

国外科学

GUE WAI KE XUE

第一集

科学技术文献出版社

一九七七年七月

前 言

伟大的领袖和导师毛主席在《论十大关系》这篇光辉著作中教导我们：“外国资产阶级的一切腐败制度和思想作风，我们要坚决抵制和批判。但是，这并不妨碍我们去学习资本主义国家的先进的科学技术和企业管理方法中合乎科学的方面。”

在四届人大会议上，敬爱的周总理根据毛主席的指示，向全国人民发出了要在本世纪内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，把我国建设成为社会主义强国的伟大号召。为了实现这一宏伟目标，我们遵照毛主席关于“洋为中用”的方针，组织中国科学院所属研究所和一些大学的有关同志，调研和综述国外科学技术若干课题发展的水平与动向，有重点地反映当前国外科学技术发展的某些侧面，供从事科学技术工作的人员参考。这个汇编由其它各集，将根据需要在今后陆续出版。我们衷心希望，在我们今后的工作中，能够继续得到各部门和各单位的大力支持和帮助。让我们共同努力，为我国科学技术迅速赶上和超过世界先进水平而奋斗。

编 者

一九七七年二月

目 录

一、太阳系的探测及其起源与演化	(1)
二、气象卫星发展概况	(11)
三、灾害性天气预防	(21)
四、遗传工程研究概况	(36)
五、生物控制论	(46)
六、生物固氮和化学模拟研究	(55)
七、高效率光合作用	(64)
八、石油蛋白研究动态	(72)
九、高能物理实验用加速器	(82)
十、高能加速器的近期发展	(95)
十一、重离子加速器发展动向	(100)
十二、磁流体发电	(107)
十三、煤炭的液化和气化	(115)
十四、图像识别	(119)
十五、工程控制论	(129)
十六、照相化学和感光材料	(139)
十七、跨流域调水的国际动向	(148)
十八、合成橡胶发展动向	(156)
十九、潜水与潜水生理学	(164)
二十、澳大利亚的自然资源综合考察	(169)

太阳系的探测及其起源与演化

中国科学院紫金山天文台行星研究室

随着太阳系直接探测的开始，行星科学已经成为当代科学研究最活跃的前沿领域之一，并出现了大量的新发现，很多传统观念以及关于太阳系天体的理解正在迅速改变。

地面望远镜和雷达观测以及实验室工作，曾经在这类研究中起过主要作用。今天，许多宇宙空间探测器的探测成果，已能与它们并驾齐驱。早期的人造卫星和火箭探测，带来了关于近地空间性质的主要发现，特别是发现了地球磁场及其与行星际介质的相互作用远比预期的复杂。继后，许多空间研究的焦点，以及大多数宇宙飞船的探测对象是月球。随着月球实验和取样结果的掌握，对大行星的科学考察也已取得大量新的资料。

目前，正在进行太阳系探测的主要是美国，其次是苏联。应该看到，苏美两霸为了争夺世界霸权，它们在空间探测方面也是相互勾结、相互争夺，妄图垄断空间科学技术，进行空间讹诈。这是他们推行霸权主义政策的一个组成部分。对此，我们应有足够的认识。对他们的隐藏在科学目的背后的军事目的，更应有足够的警惕。

太阳系探测的科学目的

据美国科学院宣布，太阳系空间探测的目的是要解决下述问题：

1. 太阳系的起源和演化；
2. 生命（包括地球以外的）的起源、演化和分布；
3. 地球以外的动力学过程和事件怎样改变地球的环境。

日地关系很密切是众所周知的。太阳系的行星作为天然实验室的重要性，也愈益为人们所重视。因为，可以借助于行星来观测存在于地球上的若干现象。例如，对其他行星的辐射带和磁场的探测，是理解所有行星的形成和发展的重要途径。这种理解，还同地球上水源的维持和地球大气的长期发展等问题密切相关。再就是，若干在地球上难以进行的危险实验，也可以利用行星这个宇宙实验室来进行。

此外，还有一些同地球直接有关及可以应用的问题：行星际规模的高精度距离测量，现正应用于地球上的洲际测量，此项研究是地质力学和火山学的基础；原先为了行星检疫而发展起来的杀菌技术，已经远远超过了传统方法，正在各国大医院中被应用着；为实现深空间飞行而发展起来的可靠性和小型化概念，已在收音机、电视设备、计算机和通讯装置中有了广泛的应用；最近，美国还把太阳系探测与海洋资源的勘探事业结合了起来。

太阳系探测的特点

1. 高精度。例如水手10号的水星照片显示出比地面最佳望远镜所拍得照片小5000倍的

美苏两国已发射的行星际飞船（考察大行星）

飞船名称	发射日期	目的地	会合日期	逼近距离 (公里)	飞 行 情 况
金星—1号	1961.2.12.	金 星	—	100,000	离地球750万公里后失去无线电联系。
水手—1号	1962.7.22.	金 星	—	—	助推火箭偏离轨道，因而由火箭试验场安全负责人指令摧毁。
水手—2号	1962.8.26.	金 星	1962.12.14.	35,000	向另一行星的首次飞行；发现金星表面高温（400℃）；没有发现磁场。
火星—1号	1962.11.1.	火 星	—	190,000	离地球10,600万公里后失去无线电联系。
探针—1号	1964.4.2.	金星(?)	—	—	发射后一个月之内失去无线电联系。
水手—3号	1964.11.5.	火 星	—	—	遮蔽物未予投弃；发射后即失去无线电联系。
水手—4号	1964.11.28.	火 星	1965.7.14.	10,000	第一次火星考察；发回22张火星表面电视照相及其他资料。
探针—2号	1964.11.30.	火 星	—	—	于1965.5.2.失去无线电联系。
金星—2号	1965.11.12.	金 星	1966.2.27.	24,000	通过金星，但未发回资料。
金星—3号	1965.11.16.	金 星	1966.3.1.	着 陆	第一次在另一个行星着陆；未发回资料。
金星—4号	1967.6.12.	金 星	1967.10.18.	着 陆	第一次就地测量金星大气的温度、压力和化学组成；降落伞降落的94分钟内发回资料。
水星—5号	1967.6.14.	金 星	1967.10.19.	4,000	飞行期间测量了金星高层大气的结构。
金星—5号	1969.1.5.	金 星	1969.5.16.	着 陆	降落伞降落期间发回大气的压力、温度和化学组成的资料；在另一个行星上的首次成功地着陆。
金星—6号	1969.1.10.	金 星	1969.5.17.	着 陆	得到了火星大气的红外和紫外光谱，发回76张表面图及其他资料。
水手—6号	1969.2.25.	火 星	1969.7.31.	3,390	飞行全同于水手6号；发回126张表面图，33张南极区图。
水手—7号	1969.3.27.	火 星	1969.8.5.	3,500	飞行相似于金星—4号，金星—5号，金星—6号。
金星—7号	1970.8.17.	金 星	1970.12.15.	着 陆	发射失败，坠毁于大西洋。
水手—8号	1971.5.8.	火 星	—	—	轨道飞行器成功地绕火星飞行；着陆装置坠毁。
火星—2号	1971.5.19.	火 星	1971.11.27.	着 陆	轨道飞行器成功地绕火星飞行，并发回资料；降落舱软着陆
火星—3号	1971.5.28.	火 星	1971.12.2.	着 陆	

续 表

飞船名称	发射日期	目的地	会合日期	逼近距离 (公里)	飞 行 情 况
水手—9号	1971.5.30.	火 星	1971.11.13.	1,395	并在失灵前发回20秒无特征电视。 发回7,329张关于表面、大气、云和卫星的图以及其他资料。
先驱者—10号	1972.3.3.	木 星	1973.12.4.	131,400	成功地穿过小行星带；调查了行星际介质、木星磁层和大气；发回300张木星云层和木卫图片；利用引力襄助弹道的第一艘飞船；第一个离开太阳系的人造天体。
金星—8号	1972.3.26.	金 星	1972.7.22.	着 陆	在金星表面状况下残存50分钟；决定了表面的放射性含量；在进入时测量了风和穿透云层的阳光。
先驱者—11号	1973.4.6.	木星，土星	1974.12.3. (木) 1979.9. (土)	46,400(木)	第二次飞向木星；现在去土星的路途中，以后脱离太阳系。
火星—4号	1973.7.21.	火 星	1974.1.	?	进入绕火星轨道；发回表面照片及其他资料。
火星—5号	1973.7.25.	火 星	1974.1.	?	
火星—6号	1973.8.5.	火 星	1974.2.	着 陆	登陆舱在着陆点失灵；下降时所发资料表明大气中高的氩含量。
火星—7号	1973.8.9.	火 星	—	—	74.3.12.失去无线电联系。
水手—10号	1973.11.3.	金 星 水 星	1974.2.5 (金) 1974.3.29 (水)	5,800(金) 700(水)	第一个水星探测器；发回8,000多张关于水星和金星的照片及其他资料；1974.9.21和1975.3.16和水星再次遇合。
海盗—1号	1975.8.	火 星	1976.6.	着 陆	轨道飞行器研究大气并拍摄表面；着陆装置研究表面大气，研究表面地质学和化学，并为探索这个星球有无生命而进行土壤取样。
海盗—2号	1975.9.	火 星	1976.8.	着 陆	
水手—11号	1977.8.	木 星 土 星	1979 (木) 1981 (土)	?	计划对这二个大行星及其23个卫星进行比较研究；调查土星环的性质；测量行星际介质；拍20,000张照片。
水手—12号	1977.9.	木 星 土 星	1979 (木) 1981 (土)	?	
先驱者—12号	1978.5.	金 星	1978.12.	着 陆	计划轨道飞行器在一个243天周期之内研究大气与太阳风的相互作用；“运载器”向金星表面放下三个探测器，然后当它们进入大气时向地球转播资料。
先驱者—13号	1978.8.	金 星	1978.12.	着 陆	

特征。月面取样的电子扫描显微照片使得分辨率比望远镜提高 10^{11} 倍。

2. 形成了学科的新局面。已有数千名研究者从事于行星科学的研究, 不仅地质学家、化学家和气象学家前所未有地联合起来解释新的行星资料, 而且连地球科学的范围也拓广为包括整个太阳系。

3. 开始出现关于太阳系形成理论的新前景。

太阳系探测的主要成果

水 星

三个世纪以来的地面望远镜仔细观测并没有使人们对这个行星有多少了解。纵然是它的正确自转周期(58.6天)也是到了1965年才被射电天文学家所首先发现。但当1974年三月末水手10号宇宙飞船掠过水星时, 传回了大量水星情报。人们对于这颗行星的了解突然大大增加了。

这条宇航船于1974年3月29日, 9月21日和1975年3月16日三次掠过水星。其中第三次逼近到离水星只有三百多公里。探测的科学目的是: 决定其表面形态特征; 是否存在大气; 与太阳风的相互作用; 改进其质量和半径值。

探测结果证实了关于水星的估计——外貌如月。并且具有磁场及大气痕迹。

传回来的水星电视照象给人的初步印象简直象又一个月亮。同样景象荒凉, 布满了坑坑洼洼的大小环形山。但是水星具有月球所没有的特征; 有些至少3公里高, 常常超过500公里长的悬崖广泛地分布于水星上年代经久的区域。在火星和月球上都没有这类特征。这反映了水星内部结构和演化上的独特阶段。有可能是富铁核(占水星半径约75—80%)曾经收缩而引起外壳层压缩所致。另一方面, 在水星上没有发现类似月亮崩开以后的那种谷。

由于水星自转很慢, 地球上又检测不到无线电辐射, 因此关于它具有远比火星和金星强大的磁场的科学发现, 的确使人惊讶不止! (因为这同行星磁学的原来观念不相符) 水手10号在水星周围探测到一个发达的冲击波波阵面和磁层, 并已查明水星磁场是该行星所固有。有人利用磁强计资料算出水星赤道和两极的对应磁场强度为350 r 和700 r (作为比较, 地球赤道上为30000 r), 偶极子与自转轴交角为 7° 。

这个固有磁场的产生或者是由于流体核的发电机作用, 或者是由于行星壳层物质的永久磁化。

飞船上的紫外光度计指明水星有个稀薄大气层, 总的表面大气压小于 2×10^{-9} mb。水星大气中含有氮、氢、氧、碳、氩、氦、氙等元素。

现已精确定出太阳和水星质量比为6023600, 水星半径为2440公里, 水星密度为5.44。

多少年来地面观测指出, 水星外层从几厘米到几米深的物质是铁的硅酸盐。现在水手10号探明, 水星外层那几公里确由硅酸盐构成。雷诺等估计, 铁核占70—80%, 硅酸盐外层厚度近似地为500—600公里。

从水星照片可以引出若干演化学上的结论。从水星上没有大气风化证据可以推断出, 自从水星遭受严重轰击而形成环形山以来, 就不曾有过任何可观量的大气; 似海物质以及被岩浆漫溢的环形山的存在意味着水星在其历史早期, 亦即轰击史之后, 就经历了由火山作用所产生的内部加热。水星有个硅酸盐外层。另一方面水星平均密度那么大, 表明内核密度大,

可能是一个大铁核。因此，水星可能象地球一样，是一个化学上高度分化了的行星。

水星背阳面温度冷至110°K（向阳面可达600°K）

金 星

水手9号于1974年2月逼近金星（最近距离3600英里），发回了总计三千张金星照片（其中有的分辨率达200米），揭示了这个古怪行星的面目。

照片显示了高层大气的环流样式。紫外气辉光度计表明，金星高层大气中氢很丰富，但氦又很少。这表明金星的演化和地球很不相同。有可能金星的氢来自太阳风，而不象地球的氢来自岩石和海洋。因为金星磁场很弱，太阳风中的质子能进入金星大气，中和后变成氢。

金星云由二氧化碳、硫酸等组成，不象地球云系由水滴或冰晶体构成。

金星具有稠密大气，完全为云所覆盖，金星云的移动速度是这个行星自转速度的五、六十倍，大气成分大多为二氧化碳，表面气压为100巴，约为地球表面气压的100倍。

金星日夜温度大约相等，都高达750°K。这种表面高温首先从地面微波观测获知，以后为水手号逼近测量及穿入金星大气的若干苏联探测器所证实。这是由温室效应形成的。

迄今为止还没有发现金星有可观的磁场和辐射带。当水手10号沿着尾流方向奔向金星时，在距离金星为500个金星半径时，就发现了尾流。有意思的是金星尾流很窄，只有地球尾流宽度的十分之一，这个宽度由金星电离层所引起。

精确测定太阳金星质量比为408524。

这些年来，金星也一直是苏联进行行星际探测的主要天体。金星—4号等探测器在穿过金星云层时，得到了关于云层化学成份的数据。金星大气层大约97%由二氧化碳组成，其中氮不超过2%，云层附近的水蒸汽大约为1%，氧气不多于0.1%。

特别是金星—9号的降落装置在1975年10月22日早晨软着落后，发回了第一张金星照片，发现降落在零乱的大石块之间。根据照片可以认为，这些石块是属于青年岩（很少风化的岩石），在照片上可以清楚地看到尖锐的棱角和平滑的绿面。这张照片推翻了原先关于金星表面性质的估计。原来的估计是：由于风和高热的不断侵蚀，金星外貌应该象一片沙丘起伏的沙漠。

这个降落装置还发回了关于金星云层、金星大气层光学性能及参数、金星表面亮度以及着落地点的土壤的物理性质的数据。

1975年10月25日，金星—10号在距离金星—9号大约2100公里处着陆。它的照片则表明，金星表面具有较老的山地构造的特征。在金星—10号发回的照片上也可看见岩石，不过这些岩石不是尖削的而是很象中间夹杂有一部分冷却的熔岩或风化岩石碎片的“大薄饼”。

金星上面的岩石似乎比地球上发现的岩石年轻数千年。金星外壳大部分由玄武岩组成，这与地球上的地壳很类似。金星岩石含有钾、钍和铀等放射性元素。看来，金星正处在动态地质变化的过程中。

地 球

关于我们的星球，最值得提的是两个发现。

其一是从地球的紫外象发现了在地球1000公里以上有一个主要由氢氦组成的地冕。这个区域对于我们了解地球大气的起源和演化殊为重要。

因为氢氦太轻，不能永远被地球维系住，因此，必须有个连续补充源。现在相信氦是由于高空大气中的水分子被太阳紫外辐射光致离解所产生，而氦则产生于放射性物质的衰变。

但，从放射性衰变和逃逸二者的平衡只能解释氦含量的五分之一。因此，必定还得有另外的逃逸机制。这种逃逸机制或许可以应用于其他气体，这就会对地球大气的起源和演化带来深远的后果。

其次是地球磁层和范·爱伦带的发现。

地球磁层是一个含有电场、磁场和高能粒子的区域。在向太阳方向，磁层延伸约10个地球半径，反太阳方向延伸可达几百个地球半径。位于磁层内的范·爱伦辐射带是太阳风质点被磁场捕获的区域。有意思的是，它是首先由阿尔文（H·Alfvén）从理论上预示而后才在1958年被空间研究所证实的。

如果没有磁层，地球大气组成将大不相同。因为那时太阳风将和地球大气直接接触，扫去某些大气特别是较轻的成分，甚至可以想象地球大气的水蒸汽也会连续地耗尽，直至生命不堪存在为止。

火 星

火星大气洁净。所以用地面望远镜研究它的表面要比其他行星来得详细。

火星科学家面临的三个基本问题是：火星运河是什么？极冠本质又是什么？火星上有没有生命？

从水手号提供的高分辨率照相（分辨率高达百米），认知了火星上的火山，弯曲的河床，沙丘，与环形山相联系的尘埃条纹等表面特征，特别是已确定火星极冠是干冰（冰冻的 CO_2 ）的薄层。南极冠的照片使人们能清楚地辨认出环形山的轮廓线，从而证明极冰不深。

1877年被米兰的乔万尼·夏卜勒里（Giovanni Schiaparelli）所发现的火星运河，是很多年来使天文学家迷惑不解和兴趣盎然的话题。亚历桑那的洛威尔（P·Lowell）竭力主张它们是有理智生物所构筑的灌溉系统。现已查明并非如此。只有运河中很少一部分对应于实际表面特性，它们是性质未知的延伸暗区，而极大多数“运河”只是小暗斑的偶然排列。

火星大气主要成分为 CO_2 ，大气很薄，表面大气压小于地球表面的百分之一。温度范围从145到300°K。上面也没有可观量的水。当压力小于6.1毫巴时，只有水的固相和气相才是可能的，火星上大部地区也正是如此。火星上会发生强风并引起巨大的尘暴。1971年和1973年的两次大尘暴甚至盖住火星很大地区达数星期之久。

火星照片展示出一些干涸的河床。这委实使人费解。从理论上讲，火星上的低压将使得水在大致零度时就沸腾，故而不可能有液态水。于是，有的科学家认为，在火星上有两种不同的和稳定的大气状态——现在的一种以及另一种：压力为一个大气压，但更为潮湿和较高温度。

虽则火星大气很薄，缺乏水和氧，暴露于紫外辐射、宇宙线和流星体，人们仍然要问：火星上有没有生命？1976年7月20日在火星表面软着陆的海盗—1号探测器发回了令人感兴趣的情报。该探测器发现，在火星的大气层中有含量约1.5%的氩和含量为3%的氮。还从海盗—1号所拍摄的火星照片显示出从火星的火山口和低地带航道，渗出了一层层薄薄的雾霭，这证明从火星的土壤有水蒸汽升腾入大气层，从而使科学家更乐观地认为，这个星球上可能有生命繁殖。

木 星

1973年12月，先驱者10号在离木星距离为1.8个木星半径处掠过木星，使得人类第一次最接近地看到木星面目。次年12月，先驱者11号再次和木星会合，逼近距离只有0.6个木星半

径。这两次访问共发回三百多张木星照片，在他们进入木星磁层时，发回了关于这个行星的磁场、高能质点、等离子体、红外和紫外以及微流星的测量，获得若干出乎意外的发现。

从引力场分析得知，木星原来是一个流体行星，没有固体表面。它大部分由氢氦组成，氢氦比例同太阳一样。在它的湍动大气下面，氢形成两个液态层——一为分子氢，一为金属氢。可能具有一个小的主要由铁和硅组成的固体核。

最惊人的发现是关于木星的磁场和辐射带。木星的辐射带比地球的强 100 万倍，状似扁盘，象薄烤饼。史密斯等人的磁强计在 108 个木星半径处就探测到冲击波波阵面，在 96 个木星半径处观测到了磁层顶。先驱者 11 号最逼近木星时记录下的场强为 1.2 高斯。这样可以估计出木星表面的场强为 4 高斯（比地球表面约强 10 倍），磁轴和自转轴交角为 10° ，木星磁场的极同地球恰恰相反。

从飞船被木星掩时的 S 波带（2200 兆赫）信号的研究推断出高于 100 公里的木星大气结构。发现与现有的所有发表的木星大气模型大异。在 20 毫巴及 280°K 处有一个剧烈的倒转，在木星大气中证实有氨。

木星的向日面和背日面温度相同。木星向空间辐射的热是它从太阳接收到的二倍半。这样一来，通过大气向外流动的热流产生强烈的对流。这同木星云带的温度测量结果是一致的。现已确定木星的亮带比它的暗带冷 15° 。这种情况使人联想到亮带和暗带是被行星转动所拉长的经久的温度胞。它们明显地在木星的厚大气中升沉着。红外实验告诉我们，暗带是大气中下沉的较热区域，亮带是上升的更高的云区。

在先驱者 10 号探测之前，一般把木星表面的大红斑归之于一类形成于行星表面的山或低洼地之上的驻波（泰勒柱理论）。先驱者 10 号关于木星没有固体表面的探测结果，否定了这种假设。今天看来，大红斑更可能是一个剧烈而持久的气旋风暴的涡流，它比周围云层顶要高出 5 公里，性质有些象地球上的飓风。

木星的辐射源是一个主要的理论问题。木星内部结构模型不仅必须解释它，而且必须连同木星磁场和引力场情况一并考虑。观测要求也急着需要建立新的大气模型，以便说明木星复杂的气象学。理论家的责任还须了解、分析木星磁场的意外性质。

有人把关于木星的很多发现概括为一句话：木星更象太阳而不太象地球。的确，在其化学组成、产能、等离子体与其磁场的相互作用方面，木星具有恒星的某些特征。

先驱者还发现宇宙尘猛烈轰击木星的现象，近木星区的尘埃要比行星际空间多 300 倍。

卫 星

月球——自从人类的足迹踏上了月面，在解决了若干老问题的同时，却提出了更多的新问题。

月球科学家利用两种有时三种辐射纪年法，已将月球年代学定得相当准。它形成于 45 亿年之前，差不多和地球形成于同一时期。在月球形成后的半亿年之后，月海的玄武岩开始形成。这是大规模火山活动的时期。这种火山活动持续到至少 31 亿年之前，最后月球的内部演化才明确的停止，所以月球有复杂的热史。

关于月球起源的三种学说（分出说，俘获说，双吸积说）依然争论不休。无论从动力学还是化学上的考虑，双吸积理论（即月球和地球同时吸积形成）有可能是最有前途的机制。这里要紧的是要说明月球和地球为什么化学差别那么大。另外值得注意的是对月球起源的地球物理约束。一个费解的情况是：月球似乎在减速，并且以某一速度离开地球。

埋藏在月亮里的重力瘤是从绕月飞行宇宙飞船的轨道发生稍稍不规则的现象分析出来的，而且大多长在面向地球的一面。已有几种理论提出来解释这种神秘现象，但还没有完全令人满意的。

火卫——水手 9 号已经证实火星的仅有二颗卫星的自转和公转同步。这个情况同月球一样，富有动力学演化的意义。这二个火卫形状都是三轴椭球体。已知火卫 1 的三轴长度分别为 13.5 公里、10.8 公里、9.4 公里，火卫 2 只有火卫 1 的一半左右。它们只反射百分之六的阳光，看来是由很暗的物质所构成。

木卫——空间探测使我们获得了关于伽里略卫星的更多的消息。先驱者 10 号对它们的质量作了精确测量，得到密度值为：

木卫	1	2	3	4
密度	3.5	1.65	3.07	1.93

空间探测还查明木卫 1 上有电离层和稀薄大气层（比地球大气稀二万倍，深度为 110 公里），还在木卫 1 轨道上发现了一个延伸氢云。这颗卫星以它具有电离层、大气、钠原子、氢云、亮度起伏、可能极光并且也许还控制着射电爆发等特性，成为一个颇具理论兴趣的天体。

开拓太阳系演化学的新前景

太阳系探测所带来的大量新发现，就其本身来说当然是重要的。但更大的意义在于，这种发现对太阳系演化学的含义和关联。

太阳系演化学已有 300 多年的历史。1644 年笛卡尔第一个提出了原始太阳星云的概念：一个转动着的气体 and 尘埃盘，从这个盘里构成了行星和卫星。以后，康德将它发展成著名的康德星云说。布封在 1745 年提出了第二个理论：一个大质量天体接近太阳，并使太阳中分出一部分物质构成行星和卫星。布封以后两个世纪，提出了很多种太阳系演化学说。它们或者是沿着笛卡尔的一元论，或者是沿着布封的二元论的路子发展着。对于学说的支持，也在二者之间来回摇摆。今天，二元论已被大多数学者所摒弃。一般同意假定：太阳系内的物质是从原始太阳星云之中凝聚而成，并且集合成今天人类所见的行星。

但是，过去太阳系演化理论受着观测资料缺乏的限制。今天，陨石学的发展和对太阳系空间富有成果的探测，为太阳系演化学开拓了新的前景。

空间探测丰富和完善了关于行星质量和半径的知识，由之导出精确的行星密度以及关于它们的内部化学组成的线索；通过观测行星的引力势，可以导出行星内部不同部分的密度变化；决定行星是否具有固有磁场，可以揭示行星内部的动力学状态。此外，空间探测还将弄清关于行星大气，行星上的火山和地质活动，行星际游荡的小天体数目等知识。所有这些都为太阳系演化提供了依据。

其中，空间探测的两个最意外和最基本的发现是：

1. 月球和其他行星在它们的历史早期蒙受了强烈的和长期的轰击。

早期的太阳系决不是一个平静的地方。月面坑坑洼洼是被物体轰击所致。它所表示的轰击史是：在月球史的头 6 亿年，轰击是激烈的。以后，在现在之前 40 亿年和 33 亿年之间，轰击量急剧减少，并从那时起，基本上保持恒常。在水星和火星上，也观测到表面环形山结构，同样意味着这类轰击。地球上的轰击记录虽然由于水、风以及地壳活动的作用而大多被

磨灭，但仍然还有曾经遭受轰击的信息。这样看来，整个太阳系中的物质交换以及对新形成行星的轰击，是早期太阳系的一个特征。

2. 差不多所有的具有足够大小的类行星天体，都呈现大规模的物理演化和化学演化。

在登月之前，地球曾被广泛地认为是唯一有复杂物理变化和化学变化的天体。尤其是月球，经常被描写为原始的、不分化的天体，没有它本身的物理史和化学史。

现在相信，月球有复杂的热史。这包括月球坚实部分的熔融以形成原始的壳，继之而起的是在愈来愈深处的火山活动和部分熔融，最后外层冷却和固化。

水星的密度及其可以感知的磁场表明具有金属核。水手—10号的水星表面照相指出有巨大的火山活动，这表明水星具有高度分化了的幔。

火星上发现有类似地面盾状火山那样类型的火山构造，覆盖着火星表面很多地方的尘埃，经红外研究被认为硅含量很高。这二者证明，火星具有高度演化了的幔。根据测得的质量、半径和惯量矩对火星内部密度变化进行分析，使很多人作出结论：火星具有金属核。

金星—10号发现，金星外壳大部分由玄武岩组成，而玄武岩是由行星中的幔物质熔融所形成的火山物质，故金星具有一个分化了的幔。

内行星的这种演化不仅是相当广泛的，而且看来在它们的历史上开始得很早。

太阳系探测与地球科学

任一行星和卫星的新知识，都会有助于对其他行星的理解。特别是为了要了解地球，就必须对其他行星有广泛的知识，这就是比较行星学的内容。

例如，对金星等内行星的大气的研究，有助于了解地球大气本身的起源和演化。特别是火星表面上覆盖着数以千计的河道，现在固然是干涸了，但在历史上，它们应当是有流水或流动的二氧化碳的。这就是说，火星过去曾是另一种气候状态。现在我们还不知道造成这种巨大气候变迁的原因是来自行星内部抑或来自外部。如果是由于内部，那么地球在遥远的将来会不会发生类似的变迁？如果是外部原因（例如太阳光度的变化），那么火星古气候和地球古气候之间的关系就很值得研究了。另外，火星上尘暴对火星气候影响的研究，也同地球上火山爆发对地球气候的影响问题密切相关。

对行星的日益深入和广泛的探索，是因为必须认识太阳系产生和发展的历史。众所周知，这个历史的特征最明显不过地表现在金星、火星和木星上。其中，象木星这样的外行星最可能包含有关于太阳系起源的线索，而象金星、火星那样的内行星，将告诉我们这些星球的物理演化和化学演化。的确，不研究地球的“姊妹”，就不可能认识地球的去并进而预测它的未来。

地球外生物学

地球外探测的重要目的之一是：是否在宇宙深处存在着适当的生存条件，以及如果这样，生命是否发展了？

月球上从未有过生物存在。

火星和金星具有水蒸汽，并且至少在某些时期和某些地区具有可以接受的温度范围，从

而不能排除为生命地区。金星的云正如火星表面的某些区域一样，是可能有生命存在的。

外行星及土卫六是生物学家认为最可能产生生命的低级形式的地方。它们所拥有的氨、甲烷和水蒸汽包含了有机化合物赖以形成的所有重要元素。在这些天体的可见云层之下，温度可以上升到适于存在生命而水汽亦可望丰富。

另外，星际空间中稠密气体云的射电爆发暴露了复杂有机分子的存在。碳粒陨星的最近分析也指明了氨基酸的存在——这是地球外物质中可能存在生命的先兆。

展 望

对直至冥王星为止的整个太阳系的初步认识以及对少数行星有更详细的探测，还不能解决太阳系起源的基本问题。因为即使这样，我们所研究的太阳系，到目前为止也只有这唯一的一个而已。为此需要的是发现其他的可能处于不同演化阶段的太阳系。

未来地面观测和空间探测仪器的进步，有可能在我们的周围发现别的行星系。基特峰国立天文台的埃勃脱 (Helmut Abt) 和勒维 (Saul Levy) 最近通过聚星系的观测研究认为：所有恒星中的三分之一具有行星伴星。现在还不知道这样的系统是同我们的太阳系一样的呢，还是按照很不同的原理建立的。

对太阳系各行星和卫星的探测以及对别的行星系的寻找将持续下去。可以预期，随着将来阶级斗争、生产斗争和科学实验的发展，人类对太阳系起源和演化的科学研究将比以往任何时候都更有成效。

气象卫星发展概况

赵思雄 周秀骥

(中国科学院大气物理研究所)

1957年10月第一颗人造地球卫星上天以后,这一先进的空间技术很快被引入到气象科学领域。时隔仅二年半,1960年4月美国就发射了第一颗《泰罗斯》气象卫星。到目前为止,全世界已经发射了近百颗气象卫星。从这些气象卫星的用途来看,基本上可分为两大类。一类是专供日常业务使用的气象业务卫星,它日以继夜连续不停地运转,为每天天气预报、海洋温度观测等日常业务使用不间断地提供观测资料。美国的第一代气象业务卫星(称为《艾萨》卫星系列)于1966年正式开始,其间经过六年的试验阶段。从1972年,美国才正式转入发射第二代气象业务卫星(称为《诺阿》卫星系列),并计划于1978年进入第三代气象业务卫星(称为《泰勒斯-N》卫星系列)。基本上是六年左右一个周期,而每一代气象业务卫星上的探测技术与探测项目都有很大的变化与发展。据统计,截止1975年底,美国共发射了十九颗气象业务卫星,而苏修也发射了22颗(称为《流星》气象业务卫星系列)。另一类是专供试验研究用的气象实验卫星。美国有《泰勒斯》气象实验卫星系列和《雨云》气象实验卫星系列。而苏修则纳入《宇宙》科学考察实验卫星系列。这一类卫星主要用于试验探测仪器、探测原理与方法以及探测资料的处理方法等。其特点是每一颗卫星上的探测项目多,装载的仪器也多,卫星重量较重,但寿命比气象业务卫星要短。一般来说,所有气象业务卫星上的探测项目与仪器都通过在气象实验卫星上的试验。

其次,从气象卫星的轨道来看,也有低轨道(极地轨道)和高轨道(地球静止)两种。前者可以获取全球观测资料,但对某一固定地区来说,每天一般只能取得两次观测资料。后者位于赤道上空,相对于地球静止不动,只能对南北士 50° 纬度和间隔 70° 经度的近圆形地区进行观测。但对某一固定地区,相隔20分钟左右就可以取得一次观测资料。因此,这两类卫星在气象上的应用各有特色。

当前,世界上发射气象卫星的国家主要是美苏两个超级大国。美帝、苏修妄图称霸世界,在不断发展导弹、核武器的同时,近十余年来大力发展气象卫星,以掠夺垄断全球的气象资料,为其对外侵略和扩张服务。近年来,法国也曾发射过一个试验用的气象卫星。在未来二、三年内,日本和欧洲共同体也计划各发射一个地球静止卫星。

气象卫星的发展把气象观测推进到一个新的阶段。它运转于宇宙太空,从地球大气外层的不同高度鸟瞰大地,监视着台风、强风暴、暴雨等灾害性天气的变化,定量地观测大气温度、水汽、云层、降水和海洋温度等要素,起着空间气象站的作用。其主要优点是不受地理条件的限制,可以取得人迹稀少的洋面、高原与沙漠等地区的资料。战时可取得敌区的资料,同时还能将这些资料迅速而准确地传到地面的卫星中心和各接收站使用。在传递资料时,既可采用实时发送的方式,也可采用先储存于卫星里,然后发回地面专用接收站的办法,因而可以作到保密。在国外,发射军事侦察卫星时,也是先用气象卫星探明目标区的气象情

况，然后由地面发出指令，控制侦察卫星对目标区进行有计划的摄影。此外，气象卫星也可起到收集、储存和传递全球气象台站网观测资料的通讯枢纽作用。由此可见，气象卫星是一个强有力的大气探测工具和气象通讯工具。它不仅对日常的天气预报帮助很大，而且在国防及军事上也有直接的重要意义。

回顾十余年来的历史，在世界气象领域内垄断和反垄断的斗争十分激烈。而气象卫星是斗争的一个重要方面。自从六十年代初美国气象卫星发射成功，当它拥有一国可以获得全球气象情报的工具之后，即伙同苏修向联合国和世界气象组织（WMO）提出“建议”，改组原有的世界天气站网，组成“世界天气监视网”（WWW），成立“世界气象中心”和“通讯枢纽”；还组成了“大气科学委员会”进行“全球大气研究计划”（GARP）的规划和组织工作。这两项计划已被世界气象组织所采纳，并付诸实施。美苏两霸就是“世界气象中心”，所有的气象资料包括常规的和非常规的，业务用的和研究工作用的都必须集中到“世界气象中心”去，而两霸却只向别国提供一部份资料。至于由气象卫星获得的资料更是由他们自家独占，想给就给一点，不想给就一点也不给。两个超级大国完全是一副霸主的架式。现在，这一险恶用心已为越来越多的国家所看穿，展开了反垄断的斗争。目前，拥有空间技术能力的各国为了打破两霸独占的局面，都在努力发展自己的气象卫星。

（一）

气象卫星能获得那些资料？从国外的情况看，目前业务卫星可提供下列四种基本资料：

- （1）每天由极地轨道卫星得到的日夜全球范围的云图；
- （2）从地面至30公里高度的全球温度垂直分布；
- （3）美国及其邻近海区的每隔半小时一张的前后连续的可见光和红外云图；
- （4）大西洋及东太平洋地区由地球静止卫星估计出的风场。

气象卫星的用途很广，根据近年来国外使用卫星资料的经验，我们认为气象卫星可以在以下几个方面发挥其不同作用：

（一）气象卫星是天气警报的有效工具

对于猛烈的灾害性天气现象（如台风及强雷暴等）的预报和警报，卫星资料是一个有力的工具。

首先是用它来监视台风（国外又称为飓风）。全世界每年平均约有60多个台风。西北太平洋（包括南海）是世界上台风最多的一个地区，在这里每年平均为29个，其中相当一部分在中国登陆，也有一部分袭击日本。台风最初是在遥远的热带洋面上生成的。它的初期是一些小扰动。这种小扰动在热带洋面上几乎每天都存在。每年夏季，在热带有好几百个扰动发生，但只有少数可发展成台风强度。据统计，在十个热带低压中只有一个可发展成台风，它们发生发展的过程是极其迅速的。由于在广大海洋地区缺乏一般的观测资料，因而，在过去一个较长的时期内，对于大部份台风在其初期无法发现它们，也无法跟踪，更无法确定那些可进一步发展成台风强度。目前卫星每天提供了热带海洋地区的观测资料，可用来发现和监视每一个扰动，从国外的情况看，据说自1966年业务卫星问世以来，发生在全世界热带海洋上任何地点的台风几乎没有一个漏掉过。而在气象卫星出现以前只能靠侦察飞机对大范围洋面进行巡视的办法监视台风。这种方法费用太大（每年约二百万美元），而且也不能令人满

意。因为飞机巡视区域毕竟是有限的，经常会把一些台风漏掉。现在已不再是派飞机盲目地进行侦察了。而是先根据卫星照片指示出什么地方有扰动，然后再派飞机去侦察，大大节约了飞行时间和费用。此外，如果遇上同时有几个台风存在时，则有一个气象卫星，就可以担负起同时监视的责任，并且比较可靠。

过去一直认为青藏高原天气是受北边和西边移来的天气系统的影响，卫星云图扭转了人们的这一看法，最近发现南边的系统对高原天气有很大影响。例如1973年10月一次孟加拉风暴在印度登陆，云带向北伸展在高原上降了暴雨，海拔4301米的帕里，10月12日的日降水量达120毫米，这在高原上是十分罕见的。要是没有卫星云图，要在测站稀少的高原地区分析这一现象是很困难的。

有些猛烈的天气如强风暴（强雷暴、强降雨暴、强雪暴），它们和台风一样具有很大的危害性，因此也被列为一种重要的灾害性天气。据美国统计，从1963年7月至1970年6月共7年的时间内，由于强风暴造成了2300人丧命，财产损失达40亿美元。在一定的有利的大环流形势持续时，强风暴常常连续发生，危害更大。例如1973年10月10日在美国伊尼德12小时之内降了398毫米的大暴雨，以及1974年4月3—4日两天内，在强烈发展的一个春季气旋中连续爆发的148个龙卷就是突出的例子。但由于强风暴范围小，生命史较短（往往只有几个小时），多数情况下无法从一般的观测网发现。因此，对它的观测和预报都比较困难。在过去

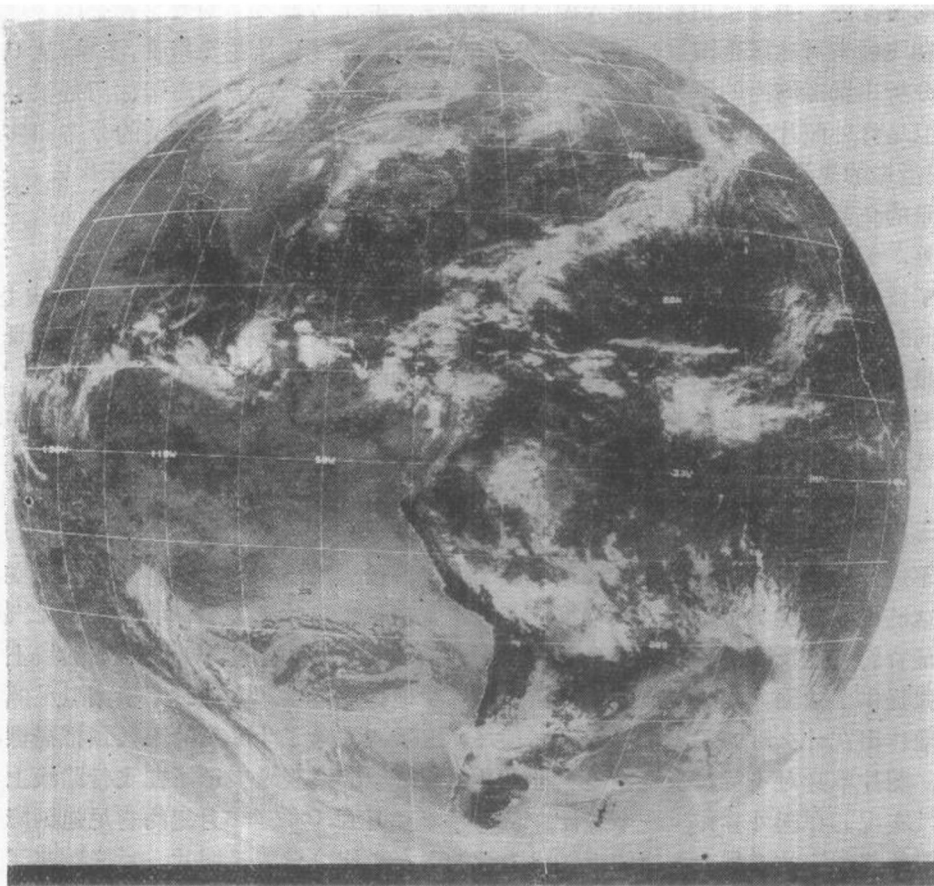


图1 1975年11月3日14点30分业务地球静止卫星一号的红外照片（星下点 0°N ， 75°W ）

主要靠天气雷达来进行监视，由于雷达观测的范围只有200—300公里，因而只能在半小时前发出警报。现在，卫星照片的观测范围比雷达要大得多，而且在风暴发展的初期，从它特殊的云系开始形成的时候，在卫星照片上就能显示出来。这些云型有时比雷达观测可能提前一个小时到几个小时。若使用地球静止卫星的照片，则效果更好。图{ $\frac{1}{2}$ }是1975年11月3日由业务地球静止卫星1号所获得的红外图片，从图上可以看到下午在南美洲中部发展起很强的对流性的云团。

近来由卫星观测还发现，早晨的一片雾区和低云区内常常不利于对流的发展，而在其周围邻近的晴空区中，下午的对流活动反到迅速增强起来。据分析，这是由于边界层的非均匀加热所致。近来已认识到这是强风暴的启动机制之一。还需指出，地球静止卫星在强风暴来临时，可由地面发给它指令，每11分钟获取一张图片连续地进行跟踪。

（二）气象卫星监视海面及山区的情况

气象卫星已经获得大量的海面资料，因而最近美国决定把原来在南太平洋上的气象船舶进行的观测工作，部分地撤消了。这些船舶观测资料的数量有限，且花费昂贵。例如，位于新西兰和南极之间的一条船，每年就需花费约120万美元。

卫星云图还可用来观测海冰的分布。其观测次数和范围在以前是无法达到的。除了分析南北极的情况外，美国已用来制作大湖区的冰情图，并由传真线路网发送到全国各地。过去用船只和飞机来对冰区范围进行侦察，不但其活动的区域有限，且花费昂贵。冬季，从卫星照片还可以分析出渤海湾内的厚冰区、薄冰区及无冰区。这份资料对我国海运部门是很有用的。

从卫星红外照片还可推测出海面海水温度，因而可以分析出冷暖洋流的分布和移动。例如，东亚沿岸的黑潮暖流和北美东岸的墨西哥湾暖流都可以从红外云图上表示出来。在渔汛期，大量的鱼群往往集结在冷暖洋流交界处游动，因而对洋流的分析可以帮助渔船提高捕获量。此外，美国东海岸的船只也常常沿暖洋流的北边界航行，以省油、省时间。

除了监视海面外，卫星照片还可用来测量大陆上的积雪复盖区（尤其是偏远山区的积雪），同时还能对雪深和融雪面积进行一些粗略的估计，因而可用来估计河流的流量及制作洪水预报。据苏修自己声称，它曾使用卫星所获得的帕米尔高原和天山雪层的情况，预报了1969年的特大春汛。据说，美国也用卫星来估计其本土中部各州的积雪层及其深度，以预测洪水，这样可以事前采取一些防御措施，减小损失。

（三）军事活动的气象保证

空军进行远距离飞行时，常常经过天气观测资料稀少或没有气象资料的地区上空。卫星资料对这些地区提供了很好的天气情报。而且常常在预报员收到各层标准天气图之前几小时，卫星资料就能及时接收到。卫星照片上天气系统的位置和强度，为长距离航线上天气条件的预报提供了依据。当这些天气系统从资料稀少地区逼近空军基地时，根据卫星照片还可以准确地作出在什么时候关闭机场的天气预报。卫星照片除了为准确的天气预报提供必须的情报外，图片本身对飞行员来说也是一种工具。它形象而直观地表示了在飞行路线上将会遇到的天气实况。在国外曾作过一个统计，从1966年12月到1967年6月纽约肯尼迪国际机场的预报员对即将起飞的横越大西洋的喷气式飞机的各个机组分发卫星照片，后来收集了反映，据称有72%的机组认为卫星照片比一般业务用的天气图要好或好得多。

在美帝、苏修的海军中也开始大量使用卫星照片。美帝已在军舰上安装了卫星云图接收