

为时空信息传输保驾护航

——国产高精度GNSS接收机逆袭记

□ 吴桐

2020年7月31日，北斗三号全球卫星导航系统正式开通，我国成为世界上第三个独立拥有全球卫星导航系统的国家。北斗卫星导航系统将中国人千百年来的“寻路靠北斗七星”的经验变成现实，彻底改变了中国人的生活方式。

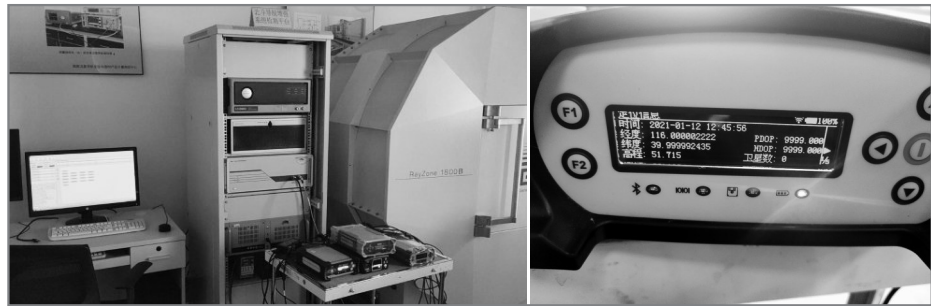
在北斗的“指引”下逆袭

北斗三号全球范围定位精度优于10米、测速精度优于0.2米/秒、授时精度优于20纳秒，而这一切与高精度GNSS（Global Navigation Satellite System 全球卫星导航系统）接收机密不可分。

北京市计量检测科学研究院电磁信息与卫星导航研究所电子信息室主任许原介绍，全球卫星导航系统由空间段（卫星）、地面段（监测站）和用户段（终端）三部分组成，高精度GNSS接收机属于用户段，通过对卫星信号的跟踪、处理和量测，可以实现导航定位、地质测量、时间同步等功能。

曾几何时，国内的高精度GNSS接收机研究还不够成熟，高性能GNSS接收机基本上被进口产品垄断。15年来随着北斗卫星导航系统的发展，我国国产高精度GNSS接收机，经历了OEM板、天线、芯片“从无到有、从有到优”的发展历程。时至今日，经过多年积累，国产GNSS接收机以及核心元器件的性能和质量已不逊于进口产品。

“2020年珠峰测量登山队就是携带国产的上海华测GNSS接收机登顶完成任务的，其测量精度可达2.5毫米，并接



图为高精度GNSS接收机

受了珠峰低温低压低氧极限环境的考验，说明国产装备已经达到世界级先进水平，只能依赖进口装备测量珠峰高程的历史一去不复返。”许原说。

专业验评排除故障

国产高精度GNSS接收机的逆袭，离不开研发过程中严谨苛刻的测试和验评，而这正是北京市计量检测科学研究院负责的工作。研究院自2015年成立国家卫星导航定位与授时产业计量测试中心以来，就致力于研究卫星应用产业全生命周期计量测试解决方案，为GNSS应用产业关键零部件、应用模块、接收机整机，以及专用测试设备提供计量检测服务。

2018年，许原作为负责人承担了国产质监领域计量科学仪器验证评价与推广课题中的高精度GNSS接收机验评项目。项目组结合多年来对该类产品的评价和委托检测的工作经验，通过对大量

测试结果的统计，找出了试验中比较突出和常见的问题，并分析和梳理故障原因，从而显著提升产品质量。

在四台仪器的验评过程中，令许原印象最为深刻的是来自北京合众思壮科技股份有限公司的G10A型高精度接收机。随着各项指标逐渐达到理想标准，G10A型高精度接收机正式启用自研数传电台，一批安装新款自研数传电台模块的高精度GNSS接收机流入市场。意想不到的，在正式投产不久，新产品就频繁出现故障，合众思壮公司不得不狠心将其召回，这也成为公司发展史上罕见的一次产品事故，使公司同时面临业务和财务多方面压力。

随后合众思壮公司研发部门和验评项目组合作，开始对产品进行全方位的检查分析，最终发现导致产品出现故障的原因是数传电台，而数传电台损坏的原因是静电。由于研发实验室在南方，空气湿润，以至于研发团队忽略了非常重要的静

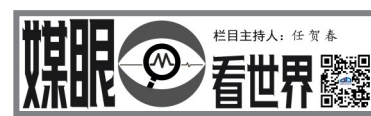
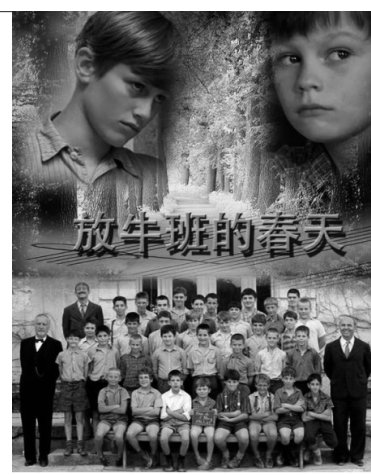
电因素，电台整体的静电抗扰度试验等级并不严格，而当北方的客户在比较干燥的环境下使用这些产品时，就极易出现静电击穿电台中心元器件导致故障。

研发团队立刻改进数传电台防静电设计，并将防静电标准提高，随后验评课题组实验室也对产品进行多次不同严酷等级的静电放电试验，确保产品能够适应最严苛的使用场景。

未来并非一路坦途

如今，国产高精度GNSS接收机已经在交通、通信、电力、养老、消防、计量等行业全面应用。许原说，10年前，国产接收机的市场占有率只有10%，5年前，在使用环境不太严苛的情况下，国产接收机的使用率可以超过一半，而现在这个比例已经达到90%，这与北斗的发展息息相关。

不过现在就宣布国产高精度GNSS接收机大功告成还为时尚早。许原坦言，国产接收机虽然在核心性能上已与进口产品不相上下，但在软件的稳定性和可靠性上还有一定差距，这一点还需要通过产品迭代来弥补。未来，复杂环境下数据信号的完整性、可靠性、连续性，以及无人机、智能汽车等前沿科技产品动态测量的准确性，都需要面对挑战。此外，国产接收机目前面临着比较严重的同质化竞争，这对产业发展也是不利的。相信未来在北斗的“指引”下，加上验评项目的保驾护航，国产高精度GNSS接收机的质量、技术和知名度都会更上一层楼。



《放牛班的春天》是一部于2004年上映的法国电影，所蕴含的深刻教育内涵，时至今日依然是教育、心理乃至音乐领域讨论不休的话题。

这类教育感化类主题电影在故事架构设计上不算新颖。“音乐”是影片的主打标签，被放在了与“教育”同等重要的位置，甚至成为贯穿影片首尾和推动情节发展的关键元素，也可谓是别出心裁。

影片一开始，就展示了一位享誉世界的著名指挥家皮埃尔在音乐会指挥的场景，而后场景切换，皮埃尔与他的一位老同学围绕一本日记，将时光慢慢拉回共同的学生时代。

这本日记的主人公就是几十年前在他们班级担任学监的马修先生。当年的马修是一位杰出的音乐人，命运的安排使他来到一所位于偏远地区的法国乡村学校担任学监，面对的是已经被大多数孩子放弃的“问题少年”。相较于校长采用的专横、残暴、犯错即惩罚的教育管理方法，马修从和学生们的日常交往中看到了他们身上的闪光点，运用自身的音乐优势组建合唱团，亲自为孩子们写谱、指导，在一点一滴中帮助他们恢复自信、建立快乐，并从中发现了一位极具音乐天赋的孩子——也就是片头的指挥家皮埃尔。

当马修和这群孩子初次交锋，听到孩子们哼唱对他的嘲讽之歌时，并没有生气，而是大度地指出，音有点不准哦！后来在组建合唱团时，又通过学生的试唱辨别出他们的乐音是否准确，并将班上的学生分为了低、中、高三声部。在这个过程中，音准是他判断的重要指标，而从科学的角度看，音准也是有其“科学标准”的。

我们通常所说的音准，一般有两种含义：一种是音乐中的音高要遵循一定的规律，那就是音高的准确性，即音准。这种音准有着精确的物理意义，音是由物体的震动产生的，每个乐音震动的频率就是它的物理属性。而在音乐中使用的音并不是随意产生的，是人们在长期实践中挑选出来的。而另一种音准指的是人们对于音高的一种听力反应，严格来讲应该叫做“音准感”。人们听音乐时，首先是要用耳朵去听而不是用仪器去测量，如何判断，依靠的就是人们的“音准感”。影片中马修多次排练合唱团歌曲，以及成功挖掘皮埃尔的音乐天赋，很大程度上也依赖于音准感。

音准感也分为绝对音准感和相对音准感。绝对音准感，是指在无任何辅助参考的情况下，能够准确判断出所听到声音的音高的能力；而相对音准感，对于音的辨识并不是对单个乐音的独立判断，而是基于音与音之间的相互关系，它所反应的音高并不能体现数理意义上绝对值。

科学研究证明，绝对音准感的获得，较多地依赖于先天的听觉素质条件，有多个基因证明与绝对音准感相关，但这种能力也可通过后天训练获得。

电影中，马修通过合唱这种音乐训练打开了孩子们闭塞许久的心灵，而现实生活中音乐训练对于人类的思维、记忆、语言学习等的积极作用也被多次证明。脑结构方面，科学家通过fMRI技术（功能性磁共振成像），发现经过音乐训练的人群，听觉皮层的颞叶平面在左脑中具有更大的面积；记忆模式方面，1997年的一项研究成果表明，音乐训练可以提高学龄前儿童长期时序推理的能力；心理发展方面，法国学者Alfred Tomatis 1991年提出的“莫扎特效应”经美国学者Don Campbell推广后，发现使新生儿接触特定的莫扎特的某些作品有利于心理发展，并对孩童的创造力、注意力水平等其他心理和生理参数水平的提高均有积极作用。

通过音乐，问题少年皮埃尔改写了他人的人生，而他的伯乐——马修先生，更是收获了一份自己满意的人生乐章。音乐往往带有惊人的力量，就像影片乐曲所唱：在灰色晨曦中，寻找通往彩虹的路，揭开春之序幕。

（作者系中国科技馆网络科普部工程师）

音乐有这些

「神力」

你知道吗

□ 赵铮

深度学习能否让机器像人脑一样思维

□ 石大明



人类一直梦想让机器拥有我们人类大脑一样的思维能力，而近年来深度学习在人工智能领域的表现一枝独秀。人工智能有两个主要分支：符号主义和联接主义。前者通过代号描绘万物，然后通过句法分析和谓词演算实现逻辑推理；联接主义则模拟人脑的神经元联接，通过学习形成输

入和输出之间的映射。大体上讲，上世纪80年代之前，人工智能以符号主义的规则系统为主流，之后联接主义的（人工）神经网络渐渐成为人工智能的代名词，其中的原因更多的是利用数学工具分析和优化网络。深度学习则是近年来被广泛实际应用的神经网络。

由于人工智能领域中的反向传播算法取得了突破性进展，第一个卷积神经网络——时间延迟网络应运而生。时间延迟网络是一个应用于语音识别任务的卷积神经网络，使用离散傅氏变换的快速算法预处理语音信号作为输入，其隐含层由两个一维卷积核组成，以提取频率域上的平移不变特征。纽约大学终身教授莱昆（Le-Cun）在1989年构建了应用于图像分类的卷积神经网络。卷积神经网络对权重进行随机初始化后，使用了随机梯度下降算法进行学习，这一策略在随后的深度学习研究中被广泛采用。此外，莱昆在论述其网络结构时首次使用了“卷积”一词，“卷积神经网络”也因此而得名。

2006年后，随着深度学习理论的完

善，尤其是逐层学习和参数微调技术的出现，卷积神经网络开始快速发展，在结构上不断加深，各类学习和优化理论得到引入。2012年，多伦多大学杰弗里·辛顿带领的团队结合前人的研究工作提出了新的卷积网络，采用数据增强、小批量随机梯度下降等作为激活函数和使用图形处理器（GPU）加速计算等特点，大大提升图像分类和物体识别的正确率。

从技术角度上讲，神经网络完成从数据到概念的任务学习，比如，输入的数据是一幅图像，输出是“牛”“马”等概念。当然，直接从声音或图像数据得到这些概念的映射不太可能，需要从这些原始的声音或图像数据中抽取特征，比如，边缘、基函数序列等。

传统神经网络利用各种数学工具，如傅里叶变换、正交变换等方法从原始数据中抽取特征，这种方式的弊端在于我们并不能确定哪种数学工具能得到最好的特征。随着GPU的发展，计算机科学家们抛弃了这些数学方法提取特征，以最简单的对比与组合方式，完成特征抽

取。这种方式虽然“简单粗暴”，但由于GPU的强大计算能力，确实能找到更好的特征表示，并且实现神经网络的“端到端”学习，即像人脑一样黑箱式工作——人可以很聪明，但我们不需要知道人脑内部如何工作。

以卷积神经网络为代表的深度学习是传统神经网络的延伸，只是利用GPU的强大计算能力，以大数据本训练的方式自动抽取特征，因为其高度非线性表达能力已被广泛应用到很多领域，但存在诸多问题，在实际生产环境中极少存在大规模满足训练要求的数据集；网络的训练和运行没有严格遵照仿生学原理，这也是其性能得不到进一步优化的瓶颈问题。所以说，深度学习不能成为人工智能的途径。

因此，在人工智能与深度学习正在进入实用阶段的关键时刻，亟需对深度学习有一个清醒认识，秉承仿生学原理，通过少量模式而不是大量样本来实现特征的提取。

（作者系深圳大学计算机与软件工程学院教授）

元素家族

北纬30度神秘在哪儿

□ 杜林虎

氮——让人又爱又恨的元素

□ 宋丹

氮，元素周期表第7号元素，是空气中含量最多的元素，约占空气成分78%，在自然界中也十分广泛，是组成氨基酸的基本元素之一。

1772年，氮由瑞典药剂师舍勒发现，后由法国科学家拉瓦锡确定为一种元素，英文名称为Nitrogen，意思是“硝石组成者”。中国清末化学家徐寿第一次将它翻译成中文时曾写为“淡气”，意思是冲淡了空气中氧气的气体。

氮气的情性使它广泛应用于电子、钢铁、玻璃工业，灯泡和膨胀橡胶的填充物，或者作为食品和精密实验仪器的保护气体，这并不是氮元素不活泼，而是由两个氮原子形成的氮气分子不太活泼。由于氮分子中有三个强大的氮氮三键，使氮气分子很难断开化学键与其他元素的原子进行化合，所以氮气在通常情况下很稳定，可以用作保护气，例如超市里售卖的小包装蛋糕和面包，往往会充入氮气进行保鲜。

氮元素是植物生长的必需养分之一，当氮元素充足的时候，植物可以合成较多的蛋白质，并促进细胞的分裂和增长，叶子长得更多，能有更多的叶面用于光合作用。但是空气中的氮气是不能被植物吸收的，需要转化成能被植物吸收的水溶性含氮化合物，好在科学家们研究出了工业合成氨的最适宜条件，大大提高了含氮化合物氮气的产量，一下子解决了含氮化合物的生产问题，使农作物的产量提高了一个档次，现在农作物的种植基本上离不开氮肥了。

就在人们庆祝口粮问题解决的时候，人工合成的氨气也给世界带来了惊天动地的毁灭——战争。因为氨气和硝酸可以生产硝酸铵，是制作炸药的成分之一。合成氨工业的兴起，也促进了武器和炸药的研制。而氮元素本来就是硝石的成分之一，而硝石在古代就是来制作火药炸药的，现在能够人工合成氨制作硝石了，武器研究者们欣喜若狂，随后爆发了第一次世界大战。因发现合成氨工业适宜条件而获得诺贝尔奖的德国化学家哈伯，也就拥有了“天使”和“魔鬼”的双重身份。

其实，元素本身并没有好坏之分，而是利用这些元素和物质的人有好有坏。我们应该把元素及其化合物用在有利于人类发展的事业上，才能物尽其用，用得其所！

（作者系武汉市第二十中学化学教师、武汉市科学家科普团成员）

北纬30度主要是指北纬30度上下波动5度所覆盖的范围，在这个纬度发生了许许多多让人捉摸不透的人文现象和自然奇观，最令人熟知的就是这条纬度线把“四大文明古国”中国、古印度、古巴比伦、古埃及给串联起来，并且世界之颠珠穆朗玛峰、海底最深处马里亚纳海沟、海拔最低的湖泊死海等世界之最也在这条线上。

玛雅文明孕育、兴起、发展于今墨西哥的尤卡坦半岛、恰帕斯和塔帕斯科，以及中美洲的一部分，包括危地马拉、洪都拉斯、萨尔瓦多和伯利兹，总面积32.4万平方公里。玛雅文化流行地区的人口最高峰达1400万人。

玛雅文化是丛林文化，虽然处于新石器时代，但在天文学、数学、农业、艺术及文字等方面都有极高成就。

公元前2500年，玛雅时期的建筑工程达到了当时世界的最高水平，已掌握日食周期和日、月、金星的运动规律。

自从1839年美国人约翰·斯蒂芬斯在洪都拉斯的热带丛林第一次发现玛雅古文明遗址，世界各国考古人员在中美洲的丛林和荒原发现了170多处被弃的玛雅古代城市遗迹。玛雅人的文明足迹北起墨西哥的尤卡坦半岛，南至危地马拉、洪都拉斯，直达安第斯山脉。这个神秘的民族在南美的热带丛林建造了一座座规模令人咋舌的巨型建筑。

埃及金字塔是世界八大奇迹之一，塔址点正好选在沙漠中岩石地域V型裂缝之间，位于地球各大洲的引力中心，穿过大金塔塔基的轴线正好把洲和洋分成相等的两半。

大金塔塔底为正方形，四边正好对着东南西北四个方向，偏差只有0.015%。在黄金分割率点建塔共用200多万块巨石，每块都经过精雕细琢，连最薄的纸都插不进石缝，最小石块重两吨半，附近数百英里范围竟然难以找到类似的石头。

空中花园是古代世界七大奇迹

（上接第1版）

上海自然博物馆和波克城市联合研发出的“拼图寻鸟之旅”科普游戏，选取了21个国家的鸟类摄影作品，采用了数字文化创意制作，以拼图、知识问答和故事穿插的方式，将鸟类科普知识进行游戏化呈现，将趣味性和鸟类科普知识相结合，实现了利用碎片时间进行科学传播的效果。上海广播电视台纪录片中心与上海自然博物馆合作的科普新媒体产品“指尖博物馆Museum”，让观众只需轻点手机，就能在微信公众号、视频号、

抖音等多个平台找到，同步开启“云逛博物馆”。此外，上海自然博物馆与SMG联合制作的科普影片也在持续输出中，并在“一带一路”许多沿线国家获得了良好的反响。王小明表示，影片和游戏的存在之意义在于打破学习的特定时空场景，推翻学校教育和博物馆教育的壁垒，传递终身学习的理念。

除了科普游戏和作品的传递，为促进各地博物馆资源的交流，盘活长三角的科普资源，2018年，苏浙沪皖八家科普场馆发起并成立了长三角科普

场馆联盟。王小明表示，这个联盟意味着人力资源与专家资源的共享，系统性的科普资源集成，也会给观众带来更丰富的知识传播。与此同时，上海优质科普资源也在逐步辐射西部地区。2020年10月，上海科技馆联合西藏自然博物馆、新疆科技馆共同举办了上海科普大讲堂“走进西部”系列暨沪藏疆首场联播讲座，又一次成功地将科普讲座向西部地区输送，为提升西藏、新疆两地青少年科学素养作出了贡献。

王小明强调，博物馆的公益性始

终处于优先地位，而博物馆的第一功能就是教育。在城市数字化转型之际，博物馆同样不能落后。未来，在博物馆内，要依托AI、数字化等技术努力让“历史重现”“藏品重生”，让观众在沉浸式体验和精巧的布局中获取新知、开启思考；在博物馆外，则需要“搬开博物馆的屋顶”，重构固有的教育体系，真正实现资源共享，使知识传播更加公平，这与近日公布的2021年国际博物馆日主题“博物馆的未来：恢复与重构”不谋而合。

上海自然博物馆实现流量变“留量”