

# 迎日凌挑战，与地球失联 祝融号如何平安度过悠长“假期”

航天科技

□都梵

太阳不仅是一个巨大的“火球”，也是一台巨大的噪声制造机。当有天体运行至与太阳、地球同一直线时，太阳发出的强大电磁波便会将天体发出的无线电信号淹没，使得地球无法与其进行准确通信，从而造成暂时性失联。

前不久才庆祝完祝融号登陆火星百日，9月它就失联了？这则看起来有些耸人听闻的消息，实则确有其事。自9月中下旬开始，包括祝融号、好奇号、毅力号等在内的众多火星探测器都陆续与地球失联。

但出现问题的并非是探测器，而是火星即将和地球玩起“捉迷藏”的游戏——它将躲在太阳身后一个多月，对地球避而不见。当然，大家大可不必为此担心，科学家对此早有准备。

失联的「祸首」是日凌

在科幻小说《三体》的开篇中有这样一个情节，主人公叶文洁将太阳当作巨型无线电信号放大器，把地球信号传向了宇宙深处，最终引来了“三体人”。虽然只是科幻故事，但太阳的确每时每刻都在发射电磁波，传输着“信号”。

太阳不仅是一个巨大的“火球”，也是一台巨大的噪声制造机。它发出的电磁波涵盖范围广，从短波的 $\gamma$ 射线、X射线波段，到长波的无线电波段，太阳都兼容并包。因此，当有天体运行至与太阳、地球同一直线时，这种情况通常被称为日凌。此时，太阳发出的强大电磁波便会将天体发出的无线电信号淹没，使得地球无法与其进行准确通信，从而造成暂时性失联。

此次导致祝融号以及环绕器失联的原因便是如此。以太阳为中心，地球公转轨道在内，火星公转轨道在外，形成两个同心圆。而火星公转周期与地球不同，约为687天，因此每隔一段时间，太阳、地球、火星三者便会运行至同一条直线。尤其是当火星运行至太阳身后，与地球分置于太阳两侧时，便会造成显著的日凌影响。

天问一号探测器系统总设计师孙泽洲解释道，太阳自身庞大的体积不仅会遮挡火星探测器发出的信号，其产生的强烈电磁干扰也会使得地球无法在庞杂的背景噪音中准确分辨出火星探测器的信号，从而造成信号接收困难。同时，地球上传至火星的信号也会被太阳电磁波所覆盖，无法准确到达，致使两者之间的有效通信被迫中断。“上行无法进行控制，下行数据也很难有效接收。”孙泽洲还补充道，此时恰巧火星与地球之间距离也达到了最远的3.95亿公里。

日凌不仅会对火星探测器造成影响，其对人们日常生活的影响也时有发生。每年春分、秋分时节，太阳直射赤道，而静止轨道卫星也多运行在赤道上空。此时，太阳、卫星、地球形成一条直线，太阳所发出的电磁波干扰便会影响地球对卫星信号的接收。例如每年春分、秋分前后，世界各地时常会出现电视转播信号不稳定、电视画面出现“雪花”的现象。今年2月，国家广播电视总局便发布了2021年全国主要城市春季卫星日凌时间预告，称在2月25日至3月17日期间，用于我国广播电视节目传输的中星6A、亚太5C等卫星进入日凌期，影响包括北京、上海、杭州在内的多座城市电视信号的接收，持续时间从几分钟至十几分钟不等。

给祝融号放个「长假」

日凌导致火星探测器失联，虽然听起来可怕，但祝融号及其环绕器早已做好充分准备。

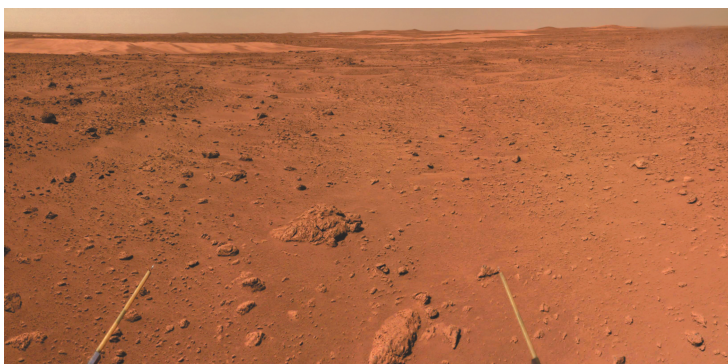
孙泽洲介绍，在日凌期间，祝融号火星车与环绕器将暂停所有科学活动，转入安全模式，静静等待日凌过去。但他强调，安全模式并不意味着完全停止工作。人睡着后，虽然停止了活动，但仍然需要维持身体各项机能正常运转。火星车与环绕器也是如此，如环绕器需要依靠自主控制，保持自身的飞行状态，祝融号火星车也要持续获取能量和进行温度控制等，以保证在日凌结束后能够迅速恢复工作状态。“这个过程中对于探测器自主性的要求可能会很高，因为在一个月甚至更长一点的时间内，需要它们完全自主运行。”孙泽洲说，“我还是比较放心的，相信两器可以平稳度过日凌。”

这种自信很大程度上来源于在过去的一百余天内，祝融号及其环绕器优异的工作状态。“过去的这段时间里，我们已经对两器各个系统硬件、软件的运行状态有了一个全面确认，心里有底。”孙泽洲还提到，在日凌期间，两器自身的工作内容会较往常开展科学活动时更为简单，有助于其在

长时间内保持稳定，“这实际上是处于一种静止等待状态”。

支撑这种信心的另一方面原因，是完备的前期准备工作。北京航天飞行控制中心责任总师崔晓峰提到，通过对火星公转周期、公转轨道等数据的精确计算，早在研制阶段，相关团队便已准确预报了此次日凌的发生时间，并进行了相应准备。例如，除提前设置好相关程序外，在进入安全模式后，祝融号及环绕器还将定期进行自我“体检”，即故障自主检测，发现问题后还可进行故障处理、故障重构等，以保证自身状态平稳。“针对自主运行过程中可能出现的一些问题，我们都进行了提前设计，并且在地面进行过多次测试，基本不用担心。”此外，崔晓峰也提到，失联并非完全没有信号，“三者完全在一条直线上时，可能就没信号。但如果不是完全的一条直线，可能会断断续续有一点信号，我们也会利用非常稀有的信号对两器进行状态监测。”

无论面临什么情况，祝融号与环绕器都已做好充分准备。等待日凌“长假”结束后，它们也将开启新的火星探测阶段。



“祝融号”火星车拍摄的火星表面图片。新华社发（国家航天局供图）

中继卫星或可「破解」日凌困扰

日凌可以说是航天活动中的“常客”。除了此前提到的对赤道上空地球静止轨道卫星造成的影响外，载人航天、探月工程等航天活动也多次受到日凌影响。如2007年11月，嫦娥一号进行绕月探测时，便曾遭遇过短暂的日凌干扰。但凭借青岛地面测控站18米口径的巨大天线，地面控制中心成功在日凌期间对嫦娥一号实施了全程监测，没有发生丢帧与乱码等情况。

但与邻近的月球相比，当远在3.95亿公里外的火星遭遇日凌时，现有通信手段所能起到的作用微乎其微。崔晓峰也指出：“这次日凌是我国历次航天活动中遭遇的时间较长的一次，时间越长，潜在影响就越大。”

未来深空探测的距离将越来越远，日凌真的无解吗？中继卫星或许是一个可供参考的选项。日凌对航天器通信造成影响的根本原因在于，当太阳、航天器、地球三者几乎完全处于同一条直线时，航天器与地球间的通讯信号无法躲开太阳的电磁干扰而到达彼此，但中继卫星或许可以解决这个问题。将其部署在远离太阳电磁辐射的位置，充当航天器与地球之间的“信使”，便可以使信号绕过太阳抵达对方。

类似的设想其实早在嫦娥四号登陆月背时便已实现。当时为了解决嫦娥四号在月球背面无法与地球通信的问题，我国提前发射了鹊桥中继星至拉格朗日L2点——在月背和地球都可以看得到的位置，充当地月间的“传声筒”，使得嫦娥四号可以与地球进行间接通信。而此次天问一号火星探测任务中的环绕器，也同样担负了数据中继的任务，但由于环绕器仍属于绕火星飞行，因此同样无法避免日凌影响。

随着未来深空探测走向更远更深，中继卫星或许有可能成为有效避免日凌影响的重要工具。但崔晓峰也认为，在目前阶段日凌所造成的影响完全可控，“只要做到精确预测、周密准备、精准实施，完全不用过分担心日凌的影响”。

据《科技日报》

“祝融号”火星车。新华社发（国家航天局供图）