

7900.30

张 琨 著

人民音乐出版社

钢琴 的调律 及维修

中央音乐学院图书馆藏书

书号	H5.1.8/ TCLb8
总登 记号	136946



钢琴的调律及维修

张 琨著

人民音乐出版社

一九八三年·北京

封面设计：陈 达 林
制 图：道 铨 军 东

D560/13

钢琴的调律及维修

张 琨 著

*

人民音乐出版社出版

(北京翠微路2号)

新华书店北京发行所发行

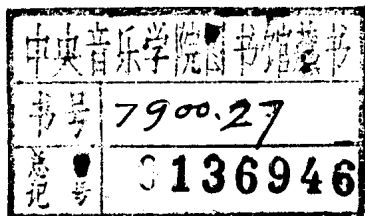
人民音乐出版社印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 62千文字 2.75印张

1982年4月北京第1版 1983年7月北京第2次印刷

印数：6,031—11,045册

书号：8026·3913 定价：0.38元



前 言 7900.30

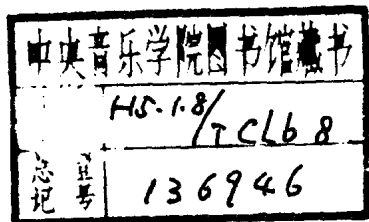
钢琴，现在已经成为一种比较普遍的乐器了。许多音乐工作者、专业音乐单位、艺术院校，甚至于一些普通中小学校，也都有钢琴。许多专业的音乐工作者和业余音乐爱好者都想了解一些有关钢琴的修理和调律方面的知识，以便于碰到小毛病时可以自己动手修理。可是，钢琴的维修和调律却是一项技术性很强的工作，而这方面的书籍又十分缺乏。多年以来，我就想把我的老师传授给我的技术和我自己二十多年来实践的经验整理出来，供有心学习的同志参考。1976年后，沈阳音乐学院开设了乐器修理专业，领导指定我担任钢琴调律、结构和维修的教学任务。由于教学的需要，在同志们的帮助下，我的愿望得以实现。

本书的前身是一本讲义——《钢琴调律技术入门》。后来经过修改和补充，才形成了今天这个样子。但愿它能对同志们有所帮助。

作者因文化水平所限，谬误难免，请读者批评指正。

作 者

一九八〇年八月于沈阳



目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 钢琴简介.....	(1)
第二节 钢琴的一般声学特性.....	(1)
第二章 钢琴的基本结构	(6)
第一节 后衣架.....	(6)
第二节 铁 骨.....	(7)
第三节 音 板.....	(8)
第四节 弦 列.....	(9)
第五节 键 盘.....	(10)
第六节 击弦机.....	(12)
第七节 击弦机的种类.....	(18)
第八节 踏板系统.....	(20)
第九节 钢琴的外壳.....	(21)
第三章 维修的材料、工具	(22)
第一节 材 料.....	(22)
第二节 工 具.....	(23)
第四章 钢琴调律	(26)
第一节 怎样把音调准.....	(26)
第二节 音律和律制.....	(31)
第三节 标准音和基准音组.....	(36)
第四节 工具的使用及操作规程.....	(42)
第五节 总校正.....	(49)

第六节	听觉与仪器的关系	(50)
第七节	怎样提高调律的质量和速度	(52)
第五章	钢琴的修理	(54)
第一节	击弦机的拆卸方法	(54)
第二节	击弦机各部件拆卸的顺序及方法	(55)
第三节	击弦机各部件的检修	(57)
第四节	击弦机的组装	(63)
第五节	键盘的检修	(66)
第六节	键盘机械的调整	(69)
第七节	踏板系统的调整	(71)
第八节	断弦修理法	(72)
第九节	弦轴松动的一般修理法	(74)
第十节	音板的检修	(74)
第十一节	钢琴的几种常见病及其原因	(76)
第十二节	音质的调整	(78)
第六章	钢琴的保护	(80)
附录	琴钢丝(弦)规格表	

第一章 绪 论

第一节 钢琴简介

钢琴是一种结构比较复杂、音域宽广、表现力丰富的键盘乐器，在音乐表演艺术中占有十分重要的地位。

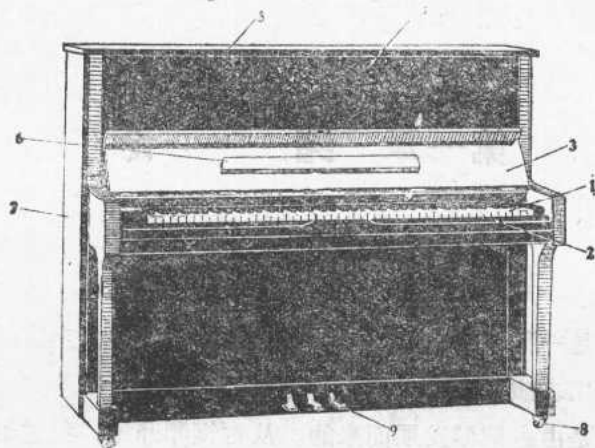
钢琴是由古钢琴发展而来的。从古钢琴开始，经过五、六百年不断的改革，才形成现在所使用的钢琴。现代钢琴有三角钢琴和立式钢琴两种。三角钢琴也叫平台钢琴或卧式钢琴，规格有四尺、五尺、七尺、九尺……十五尺等，其特点是音量大、有气魄、造型大方美观，适用于各种形式的音乐会。通常放在音乐厅或舞台上，有时放在客厅里。而立式钢琴由于体积小通常放在琴房、教室或家庭中，做为学习用琴。立式钢琴的规格，一般是以键子的多少、如 88 键(A_2-c^5)或 85 键(A_2-a^4)来区分。

钢琴型号繁多，大小不同，高低各异，但结构原理基本一致。如图一、图二

第二节 钢琴的一般声学特性

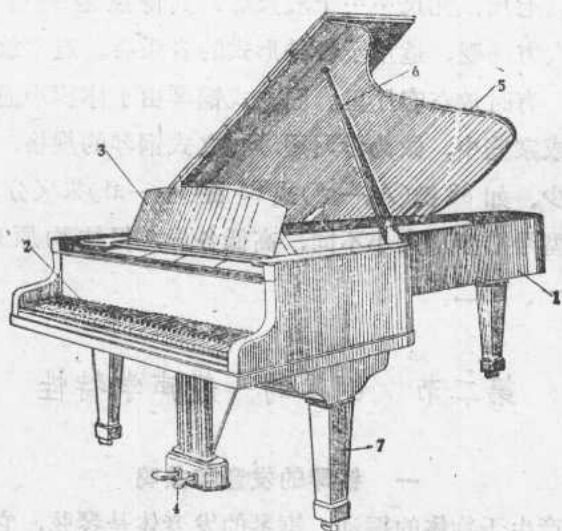
一 钢琴的发音和共鸣

声音产生于物体的振动。钢琴的发音体是琴弦，它是利用键盘的杠杆，作用于击弦机通过毛毡裹制的小槌敲击琴弦，使之振动而发音的。



图一 立式钢琴

- 1 键盘 2 铰门档 3 仰天盖 4 上门 5 上顶盖
6 谱架 7 长身板 8 琴脚 9 踏板



图二 卧式钢琴

- 1 外壳 2 键盘 3 谱架 4 踏板 5 上顶盖
6 支架 7 琴腿

弦的振动，通过音板的谐振产生共鸣扩大音量。钢琴的音量丰富，能发出浑厚、清脆、明亮等各种特点的乐音，表现力极为丰富。

二 钢琴的音域

发音体每秒钟振动的次数(频率)决定音的高低。钢琴琴弦振动的频率和音的高低像一切由琴弦发音的乐器一样是由琴弦的长度，直径和张力等三方面决定的。它们的关系是：弦的长度和直径与振动频率、音的高低成反比，即弦越长、直径越大则频率越小、音越低，反之弦越短、直径越小则频率越大、音越高。张力的大小与音的高低成正比，即张力越大，则频率越大、音越高，反之张力越小，则频率越小、音越低。

钢琴是中外乐器中音域最宽的乐器。它的音域从大字二组的 A_2 至小字五组的 c^5 ，共有 88 个音，最低音的 A_2 的频率是 27.5 赫兹（每秒钟振动次数），最高的 c^5 四千多赫兹。因此，钢琴琴弦的长度不同，粗细不等，型号很多。最低音 A_2 的琴弦比最高音 c^5 的琴弦长数十倍，直径也大十几倍。

三 钢琴的音量

音量的大小取决于振幅的大小，而振幅的大小，又是由发音体的性质和作用于发音体的外力大小所决定的。钢琴音量的大小，首先决定于琴弦的质量和击弦力的大小。因此，必须充分保持击弦机的高度灵敏和击弦小槌的质量，钢琴演奏的力度才能够得到充分的发挥和有效的控制。

共鸣板(箱)的谐振，能够增大琴弦振动的声功率，一块很好的共鸣板，能获得巨大的声功率，从而极大地扩大钢琴的音量，

因此，钢琴音量的大小，还在很大的程度上，取决于音板的质量和性能。

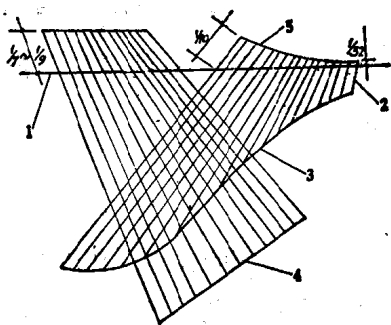
在钢琴上音乐要求使用的音量级可以从最弱音“*ppp*”或“*pppp*”到最强“*fff*”或“*ffff*”。在物理上叫分贝。

四 钢琴的音色

音色也叫音质。它决定于该音里所包含的谐音数量及其强度，谐音的数量及强度又取决于激发弦振动的方式和位置。

当我们打开钢琴的上门以后，就会看到下列情形：

(1) 琴里有一套击弦机装在琴弦的正面，上方的一排小槌整齐的对准琴弦。小槌排列的横向是水平的，但弦的上端横向却不全是水平的。因此，低音区小槌距离弦的上端远，高音区小槌却几乎打在弦的顶端。这是为了获得好的音色而选择的击弦点。如图三



图三 击弦点位置示意图

- 1 击弦点线 2 琴弦 3 中高音码桥线
4 低音码桥线 5 弦枕位置

弦的振动除了全弦振动外，还有分段振动。分段振动越多、泛音越多，音色越美（关于分段振动和泛音，本书第四章第二节有较详细的说明，请参阅）。

因此，击弦点必须选择在一条弦的高次谐振的波节上，才能获得尽可能多的分段振动，以增加泛音的数量

和强度。在低音区，由于频率低，击弦点的选择在 $1/7-1/9$ 处为最好。而高音区由于频率高，击弦点则以选择在 $1/10-1/32$ 处

为最好。

(2) 击弦小槌是用包紧的呢毡制做的，这是为了获得圆润、富于弹性的音色。

(3) 击弦小槌的大小不一，越是高音槌越小，越是低音槌越大。就小槌本身讲，槌越小、击弦时间越短，发音越灵敏，越易控制，但从琴弦来说，又必须有一定的击弦力才能发挥它的音量，而击弦槌的大小又需大体与琴弦的长短成正比，所以琴弦长的低音区，槌就相应的大些，琴弦短的高音区，槌就相应的小些。

钢琴的音色好坏，取决于许多因素，但其最主要的是击弦的方式和击弦点的选择。

五 钢琴发音的持续性

一架优质钢琴，其发出的声音必须有一定的持续性。钢琴发音持续时间的长短取决于弦的质量、弦的张力、音板的共振的好坏和琴弦两端固定支撑物上的牢固程度等多种因素。

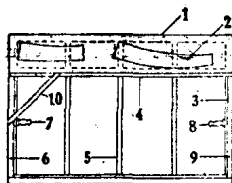
钢琴琴弦上端的压条把弦紧压在弦枕上略呈弯曲状，下端有方位不同的两支小钉，将弦牢固地稳定在码桥上，使琴弦振动的能量尽可能全部传导到音板上，引起强烈的共振，充分保持着音的持久性。如果码桥开胶或松动，琴弦的支撑物不牢固，从而不必要地消耗了琴弦振动的能量，振动能量向音板上传导也受到影响，琴弦振动持续的时间就短，声音也就缺乏必要的持久性。

第二章 钢琴的基本结构

钢琴长时期使用后，音律会出现不准，机械部分也会因磨损而出现各种毛病。即便是新琴，也会因为某些原因，出现各种病状。如欲清除这些毛病，就必须先了解其内部结构原理，才能对症下药。否则不但毛病不能排除，反而会在无意中损坏某部分零件，造成新的损失。为此我们将钢琴的基本结构分九个部分介绍如下：

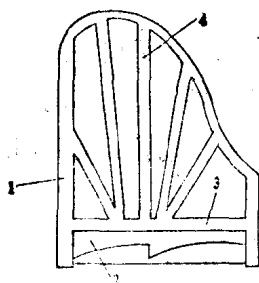
第一节 后 背 架

图四是立式钢琴的后背架，它是木制的方形框框，中间有3—5根方木，上下端胶有横梁，上梁上又有弦轴板（也称销子



图四 立式钢琴后背架示意图

- 1 上顶 2 弦轴板 3 音板框
- 4 横梁 5 中立柱 6, 9 立柱
- 7, 8 把手 10 音板框



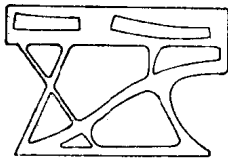
图五 卧式钢琴后背架示意图

- 1 外壳 2 弦轴板 3 横梁
- 4 支架梁

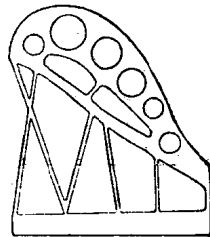
板),弦轴板是采用三至五层硬木、横竖交叉胶合的,以后背架为基础,铁骨就平稳地固定在后背架上。外壳也是以后背为中心,完整地胶合成一个整体。

图五是卧式钢琴的后背架,其结构原理与立式钢琴基本一样,只是形状随钢琴的规格大小而异,其结构形式以平卧为特点。

第二节 铁 骨



图六 立式钢琴铁骨架

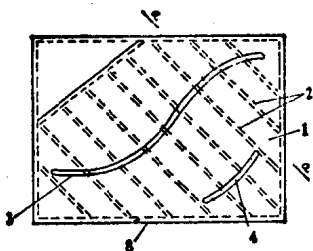


图七 卧式钢琴铁骨架

图六是立式钢琴的铁骨架,图七是卧式钢琴的铁骨架。铁骨架是采用生铁浇铸而成的,经过加工,涂有金粉、油漆。铁骨与后背架,牢固的钮合在一起,支撑着整个钢琴弦的拉力。一般现代钢琴的总拉力为:立式琴约15—16吨,卧式钢琴约20吨左右,所以,铁骨的好坏直接影响着钢琴的音色、音准稳定等性能。利用铁骨架以加强弦的拉力,获得明亮清脆、浑厚的音响,是现代钢琴的主要特点之一。古钢琴,或旧式结构的钢琴是没有安装铁骨的,随着现代工业的发展,钢琴制造家们加以改进,先加上了半铁骨,逐渐才形成了全铁骨。所以,古代钢琴的音响与现代钢琴的音响是不一样的。

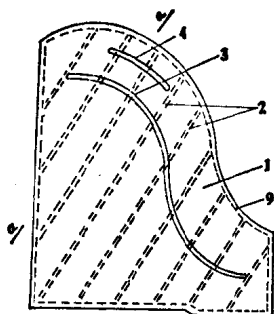
有经验的调律师，在调律之前，总是要认真检查一下铁骨是否完整。尤其是年久失修的钢琴或音律过低的钢琴，都要仔细的观察，究竟是半铁骨还是有裂痕，查出音律过低的原因，然后再确定音律的高度，千万不可盲动，如不注意，会造成重大损失。

第三节 音 板



图八 立式钢琴音板示意图

1 音板 2 肋木 3 中、高音码桥位置 4 低音码桥位置 5 码桥 6 音板 7 肋木 8 音板框架



图九 卧式钢琴音板示意图

1 音板 2 肋木 3 中、高音码桥位置 4 低音码桥位置 5 中音码桥 6 低音码桥 7 音板 8 肋木 9 音板框

图八是立式钢琴音板，图九是卧式钢琴音板。音板也叫“共鸣箱”或共鸣板。它采用白松木、径切板并合而成，厚度约8毫米。音板后面胶有肋条。肋条是弯形、中间起弧状的方木条。音板与肋木胶合后，音板中间就凸起成弧状，在音板上胶有码桥。码桥上装有方向不同的“别弦钉”，以固定弦的位置。音板的

周围，胶有硬木制成的框框。通过框框又牢牢地胶固在后背架上。

中间起弧的音板，在弦的压力下，产生内应力。弦的振动，使音板引起共鸣。由于音板振动的辐射，板面与空气接触，传播着由于弦的振动而获得的音量。

第四节 弦 列

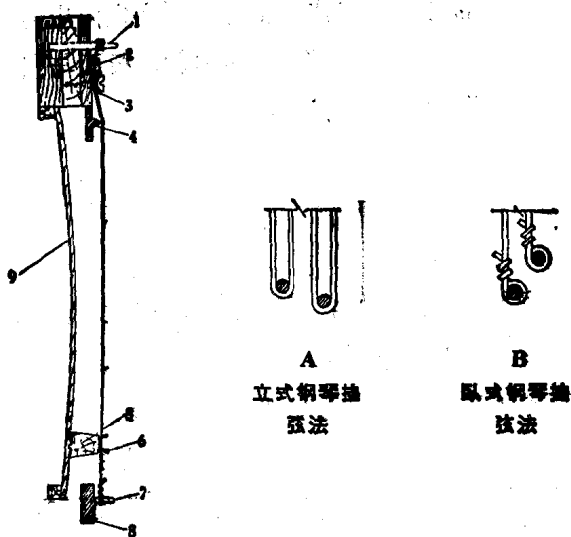
弦是钢琴发音的主体。不论是立式或卧式琴弦都是由低到高依次排列的。高音弦短而细，低音弦长而粗，最低的弦采用缠弦方法，加大弦的质量，也就是加大弦的直径，以获得低频率的音。在中、低音区分界处，采用交叉排列方法，这是现代钢琴的又一个重要特点。这样做的好处是：一方面使低音弦码桥尽可能远离音板的边缘以获得好的音色，另一方面在同等规格的音板上，可以尽可能加大弦的有效振动面积。

古钢琴或旧式钢琴的低音弦，不是交叉排列的，而是从高音到低音依次顺直排列的。由于低音弦过于短，要获得低频就不得不过份加大弦的直径。为了尽可能加长弦的长度，码桥不得不过于靠近音板的边缘。因此，音色音量欠佳。

弦的上端扭在弦轴上，往下穿过压弦条后越过弦枕，再通过音板码桥上的别弦钉，下端扭成一个环套挂在铁骨的挂弦钉上。弦振动的部分是在别弦钉与上端的弦枕之间。弦通过码桥和别弦钉与音板发生共鸣。

立式钢琴与卧式钢琴弦的挂法有别，立式琴铁骨上的挂弦钉是每一个钉挂两根弦，而卧式琴则是一个钉挂一根弦。卧式钢琴的挂弦法的优点是在演奏时不怕断弦。即使断了某一根弦，也可继续演奏。因此，卧式演奏钢琴工艺复杂，造价也总是高于立式

钢琴



图十 挂弦法示意图

- 1 弦轴 2 弦 3 压弦条 4 铁骨弦枕 5 码桥
6 别弦钉 7 挂弦钉 8 铁骨 9 音板

第五节 键 盘

键盘也叫琴手，是键子的统称。立式琴键和卧式琴键的原理都是一样的。每七个白键五个黑键组成一个八度。白键、黑键的宽度以及八度的距离都是相同的。所以，不论钢琴规格形状尺寸多么不同，键盘的规格则基本一致，所区别的只是键子的数量有所不同。88 键的钢琴在低音部比 85 键多三个音，即 $b^4b^4c^5$ 。

键盘的结构分两部分：键子和键盘托。

键子是采用红松或椴木制作。要求质轻、纹顺无节不易折断。键子胶有白键皮和黑键皮的这一端叫前端。白键皮是由象牙

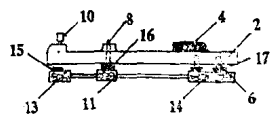
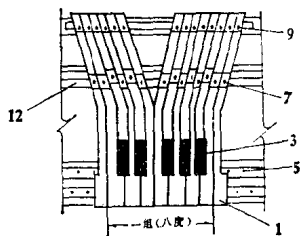
或白化学板制成的。黑键皮是由红木油黑漆，或硬质塑料压制而成的。与击弦机接触的一头叫后端。键子的中间有个长方形开口，开口的边上胶有红呢，叫包松呢。开口的中间穿露出中枕木上的销钉，以销钉为中心成为一个支点，使键子成为一个杠杆。键子的后端装有一支金属钉或顶木，称为卡钉。它能旋转升高或降低。

键子做杠杆运动时，前端为力点、后端为受力点。以中间支点分界，前段的长度与后段的长度通常是 3:2，前长后短。现代钢琴键子的下沉深度以 10 毫米至 11.5 毫米为宜。根据键子两段长度的比值，前端下沉到底，后端抬起应是 7—7.5 毫米。

为了使键子能够垂直下沉并减少杂音，在每个黑白键皮的反面底部都开一个长方形的小开口，让前枕木上的椭圆柱钉从中穿过，开口的边上也胶有包松呢。同样结构的 88 或 85 个黑、白键子组成了全副键盘。

键盘的下面，是一个完整的托盘，也叫键盘架。

键盘架由前、中、后三条横枕木加上几条纵木联合组成。在中枕木上钉着圆柱销钉(即键子中间小开口处露出的销钉)。在后枕木上胶有一条呢毡，叫枕呢。前枕木上钉着二排椭圆形柱钉插入键子前端背后的小开口之中，里排为黑键所用，外排为白键所用，使键子下沉时形成垂直轨道。椭圆形柱钉的作用是可以调整



图十一 键盘结构

1,2 白键 3,4 黑键 5,6 扁销钉(椭圆销钉) 7 中销孔 8 中销钉 9,10 卡钉 11,12 中枕木 13 后枕木 14 前枕木 15 枕呢 16 小呢圈 17 大呢圈