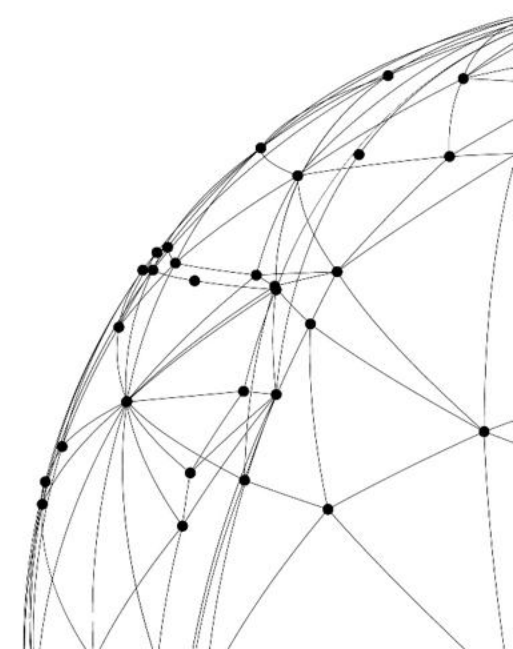
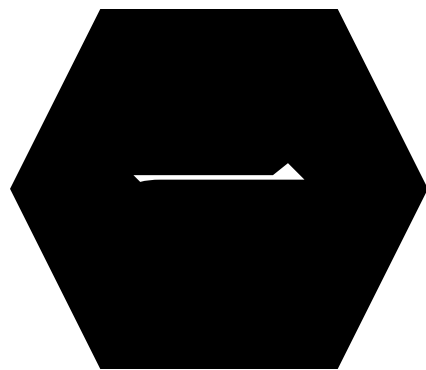
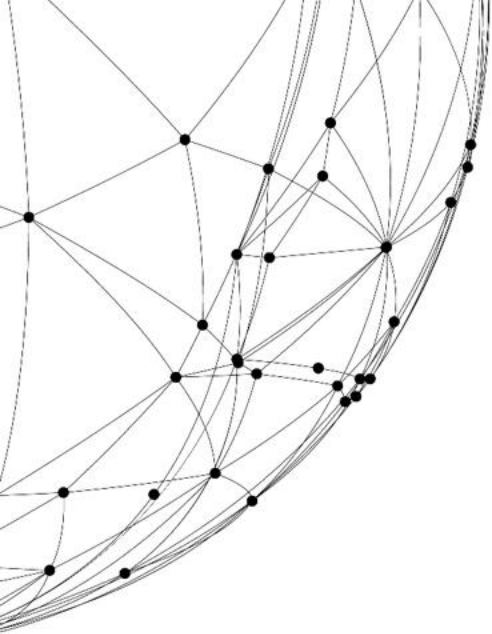


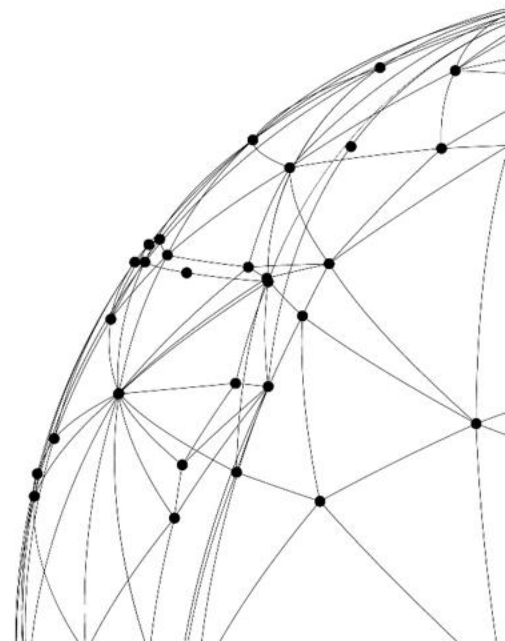
人机工程学

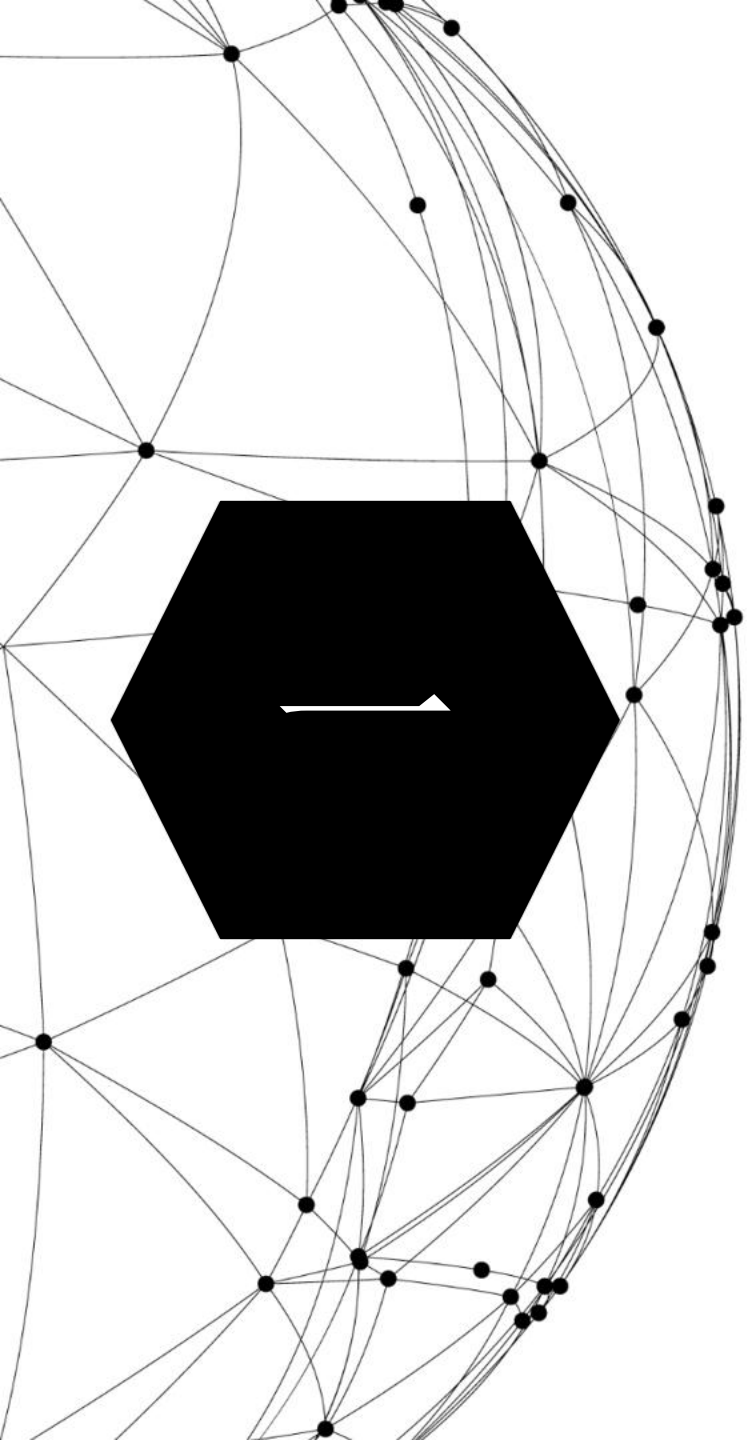
BGD 工业设计 朱玉坤 2022





人机工程学概论





01

人机工程学的命名及定义

02

人机工程学的起源与发展

03

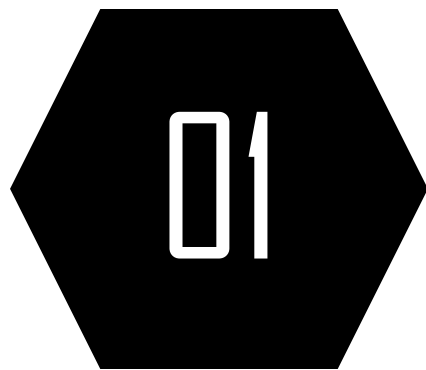
人机工程学的研究内容与方法

04

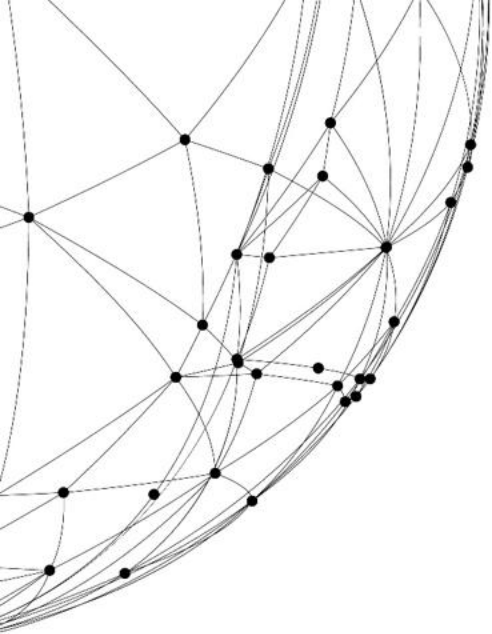
人机工程学体系与应用

05

人机工程学与工业设计



人机工程学的命名和定义



1.1.1 学科的名称



人机工程学是研究人、机械及其工作环境之间相互作用的学科。

Human Engineering
Ergonomics

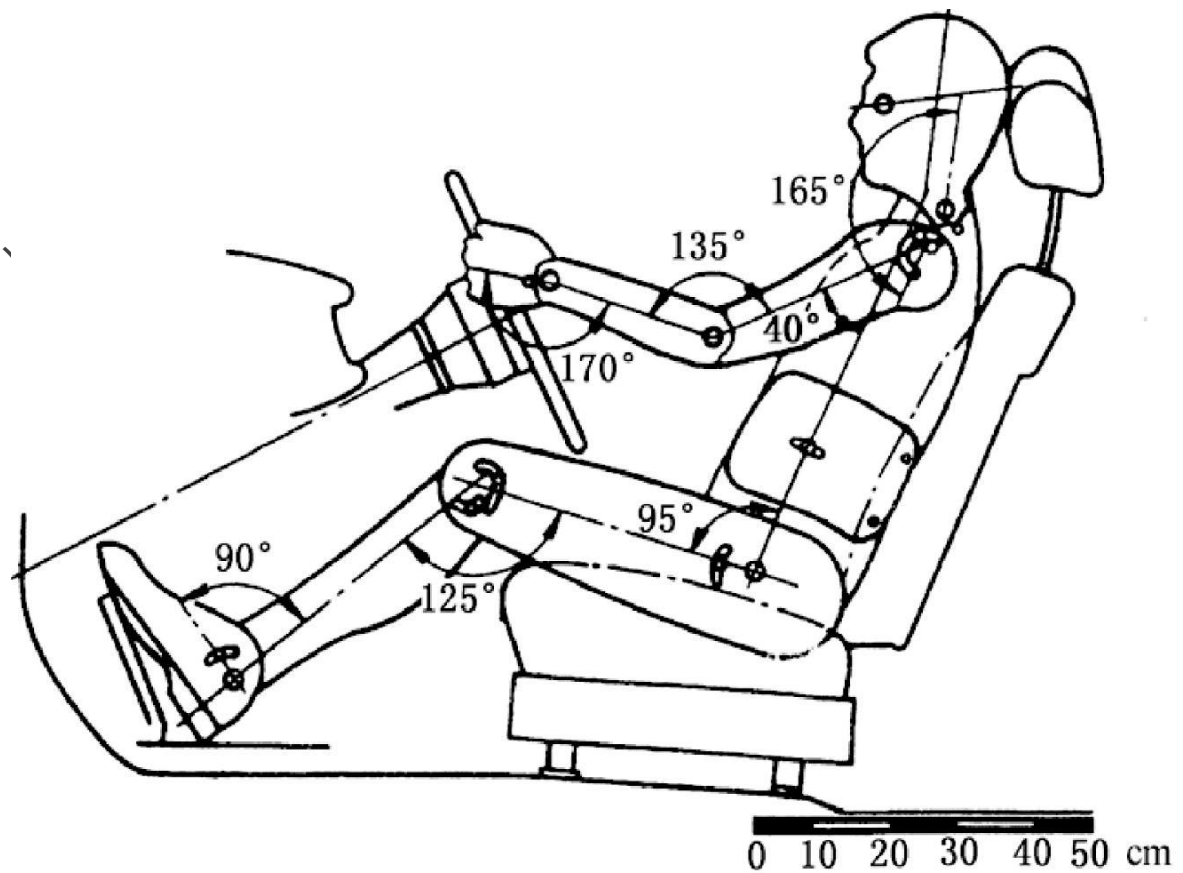
人体工程学，人类工效学，工程心理学，人因工程学等。



1.1.2 学科的定义

国际人类工效学学会 (International Ergonomics Association, IEA) 为本学科所下的定义：人机工程学是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和心理学等方面的各种因素，研究人和机器及环境的相互作用。研究在工作中、家庭生活中和休假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题的学科。

《辞海》：人机工程学是一门新兴的边缘学科。它是运用人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段，综合地进行人体结构、功能、心理以及力学等问题研究的学科，用以设计使操作者能发挥最大效能的机械、仪器和控制装置，并研究控制台上各个仪表的最适合位置。



1.1.2 学科的定义



人机工程学：按照人的特性设计和改善人—机—环境系统的科学。

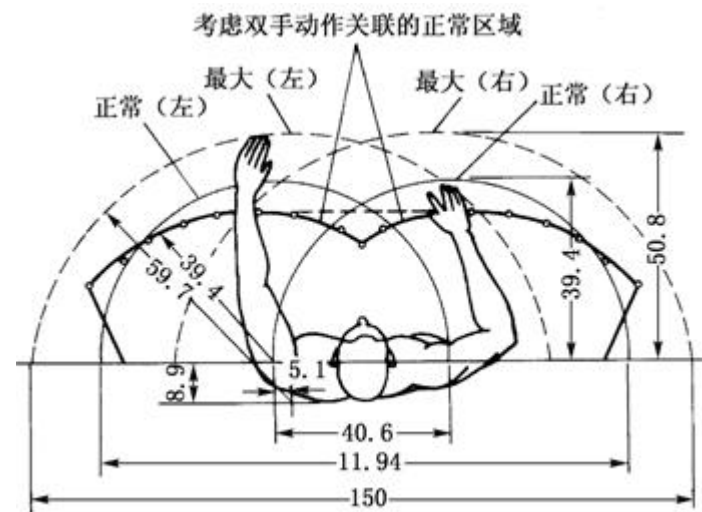


1.1.2 学科的定义

人机工程学研究的对象是产品设计中与人有关的问题，将人的需求和能力置于设计技术体系的核心位置。

目的为产品、系统和环境的设计提供与人相关的科学数据。追求实现人类和技术完美和谐融合的目标。

人机工程学是使技术人性化的科学。



1.1.2 学科的定义

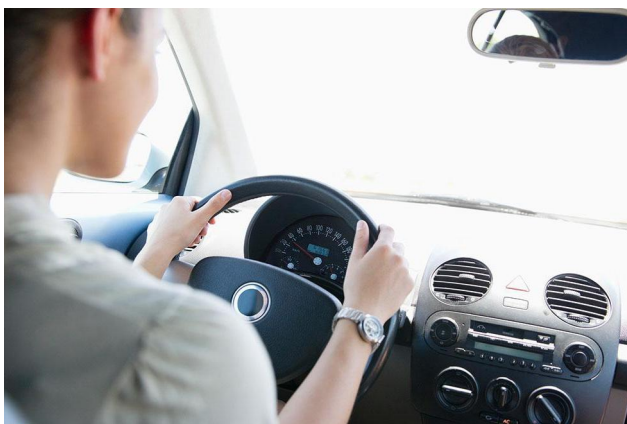


人—机—环境系统是指由共处于同一时间和空间的人与其所使用的机以及他们周围的环境所构成的系统，简称人—机系统，在人—机系统中，人、机、环境相互依存、相互作用、相互制约完成某一特定的工作或生活过程。

人—机—环境



1.1.2 学科的定义



1.1.2 学科的定义

人:是指操作者或使用者。

机:泛指人可操作与可使用的物,可以是机器,也可以是用具或生活用品、设施、计算机软件等各种与人发生关系的一切事物。

环境:环境是人与机共处的环境,如作业场所和作业空间,自然和社会环境等。





02

人机工程学的起源和发展



1.2 人机工程学的起源和发展



经验人机工程学



科学人机工程学



现代人机工程学

早期历史—20世纪前期

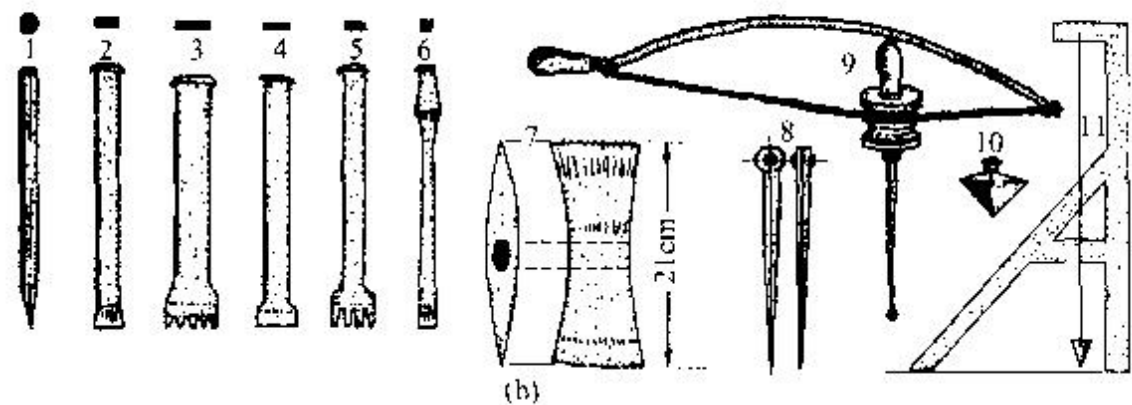
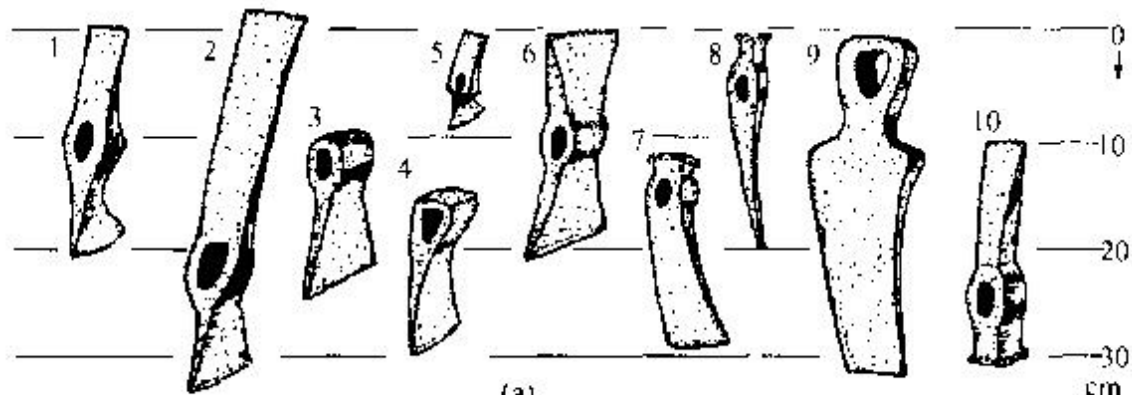
1945--1960

1960— 现在

1.2 人机工程学的起源和发展



- 以人为中心设计理念的萌芽；
- 基于对人的因素良好知识的设计迹象；
- 人机工程设计建议（希波克拉底）；
- 使劳动负荷最小化的设计；
- 安全性设计；
- 日常器皿的人机学设计；
- 我国古代人机设计。（《考工记》）



人机思想萌芽

1.2 人机工程学的起源和发展



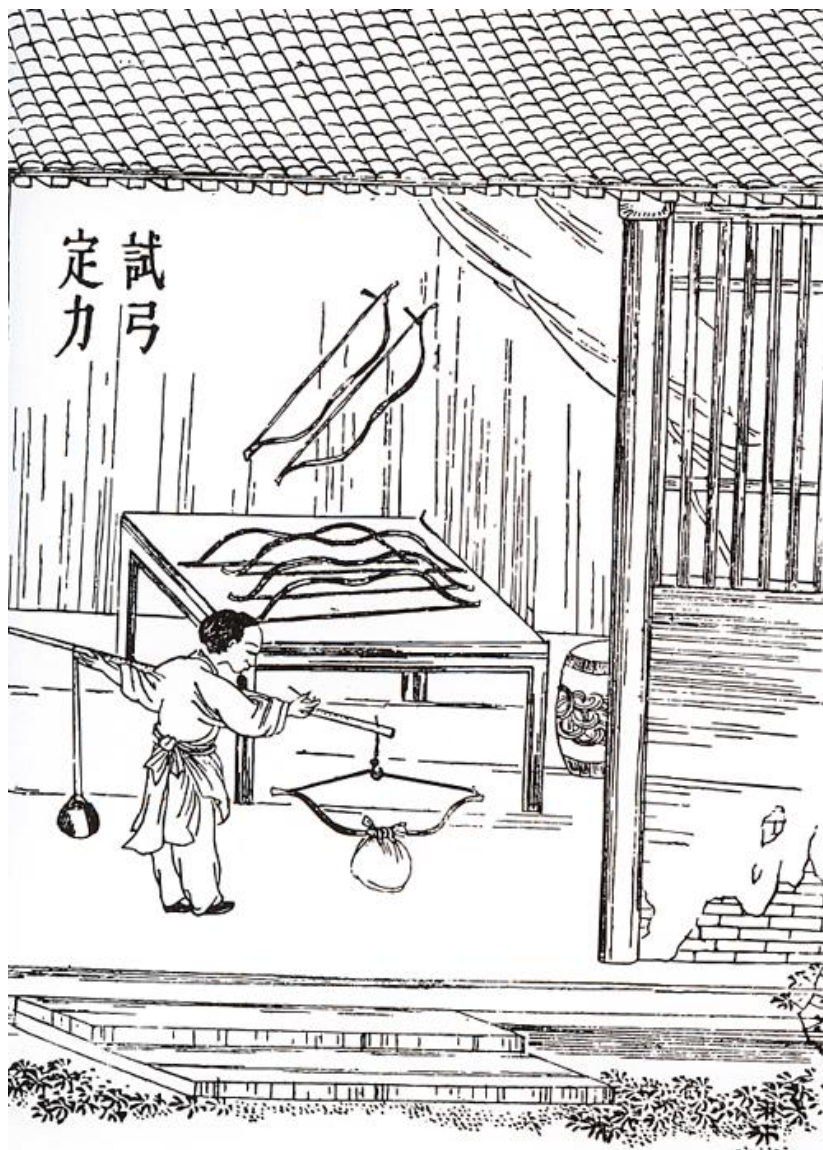
人机思想萌芽

1.2 人机工程学的起源和发展



人机思想萌芽

1.2 人机工程学的起源和发展



人机思想萌芽

1.2 人机工程学的起源和发展

经验人机工程学——萌芽阶段（人适应机器）

Frederick W. Taylor: 新的管理方法和理论, 新的操作方法 (铁锹研究) ;

Frank, Lillian Gilbreth (人机学研究的先驱) : 动作研究和车间管理研究; 熟练操作与疲劳; 工作时间的设计和残疾人使用设备的设计。

泰勒铁锹试验: 16吨提升到59吨

吉尔伯勒斯的砌砖试验:

动作研究: 18个减少为5个

效率: 120块/H增加到 350块/H



1.2 人机工程学的起源和发展

科学人机工程学——成长阶段（机器适应人）

1945年美国军方成立《工程心理实验室》；

1949年人机工程研究会在英国成立，第一本有关人机的书

《应用经验心理学：工程设计中的人因学》出版；

1950年英国成立了世界上第一个人类工效学会；

1957年9月美国政府出版周刊《人的因素学会》；

1960年国际人机工程协会成立。



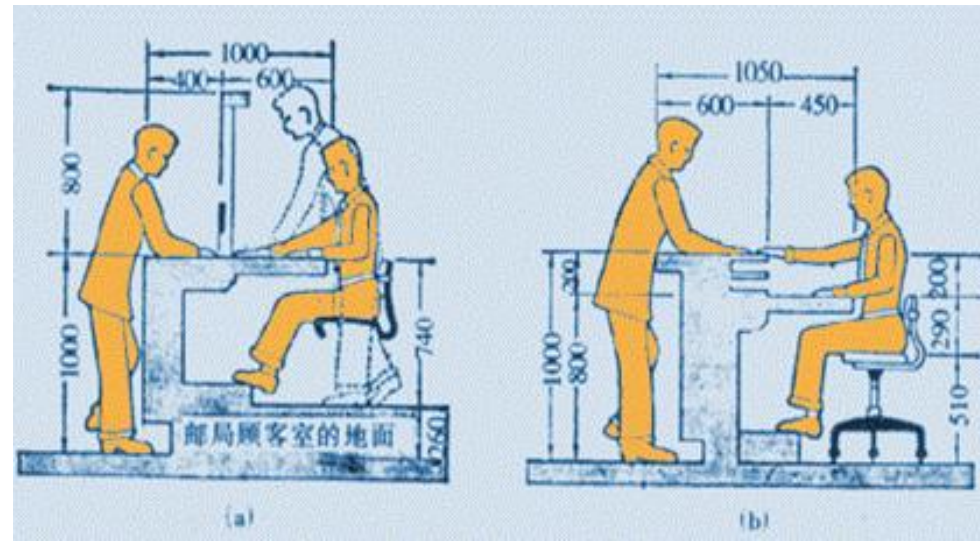
1.2 人机工程学的起源和发展

现代人机工程学——发展阶段（机器适应人）

到60年代，美国的人机工程学基本集中在复杂的军事工业的应用上，随着航天技术的发展，人机工程学迅速成为航天工业的一个重要部分。随后，人机工程学迅速发展，开始在军事和航天工业以外的领域得以应用，包括医药公司、计算机公司、汽车公司和其他消费公司。

人机工程学最新发展特点：

软件化，网络化，虚拟化，数字化，智能化。



1.2 人机工程学的起源和发展



发展史概述表

工业革命以前 原始人机工程学（创造并改良早期机器）

石器时代

青铜器时代，早期铁器时代

工业革命—1945年 经验人机工程学（使人适应机器）

1884年莫索肌肉疲劳试验

1898年泰勒铁锹作业实验

1911年吉尔伯勒斯砌砖作业实验

1945—1960年 科学人机工程学（使机器适应人）

1945年美国军方成立《工程心理实验室》；

1949年人机工程研究会在英国成立，第一本有关人机的书《应用经验心理学：工程设计中的人因学》出版；

1950年英国成立了世界上第一个人类工效学会；

1957年9月美国政府出版周刊《人的因素学会》；

1960年国际人机工程协会成立

1.2 人机工程学的起源和发展



1960—1980年 成熟人机工程学（仍然不为普通人所了解）

到60年代，美国的人机工程学基本集中在复杂的军事工业的应用上，随着航天技术的发展，人机工程学迅速成为航天工业的一个重要部分。随后，人机工程学迅速发展，开始在军事和航天工业以外的领域得以应用，包括医药公司、计算机公司、汽车公司和其他消费公司。

1980—1990年 现代人机工程学（人机工程学的重要性）

1979年Three Mile岛上的核电站事故；

1984年12月4日Union Carbide杀虫剂工厂有毒物质泄漏，4000人死亡，20000人受伤；

1986年苏联Chernobyl核电站事故,300人死亡；

1989年Phillips Petroleum塑料工厂在一场爆炸中夷为平地。

1.2 人机工程学的起源和发展



1990年以后 人—机—环境人机工程学（人—机—环境系统的建立）

人类空间站的建立；

计算机和计算机工程的应用；

药物器械设计和老年人产品设计；

人民生活和工作质量设计；

中国人机发展进程

1935年我国心理学之父陈立先生编著了《工业心理学概论》，最早在国内系统介绍工业心理学。

1982年在日本东京举行第八次国际人机工程会议，我国第一次派人参加。（第一届在1961年的瑞典斯德哥尔摩）

国际标准化组织（ISO）1975年成立了国际人机工程标准委员会（TC—159）。1981年我国相应成立中国人类工效学标准技术委员会。

1989年成立《中国人类工效学学会》

1991年1月成为《国际人类工效学协会》正式成员

1.2 人机工程学的起源和发展



1974年3月3日土耳其航空公司的DC-10客机失事，335名旅客和11名机组人员全部遇难（舱门设计有误）；

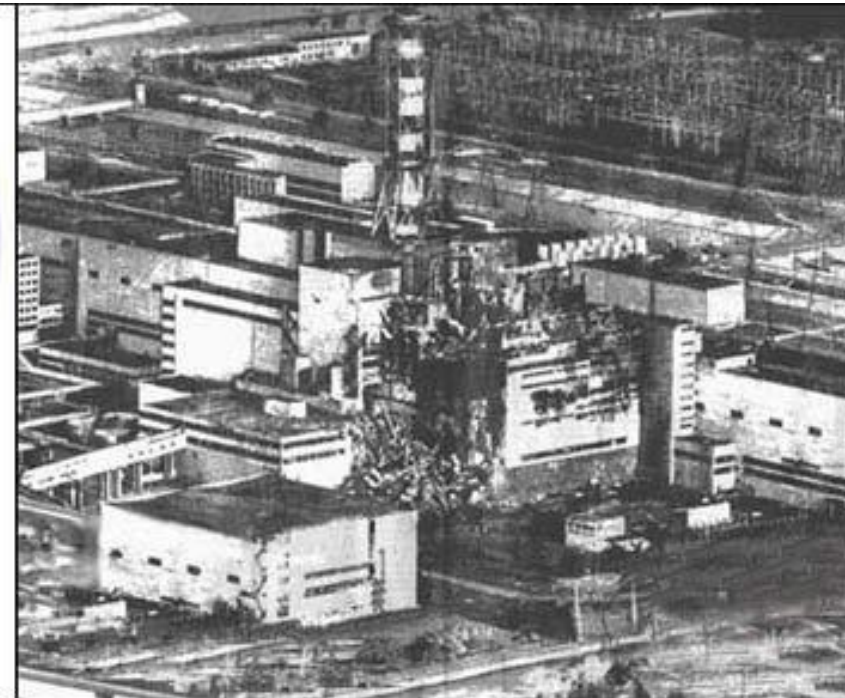
1979年3月28日美国Three Mile岛上的核电站事故（错误操作和机械故障）；

1981年7月17日堪萨斯城饭店夜总会横梁倒塌，造成113人死亡，200人受重伤（空中通道和凉台的构造设计有缺陷，从墙壁至立柱间的空中距离过长）；

1984年12月4日印度Union Carbide杀虫剂工厂有毒物质泄漏，16000人死亡，几十万人中毒；

1986年4月26日前苏联Chernobyl（切而诺贝利）核电站事故,300人死亡。

1.2 人机工程学的起源和发展





03

人机工程学的研究内容与方法



1.3 人机工程学的研究内容与方法



1. 人机工程学的研究内容

理论、应用：总体趋势在于应用 各国人机工程研究的基本状况—由于各国学科和工业基础不同,各国人机工程的研究方向和侧重点也有所不同，例如：

美国侧重工程和人际关系；

法国侧重劳动生理学；

前苏联注重工程心理学；

保加利亚偏重人体测量；

捷克、印度等注重劳动卫生学。

1.3 人机工程学的研究内容与方法



- (1) 人体特性的研究
自然人、社会人
- (2) 人机系统的总体设计(分工和信息交流)
- (3) 工作场所和信息传递装置的设计
- (4) 环境控制和安全保护设计

1.3 人机工程学的研究内容与方法

比较内容	人的特征	机器的机能
感觉能力	人能识别物体的大小、形状位置和颜色等特征,并对不同音色和某些化学物质也有一定的分辨能力。	接受超声、辐射、微波、电磁波、磁场等信号,超过人的感受能力。
控制能力	可进行各种控制,且在自由度调节和联系能力等方面优于机器。同时,其动力设备和效应运动完全合为一体,能“独立自主”。	操纵力、速度、精密度操作等方面都超过人的能力。但不能“独立自主”,必须外加动力源才能发挥作用。
工作效能	可依次完成多种功能作业,但不能进行高阶运算,同时完成多种操纵和在恶劣环境条件下作业。	能在恶劣条件下工作;可进行高阶运算和同时完成多种操纵控制;单调、重复的工作也不降低效率。
信息处理	人的信息传递率一般 6B/s 左右,接受信息的速度约每秒 20 个,短时内能同时记住信息约 10 个,每次只能处理一个信息。	能储存信息和迅速取出信息,能长期储存,也能一次废除。信息传递能力、记忆速度和保持能力都比人高得多。
可靠性	就人脑而言,可靠性和自动结合能力都远远超过机器。但工作过程中,人的技术高低,生理及心理状况等对可靠性都有影响。	经可靠性设计后,其可靠性高,且质量保持不变。但本身的检查和维修能力非常微薄,不能处理意外的紧急事态。
耐久性	容易产生疲劳,不能长时间的连续工作,且受年龄、性别与健康状况等因素的影响。	耐久性高,能长期连续工作,并大大超过人的能力。



1.3 人机工程学的研究内容与方法



目前人机工程学的前沿领域研究包括：

人机关系；

人与环境关系；

人与生态；

人的特性模型；

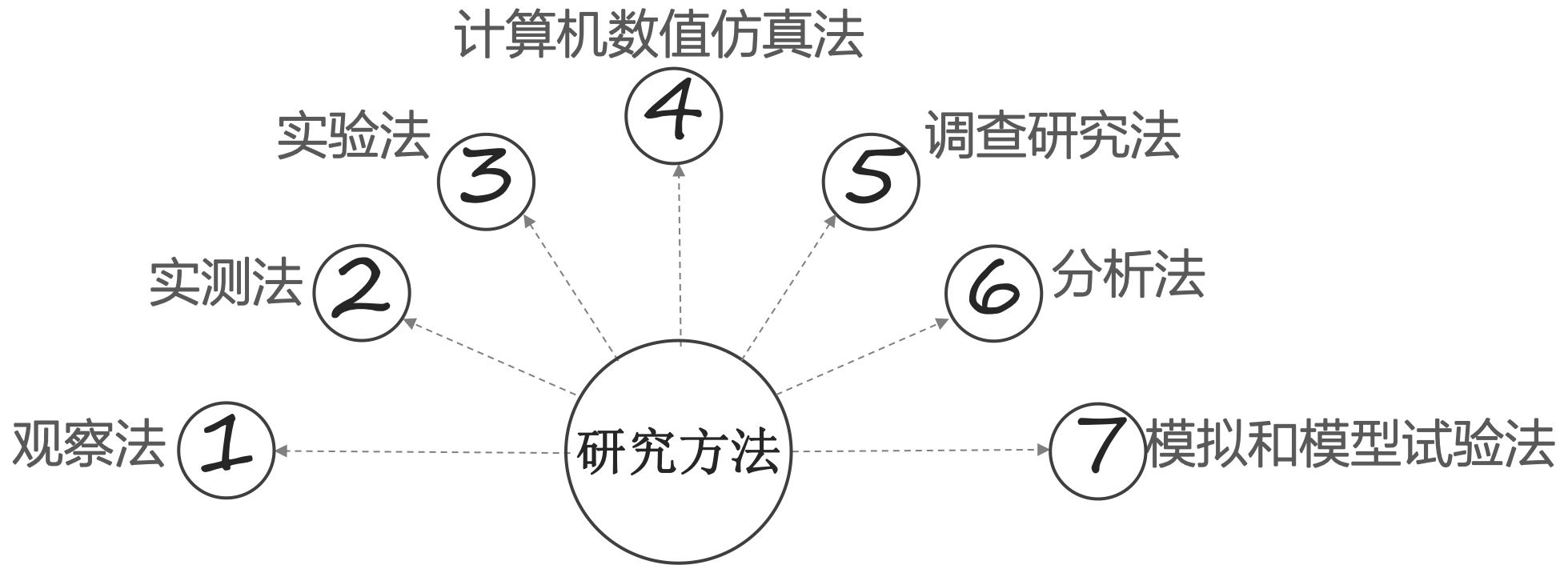
人机系统的定量描述；

人际关系、直至团体行为、组织行为、心理状态等方面的研究。

1.3 人机工程学的研究内容与方法



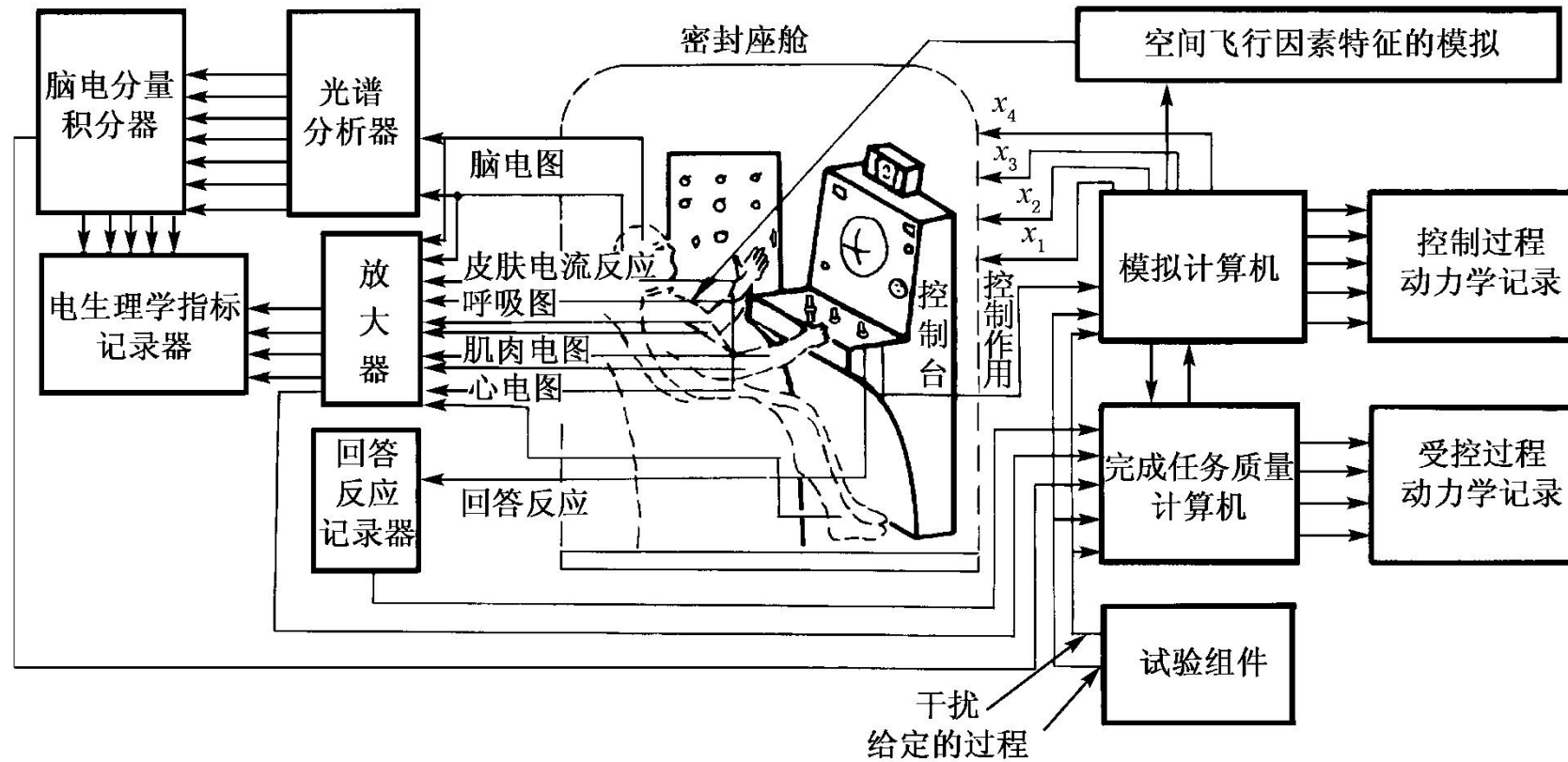
2、人机工程学的研究方法



1.3 人机工程学的研究内容与方法



2、人机工程学的研究方法

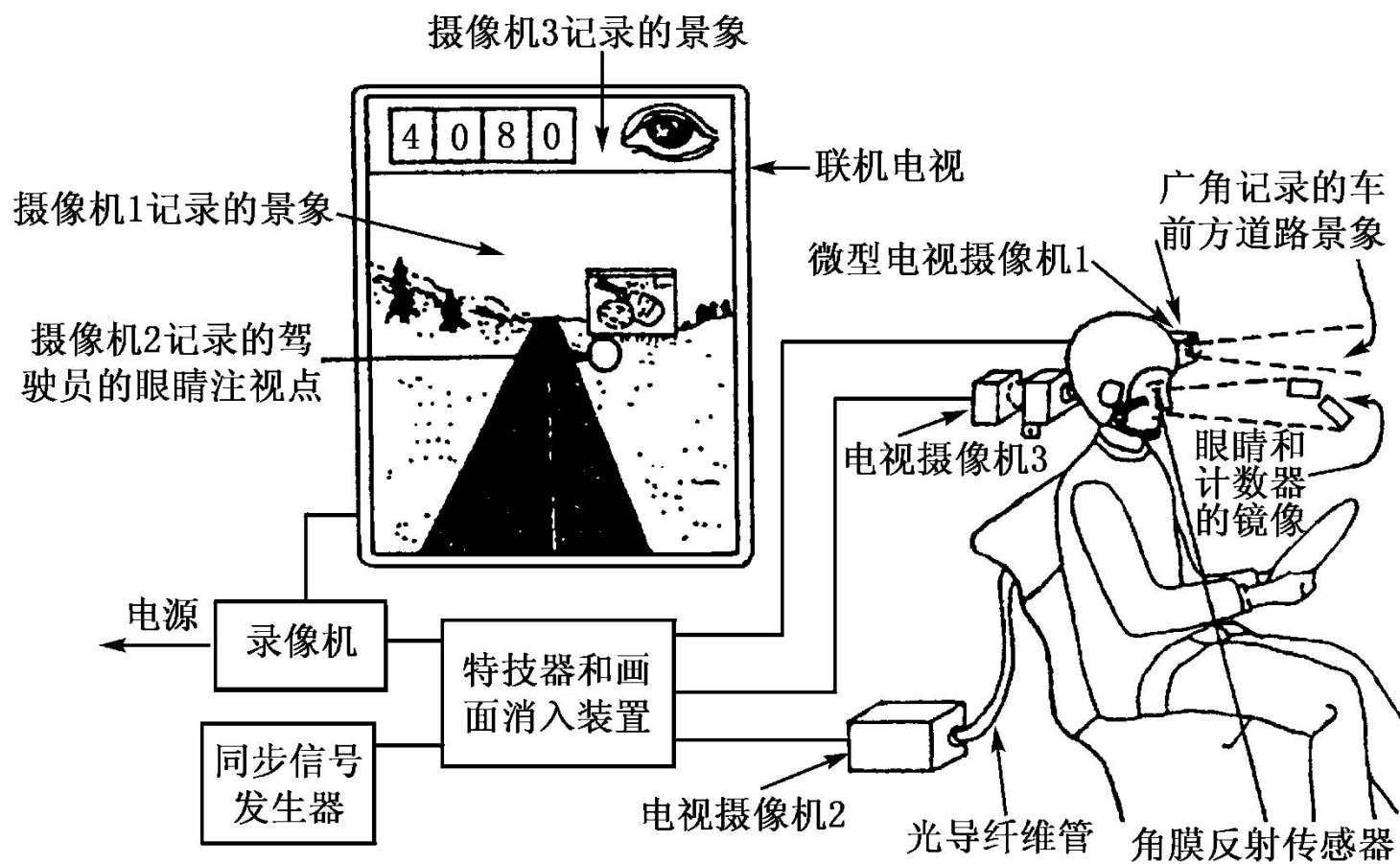


研究宇航员生理、心理能力测量装置框图

1.3 人机工程学的研究内容与方法



2、人机工程学的研究方法

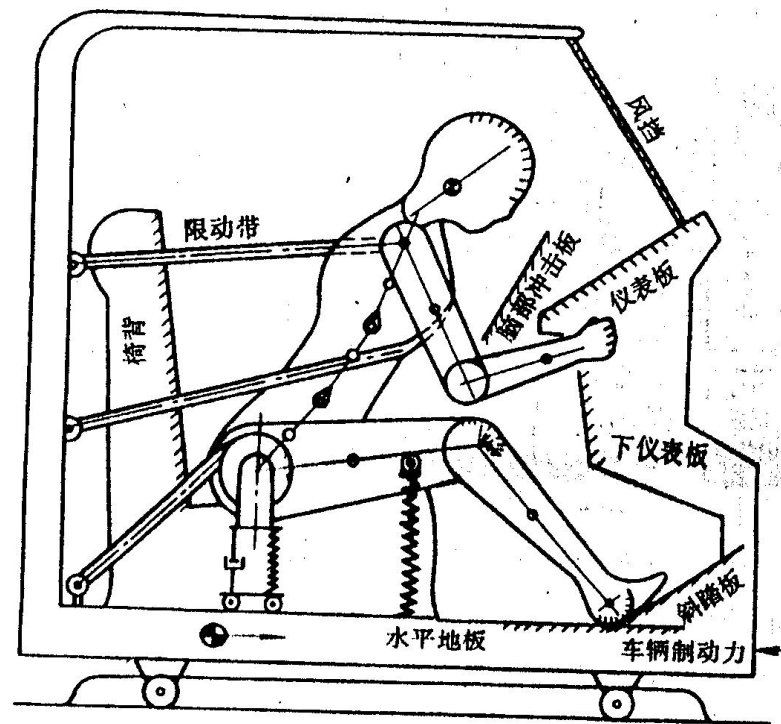
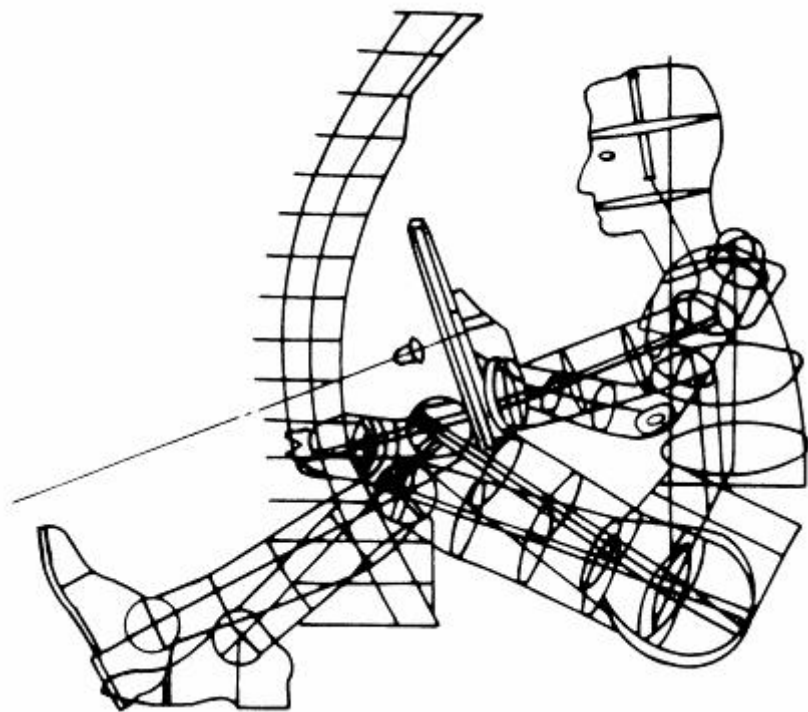


驾驶员眼动规律实验装置

1.3 人机工程学的研究内容与方法



2、人机工程学的研究方法

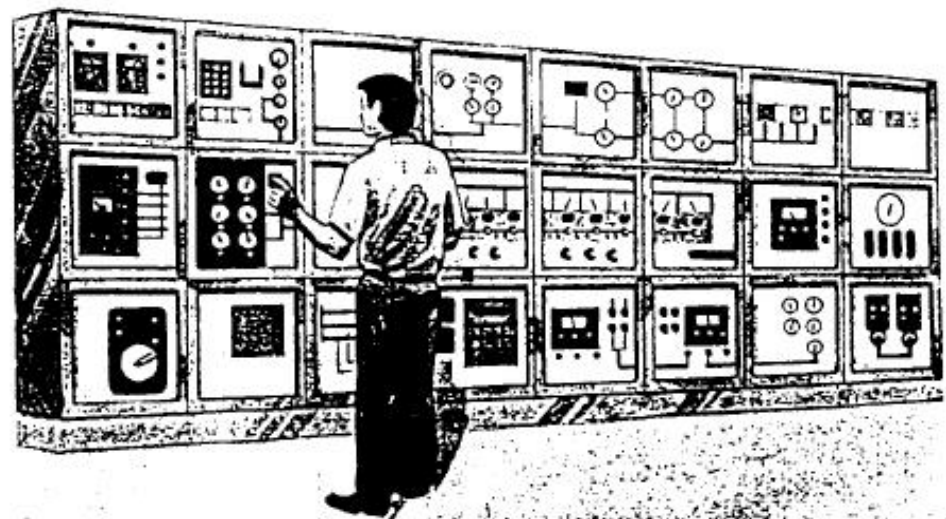


研究车辆碰撞的人机系统的模拟与模型

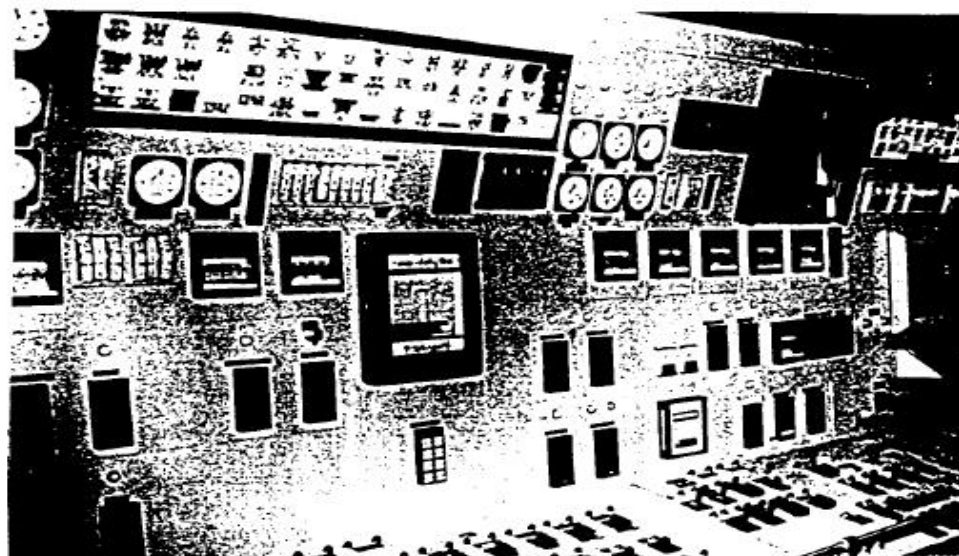
1.3 人机工程学的研究内容与方法



2、人机工程学的研究方法



电厂的控制板
MITRE开发



控制面板模拟器

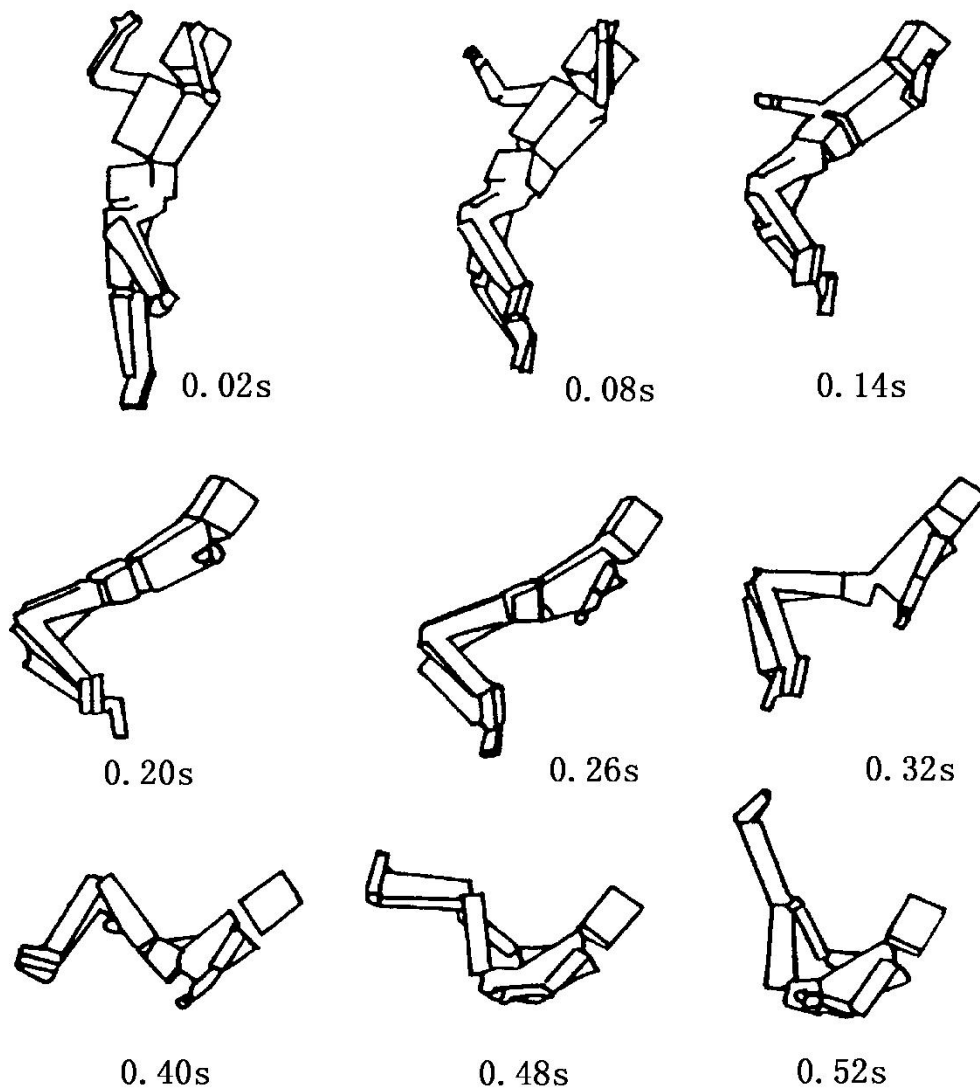
波士顿爱迪生公司
(Boston Edison
Company) 的“神秘6号”
(Mystic #6)

1.3 人机工程学的研究内容与方法



2、人机工程学的研究方法

人体动作分析仿真图形输出



课堂实践-01



寻找合拍小伙伴

建议男女搭配,思维会更开阔.后续还会有分组合作任务,请大家好好选择.3-4人一组。

1
分组

寻找所有的不便之处

在学校的整体环境中,思考对弱势群体不友好的人机工程学问题2个。列出提纲,与老师探讨是否符合要求。

3
寻找问题

思考改善之方

整理资料,针对问题提出概念性的解决方法,形成PPT,下次上课,以组进行答辩。

5
解决方法

扮演一个弱势人物

孕妇,盲人,残疾,老人,儿童,外国人等。每组仅选一个弱势群体类别。

思考改善之方

用1-3分钟的视频,模拟弱势群体遇到不友好的人机工程学问题时,发生的实际场景。



04

人机工程学体系及其应用领域



1.4 人机工程学体系及其应用领域



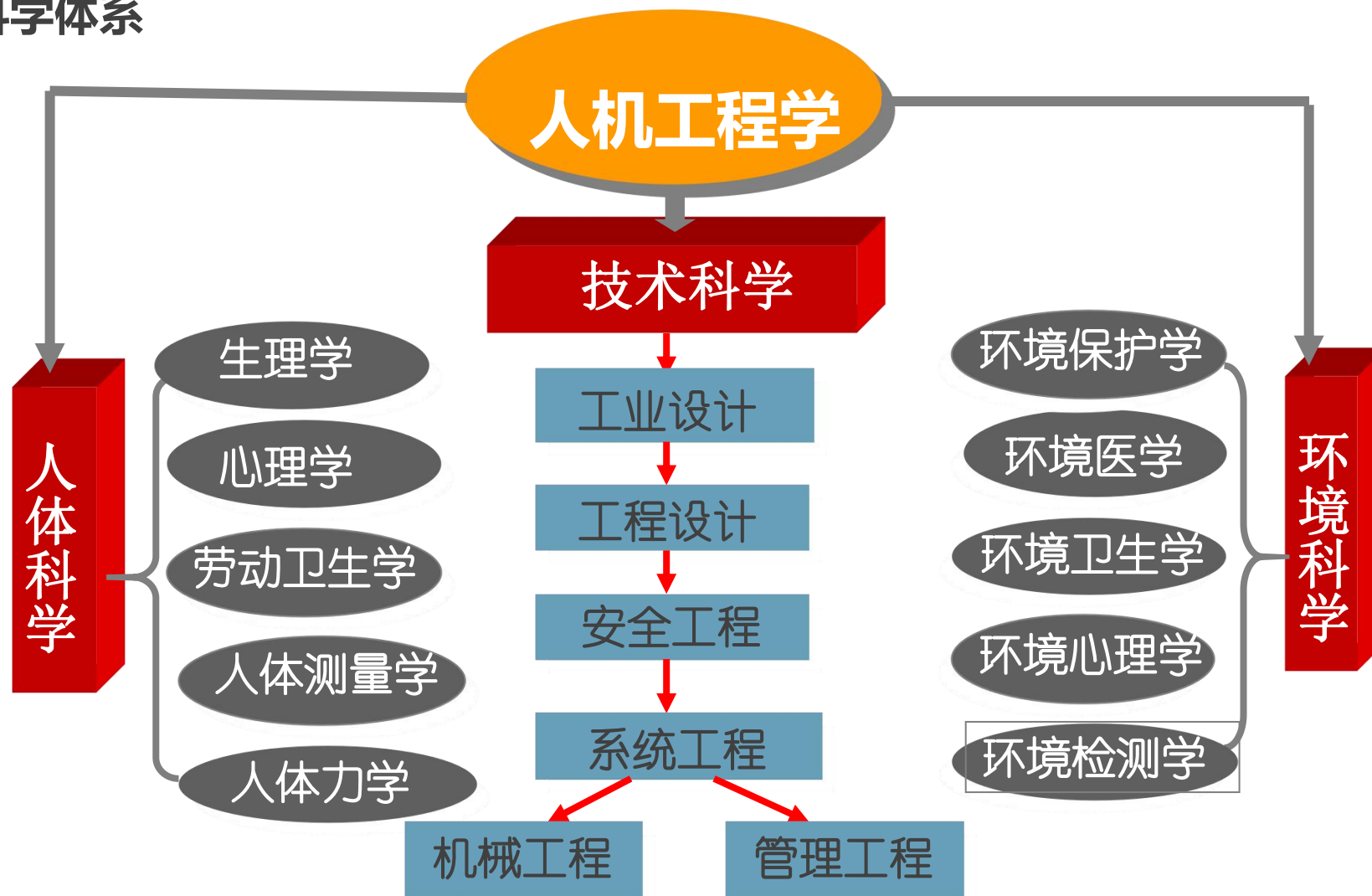
1、人机工程学的科学体系



1.4 人机工程学体系及其应用领域



1、人机工程学的科学体系



1.4 人机工程学体系及其应用领域



2、人机工程学的应用

从铅笔到航天飞机



1.4 人机工程学体系及其应用领域



2、人机工程学的应用

从铅笔到航天飞机

- (1)、日常用品
- (2)、家具
- (3)、服装
- (4)、各种手工工具
- (5)、各种装备
- (6)、建筑
- (7)、交通工具
- (8)、有人参与的太空设备



05

人机工程学体系与工业设计



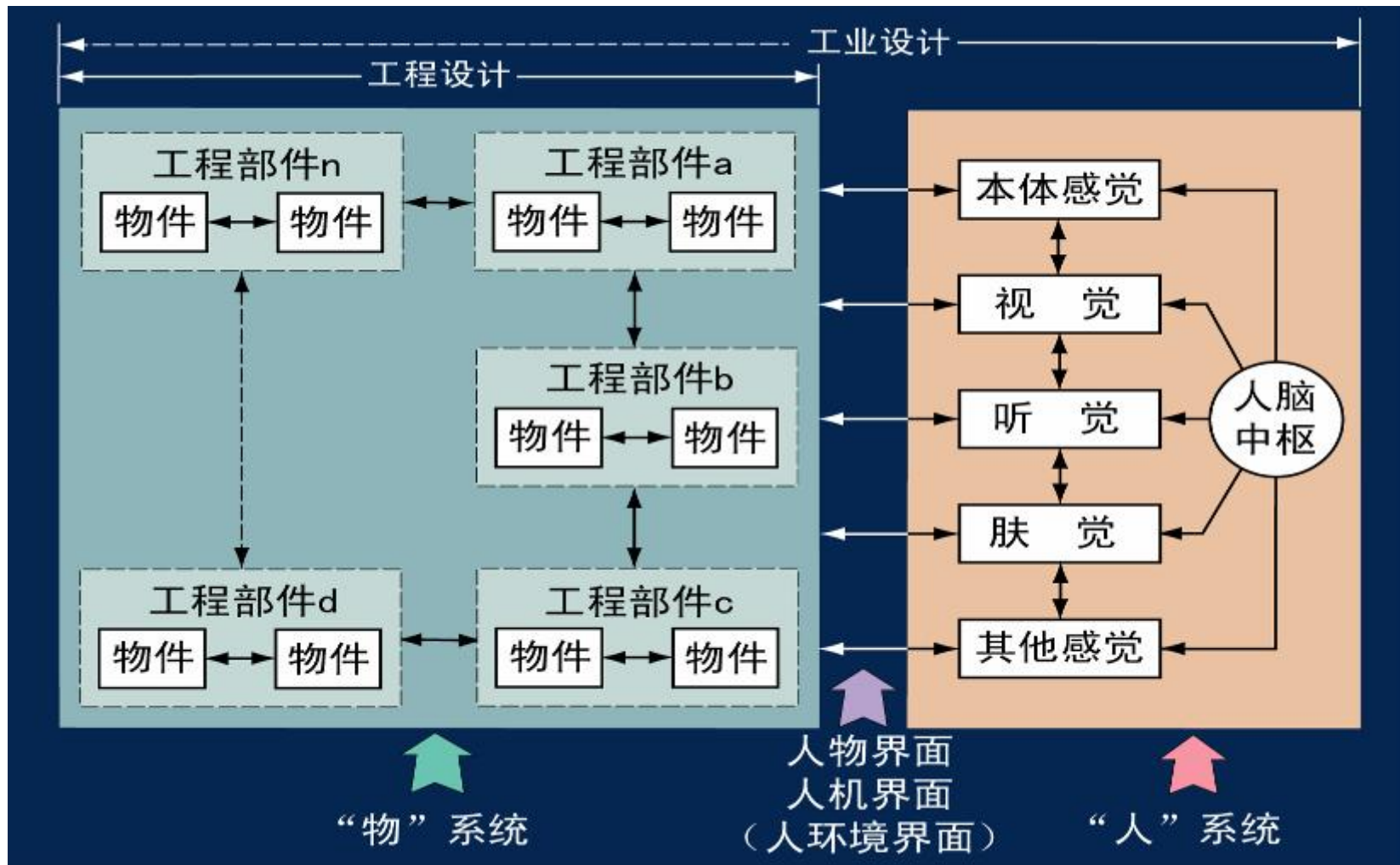
1.5 人机工程学与工业设计



1.人机工程学与工业设计的关系

- (1)对象——人类生产或生活所创造的产物----现代生产方式的产物
- (2) 目标、理念——与使用者取得最佳的身、心匹配，摆正颠倒了的人、物主从关系
- (3) 性质——创造性的活动

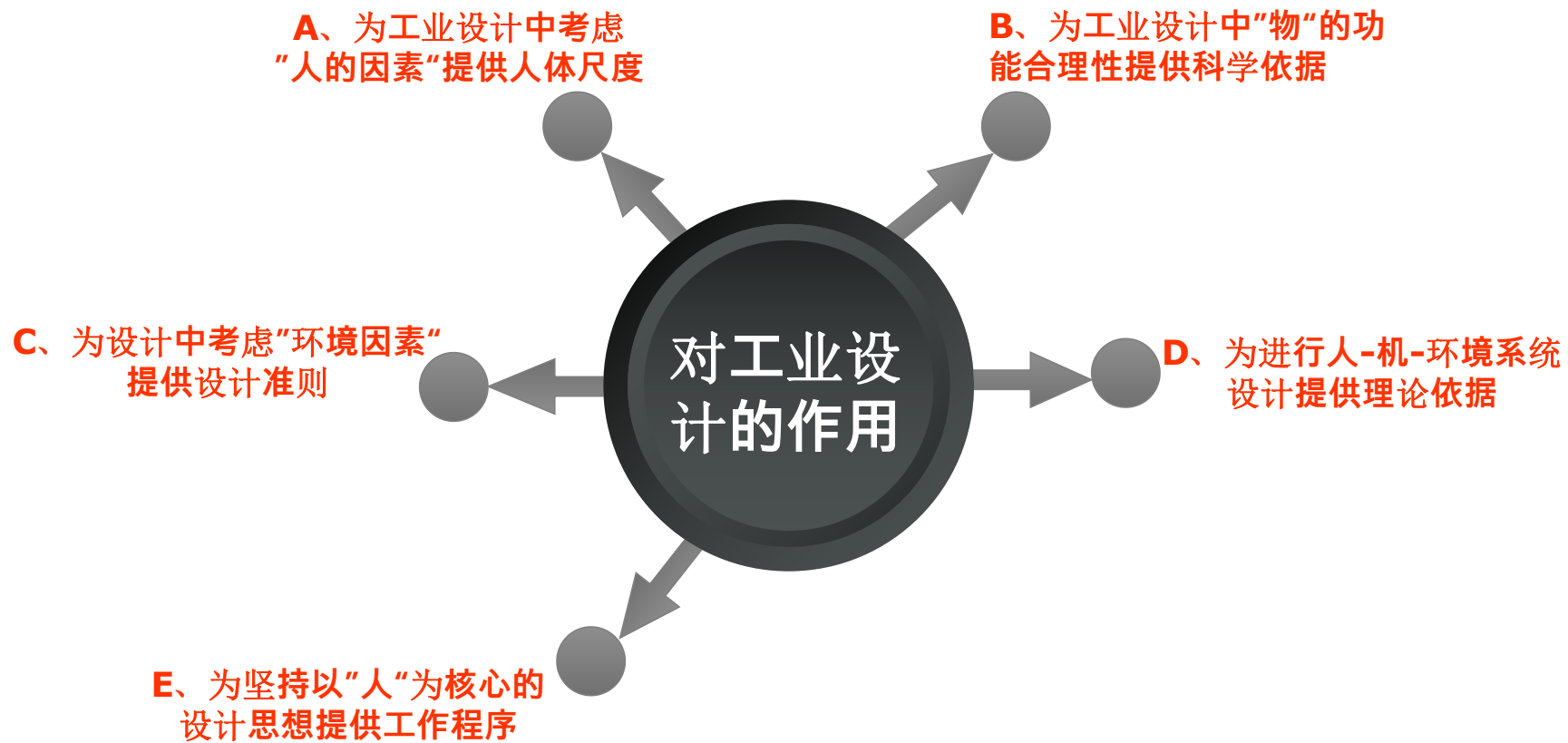
1.5 人机工程学与工业设计



1.5 人机工程学与工业设计



2. 人机工程学研究的内容对工业设计的作用

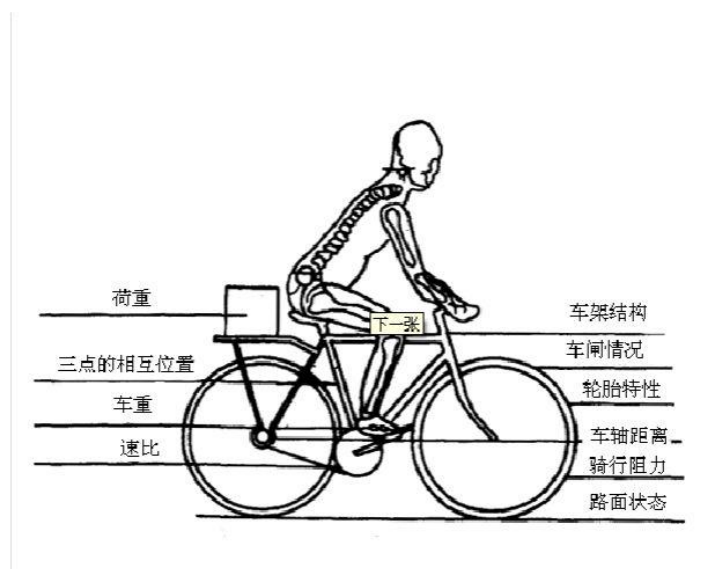
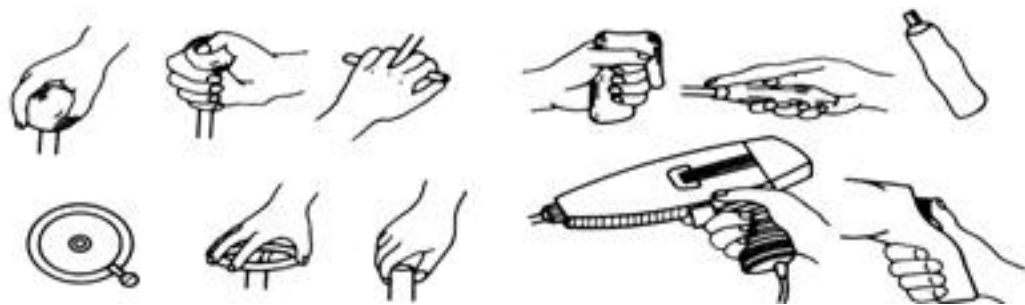


1.5 人机工程学与工业设计



2. 人机工程学对工业设计的作用

- (1) 为工业设计中考虑“人的因素”提供人体尺度参数
- (2) 为工业设计中“物”的功能合理性提供科学依据
- (3) 为工业设计中考虑“环境因素”提供设计准则



1.5 人机工程学与工业设计



2. 人机工程学对工业设计的作用

(4) 为进行人-机-环境系统设计提供理论依据

(5) 为坚持以“人”为核心的设计思想提供工作程序



1.5 人机工程学与工业设计



设计阶段	人机工程设计工作程序
规划阶段	<ol style="list-style-type: none">1.考虑产品与人及环境的全部联系，全面分析人在系统中的具体作用；2.明确人与产品的关系，确定人与产品关系中各部分的特性及人机工程要求的设计内容；3.根据人与产品的功能特性，确定人与产品功能的分配
方案设计	<ol style="list-style-type: none">1.从人与产品、人与环境方面进行分析，在提出的众多方案中按人机工程学原理进行分析比较；2.比较人与产品的功能特性、设计限度、人的能力限度、操作条件的可靠性以及效率预测，选出最佳方案；3.按最佳方案制作简易模型，进行模拟实验，将试验结果、操作条件、操作内容、效率、维修的难易程度、经济效益、提出的改进意见

1.5 人机工程学与工业设计



设计阶段	人机工程设计工作程序
技术设计	<ol style="list-style-type: none">1.从人的生理、心理特性考虑产品的构形；2.从人体尺寸、人的能力限度考虑确定产品的零部件尺寸；3.从人的信息传递能力考虑信息显示与信息处理；4.根据技术设计确定的构形和零部件尺寸选定最佳方案，再次制作模型，进行试验；5.从操作者的身高、人体活动范围、操作方便程度等方面进行评价，并预测还可能出现的问题，进一步确定人机关系可行程度，提出改进意见
总体设计	对总体设计用人机工程学原理进行全面分析，反复论证，确保产品操作使用与维修方便、安全与舒适，有利于创造良好的环境条件，满足人的心理需要，并使经济效益、工作效率均佳
加工设计	检查加工图是否满足人机工程学要求，尤其是与人有关的零部件尺寸、显示与控制装置。对试制的样机全面进行人机工程学总评价，提出需要改进的意见，最后正式投产

补充 人机工程学的学习问题

1、依据专业实际学习人机工程学

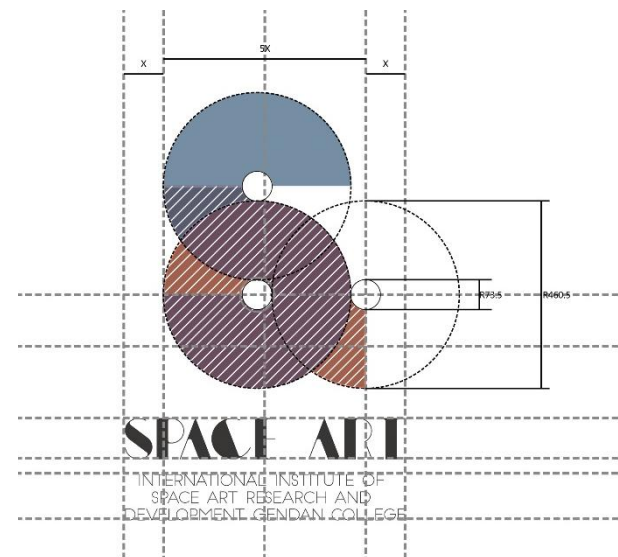
根据工业设计专业的特点进行学习，人机工程学不是一门完全意义上的理论课，而是一门应用性很强的课。



补充 人机工程学的学习问题

2、在实际应用中学习人机工程学

在掌握基本原理与方法的基础上进行学习与创新。每一件产品的人机工程学要求是不同的。



补充 人机工程学的学习问题

3、以人机工程学作为设计的切入点

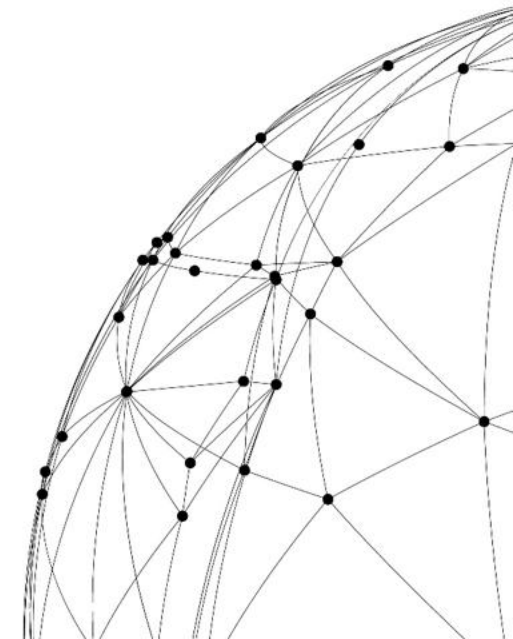
4、人机工程学是功能决定形式

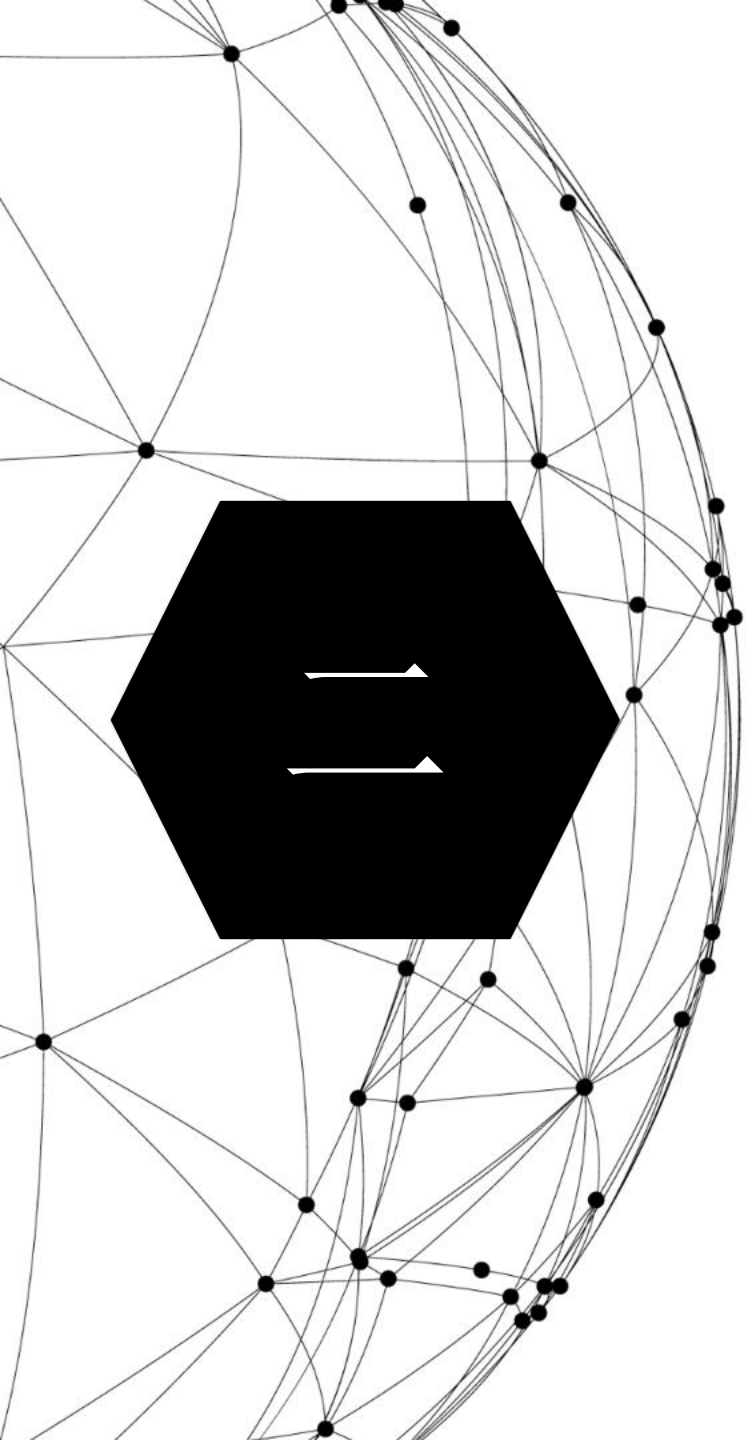
设计理念的主要美学思想基础





To be continued...





01

人体测量的基本知识

02

人体测量中的主要统计函数

03

常用的人体测量数据

04

人体测量数据的应用



01

人体测量的基本知识



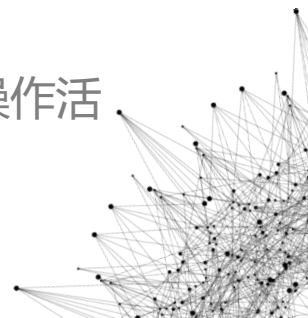
2.1.1 产品设计与人体尺度



人体测量学，通过测量人体各部位尺寸来确定个体之间和群体之间在人体尺寸上的差别，用以研究人的形态特征，从而为各种工业设计和工程设计提供人体测量数据。

人机工程学范围的人体形态测量数据：

- 人体构造尺寸：静态尺寸
- 功能尺寸：动态尺寸（某种姿势或操作活动状态下）



2.1.1 产品设计与人体尺度



人体测量学是人类学的一门分支学科，主要研究人体测量和观察方法，并通过人体整体测量与局部测量来探讨人体的特征、类型、变异和发展规律。



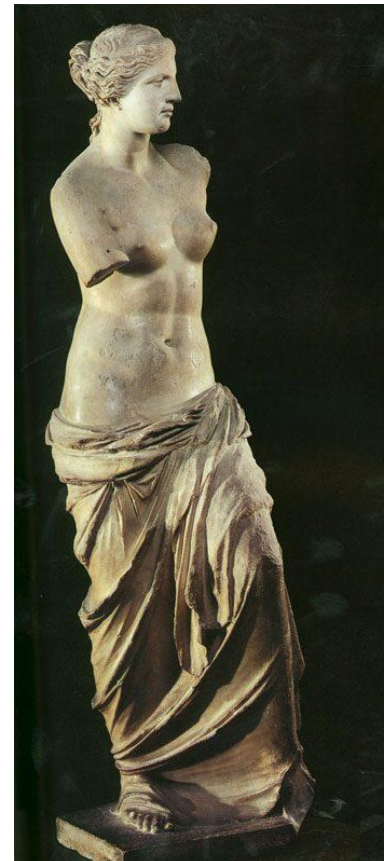
2.1.1 产品设计与人体尺度



在中国二千多年前的《内经 - 灵枢》之《骨度篇》中，对人体测量就有了较详细而科学的阐述。古埃及在公元前3500--2200年之间，也有类似人体测量的方法存在，并提出人体可分为十九个部位。

古希腊、罗马雕塑家们很注意人体形态美，雕塑出完美的作品，如《掷铁饼者》，《维纳斯》雕像。

1870年比利时数学家奎特里特发表了《人体测量学》一书，逐渐形成了“人体测量学”这门科学。



2.1.1 产品设计与人体尺度



各种机械、设备、设施和工具等设计对象在适合于人的使用方面，首先涉及的是如何适合于人的形态和功能范围的限度。

一切操作装置都应设在人的肢体活动所能及的范围之内，其高低位置必须与人体相应部位的高低位置相适应，其布置应该尽可能设在人操作方便、反应最灵活的范围之内。

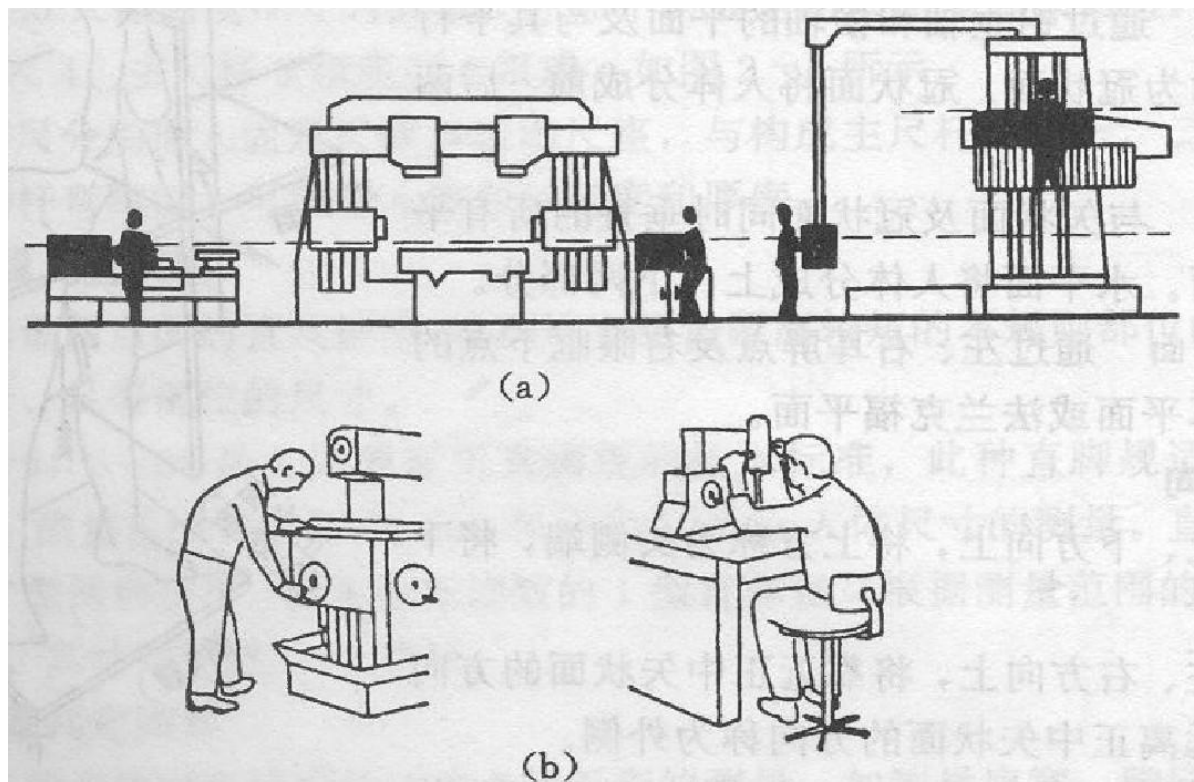


图 2-1 机床与人体尺度的关系

2.1.1 产品设计与人体尺度



2.1.2 人体测量主要方法



1. 普通测量法

普通人体测量仪器可以采用一般的人体生理测量的有关仪器，包括人体测高仪，直角规，弯角规，立方定倾器等，其数据采用人工处理的方法。主要用来测量人体构造尺寸。



2.1.2 人体测量主要方法



2.三维人体测量

(1) 手动接触式三维测量仪
手动，探针。

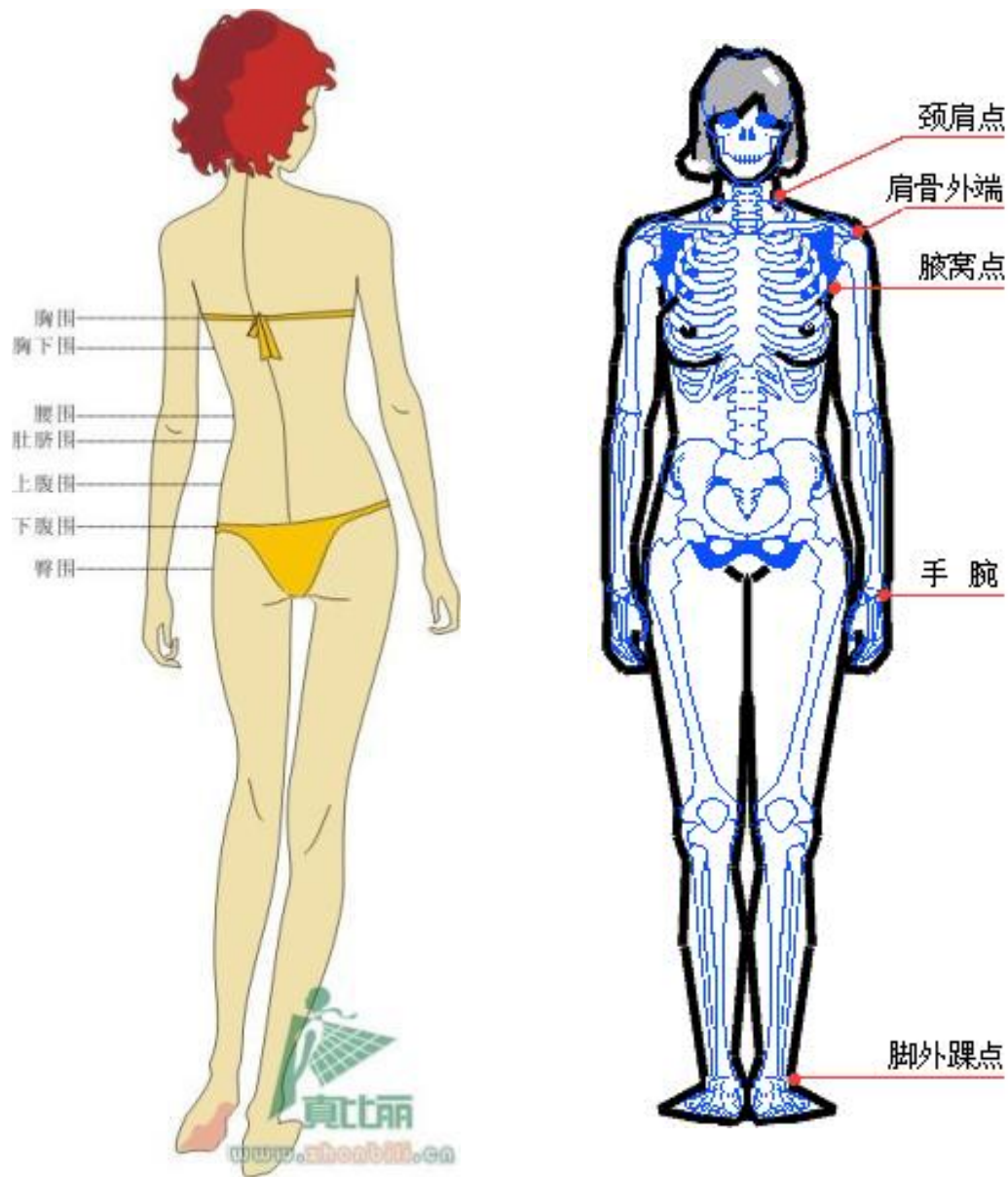
(2) 非接触式三维测量仪
人体扫描



2.1.3 人体测量的基本术语

1. 被测者姿势

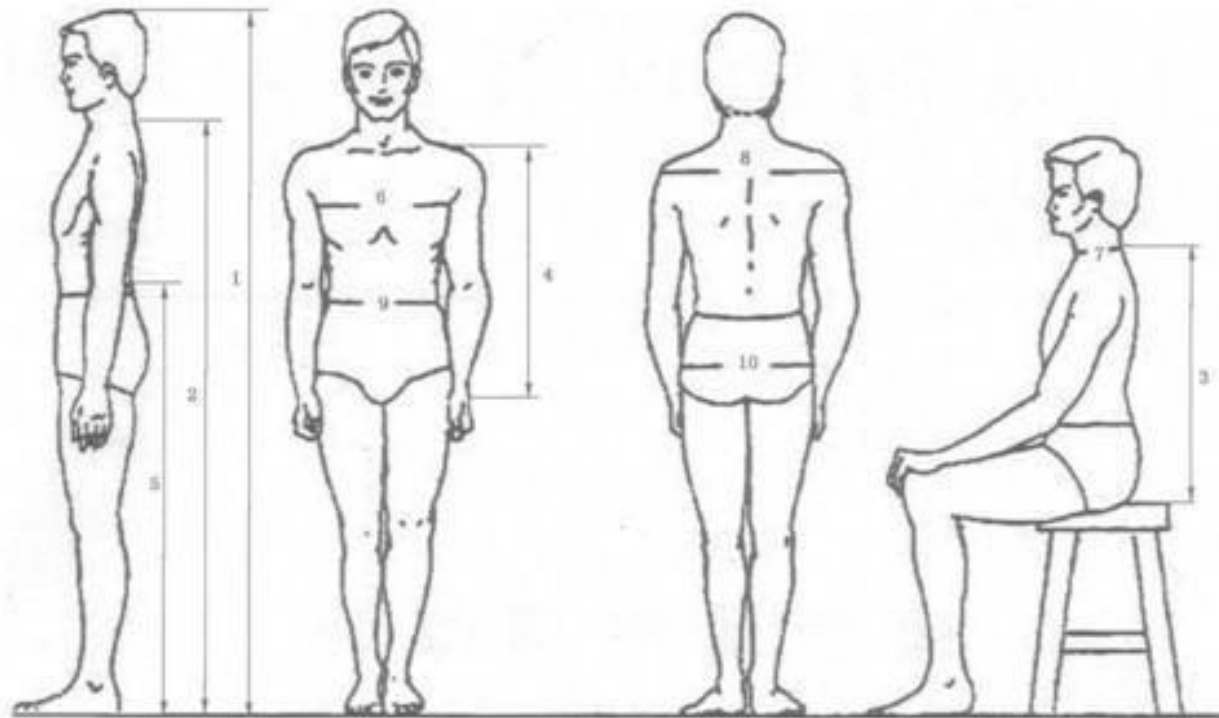
(1) 立姿：被测者挺胸直立，头部以眼耳平面定位，眼睛平视前方，肩部放松，上肢自然下垂，手伸直，手掌朝向体侧，手指轻贴大腿侧面，膝部自然伸直，左、右足后跟并拢，前端分开，使两足大致成 45° 夹角，体重均匀分布于两足。



2.1.3 人体测量的基本术语

1. 被测者姿势

(2) 坐姿：被测者挺胸坐在被调节到腓骨头高度的平面上，头部以眼耳平面定位，眼睛平视前方，左、右大腿大致平行，膝弯屈大致成直角，足平放在地面上，手轻放在大腿上。



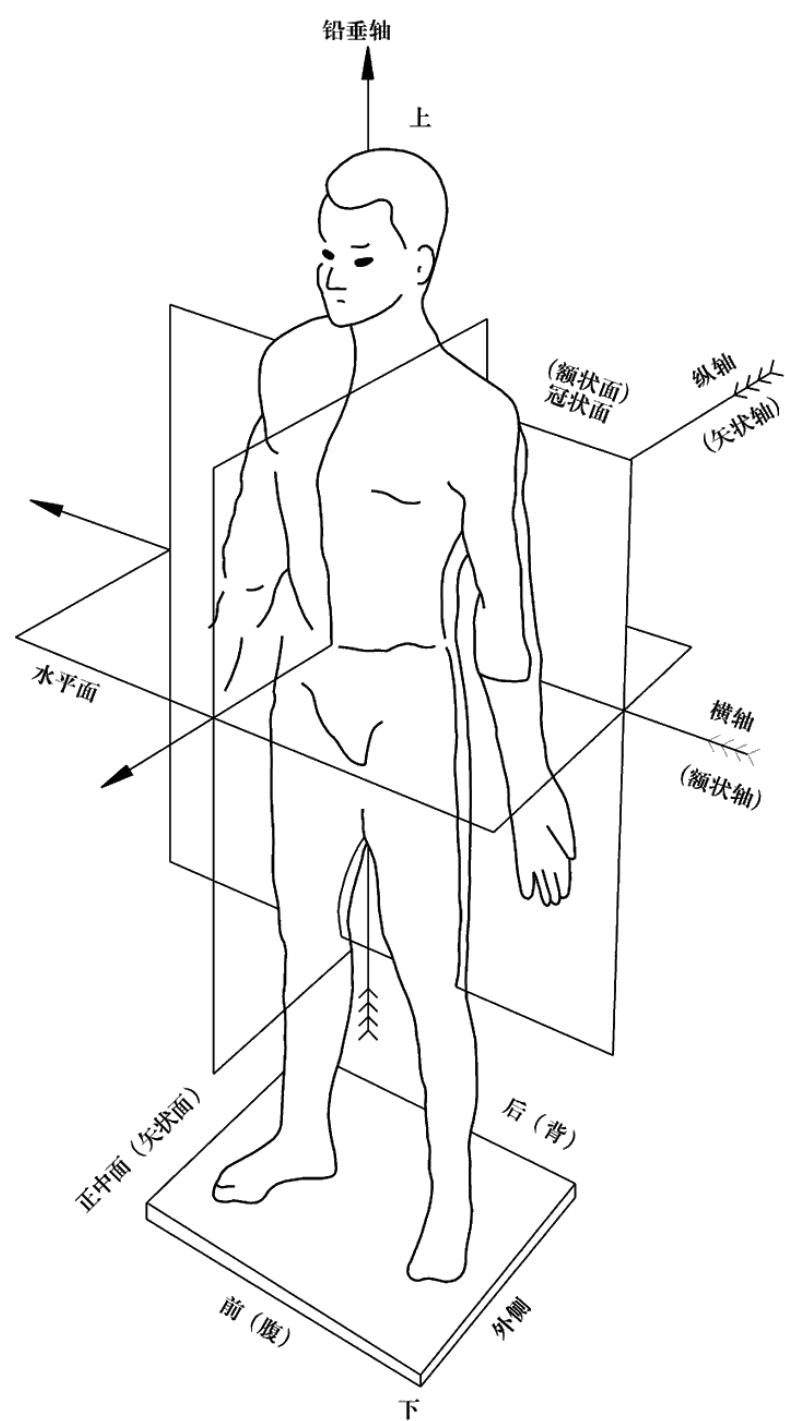
2.1.3 人体测量的基本术语

2.测量基准面

人体测量基准面的定位是由三个互相垂直的轴（铅垂轴、纵轴和横轴）来决定的。

(1) 矢状面：通过铅垂轴和纵轴的平面及与其平行的所有平面都称为矢状面。

(2) 正中矢状面：在矢状面中，把通过人体正中线的矢状面称为正中矢状平面。正中矢状平面将人体分成左、右对称的两个部分。



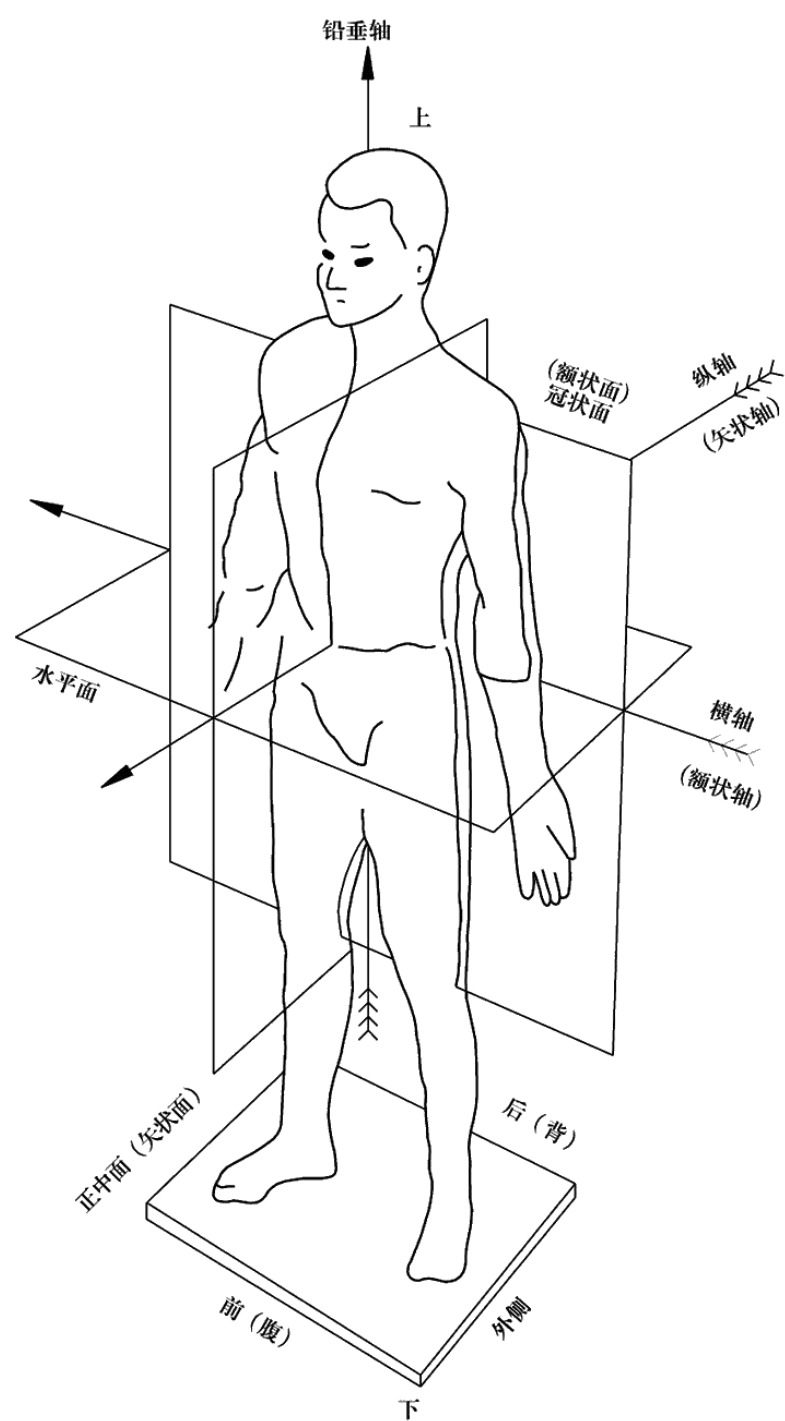
2.1.3 人体测量的基本术语

2.测量基准面

人体测量基准面的定位是由三个互相垂直的轴（铅垂轴、纵轴和横轴）来决定的。

(3) 冠状面：通过铅垂轴和横轴的平面及与其平行的所有平面都称为冠状面。冠状面将人体分成前、后两个部分。

(4) 水平面：与矢状面及冠状面同时垂直的所有平面都称为水平面。水平面将人体分成上、下两个部分。

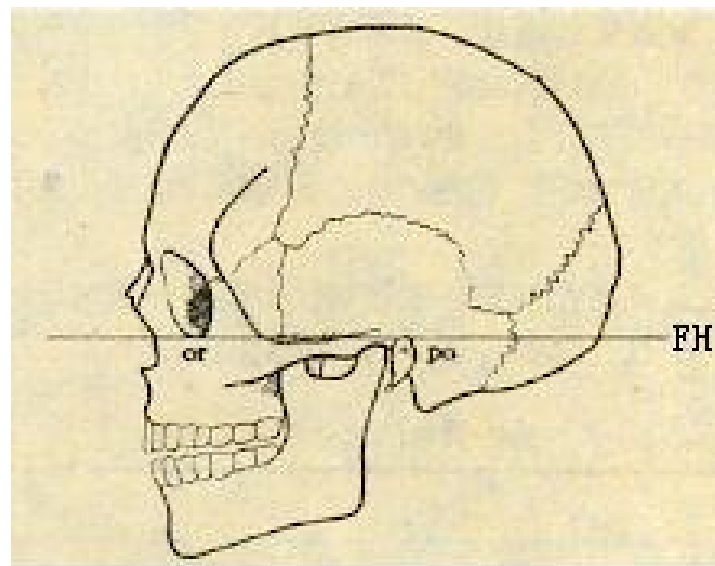


2.1.3 人体测量的基本术语

2.测量基准面

人体测量基准面的定位是由三个互相垂直的轴（铅垂轴、纵轴和横轴）来决定的。

(5) 眼耳平面：通过左、右耳屏点及右眼眶下点的水平面称为眼耳平面或法兰克福平面。



眼耳平面（法兰克福平面）示意图



2.1.3 人体测量的基本术语

3.测量方向

(1) 在人体上、下方向上，将上方称为头侧端，将下方称为足侧端。

(2) 在人体左、右方向上，将靠近正中矢状面的方向称为内侧，将远离正中矢状面的方向称为外侧。

(3) 在四肢上，将靠近四肢附着部位的称为近位，将远离四肢附着部位的称为远位。

(4) 在上肢上，将挠骨侧称为挠侧，将尺骨侧称为尺侧。

(5) 在下肢上，将胫骨侧称为胫侧，将腓骨侧称为腓侧。



2.1.3 人体测量的基本术语

4. 支撑面和衣着

立姿或坐姿的地面或椅面应是水平的，稳固的，不可压缩的。

被测试者裸体或者穿着尽量少的内衣测量。



2.1.3 人体测量的基本术语

5.基本测点及测量项目

测量项目是用所需测量的两个部位、测点或经过点来定义的项目，国际GB3975—83中规定的测量项目有：

直立姿势

采取自然坐姿时

躯干的尺寸

上肢尺寸

下肢尺寸

头部尺寸

身体各部位间前后距离

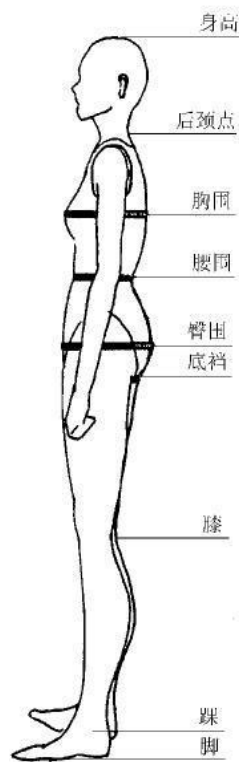


图 11-1 人体结构点(1)

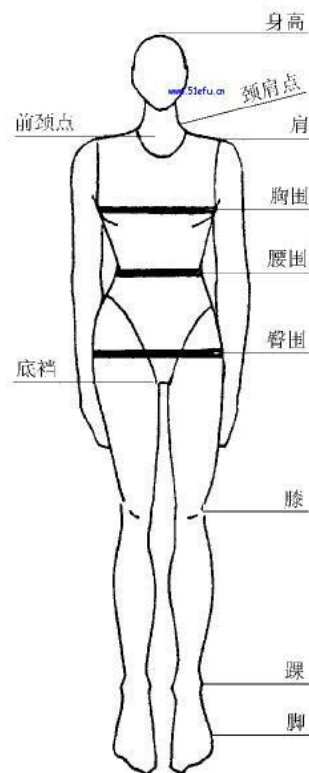


图 11-2 人体结构点(2)



2.1.4 人体测量的常用仪器

1. 人体测高仪

2. 人体测量用直角规

3. 人体测量用弯角规

 <p>1</p>	<p>长马丁尺</p> <p>规格: 130厘米。 精度: ± 0.1厘米。 用于测量下肢长等。</p>	 <p>4</p>	<p>直脚规</p> <p>规格: 60厘米。精度: ± 0.1厘米。用于测量肩宽、骨盆宽、胸宽和胸厚等。</p>
 <p>2</p>	<p>中马丁尺</p> <p>规格: 90厘米。 精度: ± 0.1厘米。 用于测量上肢长、上臂长、前臂长和手长等。</p>	 <p>5</p>	<p>游标卡尺</p> <p>规格: 25厘米。精度: ± 0.1毫米。用于测量手宽、足宽、肱骨和股骨的远端宽等。</p>
 <p>3</p>	<p>短马丁尺</p> <p>规格: 66厘米。 精度: ± 0.1厘米。 用于测量大腿长、小腿长和跟腱长等。</p>	 <p>6</p>	<p>围度尺</p> <p>规格: 150厘米。精度: ± 0.1厘米。用于测量胸围、腰围、臀围、上下肢体围度等。</p>
		 <p>7</p>	<p>足长测量仪</p> <p>规格: 36×16×6厘米。 精度: ± 0.1厘米。 用于测量足长等。</p>





02

人体测量中的主要统计函数



2.2.1 均值



表示样本的测量数据集中地去向某一个值，该值为平均值，简称均值。

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2.2.5 百分位数



人体测量的数据常以百分位数 P_k 作为一种位置指标、一个界值。

一个百分位数将群体或者样本的全部测量值分为两部分，有 $K\%$ 的测量值等于和小于它，有 $(100-k)\%$ 的测量值大于它。

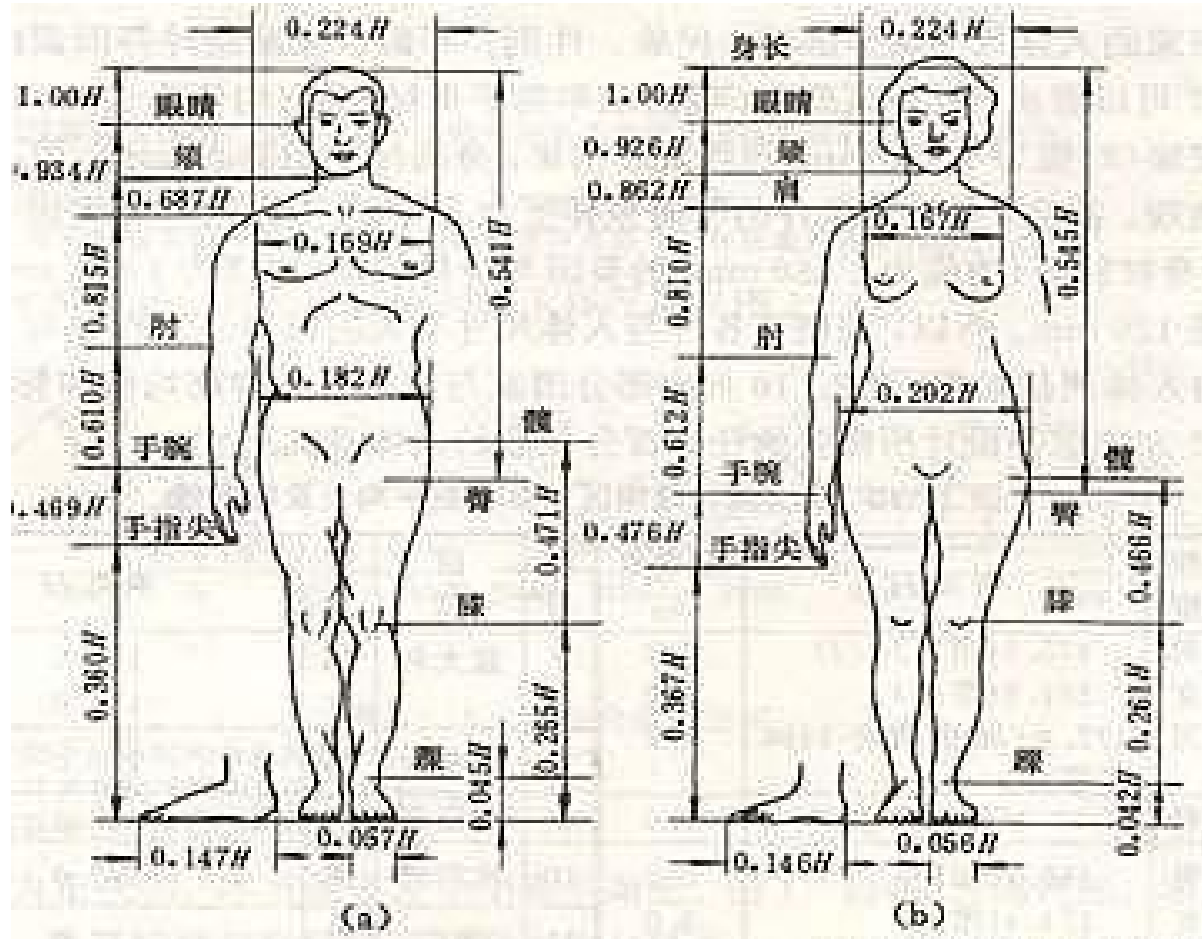


03

常用的人体测量数据



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸



GB10000-1988是1989年7月开始实施的我国成年人人体尺寸国家标准。它适用于工业产品设计、建筑设计、军事工业及工业的技术改造、设备更新及劳动安全保护。

年龄划分为：

男 18~25, 26~35, 36~60

女 18~25, 26~35, 35~55



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

1. 人体主要尺寸

单位：mm

量 项 目	百分 位数	分 组	男（18~60岁）							女（18~55岁）						
			1	5	10	50	90	95	99	1	5	10	50	90	95	99
身高			1543	1583	1604	1678	1754	1775	1814	1449	1484	1503	1570	1640	1659	1697
体重kg			44	48	50	59	70	75	83	39	42	44	52	63	66	74
上臂长			279	289	294	313	333	338	349	252	262	267	284	303	308	319
前臂长			206	216	220	237	253	258	268	185	193	198	213	229	234	242
大腿长			413	428	436	465	496	505	523	387	402	410	438	467	476	494
小腿长			324	338	344	369	396	403	419	300	313	319	344	370	376	390



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

2. 立姿人体尺寸

单位：mm

量 项 目	男（18~60岁）							女（18~55岁）						
	1	5	10	50	90	95	99	1	5	10	50	90	95	99
眼高	1436	1474	1495	1568	1643	1664	1705	1337	1371	1388	1454	1522	1541	1579
肩高	1244	1281	1299	1367	1435	1455	1494	1166	1195	1211	1271	1333	1350	1385
肘高	925	954	968	1024	1079	1096	1128	873	899	913	960	1009	1023	1050
手功能高	656	680	693	741	787	801	828	630	650	662	704	746	757	778
会阴高	701	728	741	790	840	856	887	648	673	686	732	779	792	819
胫骨点高	394	409	417	444	472	481	498	363	377	384	410	437	444	459



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

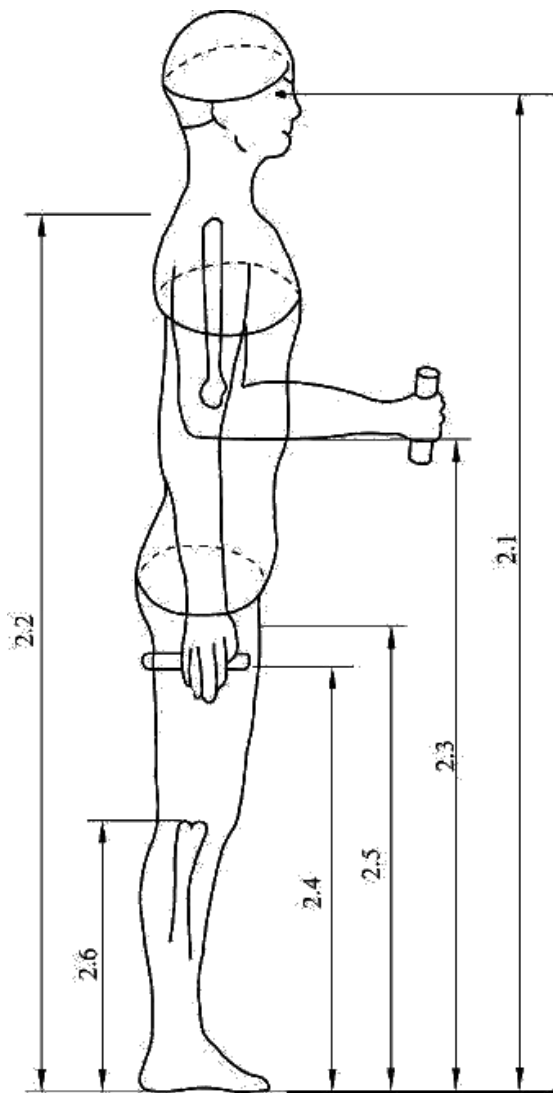


图1-6 立姿人体尺寸



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

3. 坐姿人体尺寸

单位：mm

量 项 目	百分 分组 位数		男（18~60岁）							女（18~55岁）						
	1	5	10	50	90	95	99	1	5	10	50	90	95	99		
坐高	836	858	870	908	947	958	979	789	809	819	855	891	901	920		
坐姿颈椎点高	599	615	624	657	691	701	719	563	579	587	617	648	657	675		
坐姿眼高	729	749	761	798	836	847	868	678	695	704	739	773	783	803		
坐姿肩高	539	557	566	598	631	641	659	504	518	526	556	585	594	609		
坐姿肘高	214	228	235	263	291	298	312	201	215	223	251	277	284	299		
坐姿大腿厚	103	112	116	130	146	151	160	107	113	117	130	146	151	160		
坐姿膝高	441	456	464	493	523	532	549	410	424	431	458	485	493	507		
小腿加足高	372	383	389	413	439	448	463	331	342	350	382	399	405	417		
坐深	407	421	429	457	486	494	510	388	401	408	433	461	469	485		
臀膝距	499	515	524	554	585	595	613	481	495	502	529	561	570	587		
坐姿下肢长	892	921	937	992	1046	1063	1096	826	851	865	912	960	975	1005		



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

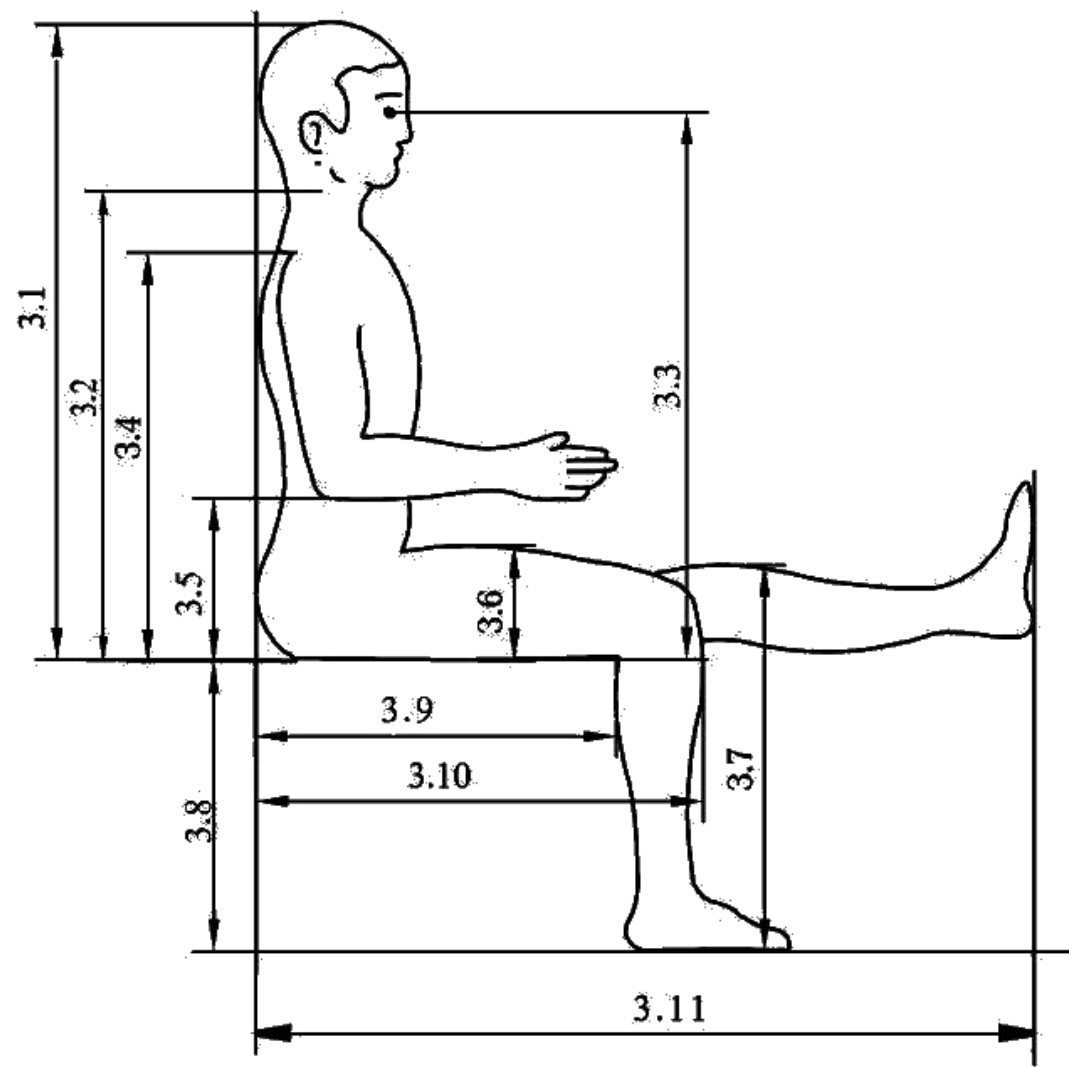


图1-7 人体坐姿尺寸



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

4.人体水平尺寸

单位：mm

数据 项目	年龄分组 百分位数	男（18~60岁）							女（18~55岁）						
		1	5	10	50	90	95	99	1	5	10	50	90	95	99
胸宽		242	253	259	280	307	315	331	219	233	239	260	289	299	319
胸厚		176	186	191	212	237	245	261	159	170	176	199	230	239	260
肩宽		330	344	351	375	397	403	415	304	320	328	351	371	377	387
最大肩宽		383	398	405	431	460	469	486	347	363	371	397	428	438	458
臀宽		273	282	288	306	327	334	346	275	290	296	317	340	346	360
坐姿臀宽		284	295	300	321	347	355	369	295	310	318	344	374	382	400
坐姿两肘间宽		353	371	381	422	473	489	518	326	348	360	404	460	478	509
胸围		762	791	806	867	944	970	1018	717	745	760	825	919	949	1005



2.3.1 我国成年人人体结构尺寸

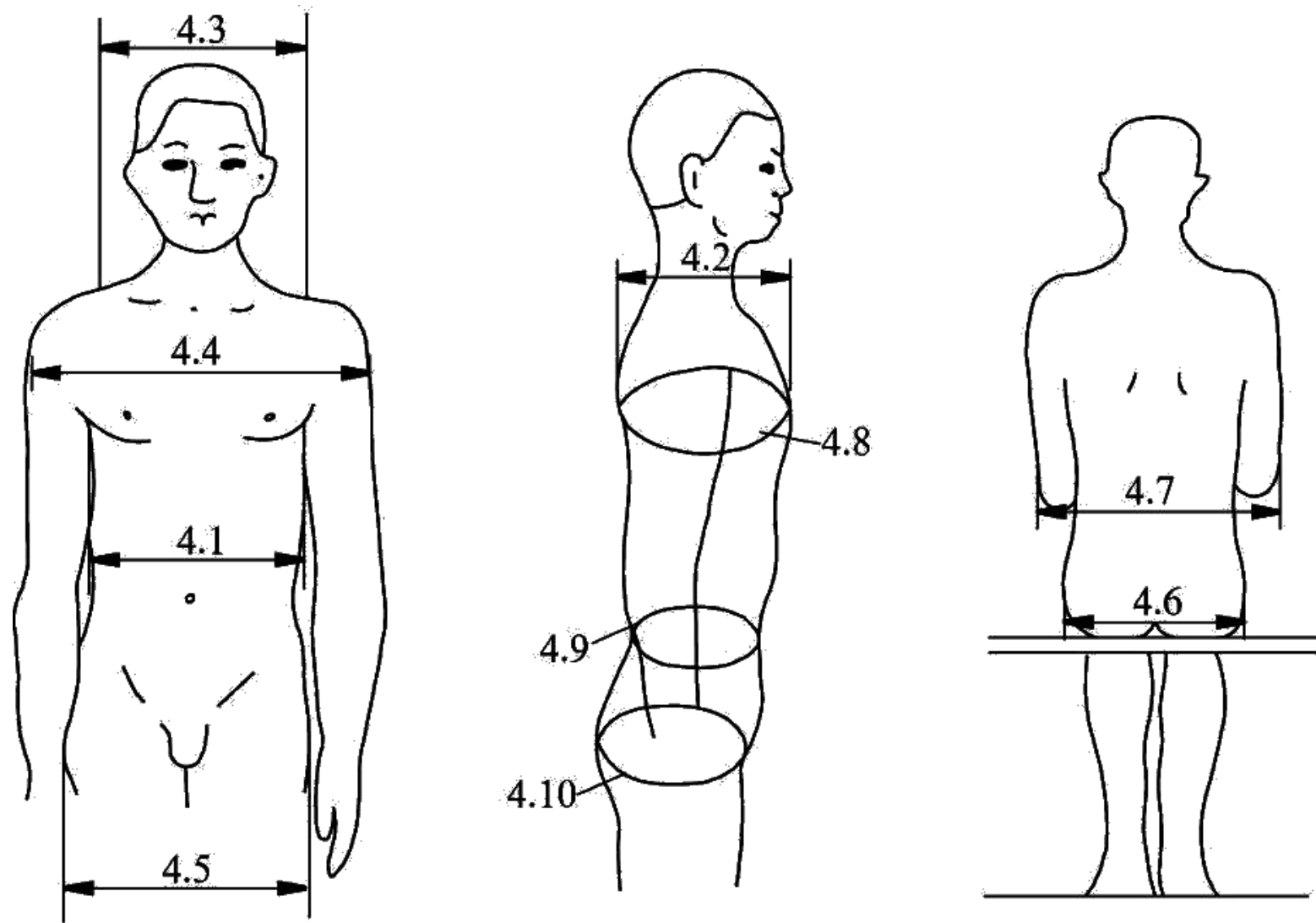


图1-8 人体水平尺寸



2.3.2 我国成年人人体功能尺寸

人在各种工作时都需要有足够的活动空间。工作位置上的活动空间设计与人体的功能尺寸密切相关，由于活动空间应尽可能适应于绝大多数人的使用，设计时应以高百分位人体尺寸为依据。

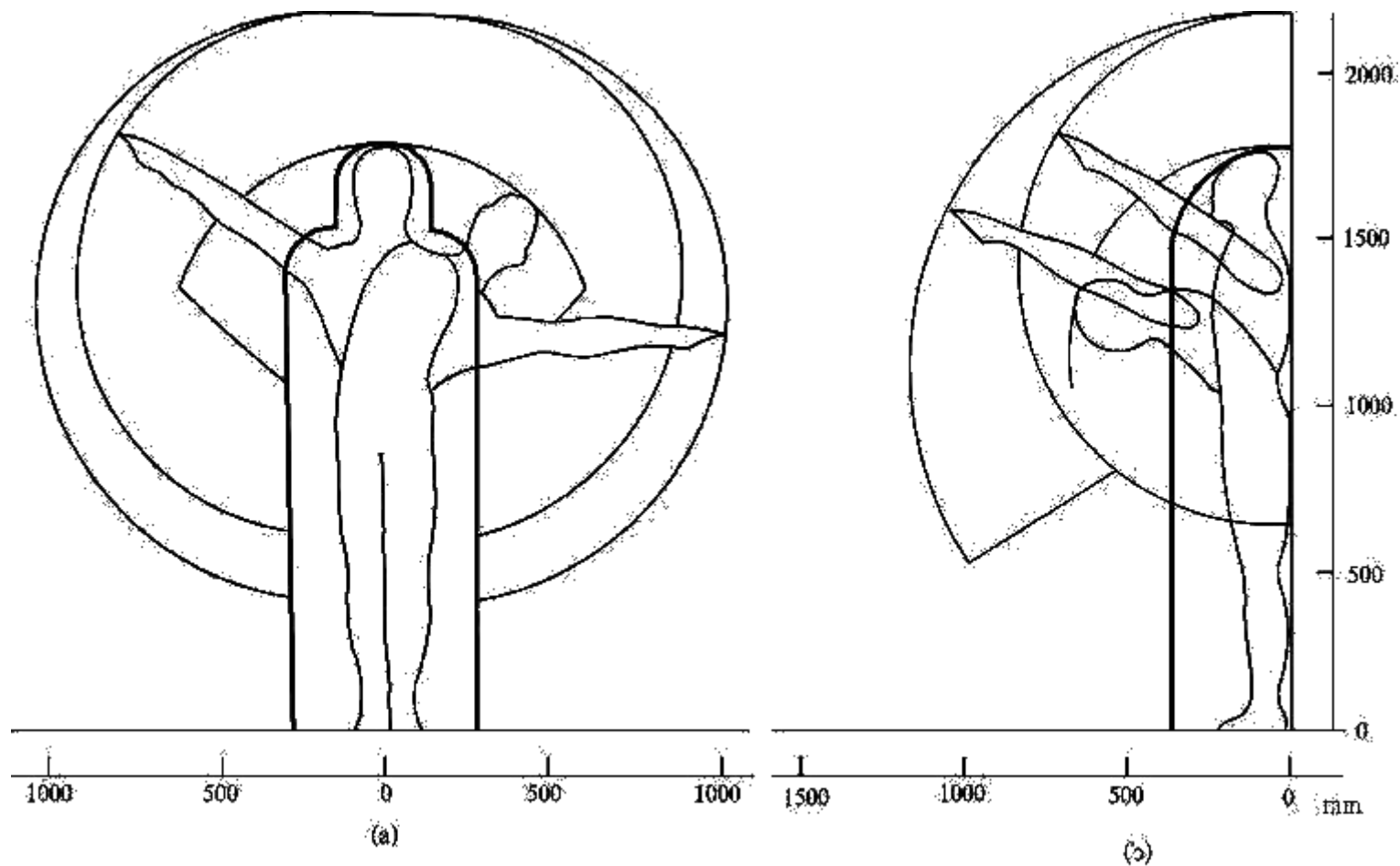
所以，在以下的分析中均以我国成年男子第95百分位身高（1775mm）为基础。

在工作中常取站、坐、跪（如设备安装作业中的单腿跪）、卧（如车辆检修作业中的仰卧）等作业姿势。现从各个角度对其活动空间进行分析说明，并给出人体尺度图。



2.3.2 我国成年人人体功能尺寸

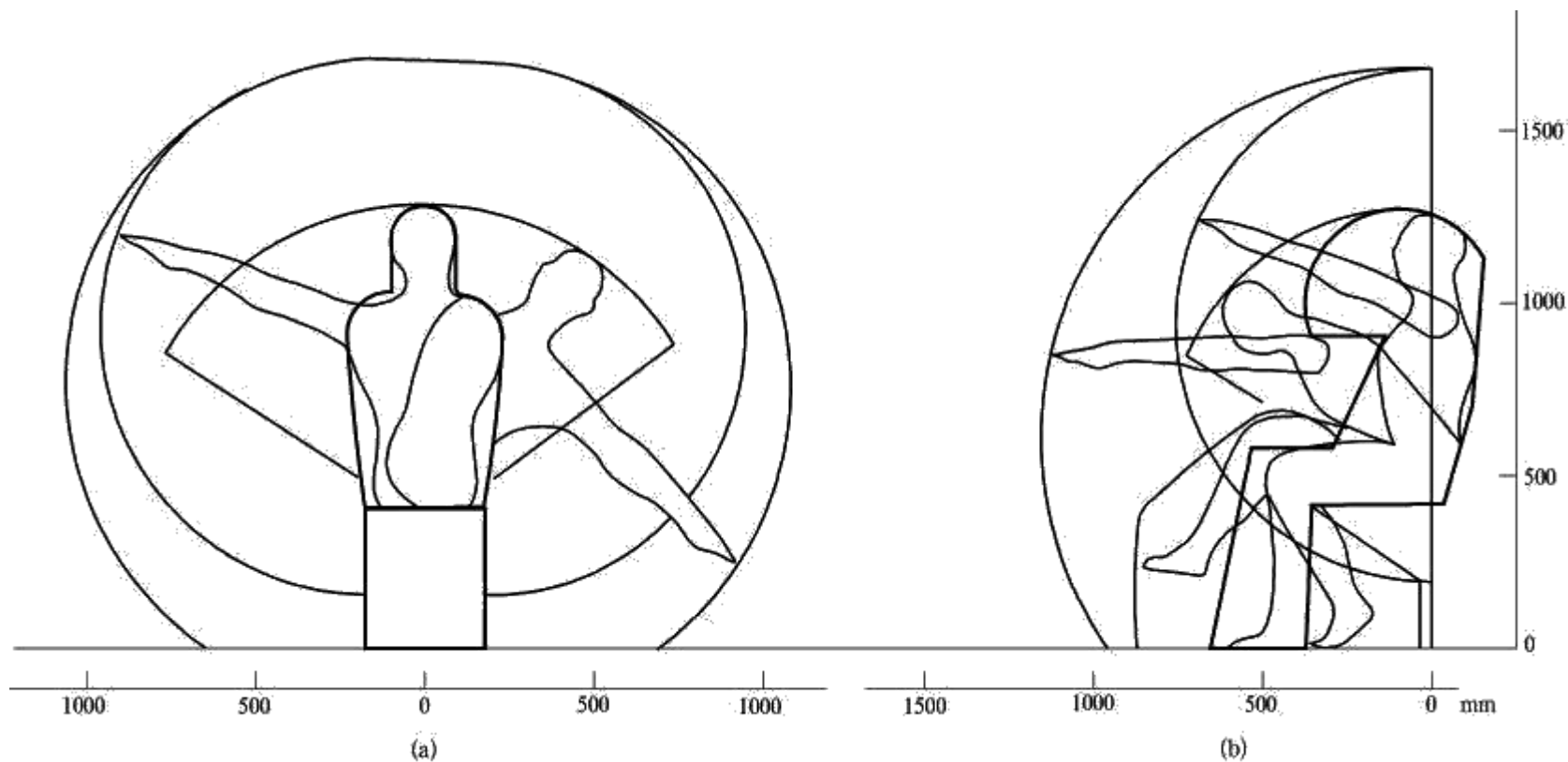
1、**立姿的活动空间** 立姿时人的活动空间不仅取决于身体的尺寸，而且也取决于保持身体平衡的微小平衡动作和肌肉，脚的站平面不变时，为保持平衡必须限制上身和手臂能达到的活动空间。在此条件下，立姿活动空间的人体尺度如图所示。



2.3.2 我国成年人人体功能尺寸

2、坐姿的活动空间

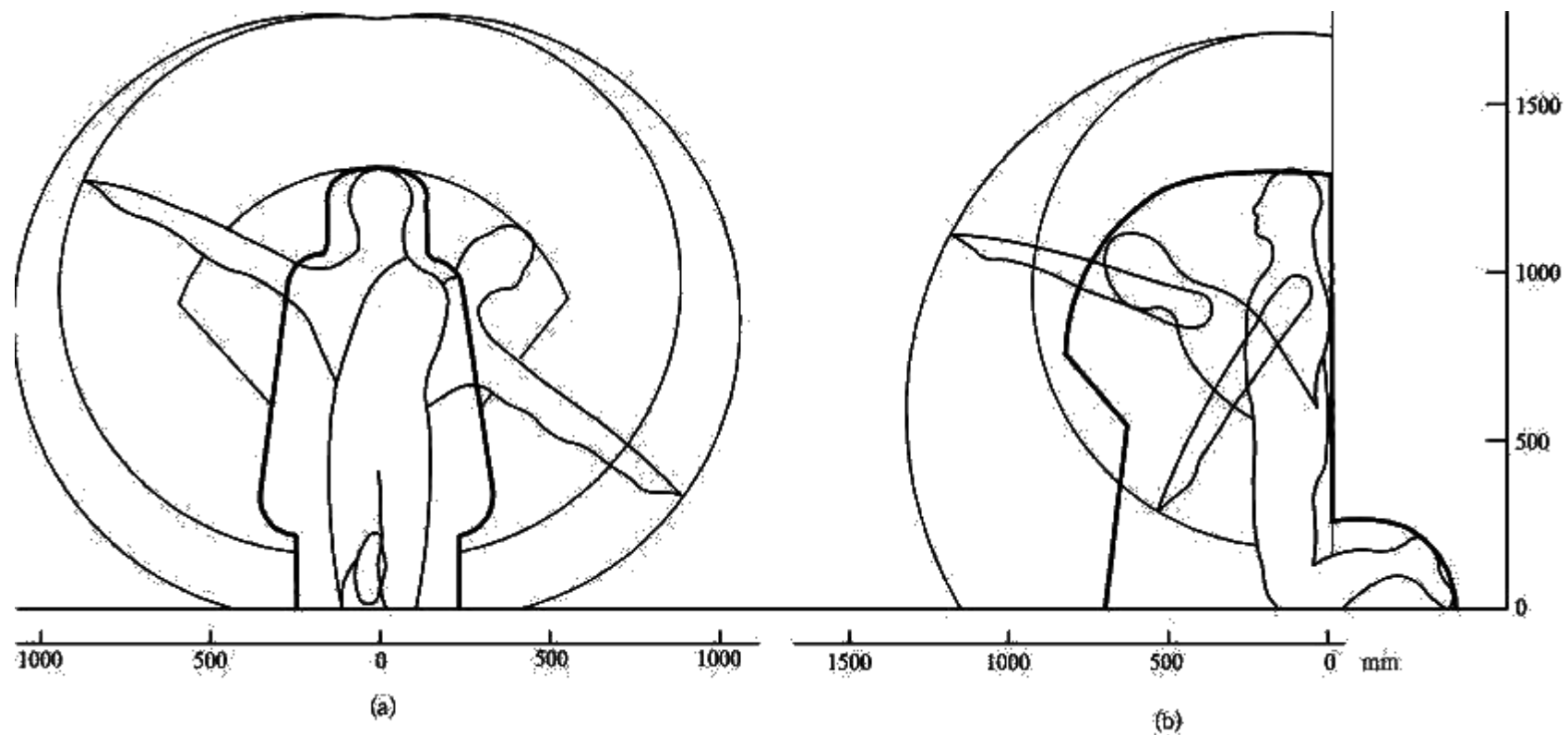
根据立姿活动空间条件，坐姿活动空间的人体尺度见图。



2.3.2 我国成年人人体功能尺寸

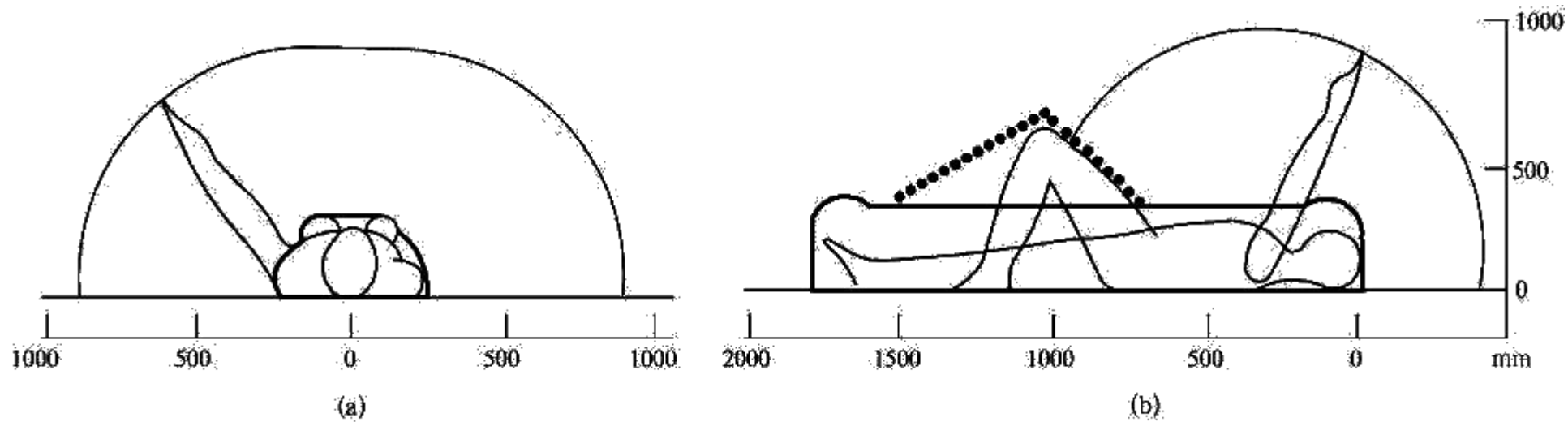
3、单腿跪姿的活动空间

根据立姿活动空间的条件，单腿跪姿活动空间的人体尺度如图所示。



2.3.2 我国成年人人体功能尺寸

4、仰卧的活动空间



2.3.2 我国成年人人体功能尺寸

5、常用功能尺寸——人体着装功能尺寸（男：18-60岁）

百分位	立姿双臂展开宽度	立姿手伸过头顶高度	坐姿手臂前伸距离	坐姿腿前伸距离
5%	1579	1999	781	957
50%	1690	2136	838	1028
95%	1802	2274	896	1099





04

人体测量数据的应用



2.4.1 影响测量数据差异的因素



1. 年龄

人体尺寸增长过程，一般男性20岁结束，女性18岁结束。通常男性15岁、女性13岁双手的尺寸就达到了一定值。男性17岁、女性15岁脚的大小也基本定型。成年人身高随年龄的增长而收缩一些，但体重、肩宽、腹围、臀围、胸围却随年龄的增长而增加了。在选用人体尺寸时，必须考虑工作和生活的环境适合哪些年龄组的人。在使用人体尺寸数据表时，要注意不同年龄组尺寸数据的差别。

2.4.1 影响测量数据差异的因素

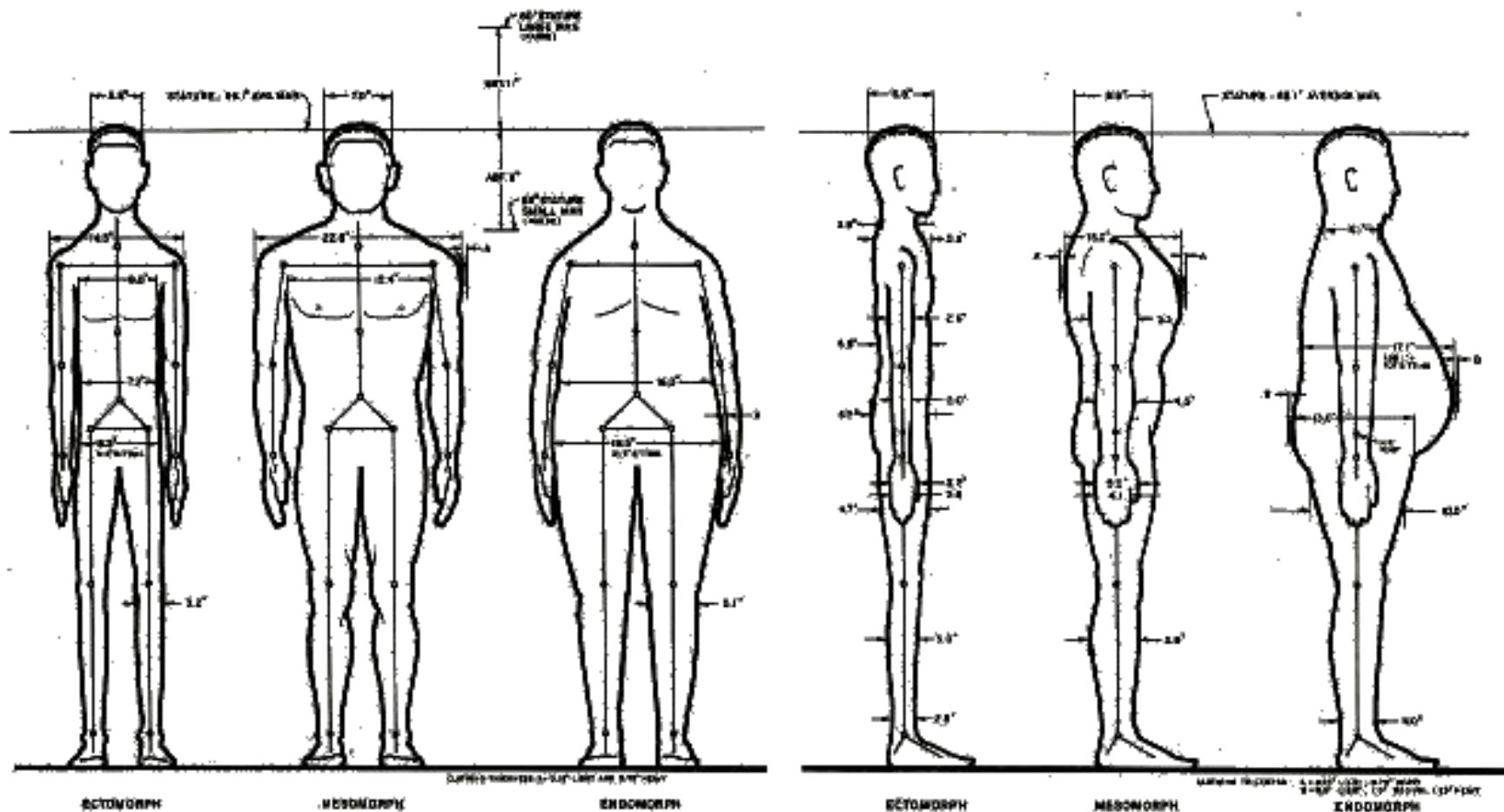


THE WIZARD OF ID

by Brant parker and Johnny hart



2.4.1 影响测量数据差异的因素



三种基本体形，这种体形的差异极可能发生在个体内部，也可能表现在个体之间。

2.4.1 影响测量数据差异的因素



2.性别

在男性与女性之间，人体尺寸、重量和比例关系都有明显差异。对于大多数人体尺寸，男性都比女性大些，但有四个尺寸——**胸厚、臀宽、臂部及大腿周长**，女性比男性的大。男女即使在身高相同的情况下，身体各部分的比例也是不同的。同整个身体相比，女性的手臂和腿较短，躯干和头占的比例较大，肩较窄，骨盆较宽。皮下脂及厚度及脂肪层在身体上的分布，男女也有明显差别。因此，以矮小男性的人体尺寸代替女性人体尺寸使用是错误的，特别是在腿的长度尺寸起重要作用的工作场所，如坐姿操作的工作，考虑女性的人体尺寸至关重要。

2.4.1 影响测量数据差异的因素



3.年代

随着人类社会的不断发展，卫生、医疗、生活水平的提高以及体育运动的大力开展，人类的成长和发育也发生了变化。据调查，欧洲居民每隔10年身高增加1~1.4cm；美国城市男性青所1973~1986年13年间身高增长2.3cm；日本男性青年1934~1965年31年间身高增长5.2cm、体重增加4kg胸围增加3.1cm；我国广州中山医学院男生1956~1979年23年间身高增长4.38cm、女生身高增长2.67cm。身高的变化势必带来其他形体尺寸的变化。因此，在使用人体测量数据时，要考虑其测量年代，然后加以适当修正。

2.4.1 影响测量数据差异的因素



4.地区和种族

不同的国家、不同的地区、不同的种族人体尺寸差异较大，见表1—7。即是在同一国家，不同区域也有差异，我国六个区域的人体身高、胸围、体重的平均值和标准差中即可明显看出这一差异。进行产品设计时，必须考虑不同国家、不同区域人体尺寸的差异。另一方面，随着国际间、区域间各种经贸活动的不断增大，不同民族、不同地区的人使用同一产品、同一设施的情况将越来越多，因此在设计中考虑产品的多民族的通用性也将成为一个值得注意的问题。



2.4.1 影响测量数据差异的因素

乡村

	男性		女性	
	样本量	身高 (cm, Mean±SD)	样本量	身高 (cm, Mean±SD)
东北方言区	1130	166.8±6.0	1145	155.2±5.5
华北方言区	1708	167.3±6.4	1648	155.7±5.7
西北方言区	1007	167.2±6.0	1006	155.2±6.0
西南方言区	1273	164.1±6.7	1278	153.8±6.1
江淮方言区	414	167.3±6.4	391	156.5±5.6
吴语方言区	374	166.7±6.9	414	155.6±5.9
闽语方言区	751	165.9±6.7	737	154.7±5.6
赣语方言区	398	162.9±6.5	396	151.8±5.6
客家话方言区	345	164.5±6.2	373	153.7±5.6
粤语方言区	395	165.6±6.6	492	153.1±5.4
湘语方言区	393	163.5±6.4	435	153.4±5.6

城市

	男性		女性	
	样本量	身高 (mm, Mean±SD)	样本量	身高 (mm, Mean±SD)
东北方言区	689	1695.2±67.0	760	1579.6±61.3
华北方言区	905	1684.8±61.6	906	1572.7±58.1
西北方言区	407	1684.9±62.1	428	1570.9±56.8
西南方言区	726	1665.8±65.3	817	1553.5±56.6
江淮方言区	309	1691.6±61.5	312	1571.2±55.9
吴语方言区	390	1679.5±61.0	305	1568.1±57.5
闽语方言区	610	1672.9±59.2	638	1557.0±55.5
赣语方言区	305	1640.2±63.1	305	1539.2±50.5
客家话方言区	303	1658.3±62.1	331	1550.6±58.6
粤语方言区	195	1657.0±56.7	257	1536.8±56.0
湘语方言区	306	1652.4±58.4	333	1540.1±50.6



2.4.1 影响测量数据差异的因素



5.职业

不同职业的人，在身体大小及比例上也存在着差异，例如，一般体力劳动者平均身体尺寸都比脑力劳动者稍大些。在美国，工业部门的工作人员要比军队人员矮小；在我国，一般部门的工作人员要比体育运动系统的人矮小。也有一些人由于长期的职业活动改变了形体，使其某些身体特征与人们的平均值不同。对于不同职业所造成的人体尺寸差异在产品设计中必须予以注意。另外，数据来源不同、测量方法不同、被测者具有代表性特征等因素，也常常造成测量数据的差异。

2.4.2 人体尺寸数据的应用



1.应用人体尺寸数据的基本原理

人体大小各不相同的，但设计的产品一般不可能满足所有使用者。为使设计适合于较多的使用者，则需要根据产品的用途及使用情况应用人体尺寸数据，按下列基本原理进行设计：

设计要达到适合体型矮小的使用者的尺寸；

设计要达到适合体型高大的使用者的尺寸。

为使设计满足上述原理，必须合理选用百分位。通常选用百分位的原则是，在不涉及使用者健康和安全时，选用适当偏离极端百分位的第5百分位和第95百分位作为界限值较为适宜，以便简化加工制造过程、降低生产成本。

2.4.2 人体尺寸数据的应用

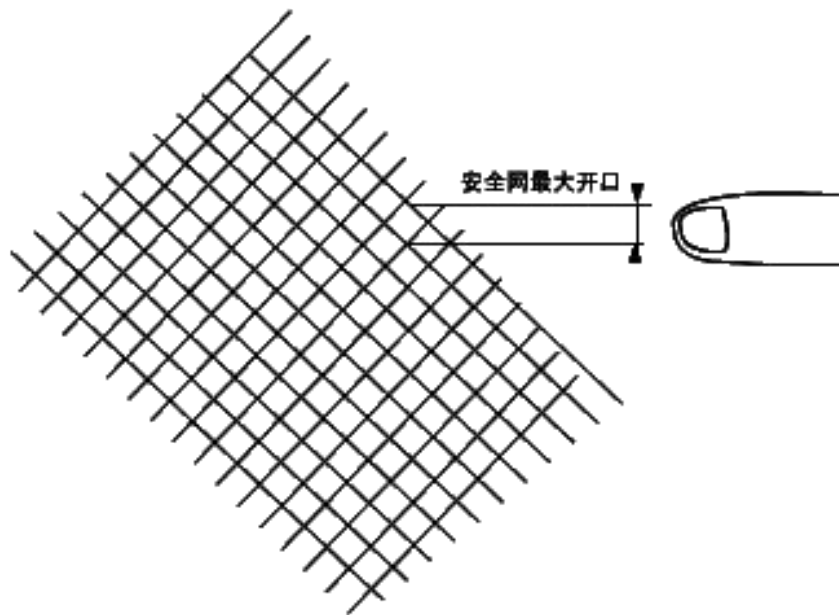


2.4.2 人体尺寸数据的应用

具体应用时要考虑以下几点原则：

a、由人体身高决定的产品，如门、船舱口、通道、床、担架等，其尺寸应以第99百分位数值为依据。

b、由人体某些部分的尺寸决定的物体，如取决于腿长的坐平面高度，其尺寸应以第5百分位数值为依据。



2.4.2 人体尺寸数据的应用

c、可调尺寸，应可调节到使第5百分位和第95百分位之间的所有人使用方便。

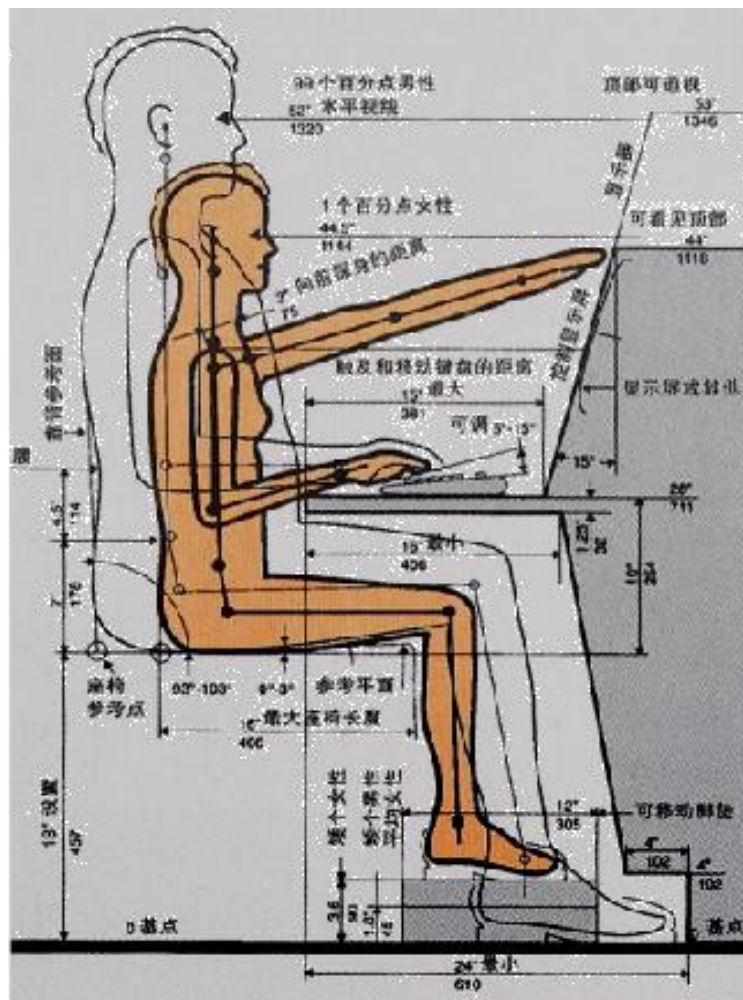


2.4.2 人体尺寸数据的应用

d、以第5百分位和第95百分位为界限值的物体，当身体尺寸在界限值以外的人使用会危害其健康或增加事故危险时，其尺寸界限应扩大到第1百分位和第99百分位。紧急出口以及至运转着的机器部件的有效半径，应以第99百分位数值为依据，而使用者与紧急制动杆的距离则应以第1百分位数值为依据。

动态设计原则

在考虑人员必须执行的操作时，选用动作范围的最小值；在考虑人员的自由活动空间时，选用动作范围的最大值。



2.4.2 人体尺寸数据的应用

e、门铃、插座、电灯开关等的安装高度以及营业柜台高度等这类具有普遍性的场合，应以第50百分位数值为依据。



2.4.3 人体尺寸的应用方法

1. 确定所设计产品的类型
2. 选择人体尺寸百分位数
3. 确定功能修正量
4. 确定心理修正量
5. 产品功能尺寸的设定



2.4.3 人体尺寸的应用方法



由于着衣人体尺寸增大的调整值（建议值）

人体尺寸	轻薄的夏装	冬季外套	轻薄的工作服、鞋和头盔
身高	25~40 ^①	25~40 ^①	70
坐姿眼高	3	10	3
大腿与台面下距离	13	25	13
足长	13~24	40	40
足宽	13~20	13~25	25
足跟高	25~40	25~40	35
头最大长	—	—	100
头最大宽	—	—	105
最大肩宽	13	50~75	13
臀宽	13	50~75	13

2.4.3 人体尺寸的应用方法



应用人体尺寸数据时应注意的要点

a、必须弄清设计的使用者或操作者的状况，分析使用者的特征，包括性别、年龄、种族、身体健康状况、体形等。

b、人体尺寸的统计分布一般是呈正态分布的，故按人体尺寸的平均值设计产品和工作空间，往往只能适合50%的人群，而对另外50%的人群则不适合。例如以最大肩宽的平均值设计舱口直径，将只有小于平均最大肩宽的一半人可由该舱口出入，而大于平均最大肩宽的另一半人则无法由此出入。又如一个不常使用的控制阀门需要安装在通过过道的架空管道上，手轮安装高度若以人体的平均高度设计，将只有大于双臂功能上举高平均值的50%的人，才能达到阀门手轮的安装高度，而另外50%的人的手臂则够不着阀门的手轮，在紧急状态时将无法进行控制。因此，一般不能以平均值作为设计的唯一根据。

2.4.3 人体尺寸的应用方法



应用人体尺寸数据时应注意的要点

c、大部分人体尺寸数据是裸体或是穿汗背心、胸罩、内裤时测量的结果。设计人员选用数据时，不仅要考虑操作者的着衣穿鞋情况，而且还应考虑其他可能配备的东西，如手套、头盔、鞋子及其他用具。我国目前尚无统一的着衣人体尺寸增大的调整值，上表给出了一个建议调整数据，供设计时参考。

对于特殊的紧急情况也应予以考虑，例如在正常情况下99%的人可以顺利通过的通道，一旦失火，由于救护人员戴着头盔、穿着防火衣并携带救护工具就可能无法顺利通过，因而要考虑非常情况下的宽度要求。

2.4.3 人体尺寸的应用方法



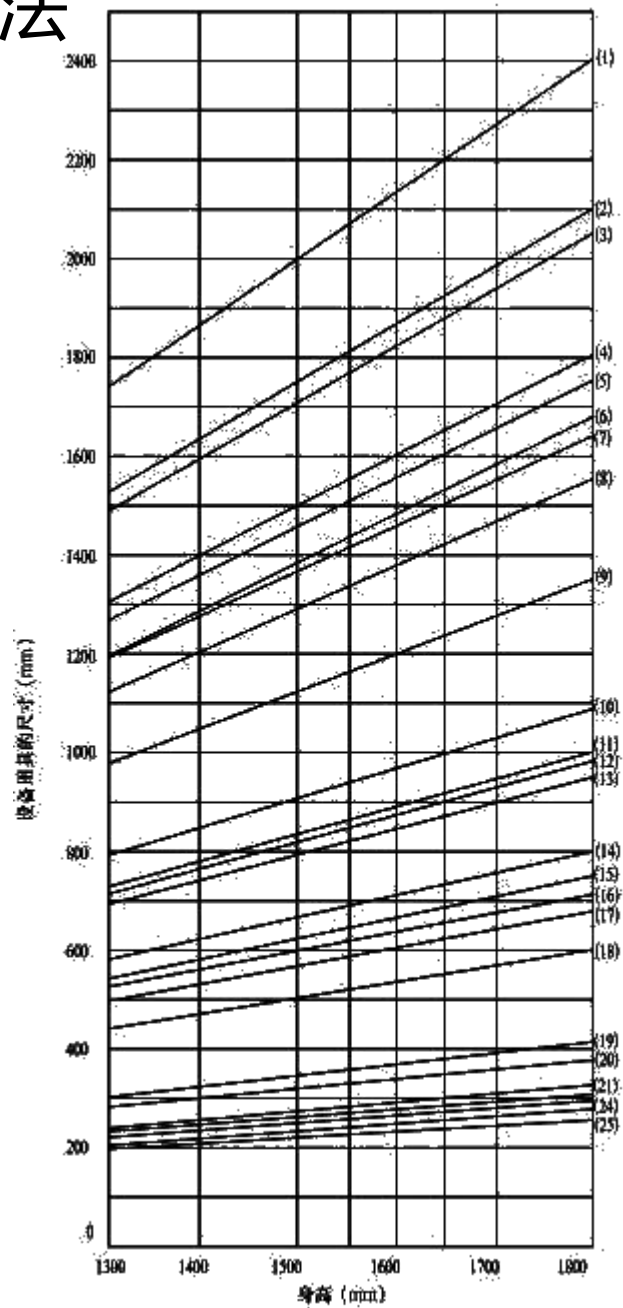
应用人体尺寸数据时应注意的要点

d、静态测得的人体尺寸数据，虽可解决很多产品设计中的问题，但由于人在操作过程中姿势和身体位置经常变化，静态测得的尺寸数据会出现较大误差，设计时需用实际测得的动态尺寸数据加以适当调整。

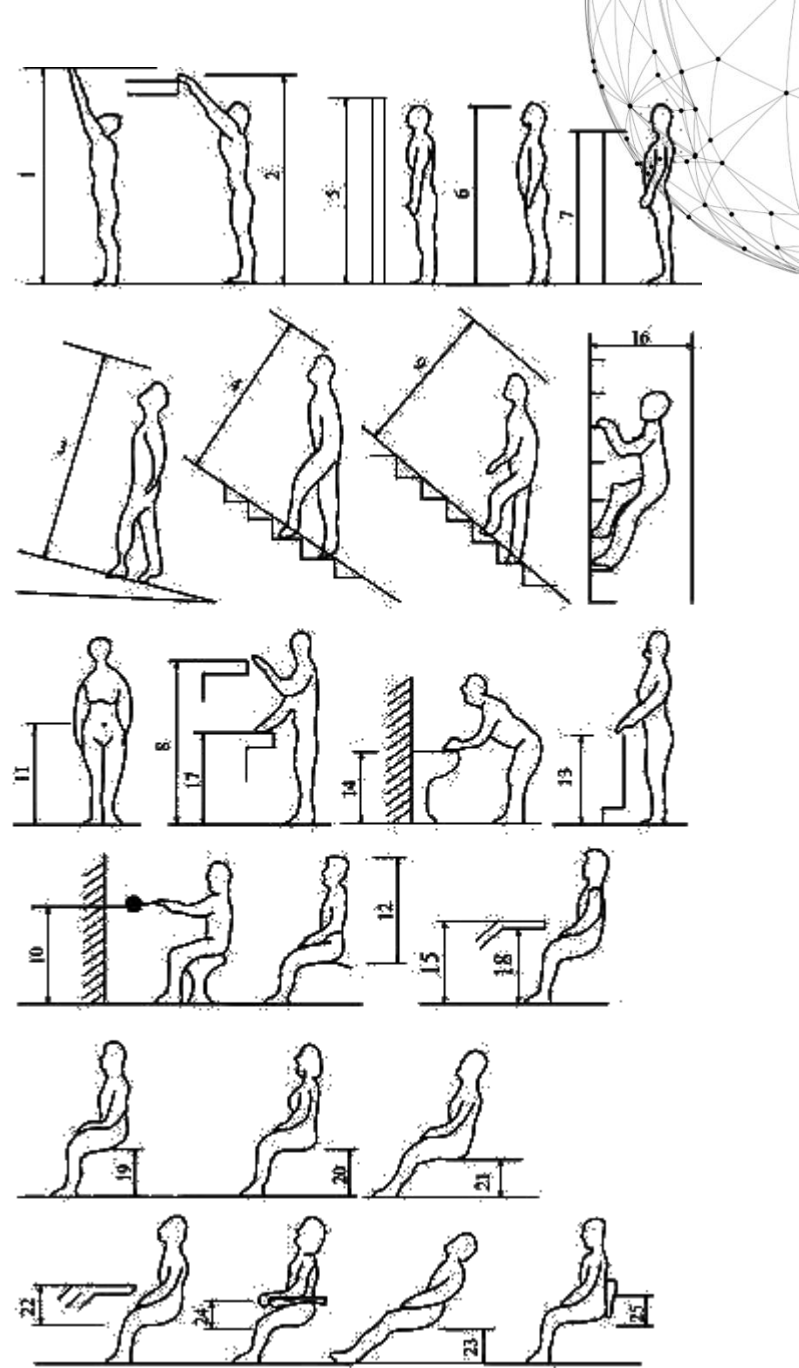
e、确定作业空间的尺寸范围，不仅与人体静态测量数据有关，同时也与人的肢体活动范围及作业方式方法有关。如手动控制器最大高度应使第5百分位数身体尺寸的人直立时能触摸到，而最低高度应是第95百分位数的人的触摸高度。

设计作业空间还必须考虑操作者进行正常运动时的活动范围的增加量，如人行走时，头顶的上下运动幅度可达50mm。

2.4.4 人体身高在设计中的应用方法



(a)



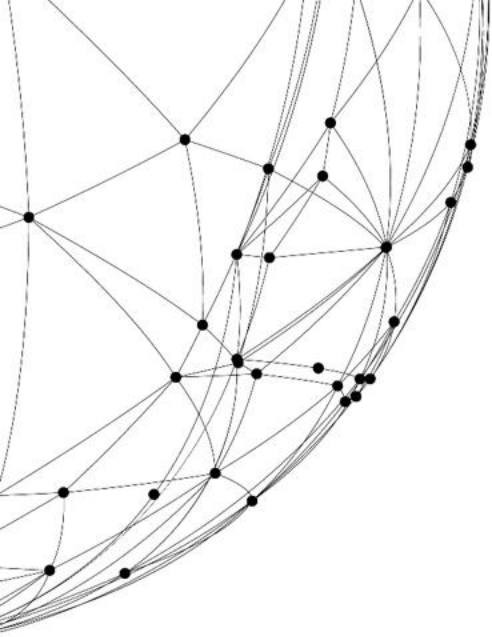
(b)

2.4.4 人体身高在设计中的应用方法

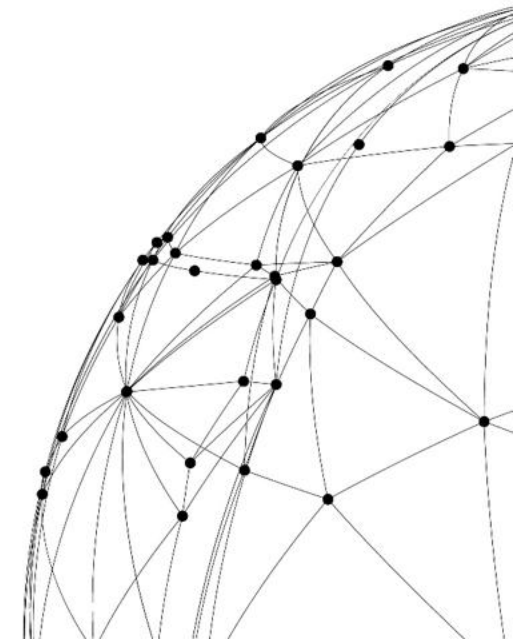
设备及用具的高度与身高的关系

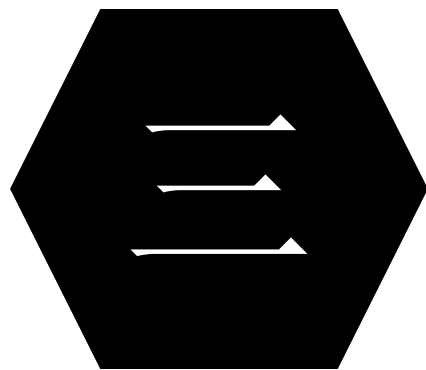
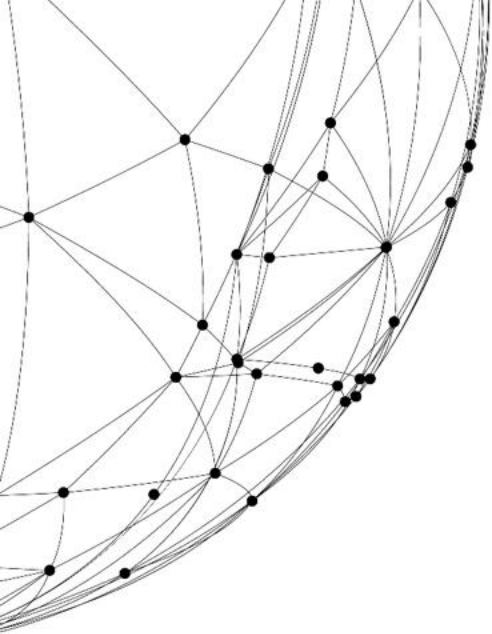
代号	定义	设备高与身高之比
1	举手达到的高度	4/3
2	可随意取放东西的搁板高度（上限值）	7/6
3	倾斜地面的顶棚高度（最小值，地面倾斜度为5~15°）	8/7
4	楼梯的顶棚高度（最小值，地面倾斜度为25~35°）	1/1
5	遮挡住直立姿势视线的隔板高度（下限值）	33/34
6	直立姿势眼高	11/12
7	抽屉高度（上限值）	10/11
8	使用方便的搁板高度（上限值）	6/7
9	斜坡大的楼梯的天棚高度（最小值，倾斜度为50°左右）	3/4
10	能发挥最大拉力的高度	3/5
11	人体重心高度	5/9
12	采取直立姿势时工作面的高度	6/11
12	坐高（坐姿）	6/11
13	灶台高度	10/19
14	洗脸盆高度	4/9
15	办公桌高度（不包括鞋）	7/17
16	垂直踏棍爬梯的空间尺寸（最小值，倾斜80~90°）	2/5
17	手提物的长度（最大值）	3/8
17	使用方便的搁板高度（下限值）	3/8
18	桌下空间（高度的最小值）	1/3
19	工作椅的高度轻度工作的工作椅高度	3/13
20	轻度工作的工作椅高度*	3/14
21	小憩用椅子高度*	1/6
22	桌椅高差	3/17
23	休息用的椅子高度*	1/6
24	椅子扶手高度	2/13
25	工作用椅子的椅面至靠背点的距离	3/20



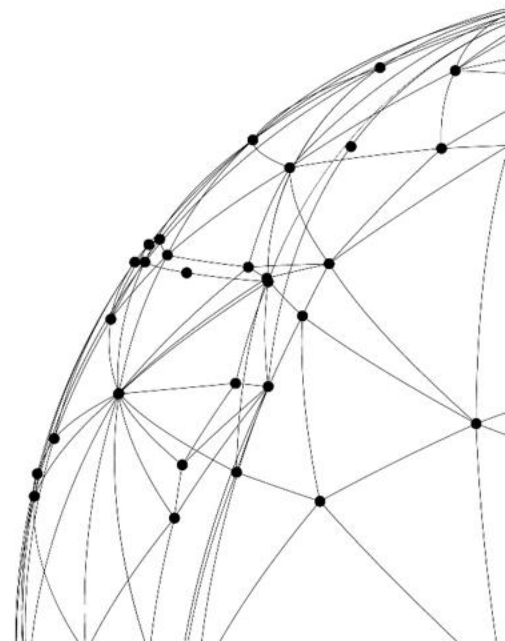


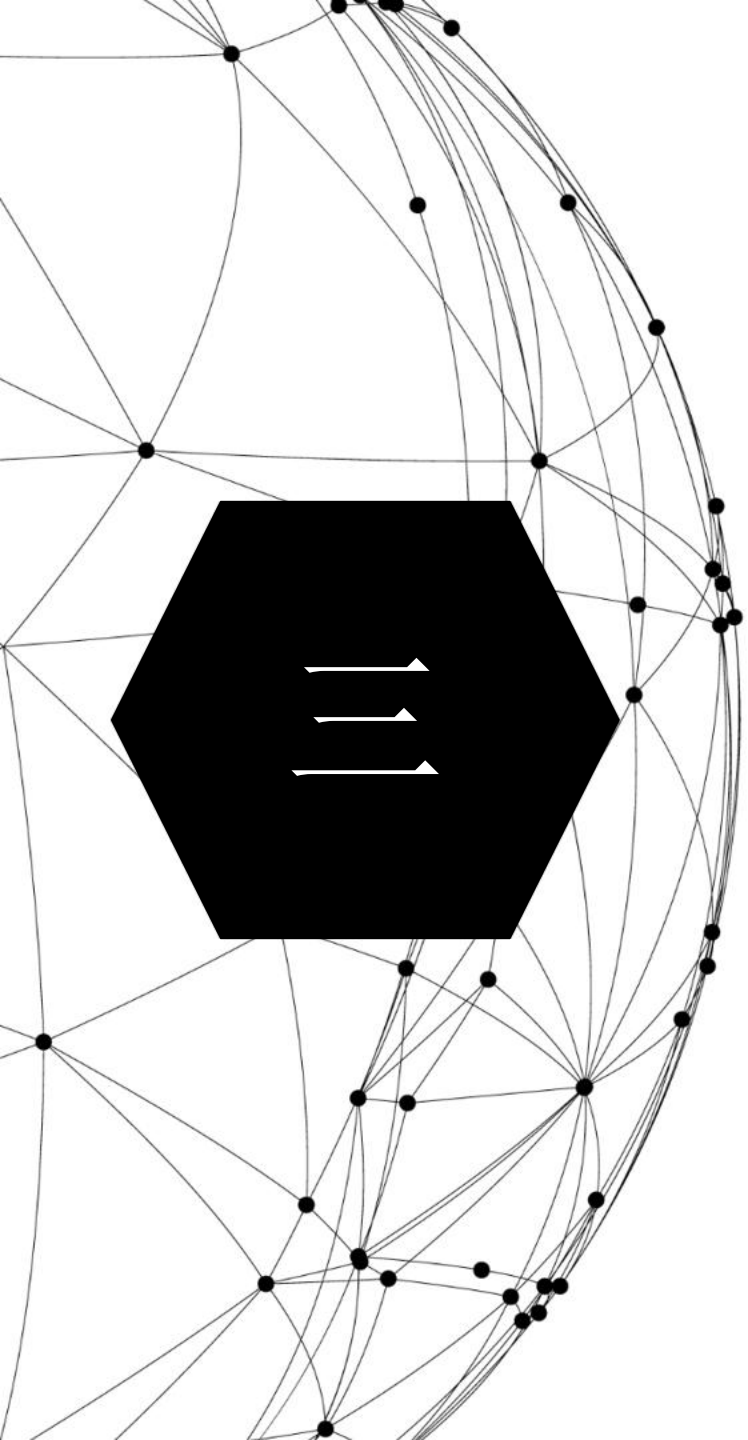
To be continued...





人体生物力学与施力特征





01

人体运动与肌骨系统

02

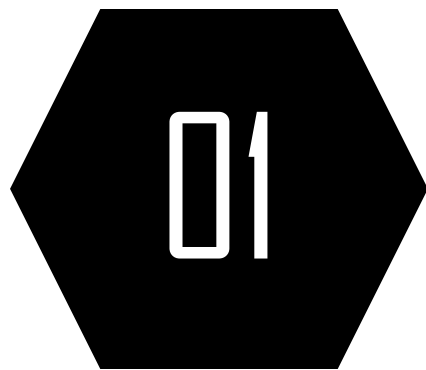
人体生物力学模型

03

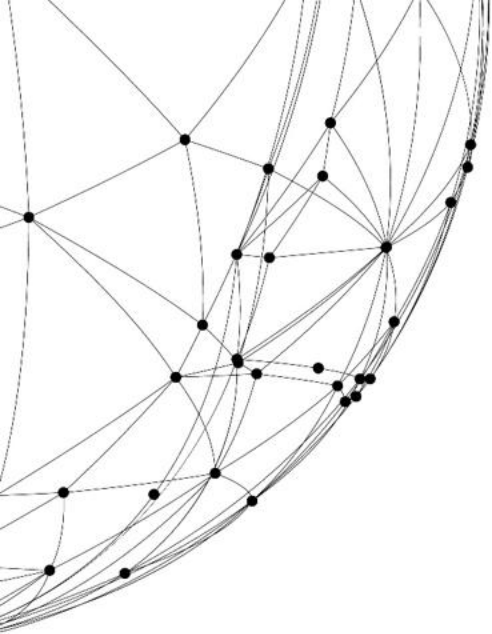
人体的施力特征

04

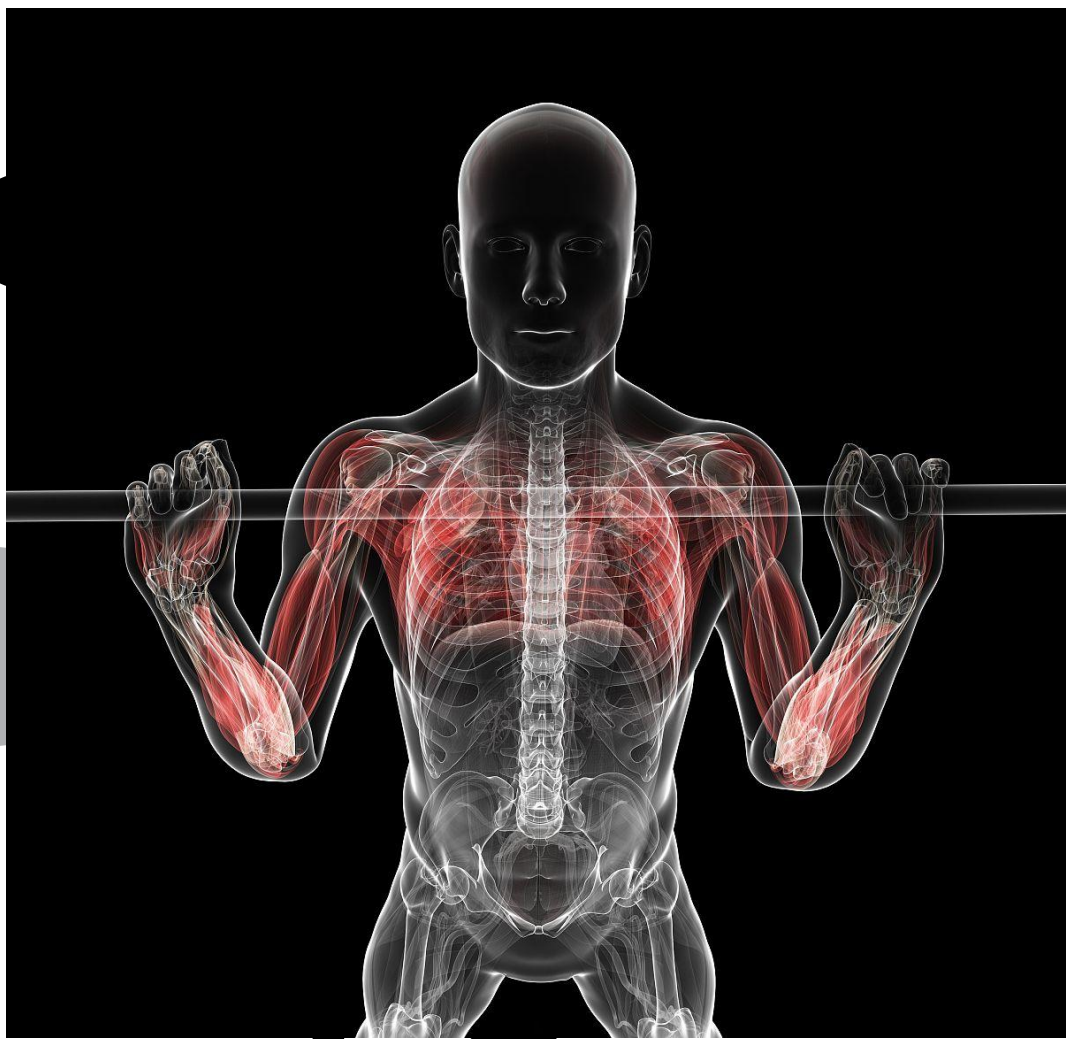
合理施力的设计思路



人体运动与肌骨系统



5.1.1 肌系统



人体运动的基础——肌肉和骨骼系统
——肌骨系统

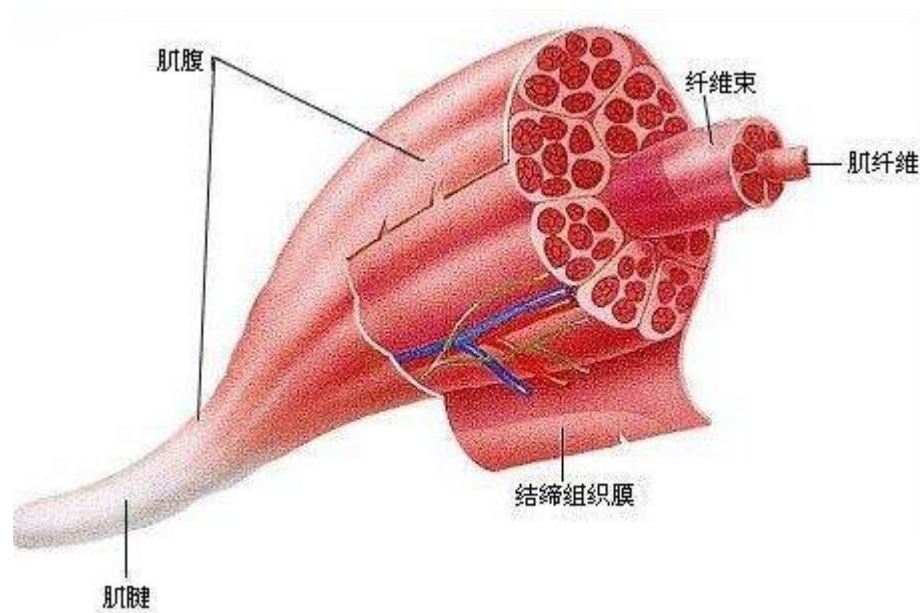
人体有3类肌肉：
附着在骨头上的骨骼肌或横纹肌；
心脏内的心肌；
组成内部器官和血管壁的平滑肌



5.1.1 肌系统

人机工程学主要讨论骨骼肌，人体内大约有500块骨骼肌。

肌肉——肌纤维束——肌纤维——肌原纤维
——蛋白质丝



5.1.2 骨杠杆



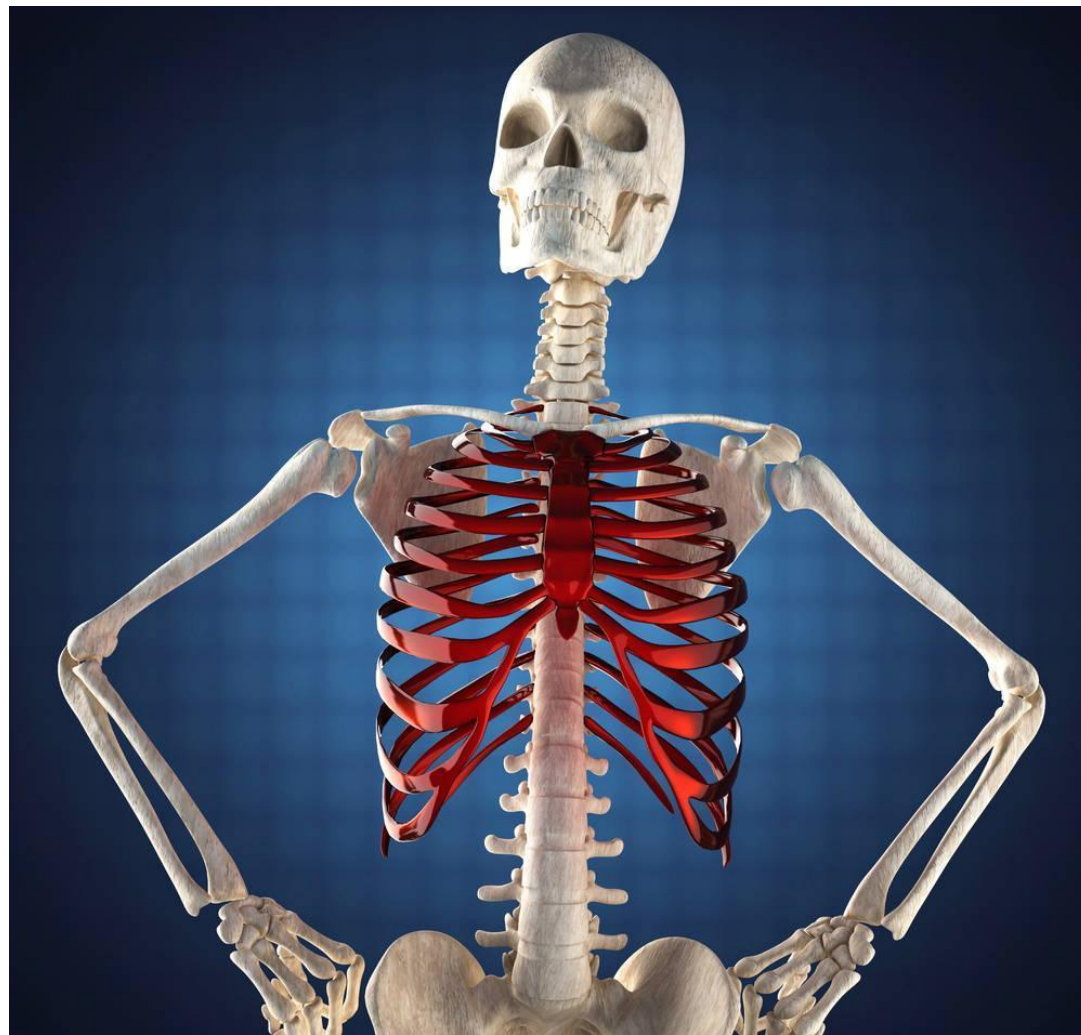
人体有206块骨头，附着于骨的肌肉收缩时，牵动骨绕关节运动，使人体形成各种姿势和操作动作。因此，骨是人体运动的杠杆。



5.1.2 骨杠杆

骨骼的功能:

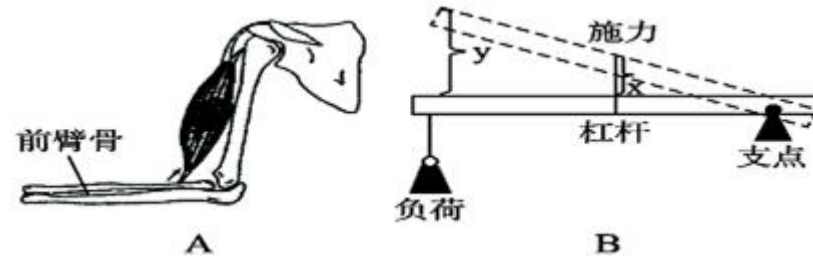
- (1) 支撑人体
- (2) 保护内脏
- (3) 运动的杠杆
- (4) 造血
- (5) 储备矿物盐: 主要是磷和钙等。



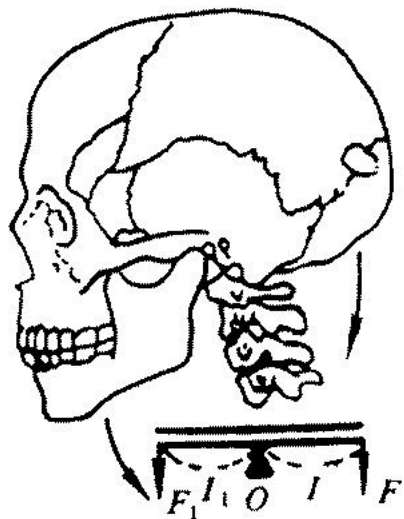
5.1.2 骨杠杆

人体骨杠杆的原理和参数与机械杠杆完全一样。

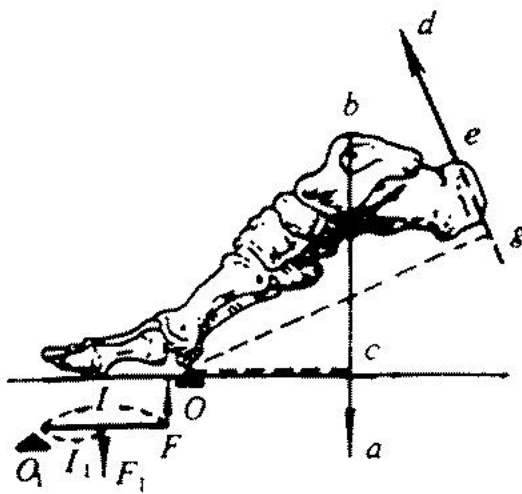
在骨杠杆中，关节是支点，肌肉是动力源，肌肉与骨的附着点成为力点，而作用于骨上的阻力的作用点成为重点。



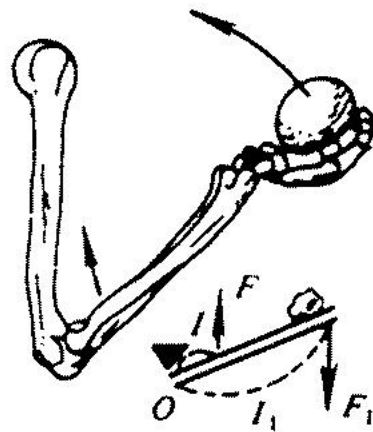
5.1.2 骨杠杆



平衡杠杆



省力杠杆



速度杠杆



02

人体生物力学模型



5.2.1 人体生物力学建模原理



生理力学模型是用数学表达公式表示人体机械组成部分之间的关系。

模型中，肌肉骨骼系统被看作机械系统中的联结，骨骼和肌肉是一系列功能相同的杠杆。

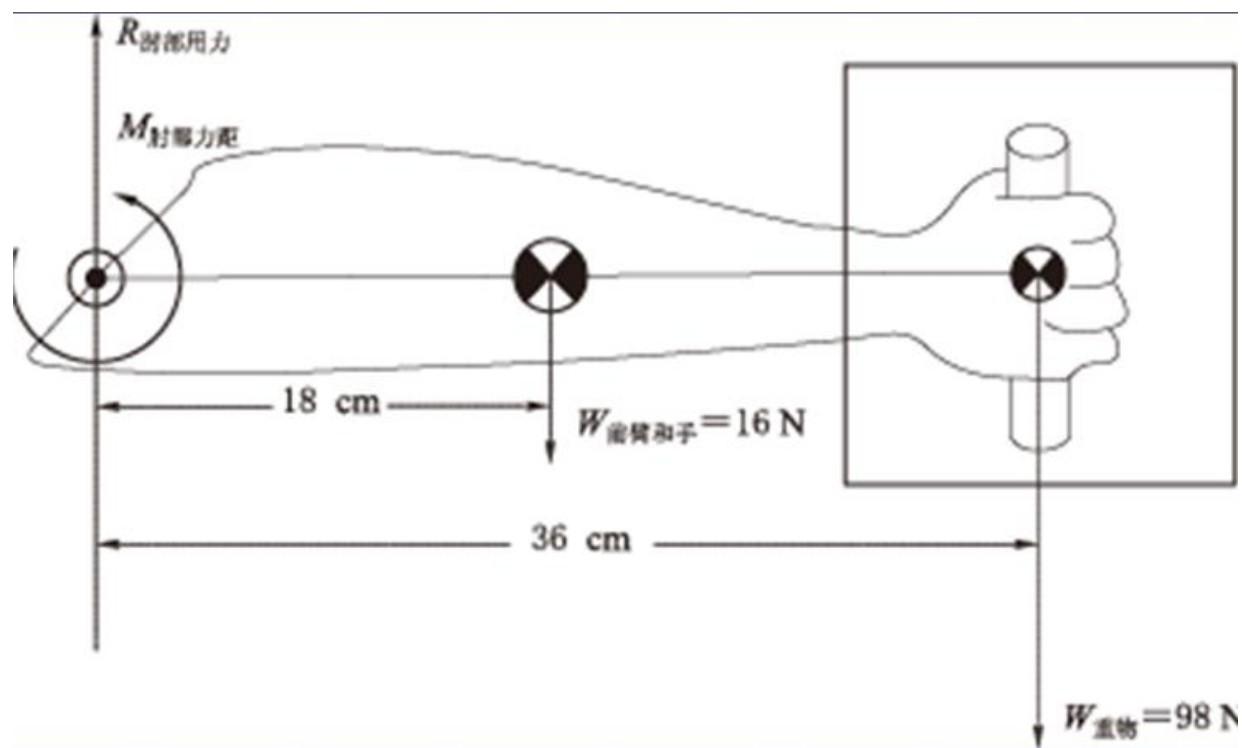
生物力学模型，采用物理学和人机工程学的方法来计算人体和骨骼所受的力，帮助设计者在设计时避免工作环境中的危险。

生物力学模型的基本原理建立在牛顿的三大定律上。

5.2.2 前臂和手的生物力学模型



单一部位模型根据机械学的基本原理，孤立地分析身体的各个部分，就能分析出相关关节和肌肉的受力情况。

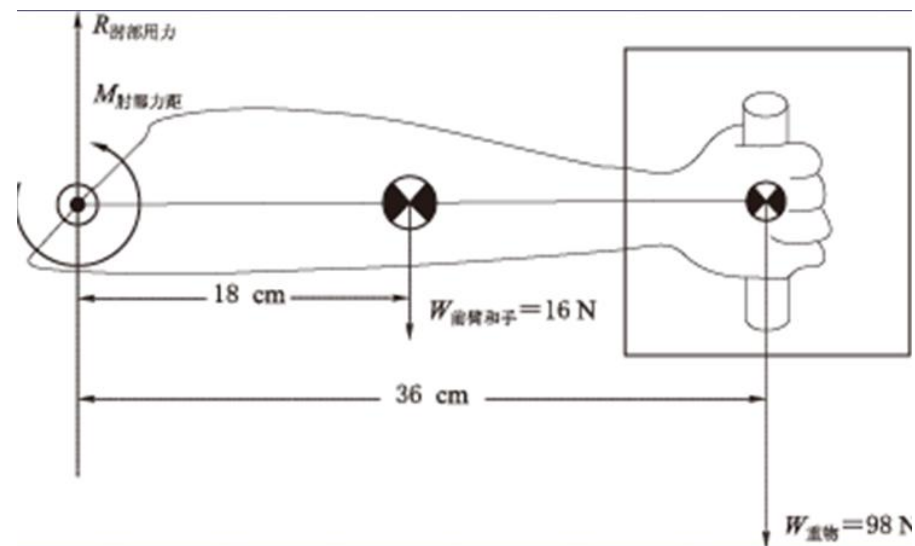


5.2.2 前臂和手的生物力学模型

前臂总长度为36cm,物体为20kg,前臂重力为 16N,前臂中心到肘部距离18cm。
物体总重量: $W=20*9.8=196\text{N}$ 每只手承受重量: $W_{\text{每只手}}=W*1/2=98\text{N}$

肘部用力和肘部受力(前臂重量加物体重量) 相等: $R_{\text{肘部受力}}=16+98=114\text{N}$

肘部力矩: $M_{\text{肘部力矩}}=16*0.18+98*0.36=38.16\text{N}\cdot\text{m}$



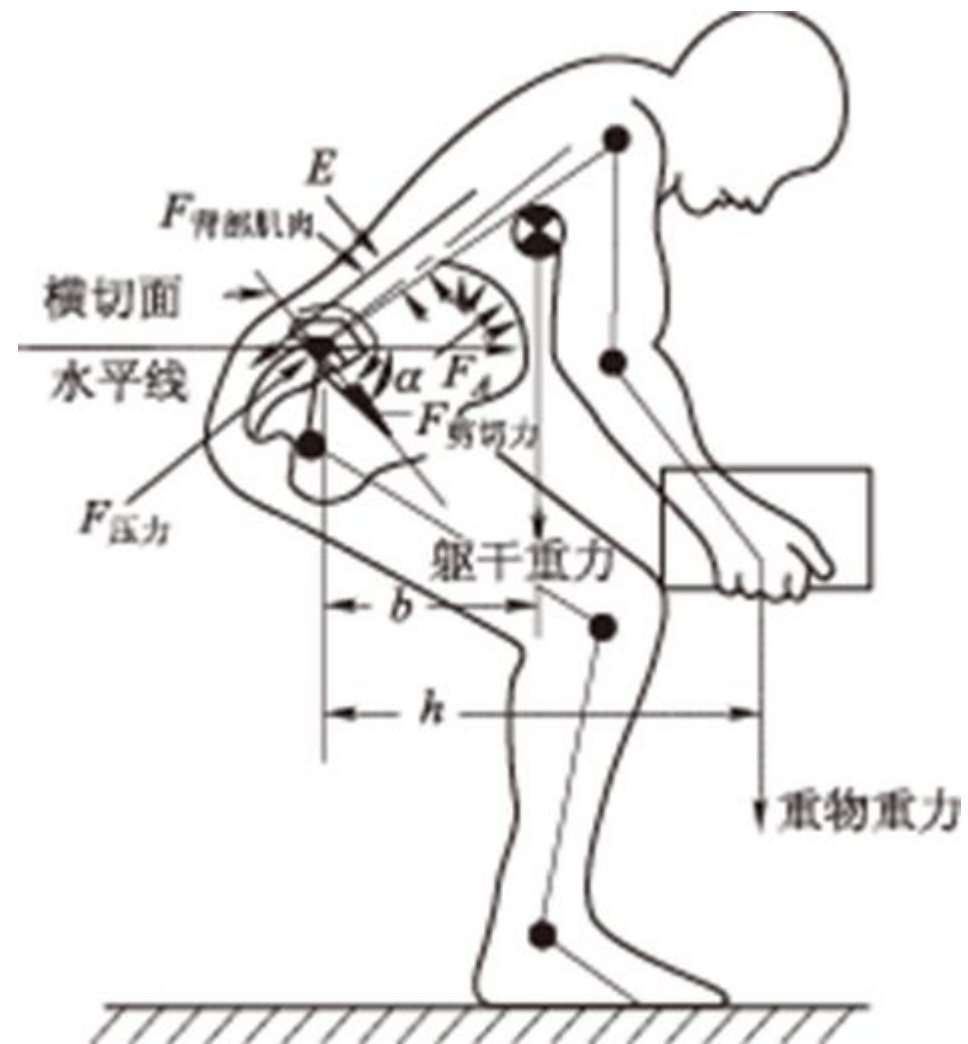
5.2.3 举物时腰部生物力学模型

研究者估计，由于很多相关原因，腰部疼痛问题可能会影响50%~60%的人口。

引起腰部疼痛的主要原因：

用手进行的一些操作；

长时间保持静止姿势。



5.2.3 举物时腰部生物力学模型

第五腰椎和第一骶椎之间的椎间盘，受力最大。

某位重350N的人，要抬起300N的重物，人类腰部要承受3800N的作用力，这个力大于大家能够承受的上限。

腰椎各部位圖



5.2.3 举物时腰部生物力学模型



单部位模型快速估计腰部受力情况：

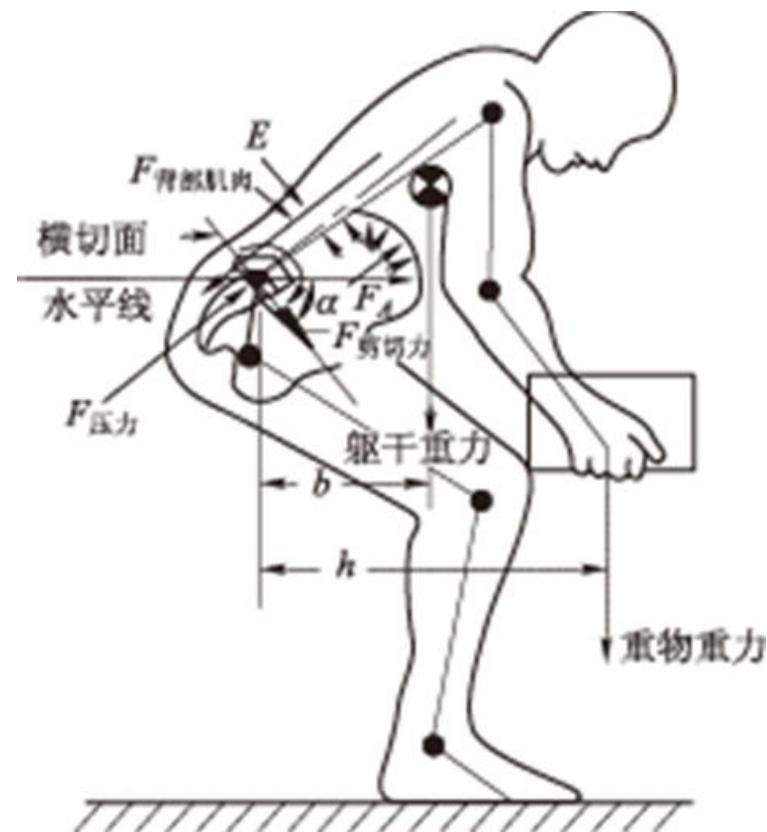
某人躯干重力为 $W_{\text{躯干}}$ ，抬起的重物重力为 $W_{\text{重物}}$ ，这两个重力结合起来产生的顺时针力矩为：

$$M_{\text{货物和躯干重力}} = W_{\text{重物}} * h + W_{\text{躯干}} * b$$

h ：重物到L5/S1腰骶间盘的水平上的距离； b ：躯干重心到L5/S1腰骶间盘的水平上的距离。

这个顺时针力矩需由相应的逆时针力矩来平衡。这个逆时针力矩为背部肌肉产生，力臂常为5cm。

$$M_{\text{背部肌肉}} = F_{\text{背部肌肉}} * 5$$



5.2.3 举物时腰部生物力学模型



单部位模型快速估计腰部受力情况:

要达到静力平衡:

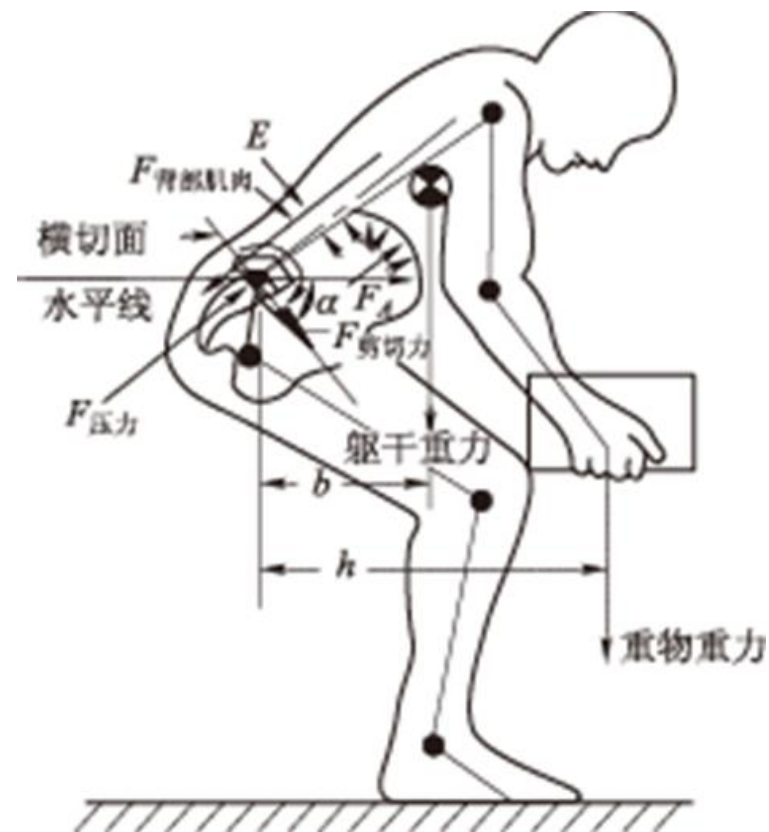
$$F_{\text{背部肌肉}} * 5 = W_{\text{重物}} * h + W_{\text{躯干}} * b$$

$$F_{\text{背部肌肉}} = W_{\text{重物}} * h / 5 + W_{\text{躯干}} * b / 5$$

h 和 b 通常都大于5, 假设 $h=40\text{cm}$, $b=20\text{cm}$, 则:

$$F_{\text{背部肌肉}} = W_{\text{重物}} * 40 / 5 + W_{\text{躯干}} * 20 / 5$$

$$= W_{\text{重物}} * 8 + W_{\text{躯干}} * 4$$



5.2.3 举物时腰部生物力学模型

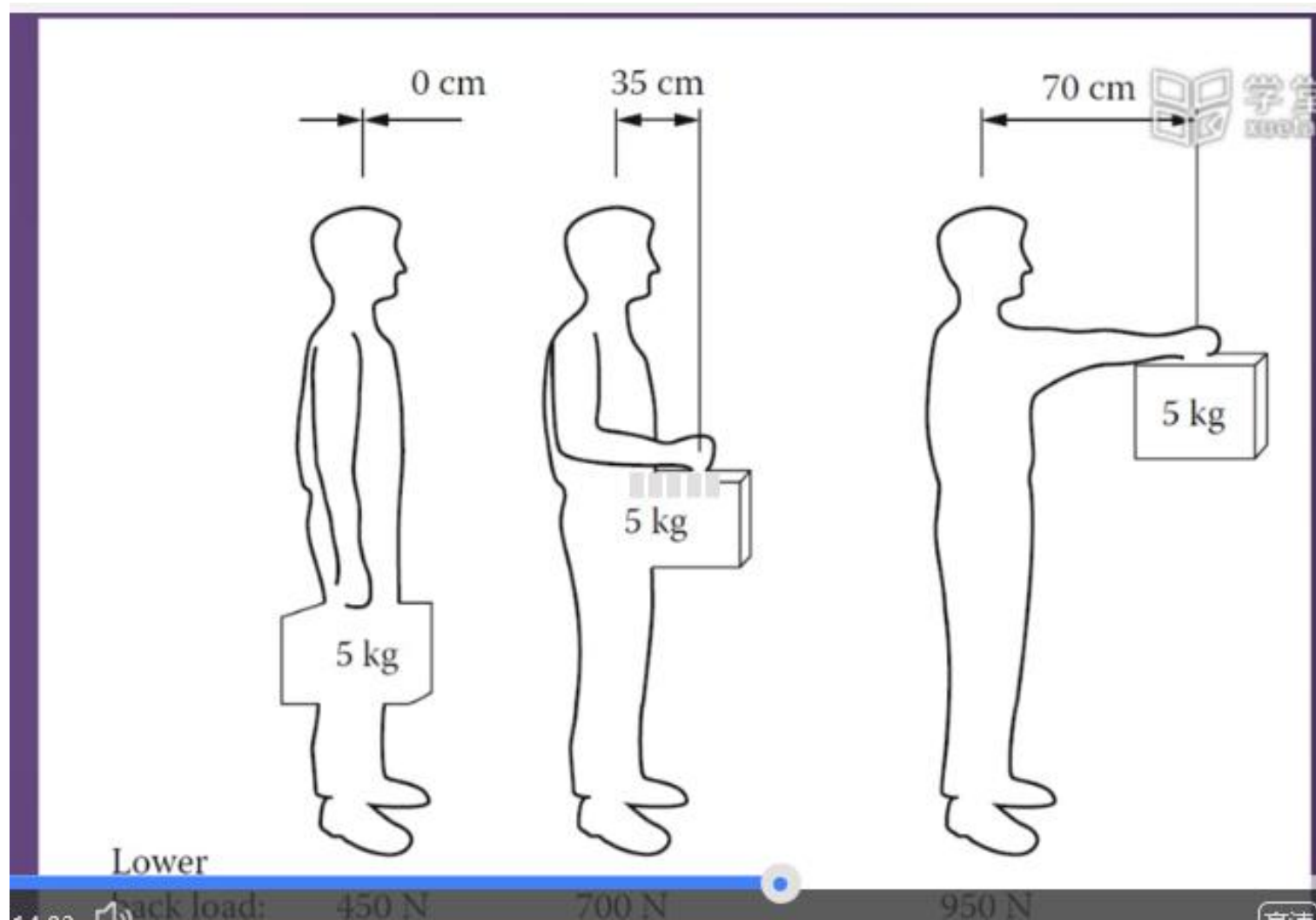


在举起重物这个工作中，脊柱的作用力大小收到很多因素影响。主要考虑影响最显著的两个因素：
货物的重力和货物的位置到脊柱重心的距离。

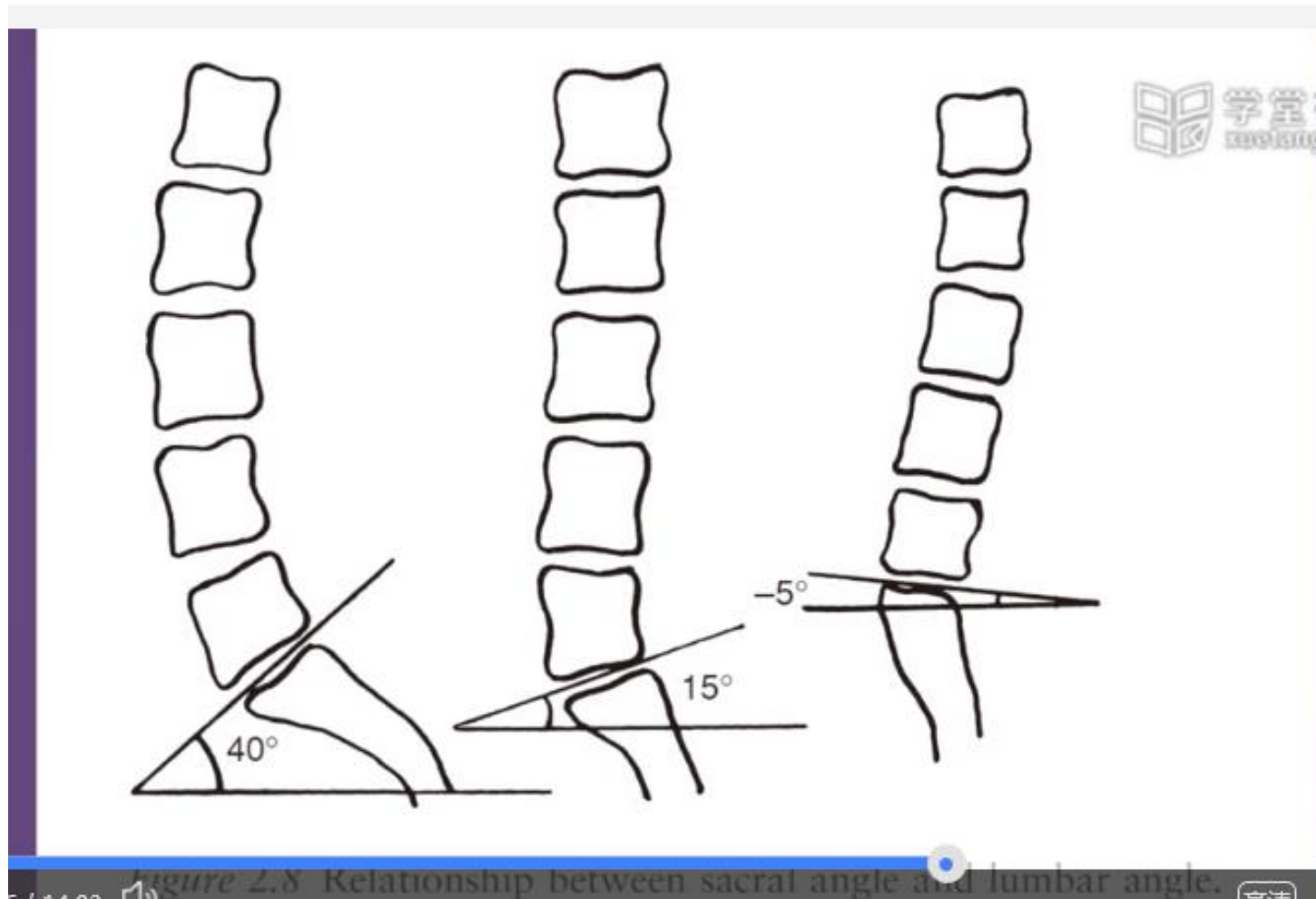
其他较重要的因素有，躯体扭转的角度，货物的大小和形状，货物移动的距离等。



5.2.3 举物时腰部生物力学模型



5.2.3 举物时腰部生物力学模型



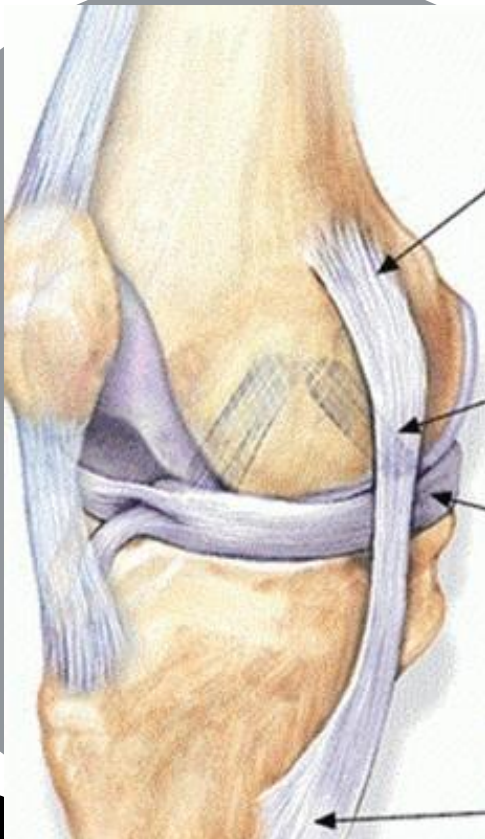


03

人体的施力特征



5.3.1 主要关节的活动范围



骨与骨之间除了关节相连外，还有肌肉和韧带联结在一起。韧带具有连接两骨、增加关节的稳定性、限制关节运动的作用。韧带限制各个关节超过损害限度，使人的活动范围和身体姿势处于舒适状态。



5.3.1 主要关节的活动范围

表 3-7 重要活动范围和身体各部舒适姿势的调节范围

身体部位	关 节	活 动	最大角度/(°)	最大范围/(°)	舒适调节范围/(°)
头至躯干	颈关节	1. 低头,仰头	+40, -35 ^①	75	+12~25
		2. 左歪,右歪	+55, -55 ^①	110	0
		3. 左转,右转	+55, -55 ^①	110	0
躯 干	胸关关 腰关节	4. 前弯,后弯	+100, -50 ^①	150	0
		5. 左弯,右弯	+50, -50 ^①	100	0
		6. 左转,右转	+50, -50 ^①	100	0
大腿至髋 关节	髋关节	7. 前弯,后弯	+120, -15	135	0(+85~+100)
		8. 外拐,内拐	+30, -15	45	0
小腿对大腿	膝关节	9. 前摆,后摆	+0, -135	135	0(-95~-120)
脚至小腿	脚关节	10. 上摆,下摆	+110, +55	55	+85~+95

5.3.1 主要关节的活动范围

身体部位	关节	活动	最大角度/(°)	最大范围/(°)	舒适调节范围/(°)
脚至躯干	髋关节 小腿关节 脚关节	11. 外转,内转	+110,-70 ^①	180	+0~+15
上臂至躯干	肩关节(锁骨)	12. 外摆,内摆	+180,-30 ^①	210	0
		13. 上摆,下摆	+180,-45 ^①	225	(+15~+35) ^②
		14. 前摆,后摆	+140,-40 ^①	180	+40~+90
下臂至上臂	肘关节	15. 弯曲,伸展	+145,0	145	+85~+110
手至下臂	腕关节	16. 外摆,内摆	+30,-20	50	0 ^③
		17. 弯曲,伸展	+75,-60	135	0
手至躯干	肩关节,下臂	18. 左转,右转	+130,-120 ^{①④}	250	-30~-60

注:给出的最大角度适于一般情况。年纪较高的人大多低于此值。此外,在穿厚衣服时角度要小一些。
 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运范围(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



5.3.2 肢体的出力范围

肢体的力量来自肌肉收缩，肌肉收缩时所产生的力称为肌力。

表 3-8 身体主要部位肌肉所产生的力

(单位: N)

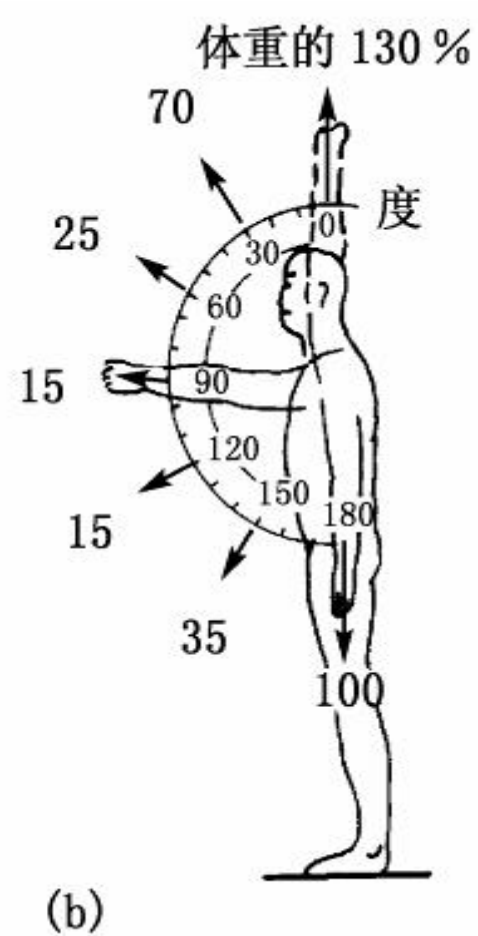
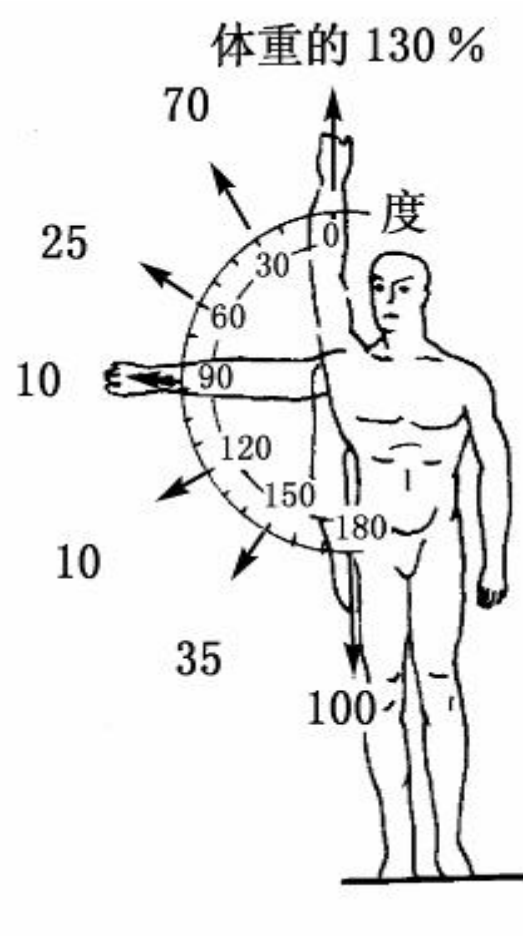
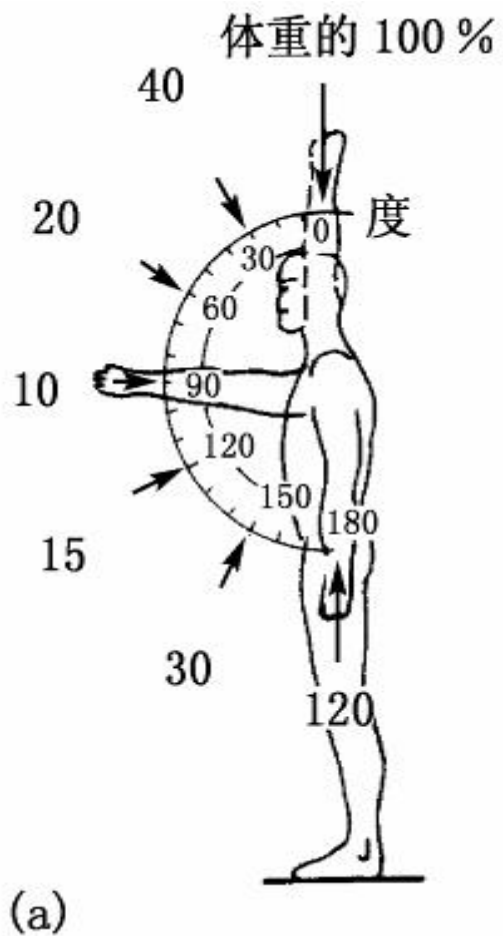
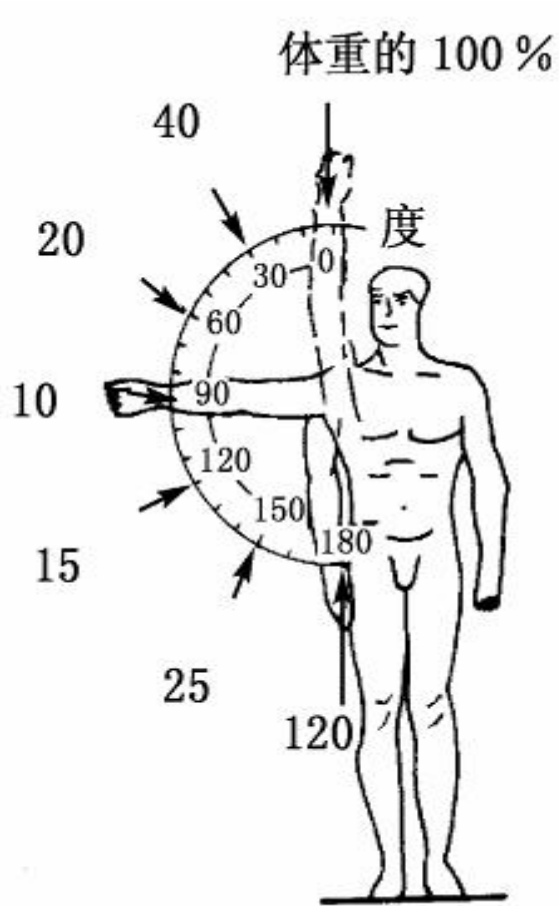
肌肉的部位		力的大小	
		男	女
手臂肌肉	左	370	200
	右	390	220
肱二头肌	左	280	130
	右	290	130
手臂弯曲时的肌肉	左	280	200
	右	290	210
手臂伸直时的肌肉	左	210	170
	右	230	180
拇指肌肉	左	100	80
	右	120	90
背部肌肉(躯干屈伸的肌肉)		1220	710



5.3.2 肢体的出力范围

拉力

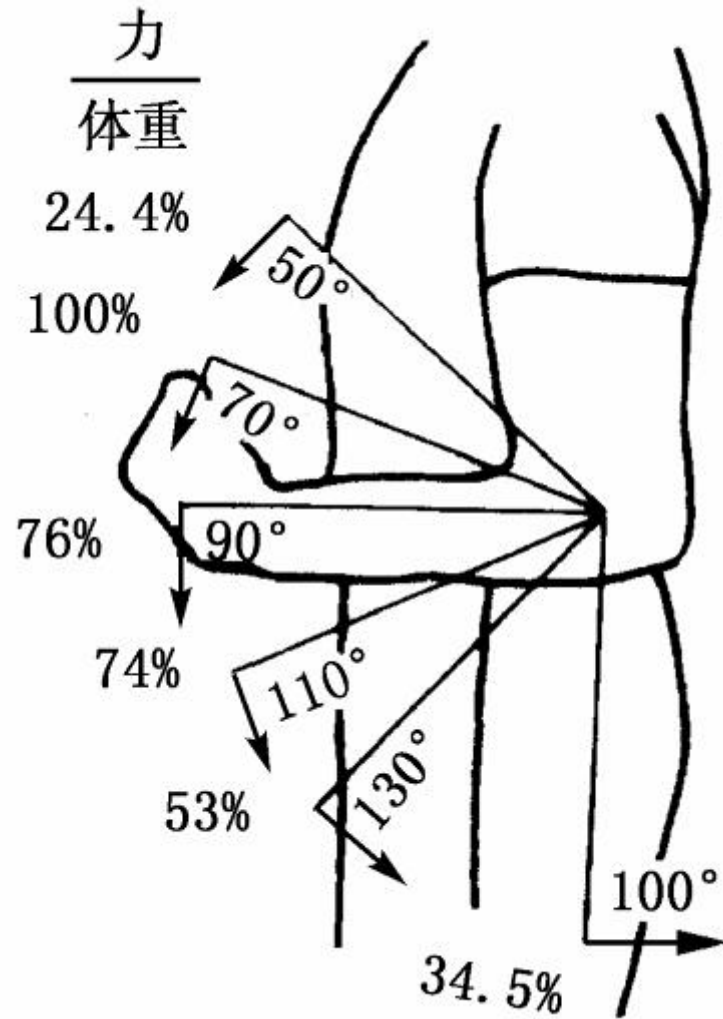
推力



立姿直臂时拉力和推力分布



5.3.2 肢体的出力范围



立姿弯臂时的力量分布



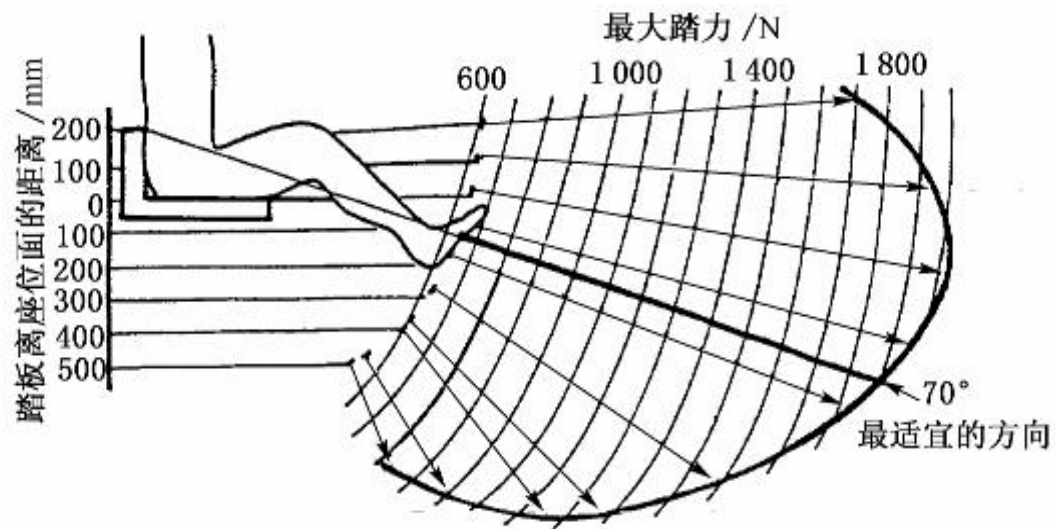
5.3.2 肢体的出力范围

手臂在坐姿下对不同角度和方向的操纵力（单位：N）

手臂的角度/(°)	拉 力		推 力	
	左 手	右 手	左 手	右 手
	向 后		向 前	
180(向前平伸臂)	230	240	190	230
150	190	250	140	190
120	160	190	120	160
90(垂臂)	150	170	100	160
60	110	120	100	160
	向 上		向 下	
180	40	60	60	80
150	70	80	80	90
120	80	110	100	120
90	80	90	100	120
60	70	90	80	90
	向 内 侧		向 外 侧	
180	60	90	40	60
150	70	90	40	70
120	90	100	50	70
90	70	80	50	70
60	80	90	60	80

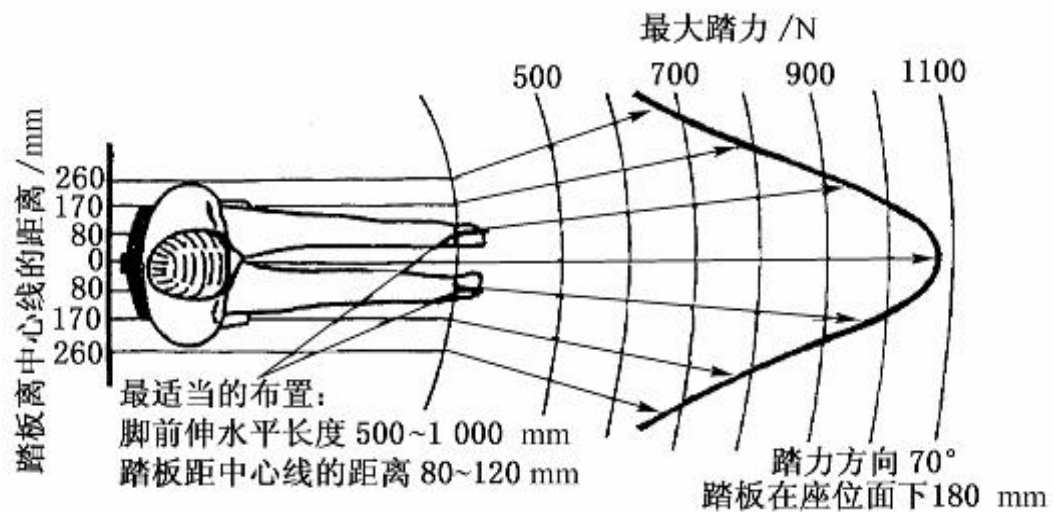


5.3.2 肢体的出力范围



(a)

不同体位下的蹬力



(b)



5.3.2 肢体的出力范围

肢体所有力量的大小都与持续时间有关。

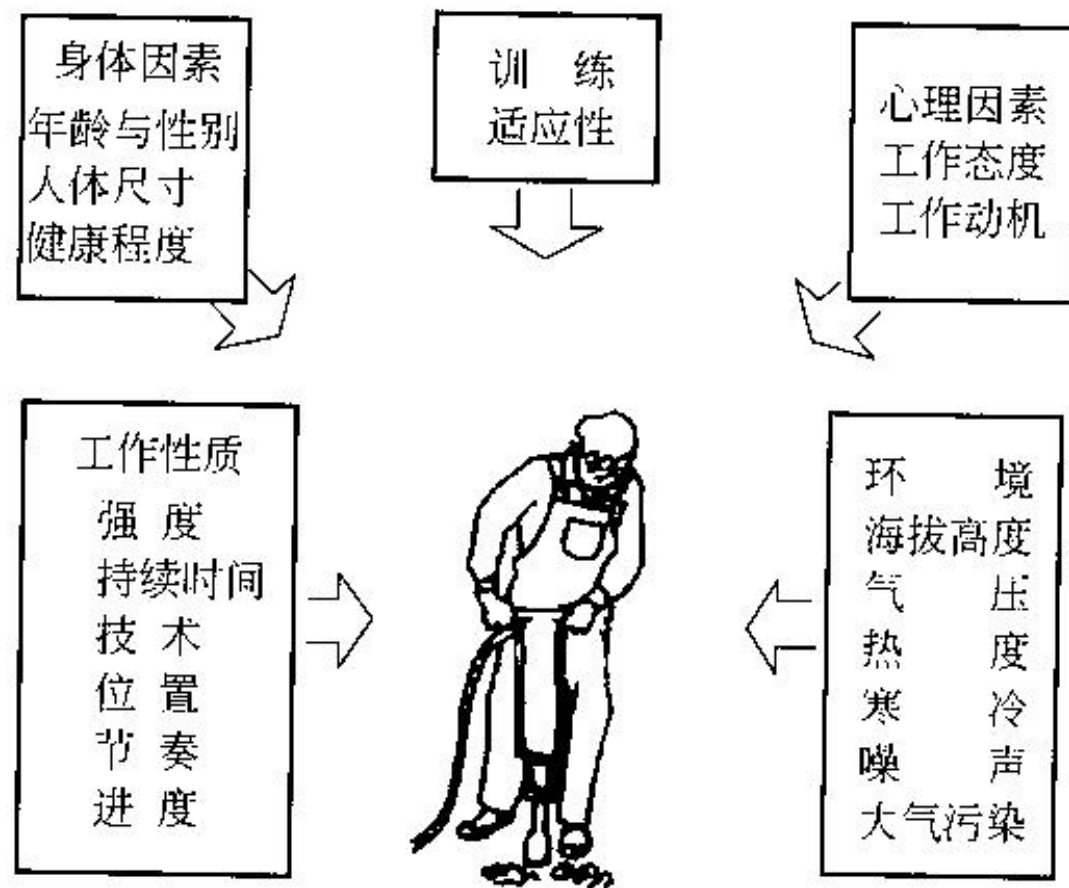
随着持续时间的延长，人的力量很快衰退。

拉力由最大值衰减到四分之一数值时，只需要4min。

任何人的力量衰减到一般的持续时间是差不多的。



5.3.2 肢体的出力范围



影响人体能的因素



5.3.3 人体不同姿势的施力

男女有别，年龄有别，位置和姿势有别

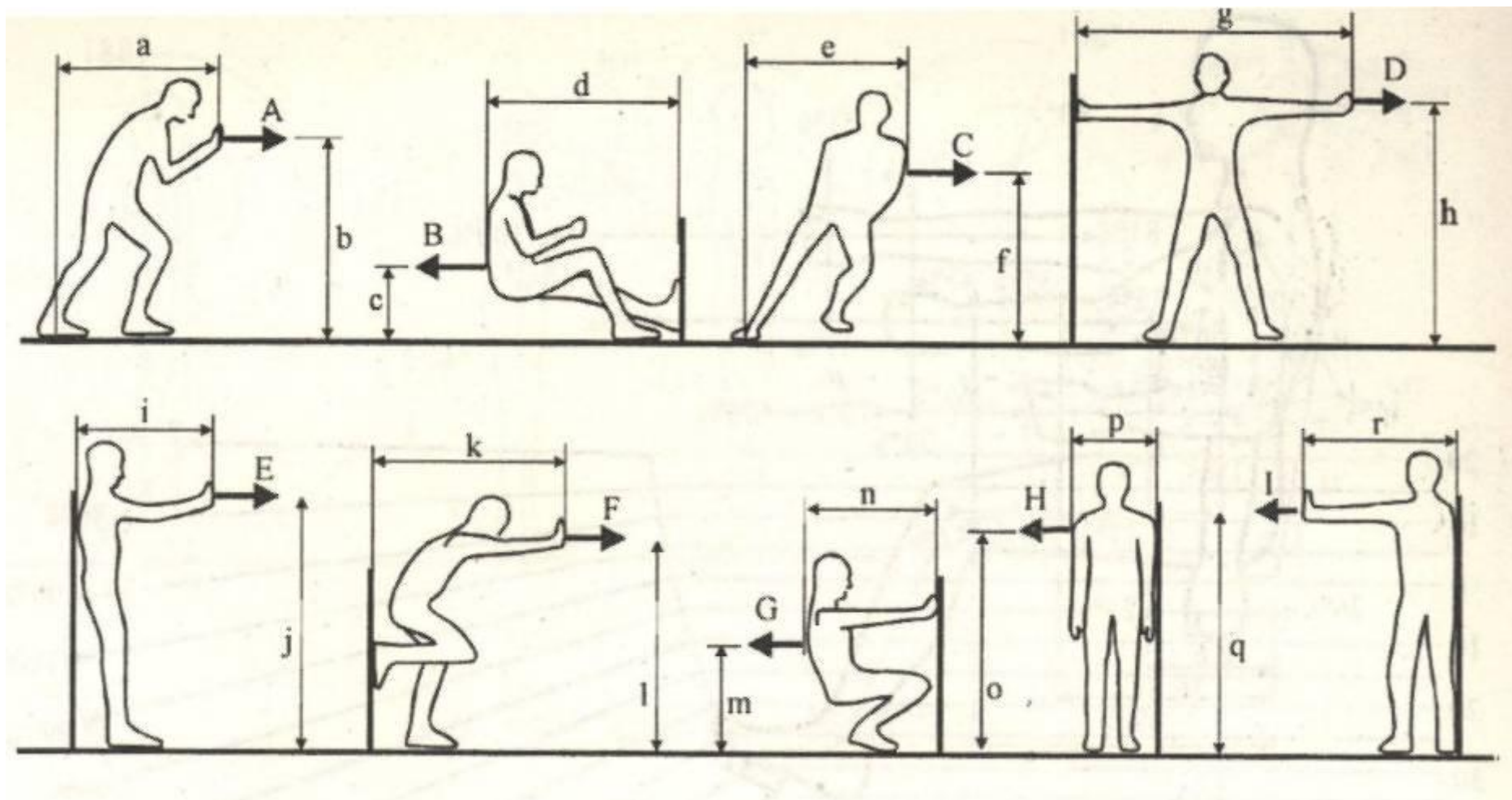
女性的肌力比男性低20%~30%，右手比左手强10%，而习惯用左手的人，其左手的肌力比右手强6%~7%。

年龄是影响肌力的显著因素，男性的力量在20岁之前是不断增长的，20岁左右达到最高峰，这种最佳状态大约可以保持10-15年，随后开始下降，40岁时下降5%-10%，50岁-15%，60岁-20%，65岁-25%。

腿部肌力下降比上肢更明显。60岁，手-16%，胳膊和腿的力量-50%。



5.3.3 人体不同姿势的施力



5.3.3 人体不同姿势的施力

项目	类别	强壮男人	强壮女人	瘦弱男人	瘦弱女人
	施力 (N)	A	693	449	226
B		2 139	1 387	613	395
C		1 218	791	404	262
D		1 112	720	373	240
E		796	516	240	155
F		1 085	702	547	355
G		3 029	1 966	822	533
H		2 139	1 392	516	333
I		1 112	720	373	240



5.3.3 人体不同姿势的施力

项目	类别	强壮男人	强壮女人	瘦弱男人	瘦弱女人
	距离 (cm)	a	108	100	93
b		149	137	107	99
c		61	56	52	47
d		102	94	83	76
e		80	74	44	42
f		142	131	107	99
g		95	88	81	76
h		151	140	130	119
i		74	69	60	56
j		151	140	130	119
k		182	168	155	144
l		107	98	90	84
m		61	56	52	48
n		102	94	83	76
o		151	140	130	119
p		39	36	33	29
q		151	140	130	119
r		95	88	81	74





04

合理施力的设计思路



5.4.1 避免静态肌肉施力

尽量**避免静态**肌肉施力。

当静态施力无法避免时，肌肉施力的大小应**低于**该肌肉最大肌力的**15%**。

如果作业是**简单的重复性**动作，则肌肉施力的大小也不得超过该肌肉最大肌力**30%**。



5.4.1 避免静态肌肉施力

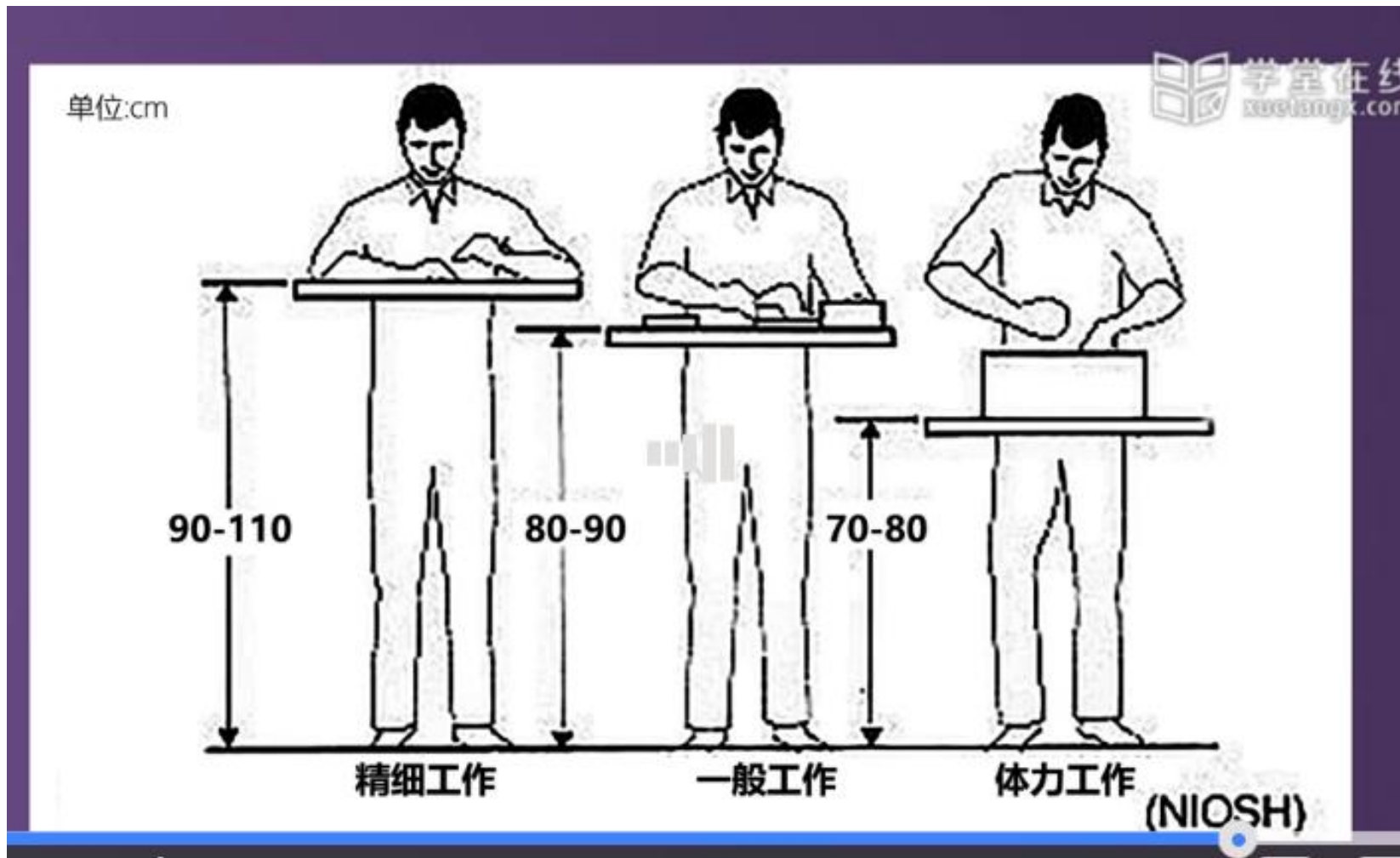


5.4.1 避免静态肌肉施力

- (1) 避免弯腰或其他不自然的身体姿势。
- (2) 避免长时间抬手作业。
- (3) 坐着工作比立着工作省力。
- (4) 双手同时操作时，手的运动方向应相反或者对称运动。
- (5) 作业位置高度应按工作者的眼睛和观察时所需的距离来设计。
- (6) 常用工具应按照其使用频率放在人的附近。最频繁操作的，应该在肘关节弯曲的情况下就可以完成。
- (7) 当手必须在高位作业时，应使用柔软的支撑物托住肘关节、前臂或者手。
- (8) 利用重力作用。



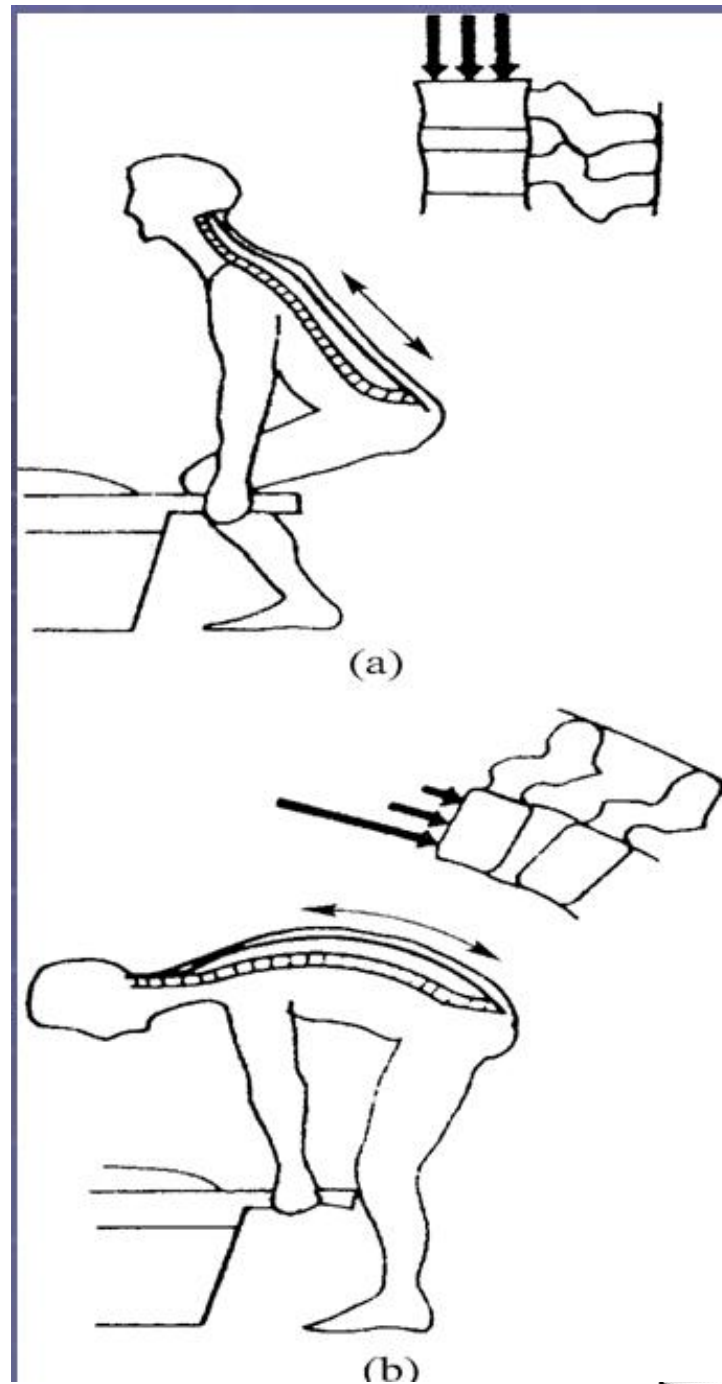
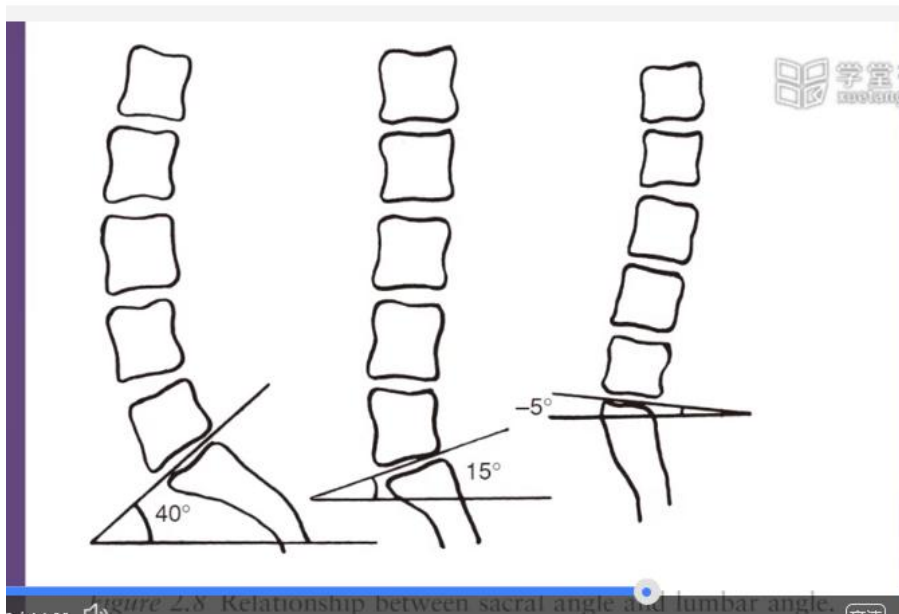
5.4.1 避免静态肌肉施力



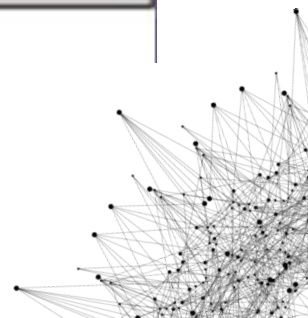
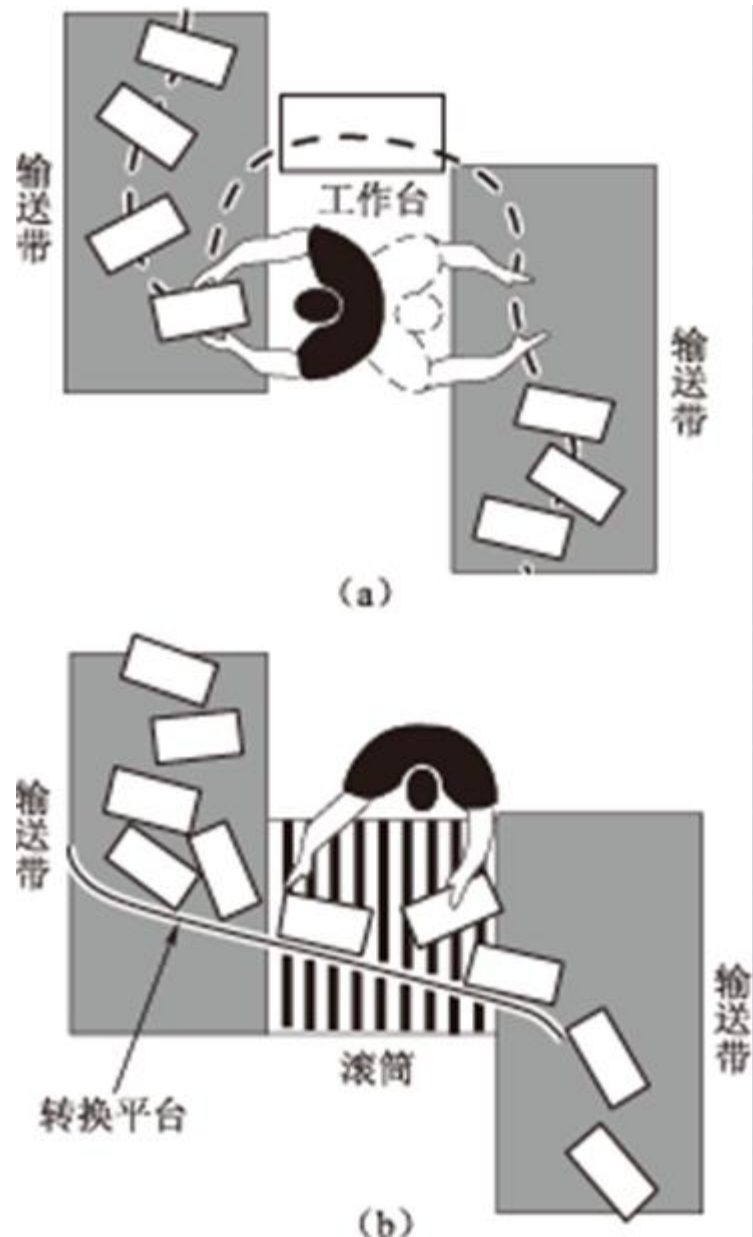
5.4.2 避免弯腰提起重物

脊柱承受重量负荷由上至下递增，第5块腰椎处负荷最大。

提重物时保持直腰弯膝姿势。



5.4.3 设计合理的工作台



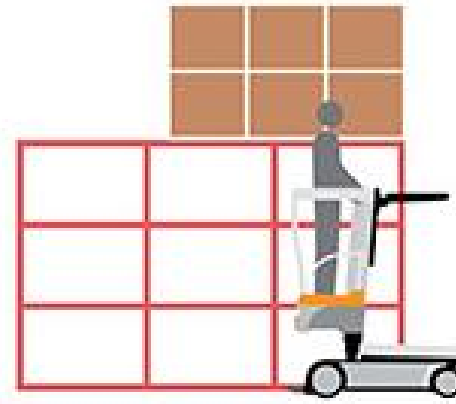
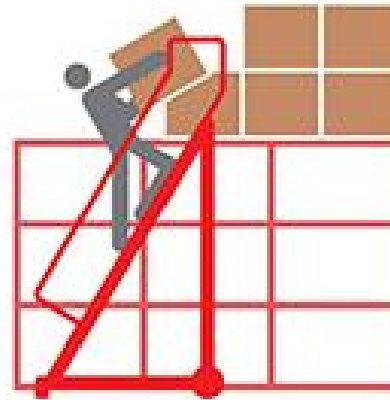
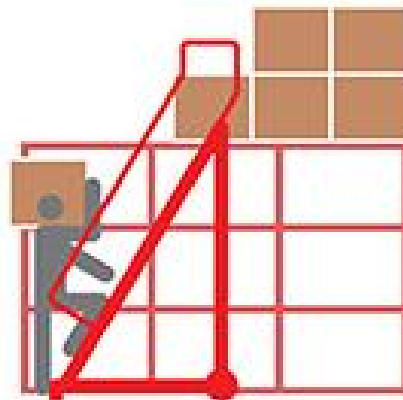
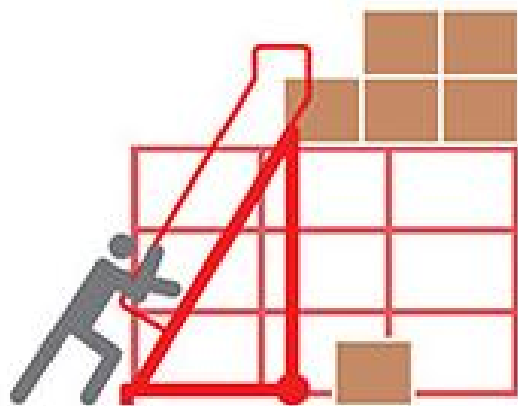
5.4.3 设计合理的工作台



5.4.3 设计合理的工作台



5.4.3 设计合理的工作台



CROWN叉车设计研究

制作一份关于人上型叉车的研究报告。

要求：

- 1.完成对叉车的基本调研。图文结合。
- 2.对所选叉车进行结构分析，画出至少3张不同角度整车。关键部件图2张以上。
- 3.通过人体动作和叉车动作对比图，来表达叉车替代人体所完成的功能，完成对比图3个以上。（尤其注意与本章内容联系，着重说明叉车如何提升了工人在操作时的人机方面的体验。）
- 4.通过以上研究，汇总所有材料，制作版式良好的PPT，学号姓名命名。
- 5.制作一张A3大小的拼贴画说明图，注意版式设计，于下节课提交（手绘、电子版均可）。
- 6.下节课上课前交至教师处。



什么是拼贴图？

"Mining" — theme of our amusement parks How people came to Tongren

In the unknown mountains, there is rich mineral resources until one day it was discovered.

The poor people began to explore the unknown mountain forest. They embarked on an unknown journey with the dream of becoming rich.



Tongren is located in the Yunnan-Guizhou Plateau, a hills and mountains among the terrain here is dangerous, everywhere is cliffs. Here live wild animals and the jungle of the million.



More and more people come from the long journey around here to find their dreams.

Breaking the peace of the valley, people put up tents and set up camps near the rivers hidden in the mines.

People began to develop agriculture, including carpenter carpenter also appeared, variety of industries began to develop.



In the process of mining, they encountered a lot of disasters, such as flash floods and debris flow and so on. Miners are often at risk, they built a cableway, wooden bridge and boats, they tried to conquer nature in various ways.



People began to develop minerals. Almost every man go to mine. They built a lot of train tracks and use the train to transport the minerals out in exchange for wealth.



They began to settle here, people began to build small railways and roads. There were covered restaurant and bar. People started building their new town.



Tongren is located in Guizhou's unique karst landscape, with a large number of caves and underground river. People never tired of exploring the mysteries of nature.



People began village-scale machinery and equipment mining, mining also, people built a mine factory, people work hard to build their own homes.

People dig out the coal, in the dark miners where the coal, endure the harsh environment, they risked their lives, such as gas explosion, mine collapse, steel fall, as well as dust on the body and so on. People here to survive, and even began to have their own festivals, and finally derived from the busy copper mine town life.



头条 @AS国际建筑与空间

什么是拼贴图？



什么是拼贴图？



@YitingTina



什么是拼贴图？

可以参考一些手账的制作方法。



@果酱炒年糕

什么是拼贴图？

可以参考一些手账的制作方法。



什么是拼贴图？

以手绘为主也可以。一些图标设计的参考。



什么是拼贴图？

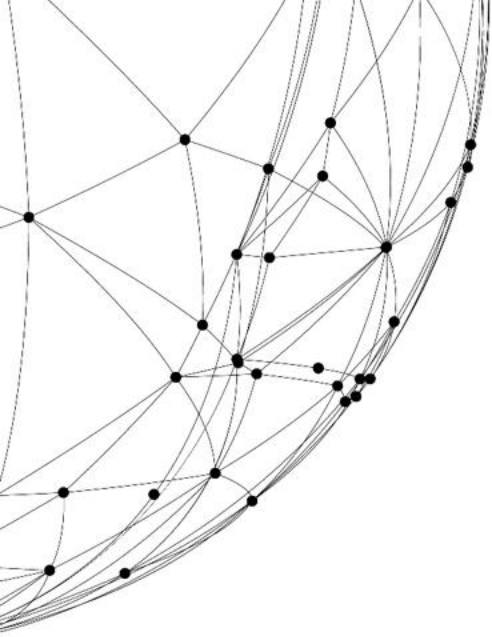
以手绘为主也可以。一些图标设计的参考。



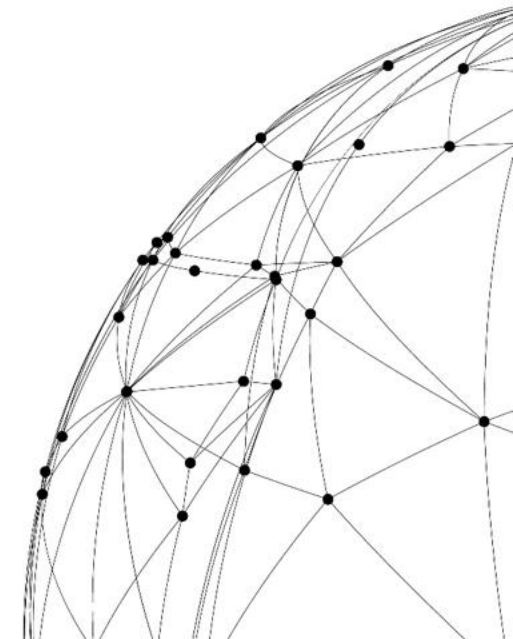
什么是拼贴图？

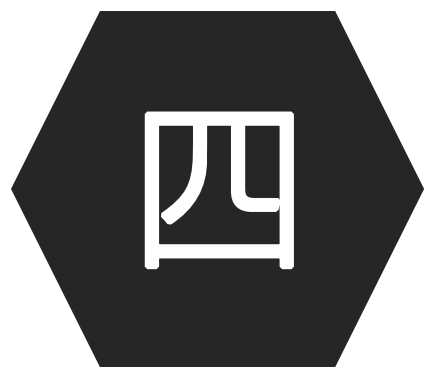
以手绘为主也可以。一些



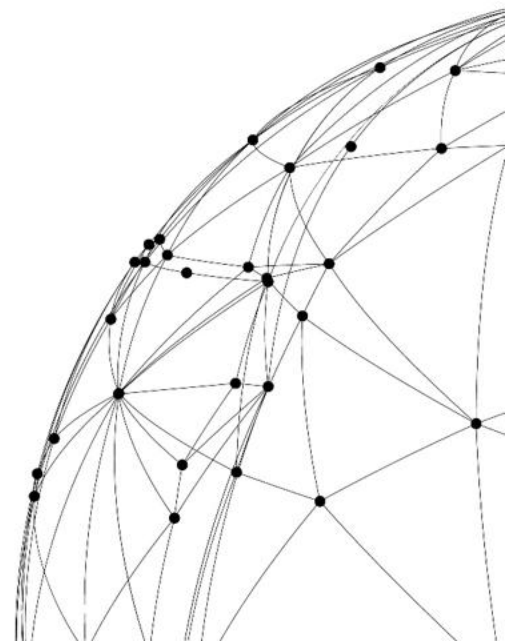
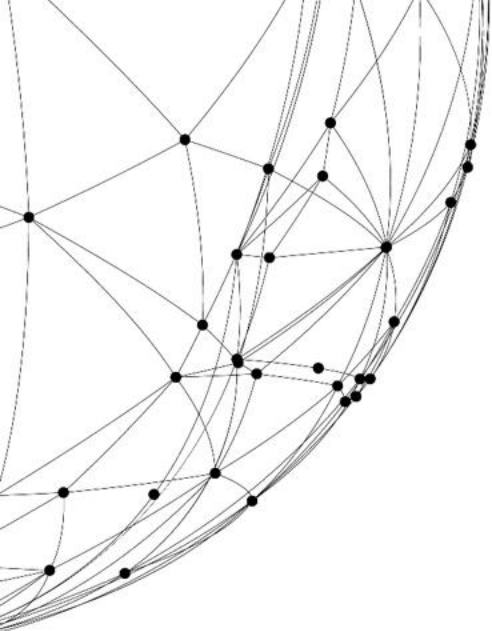


To be continued ...





人机系统的显示和操纵





四

01

人机界面的形成

02

视觉信息显示装置的设计

03

听觉信息装置的设计

04

操纵装置的设计

05

操纵与显示组合设计

06

人机界面经典案例

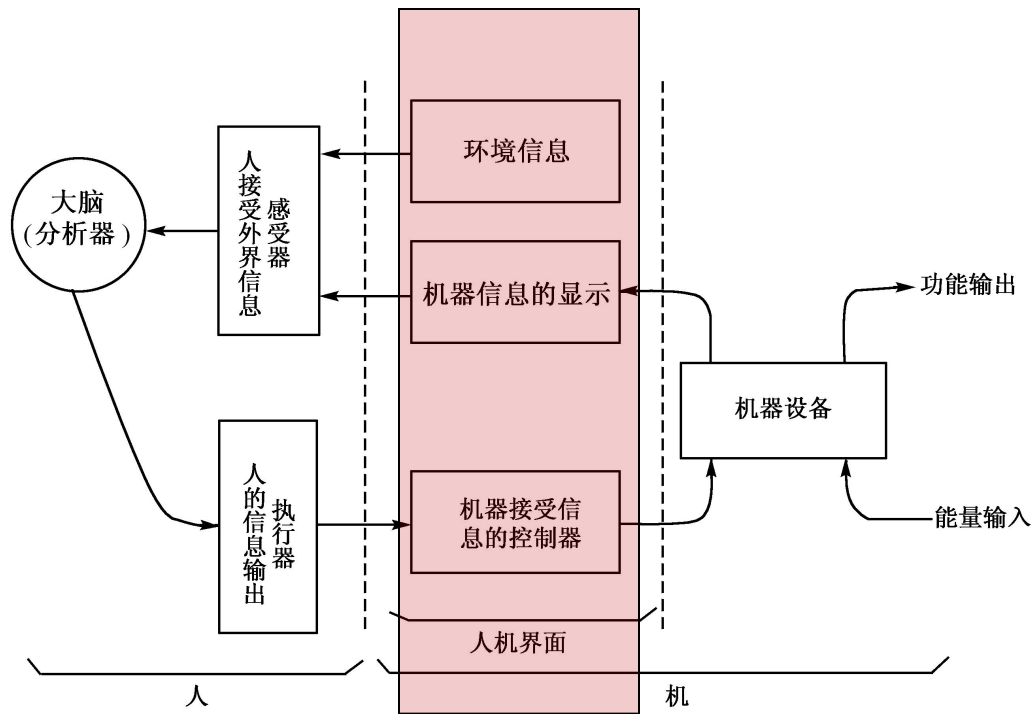


01

人机界面的形成

6.1 人机界面的形成

一.人机信息交换系统



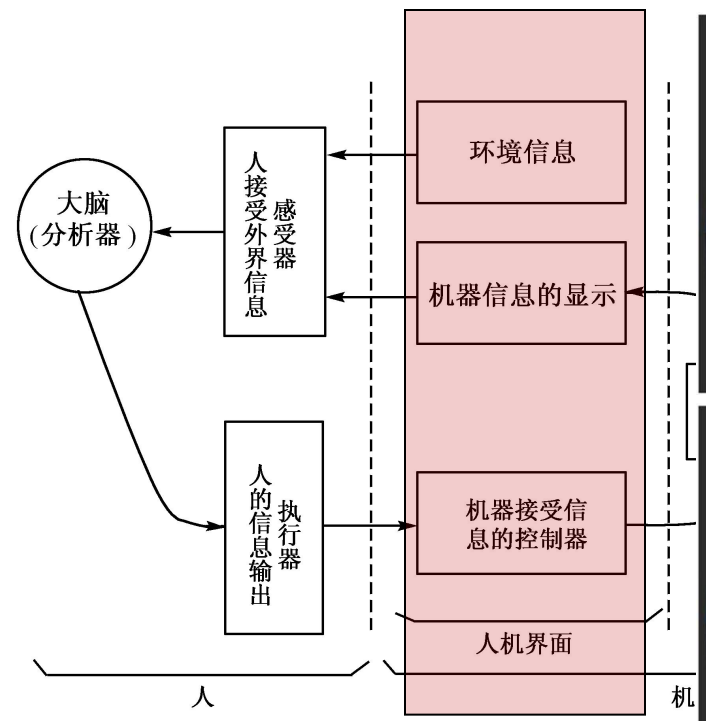
人机信息界面

人机信息界面包括环境信息、机器信息的显示与控制装置。

人机界面有信息性界面，工具性界面和环境性界面等。



一. 人机信息交换系统



人机信息界面



6.1 人机界面的形成

显示装置是人机系统中，将机器的信息传递给
人的一种关键部件，人们根据显示信息来了解和掌
握机器的运行情况，从而控制和操纵机器。



6.1 人机界面的形成

二.人机信息交换的方式

(一) 信息显示装置

- 传统定义：主要指生产过程中显示信息的各种仪表。
- 现在定义：指任何把信息由机器或环境传递给人的媒介。
- ✓ 各种工业仪表、产品的说明书、各种交通符号、
- ✓ 各种警报装置、
- ✓ 日常生活中的报纸、电视、收音机等都是显示装置

[你一定没有听过！ 哔哩哔哩 bilibili](#)

6.1 人机界面的形成

- 信息显示装置的类别

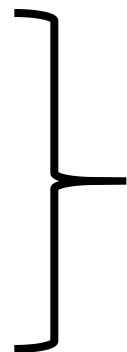
- 视觉显示装置

- 听觉显示装置

- 触觉显示装置

- 嗅觉显示装置

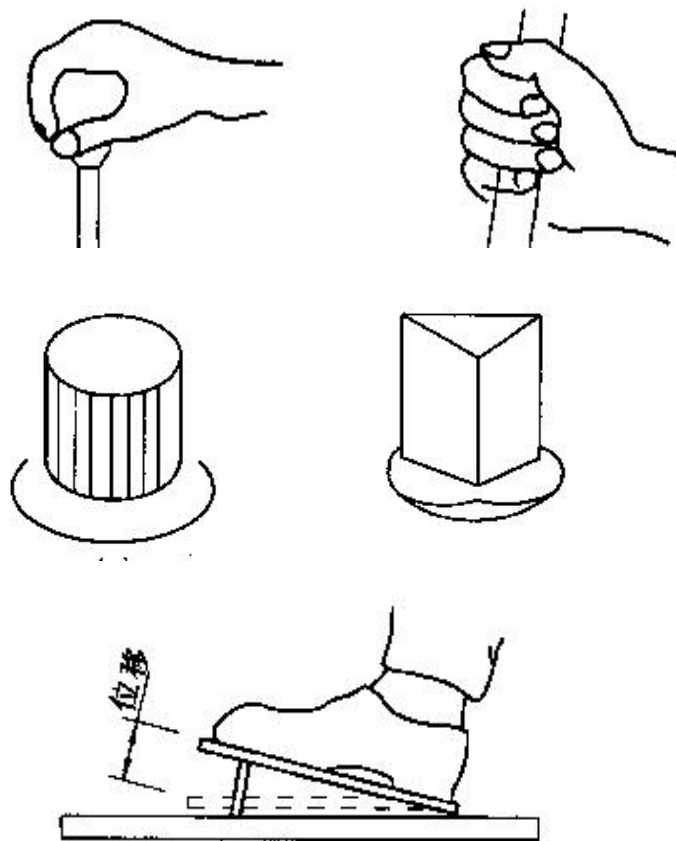
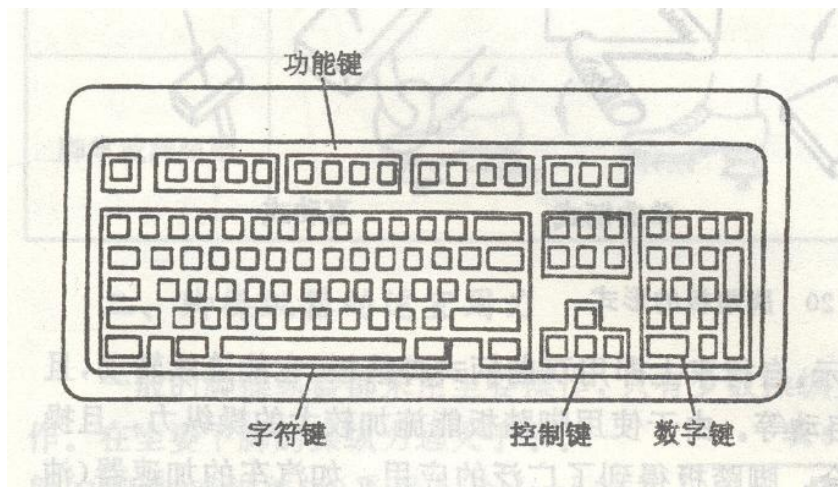
- 多通道显示装置



主要信息显示装置

6.1 人机界面的形成

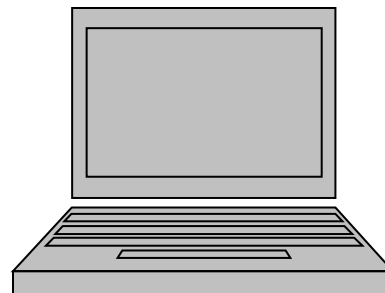
- (二) 操纵装置
- 手动控制器
- 脚动控制器
- 声控器



6.1 人机界面的形成

三.人机信息界面设计的重要性

- 操作人员需要对显示的信息进行更准确的解释和接收。
- 随着技术的发展，需要对机器进行更快更准确的控制。





02

视觉信息显示装置的设计



6.2 视觉信息显示装置的设计

- 适合视觉传递的信息:

- 内容复杂或抽象;
- 内容较长或传递后需留作参考;
- 信息需要使用空间或位置状态;
- 传递速度不需要特别快;
- 接受者位置固定;
- 需要几种信息组合显示;
- 其他感觉通道传递困难。



仪表
信号灯
荧光屏
图形符号
.....

6.2 视觉信息显示装置的设计

一.仪表显示装置的设计

(一) 仪表的种类

- 按仪表的功能分类：

- 读数用仪表
- 检查用仪表
- 追踪用仪表
- 调节用仪表

一般不需精确读数，要求容易看出实际状态与目标状态之间的差距以及变化趋势。因此，数字式仪表不一般采用指针运动式仪表，更优。更适合，其次是圆形。

6.2 视觉信息显示装置的设计

• 按照仪表指示方式分类：

- 指针固定式仪表
- 指针运动式仪表
- 数字显示仪表

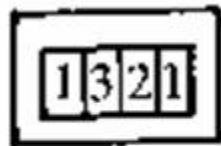
模拟显示仪表



指针运动式



指针固定式



数字式

6.2 视觉信息显示装置的设计

比较项目	指针活动式	指针固定式	数字显示式
数量信息	中	中	好
质量信息	好	差	差
调节能力	好	中	好
监控能力	好	中	差
一般性能	中	中	好
综合性能	价格低、可靠、稳定、易显示 变化趋势、易判断差值		精度高、认读快、无误差、 过载强、易与pc联网
局限性	慢、易受冲击、振动的影响、 过载能力差		价高、干扰因素多、需电 源

6.2 视觉信息显示装置的设计



读数用	尚可	尚可	好
检查用	好	差	差
追踪用	好	尚可	差
调节用	好	尚可	好

不同类型仪表使用建议

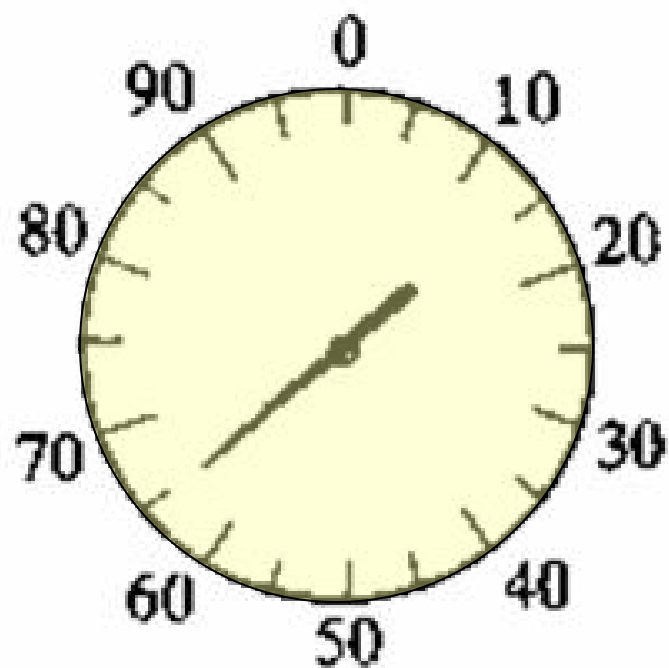
6.2 视觉信息显示装置的设计



6.2 视觉信息显示装置的设计

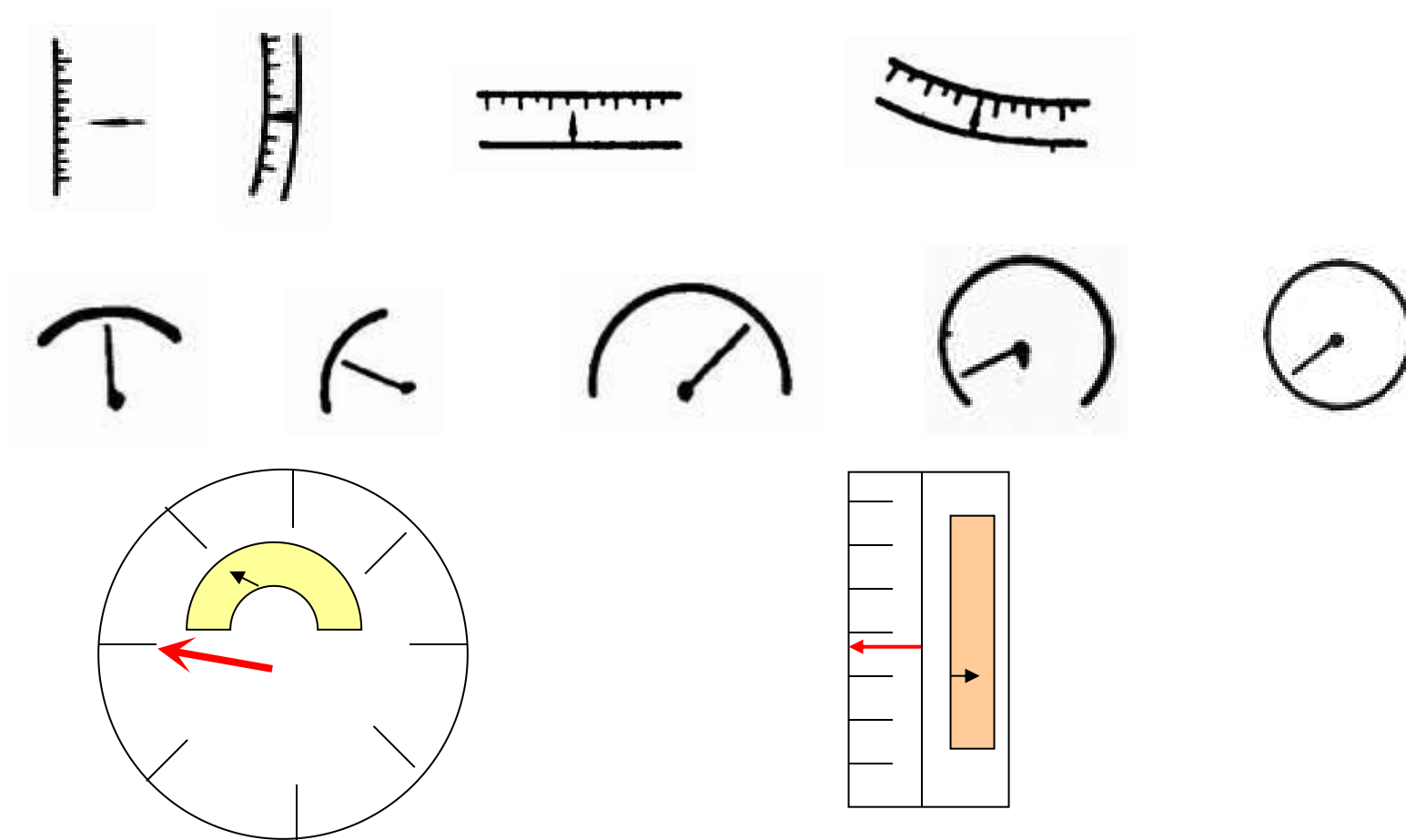
- (二) 指针刻度式仪表的设计

- 1.仪表的形式
- 2.刻度线的设计
- 3.表盘的设计
- 4.刻度标数的设计
- 5.指针的设计
- 6.仪表的颜色设计
- 7.仪表面板形式及其布置



6.2 视觉信息显示装置的设计

- 1. 仪表的形式



6.2 视觉信息显示装置的设计

- 2.刻度线的设计
- (1) 刻度线的高度

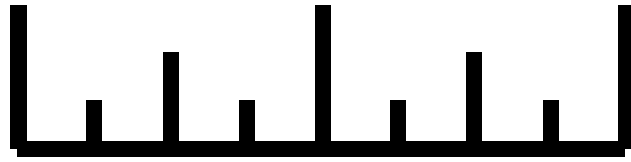


目视距离/m	刻度线最佳高度/mm		
	长刻度线	中刻度线	短刻度线
0.5以下	5.6	4.1	2.3
0.5~0.92	10.2	7.1	4.3
0.92~1.83	19.8	14.3	8.7
1.83~3.66	40.0	28.4	17.3
3.66~6.10	66.8	47.5	28.8

伍德森提出的刻度线高度和视距的关系

6.2 视觉信息显示装置的设计

- (2) 刻度线间距



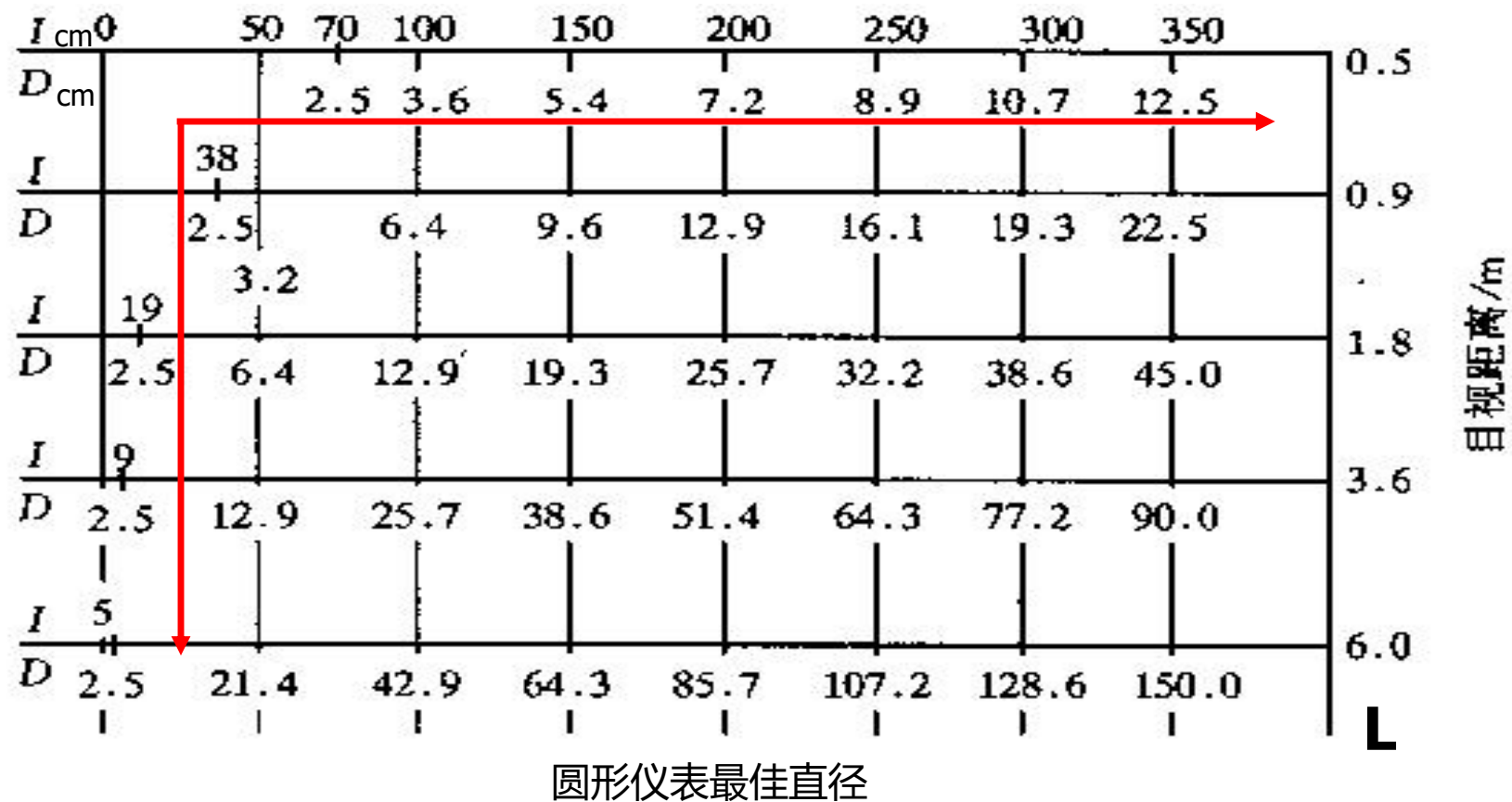
- 刻度线的间距和刻度线的粗细与视距有关 (如视距为L)
 - 刻度线宽度 $L / 5000$ (mm)
 - 短刻度线间距 $L / 600$ (mm)
 - 长刻度线间距 $L / 50$ (mm)
- 当最小刻度线间距小于1mm时. 视读误差明显增大, 一般取1~2.5mm



当视距为1m时:
刻度线宽度: 0.2mm
短刻度线间距: 1.67mm
长刻度线间距: 20mm

6.2 视觉信息显示装置的设计

- 3.表盘的设计
- 不同的仪表形式，有不同的表盘相对应
- 表盘尺寸与刻度标记的数量和观测距离有很大关系



D:最佳直径

L: 视距

I: 最大刻度

6.2 视觉信息显示装置的设计

- 4.刻度标数的设计
- (1) 刻度标数进级和递增方向
 - 刻度盘的数字进级方法和递增方向，对提高判读效率、减少误读也有重要作用。

刻度标数进级法

优					可					差			
1	2	3	4	5	2	4	6	8	10	3	6	9	12
5	10	15	20	25	20	40	60	80	100	4	8	12	16
10	20	30	40	50	200	400	600	800	1000	1.25	2.5	5	7.5
50	100	150	200	250						15	30	45	60

- 数字递增方向的一般原则是：
 - ①顺时针方向为增加；
 - ②从左向右的方向为增加；
 - ③从下向上的方向为增加。

6.2 视觉信息显示装置的设计

(2) 标数形状和大小

仪表刻度盘的汉字、字母和数字等统称为标数。

标数的形状应简明、醒目、易读，多用直角与尖角形，以突出各个字符的形状特征，避免相互混淆。

标数的大小应根据视距而定。一般使用的字符高度可参考下面公式求得：

$$H=L/200$$

- 式中：H：字符高度(mm)；
L：视距(mm)。

在视距为1m的情况下：
字符高度应为：5mm

6.2 视觉信息显示装置的设计

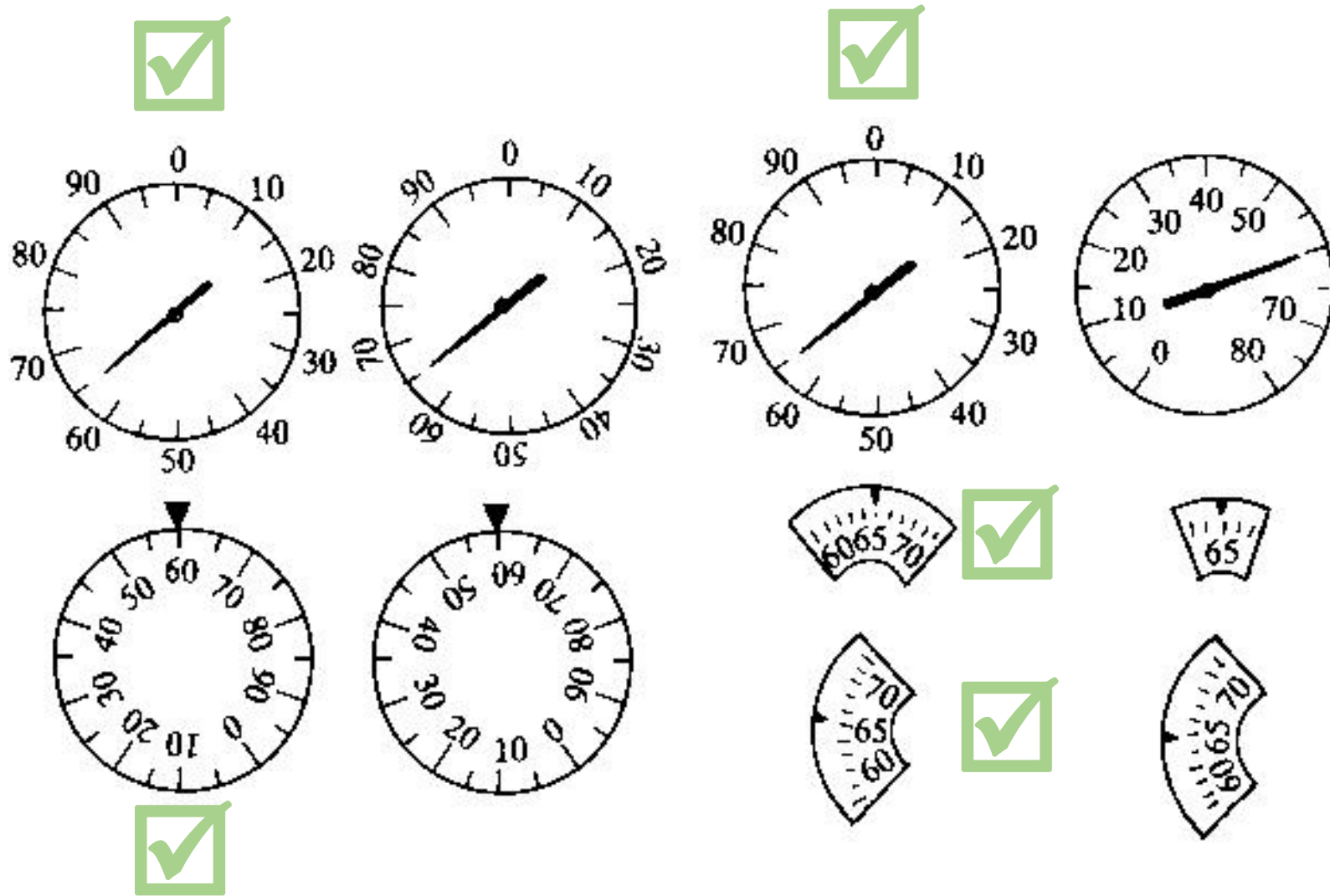
(3) 仪表的标数设计原则应考虑方面:

- 1.最小刻度可不标, 最大刻度必须标;
- 2.指针运动式仪表标数的数码应该垂直, 表面运动式仪表的标数数码应按圆形排列;
- 3.仪表表面的大小、指针位置与数码标刻的位置;
 - 指针在刻度盘内, 如有空间, 则标数应在刻度的外侧;
 - 指针在刻度盘外, 标数应在刻度的内;
- 4.开窗式仪表窗口的大小至少能显示3个数码;
- 5. 标数增加方向排列;
 - 圆形仪表, 顺时针方向增加 (考虑有负值) ,
0位12点或9点方向
 - 条形仪表, 上到下、左到右方向增加
- 6.不作多圈使用的圆形仪表应在刻度全程的首尾断开;

6.2 视觉信息显示装置的设计



6.2 视觉信息显示装置的设计



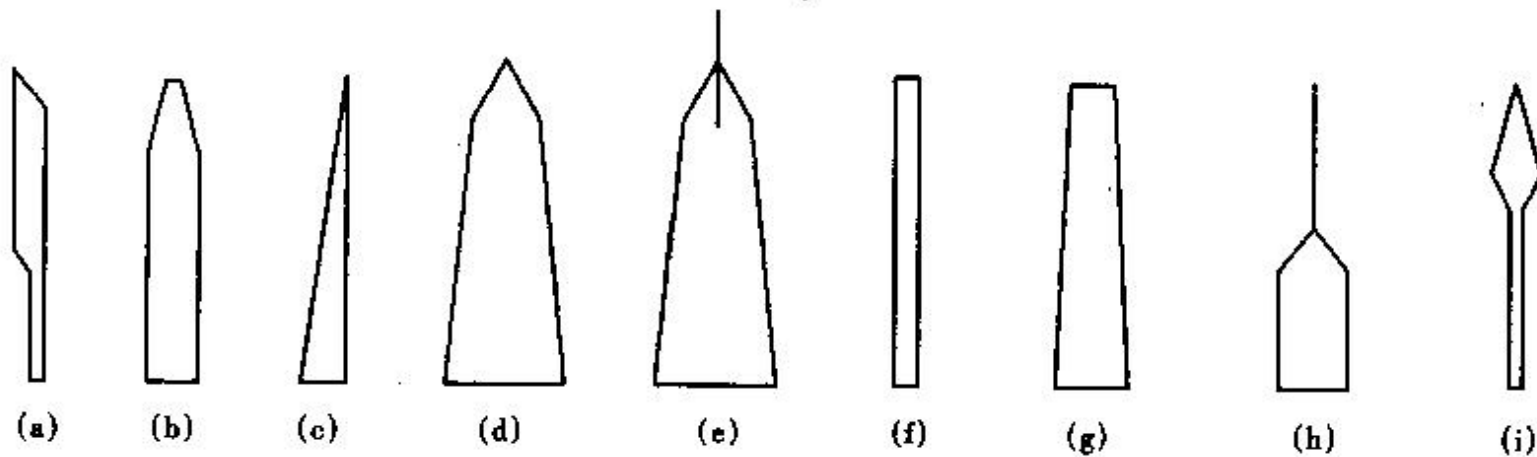
刻度标数比较

6.2 视觉信息显示装置的设计

5. 指针的设计

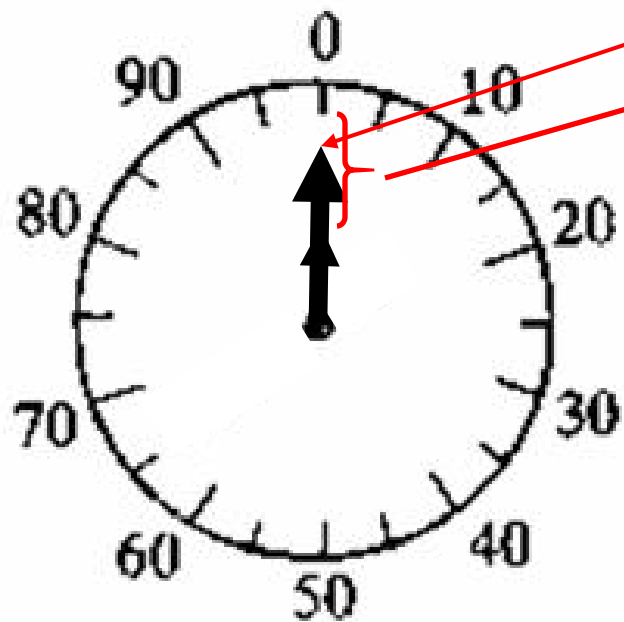
(1) 指针的形状

- 指针的形状要简洁、明快。
- 不加任何装饰。
- 具有明显的指示性形状。
- 一般以头部尖、尾部平、中间等宽或狭长三角形为好。



6.2 视觉信息显示装置的设计

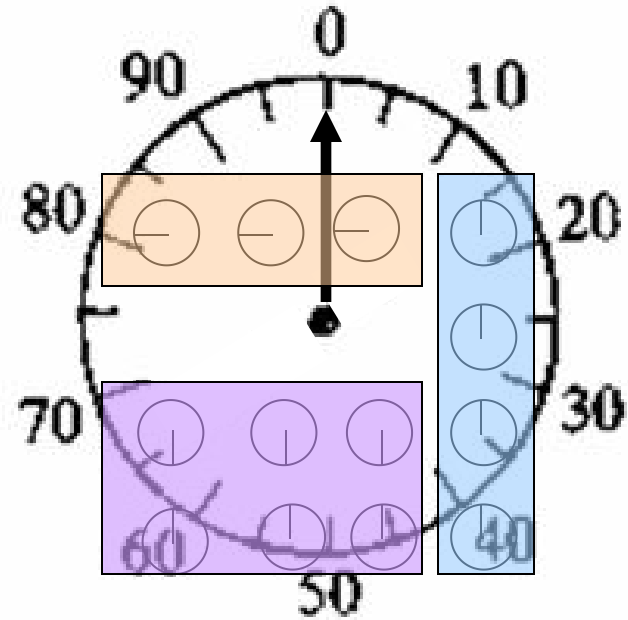
- (2) 指针的长和宽



6mm, 误差太大! 一般不要超过
6mm。指针与刻度之间的距离越
指针的针尖宽度一般与短刻度
线等宽。并且指针应该尽量贴
近表盘面, 可减少误差。

6.2 视觉信息显示装置的设计

- (3) 指针的零位
 - 仪表指针零位一般在时钟12点或9点的位置上。
 - 追踪用仪表有时置于9点位置。
 - 当许多检查用仪表排列在一起时，指针的正常位置应处于同一方向，以9点位置为优。
 - 如果超过6个仪表，则应排成2行，以免观察时眼睛和身体有较大的移动。
 - 如果需要排成一竖列时，以指向12点位置为优。



6.2 视觉信息显示装置的设计

- 6.仪表的颜色设计
- 仪表盘面和指针的颜色应当对比鲜明，视度清晰。刻度线、标记字符的颜色与指针的颜色应当相同。

清晰的配色

顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
底色	黑	黄	黑	紫	紫	蓝	绿	白	黑	黄
被衬色	黄	黑	白	黄	白	白	白	黑	绿	蓝

模糊的配色

顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
底色	黄	白	红	红	黑	紫	灰	红	绿	黑
被衬色	白	黄	绿	蓝	紫	黑	绿	紫	红	蓝

6.2 视觉信息显示装置的设计

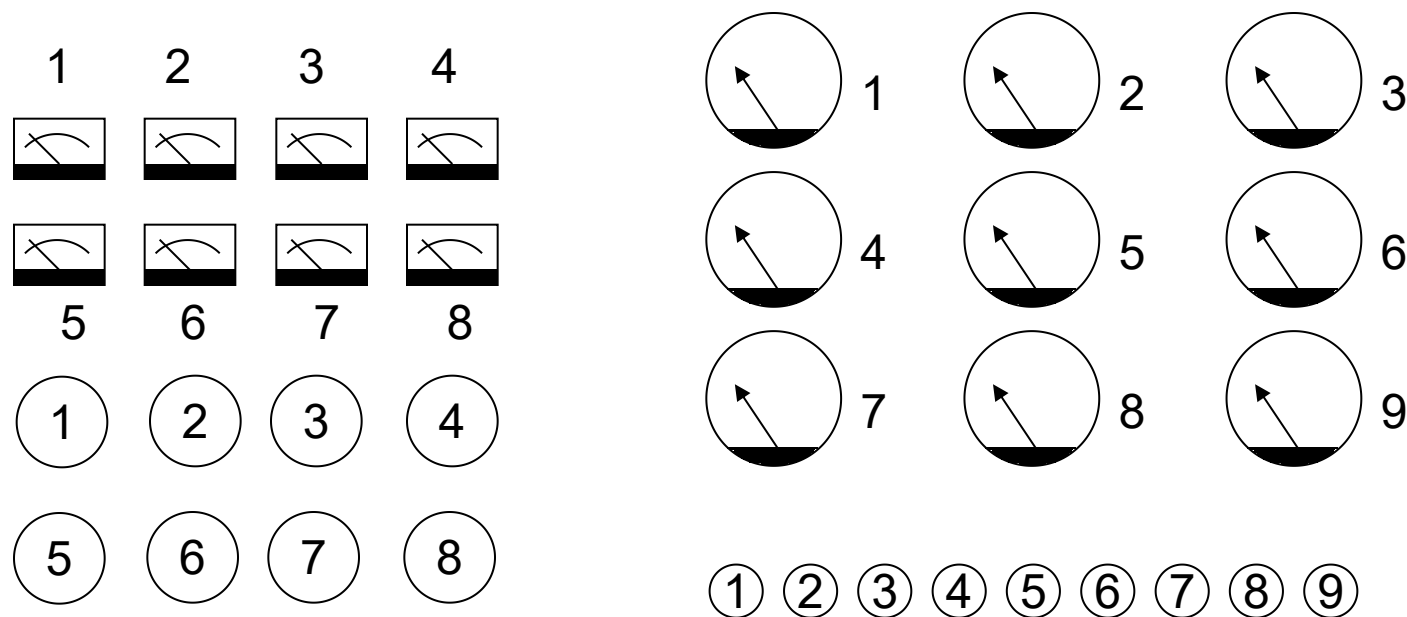
- 7.仪表面板形式及其布置
- 操纵器、显示器特别多时，可采用多块组合式面板；一般时，可采用3块组合式面板
- 仪表位置设计原则：
 - 按重要程度排列
 - 按使用顺序排列
 - 按功能排列
 - 按最佳零点方位排列
 - 按视觉特性排列
 - 按仪表与操纵器的结合性排列

考虑视野范围

人的视觉机能特性：

水平运动比垂直运动快且范围大，习惯从左到右、从上到下、顺时针方向；
不同方位的敏感度：
左上、右上、左下、右下

6.2 视觉信息显示装置的设计



仪表不同排列方式的比较

6.2 视觉信息显示装置的设计

显示装置的课堂练习

指针刻度式仪表的设计

设计一个测量体重用的圆盘形指针运动式刻度仪表。

基本条件：使用时视距为1m，能满足上限为100kg的人使用，读数可以精确到0.5kg。

设计要求：从仪表盘的表盘尺寸、刻度与标数、仪表指针、仪表色彩等方面进行详细设计。配以文字说明，计算公式等，并在图中表明尺寸。

电子或手绘均可，40分钟完成计算与绘制，并当堂上交电子版。文档应以学号姓名命名。

6.2 视觉信息显示装置的设计

二.信号灯的设计



指示性

显示状态

优点：显示面积小、视距远、引人注目、简单明了。

缺点：信息负荷有限，当信号太多时，会造成混乱和干扰。



6.2 视觉信息显示装置的设计

(一) 信号灯的类型

指示用信号灯



显示状态用灯



图形符号灯



简单指示灯



近距离信号灯

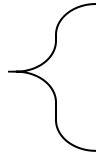


远距离指示灯



6.2 视觉信息显示装置的设计

(二) 信号灯的设计

- 1.视距设计 
 - 大气能见度的考虑
 - 信号灯光学性质的考虑
- 2.信号灯的颜色设计
- 3.信号灯的形状标记设计
- 4.信号灯的强光和闪光设计
- 5.信号灯的布置

6.2 视觉信息显示装置的设计

- 1.视距设计（主要针对远距离指示灯）
- 气象能见距离：在一般白昼日照条件下，肉眼能看清天空背景下黑色物体的距离。

透过一个大气质量的辐射强度与进入该大气的辐射强度之比。大气透明系数决定于大气中所含水汽、水汽凝结物和尘粒杂质的多少，这些物质愈多，大气透明程度愈差，透明系数愈小。

$$p = \frac{I}{I_0}$$

能见距离和空气透明度

大气状况	透明系数P	能见距离km
透明度良好	0.92	50
透明度中等	0.81	20
空气稍许浑浊	0.66	10
空气很浑浊（浓霾）	0.12	2
浓雾	10^{-19}	0.1 ~ 0.05

6.2 视觉信息显示装置的设计

- 光通量：光源在单位时间内发出的，人能感受到的光能量总和。（每一波段的辐射能量与该波段相对视见率之乘积的总和）单位：流明（LM）。

相对视见率：某波长光的视见率与555nm黄绿光的视见率的比值。

- 发光强度：光源在给定方向的单位立体角中发射的光通量定义为光源在该方向的（发）光强（度）。发光强度是针对点光源而言的，或者发光体的大小与照射距离相比比较小的场合。单位坎德拉，即cd。
- 亮度：单位 cd/m^2 ——尼特（nt），即每平方米光强为1坎德拉，其亮度为1尼特。太阳的亮度为 $2 \times 10^9 \text{cd}/\text{m}^2$

6.2 视觉信息显示装置的设计

全黑环境下灯光的能见距离

大气状况	50cd	100cd	200cd	500cd	1000cd
透明度良好	10.4	13.3	16	22	26
透明度中等	7.6	9.1	11	13	16
稍许混浊	5.4	6.4	7.0	9.9	10
混浊 (霾)	3.2	3.7	4.1	4.8	5.3
很混浊 (浓霾)	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2
薄雾	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9

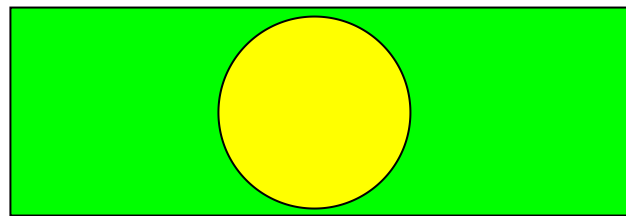
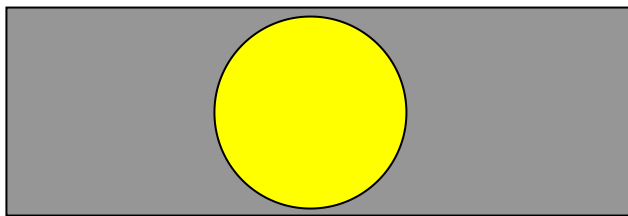
- ▶ 在信号灯的视距设计过程中，要注意应该使信号灯的亮度在某地区可能出现的恶劣大气状况下达到视距要求；
- ▶ 同样光强度下，不同波长的光射程不一样，这也需要考虑。
- ▶ 亮度对比度也同样需要考虑。

6.2 视觉信息显示装置的设计

- 亮度对比度

$$\text{亮度对比度} = \frac{\text{目标亮度} - \text{背景亮度}}{\text{背景亮度}}$$

- 在信号灯的设计中，亮度对比度至少为2，且作为背景应尽量灰暗无光比较好。



6.2 视觉信息显示装置的设计

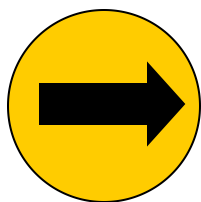
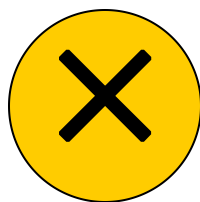
2.信号灯的颜色设计

- 能帮助表示某种含义和提高可辨性。常规如下：
 - 红色的含义是禁止、停止、危险警报和要求立即处理的指示；
 - 黄色的含义是注意和警告；
 - 绿色的含义是安全、正常和允许运行；
 - 蓝色的含义是指令和必须遵守的规定；
 - 白色表示其他状态等；
- 使用颜色的原则：使用颜色过多可能造成混淆和错认，一般不应超过10种。

6.2 视觉信息显示装置的设计

3.信号灯的形状、标记设计

- 信号灯为了能清楚地传达意思，应设计与其表达意思有一定逻辑联系的形状和标记。



6.2 视觉信息显示装置的设计

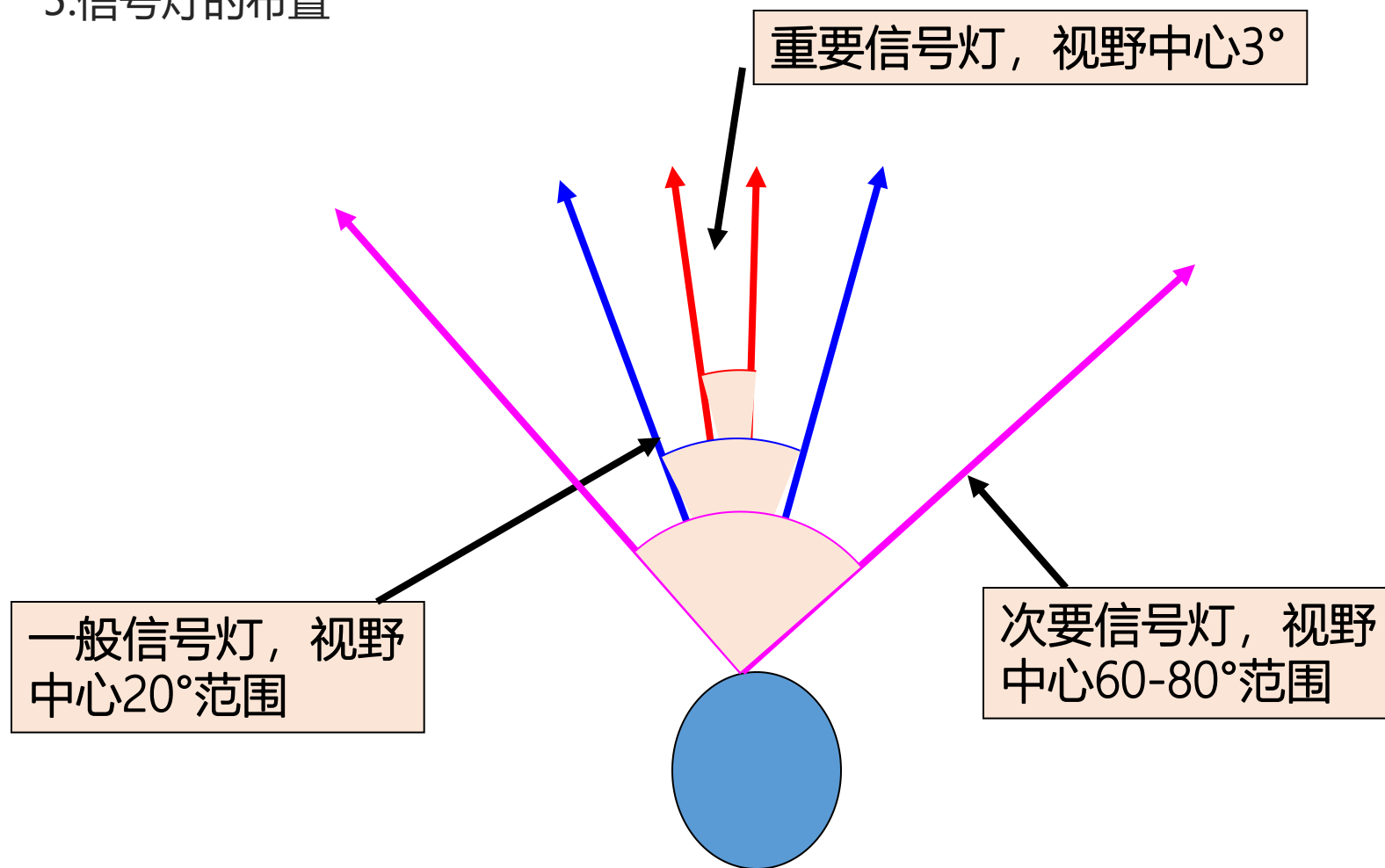
4.信号灯的强光和闪光设计

- 为了引起注意或者传递重要信息，可用强光或者闪光来加强效果。
- 闪光频率一般可用0.67—1.67Hz。

信号灯	背景灯光	效果
闪光	稳光	最好
闪光	闪光	很差
稳光	稳光	好
稳光	闪光	较好

6.2 视觉信息显示装置的设计

5.信号灯的布置



6.2 视觉信息显示装置的设计

- 三.荧光屏的设计
- (一) 荧光屏的特点
 - 特点：既能显示图形、符号、信号，又能显示文字；既能追踪显示,又能显示多媒体的图文动态画面。
 - 应用：电视屏幕、计算机显示器、示波器、彩超及雷达等。



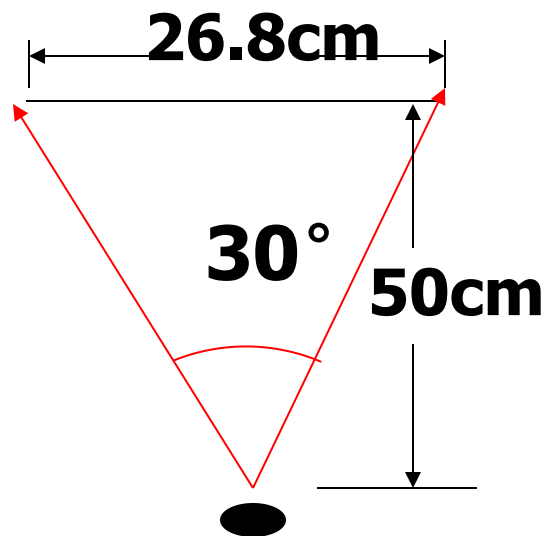
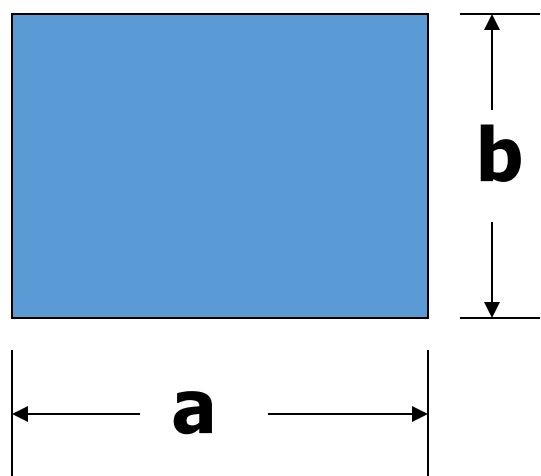
6.2 视觉信息显示装置的设计

(二) 荧光屏设计中应考虑的因素

- 1. 荧光屏的大小设计
- 2. 目标的亮度和呈现时间
- 3. 目标与背景的关系
- 4. 目标的形状、大小和颜色
- 5. 目标的运动速度

6.2 视觉信息显示装置的设计

- 1. 荧光屏的大小设计



人的水平视野大于垂直视野，所以一般：
 $a > b$

6.2 视觉信息显示装置的设计

2.目标的亮度和呈现时间

- 目标的视见度受目标亮度的影响，目标的亮度必须达到视觉阈值，目标才能被看见。
- 亮度达到 $34\text{cd}/\text{m}^2$ 之前，随着亮度的增加视见度越好，超过这一亮度后，增幅减慢。
- 亮度过高会有负面影响，造成眩目。
- 目标呈现时间越长，视见度越高。
- 呈现时间超过10s视见度不会有太大提高
- 2~3秒视见效率最高

人的反应时间

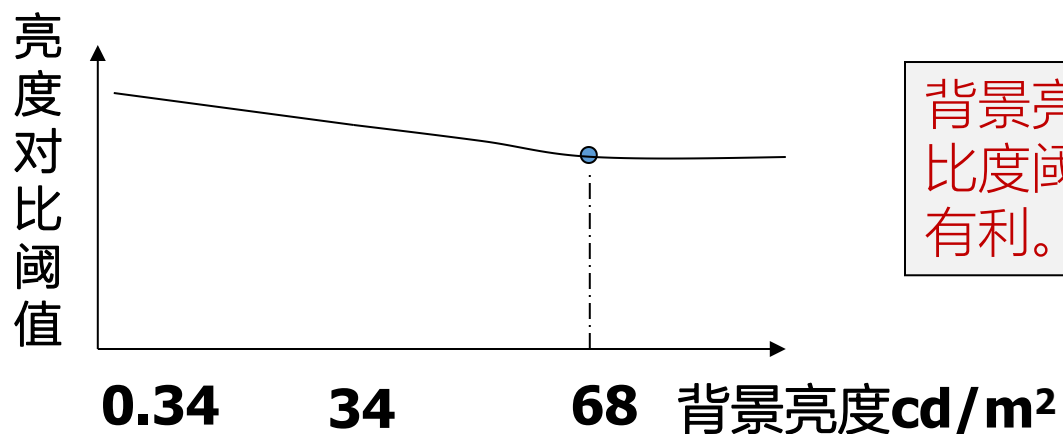
6.2 视觉信息显示装置的设计

3.目标与背景的关系

$$\text{亮度对比度} = \frac{\text{目标亮度} - \text{背景亮度}}{\text{背景亮度}}$$

$$\text{目标亮度} = \text{背景亮度} \times \text{亮度对比度} + \text{背景亮度}$$

- 目标亮度必须至少达到亮度对比度能见阈值，目标才能被看见。

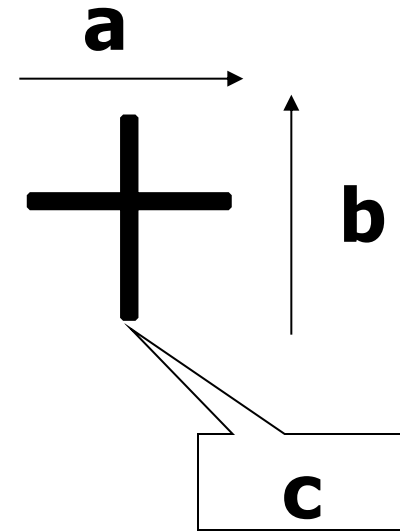


背景亮度在68cd/m²时，亮度对比度阈值达到比较小的值，比较有利。

6.2 视觉信息显示装置的设计

4.目标的形状大小和颜色

- 一般图形形状：辨识效率按优劣排序：
三角形、圆形、梯形、正方形、长方形、椭圆形。
- 字符的高宽、笔画要求：
 $a:b=1:1$ 或 $1:2$ ； $c:b=1:8$ 或 $1:10$
- 目标的视见度随目标物体的增大而提高，
但是过大占据空间过多。
- 目标颜色红色或绿色、黑色易辨识，
但红色易疲劳，一般用绿色或者黑色。



6.2 视觉信息显示装置的设计

5.目标的运动速度

视敏度与目标物体运动状态的关系

目标运动速度 ($^{\circ}/s$)	静止	20	60	90	120	150
视敏度 (1/')	2.0	1.95	1.84	1.78	1.63	0.90

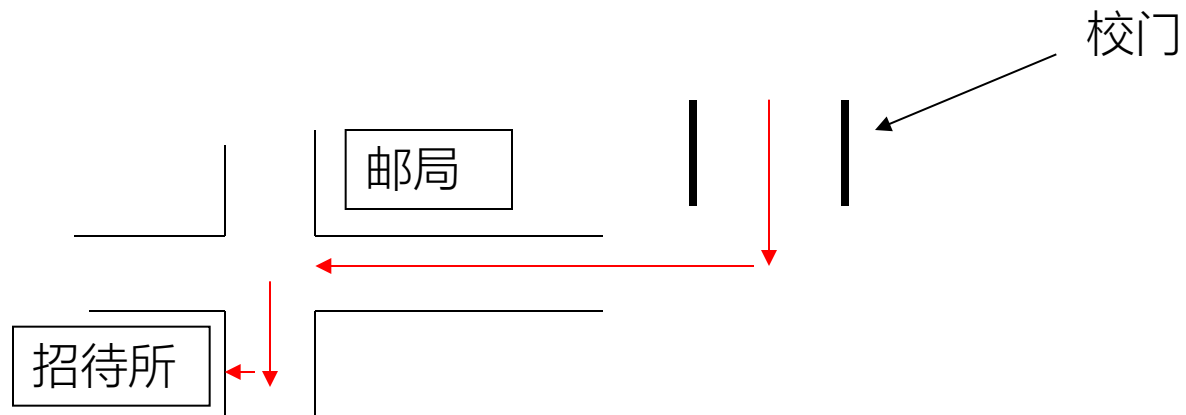
在荧光屏设计过程中，目标物体不宜运动过快，一般不要超过 $60^{\circ}/s$ ，极限在 $80^{\circ}/s$ 左右

6.2 视觉信息显示装置的设计

四.图形符号标志的设计

(一) 图形符号标志的优点

- 进校门后，沿着右手（西边）的一条道一直向前走，走了大约十分钟在右手边可看到邮局，是一个两层楼的房子，过了邮局往前走一个街口就可看到左手边有一个很好的院子，这个院子就是外宾招待所，这时向左拐走下去就可看到招待所的大门。

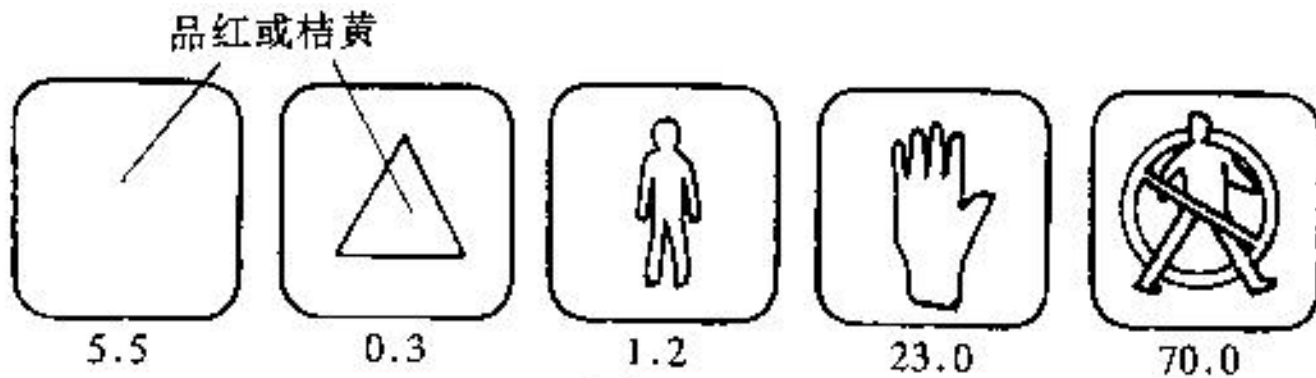


6.2 视觉信息显示装置的设计

- 1.若符号选用得当的话，就可以省去编码的过程，节省精力和时间。
- 2.人对文字接受是顺序的，而对简单的符号接受几乎是同时的，这样在时间紧迫的情况下，符号比文字要接受得快些。
- 3.文字是受到国界限制的，而一个明确的符号是不受国界限制的。
- 4.用文字显示就必须假定接受信息的人一定懂得文字。

6.2 视觉信息显示装置的设计

- (二) 图形符号标志的缺点



选中百分数
行人对五种标志选择的百分数

意思的传达不够明确，容易混淆

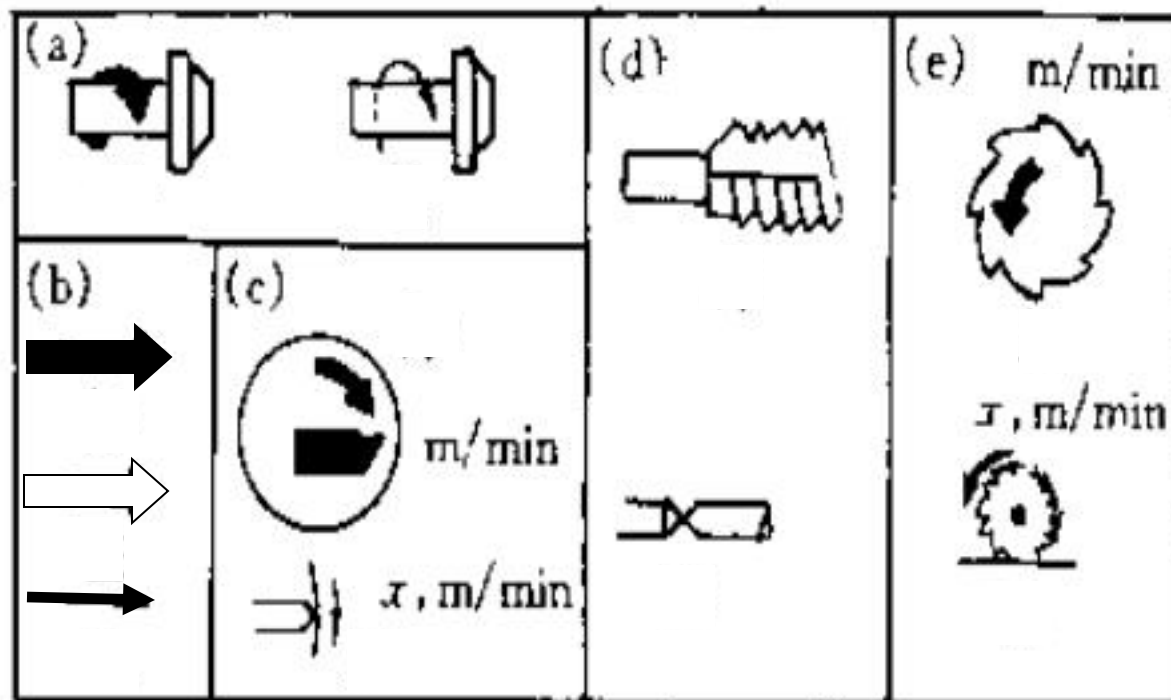
6.2 视觉信息显示装置的设计

(三) 图形符号标志的设计原则

- 1.采用与其含义相符的图形
- 2.可利用颜色、形状、图形、符号、文字进行组合编码，以提高判辨速度和准确性
- 3.繁简得当
- 4.尽量使用国际通用的标志符号
- 5.符合人的知觉特点

6.2 视觉信息显示装置的设计

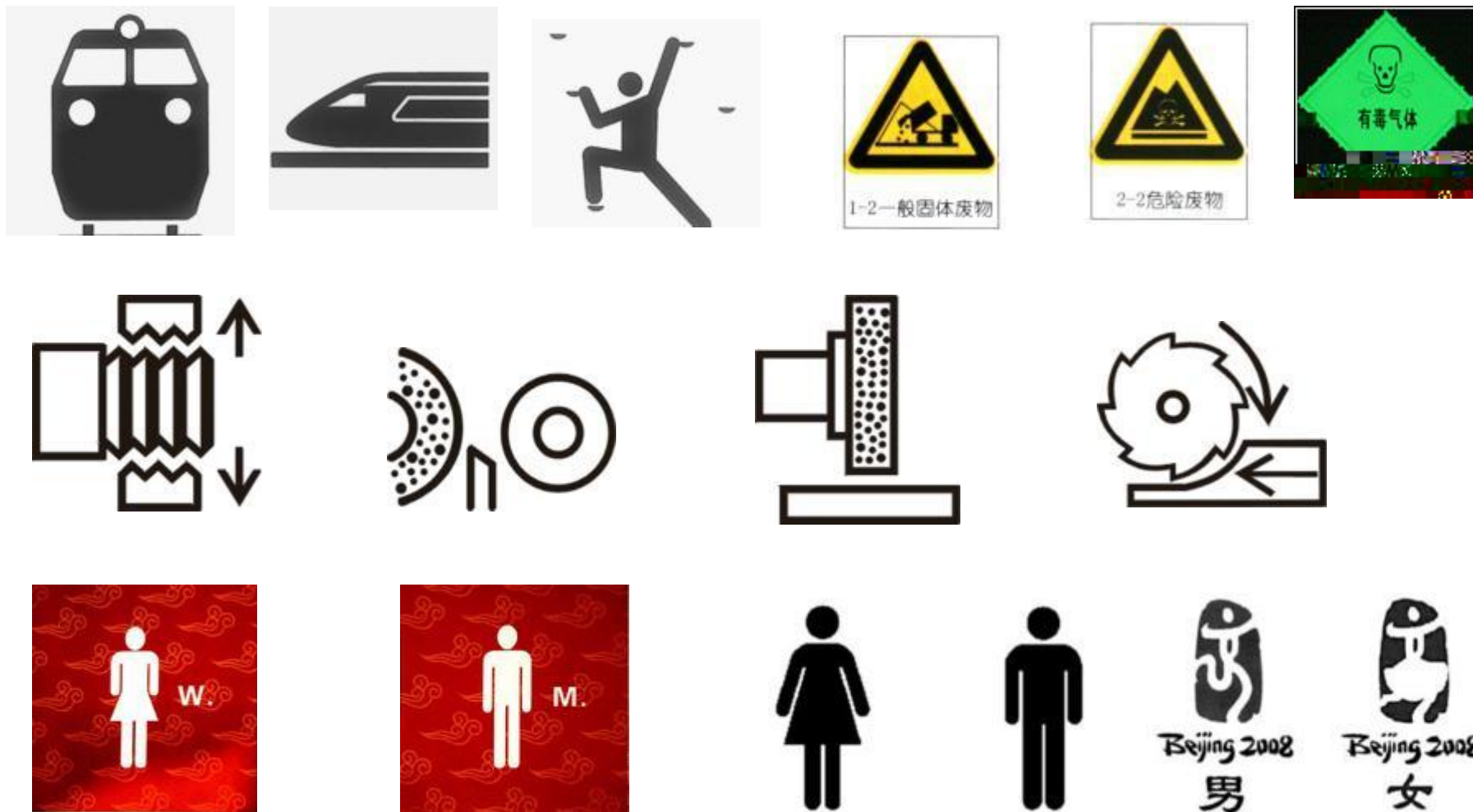
- 符合人的知觉特点
 - 形与底分明 (a)
 - 边界明显 (b)
 - 封闭 (c)
 - 简明 (d)
 - 完整 (e)



标志符号的有关知觉因素示例

6.2 视觉信息显示装置的设计

(四) 图形符号标志的应用



6.2 视觉信息显示装置的设计



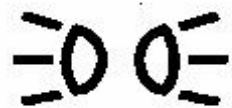
6.2 视觉信息显示装置的设计



后雾灯



位置调整



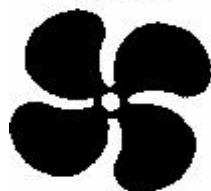
示廓灯



驻车灯



前灯洗涤



排风扇



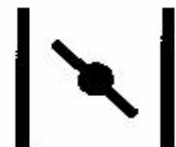
转向信号



前盖打开



后盖打开



节气门



喇叭



燃油位



冷却温度



蓄电池



润滑油



安全带



点烟器



雨刮器

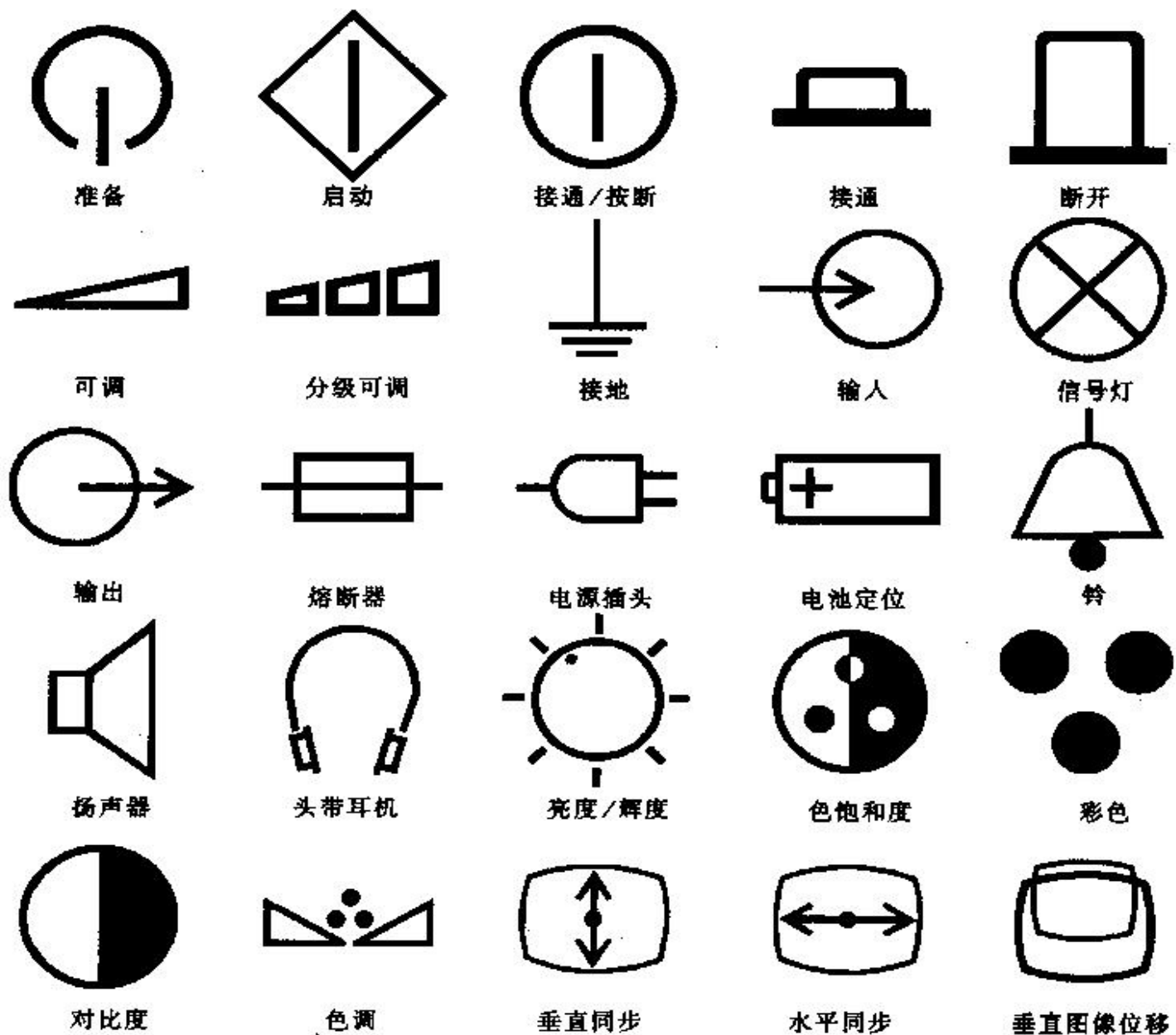


洗涤器



信标灯

6.2 视觉信息显示装置的设计



6.2 视觉信息显示装置的设计

课堂练习

- 1.针对老年人和儿童的心理和生理特征，进行图标设计。
- 2.可选择道路交通或者洗手间等领域，进行设计。
- 3.设计结果要求选择其一领域，进行草方案5个，最终方案1个的绘制。

- 课堂45分钟设计时间，本节课上交图片文件。



03

听觉信息装置的设计



6.3 听觉信息装置的设计

- **听觉信息传示的特点：**
 - 反应快
 - 无方向性
 - 对环境要求不高
- **听觉信息传示装置的适用情况**
 - 要求迅速传递的情况下
 - 无需保留信息的情况下
 - 视觉信息传递负担过重时
 - 光环境和振动环境恶劣时
 - 需要走动作业的时候



6.3 听觉信息装置的设计

- **一.音响传示装置**
- **(一) 音响传示装置的应用**
 - 蜂鸣器
 - 铃
 - 汽笛
 - 警报器
 - 喇叭
 - 口哨
 - 发号枪

6.3 听觉信息装置的设计

• (二) 音响传示装置的设计

- 信号的强度应**高于**背景噪声，避免声音掩蔽效应的不利影响。
- 使用两个或两个以上声音信号时，信号之间应有明显**差别**（强度、频率、持续时间）
- 尽量使用**间歇或可变**的信号，减少对信号的听觉适应性。
- 远距离传输或者要绕过障碍物时，应用**大功率低频率**的信号
- 显示复杂信息时，可采用**两级信号**。第一级是引起注意的信号，第二级是具体指示信号。
- 应根据重要性**次序**，采用相应的信号方式。
- 听觉信号维度与代码应与人们已经**熟悉**的或自然的联系相一致。

6.3 听觉信息装置的设计

• 信噪比

$$\text{信噪比} = 10 \lg \frac{\text{信号强度}}{\text{噪声强度}} \dots \text{单位 (db)}$$

如: 信号声强度80db, 环境噪声强度8db, 信噪比为10db; 目前MP3播放器的信噪比有60dB、65dB、85dB、90dB、95dB等等,

6.3 听觉信息装置的设计

- **二.言语传示装置**

- **(一) 言语传示装置的特点**

- 信息传递准确
- 接收速度快
- 传递信息量大
- 很容易受到噪声的干扰

6.3 听觉信息装置的设计

- **(二) 言语传示装置的应用**
- 话筒
- 扩音器
- 耳机
- 电话
- 电视
- 收音机
- 对讲机
- 多媒体



6.3 听觉信息装置的设计

- **(二) 言语传示装置的设计**
 - 1.言语清晰度
 - 2.言语强度
 - 3.干扰噪音的影响

6.3 听觉信息装置的设计

• 1.言语清晰度

➤ 人耳对通过它的言语（字、词、句子）中正确听到和理解的百分数。

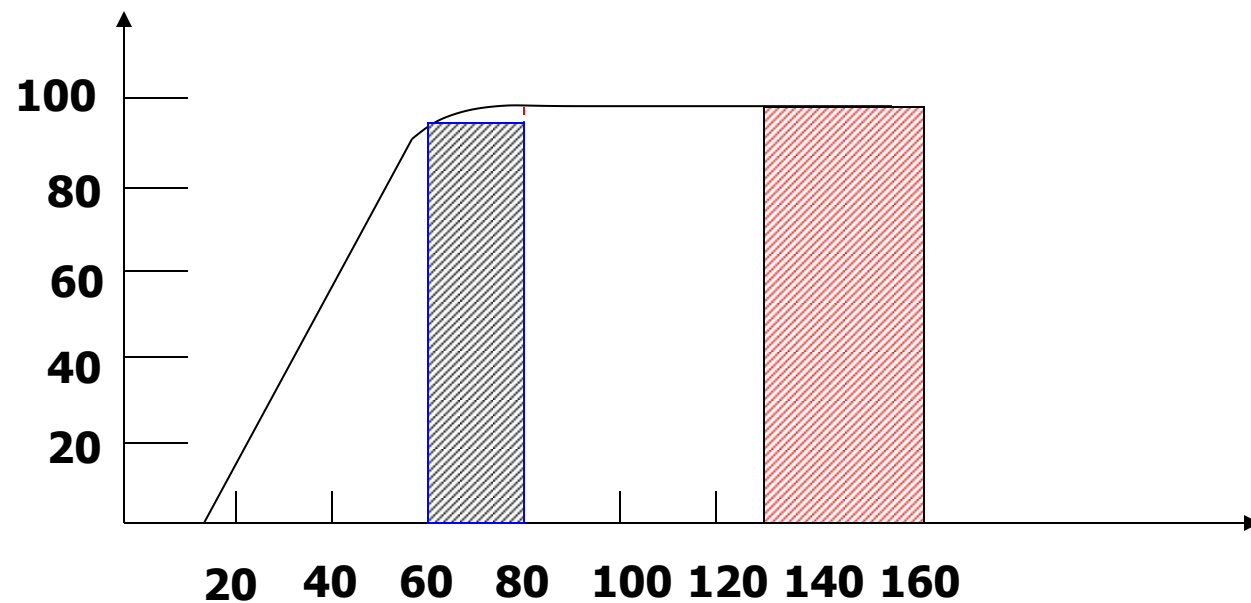
言语清晰度%	主观感觉
96	完全满意
85~96	很满意
75~85	满意
65~75	费劲听懂
65以下	不满意

对于成功的言语传示装置的设计，言语清晰度应该在75%以上。与言语强度和噪声环境有关。



6.3 听觉信息装置的设计

• 2.言语强度



语音的平均感觉阈限为25~30db，痛阈值大约在130db。言语传示装置的语音在强度60~80db比较合适



6.3 听觉信息装置的设计

- 3.干扰噪音的影响

干扰噪音下的言语通信

语言干涉声级	干扰噪声 A计权声级	正常嗓音可听距离	提高嗓音可听距离
36	43	7	14
40	48	4	8
45	53	2.2	4.5
50	58	1.3	2.5
55	63	0.7	1.4





04

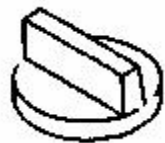
操纵装置的设计

6.4 操纵装置的设计

- 一.操纵装置概述

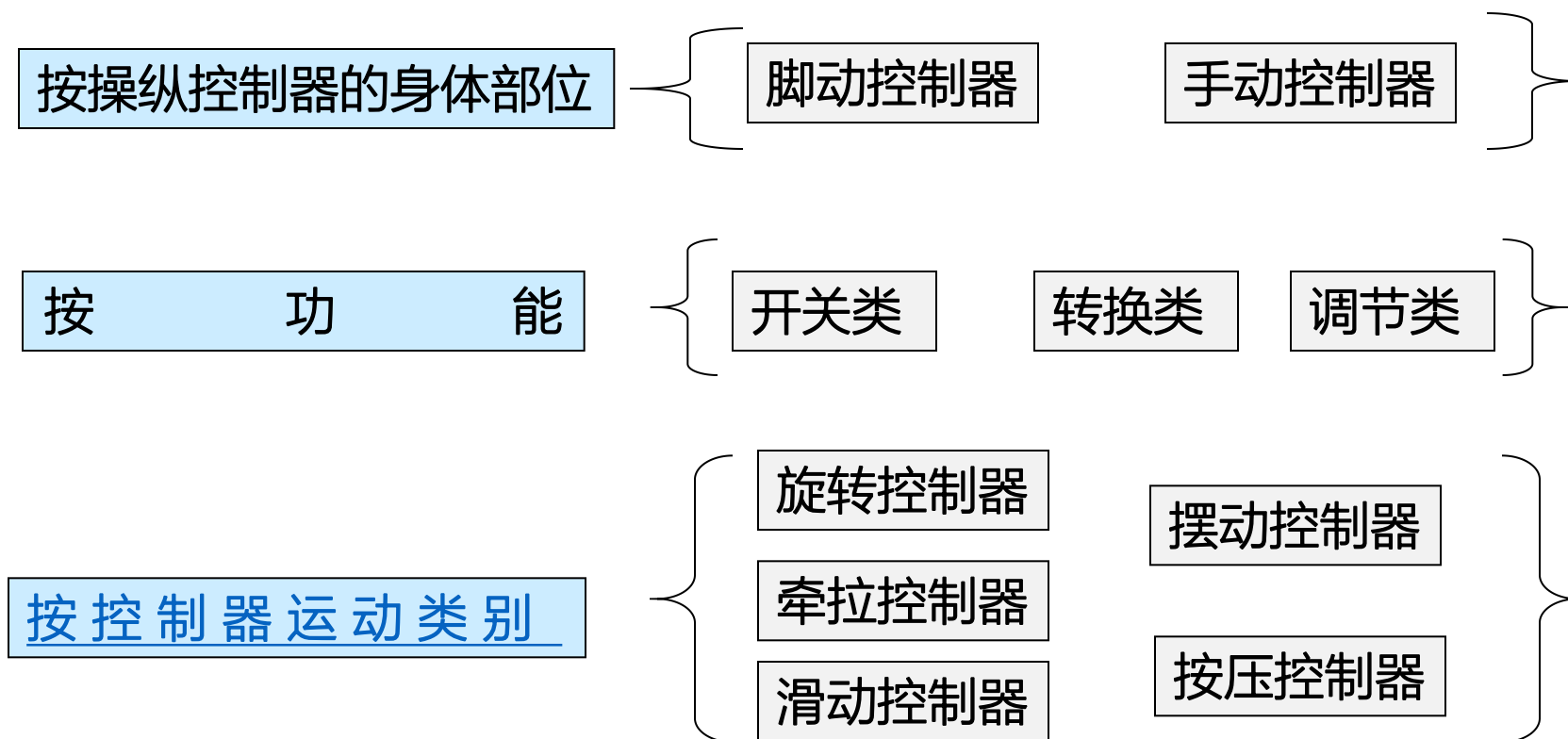
- (一) 操纵装置的定义

- **狭义的操纵装置**：用以将信息传递给机器，使之执行控制功能，实现调整、改变机器运行状态的装置。如各种按钮，操纵杆，脚踏板等。
- **广义的操纵装置**：任何把人发出的信息传递给系统的媒介。



6.4 操纵装置的设计

- (二) 常用操纵装置




6.4 操纵装置的设计

常用操纵装置表

基本类型	动作类别	举 例	说 明
旋转操纵装置	旋转	曲柄、手轮、旋钮、钥匙 	控制器可以做360°以下旋转
近似平移操纵装置	摆动	开关杆、调节杆、拨动式开关、脚踏板 	控制器受力后，围绕旋转点或轴摆动，或者倾倒到一个或数个其他位置。通过反向调节可返回起始位置

6.4 操纵装置的设计

续表

平移 操纵 装置	按压	按钮、按键、键盘等 	控制器受力后，在一个方向上运动。在施加的力被解除之前，停留在被压的位置上。通过反弹力可回到起始位置
	滑动	手闸、指拨滑块 	控制器受力后，在一个方向上运动，并停留在运动后的位置上，只有在相同方向上继续向前推或者改变方向，才可使控制器做返回运动
	牵拉	拉环、拉手、拉钮 	控制器受力后，在一个方向上运动。回弹力可使其返回起始位置，或者用手使其在相反方向上运动

6.4 操纵装置的设计

- **(三) 合理设计操纵装置的目的**

- 提高人机系统的工作效率
- 提高操作者操作的准确、迅速、安全性
- 减少紧张和疲劳

6.4 操纵装置的设计

- **(四) 主要失误表现形式**

- **置换差错**：当不同功能的控制器安装在一起，但其相互关系又不容易辨别时，常常引起操作者的错误。
- **调节错误**：调节控制开关时，调错开关位置，以致机器运行太快或太慢，这就是调节错误。
- **逆转错误**：操作控制器时，操作的方向与实际需要的方向相反，这就是逆转错误。
- **无意的操作错误**：在使用控制器时忘记复位或固定，以及操作时间不准确，操作不小心等，均能造成无意的错误。

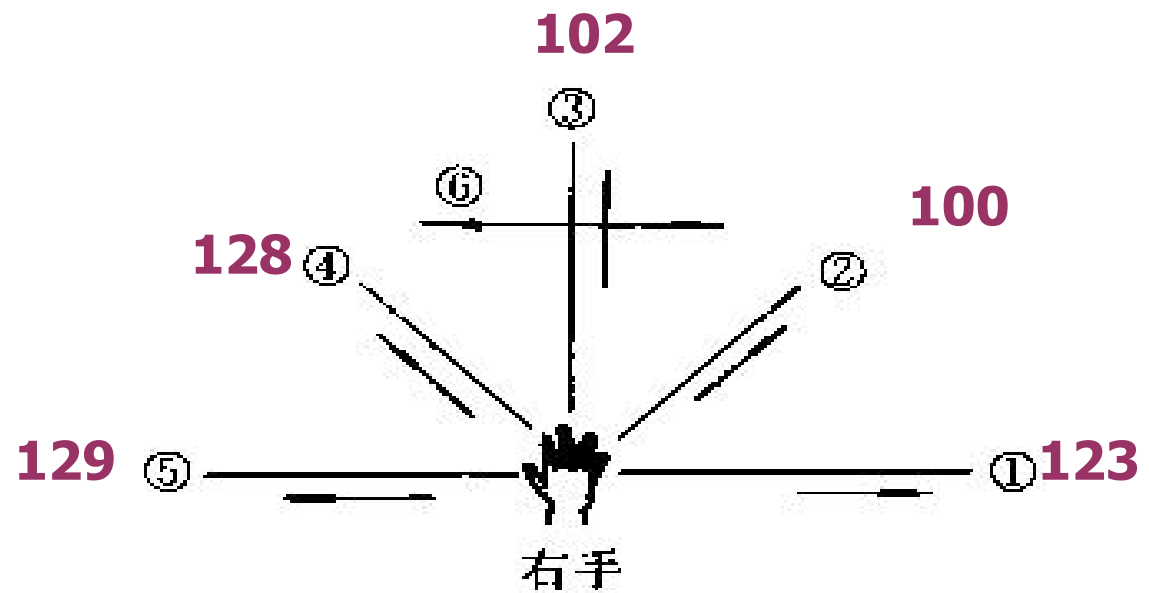
6.4 操纵装置的设计

• 二.手控操纵装置的设计原则

- 有利于操作，迎合人的运动特性
- 运动方向应与预期的功能方向相一致
- 操纵部分的外形应符合人手等部位的解剖学特征、形状便于识别、尺寸大小符合人手尺寸
- 移动范围应在人的操纵器官的活动范围
- 阻力和转矩要适当，应在人的施力范围内
- 操纵装置较多的情况下，要合理利用编码
- 材质应符合卫生学要求，使触摸时安全和舒适
- 要能避免无意识的操作而引起的危险



6.4 操纵装置的设计



反应动作出手方向

单位：毫秒

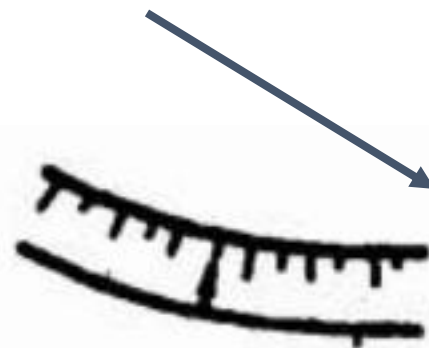
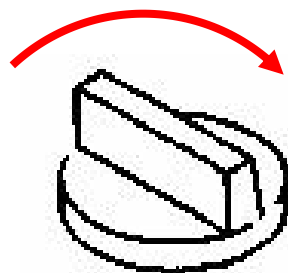


6.4 操纵装置的设计

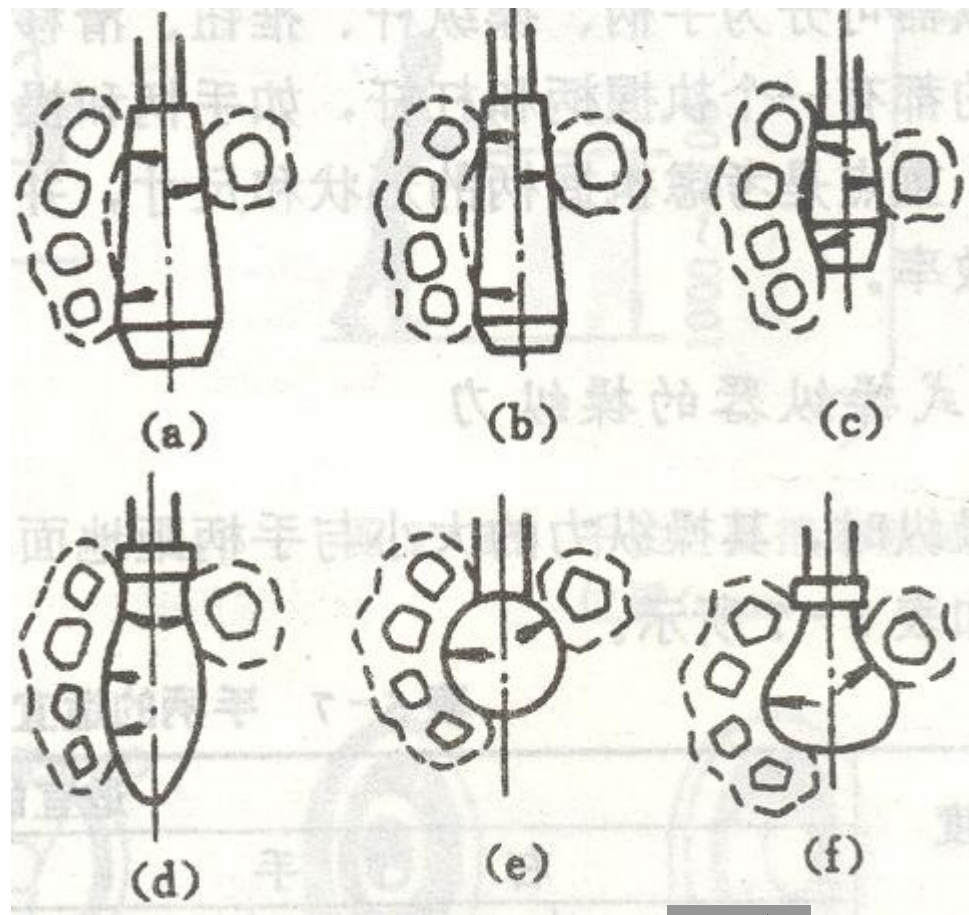
- 1.直线运动比曲线运动快
- 2.圆形轨迹的动作比直线轨迹动作灵活
- 3.光滑的曲线运动比折线式曲线运动速度快
- 4.水平动作比垂直动作快
- 5.顺时针动作比逆时针动作灵活。
- 6.手向着身体的动作比离开身体的动作灵活。
- 7.前后往复动作比左右往复动作速度快



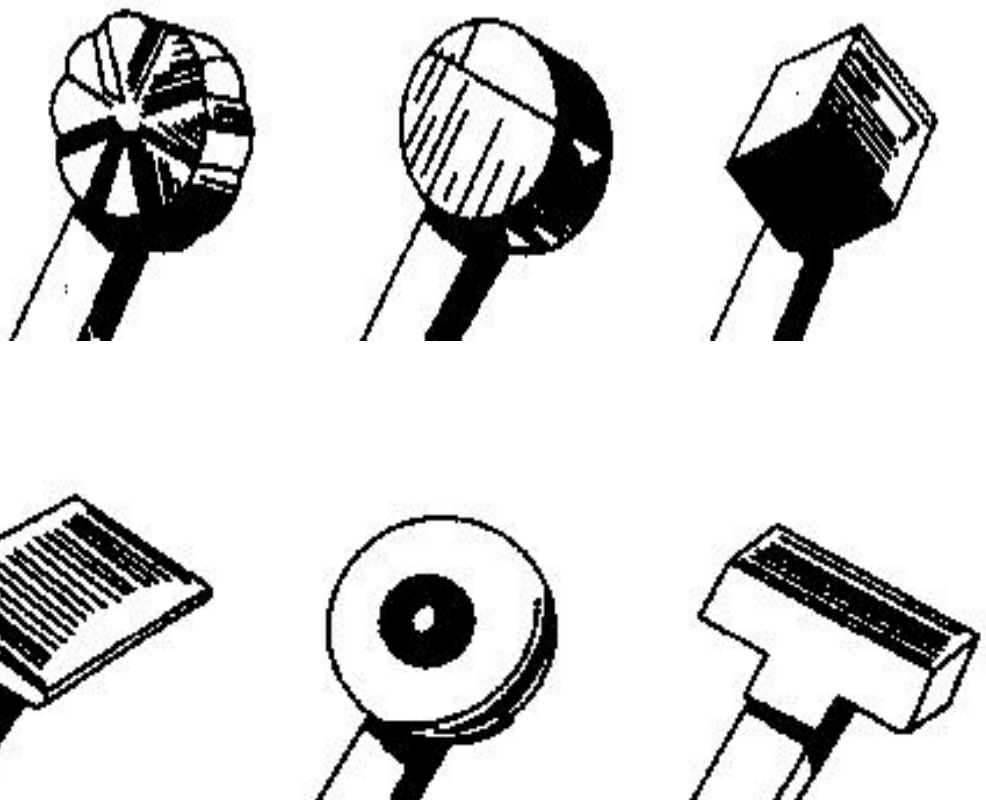
6.4 操纵装置的设计



6.4 操纵装置的设计



6.4 操纵装置的设计



6.4 操纵装置的设计

操纵装置的最小操作阻力

操纵装置类型	最小阻力/N
手动按钮	2.8
扳动开关	2.8
旋转选择开关	3.3
旋 钮	0 ~ 1.7
曲 柄	9 ~ 22
手 轮	22
手 柄	9

6.4 操纵装置的设计

操纵装置的最大操作阻力

操纵装置类型	最大阻力/N
手动按钮	5
扳动开关	4.5
旋转选择开关	7
曲柄	80-150
手轮	150
手柄	80



6.4 操纵装置的设计

- **1.形状编码**

- 形状编码是将不同功能的控制器，设计成不同的形状及表纹，便于操作者辨认，不易发生混淆。它是一种容易被视觉特别是触觉辨识的编码方式。

- **注意事项：**

- 控制器的形状与它的功能有逻辑上的联系，以便于形象记忆；

- 控制器的形状应能在不用视觉或有必要戴手套的情况下，凭触觉也可分辨清楚。

6.4 操纵装置的设计



副翼



起落架



熄火器



风门



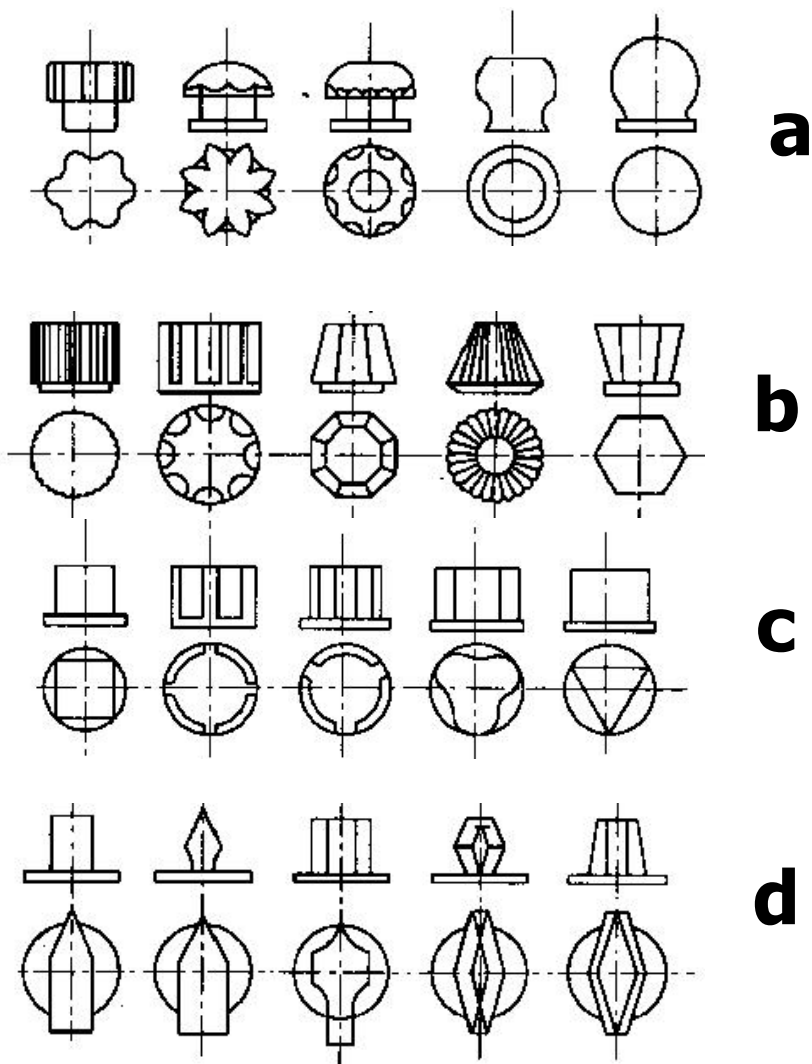
转速器



反风门

飞机控制器形状编码示例

6.4 操纵装置的设计



a

在(a)、(b)、(c)三类旋钮之间不易混淆，而同一类之间容易混淆；

b

(a)和(b)类旋钮适合作360度以上旋转操作；

c

(c)类旋钮适合360度以内旋转操作；

d

(d)类适合作定位指示调节。

6.4 操纵装置的设计

- **2.位置编码**

- 位置编码是通过位置安排不同来识别控制器的一种方式。

- **注意事项:**

- 控制器可按视觉定位，也可盲视定位，后者是指操作者即使不直接注视控制器也能正确操作，控制器之间需有更大的间距。

- 控制器位置分布，可按其功能组合排列；

- 同一种控制器放在相同位置上，各区之间用形状、颜色、标记等加以区分；

- 尽可能使控制器与显示器具有相对应的位置；

- 重要的控制器放在人肢体最佳活动范围内。

6.4 操纵装置的设计

• 3.尺寸编码

- 大小编码是通过控制器的尺寸大小不同来识别控制器的一种方式。
 - 作用：这种编码可以为视觉和触觉提供信息。
 - 缺点：人仅凭触觉识别大小的能力很低。
-
- 如对圆形旋钮，若作相对辨认，大旋钮的直径至少比小旋钮大20%。若作绝对辨认，一般只用2至3种大小不同的控制器。因此，大小编码往往与形状编码等组合使用。大小编码也可用于指示控制器的相对重要性。

6.4 操纵装置的设计

• 4.颜色编码

- 颜色编码是利用颜色不同来识别控制器的一种方式。
- 颜色编码特别有利于视觉搜索作业。
- 人对颜色的识别能力有限，颜色过多容易混淆，不利于识别。
- 常用的颜色有红、橙、黄、绿、蓝等。
- 颜色编码一般不单独使用，往往与形状、位置、大小编码组合使用。

6.4 操纵装置的设计

- **5.标记编码**

- 标记编码是通过标注图形符号或文字来识别控制器的一种方式。
- 在控制器的上面或旁边，用符号或文字标明其功能，有助于提高识别效率。

- **注意事项：**

- 若标注图形符号，应采用常规通用的标志符号，简明易辨
- 若标注文字，应通俗，简单明了，避免用难懂的专业术语
- 使用标记编码，需要一定的空间位置和良好的照明条件，标记必须清晰可辨。



6.4 操纵装置的设计

防范措施:

- 将控制器安装在陷入控制板的凹槽内
- 在控制器上加保护罩
- 将控制器安装在不易被碰撞的位置
- 使控制器的运动方向向着最不可能发生意外用力的方向
- 操作者必须连续做两种操作运动，才能使控制器被启动，而后一种操作运动与前一种操作运动的方向不同，以此将控制器锁定在位置上
- 一组控制器必须按正确的顺序操作时才能被启动，使控制器彼此之间具有连锁作用
- 适当增大控制器的操作阻力





05

操纵与显示组合设计

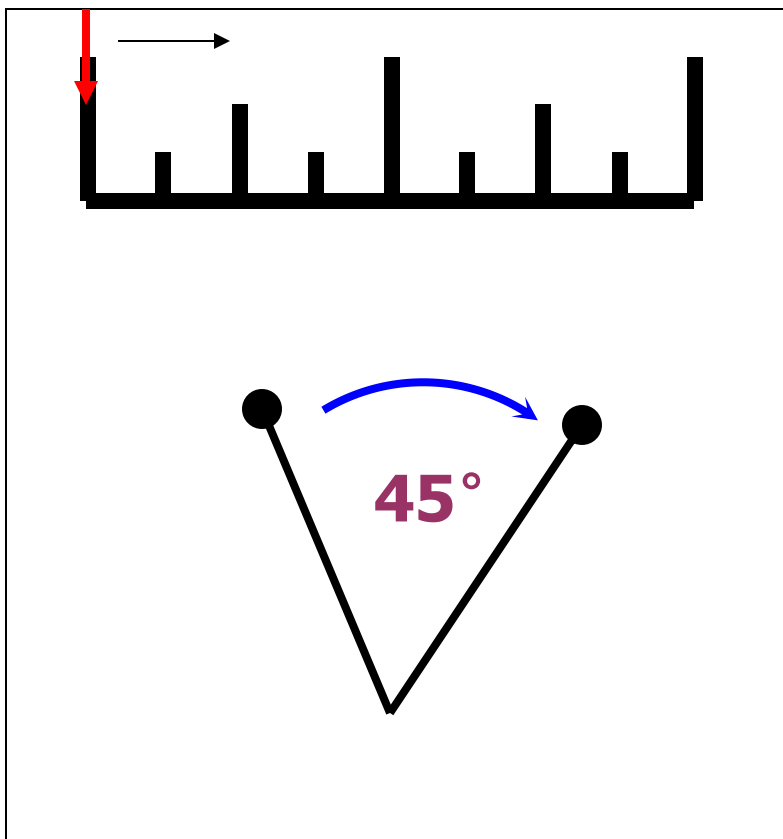


6.5 操纵与显示组合设计

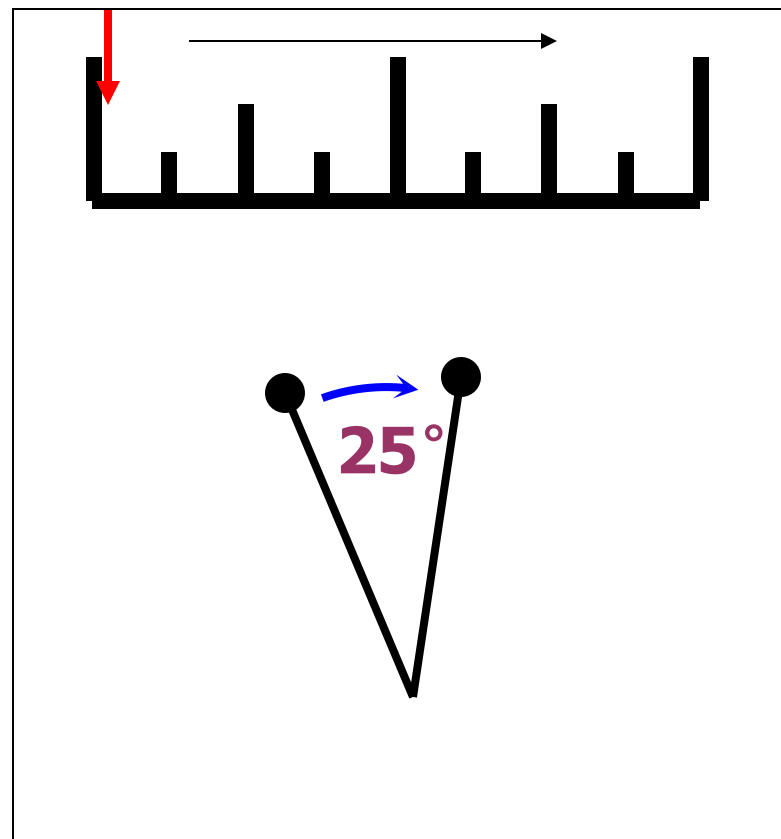
- **一.操纵-显示比设计**

- 通过操纵装置对机器进行定量调节或者连续控制时：
- 操纵装置的操纵量 (Control) 通过显示装置的变化量 (Display) 来反映——**C/D比**;
- 操纵装置的操纵量 (control) 和机器实际的执行情况 (response) 相比较——**C/R比**
- 操纵显示比的高低反映系统的灵敏度的不同。

6.5 操纵与显示组合设计



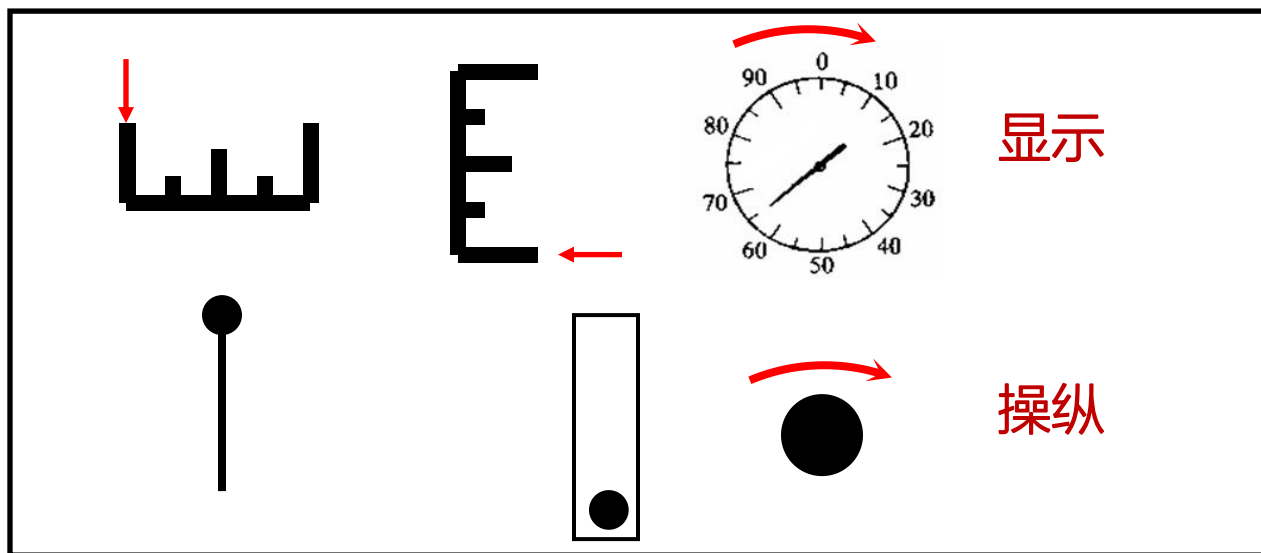
高C/D比，低灵敏度，适合精调



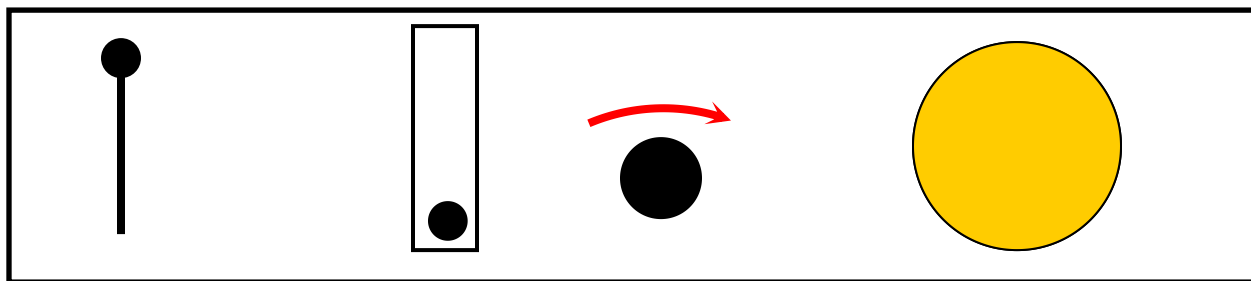
低C/D比，高灵敏度，适合粗调

6.5 操纵与显示组合设计

• 二.操纵-显示运动相合性设计

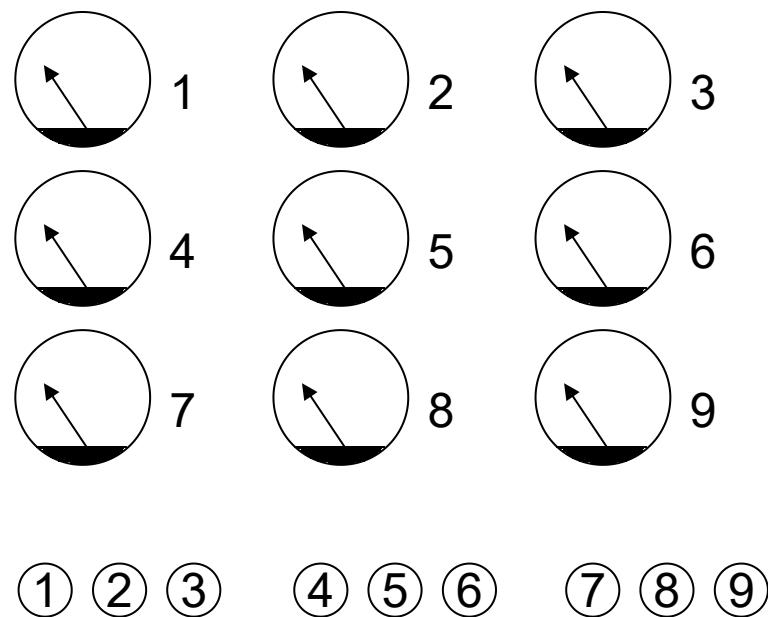
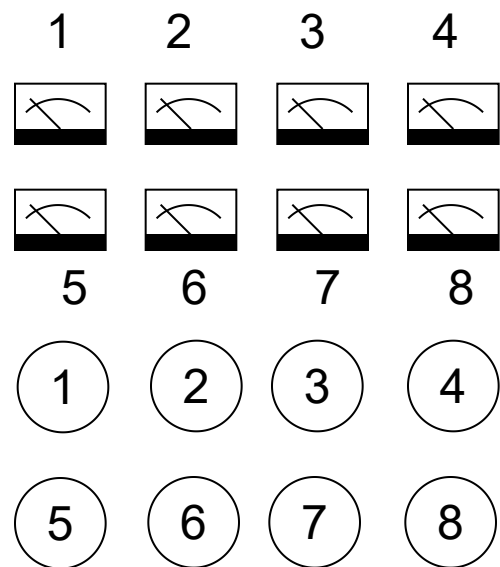


- 运动方向相互适应
- 符合人的习惯



6.5 操纵与显示组合设计

• 三.操纵-显示的空间相合性



操纵-显示编码和编排的相合性



06

人机界面经典案例



6.6 人机界面经典案例

- 一.具体显示装置的设计练习
- 指针刻度式仪表的设计
- 设计一个测量体重用的圆盘形指针运动式刻度仪表。基本条件：使用时视距为0.5m，能满足上限为150kg的人使用，读数可以精确到0.5kg。（从仪表盘的表盘尺寸、刻度与标数、仪表指针、仪表色彩等方面进行详细设计。）

6.6 人机界面经典案例

• 二. 具体操纵装置设计举例

• (一) 旋钮

- 旋钮是一种圆柱形控制器，用拇指和食指进行操作，使其转动到一定位置，可作精调、连续调节或旋转选择开关。
- 设计：
 - 直径一般以5cm为宜，太小不易捏紧和旋转，过大又浪费时间。
 - 如果在一个同心轴上安装三种组合旋钮，中间旋钮直径为5cm，则前一个直径应小于2.5cm，后一个直径应在8cm左右。中间和前面的旋钮厚度最好为0.8cm，而后部的则应小于0.6cm。
 - 转轴要有足够大的摩擦力以防止无意触动

6.6 人机界面经典案例

• (二) 按钮

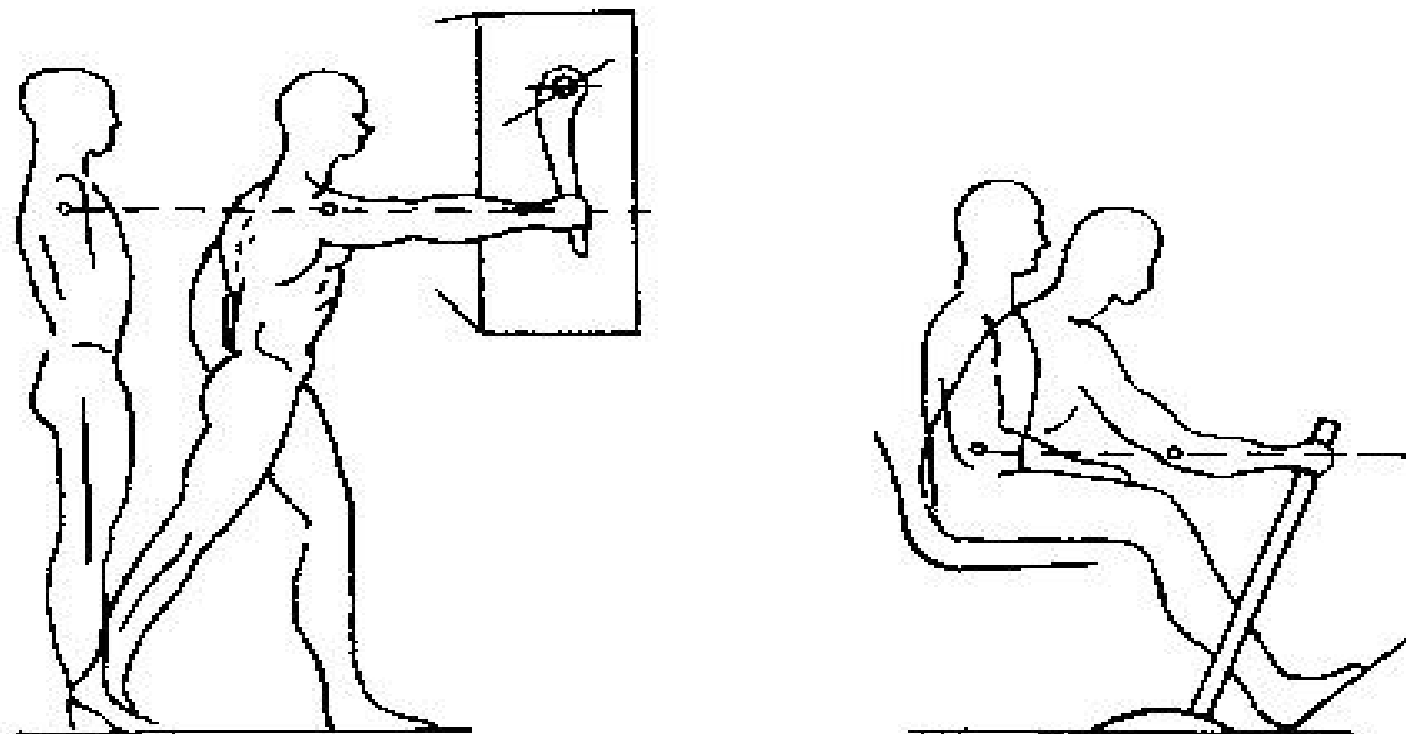
- 按钮是在一个方向操作的控制器。按钮有三种类型：
- 闭锁式(按——开, 断——开);
- 瞬时式(按——开, 断——关);
- 间歇式(按——开, 按——关)。
- 按钮尺寸的大小, 主要限制因素是手指的大小, 一般食指按钮直径为10 - 20mm; 拇指按钮为30mm; 手掌按钮为50mm。
- 按钮的阻力不应太小, 以防止无意触动, 但也不应太大, 避免连续使用会产生疲劳。一般食指按钮阻力不小于2N; 手掌按钮则不大于50N。

6.6 人机界面经典案例

• (三) 操纵杆

- 操纵杆是一种用较大的力进行操纵的控制器。其运动多为前后或左右推拉。适用于在较小范围内快速精确调节。操纵杆的**长度**根据设定的位移量和操纵力决定。操纵角度在 30° — 60° 之间，不宜超过 90° 。
- 操纵杆在任何方向上都应有一定的**阻力**。
- 操纵杆的**支点应在手腕处**，这样可使操作时手腕得到休息
- 对于需要用力较大的操纵杆，为便于施力，手把的位置，对于**立姿作业应与肩同高**；对于**坐姿作业应与肘同高**，并应在操作者的臀部和脚部设置**支撑**

6.6 人机界面经典案例



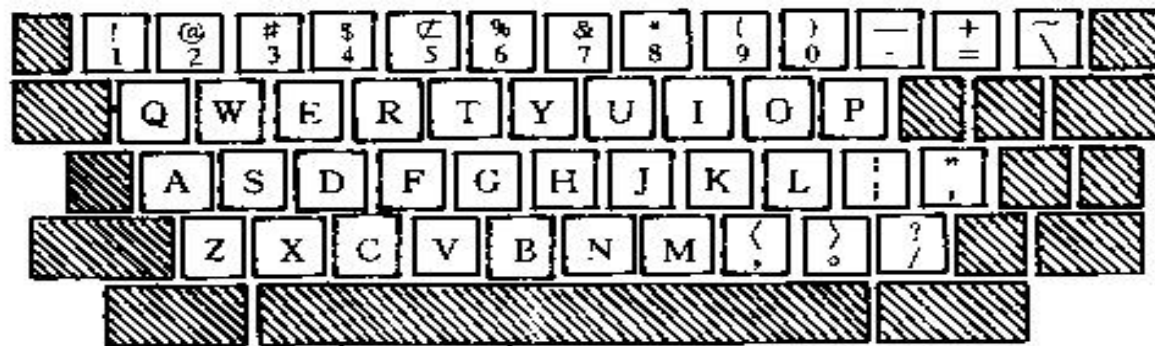
操纵杆的手把位置

6.6 人机界面经典案例

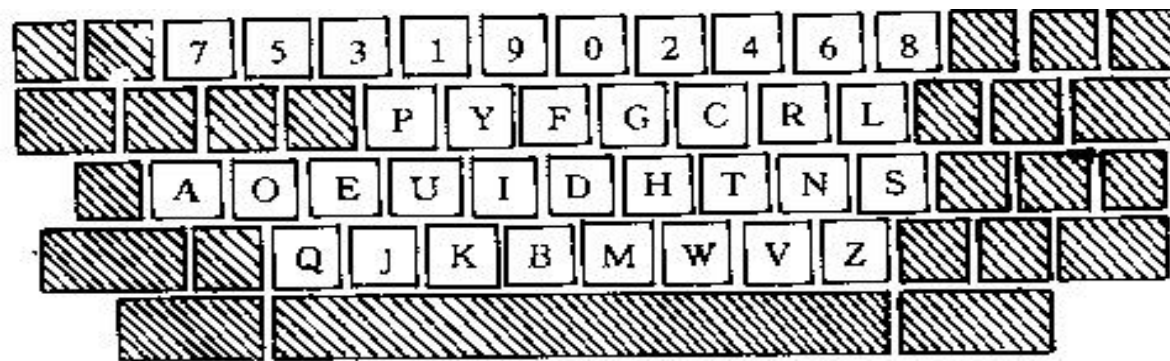
• (四) 字母键盘

- 作为字母键盘，目前普遍使用的是QWERTY(柯蒂)键盘。键盘分布格式的基本依据：
 - 确定字母和所需的键数；
 - 根据使用频率安排按键；
 - 遵循已有的习惯和标准(如19世纪的英文打字机键盘)；
 - 常用键布置在手停留时所处的部位，以便能凭触觉确定其位置；
 - 根据重要性和使用顺序决定位置。
- QWERTY键盘的缺点：主要是操作时双手负荷不平衡，很多常用词都只能用左手键入，使负荷主要集中在左手，另外无名指及小指负荷较重，易造成疲劳。这些都影响到键盘输入效率。

6.6 人机界面经典案例



QWERTY 键盘



Dvorak 键盘

6.6 人机界面经典案例

➤ 改进型键盘之一：美国**德沃夏克(Dvorak)**研究的新键盘。

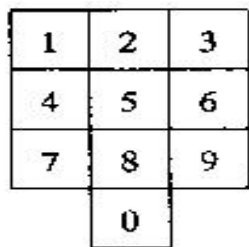
主要特点：

- 根据英文字母在词语中出现的频次统筹设计的；
- 右手的负荷比左手略重；
- 经常同时出现的字母分配给不同的手指；
- 合理发挥手指的功能，即不同手指的击键频率与各自的功能相配合；
- 使用概率70 %的字母(AOEUIDHTNS)布置在中行。

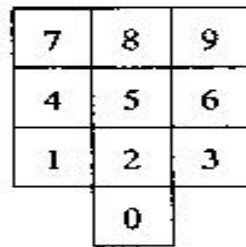
6.6 人机界面经典案例

• (五) 数字键盘

- 在键盘布局设计中，除字母键之外，还有数字键等，其布局也影响输入效率。常用的数字键主要是为了数据输入，由10个键组成，每个键表示一个数字。其布局除单一横排之外，主要有两种，即电话机布局和计算器布局，如下图所示，思考：为什么会进行这样不同的布局设计呢？



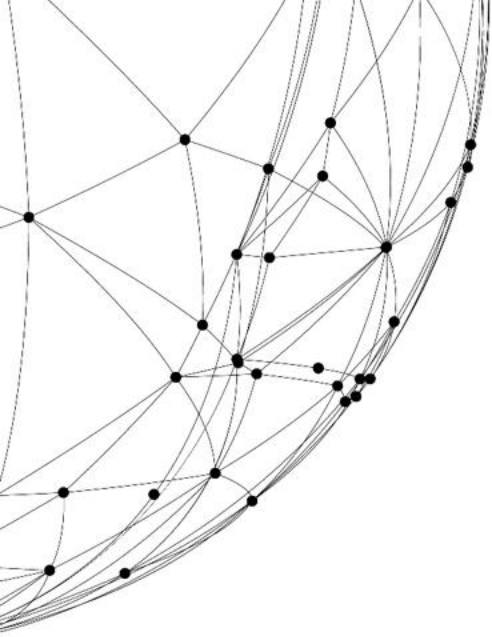
(a) 电话机布局



(b) 计算器布局

数字键盘布局

[为什么电脑数字按键布局与电话不同?\(全文\) \(wenmi.com\)](http://wenmi.com)



To be continued ...

