



钢琴制造

鋼 琴 制 造

〔蘇〕 H·A·捷亞柯諾夫 著

关 肇 元 金 菊 生 合 譯

輕 工 業 出 版 社

1960年·北 京

内 容 介 紹

本書分为上、中、下篇三个部分，对鋼琴的結構、設計及制造，从理論到实际，闡述甚詳。上篇詳細地剖析了鋼琴的特点及各个部分的結構；中篇就鋼琴的弦列、音板及支架結構等主要構件介紹了几种設計及計算方法；下篇詳述鋼琴各部分的制造工艺及实际操作方法。

这是一本鋼琴生产、設計人員和調音修理工作人員的工作手冊。由于各种乐器在声学性質、結構乃至制造工艺等方面有某些共同性，因此本書对于其它乐器的制造及科学研究人員也有参考价值。

鋼琴制造的工艺种类甚广，品質要求較高，因此其中某些部分如木材加工和油漆工艺等，对其它行業中类似工种的工作人員也可用作参考。

Н. А. ДЬЯКОНОВ
ПРОИЗВОДСТВО
РОЯЛЕЙ И ПИАНИНО
РОСТИЗМЕСТПРОМ

本書根据苏联俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国地方工業出版社莫斯科 1955 年版譯出

鋼 琴 制 造

〔苏〕Н. А. 捷亞柯諾夫 著
关肇元 金菊生 合譯

輕 工 業 出 版 社 出 版

（北京市广安門內白廣路）

北：市書刊出版業營業許可證出字第 099 号

北京市印刷二廠印刷

新华書店科技發行所發行

各地新华書店經銷

850×1168 毫米 1/32 • 12 $\frac{12}{32}$ 印張 10 90° 字

1960 年 10 月 第 1 版

1960 年 10 月北京第 1 次印刷

印 数：1—1,400（精） 定 价：（10）2.60 元

統一書号：15.42·1039

目 录

上 篇

三角鋼琴和立式鋼琴的結構

緒言	11
發展簡史	
第一章 鋼琴的一般結構	13
类别 結構	
第二章 弦列	19
(一) 弦的工作	19
弦的振動 音高 振動的狀態 音色 音量 音的清晰度 發音的持久性 弦的波阻抗 音域和音律 尺度	
(二) 弦列的構造形式	30
弦的材料 纏弦 弦工作部分的穩固 弦端的固結 弦不工作部分的共鳴 弦的平面布置	
第三章 音板	44
(一) 音板的工作	44
對音板的要求 音板的振動 音板振動的能暈 音板振動的衰減 輻射頻率特性 曲綫 音板的反作用	
(二) 音板的構造形式	51
材料 共振板 弦馬 肋木 音板在框架上的穩固 音板的特殊形式 音板結構因素對音質的影響	
第四章 支架結構	65
支架結構的作用 金屬支架 木質支架 各種形式的背架 弦軸板	
第五章 鋼琴的鍵盤机械	79
(一) 對鍵盤机械的一般要求	79
(二) 立式鋼琴的鍵盤机械	81

結構 立式鋼琴鍵盤 立式鋼琴鍵盤機械 加長式鍵盤機械 懸掛式鍵盤機械 小槌 小槌質量	
(三) 立式鋼琴鍵盤機械的工作	95
鍵盤機械的靜阻力 鍵盤機械的動阻力 鍵盤機械的有效係數	
(四) 三角鋼琴鍵盤機械	106
(五) 製造鍵盤機械的材料	112
(六) 踏瓣機械	114
第六章 立式鋼琴和三角鋼琴的外壳	117
(一) 立式鋼琴外壳	117
(二) 三角鋼琴外壳	121

中 篇

設計和計算的方法

第一章 設計原理	129
第二章 尺度的計算	130
韓新格計算法 李姆斯基—柯薩考夫計算法 实用的尺度計算法	
計算尺度圖解法 弦的平面圖	
第三章 音板設計	148
工作範圍 共振板的形狀和尺寸 弦馬的形狀和尺寸 肋木	
第四章 支架結構的計算	154
荷重的分布 荷重示意圖 立式鋼琴背架的計算 立式鋼琴鉄架的計算 支架結構的設計	
第五章 鍵盤機械的設計和計算	170
(一) 立式鋼琴鍵盤機械	170
原始資料和計算程序 靜力計算 縮短式鍵盤機械的靜力計算 懸掛式鍵盤機械的計算 靜阻力的測定 動阻力 鍵盤機械的有效係數 零件強度的計算	
(二) 三角鋼琴鍵盤機械	186

下 篇

鋼 琴 的 制 造

第一章 制造的一般特性.....	195
第二章 木材的初加工.....	196
(一) 木料.....	196
标准材 特用材 木材的耗用 木材的保存 木材庫存储备定額	
(二) 木材备料.....	206
备料方法 成材备料的毛料出材率 木材干燥	
第三章 加工余量、公差与配合.....	213
木質零件的加工余量 初加工余量 后加工余量 拼板零件 公差与配合	
第四章 鋼琴外壳木質零件的制作.....	227
工艺过程綱要 零件的机器加工 板形零件的膠拼 拼板零件的貼面 潔淨和磨光 用硝基漆塗飾零件 半成品工序中的廢品	
第五章 音板的制作.....	240
共振板的制作 肋木的制作 弦馬的制作	
第六章 鋼琴組合件的裝配.....	244
弦軸板的制作 背架的裝配 三角鋼琴背架的制作	
第七章 金屬零件的制作.....	250
第八章 鋼琴击弦机的制作.....	253
木質零件的初加工 自动机床 木材的利用 組裝 击弦机組合件的裝配 小槌的制作 击弦机的裝配	
第九章 鍵盤的制作.....	268
拼板的选配和膠拼 拼板的画綫 拼板和鍵盤架的加工	
第十章 鑄鉄架的加工.....	280
生鉄鑄件的表面清理 檢驗鑄件品質 鉄架的研磨 鉄架的鑽孔 油漆作業 鉄架銷釘的栽置 車間內部运输	
第十一章 共振作業.....	293
作業的性質 音板框的修整 共振板的修整 肋木的膠粘 弦馬的	

膠粘 塗漆 音板和背板的組裝 鉄架的修整 确定弦馬的高度 弦馬的加工 音板塗漆 鉄架的穩固	
第十二章 弦的作業	305
弦作業的性質 弦的潔淨 低音核心弦的配制 弦的纏繞 弦軸孔 的鎖制 掛弦 用其它規号的弦代替某一号弦	
第十三章 立式鋼琴外壳的裝配	315
第十四章 鍵盤机械在立式鋼琴外壳內的安裝	320
作業的性質 槌柄的制备 槌柄粘入小槌 检查击弦机和擰紧螺釘 排齐弦列和裝踏瓣导板 击弦机裝进外壳 制音器的安裝 小槌 的安裝 調節器的安裝 鍵盤的安裝 鍵盤的整理 推桿的安裝 定好鍵子的下沉深度 鍵盤边木的安裝 压鍵档的安裝 踏瓣支 棒的安裝 檢驗鍵盤机械的安裝作業 工艺过程的划分	
第十五章 鍵盤机械的調整	333
作業的性質 鍵子的拋光 立式鋼琴弦和外壳的潔淨 小槌的修磨 检查击弦机中的螺釘 小槌行程的調節 检查小槌到弦的距离 鍵盤的起動 頂柱和推桿余隙的調整 鍵子高度的調整 調節器 的調整 鍵子下沉深度的調整 擋接木的調整 左踏瓣的調整 攀帶的調整 鍵子下沉深度和擋接木的重新調整 制音器的調整 右踏瓣的調整 检查鍵盤机械的全部調整作業 作業的划分	
第十六章 三角鋼琴的裝配	339
膠排木外壳三角鋼琴的裝配 三角鋼琴琴腿的安裝 三角鋼琴外壳 的淨光和塗底漆 弯压木外壳三角鋼琴的制作 三角鋼琴鍵盤机 械在外壳內的安裝 鍵盤的起動 三角鋼琴鍵盤机械的調整 震 奏的調整	
第十七章 鋼琴外表的塗飾	346
作業的性質 对于零件表面擦亮塗飾的品質要求 擦亮的工作步驟 干性底漆 第一道加油底漆 第二道加油底漆 擦亮 干燥 应 特別注意的事項 不含虫膠的黑色擦亮漆 保持木材天然紋理的 塗飾 其它种类的塗飾法 塗飾的缺陷 刻版	
第十八章 調音和調理音質	
作業的性質 拍 調音的方法 調音工的工具 調音工的操作技术	

实际的調音法 同度調法 八度調法 中管区的調音 最边上音区的調音 調音用的电子測量仪器 調理音質	
第十九章 成品檢驗、驗收和包裝	369
工作性質 檢驗項目 技术檢驗科的驗收 声学檢查 鋼琴声学性能鑑定書 包裝 運輸 技术檢驗的組織 實驗室 供技师用的备忘录	
第二十章 生产定額	318
生产週期的期限 在制品定額 制成品定額 半制品儲备定額 生产面积定額 生产能力的計算 原始資料 計算設備的負荷 能力的計算	
参考文献	390
C-5型立式鋼琴的尺度	392

上 篇

三角鋼琴和立式鋼琴的結構

緒 言

三角鋼琴和立式鋼琴通常总称为鍵盤乐器。但是这一名称不能全部表达这类乐器的特征。現代乐器是根据音的構成和發音的方法作为乐器分类的原則。由綑紧的弦振动而發音的乐器，属于弦乐器类。

根据發音的方法，弦乐器可分为：

撥弦乐器——用手指或薄片撥动弦（豎琴、巴拉萊卡、六弦琴等）；

弓弦乐器——用琴弓摩擦弦使其振动（小提琴、大提琴等）；

击弦乐器——用小槌击弦（洋琴）；

击弦鍵盤乐器——以鍵盤傳动小槌击弦。立式鋼琴和三角鋼琴即属于此种。

由此說明，能表达三角鋼琴和立式鋼琴全部特征的名称是：击弦鍵盤乐器。

發展簡史

三角鋼琴和立式鋼琴的直接前身，是古鋼琴和羽管鍵琴。这两种乐器都有橫着綑紧的弦和鍵盤机械。古鋼琴琴鍵的后端有一个金屬平头釘，为击弦用；羽管鍵琴是在按下琴鍵时通过羽毛或有彈性的簧片撥动弦。

这些乐器在彈奏时，几乎不能改变音量，因而彈奏起来缺乏表現力。

十八世紀初（1709年），意大利人克利斯托弗利在羽管鍵琴上采用帶小槌的鍵盤机械。小槌是木質的，用特制的麋鹿皮紧裹在上面。这样，彈奏时就能随意变更小槌的敲击力，从而可以改变音量。

乐器發明者称它为“Clavicembalo col piano e forte”(有强弱音的羽管鍵琴)。“piano”是弱,“forte”是强。直到現在,仍把三角鋼琴和立式鋼琴总称为“piano-forte”或“forte-piano”。

十九世紀初,鋼琴已經代替了其它种类的鍵盤弦乐器。

1821年,法国人埃拉尔开始采用附加槓杆和簧条的方法,改进了三角鋼琴鍵盤机械的結構。这样的机械被称为复震奏机械。它的优点是可以迅速地重复击弦,所以能在三角鋼琴上彈奏比較复杂的乐曲。

大約在同一时期,为了增加弦的張力而开始采用鑄鉄架(1825年),而后又用毛毡代替皮革裹制小槌(1839年)。十九世紀中叶,出現了琴弦交叉排列的鋼琴(1855年)。

早在十九世紀上半期,就有三种形式的鋼琴:翼形臥式的、桌形臥式的和金字塔形豎式的。后一种鋼琴像直立的櫃橱,上部是翼形的,放置起来可以节省地面。到了十九世紀末,翼形臥式鋼琴变成了現代的三角鋼琴,豎式的变成了立式鋼琴,而桌形的鋼琴被淘汰了。

俄国的第一家鋼琴厂,于1813年^[28]建立在聖彼得堡。二十世紀初,俄国已有五十家上下制造三角鋼琴和立式鋼琴的企業,其中規模最大的分布在聖彼得堡。这些工厂都处于依附外国工業的地位,因为鍵盤机械、金屬零件和某些其它半制品(音板也包括在內)是从国外进口的。

1913年,俄国的三角鋼琴和立式鋼琴总产量共計为 20,543 架^[5]。

偉大的十月革命后,在1924年列宁格勒企業实行国有化的基础上,建立了“紅十月”工厂。这个厂是目前苏联最大的鋼琴企業。1928年,年輕的苏联鋼琴工業完全掌握了鍵盤机械的生产,用自己的材料制成了整个的立式鋼琴和三角鋼琴,完全摆脱了进口。現在不仅在列宁格勒,而且在許多的苏联城市建立了鋼琴企業,如在鮑利索夫(白俄罗斯苏維埃社会主义共和国)、高尔基、卡盧加、克拉

斯諾頓、莫洛托夫、敖得塞、頓河羅斯托夫、斯維爾德洛夫斯克、梯比利斯、契爾尼果夫及其它城市。

第一章 鋼琴的一般結構

類 別

現代的击弦鍵盤乐器有兩種形式，就是臥式的（三角鋼琴）和豎式的（立式鋼琴）。根据這兩種琴的尺寸大小，又可分为几种規格。

三角鋼琴基本上分为三種規格：

- 1, 演奏會三角鋼琴，長度从 2.1 到 3.0 米，为在演奏大厅、大劇院和廣場使用；
- 2, 客厅三角鋼琴，長度从 1.6 到 2.0 米，为在不大的演奏厅和音乐学校使用；
- 3, 書室三角鋼琴，長度从 1.2 到 1.5 米，为音乐家在家庭使用（圖1）。

所有各种規格三角鋼琴的音域是 $7\frac{1}{3}$ 組（88 鍵）。書室三角鋼琴也有 85 鍵的（7 組）。

立式鋼琴按它的外壳高度，分为兩種規格：

- 1, 标准立式鋼琴（圖2），高度从 1.2 到 1.6 米，音域有 7 組或 $7\frac{1}{3}$ 組，为家庭使用最普遍的一种；
- 2, 縮小的立式鋼琴（或小型立式鋼琴），高度从 0.8 到 1.1 米，击弦机的位置低于鍵盤，音域有 7 組或 6 組，为供家庭及練習使用（圖3）。

三角鋼琴和立式鋼琴的用途很广，可用来独奏，可在交响乐团里使用，也可为唱歌或其它乐器伴奏。在現代乐器中，鋼琴的音域几乎是最广的，並且能够作多种多样的配合。圖4 是鋼琴和其它乐



圖 1 書室三角鋼琴

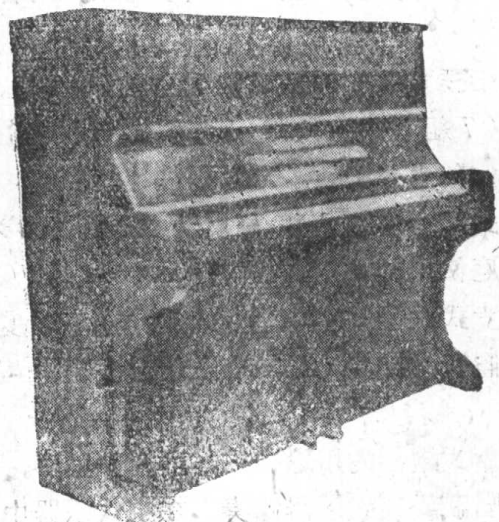


圖 2 标准立式鋼琴

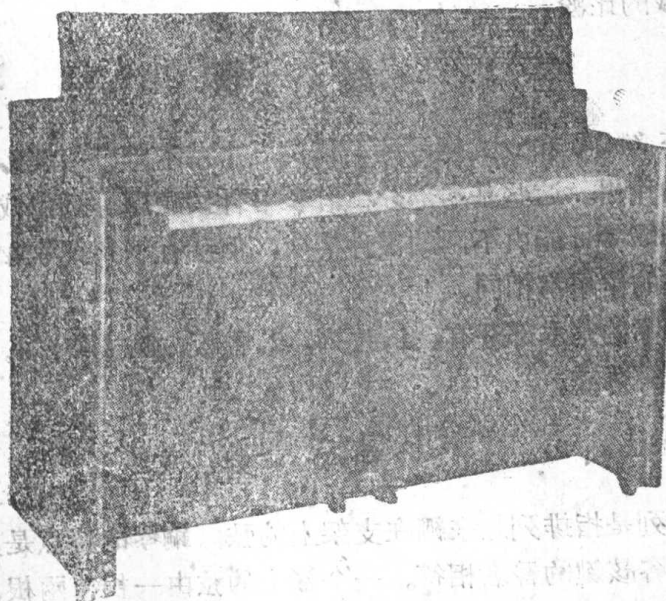


圖 3 小型立式鋼琴

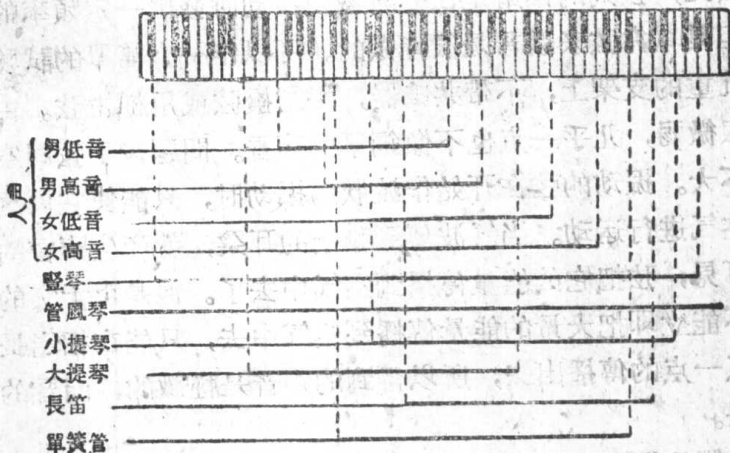


圖 4 三角鋼琴和其他乐器音域的比較

器音域的比較。

結 構

三角鋼琴和立式鋼琴的結構由五个基本部分組成，每部分有它一定的作用。这些基本部分由許多零件按順序排列組成，各种型式不同的鋼琴可能由不同的零件構成，但所有三角鋼琴和立式鋼琴基本部分的作用都相同。

鋼琴的基本部分有：1. 弦列，2. 音板，3. 支架，4. 鍵盤和踏瓣机械，5. 外壳。

弦 列

弦列是指排列起来綑在支架上的弦。鋼琴的特点是，弦的振动頻率和各該鍵的音名相符。一个鍵上的弦由一根、兩根、三根或者更多的弦組成。像这样在同一鍵上的一組弦，叫做“同音弦組”。每一同音弦組中所有各弦的頻率总是相同的。彈奏者在彈奏时能够改变音量和音色，但是每个鍵上弦的音高是固定的。

因此，弦列的作用是在受激發而振动时發出一定頻率的音。

但是單靠弦来發音是很輕微的。可以作一个簡單的試驗：把弦綑在沉重的支架上，不帶共鳴器，用指撥弦或用槌击弦。由此發出的音很微弱，几乎一点也不像鋼琴的声音。問題在于弦同空气的接触面不大。振动的弦在开始作波狀的振动时，只能使它周圍的一小部分空气进行运动。当气波傳到我們的耳朵，就产生声音的感觉得。由此可見，弦把它的能量傳播到空气中去了。但是由于它的接触面小，不能立即把大量的能量傳播到空气中去，只能在相当長的时间內一点一点的傳播出去，所以得到的声音是輕微的，而音的衰減延时較長。

我們从鋼琴听到的声音，不是直接来自弦的振动，而是从音板輻射出来的。