

# 古筝的五度相生律调律法

刘宝利 潘 黎

[内 容 提 要] 本文回顾了古筝调律普遍采用的民族五声调式及其特点,在借鉴现代音乐声学有关结论和钢琴调律方法的基础上,论述了古筝调或五度相生律的方法和检验手段,并对这种调律方法作了必要的理论分析。

[关 键 词] 基准音组/频率比/拍音/泛音/检验

[内容类别词] 律学/音乐科技

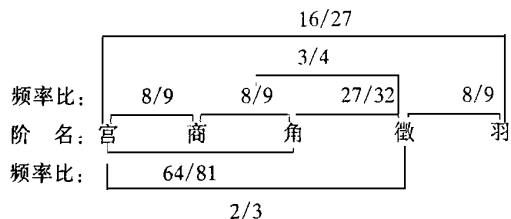
## 前 言

五度相生律出现于公元前六世纪,由古希腊学者毕达哥拉斯提出,所以又称毕达哥拉斯律。我国古代学者在同一时期也提出同一体系的律制——三分损益律。

在我国民族音乐中占有重要地位的“五声徵调式——徵、羽、宫、商、角——由“三分损益法”生律而成,当属五度相生律体系。现在的古筝演奏,多采用这种五声徵调式调音。

关于“五声徵调式”,在古籍《管子·地员篇》中有如下精确的论述:“凡将起五音,凡首,先主一而三之,四开以合九九,以是生黄钟小素之首,以成宫。三分而益之以一,为百有八,为徵。不无(?)有三分而去其乘,适足以是生商。有三分而复于其所,以是成羽。有三分去其乘,适足以是成角。”

这段文字叙述的是“五声徵调式”音阶中的各阶(音)及其频率比例列成下面的图表,以便于以后的音程分析。



## 一、双音调律法

现在的古筝演奏员多以直觉的音高辨别法或泛音音高辨别法来调音。这种调音方法对听力要求较高,对于一些演奏员,特别是初学者来说,用这种辨别音高的办法调出非常精准的音律是很困难的。

我们所说的“双音调律法”是指同时弹出协合音程的两个音,以音程的协合与否辨别音准,同时辅以简便的检验方法的一种更为精确的调律方法。

本文所述调律方法以传统二十一弦筝为例,音域为D—— $d^3$ 。

### (一) D调调法

1、用A调音叉(或校音器)调好琴弦A13(A表示音名,数字“13”表示弦号,下同)。

2、调D16——同时弹A13和D16,要求两音协合、纯净,没有忽强忽弱的“嗡嗡”声——拍音。

a. 过程检验:弹A13,稍后将A13止住,应在D16弦上发出比A13高一个八度的共鸣音;

b. 过程检验:弹D16,稍后将D16止住,应在A13弦上发出比A13音高一个八度的共鸣音。

3、调E15——同时弹A13和E15,要求两音协合、纯净、无拍音。

过程检验:弹A13,稍后将A13止住,应在E15弦上产生比E15高两个八度的共鸣音。

4、调B17——同时弹E15和B17,要求两音协

作者简介:刘宝利,生于1963年。1990年毕业于东北大学研究生院。现为本院乐器修造艺术系副教授。

潘黎,女,生于1964年。1988年毕业于沈阳音乐学院民乐系。现为本院附中民乐学科助教。

合、纯净、无拍音。

a. 过程检验：弹 E15，稍后将 E15 止住，应在 B17 弦上产生比 B17 高两个八度的共鸣音；

b. 过程检验：弹 B17，稍后将 B17 止住，应在 E15 弦上产生比 B17 高两个八度的共鸣音。

5、调<sup>#</sup>F14——同时弹 B17 和<sup>#</sup>F14，要求两音纯净协合，无拍音。

a. 过程检验：弹<sup>#</sup>F14，稍后将<sup>#</sup>F14 止住，应在 B17 弦上产生比<sup>#</sup>F14 高一个八度的共鸣音；

b. 过程检验：弹<sup>#</sup>F14，稍后将<sup>#</sup>F14 止住，应在 B17 弦上产生比<sup>#</sup>F14 高一个八度的共鸣音。

6、分律效果检验——同时弹 D16 和<sup>#</sup>F14，该大三度音程应产生每秒约九次的拍音。

7、分律效果检验——同时弹 D16 和 B12，该大六度音程应产生每秒约九次的拍音。

以上七个步骤是将一个八度内的五个音 D16、E15、<sup>#</sup>F14、A13、B12 调成频率比为： $1 \frac{9}{8} \frac{81}{64} \frac{3}{2} \frac{27}{16}$ 的五声音阶。这个过程被称为“分律”或“建立基准音组”。

8、以 D16——B12 为基准，按八度音程调出剩余的十六个音。

9、整琴检验——可用纯四度、纯五度、十一度音程、十二度音程、十五度音程等对调律效果进行检验。

上述调律过程中的“过程检验”是为初学者而设的，熟练的调律者可以不用这种“过程检验”以节省时间。第 6、第 7 步的分律效果检验可以帮助我们发现微小的调律误差，是重要的检验方法。

## (二) G 调调法

G 调的调律方法和前面介绍的 D 调调律方法相似。读者在进行前五步的“分律”时，也可以加入“过程检验”。为节省篇幅，下面的叙述略去“过程检验”的有关内容。

1、调 A13；

2、调 D11——同时弹 AB 和 D13，无拍音；

3、调 G14——同时弹 D11 和 G14，无拍音；

4、调 E10——同时弹 A13 和 E10，无拍音；

5、调 B12——同时弹 E10 和 B12、无拍音；

6、分律效果检验——同时弹 G14 和 B12，该大三度音程应产生每秒约 13 次的拍音；

7、分律效果检验——同时弹 G14 和 E10，该大六度音程应产生每秒约 13 次的拍音；

8、以 G14——E10 内的五个音为基准，按八度音程调好其余十六个音；

9、整琴检验——可用纯四度、纯五度、十一度、十二度、十五度音程进行检验。

现在的演奏员多采用移动码子的“移柱式”方法调出除 D 以外的其它各调。即便读者采用“移柱式”方法时，也可以参照上述 G 调调法的有关步骤加以检验，以实现准确的音律。

## (三) 其余各调调律方法

古筝采用五声音阶，演奏者可以按需要调出任何一个调，如：D、G、C、F……等等。

每个调的调法大致包括以下三部分（读者不妨对照前面介绍过的 D、G 两个调的调律方法，更便于理解）。

### 1、建立基准音组，也称“分律”

在一个八度内调好 1、2、3、5、6 五个音，作为整架琴的调律基准。基准音组一般选在中低音区。分律一般包括三个步骤：

· 定标准音（一般以 A 为标准音）；

· 从标准音出发，按四、五度循环的方法调出其它四个音。要求把音程调得纯净协合，没有拍音；

· 大三度音程（1 和 3），大六度音程（1 和 6）的拍音速度检验。这两个检验步骤能帮助调音者发现微小的调律误差。相关的拍音数值见表 1。

2、以“基准音组”为基准，按八度音程（或双八度音程）调完其余 16 个音。

3、整架琴的检验可用纯四度、纯五度、八度、十一度、十二度、十五度等协合音程检验。

## 二、调律方法的理论说明

古筝是一种弦乐器。弦乐器在振动发声时，它的琴弦振动除包含有基频振动（即通常说的振动频率）外，还包含许多泛音，这些泛音中的一部分——低阶泛音——可以在古筝上用泛音奏法弹出来。专业的演奏员都知道，泛音与基音（对应基频）呈八度、十二度、十五度的协合音程关系。

音乐声学的有关结论告诉我们：泛音频率与基音频率呈整数倍的关系，对应的音程分别为八度、十二度、十五度、十七度、十九度……为清楚起见，我们不妨以 C 音为例，列出其泛音列。泛音列中各音音

名:  $C^1 c g c^1 e^1 g^1 b^1 c^2 d^2 e^2 \dots$  与基音 C 的频率比: 1 1、2 1、3 1、4 1、5 1、6 1、7 1、8 1、9 1、10 1.....。

(一)、大三度、大六度音程的拍音

五度相生律中的纯四度音程和纯五度音程频率比分别是  $4/3$  和  $3/2$ , 为简单的正整数比, 这就使得这两个音程中的有关泛音频率完全一致。所以五度相生律中的纯四、纯五度音程是协合纯净, 没有拍音的。

相比之下, 五度相生律中的大三度、大六度音程

F 音 泛 音 列 : F f c f<sup>1</sup> a<sup>1</sup> c<sup>1</sup> ..... ;  
 F 音泛音频率 (H<sub>2</sub>): 86. 9 173. 8 260. 7 347. 6 434. 6 521. 4 ..... ;

A 音 泛 音 列 : A a e a<sup>1</sup> e<sup>1</sup> ..... ;  
 A 音泛音频率 (H<sub>2</sub>): 110 220 330 440 550 660 。

从两音的泛音列中不难发现, F 的第四个泛音 (五倍频) 和 A 的第三个泛音 (四倍频), 频率相近却不相同, 相差  $440 - 434. 6 = 5. 4$  赫兹 (H<sub>2</sub>), 所以这两个音同时弹响的时候会产生每秒 5. 4 次的拍音。

2、大六度拍音 (以 D、B 六度音程为例)。

我们用同样的方法对 D——B 大六度音程进行分

析。可知 D 的五倍频和 B 的三倍频数值相近却不相同, 从而造成这个大六度音程会在一秒内产生 4. 6 次的拍音。

1、大三度拍音 (以 F、A 三度音程为例) 假设将 A 调成  $110H_2$  的频率, 按照五度相生律中大三度音程的频率比  $64/81$ , 可算出 F 音的频率为  $110H_2 \times 64/81 = 86. 92H_2$ 。我们列出这两音的泛音列及对应的频率值。

我们对常用的大三度、大六度音程进行了拍音计算, 列在表 1 中, 供读者参考。请注意, 此表只适用于五度相生律的有关音程。

表 1. 五度相生律中的大三度、大六度拍音数值表

大三度		大六度	
D - #F 4. 6	d - #f 9. 2	D - B 4. 6	d - b 9. 2
E - #G 5. 1	e - #g 10. 3	E - #c 5. 1	e - #c <sup>1</sup> 10. 3
#F - #A 5. 8	#f - #a 11. 6	#F - #d 5. 8	#f - #d <sup>1</sup> 11. 6
A - #c 6. 9	a - #c <sup>1</sup> 13. 8	A - #f 6. 9	a - #f <sup>1</sup> 13. 8
B - #d 7. 1	b - #d <sup>1</sup>	B - #g 7. 7	b - #g <sup>1</sup> 15. 4

(二) 四度、五度、十二度等协合音程检验方法及其理论依据

传统律学一般是在一个八度之内进行理论分析的, 但乐器的音域却不只一个八度。二十一弦古筝的音域也有四个八度之宽。为保证精确的音准, 有必要采取一些协合音程、特别是复音程对调律结果进行检验。读者可以选用以下音程: 纯四度、纯五度、八度、十一度 (八度加纯四度)、十五度 (两个八度)、十八度 (两个八度加纯四度)、十九度 (两个八度加纯五度)、二十二度 (三个八度)。在五度相生律中, 这些音程却包含有共同的泛音。

选用这些检验用的音程时, 可以用音高辨别方法, 但更为准确的方法是“共鸣法”。这种方法在介绍 D 调调法时被称为“过程检验法”。所谓“共鸣法”, 就是先弹响两个音中的任一个音, 稍后将该音止住, 会在另一根弦上激发出某一泛音或基音。以 a——e<sup>2</sup> 十二度音程为例: 先弹响 e<sup>2</sup>, 稍后将 e<sup>2</sup> 止住, 那么 a 音上会发出 e<sup>2</sup> 的“共鸣音”。如果没有“共鸣音”, 表明该音程有误差。

两音中包含共同的泛音是产生共鸣的根源。我们只需列出这些音程的泛音列, 就很容易理解这种“共鸣法”的理论依据。为节省篇幅, 这里仅对纯五度,

十五度音程的“共鸣法”进行分析。有兴趣的读者可以此类推，对其它音程作类似的分析。

### 1、纯五度音程检验（以 a —— e<sup>1</sup> 五度音程为例）

a 音 泛 音 列 :	a	a <sup>1</sup>	e <sup>2</sup>	a <sup>2</sup> .....	;
a 音 泛 音 列 频 率 (H <sub>2</sub> ) :	220	440	660	880	
e 音 泛 音 列 :	e <sup>1</sup>	e <sup>2</sup>	b <sup>3</sup>	e <sup>3</sup> .....	;
e 音 泛 音 列 频 率 (H <sub>2</sub> ) :	330	660	990	1320	。

在这里不难发现，a 音的三倍频和 e<sup>1</sup> 的二倍频都是 660H<sub>2</sub>（相当于 e<sup>2</sup> 音高）的泛音，因此可以相互激发，产生“共鸣音”。

### 2、十五度音程检验（以 d —— d<sup>2</sup> 十五度音程为例）

d 音 的 泛 音 列 :	d	d <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	d <sup>2</sup>	..... ;
d 音 的 泛 音 频 率 (H <sub>2</sub> ) :	146. 67	293. 33	440	586. 67	。

d<sup>2</sup> 音 的 泛 音 音 列 :

d <sup>2</sup>	d <sup>3</sup>	..... ;
----------------	----------------	---------

d<sup>2</sup> 音 的 泛 音 频 率 (H<sub>2</sub>) :

586. 67	1173. 33	。
---------	----------	---

可以看出 d 音的第三个泛音（四倍频）与 d<sup>2</sup> 音的基音频率同为 586. 67H<sub>2</sub>，故能产生共鸣。

上述协和音程的检验的方法可以同时用于一个音列的检验。例如：D 调调法中的 13 号弦 A13 应与 16 号弦 D16、15 号弦 E15 等产生共鸣。分别弹响 D16、E15、A13、D11、E10、A8、D6、E5、A3 都应在 A13 弦上产生共鸣。否则表明相应音程有误差。

应当说明的是，本文列出的检验方法是为保障精确的调律而采取的检验措施，熟练的调律者不一定把每个检验音程都用到，可以根据自己的具体情况选用其中部分音程进行检验。顺便指出，本文提及的各种检验方法也可以用来调音，读者可灵活运用。

## 三、练习“古筝”双音调律法”的几点说明

### 1、排除杂音干扰

调音时，特别是“分律”时，应与调音无关的其它琴弦止音。这些琴弦包括所有码子左侧琴弦，暂时不调音的低音弦、高音弦等。止音方法比较简单，可以用绒布（或毛巾）罩在琴弦上，也可以用止音带（厚度 2~5 毫米的软尼条）穿于弦间。需要说明的是，

在五度相生律中五度音程的频率比为 3/2，a 音频率 220H<sub>2</sub>，e<sup>1</sup> 音频率 330H<sub>2</sub>。列出两音的泛音列及频率值。

a <sup>1</sup>	e <sup>2</sup>	a <sup>2</sup> .....	;
440	660	880	
e <sup>2</sup>	b <sup>3</sup>	e <sup>3</sup> .....	;
660	990	1320	。

例)

在五度相生律中，十五度音程频率比为 4/1，d 的频率为 146. 67H<sub>2</sub>，d<sup>2</sup> 的频率为 586. 67H<sub>2</sub>（选用 A440 的国际标准音高）。列出两音的泛音列。

止音装置（绒布或软尼条）不应在琴弦上产生附加力，以免撤掉这些装置以后音调发生变化，这一点对“分律”尤为重要。

### 2、几点提示

初次尝试这种调律方法，读者有可能不太习惯听这种音程间的拍音，特别是大三度音程和大六度等音程。需要一些练习，练习时注意以下几点：

- a. 注意止音效果，排除杂音干扰；
- b. 拍音是由频率较高的泛音产生的，带指甲拨弦会有效激发泛音，易于听辨；
- c. 拨弦时不要拨在相应的泛音点上，否则不会产生相应的拍音；
- d. 如果三度、六度拍音听起来确有困难，可将基准音组选在更低的音区。低音区的拍音更易于听辨。

### 参考文献：

- 1、缪天瑞 《律学》 人民音乐出版社 1996 年
- 2、刘宝利 《钢琴基准音组分律方法及其理论基础》 《乐器》 1993 年第 1 期。

（编辑 谷音）