

全面开展太阳系探测的新时代

Entering into a New Era of Solar System Exploration

欧阳自远

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002)



欧阳自远 江西上饶人, 中国科学院院士, 第三世界科学院院士, 长期从事天体化学、地球化学和月球探测研究, 现任中国月球探测工程科学应用首席科学家, 中国科学院地球化学研究所研究员, 国家天文台高级顾问, 贵州省科协主席, 天津理工大学、贵州大学名誉校长。

太阳系是由太阳、行星及其卫星、矮行星、小行星、彗星和行星际物质组成的一个天体系统。自古以来, 人们只能凭肉眼观察来了解天体现象; 16 世纪初伽利略发明望远镜后, 开启了望远镜观测时代, 观测波段逐渐覆盖了 γ 射线、X 射线乃至可见光、红外和无线电波的整个电磁波谱, 人类对太阳系的了解也得以逐渐深化。人类对太阳系的探测始于 20 世纪 50 年代末, 从探测月球开始, 逐渐发展到对地球邻近行星(火星与金星)、其他行星、各类小天体以及太阳和行星际空间太阳风的探测。人类的太空探测, 由近至远, 由易到难, 经历了近半个世纪, 实现了对太阳系各层次天体和太阳系空间的 253 次探测。

太阳系探测是在地球卫星应用、载人航天与空间站取得重大成就的基础上, 向更广阔的太阳系空间进行的探测活动, 是人类社会的物质和精神文明发展的需要, 是科学技术进步的必然趋势。21 世纪将是人类全面与精细探测太阳系各层次天体与行星际空间的新时代, 也是将为人类社会可持续发展提供支撑和服务的新世纪。

未来的太阳系探测将以月球与火星探测为主线, 关注太空活动与空间天气探测, 适度开展太阳系其他行星、小行星和彗星的考察性探测。目前, 各空间国家都相继推出并正在实施其太阳系探测计划: 2005 年, 美国宇航局(NASA)宣布了预算总额达 1 040 亿美元的雄心勃勃的月球探测计划, 将于 2008 年开始持续对月球进行无人探测, 2018 年重新载人登月, 并在此基础上, 再耗资 2 170 亿美元开发和利用月球资源, 把月球建设成为进一步登临火星与开展太阳系探测的跳板和前哨站, 2025 年实现载人登上火星; 在已公布的欧洲空间局月球探测计划中, 2020 年前将进行不载人月球探测, 2020—2025 年开始载人登月, 2030—2035 年从月球载人登上火星; 俄罗斯提出了建立月球基地、开发利用氦-3 资源以及火星探测等计划; 中国首次月球探测工程的圆满成功, 标志着我国已经进入世界具有深空探测能力的国家行列, 必将加速我国月球与深空探测规划的实施进程; 日本、德国、英国、加拿大、奥地利、印度、巴西和波兰等也都相继提出了各自的月球探测与载人登月计划。

月球是地球的天然卫星, 是离地球最近的天体, 也是开展太阳系探测的首选目标。半个世纪以来, 人类已经对月球进行了

116 次探测活动。未来的月球探测活动将朝着解决如下几个重大的科学与应用问题的方向发展: 月球与地-月系统的起源与演化; 月球特殊能源分布与利用前景的探测; 月球矿产资源分布与利用前景的探测; 月球空间环境与资源(超高真空、无磁场、地质构造稳定、弱重力等)利用前景的探测; 建立集科研活动与生产活动于一体的应用研究基地; 建设长期驻留基地, 进而利用月球逐步实施太阳系其他探测活动。

火星探测始于 20 世纪 60 年代, 迄今为止, 人类探测火星的航天活动共 41 次。未来火星探测将侧重于: 进一步探测近火星空间和火星表面的环境, 包括火星磁层、电离层、磁场和重力场等; 检测火星大气层的结构、成分, 气象和气候特征及其变化特征, 寻找过去气候变化的证据, 研究火星气象与气候的演化历史及未来变化趋势; 精细探测火星地形、地貌、地质构造, 土壤与岩石的矿物与化学成分特征, 特别是沉积岩的分布范围、形成的相对年龄, 极地水冰与固态二氧化碳干冰的分布与变化特征, 研究火星水体产生、演化与消失过程的探测与研究; 火星内部结构的探测及与地球的对比研究, 探讨类地行星的演化史; 寻找火星曾经发育过生命的证据; 探测火星上可能存在的可利用资源; 在火星上建立观察站和实验室的探索研究。

金星大气的环流、超旋转运动、温室效应、演化, 水的逃逸, 地形地貌、物质成分、内部结构等是未来金星探测的焦点, 而巨行星及其卫星的成分、结构与大气运动、空间与表面环境、具有固态外壳的巨行星卫星的地形地貌与地质构造、水体与生命活动的信息、内部结构与物理场、演化过程与规律也是未来太阳系探测活动所关注的对象之一。

利用不同类型小行星样品来对比研究太阳系的形成和演化、研究小行星撞击地球的环境灾变以及寻找防止小行星撞击地球的技术和方法、探讨开发利用小行星资源以支持地球人类社会的可持续发展等是人类在小行星探测活动上将要实施的重点项目, 而彗星的组成、结构、成分、轨道演变等也将成为探测的重要对象, 为人类揭开生命起源之谜等提供重要线索。

地球的大气、海洋、生物活动以及人类的许多活动都与太阳活动密切相关, 特别是太阳的剧烈活动与爆发, 对地球无线电通讯、各种航天活动等要产生极大的影响, 因此, 空间天气的探测与预报工作对人类活动和社会的持续发展具有极为重要的意义。

总之, 当今太阳系探测所关注的主要科学问题是: 太阳系的起源与演化, 太阳系的早期演化历史与类地行星演化的共性与特性的比较研究, 探寻太阳系生命与生存环境以及太阳系水体的探索, 地外资源、能源与特殊环境的开发利用前景, 太阳活动与行星际空间环境及对人类活动的影响, 防御小天体撞击地球诱发气候环境灾变与生物灭绝, 拓展人类生存与发展的空间等。