

主编 李 诚

世界科普经典文库

趣味的物理 (中)

KEPUJING
DIANWENKU

内蒙古人民出版社

世界科普经典文库

趣味的物理

中 册

内蒙古人民出版社

目 录

一	速度和运动	1
二	重力、杠杆、压力	16
三	介质的阻力	44
四	旋转运动、“永动机”	56
五	液体和气体的性质	70
六	热的现象	103
七	光 线	127
八	光的反射和折射	134
九	一只眼睛和两只眼睛的视觉	169
十	声音和听觉	211
十一	力学的基本定律	225
十二	力、功、摩擦	245
十三	圆周运动	267
十四	万有引力	289
十五	乘着炮弹旅行	305
十六	液体和气体的性质	312
十七	热的现象	365

世界科普经典文库

十八	磁和电	395
十九	光的反射和折射、视觉	420
二十	声音、波动	482

九 一只眼睛和两只眼睛的视觉

在没有照相术的时候

照相，在我们的日常生活里早已成了一件最平常的事情，因此，我们根本没法想象我们的祖先，即使是离开我们并不久的祖先，是怎样在没有照相术的条件下生活的。狄更斯在《匹克威克外传》里写了一个故事，说100年前英国某一个国家机关在画一个人的容貌时候的滑稽情形。事情发生在匹克威克被送进的那所债务监狱里。

通知匹克威克先生说，他要留在这里，等着懂得这种窍门的人们所谓“坐着让人画像”的仪式完成。

“坐着让人画我的画像！”匹克威克先生说。

“把你的肖像画下来啊，先生，”胖狱卒说，“我们这里都是画像的能手，这一点你应该早就知道。不一会儿就画好的，而且都很像。请进来吧，先生，不要拘束。”

匹克威克先生同意了这个邀请，坐下来；那时候站在椅子背后的山姆对他耳语说，所谓坐着画像，在这里应当了解它的含义：

“这是说，先生，那狱卒要仔细观察看你的面貌，以便把你跟别的犯人辨别清楚。

好戏开场了。那个肥胖的狱卒随意望了望匹克威克先生。另

外一个狱卒坐到这个新来的犯人面前，全神贯注地注视着。第三个狱卒还一直跑到匹克威克的鼻尖前面，聚精会神地一一研究匹克威克的特征。

最后，肖像画好了，匹克威克先生接到通知说，现在他可以进监狱了。

更早以前，这种“像”是用各部分特征的“清单”代替的。你记得普希金的《波里斯·戈都诺夫》里，在沙皇的命令里提到葛里戈里，说“他身材矮小，胸脯宽阔，两手略有长短，蓝眼红发，颊额各有一痣”。现在呢，只要附一张照片，就一切都解决了。

很多人还不知道应该怎样看照片

照相术还在 19 世纪 40 年代就渗进我们的生活里来了，虽然当时还只是用金属板来拍摄的（所谓银板照相法）。这种拍照方法的最大缺点在于被拍的人一定要长时间坐在照相机前面——往往要坐上几十分钟……

而群众对于可以不要画家就能够得到自己照片这一点，也认为过分新奇，而且近于奇迹，因此并没有很快就相信。在一本古老的俄国杂志（1845 年）上，对这个问题有一段极有趣的记述：

许多人到现在还不肯相信银板照相法果真能够拍出照片来。有一次，一位衣冠楚楚的人跑去拍照，店主人请他坐下来，校正了玻璃，装好一块板，看了看钟，就走开了。店主人在室内的时候，这位想拍照的人一动不动地端坐在那里；但是，店主人刚一走出房门，这位客人为了急于看到自己的照片，认为没有继续端坐的必要，就站了起来，嗅了嗅鼻烟，仔细看了看照相机的四面，把眼睛凑近到玻璃上，然后摇了摇头，说了声“这玩意儿真怪”，就在室内来回地踱起方步来。

店主人回来了，他吃惊地停在门旁边，喊了起来：

“你怎么啦？我对你说过，要端坐在那里啊！”

“是呀，我是坐着呀。我只是在你出去之后才站起来的。”

“那时候你还是应该坐在那里的呀。”

“噢，我为什么要无缘无故地坐在那里呢？”

读者一定以为我们现在对于照相已经不会有这样幼稚的看法了。其实，即使在今天，许多人对照相还并没有多少了解，譬如说，就很少有人知道拍好的照片应该怎样看。你一定以为这根本没有什么怎样看的问题：把照片拿在手上看就是了。但是事实上并不这么简单。照片跟许多日常接触的东西一样，虽然接触很多，但是我们却不知道正确对待它。大多数的摄影师和爱好摄影的人——更不用提一般群众——在看照片的时候，完全不是用正确的方法看的。知道照相术已经将近 100 年了，竟还有不少的人不知道应该怎样看他的照片。

看照片的艺术

照相机在构造上说，等于一只大眼睛：在它的毛玻璃上显出的像的大小，要根据透镜跟被拍物体之间的距离来决定。照相机拍下来的底片上的像，就跟我们用一只眼睛（注意：一只眼睛！）放在镜头的位置上所看到的相同。因此，假如我们想从照片上得到跟原物完全相同的视觉上的印象，我们就应该：

1. 只用一只眼睛来看照片，
2. 把照片放在眼前的适当距离上。

如果我们用两只眼睛看照片，我们一定会看到前面只是一幅平面的图画，而不是有远近不同的图画。这一点是不难理解的。因为这是根据我们视觉的特性看到的现象。我们看一个立体的东西，两眼视网膜上所得到的像是不相同的，右眼看到的跟左眼看

到的并不完全一样（图 111）；正是这个不完全一样的像，才使我们能够感觉到东西是立体的而不是平面的，在我们的意识里会把这两个不同的像融合成一个凸起的形象（大家知道，实体镜就是



图 111 把手指放在眼前很近的地方，左右两眼所看到的情形

根据这个道理造成的)。假如在我们面前只是一个平面的东西，譬如一堵墙壁，那时候情形就完全不同，那时候两只眼睛会看到完全相同的像，这样我们的意识里就知道它是平面的。

现在我们就可以明白，假如我们用两只眼睛来看照片是犯了什么样的错误，这样做就等于我们要自己感觉到前面是一幅平面的图画！我们把应该只给一只眼睛看的照片交给两只眼睛看，就妨碍了自己看到照片上应该看到的東西，因此，照相机这么完善地照出来的像，就给这个大意的行动完全破坏了。

应该把照片放在多远的地方看

第二条规则也同样重要，——应该把照片放在眼前的适当距离上来看，否则，也要破坏正确的形象。

这个距离究竟应该多大呢？

如果要得到一个完全的印象，照片所夹的视角应该跟照相机的镜头望到毛玻璃上的像所夹的视角一样，或者也可以这样说，应该跟照相机的镜头望到被拍的东西的视角一样（图 112）。从这里可以找到应该把照片放在多远来看的答案：这个距离和原物离

开镜头的距离的比，应该跟照片上的像和物的长短的比相等。换句话说，我们应该把照片放在眼前大约等于镜头焦距的距离上。

假如我们注意到大多数小照相机的镜头焦距多是 12~15 厘米，那我们就可以知道，我们向来没有把照片放在正确的距离上来看：对于正常的眼睛，看东西最清楚的距离——明视距离——大约是 25 厘米，这个数目几乎等于照相机镜头焦距的 2 倍。至于挂在墙壁上的照片，因为人们都是从更远的距离上来看的，自然也只给人一种平面的感觉了。

只有患近视的人（以及能够在近距离看得清楚的孩子们），他们的明视距离比较短，在用正确的方法（用一只眼睛）看一张普通照片的时候，才会看到这种效果。他们按习惯把照片拿在眼前 12~15 厘米的地方，因此他们看到的不是单纯平面的图画，而是像在实体镜里看到的那种立体形象了。

现在我相信读者一定会同意，过去由于自己的无知，没有能够从照片上得到它所能提供给我们的全部效果，以致时常埋怨照片的呆板平淡。全部问题在于我们没有能够学会把眼睛放在照片前面有的适当距离上，而且用了两只眼睛去看那种只预备给一只眼睛看的東西。

放大镜的惊人作用

方才我们说过，患近视的人会把照片上的像看成立体的。那么，有正常视力的人要怎么办呢？他们不能把照片放得离眼很近。还好，幸亏放大镜帮助他们解决了这个困难。如果透过一面放大率 2 倍的放大镜去看照片，他们就很容易得到方才所说的患近视的人所得到的便利，就是可以不必使两眼过分紧张就能够看出照片的立体形象。这样看到的照片上的像跟我们通常从远距离用两只眼睛所看到的照片上的像，有极大的不同。这个看普通照

片的方法，几乎可以代替实体镜。

为什么用一只眼睛透过放大镜看照片，会看到它的立体形象，现在已经明白了。其实这事实是早已知道的，但是对于这个现象的正确解释，我们听到的却还不多。《趣味物理学》的一位读者在这个问题上写信给我说：

下次再版的时候，请讨论一个问题：为什么透过普通放大镜看照片会呈现立体现象？我的意见是，所有实体镜的一切复杂解释，都是经不起批评的。你用一只眼睛向实体镜望去，不管理论怎么说，看到的还仍旧是立体形象。

读者现在当然已经明白，这个事实一点也不会使实体镜的理论有什么动摇。

玩具店发售的“画片镜”也是根据同一原理制造成功的。用一只眼睛透过这个小巧玩具里的放大镜来看里面的普通风景照片，已经可以得到立体的形象了。一般还喜欢把照片里比较前面的物体剪出来，放在照片前面，我们的眼睛对于近距离物体的立体形象是很敏感的，而对于那比较远的物体的立体形象感觉是比较迟钝，因此整个立体形象也就更加强了。

照片的放大

能不能让正常的眼睛不用放大镜就能正确地看到照片上的立体形象呢？这是完全能够的，只要拍照的时候用一只焦距大一点儿的镜箱就行了。根据以前各节所说，只要用焦距 25~30 厘米的镜箱，拍出的照片就可以拿在普通的明视距离上来看（用一只眼睛）——这时候照片就会显出适当的立体形象。

我们还可以拍这样的照片，使你即使用两只眼睛从远距离来看，也不是平面的形象。我们前面已经说过，如果左右两眼从一个物体上得到两个相同的形象，就感到这是一个平面的画面。但

是这种两眼看到的差别随着距离的增加很快地减低下来。实验告诉我们，用焦距 70 厘米的镜箱拍出来的照片，直接用两只眼睛看仍旧可以看得出立体形象。

但是，要照相机全都是长焦距的，也是一件很不便当的事情。因此我们再提出另外一个办法，就是把普通照相机拍得的照片放大。照片经过放大以后，看照片的正确距离也随着加大了。譬如把焦距为 15 厘米的镜箱拍得的照片放大 4 倍或 5 倍，那就可以得到所要求的效果了：放大以后的照片已经可以用两只眼睛从 60~75 厘米的距离上来看了。放大的照片上可能有一些模糊不清的地方，但是并不会有什么不好的作用，因为从远距离上看，这些地方是并不鲜明的；而从得到立体形象这方面来说，无疑是成功的。

电影院里的好座位

常看电影的人一定注意到一件事情，就是有些画面上的物体有非常显著的立体形象：人像仿佛从背景上脱离开来，而且凸了出来得使人几乎忘记了幕布的存在，仿佛台上有真实的景物和活的演员一般。

这种立体形象，许多人以为是出于影片性质的关系，这是不正确的；正确的原因是因为看的人坐的位置。电影片虽然是用焦距极短的镜箱拍出的，但是它放映到银幕上却用极大的倍数——大约 100 倍——给放大了，因此可以用两只眼睛在很远的距离上（10 厘米 $\times$ 100=1000 厘米=10 米）来看。我们在电影里看到最在限度的立体形象，是在当我们看银幕的视角跟拍制影片时候镜箱“看”演员的视角相同的时候。那时候在我们面前的就会是跟原来景物一样的形象。

那么，怎样求出跟这个视角相合的距离呢？这就应该把座位

选择在正对画面的中央，还要跟银幕保持这样一个距离，这个距离跟银幕上画面宽度的比，就等于镜头焦距跟影片宽度的比。

拍制影片用的镜箱，一般要根据所拍的对象而不同，分别采用的焦距为 35 毫米、50 毫米、75 毫米或 100 毫米。影片的标准宽度是 24 毫米。那么，举例来说，对于 75 毫米的焦距，得到：

$$\frac{\text{所求的距离}}{\text{画面宽度}} = \frac{\text{焦距}}{\text{影片宽度}} = \frac{75}{24} \approx 3$$

这样，要知道在这情形下的好座位跟银幕的距离，只要把画面的宽度乘 3 就可以。例如映在银幕上的画面宽 6 步，那么最好的座位应该是在银幕前 18 步的地方。

给画报读者一个忠告

画报上时常印有许多照片，这些复制出来的照片，当然跟它们原来的照片有同样的性质，假如用一只眼睛在适当距离上来看，也更会显出立体形象来。但是，由于不同的照片是用不同焦距的镜箱拍出的，因此，“究竟要用什么距离来看”的问题，只好用实验来解答。你把一只眼睛闭起来，把画报拿在手里，手臂伸直，使画报的平面跟你的视线垂直，把你张开的一只眼睛对正你想看的照片的正中央。然后，把这张照片逐渐向你眼前移近，你那一只张开的眼睛看着它不要间断，这样你就很容易找到照片最具立体形象的距离。

许多照片平常看来都模糊不清而且都只是平面的，但是，如果采用上面的方法去看，却都会显出它的立体形象，而且看得很清楚。用这种方法去看，照片里的许多别的实体形象就时常可以看到。

让我们再来注意一件事情。假如照片在放大以后可以显得更加生动，那么当它缩小以后，就恰好得到相反的效果。缩小的照

片自然显得更加清楚明晰，但是它们都只能够给人平面的感觉，而没有立体形象的感觉。这从上面所讲的道理，应该是很容易明白的：照片一缩小就跟用焦距更小的镜箱拍出来的一样，而普通的焦距本来就已经嫌小了。

以上所说关于照片的一切，在一定程度上对于画家画出来的图画也都适用：看图画的时候最好也取一个适当的距离。只有在这样的条件下，你才能够看到画面上有远近不同，而图画也就显得不是平面的，而是立体的了。看图画的时候，最好也只用一只眼睛，不用两只眼睛，特别当图画不大的时候。

实体镜是什么

我们从现在起，要从图画转到实体上来了，首先我们要提出一个问题：为什么我们能够把物体看成立体的，而不是平面的呢？在我们眼睛的视网膜上所得到的像都是平面的呀！究竟什么缘故使我们觉得物体并不是平面的图画，而是占三维空间的立体呢？

这里有好几个原因。第一，物体表面各种不同的明暗程度使我们有判定它的形状的可能。第二，我们的眼睛要看清楚的物体上远近不同的各部分，眼睛所感受到的张力是不同的：平面图画的各部分跟眼睛的距离是一样的，而立体的各部分的距离却各不相同，要看清楚它们，眼睛就应该做不同的“对光”。但是这儿给我们最大帮助的，还是两只眼睛所收到的同一个物体的形象各不相同。这一点很容易证明，只要你先后只用左眼或者只用右眼去看附近的同一物体就知道了。左右两眼所看到的物体并不完全相同；两只眼睛得到不同的形象，也正是这个差异给我们提供了立体的感觉（参阅图 111 和 113）。

现在，设想有两张图画，画的是同一物体，左边一张画出左

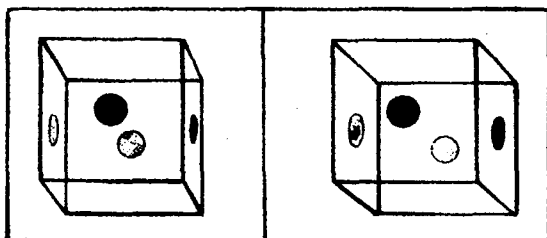


图 113 一个有斑点的玻璃立方块图示为左右两眼分别看到的不同形象

眼所看到的，右边一张画出右眼所看到的。假如你看这两张图画的时候，左眼只看左边的一张，右眼只看右边的一张，那么你所看到的已经不是两幅平面图画，而是变成一个凸起的、立体的物体了——甚至比你用一只眼睛看实体所看到的更具立体的形象。要用这样的方法来看两张图画，是靠一种特制的仪器帮助的，这仪器就是实体镜。要使两个像能够融合在一起，在旧式实体镜里是用反射镜的，在新式实体镜里是用凸面三棱镜的。这种三棱镜能够把光线曲折，使得看的人在意识里把光线延长以后，两个像（由于棱镜凸面的作用，像略有放大）会互相重叠。这样看来，实体镜的原理实在是非常简单的，而更奇怪的是这个作用竟可以由这么简单的方法来完成。

大多数读者大概都看见过各种风景之类的实体照片。也许还有一些人用实体镜看过研究地理用的立体模型图。下面我们不打算去谈这种大家多少已经知道的实体镜的应用，只想谈一点许多读者大概还不知道的东西。

我们的天然实体镜

在看实体图的时候，我们也可以不用什么仪器，只要我们把自己的两只眼睛做一番训练，使得能够适当地向实体图望去就可以。这种做法的结果，和通过实体镜所看到的情形一样，惟一的差别，只是这样所看到的形象没有经过放大罢了。实体镜发明以前，大家就正是使用这种天然的方法的。

下面我预备了一系列的实体图，依照从简单到复杂的次序排列，希望大家不用实体镜，练习用自己的两只眼睛直接去看。在几次练习之后，就会成功的。

请从图 114 的那两个黑点开始练习。把那张图放近你的眼前，凝视两个黑点中间的空隙，这样一直继续几秒钟，不要把眼光转移；看的时候仿佛是要看清楚图背后更远的物体的样子。这样，不久之后，你就会看见两个黑点变成了 4 个黑点，——仿佛黑点已经一个分成两个了。接着靠外边的两个黑点渐渐移远了，中间的两个却渐渐接近，最后融合到一起，变成了一点。

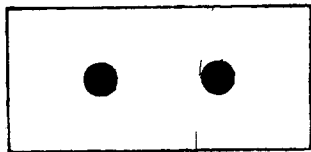


图 114 凝视两个黑点中间的空隙，继续几秒钟，两点就会融合一起

请你用同样的方法来看图 115 和图 116。在图 116 上左右两部分融合到一起以后，你会看到眼前仿佛是一根伸得很远的长管子的内部。



图 115 用同样的方法来看这个图，看到了左右两部分融合到一起之后，再继续做下面的练习

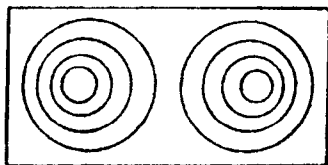


图 113 当这图上左右两部分融合到一起以后，你会看到仿佛是伸得很远的长管子的内部

学会了这个以后，你就可以练习看图 117 了——这儿，你应该看到几个悬空的几何形体。图 118 应该是一座石头建筑的长廊或者隧道。图 119 会让你看到一只透明的玻璃鱼缸。最后，图 120 会给你看到海洋的景致。

学会这种直接看两张并列的实体图的方法并不困难。我的许多熟人都在极短时间里经过不多的几次练习以后，就学会了这个方法。戴眼镜的患近视或远视的人，可以不必摘下眼镜，就用随便看什么图画的样子来看；把这些图画拿在眼前前后移动，一直找到合适的距离为止。不管在什么情形，做这种实验的时候，一定要光线充足——这会帮助你得到成功。

你学会了不用实体镜来看上面这些图画之后，就可以用这个

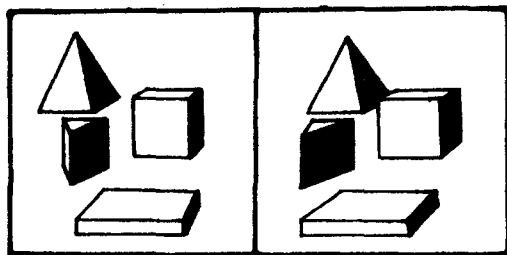


图 117 这图上左右两部分融合到一起以后，仿佛有 4 个悬空的几何形体

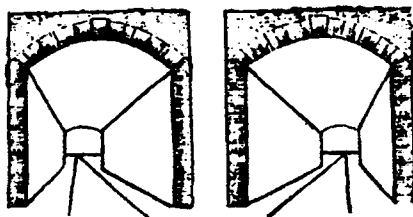


图 118 深远的隧道

本领去随便看什么实体照片，不必用实体镜来帮助了。

图 121 和图 124 的实体照片，你也就可以用眼睛直接去看。

这儿有一点要注意，就是不要对这个练习过分热心，免得两眼过度疲劳。

假如你没有办法把两只眼睛训练出这个能力，而手头又没法找到一个实体镜，那么你可以找远视眼镜的镜片来帮忙。用一张硬纸板剪出两个圆孔，把这两块镜片粘在圆孔里，使你只能够通