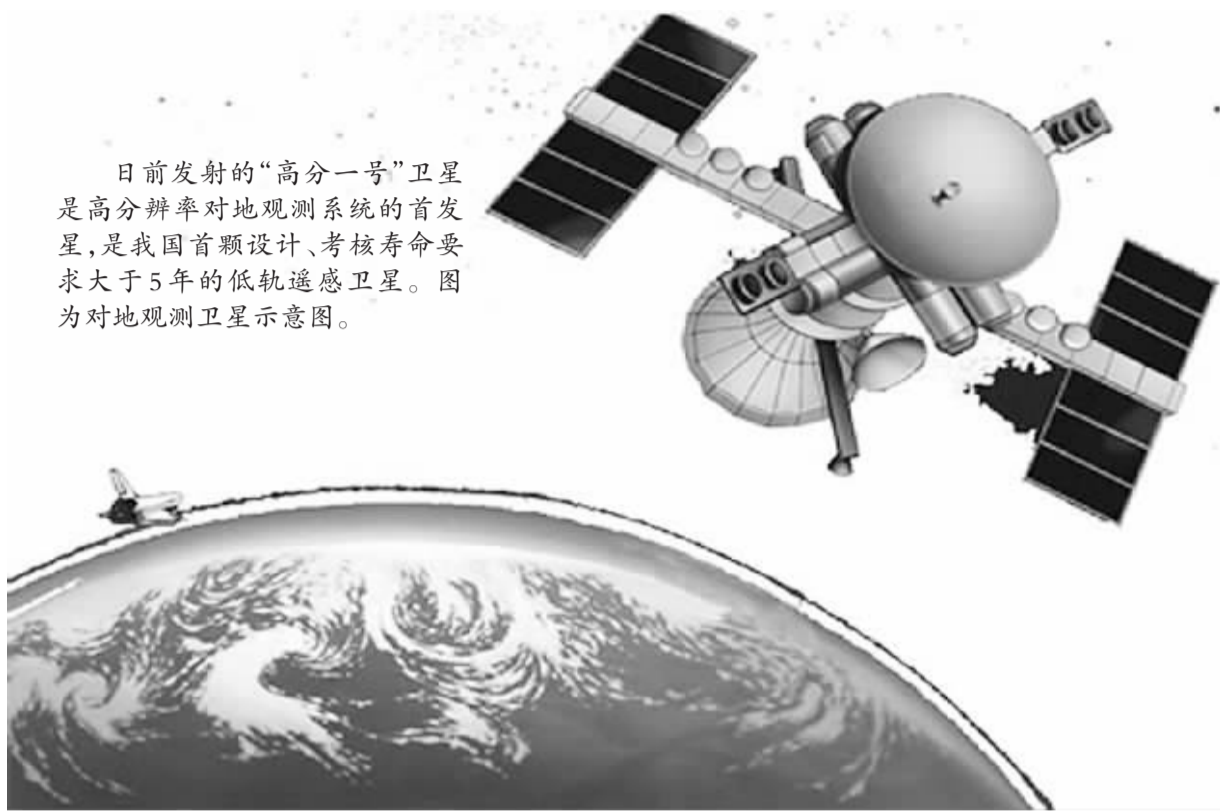


前沿新知

捕捉地球信息的“天眼”

本报记者 沈慧

兴起于20世纪60年代的遥感技术,是一门以航空、摄影、数学、地理、计算机等学科理论为基础的综合性学科,其应用雏形是军事侦察。不过,近年来遥感逐渐揭开神秘的面纱,走进人们的生活,开始广泛应用于自然灾害监测、环境监测、遗产保护、农业等多个领域,成为捕捉地球信息的“天眼”。



日前发射的“高分一号”卫星是高分辨率对地观测系统的首发星,是我国首颗设计、考核寿命要求大于5年的低轨遥感卫星。图为对地观测卫星示意图。

灾害遥感

第一时间获取灾情数据

遥感能为我们做什么?“4.20”芦山抗震救灾为我们提供了一个很好的范例。4月20日8点02分,芦山发生地震。前线,救援紧张进行;后方,位于北京五环外的中科院遥感地球所办公楼内,科研人员争分夺秒:紧急启动航空遥感获取数据,解译、分析图像……“当我20日8点50分赶到单位时,一支近100人的行动小组已经成立了。”中科院遥感地球所研究员李震说。

破坏性地震往往会造成当地交通和通信中断,直接阻碍外界对受灾程度、震害分布等灾情信息的判断和相应决策。此时,利用遥感技术开展灾情监测,对于高效、快捷开展抗震救灾工作而言至关重要。

“从高度上讲,遥感分为卫星遥感、航空遥感两种。开展区域性工作一般多利用卫星遥感,不过由于它运行周期固定,需要许多颗卫星才能满足突发事件需要。另外卫星遥感在分辨率方面也有一定限制。”在李震看来,航空遥感的优势是机动性强,可以随时根据需要起飞,而且航空遥感拍摄的飞行高度一般不超过1万米,因此可以捕捉到更多细节信息。

时间就是生命。9时50分,震后未及两个小时,遥感飞机B-4101即携带光学传感器从绵阳机场起飞。在空中“巡视”8个小时之后,芦山、宝兴、邛崃等县市的第一批高分辨率航空遥感数据就已传回。

“为了支持救灾工作,我们第一时间就将获取的遥感数据,向参与救灾的各部门‘敞开’共享。”李震说,航空遥感数据的分辨率可以精确到一米以下,道路损坏、房屋倒塌等信息一目了然。地质、交通、工程等部门据此可判断受灾范围以及救援所需投入的人力、物力。“这些信息,为救灾、灾后重建提供了重要决策支持。”

“值得注意的是,通过与震前的遥感观测数据对比,人们还可发现潜在的滑坡等次生灾害。”李震介绍,雅安是个“雨都”,地震发生后极易诱发滑坡、泥石流等次生灾害,而遥感航拍得到的高分辨率影像以其形态、色调、纹理结构等影像特征,能宏观、真实地显示出这些地貌特征,因此,对滑坡的边界、规模、形态特征及孕育环境特征,均能从遥感影像上直接判读圈定。由此,通过对滑坡的遥感

解译,可以对目标区域内已经发生的滑坡灾害进行系统全面的调查,查明其分布、规模、类型和影响因素。“这为后续的预警、灾害风险分析以及方案的制定提供了宝贵的第一手资料。”

大气遥感

全面科学监测环境变化

近年来,在环境监测方面,遥感扮演着越来越重要的角色。今年一月份,全国先后有30个省份遭受雾霾天气侵袭。为何会突然间“冒”出如此大面积分布的高浓度的污染物颗粒?对这个问题有不同的看法。“目前主流认识是,污染物排放量大,静稳天气、扩散条件不利,区域污染和本地污染贡献叠加造成强雾霾现象的主要原因。不过这里存在一个误解。”中科院遥感地球所研究员陈良富分析说。

基于对遥感卫星统计数据的长期观测与分析,陈良富认为,我国中东部地区本底污染浓度高是内因,一月份的强雾霾是在浮尘和水汽共同作用下,加速成霾过程,放大人为排放的污染效果的一种自然因素和人为因素共同作用的结果。

陈良富解释说,空气污染物中的可溶性成分遇到浮尘(矿物质凝结核)后会迅速包裹,形成混合颗粒,再遇到从东南部来的充足的水汽,就会很快发生吸湿增长,颗粒的粒径增长2倍至3倍,消光系数增加8倍至9倍,也就是说能见度下降为原来的八分之一至九分之一。通俗地讲,空气中原本存在的较小颗粒的污染物,遭遇水汽后变成人们肉眼可见的大颗粒物,即产生雾霾天气。

综合多种卫星观测数据,陈良富发现,每年冬季西北部吹往华北平原的浮尘的频率,要比地面观测的沙尘天气发生频率大得多,尤其是一月份浮尘天气特别严重。同时,通过激光雷达卫星的探测,可以看出浮尘到华北平原后会与各种污染物迅速混合,导致污染效果放大。“再加上强逆温天气,低空大气更加静稳,不利于污染物扩散,进一步促使霾颗粒的增长和雾滴的形成,导致能见度更低,这种‘副反馈’作用可以解释雾霾为什么‘持续时间长’‘浓度水平高’。”

“地面监测站的数量毕竟是有限的,科学、全面、准确地监测环境,还需依靠卫星遥感手段作补充。”陈良富认

为,基于大气中矿物质和烟尘在紫外波段的吸收特性,可以发挥紫外卫星遥感的“特长”,探测中高层的浮尘、生物质燃烧,监测对流层污染气体二氧化氮、二氧化硫浓度。而且“卫星遥感观测的是粒子的消光能力,PM2.5又是消光的主要贡献者,因此用卫星监测PM2.5很对‘胃口’”。

考古遥感

让遗产保护更加有力

如今,考古学家已不再是“拿着小铲子挖土”的形象。遥感技术的介入为他们的考古工作装上了一双“透视眼”,使他们能够穿越沧海桑田的变化,于蛛丝马迹中发现消失多年的历史遗迹。

这样的事例并不少见。1991年,考古学家结合历史资料,利用遥感图像发现了位于阿曼沙漠中消失的古城——Ubar;美国宇航局考古学家从航空相片上识别出哥斯达黎加森林中的古路径;我国科学家利用雷达卫星遥感技术揭示了被沙土掩埋的长城遗迹、隋唐大运河遗迹……在文物古迹的发现上,遥感技术具有独特的优势,中科院遥感地球所研究员王心源说:“利用光学遥感、雷达遥感等技术,这些年科学家们发现了许多被植被、沙土掩盖下的文物古迹。”

考古学家是如何利用遥感手段监测分析研究地下考古遗迹的呢?“有些文物古迹被埋在地下比较难以发现。不过,这些土地与周围没有经过人工扰动的土壤环境存在着差异,从而形成了这一地区在土壤、水分、地表温度等方面一系列的特别征象。”王心源告诉记者,这些特征单纯依靠人的肉眼观察很难分辨,但遥感利用可见光、红外、微波以及高光谱等全波段电磁波来探测地物。“更重要的是,遥感考古对古代遗迹的破坏相对于传统考古要小得多,可以说是无损探测。”

对考古遗迹的发现,仅是遥感技术应用用于遗产保护的一个方面。“遥感技术已成功应用于自然与文化遗产研究中,并在其保护中发挥了至关重要的作用。”在第四届国际遥感考古会议上,联合国教科文组织代表Patrick McKeever说出了全球遥感专家的共识。

王心源告诉记者,雅安是大熊猫的故乡,地震中这些“国宝”们的生存状况格外受到关注。利用遥感技术,科学家们及时针对大熊猫栖息地生态环境受地震影响

展开紧急评估。“世界自然遗产四川大熊猫栖息地面积共9245平方公里,在雅安市境内面积约4700平方公里,占全市面积的30%左右。这么大的面积,仅靠人力很难完成调查研究,而且在当时条件下深入雅安也不切合实际。越是在这种情况下,遥感技术就更加显示其独特的优势。”王心源表示。

世界遗产,是我们了解居住地演化历史、认识人类自身进化发展、理解不同民族习俗文化的“物证”,遥感技术正以其与生俱来的优势,在古遗址探测、文物保护和监测、古环境重建方面发挥着越来越重要的作用。

农业遥感

服务农业生产链全过程

“陕北大部、渭北中部和关中中东部、商洛北部有中度重旱,渭北西部、关中西部、商洛南部有轻度中旱。”——像这样的干旱预警,居然是陕西省农业遥感信息中心卫星遥感显示的信息。

作为国土辽阔的农业大国,利用遥感手段及时掌握复杂多变的农业自然资源和农业生产信息,对我国的农业规划和管理都有重要的现实意义。

我国农业遥感技术最早用于估产领域。早在“六五”时期,我国已经开始运用卫星技术尝试对局部农产品产量进行预估,在随后的发展中,我国气象局、中国科学院以及许多大学、研究所都对农业遥感估产技术起到了实践和创新推动作用。2008年我国“遥感卫星4号”发射成功,其主要作用之一就是负责我国农作物的品质与产量监测数据的采集。

那么遥感估产究竟是如何操作的呢?“农作物遥感估产包括对农作物生长过程的动态监测、种植面积测算、单位面积产量估测和总产量估测。”据专家介绍,农作物遥感估产就是根据生物学原理,在收集分析各种农作物各个生育期不同光谱特征的基础上,通过平台上的传感器记录的地表信息,辨别作物类型,监测作物长势,在作物收获前,预测作物的一系列方法。

农业估产仅是农业遥感应用中的一个方面。对于整个农业生产链来说,遥感的作用可以说是贯穿始终。从最开始的农业资源调查到气象灾害预测和评估、农作物生产环境监测和农业环境保护,每一个环节都与遥感技术的应用密不可分。

“智慧能源”系列谈(4)

随着文明的演进,科技水平的提升,主流能源形式所蕴含的人类智慧元素比重越来越大

能源形式更替发展的新方向

□ 刘建平

人类利用能源的形式,根据所蕴含的人类智慧程度,可以分为启智能源、小智能源、中智能源和大智能源,其对应的能源形式分别是柴薪燃料、“驯化”能源、化石能源与混合能源。能源形式的改进,是为改善人类生存、更好地满足文明运行的需要;能源形式的更替,是为促进人类发展、推动文明形态的演进。更替不可能突然发生,要以能源形式的改进为基础。无论是改进还是更替,都是人类的智慧成果的成功运用。

在采猎文明时期,人们从自然界获取食物,采集植物,狩猎动物,以获取生存必需的能量。后来,人类发现并利用了火,柴薪、秸秆等天然生物质燃料便成为主要的能源。

在农耕文明时期,除了继续利用火外,人类开始尝试“驯化”自然,畜力、风力、水力渐渐成为获得能源的重要方式,以此完成磨面、提水、纺纱和织布等简单的农业和手工业活动。现在看来,人类直接获取水力、风力等能源形式有着明显的缺陷:一是能源动力受自然条件和气候限制大,没有风和雨,水车与水车寸步难行;二是能源获得渠道窄,主要是通过地表和地上,地上能源是太阳能,地表则是太阳能经过光合作用而形成的能源,如柴薪能源等。对于地下能源,我们当时的视野还难以触及。尽管如此,低下的能源利用技术仍然与当时同样低下的劳动生产率相适应,生产技术的落后使得我们对能源的需求并不迫切,改进能源利用技术的动力不足。较低的能源技术和较低的能源需求相互适应,互为因果,支撑着文明缓慢前行。

受益于科学技术的进步,人类的活动范围逐渐从地表延伸到地下,发现了丰富的煤炭资源。煤炭燃烧后能释放出较高的热量,也适应生产的批量化、持续性需求,因而迅速成为主要的能源。18世纪蒸汽机的发明,煤炭取代柴薪成为支撑工业文明运行的主体能源。到了19世纪,发明了比蒸汽机热效率高、体积小、功率大、更洁净的内燃机,随之进入了以燃油为主体燃料的时代。石油和天然气比煤炭燃烧值更高,污染更小,更符合工业社会的需要,因而得到大规模的推广和应用。

通过蒸汽机和内燃机产生的动力难以在较大的空间范围内随意传递,只能围绕一台动力机械进行小范围、小规模的生产。19世纪以来,电磁感应定律的发现,为随后发电机、电动机,以及变压器、电站、低压电网和超高压电网等一系列技术装备的发明及广泛应用提供了条件,开启了第二次工业革命,迎来了电磁动力新时代。煤炭、石油、水力、风力等各种能源都可以转换成机械能,再转换为电能,然后将电能通过电网延伸到城市、乡村和山间,广泛地满足城乡生产生活所需。

借助以煤炭与燃油为燃料的蒸汽机和内燃机,我们由依赖人力、畜力、风力和水力转向依赖机器,人类手臂向外拓展;凭借电力的发现和应用,我们将各种机械能转化为电能,并将之运往远方,使得生产和生活的视野进一步开阔。两次工业革命的能源基础——化石能源的发现和利用,满足了工业文明对能源的巨大需求,但其储量有限,不可再生,终究会枯竭,同时也催生了环境破坏、气候变化、安全事故等一系列严重问题。

未来清洁高效的新型能源不可或缺。20世纪60年代以来,“能源革命”的呼声日渐高涨,开发包括新型能源和再生能源等在内的能源,成为能源形式更替与发展的新方向。

回顾由火而始走过的漫长历程,我们可以发现几条能源形式改进和更替的重要线索。

一是从被动到主动。我们对能源的利用,最早是以“靠天吃饭”的方式被动获取。即采集植物和狩猎动物以获取它们本身含有的能量。后来,通过认识和利用火,包括引用自然火种和钻木取火,人们对能源的利用从被动逐渐转为有意识的主动。后来,随着技术的不断进步,能源利用逐渐主动转移到煤炭和石油,乃至之后的核能、太阳能、风能、水能等新的能源形式上。

二是从发现到发明。人类从用火山和闪电留下来的火种取火,到掌握钻木取火历经的时间数以万年。而从1820年荷兰人汉斯·奥斯特发现了电流磁效应,到法拉第用磁棒来回进出金属线圈制造出电力仅仅经历了11年。偶然的发现是小概率事件,需要等待漫长的时间,同时只能发现比较单一的规律。试验发明是一个复杂、系统的过程,同时又有更加明确的目的性和研究方向,大大缩短了发明的时间。

三是从“肤浅”到深远。在采猎文明和农耕文明时期,我们就地取材,在视线所及范围内行动。在工业文明时期,能源利用的目光穿透地层,地下的煤炭、石油和天然气,成为文明前行的重要动力来源。随着技术的进步,能源形式开始从有形转为无形,电能开始得到普遍使用,核能、太阳能、可燃冰和地热能等开始进入我们的视野。

总之,我们对能源的利用是从小聪明逐步过渡到大智慧的过程。在农耕文明时期,人们利用畜力靠马车等出行。进入工业文明时期,蒸汽机、内燃机、发电机及电动机让能源变得更加丰富和强劲。后来,混合能源又开始被使用,再后来,能源形式进一步更新,燃料电池、混合动力、氢能动力和太阳能等发展迅猛。随着文明的演进,生产技术的提升,主流能源形式中所蕴含的人类智慧元素比重越来越大。

(作者现任于国家能源局,兼任中国科学院城市环境研究所研究员、博士生导师)



灾害遥感

绘制灾情的“千里眼”

灾害发生后,遥感航拍照片,高分辨率影像,能宏观、真实地显示土地破坏特征。

大气遥感

用卫星监测PM2.5很对“胃口”

基于大气中矿物质和微生物紫外波段的吸收特性,可以发挥紫外卫星遥感的“特长”,科学、全面、准确地监测对流层污染气体浓度。

考古遥感

为考古工作者装上了“透视眼”

利用光学遥感、雷达遥感等技术,科学家们发现了许多被植被、沙土掩盖下的文物古迹。

农业遥感

农业估产时的“好帮手”

从农业资源调查到气象灾害预测和评估,农作物生产环境监测和农业环境保护,都与遥感技术应用密不可分。

制图:郎冰