



电子琴原理及电路

● 徐明远 徐多闻 编著 ● 上海科学技术文献出版社 ●

Dian Zi Qin
Yuan Li Ji Dian Lu

- 电子琴电路的基本组成形式
- 电子琴的基本功能电路
- 电子琴自动节奏伴奏电路的工作原理
- 电子琴的保养与维修
- 国产和进口电子琴电路选

[illegible]

电子琴原理及电路

徐明远 编著
徐多闻

上海科学技术文献出版社

内 容 提 要

本书较系统而实用地介绍了目前国内市场上常见国产和进口电子琴的基本电路及其工作原理,包括各种类型电子琴的电原理方框图、音阶发生电路、键盘及开关控制电路、音色形成电路、音形形成电路、特殊效果电路、自动节奏电路、自动伴奏电路和电子琴专用电源电路等,另外还介绍了与电子琴有关的乐理知识和电子琴的使用保养常识。附录中列出电子琴英文标记的译名、国产和卡西欧以及雅马哈电子琴的实际电路图近三十种,适宜于广大无线电爱好者和电子琴维修人员参考,也适于电子琴维修学习班作教材使用。

电子琴原理及电路

徐明远 徐多闻 编著

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 插页 对开 1 页 字数 355,000

1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷

印数: 1—8,000

ISBN 7-80513-234-8/T·89

定价: 5.60 元

《科技新书目》176-280

前 言

近年来,文艺演出单位和音乐教育事业应用电子琴日渐广泛,而且电子琴作为青少年音乐启蒙教育乐器开始进入家庭,我国市场已销售了大量的国产电子琴和进口电子琴。为满足广大无线电爱好者和电子琴维修人员了解电子琴电路的需要,本书比较系统地介绍实用电子琴电路的基本原理,并收集了国内常见典型电子琴的实际电路图,供读者参考。

由于我们对电子琴电路的研究时间不长,乐理知识有限,难免有错误和不妥之处,请读者批评指正。

在编写本书的过程中,上海文化用品批发公司乐器分公司、上海南方电器厂、上海中国电声厂、上海华新电子仪器厂、上海凯乐无线电厂、常州电子仪器厂等单位提供了电路图和资料,在此表示由衷的感谢。

作 者

1988年1月

目 录

前 言

第一章 电子琴概述1

1.1 电子琴的发展简史1

1.2 电子琴的种类1

1.2.1 单音玩具电子琴1

1.2.2 复音便携电子琴2

1.2.3 电子风琴2

1.3 电子琴的特点2

1.4 音与乐音4

1.4.1 声音4

1.4.2 音调4

1.4.3 音色5

1.4.4 音量6

1.4.5 音形6

第二章 电子琴电路的基本组成形式7

2.1 单音玩具电子琴电路方框图及工作过程7

2.2 复音便携电子琴方框图及工作过程8

2.3 电子风琴的电路方框图及工作过程9

第三章 电子琴的基本功能电路11

3.1 电子琴的音阶发生器11

3.1.1 RC 音阶主振荡电路11

3.1.2 LC 音阶主振荡电路13

3.1.3 集成电路音阶主振荡器15

3.1.4 晶体管音阶分频电路16

3.1.5 集成电路音阶分频器18

3.2 电子琴的键盘及开关电路23

3.2.1 键盘的要求及一般的结构形式23

3.2.2 金属触点式音阶开关24

3.2.3 导电橡胶触点式音阶开关24

3.2.4 电子音阶开关电路24

3.3 电子琴的音色形成电路25

3.3.1 波形的合成26

3.3.2 音色滤波器30

3.3.3 几种常见的有源音色滤波电路31

3.4 电子琴的音形形成电路33

3.4.1 直奏音形形成电路33

3.4.2 弹奏音形形成电路34

3.4.3 拨奏音形形成电路34

3.5 电子琴的特殊效果电路36

3.5.1 颤音发生电路36

3.5.2 震音发生电路37

3.5.3 回响音形成电路37

3.5.4 立体声效果电路39

3.5.5 合唱和震音效果电路39

第四章 电子琴自动节奏电路的工作原理43

4.1 打击乐基本知识43

4.2 常用的舞曲节奏44

4.3 电子琴的自动节奏发生电路47

4.3.1 自动节奏电路的组成47

4.3.2 自动节奏电路的原理48

4.3.3 打击乐音色形成电路51

第五章 电子琴自动伴奏电路的工作原理56

5.1 和声与和弦的基本知识56

5.2 电子琴自动低音和弦伴奏的特点57

5.3 自动和弦伴奏电路的原理58

第六章 电子琴的功率放大器62

6.1 电子琴用功率放大器的特性62

6.2 电子琴常用功率放大电路63

6.2.1 分立元件功率放大电路63

6.2.2 集成电路功率放大电路63

6.2.3 立体声集成电路功率放大器64

第七章 电子琴的电源电路66

7.1 电子琴用电源的特点66

7.2 电子琴用整流及稳压电路66

7.2.1 简单稳压电源电路66

7.2.2 进口便携式电子琴常用的交流 直流变换器电路67

7.2.3 便携式电子琴的电源稳压电 路67

7.3 电源通断噪声抑制电路67

7.4 自动电源断路(APO)控制电路69

7.5 电源通电复位电路70

第八章 电子琴的使用71

8.1 电源的连接与使用方法	71
8.2 配件的连接方法	72
8.3 电子琴的一般操作方法	72
8.4 电子琴音色与效果的选配	73
8.5 自动伴奏的选配	73
第九章 电子琴的保养与维修	76

9.1 一般保养常识	76
9.2 常见故障与检查方法	76
9.3 修理方法与常用工具	78
附录一 电子琴常用英文标记的译名	80
附录二 国产和进口电子琴电路选(24种)	(另册刊出)

第一章

电子琴概述

1.1 电子琴的发展简史

电子琴是电子乐器中的一种,它进入音乐世界的领域是在电子管普及的三十年代社会,而真正实用的电子琴是美国哈蒙顿兄弟于1943年制成的,直到五十年代才在一些工业发达的国家得到发展。1958年,北京邮电学院首先试制成功了我国第一台电子管单音电子琴,并出版了《电子乐器》一书,为我国电子琴的发展史写下了第一页。1960年,上海国光口琴厂正式生产了601型单音电子琴供应市场。到1965年,晶体管电子琴研制成功,不久便陆续进入国内外市场,并向加拿大出口了一部分。当时,国家领导人以国礼赠送给锡兰总理。由于种种原因,直至七十年代末,电子琴新产品的开发研制一直陷于停顿状态。1979年,在我国集成电路生产有了较大规模发展的基础上,北京乐器研究所和上

海文教研究所相继研制成功中、小规模集成电路电子琴。此后不久,天津、苏州、成都、营口等地也试制成功了性能各异的电子琴,但当时都未形成商品投入市场。

1983年以来,随着国家对外开放政策的发展,我国进口了一部分电子琴,以填补国内电子琴的空白,同时引进国外生产技术,促进了我国电子琴生产的发展,电子琴的产量和销量都有了大幅度的增长。据有关资料统计,目前全国电子琴社会拥有量已超过100万台,其中玩具电子琴占85%以上,1987年我国电子琴总产量将超过200万台,其中玩具琴约占90%以上。就目前生产情况来看,我国生产中、高档电子琴还存在不少困难。但无论生产或消费的前景都十分可喜,是很有发展前途的娱乐用品。

1.2 电子琴的种类

电子乐器是电乐器的一个分支,电子琴则是电子乐器中的一个大类。电子琴的品种规格繁多:从型式来划分,可分为立式和便携式两种;从等级来划分,又可分为玩具、普及、高级演奏用琴;从乐理方面来划分,有单音和复音两种。但一般先按立式和便携式两个系列分,然后再按等级来划分,符合人们以性能及价值两个选择点作为主要依据的自然习惯。现在,我们对常见的三种电子琴,作一简

单的介绍。

1.2.1 单音玩具电子琴

这一类电子琴电路简单,功能少,绝大部分属单音便携式;音域一般在23~44键之间,音色变化及节奏种类较少,通常不超过10种音色和10种节奏,价格低廉,适合于少年儿童娱乐用。

这种电子琴除了少数进口琴和用集成电路分频器作音阶发生器的国产琴外,绝大多

数玩具琴是用分立元件作音阶发生器, 键盘用金属触点式开关, 音准误差较大, 不宜作培养少年儿童音乐入门用, 因为在音阶听觉训练方面会产生有害的影响。另外, 玩具电子琴琴键的触感、下沉深度、键宽(我国标准白键宽度为 22 mm)等指标还不符合要求, 用作正规教学的基础练习是不很适当的。

1.2.2 复音便携电子琴

近年来, 在世界乐器市场上, 复音便携电子琴异军突起, 一跃而成为键盘乐器最大宗的商品。这类电子琴价格不太高, 携带方便, 功能多, 弹奏容易, 而且音色、音准等各项性能都较佳, 是文化娱乐及文艺演出的理想乐器之一。我国目前的中高级电子琴主要依靠进口, 国产琴正在加速研制。

这类电子琴的等级差距很大, 从普及型到高级型都有, 分小型键与标准键两种, 音域以 49 键(四组)和 61 键(五组)为主, 一般都是全复音, 可以弹奏和弦, 音色变化和节奏类型较多, 功能齐全。其中普及型有 CASIO (卡西欧) MT-65、MT-55、CH-100、CK-500 (带收录机)和 YAMAHA (雅马哈) PS-200、PSR-15、PS-25 等; 中级的有 CASIO CT-310、CT-350、及 YAMAHA 的 PSR-40、PSR-11 等。较高级的有 CASIO CT-610 及

YAMAHA PS-35、PS-55 等。本书将较多地介绍图 1.1 所示典型的卡西欧 CT-310 复音便携式电子琴。

1.2.3 电子风琴

电子风琴的外型如风琴, 是体形较大的立式电子琴, 根据用途与性能不同, 分家庭用电子风琴, 剧场用电子风琴, 音乐会电子风琴和乐队电子风琴等。家用电子风琴如图 1.2 所示, 有单排键与双排键两种。中高级的还有足键盘, 以手键盘 44+44 键和足键盘 13 键最为普及, 也有手键盘 37+37 键和足键盘 13 键的。高级的剧场用琴和音乐会演奏用琴手键盘有三排, 足键盘有 25 键、32 键等, 功能繁多。至于乐队电子风琴, 多系单键盘, 变音开关不多, 但音色丰富, 能演奏多声部乐曲, 音响效果象小乐队, 主要有交响大合奏, 铜管乐队合奏, 弦乐队合奏, 倍司合奏等音色。电子风琴在我国尚不普及, 这里不作详细介绍。

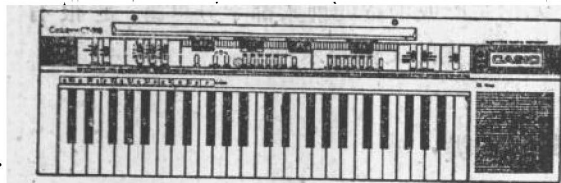


图 1.1 卡西欧复音便携式电子琴

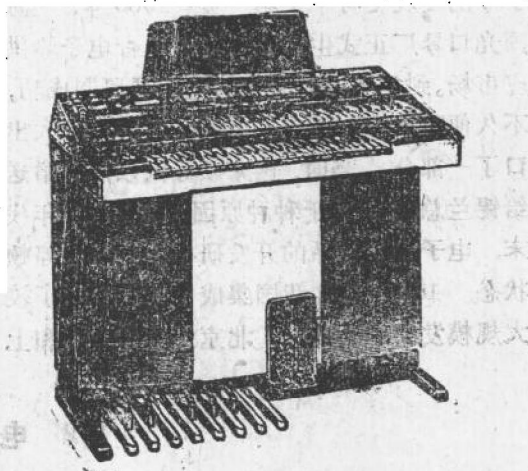


图 1.2 家用电子风琴

1.3 电子琴的特点

音域宽广

电子琴的发声频率可以设计得十分宽广, 能够覆盖人耳听觉的全部音域范围。但是, 电子琴的规格型号很多, 通常按照需要选取某段音域范围。一般以中央 C(261.63Hz)

为中心, 向下和向上扩展三个八度音程, 高级的电子琴利用转换开关再增宽到三、四个八度音程。所以说电子琴的音域比任何乐器都宽广。图 1.3 是各种电子风琴的音域表。

电子风琴的音域也有用“呎”(英尺)来表

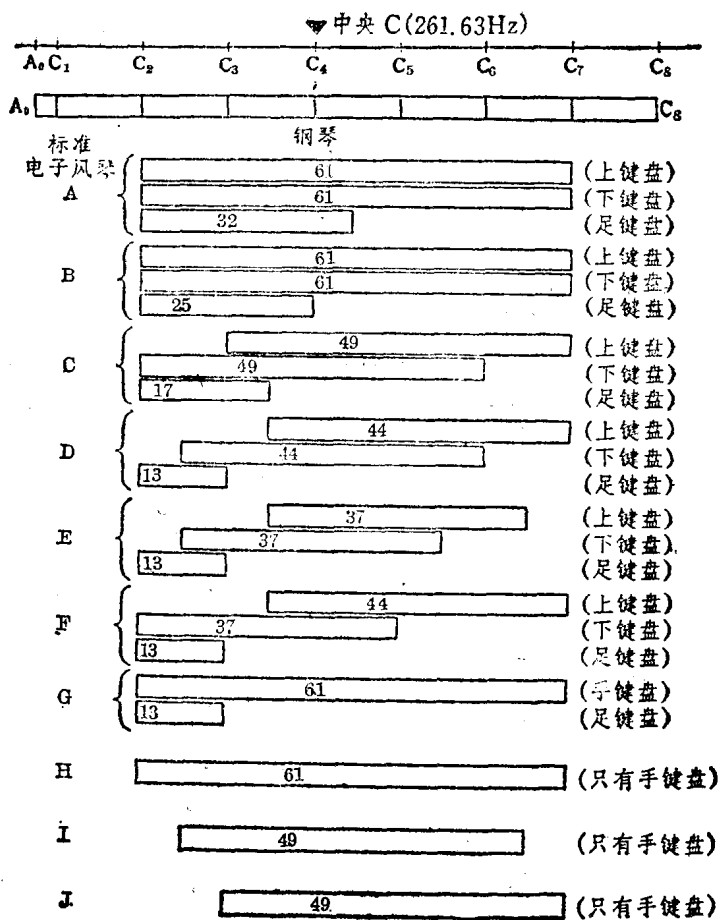


图 1.3 各种电子风琴的音域表

示的,在琴的音栓上常标有 $4'$ 、 $5\frac{1}{2}'$ 、 $8'$ 、 $16'$ 等数,以表示该音栓的音域范围。这种音域 的表示方法是从古代的管风琴演变过来的: 当管风琴的管长为 8 英尺时,它发出从最低 约 65 Hz 到 2093 Hz 的音,在这一范围的音叫 8 呎($8'$)音。管子的长度加倍(16 英尺)时, 能发出比 $8'$ 音低八度的音,当管长为 4 英尺 时,能发出比 $8'$ 音高八度的音,因此, $1'$ 、 $2'$ 、 $4'$ 、 $8'$ 、 $16'$ 之间有八度音程关系。当管长为 $5\frac{1}{2}'$ 时,发音比 $8'$ 高五度,是 $16'$ 音的三倍 音,依此类推,可以得到倍音与呎率之间的关 系。

音色变化多且方便

电子琴是利用电子技术方法产生音色

的,按照人们的各种要求,可以 模拟或创造出各种各样的声 音,除了模拟常规乐器的音色 外,还能模拟自然界中许多声 音,例如人声、拍手、哇鸣、狗叫、 风声、雨声等等,甚至还可以创 造出自然界没有的所谓“宇宙 音”等。在音色变换时,采用电 子合成技术进行调配,或通过 开关选择电子琴中央处理器内 存电路中设定的各种音色,操 作十分迅速方便。

演奏方式多样化

一台高级的电子琴,可以 奏出小型乐队那样的效果,所 以它的演奏方式不同于一般键 盘乐器。除了用双手和双脚演 奏与操作各种琴键和开关之 外,有的电子琴还利用气息去 控制某种效果,例如利用口哨 控制其响度和频响,因此,电 子琴是演奏方式多样化的乐 器。

音响动态范围大

为了适应一个小型乐队那样的需要,高 级的电子琴能够发出细腻入微的轻声和宏伟 的交响乐声。在大型剧场,可以不用扩音设 备直接输出从十几毫瓦到几百瓦的功率, 音响的可调范围很大。在一般情况下,根据 各种型号的需要来设定输出音频功率。便携 式电子琴的输出功率一般都在几百毫瓦到十 几瓦范围内,立式电子琴则在二十瓦到一、二 百瓦范围内。

功能齐全

电子琴的功能之多不胜枚举,况且现在 各制造厂商还在不断开发、创造新的功能,以 适合各种不同用途的需要。现在许多电子琴 都已配备了自动打击乐节奏伴奏系统,自动 和弦伴奏系统等。还有些电子琴上配备有立

体声音源、特殊声音效果或自然音响合成、ROM(只读存储器)式乐曲输入或卡片式乐曲输入,可编程序式打击节奏、带电脑的演奏程序存储、特大容量记忆内存存储等功能。在外接装置方面,采用 MIDI(乐器数字技术联接

方式)连接,还有的带有可扩展式预置功能添加装置。新近又有一种带有双卡磁带录音机和唱机的电子琴,它可以把弹奏的乐曲和音响效果高保真地录制下来。总之,电子琴的功能越来越齐全,使用也越来越方便。

1.4 音与乐音

1.4.1 声音

我们事实上每时每刻都生活在“声音”的世界里,这里我们所谈的是指人耳听觉范围的声音。声音是由物体振动空气造成声波,并传到入耳后引起感觉的一种物理现象。声音在传播中遇到物体会产生反射,绕射等现象,我们听到的回声是反射的结果。声音经多次反射会产生一种叫做“混响”的感觉,好象身临宽阔的大厅。

对人的感觉来说,声音有乐音与噪声之分,乐音是音高按一定比例关系产生的声音,噪声则是频谱很宽但杂乱而无规则的声音。含有很宽频带的噪声叫“白”噪声,仅含低频成分的噪声叫“红”噪声。以上这些性质,将在以后各有关章节中结合具体电路进行介绍。

1.4.2 音调

音调反映了人耳对声波频率的主观感受,主要决定于声音的频率,频率越高,音调也就越高。

频率的计量单位是周/秒或赫兹(Hz)。

人耳的听觉范围为16Hz~20000Hz,人耳听觉最敏感的范围在1000Hz~4000Hz左右,高音区和低音区听感较差。在电子琴中,键盘上越是右边的键,发出的频率越高,相反,弹左边的键时所发出的音频率较低。

音调的高低用音阶表示。如图1.4a和b所示,音阶的排列方法和命名在国际上是统一的。各组音阶按十二平均律来划分,每十二个半音阶为一组,共十二个键。每组音阶包括七个白键,五个黑键。

七个白键按发音频率自低到高排列,各有固定的名称,叫做“音名”,它们分别是C D E F G A B七个。这七个音,我们称它们为“本位音”。在这七个白键之间有五个黑键,叫做“变化音”,这些音没有名称,它们是和七个本位音用同样记号写的,只是在音名旁添加一个升号“#”(或降号“b”),它记在所要升(或降)的音名的右上角、左上角(有限于排



图1.4a 七组键盘音阶命名法



图1.4b 便携电子琴键盘音阶标记法

版条件,写在右边)如C[#](或C[#])就叫做升C,意思即是将原来的C音升高半音。

音乐中的音虽然为数甚多,但都是这七个音的重复和变化而已。音调高低相异的同名音,在音阶名后加上音阶组号,组号不同时音调也不同。如C₂[#]、C₃[#]、C₄[#](也有的电子琴说明书上写成C[#]₂、C[#]₃、C[#]₄的)同名,但音调递升。

相邻音阶组内的同名音,如A与a(或A₁)音阶相差八度,频率则相差一倍,例如大字组A的频率是110Hz,则小字组a的频率为220Hz。

音阶可分为大音阶和小音阶(也称长音阶与短音阶)。大音阶的排列是CDEFGAB(即简谱1 2 3 4 5 6 7),小音阶的排列是CD ^bEFG ^bA ^bB(即简谱小调的 $\dot{1}$ $\dot{2}$ $\dot{3}$ $\dot{4}$ $\dot{5}$)。此外还有和声小音阶与旋律小音阶,因不常见这里就不介绍了。

在用简谱表示的音阶中,每组音阶包括十二个“半音”,除了3⁴(E,F)和7¹(B,C)间相差半音外,其他相邻音名之间均相差两个半音,即一个全音。

相邻两个音之间的距离叫“音程”,音程的单位为“度”。每组音阶即一个八度音程,音程的具体名称和所含半音数如表1.1所示。

相邻的两个“半音阶”的频率比应为 $1:\sqrt[12]{2}$,即频率相差 $\sqrt[12]{2}$ 倍,称为十二平均律

表1.1 音程名称及其所含半音数

音程名称	含半音数	在C上造音程的例子
完全一度	0	C→C
小二度	1	C→ ^b D
大二度	2	C→D
小三度	3	C→ ^b E
大三度	4	C→E
完全四度	5	C→F
完全五度	7	C→G
小六度	8	C→ ^b A
大六度	9	C→A
小七度	10	C→ ^b B
大七度	11	C→B
完全八度	12	C→C ¹

的比值。

在国际标准音高中,以a₁=440Hz为标准音高,其余各音阶的频率是按照十二平均律计算出来的。表1.2列出各组音阶各个音调的频率值(单位:赫)。

十二音律中的每半个音阶又可分为100音分。音分是最小的音程计量单位,相差一音分时,频率相差 $\sqrt[100]{2}$ 倍。在计算音阶的误差时,可以用音分来表示。一般人可以分辨出3~10音分的偏差,专业音乐工作者则能分辨出3音分以内的偏差。

1.4.3 音色

人耳能够辨别不同乐器所发出声音的细微差别,因为不同的乐器即使发出同样的音调,也会产生不同的声音特征,这种不同乐器

表1.2 十二平均律音调频率对照表

频率 (Hz)	调 别	C	C [#]	D	D [#]	E	F	F [#]	G	G [#]	A	A [#]	B
大字二组		16.352	17.324	18.354	19.445	20.602	21.827	23.125	24.500	25.957	27.500	29.135	30.868
大字一组		32.703	34.648	36.708	38.891	41.203	43.654	46.249	48.999	51.913	55.000	58.270	61.735
大字组		65.406	69.296	73.416	77.782	82.407	87.307	92.499	97.999	103.83	110.00	116.54	123.47
小字组		130.81	138.59	146.83	155.56	164.81	174.61	185.00	196.00	207.65	220.00	233.08	246.94
小字一组		261.63	277.18	293.66	311.13	329.63	349.23	369.99	392.00	415.30	440.00	466.16	493.88
小字二组		523.25	554.37	587.33	622.25	659.26	698.46	739.99	783.99	830.61	880.00	932.33	987.77
小字三组		1046.5	1108.7	1174.7	1244.5	1318.5	1396.9	1480.0	1568.0	1661.2	1760.0	1864.7	1975.5
小字四组		2093.0	2217.5	2349.3	2489.0	2637.0	2793.8	2960.0	3136.0	3322.4	3520.0	3729.3	3951.1
小字五组		4186.0	4434.9	4698.6	4978.0	5274.0	5587.7	5919.9	6271.9	6644.9	7040.0	7458.6	7902.1

所发声音的特征称为音色。

音色与很多因素有关,但主要决定于声波的波形,而波形则与声波中谐波的多少与强弱有关。如图 1.5 所示,乐器能发出各种各样的音色,是因为能产生各种各样的声音波形。实际上,乐器的音色与音调和响度也有些关系。

波形的形状	音色	有代表性的乐器
	柔和	口哨、长笛
	尖锐	号、小提琴
	纯朴	单簧管、双簧管

图 1.5 音色与波形的关系

1.4.4 音量

声音的音量,主要取决于声波振幅的大小。声波振幅是以媒质的疏密压力即声压来计量的。声压的单位是“帕”, 1Pa (帕) $=1\text{N/m}^2$ (牛顿/米²),或用微巴作单位, $1\text{帕}=10\text{微巴}$ 。

声压通常还以“分贝”(dB)来表示。音量大声压大,用分贝来表示的值也大。以分贝表示声压时,需要取统一的声压值作为参考值。一般以频率 1000Hz 时的可闻阈声压 ($P_r=2\times 10^{-5}\text{帕}$)作为参考声压。其数学表示式如下:

$$\text{声压} = 20 \lg_{10} \frac{P}{P_r} (\text{dB})$$

式中 P 为待测声压。

人耳所感受的响度与声压之间的关系近似对数关系。确定一个声音的响度时,将它与一个 1000Hz 的纯音作比较,当两者听起来一样响时,该 1000Hz 纯音的声压级数值就是该声音的响度。

1.4.5 音形

音形是一个声音的音量变化特性,它在一定程度上会影响人们对于乐器音色的判断。当某种乐器发音时,从发音开始到结束的过程中,音量(即声波振幅)的变化呈曲线形,这种表示音量变化的曲线叫做“振幅包络线”。以小提琴为例,它发出的乐音开始很弱,以后渐渐地接近峰值。但吉他就不同了,一开始就上升到峰值,然后渐渐变弱。图 1.6 表示几种乐器的音形包络线。

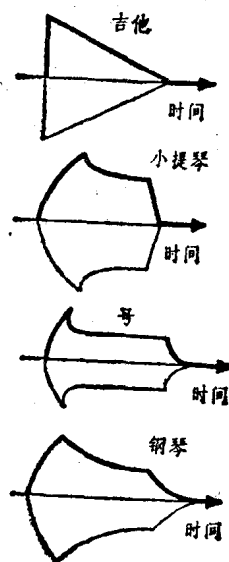


图 1.6 几种乐音的音形包络线波形图

电子琴电路要模拟各种乐器的声音,除了考虑频率、声音特征和振幅大小之外,还必须将音量的变化,按照各种乐器的要求模拟它的音形。音形的有关电路将在以后的章节中介绍。

以上讲的音调、音色、音量、音形是乐音的四大要素。

第二章

电子琴电路的基本组成形式

各种电子琴的功能有简单和复杂之分,因此其电路的组成也有简有繁,有低级与高级之分。最简单的玩具电子琴只有简单的音阶发生器和扬声器,高级的电子琴则由很多部分组成,结构也十分复杂。但是,一般电子琴都必须具备:1)音阶发生器,2)键盘开关电

路,3)音色处理电路,4)自动伴奏系统,5)功率放大器,6)电源电路等。其中功率放大器及电源电路与一般的音频放大系统基本相同。下面介绍几种典型电子琴的电路组成及工作过程。

2.1 单音玩具电子琴电路方框图及工作过程

图 2.1 是目前较流行的 87 键单音玩具电子琴的电路方框图。图中主振荡器是一个能够产生音频振荡的电子音阶振荡器,其振荡频率受键盘开关所接通的音阶电阻控制。按捺任何一个琴键,立即接通其中的一组电阻,以改变主振荡电路的工作频率,使振荡器产生该琴键所指定的音阶。

主振荡器所产生的声音持续不变化,听起来十分单调乏味。为了能够产生类似提琴揉弦那样的效果,这里用一个颤音振荡器去调制主振荡器,使声音频率作一些微小的变化(2~7 Hz),听起来就有乐音颤动的感觉。

由主振荡器输出的音阶频率信号,传送到音色滤波器去。通过音色选择开关,选择

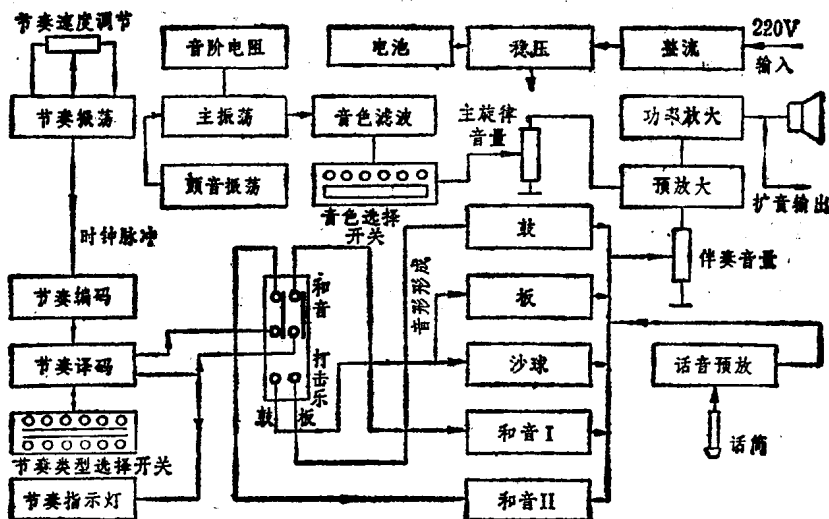


图 2.1 单音玩具电子琴电路方框图

所需要的音色(如长笛、单簧管、小提琴等),然后送到预放大器和功率放大器进行放大,推动扬声器发声。

由主振荡器所产生的主旋律,虽然已经可以演奏乐曲了,但没有节奏伴奏,不符合人们对乐感的需求。为了配合主旋律进行伴奏,这里另外设一个节奏发生器系统。用一个专用的节奏振荡器产生时钟脉冲信号,送到节奏发生器去,这个振荡器的频率是可调的,以符合节奏速度的要求。当时钟脉冲信号被传送到编码器之后,即编成各种节奏程

序的脉冲信号,由开关选择节奏的类型(如进行曲、圆舞曲等),然后再按节奏顺序送到打击乐音形成电路,形成鼓、板、沙球等声音,模拟出所需要的音色。最后,送到预放大电路混合之后,与主旋律信号一起进行功率放大。

为了适应自弹自唱的需要,提高学习音乐的兴趣,增加一只话筒插孔。将话音经预放大级放大后输出的话音信号同时地加到伴奏音量控制器去混合,再经预放大后送到功率放大器,加入主旋律中。

2.2 复音便携电子琴方框图及工作过程

由于电子音乐技术的高度发展,以及专用超大规模集成电路的开拓,便携式电子琴

的性能日趋完善,不但弹奏时可按下多个琴键同时发音,而且伴奏功能更多,体积也小型

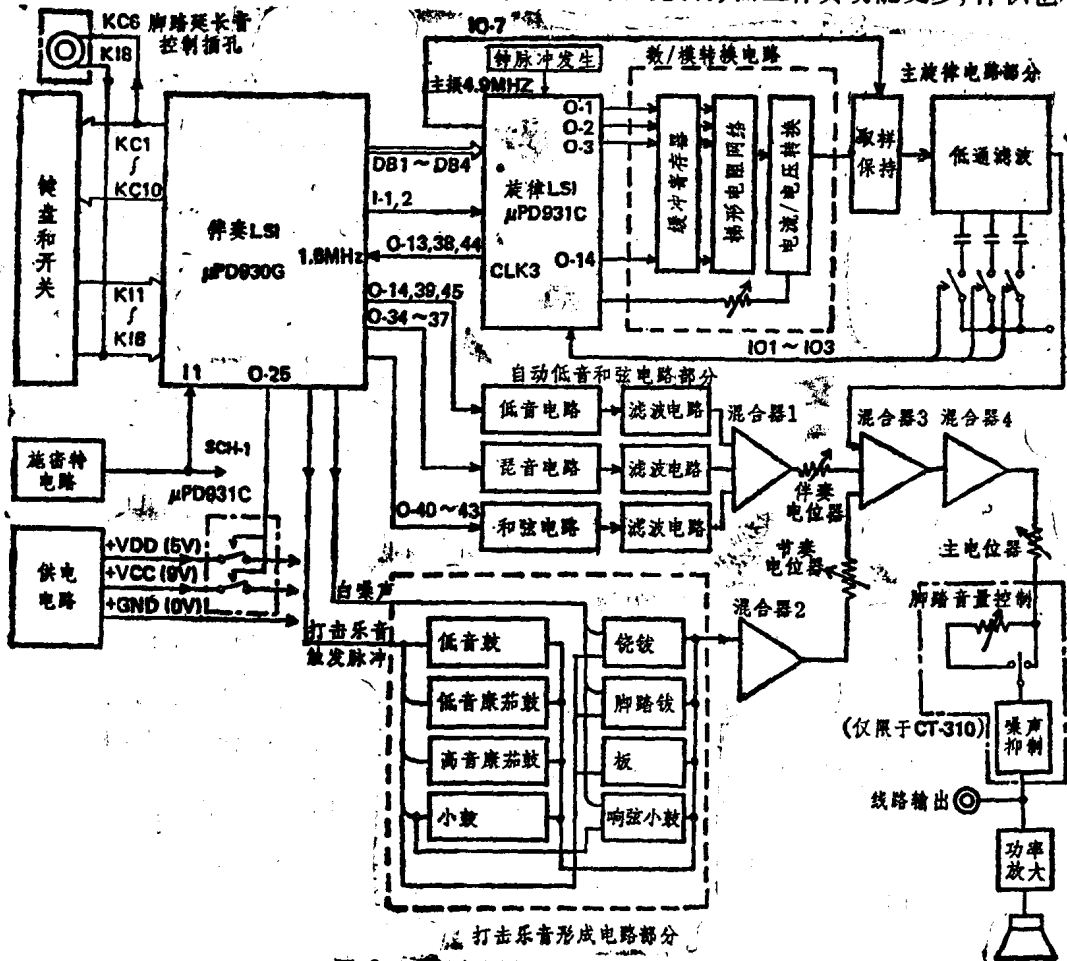


图 2.2 复音便携电子琴电路方框图

化,多数做成便于携带的单键盘形式。

图 2.2 是典型复音便携电子琴(卡西欧 CT310、MT65、MT68等)的电路方框图。主电路由两块专用的大规模集成电路(LSI)组成(旋律 LSI 和伴奏 LSI),其中伴奏 LSI 担任中央处理器(CPU)的任务,旋律 LSI 受它的控制而产生数字式旋律信号。这种电子琴的工作过程如下。

当电源开关接通时,供电电路便将数字电路用的 $+V_{DD}(+5V)$ 和模拟电路用的 $+V_{CC}(+9V)$ 输入到各电路中,而电源通电复位用的施密特电路便强制地使各 LSI 内部电路设定在初始状态,这时电子琴进入正常工作的预备状态。键盘开关阵列通过 KC1~KC10 和 KI1~KI8 与 LSI 相互连接。当按下键盘的任何一个开关时,由键盘开关所控制的信号线即被接通。

钟脉冲发生器产生的主振荡频率(4.9 MHz),送入旋律 LSI 产生 8 音复调乐音。当演奏主旋律音阶时,伴奏 LSI 发出 DB1~DB4、I-1、I-2 控制信号与旋律 LSI 进行数据交换,旋律 LSI 便输出所需要的数字式主旋律乐音,送到数/模转换器集成块,在此将数字乐音信号(电压形式),转换成模拟乐音信号(电流形式)。这个模拟信号再经放大器放大后转换成电压形式的乐音原波形。但是,这时波形是阶梯状的,在从某一阶梯电平变成其他的电平时,会产生一种叫做狭脉冲

的噪声,它被传送到取样/保持电路后得以消除,再经过低通滤波器滤波之后,这个阶梯状的波形就变成光滑的波形。滤波器同时还去除非选定的频率。旋律信号再传送到混合电路,经主音量电位器和脚踏音量控制器送到噪声抑制电路,除掉噪声,再送到功率放大器和扬声器。

按下键盘左边低音和弦部分的琴键时,开关接通伴奏低音信号线或和弦信号线,伴奏 LSI 即输出六个复调乐音(和弦四个音,低音一个音,琶音一个音),经过外接的 RC 电路,将伴奏 LSI 输出的音程信号和包络线信号混合(详见图 5.7),经过滤波器滤波后送到混合器 1,再与旋律乐音信号混合,然后送到放大器去。

形成打击乐音伴奏信号时,由节奏时钟脉冲发生电路(实际是旋律 LSI 中的分频电路)输出的钟脉冲送到伴奏 LSI 进行编码和译码之后,产生的七个触发信号输送到打击乐音形成电路,与此同时,伴奏 LSI 产生的“白”噪音信号和金属噪音信号也送到铙钹、脚踏钹、板和响弦小鼓音形电路,以便形成带有特殊噪音的打击乐器音响。各打击乐器的声音信号传送到混合器 2 进行混合与均衡之后,和主旋律信号一起输入混合器 3。最后,所有这些声音经功率放大器放大而成为优美的乐音。

2.3 电子风琴的电路方框图及工作过程

常见的电子风琴有三组键盘——上键盘、下键盘、足键盘,一般用上键盘演奏主旋律,下键盘演奏伴音旋律,足键盘用于演奏低音伴奏。各组键盘都有单独控制音色的机能,故能同时发出多声部的乐音。

图 2.3 是电子风琴的电原理方框图。由主振荡器产生 2 MHz 的振荡频率(可受颤音振荡器的调制)传送到中央处理器(CPU)中

的音阶分频器,这个分频器按十二平均律进行分频后,产生上、下键盘及足键盘的全部音阶,同时,这些音阶频率分别受上、下键盘和足键盘开关电路的控制。

上、下键盘演奏形成的开关通断信号,输入中央处理器后,经音阶分频器产生相应的旋律乐音数字信号,与音色发生器进行数据交换。输出的旋律乐音音色信号,再送到音

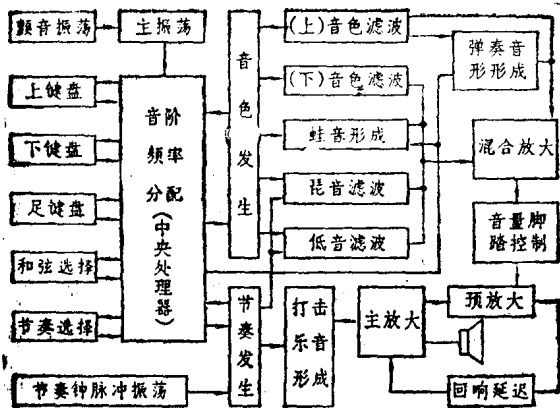


图 2.3 电子风琴的电原理方框图

色滤波器进行滤波。如果是直奏音型的旋律音色信号(如弦乐、笛等音色信号)直接输出到放大器;但如果是钢琴、蛙音等音色,就必须经过音形处理,再输送到放大器去。

按下自动和弦或自动低音选择键时,并不马上输出和弦音阶信号,必须弹奏下键盘的和弦键才会产生自动和弦和琶音或自动低音伴奏信号,经音色发生器和节奏编码器的

共同作用,产生伴奏音输出到放大器。

为了发生回响(又叫混响)效果,在预放大器之后,音响信号分二路输送到主放大器电路,一路是原来的乐音音响信号,另一路将乐音音响信号经回响效果电路延迟约 200 毫秒之后,再加入主放大器电路混合后进行放大。两种乐音音响信号相差 200 毫秒,就产生一种回响的效果,使乐音空间感增强。

自动节奏电路是由节奏时钟脉冲振荡器产生时钟脉冲信号,输入到节奏编码器按所选节奏进行编码,从而按编码的节奏控制自动和弦及自动低音伴奏信号。这时,编码器接收中央处理器中来自音阶分配器输出的信号,输出相应的编码信号到打击乐形成电路、自动和弦伴奏及自动低音伴奏系统,产生相应的自动伴奏和弦。节奏脉冲信号触发各打击乐音形成电路,产生诸如大鼓、小鼓、钹、沙球等多种打击乐器的模拟音色,然后一并输送到混合电路进行预放大,再送到主放大器去。