

# 工业产品艺术造型设计

(第 四 版)

冯 娟 王 介 民 主 编

清 华 大 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书是在总结了多年开设“工业产品艺术造型设计”课程的基础上编写的,内容有:透视图的原理和画法、工业色彩、造型要素、造型设计中的美学法则、视错觉、标志设计、人机工程学、造型与材料工艺、计算机辅助平面设计和计算机辅助三维造型设计等。

本书在内容上以实用为主,注意到理论与实际的结合,贯彻少而精的原则,文字精炼,图文并茂,通俗易懂,便于自学。

本书适用于高等工科院校有关专业师生教学用书,也可供工程设计人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业产品艺术造型设计 / 冯... 王介民主编. — 1版. — 北京:清华大学出版社, 2009  
ISBN 978-7-302-20111-1

I 援工... 摇 II 援① 冯... 摇② 王... 摇 III 援工业产品 原造型设计 原高等学校 原教材 摇 IV 援... 摇

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 12345 号

出 版 者:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 政 增 刊 号:1118

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

客 户 服 务:010-62770175

责任编辑:张秋玲

封面设计:摇

印 刷 者:

装 订 者:

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185mm×260mm 印 张:12 插 页:1 字 数:200千字

版 次:2009年 1月第 1版 2009年 1月第 1次印刷

书 号:ISBN 978-7-302-20111-1

印 数:1~1000

定 价:12.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175或(010)62770176

“工业产品艺术造型设计”是研究工业产品外观造型设计和人机系统相协调的一门新兴的学科,它不仅涉及到科学和美学、技术和艺术、材料与工艺,而且还与人们的心理、生理等方面有极其密切的关系。

当今时代在同样满足使用功能的条件下,产品的外观造型设计已成为竞争的重要手段之一,故工业产品的艺术造型设计极为重要,目前已引起生产厂家和设计人员的高度重视,成为工业产品开发设计中必不可少的重要组成部分。

工业产品造型设计的主要特征,表现为工业产品功能的实用性,实现产品功能的科学性和造型设计的艺术性以及人机协调,这三者是相互牵连、相互影响、不可分割的整体。工业产品的艺术造型设计不是孤立的造型设计,它要求在满足使用功能的先决条件下实现艺术造型设计,以满足人的心理、生理上的要求和审美要求,从而达到产品实用、经济、美观的目的。

本书在总结了清华大学多年开设这门课程的教学经验基础上编写而成的,在编写中参阅了国内外的有关文献和资料以及兄弟院校的有关教材,并力求体现几年来结合理工科院校的特点,在教学体系上和内容上所作的一些尝试,如把透视图和色彩部分提前安排,以适应教学的实践环节,加强了立体构成的内容等。

本书自1982年出版发行以来,深受读者欢迎,至今已连续6次印刷,经过10年多的使用,我们决定对原教材进行修订,对有的内容补充了实例,以便学习者更好地掌握;由于计算机在设计中的广泛使用,我们增加了计算机辅助平面设计和计算机辅助三维造型设计(其中包括色彩设计)的内容,编写的指导思想是以实用为主,通过实例,讲清使用计算机进行设计的方法和步骤,以达到模仿和举一反三之目的。

本书的特点是突出理论与实际的结合,在阐述理论的过程中,列举了大量比较有时代感的、新型的工业产品造型实例,将现代工业产品引入教材,以便读者阅读后具有初步的艺术造型设计能力和审美能力。

本书可作为高等工科院校本科生教学和工程技术人员参考之用。

本书由冯涓、王介民主编,第1章、第4章由张秀芬编写,第2章由刘朝儒编写,第3章

章~第 远章由王介民编写 ;第 苑章、第 愿章由樊雅萍编写 ;第 怨章、第 园章由冯涓编写。  
刘朝儒教授审阅了全书。

由于作者水平有限 ,书中难免有不妥和错误之处 ,敬请读者批评指正。

作 者  
编 年

工业造型设计表现技法之一——效果图 .....	1
透视图 .....	1
效果图的润饰 .....	2
色彩设计 .....	3
色彩的基础知识 .....	3
色彩的体系 .....	4
色彩的对比与调和 .....	4
色彩的感情与应用 .....	4
工业产品的色彩设计 .....	5
色彩润饰 .....	5
造型设计基础 .....	5
造型设计的基本几何要素 .....	5
形象设计 .....	6
立体构成 .....	6
肌理 .....	6
美学法则 .....	6
美与审美 .....	6
美学法则 .....	6
错觉 .....	6
概述 .....	6
错觉的分类 .....	6
标志设计 .....	6
概述 .....	6

远遥标志设计 .....	员远
苑遥造型与人甄工程 .....	员远
苑遥概述 .....	员远
苑遥人体的人甄工程学参数 .....	员远
苑遥显示装置设计 .....	员远
苑遥控制装置设计 .....	员远
苑遥控制台的设计 .....	员远
愿遥结构、材料、工艺与造型 .....	员远
愿遥结构与造型 .....	员远
愿遥材料与造型 .....	员远
愿遥工艺与造型 .....	员远
怨遥计算机辅助平面设计 .....	员远
怨遥孕操操与远遥的主界面 .....	员远
怨遥平面设计实例 .....	员远
员遥计算机辅助三维造型设计 .....	员远
员遥猿杂造遥孕操操的主界面 .....	员远
员遥遥造型设计实例 .....	员远
参考文献 .....	员远

## 工业造型设计表现技法之一

## ——效果图

工业造型设计者在设计过程中,需要将所构思产品的造型准确而逼真地表现出来,以表达其设计意图,并作为对设计方案进行比较和征询意见的依据。表达设计意图的手段有效果图和制作模型。效果图是一张具有色彩、质感和透视效果的产品外观图,它是一种迅速而简便地表达设计思想的艺术手段。如图 1-1-1 是一张汽车的效果图,从图中可见效果图具有图形清晰、立体感强,能全面地反映产品各部分之间的比例关系和产品形、色、质的特点,给人以形象逼真而生动的视觉效果。

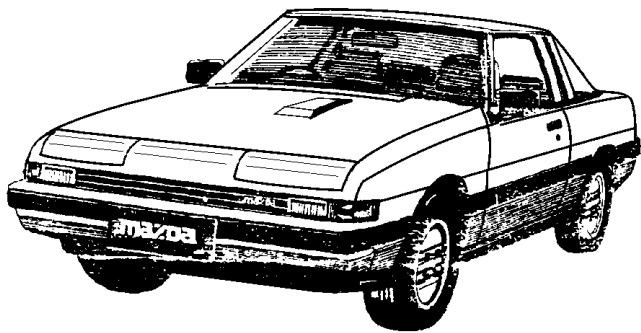


图 1-1-1 马自达汽车的效果图

效果图的准确性和真实感比一般绘画要求高,不能带有随意性和艺术上的夸张表现手法。因此,效果图的绘制应以造型设计的构形、比例尺度、体量关系和有关的工程图样为依据,根据透视原理进行绘制,并按选择的表面处理工艺和色彩进行渲染,以增加它的艺术形象。应用科学的方法来确定造型物的透视轮廓是绘制效果图的关键之一,因此,造型设计者应熟练掌握透视图的基本原理和绘制方法。

## 1.1 透视图

### 1.1.1 透视投影的基本知识

在日常生活中人们观察外界景物时,如马路两旁的树、行人、汽车等,会发现一种明

显的现象:相同大小的物体处于近处者大、远处者小,间距相等的也是近者宽、远者窄,这种现象就是“透视现象”。

(员) 透视图的形成及其常用术语

(员) 透视图的形成

透视图和轴测图一样,都属于单面投影。不同之处在于轴测图是用平行投影法画出的,而透视图是用中心投影法画出的。如图 员圆所示,假设在人和电视机之间设立一透明的画面,投射中心是人的眼睛,称为视点,将视点与电视机上的各点相连,这些连线称为视线,它们与画面相交于各点,把这些点相连,则在画面上就可以得到电视机的透视图。

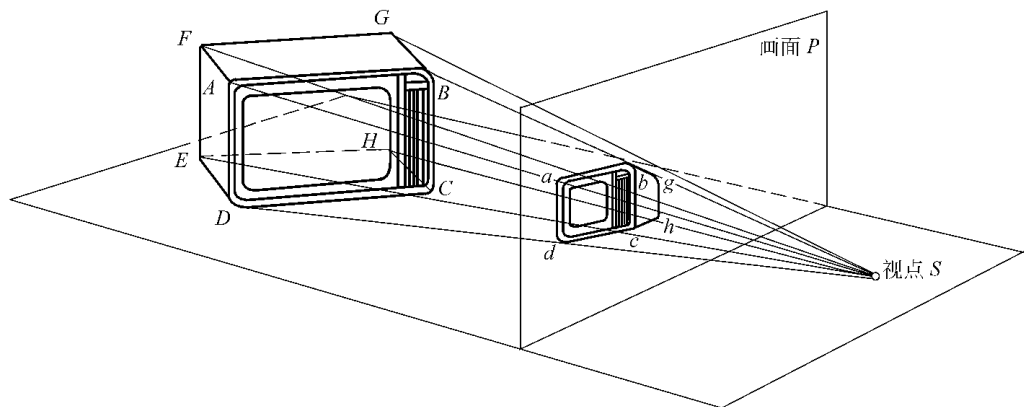


图 员圆 透视图的形成

图 员圆所示为一组长度和间距相等、排成一直线的电线杆,在透视中:近的高(或长),愈远则显得低(或短)些。此外,平行于房屋长度方向的一组水平线,在透视中它们不再平行,而是愈远愈靠拢,最后相交于一点,该点称为灭点。同样,平行于房屋宽度方向的水平线,也相交于另一灭点。

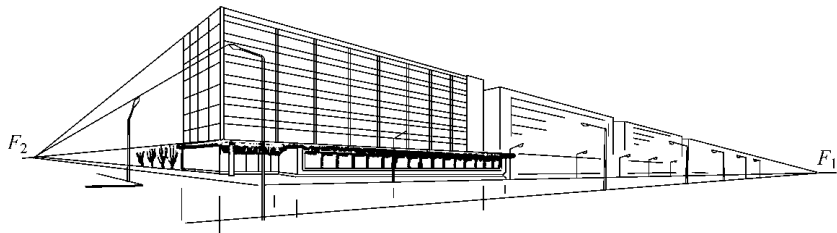


图 员圆 两点透视的灭点

(圆) 透视作图中的常用术语

在绘制透视图时,常用到一些专门的术语,了解它们的确切含义,有助于掌握透视的形成规律和透视画法,现结合图 员圆介绍透视图中的常用术语。

- ① 画面——透视图所在的假想透明平面。
- ② 基面——物体所在的水平面。

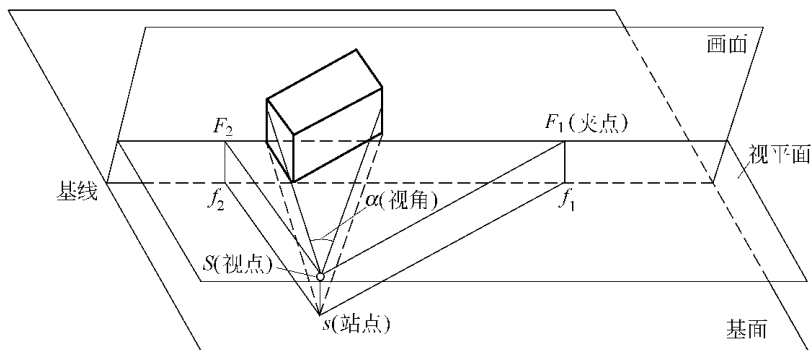


图 1-1-1 透视图中的常用术语

- ③ 视点(杂)——人眼所在的点(又称观察点)。
- ④ 站点(净)——视点在基面上的投影。
- ⑤ 基线(别接爱)——基面与画面的交线。
- ⑥ 视平面——通过视点所作的水平面。
- ⑦ 视平线(匀接爱)——视平面与画面的交线。
- ⑧ 视距——视点到画面的垂直距离。
- ⑨ 视高(匀)——视点到基面的垂直距离。
- ⑩ 心点(韵)——过视点向画面作垂线,该垂线与画面的交点。
- ⑪ 视线——过视点与物体各点的连线。
- ⑫ 视角( $\alpha$ )——从视点杂作两条水平视线,分别与物体的最左和最右两侧棱边相交,这两条视线之间的夹角,即为视角。
- ⑬ 距点(酝)——视点到画面的距离在视平面上的反映,距点到心点的长度等于视点到画面的长度。

### 圆) 透视投影的规律

由上述透视现象可得如下透视规律:

- ① 等高直线:距视点近则高,反之则低,即近高远低;
- ② 等距直线:距视点近的间距宽,反之则窄,即近宽远窄;
- ③ 等体量的几何体:距视点近的体量大,反之则小,即近大远小;
- ④ 不平行于画面的平行线组的透视必交于一点(即灭点)。

### 猿) 透视种类

由于物体与画面的相对位置不同,物体的长、宽、高三组相互垂直方向的轮廓线,有的与画面平行,有的与画面不平行。与画面不平行的轮廓线,其透视必交于灭点(又称主向灭点),而与画面平行的轮廓线,其透视无灭点。因此,随着物体相对于画面的不同位置,透视图可分成以下三种:

#### (员) 一点透视(又称平行透视)

当物体的主要面或主要轮廓线平行于画面时,只有与画面垂直的那一组平行线的透视有灭点(其灭点就是心点),灭点的位置必落在视平线上,可在物体正中或某一侧,这种透视图称为一点透视,如图 1-1-2 所示。由于一点透视可同时观察到物体前面和左右两侧的情况,

因此,一般用于画室内布置、庭园、街景或主要表达物体正面形象的透视图,如图 5-15 所示。

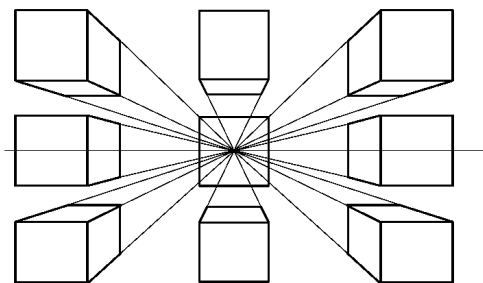


图 5-15 一点透视

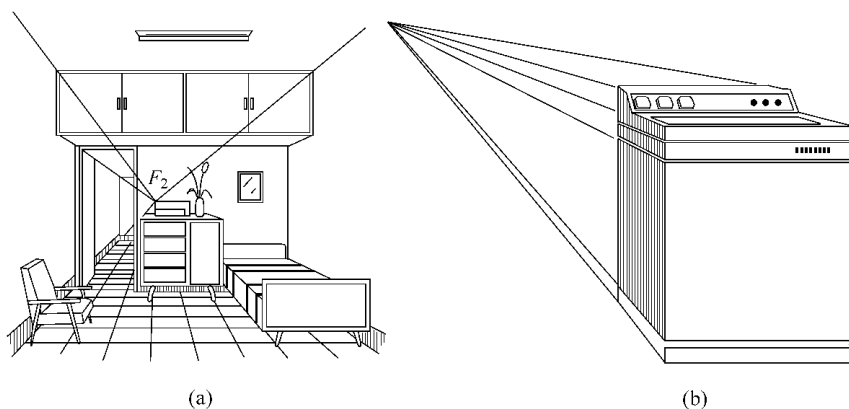


图 5-16 一点透视的应用

### (圆) 两点透视(又称成角透视)

当物体有一组棱线与画面平行,而另外两组棱线与画面斜交时,除与画面平行的一组棱线外,其他两组棱线的透视分别交于视平线上左右两侧的灭点  $F_1$  和  $F_2$  上,这种透视称为两点透视,如图 5-17 所示。

### (猿) 三点透视(又称斜透视)

当物体的三组棱线均与画面斜交时,三组棱线的透视形成三个灭点,这种透视称为三点透视,如图 5-18 所示。

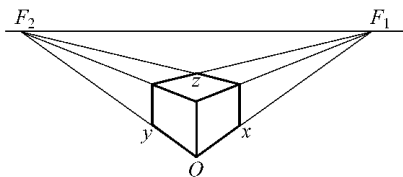


图 5-17 两点透视

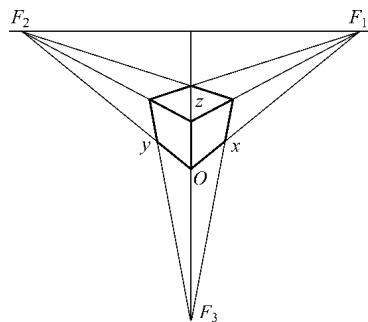


图 5-18 三点透视

### 圆透视图的画法

立方体或长方体是造型设计的基本形体,在造型设计中,可在此基本形体上进行叠加或切割,形成不同的形体。这里,我们以立方体和长方体为例,叙述常用透视图的画法。

#### 员) 一点透视法绘制立方体

具体作图步骤如图 员圆所示。

① 确定立方体与画面的位置。为了画图方便,假设立方体的一个面与画面接触,且与画面平行。

② 在适当位置画出立方体的水平投影,并画出基线在地面的投影,即画面线。

③ 确定视点的位置。一点透视的视角可稍大些,一般取 $28^{\circ}$ 左右,视点位置不一定在中央,可偏于一侧,使图形不致太呆板。

④ 根据作图需要画出视平线,并画出基线,然后求立方体宽度方向灭点。由于宽度方向垂直于画面,因此,只要过视点作垂线与视平线相交,该交点即为灭点。

⑤ 由于立方体的一个面与画面接触,且平行于画面,因此,可从水平投影线向下作垂线,与基线相交得 $A_1$ ,过 $A_1$ 点作一边长为 $A_1D_1$ 的正方形,即 $A_1D_1C_1B_1$ 。

⑥ 连接 $A_2D_2C_2B_2$ ,即得立方体宽度方向的透视。

⑦ 连接 $A_1D_1C_1B_1$ 与 $A_2D_2C_2B_2$ 相交于 $D_1$ 和 $C_1$ ,自 $D_1$ 和 $C_1$ 点向下作垂线,与 $A_2D_2C_2B_2$ 分别相交得 $D_2$ 和 $C_2$ 点。

⑧ 连接 $A_2D_2C_2B_2$ ,并加深各棱边,即得立方体的透视图。

#### 圆) 两点透视法绘制长方体

具体作图步骤如图 员圆所示。

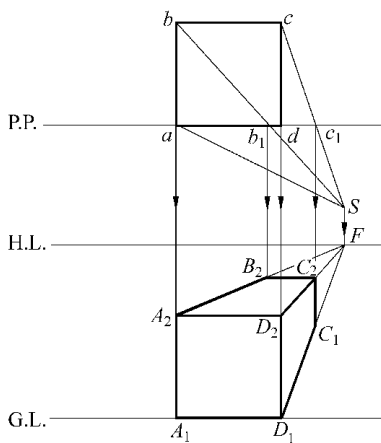


图 员圆 一点透视的画法

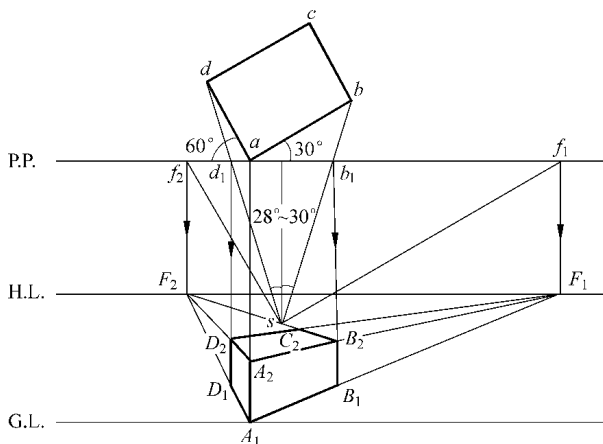


图 员圆 两点透视的画法

① 画基线 则  $aa'$  和视平线  $xy$  两者的距离按需要而定)。

② 在视平线上方适当位置画出长方体的水平投影  $abcd$  和画面线  $xy$  为了画图方便 使长方体的水平投影  $abcd$  的一条棱与画面接触 并使主面与画面成  $\beta$  左右的夹角。

③ 确定视点  $s$  的位置 使其视角为  $\alpha$  为宜。

④ 过站点  $s$  作线平行  $aa'$  和  $cd$  与画面线相交于  $a'$  和  $c'$  即灭点的水平投影。过  $a'$  和  $c'$  作铅垂线交视平线于  $va$  和  $vc$  此即为两灭点。

⑤ 过  $cd$  作铅垂线交基线于  $cd_0$  点 此点即  $cd$  点的透视点 连接  $va$  和  $cd_0$

⑥ 在  $cd$  上量取长方体的棱边实长得  $cd_1$  点 连接  $va$  和  $cd_1$

⑦ 连接  $ab$  与画面线相交得  $ab'$  和  $bc'$  两点 自  $ab'$  和  $bc'$  点向下作垂线 与  $va$  和  $vc$  分别相交于  $va_1$  和  $vc_1$  两点 与  $va$  和  $vc$  分别相交于  $va_2$  和  $vc_2$  两点。

⑧ 连接  $va_1$  和  $vc_1$  相交得  $cd_2$  点 加深各棱边 即得所求长方体的透视图。

### 视点、画面和物体间相对位置的讨论

在绘制透视图之前 必须根据物体的形状特点和透视图的表现要求 首先选择透视图的类型 是画一点透视、两点透视还是三点透视 然后再确定好视点、画面与物体间的相对位置 因为这三者相对位置的变化 将直接影响所绘透视图的形象 如处理不当 透视图将产生畸形失真 欲获得良好的透视效果 必须处理好以下两个问题。

1) 视点的确定要满足的要求

(1) 保证视角大小适宜

根据实验可知 人眼的视域接近于椭圆形 称为视锥 如图 1-10 所示。其水平视角  $\alpha$  可达  $180^\circ$  而垂直视角  $\delta$  可达  $90^\circ$  但清晰可见的 只是其中很小的一部分。在实用上为了简便 一般把视锥看成是正圆锥 因此 在绘制透视图时 视角通常被控制在  $30^\circ$  以内 而以  $15^\circ$  为佳。否则所画透视图会产生畸形失真倾向。如图 1-11 所示 站点  $s$  与物体距离较近 两条边缘视线间的视角  $\alpha_1$  稍大 则两灭点相距较近 画出的图形侧面收敛得过于急剧 侧面显得过于狭窄 有失真的感觉。如将站点移至  $s_2$  处 则视角  $\alpha_2$  约  $\alpha_1$  两灭点相距比前者远 则画出的图形侧面就比较平缓 图形看起来比较开阔舒展。可见 视角大小对透视的形象影响很大。

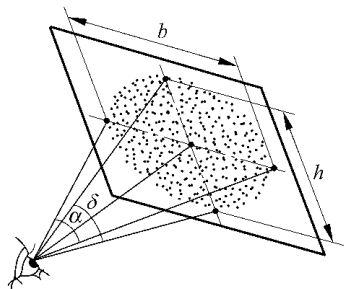


图 1-10 视锥

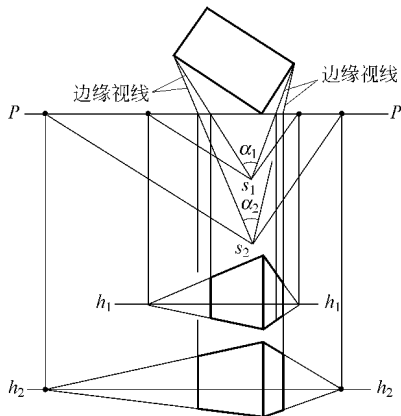


图 1-11 视角大小对透视图的影响

摇摇(圆)使绘成的透视图能充分体现物体的形状特点

如图 1-1-10 所示,当站点位于 1 处时,透视不能表达出物体的全貌,而位于 2 处时,则透视效果较好。

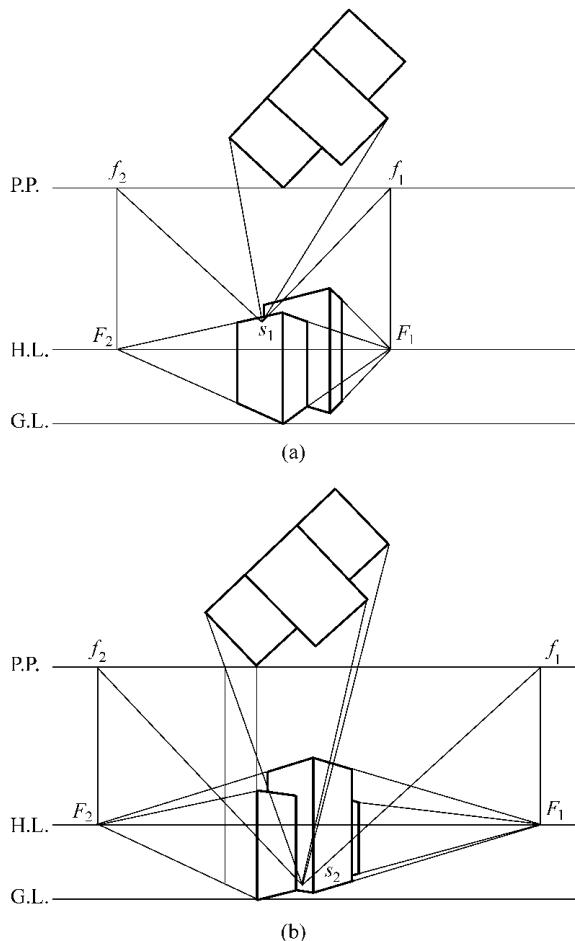


图 1-1-10 视点位置对透视图的影响

### (猿) 视高的确定

当物体、画面、视距不变时,视高 匀的变化对透视效果也会产生很大的影响。如图 1-1-11 所示,当视平线在基线以下时,透视图产生仰视效果;当视平线在基线以上又小于物体高度时,透视产生平视效果;当视平线在物体高度之上时,透视图产生俯视(鸟瞰)效果。

总之,画透视图时,一般应遵循习惯上的视觉经验来作图。表现小的物体,如茶具、照相机、座钟、文具盒、电话等,由于平日都属于俯视观看,所以,视平线应位于物体上部,两灭点间的距离应较大;对于中型的物体,如卡车、机床、家具等,视平线应位于物体高度内的偏上位置,两灭点间的距离也稍大;对大型物体,如建筑物、纪念碑、塔等,则视平线应位于物体下部位置,两灭点向内靠拢,使透视收敛性较大为宜。

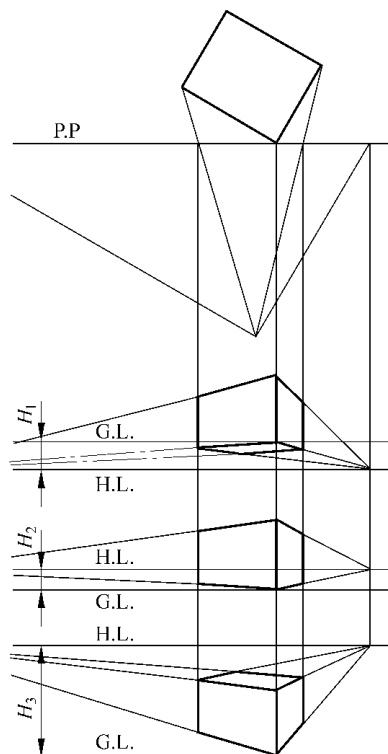


图 1-10 透视视高大小对透视图的影响

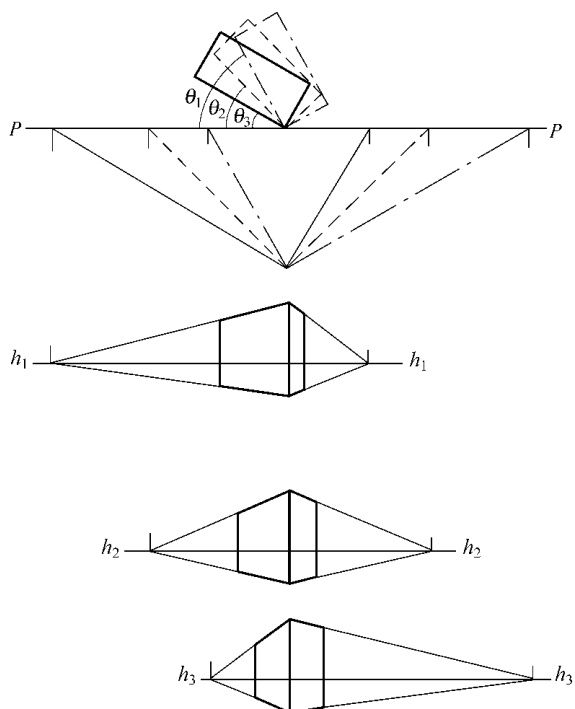
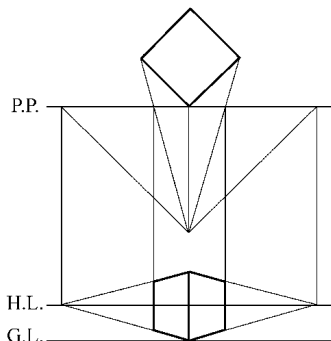


图 1-11 画面与物体的相对位置

### 摇摇圆) 画面与物体的相对位置

画面与物体正立面的偏角发生改变时,其透视形象也随之改变。如图 1-11 所示,物体的某一立面与画面的偏角  $\theta$  愈小,则该立面上水平线的灭点愈远,透视收敛则愈平缓,该立面的透视就愈宽阔;如偏角  $\theta$  适当,则立面的透视非常接近立面高、宽的实际比例;相反,偏角  $\theta$  愈大,则该立面上水平线的灭点愈近,透视收敛则愈急剧,于是该立面的透视愈狭窄。

当物体的正侧两面的尺寸相差较大时,物体的正、侧两面都需要表达时,画面与物体的偏角应选择接近  $45^\circ$ 。如正、侧两面的尺寸相差不大时,则应使物体与画面的偏角为  $30^\circ \sim 45^\circ$  否则则会如图 1-12 所示,显得呆板,主次不分。

图 1-12 当物体正、侧两面尺寸相差不大,偏角为  $45^\circ$  时,图形呆板

### 源在透视图上作叠加和分割

在造型设计中,对一些物体的构形,不外乎是采用把若干个立方体(或长方体)叠加或分割的方法进行设计。因此,在画物体的透视图时,有时需要把立方体(或长方体)进行分割,有时进行叠加。在立方体(或长方体)上进行叠加和分割的方法很多,现介绍几种常用的方法。

#### 1) 直线的分割

把一条透视直线分割成等长或不等长的线段,但各线段成一定比例,可以利用平面几何的理论,即一组平行线可将任两直线分成比例相等的线段,如图 1-1-1 所示。在透视图,如果画面的平行线被其上的点分割成比例线段,那么其透视仍能保持原来的比例。但是,与画面相交的线则不遵循这条原则,其透视将产生变形,直线上各线段长度之比不等于实际分段之比。但可以利用前者的透视特性,来解决后者的作图问题。

#### (1) 在基面平行线上分割成一定比例的线段

图 1-1-2 所示为基面平行线  $AB$  的透视  $A_1B_1$  的要求:将  $AB$  分成三段,三段实长之比为 3:1:2。

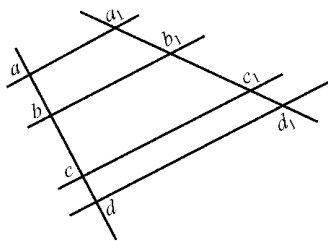


图 1-1-1 直线的分割

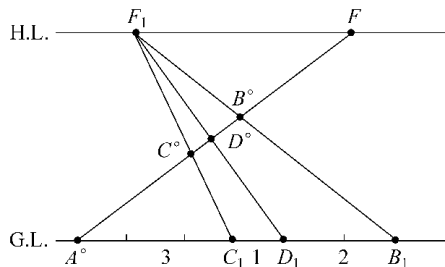


图 1-1-2 在基面平行线上分割成一定比例的线段

因为  $A_1B_1$  有透视变形,不能直接进行分割,应按以下方法:首先自  $A_1$  的任一端点如  $A_1$  作一水平线(基线  $A_1B_1$ ),在该线上以适当长度为单位,自  $A_1$  向右分割,使  $A_1C_1$ 、 $C_1D_1$ 、 $D_1B_1$  分别为 3、1、2 个单位长,连接  $A_1B_1$  并延长与视平线  $H.L.$  相交于  $F_1$ ,再自  $F_1$  分别与  $A_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$  连接,与  $A_1B_1$  分别相交于  $A_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$  点,由于  $A_1C_1$ 、 $C_1D_1$  和  $D_1B_1$  属于一组平行线,有一共同灭点  $F_1$ ,从而将  $A_1B_1$  按要求分成了三段之比,确定了  $A_1$  和  $B_1$ 。

#### (2) 在基面平行线上连续截取等长线段

图 1-1-3 所示为在基面平行线  $AB$  的透视  $A_1B_1$  上,按  $AB$  的透视长度连续截取若干等长线段的透视分割。

首先在视平线上任选一点  $F_1$  为灭点,连接  $F_1A_1$  并延长,与过  $A_1$  的水平线相交于  $A_1$  点,然后以  $A_1B_1$  的长度在水平线上连续截取若干段,得点  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$ 、 $E_1$ 、 $F_1$ 、 $G_1$ 、 $H_1$ 、 $I_1$ 、 $J_1$ 、 $K_1$ 、 $L_1$ 、 $M_1$ 、 $N_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$ 、 $R_1$ 、 $S_1$ 、 $T_1$ 、 $U_1$ 、 $V_1$ 、 $W_1$ 、 $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$ 。这些点分别与  $F_1$  连接,并与  $A_1B_1$  相交,即得透视点  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$ 、 $E_1$ 、 $F_1$ 、 $G_1$ 、 $H_1$ 、 $I_1$ 、 $J_1$ 、 $K_1$ 、 $L_1$ 、 $M_1$ 、 $N_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$ 、 $R_1$ 、 $S_1$ 、 $T_1$ 、 $U_1$ 、 $V_1$ 、 $W_1$ 、 $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$ 。如还需要连续截取若干段,则自  $F_1$  作水平线,与  $A_1B_1$  相交于  $A_1$  点,以  $A_1B_1$  的长度在水平线上连续截取若干段,得点  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$ 、 $E_1$ 、 $F_1$ 、 $G_1$ 、 $H_1$ 、 $I_1$ 、 $J_1$ 、 $K_1$ 、 $L_1$ 、 $M_1$ 、 $N_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$ 、 $R_1$ 、 $S_1$ 、 $T_1$ 、 $U_1$ 、 $V_1$ 、 $W_1$ 、 $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$ 。这些点各自与  $F_1$  连接,即可在  $A_1B_1$  上得  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$ 、 $E_1$ 、 $F_1$ 、 $G_1$ 、 $H_1$ 、 $I_1$ 、 $J_1$ 、 $K_1$ 、 $L_1$ 、 $M_1$ 、 $N_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$ 、 $R_1$ 、 $S_1$ 、 $T_1$ 、 $U_1$ 、 $V_1$ 、 $W_1$ 、 $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$  透视分点,此即线段  $A_1B_1$  的透视  $A_1B_1$ 。

的透视线段等分,它们透视长度的特点,仍具有近长远短的透视属性。

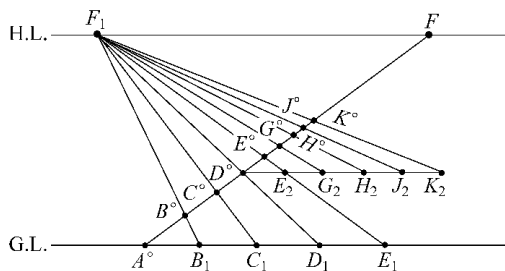


图 1-10 猿在基面平行线上连续截取等长线段

### 圆 矩形的分割

(员) 利用两条对角线,把矩形分成两个全等的矩形

图 1-11 猿和(遭)是矩形的透视图,要求:将它们分割成两个全等的矩形。

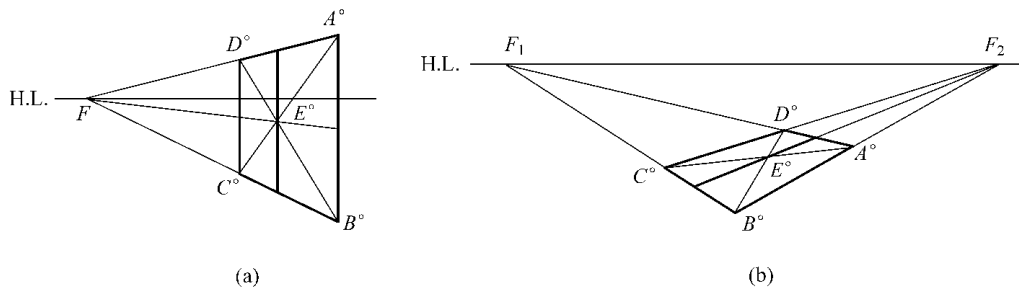


图 1-11 猿矩形的分割

首先作矩形的两条对角线,通过对角线的交点,作边线的平行线,就将矩形等分为两个全等的矩形。重复使用此方法,可连续分割成更小的矩形。

(圆) 利用一条对角线和一组平行线,将矩形分割成若干全等的矩形,或按比例分割成几个小的矩形

图 1-12 猿是一矩形铅垂面,要求将它竖向分割成三个全等的矩形。首先,以适当长度为单位,在铅垂边猿猿上,自猿猿点截取三个等分点猿猿,猿猿和猿猿,与矩形猿猿猿猿的对角线猿猿相交于点猿猿和猿猿,过猿猿和猿猿点各作垂线,即将矩形分割成全等的三个矩形。

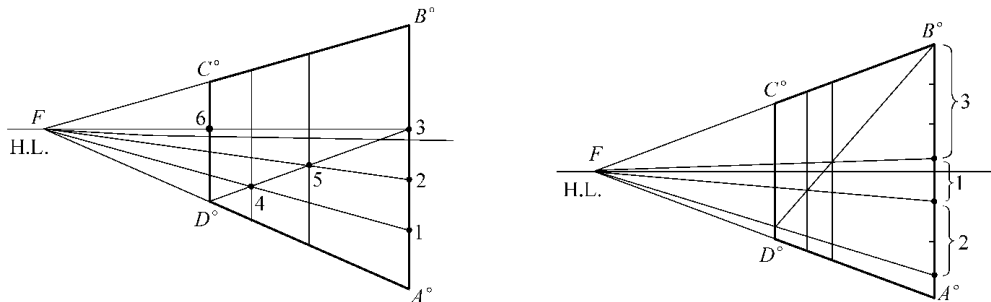


图 1-12 猿竖向分割矩形成三个全等的矩形

图 1-12 猿将矩形分割成一定比例的几个矩形

图 1-1-10 中  $ABCD$  是透视矩形,要求将该矩形分割成三个矩形,其宽度之比为猿:猿:猿。作图方法与图 1-1-9 基本相同,只是在铅垂线  $EF$  上截取三段的长度之比为猿:猿:猿。

### 猿) 矩形的叠加

在透视图上作矩形的叠加,是利用这些矩形的对角线互相平行的特性来进行作图。

(猿) 在矩形一个方向上叠加出若干全等矩形

图 1-1-11 中  $ABCD$  是一个铅垂的矩形透视图,要求:叠加作出几个全等矩形。

作矩形  $ABCD$  的中线  $EF$  连接  $EF$  并延长,交  $F_x$  于  $F_1$  点,过  $F_1$  点作铅垂线  $F_1G$  即得第二个相等的矩形。同法,可作出若干相等的矩形。

(圆) 在纵横两个方向上叠加出几个全等矩形

如图 1-1-12 所示,已知两点透视的矩形  $ABCD$  要求:在纵横两个方向上叠加出若干全等矩形。

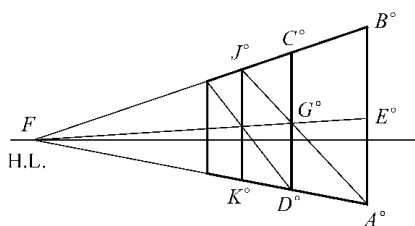


图 1-1-11 在矩形一个方向上叠加

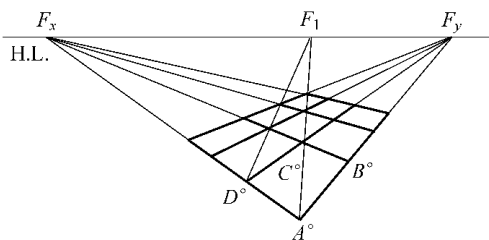


图 1-1-12 在纵横两个方向上叠加

首先,延长对角线  $AC$  至  $F_1$  点(即  $AC$  的灭点),其他矩形的对角线均平行于  $AC$  消失于同一灭点  $F_1$ ,根据此原理即可画出若干全等的矩形,如图 1-1-12 所示。

### 源) 透视图的相似放大法

当物体较大,画透视图受图幅所限时,可按比例缩小,用灭点法作出透视图,然后再根据需要进行放大,这样可以节省时间,虽然作图的精确度受些影响,但能满足透视效果。

相似放大是利用图形相似原理,即图形各对应边平行,其作图步骤如图 1-1-13 所示。

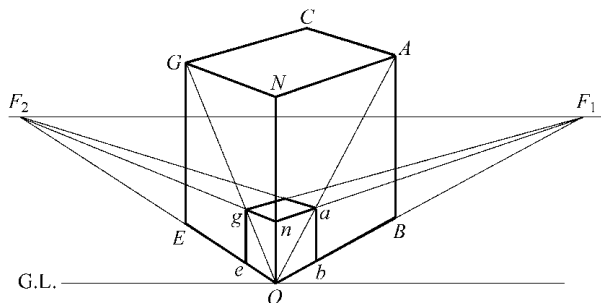


图 1-1-13 透视图的相似放大法

- ① 首先确定放大倍数  $n$  (图中倍数  $n$  为 2)。
- ② 在以灭点画出的立方体透视图上,以  $ab$  为透视坐标,在其上按要求的倍

数灶量取各原棱边的灶倍长,得月晕耘点。

③ 过 晕耘月点分别作对应原透视图棱边的平行线,相交得 粤郎点,过 粤郎点作原透视图对应边的平行线,相交得 悦点(或延长原透视图立方体上的对角线,与所作平行线相交得 粤郎悦点)。

④ 加深即得所求放大灶倍的立方体透视图。

### 缘圆的透视画法

圆在透视图上,相对于画面的位置不同,其形状大小也随之改变。当圆平行于画面时,圆的透视仍是圆,但大小变了;当圆不平行于画面时,则圆的透视一般是椭圆。透视椭圆的作图,通常先作圆的外切正方形的透视,然后用八点法求出圆上八个点的透视,再用曲线板光滑连接,即得所求椭圆。

#### 员) 水平圆的透视

具体作图步骤如图 员圆所示。

① 在平面图上作外切正方形。

② 作外切正方形的透视,画对角线和中线,得圆上四个切点的透视 粤乙月乙悦乙耘乙

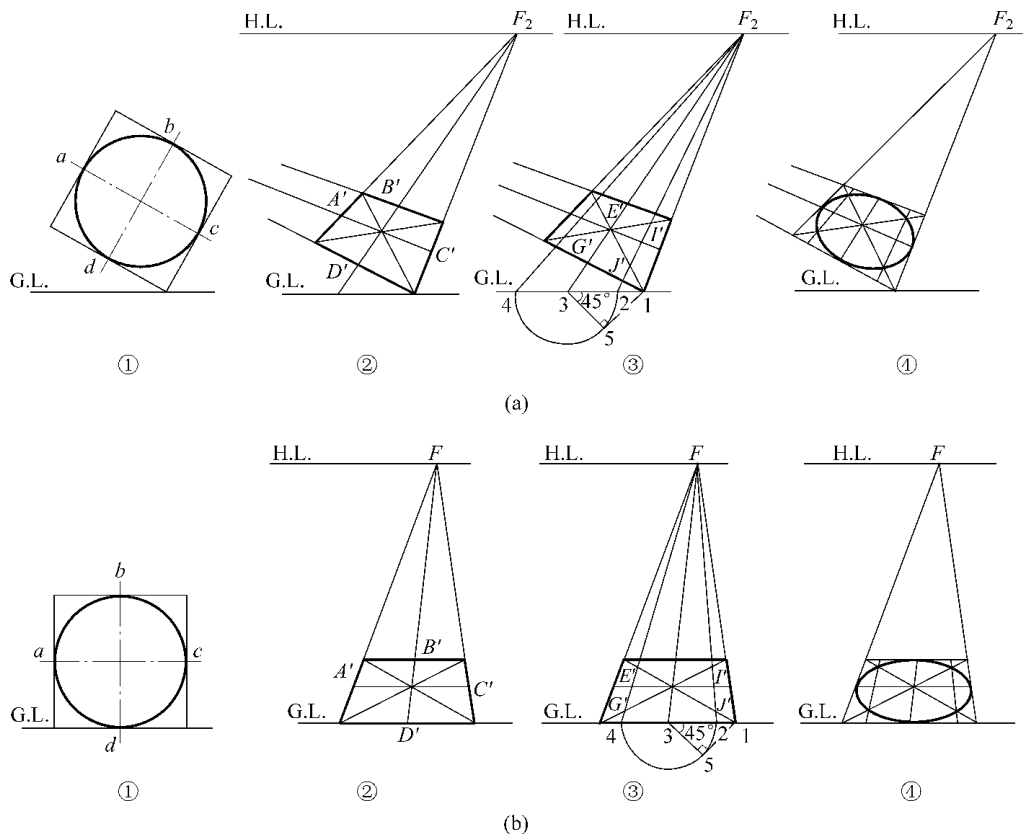


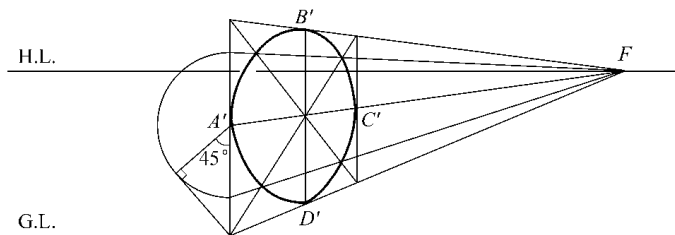
图 员圆 水平圆的透视画法  
( 粤 两点透视 ; ( 遭 ) 一点透视

③ 求圆和对角线相交的另四个点的透视,当两点透视时,延长云阔到基线相交于点猿,然后以猿为斜边,作源猿直角三角形,以直角边猿为半径,点猿为圆心,作圆弧交基线于圆和源两点,连接云圆和云源与对角线交于允乙和允乙,如图员圆乙所示。当一点透视时,由于正方形的一边与基线重合,则可直接在基线上作图,如图员圆乙所示。

④ 用曲线板连接所得八个点,即得所求椭圆。

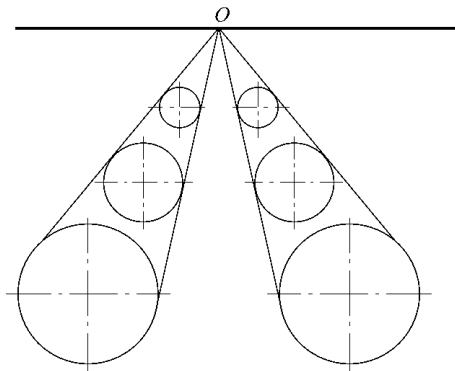
#### (圆) 铅垂圆的透视

(员) 当圆所在平面垂直于基面,但不与画面平行时,其透视画法与上述相同,如图员圆乙所示。



图员圆乙 铅垂圆的透视

(圆) 当圆所在平面与画面平行时,其透视仍是圆,但半径变小了,如图员圆乙所示。应用一点透视法求出圆心的位置和半径的透视长度,再用圆规画圆,如图员圆乙所示。



图员圆乙 与画面平行圆的透视

具体作图步骤如下:

- ① 在适当位置画出画面线 孕孕、视平线 匀匀和基线 则则
- ② 假设圆所在平面与画面平行,但在画面上,则在 孕孕线上方适当位置画出圆的直径 葬葬线。
- ③ 确定站点 泽泽的位置,连接 葬葬、泽泽得交点 葬葬,则 葬葬为透视圆直径。
- ④ 自 泽泽点向下作垂线与视平线相交得灭点 云云
- ⑤ 自 韵韵点向下作垂线至基线 则则在该垂线上量取圆的半径 砸砸,并与灭点相连接。
- ⑥ 自 韵韵点向下作垂线,与 云云、云云,相交于 韵韵和 韵韵,点 韵韵即为透视圆的圆心, 韵韵为透视圆半径,以 韵韵为圆心, 韵韵为半径画圆,即得所求透视圆。

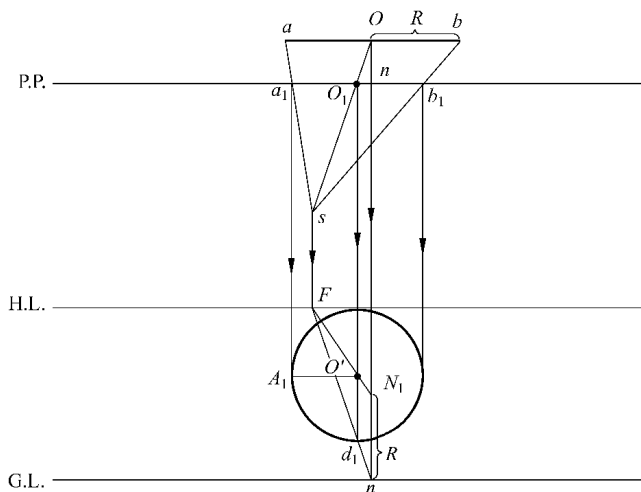
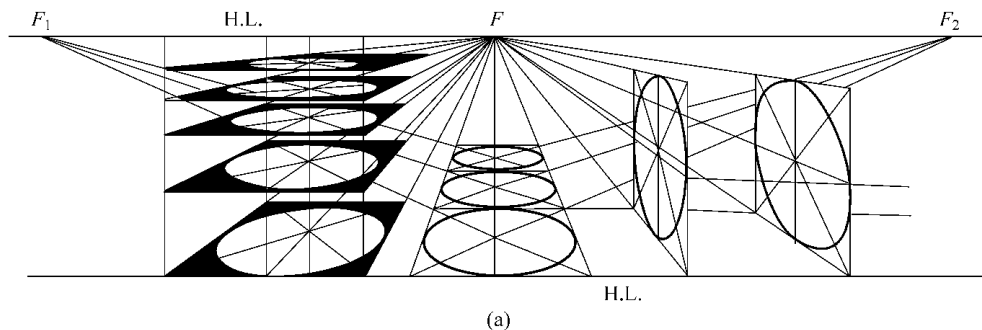


图 员圆猿 一点透视法求圆心

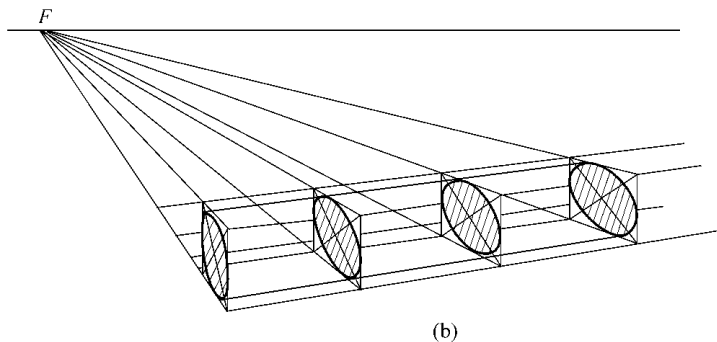
### 摇摇猿 圆的透视规律

由于视平线和视点的位置不同,圆的透视椭圆的形状也随之变化。由图 员圆源 可知:

- ① 距离灭点较远的,透视椭圆较宽,反之则透视椭圆较窄,如图 员圆源 所示。
- ② 对于平行于基面和垂直于基面的同直径圆的透视,越接近灭点,则短轴越短,而长轴不变,如图 员圆源 所示。
- ③ 两点透视时,当各圆的圆心在一直线上时,由于位置不同,椭圆的长短轴都有很大变化,使圆的透视从正椭圆变成斜椭圆,即椭圆的长轴发生倾斜,如图 员圆源 所示。



(a)



(b)

图 员圆源 圆的透视规律

### 透视图的应用

两点透视是造型设计中应用最多的一种透视方法。下面以两点透视为例说明透视的应用。

画透视图时,一般先将复杂形状归纳成平面体——立方体或长方体,然后再叠加或切割。图 1-1-1 所示是一台小型收音机。收音机的长宽尺寸相差较大,且正侧两面都需要表达,因此宜采用两点透视。为了画图方便,使其一棱边与画面接触。用两点透视法画出收音机的形体外廓,然后再作细部分割,最后画出收音机透视图,如图 1-1-2 (a) 所示。

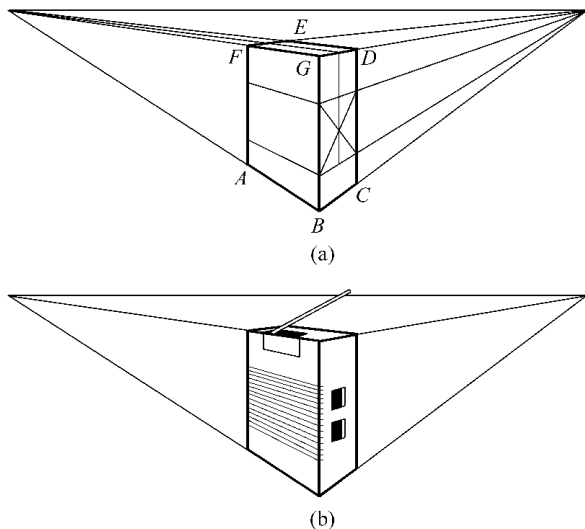


图 1-1-2 小型收音机

实例:根据收录机的三视图(图 1-1-3),用两点透视法绘制其透视效果图。

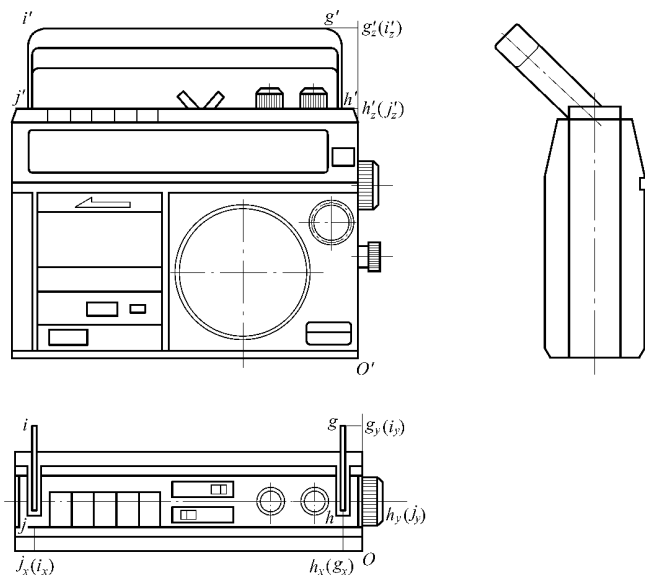


图 1-1-3 收录机三视图

基本步骤如下：

(员) 绘制收录机主体基础(图 员圆猿)

具体作法请参照图 员圆圆中绘制长方体的方法,在此不再赘述。

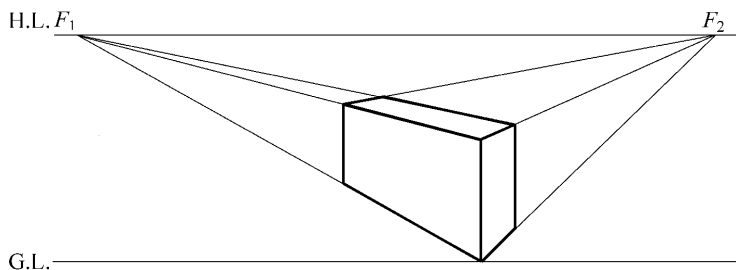


图 员圆猿 绘制收录机主体基础

(圆) 切去边角

(员) 在画面竖直线上找到分割点 粤,将点 粤与两个灭点 云<sub>1</sub>、云<sub>2</sub> 分别连接起来,得到点 月和 悦(图 员圆源)。

(圆) 找到水平棱上的分割点 阅和 耗,具体作法可参照图 员圆圆,分别与 云<sub>1</sub> 连接起来,得到与另一水平棱的交点 酝和 晕(图 员圆缘)。

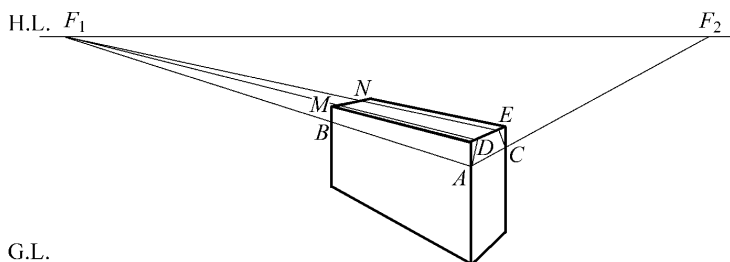


图 员圆源 找到分割点

(猿) 切去多余的角(图 员圆缘)。

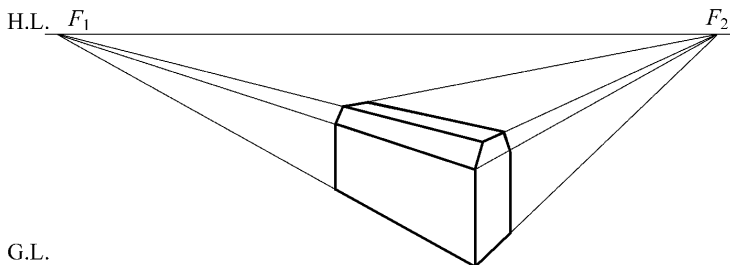


图 员圆缘 切去边角

摇摇猿) 参照图 员圆远 绘制正面扬声器窗的大圆

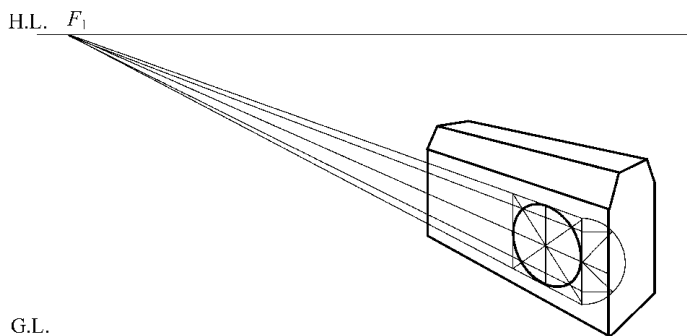


图 员圆远 摇摇绘制正面扬声器窗的大圆

源) 绘制侧面的大旋钮

(员) 绘制侧面上的圆(图 员圆苑) 具体作法可参照图 员圆远

(圆) 将圆向外复制, 并修剪掉多余的线, 结果如图 员圆愿所示。

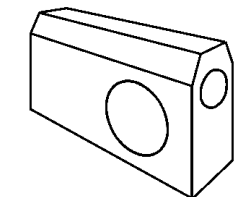


图 员圆苑 摇摇绘制侧面上的圆

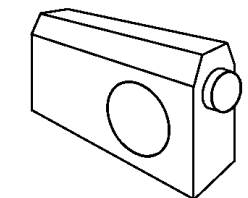


图 员圆愿 摇摇完成侧面的大旋钮

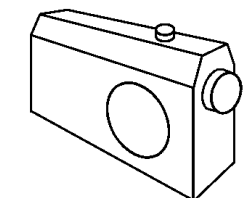


图 员圆怨 摇摇绘制顶面的旋钮

缘) 绘制顶面的旋钮(图 员圆怨)

具体作法请参照图 员圆远 苑)。

远) 绘制提手, 选定四个定位点 员圆允 以求提手的透视方向和透视长度

(员) 找点 匀和 员圆园(图 员圆园)

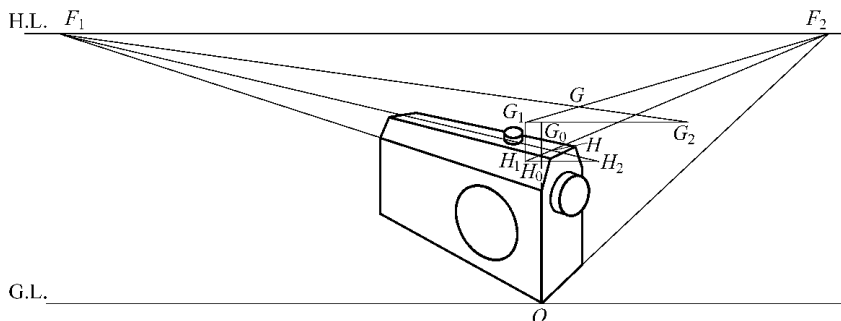


图 员圆园 摇摇找点 匀和 员圆园

① 在主视图(见图 员圆园)上量取 匀点投影 澡的高度 澡对及 员圆点投影 早的高度 早对, 在透视图的画面上, 利用 匀韵越早韵越早韵找到点 匀和 员圆。

② 在俯视图上量取 匀点投影 澡的 曾方向长度 澡韵及 郎点投影 早的 曾方向长度 早韵 在透视图的画面上 利用 匀匀越澡韵,郎郎越早韵 找到点 匀和 郎。

③ 在俯视图上量取 匀点投影 澡的 赠方向长度 澡韵及 郎点投影 早的 赠方向长度 早韵 在透视图的画面上 利用 匀匀越澡韵,郎郎越早韵 找到点 匀和 郎。

④ 将 匀和 云,匀和 云分别连接起来 其交点即为点 匀的透视;将 郎和 云,郎和 云分别连接起来 其交点即为点 郎的透视。

### (圆) 找点 允和 陨图 员圆

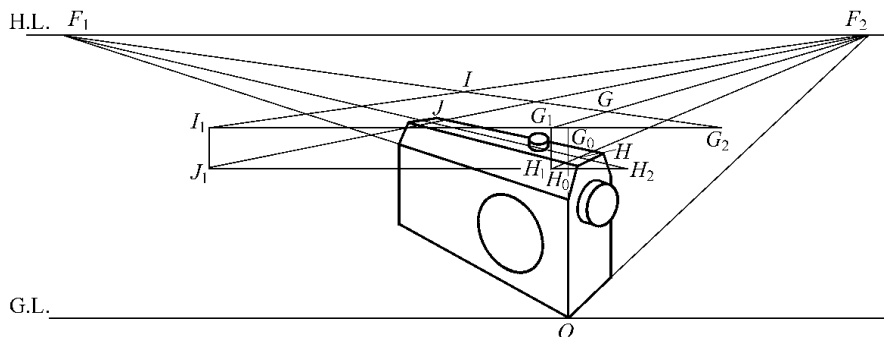


图 员圆 找点 允和 陨

① 在俯视图上量取 允点投影 躁的 曾方向长度 躁韵及 陨点投影 蚤的 曾方向长度 蚤韵 在透视图的画面上 利用 允匀越躁韵,陨陨越蚤韵 找到点 允和 陨。

② 连接 允和 云,连线与 匀云 的交点即为点 允的透视;连接 陨和 云,连线与 郎云 的交点即为点 陨的透视。

(猿) 求出了提手上的四个定位点 郎,匀,陨和 允即确定了提手的透视方向和透视长度,见图 员圆 然后完成提手的其他部分。

苑) 补全其他细节 将各按键画出并润饰,即完成图 员圆 所示的收录机透视效果图

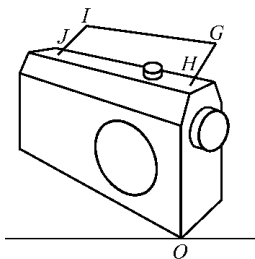


图 员圆 提手的透视方向和透视长度



图 员圆 收录机透视效果图

## 员 圆 效果图的润饰

学会用透视法绘制物体的外形轮廓,这仅仅是完成绘制效果图的第一步,一张效果图不仅要准确表达物体的“形”,还要表现物体的“色”、“质”感,才能给人以完美的造型形象,而效果图的润饰就是从光影、明暗、色彩和质感的角度进行刻画,使造型物的形象更加生动逼真。

### 员 圆 阴影的基本概念

#### 员) 阴和影的形成

物体受光后,直接受光的表面显得明亮,称为物体的阳面,背光的表面称为阴面。阳面和阴面的分界线称为阴线。由于造型物遮挡了部分光线,使物体本身其他部分或其他物体的迎光表面出现阴暗部分,这称为影(或落影)。阴和影合称为阴影。如图 员 圆 所示。

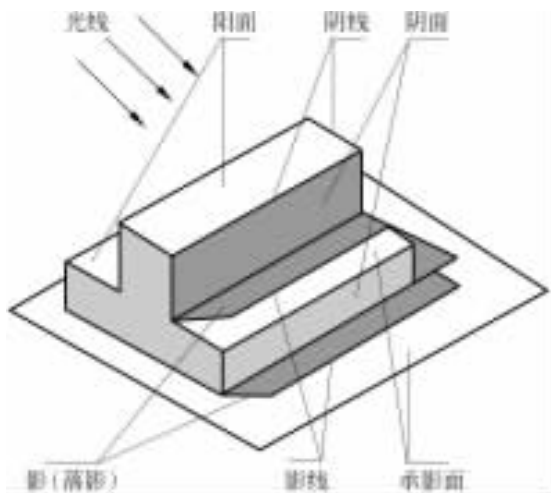


图 员 圆 阴和影的形成

#### 圆) 明暗变化规律

我们在日常生活中所见到的各种工业产品,其基本形状一般可归纳为立方体、圆柱体、圆锥体和球体,或者是它们的组合,因此应对这些基本体的明暗关系进行分析和润饰练习。一般都采用石膏制的形体进行练习,因其明暗层次明显易辨。

物体的明暗变化规律可以归纳为六个字:三大面、五大调。

#### (员) 三大面

平面立体在固定光线的照射下,由于立体表面与光线的相对位置不同,受光情况不同,以致形成明亮和灰暗的差别。如图 员 圆 所示,迎光面为亮面,其次为次亮面和暗面,这就是通常所说的“三大面”。



图 1-1-1 平面体的三大面

亮和次亮都是受光面,因受光的强弱不同而呈现不同程度的亮度。

暗、次暗、反光和阴影都是背光面,因背光部分受反光影响而呈现不同程度的暗度,阴影部分也有暗的强弱变化。

### (圆) 五大调

曲面立体可视为由无数微小的平面组成,而每个小平面对光线的相对位置都不相同,因此,它们的明暗层次变化更为柔和微妙。一般将这种逐渐变化的明暗关系,定为亮(又称高光)、次亮、暗、次暗和反光,这五种即常说的“五大调”。

光线照射在光滑表面上会产生单向反光现象,这种现象的色调又称为高光。高光在圆球体上反映为点状,称为高光点,在圆柱或圆锥体上则反映为一条带状,称为高光带。见图 1-1-2 对造型物三大面、五大调的准确描绘,使效果图更具有强烈的艺术效果,丰富了色调层次,立体感更强,更生动逼真。

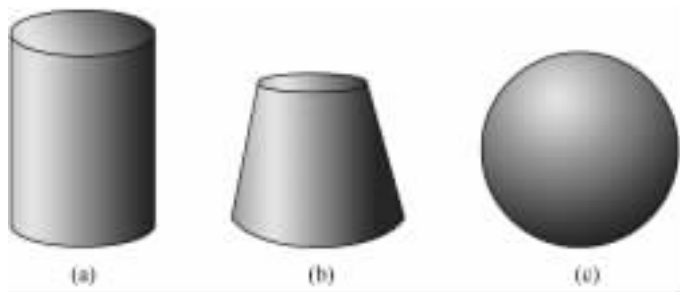


图 1-1-2 曲面体的五大调

### 效果图的润饰

效果图的润饰分为黑白润饰和色彩润饰。

黑白润饰可以用铅笔、炭笔、钢笔、墨笔等工具,用点、线和水墨渲染的形式来表现造型物的效果图,如图 1-1-3 所示,其中以铅笔和钢笔润饰应用较广。黑白润饰多用于绘制造型草图和一般的设计方案。

色彩润饰见第 4 章。

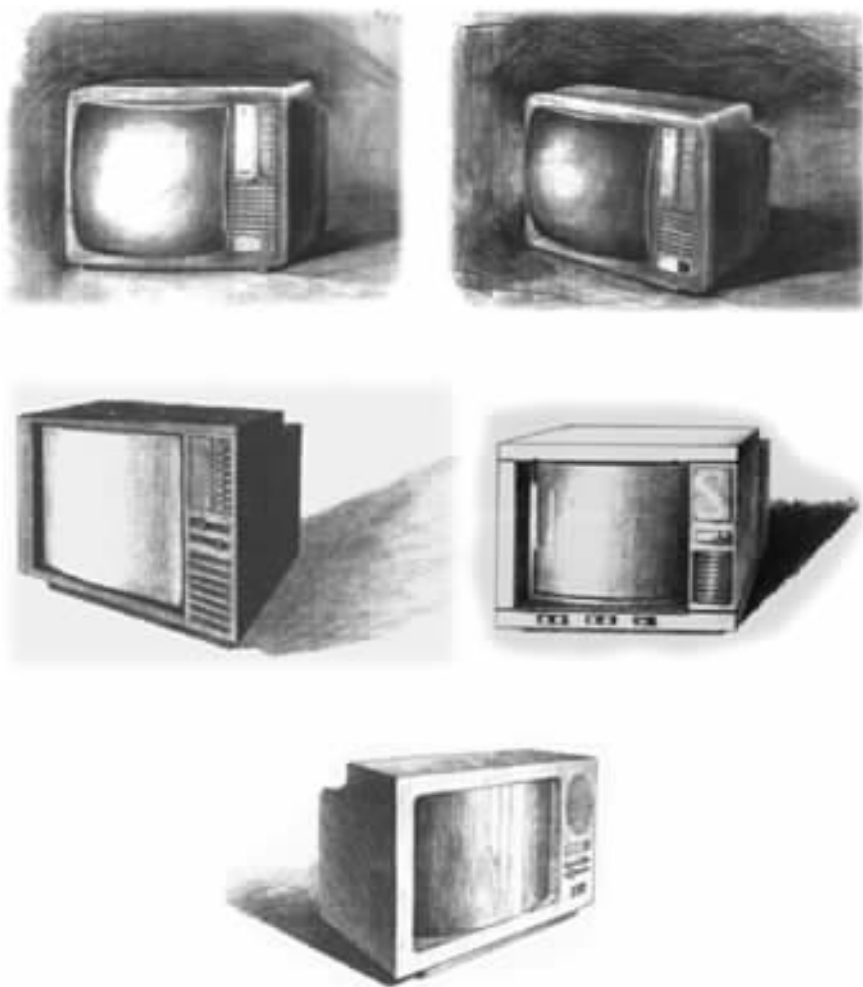


图 员 原 稿 效果图的润饰

色彩能使人快速区别不同物体、美化产品、美化环境。工业产品色彩的良好设计能使产品的造型更加完美,在提高产品的外观质量和增强产品在市场上的竞争力等方面,都起着极其重要的作用。工业产品色彩设计对人的生理和心理也有一定影响,如果色彩宜人能使人们的精神愉快,情绪稳定提高工效,反之,将使人们的精神疲劳,心情沉闷、烦躁,分散注意力,降低工效。

色彩有着先声夺人的魅力。例如人们进入商店,首先作用于人视觉的是色彩,其次是形状,最后才是质感。根据经验表明,视觉对色彩和形状的感知率如下:

	色摇摇彩	形摇摇状摇摇摇
最初	圆缘	圆缘(可持续圆缘)
圆缘后	圆缘	圆缘(以后将持续下)
缘缘后	缘缘	缘缘(去)

由此可见,色彩设计在造型设计中占有很重要的地位。

## 圆缘摇摇色彩的基础知识

### 圆缘何谓色彩

摇摇宇宙万物五颜六色,我们辨认物体的重要条件是色彩。那么色彩是什么呢?当人们观察有色物体时,由于光的照射,物体表面反射出来的光线,作用于人的视觉器官,而产生一种色彩感觉。例如,一只红色的苹果放在没有光线的暗房中,就看不见鲜红的颜色,所以说有光就有色,无光就无色,因此,色彩是光刺激视神经后所产生的一种视感反应。

### 圆缘色与光的关系

光在物理学上属于一种电磁波。波长介于 苑园灶皂 和 源园灶皂 之间(员灶皂 越 员最圆园园园皂)的光波,人眼可以感觉到,称为可见光;波长大于 苑园灶皂 时,即为红外线;小于 苑园灶皂 时,即为紫外线和医疗用的载射线,见图 圆缘

紫外线	可见光						红外线
	紫	青	绿	黄	橙	赤	
晒黑皮肤	源因光可感觉色彩 源因光						暖和感

图 圆 太阳光的放射波

太阳光通过三棱镜后,被分解为一条由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等七种色光组成的色带,这条色带称为光谱。由于青色和蓝色相差甚微,蓝色可以包括青色,故一般称红、橙、黄、绿、蓝、紫这六色为标准色,如图 圆 所示,其中红光波长最长,紫光波长最短,它们的波长如下:

摇摇红:源因光~远因光

摇摇黄:缘因光~缘因光

摇摇蓝:缘因光~源因光

摇摇橙:远因光~缘因光

摇摇绿:缘因光~缘因光

摇摇紫:源因光~源因光

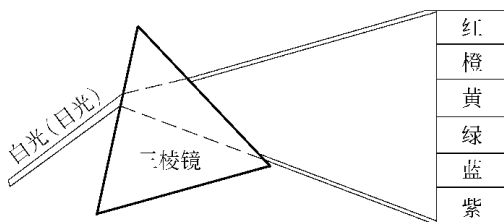


图 圆 光谱

色光是太阳中各种物质燃烧的结果。在阳光的光子中可以找到各种光物质,如红色光中含有氢氧元素,橙色光中含有钠元素,黄色光中含有氮元素,绿色光中含有铁元素,蓝色光中含有氢元素,紫色光中含有铁钙元素。因阳光中所含各种色光的物质特性不同,当阳光照射到某一物体时,由于同类元素具有相互结合作用,物体将同类元素的色光吸收,所以这部分色彩就不呈现;而异类元素具有互相排斥作用,物体将异类元素的色光反射出来,则其色彩可见。如:呈现红色,反射红光,吸收其他色光;呈现蓝色,反射蓝光,吸收其他色光。

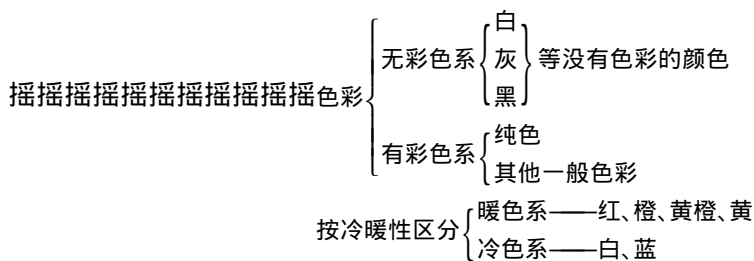
工业产品所指的色彩是通过各种颜色的色料加以调配而成的,色光与色料的性质是不同的。色光是一种电磁波,是由具有一定能量和动量的粒子所组成的粒子流,而色料(包括颜料、染料、油漆等)则是以各种有机物质与无机物质组成的色素。

工业造型设计所讲的色彩,是指色料的颜色。

### 颜色色彩分类

日常人们能用眼睛看到的颜色非常丰富,大致有 圆 万 ~ 圆 万种颜色,在这些千变万化的色彩中,几乎找不到相同的色彩。

摇摇色彩可以按有彩色和无彩色区分,也可以按冷暖性区分如下:



### 源暖色彩的三要素

色相、明度、纯度称为色彩的三要素,它是鉴别、分析、比较色彩的标准,也是认识和表示色彩的基本依据。

#### (员) 色相

色相(匀)简称为匀,是指色彩的相貌,如红、橙、黄、绿、蓝、紫即为不同色相。这六种色在光谱上是呈直线形排列,如图 圆所示。在使用色料时,可使它们首尾相连呈一环形,称此环为色相环,如图 圆及彩插图 悦所示。

通常在主要色相中间加入中间色相,可形成十色相、十二色相或二十四色相等色相环。常用的是十二色相环,如图 圆及彩插图 悦所示。

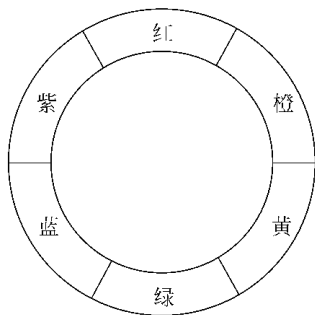


图 圆 摇摇六色相环

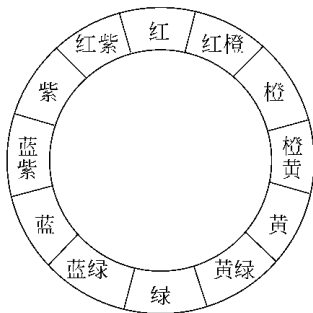


图 圆 摇摇十二色相环

#### 摇摇(圆) 明度

明度(灾)简称为灾,是指色彩的明暗程度。

反射率的大小决定色彩的明暗程度。反射率大则明度高,反之则明度低。在色料中黑色明度最低,白色明度最高。任何色料混入白色后均可提高其明度,混入白色愈多明度愈高;若混入黑色均可降低明度,混入黑色愈多明度愈低。

用黑白两色不同量混合,可得不同明度的灰色,通常从黑到白可分为愿个、怨个或员个不同明度的色阶,称为明度阶段。作为分析色彩明暗程度的标准,如图 圆所示。明度最高 灾越园,即为理想的白色;明度最低 灾越园,为理想的黑色;而 灾越员~猿为低明度,灾越猿~远为中明度,灾越苑~怨为高明度。明度阶段又称为无彩轴。

如果把白色的明度定为 员园,黑色的明度定为 园,则各色的明度如下:

摇摇白色——元  
 黄色——苑  
 黄橙及橙——远  
 黄绿及绿——猿  
 红橙色——园  
 青绿色——员  
 纯红色——源  
 青色——源  
 暗红色——园  
 青紫色——园  
 紫色——园  
 黑色——园

可见,在有彩色中黄色最亮,紫色最暗。

(猿) 纯度

纯度(悦)简称为悦,是指色彩的鲜艳程度。

纯度又称为彩度或饱和度。在色相环中的各色是纯度最高的色彩。在任何一个色相中掺入白色后,其纯度就降低,而明度提高。反之若掺入黑色,则其纯度和明度都降低。因而前者称为“明调”,后者称为“暗调”。

在一种色相中,逐渐加入白色或黑色,可得一系列不同纯度的色阶,称为纯度阶段。

以明度阶段为纵坐标,纯度阶段为横坐标。愈靠近明度阶段的色彩纯度愈低,愈远则纯度愈高,最外侧的是纯度最高的纯色,如图 2-1-10 所示。纯度阶段可分为 9 个阶段,以 1 到 9 来表示。1 为低纯度,5 为中纯度,9 为稍高纯度,9 为最高纯度。

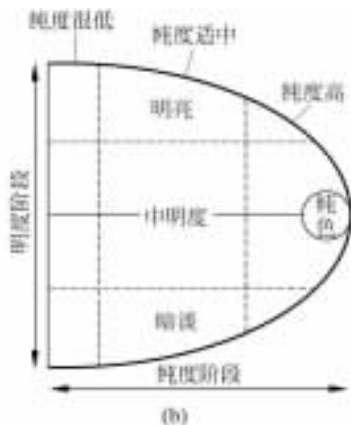
由图 2-1-10 可见,纯色在中明度区可形成很多阶段,在高明度区和低明度区则较少。

最高明度		白
高明度		浅灰
		浅灰
稍亮		中灰
中明度		中灰
稍暗		中灰
		深灰
低明度		深灰
		黑
最低明度		黑

图 2-1-10 明度阶段

低纯度	稍低	稍低	中度	中度	中度	稍高	稍高	高纯度(纯色)
1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S	8S	9S

(a)



(b)

图 2-1-10 纯度阶段

缘 原色与混合色

员 原色、间色、复色及补色

无法用其他色彩(或色光)混合出来的色称原色。色光的三原色是:红、蓝、绿;色料的三原色是:红、黄、蓝。色光的三原色相混合可得白光;色料的三原色相混合则成黑油

色,如图 9-6 所示。三原色可调配出任何其他色彩,故三原色又称第一次色。

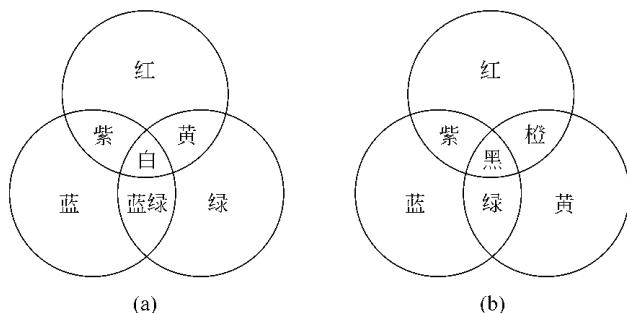


图 9-6 三原色

三原色的任何两色混合而得到的颜色称为间色,如图 9-6 中的橙、绿、紫。

摇摇间色:橙 越红 垣黄

绿 越蓝 垣黄

紫 越红 垣蓝

由两种间色或原色与间色混合而得的颜色称为复色。

摇摇复色:橙紫(红灰) 越橙 垣紫 越红 垣黄 垣红 垣蓝  
橙 紫

绿紫(蓝灰) 越绿 垣紫 越蓝 垣黄 垣红 垣蓝  
绿 紫

可见,复色实际上是三原色的混合,不过是以其中一色为主进行混合,只要三原色中的任一色比例稍有不同,就可以产生出多种不同的复色。

三原色中任一色与其余两原色混合的间色即为互补色。如红与绿(黄 垣蓝)、蓝与橙(黄 垣红)、黄与绿(红 垣蓝)都为互补色。由于互补色在色彩关系中的对比关系最强,因此表现力强,响亮,明快。

### 圆) 色彩的混合

我们通常所见到的色彩大多是多种色彩的混合。色彩的混合可分为减色混合、中间混合两种。

#### (员) 减色混合

如果不同色料混合而得到的新的色彩比混合前的色彩更暗淡,则称为减色混合。如红色与黄色柠檬黄混合而得的橙色,不如混合前的红色和黄色明亮。水粉、水彩、油画颜料及染料都属于减色混合的色料。

#### (圆) 中间混合(中性混合)

中间混合有色盘旋转混合和空间视觉混合,其特点是混合后的明度是混合色的平均明度。

在一个圆形转盘上组合几个色块,快速旋转,可产生新的色彩,这种混合称为色盘旋转混合。此外,将一些不同色彩的细小的点组合在一起,相隔一定距离观看时,产生另一种色彩,这种混合称为空间视觉混合。印刷上的网点制版印刷就是应用这种原理。

## 圆锥色体系

### 圆锥色立体

圆锥将色彩的三要素——色相、明度、纯度合理地配置成一个三维空间的立体形状,就叫色立体,如图 2-1-1 所示。用水平面的圆周表示色相环,过圆中心作一垂直水平面的轴线,此轴即为明度轴,白色在上,黑色在下,圆的中心为灰色,把圆周上的各色相与轴连接,可以表示纯度,接近明度轴的纯度低,远离明度轴的纯度高。在色立体中作垂直于明度轴的剖切面,将得到同明度的各色相,这个平面称为同明度面。作包含明度轴的纵剖切面(一半),可得到一个等色相面,如图 2-1-2 所示。任何一个色相由于明度和纯度的差异都可以有千变万化的色彩,但不论何种色彩,都可以在这个色立体中找到。

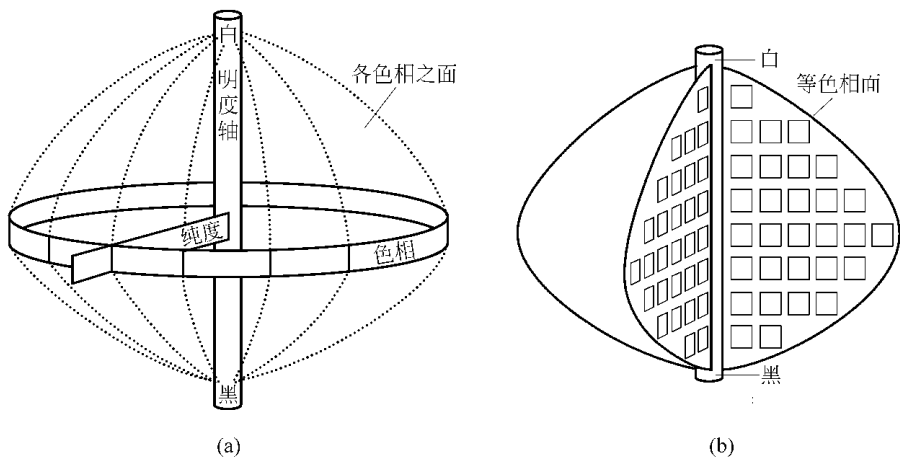


图 2-1-1 圆锥色立体

### 圆锥色的表示体系

至今人眼能辨别的色彩约有 100 万 ~ 1000 万种左右,对这么多种色彩,不可能给每一种起一个精确的名称。应采用科学的表示法,用记号来表示每一种色彩,以体现每一种色彩的色相、明度、纯度之间的关系。

目前,国际上使用的色表示法有美国的孟塞尔(孟塞尔色标)、德国的奥斯特瓦德(奥斯特瓦德色标)及日本色研所色标。下面介绍用得较广的孟塞尔色标及日本色研所色标。

#### (一) 孟塞尔表色系

孟塞尔表色系是美国的美术教师孟塞尔(孟塞尔)于 1903 年发明的。它把色彩三要素——色相、明度、纯度构成一个立体模型,称为孟塞尔色立体。它是以红(红)、黄(黄)、绿(绿)、蓝(蓝)、紫(紫)五种色相为基础,再加上黄红(黄红)、黄绿(黄绿)、蓝绿(蓝绿)、蓝紫(蓝紫)五种中间色顺时针方向排列组成 11 种主要色相,又对每一种色相按顺时针方向 10 等分,由此获得 110 种色相的孟氏色相环,如图 2-1-2 所示。各色相上的第五种即为该色相的代表色如 5R、5Y、5G、5B、5P、…。直径两端的色相为互

补色。

明度阶段是在白和黑之间加入明度渐变的 9 个灰色, 成 10 个阶段, 用  $\text{N}_9, \text{N}_8, \text{N}_7, \dots, \text{N}_1$  表示, 而有彩色则用与此等明度的灰色表示明度, 用  $\text{R}_9, \text{R}_8, \text{R}_7, \dots, \text{R}_1$  表示。

孟塞尔法的主要色相中以红(缘)的纯度等级最高, 也就是纯度最高, 共有 10 个等级, 而蓝绿(缘)的纯度等级只有 4 级。由于每一种色相的纯度等级不一, 因此, 孟氏色立体的形状呈不规则形, 如图 1-1-10 和图 1-1-11 所示。

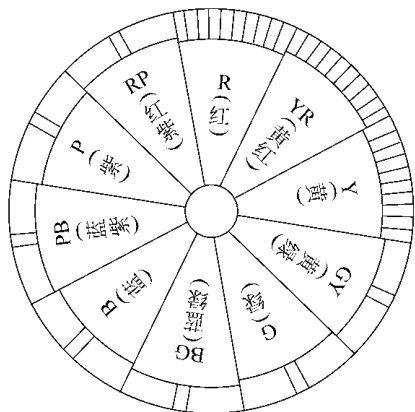


图 1-1-10 孟塞尔色相环

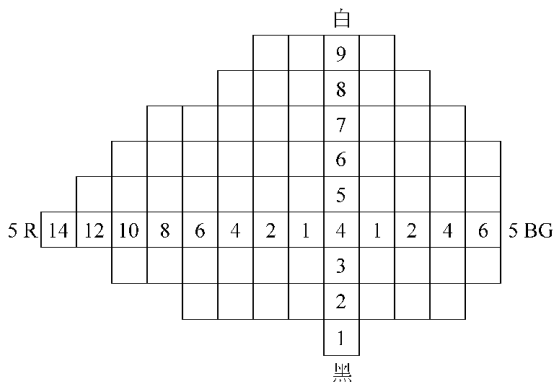


图 1-1-11 孟塞尔等色相面

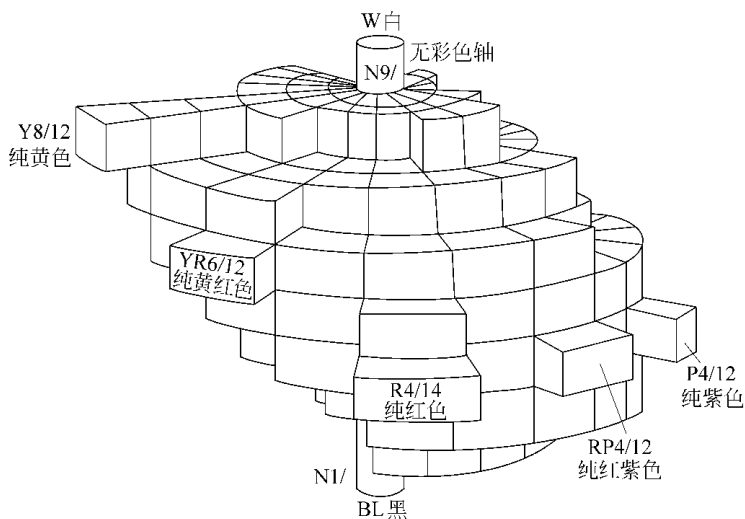


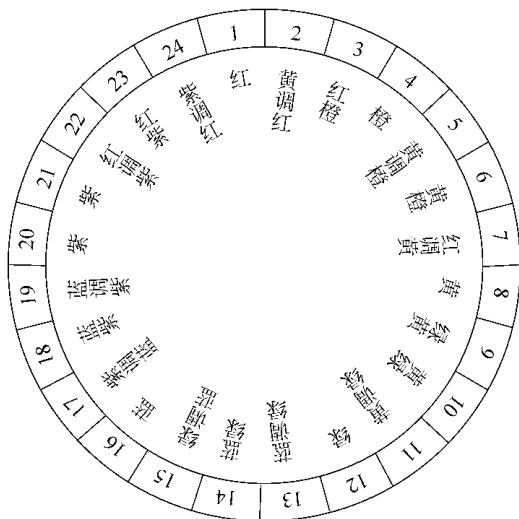
图 1-1-12 孟塞尔色立体

孟塞尔是以 (色相/明度/纯度) 的形式来表示某一种色彩, 如 5R4/10/8 即表示色相为 5R, 明度为 4, 纯度为 8 的纯红色彩。

对无彩色的黑白系列的中性灰色用“N”表示。以  $\text{N}_9$  表示中性灰色明度 9 的标记方法表示, 如  $\text{N}_5$  表示明度值为 5 的中性灰色。

### (圆) 日本色彩研究所表色系

日本色彩研究所发表的表色系是以红、橙、黄、绿、蓝、紫六个主要色相为基础,再加入五个中间色相,每个色相再细分为圆或猿色相,共构成圆原色相(图圆),该色相环的特点是互补色关系不在直径两端的对立位置。

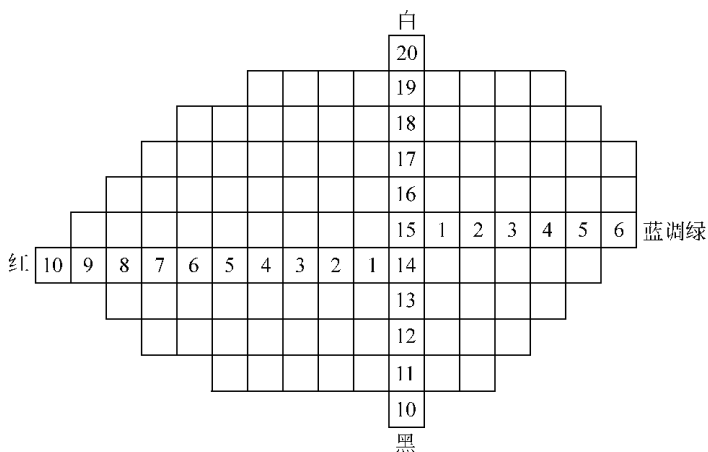


图圆 日本色研所的色相环

明度阶段以黑为圆,白为圆,中间加入渐变的 个灰色,共 个阶段。纯度的区分与孟塞尔表色系类似,根据色相、纯度的不同,纯红色的纯度 是最高的(图圆)。

由于纯度长短不一,因而形成一个横卧的蛋形色立体,如图圆所示。

色的标记法:以色相 明度 纯度的顺序标记,如 表示色相为 明度为 纯度为 的纯红色。



图圆 日本色研所的等色相面

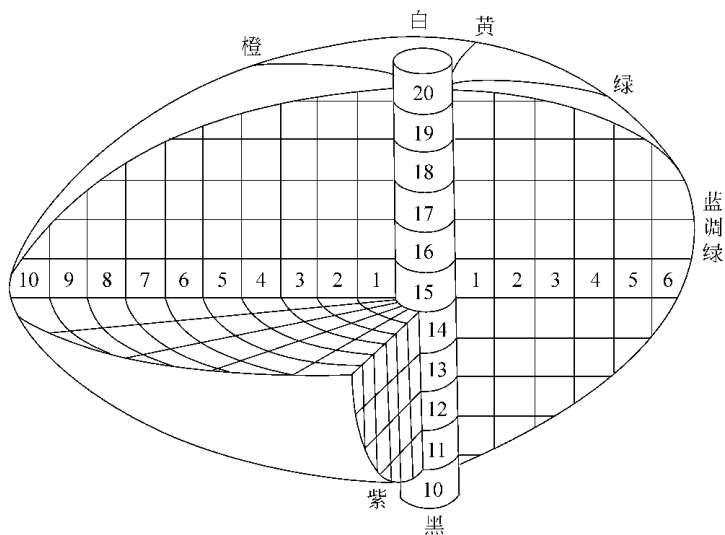


图 圆瑶日本色研所的色立体

## 圆瑶色彩的对比与调和

工业产品一般不会只有一种色彩,往往是两种或两种以上的色彩配置在一起。当两种以上色彩并置在一起时,就必然产生色彩的对比与调和问题。差异性大的表现为对比,差异性小的则表现为调和。对比与调和是色彩设计最基本的配色方法,是获得色彩既变化丰富又有统一的重要手段。

### 圆瑶色彩对比

色彩对比有同时对比和连续对比两大类。

#### 员) 同时对比

两种色彩并置时,所产生的对比现象称为同时对比。同时对比有色相对比、明度对比、纯度对比、冷暖对比和面积对比等等。

不同程度的对比,给人的视觉效果也各异。如:

圆瑶最强对比:生硬、粗犷

强对比:生动、热烈

弱对比:柔和、平静、安定

最弱对比:朦胧、暧昧、单调

#### (员) 色相对比

由于色相的差异而形成的色彩对比称为色相对比。例如将两张相同色调的橙色纸,一张放在红色纸上,另一张放在黄色纸上,此时,在红色纸上的橙色看起来会稍微带黄色,而放在黄色纸上的橙色则稍微带有红色,这种现象即为色相对比。色相对比的强弱取决于两色相在色相环上的位置,如图圆瑶所示。

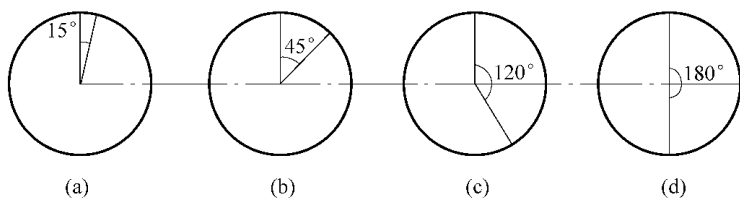


图 2-1 圆环色相相对比强弱取决于两色相在色相环上的位置

(a) 最弱 ; (b) 弱 ; (c) 强 ; (d) 最强

① 色相相距在  $15^\circ$  以内的对比又称为同类对比,是最弱色相对比,实际上是同色相中不同纯度和明度的对比,其色相感比较单纯、柔和、典雅,色调容易调和统一,但容易产生单调、平淡之感。

② 色相相距在  $45^\circ$  左右的色相对比又称为邻近色对比,是弱对比,其色感比同类色相对比要明快、活泼,可弥补同类色相对比的不足,又能获得和谐、雅致、柔和、耐看的效果。

③ 色相相距在  $120^\circ$  左右的色相对比是强对比。具有刺激性强,易使人兴奋激动、疲劳的特点,因而在工业产品上只宜小面积使用。

④ 色相相距  $180^\circ$  左右的色相对比又称为互补色对比,是最强对比。

#### (圆) 明度对比

由于色彩的明暗差异而形成的对比称为明度对比,它具有使明调色更明亮、暗调色更暗的效果。例如将两张同明度的灰色纸分别放置在白纸和黑纸上时,会感到白底纸上的灰色较暗,而放在黑底纸上的灰色较明亮。同样道理,白色与黑色放在一起时,白色会与其他色彩并置在一起时显得更白,这就是明度对比的效果,也说明同一色彩因底色不同会产生明度变化。在绘制效果图时,如能恰当地运用色彩的明暗对比,则能使画面取得明快、突出重点、有深远感的视觉效果。

工业产品多采用明度对比适中或稍强的对比,强对比只用在特殊需要的部位,如仪表上的指针、刻度、字符和面板上的显示及文字等。

#### (猿) 纯度对比

色彩因纯度差异而形成的对比称为纯度对比。纯度对比会使原来的纯度发生变化,纯度高的显得更纯、更鲜艳,纯度低的显得更弱、更柔和或更灰。纯度差异的程度决定纯度对比的强弱。纯度差异大的为强对比,给人以刺激、兴奋、生动、活跃、鲜艳的感觉,若对比太强则有生硬、眩目、刺激强、易疲劳的感觉;纯度差异小的为弱对比,给人以柔和、含蓄的感觉。

降低纯度的方法有以下四种:

- ① 加入白色:纯度降低,明度提高。
- ② 加入黑色:纯度降低,明度降低。
- ③ 加入灰色(或同时加入白和黑):纯度降低。
- ④ 加入互补色:纯度降低,如红色加入绿色,可得到灰暗的红色。

工业产品多用低纯度的色彩,纯度对比较弱。强对比只用于需要引人注目的局部和

装饰部分。

#### (源) 冷暖对比

色彩因冷暖差别而形成的对比称为冷暖对比。色彩本身并无冷暖的属性,人们由于生活经验和联想,在心理上对某些色彩有冷的感觉而对另一些色彩又有暖的感觉。如进入红橙色的房间,会感到温暖,而进入浅蓝色的房间,则有一股寒意。这是因为红橙色刺激血液循环加快。

根据心理作用可以把色彩分为暖色和冷色两类。在颜色相环中(见图 1-1-1)以最亮的黄色和最暗的紫色为中心线,一边是红、橙、黄橙等暖色,另一边则是蓝绿、绿蓝、蓝等冷色,最暖的是橙色,最冷的则是蓝色,在冷暖之间的蓝紫、紫、红蓝与黄、黄绿、绿等色为中性色。这种区分是相对的。

同一色相由于明度和纯度的不同,也有冷暖感。不论是冷色或暖色,只要加入白色,明度提高,色彩就变冷;反之加入黑色,明度降低,就会增加暖和感。如暖色的红加入白色变成粉红色后,会有凉的感觉;而冷色的蓝加入黑色后,变成暗色,就有较暖的感觉。

在工业产品的色彩设计中多用冷暖差别较小的弱对比和用中性色。

#### (缘) 色彩的面积对比

因色彩面积大小的差异而形成的对比称为面积对比。

物体表面色彩面积大,则光量和色量也大,反之则光量和色量小。若色彩的明度、纯度不变,其对比关系将随着它们之间的面积变化而变化。色彩面积大小,对人的视觉效果是不同的。如面积相同的红、绿色并置在一起时,给人的视觉是均衡的、稳定的。若在大面积的绿色背景上配置小面积的红色,则产生强烈的刺激性,如俗话说“万绿丛中一点红”,能起到引人注目、突出重点的作用。

在工业产品色彩设计中,色彩的面积应有主次之分,以一色为主时,其面积应占主导,另一色的面积次之,这样主次分明,方能获得较好的视觉效果。

#### (圆) 连续对比

人们观察某一种色彩后,接着再观察第 2 种色彩时,后看到的色彩将会受到前者的影响,其色调在视觉上也会产生变化,这种现象称为“连续对比”。

例如,将一张彩色纸放在白纸上,注视片刻后,把彩纸移开,就会发现在原来放彩纸的地方,好像有一个与原来彩纸形状相同而色相不同的虚影。这就是连续对比所产生的现象。因长时间注视某一种色彩,使视神经受刺激产生疲劳,为了消除疲劳,眼睛会自动产生所视色彩的互补色,以达到视觉平衡。

这种现象在日常生活中也常碰到,如先看红色,再看绿色,就会感到绿色中有少量红色。

#### (圆) 色彩的调和

色彩调和是指具有某种秩序的色彩组合。

色彩调和的目的是解决诸多色彩之间的内在联系,调和是为了和谐和统一。调和与对比是事物的两个方面,有对比才谈得上调和,它们往往同时存在,但在产品的色彩设计中调和应是主要的,有了调和才能体现统一。

色彩的组合方式有两种：在统一中求变化，称为类似调和；在变化中求统一，称为对比调和。

#### (员) 类似调和

类似调和的实质是指色彩对比时，使色彩的三要素中有一个或两个要素相同或类似，以达到和谐、统一、调和的目的。

类似调和有明度调和、纯度调和、色相调和及混入同一色的调和。

在上述调和方法中，色彩两要素相同的调和比一个要素相同的调和显得更和谐，调和感更强，如红与绿，色相不同，若改变其明度和纯度使其变成浅粉红、淡绿，即可取得良好的调和效果。

#### (圆) 对比调和

对比调和以变化为主，它是通过色彩三要素的差异来实现的。为了使色彩对比不过于强烈，必须在变化中求统一。如色相呈对比，就得在明度和纯度中求统一；反之，若纯度和明度呈对比，就应利用相同或类似的色相来求得统一和变化的均衡效果。

对比强烈时的调和方法：

① 两对比色相互按一定比例加入对方，以缩小两色的差别，达到调和。

② 同时加入白色或黑色，改变明度，降低纯度，削弱对比，增强同一性，达到调和效果。

③ 同时加入灰色，降低明度和纯度，减小对比，使之调和。

④ 两对比色同时加入另一色相，改变色相，增强共同因素，达到调和。

另外在对比强烈的色彩之间加入若干渐变的层次，或把白、灰、黑及光泽色（金、银等）置于两对比色之间，起过渡作用，都能起到调和的效果。

色彩的对比与调和是矛盾的两个方面，调和过分，则缺乏变化，会感到单调、贫乏；对比过分，则缺乏统一，会感到零乱、不协调。因而，恰当地运用色彩的对比与调和关系，对于在色彩设计中取得色彩美的艺术效果，是极其重要的。

## 圆源 色彩的感性与应用

不同的色彩，对人的生理和心理会产生不同的作用，这种作用是因人们长期的生活经验积累和对大自然周围环境等的联想，随着年龄、性别、文化程度、民族习惯及个人爱好的差异而形成的。但共同的社会条件和生活环境，也使色彩具有一般性的共同感情，当我们设计用色时，应根据一般人对色彩的感性效果去选择色彩。

### 员 暖色彩的感性

#### (员) 色彩的冷暖感

色彩冷暖感的产生，主要是由于人们在观察各种色彩时，引起对客观事物和生活经验的联想。如看到红、橙、黄等色，会使人联想到红太阳、炉火，使人感到温暖，从而与暖热的概念联系起来，因此称这些色为暖色。当看到蓝色或蓝绿色，就联想到大海洋、冰雪，就与清冷的概念相联系，因而称蓝、蓝绿色为冷色。

不仅有彩色会给人冷暖的感觉,就是无彩色也会给人不同的感觉,像白色及明亮的灰色也给人以寒冷的感受;而暗灰及黑色则比前者给人以较温暖的感受。

可见冷暖感的概念是相对的,如紫色比红色冷,而与蓝色相比,则紫色又较暖。

色彩冷暖比较次序如表 图 6-1-1 所示。

表 图 6-1-1 色摇相色彩冷暖比较

色摇相	暖→冷
红	朱红、大红、深红、玫瑰红
黄	深黄、中黄、淡黄、柠檬黄
绿	草绿、淡绿、深绿、粉绿、翠绿
蓝	群青、钴蓝、湖蓝、普蓝

摇相了解了色彩的冷暖感,在产品色彩设计时,就应根据产品的功能和使用环境等条件,选择冷暖不同的色彩。如在热带或高温条件下工作的环境宜选用冷色,而在寒带或低温条件下工作的环境宜选用暖色,以适应和平衡人们的心理特点。

#### (圆)色彩的轻重感

明度不同的色彩对人们的心理会产生不同的轻重感。色彩的轻重感与明度和纯度有关,一般明度高,感觉轻;明度低,感觉重。纯度高显暖色有重感,纯度低显冷色有轻感。

在产品的色彩设计中,对于要求增强稳定感的,则应上轻下重,这时产品下部应涂以重感色(一般为深暗色)。对于要求体现轻巧的产品,则应选明调的色彩或在下部适当位置配置淡色或明度较高的色调。

图 图 6-1-2 所示的豪华客轮体积较大,但航行在大海中就像沧海中的一叶,为了醒目安全,在色彩方面把客轮整体的色彩设计为白色,因为白色属膨胀色,有增大船体的视觉效果且明度高,使船体的重量视觉上有所减轻又易于与墨蓝色的海水区分,对安全也有利。为了使客轮的视觉航行稳定性好,在船体的后部加了三条黑色彩带,与前边的三排客口相呼应。



图 图 6-1-2 豪华客轮

图 2-2-1 所示的协和客机是英法联合研制的世界上最大的超音速客机,机身纤细秀长,狭长的三角翼像天鹅羽翼,令人赏心悦目,有着“世界航空史上最漂亮的飞机”之美誉,其色彩采用了纯白色的设计,使整架飞机以轻巧灵活的姿态翱翔于蓝天白云之中。



图 2-2-1 协和客机

### (猿) 色彩的远近感

在同一画面上或同一产品上,不同的色彩会使人们感到有的色在前,有的色在后,即有的有近感,有的有远感。一般暖色、明度高的有近感;而冷色、明度低的有远感。色彩的远近感与画面的底色和产品的主色调有关。在深底色上远近感决定于色彩的明度和冷暖;在浅底色上的远近感决定于色彩的明度;在灰底色上则取决于色彩的纯度。

色彩的远近次序举例如表 2-2-1 所示。

表 2-2-1 色彩的远近次序

背景色	近→远
黑色	白、黄、橙、浅绿、红、蓝、紫
白色	黑、紫、红、浅绿、橙、黄
蓝色	黄、橙、红、绿、黑
灰色	黄、橙、蓝、绿、黑、红

高明度的暖色如橙、黄、白称为近感色,明度低的冷色及一些中性色如蓝、黑、紫、绿为远感色。

在产品设计中,往往利用色彩的近感色来强调重点部位,以引人注目。对次要部分则用远感色,使其隐退。

### (源) 色彩的胀缩感

在同一画面上或产品上的色彩对比中,有些色彩的轮廓使人有膨胀或缩小之感。一般是明度高和暖色系的色彩有膨胀感,明度低和冷色系的色彩有收缩感。这是由于明亮的部分在人的视网膜上所形成的图像,总有一光圈包围着,使轮廓产生了扩张,致使观察者有放大之感,这种现象称光渗现象。例如同一个人,穿白色或浅色的衣服,其视觉效果有更丰满之感,而改穿黑色或深暗色的衣服就显得更苗条一些。

由于色彩的胀缩感,在色彩配色时,必须考虑选取适当的尺度关系,以取得面积或体量的等同感。

图 1-1-10 所示的 F-117 隐身手枪战略轰炸机,载弹量 10000 磅,机身平滑修长、深色色彩神秘,有收缩性,隐形性能好,敌方不易发现,雷达屏幕上的反射截面小,仅为 F-4 轰炸机的 1/10。



图 1-1-10 F-117 隐身手枪战略轰炸机

### (缘) 色彩的软硬感

色彩的软硬感主要与色彩的明度和纯度有关。明亮的色彩感觉软,深暗的色彩感觉硬,高纯度和低纯度的色彩有硬感,而中等纯度的色彩则显得较柔软。

在无彩色中,黑色和白色给人感觉较硬,而灰色则较柔软;在有彩色中,暖色较柔软,冷色较硬,中性的绿色和紫色则柔软,在产品设计时常常根据功能要求利用色彩的软硬感来体现产品的个性。

### (远) 色彩的兴奋与安静感

色彩的兴奋与安静感主要取决于色相和纯度。暖色的红、橙、黄有兴奋感,而冷色的灰性色有安静感。但纯度降低,兴奋感与安静感也随之减弱。

兴奋的色彩使人精力充沛,情绪饱满;而平静色则使人精神集中,冷静沉着。

### 圆暖色彩的联想与象征

所谓色彩的联想是指人们观察色彩时,往往想到与该色彩相联系的某些事物,致使该色彩成为该事物的象征,由于这种感觉而引起的一种心理现象。色彩的联想与象征是由大自然的客观现实,过去的经验、记忆和知识所引起的。由于人的年龄、性格、性别、经历、民族习惯等不同而不同,但也有共同之处。

色彩的联想可分为具体的与抽象的。大多数人在幼年时,容易联想到身边的动、植物或大自然的景象,对成年人,由于进入社会,有一定的生活经验和知识,则抽象的联想较多,见表 1-1-11。

表 1-1-11 圆暖色彩的联想与象征

色相	具体的联想与象征	抽象的联想与象征
红	火、血、太阳、苹果、红旗	热情、温暖、兴奋紧张、革命、危险
橙	柿子、橘子、南瓜	兴奋、快乐、温和、辉煌、成熟
黄	香蕉、黄金、黄花、向日葵、柠檬	光明、希望、活泼、明快、高贵
绿	青草、树叶、竹子	春天、和平、安全、理想、希望
蓝	海洋、蓝天、湖、水	沉静、理智、开朗、清凉
紫	葡萄、茄子、紫菜	高雅、神秘、消极、忧郁
白	白雪、白兔、白纸、白云	纯洁、神圣、纯真、柔弱
灰	灰老鼠、水泥、阴天、灰砂	消极、失望、沉默、忧郁、死亡
黑	夜晚、煤炭、墨、头发	刚健、严肃、悲哀、恐怖、不吉利

摇摇上述色彩的象征,在工业、军事、交通、卫生等部门广泛应用。如机床、仪表上的指示灯及交通信号灯,以红色表示“禁止”,因它的光波长,传播最远,对人的视觉和心理刺激也最强烈。黄色表示“注意”、“小心”。橙色既醒目又有较强刺激,常用于预告危险,作为“警戒色”。绿色表示“运行正常”、“安全”,因绿色对人的视觉刺激最小,给人以舒适的感觉。

### 猿援各国喜爱与禁忌的色彩

由于世界各国的文化教育、风俗习惯、宗教信仰等因素不同,某种色彩在某一国家或地区是受欢迎的,象征吉祥,而在另一个国家是消极的,禁忌的。因此,在产品色彩设计中,必须了解各国人民对色彩的好恶。下面介绍部分国家和地区的人民对色彩的喜爱和禁忌。见表 猿原

表 猿原 部分国家与地区对颜色的喜爱与禁忌

洲别	国家与地区	喜摇摇爱	禁摇摇忌
亚洲	印度	绿、橙、红、黄、蓝、鲜艳色	黑、白、淡色
	日本	柔和色调、金、银、白、紫、金银相间、红白相间的色	黑、深灰、黑白相间
	港澳地区	红、绿、黄、鲜艳色	黑、灰
	韩国	红、绿、黄、鲜艳色	黑、灰
	新加坡	红、红白相间、红金相间	黄、黑
	缅甸	红、黄、鲜明色	
	巴基斯坦	绿、银、金、橙、鲜艳色	黑
	印度尼西亚	红、绿、黄	
	泰国	鲜艳色	黑
	马来西亚	红、橙、金、鲜艳色	黑
	菲律宾	红、黄、白、鲜明色	
	阿富汗	红、绿	
	斯里兰卡	红、绿	
	叙利亚	青蓝、绿、白、红	黄
	土耳其	绿、红、白、鲜艳色	
	伊朗	摇摇	
沙特阿拉伯	摇摇		
伊拉克	摇摇		
科威特	摇摇	} 绿、深蓝与红相间、白	粉红、紫、黄
巴林	摇摇		
也门	摇摇		
阿曼	摇摇		
非洲	埃及	绿、红、青绿、浅蓝、明显色	深蓝、紫
	摩洛哥	红、绿、黑、鲜艳色	白
	突尼斯	信仰伊斯兰的喜绿、白、红;犹太人喜白色	
	多哥	白、绿、紫	红、黄、黑
	乍得	白、粉红、黄	黑、红
	尼日利亚		红、黑
	加纳	明亮色	黑
博茨瓦纳	浅蓝、黑、白、绿		

续表

洲摇别	国家与地区	喜摇摇爱	禁摇忌
非洲	贝 宁		红、黑
	埃塞俄比亚	鲜艳明亮色	黑
	象牙海岸		暗淡色、黑白相间色
	塞 拉 里 昂	红	黑
	利 比 里 亚	鲜艳色	黑
	利 比 亚	绿	
	马达加斯加	鲜明色	黑
	毛里塔尼亚	绿、黄、浅淡色	
	南 非	红、白、蓝	
	东 非	白、粉红、水色、天蓝	
西 非	红、绿蓝、藏蓝、黑		
欧洲	罗 马 尼 亚	白、红、绿、黄	黑
	意 大 利	浓红、绿、茶、蓝、黑、鲜艳色	紫
	德 国	鲜艳色、金黑相间的颜色	茶、红、深蓝
	斯 洛 伐 克	红、白、蓝	黑
	瑞 典	黑、绿、黄	蓝
	奥 地 利	绿	
	希 腊	黄、绿、蓝	黑
	丹 麦	红、白、蓝	
	爱 尔 兰	绿	
	瑞 士	红、黄、蓝、红白相间、浓淡相间	黑
	挪 威	红、蓝、绿、鲜明色	
	保 加 利 亚	绿(较沉着的)	鲜明绿、鲜明色
	西 班 牙	黑	
	荷 兰	橙、蓝	
北 欧	白、红、绿、蓝、鲜艳色		
法 国	灰、女孩爱粉红色、男孩爱蓝色	墨绿	
比 利 时	灰、女孩爱粉红色、男孩爱蓝色	墨绿	
英 国	蓝、金黄	红	
北美洲	美 国	(无特殊喜爱)	(无特别禁忌)
	加 拿 大	素静色	
拉丁美洲	巴 西		紫、黄、暗茶色
	墨 西 哥	红、白、绿	
	古 巴	鲜明色	
	阿 根 廷	黄、绿、红	黑、紫黑相间
	哥 伦 比 亚	明亮的红、蓝、黄	
	圭 亚 那	明亮色	
	尼 加 拉 瓜		蓝、白蓝平行条状色
	秘 鲁	红、紫红、黄	
	委 内 瑞 拉	黄	红、绿、茶、白黑
厄 瓜 多 尔	高原地区喜暗色、沿海喜白色、农民喜鲜明色		
巴 拉 圭	明朗色		

## 工业产品的色彩设计

工业产品的色彩设计与绘画等艺术作品的要求不同,前者要受到产品功能要求、材料、加工工艺等因素的制约。因而,对产品的色彩设计应是美观、大方、协调、柔和,既符合产品的功能要求、人机要求,又满足人们的审美要求。

### 工业产品配色的基本原则

#### 1) 总体色调的选择

色调是指色彩配置的总倾向、总效果。任何产品的配色均应有主调色和辅助色,只有这样,才能使产品的色彩既有统一又有变化,色彩愈少要求装饰性愈强,色调愈统一,反之则杂乱,难于统一。工业产品的主色调以蓝~白色为佳,当主色调确定后,其他的辅助色应与主色调协调,使形成一个统一的整体色调。

色调的种类很多,不同的色调,对人的生理和心理产生不同的作用。如:

明亮调:明快、亲切

暗调:庄重、朴素、压抑

暖调:温暖、热情、亲切

冷调:清凉、沉静

红调:兴奋、热情、刺激

黄调:明快、温暖、柔和

橙调:兴奋、温暖、烦躁

蓝调:寒冷、清静、深远

紫调:华丽、娇艳、忧郁

因此,色调的选择应满足下列要求:

#### (1) 满足产品功能的要求

每一产品都具有其自身的功能特点,在选择产品色调时,应首先考虑满足产品功能的要求,使色调与功能统一,以利产品功能的发挥。如军用车辆采用草绿色或迷彩色,医疗器械采用乳白色或浅灰色,制冷设备采用冷色,消防车采用红色,机器人采用“警戒色”(见彩插图 1-1-1),这些色调都是根据产品功能的要求而选择的。

#### (2) 满足人机协调的要求

产品色调的选择应使人们使用时感到亲切、舒适、安全、愉快和美的享受,满足人们的精神要求,从而提高工效。例如机械设备与人较贴近,色调应是对人无刺激的明度较高、纯度较低的色彩,才有利于操作者精神集中,有安全感,不易失误,提高效率。因此选择的色调应有利于人机协调的要求。

#### (3) 适应时代对色彩的要求

不同的时代,人们的审美标准不同,例如 20 世纪 50 年代,色彩倾向暗、冷单一的色,而 80 年代逐渐由暗向明,由冷向暖。由单一到两套色或多色方向发展,而目前工业产品的色彩则向偏暖、偏明、偏低纯度的方向发展。多用浅黄、浅蓝、浅绿色,使产品具有更加

旺盛的生命力。为此,必须预测人们在不同的时代对某种色彩的偏爱和倾向,使产品的色彩满足人们对色彩爱好的变化,赶上时代的要求,使产品受到人们的欢迎。

(源)符合人们对色彩的好恶

前面已谈过不同国家和地区对色彩有不同的爱好,因此在进行产品设计时应了解使用对象对色彩的好恶,使产品的色调符合当地人们的喜爱,这样产品在商品市场上才有竞争力。

(圆)重点部位的配色

当主色调确定后,为了强调某一重要部分或克服色彩平铺直叙、单调,可将某个色进行重点配置,以获得生动活泼、画龙点睛的艺术效果。工业产品的重点配色,常用于重要的开关,引人注目的运动部件和商标、厂标等。

重点配色的原则:

- ① 选用比其他色调更强烈的色彩;
- ② 选用与主调色相对比的调和色;
- ③ 应用在较小的面积上;
- ④ 应考虑整体色彩的视觉平衡效果。

(猿)配色的易辨度(又称视认度)

易辨度是指背景色(即底色)与图形色或产品色与环境色相配置时,对图形或产品的辨认程度。易辨度的高低取决于两者之间的明度对比。明度差异大,容易分辨,易辨度高,反之则易辨度低。

经科学测量,同一色彩与不同色彩配置时,其易辨度是不同的。如表 圆缘和表 圆苑所示。

表 圆缘 清晰的配色

顺摇序	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	苑
背景色	黑	黄	黑	紫	紫	蓝	绿	白	黑	黄
图形色	黄	黑	白	黄	白	白	白	黑	绿	蓝

表 圆苑 模糊的配色

顺摇序	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	苑
背景色	黄	白	红	红	黑	紫	灰	红	绿	黑
图形色	白	黄	绿	蓝	紫	黑	绿	紫	红	蓝

摇摇对仪器、仪表、操纵台等的色彩设计,易辨度的优劣,将对安全而准确的操作、提高工作效率以及精神上的享受都有很大影响。

(源)配色与光源的关系

不同的光源所呈现的色光也不同。如:

- ① 太阳光:呈白色光;
- ② 白炽灯:呈黄色光;
- ③ 荧光灯:呈蓝色光。

产品有其本身的固有色,但被不同的光源照射时,所呈现的色彩效果各不相同,因此在配色时,应考虑不同的光源对配色的影响(见表 圆苑)。

表 圆苑 不同光源对配色的影响

配 色 色	对 配 色 的 影 响			
	冷光荧光灯	狭带白光荧光灯	柔白光荧光灯	白炽灯
暖 色 ( 红、橙 黄 )	能使暖色冲淡或使之带灰色	能使暖色暗淡,对浅淡的色彩及淡黄色会使之稍带黄绿色	能使鲜艳的色彩(暖色或冷色)更为有力	加重所有暖色使之更鲜明
冷 色 ( 蓝、绿 和黄绿 )	能使冷色中的黄色及绿色成分加重	能使冷色带灰色,并使冷色中的绿色成分加强	能使浅色彩和浅蓝、浅绿等冲淡,使蓝色及紫色罩上一层粉红色	使一切淡色冷色暗淡及带灰色

摇摇由表 圆苑可见,只有当色光与所配置の色相吻合时,才能使所配の色泽更鲜明,否则将发生配色的失真。故在色彩设计时,应考虑光源色对产品固有色的影响,以达到配色的预想效果。

#### 缘) 配色与材料、工艺、表面肌理的关系

相同色彩的材料,采用不同的加工工艺(抛光、喷砂、电化处理等)所产生的质感效果是不同的。如电视机、录音机等の机壳虽色彩一样都是工程塑料(粤子杂),但由于表面肌理有的是表面有颗粒的,有的是条状的或表面平整有光泽の等等,它们所获得的色质效果是不同的。又如机械设备,根据功能和工艺的要求,对某些部件可采用表现金属本身特有的光泽,既显示金属制品の个性和自然美,也丰富了色彩的变化。

因此,在产品配色时,只要恰当地处理配色与功能、材料、工艺、表面肌理等之间的关系,就能获得更加丰富多变的配色效果。

#### 圆缘 工业产品色彩设计的一般原则

##### 员) 仪器、仪表、控制台的色彩设计

仪器、仪表及控制台的色彩设计实际上就是对外壳和面板の色彩设计。

##### (员) 面板

面板是仪器、仪表的脸面,是与人经常接触的部分,面板色彩的优劣,不仅对功能的发挥,而且对外观造型都有很大的影响。

一般在面板上有很多元器件,如表头、指示器、显示器、旋钮、按键、文字、符号等等。操作者要经常注视面板,并进行操作。因此,选择色彩时,要求面板的色彩素雅无刺激,使人感到亲切、易辨度高。故面板的色彩宜采用与元器件有一定明度对比的柔和较暗的色调,一般多用单色调,只有当面板的面积较大,元器件较多时,才用二套色或用不同色块、线框来区分不同功能的元器件,如彩插图 圆愿所示。

##### (圆) 外壳(或机箱柜)

仪器、仪表一般结构小巧,精度较高,因此外壳的色彩应有利于体现功能、结构的特点。一般外壳的色彩宜采用明度较高、纯度较低的表面无光或亚光偏暖色或中性色调,给人以精巧轻盈、明快、亲切的感觉,如彩插图 圆缘及彩插图 圆愿所示。

对体量较大的仪器、仪表,如机箱柜,应采用二套色或在恰当的地方配置装饰带,使色彩丰富,生动有变化。此外,色调的选择还应考虑与主机的主色调或配套的其他设备相呼应,做到色彩设计的整体统一。如彩插图 1-1-10 所示的机箱柜的侧面采用与主机色调一致的浅蓝色,而正面则采用纯度较高而明度较低的蓝色调,使主机与机柜色调和谐又有变化。

#### (猿) 控制台的外壳

控制台的色彩设计应使操作者感到亲切、心情舒畅、操作准确、迅速方便。控制台一般体积较大,为了避免色彩单一,控制台外壳的色彩目前多采用较柔和淡雅无刺激的二套色或三套色,并常配置装饰带。彩插图 1-1-11 所示的色带不仅与下部色彩相呼应,起到了和谐统一的效果,而且也使人感到沉静、开阔、明快的视觉效果。

#### (圆) 机床类设备的色彩设计

机床产品种类繁多,大小不一,但机床设备一般都是固定安置,与人贴近,接触时间长。因此,色彩不宜对人有刺激,使人感到烦躁不安,而应有利于使操作者心情愉快、精神饱满、思想集中、安全操作。对中小型机械设备的色彩宜采用明度较高、纯度较低的中性色或偏暖的色彩,如淡雅的绿色、浅蓝色、奶白、淡黄色等,使人感到精密、亲切、心情舒畅、工作效率高。彩插图 1-1-12 所示是一台加工中心机床,其形体上大下小,又采用白色为主调,给人一种轻巧精致、典雅的感觉,也体现了该机床高、精、尖的特性。彩插图 1-1-13 所示的数控铣床,采用明度较高、纯度较低的浅蓝色为主调,而加工中心采用发黑处理,表现了金属的质感,与浅蓝色相配置色质柔和、自然大方,给人以清新的感觉。彩插图 1-1-14 所示是一台我国自行开发的数控车床,主机选用明度较高的浅黄色,辅助色采用白色和黑色,如保护罩及操纵面板等,使人感到柔和、简洁、明快、色彩新颖别致。另外把厂标等放置于机床的下部实现了视觉平衡的艺术效果。

对大型机械设备,为了增强坚固、可靠、稳重的视觉效果,色彩多采用明度较低、纯度较高的中性或偏暖的色调,一般采用上明下暗、上轻下重或中间配置与主调色明度对比较大的色彩,使人感到庄重、稳定、安全、色彩生动和谐。彩插图 1-1-15 所示为四柱液压机,体积较大,主调色用较含蓄的果绿色,可移动的工作部件涂以鲜红和乳黄色,这不仅引起操作中的警觉,也由于运用了色的分割,减弱了形体的笨重感,又突出了液压机主体的功能,达到了稳定又不单调的视觉效果。

彩插图 1-1-16 所示是一较大型的立式铣床,主机采用明度较低的砂色,工作台利用金属自身的特有色泽,显示了金属的个性和自然美,使色彩柔中有刚,体现了机床的刚性和强度,符合机床的功能要求。另外,铣床的装卡部位采用明度较高的柠檬黄色带,起到了引人注意的视觉效果。

此外,对一些重要的操作部位和有危险的外露件等,为了安全,应采用“警戒色”。如彩插图 1-1-17 中的主机采用明度较低的蓝灰色调,而运动部位、工作台采用“警戒色”——橙色,面板上的一些重要开关、按键也采用鲜艳的红、黄色和明度对比较大的浅蓝色等,起到引人注目的作用。

彩插图 1-1-18 所示的脚踏开关也是采用“警戒色”。

对其他辅助设备如电器柜、控制台等的色调设计,应与主体部分的色调相和谐,以取

得色彩整体统一的效果,如彩插图 悦 悦 所示。

### 猿) 运输工具的色彩设计

#### (员) 汽车

汽车的速度较快,为了行人安全,引人注目,减少车祸,并给乘客以安全、平稳、亲切的感觉,其色彩宜选用明度较高的暖色或中性色。

如彩插图 悦 悦 所示大型客车,因体积大,采用单一的色显得单调乏味,因此常用色带进行装饰,一方面可使色彩丰富多变,另一方面也增加了稳定安全的视觉效果。

小轿车的色彩一般多采用单色和应用明线或暗线进行装饰。如彩插图 悦 悦 所示的小汽车采用暗线(即凹线),由于光影效果,使单一的色彩有明暗的变化,使人感到色彩柔和大方。

#### (圆) 工程机械与拖拉机

这一类设备行驶速度较慢,工作场地又较杂乱,安全因素尤为重要。色彩设计时应考虑选用鲜艳类色彩,一般多用橘黄、橘红、朱红、棕黄等色彩,有时也用近感色如米黄色。

彩插图 悦 悦 所示是一辆液压汽车起重机,其色调选用黄色调,下部车身用明度较低的橘黄色,而上部升降部位则采用明度较高的黄色,使人感到上轻下重,有安全感。在吊钩部位则采用黄黑相间的警戒标志,引起作业区附近人们的注意,防止行人靠近工作场所。

彩插图 悦 悦 所示是拖拉机上的柴油机,其外露的部位为了与拖拉机的色调一致,也采用了鲜艳的红色,并做了色的分割,避免了拖拉机的色彩单一。

#### (猿) 飞机

根据飞机的功能和安全要求考虑,多采用银灰色或银白色,并配置纯度较高的装饰带,使人感到既平稳又轻巧,犹如银燕一样在空中飞翔。同时,这种银灰色能减少太阳辐射能和紫外线照射的影响,有利于飞机在空中安全飞行,如彩插图 悦 悦 所示。

#### (源) 船舶

为了使运行的船舶在一望无边的海洋中能清楚地看见对方,一般采用明度较高的中性色或偏冷色,使之与江河湖海的自然景色协调,现在也有的用二套色和配置色带的处理方法,如上浅下暗或中间配置色带。

## 圆 摇摇色 彩 润 饰

### 员 摇摇色彩润饰

摇摇色彩润饰可用水粉、水彩、色粉、油画等,因水粉色彩鲜明,有一定的覆盖能力,比其他方法更富于表现造型物的色质效果,因此应用广泛。现就水粉润饰方法的要点作以下叙述。

① 由于水粉颜料具有不透明性,因此它的覆盖能力强,但要覆盖前一色时,一定要等前色干透后,再用较稠的颜色将其覆盖。

② 同一水粉颜料干湿不同时,颜色变化较大,湿时颜色较深,干时颜色较浅,因此,初学者最好先试画色样,待干透后,认为符合要求,再正式画到图纸上。

③ 水粉颜料调配时,宜一次调配出足够量的颜料,宁剩勿缺,因前后调配出来的颜色很难完全一致。

④ 在效果图中当要求平直图线时,可将颜料灌入鸭嘴笔中,然后靠尺画出。

⑤ 水粉颜料调配时,水分要适量。如水分太多,纸易泡涨,出现凹陷或凸起,干后色不均;水分太少,笔涂不动,故水量以笔能涂得动为宜。

⑥ 几种颜料相配时,一定要调匀后再上色,运笔时要按一定方向,才能使着色均匀。

⑦ 笔头要清洁,尤其由一色换另一色时,必须将笔头彻底洗净,尤其是毛笔的根部。

### 圆效果图着色时应注意的问题

一幅成功的效果图应使所表达的产品真实反映它的色、质感效果。色彩要清新、醒目、突出重点。为此,在效果图着色时,必须处理好产品的色调、虚实关系及背景色等之间的关系。

① 必须处理好产品的色调。色调处理适宜,能给人协调舒适的感觉,能使画面生动明快,否则易出现杂乱、灰暗、浑浊的感觉。产品的色彩因光射的情况不同和受环境色的影响,产品的固有色将起很大变化。因此,在选择色调时,必须仔细观察分析,处理好产品的固有色、环境色和光源色之间的关系,要掌握产品在不同光照和环境中所形成的色调,这样才能反映产品真实的色质特征。

② 在着色时,对画面上的各个部分,不能平均对待,应分清主次,对重点部分要仔细刻画,予以突出,这样才能使画面有重点,有虚实感,才能吸引人们对重点部分和产品的注目。

③ 效果图中背景色的处理,对突出主题、丰富画面起着很重要的作用。背景色的选择以衬托产品为原则,一般要与产品的色调有较明显的对比,如采用明度对比、纯度对比等。

### 圆绘几种常用色调的调配

初学者在使用色彩时,常常不知如何调配所需色彩,特介绍几种常用色彩的调配供参考:

驼色:红 源 缘 垣黑 远 缘 垣赭石 员 缘 垣白 愿 缘

棕黄:土黄 员 缘 垣炎黄 圆 缘 垣赭石 苑 缘 垣少量黑

乳黄:土黄 员 缘 垣炎黄 愿 缘 垣白 愿 缘 垣赭石 圆 缘

土绿:土黄 员 缘 垣蓝 缘 缘 垣白 愿 缘

奶油色:白 愿 缘 垣土黄 圆 缘 或白 愿 缘 垣中黄 圆 缘

奶白色:白 愿 缘 垣柠檬黄 员 缘 垣少量红

咖啡色:赭石 愿 缘 垣黑 圆 缘

银灰色:白 愿 缘 垣深蓝(或群青) 员 缘 垣赭石 缘 缘 或白 愿 缘 垣深蓝 员 缘 垣黑 缘 缘

### 猿瑶造型设计的基本几何要素

工业产品的外观形态各式各样,千变万化。但如果仔细观察、分析和归纳它们的形体构成,会发现不管它们的形体多么复杂多变,却总有一个共同的规律,即都是由一些基本几何要素按一定方式组合而成的。因此,研究构成形体的基本几何要素和基本构成方式对造型设计有着实际的指导意义。

造型设计的基本几何要素是点、线、面、体。

#### 猿援点

##### (员) 点的含义

众所周知,几何上的点是只有位置而无大小的。但是在工业造型设计中所谓点的含义却并非如此。

工业产品造型设计中的点是指那些和整体相比起来相对细小的造型单元。

图猿猿所示的仪器面板上的指示灯、旋钮、开关以及文字、商标、符号等和仪器及面板整体相比而言都可以认为是点。因此,点有大小,也有形状,但这大小并无绝对标准,而只是相对而言。某些巨大设备或造型物,如大型机床、船舶、建筑等,其上的某些部件或



图猿猿 猿瑶汽车发动机分析仪

部分(如舷窗、操纵手轮、标志)的尺寸很大,但从整体来讲这些都可以认为是点。手表上的刻度、文字、标志也是点,它们的尺寸就很小。这两种情况下的点相差非常悬殊。

### (圆)点的视觉效果

点的形状可以各式各样,千变万化。但总的说来有直线、平面形和曲线、曲面形之分。前者如平面内的正方形点、三角形点、多角形点和空间的各种平面立体形点;后者如平面中的圆点、椭圆点和空间的球。点也可以由直线、平面形和曲线曲面形结合而成。

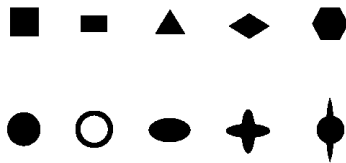


图 1-1-1 点的形状

图 1-1-1 列举了不同形状的点。

观察不同形状的点可以体会到不同形状的点给人以不同的视觉效果。

直线类点:给人以坚实、有力之感。

曲线类点:给人以饱满、充实、圆润之感。

点的视觉效果还因其数目、位置、排列方式的不同而不同。

当面上或空间只有一个点时,此点显得特别明显突出,它不断吸引着人们的视线而形成视觉中心,如图 1-1-2 所示。

当形状、大小相同的两个点在一起时,在视觉上两点之间有互相吸引和互相排斥的作用,导致人们的视线在两点之间不停地往复移动,形成两点之间似乎有线相连的视觉效果,如图 1-1-3 所示。

当两点形状相同大小不同时,大点首先引人注目,而后视线渐移而至小点,最后视觉中心仍在在大点上,如图 1-1-4 所示。

当少量形状相同、大小相等的奇数点排成一线时,人们的视线先是在这几个点上往复移动,最后停留在居中的点上,此点形成视觉中心,如图 1-1-5 所示。但点数不能过多,过多则无点的效果,一般不超过七个点。

多数相同的点分散排列时,由于视线分散,不易形成视觉中心,观察后给人对某种图形的视觉效果,如图 1-1-6 中的(藻)所示。

当形状相同、大小呈规律变化的点规则排列时给人以运动感和空间进深感,如图 1-1-7 (枣)(早)(澡)所示。

形状、大小不同的点有规律排列时有跳跃感和节奏感,如图 1-1-8 蚤和(躁)所示。

形状大小多变又无明显排列规律的点给人以杂乱无章又不协调之感,设计中应避免出现。

### 圆线

造型设计中的线是指平面立体的棱线、曲面体的轮廓线、面所积聚而成的线、平面图形的边界线、造型物上的分割线、装饰线以及那些长细比较大的造型物本身。

线的粗细无绝对标准,只要“长宽比”较大,视觉上就有线的感觉。一支铅笔可以看成线,一座高耸的烟囱也同样可以看成线。

点的运动轨迹形成线,小点的运动轨迹呈细线,大点的运动轨迹呈粗线。

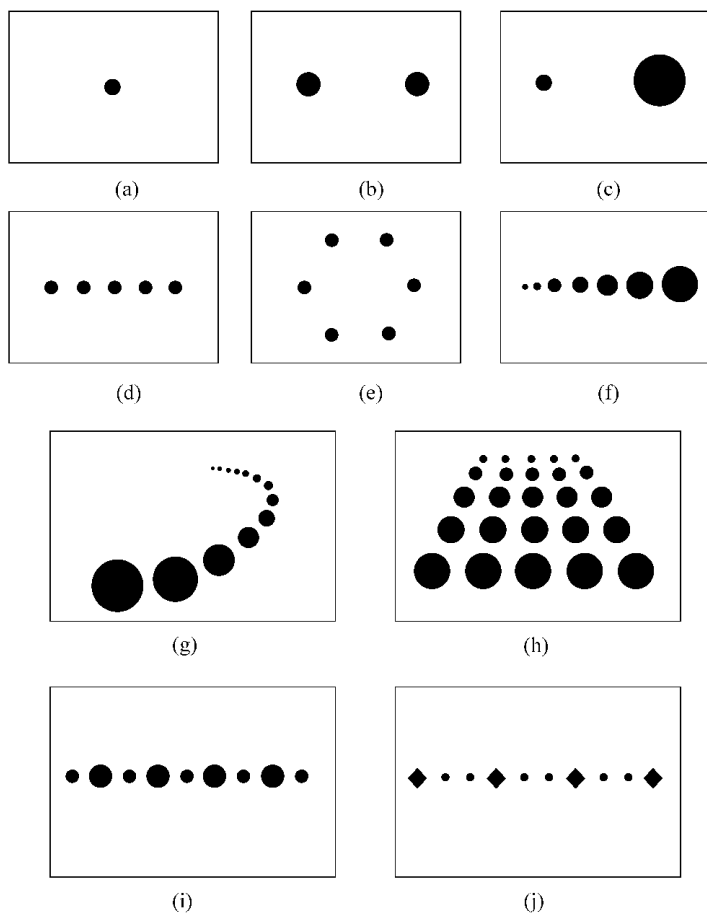


图 3-1-1 点的视觉效果

线是造型设计中的重要要素。无论是在体的造型过程中还是在装饰设计阶段都要重视线的设计。

#### 1) 线的宏观形状

线的宏观形状是指线在延伸方向的变化情况。线的延伸方向不变为直线,随时间不断变化呈曲线,间断突变则呈折线。

#### (1) 直线

在造型设计中,直线亦被称为硬线,它给人以刚劲有力、挺拔正直之感。

直线的方向不同,其本身所呈现的个性不同,视觉效果也不同。在造型设计中往往利用不同方向的直线来构造形体或装饰产品,以改变和改善产品的某些固有形态。

① 水平线。水平线有引导观察者视线作水平移动的作用。水平线可以代表一个水平面,使人感到好似在欣赏风平浪静的水面,显得平静、稳定、安全。另一方面,由于点作水平运动的轨迹形成了水平线,所以水平线又可以给人以水平运动的动感。这种动感同样使人感到是平衡、安全的运动。交通运输设备就是一种既要给人以运动感又要令人感到平稳、安全的造型物,所以在其上常作出水平分割线和装饰线。图 3-1-2 所示的冷藏车,

在车身两侧装饰有水平线,并延伸到车头前方,再变细变弯,汇于一点。水平线对高大的车厢作用有二:一是分割,二是在视觉上使又高又大的车厢在行驶中增加平稳安全之感。线延伸到车头部使车头与车厢加强联系,增强整体感。线头部变弯,相交成鸟翼状给人以轻巧感。

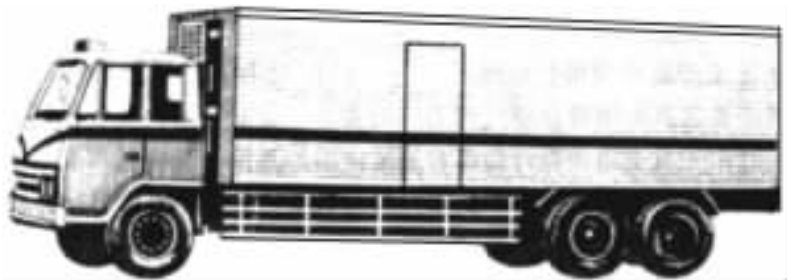


图 猿原 水平线的使用

② 竖直线。竖直线又称铅垂线,它有引导观察者视线,使之作上下竖直运动的作用。竖直线表示了力量和重力的平衡。视觉效果挺拔、刚劲、向上、稳定。在产品上用竖直线作装饰可增加挺拔之感。图 猿缘 所示的“太空王”电冰箱,在人工智能状态下和冰箱的适用温度范围内,能够随环境温度、湿度变化自动调节温度挡位,无需人为调节便能达到最佳制冷效果。冰箱的外观设计正面采用镜面光磨铝合金,高贵典雅,手把呈流线型,手感舒适,为了增强冰箱挺拔刚劲的视觉效果,在冰箱正面设计了铅垂的黑色彩带,也减少了冰箱的单调感觉。



图 猿缘 “太空王”电冰箱

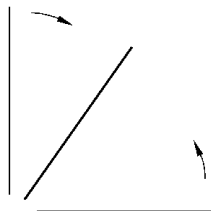


图 猿远 倾斜线的形成

③ 倾斜线。可以将倾斜线看成是水平线或竖直线运动而形成,如图 猿苑 斜线可以给人以处于运动中间位置之感,有动态不稳定感,不平衡感。在造型设计中使用倾斜线可以使产品形态显得活泼、醒目,打破由于竖直线和水平线过多而造成的方正,避免拘谨、呆板之感。如图 猿愿 所示电冰箱前面即将装饰标志倾斜放置。又如图 猿怨 所示单放机的观察窗作成倾斜位置,增加斜线以使造型活泼。

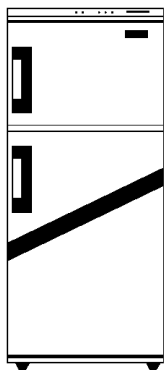


图 3-10 斜线的使用

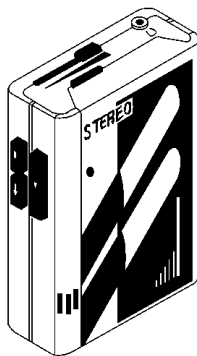


图 3-11 斜线的使用

因为斜线的视觉效果有动感,所以在一些交通运输设备上常装饰有斜线以增加运动感和速度感。倾斜线比水平线和竖直线更易引人注目,所以在提醒人们注意安全的场合常用黄黑或黑白、白红相间的粗斜线涂在造型物上。

### (圆) 曲线

曲线给人以光滑、流畅、圆润、丰满且富有弹性的感觉,它富于变化,如果巧妙地使用可以设计出丰富多样的形体。

很多现代工业产品在使用时要满足一定的数学、物理性能上的要求,如高速汽车、船舶和飞行器等都要求其外形符合空气动力学的要求以及对光照的反射效果等,这就使得曲面在造型设计中大量使用。设计曲面和制造曲面的基础在于构造和制造曲线。当代计算机辅助设计(精要案例资源库)和辅助制造技术(精要案例资源库)的发展使得曲线曲面造型设计和实现已不困难,因此,近年来曲线在造型设计中已被大量使用。

曲线在造型设计中被称为软线。

常用的曲线按其形成规律可分为解析函数曲线和自由曲线两种。

解析函数曲线指那些可以用较简单的解析函数式表达的曲线。平面曲线中的圆、椭圆、双曲线、抛物线、三角函数曲线、渐开线和空间曲线中的螺旋线等均属此类。

各种解析函数曲线的特性和变化规律随其函数关系不同而不同,但总的特点是变化规律性强,变化关系相对简单,易于构造和制造,数学和物理特点明显突出。此类曲线给人以科学性和现代化之感。解析函数曲线又称为规则曲线。

自由曲线又分为两种:一种是在造型设计时由艺术家或设计师按美学法则徒手自由绘制而成的,另一种是由计算机辅助设计构造而成的。前者曲线呈任意形,给人以优美、流畅、活泼和浪漫之感。它富有特殊的表现力,可以使观察者产生丰富的联想。此种自由曲线在使用上的局限性是不能满足数学、物理性能,故常用来为轻工业产品或日用品造型或用于作装饰曲线。后一种自由曲线是根据造型物的功能要求,按某些约束条件控制曲线上的若干型值点,用拟合或逼近方法构造而成的。它可以用分段参数多项式表达。在制造时常利用数控技术实现。此种自由曲线广泛地用于飞机、船舶、汽车的造型设计中。最常用的有三次样条曲线、贝塞尔(月样条)曲线和月样条曲

线等。

### ① 常用基本解析函数曲线的绘制

绘制曲线最好的方法是用计算机编程绘制,当不具备条件时也可以用手工绘制。下边介绍一些常用基本解析函数曲线的手工绘制方法。

**椭圆。**椭圆的精确画法如图 猿猿猿 所示。

第 员步:用长轴画大圆,用短轴画小圆。作辐射线与大圆交于皂点,与小圆交于灶点。自皂点引竖直线,从灶点引水平线,交于点孕,孕即为椭圆上的点(图 猿猿猿 葬)。

第 圆步:补充若干辐射线用同样方法作图,取得椭圆上的若干点(图 猿猿猿 遭)。

第 猿步:用曲线板将各点连接成椭圆(图 猿猿猿 糟)。

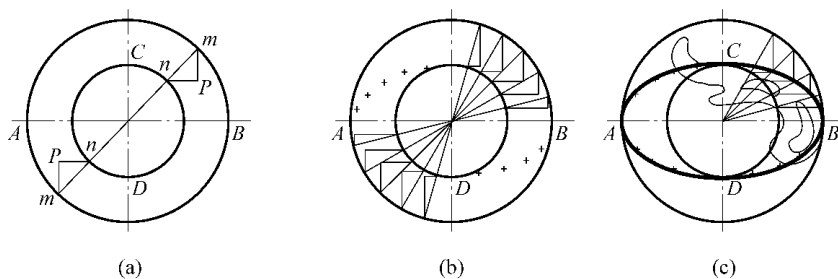


图 猿猿猿 椭圆的精确绘制

椭圆的近似画法如图 猿猿肆 所示。

第 员步:画出长轴 粤月 和短轴 悦阅,连 粤悦,以 粤为圆心, 粤悦为半径画弧 粤云;再以 悦为圆心, 悦云为半径画弧交 粤悦于 云点(图 猿猿肆 葬)。

第 圆步:作 粤云的垂直平分线,与 粤月 交于 运,与 悦阅 交于 允(图 猿猿肆 遭)。

第 猿步:取 粤云的中点 运,以 运为圆心, 运粤为半径画大弧,以 允为圆心, 允悦为半径画小弧,切点 栽位于圆的连心线上(图 猿猿肆 糟)。

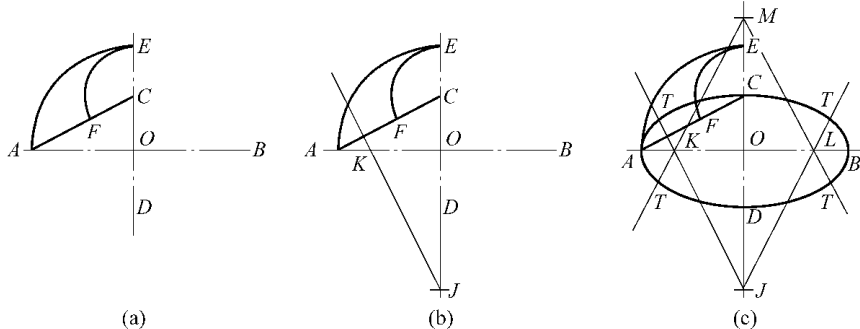


图 猿猿肆 椭圆的近似画法

矩形法绘椭圆如图 猿猿伍 所示。

第 员步:过椭圆长、短轴的端点 粤月,悦阅 作水平线和垂直线得矩形。

第 圆步:将 粤月和 悦阅 分成相同等分(图中分为四等分),等分点为 栽,栽,栽,栽 和 杂,杂,杂,杂。

第 猿步:连接 悦栽,悦栽,悦栽 和 粤杂,粤杂,粤杂,并将 粤杂,粤杂,粤杂 延长交 悦栽,悦栽,

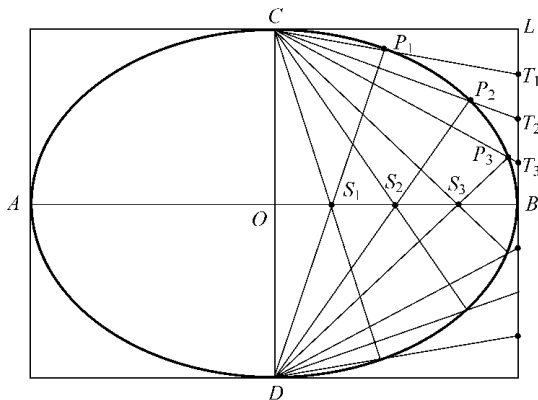
悦于孕孕孕各点。

第源步：光滑连接悦孕孕孕孕各点即得第一象限的员源椭圆。

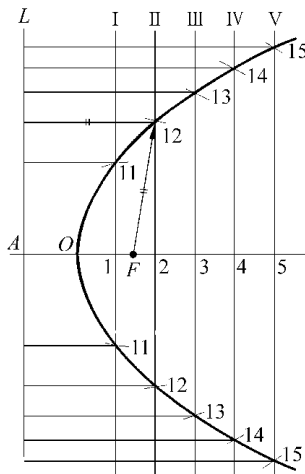
第缘步：类似方法可求出其他各象限的椭圆。

遭抛物线。抛物线的定义：与一定点云和一定直线蕴距离相等的动点的轨迹。云称为抛物线的焦点，蕴称为准线。

已知准线和焦点作抛物线的方法如图猿圆所示。



摇摇图猿圆摇矩形法画椭圆



摇摇摇摇图猿圆摇抛物线的绘制(一)

摇摇第员步：自焦点云作准线蕴的垂线得垂足粤

第圆步：取云粤中点韵,此为抛物线顶点。

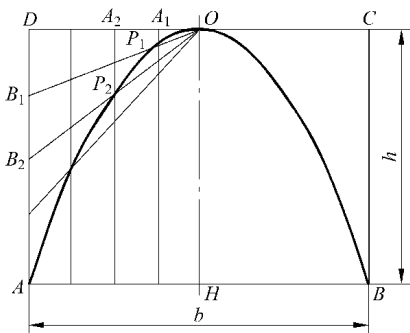
第猿步：自韵点起将韵云延长线分为若干等分,得分点员圆猿源缘...

第源步：过员圆猿源缘...各分点作线与蕴平行得I, II, III, IV, V, ...。

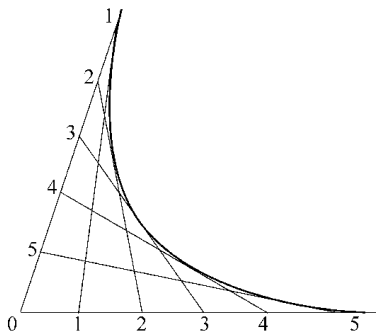
第缘步：以云为圆心,以蕴线与I, II, III, IV, V各线间距离为半径作弧,分别交各线于员员圆员猿员源员缘...各点。

第远步：光滑连接韵点及员员圆员猿员源员缘...各点即得抛物线。

已知抛物线顶点高度和开口距离作抛物线的方法如图猿圆所示。



图猿圆摇抛物线的绘制(二)



图猿圆摇抛物线的绘制(三)

第步:设开口宽为,顶点到开口处高度为,以为一边,以为另一边作矩形,令越,越,越,越,越,越,越,越。

第步:作和的垂直平分线,此即抛物线的对称轴,得顶点和点。

第步:分和分别为等分,设上的分点顺次为, ..., 上的分点顺次为, ...,。

第步:过, ..., 各点作线平行于,各线依次交, ..., 于, ..., 各点。

第步:依次光滑连接, ..., 各点就得到抛物线的一半。

第步:用同样方法作出另一半。

已知抛物线的两切线作抛物线的方法如图所示。

第步:将已给定的两切线分成相等等分。

第步:连接对应分点, ..., 这些线均为抛物线的切线。

第步:作这些切线的包络线,即为所求抛物线。

### 双曲线

双曲线的几何特性是:曲线上任一点距两个焦点的距离之差等于一个定值,此定值即为两条双曲线顶点之间的距离。

已知顶点和焦点,作双曲线的方法如图所示。

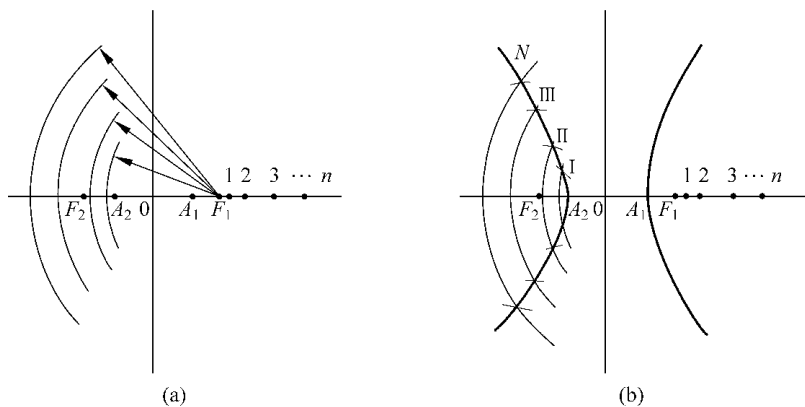


图 双曲线的绘制

第步:将, , , 四点连成一线,此线即为双曲线轴。在轴上任取一系列点, ..., 。

第步:以 为圆心,以, ..., 为半径作一系列同心圆弧(图)。

第步:以 为圆心,以, ..., 为半径作一系列同心圆弧,与上次所作各圆弧对应相交得到 I, II, III, ..., 一系列点,将这些点连成光滑曲线即为双曲线的一叶。另一叶用同样方法作出。

### ② 派生曲线的绘制

“派生”指由第一性的、本原的东西产生第二性的、从属的东西。派生曲线即指由一条原始曲线经过变形、移动而产生的另外一条或几条曲线,这一条曲线或几条曲线与原

始曲线在性质和形态上有区分但又有联系,符合于美学法则中的“统一中有变化,变化中求统一”的原则。如椭圆,改变其长短轴比例所得到的新曲线仍为椭圆,仍保持椭圆所应有的性质,但其形态上又有了变化(如各点处曲率发生了变化)。变化前后的两个椭圆相互之间有联系,使人们感到它们是同类或同族。

曲线派生的方法广泛应用在系列产品的造型设计中。

原始曲线可以是解析函数曲线,也可以是任意自由曲线。

**比例曲线的绘制。**取某一条曲线作为原始曲线,置其于直角坐标系之中,将曲线上各点的横、纵坐标值二者之一或二者同时按比例变化(放大或缩小)或改变两坐标轴之间的夹角,所得新曲线即为比例曲线。

[例 猿圆] 摇已知直角坐标系 曾粤中原始曲线 韵粤,试完成横坐标放大 圆倍后的比例曲线。

解 摇作图方法如下,见图 猿圆。

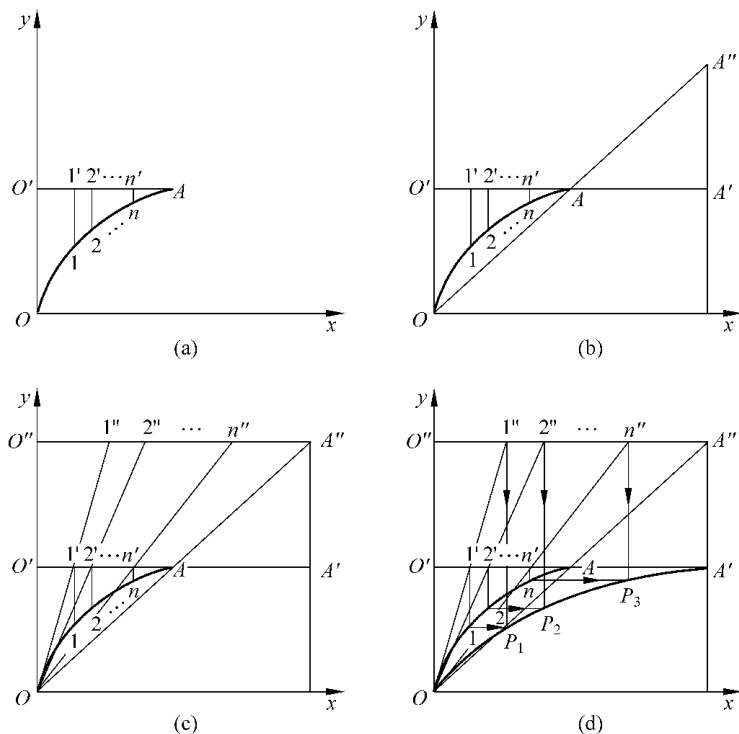


图 猿圆 比例曲线的绘制(一)

第 员步:在原始曲线上任选若干点 员圆... 灶,过 粤点作线平行于 韵粤轴且交 韵粤于 韵乙过 员圆... 灶各点作线平行于 韵粤轴且交 韵粤于 员乙圆乙... 灶(见图 猿圆 韵)。

第 圆步:将 韵粤延长至 粤点,使 韵粤 = 粤粤,过 粤点作线平行于 韵粤轴。连 韵粤且延长交出 粤点(见图 猿圆 粤)。

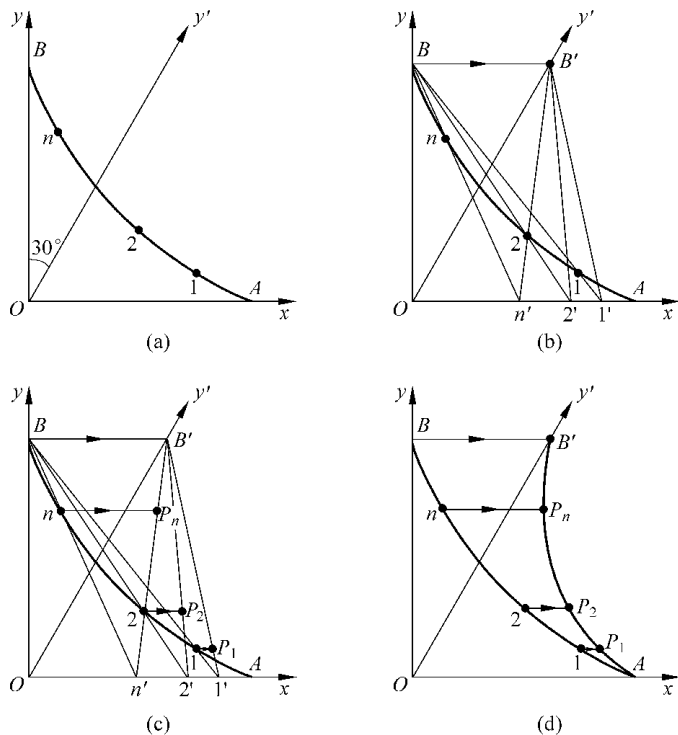
第 猿步:过 粤点作线平行于 韵粤轴得 韵义连 韵员乙韵圆乙... 韵灶乙各线且延长交出 韵粤得 员义圆义... 灶(见图 猿圆 韵)。

第源步:过员圆... ,灶各点作垂直线,过员圆... ,灶各点作水平线交出孕,孕... 孕各点,将韵孕,孕... 孕,粤依次光滑连接即为所求曲线(图猿苑园)。

保持曾坐标不变,赠坐标作比例变化,或曾,赠坐标同时变化的比例曲线的画法与此类似。

[例猿苑]摇已知直角坐标系曾赠中的原始曲线粤,求韵轴旋转原角后新坐标系中的比例曲线。

解摇作图过程如下,见图猿苑。



图猿苑摇比例曲线的绘制(二)

第员步:在原始曲线粤上取员圆... ,灶任意点,作出新坐标轴韵(图猿苑)。

第圆步:连员圆... ,灶交韵轴得员圆... ,灶各点,过员圆... ,灶各点作线平行于韵轴交韵轴于员圆... ,灶各点,连员圆... ,灶(图猿苑)。

第猿步:过员圆... ,灶各点作水平线交员圆... ,灶得孕,孕... 孕各点(图猿苑)。

第源步:将孕,孕... 孕各点依次光滑连接,即得所求曲线(图猿苑)。

曲线韵的平行(等距)曲线。曲线的平行曲线(或称等距曲线)的作图法如图猿苑所示。

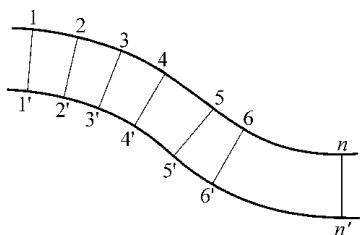


图 3-10 绘制平行曲线

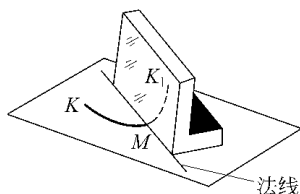


图 3-11 绘制曲线法线的绘制

第一步:在原始曲线上取若干点 1, 2, 3, 4, 5, 6, n, 过各点作此原始曲线的法线。曲线的法线的作法是过曲线上的点 1 放一金属制的、表面镀铬的直角反射镜,如图 3-11 所示。当曲线 1 和它在镜中的映象 1' 在 1 点光滑连接时,反射镜的棱边即为曲线在 1 点的法线。

第二步:在各法线上按所需距离截取出 1', 2', 3', 4', 5', 6', n', 将这些点连成光滑曲线即可。

同族曲线的绘制。同族曲线是由一条原始曲线在一定的边界条件约束下,按某种方式派生而成的一组曲线,它们具有共同的曲线特征。在造型设计中此种方法广泛使用,特别是构造光滑变化的曲面的骨架型线时经常使用。

原始曲线可以是函数曲线也可以是非函数曲线,边界条件可以根据实际需要确定,派生的变化规律也可以有各种形式。

常用的是平行边界条件和垂直边界条件下的比例派生曲线。

[例 3-1] 利用原始曲线  $AB$  和平行边界条件  $ab$  过  $a_1, a_2, a_3$  三点派生出三条同族曲线  $A_1B_1, A_2B_2$  和  $A_3B_3$ 。

解作图步骤如下(参看图 3-12):

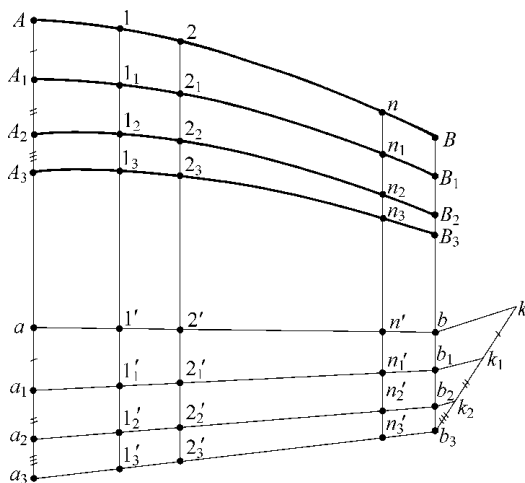


图 3-12 绘制同族曲线

第一步:在  $AB$  曲线下方合适的地方作水平线  $ab$  在  $a$  的延长线上,过  $a_1, a_2, a_3$  的延长线上。

第圆步:在粤曲线上取员圆...灶灶灶各点,过各点作垂直线交葬葬于员乙圆乙...灶乙

第猿步:作垂直线葬葬越粤粤,遭遭越月月,连葬遭,与各垂直线员乙圆乙...灶乙的延长线交于员乙圆乙...灶乙各点。

第源步:在葬葬线上取点葬和葬,方法是令葬葬越粤粤,葬葬越粤粤。在遭遭上如何找出与派生曲线右端点月月点对应的遭和遭点呢?还是利用“比例”关系:过遭点任作一射线遭遭越葬葬,在此线上截取噪噪越葬葬,噪噪越葬葬,连接噪噪,过噪作直线平行于噪噪交于遭点,过噪作线平行于噪噪交于遭点。这样求出的遭点和遭点可以保证遭遭圆遭遭圆遭遭越葬葬圆葬葬圆葬葬圆葬葬。也就保证了三条派生曲线右端点间的距离与左端点间距离的“比例性”。在后续的作图步骤中也就保证了三条派生曲线上各对应点间距离的“比例性”。

第缘步:连葬遭,葬遭与员乙圆乙...灶乙各垂直线交于员乙圆乙...灶乙各点以及员乙圆乙...灶乙各点。

第远步:在员乙圆乙...灶乙各垂直线上取员员员;圆,圆,圆;...灶灶灶各点。令员员越员乙,员员越员乙,员员越员乙...月月越粤粤,月月越粤粤,月月越粤粤。

第苑步:依次光滑连接粤员圆...灶月月,和粤员圆...灶月月以及粤员圆...灶月月,即为所求的三条同族曲线。

### (猿) 折线

折线是由方向突变的直线连接而成的。无规则变化的折线使人有不安定感;有规则变化的折线常用在造型设计中,使人感到有节奏的起伏变化。和曲线的变化相比,折线的变化明显、突然。图猿圆为在建筑上的折线屋顶。



图 猿圆 规律变化折线的使用

由于折线呈现出若干个尖角,对人的视觉有刺激作用,折线也能令人感到突出,刺激,惊奇。据此,在一些提醒人们注意安全的场合(如电力设施、防爆场合等),常使用不规则变化的折线边界封闭图案作为标志。

### (圆) 线的形态

线的形态指的是线的粗细、单、复线、线宽的变化、线端的变化以及线的凸、凹等。

### (员) 线的粗细

线的粗细不同给人的视觉效果不同。粗线显得强壮有力,浑厚稳重;细线显得柔和秀丽,精细纤巧。

### (圆) 单线和复线

不同粗细的单线表现力不一样,在造型设计时,往往把两条或两条以上的不同粗细线结合到一起使用,成为“子母线”。“子母线”是复线,其视觉效果刚中有柔,粗犷中有秀丽,浑厚中见精巧。在设计装饰线、分割线时常采用“子母线”。

也可以把多条细线组合使用成为复线,使其宏观效果显著而微观效果轻巧。

在图 猿圆中( 葵)为粗线( 遭)为细线( 糟)( 凿)( 藻)( 枣为“子母线”。



图 猿圆 摇线的粗细和子母线

### (猿) 线宽的变化

有时对线宽可以做不同的艺术处理以求变化,如图 猿圆中( 葵)为等宽( 遭)为渐变,( 糟)为双向渐变( 凿)为多次变化。

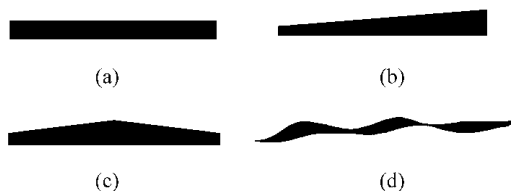


图 猿圆 摇线宽的变化

### (源) 线端部形状的变化

根据人们的心理反应和视觉经验,线的端部形状不同人们的视觉感受也不同。

线的端部形状可以作如图 猿圆中所示的变化:

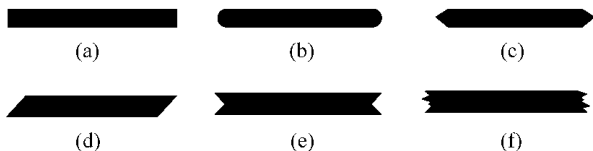


图 猿圆 摇线端部的变化

图( 葵)线端呈垂直边( 方端):有规整、稳定感;

图( 遭)线端呈曲线:有浑厚、圆润感;

图( 糟)、图( 凿)、图( 藻)线端为斜线,有锐角:有锋利感和前进感;

图( 枣)线端呈齿状:有破碎感和刺激感。

### (缘) 线的凸与凹( 明线与暗线)

产品某表面上的分割线或装饰线若与所在表面平齐或凸出于该表面则称为明线;若凹低于该表面则称为暗线。如图 猿圆中( 葵)为明线( 遭)为暗线。

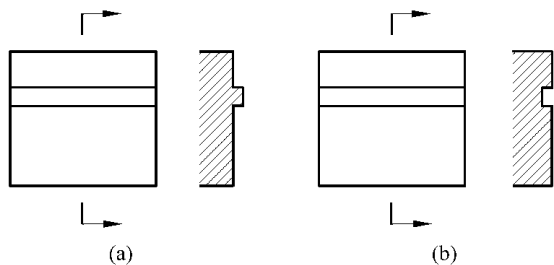


图 1-1-1 明线与暗线

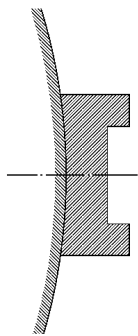


图 1-1-2 线的多次凸凹

由于线的凸、凹、平不同,光影效果不同,表现力也有差异。明线显得明快饱满,突出;暗线显得深沉、含蓄。有时对线作较为复杂的凸凹处理,如图 1-1-2 所示为汽车车身装饰条的截面,装饰条对车身是凸出的,装饰条的本身表面上又作了一次凹处理,使得变化丰富,增加表现力。

在产品的薄板外壳上压制出凸凹的棱沟或固定上装饰条,不但可以得到明线或暗线的装饰效果,而且还可以增加它的强度和刚度。

图 1-1-3 所示小汽车呈流线型曲面、有速度感,为了使汽车行驶的稳定性在视觉上更好,在车身的下部装饰有水平状态镶条,使整车有一个完整的形体感。



图 1-1-3 小汽车

### 1.1.2 面

造型设计中的面包括两个内容:一个是指造型物的表面,造型物是通过表面和外界接触,让人们感知它的;另一个是指那些厚度特别小(相对其他尺寸而言)的造型物本身,如薄壳屋面的屋顶,船上的帆等。这后一种“面”是有厚度的,这一点和几何上的面的概念不同。

从几何的角度分析,面是线以某种规律运动的轨迹,不同的线以不同的规律运动形成了不同形状的面。

面分为平面和曲面两大类。

### 员) 平面

平面给人的感觉是平坦、规整、简洁、朴素。由于平面易于制造和加工,使用上有很多优良性能,所以平面是各类造型物中使用最广泛的,最基础的面。建筑物、机器、仪器、仪表及家具等的表面大多是平面。

几何学中的理想平面是无限延伸的,但在实际造型设计中平面总是有边界的。不同的边界使平面呈现出不同的形状,视觉效果也有所不同。不同形状平面的视觉效果我们将在后边讨论。

### 圆) 曲面

曲面使人感到流畅、光滑、柔和、丰满、富于变化、有动感。在光线照射下能形成丰富变化的“亮线”显得富丽豪华,如高级轿车、飞机、船舶的外表面。

曲面在造型设计中应用较为广泛的一个重要原因是因为曲面可以用来满足对造型物表面的某些物理、数学性能上的要求。这些要求往往是造型物必须保证的功能要求,如飞机、船舶的流体力学要求,某些设备对光和电磁波的反射、聚散要求以及某些导管的截面变化要求,某些造型物的体积和占据空间位置要求以及人机工程学的要求等等这些特殊要求,只有使用相应的曲面才能满足。

曲面的设计和制造比平面复杂得多,这在过去曾限制了曲面造型的实现。现代科学技术水平的发展,特别是计算机辅助设计和计算机辅助制造手段的运用已解决了昔日的很多难题。

曲面可以看成是由动线在空间按一定规律连续移动而成,如图 3-1-1 所示。动线 蕴 被称为母线,控制母线运动的线或面称为导线或导面。母线在曲面上的每一位置 蕴, 蕴, 蕴, ... 称为曲线的素线。母线可以是直线也可以是曲线,母线在移动过程中可以固定不变也可以连续变化。

应当说明的是,同一曲面我们可以把它的形成方式看作不同。如图 3-1-2 所示圆锥面,可以被看作是由一根直母线 蕴 绕与其成定角度的 韵 的轴线旋转而成,也可以被看作是一个直径呈线性变化的圆母线 酝 沿过其圆心且与它所在面垂直的直线 韵 的移动而成。在设计和制造曲面时应从各种形成方式中选取最简便的一种。

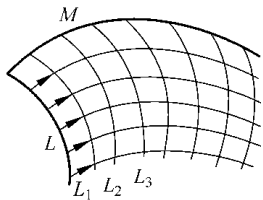


图 3-1-1 曲面的形成

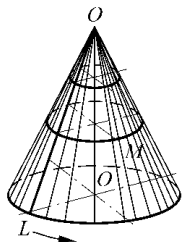


图 3-1-2 圆锥面的形成

摇摇造型设计中常用的曲面有回转面、直纹曲面、圆纹曲面、螺旋面和复杂曲面等。

### (员) 回转面

若令某一曲线或直线作母线绕一轴线旋转,所得的曲面称为回转面。母线上的每一

点在旋转时都形成一个圆,称作纬圆。通过轴线的平面与曲面的交线称作经线。

回转面给人的感觉是对称、周正、规律性强、严格、流畅圆润。由于形成规律简单,回转面是曲面中较易于制造的。

不同形状的母线,与轴线的相对位置不同,旋转后所得到的回转面的形状就不同。常用的回转面有以下几种:

① 圆柱面:由直线母线绕与其平行的轴线旋转而成。

② 圆锥面:由直线母线绕与其相交的轴线旋转而成。

③ 球面:由一圆母线绕其本身的一条直径旋转而成。球面,通常指圆球面,若由椭圆作母线绕其本身长轴或短轴旋转而成时则称为椭球面。

④ 环面:以圆为母线,绕与其共面但不通过其圆心的轴线旋转而成的曲面称为圆环面。若改变母线形状,以同样方式旋转可形成不同形态的环面。

⑤ 单叶回转双曲面:以直线作母线绕与它交叉的轴线旋转而成。它的经线是双曲线,所以它是一种由直母线形成但轮廓呈双曲线的曲面。这使得它既制造简单又有曲线轮廓美。在同一个单叶回转面上,有两组不同指向而倾斜度相同的直线素线。若在表面上把这些素线作出,或由这些密集的素线排成单叶回转双曲面,则给人一种扭动和旋转、集中与分散的动态美感,宛如旋转少女的裙裾,见图 1-1-10。此种曲面在火力发电厂的散热冷却塔上采用。

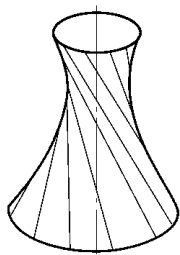


图 1-1-10 单叶回转双曲面

⑥ 其他回转面:根据造型物所需的物理性能和外观要求,可以改变母线形状及母线与轴线的相对位置而构造出千姿百态的回转面。如由抛物线绕自身对称轴旋转而成的回转抛物面等。

### (圆) 直纹曲面

当一直母线在空间按一定规则运动时,所形成的曲面叫做直纹曲面。

由于直纹曲面母线是直线,导线却可以变化多端,所以直纹曲面富于变化,曲中有直,柔中有刚。由于各素线均为直线,所以直纹曲面在制造加工上比较容易,也正是因为各素线为直线,在光线照射下曲面易形成“亮线”而显得华丽、光彩。

直纹曲面可以分为可展直纹曲面与不可展直纹曲面两类。所谓“可展”是指该曲面可以被平铺在一平面上而不发生任何皱褶或破裂。从几何性质上看,只要直纹曲面上两条无限接近的相邻素线是相互平行或相交的,这种直纹曲面就是可展的,否则就是不可展的。

#### ① 可展直纹曲面

常用的可展直纹曲面有以下两种(图 1-1-11):

圆锥面:一条直线(母线)沿一曲线(导线)运动,运动中始终通过定点,所形成的曲面称为锥面。导线可以是平面曲线,也可以是空间曲线;可以是封闭的,也可以是不封闭的。由于条条素线都通过一点,这种曲面富有放射性的空间感。

柱面:一直母线沿一曲导线运动,运动中始终平行于另一直线,则所形成的曲面称为柱面。

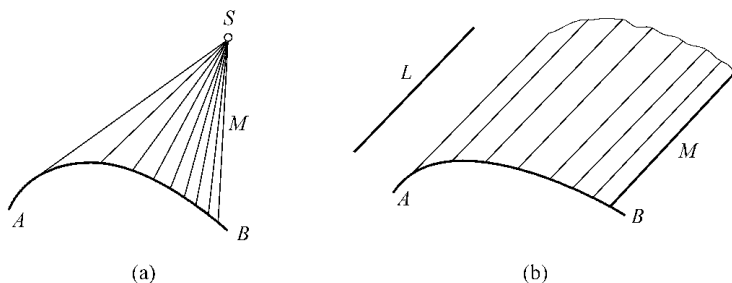


图 3-10 可展直纹曲面  
(a) 锥面;(b) 柱面

### 不可展直纹面

不可展直纹面常用的有以下三种：

**柱状面：**如图 3-11 所示，一直线沿两条曲线导线滑动，并始终保持与一平面（导面）平行，这样形成的曲面称为柱状面。

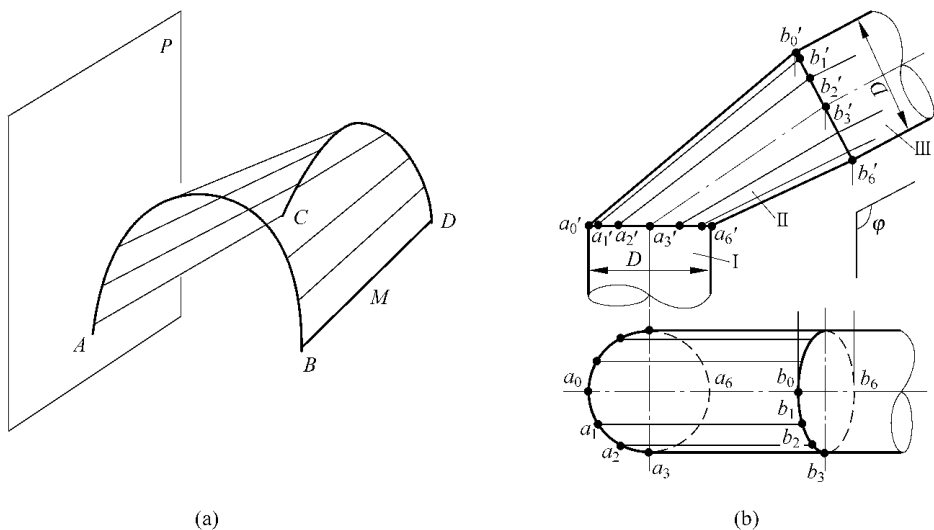


图 3-11 柱状面的形成及应用  
(a) 柱状面的形成;(b) 管道接头的柱状面

**锥状面：**如图 3-12 所示，如果将柱状面的两条曲线导线之一换成直线，所得曲面叫做锥状面。

**扭面：**如图 3-13 所示，直线母线沿着两条交叉直线滑动，并保持始终与一平面（导面）平行，这样形成的面称为扭面。因为扭面与某一平面相交时，所得交线除了的特殊情况下是直线外，一般情况下都是双曲线或抛物线，所以这种曲面也称为双曲抛物面。

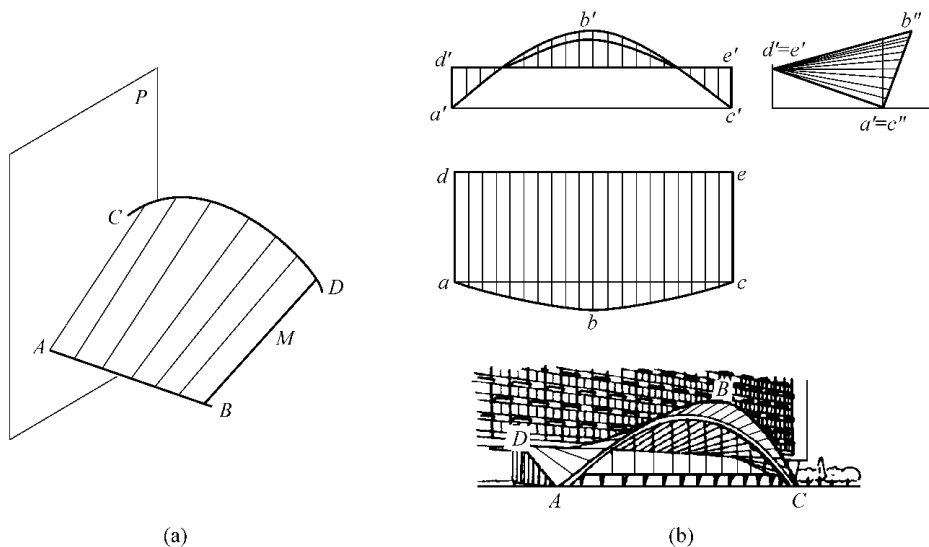


图 1-1-1 圆锥状面及应用  
(a) 圆锥状面的形成 ;(b) 圆锥状面薄壳屋面

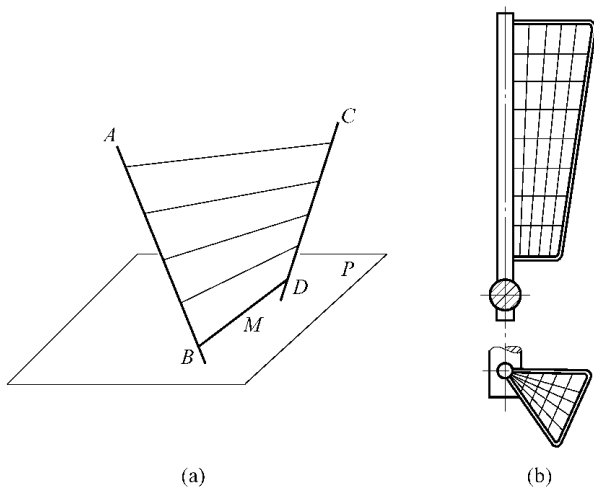


图 1-1-2 扭曲面及应用  
(a) 扭曲面的形成 ;(b) 风车叶子上的扭曲面

### 摇摇(猿)圆纹曲面

圆纹曲面是指由圆或圆弧作母线运动而形成的曲面。作为母线的圆或圆弧,其半径在运动中可以不变,也可以连续有规律性地变化。

图 1-1-3(a)所示圆纹曲面,其母线为圆,圆心沿曲线运动,运动时圆的半径不断变化,但始终与水平面平行。

图 1-1-3(b)所示的圆纹曲面,其母线圆圆心沿曲线运动,移动时,母线圆所在平面始终与导线垂直,这种曲面被称为管状面。

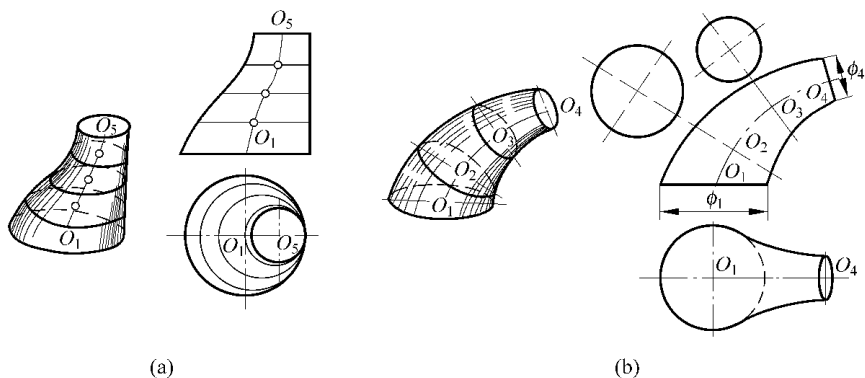


图 3-1 摇摇圆纹曲面

摇摇圆纹为管状面的应用实例——离心式水泵的泵体曲面。它的法截面是由半径逐渐变化的圆弧曲线组成的。

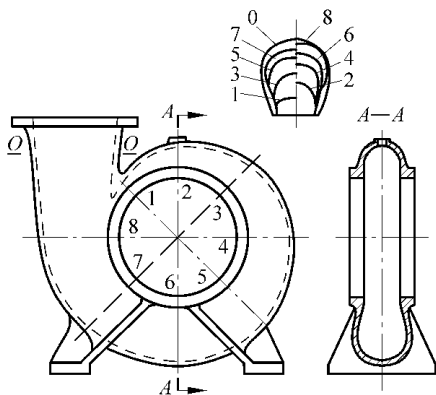


图 3-2 摇摇水泵泵体

### (源) 复杂曲面

复杂曲面的特点是它的形成无明显的几何规律,不可能用一个单一的数学函数式确切地描述或表达整张曲面。在造型设计中常常要用到复杂曲面,例如船舶表面、汽车车身、飞机外壳、流线形外罩、汽轮机叶片等。

在设计构造复杂曲面时常用的方法是图解法和计算机辅助几何设计法(精确度测量误差与手工测量误差相比,悦悦悦)。

人们在曲面设计实践中创造了许多种图解设计法,其中用得较广泛的是拓扑变换法。

拓扑变换法的基本原理是将一个几何图形经过弯曲、拉伸、压缩、扭转变换成另一个几何图形,但不产生破裂或粘结。例如,用中心投影法把一个由直素线组成的扭面(图 3-3)投射到一个曲面上,得到一个由曲素线组成的曲面(图 3-4),这就是一种拓扑变换。在这种情

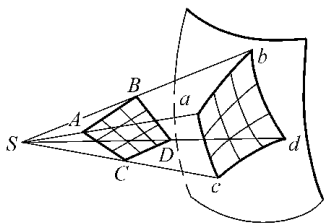


图 3-3 摇摇拓扑变换

况下,可以把所得到的曲纹面看成是由扭面经过拉伸、弯曲、扭转变换而成的。该扭面称为“原始曲面”,所得到的曲纹面称为“派生曲面”。“派生曲面”上的每一点与“原始曲面”上的相应点构成一对一的对应关系。

在实际设计复杂曲面时,常常是反过来利用拓扑变换,把要设计的曲纹面先变换成直纹面去设计,从而使复杂曲面的设计绘制问题得以简化。在 20 世纪 50 年代初设计小轿车车身曲面时就成功地使用了这种方法。

图解法设计复杂曲面的缺点是工作量大,效率低,精度低。近年来计算机辅助几何设计得到了迅速发展,在各种复杂曲面的设计中起到越来越重要的作用。再加上计算机辅助制造技术的发展,已为复杂曲面在造型上的使用创造了良好的条件。

下面简要介绍如何用 3D 扫描法构造曲面。

曲面可以由其上的若干点(点集)或若干条线(线集)给出,我们把确定曲面的点集或线集称为曲面的骨架。前面讲的由母线连续运动所形成的曲面当然也可以称为骨架曲面,但那些是连续骨架曲面。在造型设计的实际问题中,复杂曲面往往只是由实际测量或计算设计给出的空间有限的离散点或由有限的截面曲线所限定,这样就形成了离散骨架,是不连续的。

设属于曲面上的一批离散点  $P_i(x_i, y_i, z_i)$  为已知,其中  $x_i, y_i, z_i \in \mathbb{R}^3$ , 且曲面上的一些控制条件如关键点的切矢、扭矢也已知。我们使用曲面的参数表示法。表面上的每一点坐标都可以表示为双参数  $u$  和  $v$  的函数。这里  $u$  和  $v$  是定义在区域  $\Omega$  上的双参数。

参数方程为

$$\begin{cases} x = x(u, v) \\ y = y(u, v) \\ z = z(u, v) \end{cases} (u, v) \in \Omega;$$

也可以用矢函数表示:

$$r = r(u, v) = [x(u, v), y(u, v), z(u, v)]^T (u, v) \in \Omega;$$

首先对这些离散点作单参数曲线拟合,得到两个方向上的骨架线,如图 1-10 所示, $u$  方向的为  $u$  族骨架线  $(C_1, C_2, \dots, C_m, C_{m+1}, \dots, C_n)$ ;  $v$  方向的为  $v$  族骨架线  $(D_1, D_2, \dots, D_k, D_{k+1}, \dots, D_l)$ 。这些骨架线形成网络,将曲面分成若干“曲面片”。

对于每一块曲面片来说,四条边界曲线和边界曲线的端点条件均为已知的。令  $u$  与  $v$  在某一区域连续变化(一般常设这个区域是单位正方形  $[0, 1] \times [0, 1]$ ),进行插值运算,得到曲面上足够多的点的坐标和加密的、连续的光滑曲线。

各曲面片之间保证光滑连接的要求,即可构造出整张曲面,且达到足够的精度。

构造复杂曲面常用的方法有孔斯(Procrustes)曲面法、贝塞尔(Bézier)曲面法和样条曲面法。

用骨架法构造曲面是一种在设计曲面和制造曲面时广泛应用的方法。对复杂曲面可以用,对简单一些的曲面也可以用。

图 1-10 所示为用一组水平截面曲线——骨架来制造曲面木模的方法。

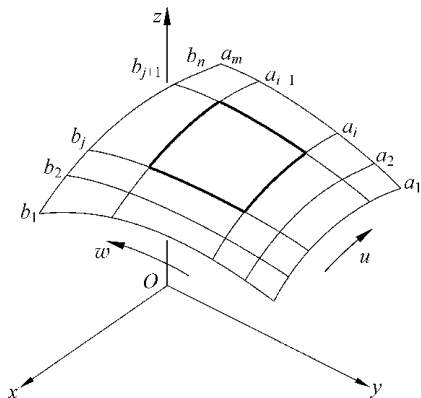


图 3-1 构造曲面

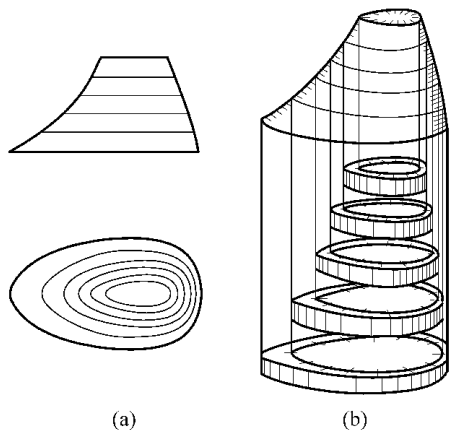


图 3-2 曲面木模

在设计出该曲面的一组水平截面曲线后,把这一组截面曲线中相邻的两条画在同一块厚度适当的木板上,形成内、外两环曲线。先按外环曲线作出各板外轮廓,再按照“下一层板的内环曲线与上一层板的外轮廓对齐”的方式将各板固定在一起,胶合,再把表面修光即得所需曲面的模型。

图 3-3 所示为用两个相互垂直的截面——骨架来确定曲面。不难看出,只要在骨架上“蒙皮”,即可得到所需连续光滑的曲面。这种方法在飞机和船舶制造中一直使用。

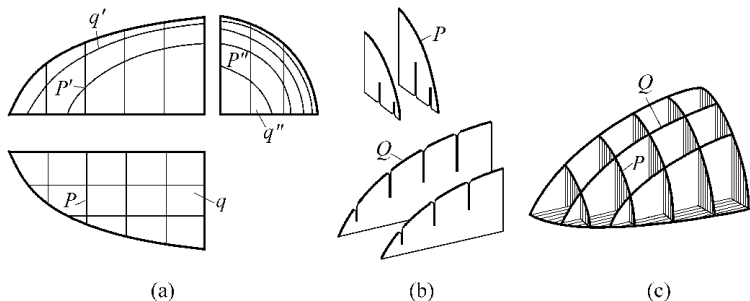


图 3-3 曲面的骨架

### 源体

体是由面围成的。从几何角度说,体是封闭的,但从实际的造型设计考虑,某些由面围成的不封闭空间,在视觉上也起到体的作用,在设计时也可以作为体来考虑。

完全由平面围成的立体称为平面立体。如棱柱和棱锥就是两种最基本的平面立体,其他复杂的平面立体都可以分解为棱柱和棱锥。

完全由曲面围成,或基本上由曲面围成,曲面起主要作用的立体称为曲面体。在造型设计中,最常用的基本曲面体有圆柱、圆锥、球和圆环等。

在很多立体上平面、曲面均有,作用难分主次,可以看成复合型立体。

体是由面围成的,是通过其表面和外界接触的,是通过其表面让人们感知它的。体

的视觉效果、体的个性与形成该体的面的个性相同或相似。平面立体有平面表面及直线棱边,有明显而突出的顶点和尖角,所以它也有这些要素所具有的规整、简洁、明确、有力、突出的视觉效果。而在曲面立体中,曲面起主要作用,使立体体现出曲线、曲面所具有的光滑、流畅、柔和、丰满、有动感和富于变化的特性。

由于立体往往由多种面构成,各面及这些面的交线特性不一,方向不同,我们从不同角度观察同一立体时有不同的视觉效果。

体由面围成,虽然各面的特性均可在体上得到反映,但体与面的根本区别就在于它是三维的,它具有体积。

造型物从其几何形成分析可以分为点、线、面、体,依次构成,但作为实际造型物,给人的视觉效果总是综合出现的。

## 造型形象设计

在造型设计中形象是指平面图形或实体物体在人视觉中的形态和相貌。任何造型物都有它自己的形态和相貌。当人观察它们时,可以使人联想,引起人们的感情活动。虽然物体也可能通过非视觉令人们感知它们,但视觉形象要比非视觉感知多得多,而且视觉感知敏锐、全面、能辨别微妙的差异。因此,在产品造型设计中,我们主要注意“视觉效果”,也就是强调形象设计。

形象可以分为具体形象和抽象形象两大类。

具体形象是客观世界各个具体事物的形象,其个性突出,有明显细节,在人的视觉经验中可辨认性强。如具体的房屋、家具、仪器、仪表、书本等。抽象形象是一种理论上的几何形象,它是从许多事物中舍弃个别的、非本质的属性,抽出共同的、本质的属性的一种形象。它重在反映具体形象所共有的本质规律特点,突出共性。建筑物、家具、仪器、仪表、书本都可以取立方体为基本形体来造型。立方体就是抽象形象,它反映了那些具体形象的共同特点。一方面研究抽象形象对构造具体形象有指导意义。另一方面,人类对自然具体形象不满足时可以依靠理论和经验来创造抽象理想形象得到满足。

下面讨论形象设计的两个问题:轮廓形象设计和平面图形的构图设计。

### 轮廓形象设计

轮廓形象设计可以是设计平面型的轮廓,也可以是设计立体型的轮廓。当我们从一个方向观察立体型时,它的轮廓具有和平面型相同或相似的属性。如一个圆柱体,当我们沿其轴线观察它时,它具有圆的属性;当我们从与其轴线垂直的方向观察它时,它具有矩形(或正方形)的属性。一个圆锥,当我们沿与其轴线垂直方向观察它时,给我们的感觉是“三角形轮廓”。所以我们下面主要讨论平面型的轮廓形象设计,但这些原则都是可以包括并运用到立体型的设计中的。只不过要注意两个问题:一个是在立体型的轮廓形象中,轮廓边界线有时实际上是由面积聚而成的;另一个问题是对立体型来说,由于其表面的影响,它的轮廓形象给人的感觉和同样轮廓形象的平面型还是有差异的。比如圆锥,虽然具有三角形轮廓,但由于它的曲面(锥面)的反光效果,使我们观察它时还是和观

察平面三角形时感觉不一样。

#### 员) 直线边界轮廓形象

直线边界轮廓形象因为边界都是直线,给人以刚劲、规整、有力、简洁的感觉。常用的有以下几种:

##### (员) 正方形

正方形四边长度相等,四角均呈直角,给人以形态规整、端正大方、严肃明确、静止的感觉。但由于四边四角相等,也有缺乏变化、单调呆板之感。

##### (圆) 长方形

长方形又称矩形,其四角均为直角,长短边之比可按需要取不同的比例,如取整数比、黄金比、均方根比等。当长短边长度之比过大时,则给人以线的感觉。

长方形虽四角相等,均为直角,但邻边已不相等,所以在端正、稳定中显得有变化,在庄严中又显得比正方形活泼。长方形长短边位置不同时形象亦显不同。

长方形长边水平放置显得稳定,长边竖直放置显得挺拔、高耸,若长方形倾斜放置则给人以不安定倾倒之感。此三种情况可以从图 猿原中体会。

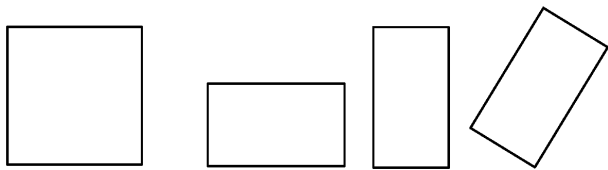


图 猿原 正方形与长方形

由于长方形的规整又灵活的特性,使得长方形在造型设计中应用较为广泛。

##### (猿) 梯形

梯形上、下两底边相互平行而其两腰可呈现为各种不同角度和方向的倾斜,具有倾斜直线的特性,其视觉效果灵活多变,形成多种风格的不同形象。不同的梯形视觉效果不同。如图 猿原中(葬)为正等腰梯形,上底短下底长,显得端庄稳定;(遭)为倒等腰梯形,显得轻巧;(糟)为直角梯形,显得稳定有力;(凿)为双斜梯形,有动势。

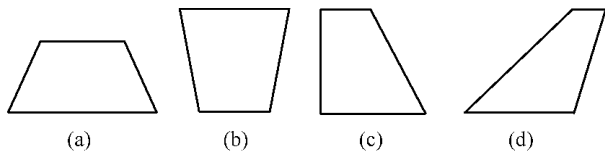


图 猿原 梯形的不同形象

由于梯形具有上述的不同视觉效果,在造型设计中被广泛应用于各种场合。除去从形象考虑外,梯形被广泛采用的另一个原因是它的形状正好符合某些物理性能的要求如根部截面大、受力状态好、面积中心可以调整等。图 猿原为梯形在飞机上的使用。图 猿原为梯形在机床上的使用。

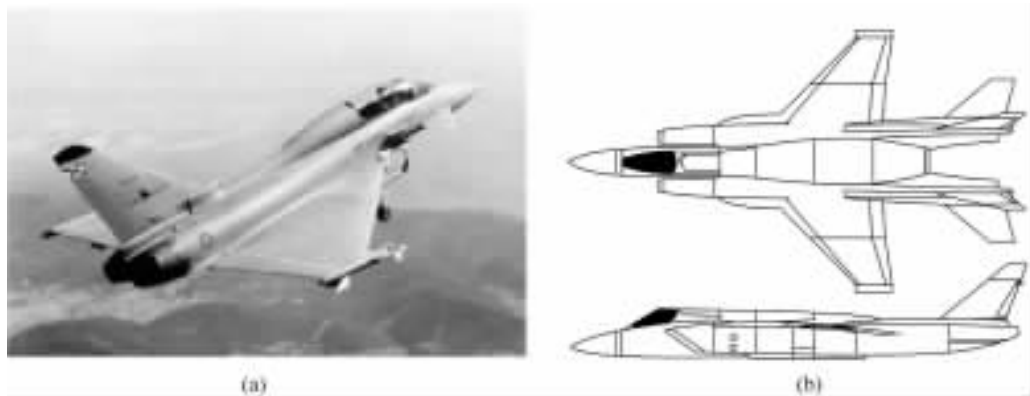


图 1 梯形的使用(一)

图 1 展示了喷气式战斗机, 飞行速度高, 攻击力强, 功能确定了它的形态设计, 机身呈流线型, 空气阻力小, 色彩为银灰色, 为了平衡机头, 在机尾部设计了深色色块和标志, 机翼呈梯形, 速度感和力度感都很强。

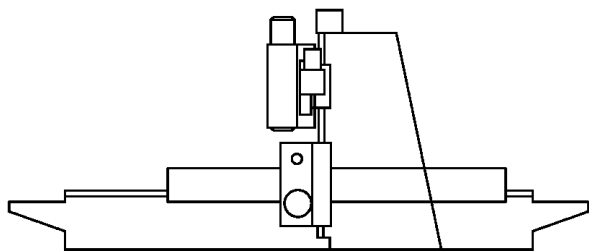


图 2 梯形的使用(二)

### (源) 三角形

三角形的形象随其三边长度的改变而变化。但不论怎样变化, 至少有两个内角呈锐角, 对人们的心理有刺激作用。图 3 中: 图( a)为等腰三角形, 显得稳定, 有进取攀登之势, 有尖锐之感。顶角越小(高与底之比越大)则刺激感越强。图( b)为等边三角形, 三角、三边相等。形态均衡, 稳定。仍有刺激感但不大, 形象端正但略显呆板。图( c)的三角形高与底比例不当, 三角形过于低宽, 平坦, 缺乏活力, 但稳定性好。图( d)为不对称三角形, 有向尖角方向高速运动之势态。高速飞机的机翼大多采用此种形状, 如图 4。

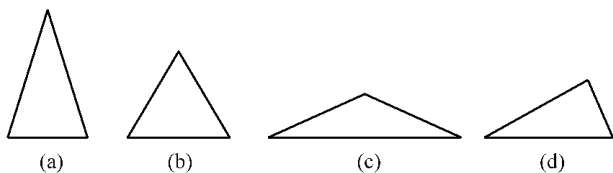


图 3 三角形

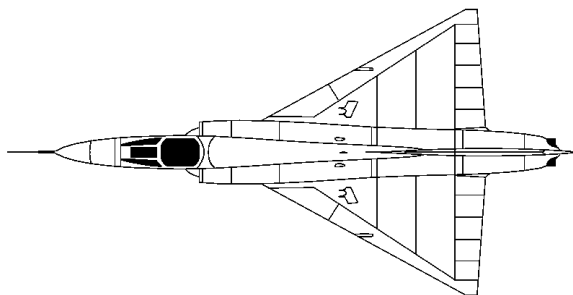


图 3-1-1 协和三角翼战斗机

图 3-1-1 所示战斗机要求高速度和灵活多变的飞行, 因而对机身、机翼和机尾的设计要求是飞行阻力小, 为此将该机机翼和机尾设计成三角形。

图 3-1-2 是正在起飞的一架协和飞机, 机翼基本呈三角形设计, 整体曲线优美。



图 3-1-2 协和战斗机



图 3-1-3 协和飞机

### (缘) 其他直线边界轮廓形象

造型中还常使用其他的直线边界轮廓形象如菱形、凸或凹的多边形等,特别在平面构形设计中这类形象常被采用。其中凸形显得饱满,凹形醒目而有一定刺激性,如图 猿原愿 所示。

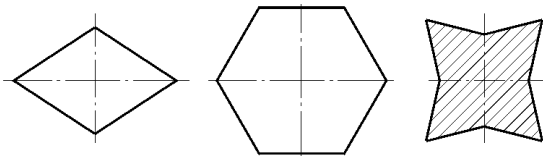


图 猿原愿 直线边界轮廓形

### (圆) 曲线边界轮廓形

#### (员) 圆

圆具有周边上各点距中心等距、处处曲率相同、半径不变的几何特性,易于加工制造。这些特性决定了人们为了保证产品的物质功能而必须在很多产品上使用圆来进行造型设计。在视觉效果上圆有极好的对称感和平衡稳定感,有饱满、充实、完美、光滑、封闭统一的感觉,还可以使人感到有周而复始地旋转运动的动感。

#### (圆) 椭圆

椭圆是圆的一种派生形式,随长短轴比例不同而呈现不同形象。椭圆给人以光滑、柔和、流畅和秀丽的感觉。在视觉效果上比圆要显得活泼和灵巧。

#### (猿) 其他曲线形轮廓形象

其他曲线形轮廓可以用各种单一的或组合的曲线,它们都具有各种曲线的特性,也都有圆润、流畅、具有动势的视觉效果。

图 猿原愿 所示是日本高速列车,采用电动车组方式,具有良好的加减速性能,安全可靠,车身较宽,外形流畅,曲线优美,低噪音,高速准时。



图 猿原愿 高速列车

#### (猿) 轮廓形象的变态

当某些轮廓形象不理想时,可以对它进行变态,改造成为另一种形象。例如,直线边界轮廓形的缺点是容易使人感到生硬、呆板,如果在原始形的基础上进行变态设计,将直

线边界轮廓改为某种曲线,则会变得柔和、秀丽。图 3-1-10 是将图 3-1-9 的三角形的三条边以三条弧线来代替,形成“圆弧边三角形”,使原来三角形顶点突出、尖锐、有刺激性的个性得到了改善。变态后的图形既有正三角形的均衡、稳定之感,又有曲线边界轮廓形的圆润、饱满之意。很多杆件截面和图案设计都采用这种形状。图 3-1-10 中的(遭)和(槽)也是采用同样手法使图 3-1-9 的(遭)和(槽)所示的正方形和正五边形变态而得到的不同形象。

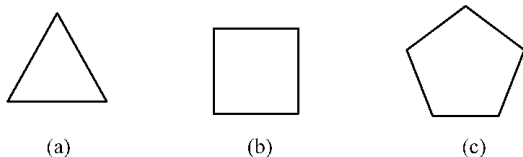


图 3-1-9 原始直线边界轮廓形

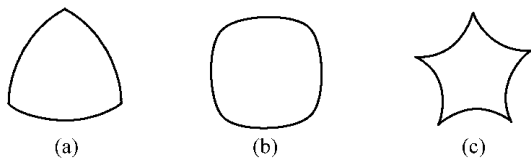


图 3-1-10 原始直线边界轮廓形的变态

### 圆接平面图形的构图设计

平面图形构图设计常在面板设计、包装设计、装帧设计和标志设计、广告设计及展示设计中涉及到。

在进行平面图形构图设计时主要考虑以下一些基本问题：

#### 员) 正形与负形

大多数的平面图形可以明显地分为主体形象和背景两部分。主体形象是设计者要表达的主要对象,它应给人以深刻的印象和明确的意义。主体形象是我们进行构图设计的核心内容,背景是为主体形象服务的。有时我们根本不必去考虑它,如我们在一张白纸上画图,只要把图画好自然就形成了“白底黑图”;有时我们为了增强表现力,使主体形象更加完美,也要花一定精力来设计背景。

当主体形象彩度高,背景彩度低,或主体形象明度低,背景明度高时,图形称为正形,反之称为负形。正形明确、醒目;负形有进退感、含蓄。在实际平面图形构图设计中,有时采用正形,有时采用负形,但总的说来,采用正形的设计较多,所以,当采用负形时给人以新奇、别致的感觉。有时采用正形、负形同时存在的手法,二者相辅相成,构成一个统一的艺术形象。在图 3-1-11 中,从总体看来是一个正形——太阳及其光芒、海水、儿童都是利用正形手法来表达的。但儿童的腰带、手臂的轮廓、帽子的边沿等却是采用负形的手法。

图 3-1-11 所示的双鹿商标的设计,总体形象以负形为主,但二鹿的形象设计巧妙:一鹿纯为负形;另一鹿在负形造成的鹿形衬底上又采用正形形象,使二鹿有大有小,有前有

后,有进有退,有主有次。

图 猿猿 也是正、负形相结合构图的实例,鸟的半身为正形,半身为负形,使图形显现出别致、富于变化的特点。



图 猿猿 正形与负形(一)



图 猿猿 正形与负形(二)

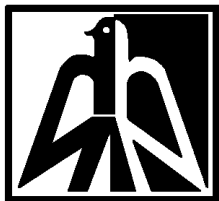


图 猿猿 正形与负形(三)

在某些场合,平面图形难于分出主体形象和背景(如某些纺织品、装饰纸、装饰布的图案),这时也就无从判定该图形是正形还是负形了。这样的图形是一种图案,这种图形主体形象不明显,没有具体明确的意义,只是整体给人以某种抽象的美感,表达抽象的情感。如图 猿猿 各图所示。

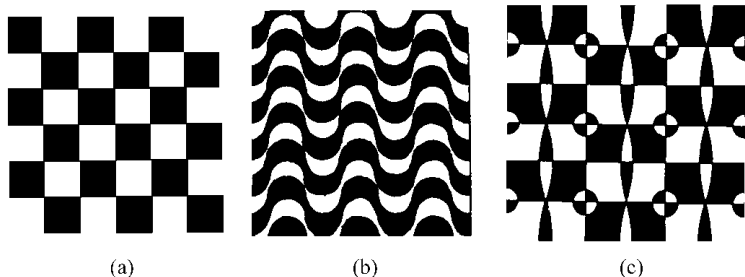


图 猿猿 图案

### 圆) 形象的组合方式

在平面图形的设计中,往往要将一些最基本的几何图形单元如三角形、矩形、圆、菱形等组合起来构成更有表现力的艺术形象。常用的组合方式有以下几种(图 猿猿):

① 分离形式:两个以上基本形互不接触,当它们有大有小时可以给人有近有远的感觉。

② 接触形式:两个以上基本形的边缘相互接触,可以是点接触,也可以是线接触,但没有面积上的共有部分,各基本形均为完整的。

③ 重叠形式:一个基本形局部地重叠覆盖在另一个之上,被覆盖者表现为缺损。若两个基本图形有色相、彩度和明度上的区别,则被覆盖者只要表现出应有的缺损即可;若两个基本形没有色相、彩度和明度上的区别,则还要在覆盖者和被覆盖者之间留出底色分界线,以显示覆盖者的完整性。

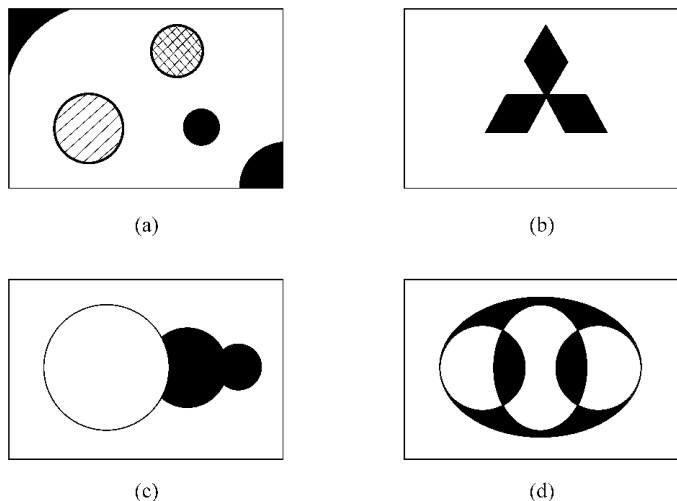


图 3-1-1 摇摇形象的组合形式

摇摇用重叠形式组合的平面图形可以有明显的进退感。

④ 透叠形式：两个重叠的基本形，在重叠的部分作成背景底色，视觉效果有透明感。  
 摇摇) 形象的排列

在进行图案类平面图形设计时，常常采用一些形状、大小完全相同的基本图形（或叫作基本单元）按某种规律在某种框架上排列而成。这种形象排列的框架称为骨格，骨格决定了基本单元的排列规律。常用的有以下一些骨格：

(员) 重复性骨格(图 3-1-2)

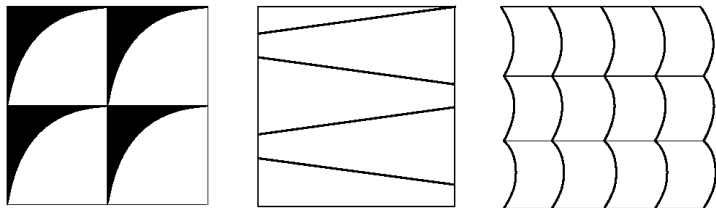
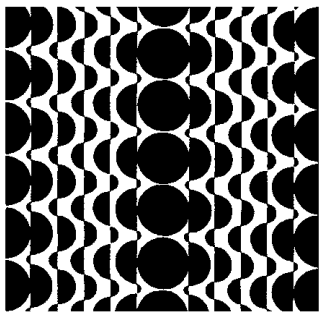


图 3-1-2 摇摇重复性骨格

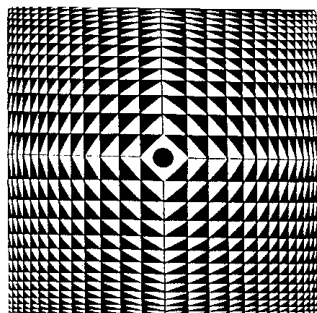
此种骨格特点是框架形状、大小相同，连续排列。放入基本形后所构成的形象规整、严谨、统一。重复性骨格的缺点是缺少变化，改善的办法是对基本单元作有规律的变化，如基本单元大小、形状不变，色彩和方向做变化。图 3-1-2 的三个图案均采用重复性骨格，但图 3-1-2(a) 沿竖直方向观察，是基本形的简单重复排列；沿水平方向观察，相邻二基本形作了翻转变化的处理，使图案在统一中（重复中）有变化，改善了形象。

(圆) 渐变骨格(图 3-1-3)

若骨格的大小、形状或方向呈规律渐变，则置于骨格内的基本形也势必作相应渐变。此种骨格可以使平面图形有立体感、进退感和动感。渐变可以是单向的（如图 3-1-3(a)），亦可为双向的（如图 3-1-3(b)）。



(a)



(b)

图 1-1-1 渐变骨格

## 摇摇(猿) 发射性骨格(图 1-1-2)

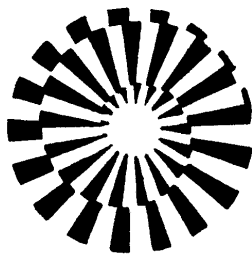
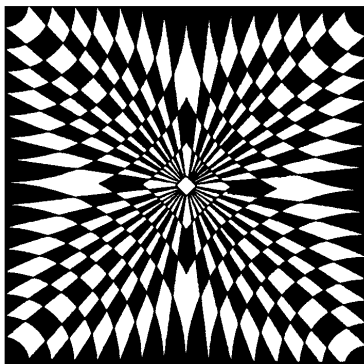


图 1-1-2 发射性骨格

发射性骨格指基本形围绕一个中心,向外扩张或者向里收缩。发射是渐变的一种特殊形式,容易造成视觉中心。其视觉效果有如太阳的光芒、怒放的花朵。

发射性骨格可以再细分为离心式、向心式和同心式。

离心式:骨格线从中心或中心附近散发,如图 1-1-3 所示。

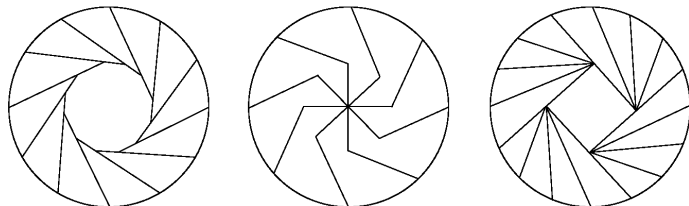


图 1-1-3 离心式骨格

向心式:骨格线从四周向一个中心或中心附近逼近,如图 1-1-4 所示。

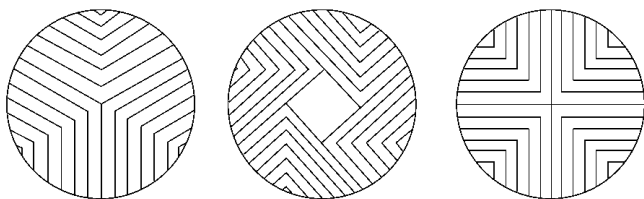


图 猿猿 摇摇向心式骨格

摇摇同心式：骨格线层层包围并形成—个中心，如图 猿猿 所示。

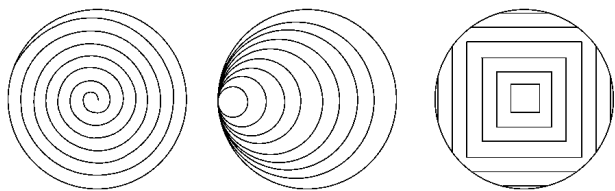


图 猿猿 摇摇同心式骨格

### （源）特异

特异是在重复性或渐变性骨格的有规律的排列中有意构成一个或少量几个无规律的排列，形成对规律排列的突破，以造成视觉中心。其视觉效果有如平静的湖面上投入—粒石子，又如群星中的一轮明月。特异的目的在于制造视觉中心，所以不能过多。

造成特异可以使用大小、形状、方向、色彩等各种变异手法。图 猿源 给出了两个特异实例。这种设计手法常用于广告、展示设计中，以引人注目。

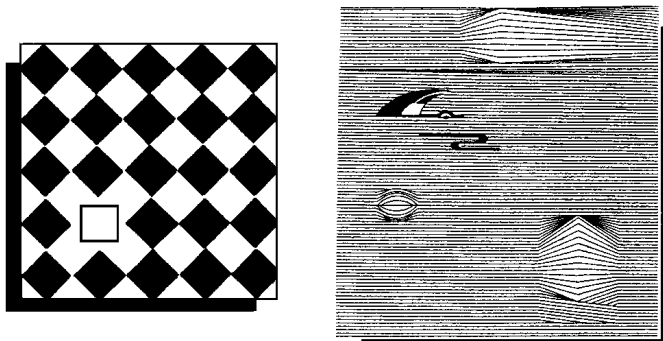


图 猿源 摇摇特异

## 猿猿 立体构成

### 员援 立体型的构成方法

摇摇我们已经讨论过，无论工业产品的形体怎样复杂多变，它们的构成却有—共同规律，即都是由—些基本几何要素以—定方式组合而成。在 猿猿 节中我们介绍了基本几何要

素,此处介绍常用的体的构型方法。

### 员) 叠加组合法

叠加组合法又可以再细分为简单叠加法和嵌贯叠加法。

#### (员) 简单叠加法

将若干基本几何体像堆积木似的,按某种方式叠加在一起构成复杂形体,这就是简单叠加法。

图 猿圆和图 猿圆所示为简单叠加法的构型实例。

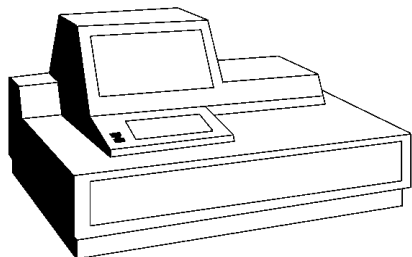


图 猿圆 简单叠加法造型



图 猿圆 摇化学分析仪

摇摇简单叠加法思路原始,方法简单,在构型时按产品功能、结构要求、美学法则逐个依次添加基本几何体即可,是最常用的构型方法。

在简单叠加法中各形体间的表面关系可以是平齐的、不平齐的或平面与曲面相切的。

在叠加时灵活地选用不同基本几何体,改变各几何体的体量关系和相互位置,可以使造型物形象进行变化,取得不同的视觉效果。如图 猿圆所示,一台仪器的主形体为一棱柱。左下图把这一棱柱看成两个棱柱的叠加;右下图把上部棱柱分成两块并改变体量大小,同时使这两块前部的斜面进行平行移动,造成凸凹,然后在下部再添加一薄板四棱柱。这样改形则形成了层次,形成凸凹变化,形成了转折,改善了外观形象,富于变化。

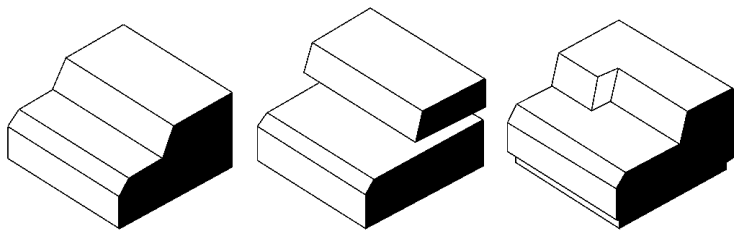


图 猿圆 摇形体的变化

#### (圆) 嵌贯叠加法

对一些产品的造型设计可以根据功能的要求和艺术效果的需要不采用简单叠加法,而采用使各基本几何体互相嵌入、贯穿的方法组合到一起,这就是嵌贯叠加法。嵌贯法

常常会产生各形体间的表面交线或相贯线,给人以基本形体数目少、互相结合紧密、表面形象变化丰富的视觉效果。

图 3-2-25 所示数码相机根据其光路要求,其基本形体可分解为三个部分,即一个长方体、一个圆柱体和半个圆柱体,它们之间的连接用圆弧过渡,机壳用磨光亮的银灰色镁合金制成,造型圆润、美观大方,为了减少杂光的影响,相机的后边采用了黑色色彩设计,也使整个相机有减薄的视觉效果。

图 3-2-26 所示也是数码相机,其整机由一个圆柱体、两块长方体和一个半圆柱体按功能连接而成,形体之间有明显的连接交线,各个基本形体形状清晰,使整台相机形体轮廓也清晰可见,造型美观大方,机壳由精磨的铝镁合金材料制成,轻巧简洁。



图 3-2-25 数码相机

图 3-2-27 所示为摇臂钻床的原始几何模型。可以看出,立柱贯穿在摇臂中,主轴箱贯穿在摇臂上,主轴贯穿在主轴箱中。这种贯穿式结构很好地满足了摇臂沿立柱上下滑动并绕其转动、主轴箱沿摇臂滑动、主轴在主轴箱中上下伸缩移动的各种运动要求,并使结构紧凑。

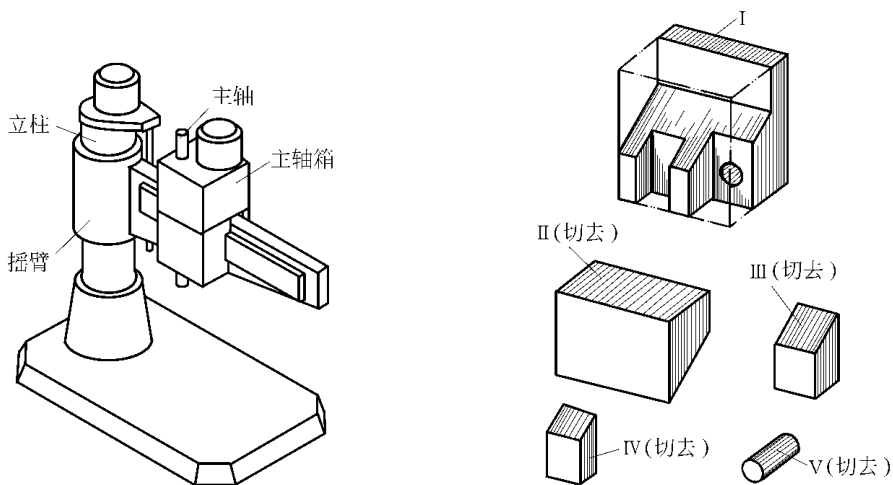


图 3-2-27 摇臂钻构型设计

图 3-2-28 摇臂切法

## 摇摇圆) 挖切法

挖切法构型的思路是在一个基本几何体上挖去或截切掉一部分而形成新的形体。在挖切过程中会出现层次的变化、棱角的突出或削弱以及相贯线和截交线的产生。这些都可以使型体在形象上产生变化,且满足功能上的要求。图 1-1-10 所示为用挖切法构成一个零件的过程。图 1-1-11 所示激光提升镜座是由圆柱被平面截切而形成的。这种构成方式既满足功能要求——产生斜面用来固定棱镜,又使此零件在形象上显得简练而富于变化,椭圆截交线的出现使得该零件造型别致、轻巧,有科学美感。从制造工艺方面来讲也是好的造型设计。

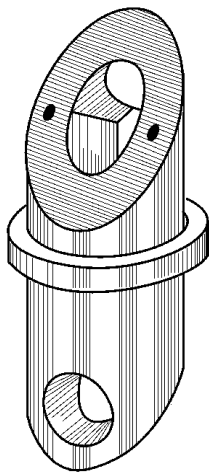


图 1-1-11 激光提升镜座图

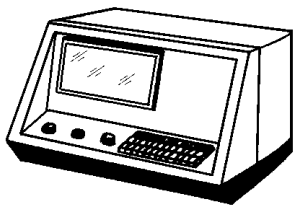


图 1-1-10 挖切法构造仪器

图 1-1-10 所示的仪器主体是用挖切法构成的。它是在一个横放的五棱柱上挖去一个三棱柱而成的。从功能上讲,在挖出的空间正好放置屏幕、旋钮及键盘并提供操作空间;从形象上讲,仪器外形整体感强、简洁,又有平凹变化。

## 圆) 立体设计中几个问题的处理

### (员) 面、体间的过渡

造型物各面之间,或各部分形体之间的过渡可以采用直接过渡和间接过渡两种方法。

① 直接过渡法:由一个面到另一个面,或由一个形体到另一个形体之间直接转换,不用第三个面或形体过渡,这就是直接过渡法。直接过渡法转换明显、轮廓清晰、线角尖锐,但有时给人以突然生硬、比例失调之感。图 1-1-12 是几个直接过渡的例子:(员)顶部的水平面和侧面直接过渡,产生明确的棱线和尖锐的直角;(圆)竖直矩形块和水平矩形块直接连接,形成直接过渡,尺寸突变,轮廓突变;(猿)圆柱与四方块直接过渡,形状、尺寸、轮廓突然变化。

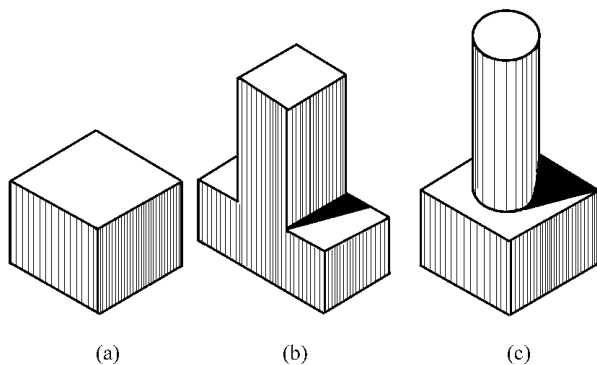


图 3-1-1 直接过渡

② 间接过渡法：若在两面或两形体间转换时使用第三个面或形体作为中间转换部分，则称为间接过渡。间接过渡显得协调自然、柔和平缓。图 3-1-2 所示为将图 3-1-1 直接过渡换为间接过渡的情况：(a) 顶部水平面和侧面用凸圆角（圆柱面）过渡，使人感到柔和，当圆角半径较小时还可作到轮廓清晰明确，若半径过大则轮廓不明确，显得无力；(b) 竖直矩形块和水平矩形块用梯形和中间矩形块形成渐变的间接过渡；(c) 圆柱和四方块之间用“天圆地方”变形接头作间接过渡，形状和体量上都形成渐变。

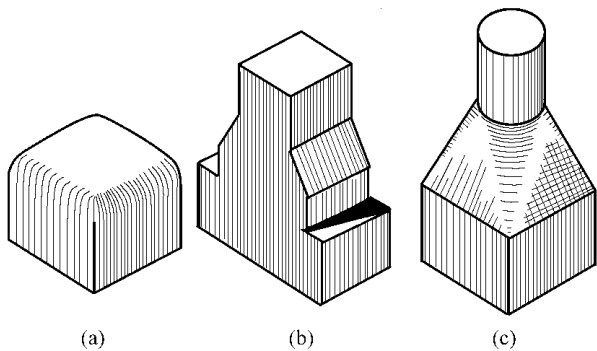


图 3-1-2 间接过渡

### (圆) 立体构成中的整体感、单纯化和主形体突出

工业造型设计的特色与风格随着时代的不同、地区的不同和民族的不同而有所差异，产品造型也随着产品的物质功能不同和加工方法不同以及生产方式的不同而不同。概括起来有两种风格，一种简单朴素，一种复杂华丽。在造型设计时必须处理好这两方面的关系。过于简单使人觉得单调、呆板、简陋、工业水平低；过于复杂华丽又令人感到繁琐杂乱、形象模糊。

在人类生产水平较低时所用器物的造型都是较为简陋、粗糙、原始的。随着手工业生产水平的不断提高，能工巧匠的出现，精美细致、复杂华丽的各种造型物不断出现。而在封建社会中，统治者们为了夸耀和显示自己更是一味地追求复杂华丽的造型风格。随着科学技术的进步和机械化、现代化生产的发展，造型风格也发生了变化。现代工业造

型设计应符合时代要求,适应现代工业大生产的特点。现代造型的特点是简洁、洗练、明快、主形体印象深刻、富于变化创新。在造型设计中特别注意整体感、单纯化和主形体突出。

① 整体感。所谓整体感是指产品在外观上呈现为少量的“块状体”,而不是呈现为支离破碎的杂乱形态,在设计中不让过多的零部件和机构暴露凸出于整机表面而造成松散、杂乱之感。应使分散的次要部分适当集中、合并,在较规整的范围内,再适当使用分割、装饰、色块、遮挡、隐藏等手法,把造型物分成明显的“块”、“区”,给人以“块感”。在现代的切削机床中,不同轴上的机械式变速拨叉大都被巧妙地利用凸轮、连杆、间歇机构集中由一个手柄集中控制,或用电控、液控机构代替,使变速箱表现减少伸出物,增加整体感。大量使用新技术可以实现“整体感”。例如,在设计操纵、控制按钮时,旋钮式比摇杆式规整,按钮式、琴键式又优于旋钮式,现代化的触摸式开关则完全没有元件突出于平整的面板上。

② 单纯化。主要指在构型时所使用的几何体和线型的种类、风格不宜过多。单纯化可以使形象明确,风格突出,人们在观察时就容易发现特点,易于理解和记忆,造成深刻印象。单纯化构型方法的另一优点是它适合于现代化的大规模、高速度、高质量的大生产方式,因而具有较好的经济性。

③ 主形体突出。在进行造型设计时一定要突出主体形体。突出主形体可采用加强特征部分、减弱非特征部分的方法。如在处理各“块”之间的比例关系时,造成明显的大小不同,给人以不同量感而分出主次。用形体的对比衬托也可以做到主形体突出,如用直线衬托曲线、简单衬托复杂、静态形体衬托动态形体等。利用色彩的性格,不同色相、明度、纯度所形成的区别也可以做到区分主次,造成重点突出。材质的不同处理同样可以造成主次的区别,非金属和金属的相互衬托、普通材质与高级材质的反差、材质表面粗糙度的差异都可以形成重点与非重点,以便突出主要部分。除此以外,我们还可以利用制造工艺上的差别,利用分割装饰等手法形成视觉重点,突出主形体。

#### (猿) 确保产品功能与经济性

① 工业产品不同于艺术品,任何工业产品必有它的物质功能要求。在造型设计时不能单纯片面强调构型艺术效果而置其物质功能于不顾。任何产品的造型设计都应当首先保证满足功能要求,满足使用的科学性、宜人性和环境适应性等等。产品造型设计的艺术美只能在保证功能的前提下去考虑,我们力求二者的统一,但有矛盾时必须优先保证物质功能的实现。例如,汽车的功能是运输,对汽车最基本的要求是速度快、装载多、操纵性好、安全可靠,在此基础上才是美观。没有前边基本要求的实现,后边的造型美便没有任何意义。

② 工业产品造型设计时必须考虑制造的工艺性和经济性。构型时采用的形状、结构要便于实现,便于制造、装配、修理,并应具有最好的经济性能。否则产品没有竞争能力,无法生存下去。任何时候都应记住工业产品造型设计的三个基本原则——实用、经济和美观。

## 肌理

在工业造型设计中,肌理是指材质表面的纹理和组织状态。

不同材质的肌理不同,如木材、石料、皮革、纤维织物、塑料和金属的肌理都是不同的。相同的材质,用不同的方法加工处理,肌理也会不同。例如同一种金属材料,使用铸造、锻造、切削加工、喷砂、电镀等不同加工方法处理时,其表面肌理也不同。即使是同样粗糙度的切削加工表面,由于加工方法的不同(车、铣、刨、磨等),肌理也会不同。

当造型物的形状、色彩相同而只是肌理不同时,也会使人的观感不同。粗糙无光的表面使人感到沉重、含蓄、朴实、稳定;细腻光亮的表面给人以轻快、柔和、华丽、高贵的感觉。

肌理的视觉效果是靠大量的微细造型物的群体宏观作用而得到的。仔细地观察物体表面组织和纹理会发现,它们都是由大量的点、线、面、立体整齐规律地排列或随机排列而成的。如砂型铸造器件的表面是一个个点状突起并随机排列而成的;车削加工件表面肌理是由一条螺旋线盘绕在表面而成的极细密条纹;刨削加工的表面则是一条条平行的直线纹理;某些橡胶制品为增大摩擦力,表面做成一个个排列整齐的小圆柱(如乒乓球拍的胶皮)或线形花纹(如轮胎表面)。

肌理的形态特征是小、多、密。

肌理可分为自然肌理和人造肌理两类。自然肌理是天然产生的,如石料的自然纹理、树木的表皮和木材的纵横纹理等;人造肌理是人们通过各种加工手段而得到的。在造型设计中广泛使用的是人造肌理,现代造型设计很重视表面肌理设计。人们已逐渐用富有艺术表现力的肌理处理来代替昔日的简单表面涂画装饰法。

肌理是通过视觉和触觉两种方式让人们感知的。好的肌理设计既有助于实现产品的物质功能,又能给人视觉上的美感和触觉上的舒适感。

在工业造型设计中,不论是平面图案、标志类的设计,还是立体类的设计,其目的都是力求创造出新的形象。但创造本身并非是任意地、无所依据地创造,而是在满足物质功能和结构特点的前提下依据美学法则进行的。美学法则来源于大自然,并提炼于大自然,它也是人们长期在造型设计的实践中总结出来的规律。如枝叶茂盛的花木,由于自然地及其本能地生长而充满了周围的空间,呈现出了优美而又均衡的形象。人们总结了大自然美的规律,提高到理论上,并给予系统化,以指导人们造型设计的实践。

### 源 环境美与审美

美是客观事物对人的心理产生的一种好的感受,就造型设计而言,如果某一产品具有美的形态,在人们的视觉上就容易引起诱导,吸引观察者的视线,同时在观察者的心理上也易于产生愉悦之感,即美感。美感的主要特征是一种赏心悦目的快感。

审美是人们对客观事物美与不美的评论,而审美过程是一种复杂的精神活动,人们在追求美、创造美和评议美的过程中,总是以一定的审美趣味、审美观念和审美的时代感为基础的。因而美与不美都与审美者的美学修养、审美观念和时代性有着密切的关系。今天是美的,但明天可能不称之为美的,但大凡总有一个共同的想法和标准,美的总归还是美的,它总会被大多数的观察者所承认和接受,其总的标准不会有有多大变化,这个标准乃是建立在美学法则的基础上的。

美与审美是不可分割的两个词意,它是美学中比较重要的组成部分,但人们一谈到美学,容易联想到高深的理论,神秘莫测。其实我们每个人每日都要接触到美、创造美和欣赏美,正如高尔基所说的“人人都是艺术家,他无论在什么地方,都希望把‘美’带到他的生活中去”。人们日常要接触和使用大量的工业产品,这些产品不仅满足物质功能要求,而且也满足精神上的审美要求,这就要求产品既要实用,又要符合美的规律造型。如果产品的外形美观,就会给人们的生活营造和谐的审美气氛,使人们赏心悦目,心情舒畅,还会促进人们培养和提高审美水平,因此美学法则应该是人们审美的主要依据,也是产品造型设计的理论根据。

## 源 摇 美 学 法 则

美学法则是人们观察自然界万事万物,以人的心理、生理、社会实践等方面为基础的,经过长期的探索而归纳总结出来而又被人们普遍公认的基本规律。人们在造型设计的过程中,应该以它为设计的基本理论,但还必须具体情况具体分析,灵活运用,不可生搬硬套,否则很难设计和创造出美的造型。

### 员 援 比 例

#### 员) 比例的定义

比例指造型对象各个部分之间、局部与整体之间的大小、长短关系,也包括某一部分本身的长、宽、高三者之间量的关系。如果产品的造型比例失调,则视觉效果没有美感。

当然,对产品的比例设计,应该是在满足其功能、结构要求的前提下进行的。

#### 圆) 黄金分割比例

##### (员) 黄金分割的定义

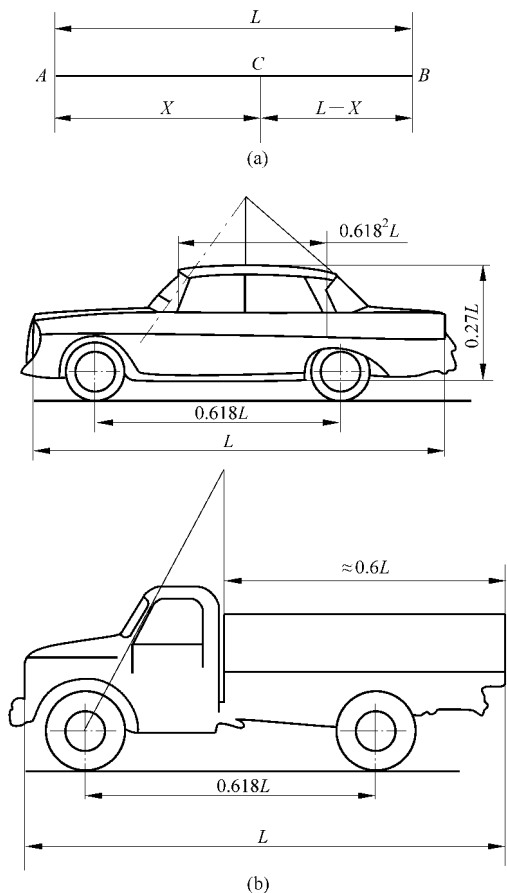


图 源 摇 黄金分割及其应用

(员) 线段的黄金分割;(圆)汽车的黄金分割



作图方法如下：

(员) 正方形法(见图 源缘)

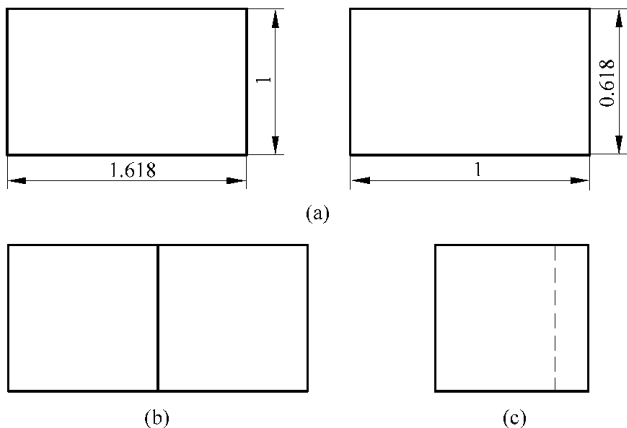


图 源缘 正方形法

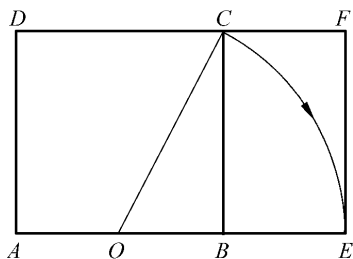


图 源圆 黄金矩形作图法

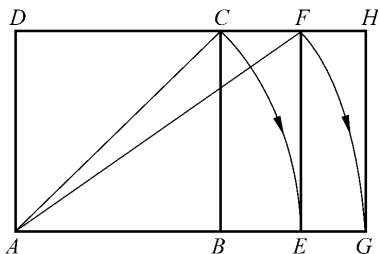


图 源猿 根号矩形作图法(一)

设边长为 1 的正方形  $ABCD$ , 连接对角线  $AC$ ,  $AC$  的长度为  $\sqrt{2}$ . 以  $A$  为圆心, 以  $AC$  为半径画弧交  $AB$  的延长线于  $E$  点, 过  $E$  作线平行  $BC$ , 并与  $CD$  的延长线交于点  $D'$ , 所得矩形  $AD'E$  为  $\sqrt{2}$  矩形, 亦即  $\sqrt{2}$  矩形。若再以  $A$  为圆心, 以  $\sqrt{2}$  矩形的对角线  $AD'$  为半径画弧交  $AD'$  的延长线于  $G$  点, 再过  $G$  作线平行  $BC$ , 并与  $CD$  的延长线交于  $H$  点, 四边形  $ADHG$  即为所求  $\sqrt{2}$  根号矩形, 亦即  $\sqrt{2}$  根号矩形。余此类推, 可得  $\sqrt{3}$  根号... 矩形。

(圆) 正方形对角线交点法(见图 源四)

已知矩形的长边, 求作根号矩形。方法是以矩形的长边为边长, 作正方形  $ABCD$ , 连接对角线  $AC$ , 以  $A$  为圆心, 以  $AC$  为半径画弧交  $AC$  于  $E$  点, 过  $E$  点作  $AB$  的平行线  $FG$ , 所得矩形  $AEFG$  即为  $\sqrt{2}$  矩形。若连接  $\sqrt{2}$  矩形的对角线  $AG$ , 与  $AC$  交于  $H$  点, 过  $H$  点作  $AB$  的平行线  $MN$ , 所得矩形  $AMNH$  即为  $\sqrt{2}$  根号矩形。

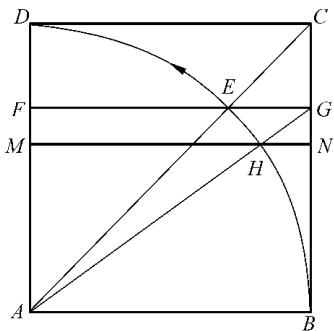


图 源四 根号矩形作图法(二)

源) 相加级数比矩形

相加级数的特点是在级数的数列中, 前两项数值之

和等于第三项数值。数列为 猿圆猿缘愿,猿猿圆,... ,它们的级数比为 :

猿圆猿缘愿,猿猿圆

猿缘愿猿猿圆

猿猿圆猿缘愿

猿缘愿猿猿圆

猿猿圆猿缘愿

由以上比值的数列可以看出 ,它们的总趋势是靠近黄金分割比。

### 缘) 整体与局部比例设计的原则

一些产品的造型设计是按照立体构成的基本方法 ,根据功能要求和结构需要 ,由某些基本单元矩形排列组合而成的。对于毗连或者相互包含的形体设计 ,可对产品的整体进行矩形分割 ,如果它们的对角线互相平行或者互相垂直 ,这样从整体到局部 ,都保持着相同的或者近似的形状比率 ,有和谐而又统一的视觉效果。如图 源圆~ 图 源圆所示。

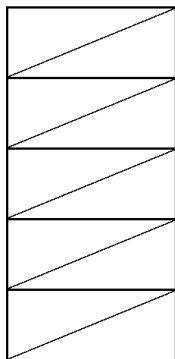


图 源圆 矩形分割和组合

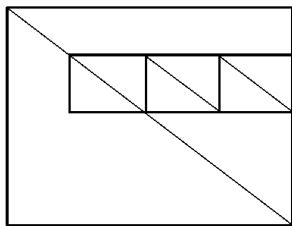


图 源圆 矩形分割

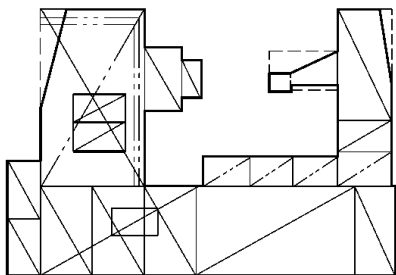
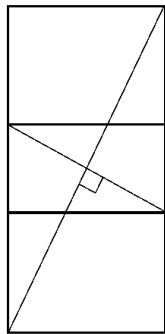
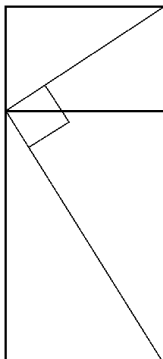


图 源圆 卧式铣床

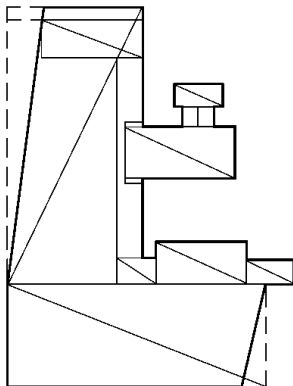


图 源圆 立式铣床

### 圆缓尺度

所谓尺度主要是指造型对象直接和人接触部分尺寸的大小,它是以身体的尺寸作为度量标准的,目的是满足和适应人的生理和心理上的特点,使操作者能够舒适而安全地工作,如产品上的操作手柄、手轮、旋钮等。对于手柄的粗细和长短的造型尺度,应该使操作者在使用中,抓得既舒服又得力,这就要求手柄不能太粗或者太细,当然也不能太长或太短。产品其他部分尺寸的大小,主要取决于产品的功能要求和结构特点。

从人们的心理状态考虑,产品上人经常接触的部分和观察的部分,其尺度的大小一方面要从人工程方面考虑,另一方面还应从肌理、形态方面考虑,使操作者愿意而又乐于操作,将操作看作是一种美的享受,从而也就提高了工作效率。

### 统一与变化

统一与变化的美学法则,是造型设计中比较重要的一个法则,其所涉及到的不仅是产品的形态设计,还涉及到产品的色彩、线型和装饰等设计。

统一:指产品的外观设计是一个统一的整体,其造型形式、风格等具有一致性,也即造型对象的形和色等方面在整体设计上的统一性和一致性,给观察者以整齐划一之美感。

变化:指产品的外观设计虽然在整体上应该尽量统一,但在形和色方面,也应有所差异,以打破过分统一的单调感,使造型对象生活活泼一些,从而引起人们心理上的兴奋感。

处理统一与变化的原则:统一与变化是造型设计中的一对矛盾,但它又是美学法则中很重要的一个方面,可以说它是处理产品的局部与整体达到统一、协调、生动、活泼的手段。应该指出,在处理过程中,不论有多少个因素影响着造型设计,但总归有一个为主,另一个为辅,即统一为主,变化为辅。如果根据此原则进行造型设计,就可获得比较满意的造型效果。因为过分统一,可能导致死板、单调;但如果强调多变,则无主题,视觉效果杂乱。因此,欲正确处理二者之间的关系,应该是在统一中求变化,在变化中求统一;统一为主,变化为辅。如在形的设计中,若以方为主,应该是方中有圆;若以圆为主,应该是圆中寓方。这样,在整体的设计上,既保持了整体形态的统一性,又做到了适度的变化。

实现整体设计达到统一,其基本原则首先应该是产品的功能确定了产品的形和色等,使功能与形和色有着统一的客观效果。反之,如果脱离了功能而单纯地追求形式上的统一,这样的造型设计将不会是优秀的设计。其次是格调的统一,指造型物的各个部分尽可能突出形、色、质等方面的共性,如线型风格的设计,应尽可能取得一致,是以直线为主还是以曲线为主?又如色彩的设计,应体现出主色调的统一,有了主色调,并以辅助色予以适当地装饰美化。像这样的处理方法,即可获得生动活泼的视觉效果。如图 4-1-1 所示的石英钟外轮廓的线型设计,虽然有所变化,但仍以直线为主。

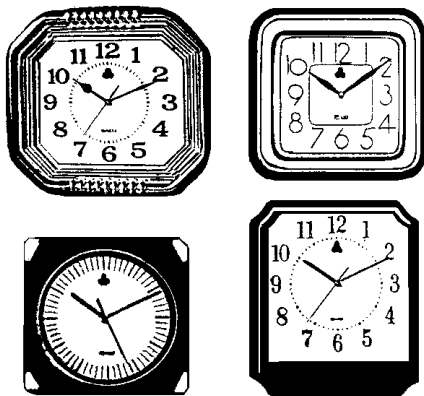


图 源 摇摇石英钟



图 源 摇摇手表

摇摇图 源 源所示的手表将表带和表盘设计为统一的整体,表带的宽度逐渐改变,使之与表盘紧密相接,而表盘的形状又可为圆形或长方形。

图 源 源是红外线测温器,主体造型呈曲面立体,光学部分镜筒的前身呈圆柱体,而后边的显示面板的形状又作了适当的改变,为了操作方便、准确,手柄的形状又设计为平面体,这样,整个仪器造型美观大方。

图 源 源是数码相机,其基本形体简单,机身外壳采用铝合金制造,磨光加工技术,具有轻巧的立式机身,相机整体性好。为了使相机美观大方,在相机正面加工出两条曲线,不致使相机单调呆板。

图 源 源所示鼠标,其本身呈现为一个光滑的曲面体,为了避免单调,在底部和上部用黑色给予装饰,使整体在视觉效果上既统一又有变化。



图 源 摇摇红外线测温器



图 源 摇摇数码相机



图 源 摇摇鼠标

### 源 源均衡与稳定

人们在使用工业产品时,在心理上总希望有安全感,因此,在产品的设计中,不论功能和结构是何等的好,首要的问题是要求产品在工作状态时是安全和稳定的,没有危险感。就稳定本身而言,它也是一种美的表现。

均衡是一种不对称的平衡,它是视觉上的一种平衡关系,指造型物的前、后、左、右的体量关系,其表现形式可以是等量而不同形,或者是同形而不等量。这里所指的对称,与工程图中形体的对称含意相同,即指在造型物上的某一方向,假定有一条轴线,将造型物分为等距离的形状相同、大小相等的两个对应部分,符合这种特征者,即认为该物体在这个方向是对称形的。如图 4-2-1 中,图(a)为平面磨床的外形图,它的左、右基本是对称形的;图(b)为铣床的外形图,左、右完全是对称形的。

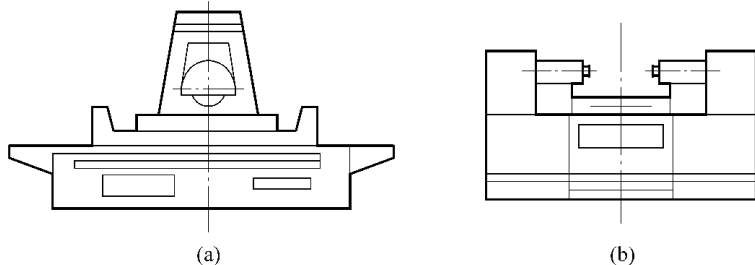


图 4-2-1  
(a) 平面磨床 ; (b) 铣床

对称在造型设计上属于视觉上的平稳,在人们的心理上可以获得对称美和安全感。但有时由于完全对称,会显得呆板单调,因而又失去了美感。

稳定指造型物的上、下部分在视觉上的轻、重关系。在理论上是指造型物的整体或者某一部分的重心高低问题,重心低,有稳定感;重心高,有倾倒的不稳定感。

#### 1) 均衡的表现形式

均衡的表现形式是多种多样的,其视觉效果要比对称的表现形式生动、活泼一些。在产品的造型设计中,经常采用这种表现形式,以达到丰富、多变的视觉效果。

#### (1) 体量\*

任何造型物,都可以按照形体分析的方法,分解成为某几个简单的几何形体,每个部分均表现出有一定的体积,并占有一定的空间,而在人们的视觉上和心理上总认为它们是一个一个的实体,也有一定的重量感,这种量感称体量。

对于同样重量的两个部分,在视觉上,体积大者重,体积小者轻。若以立方体和球体比较,立方体因有棱有角,能诱导视线向外扩延,结果产生立方体向空间扩大的视觉效果,在体量上则感到重;至于球体,在视觉上,有收缩感,所占空间较小,在体量上感到轻。

从色彩方面观察,形状和大小完全相同的两个立体,一为深色,一为浅色,视觉效果深色重,而浅色轻。

#### (2) 获得均衡的基本方法

由于均衡是一种不对称的平衡,欲使产品的造型设计呈现均衡的视觉效果,当然不一定要按照完全对称的形式表现出来。从均衡的表现形式来看,是在整体的某一方向假

\* 摇体量——物体整体或某部分的体积、形状、色彩、肌理等要素给视觉的综合量感。

想对称平面的两侧,根据产品各个部分的功能、结构设计的特点和要求,均衡的形式可以是等量不同形的,或者既不等量又不同形,或者同形而不等量等。以上诸形式,都在影响整体形态的不稳定感,问题在于怎样巧妙地选用,以获得生动活泼的视觉效果。

在具体的造型设计中,产品各个部件的布局 and 安装,在构图时必须充分考虑整体上的均衡,基本方法是取支承面的中心线为假想的对称线,然后从整体上作粗略的平衡估计,使整体左、右两边的体量矩<sup>\*</sup>之和相等。像这样的体量组合,在视觉上可大致趋于均衡,但并非真正物理量的平衡。如图 1-2-10 中,图 (a) 的右边体量矩之和大于左边的体量矩,视觉效果显然不均衡;而图 (b) 中,左边体量矩之和约等于右边的体量矩,故视觉效果是均衡的。

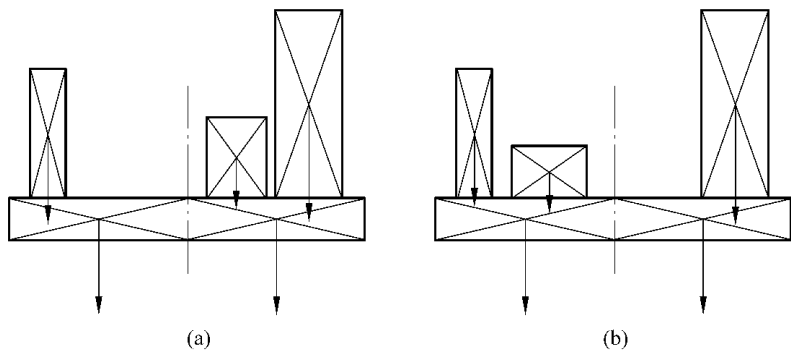


图 1-2-10 摇床

图 1-2-11 (a) (b) 是两台机床的体量矩关系与具体造型设计对照的实例。

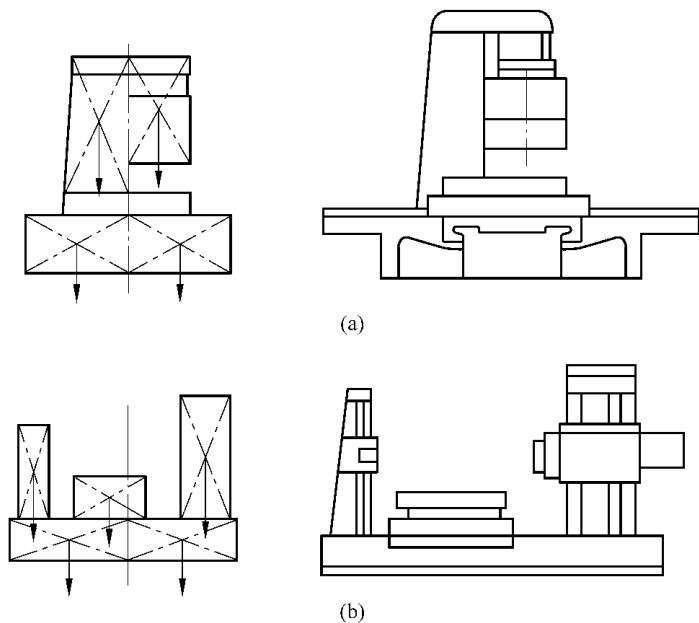


图 1-2-11 摇床体量矩平衡

\* 摇体量矩——体量对视觉平衡支点的矩。

有时为了解决和处理好整体上的均衡问题,往往也从合理地布置操纵件(如手柄、手轮等)方面考虑。至于产品上的装饰和色彩的设计以及标牌的位置等,也对产品的整体均衡有着不可忽视的影响。如产品的标牌、标志等,一般都采用与主色调有较强烈对比的色彩,再加上它那具有艺术魅力的图案,往往形成了观察者的视觉中心,起到了诱导和补偿某些不均衡因素的作用,从而增强了整体设计的均衡感。

对仪器面板的设计,由于上边有着各种不同功能和不同形状大小的元件,而这些元件的合理布局,同样存在着均衡的问题。例如设计一个操纵台的仪器面板,假设面板上有以下几组元件(荧光屏一个(遭)功能键组(槽)数字键组(凹)标志,如图 4-2-1 所示,设计面板尺寸大小并布置各组元件。

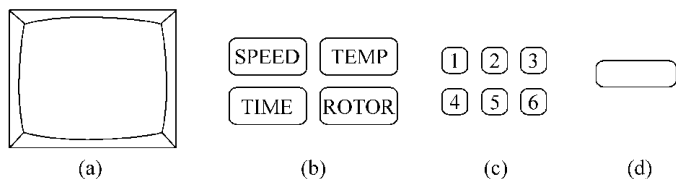


图 4-2-1 仪器元件组

分析:面板是生产设备操作者的视觉中心,设计者进行设计的出发点,应该适应和满足人们生理上、心理上的特点以及操作顺序等方面的要求,即要求在安全、可靠、准确和舒适的情况下进行操作。因为面板设计基本上属于平面构图设计,根据经验,当人们观察平面图形时,其视线的扫描路线呈“在”字形。从人的视觉反应分析,水平方向的视觉反应要比垂直方向的视觉反应为快,但水平方向的视角不能太大。为此,要求面板尺寸的长与宽之比不可过大,从艺术角度考虑,可以确定面板尺寸长与宽之比应尽量等于或者趋近根号矩形,即面板呈 $\sqrt{2}$ 矩形。从功能角度考虑,对于相同的元件或不同功能的元件组,可以适当地在面板上进行分割,考虑到操作顺序和方便等,要使面板的视觉效果生动、活泼和均衡,可以对诸元件采用非对称性布局排列和分割,分割线采用直线与圆弧相结合的形式。为了使得操作准确无误,也可以对分割区采用不同的色块。

结论:由以上综合分析,影响面板的设计因素较多,但面板的总体布局还是应从总体的均衡考虑入手。对于此面板的设计方案,归纳起来可以有以下几种,见图 4-2-2,这些方案经过分析比较后,方案(凹)比较合适。

图 4-2-2 所示为阅读机。对阅读机面板布局设计分析:根据人机工程要求,人们操作一般使用右手比较方便,人的视线一般是从左往右扫描,所以面板显示部分放在中央比较合适,指示灯、标志等放在左边,操作元件放在右边,整台机器的面板均衡合理,机身的稳定性好,长度适中。

图 4-2-3 所示为一阅读随身听,它是数码产品的一种,可作为学习或听音乐之用,外形小巧精致,携带方便、灵活,带有阅读光碟,兼有录音功能。其造型呈长方形,操作面板面积不大,操作元件和显示部分放在左边,也可以集中放在右边,操作都方便。

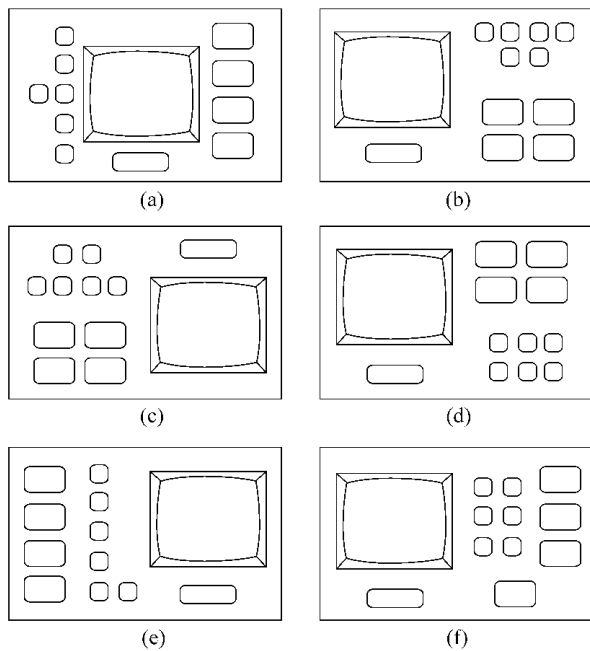


图 1-1-10 收音机面板设计方案



图 1-1-11 收音机



图 1-1-12 收音机随身听

图 1-1-10 所示是充电收音机,其整体小巧,各功能部分呈长方形,比较统一,左上角有指示灯,右上角有波段显示窗口,扬声器在左下方,波段开关在右下角,呈圆形,利于右手操作。各部分布局分散合理,避免了给人造成过分集中拥挤的感觉。

### 圆) 稳定的分类及其实现方法

因为产品的稳定能使人们具有安全感,所以在机电产品的造型设计中,总体的稳定性是必须考虑的重要因素之一。

#### (员) 稳定的分类

① 实际稳定。根据力学分析,稳定的基本条件是物体的重心必须落在该物体的支撑平面之内。物体的重心越低,越靠近支撑平面的中心时,其稳定性越好。凡符合这些条件者,称之为实际稳定。这种稳定是建立在科学基础上的稳定。

② 视觉稳定。从产品的外形进行观察时,产品体量重心的高低对人们的视觉感觉产生不同影响。重心低,稳定性好,这种稳定称为视觉稳定。视觉稳定最终反映在人们的心理上有安全感和可靠感。

#### (圆) 实现和增强稳定感的方法

产品的造型设计,应该是在保证功能的前提下,确保产品能够安全、可靠地工作,其中很重要的一条是产品的稳定性,这种稳定性,不仅要满足实际稳定的必要条件,而且应充分适应心理上的视觉稳定要求。因此,在一般设计中,往往对实际稳定和视觉稳定同时考虑,以获得良好的造型效果和可靠的稳定性。实现和增强稳定感的方法如下:

① 使造型物实际重心下移,以满足实际稳定的物理条件,在体量关系上应该是上小下大,或者使形体由底部向上逐渐缩小。

图 源原所示的数控铣床,其外形整体呈全封闭式,安全性好,操作方便,加工时左边的推拉门关闭,整体呈现上小下大,底部呈黑色设计,稳定感强。



图 源原 数控铣床



图 源原 摇摇充电收音机



图 源原 摇摇电熨斗

摇摇图 源原所示电熨斗,其形态决定于其功能,整体形态呈流线型,底部平滑,运动自如,

操作方便,并有一定的重量,在形态方面呈上小下大,在色彩方面上明下暗,整体的稳定性较好。

摇摇图 1-2-4 所示是显微硬度测试仪,有较好的稳定性。

图 1-2-5 所示为数码相机,其形体呈曲线型,造型美观大方,除机身上小下大外,该机带有充电器,相机放在充电器上可以充电,整体稳定性好。

图 1-2-6 所示为车顶有进气装置的赛车,在高速比赛的情况下,如不遇到特殊障碍物或者侧面方向的冲击力,则整车驾驶的稳定性极好。



图 1-2-4 摇摇显微硬度测试仪



图 1-2-5 摇摇数码相机

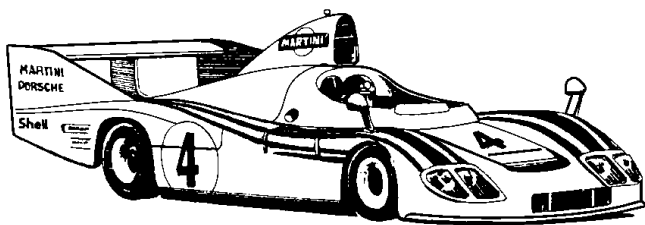


图 1-2-6 摇摇赛车

图 1-2-7 所示的坦克,集机动、火力、防护于一体,能够高速越野行驶,跨壕沟,过障碍,涉浅滩,渡河流,胜似蛟龙。身披复合装甲钢筋铁骨,坚固无比。打起仗来,马达怒吼,履带滚滚,炮声隆隆,令敌胆寒。因而它的造型设计就是根据其功能而来的,其车身较为低平且较宽,行驶起来稳定性极佳,造型全为直线形,坚强有力。其色彩设计整体用深绿双色云形迷彩,一方面视觉上更为稳定,一方面也起保护的作用。

图 1-2-8 所示液晶显示器,其整体呈长方形,厚度较薄,底座支撑面较大,显示屏可绕竖直连接轴自由转动,稳定性好。



图 源 摇摇坦克



图 源 摇摇液晶显示器

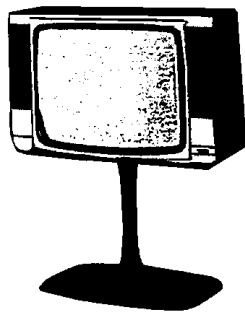


图 源 摇摇电视机

摇摇② 使造型物的实际重心落在支撑平面之内,否则应加大支撑面的面积,或者适当改变实际中心的位置。日常所见到的产品,如显微镜、摇臂钻床、汽车吊、台灯、台扇等产品的下部所占面积往往很大,其目的就是使产品的实际重心落在支撑平面之内,以保证在正常工作时不致倾倒。如图 源 所示为电视机的总体造型,它的实际重心落在了支撑底座平面之内,虽然其形体上大下小,但视觉效果仍是稳定的。

图 源 所示电子显微镜,整体高度较大,目镜部分倾斜探出,但因底座面积较大,而且有一定的厚度及重量,所以整台显微镜的重心仍落在底座的支撑面之内,而且又在底座下面设计了黑色彩带,更增加了整台显微镜的稳定感。

图 源 所示攻击机,由于有较大的三角翼,机身整体的视觉效果是均衡稳定的。

对于某些形体的造型设计,怎样使之既稳定又轻巧,其中重要的一点应使底部形体变小,或者采取其他措施。如图 源 中,图( 蕤)的长方体从造型艺术和视觉均衡稳定方面观察都不大理想,如果按照图( 遭)( 槽)和( 凿)逐步改进,可使立方体的重心下移,又可达到轻巧多变的造型效果。如图 源 所示操纵仪,视觉效果灵活多变,又有轻巧感。摇



图 源 扫描电子显微镜



图 源 隐身攻击机

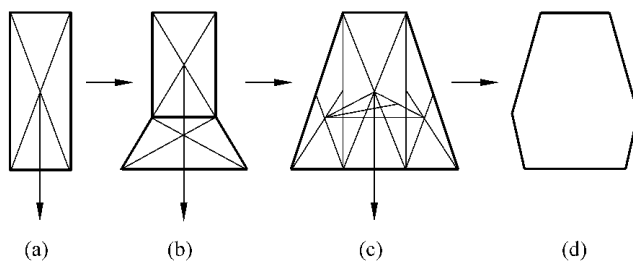


图 源 降低重心的方法

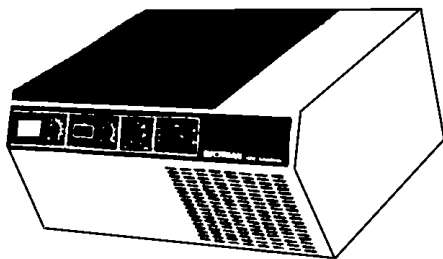


图 源 操纵仪

摇摇图 源源是一辆新型的太阳能汽车,总体由曲面构成,该车由三个车轮支撑,造型形态上小下大,稳定性极好。

图 源源是电子经纬仪的外观图,这种仪器属精密光学电子仪器,色彩明快,形体轻巧。摇摇



图 源源摇摇太阳能赛车



图 源源摇摇电子经纬仪

摇摇图 源源中,图( 势)的形体呈不稳定状态,它的重心超出了支撑面,为了避免倾倒的可能并考虑造型的艺术性,采取了如图( 遭)( 糟)和( 凿)的改进措施。诸如这类设备的造型设计,可参考图 源源所示的座地式盘磨机的总体设计。

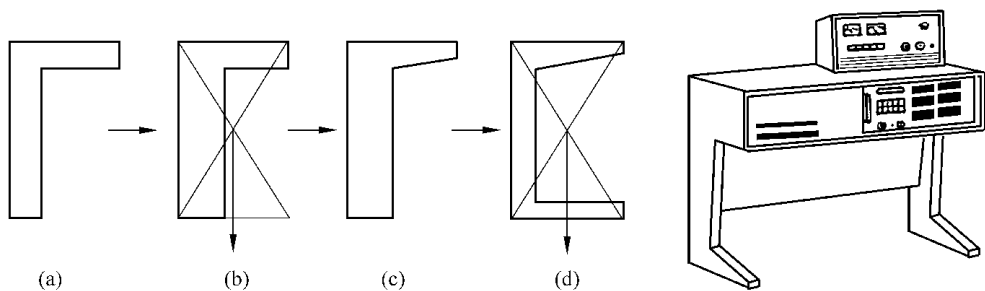


图 源源摇摇增强稳定感的造型设计

③ 利用色彩的轻重感,从产品的总体考虑,对色彩的设计,一般采用上明下暗、上浅下深的色调,以形成上轻下重的视觉效果,在色相的对比方面采用强对比色相。至于对产品的装饰,往往在产品的中、下部采用一条或者两条水平位置的深色彩带。以上总的效果都增加了产品的稳定感。

图 1-1-10 所示为数控铣床,外形体积上大下小(实质上上轻下重),为了增加机床的稳定感,对机床的上部采用了明度较高的色彩,并为床身下部设计了黑色水平彩带,增加了机床的稳定感。并将机床的下部设计为黑色,使整台机床在视觉效果上更为稳定。



图 1-1-9 座地式盘磨机



图 1-1-10 数控铣床

图 1-1-11 所示的中型客轮,它的体积不算大,为了增加航行时的稳定感,船体的色彩设计呈上轻下重,上部为浅色,船体为深色。

图 1-1-12 所示的彩电呈直角平面型,其高度较高,厚度不大,画面边框采用了铝合金精细磨加工,增加了轻巧感,而将彩电的下部设计为黑色,使彩电的稳定感有所提高。



图 1-1-11 中型客轮



图 1-1-12 直角平面型彩电

图 1-1-13 所示的大型客机,机身呈流线型,机身修长,在机身下部采用了深色彩带,从机头连续到机尾,形成了上明下暗的视觉效果,同时也增加了整机飞行的稳定感。



图 4-1-1 大型客机

图 4-1-1 所示的豪华卧铺客车,其高度比一般客车高,上下两层,车厢上小下大,整车线型流畅,外形饱满,稳定性较好,是长途旅行良好的交通工具。为了在视觉上增加稳定感,车身下部有一条黑色水平线,从车头贯通到车尾。为了使整车有动感,在车身的侧面设计了几条好似河流的弯曲彩带。



图 4-1-2 豪华卧铺客车

图 4-1-2 所示数码相机,其光学系统采用了德国“蔡司”镜头及 10 倍光学变焦,大大减低了拍摄时的反射光线,创造了细致清晰的影像效果。该机内装弹出式智慧型自动闪光灯,并有超级电子防抖系统和红外夜摄功能,外壳由镁合金和铝合金制成,小巧便携,整体偏高,下部采用黑色设计,增加了稳定感。



图 4-1-3 数码相机(一)



图 4-1-4 数码相机(二)

摇摇④ 利用不同材质、肌理。不同的材质,其明暗程度也不尽相同,它们加工后表面纹理的粗细,所呈现出的明暗程度也有差异。光泽明亮者,显得轻;肌理灰暗者,则显得重;肌理精细者,显得轻;肌理粗糙者,显得粗犷沉重、有力。因此在设计时,往往使产品下部的材质、肌理粗糙,色彩深暗,以改变对整个产品造型的视觉效果。



图 源源摇摇食品烤箱

图 源源源源所示数码相机,机身配有一个 3 英寸的彩色显示屏,机身由镁合金材料制成,线条流畅,形体简洁,轻巧便于携带,造型优美,体积小,重量轻,耗电少。

图 源源源源所示食品烤箱,表面纹理精细,光亮,系不锈钢板之类的金属材料加工而成,美观大方。

⑤ 利用标志、图案。一般产品上都有相应的商标、标牌等,其色彩往往是鲜艳夺目的,对观察者易于形成视觉中心,而这些标志布局的位置,对产品的总体造型设计也十分重要。如果置于产品的上部,可对产品的总体视觉效果起到装饰和平衡的作用;如置于产品的下部,可增强视觉上的稳定感。

图 源源源源所示民航客机,其机尾部有航空公司的标志,机身头部两侧有国旗图案,这样的装饰设计对整机的视觉效果起到了前后呼应作用。



图 源源源源民航客机

图 源源源源所示彩电,呈平面直角型,其稳定性本来就很好,设计者把产品品牌放在机身底部正中央,对底部操作部分的色彩采用了深色,更增加了稳定感。为了减轻底部的压力,设计者把商标放置于机壳的左上角,在视觉效果上又增加了彩电的轻巧感。

猿) 一般机电产品的造型设计对均衡与稳定的考虑

机电产品分类繁多,其功能特点也不尽相同,但在造型设计方面,很重要的一条乃是怎样确保产品工作的安全性和可靠性,否则,功能再好,也无法实现。根据机电产品的功能特点,大致可分为以下几类。

(员) 机床类

金属切削机床,其加工对象主要是金属材料类零件毛坯,在切削加工的过程中,因有切削力存在,因此,对机床的设计,除了保证具有一定的加工精度和机床本身的实际稳定之外,还应具有足够的理论上的强度和刚度。从造型设计方面考虑,希望机床使人在视



图 4-1-1 摇摇彩电

觉上和心理上既有足够的强度,也有足够的刚度,它们的表现形式应反映在机床各个部分的截断面的大小和体量矩的平衡上。当然,对机床各部分的材质、结构和形态等,也是必须考虑的重要因素,使机床的造型给人以均衡美和稳定感。

#### (圆) 交通运输工具类

交通运输工具的基本功能是运人载物,按其运输特点各不相同,其造型特点也各异。如火车、汽车和飞机等,其共同特点是要求安全、可靠、舒适地高速运动。因此要求产品在形态上呈流线型,以减少空气阻力;在视觉上有速度感,并体现出高速。这样,对整体的造型设计,均衡和稳定的问题就成为设计中必须考虑的重要因素。

图 4-1-2 所示的小型轿车的造型设计就充分考虑了以上特点。



图 4-1-2 摇摇小型轿车



图 4-1-3 摇摇大型客车

摇摇对于大型旅行客车和公共汽车,由于长途运行,更应要求安全、平稳和舒适,它们的速度要求为中速。至于车身的造型设计,主要应考虑保证车内有足够而舒适的空间和大面积的玻璃车窗,以使旅游者在宽敞、舒适的环境中欣赏大自然的美好风光。因此,车身的造型设计一般采用箱形造型,车身的宽度和高度都比较大,车身宽度的加大,增加了车厢横向的稳定性。在色彩和装饰方面,一般采用明度较高的单色或双色,并在车身中部装饰具有动态感的分割线,以降低箱形车身在视觉上的高度感;在配色上,车身的下部设计为深暗色,或者相对于车身上部明度较低的色相,使车身整体的配色形成上明下暗、上轻下重的视觉效果和心理上的稳定感。

图 1-1-10 所示的大型客车,整车长而扁,宽而矮,高而窄,车内空间较大,视野宽广,采用航空座椅,舒适性好。整车为仿欧洲款式设计,流线型外形,色彩设计基本上遵循上明下暗的原则。为了使车有动感,车身侧面设计了曲线型的彩带。

图 1-1-11 所示的豪华小轿车,属尼桑新蓝鸟系列,配有安全气囊,真皮座椅,悦音音响,灵智倒车雷达以及飞航式速度表,车身流畅。



图 1-1-11 新蓝鸟轿车

对于小型轿车,一般行驶于城市或者市郊,其特点是平稳、舒适和中速,故车身造型一般上小下大,呈梯形。在现代造型设计中,也并非完全采用流线型设计,为了确保车身的稳定性,减少车身行驶时的空气阻力,车身曲面采用挺拔而流畅的线型,目前国际上普遍流行的“月样条曲线”,其曲率较小,而面与面的过渡采用小圆弧过渡,这样整体造型既刚直有力,又圆润饱满,具有刚柔结合的艺术魅力,也有均衡协调的视觉效果。为了增强车身的稳定感,往往在车身的两侧镶有铝合金或其他轻型材料制作的水平动态线。

摩托车是城市、农村的交通工具之一,这种交通工具灵活方便,不受道路的限制,其造型要求应该是外形简单、结构紧凑、灵活轻便、驾驶安全以及阻力较小等。图 1-1-12 为轻便型摩托车。图 1-1-13 是介于摩托车与微型汽车之间的未来型个人自用车,具有稳定安全的特点。



图 1-1-12 轻便型摩托车

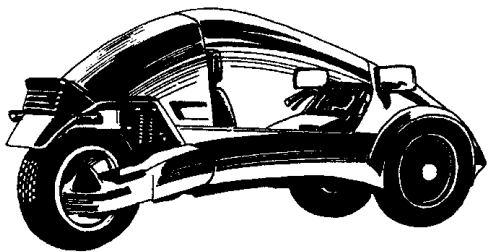


图 1-1-13 未来型个人自用车

图 1-1-14 所示的新型摩托车,除其发动机和车架由金属材料制作外,其余几乎全部采用塑料材料制作,故重量轻,成本低,外形也美观。



图 源 猿 新型摩托车

军用车辆由于要适应各种环境和各种不同的地理条件等,还要考虑到战争时期打击敌人、保存自己的各种战术、策略和措施,因此,要求车辆具有高水平的作战性、灵活性、攻击性以及本身的安全可靠性等。在造型设计上,基本原则应该仍是功能决定形态,在色彩设计上应该采用保护色。

图 源 远 所示的自行高射炮坦克,装有低空高射机关炮,体形偏高,但底盘履带扁平,相对重心仍是很低的,作战的稳定性较好。



图 源 远 自行高射炮坦克

#### (猿) 仪器仪表类

仪器仪表应具有可辨认度高、制造精度高和工作精度高的特点,因此,对可靠性和稳定性也要求较高。但对仪器、仪表类产品,在造型上还应具有一定的轻巧感,并且一般考虑在仪器的底部采用深暗色或者黑色色带,以增加仪器的稳定感。至于仪器的面板设计,在考虑功能和操作顺序的基础上,应尽量做到面板上各操作元件及显示器等布局均衡、合理。

图 源 苑 为色彩计,它是应用于科研及工业的一种多功能仪器,能够准确测量光源色彩。它造型轻巧,形态圆润柔和,质感强。

图 源 愿 是一台超小型电视收、录、放一体化的产品,有源英寸高清晰度液晶电视屏幕,整机重量仅 员 猿 磅,造型轻巧,携带方便。



图 源 瑶 色 彩 计



图 源 瑶 超 小 型 电 视 收、录、放 一 体 化 产 品

图 源 瑶 中,图( 葬)为小型轻便、功能齐全的便携式电视录放机;图( 遭)为便携录像机。它们的共同特点是面板设计紧凑、均衡、有节奏感。



图 源 瑶 录 放 机 和 录 像 机

( 葬) 便 携 式 电 视 录 放 机 ; ( 遭) 便 携 录 像 机

图 源 瑶 为 非 接 触 式 温 度 计 ,可 测 量 中 等 温 度 ,也 可 通 过 玻 璃 测 量 ,测 量 范 围 在 圆 益 ~ 愿 益 ,测 量 精 度 高 ,造 型 轻 巧 ,使 用 方 便 。



图 源 瑶 非 接 触 式 温 度 计

图 4-2-1 中,图( 癸)为新型电子秤,面板布局均衡,整体的稳定性较好;图( 遭)为自控电脑加油机,色块分明,型体简洁,显示内容集中,清晰易辨。

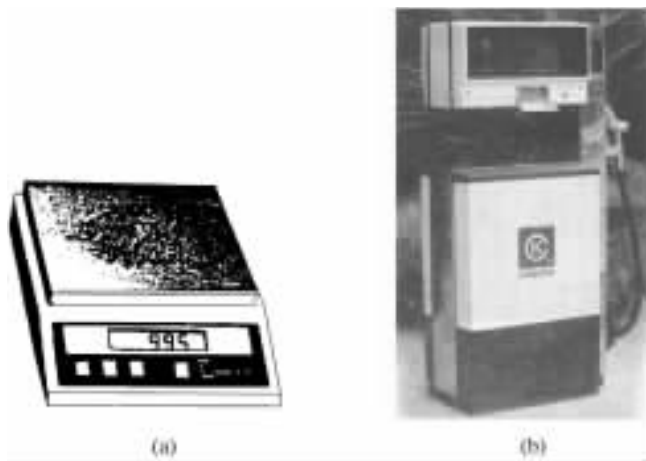


图 4-2-1 新型电子秤和电脑加油机  
( 癸) 新型电子秤;( 遭) 自控电脑加油机

### 缘缓简洁

产品的造型设计必须适应人们的视觉心理特点。由于人的视觉强度与观察对象对人的刺激程度成正比例,如果观察对象的形象简洁明快,则对人的刺激程度小;如果观察对象复杂、尖锐,则对人的视觉刺激程度大。

产品的功能不同,其形态设计也不同,人的视觉心理感受当然各异。产品的造型设计并非形态越复杂就越美观。因为在相同功能的条件下,产品的形体复杂,交错多变,色彩繁多,易使观察者眼花缭乱,心理状态有紧张感,最终将影响产品的使用效果。因此,对一般产品进行造型设计的基本原则,应该是突出主体,去繁就简,线型简洁、明快,工艺简单、方便。

人们的视觉感受特点是,直线比曲线简单,平面比曲面简单,结构少比结构多简单,少色相比多色相简单。对某一产品而言,如果线型统一,色彩统一,形体组合变化少,结构简单,则视觉效果简洁、明快、舒畅而大方,人的心理感受好。

从产品造型设计的发展趋势分析,纵观国内外机床、仪器、交通运输等博览会,近年来产品的造型设计绝大部分呈直线型平面立体构成的形态,刚劲有力,其色彩明快,工艺简单,视觉效果简洁感人。

图 4-2-2 所示豪华旅行车,整车造型简洁流畅,色彩明快,装饰彩带富有动感,车辆重心较低,稳定性好,前窗和侧窗均采用大面积观景玻璃窗,视野宽阔。

图 4-2-3 所示手镯型手表,造型简洁、轻巧。



图 1-2-10 摇摇大客车



图 1-2-11 摇摇手镯型手表

摇摇近年来由于国际市场商品的竞争,产品造型设计中强调曲线、曲面的比例大了起来,不仅家电产品,而且小汽车、摩托车、照相机、厨房用品等,都出现了曲线、曲面类造型。这也是由于流畅的曲线和柔滑的曲面所表现出来的是优雅感、温和感和速度感,并富于感情色彩。但它又非 20 世纪 30 年代流线型设计的重演或翻版。这种造型趋势的产生,一方面是由于产品的功能起了明显的变化,相对于物质功能来说,人们更重视其精神功能,希望自己周围的物品、环境与自己和谐协调,富有亲切感和温暖感;另一方面由于电子技术的发展,新材料、新工艺的应用,尤其是塑料注塑工艺,对曲面的制造技术开拓了前景。

图 1-2-12 为电视机,尽管以往电视机的形态以直线造型为主,但近期也开创性地设计为圆弧形,这种电视机刻意追求柔软的形态,构形简洁,使人看后免不了想去触摸一下,这是一种强调趣味性的造型。

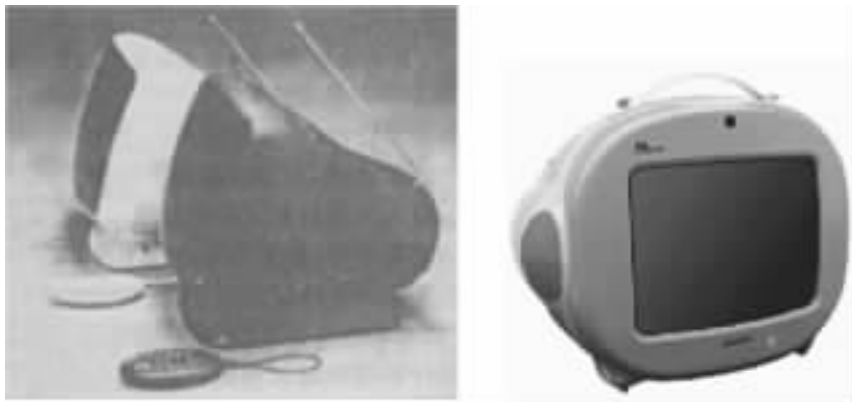


图 1-2-12 摇摇电视机

图 1-2-15 所示电热器也是曲线造型的典型例子。

图 1-2-16 所示小汽车的造型,整车主体从任何一个方向看去,都呈现为曲线和曲面形,颇有柔和感和速度感,视觉效果简洁、明快和舒畅。

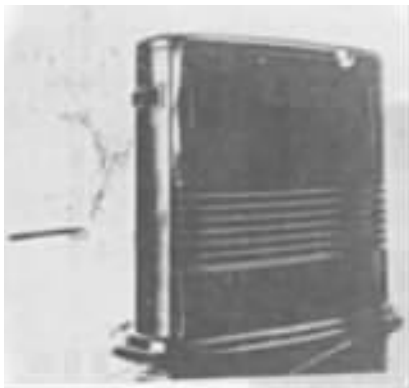


图 1-2-15 电热器



图 1-2-16 汽车

图 1-2-17 所示客机,机身造型简洁,曲面柔和。



图 1-2-17 客机

图 1-2-18 所示为行驶在法国巴黎——布列塔尼半岛一线(即大西洋铁路线)的高速列车,车形简洁、平滑,有速度感,时速达 300 公里,号称子弹火车。



图 1-2-18 高速列车

图 1-2-19 所示数码照片快印机,属自动照片快印系列,通过机身右边简单易用的控制

面板和液晶显示屏,可随心选择缤纷影像,配合高画质打印和卷纸自动切纸的功能,即可高效完成印刷程序。机身用塑料材料制作,曲面光滑圆润,丰满醇厚。

图 源 所示汽车冰箱,面与面全部是圆弧过渡。



图 源 数码照片快印机



图 源 汽车冰箱

## 错觉概述

在日常生活中,人们观察某些形态或要素时,往往会产生与实际不符或者一会儿这样,一会儿那样的感觉,这种现象称为错觉,也称视错觉。

错觉是一种自然现象,它的产生因素较多,有生理上和心理上的原因,也有形、光、色的相互干扰以及周围环境的影响等。对于这种客观存在的现象,只有当我们了解了它,认识了它,我们才能在产品的造型设计中自觉地考虑和利用它,或避免和矫正它,以使造型艺术达到预期的效果。

## 错觉的分类

## 长度错觉

长度相等的线段,由于它们所处的方位不同,或者两端附加要素的影响,在视觉效果上会产生与实际长度不符的现象,这种现象称为长度错觉。

如图 5-1 所示,线段  $AB$  与  $CD$  相等,由于  $AB$  为水平位置线,  $CD$  为铅垂位置线,当人们观察时,由于视觉敏感传递速度不同,水平位置的视觉传递速度大于铅垂位置的视觉传递速度,视觉效果  $AB > CD$ ,这实际上是一种错觉。欲使  $AB$  和  $CD$  的长度在视觉上相等,按一般经验,将  $CD$  长度减少  $AB$  的  $1/3$  即可。

如图 5-2 所示,线段  $AB$  与  $CD$  相等,在二线段两端附加不同方向的箭头,由于  $CD$  箭头上的斜线超出了  $CD$  线段长度的范围,起到了诱导视线向外扩延的作用,视觉效果  $CD > AB$ 。

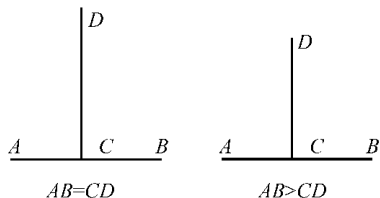


图 5-1 高度错觉

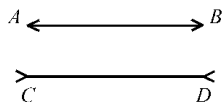


图 5-2 长度错觉

### 圆缓分割错觉

在产品上,如果采用某一方向的线段分割,分割前和分割后在该方向上的视觉效果,会产生量的变化,这是由于分割而产生的,这种量变是一种错觉,称为分割错觉。

图 2-2-1 所示三个完全相同的立方体,将其中两个分别用水平线和铅垂线进行分割,由于分割线对视觉上的诱导,二者分别在沿分割线的方向有变长的视觉效果。如图(遭)在水平方向有变长的错觉,也相对地感到其高度在变小;图(糟)在铅垂方向有变长的错觉。

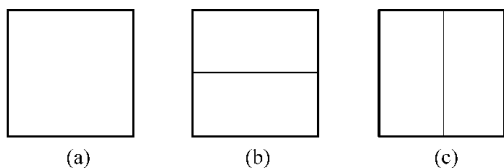


图 2-2-1 圆缓分割错觉



图 2-2-2 圆缓显微镜光源

图 2-2-3 所示显微镜的光源部件,外壳分上下两层,中间的分界面实际上也起到了对整体进行了水平分割的效果,使壳体在高度方向有所降低,从而提高了稳定感。壳体上部的软管为光导纤维,连接显微镜,以供光源。

图 2-2-4 所示为三个长度相等的矩形。将图(遭)的矩形按四等份分割,当观察时,由于分割竖线对视线的上下诱导,使该矩形在视觉效果上增加了高度感。将图(糟)的矩形进行多次等量分割,由于诸竖线横向排列所占据的长度大于竖线本身的长度,再加上由于分割线的数量较多,又有诱导视线作横向扫描的信息,该信息由于竖线数量多而传递较慢,因而产生了该矩形有横向增长的视觉效果。

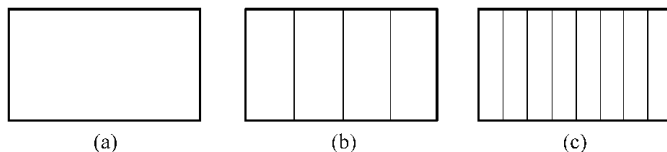


图 2-2-4 圆缓分割错觉

图 2-2-5 所示摄像机,由于内部结构使得机壳的高度方向尺寸较大,为了在视觉上减少高度感,并增加稳定感,因而将机壳采用了水平分割。

图 2-2-6 所示两个大小相同的长立方体,由于视觉高度较大,在心理上有不稳定感,可以根据功能需要,将其中一个采用水平线进行分割。由于水平线对视线的诱导,在视觉上立方体的横向尺寸有所加大,也相应导致立方体高度的下降。在产品的造型设计中,为了增强产品总体的稳定感,一般采用单线或子母线进行横向分割,分割的位置

可以适当地偏上或偏下,一般不采用中线分割,如冰箱、机柜等。

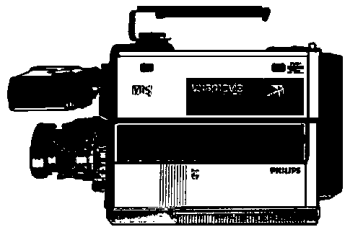


图 缘瑶摄像机

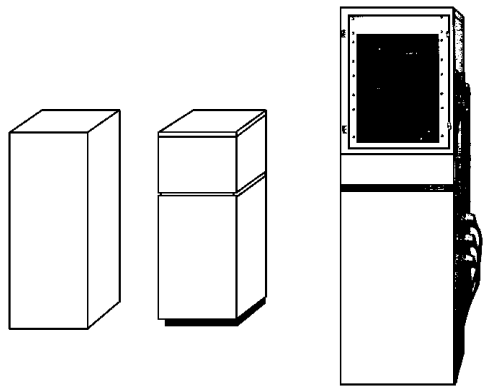


图 缘瑶体的分割错觉

### 猿援变形错觉

某些图形要素,由于所处的背景不同,这种背景对人的视觉往往起到了某些诱导和干扰作用,使得原来要素的形失去了真实感,出现了某些变形,这样的变形即称变形错觉。

图 缘瑶中,两条直线线段,在不同的背景条件下,受干扰后的形象也不同。图( 葬)由于诸射线对视线的诱导,其诱导的方向为诸射线的发射方向,发射点为 韵<sub>员</sub>和 韵<sub>圆</sub>,这样就导致 粤月<sub>员</sub>和 悦阅<sub>圆</sub>二平行线段在视觉上有向发射方向弯曲的趋势。同理图( 遭)中,线段 粤月<sub>员</sub>和 悦阅<sub>圆</sub>弯曲的趋势相反。

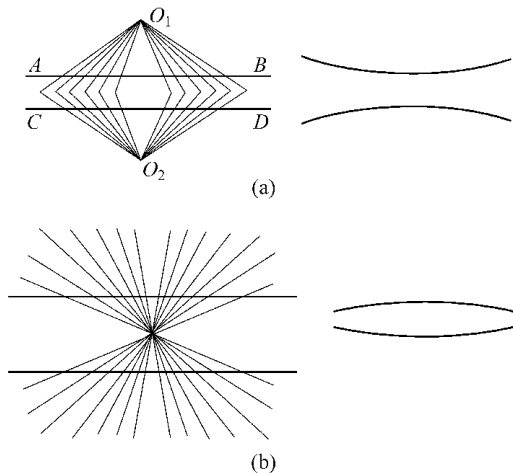


图 缘瑶变形错觉

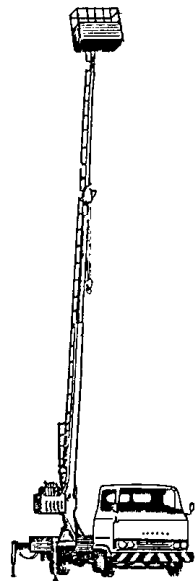


图 缘瑶大型汽车吊

摇摇这种错觉往往被用于某些车辆或者起重设备上,如大型汽车吊,由于工作时视觉上的力矩平衡失调,造成汽车整体有向后倾翻的心理作用,此时总希望汽车的头部有一相反的平衡力矩,以保持车身的前后平稳,故往往在汽车的前保险杠上装饰有像图 2-2-10(a)中 粤月线段处的射线,这样,在这些局部射线的诱导下,前保险杠产生了向下弯曲的变形错觉,此错觉产生了平衡汽车吊工作时向后倾翻的力矩,而在汽车的后保险杠上又装饰了如 悦阅线段处的射线,以产生视觉上对汽车的支撑作用,如图 2-2-10(b)所示。

图 2-2-11 所示自动导向运输车,这种车用于机械加工车间自动运输,可以按需要自动改变行驶方向,被运输的零件放在车后的平台上,在车的保险杠上装饰了“人”字形放射线,其效果用以平衡车后视觉上的载重力矩,当然也起到了引人注目的效果。通常产品上“人”字形射线为黄色,底为黑色。



图 2-2-11 自动导向运输车

图 2-2-12 中 (a) 是在二平行直线线段 粤月和 悦阅之间有两条相互对应的圆弧,由于在视觉上水平直线段有稳定感,曲线有动感,故当直线与曲线相并排列时,曲线有吸引视线的能力,在观察者的心理上和视觉上,总感到弧线在对直线起着某种作用,目的是要使直线向靠近弧线的方向弯曲,以获得视觉上的动态平衡,这也是一种变形错觉,如图 2-2-12(b) 所示。

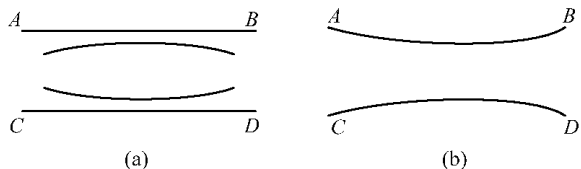


图 2-2-12 变形错觉

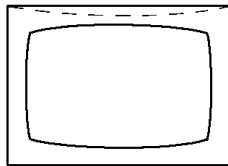


图 2-2-13 显示器正面外观

有些显示器机壳的造型设计,荧光屏框的轮廓线呈曲线,此曲线必然要干扰机壳上平面轮廓线的平整,出现了变形错觉,呈现为凹形面,见图 2-2-14。为了避免此种错觉的出现,设计者往往将机壳上部平面设计成凸起的弧形面,这样在视觉上变形错觉的影响有所抵消。有时为了使电视机整机造型刚劲、挺拔、有力,消除变形错觉的影响,而将机壳荧光屏处的弧形改为直线形,还将机壳四角设计成直角或者小圆角形,见图 2-2-15。



图 5-1 液晶显示器变形错觉的纠正  
( 犛 ) 显示器 ; ( 遭 ) 电视机

### 源对比错觉

这里所述的对比主要是指形象之间的大小对比。两个完全相同的形象,由于二者周围环境条件的不同,当它们靠近时,观察者进行对比观察,会发现原来两个相同的形象在视觉上产生了大小不同的错觉,此即对比错觉。

如图 5-2 所示,  $\triangle ABC \cong \triangle DEF$ ,  $\triangle ABC$  中有内切圆  $O_1$ , 而  $\triangle DEF$  有外接圆  $O_2$ 。因外接圆  $O_2$  对视线有向外的诱导作用,使  $\triangle DEF$  的三条边都有向外扩展的趋势;而  $\triangle ABC$  的三条边紧切圆  $O_1$ , 在视觉上,圆  $O_1$  因在三角形的内侧而有收缩感,因而也诱导三条边向内收缩;这样,当观察者对两三角形同时对比观察时,则在视觉上发现  $\triangle ABC \approx \triangle DEF$ 。

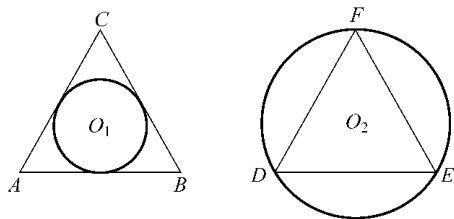


图 5-2 对比错觉

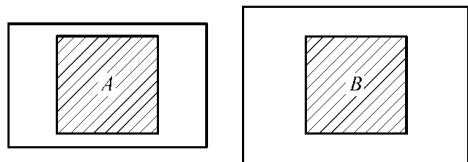


图 5-3 对比错觉

摇摇图 5-3 所示大小相等的二正方形 粤和 月,将它们分别放入大小不同的矩形框内,由于正方形 粤的矩形边框窄,而 月的边框宽,在视觉对比中,感觉正方形 粤大于正方形 月。这种对比错觉也易理解,它好比一艘小帆船,漂泊于汪洋大海,显得很小时,但如果漂泊于小池塘,则显得较大。在产品的造型设计中,往往也利用对比错觉的原理。如近代一些电视机的机壳设计,采用了减少荧光屏周围机壳边缘宽度的办法,以产生对比错觉,使荧光屏面积有增大的视觉效果。

图 5-4 中 ( 犛 ) 是液晶显示器 ( 遭 ) 是平面直角彩电,对荧光屏边框的设计进行分析, ( 犛 ) 的边框较狭窄,有放大荧光屏的视觉效果;而 ( 遭 ) 的边框较宽,没有放大荧光屏的视觉效果,并使整台彩电在视觉上比较死板、单调和无轻巧感。



图 1-1-1 边框的比较  
(a) 液晶显示器 ; (b) 彩电

### 缘光渗错觉

人们观察两个大小完全相同的形象,一呈黑色,一呈白色,由于人视觉的生理特点,对于白色,人的视网膜边缘锥体反应较弱,便感到白色形的周围有一圈模糊的亮光包圍着,这样,观察结果,白色形象要比黑色形象大些,这种现象称光渗错觉。

图 1-1-2 所示两个直径相等的大圆,一为白色,一为黑色,另外有两个直径相等的小圆,一呈黑色,一呈白色。将两小圆分别放入两大圆中,这样两小圆处于不同的背景条件下,视觉效果白色小圆要比黑色小圆大。

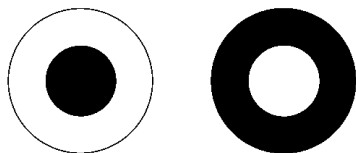


图 1-1-2 缘光渗错觉

两个大小相同、色相或者明度不同的圆,处于同一背景条件下,明度低的有收缩感,明度高的有膨胀感。在工业产品造型设计中,对于操纵台、仪器面板等的分割或者某些元件的布局,都会遇到光渗错觉的影响。如面板

的分割,面积相同,而色相或者明度不同,视觉效果其大小也各有差异。对于这种错觉,可以设法纠正,比如使它们之间的色相或明度对比不要过大,或者采用邻近色,当然还可以在设计时使浅色的面积稍小一些。

图 1-1-3 中,图(a)是广播机特技切换台的面板布局,整个面板的色彩设计为深暗色,面板的分割和诸元件的排列整齐划一,相同功能的元件,形状色彩统一,视觉效果简洁明

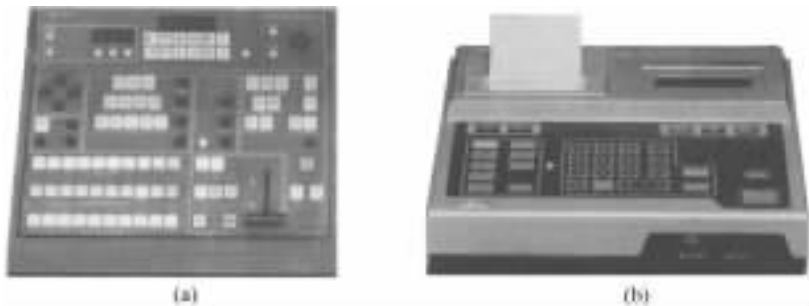


图 1-1-3 缘暗色面板  
(a) 广播机特技切换台 ; (b) 色度计操作仪

快,图(遭)为色度计操作仪,面板底色为黑色,元件是触摸式的,且色彩、形状和大小相同,布局合理、均衡。

### 透视翻转错觉

平面上的某些形象,人们在不同的情况下观察时,往往会呈现出两种完全相反的形象,而且会反复交替地出现,此种现象称为翻转错觉。这种错觉的出现,大多由于人们视觉中心的不断转移或者某种形象幻觉的诱导而产生的。

如图 缘藏怨 葬所示,当主视线落在 粤面时,则感到 粤面为空间的顶,月面为空间的底;当主视线落在 月面时,则感到 月面为空间的前,粤面为空间的后。随着主视线的往复转移,视觉中的实体与空间感形象也随之交替出现。

如图 缘藏怨 遭所示,当观察者目不转睛地注视着形象的左下角时,在一刹那间,该形象呈现为三个互相垂直的平面;当视线移动至右下角时,该形象又呈现为具有实体感的立体。随着时间的推移和视线的游动,这两种错觉也在交替地出现,这种错觉往往用于平面类的艺术形象设计。

如图 缘藏怨 糟所示,当视线射向大矩形时,会感到大矩形里边的空间向后延伸,有透视感;当视线落在小矩形时,则感到的是往前伸的四棱锥实体。

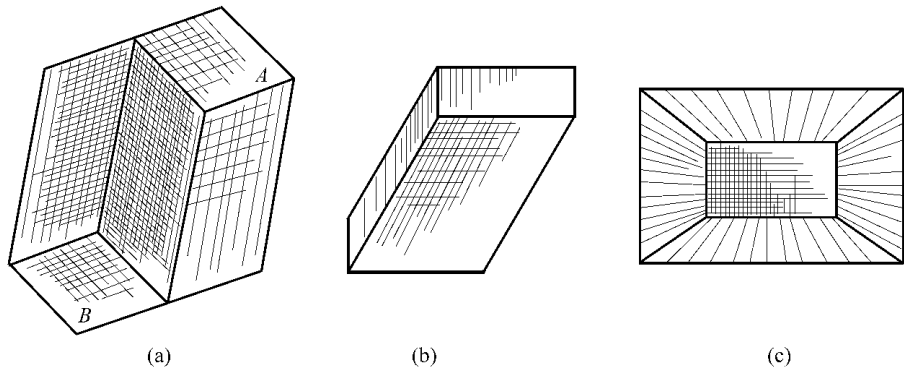


图 缘藏怨 翻转错觉

### 标志概述

标志在这里指的是有一定含意的艺术形象图案,大至一个世界组织的标志或者一个国家的国徽,小至一个小商品的商标等,统称为标志。例如,中华人民共和国的国徽、联合国的会徽、中国铁路的路徽、某工厂的厂徽以及国家所规定的交通规则中一些交通符号等,均属标志的范畴。不同用途的标志,其特点也不尽相同,如会徽往往含有该会议的宗旨,并具有思想性、政治性和时代性;商标是识别商品的标志,它代表了某商品生产厂家的信誉,也是商品与消费者之间的桥梁;道路交通标志简单明了,便于识别,它是一个国家交通安全管理、信息传达的重要手段。

### 标志设计

#### 标志设计的要求

标志设计属于视觉传达设计,它具有一定的象征性和时代性,比文字更具有迅速传达信息的优越性,因而在进行标志设计时,应考虑以下要求:

- ① 形象简洁、明确和醒目;
- ② 能正确而迅速地识别和判断;
- ③ 形象生动、艺术,富有装饰性;
- ④ 具有一定的象征性和概括性;
- ⑤ 形象新颖、独特,便于记忆。

#### 标志形象的分类和设计

各种不同的标志一般都有其命名,这样,可使标志醒目的图案和独特的名称结合起来,明确地把标志告诉人们,使标志在人们的心目中留下较为深刻的印象。

标志的形象概括起来分为文字型、几何型、自然型和图文结合型四大类,这些形象的设计是在运用造型设计要素——点、线、面的基础上进行的,经过设计者的精心构思和艺

术加工,最后达到预想的要求。

### 员) 文字型标志

文字的特点是不仅具有视觉传达的效果,而且具有读音听觉传达的效果,不同国家和地区,都有各自的文字规范和传统习惯。当今世界,人们的文化水平和审美能力不断提高,对标志的识别能力也越来越高,标志设计所采用的文字类别也在改变,如采用汉字、汉语拼音字母、英文等文字,设计者对文字经过艺术的抽象和夸张,并进行巧妙地变形和组合,即可构成具有美感的形象。

#### (员) 商标

商标设计不仅要注意文字的可读性,而且应与所象征的含意紧密结合,图案力争简洁、醒目、易于识别。应该注意,产品的商标不一定是生产厂家的厂标。文字型商标如图 2-2-10 所示。



德国 大众



汉阳汽车厂 汉阳牌



瑞典 萨伯



日本 马自达



陕西延安汽车厂 延安牌



台佳中央空调

图 2-2-10 文字型商标

#### (圆) 企业、工厂、公司、团体组织等的标志

企业、工厂等单位属集团组织,其中有国家所属单位,也有民间所属单位,由于都要参与社会交往、信息交流、经营管理等活动,往往各个集团组织都有各自独特的标志,这种标志随着集团单位的存在而存在,它的设计一般采用文字与名称相结合的图案进行构图,如图 2-2-11 所示。

#### 摇摇圆) 几何型标志

几何型是指从常见的基本几何图形,如圆、椭圆、正方形、矩形、梯形、三角形、菱形等中抽象出来的几何图形,并用点、线要素进行装饰成为一个有机的组合图案,但这些基本的几何图形仍保持原来的几何个性,由于装饰、组合和变形,使得基本几何图形更富有艺术效果。

#### (员) 商标

几何图形构图方便、简洁,在商标的构图中也经常采用,尤其是商标的外形轮廓的设计,不同的外轮廓形状,将直接影响产品造型设计的协调和总体的统一。如电冰箱的基



上海医药保护品进出口公司



日本 大发



中国人民保险公司



北方电脑公司



成都无线电厂



北京京海实业集团公司



西北机械厂



美国 惠普公司

图 2-2-1 文字型标志

本形体呈长方形,它的商标呈圆形就不太合适,而应设计为水平方向的长方形,才能适应电冰箱有稳定要求的视觉效果。如汽车的商标,由于汽车本身的造型应该体现轻快和速度,有明显的动感,圆和椭圆个性活泼,在汽车商标的设计中应该加以考虑。如图 2-2-2 中,济南汽车制造厂黄河牌汽车的商标,在圆形的构图中有—条波浪形曲线,该曲线象征着汹涌澎湃的黄河,使人将该商标与“黄河牌”直接联系起来。



东风汽车公司 东风



清华同方公司 同方



日本 丰田公司



德国 奔驰



济南汽车制造厂 黄河



韩国 现代



中国移动 全球通



法国 雪铁龙



中国节水标志



中国联通



绿色食品标志



美国 摩托罗拉

图 2-2-2 几何型商标

摇摇(圆)企业、工厂、公司和社会团体组织的标志

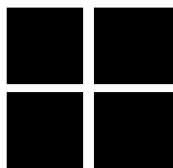
这类标志的特点应该突出反映企业集团的宗旨和信誉以及其产品的个性,因此,构图既要简练,又要有一定的象征性。不同的几何形,含有不同的联想,如图 2-2-1 所示。



华中重型机械集团公司



上海国际购物中心



上海四方锅炉集团

图 2-2-1 几何型标志

猿)自然型标志

利用大自然中的山水花木、飞禽走兽,根据人们的生活习惯和传统,并结合产品的功能特点,对自然界的形象进行艺术加工,即构成自然型标志。这类标志最易在心理上产生共鸣,也极易理解它的内含,从而可在人的心理上和视觉上对产品的特点产生较深刻的印象。自然型标志还包括了有历史意义的某些建筑物。



德国 自然出版社



上海金鹿无线电厂  
金鹿牌收录机



英国  
杰文娃-罗孚-凯旋部



上海教育出版社



上海电冰箱厂  
双鹿牌冰箱



日本 日产-羚羊



小天鹅电器



意大利 法拉利



美国 福特-野马



美国 福特-美洲狮



日本 五十铃-御马

图 2-2-2 自然型标志

对于不同国家和地区,人们对自然形象的传统含意的理解也不尽相同,但有些仍有共同点。如蝴蝶象征幸福、自由;鸽子象征和平;狮子象征喜庆、力量;牡丹象征富贵;青松象征长寿;长城象征中国、雄伟;黄河、长江象征汹涌澎湃等。

自然型标志主要用于工业产品的商标设计,企业、工厂、公司和集团组织采用较少,即使采用,也附加其他内容,或者象征性符合该集团单位的工作内容和性质,如图 2-2-1 所示。

### 源) 图字结合型标志

图字结合型标志应用比较广泛,这是由于它将文字和图形进行了巧妙的组合,文字体现关键名称,而图形又陪衬着名称,装饰着名称,使文字和图形构成一个统一、紧凑、和谐的图案。这里应该指出,要防止图案的复杂和繁琐,象征内容也不能太多。

### (员) 商标

由于商标是产品与消费者之间的重要桥梁,因此人们不仅希望能看到商标的形象,而且还希望能知道商标形象的名称,以加深对商标的理解,这样商标才能更好地起到桥梁作用,如图 2-2-2 所示。



图 2-2-2 图字结合型标志

### (圆) 企业、工厂、公司和社会集团组织

这类标志一般主要表现出它的象征含意,并附有单位名称,如图 2-2-3 所示。

### 猿援会徽

会徽一般都有时间性和地区性,地区性更突出一些,它的内容特点应包括象征会议的宗旨、名称、时间和地区等,如图 2-2-4 所示。



图 2-2-1 远瑶集团标志

### 源标志设计的时代性和传统性

标志设计的时代感,主要表现应该是适应当前人们的审美水平和审美观念,因为时代不同,人们的审美观念也不同。当代的标志设计应该体现出简洁、明快、规整、独特的艺术风格,带有高度的概括性和象征性,在表现手法上应有所创新。

任何一个国家和民族都有其传统文化、传统艺术、传统的民族风俗特色。在标志设计中,如能表现出这些“传统性”,将使产品产地特点突出,但也应具体情况具体分析。对于出口的某些机电产品,如果采用龙、凤商标,就不一定合适,甚至在国内也不太合适。因为龙、凤作为这类产品的商标,与产品的功能距离太远。而对于我国的一些传统产品,如焰火、名酒、名茶之类,就可以采用龙、凤一类的传统习惯来构思和设计商标。



图 2-2-10 会徽

当然,在富于时代性的标志设计中,也可以加入一些民族传统的内容,但应该有主有次,恰如其分,如图 2-2-11 所示。

上海无线电二厂  
红灯牌

香港凤凰卫视台标

图 2-2-11 标志

### 缘标志的色彩设计

由于标志的特殊性质和作用,它应该突出、醒目,给人以明确的形象、心理上的信赖和艺术的完美感。因此在配色上应从沉着、明快、鲜艳考虑。对商标的配色,应着重考虑对产品总体的装饰,使其与产品的主体色形成强烈的对比,而其他类标志的配色设计,应从空间环境的底色考虑,要形成一定的对比,并与色彩的功能结合。

### 缘商标的注册

在一些商品的商标中,常会看到旁边有一个英文字母“®”,它是英文注册(Registered)一词的第 8 个字母,它表示该商标已经核准注册,商标所有人享有该商标的

专用权。

商标使用人可将自己所使用的商标向国家商标主管部门申请载入特定的簿册。凡经国家商标主管机关依照法定程序载入簿册的商标,就叫做“注册商标”。商标一经注册后,注册者即可享有对该商标的专用权。

注册商标具有排他性和享用专权,其专用权受到法律的保护,也就是说,商标在注册的有效期内,他人在同一类的商品上,无权使用相同或相近似的注册商标,否则就构成侵权行为。被侵权人有权就此向工商行政管理局投诉或向人民法院起诉。情节严重的,法律部门将对直接责任人依法追究法律责任。但是,对未经注册的商标,法律则不予以保护。

### 援标志设计的基本方法和实例分析

#### (员) 方法步骤

- ① 确定标志的名称;
- ② 仔细、深入了解所设计标志的特殊性及其含意,并收集有关类似标志的资料,以备参考之用;
- ③ 确定采用文字型或者几何型等,并巧妙运用点、线构成要素,进行艺术加工,以达到富于象征、含意深刻的目的,并进行合理的配色设计;
- ④ 围绕名称尽可能构思几种方案,以便从中优选;
- ⑤ 正式画出标志的效果图。

#### (圆) 实例分析

[例 援] 摇重庆市时装广播展评、展销、表演会的会标设计(图 援)。

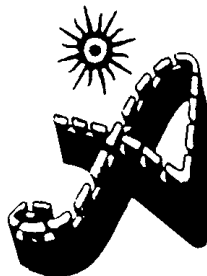
按通常构思,既然是服装方面的标志,在标志中至少应含有服装的某些形象,但该标志并非如此。设计者大胆地突破了这种思路,追求了有时代感的新形象,抓住该会的名称“时装”二字进行构思,并着手于“时装”二字的汉语拼音字母前边两个字母“杂”和“在”动脑筋。

因为“杂”字形富有优美的动感,故将字母“杂”作为标志的主体,并在“杂”上附加一小圆点,以此来象征时装模特儿的表演姿态。在数目上采用了猿个“杂”,来象征时装展评、时装展销和时装表演,并列的猿个“杂”又富有节奏感和韵律美。

标志中为了体现重庆市,设计者将重庆市的汉语拼音(悦的鼻凹)和“装”字拼



图 援 摇会标



援 摇第十一届亚运会会标

音中的“在”放置于猿个“杂”的下边,以增强“杂”的稳定感。

在外形上,利用方形外框象征广播电视,这样,会标的总体形象表现出广播电视中生动、优美、多姿的时装模特儿的精彩表演,也促进了时装展评和时装展销。

[例 1-1-10] 1986年第十一届亚洲运动会会徽设计(图 1-1-10)。

第十一届亚洲运动会的会徽公布于 1986 年,此标志的设计突出了两个方面的特点,一方面突出了亚洲,一方面突出第十一届。设计者抓住了这两个特点进行构思,用亚洲的英文名词(ASIA)中第一个字母“ A ”来表示亚洲,第十一届用“ XI ”表示,然后将“ A ”和“ XI ”进行巧妙的构图,出现了会徽的基本形。为了象征亚洲之伟大,用我国举世无双的雄伟长城来塑造“ A ”。结果,最终的形象除了表现出“ A ”之外,还表现出“ XI ”。

另外在“ A ”之上方,加上了亚奥理事会会徽中光芒四射的红太阳,以体现本届亚运会是在亚奥理事会的关心和支持下筹备召开的。

在配色方面采用白底、红太阳、绿长城,这样的配色,完全与大自然相适应。

[例 1-1-11] 1986 年日本烟草盐类专卖公司标志的设计。

(员) 情况分析

日本烟草盐类专卖公司的标志于 1986 年重新进行招标设计,方案达 1000 多种,经过评委们无记名投票、筛选,最后目标集中在两个设计方案上,即图 1-1-11(a) 和图 1-1-11(b)。

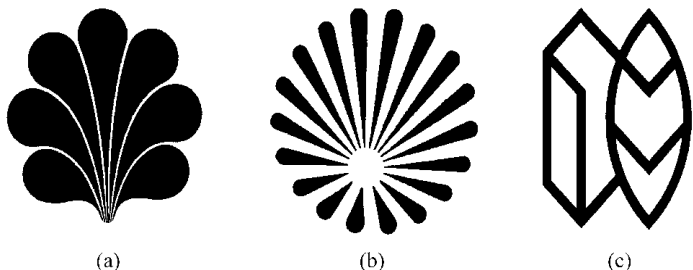


图 1-1-11 日本烟草盐类专卖公司标志方案

设计烟草和盐类公司的标志并非易事,因为主题形象难以捕捉,烟草和盐在生活中也极为常见,的确难以下手,但设计者们还是倾注以热情。

从设计的方案中了解到,多数方案采用了现代平面构成的基本方法,有时代特点。设计方案大体分为两类:一类为实物变形,一类为抽象构成。设计者并未采用日语汉字的变形手法。实物变形方案(图 1-1-11(a))也可以认为是成功的标志设计,它属于直线与圆弧的组合构图,但弱点在于形象概括得不够集中,过于局限在说明专卖的种类,因而削弱了形式美的表达力。抽象构成方案是以方和圆的图形变化组合为基本形,根据现代企业标志设计的基本要求,即形象清晰、整体感强的特点进行构形的。

(圆) 优选方案的确定

方案 I(图 1-1-11(a)):特点是左右对称,视觉效果有稳定感,上下对比,呈现出了曲线的变化和放射状的视觉效果,有着强烈的装饰性和浓厚的人情味,并开拓了有限的空间。这一设计成功之处是基于实际产品的特征,又超乎自然物体之上,给人留下了深刻而美的印象,体现出了这一标志的个性。这一方案是 1000 个方案中惟一具有曲线变化的

优秀图案。

方案Ⅱ(图 远翻圆 遭):就日本的国情而言,在标志设计方面,往往以太阳为模式作为设计的基础,此方案也孕育了方案Ⅱ的成功因素,其特点也呈现为花瓣状形象。它以点的延长线的聚合,聚点的位置偏下,并夸张了花瓣的轮廓曲线,黑白均匀,运动感强,它也是一个富于生命力的现代企业的标志设计。

[例 远翻原] 重庆水轮机厂三叶牌商标的设计(图 远翻猿)。

设计者构思的基础是抓住了水轮机的核心部分,即水轮机的三个叶片(图 远翻猿 葵)。因为叶片形象地表现了水轮机的功能特征,而叶片工作必须在机体的内腔作旋转运动,以实现其功能。这样如果将叶片置于圆形的线框内,则整体有不稳之感,因而设计者采用了三角形的线框。这样构图方案,既有叶片的旋转动势,又有整体的稳固感。但由于三角形的直边和三个尖角观察起来比较生硬、呆板,在视觉上有刺激性,因而设计者又对三角形线框作了艺术上的加工:将三个尖角改为圆角,三条直边改为弧形边(图 远翻猿 遭),这样使得整体设计既简洁、美观,又富于象征性,应该说是一个成功的设计。



图 远翻猿 重庆水轮机厂三叶牌水轮机商标

## 概述

工业产品造型设计的现代化,不仅要求造型的新颖、美观、大方,色彩符合现代人的审美要求,还要求符合人机工程学。

人机工程学起源于欧洲,19世纪50年代前后在美国形成体系,并得以迅速发展。

### 什么叫人机工程学

人机工程学是一门运用生理学、心理学和其他学科的有关知识,使机器与人相适应,创造舒适而安全的工作条件,从而提高工效的一门学科。

随着现代科学技术的发展,高速、精密、准确、可靠的操作等要求,都给操作者造成了相当大的精神和体力上的负担。这就要求设计人员必须考虑产品的形态对人的心理和生理的影响。因为产品的物质功能只有通过人的使用才能体现出来,所以产品功能的发挥不单单取决于产品本身的性能,还取决于这些产品在使用时与操作者能否产生人机间高度协调,即符合人机工程学。

### 人机工程学研究的目及其范围

人机工程学的研究对象是工程技术设计与人体有关的问题,从而使工程技术设计与人体的各种要求相适应,使人机系统工作的效率达到最高。

人机工程学研究的目:

- ① 设计产品必须考虑如何适应和满足人的生理和心理的各种要求。
- ② 产品的设计应使操作简便、省力与准确、可靠。
- ③ 使工作环境舒适和安全。
- ④ 提高工作效率。

人机工程学的研究范围大致有三方面:

① 研究“人机”的合理分工和相互适应的问题。造型设计中的人机工程学主要是讨论在充分考虑人和机器特征的前提下,如何做到人、机职能的合理分配。当然,人机系统中人是主动者,而机器是人的劳动工具,是被动者。因此人、机关系是否协调,要看机

器本身是否符合人的特征。

② 研究被控制对象的状态,即信息如何输入以及人的操纵活动信息如何输出。显然,这里主要研究的是人的生理过程和心理过程的规律性。

③ 建立“人-机-环境”系统的原则。例如,研究如何进行作业空间设计和环境条件对作业的影响等。根据人的心理和生理特征,应对机器、环境提出相应的要求,即在产品设计时应考虑创造和设计一个良好的工作条件与环境,保证操作者能在最佳环境内高效、可靠、安全地进行工作。

显然,人-机工程学的出发点是追求人和机器的和谐,特别是对具有高速运转的机械和复杂装置的机械为对象的人-机系统。把人与机器作为一个系统来研究,应用人-机工程学的原理,解决怎样设计产品才能使之适合人的使用,这一问题愈来愈受到重视。只有正确合理地解决上述人-机工程学的的问题,才能设计出实用、经济、美观的产品。因此,掌握和研究与造型设计有关的人-机工程学的知识就非常必要了。

## 摇摇人体的的人-机工程学参数

### 员-静态测量人体尺度

摇摇人体尺度一般是指人体高度、宽度和胸廓前后径,以及各部分肢体的大小等。通常是在静止状态下直接测量(对不同种族、年龄、性别的人体各部尺寸以及活动范围作静态的测量)后,进行数据统计分析得到。

由于我国地域辽阔,不同地区的人体尺寸差异较大,因此将全国划分为远个区域——东北区、华北区、西北区、东南区、华中区、华南区、西南区。\*

员-年 苑月 员日颁布了“中国成年人人体尺寸”新的国家标准,它提供了我国成年人人体尺寸的基础数据,适用于工业产品、建筑设计、军事工业以及工业的技术改造、设备更新及劳动安全保护等方面。

表 苑-员为国家标准的附录中列出的远个地区的人体身高、胸围、体重的平均值及标准差,供设计人员参考。

表 苑-员(月)(悦)分别为国标提供的人体主要部位尺寸、立姿时人体各部位尺寸和坐姿时人体各部位尺寸。并且按男、女性别分开,按猿个年龄段列出其相应的百分位数。图 苑-员(遭)(糟)分别表示出上述各项目的部位。

使用国家标准提供的人体尺寸数据时应注意以下两点:

① 表列数值均为裸体测量的结果,在用于设计时,应考虑全国各地着衣量的不同

\* 摇东北、华北区包括:黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山东、北京、天津、河北。

西北区包括:甘肃、青海、陕西、山西、西藏、宁夏、河南、新疆。

东南区包括:安徽、江苏、上海、浙江。

华中区包括:湖南、湖北、江西。

华南区包括:广东、广西、福建、海南。

西南区包括:贵州、四川、云南、重庆。







续表

测量项目	年龄分组 百分位数		圆-猿岁							猿-远岁						
	员	缘	员	缘	远	猿	缘	远	员	缘	员	缘	远	猿	缘	远
源猿源坐姿肩高	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿
源猿猿坐姿肘高	圆苑	圆苑	圆苑	圆苑	圆苑	圆苑	猿猿	猿猿	圆苑	圆苑	圆苑	圆苑	圆苑	圆苑	猿猿	猿猿
源猿近坐姿大腿厚	员园	员员	员缘	员园	员苑	员圆	员远	员远	员园	员园	员缘	员员	员圆	员圆	员远	员远
源猿苑坐姿膝高	源猿	源远	源源	源源	缘猿	缘猿	缘猿	缘猿	源猿	源猿	源圆	源园	缘猿	缘苑	缘猿	缘猿
源猿愿小腿加足高	猿猿	猿猿	猿猿	源缘	源猿	源愿	源园	猿园	猿园	猿园	猿远	源猿	源缘	源圆	源愿	源愿
源猿怨坐深	源缘	源员	源怨	源愿	源远	源猿	缘园	源苑	源园	源园	源愿	源苑	源远	源源	缘员	缘员
源猿源臀膝距	源苑	缘源	缘猿	缘缘	缘远	缘缘	远员	缘园	缘园	缘园	缘愿	缘园	缘缘	缘远	远猿	远猿
源猿员坐姿下肢长	愿怨	怨怨	怨源	怨员	员缘	员源	员缘	愿园	怨园	怨园	怨愿	怨园	员缘	员缘	员缘	员缘

摇(女)

测量项目	年龄分组 百分位数		员-缘岁							员-圆缘岁						
	员	缘	员	缘	远	猿	缘	远	员	缘	员	缘	远	猿	缘	远
源猿源坐高	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿	播猿
源猿圆坐姿颈椎点高	缘猿	缘怨	缘苑	远苑	远愿	远苑	远缘	缘缘	缘缘	缘员	缘怨	远愿	远愿	远愿	远苑	远苑
源猿猿坐姿眼高	远愿	远缘	苑源	苑怨	苑猿	苑猿	愿猿	远园	远园	远远	苑苑	苑苑	苑苑	苑缘	愿远	愿远
源猿源坐姿肩高	缘源	缘愿	缘远	缘远	缘缘	缘源	远怨	缘猿	缘猿	缘苑	缘远	缘缘	缘缘	缘缘	缘缘	远愿
源猿猿坐姿肘高	圆员	圆缘	圆猿	圆猿	圆苑	圆源	圆远	圆园	圆园	圆源	圆圆	圆圆	圆缘	圆猿	圆怨	圆怨
源猿近坐姿大腿厚	员苑	员猿	员远	员园	员远	员猿	员远	员苑	员苑	员猿	员远	员愿	员猿	员愿	员远	员远
源猿苑坐姿膝高	源园	源源	源源	源愿	源缘	源猿	缘苑	源园	源园	源愿	源缘	源源	源源	源源	缘园	缘园
源猿愿小腿加足高	猿猿	猿圆	猿园	猿园	猿怨	源缘	源苑	猿远	猿远	猿远	猿缘	猿源	源源	源源	源源	源源
源猿怨坐深	猿愿	源员	源愿	源猿	源员	源怨	源缘	猿怨	源员	源怨	源怨	源猿	源源	源源	源缘	源缘
源猿源臀膝距	源员	源缘	缘园	缘怨	缘员	缘园	缘苑	源园	源缘	源缘	缘员	缘怨	缘园	缘愿	缘远	缘远
源猿员坐姿下肢长	愿远	愿猿	愿缘	怨园	怨园	怨缘	员缘	愿缘	愿缘	愿源	愿苑	怨源	怨猿	怨愿	员愿	员愿

测量项目	年龄分组 百分位数		圆-猿岁							猿-缘岁						
	员	缘	员	缘	远	猿	缘	远	员	缘	员	缘	远	猿	缘	远
源猿源坐高	播圆	播园	播园	播苑	播猿	播源	播员	播远	播缘	播缘	播远	播猿	播远	播远	播缘	播缘
源猿圆坐姿颈椎点高	缘猿	缘怨	缘愿	远愿	远园	远愿	远苑	缘员	缘远	缘远	缘源	远远	远苑	远缘	远园	远苑
源猿猿坐姿眼高	远怨	远远	苑缘	苑园	苑缘	苑远	愿远	远源	远园	远园	苑员	苑缘	苑怨	苑愿	苑远	苑远
源猿源坐姿肩高	缘远	缘园	缘愿	缘远	缘苑	缘远	远园	缘源	缘源	缘愿	缘缘	缘缘	缘源	缘园	远愿	远愿
源猿猿坐姿肘高	圆源	圆苑	圆缘	圆猿	圆苑	圆源	圆远	圆员	圆缘	圆缘	圆猿	圆员	圆圆	圆苑	猿园	猿园
源猿近坐姿大腿厚	员苑	员猿	员远	员园	员缘	员圆	员远	员愿	员源	员源	员愿	员猿	员愿	员源	员源	员源
源猿苑坐姿膝高	源怨	源猿	源源	源愿	源远	源猿	缘愿	源怨	源园	源园	源怨	源缘	源猿	源源	缘猿	缘猿
源猿愿小腿加足高	猿源	猿缘	猿猿	猿猿	猿怨	源缘	源苑	猿苑	猿苑	猿愿	猿源	猿怨	猿远	源员	源源	源源
源猿怨坐深	猿园	源猿	源怨	源源	源猿	源园	源缘	猿远	源园	源园	源远	源源	源源	源源	源苑	源苑
源猿源臀膝距	源员	源源	缘员	缘怨	缘员	缘园	缘园	源园	源远	源远	缘园	缘怨	缘园	缘愿	缘远	缘远
源猿员坐姿下肢长	愿远	愿圆	愿缘	怨园	怨园	怨远	员源	愿远	愿远	愿愿	愿园	怨怨	怨苑	怨园	怨远	怨远

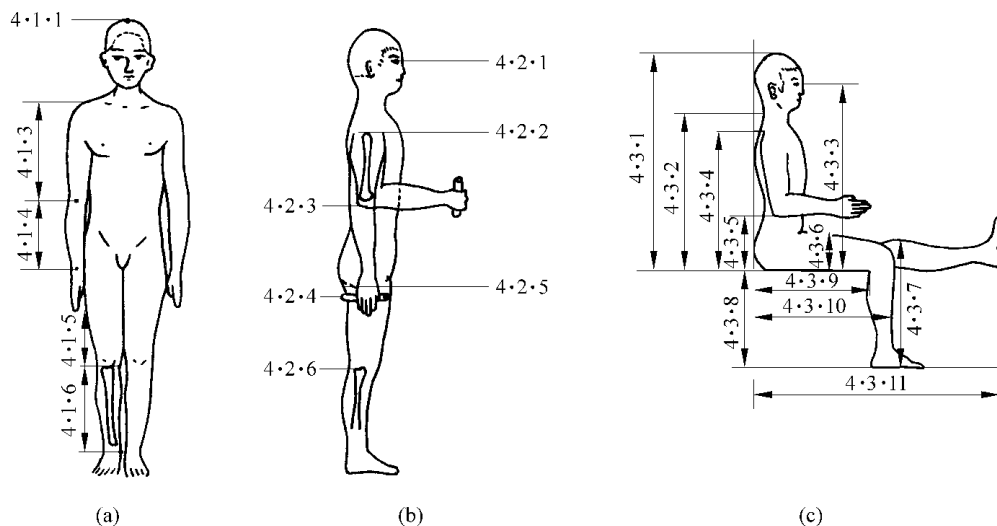


图 4-3 人体尺寸部位

(a) 人体主要尺寸部位 ; (b) 立姿人体尺寸部位 ; (c) 坐姿人体尺寸部位

摇摇表 4-3 为人体各部分尺寸与身体高度的比例。表中身体高度为 1750, 是按中等人体地区计算的。

表 4-3 人体各部分尺寸与身高的比例

比例项目	百摇分摇比 辘	
	男	女
两臂展开长度与身高之比	1000	1000
肩峰至头顶高度与身高之比	1000	1000
上肢长度与身高之比	1000	1000
下肢长度与身高之比	1000	1000
上臂长度与身高之比	1000	1000
前臂长度与身高之比	1000	1000
大腿长度与身高之比	1000	1000
小腿长度与身高之比	1000	1000
坐高与身高之比	1000	1000

摇摇各类机器和设备的高低尺度由许多因素决定。其中人体尺度则决定了人 軛系统的操纵是否方便和舒适宜人。因此, 产品设计的工作高度(如操纵部件的安装高度)要根据人的身体高度来确定。这种以人体身高为基础确定设备高度与工作高度的方法, 通常是把设备或操纵部件归纳为某一典型类型, 建立设备和人体身高的比例关系, 以图、表的形式供设计时选用。表 4-3 所列各高度编号的定义。如确定控制台的高度, 可根据图 4-3 与表 4-3 中 1000 号查出; 若确定操纵手把的安装高度, 可根据图 4-3 与表 4-3 中 1000 号查出。

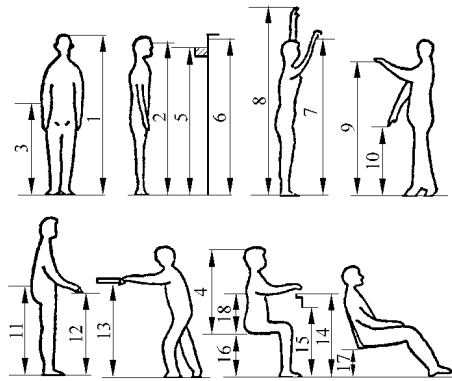


图 7-1 设备高度

表 7-1 设备高度与人体身高之比

图中编号	定摇摇曳	设备与身高之比
猿	与人同高的设备	猿猿
圆	设备与眼睛同高	猿猿圆
猿	设备与人体重心同高	猿猿猿
源	设备与坐高(上半身高)相同	猿猿源
缘	眼睛能够望进设备的高度(上限)	猿猿猿
远	能够挡住视线的设备高度	猿猿猿猿
苑	站着用手能放进和取出物体的台面高度	猿猿苑
愿	站着手向上伸所能达到的高度	猿猿猿
怨	站姿使用方便的台面高度(上限)	猿猿苑
园	站姿使用方便的台面高度(下限)	猿猿愿
员	站姿最适宜的工作点高度	猿猿猿
圆	站姿用工作台高度	猿猿猿猿
猿	便于用最大力牵拉的高度	猿猿猿
源	坐姿控制台高度	猿猿源
缘	台面下的空间高度(下限)	猿猿猿
远	操纵用座椅的高度	猿猿猿猿
苑	休息用座椅的高度	猿猿苑
愿	座椅到操纵台面的高度	猿猿苑

### 圆 动态人体尺度测量

动态人体测量包括的内容很广,这里我们仅介绍在各种姿势中,身体的躯干部分保持不动,人的四肢体活动范围的尺度测量。

#### 员) 人站立时肢体活动范围

(员) 上肢活动范围(包括上肢的活动角度与触及范围)

图 7-2 是站立时,人的手臂在正前方的垂直作业范围。其中阴影区表示最有利的操作范围,粗实线大圆弧为手臂操作的最大范围,细实线短圆弧为手可达到的最大范围,虚圆弧为手臂操作适宜的范围。

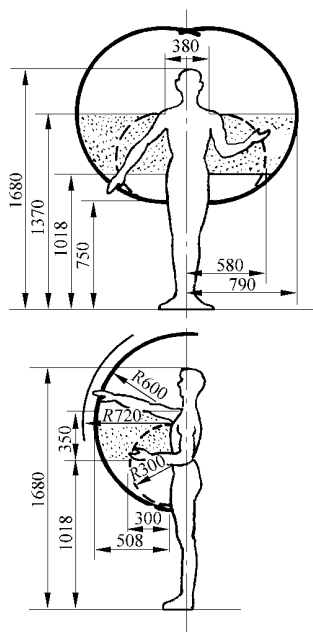


图 2-10 站立姿势时手臂空间尺度

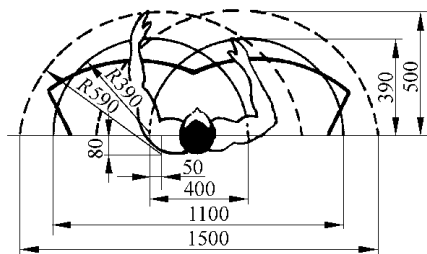


图 2-11 手臂空间尺度(俯视)

图 2-10 为人手臂在水平台面上的运动轨迹范围。粗实线表示正常操作范围,虚线表示最大操作范围,细实线表示平均操作范围。

图 2-12 中( a)为上肢活动的最大角度,( b)为手操作时处于轻松状态的最好活动方

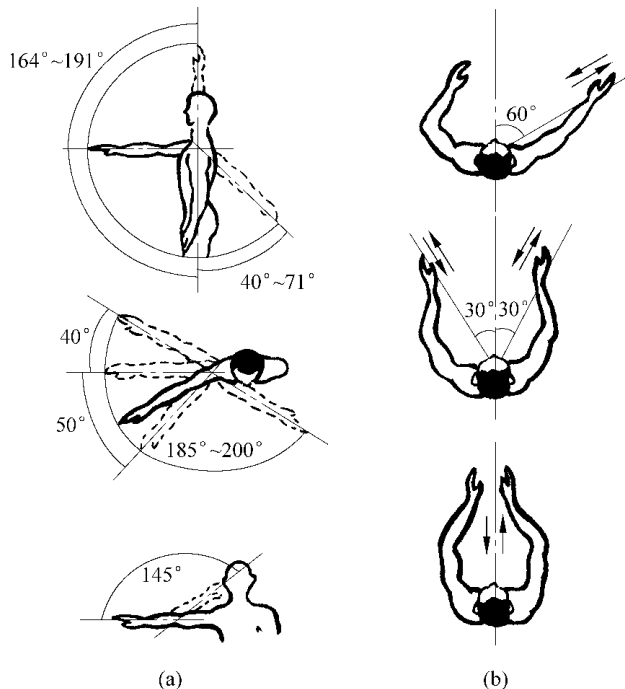


图 2-12 上肢活动的角度

向。单手动作时最好方向为侧向运动，双手动作时最好方向是左右两侧运动。双手轻松准确操作的活动方向是沿中轴线。

(圆) 下肢活动范围

图 7-25 为下肢的最大活动角度。

(圆) 人坐姿时肢体活动范围

(员) 上肢活动范围

图 7-26 中 (a) 为被测对象中最大的青年男子在手臂伸直情况下, 右手在人体中线沿垂直平面不同角度上, 手所触及的范围 (曲线 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y、Z 分别表示手臂离开座椅参考点中轴线的角度, 参看图 7-26 图 (b))。

图 7-26 中 (b) 为被测对象中最大的青年男子在手臂伸直情况下, 右手在不同水平运动角度条件下所触及的范围 (曲线 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y、Z 分别表示手离开座椅参考点的高度)。

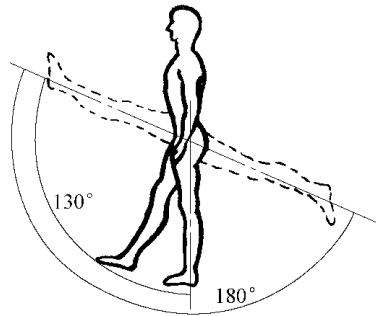
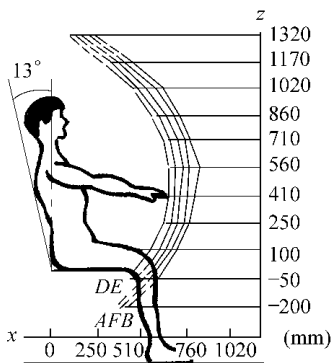
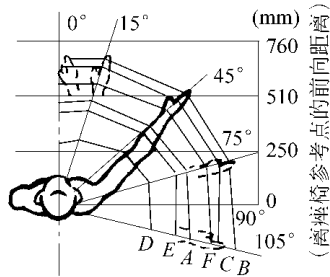


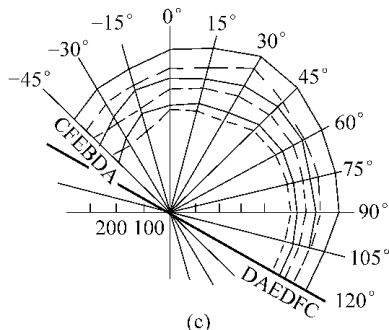
图 7-25 下肢的最大活动角度



(a)



(b)



(c)

图 7-26 坐姿时上肢的活动范围

摇摇图 苑 苑 糟为青年男女右手伸展情况下,作左右方向的水平运动时,在不同角度手所触及的范围(手的高度高于座椅参考点 源 苑 皂)。图中 粤为最小 缘的男子,月为男子的中数,悦为最大 缘的男子,阅为最小 缘女子,耘为女子的中数,云为最大 缘的女子。

### (圆) 下肢活动范围

图 苑 苑 为人体下肢活动的最大范围。

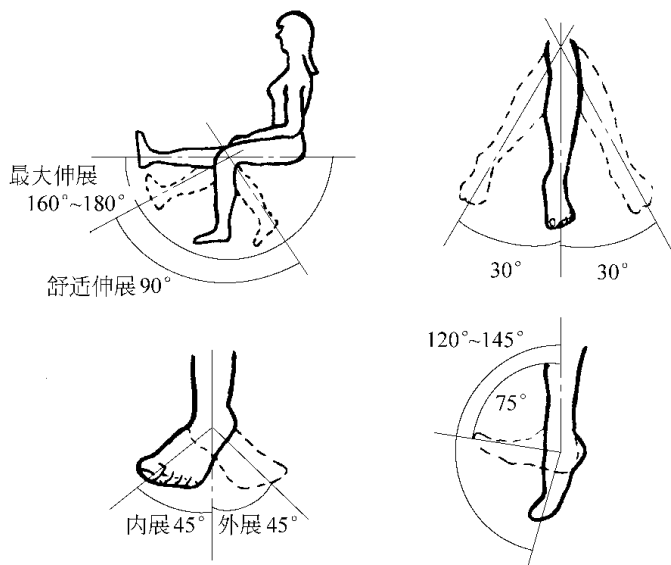


图 苑 苑 摇摇坐姿时下肢的活动范围

### 猿) 手关节的活动范围

图 苑 苑 为人体手关节活动的最大范围。

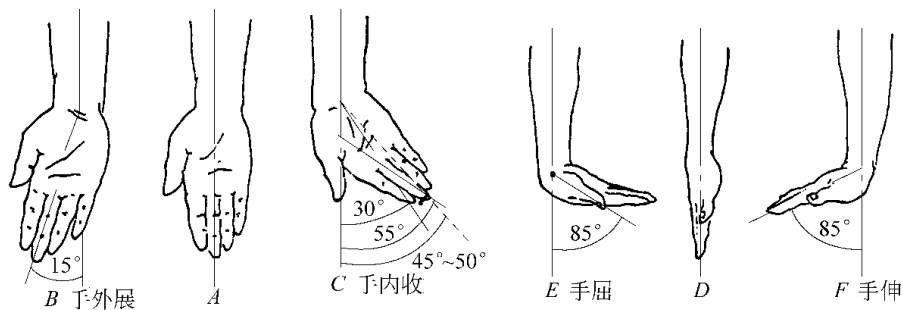


图 苑 苑 摇摇手关节的活动幅度

前面所述人体状态(静态、动态)的测定项目与应用对象的关系如表 苑 苑 所示。这些测定项目对考虑和决定设计对象的尺寸、造型具有很重要的制约力。例如,表中的人体身长与体宽的测量值就制约着出入口尺寸的设计。

表 7-1 猿人人体测定项目及其应用举例

人体测定项目	应用对象举例
体型	缝制衣服用人体模型, 工业设计用人体模型
身長	入口及通道的高, 床的大小, 衣服尺寸
手的大小	方向盘、把手、旋钮的造形及尺寸, 手套的尺寸, 键盘上键的大小
手的运动方向	把手的方向, 柄的造形及安装位置, 易握的条件
肘高	椅子扶手高, 作业点高
指尖高	手提箱、袋的大小
指极	双手环抱东西的大小
坐高	汽车车厢内的坐卧舒适性, 剧场坐椅的配列
眼高	视野, 操作性能
身体的周径	钻洞时所需孔径的大小, 衣服尺寸
身体的宽径	车辆座席、剧场坐席的大小, 家具的配列
身体的容积	车厢定员, 浴盆大小
膝高	桌子、椅子的高矮尺寸
足的大小	鞋、袜的尺寸, 自行车脚踏、缝纫机踏板的大小
大腿长	椅子座面尺寸, 飞机坐椅的配列
下肢长	汽车的操纵性
头的大小	面具、帽子的尺寸
面孔大小	面具、眼镜的尺寸
耳朵的大小	耳机尺寸
手所及的范围	架子的高矮, 吊环的高度, 作业空间、器具的配置
蹲卧时的高度	澡盆的深度, 起重机操作室的大小
下肢的运动域	机械的操作性
手指伸开时的大小	钢琴琴键的宽窄及间隔
步幅	台阶的间隔, 裙下摆的尺寸

### 猿人的视觉特征

人在工作过程中, 视觉的应用是最重要和最频繁的。因为人们在认识物质世界的过程中, 大约有 80% 的信息是从视觉得到的。所以人的视觉特征是人机工程学的重要参数之一。

#### 猿) 视野

##### (猿) 一般视野

指头部和眼球固定不动时, 人观看正前方所能看见的空间范围, 常以角度来表示。如图 7-1 所示, 在垂直方向约为 猿) 视平线上方 猿) 下方 猿); 在水平方向约为 猿) 最有效的视野区为水平线向上 猿) 向下 猿) 以鼻为中心, 左右 猿) 的范围内。人的视野中心 猿) 以内为最佳视觉区, 虽然此区域很小, 但由于眼球和头部都能运动, 所以整个物体还是能很清晰地看见。

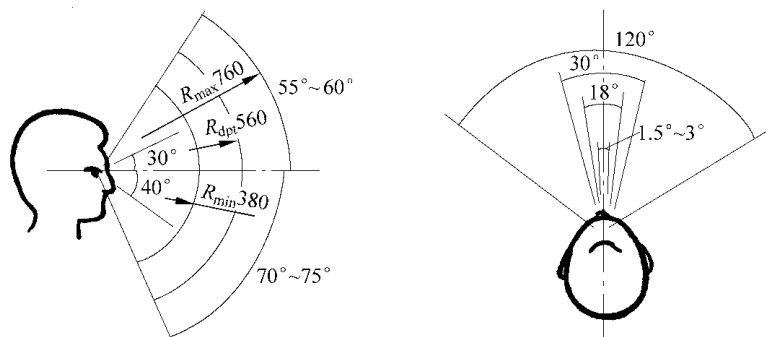


图 2-1-1 一般视野

### 摇摇(圆)色觉视野

各种颜色对人眼的刺激不同,色彩视野也有所差别。图 2-1-2 为各种颜色在垂直方向和水平方向的色觉视野。从图 2-1-2 可知,白色的视野最大,其次为黄、蓝、绿。绿色视野最小。

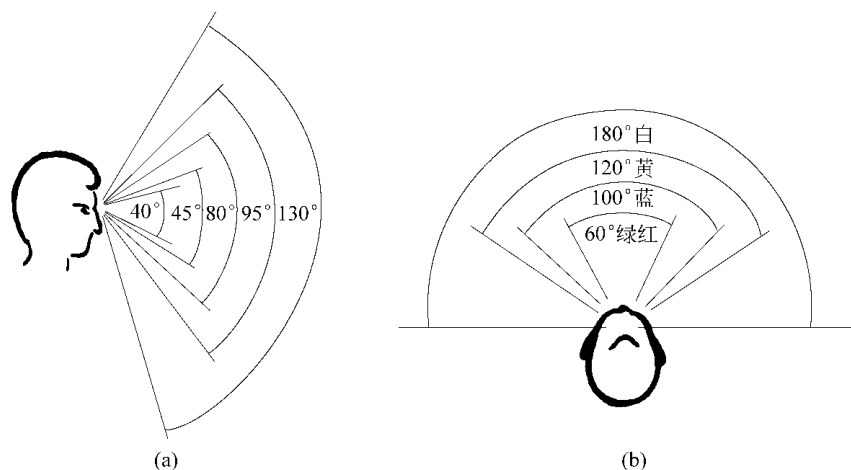


图 2-1-2 色觉视野

(a) 垂直方向色觉视野;(b) 水平方向色觉视野

色觉视野与被看对象的颜色和其背景色对比有关。如白底衬黑或黑底衬白,其视野是不同的。表 2-1-1 是黑色背景上的几种色觉视野。

表 2-1-1 黑色背景上几种色觉视野

视野方向	视视野领域			
	白色	蓝色	红色	绿色
从中心向外侧(水平方向)	远	远	远	远
从中心向内侧(水平、靠鼻侧)	近	近	近	近
从中心向下(垂直方向)	远	远	远	远
从中心向上(垂直方向)	近	近	近	近

摇摇照度不同也影响人眼睛对颜色的分辨能力。表 7-1 给出一天中不同时间分辨颜色的情况。

表 7-1 摇摇颜色分辨情况

时摇摇间	分辨颜色情况
摇白天	能分辨各种颜色
摇黄昏或黎明	能分辨各种浓的颜色,对淡颜色分辨不清
摇夜间	不能分辨颜色

### 摇摇圆) 视距

视距在这里指人的眼睛观察操纵指示器的正常观察距离。一般选取 700mm 为最佳视距。过远和过近对人观察操纵指示器的辨认速度和准确性都不利,一般最大视距约 1000mm,最小视距为 300mm。

#### 猿) 视觉运动规律

① 眼睛沿水平方向运动比沿垂直方向运动快。因此先看到水平方向的形体,后看到垂直方向的形体。所以很多机器外形设计呈现为横向的长方形。

② 人的视线扫描过程一般是由左到右,从上到下运动,观察环形形象一般是沿着顺时针方向较准确、迅速。

③ 眼睛作垂直运动要比水平运动易于疲劳。所以水平方向的观察准确度比垂直方向的高些。

④ 如图 7-2 所示,把视觉目标分为四个象限,当眼睛偏离视中心时,在偏离距离相同的情况下,观察率高低的依次顺序为第 I 象限→第 II 象限→第 III 象限→第 IV 象限。

⑤ 眼睛对直线轮廓比对曲线轮廓更易于接受。

#### 源) 视区的分布

##### (员) 水平方向的视区分布(图 7-3)

① 5° 以内为最佳视区(员猿段-猿最 猿最 猿最 猿最),是人观察物体最清晰的区域。

② 10° 以内为瞬息区,人们在很短时间内即可辨清物体。

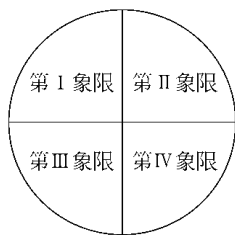


图 7-2 摇摇视觉目标四个象限的划分

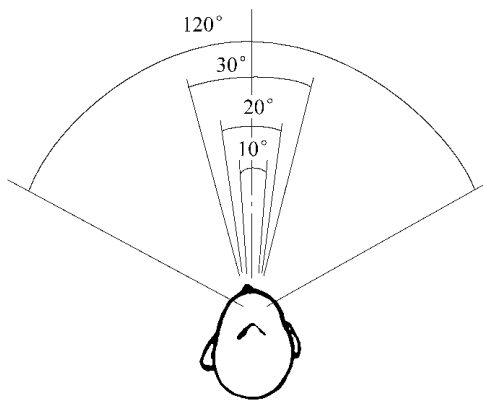


图 7-3 摇摇水平视区

摇摇③ 猿毅以内为有效区,人们需集中注意力才能辨清物体。

④ 当人的头部不动时,猿毅毅以内为最大视区。当物体处于猿毅毅位置时,一般看起来都模糊不清,不易辨认。若头部转动,最大视区可扩大到猿毅毅左右。

(圆) 垂直方向的视区分布(图 猿毅毅)

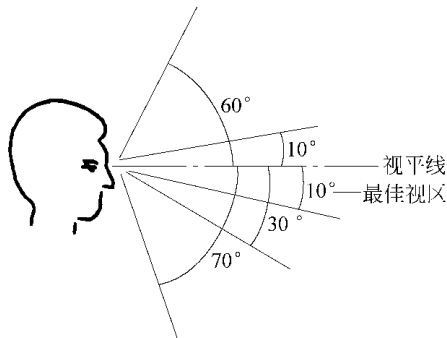


图 猿毅毅 垂直视区

垂直方向的最佳视区往往在视平线以下约猿毅毅左右处。在视平线以上猿毅毅和以下猿毅毅范围内为垂直方向的良好视区;视平线以上猿毅毅和以下猿毅毅为最大视区。最优视区范围和水平方向相同。

## 猿毅毅 显示装置设计

机器向人传递信息时有视觉传递、听觉传递和触觉传递等方式。在人猿毅毅系统中,视觉传递是最主要的。因为在生产中实际上是操作者对生产中的信息进行传递和处理,而信息传递与处理的速度、质量与视觉传递的显示设计关系极大,所以现代工业产品设计必须重视显示装置的设计。

猿毅毅 显示装置的种类

按指示方式可分三种:

猿毅毅 指针式显示器

这种显示装置应用最普遍,它通过各种形式的指针指示有关参数或状态。表 猿毅毅 为指针式显示器的种类(根据刻度盘形状不同进行划分)。

圆毅毅 数字式显示器

直接用数码来显示有关参数或状态。常见的有条带式数字显示器、荧光屏显示器、数码管或液晶显示屏等。

猿毅毅 图形式显示器

这种显示装置用形象化图形指示机器的工作状态,具有直观、明显的特点。它适用于需要短时间内立即作出判断并进行操纵的场合,如飞机上用的一些仪表。






一般工业产品多采用指针式和数字式显示器,图形式显示器应用得比较少。

指针式显示器与数字式显示器的特点：

指针式显示器具有清晰、读数准确的显示特点。对于偏差值不仅可以指出数字，还可以表示出偏差处于定值的哪一侧（正或负）。指针式显示器还可用于显示容器中液面的高度，而数字显示则有困难。

数字式显示器具有认读过程简单、认读速度快、准确度高的特点，且不易产生视觉疲劳。

表 7-1 圆摇指针式显示器

种类	刻度盘固定 指针运动				刻度盘运动 指针固定
	圆摇形	半摇圆摇形	水平直线	竖直直线	开窗式
形式					 开窗式的刻度盘也可以是其他形式
使用条件	读数范围比较小				读数范围较大
错误率 辘	圆辘	圆辘	圆辘	圆辘	圆辘

### 圆摇显示装置的选择

选择显示装置的原则为：

① 显示装置所显示的精确度应符合设计要求。如果显示的精确度超过需要，会造成读数上的困难和误差的增大，因此选择显示装置的精度并非愈高愈好。

② 信息要以最简单的方式传递给观察者。

③ 信息必须易于识别并尽量避免换算。

④ 根据不同的功能要求，选择不同的显示装置：

- 当要求反映开和关、是和否、有和无时，要选择速度快的指示灯或报警器。
- 当要求反映被控制对象的参量方向时，应选择指针式显示器，通过指针移动表示出增加或减少和比正常值偏离量。
- 当要求反映正确数量、测量值或变化值时，应选用数字式显示器，因为它的精确度高。

### 圆摇显示装置的设计

#### 圆) 数字式显示器的设计

数字式显示器的基本设计原则如下：

① 数字应从左向右横排,以符合人们的视觉规律。

② 数码的高与宽之比多为 圆顿员或 员顿员

③ 数字的变换速度必须大于 园园译也就是说每个数字至少应停留 园园译才能使人观察清楚。

数码管显示多为红色或绿色,常用于各种测试数据的显示,红色比绿色更清楚,如图 苑圆缘所示。

随着电子技术的不断发展,液晶显示屏的应用越来越广泛。液晶显示的文字或符号多为黑色,根据不同需要,可显示单行或多行内容,并对字体的大小加以区别。同时,液晶显示的内容也不只局限于数字,还可以显示文字,并可与图形化显示相结合,使显示更为直观。

图 苑圆远是一台全波段收音机,它应用大屏幕数字式电子频率显示,并设有夜间照明功能,使显示内容一目了然。



图 苑圆缘 数码管显示器



图 苑圆远 全波段收音机

图 苑圆苑为双行显示的体脂测量仪,根据字的大小显示不同的内容。

图 苑圆愿为三行显示的多功能温湿度计,以 猿行数字分别显示时间、温度和湿度。

图 苑圆怨是一台全功能天气预报器。在其液晶显示屏上除了以数字形式显示的温度、时间等内容之外,还以图形的形式表示出天气预报、温度变化趋势和气压变化情况等内容。



图 苑圆苑 体脂测量仪



图 苑圆愿 多功能温湿度计



图 苑圆怨 全功能天气预报器

## 摇摇圆) 指针式显示器的设计

图 7-2-10 为几种指针式显示器 ( 葬) 为压力计 ( 遭) 为温度计 ( 糟) 为汽车仪表盘 , 用以显示车速和油量。在这几个例子中 , 表盘、指针、数字字体等均有所不同。

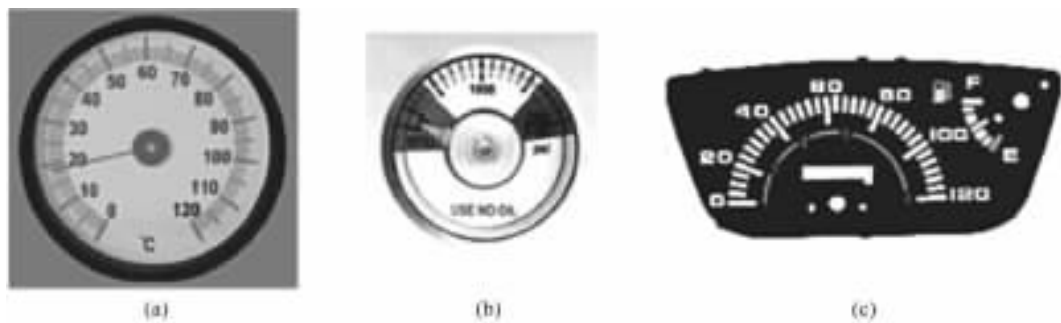


图 7-2-10 几种指针式显示器

### ( 员) 度盘的设计

① 形式 : 主要取决于设备的精度要求和使用要求。从观察的准确度和速度对表 7-2-1 的几种显示器进行比较 , 可以得出开窗式为最佳。这是由于开窗式度盘外露的刻度少 , 观察范围小 , 视线集中。由于眼睛水平方向运动要比垂直方向快 , 故水平方向视觉传递快 , 因此水平方向的观察准确度要高于垂直方向的准确度。所以竖直直线型显示器的认读速度最慢 , 准确度最低 , 认读错误率也最高。

② 大小 : 度盘的大小和人眼睛的观察距离及刻度数量有关。由表 7-2-2 根据圆形刻度盘的测试结果可以看出 , 刻度盘的大小一般随视距与刻度数量增减而改变。从观察的清晰度分析 , 当刻度盘尺寸增大时 , 度盘、指针和字符量也相应增大 , 但如果尺寸过大 , 观察者眼睛扫描的线路必然增长 , 在一定的时间内对读数的速度和准确度也要产生影响。当然也不宜过小 , 过小同样效果不好。对直径为 100mm~150mm 的圆形刻度盘 , 通过实验分析 : 当直径从 100mm 开始增大时 , 认读的速度和准确率也随之提高 , 读错率低 ; 当直径增加到 150mm 后 , 读错率高 ; 直径处于 100mm~150mm 的刻度盘 , 认读准确度没有什么差别。可见 , 直径为中间值时效果最好。但是 , 对刻度盘的认读速度和准确度不仅与度

表 7-2-2 刻度盘直径与观察距离及标记数量的关系

刻度的数量	刻度盘的最小允许直径/mm	
	观察距离为 1000mm 时	观察距离为 1500mm 时
10	100	100
20	100	100
30	100	100
40	100	100
50	100	100
60	100	100
70	100	100
80	100	100
90	100	100

盘尺度有关,还与观察者的视距的比例(视角大小)有关。根据有关试验,刻度盘的最佳视角为 $2^{\circ}30'$ ~ $3^{\circ}30'$ 。所以当确定视距之后,即可标出刻度盘的最佳尺寸。根据试验,圆形刻度盘在视距为 $2.5d$ 时,其最优直径为 $1.5d$ 。

### (圆) 刻度与刻度线的设计

刻度盘的刻度是人眼进行信息交换的重要途径,刻度设计的优劣将直接影响操作者的工作效率。

① 刻度:刻度线间的距离称为刻度。根据人的视觉规律和生理特点,人眼直接认读刻度最小不能小于 $0.5d$ ~ $1d$ 。一般取 $1d$ ~ $1.5d$ ,最大可取 $2d$ ~ $3d$ 。

② 刻度线:刻度线一般分三级,即长刻度线、中刻度线和短刻度线。如图 2-10 所示,其中为了避免反向认读的错误,可采用(槽)所示的递增式刻度线。

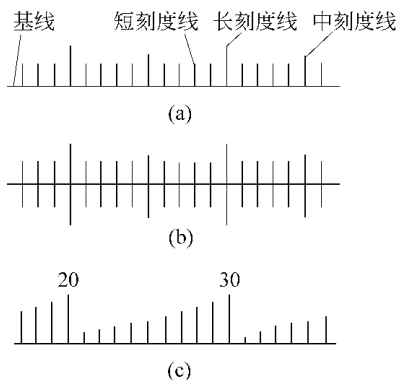


图 2-10 刻度线

(a) 单刻度线;(b) 双刻度线;(c) 递增式刻度线

③ 刻度线宽度:刻度线的宽度一般取刻度大小的 $1/10$ ~ $1/15$ ,普通刻度线通常取 $0.5d$ ~ $1d$ 。当刻度线宽度为刻度大小的 $1/10$ 时,认读误差最小。刻度线长度可按表 2-11 选用。

表 2-11 刻度线的长度和观察距离的关系

观察距离 $d$	刻度线长度 $L$		
	长刻度线	中刻度线	短刻度线
$d$ 以内	$1.5d$	$1d$	$0.5d$
$d$ ~ $1.5d$	$2d$	$1.5d$	$1d$
$1.5d$ ~ $2d$	$2.5d$	$2d$	$1.5d$
$2d$ ~ $3d$	$3d$	$2.5d$	$2d$
$3d$ ~ $4d$	$3.5d$	$3d$	$2.5d$

### 摇摇(猿) 字符设计

数字、拉丁字母及一些专用符号等是用得较多的字符。要想清楚地显示刻度使人认读得既快又准,就必须根据人眼工程学的要求,求得字符的最佳设计。

① 形状:形状应简单、醒目、易认。一般多用直线和尖角来加强字体本身特有的笔

画,突出形的特征,切勿用草体和进行艺术上的变形与修饰,以免误认。图 7-1-10 中(葬), (遭)在视觉条件较差的情况下,认辨率较高;在视觉条件较好的情况下(糟)比(葬)(遭)要好(凿)为最佳设计之一。

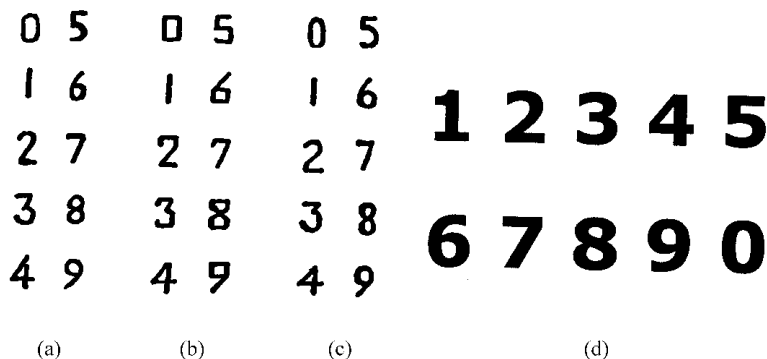


图 7-1-10 推荐数字形体

(葬)圆弧形;(遭)方角形;(糟)混合形;(凿)建议字体

② 大小:一般在视距为 200mm 情况下,仪表盘上的字母、数字大小,按表 7-1-11 选用;其他场合的字母、数字可按表 7-1-12 选用。若视距增大或减小,则表中的数值可按下式成比例增大(或减小)。

表 7-1-11 推荐字母数字合适的大小

单位

字母数字的性质	低亮度下	高亮度下
重要的(位置可变)	缘圆-猿圆	猿圆-缘圆
重要的(位置固定)	猿圆-缘圆	圆缘-缘圆
不重要的	圆缘-缘圆	圆缘-缘圆

表 7-1-12 推荐一般用途的字母数字建议选用的大小

单位

视距/mm	字高/mm
200	10
300	15
400	20
500	25
600	30

增大(或减小)的比率  $\frac{\text{视距(皂皂)}}{\text{视距(皂皂)}}$

③ 高与宽之比。实验证明,欲获得良好的认读效果,字体的高宽比应采用猿圆,拉丁字母高宽比为缘猿猿猿;字体的笔画粗细与字高之比为猿愿愿-猿愿愿

必须说明,照明情况和字符与底色的色彩明度对比度等因素对观察和认读的速度、准确度等都有很大的影响,当照明强些,对比度大时,笔画可稍细些,反之可稍粗些。字

符与底色一般多采用黑底白字。

### (源) 指针的设计

指针是人认读刻度的主要基础,所以对于指针的设计应从如何使人迅速而又准确地瞄准刻度这一原则出发。一般主要从下列几方面考虑。

① 形状:指针形状应单纯、明确、轮廓清晰,不宜作任何艺术性装饰。这不仅符合当代人的审美观点,而且也易于形成视觉中心。指针的针身以头顶尖、尾部平、中间宽或长三角形为好,如图 9-1-15 所示。

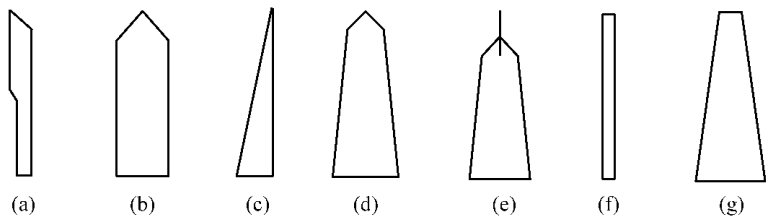


图 9-1-15 指针的基本形状

(a) 刀形;(b) 剑形;(c) 直角三角形;(d) 塔形;(e) 带指示线塔形;(f) 杆形;(g) 梯形

② 宽度与长度:指针的针尖宽度应与最小刻度线等宽,以保证在阅读最小刻度值时的准确度。或者为刻度大小的 1/4 倍(一般为整数)。指针长度一般距离刻度符号 1/2 左右,但也不能远离刻度,针尖不可覆盖刻度符号。圆形刻度盘的指针长度不宜超过它的半径,需要超过时(如需平衡重量时),其超过部分颜色应与度盘面的颜色相同。

③ 指针零点位置:根据人的生理特点和习惯,一般指针零点位置大都在时针 12 点或 9 点的位置上。如表 9-1-16 所示。在操纵台的面板上,出现若干个同一功能的指针式仪表时,它们的指针方向应该相同,这样不易造成视觉上的混乱,它们的指针零点位置在时针 12 点的位置上为最佳。图 9-1-16 是指针零点位置示意图。

表 9-1-16 指针零点位置

显示装置情况	零点位置
指针固定而度盘运动	时钟 12 点位置
圆形度盘	时钟 12 点或按需要定
跟踪用显示装置	时钟 12 点或 9 点位置
警戒用显示装置	时钟 12 点位置范围

### 缘) 刻度盘、刻度线、指针和字符的颜色配置

在现代设计中,盘面通常设计为黑色,主要指针为白色或黄色、橙黄色等。而刻度线与字符应和指针同色,次要指针可为其他颜色,但应为对比色。在光线较差的照明条件下,显示器盘面应以白色为宜,而刻度线等采用黑色。总之,色彩的配置应采用对比色,但不能产生眩目现象。

### 源) 信号灯设计

信号灯产生光信号,是最常见的一种信息显示方式。由于它具有占据空间小、视距

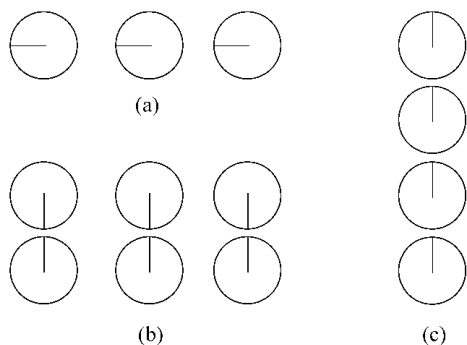


图 7-1 按标准读数校核误差的指针零点位置

远、醒目、简单明了的优点,所以在交通和科研设备上,特别在机电产品的大量操纵控制系统中都广泛采用。

根据使用功能,信号灯可分为:警戒信号灯、运行信号灯、故障信号灯等。

信号灯设计的一般原则如下:

员) 在一定视距的情况下,信号灯的视觉效果应该清晰、醒目

信号灯的使用,大部分是用来指示机器的某种运行状态和要求。如警戒信号灯是用来指示操作者注意某种不安全的因素等。因此,就要求信号灯必须具备清晰、醒目的特点,使操作者能及时发现,采取紧急措施。

指示灯的亮度与人的视觉效果密切相关,是清晰和醒目的先决条件。强光比弱光更易形成视觉中心,提醒操纵者注意。一般情况下,信号灯的亮度至少是背景亮度的圆倍,并且背景以无光为好,以免产生眩目现象。

圆) 信号灯色彩的设计必须满足其使用目的

色彩本身就有先声夺人的视觉效果,不同色相,其效果也不同。因此,对信号灯的色彩设计必须从两点着重考虑,一是色彩醒目,但不眩目;另一是易于分辨。

通常人们能较准确地分辨出 5 种以内的色相。它们是:黄、紫、橙、浅蓝、红、浅黄、绿、紫红、蓝、淡黄。它们之间的分辨度与色彩的对比强弱有关,对比强者分辨度高。

信号灯的色彩设计,应使其色彩功能与使用功能相一致。如作为警戒、禁止、停顿或指示不安全情况的信号灯,应使用红色;提醒注意的信号灯用黄色;表示正常运行的信号灯用绿色;其他信号灯则用白色或别的颜色。表 7-1 是我国目前电气成套装置中的指示灯颜色。

当设备上的信号灯不止一个时,应在色彩或形状上加以区别,并标有相应的功能标记。如用→表示方向,用伊或⊙表示禁止,用!表示警觉或危险,用较快的闪光表示高速运行,用较慢的闪光表示低速运行等,使闪光在视觉上的节奏与人们的心理感受合拍。

猿) 信号灯位置设计

重要的信号灯必须设置在视野中心猿的范围內,一般的信号灯可安排在离视野中心圆范围内,只有相当次要的信号灯才允许设置在离开视野中心远猿-愿以外,但总的范围均不能超出操作者不转动头部和身体所能观察到的视野范围。

表 2-1-1 指示灯的颜色及其含义

颜色	含摇摇义	说摇摇明	举摇摇例
红	危险或告急	有危险或应立即采取行动	员员润滑系统失压 员员升温已超(安全)极限 猿猿有触电危险
黄	注意	情况有变化或即将发生变化	员员升温(或压力)异常 员员发生仅能承受的短时过载
绿	安全	正常或允许进行	员员冷却通风正常 员员自动控制运行正常 猿猿机器准备启动
蓝	按需要指定用意	除红、黄、绿三色之外的任何指定用意	员员遥控指示 员员选择开关在“准备”位置
白	无特定用意	任何用意。例如作正在“执行”用	

### 摇摇源) 信号灯与控制器和其他显示器的协调关系

当信号灯的含意与某种操作反应相联系时,就必须考虑信号灯与控制器和操作人员反应的协调关系。如指示某种操作的信号灯最好设置在相应的控制器的上方或下方。信号灯的指示方向最好和操作活动方向一致。如开关往上推,上面灯亮;开关向下拉,下面灯亮。这样布置可使操作者的视觉与操作功能合拍,否则易使操作者失误,而酿成重大故障。

### 缘缘操纵台面板上显示器的总体布局

#### 员) 面板上的显示器排列

根据人的视觉规律,显示面板的总体外形应为水平长方形。面板上的显示器排列顺序最好与操纵者的工作认读顺序一致。彼此有联系的或同一功能的显示器应靠近,而且可采用分割线的方式或不同的色彩进行按功能分割,以形成一个完整的整体,如图 2-1-2 所示,使面板布置得简洁、明确、美观。

根据人的视区分布,视野猿猿为最佳视区。因此,应该把最常用、最重要的显示器布置在这个视区内,其他显示器可按其常用程度和重要性分别设在瞬息区内或有效区内。

#### 圆) 显示面板的最佳认读范围

根据实验,当眼睛离面板猿猿左右时,若眼球不动,水平视野猿猿范围为最佳认读范围,其无错认读时间为员秒左右。当水平视野超过猿猿以上时,正确认读时间开始急剧增加。因此,猿猿为最大的认读范围。

#### 猿) 显示面板的总体布局

当显示器多,面板大时,则视距不等。一般离面板中心部分的视距最短,视力最好,最清晰,认读效率也最高。一般布置显示器时,应尽量避免操作者转动头部和移动座椅,以减少疲劳,提高工作效率。根据显示器数量和控制室的容量,选择下列布置形式:

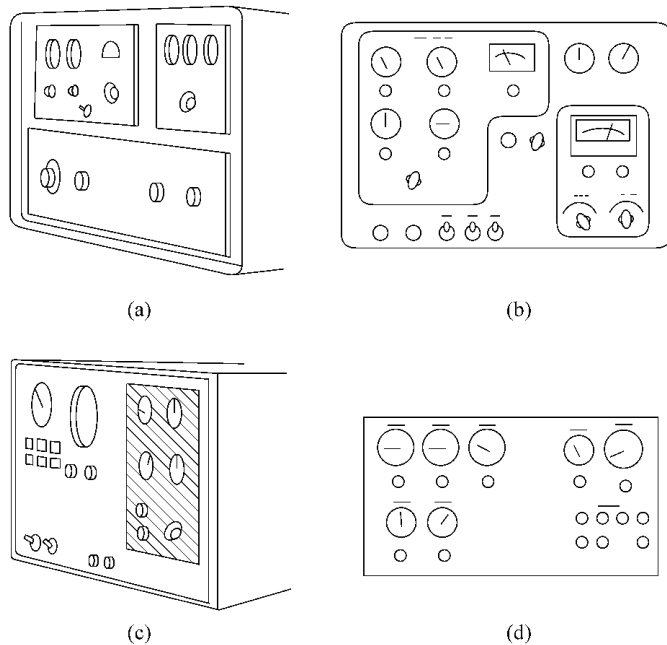


图 7-15 仪表盘控制板的分区方法

(a) 分装在小块控制板上；(b) 用分割线分区；(c) 用颜色分区；(d) 用间距分区

### (员) 直线形式布置(图 7-16 葬)

此形式结构简单,安装方便,但面板不宜过长。适用于显示器较小的小型控制台。

### (圆) 弧形布置(图 7-16 遭)

此形式由各显示器组合呈圆弧形,其结构和安装较复杂,但视觉条件较好。一般用于 4 个以上显示器的中型控制台。

### (猿) 弯折式布置(图 7-16 糟)(濇)(藻)

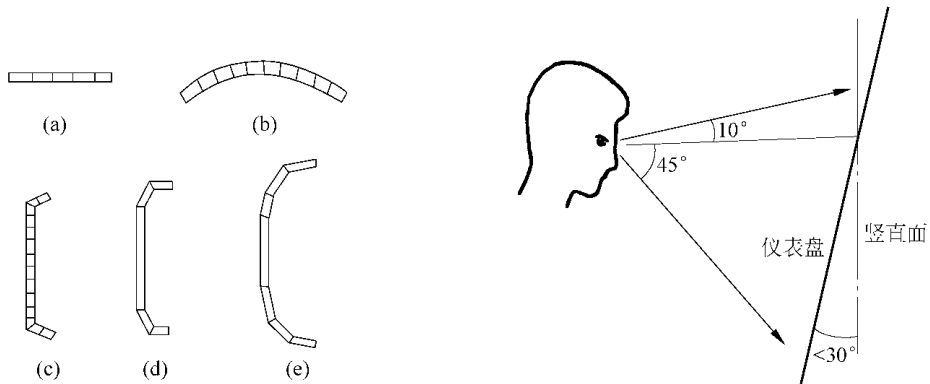


图 7-16 显示面板的布置

图 7-16 仪表盘与人的视线应相垂直

摇摇此形式一般是组合成型,其结构和安装比较简单,视觉条件较好。一般适用于大、中型控制台。

根据视觉特征,一个显示面板的视距最好是  $2.5 \sim 3.5$  米左右,其高度最好在视平线附近,而且视线与显示器垂直为佳。由于人在观察时,头部一般略有自然的前倾,所以要求面板也相应地向后仰,以保证面板与人的视线相垂直。如图 2-10 所示,面板后仰角一般在  $15^\circ \sim 25^\circ$  即面板与地面成  $75^\circ \sim 65^\circ$  的交角。

## 摇摇控制装置设计

视觉显示装置起着传递信息的作用,而操纵控制装置则起着执行信息传递的作用。这里所述控制装置为手柄、旋钮……。设计控制装置时,首先要考虑操作者的性别和人的生理尺寸,使之适应人体的生理结构特点,从而达到提高工效及使操作者能准确、迅速、安全、连续操作的目的。

### 摇摇控制装置的类型与选择

#### 员) 控制装置的类型

按操纵的动力区分,可分为三大类:

- ① 手动控制器:如按键、开关、旋钮、手柄及转轮等。
- ② 脚动控制器:如脚踏板、脚踏钮等。
- ③ 其他:如声控、光控等这些利用敏感元件的换能装置来实现启动或关闭的机件。

#### 圆) 控制装置的选择

控制装置的选择主要是按使用功能和操作要求进行选择,这对于安全生产、提高工效非常重要。一般应遵循如下几个原则:

- ① 快速、精细的操作,主要采用手动或指动控制器。用力的操作应采用手臂及下肢控制。
- ② 手动控制器应安排在容易接触到和易看到的空间。
- ③ 对于按钮,它们的间距应为  $15 \sim 20$  毫米,各手控制器的间距不小于  $200$  毫米。
- ④ 手掀按钮、旋钮适用于费力小、移动幅度不大及高精度的阶梯式或连续式调节。
- ⑤ 长臂杆、手柄、手轮、踏板则适用于费力、幅度大和低精度的操作。

对于各种控制器的使用情况见表 2-10。

表 2-10 摇摇各种控制器的使用情况比较

使用情况	按钮	旋钮	踏钮	旋转选择开关	钮子开关	手摇把	操纵杆	手轮	踏板
需要的空间	小	小—中	较小	中	小	中—大	中—大	大	大
编码	好	好	差	好	较好	较好	好	较好	差
视觉辨别位置	可	好	差	好	好	可	好	较好	差
触觉辨别位置	差	可	可	好	好	可	较好	较好	较好

续表

使用情况	按钮	旋钮	踏钮	旋转选择开关	钮子开关	手摇把	操纵杆	手轮	踏板
一排类似控制器的检查	差	好	差	好	好	差	好	差	差
一排控制器的操作	好	差	差	差	好	差	好	差	差
合并控制	好	好	差	较好	好	差	好	好	差

### 圆钮控制装置设计的一般要求

控制器的设计质量,直接影响整个系统的运行。往往生产中出现的事故,从表面看,似乎是操作者缺乏训练或思想不集中而引起的。但如果作进一步的分析就会发现,造成事故的原因主要是由于控制器设计没有充分考虑人的因素而造成的。因此,对人-机系统中人的因素的考虑和重视,是提高工效和避免事故的关键所在。

控制装置设计的基本要求如下:

① 任何控制器,都要适应人体生理特征的要求。如控制器的安装位置、排列方式、操纵速度和操纵力的大小都要符合人体的生理特征,以便使操作者都能舒适而满意地进行操作。

② 控制器要与设备系统的工作状态结合起来。控制器的运动方向应和显示器指针或设备的运动方向相适应,并符合人的习惯。如设备某部分是上下直线运动时,此部分的控制器的操作方向也应上下直线运动;又如汽车的方向盘操作的方向与汽车转弯的方向应该是一致的。

③ 控制器的形态应体现其操作方式,以利于辨认。

④ 控制器的造型设计要求外形尺寸大小适当,适应人体生理特点,而且造型应美观大方,且便于操纵。

### 圆钮控制装置的设计

#### 员) 手动控制器的设计

##### (员) 手的运动特征

研究手的运动规律,对于手动控制器的设计是很重要的。手的运动规律如下:

- ① 手的垂直方向运动速度比水平运动速度快。
- ② 手从上往下运动的速度比从下往上运动的速度快。
- ③ 在水平面内,手的前后运动速度比左右运动速度快,旋转运动比直线运动快。
- ④ 对一般人来说,右手活动比左手快,顺时针活动比逆时针活动快。
- ⑤ 单手操作比双手操作既快又准。

##### (圆) 旋钮

旋钮是用手控转的手动元件。根据功能要求分为可连续多次旋转,旋转角度可达 $360^\circ$ 也可作定位旋转等。其形状可分为圆形旋钮、多边旋钮、指针旋钮、手动转盘等。如图 7-1-1 所示。

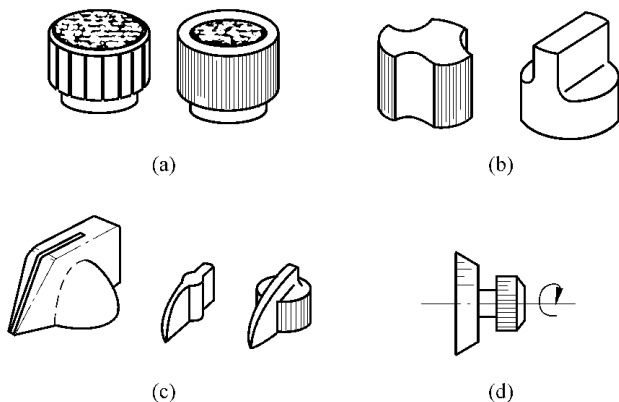


图 9-10 摇摇旋钮

(圆)圆形;(多)多边形;(指)指针形;(盘)转盘

摇摇① 圆形旋钮。可用于作连续、平稳的旋转(圆)及用于多重旋转,可作微量旋钮,精度较高。为了满足旋转要求,往往在其表面加工有直纹或网纹滚花,旋钮的边缘可轻微地倒角,但应避免旋钮有锥度。

② 多边形旋钮。常用于不需要连续旋转的场合,一般调节范围不足,旋转定位精度不高。

③ 指针式旋钮。旋钮带有指针的形状,当旋转旋钮时,可靠指针确定旋钮的位置。这种开关应当具有机械的制动器,当旋钮刚好到位时,操作者应“感觉到”或者听到。因此,可得到较精确的调节。设计时应突出指针的形状,以便使操作者了解旋钮的最终位置,并且该旋钮应当有足够的长度、深度,从而使操作者充分地握住,甚至可以设计一种附加长度,以便协助操作者使用更大的力使旋钮旋到定位。

显然,根据设计的形状不同,旋转的用力 and 旋转量的大小也有区别。如图 9-11(圆)适于微调(多)旋钮力量可大些(指)旋钮上带有指示刻线。

图 9-12 提供了旋钮的适宜直径与操作活动的关系。

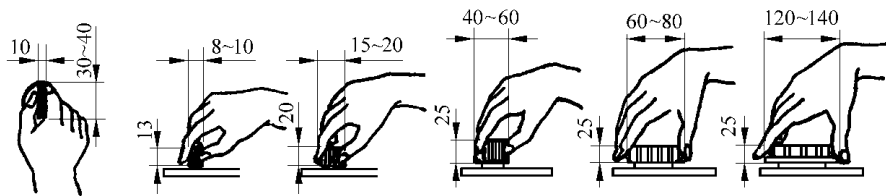


图 9-12 适宜操作的旋钮尺寸(单位:毫米)

### 摇摇(猴)按键

在设计中经常使用的按键以四角钝圆的四方形最为方便。不常用的可采用圆形。按键表面应稍有凹陷或纹理粗糙,以便掀时手指不易滑脱。以手掌掀压的按键表面应为蘑菇形,这样有利于手掌用力均匀。

图 7-2-10 中 (a) 为外突弧形按键, 其操作手感不好, 一般用于轻小型而操作次数较少的设备上。按键形式以中凹的 (b) 型为佳。按键应凸出面板一定的高度, 过低不易感觉位置是否正确, 如图 7-2-10 (c) 所示。按键之间应有一定的间距, 否则容易同时接触两个键, 如图 7-2-10 (d) 所示。适宜的尺寸可参考图 7-2-10 (e)。密集的按键可做成图 7-2-10 (f) 的形式。

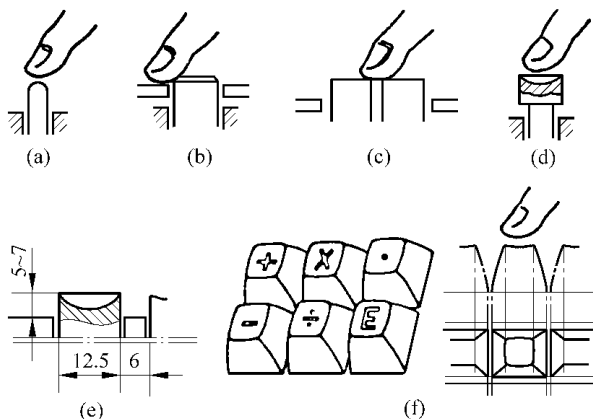


图 7-2-10 按键

表 7-2-1 所示为旋钮、按键及其他操作器的排列方式及适宜的间距尺寸。

表 7-2-1 控制器的间隔

单位

控制器	测量位置	操作方法	最小间隔	最大间隔
按键		使用 1 个手指 (随机) 使用 1 个手指 (按一定顺序) 使用不同手指 (随机或按一定顺序)	12 16 12	20 24 12
扳钮开关		使用 1 个手指 (随机) 使用 1 个手指 (按一定顺序) 使用不同手指 (随机或按一定顺序)	16 12 12	20 24 16
曲柄及杆柄		两手同时	12 16	16 20
旋钮		单手 (随机) 两手同时	16 16	20 24
踏板		单脚 (随机)	16 16 16	20 24 24
		单脚 (按一定顺序)	16 16 16	20 24 24

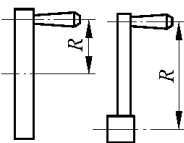
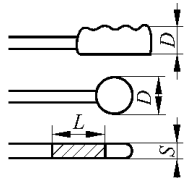
摇摇在设计按键时除了要合理地确定出所需压力之外,还要注意为了减少不注意时的按压所造成的错误操作,必须使按键有一定的阻力,特别是对于机械机器,一个合适的压力控制是非常必要的。

### (源) 手轮、摇把

手轮、摇把一般作为旋转性操作元件,它们的有关尺寸和操纵杆握持部分的尺寸见表 苑 苑 苑。

表 苑 苑 摇摇控制器的尺寸

单位: mm

手轮及摇把	应用特点	建议采用的数值
	一般转动多圈	100~150
	快速转动	100~120
	调节指针到指定刻度	120~150
	追踪调节用	150~180
操摇纵摇杆	型摇摇式	建议采用的尺寸
	一摇摇般	100~120 (不小于 80)
	球摇摇形	120~150
	扁 平 形	杂不小于 100

### 摇摇(缘) 拇指轮

操作者利用拇指或食指进行操作的一种旋钮,它们只适用于平稳、连续的旋转,而不需要精确的调节场合。例如:音量、光强等,其形状如图 苑 苑 苑 所示。

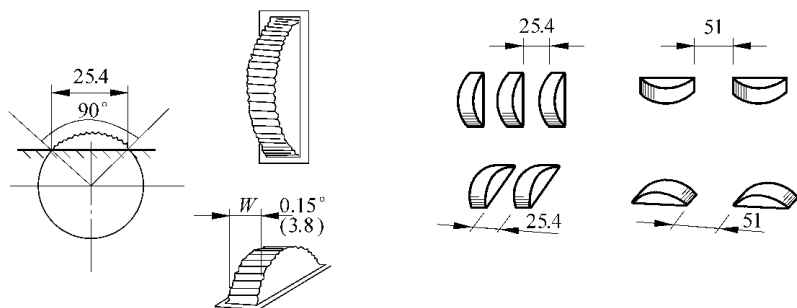


图 苑 苑 摇摇适宜操作的拇指轮尺寸(单位: mm)

设计这种拇指轮的阻力一般在 100~150 之间。若采用多个拇指轮,注意水平布置时不要一个在另一个之上,或一个在另一个前面,通常该轮向上或向右旋转为“增加功能”。摇摇

## 摇摇圆) 脚动控制器的设计

用脚操纵的控制器,也是比较常用的控制装置。如汽车的离合器踏板、刹车踏板以及其他机械(冲床、蒸汽锤等)的脚踏板等。

### (员) 脚的运动特征

用脚操纵时,脚的运动主要是膝关节和脚掌的运动。详情在人体尺度测量章节中介绍过。这里简单介绍关于脚的施力情况。

① 站姿与坐姿相比,应尽量采用坐姿操作,因为坐姿时身体易保持平衡,而站姿操作的优点是能施以较大的操纵力。

② 左脚与右脚操作比较,在施力大小、施力速度和准确度等方面,一般人的右脚都优于左脚。

③ 脚掌施力与脚趾施力相比,在操纵力较大(大于缘晕)时,宜用脚掌着力为好;对于操纵力较小(小于缘晕)或需快速连续控制时,宜用脚趾操作为佳。

④ 脚动控制器的适宜用力较手动控制器可大些。脚踏用力与腿的曲折角有关,如汽车的加速器。当脚踏用力小于圆晕时,腿的屈折角应以员圆为宜;当大于圆晕时,则腿的屈折角应以员圆为宜。表苑圆介绍关于脚动控制器适宜用力的情况。

表 苑圆 摇摇脚动控制器用力的推荐值

脚动控制器	推荐用力值 晕
足休息时,足踏板的承受力	员圆~猿圆
悬挂的足蹬	源缘~远缘
功率制动器	直至远缘
离合器和机械制动器	直至员圆
离合器和机械制动器的最大蹬力	圆圆
方向舵	苑圆~员圆
可允许的足蹬力最大值	圆圆
创纪录的足蹬力最大值	源圆

摇摇⑤ 由于脚的施力敏感度低于手的施力敏感度,为了防止脚动控制器的碰移或误操作,建议脚动控制器应有一个启动压力,这个启动压力至少应当超过脚休息时脚踏板的承受力。

### (圆) 选用脚动控制器的原则

① 用于需要连续进行操作,而用手又不方便的场合。

② 无论是连续性控制,还是间歇性控制,其操纵力都在超过缘晕~员圆晕的情况下。

③ 手的控制工作量过大,不足以完成控制任务时。

### (猿) 脚动控制器的位置尺寸

为了使操作者在操作时既省力又舒适,就必须处理好控制器相对于人的位置。否则操作起来不但费劲,还易疲劳。

当人正坐操作时,脚踏板应在人坐位的正中央所在位置上。如果踏板向两侧布

置,不仅出力减小,操作也不舒适。一般踏板偏离人体正中位置不得超过 20mm。脚踏板的高度应在脚能出最大力的位置。在坐姿时,操作力为蹬力,座椅的高度要低于一般座椅的高度。这样当操作力很大时,踏板的高度可与椅面相平或稍低,但不得超过椅面高度,如图 9-10 所示。若是站立操作,则脚踏板的高度不得超过地面 100mm,最佳为 75mm 或稍小些。图 9-11 为操作脚踏板的空间范围。

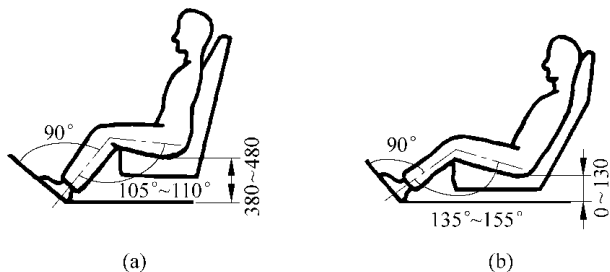


图 9-10 一般座位与脚操纵座位的比较(单位:皂皂)  
(a) 一般座位;(b) 脚操纵时的座位

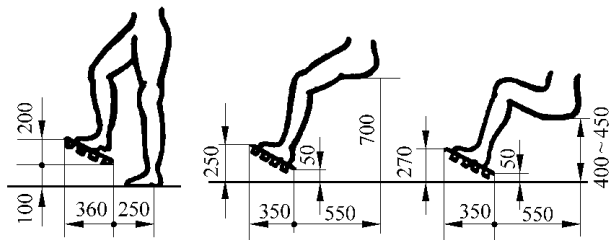


图 9-11 操作脚踏板的空间活动范围(单位:皂皂)

脚踏控制器可分为调节踏板(这种踏板随移动距离的增加而增大阻力,以便产生增量的反馈)和开关踏板两种。

① 调节踏板。脚踏板可分直动式、往复式和回转式,如图 9-12 所示。脚踏板典型的例子有汽车的制动踏板。这种踏板人腿与脚的舒适角度为 135°~155°,其位置有 3 种情况,如

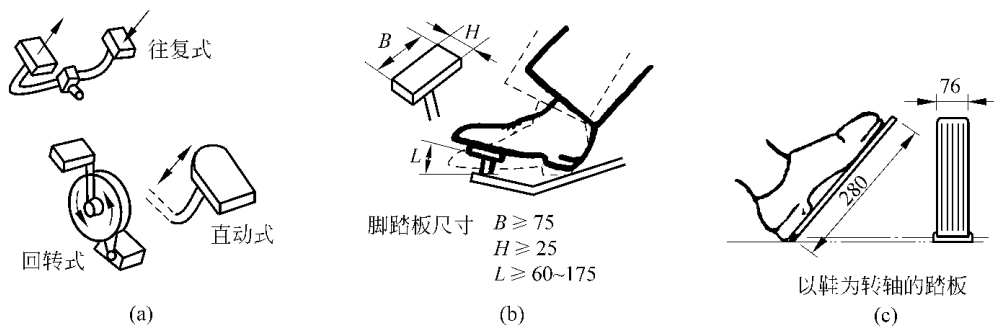


图 9-12 调节踏板(单位:皂皂)

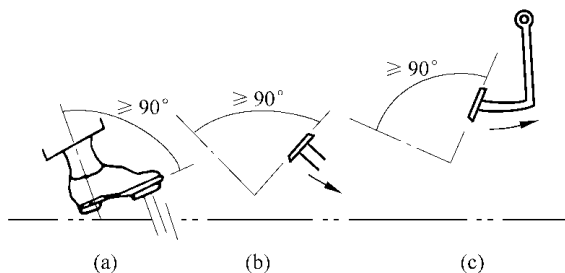


图 7-10 调整踏板的三种位置

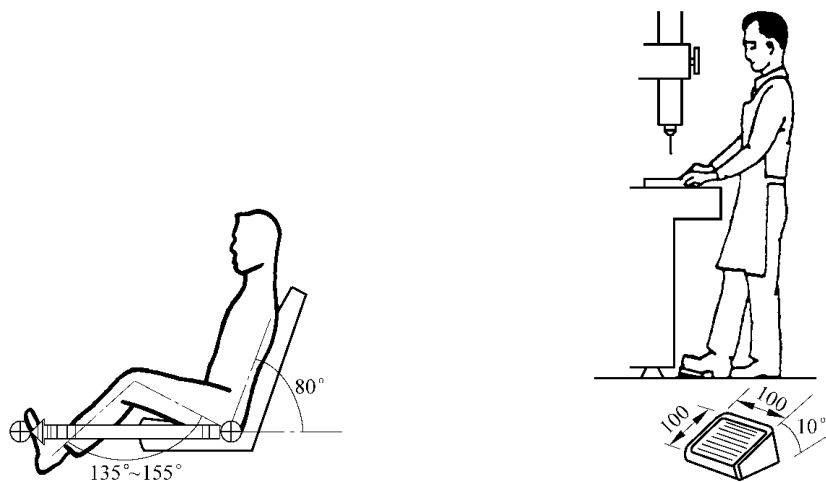


图 7-11 最大蹬力踏板

图 7-12 踏板开关操纵(单位:皂皂)

图 7-10 所示。其中 (a) 是座位较高, 小腿与地面几乎垂直的情况, 脚的下压力不能超过 100 皂皂 (b) 是座位较低, 小腿倾斜的情况, 此时踏力不能超过 150 皂皂 (c) 是座位很低, 小腿较平的情况, 此时一般蹬力能达到 200 皂皂。为了便于施力, 必须提供一牢固的座椅支撑, 如图 7-11 所示, 图中 ⊕ 为两个受力点。

② 开关踏板。当脚踏开关用于立位操纵时, 要很好地安排其位置, 使操作者在不影响稳定性的情况下就能使用。并且还要注意避免发生误踩的危险, 一般其色彩设计为黄色或橙黄色, 以引人注目。踏板的形状和尺寸如图 7-12 所示。其中, 用于机械操作型的脚踏板的最佳角度大约 10 度或再小一些。如果过大, 对站立操作者来说, 单脚操作易失去平衡, 很不安全。有时要求双脚均能踏动, 或操作者由其他需要可以不断改变操作者的姿势, 此时最好采用踏动杠杆, 如图 7-13 所示, 踏动杠杆距地面不应超过 100 皂皂, 伸长量不大于 100 皂皂。

在某种情况, 当手操作不便时, 可采用脚踏钮代替手动按钮迅速地操作, 例如汽车启动马达脚踏钮。图 7-14 为常用脚踏钮的尺寸, 供参考。

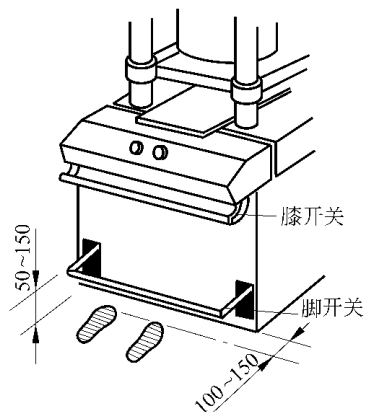


图 苑 脚踏动杠杆(单位:皂皂)

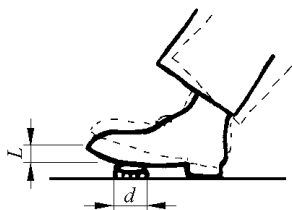


图 苑 脚踏按钮

图 苑 脚踏按钮  
 图 苑 脚踏按钮  
 图 苑 脚踏按钮

## 控制台的设计

现代化的生产系统对于控制台的设计要求,应该是尺度宜人,造型美观,操作方便,给人以舒适感。

### 控制台的型式和特点

目前,常用的控制台有以下几种型式:

#### 员) 桌式控制台

它是最简单的控制台。其特点是视野开阔,光线充足,操作方便,结构简单。如图 苑 所示。

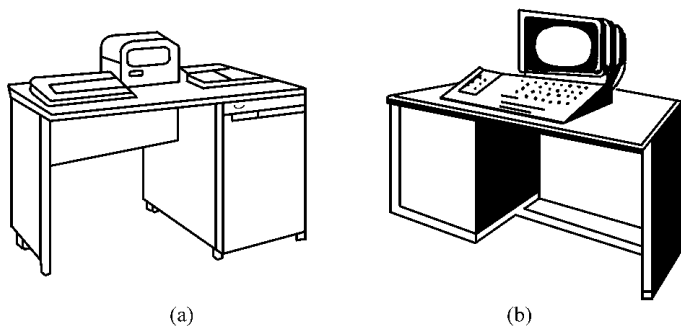


图 苑 桌式控制台

桌式控制台适用于控制器和显示器较少且操作者需经常观察与监控其他设备情况的场合。一般控制台台面做成水平面。

### 摇摇圆) 直柜式控制台

其台面由一个竖直面和一个平台或几个倾斜面板组成。其特点是台面较大,视线较好。直柜式控制台适用于控制器、显示器较多和需要操作者经常观察和监控台外情况的场合。控制台的高度不宜超过人坐姿时的视平线,控制台可员人操作,也可多人操作。造型可整体,也可根据需要进行多体组合。如图 摇摇源所示。

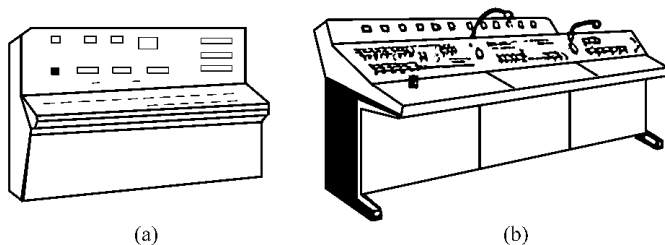


图 摇摇源 直柜式控制台

### 猿) 弧形控制台

其观察条件较好,能使操作者注意力集中,操作方便,工效高。但结构比较复杂,适用于中小型的控制系统。如图 摇摇源所示。

### 源) 弯折式控制台

其观察条件较好,使用方便,结构稍复杂。适用于控制器、显示器很多的控制系统。通常是用若干个直柜式组成。如图 摇摇源所示。

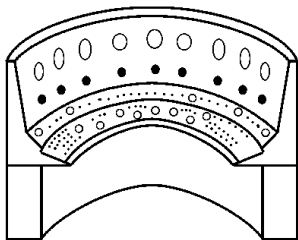


图 摇摇源 弧形控制台

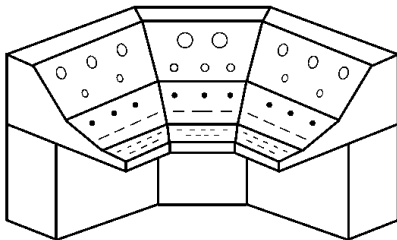


图 摇摇源 弯折式控制台

### 圆) 控制台的尺寸和布置

控制台的尺寸主要决定于控制器、显示器的安置、数量和人体尺度等要求。图 摇摇源是典型控制台的基本尺寸,仅供参考。

人的操作姿势有:坐姿、站姿和坐点姿(可坐可站)猿种。根据人猿工程学的要求,控制台布置的尺寸范围也不同。

#### 员) 坐姿操作

坐姿操作往往是身躯伸直稍向前倾 员毅-员缘角,腿平放,小腿一般垂直着地或稍向前倾斜着地,身体处于舒适状态。根据人的视觉特征和人体尺度要求,控制台的主要布置尺寸如图 摇摇源及表 摇摇源所示。

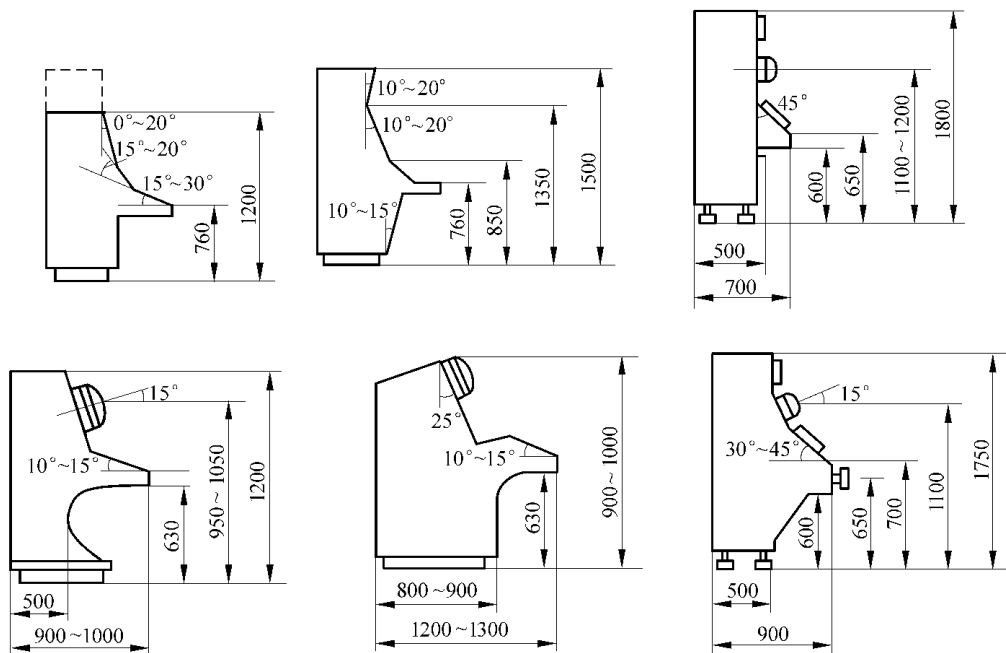


图 2-2-1 操纵控制台的基本尺寸(单位:毫米)

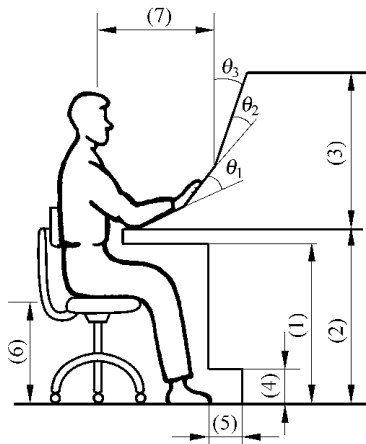


图 2-2-2 操纵坐姿作业时控制台一般布置范围

(图中具体尺寸见表 2-2-3)

表 2-2-3 操纵坐姿作业时控制台布置的尺寸范围

毫米

图中编号	内插内容	数据范围
(员)	控制台台面下的空间高度	700~800
(圆)	控制台台面的高度	700~800
(猿)	控制台台面至顶部的距离	700~800
(源)	伸脚掌的高度	80~100

续表

图中编号	内摇摇容	数摇摇值
(缘)	伸脚掌的深度	员园~ 员园
(远)	座椅高度	源园~ 源园
(苑)	控制台正面的水平视距	远园~ 苑园
$\theta_{员}$	台面倾斜角	员毅~ 猿毅
$\theta_{圆}$	布置主要控制器台面的倾斜角	猿毅~ 缘毅
$\theta_{猿}$	布置主要显示器台面的倾斜角	园毅~ 园毅

## 摇摇圆) 站姿操作

站姿操作一般是身体自然站直或躯干稍向前倾 员毅角左右,上臂抬起角度最好不超过 源毅 控制台的一般布置尺寸范围如图 苑源及表 苑圆所示。

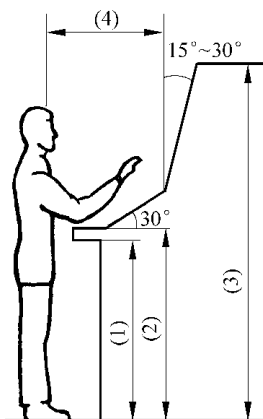


表 苑圆 站姿作业时控制台一般布置范围  
(图中具体尺寸见表 苑圆)

表 苑圆 站姿作业时控制台布置的尺寸范围

皂皂

图中编号	内摇摇容	尺摇摇寸
(员)	控制台台面下的空间高度	愿园~ 怨园
(圆)	控制台台面的高度	怨园~ 员园园
(猿)	地面至显示装置的最上限距离	员园园~ 员园园
(源)	控制台正面的水平视距	远园~ 苑园

## 摇摇猿) 坐姿操纵

此类控制台应供坐姿和站姿操作,因此要求座椅高度可根据需要调节,在座椅或控制台适当位置加设脚搁板,便于搁脚以减少疲劳。图 苑源和表 苑圆为布置尺寸范围。

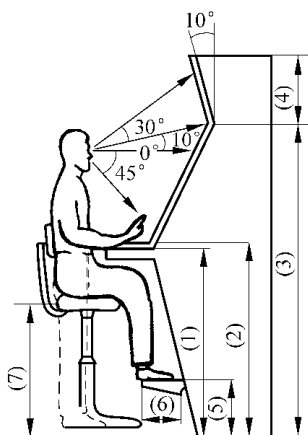


图 苑 内摇坐姿时控制台的布置范围

(图中具体尺寸见表 苑 苑)

表 苑 内摇坐姿作业时控制台布置的尺寸范围

单位

图中编号	内摇椅容	尺寸范围
(员)	控制台台面下的空间高度	苑园 ~ 怨园
(圆)	控制台台面的高度	怨园 ~ 员园园
(猿)	地面至布置主要显示器的上限高度	员园园 ~ 员圆园
(源)	布置次要显示装置的高度	圆园 ~ 猿园
(缘)	脚搁板高度	圆园 ~ 猿园
(远)	脚搁板长度	圆园 ~ 猿园
(苑)	高座椅高度	猿园 ~ 愿园

工业产品必须在满足其功能的前提下,根据技术和艺术法则进行设计,达到实用、经济、美观的目的。工业产品的造型美,是在保证实用、经济的基础上提出的。但结构的合理、材料的使用、加工过程等,都将直接影响着产品的造型美,以致影响到在市场上的经济价值。因此,结构、材料、工艺在工业产品艺术造型设计中的地位 and 作用是相当重要的。

## 外观造型与结构

### 外观件结构对造型的影响

造型与结构是产品整体设计的两个重要内容,二者是相辅相成的。结构设计也是外观效果获得造型美的重要条件之一,所以在整个产品造型设计中,造型与结构、形式与内容应是统一的。

下面是几个通过改变局部结构去改善外观效果的实例。

图 8-1 为上箱盖与下箱体两个部件接触处的结构图。其中图(a)是不宜采用的凸线装饰结构;而采用图(b)的凸线装饰和图(c)的凹线装饰结构形式较好,既起到线型装饰,又起到隐蔽缺陷的作用。

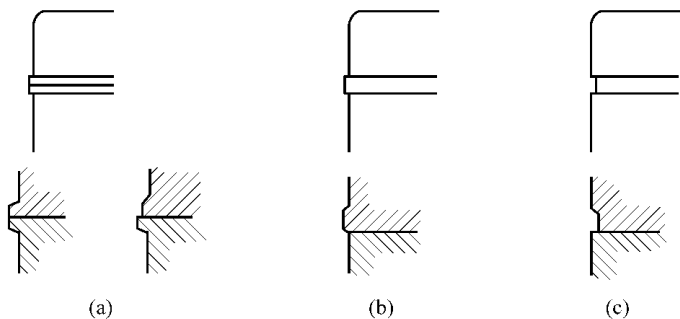


图 8-1 上箱盖与箱体接触处的结构

图 8-10 中,图( a)为一般机床常用的侧壁箱盖结构。由于外观感觉凸凹变化太多,影响外形美观。图( b)的结构形式经改进后,外观效果略好,但箱体上的接合面加工困难。如果改进图( c)的结构形式,不仅整体性强,而且床壁线型统一,获得好的外观效果。

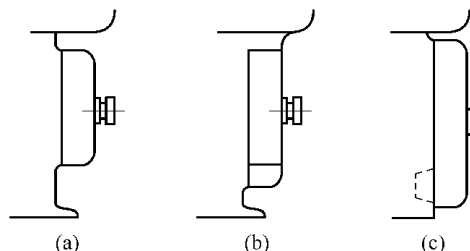


图 8-10 侧壁箱盖的结构

#### 8.1.2 内部传动结构对造型的影响

工业产品的内部传动结构,虽然在内部,但它对外观造型的影响却是十分突出的。因为它影响着造型的比例尺度与整体的外观形态以及操纵手柄的多少和位置的布局。

图 8-11 是月牙型牛头刨床,采用的是曲柄连杆机构。这种传动结构使部分机构外露,特别是连杆的平面运动,对机床的操纵和外观造型都影响很大,并且繁琐、零乱。改进后为图 8-12 所示月牙型牛头刨床。由于传动结构方式改为偏心轮齿条离合器走刀系统的结构方案,克服了走刀机构外露的缺点,使机床外观整体性强并有安全感,外部线型风格协调一致,操作方便,获得较好的造型效果。

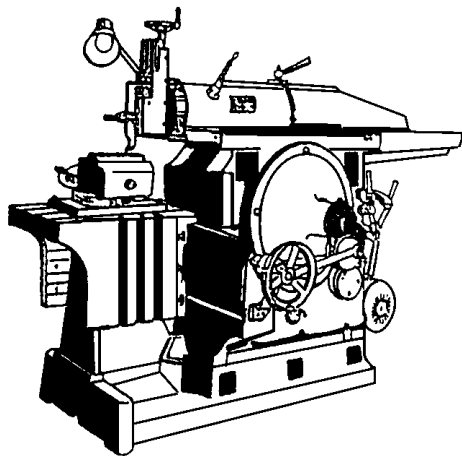


图 8-11 月牙型牛头刨床

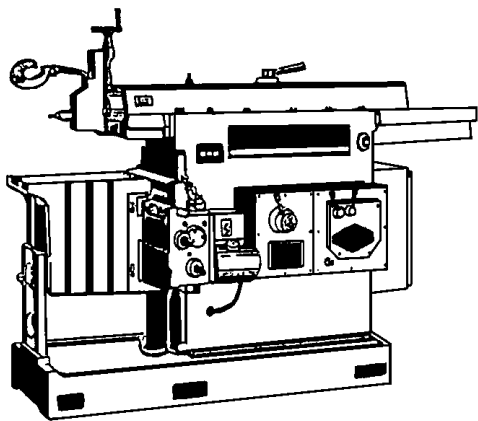


图 8-12 月牙型牛头刨床

现代机械产品的控制方式更趋先进,随着数控、数显、光控和微电子技术的应用,机控、手控相应减少,这种结构的变化,更将深刻地影响着产品的外观造型。

### 避免“危险”的造型设计

这里重点讲的是设计者往往容易注意到性能、结构、造型的统一,而常常不知不觉地对操作者、消费者构成了一些危害,即不能完全符合前面谈到的人机工程学的要求,又可称为“危险设计”。图 8-2 中的(葬)(遭)(糟)示出了设计座椅的三个危险设计的例子。

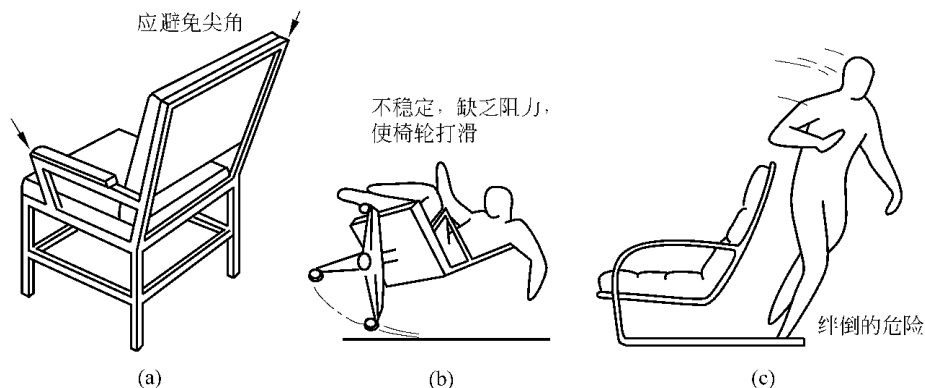


图 8-2 座椅设计中的“危险”例子

图 8-2(葬)所示座椅结构不应当露出尖角,尖的转角和边缘可能对使用者构成危害。

图 8-2(遭)所示座椅应当考虑使用者能够可靠地靠在椅背上,不应使支承部分的滚轮在光滑的地板上打滑。显然,一个支腿要比两个好一些。

图 8-2(糟)所示座椅由于基座超出该椅子的范围,而对人们构成了危险。

## 材料选择与造型

材料是产品造型的物质基础。当代工业产品的先进性不仅体现在它的功能与结构方面,同时也体现在新材料的应用和工艺水平之高低上。材料本身不仅制约着产品的结构形式和尺度大小,还体现材质美的装饰效果,所以合理地、科学地选用材料是造型设计极为重要的组成环节。

### 选择造型材料的特性

从材料的功能来讲,一般机械工程材料要具有足够的机械强度、刚度、冲击韧性等机械性能。而电气工程材料,除了机械性能外,还需具备导电性、传热性、绝缘性、磁性等特性。但从造型角度来讲,对造型材料就要求除了上述材料的物理、机械性能要符合产品功能要求外,还要具备下列特性:

#### 1) 感觉物性

所谓感觉物性是通过人的器官感觉到材料的性能。如冷暖感、重量感、柔软感、光泽

纹理、色彩等。

目前所使用的材料品种繁多,一般分为两大类:即天然材料(木材、竹子、石块等)和人工材料(钢材、塑料等),它们分别都有自身的质感和外观特征,给人的感受也不同。

木材:雅致、自然、轻松、舒适、温暖。

钢铁:深沉、坚硬、沉重、冷凉。

塑料:细腻、致密、光滑、优雅。

金银:光亮、辉煌、华贵。

呢绒:柔软、温暖、亲近。

铝材:白亮、轻快、明丽。

有机玻璃:明彻透亮、富丽。

以上这些特性,有的是材料本身固有的,有的是人心理上感应的,有的是人们生活习惯、印象所造成的,有的是人触觉到的,等等。造型设计对材质的选用是根据不同的产品特性和功用,相应地选用满意的造型材料,运用美学的法则科学地把它们组织在一起,使其各自的美感得以表现和深化,以求得外观造型的形、色、质的完美统一。

圆) 化学稳定性(环境耐受性)

指现代造型材料不因外界因素的影响而褪色、粉化、腐朽乃至破坏。

外界因素多种多样,有室外和室内,水和大气,寒带和热带,高空和地上,白天和黑夜等。如室外使用的塑料制品,就不能选用易于老化的聚乙烯树脂塑料,而应选用耐受性优良的聚碳酸酯塑料材料。

猿) 加工成型性

产品的成型是通过多种加工而成的,材料的加工成型性是衡量一种造型材料优劣的重要标志之一。

如木材是一种优良的造型材料,主要是其加工成型性好。而钢铁之所以是现代工业生产中最重要的造型材料,同样也是因为其具有加工成型性好的特性。钢铁的加工成型方法较多,如铸造、锻压、焊接和各种切削加工(车、钻、铣、刨、磨等)。

目前,现代化大生产中,成型性能好的造型材料除钢铁外,还有塑料、玻璃、陶瓷等。

源) 表面工艺性

工业产品加工成型后,通常对基材进行表面处理,其目的是改变表面特征,提高装饰效果;保护产品基材,延长其使用寿命等。

表面处理的方法很多,常用的有:涂料、电镀、化学镀、钢的发蓝氧化、磷化处理、铝及铝合金的化学氧化和阳极氧化、金属着色等。

根据产品的使用功能和使用环境,正确地选用表面处理工艺和面饰材料是提高工业产品外观质量的重要因素。

圆) 造型材料对外观造型的影响

前面谈到,造型材料对产品外观质量有着极为重要的意义。例如,工程塑料产品日

益俱增,很重要的原因之一是塑料的加工成型性能好。它几乎可以铸塑成任何形状复杂的形体,为造型者构思产品的艺术形象提供了有利的条件。

目前一般电视机、电脑等的外壳都采用了工程塑料,既可使外壳线型圆滑流畅,又可使内壁提供支撑点,生产率高,成本也低,外观造型效果也好。

由于塑料有铸塑性能好的特点,可变性大,并可电镀和染色,可获得各种鲜艳的色彩和美观的纹理。所以照相机、录像机等的外壳,目前大都用塑料制作,其表面一般为黑色或灰色,给人以高贵、含蓄、典雅、亲切的感觉。

在产品的造型设计中,由于采用了新材料,使产品造型新颖、别致,从而提高了产品的外观质量,并占有市场。因此,造型设计者应及时掌握和熟悉各种新材料的特性,并根据具体条件大胆地用于产品,这一点尤为重要。

## 愿 艺 工 艺 与 造 型

工业产品的艺术造型不仅是纸面上新颖而美观的样式设计,更重要的是通过先进而合理的工艺手段,使它成为有实用功能的具体产品。否则,再美观的外形,也不过像一幅美丽的画一样,只能供人们欣赏。加工工艺是实现造型的关键,其中先进的加工工艺则是工业造型设计时代感的重要标志。表面处理、装饰工艺则是完美造型的条件。它们互相结合、渗透和促进,使之达到工艺美的艺术效果。

### 愿 加 工 工 艺 对 外 观 造 型 的 影 响

不同的加工工艺可产生不同的工艺美感,不同的工艺美感则影响着产品的性格特征,因此采用不同的工艺方法,所获得的外观造型效果也不相同。

车削件有精细、严密、旋转纹理的特点。

铣磨加工具有均匀、平顺、光洁致密的特点。

板材成型有棱、有圆,具有曲直匀称、丰厚的特点。

焊接型材组合件则由于棱角分明而给人以秀丽大方之感。

铸塑工艺有圆润的特点。

喷砂处理的铝材具有均匀坑痕,表面呈现亚光细腻的肌理,有含蓄的特点。

经皱纹处理的铝材具有精致、细腻和柔和的特点。

工艺对产品的外观质量影响很大,除了上述的加工方法影响因素之外,还有工艺水平之高低。在对产品的加工生产中,往往由于工艺水平很低,加工表面粗糙而不细腻造成外观质量低劣,应当引起高度注意。

当然,新工艺代替传统的或陈旧的工艺,是提高艺术造型效果的有力措施。因此,造型设计者必须不断地学习和掌握新工艺,利用新工艺和创造新工艺,才能设计出更新颖、更美观的产品。

### 圆造型中的表面处理工艺

表面处理工艺是造型完成前从质感、光泽、肌理、硬度、色彩等方面对产品外观进行最后的润饰。通常可分两大类：

① 同一材料的最后加工：主要通过机械加工、热处理、研磨、抛光等方法，降低表面粗糙度，改善光泽、亮度、质感、手感和风格等。

② 异种材料的组合或附着：这种方法有喷、镀、涂、饰、漆等。工艺手段十分丰富，如静电喷塑等，可给产品增加不少美感。

#### 员) 机械精加工

除内部装配结构的需要外，机械精加工主要是对外露的金属表面施以精整加工，其目的是使表面光洁、明亮，达到高的表面质量要求。它包括：精车、精刨、精铣、精磨、研磨、铲刮、抛光和各种无屑加工如滚压加工等。

#### 圆) 油漆、涂装工艺

这种工艺是对各种金属和非金属材料表面进行装饰和保护的一种重要方法。

油漆是一种流动性的物质，能够在产品表面展成连续的薄膜，经一定时间后，牢固地附着于产品表面上，形成一层坚实的外皮，从而起到保护与装饰产品的作用。下面介绍一些常用的涂料特性及外观效果，便于设计时合理选用。

表 愿为机电产品中常用装饰涂料的性能特点及外观效果。

表 愿摇机电产品中常用装饰涂料的性能特点及外观效果

类别	名称	性能特点	个性特点	用途
油脂漆	清漆	漆膜柔韧，附着力好，有良好的耐大气性，不易粉化和龟裂，价格便宜，施工方便。但油脂漆干燥缓慢，机械性能不高，不能打磨和抛光，硬度和光泽都不够满意	透明、干性良好	可单独用于室内外各种金属、木材、织物表面，调制原漆和红丹防锈漆
	厚漆		稠厚的浆状漆，用时加清油调制	用于室外建筑、桥梁、船舶的涂刷或打底
	调和漆		干性较慢，漆膜较软，光泽及平滑性比磁性调和漆差，但附着力、耐候性优于磁性调和漆	用于室外一般金属、木材、砖、石的涂装
天然树脂漆	虫胶清漆	施工简便，价格低廉，漆膜性能较油脂漆高，有较好的装饰性和一定的防护作用。但耐久性不好，在大气条件下，短期内即失光、粉化、龟裂	光亮透明，可刷涂各种不同的颜色。但不耐酸碱和水，不耐日光曝晒，易吸潮发白	用于室内各种木器、家具、乐器及一般电器覆盖及油漆的隔离涂层
	脂胶漆		脂胶漆干性良好，漆膜坚韧，颜色鲜艳，耐水性强，附着力好，有一定的耐候性	用于室内金属及木材表面
	钙脂漆		漆膜坚硬、光亮、平滑，价廉物美。但不耐久、不耐水，机械性能差	用于室内金属及木材

续表

类别	名称	性能特点	个性特点	用途
酚醛漆	无溶剂 油溶性 纯酚醛 树脂漆	摇漆膜坚硬耐久	摇防潮性、耐碱性、抗海水性、耐气候性和绝缘性好,成本高	摇主要作为船用漆、桥梁漆、绝缘漆、耐碱漆、金属底漆
	松香改性酚醛树脂漆		摇干性良好,有一定的耐水、耐酸碱和绝缘性,但易变黄	摇用于室内外各种金属和木材的装饰及保护(建筑工程、交通工具、机械设备等)
	醇溶性酚醛树脂漆		摇属于热固性,附着力好,耐水、耐热、耐酸碱、耐溶剂且有良好的绝缘性和粘结强度	摇使用不够广泛
沥青漆	沥青漆	摇有极好的耐水性,具有良好的耐化学药品性、绝缘性	漆膜坚韧、黑亮,机械强度高,具有耐油性,装饰效果好	广泛用于各种耐水、防潮涂层
	沥青烘漆			多用于自行车、缝纫机、五金零件表面的涂装
醇酸漆	长油度醇酸漆	摇漆膜坚硬,附着力强,机械性能好,有较好的光泽,有一定的绝缘性,来源充分,价格便宜。但干结快而粘手时间长,易皱,不耐水,不耐碱	摇漆膜柔韧、光亮耐久,有良好的保光性,但漆膜干燥较慢	摇多用于室外建筑、车辆、农业机械的涂装
	中油度醇酸漆		摇具有长油度和短油度醇酸漆的共同特点,性能全面优良	摇用于室内外各种金属的涂装
	短油度醇酸漆		摇漆膜坚硬耐磨,干燥迅速,但脆性大,流平性差,不耐久,不耐日光、风雨	摇用于室内各种机器、家具的涂装
氨基漆	脲醛树脂漆	摇漆膜坚韧,光亮平滑,色彩鲜艳,附着力强,保色性好,耐气候性好,不粉化龟裂。施工方便,流平性好。具有一定的耐水、耐油、耐溶剂、耐化学品性能和绝缘性		摇广泛用于各种金属制品、交通工具、仪器仪表、自行车、缝纫机、热水瓶、医疗器械、电器设备等的装饰和保护
	三聚氰胺树脂漆			
硝基漆	外用硝基漆	摇干燥迅速,漆面光泽,质量好,机械强度高,漆膜坚硬耐磨,可打腊抛光。有耐久、耐水、耐油、不变色、耐化学品等性能。但漆膜易发白,结膜单薄,流平性差	摇光亮平整,不易分解,不泛黄,硬度高	摇用于室外各种车辆、机械设备、仪器仪表及其他金属木材制品
	内用硝基漆		摇附着力强,但耐水性、耐气候性、耐磨性差。用于室外,易粉化、龟裂,价格便宜	摇用于室内各种机器设备、仪器仪表、日用家具

续表

类别	名称	性能特点	个性特点	用途	
过氯乙烯漆	过氯乙烯防腐漆	<p>干燥迅速,施工周期短,漆膜柔韧。有较好的大气稳定性和卓越的化学稳定性及抗腐蚀能力。有耐水、耐油、耐酒精、防霉、防火、防盐雾等特点。但附着力差,漆膜软,耐热性差,温度高时色变暗、易脆、易裂</p>	具有优良的防腐蚀性,耐酸、耐碱性和良好的机械性能	用于化工机械设备	
	过氯乙烯航空漆		具有极好的大气稳定性,有一定的硬度、弹性及对燃油的稳定性、防燃烧性	用于飞机的涂装,也可用于处理后的轻金属、布质和木质表面	
	一般过氯乙烯漆		漆膜光亮,色彩鲜明、艳丽,具有良好的装饰性和室外耐久性	用于车辆、机器设备、农业机械的涂装,特别适合亚热带和潮湿地区使用。目前机床产品广泛采用	
丙烯酸漆	热塑性丙烯酸漆	<p>干燥迅速,附着力强,机械性能好,不易泛黄,不变色,耐气候好,能耐一定酸碱</p>	坚韧耐磨,漆膜丰满,有极好的光泽	广泛用于飞机表面及铝镁合金的涂装	
	热固性丙烯酸漆		需经高温固化,漆膜脆性大,原料少,价格高,目前应用丙烯酸改性过氯乙烯双组分漆较多	用于小轿车、自行车、仪器、仪表等要求较高的涂装	
环氧漆	冷固型环氧漆	<p>硬度高,韧性好,具有良好的附着力,弹性好,耐久性好,耐屈挠,耐冲击,抗化学性,抗碱性,抗腐蚀性,耐热性和绝缘性好。但表面粉化快,对人有刺激性。涂膜坚硬,耐磨性好,附着力强,防潮、防霉性较好</p>		广泛用于受潮湿、水浸和化学腐蚀的金属、木材表面涂装	
	酯化型环氧漆			用于受海水及海洋雾气侵蚀的钢铁、铝镁金属表面的底漆及面漆涂装	
	热固型环氧漆			漆膜既坚固又柔韧,抗化学腐蚀性和耐水性好	用于食品、桶罐内壁的涂装
	环氧酚醛漆			耐高温不变色,具有高度光泽	用于烘烤的金属装饰层
	环氧氨基醇酸漆			漆膜具有高度弹性,附着力好,耐冲击,漆膜饱满光泽,耐磨性、耐湿热性好	用于车辆、金属柜、五金制品、仪器仪表、玩具等的装饰保护层

续表

类别	名称	性能特点	个性特点	用途
美术漆	皱纹漆	摇能给涂面以丰富多样的色彩,并能形成美丽的花纹,使物面多彩、动人,是极优美的装饰涂料	摇色彩鲜艳、美观,形成美丽均匀的皱纹,可掩饰物体表面不平整的缺陷。但易结垢,不耐久,不耐晒	摇用于仪器仪表、打字机、放映机、照相机及小五金的表面装饰
	锤纹漆		摇漆膜具有美丽的类似敲打的锤痕花纹,色彩调和,光亮坚韧,易擦洗,不积垢,但浅色用于室外易变色	摇用于各种精密仪器、仪表、小型机床的涂装保护
	珠光漆		摇色彩艳丽,闪烁发光,晶莹透明,附着牢固,坚硬,保色性好,耐晒	摇用于轿车、客车、家用电器、仪器仪表、小型机械、玩具等
	晶纹漆 裂纹漆 结晶漆 桔纹漆			
水性涂料	电泳漆 (电沉积涂料)	摇污染小,涂装可自动化,适合成批生产,漆膜无厚边、无流挂、均匀,与面漆结合力好	摇作为黑色金属表面防护涂层具有透明及金属本色感觉	摇作为机电产品黑色及有色金属表面漆
	自泳漆 (自动沉积涂料)	摇污染小,防腐性良好,涂装工序简便,节约能源,可自动化涂装,适合大量生产,价格便宜,泳透力强,涂层均匀,具有“高耐用、低污染、节能源、不用油”四大优点		摇作为黑色金属表面底漆,作面漆应用也具有特别的外观效果

摇摇表 摇摇为主要类别涂料的物理性能。

表 摇摇摇摇主要类别涂料的物理性能

涂料性能	醇酸漆	氨基漆	硝基漆	酚醛漆	环氧漆	氯化橡胶漆	丙烯酸漆	过氯乙烯漆	沥青漆	聚酯漆	有机硅漆	乙烯漆	聚氨酯漆
干燥方式	烘干、自干	烘干	自干	烘干	自干	自干	烘干、自干	自干	自干、烘干	自干、烘干	烘干	自干	湿固化自干
干燥温度/℃	150~180	150~180	—	150~180	—	—	150~180	—	150~180	150~180	150~180	—	—



表 8-1 为不同性质的塑料表面涂装所需的涂料性质和涂装前的处理工艺。

表 8-1 为不同性质的塑料表面涂装所需的涂料性质和涂装前的处理工艺

塑料种类	涂装前处理	涂料选择
聚乙烯	摇铬酸处理、火焰处理等	摇以胺固化环氧树脂作底漆可得到最佳的附着力,涂环氧底漆后再用低温快干的三聚氰胺醇酸作面漆
聚丙烯	摇铬酸处理、火焰处理等 另将涂料放在 10% 全氯乙烯、三氯乙烯、五氯化乙烷、苯或萘烷等溶剂中处理 15min	摇选用以氯化橡胶、氯化聚丙烯、丙烯酸树脂或硝基纤维素为基料的涂料
	不经表面处理	摇常用石油树脂和环化橡胶的混合物、石油树脂和氧化聚丙烯乙炔的混合物或乙烯醋酸乙炔共聚物和氯化聚丙烯的混合物等为涂料
	用甲苯进行处理	摇采用丙烯酸酯、聚氰胺或醇酸酯、聚氰胺涂料系统,加入酸作催化剂,120℃烘烤 15min
复合聚烯烃	摇在萘烯及含有氯化聚丙烯树脂的溶剂中处理	摇涂装聚氨酯涂料
聚苯乙烯丙烯酸树脂聚碳酸酯		摇先涂掺有少量醇类溶剂的丙烯酸涂料,再涂聚氨酯涂料
环氧树脂		摇采用改性硝基涂料和丙烯酸涂料或用丙烯酸改性醇酸树脂,用三聚氰胺树脂作交联剂,加酸作催化剂,120℃烘烤 15min
聚甲醛	触媒底漆法铬酸处理	涂三聚氰胺醇酸或三聚氰胺丙烯酸涂料并烘烤
改性聚苯醚树脂		涂丙烯酸涂料
聚酰胺(尼龙)	磷酸处理	涂磷化底漆后再涂面漆
不饱和聚酯树脂		摇可采用一般硝基涂料、丙烯酸树脂涂料、聚氨酯树脂涂料和不饱和聚酯涂料
酚醛树脂和氨基树脂		摇采用环氧或聚氨酯涂料

### 摇摇猿) 电化学处理工艺

对产品外观局部表面进行电化学工艺处理,以提高表面光洁度,可以增加表面镀层、保护膜及表面染色等,从而提高金属表面的外观质量。因此,这种工艺方法在工业造型设计中被广泛应用。

#### (员) 电抛光

是用电化学作用使金属零件表面平整光洁的一种表面处理工艺。它可以得到镜面光亮表面,提高装饰性。

#### (圆) 电镀

利用电化学作用把某种金属(如:铬、锌……)覆盖在基础零件上,形成一层或多层薄膜,达到防锈、防蚀、装饰等作用,从而提高造型物的外观质量。

### (猿) 氧化处理

利用电化学反应在零件表面上形成一层薄而多孔并有良好吸附性能的膜,以提高外涂层的防护、装饰性。主要用于铝及铝合金的表面处理,应用于飞机及电子仪器上。对钢铁零件经过发蓝氧化处理后,使零件表面生成一层很薄的黑色氧化膜,所以经常称为发蓝。

金属着色是近年来发展很快的一种氧化处理工艺。由于经氧化后的零件可以染成各种颜色,所以可作为表面装饰和不同用途的标记使用。它的应用范围越来越广,主要用于轻工业及日用工业产品等的装饰。

### (源) 磷化处理

指钢铁零件经过化学处理使零件表面生成一层不溶于水的磷酸盐薄膜。

磷化膜的颜色为灰色或暗灰色的结晶状态,其外观效果虽没有发蓝那样光亮,但它的膜层比发蓝厚,其抗蚀能力为发蓝膜的 4~10 倍。另外,磷化膜与油漆有较高的结合力,可以增强油漆外观的保持性。因此,在机电产品造型中为涂装前很重要的处理方法。

# 计算机辅助平面设计

计算机技术为平面设计提供了快捷的途径和丰富的表现力。目前,有许多成熟的商品化软件都可以应用于平面设计,如 **Illustrator**、**CorelDRAW**、**AutoCAD**、**Photoshop** 等。其中, **Photoshop** 是最著名和流行的软件之一,其强大的图像处理功能非常适合于平面设计。

本章以 **Photoshop** 为支持软件,通过实例介绍计算机辅助平面设计的基本方法。

## 启动 **Photoshop** 的主界面

启动 **Photoshop** 并打开已有的图形文件后,屏幕上将显示如图 9-1 所示的界面。



图 9-1 **Photoshop** 的主界面

## 菜单栏

菜单栏中包括 26 个菜单项,单击各个菜单项,都会弹出相应的下拉菜单。其中:“文件”菜单主要包括图形文件的新建、打开、存储和输入等命令;“编辑”菜单包括还原、拷贝、粘贴、填充、变换等功能;“图像”菜单包括图像模式的变换、图像色阶的调整、图像和画布大小的改变等内容;“图层”菜单讨论了关于图层的各种问题;“选择”菜单提供了对图像选区的各种处理方法;“滤镜”菜单提供了可产生多种特殊效果的滤镜;“视图”菜单包括视图显示方面的命令;“窗口”菜单用来控制某些功能控制板是否显示。

## 工具箱

工具箱由多个图标按钮组成,各个图标分别代表常用的一些图像处理功能,如选区工具、绘图工具、移动工具等。如果图标的右下角有一个黑色的小三角,那么按住该图标,就可以显示该类功能的其他工具。工具箱中个各项工具展开后如图 2-2-1 所示。

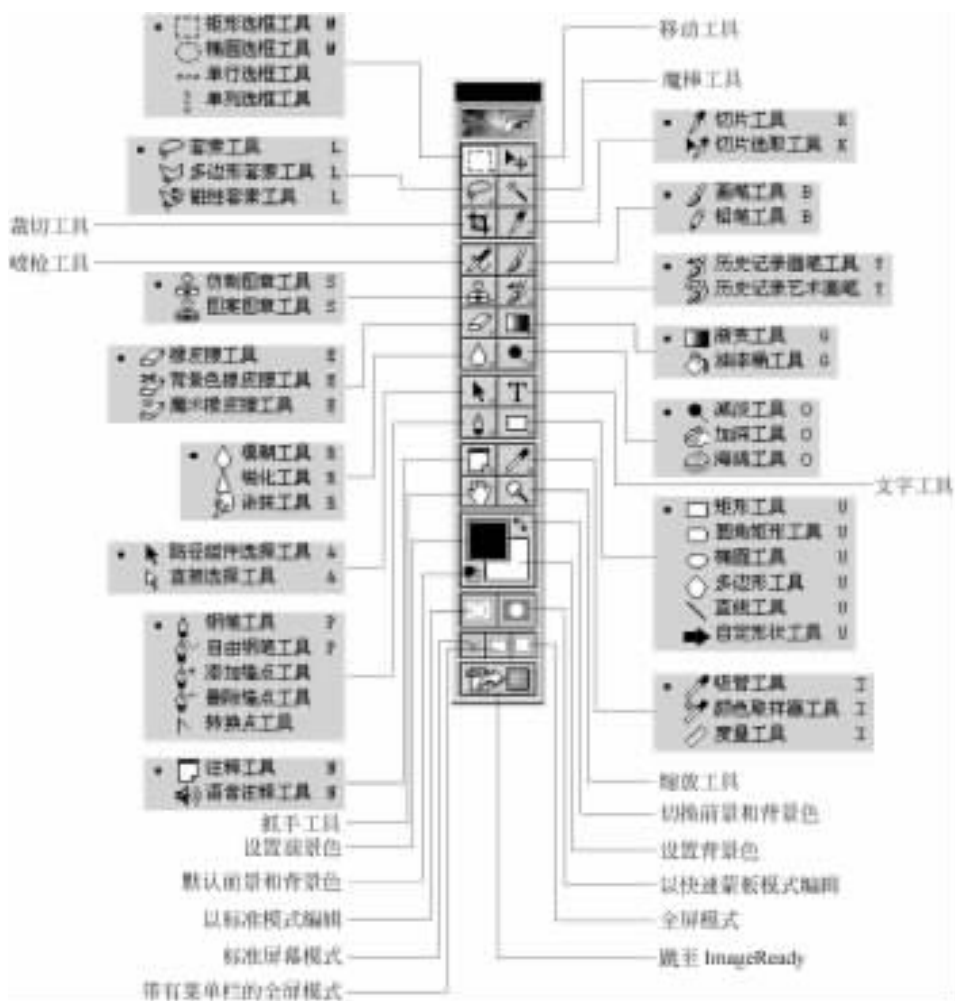


图 2-2-1 工具箱中的工具

单击“前景色”或“背景色”图块,可以在弹出的“拾色器”中选择新的前景色或背景色。单击“前景色”图块右侧的双向箭头,可以将前景色和背景色对调。单击“前景色”图块下方重叠的黑白小色块,可以将前景色设置为默认的黑色,背景色设置为默认的白色。


### 猿援工具选项条

在工具箱中选中不同的工具,工具选项条内将出现相应的选项,对工具的参数进行设置。

### 猿援绘图区

待处理的图形显示在绘图区中,任何操作都是针对绘图区进行的。

### 猿援状态栏

状态栏能够及时提供关于当前图像的信息。单击其中的图标,可在弹出的菜单中选择信息的种类。

### 猿援功能控制板

猿援提供了多种功能控制板,可以通过“窗口”菜单来显示或者隐藏这些功能控制板。常用的功能控制板包括:

#### 猿) 导航器

小窗口显示图像的全貌,红框表示当前在绘图区中显示的是图像的哪一部分。可用下端的滑块和按钮对图像进行缩放。

#### 猿) 颜色控制板

“颜色”选项卡和“色板”选项卡提供了不同的选择颜色的方法。“画笔”选项卡用来选择画笔或橡皮的粗细和边缘的清晰程度。

#### 猿) 图层

我们可将图层理解为一张透明纸,可以把不同的内容画在不同的图层上,然后将它们重叠在一起,合成一幅图像。这样做的目的是为了更方便修改或产生一些特殊效果。对图像的处理总是在当前图层上进行的。

#### 猿) 路径

可用工具箱中的路径工具描绘出路径,在路径控制板中进行编辑,以产生某些特殊效果。

## 猿援平面广告设计实例

[例 猿援] 天真儿童的图案设计。

### 猿援介绍的重点

① 新建及打开图像文件;

- ② 椭圆选框工具的使用；
- ③ 图像边缘的羽化；
- ④ 图像的复制和粘贴；
- ⑤ 渐变工具的使用。

### 圆媛设计步骤

第员步：打开已有图像

单击菜单“文件”→“打开”，打开图 怨猿 中所示的一幅儿童图像。

第圆步：在图像中选取和羽化

① 在工具箱中按下“矩形选框工具”，待出现其他选取工具时，将光标移到“椭圆选框工具”上。

② 将工具选项条中“羽化”的值设为 缘园，如图 怨猿 所示。羽化的目的是使图像边缘变得模糊，羽化的数值越大，模糊程度越大。也可在图像上单击鼠标右键，在弹出的菜单中点“羽化”，然后在弹出的对话框中进行设置。

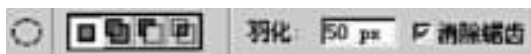


图 怨猿 设置羽化值

③ 在图像的适当位置按下鼠标左键并拖动鼠标，画出椭圆形选区，如图 怨源 所示。



图 怨源 椭圆选区

第猿步：复制选区内的图像

单击菜单“编辑”→“复制”，将椭圆选择区内的图像复制到剪贴板中。

第源步：创建一幅新图

单击菜单“文件”→“新建”，打开“新建”对话框，按图 怨缘 进行设置。其中分辨率用

来表示图像的清晰程度,分辨率越高,图像越清晰。一般来讲,72像素/英寸即可满足屏幕显示的需要。若需打印,可选150像素/英寸。若需印刷,可用300像素/英寸或更高。宽度、高度和分辨率共同决定了图像文件的大小。



图 9-2-1 “新建”对话框

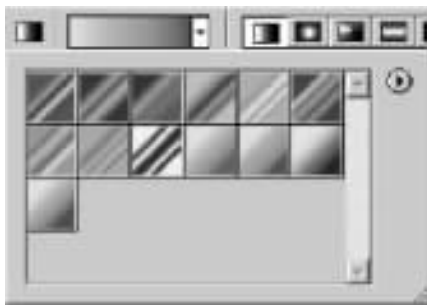




图 9-2-2 选择渐变方式

### 步骤 3: 添加渐变背景

① 在工具箱中单击“渐变工具”按钮.

② 打开渐变工具选项条中的渐变色下拉列表,单击右侧的小按钮,在弹出的菜单中选择“协调色圆”,在渐变色下拉列表中选择最后一种渐变颜色,如图 9-2-3 所示。

③ 在图像中画出一条斜线,用以确定渐变方向,如图 9-2-4 所示,渐变填充后出现图 9-2-5 所示的效果。



图 9-2-4 确定渐变方向



图 9-2-5 渐变效果

### 步骤 4: 图像的粘贴

① 单击菜单“编辑”→“粘贴”,将剪贴板中的内容粘贴到图像中。


② 在工具箱中按“移动”按钮,将粘贴的图像移动到适当的位置。完成后的效果如图 9-2-6 及彩插图 9-2-7 所示。



图 2-2-10 完成的图像

### 第 2 步：图像的保存

单击菜单“文件”→“存储”，将已完成的图像保存起来。

[例 2-2-1] 摇清华大学学生食堂餐卡的设计

### 员介绍的重点

- ① 云彩滤镜的使用；
- ② 图像的缩放、旋转等变换；
- ③ 矩形选框工具、多边形套索工具的使用；
- ④ 图层的概念和基本使用方法；
- ⑤ 输入文字。

### 员设计步骤

#### 第 1 步：创建一幅新图

各项参数的设置参照图 2-2-11。



图 2-2-11 “新建”对话框

#### 第 2 步：设定背景图层

- ① 单击菜单“窗口”→“显示色板”，打开色板控制板。
- ② 在图 2-2-12 所示的色板控制板中单击“纯蓝紫”色，将其设置为前景色。
- ③ 单击菜单“滤镜”→“渲染”→“云彩”，将背景图层做云彩的效果处理，结果如图 2-2-13 所示。使用滤镜可以给图像加入各种纹理、变形、艺术风格等特殊效果，使设计变得非常丰富。

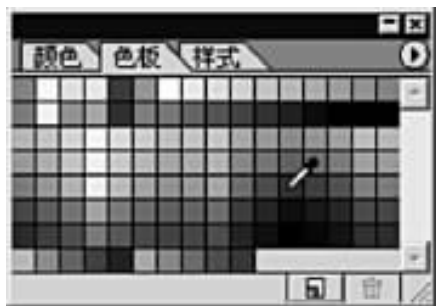


图 9-2-1 颜色板控制板



图 9-2-2 经“云彩”滤镜处理后的效果

摇摇第 1 步：将清华大学校门图案复制到“学生餐卡”中

- ① 打开包含所需校门图案的图片，如图 9-2-3 所示。



图 9-2-3 包含校门图案的图片

② 在工具箱中选择“多边形套索工具”，将工具选项条中“羽化”值设为 0 像素，在图像中单击选择区域的起点，然后立刻释放鼠标，并移动光标，并在需要拐弯的地方再次单击鼠标，以此类推，直到将整个校门图案选中，如图 9-2-4 所示。

③ 单击菜单“编辑”→“复制”，将选择区域复制到剪贴板中。将清华大学校门图像窗口关闭。

④ 激活“学生餐卡”窗口，单击菜单“编辑”→“粘贴”，将被复制的图像粘贴到“学生餐卡”中。

⑤ 单击菜单“编辑”→“变换”→“缩放”，通过拖动图像四周的控制点调整图像的大小和位置，如图 9-2-5 所示，按工具选项条上的  按钮确认变形。




图 2-2-10 采用多边形套索工具选择选区





图 2-2-11 对粘贴的图像进行调整

### 摇摇第 源步：建一个新的图层

① 单击菜单“窗口”→“显示图层”，打开图层控制板，如图 2-2-12 所示。图层是平面设计中一项重要内容，是辅助设计的得力助手。我们可以将一个图层视为一张没有厚度的透明纸，一幅图像可以包含一个或多个图层，每个图层上都有不同的内容，将这些图层重叠在一起就完成了整个图像的设计。

各个层的情况都反映在图层控制板中，如图 2-2-13 所示，在建立了一个新的文件之后，系统自动建立了一个名为“背景”的图层，我们已经对该层进行了“云彩”的滤镜特效，从背景层名称前的缩略图即可看出。图层前面的  标记表示该图层是可见的，单击该标记可以将该图层暂时隐藏起来。在将校门图案粘贴之后，系统又自动建立了一个名为“图层 1”的层，该层位于背景层的上方。在图层控制板中，图层 1 以蓝色为底色显示，而

且左侧有一个  标志,表示该层为当前层。很多操作都是对当前层进行的,要想将某一个图层设定为当前层,只需在图层控制板中单击该层即可。

② 按下图层控制板下端的“创建新的图层”按钮 ,即可建立一个名为“图层 圆”的新层,该层位于所有层的最上端,而且作为当前层。

第 缘步:创建一个渐变色带


① 在工具箱中选择“矩形选框工具”,在工具选项条中将羽化值改为 缘,通过在绘图区单击两个点,形成一个以这两个点为对角线的矩形选区,如图 怨所示。



图 怨 单击“创建新的图层”按钮



图 怨 单击“创建新的图层”按钮


② 在图层控制板下端有一个“创建新的填充或调整图层”按钮 ,通过该按钮下的菜单可以非常方便地调整图层的色彩。按下该按钮,在弹出的下拉菜单中选择“渐变”,按图 怨所示对弹出的“渐变填充”对话框进行设置,单击“好”按钮,矩形选区的填充效果如图 怨所示。请注意图层控制板中图层 圆已经更名为“渐变填充员”。



图 怨 “渐变填充”对话框



图 2-2-10 模糊填充后的效果

### 第 2 步 : 输入文字

① 单击工具箱中“设置前景色”色块,在弹出的“拾色器”窗口中选取深蓝色作为前景色。



② 在工具箱中按“文字工具”按钮 ,并按照图 2-2-11 设置工具选项条。输入文字内容,并将文字移动到适当位置,结果如图 2-2-12 所示,按工具选项条上的  按钮进行确认。请注意在图层控制板中新增加了一个文字图层。




图 2-2-11 文字选项工具条



图 2-2-12 输入文字

### 第 3 步 : 绘制箭头

① 在工具箱中按下“直线工具”按钮 ,打开隐藏的工具菜单,选择“自定形状工具”,在工具选项条中按“形状”按钮,打开图 2-2-13 所示的图形控制面板,选择其中的箭头图案。在图像左下角绘制一个箭头。

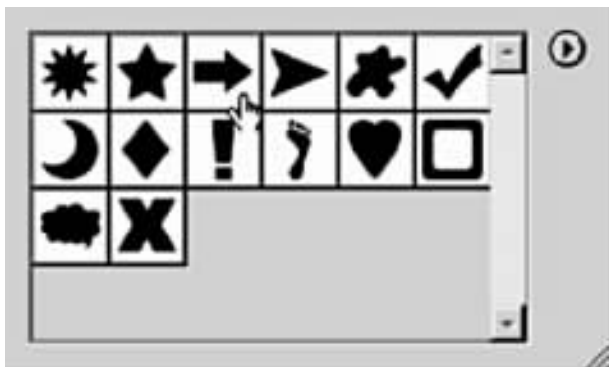


图 9-1-1 摇摇选择箭头

摇摇② 此时箭头方向向右。在工具箱中按任意一个按钮。单击菜单“编辑”→“变换”→“旋转”按钮，使箭头方向向左。结果如图 9-1-2 所示。



图 9-1-2 摇摇绘制箭头

第 2 步：为图层 1 设定图层效果

① 在图层控制板中单击图层 1，使该层成为当前层。

② 在图层控制板下端有一个“添加图层样式”按钮，可以通过该按钮下的菜单非常方便地设定图层的效果。按下该按钮，在弹出的下拉菜单中选择“投影”，按图 9-1-3 对弹出的“图层样式”对话框进行设置，单击“好”按钮，图像中清华大学校门图案显示出投影的立体感，如图 9-1-4 及彩插图 9-1-5 所示。

至此，完成了学生餐卡的设计。

[例 9-1-1] 摇摇图书封面的设计。

员介绍的重点

① 套索工具、魔棒工具的使用；





图 9-2-1 新建一幅新图

② 单击“矩形选框工具”，并在选项工具条中将羽化值设为 0，选取图 9-2-2 所示的矩形区域。



图 9-2-2 打开一幅图片

③ 复制该区域，并粘贴到“图书封面”中。

④ 单击菜单“编辑”→“变换”→“缩放”，调整图像的大小和位置，如图 9-2-3 所示，按工具选项条上的  按钮确认变形。

第 2 步：在“图书封面”中加入汽车形象


① 打开图 9-2-4 所示的“汽车”图片。



图 2-2-10 将手机插入“图书封面”中



图 2-2-11 打开“汽车”图片

② 单击工具箱中的“套索工具”按钮 ，将羽化值设为 5 像素，在汽车图片中按下鼠标左键并拖动鼠标，形成图 2-2-12 所示的选择区。

③ 复制该区域，并粘贴到“图书封面”中。

④ 单击菜单“编辑”→“变换”→“缩放”，调整图像的大小和位置。



⑤ 单击菜单“编辑”→“变换”→“旋转”，将光标移动到汽车选框的角上，拖动鼠标将汽车旋转一定的角度，结果如图 2-2-13 所示，按工具选项条上的  按钮确认变形。



图 9-2-1 用套索工具选取



图 9-2-2 将汽车粘贴到“图书封面”上

⑥ 打开图层控制板,可以看到手机和汽车图案分别放在图层“圆”和“圆副本”上。按住图层“圆副本”,将其拖到下面的“创建新的图层”按钮上,从而将图层“圆副本”复制为新的层——图层“圆副本 2”,如图 9-2-3 所示。

⑦ 用鼠标将“图层“圆副本 2””在图层控制板中拖到“图层“圆””下面。

⑧ 单击菜单“滤镜”→“模糊”→“动感模糊”,打开“动感模糊”对话框,按图 9-2-4 所示进行设置,对“图层“圆副本 2””进行模糊处理,添加动感效果,结果如图 9-2-5 所示。



图 9-2-10 图层控制板



图 9-2-11 “动感模糊”对话框

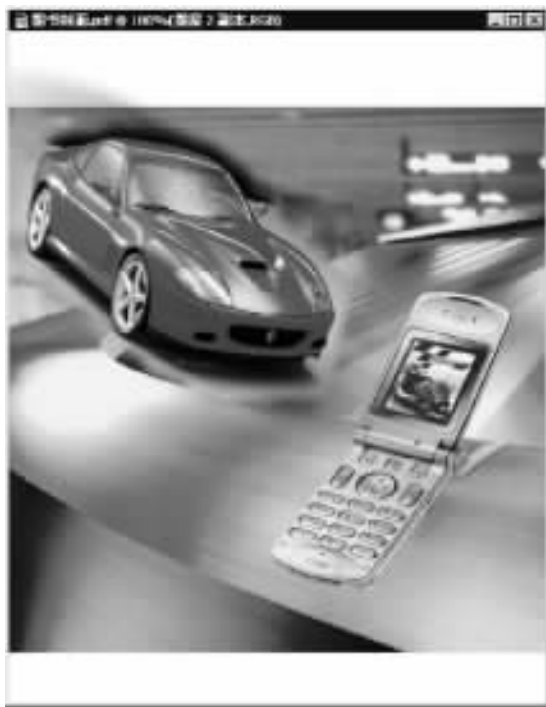




图 9-2-12 “动感模糊”滤镜处理后的效果

⑨ 单击图层控制板右上角的  按钮,在弹出的菜单中选择“向下合并”,将“图层 圆”与“图层 圆副本”合并为“图层 圆副本”。

第 源步:在“图书封面”中加入电脑图案

① 打开图 9-2-13 所示的电脑图片。

② 在工具箱中选择“魔棒工具” ,在工具选项条中将容差设为 15%。魔棒工具可

以将图像中相似的颜色建立成选区,容差值越大,所选取的颜色范围就越大。在电脑图片中单击白色的背景,如果选区不合适,可以在按下鼠标左键的同时按下“**Alt**”键或“**Shift**”键,从而增加或者减少选区。选择结果如图 9-2-10 所示。

③ 单机菜单“选择”→“反选”,将选择区域反向选择,从而选中电脑图案部分,如图 9-2-11 所示。



图 9-2-10 打开电脑图片



图 9-2-11 用魔棒选取



图 9-2-11 反选

④ 将选区复制到“图书封面”中,并调整其大小和位置,如图 9-2-12 所示。

第 3 步:利用蒙板增加渐变效果


蒙板是一幅 256 色灰度图像,为图层增加蒙板可以屏蔽掉图像中某些不需要的部分或者实现图像融合效果。在图层蒙板中,白色区域为完全透明区,黑色为完全不透明区,



图 猿猿猿 将电脑粘贴到“图书封面”上

其他部分为半透明区。

① 创建一个新的图层,名为“图层猿”。

② 在工具箱中单击“默认前景和背景色”按钮,将前景色设为黑色,背景色设为白色。

③ 通过菜单“编辑”→“填充”,打开“填充”对话框,按图猿猿肆进行填充设置,将图层猿用白色填充。



图 猿猿肆 “填充”对话框

④ 按图层控制板下部的“添加蒙板”按钮,为图层猿添加蒙板。


⑤ 选择工具箱中的“渐变工具”，按图 9-2-10 设置工具选项条，从图像中部开始向上方拖动鼠标，此时图层控制板如图 9-2-11 所示。



图 9-2-10 渐变工具选项条



图 9-2-11 渐变图层控制板

⑥ 单击菜单“图像”→“调整”→“曲线”，在弹出的对话框中拖动曲线，调整图像渐变的程度，结果如图 9-2-12 所示。

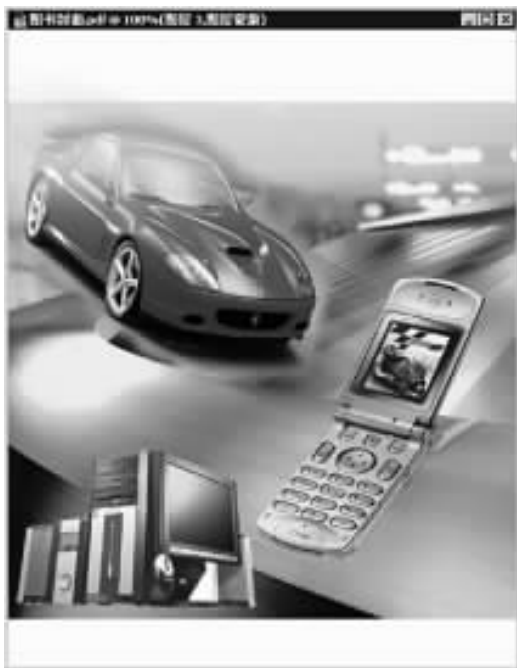


图 9-2-12 添加渐变蒙板后的效果

### 第 2 步:输入书名

① 在工具箱中选择“文字工具”,按图 2-1-10 对工具选项条进行设置。单击图 2-1-10 中的“调板”按钮,按图 2-1-11 对弹出的对话框进行设置。



图 2-1-10 选择工具选项条



图 2-1-11 设置文字形式

② 在绘图区单击,并输入文字内容“工业产品艺术造型设计”,并将文字移动到适当位置,按工具选项条上的  按钮进行确认。结果如图 2-1-12 所示。



图 2-1-12 输入文字

③ 从图层控制板可以看出,此时建立了一个新的文字层。若要对文字进行更复杂的处理,就要将文字层转化为普通层。通过菜单“图层”→“栅格化”→“文字”即可实现。

④ 将前景色设为白色,单击菜单“编辑”→“描边”打开“描边”对话框,按图 9-2-10 所示进行设置,在文字外侧描白边。描边效果如图 9-2-11 所示。



图 9-2-10 “描边”对话框

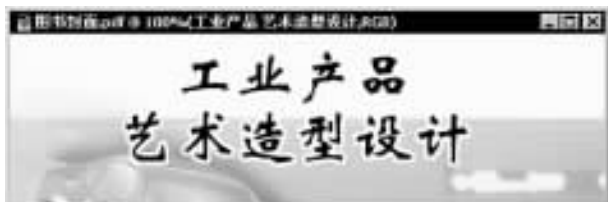


图 9-2-11 描白边后的效果

⑤ 将前景色设为黑色,设置描边宽度为 3 像素再次为文字描黑边,结果如图 9-2-12 所示。

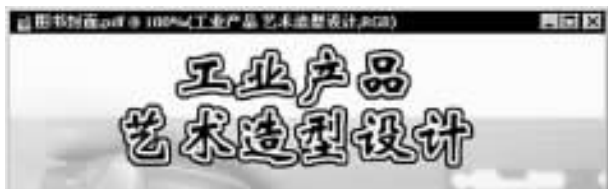


图 9-2-12 描黑边后的效果

第 7 步:为书名文字设置背景颜色

① 新建一个图层“图层 源”。

② 在工具箱中选择“吸管工具”,单击图 9-2-13 所示位置,则可将该位置的颜色设置为前景色。

③ 选择图像上部的矩形区域后,按下工具箱中的“渐变工具”按钮,在弹出的菜单中

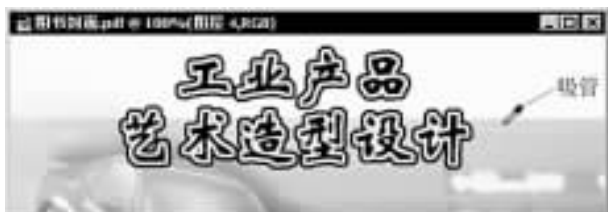



图 2-2-10 应用吸管工具

选择“油漆桶工具”, 将矩形选区用油漆桶工具进行填充, 颜色为刚刚用吸管工具拾取的前景色。

④ 在图层控制板中将图层源拖到文字所在层下面, 此时图像效果如图 2-2-11 所示。

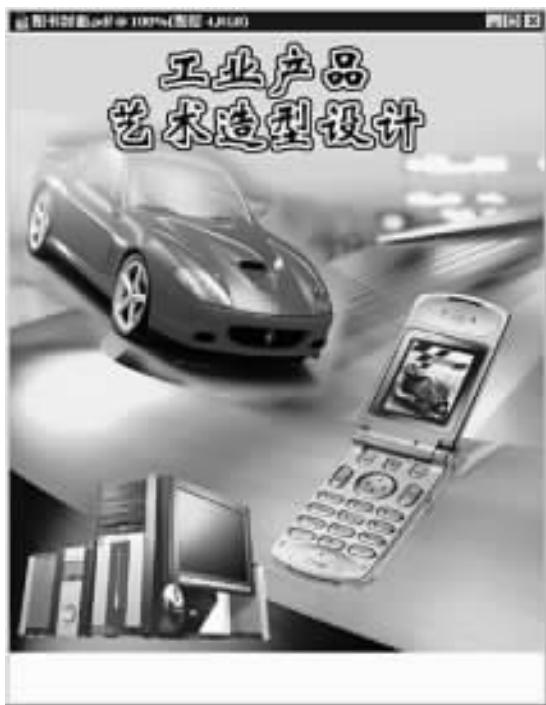


图 2-2-11 填充后的效果

第 3 步: 参照第 2 步和第 4 步, 在图像中添加其他文字, 结果如图 2-2-12 及彩插图 2-2-13 所示。

至此, 完成了图书封面的设计。

[ 例 2-2-1 播放器面板造型的设计

员介绍的重点

- ① 通道的使用;
- ② 路径的使用;



图 9-2-1 用 Photoshop 完成的“图书封面”设计

- ③ 模糊滤镜的使用；
- ④ 设置图层样式；
- ⑤ 创建变形文本。


### 圆角设计步骤


第 1 步：新建一个 RGB 颜色模式、白色背景的图形文件，其宽度和高度分别为 1000 像素和 700 像素，文件名为“圆角”。

第 2 步：创建圆角的基本轮廓

① 单击菜单“视图”→“显示标尺”，或者按“Ctrl+R”键显示标尺。分别向下和向右拖动水平标尺和垂直标尺可获得水平和垂直方向的辅助线。按图 9-2-2 在水平和垂直方向各拖出 4 条辅助线。

② 单击菜单“窗口”→“显示通道”，打开通道控制板。通道是图像处理的重要工具之一，主要用来保存色彩信息并可保存选区。创建新图时，系统会自动创建颜色信息通道。如本例中，从通道控制板可以看出已有 3 个默认的颜色通道。

③ 在通道控制板下部，按“创建新通道”按钮 ，新建一个名为“圆角”的通道，如图 9-2-3 所示。

④ 在工具箱中选择“钢笔工具”，在图中依次单击辅助线的 4 个交点作为路径的锚点，并将起点和终点选择为同一个点，从而形成封闭的路径。如图 9-2-4 所示。路径是一个矢量图形，可以通过路径对图像进行细致的刻画。路径由几条直线或曲线构成，可

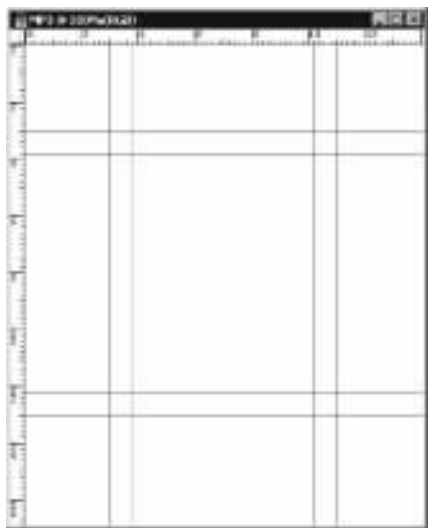


图 3-2-10 摇生成水平和垂直的辅助线

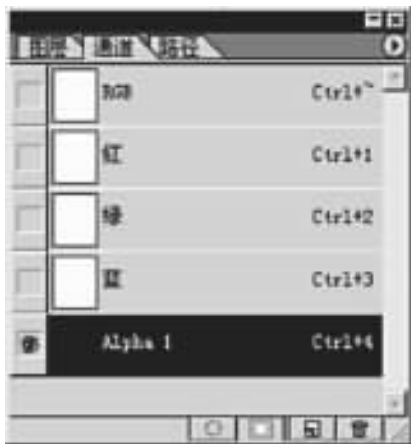





图 3-2-11 摇通道控制板

以通过“钢笔工具”和“自由钢笔工具”来创建路径。利用路径可以选取或绘制复杂的图形,并在封闭路径和选区之间进行切换。

⑤ 打开路径控制板,按下部的“将路径作为选区载入”按钮,从而把用钢笔工具画出的封闭区域转换为选区,如图 3-2-12 所示。

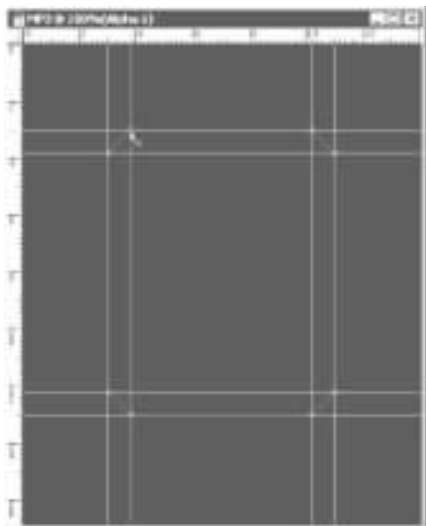


图 3-2-12 摇形成封闭的路径

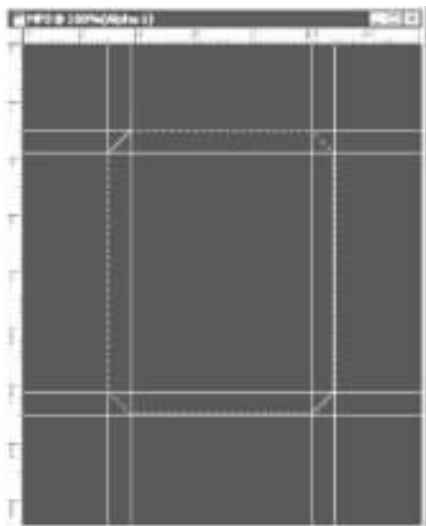







图 3-2-13 摇将路径转换为选区

⑥ 用白色将选区填充。

⑦ 按“”键取消选区。用“矩形选框工具”创建一个矩形选区作为“”的屏幕,并用黑色将其填充,如图 3-2-14 所示。

⑧ 在通道控制板中按下“”键,同时单击“”通道,从而得到“”中的选区。单击菜单“滤镜”→“模糊”→“高斯模糊”,在对话框中将半径设为 1,从而使选区的边缘



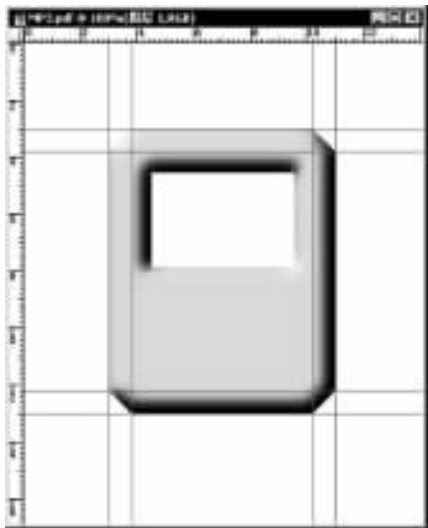


图 2-2-10 摇摇为图层设置了斜面和浮雕样式后的效果



图 2-2-11 摇摇生成正圆选区

⑪ 按 **Ctrl+H** 键取消选区,按 **Ctrl+H** 键隐藏辅助线。

第 3 步:创建开关按钮

① 新建一个图层“图层圆”。


② 在工具箱中选择“椭圆选框工具”,按下 **Alt** 键,在图 2-2-10 所示位置上得到一个正圆选区。

③ 在工具箱中选择“渐变工具”,在工具选项条中选择“径向渐变”,如图 2-2-11 所示。

④ 在正圆选区的偏左上方处向选区中心拉一条线,完成径向渐变,使开关按钮产生向上突出的立体感,结果如图 2-2-12 所示。




图 2-2-12 摇摇渐变工具选项条

⑤ 打开通道控制板,按下部的“将选区存储为通道”按钮  猴次,从通道控制板中可以看到新增加了 3 个通道,分别是 粤粤粤圆,粤粤粤圆和 粤粤粤原,每个通道中都保存了正圆选区。

⑥ 按 **Ctrl+H** 键取消选区。激活 粤粤粤圆通道,单击菜单“滤镜”→“其他”→“位移”,打开“位移”对话框,按图 2-2-13 进行设置,使 粤粤粤圆中的正圆选区向右下方偏移。同样,将 粤粤粤圆中的正圆选区向左上方偏移(将“位移”对话框中水平和垂直的值分别设为 原猴和 原圆)。



图 2-2-13 摇摇径向渐变效果

⑦ 激活 粤粤粤原通道,按“将通道作为选区载入”按钮 ,从而选中 粤粤粤原通道中的正圆选区。再激活 粤粤粤圆通道,可以看出 粤粤粤圆通道中的正圆与 粤粤粤原通道中

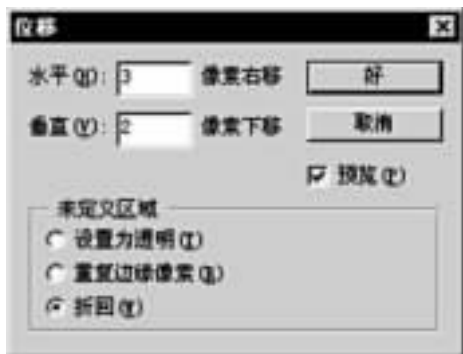


图 9-2-10 “位移”对话框

的正圆选区有一定的偏差。将选区用黑色填充,结果如图 9-2-11 所示。

⑧ 激活“通道”面板,将选区用黑色填充,结果如图 9-2-12 所示。

图 9-2-11 填充“通道”面板中  
的正圆选区图 9-2-12 再次填充“通道”面板中  
的正圆选区

⑨ 取消选区,单击菜单“滤镜”→“模糊”→“进一步模糊”,使“通道”面板中的图像变模糊。激活“通道”面板,同样使“通道”面板中的图像变模糊。

⑩ 激活图层,按“Ctrl”键并单击“通道”面板,将“通道”面板中的图像变为选区,如图 9-2-13 所示。用“油漆桶工具”在选区中填充浅灰色,然后取消选区,结果如图 9-2-14 所示。


⑪ 按“Ctrl”键并单击“通道”面板,用“油漆桶工具”在选区中填充深墨绿色,然后取消选区。结果是使开关按钮四周产生凹陷的效果,如图 9-2-15 所示。


图 9-2-13 填充“通道”面板中  
的正圆选区图 9-2-14 再次填充“通道”面板中  
的正圆选区

图 9-2-15 取消选区,使开关按钮四周产生凹陷的效果

第 1 步:创建功能按钮

① 打开路径控制板,新建一个路径。

② 在工具箱中按“圆角矩形工具”按钮,在绘图区画出一个圆角矩形,如图 9-2-16 所示。

③ 在路径控制板中按“将路径作为选区载入”按钮,从而把圆角矩形转换为选区。

④ 打开图层控制板,新建一个名为“图层 1”的层。

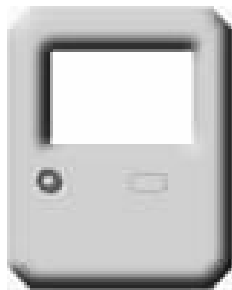


图 9-2-16 绘制圆角矩形

摇摇⑤ 将前景色设为浅灰色,用前景色将选区填充,作为按钮的一个功能按钮,结果如图 2-2-10 所示。

⑥ 复制该选区后按  $\text{Ctrl}+\text{V}$  键取消选区。

⑦ 将复制的内容粘贴进去,并用工具箱中的“移动工具” $\text{V}$  将粘贴的图像移动到适当位置,如图 2-2-11 所示。



图 2-2-10 摇摇用浅灰色填充选区



图 2-2-11 摇摇粘贴功能按钮

摇摇⑧ 此时从图层控制板中可以看到每次粘贴都会自动生成一个新的图层,目前在最上层并处于激活状态的是图层 2。单击菜单“图层”→“向下合并”,将图层 2 和 1 都合并到图层 1 中,从而将源个功能按钮都放在图层 1 上。这样可以通过改变图层 1 的外观同时对源个功能按钮进行修饰。

⑨ 单击菜单“滤镜”→“模糊”→“高斯模糊”,在“高斯模糊”对话框中将半径设为 1 像素。单击菜单“滤镜”→“风格化”→“浮雕效果”,在“浮雕效果”对话框中将角度、高度和数量分别设置为 0 度、100% 和 100%。使功能按钮产生模糊的浮雕效果,如图 2-2-12 所示。

⑩ 用工具箱中的“文字工具”写下功能按钮上的字,并用“移动工具”将它们移动到适当位置,如图 2-2-13 所示。



图 2-2-12 摇摇经高斯模糊和浮雕效果滤镜处理后的效果



图 2-2-13 摇摇在功能按钮上写字

摇摇第 3 步:创建面板上的文字

① 选择“文字工具”,按图 2-2-14 设置工具选项条。

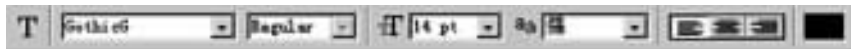


图 2-2-14 摇摇文字工具选项条

② 在绘图区输入文字“按钮”。

③ 在工具选项条单击“创建变形文本”按钮  $\text{W}$ ,可以对文字进行各种变形处理。按图 2-2-15 对“变形文字”对话框进行设置,令文字变形。将文字旋转并移动到适当位置,结果如图 2-2-16 所示。



图 9-2-10 “变形文字”对话框



图 9-2-11 摇文字经变形处理后的效果

### 摇摇第 3 步：为屏幕窗口贴图

- ① 打开图 9-2-12 所示的一幅新图，按 **Ctrl+A** 将整个图像选中，并将选区内容复制。
- ② 激活 **播放器** 图像，在图层控制板中激活图层。
- ③ 用“魔棒工具”选中屏幕所在的矩形选区，单击菜单“编辑”→“粘贴入”，将复制的内容粘贴到矩形选区中。“粘贴入”的功能是只有在选区中能够看到粘贴的内容。
- ④ 单击菜单“编辑”→“变换”→“缩放”，调整粘贴图像的大小和位置，使其在屏幕窗口中显示，如图 9-2-13 所示。



图 9-2-12 摇摇打开一幅新图

图 9-2-13 摇摇完成的 **播放器**

摇摇至此完成了 **播放器** 面板造型的设计，如彩插图 9-2-14 所示。

通过上面的几个例子，我们简单介绍了 **Illustrator CS4** 的常用功能，目的是使读者对计算机辅助平面设计有一个基本的了解。由于该软件功能非常丰富，也为使用者提供了巨大的创意空间。读者在使用时可以参考相应的使用手册。



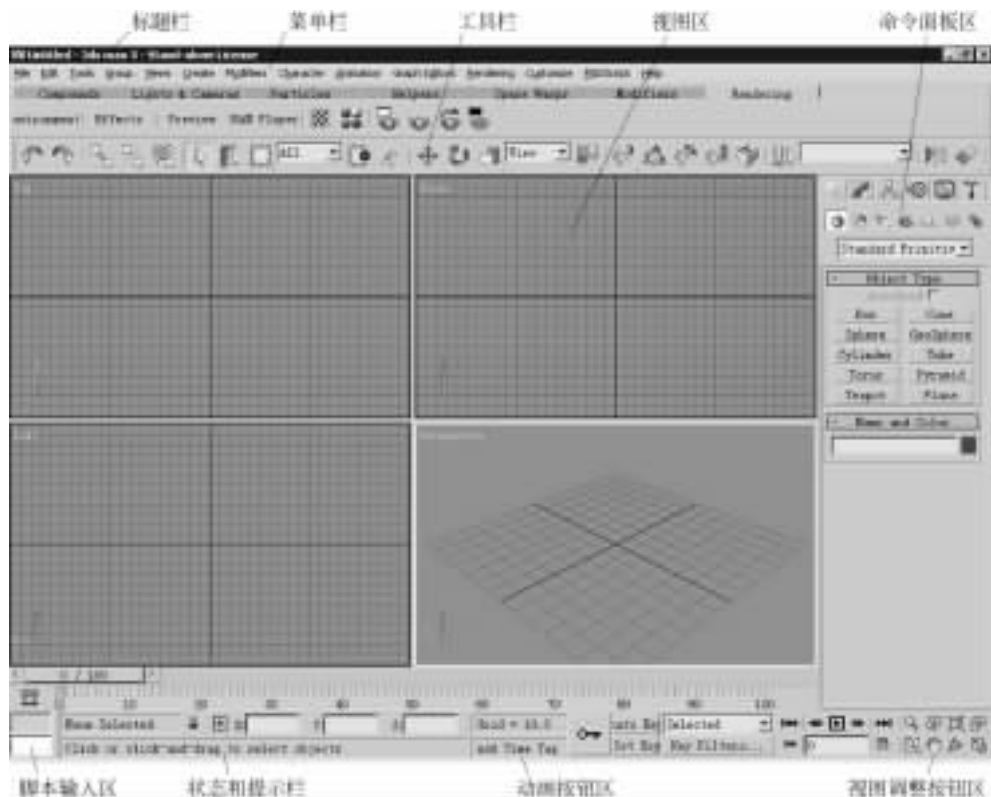


图 10-1 AutoCAD 2007 的主界面

裁键 越裁素(俯视图) 摇键 越月键 越月键(仰视图)  
 蕴键 越蕴域(左视图) 砸键 越砸域(右视图)  
 云键 越云域(前视图) 运键 越月键(后视图)  
 孕键 越孕域(透视图) 悦键 越悦域(摄像机视图)

### 源命令面板区

命令面板区中包含各种操作命令,它由“悦”、“蕴”、“云”、“孕”、“悦”等几个子面板组成。子面板中可能包含命令按钮、下拉列表、卷展栏等内容。图 10-2 即为一个展开的卷展栏(标题左边为“原”号)此时单击卷展栏的标题,可将卷展栏卷起(标题左边为“垣”号)。当光标在命令面板区内呈手形时,按住鼠标左键并拖动鼠标,可将命令面板上下移动。

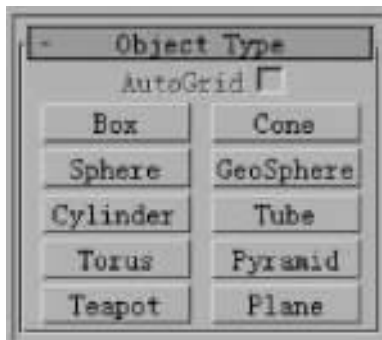


图 10-2 一个卷展栏

### 缘视图调整按钮区

视图调整按钮区中的按钮用于对视图进行缩放、旋转、移动等调整。

动画按钮区

用于制作动画。

提示区

对正在进行的操作给予提示。

## 圆管造型设计实例

[例] 圆管摇钢笔的造型设计。

介绍的重点

- ① 圆管、圆柱体等基本形体的制作及其形状的改变；
- ② 简单材质的设定；
- ③ 直线、椭圆等的绘制；
- ④ 形体的放样；
- ⑤ 简单的动画制作。

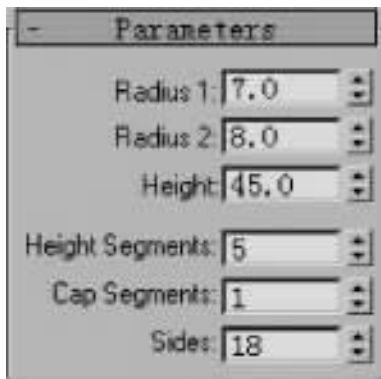




图 圆管参数的设定

设计步骤


第 1 步 制作笔帽

1) 创建一个圆管

参见图 圆管, 在命令面板区按 圆管按钮  , 进入 圆管面板后, 按 圆管按钮  , 在 圆管卷展栏下按 圆管按钮。在 圆管视图中创建一个圆管。在 圆管卷展栏中将各参数按图 圆管

进行设置。

2) 对圆管做 圆管变形

在命令面板区按 圆管按钮  , 进入 圆管面板后在 圆管卷展栏下拉列表中选择 圆管。在 圆管卷展栏中分别将 圆管和 圆管的值设为 圆管和 圆管。将圆管做适量变形, 如图 圆管所示。

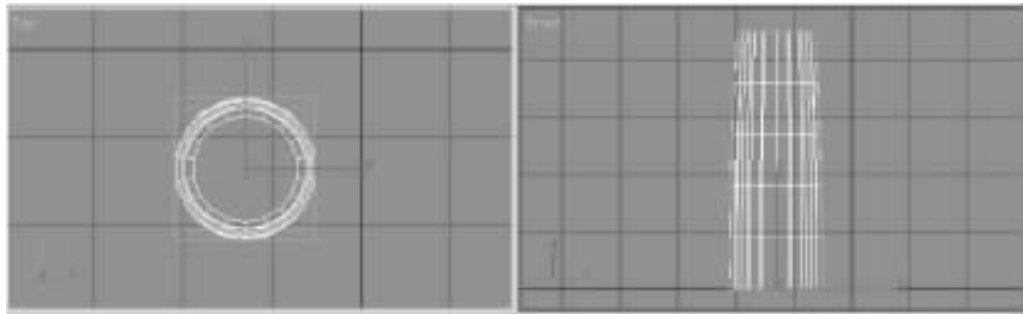












图 圆管对圆管做 圆管变形

### 猿) 设定圆管的材质

① 按工具栏中的  按钮，打开  对话框，如图  所示。在该对话框中选中第 1 个样本球。在  卷展栏下单击  右侧的色块，在弹出的  对话框中将  和  的值分别设为  和  呈蓝色。然后关闭该对话框。请注意观察样本球的变化。

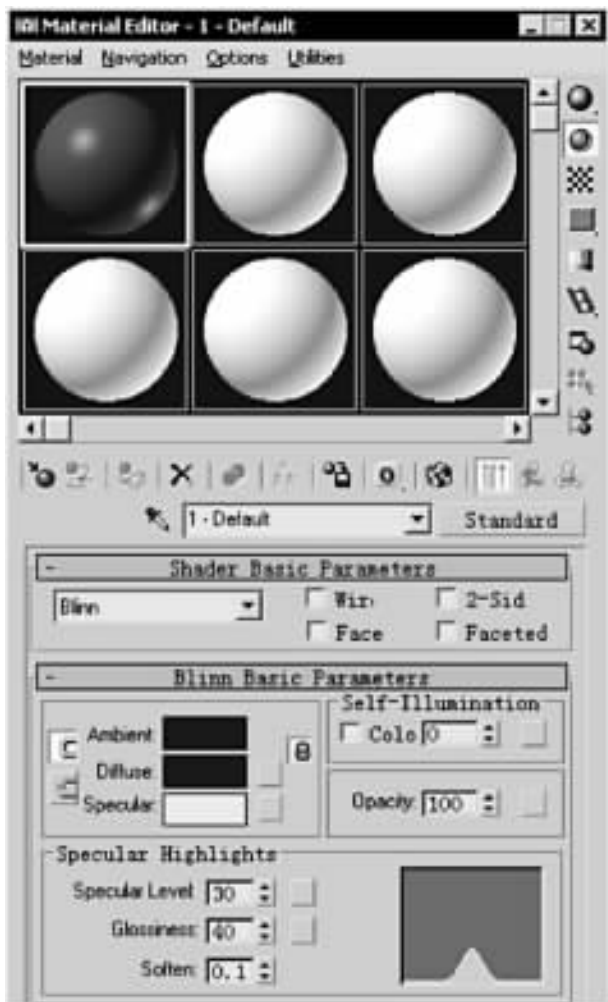






















图  对话框

② 在  对话框  卷展栏下的  组中将  和  的值分别设为  和 。按  按钮 ，将设定的材质赋予圆管。关闭对话框。

### 猿) 在圆管下端增加一个黄色宽边

① 在  下拉列表中选择 。在  卷展栏中单击  按钮 。在  视图中用框选的方式选中倒数第  圆排点，单击主工具栏中的  按钮 。

单击按钮  ,将光标移动到再轴附近使再轴变为黄色,从而将运动限制在沿再轴方向。按下鼠标左键并拖动鼠标,将被选中的点沿再轴向下移动到图  所示位置。

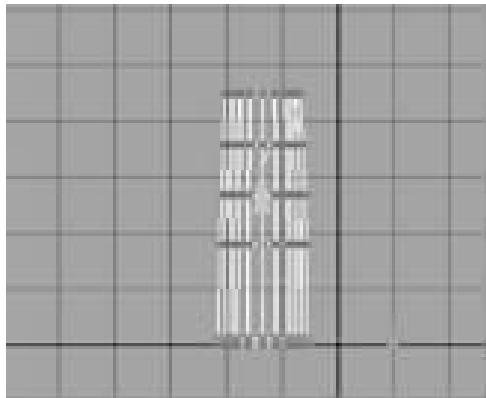


图 15-20 摇移动操作

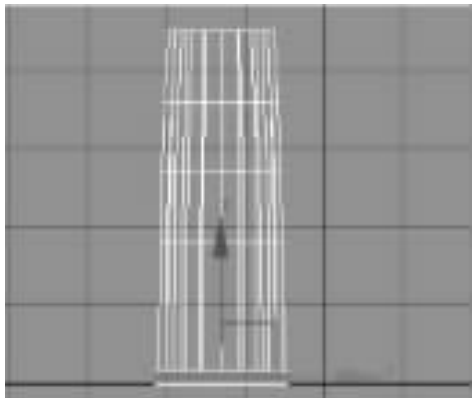

















































图 15-21 摇扩展操作









摇摇② 按  按钮,在  卷展栏下的  按钮,在  视图中选择最下面一排面。在  卷展栏中选中  并将  按钮设为  按钮,将这些面向外稍加扩展,结果如图  所示。

③ 设定材质。按  按钮,在  对话框中选中第  个样本球。在  卷展栏下的下拉列表中选择  按钮,在  卷展栏下单击  按钮,在弹出的  对话框中将  按钮和  按钮的值分别设为  按钮和  按钮,然后关闭该对话框。在  组中选中  按钮,并单击  按钮,在弹出的  对话框中将  按钮和  按钮的值分别设为  按钮和  按钮,呈黄色。然后关闭该对话框。将  按钮的值设为  按钮,在  组中,将  按钮和  按钮的值分别设为  按钮和  按钮。按  按钮,将设定的材质赋予刚刚修改的表面。关闭对话框。












缘) 创建一个圆柱体作为笔帽头

按  按钮,进入  面板后,按  按钮,在  卷展栏下按  按钮。在  视图中创建一个圆柱体作为笔帽头。在  卷展栏中将  按钮和  按钮的值改为  按钮和  按钮

远) 将圆柱体做  变形

按  按钮,进入  面板后在  卷展栏下拉列表中选择  按钮,在  卷展栏中分别将  按钮的值设为  按钮,将笔帽头中间部分收缩,如图  所示。

苑) 将笔帽头与笔帽圆管对齐

在工具栏上按  按钮,在视图中选中圆管。在弹出的  对话框中,选中  卷展栏组中的  按钮和  按钮,并选中  卷展栏下的  按钮,按  按钮,将笔帽头和圆管在  按钮和  按钮方向上中心对齐,如图  所示。再在对话框

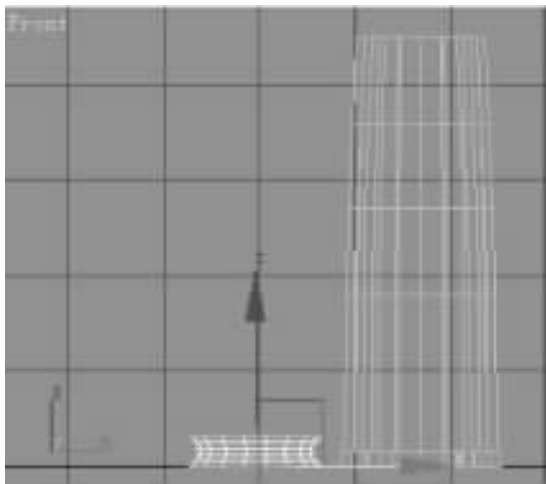


图 10-10 将圆柱体做 裁弯变形

选中 笔帽头模型组中的 再,并选中 笔帽头模型组下的 配合笔帽和 裁弯后的 配合笔帽,按 韵按钮关闭对话框,对齐结果如图 10-11 所示。

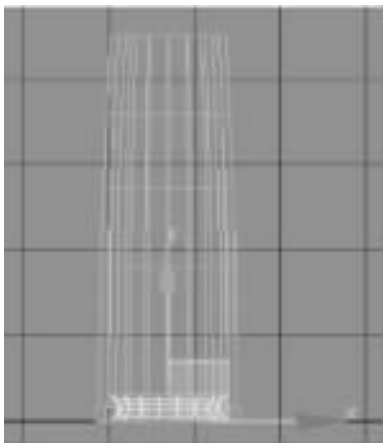


图 10-11 在 载和 在方向上中心对齐

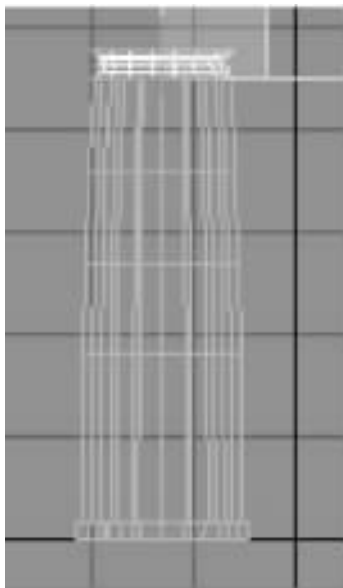


图 10-12 对齐结果

摇摇愿) 设定笔帽头的材质

按 按钮,将 配合笔帽头对话框中第 圆个样本球的材质赋予笔帽头。关闭对话框。

怨) 用放样的方法创建笔卡

① 进入 笔帽头面板,按 按钮。在 韵展栏中按 按钮,在 视图图中绘制几段直线,如图 10-13 所示。

② 进入 配置面板,在 卷展栏中单击 按钮。选择直线上的节点,单击鼠标右键,在弹出的菜单中选择 将直线改为光滑连接的曲线。

③ 按工具栏中的 按钮,选中节点并进行移动,将各段线调整成如图 所示。

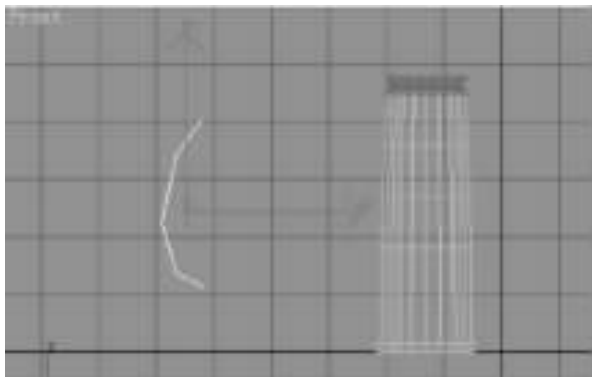


图 在视图中绘制折线线段

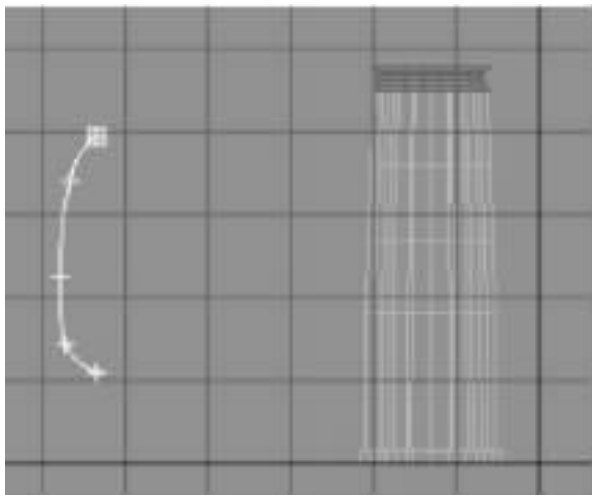


图 将折线调整为光滑曲线

④ 进入 配置面板,在 卷展栏中按 按钮,在 视图中绘制一个椭圆,并在 卷展栏中将椭圆的 和 改为 和 。

⑤ 在工具栏中按 按钮,在视图中选中前面绘制的曲线。按 按钮,在下拉列表中选择 按钮,在 卷展栏下按 按钮,在视图中选椭圆,令椭圆沿曲线进行放样作为笔卡,结果如图 所示。

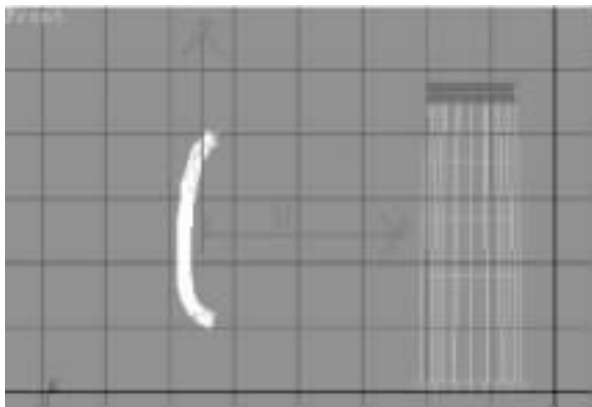


图 10-1-10 将椭圆沿曲线放样

摇摇⑥ 按  按钮,在几个视图中将插卡移动到圆管一侧的适当位置,如图 10-1-11 所示。

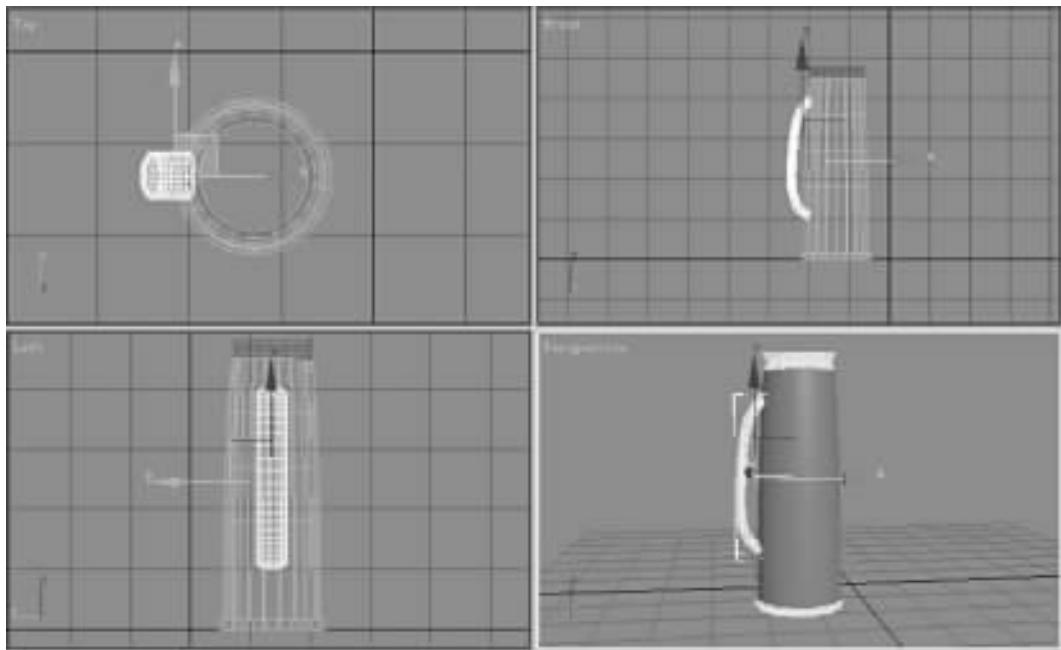










图 10-1-11 将笔卡移动到适当位置

步⑦ 设定笔卡的材质

按  按钮,打开  对话框,将第 1 个样本球的材质赋予插杆。关闭对话框。

步⑧ 完成笔帽的制作

选中刚才所绘制的椭圆和曲线,将它们删除。在工具栏中单击  按钮,按下  键,同时选中笔帽的整个部分,在“”菜单中选择“”,在弹出的

对话框中输入组的名称“笔帽”,将整个笔帽作为一个整体。完成了笔帽的制作之后,可在工具栏中按  对笔帽进行快速渲染,结果如图  所示。

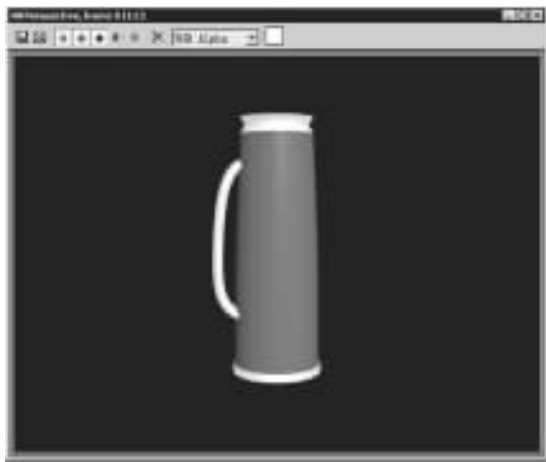















图  快速渲染后的笔帽整体

#### 第 4 步 制作笔杆

##### 1) 创建一个圆柱体作为笔杆的基本形体

进入  面板,按  按钮,在下拉列表中选择 。在  展栏中按  按钮,在  中生成一个圆柱体作为笔杆,并在  展栏内将  和  的值分别改为  和 。结果如图  所示。

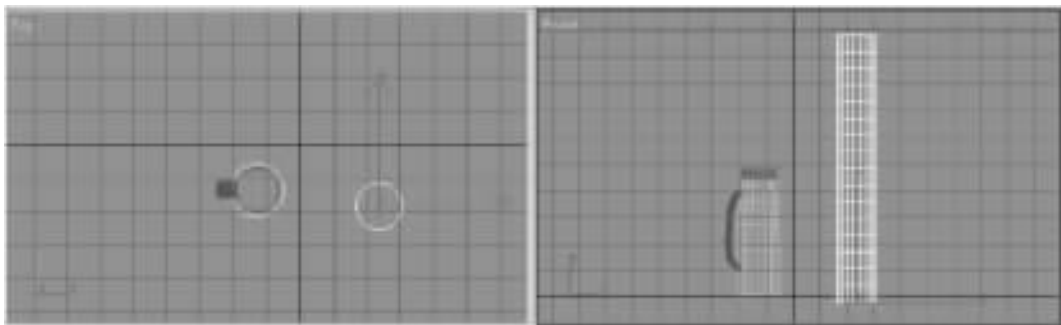















图  快速渲染笔杆圆柱体

##### 2) 改变笔杆的截面形状

① 进入  面板,在  下拉列表中选择 。在  展栏中单击  按钮,在  中用框选的方式选择上面第 1 排点。按  按钮,将光标移动到  附近使  变为黄色,将运动限制在  方向。按下鼠标左键并拖动鼠标,使得被选中的点沿  向上移动。用同样的方法移动其他点,最后的结果如图  所示。

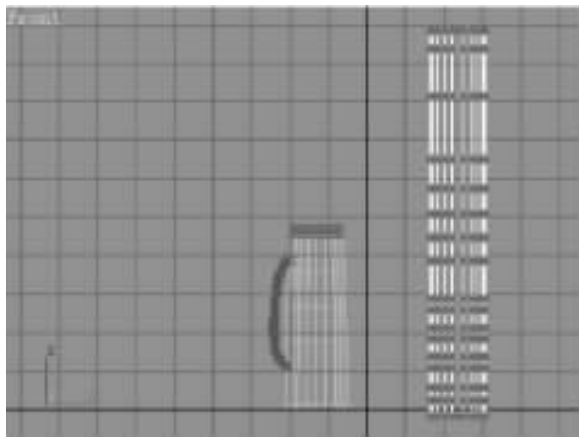



图 10-10 摇摇移动节点

摇摇② 在云梯视图中选择上面第 1 排点,按工具栏上的  按钮,激活裁表视图,在裁表视图中移动光标直到载和再轴之间出现黄色的三角形时按下鼠标左键并拖动鼠标,此时选中的点均匀地向中心收缩,结果如图 10-11 所示。

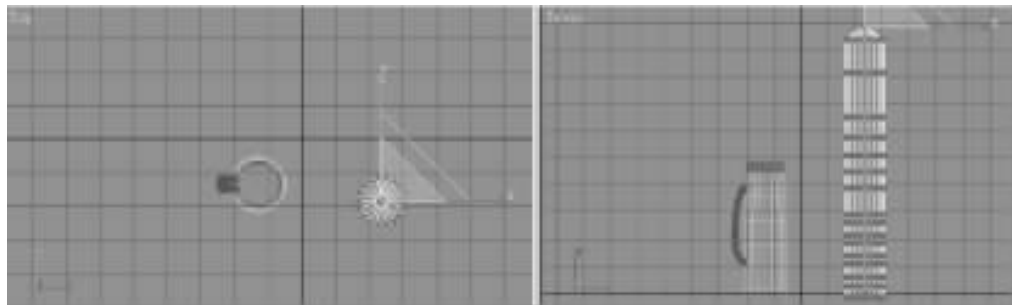


图 10-11 摇摇将第 1 排节点均匀收缩

③ 重复②,将第 4 排点及倒数第 4 排点也均匀地向中心收缩,结果如图 10-12 所示。

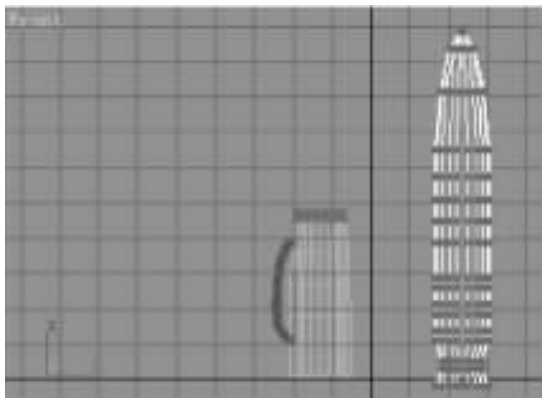


图 10-12 摇摇将其他各排节点做相应的均匀收缩

④ 激活 **透视** 视图,在视图调整按钮区中按 **槽** 按钮,旋转 **透视** 视图,使笔杆的底面显现出来。按 **卷展** 栏下的 **收缩** 按钮,选中底面,按 **卷展** 栏下的 **收缩** 按钮,将底面收缩为一点,参见图 6-1-10 中笔杆下端。

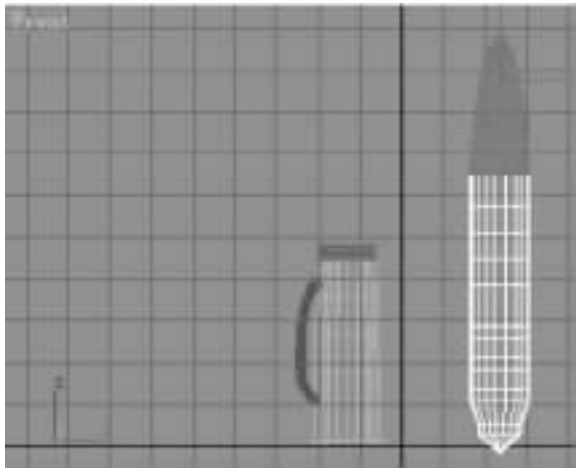


图 6-1-10 将笔杆底部收缩为一点

#### 猿 设定笔杆的材质

① 在视图中按鼠标右键,在弹出的菜单中选中 **材质**,在下一层菜单中选择 **材质** 菜单项。在视图中选中整个笔杆。将 **材质** 对话框中第 1 个样本球的材质赋予整个笔杆。

② 按 **卷展** 栏下的 **选择** 按钮,在 **透视** 视图中用框选的方式同时选中 最上面的 **猴** 层表面,如图 6-1-11 所示。打开 **材质** 对话框,选中第 1 个样本球。在 **材质** 对话框 **卷展** 栏下的下拉列表中选择 **颜色**,在 **颜色** 对话框 **卷展** 栏下单击 **颜色** 右侧的色块,在弹出的 **颜色** 对话框中将 **红色**, **绿色** 和 **蓝色** 的值均设为 100,呈浅灰色。然后关闭该对话框。在 **材质** 对话框 **卷展** 栏中,将 **漫反射** 和 **折射率** 的值分别设为 100 和 1.5。按 **应用** 按钮,将设定的材质赋予笔杆上部表面。关闭对话框。

③ 在 **透视** 视图中选择下部的 **猴** 层表面,选择时需同时按下 **Ctrl** 键,以便使它们同时被选中,如图 6-1-11 所示。将 **材质** 对话框中第 1 个样本球的材质赋予选中的表面,形成 **猴** 条装饰线。完成笔杆的制作之后,可在工具栏中按 **渲染** 按钮,进行快速渲染,结果如图 6-1-11 所示。

#### 第 2 步 制作笔帽插拔动画

① 在视图中按鼠标右键,在弹出的菜单中选中 **动画** 菜单项,在下一层菜单中选择 **动画** 菜单项。在视图中选中笔杆。再按 **选择** 按钮,在视图中选中笔帽。在弹出的 **选择** 对话框中,选中 **选择** 组中的 **载** 和 **在**,并选中 **选择** 的 **载**

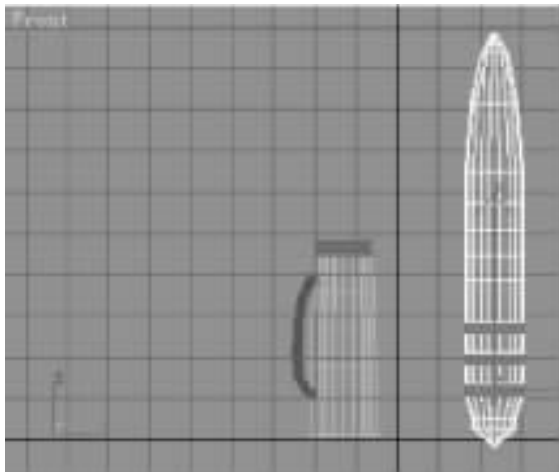


图 10-20 摇选定 猿层表面做装饰线

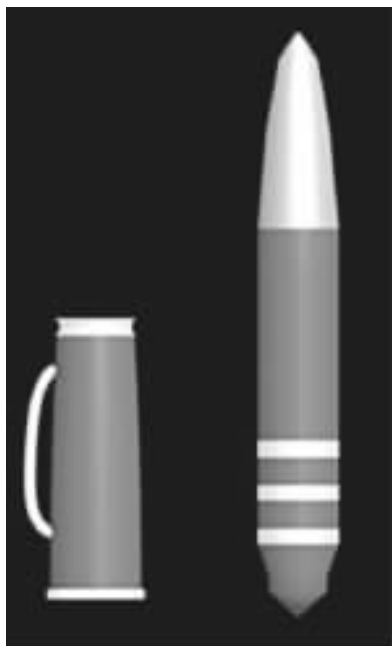


图 10-21 摇笔帽和笔杆

和 裁再果的 猿层 下的 悦 按 韵 运 按钮 , 将 笔 帽 和 笔 杆 在 载 和 在 方 向 上 中 心 对 齐 。 在 云 操 作 视 图 中 将 笔 杆 沿 再 方 向 移 动 到 适 当 位 置 。 对 笔 进 行 快 速 渲 染 结 果 如 图 10-22 及 彩 插 图 10-1 所 示 。

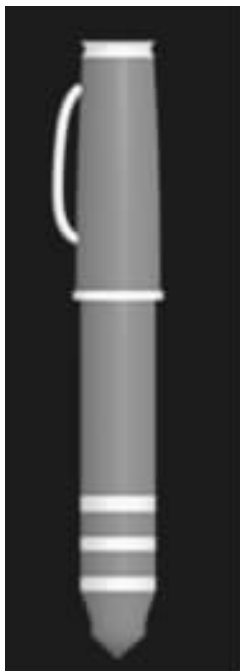


图 10-22 摇渲染后的钢笔整体造型

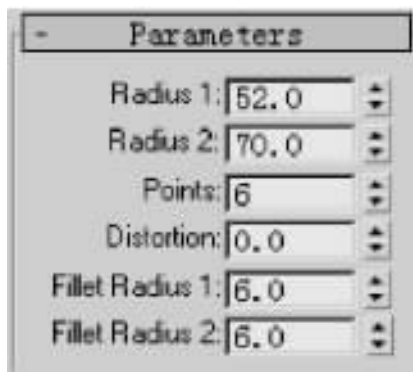


图 10-23 摇星形参数

## 摇摇圆) 生成动画

在动画按钮区按 **粤** 按钮, 将视图区下方的滑块移动到 **缘** 的位置, 单击主工具栏中的 **杂** 按钮, 在 **云** 视图中将笔帽沿 **再** 方向向上移动, 将笔帽从笔杆上拔出。再将滑块移动到 **员** 的位置, 将笔帽移回原来的位置。再次按 **粤** 按钮关闭动画设置。按 **孕** 按钮, 即可播放笔帽插拔的动画。

[例 **员**] 摇床头灯的造型设计。

### 援介绍的重点

- ① 变截面放样;
- ② 放样物体轮廓的修改;
- ③ 材质贴图和透明材质的设置;
- ④ 旋转二维形状生成三维形体;
- ⑤ 灯光的设置;
- ⑥ 背景的设置。

### 圆设计步骤

#### 第 员步 制作灯座

##### 员) 用放样的方法创建灯座形体

① 进入 **悦** 面板, 按 **杂** 按钮。在 **韵** 卷展栏中按 **悦** 按钮, 在 **裁** 视图中绘制一个圆, 在 **孕** 卷展栏中将 **砸** 的值改为 **缘**。

② 按 **杂** 按钮, 在 **裁** 视图中出现一个星形, 在 **孕** 卷展栏中将各参数按图 **员** 进行设置。

③ 按 **蕴** 按钮, 在 **裁** 视图中绘制一条直线。结果如图 **员** 所示。

④ 在视图中选中星形。在 **悦** 面板下按 **悦** 按钮, 在下拉列表中选择 **悦**。在 **韵** 卷展栏中单击 **悦** 按钮。在视图中选择直线, 将星形放样生成三维物体, 如图 **员** 所示。

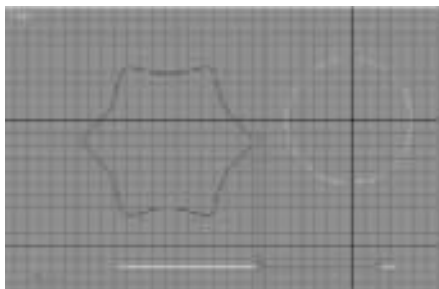


图 **员** 摇摇绘制的圆、星形和直线

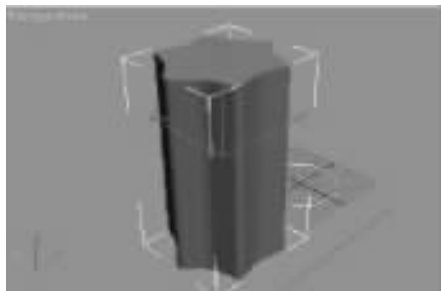



图 **员** 摇摇将星形放样

### 圆) 变截面放样

在 **选择对象** 卷展栏中将 **选择** 的值改为 **圆**, 按 **变截面** 按钮, 在视图中选中圆, 实现变截面放样, 结果如图 10-1-10 所示。

### 猿) 设定灯座的材质——贴图

① 按 **材质选择器** 按钮 , 打开 **材质选择器** 对话框, 选中其中的第 1 个样本球。打开 **材质** 卷展栏, 选中 **漫反射** 并按 **漫反射** 右侧的大按钮。

② 在弹出的 **漫反射** 对话框中选中 **漫反射**, 并按 **运** 按钮。在弹出的 **漫反射** 对话框中选择一张“蓝天白云”图片, 按“打开”按钮退出。在 **材质** 卷展栏中将 **裁切** 选项的 **裁切** 值分别改为 **圆** 和 **圆**, 按 **应用** 按钮, 将设定的材质赋予灯座。关闭对话框。

③ 进入 **材质** 面板, 在 **材质** 下拉列表中选中 **裁切**, 在 **材质** 卷展栏下的 **材质** 组中选中 **漫反射** 和 **漫反射**, 在 **材质** 组中选中 **再**, 并按 **应用** 按钮。在工具栏中按 **渲染** 按钮, 对灯座进行快速渲染, 结果如图 10-1-11 所示。

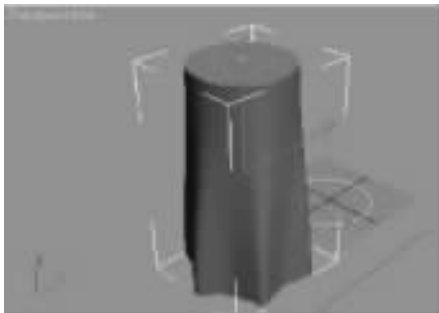


图 10-1-10 灯座变截面放样

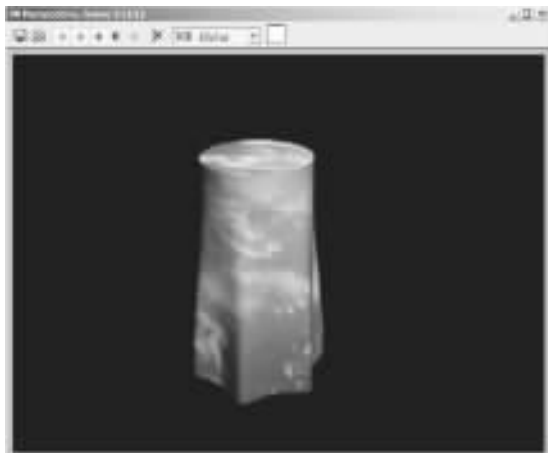




图 10-1-11 渲染后的灯座造型

选中视图中为放样而绘制的圆和直线, 将其删除。

### 缘) 创建开关按钮

① 进入 **材质** 面板, 在 **创建** 视图中建立一个 **圆柱体** 为 **圆柱体** 为 **圆柱体** 的圆柱体作为灯的开关按钮。

② 按工具栏中的 **移动** 按钮  和 **旋转** 按钮 , 经移动和旋转将圆柱体放到图 10-1-12 所示位置。

### 远) 设定开关按钮的材质

① 打开 **材质选择器** 对话框, 选中第 1 个样本球。在 **材质** 卷展栏中选中 **漫反射**, 在弹出的 **漫反射** 对话框中将 **漫反射** 和 **漫反射** 的值分别设为 **圆** 和 **圆**, 然后关闭该对话框。

② 在 **材质选择器** 对话框 **材质** 卷展栏下的 **材质** 组中, 将 **漫反射** 的值设为 **圆**, 在 **材质** 组中, 将 **漫反射** 和 **漫反射**

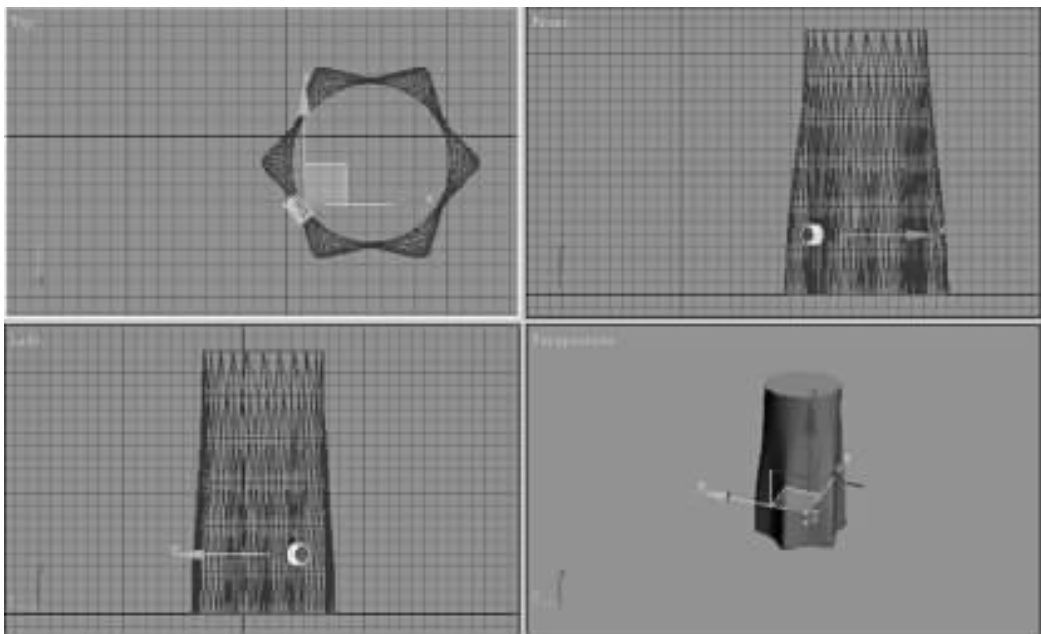


图 1-2-10 摇开关旋钮的制作

的值分别设为  $0.0000$  和  $0.0000$ 。将设定的材质赋予开关旋钮。关闭对话框。

④ 将开关旋钮与灯座并在一起

在下拉列表中选择 **选择对象** 的 **选择** 按钮,在 **选择对象** 卷展栏下的 **选择对象** 组中选择 **选择** 按钮,在 **选择对象** 卷展栏下的 **选择对象** 按钮,在视图中选择灯座,在弹出的对话框中选择 **选择对象** 的 **选择** 按钮,从而将开关旋钮与灯座并在一起。

第 3 步 制作灯罩

① 创建灯罩形体

① 进入 **创建** 面板,在 **创建** 视图中绘制图 1-2-11 所示的线。在绘制水平或垂直线时应按下 **Shift** 键。

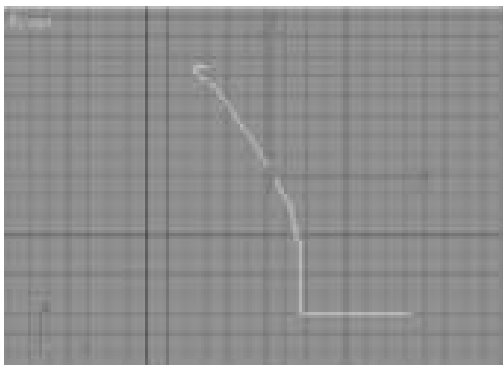



图 1-2-11 摇灯罩的轮廓折线

② 进入 **配置** 面板,在 **杂项** 卷展栏中单击 **灾祸** 按钮 。选择斜线上的节点,单击鼠标右键,在弹出的菜单中选择 **灾祸**,将直线改为光滑连接的曲线。

③ 选中节点并进行移动,将各段线调整为光滑曲线,如图 **图 10-2-10** 所示。

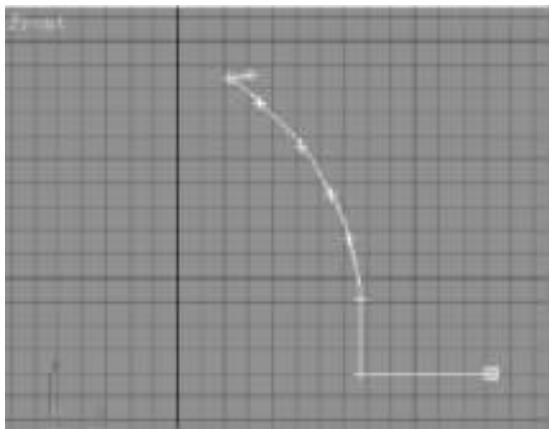




图 10-2-10 将轮廓折线调整为光滑曲线

④ 单击鼠标右键,在弹出的菜单中选中 **杂项** 菜单项,在下一层菜单中选择 **裁切** 菜单项。在视图中选中刚修改的曲线。在 **配置** 下拉列表选中 **旋转**,在 **杂项** 卷展栏下的 **粤** 组中按 **配置** 按钮,将曲线旋转生成灯罩轮廓,如图 **图 10-2-11** 所示。

圆) 将灯罩与灯座对齐

在工具栏上按 **粤** 按钮 ,在视图中选中灯座。在弹出的 **粤** 对话框中,选中 **粤** 组中的 **载和**,并选中 **悦** 和 **裁** 下的 **悦** 按钮  按 **粤** 按钮,将灯罩和灯座在 **载和** 方向上中心对齐。再在对话框中选中 **粤** 组中的 **再**,并选中 **悦** 下的 **配** 和 **裁** 下的 **配**,按 **韵** 按钮关闭对话框,对齐结果如图 **图 10-2-12** 所示。

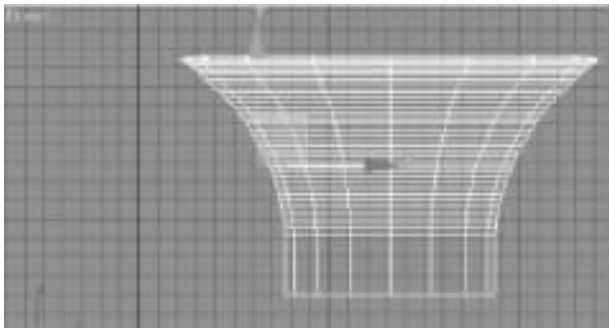


图 10-2-11

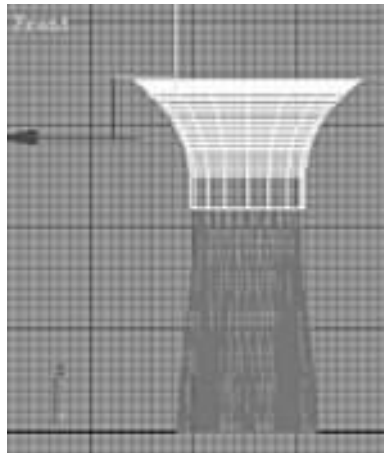


图 10-2-12 将灯罩与灯座对齐

### 猿) 设定灯罩的材质——透明材质

① 打开 **配置外观** 对话框,选中第猿个样本球。在 **材质** 卷展栏中选中 **透明** 选项,在弹出的 **透明属性** 对话框中将 **折射率** 和 **色散** 的值分别设为 **1.5** 和 **1.5**,呈浅蓝色。关闭该对话框。

② 在 **配置外观** 对话框中 **材质** 卷展栏下的 **杂项** 组中,将 **不透明度** 的值设为 **50**;在 **杂项** 组中,将 **杂项** 和 **杂项** 的值分别设为 **1.5** 和 **1.5**,使灯罩呈半透明状。将设定的材质赋予灯罩。关闭对话框。

### 第猿步 制作灯泡

#### 猿) 创建灯泡形体

① 进入 **创建** 面板,在 **草图** 视图中绘制一条短线和一个 **半径** 为 **10** 的圆。

② 在 **创建** 面板中,按 **拉伸** 按钮,在下拉列表中选择 **沿草图** 按钮,在 **创建** 卷展栏下按 **确定** 按钮,在视图中选中短线,将圆通过放样生成一个圆柱体。

③ 进入 **配置外观** 面板,在 **透明** 卷展栏下按 **编辑** 按钮,弹出 **透明属性** 对话框。图中的红线代表放样路径。在对话框中按 **附加** 按钮,在红线上添加一些控制点,如图 **图 10-10** 所示。

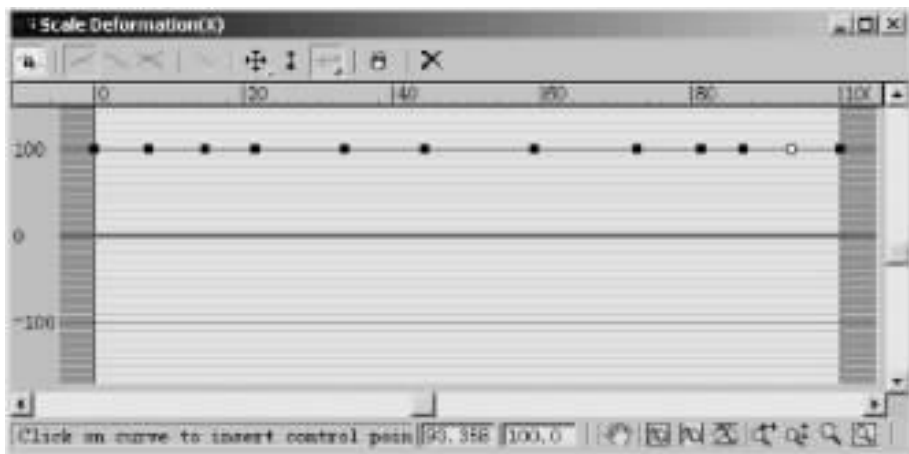


图 10-10 缩放放样路径及控制点

④ 在对话框中按 **附加** 按钮,将光标移动到控制点上,按鼠标右键,在弹出菜单中选中 **插入控制点**,控制点两侧出现控制柄。通过移动控制点的位置及拖动控制柄,改变曲线的形状,结果如图 **图 10-11** 所示。关闭该对话框。在 **创建** 视图中,灯泡如图 **图 10-12** 所示。

#### 圆) 将灯泡与灯罩对齐

在工具栏上单击 **对齐** 按钮,在视图中选中灯罩。在弹出的 **对齐** 对话框中,选中 **沿 Z 轴** 组中的 **载**,再和 **沿 X 轴** 组中的 **再**,并选中 **沿 Y 轴** 组中的 **再** 按钮,将灯泡与灯罩沿 **载** 在方向中心对齐。再选中 **沿 Z 轴** 组中的 **再**,并选中

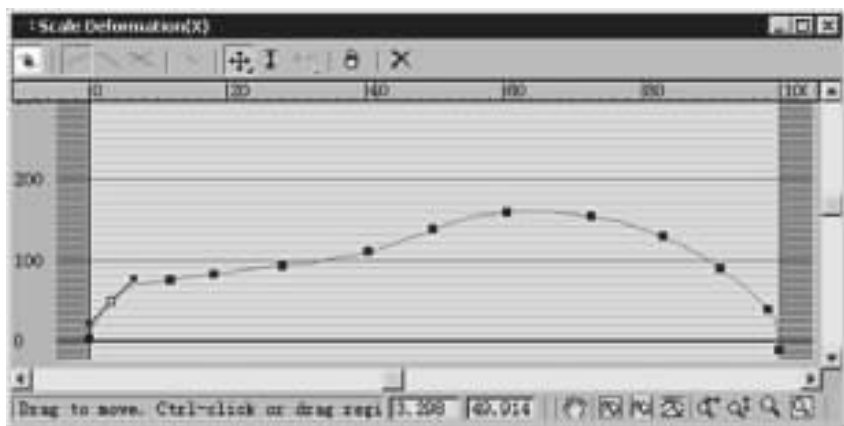


图 10-2-1 摇摇灯的轮廓母线

将灯泡的轮廓母线和灯罩的轮廓母线的坐标值,按韵运按钮。灯泡与灯罩对齐的结果如图 10-2-2 所示。

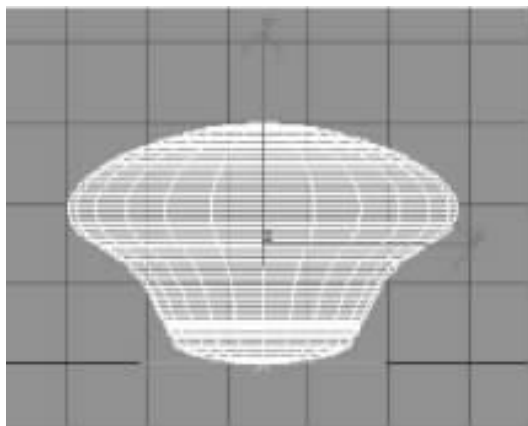


图 10-2-2 摇摇灯泡形体

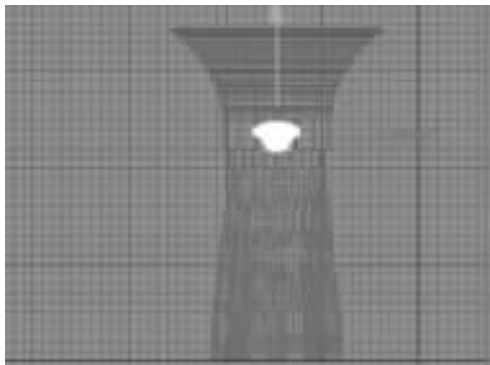


图 10-2-3 将灯泡与灯罩对齐

摇摇灯) 设定灯泡的材质

① 打开 材质属性对话框,选中第 1 个样本球。在 材质属性对话框的卷展栏中的下拉列表选中 漫反射。在 材质属性对话框的卷展栏中单击右侧的色块,在弹出的对话框中将 漫反射的颜色和 光泽的值分别设为 白色和 0.5,然后关闭该对话框。将 折射率、透明度和 折射率分别设置为 1.5 和 0.5。在 材质属性对话框中选中 漫反射,将 折射率设为 0.5。

② 打开 材质属性对话框,选中 漫反射,并单击它右侧的大按钮。在弹出的 材质属性对话框中选中 漫反射,单击 韵运按钮关闭该对话框。在 材质属性对话框中按 返回上一级按钮,返回上一级,将反射贴图值设为 漫反射,如图 10-2-3 所示。将设定的材质赋予灯泡。

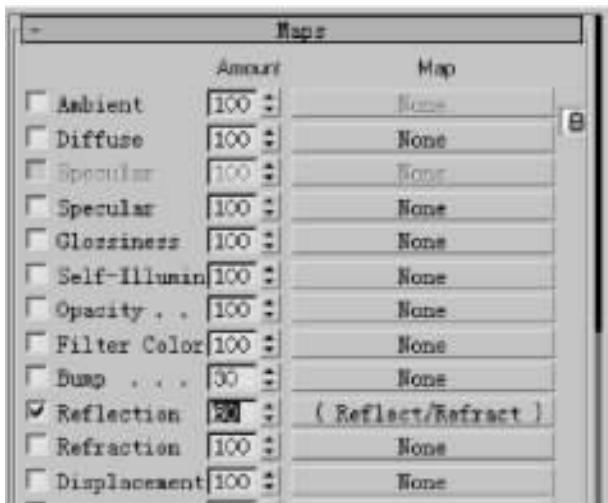


图 10-2-10 将反射贴图值设为 透

#### 摇摇第 源步 绘制台面

为了加强显示效果,还要在床头灯下面增加一个台面。

##### 员) 创建台面

进入 视图面板,按 按钮,在下拉列表中选择 按钮,在 卷展栏下按 按钮,在 裁景视图中绘制一个平面作为台面,如图 10-2-11 所示。

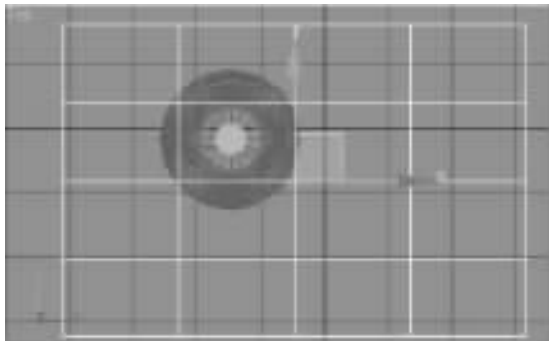


图 10-2-11 摇台面

##### 圆) 设定台面的材质

打开 材质属性对话框,选中第 缘个样本球。打开 卷展栏,选中 右侧的按钮,在对话框中选中 按钮,按 按钮,在弹出的 对话框中选中木纹图案文件。

##### 猿) 显示造型结果

激活 视图,旋转并移动该视图使灯处于合适的位置。对灯进行快速渲染,结果如图 10-2-12 所示。

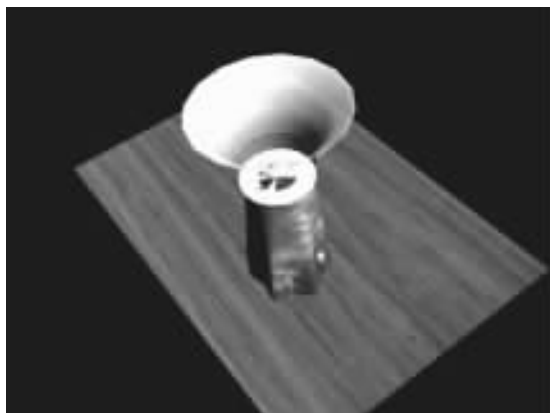


图 10-1-10 提高台面后的渲染效果










图 10-1-11 设置聚光灯参数

### 步骤 2: 设置灯光和背景

为了进一步加强显示效果和表现力,需对灯光和背景进行设置。

#### 1) 建立一盏聚光灯

在快捷面板中单击  按钮,在  卷展栏下按  按钮,在左视图中建立一盏聚光灯。将  卷展栏下的  图标设置为  对  卷展栏的设置如图 10-1-11 所示。将聚光灯移动到灯泡中央,如图 10-1-12 所示。

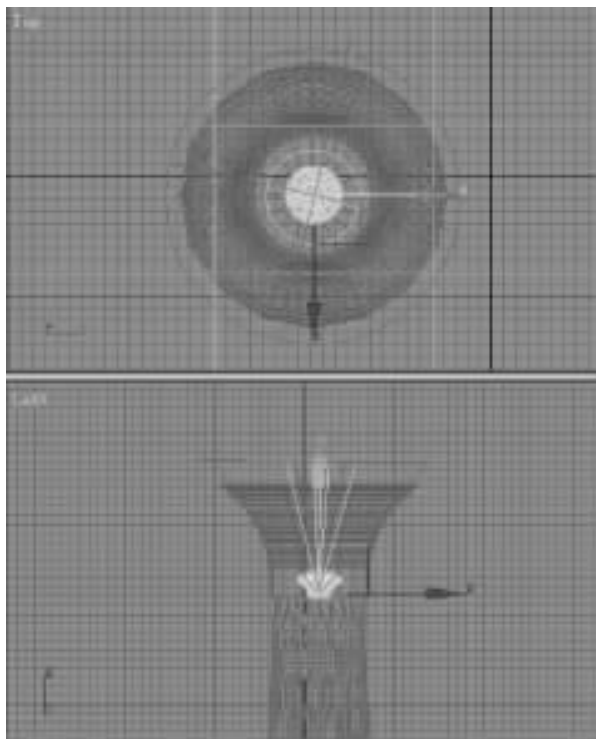


图 10-1-12 将聚光灯移动到灯泡中央

### 圆) 建立一盏泛光灯

按 **窗口** 菜单中的 **渲染** 卷展栏下的 **光源** 按钮, 在左视图中建立一盏泛光灯。在 **环境** 卷展栏下的 **光源** 卷展栏下的 **环境光源** 按钮为源, 按 **渲染** 卷展栏下的 **渲染** 按钮。在弹出的 **渲染** 对话框中, 选中 **渲染** 内除了 **渲染** 的所有物体, 单击 **渲染** 按钮, 将它们移到右侧, 使它们不受泛光灯影响。按 **渲染** 按钮关闭对话框。

### 猿) 设置环境色

选择 **渲染** 菜单的 **环境** 命令设置环境。在弹出的 **环境** 对话框中单击 **背景** 下的色块, 在弹出的 **颜色** 对话框中将 **环境** 和 **背景** 分别设为 **浅蓝色** 和 **浅蓝色**。在 **环境** 对话框中单击 **背景** 组中 **背景** 下的色块, 在弹出的 **颜色** 对话框中将 **环境** 和 **背景** 分别设为 **黄色** 和 **黄色**。将背景色设置为黄色。

### 源) 显示最终设计效果

激活 **渲染** 视图, 旋转并移动该视图使灯处于合适的位置。对灯进行快速渲染, 最终结果如图 **图 10-1-10** 所示。

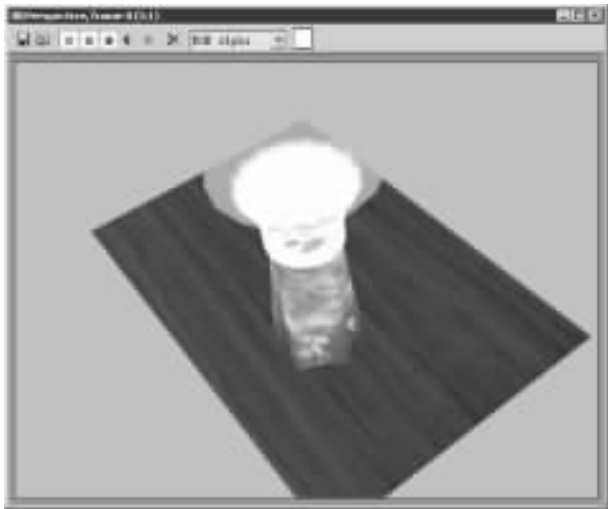


图 10-1-10 床头灯的渲染效果

[例 10-1] 摇手机的造型设计。

### 员) 介绍的重点

- ① 对象的镜像;
- ② **云**功能的使用;
- ③ 文字的制作;
- ④ 对象的阵列和复制。

## 圆设计步骤

### 第1步 制作手机机身轮廓

#### 1) 创建正面轮廓

① 在 裁视图 中绘制手机正面一半的轮廓线,如图 图 10-1-1 所示。

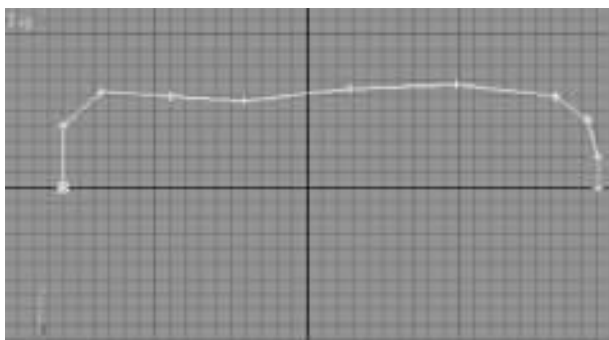


图 10-1-1 绘制正面轮廓折线

② 进入 配器面板,在 杂项卷展栏中单击 灾按钮。选择轮廓线上的节点,单击鼠标右键,在弹出的菜单中选择 杂,将各段直线改为光滑连接的曲线。

③ 选中线上节点并进行移动,将轮廓线调整为如图 图 10-1-2 所示的曲线。

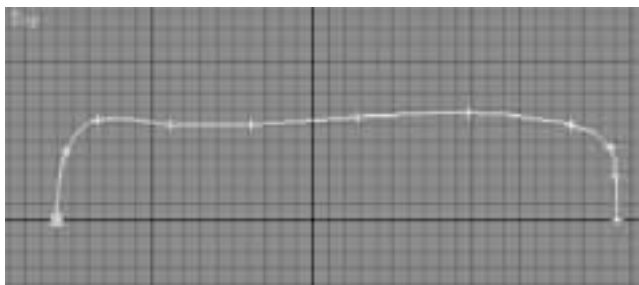


图 10-1-2 将轮廓折线调整为光滑曲线

④ 按工具栏中的 配按钮,弹出 配对话框。选中 配选项组中的 再和 悦选项组中的 悦,将轮廓线复制并做镜像。如图 图 10-1-3 所示。

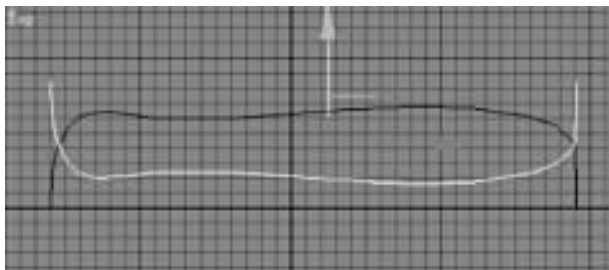


图 10-1-3 将轮廓线镜像复制

⑤ 单击鼠标右键,在弹出的菜单中选中 **复制**,在下一层菜单中选择 **复制**。在 **裁**视图中将复制出来的轮廓线沿 **再**轴方向向下移动到图 **源**所示位置。

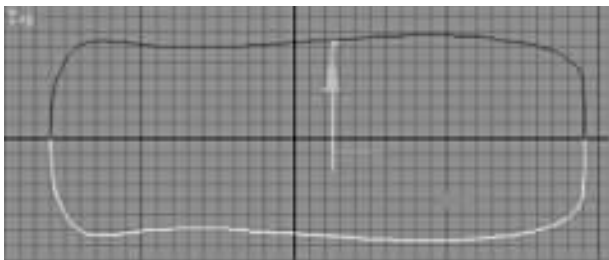



图 1-2-10 移动轮廓线

⑥ 在 **配合**面板下单击 **圆角**卷展栏中的 **修剪**按钮,选中复制前的轮廓线,将两条线合并为一条(名为 **圆角**)。

⑦ 在 **配合**卷展栏中单击 **尖角**按钮 ,选择两条轮廓线左侧的端点,单击 **配合**卷展栏中 **宰**按钮,将端点焊接在一起。重复本步骤,将两条轮廓线右侧的端点也焊接在一起。

#### 圆) 创建侧面轮廓

① 进入 **侧**面板,在 **裁**视图中绘制手机侧面的轮廓线(名为 **侧面**),如图 **源**所示。最后一点与起点重合,在弹出的是否封闭曲线的对话框中点“是”。



图 1-2-11 绘制侧面轮廓折线

② 将侧面轮廓折线调整为光滑曲线,如图 **源**所示。

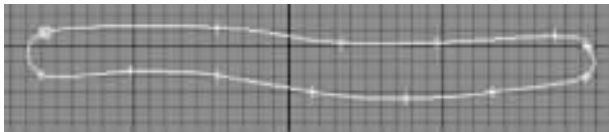



图 1-2-12 将轮廓折线调整为光滑曲线

#### 猿) 创建端面轮廓

参照 **圆**中所述方法,在 **裁**视图中绘制手机另一个端面的轮廓曲线(名为 **端面**),结果如图 **源**所示。

#### 源) 用放样的方法生成机身

① 在 **裁**视图中绘制一条直线作为放样路径(名为 **放样**)。

② 在 **侧**面板中按 按钮,在下拉列表中选择 **侧**按钮,在 **侧**卷展栏中单击 **放样**按钮。在视图中选择 **放样**将 **放样**沿直线放

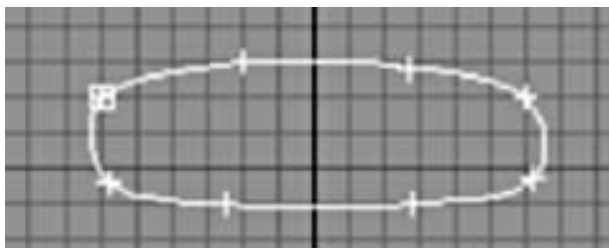


图 10-10 编辑端面轮廓曲线

样,生成三维物体作为手机的机身,如图 10-11 所示。

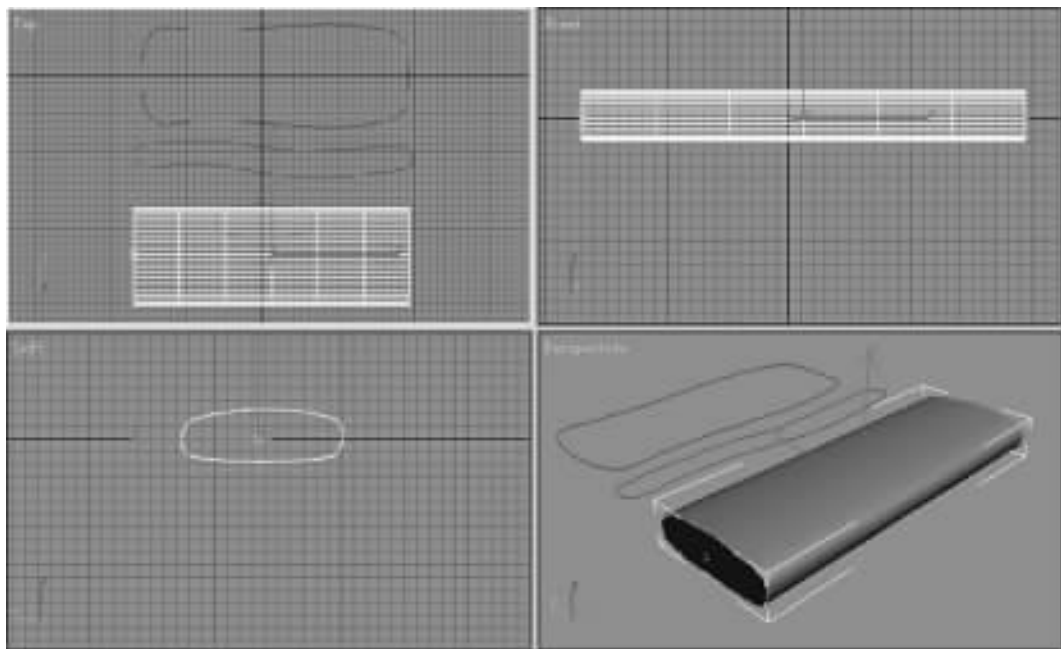










图 10-11 缩放样形成机身的三维形体

缘) 用 **云缩放** 功能使机身变形

① 进入 **云缩放** 面板,在 **阅读面板** 的 **卷展栏** 中单击 **云缩放** 按钮,弹出 **云缩放** 对话框,如图 10-12 所示。关闭对话框下部的 **隐藏坐标轴** 按钮  和左上角的 **杂项** 按钮 ,并打开 **阅读面板** 按钮 ,按 **阅读面板** 按钮 ,在视图中选中手机正面轮廓线 ,将机身正面变形,如图 10-13 所示。

② 在 **云缩放** 对话框中按 **阅读面板** 按钮  后,按 **阅读面板** 按钮 ,在视图中选中手机侧面轮廓线 ,将机身侧面变形,如图 10-14 所示。关闭 **云缩放** 对话框。

远) 设定机身的材质

① 打开 **云缩放** 对话框,选中第 1 个样本球。在 **属性** 面板的 **卷展栏**

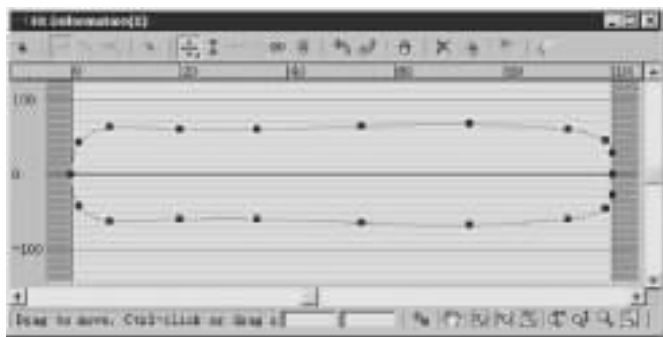


图 员缘猿 云曲线编辑对话框

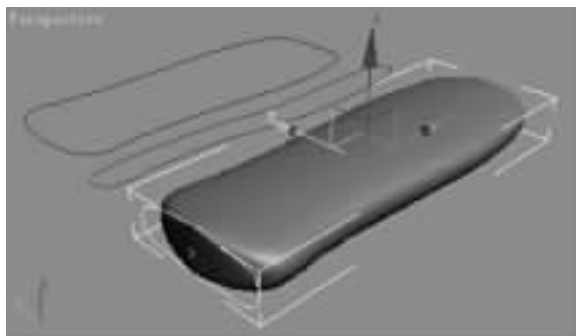


图 员缘源 机身正面变形

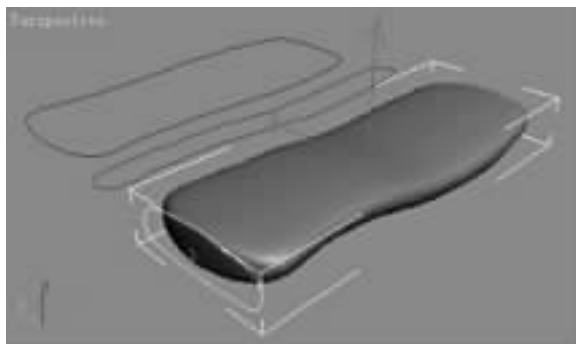


图 员缘缘 机身侧面变形

选中 **图 员缘源** 项,在弹出的 **悦造形曲线编辑** 对话框中将 **砸** 和 **月** 的值分别设为 **怨** 和 **员**,呈蓝色,然后关闭该对话框。

② 在 **云曲线编辑** 对话框 **月** 卷展栏下的 **杂** 卷展栏中,将 **杂** 和 **杂** 的值分别设为 **缘** 和 **园**。将设定的材质赋予手机机身。关闭对话框。

苑 选中 **蕴**、**蕴** 和 **蕴**,将其删除。

第 圆步 制作手机显示屏

### 员) 绘制显示屏轮廓曲线

参照第 员步所述方法,在裁景视图中绘制图 员缘所示的封闭光滑曲线。

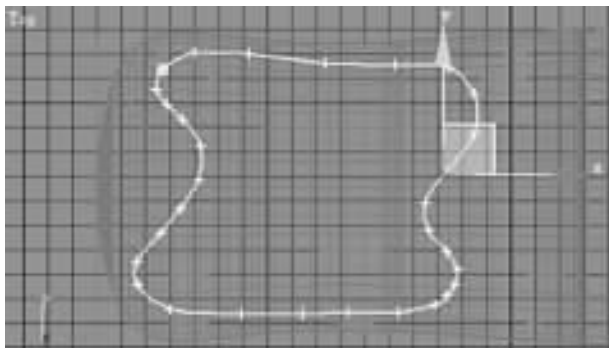


图 员缘 绘制显示屏轮廓曲线

### 摇摇圆) 将曲线与机身合并

进入 悦景面板,选中手机机身,在 郎景面板下的下拉列表中选择 悦景按钮,按 杂景按钮,在 孕景面板卷展栏下按 孕景按钮,在视图中选择刚绘制的曲线,从而将曲线与机身合并。

### 猿) 拉伸显示屏

进入 配景面板,在 配景面板下拉列表中选择 耘景按钮,单击 耘景按钮卷展栏下的 孕景按钮,视图中由曲线围成的面被选中,如图 员缘所示。在 耘景面板卷展栏下将 耘景的值设为 员,从而将该面向上拉伸作为显示屏。

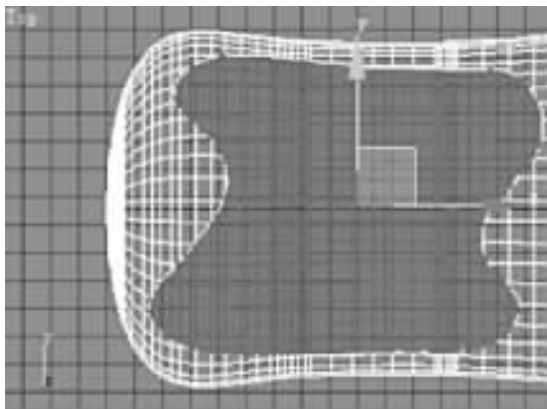


图 员缘 选中后的显示屏

### 源) 设定显示屏材质

① 打开 配景对话框,选中第 圆个样本球。在 月景面板卷展栏中选中 阅景项,在弹出的 悦景对话框中将 砸景和 月景的值分别设为 苑缘和 员,然后关闭该对话框。

② 在 配景对话框中 月景面板卷展栏下的 杂景按钮,且

中,将 **杂项卷展栏** 中的 **圆角半径** 和 **杂项** 的值分别设为 **圆角** 和 **圆角**。将设定的材质赋予刚拉伸的表面。关闭对话框。

缘) 绘制显示屏窗口矩形

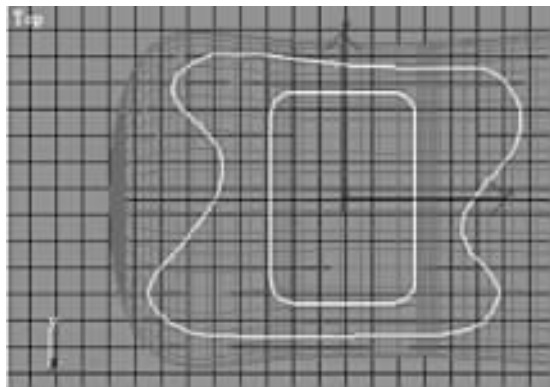


图 1-10 缘) 绘制圆角矩形

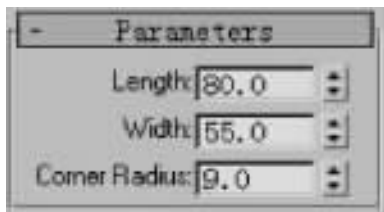


图 1-11 缘) 圆角矩形参数

摇摇进入 **创建** 面板,按 **按钮**。在下面的工具栏中按 **按钮**,在 **裁** 视图中绘制一个圆角矩形,如图 1-10 所示。在 **杂项卷展栏** 中修改矩形的参数,如图 1-11 所示。

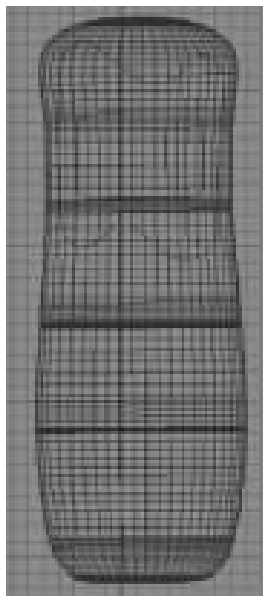


图 1-12 摇摇) 裁视图中机身的垂直位置

远) 将显示屏窗口向下拉伸

参照第 圆步中 员) 和 圆),将矩形与机身合并,并将矩形向下拉伸,如图 1-12 所示。

苑) 设定显示屏窗口的材质

① 打开 **材质选择器** 对话框,选中第 圆个样本球。在 **材质选择器** 卷展栏中选中 **阅读** 选项,在弹出的 **阅读** 对话框中将 **颜色** 和 **光泽** 的值分别设为 **圆角** 和 **圆角**,呈淡绿色。关闭对话框。

② 在 **材质选择器** 对话框 **材质选择器** 卷展栏下的 **杂项卷展栏** 中,将 **杂项卷展栏** 中的 **圆角半径** 和 **杂项** 的值分别设为 **圆角** 和 **圆角**。将设定的材质赋予刚拉伸的矩形表面。关闭对话框。

愿) 输入文字

① 将第 圆步中 员) 和 缘) 绘制的封闭曲线和矩形删除。按 **按钮**,在 **裁** 视图中将机身旋

转到垂直位置,如图 1-12 所示。

② 进入 **创建** 面板,按 **按钮**。在下面的工具栏中按 **按钮**。在 **杂项卷展栏** 中将 **杂项** 的值设为 **圆角**,在 **输入** 文本框中输入“中国移动通信”,在 **裁** 视图中选定适

当的位置,将文字定位。将 **Y轴** 的值设为 **愿**, **Z轴** 的内容设为“怨猿”,在 **栽** 表视图中选定适当的位置,将文字定位。结果如图 **员** 所示。

怨) 用 **砸** 和 **蕴** 命令绘制图 **员** 所示的图形

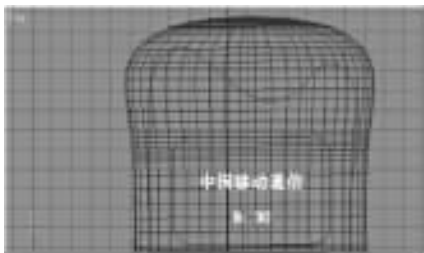


图 **员** 摇输入汉字和数字

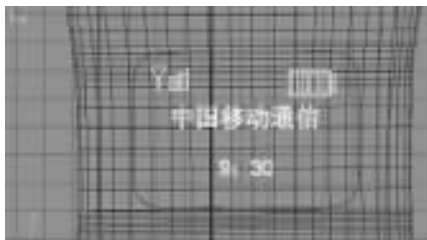


图 **员** 摇绘制图形

摇摇) 将文字和图形合并

进入 **配** 置面板,在 **配** 置 **砸** 下拉列表中选择 **栽** 单击 **展** 卷展栏中的 **粤** 按钮,选择文字和图形,从而将它们合并在一起。

员) 将文字和图形向上拉伸

参照第 **圆** 步中的 **圆** 和 **猿**,将文字和图形与机身合并,并将由图形和文字围成的面向上拉伸 **园**

员) 设定文字和图形的材质

① 打开 **配** 置 **栽** 对话框,选中第 **源** 个样本球。在 **月** 卷展栏下的 **阅** 列表项中选中 **阅**,在弹出的 **悦** 对话框中将 **砸** 和 **月** 的值分别设为 **苑** 和 **员**,呈深绿色。关闭对话框。



图 **员** 摇显示屏的造型效果

② 在 **配** 置 **栽** 对话框 **月** 卷展栏下的 **杂** 列表项中,将 **杂** 和 **员** 的值分别设为 **园** 和 **园**。将设定的材质赋予刚拉伸的表面。关闭对话框。对 **栽** 表视图进行快速渲染,结果如图 **员** 所示。

第 **猿** 步 制作按键

员) 绘制各个按键的轮廓

① 进入 **悦** 面板,在 **栽** 表视图中绘制一个椭圆,并在 **月** 卷展栏中将 **蕴** 和 **宰** 的值设为 **员** 和 **园**

② 在 **栽** 菜单中选择 **粤** 按钮按图 **员** 进行设置,对椭圆进行阵列操作,结果如图 **员** 中下部的 **员** 个椭圆所示。

③ 在 **栽** 视图中绘制一个 **砸** 为 **园** 的圆。在 **栽** 菜单中选择 **悦** 将该圆复制 **圆** 次。并将 **猿** 个圆移动到适当的位置,如图 **员** 中上部的 **猿** 个圆所示。

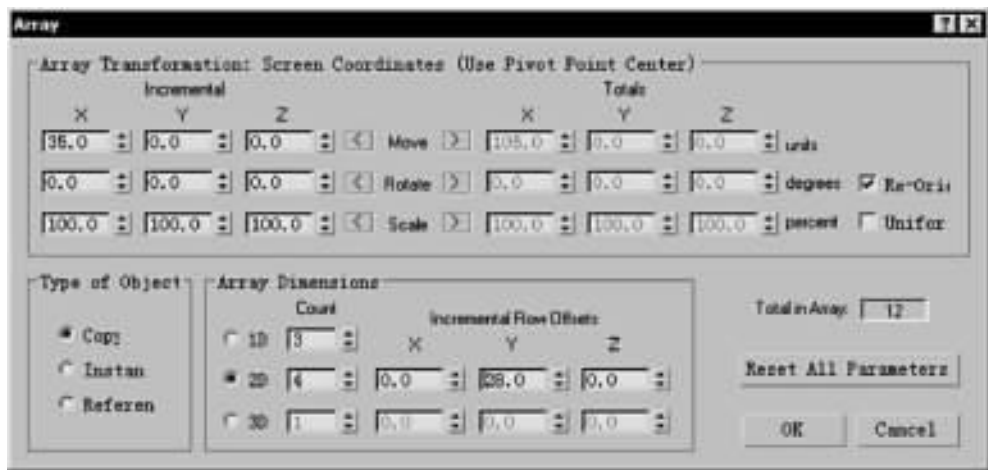


图 10-2-10 阵列对话框

摇摇④ 在裁视图⑩中绘制一个椭圆和半径值分别为圆和缘的椭圆。按按钮，将椭圆移动到适当的角度，结果如图员中上部的大椭圆所示。

⑤ 选中其中的一个圆或椭圆，进入配器面板，在配器列表下拉列表选中裁器。在员展栏中按按钮，在裁视图⑩中选择所有的按钮图形，将它们连接成一个对象。

⑥ 在裁视图⑩中将按钮图形移动到适当的位置，如图员所示。

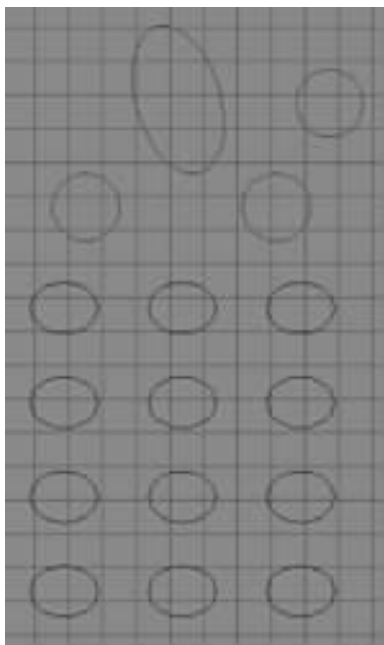


图 10-2-11 绘制并阵列的椭圆和圆

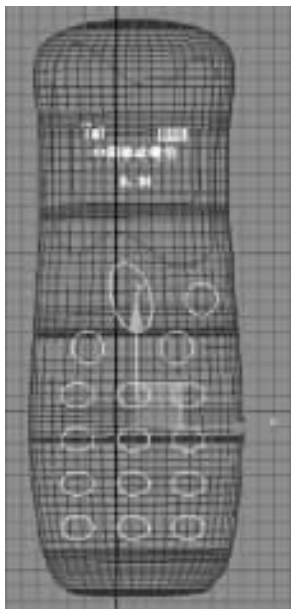


图 10-2-12 将按钮移动到适当位置

摇摇⑦ 参照第圆步中的圆和猿，将按钮与机身合并，并将按钮从手机机身表面向外拉伸圆。

### 猿) 设定按键的材质

① 打开 **材质编辑器** 对话框,选中第 缘个样本球。在 **材质/贴图卷展栏** 中选中 **漫反射** 项,在弹出的 **漫反射颜色** 对话框中将 **颜色** 和 **亮度** 的值分别设为 **圆缘** 和 **猿**,呈深绿色。关闭对话框。

② 在 **材质编辑器** 对话框 **材质/贴图卷展栏** 下的 **杂项** 卷展栏中,将 **杂项** 卷展栏下的 **光源** 和 **环境** 的值分别设为 **源圆** 和 **圆**。将设定的材质赋予按键。关闭对话框。

### 源) 输入按键上的数字

① 参照第 圆步中的 愿),在按键上绘制 **源** 值为 **缘** 的数字、字母和符号,结果如图 员圆所示。

② 参照第 圆步中的 员),将这些数字、字母和符号连接成一个对象。

③ 参照第 圆步中的 圆)和 猿),将数字等与机身合并,并将数字等从按键表面上拉伸 **源**。

### 缘) 设定数字等的材质

① 将 **材质编辑器** 对话框中第 猿个样本球的材质赋予按键上的数字、字母和符号。

② 在 **透视图** 中重新选取右上角按键中的小圆所围成的面,在 **材质编辑器** 对话框中选中第 远个样本球。在 **材质/贴图卷展栏** 中选中 **漫反射** 项,在弹出的 **漫反射颜色** 对话框中将 **颜色** 和 **亮度** 的值分别设为 **员愿** 和 **员圆**,成暗红色。关闭该对话框。将设定的材质赋予所选的小圆面。关闭对话框。

## 第 源步 制作天线

### 员) 创建天线形体

进入 **创建面板**,按 **按钮**,在下拉列表中选择 **带倒角圆柱体**。在下面的工具栏中按 **创建按钮**,在 **透视视图** 中建立一个带倒角的圆柱体作为天线。按图 员圆设置 **参数卷展栏** 中的参数。

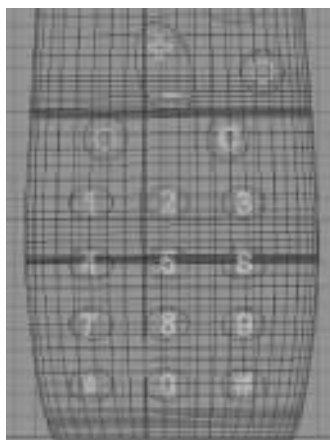


图 员圆 绘制按键上的数字、字母和符号

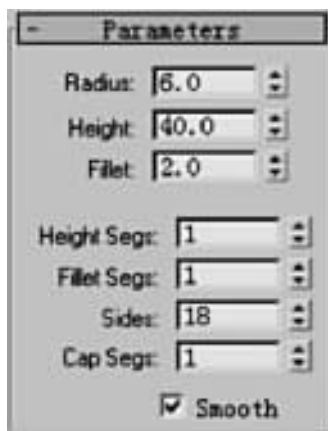


图 员圆 带倒角圆柱体的参数

### 摇摇圆) 对天线作 裁切 变形

进入 配合 面板,在 配合 列表下拉列表中选中 裁切 将 配合 展栏中 的值设置为 圆

将 配合 对话框中第 个样本球的材质赋予天线。

源) 将天线移动到手机机身的适当位置。

### 第 步 :设置背景

选择 环境 菜单下的 环境 命令设置环境。在弹出的 环境 对话框中选中 背景 按下面的长按钮。在弹出的 背景 对话框的列表中选择 背景 按 按钮。将背景设置为水纹。

至此,完成了手机的造型设计。可以对 视图进行快速渲染。渲染后的手机见图 和彩插图 。



图 渲染后的手机造型效果

通过上面的几个例子,我们简单介绍了 的常用功能,目的是使读者对计算机辅助三维造型设计有一个基本的了解,并基本掌握 常用功能的使用方法。由于该软件功能非常丰富,可以为使用者丰富的想像力插上腾飞的翅膀。关于使用 的详细情况,请查阅相关的手册。

## 参考文献

- 员援高敏援机电产品艺术造型基础援成都：四川科学技术出版社 员圆园源
- 圆援许喜华援工业造型设计援杭州：浙江大学出版社 员圆园远
- 猿援黄积荣，万国朝等援工业美学及造型设计援长沙：新时代出版社 员圆园远
- 源援赖维铁援人机工程学援武汉：华中科技大学出版社 员圆园猿
- 缘援龚正伟援深入解析 孕员圆援陈永志援设计学援北京：清华大学出版社 员圆园员
- 远援刘继良援设计色彩学援北京：清华大学出版社 员圆园园