
火星沙丘藏液态水“拼图”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23114.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

火星沙丘藏液态水“拼图”。

现代火星上有液态水吗？科学家通过祝融号火星车拍摄的照片发现，答案是肯定的。

中国科学院地质与地球物理研究所研究员(以下简称地质地球所)秦小光与合作者分析认为，火星沙丘上的结壳、龟裂等各种水痕就是确凿的证据，而且这些痕迹来自于降霜或降雪，而非地下水。相关研究近日发表于《科学进展》。

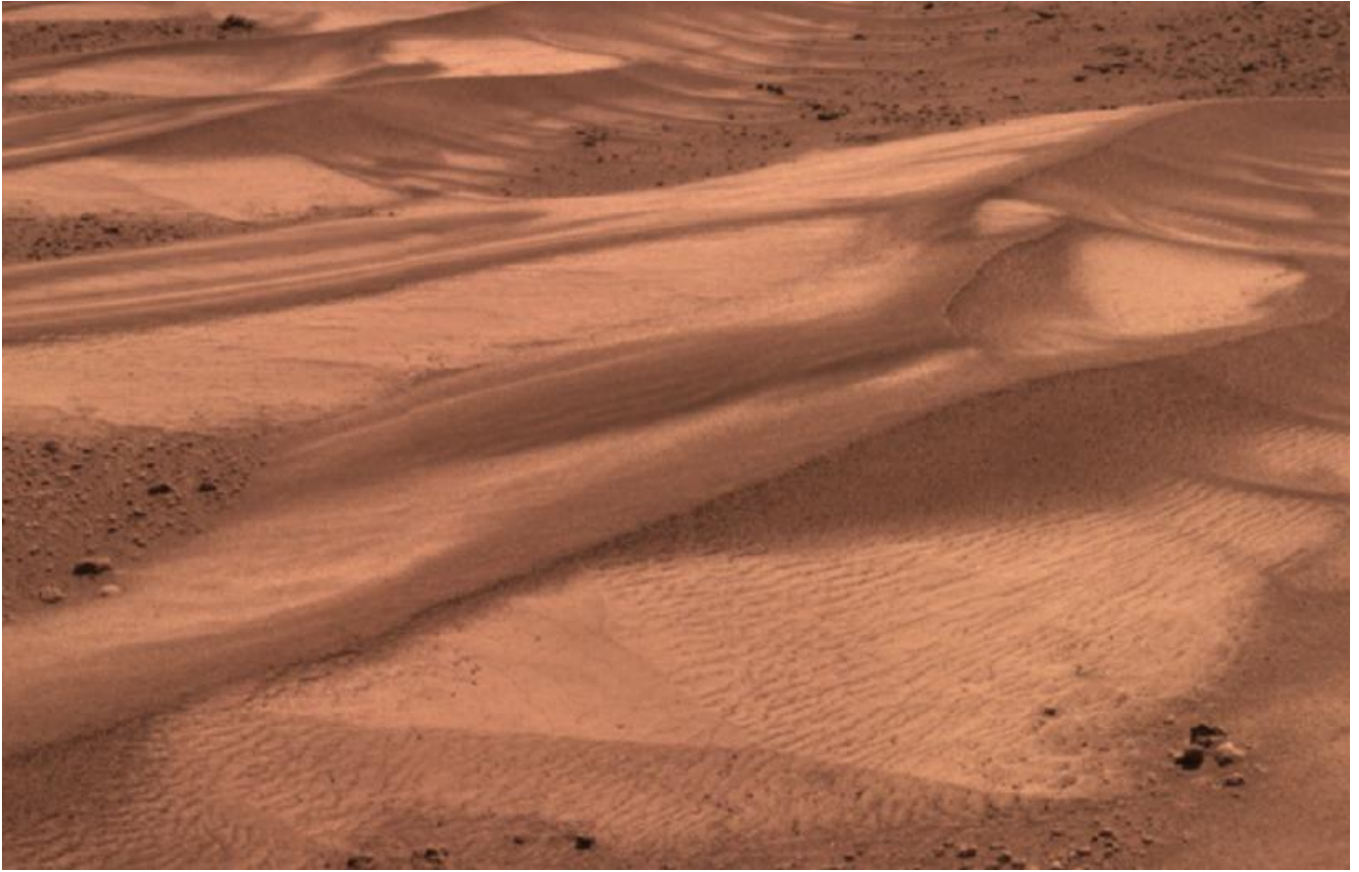
我们的发现填补了在火星低纬度地区液态水地面观测证据的空白，说明现代火星气候可以出现更潮湿的环境。论文通讯作者秦小光对《中国科学报》说。

沙丘水痕

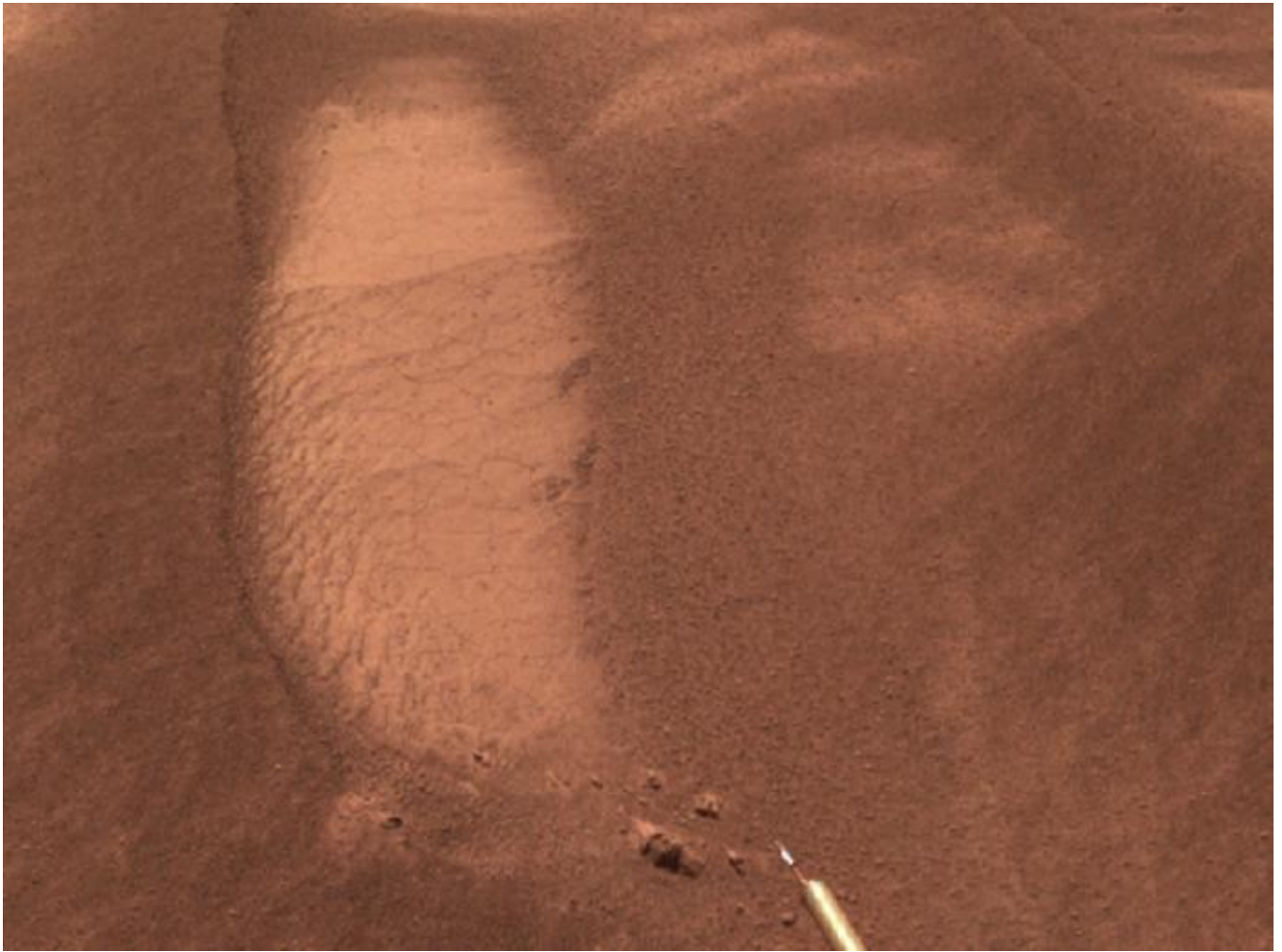
秦小光仍记得，刚拿到第一批祝融号火星车数据时的兴奋感。祝融号着陆区地貌最显著的是沙丘，他与中国科学院国家天文台研究员任鑫查看火星车车载相机传回的照片时惊奇地看到沙丘表面的奇特现象——龟裂和带状痕迹。

这些都是正常沙丘表面不应该出现的形态特征。长期的地貌研究经验让秦小光推断：这极可能是水留下的痕迹。

它们看上去就像地球上一个池塘干涸时留下的岸线痕迹。秦小光向《中国科学报》回忆。



祝融号拍摄的火星沙丘上的水痕。图片来自：地质地球所



祝融号拍摄的火星上的水裂纹。图片来自：地质地球所

寻找与水相关的线索一直是科学家研究行星历史和生命宜居性的一个关注焦点。科学家已经发现，早期火星曾存在大量液态水，但伴随火星早期大气逸散，气候环境发生极大转变，极低的气压和水汽含量导致今天火星上的水很难以液态形式稳定存在，而主要以固态或气态的形式存在。

尽管如此，科学家已经发现现代火星液态水的蛛丝马迹。例如，在火星高纬度着陆的美国凤凰号探测器的机械臂上就曾观测到液滴，科学家认为这说明当前火星高纬度地区夏季可以短暂出现含盐液态水。数值模拟也显示适合液态水存在的气候条件可以短暂出现在当今火星某些地方。

那么，气温最高的火星低纬度地区是否存在液态水呢？着陆点距火星赤道更近的祝融号为回答这个问题提供了契机。

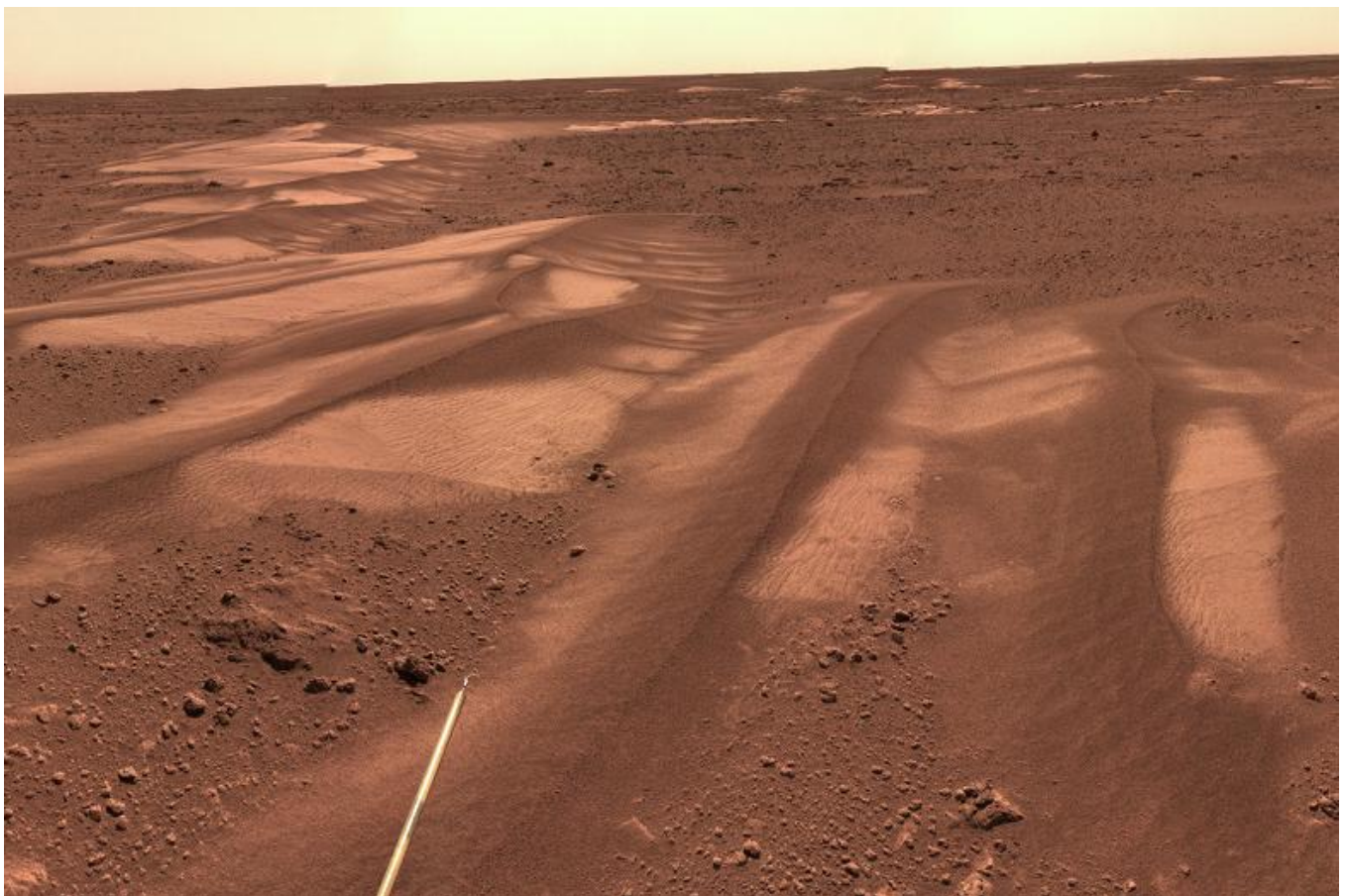
2021年5月，天问一号火星任务搭载的祝融号漫游车成功着陆在乌托邦平原南部边缘(北纬25.066度，东经109.925度)。祝融号工作了350多个火星日，行程约2千米，获得了大量宝贵的科学探测数据。

为分析火星探测任务传回的数据，时任地质地球所所长吴福元院士和首次火星探测任务首席科学家潘永信院士第一时间整合全所各个专业方向的人马，成立火星探测攻关团队，分组对此次任务传回的数据进行挖掘。

研究地貌和环境变化的秦小光被分派负责组织人员开展火星地貌环境方面的研究，他与该所研究员王旭、吴海斌和博士张师豪，联合中科院国家天文台研究员刘建军、任鑫以及中科院大气物理所博士孙咏等20多人开始分析祝融号传回的火星地貌信息。

他们利用祝融号上搭载的导航地形相机、多光谱相机以及天问一号遥感图像，对四个火星沙丘进行了详细观测，首次发现祝融号着陆区的沙丘表面存在结壳、龟裂、团粒化、多边形脊、带状痕迹等表面特征。

进一步研究中，他们发现，根据沙丘形态特征和表面颜色深浅，着陆区沙丘有亮沙，也有暗沙。亮沙表层基本都有结壳、龟裂等与水相关的特征；而暗沙则多存在团粒化结构，团粒比风沙颗粒大得多，用激光将其打碎后，他们发现这些团粒是由沙粒凝结在一起构成的。



祝融号拍摄的火星上的亮沙与暗沙。图片来自：地质地球所

这是如何形成的呢？在火星表面，候选胶结物质有很多，如干冰、水冰、粘土、盐类和其他无机胶结物。根据二氧化碳和水的性质以及祝融号着陆点的大气条件，研究者排除了干冰和水冰作为沙粒胶结物的可能性。而短波红外被动光谱数据显示，沙粒胶结物最可能是含水硫酸盐、蛋白石（含水二氧化硅）、含水氧化铁等成分。

以盐为代表的这些含水矿物作为凝结剂胶结沙粒形成沙粒团，需要水的参与。那么，水从哪里来呢？

推测再推测

据介绍，在火星上，水主要有三个潜在来源：地下水；降霜与降雪；降雨。

根据观测到的现象，研究团队对这些来源一一排查。

假如是地下水通过毛细水蒸发到达火表，水蒸发后，水里的盐就会在地表留下来，形成盐碱。秦小光说，但研究团队并未在沙丘附近的低地看到这种现象，相反结壳却出现在位置较高的沙丘表面，显然地下水的毛细水蒸发不太可能形成沙丘表面的结壳，他们由此排除了地下水的可能性。

而水究竟是通过降霜抑或降雨、降雪的形式到达火表，取决于火星大气的温度和水气压。根据火星气象条件观测，现代火星的大气压和水汽分压极低，基本上不可能下雨。而气温降至零下74摄氏度的霜点后，火星大气中的水汽就会形成降霜或降雪，而降霜和降雪都已在火星上观察到。他们就此推测，着陆区沙丘的表面特征与降温时在含盐沙丘表面的降霜或降雪有关。

根据祝融号携带温度计的不完全观测结合其他国外火星车的观测，着陆点附近最高温度为零下8摄氏度，更低时则可到近零下100摄氏度。如果火星上有液态水，根据地球上的情况，零度就该结冰了。但这个地方仪器却没打出冰的成分，这到底是怎么回事儿？秦小光和团队反复推敲。

根据多年在罗布泊的考察，秦小光认为，当地的盐池也是冬天不结冰，因为高浓度卤水的共晶温度(相较于纯水冰点)更低，而具体的冰点则跟含盐类型和含盐量有关。而沙丘表面富含含水硫酸盐等盐类，气温升高时可在较低温度下导致霜雪直接从固态变为液态。

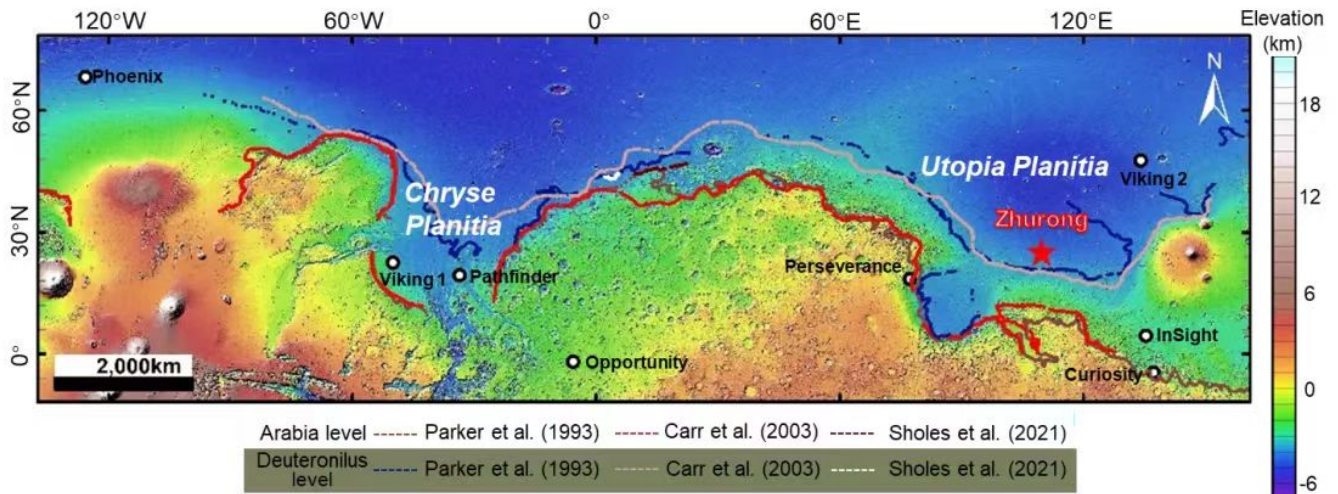
基于此，研究者还给出了沙丘表面特征的演化模型：降温到霜点后形成降霜或降雪，升温时与含盐物质混合的霜雪在较低温度下融化为含盐液态水，随着温度继续升高(每天或季节变化)盐水干燥失水后硫酸盐、蛋白石和铁氧化物等含水矿物胶结沙粒形成风沙团粒、乃至结壳，结壳进一步干燥形成龟裂。后期的再次降霜降雪在结壳上又进一步形成多边形脊和带状水痕等液态水活动痕迹。

这是基于祝融号火星车多源观测数据的一个逻辑十分严谨的假设，为进一步解释和验证该假设提供了指导。该刊国际审稿人、美国布朗大学的James W. Head认为，这种转换发生的温度条件在季节和日时间尺度上都可以满足。

研究者认为，这与火星大倾角活动也是一致的。根据沙丘上陨石坑的统计，他们确定沙丘形成于距今大约40万~140万年前以后。这个时间以来出现过多次火星地轴大倾角时期，火星的轨道倾角(轨道平面与火星赤道面的夹角)与现代类似甚至更大，这时水汽会从极地冰盖向赤道方向的扩散传输，致使火星低纬度地区出现的多次湿润环境，有助于降霜降雪，导致含盐沙丘表面结壳和团粒化，造成沙丘固化并留下液态水活动痕迹的形成模式。

该刊另一位国际审稿人认为，这项研究描述了至多数百万年前火星湿润条件的证据。这些观测结果非常有趣，它们记录的火星低纬地区的特征可能代表了最近更湿润条件的证据。

该研究说明大倾角时期，与现代类似或更潮湿的气候和气象条件曾在火星上出现，允许现代火星低纬度地区多次出现含盐液态水。而小倾角的时候，水汽又从低纬度地区向高纬度地区扩散，然后又回到冰盖那边去了。秦小光说，这个过程跟火星大气的环流乃至水循环都有关系，对理解火星气候演化历史、寻找宜居环境有重要意义。



祝融号着陆点所位于的火星低纬地区。地质地球所供图

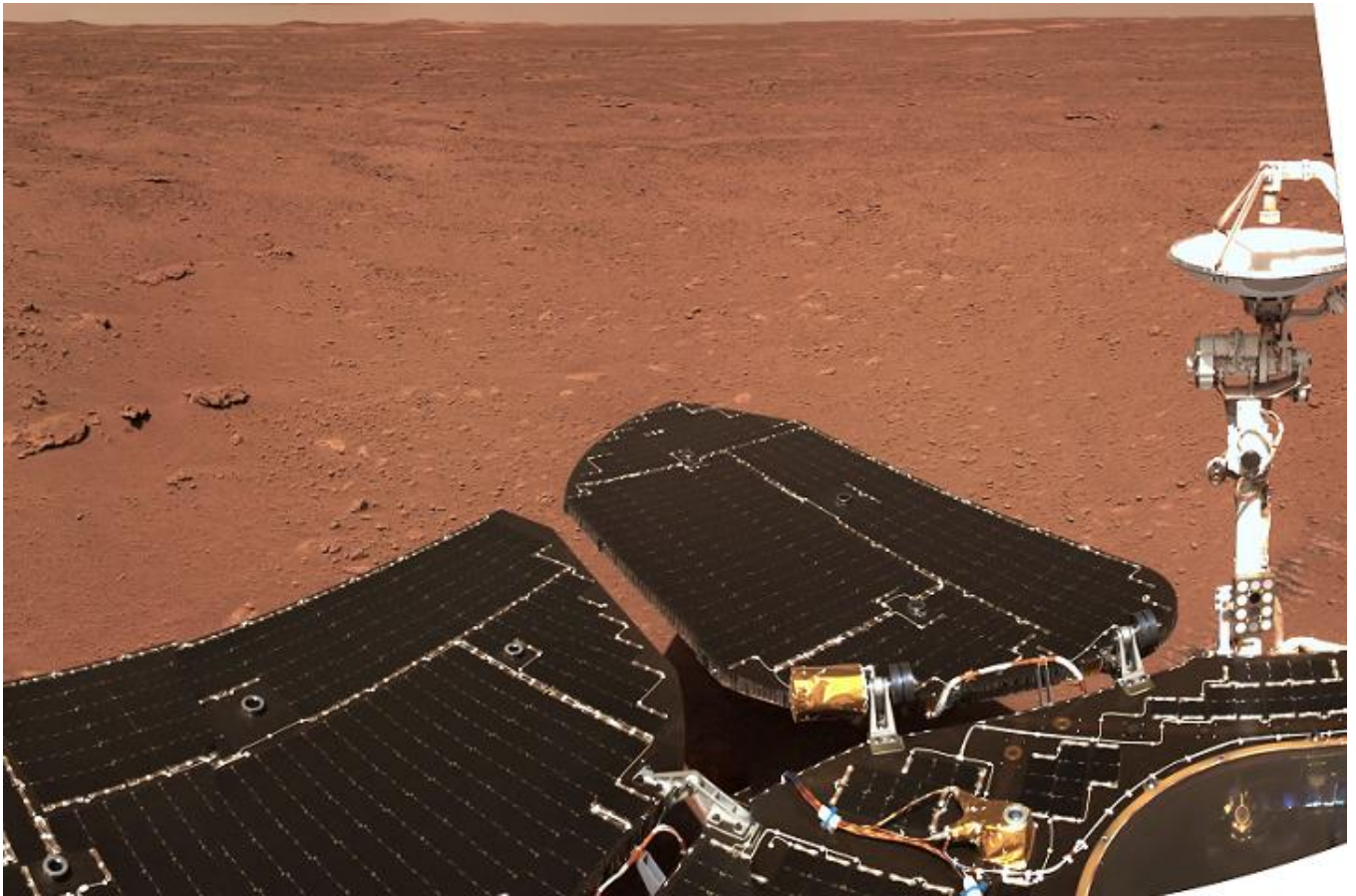
更多未知待推敲

这个研究结果来得并不容易。这是我国首次探测火星，没有前路可循，为了判别照片中每个地貌痕迹，研究团队需要仔细查看每一张图片，用地球上学到的十八般武艺反复推敲火星上的每一个线索形成判断，然后反复确认每一个结论是否站得住脚。

例如，火星上的沙丘为什么有明暗之分？他们发现暗沙丘是覆盖在亮沙丘上形成的。这说明原来的亮沙丘无法活动了。那么，亮沙丘为什么会死亡？他们分析这正是亮沙丘表层的液态盐水干燥结壳后导致沙粒无法移动。当风沙再来的时候，亮沙丘被覆盖，形成的暗沙丘，新的暗沙层在又一次含盐液态水作用下形成团粒化结构。

秦小光介绍，火星亮沙丘的迎风坡和背风坡坡度很小，一般只有几度到十几度，远低于三十几度的常规风沙休止角。而它们的形状都是地球上常见的新月形，而非火星上常见的线状横向风成脊。这些都说明它们曾被改造过。

我国深空探测方兴未艾，从一个现象推导出一个结论，解开更多深空谜题，还有更多科学家走在探索之路上。(来源：中国科学报 冯丽妃)



祝融号拍摄的火星照片。图片来自：地质地球所

相关论文信息：<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.add8868>

作者：秦小光等 来源：《科学进展》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发