

地球信息科学基础丛书

空间信息 基础设施与互操作

李琦 曾澜 苗前军 史文勇 著



科学出版社
www.sciencep.com

地球信息科学基础丛书

空间信息基础设施与互操作

李 琦 曾 澜 苗前军 史文勇 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者在综合分析国内外空间信息基础设施(SII)发展现状基础上撰写而成,其内容包括三方面:(1)全面、系统地论述了空间信息基础设施建设的目的、意义及理论体系。(2)分析和论述了在数字地球战略牵引下空间信息基础设施建设的发展目标和方向,明确了 SII 是数字地球的建设平台,是数字地球的运行基础。(3)提出了全面的空间信息基础设施的设计思想、技术路线和总体建设实施方案,确定了建设 SII 的实施办法和具体步骤。

本书是一本更新观念、交流技术、加深理解、形成共识、可作为行动指南的力作,可供空间信息科学、地理信息系统、地理、测绘等领域的科技人员、管理干部及大专院校有关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

空间信息基础设施与互操作/李琦等著. —北京:科学出版社,2003
(地球信息科学基础丛书)

ISBN 7-03-011480-9

I. 空… II. 李… III. ①地理信息系统—基础设施—研究②全球定位系统—基础设施—研究③遥感技术—基础设施—研究 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035582 号

责任编辑:彭胜潮 杨 红/责任校对:柏连海

责任印制:刘秀平/封面设计:王 浩

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>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年7月第一次印刷 印张:13

印数:1—3 500 字数:289 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

序

卫星通信、航天航空遥感、卫星定位技术和地理信息系统技术等空间信息技术,是当前人类快速获取大区域地球动态和定位信息的唯一手段。借助航天、航空对地观测平台,人类开始实现对地球不间断的观测,通过信息处理快速再现和客观反映地球表层的状况、现象、过程及其空间分布和定位,服务于经济建设和社会发展。空间信息技术的应用改变人类观测地球的方式,大大开拓了人类的视野,极大地增强了人类认识世界的能力,对 21 世纪人类的世界观和生产、生活方式以及信息交流方式将产生深远的影响。

人类大规模利用太空仅仅 20 多年的历史,空间信息技术已经在资源调查、灾害和环境的动态监测、区域和城市规划、农作物估产等领域得到了广泛应用,取得显著的经济和社会效益。特别是近 10 年来,在信息技术带动下,空间信息技术加速向传统产业渗透,应用领域扩大到国民经济和社会服务的许多重要领域,在农业、城市和区域规划管理、交通、商业、传统制造业的信息化改造、国家宏观规划、管理、决策以及社会服务等方面发挥越来越重要的作用;在不断改善国家对经济社会和资源环境管理模式的同时,正在孕育一系列具有广阔应用前景的新兴产业。随着空间技术及其相关高技术的迅速发展和相互融合,21 世纪空间信息技术全面步入集成化、网络化和产业化应用的新时期。一系列即将投入民用的高分辨率空间信息资源的开发利用,成为新世纪高技术及其产业化的热点。空间信息技术应用在国民经济社会发展中的地位正在不断提高,空间信息产业可望成为信息产业中具先导性的重要组成部分,其发展水平直接体现一个国家的综合国力,也关系到国土安全。

21 世纪,我国进入了全面建设“小康”社会、实现社会主义现代化的新的发展时期。加速国民经济和社会信息化,以信息化带动工业化,实现信息产业的跨越式发展,走新型工业化道路,是这一时期我国经济社会结构调整具有全局意义的重要举措。人类活动中约 75%~80% 的信息与地理空间位置相关,我国地理信息资源丰富,开发利用潜力巨大,并具有自主获取全球对地观测信息能力,具备这一领域跨越式发展的基本条件。

空间信息基础设施是支持地理空间信息网络共享和应用的基础设施,由地理空间信息交换服务网络体系、公益性和基础性地理空间信息系统及有关标准、政策、法规等构成,是促进地理空间信息技术在国民经济和社会信息化中广泛应用和相关产业发展的重要支撑。作为国家信息基础设施的重要组成部分,空间信息基础设施的发展水平直接影响地理空间信息资源的开发利用

和空间信息产业发展。当前,各行各业对于地理空间信息的需求不断增加,对地理空间信息社会化共享的要求日益迫切,加速国家和地方空间信息基础设施的建设和应用已经成为国民经济和社会信息化的迫切需要。“九五”期间,国家已就将“国家空间信息基础设施关键技术研究”列为国家科技攻关的重中之重项目,在地理空间信息网络集成共享、自主产权地理信息系统软件开发和诸多领域,地理空间信息应用技术方面取得了显著进展;同时加强了地理空间信息共享的宏观协调。国务院办公厅转发了国家地理空间信息协调委员会的11个部委联合提出的“关于促进我国国家空间信息基础设施建设和应用的若干意见”。“十五”期间国家电子政务重点建设项目中,将“自然资源与基础地理空间信息库”列为第一期重点建设的4个基础信息库之一。这一期间,各地以空间信息基础设施建设和应用为主要内容的数字化工程陆续展开,目前已有近百个城市、17个省(区、市)立项开展或正在立项开展“数字城市”或“数字省区”等以地理空间信息基础设施建设和应用为主要内容的数字信息化工程。

空间信息基础设施建设是一项技术和管理难度都很大的系统工程,国内外可借鉴的现成成功案例很少,目前相应的国际标准也在同步进行;既是当前迫切需要的基础建设,也是一项探索性很强的工作。因此对国内外研究成果和空间信息基础设施建设和应用的实践进行及时总结,为我国各级空间信息基础设施的建设和应用提供借鉴,这是一项很有意义的工作。本书的出版正是适应了这一需求。作者从“九五”以来就直接参与了国家空间信息基础设施关键技术的研究和一些重大政策的调研,他们对空间信息基础设施技术体系和发展政策的研究和总结,对于从事这一领域工作的同志一定会有所裨益。

中国科学院院士
国家科技部部长

李 进 芳

地理信息产业化的行动指南

(代序)

空间信息基础设施主要是由机制框架、数据政策、技术方法和技术标准四部分组成。国家空间数据基础设施(NSDI)就像一把保护伞,从组织上和技术上管理国家级的各种空间数据库,并促进其有效利用、管理和生产。

空间基础数据是从国家基本地形图脱胎出来的。目前,一般仍被界定为国家基本地形图中的各种地理要素数字表达的数据集。空间信息基础设施实质上仍然是地图测绘数据库的延伸。只是随着空间时代与信息社会科学技术的进步,赋予它更丰满的空间信息的内涵,使其从传统的“地图测绘保障体系”的概念跃进了一大步,更凸显出时代进步的特征:

(1) 趋向全球化。1996年以来的历次国际会议都在呼吁建立全球空间数据基础设施(GSDI),呼吁国际合作、全球对话,交流有关机制框架、数据政策、技术方法和标准,寻求与国际接轨。美俄之间建立的跨国信息高速公路 Nauka-Net 即第一例。

(2) 建设统一的国家级地理信息基础设施。在信息高速公路中,共享地理信息资源,授权协调数据共享所涉及的机制、标准、数据集和处理分发网站问题,克服部门和地方保护主义。我国计划组建的电子政务系统,覆盖四个领域和 16 个子系统可为范例。

(3) 空间信息基础设施的概念与时俱进。一方面,从基础数据库中选取的骨架要素、定位要素、注记要素,包括水网结构、交通干线、标志地形及具有方位意义的地物、地名不断更新;另一方面,核心要素并无确定的限制,以适度反映自然景观与人文景观的复杂性及其基本特征为准则。即从某些行业规范的旧框架中解脱出来,甚至脱胎换骨,直接面对人口、资源与环境三个世界性大难题,更密切地为国家(或地区)的可持续发展服务。

(4) 在技术层次上,广泛地吸收各种对地观测的空间数据资源,融合卫星定位系统数据,充分发挥光缆、卫星、无线、宽带通讯网络的功能和效率,采用网格计算(Grid Computing)等新一代方法,实现分布式计算能力与数据库信息资源的整合,落实到手机上的信息服务。

简言之,空间信息基础设施的建立是一项很复杂的系统工程,是一项政府行为。这项工程涉及政治、经济、社会、环境等诸多方面的协调和完善,也涉及行业观念的转变、分层、分类管理、标准规范制订与实施,还有许多难题需要解

决。

世界各国为此已经做出很大的努力,或者正在做出更大的努力。美国于1994年颁布12906号总统令,协调统一地理空间数据库的获取与存储。为建立国家空间数据基础设施(NSDI),指定12个政府部门组成美国联邦地理数据委员会(FGDC),并有12个州被批准加入开放地理信息系统(Open GIS)联合体成员。欧洲16个国家的地理信息机构和6个泛欧洲地理信息组织,配合欧共体的一体化,成立了欧洲地理总协调机构(EUROGI)。1994年5月,在北京倡议建立亚太地理信息基础设施常设委员会。

随着“数字地球”战略的浪潮,我国近百个大中城市、十多个省区以及若干江河流域,都在加速数字化、信息化建设。电子政务、电子商务风起云涌,日新月异。2002年7月《我国电子政务建设指导意见》明确指出,在统一的政府门户网站中,将建设人口、法人机构、空间地理和宏观经济四大数据库;加快建设12个业务系统,同时构建相应的标准化体系和安全保障体系。2000年底,我国成功发射北斗导航定位卫星,卫星定位产业已经在大地测量、海洋渔业和车辆定位监控等领域得到了广泛应用,产业规模达35亿元。科技部专门制定了“交通地理信息及空间技术平台”项目支持计划。预计到2007年产业规模将突破300亿元。

国家计划委员会、信息产业部和科技部等政府部门对国家空间信息基础设施和地理信息产业都高度重视。所制定的《国家地理空间信息基础设施“十五”规划和2010年发展纲要》已纳入《国民经济和社会信息化“十五”规划》及《国民经济和社会发展“十五”规划和2015年远景目标纲要》,并准备筹建“国家地理空间信息交换中心”,加强国家对空间信息基础设施发展的宏观协调。

与此同时,科技界多次召开“香山会议”,举办“数字地球”国际研讨会,开展“数字奥运”、“数字北京”试点,无不对国家空间信息基础设施表示深切的关注。本书著者李琦、曾澜教授和苗前军、史文勇博士都是长期全身心投入地理信息产业化与地理信息科学研究的专家,曾亲自参与过国家有关政策、法规的制定。他们深入技术实践而又升华为理论方法,著书立说,在剖析国内外发展趋势的基础上,系统阐述有关空间信息基础设施的理论、方法、政策、标准化问题;探讨与“数字地球”战略的关系,又深入细致地阐述了地理信息产业化的具体问题,特别是“互操作”中的技术体系、模型、规范、组织、管理问题,提出了全面的SII总体设计与实施方案,并附录“数字北京”示范工程的案例。本书是一部为我们更新观念、交流技术、加深理解、形成共识,作为行动指南的力作。

本书在绪论中开宗明义地提出,“集成、整合现有的空间信息,并在更深的层次和更广的范围研究、开发和应用地球空间信息资源,需要政府、产业界和

学术界的合作,集中所有优势来快速建立中国的空间信息基础设施(SII),先分布实施,进行阶段落实,再重点突破应用领域”。这是作者的呼吁,也是我们读者共同的心声。我们非常高兴地看到,政府主管部门已经迈开步伐,为信息共享做出努力,开始制定政策、法规和数据标准,组织产、学、研大协作,并且开发市场,增大投入,鼓励地方政府和企业界介入,共同为建设国家空间信息基础设施和促进地理信息产业化而贡献力量;进一步解放思想,更新观念,弘扬民族文化,突出中国特色;进一步掌握国际先进经验,开拓创新,自强不息,建成独立自主的空间信息基础设施,发展地理信息产业,既便于行业间的互操作,又能主动与国际接轨。

梦想定能成真,为期并不遥远。

中国科学院院士

陳述彭

目 录

序	徐冠华(i)
地理信息产业化的行动指南(代序)	陈述彭(iii)
第一章 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.1.1 现代地理信息产业的形成和发展	1
1.1.2 空间信息基础设施(SII)的含义	2
1.2 国内外空间信息基础设施研究与发展现状	5
1.2.1 国外研究与发展现状	5
1.2.2 国内研究现状	9
1.2.3 国内重点研究领域和热点问题	10
1.3 空间信息基础设施的战略意义	11
1.3.1 NSII 是国家信息基础设施(NII)建设的基础	11
1.3.2 数字中国的核心支撑	11
1.3.3 知识经济形成和发展的有利条件	12
第二章 地理空间信息基础设施框架	14
2.1 概述	14
2.1.1 信息基础设施	14
2.1.2 地理空间信息的重要性	15
2.1.3 空间信息基础设施	16
2.1.4 空间信息基础设施的层次	19
2.2 国外空间数据基础设施的比较	20
2.2.1 美国国家空间数据基础设施(NSDI)	20
2.2.2 英国 NGDF	22
2.2.3 澳大利亚 ASDI	23
2.3 空间信息框架	24
2.3.1 空间信息框架的结构	26
2.3.2 空间信息框架的数据模型	26
2.3.3 空间信息框架的基础数据	26
2.3.4 空间信息框架的专题数据	28
2.3.5 空间信息框架的服务	28
2.3.6 空间信息框架的元数据	28
2.3.7 空间信息框架的应用和维护	29

2.3.8 空间信息框架的效益	30
2.4 空间信息基础设施的体系结构	30
2.4.1 空间信息基础设施的体系结构	31
2.4.2 空间信息基础设施体系结构的建设	37
第三章 地理空间信息领域模型与互操作	38
3.1 领域模型	38
3.2 领域元数据	42
3.2.1 数据元数据	43
3.2.2 服务元数据	44
3.3 空间信息资源目录	44
3.4 领域互操作	46
3.4.1 概述	46
3.4.2 地理信息互操作的主要问题	47
3.4.3 地理信息的认知表示及其互操作	48
3.4.4 信息基础设施背景下地理信息的互操作	50
3.4.5 OGC	51
3.4.6 地理信息互操作研究	52
3.5 互操作模型	52
3.5.1 机构组织的互操作模型	53
3.5.2 技术的互操作模型	54
3.5.3 技术互操作模型设计	55
第四章 地理空间信息模型与数据体系结构	59
4.1 地理实体的特征	59
4.1.1 实体与四维时空框架	59
4.1.2 地理实体的空间及时间尺度	60
4.1.3 空间框架的确定性和实体存在的多样性	61
4.2 地理空间数据表示	62
4.2.1 地理数据建模(概念模型)	62
4.2.2 地理空间数据结构(逻辑模型)	64
4.3 地理空间数据的操作或方法	65
4.4 地理空间信息标准	67
4.5 数据体系结构	68
4.5.1 概述	68
4.5.2 信息元素	70
4.5.3 基础空间框架数据模型及其约束	73
4.5.4 框架数据类型	75
4.6 空间信息基础设施数据体系的实体关系图	77
第五章 空间信息基础设施的操作体系	79
5.1 概述	79

5.1.1 操作体系生产组织的观点	79
5.1.2 操作体系消费者使用的观点	82
5.2 操作体系概念图	84
5.3 操作关系	85
5.3.1 信息生产部门	85
5.3.2 信息应用部门	86
5.3.3 一般用户	86
5.4 操作任务层次图	87
5.5 操作活动图	91
5.6 信息交换需求	92
第六章 空间信息基础设施的技术体系	94
6.1 概述	94
6.2 分布式计算技术的进展	95
6.2.1 基于 CORBA 的分布式对象计算标准规范	96
6.2.2 基于 DCOM 的分布式对象计算标准规范	99
6.2.3 CORBA 与 DCOM 的互操作	100
6.3 参考模型和标准	100
6.4 地理信息领域的分布式计算服务	104
6.4.1 地理信息的共享领域服务	105
6.4.2 特定的地理领域服务	106
6.5 技术体系中的模块和接口定义	106
第七章 空间信息基础设施的系统体系结构和互操作评价模型	109
7.1 概述	109
7.1.1 系统体系结构	109
7.1.2 系统体系的互操作评价模型	110
7.2 系统组成及接口描述	110
7.2.1 节点间接口	111
7.2.2 节点内的接口	111
7.2.3 系统内的部件间的接口	111
7.3 节点/系统接口图与接口矩阵	113
7.4 空间信息基础设施的系统体系构成	113
7.4.1 领域部门节点/系统方法	114
7.4.2 任务功能模块方法	115
7.5 系统体系结构与操作体系结构的关系	117
7.6 系统体系的互操作评价模型	118
7.6.1 互操作评价模型的建立	118
7.6.2 系统之间互操作层次的评价过程	119
第八章 21 世纪初我国空间信息基础设施发展的总体思路	121
8.1 概述	121

8.1.1	国家空间信息基础设施(NSII)的提出	121
8.1.2	国家空间信息基础设施(NSII)的范畴和有关概念	121
8.1.3	21 世纪空间信息基础设施进入新的发展阶段	124
8.1.4	我国国家空间信息基础设施的基础	125
8.1.5	国家空间信息基础设施发展的重要意义	126
8.1.6	我国国家空间信息基础设施建设的总体思路	127
8.2	世界各国空间信息基础设施发展现状和趋势	128
8.2.1	各国 NSII 发展现状和主要政策分析	129
8.2.2	地理空间信息技术应用的新趋势	133
8.2.3	高分辨率遥感信息及其数据获取和处理技术竞争日益激烈	134
8.3	我国国家空间信息基础设施发展现状和问题	139
8.3.1	我国地理空间信息技术应用现状	139
8.3.2	我国地理空间信息技术应用存在的主要问题	142
8.4	空间信息基础设施在国民经济和社会信息化中的地位和作用	144
8.4.1	国家空间信息基础设施的功能和特点	144
8.4.2	在国民经济和社会信息化中的作用	145
8.4.3	我国经济社会发展对空间信息的需求日益增大	146
8.5	我国国家空间信息基础设施建设的指导方针和发展思路	149
8.5.1	指导方针	149
8.5.2	NSII 建设遵循的原则	150
8.5.3	21 世纪初 NSII 建设的主要任务	151
8.5.4	国家空间信息基础设施发展思路	153
8.6	21 世纪初我国空间信息基础设施发展的主要目标和重点	153
8.6.1	主要目标	153
8.6.2	发展重点	155
8.6.3	国家空间信息基础设施的基本功能	157
8.6.4	关键技术开发	158
8.7	促进国家空间信息基础设施发展的政策框架	159
8.7.1	进一步加强国家对国家空间信息基础设施发展和地理空间信息共享的宏观指导和协调	159
8.7.2	抓住机遇加快国家空间信息基础设施建设	159
8.7.3	进一步促进国家空间信息基础设施的应用	161
参考文献		162
附录一	“数字北京”——数字城市示范工程规划、设计与建设	163
附录二	葡萄牙、意大利、法国等国家空间信息基础设施发展现状和对我国的启示	178
附录三	加强国家空间数据基础设施建设已刻不容缓	184
附录四	在“国家空间信息基础设施发展战略研讨会”上的讲话	188
附录五	建立天地一体化综合卫星应用体系, 加快国家空间信息基础设施建设	191
附录六	石定环同志在国家空间信息基础设施发展战略研讨会上的讲话	194

第一章 绪 论

1998年1月30日,美国时任副总统戈尔在加利福尼亚科学研究中心发表了“数字地球——展望21世纪我们这颗星球”的长篇演讲,首次提出“数字地球”这个新概念及关键技术,并展望了数字地球的广阔前景。这是继信息高速公路之后,美国推出的又一项全球战略计划。在此以后的5年时间里,各国政府纷纷表示支持“数字地球”战略,全世界的知名学者、专家以及众多高新技术企业也积极投身数字地球研究和实施的浪潮中。

在我国,这股浪潮也势不可挡。1998年6月1日,江泽民主席在接见部分两院院士和外籍院士时特地论及“数字地球”战略,其后又在接见军队外事工作会议代表时再次论及“数字地球”;此后李岚清副总理也对“数字地球”作了重要讲话。走向“数字地球”已成为国家目标和国家行为。

可以看到,“数字中国”建设已被推进到了有效实施阶段,全国已有十多个省区提出了“数字省区”计划,也有几十个城市提出并进行了“数字城市”建设,甚至有些行业也提出并实施了相应的数字系统建设,如“数字油田”、“数字水利”、“数字生态”、“数字国土”等等。

在这样的背景下,加强国家信息基础设施建设,尤其是空间信息基础设施建设,以切实加速信息化的进程,促进经济建设的健康发展,提升自身在国际上的地位和竞争能力,已是保障我国可持续发展的必由之路。国家计划委员会、科技部、中国科学院、国家测绘局等单位 and 部门联合召开了多次国际、国内研讨会和学术交流会,明确了必须立即加快国家空间信息(数据)基础设施的建设工作。2001年7月,国务院为此颁布“关于促进我国国家空间信息基础建设和应用的若干意见”(即“53号”文件),提出了切实的指导意见。

本书对空间信息基础设施(SII)国内外研究发展现状作了比较全面的评述,认为集成、整合现有的空间信息,并在更深的层次和更广的范围研究、开发和应用地球空间信息资源,需要政府、产业界和学术界的合作,集中所有优势来快速建立中国的空间信息基础设施,先分步实施,进行阶段落实,再重点突破应用领域。

1.1 问题的提出

1.1.1 现代地理信息产业的形成和发展

当今社会已经步入信息时代,信息产业已经成为经济增长的新的驱动力,世界各国愈来愈把发展信息产业放到战略地位上来考虑,信息产业的发展促进了全球经济一体化的形成和壮大。

地理信息是国家信息资源的重要组成部分。现代地理信息产业(Geomatics Industry)是一个新型产业,是国民经济产业结构中的一个相对独立的组成部分。现代地理信息产业的崛起和振兴,一方面是由于社会对地理信息的需求大量增加,特别是在解决资源、环境、人口、灾害等全球关心的重大问题中,迫切需要地理信息作为规划、监测、管理和决策

的依据;另一方面是由于遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)和大规模数据高速通信等高新技术的迅速发展和普及,为地理信息产业发展提供了先进技术基础和新的生产力。

国外先进国家早已完成了地理信息产业的基本建设,并形成了完备的支撑体系。我国在“八五”和“九五”期间,大力进行了传统测绘向现代地理信息产业的转化,已经初步形成了中国空间信息产业的基础格局。

(1) 建立数字化测绘生产基地。在国家测绘局的直接领导下,进行全国范围内的合理布局,已建成了北京、哈尔滨、西安、成都、广州等七个国家级示范基地,全面地推进新技术成果向生产单位转化;更新已有技术和装备;调整生产流程和组织结构;培养和造就了专业技术人才队伍。

(2) 确立国家基础地理数据结构模式。在借鉴国外经验的基础上,如美国 NSDI、加拿大 NTDB、德国 ATKIS、亚太地区 APSDI 等,根据中国国情,准确地确立了国家基础地理数据结构模式。

(3) 实施国家基础地理信息数字化更新工程。确立基础测绘定期更新机制;设立国家航空摄影和测绘遥感计划;基础测绘纳入中央和地方经济建设和社会发展年度计划;1:100 万、1:25 万、1:5 万、1:1 万、1:500~1:2000 等基础数据采集和建库逐步进行。

(4) 建立了国家基础地理信息分发服务体系。成立了“国家基础地理信息中心”和各省(直辖市)基础地理信息中心,并在实施国家基础测绘设施项目时,建立完善了国家基础地理信息系统传输网络,即由国家级总节点(国家基础地理信息中心)及主节点(国家测绘局直属局省级基础地理信息中心),省级主节点(省级基础地理信息中心)或市级主节点(市级基础地理信息中心)组成。

可以说,现代地理信息产业在科技创新的背景下得以形成、发展和壮大,从而使得现代测绘对国民经济建设和社会发展的保障作用空前提高,也奠定了新的发展基础。

1.1.2 空间信息基础设施(SII)的含义

空间信息(数据)基础设施是由空间数据、网络、空间技术及标准、管理政策、人才和机构所构成的空间数据共享和发展体系,或者说空间数据基础设施是指用于采集、处理、加工地理空间数据(或称地理信息),并进行管理、维护、分发服务和组织协调的基础设施体系。它是在信息基础设施充分发展的背景下提出来的。

自 1994 年克林顿总统签署总统令,提出建立美国的“国家空间数据基础设施(NSDI)”,并把 NSDI 的建立作为其政府的首要政策之一以来,SDI 的建立已经成为当前全球地理信息/地球信息界讨论和研究的热点问题。由于空间数据基础设施在未来信息社会中的重要作用——即无论建立在何种基础上的经济发展和社会进步,都离不开空间信息的支持,全世界有不少国家和地区都在考虑、规划和着手建设空间数据基础设施。在以计算机技术为基础的信息时代,人们在从事经济建设和社会发展的工作中,已经从使用以地图为载体的空间信息转变为使用以数据集合为载体的空间信息,数字地理信息的用户正在迅速扩大,人们对快速获取空间数据的需求大大增加,要求更高,SDI 是时代发展的必然产物。SDI 在很大程度上可以支持国家、地区或全球的经济、社会和环境的发展建设,能够带来可观的经济效益。例如,据澳大利亚新土地委员会研究,1989~1991 年间,SDI

为其节省近 50 亿美元。尽管如此,SDI 的建立仍是一个很复杂的系统性问题,是一项政府行为,涉及到政治、经济、社会、环境等方面的完善。还有许多问题尚待研究,包括对 SDI 的认识、发展状况、组成部分、层级、实施以及相关的标准化问题等。测绘部门作为地理空间信息获取和管理的部门,长期工作的成果已经为建立 SDI 奠定了良好的数据基础,特别是在中国,如果能够很好地解决机制框架问题,在政府主管部门负责下,协调各方面问题,中国的 NSDI 建设将更上一层楼。

1) 对空间数据和 SDI 的一般性认识

(1) 地理空间数据。关于地理空间数据,ISO/TC211 给出了一个基本定义,即“描述直接或间接与地形位置相联系的现象的数据”。而美国的有关文件中对其的解释为“标识地球表面上自然或构筑要素及境界地理位置和特性的信息,它们可以从各方面获得,尤其是通过遥感、制图和测量手段获得”。对空间数据有认识和统一定义仍在逐步探讨之中,但无论如何,我们可以了解到,空间数据都具有确立地表自然、人文、社会要素空间及其基本特性的共同特点。人们利用空间数据的特点来描述地表空间实体及其定位,处理和解决空间问题,并通过对空间数据的建模、组织、管理、操作和成果输出服务于人类的社会生产活动。

(2) 基础数据。基础数据目前主要是指基础地理信息要素的数字表达数据集,是空间数据的一个层级。它对各种专题数据起着支撑和控制作用,是 SDI 中最重要的数据集。就目前而言,基础地理信息要素被设定为国家基本地形图中提供的各种要素集合以及需要增加的要素集合,但表现形式却不限于线划数据方式,也可以影像数据和格网高程数据形式表现,或叠加综合表现。基础数据可以按分幅要素向用户提供符合标准规定的数字产品。

(3) 核心要素数据。核心要素数据是为了解决快速生产图形产品以及图形负载量大等问题,从基础数据库中选取的骨架要素、定位要素、注记要素等重要要素数据。例如较大的河流湖泊、交通要道、突出的地形、具有方位意义的重要地物以及定位框架等。这种数据表示的要素在数量上无确定的限制,随表达地面详细程度和特殊要求而定。其最重要的特点是可以较宏观的方式粗略地表示地面基本特征,如与数字正射影像叠加,能够生成复合新产品。

(4) 框架数据。框架数据是构成 SDI 数据体的数据,它包括了所需的基础数据、辅助数据和必要的专题数据。它是一种基础性的、符合相应标准,具备良好一致性的数字地理空间数据集。它可以提供一个地理空间基础,用户可在其上增加更详细的相关信息,并精确地配准和编辑其他专题数据,也可把应用的结果与地理景观联系起来。各国、各地区建立的 SDI 中数据政策的不同,可能使框架数据的内容和数量、质量存在差异。

(5) 空间数据基础设施(SDI)。在美国建立 NSDI 的文件中 SDI 指的是:地理空间数据的获取、处理、存贮、分发以及有效利用所需的技术、政策、标准和人力资源。美国联邦地理空间数据委员会作为政府指定负责 SDI 建设的机构,将 SDI 描述为一把保护伞,在此之下各组织和技术上的制约将使空间数据有效地利用、管理和生产。SDI 的主要目的也正在于此。通过对有关文献的研究,我们可以给出这样一个概念:空间数据基础设施是在确定范围内,为管理、分发、生产、利用和交换随时空变化的地理空间数据,由政府或区域联

合体组织建设的,包括机制框架、数据政策及相应数据集、技术方法和必要的技术标准等内容的信息基础设施。

2) SDI 的组成

各个级别和层次的 SDI 所应用的范围不同,但在构成结构和构成元素方面大同小异。通过对各种不同 SDI 设想、方案和实施中的分析、对比,可以看出,空间数据基础设施主要由 4 部分构成,包括机制框架、数据政策、技术方法和技术标准。

(1) 机制框架是确定建立、维护、存取、应用数据集和标准的政策、行政管理安排及相应的协调组织机构,着力形成成员体伙伴关系,并在立法以及运行、管理、分发数据制度方面提出要求。

(2) 数据政策是按照机制框架的要求,并符合技术标准生产和管理所需的框架(或基础)数据集。各国数据政策方面有一定的差异,所提供的数据有可能在数据类别、级别、数量、质量等方面不同。

(3) 技术方法是通过建立运行系统、通信传输网和数据处理与分发站,在混合网络或客户/服务器支持下,按照数据政策生成、管理、分发数据。

(4) 技术标准是在机制框架下,规定数据体和分发网络的技术要点和特性。特别是针对开放网络中和数据库的数据,确定其空间参考系、数据模型、数据字典、数据质量、数据转换和元数据的标准。

3) SDI 的层次及相互联系

(1) 层次。按照 SDI 所覆盖的范围和提供数据级,SDI 可分为国家级(NSDI)、区域级(ASDI)和全球级(GSDI)。

NSDI 由各省(州)、市、县、企事业单位、院校级别的基础设施或 GIS 构成。美国、加拿大、澳大利亚、新西兰、中国……均为此级别。

ASDI 由该区域内各国家、地区和企事业级构成。欧洲、亚太地区、美洲等为此级别。

GSDI 则由各国国家级和区域级的 SDI 构成。

(2) 联系的纽带。各个级别的 SDI 构成完整的结构体系,设施的运行除了在制度的约束下通过行政管理实现外,在技术上主要依靠网络和技术标准相互联系和运行。按照用户处于不同级别的位置,以及可否提供资源的情况,采用网络联系起来。

(3) GSDI 的实施。以现有组织为骨干,相互配合进行协调工作,主要包括:① GSDI 国际会议;② 全球制图国际指导委员会,已开展部分工作;③ 联合国区域制图会议常设委员会,如亚太地区、欧洲、美洲等区域组织开展的 SDI 工作。

以因特网为网络基础,各区域或国家成员体按照制度框架的要求和技术标准,联入因特网,构成庞大的虚拟数据库。

建立 GSDI 相关的技术标准集。

4) 与 SDI 相应的标准基础设施

(1) 标准的层次与适用范围。建立 SDI 所需的技术标准是非常重要的一个方面,除了数据方面的标准以外,还要开发、研制、借用许多涉及到技术方法、应用、网络通信等方

面的大量标准。各国、区域和国际组织分别制定和发布了大量的不同层次技术标准,指导和约束本国、本地区 and 全球在 SDI 或 GIS 方面的工作。

(2) SDI 或 GIS 标准的来源。① 直接采纳信息技术领域的标准。SDI 或 GIS 从宏观上都属于信息技术领域,因此可以大量采纳其中的许多标准,直接为 SDI 和 GIS 所用。② 重新研究定义、描述、处理空间数据的标准。③ 混合信息技术和空间数据技术的标准,制定出符合信息技术基本开放环境的空间数据采集、标识、处理、转换、管理、操作的标准集。

(3) 涉及地理信息的国际和区域标准化组织。① ISO,其中的 TC211 委员会专门负责全球地理信息通用标准的制定和发布推荐。② IEC,其中的数据处理设备和办公机械委员会专门负责信息技术设备方面的标准化工作。③ ITU,ITU 的咨询机构 CCITT,是专门从事数据通信和通信网络方面国际标准化工作的组织。④ CEN,其中的 TC287 委员会主要负责欧洲地理信息标准制定与发布工作。⑤ OGC,作为推进开放式地理信息系统软件标准化工作的组织,目前正在进行包括 15 项标准的总体规范和 3 项标准的实施规范的研制工作。

地球是目前人类赖以生存的惟一星球。在如何有效保护和合理开发利用地球方面,人们面临着一系列资源、环境、人口和灾害等全球性或区域性的重大难题。例如,1998 年长江、松花江特大洪灾之后,如何根治水患、协调人地关系和改善生存环境,为中华民族营造一个“弃木繁荣、和风清穆”的家园?作为一个人口众多、资源有限的大国,如何实现土地、森林、矿藏、水、海洋资源的可持续利用?为了有效地研究和解决关于地球的各种问题,目前世界上许多国家都在积极地发展和运用以遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)为代表的地理信息技术,以数字的方式获取、处理、分析和应用关于自然和人文要素的空间信息,如多光谱卫星遥感影像、多比例尺电子地图等。与社会经济调查统计数据相比,这些空间数据具有经纬度坐标、数据量大、数据结构复杂、采集与更新困难等特点,一直是国家信息化建设的瓶颈问题。测绘部门和有关机构有效地生产和提供(地球)空间数据框架,包括大地控制、数字正射影像、数字高程模型、道路交通、水系、行政境界、地籍等基础数据集,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)。由于人类社会经济生活中 80% 以上的信息都与空间有关,这类(地球)空间数据框架是各类信息(社会、经济、人文)的统一的空载体,在国家信息化建设中的作用类似于农业在国民经济中的基础地位,因此属于国家信息化的基础设施,也就是国家空间信息基础设施。

1.2 国内外空间信息基础设施研究与发展现状

1.2.1 国外研究与发展现状

SII 在全球范围的发展趋势是最终建立全球空间数据基础设施。许多地区和国家都在研究这一发展,并出现了一些明显的迹象。

1996 年 9 月在波恩召开全球空间数据基础设施(GSDI)会议。主要参加的是 EURO-GI,会议重点是展开全球对话,交流文件版本和相关词汇,确立 GSDI 的主要要素,即机制框架、数据政策、技术方法、标准。

1996 年 10 月在智利召开首次面向多用户和多种应用的直接存取空间数据专题国际