

## 物理学咬文嚼字之五

# 谱学：关于看的魔幻艺术

曹 则 贤

(中国科学院物理研究所 北京 100080)

一切含义模糊的外来词都是误读的根源……

——摘自李森的博客

谱 (spectrum) 的概念是为数不多的贯穿整个物理学的重要概念之一, 它频繁地出现在科学的各个分支, 并融入了日常生活的表达中. 谱分析 (spectral analysis) 既是一门数字或理论分析的技术, 也是一门花样繁多的实验技术. 前者的应用实例包括统计学中的 Bayesian 谱分析、经典力学中可积系统的谱函数和量子物理中的算符的谱理论等等, 而后者涉及的则包括光谱、质谱、能谱等技术. 理解谱和谱学的概念无疑地会有助于我们深入地学习物理学的许多理论和实验方法. 非常有趣的是, 谱作为一个贴近生活现实的词, 其在中文和西文中的表述、用法与延伸有许多微妙的共通之处.

中文的谱, 从言, 本义为记载事物类别或系统的书. 《说文新附》云: “谱, 籍录也.” 所以有家谱、食谱、歌谱、棋谱的说法, 这里指的都是“书籍”. 而中文谱学的专门意思是研究氏族或宗族世系的学科. 俗话说“摆谱”, 其原意就指的是摆家谱以显示出身的高贵不凡. 谱转为动词则为按照事物类别或系统安排记录的意思, 所以中文有谱写、谱列的说法. 乐谱的英文为 music book score text 家谱的拉丁文为 stemma (复数为 stemmata), 强调的都是写的或画的籍录. 家谱的英文说法 family tree 强调的也是谱系籍录的视觉结构, 另一说法 genealogy 本意就是出生纪录. 注意, 这里中文的谱 (作为贴近生活的概念) 对应的不是 spectrum.

《释名》对谱字的解释为: “谱, 布也. 布列见其事也. . . . .”, 这里明显地强调了其作为动词的成分. 在这个意义上, 谱字是对 spectrum 及相关字词的绝妙翻译. Spectrum (复数为 Spectra) 来自拉丁语 spectare specere 本意就是“看”的意思. 基于这个词之“看”的意思的西文词汇很多, 字面上较明显的有 spectacle (可观看的事物; 帮助观看的家伙, 即眼镜), spectator (观看的家伙; 观察员), inspect (往里看; 检查, 挑剔), expect (往外看, 往远处看; 希望), retrospect (往

回看; 提供马后炮式的观点, 科学文献中常用 in retrospect), respect (回头再看; 转义为尊敬、关切), circumspect (转着圈看; 转义为审慎的、小心的), specter (不敢看, 捕风捉影; 转义为鬼, 幻影) 等等. 而 specter (法文拼法 spectre) 正是 spectrum 的本义, 意为 phantom (幻影)、apparition (怪异、怪影). 不太显然的词有 despite (来自 despicere), 意思为向下看, 即看不起、厌恶; 其同义词为 in spite of 另一个不太显然的词是 spy (间谍)、Spionage (德语, 间谍案), 间谍的任务可不就是去看人家不让看的東西吗. 当然, 中文的谍和中文的谱同义, 有“太史公读春秋历谱谍 (谱谍)”之说, 是书札的意思. 中文间谍一词中, 谍的意思不仅是偷看, 还有偷听, 还得打报告 (谍、牒); 而间, 即离间, 使反间计的干活, 可见中文间谍的任务可能比西方 spy 的任务复杂一点.

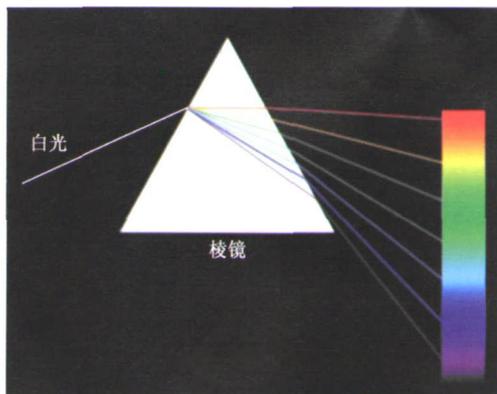


图 1 太阳光经过棱镜后被分解成多彩的光谱. 对第一个观察者 (spectator) 来说, 这个现象真的具有 spectrum: specter phantom (幻影、诡异) 的色彩

Spectrum 一词正式用作科学名词始于 1671 年, 牛顿用棱镜实现了对可见光的分割. 那原来白色的一团光里面竟然变出了多彩的、顺序排列的不同颜色 (见图 1), 不是 phantom (幻影)、apparition (怪异、怪影) 又是什么? 所以, 牛顿将之命名为 spectrum, 从此开创了光谱学的研究. 早先的光谱研究依赖于直接观

察的成分较多, spectrogram(看+写)一词指的就是把光谱拍成照片或以别的形式记录成可视的文件. 现代的光谱学研究已经得到了高度的发展, 光谱仪(spectrophotometer)成了标志性的现代科学仪器, 对光线的操纵以及记录过程也更复杂. 光谱学的研究对现代物理的促进作用, 无论怎样评价都不为过. 对物质的吸收谱和发射谱的研究可以说是原子物理的基础, 对原子光谱的分立谱线特征的解释导致了旧量子力学的产生. 光谱分析还是研究宇宙中化学物质的重要手段, 而引力红移现象的测定则从实验上从一个侧面证实了爱因斯坦的广义相对论.

基于谱(spectrum)的‘布列见其事’的思想又发展了其他众多的谱学方法, 包括能谱、质谱、扫描探针谱等, 即按照研究对象的能量、质量或控制参数的不同将所关切的研究内容分离开来以便辨析. 细心的读者可能注意到, 众多的汉语笼统地称为谱学的学科, 其英文表达分为 spectroscopy 和 spectrometry 两种. 这两者很多时候是通用的, 具体使用哪个仅仅是习惯而已, 但它们之间的细微区别却是存在的.

Spectroscopy = spectro (拉丁语, 看) + skopein (来自希腊语, 还是看), 而 spectrometry = spectro (拉丁语, 看) + metron (来自希腊语, 量), 所以偏重直接观测或转化成图像的多用 spectroscopy 而转化后才可见且结果偏重于计算的宜用 spectrometry. 比如我们说拉曼谱学用 Raman spectroscopy, 而说质谱学则用 mass spectrometry. 当然了也有人用 mass spectroscopy, 但较罕见. 同样是光谱学, 能量色散 X 射线谱学被称为 X-ray spectrometry, 因为 X 射线是不能直接看的. 但是, 像光电子能谱学可能由于部分使用的光源能见到可见光, 所以是 photoelectron spectrometry 和 photoelectron spectroscopy 两个词随便混用. 而此技术的另一个名称光(电子)发射谱学则几乎只采用 photoemission spectroscopy 的说法.

到底有多少种现代谱学方法在使用中? 笔者一直未能得其大概. 笔者先前的一篇短文“材料化学分析的物理方法”(参见《物理》, 2004, 282-288; 372-377)就涉及谱学近二十种, 谱学方法种类之多由此可见一斑. 每种谱学方法都涉及物理原理、仪器设计制造以及数据的分析与诠释, 因此它不仅是一种有效的方法, 其本身也是物理, 至少是应用物理, 的研究对象. 与谱学相关的诺贝尔奖相当多, 如 Raman 的拉曼光谱学, Siegban 的 X-射线光电子谱学, Bloembergen 的激光光谱学, Ernst 的核磁共振谱学以及相关的 Lauterbur/Mansfield 的磁共振成像,

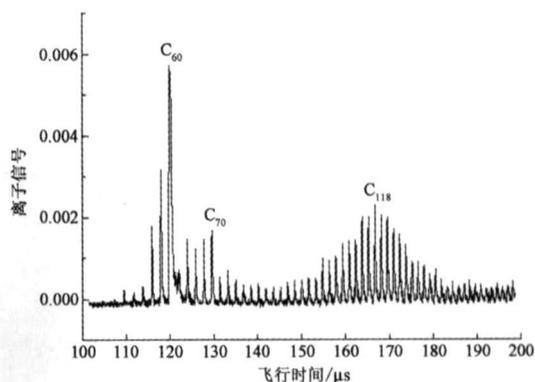


图 2 碳团簇沉积物的典型(时间飞行)质谱. 对应于 60 个碳原子处的突兀的尖峰引导人们发现了一种新的碳同素异形体

等等. 而与质谱学发展有关的诺贝尔奖得主则有五个之多, 包括 Thomson (气体放电), Aston (同位素的质谱图), Paul (离子阱技术) 和 Fenn/Tanaka (软性去吸附离子化方法). 实际上, 不仅发展谱学原理和技术本身是诺贝尔奖级的工作, 一些对谱学的简单应用都能促成这样的工作. 比如, 1996 年的诺贝尔化学奖奖励的是  $C_{60}$  分子的发现, 而  $C_{60}$  分子发现的关键就是一个质谱. Kroto 原本要解释空间中一些大气的微波谱, 他期望在地面上合成一些碳的长链分子, 研究它们的微波和红外光谱. Smalley 为 Kroto 合成了一些碳的团簇沉积物. 在碳团簇的质谱图上(图 2), 对应于 60 个碳原子处的突兀的尖峰提出了为什么  $C_{60}$  分子特别稳定以及它到底是什么样的结构的问题, 从而导致了碳的又一种同素异形体的发现.

谱学, 一门关于‘看’的魔幻艺术, 还有更多的可能性等待人们去开拓.

**补缀:** 英文有‘看’的意思的词很多, 且来源各别. 其一为 ‘regard’, 用于 ‘with regard to’, regarding regardless (不顾及, 汉语的‘顾’即是看), 来自法语 regarder 其他的, see 来自德语的 sehen; behold 来自德语的 halten (如同 observe 是用眼锁定的意思); look 来自德语词 gucken 之方言发音 lugen; view 来自拉丁语的 videre (参见法语的 au revoir (再见)). 大概 gaze stare 之类的词可能略有一点同英国的血缘? 请方家指教. 又, 我们辛辛苦苦写好的文章投给杂志 (法语 Revue), 编辑会请审稿人给 review. 从这两个词 (实际上是同一个词) 大家就明白了为什么我们的投稿那么不顺利, 原来人家杂志和审稿人的本分就是要‘看了又看, 很挑剔地看’. 当然, 像 Nature Adv Mater 等杂志只 review 极少部分的投稿, 我估计那里专门初审稿件的编辑大人们之工作状态该是 disregard (懒得看, 厌看) 吧?