

《音乐与数学》研究题

2021 — 2022 学年第二学期

从下列六个题目中 任选一题

一、管乐器的超吹 (overblow)

超吹可以激发高次泛音, 从而在不改变指法的情况下演奏出更高的音. 记未超吹时音高的基频为 f . 长笛作为开管, 可以产生各次泛音, 所以超吹时发出 $2f$ 频率的音, 即高八度的音级. 单簧管作为闭管, 只能产生偶次泛音 ($3f, 5f, \dots$), 所以单簧管超吹时得到的是高 12 度的音级, 频率为 $3f$.

然而同样作为闭管乐器, 双簧管和唢呐超吹时得到的却是高八度、而非高 12 度的音. 研读参考文献, 试对此现象作出理论解释.

参考文献:

- [1] David J. Benson, *Music: A Mathematical Offering*, Cambridge University Press, Cambridge, 2007, 第3章.
- [2] Gareth Loy, *Musimathics: The Mathematical Foundations of Music*, Vol. I, The MIT Press, Cambridge, 2006, 第8章.
- [3] Neville H. Fletcher, Thomas D. Rossing, *The physics of musical instruments*, Springer-Verlag, New York, 1991, 第2章、第3章.

二、我国古代律制问题

在我国古代文献中有不少关于生律过程的描述, 但也给后人留下一些有趣的问题. 例如: 考察《吕氏春秋》中所描述的生律过程和《管子·地员》中描述的“三分损益”过程, 它们各自产生的律制是相同的吗? 在《吕氏春秋》的

生律过程中,为何上生得到蕤宾后,没有按照上下交替的规则进行下生,而是再次上生得到大吕?研读参考文献,提出你的观点,并加以论证.

参考文献

- [1] 刘永福,《吕氏春秋》音律相生法的分析和解读,中国音乐学,2017 (3): 67 - 74.
- [2] 薛冬艳,十二律旋宫走向历法、律法解——释左旋、右旋及损益相生问题,中国音乐,2017 (1): 155-162.
- [3] 宋克宾,需回归原典、分清语境解读古代乐律问题,音乐探索,2014 (1): 80 - 85.
- [4] 宋克宾,十二律“三分损益”上下相生究竟是什么在上生、下生?中国音乐,2013 (4): 57-62.
- [5] 丁慧,“大阴阳与蕤宾重上”和“小阴阳与蕤宾下生”,湖北师范学院学报(哲学社会科学版), Vol. 32 (2012), no. 1, 58-69.

三、“三分损益”与“五度相生”是否得到相同的律制?

分别研究三分损益和毕达哥拉斯五度相生的生律过程,讨论由这两种生律方法所得律制的异同.

参考文献

- [1] 华天初,对三分损益律和五度相生律异同的分析,音乐艺术(上海音乐学院学报),2015 (4): 23-27.
- [2] 洛秦,三分损益不等于五度相生,音乐艺术(上海音乐学院学报),1986 (2): 83-87.

四、马尔科夫链

统计一首歌曲中音级的转移概率矩阵, 即可确定一个 1 阶马尔科夫链, 进而产生随机音乐. 这个方法可以作为进一步实验的出发点. 例如考虑音符的时值来扩大状态空间, 又如采用高阶马尔科夫链. 再如, 统计**两首**歌曲, 合并其结果得到一个转移概率矩阵, 用它来产生随机音乐. 进一步, 如果这两首歌的旋律“相近”或者相差甚远, 会对产生出的随机音乐有什么影响? 等等……

1. 围绕马尔科夫链方法, 提出你自己的实验构想, 并加以实现.
2. 形成完整的实验报告, 内容应包括: 实验方案的涉及思想, 所选取的音乐片段, 相应的转移概率矩阵, 所产生的各段随机音乐 (以音频文件的方式提供), 这些随机音乐片段的特点, 以及对于所得实验结果的分析等.

参考文献:

- [1] Gareth Loy, *Musimathics: The Mathematical Foundations of Music*, Volume I, The MIT Press, Cambridge, 2006, §9.19.
- [2] F. Brooks, A. Hopkins, P. Neumann, and W. Wright, An experiment in musical composition, *IRE Transactions on Electronic Computers*, **EC-6** (1957), 175–182.

五、旋律的变化与发展

给定下述乐谱片段:



请根据这两个片段完成以下任务:

1. (a) 以乐谱片段 (1) 所示动机为基础, 利用你所掌握的旋律变换技术, 将其发展为一段不少于 16 小节的单声部调性音乐.
(b) 运用你所掌握的和声知识, 为上述单声部音乐配和弦, 尽可能表明其调性特征.
(c) 将完整的乐曲录制成音频文件, 与乐谱一起提交.
2. (a) 以乐谱片段 (2) 所示音列作为初始音列, 试用十二音技术将其发展为一段不少于 16 小节的乐曲片段;
(b) 将你所完成的乐曲片段录制成音频文件, 与乐谱一起提交.
3. 简述这两段乐曲的创作过程, 说明为什么要这样创作? 简述你的创作意图和手法对听者的聆听体验可能产生的影响, 形成报告提交.

六、和声分析

1. 找一首你熟悉的歌曲, 选定某个版本, 试进行以下分析与讨论:
 - (a) 确定其调式及其伴奏和弦;
 - (b) 针对你所确定的和弦连接, 按照课堂示例, 分别用传统和弦理论和新黎曼理论加以分析;
 - (c) 该和弦连接有什么特点? 两种理论是否能够描述或者解释该和弦连接及其特点?
 - (d) 能否再找出几首与该和弦连接相同或者部分相同的其他歌曲 (或乐曲)? 试说明这些曲目之间的相关性.
2. 整理你的探索与思考, 形成研究报告并提交.