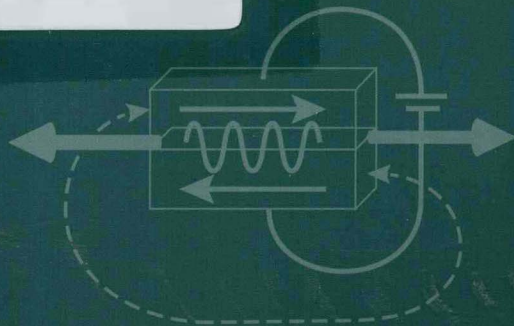
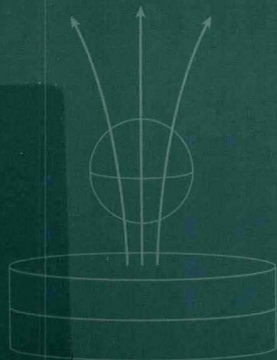


科学家和小朋友的差别，仅在于他们玩具的价格
唾手可知的知识往往迅速被遗忘，而亲手验证过的
知识却能铭刻于心

我们都是 科学家

那些妙趣横生而寓意深远的
科学实验

薛加民



我们都是  **科学家**

——那些妙趣横生而寓意深远的
科学实验

薛加民 著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

我们都是科学家：那些妙趣横生而寓意深远的科学实验 / 薛加民著. — 北京：人民邮电出版社，2013.6
ISBN 978-7-115-31309-6

I. ①我… II. ①薛… III. ①科学实验—普及读物
IV. ①N33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第052491号

内 容 提 要

全息成像、激光传声、磁悬浮……本书让你通过身边的有趣实验完成前沿科技的奇妙体验。这是一本关于物理学的原创科普图书，作者用独特的视角与方式，深入浅出地为你揭秘光、电、磁等物理学领域的专业知识；这是一本面向喜欢动手的科学爱好者的指导手册，让你在轻松完成有趣物理实验与制作项目的同时，探究出“高科技”的奥秘。

如果你是科学爱好者，不要错过这本书，它让你眼界大开；如果你是学生，无论是在读中学，还是大学，不要错过这本书，它告诉你“动手学科学”的方法与思路；如果你是科学工作者或科学老师，不要错过这本书，它专业的解读和翔实的介绍，会为你提供不一样的科学视角。

我们都是科学家

——那些妙趣横生而寓意深远的科学实验

-
- ◆ 著 薛加民
责任编辑 房 桦
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京捷迅佳彩印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：700×1000 1/16
印张：14.25
字数：287千字 2013年6月第1版
印数：1-4000册 2013年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-31309-6

定价：45.00元

读者服务热线：(010)67132837 印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

前言

——科学家和小朋友的差别，仅在于他们玩具的价格

亲爱的读者，你想知道激光笔发出的光为什么那么集中，颜色为什么那么单一吗？你想知道磁悬浮列车是怎样运行的吗？你想知道信息是怎么在光缆里传送的吗？你想知道全息照相是怎么回事吗？

有读者会说了，这还不简单，有问题上百度、Google搜索一下呗！

但是，正如古人所言，“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。”唾手可知的知识往往迅速被遗忘，而亲手验证过的知识却能铭刻于心，亲手做科学实验，正是本书的宗旨。通过阅读本书，读者将和我一起，通过搜集一些不难得到而且便宜的材料，亲自动手实验来一步一步解答我们心中对于科学的一些疑问，体验一些平日里看起来遥不可及的“高科技”。我们将通过解剖一支激光笔来了解激光产生的原理（你会发现激光并不一定生来就是一束细细的光线！）；我们将通过制作磁悬浮装置来实践极其丰富的物理，电子知识（把做好的装置展示给朋友们看，一定会让他们惊讶！）；我们将用一束激光来传递声音（现代光纤通信的鼻祖）；我们将用两三个部件来亲手制作一张全息相片（真正的3D相片在你的双手中诞生）。想了解其他更多有趣而且科学含义深刻的实验，请浏览本书目录。其中每一章都是一个完整的实验，有理论简介、材料选择、制作过程和拓展加深。

市面上有不少关于动手制作的书，但大部分都是关于电子制作的，而关于科技制作的书（或网站）则大多属于“小学生科技制作”之类，读起来有点“幼稚”。本书的读者将以喜欢动手的科学爱好者为主，制作的内容都有比较深刻的科学含义（主要是物理学），很多还能联系到当今科学研究的前沿。虽然如此，每个实验的基本原理和制作过程却是高中知识水平就能理解和实践操作的，如果牵涉到比较复杂的科学，书中都尽量以高中知识为基础加以解释，并提供相关的资料来源供读者进一步学习研究。制作所需要的材料，都是能从网上买得到的、老百姓买得起的东西。

著名的物理学家费曼在他的《别闹了，费曼先生！》（强烈推荐读者阅读）一书中提到了这么一个故事：“师生不求甚解，教科书也是：（摩擦发光（Triboluminescence）：当晶体

被撞击时所发出的光)这样的句子，只是教名词，只是用一些字说出另一些字，一点都没提到大自然——没有提到撞击什么晶体会发光。学生看了，会不会想回家做实验呢？不会，他们根本不知怎么做。可是，如果你写（在黑暗中拿钳子打在一块糖上，会看到一丝蓝光。其他晶体也有此效果，这叫作摩擦发光）。那么就会有人回家试着做，这是一次与大自然的美妙相遇经验。”由此可见，大师对于“动手实践”的推崇。我在读了费曼的这个故事后，找来了冰糖进行尝试，并未成功。后来搜索查询，得知要用不透明的硬糖来做这个实验，原因不详。于是我买了一袋水果硬糖，放在一个玻璃瓶里，在黑暗里使劲摇晃。果然！能看到撞击下的糖块发出星星点点的蓝色微光！

读者在尝试本书中的实验时，很有可能会一次又一次地遇到我上面提到的经历，一开始遇到些挫折，是非常正常的。毕竟书中的实验都比较“高科技”。每个人所能得到材料略有差别，或者有一些细小的问题文中没有提到。实际上，本书将会着重突出原理和制作的关键，把细节问题和细微设计留给读者自己完成，这样读者就会把本书当作引导，当作“idea”的来源，而不是按部就班地机械重复（大学生朋友们一定记得，自己的实验课本是如何让我们只能按部就班地按几个按钮，抄录一些数据，把一个个有趣的实验活生生地变得索然寡味，把与大自然的美丽邂逅变成老师安排的形式化的“相亲”）。

读者会发现，正是那些大大小小的可以被克服的挫折让实验的过程充满挑战，让成功的喜悦倍加珍贵。相信通过亲手尝试，你能够一次次地“与大自然美妙地相遇”！

薛加民

2013年1月

推荐序1

Dear Chinese reader,

The book in your hand is a collection of fun and inspiring amateur science projects. The author, Jiamin, was a PhD student in my group in the physics department of the University of Arizona. I witnessed and sometimes participated in the creation of more than half of the projects in my lab. We played with the diamagnetic levitation (Chapter 7) and levitron (Chapter 8) together. From time to time Jiamin would show me other interesting stuff he made in his spare time, such as the bending laser light in sugar water (Chapter 2) and PID controlled magnetic levitations (Chapter 16) etc. Even the day before he left our lab to work in another city, he was trying to measure the microwave leakage from the microwave oven in our lab (Chapter 4). Fortunately, he didn't break the oven.

Jiamin did all these projects in a lab filled with instruments costing hundreds of thousands of dollars. However, he did not use any of this equipment for these projects. So you can also enjoy the fun experiments at home with a little bit of spare money and lots of spare time, and explore some quite broad and deep science topics. Even a professional scientist can find something new and interesting from reading the book and experimenting with the project ideas.

Time to get your hands dirty and start working on them!

Best wishes,

Brian LeRoy

Tucson, Arizona

亲爱的中国读者：

你手中的这本书中汇集了许多妙趣横生而且寓意深远的业余科学项目。书的作者加民曾是我在亚利桑那大学物理系的博士生。我目睹了书中超过半数的项目是怎样诞生的，有时我还会参与其中。我们一起玩过逆磁悬浮（第七章）和磁悬浮陀螺（第八章）。加民还时常会给我看一些他在业余时间做的其他好玩的东西，比如糖水中弯曲的激光（第二章），PID控制下的磁悬浮装置等。直到他博士毕业将要离开我的实验室去别的城市工作的前一天，他还在尝试测量实验室里微波炉的泄漏量（第四章）。幸运的是，他没有弄坏我们的微波炉。

我们的实验室里装满了价值数十万美元的科学仪器，而对于本书中的业余科学实验，加民并没有用到这些昂贵的设备。所以你也可以在自己家中花少许的零钱和大量的闲暇时间享受这些实验带来的乐趣。同时还能探索一些非常广泛和深远的科学领域。即使是一个职业的科学家，他（她）在阅读这本书以及尝试书中的实验时，也会发现新的有趣的东西。

现在，是时候行动起来开始动手实践了！

最美好的祝愿

Brian LeRoy^[1]

图桑，亚利桑那

[1] LeRoy教授是美国亚利桑那大学（University of Arizona）物理系副教授。

推荐序2

2012年我和薛加民博士在美国偶遇，我们都深受一位老科学家的影响，认为作为研究人员，做一些科普工作非常重要，并且应该注重科学上的新发现、新发展和科学思想的传播。当收到他的《我们都是科学家》一书的部分书稿时，我先睹为快，阅读时颇有惊艳之感。我认为这是一部极有特色的好书，因此我愿向爱好科学的读者，特别是喜爱物理学的青年读者们热烈推荐。

科学和技术支撑着现代社会的运转，其重要性自然无须多言。但是对于很多不从事科学研究的人来说，科学更像是一种魔法，需要它、使用它，却并不了解它。所谓科学家，固然是一种职业身份，但其实更根本的区别则在于能否以科学之眼光看世界，以科学之方法探寻事物规律。就此而言，一个人不必非从事职业研究工作，如能掌握科学的方法和一些基本的科学知识，也完全可以称为科学家，或者至少可说是具有科学素养的人。提高国民的科学素养，于国家之文明、发达有极大关系，本书之旨正在于此。

其实，许多基本的科学原理和知识，在中学、大学课程里都有，现代一般受过教育的人都曾学过，但为什么对于许多人来说，它仍然显得那么神秘呢？著名美国物理学家费曼在他那本《别逗了，费曼先生》（Surely You are Joking, Mr. Feynman）中有一段关于他20世纪50年代访问巴西并在那里教物理的故事，也许可以说明这个问题。在巴西上了一段时间课以后，费曼在一次的会议上直言不讳地抨击了当时巴西的物理教学方式：孩子们从很小的时候就开始学习物理，课程内容很多、很难，学生们学习很勤奋，考试成绩优秀，但课程结束后他们却并不真正理解物理，因为他们仅仅是死背下了一些定义和公式，却完全不知道怎样把他们所学的知识用到实际当中。我想，中国读者看了费曼这段话后，恐怕都会心有戚戚焉——很大程度上，这也是我们中国教育（还不仅仅是物理教育）之弊，也许在很多方面我们还有过之而无不及。

但是，在教育上，指出存在的问题比较容易，找到好的解决方案却很难。在改进教育方面，需要的主要不是“破”，而是“立”，解决的方案不应该是废除理论学习，而是要增加在实际运用方面的训练。但这又是很难的，因为具体应用很难像一般原理那样可以直接写在书上，并且很多教师自己也同样不会实际应用。改革开放后，这一问题也还是没有解决，高分低能、动手能力弱一直是中国学生中普遍存在的问题。

如果说课堂讲授和书本学习有一定局限性，动手的物理实验是否能成为理论与实际之间的桥梁呢？从原则上讲应该是这样，但遗憾的是，就我所见，目前的中学和大学物理实验课程在这方面的作用非常有限。现有课程中的实验内容比较单调、枯燥，大多是验证某个原理或定

律。由于安排教学的需要，这些实验都是预先安排好的，所用的实验设备由教师预先采购、安装，学生只能是按照实验手册上给出的方案操作，而很少有自己设计、探索、动脑的余地。近年来，为了方便教学，中学和大学物理教学实验设备越来越“高级”，越来越简单化、自动化，学生从中得到的训练也就越来越不足。做完之后未必能加深理解，更谈不上训练学生将所学知识运用到实际中去。

本书也许可以在增强读者的动手能力、加深对物理学原理的理解、锻炼实际应用能力方面发挥相当好的作用。和大多数科普书内容不同，本书不是仅仅“坐而论道”，讲一些科学知识或者科学史上的故事，而是把物理学知识和一些读者可以自己做的小实验结合起来。

比如，在本书第3章“沿着弧线传播的光”中，就介绍了一个用透明盒子、冰糖、水和激光笔这些简单材料就可以进行的一项有趣的物理实验：让光沿着弧线传播。这一实验虽然简单，读者却有很大的空间自己思考、探索、体会。而且，这一简单实验涉及的物理知识也是多方面的，不仅有光学折射方面的知识，而且还包括统计物理、作用量原理等——这也正是实际运用中经常出现的情况：和教学与课堂练习时分成一个个各自独立的单元不同，在实际运用中往往需要综合运用多方面的知识，而不仅仅是局限于某一个单一的原理或定律。实验当中，一些并不起眼的细节有很大的影响，本书的作者对这些也颇为注意，根据自己做这些实验的体会提醒实验者。本书并非教科书，无须过多顾及教学大纲安排，而可以兴之所至，发挥自如，正可以补传统的物理实验课程之不足，这是其一大优点。

本书在内容上有许多新颖之处，文笔也非常风趣。比如，Andrey Geim 教授2010年获得了诺贝尔物理学奖，而有趣的是他此前还因为让青蛙悬浮而获得了哈佛大学的搞笑诺贝尔(Ig Nobel)奖。虽然名为搞笑诺贝尔奖，此奖其实颇有深意。本书第7章对此娓娓道来，与之相联系的第8章，又介绍了磁悬浮陀螺。这些实验不仅有趣，更重要的是，简单的实验现象背后隐藏着深刻的物理学原理，因此做这些实验不仅“动手”，也要“动脑”，启发读者深思，也教会读者如何用数学、物理学的方法分析实验现象。说到这里，我不禁想到，其实在我国，固然动手能力弱的人居多，但也有一些动手能力很强而缺乏理论知识的民间人士，比如有农民自己试制飞机、机器人等的，本书对于他们，也许有开阔眼界之功。

总之，我觉得本书实为一本不可多得的科普佳作，非常适合大、中学生和科学爱好者阅读，即使是已经身为科学家的专业研究人员，比如我自己，阅读本书也有许多收获。希望读者能在这些有趣的实验中，体味物理规律之奇妙，并能有自己的创新和发现。

陈学雷博士

中国科学院国家天文台

宇宙暗物质暗能量组首席研究员

目录

1

透过太阳眼镜，看到半个世界 11

几个关于光的偏振性的实验，所需材料非常简单，有一副偏振片太阳镜就行了。

2

揭秘神奇的光：激光 23

动手拆开一台氦氖激光器和一只激光笔，我们能够看到神奇的激光是怎样产生的。

3

沿弧线传播的光 41

把糖溶解在水中能制造出一种“神奇”的溶液，一束激光通过它时不再沿直线传播，而是划出一道美丽的弧线。

4

探测微波炉泄漏及测量光速 53

自制简单的天线装置和检测电路，以检测微波炉的电磁波泄漏（如果身边没有微波炉，也可以用它来检测手机的电磁波）。

5

说磁 67

探索磁性这一神奇的自然现象，验证铝是被磁铁吸引的、铜是被磁铁排斥的、胡萝卜也具有磁性等有趣而且违背常识的现象。

6

电机总动员 79

几种有趣的直流电动机，通过亲手制作，了解人类的好帮手——电动机的基本原理，让第二次工业革命的浪潮涛声依旧。

7

逆磁悬浮 91

什么是磁悬浮？什么是逆磁性材料？你将了解如何用简单的逆磁材料以及强磁铁来实现磁悬浮。

8

永远悬浮的陀螺 105

本章开始于一个非常好玩而且物美价廉的玩具：磁悬浮陀螺。我们将会解密陀螺稳定悬浮的真正原因。

9

激光传声 121

重返光的缤纷乐园，你将了解到如何通过搭建一个简单的电路，利用激光充当看不见的导线，在两地之间传递声音信息。

10

Feed the Monkey 131

本章将带领大家制作一件非常有趣的装置，生动地演示力学中一个古老的问题。

11

做老百姓自己的全息 143

一种非常有趣的制作3D照片的方法：全息技术。

12

五角星引发的物理学 161

由分析五角星涉及的光波的衍射现象入手，你会发现只有5个角的星星是不存在的。

13

大音叉 小音叉 173

各种音叉的有趣故事。通过测量普通音叉在发声时声音强度在空间中的分布，我们可以探索声波的干涉现象，并澄清一个由来已久的误解。

14

给太阳量体温 185

如何用非常简单的材料自制光谱仪。通过分析太阳的光谱成分，我们可以遥测出太阳的温度。

15

像“砖家”一样使用照相机 201

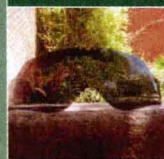
本章从业余科学家的角度出发，介绍摄影的基本要素，以解除长期以来只会使用自动模式拍照的广大文艺和科学青年的困惑。

16

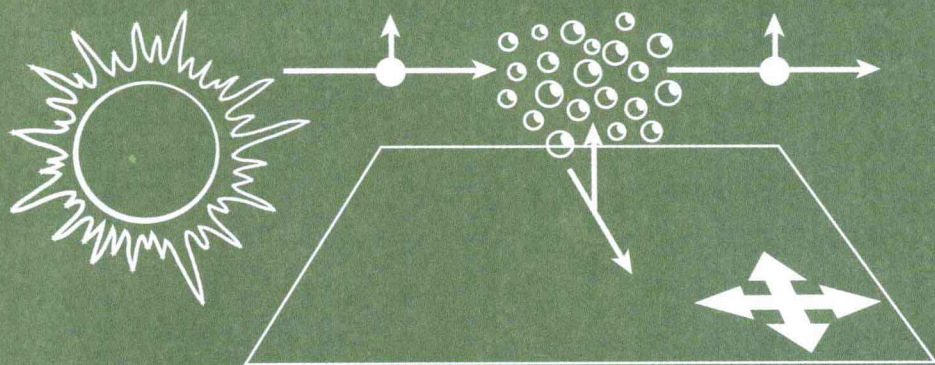
PID控制原理与实践 211

这是一个非常好用的控制方法：PID控制。理解了它的来龙去脉后，你会发现它其实非常直观易懂。

1



透过太阳眼镜，
看到半个世界，



一分钟简介

本章会介绍几个关于光的偏振性的实验，实验所需材料非常简单，一副偏振片太阳镜就可以了。在这些实验中，我们将会研究如何简单有效地判断太阳镜的偏振方向；如何用太阳镜来发现东南西北各处天空的不一样；我们还将用两片偏振片来呈现一根塑料快餐叉里蕴藏的五彩斑斓的世界。

本章实验的成功率可达到100%，而且其中蕴含着无穷的乐趣和深刻的原理。

闲话基本原理

市售的太阳镜中，有一种被称为“偏振片太阳镜”，当然，商家往往还会加上“高科技”作为形容词。我们买回来戴上，感觉似乎和普通的太阳镜没有太多差别：强烈的光线变得柔和了。“偏振片”起到什么作用呢？

光是一种电磁场在空间的波动，用一种形象的比喻来阐释这种波，就像我们手握一根绳子的一端，另一端栓在一棵树上，上下或左右抖动，绳子会产生相应的波动从一端传播到另一端。这两种不同的抖动方式产生的绳子的波动方向是不同的，手上下抖动，绳子也上下抖动；手左右抖动，绳子也左右抖动。这就是绳波的“偏振”（见图1.1）。光波也有类似的性质。一束光在水平方向传播，它所包含的电场既可以是上下振动的，也可以是左右振动的，

这被称作光波的偏振。一般光源

（如太阳、日光灯等）发出的光都是非偏振的，即两种偏振方向的光都有，而且含量都一样。而偏振片就是一种可以只让一种偏振方向的光通过，而吸收另外一种偏振方向的光的材料。这样，戴上偏振太阳眼镜，太阳的光就只有一半进入眼睛，自然变得柔和了。

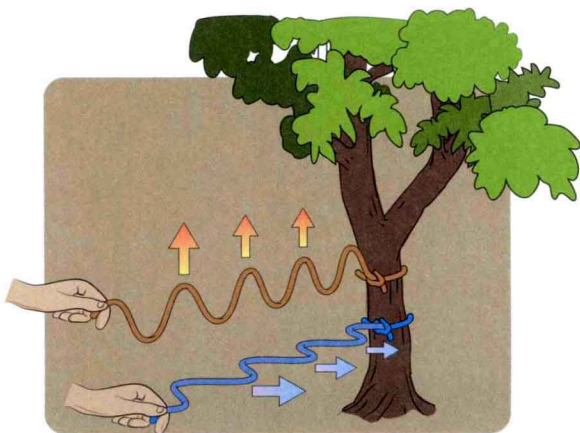


图1.1 两种偏振方向的绳波

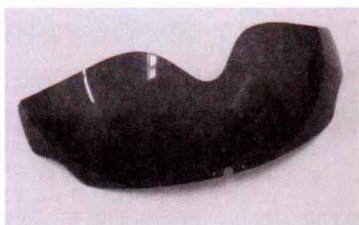
动手实践

了解了偏振片太阳镜的原理，我们自然会问，既然光线有两种偏振方向，那么太阳镜究竟让哪一种偏振方向的光透过呢？（这被称为偏振片的偏振方向。）这正是我们第一个实验的内容。

第一个实验 判断偏振片太阳镜的偏振方向

所需材料列表

偏振片太阳镜



已知偏振方向的偏振片



判断一副太阳镜的偏振方向，最容易的方法，莫过于找到一块已知偏振方向的偏振片。我手头恰好有几块这样的偏振片，于是我们可以做下面的实验了。



图1.2 用已知偏振方向的偏振片判断太阳镜的偏振方向

在图1.2中左边那幅图里，我们透过太阳镜看到了远处的景物。中间那幅图里，一块已知偏振方向如贴在偏正片上的箭头所示的偏振片叠加在太阳镜前，此时偏振片是让上下偏振的光透过，远处的景物依旧可以看清。但是当我们 90° 旋转偏振片（右边那幅图），神奇的事情发生了，偏振片和太阳镜重叠的部分变得漆黑。这表明，太阳镜是让上下偏振的光透过的，所以，当偏振片只让水平方向偏振的光透过时，它们重叠的结果就是没有光可以透过。

这两块偏振片放在一起就像一道光的阀门，可以打开（当两块偏振片方向一致时），也可以闭合（当两块偏振片方向垂直时）。是不是所有的偏振太阳镜的偏振方向都一样？答案是肯定的，不信的话，读者可以自己试一试。

第二个实验 轻松判断太阳镜的偏振方向

所需材料，只需要一副偏振太阳镜。

有读者会问了，我手头没有已知偏振方向的偏振片，怎么办？肯定有办法！

费曼先生在他的《别闹了，费曼先生！》一书中，记载了他去巴西当客座教授时遇到的一件趣事。当时巴西的大学应试教育风气非常严重，学生只会背诵教科书上的结论。费曼发现如果用教科书上的原话来提问，学生们总是非常流利地给出答案，但是如果换一种书上没写的方式来提同一个问题，学生们就哑口无言了，比如偏振光。就像我们的第一个实验那样，费曼先拿了一块已知偏振方向和一块未知偏振方向的偏振片给学生演示，大家都很容易就说出了未知偏振片的偏振方向。这时，费曼说，如果我们只有一块未知方向的偏振片，怎么判断？费曼之所以这样问，是因为学生们刚刚学过相关的知识，应该有能力回答这个问题。但是大家面面相觑，无言以对。费曼指了指窗外的大海说：“看看从海面反射的光！”学生中仍然没有人说话。费曼接着说：“有没有人听说过布儒斯特角（Brewster Angle）？”学生们迅速地回答了这个问题，并指出布儒斯特角就是当光线在经过不同折射率的介质的交界面时，以布儒斯特角入射的光，其反射光是完全偏振的，偏振方向垂直于入射光和反射光所在的平面。费曼问：“然后呢？”学生们还是沉默。原来学生们定理背诵得滚瓜烂熟，却完全不知道定理所描述的对应用于自然界中的什么东西。“不同折射率的介质”，空气和海水不就是一个例子吗？费曼拿起一块偏振片，对着窗外的海面，转动偏振片，学生们看到，随着偏振片的转动，海面出现了明暗变化，正如两块偏振片重叠时看到的情景一样。学生们恍然大悟，大叫起来：“哦，这就是偏振光！”

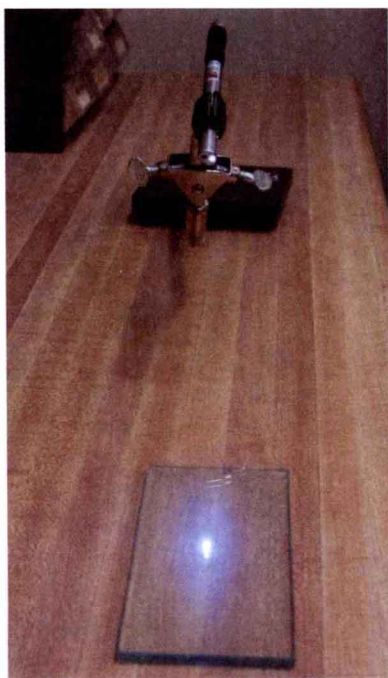


图1.3 模拟的太阳与海面

费曼的方法简便易行，实为“居家旅行之必备良方”。下面就让我们来体验一下。

考虑到大海不是随处可见的，我们可以用一个玻璃片来模拟海面（玻璃与空气的折射率也不一样），用一个小LED灯来模拟太阳（见图1.3）。按照费曼的描述，如果透过一个偏振的太阳镜来看玻璃表面反射的LED光，当旋转太阳镜时，我们应该可以看到明暗变化。

如图1.4所示，我们的确可以看到非常明显的明暗变化。见图1.4中右侧，当太阳镜水平放置时（注意这也是把太阳镜戴在头上时它的方向），玻璃表面反射的光几乎完全不见了！实际上，不止是水面和玻璃面，很多物体表面反射的光都是偏振的，比如柏油路、平滑的水泥地等。当太阳光的入射角度较低时，经过这些表面反射的光都具有很大程度的偏振性，其偏振方向垂直于入射光和反射光所在的平面。在我生活的地方，有时你能看到一个戴着墨镜边走边摇头晃脑的人，那正是作者本人，我喜欢通过改变太阳镜的偏振方向来看周围的物体忽明忽暗。当读者了解了这一有趣的现象，说不定也会传染上这一毛病。（注意过马路时不能摇头晃脑啊。）

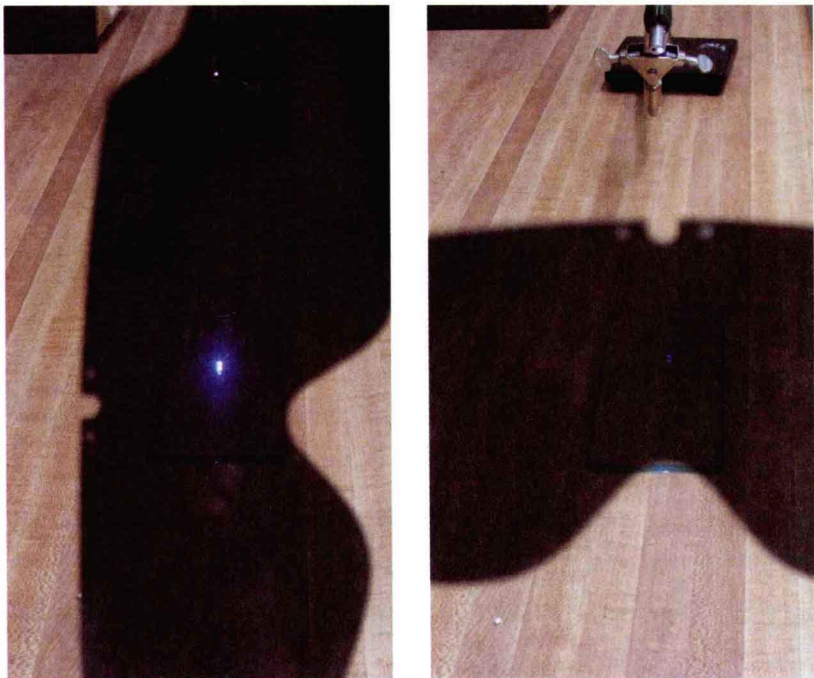


图1.4 透过偏振片看到“海面”反射“太阳光”的明暗变化

现在，大家应该明白为什么我开始说所有的太阳镜的偏振方向都是一样的了吧。因为这样设计的太阳镜能够有效屏蔽路面或者汽车引擎盖表面反射的强烈太阳光（想象一下图1.4就

是太阳从汽车引擎盖上反射的光），从而让戴太阳镜的司机可以安然地直视前方路面。

好奇的读者可能在思考，为什么反射光会有这个有趣的性质呢？这将留待本章最后一节的“探索与发现篇”中揭晓。接下来我们来把目光从大地投向天空。

第三个实验 偏振的天空

所需材料仍是一副偏振太阳镜。

当我们透过偏振太阳镜观看天空时，就会发现看似均匀一片、碧蓝的天空，原来也暗藏玄机。图1.5展示了透过太阳镜看到的北面的天空（此时已近黄昏，太阳在西边接近地平线的地方），不难发现，图1.5（右）中，透过太阳镜的天空比图1.5（左）中的要暗得多。注意，在拍摄这两幅照片时，我采用了相机中的手动曝光模式，确保了左右两张照片的曝光强度是一致的（同样的曝光时间和光圈大小），这样才能对它们的明暗进行有意义地比较。如果是自动曝光模式，相机会选用不同的曝光强度来使整个画面的平均亮度保持一致，那么两幅照片中，天空的明暗变化就有可能是相机曝光强度不一样导致的。



图1.5 夕阳下，透过偏振太阳镜看到的北面的天空

图1.5告诉我们，此时北边的天空所发出的光大部分是垂直于地平面偏振的。北边的天空有这样神奇的现象，那么西边的天空如何呢？见图1.6，很容易看出，西边的天空并没有可以察觉的偏振特性。不论我们怎么摆放太阳镜，亮度都是一样的。读者还可以尝试观察一下东边和南边的天空。

同样是经过大气分子散射过的阳光，偏振性的差距咋就这么大呢？关于这一点的讨论，我们也留到“探索与发现”篇。