

## 大数据分析贝多芬所用的音乐节拍器的奥秘

马德里卡洛斯三世大学 (UC3M) 和西班牙国立远程教育大学 (UNED) 基于数据科学和物理学进行了一项关于贝多芬对其作品拍子 (演奏速度) 注释百年争论的研究分析, 通常而言人们认为这些标记速度太快了。这项研究成果发布于期刊《PLOS ONE》, 表示这种偏差可能是由于作曲家用于测量其交响乐节奏的节拍器读数不正确所造成的。

路德维希·凡·贝多芬 (Ludwig van Beethoven) (1770-1827) 是最早使用节拍器的作曲家之一, 该发明由约翰·内波穆克·梅泽尔 (Johann Nepomuk Maelzel) 在 1815 年获得专利。从那时起, 贝多芬就开始用带有节拍器指示数字的标记来编写他的作品。对这些标记有效性的质疑可以追溯到 19 世纪。自 20 世纪以来, 人们在这方面进行了许多音乐学分析, 其中一些已经提出了节拍器损坏的假设, 但却一直以来无法得到证实。不管怎样, 大多数指挥家都忽略了这些标记, 因为从浪漫派的角度来说速度太快了。但从 80 年代开始, 一些历史派指挥家却使用这些标记来诠释贝多芬的作品, 但音乐评论家和公众认为这样的演奏过于疯狂甚至令人不快。

之前的一些科学研究, 如瑞典科学家斯图尔·福森 (Sture Forsén) 在 2013 年进行的一项研究指出了可能影响节拍器的各种缺陷, 并使其运行变慢, 因而让这位波恩的作曲家做出了比他真正想要的更快的标记。为了验证这项结论, UC3M 和 UNED 的研究人员现在所做的研究就是系统地比较节拍标记和当今演奏家们对作品的演绎。这必须具备相应的物理知识才能对节拍器进行数学建模, 同时也需要具备数据分析、计算, 可用性以及必不可少的音乐知识。研究团队分析了由 36 个不同指挥家演奏的 36 首交响曲中每个乐章的速度及其变化, 总时长为 169 小时。

“我们的研究表明指挥家的演奏总是比贝多芬标记的更慢, 包括那些本打算以贝多芬标记原封不动来指挥为目标的! 总的来说, 作曲家所做的标记实在是太快了, 以至于后世的演奏家们不得不放慢速度。”研究人员之一, 同时也是单簧管演奏师的卡三大数据学院数据科学组的 Iñaki Ucar 表示。这种放慢演奏速度依然是普遍的系统性偏差, 这并不是随心所欲, 而是指挥家趋于比贝多芬所做的标记演奏更慢, 从而使乐曲更和谐。“如果作曲家在不正确的位置 (例如在油灰下而不是上面) 读取了设备的刻度, 则可以解释这种偏差。总之, 这便是新技术刚开始投入应用而产生的问题。”另一位研究人员, 可用性设计师兼钢琴演奏师 Almudena Martín Castro 表示。她把这项研究作为 UNED 物理学本科毕业论文研究课题。

## MEDIOS DE COMUNICACIÓN

在这项研究中，研究人员已经开发出了基于双摆节拍器的数学模型，并通过三种类型的校正对其振动幅度、机械摩擦力、驱动力以及摆杆的质量进行改良。而这些因素在以前的研究中未曾考虑过。研究团队表示：“通过该模型，我们开发了一种可根据可用照片和专利方案估算贝多芬节拍器原始参数的方法。”此外，研究小组还分解了一个现代节拍器以对其进行测量，并用它来验证数学模型和方法。

研究人员试图在节拍器中寻找导致演奏家普遍放慢演奏节奏的某种“瑕疵”：如改变节拍器的质量（也许由于撞击造成的部件脱落）；如移动节拍杆的质量以增加摩擦力（节拍器可能不够润滑）；甚至考虑到该装置可能被放错了位置这种假设：当作曲家构思音乐的时候，节拍器斜放在钢琴上。“这些假设都不符合建模的数据，因为这是整个范围内速度的均匀下降。最终，我们发现了这种偏差与节拍器油灰的体积完全匹配。此外，我们在他第九交响曲手稿的第一页上发现了“108 或 120”这个记号，这表示作曲家至少有一次怀疑过应该从何读起。突然间，这就都解释的通了：贝多芬可能多次在不正确的位置标记了这些速度符号。”研究人员表示。

这种方法也可以用于研究其他古典音乐作曲家的作品，因为可以提取音乐录制的速度并清理数据，方便进行对比。“研究演奏节奏与作曲家标记之间的关系，甚至对于那些没有留下我们节拍标记的作曲家寻找一种所谓正确的节奏，这非常有趣。那么，有没有可能存在一个平均速度来演奏巴赫的赋格呢？”研究人员质疑。

**更多信息：**

**参考书目：**

**作者：** Martín-Castro, Almudena; Ucar, Iñaki (2020).

《指挥家对速度的选择揭示了贝多芬节拍器的秘密》

Conductors' tempo choices shed light over Beethoven's metronome

期刊 《PLOS ONE》

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0243616>