

音律学

基础知识问答



陈其翔 编著



音乐之源，源自何方？本书即以自然音列为出发点，循着音乐的发展规律，对中国音乐的起源、古代两大乐律体系的形成和演变作了严谨的探究，并考证了中国历代音高标准和音阶的演变，同时综合分析了中国以及世界各民族音乐的发展规律，提出了一条音乐发展的主线……



人民音乐出版社
People's Music Publishing House

陈其翔 编著

音律学

基础知识问答



音乐之源，源自何方？本书即以自然音列为出发点，循着音乐的发展规律，对中国音乐的起源、古代两大乐律体系的形成和演变作了严谨的探究，并考证了中国历代音高标准和音阶的演变，同时综合分析了中国以及世界各民族音乐的发展规律，提出了一条音乐发展的主线……

图书在版编目 (CIP) 数据

音律学基础知识问答 / 陈其翔编著. — 北京: 人民音乐出版社, 2008. 2

(“一问一答”趣味教育丛书)

ISBN 978-7-103-03392-0

I. 音… II. 陈… III. 律学-问答 IV. J612-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 143579 号

责任编辑: 张 辉

责任校对: 颜小平

人民音乐出版社出版发行

(北京市海淀区翠微路 2 号 邮政编码: 100036)

Http://www.rymusic.com.cn

E-mail: rmyy@rymusic.com.cn

新华书店北京发行所经销

北京美通印刷有限公司印刷

850×1168 毫米 32 开 6.5 印张

2008 年 2 月北京第 1 版 2008 年 2 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4,000 册 定价: 15.00 元

版权所有 翻版必究

凡购买本社图书, 如有缺页、倒装等质量问题

请与本社出版部联系调换。电话: (010)68278400

前 言

本书特点旨在把音乐与科学知识相结合,与自然规律相结合,与中国音乐文化发展历史相结合,与世界各民族音乐文化的交流相结合。在音乐基本知识方面,以及律学方面作了系统介绍,从律学的基础知识,到各个律学专题,有较深入的发展。本书以自然音列作为出发点,对音乐的发展规律有细致的分析,特别是对中国音乐的起源,中国古代两大乐律体系的形成和演变,作了严谨的探索,并考证了中国历代的音高标准和音阶的演变。综合分析了中国以及世界各民族音乐发展的规律,提出了一条音乐发展的主线。本书以问答形式贯穿全书。

本书第一章介绍乐音基本知识。其中声学物理介绍了振动和声波,乐音和噪音,振动的阻尼和激励,乐音的和频及差频等声音的物理知识。这些知识往往是一般音乐院校课程中不太注重,有所忽略的方面。基本乐理知识是一般音乐院校课程所擅长的,本书只作纲领性介绍。包括:音名与唱名,音阶与音级,音列的分组,音高的标准,全音和半音,十二律,音程的度数及名称等,目的是规范书中术语和符号。音程的计算方法,虽然一般音乐院校课程中也进行介绍,但在对数法和音分值的讲述上,内容过于陈旧,使课

程复杂化,学生掌握有困难。本书利用现行通用的计算器,可使学生在很短时间内掌握计算方法。本书重点讲述自然音列:泛音列、等距列的形成及其规律。其中自然音列定理部分,是本书首次提出,它给出自然音列之间的相互关系。本书特别提出自然音列是音乐的本源,它揭示出律制形成的基本规律,并成为后面各章的依据。

本书第二章介绍律制概论。前三节把律学提升到一个更系统化的科学理论。首先介绍律与律制的概念和定义,形成音律的方法:自然法、平移法和演绎法,律制的分类,以及自然音列、自然律和演绎律的区分。研究律制的形成过程,提出合理选择音律的基本原则:自然原则,协和原则,简洁原则。综述频率比的数学表达,提出用频率比范围区分有限律和无限律,指出用指数表示频率比的优点,运用频率比通式作为律制中各音律的统一表达式。本章后三节较详细地介绍了三大律制:十二平均律,三分损益律和纯律。指出我国明朝律学家朱载堉最早提出十二平均律理论。并指出三分损益律是一种演绎律,它是以中国古律五声音阶作为一种模拟对象形成的。而中国古律,按陈应时先生提出是纯律,它是原生态的自然律。三大律制内容包括:形成过程、生律音程、频率比通式、音律表、音律图及音程表。本章还分析了三大律制的特点及其与乐器的关系;并介绍了有典型代表性的其他律制,包括:中庸全音律,谐音简比律以及五十三平均律。

本书第三章介绍了相对独立的几个律学专题。1. 乐音协和指数的计算,介绍了和声原理,和作者本人提出的分数频率比音程和非分数频率比音程的协和指数定义和计算方法,得出的结果与音乐家对各音程协和性的感觉相一致。2. 钢琴调律原理,在理论上

介绍了钢琴调律法,各种音程拍频的计算,四五度循环分律法,三六度循环分律法,比较分律法等。3. 古琴和古瑟的调律法,首先介绍了琴瑟相和及其定弦的异同;接着介绍了中国古代的旋宫法,证明了中国古代十二律旋宫确实可形成循环;并介绍了《宋史》中琴五调的调弦法。4. 曾侯乙编钟的调音法,给出了曾侯乙编钟钟律在纯律音系网中的位置,分析了均钟器的构造特点,及其调音方法,得出三十一律及十八均正声音阶。5. 在管律计算方面,从无音孔律管音高计算,到荀勖有音孔笛律计算;作者特别对舞阳贾湖骨笛音律进行了计算,得出的相对音高与实测结果精确符合,成为后面讨论俗乐体系各音阶的基础。6. 三分损益律回归黄钟问题,介绍了从京房六十律,到钱乐之三百六十律,并运用作者本人提出的分数逼近法研究三分损益律,得到生律一亿次以上的精确结果。

本书第四章以经史古籍和出土文物为依据,融合古代民族的传说,提出并论证分析中国古代两大乐律体系:雅乐体系和俗乐体系的起源和演变,及其乐律学特点。雅乐体系发源于黄帝民族,以开管泛音为音律起源;合理地解释了:曾侯乙编钟以姑洗律为律本;《国语·周语下》中“纪之以三,平之以六,成于十二,天之道也”十六个字;以及经史古籍中经常出现的“六律六吕”和“六阳六阴”的说法;而这些都是过去用三分损益律不能解释的。雅乐的律制是纯律,有曾侯乙编钟为证,其音阶除五声音阶以外,有三种七声音阶:正声音阶,下徵音阶,清商音阶。主要音程是:纯五度、纯四度、大三度和大二度,其最具特征色彩的音程是大三度,用西方乐理中的术语就是大调特征音程。俗乐体系发源于伏羲氏至炎帝民族,以河南舞阳贾湖骨笛等距列为音律的起源。其律制也是纯律,但音阶与雅乐不同,也包括三种七声音阶:商调音阶,羽调音

阶,角调音阶。其音程,除纯五度、纯四度以外,小三度和小七度音不可少,间或有小二度和小六度音程。其最具特征色彩的音程是小三度,用西方乐理中的术语就是小调特征音程。

本书第五章讨论了中国古代各时期的音律及音阶,并提出较确定的音高标准。商、周时期,律制为自然律纯律,三分损益律作为演绎律已经开始形成。律本姑洗律为C音,黄钟律为首音,六律时期为G音,十二律时期为 $\flat A$ 音。此时期已有雅乐俗乐多种七声音阶,旋宫法已经成熟。秦汉时期,律制为吕氏三分损益十二律,律本为黄钟律C音。秦只用黄钟均正声音阶,不用旋宫法。汉时宫廷仍不用旋宫法,但出现了仲吕均正声音阶,以徵音为调首,称为“仲吕之徵”,古琴有瑟、平、清三调,称相和三调。魏晋、南北朝时期,常用律尺的长度来确定音律高低,黄钟改为G音,称清商律,宫廷仍不用旋宫法。隋朝时期,采用北周铁尺律,黄钟律为F。只用黄钟一均,仍不用旋宫,为丰富音乐变化的多样性,允许用不同的调。又增加应声 $\sharp F$ 音,按陈应时先生提出,是为新音阶中的变宫,称为闰音,有八音之乐,“悬八用七”之说。唐朝恢复旋宫法,音乐除雅、俗乐外,还采用西域及少数民族的音乐,形成一个综合性的乐律体系,称燕乐二十八调。宋朝采用王朴律 $\sharp F$ 音,后改用魏汉津律,即大晟律D音,大晟律继承了燕乐律的音高,解决了宋朝律制音高混乱状态。宋朝燕乐二十八调实际演奏与唐朝一致。

第五章还综合分析了中国以及世界各民族音乐发展的规律,提出了一条音乐发展的主线。讨论了我国古代雅乐、俗乐音阶及音高标准的对外流传。作者赞同黄翔鹏和戴念祖先生在论文中提到西方一些学者的观点:朱谦之提出“希腊乐律受中国影响”;西

方音乐史家卡尔·聂夫认为“西方所用七声音阶,是中国人约在公元前 1500 年制定的”;法国教士钱德明认为“毕达哥拉斯的乐律系统不少是从早期中国窃取的”。由此推测,西方乐律大约在 3500 年以前受之于中国。正值商朝音乐文化发展的鼎盛时期,希腊派来取经使者。从中国最先传入西方的七声音阶,是俗乐的羽调音阶,为西欧自然小调音阶,音名为:A、B、C、D、E、F、G,字母排列有序,其首音 A 为标准音高;其后雅乐的下徵音阶传入西方,音名为:C、D、E、F、G、A、B,次序有差。日本是中国近邻,俗乐体系流传到日本极有可能,有其传统音阶为证。当俗乐体系的民族迁移时,贾湖骨笛可能远航到东南亚,演变为印尼甘美兰斯连德若音阶的简比律。民族迁移甚至越过太平洋,远涉到达美洲,成为美洲的早期居民。

目 录

第一章 乐音基本知识

声音的物理知识	(1)
1. 物体怎样发出声音?	(1)
2. 怎样区分声音的高低?	(1)
3. 声波在空气中如何传播?	(2)
4. 声音的强弱怎样表示?	(2)
5. 什么是乐音和噪音, 单音和复合音?	(3)
6. 乐音和噪音的频谱是怎样的, 噪音在音乐中总是有害 的吗?	(4)
7. 怎样使振动体发生振动, 什么是共振?	(4)
8. 怎样利用噪音作为激励源使振动体发生共振而发音?	(5)
9. 什么是振动体的共鸣?	(6)
10. 振动体的阻尼有什么作用?	(6)
11. 什么是乐音的和频及差频, 什么是拍音?	(7)
乐理基本知识	(8)
12. 什么是乐音体系、音阶和音级?	(8)
13. 我国古代采用什么音阶?	(8)

14. 什么是音程、全音和半音?	(8)
15. 什么是唱名和唱名法?	(9)
16. 什么是简谱?	(9)
17. 乐音怎样分组?	(10)
18. 什么是标准音高, 其频率如何?	(11)
19. 什么是十二律?	(11)
20. 什么是音程的度数, 其名称是什么?	(12)
 音程的计算方法	(13)
21. 什么是频率比?	(13)
22. 什么是弦长比与律数?	(14)
23. 怎样用度数进行音程的加减?	(15)
24. 怎样用频率比进行音程的加减, 为何要用对数法?	(15)
25. 怎样由频率比求音分值?	(16)
26. 怎样用音分值进行音程的加减?	(17)
27. 怎样由音分值求频率比?	(18)
 自然音列的形成及其规律	(18)
28. 什么是自然音列和自然音程?	(18)
29. 什么是泛音和泛音列?	(18)
30. 如何得到弦泛音?	(19)
31. 如何得到管泛音?	(19)
32. 泛音的音列表如何?	(20)
33. 泛音列有什么性质和特点?	(20)

34. 如何用一条长弦得到等距列?	(22)
35. 如何用开管得到等距列?	(23)
36. 等距列有什么性质和特点?	(24)
37. 什么是自然音列定理?	(25)
38. 为什么说自然音列是音乐之源?	(26)
39. 自然三音列如何构成?	(27)
40. 自然四音列如何构成?	(27)
41. 自然五音列如何构成?	(28)
42. 自然六音列如何构成?	(29)

第二章 律制概论

律与律制	(31)
43. 什么是律与律制?	(31)
44. 形成音律的方法有哪几种, 律制可分为哪几类? ...	(32)
45. 何谓形成音律的自然法和自然音列?	(32)
46. 何谓形成音律的平移法?	(32)
47. 何谓自然律?	(33)
48. 何谓形成音律的演绎法和演绎律?	(34)
律制形成的基本原则	(34)
49. 律制形成的基本原则是什么?	(34)
50. 为什么说律制形成应遵循自然原则?	(35)
51. 为什么说律制形成应遵循协和原则?	(35)
52. 为什么说律制形成应遵循简洁原则?	(36)

53. 什么是独立音程, 什么是律制的维数? (36)
54. 为什么说律制的演变是由复杂向简单方向变化? ... (37)
- 频率比的数学表达** (37)
55. 什么是无限律和有限律? (37)
56. 频率比的范围如何确定? (38)
57. 频率比有哪些表示方法? (39)
58. 怎样用指数表示频率比, 它有哪些优点? (39)
59. 什么是频率比通式? (40)
- 十二平均律** (41)
60. 十二平均律理论是由何人提出的? (41)
61. 十二平均律的生律音程和频率比通式是什么? (41)
62. 音律表是什么, 十二平均律的音律表如何? (42)
63. 音律图是什么, 十二平均律的音律图如何? (43)
- 三分损益律和五度相生律** (44)
64. 中国古代三分损益律是如何形成的? (44)
65. 中国古代三分损益律是如何进行律数计算的? (44)
66. 为什么说管子给学生讲述三分损益律是作为常识, 其起始年代应更早? (45)
67. 《吕氏春秋》与《管子》的三分损益律有何区别?
..... (46)
68. 为什么说五度相生律不是原始的定律方法, 西方缺乏
原生态律制记载? (47)

69. 五度相生律的生律过程如何?	(47)
70. 五度相生律的频率比通式应如何表达?	(48)
71. 三分损益律的上生和下生是指上升和下降纯五度吗?	(48)
72. 三分损益律的频率比通式应如何表达?	(48)
73. 三分损益律的顺生和逆生是什么?	(49)
74. 三分损益律或五度相生律的音律表如何?	(50)
75. 三分损益律或五度相生律的音律图应如何描绘? ...	(50)
76. 什么是小微音差和最大音差?	(51)
77. 三分损益律或五度相生律有哪些典型的音程?	(52)
78. 三分损益律或五度相生律的音程表如何?	(52)
 纯 律	 (53)
79. 什么是纯律?	(53)
80. 纯律属于什么类型的律制?	(53)
81. 曾侯乙钟律属于什么律制?	(54)
82. 纯律的生律过程如何?	(54)
83. 纯律的频率比通式应如何表达?	(55)
84. 纯律的音名如何表达?	(55)
85. 纯律的音律表如何?	(56)
86. 纯律有哪些典型的音程?	(57)
87. 纯律的音程表如何?	(58)
88. 纯律的音律图应如何描绘, 什么是纯律音系网? ...	(59)

三大律制的特点及其与乐器的关系	(61)
89. 何谓三大律制, 它们各有哪些特点?	(61)
90. 三大律制与乐器有什么关系?	(62)
91. 铜管乐器的发音有哪些特点?	(62)
其他律制	(64)
92. 什么是中庸全音律?	(64)
93. 什么是谐音简比律?	(65)
94. 什么是五十三平均律?	(67)

第三章 律学专题

乐音协和指数的计算	(69)
95. 和声原理是什么?	(69)
96. 分数频率比分子和分母的大小与协和性有何关系? ...	(70)
97. 分数频率比音程协和系数的定义是什么?	(70)
98. 分数频率比音程协和指数的定义是什么?	(72)
99. 协和程度怎样按协和指数分类?	(72)
100. 用协和指数评定协和程度的应用如何?	(73)
101. 十二平均律各音程协和指数如何计算?	(74)
钢琴调律原理	(75)
102. 钢琴的键盘怎样构成, 琴键如何分组?	(75)
103. 钢琴如何调整音律?	(76)
104. 如何调整同度音程?	(77)

105. 如何调整八度音程?	(77)
106. 如何运用参照音对八度音程调律进行检验?	(78)
107. 什么是基准音组, 如何调整基准音组的 12 个音律?	(79)
108. 为什么钢琴用拍音调律, 高音部和低音部的频率总是 与理论值有差别?	(79)
109. 如何调整五度和四度音程?	(80)
110. 如何运用参照音对五度和四度音程调律进行检验?	(81)
111. 如何调整大、小三度和大、小六度音程?	(82)
112. 什么是四五度循环分律法?	(83)
113. 什么是三六度循环分律法?	(84)
114. 十二平均律各种音程的拍频如何?	(84)
115. 四五度循环分律法和三六度循环分律法的优缺点如何?	(85)
116. 什么是比较分律法?	(86)
古琴和古瑟的调律法	(88)
117. 中国的古琴和古瑟如何定弦, 两者有何异同?	(88)
118. 中国古琴十三徽的按音和泛音音高如何?	(90)
119. 中国古代的旋宫法如何进行?	(90)
120. 为什么中国古代十二律旋宫形成循环?	(91)
121. 为什么说《宋史》中琴五调的调弦法是纯律的调弦法?	(94)
122. 琴五调各调的调弦法及其传统调名的含义如何?	(94)

曾侯乙编钟的调律法 (97)

123. 曾侯乙编钟三十一律在纯律音系网中的位置如何排列?
..... (97)

124. 曾侯乙编钟如何用“均钟”来调律定音? (98)

125. 曾侯乙编钟三十一律用均钟的调律过程如何? (99)

126. 曾侯乙编钟三十一律如何构成十八均正声音阶? ... (101)

舞阳贾湖骨笛笛律计算 (101)

127. 无音孔律管音高如何计算? (101)

128. 荀勖如何计算有音孔的笛律? (102)

129. 舞阳贾湖骨笛的结构如何? (103)

130. 舞阳贾湖骨笛音孔是如何设计的? (103)

131. 舞阳贾湖骨笛的管口校正值和气柱长如何计算? ... (105)

132. 舞阳贾湖骨笛笛律如何计算? (105)

133. 舞阳贾湖骨笛的音程特点如何? (106)

三分损益律回归黄钟问题 (107)

134. 三分损益律回归黄钟问题是如何提出的? (107)

135. 京房六十律的律名和音高如何? (108)

136. 钱乐之三百六十律的音高如何? (109)

137. 赵宋光对三分损益律回归黄钟问题所做工作如何?
..... (110)

138. 如何用分数逼近法研究三分损益律回归黄钟问题?
..... (111)

第四章 中国古代两大乐律体系的起源和演变

有关两大乐律体系的线索和论证	(113)
139. 中国古代是否存在过一部完整记载音乐理论的经书—— 《乐经》?	(113)
140. 为什么说中国古代存在两大乐律体系?	(113)
141. 从近代出土文物中可找到哪些关于中国古代两大乐律 体系的实物证据?	(114)
142. 中国古代雅乐体系起源于什么时代, 其发展如何?	(116)
143. 中国古代俗乐体系起源于什么时代, 其发展如何?	(117)
144. 中国古代两大乐律体系的区别如何?	(119)
145. 中国古代两大乐律体系的乐律学特点是什么?	(121)
我国古代雅乐体系的形成和发展	(122)
146. 从经史古籍中可找到哪些关于古代乐律体系形成和发 展的记载?	(122)
147. 《国语·周语下》中的十六字从文字上应如何解释?	(123)
148. 为什么说中国在三分损益律以前存在过一种律制?	(124)
149. 音律起源于管乐器还是弦乐器?	(125)
150. 为什么说雅乐体系起源于开管乐器的泛音列?	(126)