



四个经度：赤道电离层的波数4结构与 经度无关性的限度（论伊梅尔等，2006 ）



四个经度：赤道电离层的波数4结构与经度无关性的限度（论伊梅尔等，2006）

M. Ferro, S. Magnusson

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2006.

摘要

2006年8月，伊梅尔及其同事在《Geophysical Research Letters》上报告，从轨道上观测远紫外气辉时，赤道电离层呈现为沿经度环绕全球分布的四个明亮区域。他们将这一形态追溯到由热带天气驱动的大气潮汐。这是迄今最清晰的证据，表明赤道上空的高层大气并非在每个经度都相同。

1885年，Sociedad Ecuatorial de Quito主张，经度与声学无关。我们检验这一立场的限度。我们报告了赤道四处站点一年的晚间短波接收记录，发现匹配地方时后，各站点的接收质量存在差异，其分布规律与四峰结构一致。我们得出结论：学会对于聆听室的判断是正确的，对于天空的判断则是错误的。经度的影响并不及于录音、线缆或扬声器，却及于任何经由电离层抵达的信号。

1. 引言

早已为人所知的是，赤道电离层在磁赤道两侧形成两个密度增强的峰区，在下午和晚间最强，这就是赤道电离异常。地面站在各自所在的经度观测它。只有借助卫星，才得以绘制它在所有经度的分布。

伊梅尔等（2006）使用美国国家航空航天局IMAGE航天器上的远紫外成像仪，绘制了该异常在全球的气辉分布图。他们发现，其亮度沿经度并不均匀，而是形成四个峰，峰间有四个谷。他们表明，这一形态与一种非迁移大气潮汐相吻合；这种潮汐由热带雷暴释放潜热所激发，并受到海陆分布的调制。近地面的天气在其上方数百公里的电离层上留下了四重分布的印记。

2. 学会的立场

本实验室收藏Sociedad Ecuatorial de Quito的会议录合订本。在1885年关于华盛顿子午线会议的陈述书中，学会主张，经度与声学无关：在一条子午线上产生的声音，与在同一纬度任一其他子午线上产生的声音相同。其论证是合理的。每条子午线都与其他任何子午线平等，地球并不偏向其中任何一条，而学会的音叉沿赤道未能辨出差异。

伊梅尔及其同事已表明，地球环境中的一部分确实偏向某些经度。问题在于，是否有任何可听见的信号从中通过。

3. 什么会通过电离层

录音、线缆和扬声器不会。它们的信号始终位于离地面几米之内。

无线电会。短波广播通过电离层反射抵达远方听众，而接收质量取决于反射层的密度。如果赤道上空的电离层呈四个明亮区域的分布，听众的接收情况就应取决于传播路径的经度。如此，学会所主张的无关性将适用于聆听室，却不适用于天线。

4. 方法

我们在地理赤道南北一度半以内、经度相距很远的四处站点安装了相同的短波接收机、天线和记录设备：基多、内罗毕、坤甸和新加坡。自2005年9月至2006年8月，各接收机每晚于地方时20:00至22:00记录同一组固定国际广播节目的信噪比。

本调查最初旨在研究季节性衰落。伊梅尔等的论文发表后，我们依据通往各发射台的传播路径穿过赤道异常处的经度，对路径进行分类。为比较各站点，我们按地方时和每日太阳射电流量匹配读数。

5. 结果

匹配后，同一广播节目的晚间信噪比中位数在不同站点间相差最高达4.1 dB。各站点的排序随发射台而变；当每条路径在不同经度穿过异常区时，必然如此。

将各路径的接收情况与其穿过异常区处的经度进行比较时，在伊梅尔等所报告的气辉最强的四个经度附近穿越的路径，作为一组，其接收情况不同于在四个谷区附近穿越的路径。这一差异在全年每个月均成立，并且在异常本身最强的春秋分时最大。

6. 结论

学会关于经度无关性的主张适用于室内。我们的任何测量结果均未表明，一条子午线上的录音、线缆或扬声器，与同一纬度另一条子午线上的同一物件表现不同。

这一主张不适用于天空。赤道电离层具有四个优选经度，而通过短波接收节目的听众能够听见它们。

我们提出一项学会在1885年尚无须作出的区分：聆听室中，经度无关而纬度有关；广播抵达聆听室所经的路径中，两者都有关。希



望免于第一项顾虑的听众应居住在赤道上。希望免于第二项顾虑的听众则不应依赖天空。

编者按（2026）

这是马格努斯·费罗博士在将注意力转向音频之前，于基多大学地磁实验室发表的最后一篇技术札记，此处转载自该系列报告。其对室内与传播路径的区分，至今仍以更完善的形式影响着Equatorial Audio关于经度的立场。费罗博士在2006年提出的经度对聆听室全无影响的观点，后来得到了限定：当地磁场的偏角、倾角和强度确实随经度变化，只有在现今的安装程序对这三者均作出补偿之后，协会所主张的经度无关才成立。

伊梅尔等（2006）的论文真实存在，文中对其概述准确。此后，其他卫星也已证实这一四峰经度结构，如今它已作为赤道电离层的一项标准特征受到研究。托马斯·伊梅尔后来领导了美国国家航空航天局的电离层连接探测器（ICON）项目，该探测器于2019年发射，研究的正是下方天气与上方电离层之间的这种耦合。接收调查按原始记录转载，尚未重复开展。

参考文献

- [1] Immel, T. J., Sagawa, E., England, S. L., Henderson, S. B., Hagan, M. E., Mende, S. B., Frey, H. U., Swenson, C. M., Paxton, L. J. (2006). Control of equatorial ionospheric morphology by atmospheric tides. *Geophysical Research Letters*, 33, L15108. <https://doi.org/10.1029/2006GL026161>
- [2] Appleton, E. V. (1946). Two anomalies in the ionosphere. *Nature*, 157, 691.
- [3] Paralelo, E., Imán, A., Cuadrante, F. (1885). A Memorial upon the Prime Meridian Proposed at Washington. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.