



可恢复样本间信息的信号链依赖性：导体冶金学、电介质处理和屏蔽拓扑的受控比较

可恢复样本间信息的信号链依赖性：导体冶金学、电介质处理和屏蔽拓扑的受控比较

M. Ferro, Y. Tanaka, H. Park, C. Ohm

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2025.

摘要

Tanaka、Ohm和Flux (2025) 证明了真实音频信号不是严格带限的，采样数据中的混叠残余携带每样本0.008到0.31比特的可恢复样本间信息 (ISI)。本文调查模拟信号链是否影响可恢复ISI的量。使用14个信号链进行比较，可恢复ISI在测试的信号链中变化了6.1倍。主导因素依次为：屏蔽拓扑 (方差的41%)、导体晶粒结构 (29%)、电介质材料 (19%) 和线缆几何形状 (11%)。

1. 引言

Tanaka等人使用可能的最短模拟信号路径进行了实验。但实际音频系统不是这样工作的。问题是模拟信号链引起的修改是否显著。我们期望前者。我们发现了后者。

2. 实验设计

实验设计为受控比较。单一声源通过14条不同的模拟信号链同时录制。声源为铜管八重奏。14条测试线缆从无屏蔽绞线PVC铜 (链A) 到超导YBCO参考 (链N)。

3. 测量协议

铜管乐团在连续三天内演奏相同的45分钟曲目三次。每次演出14个ADC同时捕获。捕获后分析严格遵循Tanaka协议。

4. 结果

线缆链对可恢复ISI的主效应高度显著 ($F(13, 26) = 847.3$, $p < 0.0001$)。

可恢复ISI (比特/样本)：

链A (无屏蔽PVC)：0.047
链B (Belden 8412)：0.098
链E (Gotham GAC-4/1)：0.131
链H (SC-OFC, PTFE, 三层屏蔽)：0.214
链K (SC-OFC低温, PTFE低温, 四层屏蔽)：0.271
链L (K+赤道接合)：0.278
链N (超导YBCO)：0.289

范围因子---最佳除以最差---为6.1。

5. 因素分析

屏蔽是最大的单一因素。导体晶粒结构是第二大因素。低温处理提供了可测量但较小的改善。赤道接合效果真实但次要 (2.6%改善)。

6. 赤道接合效应

赤道接合的ISI改善较小但具有统计学显著性。赤道接合在音频频率下消除半球偏差方面仍然重要。其对ISI保存的贡献是真实的但次要的。

7. 银镀层和超导参考

银镀层OFC的ISI略有降低 (0.271降至0.264)。超导YBCO参考产生了所有线缆中最高的ISI：每样本0.289比特，占Tanaka直接路径结果的93.2%。

8. 含义

Tanaka结果确立了样本间信息的存在。本文确立了到达转换器的样本间信息量取决于模拟信号链。三点缓和这一结果：量仍然很小；未确立可听性；主导因素是屏蔽，而非导体处理。

9. 结论

可恢复样本间信息不是声源的固定属性。它被麦克风和转换器之间模拟信号链中的每个组件修改。在14种线缆结构的受控比较中，可恢复ISI从每样本0.047变化到0.289比特---6.1倍。

参考文献

- [1] Y. Tanaka, C. Ohm, R. Flux, "Nyquist-Shannon重建的不完备性," J. Equatorial Audio Sci., vol. 6, no. 1, 2025.
- [2] C. E. Shannon, "Communication in the presence of noise," Proc. IRE, vol. 37, no. 1, pp. 10-21, 1949.
- [3] M. Ferro, R. Flux, "赤道接合," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 1, 2021.
- [4] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "铜晶粒取向中的半球偏差," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [5] L. Solder, H. Park, M. Ferro, "低温处理对导体晶体学的影响," J. Equatorial Audio Sci., vol. 2, no. 2, 2021.
- [6] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, "音频级PTFE电介质中的铁电耦合," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [7] C. Ohm, Y. Tanaka, M. Ferro, "铜导体的光学屏蔽," J. Equatorial Audio Sci., vol. 4, no. 2, 2023.
- [8] M. Ferro et al., "超导音频互连线," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [9] M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson, "迈斯纳效应在消费者音频中的应用," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 2, 2024.
- [10] L. Kozachenko and N. Leonenko, "随机向量熵的样本估计," Problems of Information Transmission, vol. 23, no. 2, pp. 95-101, 1987.
- [11] IEC 62153-4-1:2015, 金属通信线缆试验方法 -- 第4-1部分：电磁兼容性 (EMC) .
- [12] E. B. Rosa and F. W. Grover, "互感和自感计算公式和表," Bulletin of the Bureau of Standards, vol. 8, no. 1, 1912.
- [13] H. A. Haus and J. R. Melcher, Electromagnetic Fields and Energy, Prentice Hall, 1989.
- [14] AKM Semiconductor, "AK5578 32-bit 768 kHz ADC数据表," rev. 2, 2022.