

京剧嗓音的声学分析及音域特征

曲春燕 刘永祥

【摘要】 目的 从声学角度客观地检测京剧的嗓音特征,为京剧演唱者嗓音的训练和保护提供参考。方法 对 73 名 16~57 岁不同行当的专业京剧演员或学员,利用 Dr. Speech 计算机频谱分析系统对元音/a/、/i/歌唱舒适音和唱段进行声学参数的检测和分析。结果 各行当元音/a/、/i/歌唱舒适音的基频(fundamental frequency, F_0)分别是:丑角(272.6 ± 42.0) Hz ($\bar{x} \pm s$,下同)、(304.2 \pm 22.1) Hz;小生(499.3 \pm 34.0) Hz (485.4 \pm 18.7) Hz;老生(335.6 \pm 60.0) Hz (317.9 \pm 45.1) Hz;花脸(319.0 \pm 61.3) Hz (340.1 \pm 68.8) Hz;老旦(427.6 \pm 47.2) Hz (437.7 \pm 45.8) Hz;花旦(535.8 \pm 48.8) Hz, (561.6 \pm 29.2) Hz;青衣(548.0 \pm 69.5) Hz (543.5 \pm 79.3) Hz;其它声学参数:频率微扰(pitch period perturbation, 或 Jitter)、振幅微扰(amplitude perturbation, 或 Shimmer)和声门噪声能量(也称标准化噪声能量级, normalized noise energy, NNE)均在软件提供的正常值范围内;京剧演员歌唱音域的跨度为 1.7~2.8 个八度,最低音和多数最高音均比西洋唱法的高音声部相应的值高。结论 京剧嗓音有着独特的声学特征,结果对其嗓音的训练和保护有一定的临床参考意义。

【关键词】 语音质量; 言语声学; 参考值; 职业嗓音; 音域

Acoustic analysis and characteristics of vocal range in Beijing Opera actors QU Chunyan, LIU Yongxiang. Department of Otorhinolaryngology, The Affiliated Beijing Friendship Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100050, China

Corresponding author: QU Chunyan (Email: quchunyan@yahoo.com)

【Abstract】 Objective To get the objective acoustic parameters of the voice of Beijing Opera actors and set a foundation for the training and protection of the special professional voice. **Methods** Seventy-three (age 16~57 years) professional actors and students were asked to produce sustained comfortable vowels /a/ and /i/, and to sing two pieces of songs which were in the category of Xipi and Erhuang respectively. Dr. Speech for windows version 3.0 was used to get the acoustic parameters of the vowels and the songs. **Results** F_0 of the vowels /a/ and /i/ of different Hangdangs were Chou (272.6 \pm 42.0) Hz ($\bar{x} \pm s$), (304.2 \pm 22.1) Hz; Xiaosheng (499.3 \pm 34.0) Hz, (485.4 \pm 18.7) Hz; Laosheng (335.6 \pm 60.0) Hz, (317.9 \pm 45.1) Hz; Hualian (319.0 \pm 61.3) Hz, (340.1 \pm 68.8) Hz; Laodan (427.6 \pm 47.2) Hz, (437.7 \pm 45.8) Hz; Huadan (535.8 \pm 48.8) Hz, (561.6 \pm 29.2) Hz; Qingyi (548.0 \pm 69.5) Hz, (543.5 \pm 79.3) Hz; these and other acoustic parameters of vowels such as Jitter, Shimmer and NNE were all within the normal range given by the software. The vocal range of Beijing Opera actors was from 1.7 to 2.8 oct, and most of the highest and the lowest pitches were higher than that of tenor or soprano. **Conclusions** These findings may help to provide insight regarding the acoustic characteristics of the voice of Beijing Opera actors.

【Key words】 Voice quality; Speech acoustics; Reference values; Professional voice; Vocal range

京剧艺术具有 200 多年的历史,是我国的国粹之一和中国戏曲的代表性剧种。京剧的分行不同于西洋唱法的声部划分,主要不是从音域上区分,而是按剧中人物的性别、年龄、身份、地位、性格以及音色和唱法分成不同的角色行当。京剧的发声方法和嗓音特征与西洋唱法也有明显不同。我们对京剧特有的艺术嗓音进行了声学参数的检测和分析。

材料与方法

一、研究对象

入选条件 ①接受京剧的专业训练,从事专业的京剧表演,唱龄 3 年以上,近 3 个月参加过正式的演出;②近 1 个月内无嗓音异常,无声带和甲状腺手术史,无全身其它严重疾病史;③青年演员为变声后,排除变声期学员;中年演员无明显“塌中”现象,即中年“环噪”;④经频闪喉镜检查,无明显声带病变(如声带小结、声带息肉和声带粘膜下出血)。

来源及构成:北京戏曲学校的高年级学员 20 名、北京京剧院的中青年演员 35 名和中国戏曲学院学员 18 名。共 73 名,男 42 名,女 31 名;年龄 16~57 岁,平均 29.4 岁;唱龄 3~48 年,平均 18.7 年。根据性别和年龄,各行当的人数分布见表 1。

表 1 不同行当性别和年龄的人数分布

行当	总人数	男	女	< 18 岁	< 50 岁	≥50 岁
丑	9	9	0	2	7	0
小生	10	10	0	0	10	0
老生	12	12	0	1	9	2
花脸	11	11	0	2	8	1
老旦	10	0	10	2	7	1
花旦	10	0	10	3	5	2
青衣	11	0	11	3	5	3
合计	73	42	31	13	51	9

二、测试仪器

1. 录音机、磁带和声级计:日本夏普公司生产的 Sharp GF-777Z 双卡立体声录音机,日本索尼公司生产的 C-60EFA 磁带,美国 General Radio 公司生产的型号为 1565-B 的声级计。

2. 计算机噪音频谱分析系统:①硬件:北大方正 AP 200L P II 233 多媒体电脑,Guarda UM-8908 Cardioid Dynamic 麦克风,②软件:美国华盛顿大学研制的系统软件 Dr.Speech for Windows 英文 3.0 版本。

3. 统计软件:SPSS 统计软件包。

三、测试项目及方法

1. 元音的计算机频谱分析:①安静的房间内,环境噪声低于 45 dB SPL;被测者取端坐位,口距麦克风 5~10 cm;声样直接输入计算机,采样频率 44 100 Hz。②采样内容:元音/a/、/i/的歌唱舒适音,分别平稳持续 3 s。③声学参数:基频(fundamental frequency, F_0)、频率微扰(pitch period perturbation, 或 Jitter), 振幅微扰(amplitude perturbation, 或 Shimmer), 声门噪声能量(也称标准化噪声能量级^[1], normalized noise energy, NNE)。

2. 唱段的计算机频谱分析:①录音环境同前。被测者取站立位,口距声级计约 20 cm,录音后声样线性输入计算机,采样频率 11 025 Hz。②采样内容:京剧西皮和二簧唱腔各 1 段(无伴奏)取开始的第 1 min。③声学参数:唱段的平均基频(平均 F_0)、歌唱音域的最高音基频($Max F_0$)和最低音基频($Min F_0$)、
万方数据

结 果

1. 各行当元音/a/、/i/歌唱舒适音的基频(F_0)、不同唱腔唱段的平均 F_0 、歌唱音域的 $Max F_0$ 和 $Min F_0$ 见表 2、表 3。各行当元音/a/、/i/歌唱舒适音的基频(F_0)与歌唱音域相应的 $Max F_0$ 、 $Min F_0$ 呈正相关关系,回归方程表示为 $MaxF_0/a/ = 1.731F_0/a/ (r = 0.873, P < 0.001)$, $MaxF_0/i/ = 1.631F_0/i/ (r = 0.882, P < 0.001)$, $MinF_0/a/ = 0.538F_0/a/ (r = 0.724, P < 0.001)$, $MinF_0/i/ = 0.459F_0/i/ (r = 0.785, P < 0.001)$ 。

表 2 各行当元音/a/、/i/歌唱舒适音的 F_0 和不同唱腔唱段的平均 F_0 (Hz $\bar{x} \pm s$)

行当	元音/a/	元音/i/	二簧唱腔	西皮唱腔
丑	272.6 ± 42.0	304.2 ± 22.1	371.3 ± 28.1	370.2 ± 13.2
小生	499.3 ± 34.0	485.4 ± 18.7	389.1 ± 24.6	422.0 ± 21.6
老生	335.6 ± 60.0	317.9 ± 45.1	321.9 ± 26.2	352.4 ± 39.3
花脸	319.0 ± 61.3	340.1 ± 68.8	338.5 ± 62.0	368.7 ± 57.2
老旦	427.6 ± 47.2	437.7 ± 45.8	444.8 ± 61.1	544.4 ± 84.2
花旦	535.8 ± 48.8	561.6 ± 29.2	543.2 ± 38.5	531.0 ± 44.6
青衣	548.0 ± 69.5	543.5 ± 79.3	491.6 ± 39.2	540.7 ± 46.3

表 3 各行当歌唱音域的最高音基频、最低音基频以及音级范围($\bar{x} \pm s$)

行当	Min F_0 (Hz)	Max F_0 (Hz)	音级范围	音域跨度(8 度)
丑	204.0 ± 22.2	661.1 ± 42.7	G [#] 3-E5	1.7
小生	136.1 ± 11.8	934.9 ± 25.2	C3-A [#] 5	2.8
老生	124.0 ± 15.8	500.9 ± 17.8	B2-B4	2.0
花脸	135.3 ± 23.3	531.9 ± 53.9	C3-C5	2.0
老旦	220.2 ± 30.0	751.4 ± 29.4	A3-F [#] 5	1.8
花旦	293.0 ± 39.0	968.2 ± 109.0	D4-B5	1.7
青衣	229.8 ± 26.4	950.8 ± 111.7	A [#] 3-A [#] 5	2.0

注:歌唱音域跨度(n)的计算公式为 $n = \log_2 (MaxF_0/MinF_0)$

表 3 显示老生、花脸和青衣的歌唱音域是 2 个 8 度,丑、老旦和花旦的歌唱音域小于 2 个 8 度,小生的歌唱音域将近 3 个 8 度,青衣比老生和花脸高将近 8 度,小生的最低音与花脸相同,最高音与青衣相同,跨度很大。

2. 各行当元音/a/、/i/歌唱舒适音的 Jitter、Shimmer 和 NNE 值见表 4、表 5。根据软件说明书,正常值为 Jitter < 0.5%, Shimmer < 3%, NNE < -10 dB。所有入选对象的这 3 个参数值均在正常范围内。

表 4 各行当元音/a/歌唱舒适音的 Jitter、Shimmer 和 NNE 值($\bar{x} \pm s$)

行当	Jitter(%)	Shimmer(%)	NNE(dB)
丑	0.16 ± 0.05	1.44 ± 0.56	-21.8 ± 2.1
小生	0.16 ± 0.06	1.33 ± 0.45	-19.4 ± 3.3
老生	0.15 ± 0.04	1.25 ± 0.50	-19.9 ± 3.1
花脸	0.13 ± 0.03	1.42 ± 0.67	-20.6 ± 3.1
老旦	0.18 ± 0.02	1.67 ± 0.61	-20.8 ± 3.5
花旦	0.19 ± 0.05	1.25 ± 0.41	-21.6 ± 4.2
青衣	0.13 ± 0.05	1.33 ± 0.42	-23.8 ± 2.1

表 5 各行当元音/i/歌唱舒适音的 Jitter、Shimmer 和 NNE 值($\bar{x} \pm s$)

行当	Jitter(%)	Shimmer(%)	NNE(dB)
丑	0.13 ± 0.04	1.31 ± 0.43	-21.7 ± 2.9
小生	0.11 ± 0.06	1.26 ± 0.59	-22.4 ± 1.1
老生	0.13 ± 0.03	1.87 ± 0.61	-19.2 ± 1.7
花脸	0.16 ± 0.04	1.65 ± 0.55	-22.4 ± 2.5
老旦	0.12 ± 0.03	1.55 ± 0.60	-20.1 ± 1.7
花旦	0.13 ± 0.07	1.35 ± 0.48	-20.9 ± 2.2
青衣	0.13 ± 0.05	1.52 ± 0.63	-20.5 ± 3.0

讨 论

言语及歌唱是发声器官(包括动力器官、振动器官、共鸣器官和构语器官)各部分在中枢神经系统调节下的协调动作。京剧是一门综合性艺术,唱是最重要的表现手法。它主要的发声和呼吸练习方法就是“喊嗓”。/a/和/i/是我国语言中具有代表性的韵母,在京剧里分别叫做闭口音和开口音,常见的喊嗓内容就是喊/a/和/i/,并在喊的时候使声音螺旋式地升高。卢文勤^[2]建议的“拖长音练习”就是根据本人最适合的音高,用/i/和/a/缓慢而均匀地做拖长音练习。本组各行当元音/a/、/i/歌唱舒适音的声学参数值,包括 F_0 、Jitter、Shimmer 和 NNE,能够在一定程度上反映京剧演员的嗓音声学特征。目前 Jitter、Shimmer 和 NNE 主要用于病态嗓音的检测^[1,3]。本研究应用的计算机软件所给出的正常值是基于普通人群,入选京剧演员的声带经过频闪喉镜检查没有发现明显的病变,因此检查结果都在正常范围内。

元音/a/、/i/歌唱舒适音基频(F_0)与歌唱音域最高音基频、最低音基频呈正相关,可以用回归方程来表示。可见,京剧传统的练声方法有一定的科学性,通过“喊嗓”提高元音/a/、/i/的歌唱舒适音基频,歌唱音域就会随之提高、展宽。

歌唱音域反映了演员歌唱能力的一个方面,也

是艺术嗓音研究的重要指标。西洋唱法的歌唱音域大致是两个八度^[4,5],例如,女高音:A3-A5,即 220.0~880.0 Hz,女中音:F3-F5,即 174.6~698.5 Hz,男高音:A2-A4,即 110.0~440.0 Hz,男中音:E2-E4,即 82.4~329.4 Hz。花旦和青衣歌唱音域的最高音近 1 000 Hz,比女高音 880 Hz 高近 1 个音。老旦的演唱主要用真声,其歌唱音域的最高音比女中音高,但比女高音低,介于二者之间。丑、小生、老生和花脸等主要是男声的行当,歌唱音域的最高音至少比男高音 440 Hz 高一个音,而小生主要是用假声演唱,其歌唱音域的最高音比女高音 880 Hz 还高半个音。可见,京剧虽然不分声部,但多数属于西洋唱法的高音声部,唱腔的特点之一是调门高。

在京剧产生发展的 200 多年中,调门高有一定的历史原因。以前,戏院内没有类似麦克风之类的扩音设备,要想让最后一排的听众听的清楚,提高调门是增加响度的一个方法。另外,调门高与京剧的艺术表现力有关,提高调门对表现兴奋、气愤、激情等有加强作用。调门过高使嗓音的负担重,这也是京剧演员嗓音疾病发病率较高的原因之一。

针对京剧嗓音的声学特征,对京剧演员嗓音的保护和治疗方法提出以下几点建议:

1. 歌唱时间不要过长,国外一般认为每天的练音时间不要超过 2 h,京剧训练就应该更短一些。
2. 高调门当然有特色,但不能超过自己的音域范围,避免急于求成,气流过大使声带受到过度的冲击。
3. 在大型的演出场所或露天演出,环境及背景噪声会产生 Lombard 效应使演员有增大音量的倾向,适当使用扩音设备。
4. 患喉疾病时应及时就诊,根据病情决定用声量。

志谢 本文承蒙中国戏曲学院、北京戏曲学校、北京京剧院大力配合

参 考 文 献

- 1 韩仲明,费声重,森一功,等. 声带息肉手术前后嗓音声学分析及心理听觉评价. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1996, 31: 103-106.
- 2 卢文勤. 京剧声乐研究. 上海:上海文艺出版社, 1984. 38.
- 3 杨式麟. 嗓音的声学检测. 见:姜泗长,阎承先,主编. 现代耳鼻咽喉科学. 天津:天津科学技术出版社, 1994. 308-311.
- 4 冯葆富,齐忠政,刘运耀. 歌唱医学基础. 上海:上海科学技术出版社, 1981. 118-119.
- 5 Harris T, Harris S, Rubin JS. The voice clinic handbook. London: Whurr Publishers Ltd, 1998. 347.

(收稿日期:1999-05-20)

(本文编辑:包务业)