

# 物理学的两个前沿

G. Fraser

今年三月在Munich附近的Garching,来自不同领域的物理学家们会聚一堂,再次认真考察物理学的两个前沿:非常大的和无限小的系统的物理学。

有关宇宙学、天体学和基础物理学的Garching讨论会,是CERN和ESO共同组织的。它是1983年11月在CERN首创的系列会议的第二次。

粒子物理学的目标在于研究探索物质的最小组分和弄清它们怎样相互作用。

天体物理学家和宇宙学家正为宇宙的大尺度结构而烦恼,并且试图解决它何以如此的原因。

这两个物理学的前沿现在已找到了共同的基础,特别是在试图理解在原始大爆炸的震动里如何形成宇宙时更是如此。

1983年的讨论会致力探索弱力与电磁力的统一论和其它有趣的新思想——宇宙膨胀、大统一等,并且出现了使人鼓舞的希望,那就是或许能够解决宇宙起源问题。围绕最巨大物理学的所有问题的障碍,正是宇宙起源问题。

两年来正是沿着上述路线前进,尽管上述乐观的希望已经部分消失,但是不断取得的新结果,仍然有助于保持一种勇往直前的势头。

Garching会议的摘要者、Oxford和Trieste的D. Sciama已能列出了新的观测和理论思想的简短一览表,它们已经成了最为流行的思想的象征。他还认为:“或许大尺度动力学正在开始变得可以理解了”。

## 宇宙本底辐射

1964年Penzias和Wilson发现了2.73K宇

宙本底辐射的模糊微光。这是来自大爆炸的爆炸性炽热的最后的热证据;因此这个辐射的任何结构,都会为大爆炸提供重要的线索。

Cambridge的G. Efstathiou描述了一些数值模拟,能够用于寻找:由不同的初始条件组将得到什么样的大尺度结构。宇宙本底辐射不能看作是小的起伏。但是持续地精确测量这个辐射,至今还尚未提供有关早期宇宙的重要线索。

Rome的F. Melchiorri评述了作为宇宙本底辐射二极子分布的证据,并且努力探查作为更高的多极子分布的极限。现已证实这个辐射的“黑体”实质在甚宽的波长范围内都是如此。

## 卫星实验

本次会议的一个重要的新动向,是包括了卫星实验得到的结果。卫星上所做的实验是脱离了地球环境的自由天体物理实验。

来自伦敦Queen Mary College的M. Rowan-Robinson,已经由观测红外发射的星座得到了一些结果。这些观测是通过IRAS(红外天文学)卫星进行的,而卫星是一个很成功的US/UK/Netherlands计划发射的。正如Sciama在他的摘要里所表达的,业已揭示出在北方比南方多20%的星座。这与在本底辐射中看到的偶极子效应有关系;同时表明我们看来是已被牵引穿过了某空间,该空间以每秒500公里的速度进行物质的某种不断扩散。

芝加哥的理论家D. Schramm展望了确认这样的新实验的前景,并且引用了现代宇宙学之父Eddington的话:“在被理论证实之

前，不能轻信天体物理学的观测”！

## 中微子

CERN的K. Winter报导了进入中微子领域的两个主要的粒子物理贡献。一个涉及到电子型中微子的质量，它至今仍是一个引起争论的问题。在瑞士核研究所有关氚 $\beta$ 衰变的Zurich实验得到的极限值为18eV，稍高于莫斯科的研究所长期持续测量所得到的值。

另一个中微子课题是来自CERN质子-反质子对撞机上的那些实验。通过观察弱核力的W和Z载体的形成与衰变，他们发现对于约六类中微子的极大值才有足够的机会。Sciama评论说：“这增加了大爆炸思想的可信性”，同时指出为什么这个图象总是趋向轻元素丰度所包含的意思。

丢失太阳中微子的难题，曾引起物理学家的长期关注，最近已经就此提出了令人鼓舞的新思想(见4月号第2页)。

## 暗物质

天体物理测量和流行的宇宙厚度两者都意味着：宇宙包含一些玄妙的‘暗物质’(dark matter)，它或许构成宇宙质量的约90%，但是它与宇宙其它部分的相互作用却很微弱。

暗物质思想的主要支持来自下述推测，即宇宙或许是“闭合的”，它包含足够的物质，最终总会由于重力而停止现在的膨胀。

Santa Cruz的J. Primack讨论了暗物质的粒子物理学含义。组成暗物质的可供选择的粒子的名单中，包括中微子(无论是已知的还是未知的)、轴子、超对称粒子和其它弱相互作用的笨重粒子(WIMPS)。

至于说到天体物理学家的看法，Cambridge的Martin Rees宣称他自己是“玻色子沙文主义者”，即是说他认为暗物质组成的候选粒子多得太过分了，并且坚持认为天体物理学

的残余(黑洞)和小的模糊的星(褐色的矮子们)能够看作是一种陷阱。

Rees在评论中说，在认真深入研究暗物质之前，需要令人信服地测定宇宙闭合的程度；但是在另一方面，闭合宇宙的其他拥护者们却不是这样让人心灰意懒的。

莫斯科的S. Shandarin是Zeldovich的一个门生。他采用模仿固态物理学的渗透分析思想，开始尝试亮物质和暗物质的大尺度分布。已经不再排除可观测星座的分布与物质的整个分布相符合；并且正在增长对“偏离”图象的信心，在该图象中可见星座正趋向不可见物质集中布居的区域。

## 膨胀

大爆炸论宇宙学家立刻面临着一个重大问题，那就是怎样解释宇宙结果为什么这样平淡无奇和几乎是均匀的。为了克服诸如此类的障碍，已经提出添加也称为“膨胀”的“剧情”与超冷却、再加热等附加情况一起，共同调整充实大爆炸图象。膨胀论说，假如对暗物质有一个强烈的推动，宇宙就曾经是非常接近闭合的。

Helsinki的K. Enqvist讨论了膨胀术语学中的最后一个思想。当膨胀变成了一个相对直观的思想时，会议主席T. Kibble说，宇宙的形成史已经变得更加复杂起来。Sciama把膨胀描述成“奇怪的”但仍然是可能的东西。

## 引力弦 (pulling strings)

理论学家提出了两类“弦”机制，它们非常不同但都吸引了宇宙学家的注意，并且得到了Sciama的高度评价。有关学术界行情、超弦的粒子物理新思想(见1985年6月号第185页)适逢盛世。伦敦Queen Mary College的M. Green在放弃点的常规时空而引入10维时空中弦的非常几何学之后，给了弦

机制以有力的推动。

这或许有助于解决如何调合量子效应和引力的基本困难。这是因为在巨大能量时(也称为“普朗克质量”—— $10^{19}\text{GeV}$ )，需要揭示存在量子引力效应。

Green认为，这些“讨厌的”维数也不能给人们说明这样的暗物质存在，它们与宇宙的其它部分能够如此微弱地相互作用。

伦敦Imperial College的N. Turok提出另一种完全不同的弦。当Green的超弦布居在无形的内在的量子空间中时，Turok的弦则由(Higgs)机制产生，该机制自然破坏了标准理论，因为每费米( $10^{-13}\text{cm}$ )就约吃重一千吨！

如果这样的弦象“细通心面”在大爆炸期间“烹调”，Turok就能指出为什么就会扩展膨胀，并且波腹出现能量中心和可能出现星座。Turok还计算了他提出的弦细通心面的演变，并把计算结果与许多明亮星座的(Abell)群集的观测到的分布进行了比较。

## 夸克块

当早期宇宙的夸克汤冷却下降到足以使强子物质结晶时，另一类超密集物质也能够形成。Schramm和Sciama提出了一种新思想，就是“夸克块”。依照Schramm的说法，夸克块是一种组成暗物质的候选者，并且它也能播种星座。

Helsinki的K. Kajantie概括了超密集物质的实验情况。他说，今年晚些时候CERN的重离子碰撞，就可以在更高能量下进行。到了那时，超密集物质就是重要的了。通过

实验就可以了解，怎样辨认出在这样的“小爆炸”中生成的新密集物质了。

## 粒子物理

CERN的Carlo Rubbia谈到了有关粒子物理研究的状况和前景。Rubbia说，在过去的日子里，总是建造某个加速器，然后进行实验并发现新情况。当牵涉到普朗克质量时，这就到了他所关心的通向新物理学的入口，并且已经预见到此时要采用非加速器实验的新类型工作。但是，这并不会减轻建造新型加速装置的根本任务。

他还给出了1985年CERN质子-反质子对撞机启动时的新数据，他指出带走“丢失能量”的看不见的粒子究竟是什么粒子的问题，并不是容易解释的。

CERN的Simon van der Meer描述了他的未来高能装置的图景。他说通常的想法是加速能量已达极限，这就表明为什么设备物理学家正在展望直线加速器的奇异新形式，以便一如既往地设备通向更高能量范围。

在最后一天难忘的介绍中，Chicago的S. Chandrasekhar提请他的听众注意：经典的广义相对论至今还远未彻底研究。

最后，Sciama希望：随着用于可观测天文学的空间望远镜的进展(有希望的是这不会耽误太长)，随着新型粒子物理装置的不断问世，随着超弦理论思想的日趋完善，下一次CERN/ESO会议预定1988年在Bologna召开时，必将是非常振奋人心的。

(颜家骏译自《CERN Courier》May 1986)