

在天上如何“看星星”

■李会超

一闪一闪地“眨眼睛”，就是大气湍动最明显的体现。

此外，人类夜间照明也照亮了天空，使得一些暗弱天体被淹没其中。由于这些因素存在，人们在地面上修建天文台时，就不得不考虑天文台附近的大气湍动和光污染情况，因此可供选择的地点有限。

为克服大气层对天文观测的不利影响，人们尝试过使用气球、飞机甚至是探空火箭，将望远镜带到大气对流层以上的位置。然而，这些方式只能观测很有限的一段时间，无法连续进行天文观测。在人类进入太空时代后，将望远镜发射到围绕地球运转的轨道上，成为天文观测的新选择。这时望远镜被天文学家称作太空望远镜或空间望远镜。

太空望远镜观测基本不受大气层影响，可获得非常理想的观测条件，紫外、红外、X射线、伽马射线等被大气层屏蔽而无法在地面上进行观测的波段信号，也都能在太空得到理想的观测。此外，在太空中开展天文观测，也不再受天气和昼夜更替影响了。

谈到太空望远镜，最著名的当属在

太空中已工作31年的哈勃太空望远镜。这台望远镜口径为2.4米，工作位于在距地面约540公里的低地球轨道上，主要对近红外、可见光和紫外波段的天体信号进行观测。借助理想的观测条件，哈勃太空望远镜为天文学发展立下了汗马功劳。

根据哈勃太空望远镜的数据，天文学家精确地测量了宇宙膨胀速度——哈勃常数，并发现了宇宙加速膨胀现象，进而推断出暗能量的存在。科学家还进一步认识了黑洞存在的规律，发现黑洞就在不少星系的核心位置。在1994年苏梅克列维9号彗星撞击木星过程中，哈勃太空望远镜也进行了观测，获取到相当清晰的观测图像，为天文学家研究天体碰撞时的动力学过程提供了难得机会。

另外，哈勃太空望远镜获得的壮美天体图像，吸引着越来越多的公众关注天文学，甚至加入专业学习研究之中。

哈勃太空望远镜还经历过一段波折。它在太空“安家”不久，科学家发现，当时获得的图像没有达到预期质量。经过调查分析，科学家确定，这个

问题是由主镜面仅2微米的误差所致。好在哈勃太空望远镜轨道高度不高，可由航天飞机对其进行维修。当航天飞机靠近哈勃太空望远镜并将其捕获后，宇航员把一个附加的光学部件安装到了光学系统中，这才确保了它的拍摄质量。

这次波折，反映了太空望远镜维护困难的缺点。同时，建造和发射太空望远镜成本极高。如下一代的詹姆斯·韦伯太空望远镜，累计投资已达上百亿美元。正因如此，太空望远镜在短时期内不会彻底取代地面望远镜。

近年来，我国在太空望远镜领域也取得了骄人成绩。硬X射线调制望远镜“慧眼”于2017年成功发射，对黑洞、中子星和伽马射线暴等致密天体和爆发现象展开研究，并摘得硕果。相信在不久的将来，会有更多太空望远镜在太空“安家”，给人类带来天文学领域的新发现。

科学家聊宇宙



哈勃太空望远镜拍摄的船底座星云中的喷流和尘埃，形如“迷幻山峰”。

大气层为人类生存提供了至关重要的基本保障。除了维持我们的呼吸外，大气层还屏蔽了来自宇宙的各类对生物体有害的高能辐射，堪称地球“保护伞”。

然而，大气层也屏蔽了一些含有重要物理信息的波段信号。这对于天文观测者来说，是件憾事。即便是透过大气层的可见光波段信号，因大气湍动，依然会影响到地面上的观测。星星一

科技云

科技连着你我他

■本期观察：桑大勇 刘辉于童

炸药，是武器装备战斗部爆炸后实现高效毁伤的基础，也是决定武器装备效能的关键因素。现代意义上的炸药技术，始于19世纪，在两次世界大战期间因军事需要而得到迅猛发展。如今，随着科技的巨大进步，炸药种类渐趋多样化，威力大幅提升，性能也更加稳定。

高能炸药



高能炸药，通常是指能量水平高的单体炸药及混合炸药。一般应用于导弹战斗部、精确制导航空炸弹、智能水雷、聚能破甲弹等。高能炸药让火力的威力倍增。

尽管制备高能炸药材料有多种方法，但制取高能炸药极为不易，工艺复杂且制备成本高昂。

有一种被称为炸药合成史上重大突破的CL-20炸药，便是高能炸药的典型代表。其爆炸速度可达9500米/秒，TNT的威力在它面前也只是“小巫见大巫”。

金属炸药



炸药爆轰效应，本质上属于快速氧化还原反应。金属炸药，就是在炸药成分中加入金属，以此增强爆炸反应烈度。

这类炸药由来已久。早在19世纪末，德国首先提出在炸药中加入金属铝。金属铝炸药发展至今，除铝粉外，锂、镁等其他金属也常被用作添加金属。目前，国际研究的热点是探讨同时添加两种以上金属，并利用多种金属间合金化反应，加大炸药效能。

如今，金属炸药已成为军用混合炸药的一个重要系列，被广泛用于各式武器弹药。人们所熟知的梯恩梯、梯黑铝就是其中代表。

钝感炸药



炸药被发明出来以后，引发不少重大事故。诸多前车之鉴成为催生不敏感炸药的推动因素。

20世纪80年代以来，弹药装药的不敏感化成为炸药技术发展的重要方向，各国相继提出大量配方。

装配钝感炸药的弹药要经过快速加热、子弹冲击、安全坠落、破片冲击、感应反应等考验，囊括了现代战争中弹药可能遇到的各种威胁、运输贮藏过程中遭受的各种意外情况。

只有通过考验后，钝感炸药才能被使用。投入使用的这种炸药，可对加热、撞击等剧烈刺激表现出良好的稳定性，武器日常训练安全性大幅提升，弹药贮存、转运、使用的安全成本也随之降低。

科技英才

世界标准时间2019年7月11日，欧洲全球导航卫星系统局发出一条令人震惊的公告：伽利略卫星导航系统的信号不可用，服务中断，恢复时间暂时无法确定。

在地球另一端的东方，北京时间7月12日，我国北斗导航系统向世界宣告：西安卫星测控中心数据显示，北斗导航系统在轨运行的34颗卫星，运行稳定、状态良好，正常提供高精度导航服务。

这一简短的消息背后，凝结了中国航天人十年如一日的探索进取。西安卫星测控中心研究员、宇航动力学国家重点实验室主任李恒年及其团队便是其中代表。

北斗全球导航系统作为一个庞大的导航卫星星座，其中单个卫星轨道稍有偏差，就会引起星座构型发散，导致系统性能降低，影响导航精度。如果频繁对卫星进行轨道调控，很容易导致导航服务中断。

如何设计组网构型稳定控制方案，确保北斗系统稳定可靠？在北斗全球导航系统建设之初，这一度成为李恒年及其团队亟待解决的难题。

对此，李恒年带领团队经过数年攻关，最终形成的控制方案，使北斗星座导航服务的连续性、稳定性显著提升，星座发散和稳定控制等难题得以解决。这一控制方案，为世界范围内相关研究贡献了中国智慧。

近年来，人类太空活动日益频繁，世界各国在通信卫星、电视广播卫星唯一工作轨道——地球同步轨道带上的竞争也日趋激烈。这条环绕赤道上空、距地面约36000公里的轨道，成为各国竞相占据的宝贵资源。

轨道紧张，未来高轨卫星可能“无处容身”。

欧美国家在上个世纪研究出依靠数据共享的“多星共位”控制模式，意图通过在一个轨道位置放置多颗卫星。然而，李恒年经过研究发现，这种传统的多星共位控制模式，会对我国卫星产生较



强烈干扰，甚至会使卫星出现碰撞风险。对此，他带领团队果断创建同步卫星多星共位定点扰动隔离控制的理论和方法，在国际谈判中为我国卫星占据高轨轨道赢得一席之地。

目前，该项技术已帮助我国与其他国家40余颗卫星在9个轨道上实现共位，最多可实现5星长期安全地共位运行。该项技术也已成为我国北斗、中星、天链等系列同步轨道卫星安全共位控制的基础性技术，有效解决了同步轨道资源高效安全利用的难题。

在世界航天测控技术基础性研究上，李恒年又一次贡献出了中国方案。

以往，航天测控由轨道工程师借助软件进行人工操作。随着太空中航天器越来越多，单纯的人工操作已不适应如今高强度轨道计算工作。

如何让精密定轨技术更好地适应未



上图：李恒年与青年科技人员探讨学术课题。左图：长征五号火箭搭载“天问一号”发射升空。

来航天任务需求，这成为李恒年团队又一个攻关目标。

2016年3月，人工智能AlphaGo完胜韩国职业围棋九段选手李世石的围棋人机大战，在国际上引起轰动，同时也激起了李恒年的创新灵感：让人工智能助力精密定轨技术。

他立即着手研究。随之，一个大胆设想在他脑海里初具轮廓：针对未来航天任务的实际需求，研制一套智能精密定轨系统，从海量任务数据和模拟仿真数据中进行机器学习，在实现轨道计算自动化和智能化的同时，使其具备自我纠错能力，提高轨道确定结果可靠性。

针对深空探测定轨特点，在李恒年带领下，团队成员仅用4年时间，就完成了相关系统的重新架构。

在此基础上，他们又补充很多新算法，使其具备高度模块化、多层次并

行、分布式计算等特点，拥有“定轨+定位”“近地+深空”“实时+事后”等数据处理能力，满足了航天测控任务多样化需求。

2021年2月24日6时29分，首次执行火星探测任务的“天问一号”探测器，成功实施第3次近火制动，进入火星停泊轨道。倾注了李恒年团队多年心血的人工智能精密定轨系统在此次“火星之旅”中首次亮相，并与西安卫星测控中心的轨道计算团队联袂，全程参与任务。在探测器历时6个多月的奔火旅程中，它的软件计算能力和精度得到初步检验，相关指标达到完成精密定轨任务需求，为“天问一号”提供了精准可靠的轨道输入。

如今，李恒年带领团队已将视野拓展到更广阔宇宙空间。

版式设计：梁晨

牧星太空的「超级团队」

■本报记者 安普忠 通讯员 吕炳宏 田枝

刻进历史的经典创新

说起电，绕不过一个陌生的名字——英国医生吉尔伯特。17世纪初，他发现，琥珀、玛瑙、明矾等多种物质经过摩擦后，都具有吸引轻小物体的特性。他将此现象归结为“电力”，并把能吸引轻小物体的物质称为“带电体”。这是人们对电学最初的认识。

随后百余年里，吉尔伯特所说的“电”并未引起人们关注。毕竟，在当时人们日常生活中很难感受到电的存在，甚至电被当做一种神奇魔术，只在欧洲各大剧院里才看得到。直至“莱顿瓶”的出现，才改变了这一认知。

18世纪中期，荷兰莱顿大学物理学教授穆欣布罗克在实验过程中，无意间将一颗带电的铁钉丢进了盛水的玻璃瓶，当他伸手去取铁钉时，突然感觉到了电击。这表明，带电体放在玻璃瓶内，可以将电保存下来。于是，就有了“莱顿瓶”，也是最初的蓄电池。

此后不久，一只“莱顿瓶”漂洋过海，从英国寄到了美国一位热衷于电学研究的“业余高手”手中。他，就是蜚声国际的人物——美国科学家富兰克林。

收到“莱顿瓶”后，富兰克林从零开始，通过大量实验，提出了正电与负电概

念，为电现象定量研究打下了基础。

富兰克林对“电”近乎痴迷，经常在家进行实验研究。一次，他妻子不小心碰到了“莱顿瓶”，刹那间一团电光闪过，妻子被击倒在地。这一意外事件，让思维敏捷的富兰克林立即联想到了天空中的闪电。他几乎断定，闪电的放电原理与“莱顿瓶”相同。

要知道，古时候人类对闪电是敬畏的，谓之“天威”。人们惊叹于闪电的巨大能量，又畏惧其强大破坏力。雷霆之力往往无以匹敌，无坚不摧，充满着神秘色彩。

富兰克林决心用事实来证明自己的判断：他与儿子一起，在一场暴风雨来临前，放飞一只由细铁丝牵引的风筝。当一道闪电从风筝上掠过的一瞬间，富兰克林握着细铁丝的手随即感到一阵强烈的麻木。他立刻意识到，风筝被闪电击中了。手指的麻木感并没让富兰克林感到不适，相反，他已激动得

热泪盈眶。对他来说，这一刻，天空中的闪电已被揭秘。

这就是著名的“风筝实验”。富兰克林认识到，在云体内部、云与云、云与地之间，都存在很强的电场。当雷雨云相互碰撞、摩擦时，就产生了划破苍穹的耀眼闪电。

接下来，富兰克林对捕捉到的闪电引入“莱顿瓶”进行研究，发现它和已知的物质摩擦产生静电性质相同，“天电”和“地电”原来是一回事。

随着研究不断深入，富兰克林还发明了实用的避雷针。这项创新技术的应用，在今天高楼大厦的顶部依然随处可见，有效避免雷击给人们带来的灾难。

有人形象地说，掠过风筝的那道闪电“照亮了世界”。的确，大气中这一亘古存在的自然现象，从那时起被人类所认知，电的使用开始走上了人类科技进步的快车道，并逐渐成为现代社会发展的动力源。

掠过风筝的那道闪电“照亮了世界”

■史利鹏 周子杰 王皓凡



富兰克林父亲正在进行“风筝实验”。