

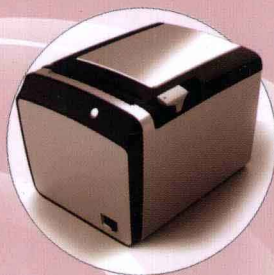
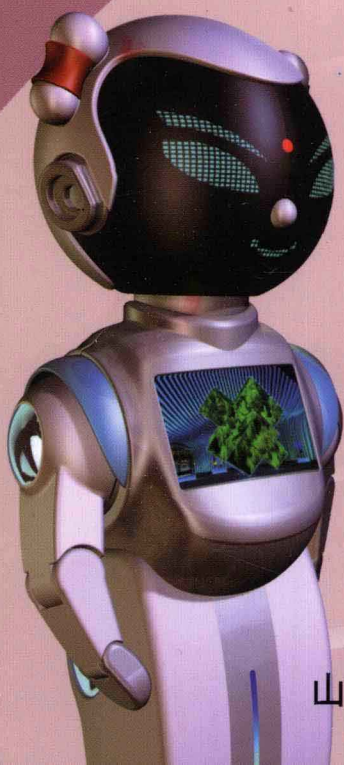


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

赵英新 主编

人机界面设计

Renji Jiemian sheji



山东大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

人机界面设计

主 编 赵英新

副主编 杨守坤 张雨滋 吕璐璐

山东大学出版社

内容简介

人机界面设计,其目的就是解决人与机之间联系界面的协调问题,以期达到方便于人,从而提高操作效率和准确性。目前,国内适合于本专业的教材很少,这已严重影响到教学质量的提高和人才的培养。同时,也严重影响到我国产品在市场中的竞争力,已成为我国产品质量提高的瓶颈。随着科学技术的不断提高,这一问题日显突出。

为解决这一问题,我们编写了本教材,从而提高工业设计、工程设计、机械设计等相关专业的教学质量,为社会培养出急需的合格人才,适应市场发展的需求。

该教材深入浅出,实例丰富,既适合于本、专科学生的教学,也可以作为设计师的指导书籍。

图书在版编目(CIP)数据

人机界面设计/赵英新主编. —济南:山东大学出版社,2011.6

ISBN 978-7-5607-4325-7

I. ①人…

II. ①赵…

III. ①人机界面—系统设计—高等学校—教材

IV. ①TB11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 122534 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 20 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东英华印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 7.5 印张 172 字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定价:18.00 元

版权所有,盗印必究

购书电话:0531—88364808

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

前 言

人与机(这里的“机”泛指与人打交道的物品)的交流,一直是人们关注的焦点,同时也是研究的重点。人类从旧石器时代发展到新石器时代,其关键点就是人机界面的从无到有。譬如在旧石器时代,人的大脑还不发达,任意捡起一块石头就作为武器(狩猎时)或工具(砸开坚果等)。而在新石器时代则不同,人类已认识到做不同的事需要采用不同的工具(石头等),不仅省力而且方便,于是逐渐重视人机界面的设计(加工和选择)。尤其在第二次世界大战期间,人们发明了大批新式武器,其杀伤力大大提高,但其操作掌控却很不方便,使得原本威力强大的武器不能发挥作用。所以,在第二次世界大战之后,很快就形成了一门新的学科——人机工程学,越来越多的学者潜心研究人机之间的关系,人机界面研究也越来越受到人们的重视。

人机界面是指人与物(产)品直接或间接接触的界面,如仪表盘、手握的把柄、按钮开关等,无一不是人机界面所研究的内容。通过研究找出最佳结合点,以方便人的使用,从而达到提高效率和准确性的目的。根据调研发现,我国产品与国外产品相比,主要差距就在于人机界面设计的不合理,从而使内在质量非常好的产品在展销会上无人问津。

本教材以理论研究为主线,以设计实例为教案,来分析评判人机界面的优劣。重点培养学生的应用能力,改变纯理论的教学方法,从而达到学以致用目的。使学生不仅掌握设计的整个流程及各种人体参数的应用,而且能够独立完成各种产品(家电、机床、车辆等)的设计案例。

全书共分8章,其中第1章主要讲述了人机界面的分类,以及国内外发展现状。第2章主要讲述人的各种认知特点,以便设计时符合人的生理特点。第3章是家电类人机界面设计,家电产品已成为人们日常接触最多的产品,这类产品界面设计的优劣将直接影响到人们对产品的喜好,也就决定了产品销量,应引起设计师高度的重视。第4章是机床类人机界面设计,生产中设备的人机界面重要性尤为突出,无论是普通机床还是大型设备,工作中操作者每时每刻都在关注和利用,这种界面设计的好坏不仅影响到效率,还影响到安全。第5章是交通工具类人机界面设计,交通工具在今天扮演着举足轻重的作用,轿车的普及,高速列车的开通,这一切都与人机界面有着非常密切的联系。高速快捷已成为人们的追求,设计师如何满足这种需求是我们研究的重点。第6章是办公场所中的人机界面设计,在一般人看来,人机界面只存在于具体的产品上,其实人机界面无处不在,诸如办公场所、休息区,同样存在人机界面问题,这些界面同样需要认真设计。第7章是其他种

类的人机界面设计,像日用品、医疗器械、手工工具、插座开关以及装修工程等,同样也存在大量的人机界面问题。第8章是人机界面设计流程,主要讲授了人机界面中用户感知模型和认知模型的建立、设计方案的步骤以及方案的评价等内容,这是为创造良好的人机界面必须遵守的步骤。

本书由教育部高等院校工业设计教学指导委员会委员、山东大学赵英新教授担任主编,山东大学杨守坤、张雨滋和山东工艺美术学院吕璐璐担任副主编。参加编写工作的还有:徐风芹、安大地、朱海荣、杨海波、周鼎、汪海波、张志强、杜宝磊、张文林、谭磊等。

教育部高等院校工业设计教学指导委员会委员、重庆大学张成忠教授认真审阅了全书,并提出了宝贵意见。

由于作者水平有限,书中错误与不当之处在所难免,敬请指正。

编 者

2011年5月

目 录

第 1 章 概 论	(1)
1.1 前 言	(1)
1.2 人机界面的分类	(2)
1.3 人机界面的重要性	(3)
第 2 章 人的认知特征	(6)
2.1 人的视觉认知特征	(6)
2.2 人的听觉认知特点	(13)
2.3 人的触觉认知特点	(15)
2.4 人的其他认知特点	(18)
第 3 章 家电类中的人机界面设计	(22)
3.1 常用家电产品中的人机界面分析	(23)
3.2 视觉传达中的人机界面设计	(33)
3.3 触觉传达中的人机界面设计	(35)
3.4 听觉传达中的人机界面设计	(41)
第 4 章 机床设备中的人机界面设计	(44)
4.1 普通机床中的人机界面设计	(44)
4.2 数控机床中的人机界面设计	(45)
4.3 大型机床中的人机界面设计	(48)
第 5 章 汽车的人机界面设计	(50)
5.1 汽车的外观——颜色与造型	(50)
5.2 汽车的驾驶室	(51)
5.3 汽车的指示装置	(69)
5.4 汽车视野中的人机界面设计	(70)

第 6 章 办公场所中的人机界面设计	(74)
6.1 办公场所的分类	(74)
6.2 办公环境中的人机界面设计	(74)
6.3 休息区中的人机界面设计	(84)
第 7 章 其他产品中的人机界面设计	(86)
7.1 日用品类	(86)
7.2 建筑装修类	(94)
7.3 医疗器械类	(95)
7.4 手工具类	(97)
第 8 章 人机界面设计流程	(102)
8.1 功能分析与用户模型的建立	(102)
8.2 方案的设计	(104)
8.3 方案评审	(106)
参考文献	(112)

第1章 概 论

1.1 前 言

当今我们生活在一个高速发展的科技时代,信息化、系统化、自动化比比皆是。人们在享受着科技带来的好处的同时,也对设计师提出了更高的要求,首要的一点就是如何解决人机界面的设计问题。

什么是人机界面呢?这里所指的机仅仅是大型设备、交通工具吗?这一连串的问题随之而出,我们有必要一一解答。

人机界面指的是人与产品(环境等)之间的交界面(分界面、控制面等),如:人与设备的控制面板,手机的显示屏、按键、插头等。凡是与人直接(如用手或脚控制操作等)或间接(如视觉、听觉等)有关的联系界面都在其中。这个界面有实有虚,有大有小,大的可以包括火车、飞机、轮船等,小的可以包括纽扣、按钉、汤匙等,生活中的桌椅、板凳、橱柜,工作中的台面、仪器,从远古的石头到今天的网络产品,都包含人机界面。一句话,凡是有人地方,就都存在人机界面。

可是,在我们的工作、生活中,只要你仔细观察就会不难发现,有大量的产品存在着设计缺陷,这显然与人们对人机界面设计的重视程度不够有关。如果人机界面设计得不好,轻的影响到生产效率,严重的则造成事故。例如,在第二次世界大战期间,德国法西斯的飞机设计得很先进,性能也很完善,战斗杀伤力很强。但是战后的调研分析发现,约有二分之一的飞机不是被对方打掉的,而是由于误操作毁掉的,其原因就是人机界面设计得不好。例如,仪表太多,飞行员在短时间内不易发现异常,操纵杆控制不符合人们的反应习惯(如前推是上升、后推是下降等)。这个活生生的例子告诉人们,一定要重视人机界面设计。

所以,从1945年之后就诞生了一门新的学科——人机工程学(或称为“人体工程学”),该学科的建立极大地提高了人机界面设计的水平。

1.2 人机界面的分类

人机界面种类非常多,从大的分类看,可以分为触觉类、视觉类和听觉类三大类。

其中,触觉类常用的有按键、开关、控制杆、方向盘、按钮等,它们又可分为机械式和触摸式等(图 1-1)。

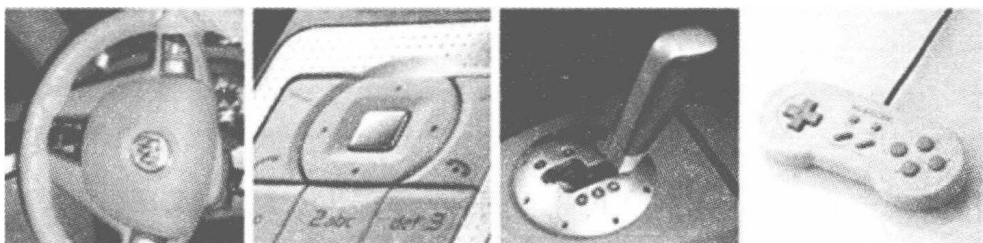


图 1-1 触觉类人机界面

视觉类常用的有显示屏(如:计算机、电视机、手机、DVD、GPS 等)、指示灯、信号灯以及展示广告类牌匾等(图 1-2)。

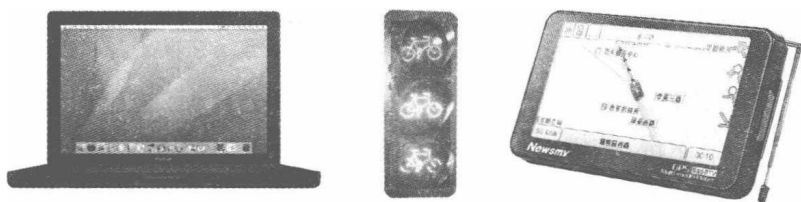


图 1-2 视觉类人机界面

听觉类常用的有报警铃,汽车、火车、轮船的鸣笛,以及广播提示等(图 1-3)。

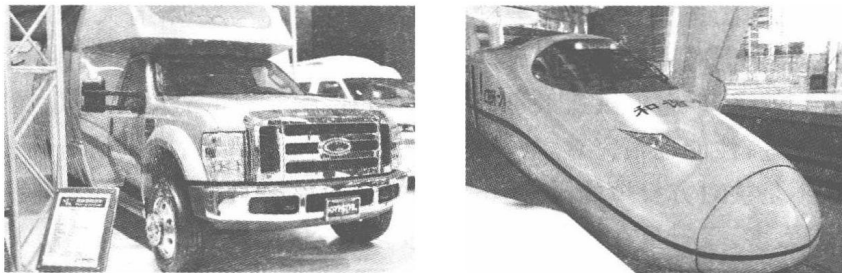


图 1-3 听觉类人机界面

以上这三种人机界面,以触觉类应用最多,因此,它也是我们研究的重点。通过研究,希望帮助设计师在设计相关人机界面时,考虑设计的要求和程序,从而达到人机的高度协调。

1.3 人机界面的重要性

1. 人机界面设计是人机工程学的重要内容

人机工程学是一门新兴的学科,建立至今也仅仅只有六十多年的时间。虽然时间很短,但是发展却非常迅速。特别是进入现代社会以后,人机工程学应用的好坏已经成为评价一个产品好坏的重要标志。

人机工程学研究的主要内容包括:

(1) 人体特性的研究

人体特性,如同人体形态特征参数、人的感知系统、人的反应系统以及人在劳动中的心理需求等一样。对人体特性进行研究,就是为了使机械设备、工具、作业环境与人的生理、心理特点协调一致,从而保证创造出安全、舒适、健康、高效的工作条件。

(2) 人机系统的总体设计

总体设计即将人与机作为一个整体来分析研究,因为在工作中人和机同时存在。设计师应将人的优势发挥出来,并把人的劣势(如易疲劳、力量小、反应慢等)让机加以弥补。同样,将机的优势发挥出来(如高速、准确、不疲劳等),而将其劣势(灵活性,预见性等)由人加以补充,做到优势互补,强强联合。例如,计算机与人的配合中,人头脑灵活,可以出创意,而计算机运算速度快、储存量大,因此,可以让计算机承担运算、比较、修改等工作(图 1-4)。



图 1-4 人机系统的总体设计

(3) 作业环境和人机界面的设计

作业环境包括工作空间、工作台椅、照明、采光、通风、震动、噪声、粉尘等。这些设计既要考虑到人体测量学(如身高、臂长等)和生物力学(力的大小、方向、上下、曲转),又要考虑到人的生理学和心理学。尤其是人的生理学和心理学,更要充分研究并加以利用,只有这样,才能满足工作中操作的需要,为提高效率、减少误操作创造条件(图 1-5)。



图 1-5 作业环境和人机界面设计

2. 人机界面国内外发展状况

(1) 国外人机界面的发展状况

国外人机界面研究起步于 20 世纪 20 年代初,当时主要是为满足大规模机械化生产的需要,如流水线和交通工具的普及等。因为人机界面设计的好坏与否,将直接影响到人们操作的准确性、效率和安全等问题。当计算机技术、信息技术被广泛应用后,人们越来越重视人机界面设计。相当多的企业,如 IBM、微软、SONY、TOYOTA 等公司成立了研究室(所),专门研究本企业产品的人机界面设计问题,效果非常好。以大家非常熟悉的计算机为例,当 1939 年在德国诞生时,它的设计者康拉德·卒泽(Konrad Zuse)仅仅把它用于土木工程中大量数据的计算,用手摇和按键输入法很不方便,严重影响到工作效率,也就难以普及。到了 1949 年,美国又设计了以电子管为主的计算机,但是它的占地面积太大,每次还需要先穿纸孔等工作,仍然不能普及。一直到 20 世纪 70 年代,IBM 公司为计算机配备了输入键盘,后来又配备了鼠标等,彻底解决了人机界面的问题,计算机才真正普及起来。现在已经发展到数据手套、触摸式遥控、虚拟现实等技术,人机界面更加完善。

(2) 国内人机界面发展状况

我国的人机界面研究可大体分成两部分:

其一,手工业时期。这一时期,我们的祖先很重视人机界面的设计,从《天工开物》和《考工记》等书籍中可以找到答案。那时的劳动工匠很注意对工具的设计。譬如,冶炼时用的风箱,其手把粗细的设计;钢包抬杆的高度设计(为防止人过分弯腰,在钢包下面设计了四个支撑的脚,提高其高度);小推车手把的宽窄和粗细的设计,以及门栓的设计,无不包含着设计者的聪明才智(图 1-6)。

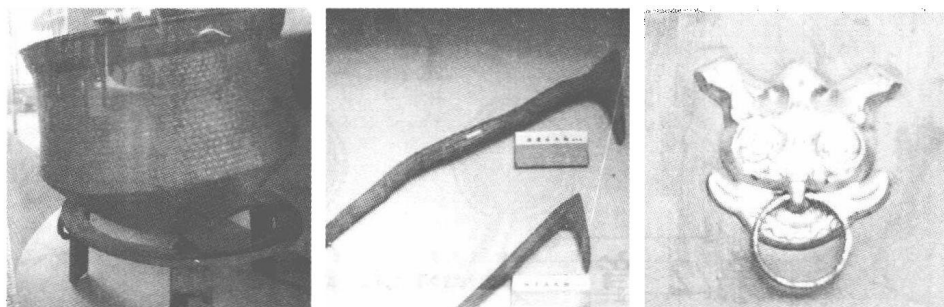


图 1-6 我国古代的人机界面设计

其二,近代时期。近一百年来,国内战乱不断,国家只重视农业生产,致使工业生产非常落后。无论是机床业,还是汽车、飞机运输业的产品,人机界面的设计研究也就大大落后于国外的发达国家。但是到了 20 世纪 90 年代,一部分从国外学成归来的学者把国外先进的理念带回国内,同时国家又实行改革开放,允许外国企业到国内建厂,引进先进技术,使国内的企业有机会接触这些先进的设计理念,促进了设计师对人机界面设计的重视。到目前为止,我们生产的产品就其内部质量来说,并不落后于国外发达国家,但是人机界面的设计却不能与之相提并论。这就严重影响到我国产品在市场中的竞争力,这种现象必须引起大家的高度重视,应尽快改变这种落后的状况,这也是本书编写的主要目的。

第2章 人的认知特征

2.1 人的视觉认知特征

根据统计,在人们的生活和工作中,70%以上的信息是通过视觉获得的,因此,视觉信息设计的好坏决定了人机界面的成功与否。

首先,我们应当仔细研究人的视觉系统,了解并掌握其生理特征,以便设计出适合于人的人机界面。

1. 视觉系统

视觉是由眼睛、视神经和视觉中枢共同组成的,人的眼睛是最主要的组成部分(图 2-1)。眼睛通过视神经与大脑视神经皮层相连,并在大脑底部视觉交叉处相遇,在交叉处视神经部分交迭,然后再终止到和眼睛相反方向的大脑视神经表层上。这样,可使两眼左边的视神经纤维终止到大脑左边的视神经皮层上,而两眼右边的视神经纤维终止到大脑右视神经皮层上。由于大脑两半球对于处理各种不同信息的功能存在差异,左半球的语言文字分析能力较强,而右半球的数字分辨能力突出。因此,视觉信息的性质不同,在大脑左右半球上所产生的效应也就不同。但是,当信息发生在极短时间内或者要求作出非常迅速的反应时,上述视神经的交叉就起到了重要的互补作用。

眼睛是视觉的感受器官,人眼是直径为 21~25mm 的球体,其基本构造与照相机类似(图 2-2)。光线通过瞳孔进入眼中,瞳孔的直径大小则由有色的虹膜控制。光强时,瞳孔变小,光弱时,瞳孔变大,使眼睛在更大范围内适应光强弱的变化。进入的光线通过起“透镜”作用的晶状体聚焦在视网膜上,眼睛的焦距是依靠眼周肌肉调整晶状体的曲率实现的。同时,因视网膜感光层是个曲面,能用于补偿晶状体曲光率的调整,从而使聚焦迅速有效,这是人与生俱来的生理特点。在眼睛内,大约有三分之二的内表面覆盖着视网膜,它具有感光作用。但视网膜各部位的感光灵敏度并不完全相同,其中央部位灵敏度最高,越到边缘就越差。因此,落在中央部位的映像清晰可辨,而落在边缘的部分则模糊不清。当然,在实际生活、工作中并非如此,因为眼睛还有上下、左右、内外共六块肌肉能对此作出补救,即转动眼球,便于审视全部视野,使不同的映像可迅速依次落在视网膜中灵敏度最高处,也就看清物体的本来面目。当两眼同时观察时,可以得到在两眼中间同时产

生的映像,不仅能判断事物的大小(二维),而且还能反映出物体与环境间相对应的空间位置(分辨三维空间),单眼则只能反映出物体的二维尺度。

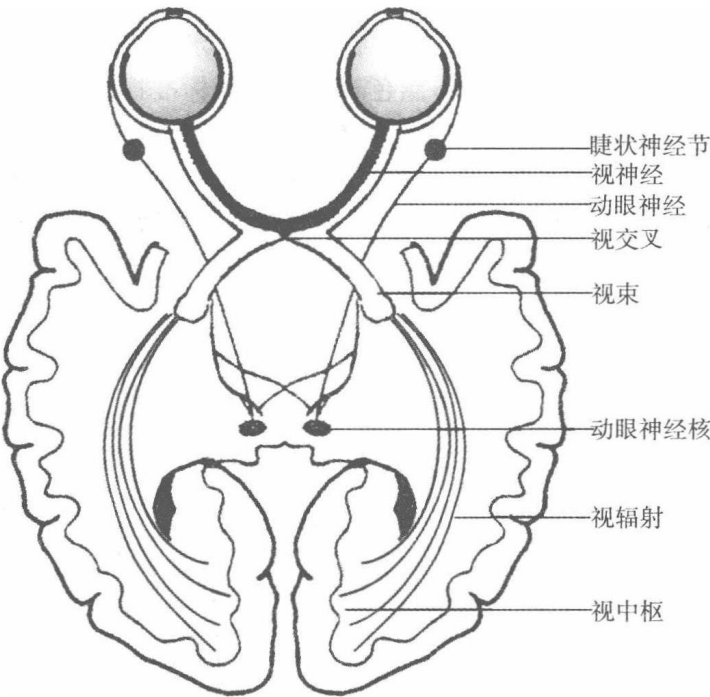


图 2-1 视觉的组成

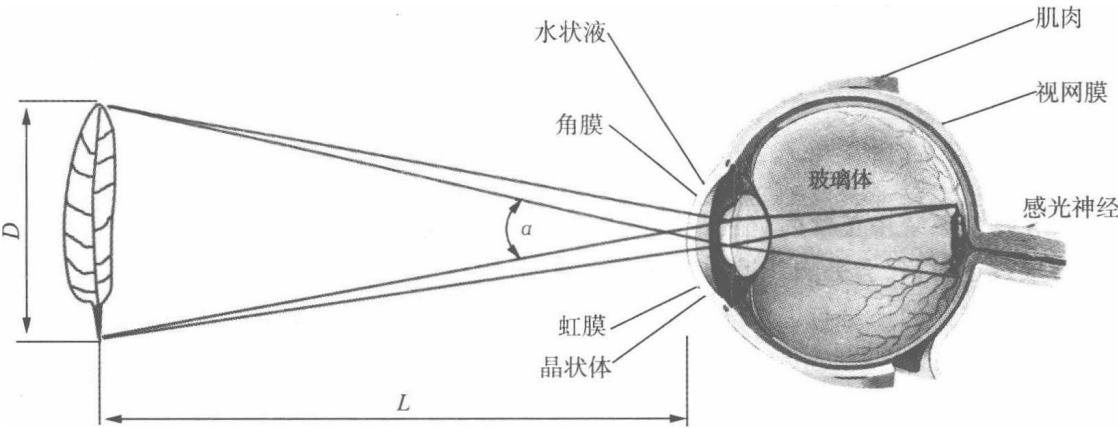


图 2-2 眼睛基本构造

2. 视觉特性

(1) 视野与视距

视野是指人的头和眼球固定不动的前提下,眼睛观看正前方物体时所能看得见的空间范围。正常人两眼的视野如图 2-3 所示。其中在水平面内的视野是:双眼有效视区大约在左右 60° 以内的区域,在这个区域内可以对字体和颜色进行分辨。其中,辨别字的视线角度为 $10^\circ \sim 20^\circ$,辨别字母的视线角度为 $5^\circ \sim 30^\circ$,在各自的视线范围之外时,字和字母

将趋于消失,对于颜色的辨别,视线角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。人眼最敏锐的视力是在标准视线每侧 1° 的范围之内,最重要的显示内容应设计在这一区域。人单眼视野界限为标准视线每侧 $94^{\circ} \sim 104^{\circ}$ (因人而异),中心线 60° 以外的内容靠余光是无法清晰辨认的,如图 2-3(a)所示。而人在垂直面内的视野为:我们先设定标准视线为水平线 0° ,则最大视区为标准视线以上 50° 和标准视线以下 70° 。其中,颜色辨别界限为标准视线以上 30° 和以下 40° ,但是由于人生理的原因,其颈椎自然前倾,因此人的自然视线是低于标准视线。其中,站立时比标准视线低 10° ,而坐着时低 15° 。在自然放松状态下,站或坐的自然视线偏离标准视线分别为 30° 和 38° 。一般在观看展示物时,最佳视区以标准视线以下 30° 范围内为宜,如图 2-3(b)所示。

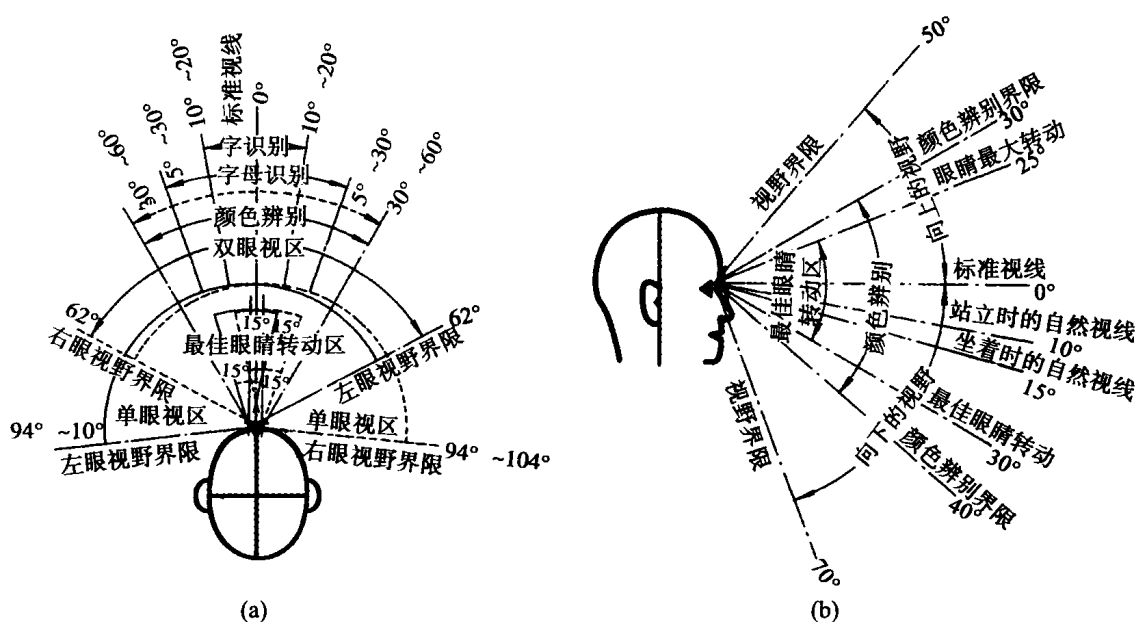


图 2-3 人的视野

人在操作系统中正常的观察距离称为视距,正常人的视距为 $38 \sim 76\text{cm}$ 的范围。视距过远或过近时,将会影响认读的速度和准确性(视距与环境、照明有关)。在工作中,视距的改变最主要的还是与工作的性质有关。一般来说,精细的工作视距近,而简单和用力的工作视距远,如表 2-1 所示。

表 2-1

任务要求	示例	视距/cm	固定视野直径/cm	备注
精细装配	仪表装配	12~25	20~40	借助放大镜或显微镜
装配工作	收音机、电视机装机	25~35	40~60	
加工操作	机床、印刷	40~50	50~70	
体力粗活	包装、修理	50~120	40~250	

(2) 视觉

人能看见物体是因为在人的视网膜上分布着视锥和视杆两种细胞,当外部光线刺激这些细胞时就会使人感知辨认。其中,在视网膜的中央附近多分布着视锥细胞,这些细胞感色力强,分辨视觉清晰,工作中最主要的观察部位应落在中央视觉区,快速有效。而在视网膜居中央部位较远的边缘部分是视杆细胞,这一部分对颜色的感受力差,但是这部分的视野范围大,用于观察空间范围和正在运动的物体适宜,对明暗反应灵敏,当处于光线弱的环境中,这一部分起到明显的作用(图 2-4)。另外,人用单眼视物和双眼视物,其结果是明显不同的。单眼视物时,只能看到平面的结果,即只能看到物体的高度和宽度,缺少深度。如果用双眼视物,就能分辨物体远近、深浅,形成立体视觉效果。其原因是同一物体在两视网膜上所形成的像不同,右眼看到物体右侧面较多,左眼看到物体左侧面更充分,经过中枢神经系统的综合,就会得到一完整的立体像,这是人与生俱来的本能。

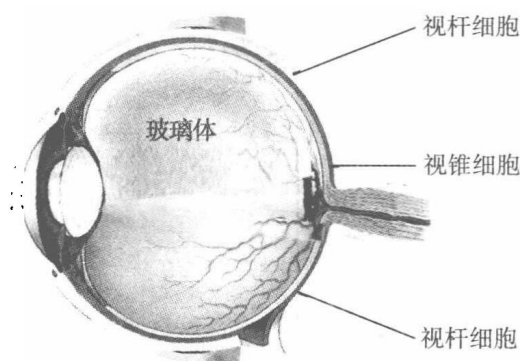


图 2-4 人的视觉

人能视物是因为有光线照射物体,然后又反射到视网膜上成像。光是由不同的光波组成,其波长范围为 $380\sim 780\text{nm}$ (图 2-5),这期间人能分辨出来的色是七种——红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。人眼区别不同颜色的机理,可以用光的“三原色学说”来解释。该学说认为,红、绿、蓝为三种基色,其余的颜色都可以由这三种基本色混合而成,同时认为在人的视网膜中也有三种视锥细胞,它们含有三只不同的感光色素,可以分别感受三种基本颜色。当红光、绿光、蓝光分别进入眼睛后,将引起三种视锥细胞对应的光化学反应,每种视锥细胞发生兴奋后,神经冲动分别由三种视神经纤维传入大脑皮层视区的不同神经细胞,就会引起三种不同颜色的感觉,而当三种视锥细胞受到同等刺激时,则引起白色的感觉。

但是,有生理缺陷的人就会缺乏辨别某种颜色的能力,称为色盲。若辨别某种颜色的能力较弱,则称为色弱。有色盲或色弱的人不能正确地辨别各种颜色的信号,因此,不易从事驾驶飞机、车辆以及各种对辨色能力要求较高的工作。

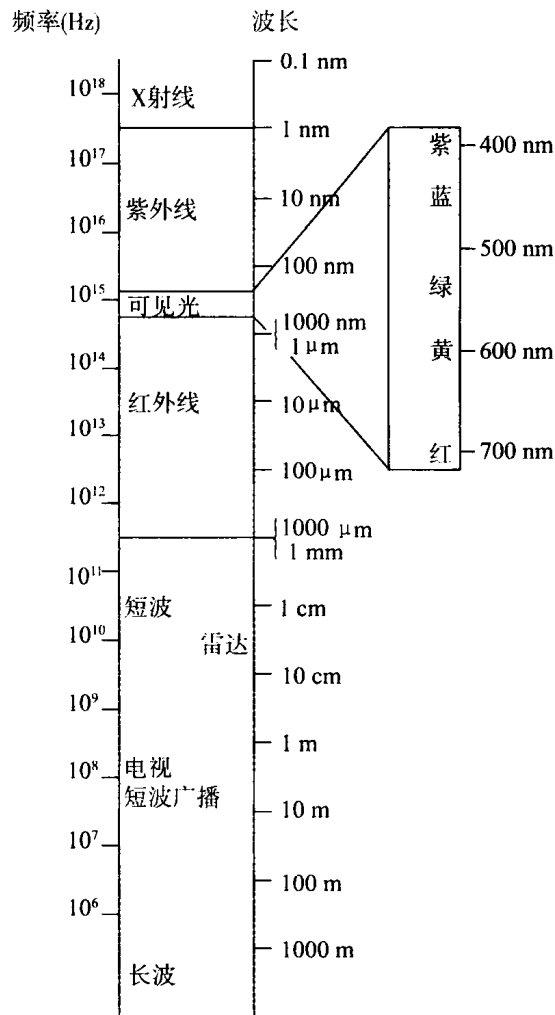


图 2-5 色彩的不同波长对视觉的影响

因为各种颜色对人眼的刺激不同,人眼的色觉视野就不同(图 2-6),从图中可以看出,人眼对白色的视野最大,对绿色的视野最小,其余的居中。

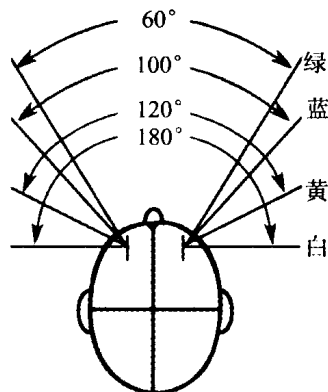


图 2-6 人的色觉视野