

习近平总书记指出：“建造空间站、建成国家太空实验室，是实现我国载人航天工程‘三步走’战略的重要目标，是建设科技强国、航天强国的重要引领性工程。”2010年9月，中国载人空间站工程正式立项实施。经过全体参研参试人员十多年的不懈努力，中国空间站完成了在轨组装建造。

中国空间站系统总设计师详解“天宫”——

天宫空间站：中国“太空家园”

张宏



作者杨宏肖像。

张武昌绘

神舟十八号即将发射升空，这是中国空间站在运营阶段一次重要的飞行，将实现飞船电池等方面的升级和创新，成为我国在国际载人航天领域进程中里程碑，再次证明中国在载人航天技术方面取得的重大进步和自主发展能力。天宫空间站的建成，标志着中国独立掌握了近地轨道大型航天器在轨组装建造技术，具备了开展空间长期

有人参与科学技术实(试)验的能力，为不断推动我国空间科学、空间技术的创新发展，为建设航天强国、提升我国在国际载人航天领域的影响力提供了重要支撑。中国空间站完全独立自主设计，三舱均有独立的电源、控制、推进和测控系统，通过交会对接和在轨平面转位完成组装建造，与载人飞船、货运飞船等共同构成百

吨级载人空间站。中国空间站利用舱内外实(试)验支持设施，持续滚动地开展各类科学实验和技术试验。充分发挥有人参与、实(试)验设施和能力可升级、实(试)验项目可迭代的优势，不断推动我国空间科技的创新与发展，助力空间科技成果的推广应用与转化，为国家经济高质量发展和国际竞争力提升作出贡献。

安全宜居 运行稳定

中国空间站取名“天宫”，寄托了中华民族对广袤太空的无限遐想，同时也表明中国空间站将是一个长期、安全、稳定运行且宜居的“太空家园”。

天宫空间站由天和核心舱、问天实验舱和梦天实验舱三个基本舱段组成。天和居中，问天和梦天分别位于两侧。空间站设置向前向、径向和后向3个对接口，前向对接载人飞船等来访航天器，径向主要对接载人飞船，后向主要对接货运飞船。

中国空间站完全独立自主设计，三舱均有独立的电源、控制、推进和测控系统，通过交会对接和在轨平面转位完成组装建造，与载人飞船、货运飞船等共同构成百吨级载人空间站，利用信息技术融合使用各航天器功能与资源。其中，天和核心舱负责空间站的统一管理和控制；问天实验舱开展空间科学实(试)验，同时具有能源管理、信息管理、控制系统和载人环境等关键功能备份；梦天实验舱主要开展空间科学实(试)验；载人飞船负责航天员天地往返任务；货运飞船负责空间站及航天员物资补给、推进剂补加以及废弃物销毁。

攻关突破 彰显特色

我国载人航天工程按照“三步走”战略，在充分继承前载人工程技术的基础上，遵循“独立自主、创新引领、体系保障、规模适度、留有发展空间”的设计原则，发挥新型举国体制优势协同攻关，突破了一大批关键技术，形成了具有鲜明中国特色的空间站方案。

独立自主的系统一体化设计。空间站研制从系统任务功能和指标体系入手，整体统一设计，系统分解，使得三舱功能既有侧重又协调统一，实现了组合体各舱功能和资源的高效融合，提高了整体可靠性和运行能力。在产品实现层面，系统制定统一的技术体制，使产品通用化率高于80%，各舱产品可互换、系统可重构。

同时，空间站兼容神舟载人飞船、天舟货运飞船的技术体系，使飞船与空间站对接后构成有机整体，由天和核心舱统一管理和控制。

空间站采用了“航天器自主交会对接+舱段平面转位”的中国式建造方案，以交会对接方式实现舱段在轨对接，自主设计了高效、可靠的舱段平面转位方案，创新了大型航天器在轨组装建造技术。

高效统一的能源技术。首次采用了大面积柔性太阳翼作为整站发电装置，两个实验舱太阳翼单翼展开长度27米、面积超过110平方米，设置在组合体远端的舱体尾部，采用双自由度对日定向，可确保在“T”字构型组合体各种飞行姿态下，太阳翼均有良好的太阳照射条件，充分发挥其发电效能。

空间站三舱能量由核心舱统一管理，通过并网系统实现跨舱动态调配，并可为不同电压体制的来访航天器提供供电支持。

天地一体化空间高速信息技术。空间站采用天地一体化信息与测控高速传输技术，以我国中继卫星系统天基测控方式为主，各舱段测控通信系统融合使用，提高天地间测控、通信和网络互联能力与效率。空间站采用当代信息技术构建信息系统，各舱设备、软件、通信协议采用通用化设计，实现了空间站各舱段及与来访航天器间的数据、语音、图像等多种信息的管理与共享。信息系统由天和核心舱实现统一控制，问天实验舱作为备份。

智能灵活的空间机械臂技术。天和核心舱配置1个7自由度的大机械臂，作业半径近10米；问天实验舱配置1个7自由度



作者杨宏近影。

新华社发

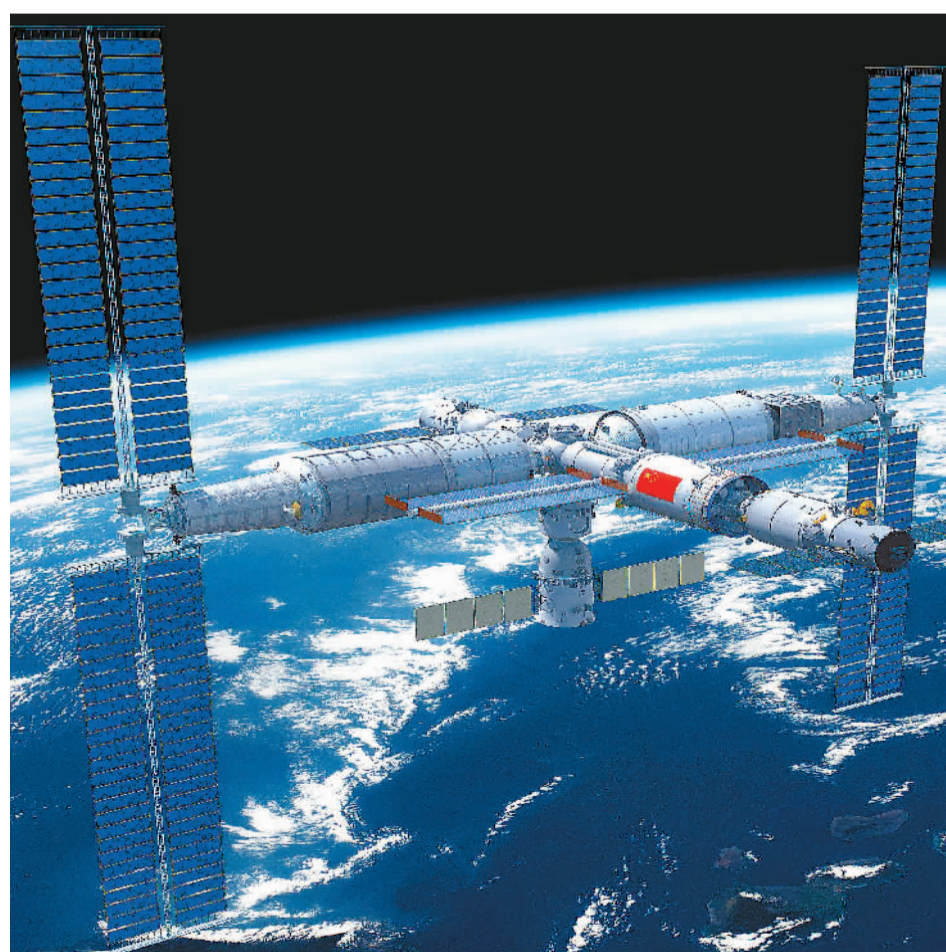
的小机械臂，作业半径5米。大、小机械臂既可独立工作，也可协同工作，还可以级联形成组合臂工作，自主完成载荷照料、辅助航天员转移和作业等多项任务。

在三舱布置有多个机械臂目标适配器作为“脚印”，可供大、小机械臂在舱外“爬行”，大幅扩展了机械臂的活动范围，提高了灵活性。

安全舒适的长期驻留支持技术。空间

卫生、医学检查与监测、在轨锻炼等设施，提供无线WiFi通信功能。引入地面智能家居和物联网技术，航天员可通过智能终端实现天地双向视频、智能家居管理、报警管理、医学监测以及物资管理，提高航天员生活质量、工作效率以及对整站状态的智能化管理能力。

高效能的空间应用保障能力。空间站支持开展多学科领域的空间科学实(试)



中国空间站在轨运行示意图。

新华社发

站的设计建造坚持以人为本的理念，一方面确保航天员在轨驻留安全舒适，另一方面注重支持航天员主观能动性的有效发挥，充分体现人在空间站建造和运行中的独特作用。

在空间站环境控制和生命保障方面采用物化再生生保技术，实现资源再生利用，大幅减少水资源和氧气的上行补给量。通过再生处理，94%以上的航天员生活污水和空气冷凝水可再次供航天员日常使用和电解制氧。后续还将采用二氧化碳与氢气还原技术，以及生活垃圾处理与再利用技术，进一步提高物资再生循环利用水平，最大限度地减少上行补给量，降低运营成本。

空间站为航天员配置饮水就餐、个人

验，以标准化资源为主、专用化资源为辅，为应用载荷提供机、电、热和信息接口，支持应用载荷在轨轮换更替开展实(试)验。

密封舱内为载荷提供25个实验机柜空间，可在轨更换、滚动使用。问天实验舱和梦天实验舱舱外共提供67个通用载荷适配器，分布在舱外不同部位，为开展舱外载荷实(试)验创造了有利条件。梦天实验舱配置了货物气闸舱，可与机械臂协同完成舱外载荷自动进出舱，极大地提高了工作效率。

空间站为载荷提供不小于12千瓦的供电功率，不小于每秒1100兆字节的数据下行能力以及每秒万兆字节的数据传输速度，可支持舱间载荷数据协同处理。

“太空母港” 开放共享

中国空间站完成三舱组装建造后，将成为有人参与的科学探索与技术创新的国家太空实验室。中国空间站的应用前景主要在以下方面。

中国空间站利用舱内外实(试)验支持设施，持续滚动地开展各类科学实验和技术试验，研究方向包括航天医学、空间生命科学与生物技术、空间天文与天体物理学、空间材料科学、微重力基础物理与燃烧科学、空间地球科学及应用、空间环境与空间物理、航天新技术等，在轨可充分发挥有人参与、实(试)验设施和能力可升级、实(试)验项目可迭代的优势，不断推动我国空间科技的创新与发展，助力空间科技成果的推广应用与转化，为国家经济高质量发展和国际竞争力提升作出贡献。

当前中国空间站已在轨开展了航天医学、物理、生物、材料、天文等方面实(试)验，在国际上首次完成了水稻“从种子到种子”全生命周期空间培养实验，完成了我国首次斯特林热电机技术在轨试验，热电转换效率等综合技术指标达到国际先进水平。

中国空间站创造了长期共轨飞行、短期停靠服务的“太空母港”运行模式，可作为近地轨道在轨服务平台，开展在轨服务。后续将发射巡天空间望远镜与空间站共轨飞行。巡天空间望远镜是我国首个大口径、大视场空间天文望远镜，长期与空间站共轨飞行，短期对接停靠，进行推进剂补加，由航天员进行设施维护等。未来将有更多共轨航天器与空间站伴飞并作短期停靠。

空间站具备良好的舱段扩展和应用支持扩展能力，在现有三舱构型基础上，前向对接口预留了扩展接口，具备扩展为四舱、最大为六舱组合体的能力，可支持180吨级组合体在轨飞行。

采用了维修性设计，设备可在轨更换维护，在线升级软件，持续提升空间站技术水平和对科学技术实(试)验的支持能力。

本着“和平利用、平等互利、共同发展”的原则，中国空间站致力于成为对外开放的交流合作平台，为各国提供科学技术实(试)验机会，为各国航天员和载荷专家提供在轨飞行机会。

目前，已确定了一批来自国际上的项目陆续进入空间站开展实(试)验。这些项目涉及空间天文学、微重力流体物理与燃烧科学、地球科学、应用新技术、空间生命科学与生物技术等。

探索浩瀚宇宙，发展航天事业，建设航天强国，是我们不懈追求的航天梦。中国载人航天工程始终遵循“三步走”战略，走出了一条符合我国国情的跨越式发展道路。未来中国空间站将作为国家太空实验室长期在轨运行，我们将管好、用好、发展好空间站，持续开展科学研究和应用成果产出，着力服务国家战略、国计民生和经济社会发展，使载人航天发挥更大的科学价值和经济价值。同时，我们要把中国空间站打造成面向国际社会的科技交流合作平台，以开放共享的姿态，为人类和平探索和利用太空贡献中国力量。

(作者为中国工程院院士、中国载人航天工程空间站系统总设计师、中国空间站技术研究院研究员)

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心、陈嘉庚科学基金会与本版合作推出

2023年，中国公民具备科学素质的比例达到14.14%，比2022年的12.93%提高了1.21%。

中国科协近日发布的第十三次中国公民科学素质抽样调查结果显示，我国公民科学素质呈现高速增长趋势。

如今，网民热议“中国天眼”“爱达·魔都号”等大国重器的新进展；偏远村小里，山里娃也飞上了无人机、学起了编程……

科学素质是国民素质的重要组成部分，是社会文明进步的基础。公民具备科学素质是指崇尚科学精神，树立科学思想，掌握基本科学方法，了解必要科技知识，并具有应用其分析判断事物和解决实际问题的能力。

要知道，我国人口规模大，公民科学素质水平基础弱、底子薄，2010年这个数字仅为3.27%。经过十年努力，2020年达到10.56%，而超过10%是创新型国家人力资源所普遍具备的重要特征。

每一个百分点的提升都来之不易。“按照国际通行的测评标准，仅有少数发达国家的公民科学素质水平超过20%。2023年我国达到14.14%，实现了从较低水平到中等水平的巨大跨越，为迈向创新型国家前列夯实了科技人力资源基础。”调查牵头单位中国科普研究所所长王挺介绍。

我国公民科学素质发展不均情况有多大改善和提高呢？

14.14%！中国公民科学素质水平新增长

一是地区不平衡情况得到改善。东、中、西部地区公民科学素质水平差距首次缩小，分别达到16.39%、13.12%和11.51%。

二是女性科学素质持续快速提升。男性公民和女性公民具备科学素质的比例分别达到15.66%和12.53%，性别差距比上年缩小0.66个百分点。

三是城乡不平衡情况进一步缓解。城镇居民和农村居民具备科学素质的比例分别达到17.25%和9.16%，农村居民科学素质增速高于城镇。

这些变化表明，我国公民科学素质总体水平持续快速提升的同时，结构也在逐步优化。从数量上看，越来越多的公民关注科学、学习科学，参与科技创新活动；从质量上看，科学素质建设逐渐从科学知识掌握向更深层次的科学思维养成、科学方法运用和科学精神弘扬转变。

近年来，在《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》等纲领性文件指导下，31个省份出台科学素质纲要“十四五”实施方案，推进全民科学素质行动深入实施。

加快建设高质量教育体系，我国教育普及水平实现历史性跨越；促进科普公平普惠，现代科技馆体系实现科普服务城镇到农村全覆盖；壮大科普人才队伍，各地试点开展科普职称评审……一系列务实举措加快落地，有力提升我国公民科学素质水平。

从航天员接力太空授课、一批大科学装置和创新基地开放参观，到“研学游”热度攀升、知识类视频和科普“网红”受到网民欢迎，再到基层社区用相声小品科普生活百科、科技工作者深入田间地头传授农技知识……

科普正以更加多元的形式广泛融入我们的生产生活，崇尚科学、尊重创新的社会氛围越发浓厚。同时，我们也应该看到，我国公民科学素质总体水平仍不高，与世界主要发达国家大体20%至30%的公民科学素质水平有一定差距。

科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼。广泛动员高校院所、企业等各方力量积极参与，为有意愿有能力做科普的科技工作者搭建平台，形成全社会共同支持、参与科学素质建设的良好氛围，是全社会共同的责任。

2025年，我国要实现“公民具备科学素质的比例超过15%”，我们距离这个目标已经越来越近。让公民科学素质提升，促进创造智慧和热情涌流，中国正在加速跑。

(新华社电 记者温竞华)

河南遂平县和兴镇恒兴村引入无人机为小麦喷洒液体肥料，不仅降低了成本，而且大大提高了作业效率。图为无人机作业现场。

钟中化摄

