

# Research on the Grotrian SteinwegVII Restoration Technology

Yongdan Wang

Xinghai Conservatory of Music, Guangzhou, Guangdong, 510000, China

## Abstract

This paper mainly explores and understands the repair technology of the piano in the middle ancient Times. As we all know, the piano produced in different periods, whether in wood, paint or string design part of the material data are different, the piano itself sound quality is also very different. In addition, with the development of science and technology, piano has been widely used. The modern piano industry has achieved a high degree of automation. In the past century, the output has increased steadily, some companies produce 200000 a year. The improvement of automation not only increases the output, but also standardizes the design of musical instruments. To a certain extent, it also means that people's processing requirements for modern piano have declined, which indirectly makes music college students' judgment of good piano timbre insensitive or incorrect. To trace the source, we should try our best to understand those pianos produced in the era when the piano manufacturing industry has not been flooded, and we should inquire about them, collect data, and carry out research and repair. The old piano has long since attracted people's attention, it is more of an attitude of rejection, and it is easy to overlook the valuable parts of it, we need later generations to repair them and restore its original data to discover its advantages. In the process of restoration, we can further understand the connotation of the piano in the middle ancient times and record the preservation and inheritance, so as to realize the understanding, summary, preservation and inheritance. Therefore, this paper discusses this idea.

## Keywords

the piano in the middle ancient Times; restoration technology; professional theory; string design; data

# Grotrian SteinwegVII 修复技术探究

王咏丹

星海音乐学院, 中国·广东广州 510000

## 摘要

论文主要针对中古时期的钢琴的修复技术进行探究与了解。众所周知, 不同时期产生的钢琴, 无论是在木材上, 油漆上还是弦列设计部分等使用的材料数据都是不一样的, 对钢琴本身的音质也是大有不同。再加上科技发达的今天, 钢琴这一乐器已经被普遍使用。现代钢琴工业已经实现了高度的自动化, 在过去的一个世纪里, 产量稳步增长, 有些公司一年就能产生200000架。自动化程度的提高不但使产量增加, 而且进一步使乐器的设计标准化。从某种程度上也意味着人们对现代钢琴的加工要求有所下降, 进而间接地使音乐院校的专业学生对好钢琴的音色判断出现了不敏感或者不正确等问题。追根溯源, 我们应该尽可能地了解在钢琴制造业还没有泛滥的时代生产的那些钢琴, 对它们进行查询收集资料, 进行研究修复。古旧钢琴早已不引起人们的关注, 更多的是一种摒弃的态度, 容易忽视它本身有价值的部分。需要我们后世对它们进行修复恢复它原始的数据从而发现它的优势。在修复的过程中, 可以对中古时期的钢琴的内涵进一步的了解并记录保存与传承, 做到认识了解归纳总结保存并且传承。因此, 论文围绕这一思路展开探讨。

## 关键词

中古时期钢琴; 修复技术; 专业理论; 弦列设计; 数据

## 1 钢琴的发展简史

三角钢琴和立式钢琴的前身是古钢琴和羽管键琴, 这两种乐器都有横着绷紧的弦和键盘机械。古钢琴琴键的后端有一个金属平头钉, 为击弦用; 羽管键琴是在按下琴键时通过羽毛或有弹性的拨片拨动弦。由于在击弦部件上设计的构造设置, 此类乐器在弹奏时基本不能改变音量, 因此弹奏时无法通过音量的强弱来表达音乐的情感。

意大利人克里斯托弗里在18世纪时在羽管键琴上采用带有弦锤的键盘机械。当时的弦槌是木制的, 用特制的麋鹿皮包裹在木芯的表层。这样在弹奏时就能随意变更弦槌的敲击力, 这样在弹奏时可以随着演奏的力度大小从而改变音量丰富演奏力。钢琴在19世纪初已经代替了其他种类的键盘弦乐器。法国人爱拉尔于1821年采用附加杠杆和簧条的方法, 改进三角琴键盘机械的结构。这样的机械被称为重复震奏机

械。为了增加弦的张力开始采用铸铁框架，而后在琴弦的改良上又使用了毛毡代替皮革裹制作弦槌。为了控制钢琴的体积，在19世纪中叶出现了弦列设计为琴弦交叉排列的钢琴。早在19世纪上半期，就有三种构造不同的钢琴，它们分别是翼型卧式的、桌型卧式和金字塔形竖式的。19世纪末，翼型卧式变成现代的三角钢琴，竖式的变成了现代的立式钢琴，桌型钢琴则慢慢被淘汰。

## 2 钢琴的基本结构

卧式钢琴和立式钢琴的结构基本都是由四大部分组成的，各部分之间相互关联成为统一体，这些基本结构的零部件都是按设计要求排列组成的。钢琴的基本结构由四个系统组成：①共鸣盘（张弦总成）；②键盘机械（键盘和击弦机两部分）；③踏板机构；④外壳。这四个部分是钢琴的基本部分，缺一不可，按设计要求排列组装，不同的钢琴尺寸不同的零件构成，但所行的钢琴基本部分的作用都相同。

## 3 钢琴的弦列构造形式

在二手市场有许多因年久失修而质量不错的钢琴，这些钢琴有不少颇具潜力，只需不同程度地修理便能重见天日。重修的特点和程度不仅仅取决于钢琴的状况，钢琴的经济价值同它的制作，型号密切相关，这些远胜于它的音乐价值。许多老式钢琴的设计和制作跟当今的钢琴在触感和音色上有很大不同。而修复的定义是：“恢复到原来形式几乎一样的状态”，这一技术是为了保存钢琴的历史价值和技术上的珍奇性。对钢琴做这样的工作，需要大量的思考，悉心的照料，耐心和高超的技能。有些钢琴历经百年的演奏仍能完整地留存至今，它的弦马、音板以及键盘都能保持原来的样子，这本身就证明了当时它制作技术和工艺的卓越，进一步证明这篇论文的可探究性。一架钢琴发出的音色好与坏，50%是由琴本身的弦列设计有关的，故论文着重研究和阐述的是中古时期钢琴弦列的设计与构造形式。弦列是指排列起来绷在支架上的弦。钢琴的特点是，弦的振动频率和各该键的音名相符。一个键上的弦由一根，两根，三根或者更多的弦组成。像这样在同一键上的一组弦，叫做“同音弦”每一同音弦组中所有各弦的频率总是相同的。弹奏者在弹奏时能改变音量和音色，但是每个键上弦的音高都是固定的。因此弦列的作用是在受激发而振动时发出一定频率的音。

表1 钢琴弦的标准一览表及其指数

钢琴弦号	直径 (mm)	极限抗张强度 (kg/mm <sup>2</sup> )	断裂载荷 (kg)	一米钢丝的品质 (g)
12	0.725	2600	108	3.30
12.5	0.750	2600	115	3.53
13	0.775	2550	120	3.76
13.5	0.800	2500	125	4.00
14	0.825	2450	130	4.25
14.5	0.850	2400	137	4.52
15	0.875	2400	145	4.79
15.5	0.900	2400	152	5.06
16	0.925	2400	160	5.35
16.5	0.950	2350	167	5.64
17	0.975	2350	175	5.94
17.5	1.000	2350	182	6.25
18	1.025	2300	190	6.57
18.5	1.050	2300	197	6.89
19	1.075	2250	205	7.22
19.5	1.100	2250	215	7.56
20	1.125	2250	225	7.91
20.5	1.150	2250	235	8.27
21	1.175	2250	245	8.63
21.5	1.200	2250	255	9.00
22	1.225	2250	265	9.38
23	1.300	2200	290	10.56
24	1.400	2100	320	12.25
25	1.500	2100	370	14.06
26	1.600	2100	425	16.00

注：以上表格是现代钢琴的弦列设计

弦列的构造形式包括弦的材料、缠弦、弦工作部分的稳定、弦端的固结、弦不工作部分的共鸣以及弦的平面布置。从弦的材料来看，增加弦材料的应力对改善音色及音的清晰度是有利的，裸弦是采用有高强度均特种钢丝。与弦钢丝的加工方式及质量相比，化学成分起着不太重要的作用。强度上，好钢丝弦的这个强度是在200~260kg/mm<sup>2</sup>范围。现代钢琴的弦具有70~150kg的张力，在通常采用的钢丝弦直径的情况下，给予弦材料的应力是从100~160kg/mm<sup>2</sup>，需要加上附加应力，弦在弦枕上的曲折，调音时拉得过紧和在小槌击弦时产生的应力。弦在铁架弦枕上曲折的角度通常划为15°~20°，附加的

应力为 6~10%。调音时,弦的弦轴与弦枕间的部分比弦的其他部分要经受更大的应力。附加的应力为 4~5%,小槌击弦造成的应力达到 5%。

现代三角钢琴弦材料的最高应力总共达到 175~180°,而铜丝弦的安全系数(200~180)是不算大的。

张弛:弦在乐器上开始拉紧后,需要稍有伸长,这种现象是材料的可塑性引起的,可以使弦的应力减少。在一定时间内弦的应力下降成为松弛。弦的张弛相当于应力的下降,不超过 3.5%,伸长的过程不超过 20 个昼夜。过了这个时期后,弦便可无变化地保持所制定的应力。

塑性:把弦的一头拧成一个环挂在稍钉上,弦的塑性应使钢丝弦本身被拧卷时不致折断。椭圆度,钢丝弦应该有完全圆的截面,因为椭圆截面的弦振动时将有二个基频,在某种程度上为音不准。钢丝弦直径的上下公差应该不超过 0.005mm。钢琴钢丝弦用一定的尺寸制造的,有专门的线规,每根的尺寸有特定的规号,如表 1 所示。

#### 4 中古时期钢琴的弦列设计

Grotrian-Steinweg 的历史可以追溯到 1835 年,当时,Heinrich Engelhard Steinweg(后来被称为 Henry Steinway)建造了他们的第一座钢琴工厂,后来,steinweg 移居美国,并在那里创办了斯坦威工厂<sup>[1]</sup>。1856 年,Friedrich Grotrian 成为合伙人;1865 年,他的儿子 Wilhelm Grotrian 和他的两个合伙人买下了这家工厂的所有权,并将他们的钢琴作为施泰因韦格的旗下产品进行销售<sup>[2]</sup>。此后,Grotrian 家族成员带领公司成为德国最好的钢琴制造商之一<sup>[3]</sup>。该公司每年生产大约 500 台三角钢琴及 10 万架立式钢琴。

#### 5 现代钢琴与中古时期的钢琴在弦列设计上的不同

Grotrian Steinweg(c1924),一架 5 英尺 5 英寸的 Model VII 三角钢琴在一个明亮的黑色表壳上转动,并与凳子一起支撑<sup>[10]</sup>。这架钢琴在过去的 2 年里已经完全恢复。在对 Grotrian Steinweg31171 VII 这架中古时期生产的卧式钢琴进行修复时发现这架琴的弦列设计与我们现代钢琴的弦列设计是不一样的<sup>[4]</sup>。出色的弦列设计音色过度均衡,音板的选材及制作工艺均为佳作<sup>[9]</sup>。有效弦长决定了弦的分段震动数,而震动段数决定了能量的强弱,音板是凸型的,所以马桥越接

近音板的中央就越能发挥音效,但接近音板的中央又会让有效弦长缩短而导致能量不足,在尺寸有限的框架内,除了要满足有效弦长的距离及马桥的位置外,还要满足 22t 的拉力强度<sup>[8]</sup>。而这台琴最有特色的部分就是铁板弦列的设计。铁板所占的面积比例比其他琴少,但其铁骨的力学设计相当成功地将力量平均的分配到各处。它分配低音弦的张力是由两个最粗最长的铁骨支撑的,有两个斜面方向:一个斜面是低音弦,另一个斜面的方向是低音弦的细线以及中音弦其中一部分,那是反方向,双方之间达到了一个力量的抵消,让他不用做过多的钢板的面积来支撑它的强度,因为它自我就抵消了一部分<sup>[7]</sup>。低音弦的马桥做到一体直行,好处是能量不损失直接传到音板去,中高音区的马桥是非常接近音板中央凸起的地方。钢板的设计,弦轴钉是直接打到线轴板进去的,没有钢板覆盖的<sup>[5]</sup>。它这种设计是基于它的工艺做得相当好,根本就不需要把力卸到钢板上面去。承受 22t 的张力,铁骨的高度相对来说是比较高的,能抵御 22t 那种力量的对重,因为它达到了强度的峰值,如图 1~图 5 所示。

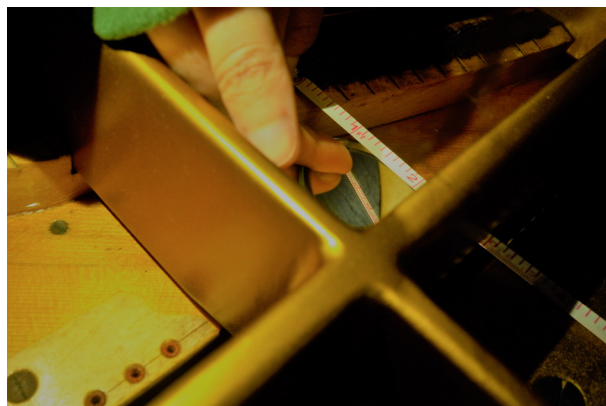


图 1 Grotrian Steinweg31171 VII 测量有效弦长



图 2 Grotrian Steinweg31171 VII 弦列设计



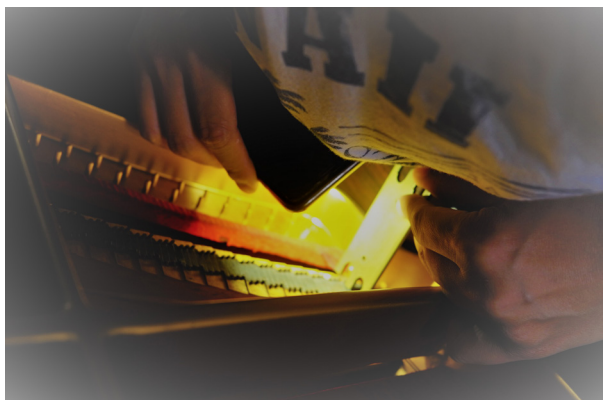


图3 Grotrian Steinweg31171 VII弦马测弦压



图4 Grotrian Steinweg 铁板



图5 雅马哈铁板

雅马哈的钢板在挂弦钉后面是没有加强筋的，所以需要把钢板全部做出来，并加上很多导孔，Grotrian Steinweg 的钢板是直接是一条加强的铁骨，后面就没有钢板，纵向看，Grotrian Steinweg 的钢板在琴里面占据的琴体面积没有雅马哈

的多，但是强度要比雅马哈好<sup>[6]</sup>。这个琴的钢板整块的外框就是一整圈加强的铁骨。铁骨的厚度没有雅马哈那么厚，但是高度比雅马哈高，这是基于设计理念一个不同的出发点，钢板设计原理的构造都是基于一个出发点，达到能量损失最小，音效发挥最好，承受 22 吨的张力，使音色更平均，以力致力达到音色最平衡。

## 6 结语

通过对 Grotrian Steinweg31171 VII 进行修复研究，笔者在这一研究修复技术中获得了非常宝贵丰富的知识面。从中发现整台琴最有特色的是琴本身的铁板弦列的设计，铁板所占的面积比例比其他琴少，但其铁骨的力学设计成功地将力量平均的分配到各处，使琴的音色过渡均衡，加上司徒特雷诺弦槌令琴的音色更有层次。懂得了一架钢琴的钢板弦列设计都是基于一个出发点，就是能让琴的发出的声音能量损失降到最小，音效音色发挥到最好，并且能承受相应的张力。在对这架琴的修复中，笔者收获到了意想不到的动手能力以及许多书本上找不到的知识与技术，都是来自前辈们用他们多年的实践经验来指导笔者，辅助笔者一起完成整部琴的修复工作量。很感激在笔者本科四年能有这样的一个机会接触这架琴以及行业内的各位教师 and 前辈们，让笔者受益匪浅。

## 参考文献

- [1] John-Paul Williams. 钢琴修复的艺术(上)[J]. 乐器, 2010(03):10-13
- [2] 杨荣禄. 钢琴弦槌毡绒脱胶的修复[J]. 乐器, 1995(01):14.
- [3] 孙卫民. 钢琴易损木质部件的修复[J]. 音乐探索四川音乐学院学报, 1998(03):79-80.
- [4] 梁锐祥. 钢琴弦轴锈蚀过紧的修复[J]. 乐器, 1999(01):39.
- [5] 晁金柱, 吴红江. 钢琴外观常见问题修复[J]. 乐器, 2012(01):14-17.
- [6] 许音. 钢琴挂弦钉断裂的修复[J]. 乐器, 1993(02):17.
- [7] 张宗慧. 法国古钢琴的历史沿革[J]. 大众文艺, 2016(04):252.
- [8] 孙晓勇. 巴洛克键盘音乐繁荣下古钢琴发展探究[J] 西北师范大学音乐学院, 2011(01):14-15.
- [9] 贾菁晶. 从古钢琴到现代钢琴的演变[J] 吕梁教育学院学报, 2009(04):87-88.
- [10] 邱杨. 键孔尼的修复[J] 乐器, 2010(01):12-13.