

# 钢琴调律原理与应用

陈重生 著



上海音乐学院出版社

# 钢琴调律原理与应用

陈重生 著

上海音乐学院出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

钢琴调律原理与应用/陈重生著. —上海:上海音乐学院出版社,  
2006. 10

ISBN 7-80692-235-0

I. 钢… II. 陈… III. 钢琴-调音-高等学校-教材 IV. J624.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第114512号

书 名 钢琴调律原理与应用

作 者 陈重生

责任编辑 陈欣

封面设计 谢情怡

出版发行 上海音乐学院出版社

地 址 上海市汾阳路20号

印 刷 江苏省通州市印刷总厂有限公司

开 本 850×1168 1/32

印 张 10.375

版 次 2006年10月第1版 2006年10月第1次印刷

印 数 3100册

书 号 ISBN 7-80692-235-0/J.228

定 价 27.00元

# 目 录

## 调律理论篇

第一章 绪论	3
第一节 钢琴调律的概念	3
1.1.1 钢琴调律研究的历史	3
1.1.2 钢琴调律的概念	5
1.1.3 钢琴调律原理与应用的研究内容	12
第二节 钢琴调律的学习方法	15
1.2.1 钢琴调律原理与应用的学习方法	15
第二章 物理声学	18
第一节 振动学	18
2.1.1 声音的产生	18
2.1.2 简谐振动	20
2.1.3 阻尼振动	24
2.1.4 强迫振动、共振、自持振动	27
第二节 波动学	30

2.2.1 波产生与传播	30
2.2.2 波动的特性	33
2.2.3 波的叠加原理	37
2.2.4 拍	42
2.2.5 干涉 驻波	43
第三节 声音的计量	48
2.3.1 声压 声强	48
2.3.2 反平方定律	50
第四节 声音种类与性质	52
2.4.1 纯音	52
2.4.2 复合音	53
2.4.3 乐音三要素	55
第三章 钢琴声学	58
第一节 琴弦的振动	58
3.1.1 琴弦的定义	58
3.1.2 琴弦振动的一般特性	59
3.1.3 琴弦的实际振动方式及计算公式	62
第二节 钢琴倍音	66
3.2.1 倍音、倍音列	66
3.2.2 倍音的特点	68
3.2.3 倍音列与音程的关系	70
3.2.4 共同倍音	73
第三节 钢琴音律	74
3.3.1 标准音高	74
3.3.2 钢琴音高(频率)的理论计算	78
3.3.3 钢琴音律与纯律的差异	80
3.3.4 宽窄音程	84
3.3.5 钢琴“拍音”的理论计算	84

3.3.6 “拍频”与频率、音分的关系 .....	93
3.3.7 协和音程的“拍频”关系 .....	99
第四节 钢琴音区 .....	102
3.4.1 钢琴音区音乐理论上的划分 .....	102
3.4.2 钢琴自然音区的划区 .....	104
3.4.3 钢琴调律音区划分和“键音”表达式 .....	105
第五节 钢琴音响 .....	107
3.5.1 钢琴的音响特征 .....	107
3.5.2 影响钢琴音响的因素 .....	108
第四章 钢琴调律法 .....	113
第一节 历史上的调律法 .....	113
4.1.1 毕达哥拉斯调律法 .....	113
4.1.2 中庸全音律调律法 .....	119
第二节 十二平均律调律法 .....	124
4.2.1 平均律调律法 .....	124
4.2.2 四五度精密调律法 .....	129
第五章 钢琴调律曲线 .....	142
第一节 钢琴调律曲线 .....	142
5.1.1 调律曲线 .....	142
5.1.2 钢琴自然曲线 .....	144
5.1.3 调律曲线的形成 .....	147
第二节 调律曲线的应用 .....	148

## 调律技术篇

第六章 钢琴调律工具及使用 .....	161
第一节 钢琴调律工具概述 .....	161
6.1.1 钢琴工具的分类 .....	161

6.1.2	止音工具 .....	163
6.1.3	校音工具 .....	167
6.1.4	调音工具 .....	171
6.1.5	辅助工具 .....	175
第二节	调律工具使用的一般方法 .....	176
6.2.1	止音工具使用的一般方法 .....	176
6.2.2	音叉使用的一般方法 .....	182
6.2.3	调音扳手使用的一般方法 .....	183
6.2.4	调律工具的摆放 .....	185
第七章	钢琴调律的姿势 .....	187
第一节	钢琴调律的基本姿势 .....	187
7.1.1	基本姿势的分类 .....	187
7.1.2	钢琴调律的各种姿势 .....	188
第二节	立式钢琴站姿右手握扳左手击键式作业方法 .....	189
7.2.1	作业姿势与要求 .....	189
7.2.2	扳手作业的姿势 .....	193
7.2.3	扳手“上行”姿势的运用 .....	195
7.2.4	扳手“下行”姿势的运用 .....	198
7.2.5	最高音扳手操作方法 .....	201
7.2.6	从“拉扳”到“推扳”的操作方法 .....	202
第三节	卧式钢琴右手握扳左手击键式作业方法 .....	204
7.3.1	卧式钢琴调律的基本姿势 .....	204
7.3.2	调律姿势的运用 .....	206
第八章	调律击键 .....	209
第一节	调律击键的功能 .....	209
8.1.1	调律击键的概念 .....	209
8.1.2	调律击键的功能 .....	210

第二节 调律击键的方法·····	211
8.2.1 提供清晰“拍音”的击键方法·····	211
8.2.2 音高微调的击键方法·····	215
8.2.3 最后确认的击键方法·····	216
第九章 调律听音原理与方法·····	218
第一节 听音的方法·····	218
9.1.1 调律听音的基本原理·····	218
9.1.2 “拍音”的特征·····	220
9.1.3 基准音设置·····	222
第二节 音程的听音与判断·····	223
9.2.1 宽音程的听音与判断·····	223
9.2.2 窄音程的听音与判断·····	228
第十章 音的调整方法·····	232
第一节 张弦系统对音高调整的影响·····	232
10.1.1 钢琴的张弦系统·····	232
10.1.2 调整音高时琴弦的受力关系·····	234
10.1.3 调整音高时弦轴的扭转与受力分析·····	236
第二节 音高的调整方法·····	239
10.2.1 音高的调整方法·····	239
10.2.2 “拉幅”与调音扳手作业·····	242
第十一章 钢琴调律流程设计与实施·····	248
第一节 钢琴调律流程设计·····	248
11.1.1 钢琴调律基本方法与程序·····	248
11.1.2 调律作业流程设计原则·····	249
11.1.3 调律作业流程设计·····	251
第二节 钢琴调律前后的准备工作·····	256
11.2.1 调律前的准备·····	256
11.2.2 调律后的工作·····	258



第三节 设置基准音组	259
11.3.1 基准音组的选择	259
11.3.2 音叉取音	261
第十二章 钢琴粗调与精调	268
第一节 粗调	268
12.1.1 粗调的原因	268
12.1.2 粗调的概念	270
12.1.3 粗调的作业方法	272
第二节 精调	275
12.2.1 精调的概念	275
12.2.2 精调的作业方法	277
12.2.3 总检查与微调	292
附录：各种调律法	297
一、三六度精密调律法之一(福岛式)	297
二、三六度精密调律法之二(金先斌式)	303
三、四五度精密调律法之一(双向循环法)	311
四、四五度精密调律法之二(上四下五循环法)	318

# 调律理论篇



# 第一章 绪 论

## 第一节 钢琴调律的概念

### 1.1.1 钢琴调律研究的历史

世界上任何一种品牌的钢琴都需要调律,早已成为一个无可争议的事实。这是因为钢琴这种乐器自身特殊的性质所决定。钢琴在欧洲问世以来,先后出现了许许多多的钢琴演奏家、作曲家,与此同时涌现出许许多多的钢琴制作家、调律家。钢琴制作家、调律家如同钢琴演奏家、作曲家一样,伴随着钢琴的发展而发展。从世界范围来说,钢琴调律作为一门独立的技术和学科已存在近一个世纪。美国人威廉·布雷德·怀特于1917年,发表了世界上第一部关于钢琴调律理论与技术的著作,书名为《钢琴调律与相关技术》。该著作是钢琴调律历史上,首部较系统的、较全面的讲述钢琴调律的理论、技术与方法。书中所涉及到理论知识与观点,技术与方法,至今仍然为世界上许多国家的钢琴调律师、钢琴调律专业教育所采用或引用。无疑,它是钢琴调律研究史上最重要的文献之一。我国近邻日本,对钢琴制造及钢琴调律进行系统的研究时间也是比较早的。有资料显示,1918年福岛琢郎与广田米太郎创立“东京乐器研究所”和“钢琴工厂”。三十二年后,福岛琢郎

于1950年发表一部名为《钢琴的构造、调律、修理》的专著。1927年,曾是日本(雅马哈)乐器主要技术骨干河合小市与仰慕他的另外六名技术人员共同创立了“河合乐器研究所”。次年,制造出“河合乐器<sup>①</sup>”第一台三角钢琴。从此,奠定了“河合乐器”发展的基础。日本早在1930年就成立了“全国钢琴技术工作者协会”。两年后,“全国钢琴技术工作者协会”举办了第一届钢琴展示会。1973年,日本“全国钢琴技术工作者协会”更名为“日本钢琴调律师协会”。在日本,无论是政府还是乐器企业或是有志之士,都十分重视钢琴调律师的培养和教育。尤其是在二十世纪70年代,日本钢琴产量攀登世界首位之时,钢琴调律师教育机构也相继创立。1979年,日本乐器<sup>②</sup>成立了“雅马哈钢琴技术学校”。此后,日本国立(东京)音乐大学开设了“钢琴调律专业”;接着成立了“日本钢琴调律技术学院”。名古屋创建私立学校“中部钢琴调律技术学校”,后改名为“中部乐器技术专门学校”。日本这些钢琴技术教育机构的创立,无疑对日本钢琴技术人才培养方面和钢琴技术研究方面起到了积极的推动作用。

在我国,钢琴调律理论与技术的研究也有二三十年的历史。二十世纪70年代,在音乐艺术院校从事钢琴调律工作的部分钢琴技师曾聚在一起讨论和研究钢琴调律的技术问题。他们将自己的工作经验和体会相互交流,相互学习。那时,沈阳音乐学院开设了乐器修理专业,其中就有“钢琴调律、结构和修理”的教学内容。80年代初,在沈阳音院任教的张琨先生写出了我国第一部有关钢琴调律方面的专著《钢琴的调律维修》。今天来看这部著作在字数上少了一些,内容也不够丰富,但是它的意义是在于开创了我国

---

① 河合乐器——KAWIE(卡瓦依)的译名。

② 日本乐器——雅马哈公司前身的简称。最先,雅马哈公司名为“雅马哈风琴制作所”,成立于1889年。到1897年更名为“日本乐器制造有限责任公司”,简称“日本乐器”。二十世纪80年代,又更名为“雅马哈有限责任公司”。

钢琴调律研究的先河。据悉,这部“著作”聚集了不少当时在其他音乐学院从事钢琴调律工作者的工作体会和研究心得。1990年,王可茂先生翻译了威廉·布雷德·怀特的著作《钢琴调律与相关技术》,对我国钢琴调律技术的研究和提高,起到了促进作用。到了1995年,南京艺术学院与日本中部乐器技术专门学校合作,成立了我国第一所钢琴调律高等教育院校——“南京艺术学院附属钢琴调律专科学校”。从此,钢琴调律作为一门独立的学科进行研究和探索,纳入我国高等教育。虽说,将钢琴调律作为一门专业是首次,可它起点较高。它引进了国外先进的专业教育理论和理念,与国际接轨的钢琴调律、调整和修理等理论与技术以及先进的设备与工具。并为我国钢琴调律研究与教学起到带头作用。种种现象表明,我国对钢琴调律学科的研究仍处于起步和开创阶段。

随着,钢琴在我国音乐艺术教育、素质教育和精神文明建设中所发挥的作用越来越大,钢琴教育的普及率也越来越高;与此同时,钢琴的应用领域也得到进一步扩展和延伸,钢琴社会拥有量迅速扩大,以及钢琴在国际间的销售流通也日益扩大,人们愈益感到钢琴调律技术人才的匮乏,愈益感到加强钢琴调律理论与技术的研究,提高钢琴调律技术水平的必要性和迫切性。无疑,在我国钢琴调律技术的进步和发展时期,已经不可避免的来到了。

### 1.1.2 钢琴调律的概念

在日常生活中人们常把“调音”和“调律”混淆一谈。其实“调音”和“调律”不能等同,就其意义上讲,它们有着很大的区别。“调音”(Tuning)一般是指“调整乐器的音高,使之达到合格的标准”,其意义十分广泛,它是泛指所有乐器音高的调整或校对。因为所有的乐器音高,为使其达到某个标准音高,或者说为达到某个规定的音高水平,都需要调音。这里也包括钢琴。调音可分为“生产性调音”和“应用性调音”。有的乐器在生产过程中,将调音

列入生产流程,而且是重要的和必需的工序。该乐器生产完成后,其音准或音高标准也都随之完成。这种调音称之为“生产性调音”。如,管乐器类。管乐器在生产中,音孔位置的设定和开辟过程,就是调音过程。通常,弦乐器在使用前,使用者对它进行一番音高的校对。乐器音高准确后,使用者才开始正式使用它。该乐器下次使用时,同样还要进行音高的校对。这种乐器在使用过程中所进行的调音或校音,称为“应用性调音”。这种“应用性调音”主要在弦乐器上运用较多。如,小提琴、中提琴、大提琴和中国民乐中的二胡、琵琶、古筝等乐器。当然,弦乐器在生产过程中也有调音的工序,这种调音工序属于弦乐器“属性生产性调音”。因为弦乐器只有达到一定的张力,才能产生一定频率的振动。弦乐器“属性生产性调音”与管乐器“生产性调音”的目的和要求有所不同。管乐器生产中的调音要求音高“绝对准确”,并固定下来。而弦乐器对音高可要求“相对准确”,并不要求音高稳定,只是向音高稳定方面发展。属于弦乐器大类的钢琴,在生产过程中所进行的一系列调音,并非是为了弹奏一首动听乐曲,一定要达到符合音乐要求的音高标准,而是为了消除所有受力构件不必要的“内应力”和使各构件尽早的适应所要承受的力与受力均衡。为此,钢琴在生产过程中有多番调音工序,每次调过音后需将钢琴静置一段时间,以让其消除内应力。钢琴在出厂前的最后一次调音,还要求将音高的水平要比标准音高略高一些,也是为了使钢琴早日进入稳定状态。这样,钢琴在生产流程中所进行的调音,就属于“属性生产性调音”。管乐器也有“应用型调音”的过程。例如,交响乐团在正式演出前,每位乐手都要对自己使用的乐器(无论是弦乐器,还是管乐器),按乐队指挥确定的标准音高进行调音。弦乐器除取标准音高外,还需依据这个标准音调试其它弦的音高。这种调音的过程,实际上是校对标准音高的过程,是一种典型的“应用性调音”。这种调音的特点,一是没有改变这个乐器原有的音

律;也就是说,并不因为调音,这个乐器的固有音律有所改变。二是没有改变这个乐器原有的调性;也就是说,并不因为调音,这个乐器的固有调性有所改变。三是按指定的统一的音高确定“绝对音高”<sup>①</sup>。这里要特别指出,钢琴这个乐器不可能在这时根据乐队指挥的要求进行调音,而是事先已按乐队指挥的要求已完成了对音高的调整。这种调音过程也属“应用性调音”。所以说,可认为“调音”是个广义词。

世界上有着各式各样的乐器,由于它们产生年代不同,所经历的民族、文化背景不同,它们除了声音的构成、发音方法以及构造的不同之外,还有它们固有的音律也不尽相同。键盘乐器的固有音律为“十二平均律”。众所周知,十二平均律是“人工律”。所谓“人工律”是相对自然律而言的。它是指以自然律为基础,人为的适当的调整它们的音程关系,获得不同于自然律的音律,却符合乐器自身特点的音律。拥有“十二平均律”音律的乐器,其调音的侧重点就有所不同,更多的是强调音律的调整。为此,就有了“调律”一说。所谓“调律”(Temperament)在音乐理论上是指“将‘自然’的音列的音程关系作一定范围的校正,使诸如 $^{\#}B$ 和 $C$ 、 $^{\#}C$ 和 $^bD$ 等各组成对的音合为一音,而不是分作不等的音。这使得成对的两音都不精确(不合‘自然的’音列),但并不超出人耳所能接受的限度”。这里所说的“自然的音列的音程关系”是指自然律——“纯律”音列的音程关系。“纯律”音列中 $^{\#}B$ 和 $C$ 、 $^{\#}C$ 和 $^bD$ 、 $B$ 和 $^bC$ 等音均为不相等的音(如图1-1)。它们相互之间相差24音分,即,相差 $1/8$ 度音。然而,具有固定音高的键盘乐器要求 $^{\#}B$ 和 $C$ 、 $^{\#}C$ 和 $^bD$ 、 $B$ 和 $^bC$ 等成对的音是相等的音,即,相同音高的音。因此,自然律在键盘乐器上的运用,一直存在的一些不足或矛盾。既使人们想方设法将它们运用到键盘乐器上(历史上曾有过各种尝

<sup>①</sup> 绝对音高——是指小字一组 $a$ 的音高。



试),但是“自然律”仍无法与键盘乐器完美结合。直到人们将“自然律”的音程关系人为的作一定范围的调整,才把 $^{\sharp}B$ 和 $C$ 、 $^{\sharp}C$ 和 $^{\flat}D$ 、 $B$ 和 $^{\flat}C$ 等原本不等的音人为地将其等同起来。从此,解决了音律在键盘乐器上运用的问题。虽然,调整后所形成的音程关系已不符合自然律的音程关系,但其不纯正的程度并没有超出人耳所能够接受的限度。这时的音律,虽不是“自然律”了,但是以“自然律”为基础派生出来的新的音律——平均律。所以,外文“Temperament”另一种解释就是“平均律”。根据前述,也可把“调律”定义为“人们把自然律的音程关系调整为平均律的音程关系的过程”。

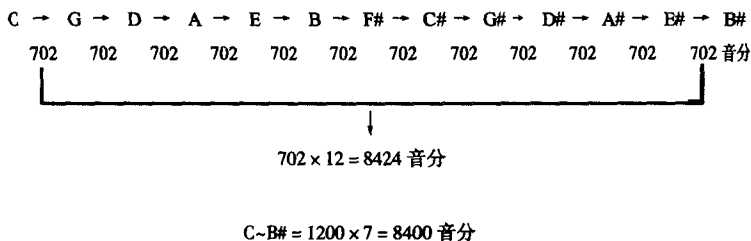


图 1-1

在众多的乐器当中,需要调律的乐器并不是很多。一般为音域较宽,又是一个发音体或多个发音体同时发出同一个固定音高的乐器,如,钢琴、风琴、手风琴、管风琴、竖琴及西管乐器等等。在这些需要调律的乐器当中,钢琴的调律最为引人注目。钢琴不但在制造过程中需要不断的进行调律,而且在日常使用过程中还需要不断的调律。这也是钢琴与其它需要调律乐器所不同的地方之一。我们知道风琴、手风琴的音源为“簧”振动,管风琴的音源为气管振动。决定它们音高的是“簧片”的厚度、长度、宽度或是管子的直径、长度等因素,即,发音体自身的形态。一旦这些因素确定下来,发音体发出的音高也就固定下来了。因此,这些乐器在制