

## 激光以很高的精度测出月球距离

直径四公里、厚三米的巨大的激光“薄饼”已送到月球上阿波罗 11 号着陆的地点，并从向后反射器上反射回来。这薄饼是一段持续时间为  $10^{-8}$  秒的高功率激光脉冲，发射装置是一台测距望远镜，装在美帝亚里桑那州的一座山的顶上。这台测距装置非常精确，能以 1.5 米或更高的精度测出地球和月球的相对距离。

这样高的测距精度将提供有关月球的轨道、大小、真实形状和天平动(“摇摆”)的情况，以及地球的质量分布和陆地运动的情况。

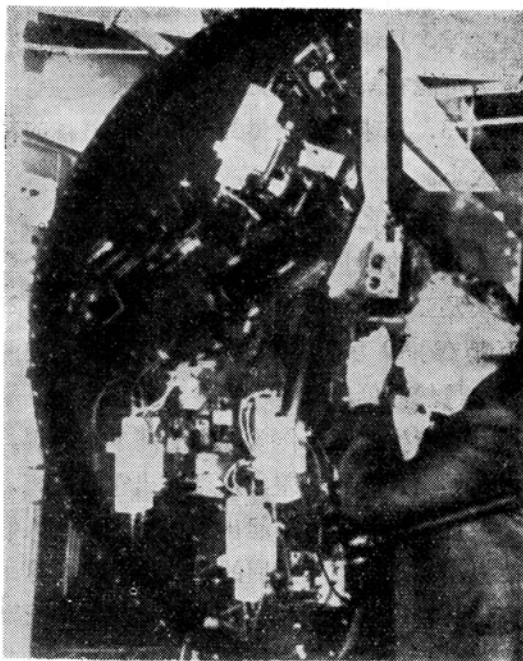
由于这种激光器的脉冲极短，同时还使用了铯束计时装置或“原子钟”，故这种测距器的精度很高。这种激光器打开和关闭的时间间隔为 10 毫微秒，构成了长仅 3 米的光“柱”。这段光到达月球时仍保持原来的长度，但就象连续光束一样，它也要逐渐扩展，最后在月球上得到约 4 公里的直径。

这光柱中将有很小一部分击中阿波罗 11 号放在月球上的、大小为 0.18 平方米的反射器，之后一部分光反射回望远镜。精确测出激光脉冲往返所需的时间(约 2.4 秒)，便能精确算出反射器和望远镜之间的距离。铯束计时系统测量往返时间的精度为  $10^{-8}$  秒，在距离上相当于 1.5 米。

测距器安装在 1.5 米的望远镜中。月球上的向后反射器由 100 个排成蜂窝状结构的熔融二氧化硅立方体组成。

阿波罗 11 号登月后不到三个星期，地球上的望远镜便探出了反射器的位置。利克天文台首次完成了这一测量，他们发出一道强

激光束，在 2.5 秒之后，接收到回波，据此算出的月球-地球距离为 353,911.218 公里  $\pm 45$  米。据说经进一步改进之后，精度可提高到几毫米。



休斯公司制成的激光测距仪通过望远镜将高功率激光脉冲投向月球。部分脉冲将被月球上的反射器送回地球。根据脉冲往返时间可算出距离。

取自 *Science J.*, 1969, Sept., 5A, №3, 27

\* \* \*

在月球上的激光测距向后反射器放置后的 12 天——8 月 1 日上午 2 点，终于被从地球上发射的激光束击中。

既已“击中”，激光测距向后反射器因登月舱起飞而移动位置或为尘埃所覆盖这种推测即告结束，从而开始了收集大量重要资料的工作。

极精确测量地球和月球之间的距离之后，就能获得大量有关地球的形状、月球的结构和起源以及我们对重力的理解等方面的新知识。

由于激光束能测量月球和地球之间的变化着的距离，就有可能获得如下几个方面的重要数据。

1. 地球相对于其轴的摆动（强德勒摆动）。据信它与地震的发生有关。

2. 月球轨道的变化。它将证明或否定重力可能在减小这种见解。

3. 月球内部质量的分布，和月球的精确大小。

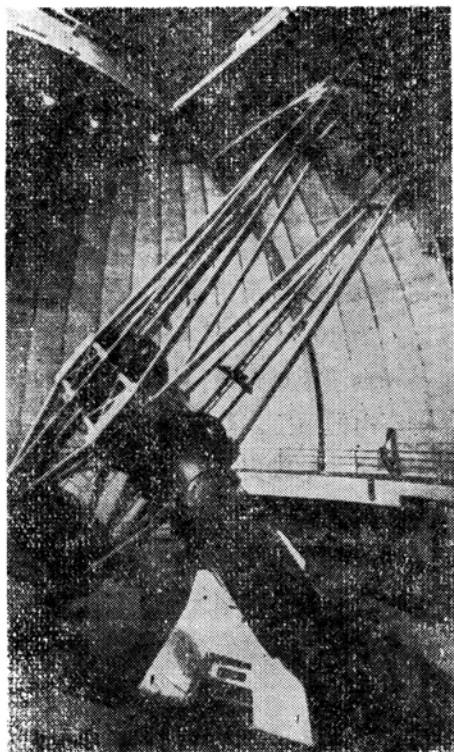
4. 正在发生的“大陆迁移”的速率。

月球的测量可追溯至公元前 129 年，当时埃及亚历山大里亚的天文学家测定为 25 万哩（约 40 万公里），精度为 1%。他们的方法虽然简单，但非常巧妙。古代天文学家用日食产生的影子作为他们的基本测量规，由此导出月球的视差，从而测出它的距离。

自二次世界大战起出现雷达之后，人们能根据从月球上反射回的无线电波测定这距离，其精度达 1 千米。1960 年出现红宝石激光器之后，使得人们能接收到一小部分从月球的 10% 反射表面折回的光。那时月球距离的精度在 0.1 千米之内。

现在人登上月球之后，测量精度可望在 15 厘米之内。用激光测距向后反射器测量是可以达到如此高精度的，这是因为在月球上按置特殊反射表面，可以非常精确测量地球和月球之间点至点之间的距离。

美帝利克天文台使用了二台脉冲红宝石激光器。一台由韦斯利英 (Wesleyan) 大学操作，另一台由国家航空和宇宙航行局戈达德飞行中心操作。当通过 120 吋的望远镜射出后，它们产生一个 10 呎直径的光脉冲，其



利克天文台的望远镜通过屋顶右部接收从月球来的光，使之聚焦到底部的凹面镜（在图中已被覆盖）上。反射镜再聚焦，使之返回望远镜顶部，然后再由平面反射镜向下反射，到达支撑叉中的光学系统。这使得光偏转 90 度进入仪器。发射光至月球的激光器位于户外。光学系统通过走廊和门把光送入支撑叉中的光学系统。光往返的时间约为 2.5 秒。

亮度大于日光的 10 万倍。光到达月球时斑点直径扩展到 1 至 4 哩。

韦斯利英激光器的任务是作初步探测，每 30 秒产生一个 12 毫微秒的脉冲。国家航空和宇宙航行局的激光器用来改进测距数据，它每 30 秒产生一个 50 毫微秒的脉冲。二台激光器的峰值输出功率都近于 500 兆瓦。

即使用 120 吋望远镜，折回的信号也是很弱的。许多技术被用来分离和识别这种微弱信号，使之不与从月球表面散射来的日光相混。其一是用微型计算机贮存信号的历史图形 (histogram)，这些信号的返回时间与发

射脉冲有确定的关系。重合电路中的光电倍增管寻找出很短的多光子光脉冲。最后, 比较示波器上的图形从而辨认出返回的信号。

利克天文台首次成功地记录返回信号是在太平洋白昼时间上午 2:00 点。间歇的脉冲序列由很多相继的脉冲组成。脉冲每 30 秒一次。有一个序列由 112 个脉冲组成, 从中辨认出 88 个回波信号。收到第一次回波信号之后, 他们移动望远镜使之离开目标, 此时反射即告中止。由此可见信号肯定是从激光测距向后反射器上返回的。

利克天文台测量激光脉冲的往返时间精

确到 500 毫微秒。这相当于测得的月球距离精确到 75 米以内。他们指望再改良测距精度, 希望最后测量激光脉冲往返时间的精度达到 1 毫微秒——这将保证月球距离的精度达到 15 厘米之内。

由于该台实验成功, 其他激光测距站或许将建立, 其中包括法国和苏修的。

这些多重测量所得的月球距离的差值将用来计算强德勒摆动和大陆迁移的速率。激光测距向后反射器的寿命估计为十年, 因此实验也将进行十年。

取自 *EDN*, 1969, Sept. 1, 14, №17, 22~23

## 远距离激光中继电话通讯

苏修已建成一条供实验用的远距离激光中继电话通讯线, 从亚美尼亚首都埃里温到 27 公里以外的保鲁肯天体物理观测台, 然后再到莫斯科。实验表明, 它能以极高的精度传递大量的信息。一般情况下, 雾和其他低层大气现象会影响光传输, 但由于苏修南部

的山区多半都很晴朗, 故苏修决定在装设架空通信线路和电缆线路之前, 先推行激光通讯线。在这些山区装设电线和电缆困难很大。

取自 *Industr. Res.*, 1968, 11, №3, 35

## 用 CO<sub>2</sub> 激光器涂镀优质薄膜

西德汉堡非利浦中心实验室使用高功率、连续 CO<sub>2</sub> 激光器以真空涂镀法制成高质量薄膜。使用 CO<sub>2</sub> 激光器克服了过去使用红宝石激光器进行试验的某些困难。这些困难在于, 在辐照时, 熔融物或固态粒子易于逃逸。这一问题是通过控制焦点处 CO<sub>2</sub> 激光的能量密度来克服的。同时也发现, 为了防止

薄膜材料蒸发速率降低, 必须缓慢而恒速地移动光束, 遍及材料源的表面。该报告叙述已涂镀成下列薄膜: LaAlO<sub>3</sub>; TiO<sub>2</sub>; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; SiO<sub>2</sub>; ZnS; ZnSe; Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>; PbF<sub>2</sub>; 和 MgF<sub>2</sub>。

取自 *Laser Focus*, 1969, 5, № 11, 10

## 用激光器控制水中杂草

对于如何用激光束来控制航道中水生杂草蔓延的问题, 美帝陆军工程兵团正在进行

一系列研究, 以便发展一种无害于其他植物、鱼类、野生植物和水质的方法。