

物理学史中的三月

1880年3月：居里兄弟发现了压电现象

(译自 *APS News*, 2014年3月)

萧如珀¹ 杨信男² 译

(1 自由业; 2 台湾大学物理系 10617)



麦克风、石英表和喷墨打印机都使用到一种在各式晶体、陶瓷、或甚至骨头中所发现的奇特现象，也就是现在已知的压电效应 (piezoelectric effect)。它是法国物理学家皮埃尔·居里 (Pierre Curie) 和哥哥雅克 (Jacques) 所发现的，他们发现在这些物质上加压可产生电 (“Piezo” 来自希腊文 “piezein”，意思是“挤压”)。

皮埃尔 1859 年出生于巴黎，父亲尤金·居里 (Eugene Curie) 是医生，对儿子皮埃尔早期的教育很坚定地采用非传统方式，为儿子物色私人家教，相信这对儿子的性情与敏锐出众的才华是最好的方法。皮埃尔很早就对数学感兴趣，16岁进入索邦学院接受大学教育，18岁就成功拿到等同于硕士学位，但被迫延后攻读博士。在这段期间，他当实验室讲师，赚取微薄的生活费。

皮埃尔在 20 岁时开始和雅克一起做化学实验，专门研究晶体的结构。他们尤其热衷于热电效应，它说明晶体物质温度的改变会产生电位。此效应由于林奈



是兄弟，也是研究伙伴：发现压电效应的雅克 (Jacques, 左) 和皮埃尔 (Pierre, 右)

(Carl Linnaeus) 和艾皮努斯 (Franz Aepinus) 的研究，自 18 世纪中期以来即为大家所熟知，之后科学家也推测机械应力的性质和电位之间可能有关系。但实验证明的结果却一直难以捉摸。

居里兄弟认为因温差而产生的电位和导致压电现象的机械应变之间应有直接的关连性，他们预期在某些晶体不对称的物质会产生压电效应。当他们备妥全未加工的物质——锡箔、胶、电线、磁铁和一把简单的弓锯后即测试各种的晶体，包括石英、黄玉、蔗糖、若歇耳盐和电气石。结果他们发现当这些物质被压缩时，机械应变即会导致电位的产生，而其中产生最强压电效应的是石英和若歇耳盐。居里

兄弟立即利用他们的发现，发明了石英压电静电计。

压电研究的故事尚有插曲，来年，数学家李普曼 (Gabriel Lippman) 推论说，应该有反向的压电效应，即对一晶体加以电场应会让它变形。居里兄弟立即测试李普曼的理论，实验证明数学家李普曼完全正确，压电现象的确也

可反向。

在最初的研究热潮消退后，压电研究在往后约 30 年间隐身后幕，其中一部分原因是它的理论在数学上很复杂。然而，它仍有一些实质的进展，1910 年，沃伊特 (Woldemar Voigt) 出版了有关压电现象的权威性著作《结晶物理学教本》 (*Lehrbuch der Kristallphysik*)，是一本说明 20 多类具有压电性质的天然晶体的巨大书籍。尤其重要的是，它严格定义 18 种固态晶体可能的宏观压电系数。

这奠定了此类物质实际应用的后续发展，例如 1917 年开始的声纳研究，当时朗之万 (Paul Langevin) 利用薄的石英晶体发展

出用于潜水艇上的超音波传感器。现今有许多汽车配备有超音波传感器，帮助驾驶测定后保险杠和路上任何障碍物间的距离。

之后，皮埃尔开始研究磁性，发现了温度对顺磁性的有趣效应，即现在大家所知的居里定律。另一个发现是居里点：铁磁物质失去铁磁性的临界温度。他甚至曾在19世纪结束时思考过超自然的唯心论，还和知名的女巫帕拉迪诺（Eusapia Palladino）去参加降神会，和他们接触，当做科学实验，详细纪录观察，希望这种研究有助于了解磁性。他1894年写信给未婚妻玛丽·斯克罗多夫斯卡说：“我必须承认我对那些心灵的现象极度感兴趣，我认为那些问题和物理有关。”

来年，皮埃尔和玛丽结婚，由于玛丽鼓励他将磁性的研究当做博

士论文，他最后也完成了博士学位。1895年他在巴黎被任命为物理和化学教授。（雅克在蒙特佩利尔大学“University of Montpellier”当矿物学教授。）他新婚的妻子取代哥哥成了他的科学研究伙伴，两人发现了钋（后来，又发现了镭），于1903年和贝克勒尔（Henri Becquerel）同获诺贝尔物理奖。皮埃尔和雅克之前那些年所发明的石英压电静电计对于他们往后的研究是很重要的仪器。

皮埃尔晚年出现了一些过分暴露于镭的早期病症，事实上，他的衣物经常有着太强的放射性，因此他需要延迟好几个小时才做实验，以免干扰到仪器。为纪念他和玛丽，放射性强度单位以“居里”命名。然而，他并没因镭放射性的可怕疾病而亡故，而是有一次当他

正横过人多的道路，一辆货车在多芬内广场（Place Dauphine）撞倒了他，在此意想不到的事故中身亡。

玛丽总认为皮埃尔在他的科学同事中没得到应有的尊重与支持，他不参与学术政治，喜欢专注于研究工作。他曾申请矿物学教授遭到拒绝，1903年，他被提名为法国学院院士也遭否决，就在那一年他获得诺贝尔奖。他早期压电现象的研究在他杰出的生涯中也许并非他最重要的发现，但正如他1894年在一封给玛丽的信中所说：“（在科学方面）我们可以追求各种成就……每一个发现，不论多微小，都是永恒的进展。”

（本文转载自2015年4月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；Email: snyang@phys.ntu.edu.tw）

科苑快讯

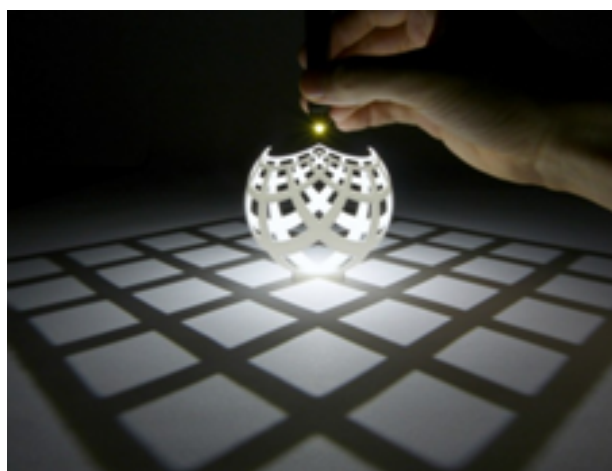
如何3D打印超立方体

怎样在一个3D世界构想一个4D物体？答案涉及巧妙的推算和3D打印机。美国俄克拉荷马州立大学（Oklahoma State University）数学家和艺术家赛格曼（Henry Segerman）描述了他展现一个4D立方体的方法。为了理解赛格曼的方法，我们先构造一个生活在2D平面世界中的人或是一架没有厚度的飞机（想象一下上世纪80年代任天堂游戏机里那个永远也走不出屏幕的马里奥）也许会有帮助。怎样为平面世界的居民讲解立方体呢？可能这个方法可行，就是在立

方体上方打出一束光，投影在2D平面上。赛格曼正是这样做的，只是他的方法更为复杂。

他采用球面投影技术，首先将一个立方体转换到球体表面上，然后投影到平面上。类似于墨卡托投影

（一般用于绘制地图，是一种球面投影方法），球面投影可以在一个平面上表现球体。如图所示的3D打印雕刻展示了一个球体投影是怎样从球体变成平面的，球体上的曲线在平面上变成了直线。对一个



立方体采用同样的投影原理可在平面上阐释立方体的概念。设想用超立方体代替立方体，设计为三维的，然后进行3D打印就得到了超立方体。

（高凌云编译自2014年2月14日 www.sciencemag.org）