

中国艺术研究院

博士学位论文

中国民族唱法音色的声学阐释——以女声为例

姓名：吴静

申请学位级别：博士

专业：音乐学

指导教师：韩宝强

20070325

中文摘要

人的嗓音器官和世界上其他乐器一样，具有发音所需要的声学系统，可以视为一件人声乐器，因此我们可以用音乐声学的研究方法和手段对其进行研究。本文以民族唱法的音色问题为研究对象，通过音色→乐器音色→嗓音音色→唱法音色这样一个由一般到特殊的形式逻辑，从音乐声学角度详细论述人声乐器的特殊性。并在此基础上分析人声器发声器官、呼吸、共鸣及语音对歌唱音色的影响。指出民族唱法和美声唱法由于在真假声比例、歌唱共鸣部位、比例和语音上的不同，从音色上表现为民族唱法明亮，美声唱法暗淡的特征。在研究方法上，严格遵守音乐声学测量的各项要求，充分保证声源样本的权威性和可靠性，并通过音乐声学分析软件，遵循可比性原则，将民族唱法（狭义）与民间唱法、京剧青衣和美声唱法女高音进行相同元音、相同音量、相同音高、相同声区的声音频谱分析比较，分别总结出四种声源的频谱特征：民间唱法、民族唱法、京剧青衣和美声唱法在频谱上都不同程度地存在歌手共振峰，而民族唱法与美声唱法女声在歌手共振峰的形态如峰高、峰宽以及频域上都存在许多趋同。

本文从音乐声学角度对民族唱法音色进行了量化研究，做出相应的定性分析，具有极强的现实理论意义。它深入探讨了民族唱法音色的发声特点与规律。不仅可以为民族唱法音色提供实验研究资料，为人们提供直观的区分标准，还可以深入研究民族唱法音色特征，为建立中国民族声乐学派提供基础理论支持。

关键词： 民族唱法； 音色； 歌手共振峰； 音乐声学； 乐器声学

Abstract

Just like the other musical instruments in the world, the human vocal organ has the acoustic system needed for the articulation that could be taken as a piece of human musical instrument. Therefore we can conduct the research of it by the means and methods we use in studying the music acoustics. In this article, we take the timbre of Chinese national traditional as the objective of our research, by way of formal logic—from the general to the particular, that is from the timbre in general to the timbre of musical instruments, to the timbre of human vocal sounds and to the timbre of the national traditional, to expound in details the particularity of human vocal instrument from the angle of musical acoustics, and on such a basis, analyze the timbre of singing influenced by the vocal organ of human acoustic instrument, respirations, resonances and pronunciations. It is to point that due to the differences between the traditional singing and the bel canto in the aspects such as the ratio of true/falsetto vocal sounds, the resonant positions of singing, the proportions and the articulations, therefore, the national timbre appears to be distinct and the bel canto seems gloomy. Various requests in measuring the musical acoustics have been strictly observed in the method of research, fully secured the authoritativeness and the reliability of the samples of the acoustic sources. With the aid of musical acoustics analysis software, following the principle of comparability, conduct the analysis and comparisons to the sound frequency spectrums at the same vowels, the same sound volumes, the same pitches and the same acoustic ranges of different schools of singing such as the traditional singing (in narrow sense), national folk singing, Beijing opera ‘qingyi’ and the soprano of bel canto. The frequency spectrum features of four sound sources have been summed up, pointing out that there exists many an identicalness between the national female voice and the female voice in bel canto in the forms of singers’ singing formats, such as the height, width of the summit and the range of frequencies.

This study belongs to the research of basic theories in the national vocal music art, the digital, figurate and scientific characteristics of the experimental results may provide powerful ground of evidence for further probes into the traditional singing, especially for establishing the school of Chinese national vocal science.

Key words: Chinese national way of singing; timbre; singing formant; Musical acoustics; Acoustics for musical instruments.

表 目 录

章 节	序 号	名 称	页 码
第一章	表 1-1	民族唱法分类表	30
第一章	表 1-2	民族、唱法、民族唱法广义、狭义阐释和本文界定	31
第一章	表 1-3	原生态唱法和民族唱法的比较	32
第一章	表 1-4	乐音四要素与物理量之间的相互关系	34
第一章	表 1-5	美声唱法不同声部所用音区的频率	41
第一章	表 1-6	音乐声学分类表	43
第二章	表 2-1	人声乐器和其他乐器的声学构成比较图	66
第二章	表 2-2	不同声部声带长度, 声道长度和声能集中区域	67
第三章	表 3-1	某歌剧院 95 名歌唱演员声带长度测得值	79
第三章	表 3-2	前苏联歌唱演员声带长度数值表	79
第三章	表 3-3	不同声部声带长度, 声道长度和声能集中区域	80
第三章	表 3-4	男、女声真假(重机理、轻机理比例)参考图表	84
第四章	表 4-1	不同元音的共振峰数据	108
第四章	表 4-2	普通话单元音共鸣频率计算值	109
第四章	表 4-3	汉语(普通话)的单元音	113
第四章	表 4-4	意大利语元音表	113
第四章	表 4-5	汉语辅音表	115
第四章	表 4-6	意大利辅音表	116
第四章	表 4-7	语音与歌唱发声特征相关表	117
第五章	表 5-1	常见音乐声学测量项目表	121
第六章	表 6-1	某民族民间唱法女高音不同声区发声共振峰数据照	162
第六章	表 6-2	某民族唱法女声不同声区发声共振峰数据对照	162
第六章	表 6-3	某京剧青衣不同声区发声共振峰数据对照	163
第六章	表 6-4	某美声唱法女高音不同声区发声共振峰数据对照	168

图 目 录

章节	序号	名称	页码
第一章	图 1-1	钢琴频谱图	36
第一章	图 1-2	单簧管频谱图	36
第一章	图 1-3	语言声和歌唱声在物理上的差异	41
第一章	图 1-4	共振峰频率与声道形状	46
第一章	图 1-5	某男歌剧演员发同样元音说和唱的区别	47
第一章	图 1-6	共振峰图	47
第一章	图 1-7	管弦乐队声、语言声和歌唱声频谱包络比较图	48
第一章	图 1-8	歌唱共鸣与声区的关系	50
第一章	图 1-9	某女高音低声区 a 元音正确发声频谱图	51
第一章	图 1-10	某女高音中声区 a 元音正确发声频谱图	52
第一章	图 1-11	某女高音高声区 a 元音正确发声频谱图	53
第一章	图 1-12	某女高音中声区 a 元音力度 mf 发声频谱图	54
第一章	图 1-13	某女高音中声区 a 元音力度 p 发声频谱图	55
第一章	图 1-14	某男中音中声区 a 元音喉结上提发声频谱图	56
第一章	图 1-15	某男中音中声区 i 元音喉结上提发声频谱图	56
第一章	图 1-16	某男中音中声区 a 元音位置不到位发声频谱图	57
第一章	图 1-17	某男中音中声区 i 元音位置不到位发声频谱图	58
第一章	图 1-18	口形变化调整共振峰位置示意图	59
第二章	图 2-1	噪音乐器发声原理示意图	69
第二章	图 2-2	小提琴声学结构示意图	69
第二章	图 2-3	常用观察声带工作的方法	70
第二章	图 2-4	嗓音共鸣腔体示意图	72
第三章	图 3-1	发声器官和声谱的关系	77
第三章	图 3-2	由上视下喉部各软骨及喉肌的位置	78
第三章	图 3-3	某女高音高声区 a 元音发声频谱图	81
第三章	图 3-4	某男高音高声区 a 元音发声频谱图	81
第三章	图 3-5	声带重机理发声图解	82
第三章	图 3-6	声带轻机理发声图解	83
第三章	图 3-7	呼吸器官生理构造图 1	86
第三章	图 3-8	呼吸器官生理构造图 2	86

章节	序号	名称	页码
第三章	图 3-9	某女高音高声区 a 元音胸式呼吸发声频谱图	87
第三章	图 3-10	某女高音高声区 a 元音胸腹式联合呼吸发声频谱图	88
第三章	图 3-11	某女高音高声区 a 元音力度 mf 发声频谱图	90
第三章	图 3-12	某女高音高声区 a 元音力度 p 发声频谱图	90
第三章	图 3-13	共鸣器官生理结构图	91
第三章	图 3-14	口咽喇叭图	94
第三章	图 3-15	某女高音 a 元音鼻音高声区发声频谱图	95
第三章	图 3-16	某男中音 a 元音口腔共鸣发声频谱图	96
第四章	图 4-1	舌面元音舌位图	103
第四章	图 4-2	声道模式图	106
第四章	图 4-3	a 和 i 元音发音横剖面图	106
第四章	图 4-4	米勒用仪器测量母音 a 泛音成分的结果	107
第四章	图 4-5	某男中音中声区 a 元音正确发声频谱图	110
第四章	图 4-6	某男中音中声区 o 元音正确发声频谱图	110
第四章	图 4-7	某男中音中声区 u 元音正确发声频谱图	111
第四章	图 4-8	某男中音中声区 e 元音正确发声频谱图	111
第四章	图 4-9	某男中音中声区 i 元音正确发声频谱图	112
第四章	图 4-10	汉语与意大利语元音舌位比较图	114
第五章	图 5-1	检测系统测量分析界面示意图	128
第五章	图 5-2	(从右至左) 监测人韩宝强研究员、监听人邹文琴教授和笔者合影	130
第五章	图 5-3	监测人韩宝强研究员在录音室	131
第五章	图 5-4	监听人邹文琴教授工作照	131
第五章	图 5-5	民族唱法声源采集对象、邹文琴教授和笔者合影	131
第六章	图 6-1	某民间唱法女声低声区 a 元音发声频谱图	139
第六章	图 6-2	某民族唱法女声低声区 a 元音发声频谱图	140
第六章	图 6-3	某青衣低声区发花辙发声频谱图	141
第六章	图 6-4	某美声唱法女高音低声区 a 元音发声频谱图	142
第六章	图 6-5	某民族唱法女声低声区 i 元音发声频谱图	143
第六章	图 6-6	某青衣低声区一七辙发声频谱图	144
第六章	图 6-7	某美声唱法女高音低声区 i 元音发声频谱图	145
第六章	图 6-8	某民间唱法女声中声区 a 元音发声频谱图	146
第六章	图 6-9	某民族唱法女声中声区 a 元音发声频谱图	147
第六章	图 6-10	某青衣中声区发花辙发声频谱图	148
第六章	图 6-11	某美声唱法女高音中声区 a 元音发声频谱图	149
第六章	图 6-12	某民间唱法女声中声区 i 元音发声频谱图	150
第六章	图 6-13	某民族唱法女声中声区 i 元音发声频谱图	151
第六章	图 6-14	某青衣中声区一七辙发声频谱图	152
第六章	图 6-15	某美声唱法女高音中声区 i 元音发声频谱图	153

章节	序号	名称	页码
第六章	图 6-16	某民间唱法女声高声区 a 元音发声频谱图	154
第六章	图 6-17	某民族唱法女声高声区 a 元音发声频谱图	155
第六章	图 6-18	某青衣高声区发花辙发声频谱图	156
第六章	图 6-19	某美声唱法女高音高声区 a 元音发声频谱图	157
第六章	图 6-20	某民间唱法女声高声区 i 元音发声频谱图	158
第六章	图 6-21	某民族唱法女声高声区 i 元音发声频谱图	159
第六章	图 6-22	某青衣高声区一七辙发声频谱图	160
第六章	图 6-23	某美声唱法女高音高声区 i 元音发声频谱图	161
第六章	图 6-24	民族唱法、美声唱法女声中声区 a 与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图	166
第六章	图 6-25	民间唱法女声中声区 a、青衣发花辙与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图	167
第六章	图 6-26	民族唱法、美声唱法女声高声区 a 与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图	169
第六章	图 6-27	民间唱法女声高声区 a、青衣发花辙与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图	170
第六章	图 6-28	民族唱法、美声唱法女声高声区 i 与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图	171
第六章	图 6-29	民间唱法女声高声区 i、青衣发花辙与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图	172

中国艺术研究院学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名：吴静

日期：07年3月25日

学位论文使用授权书

本人完全了解中国艺术研究院关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：中国艺术研究院有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权中国艺术研究院可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密论文在解密后遵守此规定。

论文作者签名：吴静

日期：07年3月25日

导师签名：韩宝刚

日期：2007年3月25日

绪论

一、问题的缘起

音色，作为乐音的四要素之一，是一种能将音高、音强和音长都相同的2个音区别开来的声音属性。不同的民族音乐，由于有着不同的文化传统和历史背景，对于声音色彩的追求也各不相同。民族唱法作为民族声乐艺术的一种，其演唱特征主要表现为声音圆润、甜美，吐字清晰，音色明亮成为主观听觉上区别美声唱法的一个重要特征。

以往对民族唱法的研究，多从歌唱发声和艺术表现角度论述。本文拟从音乐声学这个视角来研究民族唱法，将民族唱法音色作为研究对象。因为从音乐声学角度而言，人的嗓音器官有着和其他乐器共同的声学构成，民族唱法作为民族声乐表演艺术的一个门类，最终建立在声音的基础上，可将人的嗓音器官视为一件乐器，用音乐声学的研究方法和手段对其进行研究。本文通过音色→乐器音色→嗓音音色→唱法音色这样一个由一般到特殊的形式逻辑，从音乐声学角度详细论述人声乐器的特殊性，在此基础上分析人声乐器发声器官、呼吸、共鸣及语音对歌唱音色的影响，并运用音乐声学测量方法，对民族唱法和美声唱法的声源进行采集、比较和分析，通过歌手共振峰这个参量，研究不同唱法体系的声音形态，得出不同唱法声音频谱特征。为弘扬和发展我国的民族声乐艺术，创立民族声乐学派做基础性研究工作。

二、研究成果历时性综述

本文从音乐声学的角度研究民族唱法音色，涉及声学、音乐声学、歌唱生理学、嗓音医学、歌唱心理学乃至实验语音学等多学科、多门类，具有很强的交叉性。根据文献资料的收集情况，以从音乐声学角度论述歌唱音色、民族唱法音色、美声唱法音色内容为收集对象，以时间为序，分国外和国内两大方面综述。

（一）国外相关研究

1、20世纪30年代以前的研究

法国数学家傅里叶（Joseph Fourier）在18世纪提出一个非常重要的理论，即：任何一个周期性振动，无论其产生的波形多么复杂，都可以分解为一个包含基音和泛音的分音序列。例如，一个方形波可以视为几个不同振动频率的正弦波叠加。人们称这种理论为“傅里叶变换”，（Fourier transmission）而将采用这一理论分析复杂振动的方法称为“傅里叶分析”（Fourier

Analysis)。这一方法的诞生为后来的音乐分析和乐音合成研究奠定了基础。

德国生理学家兼物理学家亥姆霍兹(H. von Helmholtz)对音乐声学研究工作作出了重要贡献。他的《论乐音的感觉》一书,用实验的方法探讨主观听觉对声音的感觉问题,至今仍被认为音乐声学理论研究的经典文献。就音色而言,当时的亥姆霍兹已敏锐地注意到乐音是由复合音组成,里面包含有基音和泛音。在此基础上,他提出了“谐音列说”,即所有物质在振动时都会有谐音产生,谐音按音高顺序排列而成的序列为谐音列,谐音列的变化对于音色感觉的影响最大。对于人体的发声,亥姆霍兹认为是“声带振动产生了声音,这种声音中含有一系列分音,其中以第一分音即基音为最强,其余第二、第三分音(又称第一、第二……泛音)较弱。当这些分音通过了咽、喉、口等共鸣腔时,腔体对某些分音产生了共鸣,加强了某些频率的音量。训练有素的歌唱家唱出有高泛音的声音,具有穿透性和银铃般的音色。”^①

1914年美籍德国音乐学家萨克斯(C. Sachs)和奥地利霍恩博斯特尔(E. M. Hornbostel)共同创立了一种新的分类法,该方法统一按乐器的发音原理,分为体鸣乐器(idiophones)、膜鸣乐器(membranophones)、弦鸣乐器(chordophones)、气鸣乐器(aerophones)、电鸣乐器(electrophones)等五大类。^②这一分类法体系原理一致,能归纳世界各地的各类乐器,后来人们将这一分类体系称为萨克斯—霍恩博斯特尔音乐分类体系,在这个体系中,“人声乐器被归为气鸣乐器中的自由簧类,声带可看作一对自由式振动的簧片。”^③

进入19世纪末20世纪初,由于科学技术的发展、试验条件的提高,如X光摄影、声音频谱分析、喉动态镜、快速摄影机、机电测验等的相继发明,为人们从生理声学、物理声学方面研究歌唱,提供了更精确、方便的可能。鲁塞尔是最早用X光摄影来研究歌唱母音的形成和人体发声的语音学家。“1933年,他对波利(L. Bori)等著名歌唱家作了X光摄影研究,积累了宝贵的第一手资料。”^④

喉动态镜(Stroboscope)(又称为闪频观测仪)原是工业上用来测量高速运动的仪器。1932年于松(Raoul Husson)^⑤和塔尔男德(Tarneand)首先把它应用来观察声带运动。把高速运动的声带振动“放慢”,从而更明确、更仔细地观察到声带振动过程中的每一个动作。^⑥

从以上可以看出,傅里叶分析、亥姆霍兹的音乐声学理论以及萨克斯—霍恩博斯特尔乐器

^① 转引尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 189.

^② 缪天瑞. 音乐百科全书[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1998: P 752.

^③ 韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 139.

^④ 转尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 263.

^⑤ 于松(Raoul Husson)生于1901年,是一位获得多方面成就的科学家,他不仅是一位杰出的发声生理声学家,还是一位受过专业训练的歌唱家。1924年他在法国高等师范学校毕业时获得数学硕士学位,以后专门从事发声生理学研究,以关于歌唱家嗓音的主要生理现象和声学现象的研究荣获自然科学博士学位;以关于喉头验音器的理论和实验研究及对口腔的理论又荣获物理学博士学位,晚年进一步研究语音的科学。我国的冯葆富等翻译了他的《歌唱发声生理学》一文。参见音乐译丛第2辑[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1979: P 174—202.

^⑥ 尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 265.

分类体系和声音频谱分析实验都为后来从音乐声学角度研究歌唱从理论和实验研究方面打下了坚实的基础，产生了深远的影响。

2、20世纪30—60年代的研究

从音乐声学角度研究歌唱，“歌手共振峰”是一个重要的参量，目前公认歌手共振峰研究的前驱是美国巴尔的摩音乐学院的巴塞洛缪(W. T. Bartholomew)。他于1934年在西洋歌剧唱法发声声谱上发现一个异常突出的共振峰。对于男声来说，它的频率在2800—2900Hz；对于女声来说，频率在3200Hz。这一成果发表于《男声优美歌唱音色的物理定义》中。^①文章通过实验总结出美声良好歌唱的四个物理特征，其中一个特征是：在500Hz或500Hz附近频段存在相当强泛音（低频共振峰），在2800Hz附近（2400Hz至3200Hz频段）存在相当强的泛音。所以他总结出：“歌唱中最好的鸣响（ring）效果，即为男声为2800Hz、女声为3200Hz的共振峰。这也就是美声唱法所追求的“焦点”、“高位置”、“头腔共鸣”等等说法在物理学、声学上的定义。”^②

自19世纪以来，解释人体发声的问题，一直建立在亥姆霍兹的理论基础上：即人的声带是在气息的振动下，以弦的方式振动，并产生一系列的分音，其中以基音为最强，第一泛音次之，然后依次类推，越来越弱。决定人声音色的是泛音的数量和组成方式。当声带振动时产生出微弱的原音，在经过声门以上的共鸣体的过程中，各共鸣腔体对其中的某些泛音加强了共鸣。除此以外，由于可变共鸣腔，如咽、喉的变动引起共鸣腔体的形状和体积的变化，产生了不同的母音和音色。亥姆霍兹的这种解释充分肯定了声带振动发声和共鸣腔的共鸣作用，但是并没有指出咽、喉管中的空气柱振动也能对音高的产生起作用。所以1906年声学及语言学家斯科里普乔在其著作《实验语音学研究》中试图以管乐器的原理来解释人体发声问题。^③斯科里普乔认为当空气通过声带时，只是产生一系列喷气，如吹口哨时唇的作用一样，声带本身并不产生基音和泛音。决定人声音高的并不是声带的张力、闭合以及振动方式，而是取决于共鸣管的长短、粗细，是共鸣管中空气柱的振动产生音高。^④

从这一时期的研究可以看出，歌手共振峰作为歌唱声学的一个重要参量已由巴塞洛缪于1934年正式提出，即男声为2800Hz、女声为3200Hz的共振峰。这一理论的提出，为以后桑伯格等人的进一步深入研究奠定了基础。

3、20世纪70年代的研究

巴塞洛缪之后，许多学者、专家对歌手共振峰产生了浓厚的兴趣，为此进行了广泛而深入

^①W. T. Bartholomew. A physical definition of “good voice quality” in the male voice [J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 1934(6): P 25—33.

^②尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 266.

^③尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 262.

^④尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 263.

的研究。^①如埃帕尔曼《声乐教育的科学》一书，专门研究了噪音共振峰和人体共鸣系统。认为“人的声道中包含了大小不同、软硬不同、形状不同的共鸣腔（如喉、咽、口等），当声音通过声道时，每个共鸣腔为声音加上一些特征，每个共鸣腔对某些泛音反应强，对另外的一些反应则不强。声道形状的每一种变化都有其特殊的共振峰。所以，共振峰是由声道的形状所决定的，而分音（即基音和泛音）则是由声道振动所决定的。”^②但对于“歌手共振峰”研究成绩最突出、最富代表性的当属瑞典声学专家约翰·桑伯格（J. Sundberg）。^③

约翰·桑伯格对歌唱声学的研究贡献主要体现在“歌手共振峰”的研究上，其代表作有《The Acoustics of the singing Voice》、《The Science of the Sing Voice》。其中《The Acoustics of the singing Voice》^④一文由我国的蒋英、翁若梅分别翻译，其重要性由此可见。^⑤

桑伯格的研究价值主要体现在歌手共振峰的定义和形成上。定义方面，桑伯格对巴塞洛缪提出的定义提出了新的见解，认为歌手共振峰指的是在西洋歌剧音乐会专业歌唱技术的男声歌唱元音声谱中，频率约为2800Hz的一个额外高能峰。对于歌唱共振峰的形成，桑伯格的解释是通过歌唱家降低喉头形成：在歌唱中，歌唱者降低喉位，导致咽喉扩张，当咽喉被扩大到使咽、喉二腔接口处两腔截面积之比大于六分之一而不匹配时，喉室（Laryngeal Ventricle）变成一个与声道其余部分相独立的共鸣腔，其共振频率为声道传递增加一个额外的共振峰。

桑伯格对巴塞洛缪的研究进行积极的补充，将歌手共振峰研究进一步向纵深发展，对于声乐界、噪音医学界产生了深远的影响，他的研究具有权威和代表性意义。后来西方和我国关于“歌手共振峰”的研究，基本上是在他的研究成果基础之上。在本文对于民族唱法女高音音色的声学阐释中，主要是利用歌手共振峰对民族唱法女声的声音形态进行频谱分析，以此来说明民族唱法女声音色的声音频谱特征。

美国国家声乐教师协会前主席威廉·文纳的（W. Vennard）《歌唱—机理与技巧》是一部集

^①歌手共振峰和共振峰是两个不同的概念：

共振峰(formant)：因共鸣作用而能量变强的频率成分叫共振峰。

歌手共振峰(Singer's formant)：根据巴塞洛缪和桑伯格的论述，歌手共振峰指的是西洋歌剧音乐会专业歌唱技术的男声歌唱频率约为2800Hz——2900 Hz，女声频率为3200 Hz——3500 Hz的一个额外高能峰。由于翻译和作者的不同，对于歌手共振峰有着不同的称谓，有的称歌手共振峰，也有的称歌唱共振峰，还有的用英文缩写FS来表示。在本文的行文中，统一用歌手共振峰。但在引用他人论述时，为忠实于原文，将保留原文的称谓，但所指含义均相同。

^②尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京：华乐出版社，2003：P 266.

^③约翰·桑伯格. (Sundberg, John Emil Fredrik) (1936—)瑞典皇家理工学院语言系研究员，著名音乐学家，声学家，曾在乌普萨拉大学攻读音乐学、美学、哲学及数学，1960年在该校获得理论和音响学的博士学位。1976年任瑞典声学协会主席，1965—1975年他曾在斯多克候姆教管风琴，1966年后开始学习歌唱。由于翻译者的不同，我国学者对于“Sundberg”的翻译各有不同，如尚家骥翻译为“约翰·桑伯格”；蒋英翻译为“约翰·松特伯格”；韩燕平翻译为“约·桑伯格”；翁若梅翻译为“约翰·桑德伯格”。在本文的行文中，为避免产生歧义，采用“约翰·桑伯格”，在引用相关人员的论述时，为忠实于原文，保留原有名称，但所指均为同一人。

^④Sundberg. The Acoustics of the singing Voice[J]. Scientific American, 1977(3)：P 82—91.

^⑤约翰·松特伯格著，蒋英译. 歌唱的音响学[J]. 外国音乐参考资料，（内部刊物）1979（1）：P 39—48.

约翰·桑德伯格著，翁若梅译. 歌唱的音响学[M]//音乐译丛(2). 北京：人民音乐出版社，1979：P 152—173.

当代声乐科研与个人歌唱与声乐教学心得于一体的悉心之作，在国际声乐界具有广泛影响。在该书中，威廉·文纳博士详尽地剖析了发声器官的生理与机理，客观论述了歌唱的技巧与手段。这种理论与实践相结合的方法，体现了该书极高的参考价值。该书将“声学”列为全书的第一章，其重要性不言而喻。文纳认为：“不论教师认为应该告诉学生多少东西才算恰当，我却认为，作为教师，知道的越多越好，他应该阅读一些优秀的、有实用价值的、有关声学的书籍。”^①

文中作者还特别指出：“十九世纪后期，随着伟大物理学家亥姆霍兹的声学知识，改变了发声的理论门径。加尔西亚（Carcia）是第一个伟大的、科学的教师。但也教授了古怪和奇异的概念。在阅读声乐老师的著作时，必须把他们作为伟大的歌手和教师所了解的东西，和他们自认为对科学所了解的东西，不断加以区分。”^②

所以翻译者李维勃在书的《后记》中写道：“本书不同于一般声乐书籍，它包含了当代很多知名声乐研究者的精辟观点与成就，科学的解释了一些噪音现象，对我们声乐工作者来说是一本极有价值的声乐文献。”^③并引用康拉德·L·奥斯本（Conrad L. Osborne）在1977年冬的《音乐通讯》中的一段话“我认为，说这本书是迄今出版的英语声乐书中最有价值的一本，绝非言过其实。”^④

4、20世纪80年代的研究

这一时期美国音乐声学家罗兴在其著作《The science of sound》第十七章“singing”中，论述了歌手共振峰的定义和形成，其内容基本上沿袭了桑伯格的观点。认为：“受过训练的歌手，尤其是男性歌剧演员，在2500—3000Hz频率范围左右会出现一个突出的共振峰，这就是“歌手共振峰”，它常出现在第3和第4共振峰之间，给男性歌唱者带来出色的能量。”对于共振峰的形成，指出：“低喉是歌手共振峰形成的原因，放低喉头，咽喉随之下降”。^⑤

（二）国内相关研究

1、20世纪50年代的研究

在20世纪60年代的国内声乐界，人们对林俊卿的了解更多体现在其对“咽音”的研究上，其实他也从音乐声学角度对歌唱进行了相关研究。^⑥20世纪50—60年代，林俊卿先后出版了

^①威廉·文纳著，李维勃译。歌唱——机理与技巧[M]。西安：世界图书出版社，2000：P 1。

^②威廉·文纳著，李维勃译。歌唱——机理与技巧[M]。西安：世界图书出版社，2000：P 23。

^③威廉·文纳著，李维勃译。歌唱——机理与技巧[M]。西安：世界图书出版社，2000：P 446。

^④威廉·文纳著，李维勃译。歌唱——机理与技巧[M]。西安：世界图书出版社，2000：P 446。

^⑤T. D. Rossing. singing [M]//The science of sound. Addison—Wesley Publishing Company, 1982: P 318.

^⑥林俊卿：歌唱家、医学家。从1948年起，林俊卿开始对“咽音”练声法做系统、科学的研究，逐渐摸索出一套以“咽音”为基础的练声体系。1957—1958在上海成立了民办公助的声乐研究所，一些以中国民间唱法为主要演唱基础的歌唱家在声乐研究所得林俊卿的指导、训练以后，发声能力大为提高。林俊卿的“咽音”研究

多部歌唱著作，其中颇具代表意义的为《歌唱发音的科学基础》、《歌唱发音的机能状态》、《歌唱发音不正确的原因及纠正方法》。由于林俊卿拥有医学博士背景，所以在他的著作里，大量的运用了医学、解剖学和歌唱声学的原理，从生理学、解剖学、物理学、音响学等方面系统地阐述了歌唱的发音原理，特别是对歌唱呼吸的控制及“发音管”的造就较早作了详细的说明。这里所说的“发音管”的造就可理解为用歌唱声学的原理建构人的嗓音乐器。尤其值得一提的是在林俊卿教授的著作里，已从声学的角度对民族唱法进行了详细的阐释，如在《歌唱发音的科学基础》一书第四章第三节中对中国民族传统唱法发音共同特点的归纳总结：“西洋古典唱法不论什么声部不论唱得音高低轻响如何，音色一般比其他流派（比方民族唱法）‘暗’许多。”^①“中国民族传统唱法发音，由于歌唱时始终把共鸣腔调节比较短小的原故，声音一般比较“亮”而“开朗”。^②

2、20世纪80年代的研究

这一时期国内歌唱声学的研究多在声学界、嗓音医学界的一些有识之士中展开。如声学界的王士谦、吴卫彬、包紫薇等，声乐界的研究并不多。

王士谦教授的研究文章根据笔者收集的情况，可以分为两类：一类是1988年初为北京噪声界举办系列讲座而写的文章，一类是与瑞典声学专家桑伯格关于“歌手共振峰”问题的讨论。^③

1988年初王教授为北京噪声学界举办了“现代噪声科学系列讲座”系列讲座。该讲座主要包括：现代噪声研究的范围、意义、方法、特点和分类；声乐和言语的声学关系；歌手共振峰概念的发展及其与声源机制的关系；国际上对噪声源及其与声门上、下系统交互作用的研究等专题，系列讲座的内容在《应用声学》杂志上陆续刊登。^④在《现代噪声研究的范围、意义、方法、特点和分类》一文中，王士谦指出：“噪声（音）学（Voice Science）的研究对象是人的发声生理器官系统和它所发出的声音（即噪声），这主要指的是言语和声乐（歌唱）声。”^⑤现代噪声研究与传统语音学、声乐学不同的特点在于：其一是现代噪声研究以科学实验定量分析

和训练在中国民间唱法和欧洲传统的意大利美声唱法两种唱法之间搭起了一座桥梁，促进了这两种唱法的进一步结合。

^①林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1962: P 201.

^②林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1962: P 205.

^③王士谦这一类的文章发表于20世纪90年代, 将在绪论90年代的文章综述中进一步论述。

^④王士谦. 现代噪声科学系列讲座之一——现代噪声研究的范围、意义、方法特点和分类[J]. 应用声学, 1989, (2): P 42—45.

王士谦. 现代噪声科学系列讲座选讲之二——噪声的产生[J]. 应用声学, 1989(3): P 43—47 后转 42.

王士谦. 现代噪声科学系列讲座之三(上)——有关的心理声学[J]. 应用声学, 1989(5): P 39—44.

王士谦. 现代噪声科学系列讲座之三(下)——声乐声感知的研究进展[J]. 应用声学, 1990(2): P 41—43 转 46.

王士谦. 几个与噪音有关的概念探讨[J]. 应用声学, 1988(3): P 39—42.

^⑤王士谦. 现代噪声科学系列讲座之一——现代噪声研究的范围、意义、方法特点和分类[J]. 应用声学, 1989(2): P 42.

为依据,代替(或结合)传统口耳经验之学;其二是以现代噪声理论指导而进行研究,所以20世纪60年代以来的噪声研究又带有声学、生理、心理、计算技术等多学科结合交叉的特点;其三是按现代噪声产生模型而进行的声学分析结果,许多都是可以通过合成的技术来进行逆向验证;其四是现代噪声学为交叉科学研究。它和言语声学、音乐声学、生理声学、心理声学、语音学、声乐学、耳鼻喉科学神经学等都有交叉,同时还与通信技术,计算机技术等密切相连,因而成为边缘极宽的一门交叉科学。单科独干来研究这门边缘性极强的噪声学有很大局限性。

这一时期值得引起注意的还有吴卫彬等的文章《艺术噪音的声学特征研究》(内部资料)。^②该文研究的一个显著特点体现在其研究方法上,采用了综合声学分析方法,(即长时间平均谱LTAS)。^③通过对100余名歌唱演员及戏曲演员的录音,得出艺术噪音(歌声)具有以下6个基本声学特征:

- (1) 歌声纯净协和。在歌唱元音的频谱图上,谐音是基音的整数倍,线条清晰,无噪声成分。
- (2) 歌唱的音域范围一般可达两个八度,甚至更宽,在此音域范围内,音色能保持一致。
- (3) 歌声的声级一般起伏较大,动态范围可达40dB以上。
- (4) 假声一般表现为基频能量较为集中,高次谐音能量较少,因而听感较为单薄,但训练有素的演员,如京剧中男演员扮演旦角,以假声演唱,谐音仍可很丰富。
- (5) 颤动特性对音色也有明显的影响。颤动适度的歌声,听起来更为悦耳。
- (6) 歌唱各元音时,各元音都有自己的频谱特征,歌手共振峰均较突出。女声的歌手共振峰较男声的高。一般男声的歌唱共振峰频率在2500~3000Hz之间,而女声的歌唱共振峰频率在3000~3500Hz之间。同一男声或同一女声,不管发什么元音(以歌唱方式发出),共振峰频率的位置几乎保持不变。

除此以外,南京大学声学研究所包紫薇的《歌唱和音乐的声学问题——为全国高等音乐院校学生声乐比赛大会而作》是一篇较全面介绍歌唱和音乐声学的文章。^④全文分为前言、基础知识、语言的发音原理、歌声的特色、传输和听音的声学五个部分。在前言中,包紫薇教授明确指出艺术和科学的关系:“科学是艺术的根本。几十年来声乐唱法的进步,充分说明了科学方法对声乐的重要性。以科学的方法进行声乐教学,师生双方都可以避免机械的传授和模仿;抓住了发音技巧的科学内核,有利于每个人针对自己的生理特点进行再创造。”^⑤文章通过对声源、频率

^②这是一本未公开发行的参考资料,作者为中华人民共和国劳动人事部劳动保护科学研究所吴卫彬,中国歌剧舞剧院刘运焯,中央音乐学院冯葆富,北京市劳动保护科学研究所高玉英,北京友谊医院刘永祥;医学顾问杨和钧,艺术顾问张权、李波。后该文主要作者吴卫彬将内容简缩后提交1987年在北京召开的二届全国艺术噪音交流会。

^③该文采用的综合分析方法主要为(LTAS),英文Long-term Average Spectrum的缩写,意为:长时间平均谱。其原理为声音的声压经快速傅立叶转换(FFT)处理,取线形平均,即可得到声音的长时间平均谱,其精度、实时性和分辨率均能满足歌声的音色分析要求。

^④包紫薇.歌唱和音乐的声学问题——为全国高等音乐院校学生声乐比赛大会而作[J].音乐艺术,1981(1):P 52—59 转63.

^⑤包紫薇.歌唱和音乐的声学问题——为全国高等音乐院校学生声乐比赛大会而作[J].音乐艺术,1981(1):P 52.

和频谱、纯音和复音、乐音和噪音、谐波和泛音、频谱和音色等嗓音声学基础知识的详细介绍，认为元音和音色决定于喉源、声道和辐射的谱包络，喉源波的基音频率决定该音的音高。“唱歌时，调节声道的关键是放低喉腔（喉头）。”^①这篇文章是包紫薇教授作为声学研究方面的资深专家，从音乐声学的角度对歌唱发声原理进行的论述。

嗓音医学界以中央音乐学院嗓音大夫冯葆富的研究为代表。他在《歌唱医学基础》一书第九章中对歌唱声学基本问题进行了详细的介绍，指出“歌唱声不同于说话声，它除了同样要求咬字和吐字清楚之外，更重要的还要求声音美好，要求发声系统运用高度的技巧和艺术发出声音，要求歌声嘹亮致远，能高能低，可强可弱并具有耐力，因此，歌声在声学上就表现出许多基本特征。”^②书中就呼吸支持、起声、音域、声区、“开放”与“关闭”唱法以及歌声的颤动等六个方面的声学特征进行了深入细致地研究。如在唱法上的“开放”（open）与“关闭”（close）一节中，认为：“在主观和客观感觉上，……西洋古典意大利学派主张“关闭”唱法，而我民族传统唱法，则类似所谓开放唱法。这两种唱法主要是发声时应用不同的集中声音的方法造成的。”^③

在声乐界，大家都熟知著名歌唱家、声乐教育家沈湘先生对于声乐教学的突出贡献。^④他门下的弟子如迪里拜尔、梁宁、范竞马、黑海涛等都驰骋于世界声乐舞台，获得了许多国际、国内重要的声乐奖项。沈湘之所以能在声乐教学中获得如此大的成绩是因为在其教学中始终贯穿着一种教学理念：即歌唱的过程，是乐器制造的过程，歌唱训练的内容，很大部分是对歌唱乐器的制作、调理和再整顿的过程。“只有经过正确和良好的歌唱训练，才能灵活自如地运用歌唱乐器，使之更适合歌唱艺术表现的需要，发挥歌唱的艺术表现力。”^⑤正因为沈湘对于歌唱者的训练是建立在此正确思想上，才使得他的声乐教学成绩斐然，学生的演唱在国际、国内得到众多声乐教育家的充分承认和肯定。

王宝璋在《咽音技法与艺术歌唱》第十三章“高泛音声波共振声道的获得”中，指出：“由于咽音基本功的练习，使歌唱机能进入了自然正确状态，形成了咽音基音管，扩大了歌唱基音发声的能量，开辟了通向高泛音声波共振声道的通道，锻炼了声带拉长、缩短、变薄的运用能力，从而比较容易构成与真声、假声混合为一的发音方法，并较快地获得高泛音共振的歌唱能力。”^⑥

^①包紫薇. 歌唱和音乐的声学问题——为全国高等音乐学院学生声乐比赛大会而作[J]. 音乐艺术, 1981(1): P 57.

^②冯葆富, 齐忠政, 刘运擢. 歌唱医学基础[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: P 109.

^③冯葆富, 齐忠政, 刘运擢. 歌唱医学基础[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: P 123.

^④沈湘(1921—1993)本文将沈湘的教学研究置于20世纪80年代进行综述, 是因为他的教学、学术活动高峰期在80年代, 如1987、1989、1991连续三年应英国卡地夫世界歌手歌唱比赛组织委员会邀请, 担任比赛评委. 大部分学生获得国际声誉也是处于80年代.

^⑤沈湘, 李晋玮, 李晋媛整理. 沈湘声乐教学艺术[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1998: P 68—69.

^⑥王宝璋. 咽音技法与艺术歌唱[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1988: P 115.

这一时期还召开了两次艺术嗓音医学会议。首届全国艺术嗓音医学学术交流会于1984年在北京召开。会议从艺术嗓音疾病的调查、诊断、保健、治疗，基础学科研究，艺术嗓音的声学分析，艺术院校、剧团招生选材和国外嗓音医学进展等五个方面进行了研讨。在艺术嗓音的声学分析中，金天寿、商泽民、黄平、包紫薇、吴卫彬等的文章有较高参考价值。

金天寿等在《在声乐教学中应用声波图的探讨》指出：“在声乐教学实践中，采用声波测试的手段，对声乐学生的嗓音进行分析，使得声乐教师对学生的嗓音在听觉判断的基础上，增加了视觉观察的手段。”^①

沈阳音乐学院嗓音研究室的商泽民等《声图测试对艺术嗓音分析的使用价值》，两次运用国产声图仪对艺术嗓音进行测试，试图找出音色、共鸣、声部鉴别、民族唱法和西洋唱法在频谱和声学上的对应关系，为嗓音生理研究提供客观纪录和依据。测试结果表明：“在民族唱法和西洋唱法的比较中，二者由于演唱风格、艺术处理和语言基础的不同，在声音色彩上有明显的差别。声乐女高音的“S.F”一般出现在3000—3500Hz间，而“民噪”女声多在3500Hz左右，其中多数民族唱法女声在5500Hz—6000Hz之间常出现声能集中的高频谐波带，这在‘洋噪’声图中是极少见到的。”商文将此称为“民噪高频谐波带。”^②

中国音乐学院嗓音研究室黄平的《应用国产BP6型声频频谱记录仪分析艺术嗓音的体会》指出：“声乐、戏曲等演唱是非常复杂的生理声学现象，它的瞬间变化，包含着许多参量，然而每个人在发声方法、发声的实时控制、演唱风格的掌握、音色的修饰和艺术处理的手法等，又有很大的差别，客观的对这些声音进行定性定量分析、科学地做出判断、并从中得出规律性的认识，是嗓音研究的任务之一。”^③黄文通过对中国音乐学院及在京的声乐、戏曲、歌剧、民歌演员的声音采样分析，比较出民族唱法、美声唱法以及京剧青衣在频谱上的区别：“‘民噪’的元音共振峰各次谐波带较窄，谐波间有清晰的间距。‘洋噪’的元音共振峰的各次谐波带较宽，有相互融合的趋势；‘民噪’的歌唱共振峰是由2—3个谐波组成，谐波间距清晰，‘洋噪’的歌唱共振峰是由各次谐波集聚组成，形成融合在一起的包络；青衣发声的频谱特点为各次谐波组成的带宽较窄，频谱近似‘假声’的谱形。”^④

南京大学包紫薇等的《歌唱嗓音的生理、物理、主观评价初探》以频谱为主要参量研究各种歌唱嗓音的特征。文章选用的声源样本为三大类型：

1、美声唱法

^① 金天寿，尚振源，代余雄。在声乐教学中应用声波图的探讨[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文集汇编。北京：1984：P 33。

^② 商泽民，朱德茂，郭志祥等。声图测试对艺术嗓音分析的使用价值[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文集汇编。北京：1984：P 36。

^③ 黄平。应用国产BP6型声频频谱分析记录仪分析艺术嗓音的体会[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文集汇编。北京：1984：P 37。

^④ 黄平。应用国产BP6型声频频谱分析记录仪分析艺术嗓音的体会[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文集汇编。北京：1984：P 37。

2、我国独有的唱法（民族噪、流行噪、京戏噪）

3、非正常（包括轻度生病）噪音

包文认为通过上述三种类型声源样本的频谱分析，可以在音色听感和声学参量之间找到一定的对应关系。如美声唱法和我国几种唱法歌手共振峰分布的差别很典型。其中女高音多数在3000Hz以上，男高音多数在2500—3500Hz范围内，女中音在2100—2400Hz，男中音在3050—3600Hz；民族噪女声在3000—4000Hz频段内也有一个共振峰，但强度较低；在京戏噪中，梅兰芳、尚小云的样本中亦存在民族女高音一类的歌手共振峰；略带病态或训练不够的噪音，与受过训练的正常噪音相比较，在频谱上有较大的差别。^①

北京市劳动保护科学研究所吴卫彬等的《艺术噪音声学特征的研究》，^②主要通过艺术噪音^③与日常语言声对比，指出明亮圆润的歌声，具有明显突出的高频歌手共振峰，其频带、音域范围较宽，声级一般有较强的起伏，动态范围可达50—60分贝；而一般语言声的高频共振峰不明显，频带、音域范围较窄，声级起伏不大，动态范围为20—30分贝。

第二届全国艺术噪音医学学术交流会于1987年在北京召开。会议将提交的论文集结为《第二届全国艺术噪音医学学术交流会议论文集汇编》。在汇编中，将收集到的论文分为调查报告，基础研究与特殊检查，艺术噪音疾病的诊断治疗，艺术噪音的保健与预防，声乐教学噪音训练，国际研究动态等6个方面。在这些论文中，从音乐声学角度论述歌唱的有商泽民等的《对松特伯格学说的几点异议》、吴卫彬的《噪音音质的客观评价与Q值》、刘运焯大夫的《艺术噪音保健与声学》，等等。

商泽民的《对松特伯格学说的几点异议》指出松特伯格对歌唱噪音声学进行了系统论述，他的《歌唱音响学》是现代这一领域的权威论著，然而我们近年在声学测试中发现了几点与松氏学说不同的结果。其不同主要体现在鼻腔共鸣作用、歌唱共振峰产生的机理等问题上。

在鼻腔共鸣的作用方面，松特伯格认为鼻腔、头腔和胸腔共鸣……对于歌剧演员的主要共鸣腔没有多大关系，声道之外的共鸣……不可能为歌唱家提供很大的帮助。但在商泽民等人的实验中证明：“鼻腔共鸣的作用是存在的，是构成FS的因素之一，是高频谐波的生理基础。”^④声乐界所谓“头腔”（实际是指鼻咽、鼻腔、副鼻窦）是高音主要共鸣腔的经验是正确的。^⑤

在歌唱共振峰产生的机理上，松特伯格认为是在喉头降低、咽腔扩大，喉和咽横断面积为1:6的条件下产生的。但是商文通过实验发现：“民族唱法的歌手和演员在演唱发声时，一般

^① 包紫薇. 歌唱噪音的生理、物理、主观评价初探[C]//第一届全国艺术噪音医学学术研讨会论文集汇编. 北京: 1984; P 39—42.

^② 该文在80年代的综述中已有详细论述，在本次会议上提交的是简缩后的内容，故此处介绍从略。

^③ 吴卫彬的这篇文章主要是通过艺术噪音与平时说话的言语声对比得出艺术噪音的声学特征，文中的艺术噪音指的是歌唱发声，而不是语言发声。

^④ FS是“Singer's formant”，“歌手共振峰”的缩写。

^⑤ 商泽民，甘小凡. 对松特伯格学说的几点异议[C]//第二届全国艺术噪音医学学术交流会议论文集汇编. 北京: 特刊号, 1987; P 42.

喉头不降低、咽腔不过分扩大，但在民族声乐歌手和戏曲演员的声图中同样存在 FS，这说明 FS 并非产生在喉头下降、咽腔扩大的情况下。”^①

吴卫彬的《噪音音质的客观评价与 Q 值》认为“噪音的音质固然同许多因素有关，但实验证明高频谐波的丰富程度以及歌唱共振峰的突出程度，对歌唱音质有着重要的影响，因而提出 Q 值评价量。其公式为：设 $Q=L_{2500} - L_{总}$ 。设定 Q 为噪音评价的评价因子，公式中的 $L_{总}$ 为噪音的总声级， L_{2500} 为频谱中的 2500 赫以上的声级。通过实验证明：悦耳的歌声，其 Q 值一般在 -15dB 到 -5dB 之间，如果 $Q < -15dB$ ，此歌声缺乏色彩，听起来声音发闷，缺乏圆润感。”^②

刘运墀等的《艺术噪音保健与声学》在声学分析对艺术噪音上的应用方面，通过对戏曲演员声学特征研究，证明声学分析有四个方面的应用价值：

“其一可以鉴定歌声的音质、声部，并提供各种声音的声学特征信息，有助于艺术院校和文艺团体的选材；

其二对歌声特征和改变情况可随时记录存贮，供随时分析，有助于教学工作的改善；

其三可以帮助检验练声效果，达到指导练声和噪音保护的目的；

其四可以配合艺术噪音疾病的检查、诊断，尤其对早期诊断和预防有积极意义。”^③

从以上的论述可以看出，这一时期歌唱声学的研究进入一个相对活跃时期，如参与研究人员数量增多和参与面扩大，相关会议的召开等。国内相关研究人员开始系统介绍歌手共振峰，如王士谦在 80 年代后期举办的“现代噪声科学系列讲座”里，向人们详细地介绍了现代噪声研究的范围、意义、方法、特点及其分类；歌手共振峰概念的由来及相关讨论等。

这一时期研究的另一特征是声学界和噪音医学界的相关人员运用歌手共振峰理论对我国民族唱法、戏曲唱法和美声唱法进行定量定性的比较分析与研究，如包紫薇《歌唱噪音的生理、物理、主观评价初探》、吴卫彬等《艺术噪音声学特征的研究》、黄平《应用国产 BP6 型声频谱谱记录仪分析艺术噪音的体会》、商泽民等《声图测试对艺术噪音分析的使用价值》，发现上述三种唱法由于在演唱风格、艺术处理和语言基础的不同，声音色彩有着明显的不同，体现在声音频谱上也有明显不同。

对于桑伯格坚持“降低喉头、扩大咽腔”形成歌手共振峰的理论，我国研究人员发现“民族唱法的歌手和演员在演唱发声时，一般喉头不降低、咽腔不过分扩大，但在民族唱法歌手的声音频谱图中同样存在 FS，这说明 FS 并非产生在喉头下降、咽腔扩大的情况下。研究表明将歌手共振峰理论用于我国民族唱法、戏曲唱法研究，以科学实验定量定性分析为依据，对民族

^① 商泽民，甘小凡。对松特伯格学说的几点异议[C]//第二届全国艺术噪音医学学术交流会议论文集。北京特刊号，1987：P 42。

^② 吴卫彬。噪音音质的客观评价与 Q 值[C]//第二届全国艺术噪音医学学术交流会议论文集。北京特刊号 1987：P 38。

^③ 刘运墀。艺术噪音保健与声学[C]//第二届全国艺术噪音医学学术交流会议论文集。北京特刊号，1987：P 101。

唱法理论和教学有着积极的作用。

3、20世纪90年代的研究

这一时期关于歌唱声学研究的亮点是王士谦与桑伯格关于民族唱法中存不存在“歌手共振峰”而展开的讨论。事情缘起于桑伯格根据一位京剧演员和一位西方男中音演唱的声音频谱分析，认为京剧演唱中缺乏歌手共振峰，由此对王士谦以前做过的一个关于中、西唱声研究的声学分析和发声喉位测量结果提出疑问。^①作为回应，王士谦专门撰文《噪音机制和歌手的共振峰——兼答 Sundberg》。就京剧唱声中存不存在“歌手共振峰”和唱声的喉头位置问题回答了桑伯格。^②

王士谦认为“歌手共振峰从来都是由专业歌唱噪声与其对应的言语声或未经训练的歌唱噪声相比较出来的相对应声学特征，这里所说的对应，应包括同元音、同音高、同音量相比，除此之外这个比较还应在相同机制发声，相同言语（剧种），且在归一化的条件下，用高频能量与低频能量之比作参数，才可能在声谱上，得到歌手共振峰稳定的相对声学特征。否则，在共振峰的认识上就会不断出现混乱，甚至自相矛盾的情况。”^③以京剧为例，小生行当，在高声区使用假声发声。（属于轻机制）^④（Light mechanism）。如果把京剧中小生发声（轻机制）和西方歌剧男中音（重机制）^⑤（Heavy mechanism）放在一起比较，那是一定要出问题的。因此，歌手共振峰只有在相同的剧种、机制、元音、甚至还要尽量在相同音高和音量的条件下和其对应的未经训练的唱声或一般说话声相比较，才可能得到具有稳定的和具有区别意义的结果。如果把不同的剧种发声法不分机制、声部、和声区在声谱上比较高共振峰^⑥的强弱。“就好象把中国民间石担举重运动员和西式杠铃举重运动员放在一起，不分他们的体重或举重法则，而单以他

^① 笔者有幸于2006年9月27日在中央音乐学院举办的“冯葆富与中国艺术嗓音医学建设”学术研讨会上见到了当年为瑞典声学专家桑伯格先生提供音响资料（京剧磁带）的吴卫彬研究员。吴卫彬先生为劳动人事部劳动保护科学研究所研究员。为进一步了解当时的详细情况，时隔数日，笔者于2006年10月9日再次拜访了吴先生，得知了当时的详细情况。吴先生告诉笔者，他当时给桑伯格共寄了2盒录音磁带，一盒是没有伴奏的，一盒是有伴奏的。在没有伴奏的磁带里，选用了一男高音清唱的牧歌、一中国京剧老生演唱的洪洋洞选段、昆曲琴挑选段。在有伴奏的磁带里，选用了一昆曲旦角演唱的千里送京娘、游园惊梦、苏三起解选段和当时播放的电视连续剧红楼梦主题曲。桑伯格就是根据吴卫彬先生的这两盘磁带作出分析的。

^② 王士谦. 噪音机制和歌手的共振峰——兼答 Sundberg[J]. 音乐艺术, 1993(1): P 66—73.

^③ 王士谦. 噪音机制和歌手的共振峰——兼答 Sundberg[J]. 音乐艺术, 1993(1): P 67.

^④ 轻机制：有的词典的名称为“轻机理”。因为对于噪音声区的解释在不同时代，就不同的权威来说，具有不同的含义，对这些术语如头声、胸声、假声、真声的理解和使用处于一片混乱之中，因此，由美国声乐教育家威尔科克斯(John C. Wilcox)提出的重机理(Heavy mechanism)和轻机理(Light mechanism)理论可能是一条合理的出路，因为这种理论无误的表明了声区的形成是由于喉内肌的机理。（参见缪天瑞主编音乐百科词典“噪音的声区”词条P 523.）

^⑤ 重机制：相关解释参见轻机制。

^⑥ 高共振峰：巴塞洛缪的试验表明，以欧洲传统唱法发出的良好噪音须是同时突出高泛音或高共振峰（男声2800Hz—2900 Hz，女声约3200 Hz）和低泛音或低共振峰（400 Hz—600 Hz）。不同研究者的研究数据略有出入。（参见缪天瑞主编音乐百科词典“噪音的共鸣”词条P521）。

们的各自绝对举重量作为判定各项高低的标准是一样的不公平”。^①

这一时期歌唱声学颇具代表意义的研究是由韩宝强和项阳、林秀娣三人在1993-1995年完成的课题《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》。主要利用频谱分析手段对两种唱法的声音特点进行比较研究，研究的基本内容包括：一、京剧声音形态研究；二、美声唱法的声音形态研究；三、美声与京剧声音形态的比较研究。^②

通过分析京剧男声三个行当“老生”、“小生”、“净”（花脸）以及美声“男高”、“男中”、“男低”、“女高”、“女中”五个声部的声音形态之后，得出的结论为：

- (1) 京剧男声演员的噪音中存在“歌手共振峰”，这一点与美声有共同之处。
- (2) 京剧发声的共振峰随唱词辙韵的改变而变，美声亦随元音变化而变，二者具有共同点。
- (3) 京剧三个男声行当中，净和老生的噪音中具有较突出的歌手共振峰，小生噪音中的歌手共振峰较弱。美声不同声部之间共振峰的强度变化不大。
- (4) 净的共振峰一般在2500-3500Hz范围，与美声歌唱演员的歌手共振峰形态相近；老生和小生共振峰的峰域相对靠后，一般在3000-4000Hz区间范围，与美声有较大差异。”^③

由上述结论可知：

(1) 美声与京剧发声方法分属两种不同歌唱体系，发声训练与审美意识不一样，因此用共振峰的形态来判断这两种歌唱方法的正确与否是不合适的；

(2) 应当从民族音乐学(Ethnomusicology)角度，对噪音类型加以分类，并对“歌手共振峰”的定义进行适当的修改，使之适用于美声唱法以外的各种发声体系；

(3) 从音乐学角度来描述世界上风格各异的发声体系，仅用‘歌手共振峰’一个参量是远远不够的，因此需要发现更多的客观描述语言。”^④

该课题对我国民族声乐艺术进行量化研究富有极强的现实意义，它不仅填补了我国在不同歌唱体系声音形态比较研究领域的空白，为人们提供了直观的区分标准，同时也为我国声乐界一直讨论的“中国声乐学派”问题提供了有力的理论支持。所以在余惠承的《建国以来民族声乐理论研究文献回顾》一文中特别指出《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》所做的价值在于：“利用现有的高科技手段，参照国外现有的对西洋美声唱法的研究成果，达到科学地研究我国民族声乐的目的，从而使我国民族声乐教学逐步科学化、可视化、直观化。”^⑤

这一时期的研究还有王振亚、吴卫彬的《关于歌唱声部的生理解剖学和声学特征的研究》、冯葆富的《要重视声乐艺术与嗓音科学的有机结合》和韩丽艳《如何鉴定人声的乐器》等文章。

^①王士谦. 嗓音机制和歌手的共振峰——兼答 Sundberg[J]. 音乐艺术, 1993(1): P 69.

^②韩宝强, 项阳, 林秀娣. 中西歌唱发声体系声音形态的比较研究[M]//韩宝强. 音乐理论, 请注明你的有效性. 上海: 上海音乐学院出版社, 2004: P 213—229.

^③韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 277.

^④韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 277—278.

^⑤余惠承. 建国以来民族声乐理论研究文献回顾[J]. 黄钟, 1999(1): P 100.

王振亚、吴卫彬的文章认为：“过去单纯依赖听觉判断歌唱演员、学员的声部，缺乏客观依据。文章通过观察 127 名已确定声部的歌唱演员声带长度。对其中 20 例用光纤喉镜作了声道测量，并对其中 40 例歌唱元音及整段歌声的长时间平均谱进行了声学分析。根据测试的结果认为：声带长度、声道长度、歌唱共振峰位置、歌声的 LA 与 LC 的差值以及不同频区的声能分布情况，在确定歌唱声部方面可作为重要参考和科学依据。”^①

近代嗓音科学的开始与声乐艺术息息相关。为此，中央音乐学院的嗓音大夫冯葆富先生认为在我国首先要解决好声乐艺术界对声乐艺术科学化的认识问题。他在《要重视声乐艺术与嗓音科学的有机结合》一文中指出“许多声乐学子出国留学，他们对声乐艺术科学化的认识就是仅仅认为学习意大利美声唱法声乐技巧，掌握一套意大利传统的声乐教学体系。而我们所说的科学化，是用近代嗓音科学的、生理的、物理的和心理的科学成就研究声乐艺术。再者，声乐艺术工作者嗓音工作者对艺术嗓音科学的认识还未统一，嗓音发声机能是多维机能，……因此声乐歌唱行为科学研究需要生理的、物理（声学）的、心理的、音乐学的等方面多学科的合作才能做出成绩。”^②

在韩丽艳的《如何鉴定人声的乐器》中认为“前苏联学者对声部问题的研究最早，内容也最全面，不但从音色、音域、换声点等发声学角度阐述了对声部划分的意义和作用，而且还从声带、口咽管的长度和共振峰的位置、硬口盖的形状等生理、声学角度分析了不同声部存在的生理、声学特征。说明歌手共振峰与声部类型有着密切的关系。”^③

李万进的《清新质朴唱声——云南彝族歌手白秀珍的演唱艺术》一文运用声谱分析仪做出具体数据分析，对白秀珍真假声交替转换的歌唱方法作了深入的探讨。测试的结果表明：白秀珍的演唱，“无论是真声还是假声均出现了 4 次谐波（共振峰），有的谐波（共振峰）频率高达 3600Hz 以上；声音的复合音（泛音）丰富，共鸣谐振音丰富，气息饱满通常，声音优美圆润、高亢嘹亮。”^④

在计算机对于声乐教学的运用上，路瑜的《计算机辅助声乐教学初探》认为：“用多媒体计算机对歌声进行声谱检测，是一种用现代科技手段对声音进行分析鉴别的科学方法。在声乐教学研究和训练中，把演唱的歌声运用计算机录音，教师、学生通过计算机屏幕上的图形显示，观察所发声的各种视觉参量，对声音信号进行多种分析的方法，是对人耳听觉的分辨力从客观角度的补充。它对于分辨歌唱发声的声音质量、分析歌唱的音乐和语音等因素都有积极、重要的辅助作用。”^⑤

^①王振亚、吴卫彬. 关于歌唱声部的生理解剖学和声学特征的研究[J]. 中华耳鼻咽喉杂志, 1991, 26(4): P 235—237.

^②冯葆富. 要重视声乐艺术与嗓音科学的有机结合[J]. 中央音乐学院学报, 1993(3): P 95.

^③韩丽艳. 如何鉴定人声的乐器[J]. 中央音乐学院学报, 1999(4): P 84—90.

^④李万进. 清新质朴唱声——云南彝族歌手白秀珍的演唱艺术[J]. 黄钟, 1995(2): P 22.

^⑤路瑜. 计算机辅助声乐教学初探音乐艺术[J]. 1999(1): P 66.

从音乐声学角度研究民族唱法与声学、音乐声学、嗓音医学、声乐等多个学科门类密切相关。嗓音医学界的硕士论文对此也有所涉及。首都医科大学耳鼻喉科方向的硕士生曲春燕,其毕业论文《京剧演员噪音的声学特征及防护研究》,从嗓音医学防护的角度对京剧演员噪音的声学特征进行了深入细致的研究。^①文章选择39名16-57岁不同行当的专业京剧演员或学员,做了两方面的研究:其一是利用Drspeech计算机频谱分析系统对元音/a/、/i/歌唱舒适音和唱段进行了声学参数的检测,并分析了元音/a/、/i/的声图特征;其二是利用FFT分析仪对唱段进行了LTAS分析,并将之与美声唱法男高音和男高音的唱段相比较,探讨声能量的分布特点。研究结果表明,老生的声能量集中在250Hz、500Hz、1000Hz三个频段,青衣的声能量集中在500Hz、1000Hz、2000Hz三个频段,老旦的声能量分布在250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz四个频段,由此认为京剧演员的噪音有着不同于美声唱法的声学特征。

从以上的综述可以看出,这一时期歌唱声学研究的参与人员和参与层面上不断向纵深发展,在广度上也有所扩展。其中一个突出特点是以往研究多由声学界或嗓音医学界人员参与,而这一时期出现音乐声学界和声乐界的联合研究的新趋向,如韩宝强等的课题《中西歌唱发声体系的比较研究》聘请声乐和京剧界的著名演员作为噪音示范专家、相关资深声乐教授作为顾问,声音采样在标准录音间进行,测量环境符合音乐声学测量标准,从而充分保证了声源样本的权威性和典型性。

4、2000年以后的研究

韩宝强的专著《音的历程——现代音乐声学导论》从人对音乐的主观听觉感知角度出发,系统介绍了现代音乐学的发展历程。该书与歌唱声学有关的是第十四章:“噪音声学研究”,共分为噪音构造概述、歌唱发声特性、“歌手共振峰”理论、歌唱方法、中西唱法的声音特征五个部分。^②

与以往论述不同的是,该章的内容主要是从音乐声学角度对歌唱噪音进行研究。在噪音构造概述中,认为“人的噪音器官从乐器声学的角度也可视其为一件乐器:声带是振动源,呼吸组织是激励系统,人体中的各个腔体——口腔、咽腔、胸腔和头腔等构成了共鸣系统,而神经和肌肉组织则属于掌管乐音变化的调控系统。”^③不同流派或唱法从声学机理上看,主要是对呼吸系统以及各共鸣腔体的控制和运用上存在差异。”^④

庄元的《当代中国音乐声学研究述要》分音乐声学总论、著述、中国音乐声学史研究、乐器声学、歌唱声学、音乐厅堂声学、音乐声主观评价、计算机音乐研究机构的建立和学术交流等九个部分进行了综述。在第四部分中,作者认为歌唱声学是指“运用噪音声学、嗓音医学、

^①曲春燕. 京剧演员噪音的声学特征及防护研究[D]. 北京:首都医科大学, 1999.

^②韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京:中国文联出版社, 2003: P 249—278.

^③韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京:中国文联出版社, 2003: P 249.

^④韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京:中国文联出版社, 2003: P 256.

音乐声学、音乐心理学研究歌唱的一门交叉学科，它的研究对象是人唱歌的发声原理(包括各音域、声部、真声及假声等)及科学的歌唱训练方法。对著名歌唱家的歌声进行分析，找出其声学特点，对于声乐表演艺术及教学具有指导性的作用。”^①

乔新建《对歌唱乐音的声学阐释》认为歌唱理论研究以前多从生理学的角度探求，如西方的“声门冲击说”、“轻重机能说”；中国的“气沉丹田”，“脑后摘筋”等。^②这些技法与理论虽然蕴含着声学的原因，但并没有从音乐声学的角度进行专门研究。乔文认为音乐声学是技术的底层理论和研究基础，因此，根据音乐声学原理来论证歌唱技巧，能够体现科学本质意义。

这一时期涌现出不少音乐声学与声乐教学相关的文章。如《声谱分析技术——声乐教学可视化的工具》认为在声乐教学中应用声谱分析，有三个方面的意义：“其一是可将看不见的声音可视化，使声乐教学从传统模式转变成“口一耳一眼”相结合的教学模式。其二可以了解声道形态的变化与声谱，特别是共振峰之间有怎样的关系，有助于帮助了解不同发声方法的唱腔特点，指导发声训练。其三还可以借助声谱分析，观察不同声部唱元音的共振峰频率的变化，以便在确定声部时提供帮助。”^③

郭伶俐的《多媒体技术在声乐教学中的运用探索》指出：多媒体技术的应用，为声乐教学提供了极大的便利，已成为当今音乐教学研究和发展的热点。它具有形象化、直观化、高度信息化、网络互动化等特点。运用声谱分析技术，可以使人们从生理、机理上了解和掌握歌唱中声带及有关肌肉的运动状态，使声乐教学从传统口耳相传的模式转变为可视、可听的模式，对于声乐教学有着不可替代的作用。^④

在研究方法上，田丁《现代声乐实证研究的基本观念和方法》提出实证和非实证可以构成声乐研究两种互补的方式。在简要的历史回顾以及对声乐实证研究的个案分析基础上，田文认为声乐实证研究应基于事实及其证明的观点、多学科的研究方法和以具体问题为焦点的选题原则。指出：

(1) 声乐实证研究的本质是基于事实对研究者提出主观论点的客观证明，这种对研究假设或命题的客观证明最终可能是肯定的，可能是否定的，也可能是难以确定的。树立这样的概念极为重要，它有助于研究者尽可能地消除来自各方面的主观因素的干扰。

(2) 由于声乐涉及多种学科。所以采用实证研究的视角和方法也需要是多学科的。

(3) 声乐实证研究的选题原则是以具体问题为焦点。

(4) 声乐实证研究的水平和质量，有赖于研究者的研究视野，以及围绕研究问题对其视野诸多方面进行综合思考，并最终落实在研究设计能力之中。”^⑤

^①庄元. 当代中国音乐声学研究述要[J]. 中国音乐学, 2005(2): P 116.

^②乔新建. 对歌唱乐音的声学阐释[J]. 中国音乐学, 2006(1): P 105.

^③黄强、黄平、王信纳. 声谱分析技术——声乐教学可视化的工具[J]. 中国音乐, 2004(4): P 110—113 .

^④郭伶俐. 多媒体技术在声乐教学中的运用探索[J]. 中国音乐, 2005(2): P 181—184.

^⑤田丁. 现代声乐实证研究的基本观念和方法[J]. 中国音乐, 2002(2): P 41—42 转 40.

随着学科研究的不断交叉与深入,一些硕士学位论文已经涉及到从音乐声学角度出发研究不同唱法的频谱特征,而且这些论文的作者均为声乐专业方向的学生,表明声乐界对于歌唱声学的重视。这方面的论文一共收集4篇,以毕业时间为序分述之。

首都师范大学音乐系2005届毕业生曹力的硕士论文《美声与通俗唱法中高频泛音的频谱特征(男声)——364个案例的分析与总结》。通过对美声及通俗两种唱法(男声)中364个CD演唱片段的频谱测试,表明二者的高频泛音分布明显不同。美声唱法拥有高频泛音,其能量主要集中在2400—3200Hz频段;通俗的高频泛音则在某些情况下强,某些情况下弱,而且常常在高于3200Hz的频段出现较强的泛音。文章的结论为:“不同歌唱方法会产生出不同的高频泛音,高频泛音的直接或间接地影响着歌唱声音的音色、音量、听感、空间分布以及用嗓卫生。”^①

南京艺术学院孙婕的硕士论文《声学基础理论在歌唱发声中的运用》,通过论述声乐艺术的特殊性、噪音声学以及噪音乐器和其他乐器的区别,阐述了发声器官、共鸣器官、呼吸器官的机理结构、发声原理和语言在歌唱中的作用,最后论证了声学检测手段对歌唱的辅助作用和意义。^②

湖南师范大学音乐学院2006届毕业生涂茜的硕士论文《频谱分析在美声唱法发声训练中的应用研究》通过研究国内外不同声部著名歌唱家高、中、低音区的频谱图,得出:优秀歌唱家的频谱图,其一是基音与泛音不是呈尖峰状,而是有一定的宽度,具有丰富而合理的颤音,有利于歌唱共振峰形成,同时使声音圆润、宽厚。其二是男声的共振峰出现在2800Hz附近,女声的共振峰出现在3200Hz附近。其声压较强,能超过或是基本与基音的声压持平;从听觉感受来对照,声音结实、明亮,在高、中、低音区都具有较强的穿透力。其三是除了歌手共振峰外,第一、第二、第三泛音大都较为突出,这些泛音同样能加强声音的力度感与饱满度,并使基音更清晰。其四是女高音、女中音的高音区频谱图中没有显著的歌唱共振峰,她们是通过增强第一、第二、第三甚至第四、第五等泛音来美化声音并以此来加强声音的穿透力。^③

这些硕士学位论文从选题到文章内容、结论,都从音乐声学角度出发,运用音乐声学的研究方法,体现了一定的理论和实验操作能力,如曹力的《美声与通俗唱法中高频泛音的频谱特征(男声)——364个案例的分析与总结》。通过美声唱法和通俗唱法男声演唱片段的频谱测试,表明不同歌唱方法会产生出不同的高频泛音,高频泛音直接或间接地影响歌唱声音的音色、音量、听感、空间分布以及用嗓卫生。

但值得指出的是,部分硕士论文在研究方法的运用上存在问题,具体体现在声源样本、测量环境方面。有的操作没有严格遵照音乐声学测量的标准进行,如声源样本的采集没有在标

^①曹力. 美声与通俗唱法中高频泛音的频谱特征(男声)——364个案例的分析与总结[D]. 北京:首都师范大学音乐系,2005.

^②孙婕. 声学基础理论在歌唱发声中的运用[D]. 南京:南京艺术学院,2005.

^③涂茜. 频谱分析在美声唱法发声训练中的应用研究[D]. 长沙:湖南师范大学音乐学院,2006.

准录音棚条件下录音，而是通过对 CD、VCD、DVD 音像制品截取的方式获得，用这种方式采集来的声源样本都不同程度加入了混响，对于测试结果的可信度将造成一定的影响；还有的实验未能提供相对完整、规范的录音背景材料。如录音报告、测量报告等，无法使读者全面了解实验所用的方法、过程和仪器，使实验的真实度存疑。

三、研究成果评价

从巴塞洛缪 1934 年研究歌手共振峰起，歌唱声学的研究已走过七十余年历程，在研究人员构成、研究方法和研究内容等三个方面呈现出独有的特点：

（一）研究人员构成

从研究者的专业构成看，主要为声学界、音乐声学界、嗓音医学界、声乐界等相关人士。如声学界的桑伯格、王士谦、包紫薇、吴卫彬、龚镇雄等；音乐声学界的巴塞洛缪、韩宝强等；嗓音医学界的冯葆富、韩丽艳、黄强、黄平、商泽民等；声乐界的林俊卿、沈湘、王宝璋、李万进等。究其原因，因为歌唱声学是一门交叉学科，涉及声学、音乐声学、物理学、歌唱生理学、嗓音医学、解剖学等，所以在研究人员的专业构成上，并不局限于声乐界的人士，还有声学、音乐声学、嗓音医学等方面的专家学者参与，研究人员构成呈现多学科的特点。

（二）研究方法

歌唱声学作为音乐声学的的一个分支，在研究方法上，研究者们大多采用音乐声学的频谱分析方法，即利用歌手共振峰参量，对采集到的声源样本进行测量，得到声音形态的波形样本和相关数据，在比较分析的基础上，研究不同唱法的形态和发声规律。随着计算机的普及和计算机技术的不断提高，还开发出相关软件，迅速而准确的对声源样本进行分析。如韩宝强、项阳、林秀娣等的《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》，就是通过《通用音乐分析系统》^①对中西歌唱发声体系及其声音形态、演唱方法、审美观念、表现手法等方面进行比较研究，收到较好研究效果的。

（三）研究内容

在研究内容上，国外学者如巴塞洛缪和桑伯格等都是利用歌手共振峰对美声唱法进行研究；我国的研究者则利用其对我国民族唱法、戏曲唱法进行研究，试图找出民族唱法、戏曲唱法和美声唱法在歌手共振峰形态上的异同，找出音色听感和声学参量之间的对应关系，来说明民族唱法、戏曲唱法和美声唱法在演唱方法上的异同。如包紫薇的《歌唱嗓音的生理、物理、主观

^①通用音乐分析系统是由韩宝强主持，中国科学院声学研究所李友平同志协作得以完成的。该软件由四个模块构成：1、声音波形文件采样模块；2、FFT 转换模块；3、分析模块；4、标准音发声模块。有关该软件的详细内容，将在本文第五章“歌唱音色实验研究”中进一步详细介绍。

评价初探》，韩宝强、项阳、林秀娣等的《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》等。上述研究均发现在民族唱法和戏曲唱法的声源样本中，存在歌手共振峰。但由于三种唱法在发声方法、共鸣位置、吐字咬字上存在的不同，歌手共振峰的形态也各异，在峰宽、峰高以及共振峰出现的频域位置上存在明显不同。

综上所述，我国从音乐声学角度研究对民族唱法音色研究取得了一定的成绩，但是由于歌唱声学自身的特点，边缘性和交叉性强，研究中还存在薄弱环节。如从研究人员的专业构成看，基本上是由声学、音乐声学和嗓音医学界的人士参与，声乐界参加的人员并不多。这使得歌唱声学摆脱不了声学专家不熟悉声乐，声乐歌唱者不熟悉声学原理的尴尬局面。许多声乐演唱者、教师的观念还停留在“技术至上”的层面，醉心于声乐技巧的获得，对于技巧后面的发声原理，还处于一种茫然状态。

近年来有一些声乐工作者开始涉足歌唱声学研究领域，但由于没有系统、全面的学习过声学、音乐声学等相关原理，普遍缺乏声学常识，在实际的操作中存在诸多问题，如在声源样本的采集上，有的采用直接从CD、VCD、DVD等音像制品上直接截取的方式，这样的声源样本，其准确性是无法得到保证的。因为作为出售的音像制品，从视听效果出发，或多或少在声源中加入了混响，而用于音乐声学实验的声源样本，对混响时间，乃至录音环境是有严格要求的。^①否则，无法保证实验的客观性和准确性。（关于这方面，详见本文第四章第一节“音乐声学测量中应注意的问题”相关论述。）

所以，有学者指出：“虽然“歌手共振峰”是歌唱声学研究的一个重点问题，但到目前为止，它对中国声乐界的教学和表演并没有产生太多的影响。究其原因，有了解得不够透彻的重复，但主要是因为作为歌唱生理发声装置的噪音系统，在自然状态下并不能产生歌手共振峰，而是需要一定发声方法的支持。而对噪音不同的审美追求决定人们不可能采用相同的歌唱方法来演唱，其中存在着民族欣赏习惯的问题。此外，研究歌唱声学需要声乐界和音乐声学界的密切合作，我国目前艺术科研领域尚缺乏这方面的经验和环境。”^②

四、研究方法

歌唱声学的研究涉及多个学科门类，其研究方法也与诸多学科紧密相关。其中主要的是声乐和音乐声学的研究方法。就声乐研究方法而言，声乐演唱及教学的研究发展至今，一方面是基于个体经验的感觉和思辩的研究方式；另一方面是基于现代科学实证的实验室方式。基于个体经验的感觉和思辩的声乐研究，为声乐界的艺术交流和教学交流提供了大量的个人经验和见解，促使声乐研究者的进一步思考。但由于个体感觉可能存在的误差和交流语言存在的差异，

^①音乐测量工作一般需要在符合一定声学标准的实验室内进行，其混响时间一般应控制在0.3—0.65秒（对250—4000Hz频率范围而言）之间，偏离度不大于25%；环境噪声控制在35分贝以下；测量环境的温度应在20—25℃之间，相对湿度在50%—75%之间。

^②韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2003：P 263.

更由于其主观性质和未经客观证明的局限，许多人对这种研究方式提出了大量的争议。正因如此，随着现代科技的进步，声乐研究趋于借助科学研究的观念、方法以及必要的仪器手段，解决声乐艺术和教学的疑问。

基于本文从音乐声学角度进行相关研究，将主要采用音乐声学测量方法和文献收集法对研究对象——民族唱法音色进行研究。

（一）音乐声学测量法

通过对有代表性的民族唱法、京剧唱法、美声唱法专业人员的声源样本录制，采用《通用编钟测量系统》，通过频率、振幅以及歌手共振峰等方面的测定和数值的分析，对所收集的声乐采样进行声音频谱定量与定性的分析，以寻求其音色表现的规律。

（二）文献收集法

文献收集法是论文写作的基本方法，本文将全面掌握与研究对象密切相关的、已公开发表的专著、期刊、相关会议、报刊和学位论文等资料。其中专著和期刊的相关内容主要来源于声学、音乐声学、嗓音医学、歌唱发声、民族唱法、美声唱法等方面。^①

五、研究意义

从音乐声学的角度，借助频谱分析的手段对民族唱法音色进行分析，具有理论和实践两方面的重要意义。

（一）理论意义

音乐声学作为一门底层基础学科，可以渗透到其它诸多分支，如律学、作曲、乐器学、声乐发声方法、乐器学等。但在目前的研究中，音乐声学的重要性并没有得到足够的重视，是一门容易被忽视，研究得很不深入的学科，在目前的音乐院校和音乐系科中，甚至有很多院校没有开设音乐声学课。

歌唱作为音乐表演艺术的一种，最终是建立在声音这个底层基础上。如果我们忽视这个基础的研究，就会使声乐演唱和教学陷入混乱与迷茫之中，这其中包括术语的混乱，概念指向不明，给声乐界带来许多无谓和不必要的争论。如果我们的声乐演唱者、教育家能够通晓音乐声学、歌唱声学基本常识，诸如乐音的基本属性、噪音乐器的声学构成、发声原理等等，声乐界多年来莫衷一是，无谓的纷争就会少很多。所以缪天瑞先生在《音的历程——现代音乐声学导论》序言中指出：“我们在学习或研究音乐理论和音乐技能时，不仅需要把握各种音乐现象，还要深

^①收集的期刊主要为：人民音乐、中国音乐学、音乐研究、中国音乐、中央音乐学院学报、黄钟、天津音乐学院学报、乐府新声、音乐探索、交响等。时间从各刊创刊起，截至到2006年6月止。

入理解其科学本质，‘知其然还要知其所以然’；通晓音乐声学，有利于我们更好的理解和掌握诸如和声学、配器法、律学、声乐发声方法、乐器学等音乐理论和技能。”^①

从音乐声学角度对民族唱法音色进行量化研究，做出相应的定性分析，具有极强的现实理论意义。它深入探讨了民族唱法的发声特点与规律。不仅可以为民族唱法音色提供第一手研究资料，为人们提供了直观的区别标准，使我们的研究结论数字化、形象化、科学化，从而为中国民族唱法的发展起了科学支持作用，也为民族声乐艺术提供了重要的理论参照。

（二）实践意义

这方面的意义主要体现在民族唱法的演唱与教学实践上。犹太法典中说“欲求解无形世界，须细察有形之物。”声乐作为一门听觉的艺术，也是时间的艺术。由于声乐艺术自身的特殊性，使得学生学习声乐技能比学习其它的学科显得更加困难。如何让抽象的声音化为直观的图形，便于让学生观察而能够及时发现和修改自己的发声问题，让他（她）们在相对较短的时间内可以更快地提高歌唱技能，是所有声乐师生都希望解决的事情。

通过音乐声学的频谱分析，就可以对声音的波形进行直观分析，使抽象的声音转换为直观的图形。在声音的波形图上，我们可以清楚地看到不同唱法音色在频谱上表现出的种种变化，使声乐演唱和教学从传统口传心授的教学模式为转变成口、耳、眼相结合的教学模式。声乐演唱者不仅可以亲耳听到自己真实的声音，还可以亲眼看到自己声音的波形、了解自己的声音和音色的变化，调节发声状态，发出合乎要求的声音。

但笔者在这里想要说明的是，用频谱观察不同唱法的声音形态，只是借助音乐声学的研究方法从另一个视角对歌唱进行研究，为歌唱发声理论提供相应支持，但它本身并不能，也不可能代替声乐教师的主导作用。

^①韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 1.

^②生理解剖学证明，在人类的所有感觉器官中，视觉器官具有先天的优越性。人体约有400万条不断向神经中枢传递脉动的神经纤维，视觉神经占其总数的一半以上，因此，人们观察世界、了解世界所依靠的主要感觉器官便是眼睛。视觉在把握空间的广度与可感对象的数量是其他感觉器官远莫能及的。在识别事物特征的确切性和保留所得印象的稳定性方面，视觉也优于其他感官。人们经常说的“百闻不如一见”其道理也在于人们对视觉的认识作用具有很强的依赖性。由于人类的视觉在长期的进化过程中形成了这种得天独厚的优势，人们在一般的实践活动中往往倾向于把认识的对象提供给视觉，或将其他感官所获得的信息与视觉印象联系在一起，将某一认识对象予以形象化并呈现于视觉，这是人类理性把握客观世界的一种简约方式，也是人类在长期生存发展的实践活动中逐步演化形成的一种潜在意识结构内部的本能倾向，我们把这种倾向称为“付诸视觉的意欲”。

第一章 相关主题词的阐释与界定

由于本文以民族唱法音色作为研究对象，将涉及音乐声学、歌唱生理学、嗓音医学、歌唱发声等多个学科门类，再加之声乐艺术本身的特殊性，为避免产生歧义，也为了更好地对研究对象进行深入、准确的研究，首先对民族唱法、音色、歌手共振峰等与本文密切相关的主题词进行合理的阐释与界定。

第一节 民族唱法的界定

“民族唱法”，是一个比较宽泛的概念，它与科学领域里其他概念一样，具有内涵和外延两个方面最基本的逻辑特征。其内涵指的是所反映事物的特点和本质，而外延指的是概念所反映的具有这些特点和本质的一个、一类事物。

民族唱法从概念外延来说，存在空间和时间两个含义。从空间上而言，近现代中国共时存在着五十六个民族，由于这些民族的文化特质各不相同，其声乐艺术的内涵与形态就呈现出千差万别。即使在同一民族内，由于地域文化的差异，也会形成亚文化型的差异。以汉族而言，由于居住区域的广大而导致各地区文化呈多项分支发展，加之各地区与周边其他民族文化的不同内容与方式的交融互渗，形成了七大方言区^①和难以计数的次方言、土语群和土语文化地区。这些“十里不同风，百里不同俗”的地区之间，虽然有着基于同一起源的声乐艺术特质，但相互之间存在极大的差异性，主要表现为歌词内容和语音、歌唱声区与方法、歌唱观念等方面的不同。所以民族唱法中的“民族”是对五十六个民族的总称，还是指五十六个民族中所占比例最大的汉民族，还是指其他各个少数民族，并不是很清晰。

从时间上而言，民族唱法经历了数千年的发展演变，尤其在春秋战国，两晋南北朝、唐朝以及唐末五代直至本世纪初的“西乐东渐”等文化大融合的转型时期，民族唱法经过若干次演化，很难以哪一个时期的风格作为标准。特别是近现代以来，民族唱法从演唱技术、演唱形式、演唱风格、审美情趣、演出实践、传承方式和传播手段等都不同程度的受到了西方音乐的影响。“从更广泛的角度来看，如今国内专业的民歌演唱家，都不同程度地受到了“民族唱法”的训练。而这个唱法是吸收了意大利美声传统的方法的。”^②

对概念的权威解释和界定一般可以通过词典、辞典和音乐类百科全书查询，但是在已公开

^①七大方言区：汉语属汉藏语系，是世界上历史最悠久、最丰富的语言之一。主要方言分七大方言区，即北方方言、吴方言、湘方言、赣方言、客家方言、闽方言、粤方言等。

^②郑苏. 质疑“中国音乐”、“西方音乐”——对二十世纪中国音乐思想两个最基本概念的再思考[J]. 人民音乐, 2001(1): P 30.

出版的音乐词典、辞典、大百科全书,如《中国大百科全书·音乐舞蹈》、《音乐百科词典》、《中国音乐词典》、《中国大百科全书·戏曲曲艺》、《简明戏曲音乐词典》中,发现对“民族唱法”这一概念,尚无明确的定义。

如在《中国大百科全书·音乐舞蹈》中,关于声乐演唱的条目,大多是介绍美声唱法的,如噪音分类(第565页)、噪音声区(第565页)、噪音音量(第566页)、歌唱共鸣体(第204页)、歌唱呼吸法(第205页)、关闭唱法(第236页)和假声(第305页),等等。

与中国民族唱法相关的条目有“中国歌唱艺术”和“唱字”。“中国歌唱艺术”条目指出:“植根于中国的土壤,由各族人民共同创造,伴随着中华民族历史发展而形成的中国民族声乐艺术。它体现了中华民族艺术的特点、欣赏习惯和审美意识;数千年来,积累了浩瀚的曲目,创造了独特的演唱技法,形成了中国式的演唱形式和风格特点;并造就了无数深受人民爱戴的演唱家、声乐教育家。它是中国音乐文化的重要组成部分。”

中国歌唱艺术以民族唱法为主体,以民族语言为基础,以行腔韵味为特长,并与形体表演浑然一体的情、声、字、腔相映生辉的综合演唱艺术。在长期的发展过程中,形成了声情并茂、字正腔圆、神形兼备、唱表结合、载歌载舞的二度创作原则。”^①

“唱字”条目对唱字方法、唱字技巧给予相应的介绍,指出:“以字行腔,字正腔圆是中国民族唱法的演唱原则之一。中国语言、字音、语调十分复杂,把歌词字音,准确的融合到歌唱里,把字唱正,唱美、唱活,是民族唱法中各种艺术手段的关键。”^②

从以上可以看出,有的条目已涉及到民族唱法,如在“中国歌唱艺术”中已明确指出中国歌唱艺术是以民族唱法为主体,以民族语言为基础,以行腔韵味为特长,并与形体表演浑然一体的情、声、字、腔相映生辉的综合演唱艺术。唱字条目还指出以字行腔,字正腔圆是中国民族唱法的演唱原则之一。但这些条目并没有对民族唱法的本质、内涵和外延作出定义。

在《音乐百科词典》中,列出“唱腔”条目。指出:“中国戏曲、曲艺中由人声歌唱的曲调。是构成戏曲、曲艺音乐的主体……唱腔与语言的关系十分密切,唱腔须能准确地表现语言与音乐,并力求赋予语言以音乐的情感色彩。欣赏戏曲、曲艺音乐时,总以唱腔的字正腔圆,声情并茂为上乘。”^③

在《中国音乐词典》中列出“唱工”条目,指出:“戏曲演员的演唱技巧,主要包括发声、吐字、行腔三个方面。发声,要求运用丹田之力,托住底气,使声音结实爽朗,不飘不浮,圆润悦耳,送远持久,高低音运用自如,转动灵活,四声准确,行腔时要能正确处理字与腔的关系,做到字重腔轻;正确处理字与字的关系,突出重点字,其它轻声带过,不喧宾夺主,并能掌握轻重缓急,抑扬顿挫,使演唱达到字正腔圆,声情并茂,刚柔相济而富于韵味。演唱时要

^①中国大百科全书出版社编辑部.中国大百科全书·音乐舞蹈[M].北京:中国大百科全书出版社,1989:P 857.

^②中国大百科全书出版社编辑部.中国大百科全书·音乐舞蹈[M].北京:中国大百科全书出版社,1989:P 84.

^③缪天瑞.音乐百科词典[M].北京:人民音乐出版社,1998:P 91.

求掌握尺寸，板头要稳。慢板曲宜紧，快板曲须稳，散板曲要准。唱工的锻炼分喊噪、调噪、念白等。”^①

在《中国大百科全书·戏曲 曲艺》一书中，列出“戏曲唱法”条目，指出：

“戏曲唱法，是戏曲表演的艺术手段之一。每个剧种都有不同的唱腔与演唱方法。演唱一般包括发声、吐字、行腔、用气和装饰唱法等项。”^②

同时在“唱念做打”条目中指出：“学习唱功的第一步是喊噪、吊噪，扩大音域、音量，锻炼歌喉的耐力和音色，还要分别字音的四声阴阳、尖团清浊、五音四呼，练习咬字、归韵、喷口、润腔等技巧。当演员掌握了这一切时，更重要的则是善于运用声乐技巧来表现人物的性格、感情与精神状态。几百年来，戏曲美学中一直有传声与传情的分歧，有的演员侧重音色和唱腔旋律的美，讲究唱出韵味；有的演员则着重中气充沛、字正腔圆，主张首先要唱出感情。卓越的演员大都把传声与传情结合起来，通过声乐的艺术感染力，表现剧中人的心曲。”^③

在“戏曲声乐”条目中，指出：“戏曲中唱和念的表演艺术。它是在唐宋各种民间歌曲、唐宋大曲及诸宫调、唱赚等说唱音乐唱念技艺的基础上逐步形成的，经过历代戏曲演员的实践和创造而得到发展，有着鲜明的民族风格和深厚的历史传统。”^④

在“戏曲演唱”条目中，指出：“戏曲表演的艺术手段之一。每个剧种都有不同的唱腔和演唱方法。演唱一般包括发声、吐字、行腔、用气和装饰唱法等项。”^⑤

在“曲艺音乐”条目里，指出：“曲艺音乐继承中国民族声乐的优秀传统，并根据曲艺的艺术特征加以发展，积累下独特的曲艺唱功经验。它首先要求演唱者“按字行腔”，以收到“字正腔圆”的艺术效果。字正腔圆，就是要把唱词中每个字的声、韵、调都读得准确无误，在发音准确的基础上来行腔，把唱腔唱得圆润而又清晰有力。这里既要求曲艺唱腔的谱制注意按字行腔，具有本曲种的特色，恰当地表达唱词的内容，又要求演唱者对曲艺声乐技巧的纯熟运用，使声腔入耳动听，吸引听众。在按字行腔方面，根据每个字字音的阴、阳、清、浊及发声部位、口型不同，每一语词中字音的声、韵、调组合不同，前辈艺人总结了“崩、打、黏、寸、断”等五种唱法，作为磨炼曲艺声乐技巧的基本功。演唱时用气行腔的技巧，包括“气口”的安置得当，“气息”的控制得法，“喷口”的沉重有力。为了演唱的动情传神，又有“以声传情”、“以情带声”的要求，达到声情并茂的艺术效果。情，既包括对不同人物的喜怒哀乐等感情情绪的摹拟，也包括创造某种艺术意境、环境气氛的色调，使听众有如见其人、如临其境的艺术感受。前辈艺人的谚诀提出：“清晰的口齿，沉重的字；动人的声韵，醉人的音”，这是曲艺唱功最完

^①中国艺术研究院音乐研究所，《中国音乐词典》编辑部，中国音乐词典[M]。北京：人民音乐出版社，1985：P 40。

^②中国大百科全书出版社编辑部，中国大百科全书·戏曲 曲艺[M]。北京：中国大百科全书出版社，1983：P 484。

^③中国大百科全书出版社编辑部，中国大百科全书·戏曲 曲艺[M]。北京：中国大百科全书出版社，1983：P 30。

^④中国大百科全书出版社编辑部，中国大百科全书·戏曲 曲艺[M]。北京：中国大百科全书出版社，1983：P 471。

^⑤中国大百科全书出版社编辑部，中国大百科全书·戏曲 曲艺[M]。北京：中国大百科全书出版社，1983：P 84。

美的标准。”^①

在《简明戏曲音乐词典》中列出“演唱”条目，指出：“戏曲艺术重要的创作手段，也是戏曲音乐的第二度创作。戏曲唱腔所要表达的感情与所要创造的人物形象，必须通过演唱予以体现，方能使观众获得艺术感受，达到其感人目的。演唱不只是消接地体现唱腔的创作意图，它也积极地参与创作，通过演唱家的发挥、润色，能够把乐曲中潜在的东西发掘出来，并予以生动体现。明·王骥德《曲律》中说：“乐之筐格在曲，而色泽在唱。”由于演唱的这种重要性，戏曲表演把唱功训练列为演员的基本功之一，在唱、念、做、打四功之中，唱功居于首位。

戏曲演唱有悠久的历史渊源与深厚的艺术传统。它是在民族歌唱艺术的基础上发展起来，并广泛地吸取和融汇各种民间歌唱艺术的成果，形成一套具有民族特点的演唱方法与艺术风格。中国戏曲剧种众多，各剧种的演唱无论在吐字、行腔，润饰等方面都有自己的特色。但从整体上看，它们又都具有共同的民族特点。气、声、字、情四个方面及其相互关系，构成了戏曲的演唱艺术。中国传统的声乐艺术的成果以及美学思想，在戏曲演唱中有着完满的体现。”^②

以上的各条目如“戏曲唱法”、“戏曲声乐”、“唱腔”、“唱工”、“唱念做打”以及“演唱”等对发声、吐字、行腔等歌唱技巧作了详细的解释，如字音的四声阴阳、尖团清浊、五音四呼等，但这些歌唱技巧都是针对戏曲、曲艺等唱法而言，虽然这些唱法都是根植于中国传统^③唱法的基础上，共同体现了中华民族歌唱艺术的特点、欣赏习惯和审美意识，但它们还分别只是民族唱法的一个部分，无法对民族唱法作出确切的定义。

以上的相关论述充分说明了民族唱法概念本身的复杂性和难度。有些概念，人们虽然有一定的感性认识，但一时又说不清，需要通过符合实际的逻辑论证，才能逐步弄清它的本质、内涵和外延，它和它以外的事物的联系和差别，才能使这个概念明确起来。而现在我们面临的就正是这样一个随存在多年，但仍带有模糊性、尚待明确的概念。鉴于此，本文将参照字典、辞典和音乐百科全书关于“民族唱法”的相关阐释，结合研究的实际，分别从广义和狭义两个方面对“民族”、“唱法”、“民族唱法”作出相应的界定。

一、民族

《现代汉语词典》上关于“民族”的解释是：“指历史上形成的、处于不同社会发展阶段的各种人的共同体；特指具有共同语言、共同地域、共同经济生活以及表现于共同文化上的共同心理素质的人的共同体。”^④

^①中国大百科全书出版社编辑部. 中国大百科全书·戏曲 曲艺[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1983: P 325-326.

^②何为、王琴. 简明戏曲音乐词典[M]. 北京: 中国戏剧出版社, 1990: P 510.

^③关于传统的解释是: 世代相传具有特点的社会因素, 如风格、道德、思想、作风、艺术、制度等。参见中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1978: P 162.

^④中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1980: P 783.

与多数概念一样,“民族”概念也有广义和狭义之分。广义的“民族”是一个历史概念,指人类历史上各个时期形成的文化共同体,以及某些具有历史性地缘、政治或宗教关系的多民族集团的泛称(如“中华民族”、“阿拉伯民族”等)。

狭义的“民族”指的是由不同氏族、胞族、部落而形成的种族共同体。如汉族、回族、满族、壮族等民族,具有共同语言、共同地域、共同经济生活和基于共同文化上的共同心理素质的稳定的人们共同体。在本文的论述中,民族唱法中的“民族”采用其狭义理解,指汉民族。

二、唱法

“唱法”,顾名思义指的是“歌唱的方法”,它也有广义和狭义之分。广义的唱法是指体现了一定审美原则、歌唱技巧和教学理论范畴的歌唱体系。如美声唱法^①,民族唱法等。美声唱法,意大利语中原意为“美好的歌唱”,我国在引进 Bel Canto 时,普遍将其翻译为“美声唱法”,将学习这种唱法的人统称为“美声学派”。其实“它不仅是一种风格,也标志着欧洲歌剧史中的一个时代,一种音乐风格和一种声乐教学法。美声唱法以追求流畅轻松的歌唱为理想和目标。它要求音响圆润,音节上下非常均匀,无明显的声区转换痕迹,具备圆润的连音,正确的音准,明晰的分句法和完美的收束;它的音响不应叫喊,不带鼻音,不生硬或过分开放;母音纯正,吐字清晰,表情适度,避免一切粗俗或训练不当的痕迹。”^②这说明美声唱法自产生以来,经历数百年的发展,已具有深刻的内涵。它既是一种发声方法,也代表着歌剧发展中的一个重要历史时代、一种音乐风格和一种歌唱风格,同时也是一种规范的歌唱技能技巧。

狭义的唱法是指具体的歌唱方法,如“关闭唱法”^③、“面罩唱法”^④等。关闭唱法主要是

^①美声唱法(Bel Canto):在意大利语中意为“美好的歌唱”,我国在引进 Bel Canto 时,普遍将其翻译为“美声唱法”,把学习这种唱法的人统称为“美声学派”。严格讲来,“美声唱法”和“美好的歌唱”在其内在涵义上是有区别的。“美好的歌唱”不仅包括声音,还包含有其它方面的内容,如“声音的表现、声区的统一”等,而“美声唱法”常被人理解为是具有“美好声音”的唱法,只讲究优美的声音,而对声音的表现不太重视。在我国的词典中,将美声唱法定义为:“美歌(bel canto)亦称“美声”。它不仅是一种风格,也标志着欧洲歌剧史中的一个时代,一种音乐风格和一种声乐教学法。自18世纪初到19世纪中,盛行于意大利,该术语在1858年首次出现。罗西尼在巴黎为抨击传统意大利歌唱风格的衰败时曾说:“就我们来说,已失去了我们的美歌”。他认为,美歌歌手应具备三个条件,即一副自然而又优美的嗓音,整个音域中每个音都很匀称;受过精心训练,能毫不费力的唱高度炫耀性的段落;掌握只有最优秀的意大利歌唱家才能学得风格。……美歌唱法以追求流畅轻松的歌唱为理想和目标。它要求音响圆润,音节上下非常均匀,无明显的声区转换痕迹,具备圆润的连音,正确的音准,明晰的分句法和完美的收束;它的音响不应叫喊,不带鼻音,不生硬或过分开放;母音纯正,吐字清晰,表情适度,避免一切粗俗或训练不当的痕迹。”参见缪天瑞.音乐百科词典[M].北京:人民音乐出版社,1998:P195.

^②缪天瑞.音乐百科词典[M].北京:人民音乐出版社,1998:P195.

^③关闭唱法:男声在高声区的一种唱法,又称掩盖唱法。“关闭”一词是与男声在中声区声音的“开放”状态而言。关闭唱法,简单的说,就是在中声区的发音基础上,唱到高声区时,加强呼吸支持,降低喉头,打开会厌,扩大喉腔,使声音得到丰富的高泛音,即所说的“头腔共鸣”。也有一些声乐教师和声乐理论家,如M·加西亚等把“关闭”解释为母音变暗,例如把a母音带上些o母音的色彩,e带上些a,i带上些e等。这种唱法一般只限于男声使用,多用于近代歌剧的演唱。代表人物为法国男高音G.迪普雷。参见中国大百科全书出版社编辑部.中国大百科全书·音乐舞蹈[M].北京:中国大百科全书出版社,1989:P236.

^④面罩唱法:19世纪流行于法国歌唱界的一种唱法。它要求人们在歌唱时在两眼和眉间处有轻微震动感,仿佛

指男声在高声区的一种唱法，又称掩盖唱法。“关闭”一词相对于男声在中声区声音的“开放”状态而言。是在中声区的发音基础上，唱到高声区时，加强呼吸支持，降低喉头，打开会厌，扩大喉腔，使声音得到丰富的高泛音。其代表人物为法国男高音 G. 迪普雷，关闭唱法的出现提高了男声的音域和歌唱能力，使得原来由花腔女高音独占鳌头的西方美声歌坛，开始男高音、男中音崭露头角的新时代。

由此可知，广义的唱法是指体现了一定审美原则、歌唱技巧和教学理论范畴的歌唱体系，它体现了一定的师承关系，有较为系统的教学原则、教学方法。而狭义的唱法是指具体的歌唱方法、歌唱技巧。如“关闭”唱法、“面罩唱法”等。

三、民族唱法

（一）相关“民族唱法”定义

对于民族唱法的定义，历来有许多不同的看法。在其名称上，也有很多不同的称谓。如“民族声乐”、“现代民族唱法”、“民族歌唱法”等。如丁雅贤在《民族声乐教学曲选》的前言中指出“民族声乐，并非泛指我国民歌、说唱、戏曲和新歌曲等各种演唱技术之总称，它是一个比较狭义的概念。具体说来，它是以我国音乐（艺术）院校中民族声乐专业为代表的，既不同于民歌、说唱、戏曲的演唱，又是在继承和发扬了这些传统演唱艺术精华与特点基础上，借鉴、吸取西欧美声唱法的歌唱理论和优点而形成的独树一帜的、具有科学性、民族性、艺术性和时代精神特征的新民歌艺术而言的。”^①

韩宝强指出“现代民族唱法是由我国一些声乐歌唱家在借鉴美声歌唱方法合理内核的基础上，结合中国语言特征和音乐表达方式而逐渐形成的一种歌唱方法。”^②

姜家祥在《民族唱法探索》指出：“民族唱法，广义地讲，可以包括戏曲、曲艺、民歌和带有这三类风格的创作歌曲的演唱方法。这里所指的民族唱法则是作为狭义的理解，只要是演唱风格较强的声乐作品时所用的技术方法及一些规律。它们即是从戏曲、曲艺、民歌这些传统唱法中提炼和继承下来的，同时又借鉴和吸收了西洋唱法中优秀的结果”^③

邹文琴指出：“如今的民族声乐艺术，是在继承传统的戏曲唱法，曲艺民族声乐艺术，民歌唱法精华的基础上，并且借鉴美声唱法科学的训练手法，比方说它的呼吸，它的位置，它的声音的穿透力而形成的一种混声唱法。当然，它绝对不等同于美声唱法。我们这种唱法以民族语言为基础，以独特的行腔韵味为特点，以演唱和形体相结合的一种声情并茂的，综合性的演唱

是把声音集中在“面罩里”（面罩是欧洲人在节日或化妆舞会上常用的蒙面用具，只露出两眼、额头及脸的下部）。当时的法国男高音歌唱家 J·德雷什克就是这种面罩唱法的倡导者及代表之一。参见中国大百科全书出版社编辑部。中国大百科全书·音乐舞蹈[M]。北京：中国大百科全书出版社，1989：P 451。

^①丁雅贤。民族声乐教学教学选[M]。（上册），北京：人民音乐出版社，1995：P 3。

^②韩宝强。音的历程—现代音乐声学导论[M]。北京：中国文联出版社，2003：P 265。

^③姜家祥。民族唱法探索[J]。人民音乐，1979：P 29。

形式。”^①

韩勋国指出：“我国的民歌唱法，广义的讲应该包括戏曲、曲艺、民歌和带有这三种风格的创作歌曲唱法。但根据人们多年来的习惯称谓，把演唱民歌和民族风格特色较强的歌曲作品时所采用的声乐技巧称为民族唱法。它既是从我国民歌、戏曲、曲艺这些民族传统唱法中提炼和继承下来的，同时又借鉴和吸收了欧洲美声唱法的精髓。”^②

李晓贰指出：“现今我国的民族声乐艺术从广义上来讲，主要包括传统的戏曲演唱、曲艺说唱和民间的民歌演唱三大类民族演唱艺术，也包括新民歌、新歌剧的演唱和西洋唱法民族化的演唱等。民族唱法是既继承发扬了传统的民歌演唱方法（包括传统的戏曲、说唱艺术演唱方法），又吸收了西洋美声唱法的先进经验和技巧，融会贯通而成的一种唱法。也可以说是我国五十年代“土洋之争”的良好结果。这种唱法强调真假声相结合，要求有较深的呼吸支托，重视声音的统一、流畅和语言的清晰、字正腔圆，讲究混合共鸣的运用和演唱的以情带声、声情并茂的民族艺术风格。日前我国的各类声乐比赛中的民族唱法，特别是引起广大观众瞩目的中央电视台举办的全国青年歌手电视大奖赛中的民族唱法组，基本上就是比赛这种唱法。”^③

韩璐西在《唱歌的技巧》中指出，“民族唱法是由我国各族人民按照自己的习惯和爱好，创造和发展起来的歌唱艺术的一种唱法。民族唱法包括我国的戏曲唱法、说唱唱法、民间歌曲唱法和民族新唱法等四种唱法。民族新唱法主要是在继承我国民族传统唱法的基础上，借鉴了美声唱法的特点，经过不断的实践，不断的总结出来的一种唱法。这种唱法既有民族唱法的优点，例如咬字吐字清晰、声音甜美，气息灵活；又有美声唱法的声区统一，音域宽广，真假声结合的特点。”^④

从以上列出的相关民族唱法论述中，可以看出民族唱法也有广义和狭义之分，不过广义和狭义所指的范围有所不同。^⑤广义的民族唱法一般包括了传统的戏曲演唱、曲艺说唱和民间的民

^①邹文琴. 民族声乐歌曲教学(3VCD)[CD]. 北京: 中央音乐学院北京环球音像出版社, 1999. 吴静根据其录音整理。(已经本人审阅)

^②韩勋国. 歌唱教程[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学, 1999: P 161.

^③李晓贰. 民族声乐演唱艺术[M]. 长沙: 湖南文艺出版社, 2001: P 1-2.

^④韩璐西. 唱歌的技巧[M]. 北京: 军事科学出版社, 1996: P 10-11.

^⑤建国以来，关于唱法问题展开了几次讨论，1949年底，中华全国音乐工作者协会和中央音乐学院成立了“音乐问题通讯部”。这个通讯部根据当时声乐界面临的情况发动了一场关于“唱法问题”的讨论，讨论为“笔谈”的形式，以中央音乐学院教师为主。讨论分为两种意见：一种意见强调民间唱法表现民族情感和语言的特殊优越性，并以此批评美声唱法，认为“洋唱法”是口里含橄榄，吐字不清晰；另一种意见则是强调美声唱法在科学方法上的科学性和教学上的系统性，并以此来批评民间唱法，认为“土唱法”不科学，容易唱坏了。两种意见各不相让，各持一词。此即所谓的“土洋之争”。随着讨论向纵深发展，一种比较公允、客观的意见逐渐明晰，即两种唱法各有所长，又各有不足，唯有长期并存，互相学习，互相促进，才能使两种唱法得到提高和发展。

1987年7月20日至26日在沈阳举行了“全国民族声乐理论研讨会”。会议围绕建设中国民族声乐学派及其体系的宏观理论进行了初步探讨，其中第一个方面就是关于“中国民族声乐学派”这一概念的范围和特征。正如正文中所说，由于权威的字典、辞典、音乐类百科全书里尚无“民族唱法”的定义，所以在现实的理论和实践中，有关民族唱法的名称很多，但其内涵基本相同。为了行文的方便和引文的真实性，本文在引用参考文献时，保留其原有称谓。关于民族唱法学科理论研究的代表性文献有：

歌演唱三大类民族演唱艺术，也包括新民歌、新歌剧的演唱和西洋唱法民族化的演唱等。

狭义民族唱法一般是指从我国民歌、戏曲、曲艺民族传统唱法中提炼和继承下来的，同时又借鉴和吸收了欧洲美声唱法科学的训练方法而形成的一种唱法。它与传统民族唱法和古典美声唱法相比，具有鲜明的民族性、时代性、科学性和艺术性。有人之所以在这种唱法之前冠以“新民歌唱法”的称谓，表明这是一种不同于传统民族唱法，但与传统民族唱法有着千丝万缕联系的一种唱法，它的“新”除了在演唱方法上“新”之外，在演唱体裁、演唱风格、演唱形式和传承方式上都有别于传统唱法。其演唱体裁是一种继承民族传统，借鉴西洋创作技法的体裁；其演唱风格是一种既区别于传统戏曲、曲艺说唱，又不同于美声唱法的一种风格；其演唱的形式也不同于传统唱法，以独立的音乐会演唱形式而存在；其传承方式与旧式的师傅带徒弟有明显区别，是一种学校教育下的新型师生关系。

（二）本文关于民族唱法的界定

综合前面“民族唱法”的相关论述，本文的“民族唱法音色的声学阐释”中的“民族唱法”如同“民族”和“唱法”两个概念一样，有着广义和狭义之分。

广义的民族唱法是指包含传统风格下的戏曲音乐、说唱音乐、民间音乐的各剧种、各曲种、各族各地民歌等唱法和新音乐^①风格下的民族唱法、新歌剧唱法。

狭义的民族唱法是指 20 世纪以来，随着新音乐运动在中国的兴起而产生的，在民族传统唱法基础上、吸收欧洲美声唱法中的科学成分，具有现代汉族特色，用汉语演唱的一种专业化的演唱方法。

下表列出民族唱法广义和狭义的分类：

本社。“唱法问题”笔谈第一次总结[J]。人民音乐，1950，1(4)。

中央音乐学院。“唱法问题”座谈会发言摘录[J]。人民音乐，1950，1(4)。

元尧。关于唱法问题——华东军事政治大学文艺系座谈会总结提纲[J]。人民音乐，1950，1(4)。

舒模。继承与发扬民族声乐艺术传统[J]。人民音乐，1957(4)。

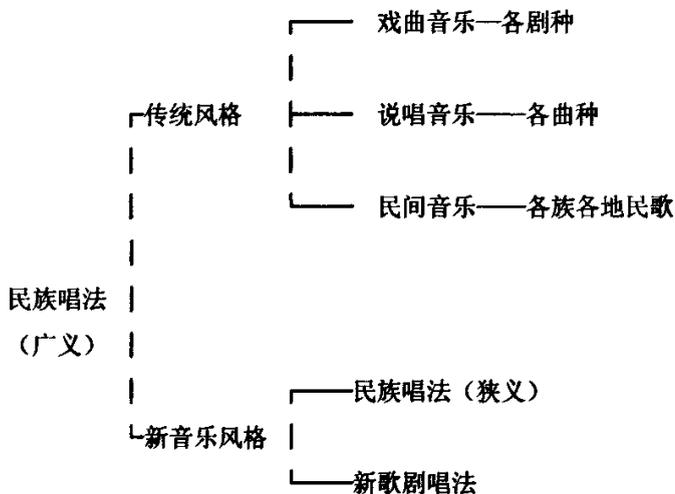
尚家骥。关于声乐民族化及创立民族声乐学派[J]。中国音乐 1983(7)。

厉声。民族唱法应正名为“中国唱法”[J]。人民音乐，1986(10)。

王宁一。什么是“中国民族声乐学派”[J]。人民音乐，1987(9)：P 13—14。

^①新音乐：乐歌作家曾志忞在他的《音乐教育论》和《乐典教科书》自序中，率先提出了“新音乐”的概念和在中国发展新音乐的思想。他大力鞭挞音乐领域内“泥古”、“自持”这两大恶习，倡言“改革音乐”，向世人呼吁“为中国造一新音乐”，并以战略家的远见卓识明确指出，欲改良中国社会者，需特造一种 20 世纪之新中国歌。随着新音乐运动的兴起，产生了一种传统形式相区别的新的音乐体裁和新的音乐风格，即学堂乐歌。学堂乐歌运动的的目的之一是“为中国造一新音乐”，它的编创手法带有我国传统音乐中“一曲多用”和“倚曲填词”的创作痕迹，基本上是根据现成的歌调填以新词的歌曲，其曲调大部分选自日本和欧美的学校歌曲或较流行的歌调，成就了一种新的音乐形式（手法与形式两种不同的概念）。随着学堂乐歌的发展，西洋近代音乐文化，其中包括各种歌曲及其演唱形式，钢琴、风琴、提琴等乐器及其演奏方法，新的记谱法五线谱和简谱，以及西洋音乐的基本理论知识等，才开始全面地介绍到中国来。

表 1-1 民族唱法分类表



在本文中，民族唱法所指为狭义的民族唱法，这种民族唱法与其他唱法相比，主要存在以下四个方面的区别：

1、狭义的“民族唱法”是随着新音乐运动在中国的兴起而产生，与“传统”风格的戏曲音乐（如京剧、豫剧、越剧、湘剧）、说唱音乐（如京韵大鼓、天津时调、河南坠子、二人转）和民间音乐（如号子、山歌、小调）区别开来；

2、狭义的“民族唱法”是以民族传统唱法为基础，是建立在传统的发声、共鸣、呼吸、吐字等传统歌唱方法的基础上，与美声唱法的发声、共鸣、呼吸等歌唱方法区别开来；

3、狭义的“民族唱法”是吸收了欧洲美声唱法中的科学成分，美声唱法也只是西方众多唱法中的富有代表性的一种，西方也有通俗音乐，如蓝调，摇滚乐；也有民间音乐，如瑞典民间的“约德尔”唱法等，^①与西方“通俗”唱法，民间唱法区别开来；

4、狭义的“民族唱法”具有现代汉民族特色，是用汉语普通话演唱的歌唱方法，与其他各少数民族唱法，如蒙古族长调、藏族酒歌、维吾尔族木卡姆、回族花儿等用本民族语言演唱的少数民族唱法区别开来。

从以上“民族”、“唱法”、“民族唱法”广义和狭义的相关论述中(参见表 1-2)可以进一步明

^①约德尔唱法：主要流行在瑞士和奥地利交界的阿尔卑斯山区和奥地利蒂罗尔州的一种民歌唱法。在其他国家（如中国和美洲国家）的山区人民中和居住在非洲森林中的俾格米人中，也有类似的唱法。约德尔唱法，以从低音区的胸声突然明显地进入高音区的假声，并作快速交替运用为特点。在高低音间以无语义的后元音音节（用于低音）与前元音音节（用于高音）作宽音程交替来发音，如常在简单的歌词之间加以“hoh-ee”、“ree-doo-ree-ah”等衬字。在阿尔卑斯山区的约德尔唱法中经常混用这类音节，称为约德尔乐段，用在一首歌的开头、中间或结尾。这是约德尔最明显的特点。参见中国大百科全书音乐·舞蹈卷，P 832。

确本文所要论述的“民族唱法”，是一种建立在汉民族基础上，继承和发扬传统演唱艺术精华与特点，借鉴、吸取欧洲美声唱法的歌唱理论和优点，以我国音乐艺术院校民族唱法专业为代表的一种歌唱技术。更狭义的解释，是指我国音乐艺术院校中民族声学教学实践中所常用的一种歌唱方法。

表 1-2 民族、唱法、民族唱法广义、狭义阐释和本文界定

名称	既往研究 广 义	既往研究 狭 义	本文界定 广 义	本文界定 狭 义
民 族	指人类历史上各个时期形成的文化共同体，以及某些具有历史性地缘、政治或宗教关系的多民族集团的泛称（如“中华民族”、“阿拉伯民族”等）。	指由不同氏族、胞族、部落而形成的种族共同体。如汉族、回族、满族、壮族等民族，具有共同语言、共同地域、共同经济生活和基于共同文化上的共同心理素质的稳定的人们共同体。	中华五十六个民族	汉民族
唱 法	是指体现了一定审美原则、歌唱技巧和教学理论范畴的歌唱体系。	是指具体的歌唱方法，如“关闭唱法”、“面罩唱法”等。	是指体现了一定审美原则、歌唱技巧和教学理论范畴的歌唱体系。	具体的歌唱方法
民 族 唱 法	现今我国的民族声乐艺术从广义上来讲，主要包括传统的戏曲演唱、曲艺说唱和民间的民歌演唱三大类民族演唱艺术，也包括新民歌、新歌剧的演唱和西洋唱法民族化的演唱等。	民族唱法是既继承发扬了传统的民歌演唱方法（包括传统的戏曲、说唱艺术演唱方法），又吸收了西洋美声唱法的先进经验和技巧，融会贯通而成的一种唱法。	是指包含传统风格下的戏曲音乐、说唱音乐、民间音乐的各剧种、各曲种、各族各地民歌等唱法和新音乐风格下的民族唱法。	是指 20 世纪以来，随着新音乐运动在中国的兴起而产生的，在民族传统唱法基础上、吸收欧洲美声唱法中的科学成分，具有现代汉族特色，用汉语演唱的一种专业化的演唱方法。

（三）民族唱法与“原生态唱法”的区别

“原生态唱法”目前并无权威的定义，^①而且音乐学界和声乐界对此存在着不同的理解和

^①对于“原生态”这个概念，音乐学界和声乐界还存在着不同的理解和争议。有关这方面的文章，可参见：乔建中.“原生态民歌”琐议，人民音乐，2006(1)。

刘晓真. 行走在泥土边缘——记第二届南北民歌擂台赛兼谈学院内外的“花雅之争”[J]. 人民音乐，2004(12).
杨民康.“原生态”与原生态民间音乐辨析——兼谈为音乐文化遗产的变迁过程跟踪立档[J]. 音乐研究，2006(1)。

争议。现引用有代表性的文章对“原生态唱法”的解释：如乔建中认为“原生态是来自20世纪60年代以来普遍使用于生物科学领域的一个术语。可理解为是原生物和生态两个名词的结合。

‘原生物’一词指假想的地球上最早生物类型。而‘生态’一词，指的是‘生物在于之相适应的自然环境中生存发展的状态，也指生物的生活习性及生理特征。’^①杨明康指出：“真正的‘原生态’民间音乐，应该是指那些从艺术形态到表演环境均呈民间自然面貌的“活态”音乐文化类型。”^②桑德诺瓦则认为‘生态学’一词的含义是指研究生物之间和生物与周围环境之间相互关系的学科。如研究某种生物的生活史、数量变动、它们与其他生物的关系，以及非生物因素对以上各种情况的影响等。由此联想‘原生态’应指：生物之间和生物与其周围环境之间原有的、较少变异的相互关系。”^③刘晓真也认为“原生态”这个词源于自然科学，是指“生物学在自然状况下生存生长，与环境之间相互影响发展产生的原初性状态。”^④

通过以上几位专家、学者对“原生态唱法”的解释，可以看出“原生态唱法”和“民族唱法”至少在歌唱语言、传承方式、歌唱共鸣、歌唱地点等四个方面存在的差异：

表 1-3 原生态唱法和民族唱法的比较

特 征 \ 唱 法	民族唱法	原生态唱法
歌唱语言	汉族普通话	各民族语言、地方方言
传承方式	学校传承方式（师生）	自然传承方式（家族、村寨）
共鸣方式	整体混合共鸣为主	局部共鸣为主
歌唱地点	人工环境	自然环境（田间、地头）

1、在歌唱语言的选择上，民族唱法使用的汉民族语言，更具体的说是汉民族的普通话。而原生态唱法使用的是各民族的语言和地方方言。

2、在歌唱传承的方式上，民族唱法虽然采用的也是一种口传心授的方式，但这种是在新型的专业音乐教育体制下声乐教师与学生之间的“口传心授”，与原生态唱法以家族、村寨、社区为主的自然传承方式有明显不同。

赵晓楠. 对三种新型民歌演唱形式及其背景德初步探讨——以贵州省小黄寨侗歌为例[J]. 中央音乐学院学报, 2005(1).

徐天祥. 中国民歌何处去? ——第二届中国南北民歌擂台赛学术研讨会综述[J]. 音乐研究, 2005(2).

在本文中，笔者对这一概念的引用只是为了阐明原生态唱法与民族唱法的区别，而不专门对这个概念进行界定，特此说明。

^①乔建中. “原生态民歌”琐议[J]. 人民音乐, 2006(1): P 26.

^②杨明康. “原生态”与原生态民间音乐辨析[J]. 音乐研究, 2006(1): P 15.

^③桑德诺瓦. 质疑“原生态”[J]. 艺术评论, 2004(10): P 14.

^④刘晓真. 行走在泥土边缘——记第二届南北民歌擂台赛兼谈学院内外的“花雅之争”[J]. 人民音乐, 2004(12): P 46.

3、在歌唱的方法上，民族唱法由于借鉴了美声唱法，在声音共鸣上一个突出的特点就是整体混合共鸣，即真假声混合，真假声按一定的比例演唱，这种唱法也被称为“混声唱法”，在目前的专业民族音乐院校中大量使用。这种方法对于扩大声音音域、增强音量，增加歌唱表现力有较大的作用，但也引起了许多音乐理论家、民族声乐教育家的质疑，认为这种方法训练出来的歌唱者声音缺乏个性，“千人一面”。而“原生态唱法”在共鸣上强调的是局部共鸣，如对口腔共鸣的追求，有意的突出真声，有的完全用真声演唱，有的还突出真假声的交替，即真声、假声、真声、假声交替进行，如云南的“海菜腔”、青海花儿等。

4、在歌唱的环境上，民族唱法一般在正规的舞台、电视上表演，而原生态唱法则强调歌唱环境的原生性，认为在田间、地头等原生环境的歌唱才能称得上是真正的“原生态”，由此还引发了许多专家、学者对于“离开了原生环境的原生态是不是真正的原生态”的讨论。^①

第二节 音色的相关阐释

乐音在听感上具有四种性质，即音高、音强、音长、音色，它们被称为乐音四要素。

1、音高 (pitch): 主要由一秒钟物体振动的次数 (即频率) 所决定。频率越高，声音感觉越高。此外，声压、频谱、包络和时间也对音高感觉有轻微的影响。

2、音长 (duration): 亦称“时值”。决定音长感觉的物理量主要是时间，同时也受到来自声压、频谱和频率的影响；

3、音强亦称“强弱” (loudness) 或“音量” (volume): 决定音强感觉的物理主要是声压，其单位为分贝，用字母 dB 来表示。声压级越高，声音听起来越强。此外，频率、频谱、包络和时间也对音强感觉有轻微影响。

4、音色 (timbre): 亦称音质。决定音色的物理量主要是声波中泛音成份的构成，即频谱。即每个音所含泛音的数量以及各泛音的数量以及各泛音的强度所决定。同时也受到来自包络、声压、频率和时间的的影响。

乐音四要素与物理量之间的相互关系参见下表。

^①参见乔建中.“原生态民歌”琐议[J]. 人民音乐, 2006(1): P 27.

徐天祥. 中国民歌何处去——第二届中国南北民歌擂台赛学术研讨会综述[J]. 音乐研究, 2005(2): P 126.

表 1-4 乐音四要素与物理量之间的相互关系^①

主观量 客观量	音高	音量	音色	时值
频率	+++	+	++	+
声压	+	+++	+	+
频谱	+	+	+++	+
包络	+	+	++	+
时间	+	+	+	+++

+: 相关性小; ++: 相关性中; +++: 相关性很大

由于本文从音乐声学角度研究民族唱法音色，音色是一个相当重要的概念，故在乐音四要素的阐述中，音高、音长和音强的论述从略，音色详细论述。

一、音色

音色一词源于法语“timbre”和英语“tone colour”。与“音高”、“音长”和“音强”相比，音色是一种较难以解释的声音特质。《辞海》里“音色”的解释为：“音色。声音的属性之一，主要由其谐音的多寡及各谐音的相对强度所决定。琵琶、二胡等乐器所能发的音，因其音品均不相同，故即使响度与音调相同，听觉仍能一一分辨。”^②

《现代汉语词典》（试用本）里“音色”的解释为：“音色，由于波型和泛音的不同所造成的声音的属性。每个人的声音以及钢琴、提琴、笛子等各种乐器所发出的声音的区别，就是音色不同造成的。”^③

《中国大百科全书·音乐 舞蹈》中“音色”解释为：“不同的乐器或人声器官所发出同一高度的音，仍各有其特色，这种区别就在于他们的音色不同，亦称音品或音质。不同的音色，决定于泛音的数目和它们相对强度如何。乐器的不同质料和结构形制能产生不同的泛音，甚至同一乐器，各音区产生的泛音也不相同。”^④

《牛津简明音乐词典》里，有两个关于“音色”的条目，它们分别为：“colour (Tone-colour) 和 Timbre (法; 德 Klangfarbe)。”“colour (Tone-colour) 的解释为：“音乐是不可能传达色彩的。音色是一种习惯的说法，是由泛音的不同强度产生的音质变化而造成的。色调或许是个更

^① 韩宝强. 音乐声学[M]//王耀华, 乔建中. 音乐学概论. 北京: 高等教育出版社, 2005: P 367.

^② 辞海编辑委员会. 辞海[M]. (缩印本). 上海: 上海辞书出版社, 1980: P 2037.

^③ 中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1978: P 1360.

^④ 中国大百科全书出版社编辑部. 中国大百科全书·音乐舞蹈[M]. 北京: 中国人百科全书出版社, 1989: P 794.

准确的术语。差异通常指的是声音的阴暗和明亮。”^①

“Timbre”的解释为：“音色，即不同乐器或人声所发声音不同的特性，例如长笛和单簧管的不同处，女高音和次女高音的区别特点等等。”^②

在《音乐百科词典》里，“音色”的解释为：“音色”(timbre)，亦称“音质”，主要由每个音的“声谱”所决定，即由每个音所含泛音的数量以及各泛音的强度所决定。例如，同是100Hz(约相当于G音)的音，钢琴的音有15个泛音，在第14、15和18以下的泛音均缺，在低音单簧管只有9个泛音(第1、3泛音均缺)，而且各泛音的强度也各不相同。”^③

严格说来，音乐是不可能传达色彩的，“音色”这个词借用视觉范畴中的色彩概念，但与颜色没有任何联系。所以，对于音色的定义一般采取排除法，在排除乐音其他要素之后，剩下的才是属于音色的声音属性。按照排除法的原则，格罗夫词典第六版将音色定义为：“音色，能够将音高、音强都相同的两个音区别开来的一种声音属性。”^④但近年来国内外的一些专家学者，意识到音长，即音的长和短(时值)也能将音高和音强相同的乐音区别开来，在音色原有概念上，进行了完善与补充，将音色定义为“乐音的品质特征，能够将音高、音强和音长都相同的两个音区别开来的一种声音属性”^⑤，笔者以为，这个定义准确地描述了音色的本质属性，在歌唱中，不同的歌唱者用相同的音量演唱相同音高的歌曲，人们能比较出歌唱者的异同，就是因为音色不同的缘故。故在本文的论述中，将采用这一定义。

二、听觉系统对音色的识别

究竟通过何种方式来界定音色的定义，这取决于我们怎样看待音色的形成问题。不同理论家对音色的表述中，反映出几种不同的音色形成观。其一是静态的音色形成观，认为音色主要是某个音的泛音分布(亦即谐波结构)特性的反映；其二是动态的音色形成观，认为是音的起始状态决定了人对不同音色的感受；其三，是静态和动态音色观的结合。这种综合的音色形成观认为谐波特性和音的起始状态两个都重要，是人识别音色的两个方面。下分述之：

(一) 稳态谐波列理论

这种音色观的理论可追溯到亥姆霍兹1877年提出的谐波列理论。通过对多种乐器、包括声带所做的一系列实验研究之后，亥姆霍兹认为所有物质在振动时都会有谐波产生，谐波列就是将这些谐波按音高顺序排列而成的序列。^⑥按亥姆霍兹的理论，谐波列的变化对音色感觉的影

^①[英]肯尼迪、布尔恩编，唐其竞等译。牛津简明音乐词典[M]。北京：人民音乐出版社，1991：P 210。

^②[英]肯尼迪、布尔恩编，唐其竞等译。牛津简明音乐词典[M]。北京：人民音乐出版社，1991：P 994。

^③缪天瑞。音乐百科词典[M]。北京：人民音乐出版社，1998：P 709。

^④转韩宝强。音的历程—现代音乐声学导论[M]。北京：中国文联出版社，2003：P 53—54。

^⑤韩宝强。音的历程—现代音乐声学导论[M]。北京：中国文联出版社，2003：P 54。

^⑥谐波列：谐波列是将谐波按音高顺序排列而成，谐波特指构成整数倍数或接近于整数倍声音关系的分音。基音即为第一谐波。

响最大。不同的谐音列作用于人的听觉系统，耳蜗中的基底膜就会对这些谐音频率进行分析、合成，最后在大脑中生成不同音色的感觉^①。亥姆霍兹的谐音列理论研究和结论是基于稳态的乐音结构之上的，它是第一个较为成熟的解释音色如何形成的理论。除此以外，基于试验的结果，亥姆霍兹提出了谐音列与音色听感之间存在的四种相关规律：

1、包含简单谐音的乐音（如音叉或管风琴的闭管），大多听起来非常轻柔、悦耳，但是在低频段比较黯淡。

2、带有6个以上谐音的乐音（如钢琴、圆号和人声）听起来更丰满、更具乐音的效果。

3、只含有奇数谐音的乐音（如单簧管、管风琴的闭管），听起来比较空洞，如果基音比较强，总体音色仍比较丰满，如果基音强度较弱，则听起来声音很薄。

4、带有很强的第6和第7号谐音的复合音，音色极为突出，但听起来比较粗涩、短促。现以钢琴和单簧管为例，说明两乐器音色在频谱图上的异同：

图 1-1 钢琴频谱图

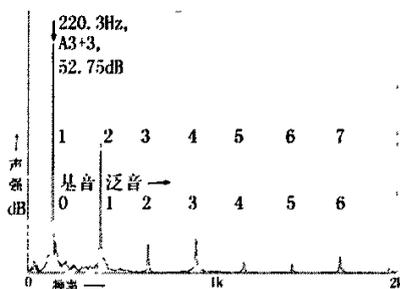
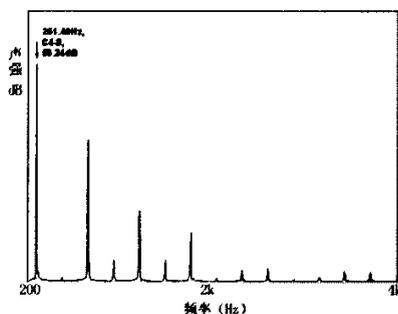


图 1-2 单簧管频谱图^②



从以上钢琴和单簧管的频谱图中可以看出：钢琴有6个以上谐音的乐音，因而音色听起来比较丰满、具有乐音的效果。单簧管的谐音列基音与泛音亦构成整数比关系，但在单簧管的谐

^①Helmholtz. On the Sensation of tone, as a Physiological Basis for the Theory of Music[M]. 4th ed. Tran. by A. J. Ellis. New York, 1954.

^②韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2005：P 172.

音列中，奇数的谐音能量都相对较强，偶数的谐音能量较弱（注意前8个谐音），这种谐音成份听起来有一种“空”的感觉。

随着对乐器频谱的深入分析，以及语音分析与识别技术方面的进展，人们越来越认识到，在特定乐器（或人声）中，受到乐器共鸣系统加强而呈现出突出的振幅峰值频段，也就是共振峰，形成了具有特性的音色。通过对共振峰的研究，发现共振峰的有无、数目多少、频域的宽窄往往和某些类型的音色具有对应关系。

（二）起始状态理论

一部分理论家在实验过程中发现，自然界中很少有稳态的复合音^①存在。声音自起振开始，它频率的强度无时不刻在变化。因此以稳态复合音作为分析基准，理论的立足点有欠稳固。通过对谐音列理论的再思考和对声音波形从起始达到峰值这一时间过程的研究，科学家们提出了“乐音的起始状态决定其音色”的观点。乐音的起始状态指的是乐音从无声到有声的一瞬间的状态，科学家们认为：“我们的听觉是通过对起始状态中的谐音能量分布变化进行分析，从而能够识别音色。”^②K. W. 伯格 1963 年所作著名的“判断乐器”实验，证明即便是专业的管乐演奏员，在判断去掉了起振和衰减过程的管乐音色时，也经常认不出自己演奏的乐器。^③由此可见，如果去掉了起始状态，我们对最熟悉的音色也会做出错误的判断。在电子乐器发展的早期，乐器设计师一般按照每件乐器的谐音列去合成音色，没有考虑其状态因素，结果电子乐器所发出音色与真实乐器存在相当大的距离。后来，设计师把每件乐器起始状态的因素加进去之后，电子乐器才越来越像真实的乐器，使得声音的逼真度大大提高。

（三）谐音列与起始状态复合理论

上述的例子说明谐音列和起始状态对音色感知都具有一定的影响力。但是谐音列和起始状态哪一项对音色识别的影响最大？1967 年 W·斯特朗与 M·克拉克用实验证明：人在分辨不同的音色时，谐音列和起始状态都会对音色的识别产生影响。笔者把这种观念称为结合型的音色观。

两位科学家们指出：对于双簧管、单簧管、巴松、大号和小号这些乐器来说，谐音列的影响力要大于起始状态；对长笛来说，起始状态的影响力要远远大于谐音列；而对长号、圆号这些乐器来说，谐音列和起始状态的作用则不相上下。^④总体上讲，只有那些极为特殊的乐器音色，

^①复合音：(complex tone)：是指由一种以上振动频率成分构成的声音。绝大多数乐器所发的声音都是复合音，人声发出的音也属于复合音。

^②该理论由 J. S. Keeler 于 1972 年提出。

^③K. W. Berger. Some Factors in the Recognition of Timbre[M]. 转 T. D. Rossing. The science of sound. 1982: P 118.

^④W. Strong & M. Clark. Perturbations of Synthetic Ochestra Wind-Instrument Tones [J]. The Journal of the Acoustical Society of America . 1967 (41): P 277.

谐音列才能不依赖起始状态而单独发生作用。

此外，相位^①也会对音色的识别产生影响，同样是长笛的音色，分别在小房间和大礼堂听，效果就不同，其中就有相位变化的因素在起作用。但综合起来看，人耳主要通过分析声音的谐音列结构和起始状态来获得“音色”的感知，而人耳对于歌声音色的识别主要是通过谐音列的结构来获得对“音色”的感知的。

三、影响音色感的主客观因素

（一）客观因素

从客观上讲，人耳是通过分析声音的谐音列结构和起始状态来获得对“音色”的感知，只要这两个因素中任何一个因素发生变化，都会影响我们的音色感。

谐音列(harmonics)是一个乐音中所包含的所有谐音按音高次序排列起来的音列。^②第一个谐音又称“基音”，其余者称为基音的“泛音”。

每个乐音音色的异同，主要视谐音列的两个基本因素而定：一是谐音的数量，二是每个谐音的强度。如果谐音的数量不同，音色感肯定会有差异；假如谐音数量相同，但每个谐音之间的强度关系不同，音色也会发生变化。

引起谐音列发生变化的因素与乐器制作材料、结构和演奏方式有关。即使是同一件乐器，如果使用不同的音区和强度，也会使谐音列发生变化。除音区因素外，强度变化也会改变谐音列状况。最明显的是歌唱家的歌唱不同的力度发出的声音音色肯定是不一样的，其主要原因也是由于谐音列有不同的改变。对声乐来说，不同的力度，声带振动的模式，以及打开的共鸣腔体或窦体都是不同的，这些因素会直接影响谐音列的形态。

总而言之，尽管探讨影响音色感的客观因素是一件比较复杂的工作，但是目前还是得到了一些影响音色感客观因素的初步规律。如：谐音越多，声音越丰满、圆润；高频谐音越多、能量越强，音色听起来越明亮，反之音色则黯淡；中、低频基音如果较突出，音色听起来比较“厚”，反之音色就比较“薄”；等等。

^①相位：作正弦变化的物理量，在某一时刻(或某一位置)的状态可用一个数值来确定，这种数值叫做相位。参见中国社会科学院语言研究所词典编辑室编。现代汉语词典，北京：商务印书馆，1978：P 1248。

^②谐音列和泛音列是有所区别的：在音乐在音乐声学 and 音乐理论研究中，为了便于大家理解复合音的构成，常常将基音和泛音按音高顺序排列起来，称之为“泛音列”(serial of overtone or overtones)。如果基音与泛音之间呈整数倍关系，这个音列才称为“谐音列”(harmonics)。下面是一个常见的谐音列：



这个泛音列以大字组C为基音，外加11个泛音，这些泛音的频率与基音都构成整数倍的关系。即，如果以基音的振动频率作为1，其它泛音的频率便与之构成1：2：3：4：5……这样的比例关系。

（二）主观因素

影响音色感的主观因素主要有对比因素、个体差异和民族文化传统和技术因素四个方面的因素。在本文的论述中，主要对民族文化传统因素作重点关注。不同民族文化传统在声音色彩上的追求是不同的。如在《音的历程—现代音乐声学导论》一书中，指出中国大多数民族乐器在音色上有以下三个方面的特点：

- 1、比较高亢、紧张，典型的如唢呐、管子、梆笛、京胡、板胡、铉钹等。
- 2、有较强的“鼻音”特征，典型的如二胡、中胡、三弦、巴乌等；
- 3、有些乐器音色铿锵、混杂，典型的如甬钟、编磬、编铙、编铎等。

以戏曲演唱为代表的中国歌唱体系，在音色上也具有很强的民族特色：声音比较明亮、尖细、直白，典型的如京剧中的青衣、花旦、小生等角色的嗓音。”^①

四、音色与音品、音质的区别和联系

从以上的各种定义中，我们知道音色是乐音的一种品质特征，是能够将音高、音强和音长都相同的两个音区别开来的一种声音属性。从这些词典中，我们还可以发现除了用音色这个词外，还有音品、音质等词汇来表述声音的特性，音色是否等同于音品、音质的内涵表述，它们之间是否存在着相同或相异之处？从以上列出的各词典中，可以发现对于音色、音品、音质的解释，不同词典给出的解释是各不相同的。有的词典认为音色、音品、音质所指涵义相同。如《音乐词典》，^②将三者并列在一块：“Tone colour (quality) [英]音色，音质、音品。声音一种特性，由于发音体之谐音不同而引起；例如各种不同乐器合奏同一音调时，吾人亦能一一辨认其为何种乐器；即以同一乐器之不同，两弦奏出同一音符时，有训练之音乐家亦能从容判别，即音色不同之故。”^③

但在大部分的词典中，认为音色与音品等同，音色与音质略有区别。如《辞海》（缩印本）和《现代汉语词典》（试用本）中，认为“音品亦称音色”，^④“音色即音品”。^⑤音品，顾名思义指的是声音的品质，声音的特点，其对应的英文为“tone quality”。这一定义既包含通过人们的主观感觉对声音的性质作出判断，同时又避免将声音与色彩联系在一起，应是较好的表达了乐音这种属性。但自从20世纪下半叶以来，我国基本乐理教科书和词典基本上采用的是“音色”的称谓，较少使用音品一词。所以在本文的描述中，为了避免在词汇使用上的麻烦，沿用约定俗成的“音色”这一表述，以免造成歧义。

^①韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2003：P 65—66.

^②王沛论. 音乐词典[M].（全一册）. 香港：文艺书屋，1977.

^③王沛论. 音乐词典[M].（全一册）. 香港：文艺书屋，1977：P 476.

^④辞海编辑委员会. 辞海[M].（缩印本），上海：上海辞书出版社，1980：P2037.

^⑤中国科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M].（试用本）. 北京：商务印书馆，1973：P 1226.

同时还应注意，在一些词典的解释中，“音质”与“音色”所指涵义是不相同的。如《现代汉语词典》（试用本）将“音质”条目单列：“音质指的是录音或广播上所谓音质的好坏，也兼指声音的清晰或逼真的程度。”^①

通过以上相关词典的解释，笔者认为，音质与音色的所指既有相同又有不相同之处。相同之处指的是：如“在对乐器声音品质的评价，对电子音响录音和播放设备声音品质的评价，以及对音乐音响制品（如磁带、激光唱片）的声音品质评价方面，所指是相同的。”^②不同之处指的是“音质”更多地是强调其振动方式的内容，包括反映其振源体的质地、振动部位等因素。而“音色”，更侧重于反映共鸣体的结构和材料因素。由此可理解音质和音色是不同的。在声乐中，音质指的就是演员的声带，即嗓子的自然条件。如果一位演员具备了一条好的声带，声音纯净而不芜杂，嘹亮宽厚而不哑尖窄，就可以称得上是拥有好的音质。而音色则是在自然条件的基础上经过艺术锻炼而形成的声乐的艺术条件。所以在声乐中，音质和音色二者的区别在于：音质属于先天的，是不可塑的，而音色属于后天的，是可塑的，可以通过后天的发展艺术化的。

五、歌唱音色相关阐释

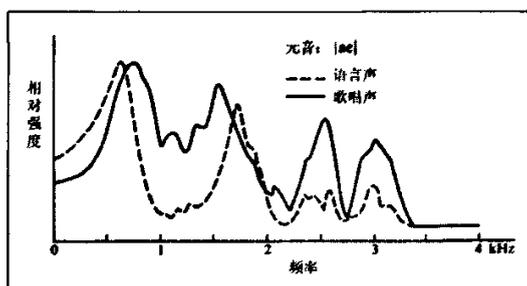
在萨克斯—霍恩波斯特尔的乐器分类法中，嗓音被归为气鸣乐器中的自由簧类，声带可以被看作是一对自由式振动的簧片。在乐器的声学构成上，人声乐器和其他乐器一样，有着相似的声学构成，但是人声乐器与其他乐器相比较而言，存在许多不同，其突出的一点是人声乐器本身是一个生物体，各个器官具有可感觉性和可塑性，其共鸣系统可以自行调节，而一般乐器的共鸣体是固定的。

（一）语言声和歌唱声在物理上的差异

嗓音发出的声音，无论语言声和歌唱声，都是一种复合音，其中既有基音也有泛音，在音乐声学中，常常用频谱来描述基音和泛音成分之间的关系。下面的频谱图显示出语言声和歌唱声在物理上的差异。

^①中国科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. (试用本). 北京: 商务印书馆, 1973; P 1226.

^②韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2005; P 54.

图 1-3 语言声和歌唱声在物理上的差异^①

从该图可以看出：

1、歌唱声的强度曲线明显高于语言声，这与共鸣腔体的数量和共鸣方法有关：人们在讲话时，参与共鸣的腔体没有歌唱声多，即使有腔体参与共鸣，其参与形式也没有歌唱声来得积极。

2、在发相同元音时，歌唱声与语言声在基音的高度上存在差异：歌唱声比语言声的频率要高一些。这种差异源于声带基础振动的频率。歌唱时声带的紧张度一般要大于讲话，紧张度的增加往往会对物体振动频率产生影响，二者一般呈正比关系。

3、歌唱声在高频泛音段（2500Hz 以上）有两个非常明显的泛音成份，音乐声学上称之为“歌手共振峰”（singer's formant）。这一特征说明，人们在歌唱时有较多的高频共鸣成份在发挥作用。从声学原理角度推测，能够对高频产生共鸣的应当是较小的腔体，譬如说鼻腔或头腔。

（二）歌唱的音区和音色变化特性

正常人说话的噪音频率范围不宽，通常情况下，成人男性最低至 80Hz 左右，女性最高至 400Hz 左右。就个人来说，平时说话的噪音音域上下不过六至八个半音，最多也不超过一个八度，但歌唱声的音域变化范围要宽得多。歌唱时，未经训练的音域为一个半八度，训练过的噪音音域为二个至二个半八度。个别歌唱家的噪音可以达到三个八度。下面是美声唱法不同声部所用音区的频率：

表 1-5 美声唱法不同声部所用音区的频率

声部	男低	男中	男高	男唱 女声	女低	女中	女高	花腔女高
频率 (Hz)	72- 288	88- 352	104- 416	128- 512	160- 640	192- 768	240- 960	288- 1152

宽广的音域也使得歌唱声的音色变化也比语言声要丰富，这主要与共鸣区的运用有关。声

^①韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2005: P 257.

乐界一般把歌唱音域按共鸣区的运用分为胸声区、混声区（又称中声区）和头声区。胸声区是指歌唱时以胸腔共鸣为主的音区，音色比较宽厚；混声区是兼用胸腔和头腔共鸣的音区，音色兼有宽厚和明亮，富有弹性；头声区是指以头腔共鸣为主的音区，音色比较明亮。

（三）歌唱音色相关评价

从前面的相关论述，已知音色存在界定上的难题。音色一词只是借用了视觉范畴中的色彩概念，但实际上却与视觉没有任何联系。由于词义的界定方面存在较多分歧，而不得不借用排除法来界定音色：“音色，乐音的品质特性，能够将音高、音强和音长都相同的两个音区别开来的一种声音属性。”^①

由于处于不同的文化背景、语言习惯和专业领域，人们常常使用不同的术语体系对音色进行评价。对音色评价时所使用的术语体系也不尽相同。有的评价体系比较简单，仅用“暗淡—明亮、冷—暖、纯净—丰富”来评价所有的音色；^②有的稍微复杂，如运用“朦胧—尖锐、坚实—松散、丰满—空洞、多色彩—无色彩”等词汇；^③我国南京大学声学研究所的包紫薇曾提出15种表达术语，包括诸如“紧张—松弛、圆润—尖锐、硬—软、和谐—粗糙，冰冷—温暖、清晰—模糊、丰满—单薄”等。^④

对于乐器而言，每一件乐器（包括噪音乐器）在不同音区、用不同的强度和演奏方法，将发出截然不同的声音。以长笛为例，其所使用的音色表述词汇就达13种之多。^⑤而相对于人声而言，对于歌唱音色的表述就要相对简单得多，在西方古典声乐学派的奠基人玛努埃尔·加尔西亚（子）在其代表性文献《歌唱艺术论文大全》指出：“音色的一切变化最终可以归纳为两种主要的音色，明亮的和晦暗的。”^⑥

由上可知音色是乐音的品质特征，是一种能够将音高、音强和音长都相同的两个音区别开来的一种声音属性。它与泛音的数目和泛音的相对力度有关，乐器的不同质料和结构形制会产生不同的泛音，甚至同一件乐器，各音区产生的泛音也各不相同。人耳主要通过分析声音的谐音列结构获得对歌唱“音色”的感知。音色与音质在所指上有所区别，“音质”更多地强调其振动方式的内容，包括反映其振源体的质地、振动部位等因素。而“音色”更侧重于反映共鸣体的结构和材料因素。

^①韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2003：P 54.

^②这种评价体系由Pratt和Doak在1976年提出。

^③这种评价体系由von Bismarck在1974年由提出。

^④包紫薇. 音质评价方法学的有关问题[C]//中国声学学会电声学分科第一届学术交流会论文，1986.

^⑤该音色表达的词汇具体为低音区：纯、浓、不稳定；中音区：甜、透明、柔和、稳定；高音区：清晰、抒情、柔软、饱满；最高音区：清晰、尖锐、刺耳。参见施咏康. 管弦乐队乐器法，北京：人民音乐出版社1987年版。

^⑥[苏]N·K·那查连科，汪启璋译. 歌唱艺术[M]. 北京：人民音乐出版社，1981：P 84.

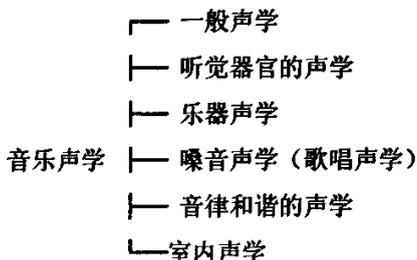
第三节 歌手共振峰相关阐释和界定

本文主要通过观察歌手共振峰的形态来进行不同唱法特征的比较。歌手共振峰作为一个重要的声学参量与音乐声学、噪音声学、歌唱声学密切相关，在对歌手共振峰论述之前，将对音乐声学、噪音声学、歌唱声学等相关名词作相应阐释。

一、音乐声学 噪音声学 歌唱声学

“音乐声学”(Musical Acoustics)亦称“音乐音响学”。是着重从声学角度研究音乐音响的科学。^①由于音乐是有赖于声音振动这一物理现象而存在的，因此对声音的本性、其各个侧面的特性以及声音振动的前因后果的认识和理解，就影响到人类创造音乐时运用物质材料、物质手段的技术、技巧、艺术水平，也影响到人类认识自己的听觉器官对声音、音乐的生理、心理感受与反应的正确与深刻程度。由于这些原因，音乐声学作为音乐学与物理学的交缘学科，就成为音乐学的一个不可缺少的组成部分。“音乐声学包括一般声学、听觉器官的声学、乐器声学、噪音声学、音律和谐的声学、室内声学等六大部分。”^②如下图所示：

表 1-6 音乐声学分类表



在《中国大百科全书·音乐舞蹈卷》中有关噪音声学^③的定义是：“就其涉及人体器官的生理状态而言，噪音声学也可归属广义的生理声学，但它与听觉器官的生理声学本质上不同，所研究的并非声音感受过程中的，而是发声过程中的生理声学问题。仿照乐器声学的分析方法，人类

^①韩宝强. 音乐声学[M]//王耀华, 乔建中. 音乐学概论. 北京: 高等教育出版社, 2005: P 362.

^②中国大百科全书出版社编辑部. 中国大百科全书·音乐舞蹈[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1989: P810—812.

^③在有的参考文献当中, 出现“歌唱声学”的称谓. 可参见:

冯葆富, 齐忠政, 刘运嫒. 歌唱医学基础[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: P109—126.

龚镇雄. 音乐声学——音响·乐器·计算机音乐·MIDI 音乐厅声学原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1995: P83—194.

庄元. 当代中国音乐声学研究述要[J]. 中国音乐学, 2005 (2): P 116.

发声器官亦可从能源、声源、共振、扩散四个结构要素来讨论。噪音接纳的能源来自内脏对肺内空气的压力，但造成压力的运动部位并不在肺而当在下腹（丹田）。声源是由声带（喉）的状态形成的，但紧靠着它的共振腔是从声带到口腔、鼻腔末端之间的管道（咽），管道的一定口径与长度使空气分子得以充分参与共振，咽与喉的状态配合是发声器官良好工作状态的核心。随后，口腔内的空气分子当然也参与共振，但这已服从于歌词的元音、辅音的吐字，其功能已非旨在增大音量的共振，而是给咽喉传来的音波附加特定元音、辅音所应具备的“频谱共振峰”，随即扩散，把声波送到远处。运用发声器官的技巧必须包括而应加以训练的方面很多，诸如：音域的伸展，真假声的选择互补，换声区的平顺过渡，气息长短缓急的控制，音量强弱幅度的扩大与调节的灵活，音色的变化，吐字的清晰准确，音准节奏的掌握等等。古往今来各民族各地区的不同唱法与不同声乐学派，各有独特的运声方法，积累了丰富的实践经验，但由于人声器官构造的复杂性，作为一门音乐学学科的噪音声学至今尚在草创时期。”^①

在《中国大百科全书·音乐舞蹈卷》有关噪音声学的词条中，对歌唱声学已有所指。“就其涉及人体器官的生理状态而言，噪音声学也可归属广义的生理声学，但它与听觉器官的生理声学本质上不同，所研究的并非声音感受过程中的，而是发声过程中的生理声学问题。”王士谦在《现代噪声科学系列讲座之一现代噪声研究的范围、意义、方法特点和分类》中进一步指出：

“噪音声学（Acoustics of the Voice）的研究对象是人的发声生理器官系统和它所发出的声音（即噪声），这主要指的是言语和声乐（歌唱）声。”但笔者以为这个定义尚未与医学意义和语言学上的“噪音声学”区别开来。如果将其界定为“歌唱发声中的生理声学问题”将更确切的说明歌唱声学的特征。”^②

歌唱声学目前尚无权威的定义。在龚镇雄的《音乐声学—音响·乐器·计算机音乐·MIDI音乐厅声学原理及应用》一书第一章论及“现代音乐声学的相邻学科”中，仅指出歌唱声学是现代音乐声学的的一个分支。^③在冯葆富先生的《歌唱医学基础》一书第九章“歌唱声学基本问题”第一节“歌唱声学概要”中，对“歌唱声学”进行了简要的定义：

“歌唱声学（Singing Acoustics）是研究歌声的声学性质的科学，是近代科学研究歌唱生理的新发展。”^④所以在本文的论述中，笔者在综合前人研究的基础上，将歌唱声学界定为：

歌唱声学属于乐器声学下属的一个分支，是一门与声学、音乐声学、歌唱发声、歌唱心理有着密切关联的学科。其主要任务为研究歌唱的声学特征。在研究方法上，运用音乐声学测量的方法，通过歌手共振峰等参量对歌唱者的发声进行客观精确测量，以便与主观感觉量进行相关性研究。

^①中国大百科全书出版社编辑部。中国大百科全书·音乐舞蹈[M]。北京：中国大百科全书出版社，1989：P 811。

^②王士谦。现代噪声科学系列讲座之一现代噪声研究的范围、意义、方法特点和分类，应用声学 1989(2)：P 42。

^③龚镇雄。音乐声学——音响·乐器·计算机音乐·MIDI音乐厅声学原理及应用[M]。北京：电子工业出版社，1995：P 11。

^④冯葆富，齐忠政，刘运辉。歌唱医学基础[M]。上海：上海科学技术出版社，1981：P 109。

二、歌手共振峰

(一) 歌手共振峰的相关阐释与界定

在绪论的相关论述中,已提及歌手共振峰的研究始于美国巴尔的摩音乐学院的巴塞洛缪(W·T·Bartholomew)。他于1934年率先在西洋歌剧唱法(即“掩盖”唱法(Covered Voice)或“关闭”唱法(Closed Voice)发声声谱上发现有一个异常突出的共振峰,对于男声来说,它的频率在2800—2900Hz;对于女声来说,频率在3200Hz。限于历史和技术上的诸多原因,尽管巴塞洛缪没有从声学角度对歌手共振峰形成的原因做出相应的解释,但后来西方国家的有关声乐,声学文献中大都沿用了他的歌手共振峰概念,即男声出现在2800—2900Hz;女声出现在3200Hz的共振峰。

巴塞洛缪之后,许多学者对歌手共振峰进行了研究,如埃帕尔曼、^①克兰德尔、范纳德等。其中成绩最为突出的为瑞典声学专家桑伯格。桑伯格的论文《The Acoustics of the singing Voice》作为一篇研究歌唱共振峰的重要文献,全文发表在1977年3月《Scientific American》。^②在文章的开篇,桑伯格指出:“第一流歌剧演员的嗓音有着与众不同的地方,暂不谈艺术上的造诣,仅仅声音本身就能给听众留下深刻的印象。一位训练有素的歌唱家,其歌声可以穿过音量宏大的管弦乐队而到达音乐厅观众的耳朵里。但二流的、或从未受过训练的歌唱者,要让歌声穿透乐队到达观众耳中,则只会导致声嘶力竭。这难道只是一个训练与否的问题吗?”^③

接下来,桑伯格分析了这个问题:发声器官包括肺、喉头、咽腔、鼻子和嘴。喉头、咽腔和嘴共同构成声道,它是一个共振腔,好比圆号的管道或小提琴的琴身。发音者的嘴唇、下巴、舌头和喉头等决定了声道的形状。嘴唇、下巴、舌头位置的变化还可以使声道伸长或缩短,撅起嘴唇或讲喉头放低,都能使声道拉长。

气流冲击声带而产生的声音叫声源,它是说话和唱歌的原始材料。是一种复合的声音,由基音(由声带振动的频率所决定)和泛音所组成,泛音的振幅每八度均匀地减弱十二分贝。

声道是个共振腔,声音经过一个有音响的共振腔传导出去,最主要靠频率。当声音的频率和共振腔的频率符合时,声音得到放大,当声音的频率和共振腔的频率不符合时,声音减弱。声道有四到五个这样重要的共振腔,名叫共振峰。共振峰频率是由声道的形状所决定。声道象一个完整的圆筒,以一名成年男子的声道为例,声道的长度大约为17.5厘米。四个共振峰之中的第一共振峰接近于500Hz,第二共振峰接近于1500Hz,第三共振峰接近2500Hz,第四共振峰接近3500Hz。如果声道长一点或短一些,它的基本频率就稍微低一点或高一点。每个共振峰与

^①埃帕尔曼在1967年的“*The Science of Voice Pedagogy*”一书中,对共振峰和人体共鸣系统进行了系统的论述。

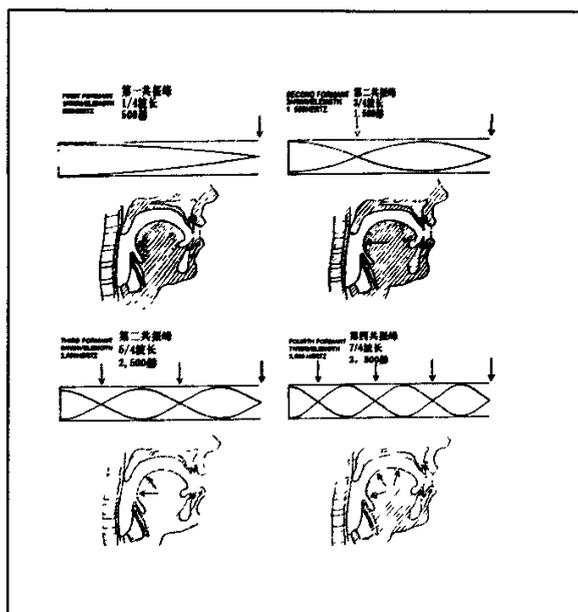
^②Johan Sundberg. *The Acoustics of the singing Voice*[J]. *Scientific American*, 1977(3): P 82—91.

^③Johan Sundberg. *The Acoustics of the singing Voice*[J]. *Scientific American*, 1977(3): P 82.

一个驻波相关连。(驻波指的是静止型的气压振荡)静止型气压振荡的振幅在声门处最大而到嘴唇处振幅变得最小。最低的共振峰相当于一个波长的 $\frac{1}{4}$ ，也就是说它的波长的 $\frac{1}{4}$ 正好与声道相吻合。同样第二、三、四共振峰分别相当于 $\frac{3}{4}$ 、 $1\frac{1}{4}$ 和 $1\frac{3}{4}$ 个波长。)

如下图所示：

图 1-4 共振峰频率与声道形状^①

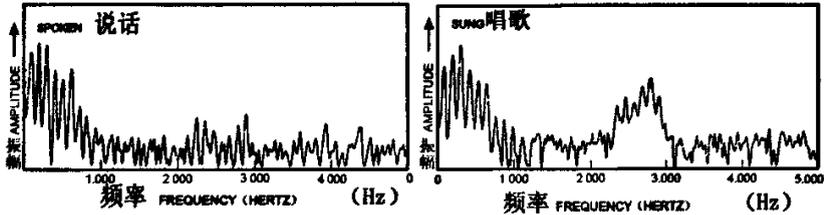


三个器官能改变声道的形状，他们分别是下巴、舌体和舌尖。第一共振峰的频率与下巴有关，下巴的张开对于第一共振峰的频率起决定性作用，它可以使靠声门的声道缩小而使在嘴唇那头的声道扩大；第二共振峰的频率与舌体形状有关；第三共振峰频率与舌尖部位有关。

歌唱家说元音和唱元音有着明显不同，如下图所示：

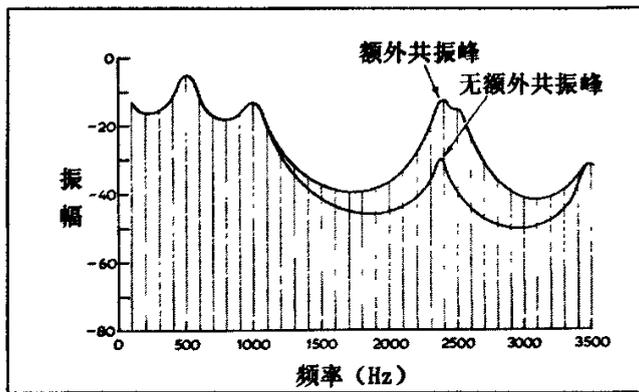
^①Johan Sundberg. The Acoustics of the singing Voice[J]. Scientific American, 1977(3): P 86.

图 1-5 某男歌剧演员发同样元音说和唱的区别^①



这是某男歌剧演员说 w h o' d (左) 和唱 w h o' d (右) 的频谱, 可以看到右边唱频谱在 2500—3000Hz 时出现了一个高峰, 这个高峰为“歌手共振峰”。它是产生于第三和第四共振峰之间的额外峰。如下图所示:

图 1-6 共振峰图^②



由于歌剧演员的歌声中有歌手共振峰的存在, 使得他的声音能够穿越交响乐队的庞大声响中, 传送到歌剧院听众耳中。

下图是著名男高音歌唱家比约林的歌声能量分布^③。从图上看乐队声音能量分布的高峰约在 450Hz 这个区域, 这是因为交响乐队所用的乐器, 在这个区域都有很强的共振峰。一旦超过这个区域, 交响乐队声音的输出能量会随着频率的升高, 急剧下降。我们再来看人说话时语言声音能量分布曲线 (未经专业训练的人歌唱也一样)。它的声音能量分布几乎与交响乐队的完全一样。这也就是说此时人的声音 (说话或歌唱) 如果不用外加的扩音设备, 将会被强有力的交响乐队声音淹没, 无法送到听众耳中。但从比约林的声音能量分布图可以看到, 从开始到 2000Hz

^①约翰·松特伯格著, 蒋英译. 歌唱的音响学[J]. 外国音乐参考资料, (内部刊物) 1979 (1): P 45.

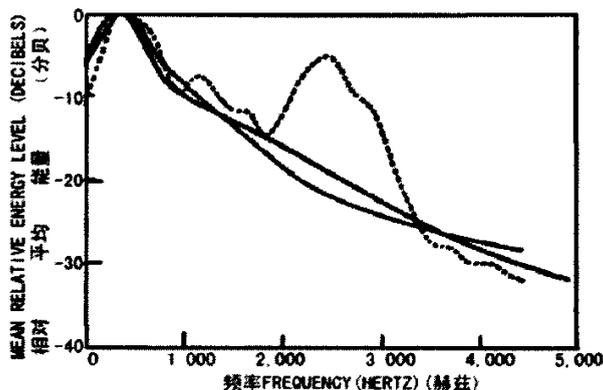
^②约翰·松特伯格著, 蒋英译. 歌唱的音响学[J]. 外国音乐参考资料, (内部刊物) 1979 (1): P 46.

^③ Thomas D·Rossing. The science of sound[M]. Addison—Wesley Publishing Company, 1982: P318.

左右，男高音的声音能量分布曲线与交响乐队的曲线是很接近的，然而到 2500Hz 左右，这两条曲线产生了明显的区别：男高音的声音在这个频率区域，声音输出能量增长了约 20 分贝，使得男高音的声音在这一频段有足够的力量，超越交响乐队，清晰的传导观众的耳中。

下图为男高音歌唱家比约林的歌唱声与管弦乐队声、语言声的频谱比较图

图 1-7 比约林歌唱声和管弦乐队声、语言声频谱比较图^①



这个例子就回答了桑伯格一开始提出的问题，训练有素的歌唱家其歌声之所以能穿过音量宏大的乐队，送到听众耳中的原因是因为有歌手共振峰的存在。“歌唱共振峰”是一个非常有利的频率，它的高度正好处于乐队声音能量减弱的时候。又由于它是由共振效果所产生的，实际上歌唱家不须费太多的呼吸压力就能作到。

以上是桑伯格对歌手共振峰产生的相关论述。其核心观点是歌手共振峰是一个产生于第三和第四共振峰之间的额外峰，由歌手降低喉头获得。

在对歌手共振峰的研究中，尽管有许多专家、学者对其进行了有关声学、包括与其有关的生理、心理等方面研究，但迄今为止，对于歌手共振峰的认识并不是很透彻，如歌手共振峰的峰值范围，就有许多不同的观点：如巴塞洛缪对于歌手共振峰的峰值范围界定为男声 2800Hz，女声 3200Hz 范围。桑伯格对于歌手共振峰的峰值范围界定稍复杂，仅以 20 世纪 80 至 90 年代，就有出现五次明显不同的定义，^②分别为第四元音共振峰、F3、F4、F5 突出的额外峰、2800Hz、2000—4000Hz、3000Hz。我国的学者王士谦将歌手共振峰的峰值范围界定为在 1800—3800Hz 频带内的 2—4 个高能峰。

笔者以为，上述共振峰的定义与每一位研究者对于声源的性质、研究对象的理解、认识有着密切的联系。如巴塞洛缪和桑伯格的峰值确定都是以美声唱法为声源，而王士谦的峰值以民

^①韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 260.

^②王士谦. 嗓音机制和歌手共振峰——兼答 Sundberg [J]. 音乐艺术, 1993(1): P 67.

族唱法为声源，在综述中已有专家发现民族唱法存在“民噪高频谐波带”，以女声为例，在 5500—6000Hz 之间还有声能集中的高频泛音出现。所以王士谦的峰值范围比前二者要宽是可以理解的。

尽管目前对于“歌手共振峰”尚无公认的、确切的界定，但是在相关的声乐资料中，对歌手共振峰的峰值范围一般在男声 2800Hz 频带、女声在 3200Hz 附近。故在本文中，笔者认为“歌手共振峰”是指出现在 2500—3200Hz 频域范围内的一种共振波峰，训练有素的歌唱家由于具有歌手共振峰，可以增强歌唱者嗓音的明亮度和穿透力，使得歌声可以穿透大乐队，突出在乐队之上，而不被乐队伴奏或其它音响所淹没。

（二）歌手共振峰产生的原因

桑伯格认为歌手共振峰的产生是由于喉头的降低造成的。为什么是歌唱者降低喉头获得。我们可以从声学原理和人耳的生理效应两方面找到原因所在。

声学上的原理为：当喉头放低时，发声通道的音响适合于产生一个额外的共振峰。通过计算可以得出，假如喉头到咽部的出口面积小于咽部横断面面积的六分之一，喉头与发声通道的其余部分在音响上的配合是正当的，它有一个自己的振动频率，这个频率和发声通道的其余部分无关。当喉头放低时，这个六分之一的共振频率是可能产生。这种喉头放低使得咽腔底部扩张的做法，使得放低了的喉部共振频率在 2500—3000Hz 之间，也就是在正常第三和第四共振峰频率之间，这个位置，恰好是歌手共振峰出现的地方。

从人耳的生理效应而言，根据前苏联学者德米特里耶夫的研究，掌握歌手共振峰的歌唱者，鼻副窦参与了共鸣，此时歌唱者颅骨的面骨部有强烈颤动感，好象歌声发自头中。而人耳恰恰对这段频率十分敏感，因而加大此段音量能给听众造成巨大声学效果，而喉肌能力耗费却不大。再则，从人的生理角度考虑。人外耳道的长度接近 3 厘米。根据共振频率的计算公式，以声音在空气中的传播速度为 344 米/秒，那么 $F_1 = c/4L = 344/4 \times 0.03 \approx 2867$ (Hz)，从计算的结果可以看出，外耳道的第一共振频率对 2800Hz 附近的泛音予以共鸣放大，这使得人耳对 2800Hz 频率附近的泛音格外敏感，所以，当歌唱者的声音能量集中在此频率区域时，声音极富有穿透性。

（三）影响歌手共振峰的因素

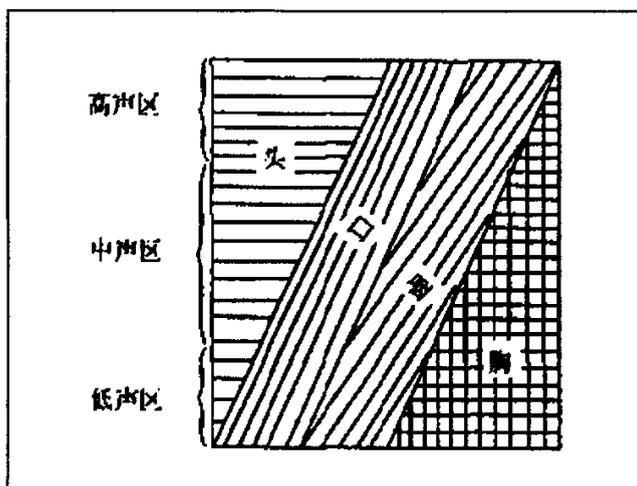
声区（低声区、中声区、高声区）、歌唱力度（强、弱）、歌唱方法、歌唱技巧、男女声部以及歌唱嗓音机制等都会对歌手共振峰的形态产生直接的影响。

1、声区对歌手共振峰的影响

在不同的声区，身体各个部位参与共鸣的比例是不一样的。（见图歌唱共鸣与声区的关系）低声区胸腔共鸣所占的比例较大，声音比较厚实圆润，共振峰形态表现为密集均匀；中声区以咽喉共鸣、口腔共鸣为主，头腔共鸣和胸腔共鸣也占有一定比例，是歌唱共鸣的基础声区，共

振峰形态表现比中声区密集；高声区由于更多的运用头腔共鸣，胸腔共鸣参与的比例减弱，声音更加明亮，反映在共振峰上是有些分叉，形态犹如一座座横空出世的悬崖峭壁，这表明在高声区发音时，有一些窦体处于不参与的状态。由于实验条件的局限，目前我们还无法对窦体与共振峰之间作出相应的对应性分析，但可以看出低、中、高三个声区对于共振峰形态的影响。

图 1-8 歌唱共鸣与声区的关系^①



现以某女高音^②在低、中、高声区发 a 音的频谱为例来说明声区与共振峰的关系：

^①韩勋国. 歌唱教程[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999: P 50.

^②本文所用的女声和男声声源, 如未特别说明, 均来源于《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》所采集的声源, 女声和男声均为美声唱法。特此说明, 并对提供声源的韩宝强研究员表示衷心的感谢。

图 1-9 某女高音低声区 a 元音正确发声频谱图

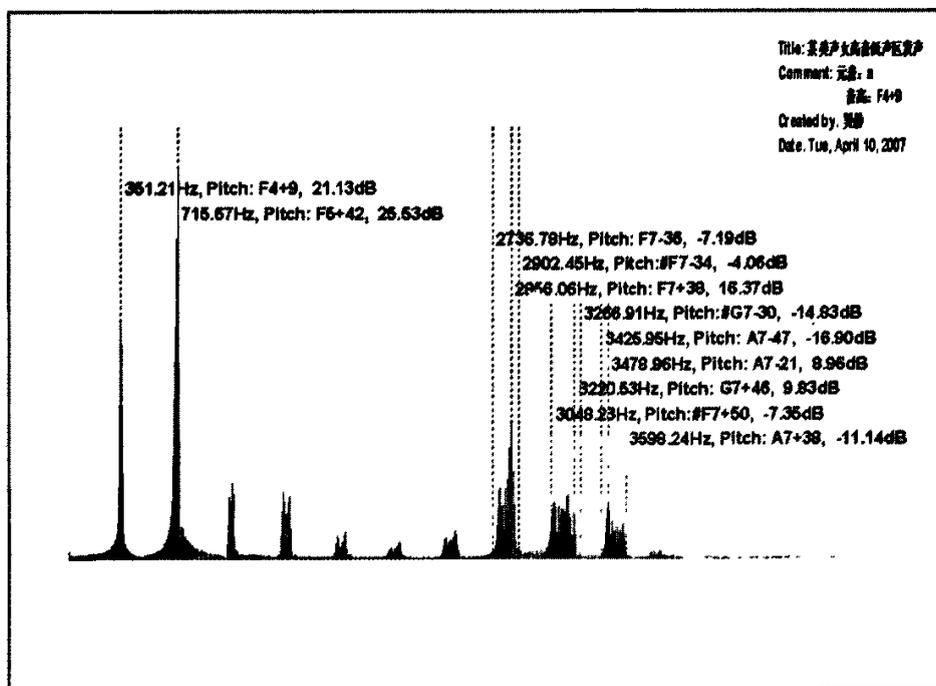


图 1-10 某女高音中声区 a 元音正确发声频谱图

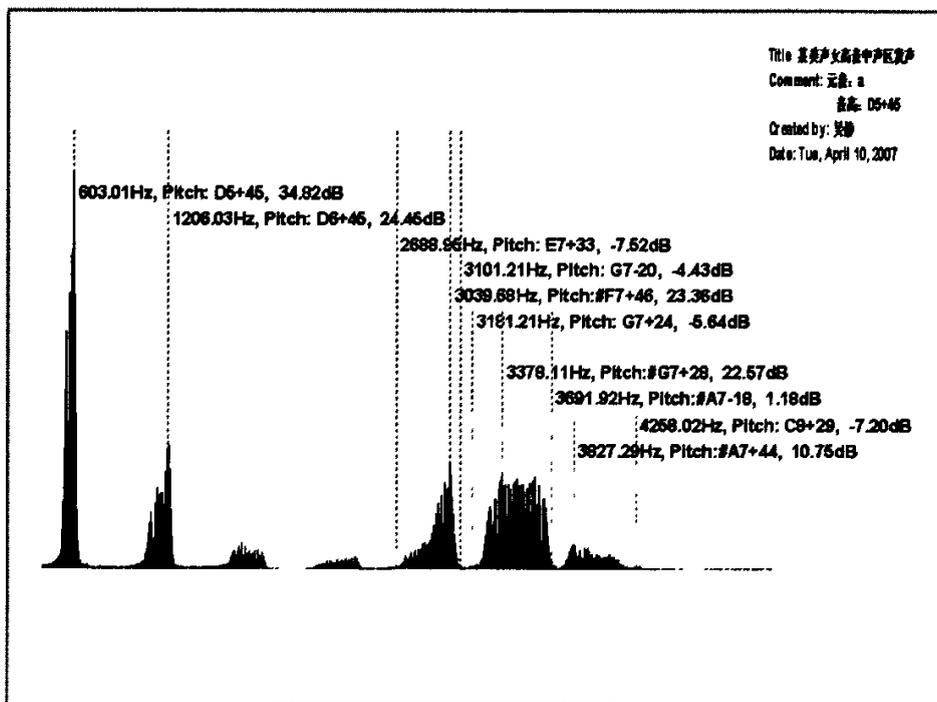
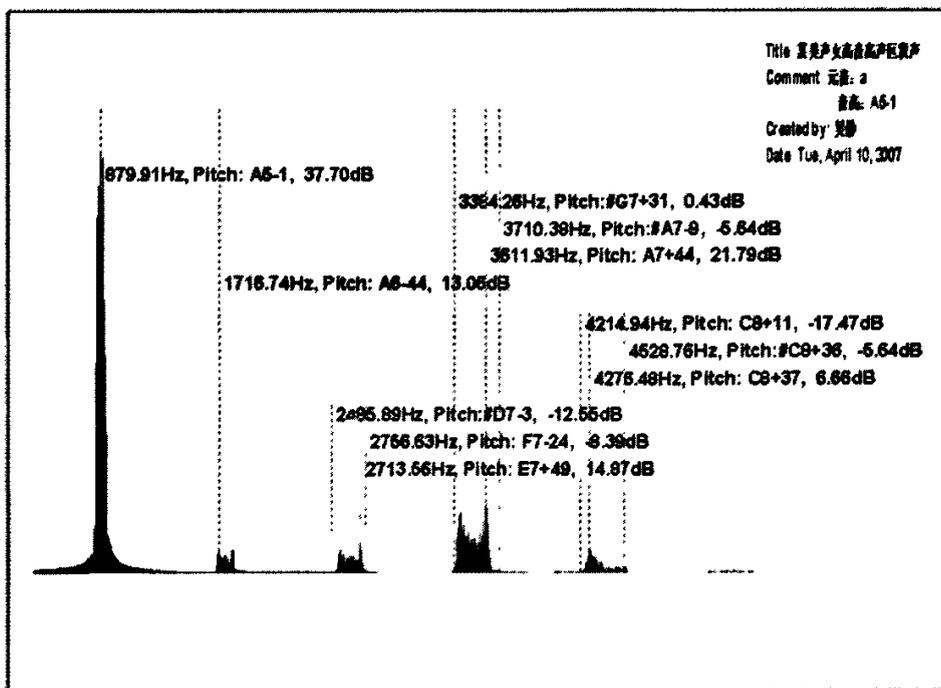


图 1-11 某女高音高声区 a 元音正确发声频谱图



从女高音三个不同声区的频谱观察,发现

(1) 低声区谐音数量最多,有9个;中声区谐音数量为6个;高声区的谐音数量最少,只有4个。说明谐音数量随着声区的升高呈现出递减的趋势。亥姆霍兹提出谐音列于与音色听感的规律,认为带有6个以上谐音的乐音听起来更丰满,表明低声区音色比较丰满,而高声区谐音数比较少,音色较为单薄。

(2) 中、低声区共振峰比较密集,高声区共振峰比较稀疏,表明女高音中低声区音色低沉,高声区音色明亮。

2、歌唱力度对歌手共振峰的影响

歌手共振峰的高度与歌手发声力度呈正比关系;即歌唱力度越强、共振峰越高。下面是某女高音不同力度发元音 a 的不同频谱。

图 1-12 某女高音中声区 a 元音力度 mf 发声频谱图

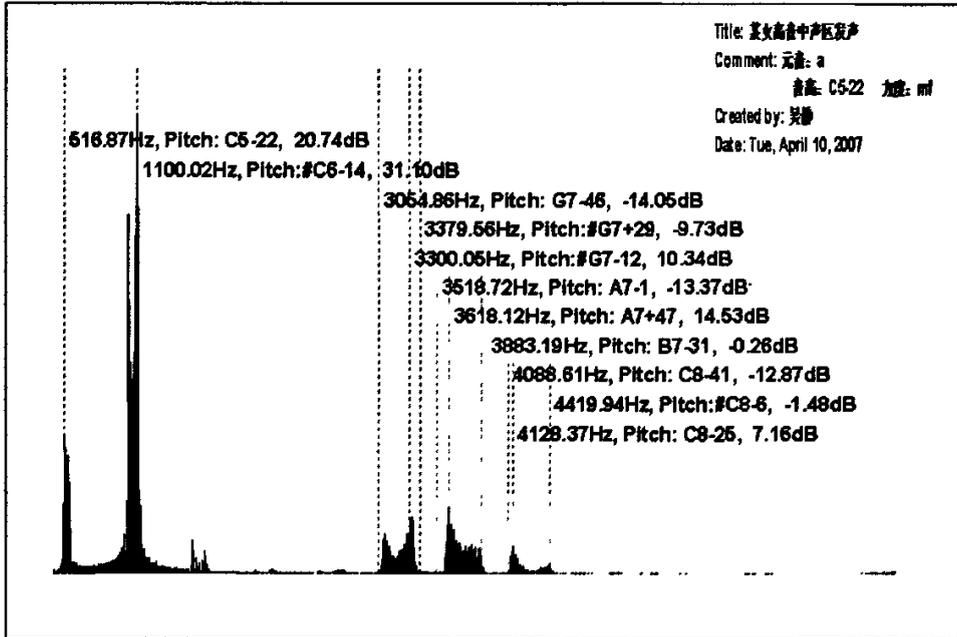
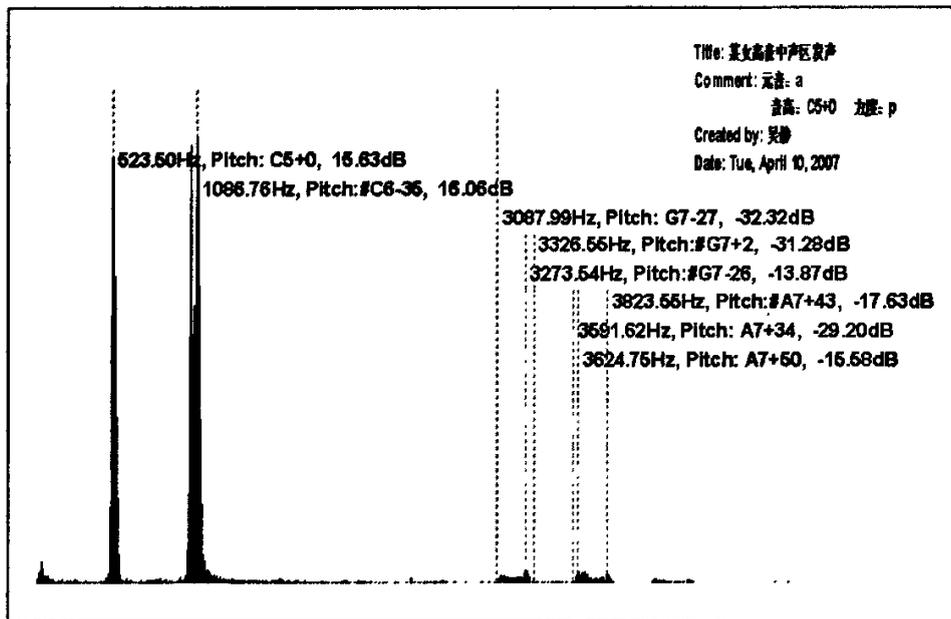


图 1-13 某女高音中声区 a 元音力度 p 发声频谱图



从以上的频谱可以看出, 力度 (mf) 的发声拥有共振峰, 而轻声发声没有歌手共振峰。表明力度大的发声拥有高能量, 富有穿透力。

3、正确与错误发声对歌手共振峰的影响

歌唱者发声方法的正确与否与共振峰的密度 (共振峰所在频域的区间大小) 和高度有密切影响, 如《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》的课题研究中通过正确与各种不正确的歌唱方法如鼻音、位置不到位、气息浅, 喉结上提, 喉结下压等 5 种错误发声方法, 得出不同的共振峰形态。^①下以喉结上提和位置不到位的两种发声为例, 说明错误发声方法对歌手共振峰的影响。

(1) 喉结上提的发声方法得到的共振峰密度比正确发声方法要稀疏一些, 除 e、i 两个元音还能看出有歌手共振峰外, a、o、u 三个元音的歌手共振峰几乎看不见。

^①韩宝强, 项阳, 林秀娣. 中西歌唱发声体系声音形态的比较研究[M]//韩宝强. 音乐理论, 请注明你的有效性. 上海: 上海音乐出版社, 2004: P 213—229.

图 1-14 某男中音中声区 a 元音喉结上提发声频谱图

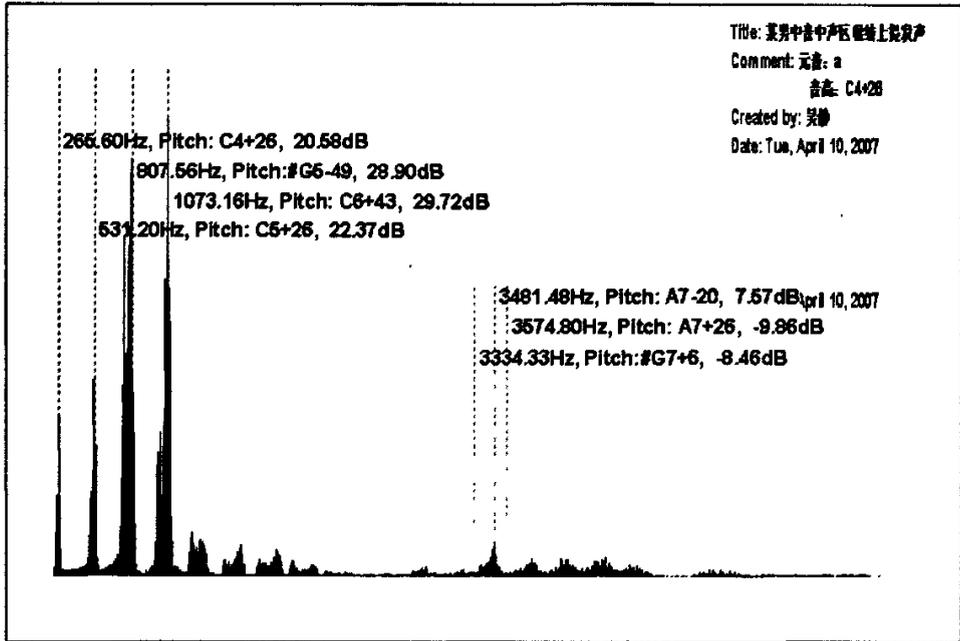
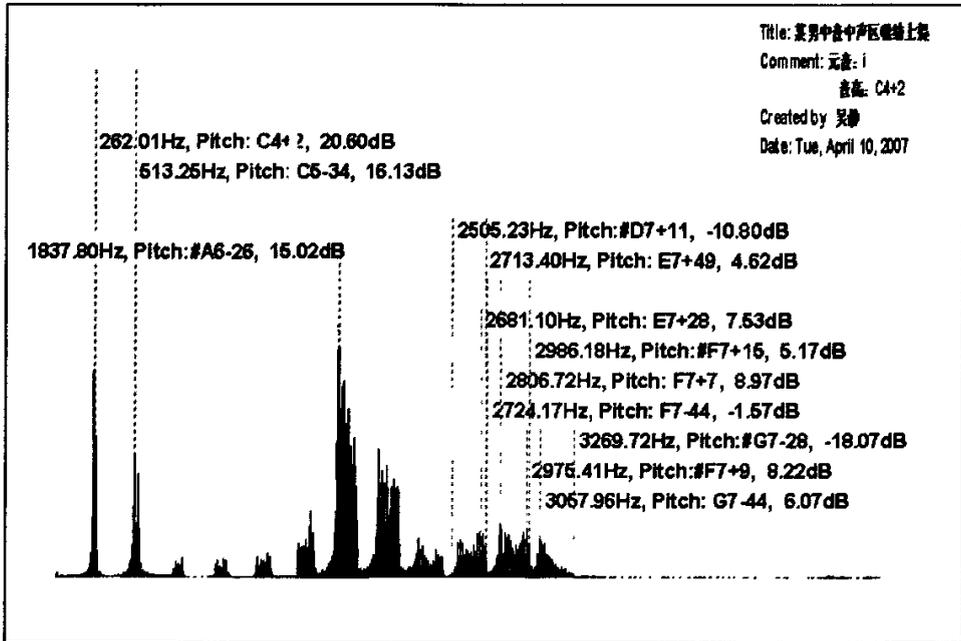


图 1-15 某男中音中声区 i 元音喉结上提发声频谱图



如图 1-17 所示, 某男中音中声区 a 元音喉结上提的发声频谱上, 共振峰无法看清, 而在相同声区的 i 元音发声频谱上, 出现较为明显的歌手共振峰。

(2) 位置不到位的发声方法

通过某男中音中声区 a 元音位置不到位发声频谱图可以看出, 为之不到位的发声共鸣集中在口腔等下部共鸣腔中, 上部共鸣腔如头腔没有得到很好的开发与利用。与正确的歌手共振峰形态相比, 歌手共振峰普遍偏低, 而且呈稀疏而不均匀的形态, 即便是在中低声区也是如此。

图 1-16 某男中音中声区 a 元音位置不到位发声频谱图

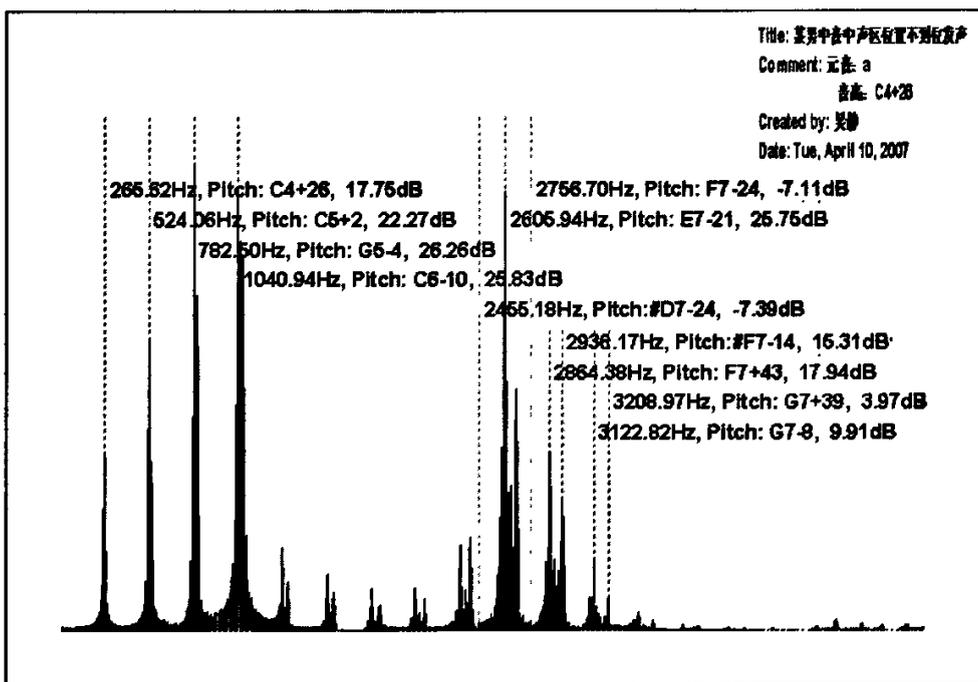
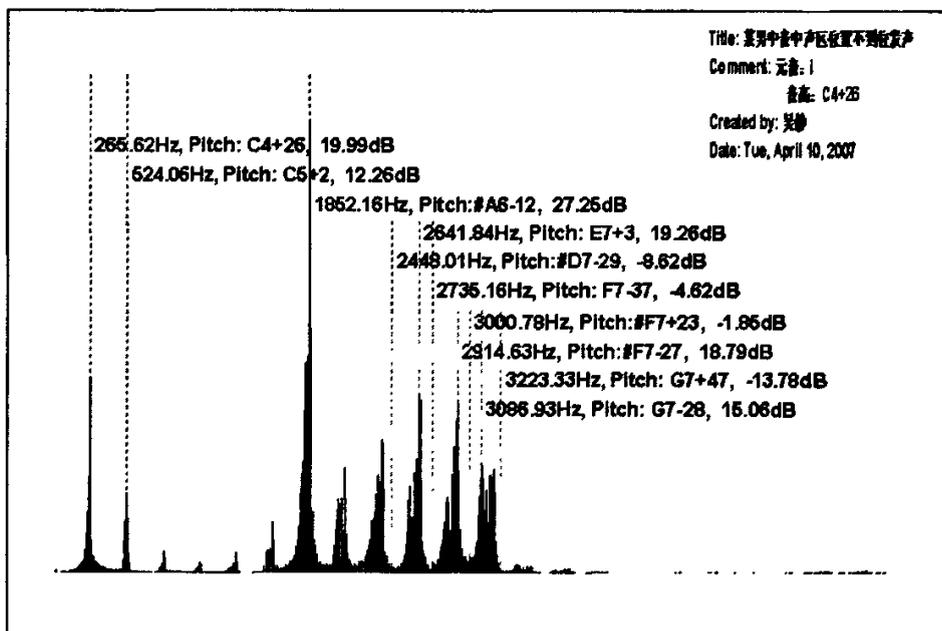


图 1-17 某男中音中声区 i 元音位置不到位发声频谱图



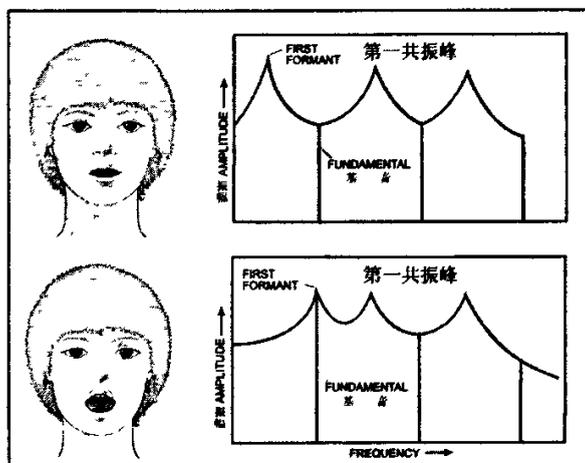
从总体看来, 错误发声方法的共振峰形态主要表现在共振峰高度普遍偏低, 呈现不规则变化, 有些状态的共振峰甚至不明显。而且在中低声区从峰的疏密度来看, 比较稀疏, 这从实验上证明各种错误的状态是由于发声机能的各个部位不能很能助协调, 一些机体产生障碍所形成。

4. 歌唱技巧对歌手共振峰的影响

在歌唱方法中, 除了歌唱者的发声方法会对共振峰的密度和高度产生影响之外, 歌唱技巧也会对共振峰产生影响。

桑伯格在《The acoustics of the singing voice》一文中指出: 歌唱技巧可以调整共振峰的位置, 得到比较好的声音效果。如女高音在歌唱时, 口型的变化对共振峰的位置会起到一定的作用: 当口形较小时, 第一个共振峰相对靠前, 与泛音列中居前的泛音不在同一位置上, 因此声音不够明亮。当口形张大时, 会使第一共振峰位置后移, 并与泛音列中的某一泛音重合, 共振峰使基谐波的振幅提高, 这时会产生明亮, 有穿透力的歌唱效果。^① 在声乐教学中, 常常见到声乐老师要求学生歌唱时面带微笑, 这个看似简单的动作背后实际上蕴含了深刻的声学原理。

^①Johan Sundberg. The Acoustics of the singing Voice[J]. Scientific American, 1977(3): P 82-91.

图 1-18 口形变化调整共振峰位置示意图^②

口形变化实际上起到的作用是改变了发声通道的长度和直径，而共振峰的频率恰恰取决于发声通道的形状。口形小的时候，声道的长度相对增加，管径变细，口形张大的时候，声道相对变短，管径变粗。

发声声道的变化自然会影响到共振峰的分布，发声通道是以许多比较复杂的方式收缩和扩张的，在一个地方收缩就以不同的方式影响所有的共振峰频率。但是三个主要的因素可以改变通道的形状，从而使一个特定共振峰频率向一个特定的方向改变，这三个主要的因素就是下巴，舌身和舌尖。如本例所示，在唱高音时保持微笑状态能口形增大，下巴张开，这使得通道在声门一端缩小，而在嘴唇一端扩大，这一点对于第一共振峰的频率有特殊的决定性作用。即这个共振峰频率随着下巴张开宽度而升高。

^②约翰·松特伯格著，蒋英译. 歌唱的音响学[J]. 外国音乐参考资料，(内部刊物) 1979 (1): P 48.

本章小结

本章主要对相关主题词民族唱法、音色、歌手共振峰进行合理的阐释与界定。

在本文的论述中，认为“民族唱法”有广义和狭义之分。广义的民族唱法指的是包含传统风格下的戏曲音乐、说唱音乐、民间音乐的各剧种、各曲种、各族各地民歌等唱法和新音乐风格下的民族唱法、新歌剧唱法。狭义的民族唱法指的是20世纪以来，随着新音乐运动在中国的兴起而产生的，在民族传统唱法基础上、吸收欧洲美声唱法中的科学成分，具有现代汉族特色，用汉语演唱的一种专业化的演唱方法。更狭义的解释，是指我国音乐艺术院校中民族声学教学实践中所常用的一种歌唱方法。

音色作为乐音属性的四要素之一，是能够将音高、音强和音长都相同的两个音区别开来的一种声音属性。从音乐声学角度而言，音色的变化与谐音列结构和起始状态密切相关，人歌唱时发出的声音，主要与谐音列结构有关。歌唱音色的异同与谐音的数量和每个谐音的强度有关。一般的规律为谐音越多，声音越丰满、圆润；高频谐音越多、能量越强，音色听起来越明亮，反之音色则黯淡；中、低频基音如果较突出，音色听起来比较“厚”。

歌手共振峰作为研究歌唱音色的一个重要参量，是指男声出现在2800—2900Hz；女声出现在3200Hz范围的共振波峰。训练有素的歌唱家由于具有歌手共振峰，可以增强歌唱者嗓音的明亮度和穿透力，使得歌声可以穿透大乐队，突出在乐队之上，而不被乐队伴奏或其它音响所淹没。

第二章 人声乐器特殊性

在萨克斯—霍恩伯斯特尔的乐器分类中，人声乐器属于管乐器中的簧管乐器的自由簧类。但人声与其他乐器相比，又有其特殊性。鉴于本论文的研究是从音乐声学的视角对人声乐器进行研究，研究的逻辑起点把人的发声器官视为一件乐器。故本章的论述，将遵循从一般到特殊的原则，在乐器分类与声学系统构成的基础上，简要阐述管乐器及簧管乐器的发声原理，通过具体乐器和人声乐器的比较，指出人声乐器在乐器声学构成上的特殊性。

第一节 乐器声学系统构成与分类

一、概述

（一）乐器学定义及声学构成

乐器学(organology)是“研究乐器的起源、形成、构造、性能、分类和音响工艺对音乐的作用等的一门科学。”^①从声学角度看，世界上任何完备的乐器都包含以下四个部分：

1、振动体，即产生振动的物体，如弦乐器的琴弦、木管乐器的簧片、空气漩涡（就边棱音乐器而言）作用于铜管乐器的人的嘴唇，等等。

2、激励体，即能够激发振动的物体，如弦乐器的琴弓、钢琴的琴槌，吹奏者和歌唱者胸腔中的气流等。

3、共鸣体，即扩散振动体振动能量的物体，如弦乐器的琴箱、管风琴的共鸣管、歌唱者的胸腔、口腔等。有些乐器的共鸣体同时还具有耦合作用，即对发声体的音高起调节作用，如一些木管乐器的管、木琴和钟琴下面的共鸣管等。

4、调控装置，即对乐器的音响和演奏性能加以控制的装置，如钢琴的击键和止音装置、管乐器的按键、手风琴的风箱等。

（二）乐器的分类

历史上曾经有过许多乐器分类法，但时至今日对于有些乐器如何归类还存在争议，分类体系应具有科学性并能结合实际情况，其意义并不仅仅限于分类的条理清晰。而是试图通过分类

^①缪天瑞. 音乐百科词典[M]. 北京: 人民音乐出版社 1998: P 752 .

法把从表面上似乎看起来距离很远而无关联，但却有内在联系和历史，有着文化流传和继承因素的乐器集合在一起。这是判定乐器分类法的主要优点和作用所在。一般而言，乐器分类应该遵循科学性、历史性和全面性三个方面的原则。^①

科学性：即乐器的分类要有一定的根据，遵循一定的线索，不是毫无根据，混乱无章的。

历史性：即在乐器分类时要充分考虑到乐器发展的历史和习惯因素，不能脱离历史另成体系，避免因为乐器分类的原因而造成使用不便和不被认可。

全面性：即不论是古今中外、欧洲或非欧洲体系的乐器都应尽可能的包含在乐器分类法中，世界上乐器分类的方法多种多样，分类的依据也有很多。常见的有“八音分类法”、“管弦乐队分类法”、“萨克斯—霍恩波斯特尔分类法”三种分类法。

1、八音分类法

八音分类法是我国古代按乐器的基本制作材料进行分类的方法。“八音”，指的是八种材料，即“金、石、土、革、丝、木、匏、竹”。

八音分类法最大的优点就是比较直观。但按照乐器分类法的三原则，这种分类法在科学性和全面性等方面存在明显不足。

在科学性方面，“八音”分类法仅仅是按乐器的基本制作材料进行分类，并没有遵循一定的章法、逻辑。譬如琴和瑟都是在木质琴身上张弦的乐器，这两种乐器之所以归为“丝”而没有归为“木”，是因为振动体是丝质的琴弦，而不是木质的琴身。按此逻辑，笙和竽不能归为“匏”，而应当归为“金”或“竹”，因为这两件乐器的振动体是铜制或竹制的簧片，“匏”（葫芦）只是共鸣体。

在全面性方面，“八音”分类法并不能涵盖当时所有乐器的材料。古代有一类乐器用兽骨制成的乐器，如80年代后期在河南舞阳地区贾湖村，出土了用丹顶鹤的尺骨制成的骨笛，而八音分类法并没有把此类乐器归纳进去。

2、管弦乐队分类法

这种分类法源于欧洲，以西洋管弦乐队中乐器声部的划分模式为分类原则，将所有乐器分为弦乐器、管乐器、打击乐器三大类。这种分类法的优点也是比较直观、简明，特点是与传统管弦乐队的声部设置保持一致，因此为大多数音乐工作者使用。但问题是由于这种分类法是建立在西洋管弦乐队基础上，因而对存在于世界不同地区和民族中的其它种类的乐器，有时就无法进行有效地划分。如像“口弦”、“木叶”等乐器，就无法归类到上述分类体系中。就乐器分类原则而言，管弦乐队分类法在全面性方面也存在明显不足。

3、萨克斯-霍恩波斯特尔分类法

^①龚镇雄. 音乐声学—音响·乐器·计算机音乐·MIDI·音乐厅声学原理及应用[M]. 北京：电子工业出版社，1995：P 138.

针对乐器分类中存在的现实状况,美籍德国音乐学家萨克斯(C. Sachs)和奥地利音乐学家霍恩博斯特尔(Erich Moritz von Hornbostel)于1914年共同创立了一种新的分类方法,即根据乐器的声学振动特性进行分类。将乐器分为“体鸣乐器”、“膜鸣乐器”、“弦鸣乐器”、“气鸣乐器”和“电鸣乐器”五大类。其中体鸣乐器是由自身有弹性的实体振动;膜鸣乐器是紧张的皮膜振动;弦鸣乐器是紧张的弦线振动;气鸣乐器使空气柱振动;电鸣乐器是以电子振荡器为发声源的乐器。人们将这种分类体系称为“萨克斯-霍恩博斯特尔分类法。”

这一分类法是目前各种分类法中比较合理的一种。它充分体现了乐器分类法的三个基本原则,具有较好的科学性、历史性和全面性。

其科学性主要体现在其分类依据是按照乐器的声学振动体的特性进行分类,逻辑严密。

其历史性主要体现在这种分类法不是主观臆造,而是有据可考、有证可查的。据美国学者考夫曼考证,早在公元前1世纪,在古印度一本名为《乐舞论》的书中,就已经把当时人们所用的乐器概括为“弦鸣”、“气鸣”、“体鸣”和“膜鸣”这四大类。因此考夫曼认为:“萨克斯和霍恩博斯特尔提出的乐器分类法也是以这四种类型为出发点的。”^①

其全面性体现在尽可能的把古今中外,欧洲、非欧洲体系的乐器包含在分类法之中。其中特别值得一提的是,萨克斯-霍恩博斯特尔乐器分类法在世界民族乐器研究方面做出的卓越贡献,因此在民族音乐学领域备受关注。

值得指出的是,萨克斯-霍恩博斯特尔乐器分类法是相对于管弦乐队分类法而言,分类体系比较复杂,而且需要一定的声学基础知识,因此在民族音乐学以外的领域应用者并不多。这应该算作这种分类法的一个缺憾。但瑕不掩瑜,在目前众多的乐器分类法中,该分类法仍不失为较合理、全面、科学的一种分类法。

鉴于本论文是从音乐声学的角度对人的歌唱进行研究,研究的逻辑起点是把人的发声器官视为一件乐器。从萨克斯-霍恩博斯特尔乐器分类框架中,可以看出人声乐器属于气鸣乐器里簧管乐器的自由簧类。为了清楚的论述人声乐器的发声原理,有必要先行了解气鸣乐器以及簧管乐器的声学构成和发声原理。考虑到习惯的问题,在乐器基本分类上,本文沿用的是管弦乐队分类法,但在乐器具体类型的划分原则上则采用萨克斯-霍恩波斯特尔分类法。所以在本文中,将气鸣乐器称为管乐器。

二、管乐器发声原理

管乐器的演奏,由不同的激励方式,带动管乐器内的空气柱产生振动,然后通过各种调控装置改变空气柱的长度、强度和持续时间,使管乐器有了音高、音强和音长的变化。

^①汉斯·希克曼等著,王昭仁、金经言译.上古时代的音乐中古印度的音乐文化[M].北京:文化艺术出版社,1989:P 160.

为了进一步清楚阐述管乐器的发声原理，有必要了解与管乐器发声有相关的专门术语，其中较为重要的为耦合。

耦合是共振现象的一种，空气柱如果没有外力的激发，自身不会发生振动。因此，管乐器实际上都是由振动的声源部分和管形共鸣器部分组合而成。在别的振动方式里，声源的振动频率对于共鸣体来说，带有权威的性质，共鸣体只能服从，往往抛开自己的固有频率而按声源频率来振动。如对定音鼓来说，鼓膜是振动源，鼓膜的振动频率是这架定音鼓的音高。对小提琴来说，琴弦是激励声源，琴弦的振动频率决定了这把小提琴要发的音高。而管乐器却不然，它的音高绝大多数情况下不是由激励体来决定，而是由共振体——管子的长度来决定。激励体所起的作用，主要是让共振体内的空气柱振动起来。也就是说，管乐器激励声源的振动频率，如边棱音的频率、簧片的频率和嘴唇的频率，与管乐器内空气柱的振动频率并不一致，前者的频率受气流的强度、喷射角度以及振动体质量的影响，后者则取决于管体的长度或体积的大小。当激励声源的振动激发起空气柱振动时，二者在振动频率上会发生相互调制，这一调制过程就称为耦合。在耦合的过程中，空气柱的振动频率起主导作用。这一点与其他种类乐器有着较大的差异。

三、簧管乐器发声原理

（一）簧管乐器

簧管乐器是以簧振动作为声源，以空气振动作为共鸣体的乐器。

乐器上的簧，是指用金属或植物制成的弹性薄片。簧片（reed）^①是由金属、芦竹、芦苇或塑料制成的薄片。使用簧片的乐器可分为单簧乐器和双簧乐器。从簧片本身又可以分为自由簧和拍簧两种。其结构大致可分为声源部分（哨嘴）、共鸣部分（音管）及调律部分（音孔与按键）等。

簧管乐器通过簧振动而发声的。其发声原理为簧振动为声源，它激发共鸣管（开管或闭管）空气柱的振动，空气柱的振动又反过来影响簧的振动、进行耦合。在耦合前，常常是簧片的基频比空气柱的基频高10倍，在耦合时，簧振动频率被拉低，同时自身的泛音列结构（与基频不协和的关系）被破坏。那些同空气柱振动相抵触的泛音被削弱了，而补充了和谐的泛音，使音色发生变化。常见的簧管乐器如单簧管、双簧管、唢呐、管子、笙等。

（二）共鸣体耦合对于簧振动的作用

簧振动所产生的泛音列同基础音之间的关系是不谐和的。对于理想的自由式按装的均匀的矩形簧片，其第1、第2、第3泛音分别比基音高6.27、17.6和34.4倍。泛音与基础音之间的

^① 缪天瑞. 音乐百科词典[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1998: P 269.

频率关系都不是整数倍关系。如果是拍打式双簧片的振动，频率关系还要复杂。因为两片簧片的制作，无论如何精细也无法完全一致。簧管乐器之所以能发出准确的音高，主要得益于共鸣体的耦合作用。双簧管的演奏者都有这样的体验，当单独吹双簧哨子时，发声刺耳嘈杂，然而把哨子插入双簧管再吹奏时，声音马上变得悦耳了。这是因为通过共鸣管的耦合作用，簧振动中的不谐和成份被加以“纠正”。

人声乐器属于簧振乐器，也存在共鸣体的耦合作用，关于这一点，将在后面的人声乐器发声原理中作进一步详细论述。

第二节 人声乐器特殊性

乐器的发声和人声的歌唱，是音乐的两大主要组成部分。歌唱是人声唱出的音乐，它是最古老也是最自然的音乐。虽然世界上的乐器有千种百类，但人声乐器却有着其独有的特点和魅力。

一、人声乐器的声学构成

人声从乐器声学的意义上讲可以说是一种乐器，而且是千百种乐器中表现力最丰富的一种。作为乐器的人声，在其它所有乐器出现之前，就已经被人们所使用。在人类语言出现之前，人类是通过人声，发出各种不同的音调，来作为人与人之间联系的工具，来表达喜、怒、哀、乐的各种情绪和生活上的多种需求。后来，随着历史的推移和科学文化的发展，人们创造了形形色色、各式各样的乐器，如在我国古代，智慧聪颖的人们就制造出骨哨、埙等乐器。

但人声乐器，仍然是一切乐器中的佼佼者。在我国很早就有“丝不如竹，竹不如肉，渐进自然”之说，后在我国现存最早的声乐演唱理论元代燕南芝庵所撰写的《唱论》^①一书中，也鲜明地提出了“取来歌里唱，胜向笛中吹”^②这一说法，由此可见人们对人声乐器表现力的推崇。所以从感情表现的范围来看，其它一切乐器，都不过是人声乐器的延伸和模仿而已。

在前面介绍的乐器声学构成中，我们已知道世界上任何一件完备的乐器都包含振动体、激励体、共鸣体、调控装置等四个组成部分。乐器的声学构成是否完备决定着乐器的发音性能，声学构成越完备，发音性能越好。在乐器的声学构成中，振动体是产生振动的物体，如弦乐器的琴弦、木管乐器的簧片、作用于铜管乐器的人的嘴唇等。激励体是能够激发振动的物体，如

^①《唱论》元燕南芝庵著。作者生平不详。为我国最早论述声乐的著作。全书共三十一节，不分卷。列举古代音乐名家，宋、金、元乐曲的名目、格调、节奏、曲式结构、品种、内容、宫调声情、流传地区、歌唱方法以及其它有关音乐理论。但因文字简约晦涩，又多当时用语和行话，颇难索解。近人周贻白《戏曲演唱论著辑释》中所作注释，可资参考。参见中国艺术研究院音乐研究所，《中国音乐词典》编辑部。《中国音乐词典》[M]。北京：人民音乐出版社，1985：P 41。

^②傅惜华。《古典戏曲声乐论著丛编》[M]。北京：音乐出版社，1957：P 7。

弦乐器的琴弓、钢琴的琴槌，吹奏者和歌唱者胸腔中的气流等。共鸣体指的是扩散振动体振动能量的物体，如弦乐器的琴箱、管风琴的共鸣管、歌唱者的胸腔、口腔等。值得注意的是，有的乐器的共鸣体同时还具备耦合的作用，如木琴和钟琴下面的共鸣管、木琴乐器的管、人声的共鸣等（在后面有论述），对发声体的音高起调节作用。调控装置即对乐器的音响和演奏性能加以控制的装置，如钢琴的击键和止音装置、管乐器的按键、手风琴的风箱等。

人声乐器的生理基础是人的“噪音器官”（voice organs）。从乐器声学的构成而言，声带是振动源，呼吸组织是激励系统，人体中的各个腔体一如口腔、咽腔、胸腔和头腔等构成共鸣系统，而神经和肌肉组织则属于掌管音乐变化的调控系统。

表 2-1 人声乐器和其他乐器的声学构成比较图

乐器名称 声学构成	定义	弦乐器 (小提琴)	管乐器 (木管)	打击乐器		人声乐器
				定音鼓	踩镲	
振动体	产生振动的物体	琴弦	木管乐器的簧片	鼓膜	镲片	声带
激励体	能够激发振动的物体	琴弓	吹奏者胸腔中的气流	鼓槌	镲片	呼吸系统
共鸣体	扩散振动体振动能量的物体	琴箱	木管乐器的管	鼓腔		人体中的各个腔体,诸如口腔、咽腔、胸腔和头腔等
调控装置	对乐器的音响和演奏性能加以控制的装置	调弦、控音装置	木管乐器上的按键	变音踏板 调节螺丝 音高指示器	踏板	神经和肌肉组织
传导系统 ^①		琴马				

二、人声乐器的声学归属

从上面的论述可以知道，由于人声的噪音器官具有其它乐器所共有的声学构成，从这个意

^①有些弦乐器传导系统和张弦装置合二为一，如竖琴、古琴和琵琶等，但小提琴的传导系统和张弦装置分离，特单列出来。

义上而言,人的嗓音器官可以视为一件乐器,而且是千百种乐器中表现力最丰富的一种。但人声乐器属于何种乐器,也就是说人声乐器的声学归属是什么,人们持有不同的观点。^①

第一种观点认为人声乐器的发声原理类似于簧振乐器,基频的产生是靠声带振动发声。如综述中提到的亥姆霍兹,对于人体的发声,他认为是“声带振动产生了声音,这种声音中含有一系列分音,其中以第一分音即基音为最强,其余第二、第三分音(又称第一、第二……泛音)较弱。当这些分音通过了咽、喉、口等共鸣腔时,腔体对某些分音产生了共鸣,加强了某些频率的音量。训练有素的歌唱家唱出有高泛音的声音,具有穿透性和银铃般的音色。”^②

由于人声乐器是靠声带的振动发声,声带绷得越紧,张力越大,声带越短,发音越高;反过来,声带越松弛,张力就越小,声带变长,发音就低。女声发音普遍比男声高,是因为女声的声带较短的缘故。^③这方面的研究,可参看下表:

表 2-2 不同声部声带长度,声道长度和声能集中区域^④

声部类型	声带长度 (mm)	声道长度		声能集中区域 (Hz)
		鼻声距	门声距	
女高音	11-17	15.5-17.5	13.5-15.5	1000, 2000, 4000
女中音	13-19	17.0-17.5	14.5-15.5	500
男高音	14-21	18.3-19.5	16.4-17.5	500, 1000, 2000
男中音	15-21	19.0-22.3	17.0-17.6	
男低音	17-22			500

声带的运动,除了拉紧和放松以外,还有张合运动,即两条声带间的距离可大可小,发高音时、强音时距离较小,发低音、弱音时距离较大。另外,声带除了相互张合外,还绕某些点作旋转(角)运动,在运动的同时,声带的厚薄也在变化,发高音时,声带的边缘处变薄。

第二种观点认为人声乐器的发声原理类似于簧管乐器,声带只是起到振动的作用,发声以咽腔和口腔的发音管为主。发音管指的是从声门到嘴唇约有 17.5cm,好似一个喇叭,可以把咽腔调节成为管状的共鸣室。会厌后倾与喉头咽坠形成一个“倒漏斗形”的管腔,就像口哨的发声原理那样,把咽腔和口腔调节成一个吹风的管柱,发出不同的带有共鸣的声音。如综述中提到的斯克里普乔,他认为当空气通过声带时,只是产生一系列喷气,如吹口哨时唇的作用一样,

^① 龚镇雄. 音乐声学—音响·乐器·计算机音乐·MIDI·音乐厅声学原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1995: 186-187.

^② 尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 189.

^③ 王振亚, 吴卫彬. 关于歌唱声部的生理解剖学和声学特征的研究[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1991(4): P 235-237.

^④ 王振亚, 吴卫彬. 关于歌唱声部的生理解剖学和声学特征的研究[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1991(4): P 235-237.

声带本身并不产生基音和泛音。决定人声音高的并不是声带的张力、闭合以及振动方式，而是取决于共鸣管的长短、粗细，是共鸣管中空气柱的振动产生音高。^①

第三种观点认为人声乐器的发声原理类似簧管乐器，如萨克斯—霍恩伯斯特尔的乐器分类法中，将人声乐器归为管乐器中的自由簧类。与第二种观点不同的是，它认为人声乐器是声带和发音管同时发声。既有簧片（声带）振动，也有管（共鸣腔体）的共鸣和空气柱振动的作用。在中、低声区，以声带振动为主，在高声区，更多发挥共鸣管发声的作用，以加强音量，改善音色。^②如《乐声的奥秘》中指出“声带的振动，激发了各共鸣腔空气柱的振动，空气柱的振动又反过来，把声带的频率拉低，两者产生声耦合。耦合时，使振幅达到最大值，音量增大，同时减弱那些不谐和泛音的振幅，增加了高泛音的协和成分，这就是平时所说的共鸣腔对声音的过滤和放大作用。如果需要改变频率高度，声带在根据音高而改变张度的同时，喉头、口腔和咽腔的容积亦作出反射性调整，空气柱的长度和内径产生变化，于是又产生新的耦合。”^③

对于第一种观点，笔者认为，人的发声是由于声带的振动产生，这种解释肯定了声带振动发声和共鸣腔的共鸣作用，但没有指出喉、咽管中的空气柱振动也能产生音高。

对于第二种观点，笔者认为，肯定共鸣管中气柱的振动产生音高有其合理性，但它由此否定声带振动发声，这种观点有失偏颇。

对于第三种观点，笔者认为是一种比较合理的解释，即将人声乐器归为管乐器的自由簧，人声乐器是声带和发音管同时发声。既有簧片（声带）振动，也有管（共鸣腔体）的共鸣和空气柱振动的作用。在人声乐器的发声过程中，首先是气息的冲击使得声带产生振动发出声音，但这个声音是非常微弱的，这个声音只有与人体各共鸣腔产生耦合以后，才能发出合乎歌唱要求的声音。

三、人声乐器的特殊性

（一）人声乐器与小提琴比较

鉴于本文是从音乐声学的角度论述歌唱，所以在论述人声乐器特殊性时，从乐器声学构成出发，通过人声乐器和其他乐器的对比，如弦乐器中的小提琴，来说明人声乐器的特殊性。

在本章第一节“乐器发声原理及声学构成”中已知，世界上任何完备的乐器都包含振动体、激励体、共鸣体和调控装置四个部分。

人声乐器从分类的角度来看，属于气鸣乐器类中的簧管乐器。同其它簧乐器相似，它从结构上也可以分为振动体（声带）、激励体（气流）、共鸣体（口腔、咽腔、胸腔和头腔）及调控

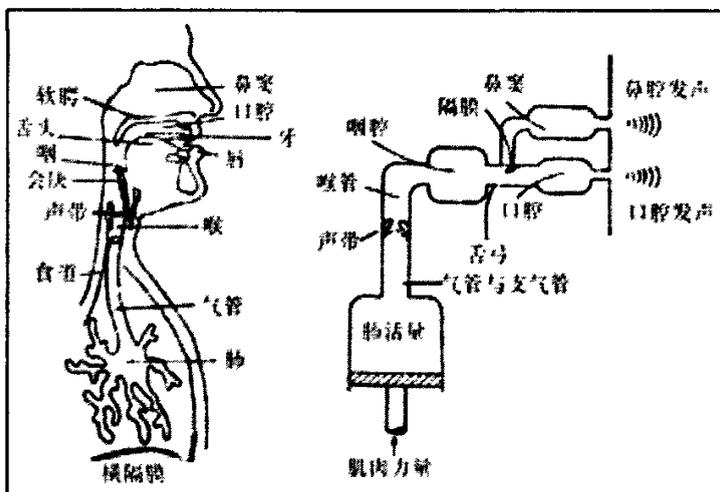
^①尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 263.

^②尚家骥. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003: P 263.

^③梁广程. 乐声的奥秘[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1986: P 108.

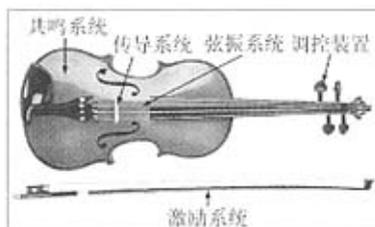
装置（神经系统和肌肉组织）。

图 2-1 噪音乐器发声原理示意图



小提琴在萨克斯—霍恩伯斯特尔的分类法中属于弦鸣乐器中的擦弦乐器，弦鸣乐器是以弦的振动为发声源的乐器，擦弦乐器是以弓和弦的摩擦作为弦振动激励源的乐器。一般弦乐器由如下基本结构组成，即激励系统、弦振系统、传导系统、共鸣系统和调控装置。由于有的弦乐器传导系统和张弦装置合二为一，如竖琴、古琴和琵琶等，有的传导系统和张弦装置二者分离，如小提琴，所以小提琴的声学结构为振动体（系弦装置）、激励体（琴弓）、共鸣体（琴箱）、传导系统（琴码）及调控装置（调弦、控音装置）等五部分。如下图所示：

图 2-2 小提琴声学结构示意图^①



虽然人声乐器和小提琴都具有完整的声学结构，但是二者之间存在着明显的差异。如前文所言，人声乐器是一件乐器，但这件乐器是一件没有完全定形的乐器，其振动体、激励体、共鸣体和调控系统都具有一定的特殊性，而其特殊性主要表现在人声乐器的可调节性和不可视性

^①韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2003：P 176.

上。

1、振动体

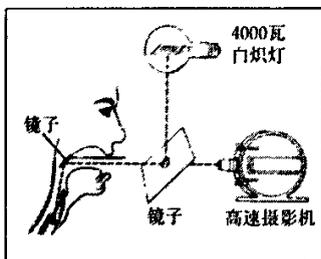
小提琴的振动体琴弦虽然有羊肠、尼龙、金属等材质，但每一把琴上的琴弦材料密度是统一、固定的，四根弦或用羊肠弦、或用尼龙弦，很少出现一把琴上用两种材质琴弦的情况。也就是说小提琴振动体的材质相对稳定。

而人声乐器的振动体声带的情况就要复杂得多。

其可调节性体现在声带是具有弹性的纤维组织，每个人声带的长度、宽度和厚度都是不一样的，这中间还存在着年龄和性别的差异。如成年男性的声带长度一般为 23 毫米，成年女性的声带长度一般为 17 毫米，而小孩子的声带要更短一些。即使在同一声带上，由于声带振动方式的不同，也就是使用不同的发声机制（重机理、轻机理），会使音色发声明显的变化。重机理发声指的是喉部环甲肌起主导作用，作有机的收缩运动，使声带作整体运动，声门完全闭合，发出明亮厚实的声音；轻机理是由喉部披裂肌起主导作用，作有机的收缩运动，使声带作局部振动，声门闭合呈菱形合缝状，声带边缘变薄且锐利，发出的声音高远清巧。歌唱者将根据不同的音高，使声带做出整体振动和局部振动的调节。

其不可视性体现为小提琴的振动体琴弦比较直观，看得见摸得着。而声带生长在喉部，常人在一般情况下很难看到。为了得到声带工作的真实情况，研究者不得不通过特殊的装置来观察它。下图是通过特殊装置观察声带的方式：

图 2-3 常用观察声带工作的方法



由于声带的这种不可视性，使得在声乐教学中，声乐教师常采用生理—心理结合的调节方法来进行教学，用声乐上的术语来说，叫做“利用能意识到的位置去调节发音机能”，简称“意识调节法”^①

2、激励体

小提琴的激励体是琴弓，其发声原理是由琴弓对弦进行触发，使得琴弦振动发声。小提琴的演奏者往往通过改变弦长和激励方式获得对小提琴音色、音长、音量和音强的改变。在激励方式上，小提琴有着丰富的弓法，如连弓、分弓、跳弓、断弓、顿弓、震弓等。不同的弓法演

^① 潘乃宪. 声乐实用指导[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1994: P 4.

奏会产生不同的音响效果。从声学角度而言,是由于激励体琴弓激励琴弦的方式不同所导致,具体而言,就是在琴弦振动开始的阶段,各种弓法之间存在差别所导致。

而人声乐器的激励体为呼吸组织,作为激发声带振动的动力源,由鼻、咽、喉、气管、支气管、肺脏、胸腔、横膈膜等组成。依靠这些器官,吸入和呼出气息。肺脏是吸入和呼出气息的总机关,它附着于胸腔,外面是肋骨,下面是横膈膜。从肺脏呼出的气息,就是歌唱发声的动力。歌唱时,声带如果没有受到肺中呼出空气的冲击,声带就不可能因为振动而发声。

激励体的特殊性主要体现在可调节性上:其一由于呼吸位置的不同而分为三种不同的方式:胸式呼吸、腹式呼吸、胸腹式呼吸。不同的呼吸方式,将产生不同的声音。如胸式呼吸是一种主要依靠胸腔控制气息的呼吸方法,这种呼吸方法由于只用胸腔上部,用抬肩来进行呼吸,气往往吸得不深,气息的容量较小。又由于气吸的浅,失去横膈膜和腹部肌肉控制气息的能力,迫使喉头、下颚和舌根紧张,从而影响歌唱音域和声区的统一,使声音缺乏应有的色彩变化。腹式呼吸是一种主要依靠横膈膜下降,用腹部肌肉控制气息的呼吸方法。这种呼吸方法由于气息吸得过深,使得腹部膨胀,胸腔肋骨受到压缩,气息的容量不大,使得气息不能积极地对声带形成应有的压力,发出的声音空洞、无力,从而缺乏圆润、明朗的色彩,发高音尤其困难。胸腹式联合呼吸是一种运用胸腔、横膈膜和腹部肌肉共同控制气息的呼吸法。这种呼吸法由于吸气时下降横膈膜和张开肋骨同时并用,使得胸腔全面扩大,气息的容量大,控制气息的能力强,呼气均匀,有节制,并能对呼气气势的强弱进行调节,使声音的高、低、强、弱变化控制自如、音域扩大,从而使高、中、低三个声区的声音和谐统一。

其二主要体现在歌唱者往往根据歌曲的实际需要,使用不同的用气方式,表现出用气方式的多样性与灵活性。如为了适应歌曲情感的变化、语言的色彩、风格特点的需要,有揉气、送气、提气、沉气、弹气、顿气、停气、收气之分。如当演唱优美抒情的歌曲片段,表达含蓄、思念的情绪时,用揉气;而当演唱轻松欢快的歌曲片段,表达跳跃、快乐的情绪时,多使用弹气。

3、共鸣体

人声乐器共鸣体的特殊性主要体现在可调节性和不可视性上。

(1)可调节性:

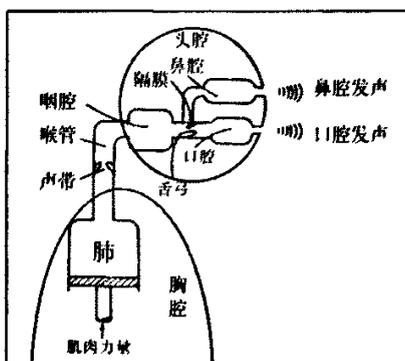
小提琴的共鸣体为琴身上的音箱,当一把小提琴制作完毕后,其共鸣体有着固定的容积,无法改变。

而人声乐器的共鸣体可以分为不可调节的共鸣腔和可调节的共鸣腔两种:

不可调节共鸣—胸腔、鼻腔、鼻窦和蝶窦等,它们有固定的容积。

可调节共鸣腔—喉腔、咽腔(包括喉咽腔、口咽腔、鼻咽腔)和口腔。它们无固定的容积,其形状可以任意改变。其中口腔可大可小,咽腔的肌肉可以收缩,可以放松,喉头能上能下。歌唱共鸣很大程度上是对可调节共鸣腔的调节。

图 2-4 嗓音共鸣腔体示意图



与小提琴的共鸣体比较，人声乐器共鸣体可调节性主要体现在以下两个方面：其一为某些乐器的共鸣腔体是不能调节变化的，如小提琴的音箱。即使是能调节的乐器如某些管乐器，也是在一定的限度内。而人的共鸣腔体在一定限度内可以象圆号一样拉长缩短，又可以变粗变细，而且管壁本身质量也存在一定变化，特别是咽腔（包括喉咽腔、口咽腔、鼻咽腔）、喉腔和口腔决定了人声共鸣的多样性和多变性。以咽腔为例，咽腔是指从口的后部延伸到食管入口处的这一段管腔，它既属于呼吸道，又属于消化道。呼吸时，空气通过鼻孔（或嘴）经由咽腔、喉头进入气管，吞咽时，食物由口部经咽腔进入食道。咽腔管道由纵向肌和轮肌控制，可以改变咽腔的长度和宽度。吞咽时，咽腔由于神经反射而打开（放大）。歌唱时，有些人能自然打开这个腔区，有些人则需要经过训练才能打开。由于咽腔能够改变长度和宽度，而且紧接喉头，所以这个腔区成为歌唱共鸣的重要部位。

其二为共鸣腔体运用的可调节性。从声学上对高低音共鸣效应可以分为三种共鸣，即头腔共鸣、口腔共鸣和胸腔共鸣。^①

头腔共鸣：属于高音共鸣，主要作用发生在鼻腔系统，包括鼻腔、鼻咽腔和鼻窦等。歌唱者头部发生振动感，声乐上一般称之为头腔共鸣，事实上头部本身内装的是脑髓，并没有腔体，实体并不起头腔共鸣作用。高音共鸣作用在鼻腔系统，它使得声音明亮、丰满，富有金属般铿锵的音色。

口腔共鸣：属于中音共鸣，主要作用发生在口腔系统，包括口腔、口咽腔和喉腔。它使得声音音色明亮清晰，字音亲切，是歌唱共鸣的主要器官。

胸腔共鸣：为低音共鸣，主要作用发生在胸腔，包括气管、支气管和整个肺部。胸腔共鸣作用时，使得声音洪亮浑厚而有力。

事实上，任何嗓音的产生都是这三种共鸣同时起作用的结果，只是不同声部按照不同的嗓音类型和音色特点，以某一种共鸣为主。如高声部以头腔共鸣为主，低声部以胸腔共鸣为主。

^①冯葆富，齐忠政，刘运墀。歌唱医学基础[M]。上海：上海科学技术出版社，1981：P 63—64。

单独使用一种共鸣，常常会使得音色单调，声音产生上下不统一和不通畅的感觉。

所以，有专家指出：“噪音乐器与其它乐器的根本区别，在于它自身是生物体，各部件具有可感觉性和可塑性。严格地说，除了头腔各窦体外，其它各共鸣腔都可以或多或少地调整其容积。同时，声带振动所引起的各个共鸣腔的共振，各共鸣器官的压觉神经是可以感觉到的。因此，当歌唱时，可以通过这种声波振动的位置感，寻找最佳共鸣位置。”^①

(2) 不可视性

小提琴的共鸣体音箱用肉眼可以直接看见，比较直观。而人声乐器的共鸣体除口腔、鼻腔外，咽腔、喉腔和头腔等大多包裹在身体的内部，肉眼无法直接观察。

4、调控系统

小提琴的调控系统是调弦和控音装置。如要使琴弦发出某一规定的音高，可以通过调整其弦长来实现。要想改变乐器的音色和音量，可以通过弱音器来实现其改变。小提琴常用的弱音器形状如“山”字形，使用时将其夹在琴码上，等于增加了琴码的负载，使其不能充分振动和传导振波，从而达到“弱音”目的。

人声乐器的调控装置为神经和各肌肉组织，由此可以看出人声乐器和小提琴在调控系统上存在的差别：小提琴乐器的操作者和乐器是两者分离的，而人声乐器的演奏者和乐器是两者合一、不可分割的。人在歌唱时，无时无刻不受到人的高级神经系统(心理)的调节。从这个意义上可以说，乐器训练是通过人掌握乐器，而歌唱训练是通过人来掌握自我。

人声乐器的可调节性主要体现在歌唱是在人的高级中枢神经大脑支配下的一种活动，声带的闭合、张弛、呼吸器官吹动声带振动、共鸣器官的调节，都是在大脑的支配下相互协作，发出各种音高、音量、音色的声音来。

综上所述，通过人声乐器和小提琴的对比，可知人声乐器在振动体、激励体、共鸣体和调控系统方面都具有特殊性，具体表现为可调节性和不可视性。正是人声乐器的这种特殊性，彰显出人声乐器独有的艺术特质，从而赋予人声乐器与其它乐器的不同之处。

(二) 人声乐器特殊性

尽管噪音也可被视为一件乐器，但与其他乐器相比，有其特殊的地方。“特殊”一词。在通常情况下有两个相近的含义。一个指“特性”，它强调的是“区别”、“不同”之意；另一个指“非同寻常”、“不平常”之意，是一个与一般性对应的概念。^②人声乐器的特殊性，“指的是在‘非同寻常’、‘不同一般’的意义上使用的，一个与‘一般性’相对的概念。”其特殊性主要体现在以下五个方面：

^①韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 256.

^②周海宏. “音乐特殊性”及音乐艺术的本质及功能—由(音乐审美经验感性论原理)而发之一[J]. 中央音乐学院学报, 1995 (1): P11.

1、具有较强的生理性

人声乐器和其他乐器不同，乐器一般是现成的，而嗓子的自然状态不是乐器状态，没有乐器必有的基本性能，包括音域、音色、音量等。所谓嗓子条件好的人，也只是部分地具备了这些乐器的基本性能要求，声乐术语将之称为歌唱调节的机能状态，即生理—物理状态，因而声乐就比一般的乐器学习多了一个内容—建造乐器。

2、具有确切表意性

人的发声器官中有吐字器官，其他乐器没有。人声乐器和其他乐器一样，不仅音调可高可低，音量可大可小，而且声带产生的声音，通过吐字器官时，经过唇、齿、舌、腭的调制，变为带有歌词、戏词的音乐来，这是其他乐器所不能做到的。

3、具有不可视性

从发声的功能来看，人的发声器官是由高级中枢神经大脑支配的，人脑不仅支配呼吸器官吹动声带振动，而且声带的闭合、张力的变化、共鸣器官的调节运动，也都在大脑的支配下互相协作，发出各种音高、音量、音色的声音来，是一件自动化的乐器，这也是其它乐器所不能比拟的。

4、具有不可再生性

乐器的弦断了，簧片断了，甚至整个乐器损坏了，都可换一个的。然而人声乐器出了毛病，只能通过医生的诊治，坏了亦不能更换。所以人声乐器需要按照生理规律去爱护它，调理它，使用它，如果把人声乐器损坏了，就会失去歌唱的能力。因此，歌唱者应对自身的乐器特别爱护，不断提高发声技能水平，使之永葆青春。

5、具有高度可调节性

一个人只要有健康的大脑神经系统和具备音乐基本素质，那么，他的发音本质条件是可以改造和训练的。从无数的实例来看也充分说明这个问题。有的人发音本质本来很好，但经过错误发声状态的训练之后，破坏了原有的发声状态和规律，结果就丧失了原有的发音能力，甚至造成失声。反之，有些所谓本质不好的人，在经过正确的发音训练之后，改变了原有的发音状态和规律，其发音能力得到加强，却可以唱出优美动听的歌声来。因此可以说：一种好的发音能力既然能够丧失，也就必然可以培养和建立起来。

本章小结

由于人的嗓音器官和世界上其他乐器一样，具有发音所需要的声学构成，从这个意义，可以将其视为一件乐器，声带为振动体，呼吸组织为激励体，人体的各个腔体—口腔、鼻腔、咽喉和头腔为共鸣体，神经和肌肉组织为调控系统。本章从音乐声学的乐器声学构成出发，指出人声乐器属于管乐器中簧管乐器的自由簧类。在阐释乐器发声原理、管乐器发声原理和簧管乐器发声原理基础上，从音乐声学角度阐释人声乐器发声原理。并通过人声乐器与弦乐器小提琴在振动体、激励体、共鸣体和调控装置四个方面的比较，指出人声乐器具有生理性、表意性、不可视性、不可再生性和高度调节性等特点，具有一般乐器所不具备的特殊性。

第三章 人声乐器声学构成与歌唱音色的关系

在本文第二章“人声乐器的特殊性”中，已知从乐器声学的角度可以将人的嗓音器官(voice organs)视为一件乐器，其振动体为声带，激励体为呼吸组织，共鸣体为人体中的口腔、咽腔、胸腔和头腔等，调控系统为人的神经和肌肉组织。对于一件乐器而言，上述四个部分中的任何一个发生变化，都会影响该乐器的音响性能。一般而言，乐器振动体性状的改变会对乐器的音高和音色产生影响，激励体和共鸣体性状的改变会对乐器的音色产生影响，而乐器调控装置的改变会对乐器的音域、音色和操作性能产生影响。在本章中，将从音乐声学的角度阐述人声乐器的发声原理，进一步详细论述振动体（声带）、激励体（呼吸组织）、共鸣体（咽腔、口腔、胸腔和头腔）等对音色的影响。鉴于调控装置由人的大脑等神经系统组成，对音色的影响将涉及心理学、歌唱心理等方面，而这方面的研究有待进一步深入，本文暂不做论述。

歌唱发声的简单原理为：当气息自肺部经支气管、气管呼出时，喉头两声带闭合，由于气息对声带的冲击，使声带振动而发声，音波又在各共鸣腔里得到调节和扩大，发出响亮、优美，具有语言特征的歌唱性的声音。概括起来就是呼吸是发声的动力，喉头声带是发声的声源，各共鸣腔使声音扩大和美化。

从音乐声学角度看，人的发声原理如下图所示：

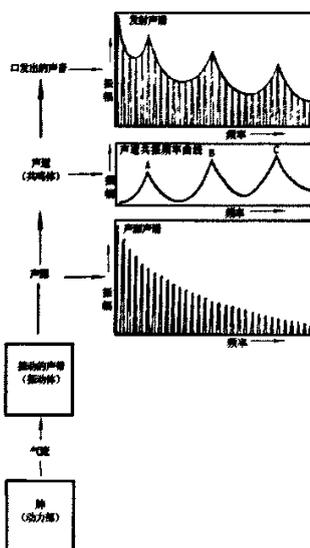


图 3-1 发声器官和声谱的关系^①

从该图可以看出，人的发声器官在功能上包含三大部分：动力部（肺）、振动体（声带）和共鸣体（声道^②包括共鸣器官和吐字器官）。其发声原理为：当空气从肺部呼出时，压力使声带振动，形成了周期性的气流，产生了喉原音，即声源。压力的大小决定了声源的振幅，即音量；而声带的张力和质量，即声带的长短、厚薄、宽窄则决定了声源的频率，即音高。

喉原音声谱中包含了大量谐和的泛音，在声谱中，这些泛音的振幅随着频率的增加而递减，其比例为：每一个倍频程减少 12dB。但是，由于声道容积大小的特点，声道内空气柱共振频率产生共振峰（如图 A、B、C 所示）。所以，当喉原音通过声道以后，由于声道的特点，根据共振原理，凡泛音中频率接近共振峰的，振幅得到加强；泛音频率与共振峰相差大的，振幅减弱。因此，通过声道由口腔发出的声音频谱，就改变了喉原音均匀的包络线（音色），在各共振峰处出现高峰，也正是由于共振峰的变化，才产生不同的音色和不同的元音。

第一节 振动体与歌唱音色的关系

一、声带生理构造及发声原理

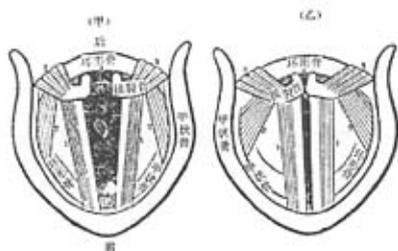
作为发声振动的重要器官声带，其位置处于气管上部的喉头里面，会厌之下。是一对唇形的韧带褶，边缘很薄，富于弹性。其表层由粘膜组成，通常呈白色薄膜状，在披裂骨声带突尖端以前的部分为膜间部，呈韧带状，是发声振动的主要部分，占声带体积的三分之二；声带突尖端以后的部分为软骨部，也叫呼吸部，占声带体积的三分之一。两声带间的三角形空隙，叫声门。它的前部直接由甲状软骨出发，后部与两块披裂骨相联，间接依靠环形骨。从发声机理的角度而言，可以将声带视为一对自由式振动的肉质簧片。当平静呼吸时，声门打开，两条声带处于松弛的分离状态。发声时，喉内肌和喉外肌同时收缩，声带随着频率的升高而后端上提，前端下拉，使得喉头的前后径增大，声带被拉紧，拉长，使得两片声带靠拢，声门关闭。

^①约翰·松特伯格著，蒋英译。歌唱的音响学[J]，外国音乐参考资料，（内部刊物）1979（1）：P 42。

^②声道：在桑伯格的理论中，认为喉头、咽腔和嘴共同构成声道，它是一个共振腔，好比圆号的管道或小提琴的琴身。嘴唇、下巴、舌头和喉头等咬字器官决定声道的形状。嘴唇、下巴、舌头位置的变化还可以使声道伸长或缩短，撅出嘴唇或将喉头放低，都能使声道变长。参见蒋英。歌唱的音响学[J]。外国音乐参考资料，（内部刊物）1979（1）：P40。

如下图所示：图甲为两声带松开时的情形

图乙为两声带互相逼近时的情形



- 1—甲披裂肌 2—环披裂侧肌
3—环披裂后肌 4—披裂肌

图 3-2 由上视下喉部各软骨及喉肌的位置^①

从图中可以看出，图甲为不发声时喉头的状态，这时环杓背侧肌收缩，杓状软骨分开，声带呈倒“v”形，声门敞开，气流可以自由进出。图乙是发声时喉头的状态，这时环杓外侧肌收缩，杓状软骨转动靠拢，声带并合，声门关闭。

二、声带生理结构与歌唱音色的关系

在人声乐器的声学归属讨论中，本文将人声乐器归为管乐器的自由簧类。认为人声乐器是声带和发音管同时发声。在发声的过程中，既有簧片（声带）振动，也有管（共鸣腔体）的共鸣和空气柱振动。声带可以看作一对自由振动式的簧片。而从生理结构而言，声带的振动原理与弦乐器的弦存在相似。所以在本文中，将弦乐器的频率公式用于讨论声带生理结构与歌唱音色的关系。

对于弦振动，音乐声学研究领域已经了解其频率振动公式如下：

$$\text{基频频率 } f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

公式中，L=弦长，T=弦的张力， ρ = 弦的线密度（弦的粗细）。该公式假定弦无限长，无限细，在横振动中T、 ρ 和L不变，因此可以断定，上述公式只有在很小振幅振动时才成立。

我们如果用声带来取代弦，由上公式可知：声带的长度（L）越短，张力（T）越大，弦线密度（声带厚度）越薄，则基频越高，通俗的讲也就是音越高。不同的人，其声带条件不尽相同，故其发音高度也不会相同。

^①林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1962: P 41.

就男女声带比较而言，男子的声带长、宽、厚；女子的声带短、窄、薄，所以男子声带振动频率低，音色浑厚、深沉；女子声带振动频率高，音色明亮、纤细。下面是对某歌剧院多名歌唱演员声带长度进行测量后得出的数值：

表 3-1 某歌剧院 95 名歌唱演员声带长度测得值^①

（长度规定：12 毫米为短；24 毫米为长，15—16 毫米为中、中短，中长介于其间）

声 部 \ 声 带 长 度		声 带 长 度				
		短 (mm)	中短 (mm)	中 (mm)	中长 (mm)	长 (mm)
女高音	42	19	21	2		
女中音	5	1	3	1		
女低音	1		1			
男高音	25	1	5	17	2	
男中音	16		2	8	5	1
男低音	6				4	2

表 3-2 前苏联歌唱演员声带长度数值表^②

嗓音类型	女高音	次女高音	男高音	男高音	男高音
声带长度 (mm)	14—19	18—21	18—22	22—24	24—25

在歌唱声部的鉴定中，常把音色、音域、换声点作为判别的主要原则。声带的构造也是进行判别的重要因素之一。如 1961 年我国著名耳鼻喉科专家魏能润教授等人利用 X 线摄影技术对声带的长度进行了测量，将声带长度与声部关系的关系总结为：女高音为 13—17mm；女中音为 14—18mm；男高音为 20—22mm；男中音为 19—24mm。1991 年著名的喉科专家王振亚和声学专家吴卫彬，通过对 127 歌唱人员的声带测量，20 名歌唱人员的声道测量和 40 名歌唱演员的声谱分析，得出了不同声部声带长度，声道长度和声能集中区域，结果如下表所示：

^①韩丽艳. 声乐声部的划分[D]. 北京：中央音乐学院，1989：P14.

^②韩丽艳. 声乐声部的划分[D]. 北京：中央音乐学院，1989：P14.

表 3-3 不同声部声带长度, 声道长度和声能集中区域^①

声部类型	声带长度 (mm)	声道长度		声能集中区域 (Hz)
		鼻声距 (mm)	门声距 (mm)	
女高音	11-17	15.5-17.5	13.5-15.5	1000, 2000, 4000
女中音	13-19	17.0-17.5	14.5-15.5	500
男高音	14-21	18.3-19.5	16.4-17.5	500, 1000, 2000
男中音	15-21	19.0-22.3	17.0-17.6	
男低音	17-22			500

从上面的两个表格可以看出声带长度与声部的一般规律: 即高声部歌手的声带长度倾向于短、中短; 低声部歌手的声带长度倾向于中长、长; 声带长度居中的既可能是高声部歌手, 也可能是低声部歌手。但在实际的情况中, 某些高声部歌手的声带会出现又长又宽的情况。由此说明声带本身的长度并不是决定频率的唯一因素。^②

借助频谱分析, 也可以看出男女声由于声带结构不同而表现出来的差异。下以男女声同声部在同一声区、发相同母音为例说明^③:

^①丁振亚, 吴卫彬. 关于歌唱声部的生理解剖学和声学特征的研究 [J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1991 (4): P235—237.

^②声部鉴定不能只依靠声带的结构作出判断, 鉴于本文在此论证的重点是声带生理结构对歌唱音色的影响, 而不是声部鉴定, 有关声部鉴定的问题暂不作展开, 特此说明。

^③在频谱比较中, 应遵循可比性原则, 尽量在相同声源、同声部、相同音区、相同力度和相同元音发声下进行的比较, 才可能得出相对客观、准确的结果。

图 3-3 某女高音高声区 a 元音发声频谱图

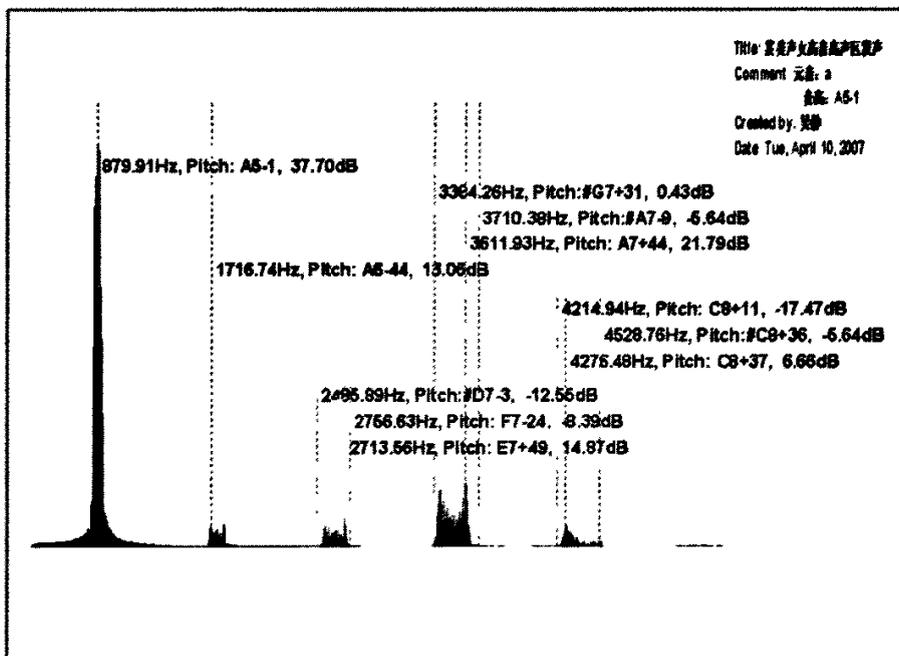
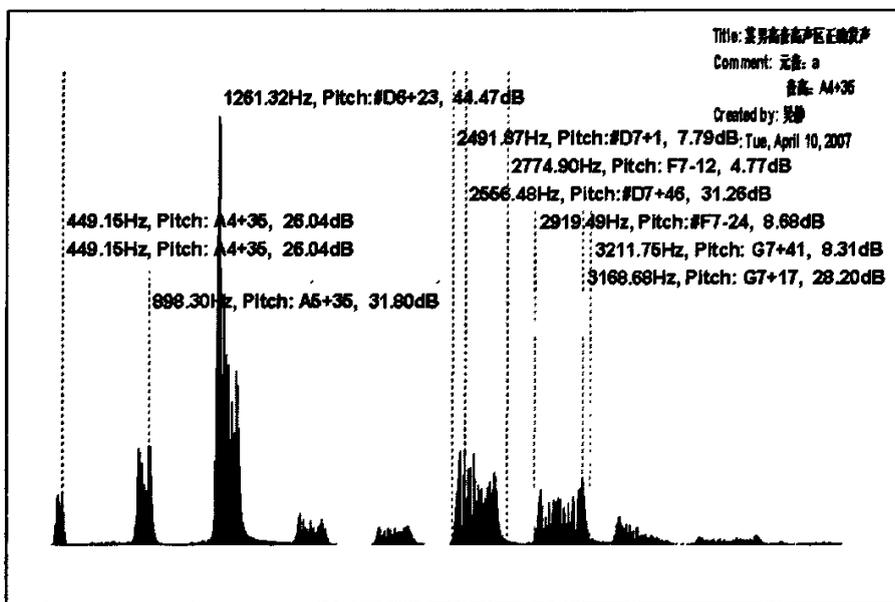


图 3-4 某男高音高声区 a 元音发声频谱图



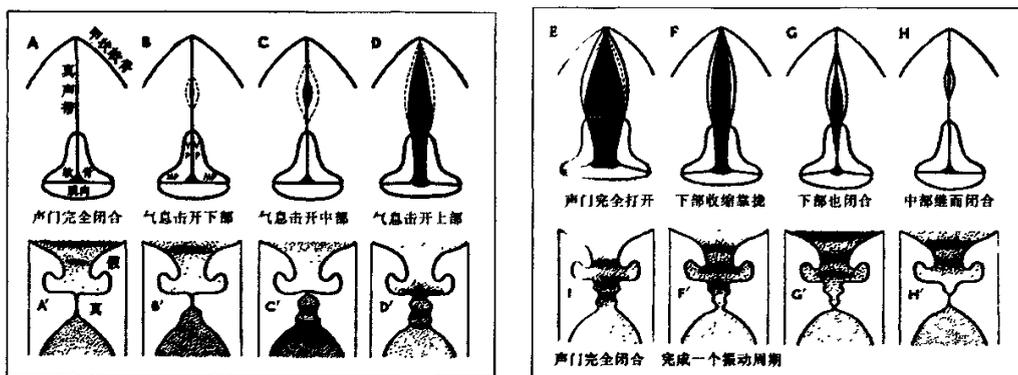
如图所示，由于男性声带偏长、偏宽，女性声带偏短、偏窄，在频谱上表现为男声频谱的泛音数量较多，而女声频谱泛音数量较少，使得男性发出来的声音音色浑厚深沉，而女性发出来的声音音色纤细、柔和。

三、声带振动方式与歌唱音色的关系

从声带的生理结构可知每个人声带的长短、宽窄、厚薄都各不相同，即使是同一副声带，由于声带振动方式的不同，也会使音色发声明显的变化。声带振动方式的不同，指的是使用不同的发声机制（重机理、轻机理）。其中重机理发声指的是喉部环甲肌组起主导作用，作有机的收缩运动，使声带作整体运动，声门完全闭合，发出明亮厚实的声音；轻机理是由喉部披裂肌组起主导作用，作有机的收缩运动，使声带作局部振动，声门闭合呈菱形合缝状，声带边缘变薄且锐利，发出的声音高远精巧。歌唱者将根据不同的音高，使声带做出整体振动和局部振动的调节。

下为声带重机理发声图解

图 3-5 声带重机理发声图解^①



从 A 到 H，为声门俯视图，表示出一个振动周期的系列位置，图中的“软骨”为杓状软骨；VP 为声带突；MP 为肌突；虚线表示气息压力如何从下面开始迫使声带打开，形成纵向波动。白色的虚线把韧带性声门和软骨性声门分开。

从 A，到 H，为声门正视图，表示气息通过声门的过程。

下图为声带轻机理发声图解：

^①威廉·文纳著，李维渤译。歌唱——机理与技巧[M]。世界图书出版社，2000：P 90—91。

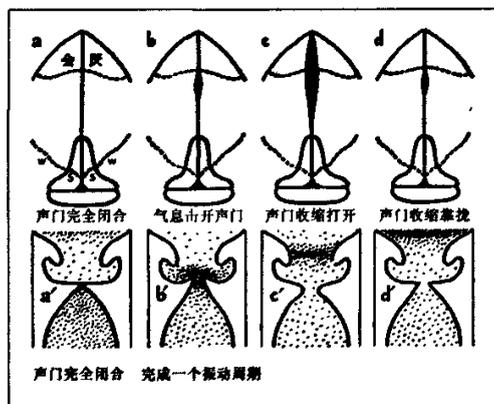
图 3-6 声带轻机理发声图解^①

图 a 到 b 为声门俯视图, 在连续的位置上表示一个振动周期, 比图 3-6 所示重机理的声音, 高了一个八度。从 a, 到 d, 是与上方的图画和照片相应的图解横断面。a, 图表示声门闭合时的气息压力与重机理中的一样, 但由于压缩相只是假声周期的一个短暂部分, 如声门上方的小点所示, 喷气噗噗声是微弱和简单的。

由此可知人在演唱不同音高的音时, 其声带振动的方式是不一样的。在唱低声区的音时, 声带以重机理状态运动为主。甲杓肌收缩比环甲肌有力, 处于主动、积极状态; 声带本体变硬、弹性增高, 覆盖层松弛, 弹性变小。同时, 由于粘膜受柏努利力效应影响, 波动明显。声带呈整体振动(有效振动面积较大), 振幅较高。由于整个声带纵向张力变小, 使得声唇变厚, 声门闭合较紧密。因此产生了比较响亮且泛音丰富的“胸声”或“真声”。随着音调的提高, 环甲肌的收缩, 甲杓肌与环甲肌处于对抗状态, 纵向张力逐渐增加, 声唇仍很厚(肌肉收缩的结果), 到达中声区时, 双侧声唇如胶垫一样互相撞击, 此时需要更多的呼气压力和更强的肌肉张力, 因此, 产生了更响、泛音能量更丰富的“混声”。

从以上分析的过程可以看出, 从低声区→中声区→高声区, 声带以从“甲杓肌”工作为主的“重机理状态”→以“甲杓肌”与“环甲肌”相持的“重、轻机理混合状态”→以“环甲肌”工作为主“轻机理状态”的方式振动。任何一块肌肉都处于积极的活动状态之下, 只是主次不同, 比例不同而已。在男、女声不同声部之间的区别也是如此。如下表所示:

^①威廉·文纳著, 李维渤译. 歌唱——机理与技巧[M]. 西安: 世界图书出版社, 2000: P 98.

表 3-4 男、女声真假(重机理、轻机理比例)参考图表^①

声区	低声区		中声区(轻声区)		高声区		超高声区	
	重	轻	重	轻	重	轻	重	轻
女	40%	60%	30%	70%	20%	80%	0	100%
男	80%	20%	70%	30%	60%	40%	0	100%

在歌唱发声中,正确的情况应该为两种机能共同作用,歌唱时既有真声,也有假声,但在具体运用时,其比例有不同。除此以外,不同唱法之间真假声的比例也是不同的。美声唱法是混合声区唱法,即在真声的基础上,随着音高的上升,假声的成分逐渐增多,而变得以假声为主。在民族唱法中真假声的运用情况比较复杂,以京剧为例,京剧老生用的真声比例比较多,所以音色较明亮。青衣用假声比例比较多,音色清亮、秀丽。^②

第二节 激励体与歌唱音色的关系

在歌声的发声原理中,已知气息从肺部经气管呼出冲击喉部发声器官,喉头中的两真声带闭合挡气,同时振动发声,产生的基音又在胸腔、喉腔、咽腔、口腔、鼻腔等各共鸣腔体内得到调节和扩大,发出响亮、优美的声音。因此,呼吸被视为歌唱发声活动中的原动力,所以在古今中外的声乐教学与表演中,一直将呼吸问题放在一个非常重要的位置,认为呼吸的运用是决定歌唱的关键。如唐代段安节所著的《乐府杂录》中就提到“善歌者,必先调其气,氤氲自脐间出,至喉乃噫其词,即分抗坠之音,既得其术,即可致遏云响谷之妙也。”^③元代燕南芝庵《唱论》中也指出“偷气、取气、换气、歇气、就气、爱者有一口气。”^④西方古典声乐学派创建人玛努埃尔·加尔西亚(子)^⑤在其著作《歌唱艺术论文大全》中特别指出“没有掌握控制呼

^①此数据来自于经验总结,并没有通过实验证明,只能作为一般参考,表示真假声运用时比例的比重。参见韩丽艳.声乐声部的划分[D].北京:中央音乐学院,1989:P23.

^②有些民族声乐参考文献把“真声”称为“大嗓”、“大本嗓”;把“假声”称为“小嗓”、“二本嗓”;把“真假声混合”称为“夹板音”等。

^③杨荫浏.中国古代音乐史稿[M].北京:人民音乐出版社,1981:P241.

^④傅惜华.古典戏曲声乐论著从编[M].北京:音乐出版社,1957:P7.

^⑤玛努埃尔·加尔西亚(子)(Manuel Patricio Rodriguez Garcia):西班牙男低音歌唱家、音乐教育家。Mdel P. V.加尔西亚之子,早年随父亲学习声乐,他认真地研究了发声器官的结构,发明了喉头反射镜,是第一个以这种形式的喉头镜通过活的实例来观察发声过程的人,也是第一个用科学方法研究发声器官的构造和应用的声乐家。从他开始,声乐教学和生理科学相结合而创立了歌唱生理学的研究学科。1840年,加尔西亚向巴黎科学院提交了著名的《关于人的嗓音的意见》,并因此文获得医学博士学位。后于1847年出版了《歌唱艺术论文大全》,在其后的一百年的过程中,这本书成为许多编写声乐艺术指南的根据,加尔西亚由此被视为古典声乐乐派的创建人。

吸的艺术，就不能成为高明的歌唱家。”^①意大利著名男高音歌唱家札科莫·拉乌里—沃尔皮（Giacomo Lauri Volpi）在其著作《噪音的比较》也明确指出“从声乐技术的角度来说，呼吸法对于歌唱者不仅具有决定性的意义，而且是必不可少的。”^②，十九世纪意大利学派著名声乐教师弗兰车斯科·兰佩尔蒂（Francesco Lamperti 1813—1892）也认为：“因为歌唱的基础是彻底掌握正确的呼吸，所以说，那些经常出现在歌唱者身上的缺点只不过是呼吸注意得不够而产生的结果。”^③

以上的论述都是从歌唱发声角度论述呼吸的，在本节的论述中，将从音乐声学角度论述歌唱呼吸与音色的关系。通过本文第一章音色的相关论述，已知音色的变化与声音谐音列结构和起始状态两个因素密切相关，其中谐音的数量和每个谐音的强度，都会对音色的改变起作用，也就是说，在谐音数量相同的情况下，由于谐音之间强度关系的不同，会使音色发生相应的变化。对于人声乐器而言，不同的歌唱呼吸方式和歌唱力度都会对谐音列产生影响而使音色发生变化。

一、呼吸器官生理构造

呼吸器官包括肺、气管、支气管、胸廓和横膈膜。歌唱时依靠这些器官进行吸入和呼出空气的循环来完成歌唱活动的全过程。

（一）肺

分左右两侧，左肺有二页，右肺有三叶，每侧肺下面呈凹面的为肺底，膈位于其下，肺之顶部称为肺尖，而肺整个表面则被叫做胸膜的弹性浆膜包裹。胸膜又分为脏层和壁层，前者包裹在肺的表面，后者内衬胸廓内面，两层之间叫胸膜腔，在正常情况下内腔仅呈空隙缝，内含极少量液体。

（二）气管

起于喉的环状软骨下部，位于食管之前，终止于4—6胸椎的水平，它是一个圆形管，由16—20个软骨环构成，在其终止部位分成左侧与右侧支气管。支气管后反复分支，最后的末梢称为细支气管，它转为肺泡入口，是构成肺的基本组织。

^①[苏]N·K·那查连科著，汪启璋译。歌唱艺术[M]。北京：人民音乐出版社，1981：P 95。

^②[苏]N·K·那查连科著，汪启璋译。歌唱艺术[M]。北京：人民音乐出版社，1981：P 174。

^③[苏]N·K·那查连科著，汪启璋译。歌唱艺术[M]。北京：人民音乐出版社，1981：P 137。

(三) 胸廓

好象一个圆顶状的鸟笼，其内脏叫做胸腔，肺在其内部。胸廓前部中央是胸骨，后部是脊的胸椎段，两侧则由十二对肋骨围成，肋骨之间有内和外肋间肌附着。胸廓的下口被由肌肉和腱组成的膈分隔；上为胸腔，下为腹腔。从腹腔方面来看，膈呈两圆顶状凸入胸腔。膈的左方为脾，右下方为肝，中为胃，再下即是小肠。

呼吸器官的生理构造如下图所示：

图 3-7 呼吸器官生理构造图 1

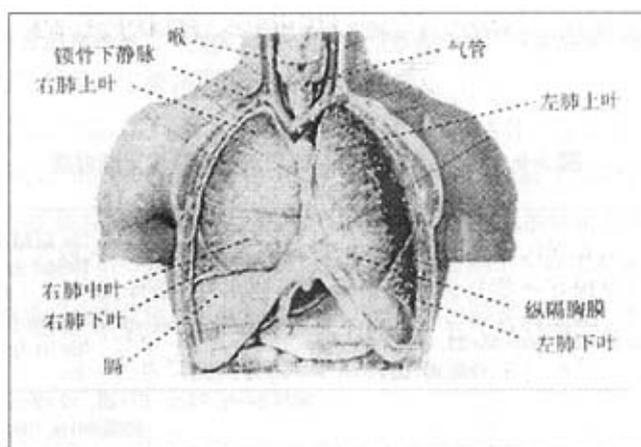
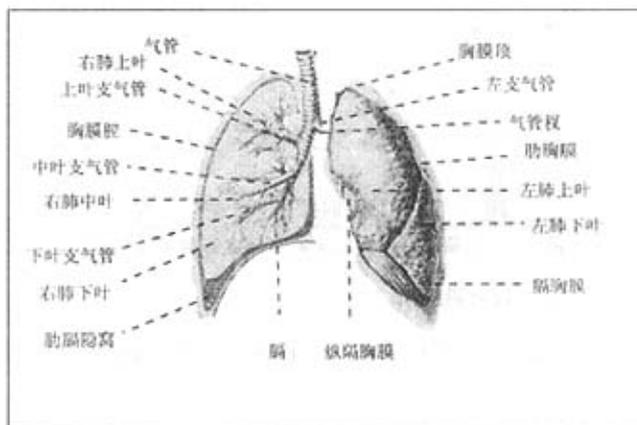


图 3-8 呼吸器官生理构造图 2



二、歌唱呼吸的方式

歌唱呼吸的方式可分为胸式呼吸、腹式呼吸与胸腹式联合呼吸三种。这三种呼吸方法，一

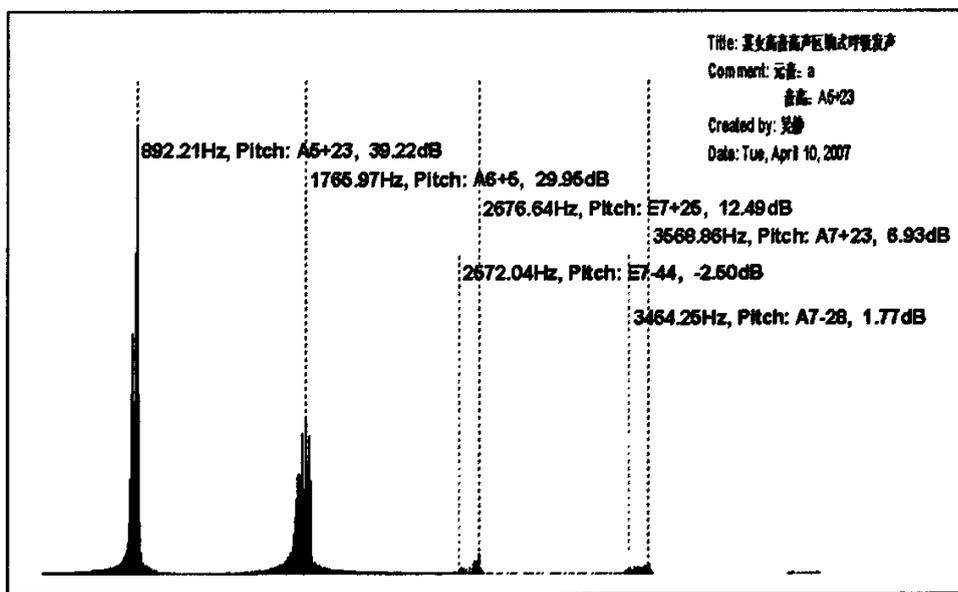
般声乐演唱的书籍中多从发声角度进行阐述，而本文拟从音乐声学角度，通过相应的频谱图说明呼吸方式对歌唱音色的影响。

（一）胸式呼吸

胸式呼吸是一种主要依靠胸腔控制气息的呼吸法。由于呼吸时上胸部抬起较高，锁骨也随之抬起，气息吸得浅，故又称为浅呼吸或锁骨式呼吸法。这种呼吸法的缺点在于：

- 1、只用胸腔上部，即抬肩来进行呼吸，吸气不深，因而气息的容量小；
- 2、由于气吸得太浅，失去横膈膜和腹部肌肉控制气息的能力，使得气息从上胸呼出，迫使喉头、颈肌、下颚和舌根紧张，影响音域的扩大和声区的统一，使得歌唱音色干涩、缺乏变化。如下图所示：

图 3-9 某女高音高声区 a 元音胸式呼吸发声频谱图



从图中可以看出，用胸式呼吸发出的声音泛音数量明显偏少，歌声共振峰不太明显，峰高如灌木丛般低矮，表明该声音音色比较干涩，不够圆润，缺乏穿透力。

（二）腹式呼吸

这是一种单纯依靠下降横膈膜，用腹部肌肉控制气息的呼吸方法。其优点是强调气息应沉到下腹部，即所谓“沉于底”，才有足够的压力使歌声“贯于顶”。相对于胸式呼吸的位置浅而言，腹式呼吸对于放下呼吸有一定作用。但这种呼吸方法的缺点在于：

- 1、吸气过深，使得腹部膨胀，胸腔肋骨受到压缩，气息容量不大；
- 2、仅用腹部和横隔膜控制呼吸，失去胸腔肋间肌肉控制呼吸的能力；
- 3、由于吸气过深，气息不能积极地对声带形成应有的压力，使得发出的声音空洞，缺乏圆润、明朗的色彩。

（三）胸腹式联合呼吸

这是一种运用胸肋肌肉、横膈膜、腹部肌肉(特别是腹部直肌)共同控制气息的一种呼吸方法。它是目前声乐界认为符合生理科学的呼吸方法。如兰佩尔蒂曾说：“歌唱者必须运用胸——腹式呼吸方法，因为只有用这种方法，气管才能保持充分的弹性和自然的状态。”^①

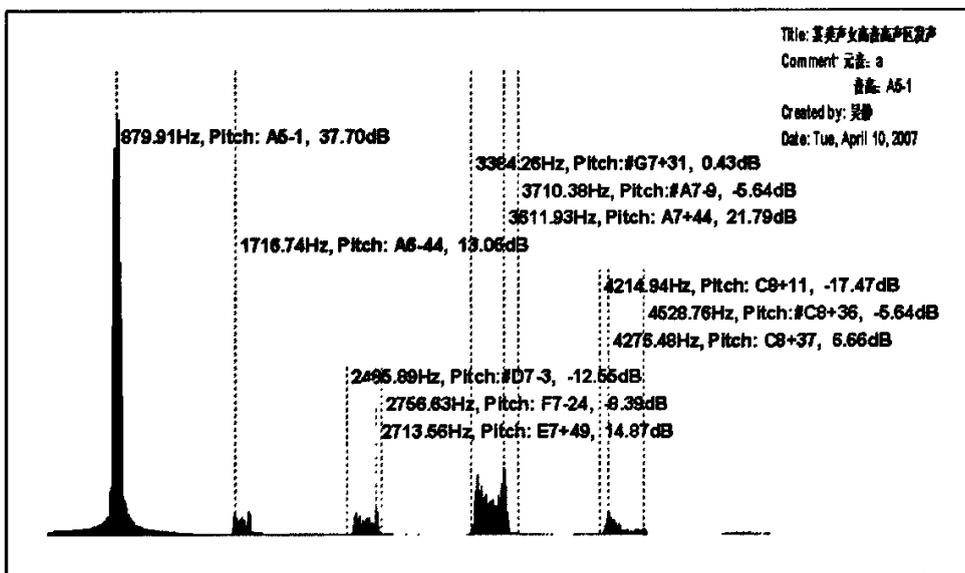
胸腹式联合呼吸的优点主要体现在以下两个方面：

- 1、控制气息的能力强。由于这种呼吸方式全面地调动了人体呼吸器官的能动作用，使胸腔、肋骨、肋间肌、横膈膜以及腹肌等相互配合，共同完成控制气息的任务；
- 2、当胸腔向外扩张与横膈膜向下收缩同时进行后，容纳气息的体积加大，不仅能增强胸腹肌控制气息的能力，使呼出气息既均匀又有节制，还能建立起上下腔体有机的联系，便于掌握喉头向下排出气体的压力变化情况，使声音的高、低、强、弱变化自如，音色圆润、饱满，穿透力强。

如下图所示：

^①[苏] N·K·那查连科著，汪启璋译，歌唱艺术[M]，北京：人民音乐出版社，1981：P131.

图 3-10 某女高音高声区 a 元音胸腹式联合呼吸发声频谱图



如图所示,用胸腹式呼吸方法发出的声音具有明显的共振峰,峰域处于3300——3700HZ之间,有一定的峰宽,符合桑伯格提出的“歌手共振峰”的频域范围,表明用这种呼吸方式发出的声音有充分的泛音,音色圆润、明亮,富有穿透力。

民族唱法中要求的丹田气,指的也是胸腹式联合呼吸法。这说明美声和民族唱法对于呼吸的要求是一致的,都要求以深呼吸为动力,但具体的深浅、部位,不完全一样。

三、不同呼吸力度对歌唱音色的影响

不同的呼吸方式对歌唱音色将产生不同的影响。对于人声乐器而言,同样一位歌唱者的演唱,由于强弱力度的不同,会形成不同的音色。我们在聆听歌唱家们艺术的歌唱时,往往会发现他(她)们的歌唱,放声高歌是一种音色,轻声低吟又是另外一种感觉,其主要原因是由于不同力度的歌唱,使得声音的谐音列改变而引起音色的相应改变。

下以同一位歌唱者用强(mf)、弱(p)两种力度演唱相同音高、相同母音的频谱图来说明不同呼吸力度对音色产生的影响。

图 3-11 某女高音高声区 a 元音力度 mf 发声频谱图

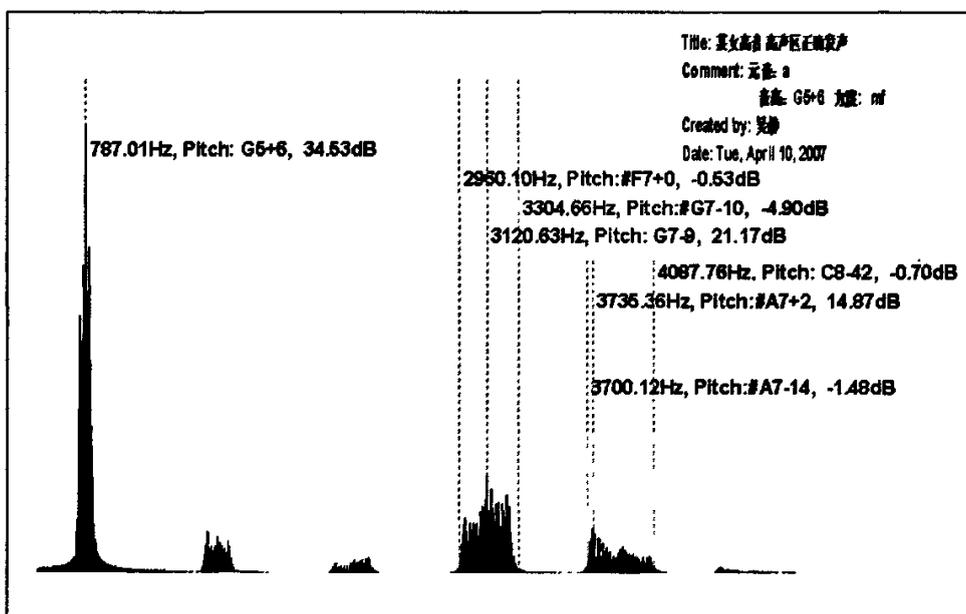
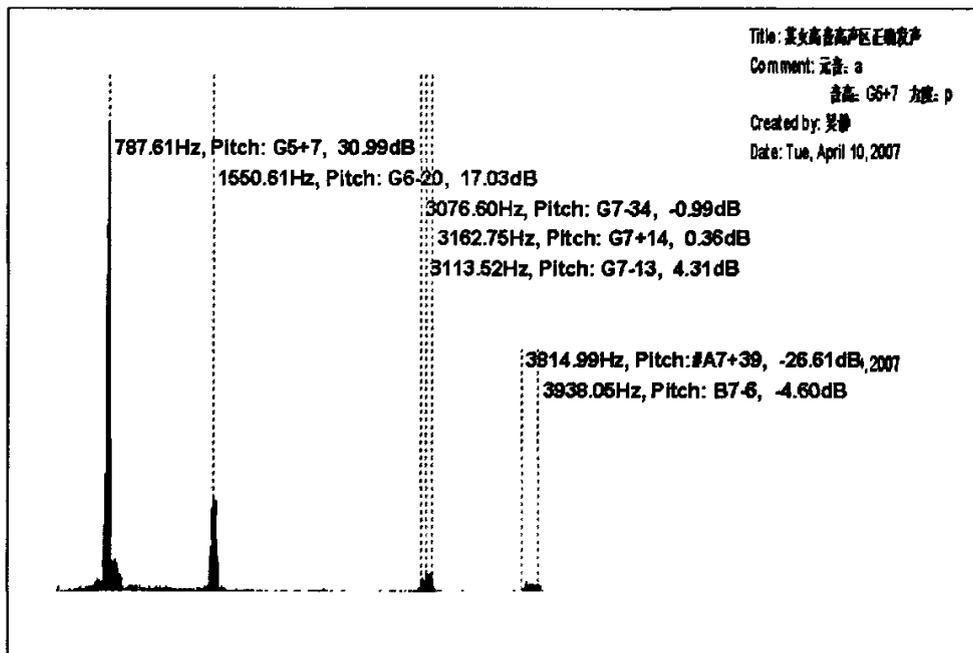


图 3-12 某女高音高声区 a 元音力度 p 发声频谱图



如图所示

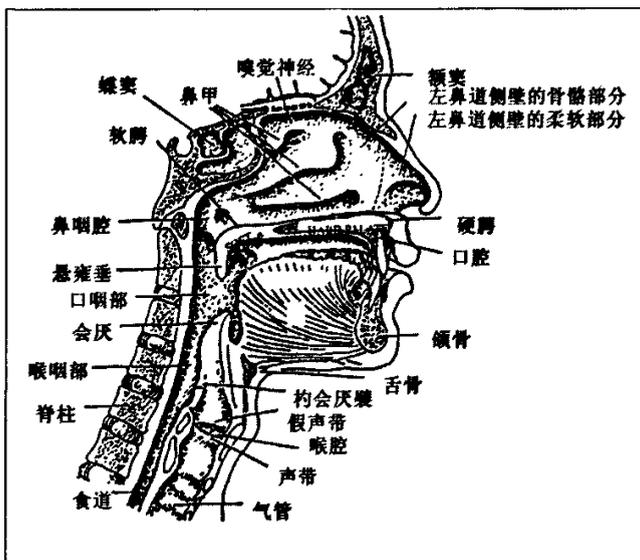
- 1、基音强度上，mf 力度的演唱和 p 力度演唱的差别不大；
- 2、mf 力度演唱的泛音数量为 4 个，p 力度演唱的为 2 个，表明 mf 力度演唱的音色比较圆润，明亮，而 p 力度演唱的音色比较柔和。
- 3、mf 力度演唱的共振峰无论是峰高、密度都要比 p 力度演唱的高、密。表明 mf 力度的演唱比 p 力度演唱的声音拥有较多的能量，更富于穿透力。

第三节 共鸣体与歌唱音色的关系

一、共鸣体生理构造

人声乐器的共鸣体由胸腔、喉腔、咽腔、口腔、鼻腔和鼻窦等器官组成。其生理图构造图为：

图 3-13 共鸣器官生理结构图



各共鸣腔的生理构造及功能分别为：

(一) 胸腔

由胸骨、锁骨、肩胛骨、肋骨与肋间肌等各种肌肉组成。胸骨呈扁平状，在胸腔中上部。胸腔内共有 12 对肋骨，均从胸骨出发呈一弧状与胸后部的脊柱骨相连。整个肋骨腔形成一个笼状，肺脏就包围在里面。吸气时肌肉向外扩张使肋腔体积增大，呼气时肌肉收缩使肋腔缩小。锁骨位于胸骨上方左右对称生长，两侧的肩胛骨位于肩峰下面与胸骨上部的七对肋骨相关联。

整个锁骨、肩胛骨与胸骨、肋骨构成胸廓。当歌唱发声时，从声带产生的振波被一部分顺喉室、咽腔、口腔、鼻腔、头部各窦形成共鸣，而另一部分则顺气管到支气管(胸腔)去形成共鸣。

(二) 喉腔(包括喉室)

喉腔既是一个发声振动器官，又是一个重要的共鸣器官。声带在气息作用下发出的振动波(或称基音)所经过的第一个共鸣腔便是喉室。因此歌唱发声时，喉室是一个重要的“共鸣源”，其形状的改变，对声音的音高、音色、元音形成起重要作用。

(三) 咽腔

咽腔在喉腔之上，是前后略扁的漏斗状肌管，也称咽管。上起于颅底，下止于第六颈椎并与食管相连。前壁与鼻腔、口腔及喉腔相通，后壁以椎前筋膜与颈深肌及脊柱相附。咽腔分为鼻咽腔、口咽腔和喉咽腔三部分：

1、鼻咽腔：前壁借鼻后孔与鼻腔相通，顶部与后壁相移，两侧壁有咽鼓管开口，下方与软腭为界并通向后咽部。

2、口咽腔：上通鼻咽部，前以咽峡为界与口腔相通，下部至舌骨与喉咽部相连。咽峡又称咽门，上部为软腭、悬雍垂；下部为舌根，两侧前面为舌腭弓，后面为咽腭。

3、喉咽腔：上通口咽部，下连食管，前壁上部是舌根和会厌，前壁下部以喉口通喉前庭。

(四) 口腔

口腔既是歌唱的语言器官，也是重要的共鸣器官。口腔上部分为硬口盖与软口盖两部分。硬口盖是指口腔前部的硬腭与舌部以及下腭构成的空间；软口盖则是指软腭(小舌)与舌头后部构成的空间。软腭又称为口盖，它向上提起的状态对歌声的共鸣起着重要的作用。由于口腔张开的大小是可以调节的，所以口腔也称为可调节共鸣腔。

(五) 鼻腔

鼻腔既是呼吸的通道也是重要的共鸣器官。^①它从外鼻孔至内鼻孔，后面与鼻咽相通，鼻腔内有上、中、下三个鼻道，其内部构造十分复杂。鼻腔周围含空气的骨间空隙为鼻窦，鼻窦又

^①伍尔德里奇(Wooldridge)曾在1954年做过一个实验：在正常的和在鼻孔里堵住棉纱的两种情况下，比较了六位职业歌手所发的元音，结论是在两种情况下所发的元音波谱中，找不出明显的差别。所以，伍尔德里奇认为，用“鼻共鸣”这个术语来解释歌唱嗓音是无效的。参见威廉·文纳著，李维渤译，歌唱——机理与技巧[M]。西安：世界图书出版社，2000：P 131。

但在大多数的声乐文献中，均将鼻腔作为共鸣器官之一。故笔者在此还是将鼻腔作为共鸣器官列出。

可分为额窦(左右眉心各一)、上颌窦(左右鼻翼上方各一)、筛窦(鼻梁每侧约有十个左右大小不等如蜂窝状的小穴形)、蝶窦(俗称太阳窝),在左右两耳根上方。鼻腔与鼻周围各窦的共鸣被普遍认为是歌唱训练中极为重要的共鸣环节,它对改善歌声的质量,提高艺术表现力有着不可估量的作用。

人体共鸣器官根据共鸣腔体在其位置所发挥的作用,以软腭为界分为上部共鸣和下部共鸣。其中上部共鸣为鼻腔、鼻窦和鼻咽腔;下部共鸣为胸腔、喉腔、咽腔和口腔。在平时的歌唱中,高音以上部共鸣器官为主,低音以下部共鸣器官为主。从声学原理上而言,下部共鸣主要是对声带所发的音起“基音”共鸣(决定发音的“音高”)作用,上部共鸣机构及下部共鸣器官靠上部分(即咽上部及口腔)主要起泛音共鸣(影响声音的音色)作用。

人体共鸣腔又可根据体积的固定性和灵活性,分为可调节共鸣器腔和不可调节共鸣器腔。其中,咽腔、口腔无固定容积,其形状可随意改变,称为可调节共鸣腔;鼻腔、鼻窦、胸腔均有固定的容积,称为不可调节共鸣腔。对于共鸣腔的调整,主要是对可变共鸣腔的调整。所以可变共鸣腔对音色变化的作用最大,其中又以喉咽腔、口咽腔,鼻咽腔共鸣的调节,对歌唱音色的影响最为突出。如在歌唱中常见声乐教师要求学生保持喉头的相对稳定,不要让喉头往上跑。这一要求用声学原理来解释即是喉咽腔的放低,使得喉底部扩张,造成喉腔和咽腔分离,从而拉长声道,产生泛音,使得声音圆润、悦耳。

二、人声乐器的共鸣原理

从声学来说:三种共鸣对喉原音的作用,既有基音共鸣,也有泛音共鸣。但主要是泛音共鸣。近年来在生理学研究上,关于人声共鸣原理主要有喇叭原理和滤道器原理两种观点。下分述之:

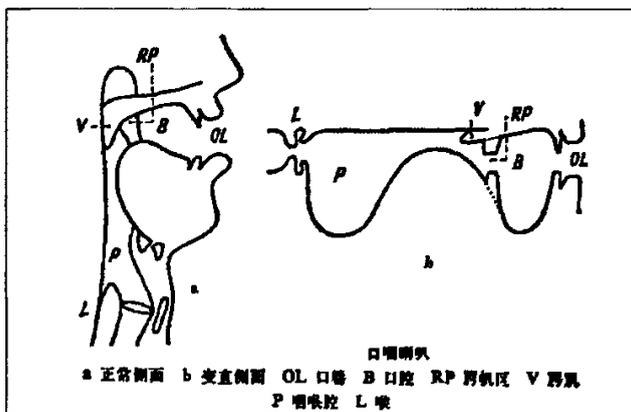
(一) 喇叭原理

喇叭原理^①:当代著名发声生理学家于松在研究了各种形状的喇叭和声源间的作用后,把人的声道各共鸣腔的拉直叫做口咽喇叭。^②按照罗卡尔的喇叭原理,从口咽喇叭长度和频率关系,根据实验找出临界频率(2500—3000Hz),其中喉原音泛音成分低于临界频率,受口咽喇叭的影响,有的加强,有的削弱。而高于临界频率泛音成分不受“口咽喇叭”影响,直接传递发射出去。人声音色的变化主要依靠低于临界频率的泛音成分,它取决于口咽喇叭变化作用的结果。

^①冯葆富,齐忠政,刘运操.歌唱医学基础[M].上海:上海科学技术出版社,1981:P 64.

^②口咽喇叭:是指从喉声门到咽腔、口腔到嘴唇,即声道,形状如喇叭状。

图 3-14 口咽喇叭图



(二) 滤波器原理

人的声道，从声学原理上看，不但具有对声音的共鸣作用，而且还有对声音的过滤作用，这是由于声音通过物体传导时，由于物体的质量和腔体的结构，使得有的频率声波被吸收或削弱，因而改变了音色，这种现象，声学上称为“声音的滤过。凡能吸收低频的声波器叫做高频通过滤波器 (Highpass filter)；吸收高频的声波器叫做低频通过滤波器 (Lowpass filter)。由于人声的共鸣器官是可以变化的，所以称为可变滤波器 (Variable set of filter)，共鸣器官的运动，特别是口腔、舌、唇、后咽壁的活动性，能变化声腔的容积和腔壁硬度，产生可变的高频和低频滤过作用，获得不同的声音效果。在声乐教学中，我们常常可以见到有的声乐老师对学生提出“咽壁竖起”的要求，其最终目的，是为了使声音获得金属般的色彩。^①

正是由于人体复杂的“复合共鸣效应”和“滤波效应”，使得喉原音经过声道时，人们可以运用共鸣来强化和扩大某些泛音，而另外一些泛音则随着“滤波器”的声学条件而削弱和消失。使能够显示嗓音音色的特殊泛音得到选择和发展，从而获得美好的声音。

三、共鸣部位对歌唱音色的影响

根据人声乐器共鸣腔体对高、低不同泛音共鸣作用强弱的不同，可以分为三种共鸣，即头腔共鸣、口腔共鸣和胸腔共鸣。

(一) 头腔共鸣

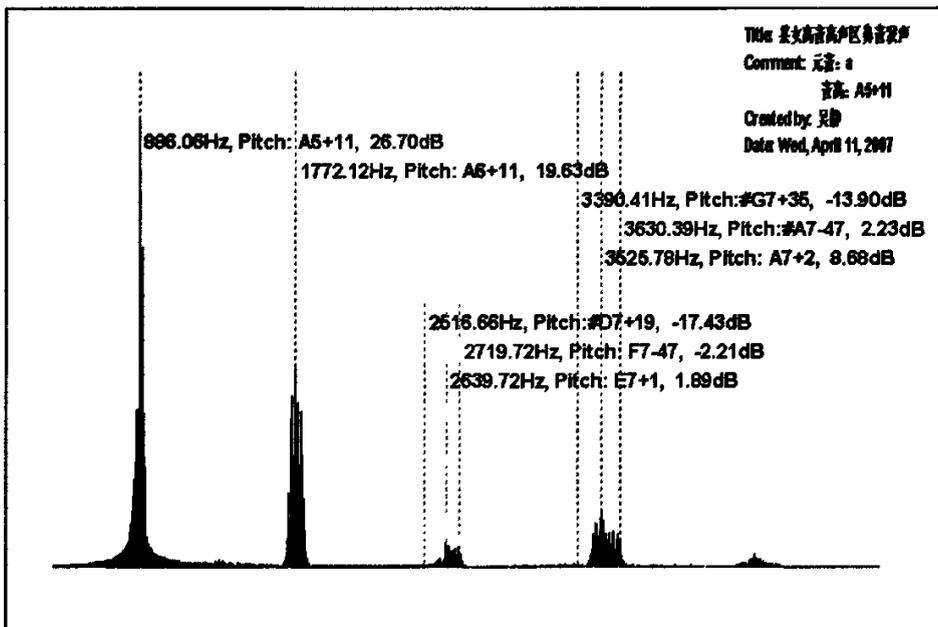
即鼻腔共鸣，包括鼻腔、鼻咽腔和鼻窦等。正确的鼻腔共鸣，歌唱者头部会发生一定的振动感，所以在声乐上称为头腔共鸣，事实上头部内装的是脑髓，实体并不起共鸣作用。高音共

^① 李维瀚. 发声训练中的四个“R”[J]. 中央音乐学院学报, 1989 (1): P 55—63.

鸣作用在鼻腔系统，它能使声音明亮、丰满且富有金属般铿锵色彩。

值得注意的是要把正确的鼻腔共鸣和错误的鼻音发声方法区别开来。鼻音发声方法是发声时使得某些共鸣腔体受到了阻碍。从下面鼻音的发声频谱上，我们可以观察到共振峰的形态，表现为峰高变化不够明显，与正确发声相比，共振峰的密度比较稀疏。

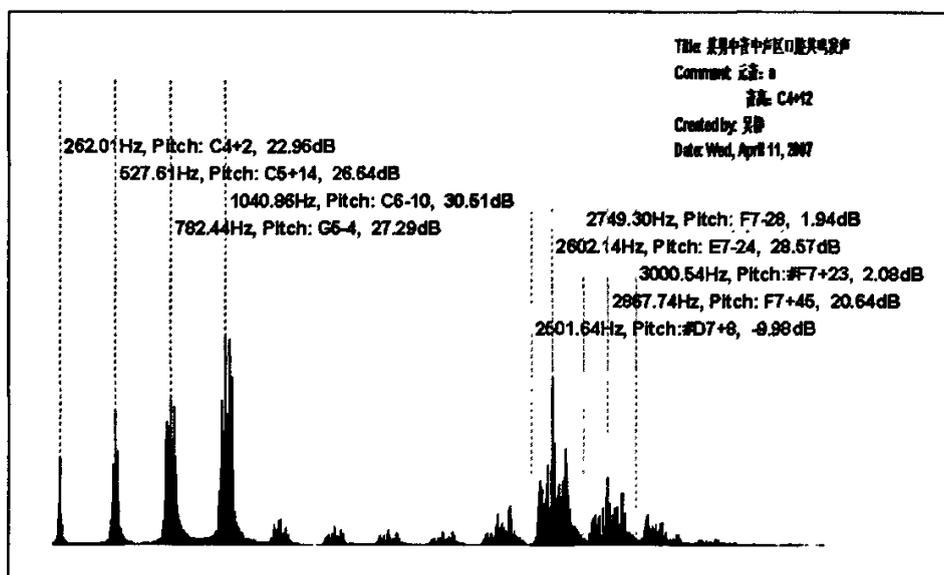
图 3-15 某女高音 a 元音鼻音高声区发声频谱图



(二) 口腔共鸣

包括口腔、口咽腔和喉腔。中声区共鸣作用在口腔系统。它能使声音音色明亮清晰。

图 3-16 某男中音 a 元音口腔共鸣发声频谱图



(三) 胸腔共鸣

包括气管、支气管和整个肺部。胸腔共鸣作用时，胸部有明显振动感，它能使声音宏亮浑厚、伟岸而有力。

四、共鸣比例对歌唱音色的影响

不同的唱法，其共鸣比例要求不同。美声唱法对歌唱共鸣的要求是混合共鸣，虽然在具体的演唱中，会根据音的实际高低偏重于某一部分，但所有的共鸣腔体都会要用，这种混合共鸣发出来的声音音色比较柔和、圆润。如在演唱高声区音时以头腔共鸣为主，演唱低声区音时以胸腔共鸣为主。也就是说，高声区的演唱，并不是只有一种头声共鸣，其中还包含有一部分口腔共鸣，甚至胸腔共鸣；低声区的演唱并不是只有一种胸腔共鸣，其中还包含有一部分口腔共鸣和头声共鸣；

我们可以从歌唱共鸣与声区的关系图上清楚的看到这一点。（参见歌唱共鸣与声区图）高声区头声共鸣的比例占优势，口腔共鸣比例次之，胸腔共鸣比例更次之。

而民族唱法以局部共鸣为主。京剧中的小生，多用头腔共鸣和少量的口腔共鸣，胸腔共鸣几乎不用；老生多用口腔共鸣，真声成分较多，使得音色明亮。

从上可以得知由于人声乐器共鸣腔体所具有结构的可调节性，不同共鸣部位如头腔共鸣、口腔共鸣和胸腔共鸣所发声音的音色是不同的，共鸣比例的不同造成了声音音色的不同，而不

同的唱法的区别也在于此。美声唱法要求为混合共鸣，民族唱法为局部共鸣。正是因为共鸣比例的要求不同，使得美声唱法的音色在主观听觉上具有柔和、圆润的特征，民族唱法的音色主观听觉上比较明亮、靠前。

本章小结

本章主要从乐器声学构成角度论述人声乐器对歌唱音色的影响。

振动体：人声乐器由于其特殊性，每个人声带的结构不一样，而且还受到性别、年龄的影响。男子的声带长、宽、厚；女子的声带短、窄、薄，所以男子的音色浑厚、深沉；女子的音色明亮、纤细。又由于声带振动方式的不同，同一声带使用不同的发声机制（重机理和轻机理），也会对音色的变化产生影响。重机理发声时声带作整体振动，音色厚实；轻机理发声时声带作边缘振动，音色明亮。不同唱法的真假声比例有所不同。美声唱法要求真假声混合，所以音色较柔和；民族唱法真声占的比例较多，所以音色比较明亮。

激励体：人声乐器的激励体呼吸组织有三种呼吸方式，即胸式呼吸、腹式呼吸和胸腹式联合呼吸。作为歌唱的动力，不同的呼吸方式产生不同的音色：胸式呼吸由于吸气部位浅，发出来的声音音色较干涩，缺乏穿透力；腹式呼吸由于吸气部位过深，发出来的声音音色空洞、缺乏灵活性；胸腹式联合呼吸由于吸气部位合理，发出来的声音音色明亮、圆润，富于穿透力。

共鸣体：人声乐器的共鸣体由于共鸣部位和共鸣比例的不同而使音色有所不同。共鸣部位分为头腔共鸣、口腔共鸣和胸腔共鸣三种。头腔共鸣使音色富于金属般色彩；口腔共鸣使音色明亮清晰；胸腔共鸣使音色浑厚有力。不同的唱法对于共鸣的比例要求不同。美声唱法要求混合声区共鸣，民族唱法以局部共鸣为主。

第四章 语音与民族唱法音色的关系

声乐艺术是音乐艺术范畴中，是唯一直接运用语言和音乐相结合来表达思想感情、塑造艺术形象的艺术形式。歌唱是文学语言与音乐语言相结合的一种独特的产物，从这个意义上可以说，语言是歌唱发音的基础，歌唱是语言的扩大和延伸。

我们的祖先，很早就认为语言是音乐的根本，《乐记》中曾说：“诗，言其志也；歌，咏其声也舞，动其容也。三者皆本于心，然后乐器从之。”^①这句话表明：用语言表达思想感情，首先就有了诗；然后才有了歌曲（声乐）、舞蹈和器乐。《尚书》中也说：“诗言志，歌永言，声依永，律和声。”这句话的意思同样表明语言可以表达思想感情，歌曲不过是语言的延伸，是美化加工了的语言。

既然声乐艺术是音乐和语言相结合的艺术，语言是歌唱的基础，由此确立了语言在声乐中的主导地位。每个国家、每个地区和每个民族都有着自己的语言和语言的发声习惯。每个国家、地区和民族的声乐艺术都是根据本国和本民族的语言规律来进行咬字、吐词和表达思想感情的。由于语言的不同，形成了不同唱法、不同声乐流派和不同的声乐体系。从这个意义上可以说，“唱法一定是根据一定的语言特点而形成的。”^②

我国的民族唱法建立在汉语的发音基础上，古往今来，论述语言和音乐关系的文献、资料浩如烟海，十分繁多。综观这些研究，多从传统音韵学的方法阐释汉语歌唱中的吐字、行腔、音韵等问题，或从发声技术角度谈语言与音乐的关系。

如传统音韵学方面有十三辙^③，重在研究声韵和演唱的配合。除此以外，还用四呼（开、齐、撮、合）、五音（唇、舌、牙、齿、喉）和反切^④阐释汉语歌唱中的吐字、行腔、音韵等问题；如明朝沈宠绥在所著的《度曲须知》提出“出字”和“收音”问题，进一步提出头、腹、尾的理论：“凡敷演一字，各有字头、字腹、字尾之音。头尾姑未厘指，而字腹则出字后，势难遽收

^①[清]阮元. 礼记正义·乐记[M]. 校刻. 十三经注疏. 北京: 中华书局 1999: P 1039.

^②赵飒. 多多地实践, 大胆地创造——对唱法问题的一点意见[M]//管林. 声乐艺术的民族风格(论文集). 北京: 文化艺术出版社, 1984: P 15.

^③“辙”是曲艺、戏曲唱词的韵脚，是“韵”的通俗称谓。明、清以来，我国北方的曲艺、戏曲的唱词大多按十三辙押韵。所谓“辙”就是将汉语中的韵母的主要成分相同或相近（包括韵尾相同）的字并在一辙之中。十三辙也就是十三个韵部，供作词者、表演者撰词选字、审音辨韵之用。戏曲、曲艺界把十三辙中的“中东”、“江阳”、“言前”等辙称为宽辙；“乜斜”、“灰堆”等辙称为窄辙。又把带鼻音收音的各辙称为阳辙，不带鼻音收音的各辙称为阴辙。参见中国艺术研究院音乐研究所，《中国音乐词典》编辑部，《中国音乐词典》北京：人民音乐出版社，1985：P 355.

^④反切：用两个汉字合起来为一个汉字注音，有时单称反或切，是中国传统的一种注音方法。例如，《广韵》“冬，都宗切”（以下凡不注出处的反切均出自《广韵》），就是用“都宗”为“冬”注音。用作反切的两个字，前一个字叫反切上字，简称切上字或上字，后一个字叫反切下字，简称切下字或下字。“冬”是被注音字，所以叫被反切字，简称被切字。

尾音，中间另有一音，为之过气按脉。……由腹转尾，方有收束。”^①

发声技术方面，在我国民族声乐传统中，十分强调语言清晰动听，讲究“字正腔圆”、“字领行腔”、“字是骨头、腔是肉”，甚至有“千斤白，四两唱”之说。如宋代张炎所撰《词源》一书的《讴曲旨要》中，就提出“腔平字侧莫参商，先须道字后还腔”的要求。魏良辅《曲律》云：“曲有三绝：字清为一绝；腔纯为二绝；板正为三绝”，清代李渔的《闲情偶寄》中说：“学唱之人，勿论巧拙，只看有口无口。听曲之人，慢讲精粗，先问有字无字。字从口出，有字即有口，如出口不分明，有字若无字，是说活有口，唱曲无口，与哑人何异哉。”^②把民族唱法的咬字吐字置放在一个极为重要的位置，如“四声不可不分，平仄不可不调”、“辙韵不合，则不堪入耳”等^③，足见对语言这一因素的重视。

鉴于本文以民族唱法音色作为研究对象，从主观听觉上而言，人们普遍认为民族唱法声音位置靠前，音色比较“明亮”。通过前文的论述，已知从乐器声学角度而言，人声发声原理基本相同，即歌唱都需要通过呼吸组织对于振动体（声带）的振动而发声，再通过共鸣腔体的调节，发出响亮、优美的声音。缘何在相同的发声原理下产生出不同的唱法、声乐流派和体系呢？其根本原因是语言的影响。因为声乐艺术本身是一门语言和音乐相结合的艺术，每个国家、每个地区和每个民族都有着自己的语言和语言的发声习惯。如“意大利歌唱家声音高阔嘹亮，是因为他们语言中有明朗的母音。法国语言鼻音较重，所以法国的歌唱家特别注意鼻腔的共鸣。要求把声音安置在“面罩”里，就充分说明了这一点。面罩唱法主要流行于法国，以法国男高音歌唱家杜普雷为代表。德国语言齿音多，喉音多，一般人说话喉音很重，德国歌唱家们使用了过多的口腔共鸣，所以近代德国声乐家们尽量使用母音的帮助，把声音送到口唇来，他们在教学中对于舌头、嘴唇的训练是看得非常重要的。”^④由此可知，每个国家、每个地区或民族都有自己的语言和语言的发音习惯（发音部位），这就形成了“某种发声法都是产生并且适合于该种语言”的客观事实。

民族唱法以汉族语言为基础，汉语语音如元音、辅音在发音部位、发音方法和其他国家的语音存在不同，故在本章中，将借助语言学中的语音学、尤其是实验语音学^⑤的研究成果，通过

^①杨荫浏. 语言音乐学初探[M]//语言与音乐. 北京: 人民音乐出版社, 1983: P 15.

^②舒模. 继承和发扬民族声乐艺术传统[M]//管林. 声乐艺术的民族风格. 北京: 文化艺术出版社, 1984: P 39.

^③舒模. 继承和发扬民族声乐艺术传统[M]//管林. 声乐艺术的民族风格. 北京: 文化艺术出版社, 1984: P 39.

^④蒋英: 西欧声乐技术和它的历史发展[J]. 人民音乐, 1957 (4): P 15—22.

^⑤语音学，是研究人类说话声音的科学。“是就构成语言的声音材料一方面来研究语言的。它研究语言的声音系统（声音的成分、声音的结构）和变化以及变化的规律。它训练人们学会听音、辨音、发音、记音的技术，并教会人们怎样去分析研究语音的系统和变化，发现语音变化的规律”。因为语音有多种属性，所以语音的研究可以从不同的角度进行。近半个世纪以来，语音学已经分化成为几个相对独立的分支学科：如生理语音学、声学语音学、心理语音学、音位学等。随着科学技术水平的提高，语音学的许多重要成果都借助于实验方法获得，因此，实验语音学在语音中占有一个重要的位置。“它是用各种实验仪器来研究、分析语音的一门学科。传统的语言学家多凭口耳来摹仿语音并依靠音标对语音进行描写。近代有了能研究言语生理状况的医学器械，以及能测量、分析言语声的物理仪器，人们把它们应用到语音研究上，揭示出许多前所未有的语音现象。这些现象又反过来丰富、修正了传统语音学的若干解释和理论，这样就不只限于语音学的实验手段，而形成了一门“实验语音学。”在语音研究上，揭示出许多前所未有的语音现象。这些现象又反过来丰富、修正了传统语音学的

汉语语音与意大利语语音的比较，论述汉语语音发声特征对于民族唱法音色的影响。

第一节 语音的基本分类

一、语音的分类

人类的语音可以分为元音和辅音两大基本类别。元音，是发音时气流不受阻碍的音素，辅音是发音时气流要受到一定阻碍的音素。

元音也称“母音”。是语言里最响亮的声音，是乐音。发音时，气流（原动力）通过声门，使声带（发音体）颤动而产生乐音性质的声波。声波到达口腔能自由通过而不受阻碍。但当声波通过时，由于口腔形状的变化，也就是共鸣器形状的改变，导致形成各种不同的元音。发元音时，口腔和舌头的肌肉都保持均衡的紧张，气流没有发辅音时那样强。

辅音也称“子音”。发音时，气流从肺中呼出，经过声门、咽喉、口腔和鼻腔时，受到各个器官不同程度的阻碍。由于阻碍部位、阻碍的方法和除去阻碍方式的不同，造成不同的辅音。

元音只受口腔开合、舌体升降和嘴唇圆展的节制，气流从声门发出以后，在口腔的通道上不受发声器官其他部位的阻碍；而辅音却是由气流经过口腔或鼻腔，受到发声器官不同部位的阻碍而形成的。区分元音和辅音的标准有以下三个因素：

1、元音的气流在口腔里几乎遇不到什么阻碍，只在咽腔、鼻腔、口腔形成共鸣；而辅音的气流得克服它所遇到的不同形式的阻碍才能得以通过。

2、发元音时，发声器官的各部分肌肉保持均衡的紧张；而发辅音时，只有形成阻碍的部位肌肉紧张，其他部分并不紧张。

3、发元音时，因为无需克服阻碍，气流比较弱；发辅音时，为了通过阻碍，气流比较强。

二、元音的分类

（一）元音分类的标准

为了便于说明不同音色的各个元音间的差别，需要根据一定的标准对元音进行分类。但无论用什么标准分类，都不可能各类元音之间划出一条明显的界限。语音的听觉、物理和生理三方面都可以作为元音分类的标准。听觉只是一种主观印象，从听觉感受元音的长和短、强与弱，往往含有较多的主观成分，很难据此对元音作出科学的分类和细致地描写；而从元音的声学特性进行分类，比较精确，但缺点是过于细致，不便于描述和调查记音，在语音学中一般采用生理分类法，即根据舌头的位置和嘴唇的形状对元音进行分类和描述。这种分类法不仅简单

若干解释和理论，这样就不只限于语音学的实验手段，而形成了一门“实验语音学。”参见罗常培、工均。普通语音学纲要[M]。（修订本）北京：商务出版社，2002：P 4。

可靠，还可以和发音动作直接联系在一起。

（二）元音的分类

元音的音色主要是由舌头和嘴唇的活动决定的，不同的元音由不同的口腔形状造成，口腔的形状又与唇舌的状态有着密切的联系。口腔的开闭、舌位的高低前后，唇的平展圆敛等不同程度的变化形成不同的共鸣，于是形成各种元音特有的音色。每个元音的音色都是由三个方面共同决定，即舌位的高低、舌位的前后、双唇的圆展状态。

1、舌位的高低。依据舌位的高低可以把元音分为高元音、次高元音、半高元音、半低元音、次低元音、低元音。由于舌位的高低与口腔的开合是同步发音动作，所以高元音、半高元音、半低元音、低元音也可分别叫做闭元音、半闭元音、半开元音、开元音。以汉语普通话的[a]和[i]为例，[a]是典型的低元音或开元音，其口腔开度最大，舌头也下降到最低程度，音流的通路最宽；[i]是典型的高元音或闭元音，其口腔开度很小，同时舌面抬高，接近上颚到刚刚不至于发生摩擦的程度，气流的通路很窄。

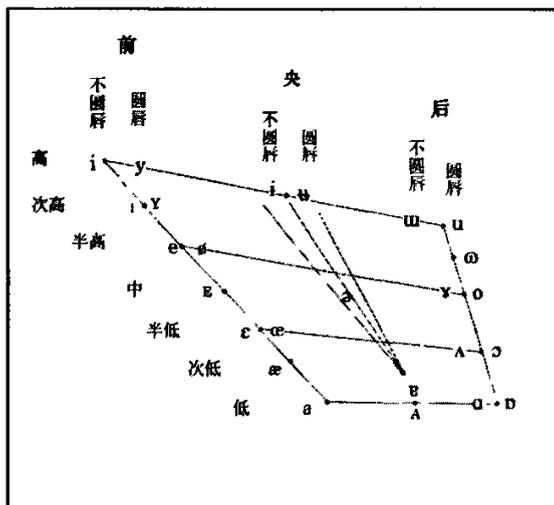
2、舌位的前后。依据舌位的前后把元音分为前元音、央元音、后元音。如汉语普通话中的[y]和[u]都是高（闭）元音，嘴唇的形状也一样，所不同的只是舌位的前后不同。念[y]时舌头前伸，舌头下垂并靠着下齿，舌面前部升至硬腭；念[u]时舌头向后缩，舌尖离开下齿并保持下垂，舌后面部生至软腭，所以[y]是前元音，而[u]是后元音。

3、嘴唇的圆展。依据唇的圆展把元音分为圆唇元音和不圆唇元音。如汉语普通话中的[i]是不圆唇的，也叫展唇音，表明两唇舒展，成扁平形或保持自然状态；[y]是圆唇音，表明嘴唇撮敛成圆形。

依据发音时舌头起作用的部位，还可以把元音分为舌面元音、舌尖元音和卷舌元音。舌面元音是舌面起作用发出来的元音。舌尖元音是一种主要依靠舌尖用力的元音。普通话中的zi, ci, si, 和 zhi, chi, shi 里的 i 都是舌尖元音。卷舌元音是发舌面元音的同时舌尖向硬腭翘起而形成的元音。这种卷舌作用可以用倒写的 r 来表示，这个 r 只表示前面元音的卷舌作用，并不独立发音。卷舌元音在汉语方言里很常见，大都出现在“儿化韵”里。

一种语言中绝大多数元音为舌面元音。全部的舌面元音根据其发音位置和唇形特点，可以通过图示准确加以标记，下面标记舌面元音的不等半高边四角形图称为舌面元音舌位图，它表示舌位的高低、前后、口腔开度的大小和唇型的圆、扁。舌面抬起，距离上颚近是为高，反之，是为低。舌头向前伸是为前，向后缩是为后。图中纵线上各点表示舌位的高低，并分为高、半高、半低、低四度。（如进一步细分，还可分为次高、中、次低）

图 4-1 舌面元音舌位图



按照国际语音学会的规定，前元音标记在舌位图的左侧，央元音标记在中央，后元音标记在右侧。四条横线分别标记高元音、半高元音、半低元音和低元音。中元音标记在半高元音与半低元音之间。同一发音部位，圆唇元音标记在纵线右侧，不圆唇音标记在左侧。标的符号是国际音标。^①舌面元音中有八个元音被称为基本元音。元音舌位图准确的描述了八个舌面元音的发音位置，描写如下：

[i]	舌面	前	高	不圆唇元音	如普通话 bi (比) 中的 i
[e]	舌面	前	半高	不圆唇元音	如普通话 bei (北) 中的 e
[ɛ]	舌面	前	半低	不圆唇元音	如普通话 ye (耶) 中的 e
[a]	舌面	前	低	不圆唇元音	如普通话 an (安) 中的 a
[ɑ]	舌面	后	低	不圆唇元音	如普通话 ang (昂) 中的 a
[ɔ]	舌面	后	半低	圆唇元音	如普通话 wo (我) 中的 o
[o]	舌面	后	半高	圆唇元音	如普通话 bo (玻) 中的 o 但舌略靠下
[u]	舌面	后	高	圆唇元音	如普通话 shu (叔) 中的 u

从舌面元音舌位图中可以知道舌面元音之间是相互关联、逐渐过渡的。从它们各自具体的发音中，可以清楚地看出，由于舌位前后高低的变化而使口腔开度、口腔容积、发音响度以及声音色彩都发生很大变化。

^①本文所用的音标，凡有方括号的是国际音标，凡有圆有括号的是汉语拼音字母。没有括号的具体见该页的说明。

舌面元音以 a(阿)为中心, 分别向两个相反方向过渡、变化。a(阿)是央元音, 舌位低、口腔开度大、响度也大, 声音色彩较明亮, 为了便于说明问题, 把 a(阿)的声音色彩定为“中性”。

以 a(阿)为中心, 向左过渡: 舌位逐渐靠前、升高, 其元音顺序是 ê(矣)——ü(迂)——i(衣)。它们的口腔开度随舌位前、高的变化而使口腔容积逐渐缩小, 因而声音响度逐渐减弱, 声音色彩也逐渐明亮。

以 a(阿)为中心, 向右过渡: 舌位逐渐靠后、升高, 其元音的顺序是 e(鹅)——o(喔)——u(乌)。它们的口腔开度随舌位后、高的变化而使口腔容积逐渐缩小, 因而声音响度也逐渐减弱, 声音色彩也逐渐暗淡。由此可以总结出舌位的高低与口腔的开度、容积、响度的关系如下:

舌位高 → 口腔开度小 → 口腔容积小 → 声音响度小

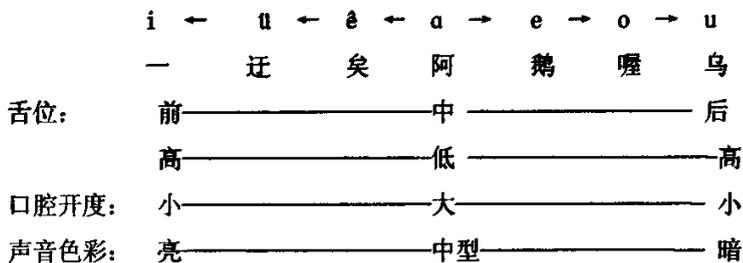
舌位低 → 口腔开度大 → 口腔容积大 → 声音响度大

舌位的前后可以直接影响声音色彩的变化, 一般的规律为:

舌位前 → 声音色彩明亮

舌位后 → 声音色彩暗淡

上述几点可以用以下图示说明:



三、辅音的分类

(一) 辅音分类的标准及分类

辅音是气流在某一部位遇到阻碍并克服阻碍而发出的声音。辅音的分类标准根据发音部位和发音方法进行。

(二) 辅音的分类

发音部位是指发音时器官形成阻碍的部位, 依据发音部位可以把辅音分为唇音、舌尖音、舌页音、舌面音、小舌音和喉音六大类。每一类别还可以再次细分, 如唇音可以形成双唇音和

唇齿音，双唇音是上下唇构成阻碍而发出的辅音，如汉语普通话中的[p]、[p']、[m]三个声母。

发音方法是指发音时形成阻碍和克服阻碍的方式。依据发音方法，可以把辅音分为塞音、擦音、塞擦音、鼻音、边音、颤音和闪音、通音等。广义的说，发音方法还包括清音与浊音、送气音与不送气音等。清音是声带不振动的音，浊音是声带振动的音。送气音是辅音在除阻以后紧接着送出一股气流的音，不送气音是辅音在除阻以后没有气流送出的音。^①

语音学上将辅音的发声过程分为“成阻”、“持阻”、“除阻”三个阶段。成阻，是发声时阻碍作用开始形成，发声器官从静止或其他状态转到发一种辅音时必须构成阻碍状态的过程，如发[p]时，双唇紧闭，软腭上升。持阻，是发音中阻碍作用的持续，发声器官从开始成阻到最后除阻的中间过程。除阻，是发音中阻碍作用的消除，发声器官从某一状态转到原来静止状态或其他状态的一种过程。辅音在成阻、持阻或除阻都能发出声音，持阻时发出的声音可以延长，如[s]、[m]，而除阻时发出的声音不能延长，如[p]、[k]。

第二节 元音对歌唱音色的影响

汉语的字音由元音和辅音共同组成，每个字开头的音为“声母”，收尾的音为“韵母”，歌声主要是唱韵母中的韵腹部分，即主要元音部分。所以语音对于歌唱音色的影响主要体现在元音，即“母音”上。辅音由于存在不同的阻碍部位、不同的阻碍方式，还有清浊、送气和种种附加音的分别，其声学特征比元音要复杂的多，每一个辅音都是由好几方面的声学特征组成，组成的模式不但多样化，而且不稳定，从语图上辨别辅音也要比元音困难得多。故本文在讨论语音对于歌唱音色的影响中主要讨论元音对歌唱音色的影响。

一、声腔共振与元音音色

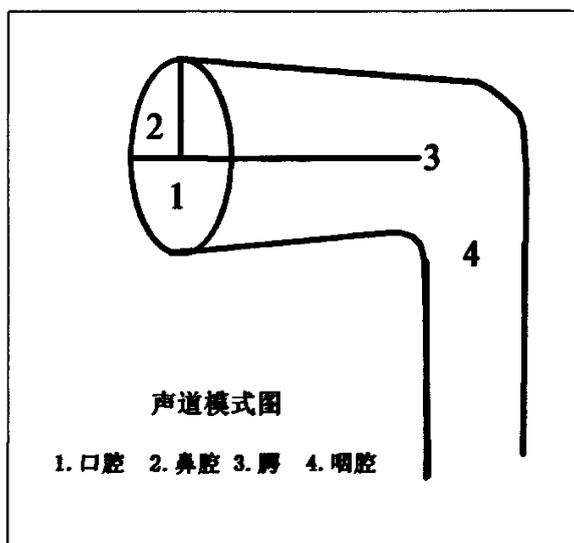
元音的音色是由声腔的共振所决定的。发元音时首先声带颤动，产生声带音，同时软腭和小舌上升，挡住通往鼻腔的通路，使声带音从口腔出去。口腔是人类声腔中最灵活和最富于变化的部分，口腔的每一个细微的变化都会对声带音的共振产生影响，形成不同的元音音色。

喉腔、咽腔和口腔、唇腔所形成的声音通道构成一条弯曲略成直角型的共振腔。^②如下图所示：

^①关于送气和不送气音的区别，可以用下面的方法来试验：(1)用擦着的火，或点亮的蜡烛，放在嘴前面；(2)拿一张一寸见方的薄方纸，用大拇指同食指夹住一角，把对角放在嘴前面。然后读[b]-[p]、[d]-[t]、[g]-[k]。用第一种方法，读前一个音时火光虽动，但不会灭；读后一个音时火光会灭。用第二种方法，读前一个音时，纸角一定被吹动除此以外，还能看出，因声音遇阻部位的前后不同，[p]的送气量最强，其次为[t]，而[k]的送气量较弱。

^②这个共振腔在有的声乐文献中称为声道。参见冯葆富，齐忠政，刘运耀。歌唱医学基础[M]。上海：上海科学技术出版社，1981：P 58。

图 4-2 声道模式图



共振腔可以看成是一端封闭，一端开放的管子。封闭的一端是声带，气流通过声带时，使声带颤动产生声带音后进入这条管子，声带音在管子里发生共振，从管子开放的一端出去，就形成了元音。管子的形状不同，所起的共振作用也就不同，所形成的元音音色自然也就不同。

我们可以用汉语普通话 a 和 i 的发音来说明这个道理。下图为 a 和 i 两个元音的发音横剖面图：

图 4-3 a 和 i 元音发音横剖面图



从上图中可以清楚地看到两个音发声时舌头位置的情况：舌头隆起的最高点和上颚形成口腔的最狭窄点（图中箭头所示处），这个最狭窄点把声腔分为前后两个部分，发 a 时口腔宽大，前声腔宽而长，后声腔窄而短；而发 i 元音时口腔开口度较小，前声腔窄而短，后声腔宽而长。正是因为这种前后声腔的这种变化，引起不同的共振，而造成元音 a 和 i 音色的不同。

在元音音色形成的过程中，舌头起了相当关键的作用。如元音前后两个声腔长短和宽窄的变化，主要是由舌面收紧隆起的最高点位置来确定，舌头最高点位置靠后咽腔就变窄，位置靠前咽腔就变宽。从上图可以看出，舌头的位置不仅仅改变了口腔的形状，而且还影响到咽腔。

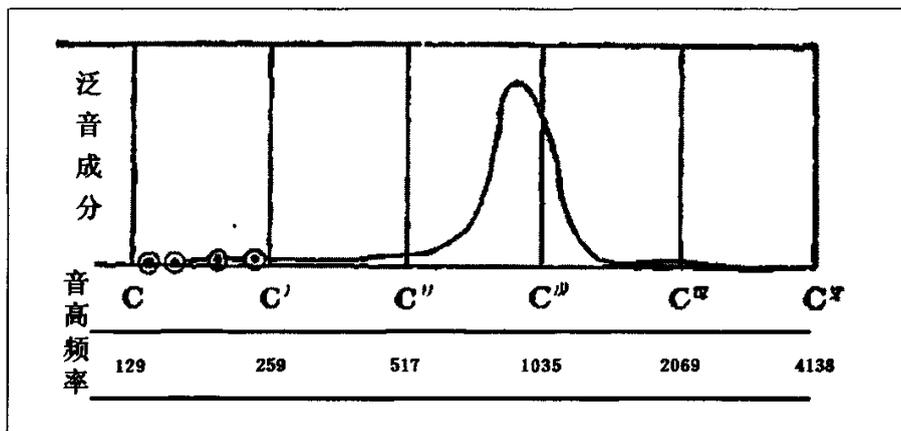
所以说，舌头是一个极其灵活多变的肌肉组织，改变任何一点位置都会使前后两个声腔的形状发生变化，产生不同的共振，形成种种不同音色的元音。除此以外，嘴唇的变化对声腔的形状也能起很大的作用。在发声时如果把嘴唇撮圆，唇腔就会相应的向前延伸，拉长整个声腔，改变共振频率，元音的音色也随之产生变化。普通话“伊”yi 和“域”yu 的区别，就在于前者不圆唇，后者圆唇。

以上的论述可以得知声腔共振与元音音色的关系：即元音的形成，主要是由于口腔变换各种形状，即口腔的开闭、舌的移前退后、嘴唇的收圆放扁而形成。由于这些不同的变化，形成各种不同形式的口腔共鸣，因而产生各个元音的特色。

二、元音共振峰

每个元音各有自己的特殊音色，尽管用不同的音高发声，听觉上仍能辨出发的是某一个元音。声学实验证明，母音是由泛音的成分所决定的，以“a”母音为例，无论其音的高度如何，其声音所含的泛音成分，都以靠近 1000Hz 为最多。也就是说，唱出的母音，之所以给人的感觉是“a”，而不是“i”或其他母音，是因为“a”母音里有较多靠近 1000Hz 泛音的缘故^①。下图为米勒（Miller）在这方面所做的实验。

图 4-4 米勒用仪器测量母音 a 泛音成分的结果^②



对于母音音色的问题，声学家们通过实验得出了如下结论

- 1、每个母音都有两个或两个以上的共振峰；
- 2、每个母音之所以有特殊的音色，是因为每个母音有其特殊的共振峰；
- 3、母音的共振峰是共鸣腔对喉原音所包含的高泛音起“泛音共鸣”而造成的，与喉元音所发的基音无关。所以，无论所发“基音”的音高如何，唱同样的母音，会形成同样的泛音共振

^① 林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1962: P 181.

^② 林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1962: P 182.

峰。

4、发相同母音时，发出的各共振峰频率之间的比值是相同的，发不同母音时，发出的各共振峰频率之间的比值是不相同的。因此，虽然男女声的发声器官与共振腔的构造不相同，所发音高也不相同，但总能唱出相同的母音。

下面为不同元音的共振峰数据统计：

表 4-1 不同元音的共振峰数据^①

元音	/i/ (ee)	/I/ (i)	/e/ (e)	/æ/ (aa)	/a/ (ah)	/ɔ/ (aw)	/u/ (u)	/u/ (oo)	/ʌ/ (u)	/ɜ:/ (er)
共振峰 F ₁	男 300	375	530	620	700	610	400	350	500	400
	女 400	475	550	600	700	625	425	400	550	450
共振峰 F ₂	1950	1810	1500	1490	1200	1000	720	640	1200	1150
	2250	2100	1750	1650	1300	1240	900	800	1300	1350
共振峰 F ₃	2750	2500	2500	2250	2600	2600	2500	2150	2675	2500
	3300	3450	3250	3000	3250	3250	3375	3250	3250	3050

在元音的频谱中，共振峰是一些谐波幅值较大的范围，而在语音声学上则作为各元音声学特点的特征。就元音来说，头三个共振峰对元音的音色有着质的规定性，其中头两个共振峰 F₁ 和 F₂，对于舌位、唇形的改变特别敏感，因而在语音学上常常以 F₁、F₂ 的数值作为描写元音音色的主要依据。也就是说，这两个共振峰的频谱基本上可以决定一个元音的音色。Joss 早在 1948 年就提出了舌位高度与第一共振峰相关联，舌位前后与第二共振峰直接相关的论点。^②1951 年，Delattre 对人的舌位与共振峰开展了进一步细致的比较，得出的结论为：“F₁ 频率升高同开口度直接相关，频率越高，开口度越大；F₂ 降低同舌头的后缩直接相关，频率越低，舌头越靠后；除此以外，F₂ 还和圆唇有关，唇越圆，也就越低；F₃ 的升高与软腭下降有关，软腭降得越低，腭咽部的面积越大，也就越低。”^③

由此得出舌位(包括唇形)与共振峰的关系图：

舌位 →	F ₂ ←	唇形 →	F ₁ ←	舌位
后元音	低元音	圆元音	低元音	高元音
↑	↑	↑	↑	↑
↓	↓	↓	↓	↓
前元音	高元音	展元音	高元音	低元音

从以上的舌位与共振峰频率之间的关系，我们可以推论出：舌位高低主要与 F₁ 相关，舌位前后可用 F₂ 的值来进行推算，圆唇使所有的共振峰降低。但值得注意的是，在运用这种关系时，

^①Appelman. The Science of vocal Pedagogy[M]. Indiana University Press, 1967.

^②吴宗济，林茂灿. 实验语音学概要[M]. 北京：高等教育出版社，1989：P 91.

^③吴宗济，林茂灿. 实验语音学概要[M]. 北京：高等教育出版社，1989：P 91.

要避免将舌位图上的距离机械地（成比例的）跟声学元音图上的距离作比较。只要两种图上的元音排列（高低、前后）次第是对称的，以上的关系才可以成立，具有实际使用的价值。

三、元音对歌手共振峰的影响

正确发声的共振峰，与元音的变化有很大关系，呈规律性的变化，这种变化无论在高、中、低三个声区上都非常明显。

表 4-2 普通话单元音共鸣频率计算值^①

元音 \ Fie	F1	F2	F3	F4	F5
i	219	2222	3311	3907	4740
u	304	827	2614	3756	4710
y	203	2070	2648	3449	4893
a	621	1263	2596	3428	4204
e	534	1212	2604	3551	4551
y	487	1542	2505	3945	4593

具体表现在当基音相对稳定时，a、o、u 三个元音的峰宽基本在同一区域，而 e、i 元音的峰宽在同一区域。前者的峰宽相对较窄，后者的峰宽相对较宽；就峰高而言，a、e、i、o 元音基本相同，而 u 元音则略低；就基音与共振峰的距离来看，e、i 距离最近，a、o 居中，而 u 相距最远。这些变化显示出元音的发音与口形的变化密切相关。其原因是发 a、o 时口形较圆，发 e、i 时颧骨上的肌肉更积极，有上提的感觉，所以口中感觉声音较宽，发 u 时明显有撮口、共鸣点后移的感觉，虽然在发声时尽量强调声音位置的统一，但其口形的变化还是比较明显的，这一点，从共振峰来看是相辅相成的。

由上图可以看出 a、i、e、o、u 五个元音在峰宽、峰高以及基音与共振峰的距离表现出明显的不同。

^① 吴宗济，林茂灿. 实验语音学概要[M]. 北京：高等教育出版社，1989：P 86.

图 4-5 某男中音中声区 a 元音正确发声频谱图

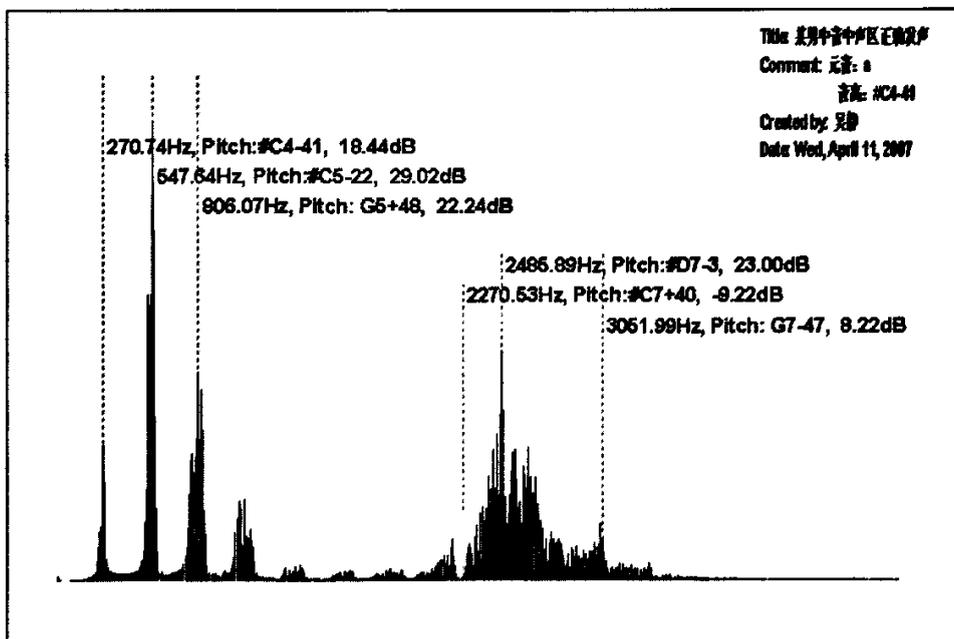


图 4-6 某男中音中声区 o 元音正确发声频谱图

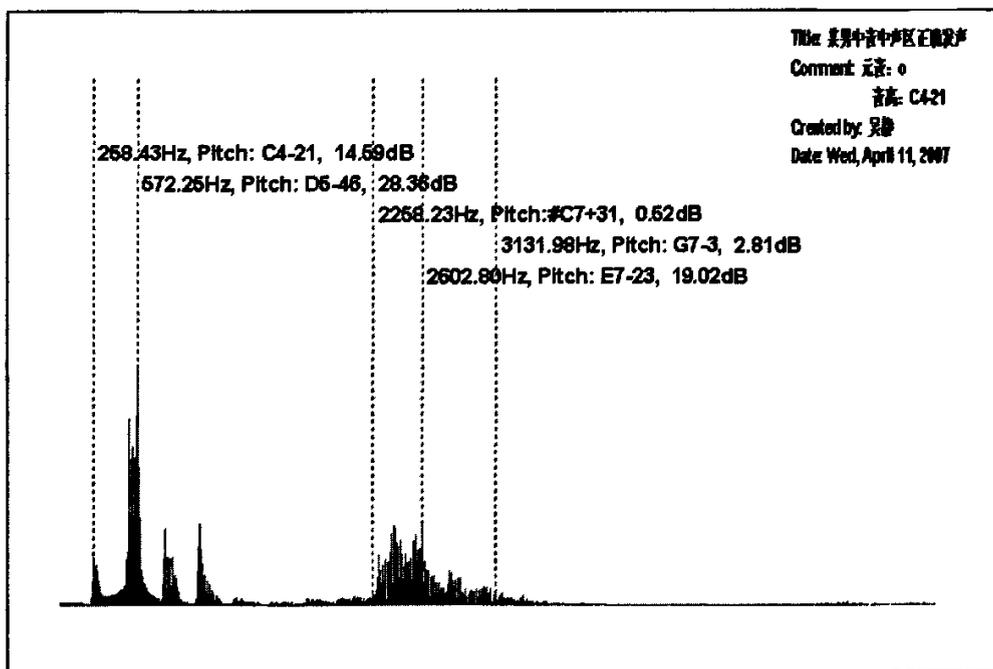


图 4-7 某男中音中声区 u 元音正确发声频谱图

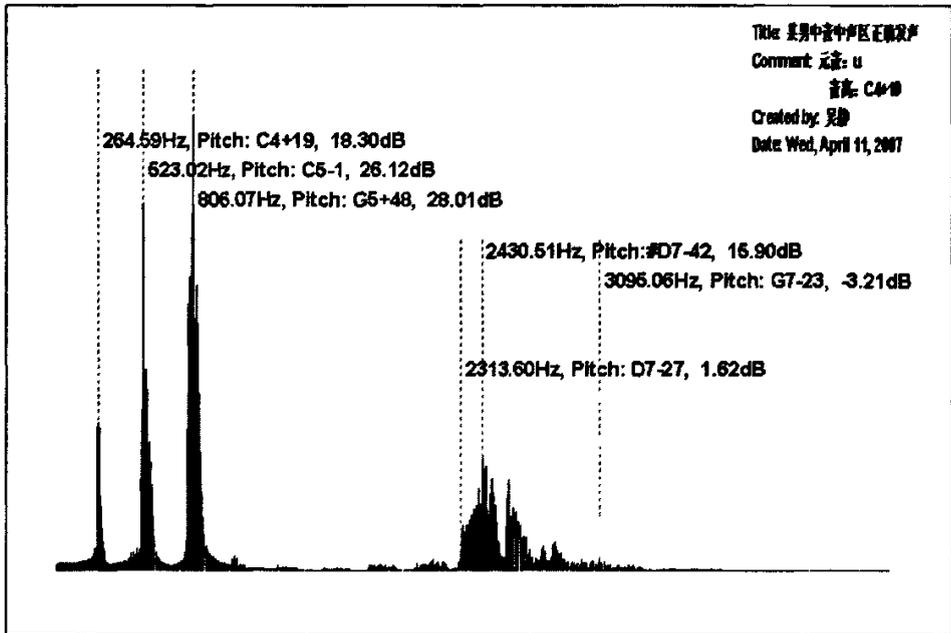


图 4-8 某男中音中声区 e 元音正确发声频谱图

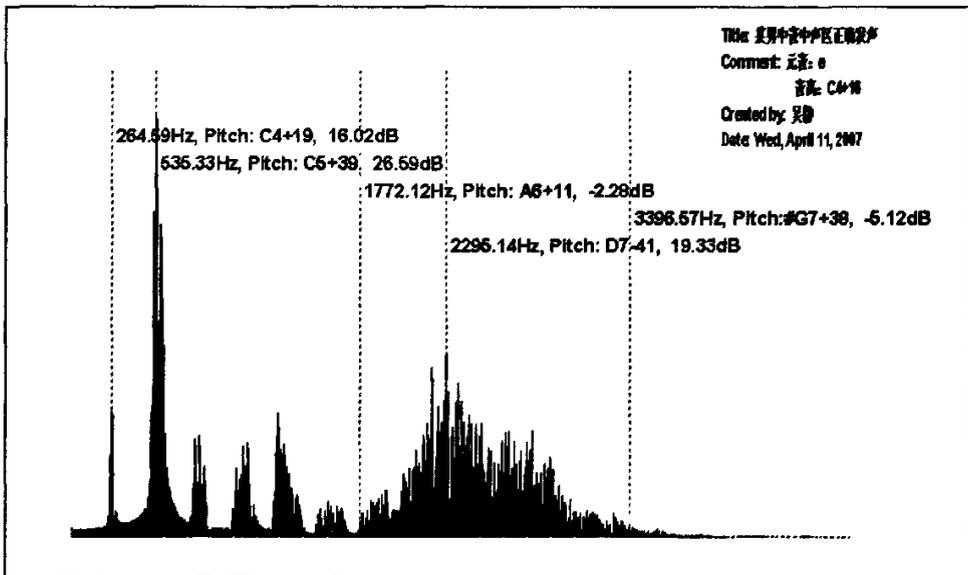
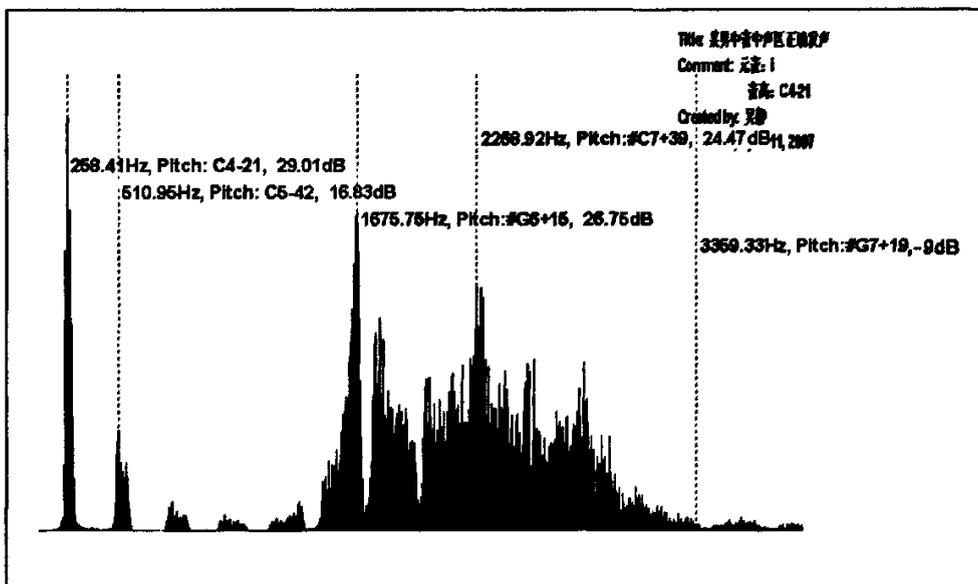


图 4-9 某男中音中声区 i 元音正确发声频谱图



从以上男中音中声区的五个元音可以看出:

1、峰宽: a、o、u 元音发声的峰宽基本在同一区域, 即 2000—3000Hz 之间; 而 e、i 的峰宽在同一区域, 及 1500—3100Hz 之间。前者的峰宽相对较窄, 后者的峰宽相对较宽;

2、峰高: a、e、i、o 基本相同, 平均数值为 80—100dB, 而 u 的数值为 80—90dB, 峰高略显低;

3、基音与共振峰的距离: e、i 所发原音距离最近, a、o 居中, 而 u 相距最远。这些变化显示出元音的发音与口形的变化密切相关。

4、a、e、o、i 谐音的数量比较多, u 的谐音数量比较少, 说明 a、e、o、i 在中声区的音色比较明亮、圆润, u 的音色稍暗淡

5、a、e、o、u 基音的能量较弱, 第 2 谐音的强度均超过了基音, 只有 i 的基音能量较强, 超过了第 2、3、4、5 谐音的能量, 表明 i 母音歌唱时力度比 a、e、o、u 强。

第三节 汉语与意大利语语音比较

民族唱法建立在汉语普通话的基础上, 而意大利美声唱法建立在意大利语的语音基础上。^①

^①本文的美声唱法以意大利美声唱法为例, 其他国家的美声唱法和学派如法国学派、德国学派、俄罗斯学派暂不在讨论的范围。特此说明。

故本文通过汉语语音和意大利语音元音和辅音的对比，得出二者的异同。

一、汉语元音与意大利语元音比较

汉语的元音有 a、o、e i、u、ü 等 6 个，如下表所示

表 4-3 汉语（普通话）单元音^①

舌位	前		后	
唇形 发音部位	不圆唇	圆唇	不圆唇	圆唇
高	i	ü		u
高中			e	
低中				a
低			a	

意大利共有 a、o、i、é、u 等 5 个元音，如表 3 所示

表 4-4 意大利语元音表

唇形 发音部位	前		中		后	
	不圆唇	圆唇	不圆唇	圆唇	不圆唇	圆唇
高	i					u
高中					e	
低中	é			a		ó
低	è					ò

通过两个表格的比较，可以清晰地看到，即使元音音素相同，即国际音标符号一样，汉语和意大利语的发音情况仍然存在相当大的差异。以元音[a]、[i]、[o]、[u]为例，可以看出两种语音之间的区别：

1、汉语元音[a]与意大利元音[a]相比，舌位较高，口腔开度略小。从表中可以看出意大利元音[a]舌位较低，与汉语元音[a]比较，意大利元音口腔开度比较大，舌位适中而且圆唇为中元音。

2、汉语元音[i]与意大利元音[i]相比，汉语元音舌位更高，口腔开度更小。意大利元音展

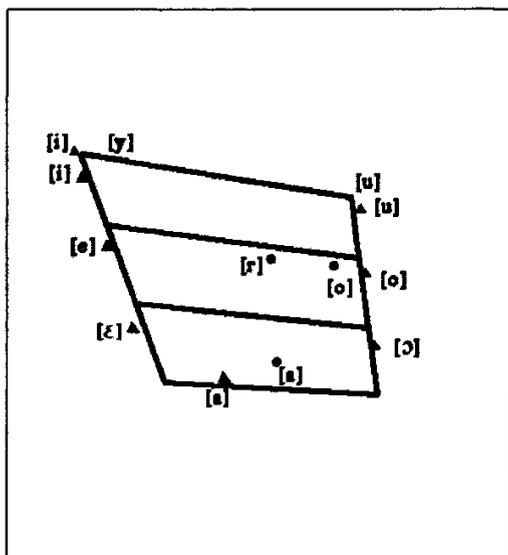
^①汉语拼音与国际音标的对应关系如下 a=[a]、o=[] e=[y]、i=[i]、u=[u]、ü=[ü]。

唇动作更为明显。

3、汉语元音[u]与意大利元音[u]相比，舌位较靠前、口腔开度较小。意大利元音[u]唇部圆撮程度较重。

联系前文中的元音舌位图，如将图中的第三横线以下划为低元音的话，从图中可以看出汉语元音体系只有[a]一个低元音，而意大利语则有[e]、[o]、[a]三个低元音。

图 4-10 汉语与意大利语元音舌位比较图^①



在元音舌位图第一线上，汉语元音有[i]、[y]、[ɿ]、[ʅ]、[u]五个音素，而意大利语体系的第一线高元音一般只有二个或三个。所以从元音舌位图和上述两个表格的比较可以看出：“汉语和意大利语元音体系所属的元音音素具有相对的独立性，汉语主要元音具有舌位偏高、开口度较小和高元音丰富、低元音单纯的特点。而意大利语音具有舌位偏低、开口度较大和低元音、后元音分布密集的特点。再加之意大利语单元音占优势，无央元音和元音弱化的现象，使得意大利元音音色规定性很强，对比鲜明、音色组合丰富。”^②

二、汉语辅音与意大利语辅音比较

在本章第一节语音的分类中已知辅音的分类主要是从发音部位和发音方法两个方面进行。汉语一共有二十二个辅音，根据其发音部位可以分为六种：双唇音、唇齿音、舌尖音、卷舌音、舌面音和舌根音等；根据发音方法中的阻碍方式也可以分为六种，即塞音、擦音、塞擦音、鼻

^①傅显舟. 汉语语音与歌唱[D]. 北京：中央音乐学院，1989：P 5.

^②傅显舟. 汉语语音与歌唱[D]. 北京：中央音乐学院，1989：P 14-15.

音、边音和通音等。

表 4-5 汉语辅音表

发音部位 发音方法	双唇音	唇齿音	齿音 和 龈 音 齿 音	卷舌音	齿龈 腭音	舌面 腭音	硬腭音	软腭音	舌根音
塞音	bp		dt					gk	
鼻音	m		n					ng	
擦音		f	s	sh	x			h	
塞擦音			zc	sh ch	jq				
颤音									
半元音	w						y	(w)	
边音		l							
非边音		r							

而意大利语音一共有十五个辅音字母，它们分别是：b、c、d、f、g、l、m、n、p、q、r、s、t、v、z 构成 22 个不同的辅音，它们的发音方法和发音部位不相同。除此以外，还有一个不发音的字母 h。^①下为意大利语辅音表：

^①沈蓓梅. 意大利语入门[M]. 北京: 外语教学与研究出版社, 1986: P 7.

表 4-6 意大利辅音表^①

发音部位 发音方法	双唇音	唇齿音	齿音 和齿 龈音	卷 舌音	齿 龈 腭音	舌面 腭音	硬 腭音	软 腭音	舌根 音
塞音	p b		td						c(ch) q、g (g h)
鼻音	m		n			g n			
擦音		f v	s s		sc(sc) e(sci)				
塞擦音			z z		c(ci, ce)				
颤音			r		g(gi, ge)				
半元音	u								
边音			l			g ^l (g, li)			
非边音									

通过对表中的汉语辅音和其余辅音系统分析相比较，可以发现：

1、汉语与这些意大利语语种共有一部份辅音音素。而另一部分则仅仅是意大利语所有而汉语没有。如擦音 v，颤音 r 等。

2、意大利语没有送气塞音和送气塞擦音。

3、如果将六类辅音依其声学时长和听觉时长为标准分为长辅音和短辅音两类：送气塞音、送气塞擦音、擦音因时值较长归为长辅音；不送气塞音，不送气塞擦音、鼻边音因其时值短归为短辅音。如意大利语长短辅音数量比 5：14；汉语则为 11：11。汉语长辅音丰富使汉语辅音声学听觉时长平均值偏长。

4、汉语辅音系统比意大利语辅音系统有明显的清辅音优势。

汉语声母中浊辅音 15%，算上鼻韵母的两个鼻辅音 [n]、[ŋ]，浊辅音占辅音出现率的 38%。而意大利语音浊辅音的比例明显优于汉语。

从上面的比较可以看出，汉语辅音主要有送气——不送气对立；塞音、塞擦音无清浊对立；长辅音丰富、清辅音在种类与出现概率上占优势等特点。而意大利语音辅音有清音和浊音之分，其中有几对清浊音还区分得十分严格。从某种意义上可以说歌唱中流动的语言可以被看成是一条被辅音切割的元音语流。切割的不同方式和切割的不同长短配合配合不同的元音形成不同的

^①加下划线的是浊辅音。

音节。如果辅音太多，时值又太长，就会破坏歌唱音节的连贯性。而浊辅音和短辅音较多，是有利于歌唱音节的连贯的。由此可见，汉语音由于以清辅音为主，送气辅音大量存在，使得汉语音节有着较强的间断性，对歌唱音节的饱满于声音的连贯有影响，而意大利语音由于其辅音系统体系特征作支持，歌唱起来更加突出元音，使得歌唱音色主观上听起来比较饱满，声音比较连贯。

三、不同语音对唱法的影响

通过汉语和意大利二者语音的比较，就元音而言，汉语主要元音具有舌位偏高、开口度较小和高元音丰富、低元音单纯的特点。而意大利语音具有舌位偏高、开口度较大和低元音、后元音分布密集的特点。再加之意大利语音单元音占优势，无央元音和元音弱化的现象，使得意大利元音音色规定性很强，对比鲜明、音色组合丰富。

就辅音而言，汉语辅音由于以清辅音为主，送气辅音大量存在，使得汉语音节有着较强的间断性，对歌唱的连贯性有一定影响，而意大利语音存在清音和浊音之分，歌唱起来更加突出元音，使得歌唱音色主观上听起来比较饱满，声音线条比较连贯。

由于声乐艺术是一门音乐与语言相结合的艺术，语言是声乐艺术的基础，深入剖析语言的语音特征，如元音舌位的高低前后；辅音发声中的清浊音对立，送气与不送气音对立等，对于歌唱发声有着重要的影响。它们对歌唱发声音量的大小，音色的变化，音域宽广，真、假声的运用，喉位高低，气息运用，起音方式，音节饱满度与声音连贯程度等方面特征关系密切。相关的程度分大、小、无三个等级。综合列表如下：

表 4-7 语音与歌唱发声特征相关表^①

相 关 语 音		歌 唱							
		音量	音色	音区	真假声	喉位	气息	起音方式 音节饱满	声音 连贯
元音 舌位	高低	++	++	+	+	+			
	前后	+	++		+	+			
语音鼻化程度		+	+	+	+	+	+	+	+
辅音发 音方式	清浊	+	+	+				++	++
	送气与否	+	+				+	++	++
辅音多少			+					+	++

(注：++相关大，+相关小，空格基本无关)

上表说明了语音与歌唱发声的关系，以图中++表示相关大，+表示相关小，空格表示基本无

^①傅显洲. 汉语语音与歌唱[D]. 北京: 中央音乐学院, 1989: P 59.

关，可以看出元音舌位的高低、前后与歌唱、音色有着密切的关系，而与音区、真假声、喉位的运用关系不是那么密切；辅音清晰独立的发声方式与歌唱音节的起音方式、饱满度、声音的连贯性有着密切的关系，而与音区、音色关系不那么密切；复辅音的多少主要与声音的连贯密切的关系，与音节的饱满、起音方式、音色关系不那么密切。

如果某一语言元音体系的舌位高低、前后呈现出某些明显的统计特征，它将影响使用这种语言的歌唱发声。这种影响主要表现在歌唱发声音量、音色、喉位、声区和真假声使用等几个方面。通过汉语语音和意大利语语音的比较，得出汉语具有元音体系舌位偏高偏前的特征，由此而产生以汉族语言为基础的民族唱法音色明亮、音量偏小、喉位较高、音区偏高、假声运用较普遍等歌唱特征。

某一语言辅音体系的清、浊辅音和送气、不送气辅音的发声比例也将影响到这种语言的歌唱发声。其影响主要体现在歌声的连贯、音区使用、音色的变化等方面。通过汉语语音和意大利语语音的比较，得出汉语辅音体系由于存在大量的清辅音和送气辅音，而意大利语中不存在送气塞音和送气塞擦音，只有清音和浊音的区别，使得民族唱法音节的饱满度较差，声音连贯性较困难，音区偏高等。

综上所述，汉语的特点具体表现在它的语音结构上，它的语音和西欧语音存在许多差别。即汉语元音存在舌位偏高、开口度较小、高元音多、低元音单纯的特点，使得汉语元音发声声道较短，声道截面积较小。这些特点正是汉语元音腔体基本特征，即所谓的“浅声道”特征。由此可见，汉语元音腔体的“浅声道”特征是所谓“浅声道”唱法形成的主要原因，是造成民族唱法声音音色明亮的主要原因。^①反过来，也正是由于汉语元音具有以上这些特点，才使得以汉语普通话为基础的民族唱法呈现出明亮的音色特征。所以国内声乐界在前几年讨论汉语民间唱法中曾有人提出“浅声腔”^②来特指民族唱法在发声上的主要特点，是形成民族唱法特有的唱法规律和风格特征的重要原因之一。

^①傅显洲. 汉语语音与歌唱[D]. 北京: 中央音乐学院, 1989: P 42.

^②傅显洲. 汉语语音与歌唱[D]. 北京: 中央音乐学院, 1989: P 13.

本章小结

声乐艺术是一门音乐和语言相结合的艺术，语言是歌唱的基础，由此确立了语言在声乐中的主导地位。每个国家、每个地区和每个民族都有着自己的语言和语言的发声习惯，并根据这种语言规律来进行咬字、吐词和表达思想感情。正是由于语言的不同，形成了不同唱法、不同声乐流派和不同的声乐体系。

我国的民族唱法建立在汉语的发音基础上，意大利美声唱法建立在意大利语的发音基础上。本章从实验语音学的角度出发，通过汉语与意大利语元音和辅音的比较，总结归纳出汉语的特点表现在其语音结构上，其元音具有舌位偏高、开口度较小、高元音多、低元音单纯的特点，使得汉语元音发声声道较短，声道截面积较小。由此形成汉语元音腔体“浅声道”特征，继而形成民族唱法“浅声道”的特征，使得民族唱法歌唱的音色比较明亮。

而意大利语的元音具有舌位偏低、开口度较大、和低元音、后元音分布密集的特点。使得意大利语元音发声声道较长的特征，再加之意大利语音单元音占优势，无央元音和元音弱化的现象，使得意大利美声唱法歌唱的音色比较柔和。

第五章 民族唱法音色实验研究

第一节 实验研究方法

一、音乐声学测量方法

本实验是从音乐声学测量角度对民族唱法音色进行研究,就研究方法而言,声学测量是音乐声学研究方法中最基本的支撑。音乐声学测量起源于普通声学测量,是为解决音乐音响问题而建立的一套独具特点的测量体系。一般而言,普通声学测量项目的理论和技术规范,基本上都适合于音乐声学测量。但由于音乐学科自身的特殊性,使得音乐声学测量在测量对象和精度上均有别于普通声学测量,其主要区别体现在设备要求和操作方式上。

频谱分析仪(spectrum analyzer),是一种用途极为广泛的声学测量仪器,以丹麦B&K生产的B&K2032双通道频谱分析仪为例,它不仅可以测量声音的频谱,还可以对声音的高度、强度、时值、相位、波形等一系列参数进行实时测量。音乐作为时间的艺术,音高、音色、音强瞬息万变,该仪器的特点在于能够捕捉瞬间的音乐信号并给出测量结果。但是该仪器的问题在于对音乐工作者来说,还存在一定的问题。最主要的是缺乏音乐的界面。因为这种仪器是一种专业声学测量设备,并不是专门为音乐研究而设计,所以在数值体系上均采用普通声学表达方式。如音高用赫兹而不是用音分米表示,音强用分贝而不是用 f 、 p 米表示,给音乐研究者来了诸多不便。

普通声学测量与音乐声学测量在数据质量要求上存在区别。前者要求数据的准确与完整,后者除此以外,数据的表达方式还要符合音乐的形式逻辑。如在对“古代编钟”曾侯乙编钟的测音工作中,由于相关测量人员的音乐基本素养和测音方法存在欠缺,在数据表达方式上均有违背音位标称习惯的情况。如把“宫曾”记成 bG (实际上应为 bA),“商曾”记成 bA (应为 bB)。如果从十二平均律的角度讲, bG 和 bF 之间没有区别,但对于两千多年以前曾侯乙编钟的乐律体系而言,二者却不容混淆,不然的话,将会给数据使用者造成概念上的混乱。

本实验采用《通用编钟测量系统》,该系统一方面比B&K2032双通道频谱分析仪具有更高的测量精度,可以提高数值精度的参照;另一个方面提供了音乐界人士所熟悉的音乐界面,如音高用音分值来表示(同时也有赫兹数),音强则用 f 、 p 米表示,方便音乐工作者使用。

经过多年的探索,音乐声学的研究者们已经在普通声学测量基础上、为解决音乐问题而形成了一套独具特点的测量理论。如中国艺术研究院音乐研究所设计的《通用编钟测量系统》、《通用编钟测量系统》、《乐器声音品质检测系统》等均采用了音乐工作者熟悉的工作界面,显示符

合音乐工作者习惯使用的参量，为音乐声学测量工作打下了较好的实验基础。^①

音乐声学测量项目从总的类型上可以分为两大类：一种是与乐音的性质有关的、基础性的测量；一种是与音乐实践有直接关系的测量。前者可称为基础性测量，后者可称为应用性测量。基础性测量的内容包括对乐音基本性质的测量；对实际音乐的测量；对基础声学研究的测量；对音乐心理和音乐生理学研究所需信号源的测量，等等。应用性测量的内容包括对乐器声音品质的测量；对噪音的测量；对音乐厅堂声场状况的测量；对涉及音乐声电声产品的测量；对音乐音响制品的测量，等等。

上述两种类型音乐声学项目归纳见下表^②

表 5-1 常见音乐声学测量项目表

基础性测量	对乐音基本性质的测量： 如音高、音色、音强、音长的测量
	对实际音乐的测量： 如协和度、音准度、律制的测量
	关于基础声学研究的测量： 如振动、声速、波长、声级、相位的测量
	对音乐心理和音乐生理学研究所需信号源的测量： 如对各种乐音信号精准度、稳定度的测量
应用性部分	对乐器声音品质的测量： 如乐器的音准、音色、音强、灵敏度的测量
	对噪音的测量： 如噪音发声频谱、共振峰的测量
	对音乐厅堂声场状况的测量： 如厅堂混响时间、声场均匀度、频率响应状况的测量
	对涉及音乐声电声产品的测量： 如对高保真收音设备音响性能指标的测量
	对音乐音响制品的测量： 如对 CD 唱片、卡式录音带等音乐介质音响质量的测量

从该表中可以看出，本实验的研究对象民族唱法音色，属于噪音声学测量范畴，而噪音声学又属于音乐声学测量中应用性音乐声学测量部分。主要通过对歌唱声源样本的采集、测量，用歌手共振峰的参量，分析并总结民族唱法音色的频谱特征。

二、音乐声学测量作用

音乐声学测量的作用主要体现在以下三个方面：“其一为音乐学研究提供客观数据；其二为

^①关于该系列软件的具体情况将在本章第二节实验设备中详细介绍。

^②韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2003：P 125.

音乐声学研究提供客观数据；其三为现代音乐产业提供科学数据。”^①下面就与本文密切相关的前两点深入论述。

（一）为音乐学研究提供客观数据

“音乐学是对音乐艺术进行研究的诸理论学科的总称。它的范围很广，可能涉及人类社会的一切音乐现象。”^②表面上看，音乐学研究似乎更关注音乐艺术本身的规律，与音乐声学测量没有太多联系。但进入19世纪以来，随着欧美科学家在音乐声学方面取得了一系列突破性的研究成果，表明了科学家们将音乐声学研究手段和研究成果应用到音乐学研究领域。在当今音乐学的许多门类：历史音乐学、体系音乐学和民族音乐学的许多领域中得到了广泛的应用。如音乐考古学可以用音乐声测量的方法对古代乐器进行音高、音强、音色方面的测量；律学研究可以用音乐测量进行不同律制之间的音高差异、乐器定律、音准和民间律制四个方面的研究；音乐心理学和音乐治疗学可以进行音乐能力测量和音乐实验样本等方面的测量。说明音乐声学测量在音乐学的诸多领域，尤其在音乐考古学、音乐律学和音乐心理学这些含有较多数理或音响学成份的领域来说，成为不可缺少的研究内容。

（二）为音乐声学研究提供客观数据

如要探究不同乐器之间音色差异的物理本质，就需要对它们作频谱和波形的测量^③，要了解不同乐器音高的差异，就需要对它们的振动频率进行必要的检测。如果不借助这些测量工作，光凭主观感觉去判断其中音色和音高的差异，就会产生许多随意性，而音乐声学测量工作，就能为音乐研究提供准确、可靠的数据。

在本文第二章“人声乐器特殊性”的相关论述中，已知人的发声器官都生长在身体内，不象钢琴、小提琴等乐器，是一个看得见、摸得着的实物，表明声乐区别于其他表演艺术门类的一个重要特点是其不可视性。而声学测量仪器如示波器(oscillograph)^④、声级计^⑤(Sound level meter)、频率计^⑥(frequency counter)和频谱分析仪^⑦(spectrum analyzer)的相继问世，对音乐声学和声乐的可视性研究起了积极的推动作用。如示波器是一种用来显示声音波形的仪

^①韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 117—119.

^②缪天瑞. 音乐百科词典[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1999: P 713.

^③曹芳. 典型民族拉弦乐器的音色分析[D]. 北京: 北京轻工业学院, 1998.

^④示波器: 是一种用来显示声音波形的仪器, 可以用来对声音的音色和音高进行分析。通过示波器, 除可以观察到各种声音的波形, 还可以通过换算得出声音的振动频率。

^⑤声级计: 是一种用来测量声音强度的仪器, 显示的单位是分贝(dB)主要用于厅堂声学指标和环境噪声的测量。

^⑥频率计: 是一种测量声音频率的仪器, 可用于乐音音高的测量。

^⑦频谱分析仪: 是一种用途极为广泛的声学测量仪器, 音乐研究多使用量程在20-20,000Hz的频谱分析仪。高档的频谱分析仪不仅可以测量声音的频谱, 还可以对声音的高度、强度、时值、相位、波形等一系列参数进行实时测量。其不足之处是不能直接给出音分值。

器,可以用来对声音的音色和音高进行分析。通过示波器,就可以直接观察到各种声音的波形。频谱分析仪也是一种用途极为广泛的声学测量仪器,音乐研究多使用量程在20-20,000Hz的频谱分析仪。高档的频谱分析仪不仅可以测量声音的频谱,还可以对声音的高度、强度、时值、相位、波形等一系列参数进行实时测量。通过音乐声学测量的仪器,就可以使声音以图像的方式显现出来。

就唱法方面而言,人们都从主观听觉上认为民族唱法音色明亮,美声唱法音色暗淡,但具体靠前多少,靠后多少,在不同真假声和共鸣比例下产生的声音究竟是什么样子?这些问题一直困扰着声乐教师和学生,在实际的演唱和教学中,产生了许多困惑,如果借助音乐声学测量方法,分别对美声唱法和民族唱法演唱者的声音作频谱分析,使抽象的声音转化为直观的图形,从频谱和共振峰的形状、高度就可以得出相对准确的数据,为民族唱法理论提供确切的实验依据。

综上所述,音乐声学测量的作用在于为音乐学、音乐声学提供客观数据,“其测量的结果,对以抽象理论思维为主体的音乐学的研究而言,具有不可替代的特殊意义。测音研究资料以显而易见的客观性,曾多次给音乐学上从理论到理论的无休止争执,充当过铁面无私的裁判官。”^①

三、我国歌唱声学测量研究状况

当代音乐研究的一个重要特征,就是强调对音乐研究对象进行量化分析、动态分析以及在听觉分析的同时力求对音响进行可视化的研究。在我国,一直重视对动态音乐作测量分析和统计。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。

本实验的民族唱法音色研究,是从音乐声学的角度,用音乐声学测量的方法,通过相关软件对民族唱法音色进行量化研究,以期发现民族唱法音色在频谱上的特征,为民族声乐演唱和教学提供一种可视化的思路。如《通用音乐分析系统》、《通用编钟测量系统》、《乐器声音品质检测系统》等等,可以对噪音和各种不同类型乐器声音进行动态测量,方便音乐界人士直接操作使用。如1993—1995年,就有学者组成的课题组利用《通用音乐分析系统》对中西唱法发声体系进行声音形态方面的比较研究,并取得了较好的效果。^②

在这里,笔者想要说明的是,本实验的研究,只是借助于音乐声学的研究方法和手段对民族唱法音色进行研究,其目的是为民族唱法音色明亮这种歌唱现象提供验证的数据,为民族声

^①王子初. 音乐测音研究中的主观因素分析, 音乐研究 1992年第3期, P 87.

^②韩宝强, 项阳, 林秀娣. 中西歌唱发声体系声音形态的比较研究[M]//韩宝强. 音乐理论: 请注明你的有效性. 上海: 上海音乐学院出版社, 2004: P 213-229.

乐理论提供相应的理论证明，而从声乐和声乐教学的特殊性出发，频谱分析并不能取代声乐教学中教师的主导地位。

四、歌唱声学测量中应注意的问题

声源作为音乐声学测量的基础，其声源样本的典型性、权威性、规范性；测量程序的合理性、设备的标准性以及操作人员的技术要求的可靠性、测音报告写作的规范性等在音乐声学测量的作用相当重要，在实际测量中应引起足够的注意。

（一）声源样本的典型性

“典型”在《现代汉语词典》中的解释为：“具有代表性的人物或事件。”^①在音乐测量中，只有典型的声源样本才能保证研究结果的可信度，测量出来的数据才有说服力。如想通过频谱来了解京二胡音色的一般特性，使用的样本如果是一把音色个性很强的二胡，或者演奏者用了一种非常规的演奏技巧，这样的样本就不能说具有典型性。在《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》中，在专家、学者的参与下，课题组所聘请的嗓音示范专家均为声乐界和京剧界著名演员^②。如美声唱法组聘请的是九位在国际、国内声乐比赛中获奖的优秀歌唱演员。京剧唱法组里聘请的是当时活跃在京剧舞台上的艺术家名家。这样采集到的声源样本是具有典型性的样本，能够供音乐声学测量使用。

在本实验所选的样本中，民族唱法声音采样均为民族声乐教学权威学府——中国音乐学院学习民族唱法多年的在校学生，师承也是中国民族声乐教育界一流的教授，京剧唱法聘请的是专业团体、有深厚家学渊源的演员，应该说具备相当的典型性。

但值得注意的是“典型性”并不等同于“唯一性”，“典型性”在一定意义上指的是声源样本的“全面性”，因此，挑选出具有代表性意义的典型声源样本才能充分保证研究结果的可信度。

（二）声源样本的权威性

“权威”在《现代汉语词典》中的解释是：“使人信服的力量和威望。”^③其真正目的是为了保障声源样本的可靠性。如在《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》中，聘请的顾问是时任中央音乐学院声歌系主任的黎信昌教授^④；中央歌剧院歌剧团团长、国家一级演员雷克庸先生；中国戏曲学院院务委员孙松林先生。这三位顾问有着长期一线声乐歌唱和教学的丰富经验，有

^①中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1978: P 238.

^②聘请的京剧艺术家包括: 马名骏、王文祉(净)、耿其昌、何威(老生)、赵寿延(小生), 李维康、陈琪(青衣)、李鸣岩(老旦)等8人; 美声歌唱艺术家包括: 杜吉刚、黄越峰(男高音)、黎信昌、周天旭(男中音)、雷克庸、刘庆德(男低音)、玄红、黄静(女高音)、李迢迢(女中音)等9人。在本文的实验论述中, 为尊重起见, 在频谱图中不直接出现演员的姓名, 以“某女高音”、“某小生”表示。

^③中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1978: P 938.

^④黎信昌: 著名男中音歌唱家、声乐教育家、中国音乐家协会理事。黎信昌教授在四十余年的教学中培养了大批声乐人才, 其中有很多学生在国际、国内的重大比赛中获奖。

的还长期担任国际、国内声乐大奖赛评委；聘请的歌唱示范专家也是享誉盛望的名家，权威性自不待言。

本实验民族唱法声音采样的监测是音乐声学专家、中央音乐学院电子音乐研究中心韩宝强教授^①；声乐顾问聘请的是我国著名民族声乐教育家、中国音乐学院声歌系邹文琴教授^②。每一位歌唱者的发声都是通过声乐顾问的肯定以后才开始采录，整个实验都在严格遵循音乐声学测量的流程下进行，充分保证了声源采样的准确性与可靠性。

（三）声源样本的规范性

严格说来，在我国，遵循声源样本规范性的不多。其主要原因是相当多的音乐工作者普遍缺乏音乐声学测量常识，主要存在声源样本采集与采样环境不规范的问题。

（1）声源样本采集不规范

在已发表的诸多文章、包括学位论文中，声源采样一般来源于两个部分。其一为实验室的录音，其二为 CD、VCD、DVD 唱片中的无伴奏清唱的截取部分。如有的论文“采取实验室录制、音乐会现场录制或 CD 唱盘截取声音的方式。”^③有的“实验样本全部来自不同厂家的 CD 及 VCD 中无伴奏部分。”^④

一般而言，在标准录音室里的录音的声源是比较可靠的。在 CD、VCD、DVD 中截取无伴奏清唱部分的做法有待商榷，因为尽管是清唱，但出于演唱效果的考虑，录音师会毫无例外的加入混响，这已经不是声源的真实反映，将直接影响到测量的结果。

（2）声源样本采样环境不规范

声源样本采样环境的不规范主要表现在人们将安静的室内，琴房，甚至室外的录音都作为声源样本，即便使用的是录音棚录音，也没有对测量样本中的录音环境作必要的说明。而在音乐声学测量中对于录音环境，如混响时间、背景噪声、环境温湿度等恰恰有着严格的要求，只有这样，才能充分保证测量工作的精度与可信度。所以，在录音环境的选择上，要考虑的基本原则是：“尽可能保证音响具有较高的‘纯度’，即不要参杂进其它与被测对象无关的音响。”^⑤根据这个原则，录音应在录音室内进行，其混响时间一般应控制在 0.3—0.65 秒（对 250—4000 赫兹频率范围而言）之间，偏离度不大于 25%；背景噪声控制在 35 分贝以下；为保证测量精度，测量环境的温度在 20—25℃ 之间，相对湿度在 50%—75% 之间。

在这方面做得比较好的是《中西歌唱声音形态的比较研究》，采样是在标准的录音间录制，

^①韩宝强：主要从事律学和音乐声学研究，长期来从事音乐测音研究工作。

^②邹文琴：中国音乐学院声歌系教授，硕士研究生导师。从事声乐专业演唱与教学共四十年，培养了很多颇有知名度的声乐演员。

^③涂茜：频谱分析在美声唱法发声训练中的应用研究[D]。长沙：湖南师范大学，2003：P4。

^④曹力：美声与通俗唱法中高频泛音的频谱特征（男声）——364 个案例的分析与总结[D]。北京：首都师范大学，2002，P14。

^⑤韩宝强：音的历程——现代音乐声学导论[M]。北京：中国文联出版社，2003：P 133。

对采样分析所用的设备也作了具体的说明,同时以框图的形式列出清晰明了的测量流程,并提供了翔实、确切的测量结果,这样就充分保证了测量工作的有效性和权威性。《京剧演员噪音的声学特征及防护研究》^②一文在“实验材料与与方法”一节中,也对录音环境如噪声要求,“低于45Db SPL”作了明确的说明。

但我们看到不少只提供测音数据却不提供任何与之相关的背景资料,甚至连使用何种测音仪器,何种测音方法都不介绍的文章。根据声学测量基本原则,这种不提供相关背景资料的数据,读者根本无法验证,其可信度将大打折扣。所以,有专家学者结合多年的测音工作实验,纷纷撰文指出应注意测音工作中的规范化问题。认为“测音工作是否规范可以从测音项目选择是否恰当、测音样本的典型性、测音流程的合理性、对测音仪器的科学使用、测音人员操作水平、测音报告及相关资料的完整性等六个方面加以评判。”^③还有学者进一步明确指出:“当我们准备引用他人的测音研究成果时,有必要对其测音方法、过程以及操作者得学术素质加以审查;对于那些光发表孤零零的测音数据,而不附其他有关测音条件等技术性文件的所谓‘测音研究’,尤应持谨慎态度,不可迷信,不应盲从。”^④

本实验所采用的声源采样,全部来自标准录音棚录音,混响时间为0.33—0.58秒;背景噪声小于26分贝;环境温湿度为室温。其他的录音设备、录音方式也严格音乐声学测量的要求。有效地保证了声源样本的规范性。

(四) 测量程序的合理性

测音程序是否合理是判别测音工作是否规范的另一个极为重要的因素。判别一项测音程序是否合理,其关键就是注意在测音过程中,是否尽量排除了主观和外界其它因素对测音工作的干扰,得到尽可能客观的测量结果。这项工作不可能完全脱离作为艺术本质的主观性而独立成为一种绝对“客观”的纯数理研究。也就是说,音乐声学测量虽然必须借助声学测量仪器对声源样本进行分析,但自始至终难以摆脱人主观因素的作用和影响。

通过不断摸索,目前我国音乐界已有了一些较为成熟的经验做法,比较重要的如:在测音过程中,测音数据的使用者不能以自己的主观听觉直接干预测量数据的得出;设立监测人制度;以发表测音报告的形式公开测音的全过程等等。

但值得注意的是:在确定测音样本时的主观听觉判定并不属“主观干预”之列。例如,要从一段音乐中挑选出最有代表意义的几个乐音(即被测样本)进行测量时,就必须用我们的音乐感(即主观听觉)挑选才行,机器并不能代替人的耳朵。可是样本一旦被确立,从样本测量直至数据的得出的环节就应尽量避免主观的干预,以获得比较“客观”的结果。总之,在测音过程中,主

^② 曲春燕. 京剧演员噪音的声学特征及防护研究[D]. 北京:首都医科大学, 1999: P 28.

^③ 韩宝强, 刘一青, 赵文娟. 曾侯乙编钟音高再测量兼及测音工作规范化问题[M]//韩宝强. 音乐理论, 请注明你的有效性, 上海:上海音乐学院出版社, 2004: P 169-184.

^④ 于子初. 音乐测音研究中的主观因素分析[J]. 音乐研究, 1992(3): P 91.

客观二者之间的关系为：主观是产生测量样本的基础，客观是保证测量精度的手段，二者有机结合，才能得到真实而准确的测音数据。所以对于操作者而言，应具有严谨的作风、科学的态度和熟练的技术，才能有效保证测量程序的合理性。

（五）测量设备的标准性

测量设备的标准性指的是测量仪器选用应依据“根据测量对象选用合适的器材”的原则。^①在音乐声学测量中，首先要解决的问题是确定测量目的。例如，要解决的是音高问题，就要选用频率计、音准仪或频谱分析仪一类的设备，而不能使用声级计；如果要探讨音色问题，则只能使用频谱分析仪或语图仪一类的设备，而不能用频率计和音准仪。

按上述原则，本实验的实验是进行噪音音色方面的研究，使用的测量设备为频谱分析仪或语图仪，符合测量设备标准性原则。

（六）测量人员技术水平的可靠性

由于先进的仪器无法代替人的作用，测量人员的操作水平与测量质量的关系十分密切。作为一名合格的测量人员，首先应具备一般测量的基本能力，如应具有熟练的录音、放音技术，熟练掌握常用的测量仪器，能制定合理的测量程序，有获取数据分析和分析数据的能力，能写出符合规范化要求的测量报告等。又由于音乐研究的特殊性，作为音乐声学测量研究人员，还应具有一定的音乐理论和实践基础，才能充分保证测量结果的可靠性和有效性。但是我国目前音乐界的现状是很少有人专门接受测音训练，而在国外音乐学者的学术训练中，是把测音技术作为一门基础课程来看待的，即把音乐声学测量技术要求是每一位音乐研究者都掌握的基本技能。

第二节 实验研究使用设备

一、实验硬件

主要由电脑、传声器和打印机组成。电脑为 IBM R50e 笔记本电脑，传声器为 u87；打印机为 Sansung ML-1710 激光打印机。

二、实验软件

（一）《通用编钟测量系统》软件简介

本实验主要运用《通用编钟测量系统》作为分析软件，该件由四个模块构成，它们分别为声音波形采样录音、FFT 转换模块、分析模块、标准音发声模块。

^①韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 北京：中国文联出版社，2003：P 132.

1、声音波形采样模块

声音波形采样模块的主要功能是在 MS Windows98 的环境下，利用声卡作为声音采样接口，将模拟信号转换为数字信息。该模块可适用于多种不同型号声卡设备。

2、FFT（快速傅利叶变换）模块

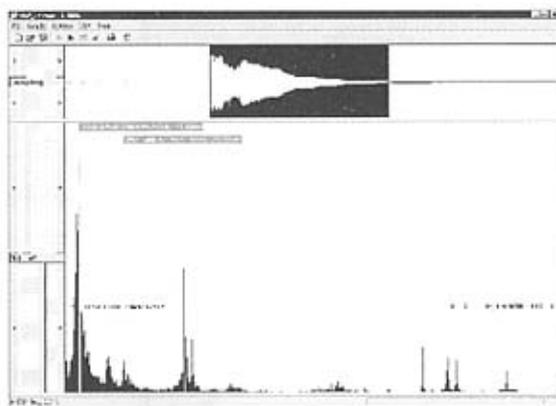
FFT 转换模块的功能采用 Arbitrary FFT，将采样得到的波形信号转换为频域信号。考虑到音乐音响的变化性，系统对信号长度的规定为可以不为 2 的整数次方幂。

3、声音分析模块

分析模块是软件的核心，其功能是对 FFT 转换后的频域信号进行带有音乐含义的分析。测量者可利用鼠标操作，在鼠标划定的频谱区域内找到峰值，给出峰值所处位置的音高名称、音分值和音强值，并给出相应频率的正弦波音响，以方便检测人员的听觉对照。系统允许同时显示多段频谱，便于对声音采样同时进行比较研究，每段频谱中又可以显示 5 个峰值数据，对民族声乐声源的研究非常直观、有效。

下图检测系统测量分析界面示意图

图 5-1 检测系统测量分析界面示意图



4、标准音发声模块

标准音发声模块的功能是产生各种符合音乐要求的标准音音响，以方便音乐工作者和乐器制造者调音时进行对照。

此外，测量软件还具有数据保存、读取和打印输出等功能。

（二）《通用编钟测量系统》软件特点

《通用编钟测量系统》集波形、频谱分析与一体，主要有以下三个特点：

1、显示的参量符合音乐工作者习惯。该软件有效解决了频率值与音分值的转换问题，界面音高测量结果以“频率”和“音分”（精度最小可达 0.5 音分）两种参量形式并列显示，强度

能以“分贝”和“f/p”两种方式显示，对音乐工作者来说具有较强的实用性。该系统虽然是为测量编钟设计，但实际上还可用于噪音研究，以及音乐形态学、乐器制造、乐器改革等多个音乐领域的研究测量工作。

2、充分体现了音乐的可视性。该系统能够快速捕捉测量对象，并及时给出声音的音高数据，充分体现了音乐的可视性。《通用编钟测量系统》测音软件最大的特点就是能快速的捕捉测量对象，并能即时给出声音的音高数据，将抽象的声音迅速转化为直观的图形，充分体现了音乐的可视性。

《通用编钟测量系统》自成功研制以来，已在音乐形态学、乐器制造、乐器改革等研究领域进行了大量的测量工作。就与本文密切相关的噪音声学而言，1993—1995年，就有专家、学者利用同类软件对中西歌唱发声体系进行声音形态方面比较，取得了较好的效果。^①课题组当时使用的软件为《通用音乐分析系统》，该软件的组成模块与《通用编钟测量系统》完全一致，不过是在某些功能上存在差异，如《通用音乐分析系统》每段频谱中只能显示2个峰值数据，而《通用编钟测量系统》可以显示5个，从功能上而言，《通用编钟测量系统》更加完善。故在本文的实验中，使用《通用编钟测量系统》分析软件对民族唱法音色进行相关研究。

第三节 实验流程

一、实验设计

民族唱法声音采样的实验设计主要是从乐器声学的角度考虑。从音色的论述中已知体现乐器音色特征有三个重要的参量，即泛音数量、泛音之间的音程关系和泛音之间的强度关系。不同的乐器发声，其泛音数量往往各不相同，即使是同一件乐器，不同的音区，不同的力度，不同的演奏技巧，其泛音的数量都会有差异。所以实验主要采用练声曲的方式进行采样。^②让演唱者在不同的音区（低声区、中声区、高声区）的同一个音上用强、弱两种力度，连音和跳音两种练声方式来演唱，观察声音形态在频谱上的异同。

二、采样环境与设备

（一）采样环境

歌唱者的采样的录音棚长18m，宽12m，高8.5m，符合音乐声学测量的空间要求。^③混

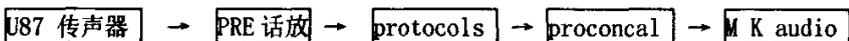
^①韩宝强，项阳，林秀娣. 中西歌唱发声体系声音形态的比较研究[M]//韩宝强. 音乐理论：请注明你的有效性. 上海：上海音乐学院出版社，2004：P 213-229.

^②考虑到可比性原则，在采样练声曲的内容与要求上尽量与《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》的采样内容保持一致。

^③听音室有一定的空间要求，一般不能小于25平方米。参见韩宝强. 音的历程——现代音乐声学导论[M]. 2003：P 125.

响时间为 0.33—0.58 秒，背景噪声小于 25dB。

（二）录音方式



（三）采样分析流程

从声源中挑选样本——→ 用《通用编钟测量系统》对样本进行声音频谱的分析 ——→ 由专家最后确认分析的结果 ——→ 分析结果存入计算机——→ Samsung 激光打印机

三、实验样本采集

通过前面的论述，我们已知声源样本的典型性对保证研究结果的可信度所具有重要意义。本文所选用的样本来自两个方面。其一为《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》的部分声源；其二为笔者在录音棚采集。考虑到可比性原则，要采集的声源全部为女声高声部，分别为民间唱法女声、民族唱法女声、美声唱法女高音、京剧青衣等。美声唱法女高音和部分京剧青衣的声源来自《中西歌唱发声体系声音形态的比较研究》，民间唱法声源由劳动部劳动科学研究所吴卫彬先生提供，民族唱法和部分京剧青衣声源由笔者采集。采集中，民族唱法选取了中国音乐学院 4 名在校学生，（两男两女）作为采样对象，采样内容为用开口元音“a”和闭口元音“i”演唱不同音高的练声曲。京剧选取了 3 名演员，1 名青衣、1 名男旦、1 名老旦，采样内容分为确立了“喊嗓”（京剧嗓音基本功训练）；“引子”（道白与唱腔相结合）；“倒板”（节奏自由的演唱）。作频谱分析所用的声源样本从上述演员的实际演唱中挑选而出，挑选时已经考虑到演员之间辙韵和音区的可比性，即各演员的声源样本之间尽可能保持辙韵和音区的一致性。



图 5-2（从右至左）监测人韩宝强研究员、监听人邹文琴教授和笔者



图 5-3 监测人韩宝强研究员在录音室



图 5-4 监听人邹文琴教授工作照



图 5-5 民族唱法声源采集对象、邹文琴教授和笔者合影

(一) 民族唱法采样内容

练声曲为以下5条, 演唱音高男声为: f 、 d^1 、 a^1 , 女声为: f^1 、 d^2 、 a^2 。

1、同度母音练声曲



2、三度下行连音练习曲



3、五个母音三度下行连音练习曲



4、五度跳音练声曲



5、八度跳音练声曲



练声曲每条每人演唱两遍，共发声 36 次，96 个音。歌曲演唱每人完整演唱一遍。演唱时要求声音位置、呼吸、共鸣均到位，充分保证采样的可靠性与准确性。

(二) 京剧采样内容

- 1、喊噪——京剧噪音基本功（a、e、i、o、u）
- 2、引子——到道白与唱腔相结合
- 3、倒板——节奏自由的演唱（曲目自选，）

在京剧声源采样中，喊噪、引子、倒板的辙口均以“发花辙”和“一七辙”为主。

本章小结

由于本文从音乐声学角度对民族唱法音色进行研究，将采取音乐声学测量方法对民族唱法声源进行采集。根据民族唱法的界定，选取音乐艺术院校民族唱法专业学生作为采集对象，严格遵循音乐声学测量的各项要求，采录环境为标准录音棚，邀请资深音乐声学专家和民族声乐教授担任声源采集的监测人和监听人，充分保证声源样本采集的权威性、规范性和可靠性，测量程序的合理性和规范性，为本文的进一步深入分析研究民族唱法音色特征打下了坚实的实验基础。

第六章 民族唱法音色的声学阐释

第一节 实验结果分析

一、采样声源分析

在本文的第一章相关主题词的界定中,指出“民族唱法”有广义和狭义之分。广义的民族唱法指的是包含传统风格下的戏曲音乐、说唱音乐、民间音乐的各剧种、各曲种、各族各地民歌等唱法和新音乐风格下的民族唱法、新歌剧唱法。

狭义的民族唱法指的是20世纪以来,随着新音乐运动在中国的兴起而产生的,在民族传统唱法基础上、吸收欧洲美声唱法中的科学成分,具有现代汉族特色,用汉语演唱的一种专业化的演唱方法。

在本文第一章“歌手共振峰”的相关阐释域界定中,指出歌手共振峰是出现在2500—3200Hz 频域范围内的一种共振波峰,训练有素的歌唱家由于具有歌手共振峰,可以增强歌唱者嗓音的明亮度和穿透力,使得歌声可以穿透大乐队,突出在乐队之上,而不被乐队伴奏或其它音响所淹没。为了避免引起歧义,在此对共振峰、歌手共振峰等概念再一次强调与明晰:

共振峰(formant):在复音频谱中一些谐波值较大的范围。^①

歌手共振峰:(singing formant)或(singer's formant):桑伯格对于歌手共振峰的定义为“Indeed, its presence, regardless of the pitch, the particular vowel and the dynamic level, has come to be considered a criterion of quality; the extra peak has been designated the ‘singing formant’”。^②意为:实际上它(歌唱共振峰)的存在,不论音高、元音和音量被人们认为是歌唱高质量的典型,这个额外的高峰被称为“歌唱共振峰”。^③

对于歌手共振峰的峰值范围,国内外的研究者有着众多不同的看法:国外的巴塞洛缪将歌手共振峰的峰值范围确定为男声2800—2900Hz,女声3200Hz的频域范围。桑伯格的界定稍复杂,仅以20世纪80至90年代,就有出现五次明显不同的定义,分别为第4元音共振峰、F3、F4、F5突出的额外峰、2800Hz、2000—4000Hz和3000Hz。^④罗兴沿用了桑伯格早期的观点,认为:“受过训练的歌手,尤其是男性歌剧演员,在2500—3000Hz频率范围左右会出现一个突出的共振峰,这就是“歌手共振峰”,它常出现在第3和第4共振峰之间,给男性歌唱者带来出

^①马大猷. 声学名词术语[M]. 北京:海洋出版社,1984, P 73.

^②Sundberg. The Acoustics of the singing Voice[J]. Scientific American, 1977(3): P 84—85.

^③“歌手共振峰”和“歌唱共振峰”所指的实际内涵一致,在本文的论述中,采用“歌手共振峰”。在引用相关文献时,为忠于原文,沿用原有称谓,特此说明。

^④王士谦. 嗓音机制和歌手共振峰——兼答 Sundberg [J]. 音乐艺术, 1993(1): P 67.

色的能量。”^①

国内的王士谦指出歌手共振峰的数值是由“大约 1800—3800Hz 频带内出现的相对较高振幅或较密集的 2—4 个共振峰群所组成。”^②吴卫彬指出“女声的歌手共振峰较男声的高。一般男声的歌唱共振峰频率在 2500~3000Hz 之间，而女声的歌唱共振峰频率在 3000~3500Hz 之间。”^③沈阳音乐学院嗓音研究室商泽民等的《声图测试对艺术嗓音分析的使用价值》，表明：“声乐女高音的‘S.F’一般出现在 3000—3500Hz 间，而‘民噪’女声多在 3500Hz 左右，其中多数民族唱法女声在 5500Hz—6000Hz 之间常出现声能集中的高频谐波带，这在‘洋噪’声图中是极少见到的。”商文将此称为“民噪高频谐波带。”^④

南京大学包紫薇的《歌唱嗓音的生理、物理、主观评价初探》指出“女高音（歌手共振峰）多数在 3000Hz 以上，男高音多数在 2500—3500Hz 范围内，民族噪女声在 3000—4000Hz 频段内也有一个共振峰，但强度较低。”^⑤

韩宝强在《音的里程—现代音乐声学导论》中第十四章“噪音声学”也指出：“‘歌手共振峰’是指出现在 2200—3200 赫兹频率范围的一种共振波峰。”^⑥

综合上述国外与国内研究者的论述，可以看出对于歌手共振峰数值大致可以确定在 2500—3500Hz 范围之间，数值之间的差异与研究者的声源的性质、声源对象的选择有着密切的关系。如巴塞洛缪和桑伯格的峰值确定都是以美声唱法的演唱为声源，而王士谦、吴卫彬、商泽民、包紫薇和韩宝强的峰值都用到了民族唱法演唱声源，所以国内学者峰值范围要比国外学者要宽是可以理解的。所以在本文中，将歌手共振峰的数值界定在 2500—3500Hz 频域范围。^⑦

通过以上的论述，可知共振峰和歌手共振峰是两个不同的概念，共振峰是指出现在频谱上谐波音较大范围的谐波，它的频率可能出现在频谱不同的区域，而歌手共振峰同样也是指频谱上出现的谐波值较大的范围，但它的频率数值有着相对的规定，特指 2500—3500Hz 频率范围内出现的谐波值，并且此谐波值的振幅要普遍超过管弦乐的振幅。除此以外，共振峰中心频率是指共振峰频率（formant frequency），^⑧所以在本文的频谱图中，将分别列出共振峰、歌手共振峰的频域范围，其中的顶点（peak），为歌手共振峰频率，也就是歌手共振峰的中心频率。

鉴于《中西歌唱发声体系声音的形态比较研究》课题组以前所作的工作^⑨，本文的实验在采

^①T. D. Rossing. singing [M]//The science of sound. Addison—Wesley Publishing Company, 1982: P 318.

^②王士谦. 关于歌手共振峰概念的由来及一些讨论[J]. 应用声学, 1987 (4): P 11-12.

^③吴卫彬, 刘运坤, 冯保富等. 艺术嗓音的声学特征研究(内部资料), 北京: 1985.

^④商泽民, 朱德茂, 郭志祥等. 声图测试对艺术嗓音分析的使用价值[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文集. 北京: 1984: P 36.

^⑤包紫薇. 歌唱嗓音的生理、物理、主观评价初探[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文集. 北京: 1984: P 39-42.

^⑥韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 260.

^⑦马大猷. 声学名词术语[M]. 北京: 海洋出版社, 1984: P 73.

^⑧韩宝强, 刘一青, 赵文娟. 曾侯乙编钟音高再测量兼及测音工作规范化问题[M]//韩宝强. 音乐理论, 请注明你的有效性, 上海: 上海音乐学院出版社, 2004: P 213-229. 该文主要是对“美声唱法”和中国的戏曲进

样内容如练声曲、音高、声部、行当等方面尽量与其保持一致，以充分保证样本的可比性。

本文的样本选取民族唱法^①（狭义）中有代表性意义的样本。在本文的实验中，共采录了四位（两位民族男声、两位民族女声）民族唱法的声源样本。经过监测人与本人的仔细审听后，选择了一位有代表性意义的民族唱法女声作为样本。通过其与民间唱法女声^②、京剧青衣、以及美声唱法中女高音声源样本的比较，试图找出民族唱法样本与上述各唱法样本中声音形态、频谱、歌手共振峰、（峰的高度、峰的频域、峰的密度）基音与泛音关系等方面的异同。

二、声源样本的可比性原则

为保证实验数据得出的可靠性与准确性，应严格遵循声源样本的可比性原则。可比性指的是声源样本在相同声源、相同音高、相同声区、相同音量、相同元音的比较。

（一）相同声部

在本文第三章“人声乐器对歌唱音色的影响”中，已知声带的生理构造即声带的长短、宽窄、厚薄都会对歌唱音色产生影响，不同声部的音色也会有所不同，为遵循可比性原则，在本文的实验中，采用的声源为女高音声部。^③

（二）相同音高、相同音量

在本文第一章“音色”的相关阐述中，已知音色是由谐音列和声音的起始状态决定。谐音的数量和强度都会对音色产生影响。谐音的数量不同，音色会有差异，如果谐音数量相同，但每个谐音之间的强度关系不同，音色也会不同。不同的乐器之间谐音列存在差异，其原因是因为不同乐器的制作材料、结构和演奏方式的不同。即使是同一件乐器，在不同的音区和使用不同的强度演奏，也会使谐音列发生明显的变化。在本文的实验中，要求歌唱者在相同的歌唱力度（mf）下，演唱相同音高（f、d¹、a¹）的音。

（三）相同元音、相同声区

在本文第一章“歌手共振峰”和第三章“汉语语音对歌唱音色”的相关阐述中，已知元音、

行声音采样，对中西歌唱发声体系各种发声状态下产生的声源样本进行频谱、振幅以及共振峰等方面的测定，旨在找出民族唱法与美声唱法之间正确与错误发声方法在声音形态方面存在的差异。文中以中国京剧三个男声行当（老生、小生、净）为例。而在本文的实验中，民族唱法的界定是狭义的民族唱法（详见本节正文），将以民族唱法女声中的高音声部为例，来说明民族唱法在音色方面的特征。

^① 在本文的实验中，民族唱法所指为狭义的民族唱法，民间唱法指我国20世纪五六十年代中较少借鉴美声唱法的一种唱法，特此说明。

^② 由于时间和声源采集条件的限制，本实验的民间唱法女声的声源样本由劳动部的吴卫彬先生提供，这是上个世纪80年代由他采录的民间唱法女声声源，采录条件基本符合音乐声学测量中环境要求，特此说明。

^③ 一般而言，民族唱法没有美声唱法中的中声部，低声部歌手就更为少见。男女声一般为高音声部。所以本文中的民族唱法女声、民间唱法女声均可视为女高音声部。

声区对音色和共振峰的影响。不同的母音，发出的各共振峰频率之间的比值不相同，在共振峰的峰宽、峰高上表现出明显的差异。所以在本文的实验中，选择开口元音“a”和闭口元音“i”（京剧青衣演唱选择“发花辙”和“一七辙”）进行比较。不同的声区、由于身体各个部位参与共鸣的部位和比例不一样，共振峰的形态也表现出明显的差异，所以本文的实验要求歌唱者在相同的低声区、中声区、高声区发声。

本文的声源样本，严格的遵循可比性原则，采用的是相同声部，即女高音声部，包括民族唱法女声、民间唱法女声、京剧青衣和美声唱法女高音分别在低声区、中声区、高声区以相同的音高（ f 、 d^1 、 a^1 ）、相同的音量（ mf ）、相同的元音（开口元音“a”和闭口元音“i”、京剧青衣“发花辙”和“一七辙”）的演唱进行比较，充分保证声源样本的可比性和可靠性。

三、分析与结果

本文主要从音乐声学角度阐释民族唱法音色，而音色的变化与歌手共振峰形态有着密切的联系。本文试图从歌手共振峰的高度、频域、密度、基音强度、泛音数量以及基音和泛音的关系等6个方面进行比较。

- 1、歌手共振峰的高度：指的是共振峰在基准频谱以上的相对高度，以分贝表示；
- 2、歌手共振峰的频域：指的是共振峰所在频域的区间，以频率表示；
- 3、歌手共振峰的密度，指的是共振峰频域内能量分布状况，以“疏”、“密”表示；
- 4、基音强度：指的是第1个泛音的强度，可以此为分析“歌手共振峰”强度的参照坐标；
- 5、泛音数量：指的是在频谱上泛音出现的多少，可以判别歌唱音色的圆润与干涩。在亥姆霍兹提出的谐音列学说里，指出带有6个以上谐音的乐音听起来更丰满、更具乐音的效果。^①

一般的规律为泛音数量越多，声音越丰满、圆润，高频泛音越多，能量越强，主观感觉音色越明亮，反之，音色越暗淡。

6、基音与泛音的关系：不同元音嗓音频谱中第1与第2、第3泛音在强度上的比例关系也与音色有着密切的关系。

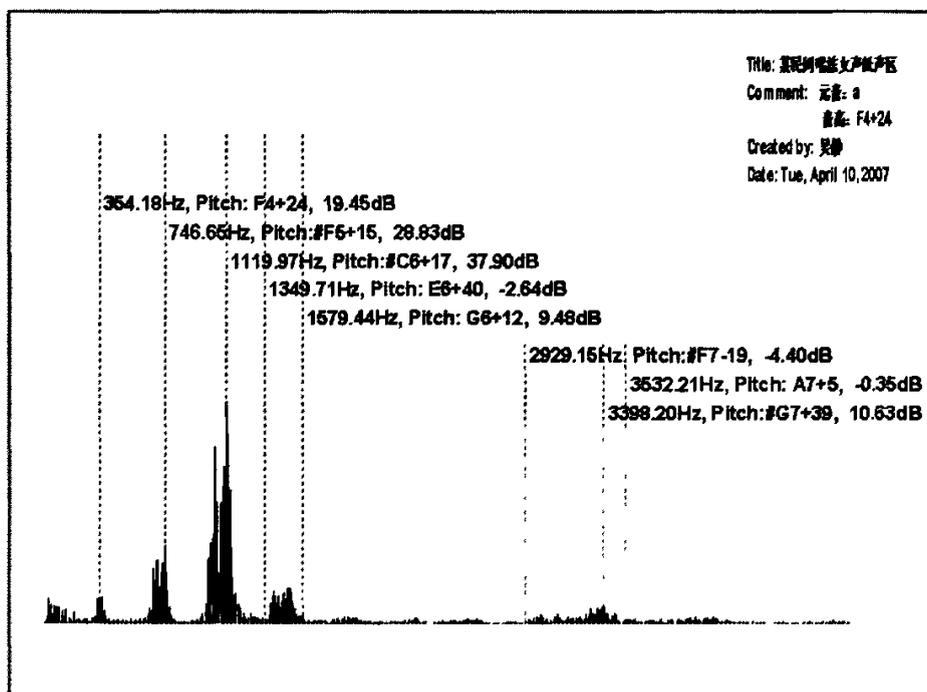
下面为采用《通用编钟测量系统》软件得出的民族唱法、民间唱法、京剧唱法青衣和美声唱法女高音各个声区的演唱频谱图。典型的频谱(spectrum)以二维的坐标形式来表示，它的纵坐标为振幅(即声压)，横坐标为频率(即音高)。在采用的软件显示中，为方面音乐界人士使用，频谱图参量为水平显示，顺序分别为频率、音高、振幅，分别给出所处位置的音高名称、音分值和声压值。

（一）低声区

1、a 元音

^①转引韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 58.

图 6-1 某民间唱法女声低声区 a 元音发声频谱图



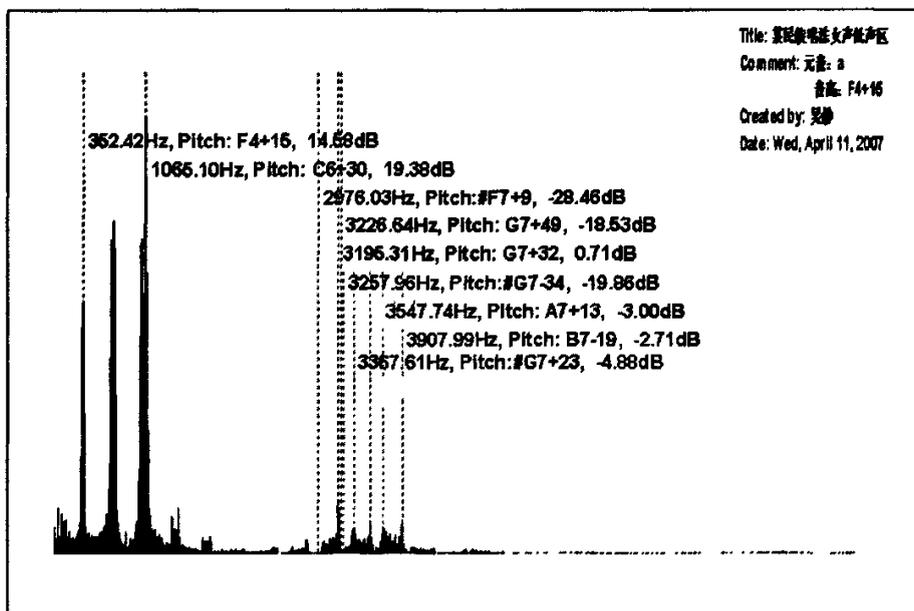
该频谱特征为:

(1) 基音的声压为 19.45dB, 第 1 泛音的声压为 28.83dB, 第 2 泛音的声压为 37.90dB, 第 1 和第 2 泛音声压强于基音。

(2) 泛音数目为 4 个。

(3) 在 3000—3600Hz 频域范围内出现 1 个歌手共振峰, 位置约在 3400Hz 左右, 峰虽有一定的宽度, 但是峰的高度如灌木丛般低矮, 非常稀疏。由于受到泛音数目和共振峰的高度、密度的影响, 该声音的音色比较尖锐, 干涩, 穿透力不够。

图 6-2 某民族唱法女声低声区 a 元音发声频谱图



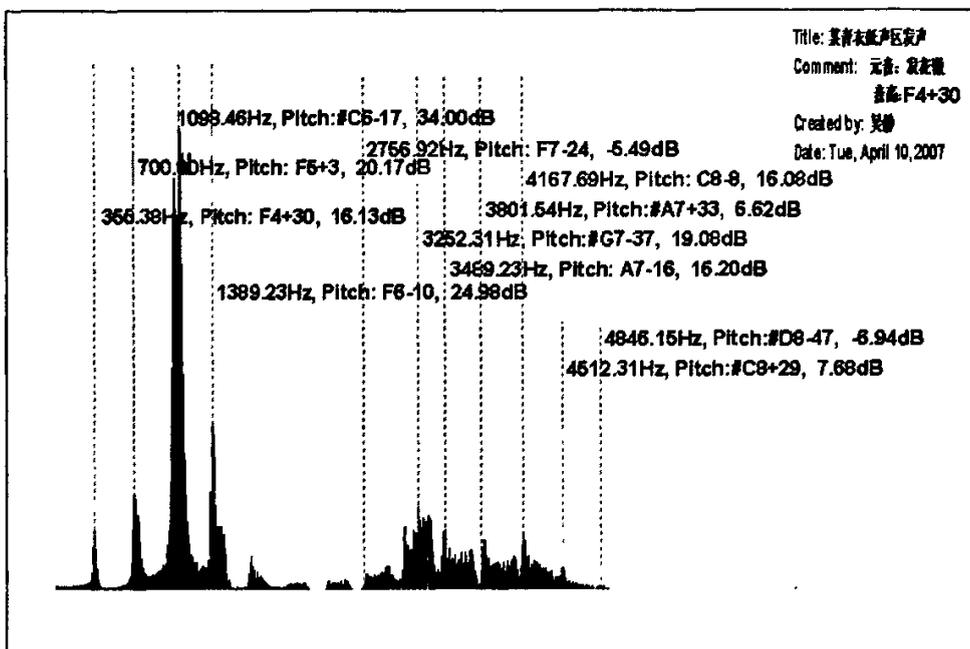
该频谱的特征为:

(1)基音的声压为 14.58dB, 第 2 泛音声压为 19.38 dB。第 1 和第 2 泛音声压明显强于基音声压。

(2)泛音数目为 9 个。

(3)在 2900—3250Hz, 3300—3600Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 3200Hz 和 3360Hz, 峰有一定的高度和宽度, 比较密集。在 3600Hz 以后出现 1 个明显的共振峰, 其频域在 3600—4000Hz 之间, 这个共振峰对于该女声低声区 a 元音的歌唱音色有重要作用, 使之在主观听觉上有圆润、丰满感。

图 6-3 某青衣低声区发花辙发声频谱图



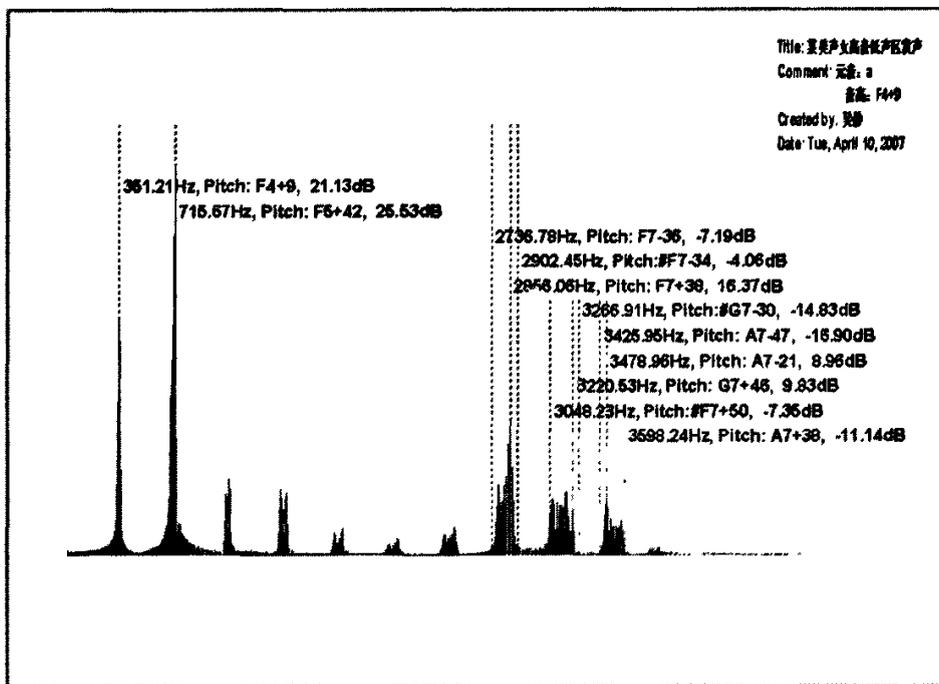
该频谱的特征为:

(1) 基音的声压为 16.13dB, 第 1 泛音声压为 20.17dB, 第 2 泛音声压为 34.00dB。第 1 和第 2 泛音声压强于基音。

(2) 泛音数目为 10 个, 泛音之间的间距非常清晰。

(3) 在 2700—3000Hz, 3000—3400Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2900Hz 和 3200Hz, 有一定的峰高, 但峰比较窄。其后的频带出现 3 个共振峰, 范围在 3800—4800Hz。由于拥有较多的泛音, 而且较多出现在高频范围, 表明该声音音色比较圆润、明亮。

图 6-4 某美声唱法女高音低声区 a 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

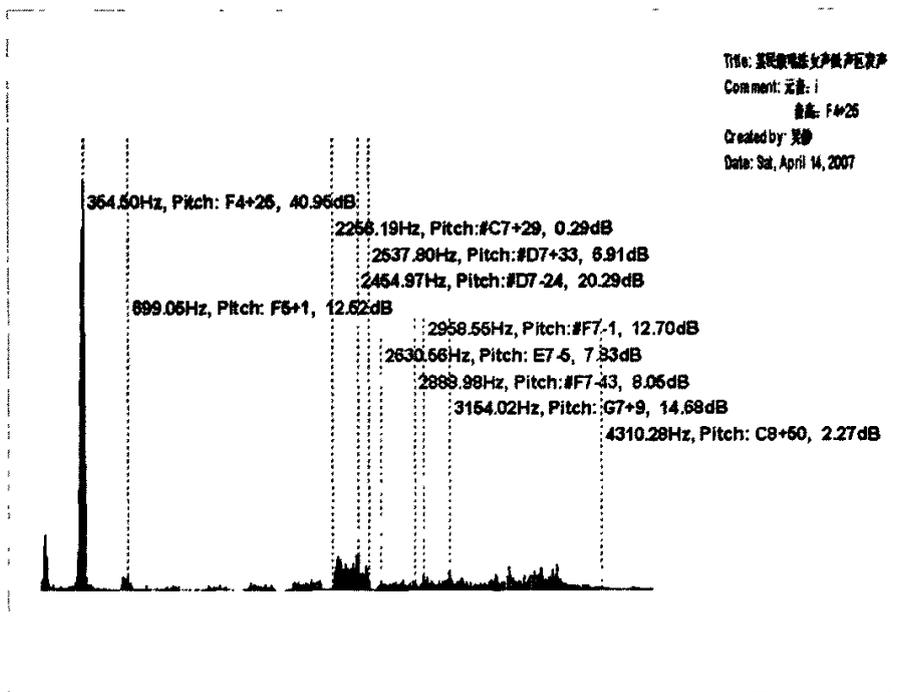
(1)基音的声压为 21.13dB, 第 1 泛音的声压为 25.53dB, 第 1 泛音声压强于基音。

(2)泛音数目为 9 个。

(3)在 2700 ——2900Hz, 3000 ——3300Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2800Hz 和 3200Hz。该歌手共振峰的特征为有一定宽度和高度, 比较密集, 而且在 3300Hz 以后还出现一个明显的共振峰, 频域在 3400——3600Hz 之间, 这个峰对于美声女声歌唱以有力的补充, 使其音色圆润、丰满、富于穿透力。

2、i 元音

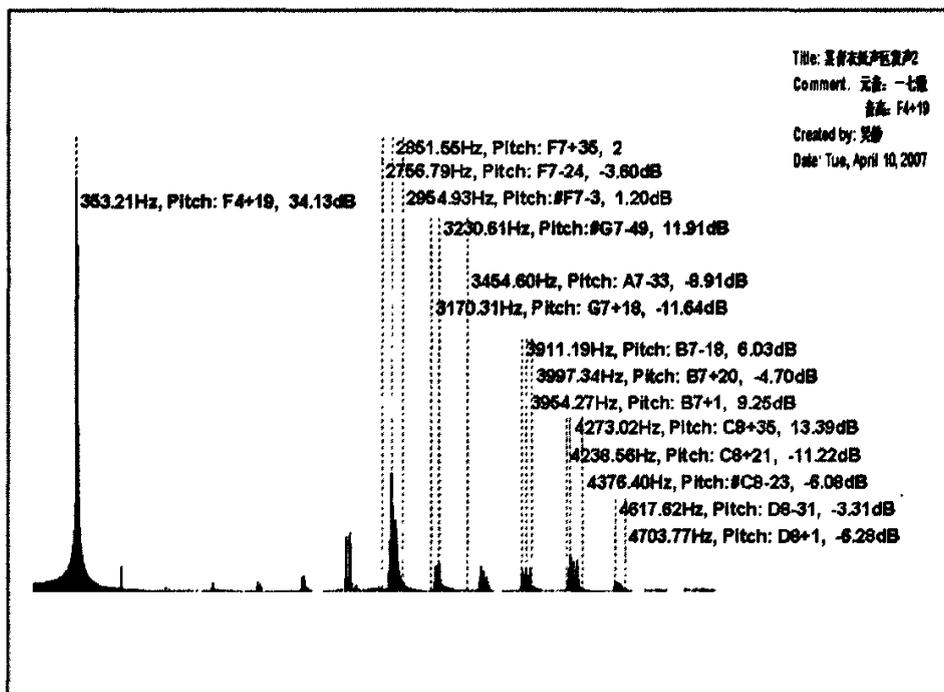
图 6-5 某民族唱法女声低声区 i 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 40.95dB, 第 1 泛音的声压为 12.52dB, 基音声压明显强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目为 5 个。
- (3) 值得注意的是在 2200—2500Hz 频域范围内出现 1 个非常明显的共振峰, 在 2800—3200Hz, 3300—3800Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 3000Hz 和 3200Hz, 有一定的宽度, 比较密集, 但是峰比较低矮。在 3200Hz 频域范围后还有共振峰出现, 由于泛音数目较少和共振峰高度不够的原因, 该声音的音色比较明亮, 但略显单薄、干涩。

图 6-6 某青衣低声区一七辙发声频谱图



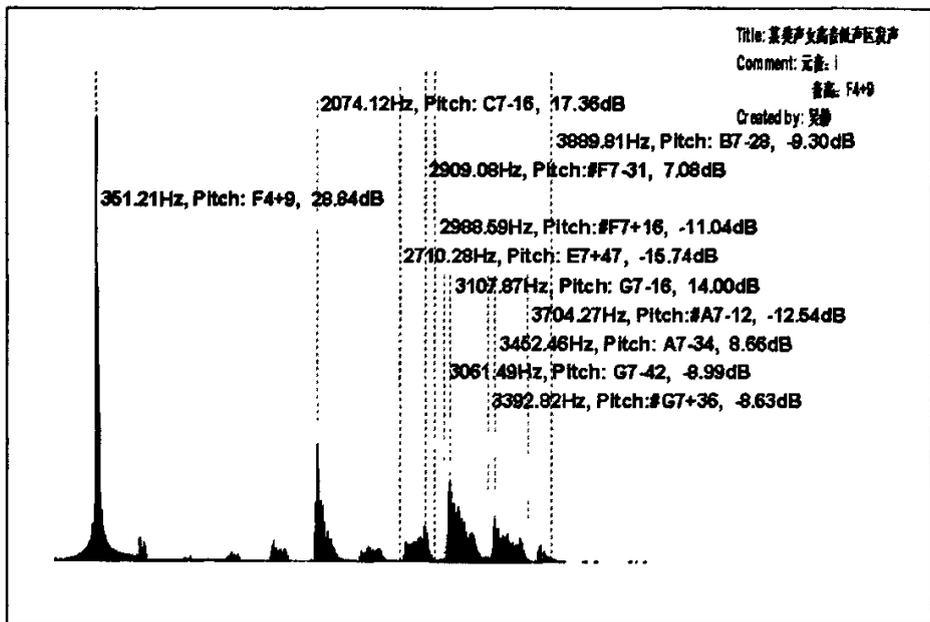
该声音频谱特征为:

(1)基音的声压为 34.13dB, 明显强于第 1 泛音。

(2)泛音数目为 10 个。

(3)在 2700—3000Hz, 3000—3400Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2800Hz 和 3200Hz, 有一定的峰高, 但峰非常狭窄。其后的频带出现 4 个共振峰, 直至 4600—4700Hz 还有共振峰出现。由于拥有较多的泛音, 而且较多出现在高频范围, 表明该声音音色非常圆润、明亮。

图 6-7 某美声唱法女高音低声区 i 元音发声频谱图



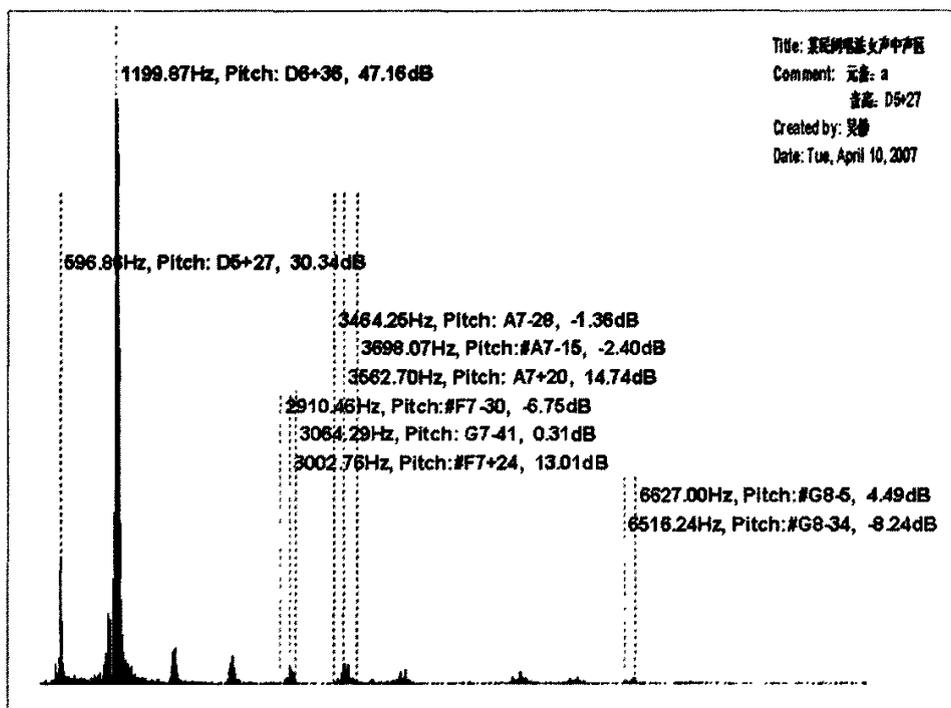
该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 28.84dB, 第 1 泛音的声压较弱, 第 4 泛音声压能量较强为 17.36dB, 基音的声压强于第 1、第 2、第 3 和第 4 泛音。
- (2) 泛音数目为 10 个, 表明该音歌唱时各共鸣腔体得到了充分运用。
- (3) 在 2700 — 3000Hz, 3000 — 3300Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2900Hz 和 3100Hz, 该歌手共振峰的特征表现为有一定宽度和高度, 比较密集。在 3300Hz 以后还出现 2 个明显的共振峰, 频域在 3400 — 4000Hz 之间, 这 2 个共振峰对于该女声低声区 i 元音的歌唱音色有重要作用, 使之在主观听觉上非常圆润, 富于穿透力。

(二) 中声区

1、a 元音

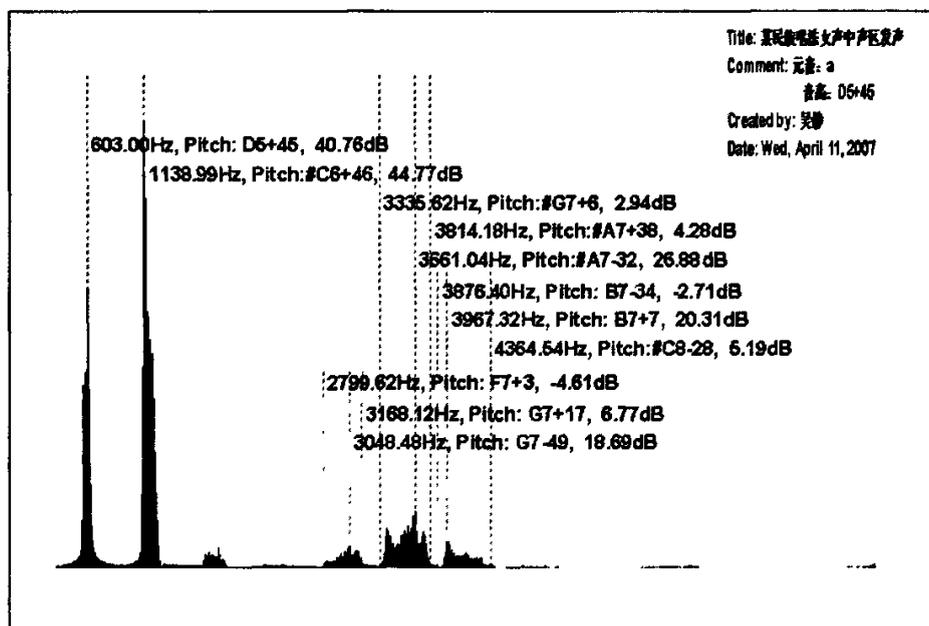
图 6-8 某民间唱法女声中声区 a 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 30.34dB, 第 1 泛音的声压为 47.16dB, 第 1 泛音声压强于基音。
- (2) 泛音数目为 9 个。
- (3) 在 2900—3100Hz, 3500—3700Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰, 峰的位置约在 3000Hz 和 3600Hz。峰比较狭窄, 纤细, 高度比较低矮, 比较稀疏。在 3700Hz 后的频带出现 4 个共振峰, 其中在 6500—6650Hz 高频带还有共振峰出现。这些频谱上表现出来的特征表明该声音音色比较尖锐、明亮。

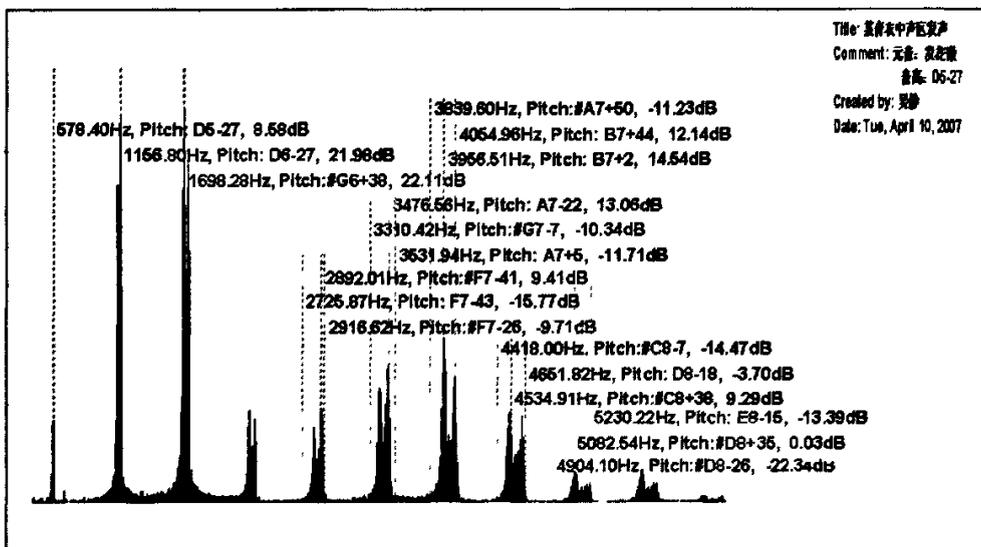
图 6-9 某民族唱法女声中声区 a 元音发声频谱图



该频谱的特征为:

- (1) 基音的声压为 40.76dB, 第 1 泛音的声压为 44.77dB, 第 1 泛音声压强于基音。
- (2) 泛音数目为 5 个。
- (3) 在 2800——3200Hz, 3300——3800Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 3000Hz 和 3600Hz, 都有一定宽度和高度, 比较密集。在 3900——4400Hz 频域范围还出现 1 个明显的共振峰, 由于泛音数目较少的原因, 表明该声音的音色圆润, 但略显单薄。

图 6-10 某青衣中声区发花辙发声频谱图



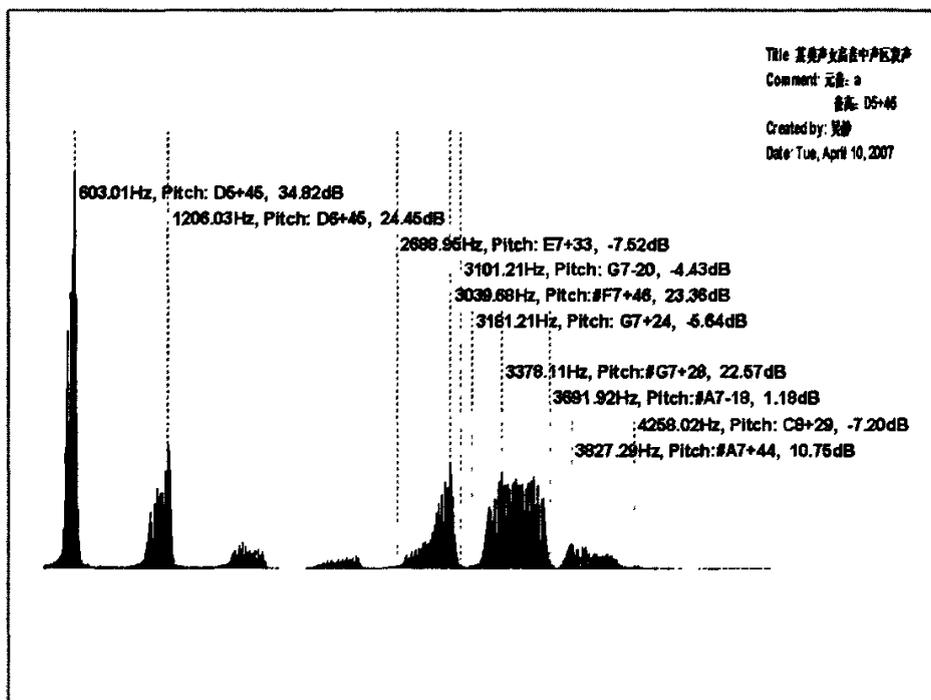
该声音频谱特征为:

(1) 基音的声压为 8.58dB, 第 1 泛音声压为 21.98dB, 第 2 泛音声压为 22.11dB, 第 1 和第 2 泛音声压明显强于基音。

(2) 泛音数目为 10 个, 间距比较清晰。

(3) 在 2700—3000Hz, 3300—3500Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2900Hz 和 3500Hz, 有一定的峰高, 但峰非常狭窄。其后的频带出现 4 个共振峰, 在 4900—5300Hz 频域范围, 甚至更后, 还有共振峰出现。由于拥有较多的泛音, 而且较多出现在高频范围, 表明该声音音色非常圆润、明亮。

图 6-11 某美声唱法女高音中声区 a 元音发声频谱图

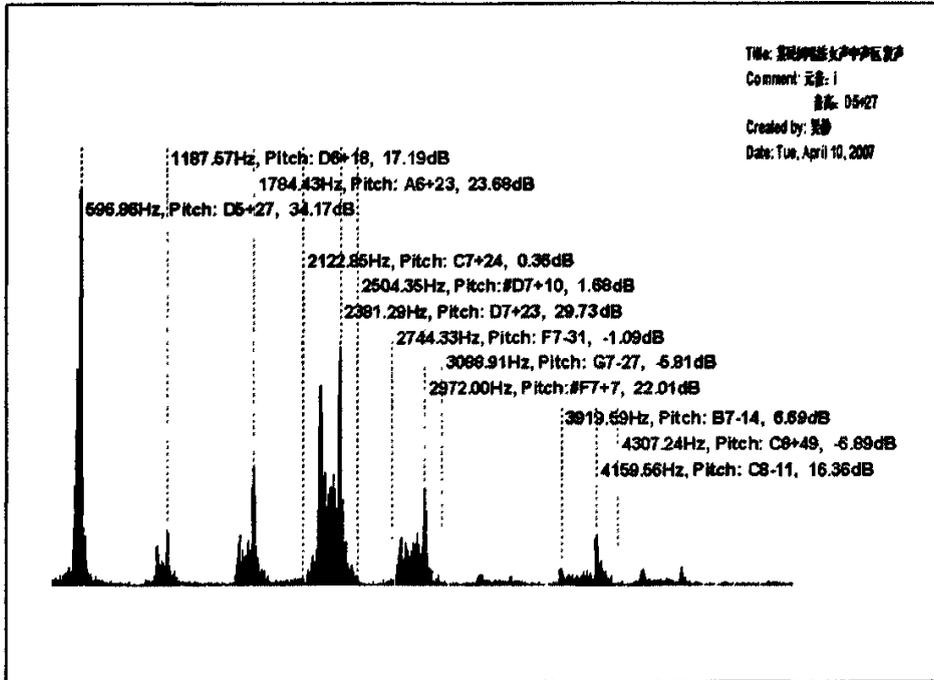


该频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 34.82dB, 第 1 泛音的声压为 24.45dB, 基音声压强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目为 6 个。
- (3) 在 2600—3000Hz, 3100—3700Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 3000Hz 和 3400Hz, 其中 3100—3700Hz 频域的歌手共振峰有一定宽度和高度, 比较密集。在 3700Hz 以后出现 1 个明显的共振峰, 其频域在 3700—4300Hz 之间。这个峰对于该女声中声区 a 元音的歌唱音色有重要作用, 使其在主观听觉上有圆润、丰满感。

2、i 元音

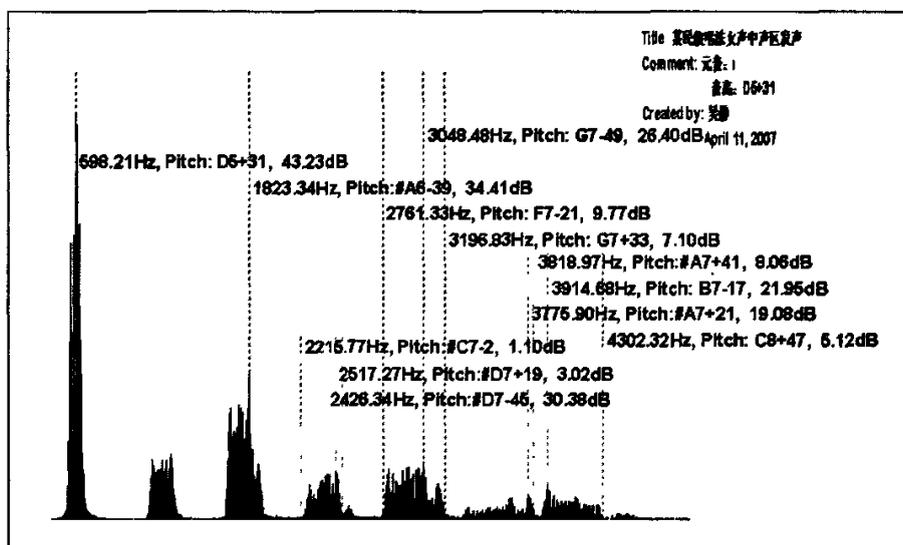
图 6-12 某民间唱法女声中声区 i 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 34.17dB, 在第 1、第 2 和第 3 泛音中, 第 3 泛音的声压最强, 为 29.73 dB, 基音声压强于第 1、第 2 和第 3 泛音。
- (2) 泛音数目为 6 个。
- (3) 在 2100—2500Hz, 2700—3100Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰, 峰的位置约在 2400Hz 和 3000Hz, 峰有一定的宽度和高度。其后的频带出现 3 个共振峰, 能量较强的为 3900—4300Hz。表明该声音音色比较丰满、明亮。

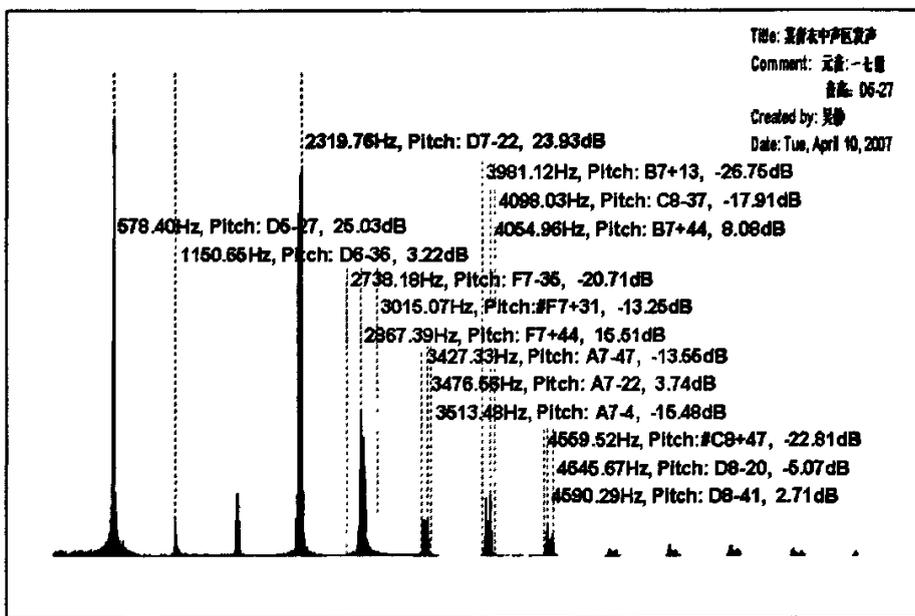
图 6-13 某民族唱法女声中声区 i 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 43.26dB, 第 2 泛音的声压为 34.41dB, 基音声压强于第 1 和第 2 泛音。
- (2) 泛音数目为 6 个。
- (3) 值得注意的是在 2200—2500 Hz 频域范围内有 1 个共振峰出现, 在 2700—3200Hz, 3300—3800Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 3000Hz 和 3700Hz, 有一定宽度和高度, 比较密集。在 3900—4300Hz 频域范围还出现 1 个明显的共振峰, 由于泛音数目较多的原因, 表明该声音的音色比较圆润和丰满。

图 6-14 某青衣中声区一七辙发声频谱图



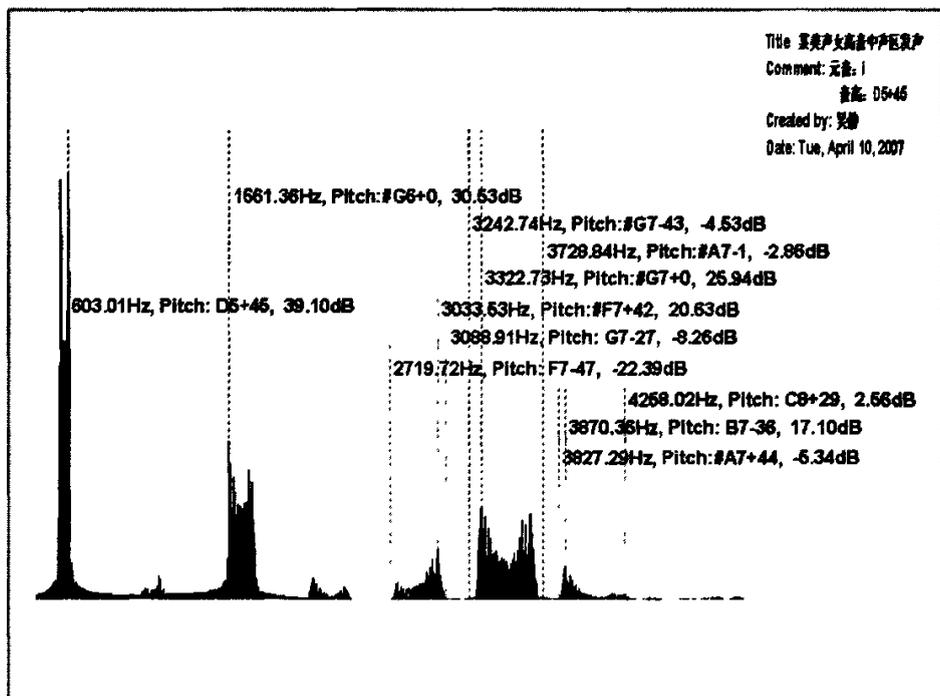
该声音频谱特征为:

(1)基音的声压为 25.03dB,第1、第2和第3泛音声压中第3泛音的能量最强,第3泛音声压为 23.93dB,基音声压明显强于第1、第2和第3泛音。

(2)泛音数目为 11 个。

(3)在 2700—3000Hz,3400—3500Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰,峰的位置约在 2800Hz 和 3500Hz,有一定的峰高,但峰非常狭窄。其后的频带出现 6 个共振峰,其中 4000—4100Hz,4500—4600 频域范围内的共振峰具有一定的宽度和高度。由于拥有较多的泛音,而且较多出现在高频范围,表明该声音音色非常圆润、明亮。

图 6-15 某美声唱法女高音中声区 i 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

(1) 基音的声压为 39.10dB, 第 1 泛音的声压较弱, 第 2 泛音声压较强, 为 30.63dB, 基音声压强于第 1 泛音、第 2 泛音。

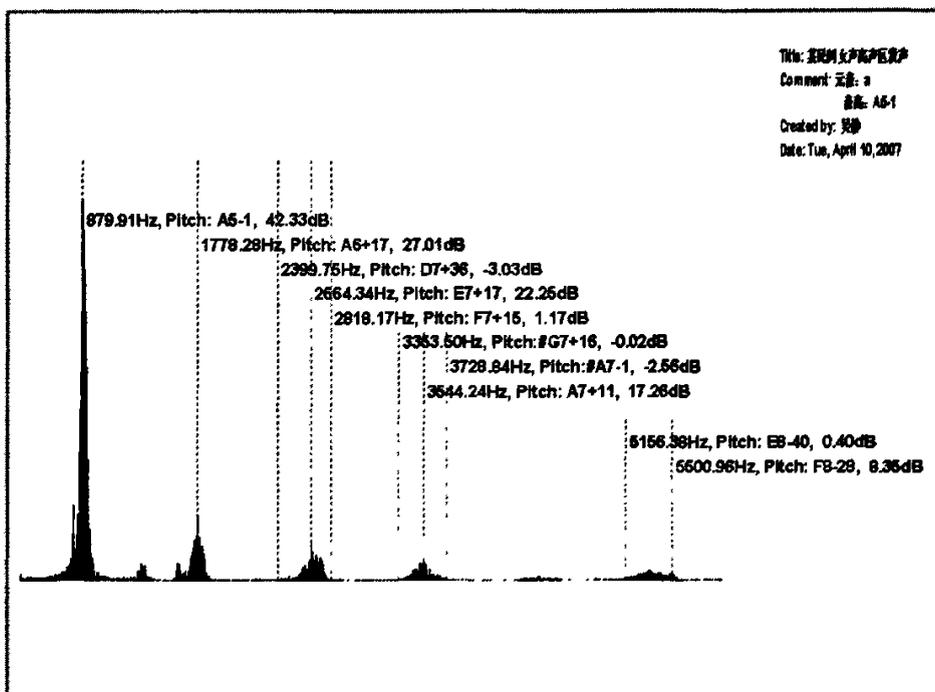
(2) 泛音数目为 6 个。

(3) 在 2700—3100Hz, 3200—3800Hz 频域范围内出现 2 个明显的共振峰, 峰的位置约在 3000 和 3300Hz, 其中 3200—3800Hz 频域范围的歌手共振峰有一定宽度和高度, 比较密集。在 3700Hz 以后出现 1 个明显的共振峰, 其频域在 3800—4300Hz 之间。这个峰对于该女声中声区 i 元音的歌唱音色有重要作用, 使之在主观听觉上有圆润、丰满感。

(三) 高声区

1、a 元音

图 6-16 某民间唱法女声高声区 a 元音发声频谱图



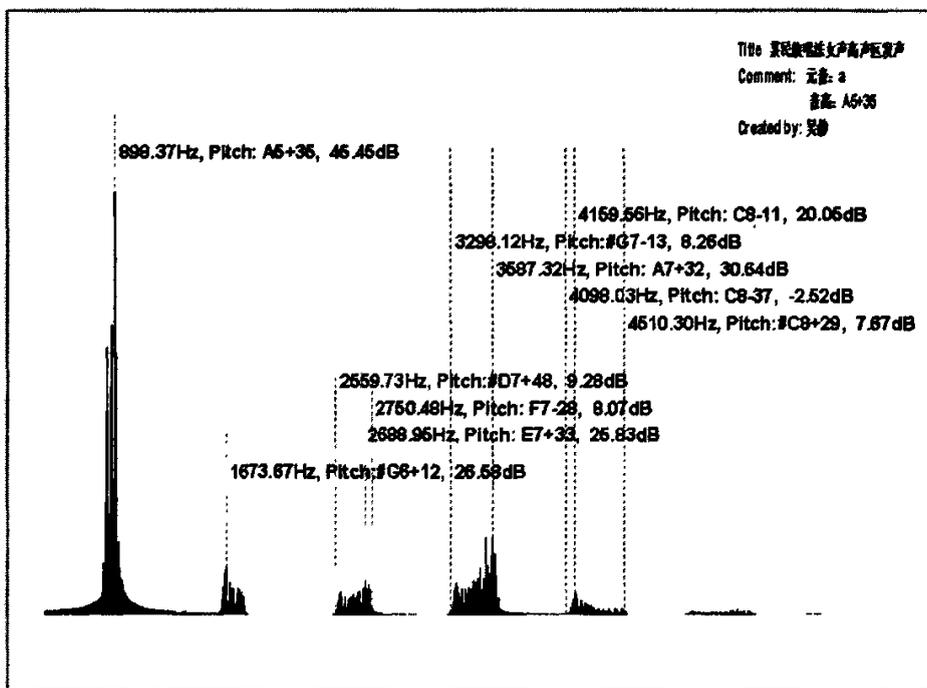
该声音频谱特征为:

(1) 基音的声压为 42.33dB, 在第 1、第 2 泛音中, 第 2 泛音的声压较强, 为 27.01 dB, 基音声压强于第 1 和第 2 泛音。

(2) 泛音数目为 4 个。

(3) 在 2400—2800Hz 和 3300—3800Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰, 峰的位置约在 2600Hz 和 3500Hz, 峰有一定的宽度, 但比较低矮。其后的频带出现 1 个共振峰, 范围在 5100—5500Hz, 表明该声音音色比较圆润, 明亮。

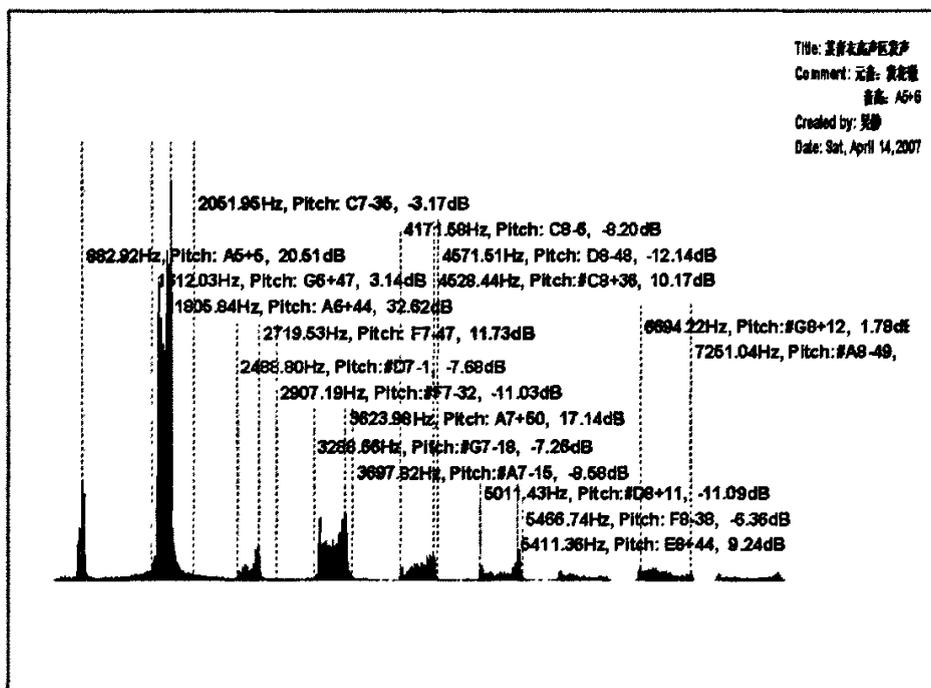
图 6-17 某民族唱法女声高声区 a 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 45.45dB, 第 1 泛音的声压为 26.58dB, 基音声压强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目为 4 个。
- (3) 在 2600—2800Hz, 3200—3600Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2700Hz 和 3400Hz, 都有一定宽度和高度, 比较密集。在 4000—4500Hz 频域范围还出现 1 个明显的共振峰, 由于泛音数目较少的原因, 表明该声音的音色虽圆润, 但略显单薄。

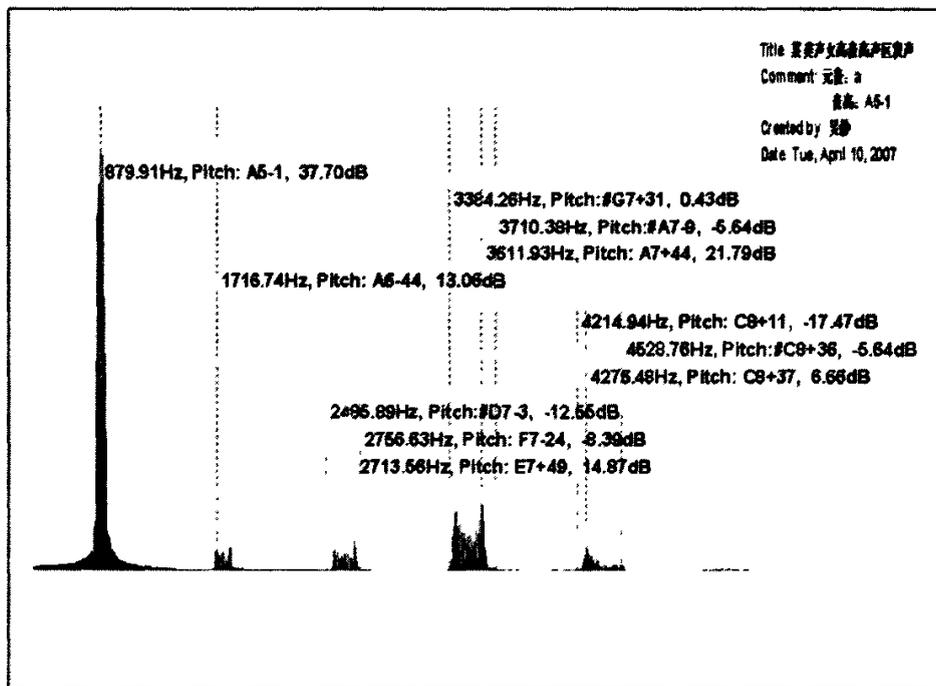
图 6-18 某青衣高声区发花辙发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 20.51dB, 第 1 泛音声压非常突出, 为 32.65dB, 而且具有一定的宽度。
- (2) 泛音数目为 8 个。
- (3) 在 2500—2900Hz, 3200—3700Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2700Hz 和 3600Hz, 有一定的峰高和峰宽。其后的频带出现 6 个共振峰, 其中 4000—4100Hz, 4500—4600 频域范围内的共振峰具有一定的宽度和高度。由于拥有较多的泛音, 而且较多出现在高频范围, 表明该声音音色非常圆润、明亮。

图 6-19 某美声唱法女高音高声区 a 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

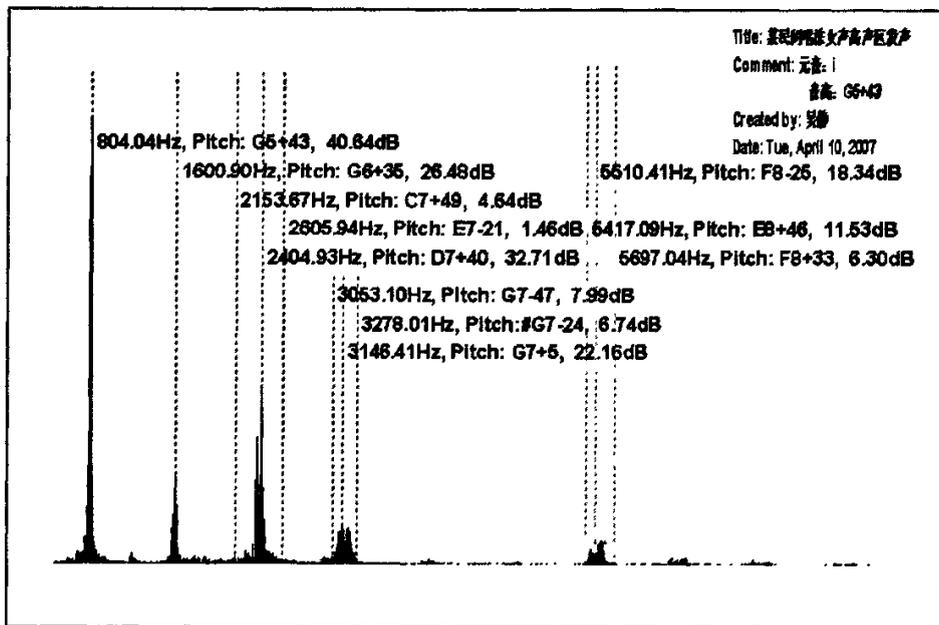
(1) 基音的声压为 37.70dB, 第 1 泛音的声压为 13.06dB, 基音强度强于第 1 泛音。

(2) 泛音数目为 4 个。

(3) 在 2500—2800Hz, 3300—3700Hz 频域范围内出现 2 个明显的共振峰, 峰的位置约在 2800Hz 和 3600Hz, 其中 3300—3700Hz 频域的歌手共振峰有一定宽度和高度, 比较密集。在 3700Hz 以后出现 1 个明显的共振峰, 其频域在 4200—4600Hz 之间。由于泛音数目较少, 虽然存在 2 个歌手共振峰, 但发声音色略显干涩。

2、i 元音

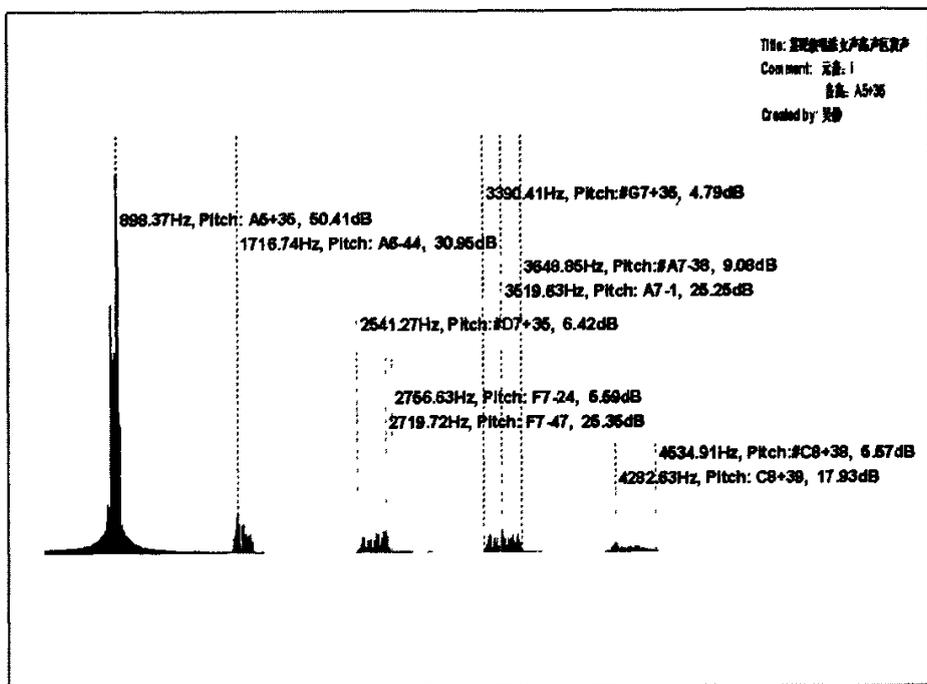
图 6-20 某民间唱法女声高声区 i 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 40.64dB, 第 1 泛音声压为 26.48 dB, 基音声压强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目为 5 个。
- (3) 在 2300—2600Hz 和 3000—3300Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰, 峰的位置约在 2400Hz 和 3200Hz, 峰有一定的宽度, 但比较低矮。其后的频带出现 1 个共振峰, 频域范围在 5400—5700Hz。表明该声音音色比较明亮。由于泛音数目比较少, 主观听觉比较明亮、干涩。这种就是在民族唱法中所说的“贼亮”音色。

图 6-21 某民族唱法女声高声区 i 元音发声频谱图

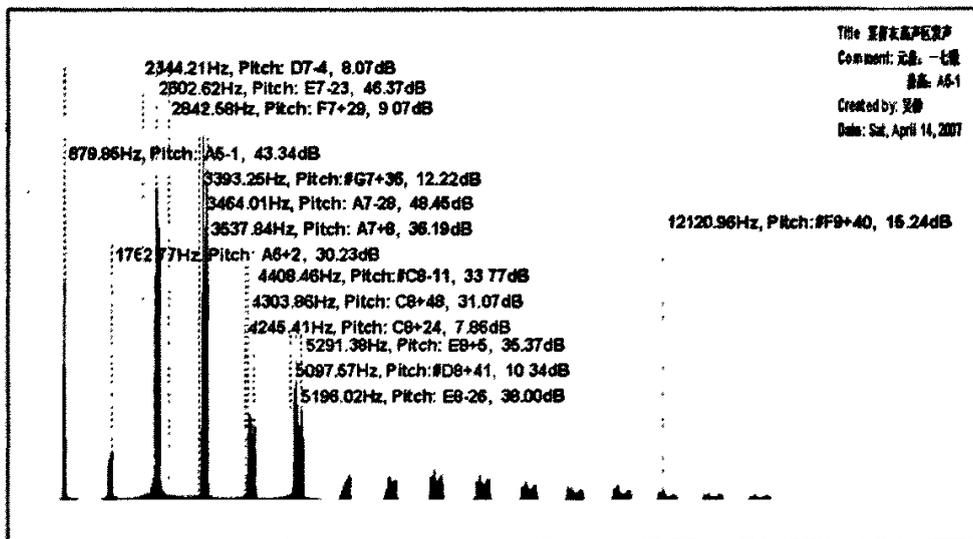


该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 50.41dB, 第 1 泛音的声压为 30.95dB, 基音声压强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目为 4 个。

(3) 在 2500—2800Hz, 3300—3700Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2700Hz 和 3500Hz, 峰有一定的宽度, 但是峰的高度比较低矮, 比较稀疏。在 4200—4500Hz 频域范围还出现 1 个不太明显的共振峰。由于泛音数目较少和共振峰的高度、密度的影响, 表明该声音的音色比较尖锐, 略显干涩。

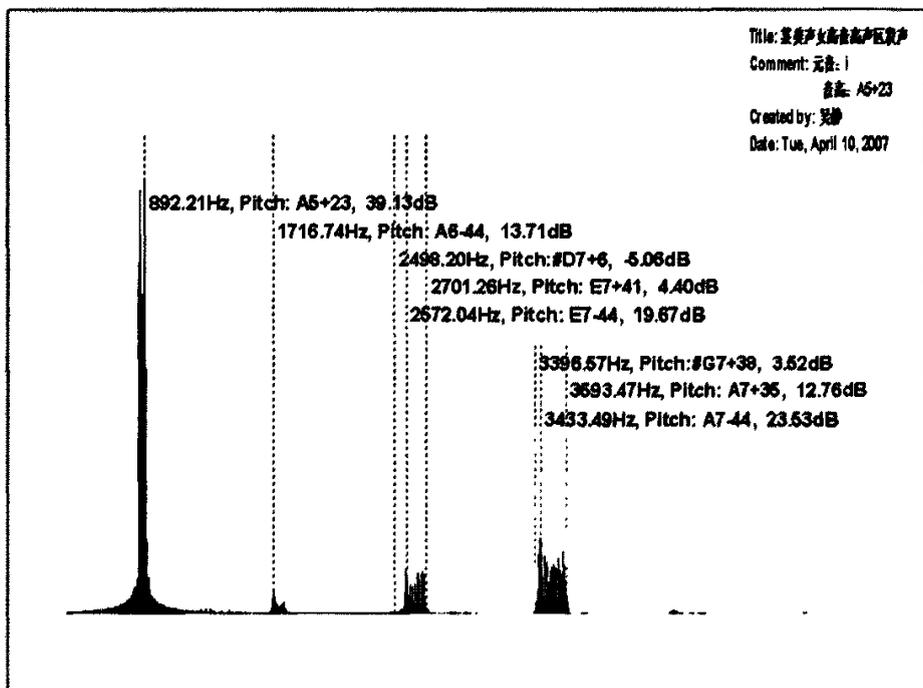
图 6-22 某青衣高声区一七辙发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 43.34dB, 第 1 泛音的声压为 30.23dB, 基音声压强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目众多, 有 13 个。
- (3) 在 2600—2800Hz, 3400—3550Hz 位置处出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2800Hz 和 3500Hz, 峰的高度突出, 但峰非常狭窄, 形状犹如两把拔出剑梢的宝剑。其后的频带出现 10 个共振峰, 其中 4000—4100Hz, 4500—4600 频域范围内的共振峰具有一定的宽度和高度。由于拥有较多的泛音, 而且较多出现在高频范围, 表明该声音音色非常圆润、明亮。

图 6-23 某美声唱法女高音高声区 i 元音发声频谱图



该声音频谱特征为:

- (1) 基音的声压为 39.13dB, 第 1 泛音的声压为 13.71dB, 基音声压明显强于第 1 泛音。
- (2) 泛音数目为 3 个。

(3) 在 2500—2700Hz, 3300—3600Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2600Hz 和 3400Hz, 其中 3300—3700Hz 频域的峰有一定宽度和高度, 比较密集。该频谱一个显著特征是在 2 个歌手共振峰频域之后没有共振峰出现, 加之泛音数目较少的缘故, 表明该发声音色比较尖锐, 不够圆润。

四、四种声源音色频谱特征

(一) 四种声源女声不同声区发声共振峰数据

表 6-1 某民间唱法女声不同声区发声共振峰数据对照^①

元音		a			i		
音区	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)	
高声区 (a')	42.33	2400—2800	2600	40.64	2300—2600	2400	
		3300—3800	3500		3000—3300	3200	
中声区 (d')	30.34	2900—3100	3000	34.17	2100—2500	2400	
		3500—3700	3600		2700—3100	3000	
低声区 (f)	19.45	3000—3600	3400	*	*	*	

表 6-2 某民族唱法女声不同声区发声共振峰数据对照

元音		a			i		
音区	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)	
高声区 (a')	45.45	2600—2800	2700 3400	50.41	2500—2800	2700	
		3200—3600			3300—3700	3500	
中声区 (d')	40.76	2800—3200	3000	43.26	2700—3200	2500	
		3300—3800	3600		3300—3800	3000	
低声区 (f)	14.98	2900—3250	3200	40.95	2800—3200	3000	
		3300—3600	3400		3300—3800	3200	

^① 因为声源样本的关系, 无法对民间唱法女声低声区的“i”元音进行分析, 故用*符号表示。

表 6-3 某京剧青衣不同声区发声共振峰数据对照

元音		a			i	
音区	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共振 峰 (Hz)
高声区 (a')	20.51	2500—2900 3200—3700	2700 3600	43.34	2500—2900 3200—3700	2800 3500
中声区 (d')	8.58	2700—3000 3300—3500	2900 3500	25.03	2700—3000 3400—3500	2800 3500
低声区 (f)	16.13	2700—3000 3000—3400	2900 3200	34.13	2700 — 3000 3000—3400	2800 3200

表 6-4 某美声唱法女高音不同声区发声共振峰数据对照

元音		a			i	
音区	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)	基音 (dB)	频域 (Hz)	歌手共 振峰 (Hz)
高声区 (a')	37.70	2500—2800 3300—3700	2800 3600	39.1 3	2500—2700 3300—3600	2600 3400
中声区 (d')	34.82	2600—3000 3100—3700	3000 3400	39.1 0	2700—3100 3200—3800	3000 3300
低声区 (f)	21.13	2700—2900 3000—3300	2800 3200	28.8 4	2700—3000 3000—3300	2900 3100

(二) 四种声源女声频谱特征

通过上述频谱图的分析, 现可从歌手共振峰的有无、其存在的范围、形态和其他相关特征

归纳出四种声源样本在频谱上的特征。根据 Seidner 等人的研究,发现女声的歌手共振峰由双峰组成,其第一峰位于 2500—3000Hz,另一峰位于 3000—4000Hz。^①

1、民间唱法频谱特征

通过频谱图和数据表可以看到,民间唱法女声并不如 Seidner 等人的研究,在每个声区的歌唱出现 2 个明显的歌手共振峰。(参见本章图 1、8、12、16、20)如低声区 a 的频谱表明只有 1 个歌手共振峰,且不太明显,但在中声区 a、高声区 a、中声区 i 和高声区 i 的频谱上均出现 2 个较为明显的歌手共振峰,且具有一定的高度和宽度。表明民间唱法女声歌手共振峰与歌唱声区有着密切的关系。在低声区中,由于声带振动和共鸣得不到完全的运用,所以歌手共振峰不太明显。除此以外,民间唱法女声歌手共振峰的形态特征表现峰的宽度不够,比较狭窄,峰的高度也不够明显,比较低矮,泛音数量较少,一般为 4—6 个,中声区的“a”元音发声是一个例外,泛音数目达 9 个之多,共振峰频域位置比较靠前,谐波的间距比较清晰,在中声区 a、中声区 i、高声区 a 和高声区 i 等频谱上均有高频谐波出现,表明该唱法在发声上以真声为主,共鸣以口腔共鸣为主,所以音色虽然比较明亮,但比较单薄、干涩。

2、民族唱法频谱特征

通过频谱图和数据表可以看出,民族唱法女声(参见本章图 2、5、9、13、17、21)在 2500—3000Hz, 3000—4000Hz 频域范围内一般都出现 2 个歌手共振峰,峰的形态都比较宽、有一定的峰高、基频能量常大于泛音,泛音数量较多,为 5—6 个。其中低声区 a 元音发声的泛音数目达 9 个之多,音色比较丰满。^②形成民族唱法这种频谱特征的原因是因为民族唱法借鉴了美声唱法的发声方法,在发声上不是以真声为主,而是真假声结合,在共鸣上不是以局部共鸣为主(口腔共鸣),而是混合共鸣为主(口腔共鸣、鼻腔共鸣、头腔共鸣)。因此歌手共振峰的峰宽、峰高、频域都与美声唱法女高音歌手共振峰的峰宽、峰高、频域存在很大相似。

但值得注意的是,民族唱法与美声唱法的频谱只是相似,并不是完全雷同。如低声区 i、中声区 a、中声区 i、高声区 a 和高声区 i 的频谱图上,可以看到约在 3600—4600Hz 频域范围还有大量谐波出现,此种谐波被称为“民族噪音高频谐波带”,这是民族唱法频谱特征之一,在民间唱法、青衣频谱中会出现,但在美声唱法女声中较为少见。这些都表明民族唱法本身的歌唱发声的特点。因为歌唱是音乐与语言相结合的艺术,民族唱法歌唱者虽然借鉴了美声唱法的发声方法,但由于受汉语语音的影响,同样的元音,在发声位置(舌位)与美声唱法存在差异,所以民族唱法的频谱上常有高频谐波出现。根据本文第一章“相关主题词的阐释与界定”中对于音色的介绍,已知影响音色感的客观因素为:“高频谐波越多,能量越强,音色听起来越明亮,反之越黯淡。”^③又加之该唱法的歌手共振峰具有一定的高度和宽度,表明民族唱法的音

^① 转引王士谦. 关于歌手共振峰概念的由来及一些讨论 [J]. 应用声学, 1987 (4): P 12.

^② 按照亥姆霍兹的谐波列理论,泛音数量达到 6 个,声音的音色听起来比较丰满。参见韩宝强. 音的历程——现代音声学导论[M]. 北京:中国文联出版社, 2003: P 58.

^③ 韩宝强. 音的历程——现代音声学导论[M]. 北京:中国文联出版社, 2003: P 63.

色从主观上感觉比较明亮,丰满。

3、青衣频谱特征

通过频谱图和数据表可以看到,京剧唱法中青衣(参见本章图3、6、10、14、18、22)存在歌手共振峰,其特征为有一定的峰高、但峰普遍比较狭窄,好似一把拔出剑鞘的宝剑,基音的能量在大多情况下弱于第1和第2泛音,泛音数量较多,一般为8—10个,最多的为高声区的“一七辙”,达到13个之多,表明该歌唱与元音有着密切的关系,音色非常明亮、圆润。除此以外,低、中、高三个声区的“a”元音和“i”元音在频谱上有大量的高频谱波出现,频域位置约3800—5200Hz,频域位置普遍靠后,而且各峰之间的距离较宽,间距比较清晰。形成这种现象的原因是因为青衣的发声以假声为主,声带以局部振动为主,共鸣以头腔共鸣为主,所以音色听起来比较明亮、秀丽。

4、美声唱法女高音频谱特征

通过频谱图和数据表可以看到,美声唱法女高音(参见本章图4、7、11、15、19、23)常常在2500—3000Hz、3000Hz—3800Hz频域范围内出现2个歌手共振峰,峰有一定的高度,比较宽,峰与峰之间的距离比较靠近,有融合在一起的趋势,基频声压常常大于泛音,泛音数量较多,一般为6到10个。3500Hz以后较少有谐波出现的现象,也就是说没有出现民族、民间唱法和青衣中的“民噪高频谐波带”,这些都表明美声唱法的发声和共鸣都是建立在混合的基础上,音色相对与前三种唱法而言比较浑厚、丰满。

(三) 四种声源歌手共振峰形态比较

为进一步说明该问题,现分别以四种声源的中声区a、高声区a、高声区共振峰比较图为例说明民族唱法和美声唱法音色的相似:

1、中声区 a

图 6-24 民族唱法、美声唱法女声中声区 a 与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图

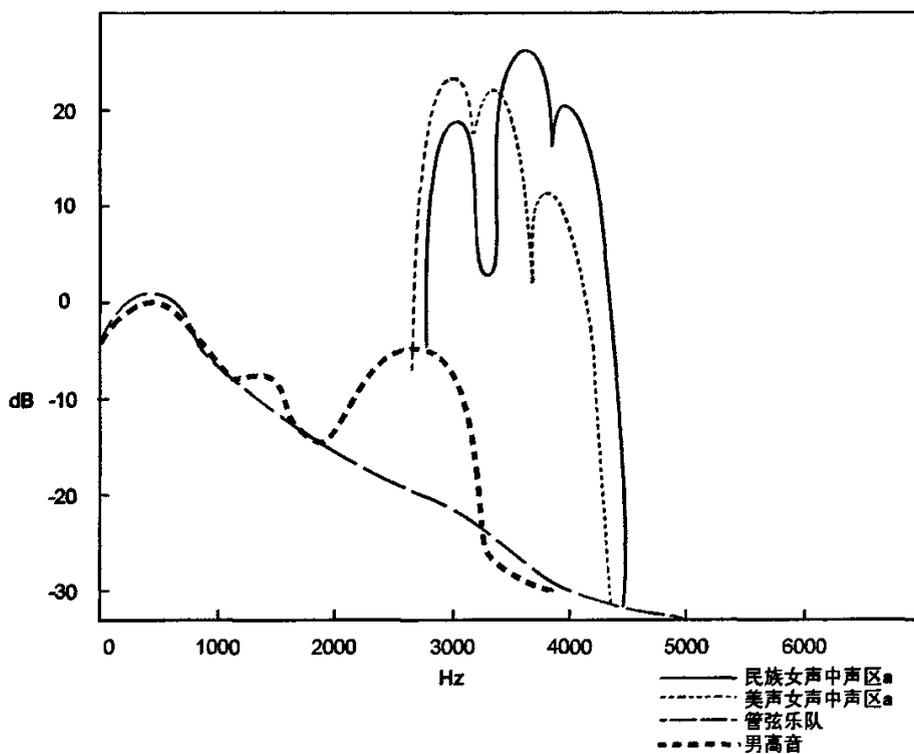
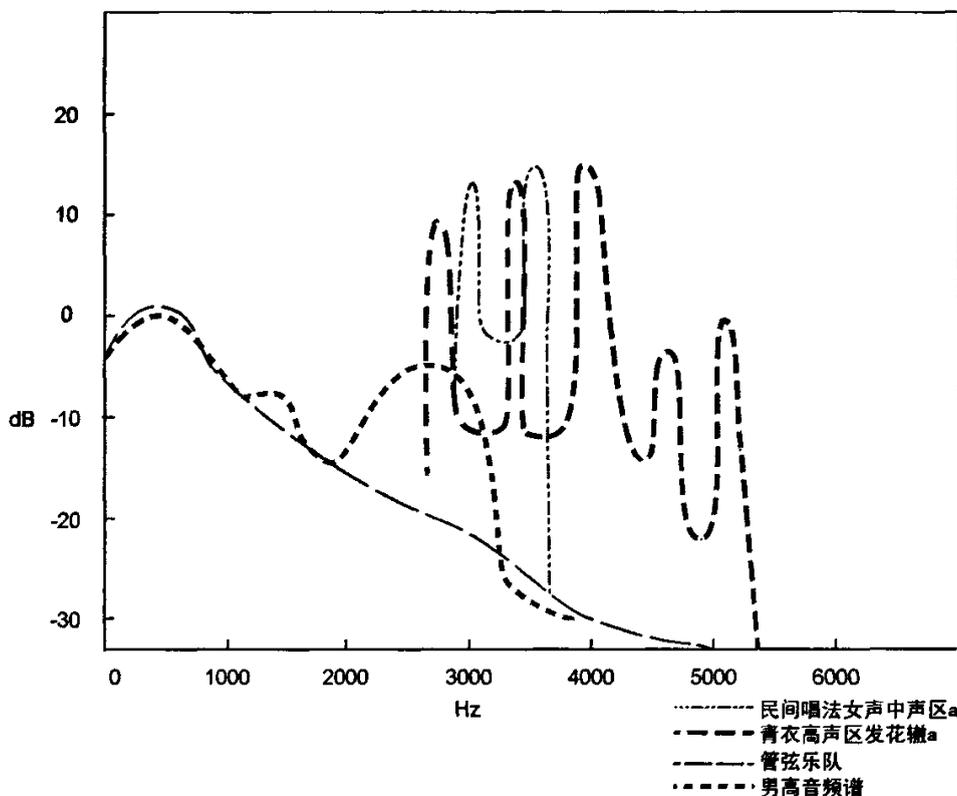


图 6-25 民间唱法女声中声区 a、青衣发花辙与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图



如图所示，图的左下方为管弦乐队和男高音频谱，^①从图上可以看出，乐队声音能量分布的高峰约在 450Hz 频域范围，这是因为交响乐队所用的乐器，在这个频域内具有很强的共振峰。一旦超过这个区域，交响乐队声音的输出能量会随着频率的升高，急剧下降。而从比约林的声音能量分布图可以看到，从开始到 2000Hz 左右，男高音的声音能量分布曲线与交响乐队的曲线是很接近的，然而到 2500Hz 左右，这两条曲线产生了明显的区别：男高音的声音在这个频率区域，声音输出能量增长了约 20 分贝，在 2800Hz 位置达到顶峰，使得男高音的声音在这一频段有足够的力量，超越交响乐队，清晰的传导观众的耳中。这就是训练有素的歌唱家的歌声之所以穿越音量庞大的乐队，送到听众耳中的原因。

从图上可以看出，民族唱法女声分别在 2800—3200Hz，3300—3800Hz 频域范围形成 2

^①1、此频谱线条按照图 1-10 男高音比约林歌唱声与管弦乐队声、语音声谱比较图按比例放大而成，为保证图的清晰，保留男高音歌唱声与管弦乐队声频谱。

2、由于目前无法对民族乐队和京剧伴奏的频谱作出测量，无法考察京剧声源如何穿越伴奏乐队送到听众耳中，所以暂借用管弦乐队的频谱来说明青衣声源的情况。关于民族乐队和京剧伴奏的声源测量工作，留待以后的工作中进行，特此说明。

个明显的歌手共振峰，峰的位置约在 3000 Hz 和 3600 Hz，在 3900—4400Hz 频域范围还出现 1 个明显的共振峰。

美声女声分别在 2600—3000Hz，3100—3700Hz 频域范围形成 2 个歌手共振峰，峰的位置约在 3000 Hz 和 3400 Hz，其中 3100—3700Hz 频域的歌手共振峰有一定宽度和高度，比较密集。在 3700Hz 以后出现 1 个明显的共振峰，其频域在 3700—4300Hz 之间。

民间唱法分别在 2900—3100 Hz，3500—3700 Hz 频域范围形成 2 个歌手共振峰，峰的位置约在 3000 Hz 和 3600 Hz。峰比较狭窄，纤细，高度比较低矮，比较稀疏。

青衣分别在 2700—3000 Hz，3300—3500 Hz 频域范围形成 2 个歌手共振峰，峰的位置约在 2900 Hz 和 3500 Hz，有一定的峰高，但峰非常狭窄。其后的频带出现 4 个共振峰。

由此可知，民族唱法和美声唱法均在 2500—3500Hz 频域范围形成 2 个歌手共振峰，峰有一定的宽度和高度，其峰宽在 400—500Hz 之间，峰比较密集，在 3500—4400Hz 之间只有 1 个共振峰出现，峰与峰之间的距离比较靠近，有融合在一起的趋势。

民间唱法和青衣虽然在 2500—3500 Hz 频域范围也有 2 个歌手共振峰，但是峰普遍比较狭窄，峰的宽度在 200—300Hz 之间，峰的高度明显不够，密度也比较稀疏，青衣在 3500—6000 Hz 频域范围内有 2 个共振峰出现，峰与峰之间的距离比较开，间距清晰。

由此可以看出民族唱法和美声唱法在歌手共振峰的数量、宽度、高度和频域位置上比较接近，而民间唱法和青衣与美声唱法女声频谱相比，则表现出较大的差异。

2、高声区 a

图 6-26 民族唱法、美声唱法女声高声区 a 与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图

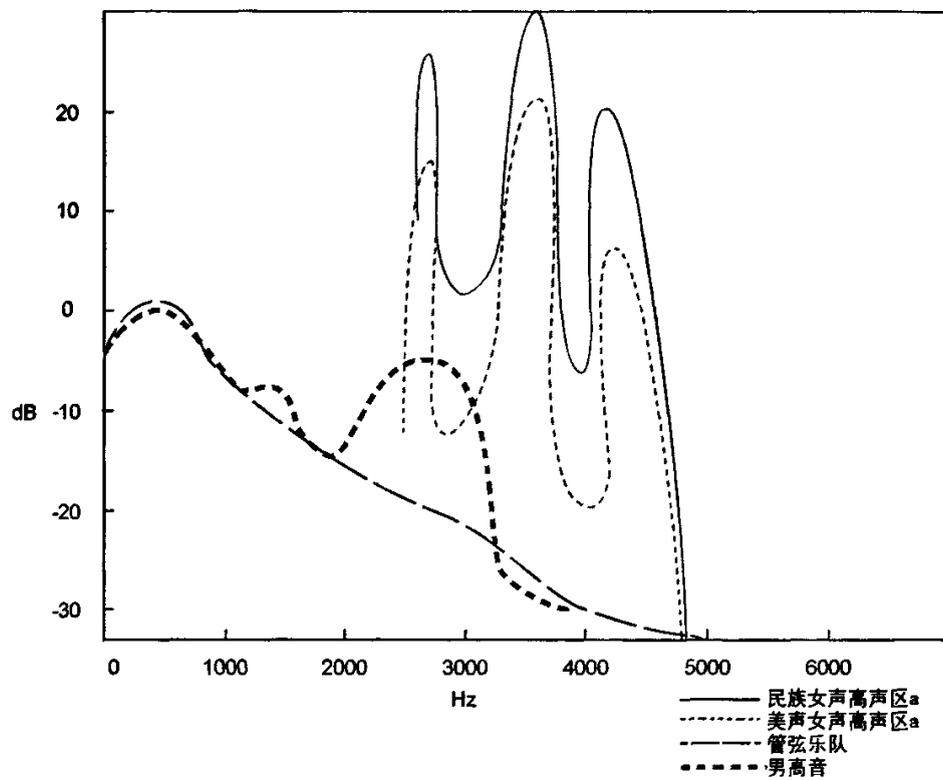
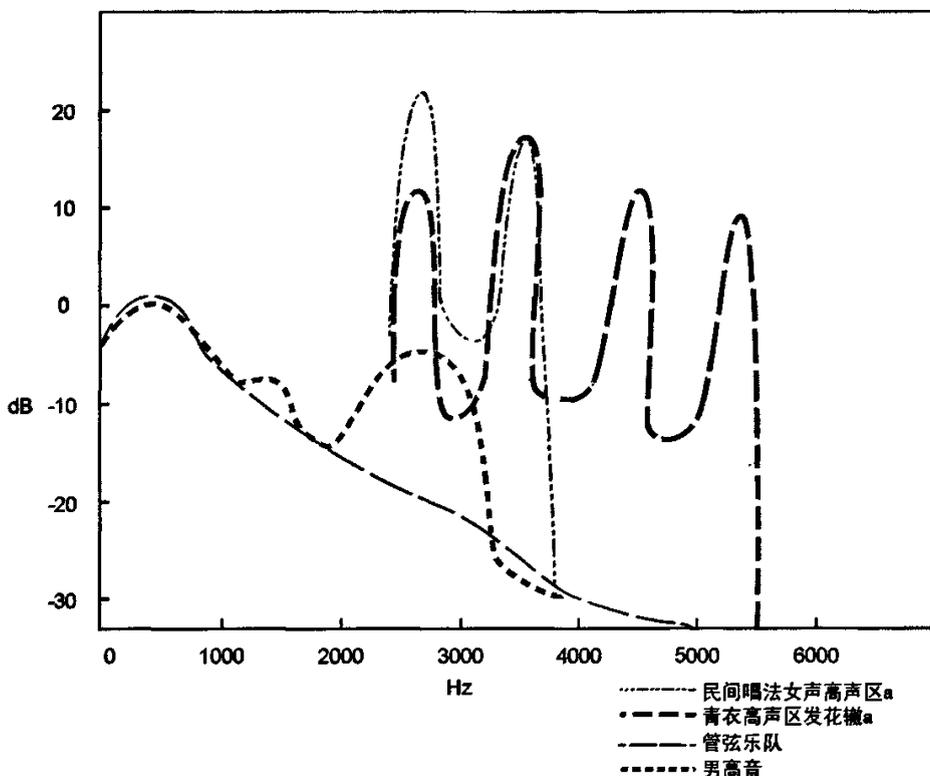


图 6-27 民间唱法女声高声区 a、青衣发花辙与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图



从上述两图可知民族唱法女声高声区 a 元音的演唱在 2600—2800Hz, 3200—3600Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2700Hz 和 3400Hz, 都有一定宽度和高度, 比较密集。在 4000—4500Hz 频域范围还出现 1 个明显的共振峰。

美声唱法在 2500—2800Hz, 3300—3700Hz 频域范围内出现 2 个明显的共振峰, 峰的位置约在 2800Hz 和 3600Hz, 比较密集。在 3700Hz 以后出现 1 个明显的共振峰, 其频域在 4200—4600Hz 之间。

民间唱法在 2400—2800Hz, 3300—3800Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰, 峰的位置约在 2600Hz 和 3500Hz, 峰有一定的宽度, 但比较低矮。

青衣在 2500—2900Hz, 3200—3700Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2700Hz 和 3600Hz, 有一定的峰高和峰宽。在 3700—6000Hz 频带出现 2 个共振峰, 频域范围在 4000—4100Hz, 4500—4600 Hz, 具有一定的宽度和高度。

由此可知, 民族唱法和美声唱法均在 2500—3500Hz 频域范围形成 2 个歌手共振峰, 峰有一定的宽度和高度, 其峰宽在 200—400Hz 之间, 峰比较密集, 在 4000—4600Hz 之间有 1

个共振峰出现。

民间唱法和青衣虽然在 2500—3500 Hz 频域范围也有 2 个歌手共振峰，虽然峰有一定的宽度和密度，其中宽度在 400—500Hz，但峰的高度明显不够。在 4000—6000 Hz 频域范围内青衣出现 2 个共振峰，峰与峰之间的距离拉得比较开，间距清晰。

由此可以看出民族唱法和美声唱法在歌手共振峰的数量、宽度、高度和频域位置上比较接近，而民间唱法和青衣与美声唱法女声频谱相比，特别是在高频范围内，表现出较大的差异。

3、高声区 i

图 6-28 民族唱法、美声唱法女声高声区 i 与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图

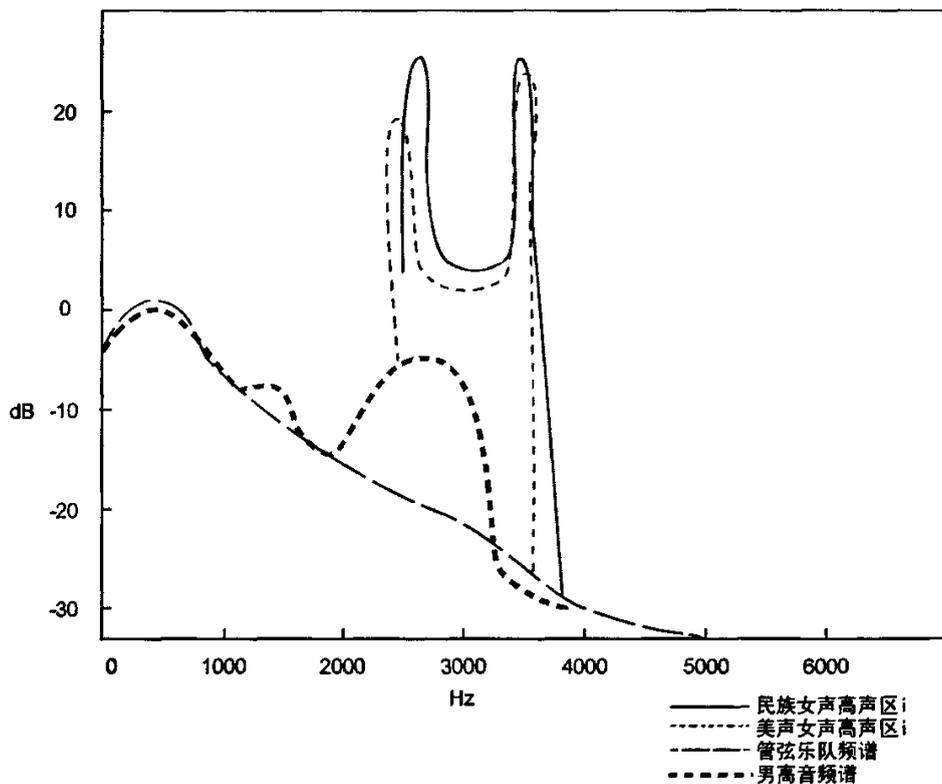
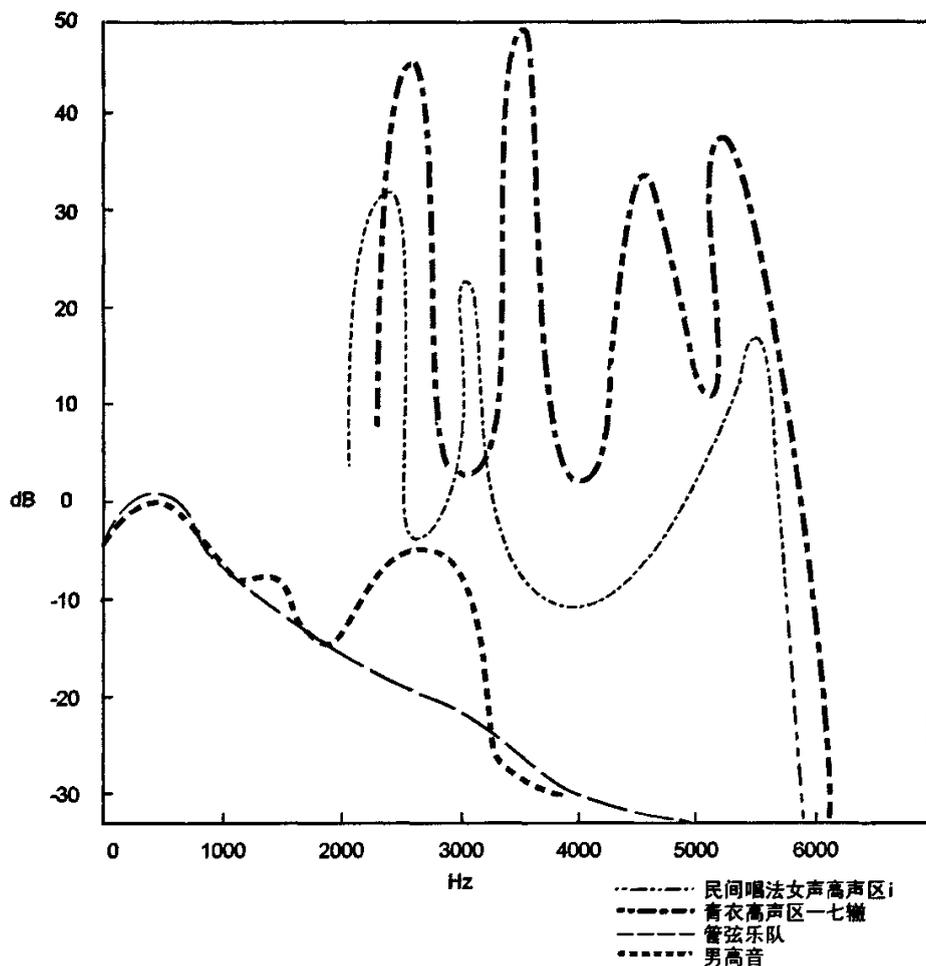


图 6-29 民间唱法女声高声区 i、青衣发花辙与管弦乐队、男声歌手共振峰比较图



由上述两图可知民族唱法高声区 i 在 2500—2800Hz, 3300—3700Hz 频域范围内出现两个明显的歌手共振峰, 峰有一定的宽度, 但是峰的高度比较低矮, 比较稀疏。在 4200—4500Hz 频域范围还出现 1 个不太明显的共振峰。

美声唱法女声在 2500—2700Hz, 3300—3600Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2600Hz 和 3400Hz, 其中 3300—3700Hz 频域的歌手共振峰有一定宽度和高度, 比较密集。该发声频谱的一个显著特征是在两个歌手共振峰频域之后没有共振峰出现,

民间唱法在 2300—2600Hz 和 3000—3300Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰, 峰的位置约在 2400Hz 和 3200Hz, 峰有一定的宽度, 但比较低矮。其后的频带出现 1 个共振峰, 频域范

围在 5400—5700Hz。

青衣在 2600—2800Hz, 3400—3550Hz 位置处出现 2 个明显的歌手共振峰, 峰的位置约在 2800Hz 和 3500Hz, 峰的高度突出, 但峰非常狭窄, 其后的频带出现 10 个共振峰, 其中 4000—4100Hz, 4500—4600 频域范围内的共振峰具有一定的宽度和高度。

由此可知, 民族唱法和美声唱法均在 2500—3800Hz 频域范围形成 2 个歌手共振峰, 峰有一定的宽度和高度, 其峰宽在 200—400Hz 之间, 峰比较密集, 在 4200—4600Hz 之间只有民族唱法 1 个共振峰出现, 美声没有共振峰出现。

民间唱法和青衣虽然在 2300—3600 Hz 频域范围也有 2 个歌手共振峰, 但是峰的宽度非常狭窄, 在 150—300Hz 之间, 有一定的密度, 但峰的高度明显不够。在 3600—6000Hz 频域范围内, 民间唱法有 1 个共振峰, 而青衣有 4 个共振峰出现, 峰与峰之间的距离比较开, 间距清晰。

由此可以看出民族唱法和美声唱法在歌手共振峰的数量、宽度、高度和频域位置上比较接近, 而民间唱法和青衣与美声唱法女声频谱相比, 则表现出较大的差异。

从上述四种声源中声区 a、高声区 a 和高声区 i 的共振峰比较图可以看出, 民族和美声的频谱图在歌手共振峰的形态上, 如峰宽、峰域和频域上存在众多相似之处, 比较接近, 而民间和青衣与美声唱法歌手共振峰形态相比较, 表现出较大的差异。由此从音乐声学的角度证明目前音乐界、声乐教育界对于民族声乐演唱与教学中的“千人一面”现象是客观存在的。

但值得指出的是, “歌手共振峰”只是作为评价声音音色的一个参量, 而且这个参量是建立美声歌唱范畴体系范围内的。它最早也是在美声歌剧唱法的发声频谱中被发现, 美声唱法和民族唱法分属于不同的发声体系, 背后均有不同的文化传统和人文环境。所以我们不能把“歌手共振峰”的存在与否作为评判歌声“好”与“坏”的标准。如在有的民间唱法频谱中, 没有出现明显的歌手共振峰, 这只能说明民间唱法发声和共鸣腔体运用的情况, 并不能由此判断其歌声的好与不好, 美或不美。所以王士谦指出“判断音色的标准是个多因素的复杂问题, 在对不同唱法的歌手共振峰进行比较时, 如果把其过于简单化, 并以比较各种唱法发声的歌手共振峰的强弱来作为判断音质的标准, 那就可能导致独尊一种强声唱法, 否定其他多种艺术嗓音的音质价值, 从而会给声乐训练和保健的实践带以错误的理论指导, 影响中国和世界上的多元歌唱发声和声乐艺术的健康发展。”^①

^① 王士谦. 嗓音机制和歌手的共振峰——兼答 Sundberg [J]. 音乐艺术, 1993 (1): P 71.

第二节 实验结果的进一步分析

一、民族唱法音色明亮的原因分析

在音乐声学上,音色与谐音列、音的起始状态有关,一般规律为谐音越多,声音越丰满、圆润;高频谐音越多,听起来越明亮,反之音色则暗淡。从发声的基本原理而言,歌唱都是由气息激励声带,使声带振动而发声,发出的声源通过各共鸣腔体得到调节和扩大,再经过语音器官的调节,发出响亮、优美的声音。在发声过程中,由于存在真假声比例、共鸣部位和比例以及语言基础的不同,再加之不同国家的审美标准、欣赏习惯、民族风格和地方特点的不同,形成不同的唱法、风格和流派。

民族唱法的发声以真声为主,共鸣以局部共鸣(口腔共鸣)为主,建立在汉语语音的基础上。汉语元音存在舌位偏高、开口度较小、高元音多、低元音单纯的特点,使得汉语元音发声声道较短,声道截面积较小。由于受到上述因素的影响,使得共鸣管道中的空气柱较短、较细,发出的泛音相对少,因而发出的声音音色明亮。

美声唱法的发声以真假声混合为主,共鸣以混合共鸣为主(头腔共鸣、口腔共鸣、鼻腔共鸣)为主,建立在意大利语语音的基础上,而意大利语音具有舌位偏低、开口度较大和低元音、后元音分布密集的特点。由于受到上述因素的影响,使得共鸣管道中的空气柱较长、较粗,发出的声音泛音较多,因而发出的声音音色较民族唱法暗淡。

二、民族唱法与美声唱法音色趋同性原因分析

从上述四种声源样本的频谱图、数据图和共振峰形态比较图可以看出,民族唱法女声与美声唱法女高音歌手共振峰在峰宽、峰高、频域上存在趋同性,主观听觉上感觉二者声音音色相似。通过本文第三章“人声乐器对歌唱音色的影响”和第四章“语音对歌唱音色的影响”的相关论述,已知人声乐器振动体声带的长短、厚薄和宽窄各不相同,民族唱法和美声唱法在真假声比例和共鸣的部位、比例上,以及各自唱法建立的语音基础也各不相同,因而产生不同的声音,再加上不同国家、不同地域和不同民族对歌唱审美观念的不同,形成不同的唱法、学派。但为什们会出现民族唱法与美声唱法音色趋同的现象?形成这种趋同的真正原因是什么呢?

从本文第一章民族唱法(狭义)的相关界定中,已知民族唱法是在民族传统唱法的基础上借鉴了美声唱法的一种唱法。这种唱法是在经历了20世纪五六十年代“土洋之争”而走向“土洋融合”的一种结果。当时对于民族唱法和美声唱法,有两种意见:一种强调民间唱法表现民族情感和语言的特殊优越性,批评美声唱法是口里含橄榄,吐字不清晰;另一种是强调美声唱法在科学方法上的科学性和教学上的系统性,批评民间唱法不科学,容易唱坏嗓子。这两种意见各不相让,各持一词。后来随着讨论的深入发展,一种比较公允、客观的意见逐渐明晰,认

为这两种唱法各有所长，又各有不足，唯有长期并存，互相学习，互相促进，才能使两种唱法得到提高和发展。

客观的说，借鉴了美声唱法的民族唱法在声音的音量和音域方面，都得到了增强和扩大，使得声音的表现力得到显著提高，这一点，通过民族唱法声音频谱也可以得到验证。基于本文从音乐声学角度来研究民族唱法音色，是将人的嗓音器官视为一件乐器。人们在实践中，总是对乐器进行不断的改良，改良的方向不外乎朝两个方向发展：“其一，在音响性能上追求更宽广的音域和更丰富音色、音量变化。其二，在操作性能上追求更合理、更方便的演奏方式。”^①人声乐器也是如此，在声乐的发展历史上，所谓“关闭唱法”、“面罩唱法”等诸多唱法都是对人声乐器的一种改良，其目的在于使其音量增大、音域宽广、音色丰富，从而不断增强和丰富歌唱的表现力。从这个角度出发，民族唱法对美声唱法的借鉴，可以视为对民族歌唱乐器的一种改良。

但并不是对乐器的所有改良都是合理、正确的，有时候改得不好，反而会失去原有乐器的特色。所以，有专家将评价乐器改良工作得与失的标准，归结为“音为本，乐为魂”六个字。“‘音’是指乐器的声音属性，‘乐’则指乐器在音乐表现力方面的性能，也就是展示音乐风格的可能性。”^②在二者之间，“音”与“乐”是相互关联，缺一不可，但比较而言，“乐”，音乐的风格是衡量乐器整体音乐价值的最终标准。

用上述标准来判断，可以看出民族歌唱乐器的改良在“音”，乐器的声音属性方面得到了很大改进，具体表现在民族唱法歌唱者的音量、音域上得到了加强和扩大。而对于“乐”，音乐表现力方面，音乐界、声乐界持有不同的看法。如关于民族声乐界“千人一面”的讨论，认为民族唱法在借鉴美声唱法以后，在声音风格上有单一、雷同的趋向。

美声唱法在漫长的历史发展过程中，形成了一套较为完整的演唱、教学体系和方法，并涌现出许多代表作品和歌唱家。而中国的民族唱法，由于受到传统“德成而上，艺成而下”的思想影响，虽然拥有丰富的唱论，在歌唱发声、呼吸、共鸣和咬字吐字上总结出“气沉丹田”“字正腔圆”等宝贵歌唱经验，但并没有形成象美声唱法那样一套完整的歌唱教学体系，常常被人误解为“不科学”。的确，美声唱法在发声、共鸣上有一套规律，值得我们好好的学习，但如果把这种“科学”的方法，认为是一切唱法歌唱发声的基础，是超越民族、超越语言而放之四海皆准的声音，就有失偏颇。

赵元任先生早就指出，“要比较中西音乐的异同，得要辨清楚哪一部分是不同之不同，哪一部分是不及的不同”。^③这种比较同样体现在民族唱法与美声唱法的比较上，但在我们目前的民族声乐演唱和教学中，并没有清楚地看到民族唱法与美声唱法“不同之不同”，而把目光和视线

^①韩宝强. 音的历程——现代音声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003: P 142.

^②中国科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. (试用本). 北京: 商务印书馆, 1978: P 322.

^③赵元任. 赵元任音乐论文集[M]. 中国文联出版公司出版社, 1994: P 114.

紧紧盯在“不及之不同”上，潜意识认为民族唱法不科学、不规范，需要用美声唱法的一套方法和体系来规范、提高民族唱法。

《现代汉语词典》对“科学”的定义是：“反映自然、社会、思维等客观规律的分科的知识体系。”^①指的是关于事物的本质属性及其规律性的知识，以及获得这些知识的方法。”^②在声乐演唱中，声乐科学指的是符合人体发声生理功能和物理音响规范的理论及技法。如声音的通畅、音域的宽广、音色纯净、语言清晰等，都可以视为声音科学。但是，声乐不仅仅是讲究科学，它还是一门艺术，是一门语言与音乐相结合的艺术，是人们为了表达思想感情而创造出来的一种艺术形式。所以不能光从科学规范去看待声乐，还要兼顾其艺术性。如林俊卿在《歌唱发音的科学基础》中明确指出，“对发音法的正确性，从科学与艺术不同的角度看，是可能会有不同的结论的。有关呼吸、发音、共鸣及咬字一切，是科学家们观察一般发音能力比较强，歌唱技巧比较高的歌唱家所得到的结论，所谓“正确”与“不正确”也是纯从科学角度论断的。这样的论断在艺术上有些流派可能是会不同意的，因为站在艺术与科学不同的角度上对声音的认识和要求，的确是有些不同。”^③对于这种不同该如何取舍呢？林俊卿指出：“对于声乐的运用应以符合风格为主。”如果划一地以科学的正确为标准，把发音效率最高，发音能力最大，而最符合嗓音卫生的发声方法认为是“最正确”、“最科学”的方法而鼓励所有的唱法都一律走向这“最正确”的道路，不同风格的歌声将逐渐统一成为同一类型，而艺术形象的多样化将逐渐趋于消灭。这样以科学的眼光看可能以为是一种收获，而以艺术的眼光看可就是一个莫大的损失。”^④

通过以上的论述，笔者认为要以一种辩证的思维看待民族唱法对美声唱法的借鉴。从二十世纪初新音乐运动以来，民族唱法都不同程度的受到了西方美声唱法歌唱技术、审美情趣、演出实践、传承方式和传播手段的影响，到了二十一世纪的今天，民族唱法的理论和实践都与美声唱法有着千丝万缕的联系。美声唱法的审美观念、发声方法对民族唱法演唱风格的潜移默化有着深刻的影响。从技术上而言，吸收了美声唱法发声特点的民族唱法无论从歌唱的音域、音量等方面都达到了很大的扩展和增强。但现在的问题是，民族唱法在这种声音技术表现力得到扩展的条件下，歌唱者的声音个性、独有音色的表现力在悄然流失。

纵观全文，从本文第三章“人声乐器声学构成与歌唱音色的关系”中的相关论述可以看出：

^①中国社科院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1980: P 631.

^②有专家指出: 国际学术界对于科学是什么还存在争议。科学也有狭义和广义的概念。广义的科学概念是英美学者的概念, 认为科学应当是具有高度逻辑严密性的实证知识体系, 它必须同时满足以下2个条件, 即具有尽可能严密的逻辑性, 并能够直接接收观察和实验的检验。照此理解, 只有自然科学才属于严格意义上的科学, 社会科学勉强可以算科学, 人文方面是不能被看成是科学的。狭义的科学概念由德国学者提出, 认为科学就是指一切体系化的知识, 照此理解, 人文科学也应当属于科学。从广义的科学概念出发, 可以把人文科学纳入科学的体系之中, 有助于对科学的内涵作完整的理解和认识, 也有助于对人类知识体系作统一的、简明的科学划分。因此, 科学可以分为三大类型: 自然科学、社会科学、人文科学。参见王耀华, 乔建中. 音乐学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: P 1.

^③林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海音乐出版社, 1962: P 192.

^④林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海音乐出版社, 1962: P 193.

人声乐器由于其特殊性的原因，每个人声带的结构如长短、宽窄、厚薄都是不尽相同的，即使是同一声带的发声，由于不同的发声机制（重机理和轻机理），都会使歌唱音色产生各种不同的变化；人声乐器的共鸣体由于共鸣部位和共鸣比例的不同，也会使歌唱音色产生丰富的变化。再从本文第一章“相关主题词的阐释与界定”关于民族唱法广义和狭义界定可以看出，广义的民族唱法是指包含传统风格下的戏曲音乐、说唱音乐、民间音乐的各剧种、各曲种、各族各地民歌等唱法和新音乐风格下的民族唱法、新歌剧唱法。狭义的民族唱法是指20世纪以来，随着新音乐运动在中国的兴起而产生的，在民族传统唱法基础上、吸收欧洲美声唱法中的科学成分，具有现代汉族特色，用汉语演唱的一种专业化的演唱方法。

从广义的民族唱法概念出发，可以看出民族唱法的音色不止一种。在我国广义的民族唱法中，存在着四种基本声型：“以本嗓为主的艺术真声型、以假嗓为主的艺术假声型、真假声相随的混合声型以及真假声相接声型等四种基本声型。”^①

其一为艺术真声型：是以真声为主要发音的声音类型。俗称为“真嗓”或“大本嗓”、“大本腔”在民间唱法中称为“真嗓子”。这种声型在中国传统戏曲、说唱和民歌中占有相当数量。近年来兴起的原生态唱法也多用此声型。

其二为艺术假声型：是脱离了自然说话的本嗓，以假声为主要引发的声音类型。俗称为“小嗓”、“背功音”、“二本腔”、“假嗓子”。京戏、昆曲、粤剧中的旦角，曲艺中的山东琴书、河南坠子等，多属此种声型。

其三为真假声相混合的混合声型：在戏曲、民歌中亦称“二担水”、“两河水”、“混声”、假半音。这种声音统一连贯，无明显的换声区或换声点，许多演唱者对这种声音效果称为：“真中有假，假中有真，真假难分”；具有明亮、清脆、流畅、华彩、甜美的特点。此种声型在整个民族声乐艺术中占有相当重要的地位。

其四为真假声相接型：此种声型是由艺术真声和艺术假声两种不同的方法相衔接而成。在一定声区范围内，是声带整体振动和边缘振动产物。演唱的声音为真声、假声、真声、假声，这种听起来犹如两截子、真假声打架的声音听起来具有浓郁的地方特色。湖南湘西的苗歌、土家族的“打唢嘴”，云南的“海菜腔”都属于此种声型。

从以上的声型分类中，可以看出民族唱法的声音类型是多种多样，音色也是丰富多采的。而目前民族歌坛出现的“千人一面”的现象，笔者认为原因是在我国的民族声乐演唱与教学实践中，对人声乐器的歌唱发声原理研究有待进一步深入，对“民族唱法”这个概念的广义和狭义有待进一步理解。人们常以为民族唱法只有狭义的一种，即借鉴美声唱法的混合发声、混合共鸣的民族唱法，并将之视为唯一的、正确的发声方法，而实际上中国民族唱法音色是多种多

^①中国大百科全书出版社编辑部. 中国大百科全书·音乐舞蹈[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1989: P 580—581.

样，且丰富多彩的。

中国民族唱法之所以存在的价值和意义，是因为它是世界上诸多唱法的一员，具有独特的中华传统文化品格和独特的审美标准，就音色而言，它有着丰富表现色彩，而这些特点，正是民族唱法区别美声唱法的一个重要特质。如果在我国的民族声乐演唱与教学中，能够从概念上明确民族唱法的广义和狭义之分，对于增加民族唱法音色的丰富表现力是大有裨益的，歌唱者的音色很可能就不是“千人一面”，而是“千人千面”，甚至是“一人千面”了。

本章小结

本章在第五章实验的基础上,严格遵循可比性原则,利用《通用编钟分析测量系统》,通过民族唱法、民间唱法、京剧青衣和美声唱法女声在相同音高、相同音量、相同元音和相同声区的频谱比较,得出上述四种声源的频谱特征。

民间唱法歌手共振峰的形态表现为共振峰比较窄,比较低,泛音数量较少,基频不突出,频域位置较靠后,谐波的间距比较清晰。说明该唱法歌手发声以真声为主,共鸣以口腔共鸣为主,而且口腔前部用力较大所造成,所以虽然比较明亮,但比较单薄、干涩。

民族唱法女声一般在 2500—3000 Hz, 3000—4000 Hz 频域范围内一般都出现 2 个歌手共振峰,峰的形态都比较宽、有一定的峰高、基频能量常大于泛音,泛音数量较多(5—9 个)。表明民族唱法借鉴了美声唱法的歌唱方法,在发声上不仅仅以真声为主,而是真假声结合,在共鸣上不仅仅以局部共鸣为主(口腔共鸣),而是混合共鸣为主(口腔共鸣、鼻腔共鸣、头腔共鸣)。但民族唱法与美声唱法的频谱只是相似,并不是完全雷同,如在 3600—4600 Hz 频域范围还有大量谐波出现,表明民族唱法本身歌唱发声的特点。因为歌唱是音乐与语言相结合的艺术,民族唱法歌唱者虽然借鉴了美声唱法的发声方法,但由于受汉语语音的影响,同样的元音,在发声位置(舌位)与美声唱法存在差异,所以民族唱法的频谱上常有高频谐波出现。

京剧唱法中青衣存在歌手共振峰,而且有一定的峰高、但峰普遍比较狭窄、基音比第 1 泛音强、泛音数量较多,一般为 8—10 个,峰与峰之间的距离比较宽,间距比较清晰,频域位置普遍靠后,常常有高频谐波出现。形成这种现象的原因是因为青衣的发声以假声为主,共鸣以头腔共鸣为主,所以音色听起来比较明亮、秀丽。

美声唱法女高音常在 2700—3000 Hz、3000—3500 Hz 频域范围内出现 2 个歌手共振峰。共振峰比较宽,有融合在一起的趋势,基频谐波大于泛音,泛音数量较多,常常为 6—10 个。歌手共振峰常出现在 2200—3500 Hz 的范围之间,3500 Hz 以后少有谐波出现,没有出现民族唱法和青衣中的“民嗓高频谐波带”,这些都表明美声唱法的发声和共鸣都是建立在混合的基础上,音色相对与前三种唱法而言比较柔和、浑厚。

由上述四种声源的频谱得出民族唱法(狭义)和美声唱法在歌手共振峰的形态,如峰的宽度、高度、密度;频域位置、频域范围和泛音数量上存在诸多相似,得出对于民族唱法音色与美声唱法趋同的结论。针对这种现象,笔者认为应辩证地看待,民族唱法对于美声的吸收与借鉴,在音量的增强、音域的扩大方面确有其合理之处,极大的丰富了民族声乐的表现力。但本着乐器改良“音为本,乐为魂”的原则,对美声唱法的借鉴和吸收在注意科学性的同时应注意保持民族歌唱艺术独有的艺术性。

结 语

以往对于民族唱法的研究，多从歌唱发声和艺术表现等角度论述。而本文选择从音乐的基础学科——音乐声乐作为研究视角切入，通过音色→乐器音色→噪音音色→唱法音色这样一个由一般到特殊的形式逻辑进行论述。因为民族唱法作为音乐艺术的一个门类，最终是建立在声音的基础之上。所以本文在绪论中对国内外相关研究成果，进行了历史与现状的细致梳理。然后对主题词民族唱法、音色、歌手共振峰进行相关的阐释和界定。广义的民族唱法指的是包含传统风格下的戏曲音乐、说唱音乐、民间音乐的各剧种、各曲种、各族各地民歌等唱法和新音乐风格下的民族唱法。狭义的民族唱法指的是20世纪以来，随着新音乐运动在中国的兴起而产生的，在民族传统唱法基础上、吸收欧洲美声唱法中的科学成分，具有现代汉族特色，用汉语演唱的一种专业化的演唱方法。更狭义的解释，是指我国音乐艺术院校中民族声学教学实践中所常用的一种歌唱方法。

音色的变化与谐音列结构和起始状态密切相关，人歌唱时发出的声音，主要与谐音列结构有关。一般的规律为泛音越多，声音越丰满、圆润；高频谐音越多、能量越强，音色听起来越明亮。

歌手共振峰作为研究歌唱音色的一个重要参量，是指出现在2500-3500Hz频域范围的一种共振波峰，歌唱家由于具有歌手共振峰，可以增强歌唱者噪音的明亮度和穿透力，使得歌声可以穿透大乐队，突出在乐队之上，而不被乐队伴奏或其它音响所淹没。

文章从音乐声学中的乐器声学构成角度出发，认为从音乐声学的乐器构成而言，人的噪音器官具有发音所需要的声学系统，可以将人的噪音器官视为一件乐器，但与一般乐器相比，人声乐器具有生理性、表意性、不可视性、不可再生性和高度调节性等特点，具有一般乐器所不具备的特殊性。

从乐器声学构成得出人声乐器对于歌唱音色的影响分别为：振动体声带的长度越短，张力越大，弦线密度（声带厚度）越薄，基频越高，发出的声音越高，不同的人，因其声带条件在长短、宽窄、厚薄上存在不同，发出的声音高度和音色有所不同。激励体由于呼吸方式和力度的不同，会形成不同的音色。胸式呼吸、腹式呼吸和胸腹式联合呼吸由于吸气部位的不同，发出声音的泛音数量不同，形成不同的音色。共鸣体由于共鸣部位和共鸣比例的不同而使音色有所不同，头腔共鸣使音色富于金属般色彩；口腔共鸣使音色明亮清晰；胸腔共鸣使音色浑厚有力。混合声区共鸣使得声音圆润，丰满，局部共鸣由于泛音少，而声音单薄。

就唱法而言，不论是民族唱法还是美声唱法，都要求较深部位的呼吸，但在振动体声带和共鸣体的运用上有所不同，具体体现在真假声比例和共鸣部位、比例上，民族唱法在真假声的运用比例上以真声为主，在共鸣上以局部共鸣为主；美声唱法在真假声运用比例上以真假声混

合为主，在共鸣上以混合共鸣为主，正是因为这两种因素的不同比例，产生不同的声音组合，而使得声音在泛音数量上不同，而形成民族唱法音色明亮，美声唱法音色柔和的特征。

声乐艺术作为一门音乐和语言相结合的艺术，语言是歌唱的基础，因此语言在声乐中占有主导地位。由于语言的不同，形成了不同唱法、不同声乐流派和不同的声乐体系。我国的民族唱法建立在汉语的发音基础上，意大利美声唱法建立在意大利语的发音基础上。通过汉语与意大利语元音和辅音的比较，总结归纳出汉语元音具有舌位偏高、开口度较小、高元音多、低元音单纯的特点，使得汉语元音发声声道较短，声道截面积较小。由此形成汉语元音腔体“浅声道”特征，继而影响到民族唱法的发声，形成音色明亮的特征。而意大利语的元音具有舌位偏低、开口度较大、低元音、后元音分布密集的特点。使得意大利语元音发声声道较长，加之意大利语单元音占优势，无央元音和元音弱化的现象，继而影响到意大利美声唱法的发声，形成该唱法音色柔和的特征。由此说明语言是影响唱法音色和形成不同唱法音色的重要原因。

在严格遵循可比性原则的基础上，利用《通用编钟分析测量系统》，通过民族唱法、民间唱法、京剧青衣和美声唱法女声在相同音高、相同音量、相同元音和相同声区的频谱比较，得出上述四种声源的声音频谱特征。它们分别为：

民间唱法歌手共振峰的形态表现为共振峰比较窄，比较低，泛音数量较少，基频不突出，频域位置较靠后，谐波的间距比较清晰。说明该唱法歌手发声以真声为主，共鸣以口腔共鸣为主，而且口腔前部用力较大所造成，所以虽然比较明亮，但比较单薄、干涩。

民族唱法在 2500—3000 Hz、3000—4000 Hz 频域范围内一般都出现 2 个歌手共振峰，峰的形态都比较宽、有一定的峰高、基频能量常大于泛音，泛音数量较多（5—9 个）。表明民族唱法借鉴了美声唱法的歌唱方法，在发声上不仅仅以真声为主，而是真假声结合，在共鸣上不仅仅以局部共鸣为主（口腔共鸣），而是混合共鸣为主（口腔共鸣、鼻腔共鸣、头腔共鸣）。但民族唱法与美声唱法的频谱只是相似，并不是完全雷同，如在 3600—4600 Hz 频域范围还有大量谐波出现，表明民族唱法本身歌唱发声的特点。因为歌唱是音乐与语言相结合的艺术，民族唱法歌唱者虽然借鉴了美声唱法的发声方法，但由于受汉语语音的影响，同样的元音，在发声位置（舌位）与美声唱法存在差异，所以民族唱法的频谱上常有高频谐波出现。

京剧唱法中青衣存在歌手共振峰，而且有一定的峰高、但峰普遍比较狭窄、基音比第 1 泛音强、泛音数量较多，一般为 8—10 个，峰与峰之间的距离比较宽，间距比较清晰，频域位置普遍靠后，常常有高频谐波出现。形成这种现象的原因是因为青衣的发声以假声为主，共鸣以头腔共鸣为主，所以音色听起来比较明亮、秀丽。

美声唱法女高音常在 2700—3000 Hz、3000—3500 Hz 频域范围内出现 2 个明显的歌手共振峰。共振峰比较宽，有融合在一起的趋势，基频谐波大于泛音，泛音数量较多，常常为 6—10 个。歌手共振峰常出现在 2200—3500 Hz 的范围之间，3500 Hz 以后少有谐波出现，没有出现民族唱法和青衣中的“民噪高频谐波带”，这些都表明美声唱法的发声和共鸣都是建立在混合的

基础上,音色相对与前三种唱法而言比较柔和、浑厚。

从上述四种声源的频谱图、数据图和共振峰形态图的比较,认为民族唱法(狭义)和美声唱法在歌手共振峰的形态,如峰的宽度、高度、密度;频域位置、频域范围和泛音数量上存在诸多相似,得出对于民族唱法音色与美声唱法趋同的结论。针对这种现象,笔者认为应辩证地看待,民族唱法对于美声的吸收与借鉴,在音量的增强、音域的扩大方面确有其合理之处,极大的丰富了民族声乐的表现力。但本着乐器改良“音为本,乐为魂”的原则,对民族歌唱乐器对美声唱法的借鉴和吸收的同时应注意保持民族歌唱艺术独有的艺术风格。

本文在前人的研究基础上,从音乐声学角度对民族唱法音色进行阐释,具有极强的现实理论意义和实践意义。理论意义方面:音乐声学作为一门底层基础学科,可以渗透到音乐的诸多分支,而歌唱作为音乐表演艺术的一个重要门类,同样与音乐声学有着密切的关系。运用音乐声学中的测量方法对民族唱法音色进行量化研究,做出定性分析,使研究结论数字化、形象化、科学化,从而为中国民族唱法的发展起了科学支持作用,也为民族声乐艺术提供了重要的理论参照。

实践意义方面:运用音乐声学的测量方法,采用“歌手共振峰”参量对民族唱法的声音进行测量与分析,化抽象的声音为直观的图形,可以使民族唱法教学从传统的口——耳相传模式逐渐转变为口——眼——耳相结合的教学模式,为民族声乐教学提供有效、确凿的实证依据,更有效帮助歌唱者更好的掌握和理解声乐发声方法,提高民族唱法水平。

由于时间、本人的学术水平和客观研究条件所限,文章中尚存有待进一步解决的问题。

(一)在更多的层面上和层次上考虑实验的设计。

其一为已有的“歌手共振峰”概念源自美声唱法,是建立在美声歌唱体系的范畴中,今后需进一步拓展研究的范围,对其定义进行适当的修改和补充,使之适用于美声唱法以外的各种发声体系。

其二为本文只是对狭义民族唱法声源进行了采集和分析,今后将在概念上进一步明晰广义民族唱法和狭义民族唱法,拓展声源对象的采集范围,增加除汉族以外的声源,如蒙古族的呼麦、长调,青海的花儿,湖南的高腔唱法、苗歌等诸多丰富的广义民族唱法声源。

其三为本文所选用的声源为女声高音声部,在今后的研究中,将进一步拓展声源种类。在声源性上,加入男声;在声部上,不仅仅是高音声部,将逐渐加入中声部。

(二)加强与相关部门合作。

今后笔者将拓展与加强相关的科学和艺术领域的部门如嗓音医学、音乐声学和民族声乐教育界的密切合作,深入探究民族唱法高频谐波存在的原因,更好的找出民族唱法和美声唱法在频谱和声学上的对应关系。

参 考 文 献

(以作者姓名拼音为序)

专著类

- [1] [美]理查德·奥尔德森著,李维渤译.嗓音训练手册[M].北京:中央音乐出版社,2006.
- [2] [美]威廉·文纳著,李维渤译.歌唱——机理与技巧[M].西安:世界图书出版西安公司,2000.
- [3] [清]阮元.礼记正义·乐记[M].校刻.十三经注疏.北京:中华书局,1999.
- [4] [苏]N·K·那查连科,汪启璋译.歌唱艺术[M].北京:人民音乐出版社,2002.
- [5] [英]肯尼迪、布尔恩编,唐其竞等译.牛津简明音乐词典[M].北京:人民音乐出版社,1991.
- [6] [英]依弗·瓦伦著,郎毓秀译.歌唱学习手册[M].人民音乐出版社,1986.
- [7] [美]兰皮尔蒂等著,李维渤译.嗓音遗训——世界声乐史上历代大师教学经验荟萃[M].上海:上海音乐出版社,2005.
- [8] Aelman. The Science of vocal edagogy[M]. Indiana University ress, 1967.
- [9] Helmholtz . On the Sensation of tone, as a hysiological Basis for the Theory of Music[M]. 4th ed. Tran. by A. J. Ellis, New YorK, 1954.
- [10] Thomas D·Rossing. The secience of sound[M]. Addison—Wesley ublishing Comany, 1982
- [11] 陈铭道. 音乐学——历史、文献与写作[M]. 北京: 人民音乐出版社, 2004.
- [12] 陈言放, 詹士华. 意法德英歌唱语音指南[[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2005.
- [13] 陈幼韩. 戏曲表演美学探索[M]. 北京: 中国戏剧出版社, 1985.
- [14] 辞海编辑委员会. 辞海 [M]. (缩印本). 上海: 上海辞书出版社, 1980.
- [15] 戴念祖. 中国声学史[M]. 石家庄: 河北教育出版社, 1994.
- [16] 冯葆富, 齐忠政, 刘运墀. 歌唱医学基础[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.
- [17] 傅惜华. 古典戏曲声乐论著丛编[M]. 北京: 音乐出版社, 1957.
- [18] 龚镇雄. 音乐声学——音响·乐器·计算机音乐·MIDI 音乐厅声学原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1995.
- [19] 管谨义. 中国古代歌曲概论[M]. 北京: 百花文学出版社, 1988.
- [20] 管林. 论声乐训练[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1980.
- [21] 管林. 声乐艺术的民族风格[M]. 北京: 文化艺术出版社, 1984.

- [22]郭乃安. 音乐学, 请把目光投向人[M]. 济南: 山东文艺出版社, 1998.
- [23]韩斌. 20世纪歌唱大师[M]. 上海: 上海音乐出版社, 2003.
- [24]韩宝强. 音的历程—现代音乐声学导论[M]. 北京: 中国文联出版社, 2003.
- [25]韩宝强. 音乐理论, 请注明你的有效性[M]. 上海: 上海音乐出版社, 2004.
- [26]韩勋国. 歌唱教程[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999.
- [27]汉斯·希克曼等著, 王昭仁、金经言译. 上古时代的音乐中古印度的音乐文化[M]. 北京: 文化艺术出版社, 1989.
- [28]何为、王琴. 简明戏曲音乐词典[M]. 北京: 中国戏剧出版社, 1990.
- [29]何为. 戏曲音乐研究[M]. 北京: 中国戏曲出版社, 1985.
- [30]华乐出版社编辑部. 怎样提高声乐演唱水平(2)[M]. 北京: 华乐出版社, 2003.
- [31]黄俊兰. 郭兰英的歌唱艺术[M]. 北京: 人民音乐出版社, 2000.
- [32]黄翔鹏. 传统是一条河[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1990.
- [33]姜家祥. 民族唱法探索[M]., 北京: 人民音乐出版社, 1982.
- [34]焦克选编, 苏移校订. 艺术嗓音的训练与保健[M]. 北京: 北京出版社, 1986.
- [35]居其宏. 二十世纪中国音乐[M]., 青岛: 青岛出版社, 1992.
- [36]居其宏. 歌剧美学论纲[M]. 合肥: 安徽文艺出版社, 2003.
- [37]居其宏. 新中国音乐史[M]. 1949—2000, 长沙: 湖南美术出版社, 2002.
- [38]李凌. 歌唱艺术漫谈[M]. 上海: 上海文艺出版社, 1982.
- [39]李晋玮, 李晋瑗. 沈湘声乐教学艺术[M]. 北京: 华乐出版社, 2003.
- [40]李晋玮, 李晋瑗. 沈湘声乐教学艺术[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1998.
- [41]李维渤. 西洋声乐发展概略[M]. 西安: 世界图书出版西安公司, 1999.
- [42]李重光. 音乐理论基础[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1962.
- [43]梁广程, 王嘉实. 声——音响心理与奥秘[M]. 北京: 农村读物出版社, 1993.
- [44]梁广程. 乐声的奥秘 [M]. 北京: 人民音乐出版社, 1986.
- [45]林焘, 王理嘉. 语音学教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [46]林俊卿. 歌唱发音的科学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1962.
- [47]卢齐厄·马南. 歌唱艺术手册[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1981.
- [48]罗安源. 发音语音学[M]. 北京: 中央民族大学出版社, 2005.
- [49]罗常培, 王均. 普通语言学纲要[M]. (修订本) 商务印书馆, 2002.
- [50]马大猷. 声学名词术语[M]. 北京: 海洋出版社, 1984.
- [51]缪天瑞. 音乐百科辞典[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1998.
- [52]潘乃宪. 声乐实用指导[M]. (修订版) 上海: 上海音乐出版社, 1994.
- [53]潘乃宪. 声乐实用指导[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1994.

- [54]潘乃宪. 声乐探索之路[M]. 上海: 上海音乐出版社, 2003.
- [55]尚家骧. 欧洲声乐发展史[M]. 北京: 华乐出版社, 2003.
- [56]沈萼梅. 意大利语入门[M]. 北京: 外语教学与研究出版社, 1986.
- [57]施咏康. 管弦乐队乐器法[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1987.
- [58]石惟正. 声乐学基础[M]. 北京: 人民音乐出版社, 2002.
- [59]汤雪耕. 怎样练习歌唱[M]. (修订本) 北京: 人民音乐出版社, 1984.
- [60]唐林. 音乐物理学导论[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1991.
- [61]王宝璋. 咽音技法与艺术歌唱[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1988.
- [62]王福增. 声乐教学笔记[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1986.
- [63]王理嘉. 二十世纪现代汉语语音论著索引和指要[M]. 北京: 商务印书馆, 2003.
- [64]王沛论. 音乐词典[M]. (全一册). 香港: 文艺书屋, 1977.
- [65]王耀华, 乔建中. 音乐学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [66]吴天球. 让你的歌声更美妙-歌唱的具体方法与训练[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1999.
- [67]吴宗济, 林茂灿. 实验语音学概要[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.
- [68]伍国栋. 民族音乐学概论[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1997.
- [69]伍国栋. 民族音乐学视野中的传统音乐[M]. 上海: 上海音乐出版社, 2002.
- [70]萧友梅音乐教育促进会. 声乐艺术与嗓音医学[M]. (内部资料) 北京: 2006.
- [71]许讲真. 歌唱与语言[M]. 上海: 上海文艺出版社, 1984.
- [72]许讲真. 歌唱语言艺术[M]. 大连: 大连出版社, 1992.
- [73]薛良. 歌唱的方法[M]. 北京: 中国文联出版公司, 1983.
- [74]薛良. 歌唱的艺术[M]. 北京: 中国文艺联合出版公司, 1982.
- [75]杨剑桥. 汉语音韵学讲义[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005.
- [76]杨荫浏. 语言音乐学初探[M]//语言与音乐. 北京: 人民音乐出版社, 1983
- [77]杨荫浏. 中国古代音乐史稿[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1981.
- [78]应尚能. 以字行腔[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1981.
- [79]于会泳. 腔词关系研究[M]. 上海音乐学院, 1963.
- [80]俞人豪. 音乐学概论[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1997.
- [81]俞子正, 田小宝, 张晓钟. 声乐教学论[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 2000.
- [82]喻宜萱. 声乐表演艺术文选(内部资料)[M]. 北京: 中央音乐学院, 1980.
- [83]喻宜萱. 喻宜萱声乐艺术[M]. 北京: 华乐出版社, 2004.
- [84]袁静芳. 中国传统音乐概论[M]. 上海: 上海音乐出版社, 2000.
- [85]袁支亮. 唱法漫谈[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1993.
- [86]约翰·桑德柏格著, 翁若梅译. 歌声的音响学[M]//音乐译丛(2). 北京: 人民音乐出版

- 社, 1979. 152—173.
- [87] 张晓农. 中国古代声乐艺术[M]. 北京: 中华书局, 2003.
- [88] 赵梅伯. 唱歌的艺术[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1997.
- [89] 赵梅伯. 唱歌的艺术[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1997.
- [90] 赵元任. 赵元任音乐论文集[M]. 北京: 中国文联出版公司, 1994.
- [91] 中国大百科全书出版社编辑部. 中国大百科全书·戏曲 曲艺[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1983.
- [92] 中国大百科全书出版社编辑部. 中国大百科全书·音乐舞蹈[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1989.
- [93] 中国科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. (试用本). 北京: 商务印书馆, 1973 .
- [94] 中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1978.
- [95] 中国艺术研究院音乐研究所. 民族音乐概论[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1964.
- [96] 中国艺术研究院音乐研究所. 音乐学文集[M]. 济南: 山东友谊出版社, 1994.
- [97] 中国艺术研究院音乐研究所. 中国音乐词典. 编辑部. 中国音乐词典[M]. 北京: 人民音乐出版社, 1985.
- [98] 中国音乐家协会. 音乐建设文集[M]. (上、中、下册). 北京: 音乐出版社, 1959.
- [99] 中国音乐学院声歌系. 全国民族声乐教学研讨会—论文集[C]. 北京: 2000.
- [100] 中央乐团外事办公室. 基诺·贝基讲学记录第二集(内部资料)[M]. 中央乐团外事办公室, 1984.
- [101] 中央音乐学院学报编辑部, 华乐出版社编辑部. 怎样提高声乐演唱水平(1)[M]. 北京: 华乐出版社, 2003.
- [102] 周青青, 郑祖襄, 梁茂春等. 音乐学的历史与现状[M]. 北京: 人民音乐出版社, 2003.
- [103] 周贻白. 戏曲演唱论著辑释[M]. 北京: 中国戏剧出版社, 1962
- [104] 朱川. 实验语音学基础[M]. 上海: 上海华东师范大学出版社, 1986.
- [105] 朱起东. 音乐声学基础[M]. 上海: 上海音乐出版社, 1988.
- [106] [美] 杰罗姆·汉涅斯著, 黄伯春译. 大歌唱家谈精湛的演唱技巧[M]. 北京: 中国青年出版社, 1996.

期刊论文类

- [1]包紫薇. 歌唱和音乐的声学问题——为全国高等音乐院校学生声乐比赛大会而作[J]. 音乐艺术, 1981(1).
- [2]包紫薇. 音质评价方法学的有关问题[C]//中国声学学会电声学科第一届学术交流会论文, 1986.
- [3]本社. “唱法问题”笔谈第一次总结[J]. 人民音乐, 1950, 1(4).
- [4]毕海燕. 从中国古典声乐论著看民族唱法的特点[J]. 中国音乐, 2002(1).
- [5]蔡远鸿. 对唱法问题的美学思考[J]. 美与时代, 2003(2).
- [6]陈四海. 试论我国古典声乐中的气、字、声[J]. 人民音乐, 1997(2).
- [7]陈应天. 从历史嬗变看我国古代歌唱的演进[J]. 交响, 1999(2).
- [8]程湘君. 浅谈才旦卓玛的歌唱艺术[J]. 人民音乐, 1981(7).
- [9]丁雅贤. 关于编订民族声乐润腔技术符号的意见[J]. 乐府新声, 1989(2).
- [10]冯葆富. 要重视声乐艺术与嗓音科学的有机结合[J]. 中央音乐学院学报, 1993(3).
- [11]冯光钰. 努力创立中国声乐学派[J]. 中国音乐, 1997(3).
- [12]傅翠屏. 论民族声乐风格的多样化[J]. 艺术交流, 2003(2).
- [13]傅显舟. 汉语唱法问题[J]. 中央音乐学院学报, 1989(4).
- [14]管谨义. 概论二十世纪的声乐艺术[J]. 星海音乐学院学报, 1990(3).
- [15]郭伶俐. 多媒体技术在声乐教学中的运用探索[J]. 中国音乐, 2005(2).
- [16]韩宝强, 项阳, 林秀娣. 中西歌唱发声体系声音形态的比较研究[J]. 文艺研究, 1996(2).
- [17]韩丽艳. 如何鉴定人声的乐器[J]. 中央音乐学院学报, 1999(4).
- [18]河南省文物研究所. 河南舞阳贾湖新石器时代遗址第二至六次发掘简报[J]. 文物, 1989(1).
- [19]胡晔. 民族唱法应走向多元化[J]. 音乐探索, 2003(2).
- [20]胡小满. 从民族学看民族唱法[J]. 河北师范大学学报, 1996(3).
- [21]黄平. 应用国产BF6型声频频谱分析记录仪分析艺术嗓音的体会[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文汇编. 北京: 1984.
- [22]黄强, 黄平, 王信纳. 声谱分析技术——声乐教学可视化的工具[J]. 中国音乐, 2004(4).
- [23]黄伯春. 我们对唱法问题的意见[J]. 人民音乐, 1950(4).
- [24]金明春. 方言的特征及演唱[J]. 中国音乐, 1989(3).
- [25]金天寿, 尚振源, 代余雄. 在声乐教学中应用声波图的探讨[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术研讨会论文汇编. 北京: 1984.
- [26]李泉. 中国声乐教育的回顾与展望——是技术还是文化[J]. 中国音乐, 1999(3).

- [27]李万进. 清新质朴唱声——云南彝族歌手白秀珍的演唱艺术[J]. 黄钟, 1995(2).
- [28]李晓红. 美声歌唱与民族歌唱教学漫谈[J]. 中国音乐, 1998(1).
- [29]厉声. 民族唱法应正名为“中国唱法”[J]. 人民音乐, 1986(10).
- [30]刘辉. 关于民族声乐的文化定位问题[J]. 中国音乐, 1998(1).
- [31]刘洋. 真假混声在民族歌唱中的作用[J]. 乐府新声, 1999(2).
- [32]刘志. 中国民族唱法的演变与趋向——兼谈美声唱法的趋向[J]. 中央音乐学院学报, 1995(4).
- [33]刘安煌. 论中国传统唱法的特色[J]. 中国音乐, 1984(4).
- [34]刘安煌. 中国传统声乐教育的特色[J]. 人民音乐, 1984(20).
- [35]刘晓真. 行走在泥土边缘——记第二届南北民歌擂台赛兼谈学院内外的“花雅之争”[J]. 人民音乐, 2004(12).
- [36]刘运燁. 艺术嗓音保健与声学[C]//第二届全国艺术嗓音医学学术交流会论文汇编. 北京特刊号, 1987.
- [37]路瑜. 计算机辅助声乐教学初探[J]. 音乐艺术, 1999(1).
- [38]罗洪. 字正腔圆与中国歌曲的演唱[J]. 中国音乐, 1998(1).
- [39]乔建中. “原生态民歌”琐议[J]. 人民音乐, 2006(1).
- [40]乔新建. 对歌唱乐音的声学阐释[J]. 中国音乐学, 2006(1).
- [41]桑德诺瓦. 质疑“原生态”[J]. 艺术评论, 2004(10).
- [42]沙石. 迎接理性总结的新阶段——记全国民族声乐理论研讨会[J]. 乐府新声, 1987(6).
- [43]商泽民, 甘小凡. 对松特伯格学说的几点异议[C]//第二届全国艺术嗓音医学学术交流会论文汇编. 北京: 特刊号, 1987.
- [44]商泽民, 朱德茂, 郭志祥等. 声图测试对艺术嗓音分析的实用价值[C]//第一届全国艺术嗓音医学学术交流会论文汇编. 1984.
- [45]尚家骧. 关于声乐民族化及创立民族声乐学派[J]. 中国音乐, 1983(7).
- 石惟正. 是分道扬镳, 还是殊途同归——论中国民族声乐的发展道路[J]. 人民音乐, 2003(9).
- [46]舒模. 继承与发扬民族声乐艺术传统[J]. 人民音乐, 1957(4).
- [47]汤爱民. 论声乐音色[J]. 艺苑, 1990(4).
- [48]田丁. 现代声乐实证研究的基本观念和方法[J]. 中国音乐, 2002(2).
- [49]万丁一. 声乐民族化与科学化相结合教学的再探索[J]. 中国音乐, 1992(2).
- [50]王平. <唱论>与民族唱法[J]. 交响, 2002(1).
- [51]王福增. 为我国民族声乐的发展而努力——浅谈音色风格及训练方法[J]. 人民音乐, 1985(6).
- [52]王金宝. “科学”唱法小议[J]. 中国音乐, 1998(1).

- [53]王宁一. 什么是“中国民族声乐学派”[J]. 人民音乐, 1987(9).
- [54]王士谦. 关于歌手共振峰概念的由来及一些讨论[J]. 应用声学, 1987(4).
- [55]王士谦. 几个与噪音有关的概念探讨[J]. 应用声学, 1988(3).
- [56]王士谦. 噪音机制和歌手的共振峰——兼答 Sundberg[J]. 音乐艺术, 1993(1).
- [57]王士谦. 现代噪声科学系列讲座选讲之二——噪声的产生[J]. 应用声学, 1989(3).
- [58]王士谦. 现代噪声科学系列讲座之三(上)——有关的心理声学[J]. 应用声学, 1989(5).
- [59]王士谦. 现代噪声科学系列讲座之三(下)——声乐声感知的研究进展[J]. 应用声学, 1990(2).
- [60]王士谦. 现代噪声科学系列讲座之一——现代噪声研究的范围、意义、方法特点和分类[J]. 应用声学, 1989(2).
- [61]王世魁. 浅谈民族声乐训练中的若干方法问题[J]. 中国音乐, 1998(4).
- [62]王小俊. 中国当代声乐艺术发展现象管窥[J]. 星海音乐学院学报, 2003(1).
- [63]王振亚, 吴卫彬. 关于歌唱声部的生理解剖学和声学特征的研究[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1991(4).
- [64]王子初. 音乐测音研究中的主观因素分析[J]. 音乐研究, 1992(3).
- [65]吴其辉. 关于我国歌唱艺术现状的探讨[J]. 中央音乐学院学报, 1990(1).
- [66]吴卫彬、刘运堃、冯葆富、高玉英、刘永祥. 艺术噪音的声学特征研究[J]. (1987年内部资料未公开发行)
- [67]吴卫彬. 噪音音质的客观评价与Q值[C]//第二届全国艺术嗓音医学学术交流会论文汇编. 北京特刊号 1987.
- [68]席强. 民族曲调中的“润腔”结构[J]. 中国音乐, 1992(1).
- [69]徐天祥. 中国民歌何处去?——第二届中国南北民歌擂台赛学术研讨会综述[J]. 音乐研究, 2005(2).
- [70]薛良. 论“框格在曲, 色泽在唱”[J]. 中国音乐, 1992(3).
- [71]杨和钧. 中医学嗓音医学和言语医学贡献初探[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1984(19).
- [72]杨民康. “原生态”与原生态民间音乐辨析——兼谈为音乐文化遗产的变迁过程跟踪立档[J]. 音乐研究, 2006(1).
- [73]杨曙光. 中国民族声乐艺术的审美特征[J]. 中国音乐, 1997(3).
- [74]杨曙光. 中国民族声乐艺术的审美特征[J]. 中国音乐, 1997(3).
- [75]杨子华. 关于民族声乐训练中的几个问题[J]. 乐府新声, 1999(2).
- [76]于淑岩. 民族唱法的要点[J]. 中国音乐, 1985(2).
- [77]余惠承. 建国以来民族声乐理论研究文献回顾[J]. 黄钟, 1999(1).
- [78]元尧. 关于唱法问题——华东军事政治大学文艺系座谈会总结提纲[J]. 人民音乐, 1950.
- [79]袁征. 论中国古代声乐技巧[J]. 云梦学刊, 1995(2).
- [80]袁东艳. 从同歌异唱的分析兼论中国民族声乐的模式构建[J]. 黄钟, 2002(3).

- [81] 约翰·松特伯格著, 蒋英译. 歌唱的音响学[J]. 外国音乐参考资料, (内部刊物) 1979 (1).
- [82] 张家信. 中国古典声乐理论的研究及应用[J]. 齐鲁艺苑, 1996(2).
- [83] 张羨声. 从审美兴趣转移看中国传统声乐技术的发展与变化[J]. 中国音乐学, 2003(4).
- [84] 赵 飒. 多多地实践, 大胆地创造——对唱法问题的一点意见[J]//管林. 声乐艺术的民族风格(论文集). 北京: 文化艺术出版社, 1984.
- [85] 赵晓楠. 对三种新型民歌演唱形式及其背景德初步探讨——以贵州省小黄寨侗歌为例[J]. 中央音乐学院学报, 2005(1).
- [86] 赵振岭. 中国民族声乐的风格与方法[J]. 中国音乐, 1997(2).
- [87] 中央音乐学院. “唱法问题”座谈会发言摘录[J]. 人民音乐, 1950, 1(4).
- [88] 周 静. 中国古代唱论的语言风格与表现风格[J]. 交响, 1998(4).
- [89] 周海宏. “音乐特殊性”及音乐艺术的本质及功能——由《音乐审美经验感性论原理》而发之一[J]. 中央音乐学院学报, 1995(1).
- [90] 周巍峙. 解放思想, 拨乱反正, 进一步繁荣民族声乐艺术[J]. 人民音乐, 1978(6).
- [91] 周晓音. 歌唱艺术的多元文化品格[J]. 人民音乐, 2003(3).
- [92] 朱 玉. 关于民族声乐发展问题之思考[J]. 乐府新声, 1999(2).
- [93] 朱崇懋. 向民族声乐传统学习的几点体会[J]. 人民音乐, 1963(8)、(9).
- [94] 庄 元. 当代中国音乐声学研究述要[J]. 中国音乐学, 2005(2).
- [95] Johan Sundberg. The Acoustics of the singing Voice[J]. Scientific American, 1977(3).
- K. W. Berger. Some Factors in the Recognition of Timbre[M]. 转 T. D. Rossing. The science of sound. 1982.
- [96] W. Strong & M. Clark. Observations of Synthetic Orchestral Wind-Instrument Tones [J]. The Journal of the Acoustical Society of America. 1967.
- [97] W. T. Bartholomew. A physical definition of “good voice quality” in the male voice [J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 1934.

学位论文

- [1] 曹 芳. 典型民族拉弦乐器的音色分析[D]. 北京: 北京轻工业学院, 1998.
- [2] 曹 力. 美声与通俗唱法中高频泛音的频谱特征(男声)——364个案例的分析与总结[D]. 北京: 首都师范大学音乐系, 2005.
- [3] 冯长春. 20世纪上半叶中国音乐思潮研究[D]. 北京: 中国艺术研究院, 2005.
- [4] 傅显舟. 汉语语音与歌唱[D]. 北京: 中央音乐学院, 1989.
- [5] 韩丽艳. 声乐声部的划分[D]. 北京: 中央音乐学院, 1989.

- [6]曲春燕. 京剧演员嗓音的声学特征及防护研究[D]. 北京: 首都医科大学, 1999.
- [7]孙 婕. 声学基础理论在歌唱发声中的运用[D]. 南京: 南京艺术学院, 2005.
- [8]涂 茜. 频谱分析在美声唱法发声训练中的应用研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2003.

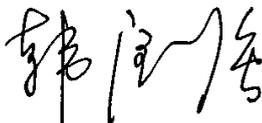
附录

录音报告

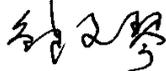
采录内容: 民族唱法声音采样: 练声曲 京剧唱法采样: 喊嗓 引子 倒板
录音时间: 2006年11月22日下午2点
录音地点: 中国音乐学院录音棚
录音环境状况: 棚长×宽×高 18×12×8.5 混响时间: 0.33—0.58秒 室内温度: 室温 室内湿度: 60% 背景噪声: 小于25dB
录音设备: Protocols 音频工作站 MK audio 监听 U 87 传声器
录音对象的背景状况 京剧唱法采样对象2名: 青衣一名、老旦一名。均为专业剧团演员, 其中青衣为著名京剧表演艺术家谭鑫培之后。 民族唱法采样对象4名: 民族唱法男声2名, 民族唱法女声2名。均为中国音乐学院学生, 学习民族唱法2年以上。
录音方式: U87传声器 → PRE话放 → Protocols → proconca → MK audio
录音人员: 录音导演: 韩宝强 林岩 录音监听: 邹文琴 录音助理: 吴静、张燕群、李霞

测量人员签字

导演:



监听:



科研成果

在校期间发表的论文七篇：

- 1、《离开原声环境的原生态民歌是不是真正意义上的原生态》，《人民音乐》，2007年第3期。
- 2、《“字真、句笃、依腔、贴调”——论〈唱论〉中字与声的关系》，《中国音乐》，2006年第3期。
- 3、《2003年全国声乐论文综述》，《2004年中国音乐年鉴》。
- 4、《音乐创作的民族化问题——缪天瑞先生采访报告》，《音乐创作》，2006年第3期。
- 5、《论施光南歌曲创作的民族性》，《云南艺术学院学报》，2006年第3期。
- 6、《千人一腔：民族声乐的审美难题》，《艺海》，2004年第5期。
- 7、《论歌唱心理与生理双重建构的必要性和意义》，《音乐教育与创作》2005年第1期。

致 谢

三年前，当我手捧博士入学通知书时，激动的心在兴奋的同时也怀有一丝不安。三年后，当手捧已经完成的论文稿，心中充满了感慨，感激之情难以言表。不由得想起以前中学课文里的一句话，“天下事有难易乎？为之，难者亦易矣；不为，则易者亦难矣。人之为学，有难易乎？学之，则难者亦易矣；不学，则易者亦难矣！”可见世上之事、求学之事的难和易是可以相互转化的，但在这转换过程中，倾注了太多师长、学友和亲人对我的关爱和无私帮助，才使得难转换为易。借此机会，我向所有关心和支持我的师长、学友和亲人表示衷心的感谢。

首先，我要衷心感谢我的导师韩宝强研究员。三年里，先生从文章的选题、立意、重要观点的论证和提升都对我进行了悉心的指导，提出了许多建设性的意见与建议。由于本文立足点是从音乐声学角度对民族唱法音色进行相关研究，选题涉及复杂的声源采集和测音软件的使用，在这方面，先生为我提供了最直接的帮助，其中最令人感动的是在声源的采集上，为降低采录成本，先生没有任何计较，刚下飞机，就一头扎进录音棚为我监听声源录制情况。在论文的写作过程中，每每碰到解决不了的难题，总会从先生那里得到及时的指导，每次交谈之后都有茅塞顿开，豁然开朗之感。特别是在论文的修改阶段，先生数次通览全稿，大到文章结构、立意，小到语句的通顺、注释、标点符号的规范都事无巨细的一一指出。正是在先生的严格要求下，使论文得以顺利完成。先生渊博的学识，高尚的品德使我学习期间不仅学到了如何做学问，更学会了如何做人，这些都将使我终生受益。我还要深深感谢我的师母李娟老师，师母贤淑、朴实，总把自己的感受与经验毫无保留地告诉我，使我如沐春风。

其次，我要衷心感谢所有关心和帮助过我的老师。在开提报告和论文写作和预答辩几个阶段，得到了音研所张振涛所长、崔宪研究员、项阳研究员、薛艺兵研究员、田青研究员、秦序研究员、王子初研究员、李玫研究员、金经言研究员、李岩研究员、齐琨副研究员以及包括远在上海的韩钟恩教授，四川王小盾教授的鼓励和帮助，他们都从不同的学术角度、对选题的论证、写作思路及要注意的问题提出了宝贵的意见，对本文的写作产生了积极的启发与促进作用。记得刚上一年级时，张振涛所长就曾提出歌唱音色研究的可行性。崔宪研究员曾在课上数次强调文献资料工作的重要性，强调文献资料是写好文章的立足之本。在初稿完成以后，又对本文提出了中肯而富于建设性的意见。薛艺兵研究员在开题报告时曾对本文的学科定位以及研究方法提出宝贵意见。项阳研究员也曾指出要无一遗漏的把所有相关民族唱法的材料搜罗到手。正是在这种思想指导下，我将自己的学习经历和导师的研究方向密切联系，确立从音乐声学角度研究民族唱法音色的选题，并在资料准备上，通阅了艺术研究院图书馆大量有关民族唱法、音乐声学的资料，并数次前往国家图书馆、中央音乐学院图书馆查阅相关资料，为本文的写作打

下了详实的资料基础。

我还要感谢我国著名音乐学家，99岁高龄的缪天瑞先生，在本文的前期准备阶段，曾就音乐民族性的相关问题向他请教，先生一句“人同此心，心同此理”令我明白民族唱法和美声唱法不仅有同中之异，更有异中之同。先生这种对事物敏锐的洞察力和关心后辈的长者风范，使我终生难忘。

我还要感谢中国科学院自然科学史研究所的戴念祖研究员，在笔者将初稿交与后，戴老师数次仔细审阅论文，并对提出文中的实证部分提出了宝贵的修改意见，使论文得以重要的补充。中国音乐学院声歌系的邹文琴教授，在繁重的教学任务之余为我的声源采集担任监听，为声源的典型性和权威性打下了坚实的基础。除此以外，我要特别感谢劳动保护科学研究所的吴卫彬研究员和中央音乐学院的韩丽艳大夫，他们为我提供了丰富、宝贵的参考资料。特别是吴卫彬先生，不仅为本文提供宝贵的声源资料，为本文的实验提出指导性意见，并对论文的写作、修改提出许多中肯的意见，令我受益匪浅。

在本人就学期间，研究生院张晓凌院长、孙建君副院长、姜维康副院长、陈雅娟老师平时对我也提供了诸多帮助。中国艺术研究院图书馆的李久玲老师、史婕老师以及音研所的张春香老师，她们在我的论文收集资料阶段和平常的生活中，为我提供了诸多方便。在此一并表示深深的谢意。

我还要感谢同乡兼学友孔义龙，他的勤奋、好学时时激励我不断前行，在论文写作阶段，常催促我早早提笔，早日完成论文；同窗孟凡玉同学热心为我联系录音场地；冯卓慧和张咏春每每在我电脑出现问题时，不惜牺牲宝贵的学习和休息时间，给我及时地帮助，帮我节省了不少写作的时间；我的两位小师妹李霞、张燕群不辞辛劳，为我的实验录音、录像作了宝贵的资料保存工作；戏曲研究所的董飞同学义务充当声源采集对象等。还有诸多同窗好友们平时对我生活、学习上的帮助和支持，此处不再一一列举，我将铭记在心。

最后我要深深感谢我的亲人，特别是我年迈的外婆，在我的每一个求学的阶段，都留下老人家的身影。本科、研究生的两场独唱毕业音乐会，她都一一前行，三年前更是以超过不惑的年龄，和我一同进京赶考，陪我度过左家庄甲2号楼五十多个日日夜夜；三年中母亲和爱人绵绵不断的鼓励和叮嘱，伴我度过艰苦的写作过程，在我身后撑起一方爱的天空。

三年的时间转眼即逝，终点也意味着新的起点，在这三年里，我深感到自己无论在学术视野、理论修养、思辨能力和写作水平等方面有了很大的收获，心中的感激实在难溢于言表，“此中有真意，欲辨已忘言”，唯有以“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”自勉，在学术道路上不断前行，不断更新，以报答各位师长、好友和亲人对我的关心和支持。

吴静

2007年3月25号于左家庄