

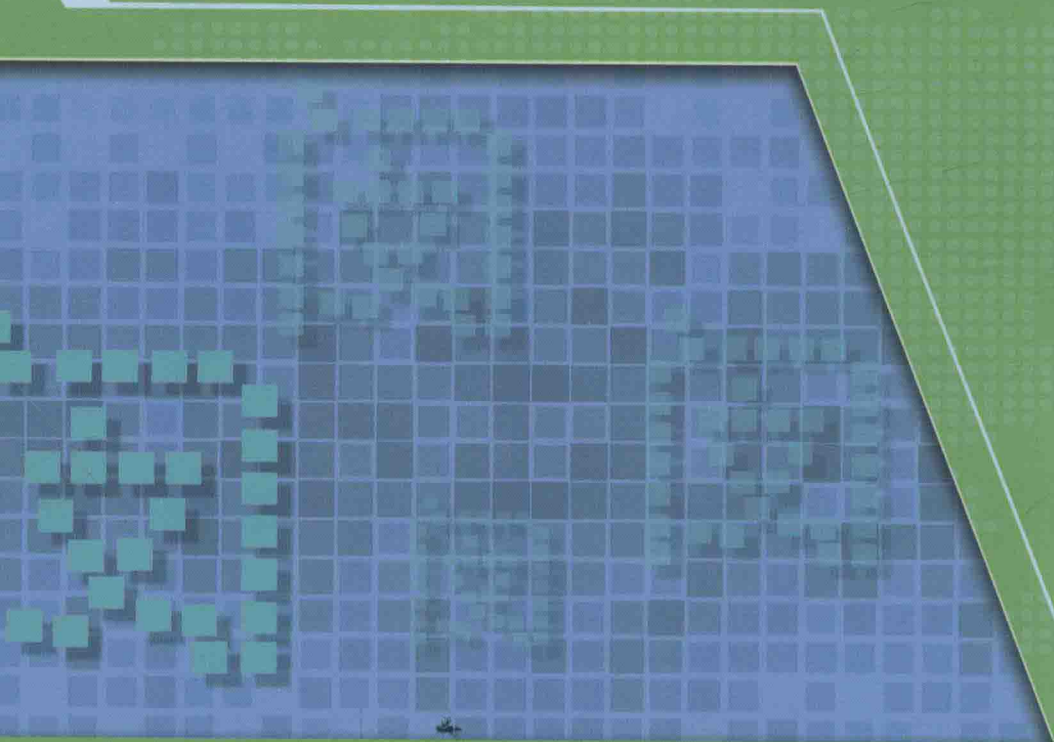


测绘地理信息科技出版资金资助
CEHUI DILI XINXI KEJI CHUBAN ZIJIN ZIZHU

现代测绘理论与技术丛书

地理空间信息 数字水印技术

闵连权 杨辉 侯翔 张卫柱 编著



Watermarking of
Geospatial Information



测绘出版社

现代测绘理论与技术丛书
测绘地理信息科技出版资金资助

地理空间信息数字水印技术

Watermarking of Geospatial Information

闵连权 杨 辉 侯 翔 张卫柱 编著

测绘出版社

· 北京 ·

© 闵连权 杨 辉 侯 翔 2017

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内容简介

数字水印技术是一种新兴的信息安全技术,对数字作品的版权保护、真实性和完整性认证等具有重要作用。全书从地理空间信息安全需求和应用实际出发,在阐述地理空间信息数字水印基础理论的基础上,系统、详细地阐述了矢量地图数据的抗常规攻击数字水印、抗投影变换数字水印、非对称数字水印、拼接水印检测和插件式可视水印,以及遥感影像基于 DCT-SVD 的鲁棒水印、基于 SURF 抗几何攻击的鲁棒水印和用于内容认证及篡改恢复的脆弱水印等内容。

本书参考性和可操作性强,可作为高等院校测绘科学与技术、信息安全等相关专业的研究生或高年级本科生的教学用书,也可作为科研院所相关科研人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

地理空间信息数字水印技术/闵连权等编著. —北

京:测绘出版社,2017.6

ISBN 978-7-5030-4034-4

I. ①地… II. ①闵… III. ①地理信息系统—研究

IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 114067 号

责任编辑	巩岩	封面设计	李伟	责任校对	孙立新	责任印制	陈超
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010—68531363(编辑部)		
电子邮箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	北京京华虎彩印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	169mm×239mm						
印 张	14.75			字 数	287 千字		
版 次	2017 年 6 月第 1 版			印 次	2017 年 6 月第 1 次印刷		
印 数	001—800			定 价	78.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-4034-4

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

前 言

数字水印技术是一种新兴的信息安全技术,对数字作品的版权保护、真实性和完整性认证等具有重要作用。笔者接触数字水印这一新兴技术是非常偶然的,2001年笔者攻读博士学位,正处于研究选题的关键期,抱着做别人没做过的、多学科交叉的、又能解决现实问题的想法,徜徉于实体书店、图书馆和网络世界,企求灵感。一个偶然的的机会,笔者发现了由 Katzenbeisser 和 Petitcolas 编著、Artech House 出版社于 2000 年出版的《Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking》(这是国际上该领域的第一本著作)一书,初始是抱着随意翻看的心态浏览该书,随着阅读的深入,渐渐爱不释手!我隐隐感觉数字水印技术在地理空间信息安全方面将大有用处,有可能是解决当前我国地理空间信息安全的一种有效手段,对保护地理空间信息的知识产权、维护数据所有者的合法利益、维护地理空间信息市场秩序、避免非法盗版威胁,以及推动地理空间信息产业的健康、可持续发展具有重要的理论意义和实用价值,在电子地图制作、车载导航软件及空间信息软件开发、空间信息发布、国家基础空间信息数据保护等众多领域具有很好的应用前景。经过与导师的交流,导师充分肯定了我的想法,并鼓励我全身心地投入到这一新兴领域的研究中。

当时国内尚无相关研究,因此研究进行得非常艰难,既没有相关的科研成果可以借鉴,也没有相关的科研团队可以交流,经过十几年的坚持研究,得到了国家自然科学基金、国家“863”、地理信息工程国家重点实验室基金等科研项目的支撑,取得了一些研究成果。为了总结经验和使初学者少走弯路,笔者于 2014 年编著了《地理空间数据隐藏与数字水印》,并于 2015 年由测绘出版社出版。该书系统、详细地阐述了地理空间信息安全的基础理论和实用技术,数据类型涉及矢量地图数据、栅格地图数据、影像地图数据和数字地形模型数据等 4D 数据产品,安全技术涉及密码技术、隐写技术和数字水印技术等。

本书是《地理空间数据隐藏与数字水印》一书的姊妹篇,原书中已阐述的内容本书基本上不再涉及,主要内容聚焦在最近几年课题组的研究成果上,数据类型聚集在矢量地图数据和遥感影像两类最主要的地理空间信息上,技术手段聚集在利用数字水印技术保护地理空间信息的安全上。

全书共分 10 章:第 1 章和第 2 章是基础知识部分,从地理空间信息的基本特征和实际应用出发,简要阐述地理空间信息数字水印基础理论,为后面各章提供理论基础;第 3 章阐述了对数据更新(增加、删除和修改)、制图综合、数据简化和数据

压缩等常规攻击的鲁棒数字水印,包括基于统计特性的数字水印、基于离散余弦变换(DCT)的数字水印和多重数字水印;第4章分析了地图投影变换的特点,为寻找抗投影变换鲁棒水印嵌入空间提供理论基础,然后设计了两种抗投影变换的鲁棒水印算法,即基于折线变换的抗等角投影变换水印算法和基于拓扑关系的抗投影变换水印算法;第5章针对当前对称水印算法存在的问题,借鉴非对称密码技术的思路,设计了两种非对称水印算法模型,即基于过程的非对称水印算法模型和基于密钥的非对称水印算法模型;第6章分析了水印嵌入前后矢量地图数据定位点坐标尾部数据分布规律,然后基于水印嵌入前后坐标尾部数据统计特征发生改变的特点,利用分布拟合检验设计了一种水印拼接检测算法,能够快速有效地判定水印嵌入区域,为水印检测提供依据;第7章分析了矢量地图数据可视水印实现方式,并对比分析了基于内核驱动的可视水印和基于二次开发的可视水印的优缺点,同时,基于二次开发设计了一种插件式可视水印模型,并基于 ArcGIS 软件平台实现了插件式可视水印;第8章将遥感影像进行分块,根据人眼的视觉特性,选择掩蔽效果好的纹理子块作为嵌入区域,对进行 DCT-SVD 后的系数进行最近区间量化来嵌入水印信息,采用空域裁剪策略对嵌入水印后的遥感影像进行数据精度约束,算法在保持遥感影像数据精度的同时,对噪声、滤波、压缩、裁剪等攻击均具有较强的鲁棒性;第9章选取影像中鲁棒性强的 SURF 特征点,构造互不重叠的特征区域并进行归一化处理,根据生成的模板选取整数小波变换相应位置的系数,通过量化的方式将水印信息重复嵌入每个特征区域内;第10章通过量化 Contourlet 变换方向子带绝对值最大的系数将认证水印嵌入,采用影像分块后的平均灰度值作为恢复水印,将其嵌入最低有效位,可以有效区分合理性失真和恶意篡改攻击,并能够实现篡改区域的定位和恢复,使恢复后的遥感影像满足基本的视觉要求。

本书的研究得到了国家自然科学基金项目(41471337)、地理信息工程国家重点实验室基金项目(SKLGIE2014-M-4-6)及信息工程大学地理空间信息学院教材出版专项经费资助,在此致谢!

由于技术发展很快,笔者水平有限,加上时间仓促,书中难免会出现疏漏和不足,敬请读者批评指正,不胜感激。您对本书的意见和建议可发送邮件至 rainman_mlq@163.com,谢谢!

目 录

第 1 章 绪 论	1
§ 1.1 地理空间信息安全现状及分析	1
§ 1.2 地理空间信息安全基本理论	9
§ 1.3 地理空间信息数字水印	15
第 2 章 地理空间信息数字水印基础	16
§ 2.1 信息隐藏与数字水印	16
§ 2.2 矢量地图数据数字水印技术	27
§ 2.3 遥感影像数字水印技术	43
第 3 章 矢量地图数据抗常规攻击数字水印	53
§ 3.1 基于统计特性的数字水印	53
§ 3.2 基于离散余弦变换的矢量地图数据的数字水印	65
§ 3.3 矢量地图数据多重数字水印	68
第 4 章 矢量地图数据抗投影变换数字水印	79
§ 4.1 投影变换特点分析	79
§ 4.2 基于折线变换的抗等角投影变换水印	82
§ 4.3 基于拓扑关系的抗投影变换水印	93
第 5 章 矢量地图数据非对称数字水印	104
§ 5.1 非对称数字水印	104
§ 5.2 现有非对称水印算法问题分析	109
§ 5.3 非对称数字水印模型	118
§ 5.4 基于过程的矢量地图数据非对称水印	122
§ 5.5 基于密钥的矢量地图数据非对称水印	134
第 6 章 矢量地图数据拼接水印检测	150
§ 6.1 拼接水印检测原理	150
§ 6.2 分布拟合检验	153

§ 6.3 拼接水印检测算法	154
§ 6.4 实验与分析	155
第 7 章 矢量地图数据插件式可视水印	159
§ 7.1 可视水印	159
§ 7.2 插件式可视水印模型	165
§ 7.3 一种用于可视水印模型的水印算法	170
§ 7.4 基于 ArcGIS 的插件式可视水印	173
第 8 章 遥感影像基于 DCT-SVD 的鲁棒水印	177
§ 8.1 相关理论概述	177
§ 8.2 算法设计方案	179
§ 8.3 实验与分析	184
第 9 章 遥感影像基于 SURF 抗几何攻击的鲁棒水印	190
§ 9.1 相关理论概述	190
§ 9.2 SURF 特征区域的构造与处理	195
§ 9.3 算法设计方案	198
§ 9.4 实验与分析	202
第 10 章 遥感影像半脆弱水印	207
§ 10.1 半脆弱水印技术概述	207
§ 10.2 Contourlet 变换相关理论	208
§ 10.3 算法设计方案	211
§ 10.4 实验与分析	215
参考文献	219

Contents

Chapter 1	Introduction	1
§ 1.1	Current Situation and Analysis to Geospatial Information Security	1
§ 1.2	Basic Theory of Geospatial Information Security	9
§ 1.3	Digital Watermarking of Geospatial Information	15
Chapter 2	Basic Watermarking Principles of Geospatial Information	16
§ 2.1	Information Hiding and Digital Watermarking	16
§ 2.2	Digital Watermarking of Vector Map Data	27
§ 2.3	Digital Watermarking of Remote Sensing Images	43
Chapter 3	Digital Watermarking of Vector Map Data Robust to Routine Attacks	53
§ 3.1	Digital Watermarking Based on Statistical Property	53
§ 3.2	Digital Watermarking of Vector Map Data Based on DCT	65
§ 3.3	Multiple Digital Watermarking of Vector Map Data	68
Chapter 4	Digital Watermarking of Vector Map Data Robust to Projection Transformation	79
§ 4.1	Characteristic Analysis of Projection Transformation	79
§ 4.2	Watermarking Robust to Conformal Projection Transformation Based on Polyline Transformation	82
§ 4.3	Watermarking Robust to Projection Transformation Based on Topology Relationships	93
Chapter 5	Asymmetric Digital Watermarking of Vector Map Data	104
§ 5.1	Asymmetric Digital Watermarking	104
§ 5.2	Problems Analysis to the Existing Algorithms of Asymmetric Watermarking	109
§ 5.3	Model of Asymmetric Digital Watermarking	118
§ 5.4	Asymmetric Watermarking of Vector Map Data Based on Process	122
§ 5.5	Asymmetric Watermarking of Vector Map Data Based on Key	134

Chapter 6	Stitching Watermarking Detection of Vector Map Data	150
§ 6.1	Principles of Stitching Watermarking Detection	150
§ 6.2	Distributing Fitting Testing	153
§ 6.3	Algorithm of Stitching Watermarking Detection	154
§ 6.4	Experimental Results and Analysis	155
Chapter 7	Plug-in Visible Watermarking of Vector Map Data	159
§ 7.1	Visible Digital Watermarking	159
§ 7.2	Model of Plug-in Visible Watermarking	165
§ 7.3	An Algorithm for Visible Watermarking Model	170
§ 7.4	Plug-in Visible Watermarking Based on ArcGIS	173
Chapter 8	Robust Watermarking for Remote Sensing Images Based on DCT-SVD	177
§ 8.1	Overview of Relevant Theories	177
§ 8.2	Proposed Scheme	179
§ 8.3	Experimental Results and Analysis	184
Chapter 9	Watermarking for Remote Sensing Images Robust to Geometric Attacks Based on SURF	190
§ 9.1	Overview of Relevant Theories	190
§ 9.2	Construction and Process of SURF Feature Regions	195
§ 9.3	Proposed Scheme	198
§ 9.4	Experimental Results and Analysis	202
Chapter 10	Semi-fragile Watermarking for Remote Sensing Images	207
§ 10.1	Overview of Semi-fragile Watermarking	207
§ 10.2	Relevant Theories of Contourlet Transform	208
§ 10.3	Proposed Scheme	211
§ 10.4	Experimental Results and Analysis	215
References		219

第1章 绪论

长期以来,地图一直被各国政府视为“国之神器,不可予人”。地图的重要性在军事上表现得尤为突出,《管子·地图篇》强调:“凡兵主者必先审知地图。辘轳之险,滥车之水,名山、通谷、经川、陵陆、丘阜之所在,菑草、林木、蒲苇之所茂,道里之远近,城郭之大小,名邑、废邑、困殖之地,必尽知之。地形之出入相错者,尽藏之。然后可以行军袭邑,举措知先后,不失地利,此地图之常也。”著名的荆轲刺秦王的故事中,荆轲之所以有机会刺杀秦王,只因他带来燕国的地图作为重礼,并由此产生了成语“图穷匕见”,这些都说明了地图的重要意义。

§ 1.1 地理空间信息安全现状及分析

地理空间信息是国家基础设施建设和地球科学研究的支撑性成果,是国家经济、国防建设中不可缺少的资源,在人类的社会、经济活动中发挥着不可替代的作用,已广泛应用于社会各行业、各部门,如航空航天、环境保护、资源勘探、土地管理、城市规划、交通规划、汽车导航、工程设计、抢险救灾及观光旅游等都离不开地理空间信息的支持。

地理空间信息安全是在国家信息化建设过程中,在数字技术深入各领域条件下的一个新课题,它涉及国家安全、科技协作交流和知识产权保护等各个方面,是制约我国经济、科学与技术可持续发展的重要因素之一。

随着空间技术、计算机技术、信息技术及通信技术的发展,测绘学科从理论到手段发生了根本性的变化,正步入信息采集、数据处理和成果应用的自动化、智能化、网络化、实时化和可视化的新阶段。数字化的产品形式、网络化的保障方式已成为地理空间信息服务的主要方式。这种服务方式极大地方便了地理空间信息的交流、共享,有利于各行各业方便地使用地理空间信息,促进了各行各业的发展。但是数字产品复制的便捷性、复制成本的低廉性和复制品的高保真性,使数据易被非法窃取、浏览、复制、篡改,数据越来越难以控制。人们在享受现代信息技术和网络技术所提供的便利的同时,安全问题也日益突出,成为信息交流的重要障碍。网络与安全是一对矛盾,共享与安全也是一对矛盾,共享是以牺牲安全为代价的,在实现地理空间信息的共享过程中,只有在可靠的安全性的前提下实现共享才有现实意义,失去安全性的共享就是失控、泄密。

地理空间信息已成为社会生产力提升的倍增器、加速器,信息的流动越来越快

速,信息的交流越来越频繁,海量的地理空间信息储存在“盘”内,流动在“网”上,传播于“空”中,在方便社会各行各业发展的同时,也带来了极大的信息安全问题,信息的保密性、完整性、可用性和不可否认性都成了困扰人们的现实问题(闵连权,2005)。

1.1.1 安全现状

当前我国地理空间信息的安全形势十分严峻,存在许多安全隐患,既有观念、意识上的问题,也有管理、技术上的原因。概括起来主要有以下几个方面(闵连权等,2010)。

1. 境外势力带来的安全隐患

地理空间信息是一个国家的战略资源,事关国家和军队的安全、社会的稳定和经济的发展,各个国家都力图控制本国的地理空间信息,防止被其他国家窃取,而又尽力获取其他国家的地理空间信息,从而取得信息优势,确保国家安全。一些西方国家千方百计地获取我国的地理空间信息,甚至不惜以第三国的地理空间信息与我国交换。一些境外组织、机构、人员以中外合资合作、生态环境考察、探险、旅游、考古等形式为掩护,对我国的军事设施、交通要道、重点国防项目、能源、水利、矿产资源等重要目标进行非法测绘,手段十分隐蔽,获取的空间数据精度非常高,对国家安全构成了隐患。从地域上讲,在我国进行非法测绘的涉案人员国籍由原来的美国、日本,扩展到英国、德国、韩国、印度等。有些电子地图发烧友出于爱好还会实地勘察,帮一些网站甚至可能是敌对势力进行野外测绘工作,核实相关地理信息的准确性。

境外人员对我国进行的非法测绘事件早已有之,早在19世纪明治维新后,日本便积极对中国展开实地测绘。第二次世界大战期间,日本侵华时使用的军用地图竟然比中国军用地图还要精确。新中国成立后,境外人员在我国进行的非法测绘事件得到有效控制,但改革开放后非法测绘事件时有发生,尤其是2003年以后呈现逐年增多的趋势,如2004年某中外合资公司在山东沿海地区的非法测绘案件、2005年日本情报人员在新疆和田的非法测绘案件、2005年某国外交人员闯入我福建沿海某军事禁区非法测绘案件、2006年发生在四川绵阳某军事管理区的非法测绘案件、2007年发生在上海的非法测绘案件和发生在贵州的驻华使馆人员非法测绘案件、2007年日本人在新疆艾比湖区域的非法测绘案件、2007年日本人在江西的非法测绘案件、2007年外国公民在吉林的非法测绘案件、2014年美日人员在甘陕的非法测绘案件等。同时,美国、日本的军事测量船也屡屡对我国管辖海域进行非法测绘。

2. 国际活动带来的安全隐患

在改革开放的大环境下,学术交流、科研(项目)合作、委托开发、技术引进与输

出的力度相比以前有很大的发展,从而也带来一系列的安全问题。例如,有些单位在项目合作、委托开发时,将未经保密处理的大比例尺地形图和机密级重力资料擅自向外提供;有些单位在与外商项目合作中,迫于外商的压力提供精确的地理空间信息,甚至允许外商进行测绘,获取我国的地理空间信息等。

3. 泛在测绘带来的安全隐患

随着测绘科技的发展,泛在测绘、泛在定位、泛在地图已得到广泛应用,以大众通过网络上传、下载和编辑地理空间信息为主要特征的测绘新时代已来临。地理空间信息众包模式的不断发展、公众参与的积极程度越来越高,用户在任何地点、任何时间都可以利用网络或者移动设备参与地理空间信息的采集、更新与处理,根据需要制作地图、查询兴趣点、计算路径等。这种大众个体制图模式的变化给地理空间信息安全与保密带来了新挑战。

4. 移动设备带来的安全隐患

信息技术的提高使得移动存储设备的体积越来越小,而存储量却越来越大。具有高度兼容性的移动存储设备给用户带来方便的同时也给窃贼提供了方便,不法人员利用移动存储设备可以轻易获取成百上千份涉密文件。黑客还可通过移动存储设备将病毒带到网络之中,进行破坏性攻击。

笔记本、掌上机等移动计算设施面临许多额外风险,由于计算设施丢失而引起的地理空间信息安全问题不容忽视,使用移动设施时要采取实物保护、访问控制、密码技术、备份及病毒防护等措施。

1.1.2 造成安全问题的原因分析

1. 地理空间信息安全观念意识淡薄

观念意识上的淡薄主要表现在以下三个方面。

1) 对全球化的误解

随着世界经济和技术全球化的进程,经济已逐步纳入全球化体系,我国的官员、企业家、工程技术人员已涉足全球范围的活动,我国科学家已大量参与了国际性的研究与合作开发项目。因此,在部分科技人员和管理人员意识中往往产生全球化的倾向,认为在和平与发展是当今时代的主题下过分强调安全保密不合时宜,认为科学、技术、基础设施等的全球化是势在必行。其实不然,科学、技术、经济都可以全球化,但是应该清醒地认识到在政治和文化多元化、世界多极化的大前提下,有关国家的基础设施等很多问题都不可能实行全球化。地理空间信息作为国家的基础设施,也绝不能实行全球化,它仍具有私有性、保密性。地理空间信息的安全关系国家的安全和社会的稳定,这也正是提倡信息共享最强烈的美国在想方设法获取别国地理空间信息的同时,却严格控制本国地理空间信息的重要原因。

2)对西方国家获取地理空间信息能力的盲信

科学技术的进步使得以美国为首的西方国家获取地理空间信息的手段、能力显著增强,卫星影像的分辨率越来越高,全球卫星定位系统定位精度可达米级、厘米级。那么国家基础地理空间信息、大比例尺地形图还有什么密可保,还有没有必要采取限制性使用政策?

在这方面,大众可能存在着技术上的误解。应当承认,现代影像技术、定位技术确实达到了极高的水平,在军事上、经济上有重大意义。但是高科技的发展,只能在条件允许的情况下,才能够更精确、更快捷地生产精密的地理空间信息和地形图产品,它们仅仅是获取信息的技术手段,并不代表信息产品的实体本身。地形图载负的大量属性信息、地名信息是任何卫星影像都无法得到的。同时,卫星影像只是局部相对位置的表象,要将影像全部识别,应该有实地要素相对照。要将卫星影像的相对位置变成全球统一的绝对坐标系中的地图,必须要有一定密度的精密控制点进行控制,这些控制点要达到地面位置、卫星影像上的位置、精确地理坐标值的匹配一致,才能真正起到控制作图的作用。在确定绝对地理位置方面,卫星定位系统虽能起作用,但定位设备一定要到实地,并通过一定的操作,才能获取定位信息。因此,尽管有了高科技手段,要真正生产别国的高精度地形图,仍然是不可能的。

保护本国的地形图,最重要的是保护战争中可能成为敌人打击目标的绝对位置。尽管有实时卫星影像,如果没有绝对地理坐标的指引,很难锁定目标。这种指引一种是靠派专门人员到实地指引;另一种是靠精密的地形图,与最新的卫星影像匹配、参照来锁定目标。

另外,应辩证地看待技术手段与工程实现的关系。数据获取技术、能力确实有很大提高,但也并不是像吹嘘得那样高,而且即使宣传报道属实,要想获取像我国如此广大地区的地理空间信息仍需要时间和资金,技术能力是一回事,真正获取又是一回事。因此,不能仅凭借一些报道或学术论文就认为我国的地理空间信息处于无密可保的状态,就可以解密、公开使用了,恰恰相反,我国的地理空间信息仍有可保的价值,不然别国也不会千方百计地获取我国的地理空间信息了。

卫星影像技术、GPS定位技术的巨大成就,并没有使地形图信息的保护失去意义。保护精密的大比例尺地形图的内容,也是在保护自身的安全,这符合国家利益。

3)对秘密资料标准的模糊认识

有人认为地理空间信息的需求量大,密级定得太高使用不方便,不利于数据的共享和流通。事实上需求量的大小不是判定密级的依据,确定资料密级的唯一标准是:该资料一旦失密对国家安全造成的危害程度。数据共享与数据安全应辩证地统一起来,不能片面地强调数据共享问题而忽视数据的安全问题,数据共享必须

以数据安全为前提,为了使用方便而解除保密约束,就会给国家带来危害。

2. 地理空间信息安全技术落后

以往的地理空间信息大多以地图和专题地图为载体,便于保管和有序使用,管理制度也较完善,不存在安全失控的问题。以数据记载的形式按需求提供使用,如大地坐标成果和各学科的调查、分析数据,在安全上也有相关规定。在新的技术条件下,原有的安全标准和管理规定已不适应新形势下国家安全的需求。例如,纳入国家安全控制范围的标准方面,传统的保密规定在很多方面已制约了科技的进步,出现了很多新的、传统方法无法控制的、涉及国家安全的、需要给予关注的数据与信息;数据共享与数据安全的关系方面,知识产权保护技术层面的问题等需从理论与方法上进行探索。

当前我国地理空间信息安全技术与管理还停留在传统的大地坐标数据、航摄影像和地图资料保密管理的水平上,通过双方签订合同、保证书的形式来保障地理空间信息的安全,这种方式在以纸张为载体的数据存储形式下还是有一定效果的。但是,这种措施无法保障数字化的地理空间信息的安全,相应的安全标准、手段已不适应数字化的地理空间信息的安全需求。

当前,地理空间信息安全方面存在以下问题亟待解决:

(1)如何处理国家安全与社会需求的矛盾问题。地理空间信息是一种特殊的资源,一方面事关国家安全、国防安全和利益,必须根据需要设定密级,并限制其使用范围等;另一方面又是国家经济建设不可缺少的基础性技术资料和数据,国民经济建设和人们的日常生活越来越离不开地理空间信息的支持。国家安全与经济建设的强烈需求在这一点上构成了矛盾,不加限制地公开使用地理空间信息必然危害国家安全利益,而对地理空间信息限制过严又会滞缓社会经济发展。

(2)如何保障地理空间信息所有者的合法权益问题。地理空间信息是一种商品,其所有者付出了大量的人力、物力和财力进行生产,但是一些不法用户和商家非法复制、窃取、传播和破坏地理空间信息,从中牟取暴利,使信息越来越难以控制,所有者的合法权益得不到有效保护。在数字条件下如何验证地理空间信息的所有者、如何证明其版权归属已经成为当前数字测绘生产中迫切需要解决的关键问题。

(3)如何认证地理空间信息的真实性和完整性问题。由于数字产品极易被篡改、伪造,利用被篡改的地理空间信息在军事上可能引发重大灾难,因此认证地理空间信息的真实性和完整性变得尤其重要。

(4)如何防止内部人员的泄密问题。目前,研究安全问题一般关注的是防止外部人员窃取信息,实际上,内部人员有意或无意的泄密行为是更大的安全隐患,如移动存储设备丢失、计算机被窃,甚至内外勾结、内部人员主动外泄等。传统的对信息进行加密的方法已不能解决这个问题,内部人员可以利用授权将信息解密,然

后进行复制、分发、传播等非法行为;另外,采用传统的加密方式,用户每次都需要手动加、解密文件,不仅操作烦琐、容易出现人为的疏漏,而且文件本身也存在一定时间的“风险期”,即文件在使用过程中未加密时以明文形式在硬盘中存储的阶段,这个阶段极有可能被早已潜伏在电脑中的木马或其他形式的病毒窃走。因此,必须加强地理空间信息的防扩散技术研究,控制地理空间信息只能在本机(或内部网络环境)使用,一旦离开本机(或内部网络环境),数据就无法使用,防止地理空间信息的非法扩散。

地理空间信息安全保密技术的落后,严重制约了地理空间信息服务的能力和水平,为了保护地理空间信息的知识产权、维护数据所有者的合法权益、维护市场秩序、满足社会发展需要、充分发挥地理空间信息的价值,以及为实现地理空间信息共享等提供技术支撑,必须加强地理空间信息安全保密技术的研究。

3. 信息基础设施不足

当前我国信息基础设施最突出的问题就是缺乏自主科技,系统安全状态脆弱,核心技术完全依赖国外。使用国外 CPU 芯片、国外操作系统和数据库、国外网络管理软件,这是制约中国计算机网络安全三个最大隐患,人们称为“三大黑洞”。目前,构成中国信息基础设施的网络、硬件、软件等产品几乎完全是建立在外国的核心技术之上的。其中,美国在网络上的垄断是全面的,它拥有世界上最大的软件公司、最大的接入系统、最大的互联网服务提供商,以及全球主要的网络安全公司。我国的信息化建设尚未脱离大量依赖非专利技术的状态,整个网络系统缺乏自主技术支持,从而出现了“网域不设防”的严重局面。我国计算机网络所使用的网管设备和软件基本上是美国公司的产品,使我国的计算机网络安全性能大大降低,被认为是易窃视和易打击的“玻璃网”。从根本上说,只要芯片和操作系统都不是自主研发的,那就相当于在沙滩上建高楼,毫无安全可言。

4. 法规、管理制度不健全

目前,我国地理空间信息的安全管理主要依靠传统的管理方式与技术手段,基本上处于一种静态的、局部的、少数人负责的、突击式的、事后纠正式的管理方式,不是建立在安全风险评估基础上的、动态的、持续改进的管理方法。保障地理空间信息的安全,技术很重要,但管理更重要,“三分技术,七分管理”,而做到有效管理的前提条件是必须有健全的法律、法规做依据。健全的地理空间信息安全的法律、法规体系是确保国家地理空间信息安全的基础,是地理空间信息安全的第一道防线。目前,我国还没有有关地理空间信息安全的专门法律、法规,主要是通过一些其他的法律、法规及部门规章进行约束管理,如《中华人民共和国国家安全法》《中华人民共和国保守国家秘密法》《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》《计算机信息系统保密管理暂行规定》《中国人民解放军计算机信息系统安全保密规定》《关于对外提供我国测绘资料的若干规定》《测绘管理工作国家秘密范围的规定》《重要地理

空间信息数据审核公布管理规定》《中国人民解放军军事工作中军事秘密范围及其密级划分规定》等,这与地理空间信息的安全需求不相适应。因此,为了更好地保护地理空间信息的安全应建立专门的法规,做到有法可依。

1.1.3 国外在地理空间信息安全方面的举措

在国外,特别是一些发达国家,地理空间信息安全问题先后进入了国家安全领域,政府机构、科研院所和企业都给予高度重视。

1. 完善地理空间信息安全制度

随着对地观测技术、互联网技术的发展,以及测绘地理信息共享的需求,世界各国不仅重视地理空间信息安全技术的研究,还加大了与地理空间信息安全相关的法律法规、政策、制度和标准的研究,从而规范地理空间信息的使用。

1) 美国地理空间信息安全法律法规制度

美国的地理空间信息生产实行“军民分版”策略,美国地质调查局和美国国家地理空间情报局各自负责民用和军用测绘成果的生产。地理空间信息安全立法活动开展得也比较早,可以追溯到18世纪末,如1984年的《陆地遥感商业法案》、1992年的《陆地遥感政策法案》、2001年的《信息时代的关键基础设施保护》、2002年的《美国国土安全战略》、2002年的《国土安全部法案》、2003年的《美国商业遥感政策》等,通过一系列法律法规,对地理空间信息的生产、使用等进行规范。

2001年“9·11”事件之前,美国政府在地理空间信息政策方面一直倡导开放和共享,主张民众对政府地理空间信息的合法访问和使用,在此期间,地理空间信息政策方面的研究主要侧重于地理空间信息共享中的技术、政策、标准、人才和成本回收等问题;同时,也对空间信息的安全问题做了一些具体规定,如作为地理空间信息政策基础的《美国法典》及1996年颁布的国防部关于国家影像制图局(National Imagery and Mapping Agency, NIMA)的指示都有安全规定。但在“9·11”事件之后,美国的地理空间信息政策开始从开放转向保护,甚至趋于保守。2001年10月12日,美国总检察长签署了备忘录,敦促各联邦机构严格按照《信息自由法》的要求,严加注意信息的公开。新政策取代了1993年鼓励政府信息公开的备忘录,强调在两可的情况下,不公开信息。同时,美国国家影像制图局网站也停止了向公众出售大比例尺地图,禁止搜索引擎下载地图。运输部管道和危险材料安全管理局在网站上发出通知称不再开放“国家管道制图系统”。2001年10月12日,联邦书库收到来自美国地质测量局的请求,销毁含有大坝和水库及其地理位置等各种水资源信息的某种CD-ROM出版物的所有拷贝。其后,美国政府不断完善其数据保护政策。2003年5月13日颁布的国防部第5030.59号指令中规定,任何美国国家影像制图局生产或从美国国家影像制图局源数据中派生的属于或受控于国防部的无密级的影像或地理空间信息和数据,满足下列条件的必须

禁止其公开发行:

(1)来源于或所包含的信息符合某项国际协议中的规定,或限定该类信息向协议方政府官员公开,或限定该类信息仅供军方或政府使用。

(2)包含的信息已经在文件中明确,如果对其开放,将泄漏过去获取地理空间信息和信息产品源数据的保密或敏感的原始资源和方法或能力。

(3)包含的信息已经在文件中明确,如果对其开放,将危害或干扰正在进行的军事或情报工作,泄漏军事行动或紧急计划,或泄漏、危害或危及军事或情报能力。

这些信息必须标记为“限制分发”。美国国家影像制图局局长有权决定对任何其他受控和属于国防部的地理空间信息或数据是否授权相似的保护。“9·11”事件唤起了美国对本土安全问题的重视,美国政府制定了一系列针对本土安全的信息保护政策,其中美国官员最担心的则是地理空间信息资源。为此,美国国家地理空间情报局(National Geospatial-Intelligence Agency, NGA)(美国国家地理空间情报局的前身是美国国家影像制图局)加强了对地理空间信息造成的国家安全问题的重视,并专门委托兰德公司进行了评估。在此基础上,联邦地理数据委员会颁布了《关于正确设置地理空间信息访问方法中的安全问题的指导办法》。该指导办法提供了确定地理空间信息集中的敏感内容的方法过程,提供了一种判定过程决策树,有助于各部门正确设置地理空间信息访问方法并且保护其敏感的信息内容。该指导办法于2004年发布。

2) 俄罗斯地理空间信息安全政策

俄罗斯联邦政府颁布了一系列符合国情的地理空间信息安全政策和法律法规(朱长青等,2015)。例如,1995年颁布的《俄罗斯联邦测绘法》,对地理信息资源的获取、处理、分发、使用等环节进行了规范,特别强化了对测绘活动的监管及惩处规定;1996年颁布的《俄罗斯关于批准确立将测量点坐标数据和俄罗斯联邦领土地理信息转交至他国或国际组织的程序细则》,对地理信息转交至他国或国际组织进行了明确规定,特别是对列入国家机密和受限发布的信息,要求实行严格的行政审批程序;2002年颁布的《俄罗斯关于批准提供和使用联邦测绘数据资源程序的指令》,明确了提供、使用、登记及使用监督测绘资料和数据资源的一系列程序;2007年颁布《俄罗斯关于获取、使用和提供地理空间信息的规定》,对获取、使用和提供地理空间信息进行监管,以防信息自由散布带来更多的安全隐患。

3) 印度地理空间信息安全政策

印度长期实行测绘成果限制使用政策,非官方用户很难获取需要的地理空间信息成果,更没有形成真正面向用户的服务机制。作为测绘成果的主要生产者和提供者,印度测绘局主要面向军事用途,兼顾民用,其生产标准和产品设计也主要是适应国防需求。2005年,印度政府颁布《国家地图政策》和《印度地图许可规定》,对地图产品区分国防版和公开版,使用上实行媒体许可、出版许可、互联网许