

核心遥感技术让林业生态建设自主可控

■本报记者 秦志伟

林业是一项重要的公益事业和基础产业，承担着生态建设和林产品供给的重要任务。近年来，遥感技术在林业应用的广度和深度逐渐加大，尤其对高分辨率遥感数据和处理技术的需求与日俱增。然而，过去主要依赖国外的遥感数据不仅价格昂贵，数据获取能力也有限，而且难以满足林业发展的需求。

一直以来，中国林科院资源信息研究所(以下简称资源所)副所长李增元研究员坚信，“只有彻底掌握林业遥感核心技术，才有可能说，我们的林业生态建设自给可控”。

凭着这样的信念，李增元带领团队经过多年的协同攻关，攻克了高分辨率遥感林业调查和监测应用的 8 项关键技术，并建立了应用服务平台，填补了我国高分辨率遥感林业应用的空白。

1 月 8 日，由李增元主持完成的“高分辨率遥感林业应用技术与服务平台”获国家科技进步奖二等奖。

高分数据主要依赖国外

森林被誉为地球之肺，它不但为人类提供所需的资源经济产品，还提供了生物栖息场所、维持水资源质量、调节环境气候等生态系统服务。

森林、湿地和荒漠化土地占国土总面积的 54.6%，“面积大，监管任务重”。李增元告诉《中国科学报》。

在李增元看来，在社会需求日益增长的情况下，以遥感为代表的森林管理技术能有效加强人类对森林碳、水、营养循环等自然科学过程的管理，拓展传统林业资源管理的区域和时效，节省成本。

然而，目前我国林业遥感应用主要依赖国外遥感数据，数据购置和处理成本高；数据类型多，处理难度大，效率低。

此外，遥感应用自动化程度低，调查周期长。以调查周期为例，森林资源“一类清查”5 年 1 次、“二类调查”10 年 1 次，湿地调查 5 年 1 次，荒漠化和沙化调查 5 年 1 次。

记者在采访中了解到，遥感技术在林业资源调查、火情监控、病虫害监测等方面作用明显。

以林业资源调查为例。黑龙江尚志国有林场管理局的于德龙曾撰文介绍，在运用遥感技术之前，开展林业资源调查工作时多是依赖航空图片、地形图等来分析，深入到户外制作调查图，借助对场地的勾绘等获知林区环境情况。

很显然，该方法的缺陷较明显。“持续时间长，且需要投入非常多的



人力资源，所需资金数量庞大。最主要的是精确性不高，无法满足工作需要。”于德龙说。

于德龙同时指出，国内除森林火灾监测系统外，还未应用高分辨率的卫星建立起业务化的运行体系。

协同攻关，填补应用空白

2010 年 5 月，“高分辨率对地观测系统重大专项”(以下简称高分专项)启动实施，这是《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》中部署的 16 个国家重大科技专项之一。高分林业遥感应用示范系统是高分专项中的行业应用项目之一。

李增元向记者介绍，该项目针对我国高分专项计划发射的 7 颗民用高分卫星数据特点，围绕森林资源调查、湿地监测、荒漠化监测、林业生态工程监测和森林灾害监测等任务，开展高分遥感数据应用技术研究。

多年来，经过多单位协同攻关，攻克了高分辨率遥感林业调查和监测应用的 8 项关键技术，很大程度上解决了高分辨率卫星遥感在林业中应用的技术瓶颈。

与此同时，李增元团队首次建立基于高性能计算和云架构的高分林业应用服务平台，使遥感数据日处理能力可达到 200~500 景，可支持 100 个并发用户使用。

值得一提的是，该平台在实现高分一号、高分二号、高分三号和高分四号等卫星数据生成的共性产品的基础上，研制了 21 种林业专题产品生产线。

此外，平台具备支撑调查与监测能力由 3~5 年 1 次提高到 1 年 1 次，监测精度普遍提高 5%~10%；同时，林业生态工程和石漠化监测中高分数据替代国外数据率达 100%，森林资源调查与监测中替代率达 69%。

团队成员、资源所研究员高志海向《中国科学报》介绍，目前已向全国 50 多家应用单位分发高分数据和专题产品 12 万多景，推广应用于 13 项全国性和 7 项地方性林业调查与监测业务中。

据统计，2013 年以来，项目单位承担的全国性监测使用高分数据产品节约资金约 1.2 亿元。此外，国家林业局大兴安岭规划院等 13 家主要单位的应用证明统计，从减少数据购置支出、节约人力物力投入等方面核

算，2013—2017 年直接节支 2651 万元。因此，总计节约约 1.5 亿元。

积累和应用互动共赢

当前，我国林业行业约 70% 的卫星遥感分析数据来源于我国自己发射的卫星，且主要由资源所负责提供技术支持和服务。

实际上，遥感技术在林业领域已有 40 年的应用历史，我国的林业遥感技术研究和应用大致走过三个阶段：局部范围的应用研究、基础高新技术研究和现如今的大范围应用。

在李增元看来，每一个阶段都有一群科研工作者在埋头扎实工作，不断为后来人积累成果。

20 世纪 80 年代，以中科院院士徐冠华为代表的第一批林业遥感研究团队开启了卫星遥感林业信息智能提取的先河。1985 年，140 余名科技人员首次制定再生资源遥感综合调查技术规范，成为推动我国遥感技术进步和应用的里程碑。

20 世纪 90 年代，李增元、车学俭、陈尔学等人首次将合成孔径雷达技术引入我国的林业遥感应用中。自 2000 年起，以鞠洪波、李增元等为代表的林业遥感技术研究专家推进了

遥感技术林业应用体系的建立。

近年来，以陈尔学、高志海、武红敢、庞勇、覃先林等为代表的青年专家正在崛起，推动林业遥感技术向深发展。

李增元说：“积累和应用不是对立存在的，而是互动共赢的关系。”刚开始研究林业遥感技术时，李增元等科研人员做的只是一个简单的桌面应用软件。

到如今，“在硬件上我们拥有高端的数据处理服务器，在软件上我们可以根据行业专题产品需求快速定制出生产线，在团队上我们建立分工协作、特色鲜明的科研团队，这些成绩的取得需要一个过程”。李增元告诉《中国科学报》。

虽然已攻克高分一号至高分五号 5 颗高分卫星数据在林业的应用技术，但李增元希望，“未来针对高分六号、高分七号等国产高分卫星数据特点，优化高分林业遥感应用系统的功能，提升系统处理高分数据和生产共性产品的能力”。

随着新的国产高分数据在林业和草原调查和监测中的应用，“将为生态环境保护和建设、林业资源利用、防灾减灾、应对全球变化等提供新的技术手段”。李增元说。

■境界

美国麻省理工学院的一项新研究发现，在未来几十年里，气候变化将影响海洋的颜色，使蓝色区域和绿色区域更加密集。

研究人员在《自然—通讯》中报告，他们开发了一个全球模型，模拟不同种类的浮游植物或藻类的生长和相互作用，以及不同地区物种的混合如何随着全球温度的升高而变化。研究人员运用该模型发现，到 2100 年，由于气候变化，世界上 50% 以上的海洋将会改变颜色。

该研究表明，与今天相比，亚热带等蓝色区域将变得更蓝，这意味着这些水域的浮游植物和其他生命会变得更少。一些今天绿色更多的地区，例如靠近两极的地区，可能会变得更绿，因为温度升高会使更多种类浮游植物大量繁殖。

文章主要作者、麻省理工学院地球、大气和行星科学系以及全球变化科学与政策联合项目首席科学家 Stephanie Dutkiewicz 说：“该模型表明，这些变化对肉眼来说并不明显，海洋看起来仍然将会是在亚热带区域呈现蓝色，在赤道和两极附近呈现更多绿色。这种基本模式仍将存在。但同时，这些变化将足以影响浮游植物所支持的食物网。”

叶绿素数量

海洋的颜色取决于阳光如何与水中的物质相互作用。水分子可以吸收几乎所有的阳光，只有光谱的蓝色部分会被反射出去。因此，相对贫瘠的开阔海域呈现深蓝色。如果海洋中有生物，它们可以吸收和反射不同波长的光，具体情况取决于它们各自的特性。

例如，浮游植物含有叶绿素，这种色素主要吸收太阳光的蓝色部分，产生光合作用所需的碳，而吸收绿色部分阳光则较少。这样，更多的绿光被反射回海洋，使富含藻类的区域呈现绿色。

自 20 世纪 90 年代末以来，卫星一直在监测海洋的颜色。科学家们利用这些测量结果得出了特定海洋区域的叶绿素含量，以及浮游植物的含量。但 Dutkiewicz 说，叶绿素并不一定是反映出气候变化的敏感信号。叶绿素的任何显著波动很可能是由于全球变暖引起的，但它们也可能属于“自然变化”——由于自然的、与天气有关的现象导致叶绿素的正常周期性上升。

海—阳光建模

比起采用叶绿素的估计数量，该团队更希望通过观察海洋中的反射光卫星测量值来判断气候变化对浮游植物的影响。

研究人员在该模型中添加了一个其他海洋模型中从未有过的新元素：根据特定海洋区域中生物种类和数量来估算该区域中海洋吸收和反射的特定波长的光。

Dutkiewicz 说：“阳光将进入海洋，海洋中的任何东西都会吸收它，就像叶绿素一样。”“其他东西会吸收或散射它，例如有硬壳的东西。所以，光线是如何从海洋中反射出来从而赋予它色彩，这是一个复杂的过程。”

当研究小组将他们的模型结果与卫星过去对反射光的实际测量结果进行比较时，他们发现这两个理论的一致性足够好，可以用来预测未来环境条件变化时海洋的颜色。

蓝色和绿色的信号

随着研究人员提高模型中的全球温度，到 2100 年达到升温 3 摄氏度(大多数科学家预测，按照目前的发展趋势，这种情况将会发生)，他们发现波长为蓝/绿波段的光响应最快。

更重要的是，Dutkiewicz 观察到，这种蓝/绿波段显示出一个非常清晰的，由气候变化引起的转变，而这一转变发生的时间比科学家们先前在研究叶绿素时所作出的预测要早得多——原本他们预计到 2055 年才会出现这种转变。

Dutkiewicz 说：“在卫星信号中，你可以在这些太阳光的波段中发现与气候有关的重大变化。因此，我们应该在卫星测量的数据中寻找真正的变化信号。”

根据他们的模型，气候变化已经改变了浮游植物的组成，并进一步改变了海洋的颜色。到本世纪末，我们的蓝色星球的颜色可能会明显改变。

(吕小羽编译)
相关论文信息：
DOI:10.1038/s41467-019-08457-x



在未来几十年里，气候变化将影响海洋的颜色，使蓝色区域和绿色区域更加密集。

■视点

我们为什么要建立校园保护地

■周晋峰 张永飞 唐玲



森林般的校园绿地

当提到自然保护区的时候，人们通常会想到它们一般设立在深山老林、人口稀少、自然生态条件得天独厚的地区，城里人通常罕有涉足。然而，随着城市化进程的加快，越来越多的城市人口涌入，在城市定居下来；城市道路和建筑物越来越密集，绿地越来越少。随之而来的是城市环境的宜居性越来越令人担忧，人与大自然的距离日益遥远。

现在人们开始意识到：最重要的自然保护区，其实应考虑建立在人口密集区。如果能在城市的生态系统中做好保护工作，将意义重大。而校园正

是建设城市生态系统的绝佳突破口。

所谓校园保护地，是以学校为主体，在其园林绿化过程中，坚持顺应、尊重、保护自然的原则，包括停止使用不适合本地气候并对土壤无益的外来草皮卷，不再频繁更换花草树木，不再频繁喷农药撒化肥污染环境，不再频繁浇水浪费宝贵的水资源等，建设人与自然和谐相处、可持续发展的城市生态文明场所。

教育部统计发出的《2017 年全国教育事业统计公报》数据显示，2017 年，全国共有各级各类学校 51.38 万所，各级各类学历教育在校生 2.70 亿人。

大多数人，人生中最美好的岁月是在校园度过的。因此，中国的学校应该重视生物多样性，把保护和教育相结合，在这样的校园待几年，给学生们的熏陶会受益终身。

校园自然保护区，是培养年轻一代人与自然和谐、养成绿色生产生活方式的最佳场所，不可替代。同时，校园保护地也可在未来我国保护地体系中起到良好的补充作用，例如：思考怎样提高学校的能源使用效率，节约用水；确保健康卫生；衡量废物管理、再生能源、智能电网、空气污染、绿色建筑水平等，对于推动联合国可持续发展目标也具有重大意义。

那么，学校如何开展保护地工作？坚持人与自然和谐共处。有些高校喜欢把校园原始植被移除掉，因为嫌乱、嫌难看，换成千篇一律的草坪，不厌其烦地浇水、除草、杀虫；修个池

塘，下面全是水泥，各种硬化措施阻断水循环。这类思路违背自然，缘木求鱼。校园保护地应该顺应自然，融入自然。有很多可行的措施和办法，比如将乡土植物、当地濒危物种移栽到校园中进行保护。

首先是重视乡土植物。以北京为例。北京的野生植物有 1400 多种，但大部分我们都看不到，因为少数几个品种占据了城市绿化植被中的绝大部分。人们的知识常常来自于他们亲眼看到的，因此我们所处的环境在相当程度上就定义了我们对于“什么是自然”的直观认识和理解。在北京城区，柳树、杨树、银杏、法国梧桐等等一统绿化，就连植物配置手法也都大同小异。一个地区，大面积种植有限的几种树木，很容易发生病虫害交叉传播。其实，我们的大自然因各种不同的生物(即生物多样性)的自然混搭而越发美丽神奇。往往，动植物群落的种类越是丰富，抗风险能力越强，生态系统就越稳定。乡土植物在校园保护地中具有无可比拟的优势，是经过自然长期选择的结果。植物物种丰富，自然而然，昆虫多样性和其他更高等级的动物物种也会随之繁盛，促成良性循环。

其次是移栽濒危植物到校园进行保护。据报道，北京土生土长的 1000 多种植物中，有 48 种濒危物种被列为国家一级保护植物，包括麻核桃、青檀、大花银莲花、类叶牡丹、野罂粟、毛樱桃、野大豆、红花鹿蹄草等。中国生物多样性保护与绿色发展基金会曾经做过北京植物种类普查，

发现植物物种消失速度也很惊人。如果把本地濒危植物移栽到校园中，可从物种层面对保护生物多样性作出重要的贡献。

第三是屋顶绿化。有些大学土地面积有限，可以充分利用屋顶。比如可以把建筑物的外墙进行垂直绿化、对屋顶进行绿化等。开拓校园绿化空间，突破大学校园占地局限，把绿色向空中拓展。意义不用多说，这在建筑物降温隔热、节能减排、改善学校建筑周边小气候，以及缓解校园密集居住区的热岛效应、减少光污染等方面都有积极意义。

第四是保护荒野。一个城市应该留下至少一片荒野，不施加人工干预，让各种植物自由生长。荒野中蕴藏着大自然最神秘的奥秘，城市居民在生态文明时代，应保有与自然和谐相处、在城市中诗意栖居、返璞归真的权利。另外，荒野在城市生物多样性保护中具有重大意义，比如在固碳释氧、气候调节、空气净化等生态系统调节功能中起到积极作用。但目前公众尚未充分意识到荒野的重要生态意义。举例来说，北京郊区一块不浇水不施肥的荒野，在人工不干预的情况下，里面的草一年可以长到接近 2 米高，虫鸣鸟叫，生机勃勃。

大自然是最好的老师。希望未来中国 2000 多所高校都有自己美丽的校园保护地，为年轻人创造与自然和谐共处的学习环境。

(作者单位：中国生物多样性保护与绿色发展基金会)