

# STRAUSS: 声音合成分析工具与资源

James W. Trayford  <sup>1</sup> , Samantha Youles <sup>1\*</sup>, Chris Harrison <sup>2\*</sup>,  
Rose Shepherd <sup>2\*</sup>, and Nicolas Bonne <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Cosmology and Gravitation, University of Portsmouth,  
Dennis Sciama Building, Burnaby Road, Portsmouth PO1 3FX, UK*

<sup>2</sup>*School of Mathematics, Statistics and Physics, Newcastle  
University, NE1 7RU, UK*

 *Corresponding author:*

*\*These authors contributed equally.*

2024 年 1 月 15 日

## 概要

声音化，或通过非语言音频传输数据，是一种在包括天文学、气候科学等多个专业领域中相对小众但不断增长的数据展示方法（[Lenzi et al., 2021](#)；[Lindborg et al., 2023](#)；[Zanella et al., 2022](#)）。施特劳斯 Python 包旨在提供这样一个工具，它基于以前的方法提供了探索不同数据表达方式的强大手段，并能够精细控制输出音频及其格式。斯特劳斯是一个免费、开源（FOSS）的 Python 包，设计目的是使灵活有效的声化处理可以轻松地集成到数据工作流程中，类似于广泛使用的可视化软件包。

`strauss` 的范围很广；它旨在弥合针对特定数据集声音化的临时的解决方案与高度专业化的作曲和声音设计工具之间的差距，这些工具并非针对声音化进行优化，或者可能具有陡峭的学习曲线。该代码为各种环境（例如科学教育、科学传播、技术数据分析等）提供了多种声音化方法。为此，施特劳斯附带了各种声音化方法的示例和预设配置，以支持低门槛，高上限方法。施

特劳斯已被用于制作教育资源 ([Harrison et al., 2022](#)) 和分析工具 ([James W. Trayford et al., 2023](#))。

## 需求说明

声音化作为与数据交互的基本方法具有巨大的潜力。这为数据提供了新的视角，补充了视觉方法，并且为那些无法访问视觉展示的人（例如盲人或视力受损者）提供了一个可访问的数据通道。就像数据可视化的主要方法一样，构成声音化的范围非常广泛，对于诸如受众、信息内容和声音化美学等方面需要不同的考虑。为了使声音化更加成熟并实现其作为与数据交互方式的潜力，需要有易于使用且灵活的工具来让那些经常处理数据的人能够直观和方便地进行声音化。

与数据可视化不同，数据的聲音化是一种远不成熟的方法论，缺乏广泛采用的跨域工具和界面供处理数据的人使用。例如，在 Python 编程语言中，存在一些用于数据可视化的包，如 `matplotlib` ([Hunter, 2007](#))，`seaborn` ([Waskom, 2021](#)) 或 `plotly` ([Technologies Inc., 2015](#))。缺乏专门且易于访问的数据听觉化工具是探索该方法的障碍。大多数解决方案都是零散的，使用临时的工具解析数据，并将其映射到声音属性以及以不同格式生成和输出声音。更重要的是，许多被重新用于数据听觉化的工具是专有的且依赖于特定平台，需要付费许可。

一些有效用于数据声化的 Python 包已经出现，例如 `astronify` ([Brasseur et al., 2023](#)) 和 `我是壹` ([Casado et al., 2024](#))。然而这些通常在如何生成声化方面功能有限，具体来说连续音高映射的声化。

实现声化潜力可能需要一种“众包”的方法；通过广泛采用该技术并由科学界推动的声化方法创新。在此背景下，我们确定了对 Python 包的需求：

- 提供从数据到声音化的音频的完整管道，可以集成到科学家和数据分析师的工作流程中。
- 是模块化的，并能生成复杂的多变量声音化效果并进行微调，同时又简单到可以生成简单的声化效果，例如供新手用户或在教育环境中使用。
- 是完全开源和平台无关的，因此能够更广泛地将声化集成到科学实

## 践中

施特劳斯 (Sonification **测试** ools 和 Resources for 一个 analysisUsing **斯** oundSynthesis) 是一个用于数据声化的 Python 包。代码使用面向对象的结构为声化 ( J. Trayford & Harrison, 2023) 的不同组件提供一个清晰的概念框架。施特劳斯旨在让分析师以类似绘图流水线的方式全面声化他们的数据, 以便独立分析与视觉结合进行分析。

通过选择变量与声音表达属性之间的映射, 施特劳斯被设计成一个低门槛, 高上限工具; 提供手段让用户在变得更加熟练时能够以高度的低级控制制作多样化且高度定制化的声化输出, 同时为新手提供相对简单的途径快速生成声化输出。这旨在搭建起普通分析师与声音专家或音乐家之间的桥梁, 前者了解自己的数据及其想要传达的内容, 而后者则懂得如何用声音表达数据。

施特劳斯代码尽可能减少依赖, 实现内置信号生成和基于低级 python 库如 `numpy` 和 `scipy` 的音频解析及编码, 并在多个平台上进行了测试 (*MacOS, Linux, Windows*)。这也提供了与常用音频格式如音色库文件 (`.sf2`) 进行交互的方法, 开启了使用不同乐器表示数据的各种可能性。这有助于确保施特劳斯的自由和开放源代码状态, 并且不需要安装困难或专有软件, 这些软件本身可能具有陡峭的学习曲线。

朝着我们的低屏障目标施特劳斯, 我们采用了一种教程驱动的开发 (TDD) 方法, 在这种方法中, 每个主要功能都应该有一个相关的教程示例, 这些示例与代码一起打包, 格式为 Python Notebook (示例/`.ipynb`) 和 Python 脚本 (示例/`*.py`)。施特劳斯提供了在两种格式下内联播放声音的工具。此外, 还提供了一组特别针对 *Google Colab* 平台 (示例/`colab/*ipynb`) 修改过的示例, 允许完全在浏览器中运行这些示例而无需本地安装代码。

提供示例的两种格式在施特劳斯中允许我们利用笔记本所需的交互性和低技术门槛, 同时也能获得原始文本脚本的 BVI 可访问性, 鉴于使用屏幕阅读器时笔记本的困难 ( J. W. Trayford et al., 2024)。施特劳斯提供了详尽的文档, 并通过 [Read The Docs](#) 进行维护和托管。

## 致谢

JWT 感谢通过科学技术设施委员会早期研究与发展补助金（参考编号：ST/X004651/1）提供的支持，CMH 感谢英国研究与创新基金（代码：MR/V022830/1）提供的资助。RS 获得了科学技术设施委员会博士培训中心在数据密集型科学方面的学生奖学金（代码：ST/W006790/1）的支持。

## 参考文献

- 布拉索尔, C., 弗莱明, S., 科特勒, J., & 梅里迪思, K. (2023). *Astronify: v0.1* (版本 v0.1). 芝诺多. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7713214>
- 卡萨多, J., 维加, G. de la, & 加西亚, B. (2024). SonoUno 开发: 一种以用户为中心的数据分析声化软件. 开源软件期刊, 9(93), 5819. <https://doi.org/10.21105/joss.05819>
- 哈里森, C., 扎内拉, A., 博恩, N., 梅雷迪思, K., & 米达里斯, N. (2022). 可听宇宙. 自然天文学, 6, 22–23. <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01582-y>
- Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: 一个二维图形环境. 科学与工程中的计算, 9(3), 90–95. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.55>
- Lenzi, S., Ciuccarelli, P., Liu, H., Hua, Y., & Zizzi, N. (2021). 数据声化档案. 在数据声化档案库. <https://sonification.design/>
- 林德伯格, P., 莱尔齐, S., & 陈, M. (2023). 气候数据的声音化与可视化: 对 32 个近期项目的主题、美学和特征的分析. 心理学前沿, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1020102>
- 技术股份有限公司, P.&. (2015). 协作数据科学. Plotly Technologies Inc, 来自. <https://plot.ly>
- 特雷福德, 詹姆斯 W., 哈里森, C. M., 欣兹, R. C., 卡万 agh 布莱特, M., 多尔蒂, S., & 吉尔达尔, A. (2023). 通过声音检查光谱: 概念验证及扩展到数据立方体. RAS 技术和仪器, 2(1), 387–392. <https://doi.org/10.1093/rasti/rzad021>
- 特雷福德, J. W., 尤尔斯, S., 哈里森, C. M., & 邦尼, N. (2024). 耳通天宇: 以 STRAUSS 实现天文声化促进可访问的科普、教育和研究. 57, 42–46.
- 特雷福德, J., & 哈里森, C. (2023). 介绍 *strauss*: 一个灵活的声音化 *python* 包. 249–256. <https://doi.org/10.21785/icad2023.1978>
- Turk, M. J., Smith, B. D., Oishi, J. S., Skory, S., Skillman, S. W., Abel,

- T., & Norman, M. L. (2011).yt: 用于天文物理模拟数据的多代码分析工具包. 天体物理学报增刊系列, 192, 9.<https://doi.org/10.1088/0067-0049/192/1/9>
- 沃斯科姆, M. L. (2021). Seaborn: 统计数据可视化. 开源软件期刊,6(60), 3021.<https://doi.org/10.21105/joss.03021>
- 扎内拉, A., 哈里森, C.M., 伦齐, S., 库克, J., 达姆萨, P., & 弗莱明, S.W.(2022). 天文学研究、教育和公众参与的声音化与声音设计. 自然天文学, 6, 1241–1248.<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01721-z>