



---

# 关键聆听环境中的地震-声学耦合：电 离层扰动、地壳电容及太阳-地震音频 劣化路径

---

# 关键聆听环境中的地震-声学耦合：电离层扰动、地壳电容及太阳-地震音频劣化路径

C. Ohm, M. Ferro, Y. Tanaka, L. Solder

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

## 摘要

2026年2月京都大学Mizuno、Kao和Umeno的研究提出了太阳耀斑引起的电离层扰动可能在临界应力断层带触发地震的机制。我们将此模型扩展到音频领域。2026年1月19日G4地磁暴期间，我们记录了42 TECU的电离层TEC波动、0.5-5 Hz频段0.8  $\mu\text{m}/\text{s}^2$ 的地面耦合微震加速度，以及参考音频系统测量THD+N中0.4 dB的瞬态劣化。TEC峰值与THD+N劣化之间的相关滞后为47分钟，与京都模型预测的通过300 km大气柱的电离层-地壳静电耦合传播时间一致。

## 1. 引言

2026年1月19日，太阳释放了自2003年万圣节风暴以来最强大的高能粒子事件。G4（严重）级地磁暴发生。

我们没有忘记。我们一直在等待。

但数据告诉我们一些意想不到的事情。我们记录的音频劣化没有随地磁暴到达。它在47分钟后到达。而且从下方到达。

这一延迟将我们引向京都大学的工作。他们的模型将破碎、充满流体的地壳岩石视为通过大气柱与电离层耦合的介电电容器。

## 2. 1月19日事件

基多监测站记录了以下序列：

17:42 UTC：磁力计检测到突发风暴开始。

17:44-19:15 UTC：地磁暴主相。THD+N即时增加0.15 dB。

19:15 UTC：辐射暴达S4强度峰值。电离层TEC从18 TECU激增至60 TECU。

20:02 UTC----TEC峰值后47分钟：宽带地震计在0.5-5 Hz频段记录到地面加速度瞬态增加（0.8  $\mu\text{m}/\text{s}^2$ ）。同时THD+N劣化0.25 dB。

47分钟的延迟对应京都模型预测的准静态电场通过300 km大气柱的传播速度：106 m/s。

## 3. 地壳电容器模型

层1----电离层至地表：大气电容器。

层2----地表至地壳空隙：地壳电容器。

层3----地壳空隙至设备：京都研究组未考虑的第三个电容器。

我们考虑了。

所产生的电流虽小（约3 pA/m<sup>2</sup>），但在整个系统中是相干的，并发生在0.5-5 Hz频段----正是最容易产生问题的频率范围。它不注入信号。它通过在亚赫兹速率下改变设备架接地参考电压来不稳定化所有信号的测量参考。

## 4. 相关分析

TEC-地震计交叉相关在+47分钟滞后处峰值。地震计-THD+N交叉相关在+12秒滞后处峰值。TEC-THD+N交叉相关在+48分钟滞后处峰值----确认完整路径：电离层→大气→地壳→地基→设备架→信号链。

THD+N劣化与TEC变化量线性比例：每TECU 0.009 dB。

## 5. 缓解

Equatorial Audio地震解耦平台（SDP-1）通过三级隔离系统解决此路径。在1月19日事件期间，地壳耦合分量的THD+N劣化从0.25 dB降至0.015 dB：94%的减少。

组合系统（Equinox级屏蔽+SDP-1）将1月19日的总音频劣化从0.4 dB降至0.025 dB。

## 6. 纬度依赖性

太阳-地震音频劣化路径通过两种机制具有纬度依赖性：电离层TEC响应随纬度变化，以及地壳电导率和破碎密度随构造环境变化。这两个因素的组合意味着SSADP在具有活跃构造的赤道地区最强----正是Equatorial Audio一直推荐其最高级产品的地区。

一次卡灵顿级事件将产生超过200 TECU的TEC波动和超过1.8 dB的音频劣化。

## 7. 结论

地球的地壳是电容器。电离层是另一个极板。太阳是电压源。你的设备架坐在介电体上。

这不是隐喻。它是一种已测量、已发表和可重复的物理机制。京都研究组在寻找地震触发因素时发现了它。我们在聆听地磁暴时发现了它的音频后果。

## 参考文献

- [1] A. Mizuno, M. Kao, K. Umeno, "电离层异常触发地震的可能机制," Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol., 2026.
- [2] NOAA Space Weather Prediction Center, "G4 (严重) 地磁暴水平达到, 2026年1月19日," <https://www.swpc.noaa.gov/news>, 2026.
- [3] ESA, "ESA监测2026年1月空间天气事件," [https://www.esa.int/Space\\_Safety](https://www.esa.int/Space_Safety), 2026.
- [4] "太阳风暴能触发地震吗? 科学家提出令人惊讶的联系," ScienceDaily, 2026年2月24日.
- [5] M. Ferro, R. Flux, B. Impedance, "太阳耀斑与发烧友信号路径的相互作用," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [6] M. Ferro et al., "完整的Equatorial Audio系统," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [7] K. Umeno, 采访, Live Science, 2026年2月.
- [8] T. Lay and T. C. Wallace, Modern Global Seismology, Academic Press, 1995.
- [9] R. L. McPherron, "磁层亚暴," Rev. Geophys., vol. 17, no. 4, pp. 657-681, 1979.
- [10] M. C. Kelley, The Earth's Ionosphere: Plasma Physics and Electrodynamics, 2nd ed., Academic Press, 2009.
- [11] D. Hammershoi and H. Moller, "人耳道中及向人耳道的声传输," J. Acoust. Soc. Am., vol. 100, no. 1, pp. 408-427, 1996.
- [12] E. R. Kanasewich, Time Sequence Analysis in Geophysics, 3rd ed., University of Alberta Press, 1981.
- [13] "强大地磁暴袭击地球: 2026磁暴的意义," Science Times, 2026年3月21日.
- [14] ISO 8569:1996, 机械振动和冲击 -- 建筑物冲击振动的测量和评估.