

江西教育出版社

余无疆 陈步塘編著

趣味光学

趣 味 光 学

余元鎮 陈步庸 編 著

江西教育出版社

一九六三年·南昌

引 言

我們生活在五光十色的世界里，日日夜夜都要接触到許許多多光学现象，也自然而然地产生了許多問題，譬如：在明亮的阳光下，大地万物为什么会呈显各种不同的顏色；雨后天边为什么会出现美丽的彩虹；皎洁的明月为什么圓而复缺，缺而复圓；星星为什么会快乐地眨眼……。这些問題，不只是很有趣的，里面还包含着許多科学的道理。人們通过种种光学现象的观察、了解了光的本质，掌握了光的传播规律，进而正确地解释了自然界中种种常见的有趣的光学现象，同时，根据这些规律，創造出各种工具、仪器，为提高生产技术，进行科学研究，改善人民生活服务。

这本小冊子，主要是通过通俗、生动、有趣的敘述，系統地介紹基本的光学知識。

目 录

一	光的直线传播	(1)
	1. 光和光源	(1)
	2. 奇妙的冷光	(2)
	3. 光是沿着直线前进的	(4)
	4. 昼夜和四季	(8)
	5. 玉盘和娥眉	(11)
	6. 真的是“天狗吃太阳”、“蛤蟆吃月亮”吗	(14)
	7. 影象和皮影戏	(19)
二	光的反射	(22)
	1. 我们是怎样看见自己的	(22)
	2. 潜水艇的眼睛——潜望镜	(26)
	3. 凹面镜和凸面镜	(28)
	4. 太阳灶	(30)
三	光的折射	(33)
	1. 在两种物质界面上光会走折路	(33)
	2. 星星为什么会眨眼	(36)
	3. 海边上的奇景	(37)
	4. 沙漠中的幻象	(39)
	5. 鱼眼里的世界	(41)
	6. 凸透镜和凹透镜	(43)
四	眼睛和光学仪器	(45)
	1. 照相机	(45)
	2. 活的照相机——眼睛	(47)

3.近視眼和远視眼.....	(48)
4.眼睛中的盲点.....	(52)
5.视觉有时会欺騙我們.....	(53)
6.孔子被儿童难倒了.....	(55)
7.幻灯.....	(60)
8.惊盘和视觉暫留.....	(62)
9.电影.....	(64)
10.两只眼睛和立体电影.....	(68)
11.放大鏡和显微镜.....	(70)
12.千里眼——望远鏡.....	(74)
五. 物体的顏色.....	(76)
1.物体为什么会有各种顏色.....	(76)
2.色盲.....	(79)
3.美丽的虹霓.....	(83)
4.光的家族.....	(87)

一 光的直綫傳播

1. 光 和 光 源

早晨，太陽從東方升起，光芒普照大地，農民在田野里辛勤的勞動，工人開始在機器旁緊張的操作，三五成羣的學生，背着書包去上學。在陽光的撫拂下，人們開始了一天的工作、學習和生活。

到了晚間，太陽下山了，夜幕籠罩着大地，人們用燈驅逐了黑暗，在燈光下，繼續工作、學習……。

太陽和燈，給我們帶來了光明。光，是我們工作、學習、生活中不可缺少東西。

太陽和各式各樣的燈都能自己發光。能自己發光的物體，我們把它叫做光源。太陽和燈都是光源。

提到太陽，也許你就會聯想到月亮。晚上皎潔的月亮，也能吐出黯淡的白光，但是，月亮是不能自己發光的，它只是反射太陽的光，所以月亮並不是光源。

發光的物體，多半是熱的。摸一摸發光的電燈泡，就會感覺到電燈泡很熱。燈泡里的鎢絲，通電後溫度升高到攝氏2000度以上，溫度這樣高，就能放出白亮的光來。這種由於鎢絲熾熱而發白光的電燈，叫做白熾電燈。

太陽是一個灼熱的火球，它的表面的溫度就有攝氏6000度，而中心的溫度甚至有幾十萬度，任何物質在太陽上都成了氣體狀態，永無休止的沸騰着，不斷的發出熱和光來。太

阳离地球有一亿四千多万公里，但是从它射来的光还是很热的。

其它星球发出来的光，看起来很微弱，但是天文学家告诉我们，有些恒星表面的温度比太阳表面的温度还要高得多，它们放出来的光也比太阳强得多，只是因为离地球太远，所以我们看起来它们的光是那么的微弱。

热为什么总是伴随着光呢？

让我们看一看物质的内部结构吧，万物都是由不同的原子组成的。原子就象一个小小的太阳系，中间有一个沉重的核，电子就象行星绕着太阳一样，永远不停地绕着原子核兜圈子。

在原子内部，每个运动着的电子都具有一定的能量。当物体的温度升高到一定程度的时候，电子就会吸收一部分能量而跃到外面的一些轨道上来；当这些跃出的电子回到原来的轨道上时，这份能量就作为光能放出来。放出来的光能越多，发出来的光也越强。

2. 奇妙的冷光

不是所有的光都是由高热产生的，也有不发热的冷光。

夏天的夜晚，我们常常可以看见无数个“小灯笼”，在夜空里翩翩飞舞，天真的儿童们唱着快乐的歌谣：“萤火虫，夜夜红，飞来飞去象灯笼……”四处追逐。

如果我们捉住一只萤火虫，放在手上仔细观察，就可以发现一闪一闪的白光，从它的腹部尾端发出来。摸一摸它发光的地方，一点也不感到热。

这种不热的光，我们把它叫做“冷光”。

除萤火虫外，还有许多生物会发出冷光。

在海洋面上，經常可以看到海水中出現一片五顏六色的閃光，忽明忽暗，蔚為奇觀。這就是某些海洋生物，如夜光蟲、放射蟲、甲藻在那里發光。海員和漁民們把它們稱做“海火”。

不要以為海洋深处是一片黑暗，那里可熱鬧極了；許多發光的魚類和發光的低等動物正在那里聚會。從它們的身體中放出天藍的、緋紅的、幽綠的各種色光。象海星、海羽、海百合、珊瑚等，幾乎整個身子都會發光；多足的海星，會從它的足上和身上，發出一條條紫色的和黃色的光帶，把黑暗的海底，照耀成一幅美麗的圖畫。

許多魚類也長着發光的器官。名符其實的“燈魚”，身上帶着漂亮的小燈籠，成天到處游蕩。一種兇猛的魚，名叫“海魔”，頭上戴着明亮的光球，在海中游來游去，利用它頭上的光球來恐嚇“敵人”和尋找食物……。

人們還發現腐爛的木頭和腐敗的魚肉，也能在暗處發光。根據科學家的研究，才知道原來是那上面繁殖着能發光的細菌、黴菌和單菌。它們發出的光也屬於“冷光”。

為什麼有些生物會發出冷光呢？這個謎已經被科學家揭露了。它們所以能發光，是由于它們體內有一種叫“螢光素”和“螢光酶”的緣故。這兩種東西遇着氧氣就會發生複雜的化學變化，同時放出冷光來。不同的生物具有化學成份不同的螢光素和螢光酶，所以能發出各種顏色的光。由於這光是直接由化學能轉變而來的，不經過轉變為熱能這個中間階段，所以光是冷的。

經科學家研究發現，螢火蟲的發光效率高達百分之九十七，而普通白熾電燈的發光效率卻只有百分之四。因此，用冷光來照明，就比用熱的光要經濟得多。將來，當我們創造

出直接把化学能轉变为光能的化学光源的时候，那么目前这种又热又耗費电力的白熾电灯，就要漸漸被淘汰，送进未来的博物館中去了。

电流通过某些稀薄气体的时候，气体也会发出冷光来。如氖气会发出桔紅色的光，氬气能放出淡淡的粉紅色的光，水銀蒸气能放出紫綠色的光。街上常见的裝飾广告的鮮艳夺目的霓虹灯，就是根据这个原理制成的。

日光灯，这是目前已經普遍采用的一种冷光灯。它的玻璃管中装着水銀蒸汽，管壁上涂着一层白色的螢光粉，通电后发出的光和太阳光差不多，所以叫日光灯。它比白熾电灯省电三分之二。同时，它的光綫明亮而柔和，对我們的眼睛很适合，是比較理想的光源。

有一种夜光表，在漆黑的夜里，不用任何灯光，也能从表上看出时间来，这是因为这种夜光表的指針和数字上，涂有一种发光粉，其中主要是会发螢光的硫化鋅和微量的放射性物质——鈾或鐳。放射性物质发出一种特殊的射綫，刺激着硫化鋅，硫化鋅就能发出螢光来。

冷光对我們很有用处，现在，它正愈来愈广泛地应用在科学技术的各个方面。

3. 光是沿着直綫前进的

不用两面鏡子，誰也无法用眼睛直接瞧见自己的后脑。

为什么眼睛不能直接瞧见自己的后脑呢？

因为在同一种均匀的媒质中，光是沿着直綫行进的，后脑部分反射的光，不会轉弯繞过头頂来投入自己的眼睛，所以也就看不见自己的后脑。

許許多多的现象和实验，都能說明光是沿着直綫前进

的。

在电影院里看电影，只要稍微注意一下，你就可以发现从电影放映室的小窗口射出的强光，是沿着直线射到银幕上去的；在光线黯淡的小屋里，如果屋顶上破了一块，太阳光通过那缺口射下来，你就会看见一根笔直的光柱子；手电筒里的光，也是直射出来的；晚上在公路上奔驰的汽车，从车灯里射出两条耀眼的光带，照亮着路面，那两条光带也是很直的。

有一个谜语这样说：“笔笔直，白亮亮，见缝往外钻，要弯弯不了，要割割不断。”这个谜语指的就是光线。“笔笔直”就是说出了光传播的特性。在同一种均匀的媒质中，光线总是沿着直线前进的。

光走直线的这种性质，在生产和生活中，有许多地方可以应用它。

木工在检验木条是不是平直时，就是凭眼光来观察的：他闭住一只眼睛，用张开的另一只眼睛放在木条的一端，沿着木条的边缘望去，如果边缘成了一点，就说明边缘的各点都在同一直线上。这就是利用光走直线的例子之一。

用枪射击时，怎样才能瞄准目标呢？这也要用上光的直线传播的性质。我们瞄准时，缓缓地移动枪身，用眼睛从照门往准星和目标望过去，当目标点、准星和照门的中央叠合为一点时，也就是它们在同一直线上时，那么一扣扳机，“叭”的一声，就能命中目标（图1）。

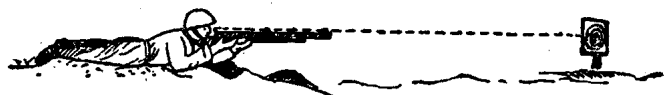


图1 射手瞄准目标进行射击

在排队看齐的时候，当领队发出向右看齐的口令时，你一定会把头向右边偏过去，眼睛注视着右边那排人的鼻尖，而缓缓地移动自己的身体，当右边的所有人的鼻尖都刚好被你右边第一人的鼻尖遮住时，就说明你是站在右边这排人的同一条直线上了。这也是根据光的直进的原理。

大地测量时，要在大地上引一条很长的直线，也可应用光的直线传播的原理。方法是这样的：按照一定的方向，在地面上垂直地竖立两根标杆作为原始线段的两端，再请助手拿着第三根标杆走到第二根标杆前面某一位置上插下来，主

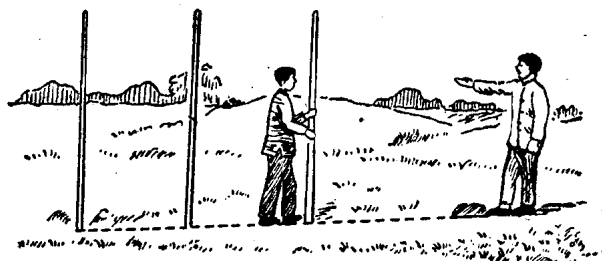


图2 在地面上引直线的方法

持测量的工作人员走到第三根标杆的前面，闭着一只眼睛，用另一只眼睛朝标杆望去，用手势指挥助手将第三根标杆忽左忽右的移动(图2)，等到第三根标杆恰好把前面两根标杆遮住，三根标杆就竖立在同一直线上，这样就把原始线段延长了一些。用同样方法继续引伸下去，就可以在大地上定出一条很直的线来。工人在公路边埋电线杆，总是埋得那么整整齐齐，笔笔直直，就是应用了上面所说的那种在地面引直线的方法。

当太阳光很强的时候，在浓密的树荫下面，往往可以看到地面上有许多圆形的光斑，诗人们把它叫做“斑烂的树影”。

其实，这不是树影，而是太阳的象，是太阳光穿过树叶所围成的小孔在地面上所形成的太阳的象。如果这一天发生日偏食，太阳缺了一角，那么地下就将看到许多奇异的月牙形的光斑。

我们把这种现象称为“小孔成像”。小孔成像的现象也是由于光的直线进行所形成的。

小孔成像的实验，方法很简单，在灯光下随时都可以做。拿一块硬纸板，用针尖在它上面刺一个小孔，把孔正对着灯光，再拿一张白纸片放在硬纸板后面，就可以看见白纸上出现一个光源的象，而且是倒立的。如果光源是电灯，白纸上就出现灯丝的倒象；如果光源是蜡烛，就可以在白纸上出现烛焰的倒象。微风吹动烛焰，烛焰摇曳不定，白纸上倒立的烛焰也在飘来飘去，真是有趣极了。

为什么小孔能够成象呢？象又为什么是倒立的呢？

理由是这样的：任何光源都可以看做是由许多光点聚合而成的，每一个光点发出的穿过小孔的光，都落在白纸上和小孔、光点成一直线的地方，映出一个小光斑。全部的光斑组合起来，就形成了光源的象（图3）。也正由于光在同一种均匀的媒质中是沿着直线前进的，光源顶端发出的光形成的光斑，映到白纸下方来了，光源下部发出的光形成的光斑，映到白纸的上方去了，所以出现的象就是倒立的了。

我国古代伟大的学者墨翟，在两千年前的战国时

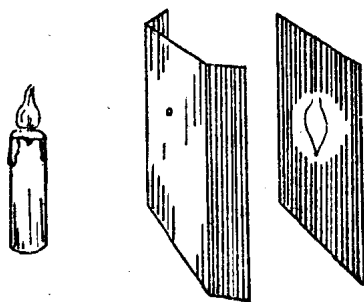


图3. 蜡烛的倒象

代，就已經做了小孔成象的實驗。他在一個黑暗的小房間的前壁開一個小孔，人站在房外小孔前面，這時房內后面的牆上，就出現了奇蹟：一個衣冠楚楚的人象倒立在牆上(圖4)。墨子把實驗的現象，在他所寫的《墨經》里面紀錄下來了，而且對這種現象做了很正確的解釋〔注〕。

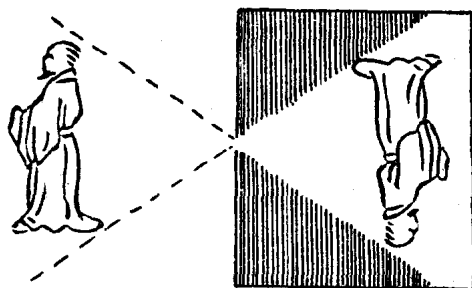


圖4 墨翟的實驗

《墨經》是世界最早的科學著作之一，也是我國古代一部輝煌的科學經典著作。它記下了我國古代極為豐富的光學和力學的知識，里面有很多精辟的見解。墨子是世界上第一個發現光的直線進行的科學家，這說明我國古代科學的發展是走在世界最前面的，是多麼值得我們自豪呵！

4. 晝夜和四季

一年為什麼有四季？一天為什麼有晝夜？

從前大家都以為地球是宇宙萬物的中心。歐洲的宗教家更是竭力宣揚這種說法，並且把它寫在聖經上，說地球是上

〔注〕：墨經原文：“景，光之入照若射，下者之人也高，高者之人也下，足蔽下光，故成景于上，首蔽上光，故成景于下。”

帝专门制造给人类住的，安置在宇宙的中心，让太阳和其它星球昼夜地围绕它，照耀着它。现在看来，这种胡说是多么的幼稚可笑！

我們都知道，实际上不是太阳绕着地球旋转，相反地倒是我們脚底下的地球绕着太阳旋转；地球不但沿着一定的轨道绕太阳旋转，而且它还绕着自己的轴旋转。由于地球在自转，使得我們在地球上看来，就好象太阳每天从东方升起，在西方落下。

由于地球绕轴自转，有时这半球向着太阳，受到阳光的照射，有时另外那半球向着太阳，受着阳光的照射，所以地面上就有了昼夜的变化(图5)。如果东半球向着太阳，住在东半球上的人在过白天的生活，那么这时西半球上的人却正处在黑夜，也许还酣睡在甜蜜的梦乡。

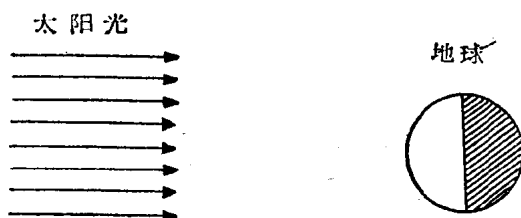


图5 昼夜的形成

地球绕太阳运动的轨道不是正圆形的，而是略扁的椭圆形的，所以在地球绕太阳转一周当中，有时地球离太阳近些，有时离太阳远些。在地球运行的轨道上最接近太阳的地方，叫做近日点，离太阳最远的地方，叫做远日点。

我国农历六、七月间，正是炎热的夏季，也许你以为地球这时走到了近日点，如果你这样想，那么你完全弄错

了。

到了隆冬腊月，天寒地冻，朔风怒吼，雪花飘飘，大地上复盖着一层皑皑的白雪，气候这样寒冷，也许你以为这时地球走到了远日点，如果你这样想，那么你又完全弄错了。

事实恰好和你想的相反，在我们的七月初，正是地球位于远日点，离太阳最远；而冬季呢，地球正处在靠近太阳的近日点(图6)。

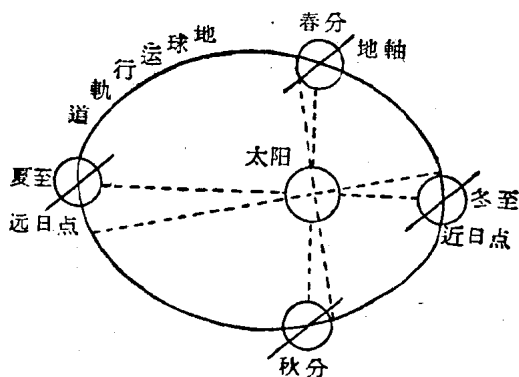


图6 四季的成因

那么，夏季的酷热和冬季的严寒又是怎样造成的呢？

原来地面上被太阳晒热的程度，主要是由太阳光的直射或斜射来决定的。在地球的外围包围着一层很厚的空气，叫做大气层。大气层是会吸收太阳射来的热的，所以如果阳光直射在地面上，那么阳光穿过大气的距离就要短，被吸收的热比较少，地面就会烤得很热；如果阳光倾斜的射在大地上，那么太阳光通过大气层的距离就要长得多，被大气吸收的热比较多，地面上得到的热就要少得多。

地球绕太阳运动的过程中，有时北半球正向太阳，有时

南，正向着太阳。我国位置在离赤道不远的北半球上。夏季，北半球正对着太阳，阳光垂直地照射着地面，把地面晒得很热；到了冬季，地球南半球正对着太阳，太阳光斜射到北半球，白天只看见低低的太阳，离地平线较近，由于阳光倾斜地透过大气层，射到地面上，不能把地面晒得很热，气候也就变冷了。

在地球的北极和南极的地方，差不多有半年能被太阳照亮，而另一半却浸在黑暗中，看不见太阳。也就是说南北极地方半年是白昼，半年是夜晚。如果，夏季你到北极去，你就会看见太阳老是在天顶转圈子，不会落到地平线下面去。太阳在天空中转一个圈子，时间就过去了一天。这样连续半年都在白昼中。直到秋天以后，渐渐地就看不见太阳，而浸入漫漫的长夜，一夜就是半年。北极之夜是多么的长啊！任何贪睡的人都无法在北极睡上一夜。同样，如果冬季你到南极去，也会看到和上面相同的现象。

5. 玉盘和娥眉

晴朗的夜空，万里无云，一轮明月高高地挂在树梢上，悠悠地向大地泻下银光。

月亮，多么富有诗意的月亮，但是她并不是永远象玉盘那么皎洁和圆满，有时你只能见到她纤细的一眉，有时她会害羞地躲藏起来。

我国有句谚语：“初一不见，初二一弦，初三初四娥眉月，初七初八月半边，十五十六月大圆。”这正说明了月亮圆缺的规律。

月亮为什么会有圆缺呢？

这是因为月球是绕着地球旋转的，而且月球自己不能发

光，它只是反射太阳的光的缘故。

不信，可以拿一个皮球来做做实验。当你拿着皮球站在太阳光下，你就可以发现，无论如何，太阳只能照亮皮球的半面；你伸直手臂，把皮球持在正前方，在阳光下旋个身子，就可以看到皮球面上的光亮部分的消长：有时可以看见太阳照亮的整个半面，有时只看到照亮的一部分，呈现出弯月的形状。月球在绕地球运行的过程中，有时受光面全部向着地球，有时受光面的一部分向着地球，有时候受不到阳光的那一面向着地球(图7)。所以，我们就能够看到月亮圆缺的现象，而且这种现象，是随月球绕地球转一圈，而重复一次的。

