

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

捕捉神秘之光

eBOOK  
网络资料 非精英

捕捉神秘之光

## 揭开绿叶的秘密

李懋学

植物靠什么长大的？

这个问题，许多同学都能回答：“植物的叶子里有叶绿素，它在太阳的照射下，能将二氧化碳和水制成淀粉等养料。植物就是靠自己制造的养料长大的。”

答案很正确。对于我们来说，这是最普通的常识。可是你知道吗，在一百多年以前，连世界上最伟大的科学家，也不知道这个最普通的常识。

“植物是喝水长大的！”

一粒小小的种子，落在地里就能发芽，就能长出青枝绿叶，变成参天的大树。要是离开了土壤，植物就不能生长。所以古时候，人们以为植物一定是吃土壤长大的。

这个想法对不对呢？到了1629年，比利时的科学家凡·海尔蒙脱想用实验证明。他把90.5千克干泥土装在一个大木盆里，在盆里栽一棵2.25千克重的柳树，按时给柳树浇水。五年以后，海尔蒙脱把柳树挖出来，洗干净，再把它五年落下来的叶子加在一起，称称重量，有76.05千克重。五年当中，一棵柳树增加了73.8千克重。那么土壤呢？土壤的重量仅仅减少了不到100克。

海尔蒙脱想：“这就奇怪了，原来植物不是靠土壤长大的。那么，它是靠什么长大的呢？”

海尔蒙脱想到除了土壤，柳树得到的唯一的東西是水。于是他下了这样一个结论：植物是喝水长大的。

## 污浊的空气和新鲜的空气

公元1771年，一位英国的化学家普利斯特利进行了一次很有趣的实验：在一个不透气的玻璃罩里面放一只活的小白鼠和一支点燃的蜡烛，过了一會兒，蜡烛熄灭了，不久，小白鼠也死去了。他得出结论，蜡烛燃烧的时候，把空气弄污浊了，这污浊的空气正是杀死小白鼠的凶手。接着，他又做了另一个实验：在同一个玻璃罩里面放一支插在水瓶里的薄荷茎叶，再点燃蜡烛，又放进一只小白鼠，过了同样长的时间，蜡烛没有熄灭，小白鼠还在里面活蹦乱跳呢！普利斯特利又得出了另外一个结论，这绿色的薄荷草能把污浊的空气变成新鲜空气，所以蜡烛可以继续燃烧，小白鼠也不会死。你看，薄荷草成了小白鼠的“救命恩人”。

## 氧气和二氧化碳

普利斯特利的实验虽然证明了植物具有改善空气的本领，但是，具体的内容和过程还不清楚。过了两年，瑞士的谢内比又做了一个小实验，

他把幼嫩的植物枝叶浸在有水的一个玻璃管里，然后用一支细麦秆向里面吹气，这主要是人呼吸产生的二氧化碳。他把玻璃管放在太阳下照射，看看这绿色枝叶有什么变化。不久，他发现绿叶上布满了一个个闪闪发亮的小气泡。他用一支小试管小心地把气泡收集起来，并把一个冒烟的小木片放进试管里，小木片立刻燃烧起来，窜出明亮的火苗。这个实验使谢内比得出了一个更明确的结论：绿色植物在太阳光的照射下，能吸收二氧化碳，放出氧气。人们终于弄明白了，在普利斯特利的实验中，那杀死小白鼠的凶手原来是二氧化碳气（污浊空气），救活小白鼠的“恩人”（新鲜空气）原来正是植物释放出来的氧气。

### 原来植物靠二氧化碳生活

以上的实验，虽然初步揭开了植物和空气之间的一些秘密，给人们以很大的启发，但是这还只是看到了一些很表面的现象。绿色植物吸收二氧化碳和放出氧气这样一个重要过程，还需要更精确的实验来证明。

1804年，瑞士科学家沙斯修尔又做了一个很有价值的实验，他把一株长春花栽在一个密闭的玻璃罩里面，玻璃罩里面的空气是人工配合好的，含有一定分量的二氧化碳和氧气。一个星期以后，沙斯修尔把玻璃罩里的空气分析了一下，发现氧气增多了，而二氧化碳差不多全部消失了。

实验证明，植物果然能够吸收二氧化碳，放出氧气来。可是沙斯修尔还怕这个结论不可靠。他把植物烤干了，分析植物的成分，发现其中碳占45%，氧占42%，氢占6.5%。

这样一来，沙斯修尔就把一百七十多年前海尔蒙脱的结论打破了。海尔蒙脱说，植物是喝水长大的。水是氢和氧的化合物。植物如果光喝水，身体里面就不会有碳。这碳，很明显是从二氧化碳气中得来的。植物吸收了二氧化碳，放出了其中的氧，把其中的碳留在身体里面了。

### 揭开绿叶的秘密

经过沙斯修尔的实验，人们知道，植物是靠水和二氧化碳生长的。

但是，植物怎样把水和二氧化碳制成使自己长大的养料呢？

1862年，德国科学家沙克斯揭开了这个秘密。

沙克斯认为，把水和二氧化碳制成养料，主要是叶片的作用。他每天上午、傍晚和深夜三个时间各从同一棵植物上摘下一片叶子，再用打孔机在这三片叶子上各取下一块同样大的小圆片。他把这些小圆片烤干了，仔细称它们的重量。这些叶片既然长在同一棵植物上，取下来的小圆片又一样大，按说应该一般重。可是奇怪，沙克斯做了上百次试验，都是深夜取下来的最轻，上午取下来的比较重，傍晚取下来的最重。

在一昼夜之间，植物叶子的重量为什么会不同呢？沙克斯为了回答这个问题，又做了个实验。他把不同时间摘下来的叶子放在酒精里一煮，绿色的叶子就变成白色的了。他又在白色的叶子上滴了几滴碘液，奇怪的现象发生了，白色的叶子变成了深浅不同的蓝色。蓝色最浅的是深夜摘下来的叶子，最深的是傍晚摘下来的叶子。

叶子碰着了碘液变成蓝色，说明它里面含有淀粉。傍晚摘下来的叶子蓝色最深，说明它含的淀粉最多，所以也比较重。早晨摘下来的叶子，蓝色比较浅，说明它含的淀粉比较少，所以也比较轻。深夜摘下来的叶子蓝色最浅，说明它含的淀粉最少，所以也最轻。

于是沙克斯知道：叶子是白天制造养料的。从早晨起，叶子里的淀粉就开始逐渐增多，所以在傍晚正是叶子里的淀粉最多的时候。到了晚上，叶子里的淀粉逐渐减少，因为输送到植物的其他各部分去了。

后来又经过许多科学家研究，终于搞清楚了，原来植物的叶子里含有叶绿素，叶绿素能够利用太阳光的能量，把根吸收来的水分和叶子从空气中吸收来的二氧化碳，制成淀粉，同时放出氧气。如果把它写成公式，就是：二氧化碳+水  $\xrightarrow[\text{叶绿素}]{\text{光}}$  碳水化合物+氧气。这碳水化合物

包括有糖、淀粉等。晚上没有阳光，植物就停止制造养料了。

所以正确地说，植物原来是靠水、二氧化碳和阳光长大的。这三样，缺了哪一样都不行。

### 问题还没有结束

现在已经弄清楚了，植物是靠叶绿素来制造养料的。但是问题还没有结束。叶绿素究竟怎样利用太阳光把水和二氧化碳制造成淀粉的呢？人们至今还不大清楚。

许多科学家在进一步研究叶绿素的功能。这个秘密要是揭开了，人们就可以模仿叶绿素的功能，建立起这样的工厂来：利用一些普通的水和烟囱中冒出来的二氧化碳作原料，既不烧煤，又不用电，只是放在太阳光底下晒晒，就可以生产出淀粉来。用这些淀粉，可以做成米饭、年糕、面包、烙饼、火烧、面条和各种点心。想一想吧，到了那个时候，人类的食物该是多么富足！

朱植人 插图

### 他找到了植物里的“老祖宗”

任 钢

### 一个科学的预见

1975年的一个晚上，中国科学院海洋研究所所长、著名藻类学家曾呈奎教授在他的寓所里，翻阅一本外文刊物——《国际藻类杂志》。其中一篇文章是美国一位名叫柳文的藻类学家写的，它引起了曾教授的注意。这篇文章里说，在这年的早些时候，他在墨西哥的下加利福尼亚海湾里考察藻类，发现了一种过去不被大家注意的微小海藻。这是一种很低等的单细胞生物，体积小极了，要上千倍的显微镜下，才能看清它的形状。它附生在一种很小的海洋动物——海鞘的身上，海鞘又攀附在红树的气根上生长。经过研究，柳文博士认为它属于蓝藻类，是一个人们没有发现的新种。

曾教授怀着很大的兴趣，把这篇文章反复读了好几遍，详细地分析了文章中一些关键的内容，特别是柳文博士关于这种藻类的形态特征、叶绿素组成情况的描述。可是他越看越怀疑，一幕幕往事在心中渐渐浮现出来……

藻类是世界上最先出现的植物。它们的细胞里含有叶绿素，能进行光合作用，也就是说，能在太阳的照射下把水和二氧化碳制成有机物质，并释放出氧气。根据各种藻类细胞中所含叶绿素的不同，人们把藻类分成三大类：一大类包括蓝藻和红藻，它们是蓝色和红色的；一大类包括褐藻和硅藻、甲藻、金藻、黄藻、隐藻等等，一般是褐色的；还有一大类是绿藻和其他草绿色的藻类。在这三大类中，绿藻中所含叶绿素的成分和现代的陆生植物基本一样，因此科学界一般认为，绿藻是现在陆地上的各种植物，如苔藓、蕨类、种子植物的共同祖先。

那么，绿藻的祖先是什么呢？在这一年以前，曾教授就预见到，世界上很可能还生存着一种原始的绿藻类。它起源于十几亿年前，在藻类和整个植物的进化过程中，曾经起过十分重要的作用。这个预见是国内外生物学界从来没有人提出过的。一年多来，曾教授一直在注意寻找它，但始终没有找到。

现在，柳文博士在文章中所说的“蓝藻”，和自己所预见的原始绿藻多么相似啊！经过仔细研究，曾教授得出了肯定的结论：一点儿也不错，这种“蓝藻”，正是自己要寻找的原始绿藻，柳文博士弄错了。

恰巧在这年秋天，曾教授参加了由著名科学家组成的中国科学技术代表团，访问了美国，见到了柳文博士。曾教授坦率地向柳文博士指出，他所发现的“蓝藻”实际上是一种原始绿藻，并且建议，在植物分类上用一个新的“纲”来代表。柳文博士起初有点犹豫，过了些时候，他接受了曾教授的意见，把这种“蓝藻”定名为“原绿藻”，并进一步提出建立一个新的比纲高一级的门，即原绿藻门。

### 一定要在国内找到它

从美国回来以后，曾教授立刻开始了紧张的研究工作。之后，国外不断传来报道说，科学家已经在澳大利亚的昆士兰、新加坡、夏威夷群岛以及加勒比海等热带地区的海洋里找到了原绿藻。可是在我国，却始终没有发现它的踪迹。曾教授坚信，我国一定也有原绿藻，只是目前还没有找到罢了。他决心找到它。

根据国外的一些情况，原绿藻适宜在温暖的热带海洋中生活，那里的水温一年四季中总是高于 20℃。在我国，只有南海具备这个条件。曾教授决定，到南海去。

1980年初，曾教授率领着一支考察队来到了海南岛，在海水里反复寻找。可是，小小的原绿藻却始终不肯露面……

面对这种情况，曾教授认为，可能是因为海南岛一带沿海水温还不够高，不适于原绿藻生活。那么，西沙群岛呢？那里纬度更低，气温更高，原绿藻会不会生活在那里呢？

在西沙群岛上，曾教授和考察队员们一起，冒着热带的烈日和酷暑，废寝忘食地工作着。1980年3月14日，他们终于在西沙群岛最南端的中

建岛上，找到了生长在海鞘和苔藓虫身体上的原绿藻。这两种很小的动物，它们都附着在一些珊瑚和较大的藻类上生长。在海鞘和苔藓虫那灰白色的群体表面上，原绿藻一丛丛地聚集生长在一起。当时的鉴定和以后进行的精确技术测定都证明，它就是寻找多年的原绿藻！后来，考察队几乎在西沙群岛的所有小岛上都找到了这种原始藻类。最后，在返回海南岛后，又在岛南的一个小岛上找到了它。

### 最古老的“活化石”

原绿藻的发现和曾教授对它的研究，在国内外都引起了极大的重视。

1981年4月，曾教授和他的一位助手访问加拿大。他们在加拿大国家科学委员会、大西洋研究所作了学术报告，受到有关学者的重视。

1982年4月，中国科学院生物学部举行纪念达尔文逝世一百周年学术讨论会。曾教授关于原绿藻的论文在大会上发表以后，科学家们认为，这项研究是我国近年来对达尔文的生物进化理论研究所获得的最重要成果之一。

原绿藻的发现和研究，它的意义是很大的。亿万年来，地球上曾经生活过各种各样的生物。由于生活环境不断地发生变化，很多生物不能适应而绝灭了，我们现在只能从化石中推测它们的模样。而有些生物却适应了自然环境，顽强地生活下来，所以被人们称为“活化石”，比如大熊猫、水杉、文昌鱼等。而在这些活化石中，原绿藻称得上是一位“老祖宗”，它出现在世界上最少也有十几亿年了，对生物进化的研究、光合作用的研究都具有很重要的意义。

另外，原绿藻很可能是地球上所有高等植物的共同祖先。在地球诞生的初期，大气中没有游离氧气，由于植物在亿万年间不断地进行光合作用，才使氧气不断增加，使动物和人类能够生存。然而，在世界上最早进行光合作用的，正是原绿藻和其他一些原始的藻类。它们应当享有光合作用的创始者的光荣称号。

穆永瑞 插图

### 设宴查“凶手”

党群

这个案子发生在100年前德国的一个乡村里。当时，一种不知名的流行病夺去了许多人的生命。有一位名叫柯赫的乡村医生十分难过，他想：引起流行病的凶手肯定是一种病菌，这种病菌是什么样的呢？我一定要把它找出来。

那时候，地球上还没有找到过使人生病的细菌。柯赫东找西找，没有得到结果。他听说法国生物学家巴斯德用显微镜找到了使蚕生病的细菌和使啤酒腐败的细菌，很希望自己也能有一架显微镜。他的妻子用自己积蓄的钱买了一架显微镜，作为送给柯赫的30岁生日的礼物。柯赫以

为自己有了“照妖镜”，马上就可以使病菌现原形。可惜病菌并不那么容易上钩，柯赫在显微镜下没查出什么结果。

柯赫想，应该让病菌繁殖得多一点，这样才好对它们进行研究。他决定设“宴”诱敌。

柯赫置办了营养丰富、味道鲜美的肉汤，吸引细菌前来赴“宴”。过了不久，柯赫把肉汤涂在玻璃片上，放在显微镜下观察。细菌果然在肉汤里繁殖起来了。柯赫看到了密密麻麻的细菌，真是高兴极了。他想，凶手必定在里边。可是再一细看，各种模样的细菌都有，没法查明究竟谁是凶手。这次“肉汤宴”失败了。

科学发明的线索往往就存在于平凡事物之中，厨房里、灶台上丢落一点菜帮或饭粒的事，本来是谁都可以看得见的小事，一般人容易忽略过去。柯赫可不是这样，他是一个有心人。一次，他在厨房里发现了一片半生不熟的土豆片，上面长了红绿斑点。他把土豆片上各种斑点分别拿到显微镜下查看，啊！红色斑点是球菌，白色斑点是杆菌，每个菌落都是单一种细菌，没有在肉汤里那种混杂的现象了。柯赫从这个偶然的发现中得到了启发，马上蒸煮一些半生不熟的土豆片，摆起“土豆宴”来。可惜土豆营养太差，大多数细菌对它不感兴趣，细菌繁殖不起来，这一次“土豆宴”又失败了。

失败是成功之母。柯赫分析了两次设宴失败的原因，决定再置办一种“宴席”，既要有丰富的营养使细菌繁殖快，又不让细菌游来游去，混杂在一起。于是他设想制造一种像肉汤那样高营养的固体培养基。在他妻子的帮助下，他在肉汤里加入洋菜，熬制后冷却成胶冻。让细菌到胶冻上赴“宴”，各选地点进行繁殖，一分二，二分四，四分八地增长，很快分裂成肉眼可以看得见的大大小的菌落。柯赫把提纯的菌种进行分槽饲养，并用它进行试验，终于捕获了炭疽杆菌、结核杆菌、霍乱弧菌等“凶手”。

细菌个体很小，又无色透明，在显微镜下很难分清个体的结构。为了解决这个问题，柯赫决心给这些细菌染上颜色。经过很多次失败，终于摸清了各种细菌的脾气——有的喜欢酸性染料，有的喜欢碱性染料，有的喜欢中性染料——发明了“细菌染色法”。如今医生利用这种方法，把病人的痰涂片染色之后，放在显微镜下，就可以查出病原体是结核杆菌，还是肺炎双球菌，给确诊和治疗提供了科学依据。

柯赫由于创造了固体培养基，发明了“细菌染色法”，成了一位著名的细菌学家。

毛文彪 插图

## 看不见的病毒

罗金德

病毒是世界上最小的生物，它的个儿只有万分之一毫米大小，不用说我们的肉眼，就是用普通的显微镜也看不见，所以早先人们把它叫做“看不见的病毒”。本世纪初，人们在看不见见的情况下，把它发现了。

## 烟草的瘟疫

19世纪90年代初期，在俄国刚刚开始种植烟草。可是不久，农民们遇上了一场可怕的灾难。烟草才抽出几片嫩叶，不几天叶面上就出现了一条条黄的绿的斑纹，接着就变得斑斑驳驳，甚至整株叶子部卷缩起来，最后完全枯萎、腐烂。这就是烟草花叶病。它像瘟疫一样迅速蔓延，使烟草收成减去一大半！

没有办法制止烟草花叶病的传播吗？是的，因为那时候还没有人知道，这种烟草瘟疫是什么原因引起的。许多有名望的植物学家遇着这种情况，也只能紧紧皱起了眉头。

这场烟草的大灾难引起了一位年轻的植物学家的注意。他就是俄国彼得堡科学院植物实验室的助理员德米特里·伊凡诺夫斯基。他在上大学的时候，就和同学们一起考察和研究过烟草的病害。他没有放过这个继续深入研究的机会，来到了烟草花叶病流行的克里米亚。

伊凡诺夫斯基在田里采了几片得病的烟叶，把它们捣碎，加上水调成浆液，然后把这种浆液滴在没有得病的烟叶上，看看会发生什么变化。没过几天，这些烟叶果然也得了同样的病。伊凡诺夫斯基作出结论：传染花叶病的祸首就藏在烟草的叶子里。

这些祸首是不是一种细菌呢？伊凡诺夫斯基把这种浆液接种在几十种细菌培养基里，希望它们成长发育，结果一无收获。这种通常用来分离细菌的方法，对这些祸首一点儿也不顶用。他又在显微镜下仔细观察得病叶片的细胞组织，想找到这些祸首，结果也没有看到它们的踪影。

十个月的光阴过去了，这位26岁的年轻人还在继续寻找这些神秘的祸首。

## 两种可能

有一天，伊凡诺夫斯基看到植物学家梅也尔的一份研究报告，里边说：“花叶病烟草的浆液用两层滤纸过滤之后，好像失掉了它的传染性。”这样说来，引起花叶病的似乎是一种比细菌稍大一些的微生物。伊凡诺夫斯基想，如果真是这样，为什么用显微镜看不见它们呢？

伊凡诺夫斯基重复了梅也尔的实验，结果恰恰相反，过滤以后的浆液仍然有传染性，说明滤纸并不能阻挡这种看不见的祸首作祟。梅也尔是错了。

梅也尔是德国一位有声望的学者。伊凡诺夫斯基不因为发现了一位知名学者的错误而洋洋自得；相反，他从这个实验中得到了启发。他选用了一种孔隙极小的，连一般的细菌也通不过的过滤器，用它来过滤病叶的浆液，再把经过过滤的浆液，用针筒注射在健康烟草的叶脉里。九天以后，烟草的叶片上出现了黄色的花斑，也感染上花叶病了。

伊凡诺夫斯基想：如果病原体是细菌，应该被滤掉了，浆液怎么还能传染花叶病呢？会不会实验出了漏洞？他一次又一次改进实验方法，结果仍然一样。

1892年2月14日，伊凡诺夫斯基在彼得堡科学院会议上发表了题为“关于烟草疾病的两种可能”的演说。他说：“花叶病烟草的浆液通过

细菌过滤器仍旧能够引起感染，这说明存在着两种可能：一种是病原体非常微小，能够通过细菌过滤器；另一种是细菌本身虽然不能通过过滤器，但是它分泌出来的毒素，溶解在浆液里，也能引起花叶病。”

这个报告吸引了许多学者，投入这项研究的人越来越多了，可是都没有什么进展。各种假说、推测、臆想一个个冒了出来。对于究竟是什么东西引起烟草花叶病的问题，这个说，“病原可能是一种特殊的酶”；那个说，“可能是细胞的原生质”；还有人说，“这是一种活的传染性液体”。有人甚至用醋酸菌、乳酸菌，还有用鸟粪和牲畜粪便来感染烟草，想靠碰运气来解决这个难题。

花叶病的研究工作似乎陷入了绝境。不少人退却了，伊凡诺夫斯基依旧坚持着……

### 只剩一种可能

一转眼就到了 1896 年，伊凡诺夫斯基已经是华沙大学的讲师了。他设计了一个个精细的实验，用事实推翻了那些没有根据的推测。

他把病叶的浆液注射进第一株健康烟草的叶脉。等这棵烟草发病以后，把它的叶子也做成浆液，注射进第二株健康烟草的叶脉里。然后，再把第二株发病烟草的浆液注射给第三株，这样一株一株地注射下去。

他的设想是，花叶病的病原体如果是一种毒素，那么注射进第一株烟草的毒素最多，发病也应该最快、最重。以后的几株，注射进的毒素只是前一株的一部分，所以一株比一株少，发起病来也应该一株比一株轻，一株比一株慢。最后，毒素减少到接近于零的时候，总该有一株烟草不再发病。

实验结果恰恰相反。全部烟草都得了花叶病，而且越是后面的，比前面的发病更快更重。事实说明，浆液经过连续注射以后，感染花叶病的毒性不是减弱，而是增强了！

这说明什么呢？伊凡诺夫斯基反复地思考着。答案只有一个：病原体不是什么毒素，而是某种微小的生物。因为只有活着的生命，才可能在烟草中继续繁殖，才可能使浆液的毒性一步步增强！

伊凡诺夫斯基揭穿了花叶病的秘密，他连夜写出了《烟草花叶病》这篇论文。他在结论中说：“……通过实验可以证明，在这两个假说中，关于能溶解在滤液中的毒素的假说失去了根据。因此只剩下一个可能：花叶病的病原体是能够通过粘土制的过滤器小孔的‘活的最小有机体’。”

这种“活的最小有机体”，就是现在所说的“病毒”，要用电子显微镜才能看得见。伊凡诺夫斯基那个时候，还只有光学显微镜，可是他用科学实验和推理的方法证明了它们的存在，发现了连他自己也没有看到的微而又微的微生物。

王惟震 插图

蜘蛛吸引了科学家

严 慧

清早，你看到房檐下或是树枝上，挂着一张缀满了晶莹的露珠的蜘蛛网，会有什么样的感觉呢？

你欣赏它，还是讨厌它呢？你想不想细细地观察一下蜘蛛的生活呢？你也许还不知道，这种不大招人喜欢的生物却吸引了许多科学家的注意。

最系统地研究蜘蛛生活的科学家，是 19 世纪末期法国的昆虫学家法布尔。他观察了各种种类的蜘蛛——黑腹毒蜘蛛、克罗素蜘蛛、有带纹的蜘蛛、囊蛛、蟹蛛、圆蛛、迷宫蜘蛛等等。他写了一本厚厚的书，叫《蜘蛛的故事》，详细地描写了他观察到的蜘蛛的生活习性，还提出了许多吸引人去思考的课题。

### 具有液压传动的脚

法布尔非常细致地观察过蜘蛛的丝。在显微镜下面，他惊奇地看到，细得不能再细的蜘蛛丝，原来是由更细的细丝绕成的空心管子；管子里面充满着粘液，粘液可以从细丝缠绕成的管壁上慢慢地渗透出来，因而蜘蛛网始终有很强的粘性。

使法布尔感到奇怪的是，这种能够粘住任何东西的蛛丝，却从来不会粘住在网上跑来跑去的蜘蛛的脚。

蜘蛛的脚上有什么可以防止被蛛丝粘住的秘密呢？法布尔猜想，蜘蛛的脚上可能会分泌出一种能够抗抵粘丝的油。他做了一个实验，用能够溶解油类的二硫化碳给蜘蛛刷了脚，再把它放到蛛网上，它的脚果然就被粘住了。

近代的科学研究进一步发现，蜘蛛的腿里没有一点肌肉，而是充满着一种液体。这种液体装置不但可以使蜘蛛不至于把自己粘在网上，而且是一种压力机构。蜘蛛可以随时调节这种液体的压强来控制八条腿的运动，所以它在网上可以进退自如。

这种控制动作的方法，在物理学上叫做液压传动。正在研究中的机械手、机器人都是没有肌肉的铁家伙，人们就用液压传动的方法使它们像蜘蛛那样灵活地动作。

### 接受振动的联络装置

法布尔注意到，蜘蛛织好网以后，就躲到一个角落去休息。如果有昆虫落到它的网里，它就赶过去用丝把那个倒霉的昆虫缠住。

躲在一旁的蜘蛛怎样会知道有昆虫落网的呢？法布尔看到，有一条蛛丝从蛛网的中心通出来，沿着一个倾斜的角度，一直通到蜘蛛白天休息的地方。他猜测，蜘蛛大概是利用这根蛛丝来感知网上的情况的。

为了证实他的猜测，法布尔把一只活的蝗虫放在蛛网上。蝗虫使劲挣扎，蛛网就震动起来，蜘蛛果然顺着这根通向中心的蛛丝急急忙忙地跑过来了。它用丝把蝗虫缠住，再拖着它顺着这根蛛丝回到自己隐蔽的地方，慢慢地把它吃掉。

法布尔又做了一个实验，他用剪刀把从中心通出来的这根蛛丝剪

断，再把一只蝗虫放在蛛网上。尽管挣扎着的蝗虫使蛛网震动得很厉害，蜘蛛却一点也不知道，仍旧若无其事地躲在角落里休息。

现在，人们进一步发现蜘蛛感知震动的感官非常巧妙。它是很小的像裂缝似的“耳朵”，就长在脚上，能够感知每秒钟 20—25 次的振动。这样微小而又灵敏的“音响探测器”，很值得人们去研究和模拟。

### 挤压细丝的纺绩器

法布尔在观察蜘蛛织网的时候，注意到它的丝并不是从丝囊中纺出来的，而是靠身子移动或往下掉拉出来的。不过，法布尔似乎没有进一步去研究蜘蛛的丝究竟是通过什么器官“拉”出来的。

发现蜘蛛拉丝的器官的，是法国的另一位科学家，名叫卜翁。他饲养过许多蜘蛛，希望能利用蛛丝作为纺织的原料，并且割破了许多蜘蛛的丝囊，取出胶液，抽出细丝，织出了第一双人造蛛丝手套。

利用蛛丝作纺织原料的实验失败了。因为第一，蜘蛛要吃昆虫，而且自相残杀，人工无法饲养；第二，蛛丝一见水就膨胀，容易断裂，比蚕丝差远了。因此，那第一双人造蛛丝手套也就成为他的最后的一双。

但是，这项研究却使人们在别的方面得到了启发。原来蜘蛛的腹部后端有六个吐丝器，每个吐丝器有许多小孔，总共有 1000 多个小孔，每个小孔分泌出一细滴粘液，经过拉扯变细变长，在空气中凝成了丝。一根蛛丝原来是由 1000 多根这样的细丝合并起来组成的。

蜘蛛的这套器官叫做纺绩器。现代人造纤维的喷丝头就是模拟蜘蛛的纺绩器设计的，而且也是用很快的速度将胶液拉成细丝的。

## 使几何学家赞美的图形

人们赞美蜜蜂的六角形蜂房，认为它是最符合数学观点的节省材料的建筑设计。蜘蛛网的结构，也赢得了数学家的赞叹！

你看，蜘蛛网像一个圆，有一个圆心；从圆心辐射出来若干根半径，它们的圆心角都是大致相等的。但是它又不是一个圆，而是我们平常说的“八卦”形，因为连接各条半径的蛛丝不是同心弧，而是平行的直线。它们距离并不相等，越接近中心越密。这样复杂的图形，人们就是用直尺和圆规也不容易把它画得这样匀称这样美！这些特点使数学家想起一种高级的几何曲线，名叫“对数螺线”的无穷曲线。蜘蛛当然不懂几何，也不懂绘图，它却本能地织出了这样复杂而美丽的几何图案。它是用的什么工具，使自己在织网的时候能沿着这样一条无穷曲线进行呢？

这个问题，法布尔在 19 世纪的末期就提出来了。他觉得人们研究数学的方法虽然很巧妙，但是太复杂。能不能像蜘蛛那样，用一种简单的方法去研究数学，甚至将来有一天可以完全抛掉那些麻烦的公式呢？他认为也许可以，并且问：为什么不可以呢？

不过直到今天，蜘蛛的“数学头脑”仍然是一个等待人们去揭开的秘密。

## 水下居住的潜水钟

蜘蛛的家族中还有一种很吸引人的品种，它的名字叫做水蜘蛛。

水蜘蛛虽然不能直接在水里呼吸，但是它能够为自己在水底下造一个精美的丝质的网，像钟罩一样紧紧地扣在水里。这个钟罩似的网里充满着空气，这些空气是它用身上的茸毛从水面上带进去的。水蜘蛛住在这样的“潜水钟”里，生活很自在。

法布尔很希望能够观察一下水蜘蛛的生活，描写一下水蜘蛛为自己建造的神奇的建筑。他认为，“水晶宫”不过是神话中的幻想，只有水蜘蛛为自己创造了在水底下生活的环境。可惜法布尔没有条件实现他的愿望。

这个问题，后来有别的科学家作了研究，并且想到，人也可以像水蜘蛛那样，在水底下建造起充满空气的密闭的建筑，也可以像水蜘蛛那样在水底下生活和工作。

这个幻想正在变成现实——人们不但已经设计了可以在水下居住的比较简单的潜水钟，而且正在设计在海底建筑庞大的、现代化的海底城市，作为开发海底矿藏，进行海洋养殖的基地。

刘洛平 插图

史密斯教授  
的“寻鱼启事”

冯世丹

1938年12月的一天早晨，非洲南部东伦敦港附近的印度洋海面上，有一条奇怪的鱼落进了鱼网。

这条鱼约有1.5米长，身体表面布满了坚硬的鳞片，发出蓝白色的光泽，好像全身穿着一层铠甲。它的头特别坚硬。最不可思议的是，它的胸部和腹部的两侧各长着一只鱼鳍，这些鳍和其他鱼类的鳍比较起来，显得特别肥大，就像是野兽的脚一样。

可是，这一切都没有引起渔工们的注意。渔船回到东伦敦港以后，这条鱼就和许多鱼混在一起，被扔在码头上了。

这时候，恰巧有一位名叫拉蒂迈的女士经过那里。拉蒂迈在博物馆工作，这条奇形怪状的鱼引起了她的注意。她反复地看了半天，也弄不清这是一条什么鱼。于是她取出笔记本，把鱼的模样画了下来。

回家以后，拉蒂迈马上查阅有关的鱼类资料。但是关于这种鱼的名称和图样的说明一点儿都没有。她又到图书馆去查阅了有关的书籍，翻遍了鱼类图鉴，也还是一无所获。

于是，拉蒂迈给住在附近一个城市的鱼类专家史密斯教授写了一封信，向他请教，还在信中附了这条鱼的写生图。

史密斯教授当时正在大学里研究鱼类学。一见到拉蒂迈的来信，他立刻惊呼起来：“空棘鱼！活着的古代空棘鱼！简直不敢相信，这种鱼早在几千万年以前就已经绝灭了，怎么可能还有活的呢？”

原来在这以前，动物学家们从地下发掘出来的化石中，认识到大约在几亿年以前，地球上曾经生存过这样一种鱼类，可是后来却绝灭了。关于它的具体情况，人们知道得很少，难怪拉蒂迈翻遍鱼类图鉴也找不到它的资料哩！

史密斯教授心想：“会不会是拉蒂迈画得不准确，这条鱼根本不是空棘鱼呢？”他急于去看看这条鱼的真实面貌，便立即给拉蒂迈拍了个电报，让她一定要把鱼保存好，自己立即开着汽车，连夜向东伦敦港赶去。

经过500多公里的长途奔波，史密斯教授来到了东伦敦。遗憾的是，他只见到了一些鱼骨头，一个坚硬的脑袋，还有一张鱼皮等零碎的东西。其他的一切，在拉蒂迈接到教授的电报之前，已经被渔工们吃掉了。

史密斯教授对鱼骨、鱼头和鱼皮进行了详细的观察。可以肯定，它就是古代空棘鱼的一种，史密斯教授把它定名为“矛尾鱼”，由于它是拉蒂迈发现的，又把它叫做“拉蒂迈鱼”。

非常可惜，光有骨头、脑袋和皮，是不能用来进一步地研究的。

史密斯教授自我安慰地想：“既然发现了一条，说不定在哪里还存在着它的同类，只要努力去找，也许可以找到。”

史密斯教授马上画出矛尾鱼的图样，并且制成了广告，印了几千份，送到印度洋沿岸的南非海岸各地。广告上用英、法、葡萄牙等文字写着：“谁捉到这样的鱼，奖一百英镑。”

广告送出以后，史密斯教授还不放心，他亲自乘船出海，拿着广告向渔工们宣传。

史密斯教授为什么要这样下功夫去找矛尾鱼呢？

原来在几亿年以前，海洋里生活着一种十分古老的鱼类——总鳍鱼。它们身体的结构和一般的鱼大不一样，除了前面已经提到的几点以

外，还具有能够呼吸的鳔。矛尾鱼属于空棘鱼，空棘鱼又是总鳍鱼中的一类。

经过了不知多少年的缓慢发展，总鳍鱼分化成两支：一支登上了陆地，演变成两栖类，后来又经过不断的进化，成为今天陆地上种类繁多的动物；另一支却留在了海洋里，空棘鱼就是其中一类。

大约在 7000 万年以前，地球上发生了很大的变化。山崩地裂，气候也变得干燥、寒冷。科学家们一直认为，总鳍鱼也在那个时候绝灭了。现在发现的这条鱼说明，在那场翻天覆地的大变化中，有极少数的空棘鱼适应了新的环境，顽强地生活了下来。由于它们代表了动物进化过程中由海洋到陆地的一个重要阶段，所以对生物进化的研究有着十分重大的意义。

转眼几年就过去了，谁也没有捕到过矛尾鱼。后来又爆发了第二次世界大战，全世界都卷入了战争的漩涡，人们也都没有精力再去找这种鱼了。

史密斯教授却没有丧失信心。战争刚刚结束，他就重新开始了搜寻工作。一直到了 1952 年，离捕到那条鱼已经过去了 14 年，第二条空棘鱼还是不见踪影。教授有些失望了，他想，也许空棘鱼真的就要绝灭，那可能是遗留下来的最后一条了。

奇迹却在这时出现了。夏季里的一天，教授收到一封电报：

“捕到一条鱼，好像是空棘鱼，请速来。”

发报人是科摩罗群岛的渔工们。

史密斯教授欣喜若狂。他立刻向政府借了一架军用飞机，顶着炎炎的烈日向现场飞去。

终于找到了！这是一条真正的空棘鱼。它长 1.5 米，重 58 千克，是一条名副其实的“活化石”。由于气温很高，渔工们怕它腐烂，已经用盐把它腌了起来，并且注射了福尔马林，正在等候教授的到来呢。

经过了整整 14 年的盼望和寻找，装着空棘鱼的箱子终于放到了史密斯教授的房间里。这天晚上，教授兴奋得一夜没睡着觉，早已考虑过不知多少遍的研究计划，又一次完整地浮现在眼前。不知不觉的窗外已经大亮了。

毛文彪 插图

## 白鹇尾羽的秘密

任 钢

### 一只珍贵的鸟

我国四川省峨眉县的西南，有一片绵亘百里的群山，名叫峨眉山。它是我国佛教四大名山之一，山峦叠翠，林木茂盛，气候温和，风景秀丽，一年四季总是吸引着许多游客。

1960 年春天，峨眉山来了几位奇怪的客人。为首的那个人大约有 50 多岁，身材不高，两鬓已经有些斑白了，精神却十分饱满。他是中国科学院动物研究所的郑作新教授，我国著名的鸟类学家。他们到这里来不

是游山玩水，而是考察鸟类的。

一天，郑教授和他的助手们在野外考察中，来到一位老乡的小茅屋中休息的时候，看到茅屋的一个角落里，放着一只老乡捉来的鸟。郑教授仔细一看，不由得怔住了：原来这是一只少见的雄性白鹇。这种鸟雌雄的样子大不一样，雄鸟的头上仿佛戴着一顶华贵的帽子，红红的冠子后面，披着几绺蓝黑色的、有宝石光泽的羽毛；上半身和翅膀上都覆盖着一层雪白的羽毛，间杂着一道道整齐的V字形花纹，只有腹部的羽毛呈蓝黑色，跟背部和翅膀形成鲜明的对比。最引人注目的，是那几根长长的白色尾羽，使不很大的身体显得修长而又俊美。

对于我国各种鸟类的分布情况，郑教授是十分熟悉的。他知道，白鹇生活在我国的云南、广西、广东、海南岛以及东南亚的柬埔寨、越南等热带或亚热带地区的高山丛林里，长江以北还从来没有发现过。峨眉山地处长江以北，这里的气温比云南一带要低，这只白鹇是从哪里来的呢？

哦！峨眉山是佛教名山之一，从各地到这里来进香的人很多，这只白鹇会不会是他们从南方带来“放生”的呢？

在以后的几天里，郑教授和他的助手们一起，在这一带山区中又捉到了几只白鹇。郑教授觉得挺奇怪：难道这些白鹇都是由进香人带来的吗？

考察结束以后，郑教授随身带着白鹇标本，脑子里带着几个大问号，回到了北京。

### 一点细小的差异

郑教授的工作室在科学院动物研究所的大楼里。工作室的墙上挂着一幅很大的中国地图，上面画着各种鸟类的分布情况。四周放着很多书架，上面堆满了用各国文字印成的书籍、文件和资料。

那些从峨眉山带回来的白鹇标本放在郑教授的办公桌上。郑教授手拿放大镜，聚精会神地观察着。几年来，不断地传来消息说，又有人在峨眉山发现了白鹇。这充分说明，这些白鹇不是由南方人带来放生的，而是一直就生活在这里的。郑教授否定了原来的推断。可是根据资料记载，白鹇原先有13个亚种，都分布在长江以南的热带或亚热带地区。峨眉山在长江以北，在这个地区出现的白鹇，和南方的白鹇有什么不同呢？它们之间又有什么联系呢？郑教授想要解决这一连串的问题。

对这几只白鹇，郑教授已经反复地观察好几次了，并没有发现它们和南方的白鹇有什么明显的差异。这一次，他的目光停留在白鹇的尾羽上。白鹇的尾羽真漂亮，上面有隐隐约约的黑纹，尾长大约占了整个身长的一半。他把尾羽轻轻地掀开，惊讶得几乎叫了出来：原来它们两侧的尾羽是纯黑的，和南方所产的白鹇完全不同！又经过仔细的观察，郑教授还发现，峨眉山的白鹇的背部、肩部和翅膀上的黑色羽纹也和其他白鹇亚种有些差异，但却很容易被人忽略了。

在动物分类学上，“种”是一个基本单位。一个种的动物如果还有些地理上的分异，那就叫做“亚种”。比如说，白鹇就是一个种，原先知道它共有13个亚种。郑教授根据自己在这些白鹇身上发现的差异，得

出结论说：峨眉山的白鹇和长江以南的白鹇并不相同，它应该属于一个新的亚种，郑教授把它命名为“峨眉白鹇”。这样，白鹇就有 14 个亚种了。

几百年以来，世界上有多少位鸟类学家对鸟类进行了详细系统的研究，把人们已知的各种鸟都进行了严格的区分，要找到一个新的亚种是很困难的，就像寻找隐藏在夜空深处的星辰一样。有的人由于观察得不细致，可能把发现的大好机会错过呢！

### 美国人落后了

郑教授高兴地把自己的发现写成论文，和有关的同志们联名在动物学报上发表，并把一份单行本寄给德国著名的鸟类学家施特斯曼教授。经过分析鉴定，国际学术界确认了郑教授的这个发现。

一年以后，郑教授又收到了美国芝加哥博物馆主任特雷勒教授的一封信。信中说，早在 1930 年，就有一个名叫史密斯的美国鸟类学家在峨眉山捉到过峨眉白鹇，把所得的一些标本带回美国芝加哥博物馆。史密斯不曾做细致的研究，没有发现它和南方白鹇有什么不同。一直到了 60 年代，特雷勒教授对这些标本进行研究，才发现这些白鹇的独特之处，并且作出了和郑教授完全相同的结论。特雷勒教授认为，这一亚种产在中国，应该用中国人的名字来命名，而中国的著名鸟类学家是郑作新教授，因此给它定名为“郑氏白鹇”。特雷勒教授把自己的论文寄给英国的一个鸟类学刊物。恰巧，这篇文稿由英国又寄给德国的施特斯曼教授审查，结果认为，郑教授的发现和命名都比特雷勒教授要早，所以按照国际上动物分类法规的规定，这个新发现的白鹇亚种还是采用了郑教授所定的名称，叫做“峨眉白鹇”。

事后，施特斯曼教授还写信给郑教授，说了一句意味深长的话：“当前在许多问题上，中美两国的看法很不一致。可是我至少找到了一个共同点，就是你们都认为峨眉白鹇是一个新的亚种。但在这个问题上，中国人领先了。请接受我衷心的祝贺。”

郑教授为祖国、为人民赢得了荣誉。

### 研究还在继续

在某些人看来，事情似乎已经结束了，可郑教授却不这样认为。他给自己提出了新的问题：峨眉白鹇的两侧尾羽是黑色的，这能说明什么呢？这个特征对于白鹇，以至于鸟类的起源和发展问题，能不能提供一些科学线索呢？

郑教授想起，南方白鹇的幼鸟的尾羽并不是白的，而是棕褐色的，长大以后尾羽的底色才全部变白了。这说明，在很多很多年以前，南方白鹇的尾羽也是暗色的。后来由于生存中的竞争，南方白鹇的尾羽逐渐由暗色进化为白色了，说明它们进化得比较快；而峨眉白鹇的两侧尾羽仍旧是暗色的，说明它们进化得比较慢，至今仍旧保留着它们祖先类型的一些痕迹。

郑教授把白鹇各个亚种的分布情况画在一张地图上。他发现，白鹇

的大部分亚种都分布在我国云南、广西以及越南等地，其中云南南部有 5 个亚种，为数最多。这说明，云南南部很可能是白鹇的起源地或发生中心。有趣的是，在白鹇的 14 个亚种中，有 3 个亚种的两侧尾羽或多或少是黑色的，一个亚种产在海南岛，一个亚种产在柬埔寨南部，一个亚种产在峨眉山，它们都距离白鹇的起源地——云南南部很远。郑教授经过仔细思考，认为这 3 个亚种的白鹇比起其他亚种来，处于比较原始的状态。

是什么原因使得那些具有比较原始特征的白鹇亚种远离了它们的起源地呢？郑教授认为，可以通过生物进化的观点来解释这个问题。根据生物进化的理论，生物在进化的过程中，那些具有适应环境条件的变异种群就能生存下来，否则就会被自然所淘汰。这就是生存竞争。他认为，在很久以前，白鹇生活在我国的云南、广西一带，那时候，它们尾羽的颜色全是暗色的。后来，一部分白鹇进化得快一些，它们尾羽的底色变白了，处于优势，逐渐占据了起源地。而另一部分白鹇进化得慢一些，它们的两侧尾羽仍然是黑色的，处于相对的劣势，受到比较发达的白鹇亚种的排挤，有的被淘汰了，有的被迫迁移。峨眉白鹇就是从云南南部沿着横断山脉的峡谷向北迁移，最后定居在峨眉山的。至于另外两个亚种（海南岛亚种和柬埔寨亚种），它们也都具有比较原始的特征，因而也被迫从发生中心迁移到白鹇分布范围的边缘地区。

这是根据进化论的观点发展出来的“排挤理论”。郑作新教授在对白鹇发展问题的研究中提出了这个理论，已经引起了各国学者的注意。

高燕 插图

## 无理数的谋杀案

李毓佩

一个正方形，它的边长为 1，它的对角线就是 $\sqrt{2}$ 。我们都知道， $\sqrt{2}$ 是个无限不循环小数，是一个无理数。

可是在历史上，居然有人否认无理数的存在。此人是一位大名鼎鼎的数学家，古希腊的毕达哥拉斯。

### 数学史上第一次危机

公元前 6 世纪，古希腊有个毕达哥拉斯学派，为首的就是数学家毕达哥拉斯。毕达哥拉斯认为：“任何两条线段之比，都可以用两个整数的比来表示。”两个整数相比实际上包括了整数（如： $\frac{4}{1}$ ）和分数。因此，毕达哥拉斯认为世界上只存在着整数和分数，除此以外，没有别的什么数了。

原来毕达哥拉斯发现了勾股定理——直角三角形两条直角边平方的和等于斜边的平方。他觉得这是件了不起的大事，宰了 100 头牛来庆祝。顺带说明一下：我国发现勾股定理的年代要比毕达哥拉斯早。

可是不久就出现了一个问题。设一个正方形的边长为 1，对角线的长

为  $l$ ，按照勾股定理， $l^2 = 1^2 + 1^2 = 2$ 。那么  $l$  到底等于多少呢？是整数呢，还是分数呢？

$l$  显然不是整数。因为  $1^2 = 1$ ， $2^2 = 4$ ；而  $l^2 = 2$ ， $l$  一定比 1 大，比 2 小。毕达哥拉斯认为世界上只有整数和分数，那么  $l$  一定是个分数了。可是，毕达哥拉斯和他的门徒费了九牛二虎之力，也找不出这个分数来。

那么，对角线  $l$  到底是多长呢？如果说  $l$  既不是整数，又不是分数，毕达哥拉斯不就得承认自己的学说是错误的吗？这个问题引起了毕达哥拉斯学派极大的苦恼。有人说，这是数学史上的第一次危机。

### 希伯斯的背叛

毕达哥拉斯有一个学生叫希伯斯，对正方形对角线问题很感兴趣，花费了很大的精力去钻研这个问题。他先研究正五边形，发现正五边形的对角线长和边长之比不能用分数来表示。接着，他又研究正方形，发现正方形的对角线长和边长之比也不能用分数来表示。

希伯斯发现边长为 1 的正方形，它的对角线  $l$  的长为  $\sqrt{2}$ 。 $\sqrt{2}$  既不是整数，又不是分数，而是人们还没有认识的新的数。

希伯斯的发现推翻了毕达哥拉斯的结论，动摇了毕达哥拉斯学派的基础。毕达哥拉斯学派非常惊慌，他们严密封锁希伯斯的发现，如果有人胆敢泄露，就处以极刑——活埋。

真理是封锁不住的，尽管毕达哥拉斯学派严加封锁，希伯斯的发现还是被许多人知道了。他们追查泄密的人。追查的结果，发现第一个泄密的不是别人，正是希伯斯自己！

这还了得，希伯斯竟背叛老师，背叛自己所在的学派。毕达哥拉斯的忠实门徒，一定要活埋希伯斯，希伯斯听到风声就逃脱了。毕达哥拉斯的忠实门徒到处追捕他。据说，他们在一艘海船上找到了希伯斯，残忍地将希伯斯扔进地中海里淹死了。

### 无理数并非无理

希伯斯虽然被害死了，他的发现并没有跟着他死去，因为他的发现是客观存在。凡是客观存在的东西，决不会因为有人不敢承认它就自行消失。

从希伯斯的发现中，人们认识到除了整数和分数以外，还存在着一种新的数， $\sqrt{2}$  就是一个这样的新的数。那么，给这种新的数取个什么名字呢？

当时的人们觉得，整数和分数是容易理解的，就把整数和分数叫做“有理数”；而希伯斯发现的这种新的数不好理解，就取名叫做“无理数”。

有理数和无理数有什么区别呢？

主要的区别有两点：

第一，把有理数和无理数都写成小数形式，有理数能写成有限小数或无限循环小数，比如  $4 = 4.0$ ， $\frac{4}{5} = 0.8$ ， $\frac{1}{3} = 0.3333\dots$  而无理数只能

写成无限不循环小数，比如 $\sqrt{2} = 1.4142\dots$ 。根据这一点，人们把无理数规定为无限不循环小数。

第二，所有的有理数都可以写成两个整数之比；而无理数不能写成两个整数之比。根据这一点，现在有人建议给无理数摘掉“无理”的帽子，把有理数改叫“比数”，把无理数改叫“非比数”。本来嘛，无理数并不是不讲道理的，只是人们最初对它不太理解罢了。

### 重要的无理数

无理数发现之后，人们扩大了对于数的认识。虽然有理数的个数是无穷无尽的，但是仍然不能包括所有的一切的数。在相邻的两个有理数之间，一定还有许多无理数。有理数加上无理数，才能组成完整的连续不断的实数。

有了无理数，人们才能量出许多线段的确切长度，比如我们多次讲到的 $\sqrt{2}$ ；才能算出许多图形的确切面积，比如半径为1的圆，它的面积就是个无理数。

无理数的发现推进了方程的研究。比如方程 $x^2 - 3 = 0$ ，在有理数范围内是没有解的，它的两个根都是无理数， $x_1 = \sqrt{3}$ ， $x_2 = -\sqrt{3}$ 。

最后要说明一点，由开方得到的数、三角函数值、对数值等等，其中很大一部分都是无理数。还有许多无理数，等你们进了大学才学得到。

王存德 插图

## 蒸汽机是怎么发明的？

杨劲夫

### 一个流传的故事

有个故事很流行，说瓦特小时候，到姑妈家去做客。他看到水壶里的水烧开了，水壶的盖子被蒸汽掀动，不停地跳跃，觉得很奇怪。对着水壶，他想了好久，竟忘了吃饭，他认识了蒸汽的力量。后来，瓦特果真发明了蒸汽机。蒸汽机是这样发明的吗？一个人对着水壶想好久，能发明出蒸汽机吗？

我们来看看恩格斯是怎么说的吧。恩格斯是伟大的革命导师，也是伟大的历史唯物主义者。他明确地指出：“蒸汽机是第一个真正国际性的发明。”

说蒸汽机的发明是国际性的，也就是说，这个发明不属于哪一个国家，当然更不属于哪一个人。

说蒸汽机的发明是国际性的，还有一层更为重要的意义，因为在瓦特那个时代，好多国家都有了寻找一种动力来推动机器的需要。

好多国家都要寻找一种推动机器的动力，于是吸引了许许多多工人和科学家来研究这个问题，解决这个问题。英国人瓦特就是其中的一个，也是贡献最大的一个。

虽然这样，瓦特的贡献也不是对着水壶想出来的。下面我们就来讲这个“一个真正国际性的发明”的故事。

### 需要和可能

需要不需要，是一回事；可能不可能，是另一回事。光有需要，没有可能，蒸汽机是发明不出来的；反过来，光有可能，没有需要，蒸汽机也是发明不出来的。

早在公元前两千多年，希腊人已经认识了蒸汽的力量，设计了一种用蒸汽推动的玩具。

这种玩具下面是一口盛水的锅，锅上有个盖得很严的盖子，盖子上装着两根弯管，弯管的上端夹着一个可以转动的空心球，空心球上还装着两个方向相反的喷口。锅里的水烧开了，蒸汽通过弯管进入空心球，再从喷口里喷出来，空心球就飞快地旋转起来。

这种玩具，至多可以算作一种证明蒸汽能够作为动力的仪器。我们都知道，古希腊处于奴隶社会的时代，决不会有人想到利用蒸汽来减轻奴隶的劳动。

到了17世纪中叶，欧洲的一些国家已经进入了资本主义时期。煤矿和金属矿的开采规模越来越大。矿井挖得深了，地下水就不断地往上冒，只好用骡马拉着吊斗不停地把水提上来。一个矿井往往要用几十匹骡马，配上几十个工人，费钱且不说，效率还很低。这就迫切需要一种廉价的动力来代替畜力和人力，人们于是想到了蒸汽，蒸汽机的研究才开展起来。

所有的发明都不是一帆风顺的，蒸汽机也是这样，它从诞生到完善，也经过了漫长曲折的道路。

### 从高压锅开始

第一台蒸汽机是法国人巴本发明的。他在德国做工，创造了一个能煮烂骨头的高压锅。高压锅的盖子上有一个调节压力的安全阀。要是锅里的压力超过了限度，蒸汽就会推开阀门喷出来，保证锅不会炸裂。

这个高压锅被德国数学家莱布尼茨看到了，他建议巴本利用蒸汽会推开阀门的原理，制造一台提水的机器。

巴本受到莱布尼茨的提示，设计了一台可以做工的蒸汽机。它是一个有活塞的圆筒。圆筒里的水烧开了，蒸汽就把活塞向上推。等活塞推到圆筒顶上，就撤火，等圆筒里的蒸汽冷凝成水，接近真空，大气的压力就推动活塞向下落到原来的位置。活塞的柄上系着绳子，绳子绕过两个滑轮，那一头系在水桶上。活塞来回一次，可以提起一桶水来。

这台蒸汽机实际上是一台“大气机”，因为推动它的并不是蒸汽的压力，归根结底是大气的压力。它不能连续工作，速度太慢，没有实用价值。尽管这样，它仍旧是蒸汽机的始祖。

### 《矿工之友》

12年以后，英国的塞维利改进了巴本的设计。

巴本的那个圆筒，既是锅炉，又是汽缸；塞维利把锅炉和汽缸分了家。锅炉只管供应蒸汽，用不着一会儿加火，一会儿撤火。它的效率也提高了，一次可以把水提到12米的高度。

塞维利特地写了一本书，叫做《矿工之友》，介绍他设计的蒸汽抽水机。

虽然这样，这位“矿工之友”在矿井里并没有被广泛采用。因为它的动作也是间歇的，而且有一个放冷水的阀门和一个开蒸汽的阀门，非得有人专门守在那里开闭才行，这就太不方便了。

### 吸收了先行者的长处

第一台比较像样的蒸汽机是十八世纪初出世的。设计者是两位在矿井上做工的工人，一位是锻工纽可门，另一位是他的好友，没有留下姓名的管子工。

他们俩吸收了先行者的长处，既保留了塞维利将锅炉和汽缸分家的优点，又吸收了巴本蒸汽机中有活塞的长处，在汽缸里面装了一个活塞。他还加了一根杠杆，使蒸汽机和水泵连接起来。这样，当蒸汽冷凝，汽缸里活塞下降的时候，就能自动带动连在它上面的杠杆，提起水泵里的活塞，不再需要有人专门去启闭开关。

这种蒸汽抽水机比“矿工之友”的效率高得多，能把水提到46米高，但是仍旧靠大气压力来推动，仍旧是一台“大气机”。许多矿井都采用了这种抽水机。据统计，直到1769年，英国还有57部纽可门蒸汽机在

抽水。

## 理论帮助了瓦特

现在我们就要谈到瓦特了。纽可门蒸汽机模型出了毛病，需要修理。有一位经常修理纽可门蒸汽机模型的工人，他就是瓦特。

瓦特没有读多少书，他从小跟父亲学手艺，他的父亲也是一个工人。但是瓦特很爱学习。

这时候，热和功的转换定律已经被发现了。瓦特读过这一方面的书。他在修理纽可门蒸汽机模型的时候，发现这台蒸汽机烧的煤可不少，提水的效率却不大。也就是说，许多煤白白地烧掉了，没有做出应有的功。

为什么会有这样惊人的耗费呢？瓦特又找了许多书来读，做了许多实验，还请教了一些专家。他终于发现，最大的耗费就在汽缸上。为了使汽缸里的蒸汽冷凝，要喷冷水，汽缸冷却之后，最先通进去的一部分蒸汽就会冷凝成水，要等到气缸的温度升到与蒸汽一样，通进去的蒸汽才能起作用。

问题的症结找到了，解决问题也就有了路子。瓦特先在纽可门蒸汽机上打主意。他加了一个冷凝器，把蒸汽通到冷凝器中冷凝。这样一来，汽缸就不必用冷水去淋了，可以始终保持与蒸汽一样的温度。

可是，瓦特还不满足。他想，以往的蒸汽机都是利用蒸汽冷凝造成了真空条件，让大气压力去做工的，为什么不可以直接利用蒸汽产生的压力去做工呢？他打破了前人的框框，设计了一种往复式蒸汽机，利用蒸汽压力一来一回地推动活塞，使它不停地做工。这种蒸汽机才是现代蒸汽机的始祖。它不但用来为矿井提水，也用来带动别的机器做工。它不但在英国应用，也在世界各国应用。

蒸汽机的发明过程和应用范围，都说明它是一个真正国际性的发明。但是为什么人们又都承认蒸汽机是瓦特发明的呢？这就是因为，以前的那些蒸汽机，严格地说只不过是“大气机”，而瓦特在设计上有了突破，创造了第一台名副其实的蒸汽机。但是如果社会上没有这种需要，科学技术方面的条件没有具备，瓦特的蒸汽机也不会得到这样大的发展。

王存德 插图

## 量冷热的尺子

李叔廷

## 温度计的老祖宗

最早发明温度计的，是意大利的大科学家伽利略。

伽利略生活在16世纪中叶。他是第一个用望远镜观察天体的人，那架望远镜还是他自己制造的。他首先发现月球的表面是凹凸不平的，发现环绕太阳运行的木星尚有四个卫星在绕着它转圈子，发现太阳的光球

层上有黑色的斑点，称它为黑子。

伽利略对于神秘的自然现象，从来不肯轻易放过。他发现了许多有名的物理定律，创造了不少科学仪器，温度计只是其中的一种。

伽利略在做实验的时候，发现空气受了热要膨胀，遇到冷要收缩。他就利用空气热胀冷缩的性质，制造了一个空气温度计。

这具温度计的老祖宗——空气温度计是怎么做的呢？

用一个像鸡蛋一样大小的空心玻璃球，连着一根细细的开口的玻璃管。先用手把玻璃球焐热，玻璃球里的空气就膨胀了，一部分从玻璃管溜了出来。这时候，把玻璃管倒插入一只装有水的瓶子里。当手离开玻璃球以后，玻璃球里的空气就冷却了，瓶里的水就上升到细玻璃管里来了。

一具温度计就这么做成了。天气热的时候，玻璃球里的空气就要膨胀，玻璃管里的水就会下降；天气冷的时候，玻璃球里的空气就要收缩，玻璃管里的水就会升高。只要用尺子量一下玻璃管里水的高度，就可以知道天气的冷和热的程度了。

### 斐迪南的改进

伽利略的温度计有个缺点，它要受大气压力的影响。

为什么呢？因为下面装水的瓶子不是密封的，大气压力老是压在瓶子里的水面上。即使天气的冷热没有发生变化，大气压力增大了，玻璃管里的水也会上升；大气压力减小了，玻璃管里的水也会下降。所以，这种温度计测的温度是不准确的。

伽利略有个学生，叫斐迪南，他设法改进了老师所创造的温度计。

为了使温度计不受大气压力的影响，必须把盛水的瓶子密封起来。但是在这样密封的瓶里，空气的膨胀和收缩就不大明显了，于是他想是否可以用液体来代替空气，把液体装在连着玻璃管的空心球内，把玻璃管的一端密封起来，然后把它倒过来，这就成为现在温度表的形状了。

斐迪南试验了许多种液体，发现酒精在受热或变冷的时候，体积变化很大。他就用酒精来代替空气，装在玻璃球里。再把玻璃球加热，让一部分酒精成为蒸汽。等到酒精蒸汽把玻璃管里的空气全赶跑了，就把玻璃管的口子封死了。

第一个不受大气压力影响的真正的温度计，就是这样诞生的。人们只要用尺量一下玻璃管里酒精的高度，就知道温度的高低了。

后来，人们给温度计里的酒精染成了红色，观察起来就更加清晰了。现在通常用来测量气温的温度计，里面装的就是染红的酒精。

### 各有所长

但是酒精温度计有个缺点，酒精在 78℃ 就要沸腾，到了这时候，玻璃管里模糊不清了。用酒精温度计，连水的沸点（沸腾的温度）也没法测出来。

到了 1695 年，才有人用水银来代替酒精。水银要到 357℃ 才沸腾，水银温度计可以测的温度，就比酒精温度计高得多。水银是一种亮闪闪

的银色的液态金属，观察起来也很清晰。现在我们用的测体温的温度计，里面装的就是水银。

可是水银也有个缺点，它在  $-39$  就要凝结成不能流动的固体。所以到了  $-39$  以下，用水银温度计测温度，就得不到正确的结果。

到南极和北极去考察的科学家，就没法用水银温度计来测那儿的气温。那怎么办呢？不要紧，可以让酒精温度计来担任这个职务。酒精要在  $-117$  才凝结成固体。在地球上面的任何地方，都没有这样低的气温。

酒精温度计和水银温度计各有所长。它们互相补充，就可以量出  $-117$  到  $357$  之间的温度。

但是科学技术的发展是没有止境的，人们还需要量更低和更高的温度。现在，人们已经创造了压力温度计，可以量  $-60$  到  $550$  的温度；创造了电阻温度计，可以量  $-260$  到  $600$  的温度；还创造了可以量摄氏几千度、甚至上万度的辐射温度计和光学温度计。

### 量冷热的尺子

温度计上都有刻度，这是量冷热的尺子。最早的时候，各人制造的温度计上的刻度不相同，使用起来很不方便。

有个德国人叫华伦海特，想出了一个把温度计上的刻度统一起来的办法。他把温度计放在冰雪和盐的混合物里，看玻璃管里的水银降到哪儿，就在玻璃管上刻一条线，这时的温度计作为零度（当年所了解的最低温度）。再把温度计放在自己嘴里，看水银升到哪儿，又刻一条线。把这两条线之间平分成 24 格，一格作为一度。后来，他觉得这样的格子太大，又把每一格平分成 4 格，一共成了 96 格，从 0 度到 96 度。再用同样大小的格子，刻出零度以下和 96 度以上的度数。其他的液体（如酒精）也可以用同样方法来定刻度。

许多人采用了这种刻度温度计。因为它是华伦海特创造的，所以叫华氏温度计，量出来的度数就是华氏多少度，用“ $^{\circ}\text{F}$ ”来表示。例如水的冰点是华氏 32 度，就写成“ $32^{\circ}\text{F}$ ”；水的沸点是华氏 212 度，就写成“ $212^{\circ}\text{F}$ ”。

后来，瑞典人摄尔休斯又想出了一个办法。他把水结冰的温度作为 0 度，把水沸腾的温度作为 100 度。把 0 度与 100 度之间平分成 100 个格子。再用同样大小的格子，刻出 0 度以下和 100 度以上的度数。

摄尔休斯创造的刻度办法，比华伦海特的简便得多，所以更受到人们的欢迎。用这个办法刻度的温度计，叫做摄氏温度计，量出来的温度就是摄氏多少度，用“ $^{\circ}\text{C}$ ”来表示。

不过应该说明一点，在工业生产和科学实验中，现在都采用 1968 年国际实用温标，摄氏温标现在已经废弃不用。现在所用的摄氏度是指国际实用摄氏度而言的。这是随着生产和科学技术的发展，经过多次修改的结果。这方面的知识，你们将来在物理学课程中会学到它，就不在这里介绍了。

## 阿基米德的传说怎样变成了现实？

严 慧

### 这是可能的吗？

法国科学家布丰，被一本厚厚的历史书吸引住了。

这是一本讲古希腊历史的书，那上面记载说，阿基米德在保卫家乡叙拉古的战争中，曾经制造了一种玻璃或一种反射镜，用它们将太阳光聚集起来，烧毁了前来侵犯的罗马舰船。

布丰想起了有关这段历史的传说：阿基米德守卫城堡的时候，在所有的武器都用光的危急关头，把全城的妇女都召集来，命令她们每人手执一面镜子，站在叙拉古港口的台阶上，然后指挥她们用镜子反射太阳光，让反射出去的道道阳光柱集中在罗马舰船船帆的一点上，把帆点着了，接着烧着了桅杆，接着整个舰船也烧起来……最后，一艘接着一艘的战船被烧着了，地中海的海面几乎成为一片火海。罗马海军的统帅不得不下令将全部舰船撤走。

想着故事所描述的情景，布丰脸上露出了微笑：“阿基米德想出了一个多么巧妙的方法去对付他的敌人啊！”

但是紧接着，布丰困惑了。因为有一些历史评论家举出许多理由说：如果阿基米德使用的是能聚光点火的透镜，古希腊人当时会制造玻璃吗？如果阿基米德使用的是能反光的镜子，古希腊人会制造镜子吗？镜子聚集起来的阳光，能够把那远在地中海里的舰船上的船帆点着吗？

“不可能！”这是有些历史学家的结论。

不过布丰是一位科学家，他并不太拘泥于这段历史记载的真假，他只是从科学的角度非常欣赏它。“如果确实是后来的人编造出来的一个故事，”布丰分析着，“它所反映出来的智慧也是富有创造性的。”布丰将目光转向窗外，那儿是一座宽阔而又美丽的花园，灿烂的阳光洒在绿茵茵的草地上。布丰的思路随着阳光引申出去了，“太阳就在我的身旁，我为什么不自己试一试它的真实性和可能性呢？”

布丰决定按照这个传说的内容，自己设计一个实验来试试，看阿基米德利用太阳点火的事，究竟能不能实现。

### 实验得出了什么结论

布丰在自己的花园里进行了一次规模庞大的实验。他做了 360 面边长为 15 厘米的正方形镜子，把它们围成一个抛物面形状的大反射镜，使从这些镜面上反射出去的太阳光，都集中在距离 70 米远的一堆木柴上。

这一天，天气晴朗，阳光明亮。镜面上反射出去的光柱经过调整集中在木柴堆的一点上。这一点点光，亮得那么刺眼，简直像一个小太阳，令人不敢逼视。一分钟，两分钟……时间一点一点地过去了，木柴发出了吱吱的响声，开始冒黑烟，一阵微风吹过，一朵小火苗儿跳了出来——木柴果真被反射出来的太阳光点着了！

这就是 1747 年法国科学家布丰在巴黎自己家的花园里做的一个富有

历史意义的实验。

怎么来看待布丰的这个实验结果呢？

有人根据布丰的实验结果，进行了详细的计算，最后得出结论说，要想得到能够烧着哪怕距离只在一公里远的船帆，必须有 1000 面直径为 10 米的大镜子才行。在古希腊就算有直径为 10 厘米的铜镜的话，阿基米德要想达到烧着罗马舰船的目的，他必须指挥 1000 万个手拿镜子的妇女，而这是绝对办不到的。因此，他们又一次证明，关于阿基米德的那段故事，只不过是一个编造出来的传说而已。

但是，包括布丰在内的更多的科学家们都从这次实验得到很大的鼓舞。他们看到了利用太阳的光和热的巨大的潜力，认识到太阳光和热原来也是一种可以直接加以收集和利用的能源，他们把它称为太阳能，并且想出了各种各样的利用太阳能的方法。特别是今天，由于生产的发展，全世界都感到能源紧张，太阳能的研究和利用已成为最新的、最有发展前途的科研课题之一。

阿基米德用镜子反射阳光的那个故事本身，也变成了现实。

### 传说能变成现实吗？

阿基米德的故乡叙拉古在地中海西西里岛（现在翻译为锡拉库扎），是地中海最大的岛屿，能源虽然很缺乏，阳光却是充足的。

“为什么不去利用太阳光作为能源呢？”科学家们这样想，他们决定在西西里岛卡塔尼亚省的阿德拉诺镇上建立一座太阳能发电站。这个计划非常庞大，由欧洲共同体的九个国家共同建造，已经在 1980 年建成了。

发电站是一座摆满了镜子的巨大的广场，共有 180 面大玻璃镜，镜面的总面积共有 6200 多平方米。用电子计算机控制和调整这些镜面的角度，使它们反射出去的太阳光都聚集到一座矗立在广场中心的中央塔上。中央塔有 55 米高，顶上装置着锅炉和阳光接受器。接受器接受到太阳光的热，加热锅炉里的水，使它成为具有 500 高温和 64 个大气压力的高压蒸汽。然后利用这股巨大的力量去推动涡轮机发电。这座电站的发电能力有 1000 千瓦，是目前世界上最大的太阳能发电站。

由于这座太阳能发电站完全是利用镜面取得太阳能的，所以叫“塔式镜板型发电站”。下页的图就是根据这座发电站的照片画的。看到这副情景，怎不叫人想起生活在 2000 多年以前的阿基米德和关于他的那段传说呢？怪不得负责这个设计的工程师格雷茨说：“这项工程就是根据阿基米德著名的战争实验设计的。今天我们采用了先进的方法来重复这个实验，而进行这项实验的目的已经完全不同了。”

比传说更为壮丽的利用太阳能的现实，终于出现在产生传说的阿基米德的故乡！

蒋明 插图大气压强是怎样发现的？

陶 澄

16、17 世纪的欧洲，普遍采用抽水机抽取矿井里的积水。最简单的抽水机是用一根又粗又长的管子，里面装上一个与管内壁配合很紧的活塞。把活塞推到管的底部，插到积水里，向上提起活塞，水就抽上来了。

为什么这样就可以把水抽上来呢？这是大气压强的作用。但那时人们却不懂这个道理。他们沿用古希腊著名学者亚里士多德的解释：活塞上升，在水和活塞之间就要出现真空，自然界是厌恶真空的，于是水就随活塞上升了。今天看来，这是很可笑的解释，在当时却被看作是真理。

可是，有一回在意大利的一座很深的矿井里，竟出现了意外的情况。当人们抽水时，水就像中了魔法似的，在上升到 10 米时，就不再上升了。

技师们绞尽脑汁，仍无法使水继续升高。亚里士多德的“真理”竟然失灵了。

技师们没有主意，只好去请教著名的科学家伽利略，伽利略让自己的学生托里拆利帮助解决这个问题。

### 76 厘米高的水银柱

托里拆利仔细分析了各种情况后，对亚里士多德的理论产生了怀疑。如果自然真的厌恶真空，为什么水在上升到 10 米高的时候，就不再上升了呢？他想：“一定是其他原因！”

那时人们已经知道，空气是有重量的。由于空气本身的重量，就会对空气中的物体产生压强，在空气压强作用下，管中的水面才会上升。

托里拆利为了证实自己的想法，他想换一种液体实验一下。如果用比重是水的 13.6 倍的水银，那么在同样大小的空气压强作用下，水银上升的高度应该只是水的  $\frac{1}{13.6}$ 。

他用一根 120 厘米长、一端封闭的玻璃管装满水银，用手指堵住管口，倒插在盛着水银的槽里。手指一松开，管里水银迅速下降，当降到 76 厘米高时，便停住了。他认为水银面上部的空间应该是真空。76 厘米的 13.6 倍正是 10 米左右，实验和他自己的预想相符，成功了！

他的实验结果传出后，遭到了保守思想严重的人的坚决反对，他们否认水银面上部是真空。

怎样才能证明水银面上部确是真空呢？这可是个难题。经过苦心思索，他想出了一个更为巧妙的实验。他用了一个更大一点的水银槽，在水银的上面，又放了不少水。他重复了上述实验过程。在管里留下 76 厘米高的水银柱时，他把玻璃管慢慢向上提。在管口上升到水银和水的界面以上，管里的水银一下子都流了出来，水趁势充满了全管。

这个实验有力地证明了，水银柱上部确实是真空。在铁的事实面前，保守势力哑口无言。

### 葡萄酒、皮依山和圣·杰克塔

然而，保守势力是不会轻易承认失败的。他们千方百计封锁消息，反对传播新观点。要想让真理获胜，就要大力宣传新观点。不少科学家投入了这场斗争，其中最杰出的是法国科学家帕斯卡。

1646年冬季的一天！帕斯卡进行了一次公开表演，吸引了不少观众。他用两根十多米长，一端封闭的玻璃管，一个装满葡萄酒，一个装满水。

“请先生们考虑考虑，当我们重复托里拆利实验时，哪种液体的液柱将更高些？”帕斯卡问大家。

人群中议论纷纷，一个思想保守的人说：“当然是水柱高啦！葡萄酒比水容易挥发，液柱上部有较多的气体，在挥发气体的压力作用下，酒柱会低一些。”

帕斯卡听了，没有作声。实验开始了，无数只眼睛紧盯着两支玻璃管。大家惊异地看到，葡萄酒柱比水柱高！对此，帕斯卡不难作出解释。酒的比重比水小，所以液柱就高些，这样才能和大气压强保持平衡。

帕斯卡进而想到：既然大气压强是由空气的重量产生的，那么较高的地方，由于上部的空气层薄些，大气压强就小些。1648年9月19日，帕斯卡指导他的一个亲戚佩里埃在法国克来蒙市附近的皮依山进行了实验。这座山高约1000米，佩里埃分别在山脚和山顶实验，发现山脚下的水银柱比山顶高8.5厘米。帕斯卡亲自在巴黎市内的圣·杰克塔作了同样实验，这座塔虽然仅50米高，可是水银柱的高度差仍有0.45厘米。实验表明，大气压强的值随高度变化。

1648年10月，帕斯卡出版了《关于流体平衡的大实验报道》一书。他指出，过去人们以“自然厌恶真空”解释的许多现象，实际上是大气压强作用的结果。

大气压强的理论终于得到了世界公认。

王存德 插图

## 捕捉神秘之光

冯中平

早晨，当你拉开窗帘，房间里会豁然明亮起来。

电影放映的时候，即使是白天，剧场里也一片漆黑，因为窗户都被厚厚的帘子遮住了。

这些现象说明，日光虽然很明亮，但它的穿透能力比较弱，很容易被不透明的物体挡住。

但是有一种光，别说窗帘挡不住，就是木板、金属板和人体都挡不住。虽然人的肉眼看不见它，人们却还是把它抓住了。

## 用手试试看

1895年11月一个寒冷的冬夜，在德国维尔茨堡大学的实验室里，一位老教授还在工作着，他叫威廉·康拉德·伦琴。

几个月来，伦琴正以极大的热情在研究阴极射线。他用一只抽去了空气的玻璃管，将一对金属电极密封在管的两端，就制成了简单的阴极射线管。当在两极通上数万伏的电压时，会从阴极发射出高速的电子流。让这电子流通过一片薄的铝窗，打到一幅涂有铂氰化钡的屏幕上，便会

发出美丽的荧光来。

一次，伦琴熄了灯，准备再做一次阴极射线的实验。高压电源都已接通了，他突然想起，忘记拿掉盖在阴极射线管外边的黑纸板了。伦琴走到桌前，正预备取火柴点灯，忽然发现涂着铂氰化钡的屏幕上闪烁着黄绿色的荧光。

奇怪，管子被纸板盖着，阴极射线是绝不会透射出来的。那这是怎么回事呢？看来，从阴极射线管里还能发出另一种射线，它能穿透黑纸板，映射到屏幕上。

伦琴把一本书放在管子与屏幕之间，想看看会有什么变化。真有意思，荧光继续闪烁着；他又换了一块木板，荧光仍旧闪烁着。这就是说，纸板、书和木板都不能阻挡这射线。

什么能挡住它呢？他的周围竟一时找不出合适的东西了。伦琴无意中看到自己的手，对！为什么不用手试试呢？

当伦琴把手放在射线管和屏幕之间的时候，起初自己也被吓了一跳。因为他从屏幕上看到的，竟是一只手的骨骼阴影。

事情很清楚，这射线能穿透皮肤和肌肉，但是被骨骼挡住了。

一种神秘的射线，居然能穿透某些物体，这在伦琴生活的那个时代，可真是一件闻所未闻的事情。伦琴兴奋极了，他一连几个星期把自己关在实验室里，勤奋地研究着这种射线的性质。当他发现这射线还能使照相底片感光的时候，便用这未知射线为妻子拍摄了一张手部骨骼的照片。

### 它是未知数——X

1895年圣诞节刚过，伦琴关于新射线的论文在一家医学杂志上发表了。不久，他又在自己的研究所里举行了一次报告会。许多教授、学者、贵族和政府高级官员都参加了，讲堂里座无虚席。伦琴的精彩报告结束后，他当场用这未知射线为著名的解剖学家克利克尔拍下一张手的照片。当拍好的底片经过显影以后拿给听众观看时，全场沸腾了！

这个惊人的消息，立即成为各家报纸的头条新闻，并迅速地传遍了全球。

世界各地的学者，尤其是医学专家，都不辞辛苦，千里迢迢来拜访伦琴，他们要亲眼看看这奇异的射线。

新闻记者们也蜂拥而至。一家美国报纸的记者问伦琴：“这射线是光吗？教授。”

“不是。假如它是光，那应该有一定的波长，可是我用了许多方法，也没有能测出它的波长来。”

“那么它是带电的微粒吧？”

“也不是。”伦琴又摇摇头，“我做了一些实验，没有发现它具有电磁的现象。”

“那么它会是什么呢？教授。”

“我不知道。”伦琴摇着头说，“它好像数学中的未知数——X。所以我只好称它为X射线。”

## 原来是电磁波

X射线究竟是什么？难道它真的如伦琴所说，是个未知数吗？

当时，这个课题吸引着许多科学家。

1912年，德国物理学家劳厄通过实验，证明了X射线是一种电磁波，或者说是一种光。这种光是由于高速运动的电子流遇到障碍，急剧减速时发出的。

由于有了比较精密的实验仪器，科学家还测出了X光的波长。X光的波长极短，介于紫外线与γ射线之间，只有0.06—20埃，肉眼是看不见的。以前，由于条件的限制，伦琴无法测知X射线的波长，就误以为它不是光。在这一点上，伦琴错了。

X射线的发现，引起了生物学家和医生、特别是外科医生的极大兴趣，因为它可以作为医疗诊断的有力工具。第一次世界大战期间，居里夫人曾利用X光透视机，在前线为伤员检查弹片的位置，拯救了成百上千人的生命。

X射线还是科学家们研究物质的分子和晶体结构、光电效应以及金属探伤等的重要手段。

由于发现X光，伦琴于1901年获得了诺贝尔物理奖，他是世界上第一个获得这项奖金的科学家。

## 有准备的头脑

伦琴借助阴极射线管发现了X射线。其实，阴极射线管早在X射线被发现之前十几年就有了。这么说，X射线在十几年前就该产生了。事实也的确如此。

阴极射线管也叫克鲁克斯管，是英国物理学家克鲁克斯在前人的基础上，经过改进研制成的。1879年，克鲁克斯在做高真空放电实验时，曾发现放在管子附近的照相底片拍出的照片总是模糊不清，他老抱怨生产底片的工厂产品质量太差。其实，这正是X射线引起底片在拍照前就感光了。可惜克鲁克斯并没有对此进行深入研究。

1890年，美国的两位科学家，古兹皮德和詹宁斯，也发现过同样的现象。古兹皮德甚至在无意中拍摄了一张X光照片，遗憾的是却被他扔进了废纸堆。

1892年，德国物理学家勒纳和他的同事们，多次看到克鲁克斯管附近出现的荧光——这是被X射线激发后产生的。但他们只顾埋头研究阴极射线，对这个现象却没有加以注意。

就这样，神秘的X射线曾一次次出现，又一次次地从不少科学家的眼皮底下溜走了。

但是，X射线碰上了伦琴，就被他牢牢地抓住了。

是不是伦琴特别有运气呢？不，不是的！科学发现是不能靠运气的。伦琴是个非常细心而又认真的人，他有极敏锐的观察力，从不放过实验中任何一个细微的现象。科学发现的机会，对任何从事研究工作的人都是均等的。但是，正如著名的法国微生物学家巴斯德所说：“机遇只偏爱那种有准备的头脑。”

冯中平

马克思说过：“在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。”科学史上，这样的例子真是举不胜举。化学元素氟的发现，就曾经经历过一条曲折的道路。

### 危险的元素

氟、氯、溴、碘，是性质相近的同一类元素。在这四种元素中，氟被单独分离出来的时间最晚，从确认它是一个元素时算起，中间竟相隔了70多年。

这是什么原因呢？

原来氟是最活泼的非金属元素。它几乎能和所有的元素化合，连化学性质十分稳定的黄金，加热后也会在氟中燃烧！氟和氢相遇，即使在没有光线的暗室里，都能立刻发生猛烈的爆炸，生成氟化氢。氟不但化学性质活泼，还有剧毒，所以要把它从化合物中分离出来，是一件十分困难和危险的工作。

早在1670年，一位德国艺术家发现萤石与硫酸的混合液可以用来刻画玻璃。现在我们已经知道，那就是氟化氢的水溶液——氢氟酸。玻璃杯上美丽的花纹，玻璃容器上的刻度，都是用氢氟酸腐蚀而成的。

1810年，英国化学家戴维用实验证明氯是一种元素，而不是化合物。在这个事实的启发下，法国科学家安培认为：如同盐酸中含有元素氯一样，氢氟酸中也含有一个新的元素，并且建议把这个没有见过面的新元素称作“氟”。这个字是从希腊文“萤石”来的。萤石实际是氟化钙，它是含氟的最主要矿物。

但是，氟在哪里？它是什么样子？谁也没有见到过。

### 巨大的代价

恩格斯曾说：“……假说尽管有百分之九十九、百分之九十九点九、百分之九十九点九九的可靠性，但毕竟是一种假说。”

这个新元素究竟是否存在，只能由实践来验证。这个已经露出头角的元素，吸引了许多科学家，他们想方设法，要把氟从它的化合物中分离出来。

英国化学家戴维、法国化学家盖·吕萨克和泰那尔德都曾致力于这项工作，他们试图从氟化氢中提取氟。氟化氢也是剧毒的气体，它有强烈的刺激性气味，会引起呼吸器官粘膜发炎、溃烂。他们都因为吸入了少量氟化氢，而受到很大的痛苦。

1836年，爱尔兰科学院的乔治·诺克斯和托马斯·诺克斯两兄弟，在分离氟时都中了毒，一个很快因中毒而死亡，一个整整休养了三年才恢复健康。

比利时科学家鲁耶特和法国科学家尼克雷，都因为长期从事分离氟的实验，被氟夺去了宝贵的生命。

制取氟实在是太困难、太危险了！很多人被迫停止了工作。

### 终于获得成功

难道氟是无法分离出来的吗？在这条艰难的道路上，一些不怕危险的人仍在勇敢地摸索前进。

1869年，英国化学家哥尔用电解的方法，终于制得了少量的氟气。可是氟太活泼了，哥尔还没有来得及把它收集起来，氟就和同时生成的氢化合爆炸了。

哥尔的实验尽管没有成功，但他取得的这一点进展，却像黑暗中突然进射的火花，给化学家们带来了希望。

这时候，年轻的法国化学家莫伊桑也在从事分离氟的工作。在仔细研究了前辈科学家以及哥尔的实验以后，莫伊桑认为：氢氟酸因为含水而不能作为制取氟的电解质，而无水氢氟酸又不导电。于是，他把氟化钾溶解在无水氢氟酸里，作为电解液。他还改进了实验装置，设法让实验在低温中进行。

“如果有氟产生，怎样才能证明呢？”莫伊桑想到了硅。他知道，氟化硅是一种极稳定的化合物，所以氟和硅在化合的时候，会放出大量的热而引起燃烧。“假如得到的气体能使硅燃烧起来，那它无疑就是氟了。”

1886年6月26日，莫伊桑在电解槽的阳极上终于得到了一种气体，他立即用早已准备好的硅去接近这气体。果然，硅燃烧起来了！

这是氟！成功了，终于成功了！

莫伊桑激动而又慎重地向科学院写了报告。不久，科学院派了一个由三位专家组成的委员会来审查莫伊桑的发现。委员会的成员之一——弗雷米，是莫伊桑的老师，他当时也在研究氟的分离。在亲眼看过这个成功的实验之后，弗雷米紧紧握住莫伊桑的手，高兴地说：

“看见学生胜过自己，永远是老师的一件乐事。”

### 有益的启示

氟的分离成功，距今天已经接近100年了，直到现在，工业上制取氟基本上还是采用莫伊桑的方法。

在现代工业中，氟有很重要的用处。它的有机化合物氟里昂，是一种应用广泛的制冷剂；含氟的塑料耐腐蚀、耐高温、又耐低温，有“塑料之王”的称号；利用氟还可以从铀矿中提取铀235，这是制造原子弹的基本原料。氟的化合物一般都有杀菌的能力，我们常用的氟化钠、氟化锶牙膏就可以防治龋齿。在饮用水里加入少量的氟化物，也能有效地预防龋齿。

氟的发现史，使我们想起飞机发明人威尔伯·莱特讲的一句话：

“如果你想绝对安全，那就坐在墙头上看鸟飞好了。”

的确，在科学的道路上，假如没有这些不畏艰险、不怕牺牲的勇士，

我们只能永远看鸟飞了，还谈得上什么火箭、飞船和探索宇宙的奥秘呢！

穆永瑞 插图三个发明家的悲剧

闻 泉

### 骇人听闻的手术

你去过医院的手术室吗？无影灯发出柔和的光线，病人安静地躺在手术台上，鲜红的血液一滴滴地注入他的血管。医生给病人施行了麻醉，病人在毫无痛苦的情况下接受手术……

可是 100 多年前，外科手术的场面却非常可怕。那时还没有发明麻醉药，医生给病人动手术，不得不采用一些十分残酷的办法。有的医生用绞勒的方法使病人暂时窒息；有的医生用放血或压住颈部血管的方法使病人的大脑缺血而昏迷；有的干脆用一根木棒猛击病人头顶，使病人失去知觉。这些野蛮的方法给病人带来了巨大的痛苦：有的在手术中突然苏醒，疼得大喊大叫；有的在手术后留下了脑震荡等后遗症；有的甚至就此失去了宝贵的生命。

那时候做外科手术真是一场闪电般的战斗。要是有了伤兵必须截肢，几个强壮的士兵就使劲把他按住，外科医生连砍带缝，只要三、四分钟就做完了手术。法国皇帝拿破仑有个御医名叫拉利，传说在一次战役中他竟创造了一昼夜做二百多个截肢手术的惊人纪录！

闪电手术固然可以缩短时间，减少病人在手术中的痛苦，但是死亡率常常超过百分之六十。当时有人说：伤兵不被外科医生发现倒是运气，他还有侥幸活下去的可能。

### 化学表演中的偶然发现

1844 年的一天，美国东北部哈尔福德城的街头贴出了一张引人注目的广告，上面写着：“欢迎志愿者吸入笑气”。原来一位名叫科顿的化学家来此地作公开表演。他说，谁要是吸入了他的笑气，开始的时候愉快地发笑，接着就会安然入睡。

一个名叫库利的药房店员自告奋勇，充当了实验对象。不料他吸了笑气突然兴奋起来，失去了自制能力，竟去攻击一个维护秩序的大汉。他一边跑，一边大叫大闹，最后被一把椅子绊倒在地下，才渐渐镇静下来。库利的腿被椅子撞破了，鲜血直流，可是他没有一点儿感到痛苦的表现。

这件事引起了观众中的一位牙科医生——韦尔斯的注意。他想，库利为什么不感到痛？是不是和吸了笑气有关系？当时没有麻药，牙科医生给病人拔牙是十分麻烦的事，病人常常痛得大声叫喊，使手术无法进行。韦尔斯详细地询问库利吸入笑气以后有什么感觉，并且设想笑气可能有麻醉作用。

韦尔斯大胆地决定在自己身上作实验。他吸入了笑气，请助手给他拔去一颗牙齿，果然不觉得疼痛，证明笑气——氧化亚氮确实有麻醉作

用。就这样，韦尔斯发现了一种良好的麻醉药。

发明的道路总不是一帆风顺的。有一次，韦尔斯在波士顿城作公开表演，由于笑气用量不足，手术没有结束病人就苏醒了，并发出了尖锐刺耳的呼痛声。一群保守的人把韦尔斯当作骗子，把他赶出了医院。

## 乙醚轰动了世界

韦尔斯有个年轻的助手叫莫顿。他认为笑气的麻醉效力较小，要想取得满意的效果，必须另找新的、强有力的麻醉剂。

莫顿向化学教授杰克逊请教。杰克逊告诉莫顿说，有一次他做化学实验的时候，不小心吸入了过多的氯气，喉头很不好受，于是吸入了一点乙醚来解毒。吸了之后，他感到身上很舒服，一会儿就昏昏入睡了。

莫顿听了杰克逊的经历，他想，乙醚能不能作为麻醉剂呢？于是他先在鸡、鼠、猫等动物身上作实验，把自己心爱的小狗也用上了。接着还在自己身上作了实验，最后才证明了乙醚确实有较好的麻醉作用，对人体也无害。

1846年10月16日，是外科史上很有意义的一天：世界上第一次用乙醚进行麻醉的外科手术，就在这天公开表演，医学院二年级学生莫顿亲自担任麻醉师。

观众来了许多，不少人抱着怀疑的态度。病人躺上了手术台，可是莫顿还没有出场。一分钟，两分钟……十五分钟过去了，还不见莫顿的影子。

外科医生等得不耐烦了，他拿起了手术刀对观众说：“莫顿先生缺席，我想他可能另有约会了。”他指示几个大汉将病人捆绑起来，用力按住，准备仍旧像以往那样用野蛮的方法给病人开刀。

“莫顿为什么缺席？他胆怯了吗？”观众骚动起来。

正在这时候，莫顿提着乙醚瓶推门进来了。原来他为了充分准备麻醉器械，所以迟到了。外科医生指着缚在手术台上的病人说：“您好，莫顿先生，您的病人准备好了。”莫顿从容地给病人吸进乙醚，几分钟之后，病人完全丧失意识。莫顿望着外科大夫庄重地说：“医生，您的病人准备好了。”在整个手术过程中，病人呼吸均匀，神情安详，就像睡着了一样。

乙醚麻醉的表演获得了惊人的成功，这个好消息像长上了翅膀一样传遍了全世界。从此，这种用酒精制成的无色透明液体乙醚，成了全世界各个医院的手术室里不可缺少的药品。病人吸到了它那特殊的芳香，接受手术时就再不像过去那样痛苦呻吟了。

后来，虽然出现了许多新型麻醉药，然而直到今天，乙醚与笑气仍旧在使用着。

## 悲剧的结局

故事的结局是一场令人意想不到的悲剧。莫顿不择手段地向美国政府申请发明乙醚麻醉的专利权。他的老师韦尔斯和给过他启发的化学教授杰克逊知道后，都来和他争夺。他们都向法院提出申诉，打了好几年

官司，彼此都弄得烦恼不堪。最后，韦尔斯自杀了，杰克逊得了精神病，莫顿也很不光彩，因而患高血压脑出血而死了。

本来，曾经对发明麻醉药都作出过贡献的三位发明家应当通力合作，进一步造福于人类，但是却在资本主义社会里演出了一场争名夺利的悲剧。这也充分说明极端个人主义的名利思想是要不得的，作为一名科学家，无私的品德是多么难能可贵啊！

朱植人 插图老鼠掉进溶剂之后

毛振奇

在平常的工作和生活中，有时会遇到一些偶然的情况，人们往往容易忽略。然而也有人紧紧地把握它，研究下去，终于获得重大的发现。人造血液的研究恰恰是从老鼠掉进溶剂这样一件普通事情引起的。

1965年秋天的一个上午，在美国亚拉巴马大学医学中心的实验室里，克拉克教授和他的助手们正在紧张地做一项生物化学实验。

一位助手不小心，把一只实验用的老鼠掉进了作为麻醉剂的氟化碳溶液里。当时大家正忙着，谁也没有注意到这个小小的事故。

三个小时之后，实验做完了，大家开始整理容器和器械。克拉克教授突然发现，掉进氟化碳溶液里的老鼠不但没有淹死，还挺自由自在的！

“这真是件怪事！”克拉克教授自言自语地说，“老鼠掉进水里都得淹死，掉在一般液体里，也会是这样。在氟化碳溶液里，老鼠怎么能活这样长的时间呢？”

经过一番研究，克拉克教授发现，氟碳化合物能够溶解和释放氧气和二氧化碳。老鼠正是靠着氟化碳的这个特性活了下来。

其实，早在第二次世界大战期间，美国科学家在研制原子弹的过程中，就曾经分离出来了氟碳化合物，知道了它的某些性质。然而这些特性并没有引起人们的注意。

克拉克教授却没有放过这个偶然现象。他进一步思索：在血液里，红血球起着输送氧气和运载二氧化碳的任务；氟碳化合物既然也具有同样的性质，能不能用它来代替人血呢？他大胆地提出自己的设想，并且把研究结果发表了。

1966年春天的一个傍晚，在阿尔卑斯山脉边缘的森林旅馆里，来欧洲旅行的日本年轻的医学专家内藤良一正抓紧时间阅读报纸。突然，一则简短的消息报道吸引了这位年轻人。克拉克教授的发现引起了内藤良一的注意，他专程飞往美国拜访克拉克教授。

听了克拉克教授热情的介绍，使内藤良一获得了启示。他从克拉克教授大胆的设想，联想到自己从事的人造血液的探索，氟碳化合物既然能使老鼠活下来，一定也能适合于人体。回国以后，内藤良一马上开始了利用氟化碳制造人造血液的研究。

氟碳化合物有上千种，问题关键是要找到一种能够和血液混合，又对人体无害的氟碳化合物。对上千种的物质进行筛选，需要作大量的实验。内藤良一和他的同事经过十几年的艰苦工作，终于找到了这种理想的氟碳化合物。它可以均 101

匀地混合在人体的血液里，代替红血球输送氧气和运载二氧化碳。

内藤良一先用这种“人造血”在老鼠、猴子和猩猩等动物身上做实验，没有产生不良反应。1979年初，他把这种乳白色的人造血液输入自己的血管里，也没有不舒服的感觉。1979年4月3日，他把他制造的人造血液输给一位生命垂危的老年人。这位已经绝望的病人果然得救了，在临床手术中创造了第一个成功的范例。

刘洛平 插图

## 红色的紫罗兰

韩国栋

英国科学家波义耳非常爱花。虽然他没有更多的时间去花园散步，可是总爱在花瓶里插几支花放在案头观赏。一次，他拿了一束紫罗兰，正准备插到花瓶里去，助手走来告诉他说，他需要的盐酸运到了。波义耳很高兴，马上把花放在桌子上，帮助助手一起倒盐酸。

这是一瓶浓盐酸，往外倒的时候，一股酸雾很快冲出瓶来，挥发到室中笼罩了整个桌面。还溅了几滴浓盐酸在紫罗兰花上，使紫罗兰也飘起几缕淡淡的白雾。

“紫罗兰花溅上盐酸了！”爱花的波义耳很着急，他赶忙拿起紫罗兰花，把它泡在水里面，想用水把溅在上面的酸洗干净。

可是，过了一会，当他来取这束紫罗兰的时候，意想不到的事情发生了——紫色的紫罗兰花竟变成了红色的！

这是怎么回事呢？难道是溅上的那点盐酸使它改变了颜色吗？波义耳完全被这有趣的现象吸引住了。他决定再做些实验进一步研究一下。他想，如果盐酸能使紫罗兰由紫色变成红色，那别的酸是不是也能使它发生这种变化呢？于是，他把一些紫罗兰花分别放到盐酸、硫酸、磷酸和别的酸的溶液里，结果，所有的紫罗兰花都变成了红色。

波义耳的想法得到了验证，可他并不就此止步。他又想，紫罗兰遇酸会变成红色，别的花遇到酸会不会也有这种变化呢？还有，紫罗兰和别的花要是遇到碱又会怎样呢？植物的花遇到酸会改变颜色，那么，那些有颜色的根、茎、皮和果浆又会怎样呢？于是，他用了许多种植物的花、皮、根和果浆以及它们的浸出液做实验。结果，它们大都有遇到酸、碱溶液会改变颜色的性质，其中表现得最明显的是一种名叫石蕊的苔藓类植物的浸出液。现在化学上经常使用的石蕊指示剂就是这样被发现的。用它来检验溶液的酸碱性，又快又灵，非常方便，300年来一直受到化学工作者的欢迎。当你上化学课做实验用到石蕊指示剂的时候，可别忘了这段紫罗兰变红的故事和波义耳这种反复实验和探求的功劳哟！

刘洛平 插图不妨多做一个假设

冯中平

在通常情况下，只有两种化学元素的单质是以液体状态存在的，一

种是金属元素汞（水银），另一种是非金属元素溴。

溴在化学工业和医药等方面都有广泛的用途。特别是制照相底片和感光纸，更需要大量溴的化合物——溴化银。

说起溴的发现，还有一段耐人寻味的故事呢。

19世纪初，化学家们已经发现了氯和碘，并且知道在海生植物中含有大量的碘。人们为了提取碘，经常把海藻烧成灰，再把灰溶解在水里，然后通入氯气，碘就从溶液里析出来了，它是紫黑色的晶体。

在碘被析出的时候，海藻灰溶液的上部，存在着一层红棕色的液体，这种液体有一股刺鼻的臭味。

这个现象，有三位科学家都注意到了，他们是德国的洛威和李比希、法国的巴拉。

洛威把这种红棕色的液体提取出来，但在他还没有来得及做进一步的研究的时候，巴拉关于溴的发现的报告发表了。

李比希认为，既然这液体是通入氯气后生成的，那么它无疑就是氯化碘了。他在装着这种红棕色液体的瓶子外边，贴了一张“氯化碘”的标签，就把它搁置一旁，不去理它了。

巴拉当时只有23岁，是巴黎大学化学实验室的一名助手。他起初也认为，这红棕色的液体是氯和碘的化合物。既然是化合物，总归是能够分解的。然而，巴拉用了很多方法，都不能使它分解。

这是怎么回事呢？“也许它根本就不是化合物，而是一种单质，一种未曾发现的新元素！”巴拉想。

“对，为什么不可以多做一个假设呢？”

没有多久，他就用实验证实了自己的假设：这红棕色的液体的确是一种新元素。这种元素在常温下是液体，具有强烈的臭味。1826年8月，法国科学院给它定名为“溴”。

巴拉把自己的研究成果写成了一篇题为《海藻中的新元素》的论文。论文发表后，马上引起了李比希的注意，因为他也曾得到过这红棕色的液体，而且比巴拉还早好几年呢。

李比希立刻动手制备了大约20克溴，通过实验，他很快也证实了巴拉的结论是正确的。

对于一位化学家来说，在当时的条件下，确认溴是一种新元素并不困难。可是为什么发现溴的人，不是已经成为教授的李比希，而是默默无闻的实验室助手巴拉呢？

因为科学是不讲情面的，成功只属于那些老老实实、一丝不苟的人。在发现的机会面前，李比希主观地想当然，作出了错误的结论；而巴拉却认真地开动脑筋，不受成见的束缚，坚持不懈地研究下去，终于获得了成功。

李比希深深地谴责着自己。为了吸取这次教训，他把那只贴着“氯化碘”标签的瓶子，小心地放进一个柜子里。李比希把这柜子取名叫“错误之柜”，里边放的东西，都是他在研究工作中失败的记录。他时常打开这“错误之柜”来看看，用以警戒自己。

后来，李比希取得了许多成就，成为德国著名的化学家。他在自传中还专门谈到这件事，他写道：“从那以后，除非有非常可靠的实验作根据，我再也不凭空地制造理论了。”

刘洛平 插图

## 到百分之一里去寻找——氩的发现

冯中平

英国物理学家汤姆生说过：“一切科学上的重大发现，几乎完全来自精确的量度。”

惰性元素氩的发现，就是一个很好的证明。

### 两份重量不同的氮气

经过长期的研究，到了 19 世纪末叶，几乎所有的科学家都认为：在空气中，除了氮气、氧气、二氧化碳及水蒸气以外，再没有别的东西了。

就在这时候，发生了一件令人费解的事。

一位名叫瑞利的英国物理学家，在做测定氮气密度的实验。为了提高实验的准确度，他制取了两份氮气，一份是从空气中得到的，另一份是由分解含氮的化合物——氨制得的。

当然啦，既然两份都是氮气，只要测定准确，它们的密度也应该相同。

结果却出乎意料！取自空气的那份氮，每升重 1.257 克；而分解氨得到的氮，每升重 1.251 克。它们在小数点后第三位数字上出现了差异。

“这可能是实验中哪一步出现了疏忽造成的。”瑞利这样分析。他把自己的实验重复了一遍又一遍，并且仔细检查了实验装置，仍旧不能消除这个差异。

“会不会是由氨得到的氮气中混进了极少的一点儿氢气，所以才轻了一点儿呢？”瑞利又改用其他含氮的物质，比如从笑气（氧化亚氮）、一氧化氮等物质里制取氮气，结果它们总是比从空气里分离出来的氮要轻这么一点儿。

也许有人认为，这么小的一点儿差别，小到了小数点后面第三位，那就不必去管它了。瑞利没有这样做，因为他从事的是科学工作，科学是老老实实的学问，不允许有丝毫的草率。

瑞利花费了两年的时间和精力，反复测定氮气的密度。最后，他终于得出了一个结论：凡是从化合物里分解出来的氮气，总比从空气中分离出来的氮气轻那么一小点儿。

这究竟是怎么造成的呢？瑞利自己也无法回答。

### 从旧框框里跳出去

瑞利有位朋友叫拉姆赛，是个化学家，他对这两份重量不同的氮气也很感兴趣。不过，他不像瑞利只拘泥在固定的旧框框里，以为空气只有那么几种成分。拉姆赛大胆地怀疑，也许空气中还含有别的什么物质。

1894 年 4 月，在一次科学会议上，拉姆赛对瑞利说：“你看，是不是可以作这样的推测，从空气中得到的氮气里，有一种较重的杂质，一种未知的气体。如果你不反对的话，我想接着你的实验继续研究。”

瑞利欣然同意。不久，他又从科学文献中查到，早在 100 年前，著名的英国科学家卡文迪许就指出过：空气中的氮并不是单一的，而是两种物质的混合物。

这真是了个了不起的见解！不过，卡文迪许只是根据不完善的实验所作的推测。现在，拉姆赛和瑞利决心共同合作，彻底揭开这个谜。

### 找到了“隐士”

拉姆赛的推理很简单：如果空气中的确含有未知的气体，那么，只要取一定体积的空气，把其中各种已知成分一一分离出来，而且提取得十分干净，那么剩余下来的就一定是新气体了。

拉姆赛用氢氧化钠吸收了空气中的二氧化碳，用五氧化二磷除去了水汽，又用炽热的铜屑吸收了空气中的氧气。再让剩余的气体一次又一次地通过灼热的镁屑，使氮与镁化合生成氮化镁，把氮也清除干净。

最后，容器里果然剩下了一点儿气体，它的体积只占原来空气的百分之一。经过测定，它的原子量是 39.9，在放电管中能发出自己独特的辉光。毫无疑问，这是一种未曾发现的元素！

拉姆赛用了一个夏天的时间，耐心地收集这种新气体。他的朋友瑞利也用其他的方法得到了这种气体。他们俩开始进一步研究这种新气体的性质。

呵！这气体的脾气真太古怪了，它跟谁都不肯沾边。那个能使金属很快生锈、染料立即褪色的氯气，对它却无可奈何！那个能在空气中自动燃烧的磷，也不能与它化合。酸、碱、电流都不能改变它那孤独的性格。怪不得它能隐藏得那样久呢！

不过，它到底还是给找出来了。由于这位隐士的独特性格，人们给它取名叫“氩”，这个字在希腊文里是“懒惰”的意思。

1894 年 8 月 13 日，在牛津的一次自然科学会议上，两位科学家很高兴地宣布了他们的发现。

## 其实是个家族

拉姆赛在发现氦以后不久，于 1895 年 3 月，又在地球上找到了氩。法国化学家布瓦博德朗指出：性质不活泼的元素，除了氦以外，还有三个。他甚至还预言了这三个元素的性质和原子量。

布瓦博德朗怎么会作出这样大胆的预见呢？

原来，19 年前他曾发现了元素镓，起初他把镓的比重测错了。后来，俄国化学家门捷列夫根据自己发现的元素周期律理论，纠正了他的错误。从此，布瓦博德朗对周期律的正确性坚信不移。

氦的发现，使他立刻领悟到这是一类新元素中的一个。从周期表上看，这一类新元素，至少还有三个。他像当年门捷列夫一样，按照元素性质的递变规律，对这三个未知元素作了大胆的预测。

在门捷列夫发现的周期律的启发下，拉姆赛认为，自然界不仅有氦和氩，一定还有一些元素，同氦和氩相似，性质极不活泼，它们可能组成一个新的元素“家族”。他还在元素周期表中为这一新的元素家族找到了恰当的位置。

有了正确的理论作指导，路就好走了。果然，在短短的三年中，拉姆赛和他的同事们又找到了几个脾气和氦十分相像的伙伴，名字叫做氖、氪、氙。它们真的是一个家族！

这几个元素也都躲在空气里，严格地说，就混在拉姆赛和瑞利最早制得的氩气中。不过，它们总共只占空气体积的 1%，其中，氩占 0.93%，而另外四种气体占 0.07%。

你看，在空气体积的百分之一里，竟包含着这么多的元素！要不是科学家们对那两份氮气微小差别的注意和研究，这几位隐士真不知还要隐藏多久呢！

又过了两年，这个家族的最后一位成员“氢”，也被发现了。不过，空气中没有氢，它是放射性元素衰变时放出来的气体。

人们给这个元素家族取了个名字叫“惰性气体”。因为它们在空气中的含量很少，所以也称为“稀有气体”。

高燕 插图

## 第一个称地球的人

韩吉辰

18 世纪后半期，英国首都伦敦的街头经常出现一个“怪人”。他穿着一件古怪而过时的衣服，身后总是跟着一群起哄的小孩。他在自己家里建立了实验室和图书馆，随便什么人都可以向他借书，只要办一个手续，按时归还。有趣的是，他自己借书也要按规定写借条。

这位怪人就是著名的科学家亨利·卡文迪许。他出生在 1731 年。其实卡文迪许并不怪，只是由于他热爱科学，专心致志地研究科学，对别的事情一点也不注意罢了。

## 几乎无法攻克的难题

从年轻时候起，卡文迪许就为自己选定了一个著名的难题：“称”出地球的质量！

这个问题曾经难坏了多少科学家们。的确，人生活在地球上，要想称东西那样称出地球的质量来，真是不可思议的难题。怎么办呢？有的科学家提出过计算的办法。当时人们已经知道，地球的体积是  $1.08 \times 10^{21}$  立方米，再求出构成地球物质的密度，利用质量 = 密度  $\times$  体积，不就可以解决了吗？

这个想法看上去是合理的，但是科学家们很快发现，这是不可能实现的。因为构成地球各部分物质的密度不同，在整个地球中所占的比例也不同，根本无法知道整个地球的平均密度是多少。所以，早在 17 世纪，就有一些权威断言说：人类永远不会知道地球的质量！

17 世纪末年，英国科学家牛顿发现了万有引力定律。牛顿和很多科学家都发现，利用万有引力的公式，可以求出地球的质量来。这需要几个数值：一个是地球对一个已知质量的物体的吸引力，它实际上就是物体受到的重力，这很容易测得；一个是地球和物体的距离，这可以用地球的半径代替；另一个关键的数值叫“万有引力常数”，这个数值虽然当时还不知道，但是可以从在地面上直接测量两个已知质量物体之间的引力而求出来。

牛顿称量地球的方法，原理是完全正确的，他使用的是“间接测量法”，这种方法和我国古代“曹冲称象”的故事里说的曹冲称出大象的质量的方法很相似，只不过曹冲称象利用的是物体浮力的定律，而牛顿利用的是万有引力定律。牛顿测出地球和一个已知物体之间的引力，从而计算出地球的质量来。

可惜“万有引力常数”数值极其微小，测量起来十分困难，牛顿精心设计了好几个实验，想直接测出两个物体之间的引力来。可是他失败了。他还发现，一般的物体之间的引力非常非常微小，以至根本测量不出来。牛顿失望了，他也曾当众宣布：想利用测量引力来计算地球质量的努力将是徒劳的。

牛顿去世以后，还有一些科学家继续研究这个问题。1750 年，法国科学家布格尔来到南美洲的厄瓜多尔，他爬上了陡峭的琴玻拉错山顶，沿着悬崖吊下一根垂线，线的下面拴着一个铅球。他想先测量出垂线因受到山的引力而偏离的距离，再根据山的密度和体积算出山的质量，进一步求出“万有引力常数”来。可是，由于引力实在太小了，铅垂线偏离的距离几乎量不出来，即使量出来也很不精确，实验仍然没有成功。

一次又一次实验的失败，使称量地球成了无法攻克的著名难题，一个物理学上的禁区。

## 引力被“放大”了

在攀登科学高峰的崎岖小路上，有的人摔倒了，有的人退缩了。但也有人在勇敢地继续向上攀登，卡文迪许就是其中的一个。

从十几岁开始，卡文迪许就开始研究这个问题。他仔细分析了前人

失败的原因，认为主要是由于实验方法既不方便，又很不精确。他决心设计出一种新的实验。

1750年的一天，卡文迪许听到一个消息：剑桥大学有位名叫约翰·米歇尔的科学家，他在研究磁力的时候，使用了一种巧妙的方法，可以观察到很小的力的变化。卡文迪许立刻赶去向他请教。

米歇尔向卡文迪许介绍了实验的方法。他用一根石英丝把一块条形磁铁横吊起来，然后用另一块磁铁去吸引它，这时候石英丝就发生了扭转，磁引力的大小就清楚地看出来。卡文迪许受到很大启发。他想，能不能用这个方法测出两个物体之间的微弱引力呢？他一回到实验室，立刻仿制了一套装置：在一根细长杆的两端各安上一个小铅球，做成一个像哑铃似的东西；再用一根石英丝把这个“哑铃”横吊起来。他想，如果用两个大一些的铅球分别移近两个小铅球，由于铅球之间存在引力，“哑铃”一定会发生摆动，石英丝也会随着扭动。这时候，只要测出石英丝扭转的程度，就可以进一步求出引力了。

从理论上分析，这个设想是成立的。可是卡文迪许实验了多次，都没有成功。原因在哪里呢？还是由于引力实在太微弱了。现在我们知道，两个1千克重的铅球在相距10厘米的时候，它们之间的相互引力只有十亿分之一千克；这么微小的力，得需要多么精密的仪器才能测量出来呀！卡文迪许受到当时条件的限制，几乎完全靠肉眼观察来确定石英丝的变化，的确是太困难了。

卡文迪许陷入了长期的苦思。他想，在实验的时候，石英丝肯定发生了扭转，只是程度极其微小，不易觉察出来就是了。能不能把这肉眼发现不了的扭转加以放大，使它变得显著一些呢？

科学上的重大发明，往往都离不开要设计出一种巧妙的研究方法。卡文迪许正是这样，他花了很长时间专心思考这个问题，可一直没有想出满意的方法。

这一天，他到皇家学会去开会。走在半路上，他看到几个小孩子，正在作一种有趣的游戏：他们每人手里拿着一面小镜子，用来反射太阳光，互相照着玩。小镜子只要稍一转动，远处光点的位置就发生很大变化。

“真有意思！”看着那些活泼的孩子，卡文迪许想。忽然有一个念头闪过他的脑海，他掉头跑回实验室，对自己的实验装置进行了一番革新。他把一面小镜子固定在石英丝上，用一束光线去照射它。光线被小镜子反射过来，射在一根刻度尺上。这样，只要石英丝有一点极小的扭动，反射光就会在刻度尺上明显地表示出来。扭动被放大了！实验的灵敏度大大提高了，这就是著名的“扭秤”实验法。

### 终于称出了地球的质量

成功了！卡文迪许抑制住内心的兴奋，再接再厉，继续钻研。一直到1798年，他终于测出了“万有引力常数”的数值，并且进一步算出了地球的质量。这是一个大得令人吃惊的数字： $5.976 \times 10^{24}$  千克，也就是大约60万亿亿吨！不久太阳的质量也用相同的方法测量出来，是地球质量的33万倍，为 $2 \times 10^{30}$  千克。测出地球质量以后，地球的平均密度就

求出来了，为 5.52 克/厘米<sup>3</sup>。可是地球表面密度仅为 2.5—3 克/厘米<sup>3</sup>，这样就可以推算出地球中心的密度高达 7—8 克/厘米<sup>3</sup>。

由于卡文迪许测定了万有引力常数，有力地推动了科学的发展，人们把他誉为“第一个称地球的人”。除此之外，卡文迪许在物理学和化学上还有许多其他贡献。比如，他发现水是由氧和氢组成的，发现了空气的组成成分，并且进一步研究了氧和氮的性质。他的名字，他的贡献，他那勇于探索、大胆实验、不怕困难的精神，不断进行科学的实验的态度，都被载入了科学发展的史册。

王国伦 插图

## 我看到了地球自转

韩吉辰

### 震惊巴黎的实验

19 世纪中叶，在全世界物理学家面前摆着一个难题：证明地球的自转！

“我们在地球上，看到日月和星座每天东升西落，这就是地球自转的证明。”物理学家们说，“这个道理就好比们坐在旋转的木马上，看到周围的景物在旋转一样。”

可惜这样讲说服力不强，因为人们所看到的毕竟是日月星辰在转啊！

能不能用实验来证明呢？物理学家们经过一系列研究和实践之后发现，这样做简直困难极了。地球那么巨大，人们在随着地球日夜不停地转动，就像在水中平稳行驶的船舱中，“船行而人不觉”。要想在地球上证明“地球自转”，几乎很难想象。于是有的权威断言说：要想直接证明地球自转，除非人类离开地球。

1851 年的一天，巴黎发生了一件轰动全市的奇闻。人们争先恐后奔走相告：“我看见地球自转啦！”

接连几天，巴黎先贤祠（又称名人纪念馆）门口人声鼎沸，拥挤不堪。人们来到这座高大建筑里，只见高高的圆屋顶上悬挂着一个巨大的单摆，摆长 67 米，相当于一座 20 层楼房的高度，下面是一个沉重的铅球，在缓慢、单调地摆动，每分钟还不到四个来回。

“这有什么稀奇，不过是巨大的单摆而已！”人们不禁有些失望。

“请注意单摆的摆动方向！”一个衣着朴素的年轻人提醒大家。人们安静下来，顺着他的手指望去，只见台面上撒了一层细砂，巨摆紧贴着台面摆动，细砂上留下了一条又一条清晰的痕迹。

几分钟过去了，人们不禁惊奇起来。原来，单摆的每一次摆动，方向都有一点微小的变化。一小时以后，居然变化了十几度！

“摆平面在转动呢！”这就是大家目睹的结论。

“可是，是什么力使巨摆在转动呢？”大家迷惘地四处张望，“找不到这个力啊！”

这时候，那个年轻人站出来大声地说：“女士们，先生们，单摆摆动的方向并没有变，是我们脚下的地球在时刻不停地转动！”

经过几分钟的安静之后，人群又一次沸腾起来，“，简直是不可思议！”大家完全被这个出色的实验征服了。在巨摆下面，地球自转竟然表现得这样清楚，这样分明！大家拥上去紧紧地和年轻人握手，向他表示祝贺，祝贺他第一次在地面上科学地证明了“地球的自转”！

### 变化方向的是地球

这个年轻人就是法国物理学家——傅科，这一年他只有 32 岁。他从小热爱科学，学习刻苦，长大后很喜欢钻研科学难题。在“用实验证明地球自转”这个有名的难题面前，他没有被权威的断言吓倒，而是勇敢地地向这个堡垒发起进攻。

“必须设计一个巧妙的实验，”傅科想。可是一时却想不出什么好办法。这一时期，傅科正在深入研究单摆的运动规律。

早在傅科之前，意大利科学家伽利略已经用实验发现：尽管单摆每一次摆动的角度都不相同，但是它往返一次所需要的时间却总是相同的，这叫做“单摆的等时性”。根据这个道理，后来荷兰的惠更斯发明了摆钟。但是傅科认为，单摆运动还有很多规律值得继续研究。他在家悬挂了一个长长的单摆，从天花板直到地面，因为摆线越长，摆动就越慢，空气阻力影响就小些，单摆推动以后，可以几十个小时连续摆动不会停下来。

在夜深人静的时候，傅科推动了这只沉重的单摆，单摆在自己面前沿一个平面缓慢的摆起来。傅科仔细地测量了摆的摆动角度（也就是振幅）以后，就打开一本书看起来，想过一会儿再量一次，看看空气阻力对单摆运动的影响到底多大。

几个小时过去了。傅科从沉思中抬起头来，想看看摆动幅度减小了多少。这时一个意想不到的现象出现了：开始时单摆的摆动方向是跟自己接近于平行的，现在居然偏向自己了。

傅科不相信地揉揉自己的眼睛。一点儿没错。他干脆放下书，找来一些细砂铺在地板上，让单摆下部的尖端在砂面上划过。几分钟后，单摆留下的痕迹就偏离了原来的方向，砂面上形成两个对顶的扇形！

真是奇迹！根据牛顿运动的定律，运动着的物体在没有受到外力作用的时候，总是保持着匀速直线运动状态。也就是说：单摆在没有受到外力作用的时候，摆动的方向是不应该发生变化的！摆动的方向应该永远和开始的时候完全一致。

那么眼前的奇怪现象又该如何解释呢？傅科绞尽脑汁，苦苦地思索着。突然，一道闪光在他脑中划过：“单摆的摆动方向并没有变化，真正变化方向的是地球，因为地球在转动！”

傅科兴奋极了，这是一个多么重要的发现呀，原来在屋内看见地球“自转”竟是这么容易。他马上找来笔和纸，紧张地计算起来。当太阳在东方喷薄欲出的时候，傅科终于得出了满意的结果。计算证明，自己的设想完全正确。

在其他科学家的支持下，傅科勇敢地在先贤祠挂起了 67 米的巨摆，

当众实验。让人们亲眼看看地球的“自转”。

### 权威们低下了脑袋

傅科的公开实验取得了完全成功。可是一些顽固的权威仍然在摇脑袋。有人说，傅科是在捣鬼，这个巨摆是“魔鬼摆”；有人说傅科的实验亵渎了神圣的教堂，扬言要控告他！

在权威的攻击和诽谤面前，傅科毫不退让。他在巴黎公开举行科学讲座，向广大群众说明巨摆为什么可以证明地球的转动。

如果我们在北极竖起一个巨大的支架，挂上巨摆，让摆动方向和支架方向平行；由于北极处于地球自转轴的顶端，支架就随着地球一起转动，每过一小时变化 15 度，24 小时转一圈。而巨摆的摆动方向是不会变化的，仍在那里按原方向摆动，当我们站在支架下面的时候，却看到巨摆的摆动方向变了，这是一个错觉。真正改变了方向的是地球、支架和我们自己。

“可是我们眼前的巨摆转得慢一些，要 32 小时才变化一周呀？”一个性急的人问道。

“这是因为巨摆不在地球自转轴上的缘故。”傅科耐心地解释：“计算和实验都说明，地理纬度越低，巨摆摆动方向的变化就越慢；如果我们在赤道架起巨摆，摆动的方向将不发生任何变化。因为这时支架的方向已经不随地球的转动而改变了。”

“你把摆挂在了一个多么薄的支架上啊！”一个观众惊讶地叫喊。

“这是一个非常重要的条件。”傅科微笑着回答，“让摆支撑在吊环上的接触点越小，摩擦也就越小。只有这样，我们才可以把它看做是一个不随着地球转动而保持着自己的固定方向的自由摆，才能看到地球的自转。”

“为什么要把摆做得这么长这么重呢？普通单摆行吗？”又一个好学的青年问道。

“其实也是可以的。”傅科转向这一位青年，“我把摆做得长一些，摆锤重一些，都是为了使摆动持续较长的时间。摆线长，摆动就缓慢；摆锤重，本身的惯性就大，这样空气阻力对摆动的影响就小些。这都可以使我们把摆动方向的变化看得更清楚。”

真理的声音是封锁不住的。在铁一般的事实面前，那些顽固的权威们都低下了脑袋。各国科学家一致决定，把巨摆命名为“傅科摆”。从此，世界各地的博物馆、天文馆和物理教学楼里都经常安排这个出色的实验。

北京天文馆的大厅里就有一座傅科摆。它有 10 米长，每分钟摆动十个来回。由于北京所处的纬度比巴黎还低，所以每隔 37 小时 15 分钟，摆动的方向才顺时针转动一圈。因此你只要耐心地在旁边观察一会儿，就可以自豪地说：“我也看到了地球自转！”

王惟震 插图

数学王子算出谷神星

## 徐品方

18世纪，德国有一位名叫提丢斯的数学家。1766年，他发现，如果写下一列数字：

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, ……

这行数字的规律是这样的：从第三项起，以后的每个数字恰巧是它紧挨着的前面数字的两倍。然后，提丢斯把每个数字都加上4，于是就得到一个新的数列：

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, ……

再把它们都除以10，就得到0.4, 0.7, 1, 1.6, 2.8, 5.2, 10, 19.6, ……

提丢斯有一位朋友，是位天文学家，名叫波得。他们十分惊异地发现，这些数字近似等于水星、金星、地球、火星、木星、土星到太阳距离的天文单位，（其中地球到太阳的距离为1）。

1772年，波得公布了他们的这个发现，引起了世界科学界的极大重视，被称为提丢斯——波得定则。那时候，人们还没有发现天王星、海王星和冥王星，都以为土星就是距太阳最远的一颗行星。到了1781年，英国天文学家威廉·赫歇耳在接近19.6的位置上发现了天王星，这和提丢斯——波得定则十分符合，于是大家对这个定则就更加深信不疑了。

可是这个定则却有那么一点儿毛病。按照数字的排列，在2.8的位置上（也就是火星和木星之间）应该有一颗行星。可是实际上却没有。天文学家纷纷猜测说，在那里一定有一颗新的行星没有被发现。

1801年1月1日晚上，人们都在欢乐地庆祝新年的来临，意大利天文学家皮亚齐却还在西西里岛上的巴勒莫天文台上核对星图，紧张而辛勤地工作着。突然，他在望远镜中发现金牛星座一带有一颗体积很小的星星与星图不符合，而这颗星星正好在提丢斯——波得定则中2.8的位置上。皮亚齐想搞清楚这颗星星的运行轨道，第二天晚上观察时，这颗星星向西移动了，他疑心这是一颗“没有尾巴的彗星”。在冰天雪地、寒风刺骨的岛上，皮亚齐连续地观测了40个夜晚，最后，因劳累过度而病倒了，才停止观测。他只记录这颗星星沿9度这一段小弧运动。但它在360度的运动轨道是什么？却无法知道。皮亚齐写信给欧洲大陆的同行，请求共同观察、核对和研究。由于当时欧洲发生了战争，地中海被封锁了，到9月份欧洲大陆上的天文学家们才接到这封信。时过几个月，再去观察那颗“无尾巴的彗星”时，已无影无踪，它躲藏起来了，再也不肯露面。皮亚齐后来认为，这就是人们一直没有发现的那颗行星，把它命名为“谷神星”。

皮亚齐宣布了自己的发现。而天文学家们却对此事争论不休。有的说，皮亚齐是正确的；也有的说，不对，这是一颗彗星，不然的话，为什么它只露了一面就不知去向了呢。

几个月过去了，谁都没有得到令人信服的答案。这个问题，引起了24岁的高斯的注意。高斯是德国伟大的数学家、物理学家和天文学家。别看他当时年纪轻轻，他在天文学上也有研究呢！被人们称为“数学王子”。

高斯心想：既然天文学家通过观测找不到谷神星，是否可以通过理

论上的推导和计算来找到它呢？他想解决这个问题。

有人说：“高斯是个数学家，懂天文吗？再说，天文学家们都找不到谷神星，高斯哪能把它‘算’出来呢？”好心的朋友批评高斯是浪费自己的时间和才能，劝他早点放弃这个打算。

高斯笑了，他很理解朋友们的心情。他知道天文和数学的距离不很远，甚至可以说是一家。如果没有雄厚扎实的数学知识，是不可能成为一个天文学家的。

高斯开始了研究。首先要知道这颗新星星按什么样的轨道运行，是圆，是椭圆，还是哪种曲线。在他以前30多年，欧洲有一位著名的数学家欧拉，曾经研究出一种计算行星轨道的方法。可惜这个方法太麻烦了，欧拉紧张地算了三天才得出结果，把眼睛都弄瞎了。高斯决心创造出一种简便易行的办法。他幽默地说：“要是我也花三天去算，我的眼睛也会瞎的。”

高斯在前人研究的基础上，运用卓越的数学知识和特殊的才干，创立了比过去更加精确完整的行星轨道计算理论，引出了一个八次方程。根据改进了的方法，他只用了一两个小时就算出了结果，并且准确地预言说，谷神星的确是一颗行星，它将在什么时候出现在哪一片的天空里。

天文学家们将信将疑。在高斯预言的时间里，他们用望远镜对准了这片天空。谷神星果然出现了！高斯获得了极大的成功，他向人们显示出数学在科学研究中的巨大作用。

1802年3月28日，天文学家根据高斯的计算方法，准确地找到了另一颗新的行星——智神星。接着一颗颗行星陆续被发现。天文学家终于搞清了，这些行星的体积都很小，其中谷神星最大，直径也只有地球的十八分之一。它们都在火星和木星之间，沿着椭圆轨道绕太阳运行，天文学家管它们叫做“小行星”。

迄今为止已经发现而且被国际公认的编了号的小行星约有2400颗。

经过研究，在1809年，高斯写成《天体按照圆锥曲线运动理论》一书，书中提出了行星轨道的计算方法。

高斯找到了谷神星，轰动了国内外，原来批评他的人，也认为高斯将理论用于实际的路子走对了。

刘洛平 插图

