

火箭发射为什么需要发射窗口？

火箭发射为什么需要发射窗口？

在航天发射直播中，我们经常听到一句话：“本次任务发射窗口为北京时间XX时XX分至XX时XX分。”有时甚至会出现倒计时走到最后几秒却突然中止的情况。很多人可能会疑惑：火箭不是动力很强吗？为什么不能随时起飞？为什么一定要等所谓的“发射窗口”？

其实，火箭发射并不是往上飞那么简单，而是要以特定速度、特定方向进入预定轨道。地球每24小时自转一周，因此发射场在空间中的位置和朝向不断变化。如果目标是一个固定轨道平面，比如国际空间站所在的轨道，那么只有当地球自转使发射场与该轨道平面相交时，发射才在几何上可行。

以美国的肯尼迪航天中心为例，当执行前往国际空间站的补给或载人任务时，必须等到空间站轨道平面经过发射场上空附近的时刻。这个时间通常每天只出现几次，每次可能只有几分钟。如果错过，就只能等待下一次几何条件再次满足。

因此，发射窗口首先是一个轨道匹配时间段。如果不匹配的时间发射，火箭即便升空，也可能无法以合理能耗进入目标轨道。

而且，火箭的燃料也是有限的，地球自转本身可以为火箭提供初速度。在赤道附近，地球自转线速度约为465米每秒。合理利用这部分速度，可以减少火箭所需的推进能量。因此，发射窗口还涉及到能量最优化问题。如果不合适的时间发射，航天器需要额外消耗推进剂进行轨道修正，这会降低有效载荷能力，甚至导致任务失败。

对深空任务来说，这一点尤为关键。例如前往火星的探测任务，必须等待地球与火星在太阳系中的相对位置满足最优转移轨道条件。火星绕太阳运行一周约687天，地球约365天，两者形成合适相对位置大约每26个月一次。

古人眼中的霹雳石，到底是啥？

如你所见，这块普通的黑黑的石头，在唐朝古籍中，古人称它为“霹雳石”，国内又叫它雷公墨。由于南方雷雨频繁，石头经常在下雨天被冲刷出来，古人就认为它是天上的雷公画符遗留的墨块。那它到底是什么呢？



它有一个不太科学的俗称——“玻璃陨石”。学界曾经存在一个误区，认为雷公墨是地外天体落到地球上的陨石。事实上，雷公墨并不来自地外，它就是地球本身的岩石。当地外天体以超高速撞击地球，地表岩石会瞬间熔融并被抛向空中。由于在极短时间内快速冷却，熔体没有足够的时间形成稳定的矿物，最终凝固形成的玻璃物质就是雷公墨。

雷公墨的英文名Tektite（意为“熔融形成的石头”）正是源于这一过程。而“雷公墨”这个名字虽然生动，但并非标准的学术统称。出于严谨，学术界一般将其称为远撞击溅射玻璃，简称撞击玻璃。但黑色的石头有那么多，如何判断它是不是撞击玻璃呢？

绝不能仅凭黝黑的外表，而是主要依据三个物理和化学特征来判断：首先要切记，既然名字里带玻璃，那就说明它几乎完全是由天然的玻璃所构成的。玻璃态物质的最大特点是非晶质，内部原子排列杂乱无章，没有类似矿物的、规律的晶体结构。

其次，撞击玻璃的结构水含量极低。结构水是指进入玻璃内部结构的水，主要以OH⁻、H⁺等离子形式存在，而非岩石表面的吸附水。对于地球上由火山活动形成的天然玻璃，结构水含量通常高于1%（质量百万分比），相当于100千克的火山玻璃中，经高温熔融可释放出1千克以上的结构水。而撞击玻璃的结构水含量一般远低于0.04%，100千克的撞击玻璃连40克的水都烧不出来。

最后就需要上点化学手法喽~要看撞击玻璃中的铁元素。撞击玻璃中的铁元素以二价铁为绝对主体，三价铁占比极低。地外天体以超高速撞击地表，会产生极高的

压力和温度，形成强还原的氛围，将岩石中原本的三价铁快速还原为二价铁。同时，熔融物被抛射至高空后极速冷却，没有时间与大空气中的氧气发生氧化反应，最终固定了二价铁为主的价态。与之相比，火山玻璃在地表的有氧环境中缓慢冷却，三价铁占总铁的比例显著更高，和撞击玻璃的铁元素价态差距明显。

我国首个百万方级盐穴储氢工程投产！

4月25日，我国首个百万方级盐穴储氢示范工程在河南省平顶山市投产运行。该项目

的落地投用补齐了氢能大规模、低成本储能关键短板，标志着我国氢能“制-储-输-用”正式迈入产业化新阶段。

该工程由中国科学院武汉岩土力学研究所与中国平煤神马集团共同实施。团队通

研究下水的沸点），其内部水分子的动能极大，极易发生蒸发——而食用油的烟点（也就是油开始分解并“冒烟”的温度，它比食用油的沸点更低）一般在200℃左右，区区100℃“低温”，根本无法让食用油分解或蒸发。

过精细化选址选层方法，精准确定1418米钻井深度，主导建成水溶体积超3万方的盐穴腔体，主导完成150万标准立方米氢气储存，成功实现了我国盐穴大规模储氢工程实践。

该工程实现多项技术突破——首次利用层状盐岩建成储氢库，厘清氢气在超低渗岩盐中多尺度运移规律，形成盐穴储氢库精细选址选层关键技术，验证了层状盐岩储氢的长期密封性与工程可行性。

本次工程还攻克了临氢材料腐蚀、设备密封等瓶颈，研制出抗氢脆套管及高密封性井口装置等，关键核心设备100%国产化，构建了自主可控的地下氢能储备技术体系。

团队首创“地表-井筒-腔体”天地空一体化安全监测技术，实现了地面氢气浓度、井筒振动信号、气水界面深度、腔体地震信号等全方位实时预警，保障工程安全稳定运行。

作为我国首座盐穴储氢库，该工程首次验证了我国地质储氢技术可行性，为“十五五”期间破解氢能大规模储备瓶颈提供成熟技术路线。

这里有个关于蒸发的小知识：蒸发是只在液体表面进行的。因此，油膜的存在让热汤中的水分子无法顺利逸散到空气中，阻断了蒸发过程。而一旦失去了油膜的阻挡，大量高动能的水分子瞬间从表面挣脱束缚，发生剧烈的蒸发，变成高温水蒸气逸散出来。

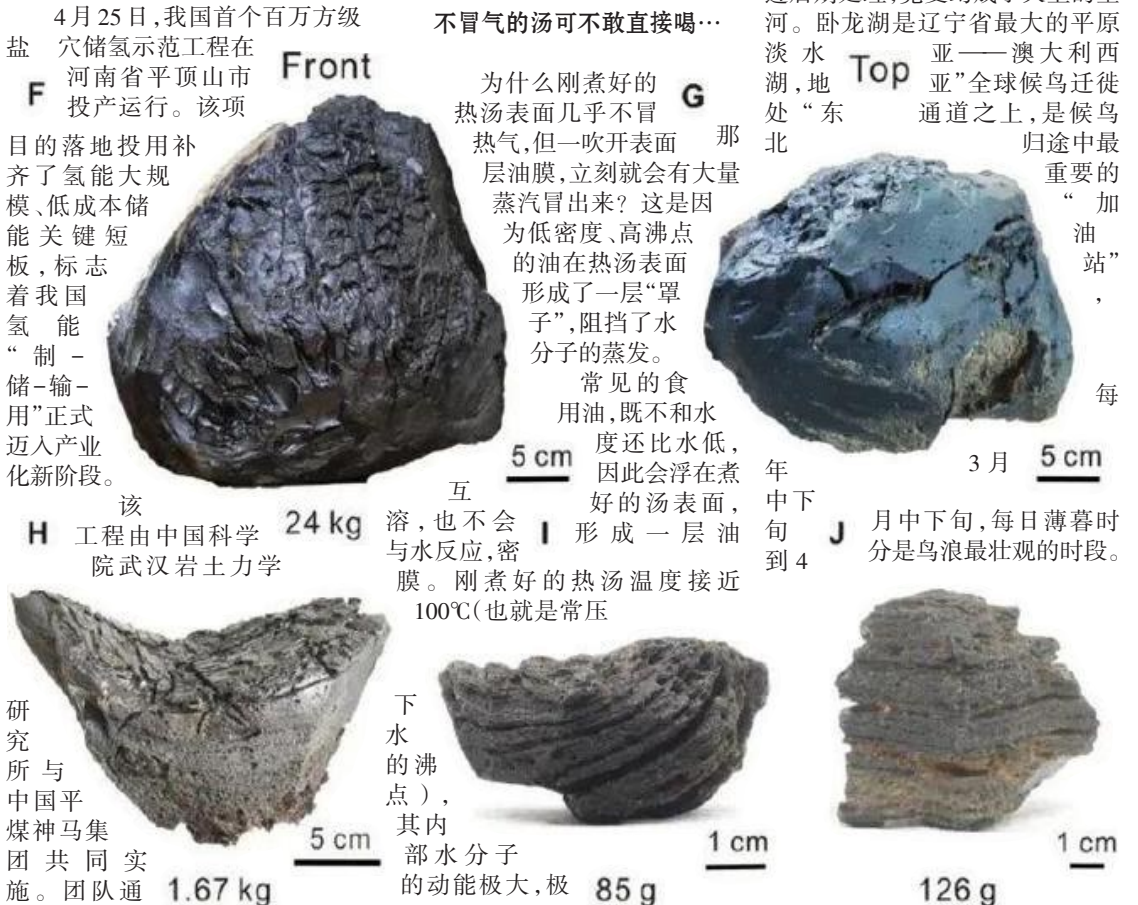
不过，水蒸气本身是不可见的。当大量涌出的高温水蒸气遇到外界温度较低的空气，会在冷空气中迅速液化，凝结成无数小液滴悬浮在空中——这才是我们肉眼看到的“蒸汽”。

浮于表面的油膜阻碍了水分子的蒸发，俗话说“不冒气的汤最烫人”，原因正是如此——下次看到不冒热气的汤，可要仔细看一看表面是否有一层油膜，免得被烫伤~

你见过会飞的“银河”吗？

摄影师在辽宁沈阳卧龙湖拍下了一段鸟浪翻飞的绝美画面，经过后期处理，竟变幻成了天上的星河。卧龙湖是辽宁省最大的平原淡水湖，地——澳大利西——“东”——“加”——“油”——“站”，

年3月中下旬到4月中下旬，每日薄暮时分是鸟浪最壮观的时段。归途中最重要的“加油站”，



与岩石对话三十年 为超级地下工程装上“安全芯”

从青藏高原墨脱公路嘎隆拉隧道到黄海之滨胶州湾第二海底隧道，中国科学武汉岩土力学研究所总工程师陈卫忠研究员三十年来与岩石为伴，破解大地深处的“密码”，让危险岩土变得“听话”，为国家重大工程筑起坚实安全屏障，用行动诠释了“把论文写在祖国大地上”的科研初心。

读懂岩石“语言”，把实验室搬到工程一线

陈卫忠常说：“岩土不是冰冷的石头，而是有‘脾气’的生命体。”1997年参加工作以来，他拒绝“纸上谈兵”，将办公室搬到工地板房和矿井隧道。在平均海拔4000多米的青藏高原，他带领团队研发“寒区隧道状态智能感知系统”；在东部平原深部巷道，他在现场长期观察只为摸清

软岩变形规律。2006年西藏墨脱公路建设中，面对狭窄险峻的山路和随时可能滑落悬崖的风险，团队坚守两个月，攻克了世界首条跨越两个气候带、在现代冰川修建隧道的技术难题。

破解工程难题，研发两大“神器”

针对软岩隧道变形难题，陈卫忠团队研制出高精度监测系统，如同给隧道装上“神经末梢”，实时感知岩体变形的微小应力变化；针对TBM施工卡机问题，研发的预警系统和脱困技术在多个重大工程中应用。面对地震威胁，团队创新提出强震区地下工程抗错断铰接设计方法，研发的新型减震材料能像“海绵”般吸收地震波和断层错动能，为隧道穿上“抗震铠甲”，在天山胜利隧道、汕头湾海底隧道、胶州湾海底隧道等工程中成功应用。

成果落地，守护国家重大工程

陈卫忠的科研成果已应用于近百个重大工程：穿越江河的武汉长江隧道、南京扬子江长江隧道，穿越海峡的厦门海底隧道、胶州湾第二海底隧道，穿越高山的西藏嘎隆拉隧道、天山胜利隧道，以及走向世界的巴基斯坦NJ引水隧洞、SK水电站等。其研发的软岩大变形灾害控制缓冲层成套技术体系，破解了长期困扰工程界的难题，相关技术被中央电视台《大国基石·第二季》重点报道，荣获国家科技进步奖二等奖2项、省部级科技进步奖一等奖多项。

培养青年人才，发挥先锋模范作用

“一个人的力量撑不起学科发展，培

养青年人才才能让领域永葆活力。”陈卫忠始终重视人才培养，作为团队带头人，他以身作则带领青年人才深入工程一线，让他们在解决实际问题中快速成长。如今，一批青年科技人才已成为岩土学领域的中坚力量。

展望未来，向更深更广领域进军

随着“十四五”规划即将收官，“十五五”新征程即将开启。陈卫忠带领团队聚焦深地工程、能源地下储存等前沿领域，准备迎接更复杂的挑战。他表示，“科研为工程服务，工程需要什么就研究什么。”三十载与岩共舞，他为地下工程筑起安全“长城”。未来，他将继续向更深未知进军，守护“大国工程”安全。最令他欣慰的不是获得奖项荣誉，而是参与设计的隧道通车多年后依然安全如初。