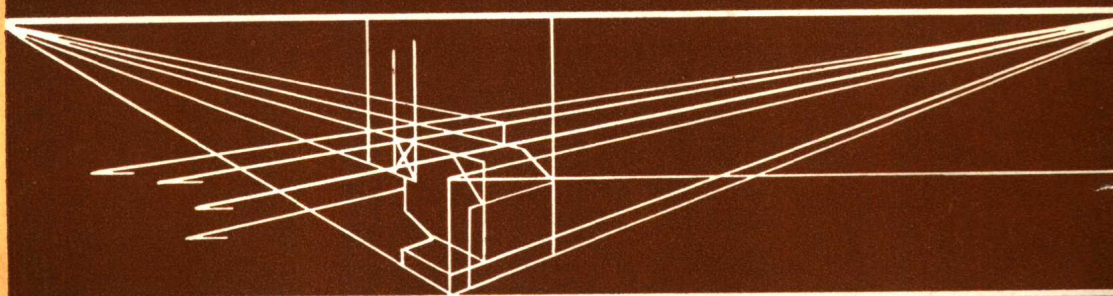
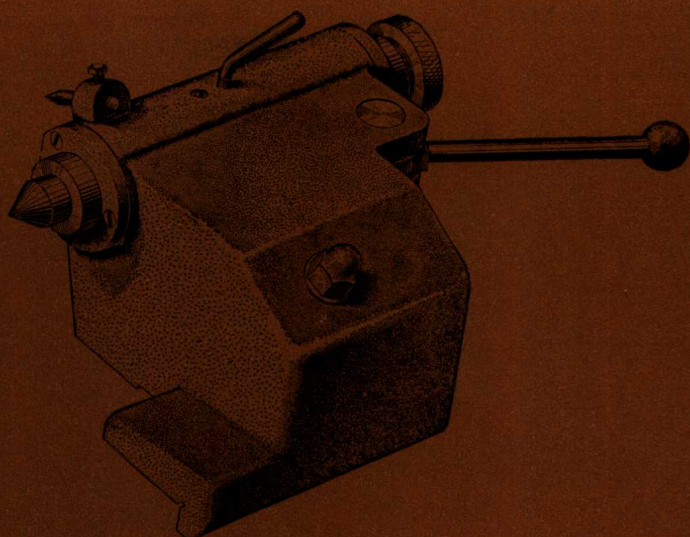




GONGCHENGHU-
A



工程绘画

李国生 何代珅 编著

工 程 绘 画

李 国 生 何 代 珉 编 著

湖 南 科 学 技 术 出 版 社

工 程 绘 画

李国生 何代斌 著

责任编辑：何信媛

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1982年12月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：4.5 插页：8 字数：100,000

印数：1—9,400

统一书号：15204·89 定价：1.00元

前 言

“适用、经济、在可能条件下注意美观”，是我国的基本建设方针。它阐明了经济建设中的功能要求、技术条件与艺术形象三者之间的辩证统一的关系。因此，它也适用于一般的工程建设。所以，工程师和工艺师除了必须掌握有关功能、技术方面的专业知识以外，还必须掌握一定的美学知识与绘画技能。

但是，在过去相当长的一段时间里，由于受到“左”的思潮的影响，认为“美”是资产阶级思想的一种表现，因而忽视了产品艺术性方面的要求，这方面的参考资料更是无处问津，以至有关工程技术人员在工程美术方面得不到应有的锻炼和提高，甚至后继乏人。

随着我国“四化”建设的深入发展，以及人民生活水平的日益提高，对各种产品的质量及花色品种提出了更高的要求。另一方面，工业产品进入市场，特别是进入国际市场，不仅要依靠产品自身的“货真价实”和优美的造型魅力，同时还要依靠产品说明书和商品广告的艺术渲染与艺术夸张，才能打开销路。因此，如何提高产品造型设计和产品说明书以及商品广告的艺术性，也就成为当前有关部门的设计、绘图人员所非常关心的问题。

《工程绘画》也就是这样的一门学科：概括来说，它是应用于工程方面的一种绘画艺术。通过工程绘画的系统学习，可以使读者获得一定的美学知识和绘画技能，使读者获得绘制具有一定专业特点的图画的能力。如：产品造型设计过程中的效果图、使用维修说明书中的结构图、商品广告中的外观图等。

具体来说，《工程绘画》包括如下的内容：

第一章，介绍工程绘画的基础知识。编者认为，素描也是工程绘画的基础。通过素描的技术训练，可以有效地提高人的观察能力，审美观念和表现手段，有利于掌握阴影、透视的确切概念。

第二章，介绍工程绘画所实用的轴测图法和透视图法。这是为了正确地画出物体的立体形象所必须掌握的理论与方法。工程绘画不同于一般绘画，其特征之一也就表现在这里。

第三章,介绍阴影的基本理论,和各种单色润饰方法及其效果。在工程绘画中,通常是假定物体处在阳光的直接照射之下,根据不同的需要而运用不同的方法去刻划出物体的光影效果的。

第四章,介绍色彩的基本知识,和彩色润饰的基本技法及其效果。用彩色进行润饰,可大大地提高画面的表现效果,和增加描绘对象的艺术感染力。

在编写方法上,本书力求章节分明,通俗易懂,以适应既可为有一定基础的人员参考,也可初学者启蒙的需要。此外,在题材方面尽量做到宽广一些,在技法方面尽量做到多样一些,以照顾各个行业的特点。

本书是受湖南省工程图学学会的委托而编写的。在编写过程中,得到了中国工程图学学会制图技术专业委员会的支持;在文献资料方面也得到了湖南大学机械造型及制造工艺美术研究室梁子安同志的协助。对此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,本书必定有许多缺点错误,敬希读者批评指正。

湖南大学 李国生
何代斌

1982年5月

目 录

第一章 工程绘画的基础知识

§ 1-1 概述	1
§ 1-2 工具及其运用	1
一、铅笔及其运用	
二、炭笔、木炭条及其运用	
三、钢笔及其运用	
四、鸭嘴笔及其运用	
§ 1-3 直观透视	6
一、眼球与透视	
二、空间感的表示	
三、透视的几个名词解释	
四、直观透视图的画法	
§ 1-4 明暗与质感	9
一、物体的物理属性和几何属性	
二、影响物体表面明暗层次变化的因素	
三、物体表面明暗调子的分布规律	
四、质感的刻画	
§ 1-5 构图	11
一、构图及其心理作用	
二、构图的基本法则	
§ 1-6 实物写生和非实物写生	13
一、实物写生	
二、非实物写生	

第二章 实用轴测图法和透视图法

§ 2-1 轴测图法概述	17
§ 2-2 正轴测图	17
一、正轴测图的轴间角和轴向缩短系数	
二、正轴测图的种类	
§ 2-3 平行于坐标面的圆的正轴测图	20
一、长短轴的方向和长度	
二、共轭直径的确定	
三、画椭圆的方法	
§ 2-4 物体的正轴测图	24
§ 2-5 斜轴测图	25
一、斜轴测图的轴间角和轴向缩短系数	
二、平行于坐标面的圆的斜二测图	

三、斜轴测图画法举例	
§ 2-6 透视图法	27
一、透视原理和基本术语	二、透视图的种类
三、根据正投影图作透视图	四、角度、视距和视高的选择
五、怎样画透视轮廓	六、利用几何作图方法直接作透视图

第三章 单色润饰效果

§ 3-1 概述	36
一、阴和影	二、润饰
§ 3-2 轴测图中的阴影	38
一、习用光线	二、基本体的阴影
三、组合体的阴影	
§ 3-3 正投影图中的阴影	41
一、基本体的阴影	二、组合体的阴影
§ 3-4 透视图中的阴影	43
§ 3-5 单色润饰	43
一、三大面	二、五调子
三、明暗层次	四、退晕变化
五、焦点与虚实	六、色调明暗的处理
§ 3-6 润饰的方法	48
一、用铅笔或炭笔描绘	二、用水墨渲染
三、用墨水描线	四、用墨水洒点
五、平涂块面	六、用水粉颜料或油画颜料单色润饰
§ 3-7 实例分析	52

第四章 彩色润饰效果

§ 4-1 色彩的基本知识	57
一、色彩的来源	二、色彩三属性
三、原色、间色和复色	四、色彩的对比与调和
五、色彩对人们的心理作用	六、颜料的种类及特性
七、常用颜料	
§ 4-2 色彩的调配与运用	61
一、关于色彩的调配	二、画面色调和明暗关系的处理
三、调和色与对比色的运用	
§ 4-3 彩色润饰技法与实例	62
一、水粉颜料(广告颜料)润饰技法与实例	二、油画颜料润饰技法与实例
三、水彩颜料润饰技法与实例	四、素描淡彩润饰技法与实例

工程绘画的基础知识

§ 1—1

概述

工程绘画是用来表现有关工程的造型设计或结构性能的图画,广泛应用于产品设计、维修和使用说明书,科技书籍插图,教学挂图以及机电产品广告中。它具有一定的专业特点,主要是对画面形象的准确性和真实感要求较高。例如不允许出现歪曲工程实物的含混不清的轮廓。可以说,工程绘画是工程制图与绘画艺术相结合的产物。

因此,工程绘画在绘画方法上有的需要使用制图描图工具,有的可以徒手自由绘制;在绘图理论上既要求绘图者掌握一般工程制图,特别是轴测投影、阴影透视的知识,也要求绘图者熟悉有关素描和色彩方面的知识。

本章介绍有关工具及其运用,以及有关素描的基本知识。

§ 1—2

工具及其运用

一、铅笔及其运用

大家知道,用铅笔绘画比较容易把物象刻划得准确和细致,这是由于铅笔画易于修改,和较易得出多种明暗层次的色调。所以,初学者宜先学习画铅笔画。

铅笔的软硬用代号B和H表示。它的软硬是否适宜对画图工作影响很大。其一般选用原则如下:

画轮廓线和画明暗层次中最亮的和淡灰的地方,宜用B、HB或H的铅笔。

画暗部和中等灰色层次,宜用2B~4B的铅笔。

画最暗和较粗的轮廓线宜用4B~6B的铅笔。但由于5B、6B这两种铅笔铅芯的颗粒容易脱落而弄脏画面,使用时应倍加注意,最好尽量少用。

对于需要刻划细致的画面,不宜使用太软的铅笔。

铅笔的削法视需要而定,对用于轮廓要求准确和刻划细致的画面,宜削成锥形;对用于较大的画面和衬大面积的明暗层次时,则宜削成凿形。

为了使铅笔运用自如,可经常做如图1—1所示的线条练习:

1. 用卧笔或偏锋平涂各种浓淡和不同方向的线条(图a、b)。
2. 用中锋画各种带弧形或放射状的线条(图c)。
3. 用偏锋平涂各种连续的交叉线,这种不同方向交叉线的角度必须恰当,不要画成正交,

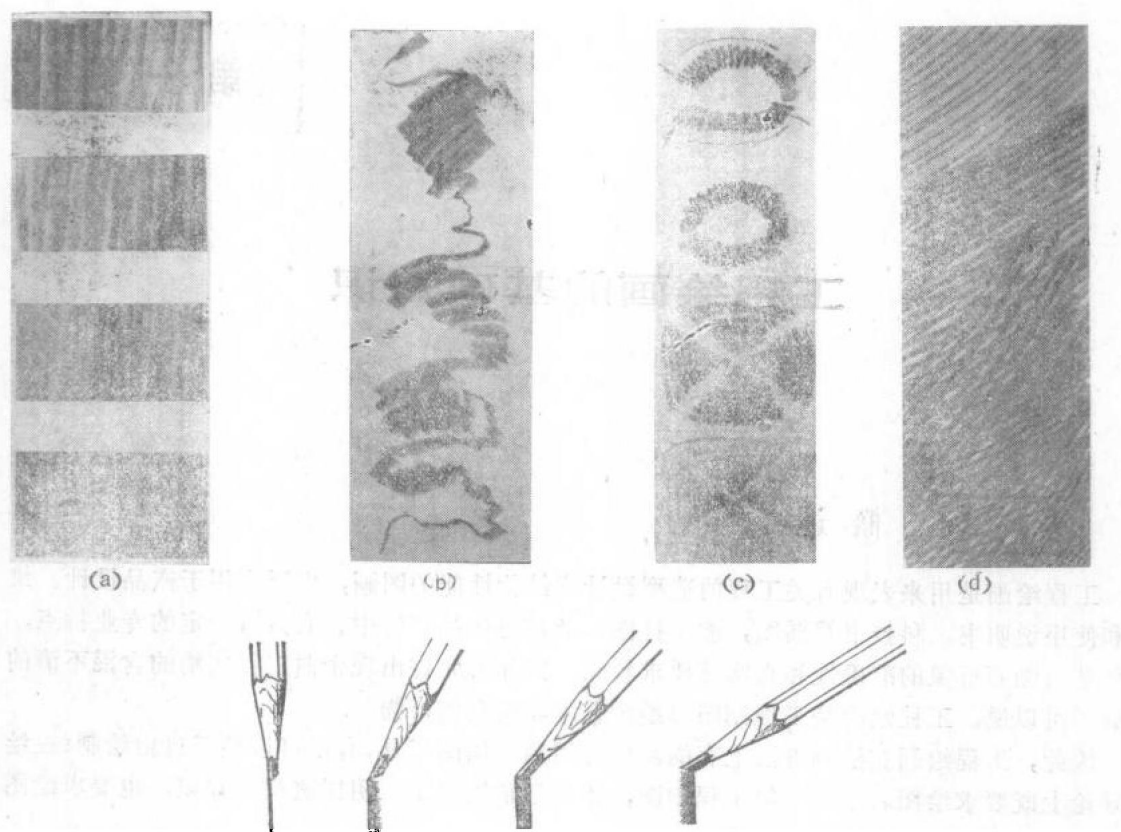


图1-3

目与木板(图d)。

3. 用锥形铅笔画有阴阳面的不同浓淡的线条(图e) 作写生实习时,常需要根据描绘对象的特点而应用这种带阴阳面的线条。

图1—3所示为运用上述各种线条画出的写生画。

徒手画出的各种线条,均要求灵活、轻快而不生涩。因此,绘图者必须掌握正确的执笔手势和画线方法(图1—3):

1. 画横线从左而右(图a)。

2. 画竖线从上而下(图b)。

画斜线时手势如图c。这种执笔方法灵活性最大,运笔时,手掌可朝上或朝下,手腕可随意摆动。

3. 对人体明暗及平涂各种线条时,可用图d的手势。这种执笔可摆动整个手臂,如果画面较大,可把笔握长些,当画面较小而线条又要求画得较浓时,则可把笔握短些。

4. 画长线条时,眼睛宁可朝着前进的方向而不可盯住运动着的笔尖。

二、炭笔、木炭条及其运用

1. 炭笔 炭笔的特点是色黑,质地松软,一般只有一种软硬规格。画线方法及执笔手势与铅笔相同,但所画线条的浓淡、粗细完全由用力的轻重和握笔的角度而定。运用时,既可用线条的形式,也可用皴、擦和平涂的形式。

2. 木炭条 木炭条多用柳枝或櫻木烧制而成,它一般用于作大型画面的轮廓,由于不坚

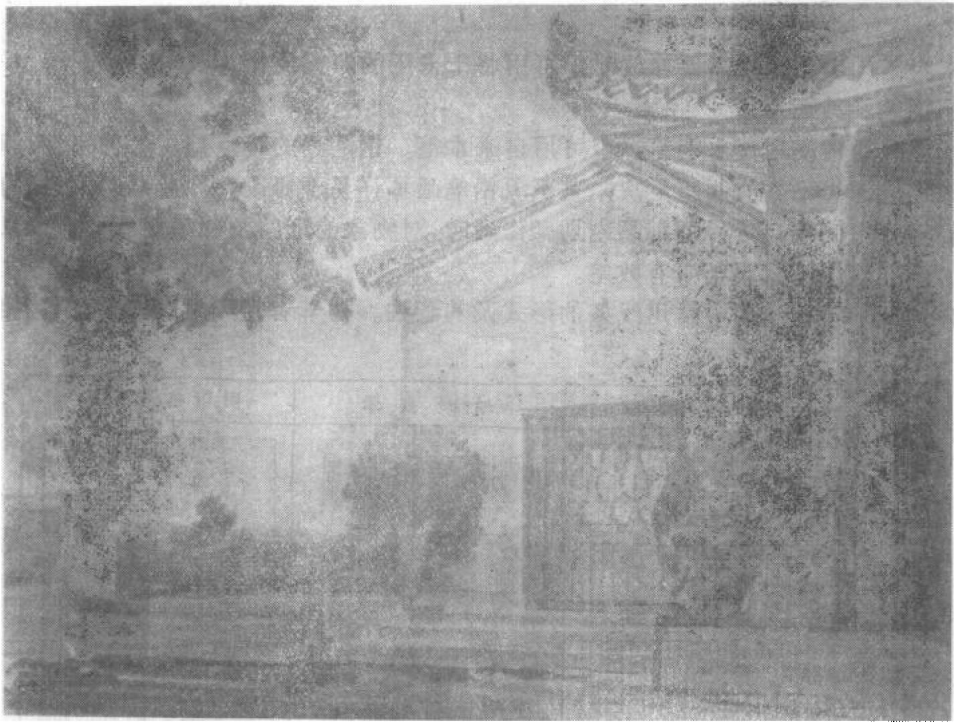
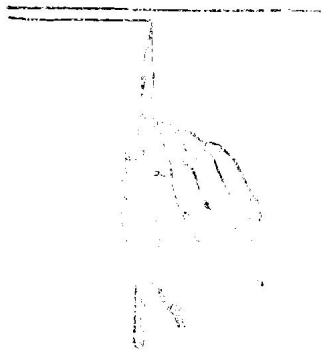


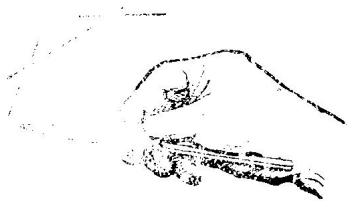
图 1



(a)



(b)



(c)



(d)

条松软，炭粉容易脱落，故木炭画画完后必须喷洒定着液（例如松香酒精溶液），使炭粉固定在纸面上。

用木炭条画出的图线需要修改时，可用将干未干的海棉或馒头吸附。

三、钢笔及其运用

画钢笔画通常使用蘸水钢笔，也可用自来水笔。钢笔画的特点是用各种粗细、疏密不同的线条来组成深浅不同的明暗层次，它不象铅笔画那样易于修改。因此，画钢笔画前必须先用铅笔轻轻打出底稿，然后用钢笔刻划。作画时，对物象的形状及明暗层次要有确切的判断，即做到“意在笔先”，才不至于有败笔。

图1—4所示为钢笔画中常用线条的形式及其画法。初学者宜经常进行绘画各种线条的练习。

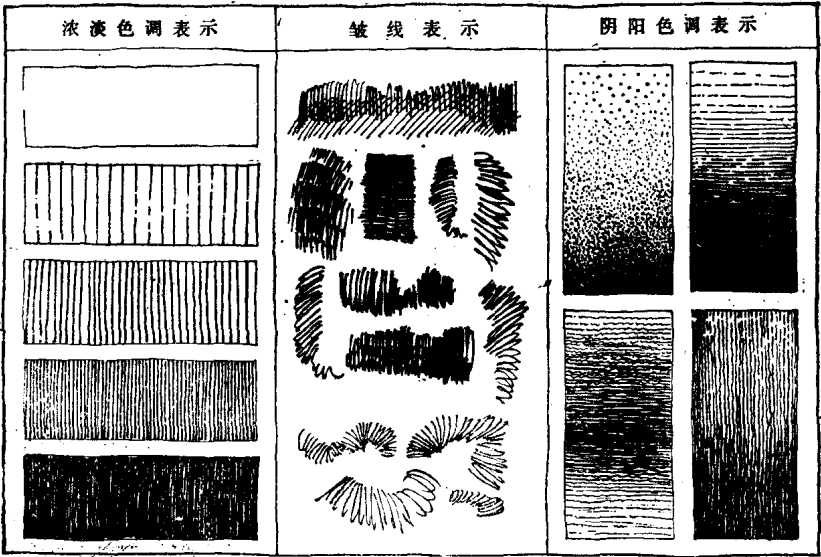


图1—4

画铅笔画、木炭画用的纸，要求纸面纹路稍粗，质地结实而不易被橡皮擦破；而画钢笔画用的纸，则以纸面光洁，吸水性较强者为好。

四、鸭嘴笔及其运用

鸭嘴笔为上墨、描图的基本工具，一般靠在直尺上或装在圆规上使用。

鸭嘴笔以能够画出细而光洁的线条者为佳。要做到这一点，首先，鸭嘴笔的两叶钢片要较薄且有一定的刚度。过尖、过钝或磨损后的笔尖都难以画出满意的图线，分别如图1—5a、b、c所示。

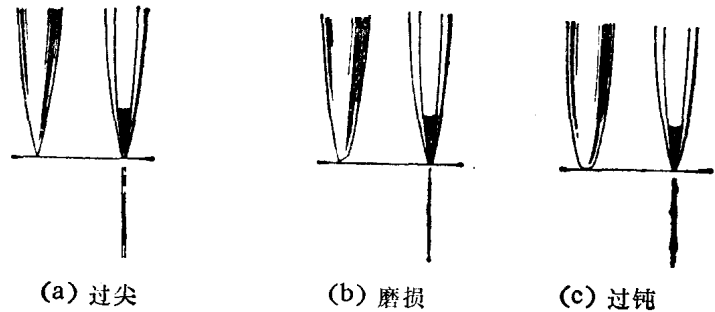


图1—5

修磨笔尖可在800粒白油石或500*金相砂纸上进行,手势如图1—6a、b所示:1. 首先修正笔尖的外形轮廓; 2. 然后磨薄刃口。

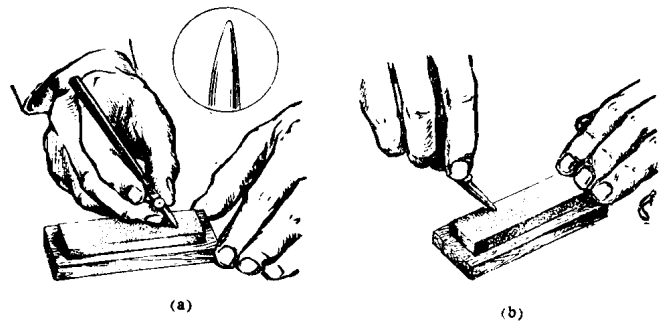


图1—6

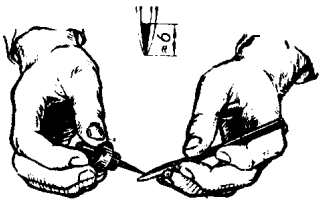


图1—7

往鸭嘴笔上灌墨时应使用附在墨水瓶盖上的吸管 (图1—7) 或小蘸水钢笔。灌墨高度不宜超过6毫米。画线时在前进方向上笔杆应保持约30°的倾斜度 (图1—8a); 在另一方向上则

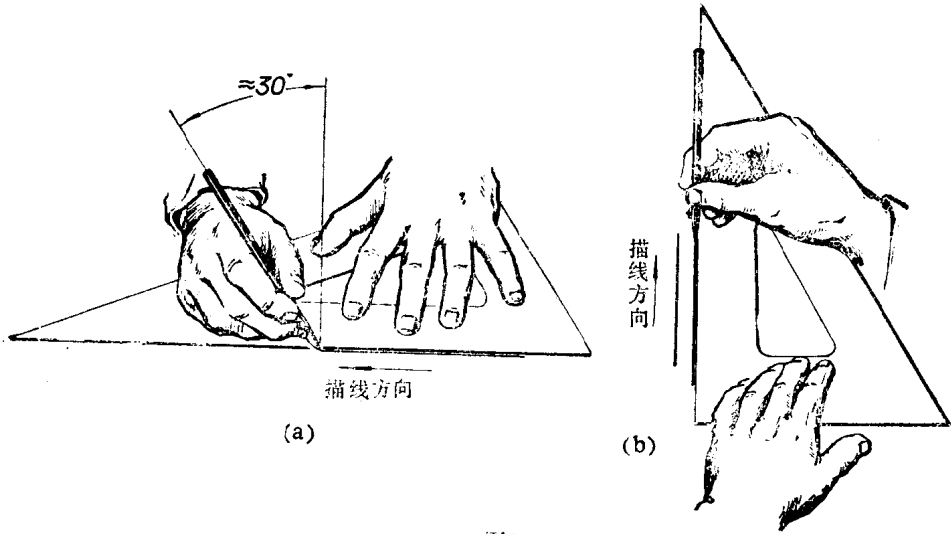


图1—8

应处在垂直于图纸的平面内 (图1—8b、1—9a)。图1—9b、c为不正确使用鸭嘴笔时的情形。

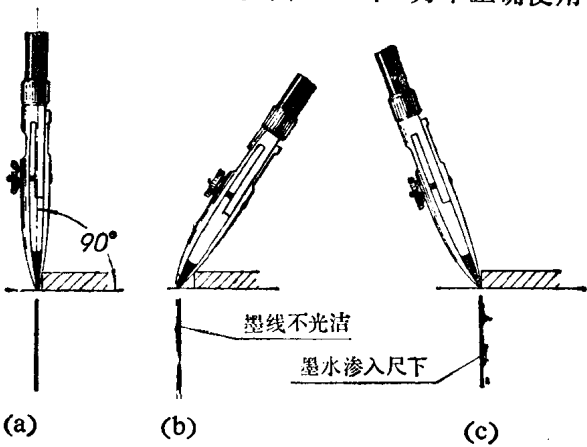


图1—9

使用绘图墨水笔可以提高上墨和描图的速度，尤其是用来描绘椭圆等非圆曲线，效果更好。但所画出的图线不如鸭嘴笔的细腻和光洁。图1—10所示为绘图墨水笔的结构图和外形图。

§ 1—3

直观透视

一、眼球与透视

我们平时观察物体时所看到的近大远小等现象，称为直观透视。它是由于物体在光线的作用下，反射光线通过眼球水晶体，使实物反映在视网膜上的结果。如图1—11所示，当第二根同样长短的电杆B所产生的视角小于第一根电杆A的视角时，在眼球视网膜上所反映电杆B的长度，就比电杆A的长度短

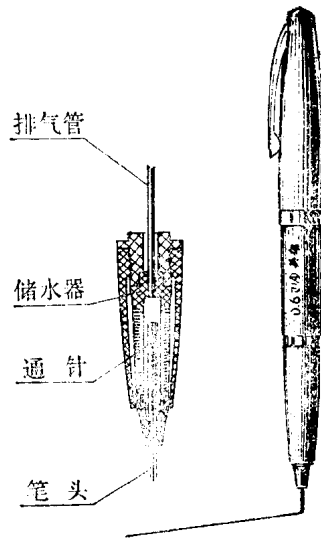


图1—10

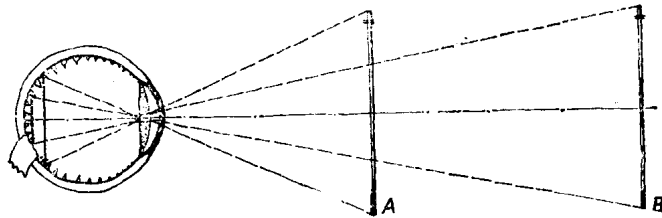


图1—11

一些。如果电杆B以外还有无数根电杆存在，它们将会愈远愈短，直至消失于一点。又当我们站在平直的轨道上观察逐渐远去的两根平行的钢轨时，也会看到同样的现象。

二、空间感的表示

自然界所有物体都各自占有一定的三度空间，因而产生前后远近的不同位置，所以，画图时必须按透视现象把它们描绘下来，才能获得真实的空间感；反过来说，要在画面上表示出物体的空间感，就必须如实地反映出下列的透视现象：

- 1. 形的透视 即近大远小、近宽远窄、近长远短而最后消失于一点的透视现象。
- 2. 色的透视 即近者轮廓清晰、远者轮廓模糊，近者颜色鲜明、远者颜色灰淡的透视现象。产生这种现象的原因有很多。例如：光线的强弱，空气中浮游的灰尘和水蒸气，以及人的视力有限等。关于这个问题，一般注意得较少，本书后面还要讨论。

三、透视的几个名词解释

1. 视角 亦称视圈或视野，即由视点（眼睛）散射出的视线所形成的锥顶角 θ （图1—12a）。人眼视线的最大视角大致为 60° ，而清晰的范围仅是 30° 左右。 30° 以外的物体，角度愈大物象愈昏晕。因此，画透视图（实物写生）时，视点位置不要小于主体物高或宽的2倍左右的距离上（图1—12b）。对于较小的物体，距离的倍数还应大一些，才能符合一般的视觉习惯。

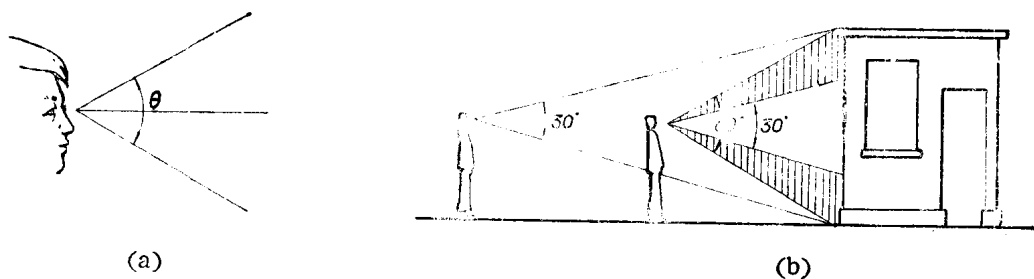


图1—12

2. 视平线 视平线是假想与地面平行的一条水平直线。它的高度等于观察物体时人眼离开地面的高度,反映在画面上也是一条水平直线。物体上与视平线高度相同的水平轮廓,反映在画面中必与视平线重合。不同高度的视平线将获得不同的透视效果(见图1—14)。

3. 消失点 或称灭点,前面说过,物体的透视现象,愈远愈小,最后消失于一个点。例如站在平直的轨道上观察两根平行的钢轨,延伸到远处时就好象汇聚于一点。这个汇聚的点称为消失点。物体上一组互相平行的水平轮廓线,其消失点必在视平线上。例如图1—13所示,将小屋的屋脊、屋檐、墙基延长出去时,都汇聚于视平线的一点上(左边的消失点在图纸范围外)。

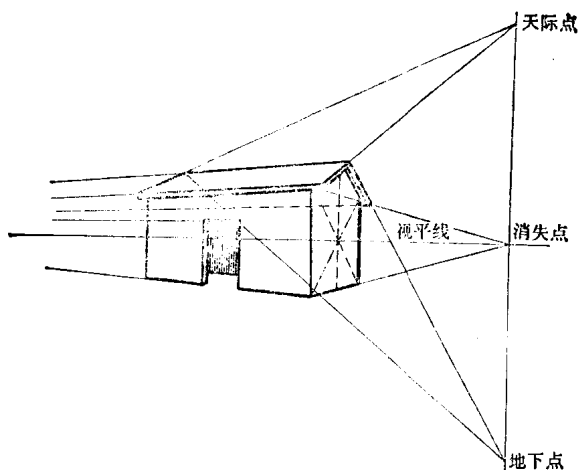


图1—13

至于物体上各组倾斜的平行线,它们也有各自的消失点。凡前高后低的平行线,其消失点必在视平线的下方,这种消失点称地下点;凡前低后高的平行线,其消失点必在视平线的上方,这种消失点称天际点。在图1—13所示的情况下,由于前后屋面坡度、屋檐高度彼此相等,所以它的天际点、消失点、地下点同在一竖直线上;且天际点到消失点的距离,与消失点到地下点的距离相等。

由此可见,视平线和消失点对绘制透视图具有特别重要的意义,它制约着所有的各种平行线。

但视平线和消失点的位置怎样确定,在直观透视中只能靠目力测量和凭直观视觉作出判

断，在理论上的探讨将在第二章中再作研究。

四、直观透视图的画法

1. 一点透视 图1—14a所示为三个形状相同的类似于城门的物体的一点透视图。其中左上图是视平线重合在物体的底平面上，而站在偏右的位置上正对着前方观察时的结果。此时物体的正面形状不改变，正面上的和平行于正面的轮廓线在图中没有消失点，而只有垂直于正面的轮廓线，在图中延长时才汇聚于视平线上的同一个消失点上。这个消失点亦为通过人眼的视锥轴线与画面的交点。因此，这个点在透视学中也叫做心点。即在这种情况下消失点与心点重合，这是一点透视的特点。

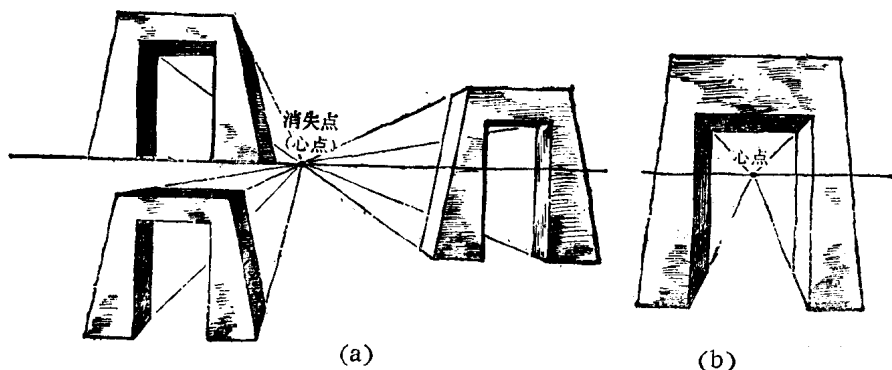


图1—14

图1—14a中的左下图是视平线高于物体，即站在右上角的位置上正对着前方观察时的结果；图a中的右图则是视平线约在物高的一半上，而站在偏左的位置上正对着前方观察时所得的结果。

图1—14b所示仍然是同一物体，但观察时所站的位置恰好在物体中部的正前方，此时，同样有正面形状不改变和消失点与心点重合的结果。

2. 两点透视 图1—15a所示为站在物体的右前角并略高于顶面的位置上，对着物体观察时所画得的透视图。这时物体上长和宽两个方向的水平线分别汇聚于视平线的左、右两个消失点上。在直观透视中，这两个消失点的位置需要通过周密的观察、分析，才能很好地确定出来。这两个消失点的位置判断得愈准确，就愈能得到良好的直观透视效果。

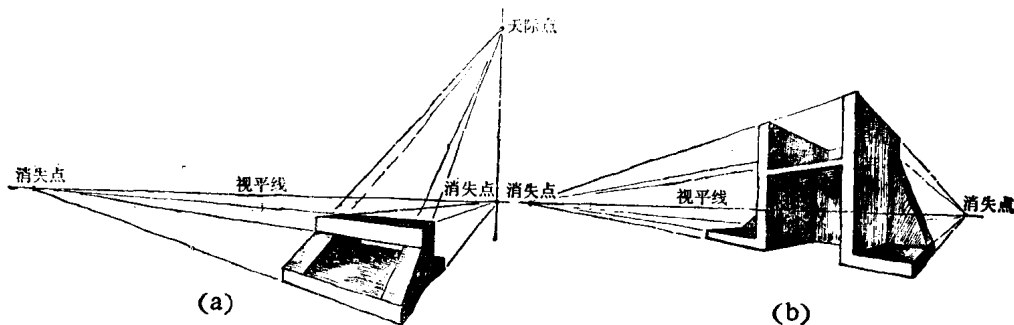


图1—15

在两点透视中，物体上垂直于地面的轮廓线一般仍画成竖直线。而前低后高或前高后低的平行线则分别消失于天际点或地下点上。

图1—15b所示为视平线位置约在物高三分之一处的两点透视。

§ 1—4

明暗与质感

一、物体的物理属性和几何属性

我们日常接触的物体，根据其组成材料的不同可具有各自的质地标志。例如木材的木纹、金属材料的色泽、石膏制品的洁白和玻璃的透明性质等，这些性质叫物体的物理属性。若根据其占有三度空间情况的不同，则又可具有各自的形状标志。例如棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、球和环等，这些性质叫物体的几何属性。

物体的这些物理属性和几何属性，对光的反应各有不同，对光线的吸收和反射的能力各不一样。因此，当要描绘某一物体时，首先必须了解该物体的这两种属性，然后才能根据光线对物体的照射方向，刻划出物体表面的明暗调子和层次。

二、影响物体表面明暗层次变化的因素

光线照射到物体表面上，使物体表面产生不同的明暗调子和层次。随着光线照射方向的改变，明暗调子和层次也跟着改变。因此，画图时应选择好光线的照射方向。这是主要的。光源选定之后，也还有一些因素影响物体表面明暗层次的变化。虽然这些变化相对调子来说是微小的，但是如果忽略了它，也将会不同程度地削弱画面的表现效果。

在现实空间中，我们视力所感觉得到的影响物体表面明暗层次变化的因素有下列几种：

1. 光照的强度和光照是否均匀；
2. 光源的性质和与物体的距离；
3. 光线对物体表面的照射角度和光线的折射；
4. 物体所处的周围环境和受反光的影响；
5. 物体的物理属性和几何属性及其固有色；
6. 空气潮湿和灰尘饱和度的情况；
7. 观察者与物体的距离和观察时视觉的聚焦作用等。

当我们充分考虑了上述各种因素，把客观物体如实地（也可能经过主观加工）反映到画面上时，就能得到比较满意的富有真实感的画面来。

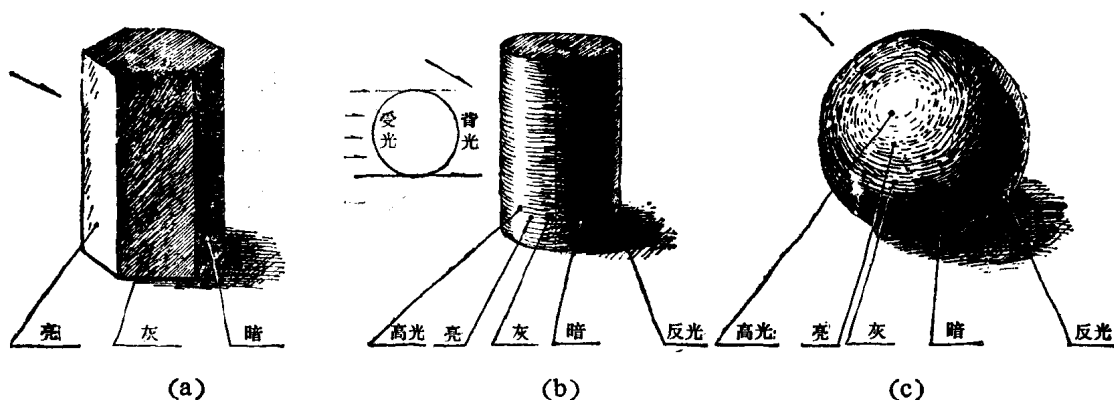


图1—16

三、物体表面明暗调子的分布规律

1.在不同的时空条件下,物体表面的明暗调子将发生不同的变化,或为明亮,或为灰暗。但尽管如此,我们仍然可以从这些变化中找到一些共同的规律。大家知道,任何物体都占有三度空间的一部分。在既定光线的照射下,受光的表面为亮,背光的表面为暗,介乎两者之间的表面为灰。中国绘画中有一句术语:“石分三面”,也就是这个意思。例如图1—16a所示,光线从六棱柱的左侧照射,根据受光情况的不同,六棱柱三个侧面的明暗分布分别为亮、灰、暗三个不同的调子。同时,由于这些表面又受到如前所说的某些因素的影响,它的明暗调子又有一些微小的层次变化。总之,对一个平面立体的明暗来说,一般要包含有亮、灰、暗三个调子,这样才不致于使画面呆板得像剪贴一样。

2.当所要描绘的物体的表面为曲面时,由于曲面受光的情况是逐渐变化的。因此,其明暗亦随之逐渐变化,所以调子较多。除了受光面亮,背光面暗,中间过渡部分为灰外,背光部分还因受外界环境的影响而出现反光。即是说,一个完整曲面的明暗,可大致地依次分为高光、亮、灰、暗、反光五个调子,如图1—16b、c所示。

但是应当注意,当光线照射的方向改变时,曲面的明暗调子分布亦将随之改变,甚至出现五个调子不全的情况。同时,明暗色度的深浅,也是与周围环境相比较而存在的,同一曲面的亮灰(介于亮与暗之间的灰)与暗灰(介于暗与反光之间的灰),在一般情况下后者的色度要比前者深一些。但有时在特殊环境中,由于强烈的反光,也可能使暗灰比亮灰亮。因此,关键仍然是认真观察,不分析不比较就不可能得出符合所处时空环境的明暗调子和层次来。

四、质感的刻划

在工程绘画中,把物体表现在图纸上的任务,除了形象之外,有时还要把构成该物体的材料质地刻划出来,使人能从画面上辨认出该物体的物理属性。图1—17(见插页第1页)所示分别是玻璃制品、木材制品、金属制品和陶器的图例。

若要在同一画面上刻划各种不同质地的材料,问题往往要复杂一些。此时可作如下的分析比较:

1.各种材料固有色之间的色度比较 当多个材料不同的物体放置在一起时,在色度上存在着谁衬托谁的问题。例如图1—18(见插页第2页)所示,设将石膏、玻璃、木材、铝金属和黑色金属等多种材料不同的物体叠放在一起,它们的固有色各不相同。在涂明暗时既要把各种材料的固有色表现出来,又要使它们作相互比较而存在。图中为了衬托出位于前面的铝皮带轮,因而把石膏模型的暗面色度稍微加深;但为了明显地表示出固有色为黑色的齿轮泵填料函,又不得不把石膏模型的部分色度画得灰淡一些。

2.各物体表面对光线的吸收和反射情况的比较 例如图1—18中,光线射到石膏模型表面之后,其反射出来的光线对周围物体必然发生影响,这种影响对黑色表面和暗面更为显著。其他如石膏模型落在玻璃表面上的倒影,和一物体落在另一物体表面上的落影等。这些倒影和落影都随物体表面对光线吸收和反射的情况变化而变化。一般来说,在光洁表面上的落影和倒影清晰些,在粗糙表面上的落影模糊些。

3.环境色与物体固有色之间的色度比较 例如背景色度深还是物体固有色的色度深?处理这种关系不仅是刻划质感的任务,也是关系到物体空间感的刻划。如果这个关系处理不好,画面就会呆板得象把纸片贴在墙壁上一样。一般来说,适宜用色度较深的背景色去衬托出固有色较浅的物体;或者反过来用较浅的背景色去衬托出固有色较深的物体,如图1—18所示。