

一、概 述

物体在一定方向的照射下，因其形状关系，各表面被照明的程度不尽相同，有明亮和阴暗的差别。若能在所绘制的立体图样上，比较准确地反映出这些差别，就会使图样的立体感更强。立体图样描阴法就是研究如何用描线或打点等方法，在立体图样上较真实地表现出受光体各表面的明暗差别，藉以增强图样的立体感。图 1 是物体的立体图，如果在它的各表面上画出描阴线，显示出不同的明暗情况（象图 2 那样），就能加强图样的立体感。从这两个图例的比较中，我们不难看出用描阴法来处理立体图样的实际意义了。

表现图示物体各表面不同明暗度的方法甚多，其中有的是不便于直接制版印刷的，如油画、水彩画、水粉画、素描、炭精画等等，都需经过网纹照相以后才能制版，并且要按色度深浅，分色套印，方能取得较好的效果，印刷过程比较麻烦。便于制版印刷的描阴方法，约有以下五种。

1. 细线描阴法 用平行细实线的间隔大小表示明暗，间隔大的表示明面，间隔小的表示暗面，如图 3a 所示。

2. 网线描阴法 以相交细实线的格子疏密表示明暗。格子疏的，表示明面，格子密的，表

示暗面，如图 3 b 所示。

3. 变线描阴法 用改变线条的粗细和间隔表示明暗，线条细且间隔大的地方，表示明面，

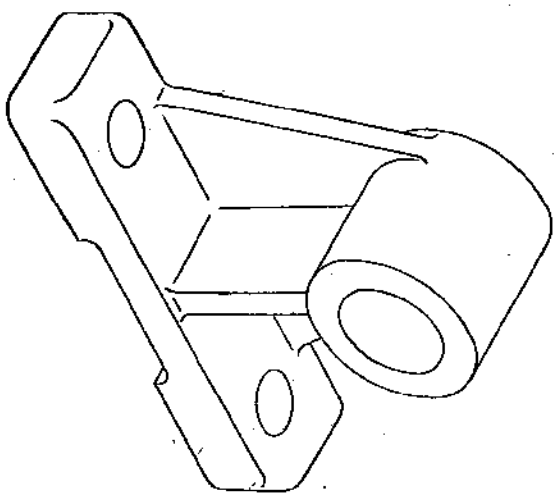


图 1

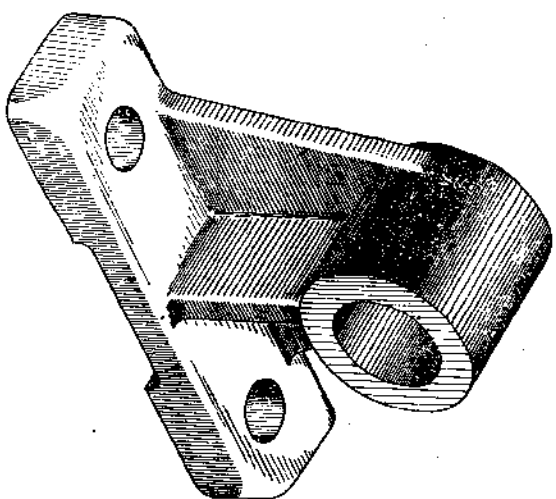


图 2

线条粗而间隔小的地方，表示暗面，如图 3c 所示。

4. 打点描阴法 用点出稀密分布不同的小点表示明暗，明的地方，小点稀疏，暗的地方，小点密集，如图 3d 所示。

5. 打点涂黑描阴法 用打点和涂黑表示明暗，打点处明，涂黑处暗，如图 3e 所示。

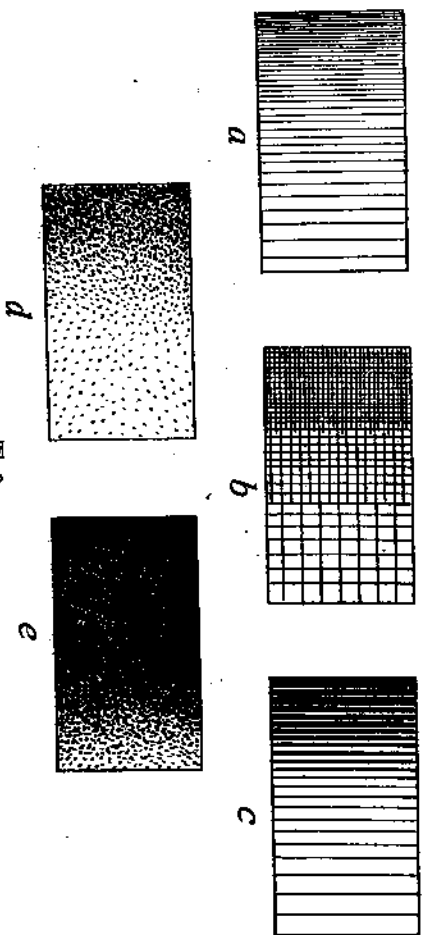


图 3

在应用上述各种方法时，应考虑图示物体的材料性质、自然色调和表面的粗糙程度等因素，选择适当的方法或综合使用某些方法，才能取得较好的效果。例如玻璃器皿，具有光亮透明的

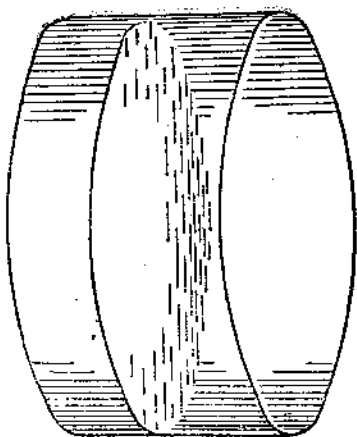


图 4

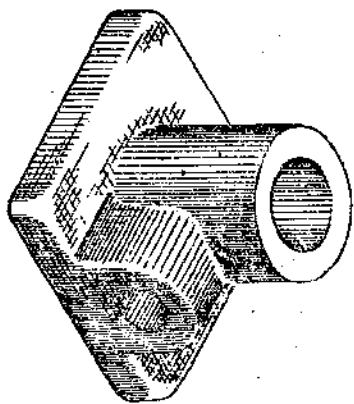


图 5

性质，可用细线描阴法处理，效果较好，如图 4 所示。对于教学中使用的一般木质模型，可以将细线描阴法和网线描阴法综合起来使用，如图 5 所示。如果材料本身的色度深，而表面又比较光滑，如黑色的塑料，可以采用变线和涂黑的方法来处理，如图 6 所示。对于一般的机械零件，不加工的铸造面，可用打点描阴法；加工的光洁面，用细线描阴法或变线描阴法，看起来就比较真实，如图 7 所示。如果表面是涂了黑色皱纹漆的，采用打点涂黑描阴法较为适宜，如图 8 所示。可见，根据不同情况，选用适合的描阴方法，不仅能增强图样的立体感，也能增加

图样的质感。

这里顺便指出，材料本身的颜色深浅，只能在相等强度的光线条件下，才能得到正确的比较。因为黑色的物体在强光下可以比白色的物体在阴影中的色度更浅。所以，只有在相同的条件下进行比较，结论才是正确的。

由于上述的各种方法，均采用描线、打点和涂黑等来表现明暗，这对印刷制版来说是很有利的。因此，在许多工程科技书籍中，广泛采用这些方法。

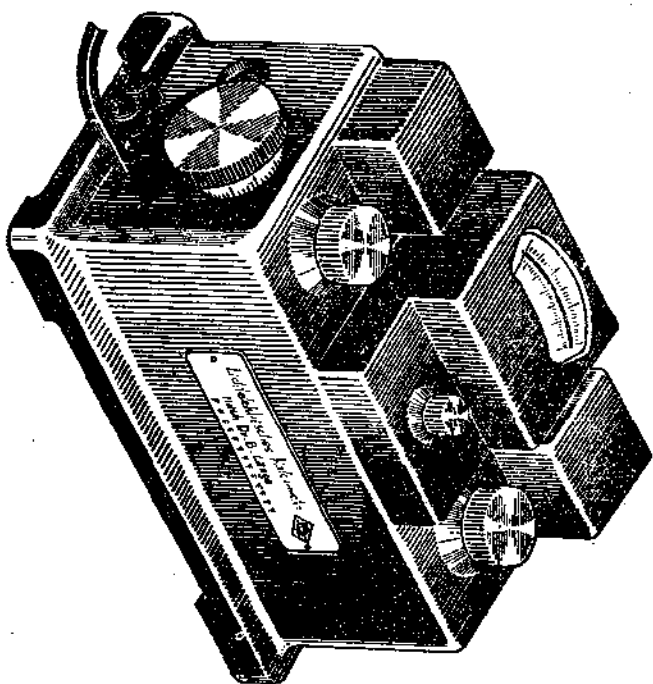


图 6

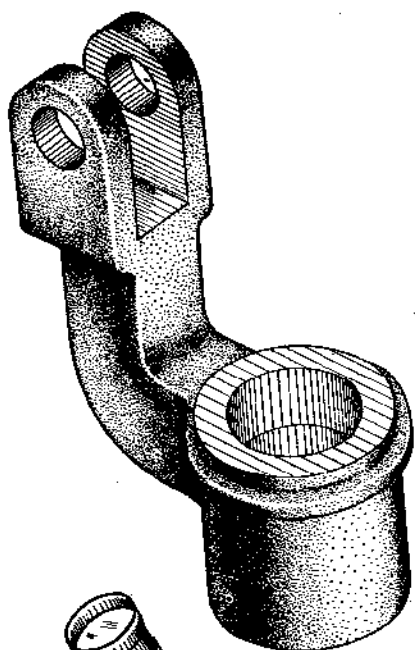


图 7

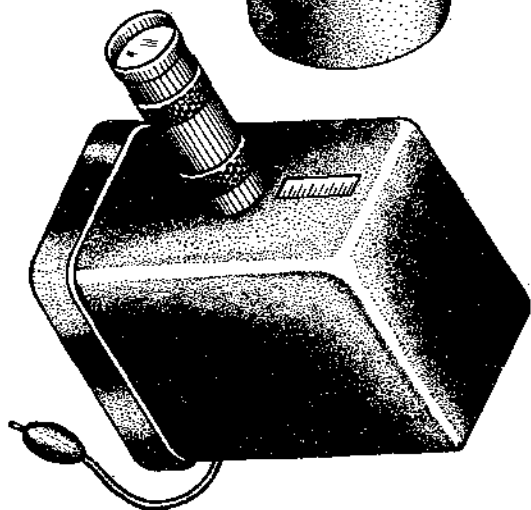


图 8

二、描阴法中的常用光线

光线对物体形状的起伏，有着很密切的关系。为了使受光体表面明暗分配得当，更好地表现出物体的立体形状，作描阴处理时，一般假定等强度的平行光线，从某一固定的方向照来。这种假想相等强度的平行光线，在描阴法中，叫做常用光线，简称常光。例如图 9 中，正立方体的前面和底面，分别与正面投影面和水平投影面平行。常光的方向，就是与正立方体的前面左上角和后面右下角所连的对角线相平行。因此，常光在三个投影面（正面、水平面和侧面）上的正投影 S 、 S' 和 S'' ，与投影轴所夹之角均为 45° ，如图 10 所示。这种光线与投影面之间所构成的体系，叫做常光体系。作描阴处理时，一般均假定将物体处在常光体系中，根据常光的方向来区分图示物体各表面的不同明暗情况。因此，对图样进行描阴时，首先要解决的问题，就是常光的方向问题。

常光的方向是人为规定的，上面所假定的常光方向，主要是考虑到受光体表面的明暗分配适当。其次也考虑到绘图时和室内采光的方向基本上一致，这样更符合画图和看图的习惯。因此，在一般情况下，我们都采用常光，作为单光源来进行描阴处理。在特殊情况下，也可以根据实际需要另行设置照明光线的方向，必要时甚至还可以采用辅助光源等等。但是，这些毕竟

都是不常用的方法，对于初学者来讲，最主要的是掌握在常光下如何区分各表面的明暗。

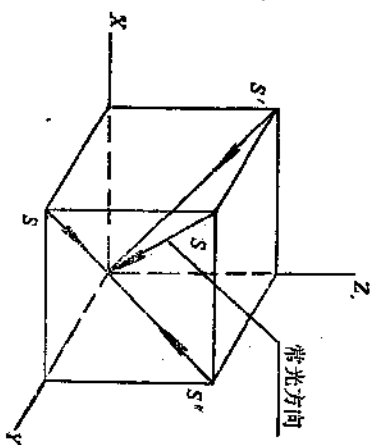


图 9

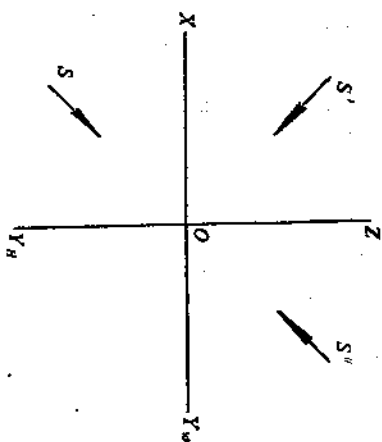


图 10

三、视明点、视明线和视明面

讨论图示物体表面上的视明点、视明线和视明面，其目的在于确定受光体表面的最明亮部位，即高光区域。所谓“视明”，是相对于观察者所处的视点位置而言。当观察者站在某观察点上，所能看（视）到的最明亮部位，则是视明部位。

大家知道，照射于物面上的光线，其入射线与反射线应在法线两侧，并与法线共面，此外，入射线与法线的夹角（入射角）等于反射线与法线所夹之角（反射角）。因此，照射在平坦表面上的平行光线，其反射线亦互相平行，如图 11 a 中所示，这种现象叫做同向反射；如果互相平行的入射线遇上曲面或凹凸不平的表面，则反射线的方向各不相同，这种现象叫做异向反射，如图 11 b 中所示。

鉴于上述，我们可知，处在常光体系中，物面上的理论明点、明线和明面，应该是在常光的入射线与反射

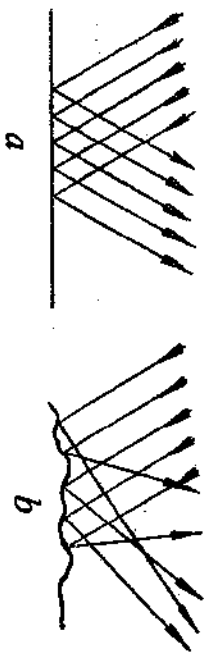


图 11

线相重合的地方，即迎光的部分。但是，描阴法不采用这种理论明点、明线和明面，而采用依据观察者的视点而变化的视明点、视明线和视明面。

为什么视明部位(视明点、视明线和视明面)会跟随观察者的视点不同而改变呢？关于这个问题，只要弄清楚视明部位是怎样确定的，就不难理解这些视明部位为什么同观察者的视点有关。以下着重介绍怎样确定受光物体表面上的视明点、视明线和视明面等问题。

1. 视明点 在常光体系中，球、椭球等表面上，观察者所看到的最明亮部位，从概念上讲，只是一个点，即视明点。视明点的位置与观察者的视点有关，好比观察者站在球体的正前方，按照这种视线所看到的最明亮之点，乃是通过该点的反射线直接映入观察者的眼帘，故该点就是视明点所在之处。

怎样在图上定出视明点的位置呢？例如要在图 12 中定出球面上的视明点，只需求出过球面上的某一点，它的反射线与正面投影面垂直即可。因为这时候通过该点的反射线恰好与观察者的视线平行，而且方向相反，所以它直接映入人目，人们可以看到该点闪闪发光，它就是所要确定的视明点。我们可以应用画法几何学中投影变换的方法，很容易就求出该点的位置，见图 12 中所示(如果读者未学过画法几何学，可按下面推荐的近似方法来定出视明点的位置)。从图 12 中不难看出，视明点的位置与观察者的视点有关。当观察者位于球体的上方或侧面时，所看到的视明点的位置是不同的。图 13 是不同位置的视明点，画了描阴线后的球体图样。

从上述确定视明点的方法中，我们可以发现，在常光体系中，当观察者的位置不变时，不同直径的球体表面上的视明点，总是落在与水平成 45° 的球体直径上(参看图 12)。而且跟球

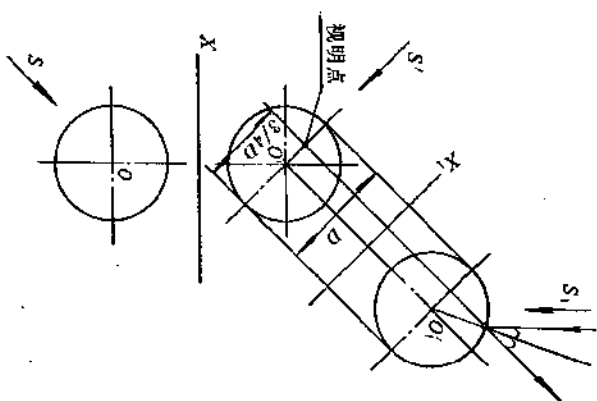
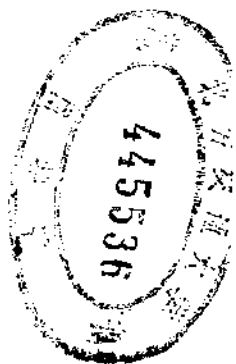


图 12

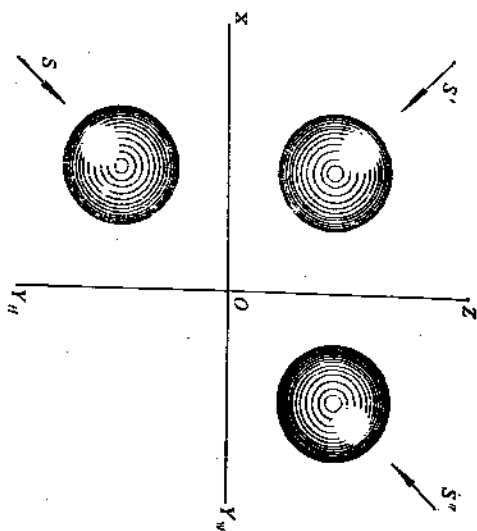


图 13

体的直径长度成一定的比例关系。这样，为了简化作图，球面上的视点，可推荐近似地取在与水平成 45° 角的球体直径 D 的 $\frac{3}{4}$ 处，见图 12 中所示。若是内球面，则应取在相反的位置。

2. 视明线 在圆柱、圆锥等表面上，不仅仅是一个视明点，而是由无数个视明点，按一定方向所组成的视明线。在视明线上，所有点的反射线，皆与观察者的视线平行，而且方向相反，是一条闪闪发光的线。在实际生活中，我们常常看到一些金属的圆柱表面上，有一条很亮的光带，那就是视明线所在的位置。以下从两方面讨论有关视明线的问题。

(1) 在平面图上确定视明线。回转曲面，一般可以在它的平面图上，施以描阴，示出明暗，也能使图样具有立体感，如图 14 所示。

现以圆柱面为例，介绍在平面图上近似地确定视明线的方法。图 15 表示处在常光体系中圆柱体的两个投影，当观察者处在圆柱体的正前方时，确定其视明线的方法如图中所示。从该图的水平投影中可以看出，常光 S 过 a 点的反射线与观察者的视线平行，且方向相反，即直接映入人目。所以由 a 点所确定的一根圆柱面上的素线，就是视明线。具体的作图步骤如下（参看图 15）：

过圆心 O 作一直线 Ob 平行于常光的水平投影 S ，

作 $\angle bOc$ 的分角线与 O 圆交于 a ， a 点即是视明线的重影点；

根据 a 点即可定出圆柱表面正面投影中的视明线。

图 16 中的 (a)、(b) 分别表示观察者处在不同位置时所求得的视明线。从图 15 和图 16 (a) 中我们发现，两圆柱所据的位置虽然不同，但它们的视明线位置却是相同的。这是特殊情况，对于圆锥来说，就不存这种情况。图 17 表示圆锥面上几种不同位置的视明线并加描阴处理后的图样。

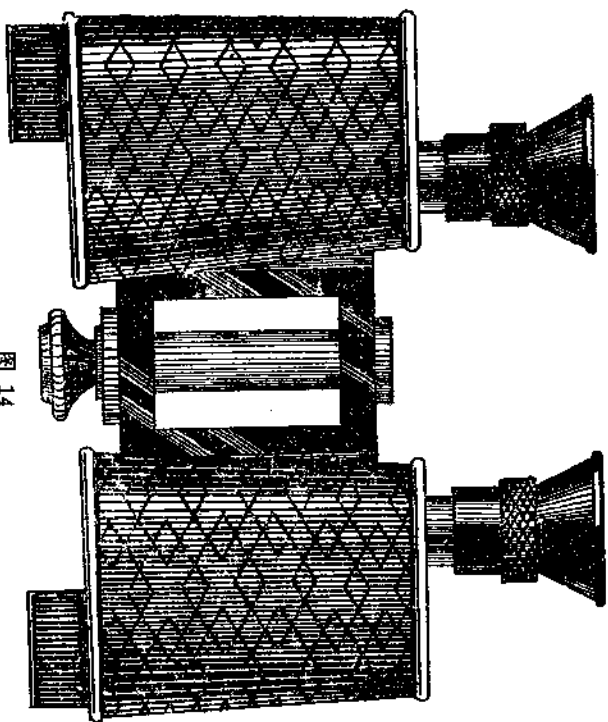


图 14

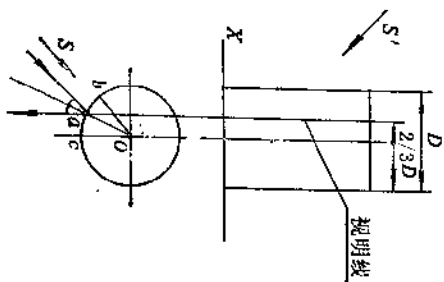


图 15

为了画图简便，不论圆柱面或圆锥面，视明线的位置均可推荐取在圆直径 D 的 $\frac{2}{3}$ 处，如图 15 和图 17 中所示。若是内柱面或内锥面，则应取在相反的位置。

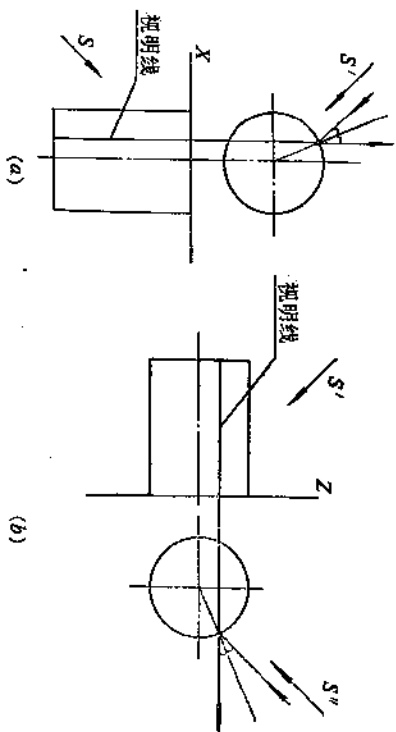


图 16

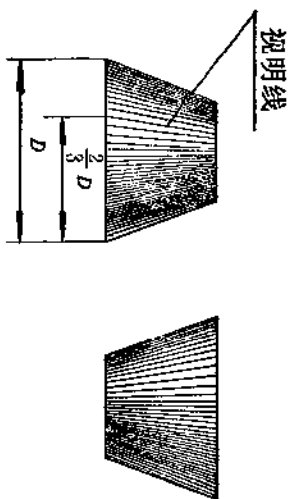


图 17

(2) 在立体图上确定视明线。上面讨论了在平面图上确定视明线的问题。讨论的结果告诉我们，确定视明线的位置是根据在圆周上找到一点(参看图 15)，过该点的反射线与观察者的视线平行而且方向相反，近似地定出视明线的位置。因此，在立体图上确定视明线的问题，也可以近似地认为在椭圆圆周上找出一一点，使过该点的反射线与观察者的视线平行而且方向相反即可。怎样在椭圆圆周上定出这一点的位置呢？例如图 18 中所示的情况，我们可以用平面解析几何的方法来确定。通过解几组方程，就可定出椭圆圆周上 B 点的位置(具体的解法略)。

求出 B 点以后，过 B 点引一条圆柱面的素线，就是所要确定的视明线。

在实际应用中，如果每次都要通过解方程来定出视明线，的确太麻烦了。因而，为了简化作图，节省绘图时间，对于圆柱或圆锥的立体图样，其视明线的位置，我们推荐近似地取在椭圆长轴 A 的 $3/4$ 处，如图 18 中所示。若是内柱面或内锥面，则应取在相反的位置。

图 19 中的 a 、 b 分别表示圆柱面和圆锥面几种不同位置视明线的立体描阴图样，供读者绘图时参考。

3. 视明面 如图 20 中四棱柱的左棱面，即是视明面。由于同向反射的缘故，该面上任何点的反射线的水平投影，均与观察者的视线平行，且方向相反，故可近似地认为它是视明面。

视明部位是图示物体表面上的最明亮部分，亦称高光区。它

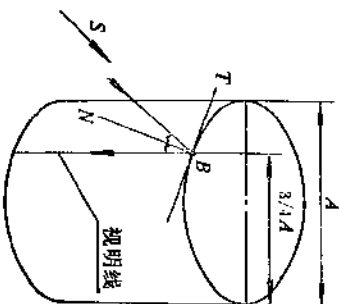


图 18

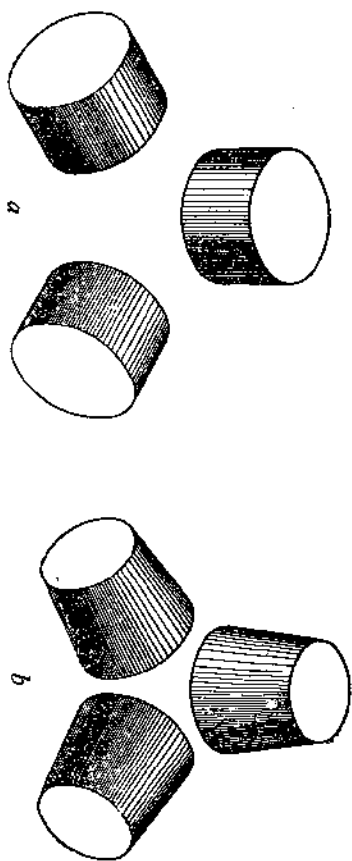


图 19

是观察者观察受光体时闪闪发光的部位。因而，视明点、视明线和视明面，也可形象地称之为辉点、辉线和辉面。但是，不论取什么名称，其实质问题是该部位的反射线朝着观察者的方向，即观察者所能看到的最明亮部分。

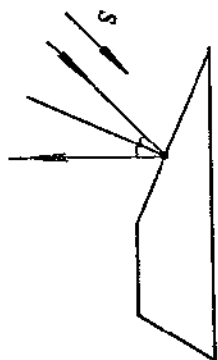


图 20