

基于 GPlates 平台的深时地质图编图方法研究

郝丽荣¹⁾, 王杨刚¹⁾, 郭磊²⁾

1) 中国地质调查局发展研究中心, 北京, 100037; 2) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

关键词: 深时; GPlates; 岩浆岩; 编图

地图是人类对地理事物的符号化表达。通过视觉符号语言, 地图能够实现复杂空间信息的传递。从最早的地图出现至今, 地图经历了由追求空间位置的精确性、表达内容的客观性、表达范围的广阔性, 到地图表达的多层级、多维度、多类型的转变。随着信息技术的快速发展, 地图的展示形式也发生着变革, 由原来的平面静态图到现在的多元动态图, 这种连续的、动态的地图表达方式, 更便于地图使用者获取信息(郭仁忠等, 2022)。

为了更深入地了解地球物质分布与时空演化规律, 在前人研究的基础上, 笔者等以编制亚洲深时岩浆岩图为例, 研究探索基于 GPlates 平台的深时地质图编图方法, 为地质学家提供更为直观的、动态的岩浆岩时空分布图, 辅助其研究地质科学问题。

1 地质图的表达维度

地质图, 是用于表示地质现象、岩体、地层、矿产分布及构造特征的专题地图。传统基础地质图, 主要包括反映地质现象的平面主图和表示地质年代的图例; 既涉及到空间维度, 又涉及到时间维度。其二维空间维度通常用经纬度(X, Y)表达, 时间维度通过时空格架图(T)进行表示。传统地质图, 仅能在有限的图幅范围内进行空间对象的平面静态表示。

在大数据、云计算、人工智能等不断推动地学领域快速变革的新时代, 如何通过信息技术更好地制作表达地质图, 更直观地展示地质体在不同时期的空间分布和演化规律, 成为我们研究的方向。

2 GPlates 平台

GPlates, 是一款用于地球科学和地质学研究的开源软件工具, 由悉尼大学、加州理工学院等地质

学家和 IT 人员合作开发的专业性板块模拟程序, 可以重建地质历史时期的各个板块位置和古地理特征, 并生成动态的地质演化过程(林成发等, 2020)。

该软件在 Windows、linux 和 Mac 系统中都可以运行, 具有良好的稳定性和性能。GPlates 平台支持 GIS 行业通用 ESRI Shapefiles、GeoJSON 格式的数据。

3 亚洲深时岩浆岩地质图编制方法

深时地质图, 是包括 2 维空间(岩石位置)和 1 维时间(岩石年龄)在内的 3 个维度信息的地质图。借助 GPlates 平台, 对(X, Y, T)时空岩浆岩数据进行动态演化模拟, 并提取不同地质时期的岩浆分布数据, 形成系列分期图。

岩浆岩中发育有便于精确测年的副矿物, 可以确定成岩时间。亚洲大陆上, 岩浆岩分布较广, 大部分集中分布在东亚、东南亚、东北亚的陆地、岛弧上。通过对不同时代的亚洲岩浆岩分布面积统计, 发现 K、T、E、P、C 5 个时代形成的岩浆岩较多; 在岩体数量上, K、P、T、J、C 5 个时代形成的最多。综上可知, 三叠纪(T)和白垩纪(K), 是亚洲 0.25 Ga 以来分布面积广且岩体数量多的时代(表 1)。

3.1 数据准备

编制亚洲深时岩浆岩地质图, 以 2020 年所编制的亚洲岩浆岩图的数据为基础, 主要包括: 地理、地质、遥感、岩石样本数据。其中, 地理数据, 包括水系、水体和城市, 作为读图参考地物; 地质类数据, 包括岩浆岩、断层、板块模型; 遥感数据, 为 ETOPO2022 数字高程模型; 岩石样本数据, 包括岩石样品地球化学数据、岩石样品测年数据两类。

3.2 GPlates 数据处理

2019 年悉尼大学 Müller 等(2018)建立了地

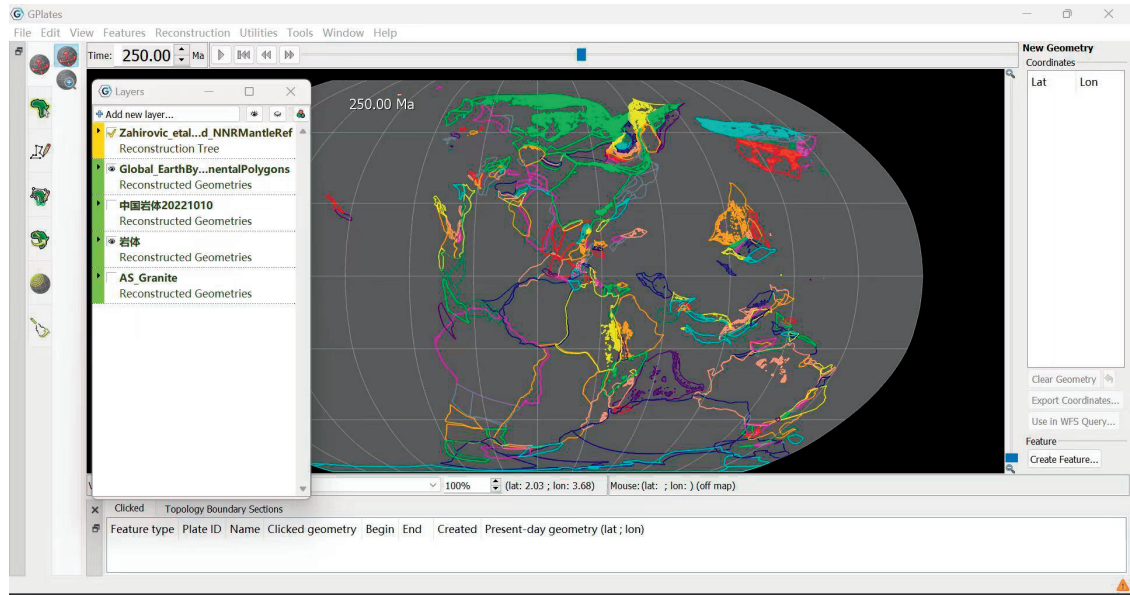


图 1 GPlates 平台处理界面

球 0.25 Ga 以来的静态板块模型，总计 389 个板块单元，其中，陆地区域 310 个板块单元。板块模型数据，是编制深时岩浆岩地质图的基础数据，包括板块的编号、名称、空间位置、形成时间、消亡时间等；线条表示板块边界，不同板块用不同颜色线条区分。

编制深时地质图的各类数据采用 WGS 1984 空间参考系，非 WGS 1984 空间参考信息的数据在导入 GPlates 前，需转为 WGS 1984 空间参考系。

将亚洲范围的 DEM 板块底图和带有样品年龄的岩浆岩面数据导入到 GPlates 平台（图 1），选择 Müller 板块模型，设定年龄参数为 250 Ma，平台随即采用可视化方式，动态、连续地展示 250 Ma 至今地球板块和岩石分布演化过程，让用户从中获取更直观的地质演化过程，增强人们对空间对象变化过程的认知。

3.3 分期图制作

为了进一步分析三叠纪（T）和白垩纪（K）的岩石分布演化规律，使用 GPlates 的板块模型分别重建 200 Ma 和 100 Ma 亚洲板块和岩浆岩的空间分布数据，导出 ESRI 格式数据，然后在制图软件中对其进行符号化、图面整饬，最后形成亚洲三叠纪（T）和白垩纪（K）的二维平面岩浆岩分布图，辅助地质学家进行科学问题研究。

4 结论

应用该方法编制了不同地质时期的亚洲深时

岩浆岩地质图，得到地质学者的认可，该方法数据定位准确，进一步提高了数据处理和制图效率。

表 1 不同时代岩体个体和面积统计

时代	岩体个数（个）	岩体面积（km ² ）
K	4277	1694219
P	2498	706156
T	1949	1256220
J	1791	481095
C	1762	565464
E	1213	1000455
D	1181	384062
O	963	264829
Є	625	223877
S	607	143238

参 考 文 献 / References

- 郭仁忠, 陈业滨, 马丁, 赵志刚, 应申. 2022. 论 ICT 时代的泛地图表达. 测绘学报, 51(7): 1108~1113.
- 林成发, 刘少峰, Simon Williams. 2020. 基于 GPlates 平台的“深时”板块构造重建: 数据库现状与应用实例. 高校地质学报, 26(4): 444~463.
- Müller R D, Cannon J, Qin Xiaodong, Watson R J, Gurnis M, Williams S, Pfaffelmoser T, Seton M, Russell S H J, Zahirovic Sabin. 2018. GPlates: Building a virtual Earth through deep time. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 19: 2243~2261.

HAO Lirong, WANG Yanggang, GUO Lei: Research on deep time geological mapping method with GPlates

Keywords: deep-time; Igneous; mapping; geological map