

简单的实验，深远的影响

——纪念喇曼诞生一百周年和喇曼效应发现六十周年

张 鹏 翔

(中国科学院物理研究所)

1928年的某天，在印度加尔各答一间简陋的实验室里，40岁的喇曼正用一个大透镜将阳光聚焦到一瓶苯的溶液中。经过滤光的阳光呈蓝色，但是当这一束光进入溶液之后，奇怪的事情发生了，除入射的蓝光之外，喇曼还观察到了很微弱的绿光。不久喇曼在论文中宣布，这是光与分子相互作用而产生的新的辐射带。一个科学上意义重大的喇曼散射效应就这样被发现了。两年后，喇曼获得了1930年的诺贝尔奖金物理学奖。

一、成功来自勤奋的耕耘

一个印度人，在当时还是英国殖民地的印度，能做出这样伟大的发现，似乎是不可思议的。美国贝尔电话实验室的诺贝尔奖金物理学奖获得者戴维孙，在评述喇曼的这一发现时说：“喇曼的实验是相当简单的实验。在这几十年内的任何时候(指1930年前后)，用世界上任何物理实验室所具备的条件都能做出这一发现。然而是由喇曼而不是由别人做出这一发现，并非偶然。物理学上的重要发现，即使是非常简单的发现，也只能由那些在那个特别领域里勤奋耕耘的人们做出。可以说，喇曼的成功仅是又一突出的例证。”

喇曼生于1888年11月7日，从小就好学上进。15岁就以优异的成绩毕业于马德拉斯大学。18岁获文学学士和文学硕士学位。1907年至1917年在竞争性很强的印度财政部工作，后来到加尔各答大学做物理教授。他对物理学有强烈的好奇心，一做起研究就入迷到废寝忘

食的地步。他的兴趣是广泛的，成就是多方面的。这使得这位年青的印度人，在尚未发现重要的喇曼效应之前的1924年就成为英国皇家学会的会员。他没有因此而满足或停步不前。持续的努力终于使他在1928年发现了“新的辐射带”——喇曼效应。因为这一发现，1929年他被封为爵士。还应该指出，喇曼受的教育全部都是在印度进行的，他也一直在印度本土上进行研究。在做出这一伟大发现中几乎没有与其他国家的科学家有什么直接的接触，所用的实验设备也相当简陋，仅值500印度卢比(约50美元)。他的成功是何等难能可贵啊！因此可以说喇曼是真正的第三世界的科学家。

后来和喇曼教授长期共事的贾雅喇曼先生回忆说：喇曼教授总是亲自动手做实验，亲自培养训练年青的一代，亲自解决遇到的各种难题。1948年，60岁的喇曼从印度科学院退休了，但是他却开始了另一项艰巨的工作——建立喇曼研究所。他亲自去解决资金、土地、设备等各方面的问题。在班加洛尔建立这一研究所的第一年里经常停电，条件十分艰苦，但喇曼仍然不停止他的实验。他用一只人控的聚光镜、一对偏振元件和一些透镜完成了几个很漂亮的光学实验。他很风趣地说：“阳光是最好的光源，班加洛尔总是阳光明媚。”

喇曼的兴趣广泛，对声学、光学他都有独到的研究。他建立了一套乐器理论。他特别喜爱金刚石，收集了600多块不同类型和不同来源的金刚石，同时他也对金刚石做了很多深入的物理研究，如金刚石的荧光特性、紫外光谱、X光结构等。他还发展了自己的晶格动力学理

论,尽管很不完美,甚至有许多错误,可他总是以严格的科学态度和巨大的热忱和别人进行争辩,力图说服别人。他的执着精神,有时近于固执,使他获得成功,当然也使他浪费了许多宝贵的精力。他毕竟也是人,不是神。

二、平易近人,威望崇高

喇曼不但自己孜孜不倦地追求科学真理,还以巨大的热情鼓舞周围的人一起去探讨研究。他在印度各地培养了一大批才华出众、成果累累的科学家。他用通俗易懂的语言进行讲演,他还用简明的实验证实深奥的道理,去争得支持和理解。在他的听众中,有政府总理、政治家、官员,还有门外汉和普普通通的人。有一次,82岁高龄的喇曼亲自做实验给一位年青的物理学家看,让他能亲眼看到单个的“光子”。他以异乎寻常的热情,百倍的耐心向来访者演示讲解他的实验,直到来访者说:“是的,先生,我看到了光子!”

在印度,喇曼的名字与圣雄甘地齐名,被誉为现代印度史上两大巨人。一位是在领导印度人民反抗英国殖民统治中,建立了不朽的功勋;而另一位——喇曼,则是在科学、教育上为印度人民赢得了荣誉,作出了贡献。一位印度著名科学家说,是喇曼把印度写入了现代科学技术的世界版图。高拉普和印道大学校长说,尽管甘地和喇曼看起来是那样的不同,然而两位现代伟人的许多方面是一致的。他们都是伟大的实践家,都在许多方面表现出明察秋毫的敏锐细致。他们都是强烈的爱国主义者,都反对战争……。他们都耐心地教导别人,因而享有崇高的威望。

三、深远的影响

喇曼的发现在当时只不过具有基本的物理

意义,实用上的前景似乎非常渺茫。喇曼效应中产生的所谓“新的辐射带”非常之弱,大多数情况下要长时间曝光才能测量到。按照这些光谱带来研究、标证分子也非常困难。当喇曼用太阳光做实验时,对于散射效应很强的分子要用八个多小时才能得到一张振动谱。然而技术的进步是如此神速,谁也没料到20年后会有激光出现。单色性好、功率大、准直的激光光源为喇曼散射的研究创造了空前有利的条件。现在许多分子的喇曼散射谱,在几分钟内就记录下来,在特殊情况下,甚至可以在数亿分之一秒的短时间内完成。这不仅使喇曼光谱技术成为分析、识别分子的常规手段,还可以把它用于瞬息即逝的超快过程、动力学过程的研究中。受激散射过程的发现,使得“新的辐射带”变成了新的可调谐的激光源。人们已经实现了从红外到紫外的可调谐激光光源,而机理正是喇曼散射(还包括布里渊散射)中的“新的辐射带”。

理论研究的成果丰富了喇曼效应,技术的进步使得这些效应很快用于科学研究、工业生产,并造福于人类。目前喇曼效应包括以下几个方面(1)共振喇曼散射(RRS);(2)受激喇曼散射(SRS);(3)相干反斯托克斯喇曼散射(CARS);(4)表面增强喇曼散射(SERS);(5)时间分辨喇曼散射(TRRS);(6)空间分辨喇曼散射(SRRS)。这些喇曼技术正广泛地用于各种分子(普通分子、生物大分子)的研究中,也用于各种材料(晶体、非晶体、半导体、磁性材料、人造材料、天然矿物)的研究中。不仅用于静态参数的测量,还可用于动态过程的监测和分析(如化学反应、相变过程、催化等)。

我们不能说所有这些都是喇曼先生的功劳,但没有他最初在基础研究上的开创性努力和成功,这一学科的发展也许还要推迟许多时日。