

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>使用的力应与人体的活动状况相适应</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。

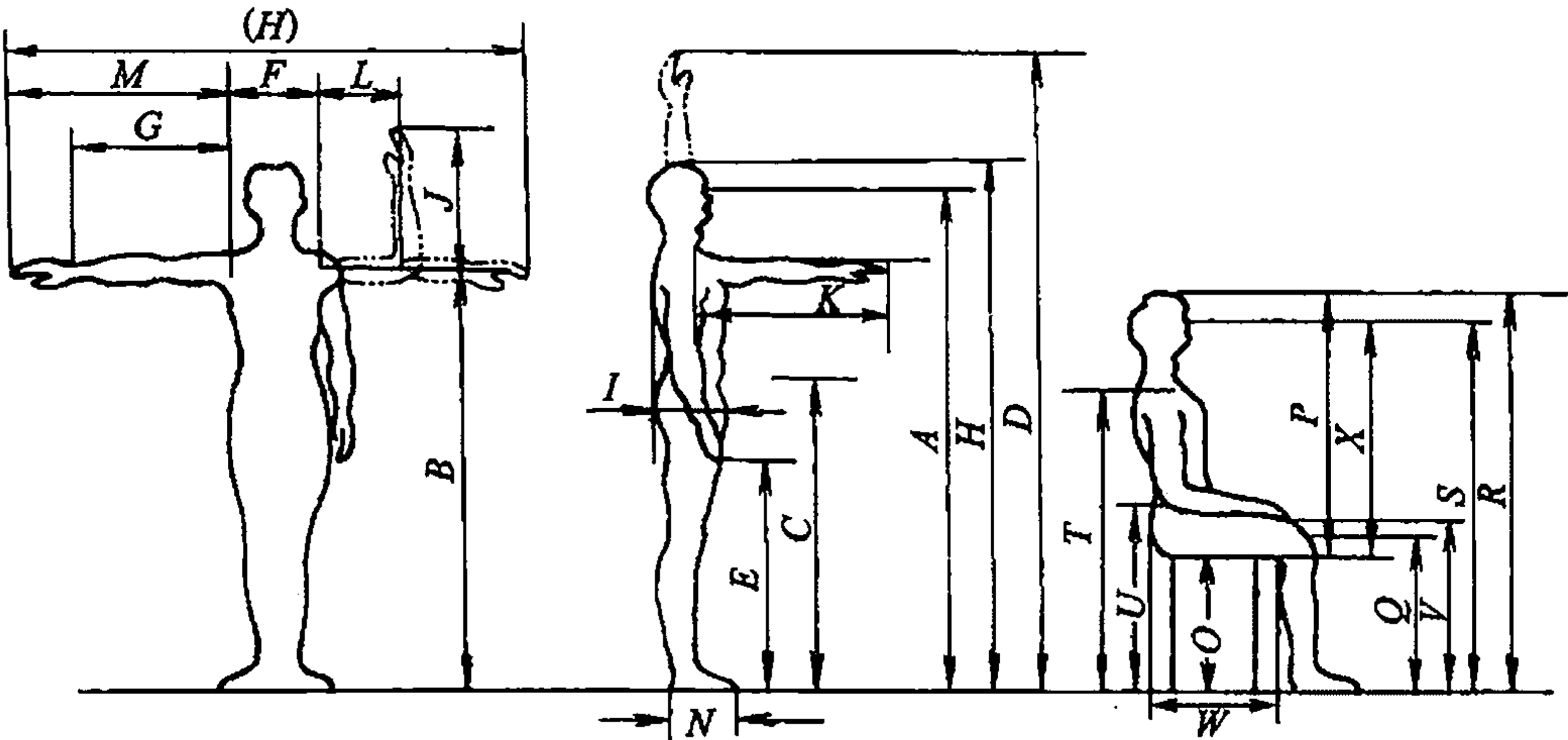
GB/T10000—1988“中国成年人人体尺寸”已于1989年11月17日正式公布。本标准根据人类工效学要求,提供了我国从事工业生产的法定成年人人体尺寸的基础数值(男18~60岁,女18~55岁),它适用于工业产品、建筑设计、军事工业,以及工业的技术改造、设备更换及劳动安全保护。

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)

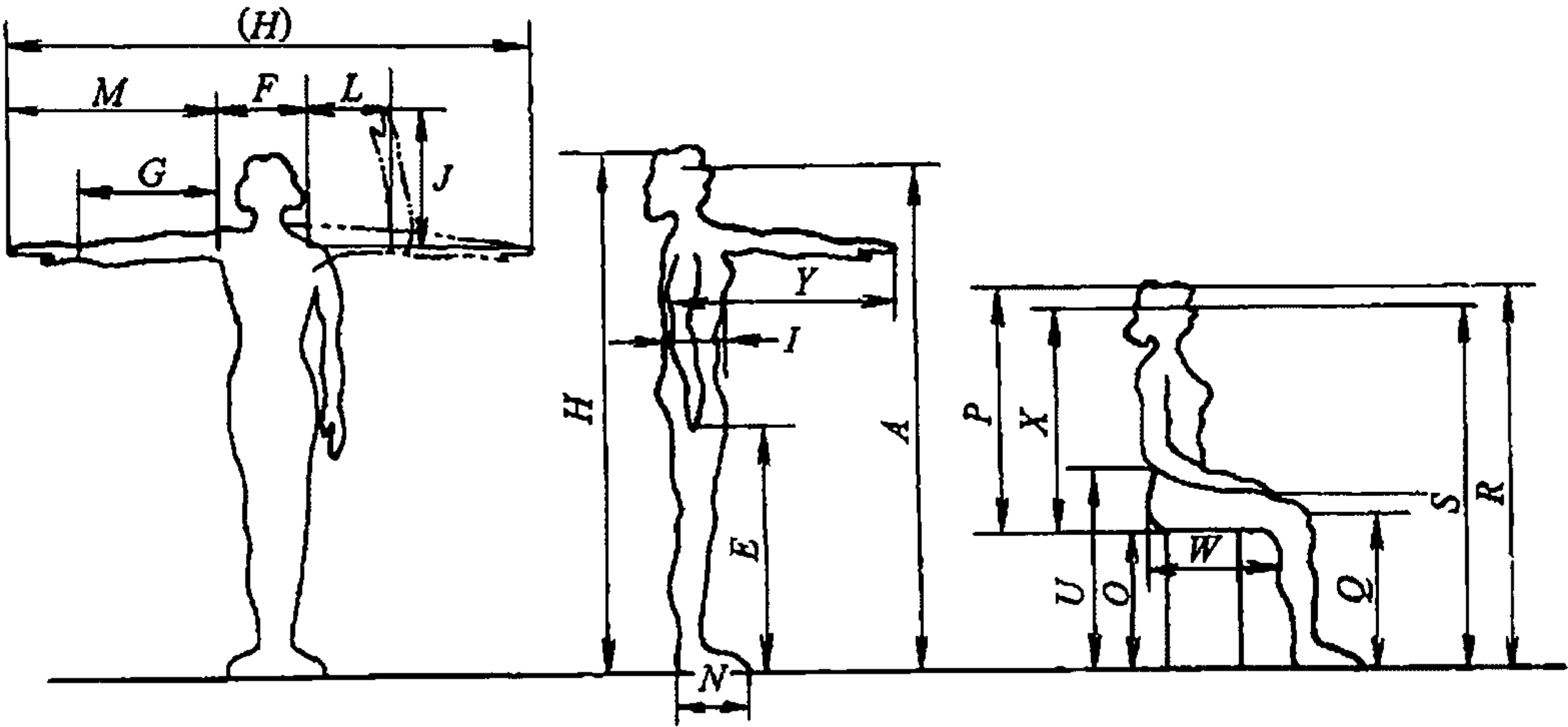


(续)

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

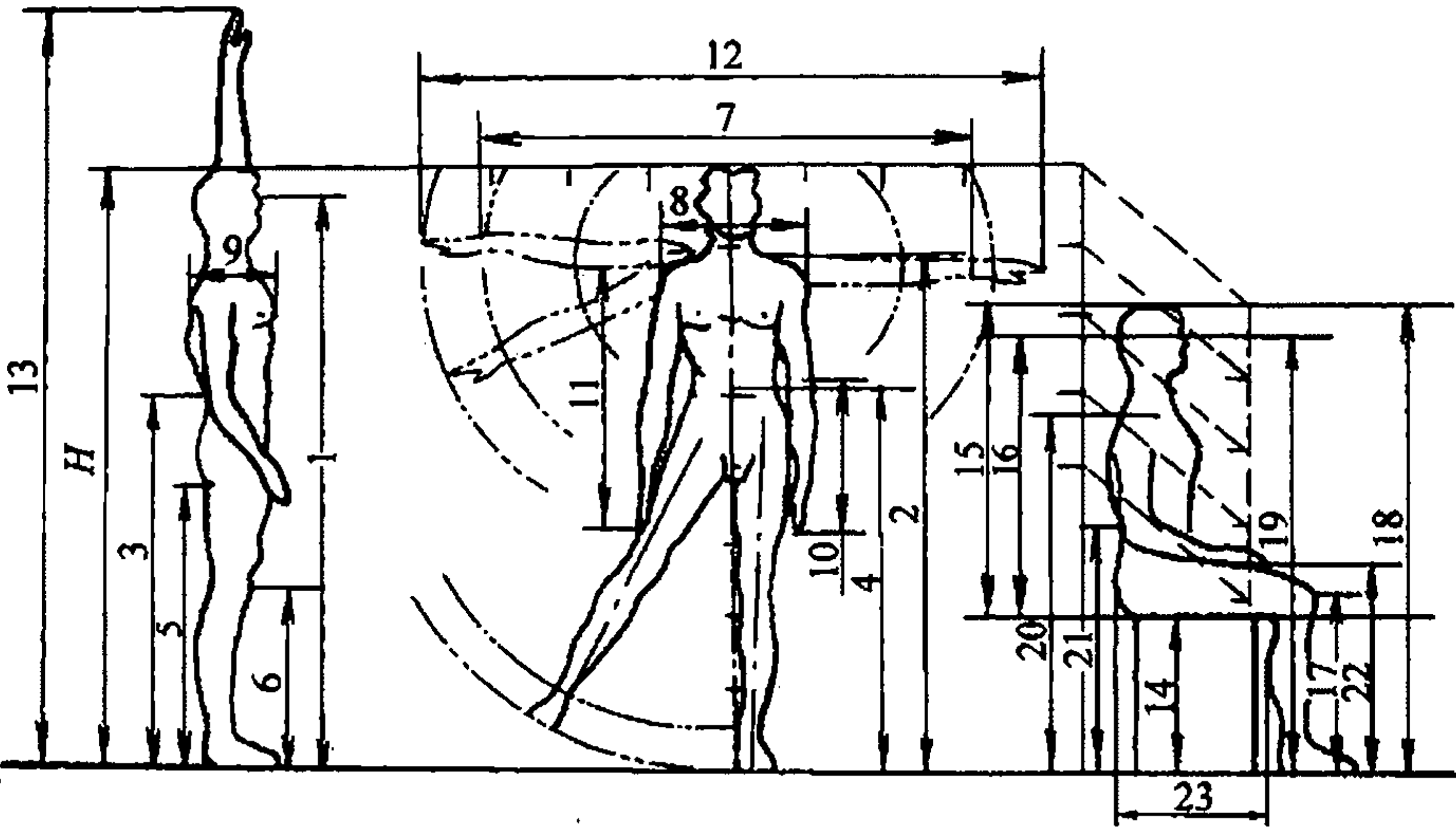
(本表非国家标准,是综合多种资料整理而成,对一般人体数据应用有一定参考价值) (cm)



(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

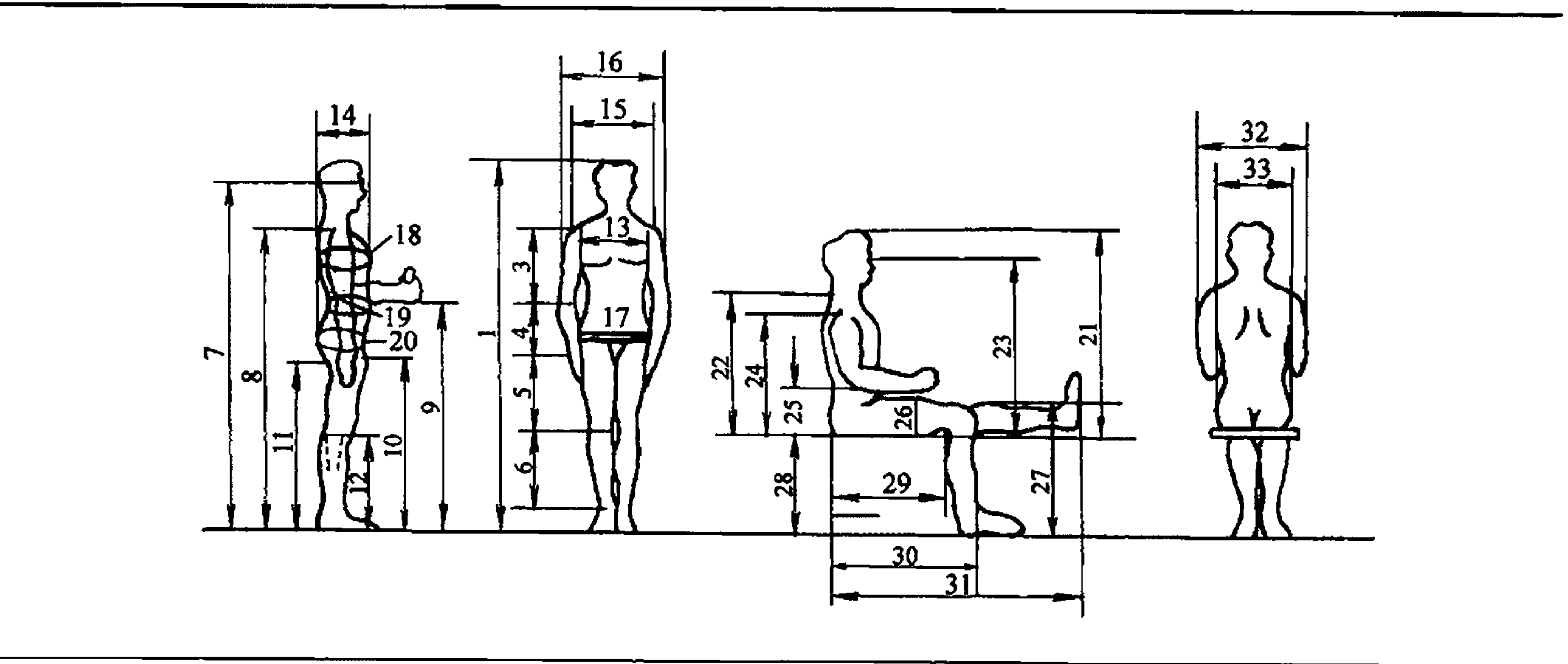
(续)

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

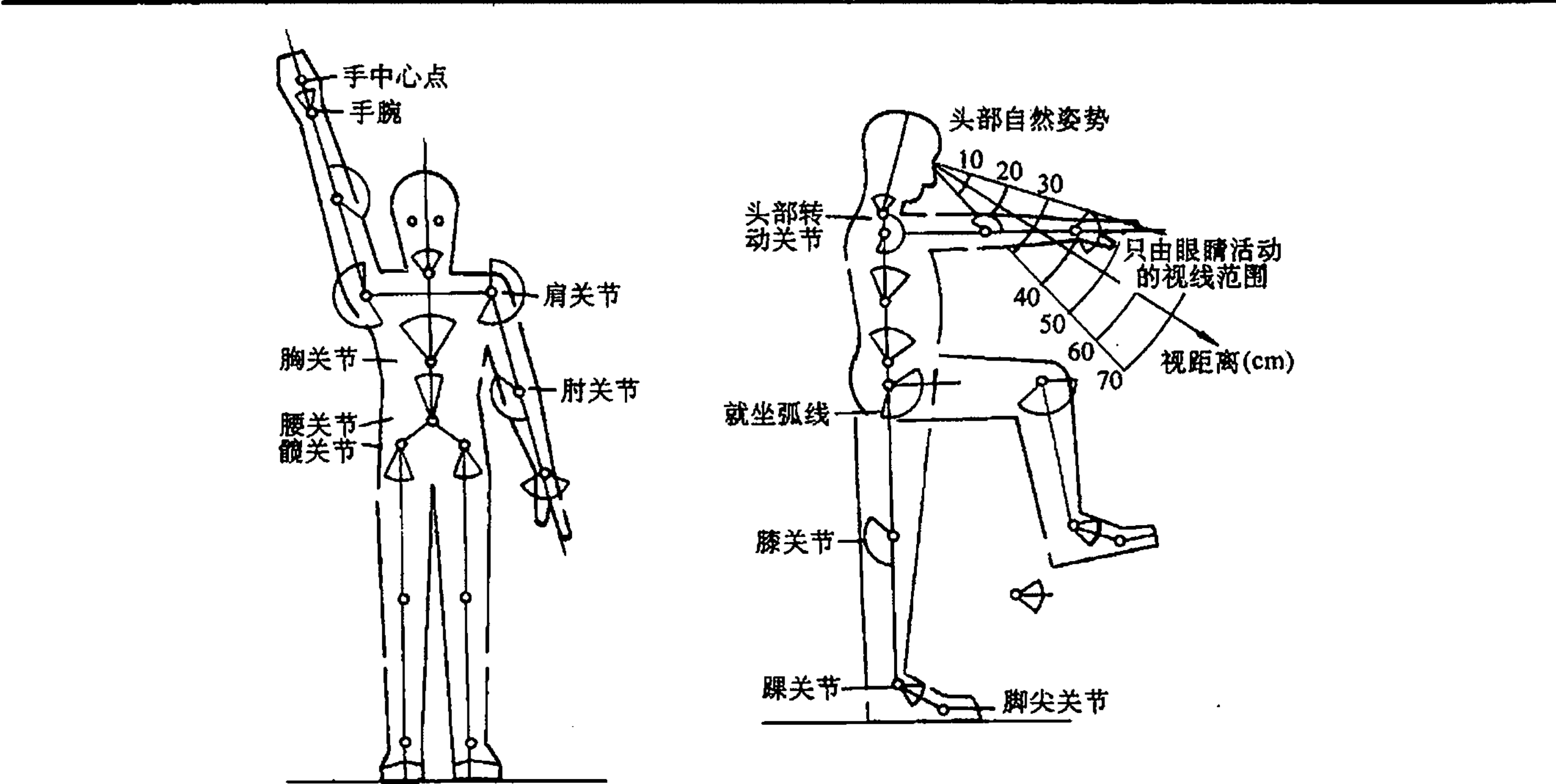
确定造型尺寸的性质	选用百分位数	应用举例
由人体总长决定的造型尺寸	第 95 百分位	门、船舱口、通道、床、担架
由人体某部分决定的造型尺寸	第 5 百分位	取决于臂长、腿长的坐平面高度,或调节构件必要的可及范围
由人完成的 可调尺寸	第 5 百分位至第 95 百分位	坐位、坐位安全带至调节构件的距离
	第 99 百分位	至运转着的机器部件的有效半径或紧急出口的直径
	第 1 百分位	人操作紧急制动杆的距离
按人体尺寸确定适宜操作的最佳范围	第 50 百分位	门铃、开关、插座等的安置尺寸
造型尺寸 需要考虑人的 多项身体 尺寸	以上述性质 确定百分位后, 不应以比例适 中的人作为基 准,应按可能 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 外拐、内拐	120 ~ -15 30 ~ -15	135 45	0(85 ~ 100) ^② 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°。

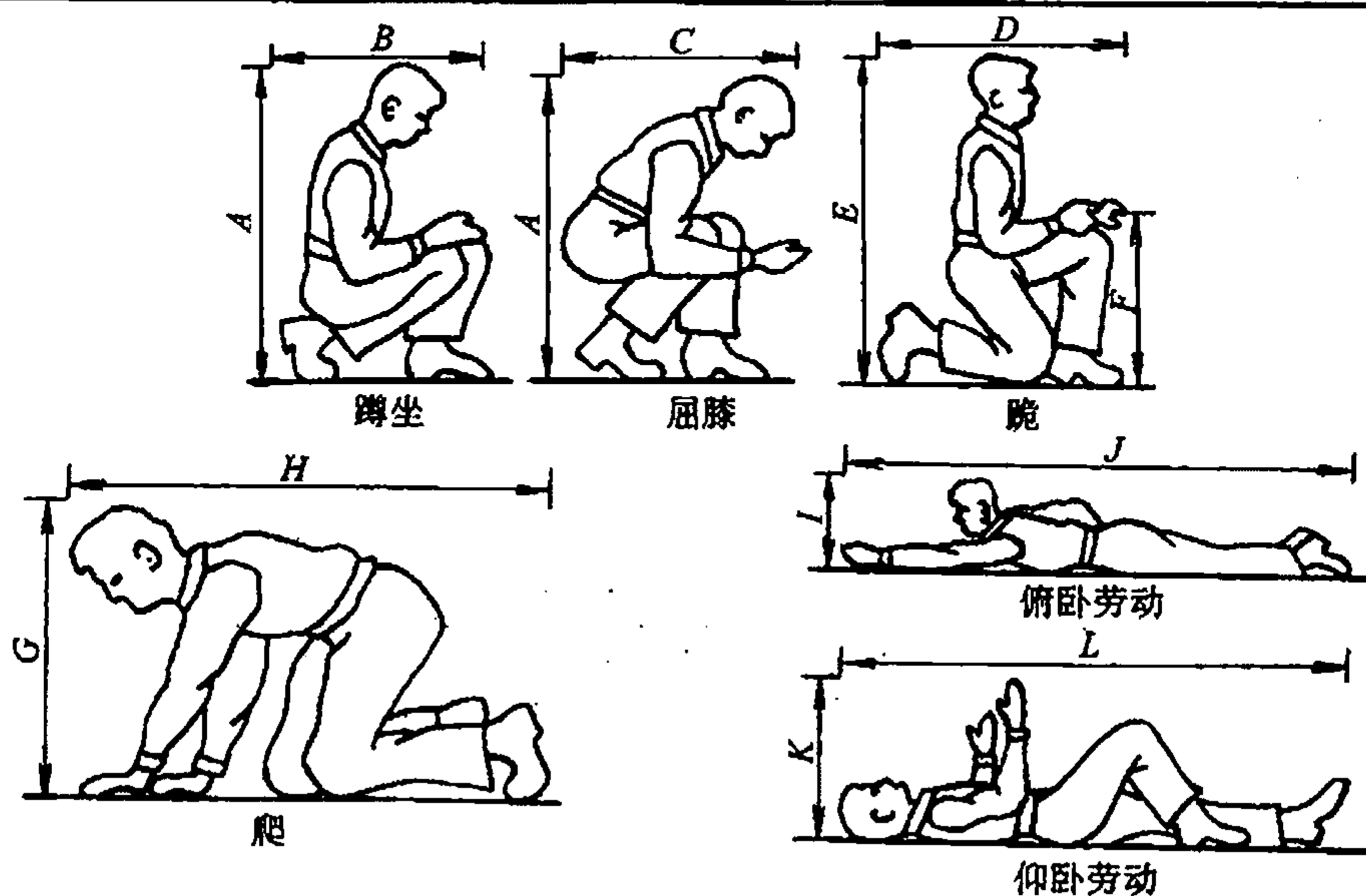
表 42.6-14 人体在各种姿势下的自由活动空间

(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

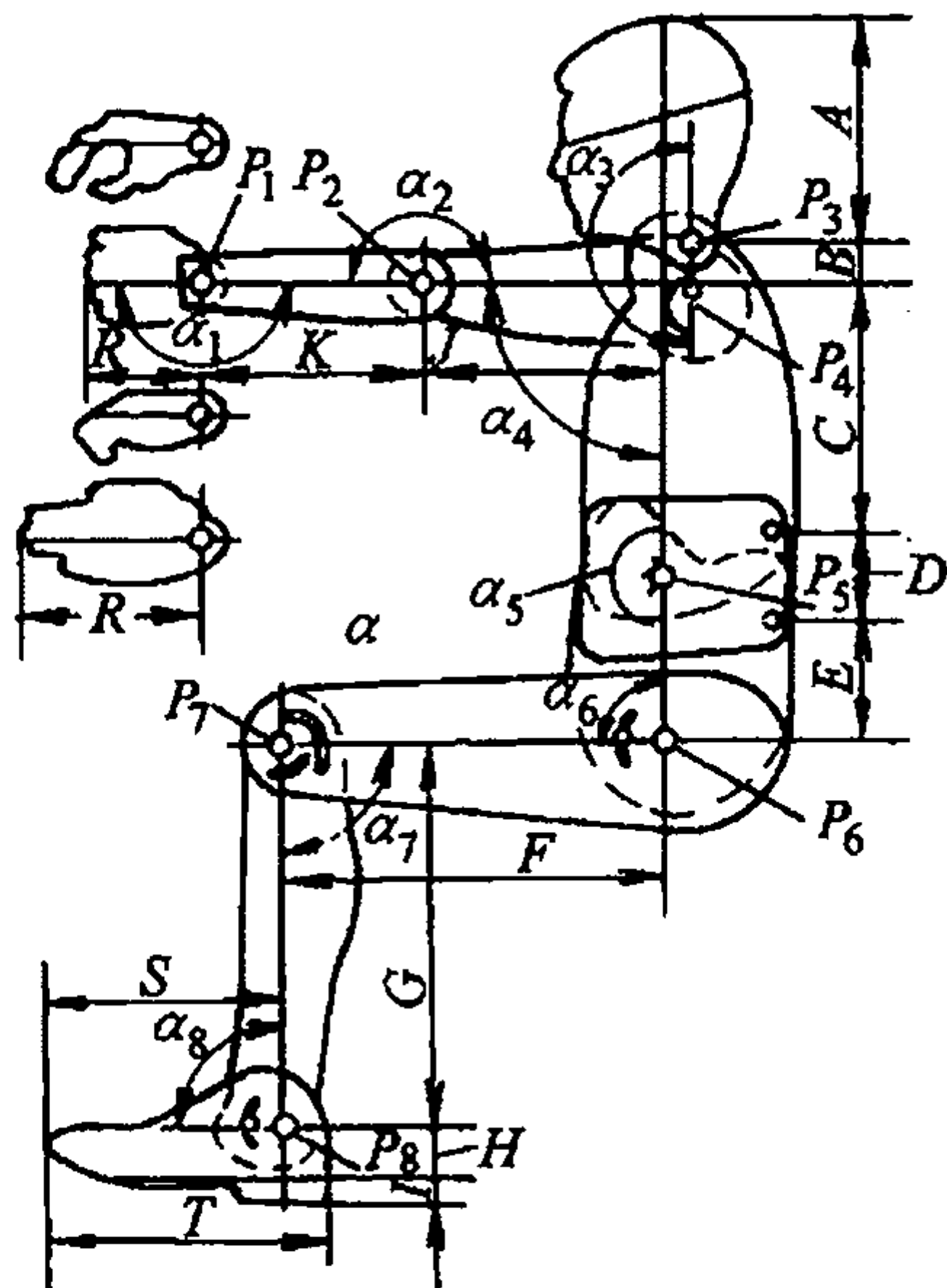
尺寸等级,确定基本尺寸参数(A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、R、S、T)及活动关节,制成不同规格的人体模板,用以演示人体的活动状况及范围。

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。

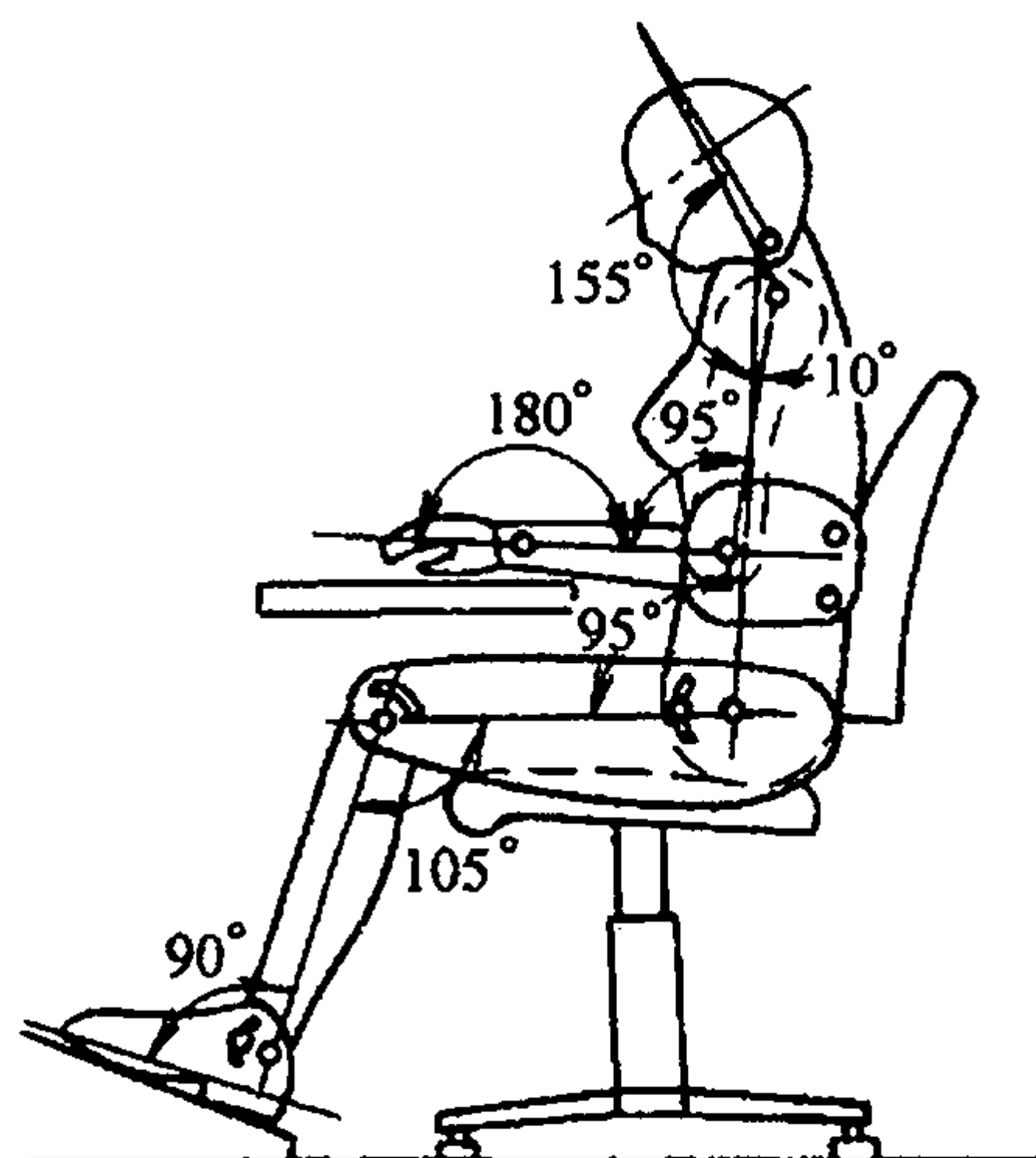
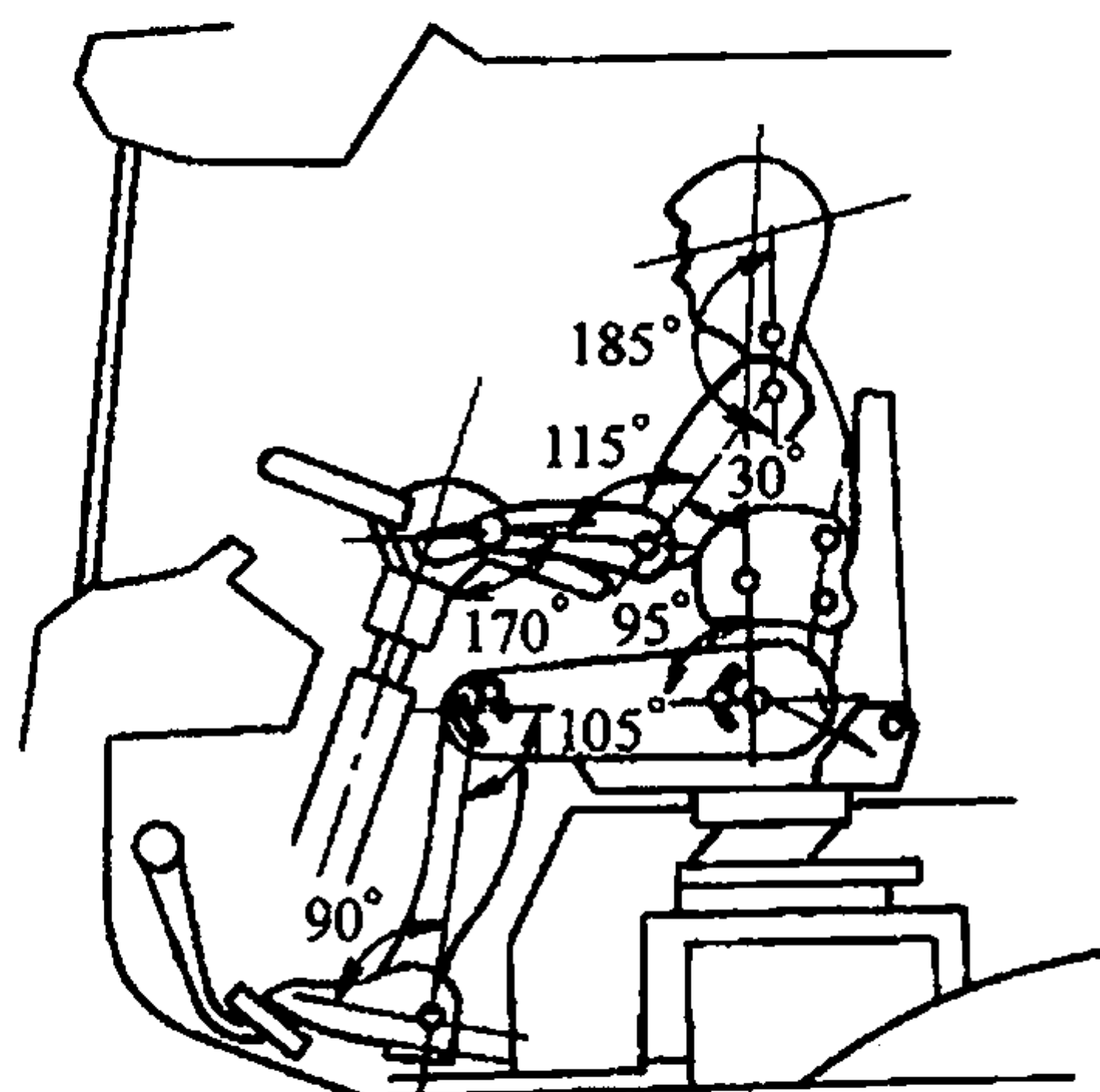
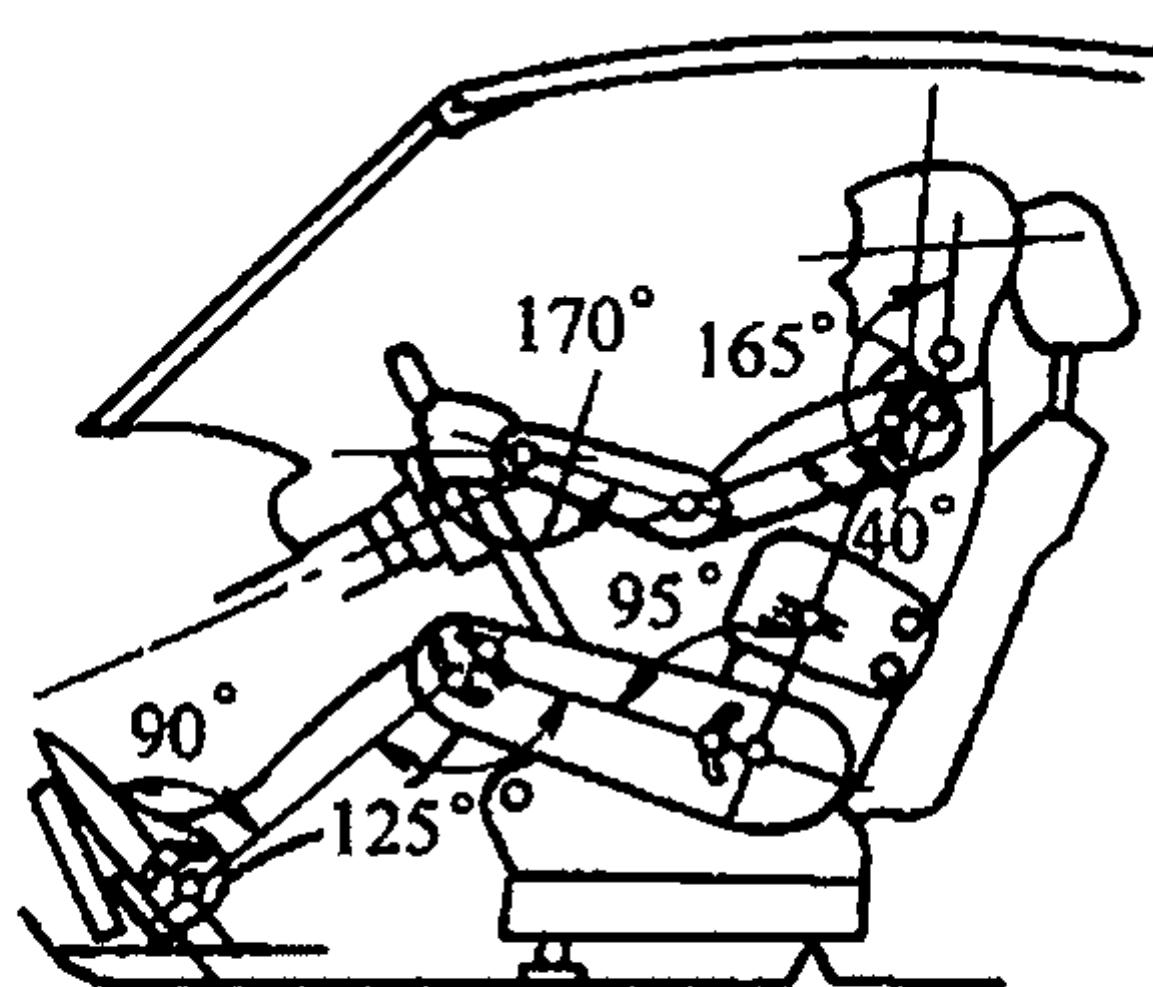
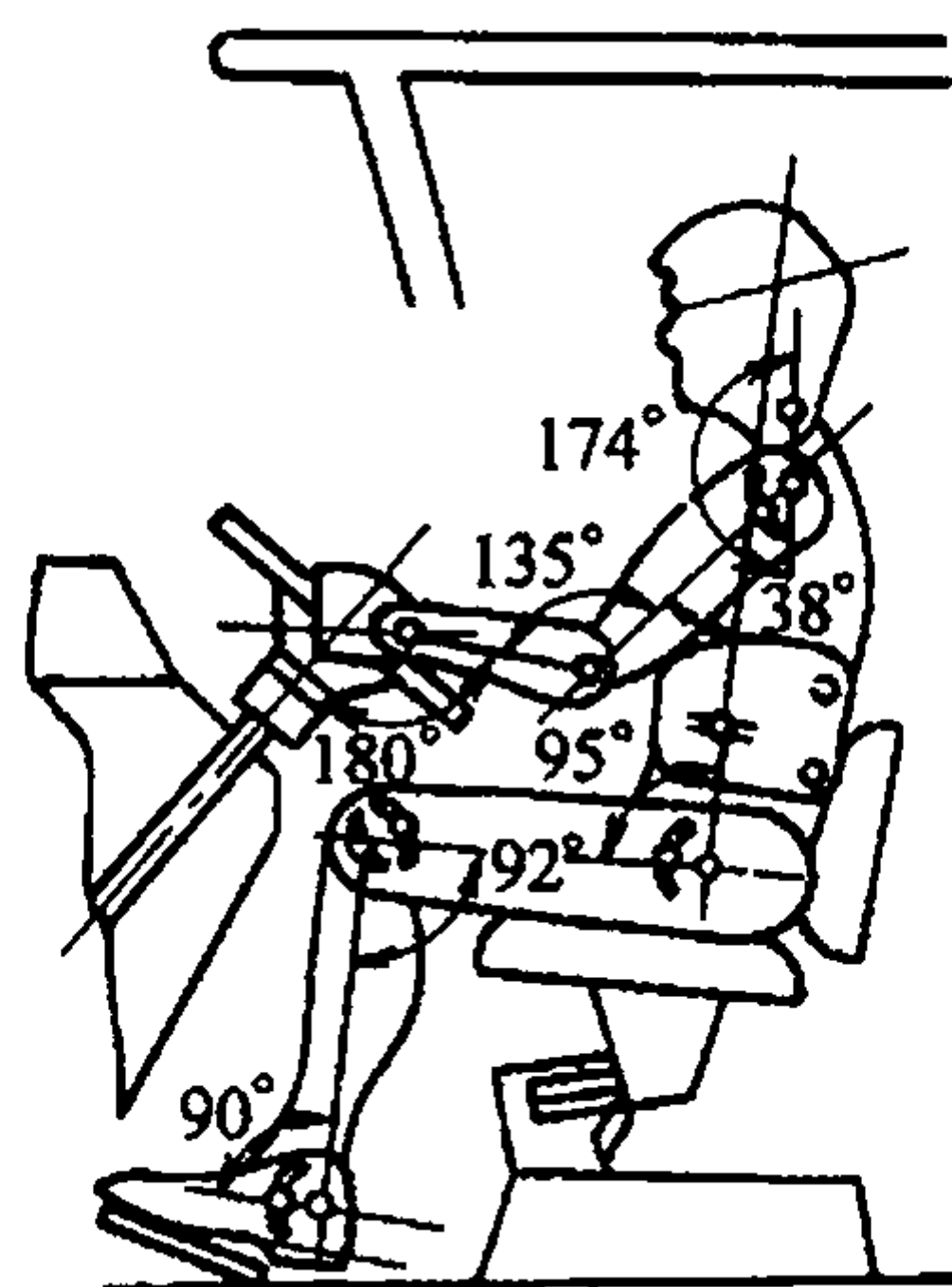
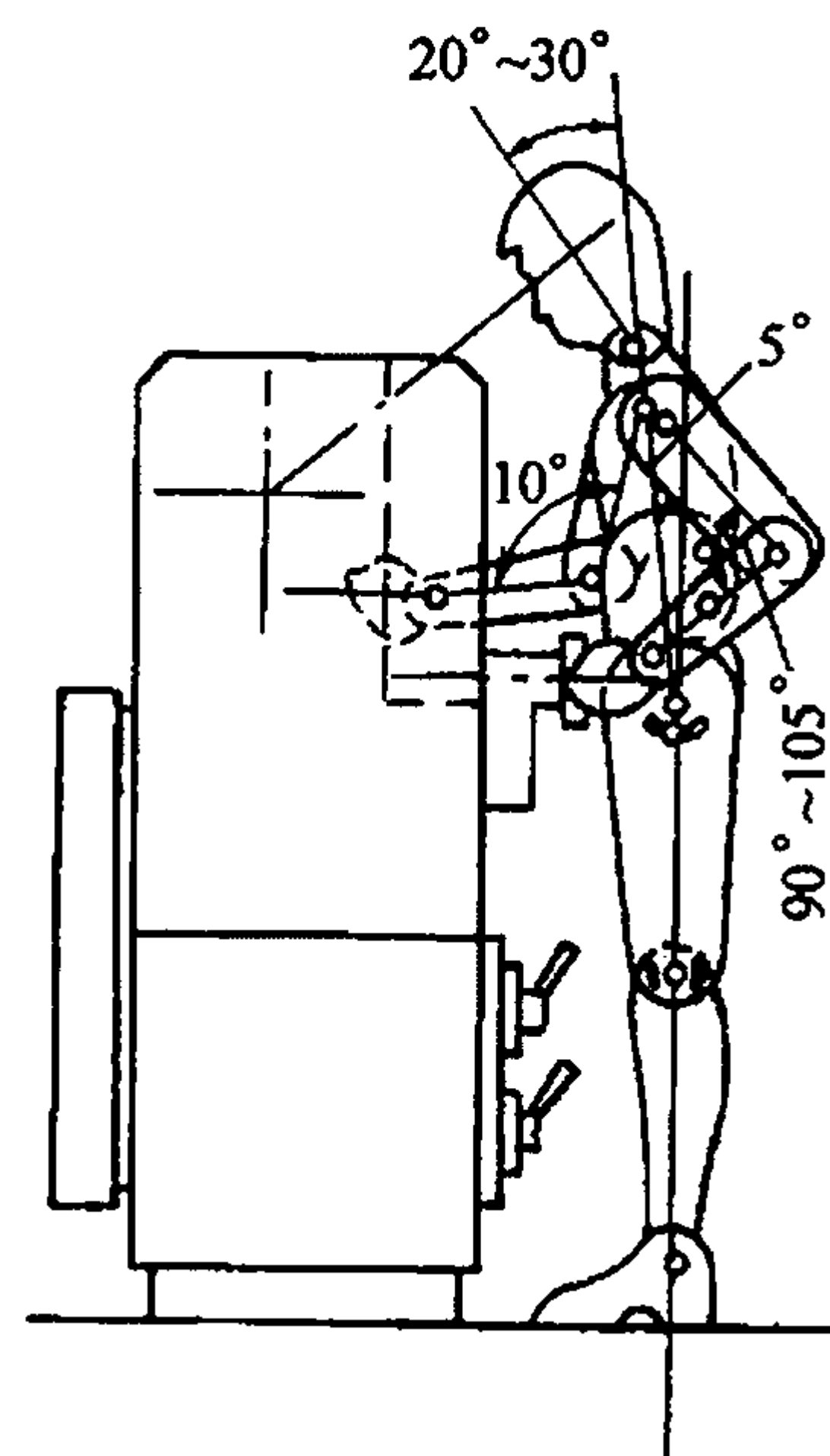
表 42.6-16 人体模板及结构参数



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°

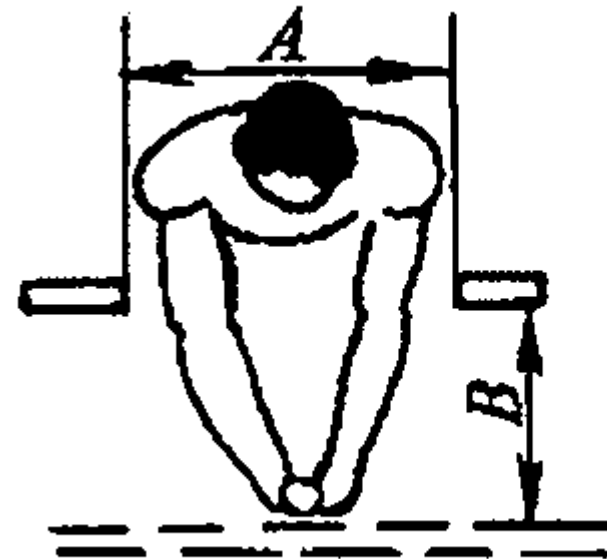
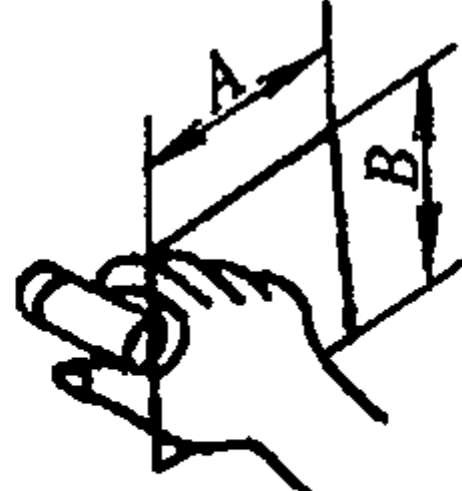

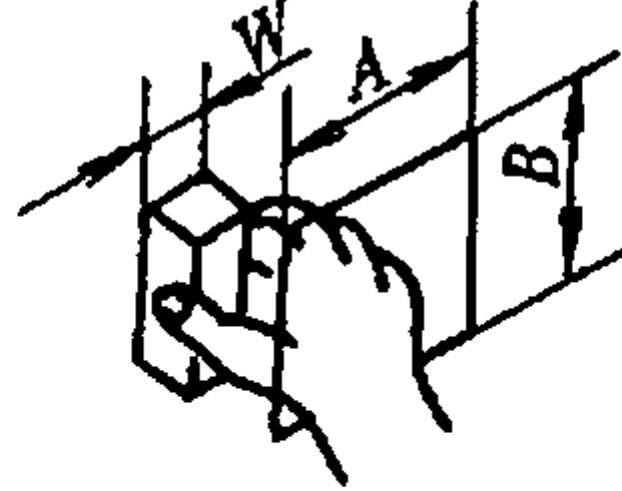
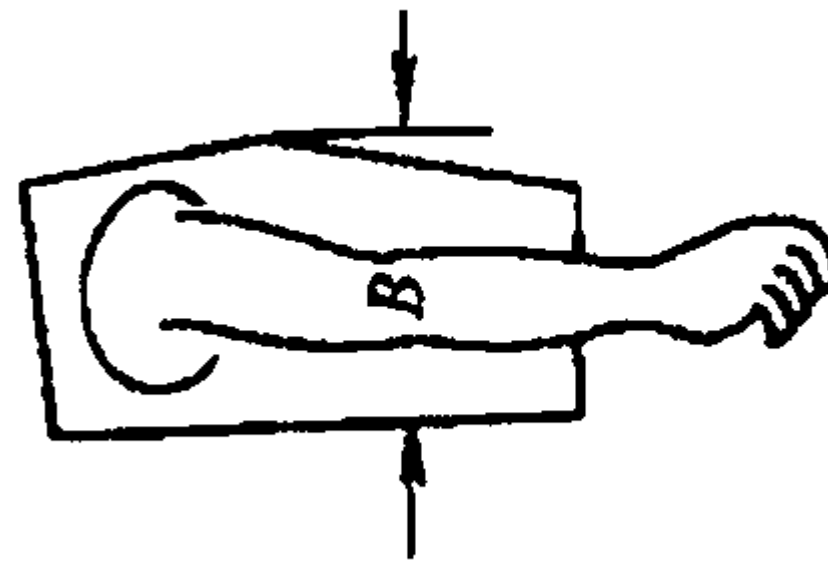
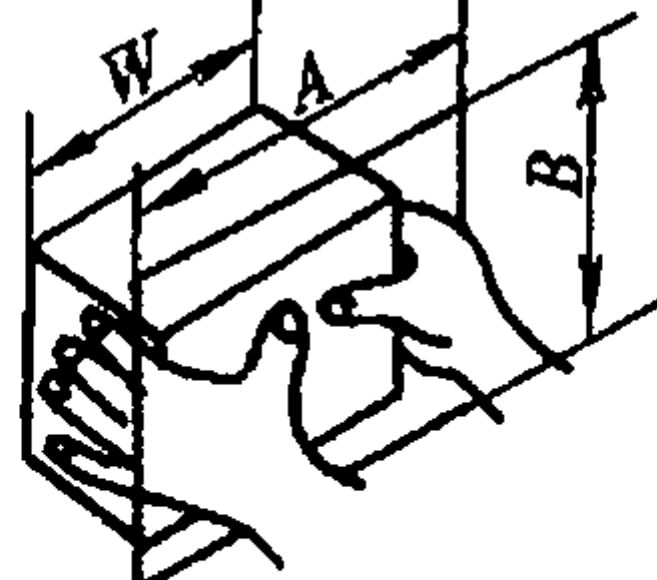
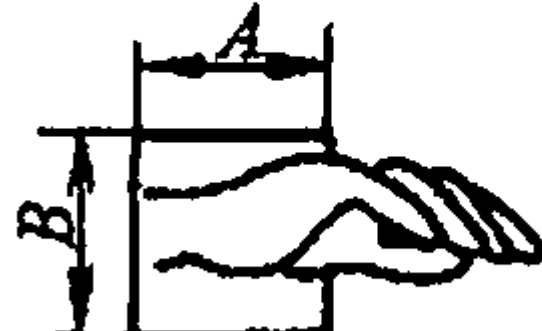
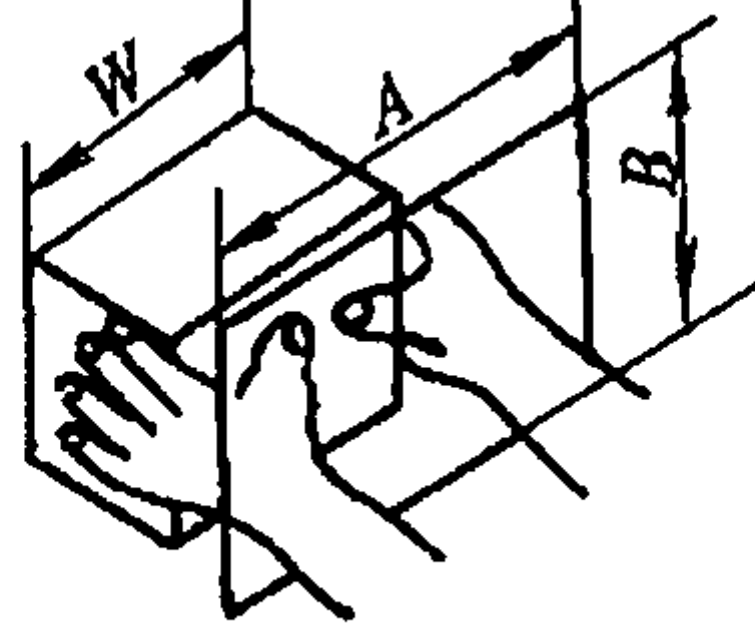
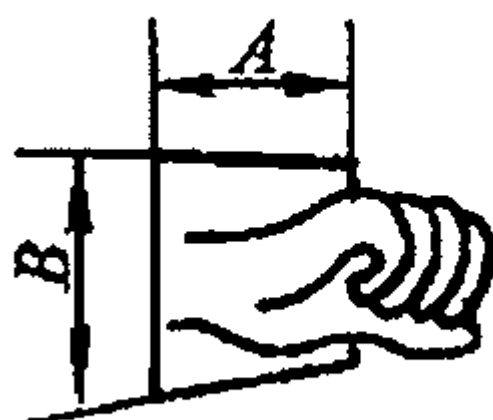
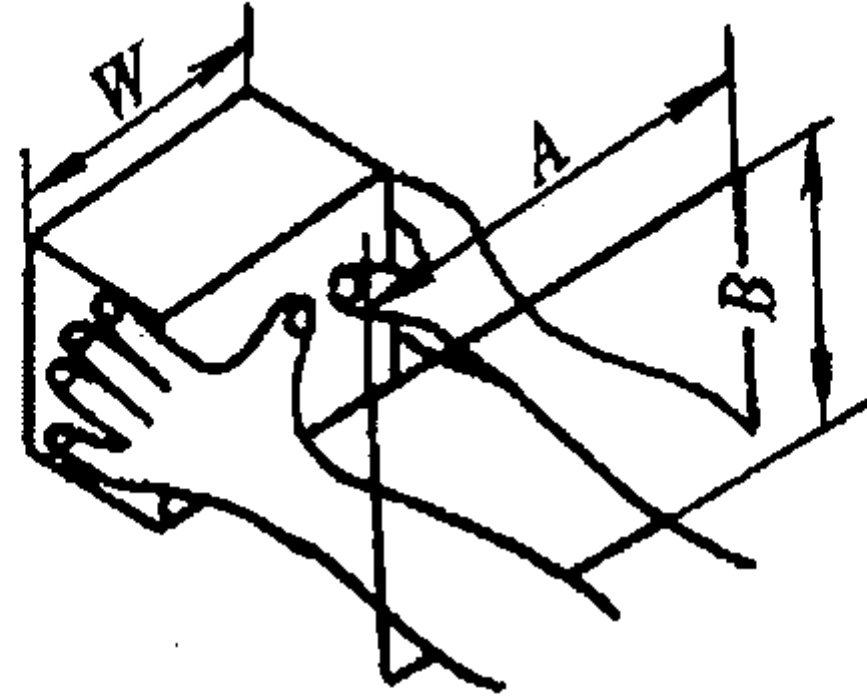
表 42.6-17 人体模板的应用

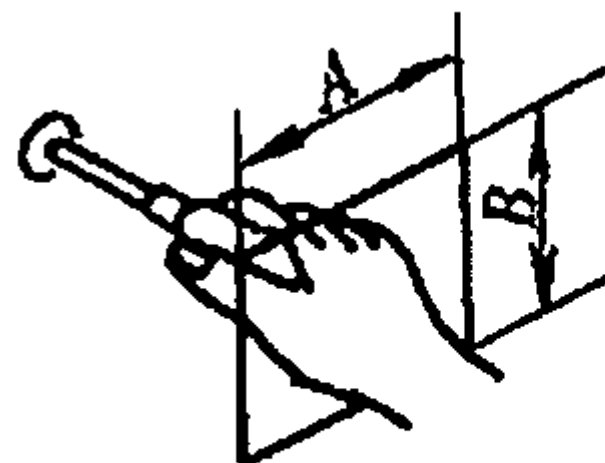
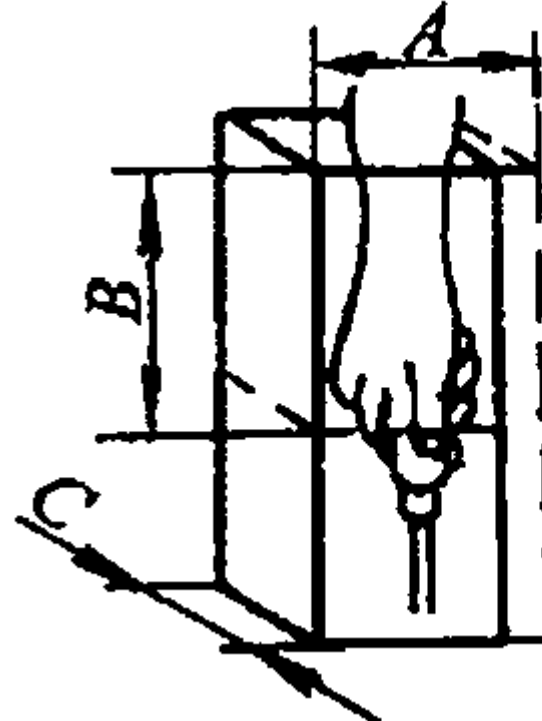
项目	用途名称	应用说明
应用的主要方面	辅助工程制图	应用人体模板绘制人体活动与状态变化图形
	辅助设计	应用人体模板于机器、工作椅、汽车座等的设计,以确定人的姿态,和与人有关的结构尺寸与空间尺寸及活动范围等
	辅助演示	应用人体模板演示人的活动状况及范围,以及检验校核已设计产品或空间尺寸的合理性

女子(第 50 百分位)在装配
工作位置上的坐姿男子(第 50 百分位)在载重
车驾驶座上的坐姿男子(第 50 百分位)在小汽车
驾驶座上的坐姿男子(第 50 百分位)在农用拖拉机
驾驶座上的坐姿男子(第 50 百分位)在普通车床
上的站姿

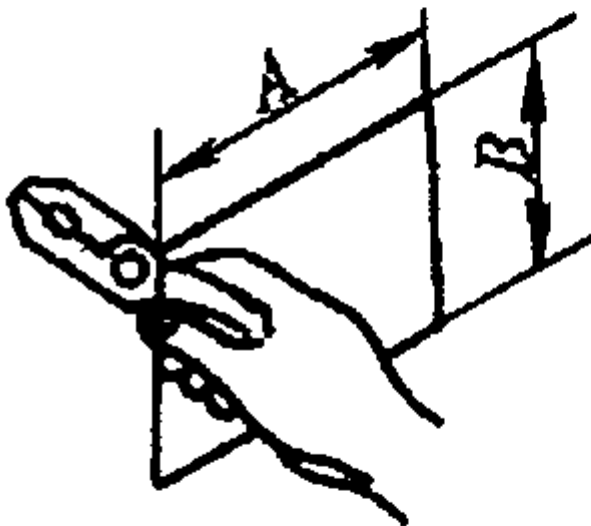
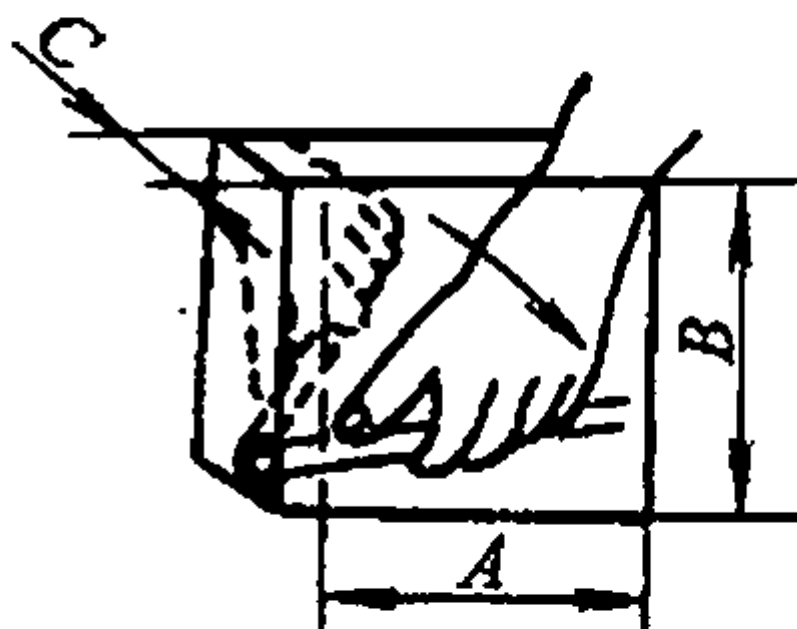
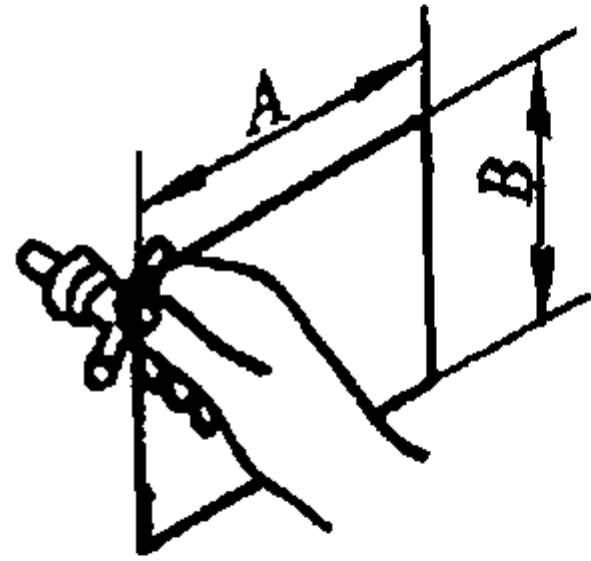

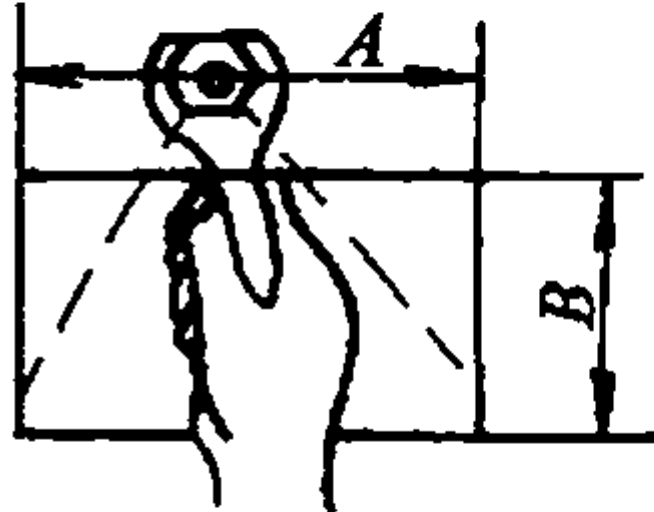
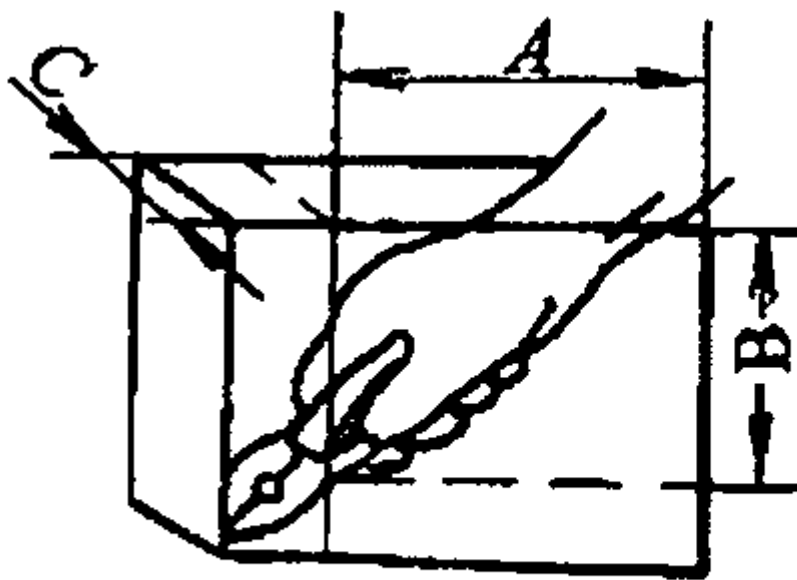
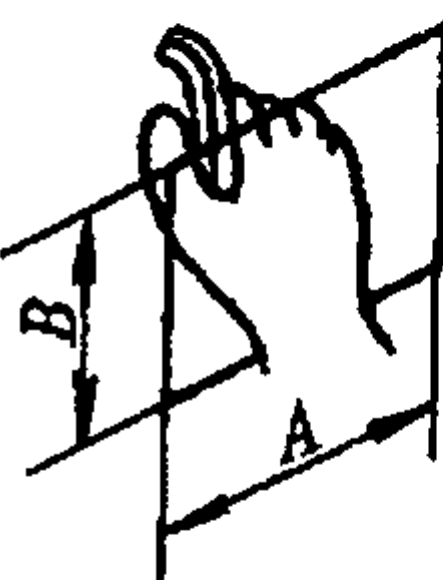
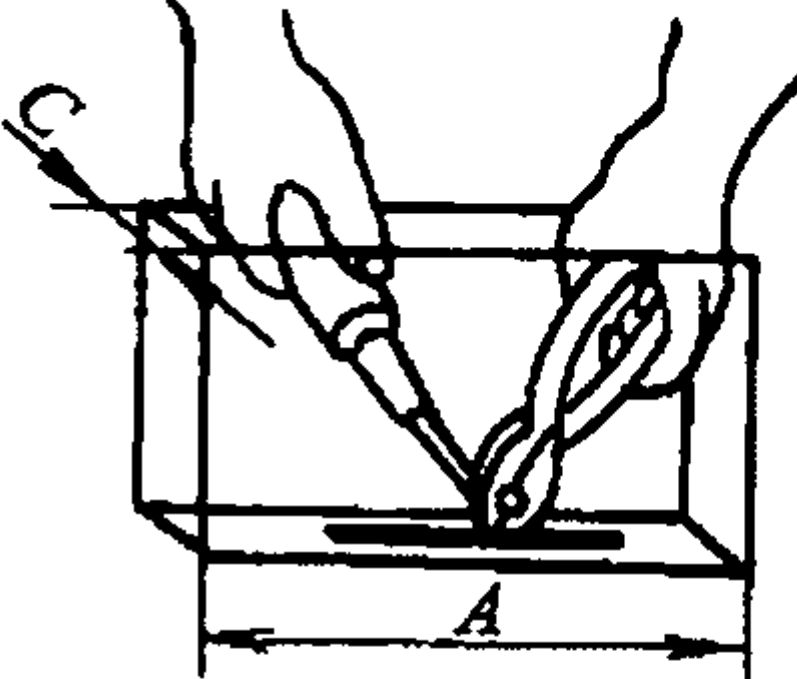
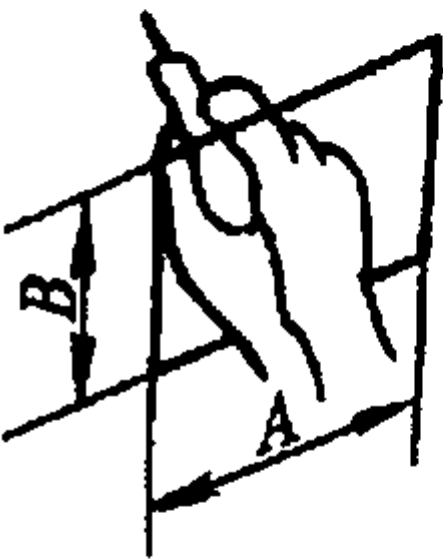
4.2 装配、维修的操作空间尺寸(见表 42. 6-18)

表 42. 6-18 装配、维修的开口部尺寸 (mm)

开口部尺寸	尺 寸		开口部尺寸	尺 寸	
	A	B		A	B
		630		120	130
		200		$W + 45$	130
		250		$W + 75$	130
	100	50		$W + 150$	130
	125	90		$W + 150$	130

开口部尺寸	尺寸		开口部尺寸	尺寸			使用工具
	A	B		A	B	C	
	140	150		135	125	145	可使用螺钉旋具等

(续)

开口部尺寸	尺寸		开口部尺寸	尺寸			使用工具
	A	B		A	B	C	
	175	135		160	215	115	可用扳手从上旋转 60°
	200	185		215	165	125	可用扳手从前面旋转 60°
	270	205		215	130	115	可使用钳子、剪线钳等
	170	250		305		150	可使用钳子、剪线钳等
	90	90					

4.3 工作位置的平面高度与调节范围(见表 42. 6-19、20)

表 42.6-19 体力劳动适宜的站姿工作平面高度 (mm)

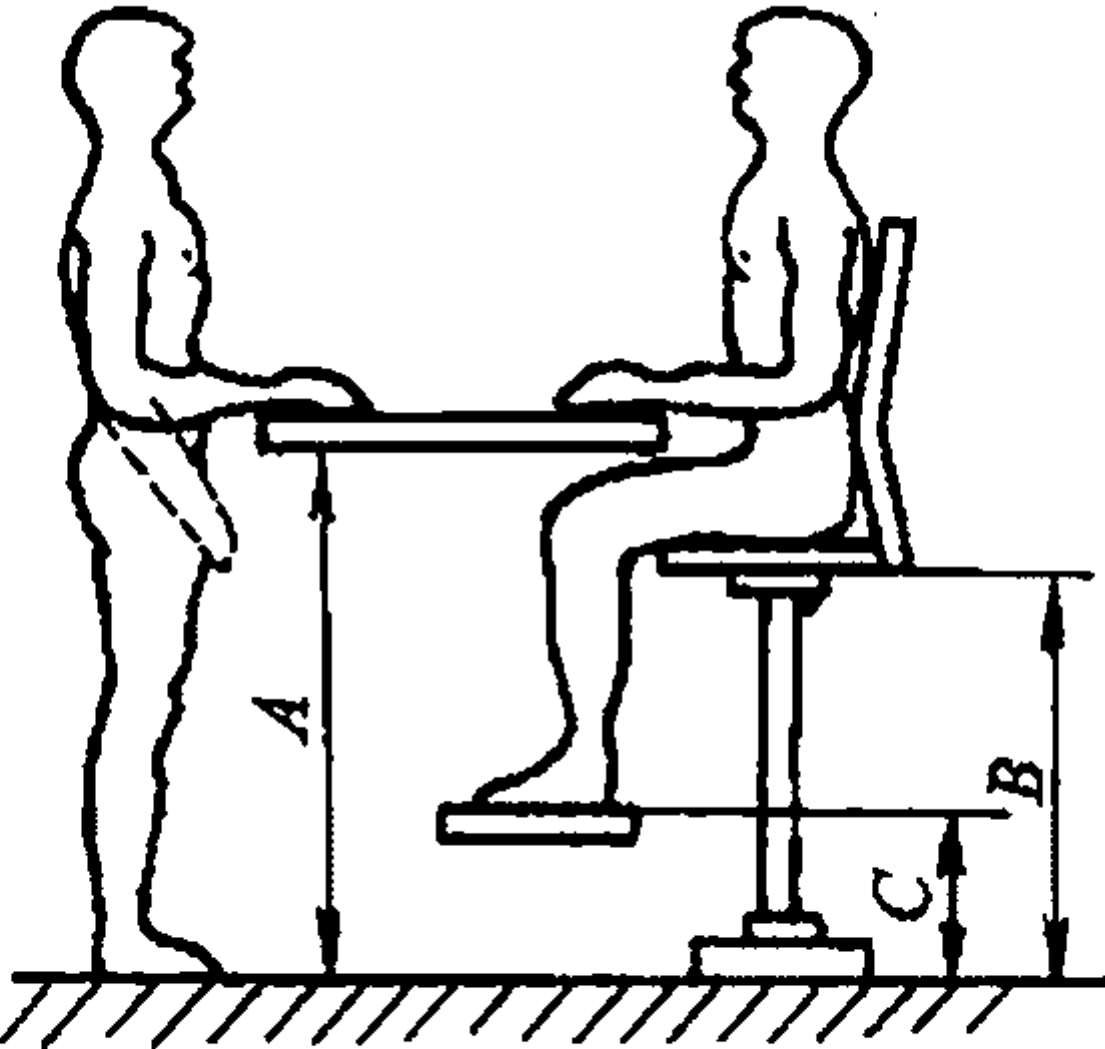
			
性别	轻体力劳动	中等体力劳动	重体力劳动
男子	950 ~ 1100	900 ~ 950	750 ~ 900
女子	900 ~ 1050	850 ~ 900	700 ~ 850

表 42.6-20 体力劳动适宜的坐姿工作位置的调节范围

(mm)

项 目	一般情况			粗工作	细工作	粗工作	细工作
	所有人	男子	女子	男子		女子	
固定工作面高度(A) 总计	850	850	800	779	850	725	800
坐平面高度的调节范围(B)	500 ~ 650	500 ~ 650	450 ~ 600	500 ~ 575			
搁腿板高的调节范围(C)	0 ~ 300	0 ~ 250		0 ~ 175			

注:A、B、C 参见表 42.6-19 图示。

4.4 操作姿态下的有利工作区域与方向(见表 42.6-21、22)

表 42.6-21 立姿与坐姿操作的有利工作区域及方向

操作类型		工作范围及方向的性质		图 示		
站姿操作	手操作的有利工作区域	人站立姿操作时,为使操作者有舒适的操作状态,获得较高的工作效率,躯干应处于不动的前提下,考虑手的活动范围 A 为手臂的最大可及的工作范围 B 为手臂的正常工作范围 C 为手臂的有效工作范围(活动频率数应较低) D 为手臂的有利工作范围				
	手的最佳操作方向	单侧向 60°	为一只手动作时,最轻松、速度最快的运动方向			
		双侧向 30°	为双手动作时,最轻松、速度最快的运动方向			
双侧向 0°		为双手准确轻松、快速操作的最好方向				
足操作的有利工作区域	人站姿操作状况时,下肢要支承全身的重量并保持人体在各种状态下的平衡及稳定,一般不允许下肢有太大的操作活动范围 C 为下肢的有效工作范围 D 为下肢的有利工作范围					

(续)

操作类型		工作范围及方向的性质	图 示
坐姿操作	手操作的有利工作区域	人坐姿操作时,在躯干处于不动的前题下 A 为手臂的最大可及的工作范围 B 为手臂的有利工作范围 C 为手的最小活动范围	
	足操作的有利工作区域	人坐姿操作时,在躯干处于不动的前题下 D 为足的最大可及的工作范围 E 为足的有利的工作范围 F 为足开关踏板的有效控制范围 G 为足控制踏板的有效控制范围	

表 42.6-22 工作岗位形态空间设计应用举例

类型	说 明	应用图例
男子立姿操作小型仪表机床	空间尺寸(见图例)	
男、女立姿进行仪表操作控制	A 为工作台 B 为书写位置 C 为调节与显示最佳区域 D 为较次要的调节与显示区域 E 为重要显示区域和不太重要的调节区域 F 为次要显示的辅助区域	
男子坐姿操作小型仪表机床	空间尺寸(见图例)	
男子坐姿进行仪表台(板)的操作控制	空间尺寸(见图例)	

(续)

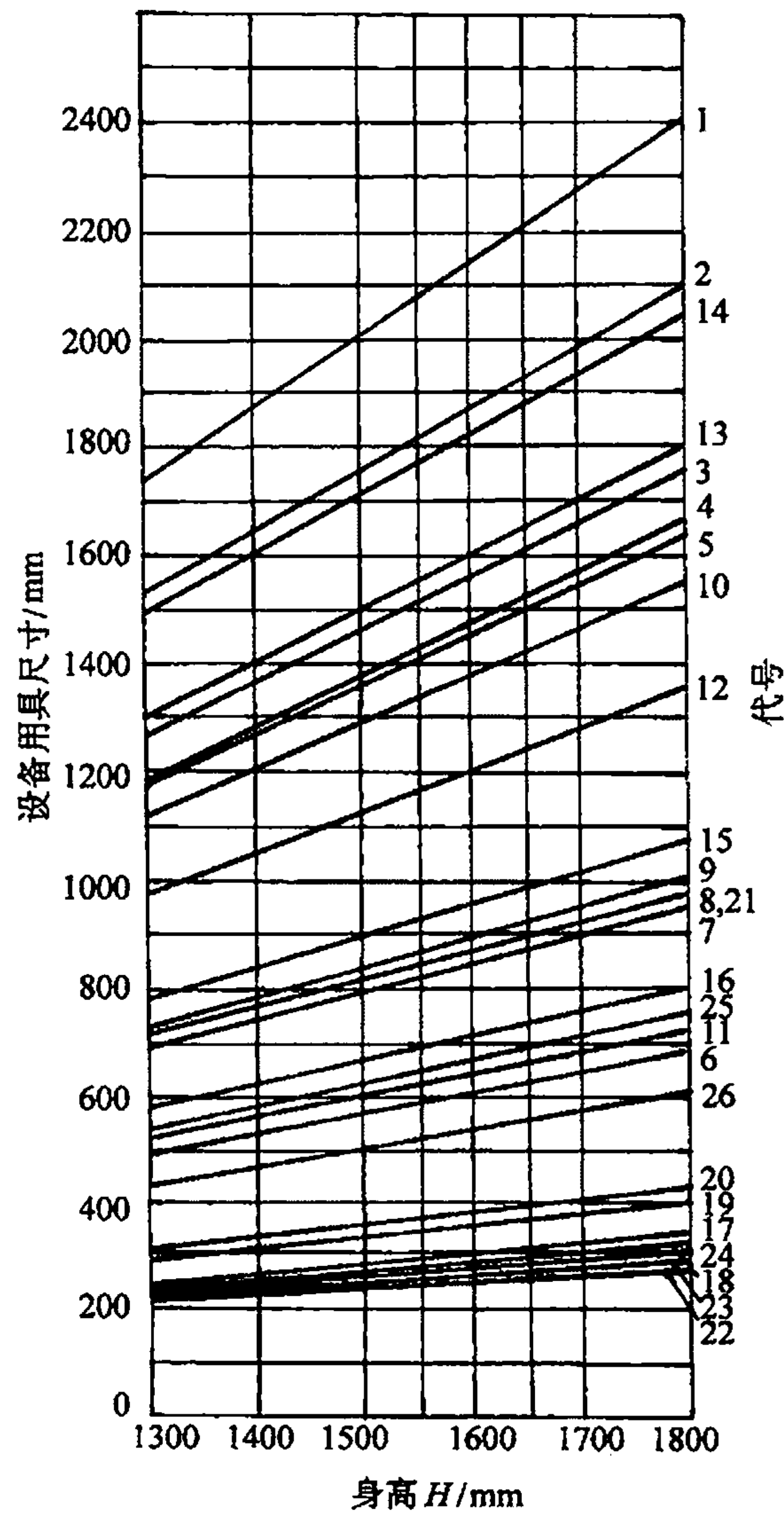
类型	说 明						应用图例
女子坐姿进行仪表台的控制操作		A	B	C	D	E	
	a	1226	530	713	436	450	
	b	1131	515	623	394	400	
	c	1035	500	536	351	350	
女子坐姿在荧光屏工作岗位上的操作	工作台高度不能升降的情况下,必须选择工作坐高可调节的转椅,以调节适合的坐高						
汽车驾驶座的主要空间尺寸参数	类 型	γ	α	β	H	D	
	小轿车		100°	12°	300 ~ 340		
	轻型载重车	20° ~ 30°	98°	10°	340 ~ 380	300 ~ 500	
	中型载重车 (长头)	40° ~ 46°	96°	9°	400 ~ 470	400 ~ 530	
	重型载重车 (平头)	60° ~ 85°	92°	7°	430 ~ 500	400 ~ 530	
汽车乘客座椅的主要空间尺寸参数/mm	代号	尺寸参数名称		短途车	中程车	长途车	
	α	靠背与坐垫之间的夹角		105°	110°	115°	
	β	座垫与水平面夹角		6° ~ 7°	6° ~ 7°	6° ~ 7°	
	D	座垫有效深度		420 ~ 450	420 ~ 450	420 ~ 450	
	H	座椅高度		480	450	440	
	E	靠背高度		530 ~ 560	530 ~ 560	530 ~ 560	
		座垫宽度(单座)		440 ~ 450	470 ~ 480	490 ~ 550	
		靠背宽度(单座)		440 ~ 450	470 ~ 480	490 ~ 550	
	F	扶手高度		230 ~ 240	230 ~ 240	230 ~ 240	
	K	前后座椅间距		650 ~ 700	720 ~ 760	750 ~ 800	
	L	后椅坐垫前缘至前椅背面的最小距离		260	270	280	
	M	后椅坐垫前缘至前椅后脚下端的距离		550	560	580	
	N	后椅前脚至前椅后脚的水平距离		大于 300	大于 300	大于 300	
	P	座垫上平面与车顶内壁间的距离		1300 ~ 1500	1300 ~ 1500	950 ~ 1000	

(续)


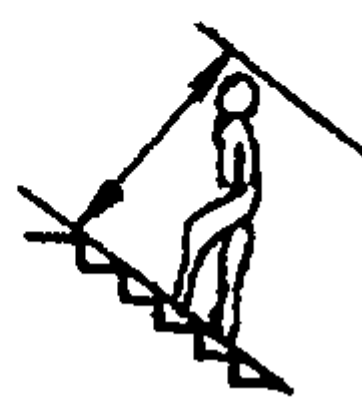
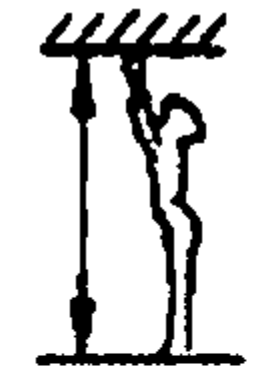
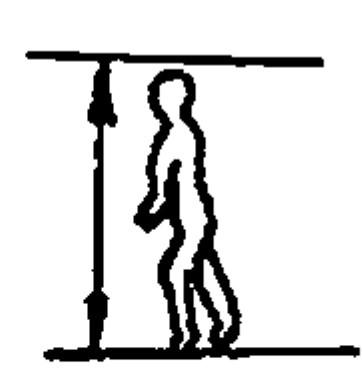

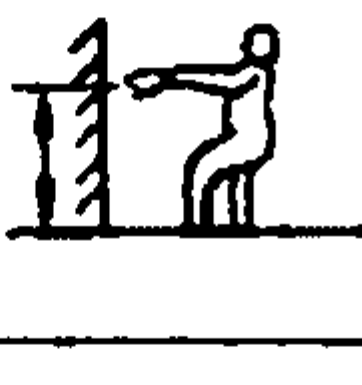
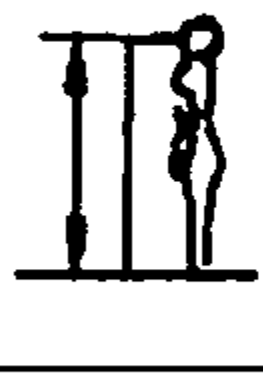
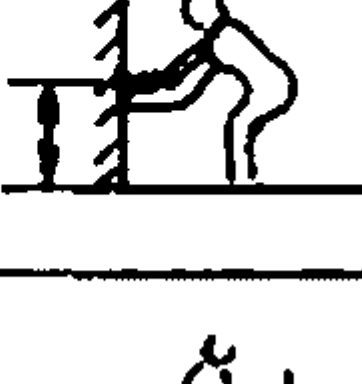
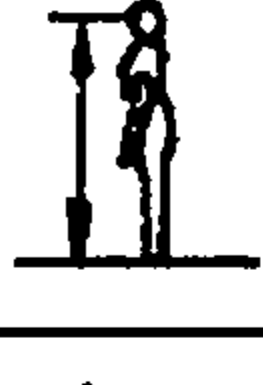
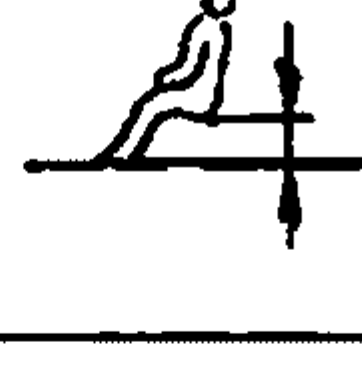

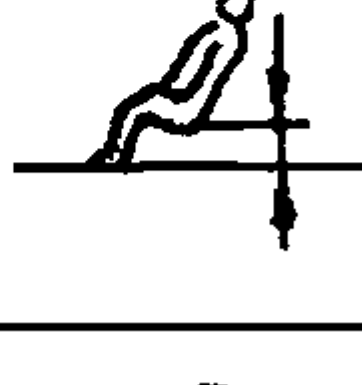

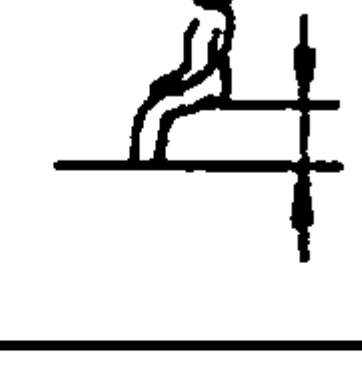

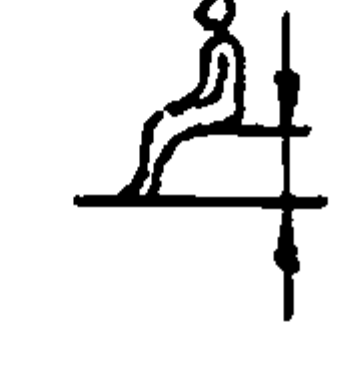

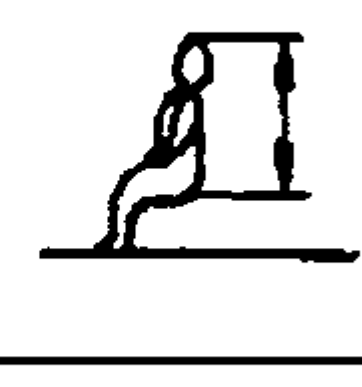
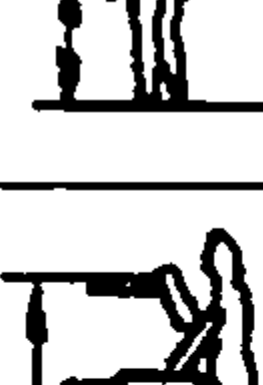
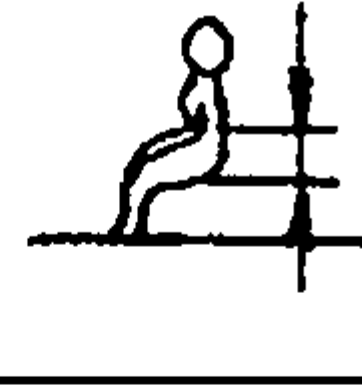
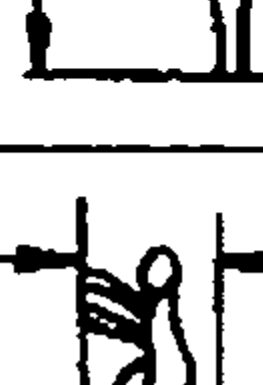


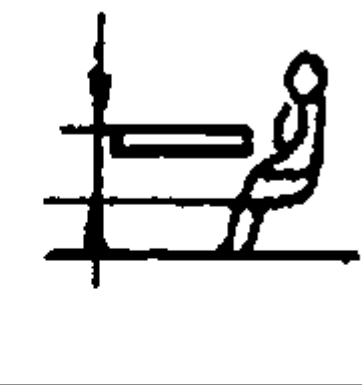

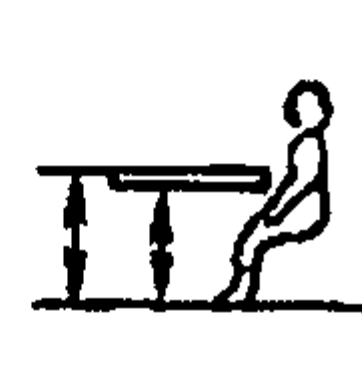

类型	说 明	应 用 图 例
适合男子站姿或坐姿的仪表台(板)控制操作	空间尺寸(见图例)	
适应男子站姿、坐姿和靠坐三种姿势的小型仪表车床操作	H 为操作者身高 车床的尺寸关系,按图例中对应的人机关系尺寸确定	

4.5 以身高为基准的设备与用具空间尺寸的推算图表(见表 42. 6-23)

表 42. 6-23 以人体身高推算空间尺寸的推算图表



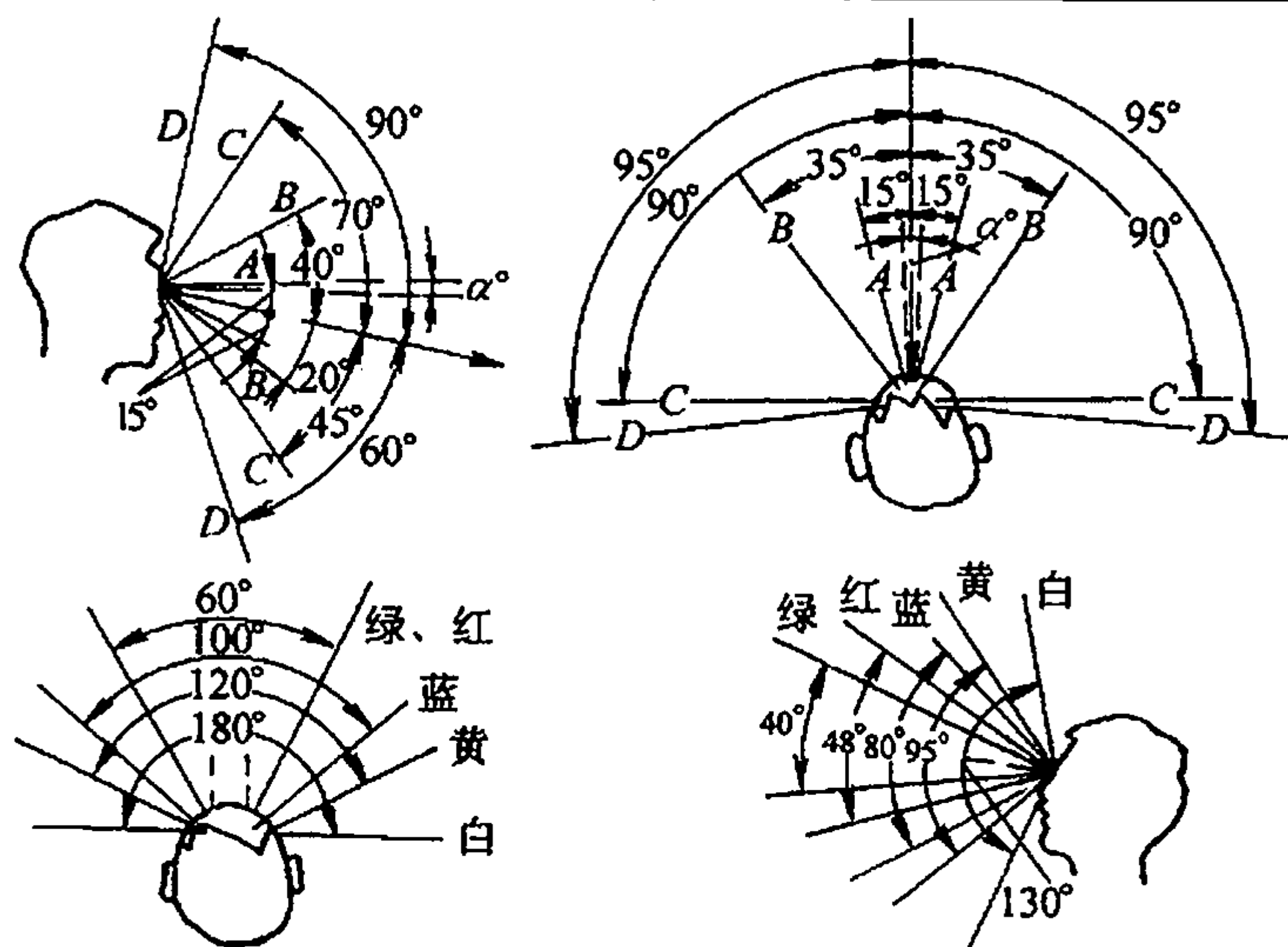
(续)

代号	图 示	尺寸名称	占身高的比值	代号	图 示	尺寸名称	占身高的比值
H		身高	$(1/1)H$	13		楼梯的顶棚高度 (最小值, 地面倾斜度为 $25^\circ \sim 35^\circ$)	$(1/1)H$
1		举手达到的高度	$(4/3)H$	14		倾斜地面的顶棚高度 (最小值, 地面倾斜度为 $5^\circ \sim 15^\circ$)	$(8/7)H$
2		可随意取放东西的 搁板高度(上限值)	$(7/6)H$	15		能发挥最大拉力的高 度	$(3/5)H$
3		遮挡住直立姿势视 线的隔板高度(下限 值)	$(33/34)H$	16		盥洗槽高度	$(4/9)H$
4		直立姿势眼高	$(11/12)H$	17		小憩用椅子的高 度 ^①	$(1/6)H$
5		抽屉高度(上限 值)	$(10/11)H$	18		休息用椅子的高 度 ^①	$(1/6)H$
6		手提物的高度(最 大值)	$(3/8)H$	19		轻度工作的工作椅 高度 ^①	$(3/14)H$
7		桌面高度	$(10/19)H$	20		工作椅的高度 ^①	$(3/13)H$
8		采取直立姿势的工 作面高度	$(6/11)H$	21		坐高(坐姿)	$(6/11)H$
9		人体重心高度	$(5/9)H$	22		工作用椅子的椅面 至靠背点的距离	$(3/20)H$
10		使用方便的搁板高 度(上限值)	$(6/7)H$	23		椅子扶手至椅子座 面的距离	$(2/13)H$
11		垂直踏棍爬梯的空 间尺寸(最小值, 倾 斜 $80^\circ \sim 90^\circ$)	$(2/5)H$	24		桌面与椅子坐面高 差	$(3/17)H$
12		斜坡大的楼梯的天 棚高度(最小值, 倾 斜度为 50° 左右)	$(3/4)H$	25		办公桌面高度 ^①	$(7/17)H$
				26		桌下空间高度(最 小值)	$(1/3)H$

① 以座位基准点的高度计, 不包括鞋高。

5 人的视野(见表 42.6-24、25)

表 42.6-24 人的视野特性与范围界限



名 称		代号	定义及条件	范围界限	应用特点
视 野			头不动,眼可动,眼所能看见物体的范围		
固定视野			头、眼均不动,眼所能看见物体的范围		
观察物体形象	垂直视野	最适宜的视中心线位置	头、眼均不动	下 15°	
		最佳视野界限	A	0° ~ 下 30°	安置最重要的指示器
		最佳视觉区	α	0° ~ 下 3°	安置最重要中的主要指示器
		有效(最大)视野界限	B	上 25° ~ 下 35°	安置较主要的指示器和操纵器
		最大固定视野界限	C	上 55° ~ 下 60°	边沿处似乎可见,但不能辨认
		扩大的视野界限	D	上 75° ~ 下 75°	边沿处似乎可见,但不能辨认
	水平视野(双眼)	最舒适的视中心线位置	头、眼均不动	0°	
		最佳视野界限	A	左 15° ~ 右 15°	安置最重要的指示器
		最佳视觉区	α	左 1.5° ~ 右 1.5°	安置最重要中的主要指示器
		有效(最大)视野界限	B	左 35° ~ 右 35°	
		最大固定视野界限	C	左 90° ~ 右 90°	
		扩大的视野界限	D	左 95° ~ 右 95°	
观察物体色彩	垂直视野	对白色的最大视野范围	头、眼均不动	上 65° ~ 下 65°	安置该颜色指示器在此范围内
		对黄色的最大视野范围	头、眼均不动	上 45° ~ 下 45°	安置该颜色指示器在此范围内
		对蓝色的最大视野范围	头、眼均不动	上 40° ~ 下 40°	安置该颜色指示器在此范围内
		对红色的最大视野范围	头、眼均不动	上 22.5° ~ 下 22.5°	安置该颜色指示器在此范围内
		对绿色的最大视野范围	头、眼均不动	上 20° ~ 下 20°	安置该颜色指示器在此范围内
	水平视野(双眼)	对白色的最大视野范围	头、眼均不动	左 90° ~ 右 90°	安置该颜色指示器在此范围内
		对黄色的最大视野范围	头、眼均不动	左 60° ~ 右 60°	安置该颜色指示器在此范围内
		对蓝色的最大视野范围	头、眼均不动	左 50° ~ 右 50°	安置该颜色指示器在此范围内
		对红色和绿色的最大视野范围	头、眼均不动	左 30° ~ 右 30°	安置该颜色指示器在此范围内

表 42.6-25 不同性质工作的距离选择与固定视野关系

(mm)

工作性质	工作举例	视距离(眼至视觉对象)	固定视野直径	备 注
最精细的工作	安装最小部件(表、电子元件)	120 ~ 250	200 ~ 400	完全坐着,部分地依靠视觉辅助手段(放大镜、显微镜)
精细工作	安装收音机、电视机	250 ~ 350 (多数 300 ~ 320)	400 ~ 600	坐着或站着
中等粗活	在机床、印刷机……旁工作	500 以下	至 800	坐或站
粗活	粗磨、包装	500 ~ 1500	300 ~ 2500	多为站着
远看	开汽车等	1500 以上	2500 ~	坐或站

注:根据叶尼克(Jenik, P.).《工作空间》.1965 年及其他资料。

6 人的肢体用力限度

6.1 成人站姿操作的用力状态与范围(见表 42. 6-26、27)

表 42. 6-26 成年男女站姿手臂的用力范围及力与手的状态关系

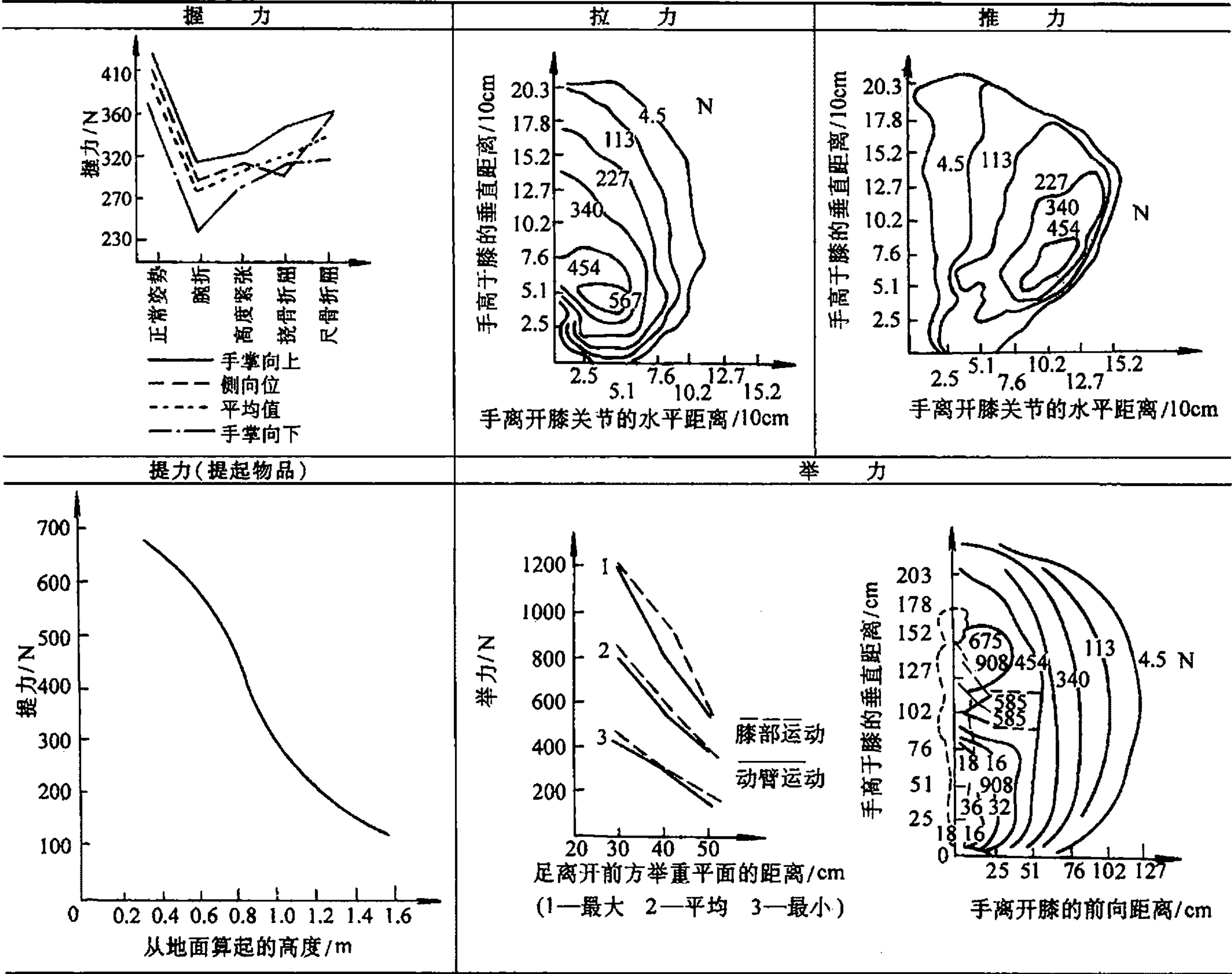





表 42. 6-27 成年男女站姿手臂的用力范围 (N)

	平 均 值				用力保持时间		力与手或姿态的状态关系	
握力	左手		右手		1min 左右		参见表 42.6-26 相对应的图例	
	249		281					
拉力	男		女		随时间而降低			
	703		386					
提力	单手手掌向上		单手手掌向下		双手自下而上			
	272		218		1338			
扭力								
	直立		半弯腰		半蹲			
	男	女	男	女	男	女		
	389 ± 130	204 ± 80	962 ± 342	425 ± 201	555 ± 249	272 ± 141		

6.2 成人坐姿操作的用力状态与范围 (见表 42. 6-28、29)

表 42. 6-28 成人坐姿在不同操纵形式下手臂的用力范围 (N)

最大拉力(平均) 稍小(907)			最大推力(平均) 大(1110)	
	$\alpha = 80^{\circ}$	520		$\alpha = 90^{\circ}$ 最大
	$\alpha = 150^{\circ}$	730		
	$\alpha = 180^{\circ}$	最大		

表 42. 6-29 成人坐姿脚的蹬力状态及范围

蹬力状态		蹬力大小与变化曲线	应用要点
最大蹬力	右腿	平均 2620N(标准差 454N)	
	左腿	平均 2410N(标准差 454N)	
座高(h) 变化的蹬力 变化状况	座垫与靠背间的夹角 (β)改变时的蹬力变化		合理选择 β 角,既适应坐姿的舒适要求,又达到操纵的蹬力要求
	座垫与水平面间的夹角 (α)改变时的蹬力变化		合理选择 α 角,既适应坐姿的舒适要求,又达到操纵的蹬力要求
腿部不同屈折角状态下的最大蹬力			合理选择足操纵器的空间位置,适应要求的蹬力值

7 指示与操作装置的设计及选择

7.1 术语

1) 读出测量值 是一项识别任务,要确定显示的

- 数值或者距规定值的差。
- 2) 定向识别 是一项识别任务,要在瞬间检验显示数值是否与规定值吻合,偏差是否在容许范围内。
- 3) 跟踪测量值的变化 是一项识别任务,要把握测量值变化的方法、数量级和变化速度。

4) 调节 调节部件的操作。








之间相互适应的吻合关系。

5) 调节部件 能改变信息的流动、能量的流动、材料的流动和结构件的位置调整的工作器具的元件或组件。

7.2 指示装置的形式与排列方式选择(见表 42.6-30 ~ 35)

6) 相合关系 指操作运动方向与指示运动方向

表 42.6-30 指示仪表显示方式的适用性选择

显示设备类别		识别任务				一般评语
		读出测量值	定向识别	跟踪测量值的变化	任务的混合形式	
数字量表 12.85		很适用(尤其对宽量程)	有条件地适用	不适用(不能把握测量值的快速变化)	有条件地适用(若测量值的变化很慢)	占地很小,因此可使用大号字体的数字。注意数字体系!可用彩色数码
刻度表显示,活动的标志(如指针),固定的刻度盘	圆周刻度盘 	适用(尤其对宽量程)	很适用	很适用(尤其对宽量程)	很适用(尤其对宽量程)	成系列安排时指针的方向可以相同。刻度盘基线可以很长。可选择零点位置。若指示测量值的标志会部分地失去角度信息,应按角度信息损失的情况来降低适用等级
	四分之三圆周刻度盘 					
	半圆刻度盘 	适用	很适用	很适用	主要在第2和第1象限内很适用	很容易满足协调性的要求。如果显示测量值的标志会部分地失去角度信息,应按角度信息损失的情况来降低适用等级
	四分之一圆刻度盘 	适用	很适用	适用		
	扇形刻度盘 	有条件地适用(扇形面很大时)	有条件地适用(扇形面很大时)	不适用(指示范围太小)	有条件地适用	
	横向量表 	适用	适用	适用	适用	很容易满足协调性的要求。量表的基线可以很长,可以选择零点位置。如果测量值的大小存在直接的运动协调性,或者读出的时间不是临界值,“读出一个测量值”使用纵向量表合适
	纵向量表 	有条件地适用	适用	适用	适用	

(续)

显示设备类别		识 别 任 务				一般评语
		读出测量值	定向识别	跟踪测量值的变化	任务的混合形式	
固定标志(如指针)的 量表显示,量表活动盘	显示范围大部或全部可见的显示设备	适用	有条件地适用	有条件地适用	有条件地适用	很容易满足协调性的要求。量表的基线可以很长,可以选择零点位置。如果测量值的大小存在直接的运动协调性,或者读出的时间不是临界值。“读出一个测量值”使用纵向量表合适
	只有一小部分显示范围可以看到的显示设备	有条件地适用(至少有两个参数数字可见)	有条件地适用	不适用	有条件地适用	

注:表中各个象限的编号为

2

1

3

4

表 42.6-31 仪表零点标志排列方位的选择



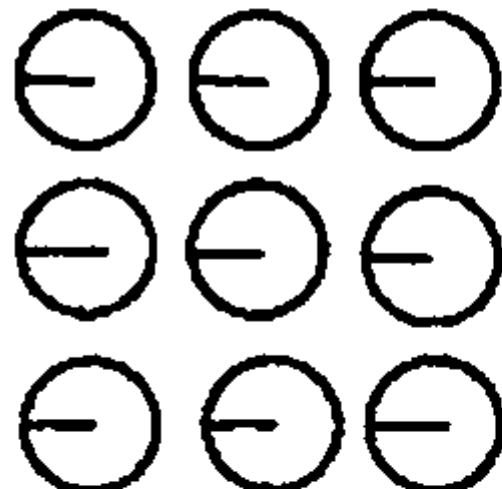
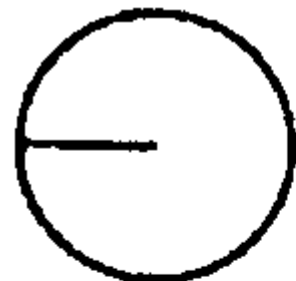
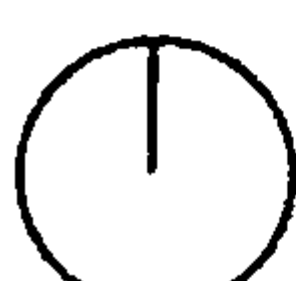
排列状况		图 示	仪表零点方位排列形式
多个仪表水平排列			所有仪表零点方位水平按一直线形式排列,便于快速认读和校正
多个仪表垂直排列			所有仪表零点方位垂直按一直线形式排列,便于快速认读和校正
多个仪表矩阵形排列			所有仪表零点方位水平分排按一直线形式排列,便于快速认读和校正
单个仪表	要求高质量的认读		仪表零点标志的最优位置是在最左边的一点上
	眼睛在垂直运动状态下方便认读		仪表零点标志的最优位置是在最上边的一点上

表 42.6-32 仪表指示运动与操纵运动的相合关系选择

仪表方位		正 前 面				水 平 面	
手柄方位	较适应的相合关系	指针运动方向				手柄运动方向	
	手柄运动方向						
正前面							
右侧面							
水平面							

表 42.6-33 认读距离与拉丁字母、阿拉伯数字字高的关系选择

视距 /mm	字母和数字性质	不同照度条件下的字高/mm			备 注
		低亮度下 (最低 0.32lx)	中等亮度下 (一般情况)	高亮度下 (最低 110.77lx)	
最佳视距 710	重要的(位置可变)	51 ~ 76		30 ~ 51	视距变化字母的增大比率为 增大比率 = $\frac{\text{视距}/\text{mm}}{710\text{mm}}$
	重要的(位置固定)	36 ~ 76		25 ~ 51	
	不重要的	2 ~ 51		2 ~ 51	

(续)

视距 /mm	字母和数字性质	不同照度条件下的字高/mm			备 注
		低亮度下 (最低 0.32lx)	中等亮度下 (一般情况)	高亮度下 (最低 110.77lx)	
小于 80	一般用途		2.3		字母数字之间的间距,最小应为 1 个 笔划宽,每个词之间的间距,最小应为一个字母宽
80 ~ 900			4.3		
900 ~ 1800			8.6		
1800 ~ 3600			17.3		
3600 ~ 6000			28.7		

表 42.6-34 适宜认读的字母笔划宽度与字高之比的选择建议

认读状况	字 体	笔划宽: 字高
低照度下	粗	1:5
字母与背景的明度对比较低时	粗	1:5
明度对比值大于 1:12(白底黑字)	中粗至中	1:6 ~ 1:8
明度对比值大于 1:12(黑底白字)	中至细	1:8 ~ 1:10
黑色字母于发光的背景上	粗	1:5
发光字母于黑色的背景上	中至细	1:8 ~ 1:10
字母有较高的明度	极细	1:12 ~ 1:20
视距较大而字母大小较小的情况下	粗至中粗	1:5 ~ 1:6














表 42.6-35 颜色指示的选择应用

颜 色	一般意义	应 用 性 质			
		信号(指示)灯	操作按钮	安全标志	表示管道 流动物料
红色(对比 色为白色)	停止、直接危险 紧急开关设备 禁止 救火	警戒、危险警报、禁止、 停止、不安全(立即采取 干预措施)	停止、关闭危 险情况下的行动	停止、禁止、 (用于标明消防 用材料)	蒸汽
黄色(对比 色为黑色)	小心 警告有潜伏危险 有危险物质或会相撞、翻 倒、挤压(黄黑条纹的宽度 比例为 1:1 至 1:5)	小心(条件改变或即将 发生变化)	采取措施	小心,可能有 危险	其他气体
绿色(对比 色为白色)	无危险 自由通过 人员急救	安全(安全运行或允许 继续运行)	起动或接通	无危险急救	水
蓝色(对比 色为白色)	安全技术指令和生产指令	特殊信息(遥控显示, 调节位置的选择开关)作 为远距离的灯光指示“注 意、停止”	不与上述颜色 意义重复的任何 一种意义	禁止符号指示	空气 氧气
白色		一般信息	无特殊意义	图像符号颜色	—
黑色		—	无特殊意义	图像符号颜色	—
灰色			无特殊意义		真空
橙色		户外有雾情况下作为灯 光指示			酸
紫色					碱
褐色					其他液体 (油)


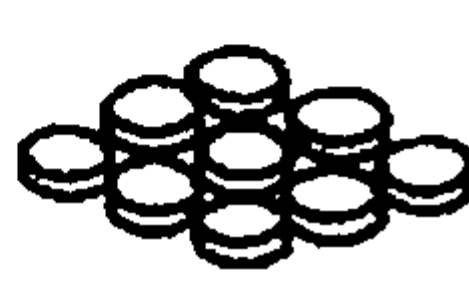


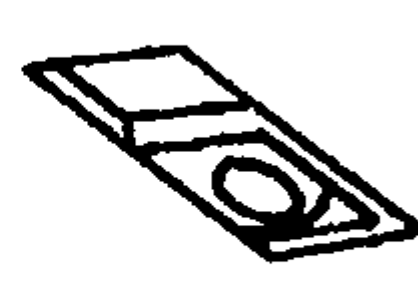



注:信号灯作为颜色信号编码,建议采用的编码色彩和优劣的排列次序为:黄、紫、橙、浅蓝、红、浅黄、绿、紫红、蓝、黄粉等,同一类编码用色彩不宜超过 5 种。

7.3 操作、调节装置形式、参数与安置空间的选择(见表 42.6-36 ~ 表 42.6-49)

表 42.6-36 操作、调节部件的应用可能性选择

调节的运动	调节部件举例		手握类或脚踏类	于下述情况下的适用性											
				两个工位	多于两个工位	无级调节	调节件保持 在某一工位	某一工位的 快速调整	准确调整 某一工位的	占地少	若干调节部件 单手同时调节	位置可见	位置可及	阻止无意 识调节	可固定 调节部件
转动	曲柄		抓、握	○	○	□	□	○	○	△	△	○	○	△	○
	手轮		抓、握	○	□	□	□	○	□	△	△	△	△	△	□
	旋塞		抓	□	□	□	□	○	□	○	△	□	○	○	○
	旋钮		抓	□	□	□	△	○	□	□	△	○	△	○	△
	钥匙		抓	□	○	△	□	○	○	○	△	□	○	○	△
摆动	开关杆		抓	□	□	○	○	□	○	△	△	□	□	△	△
	调节杆		握	□	□	□	□	□	○	△	△	□	□	△	○
	杠杆电键		手触抓	□	△	△	○	□	△	○	□	△	○	△	△
	拨动式开关		手触抓	□	○	△	△	□	□	□	□	□	□	△	△
	摆动式开关		手触	□	△	△	△	□	□	□	□	○	○	△	△
	脚挡		全脚踏上	□	○	□	□	□	○	△	△	△	△	△	○
按压滑动	钢丝脱扣器		手触	□	△	○	○	△	△	□	△	△	△	□	△
	按钮		手触、脚掌 或脚踏上	□	△	△	△	□	□	□	□	○	○	△	△

(续)

调节的运动	调节部件举例		手握类或脚踏类	于下述情况下的适用性													
				两个工位	多于两个工位	无级调节	调节件保持	在某一工位的	快速调整	某一工位的	准确调整	占地少	单手同时调节	若干调节部件	位置可见	位置可及	阻止无意识调节
按压滑动	按键		手触、脚掌或脚踏上	□	△	△	□	□	□	□	□	□	△	△	△	△	△
	键盘		手触	□	△	△	□	□	□	□	□	□	△	△	△	△	△
	手闸		手触抓、握	□	□	□	□	□	□	○	△	○	□	□	△	○	○
	指拨滑坑、形状决定		手触抓	□	□	□	□	□	□	○	○	○	□	□	△	△	△
	指拨滑块、摩擦决定		手触	□	△	△	△	○	○	○	□	△	□	△	○	△	△
牵拉	拉环		握	□	○	○	□	□	○	△	△	□	△	△	△	□	□
	拉手		握	□	○	○	○	○	○	○	○	△	□	○	○	○	○
	拉圈		手触抓	□	○	○	□	○	○	○	○	△	□	○	○	△	△
	钮		抓	□	○	○	○	○	○	○	○	△	□	○	○	△	△

注: 1. □—极适用, ○—适用, △—不适用。

2. 在适用性判据中凡列为“不适用”或“适用”的调节部件, 若具有适当的结构设计时, 这些调节部件可视为“适用”或“很适用”。在“阻止无意识调节”项下尤为如此。但只有当不可能使用其他调节部件时才可以这样做。

3. 在判断有关“一个工位的快速调节”时, 考虑了接触时间。

表 42.6-37 小操作力下建议采用的调节件

要 求	调节部件
2 个不连续工位	按钮、按键、拨动式开关、摆动开关、电键开关
3 个不连续工位	旋转开关、拨动式开关
4 ~ 24 个不连续工位	旋转开关、键盘
无级调节(线性调节或小于 360°者)	旋钮、偏心轮、调节杆、调节手柄
无级调节(大于 360°者)	旋钮、曲柄

表 42.6-38 大操作力下建议采用的调节部件

要 求	调节部件
2 个不连续工位	脚踏按钮、手压按钮、开关杆
3 ~ 24 个不连续工位	转动开关、开关杆
无级调节(线性调节或小于 360°者)	手轮、调节杆、调节手柄、曲柄
无级调节(大于 360°者)	手轮、曲柄

表 42.6-39 操作功能与调节动作合理配合的选择建议

功 能	调节动作
开	向上、向右、向前、右转、拉
关	向下、向左、向后、左转、按压
向右	向右、右转
向左	向左、左转
向上、升	向上
向下、降	向下
关闭	向上、向后、拉、右转
打开	向下、向前、按压、左转
增加	向前、向上、向右、右转
减小	向后、向下、向左、左转
前进	向上、向右
后退	向下、向左
开车	向上、向右、向前、右转
刹车	向下、向左、向后、左转

表 42.6-40 旋转调节部件的调节角度与力矩的适应范围

调节部件	调节角度	力 矩		
曲柄	无限制	曲柄半径	调 节	
			单手	双手
		100mm 以下	0.6 ~ 3N·m	10 ~ 28N·m 8 ~ 160N·m
		100 ~ 200mm	5 ~ 14N·m	
手轮	无限制 无把手60°	200 ~ 400mm	4 ~ 80N·m	
		25 ~ 50mm	0.5 ~ 6.5N·m	2 ~ 40N·m
		50 ~ 200mm		4 ~ 60N·m
旋钮	在两个开关位置之间15° ~ 90°	200 ~ 250mm		
		25mm 以下: 1.0 ~ 0.3N·m 25mm 以上: 0.3 ~ 0.7N·m		
旋塞	无限	φ15 ~ φ25mm: 0.62 ~ 0.05N·m φ25 ~ φ70mm: 0.035 ~ 0.7N·m		
钥匙	15° ~ 90°在两个开关位置之间	0.1 ~ 0.5N·m		

注:最大值只是靠手操作时的推荐值。

表 42.6-41 摆动调节部件(常用)的调程与调节力的适宜范围

调节部件类型	调程/mm	调节力/N
开关杆	20 ~ 300	5 ~ 100
调节杆(单手调节)	100 ~ 400	10 ~ 200
杠杆键	3 ~ 6	1 ~ 20
拨动式开关	10 ~ 40	2 ~ 8
摆动式开关	4 ~ 10	2 ~ 8
踏板	20 ~ 150	30 ~ 100

注:1. 调程的数据按身体部分与调节部件之间力的作用点间计算。

2. 若脚踏板为脚踏杠杆式,这种调节部件在很少操作和布置合理的情况下,调节力可能在 900N 以下,调程可为 50 至 150mm。

表 42.6-42 按压调节部件(常用)的调程与调节力的适宜范围

调节部件	调程/mm	调节力/N
钢丝脱扣器按钮	10 ~ 20	0.8 ~ 3
	用手指: 2 ~ 40	1 ~ 8
	用手: 6 ~ 40	4 ~ 16 ^①
	用脚: 12 ~ 60	15 ~ 90
键盘	用手指: 2 ~ 6	0.8 ~ 3
	(电气断路器)	
	用手指: 6 ~ 16	
	(机械杠杆)	

① 事故开关至 60N。

表 42.6-43 滑动调节部件(常用)的调程与调节力的适宜范围

调节部件	调程/mm	调节力/N
手闸	10 ~ 400	20 ~ 60
指拨滑块	5 ~ 25	1.5 ~ 20

表 42.6-44 牵拉调节部件(常用)的调程与调节力的适宜范围

调节部件种类	调程/mm	调节力/N
拉环	10 ~ 400	20 ~ 100
拉手	10 ~ 400	20 ~ 60
拉圈	10 ~ 100	5 ~ 20
拉钮	5 ~ 100	5 ~ 20

表 42.6-45 足操纵器的适宜用力值选择

足操纵器	建议用力值/N
足休息时足踏板的承受力	18 ~ 32
悬挂的足蹬	45 ~ 68
功率制动器	直至 68
离合器和机械制动器	直至 136
离合器和机械制动器的最大蹬力	272
方向舵	726 ~ 1814
可允许的足蹬力最大值	2268
创记录的足蹬力最大值	4082

表 42.6-46 按手轮、摇把应用特点选择适宜的旋转半程

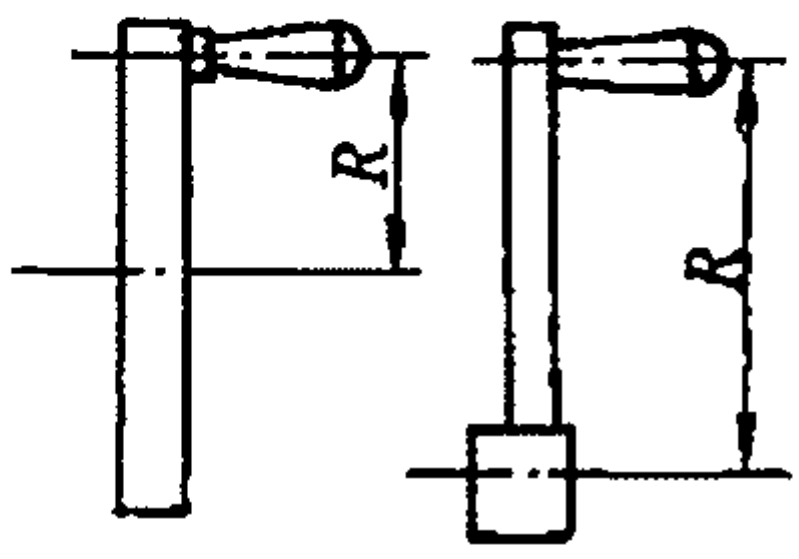
手轮及摇把	应用特点	建议采用的 R 值/mm
	一般转动多圈	20 ~ 51
	快速转动	28 ~ 32
	调节指针到指定刻度	60 ~ 65
	追踪调节用	51 ~ 76

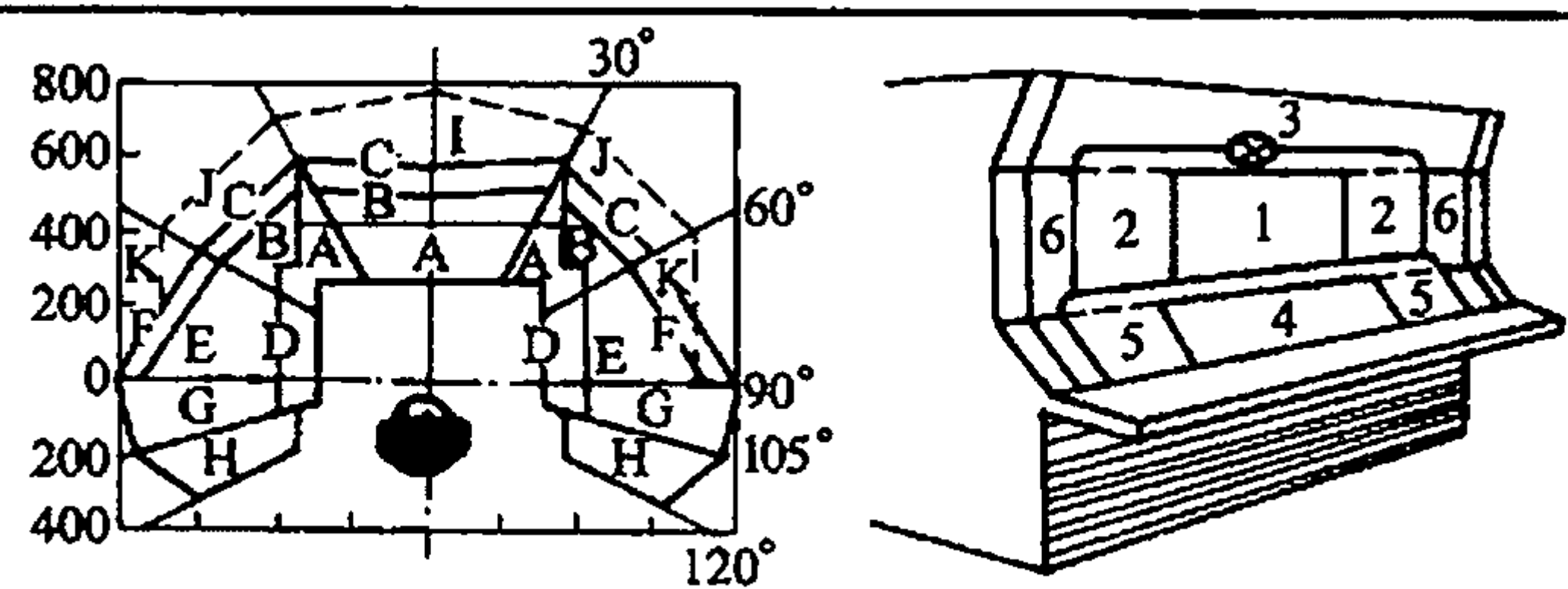
表 42.6-47 按安置状况和力矩值选择适宜的手轮直径

离地高度 /cm	离开水平线 的斜度(°)	操纵器	在力矩为下列数值时,操纵器应有的直径/cm ²			
			0N·cm	230N·cm	460N·cm	1040N·cm
91.4	0(前方)	手轮	7.6~20.3	25.4~40.6	25.4~40.6	40.6
91.4	0(侧方)	手轮	7.6~15.2	25.4	25.4	25.4
91.4	0(前方)	摇把	3.8~11.4	6.4~19.1	11.4~19.1	11.4~19.1
100.0	-45	手轮	7.6~15.2	25.4~40.6	25.2~40.6	25.4~40.6
100.6	-45	摇把	6.4~19.1	6.4~19.1	11.4~19.1	11.4~19.1
106.7	+45	手轮	7.6~15.2	15.2~25.4	25.4	25.4~40.6
106.7	+45	摇把	6.4~11.4	6.4~11.4	6.4~11.4	11.4

表 42.6-48 手轮、摇把安置的空间位置选择

安置状况	图 例	适应范围
转轴与人体前方平面成 60°~90° 夹角		适用于需快速转动的摇把或手轮
转轴与人体前方平面相平行,离地面高度在 1000~1050mm 范围内		适用于需用力较大的状况
转轴与人体前方平面相平行,离地面高度接近操作者的肩部尺寸左右		适用于施加很大的推力

表 42.6-49 操纵器和仪表在控制面板上合理分布的建议



项目	操纵仪和仪表的特征	建议的分布区域(字母与图相对应)
使用情况	常用 次常用 不常用 按仪表进行操作(不向外观察) 要求精确度较高 视敏度要求较小	4,A,D 5,B,E 6,C,F,G,H,I,J,K A,B,C A,B,C,I,J D,E,F,G,H,K
操作条件	按钮 操纵杆 手指操作 手腕操作 操作运动细长 操作运动按不同特征而有差别 手部用力大于 120N	B,C,F,H,I,J,K 操纵点前方 300mm 区域 操纵点前方 50~80mm 区域 A,B,E,G A,B C,D,E,F,G,H A,B,E,G
仪表	最常用最重要者 第二级 较少用较次要者	1 2 3

第7章 工作环境设计

1 工作环境的照明设计

1.1 术语

1) 昼光因数(采光系数) 在室内给定平面的一点上,由于直接或间接地接收来自假定或已知亮度分布的天空而产生的天然光照度,与此刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生扩散光照度之比。

2) 照度均匀度 表示给定平面上照度变化的度量。可用下列方法中的一种表示:①最小与平均照度之比;②最小与最大照度之比。

3) 阴影 物体受日光(或其他光源)照射所产生的影子。

4) 额定照度 是设置照明装置区域内的平均照度之额定值,考虑了视觉作业提出的要求,以及心理、生理和经济等观点。

5) 显色性 是在这个光源照射下,与作为标准光源的照射相比较,各种颜色在视觉上的变化(失真)程度。一般用日光或接近日光的人工光源作为标准,其显色性最优,指数为100。

6) 眩光 在视野中由于光亮度分布,或范围不适宜,或在空间或时间上存在着极端的亮度对比,以致引起不舒适和降低物体可见度的视觉条件。

7) 直接眩光 由视野中的高亮度,或未曾充分遮蔽的光源所产生的眩光。

8) 反射眩光 由视野中的光泽表面的反射所产生的眩光。

9) 失能眩光(生理眩光) 降低视觉功效和可见度的眩光。

10) 不舒适眩光 引起不舒适感觉,造成过早视觉疲劳、工作效率降低、活动能力减弱,但不一定降低视觉功效或可见度的眩光。

11) 眩光常数 用来评价不舒适眩光的作用程度。

$$\text{眩光常数 } G = k \frac{L^{1.6} w^{0.8}}{L_b P^{1.6}} = \frac{L^{1.6} w^{0.8}}{L_b} \times p$$

式中 k ——亮度单位用 cd/m^2 时, $k=0.478$;

L ——眩光源的亮度;

L_b ——视野背景亮度;

w ——眩光源对眼睛所张的立体角(球面度);

p ——位置因数, $p = \left[\frac{P(10^\circ, 0^\circ)}{P(\theta, \phi)} \right]^{1.6}$ 。其中,

$P(10^\circ, 0^\circ)$ 为光源偏离视线的角度,是 10° 和 0° 的位置指数, $P(\theta, \phi)$,为光源偏离视线角度为 θ 和 ϕ 的位置指数, P 为位置指数。

在视野内有几个眩光时,总眩光常数等于各眩光常数的总和,即

$$G = G_1 + G_2 + \dots = \Sigma G_i$$

位置因数 p 可从表 42.7-6 中查出,光源从视线方向偏移 $\theta=10^\circ, \phi=0^\circ$ 时,位置因数 $p=1$ 。

12) 眩光指数 为简化数字,代替眩光常数来评价不舒适眩光的作用程度。

$$\text{眩光指数 } GI = 10 \lg G = 10 \lg \left(\frac{L^{1.6} w^{0.8}}{L_b} \times p \right)$$

公式中各参数如上, p 可由表 42.7-6 中查出。

立体角 w 可用下式计算,即

$$w = A \cos \phi / l^2$$

式中 $A \cos \phi$ ——光源在人眼方向的表面积(投影面积);

l ——光源到人眼的距离。

1.2 工作环境照明的一般要求与参数选择 (见表 42.7-1 ~ 7)

表 42.7-1 室内昼光照明(不采用灯光)的基本要求

项 目	要 求 及 改 善 措 施
昼光因素 c (采光系数)	侧墙开窗房间 $c \geq 1\%$ 有天窗房间 $c \geq 4\%$ 有较高的特殊要求,具体另定
采光的均匀度 g (最低要求)	一边墙上开窗的房间 $g = \frac{c_{\min}}{c_{\max}} = 1:6$ 用天窗采光的房间 $g = \frac{c_{\min}}{c_{\max}} = 1:2$ 改善措施: 两侧或几侧设窗 设置固定或活动的遮阳 窗的合理布置 采用控光玻璃 房间界面和装修采用高的反射率

(续)

项 目	要 求 及 改 善 措 施	项 目	要 求 及 改 善 措 施
无眩光的程度	避免太阳的直接眩光(采用遮阳) 避免镜面、地面、桌面的强反射眩光(合理布置方位,改善表面肌理)	阴影和光的入射方向	对辨别物体的形体很重要的房间内(车间、体育馆等),必须控制阴影的适当程度 避免光线入射方向相反的现象 当几面开窗有多个阴阳时,应采用控光玻璃,减弱相反方向的入射光,使影子变得柔和 工作位置上必须做到手和身体在作面上的阴影不致造成干扰

表 42.7-2 工作环境灯光照明设计的基本要求

项 目	相关因素及性质	实 测 与 设 计 要 求
额定照度 E_n	照明装置的平均老化程度 被照区域 指工作面所在位置而言	一般情况下,测定地板以上 0.85m 高的水平工作面的额定值 建筑物内的通道,测定地板以上 0.2m 高的通道中心线处的额定值 选取的照度最少必须相当于给定的额定值,计算照明装置时,应乘以最小为 1.25 的设计系数 工作面上的照度,算术平均值不低于 $0.8E_n$,任何时候和工作位置的照度,均不得低于 $0.6E_n$
光 色	暖白光 w_w	依据不同的工作环境要求选择(见表 42.7-3)
	中性白光 n_w	
	日光白的光 t_w	
显性色等级(指数 R_a)	1) $R_a \geq 85$ 2) $70 \leq R_a < 85$ 3) $40 \leq R_a < 70$ 4) $R_a < 40$	室内照明一般不得采用低于 3 级显色性的光源 应能识别安全色,工作场所不准应用单色光辐射的光源(如低压钠灯)
直接眩光限制的质量等级	1) 高要求 2) 中等要求 3) 低要求 灯具类型与布置方式 灯具与发射角有关的平均亮度分布 额定照度 保护角 光源在规定条件下的光通量	室内经常有人使用的工作位置上,只有能保持符合要求的质量等级时,才能使用漫射灯具 在检验表面工作台上,可以与要求的质量等级有所不同 局部照明用灯具,应避免直接看到光源

表 42.7-3 工作场所的人工照明标准值

房 间 或 活 动 类 型			额定照度 E_n/lx	光 色	显色性 级别	直射眩光限制的 质量等级	备 注
工厂一般用房		停车室的通道区	50	n_w	3	—	
	仓库	同类的或大型物件的仓储室	50	n_w	3	—	} 允许用高压钠灯
		有搜索作业要求的非同类物料的仓储室	100	n_w	3	3	
		需进行阅读作业的仓储室	200	n_w	3	2	

(续)

房间或活动类型			额定照度 E_n/lx	光色	显色性 级别	直射眩光限制 的质量等级	备 注
工 厂 一 般 用 房	自动 高架 仓库	通道	20	n_w	3	3	
		工作台	200	n_w	2	1	
		发料	200		3	2	
	休息室、 医疗保健室	食堂	200	w_w	2	1	突出气氛的照明,有时用 白炽灯
		其他休息室	100	n_w	2	1	
		人体平衡训练室	300		2	1	
		更衣室	100		2	2	有时另加镜前照明
		盥洗室	100		2	2	
		厕所	100		2	2	
		医务室、急救室、治疗室	500		1	1	
	住房用 技术设施	机房	100		3	3	
		电源间和配电间	100		3	3	
		电传室、邮电所	500		2	1	
		电话交换台	300		2	1	
	房屋内的 通道	人行通道	50		3	3	额定照度应与相邻房间适 应: $E_{n1} \geq 0.1 E_{n2}$, 其中 E_{n1} 为 通道的 E_n , E_{n2} 为相邻房间的 E_n
		人行和车辆用的通道	100		3	3	
		楼梯、电梯间和斜坡通道	100	w_w			
		装卸站台	100		3	3	
		通道区内自动运输装置或传送带	100	n_w	3	3	
	办公室或类似 办公室的房间	只有靠近窗户的工作位置采用昼光 照明的办公室	300		2	1	按工作位置布置的一般照 明,工作位置上的照度至少 为 $0.8 E_n$ 高反射率: 顶棚至少为 0.7, 墙/活动隔墙至少 0.5, 允许采用局部照明 E_n 相对于画板的使用位置 为水平成 75° 夹角。中点高 度为 1.2m, 图表显示装置工 作台的标准正在制订中
		办公室	500		2	1	
		大空间办公室			2	1	
		——高反射率	750				
		——中等反射率	1000				
		工程制图	750		2	1	
		会议室和洽谈室	300	n_w	2	1	
		接待室	100		2	1	
		有公共交通的房间	200		2	1	
		数据处理机房	500		2	1	
机械制造工业	机械加工车间	车、铣、刨等粗加工和中等精度加工 的车床工作允许公差为 $\geq 0.1\text{mm}$	300	w_w	3	2	允许有所不同的范围,参 见 DIN7168
		精密车床工作允许公差为 $< 0.1\text{mm}$	500	n_w	3	1	
		划线和检验台,测量台	750		3	1	
	装配车间	粗	200	w_w	3	2	
		中等精度	300	n_w	3	1	
		精密	500		3	1	

(续)

房 间 或 活 动 类 型			额定照度 E_n/lx	光 色	显色性 级别	直射眩光限制的 质量等级	备 注
机 械 制 造 工 业	冷 作 车 间	冷轧	200		3	3	允许用高压钠灯
		拉丝、拔管、带钢冷弯成型	300	w_w	3	2	
		重型板材加工($\geq 5\text{mm}$)	200	n_w	3	2	
		轻型板材加工($< 5\text{mm}$)	300		3	2	
		手工工具和切削制品加工	500		3	1	
	锻 焊 车 间	小部件的自由模锻	200	w_w	3	2	允许采用高压钠灯
		焊接	300	n_w	3	2	
	铸 造 车 间	地下人行沟道、传动带通道、地下室等	50		3	3	允许采用高压钠灯
		平台	100		3	2	
		砂处理	200		3	3	
		铸件清理车间	200	w_w	3	2	
		化铁炉和混铁炉工作台	200	n_w	3	2	
		浇铸车间	200		3	2	
		落砂车间	200		3	2	
		机械造型车间	200		3	2	
		手工造型车间	300		3	2	
		型芯制作车间	300		3	2	
		木模车间	500		3	1	
	表 面 处 理 车 间	电镀	300	w_w	3	2	以采用局部照明
		刮铲、油漆、涂漆	300	n_w	3	1	
		检查台	750		2	1	
		工具、量具和夹具制造,精密机械,特级精密安装	1000	t_w	3	1	
	汽 车 车 身 制 造 车 间	车身毛坯	500		3	2	在装配线上要求采用与工作位置相联系的荧光灯照明时,如果工艺上需要可以不必限制眩光
		车身表面加工	500	w_w	3	2	
		涂漆喷漆室	750	n_w	3	—	
		油漆磨光车间	750	t_w	3	1	
		油漆修整间	1000		3	1	
		弹簧垫制作间	500		3	2	
		车体和车厢最后组装	500		3	2	
		检验	750		3	1	
电 气 制 造 工 业	电缆和导线制造,线圈涂漆和浸渍,大型机械安装简单安装工作,粗导线线圈和电枢的绕线		300	w_w 、 n_w	3	1	以采用局部照明为宜
			500		3	1	
	电话机和小型电动机的安装,中等导线线圈和电枢的绕线		1000	w_w	3	1	
	精密电器、广播器材和电视机安装,细导线线圈的绕线,熔丝制作,调整、校验、校准		1500	n_w 、 t_w	2	1	
	特别精密的部件电子组件						

(续)

房间或活动类型		额定照度 E_n/lx	光色	显色性 级别	直射眩光限制 的质量等级	备 注
饰品和制表工业	饰品制造	1000	w_w	2	1	以采用局部照明为宜
	宝石加工	1500	n_w	1	1	
	光学器具和钟表制作车间	1500	t_w	2	1	
手工业和小作坊 (各行业示例)	钢结构组件除锈和涂漆	200		3	2	
	暖气和通风设备的预装	200	w_w	3	2	
	五金和白铁作坊	300	n_w	3	2	
	汽车修车场	300		3	2	
	建筑细木工	500		3	2	
	机械仪器修理店	500		3	1	
	收音机和电视机修配店	500		2	1	

注:光色代号见表 42.7-2。

表 42.7-4 眩光常数与相应的不舒服程度

眩光常数 G	不舒服程度	眩光常数 G	不舒服程度
> 600	难以忍受	35	正好可以接受
600	开始感到难忍	35 ~ 8	已觉察到,但可以接受
600 ~ 150	不舒服	8	开始觉察到
150	开始感到不舒服	< 8	无影响
150 ~ 35	分散注意力,但并未感到不舒服		

表 42.7-5 室内照明眩光指数限度

场 所	分 类	眩光指数限度	场 所	分 类	眩光指数限度
办公室	一般办公室	19	工 厂	粗糙装配车间	28
	制图室	16		普通作业车间	25
学校	教 室	16		精密装配车间	22
医院	病 房	13		超精密装配车间	19
	手术室	10			

表 42.7-6 光源位置因数 $\left(p = \left[\frac{\text{位置指数}(10^\circ, 0^\circ)}{\text{位置指数}(\theta, \phi)} \right]^{1.6}\right)$

水平角 $(\phi = \arctan S/R)$																				
	0°	6°	11°	17°	22°	27°	31°	35°	39°	42°	45°	50°	54°	58°	61°	63°	68°	72°		
(V/R)	1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	62°	垂直角 ($\theta = \arctan V/R$)
	1.8	—	—	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	61°	
	1.6	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	58°	
	1.4	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	54°	
	1.2	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	50°	
	1.0	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	45°	
	0.9	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	42°	
	0.8	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	39°	
	0.7	0.19	0.20	0.22	0.21	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	35°	
	0.6	0.25	0.27	0.30	0.29	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.10	0.09	31°	
	0.5	0.35	0.37	0.39	0.38	0.36	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	27°	
	0.4	0.48	0.53	0.53	0.51	0.49	0.44	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	22°	
	0.3	0.67	0.73	0.73	0.69	0.64	0.57	0.49	0.44	0.38	0.34	0.31	0.25	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	17°	
	0.2	0.95	1.02	0.98	0.88	0.80	0.72	0.63	0.57	0.49	0.42	0.37	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	11°	
	0.1	1.30	1.36	1.24	1.24	1.01	0.88	0.79	0.68	0.62	0.53	0.46	0.37	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	6°	
	0	1.87	1.73	1.56	1.36	1.20	1.06	0.93	0.80	0.72	0.64	0.57	0.46	0.38	0.33	0.28	0.25	0.20	0°	
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0		
(S/R)																				

表 42.7-7 室内照明器符合限制眩光要求的最低悬挂高度

光源种类	照明器形式	保护角	灯泡功率 /W	最低悬挂高度 /m
白炽灯	带搪瓷反射罩或镜面反射罩	10° ~ 30°	100 及以下	2.5
			150 ~ 200	3.0
			300 ~ 500	3.5
			500 以上	4.0
	带金属反射罩, 保护角 30° 以上, 带封闭式漫透射 (乳白玻璃)灯罩		100 及以下	2.0
			150 ~ 200	2.5
			300 ~ 500	3.0
			500 以上	3.5
	带有敞口或下部透明, 在 60° ~ 90° 区域内为乳白玻 璃的灯罩		100 及以下	3.0
			150 ~ 200	3.0
			300 ~ 500	3.5
			500 以上	4.0
荧光高压汞 灯	带金属反射罩	10° ~ 30°	250 及以下	5.0
			400 及以上	6.0
卤钨灯	带金属反射罩	30° 以上	500	6.0
			1000 ~ 2000	7.0
荧光灯	无 罩		40 及以下	2.0

2 工作环境的小气候要求(见表 42.7-8)

表 42.7-8 推荐的工作环境气候值

工作类别	空气温度/°C			相对湿度 (%)			空气流速/m · s ⁻¹
	最低	最佳	最高	最低	最佳	最高	最大
办公室工作	18	21	24	30	50	70	0.1
坐着轻手工劳动	18	20	24	30	50	70	0.1
站着轻手工劳动	17	18	22	30	50	70	0.2
重劳动	15	17	21	30	50	70	0.4
最重劳动	14	16	20	30	50	70	0.5

注:室温与周围物体及墙壁表面的温度差,在最佳气候设计中不得大于 2°C。

3 工作环境的安全防护设计

3.1 术语(见表 42.7-9)

表 42.7-9 术语的定义

名 称	定 义	名 称	定 义
防护措施	防护措施为可以用半封闭的对于飞来的物体起防护作用的措施	盖板	防护设备,直接安装在危险地段,并从其遮盖的那一面阻止进入危险地段
挡板	保护设备,直接安装在危险地段。它能够单独地,或与其他设备共同阻止进入危险地段	围栏	防护设备,与栅栏、拱杆的形状不同,与危险地段间保持要求的安全距离,使人们不能进入危险地段

(续)

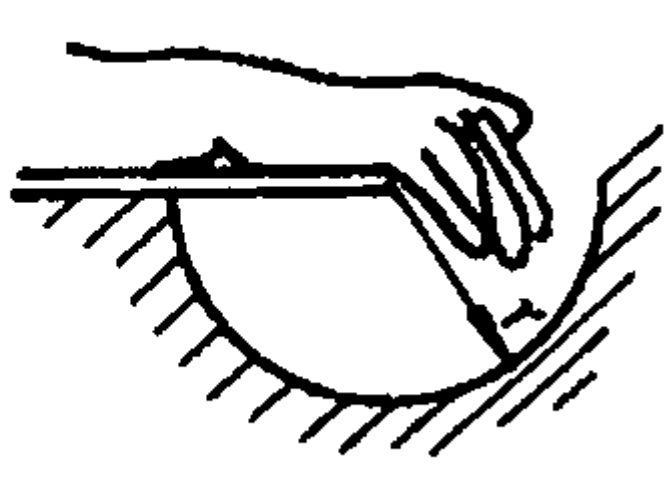
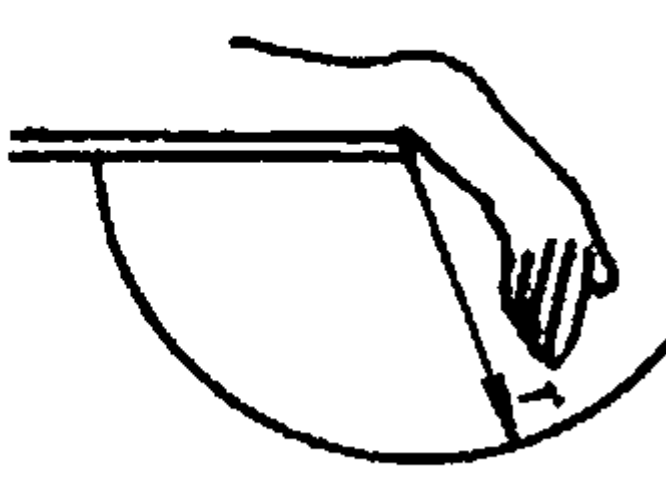
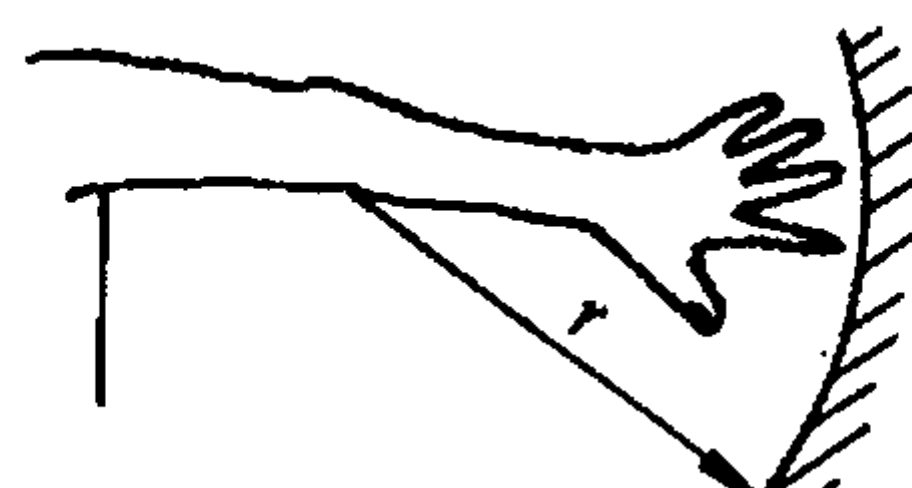
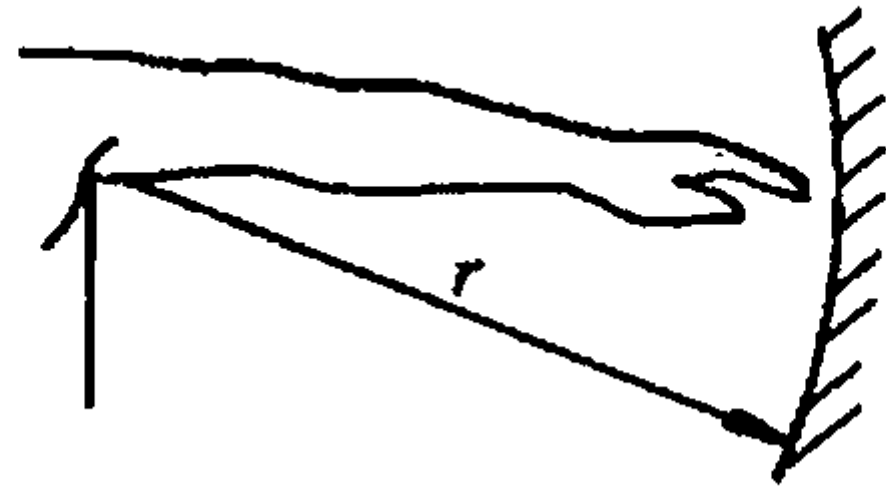
名 称	定 义	名 称	定 义
危险地段	指某种工业生产中的静止部分或运动部分,因其结构或外形有可能发生伤害的地段 特别是下列一些危险地方,即挤压、剪钳、切割、穿刺、碰撞、抓拉、挤入、收缩、拥挤等 例如可能发生:齿轮、链条和蜗轮等的运转;锥形传动带、平板式传动带、带以及缆索传动;辐轮、飞轮;轴和轴头、轧辊、拖运器、落槌及其他有相对运动的部件	抓拉地段	危险地段,前面置有锐利的棱边、齿、楔、螺栓、润滑油盒、轴和轴头等皆在运动,可能将人或人体的某些部分以及所穿的衣服抓住并拖进去
压挤地段	危险地段指物体间相对运动,或某一部分对另一些部分作运动的地段。在这个地段,人或人体的某些部分可能被挤压伤	收缩地段 拥挤地段	危险地段,物体运动时构成狭小的空间,有可能将人、人体某些部位或所穿衣服拉进这个狭小区里而造成危险。例如,齿轮、链条运转,就会形成收缩地段;在转盘、车轮、轧辊、轴、传动带或带、缆索等之间,就会形成拥挤的地段
剪钳地段	危险地段指物体作相对运动或这一部分对另一些部分作运动的地段。在这个地段人或人体的某些部分可能被挤压伤或被切断	可及范围	确定最大的可及范围,即人在没有帮助的情况下,用其身体部分作上伸、下伸、向里、越过、旋转和伸入等动作时所能达到的距离范围
切割、穿刺和碰撞地段	危险地段有运动着的或静止不动的锐利的,带刺或钝的物体可能会对人體或人体某些部分带来伤害	安全距离	这个距离相当于可及范围或者身体尺寸,另加相应的附加距离

3.2 工作环境安全防护的一般要求与参数选择(见表 42.7-10 ~ 13)

表 42.7-10 危险地段(部位)对人的安全距离

安全距离性质	尺 寸 范 围 /mm								
上伸可及(身体挺直伸展时)	2500								
下伸可及和越过可及 a 为地面至危险点的距离 b 为防护设备的边(角)高度 c 为危险点边(角)的水平距离	至危险区的水平距离 c								
	地面上危险区 高度 a	棱 边 高 度 $b^{\text{①}}$							
		2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	2400	—	100	100	100	100	100	100	100
	2200	—	250	350	400	500	500	600	600
	2000	—	—	350	500	600	700	900	1100
	1800	—	—	—	600	900	900	1000	1100
	1600	—	—	—	500	900	900	1000	1300
	1400	—	—	—	100	800	900	1000	1300
	1200	—	—	—	—	500	900	1000	1400
	1000	—	—	—	—	300	900	1000	1400
	800	—	—	—	—	—	600	900	1300
	600	—	—	—	—	—	—	500	1200
	400	—	—	—	—	—	—	300	1200

(续)

尺寸范围 /mm	示意图				
	距离 /mm	$r \geq 120$	$r \geq 230$	$r \geq 550$	$r \geq 850$
	身体部位	手(指根到指尖)	手(手腕至指尖)	臂(肘至指尖)	臂(腋下至指尖)
安全距离性质	自由摆动(身体相应部分关节,是紧贴在防护设施的某条边上)				

① 棱边 b 低于 1000mm 者未列入,因探越距离不会更大,而且有栽跌到危险区里的危险。

表 42.7-11 防护栏的空间尺寸及安全距离

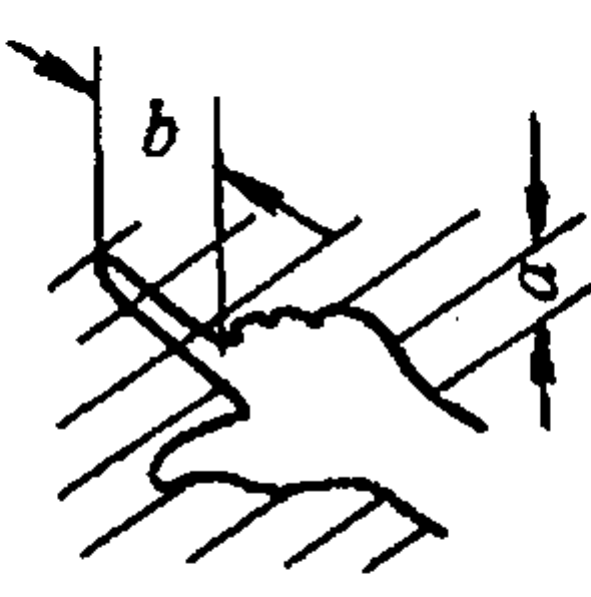
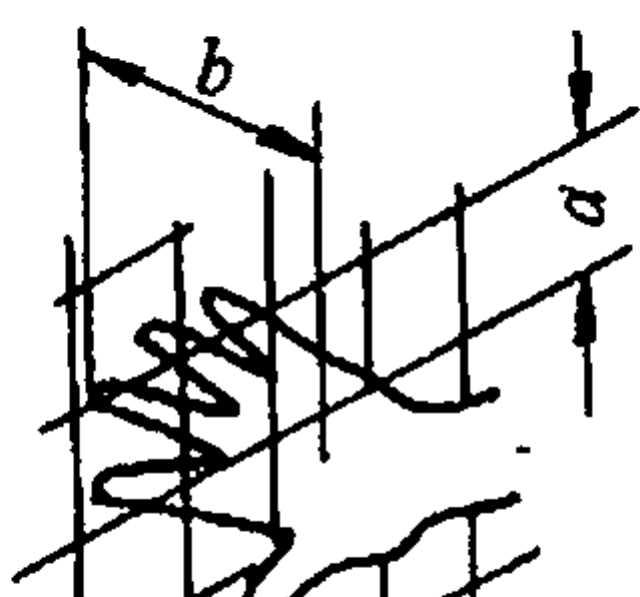
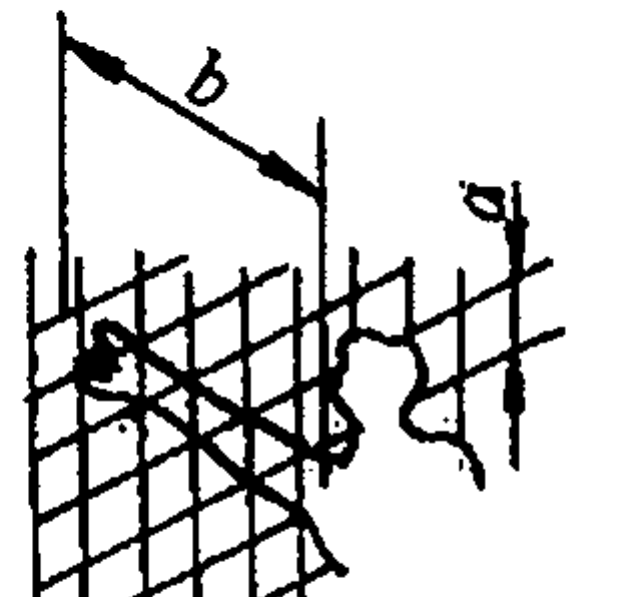
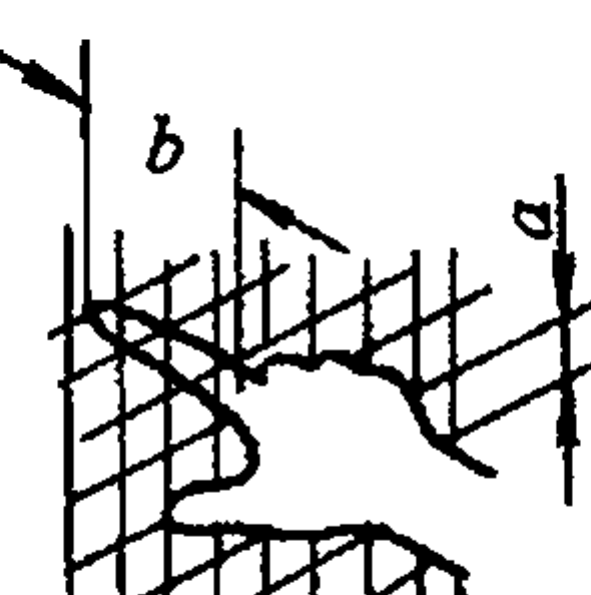
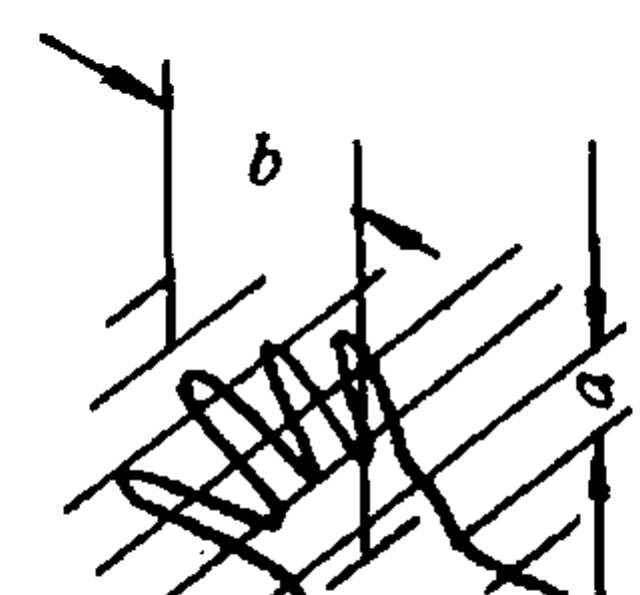
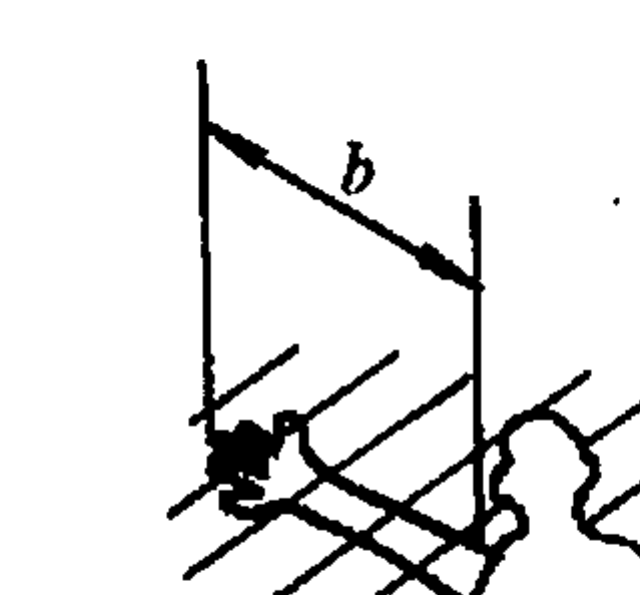






安全距离性质	形式	尺寸范围 /mm				
伸入可及 和穿过可及	长形开口	开口宽度、直径或边长 a	$>4a \leq 8$	$>8a \leq 20$	$>20a \leq 30$	$>30a \leq 135$
		至危险区距离 b	≥ 15	≥ 120	≥ 200	≥ 850
		身体部位	手指尖	手指	手至拇指根	臂
		示意图				
		注:开口宽度在 250mm 以上者,身体可以弯着进去,属探越距离项内				
	方形或圆形开口	四角形或长缝的开口宽度 a	$>4a \leq 8$	$>8a \leq 25$	$>25a \leq 40$	$>40a \leq 250$
		至危险区距离 b	≥ 15	≥ 120	≥ 200	≥ 850
		身体部位	手指尖	手指	手至拇指根	臂
		示意图				
		注:开口距离在 135mm 以上时,身体可以钻入,属于探越距离项内				

表 42.7-12 挤压地段(部位)的安全距离

(mm)

身体部位	距离	示意图	身体部位	距离	示意图
身体	≥ 500		腿	≥ 180	

(续)

身体部位	距离	示意图	身体部位	距离	示意图
脚	≥ 120		手、手腕、拳头	≥ 100	
臂	≥ 120		手指	≥ 25	

注:如果前列安全距离不小于所列尺寸,并能保证稍大的身体部分不陷进去,则夹缝部位并不视为人体有关部位的危险源。

表 42.7-13 劳动场所的危险信号及要求

类型	类别	性质	技术要求
光危险信号	光警告信号	提醒人们注意正在形成超出正常操作的特别危险情况,并含有要求人们采取减少危险的措施与报告其事态的意思	在各种情况下(日光或灯光下)光危险信号能够清楚地识别,能与其他光源和信号区别开来 应规定它们代表的特定意义,并能引起信号接收范围内在场人们的注意,以及采取相应的行动 信号灯必须设置在从事有关活动的主要视野内,当主视线向下倾斜 15° 时,此范围的界限为向左 45° 、向右 45° 、向上 40° 、向下 20° ,如不能设在上述视野范围内,或改变视线方向受到限制时,应采用其他形式的危险信号 信号亮度必须与周围各方面的亮度相区别,亮度必须大于相应的阈限亮度
	光紧急信号	表示正在发生或已经存在具有可能直接造成损害的紧急状态,它含有要求人们消除危险状态或撤离危险区的意思	危险信号的作用距离,应满足规定作用距离时要求的光强或亮度 信号的识别性,不得因其他光源引起的眩光而恶化,危险信号的亮度不得太高,以致它本身形成眩光 如果采用有节奏的闪光信号为一种重要的危险信号,则其他信号不得出现闪动,不能将闪光作为一般运动与变化的标志
声危险信号	声警告信号、声紧急信号	是利用发生声音信号的设备产生不适用语言表达和光危险信号表示的警告与危险信号,它具有传送范围远、不受环境状况影响的特点,仅受环境噪声的影响。根据发生声危险信号的频率、声级和变化的时间特性,同样可分别发出声警告信号和声紧急信号	声危险信号至少应在两个声学参数(声级、频率、持续时间)上与其他信号或噪声相区别 声危险信号频率应在 $500 \sim 3000\text{Hz}$ 范围内,最高倍频声级的平均频率与干扰声区别越大,危险信号听得越清楚 脉冲信号最好采用形状一致、脉冲频率应介于 $0.2 \sim 5\text{Hz}$ 之间 危险信号的持续时间,应与危险存在的时间一致 若不能做倍频分析,则声危险信号的可听性,要通过听觉试验或测量由 A 评价声级来检验,信号的 A 声级应高于干扰声级 15dB

注:A 评价声级为采用大致相当于人的听觉器官在低声的范围内与频率有关的感觉来评价的 A 声压级 L_A [单位分贝(A)或 dB(A)],用它来标志噪声对人的听觉器官的作用。

参 考 文 献

- [1] 高敏. 机电产品艺术造型基础[M]. 成都:四川科技出版社,1984.
- [2] Л. Б. Богдановия, В. А. Бурьян, Ф. И. Раутмац. Художественное конструирование в машиностроении [M], Издательство «Техника» 1976.
- [3] 封根泉. 人体工程学[M]. 兰州:甘肃人民出版社,1980.
- [4] W. 朗格. 袖珍工效学数据汇编[M]. 黄金凤,译. 北京:中国标准出版社,1985年.
- [5] 韦课常. 电气照明技术基础与设计[M]. 北京:电力工业出版社,1980.