

Ballmer团队注意到，与原始地幔成分类似的某种陨石中具有相对较高的硅酸盐含量，可以作为原始地幔物质的替代品。他们推断，原始地幔成分上可能比地幔岩含有更多的布氏岩（更少的铁方镁石）。由于布氏岩的粘性比铁方镁石要高三分，而且密度更大，因此Ballmer团队假设原始地幔物质具有更大粘性，提出了与地幔岩不同的地幔动力学和演化模型(图1b)。为了探索他们假设的意义，研究小组用一种化学性质不同且粘性更大的初始下地幔，在二维笛卡尔几何模型中进行了地幔对流的数值模拟，

发现下地幔中比较充实的部分可以不发生对流并且保持至今。模拟的上升的地幔柱和俯冲地壳围绕保存的物质大范围循环，Ballmer团队将这种物质称为BEAMS（布氏岩富集古地幔构造）。

富集布氏岩物质和地幔岩上地幔物质的粘度比是确定未混合地幔最重要的系数，由于布氏岩和铁方镁石的粘度相差2到3个数量级，因此估算这个系数很复杂。混合物质的粘度取决于强弱颗粒之间配比，配比发生微小的变化就会引起粘度的显著变化。Ballmer团队参照地幔岩的

粘性值探索了一系列具有更可行粘度值的原始地幔成分，有趣的是，即使是在地幔岩地幔和布氏岩富集的物质黏度比率相对较低的情况下（接近1:20）都可以形成稳固的储库。布氏岩富集古地幔构造（BEAMS）的概念模型也适合几个地球化学和地球物理观测。这些模拟的地幔结构为那些停滞在1000km深度左右的俯冲大洋板片提供了一个简单的解释——它们无法在高粘度物质中继续向下俯冲。同时，这些布氏岩富集古地幔构造不仅使地幔对流更加稳定，也确保了上升地幔柱的局部稳定。最后，布氏岩富集古地幔构造与地球地震径向波参考模型相一致，并与地幔中部剪波速度异常相一致，不过仍有一些局限性，目前的二维模型不能充分描述地震波所测下地幔（ $\geq 2500\text{km}$ ）的空间异质性，所以三维模拟是必要的，利用地幔热结构和化学结构的层析成像模型来测试布氏岩富集古地幔构造的假说。Ballmer团队建议对布氏岩富集古地幔构造的存在进行观测检测：其顶部界面上发生的流动和成分变化可能触发地震波各向异性和反射，这在全球或区域地震研究中都是可以检测的。

Ballmer团队提出了一种富硅酸盐下地幔结构的设想，解释了地球化学、地震学和地球物理观测的多样性。他们的模拟表明，这些相对较粘的地幔可以从地球早期的历史中保存下来，从而为我们研究整个地球的演化提供了一个不同的视角。



行业观察

INDUSTRY OBSERVATION

全球首颗多系统多频高精度芯片 助力大地测量

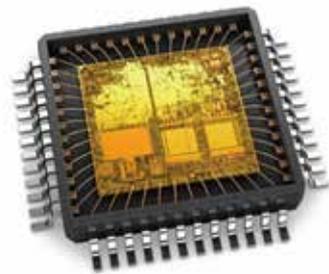
◎ 文/刘晓慧

全球首颗支持新一代北斗三号信号体制的多系统多频高精度SoC芯片日前在第六届中国卫星导航与位置服务年会上正式发布,未来还将构建可靠的全空间PNT服务体系,实现地面、海面、海底信号的传输和综合处理。

据了解,超低功耗的第三代北斗芯片在无需求地增强基的情况下便可实现亚米级的定位精度,实现芯片级安全加密,可被广泛应用于车辆管理、汽车导航、可穿戴设备、航海导航、GIS数据采集、精准农业、智慧物流、无人驾驶、工程勘察等领域。

国务院印发的《“十三五”国家信息化规划》中强调,统筹推进北斗建设应用,加强北斗核心技术突破,加快北斗产业化进程,推动北斗导航产业链的发展和完善,开拓卫星导航服务国际市场。

就此,国家著名大地测量专家、北斗卫星导航系统副总设计师、中国科学院院士杨元喜表示,国家提出建设经济强国、国防强国、政治大国,没有强大的空间卫星导航系统是不齐备的。国家提出深空、深地、深海战略,需要全球卫星导航系统支撑。而海洋战略、‘一带一路’倡议,需要的是全球北斗系统而不是区域北斗系统。所以,卫星导航



系统应该加快全球化。

他还进一步透露,目前北斗三号正在建设中,将按照国际标准提供星基增强服务,增设星间链路,采用数据光纤传输。

他着重强调,如果不能更快克服在海底控制点方面的不足,未来的海洋强国战略几乎是一句空话。因为卫星导航系统是脆弱的,一旦到了水下、室内、井下,信号被遮挡,所有的系统将无法运行。他表示,下一步将重点构建一个坚韧可靠的全空间PNT服务体系,从深空到水下,布设一些卫星完成立体PNT信号源,再和高空GNSS卫星结合,实现地面、海面、海底信号的传输和综合处理。

国家测绘地理信息局副局长闵宜仁在会上表示,当前我国北斗应用已进入快速发展阶段,随着卫星导航技术与物联网、大数据、云计算等技术和领域的结合,卫星导航与位置服务已成为我国重要的战略性新兴产业。

据北斗卫星导航系统总设计师杨长风介绍,我国计划于今年年底前发射四颗北斗三号卫星,目前正在扎实推进北斗全球系统的组网建设和北斗二号区域系统的稳定运行,预计2020年前后将全面建成具备覆盖全球的服务能力,届时北斗产业规模将达到2400亿元。(采编:康璐燕)