应设置支撑物,或交替采用起平衡作用的身体姿势和身体运动</p>
		体力	使用的体力必须保持在生理上可承受的限度内	<p>使用肌肉群发出的体力时应与生产效率相适应,或者使用技术性的辅助手段来帮助</p> <p>不宜超过体力所允许的负荷</p> <p>为减少使用者的体力,应尽量利用重力</p> <p>工作器具的把手和调节部件的造型、布置及选择,应使工作者只用一般的体力</p>
		身体运动	身体运动应符合自然的运动节律	<p>宁可选择身体活动而不选择不动</p> <p>使用的力应与人的活动状况相适应</p> <p>要求精确度很高的操作活动,应付出较小的体力,但又必须有一定的阻力,才能感知操作的精确度</p> <p>为改善操作运动进程,应配备导向辅助设施</p>
信息的接收与传递	信息的接收与传递,应与人的信息感觉通道、传递方式和人的操作反应的生理、心理方面的有关要求相适应	显示与信号	显示与信号的选择设计和布置,应与人的察觉能力(视觉、听觉、触觉)相适应	<p>显示与信号的数量及种类,应符合对信息的需要,种类及信息源的设计,主要取决于工作任务,尤其是觉察的任务</p> <p>信息源很多时,应按照安全、明确和快速定位的观点进行空间布置,并符合工艺流程,或按信息的重要性及出现频率而定</p> <p>显示与信号种类的选择与设计,应确保接收的信息明确无误,应特别考虑信号的强度、形式、大小、确切性、对比度,使其突出于视觉或声学背景条件</p> <p>显示及其基本量应与运动方向和范围的变化一致</p> <p>进行长时间的观察与活动时,应通过显示与信号的特殊设计与布置,避免超过或达不到要求的状况</p>
		调节部件	调节部件的选择、造型和布置,应适合有关身体部位及其运动,并考虑有关灵敏度、精确度、速度、作用力等方面的要求	<p>调节部件的种类、造型和布置,取决于调节任务的特点</p> <p>调节部件的功能,应明确且易于识别,避免混淆</p> <p>调节方式和调节阻力的选择,取决于调节的任务和人的生理条件</p> <p>调节动作的方向,应与显示的变化方向有恰当的相合关系</p> <p>多个调节部件,应按照安全、明确和快速调节的观点进行布局</p> <p>调节部件应确保不会发生无意识调节可能造成的危险</p>

表 42.6-4 工作环境设计的一般指导要点

基本要求	主 要 方 面	细 节 内 容
应保证物理、化学、生物等条件对人的健康无不良影响,并能使工作者保持其效率,促进其作用的发挥。为此,既要考虑客观的可测量条件,又要考虑主观方面可确定的条件(如避免危险、满足生理要求、鼓励积极性等)	工作室空间尺寸(包括连接每个人工作平面的通道)要足够大	工作室人数、操作性质及空间、设备占有面积、通道等
	空气条件应满足基本要求	工作室内的人数、体力劳动的轻重、工作室的大小(须考虑设备)、室内空气的污染、消耗空气的设备(如煤气、火焰等)
	工作气候适宜,在一般外部条件下,穿着合适的服装时,可以适应气候条件	气温、空气湿度、气流速度、辐射
	应根据具体工作活动布置照明,使视觉舒适	照度、照明的均匀性、无眩光、对比度、光色、人的年龄
	应以心理学的观点来考虑工作房间和工作器具的色彩配置	色调倾向、色彩的色相、明度、纯度和配置的调和与对比关系、色面质地
	应避免有害于健康或导致危险的噪声影响	降低和控制声源噪声、个人防噪措施
	应避免达到生理临界范围的机械振动和冲撞传递到人体上	降低和控制振动源、个人防振措施
	必须防止有危险的物质和有害射线的作用	粉尘及有毒性气体、辐射线、微波等
	室外工作情况下,必须有足够的抵御坏天气的防护措施	防热、防冻、防风、防雨、防雪、防水

2 人体尺寸数据

2.1 人体尺寸概念

人体尺寸是人体在特定姿势状态下,表示生理各结构尺寸关系的统计数据。

2.1.1 人体尺寸数据的使用目的

造型设计中应用人体尺寸数据,是为工业产品造型、工作位置和工作环境设计提供与人有关的尺寸及造型空间数据。

2.1.2 人体尺寸数据来源

人体尺寸数据是依据人体测量学的原理和测量方

法,在大量实测的人体尺寸数据中,经数学方法处理而获得的有代表性的尺寸数据。

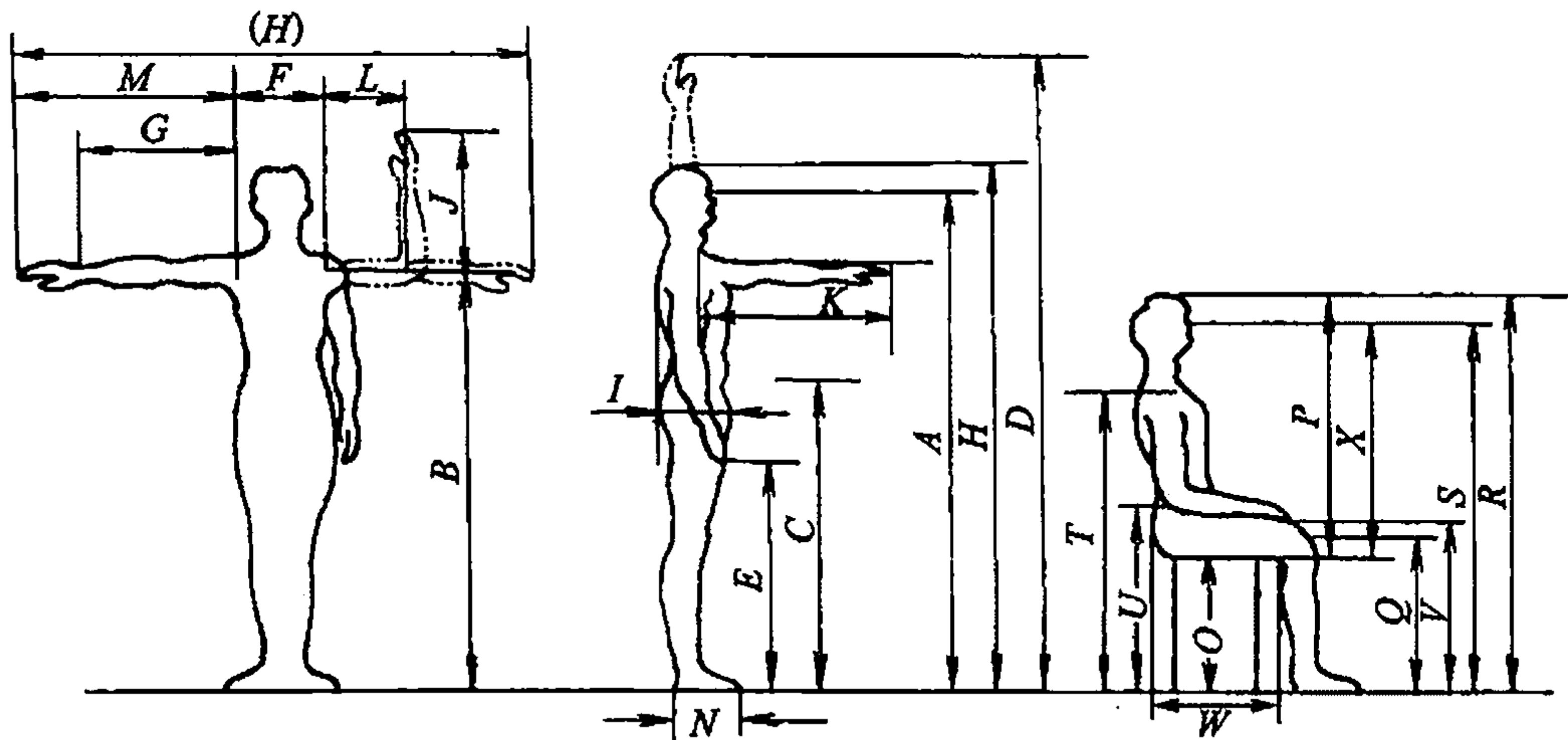
GB/T10000—1988“中国成年人人体尺寸”已于1989年11月17日正式公布。本标准根据人类工效学要求,提供了我国从事工业生产的法定成年人人体尺寸的基础数值(男18~60岁,女18~55岁),它适用于工业产品、建筑设计、军事工业,以及工业的技术改造、设备更换及劳动安全保护。

关于人体测量术语及人体测量方法,本手册略,可详见GB/T3975和GB/T5703。

2.2 成年男女人体的主要尺寸数据(见表42.6-5~10)

表 42.6-5 成年男子人体的主要尺寸数据

(本表非国家标准,是综合多种资料整理而成,对一般人体数据应用有一定参考价值) (cm)

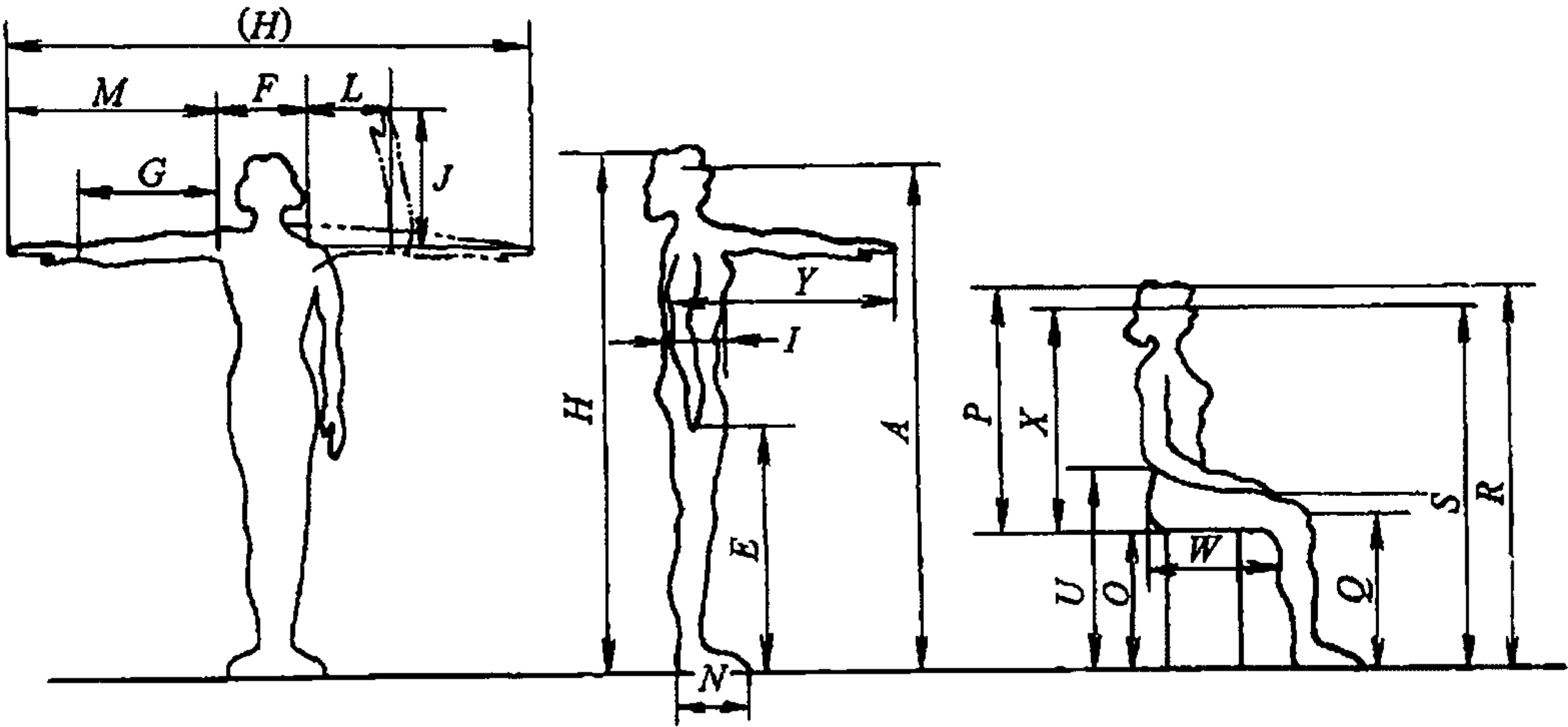


(续)

代号	项 目	亚 洲 人					欧 洲 人	
		平均值 ± 标准差	最小值至 最大值	我国各地区人体平均尺寸			平均值 ± 标准差	中 值
				较高地区 (冀、 鲁、辽)	中等地区 (长江 三角洲)	较矮地区 (云、 贵、川)		
H	身高(站)、双手展宽	168.7 ± 6.0	151.0 ~ 188.0	169.0	167.0	163.0	177.4 ± 6.2	176 ± 6.2
A	眼高(站)	158.1 ± 6.0	140.0 ~ 176.0	157.3	154.7	152.1		
B	肩高(站)	138.8 ± 5.6	126.0 ~ 157.5					
C	肘高(站)	103.9 ± 4.7	92.0 ~ 117.0					
D	手举起指尖—脚底							206 ± 2
E	手下垂指尖—脚底			63.3	61.6	60.5		60.2 ± 2
F	肩—肩距	43.8 ± 1.7	37.0 ~ 52.0	42.0	41.5	41.4		46 ± 2
G	肩—腕距			54.6	54.8	55.2		59.5 ± 2
I	胸深			20.0	20.1	20.5		20.8 ± 2
J	前臂长(包括手)			43.4	43.0	43.5		44.5 ± 2
K	臂长							71.4 ± 2
L	后臂长			30.8	31.0	30.7		31.5 ± 2
M	肩—指尖距			74.2	74.0	74.2		79.6 ± 2
N	脚长							26.4 ± 2
O	座高	39.5 ± 2.3	34.0 ~ 45.0	41.4	40.7	40.2		48 ± 2
P	头顶—座距	89.1 ± 3.3	81.0 ~ 98.0	89.3	87.7	85.0	91.3 ± 4	92 ± 3
Q	膝高	50.0 ± 3.2	42.0 ~ 58.0	46.5	46.0	45.8	54.1 ± 2	56 ± 2
R	头顶高(坐)	128.8 ± 4.8	114.0 ~ 141.0	130.7	128.4	125.2		
S	眼高(坐)	118.5 ± 5.1	92.0 ~ 117.0	120.3	118.1	114.4		
T	肩高(坐)	100.4 ± 4.1	90.0 ~ 110.0					
U	肘高(坐)	65.4 ± 3.7	56.0 ~ 76.0	65.7	64.6	62.2		
V	腿高(坐)	57.6 ± 2.8	45.0 ~ 63.0				56.9 ± 1.6	
W	座深	48.3 ± 2.9	40.0 ~ 57.0	45.0	44.5	44.3	51.9 ± 2.2	48 ± 2
X	眼—座距	78.7 ± 3.5	68.5 ~ 87.0	78.9	77.4	74.2	80.4 ± 3.7	

表 42.6-6 成年女子人体的主要尺寸数据

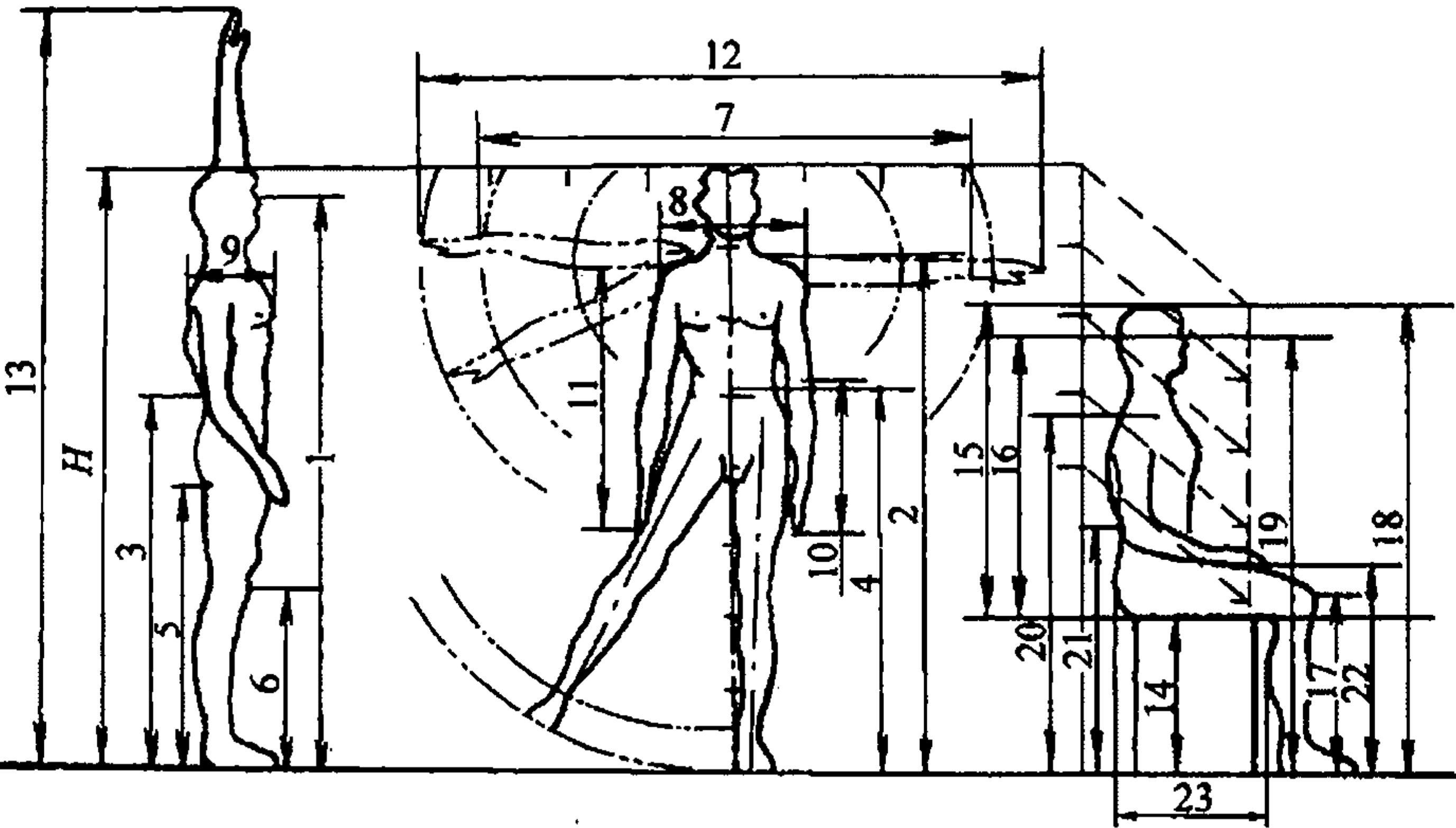
(本表非国家标准,是综合多种资料整理而成,对一般人体数据应用有一定参考价值) (cm)



(续)

代号	项 目	亚 洲 人					欧 洲 人	
		平均值 ± 标准差	最小值至 最大值	我国各地区人体平均尺寸			(资料 1)	(资料 2)
				较高地区 (冀、 鲁、辽)	中等地区 (长江 三角洲)	较矮地区 (云、 贵、川)		
H	身高(站)	156 ± 2.0		158.0	156.0	153.0	163.8 ± 7.1	161.0 ± 6
A	眼高(站)			147.4	144.3	142.0		
E	手下垂指尖—脚底			61.2	59.0	57.5		
F	肩—肩距			38.7	39.7	38.6		
G	肩—腕距			51.1	51.3	50.9		
I	胸深			20.0	20.8	22.0		
J	前臂长(包括手)			40.4	39.8	39.8		
L	后臂长			29.1	29.3	38.9		
M	肩—指尖距			69.5	69.1	68.7		
N	脚长							24.4 ± 3
O	座高			39.0	38.2	38.2		46.0 ± 2
P	头顶—座距			84.6	82.5	79.3	85.8 ± 2.7	87.0 ± 3
Q	膝高			43.6	43.6	43.0	48.6 ± 3.9	44.0 ± 3
R	头顶高(坐)			123.6	120.7	117.5		
S	眼高(坐)			114.0	111.0	107.8		
U	肘高(坐)			63.0	61.2	59.8		
W	座深			43.5	42.5	42.2		
X	眼—座距			75.0	72.8	69.6	75.8 ± 3.9	
Y	背—指尖距							81.0 ± 3

表 42.6-7 以平均身高计算成年人体的主要尺寸 (cm)



代号	名 称	男		女	
		理想比例 (身高为 8 个头高)	正常比例 (身高为 7 个半头高)	理想比例 (身高为 8 个头高)	正常比例 (身高为 7 个半头高)
H	身高	H	h	H	h
1	眼高	0.9375H	0.9333h	0.9375H	0.9333h
2	肩高	0.8333H	0.8444h	0.8333H	0.8444h

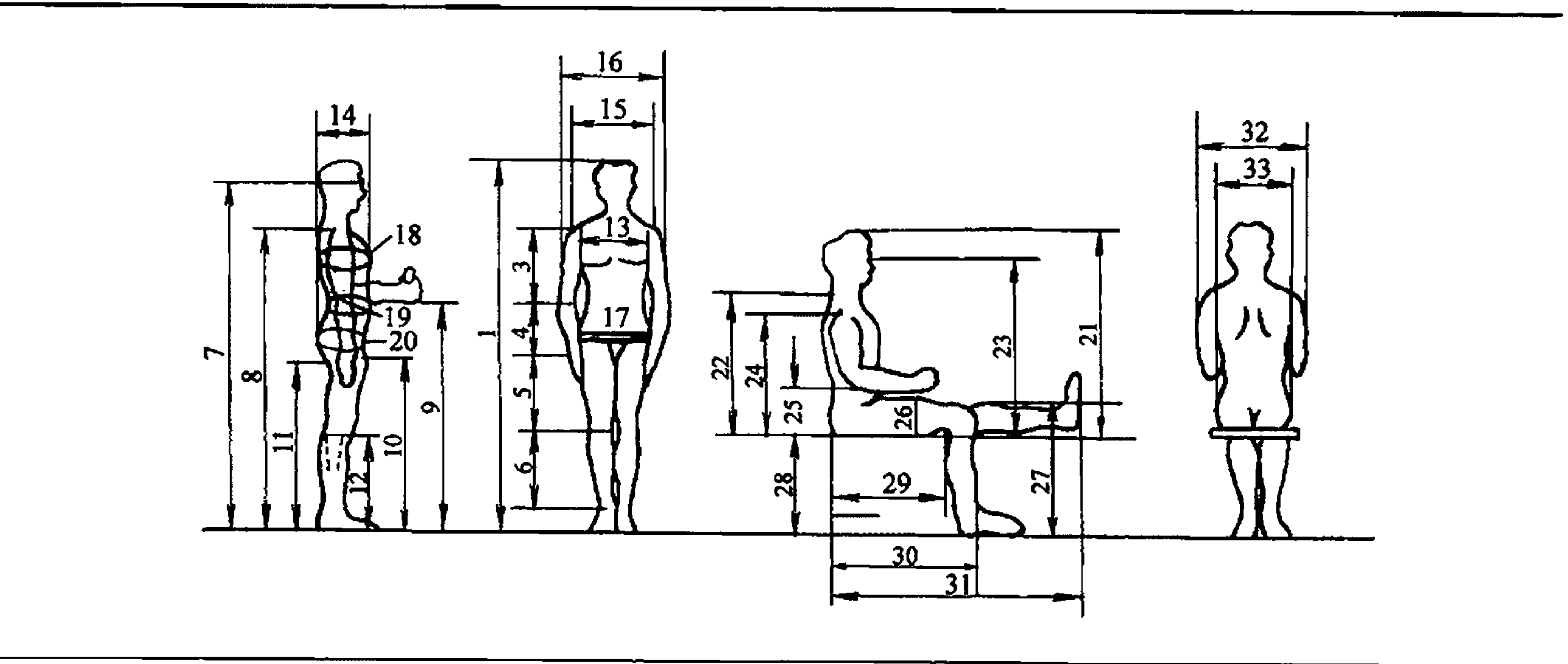
(续)

代号	名称	男		女	
		理想比例 (身高为8个头高)	正常比例 (身高为7个半头高)	理想比例 (身高为8个头高)	正常比例 (身高为7个半头高)
3	肘高	0.6250H	0.6000h	0.6250H	0.6000h
4	脐高(站)	0.6250H	0.6000h	0.6250H	0.6000h
5	臀高(站)	0.4583H	0.4667h	0.4583H	0.4667h
6	膝高	0.3125H	0.2667h	0.3125H	0.2667h
7	腕—腕距	0.8125H	0.8000h	0.8125H	0.8000h
8	肩—肩距	0.2500H	0.2222h	0.2000H	0.2133h
9	胸深	0.1667H	0.1778h	0.1250~0.1666H	0.1333~0.1773h
10	前臂长(包括手)	0.2500H	0.2667h	0.2500H	0.2667h
11	肩—指尖距	0.4375H	0.4667h	0.4375H	0.4667h
12	双手展宽	1.0000H	1.0000h	1.0000H	1.0000h
13	手举起最高点	1.2500H	1.2778h	1.2500H	1.2778h
14	座高	0.2500H	0.2222h	0.2500H	0.2222h
15	头顶—座距	0.5313H	0.5333h	0.5313H	0.5333h
16	眼—座距	0.4583H	0.4667h	0.4583H	0.4667h
17	膝高(坐)	0.2917H	0.2667h	0.2917H	0.2667h
18	头顶高(坐)	0.7813H	0.7333h	0.7813H	0.7333h
19	眼高(坐)	0.7083H	0.7000h	0.7083H	0.7000h
20	肩高(坐)	0.5833H	0.5667h	0.5833H	0.5667h
21	肘高(坐)	0.4063H	0.3556h	0.4063H	0.3556h
22	腿高(坐)	0.3333H	0.3000h	0.3333H	0.3000h
23	座深	0.2750H	0.2667h	0.2750H	0.2667h

表 42.6-8 几个国家的男子平均身高 (cm)

国别	男子平均身高	成年男子平均身高	国别	男子平均身高	成年男子平均身高
中国	166.3		意大利		170.6
美国	176	177.2	瑞典		174.1
日本	164	166.7	伊朗		168.1
德国	173	175.5	捷克	175	
英国	173	175.3	俄罗斯	168	
法国		171.1			

表 42.6-9 以主要百分位和年龄范围的中国成人人体尺寸数据 (GB 10000—1988) (mm)



(续)

代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组				代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组			
			18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁				18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁
1 身高	男	1	1543	1554	1545	1553	5 大腿长	男	1	413	415	414	411
		5	1583	1591	1588	1576			5	428	432	427	425
		10	1604	1611	1608	1596			10	436	440	436	434
		50	1678	1686	1683	1667			50	465	469	466	462
		90	1754	1764	1755	1739			90	496	500	495	492
		95	1775	1789	1776	1761			95	505	509	505	501
		99	1814	1830	1815	1798			99	523	532	521	518
	女	1	1449	1457	1449	1445		女	1	387	391	385	384
		5	1484	1494	1486	1477			5	402	406	403	399
		10	1503	1512	1504	1494			10	410	414	411	407
		50	1570	1580	1572	1560			50	438	441	438	434
		90	1640	1647	1642	1627			90	467	470	467	463
		95	1659	1667	1661	1646			95	476	480	475	472
		99	1697	1709	1698	1683			99	494	496	493	489
2 体重 /kg	男	1	44	43	45	45	6 小腿长	男	1	324	327	324	322
		5	48	47	48	49			5	338	340	338	336
		10	50	50	50	51			10	344	346	345	343
		50	59	57	59	61			50	369	372	370	367
		90	71	66	70	74			90	396	399	397	393
		95	75	70	74	78			95	403	407	403	400
		99	83	78	80	85			99	419	421	420	416
	女	1	39	38	39	40		女	1	300	301	299	300
		5	42	40	42	44			5	313	314	312	311
		10	44	42	44	46			10	319	322	319	318
		50	52	49	51	55			50	344	346	344	341
		90	63	57	62	66			90	370	371	370	367
		95	66	60	65	70			95	376	379	376	373
		99	74	66	72	76			99	390	395	389	388
3 上臂长	男	1	279	279	280	278	7 眼高	男	1	1436	1444	1437	1429
		5	289	289	289	289			5	1474	1482	1478	1465
		10	294	294	294	294			10	1495	1502	1497	1488
		50	313	313	314	313			50	1568	1576	1572	1558
		90	333	333	333	331			90	1643	1653	1645	1629
		95	338	339	339	337			95	1664	1678	1667	1651
		99	349	350	349	348			99	1705	1714	1705	1689
	女	1	252	253	253	251		女	1	1337	1341	1335	1333
		5	262	263	263	260			5	1371	1380	1371	1365
		10	267	268	267	265			10	1388	1396	1389	1380
		50	284	286	285	282			50	1454	1463	1455	1443
		90	303	304	304	301			90	1522	1529	1524	1510
		95	308	309	309	306			95	1542	1541	1544	1530
		99	319	319	320	317			99	1579	1588	1581	1561
4 前臂长	男	1	206	207	205	206	8 肩高	男	1	1244	1245	1244	1241
		5	216	216	216	215			5	1281	1285	1283	1278
		10	220	221	221	220			10	1299	1300	1303	1295
		50	237	237	237	235			50	1367	1372	1369	1360
		90	253	254	253	252			90	1435	1442	1438	1426
		95	258	259	258	257			95	1455	1464	1456	1445
		99	268	269	268	267			99	1494	1507	1496	1482
	女	1	185	187	184	185		女	1	1166	1172	1166	1163
		5	193	194	194	192			5	1195	1199	1196	1191
		10	198	198	198	197			10	1211	1216	1212	1205
		50	213	214	214	213			50	1271	1276	1273	1265
		90	229	229	229	229			90	1333	1336	1335	1325
		95	234	235	234	233			95	1350	1353	1352	1343
		99	242	243	243	241			99	1385	1393	1385	1376

(续)

代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组				代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组			
			18~60岁	18~25岁	26~35岁	36~60岁				18~60岁	18~25岁	26~35岁	36~60岁
9 肘高	男	1	925	929	925	921	13 胸宽	男	1	242	239	244	243
		5	954	957	956	950			5	253	250	254	254
		10	968	973	971	963			10	259	256	260	261
		50	1024	1028	1026	1019			50	280	275	281	285
		90	1079	1088	1081	1072			90	307	298	305	313
		95	1096	1102	1097	1087			95	315	306	313	321
		99	1128	1140	1128	1119			99	331	320	327	336
	女	1	873	877	873	871		女	1	219	214	221	225
		5	899	904	900	895			5	233	228	234	238
		10	913	916	913	908			10	239	234	240	245
		50	960	965	961	956			50	260	253	260	269
		90	1009	1013	1010	1004			90	289	274	287	301
		95	1023	1027	1025	1018			95	299	282	295	309
		99	1050	1060	1048	1042			99	319	296	313	327
10 手功能高	男	1	656	659	658	651	14 胸厚	男	1	176	170	177	181
		5	680	683	683	676			5	186	181	187	192
		10	693	696	695	689			10	191	186	192	198
		50	741	745	742	736			50	212	204	212	219
		90	787	792	789	782			90	237	223	233	245
		95	801	808	802	795			95	245	230	241	253
		99	828	831	828	818			99	261	241	254	266
	女	1	630	633	628	628		女	1	159	155	160	166
		5	650	653	649	646			5	170	166	171	177
		10	662	665	662	660			10	176	171	177	183
		50	704	707	704	700			50	199	191	198	208
		90	746	749	746	742			90	230	215	227	240
		95	757	760	757	753			95	239	222	236	251
		99	778	784	778	775			99	260	237	253	268
11 会阴高	男	1	701	707	703	700	15 肩宽	男	1	330	331	331	328
		5	728	734	728	724			5	344	344	346	343
		10	741	749	742	736			10	351	351	352	350
		50	790	796	792	784			50	375	375	376	373
		90	840	848	841	832			90	397	398	398	395
		95	856	864	857	846			95	403	404	404	401
		99	887	895	886	875			99	415	417	415	415
	女	1	648	653	647	646		女	1	304	302	304	305
		5	673	680	672	668			5	320	319	320	323
		10	686	694	686	681			10	328	328	328	329
		50	732	738	732	726			50	351	351	350	350
		90	779	785	780	771			90	371	370	372	372
		95	792	797	793	784			95	377	376	378	378
		99	819	827	819	810			99	387	386	387	390
12 胫骨点高	男	1	394	397	394	392	16 最大肩宽	男	1	383	380	386	383
		5	409	411	409	407			5	398	395	399	398
		10	417	419	417	415			10	405	403	406	406
		50	444	446	444	441			50	431	427	432	433
		90	472	475	473	469			90	460	454	460	464
		95	481	485	481	478			95	469	463	469	473
		99	498	500	498	493			99	486	482	486	489
	女	1	363	366	362	363		女	1	347	342	347	356
		5	377	379	376	375			5	363	359	363	368
		10	384	387	384	382			10	371	367	371	376
		50	410	412	410	407			50	397	391	396	405
		90	437	439	438	433			90	428	415	426	439
		95	444	446	445	441			95	438	424	435	449
		99	459	463	460	456			99	458	439	455	468

(续)

代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组				代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组			
			18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁				18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁
17 臀宽	男	1	273	271	272	275	21 坐高	男	1	836	841	839	832
		5	282	280	282	285			5	858	863	862	853
		10	288	285	287	291			10	870	873	874	865
		50	306	302	305	311			50	908	910	911	904
		90	327	322	326	332			90	947	951	948	941
		95	334	327	332	338			95	958	963	959	952
		99	346	339	344	349			99	979	984	983	973
	女	1	275	270	277	282		女	1	789	793	792	786
		5	290	286	290	296			5	809	811	810	805
		10	296	292	296	301			10	819	822	820	816
		50	317	311	317	323			50	855	858	857	851
		90	340	331	339	345			90	891	894	893	886
		95	346	338	345	352			95	901	903	904	896
		99	360	349	358	366			99	920	924	921	915
18 胸围	男	1	762	746	772	775	22 坐姿颈椎点高	男	1	599	596	600	599
		5	791	778	799	803			5	615	613	617	615
		10	806	792	812	820			10	624	622	626	625
		50	867	845	869	885			50	657	655	659	658
		90	944	908	939	967			90	691	691	692	691
		95	970	925	958	990			95	701	702	702	700
		99	1018	970	1008	1035			99	719	718	722	719
	女	1	717	710	718	724		女	1	563	565	563	561
		5	745	735	747	760			5	579	581	579	576
		10	760	750	762	780			10	587	589	588	584
		50	825	802	823	859			50	617	618	618	616
		90	919	865	907	955			90	648	649	650	647
		95	949	885	934	986			95	657	658	658	655
		99	1005	930	988	1036			99	675	677	677	672
19 腰围	男	1	620	610	625	640	23 坐姿眼高	男	1	729	732	733	724
		5	650	634	652	670			5	749	753	753	743
		10	665	650	669	690			10	761	763	764	756
		50	735	702	734	782			50	798	801	801	795
		90	859	771	832	900			90	836	840	837	832
		95	895	796	865	932			95	847	851	849	841
		99	960	857	921	986			99	868	868	873	864
	女	1	622	608	636	661		女	1	678	680	679	674
		5	659	636	672	704			5	695	636	696	692
		10	680	654	691	728			10	704	707	705	701
		50	772	724	775	836			50	739	741	740	735
		90	904	803	882	962			90	773	774	775	769
		95	950	832	921	998			95	783	785	786	778
		99	1025	892	993	1060			99	803	806	806	796
20 臀围	男	1	780	770	780	785	24 坐姿肩高	男	1	539	538	539	538
		5	805	800	805	811			5	557	557	559	556
		10	820	814	820	830			10	566	565	569	564
		50	875	860	874	895			50	598	597	600	597
		90	948	915	941	966			90	631	631	633	630
		95	970	936	962	985			95	641	641	642	639
		99	1009	974	1000	1023			99	659	658	660	657
	女	1	795	790	792	812		女	1	504	503	506	504
		5	824	815	824	843			5	518	517	520	518
		10	810	830	838	858			10	526	526	528	525
		50	900	881	900	926			50	556	555	556	555
		90	975	940	970	1001			90	585	584	587	584
		95	1000	959	992	1021			95	594	593	596	592
		99	1044	994	1030	1064			99	609	608	610	608

(续)

代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组				代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组			
			18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁				18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁
25 坐姿肘高	男	1	214	215	217	210	29 坐深	男	1	407	407	405	407
		5	228	227	230	226			5	421	423	421	420
		10	235	234	237	234			10	429	429	429	428
		50	263	261	264	263			50	457	457	458	457
		90	291	289	291	292			90	486	486	486	486
		95	298	297	299	299			95	494	494	493	494
		99	312	311	313	313			99	510	511	510	511
	女	1	201	200	204	201		女	1	388	389	390	386
		5	215	214	217	215			5	401	401	403	400
		10	223	222	225	223			10	408	409	409	406
		50	251	249	251	251			50	433	433	434	432
		90	277	275	277	279			90	461	460	463	461
		95	284	283	284	287			95	469	468	470	468
		99	299	299	298	300			99	485	485	485	487
26 坐姿大腿厚	男	1	103	106	102	102	30 臀膝距	男	1	499	500	497	500
		5	112	114	111	110			5	515	516	514	515
		10	116	117	115	115			10	524	525	523	524
		50	130	130	130	131			50	554	554	554	554
		90	146	144	147	148			90	585	585	586	585
		95	151	149	152	152			95	595	594	595	596
		99	160	156	160	162			99	613	615	611	613
	女	1	107	107	107	108		女	1	481	480	481	482
		5	113	113	113	114			5	495	495	494	496
		10	117	116	116	118			10	502	501	501	502
		50	130	129	130	133			50	529	529	529	529
		90	146	143	145	149			90	561	560	561	562
		95	151	148	150	154			95	570	568	570	572
		99	160	156	160	164			99	587	586	590	588
27 坐姿膝高	男	1	441	443	441	439	31 坐姿下肢长	男	1	892	893	889	892
		5	456	459	456	455			5	921	925	919	922
		10	464	468	464	462			10	937	939	934	938
		50	493	497	494	490			50	992	992	991	992
		90	523	527	523	518			90	1046	1050	1045	1045
		95	532	535	531	527			95	1063	1068	1064	1060
		99	549	554	553	543			99	1096	1100	1095	1095
	女	1	410	412	409	409		女	1	826	825	826	826
		5	424	428	423	422			5	851	854	850	848
		10	431	435	431	429			10	865	867	865	862
		50	458	461	458	455			50	912	914	912	909
		90	485	487	486	483			90	960	963	960	957
		95	493	494	493	490			95	975	978	976	972
		99	507	512	508	503			99	1005	1008	1004	996
28 小腿加足高	男	1	372	375	373	370	32 坐姿臀宽	男	1	284	281	283	289
		5	383	386	384	380			5	295	292	295	299
		10	389	393	391	386			10	300	297	300	304
		50	413	417	415	409			50	321	316	320	327
		90	439	444	441	435			90	347	338	344	354
		95	448	454	448	442			95	355	345	351	361
		99	463	468	462	458			99	369	360	365	375
	女	1	331	336	334	327		女	1	295	289	295	302
		5	342	346	345	338			5	310	306	311	317
		10	350	355	353	344			10	318	313	318	325
		50	382	384	383	379			50	344	336	345	353
		90	399	402	399	396			90	374	360	372	382
		95	405	408	405	401			95	382	368	381	390
		99	417	420	417	412			99	400	382	398	411

(续)

代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组				代号及 测量 项目	性别	百分 位数	年龄分组			
			18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁				18 ~ 60 岁	18 ~ 25 岁	26 ~ 35 岁	36 ~ 60 岁
33 坐姿 两肘 间宽	男	1	353	348	353	359	33 坐姿 两肘 间宽	女	1	326	320	331	344
		5	371	364	372	378			5	348	338	352	367
		10	381	374	381	389			10	360	348	362	379
		50	422	410	421	435			50	404	384	404	427
		90	473	454	470	485			90	460	426	453	481
		95	489	467	485	499			95	478	439	469	496
		99	518	495	513	527			99	509	465	500	526

表 42.6-10 成人手部的主要结构尺寸数据

项 目	图示	赤 手		项 目	图示	赤 手	
		平均数	标准差			平均数	标准差
手掌正向时的手宽/ mm		88.39	5.59	最大扳转角度/(°)		221.67	33.03
手掌俯向时的手宽 (最小值)/mm		83.82	5.08	最大扳转角度/(°)		157.78	28.75
手执握时的手掌宽/ mm		101.85	7.87	食指小指尖分权距 离/mm		161.29	14.99
手执握时的侧宽/ mm		67.31	10.41	手宽(拇指小指尖 分权距离)/mm		215.14	15.49
拇指食指握宽/mm		124.21	13.97	手长/mm		193.80	11.43
拇指中指握宽/mm		145.80	14.73				

2.3 采用人体数据百分位的建议与尺寸数值计算(见表 42.6-11、12)

2.3.1 术语

1) 百分位 表示某一身体尺寸范围内,有百分之几的人,大于或小于给定值。

例 ① 第 5 百分位代表“小”身材,即只有 5% 的数值低于此下限值。

② 第 95 百分位代表“大”身材,即只有 5% 的数值高于此上限值。

③ 第 50 百分位代表“适中”身材,即有 50% 的数值高于和低于此值。

2) 平均值 表示某一身体尺寸范围的算术平均值。

3) 标准差 表示数值分布的离散程度的统计量。

2.3.2 采用百分比的建议与尺寸数值计算

表 42.6-11 造型尺寸选用百分位界限的建议

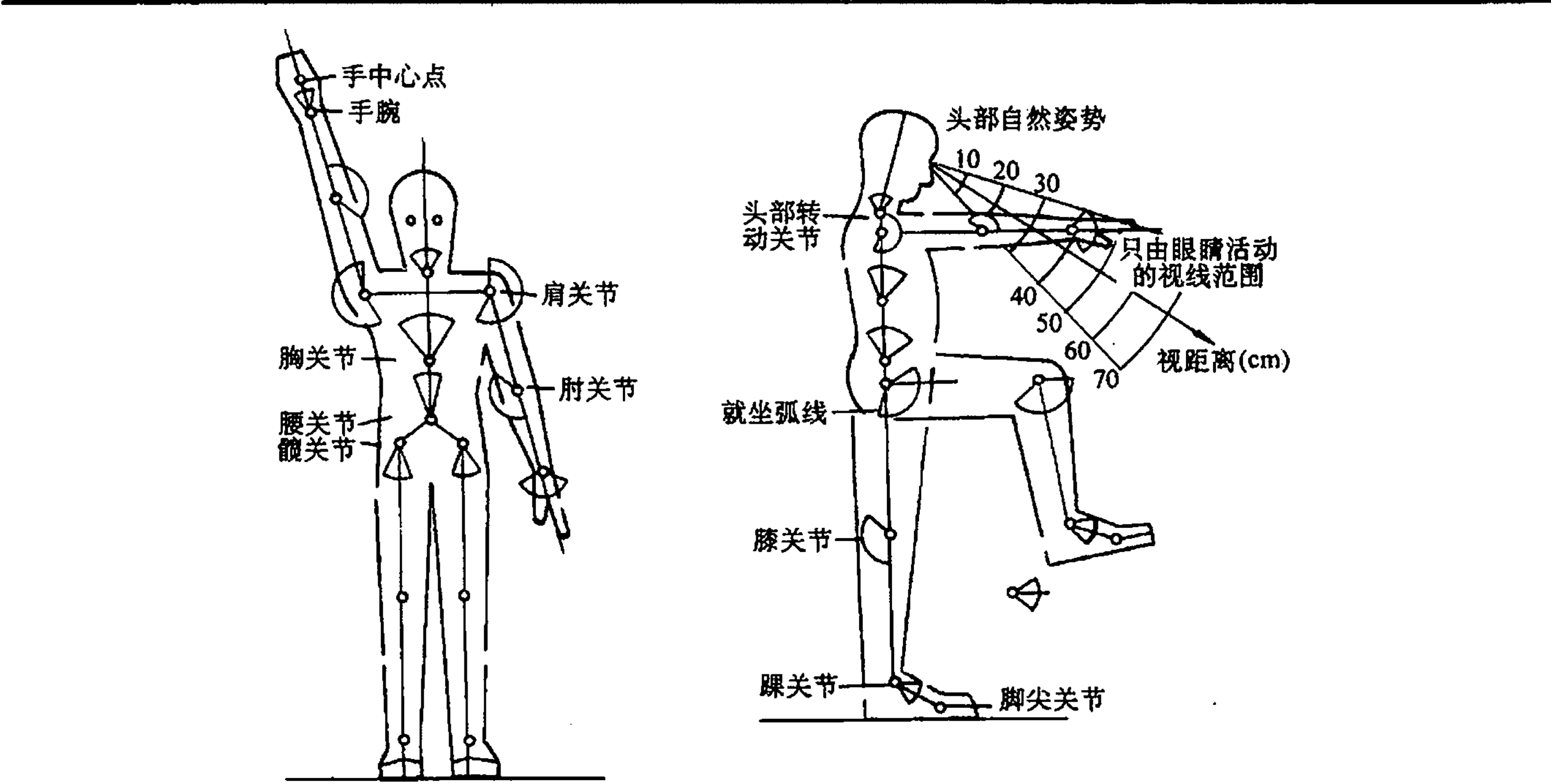
确定造型尺寸的性质	选用百分位数	应用举例
由人体总长决定的造型尺寸	第 95 百分位	门、船舱口、通道、床、担架
由人体某部分决定的造型尺寸	第 5 百分位	取决于臂长、腿长的坐平面高度,或调节构件必要的可及范围
由人完成的 可调尺寸	第 5 百分位至第 95 百分位	坐位、坐位安全带至调节构件的距离
	第 99 百分位	至运转着的机器部件的有效半径或紧急出口的直径
	第 1 百分位	人操作紧急制动杆的距离
按人体尺寸确定适宜操作的最佳范围	第 50 百分位	门铃、开关、插座等的安置尺寸
造型尺寸 需要考虑人的 多项身体 尺寸	以上述性质 确定百分位后, 不应以比例适 中的人作为基 准,应按可能 出现的尺寸差 距,改变造型 形式加以适 应	同一百分位高度的人,由于比例不均称,大腿长短不一,坐深尺寸则不相同,从而使坐位表面适合臀部的造型对人的最佳配合失去意义。若将坐位表面改为平的坐椅,则可解决因坐深不同的适应问题

表 42.6-12 由平均值(\bar{x})和标准差(s)来计算主要百分位数的计算公式

百分位数	计算公式	百分位数	计算公式	百分位数	计算公式	百分位数	计算公式
第 1 百分位	$=\bar{x}-2.33s$	第 20 百分位	$=\bar{x}-0.84s$	第 75 百分位	$=\bar{x}+0.67s$	第 95 百分位	$=\bar{x}+1.65s$
第 3 百分位	$=\bar{x}-1.88s$	第 25 百分位	$=\bar{x}-0.67s$	第 80 百分位	$=\bar{x}+0.84s$	第 97 百分位	$=\bar{x}+1.88s$
第 5 百分位	$=\bar{x}-1.65s$	第 50 百分位	$=\bar{x}$	第 90 百分位	$=\bar{x}+1.28s$	第 99 百分位	$=\bar{x}+2.33s$
第 10 百分位	$=\bar{x}-1.28s$						

3 人的肢体正常活动范围与空间选择(见表 42.6-13 ~ 15)

表 42.6-13 成人肢体的主要活动范围和舒适姿势的调节范围



身体部位	关节	活动状况	最大角度/(°)	最大范围/(°)	舒适调节范围/(°)
头至躯干	颈关节	低头、仰头	40 ~ -35 ^①	75	12 ~ 25
		左歪、右歪	55 ~ -55 ^①	110	0
		左转、右转	55 ~ -55 ^①	110	0
躯干	胸关节 腰关节	前弯、后弯	100 ~ -50 ^①	150	0
		左弯、右弯	50 ~ -50 ^①	100	0
		左转、右转	50 ~ -50 ^①	100	0
大腿至髋关节	髋关节	前弯、后弯	120 ~ -15	135	0(85 ~ 100) ^②
		外拐、内拐	30 ~ -15	45	0
小腿对大腿	膝关节	前摆、后摆	0 ~ -135	135	0(-95 ~ -120) ^②
脚至小腿	脚关节	上摆、下摆	110 ~ 55	55	85 ~ 95
脚至躯干	髋关节 小腿关节 脚关节	外转、内转	110 ~ -70 ^①	180	0 ~ 15
上臂至躯干	肩关节 (锁骨)	外摆、内摆	180 ~ -30 ^①	210	0
		上摆、下摆	180 ~ -45 ^①	225	(15 ~ 35) ^③
		前摆、后摆	140 ~ -40 ^①	180	40 ~ 90
下臂至上臂	肘关节	弯曲、伸展	145 ~ 0	145	85 ~ 10
手至下臂	腕关节	外摆、内摆	30 ~ -20	50	0 ^⑤
		弯曲、伸展	75 ~ -60	135	0
手至躯干	肩关节、下臂	左转、右转	130 ~ -120 ^{①④}	250	-30 ~ -60

注:表中给出的最大角度适于一般情况,年纪较大的人大多低于此值。此外,在穿厚衣服时角度要小些。有多个关节的一串骨骼中,若干角度相叠加产生更大的总活动范围(例如低头、弯腰)。

① 得自给出关节活动的叠加值。

② 括号内为坐姿值。

③ 括号内为在身体前方的操作。

④ 开始的姿势为手与躯干侧面平行。

⑤ 拇指向下,全手对横轴的角度为12°。

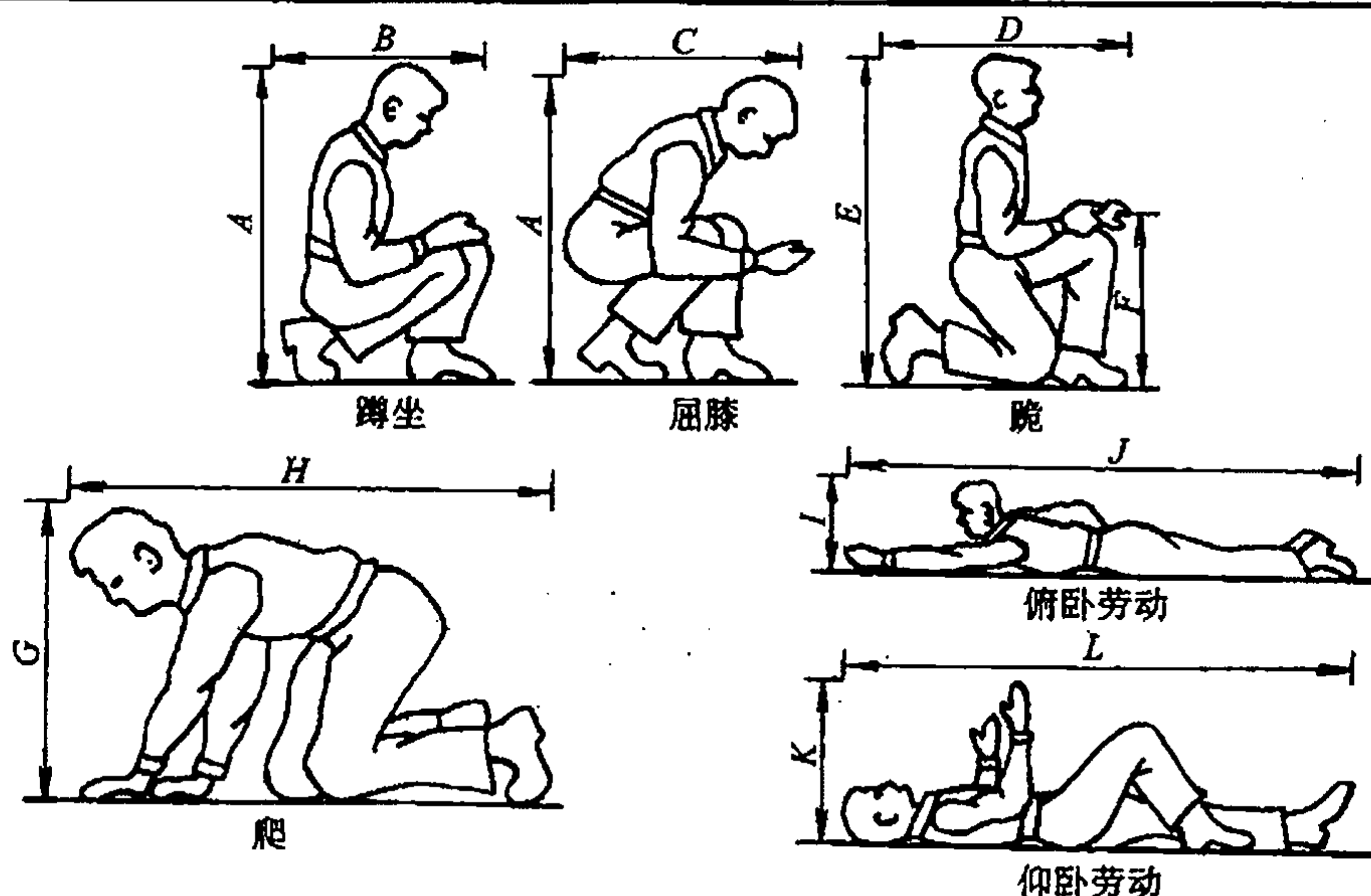
表 42.6-14 人体在各种姿势下的自由活动空间

(cm)

姿势类别	活动空间性质	图 示
立姿的活动空间, 上身及手臂的活动范围 (男子第 95 百分位)	<p>A 为稍息站立时的身体轮廓 (为保持身体姿势所必须的平衡活动已考虑在内)</p> <p>B 为臀部不动、上身自髋关节起前弯、侧转时的活动空间</p> <p>C 为上身不动时手臂的活动空间</p> <p>D 为上身一起动时手臂的活动空间</p>	
坐姿的活动空间, 上身及手臂和腿的活动范围 (男子第 95 百分位)	<p>E 为上身挺直及头向前倾的身体轮廓 (为保持身体姿势而必须的平衡活动已考虑在内)</p> <p>F 为从髋关节起上身向前、向侧弯曲的活动空间</p> <p>G 为自肩关节起手肩向上和向两侧的活动空间 (上身不动)</p> <p>H 为上身从髋关节起向前向两侧活动时, 手臂自肩关节起向前和两侧的活动空间</p> <p>I 为自髋关节、膝关节起, 腿的伸、曲活动空间</p>	
单腿跪姿的活动空间, 上身及手臂的活动范围 (男子第 95 百分位)	<p>J 为上身挺直头前倾的身体轮廓 (为稳定身体姿势所必须的平衡动作已考虑在内)</p> <p>K 为上身从髋关节起侧弯的活动空间</p> <p>M 为上身不动, 自肩关节起, 手臂向前、向两侧的活动空间</p> <p>N 为上身自髋关节起向前, 或两侧活动的手臂自肩关节起向前, 或向两侧的活动空间</p>	
仰卧的活动空间, 手臂及腿弯起的活动空间 (男子第 95 百分位)	<p>O 为背朝下仰卧时的身体轮廓</p> <p>P 为自肩关节起手臂伸直的活动空间</p> <p>Q 为腿自膝关节弯起的活动空间</p>	

表 42.6-15 成人跪卧工作姿势的最小占用空间尺寸

(mm)



(续)

尺寸代号(见图)	工作姿势及空间尺寸性质		最小值	选取值	穿御寒衣服时
A	蹲坐工作	高度	1200	—	1300
B		宽度	700	920	1000
C	屈膝工作宽度		900	1020	1100
D	跪姿工作	宽度	1100	1200	1300
E		高度	1450	—	1500
F		手距地面高度		700	
G	爬着工作	高度	800	900	950
H		长度	1500	—	1600
I	俯卧工作(腹朝下)	高度	450	500	600
J		长度	2450	—	—
K	仰卧工作(背向下)	高度	500	600	650
L		长度	1900	1950	2000

注:根据 MIL-STD—1472 美国 1963。

4 人体模板与操作姿势及空间设计

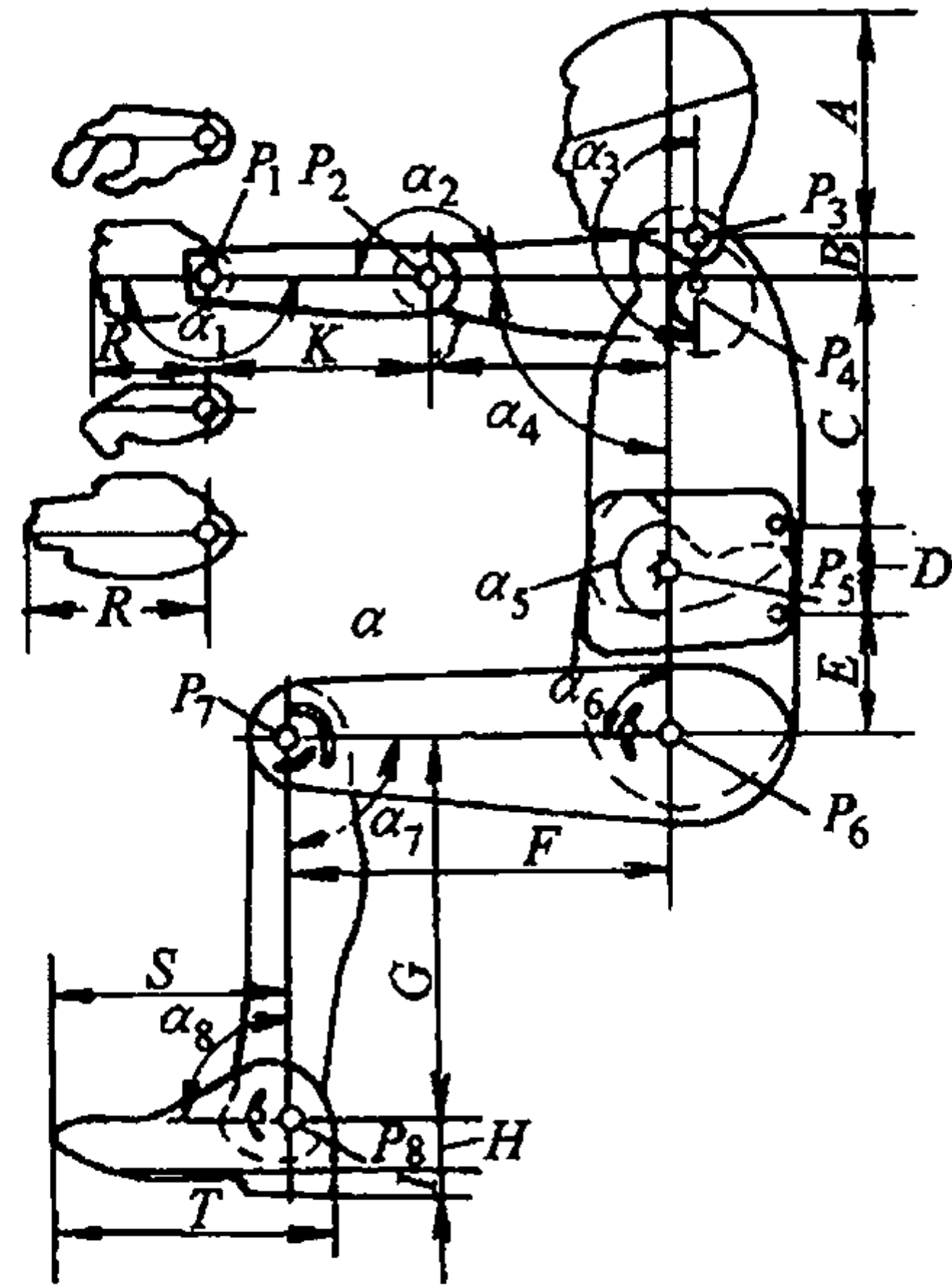
尺寸等级,确定基本尺寸参数(A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、R、S、T)及活动关节,制成不同规格的人体模板,用以演示人体的活动状况及范围。

4.1 人体模板

人体模板为以比例 1:1(或按比例缩小的)的一维侧视裸露人体(穿鞋)模型板。可按需选择不同人体

人体模板及结构参数见表 42. 6-16;人体模板的应用见表 42. 6-17。

表 42. 6-16 人体模板及结构参数



模板结构尺寸	模板关节角的调节范围			
	关节代号	关节名称	调节角度代号	调节角度范围
<p>先按选择的人体高度的百分位,确定出人体的形体结构尺寸(查表或按平均值计算),再按此尺寸定出各转动关节轴线的坐标尺寸</p> <p>必满足:</p> <p>总高 = 身高 + 鞋高</p> <p>= A + B + C + D + E + F + G + H + I</p>	P ₁	腕关节	α ₁	140° ~ 200°
	P ₂	肘关节	α ₂	60° ~ 80°
	P ₃	头/颈关节	α ₃	130° ~ 225°
	P ₄	肩关节	α ₄	0° ~ 135°
	P ₅	腰关节	α ₅	168° ~ 195°
	P ₆	髋关节	α ₆	65° ~ 120°
	P ₇	膝关节	α ₇	75° ~ 180°
	P ₈	脚关节	α ₈	70° ~ 125°