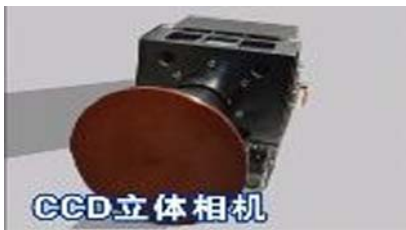


量,而电荷量与入射光强成正比。这样,规则排列的感光单元构成的 CCD 便可以传感图像。今天,CCD 已被广泛用于数码相机、天文望远镜、扫描仪和条形码读取器等设备中。

立体照相技术源于 19 世纪 30 年代,英国物理学家惠斯顿爵士(Sir Charles Wheatstone, 1802~1875)于 1838 年发明了立体镜。它由两面相互垂直的镜子组成,左右照片分别放置照片的夹具上,转动游戏杆将照片调到适当位置可看立体影像。1839 年,法国画家达盖尔(L.J.M.Daguerre, 1789~1851)发明了银盐版照相机,奠定了照相的基础,也带动了立体照相的发展。1849 年,英国物理学家布儒斯特爵士(Sir David Brewster, 1781~1868)用凸透镜代替立体镜中的镜子,发明了改良型立体镜。

“嫦娥一号”上携带的 CCD 立体相机分辨率为 120 米,科研工作者在研制中采用了许多新技术:如大视场光学系统和大片面阵 CCD 芯片,用一台相机取代三台相机实现拍摄物的三维立体成像。它工作时采用 CCD 输出,分别获得前视、正视和后视图像,随后将这些图像处理形成立体图像。它采用自推扫描模式工作,并辅以特殊设计满足了构成月球立体影像之需。

尽管立体相机能得到层次丰富且高质量的图像,但它对于山高、谷深的测量却是不准确的,而且对黑暗之处无法取像。这样以来,激光高度计恰好可以弥补它的不足,以保证形成一幅很好的月球三维立体图像。



激光高度计

激光是 20 世纪 60 年代初研制出的一种新型光源,具有方向性好和单色性好的强光光束。自从 1960 年美国科学家梅曼(T.H.Maiman, 1927~)在实验室中制成第一台激光器(红宝石激光器)以来,各种激光器研制和各种激光技术的应用突飞猛进地发展着。今天,可以作为激光器的工作物质相当广泛,有固体、气



体、液体、半导体、燃料等,种类繁多,不一而足。激光器发射的谱线分布在很广的波长范围内,中间包括可见光、近红外、红外各个波段,输出功率从几微瓦到几太瓦,在计量技术中常用氦氖激光器,发射波长 632.8 微米、1.15 微米和 3.39 微米,连续输出功率 1~100 毫瓦。一般激光器包括三个组成部分:①工作物质;②光学共振腔;③激励能源。

激光的特性使激光具有了广泛的应用,如精确测距,产生局部高温对硬材料进行加工,激光医疗,激光通信等。激光高度计是激光精确测距的应用。它由激光发生器和接受器两部分组成,适用于测量从卫星到月球表面某点间的距离。其中,激光发射器产生并发射激光脉冲到月球表面,每十秒一束,接受器接受被散射回的激光脉冲。这样每隔十几千米就在月球上定一个点,且分辨率高达五米,通过计算可以得出激光测点所处的月球表面高度。

其次来了解第二组中的三个成员:X 射线谱仪、 γ 射线谱仪和干涉成像光谱仪。在对月探测中,他们各展所长,互补地来实现对月表面元素及物质类型的含量和分布。

X 射线谱仪

X 射线又称伦琴射线,是德国物理学家伦琴(W.K.Röntgen, 1845~1923)于 1895 年发现的。X 射线是一种电磁波,在电磁波谱整个序列中,10 埃~ 10^{-2} 埃波长范围属于 X 射线波段。产生 X 射线的核心部件是 X 射线管。X 射线管是由抽空的玻璃容器中装有阴极和阳极,阴极由钨丝制成螺旋状,并由低压电源加热。阳极靶由钨、钨或铜等金属制成。在阳、阴极之间加几万伏到几十万伏的直流高压时,阴极发射的热电子流被高电压加速,以很大速度轰击在阳极靶上而骤然停止,电子流的动能立即转变为 X 射线波段的电磁辐射能,并从管壁或窗口穿出。这样,我们就得到了 X 射线。



X 射线谱仪采用先进的 Si-PIN(PIN 即光电二极管)组成的半导体探测器技术,具有低功耗和高分辨率的特点,主要由 X 射线探测器、太阳监测器和电控箱三部分组成。其中, X 射线探测器有四路

1~10keV 的低能探测器, 探测面积 1cm^2 , 16 路 10~60keV 的高能探测器, 探测面积为 16cm^2 。太阳监测器位于卫星顶部, 对着太阳, 观测太阳 X 射线, 以配合月表 X 射线的观测。电控箱主要负责电源供给、在轨观测信号处理、数据管理和传输。通过分析和归纳 X 射线谱仪探测器与太阳探测器的观测结果, 就可以绘制各元素在全月球的分布图, 发现月球表面资源富集区, 并且可以检验月球形成与演化的模型等。

由于月球表面物质的原子和原子核受到宇宙射线粒子的轰击而激发, 会产生特征 X 射线和 γ 射线; 而一些天然放射性元素会自己发射核 γ 射线, 不同元素会释放不同特征的 γ 射线。这样, 就要求用 γ 射线谱仪来探测 γ 射线强度及其分布情况。

γ 射线谱仪

γ 射线的发现是比较曲折的。1899 年, 法国物理学家贝克勒尔 (A.H.Becquerel, 1852~1908) 使用居里夫妇 (Pierre Curie, 1859~1906; Marie Curie, 1867~1934) 镭样品, 发现镭射出的射线能够被磁场偏转。卢瑟福等通过实验发现, 天然射线中有两种带电的射线, 并分别命名为 α 射线和 β 射线。1900 年, 法国化学家维拉德 (P.U.Villard, 1860~1937) 才发现, 镭还辐射出不带电的第三种射线, 它被叫做 γ 射线。

γ 射线谱仪是测定特征 γ 射



线的能量和通量的仪器。通过测定的数据, 科学家可以推导出月表元素的种类和丰度。这样, 在对月表成分的研究中, X 射线和 γ 射线的测定结果正好可以相互补充。“嫦娥一号”所携带的 γ 射线谱仪口径约 20 厘米, 长约 40 厘米, 重约 30 千克, 就像一个天文望远镜, 能对月壤中的元素进行分析。那么, 干涉成像光谱仪又起什么作用呢?

干涉成像光谱仪

干涉即波的干涉。波的干涉中最简单、最重要的是两点波源发出的波的干涉。在均匀介质中两个做同频率振动的点波源各自向周围介质发出球面波, 由于波的叠加引起了



强度重新分布的现象, 称为波的干涉。

强度重新分布的现象, 称为波的干涉。

干涉成像光谱技术是当代可见红外遥感的前沿技术, 从原理上讲分为色散型和干涉型两大类。色散型成像光谱仪是利用色散元件(光栅或棱镜等)将复色光色散成序列谱线, 然后再用探测器测量每一谱线元的强度。而干涉型成像光谱仪是同时测量所有谱线元的强度, 对于干涉图进行逆傅里叶变换后得到目标的光谱图。在相同分辨率的条件下, 干涉型成像光谱仪的色通量较色散型成像光谱仪高二百倍以上, 即光能利用率高 1~2 个数量级。早期的干涉成像光谱仪大多基于迈克耳逊干涉仪为原型发展起来的, 不能适应快速变化光谱的测量。20 世纪 90 年代以来, 随着面阵探测器的发展, 国际上出现了空间调制干涉成像光谱技术 (SMII) 和数字阵列扫描干涉光谱技术 (DASI)。其中, 空间调制成像光谱仪体积小、重量轻、性能稳定、抗震能力强、实时性好、波段宽, 特别适合于航天航空领域。

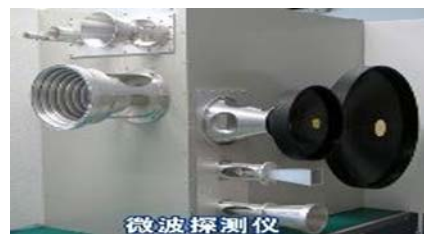
“嫦娥一号”上的干涉成像光谱仪属于空间调制干涉成像光谱仪。它有三个主要光学子系统: Sagnac 干涉计、傅里叶转换透镜和柱形透镜组成, 主要用于获取月球表面多光谱图像。就这个意义来讲, 干涉成像光谱仪更像是嫦娥的一双千里眼。它能够用可见光看出月球上不同物质的颜色, 为科学家研究月球地质构造的不同成分提供依据, 也可以为日后登月球着陆点的选择提供参考资料。

再次, 我们来了解微波探测器——这个独自完成月壤探测的仪器。

微波探测仪

微波是无线电波中波长最短的一个波段, 波长约在 0.001~0.3 米之间。微波探测目前在电视卫星电话传输, 探测大气中水蒸气含量, 土壤湿度, 海水盐度, 沙漠等干旱地区的面积方面都有广泛应用。

“嫦娥一号”装载的微波探测仪还能满足星载设备精、小、高效的要求。



由于月球是一个无水的干燥之地, 故微波可以穿透到较深层的月表下面。“嫦娥一号”的微波探测仪能够接受四个频段的微波, 这四个频段的参数就能够把月壤的厚度评估出来。用微波探测月壤的厚

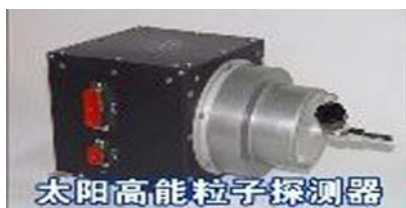
度在世界探月史上是第一次，是对月探测手段的一次创新。从微波探测器传回的第一组数据来看，情况很好。根据“嫦娥一号”围绕月球飞行一周获得的 3.0GHz、7.8GHz、19.35GHz、37GHz 四个通道的探测结果所绘制出的温度时间图像清晰地反映了月球表面温度的变化。

第四个目标是探测地月空间环境。这是为了解“嫦娥一号”所处空间未知环境以保护自己的安全。“嫦娥一号”的另两件“宝贝”——太阳高能粒子探测器和太阳风离子探测器——就是来完成这个任务的。

最后，让我们认识太阳高能粒子探测仪和太阳风离子探测器。

太阳高能粒子探测器

它由传感器和信号处理器两部分组成，是用来分析地月空间和绕月

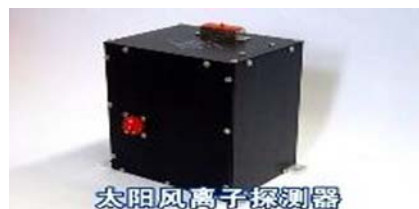


空间环境中的质子、电子和重粒子的数量和分布。由于太阳爆发时会在地月空间当中抛入大量的高能粒子，而这些粒子会对卫星的安全构成巨大的威胁。而当前正处于太阳活动的低潮时期，这台仪器还没有发挥作用。

太阳风离子探测器

太阳风是一种连续存在，来自太阳并以 200~800km/s 的速度运动的等离子体流。等离子体是由大量接近于自由运动的带电粒子组成的体系，整体上是电中性的，被克鲁克斯爵士(Sir William Crooks, 1832~1919)称为物质的第四态(即与固体、液体、气体并列)。宇宙中绝大部分物质都处于等离子体状态，如地球的电离层、磁层，行星际空间的太阳风，恒星的内部及大气，星际物质和星系际物

质等。从太阳的日冕发出的等离子体流是由质子、电子和少量重离子



组成，但它们流动时所产生的效应与空气流动十分相似，故称之为太阳风。太阳风有两种：一种是粒子持续不断的辐射出来，速度较小，粒子含量也较少，被称为“持续太阳风”；另一种是在太阳活动时辐射出来的粒子，速度较大，粒子含量也较多，被称为“扰动太阳风”。“扰动太阳风”对地球影响很大，当它抵达地球时，往往会引起很大的磁爆与强烈的极光，同时也产生电离层骚扰。

太阳风离子探测器是由准直器、静电分析器和微通道板组成。它主要是用来分析地月空间和月球空间环绕的太阳风当中的低能离子的。科学家们认为，太阳风对于月球上丰富的氦-3 元素的积累有必然联系，而氦-3 元素是未来一种重要的核燃料，故而对太阳风的探测意义重大。

“嫦娥一号”探月工程创造了我国探月史上的多项第一：第一次探测月球，第一次突破地球近地轨道，第一次在航天器的测控中引入天文测量手段，第一次利用国际互联网对航天器进行深控。同时，也创造了世界探月史的多个第一：为月球画出第一幅三维立体图像，探测月球表面元素数量居世界第一，用微波辐射探测月壤厚度及其分布也是世界第一次。

“嫦娥一号”作为中华民族探月的先锋，已经完成了“开道”的重任。相信不久的将来，中国人必定会实现“嫦娥”守月宫的千年梦想！

(本文采用了新华社和百度百科网部分图片，特此致谢！)

(首都师范大学物理系 100048)

科苑快讯

细菌和雪

有时恰是在人们鼻子底下的事理解得却很不透彻。蒙大纳州立大学的David Sand及其合作者观察了世界不同地点各种温度下雪的样本，并研究了生物起源的冰核(即帮助冰晶形成的微生物)。尽管40年前人们就知道了这种冰核的存在，这一最新研究结果表明它

们可能扮演着比以前设想的更重要的角色。

该组还特别研究了南极洲、法国、蒙大纳等不同地区，在-10℃的生物冰核，发现它们与世界各地新鲜雪中的微生物是一样的，这一研究结果对生物全球化和气候之间的反馈提供了很有意思的暗示。

(赵洪明编译自 2008 年第 4 期《欧洲核子研究中心快报》)