

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.859>



控制大陆内部地震空间分布的机制是什么？

熊 熊

中国地质大学地球物理与空间信息学院, 湖北武汉 430074

全球约 90% 的地震发生在板块边界, 大陆内部地震的数量不足 10%, 释放的能量不及 5% (Talwani, 2014). 但是, 大陆内部地震因距离人类活动空间更近, 导致更大的人员伤亡和财产损失而备受关注. 目前, 关于大陆内部地震的认识还十分匮乏, 其中一个长期困惑人们的问题是大陆内部地震空间分布的规律及其控制机制 (Stein, 2007).

对板块边界地震空间分布和机理的认识相对成熟, 其分布集中于板块边界的主要地震断裂上, 这可由基于刚性板块假设的板块构造理论来解释. 但是, 大陆内部地震的分布广泛、弥散, 并且与地质构造没有明显的相关性. 显然, 板块构造理论的刚性假设无法解释大陆板块内部的地震活动, 更无从阐释其空间分布机理. 因此, 人们转而从岩石圈力学性质和动力作用的区域异常来寻求其机制, 相应地, 形成了两类模型: 局部岩石圈弱化和局部应力集中. 这些基于不同角度的模型普遍缺乏普适性, 这表明我们还未真正认识到控制大陆内部地震空间分布的更基本、更深入、更共性的机制 (Talwani, 2014).

近年来, 工业活动诱发地震引发了人们的关注. 研究表明, 2009 年以来, 美国俄克拉荷马 3 级以上地震的数量较之前增长了 900 倍. 诱发地震带来的安全问题促使人们深入研究其机理以实现减小灾害损失的目的. 一个现象引起了人们的兴趣, 尽管钻井分布和注水工艺及注水参数几乎相同, 但不同地区诱发地震的分布却迥然相异. 比如, 俄克拉荷马、

德州西部、科罗拉多南部、阿肯色中部和伊利诺伊南部注水诱发了大量的地震, 但在 Michigan、德州的大部分区域以及路易斯安那湾区却几乎没有诱发地震. 到底是什么机制控制着不同区域注水与诱发地震的关联/非关联性? 这一问题至今仍是一个谜 (Weingarten *et al.*, 2015).

大陆内部地震机理研究的困难主要源于大陆岩石圈流变结构的复杂性和动力加载的多样性. 此外, 大陆内部断层非常复杂, 往往众多断层形成相互作用的断裂系. 并且, 存在很多不为人知的隐伏断层, 断层的活动性也难以厘定. 同时, 与板块边界构造应力加载相比, 大陆内部的加载幅度小, 使大陆内部地震的孕震周期非常长 (约千年甚至万年), 远大于历史地震记录时段 (约百年), 因此, 地震目录极不完备 (Liu and Stein, 2016). 信息的匮乏一方面制约了我们对大陆内部地震机理的认识, 另一方面, 严重影响了基于断层信息和历史地震目录的地震危险性评估方法的有效性, 使大陆内部地震空间位置的预测屡屡失败 (Stein *et al.*, 2012). 地震往往发生在人们意想不到的地区, 或者预测比较安全的地区, 比如 2008 年的汶川地震和 2021 年的玛多地震.

随着经济社会发展, 社会易损程度迅速升高. 近些年来, 页岩气开采诱发的地震造成了人员伤亡和财产损失, 甚至引发群体事件. 因此, 认识大陆内部地震的孕育、发生机理可以减小地震灾害损失、保障工业活动安全、维护社会稳定, 具有重要的经

作者简介: 熊熊 (1965—), 教授, 博士生导师, 主要从事地球动力学和地震学研究. E-mail: xxiong@cug.edu.cn

引用格式: 熊熊, 2022. 控制大陆内部地震空间分布的机制是什么? 地球科学, 47(10): 3906—3907.

Citation: Xiong Xiong, 2022. What is the Mechanism to Control the Distribution of Intracontinental Earthquakes? *Earth Science*, 47(10): 3906—3907.

济和社会价值.其中,认识大陆内部地震空间分布的规律及机理有助于我们圈定未来潜在的地震危险区、改进目前的地震危险性评估方法、切实提升综合防震减灾能力.诱发地震由于在可观测时间尺度内提供了大量的样本,使其分布具有了空间代表性,因而可能为我们向认识大陆内部地震空间分布规律和机理的目标迈进提供了一个契机.

参考文献

- Talwani, P., 2014. Intraplate Earthquakes. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stein, S., 2007. Approaches to Continental Intraplate Earthquake Issues. *Special Paper of the Geological Society of America*, 425: 1–16. [https://doi.org/10.1130/2007.2425\(01\)](https://doi.org/10.1130/2007.2425(01))
- Weingarten, M., Ge, S., Godt, J.W., et al., 2015. High-Rate Injection is Associated with the Increase in US Mid-Continent Seismicity. *Science*, 348(6241): 1336–1340. <https://doi.org/10.1126/science.aab1345>
- Liu, M., Stein, S., 2016. Mid-Continental Earthquakes: Spatiotemporal Occurrences, Causes, and Hazards. *Earth-Science Reviews*, 162: 364–386. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.09.016>
- Stein, S., Geller, R.J., Liu, M., 2012. Why Earthquake Hazard Maps often Fail and What to do about It. *Tectonophysics*, 562/563: 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.06.047>