

国外科学家介绍

著名实验物理学家帕·阿·契伦科夫

徐毅通

编者按：

一位著名物理学家认为：现代物理学发轫于欧洲文艺复兴时期先哲们的研究。从那时起，摘取科学桂冠而荣获诺贝尔物理学奖的大师们都来自西方。他们何以得到如此殊荣？他们是怎样进行工作的？他们是看见和听到什么而能告诉人们原子或电子确实存在：如此等等，曾使许多读者致函本刊编辑部，要求不定期地加以介绍。为此，从这一期起，本刊正式开辟《国外科学家介绍》栏目，希望从事物理学史研究的行家里手，能同我们一起耕耘这块处女地。我们和读者一样，期待着你们。

\* \* \*

帕维尔·阿列克谢维奇·契伦科夫是苏联著名实验物理学家，著名的“契伦科夫效应”发现者。1904年7月28日出生于苏联沃罗涅日州新奇格拉村镇。在那里接受了初等和中等教育。1928年毕业于国立沃罗涅日大学物理—数学系，此后在米丘林市一所中学里任教

二年。从1930年起在苏联科学院物理研究所工作，1940年获得博士学位。1948年起任莫斯科动力学院教授；1951年起任莫斯科工程—物理学院教授。1958年，他与苏联著名物理学家И.Е.塔姆及И.М.弗朗克共同获得诺贝尔物理学奖。契伦科夫被誉为“为苏联物理学增光的人”。

长期以来，契伦科夫从事物理光学、核物理学、宇宙线物理学和加速器技术领域的科研工作，并有宇宙线与加速器方面的著作。

1932年，契伦科夫进入苏联科学院П.Н.列别捷夫物理研究所研究生班。当时，他根据导师、科学院院士С.И.瓦维洛夫的建议，开始研究铀盐溶液在镭的 $\gamma$ 射线作用下的发光现象。在研究过程中，于1934年发现了一种奇特微妙的物理现象。他发现在纯液体中，由 $\gamma$ 辐射作用所引起的微弱、浅蓝色的发光，与通常的发光有着明显的不同。后来，他在视阈内采用光度学方法，进行了一系列极为困难的实验，测定了这种新辐射的一些重要性质：辐射光谱的能量随最初 $\gamma$ 量子能量的增加而增加；阈的特征；以及非寻常的偏振等。在他研究的基础上，1934年，С.И.瓦维洛夫得出结论：

新的辐射跟 $\gamma$ 量子无关；它在 $\gamma$ 射线所引起康普顿散射情况下，跟溶液中所形成的电子有关，且为这些电子的韧致辐射（注：当时，С.И.瓦维洛夫错误地假设为电子的韧致辐射）。

以后，契伦科夫又进行了一系列新的实验，详细地研究了磁场对受镭的 $\gamma$ 射线辐照液体发出可见光亮度的影响。实验证实：这种发光实际上不是由 $\gamma$ 射线，而是由次级康普顿电子所引起的；更为重要的是，在实验中发现，新的辐射沿康普顿电子的运动方向占有优势。这种性质极为重要，对弄清这种物理现象的本质有决定意义。1937年，И.Е.塔姆和И.М.弗朗克根据契伦科夫所获得的实验资料，在经典电动力学基础上创立了充分阐明这种辐射主要性质的理论。他们指出：由契伦科夫所观察到的发光现象并非由 $\gamma$ 射线产生的，而是由于带电粒子以超过光在介质中的速度作匀速运动时产生的。这个现象被称为契伦科夫效应；这种辐射被称为契伦科夫辐射。

平时我们看到水中快速前进的船，当船速大于水的波速时在船尾将激起尾波。同样，超声速子弹或飞机在空气中也激起类似的尾声波，这就是超音速飞机掠过上空时激起的爆炸声。契伦科夫辐射类似于这种尾波，不过它是“超光速”带电粒子在介质中激起的尾电磁波。

1936年至1937年间，契伦科夫进行了一系列新的实验，定量地证实了塔姆和弗朗克的理论。他测定了辐射方向与粒子速度 $v$ 方向之间的特殊角 $\theta$ （ $\theta$ 又称为契伦科夫角），以及 $\theta$ 与介质折射率 $n$ 之间的关系，即

$$\cos \theta = \frac{c}{nv}$$

$c$ 为真空中光速；同时，他又精确地测定了辐射光谱的能量分布，以及发光的绝对亮度。

1937年，契伦科夫在上述这些研究的基础上，提出了应用这种新的效应来测定带电粒子速度的思想；这种思想后来成了制造契伦科夫计数器，契伦科夫分光计的基础。

契伦科夫计数器是在高能物理和宇宙线研究中被广泛应用的重要计数器之一。它是利用契伦科夫效应作成的高能粒子探测器，是由装在暗匣中的透明辐射体（有机玻璃、蒸馏水、二氧化碳等），光电倍增管以及光的收集装置所构造。其时间分辨率约为1毫微秒，最高计数率达每秒一千万次。根据不同用途可以有阈计数器（只记录速度超过某一最低阈值的高能粒子），微分计数器（选择记录速度超过阈值而又在一定范围的高能粒子），全吸收谱仪（将高能光子或电子全部能量记录下来），积分式射线束速度监视器（将射线中许多粒子的效应记录下来，可以用来监视束流中粒子的速度分布）和临界反射探测器（这种计数装置可以采用大角度，因而能够接收较多的契伦科夫射线）。

## 治学之道在用心

上海科技大学物理系 鲍家善

治学之道无他，用心而已矣：

从事教学与科研工作，必须要“推陈出新”。所谓“推陈”，决不是把旧有的经验一概否定；所谓“出新”，也决不是胡思乱想。譬如说，1943年我进入麻省理工大学放射实验室从事国防科研时，领导安排我做天线工作，我对天线一无所知，但学过光学电磁学，把光学的知识应用到天线设计，解决国防科研的需要，发展了“微波光学”，这就是推陈出新。一方面解决了国防的课题，另一方面也发展了光学科学。这种例子很多，如激光、光纤等等。

子(如电子)在受到电场或磁场周期性干涉而沿着正弦形或螺旋形轨道运行时所产生的辐射。同时，契伦科夫还测定了安装在同步加速器直线间隙内的波纹机的辐射光谱、角度和偏振的特点。1981年，契伦科夫在一种新型加速器上完成了一系列非常复杂的实验，其中包括 $\pi$ 介子的康普顿散射过程。

他除了在苏联科学院物理研究所科学中心的同步加速器上工作之外，还在杜布纳、谢尔普霍夫(均在莫斯科州)和欧洲核子研究中心实验室的加速器上进行高能情况下电磁过程的研究。

现在，契伦科夫虽已年迈，还在坚持工作，悉心研究。为了研究物质在中能领域内的性质，他除了进行上述这些工作以外，还专门研究设计一种新型的能够连续工作的强电流电子加速器。

多年来，契伦科夫是前苏联保卫和平委员会主席团成员，欧洲安全委员会成员，科学家帕格沃希运动的参加者和工作者。帕格沃希运动，就是科学家争取和平、裁军、国际安全和科学合作的社会运动，倡导者有A. 爱因斯坦，F. 约里奥-居里和B. 罗素等。在C. 伊顿的支持下，首次帕格沃希运动拥护者会议于1957年在帕格沃希(加拿大)召开，截止1982年共召开了31次会议，其中第6次(1960年)和第19次(1969年)会议在苏联举行。

契伦科夫除了1958年与塔姆、弗朗克分享诺贝尔物理学奖、三次荣膺苏联国家奖金以外，1946年，他以发明高速带电粒子的探测方法荣膺斯大林奖金。两次荣获列宁勋章，两次荣获劳动红旗勋章，还荣获苏联荣誉勋章、奖章和许多外国勋章。

等。由它们组成一套符合和反符合系统可用于测定粒子寿命，从光强测定粒子的电荷数，利用辐射测定粒子速度和运动方向，并可用于带电粒子的快速计数和从强本底中选出不同速度的稀有粒子，以及用来区分高能粒子和粒子束的选择。1955年，新粒子—反质子就是借助于契伦科夫计数器发现的。另外，根据契伦科夫效应的原理还可以制成宇宙射线计数器。1975年，欧洲核子研究中心采用氩或氦作为发光传光气体制成长达6米的契伦科夫计数器。从入射粒子处发出的光经处于前方的环形镜子反射回来，射到有一组光电倍增管后面的聚焦环孔上。改变气体的气压，就改变了折射率 $n$ ，这样就在契伦科夫角 $\theta$ 固定不变的情况下，通过改变器内气压来测定粒子速度 $v$ ，根据记录所需气压的高低(要高到10个大气压)就可以鉴别质子、 $K$ 介子、 $\pi$ 介子、 $\mu$ 子和电子，探测效率可达98%。

1946年，由于发现、研究和解释了这种新的辐射，瓦维洛夫，塔姆，弗朗克和契伦科夫荣膺苏联一等国家奖金。1958年，契伦科夫，塔姆和弗朗克由于发现和解释了契伦科夫效应而共同荣膺诺贝尔物理学奖。后几年，契伦科夫的科学兴趣转向宇宙射线方面的研究，发现了宇宙辐射组成成分中的多重带电离子。

从1946年开始，契伦科夫参加研制苏联第一台电子同步加速器，并于1947年建成安装在由B.И. 韦克斯勒所领导的实验室内。1948年1月，该实验室在契伦科夫领导下建成了苏联第一台电子感应加速器。1952年，由于契伦科夫以及韦克斯勒实验室的全体助手参加并建造了能量为250MeV(C-25型)的电子同步加速器而荣膺苏联国家奖金。

从1959年起，契伦科夫领导苏联科学院物理研究所光子实验室。主要研究粒子间的电磁相互作用，例如在能量达250MeV的情况下，详细地研究了最轻核在 $\gamma$ 量子作用下散裂反应的过程。在这段工作期间，契伦科夫与Ю.М. 阿多一起首先提出建议并在同步加速器上积累和获得了正电子束的新方法。由于进行了卓有成效的研究，1977年契伦科夫及其助手们第三次荣膺苏联国家奖金。

为了改善实验条件，契伦科夫在特罗伊茨克市(在莫斯科州)领导设计和建造苏联科学院物理研究所。其研究方向是电磁相互作用和新的科学综合体工程，其中包括能量为1.3GeV的大功率同步加速器和现代化的测量记录中心。

1970年，契伦科夫实验室与高能物理研究所、埃里温电子束物理研究所共同建造了70GeV 谢尔普霍夫型号的质子加速器。

70年代末，契伦科夫在新型的加速器上获得了第一批物理学研究成果，其中包括在环形加速器上进行的关于扭摆辐射的研究。所谓扭摆辐射，就是带电粒