

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.837>



# 高压输电线路可以作为电磁法探测场源吗？

李建慧<sup>1,2</sup>, 胡祥云<sup>1,2</sup>, 祝思维<sup>1</sup>

1. 中国地质大学地球物理与空间信息学院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北武汉 430074

随着电力负荷持续增加, 我国电力负荷与电力资源空间分布的不均衡矛盾日益加剧. 为了缓解这一矛盾、保证电力资源高效利用, 国家启动了“西电东送”工程, 各级别高压输电线路建设如火如荼. 与此同时, 高压输电线路引发的电磁环境效应也备受关注、无法回避.

由于高压输电线路产生的工频电磁场极易淹没地球物理有效数据, 地球电磁学界一直以来将高压输电线路激发的电磁场视为影响电磁法观测的噪声. 为了有效使用野外观测数据, 国内外学者在数据采集和处理方面提出了不少解决办法. 在数据采集方面, 除了远离高压输电线路等干扰源观测外, 提高发射源功率、工频陷波技术、选择特定基频的发射电流波形 (Kang *et al.*, 2021) 等策略也陆续被使用. 在数据处理方面, 既有学者采用 Hilbert-Huang 变换 (汤井田等, 2008)、数学形态滤波 (汤井田等, 2012)、深度学习 (Wu *et al.*, 2022) 等策略去除噪声, 也有学者采用反演方法求解噪声 (Yang *et al.*, 2018) 或基于功率谱密度估计噪声 (Rasmussen *et al.*, 2018).

此外, 部分学者基于输电线路激发电磁场的特征, 探索了如何利用这种电磁场. 比如, McCollor *et al.* (1983) 开展了基于 500 kV 高压输电线路激发频率域磁场的测深实验研究; Labson and Medberry (1989) 采用小型飞行器观测高压输电线路激发的磁场, 并开展了视电阻率成像研究; Vallée *et al.*

(2010) 从加拿大希布加莫采集的航空瞬变电磁数据中提取了高压输电线路激发的工频及其高次谐波信号, 并沿用 Labson and Medberry (1989) 提出的视电阻率成像技术, 证实了高压输电线路激发的电磁场可作为航空瞬变电磁法场源的有益补充; Korpisalo and Pohjolainen (2019) 在钻孔中观测了输电线路激发的磁场三分量数据, 并依据振幅特征圈定了芬兰 Pyhäsalmi 铜-锌大规模硫化物矿体分布范围, 与已知信息基本一致, 验证了矿山输电线路激发的电磁场可用于圈定高导矿体.

由上述分析可知, 高压输电线路可以作为电磁法探测的场源, 但目前研究仍停留在以定性分析为主的探索阶段, 尚未建立多因素共同影响下的电磁场传播理论模型, 距离实用化仍有较大距离. 为了有效利用高压输电线路激发的电磁场, 需逐次从以下 4 方面开展研究工作:

(1) 参照高压输电线路设计参数, 建立电磁场传播的理论模型. 高压输电线路设计参数相对明确, 包括电压等级、三相特征、线路结构、相序排列、导线分裂形式, 以及输电线悬链线形态等. 除了上述参数外, 所建立的理论模型还应纳入地形、地下介质结构和电性参数等因素.

(2) 分析高压输电线路激发电磁场的传播特征, 建立野外工作方法. 基于上述理论模型, 分析高压输电线路设计参数、空间位置引起的电磁场各分量变化规律, 分析高压输电线路与常规人工源电磁

基金项目: 国家重点研发计划项目 (No. 2020YFE0201300-06); 国家自然科学基金 (No. 42022030).

作者简介: 李建慧 (1982—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事电磁法理论和资料处理研究. E-mail: lijh@cug.edu.cn

引用格式: 李建慧, 胡祥云, 祝思维, 2022. 高压输电线路可以作为电磁法探测场源吗? 地球科学, 47(10): 3851–3852.

Citation: Li Jianhui, Hu Xiangyun, Zhu Siwei, 2022. Can High-Voltage Transmission Lines be Viewed as Transmitting Sources for Electromagnetic Methods? *Earth Science*, 47(10): 3851–3852.

法激发电磁场的叠加特征,据此建立野外工作方法.

(3) 高压输电线路参数获取方法研究. 高压输电线的相序排列、相电流实时强度、导线形态及位置等基本信息需要野外实测获取. 然而,直接测量这些参数风险性极高,只能通过观测磁场等数据间接推断上述参数. 因此,需要研究一种安全、有效和快速的高压输电线路参数获取方法.

(4) 数据处理和反演解释方法研究. 着重研究高压输电线路源和常规人工源电磁法发射源同时存在情况下的数据处理和反演方法,以及电磁场时间序列数据中工频信号及其谐波信息的提取和应用方法.

综上所述,将高压输电线路视为电磁法探测的发射源,综合利用其激发的电磁场,仍需攻克诸多难题. 这些问题的解决将进一步提高电磁法数据处理的精度,有助于恢复电磁法不断被挤压的野外作业区域,同时也为其他类型的电磁干扰问题解决提供一种借鉴方案.

#### 参考文献

- Kang, S., Dewar, N., Knight, R., 2021. The Effect of Power Lines on Time-Domain Airborne Electromagnetic Data. *Geophysics*, 86(2): E123–E141. <https://doi.org/10.1190/geo2020-0089.1>
- Korpisalo, A., Pohjolainen, E., 2019. The 50 Hz EM Method at the Pyhäsalmi Massive Sulphide Deposit. *Exploration Geophysics*, 50(3): 233–244. <https://doi.org/10.1080/08123985.2019.1600300>
- Labson, V. F., Medberry, H. G., 1989. Airborne Resistivity Mapping Using Powerline Sources. SEG Technical Program Expanded Abstracts 1989, Dallas, Texas, 138–140.
- McCollor, D. C., Watanabe, T., Slawson, W. F., et al., 1983. An E. M. Method for Earth Resistivity Measurements Using Power Line Harmonic Fields. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 35(7): 221–243. <https://doi.org/10.5636/jgg.35.221>
- Rasmussen, S., Nyboe, N. S., Mai, S. N., et al., 2018. Extraction and Use of Noise Models from Transient Electromagnetic Data. *Geophysics*, 83(1): E37–E46. <https://doi.org/10.1190/geo2017-0299.1>
- Vallée, M. A., Smith, R. S., Keating, P., 2010. Case History of Combined Airborne Time-Domain Electromagnetics and Power-Line Field Survey in Chibougamau, Canada. *Geophysics*, 75(2): B67–B72. <https://doi.org/10.1190/1.3343573>
- Wu, X., Xue, G. Q., Zhao, Y., et al., 2022. A Deep Learning Estimation of the Earth Resistivity Model for the Airborne Transient Electromagnetic Observation. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127(3): e2021JB023185. <https://doi.org/10.1029/2021jb023185>
- Yang, Y., Li, D. Q., Tong, T. G., et al., 2018. Denoising Controlled-Source Electromagnetic Data Using Least-Squares Inversion. *Geophysics*, 83(4): E229–E244. <https://doi.org/10.1190/geo2016-0659.1>
- 汤井田, 化希瑞, 曹哲民, 等, 2008. Hilbert-Huang 变换与大地电磁噪声压制. *地球物理学报*, 51(2): 603–610.
- 汤井田, 李晋, 肖晓, 等, 2012. 数学形态滤波与大地电磁噪声压制. *地球物理学报*, 55(5): 1784–1793.