

物理学史中的一月

1925年1月1日：佩恩-加波施金改变宇宙的一天
(译自 *APS News* 2015年1月)



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

佩恩(C. Payne)从她在英格蘭的童年开始,直到其在齐于给女性身份的科学界中声名大噪,走了好一段孤独、漫长的旅程。佩恩主修物理学,获得剑桥大学的奖学金,开启了她的科学生涯。在遇见哈佛大学的沙普利(H. Shapley)后,她搬到马萨诸塞州,继续修天文博士学位。佩恩1925年标题为《恒星大气》的论文,被天文学家斯特鲁韦(O. Struve)极度推崇,称其为“在天文学方面曾写过最优秀的博士论文”。经由恒星光谱计算化学元素的含量,她的研究开启了天文物理学的革命。

沙普利常说,没有人能获得博士学位,除非他在过程中吃过苦。当佩恩的恒星光谱博士计划接近尾声时,她写道:“接下来有好几个月,我记得几乎一整年,是极度混乱。我经常在疲惫和绝望的状态,整天工作到深夜。”也许诗人雪莱(P. Shelley)在1819年的诗句最能表现受苦研究生的苦境:“正如诗人,他们将苦难中所学,化为歌咏传授。”

当佩恩开始研究恒星光谱时,科学家深信太阳和恒星大气中的元素相对含量和地球地壳中类似。1889年,地球化学家克拉克(F. Clark)的书《化学元素的相对含量》(*The Relative Abundance of the Chemical Elements*)是他从地球地壳不同地区的矿物做广泛取样得到的结果。太阳光谱的许多明亮线来自于地球最多的元素,当时卓越的美国物理学



(图片来源:Smithsonian Institution)

佩恩-加波施金在哈佛

家罗素(H. Russell)和罗兰(H. Rowland)都相信地球和太阳的元素含量实质上是完全相同的。罗素写道:“太阳和地球的元素表这么一致,高度确认了罗兰的观点—假如地壳被提升到太阳大气的温度,它的吸收光谱会很类似。”太阳和其他恒星的光谱很类似,因此宇宙中元素的相对含量似乎就像地壳的一样。

佩恩比当时大多数的天文学家更了解原子光谱,她还知道物理学家萨哈(M. Saha)1920年有关原子热电离的研究。萨哈说明如何利用物理化学中的平衡方程式去联系激发态与基态的比率,以及将各电离态的比例联系到温度、电子浓度、游离电位和其他恒星大气的特性。当萨哈访问哈佛时,那时他的研究正逐渐为天文学家所了解,佩恩和他见了面。

佩恩的论文于1925年1月1日完成,证实了罗素和罗兰有关恒星大气中重元素含量的观点。之后,她应用萨哈的方程式于氢原子的巴尔末吸收光谱系,那是源自处于第一激发态中的原子。佩恩是第一个领会到,在绝对温度5700度的太阳大气中,2亿个氢原子中大约只有1个是在这个激发态中,因此经由巴尔末吸收谱绝不足以代表氢的总数。相同的论点也适用于氦,她还发现其他的恒星也有类似的结果。佩恩下结论说,氢和氦是太阳和恒星主要的元素,这和地球不一样。罗素强烈反对此结论,说服她将论点从论文中删除。然而,目前公

认银河系中的元素质量比值为：74%的氢，24%的氦，其余元素总和2%，确证了佩恩的结果。她准确地发现宇宙元素的含量而深深地改变了我们对宇宙的认知。哥白尼、牛顿和爱因斯坦等巨人都在他的时代带给我们宇宙的新观点，佩恩对宇宙元素含量的发现也一样。

1934年，佩恩访问列宁格勒的天文台，那时苏联-德国关系紧张，生活困苦，对外国人敌意。她继续前往德国，情况一样紧张，在那里她遇见一位年轻的俄国天文学家加波施金(S. Gaposchkin)。虽然加波施金因他的政治见解在苏联遭受迫害而且生活艰苦，但他仍成为成功的天文学家。加波施金因为是俄国人而面临迫害，所以他请佩恩助他去美国。佩恩被他的故事所感动，回国后努力为他申请无国籍人士的签证。加波施金去美国，后来两人于1934年结婚，她成了佩恩-加波施金。

佩恩一完成她的博士学位，在考虑各方机会

后，决定继续留在哈佛。当时，哈佛不许女性晋升为教授，因此，她花了好几年做着较低级，薪水低的职位。佩恩出版了几本书，包括1930年的《高亮度的恒星》(*The Stars of High Luminosity*)；1938年的《变星》(*Variable Stars*)；以及1954年的《变星和星系结构》(*Variable Stars and Galactic Structure*)。

终于在1956年，佩恩-加波施金赢得了两个哈佛第一：她成了第一位女性教授，以及第一位成为系主任的女性。

她的讣闻有一部分这样写着：“佩恩-加波施金，一位有开创性的天文物理学家，也许是史上最卓越的女性天文学家，于1979年12月7日逝世于美国马萨诸塞州剑桥。在20世纪20年代，她从恒星光谱中得出宇宙元素含量，最先证明了宇宙的化学同构型。”

(本文转载自台湾大学教育发展中心“CASE报科学”，网址<http://case.ntu.edu.tw/blog/?cat=3145>)

科苑快讯

压缩传感技术让新型三维成像系统仅有一个传感器

如果你在过去几年曾迎接过一个小宝宝的诞生，那么就一定有机会接触3D超声波，这是一种对软组织、内部器官甚至胎儿3D成像的非侵入技术。但是，这项相对较新的技术也有缺憾。因为超声波依赖于微弱的少量回声，所以大多数3D成像设备需要数以千计的传感器生成细节图片。现在，工程师们开发了一套新系统，将传感器的数量减少到区区一个，他们在《科学进展》(*Science Advances*)上做了报告。

他们使用压缩传感技术，这是一种利用相当复杂的数学方法将一个数据源外推到许多不同点的技术。工程师将一片不规则形状的塑料片放在传感器上，塑料片上有不同高度的小点。当传感器发出的高频声波通过塑料片时，这种所谓的“编码孔眼掩膜”(coded aperture mask)在音频中引入微小的延迟。当声音反弹回传感器时，通过计算机算法来



分辨出这个延迟，并表示为一个单独的像素。因为这些点是随机分布在覆盖表面的，旋转掩膜可以进行更多次测量，有助于解析更细致的图像。研究者通过将两个3D打印字母浸入小槽中来测试他们的设备，当他们激活超声波传感器时，就能从数据中找出字母，并在3D空间中确定其位置。

(高凌云编译自2017年12月8日 www.sciencemag.org)