

# 关于音乐电子节拍器设计功能的思考

□ 马建民 孙德哲

辽宁省教育技术装备中心 110031

**摘要** 本文对音乐电子节拍器的基本功能,主要技术性能指标以及电路设计要点等问题,提出商榷意见,期望对改进、提高音乐电子节拍器的设计功能有所帮助。

**关键词** 节拍器 电子仪器 设计功能

音乐电子节拍器是音乐教学的专用仪器,它是为不同拍号音乐打出速度可调、强弱拍反复交替的节拍使用的。由于该产品尚无行业标准,产品性能参差不齐。本文根据作者研制音乐电子节拍器的体会和见到的各地生产的音乐电子节拍器的功能现状,就相关问题,同大家商榷。

## 1 音乐电子节拍器的主要技术指标及存在的问题

音乐用的节拍器的机型大致有三大类:一是机械式的麦氏节拍器(德国音乐器械发明家麦尔泽尔 1816 年发明);二是用通用电子器件(含分立元件、集成电路)组装的音乐电子节拍器;三是采用微电脑控制的音乐电子节拍器。本文主要是指第二类机型而言。

### (1)拍号的选定

在现行小学音乐教材里要求学生懂得 2/4、3/4、4/4、3/8、6/8 拍号的特征,音乐电子节拍器能具有这些拍号,就足以满足教学需要了。但是,还应增加一档富有民族特色的戏曲“剁板”1/4 拍号(在电路上很简单)。

### (2)拍速的设置

拍速的设置要领:①有稳定的等值性;②足够的速度范围;③速度可变,调节方便、准确。

第①、②项在电路上是容易解决的,关键是对

究解决问题,如石墨导气管。缺点列举法——列出某事物的不足之处,然后针对它们进行改进,如“W 管在学生实验中的应用”。④认真观察,大胆想象,敢于创新。不要迷信权威和书本。只要你发现了问题,就要抓住不放,认真钻研,充分发挥你的想象力,有了创意就赶快记下和执行。

⑤以苦为乐,坚持不懈,追求成功。“铜与稀硝酸反应实验装置的改进”是我付出最多的一个作品。从立意到三套装置的完成,前后大约经过三年时间。在实验过程中因接触硝酸,我的手脱

③项的妥善处理。已见到的调节方式有:连续调节;分挡选择;分挡+连续调节。比较起来以后者为好,但分挡——速度术语的确定又比较难办。笔者设计的 LY108 型音乐电子节拍器的分挡如表 1 所列:另加一档不狭于 40~240 拍/分的连续调节。

表 1

| 拍/分 | 40  | 48 | 60  | 80 | 104 | 132 | 160 | 200 | 240 |
|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 术语  | 最慢板 | 慢板 | 小慢板 | 行板 | 中板  | 小快板 | 快板  | 急板  | 狂板  |

有一种机型,设有 10 挡点频输出,从 20~200 拍/分每隔 20 拍/分为一档,如此线性分挡是不符常用拍速的;还有的机型在调速电位器的标度盘上注有拍速值,但因弧长有限很难准确。可见拍速的分挡尚须认真对待。

### (3)拍显方式的选用

拍显,是对不同拍号强弱拍的显示。对于教学用的音乐电子节拍器,拍显具有示教作用,必须鲜明、准确。现在大都采取声光同步显示,但效果却良莠不齐。一家 U00501 型音乐电子节拍器,只能发出单调的“哒、哒”声,既无拍号选择,又无强弱拍显示;还有的机型,虽然能发出强、弱拍,但却没有次强拍的表达。这样的节拍器实际上是不好用的。还有采用电子琴专用的打击乐集成电路,触发 5 种模拟音源,发出十几种节奏节拍型。但造价高昂,节奏节拍复杂,不适于初等音乐教学使

了五六次皮,一套西装被腐蚀成了“迷彩服”。但我从没因此而懈怠。

### ⑥及时总结,不断改进,点滴积累,创造辉煌。

对自制教具的研究过程和研究心得要及时记录。认真听取别人的意见,不断进行改进,争取更加完善。积极参加各级评比,创优争先。

总而言之,只要你愿做自制教具活动的热心人,积极思考认真实践,一定会取得成功。

(收稿日期:2005-07-15)

用。

声显示有三种:①“哒、哒”声,以声的大、小表示强弱。但对次强拍表示困难;②音频“5、3、1”声,5-强拍、3-次强拍、1-弱拍;③模拟音源“鼓、板、镲”声,分别表示强、次强、弱拍,但对放声电路要求较高。采用音频“5、3、1”声显,并且相对音高可调,效果不错。

光显多用不同色光表示,采用一支三色 LED 管担任,强拍显红,次强拍显橙,弱拍显绿。电路结构简练,性能良好。也有用多支 LED 管编成发光排显示,或用 LED 排成‘V’或‘I’状,模拟手动打拍。

#### (4)电源开关的实时性

音乐电子节拍器的电源开关,一般是设在电源变压器的初级回路里。存在关机时产生一个反弹的节拍尾声,很讨厌。另外,关机后必须等待几秒钟再开机,否则就难保证开机后第一拍的强拍,这无疑是对使用者的一种限制。这种现象在其他数字仪器中也有存在,但在音乐电子节拍器中是不允许的,必须具有开关的实时性,不论何时,要开即开,要停即停,不得有任何干扰。见到一家节拍器的滤波电容用  $1000\mu\text{F}$ ,因其充电时间较长,延迟了直流输出,致使开机后要经过几秒后才能打出节拍,这是不允许的。

#### (5)较高的性能/价格比

当前,微电脑节拍器当属佼佼者,如深圳产的“小天使”微电脑节拍器,精致小巧,功能甚强,但价格不菲,200多元一只,且示教性能较差。机械式节拍器,功能单调,准确度不可能很高,价格并不便宜。采用通用电子器件(包括集成电路)组装的机型,只要设计功能得当,相应的配套工艺,生产便携机型,具有鲜明、准确的示教功能,是完全可以做到的,出厂价不超过百元。

## 2 推荐的电路设计

### (1)时基脉冲发生器

它是音乐电子节拍器的核心,常见电路有:①用两支三极管组成的互补多谐振器;②用一支单结管组成的张弛振荡器;③用 555 时基集成电路构成的方波发生器。这几种电路虽然都好用,但以后者为佳。如果要扩展节拍器的功能,增加国际标准音高、校音器时,就必须采用晶体振荡器。

### (2)发声电路,是拍显的关键

要有 3 种声响来分别表达强、次强、弱拍。“哒”声是由三极管的开关脉冲产生的,只能有强弱分别,表示次强困难,且功耗大。用模拟音源有电路复杂、调校麻烦、对功放电路的功率、频响要

求高等弊端。采用一只 555 集成电路构成的音频振荡器,发出相对音高为“5、3、1”,来表示强弱拍。当然,音高也可以调成“6、4、3”等。电路简洁,调试容易,动态功耗约 0.5W。

### (3)模拟开关的应用

拍号选择和拍速的分挡都要用转换开关,这里应首选“四双向模拟开关集成电路”CD4066。它具有无残余电压、可双向传输、很高的开/关比、寿命长等优点。其内部有 4 个独立的开关,各有一个控制端,使用方便。更可以串并联后组成“多极多位”开关。用了模拟开关,整机线路变得简洁,接线大为减少,利于可靠性和工效。

### (4)应用晶振、数字分频扩展功能

用 4.19430MHz 晶振体同 CD4060 构成晶体振荡器并作一次分频,再由 CD4040 作二次分频,经开关二极管设定的与门输出各挡的频率,可实现高精度、高稳定性的时基脉冲。由此,可以方便地扩展节拍器的功能,如:增加电子音叉(440Hz)、校音器、听音器等。

用通用的 CMOS4000 系列集成电路构成的节拍器,虽然貌视电路复杂,但主要是开关二极管多些,用一块双面印制板即可。性能/价格比是很好的。

### (5)加一只直流电源开关,用途不小

由于稳压电源输出端接有大容量电容器 C,电源交流开关断开后 C 要继续放电,造成关机后产生的放电噪声。在稳压电源的输出端增加一只直流开关,开机时先开交流开关,后开直流开关;关机时先关直流开关,后关交流开关。既消除了放电噪声,又可用直流开关做实时控制。

### (6)元器件的选用

①多谐振器中的 RC 元件应选用稳定性较好的品种,电容器要用铝电解电容器,电阻应用金属膜的,可变电阻要用精密型的。②电源变压器的空载电流要小,5W 的变压器应不超过 10mA 为宜。初级绕组与铁芯应承受 50Hz、3kV 的电压实验。③与电流变压器初级相连的交流(电源)开关,应选用能承受 3kV 电压试验的品种,以确保安全性能。

## 参考文献

- 1 方爵.基本乐理.西南师范大学出版社,1997:220
- 2 张韶.二胡广播教学讲座.上海音乐出版社,1980:108
- 3 朱福渠,周瑾.电子乐器及其电路原理.科教普及出版社,1987:128

(收稿日期:2005-09-20)