

1999

ISSN 1007 - 4619

中国自然科学核心期刊

遥 感 学 报

JOURNAL OF REMOTE SENSING

第 3 卷
Vol. 3

第 2 期
No. 2

中国地理学会环境遥感分会 主办
中国科学院遥感应用研究所
科 学 出 版 社 出版

迎接“数字地球”的挑战

徐冠华

(国家科学技术部 北京 100862)

孙枢

(国家自然科学基金委员会 北京 100083)

陈运泰 吴忠良

(中国地震局地球物理研究所 北京 100081)

摘要 从地球科学发展战略的角度,分析了“数字地球”对中国的挑战以及“数字地球”本身所面临的挑战,论述了发展“中国数字地球”的必要性和可能性,提出了发展“中国数字地球”的战略措施。

关键词 “数字地球”,“中国数字地球”,科学发展战略

自美国副总统戈尔 1998 年 1 月 31 日提出“数字地球”的概念后^[1],在一些国家中引起了积极的反响,中国科技界也十分关注。

从本质上说,“数字地球”不是一个孤立的项目,而是一项整体性的、导向性的国家战略目标。“数字地球”包括 3 个重要的组成部分:信息的获取、信息的处理、信息的应用。其中信息的获取主要是地球科学的任务,并且需要地球科学与其他技术领域,例如空间技术的合作;信息的处理需要地球科学和信息科学技术的共同努力;信息的应用则是地球科学服务于社会的主要内容。这里,我们从地球科学发展战略的角度探讨有关“数字地球”的一些问题。

1 “数字地球”的挑战

无论是从“数字地球”概念的技术基础(信息技术、空间技术)来看,还是从“数字地球”项目的特点(大规模、高投入、跨学科、全球性)乃至“数字地球”项目的提出方式(由政治家、而不是由科学家提出,以一种近乎科学幻想的语言表述)来看,“数字地球”都令人想起冷战时期的“星球大战”计划。可以说,从“星球大战”到“信息高速公路”,再到“数字地球”,其共同特点是,它们都服务于美国国家战略目标,是综合性的重大计划。

冷战以后,美国面临经济和政治两个方面的可持续发展的挑战。冷战的结果使美国成为世界上唯一的一个超级大国,美国经济一直保持发展的态势。

但是从经济和政治这两个方面来说,这种发展的动力都出现了相当程度的减弱。美国的科学技术虽然仍保持为世界领先,但近年来研究水准的下降已成为不争的事实。一方面,国际政治格局多极化的趋势目前已不可逆转,靠冷战思维来刺激经济发展和增加社会整合度已越来越没有出路;另一方面,经济和经济的可持续发展又需要一个国家级的、吸引力很强的、具有挑战性的目标。亚洲金融危机再次告诉人们,当今世界的民族竞争主要是经济的竞争,而经济竞争的基础是科技实力的竞争。这也正是为什么“数字地球”的概念不是由科学家提出,而是由政治家(或者有科学知识背景的政治家)提出的主要原因。

因此从一开始,“数字地球”概念的提出主要并不是为了全人类的利益,也不是为了世界科学技术的发展,而是为了美国自身的利益和需要。“数字地球”一方面客观上可以为人类提供一个颇具吸引力的技术系统,但另一方面更主要地是为了保持美国在科学技术方面,特别是在高新技术方面的领先地位。一些国家对“数字地球”这一概念的迅速的反应,与其说是为了在这方面开展积极的国际合作,不如说是试图抢占这一领域的“制高点”,从而在今后的竞争中立于不败之地。在和平时期,“储人才于民”、“储技术于民”,是现代化国防的一个有利的发展方向。至于“数字地球”所创造的巨大的市场,更是国际经济竞争中的“必争之地”。

“数字地球”计划客观上对发展中国家构成了严

峻的挑战:从“战略”上讲,不发展“数字地球”,则有可能在维护国家权益方面陷入被动;发展“数字地球”,则需要大量的技术力量和经费支持,乃至“倾举国之力量”。从“战术”上讲,采用以引进为主的发展道路,将直接影响自主发展能力的形成和保持,并有可能威胁到科学技术的整体可持续发展;而以独立发展为主,则无法实现应有的发展速度。“数字地球”是对发展中国家的科学技术发展的咄咄逼人的挑战。

2 “数字地球”所面临的挑战

然而“数字地球”本身并不是一个无懈可击的概念。从历史上讲,在经历了对地观测的全球化、数字化之后,“以地球为纲”,将这些观测组织成一个有机的整体,这是一个合乎逻辑的发展。就“从局部到整体”的意义上说,这是“数字地球”概念的一个历史性的贡献。从国家管理的角度说,“数字地球”竖起了一面“旗帜”,这对于各个“局部”的组织不仅是方便的,而且是必不可少的。但是,目前一个尚未明确的问题是,“数字地球”计划能否真正完成“从局部到整体”的转化的历史使命。对这一点,我们的乐观并没有足够的基础。相反,却有无数的例子表明,正如很多分子的组合并不就是生命,很多局部的组合也并不就是“整体”。

从科学上讲,在地球科学中,人们反复强调的一个问题就是要面向真正的地球。一方面,“数字地球”将极大地扩展人们的观测视野,并使地球科学中“只有一个地球”的观念得到相当程度的实现。另一方面,“数字地球”毕竟不是真正的地球。在这里,可以把拥有“数字地球”的人类比做一个行星尺度的生物,每一位科学家都是“它”的脑细胞。在认知科学中,我们已经了解到很多心理因素对观察和认识的影响。因此现在还不能回答的问题是,“数字地球”的实现,在对地球的认识史上,究竟是通过“一个地球”的实现促进了对地球的认识的发展,还是通过某些“心理”的局限阻碍了对地球的认识的发展。从科学史的经验上看,这两种情况或许是兼而有之的。而注意到“数字地球”的限度,将有助于我们在它的基础上作更进一步的发展。

从技术上说,正如“星球大战”计划已被证明是一个实际上不可能实现的计划,在“数字地球”这一概念的内部,也还存在着很多内在的、整体上的、致命的问题。巨大系统的高度复杂性以及由此而导致

的极端的脆弱性,是“星球大战”计划和“数字地球”计划的共同的弱点。近年来逐渐解密资料显示,这种脆弱性曾几次因为技术上的“涨落”而几乎将人类拖向战争的边缘。从社会因素上讲,以为社会服务为目的的“数字地球”如何保持自身的安全性,是一个挑战性的问题。许多人相信,一个狡猾的“黑客”摧毁一个国家级的信息系统,要比一个恐怖分子炸毁纽约国际贸易中心更容易。

也许有人 would 认为,对于一个刚刚提出的概念,建设性的态度不应该是对其吹毛求疵,而应该是尽可能地发掘它的积极因素,并加以发挥。但是在科学上,发现问题常常是改进的第一步。我们注意到这些问题,并不是为了否定这一概念,而是为了在这一概念的基础上作改进和发展。而且,从另一个角度来思考问题,“泼一泼冷水”,或许会有助于我们保持清醒的头脑。事实上,上述这些问题一方面是对“数字地球”概念的挑战,另一方面也同样是在“数字地球”的发展中不可忽视的机遇。抓住了这些挑战性的问题,就抓住了“数字地球”的技术关键。而解决了这些挑战性问题中的任何一个,都会导致科学技术的迅速发展。

3 发展“中国数字地球”的必要性

美国提出“数字地球”的概念,主要是出于美国的国家目标和全球战略的需要。同样,中国是否应该发展“数字地球”,主要地不是取决于“数字地球”的概念本身,而是取决于中国的国家目标。

在中国跨世纪的发展中,实现经济和社会的可持续发展、形成科学技术的自主创新能力,是两项带有“基本国策”性质的战略目标。从我国的国家目标出发,我们需要一个“中国数字地球”或“数字中国”。

如何养活十几亿人口,是中国需要首先考虑的问题。人口多、土地资源有限,农业生产仍以传统的生产方式为主、自然灾害频繁都是我国的基本国情。发展精细农业,逐步实现农业产业化,加强土地资源和水资源的监测和保护,加强自然灾害、主要是洪涝灾害的预测、监测和防御,是非常迫切的工作。“数字地球”在这方面可以发挥巨大的作用。

城市发展如何避免第三世界国家和一些发达国家走过的弯路,是目前中国面临的一个紧迫的社会问题。其中管理、监测和规划具有关键性的意义。“数字地球”作为“地理信息系统”的一个发展,可以在城市规划、社区管理、打击犯罪活动、以及城市灾害紧急事务管理方面发挥巨大的作用。

人类在日常生活中所接触和利用的信息,有80%与地理空间信息有关。在经济发展中,劳动力、资金、生产、市场的空间分布、动态变化和合理布局具有重要的意义。通过“数字地球”这样的政府行为来促进经济信息化的进程,将有力地促进我国社会主义市场经济的发展。而“知识经济”或“以知识为基础的经济”在我国发挥效益,“数字地球”可能是一个合适的突破口。

如何一方面抓住国际经济一体化所带来的历史性的机遇,另一方面在国家经济安全面临严峻挑战的情况下,在国际经济竞争中拥有更多的主动权,这是每一个国家在制订发展战略时都必须优先考虑的问题。“数字地球”在这方面具有无可比拟的优势,而忽视“数字地球”的机遇,将导致国家经济安全方面的全面的被动。

不论真正意义上的“数字地球”是否可以成为一个现实的目标,发展“数字地球”的过程本身都将极大地促进信息科学技术、环境科学技术和地球科学的发展。“数字地球”所提供的巨大市场在经济发展中具有重要意义。事实上,美国提出“数字地球”的概念,在相当程度上是出于发展经济、增加就业机会、以及保持美国科学技术(尤其是高新技术)的领先地位的需要。

“数字地球”中的很多思路,例如数据共享、大型仪器设备共享、跨学科合作等等,是我们早已进行过许多讨论、并至少是已部分地付诸实施的思路。“数字地球”中的很多工作,例如建立统一的地学数据库、依靠信息技术来进行地学数据的集成和一体化等等,是我们很久以来就一直在做、但仍差强人意的的工作。“数字地球”所试图解决的很多问题,也正是我们试图解决、但在解决过程中遇到很多困难的问题。这方面的工作不够理想,原因之一是缺少一个像“数字地球”这样统一的、高层次的战略;这样的一个战略在以往之所以没有形成,主要是科学技术的发展还不具备这样的条件。现在,“数字地球”的提出给我们提供了一个从国家层次整合地球科学、发展信息科学技术的机遇。我们应当因势利导,通过“数字地球”战略的实施,促进我国科学创新体系的形成和发展,使我国在现代科学技术的国际竞争中处于有利的地位。

4 发展“中国数字地球”的可能性

“数字地球”概念的提出是第二次世界大战以

来、特别是本世纪70年代以来“新技术革命”的一个自然的发展。地球科学通过资源问题、环境问题、自然灾害问题、地球信息问题的解决,在国家的发展中具有重要意义。以地学信息为突破口发展新一代信息技术,是历史的必然。而无论是否提出“数字地球”的概念,无论是谁和以怎样的方式提出“数字地球”的概念,与地球信息的集成和整体化有关的工作都是目前地球科学和信息技术发展的一个重要趋势。

科学、经济和社会的发展具有高度的非线性。“跨越式”的发展方式不仅是可能的和现实的,而且几乎是一个国家迅速发展、成为世界强国的必由之路。在这种“跨越式”发展中,抓住新的科技成果和新的生产力所提供的历史性的机遇是一个重要的因素。历史上,英国的崛起是蒸汽机所导致的工业革命的直接结果,德国的迅速发展有赖于钢铁工业和合成化学工业,美国的发展则直接得益于电力和内燃机工业。现在,信息产业的发展提供了新的历史机遇,这一点已没有人怀疑。由此而出现的市场成为国际经济竞争的焦点。建国以后,中国在重工业、国防工业等方面曾有过“跨越式”发展的经验,取得的成绩令世人瞩目。我国在工业化并不十分充分的条件下,按照中国自己的发展道路,完全有条件在信息化方面实现“跨越式”的发展。与“数字地球”本身相联系的悬而未决的科学和技术问题(例如海量数据存储问题、系统复杂性问题、信息系统安全性问题,等等)为“跨越式”发展提供了机遇,这些问题中的任何一个问题的解决都意味着科学技术上的一次突破。而正如热兵器的出现从根本上改变了作战的方式,从而使战斗力的“跨越式”发展成为现实,高新技术的进步也为“跨越式”发展创造了现实的条件。经过长期的积累,特别是经过近年来比较迅速的发展,我国在地球科学的信息化方面已具备相当的基础,地理信息系统、卫星遥感、航空遥感的普及率很高,我国自主发展的地理信息系统占领了相当份额的国内市场。因此,这里所说的“跨越式”发展,并不是一种可望而不可及的目标,它是现实地出现在我们面前、但却有可能是稍纵即逝的机遇。错过这一机遇所造成的落后,在相当程度上将是不可逆转的。

5 迎接“数字地球”的挑战

在我国跨世纪的历史发展中,我国政府高瞻远瞩,提出“科教兴国”、“可持续发展”的战略,强调发

展我国的自主创新能力,迎接“知识经济”的挑战。江泽民主席很早就注意到了“数字地球”这一概念和它的战略意义。这就为发展“中国数字地球”创造了有利的条件。

“数字地球”不是一个孤立的项目,而是一项整体性的、导向性的战略目标。因此,需要从战略的高度,通过“中国数字地球”这样一个总体性的国家目标来整合地球科学,促进信息科学技术的发展,并以科技发展为基础,形成新的产业。目前重要的不是把“中国数字地球”或“数字中国”作为一个技术目标,对其确切的字面含义进行学院式的讨论,而是把“中国数字地球”作为一个国家战略目标,用它来引导地球科学、信息科学技术及其产业的发展。

“数字地球”是一个挑战性的国家目标。几乎所有现存的技术基础,目前都还不足以支撑这样一个综合性的战略目标的实现。正如戈尔所指出的:“显然,没有任何一个政府、企业或学术团体能够单独从事这项工作”。这就使得“数字地球”这一目标的实现成为一种政府行为,一种综合国力的竞争,一种发展机遇的争夺战。

1998年,中国科学院地学部针对跨世纪我国地球科学发展的实际,提出“把中国从地学大国变成地学强国”的发展战略,并确定下世纪的最初十年“把中国变成一个中等地学强国”的阶段性目标^[2]。与此相应,提出了建立资源环境与地球科学委员会以从全局层面协调地球科学的发展、发展地学新技术、解决地学数据共享问题、解决地学大型仪器设备共享问题、提高研究工作的质量、加强地学教育和地学科普等6项重要的工作。“中国数字地球”的发展可以作为这一阶段性目标的一个具体化。在实现这一目标的过程中,同样要坚持“统观全局、突出重点、有所为、有所不为”的方针,科学地部署研究领域的配置,谨慎地控制研究队伍的规模,充分地保证研究经费的合理利用。

中国地球科学在建国以来的近半个世纪的时间里,主要是以“普查”的形式为国家建设服务的。这种服务在中国的发展和现代化进程中发挥了重要的作用。现在,随着国家经济和社会的发展以及科学本身的发展,“普查”阶段作为一个必不可少的历史

阶段,已经接近结束。寻找新的发展、为国家做出更大的贡献,是地球科学所面临的一个跨世纪的课题。看来,“中国数字地球”可能是一个合适的发展方向。

在“中国数字地球”的发展战略的框架下,要像建设铁路和公路那样加强地学信息基础设施的建设,具体说来,需要从国家的层次制订统一的对地观测规划,大幅度地改善通讯基础设施。加快“国家地理空间信息基础设施(NSDI)”的建设是实现“中国数字地球”的一个必要条件^[3]。此外,以“中国数字地球”为基本目标,通过政府行为,以“抓应用、促发展”的方式普及地理信息系统、统一地学信息的规范标准,也是非常重要的工作。

致谢

李德仁、周秀骥、陈俊勇院士和杨崇峻、陈军、李晓波教授在讨论中提出许多重要的建议,这项工作还得到中国科学院地学部办公室孟辉主任的很多帮助,作者在此谨表谢忱。

参 考 文 献 (References)

- 1 Core, A. The digital Earth: understanding our planet in the 21st century. *The Australian Surveyor*, 1998, 43(2): 89—91
- 2 Department of Geosciences of CAS. On the Development Strategies of Chinese Geosciences. Publishing House of Sciences, Beijing, 1998, 93. (In Chinese) (中国科学院地学部. 中国地球科学发展战略的若干问题. 北京: 科学出版社, 1998, 93.)
- 3 Li, D. R., Gong, J. Y., Zhu, X. Y. and Liang, Y. X. Design and implementation of digital geospatial data framework in China. *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, 1998, 23: 297—303. (In Chinese) (李德仁, 龚建雅, 朱欣焰, 梁宜希. 我国地球空间数据框架的设计思想与技术路线. 武汉测绘科技大学学报, 1998, 23: 297—303.)

作 者 简 介

徐冠华 1941年生,中国科学院院士、中国科学院地学部主任。

孙 枢 1936年生,中国科学院院士、国家自然科学基金委员会副主任。

陈运泰 1940年生,中国科学院院士、中国科学院地学部副主任、中国地震局地球物理研究所所长。

吴忠良 1963年生,研究员、中国地震局地球物理研究所副所长。

Meeting the Challenge of “Digital Earth”

XU Guan-Hua

(*Ministry of Science and Technology, P. R. China, Beijing 100862*)

SUN Shu

(*National Natural Science Foundation of China, Beijing 100083*)

CHEN Yun-Tai WU Zhong-Liang

(*Institute of Geophysics, China Seismological Bureau, Beijing 100081*)

Abstract The newly proposed concept “Digital Earth” was discussed in the perspective of the strategy of development of geosciences. It is pointed out that “Digital Earth” is a reasonable development of high technology from NII and NSDI, reflecting the needs for sustainable development of economy and society. On the other hand, however, as a comprehensive technique goal, the “Digital Earth” is facing to some challenging problems, such as the technique security and the management of macro complex systems. By analyzing the national interests of China, it is concluded that to develop a “Chinese Digital Earth” or a “Digital China” will be beneficial for the sustainable development of agriculture, the protection of environment, the mitigation of natural disasters, and the development of economy and technology. It is worth pointing out that to develop a “Chinese Digital Earth” or a “Digital China” is a realistic aim in technology, which results from the recent development of space technology and information technology. In the turn of the centuries, one of the most important aims of Chinese geosciences is to enhance the quality and promote the application of fundamental researches, in which the “Digital Earth” will play an active role. It is emphasized that at present, the most important thing is not to discuss the dogmatic concept of the “Digital Earth”, or to put forward the “Digital Earth” into a single research project, but to understand the “Digital Earth” as a long-term strategy of development and handle this concept as a policy of science and technology to promote the development of geosciences, informatics and the associated industry.

Key words Digital Earth, Digital China, Strategy of development of sciences

建设国家对地观测体系, 构筑“数字地球”

郭华东 杨崇俊

(中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

摘 要 论述了“数字地球”的特征与重要意义, 指出对地观测是“数字地球”的核心内容之一。建议中国不失时机地组织建设国家对地观测体系。该体系可在信息获取、处理与应用3个层面上构建, 并提出近期中国对地观测应优先发展的领域, 以持续地为“数字地球”发展作贡献。

关键词 对地观测体系, 数字地球

1 引 言

“数字地球”创意自1998年1月提出以来, 引起了各界特别是科技教育界的高度重视。世界各国的许多专业刊物和互联网站分别转载了戈尔关于“数字地球”讲演稿^[1]。美国宇航局(NASA)等有关美国机构已经先后举行了4次“数字地球”专题研讨会。1998年10月, NASA局长D. Goldin先生专门就“数字地球”给戈尔写信, 并于1998年12月在美国地球物理联合会上的讲演中指出: “数字地球”创意为NASA指明了方向。

“数字地球”也引起了中国领导人和专家学者极大的关注^[2,3]。据不完全统计, 至1999年1月底, 中国已经举行了6次“数字地球”专题研讨会, 先后有数百位专家学者就“数字地球”发表了见解^[4]。“数字地球”正以不寻常的速度与广度在中国迅速发展。

2 “数字地球”意义重大

“数字地球”之所以一经问世, 便迅猛发展, 是因为它对人类认识、理解、开发下个世纪我们居住的星球太重要了。仅以下几点, 就可看出它的重要性。

2.1 “数字地球”是知识经济社会中信息资源的主体核心

在以知识经济为特征的即将到来的信息社会中, 信息是知识经济社会的主要经济资源, 而信息技术是知识经济的主要生产力, 数字化信息是知识经济的物质形式。“数字地球”可以包容80%以上的

所有的人类信息资源, 因此, 以数字形式处理一切与空间位置相关的空间数据和与此相关的所有的文本数据为特征的“数字地球”则是未来信息资源的主体核心, 并必将对形成一个广泛而又重要的产业产生决定性的影响。

在知识经济社会中, 拥有信息资源的重要性远胜于在工业经济社会中拥有自然资源的重要性。拥有“数字地球”等于占领了知识经济社会的一个重要的战略制高点。

2.2 “数字地球”在经济建设中有重要作用

“数字地球”是实施国家可持续发展战略的重要手段。在国家、省、市、县不同层次上, 它既在当前的经济建设中又在未来的知识经济社会中具有重大的作用。它所提供的数据和信息还将在农业、全球变化、环境、资源、人口、灾害(水灾、旱灾、火灾)、城市建设、教育以及军事等领域产生广泛的社会和经济效益。

2.3 “数字地球”是充分利用中国现有的数据和信息资源的最佳途径

中国经过近20年的努力, 已经积累了大量的原始数字化数据和相应的资料, 建立了1100多个大、中型数据库以及难以数计的各类数字化地理基础图、专题图、城市地籍图等。但是, 目前大量的数据所有权混乱, 标准不一致, 兼容性、可比性差, 利用率低。这样, 就形成了多少象以自然资源为主的经济社会中浪费自然资源一样, 在以信息资源为主的知识经济中浪费了大量的信息资源。“数字地球”能够从技术上根本改变这种现象。

2.4 “数字地球”是“信息高速公路”的孪生兄弟

近几年,在中国政府的领导和组织下,信息高速公路的基础建设取得了长足的进展。当前信息高速公路上的一个大问题就是缺乏信息资源。建设好“数字地球”同时是充分利用信息高速公路的措施,“数字地球”成了“信息高速公路”的孪生兄弟。

3 “数字地球”特征

我们认为,“数字地球”是对真实地球及其相关现象的统一性的数字化重现与认识;“数字地球”的特点是空间性、数字性和整体性;从学科方面来看,它应该有理论体系、技术体系、应用体系和工程体系。

通俗地说,“数字地球”就是把地球搬进实验室和计算机。“数字地球”也是指信息化的地球,是地球的虚拟对照体。

初步分析“数字地球”具有以下一些特点:

(1)“数字地球”的数据具有无边无缝的分布式数据层结构,包括多源多比例尺多分辨率的、历史和现时的、矢量和栅格格式的数据;

(2)“数字地球”具有一种可以迅速充实、联网的地理数据库,以及多种可以融合并显示多源数据的机制;

(3)“数字地球”以图像、图形图表、文本报告这3种形式分别提供免费或收费的全球范围的数据、信息、知识方面的服务;

(4)“数字地球”中的数据和信息同时也是按普通、限制、保密等不同保密等级组织起来的,不同的用户对不同的数据和信息具有不同的使用权限;

(5)用户可以以多种方式从“数字地球”中获取信息,任何一个用户都可以实时调用,无论生产者是谁,也无论数据来自何方,国际互联网上的用户可以根据自己的权限查询“数字地球”中的信息,运用具有传感器功能的特制数据手套,还可以对“数字地球”进行各类可视化操作。

4 对地观测与“数字地球”

4.1 “数字地球”关键理论技术

“数字地球”至少涉及到以下一些新的相关理论和技术:获得地球表面或浅表面的原始数字化数据的新技术、数据标准、互操作技术、海量数据存贮和

压缩、网络技术、分布式对象技术、分布式空间数据资料库(digital geolibrary)、空间数据仓库(Spatial Data Warehouse)、虚拟现象、KDI(Knowledge & Distributed Intelligence)、图形浏览器(Graphic Search Engine)、WebGIS和各类应用模型等。

非常重要,对地观测信息将是“数字地球”的核心信息源之一。戈尔在演讲中也着重数次提出“陆地卫星”,“高分辨率卫星图像”,一直到下一步应发展1m分辨率对地观测卫星技术。可以看出,对地观测技术在“数字地球”中占据着不可或缺的地位^[5]。

4.2 对地观测技术的作用与发展

科学技术发展到现在,事实上只有空间对地观测技术才能提供全球性、重复性、连续的地球表面数据。这类数据可用于对地球系统作为一个整体理解^[6]。地球作为一个综合系统包含地学各学科所涉及的所有领域,立体对地观测技术及复杂的计算机模拟在研究地球系统时将发挥不可替代的作用^[7],是建设“数字地球”的关键技术。

30多年来,对地观测技术已得到了长足发展。60年代以来,国际上不仅陆续推出了系列机载对地观测系统,更先后成功发射了气象卫星、陆地卫星、海洋卫星、载人飞船、航天飞机,并正在实施综合性系列卫星对地观测计划;所携带的传感器工作波段覆盖了自可见光、红外到微波的全波段范围;对地观测信息处理包括星上数据定时处理技术,海量高光谱数据处理技术,雷达数字成像处理技术等关键技术,取得突破^[5]。特别是卫星对地观测近年来发展迅速。美国、法国、日本、印度等国已研制出若干民用及商业卫星系统并投入使用,可见光波段的分辨率也从30m提高到6m,如Landsat, SPOT, ADEOS和IRS-1C;具有3m及1m分辨率的商用系统正陆续发射上天。100—500kg重的小卫星迅速崛起,以后还会有更多的民用及商用对地观测小卫星在巴西、以色列、意大利、韩国、泰国及美国投入使用;Seastar的上天也将使商用海洋彩色图像成为可能。在微波波段,加拿大的Radarsat上天,带动了一个持续到2007年的国际合作计划顺利投入运行。美国EOS计划的实施,更会把对地观测推动到空前发展的程度。

随着星载对地观测硬件系统的发展,人们对数据处理、分析和压缩技术的要求越来越高,一些软硬件也相应发展起来,如图形用户界面(GUI)、数据处理软件、地球信息系统(GIS)、图像压缩存贮工具、图

像浏览软件以及计算机硬件的更新等等。

5 构建中国国家地观测体系

发展“数字地球”,离不开营造“数字中国”,“数字中国”的前提之一,离不开对地观测信息,“数字地球”已向中国的对地观测发出了呼唤。

5.1 中国应发展国家对地观测体系

经过 20 余年的发展,中国的对地观测已取得显著成就。先后发射了返回式遥感卫星及极轨气象卫星,引进并建立了遥感卫星地面接收站,研制出多种遥感器,形成机载遥感系统。发展了数据处理技术,开展了多层次、多领域的应用,取得公认的效益,并正在向新的方向发展^[5]。

但中国的对地观测还有许多的薄弱环节。在技术层面上,缺少长期稳定运行的星、机载对地观测信息获取手段,极少具有自主知识产权的遥感信息处理软件等;在规划层面上,尚未形成国家级的中长期的有序的对地观测计划等。

中国的人口、资源、环境问题,中国的可持续发展向对地观测提出了很高的需求;中国遥感经过 70 年代以来的发展,已拥有了雄厚的科学技术积累。时机已趋近成熟,应发展中国的国家对地观测体系。

5.2 建设国家对地观测体系

5.2.1 国家对地观测体系框架内容

国家对地观测体系应由信息获取、信息处理及信息应用 3 部分组成。

信息获取 发展用以陆地、海洋、气象探测的资源卫星,海洋卫星,气象卫星及有特殊作用的雷达卫星,高光谱卫星和小卫星群,进一步提高接收国际先进对地观测卫星数据的能力;发展由高光谱分辨率、高空间分辨率光学传感器及成像雷达组成的机载对地观测系统,发展车载等地面信息获取与测量技术和系统。形成立体探测体系。

信息处理 具有快速处理中国机、星载和国际先进对地观测数据的能力,实现遥感、地理信息系统和全球定位系统一体化处理技术和全数字化技术、建立可以处理海量数据,能进行快速网络传递的空间信息基础设施。

信息应用 以服务可持续发展战略和人口资源、环境国策为目标,强调综合应用,信息共享。发展应用技术,具备自动化识别和智能化分析能力,形

成产业化能力。

5.2.2 发展国家对地观测体系的思考

构建这一体系的主要目的之一是服务“数字地球”战略,其目标是建成业务性运行系统,科研是手段、过程而不是目的^[7]。

该体系的观测对象首先是中国国土,重要的是解决中国自己的问题。同时,需有全球观。脱离全球的研究而孤立研究中国得出的结论是不客观的,中国应对全球研究作出应有的贡献。

建立开放式的体系,注重国际合作。空间对地观测没有国界,技术上亦不应搞封闭的系统,应按照国际惯例,不仅有自己独立的对地观测体系,而且成为国际对地观测体系中的重要一员。

5.3 建议优先发展的几项技术

体系建设应循序渐进,除已有规划外,近年内建议优先发展:

(1) 对地观测小卫星

现代小卫星采用全新的设计概念和设计思想以及大量的高新技术,既能作为常规卫星的补充或替代,又能完成常规卫星难以胜任的任务,获取信息经济、快速、有效,已成为近年来国际上空间对地观测的主要发展方向之一。建议首先考虑发展两类对地观测小卫星。

(A) 光学小卫星。可设计有两种空间分辨率,一种分辨率 5—10m,满足详细调查的需要;另一种 50—100m,以适应快速监测需求。

(B) 雷达小卫星。主要满足光学遥感器不能实现的信息获取问题。第一颗星可采用单波段、单极化;可选 C 波段,HH 极化。对一些关键技术,诸如 SAR 系统模块化、小型化、原始数据记录和数据传输系统及卫星平台技术等,尽快开展预研究。

(2) 运行性机载对地观测系统

建立两种类型的机载对地观测系统,重要的是,无论何种系统,运行能力是前提。

(A) 分布式机载系统。以执行单项任务为目标,以中小型飞机作为运载平台,有效载荷为单个传感器。凸显灵活、快速的特点。

(B) 大型机载系统。能适应国家级大规模调查的需要。在一架中、大型飞机上装载有机配套的综合传感器,在一些方面具有与卫星竞争市场的能力。

(3) 国家对地观测数据网络与信息系统

这同时也是“数字地球”要解决的问题。整合全

国历年获取的数据与新的数据,包括中国用自己的观测手段获取的数据和国际对地观测技术获取的覆盖中国的数据。建立对地观测数据网络,发展对地观测数据信息系统,将对地观测数据作为中国空间信息基础设施有机组成部分管理,实现信息共享。

(4) 先进对地观测传感器

着眼于未来的发展,为“数字地球”提供更多更有效的信息,在现有基础上,建议组织研制^[7]:

高分辨率复合成像光谱系统;高分辨率干涉成像光谱系统;高光谱分辨率红外探测技术;随机调谐 CCD 成像技术;随机偏振探测技术;数字多光谱相机系统;激光荧光/红外扫描技术;激光雷达技术;图像成像多波段多极化雷达系统;干涉雷达系统;全极化雷达系统。

6 结束语

“数字地球”是地球科学与信息科学、空间科学等现代科学技术交融的前沿。“数字地球”的发展将为居住在地球的人类带来不可估量的影响,而“数字地球”的成功很大程度上取决于对地观测技术的贡

献。我们应努力建设中国国家对地观测体系,构筑“数字地球”,迎接“数字地球”时代的早日到来。

参 考 文 献 (References)

- 1 <http://www.regis.berkeley.edu/rhome/whatsnew/gore-digeearth.html>
- 2 <http://202.99.23.239/199808/11/col-980811001001-jryw.html>
- 3 <http://www.digitalearth.net.cn/Digitalearth/DEnews/c-DEnews-index.htm>
- 4 <http://www.digitalearth.net.cn/Digitalearth/C-index.htm>
- 5 Guo Huadong. Remote Sensing in China: An Overview and Future Development. *Space Forum*, 1998, 2: 105—116.
- 6 Asrar. G., J. Dozier. EOS Science Strategy for the Earth Observing System. NASA, AIP Press. 1994, 1—119.
- 7 Guo Huadong. Earth Observation and Digital Earth. Beijing, Sciences Press, 1999. (In Chinese) [郭华东. 对地观测与数字地球. 北京, 科学出版社, 1999.]

作 者 简 介

郭华东,男,生于1950年10月,1981年毕业于中国科学院研究生院。现为中国科学院遥感应用研究所研究员,博士生导师。20多年来从事遥感信息科学研究,出版专著6本,发表论文100余篇。

Developing National Earth Observing System for “Digital Earth”

GUO Hua-Dong Yang Chong-Jun

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101)

Abstract This paper describes the concept and the important significance of the “Digital Earth”. It is pointed out that the earth observing technology is the key issue of the “Digital Earth”. It has been suggested that China should develop the national earth observing system. The system should consist of three parts, i. e., information acquisition, information processing and information application. The development of earth observation technology, in the first priority, have been discussed in the article. The national earth observing system could have a great contribution for the Digital Earth.

Key words National earth observing system, Digital Earth

试论中国 NSDI 建设的若干问题

陈 军

(国家基础地理信息中心 北京 100044)

摘 要 国家空间数据基础设施(National Spatial Data Infrastructure,简称 NSDI)是“数字地球”的基础。要发展中国数字地球及其应用,就必须加大 NSDI 的建设力度。文中主要从(地球)空间数据框架、空间数据标准、空间数据交换网络和空间数据协调管理机构 4 个方面,介绍了中国 NSDI 的有关进展,分析了其中存在的一些问题,讨论了发展方向。

关键词 空间数据基础设施,数字地球,基础地理数据库,空间数据框架,空间数据标准,空间数据交换网络

1 引 言

纵观近些年来美国信息化发展的历程,不难看出“数字地球”是其信息高速公路和国家空间数据基础设施(National Spatial Data Infrastructure,简称 NSDI)计划的自然延伸^[1]。克林顿总统 1993 年 2 月签署了建设全美信息高速公路的法令,将一个由光缆、电缆、无线传输协调组成的大容量、高速度、智能化的信息传输网络推进到人们的日常生活;其 1994 年 4 月又签署了 12906 号行政命令,要求美国测绘部门和有关机构生产和提供(地球)空间数据框架,包括大地控制框架、数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、道路交通、水系、行政境界、公共地籍等基础数据集^[2],同时建立空间数据协调、管理机构与机制,制定空间数据标准,建立空间数据交换网络体系(Clearinghouse),以便向信息高速公路提供内容丰富、形式多样的“信息货物”。美国联邦地理空间数据委员会(Federal Geographic Data Committee,简称 FGDC)于 1995 年 4 月提出了在 2000 年 1 月完成全国数字地理空间数据框架(National Digital Geo-spatial Data Framework,简称 NDGDF)的工作计划^[2]。

换言之,“数字地球”是以 NSDI 和国家信息高速公路为依托的。NSDI 提供统一的空间载体和定位框架,使用户能够按照地理坐标检索和展示资源环境、社会经济等信息,分析其空间分布特征、运行状态、变化态势等。因此,要发展数字地球及其应用,就必须先建设 NSDI。继美国之后,加拿大、西欧、澳

大利亚、日本、新加坡等国家相继推出了各自的 NSDI 建设计划。国际上也开始考虑建设全球空间数据基础设施(Global Spatial Data Infrastructure,简称 GDSI)、欧洲空间数据基础设施(Europe Spatial Data Infrastructure,简称 ESDI)、亚太地区空间数据基础设施(Asia Pacific Spatial Data Infrastructure,简称 APSDI)等^[3,4]。中国国家测绘局及有关部门也不失时机地启动了一些有关 NSDI 的工程与研究^[5:1],为发展中国数字地球打下了基础。本文主要从(地球)空间数据框架、空间数据标准、空间数据交换网络和空间数据协调管理机构 4 个方面,介绍我国 NSDI 的进展,分析存在的问题和讨论发展方向。

2 (地球)空间数据框架的发展

数字地球空间数据框架中的大地控制框架是指国家平面坐标系统、高程系统和重力基准框架,而数字正射影像、数字高程模型、道路交通、水系、行政境界则是多尺度空间数据库的主要内容。

2.1 国家大地控制框架的建设

经过国家测绘局等部门多年的不懈努力,建立了全国统一的天文大地网(1984)、国家精密水准网(1982)和国家重力网(1985),布设了国家高精度的 GPS 空间定位 A 级网(1992/1996, 27 个点,精度达 10^{-8})和 B 级网(1991—1995, 近 800 个点),形成了具有厘米级精度的我国三维地心框架基础及我国大板块间的速度场模型;建立了我国 GPS 永久性追踪网

1)杨凯. 充分发挥地理信息产业协会的功用,促进我国地理信息产业的发展,地理信息世界,1997,(4):1—3.

收稿日期:1999-01-12;收到修改稿日期:1999-01-15

(包括武汉、北京等8个站,卫星定规精度达米级)及数据处理中心,自1997年起发布我国GPS精密星历;开展了南海群岛卫星定位网与全国天文大地网的联测,并正在进行精密水准网的复测和建立分米级国家大地水准面,使我国平面坐标系统、高程系统和重力测量系统在规模、精度和统一性方面都位居世界先进行列。这为监测全球板块运动和区域地壳形变,预测地面沉降与海平面变化,精化大地水准面提供了大地测量坐标框架体系^[6]。

今后的任务是以GPS永久站为基础,结合利用VLBI、SLR等技术手段,建立新一代的三维坐标框架,改造和完善国家大地坐标系统,达到任意用户以信息交换方式取代实地联测已知点方式,完成不同精度的统一坐标系或特定坐标系下的定位测量工作^[7]。为达到这一目标,需在GPS卫星跟踪站基础上,建立GPS技术服务体系,提供差分GPS定位和导航服务,改善动态实时GPS定位精度,提供GPS精密星历和卫星钟差服务,保障高精度定时定位需要,促进和发展GPS与GIS集成。这种服务体系的核心是GPS卫星跟踪网和差分GPS系统,前者能提供区域性的精密星历,帮助静态用户精确定位,后者则能为陆、海、河的交通运输、航天航空、资源勘探等部门的用户提供较高精度动态实时定位服务^[6]。在目前情况下,单机单频GPS接收机求得的GPS坐标精度在50—100米量级上。局域差分GPS服务体系是通过对已知站和未知站之间GPS信号的同时处理,抵销GPS主要系统误差,差分距离在100—150km之内;广域差分GPS是根据位置已知的均匀分布的主站和副站之间长期不断的同步观测记录,通过远距离通讯实时地在主站上计算GPS观测值上的3个改正数,星历误差改正、钟差改正和电离层时间延迟改正,并实时地传给网上的任一用户,使其单机实时定位精度达到 ± 1.0 — 5.0 m,差分距离可扩大至1000—1500km能满足中、小比例尺GIS数据采集的精度要求^[1]。为此,需要建立覆盖中国及邻近海域的GPS基准站网(包括主站、中副站、地区站、分播站和监测站)、数据处理中心和数据通讯链。

目前正由多个部门合作建立的中国地壳运动整体监测网,包括25个GPS永久性跟踪站和56个GPS基准站,2个固定VLBI站,4个固定SLR站以及1个流动VLBI站和2个SLR站,同时进行绝对和相

对重力测量,并配合水准测量,将大大促进这一目标的实现。

2.2 多尺度国家级基础地理数据库建设

经过多年的努力,中国分别于1994年、1998年底建成了全国1:100万和1:25万地形数据库、数字高程模型库、地名数据库,成为目前国家空间数据框架的重要内容。其中1:25万地形数据库含819图幅,包括水系、交通、境界、居民点、地形、植被等14层要素,DEM库分为100m×100m网格和3s×3s网格两种,地名数据库共有805431地名。今后一方面要做好这两个宏观和中观比例尺基础地理数据库的维护、更新和分发服务工作,建立1:25万影像数据库、大地数据库和重力数据库,研究和发展国产基础地理数据库管理软件,另一方面要加快建设1:5万基础地理数据库。

国民经济建设和社会发展对较大比例尺和较高分辨率空间框架数据有着迫切要求^[2]。例如,外交、边防等部门需要1:5万甚至更大比例尺的空间框架数据,用于调解边界纠纷、处理突发事件、开展缉枪缉毒工作等。防洪救灾和根治水患也迫切需要7大江河重点防范区和受灾区的大比例尺数字高程模型等。建立全国1:5万基础地理数据库和重点地区的1:1万空间数据库既需要争取国家强有力的财力投入和持续支持,也要求我们认真研究其产品模式和建库方法,设计和发展有效的技术路线。一条可能的途径是,不拘泥于传统地形图规范和生产过程,综合利用现有地图和数字摄影测量、遥感方法,生成DEM和DOM,在其之上建立矢量化的境界、交通网、水系、城镇轮廓以及地名等专题层。根据这些空间框架数据,通过符号化和地图综合技术,可生成和输出符合常规基本地形图要求的产品^[8]。

由于我国经济建设和社会发展速度很快,地物地形等要素不断变化,基础地理数据库的更新和维护的任务异常艰巨。在GIS环境下利用数字正射影像快速更新数据库是今后的一个重要发展方向。就技术而言,需要研究解决的问题有:从遥感影像中自动提取地物、影像到地图的自动配准^[9]、利用已建大比例尺数据库派生较小比例尺数据库、主数据库的版本更新与历史数据保存、客户数据库的变化替代与一致性控制等。此外,还应尽快发展我国的对地

1)李德仁. 数据、软件及产品模式——试论发展我国地理信息产业的若干问题. 地理信息世界,1997,(4):4—6.

2)徐冠华. 发展地理信息系统产业. 地理信息世界,1998,(1):1—5.

观测卫星,以解决空间数据源问题。

3 空间数据标准的研究和制定

地理信息标准化是数字地球建设的一项基本工作,也是推动地学数据共享的基础^[10]。自 1995 年以来,中国加大了地理信息标准化的工作力度,在参与国际交流和研究国家标准方面取得了可喜的进展¹⁾。目前应加快研究和制定与数字化地理空间信息共享有关的技术标准,如空间数据转换、信息分类与编码、元数据、空间参照系统、数据质量及评价、名词术语、概念模型及数据网络通信安全等方面的标准、规范等。与此同时,应要求新建和在建数据库严格执行已经发布实施的国际标准、行业标准。对已经建成的数据库应进行标准化改造,使之符合数据共享的要求。

为了推进地理信息资源社会化共享,还应针对数据密级划分、数据产权认定、经费补偿、版权保护、信息共享的用户分级界定和义务等一系列政策性、法律性问题进行研究^[11],以制定数字化地理信息共享的法规。其主要内容包括,国家对数据采集范围的分工(权威部门采集权威数据)和协调,避免重复采集;共享数据的分类、分级和不同用户共享的权限及义务,定期评价和升降规定;共享数据的密级评定、周期解密及升降密级评价,用户失密的责任追究;数据的知识产权保护和违法责任追究处罚规定;共享数据的质量、时效性评价检验指标规定,对提供失效数据的法律与经济责任规定;数据用户的信息反馈机制,信息共享部门之间地理信息交换的义务与协议等。

此外,中国 GIS 应用系统的设计和开发尚处于各自为政、自成体系的状况,不仅影响着每一具体 GIS 项目的设计、实施和维护,而且影响着诸多系统的联网和数据共享,需要研究提出一套公认的应用系统总体设计和详细设计的方法及标准,以便于指导和规范全国 GIS 的发展进程,提高 GIS 应用系统设计和建设的水平和效率²⁾。

4 空间数据交换网络体系的建立

为了使各类用户能够较为方便地获得或交换所

需的数字化地理信息,应建立国家数字化地理空间信息分发系统,通过互联网向社会发布数字化地理空间信息的目录、价格等信息。其主要分为数据传输网络体系(Clearinghouse Networking)和网上信息分布系统两部分。

国家基础地理信息数据传输网络是由国家基础地理信息中心(NGCC)局域网(主结点,北京)、国家级基础地理信息数据生产基地局域网(陕西、黑龙江、四川,共 3 个)和省级基础地理信息数据生产基地局域网(共 28 个),通过国家高速公用数据通讯网相互连接构成。各局域网根据所在地的地理位置、通讯条件选择接入当地国家公用数据通讯网的通讯链路,与有关部委以及专业信息系统相连,并且连接国际互联网,形成跨地域的国家基础地理信息传输广域网。

国家基础地理信息分布系统将发布国家空间框架数据的产品目录和描述数据,包括名称、比例尺、内容、数据量、投影、数据记录格式、价格等。例如,1:25 万数据库的数据源情况、数据库分层和命名、数据质量描述、数据库结构、应用管理系统设计、功能操作方法等。为此应大力发展基于 WWW 的网上浏览查询功能,包括用 VRML 和 HTML 分别显示 3 维图形和文本信息,用 Java 和 CGI(Common Gate Interface)分别控制交互过程和进行基于 Web 的三维查询^[12]。

5 空间数据协调、管理机构与机制的建立

为了加强国家空间数据框架生产和基础地理信息系统建设,国家测绘局于 1995 年底组建了国家基础地理信息中心,专门从事国家基础地理信息系统的设计、建设、维护、管理、服务等工作,是国家基础地理信息系统网络体系的主结点和总窗口。与此同时,在省(市、区)建立了 7 个数字化生产示范基地,在大多数省、市建立了基础地理信息中心。从而在全国形成了一批从事 NSDI 空间框架数据获取、加工、维护更新和分发服务的骨干单位。

就空间数据和地理信息协调而言,国家测绘局作为国际标准化组织(ISO)地理信息/地理信息业标准化技术委员会(ISO TC/211)的国内技术归口主管

1)何建邦,蒋景瞳,刘若梅. 地理信息标准化研究与思考. “地理信息科学”香山科学会议材料, 1997.

2)陈军. 论加强对我国 GIS 发展的宏观协调与管理. 地理信息世界, 1996, (1): 11—14.

部门,建立了有 40 多个单位参加的活动网络。先后 6 次组团参加了 ISO TC/211 的全体工作会议和工作会议,并推荐专家参加其各个标准项目的制定;1998 年 9 月在北京成功举办了 ISO TC/211 第 7 次全体会议;协助组织地理信息国家标准的制定、修订工作。统筹、协调和审定我国的地理数据标准。

目前应进一步建立中国 NSDI 委员会,加强对全国 NSDI 建设的宏观协调和管理工作。其基本任务是组织研究和制定我国 NSDI 的中长期发展规划,制订相关政策,筹措建设资金,协调各项计划,促进数据共享。

参 考 文 献(References)

- Gore AI. The digital earth—understanding our planet in the 21st century. *The Australian Surveyor*, 1998, **43**(2): 89—91.
- FGDC. Development of a national Geo-spatial Data Framework. Reprint of Federal Geographic Data committee, U.S.A., 1995.
- Clake, D. Formation of a permanent committee on GIS infrastructure for Asia and the Pacific. 1995.
- Burrough, P. A. GSDIS and ESDI—views on interoperability and SDI in Europe. *Proceedings of Photogrammetric Week'97*, 1997, 243—255.
- YU Yongchang. Developing NSDI in China. *China Surveying and Mapping*, 1997, (2): 24—27. (In Chinese)[喻永昌. 中国国家空间数据基础设施建设. 中国测绘, 1997, (2): 24—27]
- CHEN, Junyong. On the technical policies of GPS development in China, *China Surveying and Mapping*, 1996, (4): 14—15. (In Chinese)[陈俊勇. 论我国发展 GPS 的技术政策. 中国测绘, 1996, (5): 14—15.]
- NING, Jinsheng. Development of modern geodesy. *China Surveying and Mapping*, 1997, (2): 19—23. (In Chinese)[宁津生. 现代大地测量的发展. 中国测绘, 1997, (2): 19—23.]
- LI Deren, Gong Jianya, Zhu Xinyan, Liang Yixi. Design and implementation of digital geospatial data framework in China, *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, 1998, **23**(4): 297—303. (In Chinese)[李德仁, 龚建雅, 朱欣焰, 梁宜希. 我国地球空间数据框架的设计思想与技术路线, 武汉测绘科技大学学报, 1998, **23**(4): 297—303.]
- Dowman, Ian. Automated procedures for integration of satellite images and map data for change detection: the ARCHGEL project, *GIS-between Visions and Applications. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Stuttgart, Germany, 1998, **32-B4**: 162—169.
- Department of Geoscience of CAS. On the development strategies of Chinese geoscience. Beijing: Science Publishing House, 1998. (In Chinese)[中国科学院地学部. 我国地球科学发展战略的若干问题—从地学大国迈向地学强国. 北京: 科学出版社, 1998.]
- YEH, Antony. Availability and pricing of georeferenced data in Asia Pacific. in *Policy issues in Modern Cartography*, Eds. F. Taylor, Pergamon, 1998, 47—70.
- Zlatanova, Siyka, M. Gruber. 3D urban GIS on the WEB: data structuring and visualization, *Proceedings of ISPRS Com. IV Symposium on GIS-Between Vision and Applications*, Stuttgart, 1998, 691—706.

作 者 简 介

陈军,男,1956年10月生。1983年研究生毕业于武汉测绘科技大学,现为国家基础地理信息中心副主任、教授、博士生导师。主要研究领域包括 GIS 空间数据模型、城市 GIS、空间决策支持系统等。

Recent Progress and Future Directions of National Spatial Data Infrastructure in China

CHEN Jun

(National Geomatics Center of China Beijing 100044)

Abstract The National Spatial Data Infrastructure (NSDI) is the basis of digital earth. It is therefore very essential to develop NSDI in order to implement the vision of a Digital earth. This paper reviews the recent progress and future activities of NSDI in China, including the national geodetic framework, multi-scale geo-spatial databases, national efforts on geo-spatial data standardization, establishment of national geo-spatial clearinghouse network, coordination of national efforts in acquiring, processing and utilizing geo-spatial data.

Key words National spatial data infrastructure, Digital earth, Geo-spatial data

X波段散射计辐射计组合系统对树木背景中目标的观测研究*

金亚秋

(复旦大学波散射和遥感中心 上海 200433)

姚传亮

(上海大学嘉定校区电子物理所 上海 201800)

张南雄 陈晓光 郑福海

(复旦大学波散射和遥感中心 上海 200433)

摘要 介绍 X 波段散射计辐射计组合系统的研制,利用这一组合系统可进行同时同地相继观测,得到 VV, HH, VH, HV 多极化的后向散射系数 σ_{pq}^0 , V 和 H 极化的辐射亮度温度 T_{Bp} 和地面热发射率 e_p 。给出了树木地面背景以及有多种金属目标的 $\sigma_{pq}^0-T_{Bp}$ 观测结果,并用一层随机介质散射辐射的主被动遥感理论进行了分析,为地面主被动联合遥感和背景杂波中目标识别提供了一个实例研究。

关键词 散射计辐射计组合,背景与目标,观测与分析

1 引言

在已知地面实况参数的可控条件下,进行车载对地面散射辐射的遥感实验,对理解各类地表遥感的物理机制,区分自然背景和人造目标散射的识别特征,为机载、星载遥感数据验证和应用提供理论基础,具有十分关键的作用。主动遥感的散射计测量后向散射系数 σ_{pq}^0 ($p, q = V, H$), 被动遥感的辐射计测量辐射亮度温度 T_{Bp} 或热发射率 e_p ($p = V, H$), 这二者往往是分开进行的。但是对于同一物理目标同一物理现象散射与热发射的观测应该是相关的,其反映的变化规律应该是一致的、互补的。我们的研究曾经表明,在农作物的整个生产过程中 σ_{pq}^0 与 T_{Bp} 的观测是相关的^[1]。但是至今,我们尚未见到将散射计和辐射计组合成一个系统作同时同地多极化的 $\sigma_{pq}^0-T_{Bp}$ 组合观测。

在目标识别中,自然地表背景的回波和辐射成为杂波。在杂波环境中目标的散射和辐射的特征识别是空对地观测研究中的一个重要问题。同时,对自然地表背景中特种目标的散射回波分布的统计特性,如 K 分布的特征参数 α 的分类识别^[2] 等均还是远未解决的问题。

本文介绍我们新近研制成的 X 波段散射计辐射计组合系统,给出了该系统对树木背景和金属目标的 $\sigma_{pq}^0-T_{Bp}$ 组合观测结果。我们用一层随机介质的散射辐射理论分析了这些观测结果。可以表明,用主被动组合遥感测量对于自然地表分类及其特征参数反演,自然背景杂波中目标识别都是一项有意义且有待进一步深入的工作。

2 X波段散射计辐射计组合系统

由复旦大学提出组合系统构想,并由上海大学电子物理研究所研制的该系统是新颖的多极化主被动联合的微波遥感器,能在同一地点相继连续地测定地表 VV, HH, VH, HV 极化的后向散射系数 σ_{pq}^0 和 V, H 极化辐射亮度温度 T_{Bp} 或热发射率 e_p 。该系统的工作频率为 X 波段 $9.375 \pm 0.3\text{GHz}$, 由双参考数字解调的 Dick 辐射计配上噪声发射源及发射天线所构成。辐射计接收机亦用于散射测量。整机主要由发射机,接收机,天线及转台驱动电路,电源及中央处理器 5 部分组成。天线为抛物面双天线, VV, HH, VH, HV 4 种极化自动转换,口径 40cm, 增益 29.8dB, 波束宽度 $5.4^\circ(3\text{dB})$ 。辐射计灵敏度为 0.2K, 散射计发射功率 6mW。整机重量 26kg, 外形

* 国家自然科学基金 49831006, 49685005, 69771007, 国家教委博士点基金, 上海市科技研究与发展基金等资助项目。

收稿日期: 1998-04-20; 收到修改稿日期: 1998-08-25

尺寸 82cm × 40cm × 60cm。整机的工作状态控制、数据的输入输出及运算处理由中央处理器(CPU 板)完成。辐射测量和散射测量的工作模式转换是通过中

央处理器输出控制信号,分别控制接收机继电器和发射机继电器来完成的(图 1)。

当进行辐射测量时,控制信号为低电平,来自

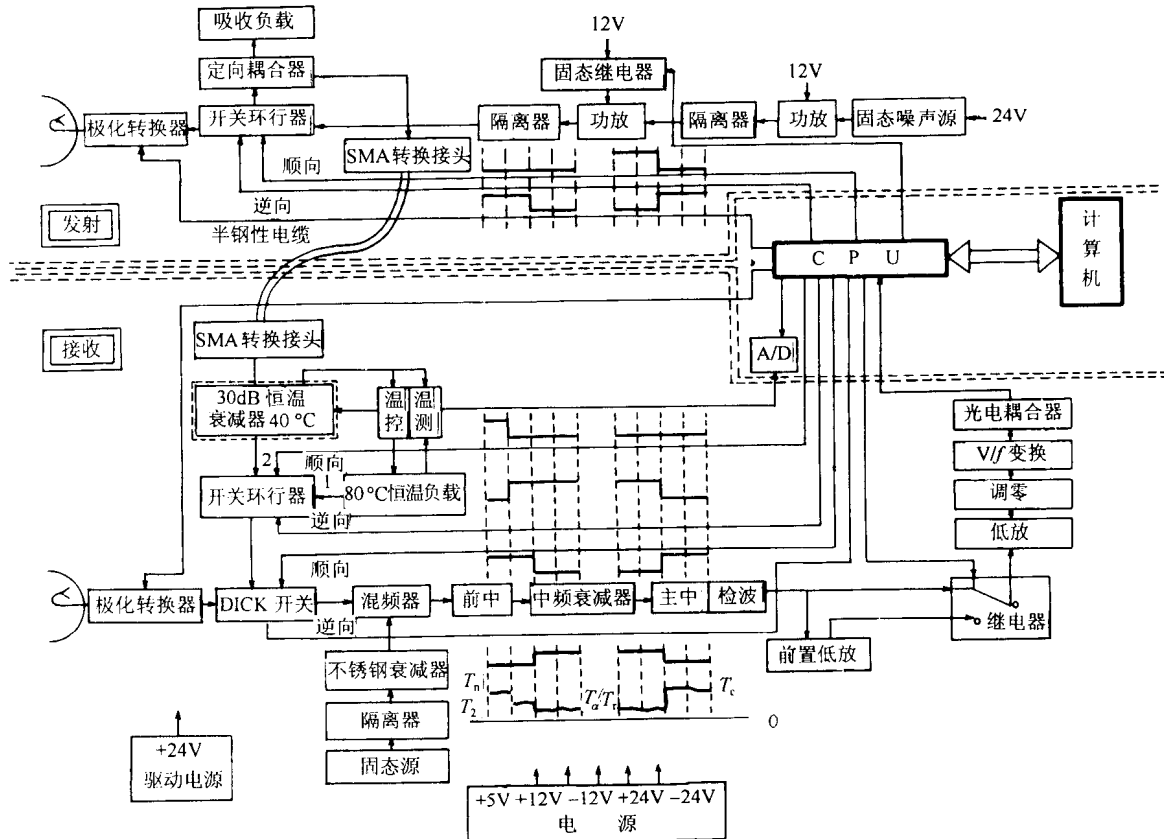


图 1 系统方框图

Fig. 1 System graphics

CPU 的指令关闭发射机及功放失电而不发射信号功率,同时接收机继电器使前置低放接入低放电路。CPU 同时输出两组控制脉冲,一组为双参考负载控制脉冲控制参考负载开关工作,使恒温在 40℃的衰减器参考噪声信号及恒温在 80℃的参考负载噪声信号交替输入 Dick 开关环行器。另一组即 Dick 开关控制脉冲,使微波接收机交替接通天线及参考负载。在 Dick 开关控制脉冲低电平时接收到天线讯号,而在高电平时接受到冷热参考负载的亮度温度。调制讯号经低噪声交叉场混频器变频成 20—600 MHz 中频信号后,由主中滤波放大成 30—300MHz 中频信号,经过平方律检波,低频放大后馈入压/频变换器(V/F),得到频率与天线温度及高低参考温度相关的周期变化的脉冲信号,然后通过高速光电耦合器,输入 CPU 板经计数及数字解调后得到目标辐射亮度温度。

当进行散射系数测量时,控制信号为高电平,来自 CPU 的指令打开发射机即功放得电发射信号功

率,接收机继电器使前置低放不接入低放电路。同时 CPU 输出 3 组控制脉冲信号。其中一组为发射机控制脉冲,控制发射机输出开关环行器。另外两组为接收机控制脉冲。其一为参考负载开关环行器控制脉冲,使接收机作实时校正用;其二为 Dick 开关控制脉冲,使接收机能交替接收来自发射机的校正信号和来自天线的目标回波信号。输入信号经接收机信号交换及放大后输出数字脉冲信号,后经 CPU 板采集计数得到地面目标回波和校正信号电平。

由于发射功率、接收机增益随时间及环境温度等可能产生的变化,双参考数字解调辐射计和散射计系统采用了机内校正(相对校正)和实测校正(绝对校正)。

3 树木背景中目标的 σ_{pq}^0 与 T_{Bp} 的组合测量

为现场测量自然植被树林地表的散射和辐射,

以及研究树林散射杂波环境下特种目标识别,我们用该系统对贴梗海棠(约 1.2m 高)、夹竹桃树(约 2.0 m 高)、草地等地面背景和金属目标平板(FT)、四棱锥(PYR)、圆柱(CYL)进行了观测研究。金属平板各边长 1m,高 0.2m;四棱锥各边长 0.8m,高 1.2m;圆柱半径 0.2m,高 0.8m。实验情况如图 2。

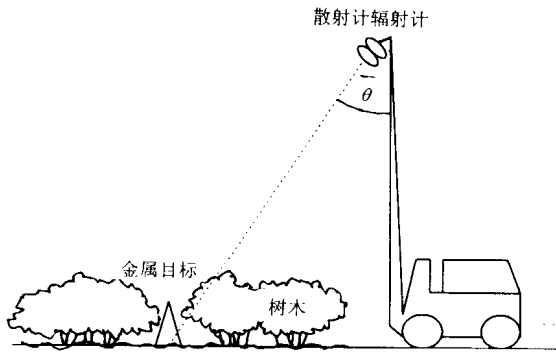


图 2 散射和辐射的实验观测

Fig. 2 Experiment of scattering and emission measurements

图 3 给出了在 35°入射时的同极化 $\sigma_{VV}^0, \sigma_{HH}^0$, 分 3 种情况 (1) 海棠树地面, (2) 在 35°观测角处地面上放置金属平板, (3) 在平板上再放置圆柱。可以看出金属目标的存在增强了散射,其规则形状产生的角反射还可能增强 σ_{HH}^0 与 σ_{VV}^0 的差异。由于我们的目标正好放置在两团树丛中的空间,使原来较小体散射的空间区域由于目标的加入而增强了散射。

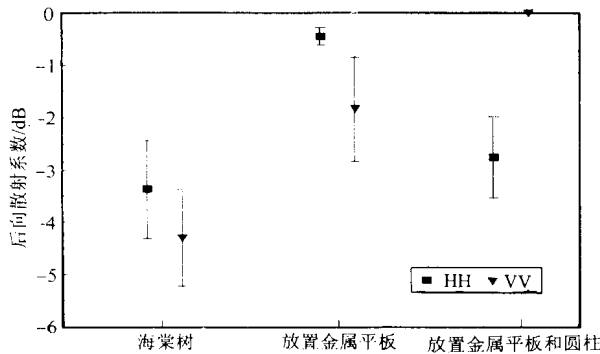


图 3 3 种情况时,35°入射角下同极化后向散射

Fig. 3 Co-polarized backscattering for three cases at incidence 35°

图 4 给出了同时相继测量的 T_{BV}, T_{BH} 。可以看出情形(2)时金属平板使 T_{BV}, T_{BH} 下降,金属平板相当于冷背景。再加上圆柱时, T_{BV}, T_{BH} 仍再次下降,这可能是由于圆柱遮蔽了树木的部分热辐射。

图 5 给出用四棱锥更换圆柱时的 T_{BV}, T_{BH} 。与图 4 相同的是金属平板的存在使 T_{BV} 与 T_{BH} 下降。而不同的是放置四棱锥后, T_{BV} 与 T_{BH} 又重新升高。这可能是由于在太阳底下(当时气温 29℃)暴晒后

放入的四棱锥本身的体辐射增强了地面目标的热辐射。观测中风的起伏、工作人员在树丛中的走动都明显影响 σ_{pq}^0 与 T_{Bp} 的变化。

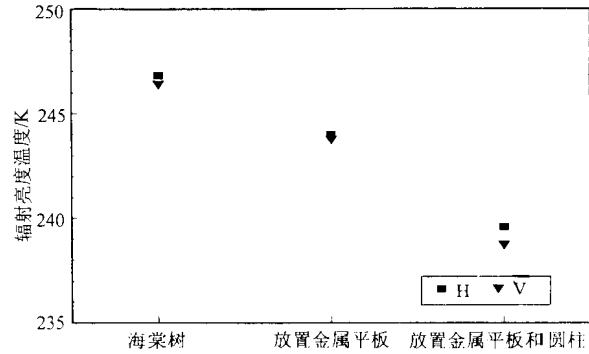


图 4 3 种情况时,35°观测角下辐射亮度温度

Fig. 4 Brightness temperature for three cases at observation angle 35°

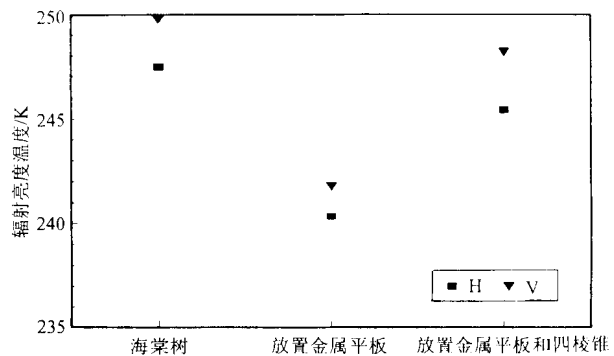


图 5 3 种情况时,35°观测角下辐射亮度温度

Fig. 5 Brightness temperature for three cases at observation angle 35°

图 6 与图 7 分别给出同极化 $\sigma_{VV}^0, \sigma_{HH}^0$ 和去极化 $\sigma_{VH}^0, \sigma_{HV}^0$ 随入射角的变化。细线为无金属目标时海棠树丛的观测结果,粗线表示在 35°入射角处地面上放置金属目标时的观测结果。从图 6 可以看出在 35°入射角地面区域金属圆柱目标增强 $\sigma_{VV}^0, \sigma_{HH}^0$, 而在图 7 中可以看出金属圆柱目标规则的形状明显减小了去极化 $\sigma_{VH}^0, \sigma_{HV}^0$ 。去极化是随机散射元随机程度的一种量度。

图 8 给出与此同时相继观测的辐射亮度温度 T_{BV}, T_{BH} 随观测角变化。可以看出,圆柱目标的存在在 35°观测角区域处减少了 T_{BV} 和 T_{BH} 。

4 理论分析

对于一层厚度为 d 的随机介质(树木层),在一阶 Born 近似条件下得到同极化后向散射系数可写为^[3]: