

科學圖書大庫

電子風、鋼琴及合成樂器製造

譯者 陳喜棠

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

電子風、鋼琴及合成樂器製造

譯者 陳喜棠

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年六月二十八日二版

電子風、鋼琴及合成樂器製造

基本定價 2.40

譯者 陳喜棠 德國國授工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號
電話 3611986・3813998

譯者序

本篇專敘述電子風琴之製造，已達第五版。作者本人亦曾製造多種型式之電子風琴，有多年之經驗。且經年來不斷之研究發展及擴充特別配備，其音響之齊全，不但達目前最新技術水準，而其產品，如 FmT 型三鍵盤之電子風琴亦已登峯造極。

書中內容對電子風琴之各部構造，諸如高級鍵盤，接觸，音栓之配置，音響組合，以至多音道之播出，均逐一詳述，其次乃述及各種附加之音效組合，而新設計之抽屜式子鍵盤波麻特（BOHMAT）尤為精彩，只須彈下一鍵，即可奏出各種音調和節奏，不但減輕演奏人之負荷，且生更為動人之音色。

作者亦為提倡自製樂器之得力人士，另編一章特詳述自製之方式與步驟。強調自製可依自己心意擴展，只要有周詳之基本裝置電路計畫，則其他附加之音效組合，可分期擴充，使不致有經濟上負擔之困難，尤可適應業餘工作人士支配之時間。自製亦可節省工料，目前已有各種整套構造組合可購，可簡化其製造，完成最高級品質之價格可比市上銷售者廉數倍，但其品質之佳，又為市上產品少有。其原因係基於發音方面，各元件之高貴品質及構造組合裝置之工作精度。故常遠勝於工業產品。且自己能製成優良發音之樂器，心內亦有無限之歡欣，又增製造上之經驗與知識，多製且可成為專家，由此更增興趣。書中亦提醒裝配時，須對各構造組合之說明仔細閱讀，詳察印刷電路板，元件配置計畫，並小心焊接，定能裝成一種高級品質之樂器。

陳喜棠 民國六十六年六月

第五版序

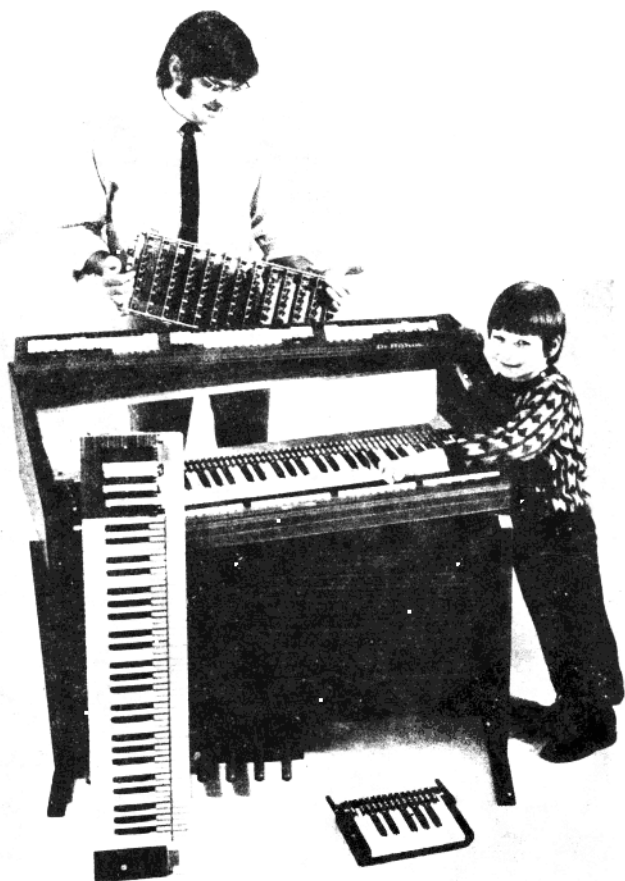
第一版序言中曾經述及喜愛電子風琴之人士與時俱增。以往購有此種樂器者仍屬少數，今日則每一樂器店，跳舞樂隊，教堂以及都市與鄉間之愛好音樂人士均有此種樂器。

對於電子風琴之自製，自本書第一版發行後，即多有好評。故作者對於此種樂器不斷加以改善及發展新式之型樣。其中仍補充有各種新式之音效組合，包括電子敲擊器和波麻特裝置（Bohmat）。此等組合不論在作者列出之新型或舊式之電子風琴均極易裝配。對自行製造方面可更感興趣。同時此種風琴和附加之音效均有現成完整之構造組合可利用並附有詳細之說明，故每一位有興趣人士均可輕易並且無差錯裝成此種電子風琴，而且可與工業上之高級產品相抗衡。

本書之新篇幅是以新式構造組合為主，因對自製高級電子風琴愈形簡化，其次報導近年來廣泛發展之工作。同時亦可給讀者對今日樂器之技術水準有一種良好之觀察。希本書中列出之風琴及自行製造之構想有助於讀者，則幸甚。

連納波蒙博士

(Dr. Rainer Bohn) 1972. 12





原 序

最近甚多實行家轉向新起而且有利之業餘工作，即電子音樂，專門技術人士對於工業方面之優良電路顯然均甚明瞭。所以聞名樂器之有效資料即隨被追求及交換使用，依此種電路之仿造，但常遭失敗，因為大批生產所用構造元件之規格偏差，在開始配置時已先挑選，或特別定製而避免，而單一件之仿製則上述情形無法消除。

但採用特別構造元件之困難並非唯一需解決之問題。業餘工作者亦常缺乏製造高級電子儀器之智識，是故不但花費其金錢並且失去一種業餘工作之興趣。

編者對上述情形甚願協助解決所有問題，是故編成本書，全係詳述週知而且新出之電子樂器，使未先學習之實行家亦可毫無問題而自行製造。

書中新編之題材，列出有廣泛試驗之結果，其中有多數明確之電路和提示，極易瞭解，故對此無需先有電子音樂之學識。但若是欲加深研究者，則可參閱本書後頁附錄之文獻。

每一種樂器之裝成均經過長時間之試驗。依照工業方面之觀點設計之電路，保證所有規定之構造組合公差均有良好之效用，列出之構造元件對於仿製之工作絕無困難。但須保持清潔為前題。

假如讀者對於本“構造圖解書”感到滿意，請示知自己應製造之願望。作者當搜集所有各方面之意見，發表多種有趣之構造計畫，供製造者參考。能多與讀者接觸常可獲得更廣泛之構造學識。本書之發行，希望能引起讀者自行製造電子鋼琴及一種多方面之電子合成樂器之興趣。

電視技師 赫隆慕敦克
(Helmuth Tunker)

目 錄

第一篇 電子風琴製造

譯 者 序

第 五 版 序

第一章 技術與音樂之基本原理

1-1 概 說	1
1-2 基本構造組合	5
1-3 顫動音	12
1-4 鍵 盤	15
1-5 琴鍵接觸	20
1-6 音響組合	25
1-7 調音器	40
1-8 放大器	41
1-9 交混回響器	45
1-10 揚聲器	45
1-11 旋轉式揚聲器	48

第二章 附加之音效組合

2-1 概 論	50
2-2 踏瓣餘音	50
2-3 持續音響	53
2-4 特別效用組合	55

2-5 夏威夷音效	60
2-6 迷幻之顫音	60
2-7 話音素滑奏	61
2-8 旋轉顫動器	62
2-9 電子之敲擊器及波麻特 (BOHMAT)	63

第三章 自製電子風琴

3-1 自製之優點	69
3-2 一般之裝配提示	71
3-3 電網路、發音器和振動 器	72
3-4 鍵 盤	72
3-5 琴鍵接觸	73
3-6 音響組合	74
3-7 調 音	75
3-8 其 他	75
3-9 構造組合樣本	76

第四章 各種大小電子風琴之構造與運用說明

4-1 概 論	77
4-2 電子風琴之選用	77
4-3 單鍵盤和單組合奏音之	

樂器.....	78	嚴肅音樂風琴.....	83
4-4 單鍵盤、多組合奏音之		4-6 斯賓納風琴.....	84
輕音樂風琴.....	79	4-7 演奏輕重兩種音樂之多	
4-5 單鍵盤、多組合奏音之		鍵盤電子風琴.....	88

第二篇 電子鋼琴及合成樂器製造

譯者序

原序

第一章 音樂與電子

1-1 業餘工作之功效.....	93
1-2 自製信心.....	93
1-3 構造元件之選用.....	96

第二章 電子鋼琴

2-1 鋼琴—風琴.....	99
2-2 鋼琴.....	101
2-3 音響之產生.....	101
2-4 電子琴鍵接觸器.....	119
2-5 音響組合.....	129
2-6 放大器與電源.....	134
2-7 裝配之提示.....	139
2-8 多音效鋼琴.....	139

第三章 合成樂器

3-1 音樂之合成—合成之音	
樂.....	147
3-2 箱型裝置之合成樂器...	152
3-3 電 源.....	153
3-4 鍵盤控制器.....	156
3-5 發音器.....	161
3-6 調變器與濾波器.....	177
3-7 信號發生器.....	191
3-8 放大器.....	199
3-9 運用和裝配.....	206

第四章 附 錄

4-1 製造計畫之提供.....	212
4-2 律定之音調.....	212
4-3 電壓表.....	214
4-4 合成樂器之新構造組合	214
4-5 唱片標誌.....	214

第一章 技術與音樂之基本原理

1-1 概 說

電子風琴爲一種演奏多音效之琴鍵樂器，其音響係由電子所產生並受其影響。電子風琴體殼是淵源於管子風琴演奏枱之結構。演奏枱裝有一排或多排之鍵盤以及腳踏鍵盤供使用。鍵盤上裝有各種不同之音栓桿和其他使用設備，藉可調節其音色。與此等設備連接之組合電路普通均與音響產生器共同裝於一體殼。是故其構造方式比之管子風琴爲小並且較輕。此外琴體爲配合其使用目標，有各種不同之構造型式。

圖 1 指出一種較大型之電子風琴，適合於各種音樂之演奏，琴體上半節可看出裝置之手鍵盤，下節裝有腳踏鍵盤。手鍵盤上端及前後均裝有電路開



圖 1 波豪博士 DnT 型電子風琴，裝有兩排手鍵盤、拉門、附加之音效組合電子鼓擊器及波麻特 (Bohmat)，(請參閱圖 3)。

2 電子風、鋼琴及合成樂器製造

關和拉門，俾便調節各種音色和效用組合。一種附加裝置之小型簡化鍵盤波麻特（BOHMAT），容後再予詳述。

圖 2 指示相似電子風琴之後視圖。其中可看出裝配於琴體下節最主要之構造組合。

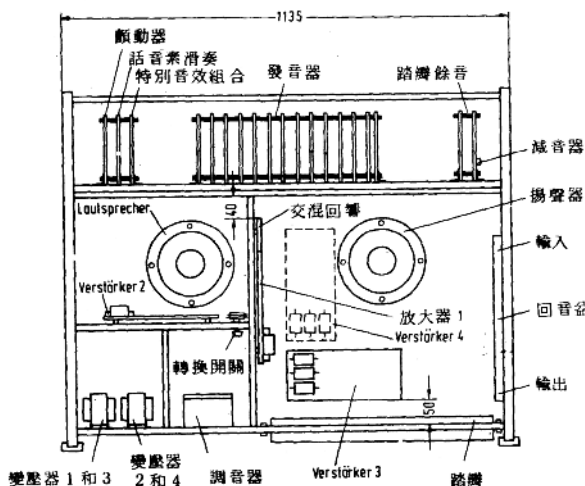


圖 2 CnT/L 型電子風琴後視圖。

圖 3 指示 DnT 型風琴之截面。主要之構造組合可明顯看出。圖 4 指出風琴之各構造組合彼此互相連接之系統。其目的和功用分別詳述於下。

發音器由電網供應電源而產生電振動，形成所期望之音響。如一般電子風琴所運用之持續音響方法，均可不斷支配其音響信號。短暫音響之方法，則另篇再詳敘述。

顫動音加於發音器所有產生之音響方面而生緩慢之調變。由此即有週期性之音高動盪。此種效應對於輕音樂之奏出非常有趣。

鍵盤是以機械方法與琴鍵接觸耦合。彈動琴鍵時，即有多數之接觸同時起作用。亦即彈動一鍵可同時產生多種音響，而融和為一音響單位，於是成為電子風琴之和諧音調。

演奏之音響繼續到達音響組合。演奏者可利用無數之音栓作選擇，調節

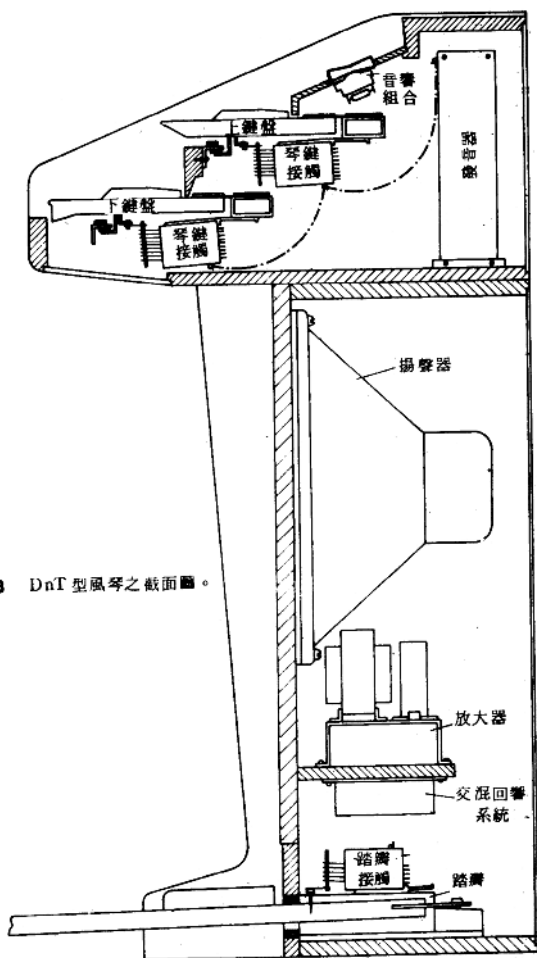


圖 3 DnT 型風琴之截面圖。

4. 電子風、鋼琴及合成樂器製造

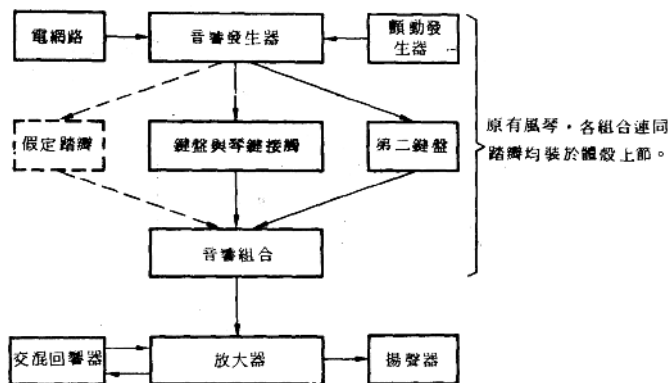


圖 4 波蒙博士 CnT/L 型風琴之主要構造組合。

並彼此合併而成爲各不同之音色。單獨之音響信號之音強和音色在此均被影響。後者是利用濾波電路達成。音響信號是經由音響組合到達腳踏調音器。由此可將風琴之音強作廣大範圍之變動。然後再傳導至末端放大器，再接至揚聲器播出。現在始能播出演奏之音樂。對於多聲道之播出，則需加裝兩個或多個放大器和揚聲器。放大器常依例規連接一交混回響設備，藉適應廳室之佈置而作聲學上之改善。

可移動之電子風琴，其放大器、交混回響器及揚聲器多有另裝於風琴體殼之外者或連接於現成之放大設備。

上面列出之構造組合：

- 發音器連同電網和顫動器，
- 手鍵盤，
- 琴鍵接觸，
- 音響組合，
- 腳踏調音器，
- 放大器連同交混回響器，
- 揚聲器和
- 體殼

合共爲每一電子風琴之基本構造。此等構造組合將於下篇分別詳述之。此外

仍發展有一連串附加和補充之音效組合，各依電子風琴之需要可逐次裝配。此等組合亦在後面詳述。

1-2 基本構造組合

1.2.1 電網路線 電網路連接電燈線後產生風琴所需之驅動直流電壓。電壓之高度，在今日所運用之電晶體裝配，是比較低，故無危險性。

工業上製造之風琴，為方便起見，電壓多供應所有之構造組合，諸如發音器，附加之音效組合，放大器等等，均用共同之電網路供應。但自行製造之風琴則其各構造組合均以單獨分開之電網裝置較為妥當。對輸入之電流亦較易控制。再則起初仍未知以後需附加何種音效組合，故需用之電功率亦不甚明瞭。是故自製之優點，亦即是隨時可依需要擴充之。

本文敘述之電網路因此為優先供應發音器和振盪器之電源。依需要亦可接連持續器，腳踏回音器和敲擊器等等。網路電流先經由開關和保險器傳導至變壓器。輸出之電壓約為 18 伏，然後經整流並經通帶濾波器整理。電阻部分之電壓，一為 6 伏供間遏振動器，另一為 12 伏供主振動器之用。

圖 5 指出電網之全部電路計畫，另外加畫出一 $5\text{ k}\Omega$ 之電位差計，藉此可變動由 0……12 伏之電壓。此電壓可應付風琴之全部音調變化。演奏時可用單獨按一鈕而使全部風琴之音調作任意高低調整。於是配合其他樂器亦甚方便。目前一般樂器之音響由於受溫度之影響均調得比電子風琴為高。但上述之總按鈕只能裝用一定型式之主振盪器始能見效。因此多有低估工業上風琴所裝之總按鈕。

本篇敘述之電網路並無穩定性之裝置。因裝配之發音器對電壓之動盪並無敏感性，是故無需要裝配。但若是一種風琴運用另一種主振盪器或分頻器並裝用積分電路者，則需裝置有穩定性之網路。本書所述及之風琴可節省此種裝配之費用。

1.2.2 發音器 發音器產生電振動，其頻率是相當於音樂之聲調。依規則每一音調裝有特別之發音器或一套相當之設備。因此比之單音調之樂器可演奏更多之音效。

發音電路亦有裝成節省方式者，譬如每 3 個比鄰之半音只裝用一發音器，其音高則各依所彈之鍵轉換之。此種裝置只能在簡單之樂器運用。作者只是提及而已。

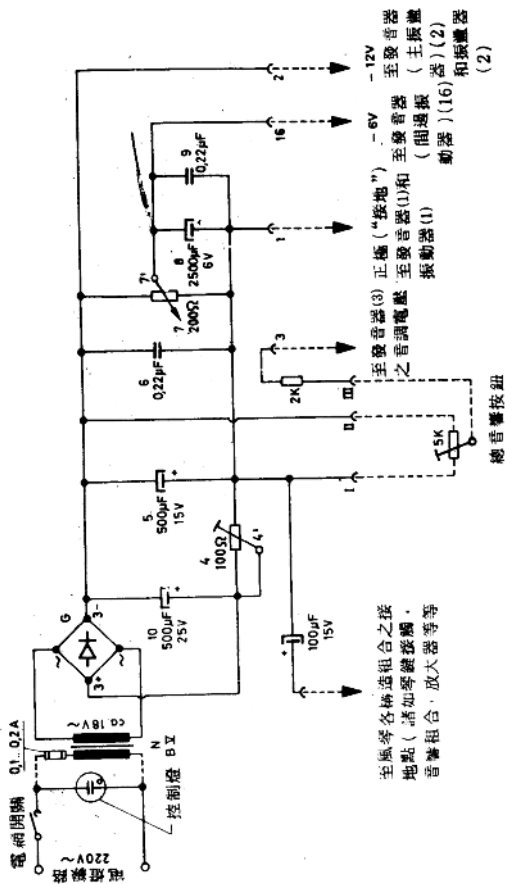


圖 5 電網路設計量

高級電子風琴之發音器甚至有比鍵盤之音域更廣泛者。此種為利用音栓之巧妙裝置，成為多組合奏之音響，而比其所彈之鍵奏出有較高或較低之音響。於是發音器比之鍵盤有較大之音域昇降。

製造方面分為全電子產生之振動與機械和電子共同合併產生者兩種方法，後者裝有旋轉式或振動式之機械構造元件。由機械式之運動在感應式，容量式或光電式之觸鍵設備產生振動。譬如漢蒙風琴（Hammond-Organ）和烏理查風琴（Warlitzer-Organ）均有上述之裝配。漢蒙風琴則每一音響裝有一旋轉之圓片，周圍構成多數之彎曲，共同與旋轉數確定音響之頻率。每一圓片前裝有電磁音響拾波器，感應相當頻率之電振動和音波曲線。以相當斷面形式之圓片和電容器並聯於拾波線圈可獲接近正弦波之振動。音色則以加數法產生之。

運用光電式拾波器之風琴則多用透明材料之圓片。但並不在片之周圍，而是在片面上以透明材料裝置幾個集中之音圈並由側面射入燈光。其所形成之鋸齒形音響圈產生強動盪之燈光，而變成為光電管或即成為電振動。

自製電子風琴以機械和電子合併之振動方法者，則少有採用，因機械元件之裝配要求甚高之精密度。

完全以電子產生振動之裝置亦分為兩種發音器：即短暫音和持續音兩種發音器。風琴裝用短暫音發生器者，其構造組合之電路指出如圖 6。單獨之振動器應先彈動琴鍵後始發生作用。由此可達期望之單一振動過程。此種方法要求每一單獨之振動器均有高度之音響穩定性，因甚難達同步化之故。此外由同一發音組合供應泛音音栓及各不同之鍵盤效用，亦有相當困難。對此，每一發音器必須加倍利用。但每一短暫發音器只能作一次起振。故如果用於另一鍵盤或泛音音栓則不能作第二次之起振。由此產生音響漏洞（Tonlocher），正是管子風琴須嚴格避免者。有一種方法可使發音器作多倍之利用，即用較高之振動幅度。但此種方式易使音響失調。再則以同一發音器之音栓發出各種不同之音色亦有困難。如果一架風琴裝用較多短暫音調之發生組合，而花費甚多，仍不能避免上述之缺點。再則以高度費用亦難達合奏音效，而裝置多數之持

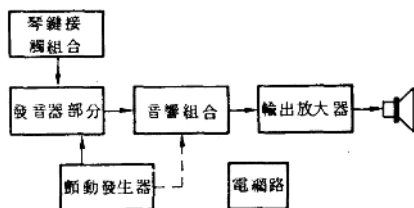


圖 6 短暫發音器電子風琴之組合電路。