

536470



536470

作曲技术理论丛书

管弦乐队乐器法

施 咏 康 著



人民音乐出版社

管弦乐队乐器法

作曲技术理论丛书

施咏康著

•

人民音乐出版社出版发行

(北京翠微路2号)

新华书店北京发行所经销

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

787×1092毫米 16开 269面乐谱及文字 17.5印张

1987年11月北京第1版 1996年6月北京第4次印刷

印数：9,676—14,290册

ISBN 7-103-00514-4/J·515 定价：20.20元

目 次

绪 言.....	(1)
第一章 弓弦乐器与弓弦乐器组.....	(7)
第一节 总 述.....	(7)
§1. 弓弦乐器的构造 (7) §2. 弓弦乐器的发音 (8) §3. 谐音与泛音 (10)	
§4. 指法、多弦结合 (16) §5. 各种弓法——运弓的技术 (19) §6. 几种特殊的演奏方法 (29)	
第二节 小提琴.....	(32)
§1. 音域、音区与音色 (32) §2. 音阶与把位 (34) §3. 双音与和弦 (37) §4. 泛音 (43)	
§5. 拨弦(pizzicato) (46) §6. 小提琴在乐队中的运用 (47)	
第三节 中提琴.....	(53)
§1. 音域与音色 (53) §2. 音阶与把位 (54) §3. 双音与和弦 (55) §4. 泛音 (57)	
§5. 中提琴在乐队中的运用 (58)	
第四节 大提琴.....	(61)
§1. 音域与音色 (62) §2. 音阶与把位 (63) §3. 双音与和弦 (68) §4. 泛音 (71)	
§5. 大提琴在乐队中的运用 (73)	
第五节 低音提琴.....	(77)
§1. 音域与音色 (77) §2. 音阶与把位 (79) §3. 双音与和弦 (81) §4. 泛音 (82)	
§5. 低音提琴在乐队中的运用 (84)	
第二章 木管乐器与木管乐器组.....	(86)
第一节 总 述.....	(86)
§1. 乐器构造与发音特点 (86) §2. 木管乐器的发音原理 (89)	
第二节 长笛类乐器.....	(92)
(一) 长 笛.....	(92)
§1. 长笛的构造、指法与音域 (93) §2. 音区、力度以及音色特点 (95) §3. 演奏技术 (96)	
§4. 泛音 (98) §5. 颤音与颤音 (98) §6. 长笛在乐队中的运用 (99)	
(二) 短 笛.....	(104)
§1. 音域及其他 (104) §2. 音区与力度 (105) §3. 短笛在乐队中的运用 (105)	
第三节 双簧管类乐器.....	(108)

(一) 双簧管	(108)
§1. 构造、指法与音域 (109)	§2. 音区、力度以及音色特点 (111)
§3. 演奏技术 (112)	
§4. 颤音与颤音 (113)	§5. 双簧管在乐队中的运用 (114)
(二) 英国管	(118)
§1. 音域及其他 (118)	§2. 音区、音色、力度 (118)
§3. 英国管在乐队中的运用 (119)	
第四节 单簧管类乐器	(120)
(一) 单簧管	(120)
§1. 单簧管的构造、超吹与指法、音域与调 (122)	§2. 音区、力度以及音色特点 (125)
§3. 演奏技术 (126)	§4. 单簧管在乐队中的运用 (128)
(二) 低音单簧管	(134)
§1. 音域及其他 (135)	§2. 低音单簧管在乐队中的运用 (136)
(三) 小单簧管	(138)
第五节 大管类乐器	(139)
(一) 大管	(139)
§1. 大管的构造、指法与超吹、音域 (140)	§2. 音区、力度以及音色特点 (144)
§3. 演奏技术 (145)	§4. 大管在乐队中的运用 (146)
(二) 低音大管	(151)
§1. 音域及其他 (151)	§2. 音区、音色、力度 (152)
§3. 低音大管在乐队中的运用 (152)	
第三章 铜管乐器与铜管乐器组	(155)
第一节 总述	(155)
§1. 铜管乐器的沿革、自然铜管乐器 (155)	§2. 铜管乐器的构造特点与发音特征 (157)
§3. 铜管乐器的发音原理 (159)	§4. 活塞的构造原理 (160)
第二节 圆号	(165)
§1. 圆号的构造、音域 (166)	§2. 音区、音色、力度 (168)
§3. 演奏技术 (169)	
§4. 圆号在乐队中的运用 (174)	
第三节 小号	(184)
§1. 小号的构造、音域 (185)	§2. 音区、音色、力度 (186)
§3. 演奏技术 (187)	
§4. 颤音、音色的改变 (188)	§5. 小号在乐队中的运用 (190)
第四节 长号	(195)
§1. 构造与记谱 (196)	§2. 伸缩管的动作、把位与音域 (197)
§3. 音区、音色、力度 (199)	
§4. 演奏技术 (200)	§5. 长号在乐队中的运用 (201)
第五节 大号	(206)
§1. 大号的构造、音域 (207)	§2. 音区、音色、力度 (209)
§3. 演奏技术 (210)	
§4. 大号在乐队中的运用 (210)	
第四章 装饰性色彩乐器与打击乐器	(214)

第一节 装饰性色彩乐器.....	(214)
(一) 竖 琴	(214)
§1. 竖琴的构造、踏板的作用、音域 (217)	§2. 竖琴的演奏技术与演奏特点 (221)
§3. 竖琴在乐队中的运用 (229)	
(二) 钢片琴	(230)
(三) 钟 琴	(234)
(四) 木 琴	(236)
(五) 排 钟	(239)
(六) 钢 琴	(239)
(七) 其 他	(240)
1. 颤音琴	(241)
2. 管子琴	(241)
第二节 打击乐器.....	(242)
(一) 定音鼓	(242)
§1. 定音鼓的构造、音域 (242)	§2. 演奏技术, 记谱法 (245)
§3. 定音鼓在乐队中的运用 (248)	
(二) 小 鼓	(250)
§1. 构造、发音特点 (251)	§2. 演奏技术 (251)
§3. 小鼓在乐队中的运用 (252)	
(三) 大 鼓	(254)
(四) 铃 鼓	(255)
(五) 三角铁	(257)
(六) 钹	(259)
(七) 锣	(264)
(八) 响 板	(265)
附 录 一、移调木管乐器表.....	(267)
二、移调铜管乐器表.....	(267)
三、管弦乐队乐器音域总表.....	(269)

绪 言

(一)有志于写作管弦乐作品的作者，首先必须深入地研究管弦乐队各类乐器的性能与演奏技术，以为写作前的必要准备。本书就是为了学习管弦乐队各类乐器的基本知识而编写的辅助材料。书中讲述了各类乐器发展的简单历史、乐器的构造、性能以及演奏技术等各个方面的基本内容，并对每一种乐器在乐队中的运用作了简略的介绍，以便从中初步了解和熟悉它们在乐队中的作用。

乐器法所包含的细节是那样的繁多多样，如果仅仅从书本理论上了解这些乐器的知识是不够的，况且本书也不可能详述无遗，要真正掌握书中讲述的这些乐器的知识，还应该经常地、耐心地去听乐队排练或到剧场听乐队演出，同时还应阅读大量的总谱，从具体音响中，并在不断的音乐实践中增加直感印象。有条件的话，多与演奏者交谈，具体看一看和研究一下乐器的构造样式，或学习试奏一下各类乐器，即使只能奏出音阶，对乐器的了解也会同那种只从书本获得知识的完全不同，这样可以加深对各类乐器的感性认识。

(二)著者在多年的教学中发现，初学管弦乐法的学生往往只记住了乐器总的音域，而忽略了对各个不同的音区和各音区的性能的注意。然而正是在这些有特性的音区才表现出乐器的色调、演奏的力度、技巧及其难易程度。

每一种乐器(尤其是管乐器)，由于构造与性能的不同，就产生了不同特点的音区，这种音区一般地讲可划分为表情区域与非表情区域，在表情区域内能演奏出各种具有丰富的表情和力度的乐句，在非表情区域内虽有突出的音色，但一般说来表现力较差。我们在许多乐队作品中看到各种管乐器的独奏段落通常都是在表情区域演奏的，只要研究一下各类总谱中管乐器独奏的段落，就可以了解这一点，而且能学到许多手法。

本书为每种乐器都列有一张音区表。但是应该指出，每种乐器的音域都有自己的规律，它们绝不会突然地转换，而是逐渐地变化，音区表仅提供读者一个大致的概念。对每种乐器的不同音区的认识不应停留在概念上，应对各音区所发出的音响有实际的了解。

因此，在了解各类乐器的音域、音区、音色的同时，应培养自己在音乐听觉上的想象能力(这对写作管弦乐曲是多么的重要!)，在听管弦乐作品演奏时，不仅应学会辨别出不同的乐器的音色，而且应能辨别出每一种乐器各个音区发出来的声音的特性。在阅读总谱时也应能想象出它们的色彩效果与音响效果。

(三)同样情况，由于每种乐器的构造、演奏特点、呼吸、口腔动作、指法与弓法等的不

同，它们各有其适合的、技术上易于演奏的、易于表现的音型和乐句。应该研究分析这些音型与乐句，辨别对于每一种乐器什么是易奏的，什么是难奏的，以及它们的发音效果。配器时同时还应顾及乐器演奏者，使他们的演奏能胜任愉快，不致有技术上的不方便与困难。总之，要使演奏者不感到紧张与无把握，这样才能获得好的演奏效果。

在创作管弦乐作品时，如果能仔细考虑到乐器的音色、音区、调性和音乐织体等问题，一般便能得到鲜明的乐队效果，因为每种乐器都有它自己适合的调性，由于音区和其他条件而产生的不同的音色，可能演奏的或擅于演奏的织体结构等。如果不去考虑上述情况，不加区别地对待各种可能遇到的问题，就绝不会得到好的乐队音响。

(四)现代管弦乐队的完整的编制，大致可以分为四个乐器组，即弓弦乐器组、木管乐器组、铜管乐器组、打击乐器与色彩乐器组。每个组内(除打击乐器与色彩乐器组外)的不同乐器基本上都属同类型，在构造与性能上都有许多共同点和相似点，而在表现方法与表现能力上也都有许多共同的特性。

一般的说，

弓弦乐器是擅于表情的一组乐器，擅长演奏、表达各种蕴含内在情感的抒情性的音乐。

木管乐器是有着多种音色的一组乐器，擅长演奏色彩鲜艳的各类旋律和提供创造五光十色的音响效果的基础。

铜管乐器是力度强大的、节奏鲜明的一组乐器，适合演奏节奏清晰与音响宏亮的段落。

打击乐器与色彩乐器是乐队中不占主导地位的一组乐器，但它具有节奏强烈、色彩缤纷的特点，对于渲染与修饰乐队音响是必不可少的乐器。

读者如能注意到各组乐器的这些特点，对他今后在管弦乐曲的创作上将是非常有益的。

(五)管弦乐总谱中各乐器组的排列次序与书写方法是弦乐组在下面，木管组在上面，铜管组在中间，打击乐器与色彩乐器组在铜管组与弦乐组之间，各组乐器的次序按音域的高低排列——上面为高音乐器，下面为低音乐器^①。

下面是几种排列形式的书写法：

^① 按发音高低原则排列，小号声部应在圆号声部的上面。这里因为一则由于自古以来的习惯，二则由于圆号具有木管乐器音质的特点，能在两组乐器的音响中起到联结作用，因而大多数作曲家仍然把圆号声部放在铜管组的最上面。

1、三管编制的大型乐队总谱书写法

The image displays a musical score for a three-tube large orchestra. The score is organized into several sections, each with its own set of staves. The instruments and their parts are as follows:

- Woodwinds:** Picc., 2 Fl., 2 Ob., C. ingl., 2 Cl. (♭B), Cl. b. (♭B), 2 Fag., C. Fag.
- Brass:** 4 Cor. (F) (I, II, III, IV), 3 Trb. (♭B) (I, II, III), 3 Trbn. e., Tub.
- Percussion:** Timp., Trgl., T-ro, P-tti, Cassa, T-tam.
- Keyboard:** Cel., Arp.
- Strings:** VI I, VI II, Vle, Vc., Cb.

The score is written in a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a 4/4 time signature. Each staff begins with a treble or bass clef and a key signature signature. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings.

2、双管编制的乐队总谱书写法

2 Fl.

2 Ob.

2 Cl.
([♭]B)

2 Fag.

4 Cor.
(F)
I
II
III
IV

2 Trb.
([♭]B)

3 Trbn.
c

Tub.

Timp.

Batteria

Arp.

archi

Detailed description: This musical score is for a double reed orchestra. It consists of several systems of staves. The first system includes 2 Flutes (Fl.), 2 Oboes (Ob.), 2 Clarinets in B-flat (Cl. ([♭]B)), and 2 Bassoons (Fag.). The second system includes 4 Cornets in F (Cor. (F)), numbered I, II, III, and IV. The third system includes 2 Trumpets in B-flat (Trb. ([♭]B)) and 3 Trombones (Trbn. c). The fourth system includes Tubas (Tub.), Timpani (Timp.), and the rest of the Battery. The fifth system includes the Arpeggiated strings (Arp.). The sixth system includes the string section (archi), with staves for Violins I and II, Violas, Violas, Violas, Violas, and Cellos/Double Basses (Cb.).

3、弦乐组或弦乐队的总谱书写法

VI. I

VI. II

Vic.

Vc.

Cb.

Detailed description: This musical score is for a string ensemble. It consists of five systems of staves. The first system is for Violins I (VI. I). The second system is for Violins II (VI. II). The third system is for Violas (Vic.). The fourth system is for Violas (Vc.). The fifth system is for Cellos and Double Basses (Cb.).

4. 弦乐组或弦乐队分部的总谱书写法



从上列第 1、2 种总谱书写法可以看到,圆号与小号声部不写调号,用临时升降号记谱。移调乐器声部按写谱音记谱,不写实际音。小节线按乐器组划,这样便于读谱。每一行分谱下方写强弱记号,上方写演奏法记号(如 Pizz.)。速度记号总写,分别写在弦乐组上面与木管组上面。

(六)本书中用到的乐器名称意大利文全名与缩写和中文对照列表于下:

木管乐器	Piccolo	Picc.	短笛
	Flauto(-i)	Fl.	长笛
	Oboe(-i)	Ob.	双簧管
	Corno inglese	C. ingl.	英国管
	Clarinetto piccolo	Cl. picc.	小单簧管
	Clarinetto(-i)	Cl.	单簧管
	Clarinetto basso	Cl. b.	低音单簧管
	Fagotto(-i)	Fag.	大管
Contrafagotto	C. fag.	低音大管	
铜管乐器	Corno(-i)	Cor.	圆号
	Tromba(-e)	Trb.	小号
	Trombone(-i)	Trbn.	长号
	Tuba	Tub.	大号

打击乐器	Timpani	Timp.	定音鼓
	Triangolo	Trg.	三角铁
	Tamburino	T-no.	铃鼓
	Tamburo	T-ro.	小鼓
	Castagnetti	Cst-tti.	响板
	Piatti	P-tti.	钹
	Cassa	Cassa	大鼓
	Tam-Tam	T-tam	锣
色彩乐器	Campane	Cmpna.	排钟
	Campanelli	Cmpli.	钟琴
	Silofono	Sil.	木琴
	Celesta	Cel.	钢片琴
	Arpa	Arpa	竖琴
	Piano	P-no	钢琴
弓弦乐器	Violino(-i)	Vi.	小提琴
	Viola(-e)	Vla. (-e)	中提琴
	Violoncello(-i)	Vc.	大提琴
	Contrabasso(-i)	Cb.	低音提琴

第一章 弓弦乐器与弓弦乐器组

第一节 总 述

现代管弦乐队中的弓弦乐器（小提琴、中提琴、大提琴、低音提琴），是经过长期的演变而形成的。这类乐器的前身是古提琴类乐器，它是十四世纪末至十五世纪初由欧洲的弗杜拉琴（fidula）演变而来的。古提琴由于演奏形式的不同而分为两类：一种是手提琴（Viola da braccio），同现代的小提琴、中提琴相仿。根据琴身尺寸的不同又分为高音、中音和次中音三种；另一种是靠膝琴（Viola da gamba），根据琴身尺寸的不同分为低音与倍低音两种。它们通常有六根琴弦（也有五根、七根的）。古提琴于十五至十七世纪在欧洲特别流行。在这一时期中，现代管弦乐队中的弓弦乐器在古提琴类乐器的基础上，逐步发展形成，到十八世纪中叶，就在管弦乐队中取代了古提琴的地位。这里还应提到属于古提琴之一种的抒情古提琴（Viola d'amore），这种乐器，有七根弦，十八世纪在欧洲很流行，甚至到十九世纪还常常用于歌剧乐队作为独奏乐器。

现代管弦乐队中所用的弓弦乐器的构造与外形，特别是小提琴，从柏辽兹（H. Berlioz, 1803—1875）时期以后，基本上没有变化和发展。

§1 弓弦乐器的构造

弓弦乐器按照不同的尺寸制造，其构造与外形大致相仿，因而各乐器之间在音响、音色上比较统一。

它们的构造尺寸比例是这样的：一般小提琴的总长度为 59 厘米，共鸣箱为 35.5 至 36 厘米；中提琴总长度为 69 厘米，共鸣箱为 42 厘米；大提琴总长度为 124 厘米，共鸣箱为 76 厘米；低音提琴总长度为 190 厘米，共鸣箱为 116 厘米。

它们的构造主要分如下几部分：

1、琴身——主要由共鸣箱（包括面板、背板、侧板）、指板、琴头、琴颈、音柱、低音梁等部件构成。共鸣箱的面板与背板是乐器的主要振动面，在琴马两侧的面板上各开有一个 f 形音孔，是声音的出口处。指板为粘在琴颈上的乌木板，其横断面微呈拱形，使张在上面的琴弦排列不在同一平面上，以便演奏时不至碰到邻近的弦。音柱装在共鸣箱内（马子右脚下面）；支持面板与传播面板的振动，使面板的振动在背板上起反射振动的作用。低音梁是

紧贴在面板下面略呈弓形的小木条，支持马子左脚对面板的压力，并起传递能量的作用。

另外，还有弦枕、弦轴、系弦板与系弦柱、马子等，这些部件均为张弦之用。小提琴、中提琴的腮托和大提琴、低音提琴的支脚则是为了演奏时保持乐器的平稳。

2、琴弓——由弓杆、弓毛、马尾库和松紧螺丝等部件组成。演奏时用以磨擦琴弦，使之发声。弓杆要求富有弹性；弓毛采用马尾制作。

小提琴弓子一般有75厘米长；中提琴略短，为74厘米，但弓杆较粗；大提琴还要短二至三厘米(72—73厘米)，弓杆比小提琴弓子粗很多；低音提琴的弓子最短，只有60厘米，弓杆极粗，因为短而粗的弓子压力更大。

3、琴弦——分金属制、羊肠制、缠银丝羊肠制、缠银丝金属制与缠银丝钢绳制等数种。弦的长度、粗细、张力因不同乐器而异，并按一定的比例固定在琴身上。

§2 弓弦乐器的发音

弓弦乐器的发音是由于琴弦振动带动空气振动的结果。处于静止状态的琴弦受到弓的磨擦或手指弹拨的外力影响，就偏离了原来的位置，由于弦的两端是固定的，这种偏离使琴弦伸长而引起它的恢复应力，迫使它再退回到原来的位置。而由于惯性作用，弦恢复到平衡点后开始向反方向偏离，这样不断地来回振动，并且带动空气振动，结果产生声波，通过共鸣箱（即琴身）加以谐振，发出共鸣并使音响扩大，然后传递给人们的听觉器官。

乐器发声结果，产生下面四种现象（指乐音的物理属性），即在人们感觉中反映出的特性。

1、音的高低——决定于音的振动的频率^①。振动的频率愈高，发音愈高；振动的频率愈低发音愈低。频率的高低决定于振动物的体积，振动物的体积愈小频率愈高；体积愈大频率愈低。例如第一国际标准音 a^1 ，它的振动频率为每秒钟440次复振动(Hz)，当振动数增加一倍时发音高八度，减少二分之一时发音低八度：

$$440 \text{ Hz} = a^1$$

$$\text{增加时: } 880 \text{ Hz} = a^2 \quad \text{减少时: } 220 \text{ Hz} = a$$

$$1760 \text{ Hz} = a^3 \quad 110 \text{ Hz} = A$$

$$3520 \text{ Hz} = a^4 \quad 55 \text{ Hz} = A^1$$

$$27.5 \text{ Hz} = A^2 \text{ (钢琴上的最低音)}$$

人类听觉能感受的振动频率可以从16 Hz到20000 Hz左右，而音乐实践中一般只运用从20 Hz到4000 Hz左右。钢琴上的最高音 c^5 ，振动频率为4185.6 Hz。

各种弓弦乐器的弦按一定的比例——长短、粗细、松紧——固定在琴身上，弦枕和马子支撑的中间一段为弦的发音部分。粗的弦发音较低，反之则高；长的弦发音较低，反之则较

^① 每秒钟内发声体的振动次数称为频率，一个振动单位（复振动）称“赫兹”（Hz）（周/秒）。

高。同一根弦因拉力不同，也能发出高低不同的音，但弦过于松弛时发音纤弱而不稳定，拉力过大时发音生硬而无表现力。

2、音的强弱——由于振动力量的不同而引起振幅大小的差异，产生各种不同的力度^①。振幅的产生就是琴弦振动时的惯性作用，当弦受到外力刺激时，就失去静止状态时的平衡，然后又要求恢复平衡，一往一返，不断来回振动，这个来回振动的区域就是振幅。如图1甲——乙两点之间的距离即是：



图1

一个来回的振动（复振动）算作一个振动数，是由甲→乙，然后又从乙→甲的两个单振动的组合。

振动着的弦的两端叫做结，中间振幅最大的地方叫做波腹。

振幅愈大音愈强，振幅愈小音愈弱。振幅的大小决定于引起振动能量的大小（如弓子压力的大小，弹拨力量的大小）。振幅大小（强或弱）不影响其振动的频率。只是弦在振动时由于位移，往返于甲乙两点之间而稍有伸长与拉紧，因而出现了附加张力。振幅愈大，附加张力也愈大。弦在静止状态时与振幅最大时的张力是不完全相同的，因而也就产生了音高的某种微小的偏差，使发音有一种颤抖（Vibrato）的感觉。振幅愈大，这种感觉也愈明显，但它不影响振动的基本频率，却使得发音更富表现力。

音响力量的强弱常常还取决于弦的长短、粗细的比例，以及它的质量与张力。弦越长、越粗重、张得越紧，就越能有力地振动共鸣箱而得到更大的声功率^②。所以较长、较粗、较紧张的弦共鸣较大。

3、音的时值——振动时间的延续得到音的时值。弦受弓的磨擦或弹拨的外力而振动发音，当外力停止后弦振动的持久性（发音的持久性）取决于它的质量、张力、以及在支撑物上的固定程度。弦的张力越大，振动就停止得越快。弦在支撑物上如果不牢固，振动时会由于摇摆而失去很大一部分振动能量，使弦的振动很快停止。

同样长度、同样张力，粗的弦比细的弦振动停止得快；同样张力、同样直径，短的弦比长的弦振动停止得快。

4、音的色彩——主要由于谐音^③的作用。一个乐音总是伴随着许多谐音，即所谓复合

① 一般常把音量这名词代替音的力量（力度），模糊了两者的区别与关系，把音的力度（即音的强弱或称音强）与音量等同起来是不确切的，这是相互有联系两种不同的现象。音量是谐音时共鸣的大小，力度是振动时波腹的大小，但音量大小受共鸣的制约。当然它们还受其他条件的影响，如弦的质量等。

② 这是物理学术语，声功率即声音的功率。

③ 见10页注。

音。音色的变化，很大程度上取决于这些谐音数目、次序、强度的变化。其次，发音的方法，共鸣与谐振物的质料，发音体的形状等也都可能引起音色的变化。

激发弦振动的方式与位置常使谐音的数量与强度发生变化，如在弦长的一半处擦弦，就不会出现偶数谐音，在弦长的三分之一或三分之二处擦弦就会失去第三、六、九……谐音。所以弓弦乐器演奏者运弓的部位、方式、压力的均匀与否等都可能引起音色的变化。

音的振幅大小和时值长短是由于右手运弓的压力与延续时间的不同而产生，那么音高的改变是靠左手按弦缩短弦的长度的结果。弦在不按指时叫空弦，用手指按在弦的任何一个部位以缩短弦的长度叫按弦。

按弦音永远高于空弦音。

当琴弦（从弦枕到马子）缩短一半（二分之一）时发音比空弦音高八度；

当琴弦缩短三分之一时发音比空弦音高纯五度；

当琴弦缩短四分之一时发音比空弦音高纯四度；

当琴弦缩短五分之一时发音比空弦音高大三度；

当琴弦缩短六分之一时发音比空弦音高小三度；

当琴弦缩短九分之一时发音比空弦音高大二度（大致的）；

当琴弦缩短十六分之一时发音比空弦音高小二度（大致的）。

此外，小六度、大六度、小七度、大七度各音的发音弦长比例计算较为复杂，这里不一列出。

§3 谐音与泛音^①

琴弦振动时，除了全长振动外，还按不同比例的段落分别同时振动而发出不同高度的音。其中全长振动所发之音称基础音，听得最清楚；分段长度等于琴弦全长的一半时（即分为等长的两段同时振动），其频率比基频（基本频率）高一倍。其长度等于琴弦全长的三分之一时（即分为等长的三段同时振动），则比基频高二倍；其长度等于琴弦全长的四分之一时（即分为等长的四段同时振动），则比基频高三倍，以此类推。上述这些比基础音高的分段音称为谐音，其清晰程度逐次减弱。

谐音的名称由分段振动的次序决定。基础音的频率最低，称第一谐音；频率比它高一倍时（即弦长划分为二分之一）称第二谐音；比它高二倍时（即弦长划分为三分之一）称第三谐音，余类推。分段振动越多，频率越高，谐音也就听得越不清楚。

由此可见，一个基础音总是伴随着许多谐音。可以作一实验，假如用大提琴的第四弦（C弦）作为基础音，当它被弓子磨擦时，该弦就分成许多部分同时振动。图示如下：

^① 谐音与泛音，这是两种不同的概念。过去因译法不同，常将 Obertone 和 Flageolet 通称作泛音。本书为区别二者间的不同，将前者称为谐音，将后者称为泛音。

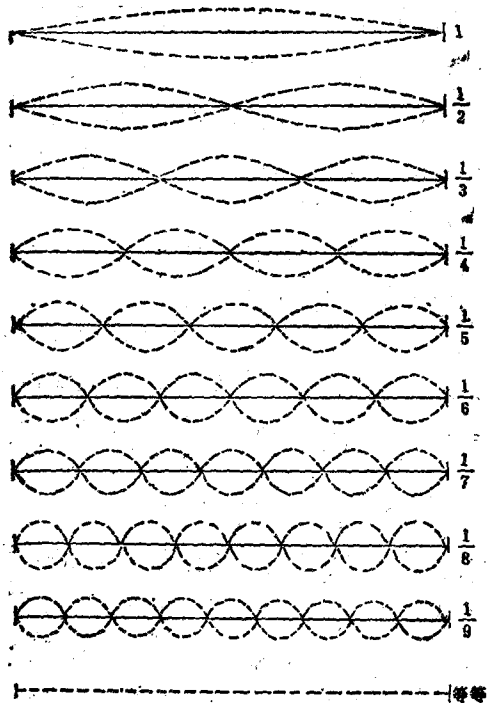


图 2

如果按自然的次序排列起来，得到下面一系列谐音，称自然谐音列：

以C弦为例：

例 1

1 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{11}$ $\frac{1}{12}$ $\frac{1}{13}$ $\frac{1}{14}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{16}$

基音 (第一谐音) 第二谐音 第三谐音 第四谐音 第五谐音 第六谐音 第七谐音 第八谐音 第九谐音 第十谐音 第十一谐音 第十二谐音 第十三谐音 第十四谐音 第十五谐音 第十六谐音

这些谐音同时响出构成C的复合音，它使这个C音显得十分浑厚丰满。谐音越多、越明显，声音就越加浑厚丰满。所以发音低的弦比发音高的弦其声音显得丰厚。

弓弦乐器上的泛音是用一种特殊方法发音的，它是在上述发音原理中抽出来的分段振动的谐音，即从复合音中分离出来的。由于泛音的音色很象竖笛的声音，所以一般用竖笛名称“弗拉热勒” (Flageolet) 来称呼它。

求得泛音 (即某个分段谐音) 的方法是把其它谐音的波腹破坏，不使它振动，便能得到

所需要的泛音。奏法是用手指在分段振动的某个结处浮触琴弦。例如在弦的二分之一处浮按琴弦，便可得到两段音高相同的第二谐音，即八度泛音。这时弦的全长振动与单数分段振动都因在波腹处触弦而消失；只剩下分两段振动与所有偶数分段振动的谐音。在弦的三分之一处浮按琴弦，便可得到第三谐音，即五度泛音。这时全长振动与划分为二分之一、四分之一、五分之一……的分段振动也都由于波腹破坏而消失，留下的只是分三、六、九、十二、十五各段振动的谐音。在弦的四分之一处，就是划分四段同时振动的结（即 $\frac{1}{4}$ 或 $\frac{3}{4}$ ）处浮按琴弦，便可得到四段音高相同的第四谐音，即四度泛音。其他泛音以此类推。

这里请注意求得泛音的浮按点除了八度泛音只有一处外，其他各个泛音都有好几处浮按点。五度泛音有两处（即弦的 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{2}{3}$ 处），四度泛音有两处（即弦的 $\frac{1}{4}$ 或 $\frac{3}{4}$ 处，只是不能按 $\frac{3}{4}$ 处，这里发八度泛音），大三度泛音有四处（即弦的 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{3}{8}$ 、 $\frac{5}{8}$ 或 $\frac{3}{4}$ 处），小三度泛音有两处（即弦的 $\frac{1}{4}$ 或 $\frac{3}{8}$ 处）。通常只在靠近弦枕一边按弦求得泛音，如在高把位演奏，也可在靠近马子一边按弦求得泛音。

各种泛音在每根琴弦上都能产生，一般只使用八度泛音（发音高八度）、五度泛音（发音高十二度）、四度泛音（发音高两个八度）三种，偶而也使用大三度与小三度泛音。

泛音又分为自然泛音与人工泛音两种。前者以空弦音为基础音，而后者以手指按弦（实按）代替弦枕，使琴弦缩短得到新的基础音。

自然泛音是琴弦全长分段振动发出的，因此发音最美，演奏最容易，也就用得最多。

例如下表所示小提琴上的自然泛音：

例 2



它们是：

在空弦音的高八度处触弦，所得泛音为触弦音的同度音，为空弦的八度音；

在空弦音的纯五度处触弦，所得泛音为触弦音的八度音，为空弦的十二度音；

在空弦音的纯四度处触弦，所得泛音为触弦音的十二度音，为空弦的十五度音；

在空弦音的大三度处触弦，所得泛音为触弦音的十五度音，为空弦的十七度音；

在空弦音的小三度处触弦，所得泛音为触弦音的十七度音，为空弦的十九度音；

自然泛音通常都以“o”记号写在音符上面或下面，表示泛音的实际高度；触弦点由演奏者自己寻找，因为触弦点常常随着乐句进行中演奏把位的不同而有所不同。有时也以实音