



卞德培

弹指三百八十年

1610年1月，伽利略将其简陋的望远镜转向天空，在不长的时间里，作了一系列惊人的天文发现：月球的山脉，木星的卫星，金星的盈亏现象，以及构成银河的无数恒星……。

伽利略望远镜的口径只有4厘米，而1897年建成、迄今仍为世界最大的折射望远镜，口径达101.6厘米。为什么不建造更大口径的折射望远镜呢？技术上有很多困难，如好几百公斤重的大口径透镜，将会在其自身重量的影响下发生形变等。另外，大口径透镜固然可以让更多的星光通过，但随着透镜口径的增大，其厚度也相应加大，星光将更多地被吸收，结果是有点得不偿失。

20世纪中，反射望远镜得到很大的发展。望远镜的分辨本领和所能观测到的最暗弱恒星的星等，与口径有关，于是各天文台都致力于设置大口径反射望远镜。1917年，美国威尔逊山天文台建成口径2.54米反射望远镜，这在当时是世界最大望远镜。它也确实为争论已久的“宇宙岛”问题排难解纷：肯定星系是在银河系之外的恒星集团。

从那时以来的七八十年间，更大的望远镜相继建立。今天，以口径而言，2.54米镜至多只能排在第16位，人类最大的两只巨眼，口径分别为6米和5.08米。从1948年建立以来，美国帕洛马山天文台的5.08米望远镜功绩卓著，尤其是在对遥远星系和星系团的观测和研究方面。它大体能观测到24星等那么暗的天体。

对于类星体等天体光谱的分析研究来说，提高望远镜的分辨率显得十分重要，这样的望远镜同时也有可能观测到更暗的天体。突出的例子是安装在夏威夷群岛莫纳克亚山上的、口径3.6米反射望远镜，那里的海拔超过4200米，这里法国-加拿大联合制造的望远镜的分辨率为 $0''.75$ ，在天气特别晴朗和宁静的夜晚，分辨率可进一步提高到 $0''.5$ 。它最暗能观测到25.5等星。

在使用电荷耦合器件（CCD）等先进电子设备的情况下，一些大望远镜的分辨率都大为提高。因此，曾有一段时间，不少人相信建立大型望远镜的时代，也许一去不复回了。持相反意见的人则认为：为了观测到越来越暗的天体，只有一个办法，那就是不断增加望远镜的口径。

两个新榜样

1976年，在克服了浇铸、磨制和安装等方面一系列技术困难之后，当今世界最大的、口径为6米的反射望远镜，安装在苏联高加索山的苏联专门天体物理天文台内。

苏联的这架6米望远镜采用地平式装置，它的一条旋转轴是直立的，望远镜处于良好的平衡和稳定状态。这么一来，把过去赤道式装置所碰到的麻烦问题，一下子都解决了。地平式装置望远镜的“银星”运动比较复杂，这在由计算机控制的情况下，是不成问题的。正在建设的英国4.2米口径望远镜，也将采用这种具有很大优越性的地平式装置。

美国于1979年建成的一具新型望远镜，有着划时代的意义，望远镜属霍普金斯天文台。这架被称为多镜面望远镜的观测仪器，其结构是别出心裁的，它由6个直径各1.8米的镜面组装而成，各镜面所反射的星光都集中于同一焦点。望远镜直径7.5米，其威力相当于口径4.5米的单镜面望远镜，而造价大致与口径3米的单镜面望远镜相当。经检验，这架初次问世的多镜面望远镜所拍摄照片上的星象质量，至少与经典的单镜面望远镜所拍摄的一样好。有意思的是，它也是地平式装置，但与6米镜不同的是，安装多镜面望远镜的方形观测室是整个馆座的一部分，它与望远镜一起缓慢转动，一个整夜都在作观测的天文学家，会发现自己似乎根本没有挪动过位置。

为什么要用6个较小镜面，而不用一个大镜面呢？答案是很简单的：

一、镜面直径越大，磨制时困难越多，造价更是几

可级数倍增,6个1.8米镜面比起1个4.5米镜面,其造价是微不足道的。二、4.5米抛物面镜面的精度要求,约为 $1/10000$ 毫米左右,其磨制和维护等工作,比6个较小镜面要复杂得多。三、直径1.8米的镜面,现在一般玻璃厂就能制造。

新一代大望远镜

在苏联和美国这两架望远镜所取得经验的基础上,好些天文台正在考虑自己未来的望远镜。这些新一代的望远镜基本上集中了苏、美望远镜的优点,即:单镜面或多镜面,都尽量减轻镜面重量;都能在红外和可见光波段进行观测;分辨率的等级在 $1''$ 左右;都是地平式装置,由计算机控制其运动。

其中美国得克萨斯大学的计划执行得比较顺利,将安装在大学所属麦克斯天文台的单镜面望远镜,口径为7米,镜面的设计厚度为15厘米,只及过去这类望远镜镜面厚度的 $1/5$ 。日本的一架口径为7.5米的单镜面望远镜也在制作中。它们有可能在最近这几年来投入使用。从目前的技术发展情况看来,它们很可能是单镜面望远镜镜面大小的极限。

美国的另一架口径10米的望远镜也正在制造中。镜面成六边形,由60面边长各1.4米的六边形小镜面,像七巧板那样拼接而成。这架望远镜的最大困难,是在磨制那60面小反射镜面,因为每个小镜面都只是大抛物面镜面的一小部分,而要一个一个地去磨制的话,简直是不可能的。光学专家正在考虑非常规的磨制和成形方法。这架望远镜计划于90年代初完成之后,安装在夏威夷的莫纳克亚山上,主要工作在红外波段,其可见光波段估计可观测到27等星。按两个天体每差1个星等,亮度差约2.5倍来计算,27等星的亮度只及天琴座织女星(0等星)的约千亿分之一。

一个更大胆的多镜面望远镜计划,正在考虑之中,拟议中的这架2号多镜面望远镜,将由8面口径各5米的镜面组合而成,其威力大致相当于一架口径14米的单镜面望远镜。欧洲南方天文台则拟制造一架拼接式镜面的望远镜,口径定为16米。

对于这些还在纸上的15米量级的望远镜,天文学家们是不满意的,他们认为制造有效口径为25米左右的望远镜,应该提到议事日程上来了。我们知道,计划一拖再拖的口径2.4米空间望远镜,已于1989年12月发射,它能很容易地观测到26—27星等的暗弱天体,其极限星等估计可达29等。而天文学家目前使用的、包含星数最多的《帕洛马天图》,其极限星等也只有21—22等。空间望远镜可以观测到其亮度只及《帕洛马天图》上最暗星亮度千分之一的更为暗淡的天体。单从与空间望远镜配合,天上地面协同作战来说,也需要在地面建立口径达25米或更大的望远镜。25米望远镜的极限星等约为28等。

一架25米望远镜的聚光能力是惊人的,它所采集

的光将是现在所有望远镜采集量和的两倍。如此威力的巨型望远镜会得到众多天文学家的特别欢迎。举例来说:想取得某些非常遥远和暗弱天体的光谱,如某些类星体的光谱,使用现在的口径3—5米望远镜的话,大致需要百十来个小时的观测;如果用25米巨镜,4个小时就足够了。现在,美国加利福尼亚、智利、夏威夷和澳大利亚的那些巨大望远镜,其观测日程和研究计划都排得满满的,想使用这些望远镜的申请,一般都要被压相当一段时间,甚至被拒绝。25米望远镜的建立将大大缓解这种情况。

如此规模的巨型望远镜计划,还有好几个在酝酿之中,看来,建造如此级别的人类巨眼迟早会实现。这里给大家介绍美国正规划中的一架。拟议中的是架多镜面望远镜,包括6个口径各10米的镜面,组合后的镜面直径约40米,其有效口径大致相当于口径25米单镜面望远镜。这架被称为大多镜面望远镜,除了考虑像现有的那架多镜面望远镜一样,把6个镜面都固定在一个笼架之外,第二方案考虑在一块每边长45米的六边形土地上,在每个边上各建一座,共6座口径各10米的望远镜,所得到的6幅星象集中到它们中间的一处地方进行综合处理。必要时,每台望远镜可以单独进行观测,从事各自的研究课题。

绕地轨道上的望远镜

口径2.4米的空间望远镜的发射,标志着天文观测的一次革命。从口径大小来说,它名列第18;从它所处的观测环境和具有的观测条件来说,其他望远镜根本无法与之相比。由于它是在地球大气层之外,它将尽情地观测被大气层在很大程度上挡住了的紫外、红外和电磁波的其他波段。它的观测条件优越还在于24小时“全天候”的;天空是全黑的,除了天空背景上的银河光之外,无任何干扰;分辨率约 $0''.1$,加上CCD设备后,估计它能观测到29等的暗弱天体。只是它的视场很小,约 $3' \times 3'$,也就是说,为了拍摄像满月那么大一块天区的照片,它得拍摄100张底片。由此可见,一架空间望远镜是不够的,今后完全有可能把更多的、更大的、以及视场很大的施密特望远镜等,一一送上绕地轨道。

* * *

不论是空间望远镜,还是未来的大望远镜,它们都会毫无疑问地被天文学家用来在更大的程度上回答宇宙学所提出的问题。现在观测到的总星系范围半径接近两百亿光年,如果这些望远镜能把人类的视线更推远5倍,它们将为研究极度遥远的星系团、为测定众多星系的质星乃至宇宙的质星等提供无与伦比的第一手资料。天文学家们就会提出更加有说服力的宇宙模型,论说:宇宙是否有限?是封闭的?还是开放的?

从另一方面来说,这些大望远镜将能更深入地研究星系和类星体之类天体的细节,尤其是它们的核心部

宇宙由三代基本组份构成

黄厚昌

最近美国斯坦福直线加速器中心的 SLC 和西欧联合核子中心 LEP 相继宣布他们的实验结果,都表明宇宙中有三种中微子,即电子型中微子、 μ 型中微子和 τ 型中微子。这一结果已在粒子物理学界引起震动,以至于有人认为这一发现可望获得诺贝尔奖金。

这一发现的意义是什么呢?让我们从基本粒子的家族说起。半个世纪以来,人们对构成宇宙的基本物质成份的认识有很大的变化,从质子、中子、电子为主体的基本粒子简单家族,陆续发展为有数百种粒子庞大的基本粒子家族。六十年代初的实验事实揭示了众多的基本粒子并不基本,并有其内部结构。所以人们已不再使用基本粒子这一名词,而统称为粒子,故通常将高能物理学又称为粒子物理学。

对于众多的粒子,根据它们的性质可以分为三类:强子、轻子和媒介子。强子是参与强相互作用粒子的总称。质子、中子、超子、 π 介子、 K 介子、 J/ψ 粒子等都属于这一类,此类粒子最多,占了粒子种类的绝大部分。它们都是由层子(或夸克)和反层子(或反夸克)构成的。第二类是轻子,这类粒子仅参与弱相互作用和电磁相互作用,不参与强相互作用,它们是电子 e , 电子型中微子 ν_e , μ 子, μ 型中微子 ν_μ , τ 轻子, τ 型中微子 ν_τ 以及这些粒子的反粒子。第三类是媒介子,它们传递相互作用,如光子 γ 传递电磁相互作用。1983年发现的 W^\pm 和 Z^0 粒子是传递弱相互作用的中间玻色子,胶子是传递强相互作用的媒介子,传递引力相互作用的引力子至今并未发现。

这样,目前阶段对构成宇宙的物质结构的认识应是层子(上夸克 u , 下夸克 d , 奇异夸克 s , 粲夸克 c , 底夸克 b 以及它们的反粒子。)轻子 ($e, \nu_e, \mu, \nu_\mu, \tau, \nu_\tau$ 以

及它们的反粒子)和媒介子 (γ, W^\pm, Z^0 以及胶子),它们是迄今为止所观察到的构成宇宙物质的最小单元。至今,在现有加速器能量范围内还没有直接的实验表明它们具有内部结构。此外,实验事实还表明每一种夸克具有三不同颜色,因此连同反夸克应有三十种,轻子有十二种,媒介子有十二种,共有五十四种。

粒子物理的实验和理论还表明这些基本成分具有一种意义深远的对称性。如果将已发现的轻子排列起来

$$\begin{pmatrix} \nu_e \\ e \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \mu \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \nu_\tau \\ \tau \end{pmatrix}$$

称为三代,那么相应的夸克也可以排成三代

$$\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$$

从这种对称性,人们预言可能存在一种顶夸克 t ,1984年西欧中心宣布发现了顶夸克存在的迹象,但尚未获得证实。这三代轻子和三代夸克以及它们的反粒子,加上十二种媒介子就是目前微观世界的最小组成成份。

很自然地要问到底组成宇宙物质的最小单元有多少代。欧洲和美国最新的实验结果回答了这个问题,是三代。这一发现就揭示了宇宙物质的基本组成到底有多少,它不仅对高能物理学,而且对天文学、宇宙学都具有深远意义。天体物理学家将越来越多地依赖这项发现的结果,以加深他们对恒星的能源的了解;对星系形成的探索;对宇宙物质的研究和引力是否会减小、停止,甚至收缩的预测。

物。至于它们是否还会发现些我们现在根本无法预料
的独特现象,从而改变我们对周围世界的认识?这,就
等着瞧吧。(编者按:我国最大的天文望远镜——北京
天文台直径 2.16 米望远镜安装成功,并于 1989 年 11

月 13 日在河北省兴隆县由中国科学院主持隆重的落成
典礼。它是亚洲目前最大的天文望远镜,可观测到
相当于两万公里外的一根燃烧着的火柴亮光。)