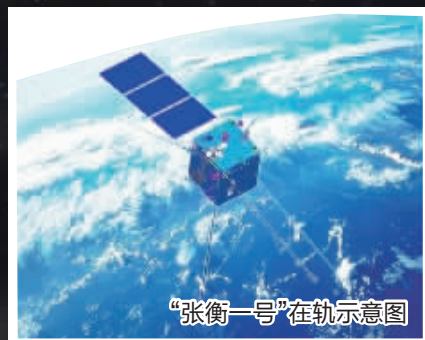


我国首颗观测地震电磁信息的卫星“张衡一号”成功发射，
并成功发回首批科学探测数据

巡天遥探“地动” 人类正在努力“把脉”地球



“张衡一号”在轨示意图

“在 21 世纪的今天，人类文明已经走过 6000 多年历史并迎来第六次科技革命，如果要问还有哪些世界性难题久攻未破，甚至仍在限制人类的想象力？地震预测肯定算一个。

2 月 2 日，我国第一颗观测地震电磁信息的卫星“张衡一号”成功发射。记者 6 日从中国科学院获悉，2 月 5 日 14 时 49 分 44 秒，中科院遥感与数字地球研究所所属中国遥感卫星地面站密云站在第 46 圈次成功跟踪、接收到“张衡一号”卫星的首轨下行数据，至 14 时 58 分 53 秒完成总计 7.68GB 数据的实时接收、记录和



A 人类究竟能否预测地震？

仰望星空，人类拿起“天文”的尺子来看待自己，不免会产生敬畏之感，同样地，面对大地，人类同样会感到“浩渺沧海之一粟”，这不单是因为体积上的巨大差异，更有来自这个庞然大物“发脾气”时的巨大威胁——大地一颤抖，带来的就可能是生与死。

以去年为例，来自中国地震局的数据显示，2017 年我国发生 5 级以上地震 19 次，其中大陆地区 13 次，台湾地区 6 次，最大地震为 8 月 8 日四川九寨沟 7.0 级地震。这些地震共造成大陆地区 37 人死亡，1 人失踪，617 人受伤，直接经济损失 145.58 亿元。放眼全球，2017 年发生 7 级以上地震 8 次，最大地震为 9 月 8 日墨西哥近海沿岸 8.2 级地震。

相应地，地震认知上的一个个空白，加剧了这种威胁：大地究竟为何颤抖，地震究竟能否预测，以及该如何预报，仍是全球科学家面临的巨大挑战。



B 为何要上天“看”地震？

在地球的周围，有着一层薄薄的“壳”，是一个“电子”和“离子”的世界，当受到地壳运动、地面人类活动等的影响时，其中的“电磁波”就会像水中的“涟漪”一样，在等离子体环境里传播。

申旭辉告诉记者，过去几十年科学家发现，他们所监测到的“空间电磁扰动”也就是“电磁波涟漪”，与地震的发生具有明显的相关性：统计意义上，地球上 6 级、7 级以上地震在发生前即孕育过程中，相应区域的“空间电磁扰动”都有可能发生异常。

上世纪 60 年代，苏联科学家分析一颗卫星电磁信号时，发现卫星记录到地震低频电磁辐射前兆现象，称之为“地震电离层效应”。我国在 1976 年唐

传输。之后，喀什站在第 47 圈次也成功实现了“张衡一号”卫星的数据接收。

“张衡一号”卫星主要用于监测全球空间电磁场、电离层等离子体、高能粒子沉降等物理现象。据介绍，“张衡一号”可开展全球 7 级以上、我国 6 级以上地震电磁信息分析研究，总体技术指标达到国际先进水平，部分技术指标达到国际领先水平。中国遥感卫星地面站的密云站、喀什站、三亚站和昆明站负责承担该卫星的数据接收任务。

记者了解到，“张衡一号”卫星是我国民用空间基础设施发展规划中成功发射的第二颗卫星。首发星资源三号 02 星于

“张衡一号”卫星工程首席科学家兼副总师、中国地震局地壳应力研究所总工程师申旭辉说，摆在科学家面前的地震预报难题有“三座大山”。首先是地震事例太少。他说，中国平均每 3 年有两个 7 级地震，全球每年则有 18 个——尽管谁也不愿看到地震发生，但这无法避免，仅从科研角度来说，这样几次的数据连有效的统计分析都不够，不足以帮助科学家形成完整的地震预测科学体系和方法体系。

换言之，地震监测的研究结果难以检验。申旭辉说，强烈地震对于同一地区可能是几十年、几百年或者更长的时间才能遇到一次，对于不同地区，甚至不同时期的孕震过程，机理差异很大，所以，“重复实践”进行检验的机会很难碰到。

其次，地震科学研究的方法和手段受到很多制约。申旭辉说，地震发生在地下二三十公里处，而当今世界上最深的钻孔只有十二公里，科学家们很难去地下“看”究竟发生了什么，“既看不见，也摸不着”。

相应地，现有的地震“观测”均是间接的，人们只能依靠地面的观测资料，对地球内部的情况进行反演和推测，但申旭辉告诉记者，地面的探测站点毕竟分散，又

山地震时，也通过地面雷达系统发现了相应的电离层扰动现象。

申旭辉说，这给人类探索地震发生的机理带来了一丝“难得的光明”。

“张衡一号”正是依据这一原理来运行的。申旭辉说，地震简单来说就是“地壳运动”，这种运动会切割磁力线，也会造成磁力线的扭曲。另一方面，地球岩石的摩擦破裂，会产生电磁波，这些电磁波往大气层传播，将致使大气层的电磁信息发生变化。

事实上，国外利用卫星进行地震前“空间电磁异常”现象的研究已经有多年的历史。赵坚说，此前俄罗斯、法国、美国、乌克兰等国家已经发射过同类卫星，不过均已退役。其中法国的 DEMETER 卫

2016 年 5 月发射成功，也是由地面站负责接收。今后，地面站还将陆续承担规划中的其他陆地观测卫星的数据接收任务。

这颗卫星仍然不能直接预测预报地震。用国防科工局系统工程司副司长赵坚的话说，“‘张衡一号’主要是用于地震前兆信息研究，为未来建立地震监测体系进行前期技术储备。”

尽管如此，在中国的地震预测研究之路上，这颗卫星还是迈出了一大步——有望让我国第一次具备全疆域和全球三维地球物理场动态监测能力。换句话说，中国境内 6 级以上、全球主要地区 7 级以上的地震电磁信息，这颗卫星都有可能“看到”。

很难把全球的地球物理场搞清楚。

第三是理论的更新相对较慢。地震是地球上规模宏大的地下岩体破裂现象，其孕育过程跨越了几年、几十年，甚至更长的时间，因而，不但很难用经典物理学从本质上加以描述，也难以在实验室或者野外进行模拟。

申旭辉说，地震研究的基本理论本身起源于早期的牛顿物理学，而如今物理学发展很快，基础理论学科相互交叉渗透，地震研究迫切需要吸收其他相关学科的理论。

其实，地震究竟能不能预测，科学界长期以来就有争议。

20 多年前，这个问题还曾在我国掀起过一次大讨论。我国地球物理学家、中科院院士陈运泰当时的态度相对乐观——“地震不可预报这样的论断要慎言”，在他看来，自然科学问题必有解决的办法，需要寻找探索新的思路。

申旭辉认为，如今“张衡一号”的发射就是一次新的探索和尝试。正如陈运泰院士所说，“地震预测预报，是世界性难题，但并不是说在这个难题解决之前，地震工作者就什么都不能做。”

星连续在轨运行 6 年半，取得了不小的成功。

法国 DEMETER 卫星计划首席科学家米歇尔·帕罗特教授说，基于这颗卫星的统计研究，可以反映电离层扰动的常规形态，并有助于科学家确定震前的电离层扰动特征。值得一提的是，中法科学家也联合利用这颗卫星的数据发表了大量科研论文，其中大部分是针对震前研究。

而跳出地球来“看”地震，还能突破许多地震研究的限制。比如，填补地面观测台网在青藏高原和海域地区观测的不足。

申旭辉说，在地面上，像青藏高原的极寒地区，现有的地震台网并不能完全覆盖，面积广阔的海洋也观测不到。相应地，卫星上天之后，就可以不受这些自然环境的约束，对全疆域实时观测。



一两颗卫星就能研究地震？

按照赵坚的说法，“张衡一号”真正投入运行后，能够重点监测中国全境，检验卫星电磁监测新技术设备的效能和空间适应性。

具体来说，“张衡一号”可以开展全球 7 级以上、我国 6 级以上地震电磁信息分析研究，总体技术指标达到国际先进水平，部分技术指标达到国际领先水平。

不过，申旭辉告诉记者，对于地震研究而言，指望一两颗卫星远远不够。这一点国外的“先驱者”已经给出了理由。

米歇尔·帕罗特谈及法国的 DEMETER 卫星时说，尽管这颗卫星运行了 6 年，但作为一颗低轨卫星，卫星经过未来震中上空 1500 公里范围内的时间，每天只有 3 分钟，所以科研人员不可能期望能观测到“持续的”电离层扰动。

如此一来，一些电离层扰动很可能“看”不到，这就是单一卫星与地基观测对比中显示出来的主要缺陷。米歇尔·帕罗特说，这也是中国的“张衡”卫星计划要设计多颗卫星的重要之处。

赵坚说，后续，国防科工局将会同中国地震局，开展电磁监测试验卫星即“张衡”系列卫星的在轨测试及相关应用，提升民用卫星对地震监测与应急服务能力，进一步提升天基信息防震减灾服务能力。

他还透露，“张衡一号”及其后续卫星计划已经纳入国家民用空间基础设施中长期发展规划，目前“张衡二号”已经通过可研评估，预计 2020 年发射。

事实上，能够真正对全球实施观测，统计研究全球地震的前兆变化特征，对地震研究者来说是件“极其兴奋”的事。申旭辉告诉记者，也许在他有生之年，也未必能见证“地震预测”真正实现的那一天，但这并不意味着现在的努力就付诸东流。

申旭辉说，一代人有一代的使命，如今有了卫星以及相应的星座计划，可以积累更多有效的、原始的数据，不断探索地震预测新方法——这是他这一代科学家要做的。

据新华网