

1979年

全国青少年科技作品展览资料选编

无线电专集 2



人民邮电出版社

无线电专集(2)

内 容 提 要

1979年中国科协、教育部、国家体委和共青团中央联合举办了“全国青少年科技作品展览”，由展览办公室选择了较为优秀和有代表性的作品，汇集成“全国青少年科技作品展览资料选编”。本书为资料选编中无线电专集(2)，选编了有关电子琴、电子数控演奏器等电子乐器，晶体管无线电对讲机，无线话筒，自动发信机，电子测量仪表和遥控机，电子报警器和报警器等24篇资料；每篇资料包括作品的简介、电路原理、元件的选择和制作、安装和调试，以及使用说明等部分。本书对广大青少年和业余无线电爱好者的活动有较大参考价值。

1979年全国青少年科技作品

展览资料选编

无线电专集(2)

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16

印张：9 页数：72

字数：222千字

1981年11月第 一 版

1981年11月河北第一次印刷

印数：1—100,000册

统一书号：15045·总2538—无6164

定 价：0.65 元

前 言

为了检阅成绩，交流经验，进一步推动青少年科技活动的广泛开展，鼓励广大青少年向科学技术现代化进军，经国务院批准，一九七九年，中国科协、教育部、国家体委和共青团中央联合举办了“全国青少年科技作品展览”和“全国青少年科学讨论会”。二十九个省、市、自治区选送了有关数、理、化、天、地、生、空模、海模、无线电和科技美术等科技作品二千七百八十八件，科学论文一百一十四篇。八至十二月，在北京先后进行了评比、展出和讨论，共有一千一百一十四件科技作品（占作品总数百分之四十）和四十篇科学论文（占论文总数百分之三十五）分别获得一、二、三等奖。

这些作品和论文展示了我国广大青少年丰富的想象力和创作才能，体现了他们为科学献身的崇高理想。

我们选择了较为优秀和有代表性的作品和论文汇集成“全国青少年科技作品展览资料选编”，分七个专集，分别请北京和上海各有关出版社编辑出版。

这七个专集和出版单位是：

1. 少年科技作品专集，由少年儿童出版社出版；
2. 数理化专集，由科普出版社出版；
3. 天文、气象、生物、农业、医药专集，由上海教育出版社出版；
4. 地质、地震专集，由地质出版社出版；
5. 地理、地图专集，由地图出版社出版；
6. 无线电专集，由人民邮电出版社出版；
7. 陆、海、空模型专集，由上海教育出版社出版。

我们期望通过这套资料选编的出版，能起到交流经验，互相学习、共同提高，进一步推动青少年科技活动蓬勃发展，为培养出更多的科技人才，为四个现代化作出贡献！

在此，谨对各有关供稿单位、作者、辅导员和热心支持青少年科技活动的各出版单位表示衷心的感谢。

全国青少年科技作品展览办公室

1980年4月20日

目 录

1. 电子风琴.....	(1)
2. “东方”DJ—1型电子琴.....	(9)
3. 简易电子琴.....	(15)
4. 电子数控演奏器.....	(23)
5. 无线话筒.....	(32)
6. 微型无线话筒.....	(34)
7. 晶体管无线电对讲机.....	(36)
8. 便携对讲机.....	(41)
9. 电话对讲机.....	(43)
10. 电力线载波对讲机.....	(46)
11. 3.5兆赫自动发信机.....	(49)
12. 电子数控流量计.....	(53)
13. 自动电子秒表.....	(58)
14. 袖珍式数字温度计.....	(63)
15. 半导体快速测温计.....	(80)
16. 粮食水分快速测定仪.....	(81)
17. 调频4路28通道遥控机.....	(86)
18. 简易机械手.....	(98)
19. 嗅敏报警器.....	(103)
20. 警报、定温、停电报警三用器.....	(105)
21. 小口径步枪射击自动报靶机.....	(109)
22. 激光瞄准练习自动报靶器.....	(125)
23. 纸质靶板晶体管自动报靶器.....	(127)
24. 自动发报控制器.....	(131)

1. 电 子 风 琴

制作者： 郑大成

一、简 介

本琴的外形见图1-1。它有六组音阶,设有上、中、下三排键盘和脚踏键盘。上排和中排是

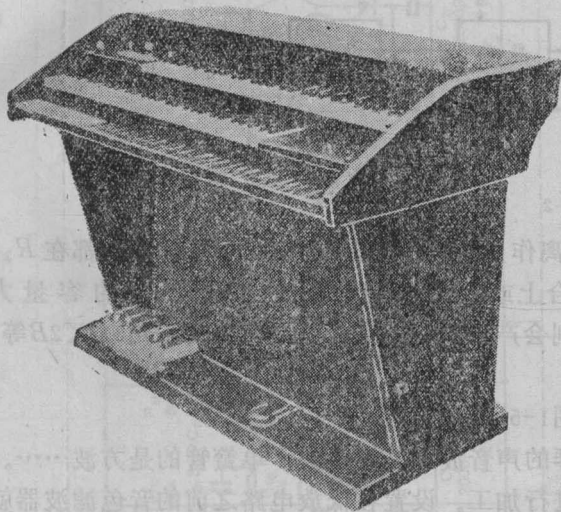


图 1-1

两套音域相同并相差八度的弹奏键盘,上排用于弹主旋律,中排用于伴奏;下排是用金属材料制成的感应键盘,其音域和上排一样,用以产生钢板琴声音和滑音、揉弦等音响效果;脚踏键盘控制第二组音阶C—B,能产生类似低音的“蓬蓬”伴奏声。

本琴装有音色滤波电路,可模拟小提琴、单簧管、双簧管等乐器的音色。另外琴内还设有颤音调制电源,可使本琴发出优美的颤音。本琴可用作独奏、伴奏和合奏,凡具有一般键盘乐器知识的同志是容易熟悉和使用的。

二、工作原理

本琴有十二个基本音调,图1-2是以其中一个音调为例的方框图,图中门电路后面的各部分以及颤音电源是整机公用的部分,图中键盘都是指上键盘。

振荡器和分频器的电路如图1-3(a)所示。振荡器是由 BG_1 、 BG_2 等组成的多谐振荡器,输出方波,其频率由阻容元件的参数决定。为提高振荡器的频率稳定度, C_1 、 C_2 要选温度系数较小、质量较好的电容,调整频率的电位器 W_1 和 W_2 采用能自锁的线绕电位器, BG_1 和 BG_2 最好用经老化处理的管子, I_{co} 应小于 $0.1\mu A$, β 值30—50,且应配对。

分频器都采用双稳态电路,各分频器的输出方波信号频率都比输入方波信号频率低一倍,故可从6个分频电路取得六个各相差八度的方波信号,其波形见图1-3(b)。对分频器电路中晶体管的要求不高,但每一级分频器的两只管子要配对, β 值不能相差太大,否则会使输出波形不对称、音色改变。

门电路和信号混合电路如图1-4所示。以门电路I为例,当键盘开关断开时, BG_1 截止, BG_2 的基极处于负电位,故 BG_2 也截止,无信号输出;当键盘开关闭合时, BG_1 导通, BG_2 的基极电位随之升高,因而 BG_2 也导通,信号从 BG_2 的射极负载($R_{32}+R_{31}$)输出。 BG_2 的

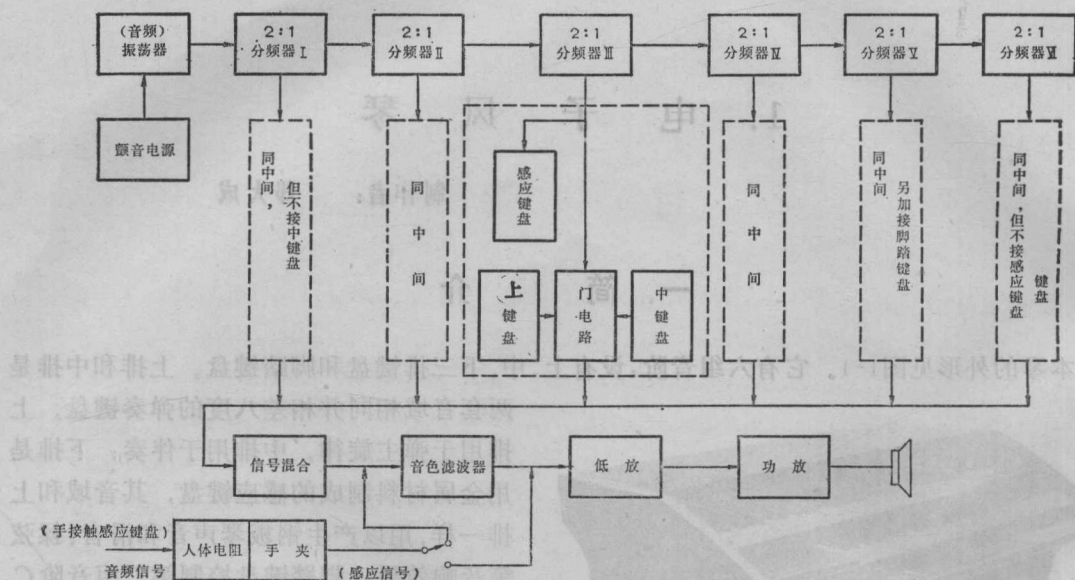


图 1-2

射极负载由 R_{32} 、 R_{31} 两部分组成, R_{32} 起隔离作用, R_{31} 为公共负载, 各路信号都在 R_{31} 上混合输出。电容 C_1 的作用是消除键盘开关合上或断开时喇叭发出的冲击声。它的容量大小要合适, 太小, 消除不了冲击声, 太大, 则会产生声音的延时。晶体管可采用3DK2B等, 要求 $I_{c0} < 0.1\mu A$, β 为30~100。

音色滤波器、低放和功放部分的电路如图1-5所示。

声音的音色是由其波形决定的, 如小提琴的声音波形是锯齿波, 单簧管的是方波……。为模拟各种乐器, 就需对分频器输出的方波进行加工。设置在低放电路之前的音色滤波器就是起这个作用的。它由一些开关、电阻、电容和电感元件组成。合上不同的开关, 可滤去方波信号中的不同的频率成份, 从而产生不同的音色效果。

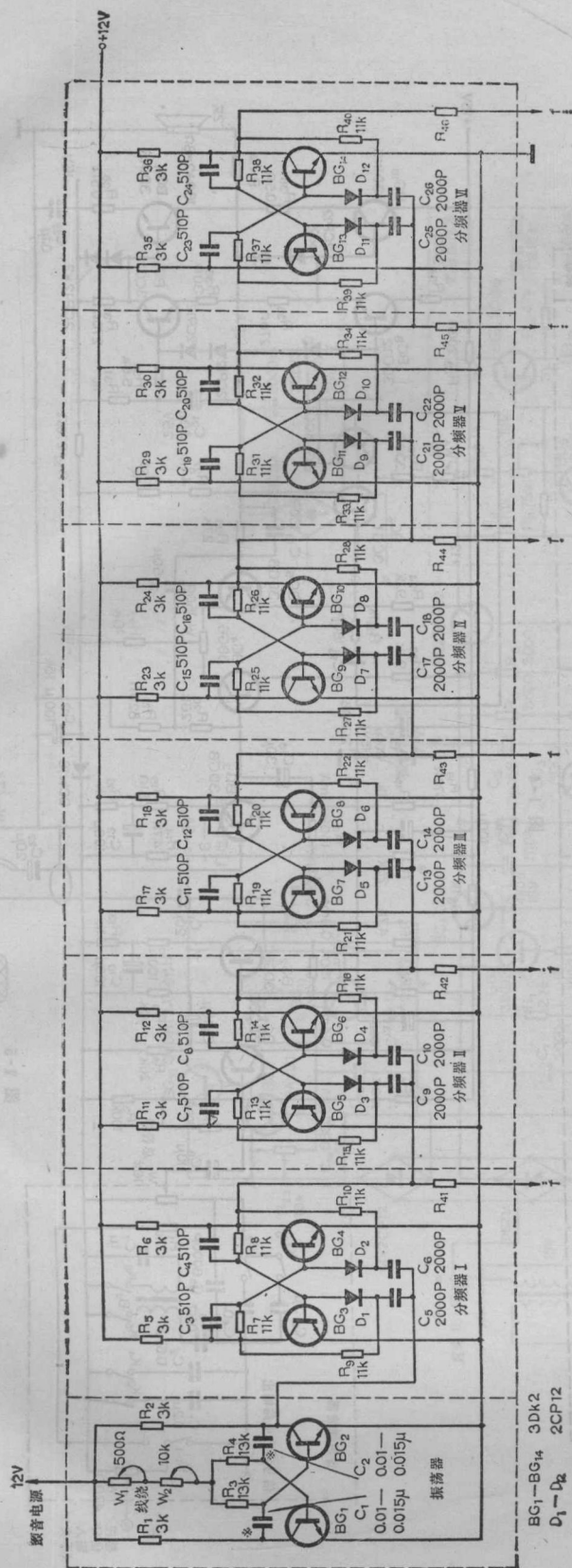
功放部分采用了OCL电路, 低放部分引入不少负反馈电路, 因而整个扩音电路工作稳定, 性能良好。

本机的电源部分包括 $\pm 15V$ 电源、 $-8V$ 和 $+12V$ 的稳压电源、以及专供振荡器用的独特的颤音电源, 其电路如图1-6所示。

在图1-6中颤音电源是由 $BG_1 \sim BG_6$ 等构成, 其中 $BG_1 \sim BG_3$ 等构成的电路与普通稳压电源电路极为相似, 但其取样电压是受超低频的颤音信号(由 BG_6 、 BG_6 等组成的颤音振荡器产生)调制的, 故输出电压不是固定不变的, 而是随颤音信号在 $+12V$ 上下起伏变化。振荡器采用颤音电源供电, 可使本琴发出优美的颤音。

三、制 作

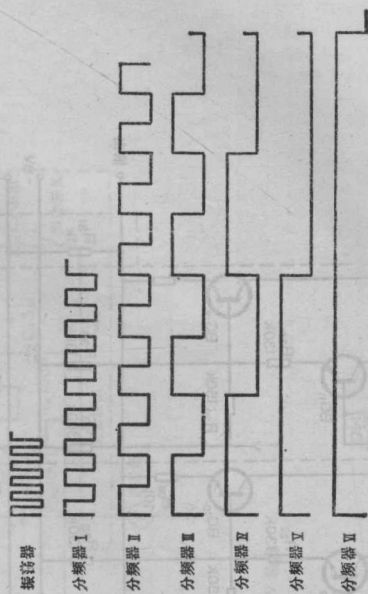
本琴的整体结构如图1-7所示。上键盘和中键盘是用旧的风琴键盘改制的。金属键盘用1-1.2mm厚的铁皮制成(键子尺寸见图), 全音键是白色的(镀铬), 半音键是黑色的(镀铜), 各全音键之间相隔1.5mm, 半音键和全音键之间隔一层绝缘片, 它们都用环氧树脂粘在琴体上。



注: $R_{41}-R_{46}$ 均为 $15K\Omega$

千分表输出至金属键盘和门电路

(g)



(b)

图 1-3

K_L 为脚踏键盘开关
 K_H 为中层键盘开关
 K_N 为上层键盘开关

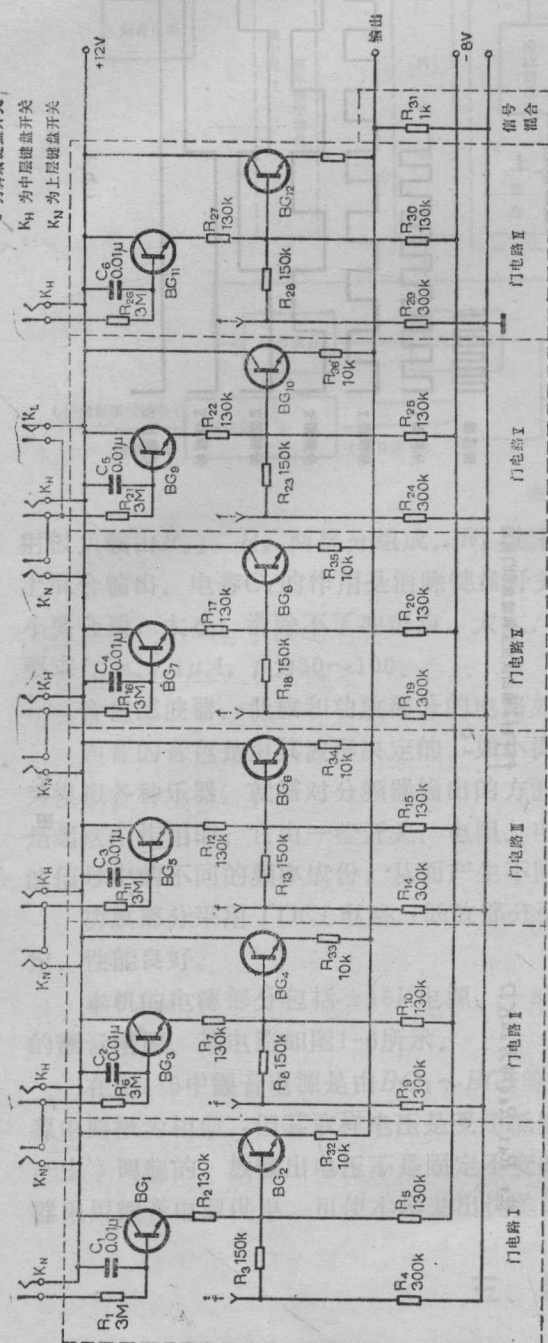


图 1-4

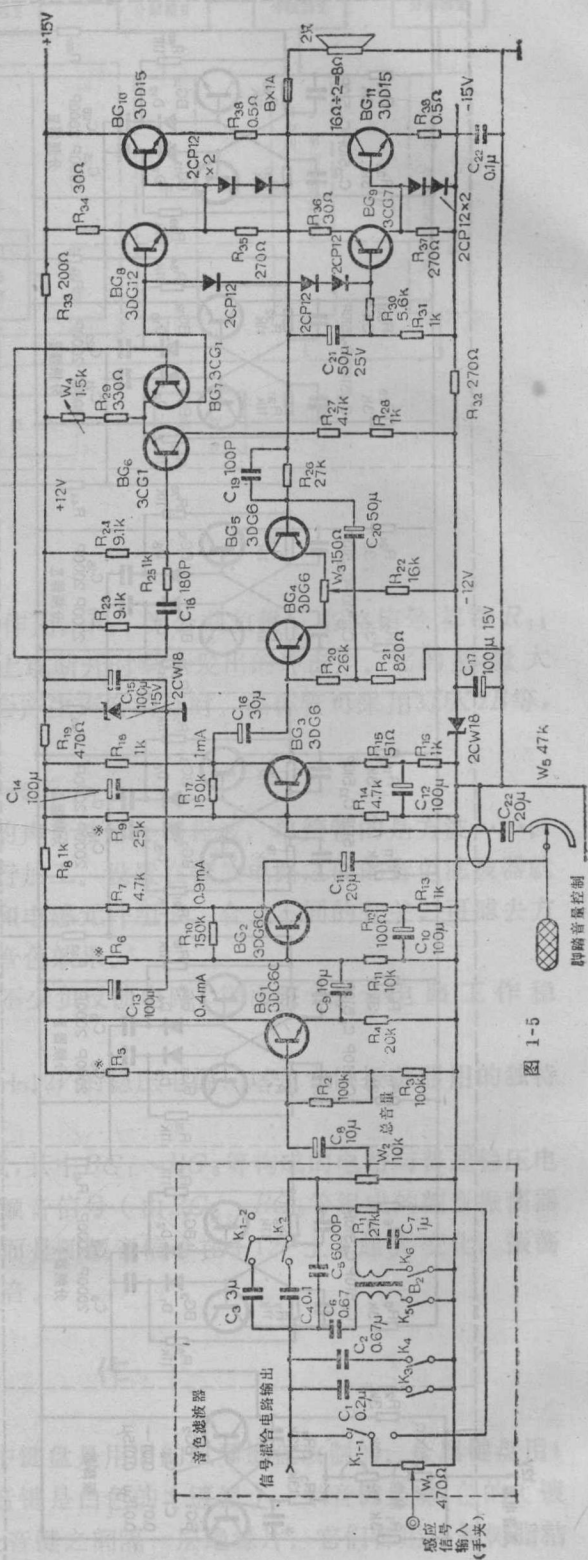


图 1-5



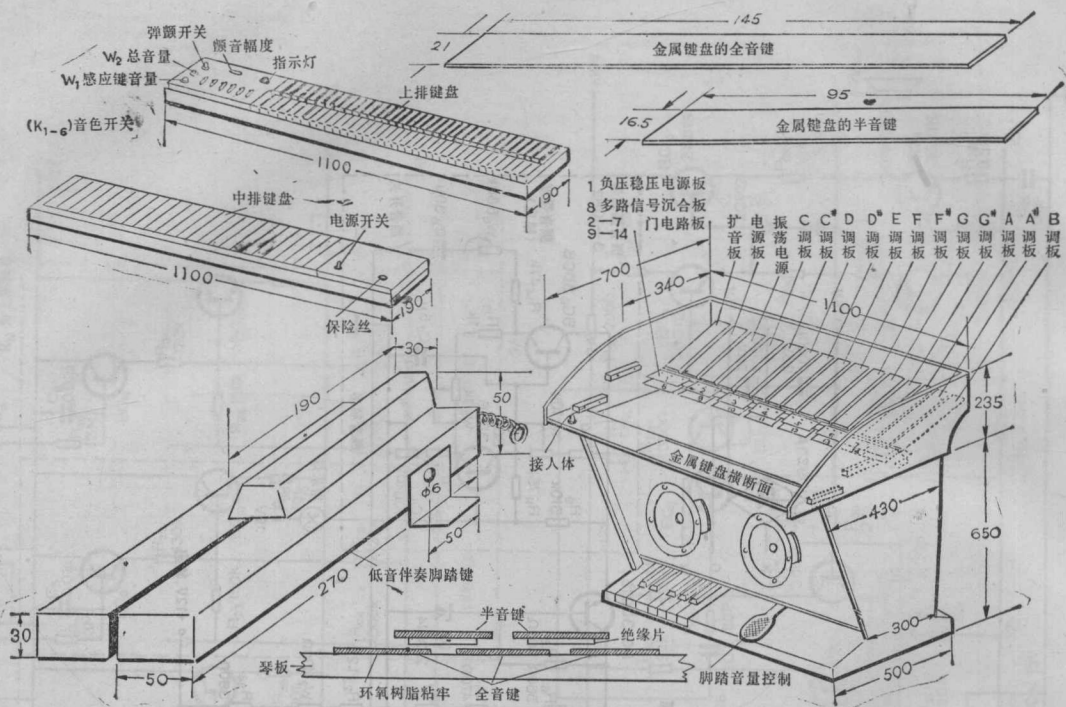


图 1-7

脚踏键可参照图1-7的尺寸用松木等制作。

脚踏音量控制机构是用一个自行车铃改制的，其结构如图1-8所示。

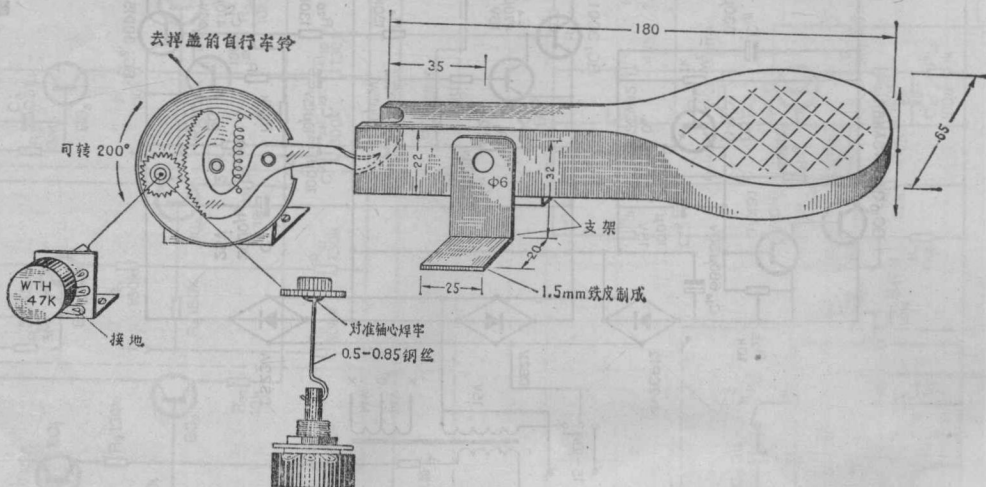


图 1-8

整个琴体是用2.5cm厚的木板（也可用九层胶合板）胶合制成的（注意：不要用钉子钉）。琴体下部是音箱，它内衬有15mm厚的泡沫塑料并采用密闭式的。箱内装有两个30cm6W15Ω的扬声器（并联）。虽没有用高音扬声器，但听起来高、低音都较丰满。

各键盘开关与相对应的各门电路控制端的连接示意表示于图1-9。

振荡器和分频器的印刷电路板见图1-10。

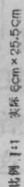


图 1-10

门电路的印刷电路板见图1-11。

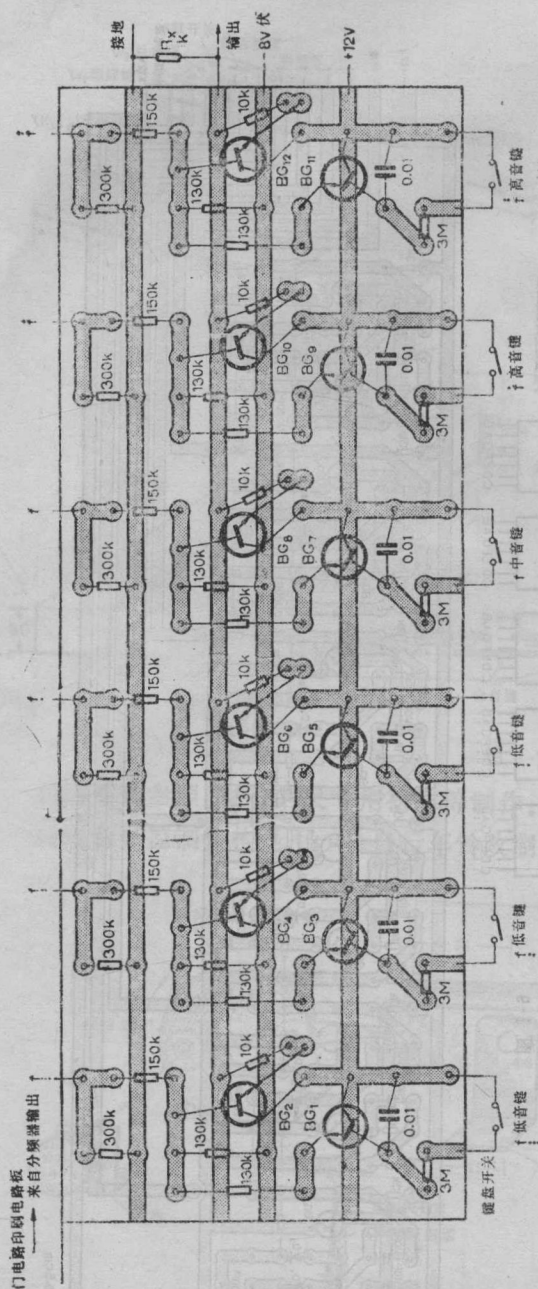


图 1-11 比例 1:1 实际印刷板 5cm × 15cm × 12块

四、调 整

本琴稳压电源和扩音部分的调整与一般机器相同。

调整颤音电源时，断开颤音开关先调 W_1 （见图1-6），使 $BG_1 \sim BG_3$ 等构成的稳压电源的输出电压为12V，然后调颤音振荡器，即用万用表测 BG_6 射极的对地电压。若表针在3V左右摆动，表示已起振；若表针不摆动，可调 W_3 ，使表针摆动，直到 W_3 调到表针摆动最大时为止。调 W_5 ，使表针摆动速度均匀（此时振荡波形接近于正弦波）即可。频率可由 W_4 调整，一般为3-10Hz。

对振荡器和分频器部分可采用分块调整的办法，这12块振荡器和分频器电路板的调整方法完全相同。振荡器正常工作时， BG_1 、 BG_2 的集电极电压应为5-6V（见图1-3(a)），且两管的电压值应相同，否则应排除故障。振荡器的频率可放在最后调整。分频器正常工作时，各管集电极电压应为 $5.5V \pm 0.1V$ 。若两管集电极电压相差较大，说明这两个管子不配对或个别元件有问题，即其中一管为11V，另一管为0.3V，说明此级分频器没有工作。另外，还可试听的办法，即将分频器输出的六个信号分别送至扩音部分，听听相邻的两个分频器输出的信号声音是否相差八度。

门电路和滤波器一般只要装置无误

即能工作，不需调整。

各部件调整或检查完毕后，可接上所有门电路板，接通电源和断开颤音开关，并开大音量，这时先插上一块振荡器和分频器电路板，按动一个相对应的键子（即键开关），调整加于门电路的负电压（调图1-6中的 W_7 ），当键子按下时，门电路导通，喇叭发声；当键子抬起时，门电路截止，喇叭无声。再用手弹键盘上相对应的六个键子，应能发出6个各相差八度的乐音来。再顺次插上剩下的十一块振荡器和分频器的电路板，这时弹所有键盘键子都能发出单一的乐音来，不应混音，再合上颤音开关，弹键子时就可以发出颤音来，颤音强度和频率都应能调节。

感应键盘一般无须调整, 只要将“人体感应手夹”套在手脖上, 再用手触摸金属键盘就可以发出乐音来了。

最后进行音阶校准工作, 若有条件能用频率计校准当然最好, 但也可利用标准手风琴, 并请懂乐器的行家帮忙来校准。校准时可以任选一组键盘, 一般选中音组, 12个音一个一个的校, 例如弹手风琴上中音C, 再弹电子琴的中音C, 听听偏高还是偏低。不准再调 W_2 和 W_1 予以校正(见图1-3(a)把 W_1 放在中间位置, 先粗调 W_2 , 再细调 W_1), 校准后将 W_1 、 W_2 锁紧。如频率偏差较大, 可以增减电容 C_1 、 C_2 的容量。这一组十二个音都校准了, 那末键盘上所有的音也就准了。

五、使 用

使用时, 先打开电源开关, 用右脚将音量控制脚踏踩在最大音量位置, 根据演奏所需的最大音量调节好总的音量控制旋钮, 然后再用右脚将音量控制在合适的大小, 此时就可弹奏了。

若接通所需的音色开关, 就可弹出小提琴或单簧管、双簧管的曲调来。若同时合上颤音开关并用左脚踩脚踏键踏出有节奏的蓬蓬的低音声, 这样, 主旋乐曲、伴奏、和弦、颤音以及低音倍司声组在一起, 便构成了具有独特风趣的电子乐器。

另外将手夹套在手脖上, 用手指敲打金属键盘, 可以发生钢板琴的声音来; 用手触摸金属键盘, 可以根据触摸的面积、压力大小、时间长短、速度快慢奏出具有颤音、滑音和揉弦效果的优美动听的曲子来。

2. “东方”DJ—1型电子琴

制作者: 常州市东方红中学 任志奋
恽建峰等

辅导员: 俞跃、吴中宇、缪文兴等

一、简 介

本电子琴是用低档的TTL集成电路和一些普通的电子元件制作的。它用2MHz振荡器作公共音源, 再由集成电路严格地按音乐的12平均律关系进行分频, 产生各音阶的频率。这就从电路上确保了音律的准确性和稳定性(不受环境变化、机械振动等影响), 同时也使本琴的调整工作大为简化。

本琴有四组八度键盘(48个音键), 还可通过升降八度开关在高低端各增加一组八度音, 故相当于有六组八度音, 显然音域较宽。琴内设有音色滤波电路, 能模仿钢琴、风琴、单簧管、小提琴和低音鼓等音色。另外还设有颤音调制、和音检出、余音控制等电路, 使本琴演奏时具有良好的音响效果。

本琴是用普通脚踏风琴改装的, 其外形见图2-1, 二个踏板改作余音和音量控制, 此外

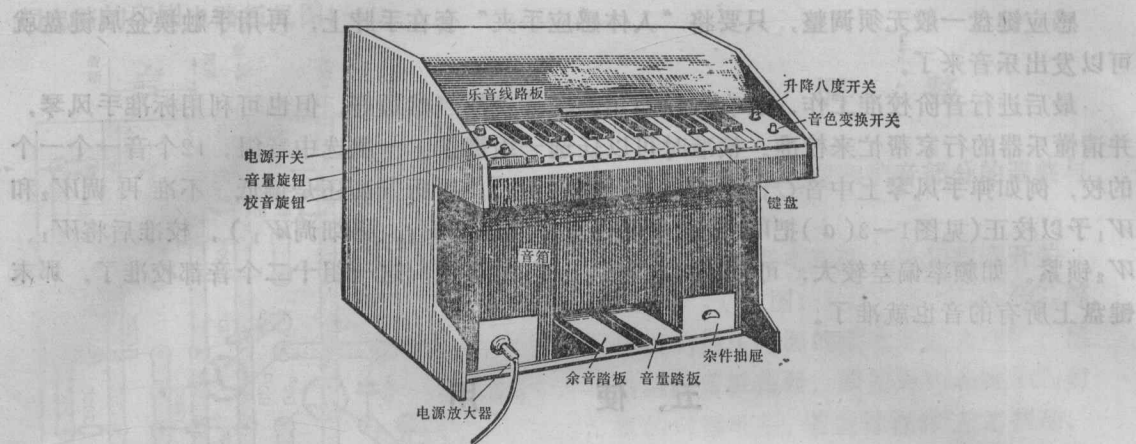


图 2-1

只设置了校音旋钮（由于采用公共音源，故校准其中任何一个音，其余各音都随之校准）、音量控制旋钮、电源开关、效果转换开关等为数不多的控制开关和旋钮。故操作简便，具有一般键盘乐器演奏技能的人只要稍经熟悉便可使用。

二、工作原理

全琴由乐音产生、乐音检出、演奏键盘、音频放大器，直流稳压电源、琴体音箱等部分组成。其方块图见图2-2，线路图（电源和低频放大器除外）见图2-3。因后几部分无特殊之处，故仅就乐音产生及乐音检出稍作介绍。

乐音产生部分又分为主振荡、颤音振荡、音组扩展、12音阶分频、组音分频五个电路，它们全由TTL数字集成电路组成。

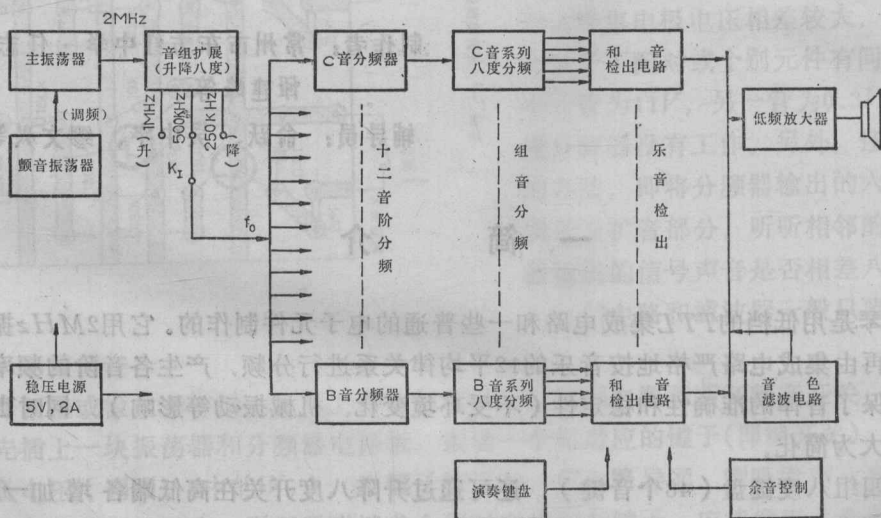


图 2-2

主振荡电路由与非门电路 G_1 、 G_2 、 G_3 （在本机电路中与非门电路的多个输入端都合并在一起，相当于一个非门电路）和阻容元件 C_1 、 W_1 、 R_1 和 R_2 组成。其振荡频率为 $2MHz$

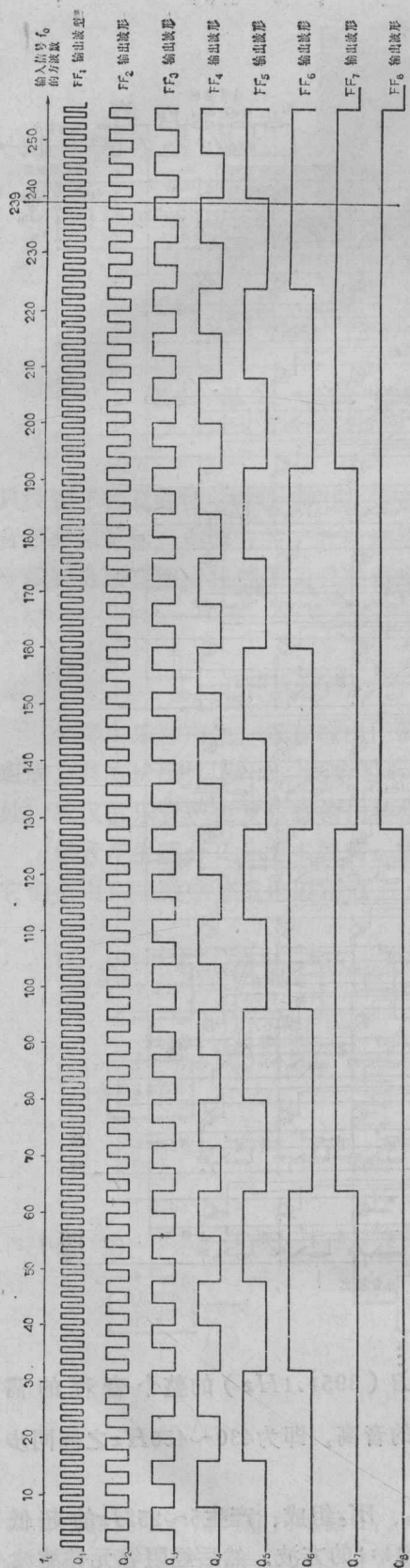


图 2-4

后变成脉动波形对主振荡器实行频率调制，同时使各乐音频率在其标准频率左右随颤音信号同步连续来回颤动，产生与揉弦相同的艺术效果。调节 W_2 ，可改变调制频率、即揉弦速度。调节 W_3 ，可改变调制深度、即揉弦幅度。

音组扩展电路起到将整个键盘升高一个八度或降低一个八度的作用，以适应特种场合的需要。主振荡器的振荡信号由与非门电路 G_4 整形和2分频 D 触发器 FF_1 、 FF_{II} 、 FF_{III} 进行分频、产生 $1MHz$ 、 $500KHz$ 和 $250KHz$ 的方波信号，经升降八度开关 K_1 选择，送至与非门电路 G_7 、 G_8 整形输出。

12音阶分频电路是12组2— N —256可变进制计数器。每一组由8级2分频 D 触发器 $FF_1 \sim FF_8$ 、反馈控制门 M 以及 RS 型清零触发器 FF_9 构成。它们按照音乐的12平均律关系，将 G_7 或 G_8 输出的 $500KHz$ （升八度时为 $1MHz$ 、降八度时为 $250KHz$ ）方波信号按一定的分频比进行各自分频，从而产生12个音阶的最高音 $C \sim B$ 。

在 $FF_1 \sim FF_8$ 组成的分频电路中，每输入2个方波脉冲，就从 FF_1 输出1个方波脉冲；每输入4个方波脉冲，就从 FF_2 输出一个方波脉冲；……，每输入256个方波脉冲，就从 FF_8 输出一个方波脉冲。其波形见图2-4。

反馈控制门 M 的输入端是按一定的分频比进行联接的。当 M 的输入端出现全“1”（即输入信号全为正脉冲）时，它输出低电平“0”，从而使清零触发器 FF_9 输出清零信号，直至输入信号脉冲 f_0 的正半周结束、负半周来到时 FF_9 才被置“1”，重新开始计数，并再进行到 M 的输入端出现全“1”……，以此循环。

分频比就是计数器从0开始到 M 输入端出现全“1”时的脉冲输入数。如 C 音的标准频率为 $261.63Hz$ ， C 音的频率为 $2093Hz$ ，而输入方波信号 f_0 的频率为 $500KHz$ ，故电路分频比应为：

$$500KHz \div 2093Hz \approx 239$$

这样计数器每计到239个脉冲就清零一次，其往复循环的次数也就是所要求得到的音高频率 $2093Hz$ 。从图2-4可知，当输入239个方波脉冲时，触发器 FF_1 、