

航天员为什么要进行洞穴训练

你知道吗？漆黑、湿冷、伸手不见五指，蜿蜒曲折的洞穴却能“复刻”太空级考验。近日，我国28名航天员在重庆市武隆区平均温度8℃、湿度99%的洞穴中，完成了为期6天5夜的训练。什么是洞穴训练？都包含哪些内容？开展洞穴训练有何目的？我国还有哪些新的航天员训练方法和技术？

什么是洞穴训练

洞穴环境与太空极端条件有相似之处，比如隔离、幽闭、高风险等特征。据了解，为打造贴近太空极端环境的训练场地，中国航天员科研训练中心赴广西、湖南、重庆等7个省区市，对十余处洞穴开展实地考察，综合考量训练挑战性、地质稳定性和基本生存环境安全性，最终选定重庆市武隆区一处洞穴作为训练场地。

中国载人航天工程航天员系统副总设计师、中国航天员科研训练中心吴斌介绍，本次训练，组织航天员完成了既定的洞穴探索、科学研究、物资管理、生活保障等任务。其间，航天员要经历极窄通道穿行、断崖攀爬垂降、长期湿冷刺激和极限体能考验，还要克服黑暗恐惧、感知剥夺等诸多挑战。

地球版“太空特训”有哪些内容

训练期间，航天员们以7人成组的形式，按照真实太空的任务节奏，展开了洞穴探索、环境监测、模拟天地通信等十余项高强度科目。

支洞探测 在6天5夜里，航天员每天需完成一次长达数小时的支洞探测，堪比一次高强度的出舱活动。他们不仅要运用绳索技术攀爬垂降断崖、匍匐通过极窄通道，还需在巨大体力消耗的同时，独立完成洞穴测绘、数十种环境参数监测、微生物与沉积物样本采集等科学任务。

训练中，教员还会发放精心设计的“隐藏任务”：比如突然被告知有“队友受伤”，考验应急决策；或是完成“特殊材料转移”——在崎岖狭窄的洞道中，团队协作转移一个开口的水瓶，水一滴都不能洒。这些瞬间，将团队默契与应变能力考验到了极致。

心理行为训练 心理行为训练是此次洞穴训练的核心目标之一。

在极端密闭隔离的环境中，航天员面临着感知剥夺、风险不确定性和社交受限等多重核心心理挑战。有航天员坦言，初期最难熬的是“湿冷”，半夜常常被冻醒；中期则会出现“时间错觉”，感觉才到下午，实际已近傍晚。

在训练过程中，中国航天员科研训练中心对航天员进行持续心理观察与测评，获取了人体在极端环境中的心理状态发展变化的数据。这些数据对于

未来空间站长期飞行载人登月任务的航天员的心理保障体系的建立，会提供非常重要的数据支持。

丛林训练 此次训练还同步完成了每期2天的丛林训练，采用“压茬交叉推进”的组训模式，洞穴训练与丛林训练无缝衔接，高效完成了全部内容。据介绍，丛林训练的设置科目主要包括三部分：求救联络，航天员利用配备的有限的物资设备，能够让外界发现他们；维持生命，一旦救援部队不能及时赶到的时候，航天员要想尽办法利用自己所学的知识技能，在配备有限的工具的基础上能够维持生命；确保安全的情况下，走出丛林去跟搜救力量汇合。

开展洞穴训练有何目的

“此次训练旨在提升航天员的危险应对能力、自主工作能力、团队协作能力、应急决策能力、科学考察能力、身体耐受能力和极端环境心理韧性。”吴斌说，“这也是对航天员的一次综合性考核。”

曾参加过欧洲洞穴训练，并在这次训练中担任训练指挥之一的中国人民解放军航天员大队航天员叶光富表示，我国此次洞穴训练更注重激发航天员自主能力，通过减少洞内保障干预、强化心理监测与支持，为未来太空飞行积累了宝贵经验。

据中国航天员科研训练中心航天员教员江源介绍，心理韧性是航天员在太空飞行中的重要素质。洞穴是极端密闭隔离的典型场景，它的核心心理挑战是感知剥夺、风险不确定性、社交受限隔离。此次训练对极端环境下航天员心理状态的研究与干预，具有重要科学价值。训练中通过心理状态跟踪测评、团体心理支持等技术方法，不仅帮助航天员顺利适应洞穴环境，更积累了大量极端环境下人体心理变化的数据。这些数据将为未来空间站长期任务、载人登月任务中的航天员心理保障体系建设提供重要支撑。

“洞穴训练环境封闭、地形复杂，既模拟了深空探索的孤独与未知，也考验着身心极限，这段经历让我们更深刻理解协同配合的重要性，也进一步锤炼了应急处置与心理抗压能力，为后续任务积累了宝贵经验。”受训航天员朱杨柱说。

我国还有哪些新的航天员训练方法和技术？

据了解，近年来中国航天员科研训练中心根据载人航天发展建设新需求，优化完善航天员训练体系，不断拓展训练项目与内容，持续研发新的训练方法和技术，如出舱活动在轨混合现实训练设备、视动矛盾跑台训练技术、视觉频闪训练技术、深空极限心理耐受能力训练系统等。该中心还积极推动人工智能技术在航天员训练中的应用研究，以更全面、高效锻炼提高航天员执行任务的能力。

此外，在训练机制创新方面，该中心充分发挥有飞行经验航天员的传帮带作用，通过专项培训、严格考核和资格认证，选拔一批经验丰富、能力过硬的航天员担任飞行教官，将太空飞行中的实践经验融入理论教学与实操指导，推动训练质量和水平持续提升。

据科普中国



2025年12月，航天员在洞穴训练中艰难爬过狭窄通道。

腿上的淤青为什么会变绿、变黄

如果不小磕到了膝盖，接下来的几天里，你的皮肤上往往会上演一场色彩斑斓的“灯光秀”。那块淤青最初是鲜红色的，随即变成深紫，几天后边缘竟然泛起了诡异的青绿色，最后褪成淡淡的枯黄。

面对这块像调色盘一样的印记，大多数人早就习以为常，只等着它慢慢消退。但你有没有好奇过：我们的血液明明是红色的，为什么最后会变魔术一样变出绿色和黄色？其实，这些颜色的流转，本质上是你的免疫系统正在进行一场肉眼可见的精密“拆解与回收”行动。

故事的开始通常是一次猛烈的撞击。皮下的毛细血管破裂，原本在血管里飞驰的红细胞冲出护栏，渗漏到了周围的疏松结缔组织中。最初的鲜红，是红细胞还携带着满满的氧气。但很快，随着氧气被周围组织消耗殆尽，红细胞中的血红蛋白发生脱氧反应，颜色随之转变为暗淡的蓝紫色。这就是我们最熟悉的“乌青”状态。

此时，对于身体来说，这些滞留在组织间隙里的红细胞已经不再是运输工具，而是必须尽快清理的“违章车辆”。于是，体型巨大的巨噬细胞像清道夫一样游向伤处，开始“吞掉”并拆解这些红细胞。

正是在这个拆解过程中，生化反应的“调色魔法”开始显现。

红细胞的核成分是血红素。在巨噬细胞内，血红素被一种特殊的酶（血红素加氧酶）“剪断”，分解过程中会产生一种副产物——胆绿素。

没错，这种物质和让胆汁呈现绿色的色素是同一种东西。正是它，让你的淤青在受伤后的第5到7天左右，呈现出一种独特的青绿色。这并不是伤口发炎，而是红细胞被成功“拆解”的标志性颜色。

紧接着，流水线进入下一道工序。在另一种酶的作用下，绿色的胆绿素被进一步代谢，还原转化为胆红素。胆红素呈现出明亮的黄色。这也是为什么在受伤10天左右，淤青的边缘会像落叶一样变黄。到了这个阶段，意味着大部分的细胞碎片已经被清理干净，身体正在做最后的扫尾工作。

最终，这些胆红素会被血液带回肝脏处理，而从红细胞里拆解出来的宝贵的铁元素，则会被身体重新储存起来，用于制造新一批的红细胞。

所以，那一块块红绿黄交错的淤青，其实是身体极其“抠门”的表现。它舍不得浪费一点点资源，利用一套精密的生化酶系统，将一场皮下的“车祸现场”转化为了可回收的原材料。当那抹淡淡的黄色最终消失时，也就是这场微观的资源回收工程圆满竣工的时刻。

本报综合报道

