

中国声学史

中国声学史

汪德昭



A HISTORY OF ACOUSTICS IN CHINA

戴念祖 著



河北教育出版社

(冀)新登字 006 号

内容提要

本书是我国第一部有关中国声学史的学术专著。它叙述了从远古到 20 世纪 50 年代初声学科学在中国的发生和发展,包括概念的起源,声学各分支学科在中国古代的成就和评价,明清时期西方声学知识在中国的传播,20 世纪上半叶中国的近代声学等内容;既有历史性的综述,又有分科性的具体阐述;在中西声学史的比较研究和从物理角度探讨乐律学的发展方面尤为见长。本书内容丰富,史料翔实,文笔生动有趣。书中还有大量的历史参考图,有中英文对照索引。本书可供科学史、音乐史和科学哲学的研究和教学人员参考,对这些学科感兴趣的读者也是有启发性的读物。

中国声学史

戴念祖 著

河北教育出版社出版发行(石家庄市城乡街 41 号)

张家口市印刷总厂印刷

850·1168 毫米 1/32 20.25 印张 460,000 字 1994 年 7 月第 1 版
1994 年 7 月第 1 次印刷 印数:1—2,000 定价:27.00 元

ISBN 7-5434-1881-9/O·32

序

最近，第十四届国际声学会议在北京召开。与会者除国内约三百人外，国外学者四百多人。几乎国际上重要的声学家都到会了。大会小会，座无虚席，讨论热烈，成果丰硕。有些国外同行，在看了我们组织的《中国古代声学》录像、与中国同行广泛接触之后，说“中国是声学的国家”。的确如此，我国古代以来，声学知识就受到重视，贡献尤多。特别是，从最早的封建王朝起就把音乐提到很高位置，制礼作乐成为国家制度，因而，系统地研究乐律和乐器取得很大成功，并带动对声音本质以及其他声学现象的研究。孔子把乐作为六艺之一，以此施教，这对于以儒家思想为主的后代影响是非凡的。历代大儒把音乐作为雅事，不少人刻意钻研，对声学知识贡献不少。三分损益律可上溯三千年前，对音乐声学研究意义重大，同时也是和声学的萌芽。对声音波动性质的认识也历史悠久，古代人对声波的认识从来没有像人们对光、热的认识那样巨大的曲折。由于对声的认识，进而又对振动有了认识 and 了解。在我国，乐器的发展是不断地吸收域外经验而促进的，特别是西域文化的影响巨大，中国乐器的丰富为世所仅见。我国在振动系统的研究中发生争论的是管的末端改正问题。管中空气共振时，末端如是开口，就会辐射声波，所以末端的空气不是静止，管的有效长度比实际长度要长，这就是末端改正或管口校正的问题。这个现象在西方直到近代才受到注意。在我国，很早就有人注意到完全按照三分损益律制管，其声不协，

并提出以不同管长或不同管径的补偿方法,但更多的人坚持“律虽有大小,围径无增减”的古训。这不同思想争执了一千多年,直到16世纪,朱载堉才用实验和创造性思想对此作了结论。他发现,在确定某种乐制后,管径与管长各成比例的规律。朱载堉的最大贡献还不止于此,他的划时代的贡献是发明了十二平均律。它是今天所有键盘乐器的基础。朱载堉写下了中国声学史最辉煌的一页。

声学虽然由于封建王朝的重视,学者的努力,取得了世人瞩目的成就;但也在发展中受到严重阻碍和干扰。除了乐律以外,声学在我国没有发展到严格的科学。这在其他学科也大抵如此。其中当有共同的原因。在声学研究中除了正确的东西外,像阴阳五行、迷信思想等也都进入了声学现象的解释之中。保守思想影响更大,五声调(tiáo)和本可发展为和声学,但是似乎并未发生。就是成果丰富的律学研究,两千年中也只是想三分损益的范围内得出八度。可是二用三除是除不尽的,从而耗费了大量精力。朱载堉“不用三分损益,不拘隔八相生”,发明了十二平均律。这是登峰造极的伟大发明,本可引起中国音乐的革命,然而遇到的却是冷落与忽视。如果不是保守思想的干扰,中国的声学成就还要大得多。

戴念祖教授研究中国物理学史有年,多所创见。中国声学的发展比较复杂,因为它涉及政治问题,当政者直接插手以及唯心主义哲学的影响等问题,去粗取精,去伪存真须煞费一番功夫。现在念祖同志积多年所得,破除困难,完成中国声学史巨著,为读者提供丰富的史料和声学知识,殊堪庆幸。爰为序。

马大猷 1992年10月

序

我和念祖的友谊是经过业师杨荫浏先生搭了桥的。1977年秋、冬之际，念祖到音乐研究所来邀请杨先生去自然科学史研究所作一次中国古代音乐的讲座。先生以年老为辞，推荐我去，并且立即派人把我叫到他老人家跟前，介绍给念祖。

当时杨先生介绍说，念祖就是他给学生们讲“管口校正”时，提到的文章作者；给我出的讲座题目，就是先秦乐器钟、磬、埙的研究；并且希望我们交个朋友，能在今后从自然科学史与中国古代音乐史两个方面进行长期的合作。事实上，立即就从我在建国门科学史所原址讲了“青铜双音钟”这时开始，当场休息时间念祖就在黑板上边画、边和我讨论了合瓦形青铜钟与寺院圆钟在发音性能上的差别了。

学问的互相切磋并不很难，长期合作就难得了；学友间，要做到总是自然合拍，就尤其不易。所以诗人们要用“心有灵犀一点通”的字句作为至境来描写它。鲁钝有如吾辈者是不敢指望这种至境的；但我们总是能够观点相合，并且不待过多言辞便相心领神会，却是一种事实。我想：这一点虽也可以被人称作“缘法”，其实并无多少神秘；因为这却是由共同事业作为基础的。因为念祖一心一意想要深入音乐艺术史的领域来研究声学问题；而我却想为民族艺术的特殊规律来探寻它背后的自然科学的、普遍性的原理。这就是我们之间的、一个“畅通”的结合点。

十几年来，“小戴”被我叫成了老戴，这其中包含了一个一个

的历史难题在念祖手中得出妙解的艰苦过程，现在终于有了个综合性的成果，这就是面前的这部新著了。念祖在我们的共同事业中首先作出了他的贡献！

难在这是一个非生产性的、不能直接产生经济利益的领域，更没有甚么人肯于为之付出劳动的领域。近百年来的中国声学史，除去能与大陆架石油开采紧密联系的水声学等极少领域外，似乎一时难得“钱图”，更不论从事它的基础理论研究工作了。尤其令人忧心者，近几十年来一般中学的物理学教科书也都删除了“声学”部分，而只在有关“波动”的章节中略一提及而已。中学义务教育的作用是教会青少年认识自己与认识客观世界。在眼、耳、鼻、舌、身，诸种手段之中，“声学”是教育人认识“耳朵的世界”的；莫非我们竟要培养“聋子”么？

因此，我个人认为：念祖的所为是一个具有社会意义的工作；他为音乐艺术工作者提供了别处无从学习的声学基础知识，尤为功德无量！

黄翔鹏

1992年11月22日

前 言

中国声学史是中国物理学史中最为发展的学科，也是中国科学史中内容最为丰富的学科史之一。历代典籍中不仅有大量的有关声学经验的记述，而且在乐律方面有许多数学计算和理论。如果，古希腊的力学知识可以使某些人承认西方古代有物理学，那么，古代中国的声学知识也不能不使这些人承认东方古代也有物理学。因此，将中国声学史独立成书是不无意义的。

中国声学史应当包括那些内容？落笔之前，笔者不能不反复推敲本书的大纲。既然题为“中国声学史”，就应当包括古代声学史和近代声学史二大部分。古代声学史的内容大致上应有：声学概念和理论的起源与发展；音乐学中的律学或调音的数学理论；乐器学中有关振动的知识和经验；发声机械，如音乐机械和语言机械的发明与制造；关于检测振动与波的机械或器具的创制，如地震仪，音高标准器（也称为“定律器”）等；在建筑与生产中有关声学的技术发明和应用；关于语言声学 and 生物声学的知识。此外，古代的声学思想也是值得注意的。在近代声学史方面，首先是随着西方传教士来华，西方的声学知识开始在中国传播；在学习西方近代科学知识的基础上，然后才产生中国的一批近代声学先驱，他们在国内外获得了某些具有一流水平的声学研究成果。

本书重点在古代声学史上，对于近代声学史只作一个概述而已。本书的章节结构和内容安排也只是笔者的初步尝试。

“声学”一词见之于 11 世纪沈括的《梦溪笔谈》，它在中国具

有悠久的历史。在湖北随县曾侯乙墓发掘的公元前 433 年之前铸造的编钟，在河南舞阳贾湖村新石器时代遗址中发掘的公元前 6000 年的 16 支骨笛，都令国际声学界大为惊讶！然而，迄今为止，尚未有一本中国声学史著作，甚至在已出版的所有中国物理学史著作中声学史也是最为薄弱的环节。通过本书的出版，希望能给读者提供一本内容较为充实的中国声学史参考书。

音乐与声学，在今天被人为地分为两个完全不同的学科，而在古代（无论东方还是西方）却是一门学科。“声学”一词原本产生于肥沃的音乐土壤之中。今天的声学和科学史工作者或许能从本书中获取他们所需的历史素材，而音乐与音乐史工作者也可以读到一本从科学史角度探讨乐律史的通俗读物。书中不当之处，乞识者批评指教，以便再版时更正。

《诗·鹿鸣》的前后两阙写道：

“呦呦鹿鸣，食野之苹。我有嘉宾，鼓瑟吹笙。

吹笙鼓簧，承筐是将。人之好我，示我周行。”

“呦呦鹿鸣，食野之芩。我有嘉宾，鼓瑟鼓琴。

鼓瑟鼓琴，和乐且湛。我有旨酒，以燕乐嘉宾之心！”

距今近3000年的这首民歌反映了当时的音乐与声学水平。笔者引述它，让自己能像这首诗歌中的那只小鹿，在绿草如茵的中国科学史园地上，既将这本书奉献给我的许多老师、科学史研究的许多前辈以及我的许多老朋友和新朋友——我的嘉宾，也盼望能得到更多的嘉宾——读者们的喜好和评论，并最终能吸引一批有志于中国科学史的年青人。

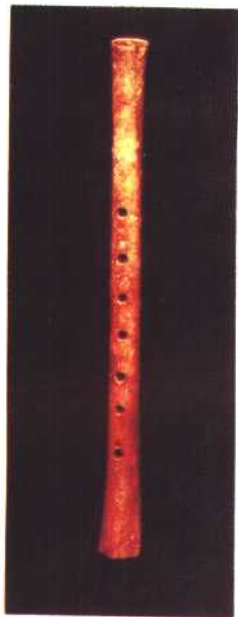


图1 贾湖骨笛

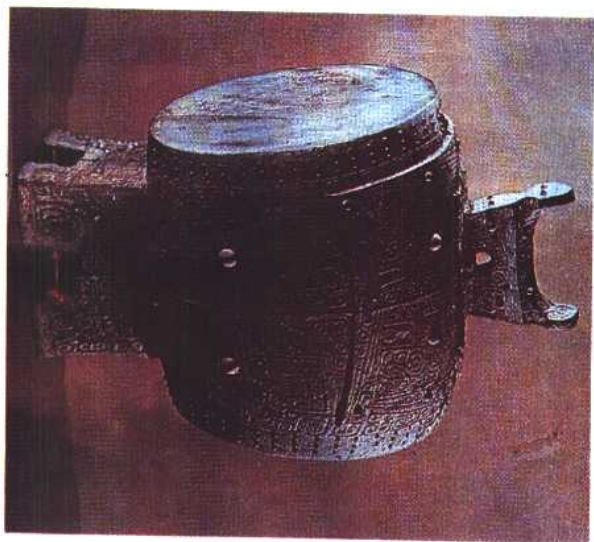


图2 约公元前13世纪的商代铜腔皮革鼓(湖南崇阳出土)



图3 曾侯乙编磬



图 4 曾侯乙编钟



图 5· 河南沁阳市郊朱载堉墓

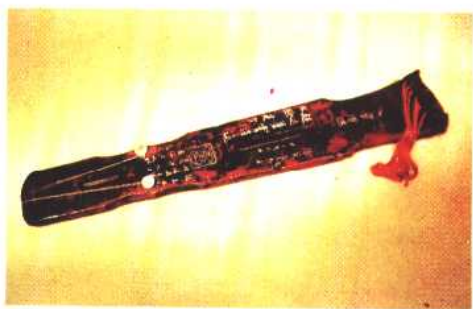
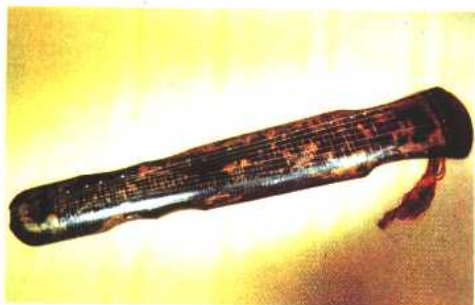


图 6 唐代名琴



图 7 弹琴图(宋代赵佶《听琴图》之局部)



图 8 琴阮合奏(宋人摹南唐周文矩宫中图)



图 9 笙、琵琶与箏合奏(宋人摹唐宫乐图)

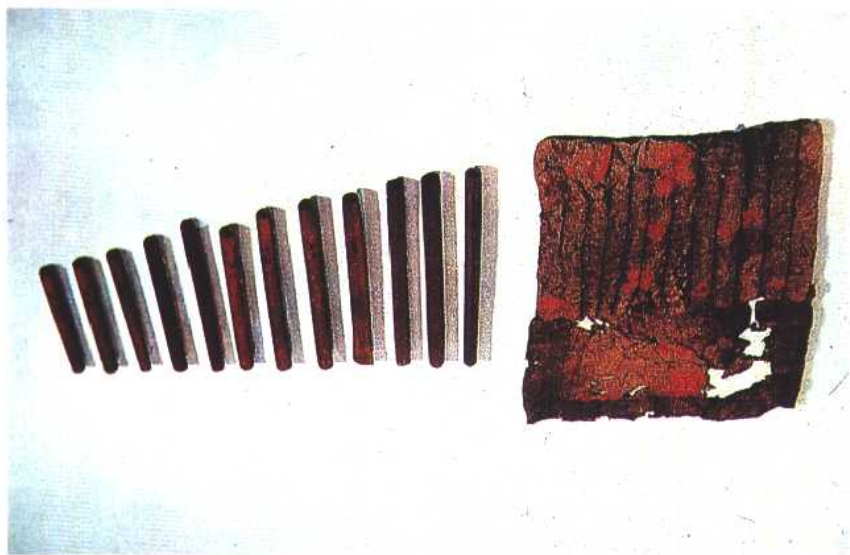


图 10 长沙马王堆汉墓出土律管

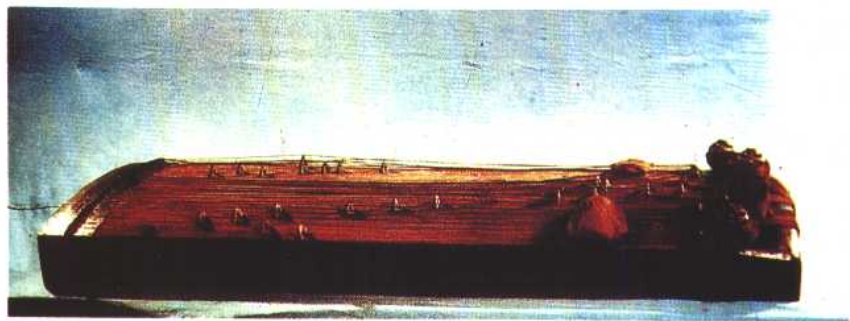


图 11 长沙马王堆一号汉墓出土的瑟



图12 胡筚篥

(敦煌莫高窟北魏壁画)



图13 乐伎弹阮

(敦煌莫高窟北魏壁画)



图 14 榆林十五窟唐代壁画：
飞天乐伎弹凤首箜篌



图 15 弹瑟击鼓(山西新绛县稷益庙壁画)