

# 神舟十二号载人飞船“四步”重返地球

□ 科普时报记者 付毅飞 操秀英

9月17日13时30分许，神舟十二号载人飞船返回舱反推发动机成功点火后，安全降落在东风着陆场预定区域。三名航天员聂海胜、刘伯明、汤洪波顺利返回地球，神舟十二号载人飞行任务取得圆满成功。

从6月17日升空到9月17日顺利返回，神舟十二号“太空3人组”已在空间站组合体工作生活了90天，刷新了中国航天员单次飞行任务太空驻留时间的纪录。

跟三个月的发射升空一样，神舟十二号载人飞船的返回吸引了公众的广泛关注。从飞船与核心舱分离到最终返回地面，航天员经历了20多个小时的时间。那么，神舟十二号航天员重返地球总共需要哪些步骤呢？

全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩告诉记者，简单地说，飞船返回地面是飞船脱离原来的飞行轨道，沿一条下降的轨道再入地球大气层，通过与空气摩擦减速，安全降落到地面上的过程。

庞之浩介绍道，飞船的返回可分为以下四个阶段。

第一阶段是制动减速。要使飞船返回

地面，必须降低飞船的飞行速度，改变飞行方向，使其脱离原来的飞行轨道，进入下降飞行的轨道。

具体过程是，飞船在太空运行最后一圈时，地面向飞船发出返回指令，飞船随即调整姿态，相对前进方向向左偏航（逆时针转）90°，变成横向飞行状态，这是第一次调整姿态；随后轨道舱与返回舱以1—2米/秒的相对速度分离；然后返回舱与推进舱组合体再向逆时针方向转90°，使推进舱朝前，这是第二次调整姿态。达到这种制动姿态后，飞船推进舱上的发动机点火工作，使飞船降低速度，进入到返回地球的轨道。

第二阶段是自由滑行。返回舱与推进舱组合体离开原来的运行轨道后，就以无动力飞行状态自由下降。当返回舱与推进舱组合体高度降至距离地面140千米时，推进舱和返回舱分离。推进舱在大气层时烧毁，返回舱继续下降，并消除两舱分离时产生的返回舱姿态分离干扰，建立正确的再入姿态角（速度方向与当地水平面的夹角），准备再入大气层。

这个角度必须精确地控制在一定的范

围内，一般为1.5°—1.7°，返回段的航程需要13000千米，如果返回舱的再入姿态角太大，返回舱在再入大气层时会由于速度太快，而使最大过载超标，人受不了，返回舱甚至会像流星一样在大气层中烧毁；如果再入姿态角太小，返回舱会从大气层边缘擦边而过，无法返回。

第三阶段是再入大气层。返回舱在距离地面100千米时开始再入大气层。返回舱以7.9千米/秒的速度再入大气层时，会与大气产生剧烈摩擦，使返回舱变成了闪光的火球，周围产生的等离子气体层，屏蔽了电磁波，这时返回舱表面和大气层摩擦形成“黑障”，使返回舱暂时与地面失去联系，直到距离地球约40千米处时黑障消失，返回舱与地面的联系又恢复了。

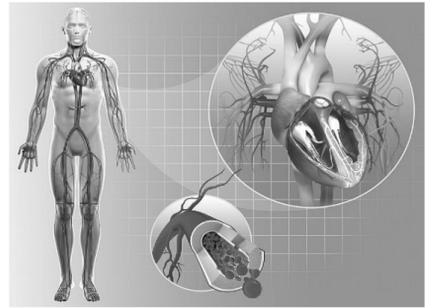
在再入大气层的过程中，从再入大气层到20千米高度期间，返回舱通过对飞船侧倾角的变化（配平迎角约为20°）来实现返回升力控制，使返回时的过载不大于4个G，而且可以比较精确地返回到着陆场。飞行高度约为20公里时，返回舱升力控制结束。

第四阶段是回收着陆。在距地面约10千米时，回收着陆系统开始工作。它先打开伞舱盖，然后依次拉开引导伞、减速伞、主伞和主降落伞。其中减速伞可把返回舱的速度从200米/秒减至80米/秒，主降落伞可把返回舱的速度从80米/秒减至6—8米/秒。

“返回舱降到一定高度还要抛掉隔热大底，以便露出底部的反推发动机。在距地面1米左右时，4台反推发动机点火，使返回舱以大约3米/秒的速度软着陆，保证航天员着陆时的安全。”庞之浩说。

返回舱安全着陆后其标位系统开始工作，指示自己所在位置，以便搜救救援系统及时发现目标。

庞之浩补充道，此次任务中，为了能快速准确地找到返回舱，航天五院510所新研制了国际救援定位标，它集定位信息获取、数据处理、编码调制发射于一体，具有高定位准确性，可实现紧急状态下救援的可靠性和实效性。“这种信标信号符合国际通用标准，能够被岸站遍布世界各地的全球海事卫星搜救系统所识别，从而确保搜救人员能够快速找到返回舱。”



视觉中国供图

“心脏推动着血液在全身循环”，在今天看来是非常简单的真理，数百年前却令人迷惘困惑，对血液循环的研究成为生理学的开端，也翻开了医学史上崭新的一页。

古罗马的大医学家盖伦在解剖尸体时发现，血液几乎全部在静脉，而动脉是空的。这实际上是因为人死的时候交感神经兴奋，动脉血管收缩。盖伦就以为动脉是运输空气的，静脉才运输血液，血液从心脏流到静脉，再从静脉运行到全身。他还认为，血液是肝脏源源不断地产生的，流经心脏的时候变成了“精气”，流经脑的时候变成了“灵气”。这些错误的理论统治医学界一千多年。

16世纪，欧洲文艺复兴促进了科学的发展。比利时医生维萨里和西班牙医生塞尔维特都对盖伦的理论提出了质疑，但正式揭开血液循环奥秘的是英国医生、伦敦皇家科学院院士威廉·哈维。哈维在1628年出版了一本仅有72页的小册子《关于动物心脏与血液运动的解剖学研究》。这本书用无可辩驳的实验依据、严密的逻辑推理推翻了盖伦的学说，提出了血液循环的理论，被誉为“生理学的开山之作”，与《天体运行论》《关于托勒密和哥白尼两大学说的对话》《自然哲学之数学原理》等著作一样，成为科学革命时期，以及整个科学史上极为重要的文献。

哈维的老师是发现静脉瓣的佛罗伦萨人，他的密友是杰出的自然科学家和哲学家培根，后者关于实验在科学上的作用的观点给了他很大的启发。哈维通过定量分析的方法指出盖伦的学说有很大的漏洞：人的心脏两个心室的血量约为两盎司（1盎司=28.35克），每分钟约跳动72次，一小时心跳4320次，排出血液8640盎司，约3倍于人体重量。如果血液不是在人体中循环流动，这么多的血液从哪里来，又到哪里去呢？

哈维设计了一系列实验来观察血液的流动。他把一条活蛇的腔静脉结扎，跳动着的心脏中的血液很快排空，而如果结扎的是主动脉，心脏中不久就会充满血液。这说明血液从静脉中流向心脏，从动脉中流出心脏。他还把被试者的手臂绑紧，如果绑得很紧使动脉中的血流受阻，结扎处下方（远心端）的肢体就会苍白无血，而结扎处上方（近心端）的肢体则会充盈着血液。如果绑得不太紧而只阻断静脉，结扎处下方的肢体还是能够触及脉搏（动脉中有血），结扎处下方静脉中的血液更加充盈，表明血液是从动脉流向四周再进入静脉流向心脏。

哈维在1616年的伦敦皇家学会中提出了血液循环的观点，其后又用了12年时间在对十种动物上进行实验，并在1628年出版了划时代的《心血运动论》。他的结论可以归结为：血液是循环着的；动脉在四肢及身体的远隔部位移行为静脉；动脉是心脏输出血液的血管，静脉是运输血液回心的血管；心脏的跳动是血液循环的唯一动力。

用现在的观点来看，哈维的血液循环学说不完美无缺的。比如，当时没有显微镜，看不见毛细血管，并不清楚动脉与静脉之间是如何联系的；他未能发现血管的收缩性，把它们看作机械的管道；他也忽视了呼吸、运动等因素对于血液循环的推动，把血液循环的动力全都归功于心脏的泵血功能。但是在当时的条件下能够获得心血运动的真知实属不易，无论给予多高的评价都不过分。哈维对血液循环的发现使生理学正式成为一门科学。生理学阐释人体及动物各器官各系统的功能及机制，在此基础上科学家又逐渐建立了病理生理、病理解剖等学科。这些学科对人或动物机体的研究以实验为手段，是近代医学的基础所在。

（作者系华中师范大学副教授、湖北省生理学会理事）



## 血液从哪来到哪里去

□ 王欣

## “旅居”三个月 益生菌“搭车”去太空试验

□ 科普时报记者 魏依晨

来自云南的22株乳链球菌，与航天员一同进入太空3个月并于9月17日返回地球。

神舟十二号载人飞船2021年6月17日9时22分飞向太空，成功进入天宫空间站。22株乳链球菌与航天员一同进入太空，其中11株已进行国家菌株专利登记保藏。

益生菌随“神舟”飞天，在普通人看来是件新鲜事儿，而对专业人士来说，把太空当作“实验室”，无论从科研角度还是乳业发展角度，都有着重要意义。

益生菌可改善宿主（如动物或人类）肠内微生态的平衡，并对宿主有正面效益的活性微生物。时至今日，益生菌种类繁多，能满足不同年龄段人的需求，科学、适当补充对人体有益。

益生菌对生存环境要求极为苛刻：抗

过敏益生菌主要以双歧杆菌和乳杆菌作为主要菌种，其中双歧杆菌属于厌氧菌，对氧的敏感性较强，最适合生长在37—41℃的环境中，pH值应保持在6.5—7.0；乳杆菌属于微厌氧菌，比较适合在5%—10%氧化还原环境中生长，最适宜的生长温度在30—40℃，pH值应保持在5.5—6.2。

华润江中制药集团有限责任公司益生菌，曾参与长征5号B火箭相关太空试验。该公司研发部总经理刘文君介绍说，益生菌是从大自然中分离出来后保藏再进行鉴定。分离出来后的益生菌，在低温环境下会处于休眠状态，冻存在安徽管中放置于零下80℃的冰箱内，长的可存活二三十年，有的则会短些。

“太空中微重力的环境和辐射都会导致益生菌发生变异，让其富有特定功能。”刘文君说，益生菌在太空环境里需

要一定辐射剂量去诱变。“与飞行的距离和时间都有关系，时间、距离越长辐射越大。”

“菌种的变异是一个十分漫长的过程，在地球环境中几百年才会出现变异，但在太空或许几天就能实现，借助太空能加快育种步伐。”上海奶协专家曹明认为，益生菌“上天”是具有科学探索价值的“搭车”试验。

为何将益生菌送上太空做试验？事实上，由于国内乳酸菌产业相对起步较晚，目前国内乳品企业生产酸奶大多使用进口品牌的乳酸菌菌种，菌种采集、培育、分离技术都由外国企业垄断。云南省乳制品发酵工程技术研究中心主任马万平说，本次参与中国载人航天工程太空育种科研项目，就是为了利用太空特殊的环境诱变作

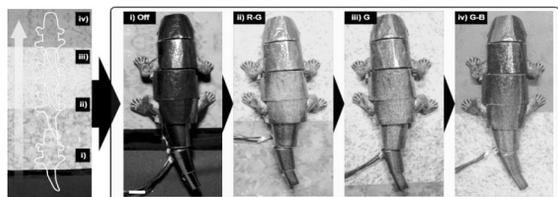
用，使菌种产生变异，再返回地面培育微生物新菌种，促使我国益生菌菌种选育取得一些突破。

此次“上天”的菌种来自皇氏来思尔乳业。在培育“民族芯”菌种之后，该企业并没有停止对于菌种的探索，现已从云南本土采集多样性微生物1008个样本中筛选出10400株本土原生代菌株，已对8040株菌种经16SrRNA测序鉴定，有50多株具备开发潜质。

“菌种进行空间育种返回后，我们会对菌株进行发酵特性、风味特性、具有益生功能的代谢产物及遗传稳定性等方面进行针对性的筛选，以获得更优质的乳酸菌菌种，通过研究具有不同特性的菌株间的共培养发酵系统，开发出更具有特色化、适合中国人体质的产品。”马万平说。

## 元素家族

## 软体机器人可模拟背景实时变色



变色龙机器人爬过时会根据背景颜色变换颜色。图片来自Seung Hwan Ko

科普时报讯（记者吴桐）《自然·通讯》近日发表的一篇研究论文，报道了一个以变色龙为灵感的软体机器人，能根据背景实时变色。这项研究或对下一代可穿戴伪装技术具有启示意义。

人造伪装的原理是模仿在生存环境中的天然伪装。人们已经在许多

物种中发现了这种天然伪装，如变色龙等。人造伪装装置的一个前提是能表达大量颜色，并能按需控制和改变这些颜色，但一直很难实现，因为这对系统的要求非常复杂，而且装置模拟生存环境需要很高的空间频率。

论文作者和同事使用了一种开发人造变色龙的新方法，将热致变色液晶层与纵向堆叠、有图案的银纳米线网络进行集成，再结合颜色传感器和反馈控制系统，制造出了人造变色龙皮肤，并应用于一个软体机器人上。论文作者的演示表明，该机器人能探测局部背景颜色，并根据周围环境进行实时变色。

论文作者认为，今后仍需开展进一步研究，实现对高分辨率表面纹理的快速识别，这或许会通过信号处理和数据驱动科学领域的技术进步得以实现。

## 国际前沿

## 如何让水稻少“生病”

□ 科普时报记者 项铮

“水稻与人一样也会生病，比如稻瘟病、稻曲病和纹枯病等，不仅影响水稻的产量，还影响水稻的品质，尤其病害过后产生的毒素，会污染水稻和大米，对人体健康带来隐患。”

在日前召开的一次青年科学家论坛上，四川农业大学教授陈学伟表示，防控病害的发生，是保障水稻粮食安全的主要目标。

合理使用传统农药，可以有效控制病虫害，消灭杂草，提高作物的产量和质量。“但是传统农药也有弊端。”陈学伟说，以前，为了防止水稻的病害，传统农业长期大量使用农药，比如“六六六”“滴滴涕”等。这些农药使病虫害有抗药性，降低农药效果，由于不被降解或很难

被降解，会导致环境污染和食品农药残留，破坏土壤结构，造成土壤污染，不利于作物生长，如果通过食物链富集在动植物体内，影响消化、免疫、神经、生殖系统等。

“怎么让水稻少生病，少打药，让水稻行业绿色高效、安全地发展？”陈学伟表示，农业的前提是种子，种子也是农业科技的“芯片”，研发高质量的种子“芯片”可以在农业源头上保证粮食安全。

“我们团队主要的工作是探索水稻如何利用自身的免疫系统来对抗病害，就像人体利用免疫系统抵抗癌症一样。”陈学伟表示，我们的目的是探索水稻抗击病害的遗传奥秘，找出相应的关键遗传因子，保障水稻少生病，筛选出重要的抗病遗传资源，培

养关键抗病基因。抗病信号通过细胞外识别，进入细胞后在细胞质中进行信号传导，进一步激活细胞内病原体相关基因的表达，激活免疫系统，让水稻产生抗病性。

水稻抗病会消耗能量，抑制生长，影响产量。陈学伟和他的团队找到了水稻抗病和产量协同调控的精准机制，亮点之一是发现了一个IPA1蛋白。在病菌没有进来的时候，IPA1蛋白主要负责调控生长发育的过程；当病菌感染过后，IPA1就被迅速磷酸化，抵御病害。有意思的是，当IPA1有效抵御病菌感染后，IPA1的磷酸状态又会回归为非磷酸化状态，通过这样的机制，水稻就实现了既能有效抵御病害又能提高产量。

## 亦正亦邪的元素质

□ 宋丹

亦正亦邪的元素质

## “手机上养鱼”!“渔保姆”让鱼塘活起来

□ 孔德淇 科普时报记者 叶青

这几天，广东佛山三水区大塘镇顺华水产有限公司养殖的鳮鱼陆续出塘，尾尾个头大，不久将“游”上市民的餐桌。

“得益于数字化技术，鱼塘用电量质量和养殖环境实现全天候自动监测。这茬鳮鱼养成率高达90%，过去亩产5000尾已属不易，现在能上到5500—6500尾。”该公司技术负责人林浩明介绍，传统池塘养殖，水体状态是否健康，肉眼难见分毫，但在数字化可控化管理下，水体质量一目了然。

顺华源水产以鳮鱼、加州鲈鱼、生鱼养殖为主，是当地大型水产养殖基地。在该公司的中控控制室内，工作人

员通过广东电网公司佛山供电局主导研发的“渔保姆”智慧农业水产养殖智能监测服务平台，实时监测养殖塘内水体温度、pH值、溶氧量、氨氮含量、电能质量、安全用电等数据。这一切通过网络传送到云平台，与手机终端无缝对接。打开手机网页登录，就能远程实现对养殖的智能管理与自动监测控制。

今年3月，“渔保姆”平台在该公司试点运行，通过应用云平台、无线通讯、智能设备、自动控制等技术，协助养殖户了解和掌控鱼塘养殖水体和设备用电状况。

“鱼塘的水质是养殖户最关心的事情，需要采取过滤、沉淀、增氧等方式。

有时候，水里面的鱼粪或残留的食物都会引起溶氧、氨氮不正常波动，污染水质，鱼就容易生病甚至死亡，整个鱼塘的鱼算是白养了。”林浩明介绍，以往养殖的水质主要依靠实践经验来人工干预，如今安装了“渔保姆”，在鱼塘内放置一批高精度、高灵敏度的传感器，即使不在现场，通过PC端或者手机登录就能即时查看相关情况，大大提升了养殖质量。

突发停电一直是养殖户们的噩梦。大塘镇属于雷雨高发区，经常因变压器烧坏而成片停电，造成增氧机停运，一次损失在50万元以上。“渔保姆”上线后，功率因数、三相电压、电流、线缆温度等用电数据一旦超过设定警戒值，

“渔保姆”会根据数据作出分析，自动通过手机发出告警信息，让养殖户及时采取相应措施，减少不必要的损失。“渔保姆”还可以提供天气预报、养鱼产业资讯、计划停电等预告知服务，实现与供电维保专家和养鱼专家一键联络，帮助养殖户获得线上技术服务。

佛山供电局正继续优化“渔保姆”系统，完善水质环境监控信息，增加光照、余氯、浊度、盐度含量等数据的采集分析，安装远程监控设备，助力养殖户远程自动控制换水、增温、投药和饲料，全方位可视化了解鱼塘环境、水质、鱼类生长实时状况，让其真正成为养殖户可信赖的“渔保姆”。