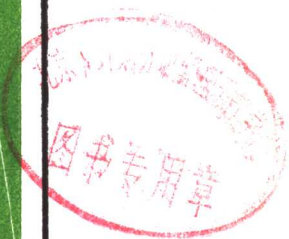
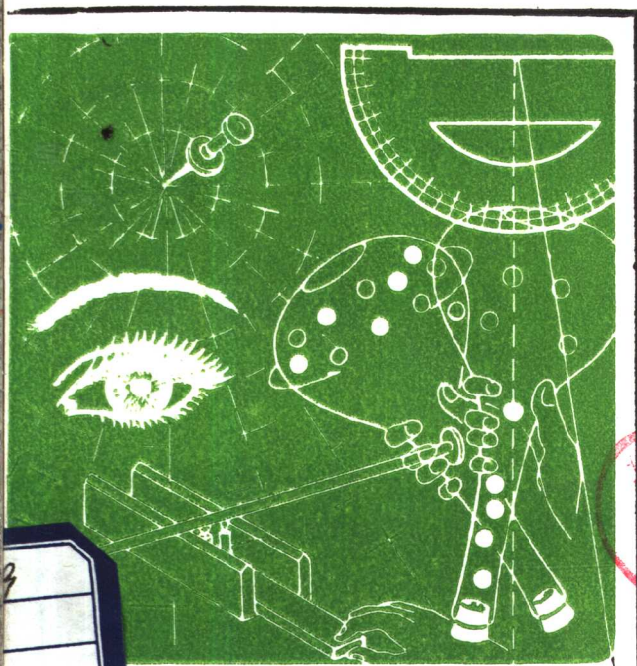


业余爱好者的科学

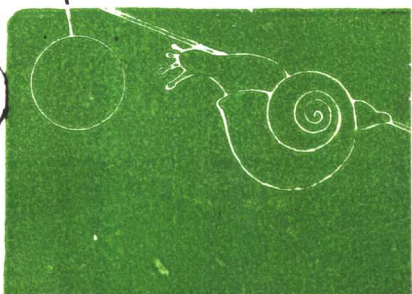
[美] C. L. 斯托克 著

黄宗成 译

YEYUAIHAOZHE
DE
KEXUE



科学普及出版社



业余爱好者的科学

[美] C.L.斯托克 著

黄宗成 译

科学普及出版社

内 容 提 要

《业余爱好者的科学》系美国知名科普活动家C.L.斯托克所著，由日本佐贯亦男(日本大学工学部教授、工学博士)译成日文，于1980年由日本经济新闻社出版，本书是由日译本转译的。该书向业余爱好者介绍了23个科技制作、科技实验项目。其选题比较新颖，大都发人深思、富有趣味，在写法上深入浅出，讲述较细，有理论有实际，比较生动活跃。该书的突出特点是讲究实效，使人阅读或试作这些项目后，确实能够学到真正的科技知识和技术本领。此外，该书还介绍了人造卫星运行轨道预测、气象卫星云图信号接收、激光全息摄影、给气流照相、给声波照相相等新兴技术的业余科技活动项目，它能把尖端技术普及到业余科技制作中来，这也是很有特色的。本书的内容涉及天文、气象、物理、新兴技术、工程技术以及生物学等诸方面。

本书的读者对象有：青年文化宫、职工科技馆、大中学校科研小组、业余科技活动小组、大中院校的师生、以及科技辅导员、理科教师和实验员等。此外，由于本书介绍的制作技术和实验方法，简易新颖，对于专业科技实验人员亦具有参考价值。

业 余 爱 好 者 的 科 学

〔美〕C.L.斯托克 著

黄宗成 译

责任编辑：任杏华

封面设计：松美珍

★

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

保定市满城华兴印刷厂印刷

★

开本：787×1092毫米 1/32 印张：6¹/₂ 字数：139千字

1986年1月第1版 1986年1月第1次印刷

印数：1--17,000册 定价：0.98元

统一书号：13051·1452 本社书号：0994

译 者 的 话

《业余爱好者的科学》是美国知名科普活动家 C.L. 斯托克所著。斯托克，1902年出生于美国衣阿华州，青年时期在明尼苏达大学攻读电气工程，以后曾当过飞行员和美国西部电气公司的工程师，从1957年起担任美国《科学美国人》杂志业余科学爱好者专栏编辑，1962年辞职后，集中精力专心致力于业余科学爱好者专栏的创作工作。他是一位经验丰富、热心求实的科普活动家。

这本书选集了他为业余科学爱好者写的23篇文章，各篇都先后在《科学美国人》杂志上发表过，很受读者欢迎。斯托克的作品风格朴实，讲求实际，他象给人讲故事似的，首先提出一个问题，然后就以此为引子，介绍怎样设计、计算、制作和试验，使人通过阅读或制作，学到一些真正的科技知识和技术本领。文章简明清楚，给人以严谨朴素之感，但读起来并不枯燥，而是引人入胜，这是因为他在选题上很注意文章的新颖性和读者的需要，在层次上也是由浅入深，前后衔接得较好，具有自己的特色。

这23篇文章都是专门讲科技制作和科技实验的，内容涉及天文、气象、物理、新兴技术、工程技术、体育运动以及生物等诸方面。有的是在一般科技制作书籍中很少见到的项目，如：人造卫星轨道预测、气象卫星地面接收天线、全息摄影、声成像等；有的是别有趣味的项目，如：超简易引擎、麦克斯韦魔瓶、无船体帆船，蜘蛛结网的实验和观察等；有的是实用设备的制作，如：气象仪器、折射计、悬磁滑翔机的制作等。

本书是开展业余科技活动的一本比较好的读物，它不仅可供具有中学文化水平的业余科技爱好者学习制作，还可供工厂、农村、大中学校、文化宫、科技馆的科技活动小组参考使用，对科技辅导员、专业技术人员、理工科教师和实验员亦有参考价值。

本书虽是针对美国业余爱好者的情况编写的，使用的器材有的可能不甚适合我国的情况，但这可以设法寻找一些代用器材来解决；还可能有一部分内容深了一点，这可请人辅导一下或找些参考书籍看看。这样，反而会使我们的业余科技活动变得更加活跃和富有探索精神。

普及科学技术的途径很多，读读科技故事，学点科技常识都是有益处的，但是有条件的话，还是动手作作，可能更实际，更有意思，收效更大。因为科技制作、科技实验，对于培养我们的科技兴趣、钻研精神、观察能力以及掌握技术技能等，都是有直接帮助的。积极开展业余科技活动，不仅有助于培养大量的科技人才，而且对于生产和科学技术的发展亦有重要的促进作用。这方面的事例，无论是在历史上还是在今天，业余科技爱好者所作的贡献是举不胜举的。

现在，我国的科学技术普及活动正在广泛地开展。各地比较普遍地建立了科技馆、科技活动站，并成立了全国性的科技辅导员协会。青少年的科技活动日益活跃，小发明、小创造、技术革新不断出现。为了适应这些活动的需要，我们把本书翻译出版，希望能对大家有所帮助。

本书是从日文本转译的，译者佐贯亦男是一位有才华的科普作家。他1908年出生于日本秋田县，1931年东京大学工学部航空专业毕业，现为日本大学理工学部教授、工学博士，曾获第17届日本创作协会奖，著有“飞行与引力的矛

盾”等多种著作。原著者和日译者均具有较高的专业水平和写作水平，原著和日译本的文字，都是比较不错的。但是我的日文不好，知识面也不够广，所以本转译本，可能存在不少错误和不妥之处，这是应该由作为中译者的我来负责的，希望各位读者多加批评指正。

在本书的翻译和出版中，科学普及出版社的领导和编辑同志给予我很多鼓励和帮助，谨向他们致以衷心的感谢。

黄宗成



伊豆大岛的水龙卷（见2小龙卷风）



“向日葵”气象卫星拍摄的云图
(见7接收气象卫星云图的天线)

目 录

译者的话

1	给气流照相.....	1
2	小龙卷风.....	13
3	巧妙的气压计.....	18
4	振子风速计.....	26
5	温度、湿度、风向、风速综合遥测装置.....	33
6	人造卫星轨道预测图表.....	46
7	接收气象卫星云图的天线.....	62
8	可移式天文望远镜.....	66
9	激光折射计.....	72
10	会跳舞的万花筒.....	84
11	能调节入射阳光量的遮阳棚.....	87
12	超简易引擎.....	92
13	橡筋引擎.....	94
14	肌肉动力机.....	106
15	旋转导电装置.....	113
16	麦克斯韦魔瓶.....	119
17	激光全息摄影.....	125
18	给声波、无线电波照相.....	136
19	悬动式伞翼滑翔机.....	142
20	无艇体帆船.....	158
21	无艇体快艇.....	171
22	饲养蜗牛.....	175
23	蜘蛛及其结网的观察.....	187

1 给气流照相

气流的流动，是不能直接看到的。如果想看到气流的流动变化，可应用所谓的舒莉莱恩摄影给气流照相，使气流可视化。这种摄影法所用的器材有：光源、透镜、刀形支架、感光底片等。

从前，飞机发明者莱特兄弟的弟弟莱特·奥比尔曾经说过：“如果气流是能看见的，那么飞机的设计将有预想不到的进步。”后来，为了使气流能够象大海中航船掀起的浪花那样，可以让人们看到，想出了不少方法。最古老的方法是把短丝带的一端粘贴在飞机的重要部位上，在风洞中，丝带能象风向标似的表示出气流的运动变化情况。另一种方法，是在风洞中，用轻烟吹过飞机模型的四周，飞机模型各部分所受气流压力的情况，能够从烟流的流动变化形迹表示出来。

还有一种与此相类似的方法，它是用水流来代替烟流。先立一块玻璃板，使它与气流的方向有一定的倾斜角度，然后使水流从玻璃板的上缘往下流，再将玻璃板的上缘分成若干个等间隔，在各间隔点配置染料流，从而在玻璃板上形成一些纵向的彩色条纹流，这时把实验模型置于靠近玻璃板中间的地方，使气流从玻璃板的上缘吹过实验模型，于是玻璃板上的染料流将产生横的移动，那么飞机模型各部所受的压力大小，可根据彩色染料流的移动情况计算出来。但是这种方法仅适于研究低风速场合。

在高风速场合，现在使用的是舒莉莱恩照相法。这种方法，以十九世纪法国物理学家傅科发现的光学效应为基础，1864年德国物理学家A.泰普拉应用这种效应，实现了空气密度差别的可视化。

舒莉莱恩照相法必备的器具有：光源，2枚透镜，2个刀形支架，以及感光胶片等。将光源灯泡发射出来的光线，用小透镜进行聚焦，在其焦点处立一刀形支架，并调整刀形支架，使其遮挡住一半光线，另一半未被遮挡的光线呈发散圆锥形射向第二只透镜，第二只透镜把这些光线会聚成收束圆锥形，在其焦点处再立另一刀形支架，同样地再调整这个第二个刀形支架，亦使其挡住射来的一半光线，这时未被遮挡住的余下的另一半光线，即直接照射到感光底片上。如果，在第一个刀形支架与第二只透镜之间的空气密度是相同的，那么照射到底片上的光线强度也是一样的。

但是，如果空气密度是不均匀的，光线在密度不同的空气中将产生折射，光线将发生弯曲，从而照射到底片上的光线强度也是不一样的。在空气密度是一样的时候，射向底片的光线有一部分被第二个支架遮挡住了，到达底片的光线减少了，光线较暗。相反地，当空气密度不一样的时候，在最初被支架遮挡的光线中，靠近支架边缘的那些光线，由于空气的折射作用，而绕过了支架的阻挡，亦射到底片上，使这部分的亮度增强了（当然底片都是装在暗箱里的片夹上的）。这样一来，在底片上就出现了明暗不同的影像，使空气密度的变化变为可视化。这就是莱特·奥比尔所幻想的气流照相。

超音速风洞中的气流观测

田纳西大学学生S·赛特尔斯进行了多年的舒莉莱恩照

相实验，他研究了应用舒莉莱恩摄影法，给超音速风洞中小物体周围的气流照相。下面是他关于这方面实验研究的介绍。

舒莉莱恩摄影是很有趣味的。以傅科光学效应为基础的舒莉莱恩摄影，它的光学性能很灵敏，但它也有不足的地方，它是使光线产生象气流那样的弯曲，从而在底片上形成明暗的图像，这样就要求第二个透镜必须有很大的直径，同时要求被观测空气的切面的尺寸也不能大于这个透镜的直径，使观测受到了许多条件限制。

光学性能好的透镜，即便是直径很小的价格也很昂贵。因此，大型舒莉莱恩摄影，一般均使用抛物面聚光镜，它可以使用制作天文望远镜镜片的那种简易手工方法磨制。采用抛物面聚光镜代替第二个透镜时，入射光线与抛物面聚光镜的光轴间应成一定的角度，以使入射光能照到反射面上，而光线在某一入射角下，可被反射到光轴的另一侧，这时即可测出相等的入射角和反射角。

在这一角度下，点光源光线，在焦点处会聚成一小彗星形的畸变光像，称作彗形像差，出现的这种现象称为光像畸变，如果使用一对抛物面镜子，则可避免产生光像畸变。这样，第一只镜子把入射光线从一侧反射到另一侧，射向第二只镜子，第二只镜子再把光线反射到感光底片上。这时，光线所走的光路呈曲折的Z字形（见图1-1）。

在这种情况下，由第一只镜片产生的彗形像差，在它被第二只镜片反射时，将由反射产生的新的彗形差所抵消，从而保持了两个镜片间的光线是平直的。因此，处于该光路内的空气一旦发生变化，则将使平直的光线发生变化，空气流动的变化，即可通过光线被折射弯曲的程度反映出来，这个

装置能够灵敏地感知出气流的变化。

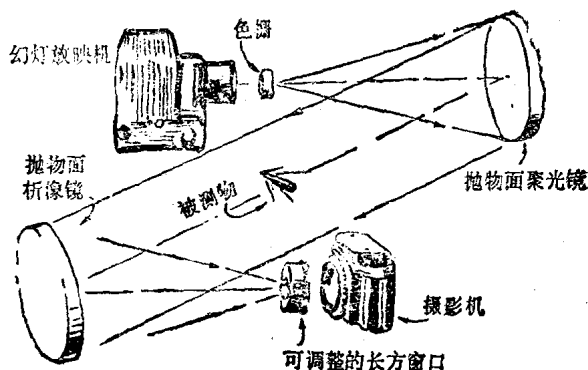


图 1-1 赛特尔斯的舒莉莱恩摄影装置

最简单的舒莉莱恩摄影，是给气流拍黑白照片，并且要求气流的密度只能在一个方向上有变化，即仅限于与刀形支架成直角的方向上有密度变化。但是，如果是作超音速气流实验的话，则要求能观测气流密度在各个方向上的变化，这样的话，需要增添几个色栅，色栅是正方形的或圆形的都可以。即便是这样作了，感光底片所需的有用信息并没有明显的增加，因为各色栅产生的光学效应形成了复合图像，这样复杂图像的黑白照片，解读起来是很困难的。

这种照片，虽然能把气流变化的梯度表现出来，但是很可惜没能表示出方向来。在实际应用上，拍摄舒莉莱恩黑白照片，是通过一次实验完成的，这时先把刀形支架水平放置，拍摄一次，然后把刀形支架垂直竖起，再拍摄一次。

彩色舒莉莱恩摄影

彩色舒莉莱恩摄影有好几种方法。最早的一种，是三十

年前德国人F.夏尔戴恩研究出来的。他采用白光作光源，具体的作法是在直线灯丝在白炽灯泡前面，置一小的消色差透镜，从透镜出来的光线，经缝栅的小缝，射到棱镜，光线被棱镜色分解，被色分解的发散光线，由一只反射镜聚焦，并使反射光线经第2缝栅投射到感光底片上。根据各色光线的折射率不同，通过调整缝栅的位置，仅使黄色光能到达感光底片上。

这时，气流如果没有变化，投射到底片上的光线，应该全部是黄色光。在被测试空间的气流，如果发生变化，这时的情况就和舒莉莱恩黑白摄影一样，由于空气密度的不同，光线被折射而发生弯曲，则使一部分黄色光射不到光屏的感光底片上，而为另外的其他颜色的光线所代替。这样一来，在感光底片上就出现了彩色的图像。如果空气密度增大，光谱照片一端的色调增浓；如果空气密度减小，则光谱照片另一端的色调增浓，应用这种现象，即可将气流的密度差表示出来。

彩色舒莉莱恩摄影的第二种方法，是英国国家物理研究所(N.P.L.)的R.J.诺斯在1954年研究出来的，这种方法，不使用棱镜，而是使用三种不同颜色（例如红、黄、蓝）并合的胶片代替第2缝栅。比如，光源光线通过中央的黄色片，则只有黄光投射于感光底片上，假若在被测试空间的气流没有紊流，投射到感光底片上的，当然应该全部是黄光，如果空气密度发生了变化，气流出现了紊流，光线被折射发生弯曲，那么投射到感光底片上的光线，除了黄色之外，又增加了红色和蓝色。于是产生了彩色图像。

改良的彩色舒莉莱恩摄影

我(赛特尔斯)最近又思考出一种舒莉莱恩摄影方案,它能将空气各个方向上的密度差都表示出来,各个方向上空气密度变化的梯度,用不同的颜色来表示,经过试验证明这个方案是成功的。光源采用正方形配置的方式(见图1-2)。各栅缝均覆以柯达(商品名)滤光片,光线通过普通镜系,并同时调整正方形配置的光源位置,使光线恰好射入栅缝。

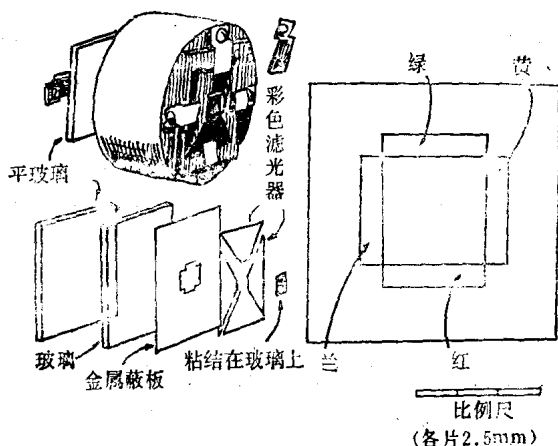


图 1-2 射入缝栅详图

从四个光源射出的光线,通过四个覆以不同颜色滤光片的栅缝,形成四种颜色(绿、黄、蓝、红)的色带(各种颜色的代号用柯达公司的滤光片型号表示),色带选用其他颜色也可以,但采用这几种颜色的组合效果比较好。如自制彩色滤光片,可用彩色明胶直接涂在幻灯玻璃片上,其他的黑色不透光部分,可用电工用的黑胶布贴上。

光源为白光或接近白光的光线,光线应能覆盖整个缝

栅。栅缝隙的大小，长度至少要大于6毫米，宽度为0.25毫米左右，栅缝作得狭一些，能够提高装置的灵敏度，如缝长为6毫米的话，缝的宽度是很狭的，仍可充分地避免使图像恶化的绕射产生。

光源如果不够强，曝光时间要长一些。用幻灯机的750瓦灯泡作光源很合适，它的灯丝有13毫米长，光线比较均匀。光源亮度不够，还可以使用小型聚光透镜来增强，如果在灯泡的后面安装一个抛物面反射器，光线的强度也会得到更大的增强。假如光源光线照射到缝栅上是不均匀的，这时可在光源和缝栅间放置一块平板玻璃，玻璃要白色透明的，这种玻璃的光线透过率比毛玻璃要高。

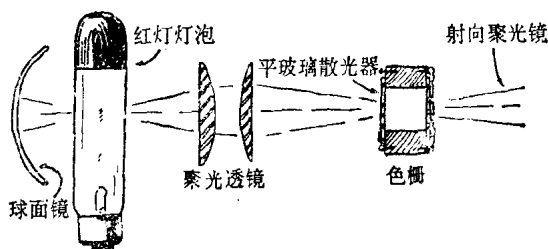


图 1-3 光源配置

从射入缝栅出来的光线，是以混合的单色光形式投射到被测试空间的，再经射出窗口会聚成彩色的光像。射出窗口由四个刀形弹簧片两两相对而构成，刀形弹簧片用可调螺丝固定在金属圆筒上（见图1-4）。射出窗口的尺寸与射入缝栅的缝长尺寸是一样的。

组装时，将射入缝栅、射出窗口分别置于抛物面镜的焦距内，镜的焦距至少需要有镜的直径的11倍（即镜焦距的

$f/11$ 相当于镜的直径)，如果小于这个数值，例如焦距只有

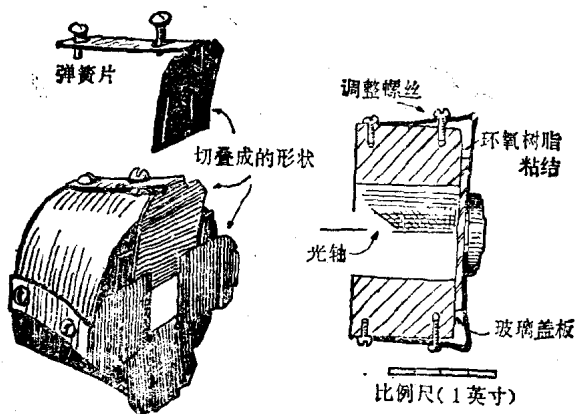


图 1-4 射出窗口详图

直径的8倍，即镜的口径为 $f/8$ ，这时产生的彗形像差很大。相反地，镜的焦距取的很大，势必增加整个装置的长度。特别是，取的焦距相当于镜的直径的11倍时，即取 $f/11$ 的场合，镜子接近球面镜，这在制作上也很方便，球面镜比抛物面镜容易制造。

该装置很怕震动，光源、射入缝栅、抛物面镜要装在平整而稳定的底板上，射入缝栅，射出窗口均置于镜的焦平面位置，而且要根据情况作好各部分的安排。

射出窗口能作三个方向的位置调整（上下、前后、左右），是用可调螺栓进行控制的（见图1-5）。这个装置初看起来很复杂，但实际上使用简单的手工工具就能制作。滑动导杆可用小钻杆制作，这种钻杆五金商店里有售品，平台可使用铝板制作，滑动导杆与平台间的联结固定，不使用螺丝，而是使用环氧树脂直接粘结。