 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i3.5177

Innovative solution for public service of confidential spatial data based on Beidou Grid Code

Lin Li[1,2] Yi Huang[3] Zishen Ye[4] Fuhu Ren[2*]

1. Mindu Innovation Laboratory Time Space Big Data Center, Fuzhou, Fujian, 350108, China
2. Joint Laboratory of Spatio-temporal Coding and Intelligent Computing, Peking University, Beijing, 100871, China
3. Fujian Big Data First level Development Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350207, China
4. Fujian CITIC Network Security Information Technology Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350014, China

Abstract

For security reasons, there are strict management requirements for confidential surveying and mapping geographic information. But with the widespread application of geographic information and the rapid development of information technology, the contradiction between spatial geographic data security (confidential) management and data public services has become increasingly prominent. In addition to existing practices such as "Mars coordinates", this article proposes an innovative solution that balances data security and data services. It relies on Beidou Grid Code technology to transform coordinates into codes and mainly provides city level public services in the form of "anchor points + local grid codes", avoiding the exposure of real global coordinates, maximizing the scope of spatial data services, and solving problems such as difficult location sharing across existing map systems and limited large-scale production and application of high-precision spatial data.

Keywords

Beidou Grid Code; confidential spatial data; public services

基于北斗网格码的涉密空间数据公众服务创新方案

李林[1,2] 黄毅[3] 叶自燊[4] 任伏虎[2*]

1. 闽都创新实验室时空大数据中心，中国 · 福建 福州 350108
2. 北京大学时空编码与智能计算联合实验室，中国 · 北京 100871
3. 福建大数据一级开发有限公司，中国 · 福建 福州 350207
4. 福建中信网安信息科技有限公司，中国 · 福建 福州 350014

摘　要

出于安全考虑，涉密测绘地理信息有严格的管理要求。但随着地理信息的广泛应用和信息技术的快速发展，空间地理数据安全（涉密）管理与数据公众服务的矛盾日渐凸显。在已有的火星坐标等做法之外，本文提出了一种兼顾数据安全与数据服务的创新方案，即：依托北斗网格码技术，将坐标变换为编码，并主要以“锚点+局部网格编码”的形式对外提供城市级公众服务，避免了真实全球坐标的暴露，最大限度地扩展了空间数据服务范围，解决了现有跨地图系统位置难共享、高精度空间数据大面积生产应用受限等问题。

关键词

北斗网格码；涉密空间数据；公众服务

1 引言

现实世界中的数据超过 80% 与空间位置相关。随着大数据时代的演进，空间数据的价值作用受到越来越大的重视，其采集手段、生产方式、服务形态等都在发生巨大变化。测绘地理信息行业是空间数据的主要生产源头，其以测绘成果管理为核心的传统运行模式也正受到剧烈的冲击，空间地理数据安全（涉密）管理与数据公众服务的矛盾日渐凸显。

2 问题的提出

2.1 涉密测绘地理信息管理要求

测绘地理信息是国家重要的基础性、战略性资源，尤其是涉密测绘地理信息，直接关系国家主权、安全和利益[1]。各主要国家对于测绘地理信息成果均采取不同程度的保密方式。如：①美国实行军民分用，军用地图严格保密，民用测绘成果较为开放。[2] 采取地理信息要素分层方法，电子

【作者简介】李林（1980–），男，中国重庆人，博士，高级工程师，从事时空大数据与数字经济研究。

【通讯作者】任伏虎（1962–），男，中国河北人，博士，教授，从事遥感与地理信息系统研究。

地图发布需经过政府审查；②英国：实施“敏感地点登记”，民用地图不标注登记在案的秘密军事基地；③俄罗斯：公开地图不得标示军用设施和敏感内容。对涉密成果提供要求严格。

在我国，涉密测绘地理信息管理已建立起相对健全的以《测绘法》为代表的法律法规体系。[3]在具体操作层面，2020 年 7 月自然资源部、国家保密局联合印发《测绘地理信息管理工作国家秘密范围的规定》（自然资发〔2020〕95 号），按照“分开定密、要素定密、属性为主、兼顾精度”的思路，重新划分了测绘地理信息管理工作保密范畴、期限和密级，较过去按“比例尺定密”“参照模拟产品标准定密”有较大突破。总体而言，其强调的是“真实坐标数据的保密”和“连续覆盖范围（不超过 25 平方千米）的控制”。

2.2 数据安全（涉密）管理与数据公众服务的矛盾凸显

近年来，随着地理信息的广泛应用和信息技术的快速发展，涉密测绘地理信息安全管理面临新的挑战，原有的涉密管理技术体系正面临新的技术与应用形态的强烈冲击。从需求角度看，物联网 + 大数据的浪潮方兴未艾，社会的泛在感知体系逐渐形成，个人打车、外卖快递等地理信息新的大众化网络化应用呈持续高速增长态势。同时，数据在计算机网络上存储处理已成为常态，传统的以地图为信息载体、以单机封闭处理为主、严格限制信息传播范围和路径的涉密信息管理方式明显不能适应实践发展需要。[4]

2.3 对地理信息保密处理技术的新需求

地理信息保密处理技术是现阶段保障涉密地理信息安全应用的关键技术[5]，其主要包括加密、数字水印、安全控制以及特殊的保密处理技术等。[6]其中，目前最为广泛使用的是国家地形图保密处理技术（即通常俗称“火星坐标”），它是将各点的真实坐标施加不可逆的非线性平移变换，形成有偏差的非真实坐标，但又保证了任意目标图形的形状、大小、空间关系不发生变化。该技术自 2003 年投入使用以来，极大地促进了导航电子地图等产业的发展，对于增强测绘地理信息对全社会的支撑服务能力起到了积极的作用。但由于其是对不同厂商的地图分别进行加密变换，导致同一事物在不同地图系统里的位置不一致，带来很多使用中的不便，如报警者所使用地图与警方地图不同带来的位置偏离等。为满足日益增长的测绘地理信息公众化服务需要，以及促进实景三维中国建设成果的数据要素价值进一步释放，需要进一步探索既能满足数据安全保密又能最大限度实现数据共享服务的创新技术及解决方案。

3 创新技术：北斗网格码

北斗网格码技术是北斗网格编码与大数据组织利用技术体系的简称。[7]它是一项中国自主原创、有望引领全球标准的时空大数据范畴基础性重大创新。区别于传统的以经纬度二维指标定义平面位置，其创造性地以一维整形数定义三维空间，具有多尺度立体性、超强计算性、良好包容交互性等技术优势。同时，在数据组织层面，其将传统的面向对象的数据管理转化为面向空间的数据管理。无论对象数据的时态、结构等如何变化，能够利用空间网格的客观唯一性，以不变应万变。

目前，基于北斗网格码的技术标准体系正逐步完善。国军标 GJB 8896-2017《地球表面空间网格与编码》、国家北斗标准 GB/T 39409-2020《北斗网格位置码》、国家标准 GB/T 40087-2021《地球空间网格编码规则》、国家北斗标准 GB/T 42578-2023《北斗剖分时间码》等 6 项国家标准相继颁布；自然资源、智慧城市、空域管控等多个行业级标准已发布或进入编制阶段。

4 基于北斗网格码的涉密空间数据公众服务方案

4.1 方案设计

4.1.1 设计思路

紧紧把握“敏感对象的真实坐标不暴露”这一管理要求，建立一套基于网格的数据发布与共享服务体系，即：对于地理信息数据，将多尺度网格作为转换载体，通过锚点来串接真实全球坐标与局部相对坐标，形成统一服务平台支撑下的数据分布式发布与共享；对于基于地理形体的经济社会大数据，则直接由服务平台发布网格化数据（将原始数据按照一定规则处理后挂接在某一尺度的网格上）。

4.1.2 原理与优势

针对一个 30 千米 *30 千米的地球表面局部区域，可近似视为平面处理。这基本能够覆盖城市级的主城区范围。选定某一锚点，对其全球坐标保密。再依托锚点建立高精度的相对位置平面直角坐标系，以支持局部精细化应用。这样锚点之外的各点真实全球坐标并不能推导出。同时，相对于火星坐标（相当于是移到错误位置），或低精度地图（信息不确定），信息正确性可以更好地得到保证，使得数据分析应用更具有科学性。

更为重要的是，实际应用中占据更大比重的是基于空间位置的社会经济大数据分析，其看重的是一定网格内的社会经济属性数据，而并不强调坐标数值的真实准确。基于网格而非坐标来发布数据服务，可跳出坐标数据保密的桎梏；同时也可通过网格的粒度来实现数据精度的控制。

4.2 实施步骤

4.2.1 将北斗网格码全球编码扩展到局部编码

根据实际应用指定一个锚点位置，根据北斗网格码编码规则可得到其全球网格编码(可与其真实全球坐标互逆换算)。再以此锚点为原点，根据其相对偏移量得到各位置的局部网格编码（单纯以该编码无法换算得出其真实全球坐标）。

4.2.2 城市公共锚点的设立并建立统一服务平台

在城市中设立 1 个或多个公共锚点（一级锚点）。该锚点的真实坐标不对外发布。建立城市统一的空间大数据服

务平台。

4.2.3 面向用户的单次数据服务

根据用户的需求，城市空间大数据服务平台向用户定向提供数据服务。数据内容由 1 个随机锚点（基于公共一级锚点生成的二级锚点）与若干相对位置编码（局部网格码）组成。该锚点由平台系统随机生成，其全球真实坐标以及与城市公共锚点的相对位置关系不对外发布。用户获得的相对位置编码可直接进行计算分析。

特别的，对于自动驾驶等连续长轨迹应用需求（累积数据可能倒推突破 25 平方千米限制），平台每次提供数据确保面积不超过 25 平方千米，且在单次提供时对网格边界线进行随机小幅内缩（例如 0.1 米至 1 米），或采用格网坐标转换法等产生偏移量[8]，在不影响用户使用的同时避免通过多次数据高重叠倒推出真实坐标。

4.2.4 面向数据融合的服务

如不同用户所获得的数据或同一用户不同批次获得的数据需要融合，则可向服务平台发起申请。由平台将各批次的锚点及局部网格编码进行解算后，再作为一次数据服务按照前述 3.2.3 规则予以提供。

4.2.5 不同用户间的数据分享

不同用户间的数据分享，同样经由平台统一提供服务，用户可定向发送数据链接 URL 给其他用户，而非脱离平台直接传递数据。

4.2.6 结合用户身份的数据传输加密

为提高安全可信水平，可进一步结合用户身份进行数据内容的加密传输。

4.2.7 网格化数据的公开发布

对于人口、建筑物等对象内容数据，空间大数据服务平台可按照一定的空间网格尺度公开发布这些网格化数据，为各方面的应用分析提供基础数据支撑。

综上，实际上是打造出一个城市级“后台 + 前端用户”的空间数据公众服务系统架构，即：①后台为可信受控环境，掌握全部真实数据；后台提供对外服务，根据锚点规则针对不同用户提供“随机锚点 + 局部网格编码”的数据内容；并根据加密规则针对不同用户每次生成随机密码，将数据进行加密传输。②用户须经身份认证；认证用户按需申请数据，接获数据包和密码后进行解密使用；用户间的数据共享通过平台来实现，避免用户间脱离受控环境的泄密风险。③在数据内容方面，既满足了数据安全保密的要求，又扩展了数据的公众服务能力，特别是实现了对“25 平方千米”等简单的面积限制的突破，能够支撑城市级乃至区域级的空间大数据分析利用。

5 该方案的创新价值

5.1 实现了真实坐标的保密

通过“锚点（真实全球坐标保密）+ 局部网格码（相对偏移量）”“城市公共锚点 + 随机锚点”的方式对真实坐标数据进行了保密。不会出现一次性大范围坐标数据外泄，也避免了多次高重叠反推得到超保密面积的连续坐标，更不会泄露受保护敏感地物的真实坐标数据。

5.2 最大限度地实现了数据共享

在锚点真实坐标隐藏的前提下，局部网格编码代表的相对位置关系准确，满足了计算分析等应用需要。特别是通过网格的方式可灵活进行多尺度的数据共享和数据发布，可打破“25 平方千米”的连续面积限制，便于城市级乃至更大空间尺度的大数据分析利用。

5.3 解决了跨地图系统的位置互认

由于火星坐标的应用，目前所有的地图 / 电子地图 / 导航设备都需要对真实坐标系统进行人为的加偏处理，且这个加偏并不是线性的。因此各地图系统间的位置往往不一致。通过“网格 + 标志物”的方式可解决位置互认共享的问题。

5.4 提升了海量空间数据的计算服务能力

网格编码较之经纬度点坐标体系，在海量数据的计算效能上有数量级上的提升。北斗网格码技术体系和云服务平台架构的结合，能够支撑城市级时空大数据平台面向海量公众用户（及部门用户）的实时动态孪生化应用。

6 结语

空间地理数据安全（涉密）管理与数据公众服务的矛盾将在较长时间内持续存在。本文所提出的基于北斗网格码的涉密空间数据公众服务方案，为此问题的解决提供了一个具有一定创新性的思路框架。后续还需进一步研究探讨基于编码的数据共享服务与原有基于坐标的数据应用如何协同、如何发挥编码化数据特点优势实现价值创造等关键问题。

参考文献

[1] 易树柏. 论地理信息安全在国家安全中的作用[J]. 理论界，2016,516(8):40-48.

[2] 刘万增;彭震中. 我国测绘地理信息成果保密政策分析及对策[J]. 地理信息世界,2016(04)：54-58.

[3] 库热西 · 买合苏提. 中华人民共和国测绘法释义[M]. 北京:中国民主法制出版社, 2017:268.

[4] 关显明;于海玲. 信息化形势下测绘成果保密工作思考[J]. 测绘与空间地理信息,2019(11):20-22.

[5] 华玉民,廖祥春. 国家空间地理信息资源的保密管理与开放使用中的几个问题[J].地理空间信息,2004,2(1):1-3.

[6] 朱长青;任娜;徐鼎捷. 地理信息安全技术研究进展与展望[J]. 测绘学报,2022(06)：1017-1028.

[7] 李林，程承旗，任伏虎. 北斗网格码：数字孪生城市CIM时空网格框架[J]. 信息技术通信与政策, 2021,329(11):1-5.

[8] 张寿选. 基于格网坐标转换法的矢量数据脱密方法研究[J]. 地理空间信息,2022(03)：88-91.