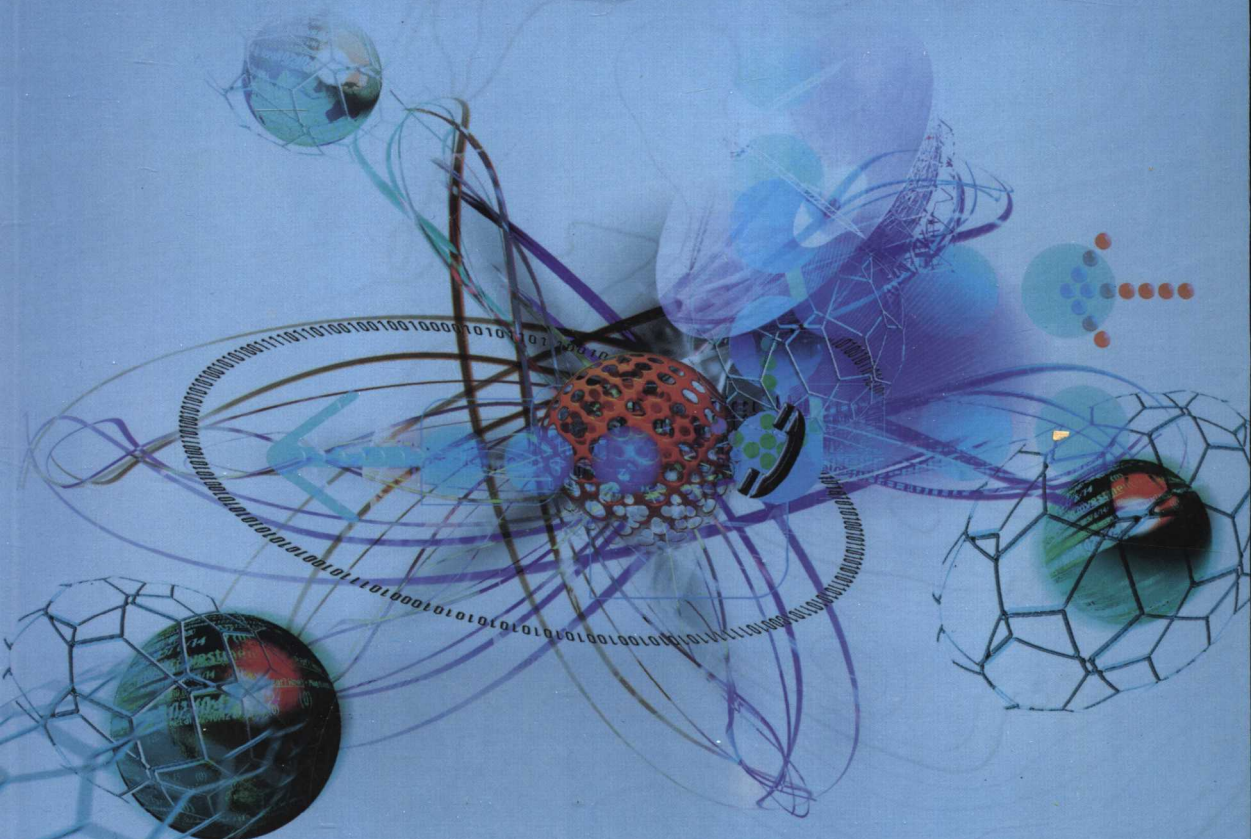


21世纪高等院校教材

数字地球导论

(第二版)

◎ 承继成 郭华东 薛勇 编著



科学出版社

www.sciencep.com

内 容 简 介

“数字地球”在全球变化的研究中具有特殊的作用,它不仅为全球变化研究提供了高科技平台,而且也创造了模拟的实验条件。全书共6章,内容包括:绪论,数字地球的信息基础设施,对地观测计划及应用技术系统,数字地球系统研究,模拟与实验,探索研究。同时,本书还重点介绍了与数字地球密切相关的最新高技术,包括互联网的第三次浪潮 Grid、Google Earth、Virtual Earth、Glass Earth 及 World Wind 等内容,全面反映了数字地球领域的最新技术、最新发展战略目标和研究计划。

本书可作为地理信息系统、遥感等专业本科生教材,同时也可供从事空间科学、地球科学的研究者和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字地球导论/承继成,郭华东,薛勇编著. —2版. 北京:科学出版社,2007

21世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-019223-3

I. 数… II. ①承…②郭…③薛… III. 数字地球-高等学校-教材
IV. P208

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第114392号

责任编辑:杨红 李久进/责任校对:张小霞

责任印制:张克忠/封面设计:陈敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000年1月第一版 开本:B5(720×1000)

2007年8月第二版 印张:22 1/2

2007年8月第六次印刷 字数:415 000

印数:12 601—15 600

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

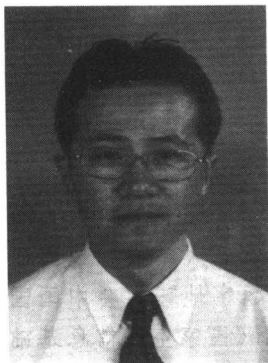
作者简介



承继成，男，1930年生，江苏常州人。莫斯科大学理学博士，国际欧亚科学院院士，北京大学数字中国研究院学术委员会委员、教授，国际数字地球学会中国国家委员会委员。近期的主要著作有：《国家空间信息基础设施》（清华大学出版社，1999年）；《数字地球导论》（科学出版社，2000年）；《面向信息社会的区域可持续发展导论》（商务印书馆，2001年）；《城市如何数字化》（中国城市出版社，2002年）；《数字城市——理论、方法与应用》（科学出版社，2003年）；《遥感数据的不确定性问题》（科学出版社，2004年）；《精准农业技术与应用》（科学出版社，2004年）；《城市数字化工程》（上册）（中国城市出版社，2006年）；发表学术论文约80篇。



郭华东，男，1950年生，江苏丰县人。中国科学院遥感应用研究所研究员、博士生导师；历任遥感应用研究所副所长、所长（1988~2002年）；国家863计划信息获取与处理技术主题专家组专家与组长（1992~2000年）；国际SAR工作组成员，国际科技数据委员会（CODATA）执委，国际数字地球学会（ISDE）秘书长及其中国国家委员会主席，全球空间数据基础设施协会（GSDI）理事；国际数字地球杂志（IJDE）主编，中国科学技术大学、南京大学、浙江大学、北京航空航天大学、中国科学院研究生院等7所大学兼职教授；获国家科技进步奖二、三等奖3项，中国科学院等部级自然科学奖一等奖2项，科技进步奖特等奖、一等奖、二等奖6项；发表论文210篇，出版著作13部；培养博士、硕士生30余名；先后被评为国家有突出贡献的中青年专家和全国先进工作者。



薛勇，男，1965年生，江苏徐州人。北京大学理学学士、硕士，英国 DUNDEE 大学博士。中国科学院遥感应用研究所研究员、博士生导师，英国皇家特许物理学家 (CPhys)，IEEE 计算机学会和地学遥感学会高级会员，英国物理研究所学术成员 (MInstP)，英国遥感和航空测量学会专业会员 (AFRSPSoc)，"International Journal of Remote Sensing" 杂志编辑。已培养博士生 6 人，硕士生 3 人，其中 4 人获得中国科学院院长优秀奖。1990 年以来已发表学术论文 103 篇 (国际期刊和国际会议论文集)，其中被 SCI 收录 47 篇、EI 收录 36 篇，发表专著一部 (合著)。多年来从事遥感与地理信息系统研究，主要研究方向为定量遥感反演和高性能地学计算。

序

该书是承继成、郭华东、薛勇三位教授通力合作的又一新著，对“数字地球”作了全面、系统的介绍。内容非常丰富，图文并茂、深入浅出，对于我们加深理解和形成共识，必将产生深远的影响。

作者在书中对美、英、欧洲及国际学术组织的有关原始文档，进行了大量分析，并系统反映了我国在该领域的工作进展，覆盖了对数字地球的各种理解和多样的工作计划。“数字地球”的基本理念，在美国前副总统戈尔之前早已开始酝酿、萌发。美国国家航空航天局（NASA）等，先后组织推动了大量实质性的科学计划。例如，人与生物圈计划（IGBP）中的 8 个核心计划和 2 个集成计划，着重提出对“地球系统综合分析模拟计划”（AIMES）。2000~2010 年再次提出“地球科学事业风险计划”（QUEST）。日本提出的“全球变化与地球模拟”，比尔·盖茨提出“数字地球神经系统”、“数字地球工程”，英国 2002 年成立地球-电子-科学（Geo-e-Science），等等。显而易见，这些都是着眼于信息时代如何进一步“量化和理解地球系统”。该书通过对数字地球研究历史发展过程的梳理，明确地引导我们加深对“数字地球”的理解：它不是地球的“数字化”游戏，而是从 e 量化入手去掌握地球系统规律的认知，学以致用，为人与自然的和谐、为全球化社会经济持续发展、为世界持久和平提供信息服务。

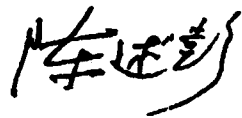
作者以敏锐的目光，着重介绍了“网格计算”的快速发展，特别详细地阐述了它在地球系统观测与调查研究中的广泛应用前景，几乎占用了全书 1/6 的篇幅。这是很有远见的。以网格计算为核心的第三代互联网浪潮，已广泛波及天文学、生命科学、高能物理和环境科学等诸多领域。对地球科学的贡献和支撑更是不言而喻的。格网计算能对时空分析与布局实时地预警、反应，取得又好又快的效果。这是信息时代的脉搏，是信息科学与地球科学互动、双赢的核心技术。格网计算又是凝聚各行各业分布式数据库群和计算机网络能力，推进信息共享平台建设，实现海量数据场景的检索、漫游和虚拟技术的必由之路。该书关于格网计算的详述值得读者细读和深思。

中国政府和人民应对“数字地球”的挑战是积极的，而且是卓有成效的。为实现跨越式发展，努力缩小数字鸿沟，与世界接轨，促进信息共享，中国对推动数字地球做出了许多世界性的重大贡献：一方面，立足本国，重测了珠穆朗玛峰的高程，填补了西藏高原的研究空白；提高了东部地区数字地形模型（DTM）的精度；完成了全国范围地质、地貌、土地利用等格网数据库；参加了国际地理

信息空间数据标准的制订和亚太地图的编制;研制部署了以曙光 A-4000 为节点的国家通信网络;组建了“对地观测与数字地球科学中心”与“数字中国”研究院,发起并建立了“国际数字地球学会”等学术机构,推动数字城市、数字省区、数字流域的实验和推广应用。另一方面,随着经济、贸易的全球化 and 资源分配、区域重组,中国对资源、能源的需求迅猛增加。数字地球的工作正在从实验走向实用,从国内走向国门,更广泛地开展国际合作,与国际接轨的“数字地球”浪潮方兴未艾,如日中天。

该书详尽地介绍了谷歌 (Google Earth) 与世界风 (World Wind) 的功能。但应该指出,这些只是数字地球应用的雏形。武汉大学开发的吉奥之星软件 (Geo-Star) 也具备类似的检查、检索功能。但是,这些都只是序幕,远不是高潮! 还需要大力开发、提高数字地球的数据挖掘和知识创新能力;只有加强数理统计和空间分析的能力和算法模型的设计,数字地球才能发挥更大的作用。从数据升华为信息和知识,才能更好更快地为社会、经济持续协调发展、为建设和谐社会做出直接的贡献。此外,随着企业资源管理 (ERP) 和客户资源管理 (CRM) 趋向空间化,地球信息监管的作用将更加深化,也将使信息经管的功能更趋完善。

中国科学院院士
发展中国家科学院院士
国际欧亚科学院院士
国际数字地球学会执委



2007 年 4 月 20 日

“数字地球”北京宣言

(代 序)

我们来自 20 个国家的 500 余位科学家、工程师、教育学家、管理专家以及企业家，汇聚历史名城北京，于 1999 年 11 月 29 日至 12 月 2 日参加了由中国科学院主办、19 个部门和组织协办的首届“数字地球国际会议”。全体与会代表认为，即将进入新的千禧年之际，人类仍然面临着人口快速增长、环境恶化以及自然资源匮乏等方面的严峻挑战，这些问题仍然威胁着全球可持续发展。

我们注意到 20 世纪全球的发展，是以科学技术的辉煌成就对经济增长和人类生活的巨大贡献为特征。21 世纪将是一个以信息和空间技术为支撑的全球知识经济的时代。

我们高度评价美国副总统戈尔“数字地球：21 世纪认识我们这颗星球的方式”的讲演和中华人民共和国主席江泽民纵论世界社会、经济、科学技术发展趋势时有关数字地球的论述。

我们认识到，在“联合国环境与发展大会”、“21 世纪议程”所作的决定，以及三届联合国外层空间会议和“关于空间和人类发展”的维也纳宣言中，除其他要旨外，一致强调综合的全球对地观测战略，建立全球空间数据基础设施、地球信息系统、全球导航与定位系统、地球空间信息基础设施及动态过程建模的重要性。

我们认识到数字地球有助于回应人类在社会、经济、文化、组织、科学、教育、技术等方面面临的挑战，它让人类洞察地球上的任何一个角落，获得相关信息，帮助人们认识在邻里、国家乃至全球范围内影响人们生活的社会、经济和环境等问题。

我们倡议政府部门、科学技术界、教育界、企业界以及各种区域性与国际性组织，共同推动数字地球的发展。

我们建议在实施数字地球的过程中，应优先考虑解决环境保护、灾害治理、自然资源保护，经济与社会可持续发展，以及提高人类生活质量等方面的问题。

我们进一步建议，数字地球亦应为解决全球问题和地球系统的科学研究、开发与探索有所贡献。

我们强调数字地球对实现全球可持续发展的重要性。

我们呼吁在如下方面给予足够的投资和强有力的支持：科学研究与技术开

发、教育与培训、能力建设、信息与技术基础设施。特别强调在全球系统观测以及建模、通信网络、数据仓库开发、地球空间数据互操作等方面的投资和支持。

我们进一步呼吁政府、公有以及私人部门、非政府组织、国际组织之间的密切合作，以确保发达经济体和发展中经济体之间平等地从数字地球的发展中获益。

全体与会代表一致同意，把在北京举行的首届“数字地球国际会议”继续坚持下去，每两年举行一次，由有关国家或组织轮流举办。

第一届数字地球国际会议

北 京

第二版前言

地球是人类赖以生存的唯一行星，但它能提供给人们的资源是有限的，现在地球已不堪重负，尤其是近 100 年来，人们在取得高度物质文明的同时，出现了人口爆炸、资源短缺、生态破坏、环境污染、灾害频逞、疾病蔓延，不仅影响当前人们的生活质量，而且更严重的是破坏了子孙后代的生存基础。因此，人们迫切地需要了解地球、理解地球，进而管理好地球，保护好人类共同的家园。

地球是一个开放的、复杂的，并具有组织特征的巨系统，需要以系统的观点和方法来认识它和研究它。尤其在信息化时代，还需要采用信息的观点和方法，特别是用地球空间信息（geo-spatial information）的观点和方法来研究地球。因此，要在信息理论、系统理论和方法的基础上来研究地球，于是就产生了数字地球（digital earth）这个新的概念。数字地球实际就是信息化的地球，就是运用地球信息系统的观点与方法，从描述地球到理解地球，从预测地球到管理地球。这也是数字地球的任务和目标。

数字地球既是一个新的学科领域，是介于地球科学、信息科学和系统科学之间的边缘科学、综合科学，同时又是一个工程技术系统。它由两大部分组成：第一部分为信息基础设施，包括最早由美国提出来并为很多国家所接受的“国家空间数据基础设施”（NSDI），后来欧洲提出了“全球空间数据基础设施”（GSDI）概念，内容是相同的，一些国家认为，数字地球的信息基础设施建设，首先要从建设自己国家的信息基础设施开始，两者是不矛盾的，基本内容都是包括标准与规范、计算机与网络、数据获取与数据库、数据共享与分析等；第二部分为应用与服务，包括全球性的资源与环境，尤其是灾害性环境问题的调查、监测与评估，达到保护资源和环境的目的，同时对区域和城市的发展也给予了高度的重视。数字地球的应用与服务与数字国家、数字地区相似，以资源环境的保护为主要目标，而数字城市则以“信息化带动传统产业改造、升级”为主要目标，包括 e-政务、e-工业、e-服务业、e-信息、e-领域、e-社会等。数字社区则以提高人们的生活质量为主，所以它们之间是有区别的。

本书由综述、基础设施、对地观测、地球系统研究、模拟与实验、新方向的探索等 6 章组成，介绍了数字地球研究的最新动态和最新成果，包括：

第一，最新的地球信息技术。以互联网的第三次浪潮——格网（grid）及格网计算为主线，介绍了带动遥感、全球导航卫星系统、地球信息系统、数据库及管理信息技术的格网化，实现了在线的（on line）、全球的、异地的、异构的地

球数据及信息技术,包括软、硬件及传感器,实验仪器及一切设备,实现共享,为数字地球战略目标的实现创造了条件。

第二,最新的地球观测任务。介绍了具有三高(高空间分辨率、高光谱分辨率、高时间分辨率),三多(多时相、多波段/多极化、多平台),三基(天基、空基、地基)特征的,从地球观测系统(EOS)到全球综合观测系统(GEOSS),从智能化的地球观测系统(IEOS)到地球观测系统的一个个星座(G-Sates),并具有传感器与传感器,平台与平台,平台与地面指挥中心,平台与用户,由网络相互联结和在轨处理(校正、特征提取等),事件驱动(event driven)等,高度自动化、智能化的特征,能将观测数据实时、准实时分发给用户,能满足用户需求,同时介绍了 Google 的“Google Earth”,NASA 的“World Wind”和 Microsoft 的“Virtual Earth”等技术系统。达到数字地球所述的宗旨。

第三,最新的科学实验计划。介绍了“NASA 的地球科学事业战略计划”(ESE),英国的“量化并理解地球系统计划”(QUEST),日本 NASDA 的“地球模拟器与模拟实验计划”(ES),剑桥大学的“全球变化模拟实验计划”,我国的“数字地球原型系统”等全球性的实验,这些实验只有在数字地球的条件下才能实现。

第四,最大胆的设想。“地球数字神经系统”、“地球电子皮肤”及“地球工程”等大胆的构想,也只有在数字地球的框架下才能实现。这个设想是对全球实现全面的、无缝的实时监测,地球上任何地点、任何时间,只要有任何微小的变化就能够监测得到,并能及时采取对策,犹如人的神经系统及皮肤那样敏感。

总之,本书的主要贡献是将国内外地球信息的最新成果进行了归纳和综合,也算是在“集成创新”方面做了一些应该做的事情。其中,NASA 的地球科学事业战略计划和英国的“量化并理解地球系统计划”引自冯筠、陈春等翻译审编的气象出版社出版的《地球系统科学研究》一书。在本书编写过程中,还得到了中国科学院遥感应用研究所鹿琳琳博士、王剑秦博士、北京大学黄照强博士的大力帮助,谨此表示衷心的感谢!

由于水平有限,书中尚存在一些不足之处,请批评指正。

编著者

2007 年 1 月

第一版前言

数字地球(digital earth)最初是由美国前副总统戈尔于1998年1月31日在加利福尼亚科学中心召开的Open GIS Consortium年会上提出来的,很快得到了很多国家的响应。他认为,数字地球是指以地球坐标为依据的、具多分辨率的、由海量数据组成的、能立体表达的虚拟地球。该项计划现由美国宇航局(NASA)协同其他部门组织实施,计划至2005年实现,到2020年正式建成。未来,数字地球将深刻地改变人类社会生产和生活方式,将促进社会经济的更大发展。

数字地球计划是继信息高速公路之后又一全球性的科技发展战略目标,是国家主要的信息基础设施,是信息社会的主要组成部分,是遥感、遥测、全球定位系统、互联网-万维网、仿真与虚拟技术等现代科技的高度综合和升华,是当今科技发展的制高点。

数字地球是地球科学与信息科学的高度综合。它为地球科学的知识创新与理论深化研究创造了实验条件,为信息科学技术的研究和开发提供了试验基地(test bed)或没有“围墙”的开放实验室。数字地球将成为没有校园的、最开放的、面向社会的、最大的学校,也是没有围墙的开放的实验室。数字地球建设将是一场具有更深远意义的技术革命。

数字地球将促进产业规模的扩大,创造更多的就业机会;同时还使某些行业被淘汰并诞生了一些新产业,它将把人类社会推向更高的发展阶段。所以数字地球不是一般的科技项目,而是具有导向性的发展战略目标。

数字地球在我国也引起了极大的关注,除了由于前面所提到的缘故外,主要因为它与我国的“国家信息化”或“国民经济信息化”的战略目标是相一致的。早在1984年,邓小平就提出了“发展信息产业,服务四化建设”;江泽民亦指出“四个现代化,哪一个也离不开信息化”。因为,更确切地说,数字地球就是信息化的地球,所以它与国家信息化的战略目标是完全相同的。

对于我国来说,数字地球也并不是完全“舶来品”,早在十年前,我国科学家就提出了“全数字化测图”的设想,与今天的数字地球思想是一致的。从20世纪60年代起,我国就发展了地学的计量革命,产生了“数学地质”和“计量地理学”。从20世纪80年代初开始,我国就积极开展遥感工作,尤其是卫星遥感工作得到了很大发展,同时地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)也得到了很快的发展。所以在戈尔正式提出数字地球时,实际上我国在该方面已经有了较好的基础。

但是数字地球决不是卫星遥感、地理信息系统技术简单的应用范围的扩大,而是一个质的飞跃。数字地球将过去分散的局部的调查和观测技术,变为全局性的乃至全球性的观测。历来不同部门、不同地区的数据和信息系统,是彼此没有联系的“信息孤岛”;现在通过网络构成了整体,实现了信息共享,使信息发挥了它应有的作用,使得“一方面信息大量积压、无人利用和无法利用,而另一方面又迫切需要信息、又无从获得信息现象”得到充分的解决。所以数字地球是一场新的技术革命。

由于数字地球是一个刚出现的全新的领域,正处在日新月异的发展之中,而且是一个需要不断完善的过程,所以本书采用的编写原则是:侧重介绍数字地球的基本概念、框架和应用前景。其内容主要包括以下几方面:

第一,数字地球的基础理论,包括地球系统的信息理论、系统理论和非线性与复杂性理论。

第二,数字地球的技术系统,包括数字地球的信息基础设施、对地观测系统、核心技术及其为共享服务的标准、规范与法规。数字地球的关键技术,包括空间数据的智能获取、网络数据库与分布式计算、数据仓库与数据交换中心、多种数据融合与仿真-虚拟、虚拟地球的系统模型、Open GIS 标准与互操作等数字地球的前沿技术。

第三,数字地球的应用领域举例,包括数字中国、数字农业、数字城市及数字长江流域等。

本书充分体现了地球科学与信息科学技术的高度综合,将可供包括气象、海洋、地质、地理和农业、林业、牧业、水利、交通、城市建设,以及计算机、通讯科学技术领域的科学工作者和工程技术人员作参考,以有助于他们对这一新的科技领域的理解,并对其工作产生积极的影响。

本书是由北京大学遥感与地理信息系统研究所同中国科学院和香港中文大学地球信息科学联合实验室共同编写。参加整理、编辑工作的还有:中国科学院和香港中文大学地球信息科学联合实验室的黄波博士、龚建华博士、张良培博士、陈戈博士、孔云峰博士、于洪波先生;北京大学遥感与地理信息系统研究所的李琦教授、易善楨博士、赵永平博士、尹连旺博士、赖志斌博士和中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室的王盛博士。

本书是中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室的基金项目。在本书编写过程中,始终得到了陈述彭院士、徐冠华院士的关心和指导,同时得到中国科学院和香港中文大学地球信息科学联合实验室的经费资助,对此一并致以衷心感谢。

由于数字地球是一个全新的学科领域,更兼编写工作匆促,所以可能有许多不足之处,欢迎批评和指正。

编者

目 录

序

“数字地球”北京宣言 (代序)

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 数字地球的发展	1
1.1.1 数字地球基本概念	1
1.1.2 数字地球的国外研究现状	4
1.1.3 数字地球的国内发展状况	10
1.1.4 数字地球的作用和意义	14
1.2 数字地球的理论基础	17
1.2.1 地球信息理论	17
1.2.2 地球系统理论	26
1.2.3 地球系统的耗散结构理论	39
1.2.4 地球系统的自组织理论	41
1.2.5 分形维与自相似理论	46
1.3 数字地球的基本框架体系	49
1.3.1 数字地球的内涵	49
1.3.2 对数字地球框架的理解	51
1.3.3 中国数字地球框架体系的思考	56
思考题	58
第 2 章 数字地球的信息基础设施	59
2.1 地球信息的国际标准与规范	59
2.2 互联网的第三次浪潮——Grid	63
2.2.1 网络技术进展综述	63
2.2.2 Grid 的基本概念	66
2.2.3 Grid Computing	69
2.2.4 Grid 的功能	75
2.2.5 国外格网计算研究进展	77
2.2.6 中国格网计算进展	86

2.3	遥感信息系统网络进展与 Grid RSS	90
2.3.1	高分辨率卫星遥感技术	90
2.3.2	中分辨率卫星遥感进展	93
2.3.3	其他卫星遥感进展	95
2.3.4	对地监测卫星的进展	96
2.3.5	航空遥感	98
2.3.6	遥感格网	98
2.4	格网化全球导航卫星系统	99
2.4.1	全球导航卫星系统进展	99
2.4.2	格网化全球导航卫星系统	99
2.5	地理信息系统技术进展与 Grid GIS	103
2.5.1	Grid 对 GIS 的影响	103
2.5.2	Grid GIS	109
2.6	数据库与数据格网 (Data Grid) 到格网数据库 (Grid DB)	112
2.6.1	数据库技术进展	112
2.6.2	数据库及其管理系统简介	115
2.7	现代管理的新模式与 Grid MIS	116
2.7.1	现代管理的体制与机制	116
2.7.2	管理技术的空间化与 Grid MIS	117
2.7.3	从 IT 管理到 IT 治理	120
2.8	数字地球的综合技术	121
2.8.1	球面三维技术	121
2.8.2	在线虚拟技术	122
	思考题	122
第3章	对地观测计划及应用技术系统	123
3.1	行星地球使命与新千年计划	123
3.1.1	MTPE 与 NMP-EOS 总体计划	124
3.1.2	EOS 的技术系统	126
3.1.3	下一代的 EOS——智能对地观测系统	128
3.1.4	地球观测星座及其编队飞行技术	130
3.1.5	载人航天飞机	135
3.1.6	宇宙空间站计划	136
3.2	全球综合地球观测系统——GEOSS	136
3.2.1	GEOSS 的概况	136
3.2.2	全球空间数据基础设施	138

3.2.3	GEOSS 的特点	140
3.2.4	GEOSS 的应用与服务	140
3.3	Google 公司的 Google Earth	151
3.3.1	Google Earth 简介	151
3.3.2	Google Earth 的基本功能	152
3.3.3	Google Earth 系统介绍	154
3.3.4	Google Earth 的相关资源	158
3.3.5	Google Earth 走进三维地图时代	159
3.3.6	Google Earth 与免费漫游地球	160
3.3.7	Google Mars	161
3.3.8	Google Earth 的应用	162
3.4	Microsoft 公司的 Virtual Earth	166
3.4.1	Virtual Earth 平台	166
3.4.2	Virtual Earth 解决方案	167
3.4.3	Virtual Earth 实例——Windows Live Local	168
3.5	NASA 的 World Wind	173
3.5.1	World Wind 概述	173
3.5.2	主要功能	173
3.5.3	附件和插件	174
3.5.4	相关资源	176
3.6	Skyline 公司的 Skyline Globe	176
3.6.1	Skyline TerraSuite 软件简介	176
3.6.2	SkylineGlobe 三维数字地图服务简介	179
3.7	Leica 公司 Leica Virtual Explorer V3.1	185
3.8	Glass Earth Australia	190
3.8.1	Glass Earth 计划内容	190
3.8.2	Glass Earth 的研究与开发	191
	思考题	191
第 4 章	数字地球系统研究	192
4.1	数字地球原型系统 (DEPS/CAS)	192
4.1.1	概述	192
4.1.2	数字地球原型系统研究内容	194
4.1.3	数字地球原型系统的系统结构与组成	196
4.1.4	数字地球原型系统的应用	205
4.2	数字地球系统的模式框架 (ESMF)	209

4.2.1 空间信息网格 (SIG)	210
4.2.2 空间信息格网 (SI-Grid)	211
4.2.3 地球空间信息的格网计算	212
4.2.4 基于 GSI-Grid 的地球系统模式 (ESMF)	217
4.3 数字地球的 Grid Computing	220
4.3.1 数字地球的特点	220
4.3.2 与数字地球有关的 Grid Computing	222
4.3.3 空间信息 Grid Computing	226
4.3.4 在 Grid 环境下的遥感数据处理、服务和共享	228
4.3.5 数字地球的 Grid Computing	231
思考题	233
第 5 章 模拟与实验	234
5.1 地球系统研究计划综述	234
5.1.1 国际地圈生物圈计划	234
5.1.2 全球变化的研究计划	236
5.1.3 探索和预测地球的环境与可居住性研究计划	238
5.2 NASA 地球科学事业战略计划	239
5.2.1 了解地球系统	239
5.2.2 战略计划的框架	242
5.2.3 NASA ESE 路线图	243
5.2.4 当前的计划 (2002 年): 描述地球系统的特征	243
5.2.5 未来 (2002~2010 年): 认识了解地球系统	245
5.3 英国量化并理解地球系统计划	266
5.3.1 简介	266
5.3.2 QUEST 计划的目标	267
5.3.3 QUEST 计划的预期成果	268
5.3.4 研究计划	268
5.3.5 培训	271
5.3.6 涉及的学科	271
5.3.7 与其他计划的合作及联系	272
5.3.8 经费情况	272
5.3.9 计划管理	272
5.3.10 数据管理	273
5.4 日本 JAXA 的全球变化与地球模拟研究	273
5.4.1 全球变化研究计划简介	273

5.4.2 日本地球模拟器及模拟实验计划	278
5.4.3 2005 年开展的主要研究项目	283
5.4.4 开展的国际合作项目	285
思考题	285
第 6 章 探索研究	286
6.1 数字地球神经系统	286
6.1.1 数字神经系统	286
6.1.2 数字地球神经系统	289
6.2 数字地球工程	290
6.2.1 德国研究联合会的《地球工程》	291
6.2.2 清洁能源与降低气候变暖工程	292
6.3 e-Science 与 Geo-e-Science 进展	294
6.3.1 e-Science 综述	294
6.3.2 英国的 e-Science 状况	295
6.3.3 Geo-e-Science/互联网地理学	296
思考题	298
主要参考文献	299
附录 A	301
A.1 国家空间信息基础设施的框架体系简介与汇编	301
A.2 移动通信卫星资料	303
A.3 中国 Grid 发展大事记	303
A.4 102 个数据库名录	309
附录 B	314
B.1 国际数字地球学会	314
B.2 关于欧洲议会和欧盟理事会在欧共体内建设空间信息基础设施指 令(条例)的提案和 EEA 相关的文本	316
B.3 美国等八国《全球信息社会冲绳宪章》	329
B.4 美国提出新一代 GPS 建议	333
B.5 伽利略验证卫星 GIOVE-A	335
B.6 遥感平台及传感器列表	336