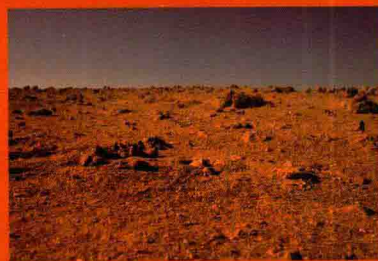
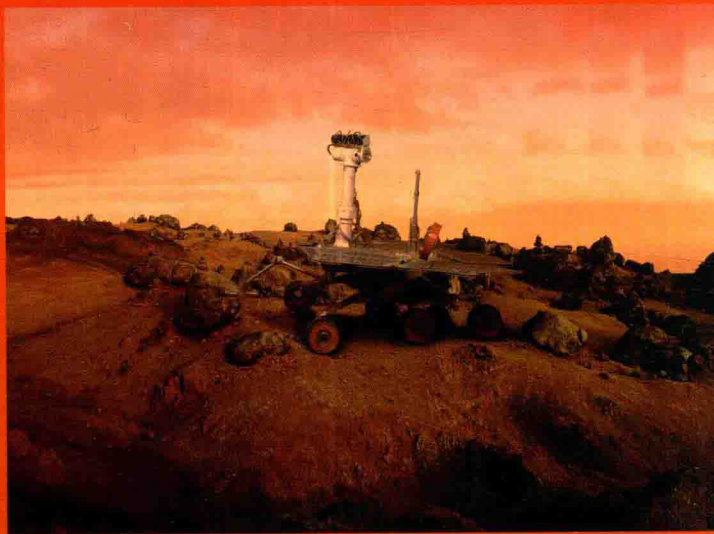


天(外)有天 科普丛书

火星

——人类的第二故乡

吴 沅 编著



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

天 外 有 天 科普丛书

火 星

——人类的第二故乡

吴 沅 编著



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

火星 / 吴沅编著. —上海: 上海科学技术文献出版社,
2017

(天外有天科普丛书)

ISBN 978-7-5439-7528-6

I. ①火… II. ①吴… III. ①火星—普及读物 IV.
①P185.3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 193903 号

责任编辑: 于学松

特约编辑: 石 婧

封面设计: 龚志华

丛书名: 天外有天科普丛书

书 名: 火星——人类的第二个故乡

吴 沅 编著

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市人民印刷有限公司

开 本: 650×900 1/16

印 张: 9.5

字 数: 90 000

版 次: 2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-7528-6

定 价: 25.00 元

<http://www.sstlp.com>

目 录

开头的话

一、苍穹中一粟 / 5

(一) 火星的前世今生 / 5

(二) 火星上的待解谜团 / 29

二、百万年一遇——与赛丁泉彗星“擦身”而过 / 37

(一) 赛丁泉彗星 / 37

(二) 密集的探测 / 38

(三) 撞击的可能性 / 39

三、远征火星 / 43

(一) 火星探测的前前后后 / 43

(二) 火星探测器中的数个第一 / 45

(三) “好奇号”火星车 / 46

(四) 火星上找到了“猎兔犬 2 号” / 49

(五) 印度“曼加里安号”火星探测器成功入轨 / 50

(六) “我国火星探测应高起点” / 53

(七)“萤火1号”壮志未酬 / 54

(八)美国的《十年规划》 / 56

四、准备登陆火星 / 61

(一)“灵感火星基金会” / 61

(二)“火星500”试验 / 63

(三)“火星1号”计划是追梦还是作秀 / 64

(四)登陆火星存在的问题 / 68

(五)登陆火星面临的难题:航天员的安全与健康 / 69

(六)火星沙尘 / 75

(七)就地资源利用 / 75

(八)星球保护 / 76

五、飞向火星——路线选择 / 81

(一)飞行速度 / 82

(二)飞行方式 / 83

(三)“休眠”中飞向火星 / 86

六、火星基地建设构想 / 93

(一)基地建设的早期 / 93

(二)基地建设发展构想 / 94

(三)火星上造房子 / 94

(四) 火星上生产燃料 / 96

(五) 火星上制造塑料 / 98

(六) 在火星上取水 / 100

(七) 火星冶金 / 105

(八) 火星能源 / 107

七、将火星变成又一个地球 / 113

(一) 地球化有先例 / 113

(二) 火星地球化的步骤 / 114

(三) 火星变暖的方法 / 116

八、移民火星不是梦 / 121

(一) 移居火星最基本的条件 / 121

(二) 准备行动 / 123

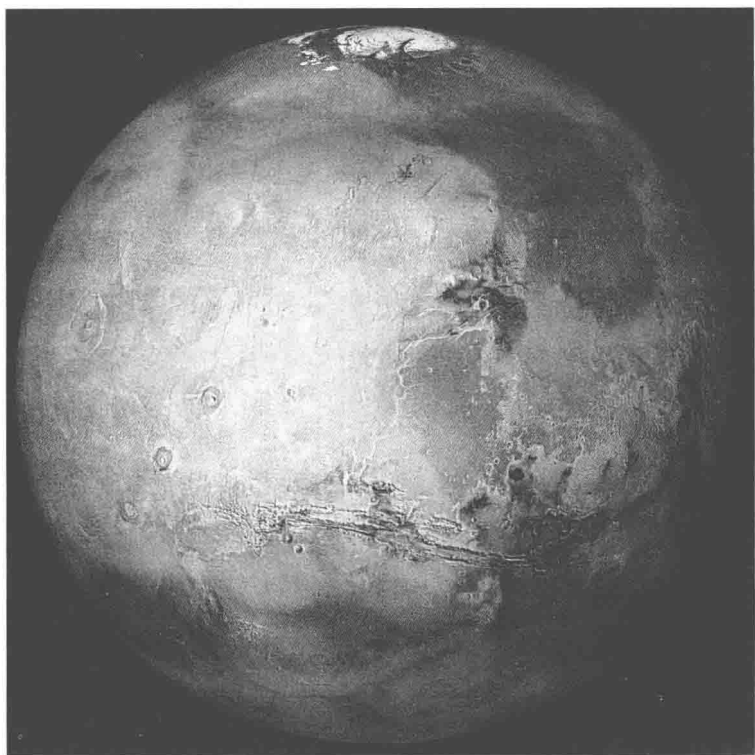
(三) 到火星后哪里落脚,如何生存 / 126

(四) 火星用“运输工具” / 128

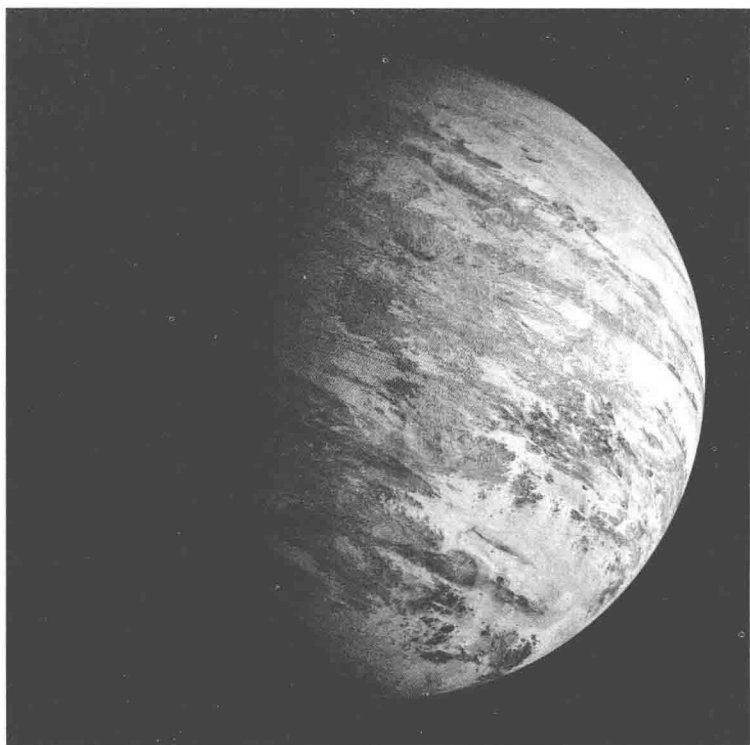
开头的話

火星，或许是由于它鲜红的颜色而得名，又被称为“红色行星”。在古代，火星由于呈红色，荧光像火，亮度常有变化；而且在天空中运动，有时从西向东，有时又从东向西，情况复杂，令人迷惑，故称它为“荧惑”，有“荧荧火光，离离乱惑”之意。

火星在史前时代就已经为人类所知。据记载，火星被认为是太阳系中除地球以外的人类最好住所。火星是人类的第二故乡果真源远流长！只是过去仅仅是美好的向往，今天，我们要将向往逐渐变为现实！作为人类的移居地，水星和金星是根本不能考虑的，因此，首先将指向火星。火星将是人类理想的移居地。



火星



红色星球

一、苍穹中一粟

在宇宙中,火星犹如大海中的一滴水珠,看似平常,却仍然显出它的光彩和无可替代性!

(一) 火星的前世今生

1. 火星是一颗怎样的星球

火星是地球轨道外的第一颗行星,是一颗类地行星,具有固态的岩石表面,密度高,自转慢,离太阳的平均距离是地球的 1.5 倍,得到太阳的光和热比地球要少。太阳系有八大行星,按照距离太阳由近到远的次序为:水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。火星比地球小很多,直径 6 794 千米,约为地球的一半,体积不到地球的 $\frac{1}{6}$,质量则仅是地球的 $\frac{1}{9}$ 。

在地球的近邻中,火星是自然条件最接近地球的行星。例

如,它们有几乎相同的昼夜变化——地球上的一天是 23 小时 56 分,火星是 24 小时 37 分;它们都有春夏秋冬的四季变化;地球的轨道面和赤道面的夹角是 $23^{\circ}27'$,火星是 $25^{\circ}11'$ 。火星和地球一样拥有多样的地形,有高山、平原和峡谷。火星南、北半球的地形有着强烈的对比:北方是被熔岩填平的低原,南方则是充满陨石坑的古老高地。同地球一样,火星也有大气层,只是非常稀薄,其密度相当于地球大气层 30~40 千米高处的密度。火星表面气候干燥、寒冷,天空灰蒙蒙的,看不到蓝天,黎明时有云呈粉红色,主要由尘埃组成。火星上有时会刮起“季候风”,底层大气卷起大量尘沙,有时巨大的尘暴可以席卷整个火星,并持续相当长的时间。火星在夜空中呈橘红色,是由于它富含氧化铁,遍地都是红岩石,火星也因此而得名。火星的铁含量之高,在太阳系中首屈一指,如果能够大量提取出来,为地球所用,将会把火星变成一座巨大无比的炼铁厂。

由于火星距离太阳比较远,单位面积接收到的太阳辐射能只有地球的 43%,因而地面平均温度很低,昼夜温差可达上百摄氏度,赤道附近的昼夜温差为 $-80\sim 20^{\circ}\text{C}$,而最寒冷的极区昼夜温差可达 $-140\sim -70^{\circ}\text{C}$ 。关于火星内部的情况,人们只能通过火星表面得到的资料和大量相关数据来推测。一般认为,火星的核心由半径为 1700 千米的高密度物质组成,外面包裹了一层比地球地幔更稠密的熔岩,而火星的外壳是极薄的一层。因此,相对于其他类地行星,火星的密度较低,说明火星核中的铁可能

含有较多的硫。近年来,通过对火星陨石的研究发现:火星核的形成时间可能还要提前,可能是经受了一次巨大的撞击所致。

2. 火星的地质构造是如何演化的

火星的地质构造演化分两个阶段:

在第一阶段,火星内部的温度变得很高,使得金属铁和陨硫铁等形成了富铁物质的核心,其余较轻的物质上升至表面,这个过程称为分异。在物质大分异之后,火星体积轻微膨胀,完全毁灭了它的原始表面。美国发射的“水手号”宇宙飞船对火星引力场所做的精确测量证明:火星的确有一致密的内核。

第二个阶段发生在第一阶段分异 10 亿年之后,当时火星外层的温度变得很高,足以使位于核心上面幔层中的部分岩石物质熔化。在这一过程中,火星幔层中的一部分物质分异成富含硅和铝的较轻的岩石物质,一部分分异成缺少硅、铝的比重大的物质。较轻的物质浮到表面,生成平原和火山构造,火山作用间歇地持续到现在。内部物质的熔化还导致了大气的产生,当岩石被加热时,它就会失去一些吸附在表面上的元素,如惰性气体氦和氩。同时,那些原来混合到岩石中的某些元素或分子(例如水),也部分地被释放出来。这些气体,有一部分重新结合成热力学稳定的化合物,如碳与氧结合成二氧化碳,与氢结合成甲烷。根据火星探测的地质分析,火星表面可划分为密布陨石坑的古地区、比较年轻的火山平原区、巨大的火山地盾及广阔的沉

积物区,它们是各种地质学过程的产物。这些过程包括流星体对火星表面的撞击,火山活动和构造运动,流水的作用和风的作用等。当一个离散的天体以 10 千米/秒的速度同火星相撞时,就会造成一个直径比该天体本身大 10~20 倍的环形山。在火星形成之后的最初 10 亿年间,环形山的生成率较现在要高很多。造成早期环形山的可能是火星及其卫星形成后剩下的物体,也可能是受木星引力摄动而进入贯穿火星轨道中的小行星带外部天体。现在同火星相撞的小天体则起源于彗星和小行星。

天文学家结合有关模型分析,在参照了月球的状况,并考虑了大气的影响、质量和大小的区别,以及被撞击概率的差异之后,将火星的地质年代大致分为如下三个“纪”:

诺亚纪: 46 亿年前至 36 亿年前,可细分为早、中、晚诺亚纪,代表性地区是火星南半球古老的诺亚高原。

西方纪: 36 亿年前至 31 亿年前,可细分为早、晚西方纪,代表性地区是火星南半球的西方高原。

亚马逊纪: 31 亿年前至现在,可细分为早、中、晚亚马逊纪,代表性地区是火星北半球的亚马逊平原,这是一个被火山熔岩填平的年轻平原。

3. 火星上的大气

火星上的大气可以概括成:稀薄得可怜。经测定,火星表面

的大气压仅为 7.5 毫巴,相当于 7‰ 大气压,与地表上方 30~40 千米的高空处差不多!

(1) 火星大气压低是大气逃逸的结果吗

火星大气压低是大气逃逸的结果吗? 结论是否定的。假定火星在形成时,表面有一个大气压的空气,大气的逃逸寿命依赖于大气层温度分布,由于这方面的资料目前较少,仅能以地球来设定这种温度的分布,计算结果表明,火星大气逃逸的寿命为 9.2×10^{12} 年,远大于火星的年龄(约 4.5×10^9 年)。这就说明火星大气压小并不是由于逃逸造成的,而是在形成大气层时,压力就比地球约小两个量级。

(2) 用 MAVEN 解密火星大气

“火星大气与挥发物演化任务”,简称 MAVEN,是美国国家航空航天局(NASA)“火星侦察兵计划”的一部分,2014 年 9 月 22 日进入火星轨道,是研究火星大气的航天器,主要使命是调查火星大气失踪之谜,寻找火星上早期拥有的水源及二氧化碳消失的原因,并帮助科学家理解这颗红色星球历史上的气候变化。MAVEN 发言人解释道:在 5 次“深入探测”变轨后,MAVEN 的轨道低点将会下降到约 125.5 千米的高度,使探测器上的仪器可以搜集从电离层一直到低层大气边缘的数据,还可研究火星表面某些特定地区的大气情况。这一任务为期一年,此后,如果探测器状态正常,它将可以继续工作 10 年!

科学家认为,40 亿年前的火星曾拥有浓密的大气层,且表面

存在大量的液态水。而今天的火星大气却十分稀薄,密度也只有地球大气的1%,表面的液态水已经消失。这之间的过渡阶段一直是个谜。要研究亿万年来火星是如何从一个温暖潮湿的星球变成一个干燥星球的原因,即这些水去了哪里?这些大气又去了哪里?它们是渗透到了岩石中,还是上升到了大气中,或是被迫离开了呢?

在 MAVEN 搭载的八大有效载荷将通过观测磁场、空间粒子等手段,研究火星上层大气与太阳风的交互作用。这些有效载荷具体包括:由美国加利福尼亚大学伯克利分校航天科学实验室研制的,用于测量太阳风和电离层电子的太阳风电子分析仪(SWEA),用于测量太阳风和磁离子密度和速度的太阳风离子分析仪(SWIA),用于测量热离子与中等能量的逃逸离子的超热与热离子成分探测器(STATIC),以及用于研究太阳高能粒子对火星上层大气的撞击情况的太阳高能粒子探测器(SEP)。另外还包括由美国科罗拉多大学大气与空间物理实验室研制的朗缪尔探针与天线和遥感组件即紫外成像光谱仪(IUVS)。前者不仅能够研究电离层属性和逃逸离子的热量,以及太阳紫外线对火星大气的照射情况,还能测量火星上层大气的电子温度、数量、密度,以及低频率电场波的功率;后者则可遥感测量火星上层大气和电离层的特性。而用于专门研究火星上层中性大气的基本结构和成分,测量火星大气元素同位素比例的则是中性气体和离子质谱仪(NGIMS),该设备由戈达德航天飞行中心研制。

除各项探测设备之外,MAVEN 还携带了一份特殊礼物:一张包含 1 100 条人类寄语的 DVD,这些寄语通过竞赛评选而出,其中一条获奖作品就写道:“火星,你如此神秘,我们渴望了解你。”

4. 火星上的大尘暴

尘暴是火星的一个奇异特征,也是火星大气中的独有现象。火星上每年(火星年)都会发生一次令人难以置信的席卷整个火星的大尘暴,小规模尘暴更是家常便饭。大尘暴风速之高在地球上根本看不到。通常,在地球上刮起大台风,其风速达到 60 米/秒已经有地动山摇之感,树可以被连根拔起,马路上的小汽车会像玩具一般被抛向空中。但是,这种风速在火星根本上不了台面,火星风速可高达 180 多米/秒,与之相比,地球风速真是小巫见大巫!这种强烈的尘暴每年都会发生,而且持续时间通常可达 1/4 个火星年,甚至半年以上。尤其在火星的南半球夏至时,由于火星正好处于近日点附近,表面气温更高,即使是极稀薄的火星空气,对流也非常旺盛,常常引发强风卷起漫天沙尘,这种情景就像火星被尘暴完全笼罩。

1971 年,美国发射的“水手 9 号”火星探测器,在飞到距离火星还有一半路程的时候,不幸碰到火星上正在刮红色尘暴,而且是前所未有的次大尘暴。这场巨大的尘暴整整刮了 6 个月,火星表面 70~80 千米的高空均被沙尘笼罩!除了在火星赤道