

韩宝强 收稿日期: 2001-09-03

我国近代音乐声学研究概览

内容提要: 本文从乐器声学、音乐听觉心理、动态音乐测量技术、录音制品及重放系统音响效果的研究、利用多媒体计算机技术保护民族乐器音响的研究等方面概述了我国音乐声学研究状况, 并指出目前在音乐声学领域存在的问题。

关键词: 声学; 音乐声学

中图分类号: J611.1 **文章标识码:** A

音乐声学是采用物理声学理论和方法探索音乐产生及传播规律的一个学科。如果我们认同音乐是由音响构筑的一种艺术形式, 那么音乐声学研究的意义就是在探索音乐的物质本质。本文试图以短小篇幅勾勒中国音乐声学研究概况, 重点在当代。

声学是音乐声学的根基, 也是中国古代科学中最为发达的学科之一。宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中首先使用“声学”一词[1], 而有关音乐声学的理论则散见于经、史、子、集之中, 历代史书中的“律制”或“音乐制”, 其中关于律学、乐器制造、音乐演奏和演唱技巧的记述多有涉及音乐声学范畴。

中国古代音乐声学最显著的特点, 是注重乐律理论研究, 世界上找不到第二个国家在此领域拥有如此众多的学者和著述。早在春秋战国时代, 中国已经出现成熟的乐律计算理论和乐器调音工具, 此可视为中国早期音乐声学的诞生[2]。十九世纪下半叶, 随着西方声学理论著作的传入, 中国的音乐声学开始溶入具有现代科学意义的研究成分。在1893年出版的《声学揭要》[3]一书中, 除介绍了声学基本原理外还谈及乐音和乐器发声原理等内容, 这是现代音乐声学理论首次引入中国。

进入二十世纪, 就国际研究趋势而言, 音乐声学研究主要包括以下内容: 音乐音响的物理属性与人类听觉的相关性(如音色、音强、音高、时值)、乐器声学、歌唱声学、厅堂声学(如音乐厅的设计)、电声学中与音乐紧密相关的部分(如音乐录制、高保真音响系统)、以及微电子音乐声学(如计算机音乐、电子合成器)等等。

在中国二十世纪上半叶, 物理学家出身的语言学家、作曲家赵元任(1892-1982)在1920年前后从事中国语言音调的实验研究, 始创汉语声调波形研究方法。由于他自觉地依据汉语声调变化规律进行歌曲创作, 使他的作品在演唱者和欣赏者中都受到极大欢迎, 一些作品流传至今仍历演不衰。刘复(字半农, 1891-1934)是中国二十世纪初另一位在音乐声学领域颇有造诣的语言学家和音乐学家。在法国留学期间, 他用当时最先进的“浪纹计”对中国12个地区汉语方言的“四声”进行测算后, 首次提出中国的四声“只是频率高低之别”的结论[4]。回国后, 他在北京大学创立“语音乐律研究室”。他在音乐声学方面最著名的研究是用仪器对天坛所藏中国古代编钟和编磬进行测音研究, 开实验律学之先河。他也是最早用现代算术公式解释了明代著名科学家朱载堉的“新法密率”(十二平均律), 即: $\sqrt[12]{2}$ 。音乐史学家杨荫浏(1899~1984)在三、四十年代分别在燕京大学和重庆、南京国立音乐院任音乐教授期间, 注重运用实验手段探讨中国古代乐律学中的疑难问题。在厅堂声学方面, 马大猷(1915~)先生在三十年代以求解波动方程并使其满足厅堂边界条件的物理学方法, 建立了房间声学简正波的理论基础, 成为厅堂声学中相关方面的奠基者之一。

纵观二十世纪上半叶, 中国在音乐声学研究领域虽有一些成果, 但较为零散, 有些重要成果多在国外完成。这种状况与当时中国国内不太稳定的社会政治局势有很大关系。音乐声学属于一门基础学科, 大学历来是这门学科的主要研究基地, 但由于连绵不断的内战和抗日战争, 许多大学不能从事正常的教学研究, 有些大学甚至要不断迁移, 以避战祸。在这种情况下, 我国音乐声学研究业绩平平也就不足为怪。从五十年代起, 中国音乐声学有了较大发展。特别是随着中国科学院声学研究所、南京大学声学研究所、中国艺术研究院音乐研究所声学实验室等声学研究机构的成立, 中国的音乐声学进入了一个新阶段。

在二十世纪下半叶，较为引人注目的研究成果出现以下领域：

1. 民族、古代及现代乐器声学研究

中国民族乐器在声音上具有鲜明的民族特征，如何运用声学理论阐明这些特征，并用以指导民族乐器的改良工作成为音乐声学工作者普遍关心的问题。在这方面南京大学声学研究所的音频研究室和中国艺术研究院音乐研究所声学实验室做了大量工作。主要包括二胡、琵琶、中阮、仿唐带乐器、巴乌、扬琴、鼓、箜篌、编钟等各类乐器的音准检测、频谱测量和音质鉴定。除此之外，也对一些西洋乐器(如手风琴、提琴、钢琴、电子琴)进行了音色分析。

一九七八年，曾侯乙编钟的出土，证实了中国商周时期的编钟具有“一钟双音”的性能特征，声学界由此掀起一股研究古代编钟振动模式的热潮，焦点是如何解释为什么在同一个板振动体上能够发出两个独立的乐音。这一问题先后由中国科学院声学研究所、哈尔滨科技大学、中国自然科学史研究所和武汉音乐学院等单位的学者给出解释：古代编钟的合瓦形结构使之能同时存在两个互为抑制的振动模式，在此振动模式基础上，通过钟匠对钟的内壁做精心锉磨、调音，就能实现一个钟体上发出两个相距为三度音程关系的乐音[5]。因为一钟双音现象为中国所特有，所以国外学术界对中国同行的研究亦予以重视。

中国提琴制作在国际上屡次获奖，一方面说明以郑荃、戴宏祥为代表的提琴制作大师具有世界一流的制作水平，同时也与他们注重基础材料声学研究紧密相关[6]，但是这种注重音乐声学基础理论的风气在整个中国乐器制造界尚未形成主流。

2. 音乐听觉心理研究

音乐听觉心理研究是音乐声学中的一个重要组成部分。从八十年代末开始，笔者与北京大学物理系龚镇雄教授合作开展人耳音乐听觉心理研究，内容包括人耳对最小音高差的分辨能力、音乐家的音准感和人耳对最小音强差分辨能力测定，主要研究成果包括：(1)对大多数音乐家来说，音差分辨阈值为6至8音分。个体差异中存在的极端值分别为2音分和50音分；(2)音乐家在中、低音区对音高差异具有较强的分辨能力；(3)后天的听觉指向性的训练对人耳的音差分辨能力有一定影响；(4)多数音乐家的同一性音准感具有-10至+10音分的宽容性；(5)多数音乐家的和声性音准感具有-38至+14音分的宽容性；(6)在各音乐专业中，指挥家的音准宽容度相对较窄；(7)从音乐家的音准感角度讲，在音乐实践中，十二平均律、五度相生律和纯律三者之间完全可以并用或换用[7]。这些成果为乐律学研究和乐器制造提供了理论依据，一些结论已经被有关部门引用，作为制订乐器调音误差标准的参照数据。

3. 动态音乐测量技术研究

对动态音乐作测量分析和统计有助于人们从客观角度认识被感知的音乐对象，这种研究对不同民族音乐风格的比较和民族音乐的律制研究十分有用。从六十年代开始，中国艺术研究院音乐研究所声学实验室在王湘先生的领导下就开始了这方面研究并持续至今，不仅积累了对实时音乐进行测量的宝贵经验，还为探讨中国各地区的民间律制风格特征、中外音乐音响形态的比较研究开拓出一种新的研究模式[8]。

缺乏适用的测音设备一直是阻碍我国音乐声学研究的重要因素。八十年代中期以后，随着音乐研究所视听技术实验室引入动态音乐测量设备[9]，中国音乐界从此步入实时测量领域。进入九十年代，随着计算机的普及，该实验室先后研制出多种实用的计算机测音系统，解决了进口仪器使用成本较高、没有音乐参量设置的问题。目前推出的《通用音乐测量系统》，有适合不同测量对象的多种版本，可以对嗓音和各种不同类型乐器声音进行动态测量，并直接给出音乐界人士能够理解的音乐参量。

4. 录音制品及重放系统音响效果的研究

电声技术和音像技术的发展也离不开音乐声学理论的支撑。高保真音响使今天的人们足不出户就可以欣赏到美妙的音乐，但是人们还是能感到电声技术制造出来的录音制品与现场演出之间的差异。研究并减少这些差异有助于提高人们欣赏音乐的质量。南京大学声学研究所的包紫薇教授自八十年代起带领她的研究生在这一领域做了大量研究，包括频带宽度、频率不规则性、声延迟、录放场所的频率不规则性等因素对录音制品“保真度”的影响；如何为电声器件、录放音系统、厅堂等硬件的音质评价遴选合适的音乐节目录源并制订音质主观评价方法的规范；立体声节目声象定位研究；乐音振动的非线性(如分岔、次谐波)听感研究，等等。

5. 利用多媒体计算机技术保护民族乐器音响的研究

以计算机为代表的数字音频技术的发展又为音乐声学研究开辟了新的领域。中国艺术研究院音乐研究所从一九九二年开始了一项建立中国民族乐器音色库的工程，旨在利用数字多媒体技术保护濒临消亡的中国民族乐器的音色[10]。音色库的内容包括乐器的各种音响资料(单音、音阶、各种演奏技巧、乐器片断

等)、图片资料和背景文字说明,利用光盘介质作载体,按数据库格式存储和检索,这项工程对如何利用高新技术保护和利用民族乐器的音响资源起到了示范作用。最近,随着网络技术的发展,该课题已尝试在万维网上建立“中国民族乐器音响博物馆”(www.smci.sapp.org),无论你身处何地,只要拥有一台可以上网的计算机就可以听到逼真的民族乐器和一些特殊演奏技巧的音响效果。此外,国内不少专业音乐学院校(包括普通大学的音乐系)在培养计算机音乐和录音导演人才的同时,在音乐声学研究方面取得一定成果,这方面尤以武汉音乐学院比较突出,该校在音乐声学、以及与之相关的计算机音乐、律学、音响工程等课程的设置上一直处于国内前沿位置。

6. 学术交流

学术讨论会的召开频度往往标志着一个学科的繁荣状况。进入九十年代,随着音乐声学被更多的人所重视,以及学术研究成果的逐渐积累,各种学术研讨会也随之召开:一九九〇年和一九九一年,由北京大学、中国科学院、声学研究所和中国艺术研究院音乐研究所共同在北京举办了二届音乐物理、音乐心理研讨会;一九九二年在北京举办了国际音乐声学学会年会;一九九四年和一九九七年分别在中国北京和日本东京举办了二届中日音乐声学研讨会。这些学术活动对中国的音乐声学研究起到了很大推动作用。

三

我国目前音乐声学研究中也存在着一些基础性的问题,最突出的是忽视音乐声学研究和研究队伍的建设。现代音乐声学肇自西方,亦对他们的音乐发展起到举足轻重的作用。从音乐发展历史来看,现代钢琴对浪漫派音乐风格的形成、现代乐器声学对现代管弦乐队音质的改良、厅堂声学对现代音乐厅声场环境的优化设计、心理物理声学对现代电子音乐硬件和软件的创造都具有关键性意义。相形之下,我国在音乐声学方面的关注实在微不足道。迄今为止,我国尚无一所大学设立音乐声学专业,专门从事这一领域研究的部门凤毛麟角。在许多国家被认为是音乐学院必修课的“音乐声学”课程,在我国多数音乐学院都被忽略。由于缺乏音乐声学基本常识,导致包括乐器制造者、作曲者、演奏者、指挥者直至录音师在内的大部分音乐从业人员,在对声音的感觉和技术追求方面都与国外先进水平存在一定差距。在音乐理论界,置音乐声学基本常识于不顾而信口开河的文章也屡见不鲜。甚至在一些基本乐理教材中,对一些声学基本法则亦存在语焉不详,似是而非的解释。[11]

理论脱离实践是阻碍我国音乐声学发展的另一弊端,这一点在律学研究领域体现得最为明显。与其他基础理论学科相比,我国从事律学研究的人数不可谓不多,但大部分专注于律学史或理论律学领域,对于如何解决音乐实践中出现的音准问题却少有论及。其结果,我们一方面能够看到大量带有数学表达式和精密运算的论文,而另一方面,在我们的听觉中依然充斥大量音律不调的音响,这种现象的存在正是我们长期忽视音乐声学基础教育和实验的结果。

我们已经跨入新世纪的门槛,众人瞩目的“数字时代”正在向音乐界走来,计算机音乐、MIDI、MP3、多媒体、网络音乐……这些几年前的“新生事物”现如今已经与我们朝夕相伴。面对飞速发展的音乐科技,我们的音乐教育领域没有理由不奋起直追,而开设音乐声学课程正是解决问题的第一把钥匙,因为所有这些新技术都与音乐声学紧密相关。一旦我们的学生通过音乐声学课程中了解了音乐发生的物理过程,相信他们一定能从容应对今天的新事物,并有可能创造出明天的新技术。

责任编辑 田可文

参考文献: [1]沈括:《梦溪笔谈》卷六《乐律二》,四库全书本。 [2]戴念祖:《中国声学史》,河北教育出版社,1994年 [3]美国教士W·M·Hayes口译,朱葆琛笔述,周文源校订,书中主要内容来自法国Adolph Ganot所著《初等物理学》的英译本。 [4]刘复:《四声实验录》(博士论文中译本),上海群益书社,1924年版。 [5]这方面研究可参见以下文献:陈通、郑大瑞:《古代编钟发音的声学特性》,《声学学报》1980/3;贾陇生、华觉明等:《用激光全息技术研究曾侯乙编钟的振动模式》,《江汉考古》1981/1;戴念祖:《古代编钟发音的物理特性》,《百科知识》1980/8。 [6]例如荃荃领导的中央音乐学院提琴制作中心自九十年代就开始利用计算机从事木材弹性模量分析研究。 [7]韩宝强:《音乐家的音准感—与律学有关的音乐听觉心理研究》,《中国音乐学》1992/3;龚镇雄等:《人耳对音高差的分辨力》,《1992年国际音乐声学学会论文集》。 [8]这方面研究可参见以下文献:韩宝强:《三弦与三味线的声音形态比较研究》,《中日音乐比较研究论文集》天津社会科学院出版社1998年;韩宝强:《测音数据的可信度及其标准化》,《音乐学文集》,山东友谊出版社1994年出版;韩宝强、项阳等:

《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》，《文艺研究》1996/2。[9]主要设备是丹麦B&K2032双通道FFT快速分析仪。[10]韩宝强、项阳：《建立民族乐器音色库的构想》，《中国音乐学》1993年第2期。[11]例如，在对“音”解释上，许多教科书只讲“音起源于物体振动”，而忽略音赖以存在的另一个重要条件——人的听觉。正确的解释应当是：物体振动产生波，当这种振动波符合人耳可听阈范围(一般为20-20000 Hz)并在大脑中产生相应的刺激时才出现了“音”。就是说，波是在听觉组织(包括外耳、中耳、内耳和大脑)内被转换为音的。没有听觉器官，波只是波，永远不能转换为音。目前在音乐理论界经常出现无视人的听觉特性而夸夸其谈的各类文章，似乎与我们的教科书在“音”的解释上的不完整有关联。

作者简介：韩宝强(1956—)，男，文学硕士，中国艺术研究院音乐研究所副研究员(北京 100027
E-mail: hundel@sina.com)

点击次数：699