



《东方红》半导体演奏器



《东方红》半导体演奏器

上海人民出版社

《东方红》半导体演奏器

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 0.875 插页 1 字数 10,000

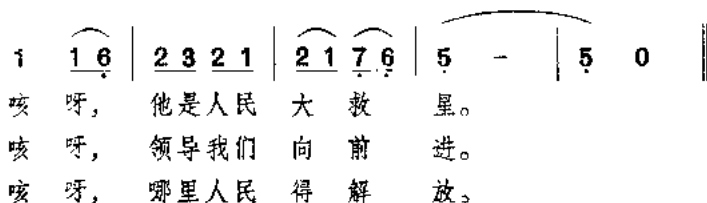
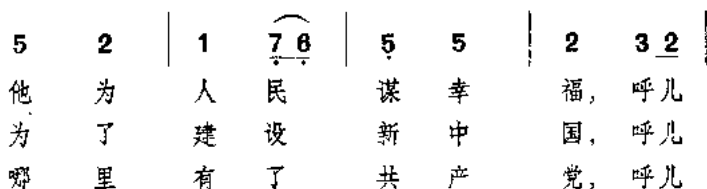
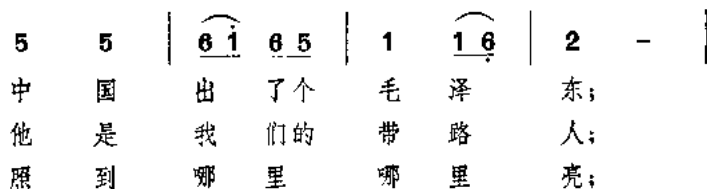
1971年6月第1版 1971年6月第1次印刷

书号: 13·4·150 定价: 0.09 元

东 方 红

1=F $\frac{2}{4}$

中速 庄严地



东方红，
太阳升，
中国出了个毛泽东。

这威武雄壮的歌声响彻五湖四海，这动人心弦的乐曲震撼宇宙太空。

伟大领袖毛主席是当代最伟大的马克思列宁主义者。毛主席在领导我国的社会主义革命和社会主义建设的伟大斗争中，在当代国际共产主义运动反对帝国主义、反对现代修正主义、反对各国反动派的伟大斗争中，把马克思列宁主义的普遍真理和革命的具体实践相结合，在政治、军事、经济、文化和哲学等各个方面，继承、捍卫和发展了马克思列宁主义，把马克思列宁主义提高到一个崭新的阶段。

敬爱的毛主席，您亲手缔造和培育了伟大光荣正确的中国共产党。

敬爱的毛主席，您高举武装斗争的革命红旗，率领着亿万革命人民踏遍万水千山，转战大江南北，打败了日本帝国主义，埋葬了蒋家王朝，建立了伟大的中华人民共和国。

敬爱的毛主席，我们跟着您，掀起了农村的社会主义高潮；擂响了大跃进的战鼓；坚持和捍卫了社会主义的方向。

敬爱的毛主席，您总结了国际和国内无产阶级专政的一整套理论、路线、方针、政策，以最伟大的无产阶级革命家的气魄和胆略，亲自发动和领导了伟大的无产阶级文化大革命，粉碎了叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义路线，巩固了无产阶级专政，防止了修正主义，开创了国际共产主义运动的新纪元。

.....

大海航行靠舵手，干革命靠毛泽东思想。

敬爱的毛主席！我们决心一辈子读您的书，听您的话，照您的指示办事，做您的好战士。在“九大”团结胜利路线指引下，团结起来，争取更大的胜利！

一、概 述

随着电子工业的飞速发展，在音乐领域中已经广泛应用电子技术。音乐中的一些基本音阶，都可以用电的方法来产生。产生音阶的电路单元通常称为音阶讯号发生器。

本书简要地介绍了《东方红》半导体演奏器的原理。必须指出，这仅仅是许多种方案中的一种，对于其他各种方案，本书不作介绍。

整个《东方红》乐曲，共有九个基本的音阶构成，这九个音阶是：

1 6 5 3 2 1 7 6 5

其中一个高音阶(1)；

五个中音阶(6 5 3 2 1)；

三个低音阶(7 6 5)。

整首乐曲共有三十二拍，最长为二拍，最短为二分之一拍。九个基本音阶按不同时序和不同节拍出现，就构成这首雄伟的乐曲。

根据乐理，七个基本的音阶：1 2 3 4 5 6 7，是按一定的倍率构成的，它们分别对应于一定倍率的振荡频率，可用十二平均律求得它们之间的关系。举例说明如下：

我们知道 A 调的 1 相应于一个 440 赫兹的频率，按照十二平均律就可以求得 A 调的所有音阶的频率：

$$\begin{aligned} 1 &\rightarrow 440 \text{ Hz} \\ 2 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^2 \text{ Hz} \\ 3 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^4 \text{ Hz} \\ 4 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^5 \text{ Hz} \\ 5 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^7 \text{ Hz} \\ 6 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^9 \text{ Hz} \\ 7 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^{11} \text{ Hz} \\ i &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^{12} \text{ Hz} \\ &\dots\dots \end{aligned}$$

对于低音：

$$\begin{aligned} 7 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^{11}/2 \text{ Hz} \\ 6 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^9/2 \text{ Hz} \\ 5 &\rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^7/2 \text{ Hz} \\ &\dots\dots \end{aligned}$$

这里: $(\sqrt[12]{2}) \doteq 1.05946 \dots$

而《东方红》乐曲的自动演奏,系采用 F 调, F 调的 3 相当于 A 调的 1, 因此整个《东方红》乐曲中的九个音阶的频率分别为:

$$1 \rightarrow \frac{440 \times (\sqrt[12]{2})^8}{2} = 349.23 \text{ Hz}$$

$$2 \rightarrow \frac{440 \times (\sqrt[12]{2})^{10}}{2} = 392 \text{ Hz}$$

$$3 \rightarrow \frac{440 \times (\sqrt[12]{2})^{12}}{2} = 440 \text{ Hz}$$

$$5 \rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^3 = 523.25 \text{ Hz}$$

$$6 \rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^5 = 587.33 \text{ Hz}$$

$$i \rightarrow 440 \times (\sqrt[12]{2})^8 = 698.46 \text{ Hz}$$

三个低音为:

$$7 \rightarrow \frac{440 \times (\sqrt[12]{2})^7}{2} = 329.63 \text{ Hz}$$

$$6 \rightarrow \frac{440 \times (\sqrt[12]{2})^5}{2} = 293.66 \text{ Hz}$$

$$5 \rightarrow \frac{440 \times (\sqrt[12]{2})^3}{2} = 261.63 \text{ Hz}$$

如果知道了这些音阶的频率,就可作出相应的音阶信号发生器,然后再按照乐曲的要求进行程序

编码和译码,使这些音阶按不同的时序出现,从而完成自动演奏的任务。

现以《东方红》乐曲中第一节为例来说明音阶出现的时序,它列于表 1。

5 5 6 2 -

表 1

音 阶	持 续 时 间	节 拍
5	$0 \rightarrow t$	1 拍
5	$t \rightarrow 1\frac{1}{2}t$	$\frac{1}{2}$ 拍
6	$1\frac{1}{2}t \rightarrow 2t$	$\frac{1}{2}$ 拍
2 -	$2t \rightarrow 4t$	2 拍

表 1 中, t 为时间单位, 亦为音阶讯号送到放大器放大的持续时间单位。这个时间可按乐曲处理方法人为地选择。

图 1 为自动演奏的基本原理。当 5 门开放时, 5 音阶讯号送入音频放大器进行放大后输出, 其余的音阶讯号亦同样如此。如果开门的控制讯号(即节拍时序讯号)按图 2 所示, 则可完成自动演奏的功能。

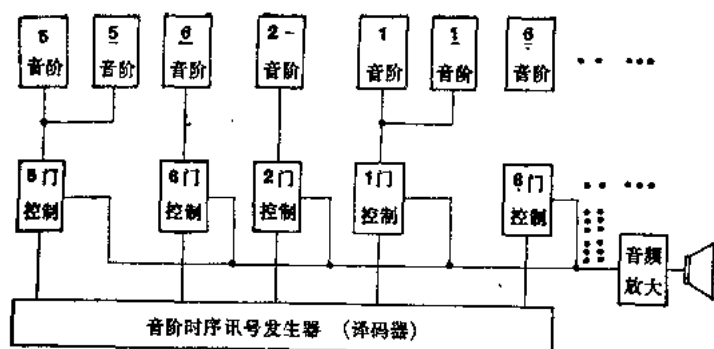


图 1 原理图

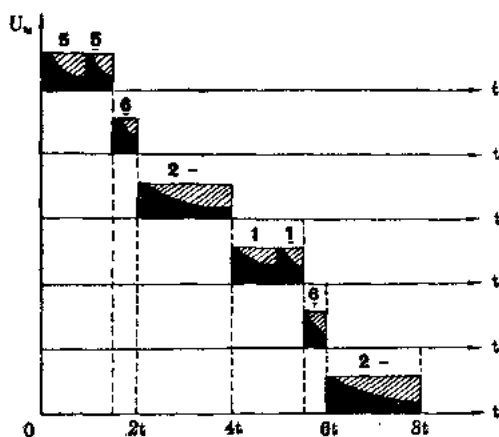


图 2 时序讯号图

图 2 中,斜线的区域为开门的控制讯号,当无讯号时音阶控制门关闭,该音阶讯号便不能送到音频放大器放大。而图中除斜线外的区域则表示此音的强弱随时间的变化情况——以此来达到顿挫抑扬的艺术效果。

二、各种单元电路

现在我们分别说明各单元电路。

1. 音阶讯号发生器

音阶讯号发生器, 实际上就是一个音频振荡器。不同的音阶, 都可以相对于一个固定的频率, 音调的高低是按一定的规律——十二平均律变化。

《东方红》半导体演奏器中的音阶讯号发生器全部采用简单的 RC 双 T 型振荡器, 全机共有九个振荡器组成, 分别为 $i\ 6\ 5\ 3\ 2\ 1\ 7\ 6\ 5$ 九个音阶。RC 双 T 型振荡器如图 3 所示。

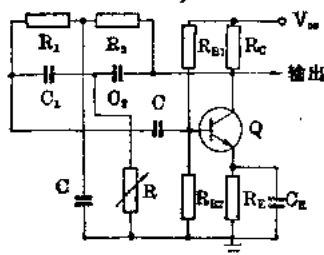


图 3 RC 双 T 振荡器

图 3 中, 当 $R_1 = R_2 = 2R$

$$C_1 = C_2 = \frac{1}{2} C$$

时, 该振荡器的振荡频率由下式决定:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{RC}} \text{ (Hz)}$$

改变 R 或 C 就可以改变振荡器的频率从而组成各个音阶。图中电位器 R 是用作频率微调的。

RC 双 T 振荡器的频率还不够稳定, 采用如图 4 所示的电感三点式振荡器则频率就比较稳定, 效果比较理想。振荡器的频率可由电容来调节, 电容值从 6800pF 至 3300pF, 调节电容便可获得九个不同的音阶。线圈系空气式电感线圈, 共 3600 圈, 在 1800 圈处抽头。线圈直径 16 毫米, 线径 0.1 毫米。

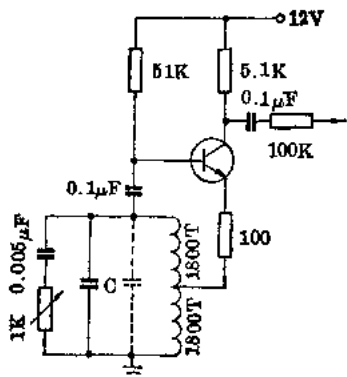


图 4 电感三点式振荡器

2. 衰减音形成电路

如前所述, 用门电路来作音阶讯号的开关控制, 对于音色要求来讲是不能使人满意的, 《东方红》是一首歌颂伟大领袖毛主席的壮严乐曲, 在音乐上必须要有壮严、雄伟、宏亮的感觉, 因此在电路采用了独特的衰减音形成电路, 来模拟钟声, 衬托气氛, 而开关只能是突变, 因此音阶讯号发生器应送到衰

减音形成电路，然后用门开关来控制衰减音形成电路，使输出讯号如图 5 所示的自然衰减方式变化。

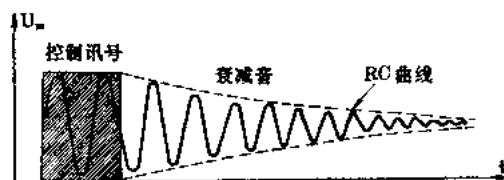


图 5 衰减音形成

图 6 为衰减音形成电路，电路原理简述如下：当该音阶控制讯号没有加入前，由于 A 点处于高电位，晶体管 Q_2 发射极悬空， Q_2 处于截止状态，故该音阶讯号不能送入音频放大器。当某一时刻需要该音阶讯号时，A 点被控制讯号置于地电位，此时 Q_2 立即导通，音阶讯号被送至音频放大器，当控制讯号

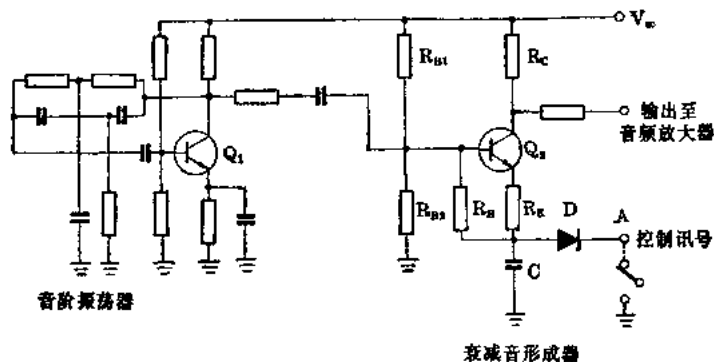


图 6 衰减音形成电路

结束后, Q_2 发射极由于电容 C 的存在不能马上达到高电位, 而是以一定的时间常数 RC 慢慢上升, 直到电容 C 上充电至使 Q_2 截止的电位时 Q_2 截止, 这就相应于 Q_2 集电极电流按指数式下降, 使输出的音阶讯号也按同一规律下降, 形成一个自然衰减的音色, 于是就避免了音阶的突变感觉。 RC 时间常数可以按不同的节拍需要来调整, 半拍: 电容 C 选 $20\mu F$, 一拍: 电容 C 选 $50\mu F$, 二拍: 电容 C 选 $100\mu F$ 。

3. 控制门电路

要使音阶讯号按不同的时序有节奏地送入音频放大器进行放大, 必须按不同程序进行编码与译码, 以获得一系列时序脉冲, 然后依次接通前述的衰减音形成电路中的二极管 D 使衰减音形成电路的晶体管导通 (如图 6 中 Q_2), 导致音阶讯号通过衰减, 然后输出。

我们仍以《东方红》乐曲第一节为例, 来加以说明:

《东方红》乐曲第一节: $\left| \begin{array}{ccccccc} 5 & \underline{5} & \underline{6} & 2 & - & & \end{array} \right|$

其中要用到三个音阶讯号发生器, 四个衰减音形成器。这一段可以用图 7 来配置。若控制门的四个输入端 a 、 b 、 c 、 d 分别送入如图 8 所示的时序脉

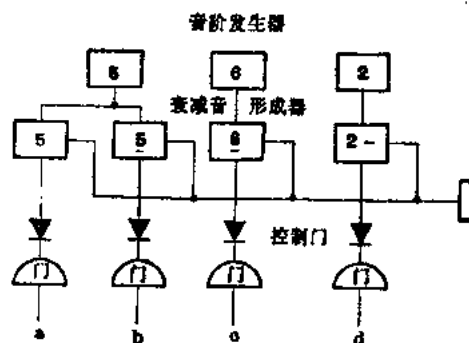


图 7 第一节配置图

时序脉冲

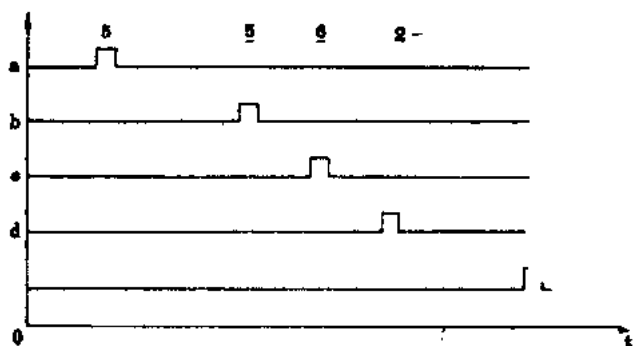


图 8 时序脉冲

冲,使门电路输出端为低电平,这样就相当于衰减音形成电路中的二极管D负端接地的情况。于是就送出一个音阶讯号。

图 8 所示的时序脉冲可以用编码、译码的方法获得。

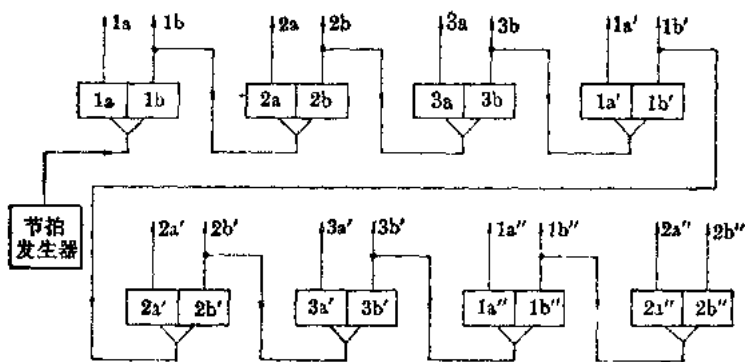


图9 编码电路

《东方红》全曲共有 32 拍。为了获得钟声的效果，节拍并不完全由门讯号导通时间来控制，门讯号是用来控制音阶讯号出现的初始时刻，而持续时间则由衰减音形成电路的导通时间常数来确定。因此电路设计成将 32 拍分成 $32 \times 8 = 256$ 个时间单位，每拍占 8 个时间单位。这在编码电路中就要有 $2^8 = 256$ 个脉冲，它要用 8 个二分频电路来编码，以产生编码讯号送入译码电路，从而分别控制半拍、一拍、二拍三种音阶出现的初始时刻。图 9 示出了编码电路原理图，从图中可知节拍发生器的一个周期相当于一个时间单位。可以用“0”、“1”来表示分频器的二个输出状态（低电平和电平）。如果将编码讯号送到图 10 所示的译码电路就可以得到图 8 所示的时序脉冲。