引文格式：郭玉芳,武慧琳,兀伟,等.地理网格技术标准化的现状分析[J].地理空间信息,2023,21(11):141-144.doi:10.3969/j.issn.1672-4623.2023.11.034

地理网格技术标准化的现状分析

郭玉芳[1]，武慧琳[1]，兀　伟[1]，赵　鑫[1]
（1. 自然资源部测绘标准化研究所，陕西 西安 710054）

摘　要：地理网格通过对地理位置进行网格化剖分与编码，可有效表达地球各圈层、各要素的空间位置和相互关系，以提升多源数据融合、管理与应用效率。在梳理国际地理网格技术的标准化现状和应用简况的基础上，剖析了我国地理网格标准化的现状、技术特点以及面临的问题与挑战，为其在多源空间数据的信息集成、共享、分析处理、服务等方面的应用提供参考。

关键词：地理网格；编码；标准；应用
中图分类号：P201　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）11-0141-04

Current Situation Analysis of Geographical Grid Standardization

GUO Yufang[1], WU Huilin[1], WU Wei[1], ZHAO Xin[1]
(1. Institute of Surveying and Mapping Standardizations, MNR, Xi'an 710054, China)

Abstract: With the grid division and encoding of geographical location, geographical grid can effectively express the spatial location and relationship of various spheres and elements of the earth, which can improve the efficiency of multi-source data fusion, management and application. In this paper, we reviewed the current situation and application of geographical grid technology standardization in the world at first. And then, we analyzed the current situation, problems and challenges of geographical grid standardization in China, which could provide reference for the application of geographical grid technology in information integration, sharing, analysis, processing and service of multi-source spatial data.

Key words: geographical grid, encoding, standard, application

地理网格是一种对地理空间进行位置划分的方法。我国商周时期出现的“井田制”就是地理网格的一种体现和应用，“井田”即按照特定的标准和规划、面积和边际划分的方块田，对地球表面进行了网格划分，从而进行土地的耕作和管理；后汉时期张衡利用“网络天地而算之”创建了矩形格网坐标系统，开始赋予格网以二级坐标和方位的含义。在西方，埃拉托色尼创立了古老的经纬网系统，并在基础经纬网上叠加了一套被称为“普林特框格”和“斯弗拉吉德斯框格”的几何图形，组成了地图的第二级网格系统，作为一级经纬网格的补充，便于标明各地区的位置和范围[1-5]。自1929年芬兰地理学家格兰里奥采用1 km格网分析自然与社会现象以来，以各级尺寸格网为基本研究单元的地理分析逐渐发展成为一种地学分析方法[6]。美国的圣地亚哥和加拿大的多伦多将网格地图应用于人口预测和交通管理，并沿用至今。近年来，高分辨率遥感技术、高精度空间定位技术以及现代网络通信技术的迅猛发展，已使地理网格技术飞跃到信息时代的新阶段和新水平，它不仅适应于定位精度不高的区域性地理现象空间分布的表达，而且为全球范围内统一描述和表达复杂、多样的地理现象提供了可靠的理论基础[7]。本文梳理分析了国内外地理网格技术的标准化现状与进展，剖析了不同地理网格标准的技术特点和应用简况，为地理网格技术在多源空间数据组织、管理、融合等方面的应用提供借鉴。

1　国际地理网格标准化进展

以美国、英国为代表的发达国家对地理网格技术的研究起步较早，并投入了大量的人力和物力进行基础性研究。2000年2月美国政府启动了全球信息网格GIG研究，投入的基础研究经费高达5亿美元。GIG项目由美国国防科技局特别小组提出，期望实现计算机网、传感器网和武器平台网的聚合优化，面向不同层次用户提供所需信息，过滤不需要的信息，并逐步形成用户所需的知识，辅助决策形成。目前，地理网格技术的应用在美国已颇为广泛，涉及能源、交通、气

收稿日期：2022-06-13。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（42071448）。
第一作者简介：郭玉芳（1970—），硕士，正高级工程师，主要从事测绘地理信息标准研究与制定工作，E-mail：1601138940@qq.com。

象、水利、农林、教育、环保等领域。

1.1 美国、英国等国家发展现状

美国针对不同应用目的研发了多种地理网格系统，如美国国家格网（USNG）、美国军方格网参考系统、全球区域参考系统等，其中最具代表性、应用最广泛的是USNG。美国联邦地理数据委员会于2001年发布了USNG，即美国全境范围内统一的国家格网参考系统。首先在全国范围按统一经差6°和纬差8°剖分形成GZD；再基于通用横轴墨卡托投影（UTM）坐标，在投影带内经线方向以中央经线为起点，纬线方向以赤道为起点，按100 km长度等距离划分形成第二级网格；依此类推，进一步划分得到1 km、100 m、10 m、1 m等不同级别系列网格。一级网格编码采用投影带加字母标识，一级以下各级采用十进制层次结构编码，实现了美国国土范围的统一网格化离散和代码标识[8]（图1）。

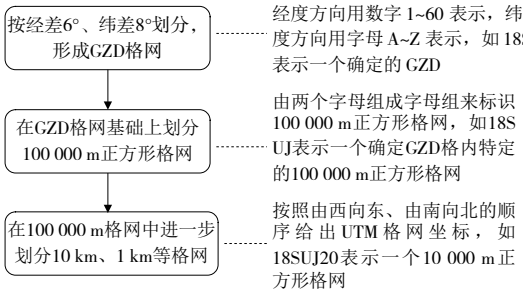


图1 美国国家格网划分方法

基于USNG标准，美国对街道和兴趣点地址进行地理编码，建立各类地址的格网索引，即二维空间地址，如地址1849 C Street NW, Washington, DC的地理编码为18S UJ 228070。同时，USNG网格结合相关工具软件，可实现USNG网格与不同参考系坐标的转换，解决了不同类型、不同坐标系下地理信息数据的共享问题，从而推动了地理信息数据更好地服务于民众，在街道管理、邮政传递、交通旅游、移动通信等民用领域中取得了较好的效果，为空间位置服务提供了新模式。

英国国家网格是由英国陆军测量局设计建立的统一国家网格参考系统，基于英国地形测量空间基准，采用Airy1830椭球，以UTM为平面基准，以2 °W、49 °N为原点，从原点向北和东为正方向进行网格划分，网格规格包含边长500 km、100 km、50 km、10 km、5 km、1 km、500 m、100 m、50 m、10 m、5 m、1 m等同级别系列网格，任意一点位置均可采用国家地理网格来描述（图2）。英国国家网格用于确定英国测量局各种数据的二维空间位置坐标，是针对英国境内的局部网格，其编码采用层次结构编码法，代码包含字母、方位和十进制数字，实现了英国国土范围的统一网格化离散和代码标识。

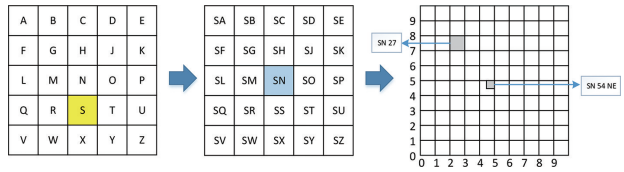


图2 英国国家网格剖分示例

英国国家网格以覆盖整个国家的正方形网格为基础，按照分层级、等距离原则构建多级网格系统，所有英国地图均覆盖格网，人们可容易并精确地查找任意一点的位置。为推动国家网格的应用，英国测量局的官网上提供了应用软件工具，既可实现格网编码与不同坐标系之间的转换，也可进行具体地址的格网编码查询，即利用网格确定二维地面位置，从而实现了任何陆地范围、探险或室外休闲的定位与位置服务。

1.2 开放地理空间信息联盟

开放地理空间信息联盟（OGC）在2017年发布的《全球离散网格系统抽象规范》（DGGS），对地球表面进行分层离散化剖分形成了曲面上网格单元，拥有单元结构、地理编码、量化方法和相关数学函数等特性，是一套基于分层嵌套的等面积网格单元对整个地球进行按层级规则划分形成的坐标参考系统[9]。其特点是以地球为中心，形成一个全球覆盖的、简洁的全球离散网格系统，由面积相等的空间单元构成，并符合DGGS要求的基本特征，具备全球范围、按层系列剖分、面积固定、单元结构、彼此嵌套和空间参考等特征；可支持量化操作、代数运算操作和互操作等一致性DGGS操作所需的核心功能算法。同时，为满足更多应用需求，DGGS可通过进一步增加功能来扩展，特别是DGGS利用OGC Web服务架构扩展附加支撑功能和互操作性，如Web OGC网络覆盖服务和网络覆盖处理服务接口。

2 我国地理网格标准化现状分析

我国对地理网格技术的研究亦非常重视，2002年4月科技部召开了“网格战略研讨会”，确认将网格的研究和应用列为“863计划”的一个专项，专项投资启动了“中国网格”建设。同时，知名大学和研究机构也相继开展各种网格研究[10-11]，如李德仁[12]等从网格技术和信息网格出发，研究了如何在网格环境下实现从数据到信息再到知识的升华以及基于网格的空间信息服务；周成虎基于微分几何原理形成了一套新的地

理格网系统，使现代遥感、全球定位等领域的数据更加便利地应用于地理信息系统。在地理网格标准化方面，我国目前已发布实施的国家标准和地方标准主要包括国家标GB/T 40087–2021《地球空间网格编码规则》、GB/T 12409–2009《地理格网》、GJB 8896–2017《地球表面空间网格与编码》、DB 4201/T479–2015《武汉市空间管理基础网格编码规范》、DB35/T 1831–2019《空间信息网格划分与编码规则》等，这些标准在一定程度上推动了网格技术的推广和应用（表1）。

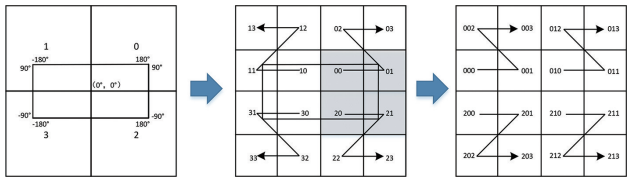
表1　我国现有的地理网格相关标准及主要内容

标准名称	标准编号	主要内容
地球空间网格编码规则	GB/T 40087–2021	规定了地球空间网格剖分要求和编码方法[13]；适用于作为空间单元与空间信息组织的地球空间网格剖分和代码标识
地理格网	GB/T 12409–2009	规定了地理格网的划分与编码方法，对格网数据的可视化表达不作为本标准规定的内容[14]；适用于标识与地理位置有关的自然、社会和经济信息的空间分布，为各类信息的整合提供以格网为单元的空间参照
地球表面空间网格与编码	GJB 8896–2017	规定了地球表面空间网格的剖分与编码方法[15]；适用于地球表面空间的剖分和编码
武汉市空间管理基础网格编码规范	DB 4201/T479–2015	规定了武汉市空间管理基础网格划分原则、编码规则、转换规则、更新与维护等[16]；适用于武汉市空间信息管理与行业应用
空间信息网格划分与编码规范	DB 35/T1831–2019	规定了空间信息网格划分与编码原则、网格数据要求、基础网格、管理网格、图示表达、网格数据更新等内容[17]；适用于福建省城乡网格化管理与服务

1）《地球空间网格编码规则》从全球立体化的视角，将地球空间统一剖分成不同尺度的网格单元，基于GeoSOT地球剖分模型，按统一编码规则进行标识和表达，构建了网格化的地球空间数据组织参考框架；支持地球表面空间和地球立体空间与地理空间信息的聚合，可有效解决物联网、大数据、云计算中海量空间信息在标识和表达上唯一性、可读性、尺度性、关联性的瓶颈，实现多源、多尺度数据网格化高效组织、处理和应用[13]。该标准于2021年4月首次发布实施，为满足大数据时代信息的统一组织、融合共享、高效检索与应用，实现全球多尺度空间位置的统一标识，提供了统一的地球空间数据组织参考框架。

2）《地理格网》规定了面向全国范围采用地理坐标格网（以经、纬线划分的格网）与高斯—克吕格投影平面直角坐标格网（以公里网线划分的格网）相结合的方式的格网系统划分规则和编码方法，构建了地理格网系统和代码，并规定地理坐标格网按经、纬差分级，以1°经、纬差格网作为分级和计算格网代码的基本单元，向更大或更小格网间隔的层级延伸。编码由南北半球代码、高斯—克吕格投影带号代码、百公里格网代码和坐标格网代码组成[14]。该标准为一个在视觉上完整覆盖全国国土范围的格网坐标系统，以满足数据采集、存储、分析与交换的空间格网定位要求。

3）《地球表面空间网格与编码》规定了地球表面空间网格与编码方法，将地球表面经纬度坐标空间划分为32级网格，即将整个地球表面空间（0级网格）划分为4个1级网格，从1级网格起，每一级的各网格继续划分为4个下一级网格，直到32级网格（图3），每级网格应无缝无叠覆盖地球表面空间，每级网格边界都包含上一级网格边界，每个网格均有一个全球唯一的整型网格编码。该标准是一种在地球球面上基于经、纬差的四叉树递归剖分[15]，主要用于跨部门跨领域联合作战态势数据和信息的统一组织，为多源、异构情报信息一体化组织表达、天空地以及地下（水下）信息一体组织、全球范围空间信息交换共享等提供规范的区位编码。



1级网格示例　　2级网格示例　　3级网格示例

图3　地球表面空间网格剖分示例

3　我国地理网格标准化面临的问题与挑战

在深入分析和研究我国现行地理网格相关标准的基础上，对比国际有关地理网格标准，笔者认为我国在地理网格标准化领域尚面临以下问题和挑战：

1）多数地理网格标准缺少面向应用的转换软件工具，在一定程度上限制了大范围应用。不论是美国的USNG还是英国国家网格，在实际应用中都有相关软件工具作支撑，因而应用广泛。我国的地理网格相关标准在颁布实施后，尽管地理网格剖分原理和方法比较完善，但由于缺少面向应用的软件工具配套，使得地理网格技术在实践应用的范围还相当有限。

2）地理网格标准的应用和推广相对滞后。已颁布的地理格网相关标准基本上是国家标准或地方标准，颁布实施后的宣贯和推广应用工作都较薄弱或几

乎没有，加之有些标准的网格剖分方案较复杂，实际应用中缺乏相关技术指导，导致地理格网相关标准在应用和实施层面相对滞后。

3）标准的宣贯和推广机制亟需完善。与发达国家的自愿性标准体制不同，我国目前的标准化体制仍以政府主导型为主，随着标准化体制改革的深入，亟需完善标准宣贯和推广的相关机制，同时可根据需要开展标准化试点和示范工作，在一定范围内进行标准技术应用推广的先行先试，保障已颁布标准的落地和实施。

4 结 语

现代快速发展的空间探测技术和不断丰富的数据获取手段为地理网格提供了全新的数据源，也使地理网格技术的应用有了新的定位和延伸。本文梳理了国际上地理网格技术的标准化现状和应用简况，剖析了我国地理网格标准化现状和面临的问题与挑战，为地理网格技术在多源空间数据的信息集成、共享、分析处理、服务等方面的应用提供了借鉴。

参考文献

[1] 周成虎,欧阳,马廷. 地理格网模型研究进展[J]. 地理科学进展,2009,28(5):657-662

[2] 李德仁. 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格[J]. 遥感学报,2005,9(5):513-520

[3] 赵学胜,贲进,孙文彬,等. 地球剖分格网研究进展综述[J]. 测绘学报,2016,45(增刊1):1-14

[4] 兀伟,邓国庆,张静,等. 球面地理网格剖分方案分析[J]. 地理空间信息,2019,17(11):100-103

[5] 王莉,兀伟,邓国庆,等. 地球空间网格编码技术分析[J]. 测绘通报,2020(10):131-134

[6] 宋树华,程承旗,濮国梁,等. 全球遥感数据剖分组织的GeoSOT网格应用[J]. 测绘学报,2014,43(8):869-876

[7] 何望君,曹巧云,张福浩,等. 地理网格的政务信息资源整合技术研究[J]. 测绘科学,2019,44(12):153-157

[8] FGDCUnited States National Grid 6 (Final Draft)[EB/OL]. (2001-09-01)[2022-07-18]. https://www.fgdc.gov/standards/projects/usng/finaldraft. pdf

[9] Open Geospatial Consortium. Discrete Global Grid Systems Abstract Specification[EB/OL].(2017-08-01)[2022-07-18]. https://docs.opengeospatial.org/as/15-104r5/15-104r5.html

[10] 程承旗,任伏虎,濮国梁,等. 空间信息剖分组织导论[M]. 北京:科学出版社,2012

[11] 陈晓东,余劲松弟. 地址模型下的城市网格划分方法[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2022,43(3):392-402

[12] 李德仁,崔巍. 地理本体与空间信息多级网格[J]. 测绘学报,2006,35(2):143-148

[13] 地球空间网格编码规则:GB/T 40087-2021[S].

[14] 地理格网:GB/T 12409-2009[S].

[15] 地球表面空间网格与编码:GJB 8896-2017[S].

[16] 武汉市空间管理基础网格编码规范:DB 4201/T479-2015[S].

[17] 空间信息网格划分与编码规范: DB35/T 1831-2019[S].

（上接第140页）

[2] 杨保军,陈鹏,董珂,等. 生态文明背景下的国土空间规划体系构建[J]. 城市规划学刊,2019(4):16-23

[3] 牛善栋,吕晓. 国土空间规划体系研究:理论认知与实践向度[J]. 生态与农村环境学报,2023,39(3):294-305

[4] 欧名豪,丁冠乔,郭杰,等. 国土空间规划的多目标协同治理机制[J]. 中国土地科学,2020,34(5):8-17

[5] 周侃,樊杰,盛科荣. 国土空间管控的方法与途径[J]. 地理研究,2019,38(10):2 527-2 540

[6] 曹根榕,顾朝林,陈乐琳. 基于“三调”图斑数据的国土空间规划编制方法探索[J]. 经济地理,2022,42(2):1-10

[7] 江曼琦,刘勇. 勇三生”空间内涵与空间范围的辨析[J]. 城市发展研究,2020,27(4):43-48

[8] 张红旗,许尔琪,朱会义. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. 资源科学,2015,37(7):1 332-1 338

[9] 刘继来,刘彦随,李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报,2017,72(7):1 290-1 304

[10] 张红娟,李玉曼. 北方平原地区“三生空间”评价及优化策略研究[J]. 规划师,2019,35(10):18-24

[11] 黄金川,林浩曦,漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展,2017,36(3):378-391

[12] 张晓光,张险峰,杨丹丹. 面向生态文明发展要求的国土空间规划探索:以延庆分区规划(国土空间规划)为例[J]. 城市发展研究,2021,28(7):27-33

[13] 曹宇,王嘉怡,李国煜. 国土空间生态修复:概念思辨与理论认知[J]. 中国土地科学,2019,33(7):1-10

[14] 彭建,李冰,董建权,等. 论国土空间生态修复基本逻辑[J]. 中国土地科学,2020,34(5):18-26

[15] 蔡海生,陈艺,查东平,等. 基于主导功能的国土空间生态修复分区的原理与方法[J]. 农业工程学报,2020,36(15):261-270

[16] 王静,方莹,翟天林,等. 国土空间生态保护和修复研究路径:科学到决策[J]. 中国土地科学,2021,35(6):1-10