

关于太阳黑子的对话

张 敏

在天文台的一间装饰简朴的办公室内，记者陈惠（陈）与研究太阳科学家王先生（王），正在热烈讨论有关太阳黑子的问题。

陈：王先生，您是研究太阳的专家，我有一些关于太阳黑子的事想请教您。

王：不敢当。我当个学生，来答复您的提问吧！也可能达不到满分。

陈：常听说有“太阳黑子爆炸”、“太阳黑子”，还有什么“耀斑”，这些都一回事吗？

王：不。太阳黑子是日面上黑暗的斑点，黑子不会爆炸。因此，说“黑子爆炸”是不科学的。耀斑才是“太阳爆发”，以往叫“太阳色球层爆发”，现在探明耀斑是发生在色球与日冕之间的过渡区中。因此，不再叫色球层爆发了。

“太阳爆发”也不是指整个太阳爆发，而是太阳上的局部区域（面积一般不到日面的千分之一）内发生的突然爆发。存在时间也不长，一般为几分钟，个别长的可达几小时。耀斑是太阳上最剧烈的活动，是太阳上的一个高能物理过程。

陈：听说我国在很早以前就发现了太阳黑子，是吗？

王：是的。现在公认的世界第一次黑子记录，是在公元前 28 年 5 月 10 日，由汉代人所观测的，《汉书·五行志》中记载：“成帝河平元年三月乙（己）未，日出黄，有黑气，大如钱，居日中央”，黑气就是黑子。实际上，在公元前 43 年我国还有一次黑子记录。从汉代至明代我国有一百多次黑子记录，这些记录可以帮助我们研究太阳活动的长期变化。

1609 年，意大利科学家伽利略发明了天文望远镜，他首先用望远镜发现了太阳黑子，这比我国要晚了一千多年！

陈：我国古代没有望远镜，怎么能看到黑子呢？

王：古代观察太阳黑子有好几种办法。遇到风沙

时，天昏地暗，阳光衰弱，肉眼可直接去看日面。在太阳升起的时候，阳光暗弱，肉眼也可直接去看太阳。1982 年 4 月太阳上出现了两大群黑子，我国各地有不少人在太阳升起后或下落前，在太阳面上发现了它。此外，古代也用“观日玉”去观察太阳。

现代用望远镜观测，一定要注意，切不可用望远镜直接去对着太阳看，应在眼前加一个浓黑的玻璃片，或者将太阳象投影在目镜端的一块白纸板上；投影观测最安全（参看图 1）。

陈：太阳黑子是什么样的？

王：太阳黑子基本上是圆形的，但结构很复杂，小的黑子直径有几百公里，中等大小的直径为 7 千至 1 万 5 千公里，大的可达 20 万公里以上。黑子主要有本影与半影两部分，本影是最黑的部分，一般在中央。半影比较暗淡，包围着本影。黑子半影纤维常具有旋涡形结构。近年来发现本影中有特别明亮的“亮点”（直径 200

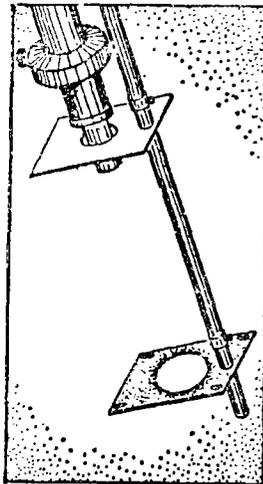


图 1 太阳黑子投影观测

公里左右，存在约半小时），在半影中有半影波向外传播。典型黑子像个浅碟，中间凹陷深约 400 公里。

黑子是成群存在的，但也有少数是孤单的。大的黑子群包含有几十个甚至上百个大大小小的黑子，结构相当复杂（图 2）。

陈：黑子有什么特点？

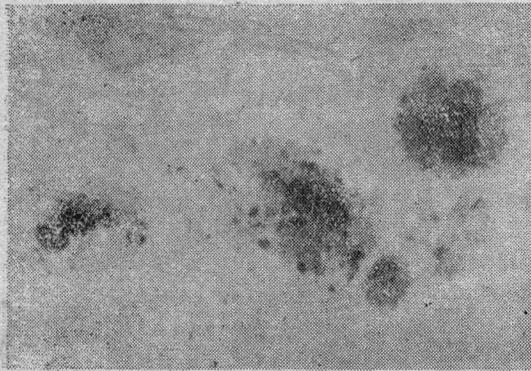


图2 上一个峰宁期内 1978.9.17. 的大黑子群照片
(云南天文台拍)

王: 太阳黑子有两个特征, 一个是具有强大的磁场, 另一个是温度比较低。

我们地球的磁场强度不到一个高斯(1高斯=10⁻⁴特斯拉), 而太阳黑子的磁场强度高达三、四千高斯, 太阳表面的普遍磁场约几个高斯。典型黑子的磁力线呈扇形, 从一个黑子伸展至另一个黑子。磁场也有各种变化。

太阳表面的温度约为六千度, 而黑子的温度比它低一千多度。所以, 黑子所在区域是太阳上的冷区域。

陈: 黑子为什么是黑的?

王: 黑, 不是不发光的那种黑暗。刚才说过, 是因为背景亮, 才衬托出黑子是黑的。为什么在沸腾时, 比炼钢炉水还热的区域中有低温区出现? 这个问题已经研究了几十年了。现在来说, 大致有两个假说, 一个是比尔曼在 1941 年提出的磁场抑制对流运动的假说, 另一个是帕克在 1974 年提出的与之相反的假说。

陈: 请您介绍一下比尔曼的假说, 好吗?

王: 好! 太阳黑子是太阳表层(光球)上的现象, 它必定跟内部的结构与运动有关系。光球层的厚度只有五百公里左右, 光球之下是厚达几万公里的对流层。对流层物质作上下的对流运动, 热的上升, 冷的下降, 像煮米粥一样。

比尔曼认为磁场对于黑子的形成具有重要的作用。磁场的出现, 排除了黑子下面的对流运动的可能性。这样就立刻导致黑子的冷却。

对流层的能量转移, 主要是依靠对流, 如果对流停

止, 那么热流的很大部分就不能达到太阳表面, 结果就产生一个黑子。

但是比尔曼的这个假说, 遇到了不少困难。首先, 被磁场抑制的热将引起气体压力增大, 使磁场消失, 导致黑子瓦解; 其次, 后来发现黑子中有亮点, 表明对流没有被完全压住。这些都是比尔曼假设无法解释的。

陈: 帕克是怎么解释黑子的?

王: 帕克的理论跟比尔曼假说针锋相对, 帕克认为磁场不是抑制对流, 而是使对流更通畅了。

太阳的磁场, 实际上是“冻结场”。当物质在磁场中运动时, 感应电动势是由物质相对于磁力线的运动所引起的。在特殊条件下, 感应电动势为零, 那么磁力线必然跟物质一起运动。用阿尔芬的话来说, 就是磁力线“冻结”在物质里面了。换句话说, 流体好像粘附在磁力线上, 可以把磁力线视作质量等于每一根磁力线上的流体质量的物质线。

在磁场冻结的条件下, 如果在垂直于磁场方向受到一种局部扰动, 就会产生横波, 沿磁力线方向传播, 这种波动就是磁溶体波, 称为阿尔芬波。

帕克认为黑子的强磁场把大部分热流转换成阿尔芬磁溶体波, 它沿磁力线传播, 带走了一大部分能量, 使相应的区域致冷而成为黑子。

至于黑子能量的输出, 可能使黑子上空的日冕得到加热, 或者是向下输送回光球。近来的一些研究成果, 支持了帕克的理论。

陈: 报刊上常说“太阳黑子对地球的影响”, 是有这回事吗?

王: 这个提法不够确切。科学的提法是“太阳活动对地球的影响”或“太阳对地球的影响”。太阳黑子与太阳活动是有区别, 但也有联系的。因为黑子是太阳表面的一种活动现象, 太阳上还有其它活动现象, 有的活动比黑子还重要得多。

陈: 那么, 为什么有这个说法呢?

王: 因为早期人们观测到的仅仅是太阳黑子。1935年后才有了单色光观测及太阳射电观测, 1957年后才有空间观测, 才了解到有耀斑与射电爆发等太阳的重大活动。但是太阳的各种活动现象都跟黑子活动有关系。比如说, 大耀斑总是发生在黑子活动区中, 黑子数与耀斑频数及射电辐射流量之间呈正相关关系,

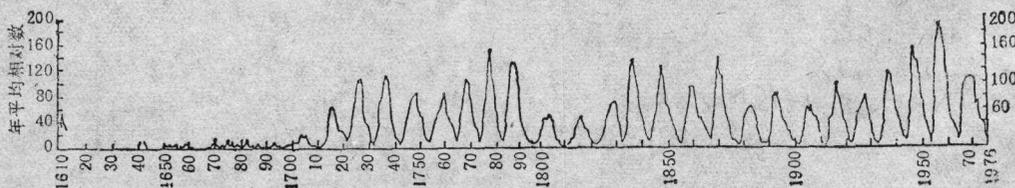
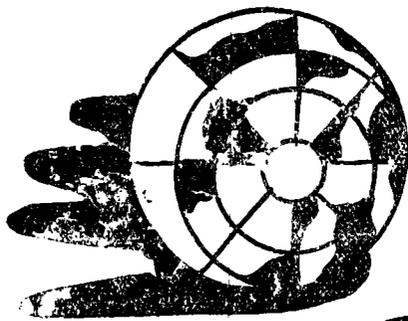


图3 黑子相对数曲线



高能物理学 *de* 发展及其展望

朱 洪 元*

高能物理学、亦称粒子物理学，是在原子、原子核和宇宙线的研究中诞生的。在原子的研究中发现了电子和光子，建立了量子力学和量子电动力学。量子电动力学是一种最简单的量子规范场论。以后提出的量子非阿贝尔规范场论是当前粒子物理基本理论的基础。在原子核的研究中发现了质子和中子，并且发现：除了二十世纪以前发现的万有引力相互作用和电磁相互作用以外，自然界还存在着另外两种基本相互作用：强相互作用和弱相互作用。这四种基本相互作用的强度可以用下列四个无量纲常数表达：

(1) 万有引力相互作用

$$\frac{G_N m_p^2}{\hbar c} = 5.9 \times 10^{-39}$$

(2) 电磁相互作用

$$\frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$$

(3) 强相互作用

$$\frac{g_s^2}{\hbar c} \cong \frac{1}{7}$$

(4) 弱相互作用

$$\frac{G_F m_p^2 c}{\hbar^3} = 1.0 \times 10^{-5}$$

其中 G_N 为万有引力常数， e 为质子电荷， G_F 为费米弱相互作用常数， g_s 为强相互作用常数， m_p 为质子质量， c 为光速， \hbar 为普朗克常数 h 除以 2π 。在宇宙线研究中发现了 μ 子、 π 介子和奇异粒子。

在 1948 年，第一次用加速器人工产生了 π 介子。由于高能加速器所提供的高能粒子非常多，因此有可能用对高能物理现象进行比较系统的研究。于是高能物理开始成为物理学中一个独立的分支学科，处于探索微观世界的现象和规律的最前沿。由于加速器技术，粒子探测技术和实验数据处理和分析技术的迅速发展，高能物理研究也迅速发展。

到现在为止，已经发现了数以百计的粒子。系统的研究发现：所有已经发现的粒子都能够产生、消灭和相互转化。没有一种粒子是不生不灭的，包括电子和质子在內，无一例外。进一步的研究发现：所有这些粒子都是配成对的。配成对的粒子称为“正、反粒子”。正、反粒子的一部份性质完全相同，另一部份性质完全相反。例如：电子和正电子就是一对正、反粒子。它们的质量和自旋完全相同，它们的电荷和磁矩的大小完全相同，但符号完全相反。也有少数正、反粒

* 中国科学院学部委员，中国科学院高能物理研究所研究员

因此常用黑子数来作为太阳活动的一个指标。即使如此，我们也要明白，是太阳总的活动影响到地球物理现象与人类的活动。

陈：太阳黑子变化有什么规律性？

王：太阳黑子数每天不一样，在每年取一个平均值时，就发现黑子数的年均值有 11 年左右的周期（图 3）。从黑子磁场极性转换来看，具有 22 年周期（称磁周期）。此外，太阳活动还有 80—90 年的“世纪周期”及更长的周期。如果以 11 年基本周期来说，黑子数最少的年称为谷年，最多的年称为峰年。国际上规定从 1755 年起作为第 1 周，然后顺序排列下来，到现在已是太阳活动的第 22 周了。本周期的起点在 1986 年，峰

年期可能在 1989 年底到 1990 年初。但是各位专家的预报很不一样。从 1989 年三月份太阳上出现大黑子群以来，每天出现的黑子是很多，从发展趋势看，太阳活动高峰期是快到了。

随着太阳活动高峰的到来，太阳活动对地球的影响也增大。世界性的天气反常，各地旱涝频繁；地震频度与强度大为增高；心血管疾病加重；交通事故增加等等，都会出现。因此，各方面都在加强对太阳活动以及“日地关系”的研究。

陈：好！今天已占去您很多时间了。谢谢！

王：不谢。再见！