

北斗靠什么和GPS一决高下



任何一个大国重器的诞生，似乎都避免不了和发达国家同类产品拼力比试、同台竞争甚至“掰手腕”的命运，作为要走进寻常百姓家的导航利器，北斗更是如此。11月5日晚，我国最新一代导航卫星北斗三号首次发射后，人们便迫不及待想知道走向全球的中国北斗，究竟能否和GPS一决高下。

这可能也是航天活动不近人情的地方，在最抓眼球的火箭点火、呼啸苍穹之后，人们的好奇心大多留给了“火箭发射有多厉害”“飞天卫星有什么用”等问题，至于其背后技术含量、研制人员辛劳程度则鲜有问津。不过，这一点并不完全适用于北斗，因为要真正说清楚它和GPS的区别，一些技术细节甚至是技术路线问题是绕不开的。

毕竟，中国北斗比GPS起步晚了20多年，不仅没能和后者站在同一条起跑线，就是在之后的追赶过程中，也不能说完全跻身到了同一个赛道上。以导航系统的地面站建设为例，美国打造GPS，可以在全世界“布点设站”，而中国囿于种种原因只能在“天上”想办法，攻坚卫星之间、星座之间的链路技术。

这正应了人们常说的那句“既是挑战，也是机遇”。太空是个大舞台，在这个舞台上亮相的各种卫星，扮演着生旦净末丑不同的“角色”，但是无论什么样的角色，都有其基本功以及独门手艺，北斗也不例外。记者就此采访有关专家，揭秘走向全球的中国北斗究竟是怎样炼成的。

“大脑”：数十颗北斗卫星“天上漂”如何不擅离职守？

作为北斗三号卫星的打造者，中国航天科技集团五院的专家打过这样一个比方——

如果把卫星类比成人的话，那么卫星的控制系统就相当于人的“大脑与神经组织”，指挥肢体完成各种工作；卫星推进系统相当于人的“肌肉组织”，推动肢体完成各种工作；而能源系统相当于人的“血液循环组织”，为大脑和肢体提供能量。

而为整个卫星提供时间基准，维持时间准确性的守时设备——原子钟，则相当于人的“心脏”，可谓“没有原子钟就没有全球导航”。卫星之间的链路技术，相当于人的“灵魂”，让人与人远距离之间也能够相互感应，彼此惦记，做到“心有灵犀”。

先说“大脑与神经组织”。这关乎不少人的一个疑问，即“数十颗北斗卫星同时在天上漂，他们如何做到不擅离职守？”

答案是，他们非常“自律”，知道自己该待在什么地方。而这种“自律”就得益于被称作卫星“大脑与神经组织”的控制系统。

按照中国航天科技集团五院北斗三号副总设计师高益军的说法，控制系统就是卫星在天上保持正确轨道、正确姿态的“总指挥”，它实时搜集卫星的轨道和姿态信息，一旦发现有所偏离，就指挥自己回到正常状态。

高益军说，有了这个北斗三号的控制分系统，就相当于增加卫星“至少60天”的完全自主运行能力。这意味着，一旦地面测控站出现故障期间，北斗卫星仍能够正常在轨工作。

“这样大大减少了对地面站的依赖，成就‘可视’范围外对卫星的控制。并大大降低系统的运行管理成本，当然这也给卫星控制系统的设计和实现带来了很大的难度。”高益军说。

值得一提的是，此次北斗三号研制任务中，控制系统国产化单机达100%，分系统国产化元器件占90%以上——这是高益军透露的一组数据。他说：“控制系统里没有一台进口产品。”

至于卫星的“血液循环组织”，有一个重要的组成部分，名为“二次电源”，它将卫星上一次太阳能或电池的电能进行转换，并通过星上电缆网——相当于卫星的“血管系统”，输送到各种电子设备。

按照中国航天科技集团五院510所专家的说法，电子设备有什么样的口味，他们就有怎么样的“电能菜谱”，让卫星电子设备“大快朵颐”，来完成在太空中的表演。

“心脏”：精确定位的前提是一只“300万年1秒误差”的钟

不少人谈及北斗、GPS等卫星导航系统，第一个疑问就是“天上的‘星星’是如何‘看到’我们的位置，又怎么能如此精准地‘指引’我们的方向？”

这就不得不提到被称作卫星“心脏”的原子钟，导航系统几乎都是依靠它来“掌握”时间的精度。北斗卫星导航系统总设计师杨长风说，时间精度就是卫星导航的“命门”，天地间时间越同步、误差越小，定位精度越高。

然而，在北斗导航卫星发展初期，我国并不具备研制生产星载原子钟的能力。杨长风说，过去，只有少数国家能够制造卫星导航系统使用的高精度原子钟，但对中国实行严格限制，甚至直接禁运，“这才倒逼我们研制能够上星的原子钟”。

直到北斗二号建设时，他国垄断才被彻底打破。如今，北斗三号建设大幕拉开，我们也迎来了最新一代原子钟——“铷原子钟”。

所谓“铷原子钟”，是以铷原子跃迁为物理基础建立的一套极度精密的电子钟，其稳定度，直接关系到导航卫星的定位、测速和授时功能的精度，甚至可以说，直接决定着导航卫星的成败。

杨长风说，北斗三号所配备的铷钟，其稳定度达到E-14量级，“这相当于300万年只有1秒误差”。

中国航天科技集团五院北斗三号卫星总设计师王平说，这一技术进步，直接推动了我国全球导航系统定位精度，由之前“区域系统”的10米，跨越到后续“全球系统”米级分辨率，测速和授时精度同步提高一个量级。

五院原子频标领域首席专家贺玉玲博士透露，当前，中国航天科技集团

五院西安分院正在研制甚高精度铷原子钟，争取未来将导航卫星的定位精度、授时精度再提高一个量级，届时，这种追求精度极致的探索，或将带动新兴产业和新兴社会应用的出现。

“灵魂”：离“天地之间万物互联”不远了

当然，只有一颗卫星不足以称之为系统。我们常说的北斗，是中国北斗卫星导航系统的简称，不是指一颗卫星，以北斗三号这一代为例，按照计划，要到2020年，完成30多颗组网卫星发射，才能构成全球卫星导航系统，实现所谓的全球服务能力。

另一个容易被忽略的细节是，除了空间段这30多颗卫星，整个北斗系统还包括地面段和用户段，前者有地面基准站，后者有用户终端。

这就引出一个问题，即我国很难像GPS那样，在全球大范围建立地面站，为解决境外卫星的数据传输通道，似乎只能从“星间链路”下手——在卫星之间搭建的通信测量链路，实现了卫星与卫星、卫星与地面站的链路互通。

这就是说，虽然我们“看不见”处在地球另一面的北斗卫星，但通过北斗卫星的星间链路，同样能和它们取得联系。

五院西安分院北斗导航副总设计师张立新说，星间链路技术就好比北斗三号“太空兄弟手拉手”，不仅相互间通信和数据传输，还能相互测距，自动“保持队形”，可以减轻地面管理维护压力。

当然，星间链路并非只是“地面站难以大范围建设”的权宜之计，也是掌握着“主动出击”“自主导航”的关键。

所谓自主导航，就是指“即使地面站全部失效，30多颗北斗导航卫星也能通过星间链路提供精准定位和授时，地面用户通过手机等终端仍日能进行定位及导航”。

张立新说，由于北斗导航卫星的地面站较少，地面系统的全球连续完好性监测，和实时告警的时间一般需要“数十秒到几小时”，而卫星上的直接监测预警，仅仅需要几秒钟的时间。

在他看来，卫星自主完好性监测，是北斗三号的一项新技术，相较于美国的GPS、俄罗斯的格洛纳斯以及欧洲的伽利略等导航卫星系统，中国北斗在世界上首次实现了卫星的在轨完好性自主监测功能。

此外，北斗三号的星间链路系统，还能与其他类型卫星相关联，联网的数量可达上百颗。张立新说：“这对于构建我国的天空综合信息网，实现我国卫星之间联网具有不可小觑的作用。”

他以遥感卫星为例，遥感卫星对全球的地面进行测绘，但只有卫星经过国土境内时，才能将其收集到的图片信息传回地面，而在天基综合信息网中，遥感卫星就能够以北斗导航卫星的星间链路为“通道”，实现信息的实时传输，互通天地信息。

如此，也就离我们所说的“天地之间万物互联”不远了。据《中国青年报》

4年前，奥地利科学家发现了用干细胞培育人脑组织的方法，人脑类器官自此取得惊人进展；现在，它们已经能模拟真实大脑随电刺激跳动，像成熟大脑一样生成新的神经元，发育成大脑内负责思考、语言、判断和其他认知功能的6层皮质区。这些类器官不到一粒黄豆大小，只在实验室器皿中进行研究。

但据《科学美国人》杂志网站报道，美国两组科学家团队在近日举行的美国神经科学协会年会上称，他们将人脑类器官植入实验鼠大脑内。其中索克生物研究所著名神经生物学专家弗莱德·H.盖杰的团队证明，人脑类器官在植入后与老鼠的血液循环系统建立了连接，其内的神经元还能将传递神经信号的轴突输入老鼠的多个脑区。

宾夕法尼亚大学的艾萨克·陈领导的神经外科团队则发现，当用光照射实验鼠的眼睛时，植入的人脑类器官中的神经元闪出信号，表明人脑组织在功能上实现了一体化。

蓬勃发展的类器官研究，在为人脑发育和神经性疾病的认知带来革命性变化的同时，再次面临着是否会实验动物拥有类情感意识和意识等伦理争议。

人脑类器官在老鼠体内功能化

上述实验论文都还没有正式发表。盖杰团队已将论文提交给某著名科学杂志，因此只向大会提交了摘要。从摘要内容看，人脑类器官被植入实验鼠后，成功与老鼠的血液循环系统连接，且一些成熟神经细胞将神经轴突延伸到老鼠的多个脑区，在类器官与鼠脑间传递起神经信号。但类器官的大小以及老鼠行为能力是否发生改变等论文内容，盖杰没有过多透露。

艾萨克·陈向大会展示了其团队关于人脑类器官研究的21篇论文。他们将人脑类器官植入11只成年鼠脑内的次级视觉皮层区，这部分视觉区负责处理所看物体的颜色和方向等视觉信号。论文称，这些直径2毫米的人脑类器官都至少存活了2个月之久，一些人脑轴突衍生进鼠脑内，其中还有轴突在鼠脑内再生了1.5毫米，进入连接左右脑半球的胼胝体中。他们用光照射老鼠眼睛时发现，人脑类器官内的神经细胞

人脑类器官在器皿中开始“发芽”

受到刺激，发出闪光信号，证明人脑组织在老鼠体内完全功能化。

为脑科学带来革命性影响

除了这两大实验团队首次公布植入动物体内的研究成果，在这次神经科学年会上，科学家们还透露了人脑类器官在实验室研究中的重大进展。比如，有科学家在实验器皿中，将人脑类器官与视网膜细胞连接，让它们拥有了感光能力，从而产生了视觉；还有科学家将模拟人体前脑的上下两部分器官合并在一起，在两部分器官间建立起神经连接，从而研制出3D类器官，向模拟不同脑区间的复杂关联迈出了一大步。

有了这些实验经验，科学家们可将2个、3个甚至1000个类器官连在一起，获得越来越大的类脑结构，模拟成熟人脑以及找出孤独症、癫痫病以及精神分裂症等神经性疾病的病因。

艾萨克·陈研究类器官的最大目的是修复大脑损伤。他们认为人脑是非常严格有序的结构，现有类脑组织植入大脑后功能会自我完善，与受损部位建立连接并对其进行有效修复。类器官的研究，将为神秘莫测的大脑科学带来革命化影响。

快速发展需伦理管理跟上

但随着类脑科学进入动物实验的新阶段，科学家们开始呼吁，相关伦理学必须跟上其快速发展的步伐。

目前在美国，国立卫生研究院只出台了禁止将人体干细胞加入脊椎动物早期胚胎研究的法规，还没有关于人体类器官植入的管理规定。人们对类器官研究进展到何种程度认知不足，也没有呼吁成立专门委员会研究相关政策。

斯坦福大学法律学者和生物伦理学家汉克·格瑞立表示，虽然现在的类器官还没形成思维，植入鼠脑的数量很小，不可能让老鼠产生意识或高级智能，但这些后果需要提前防备，一旦动物实验让老鼠拥有了自尊感等人性化特征，它们的物种身份将变得难以定义。

尽管存在各种伦理担心，从事类器官研究的科学家们表示，让类器官拥有人类认知和感情能力，还是非常遥远的假想。而他们的共同目的，是将来通过注射神经元或植人类脑组织，让中风、孤独症、帕金森症等神经性疾病患者彻底摆脱病痛，过上更健康的生活。

据《科技日报》