

语言学习系统的语音子系统设计^{*}

黄华灿 林章省

(电子工程系)

摘要 本文提出了一种在语言学习系统中运用,能适合微电脑控制的语音信号切换开关阵列.介绍了满足语言学习系统要求的语音放大器的设计.同时解决了模拟开关应用于控制较大幅度无直流成分信号存在的问题.

关键词 语言学习系统,开关阵列,语音放大器,频带,模拟开关

0 引言

AA-800型语言学习系统是一种微电脑控制的语言学习系统,它包括微电脑控制子系统与语音子系统两大部分.本文介绍语音子系统设计中的几个问题.

语言学习系统的语音子系统由能完成语音信号切换的开关阵列、语音放大单元与传输语音信号的电缆等组成.整个子系统除了要有良好的电气性能外,还要能完成教材分配、全通话、组通话、监听、个别通话、对讲、组会议、学生示范、对对讲等十几种功能的语音信号切换.我们所设计的AA-800型语言学习系统的简单原理图如图1所示.

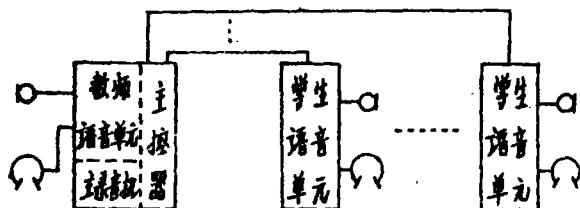


图1 语言学习系统简单原理图

一套语言学习系统包括系统主控器,教师语音单元、主录音机和64个学生语音单元.学生语音单元通过电缆与系统主控器连接.教师与学生、学生与学生、主录音机与教师或学生之间的语音信号通过主控器中的开关阵列进行传递与切换,从而完成上述的所有功能.开关阵列的设计与各放大单元的设计是语音子系统设计的两大任务.

1 开关阵列设计方案

在语言学习系统中,主控器采用微电脑系统,可以灵活地实现各种功能,而且教师上课时

* 本文1991-06-26收到.

操作也方便。为了适应微电脑系统,所有的音频信号切换开关均采用集成模拟开关。对开关阵列的设计应考虑两点,一是能方便地实现所有的功能,二是应尽可能地减少开关的数量,以简化电路,降低成本。为此,在设计中把 64 个学生单元按八排八列布置,分成 A—H 八个组,每组八位学生编成 1—8 号。图 2 是所设计的本语言学习系统的开关阵列以及与各部件之间的连接

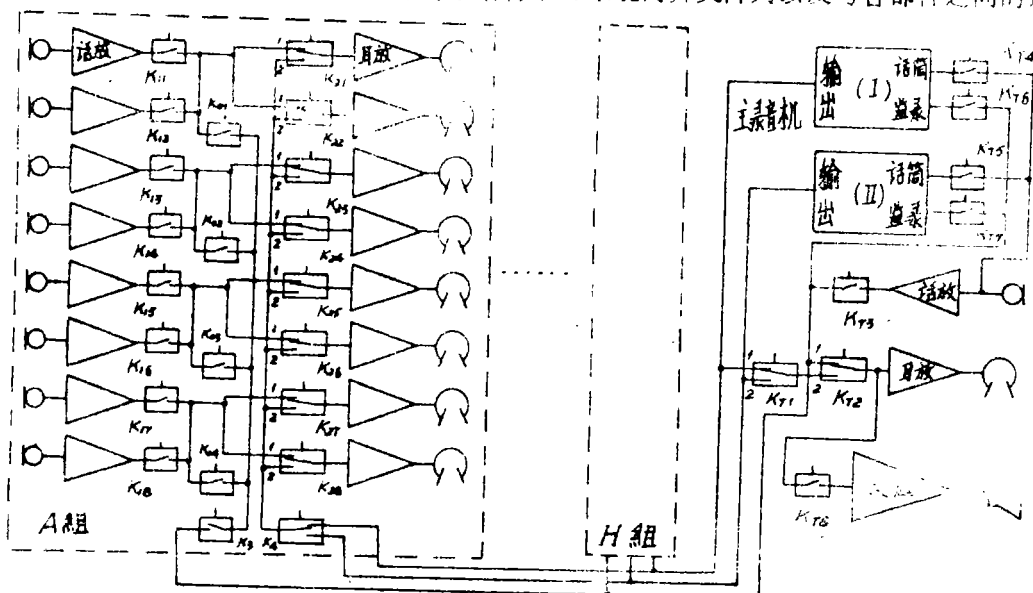


图 2 AA 800 型语言学习系统开关阵列及与各部件连接图

图。为了节省篇幅,图中只画出 A 组 1—8 号学生开关阵列的设置情况,其中话筒放大器与耳机放大器在每个学生位,开关阵列在主控台的主控器中,它们之间的信号由电缆传输。其它 7 组是同样的设置。通往各组的信号线有两条教材线,一条耳机话筒总线。两台主录音机播放的两套教材节目由教师控制主控器中的教材分配开关 K_1 分配教材 I 或教材 II 给各组学生收听。教师与学生,学生与学生之间的语音信息由耳机话筒总线传送,各种功能由主控器中的开关 $K_{01}—K_{04}$, $K_{11}—K_{18}$, $K_{21}—K_{28}$ 及 K_3 进行切换。下面介绍各开关设置的目的与功用。

$K_{11}—K_{18}$: 学生话筒开关。它们各自决定与其连接的相应学生的语音是否输出。接通时,该位学生的语音信号进入耳机话筒总线。在对讲、学生示范、组会议、对对讲等功能下,它们有选择地接通或全部接通。

$K_{21}—K_{28}$: 学生耳机切换开关。用于切换学生收听的是主录音机播放出的教材还是教师或其他学生的语音。在“1”位置,该位学生处于收听话音;在“2”位置,该位学生则收听教材。

$K_{01}—K_{04}$: 为实现“对对讲”而设置的开关。它们把 8 位学生划分成两个人一个小组。当它们都断开, $K_{11}—K_{18}$ 都接通, $K_{21}—K_{28}$ 均处于“1”位置,实现全班两个学生为一组的“对对讲”功能。

K_3 : 组开关。它们决定各组学生与其他组学生,或与教师的语音联系,是为“组会议”功能而设置的开关。当它们都断开,组内各位学生都处在通话状态(即话筒开关接通,耳机信号切换开关处在“1”位置),便可进行小组讨论,各组讨论问题不会互相干扰。教师若要监听某组学生的讨论情况,可把 K_3 接通,让该组的语音信号进入耳机话筒总线,再通过 K_{71} 与 K_{72} 送入教师

耳机放大器,当然也可以把某组学生的讨论情况传送给其他组的学生收听.要收听的那些组的组开关应接通,而且话筒开关断开,耳机切换开关处在“1”位置.

K_1 :教材分配开关.主控台上的两台主录音机输出两套教材节目,教师可以有选择地让学生收听教材 I 或教材 II.

K_{71} :教师监听教材 I 或 II 选择开关.

K_{72} :教师监听学生语音或监听教材选择开关.

K_{73} :教师向学生通话开关.接通时,教师的话音便可传送给学生.

K_{74} 、 K_{75} :教师话筒与主录音机话筒输入端的连接开关.接通时,教师的话音信号送入主录音机的话筒放大器,这时可以实现教师对教材 I 或教材 II 的插话.主录音机若在声控状态,教师插话时,磁带自动停止前进,即教材自动暂停放出;不在声控状态,教师的插话与教材同时放出.

K_{76} 、 K_{77} :监录开关.接通时,可以把教师能监听到的所有语音信号送入主录音机的监录输入端,实现监录功能.

K_{78} :外接扬声器连接开关.接通它,可以把教材或各种功能下的语音信号输入外接扬声器放大电路的输入端,通过扬声器播放给全班学生收听.

2 放大器电路设计

(1) 放大器件的选用

在语言学习系统中,语音信号是通过电缆传输的.为了提高信噪比与抗干扰能力,在电缆中传送的信号应具有一定的幅度.此外,语言学习系统要完成的所有功能中,有多种功能,如全通话、组通话、组会议、学生示范等,教师或学生的话筒输出有多个负载(最多有 64 个),因此每一个语音单元还应具有一定的负载能力.从上述两个方面考虑,话筒输出的信号必须经过放大以后再传输.语言学习

系统的耳机一般使用低阻抗耳机,从减小信号的传输电流,降低功耗的角度考虑,信号宜传送到学生位之后再作功率放大推动耳机.因此每位学生及教师都设置一个话筒放大器与耳机功率放大器.通常这要由两片集成电路来完成.在研制过程中,我们认真地研究了 TA7628(原为录音机设计的专用集成电路)这片集成电路的结构和性能.它的内部功能框图如图 3 所示.该集成电路集前置放大、缓冲放大、功率放大于一体,缓冲放大器有独立的输出引脚,功率放大器有独立的输入引脚,而且两者在集成电路又没有直接的联系.从电气性能来看,前置放大器有 40db 的闭环增益,缓冲放大器有 20db 的闭环增益,输出电压有效值可达 1.7V,可用它们两者的级联作为话筒输出电压放大器.功率放大器有 40db 的闭环增益,有 0.6W 的输出功率,又适合作为耳机功率放大器.从上面的分析可以看出,单片的 TA7628 集成电路可以完成一付耳机话筒组的输入与输出信号的放大功能.

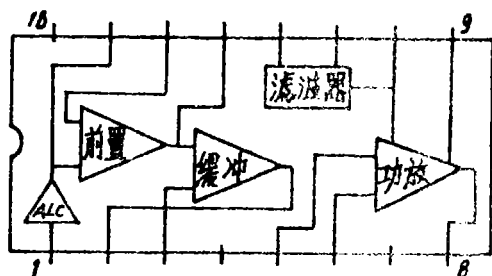


图 3 TA7628 内部功能框图

(2) 外围电路的设计

要把 TA7628 应用于语言学习系统, 还要充分考虑这种系统的特点, 精心设计外围电路, 才能获得符合要求, 性能优良的效果。

语言学习系统在多种功能状态下, 一个输出放大器有多条电缆直至 64 条电缆, 多个输入放大器直至 64 个输入放大器并联在一起工作, 电缆的分布电容与放大器的输入电容是一个不可忽视的不良因素, 它们对系统的高频特性影响很大, 没有一定的高频补偿措施将达不到“语言学习系统”(国家标准)所规定的技术指标。图 4 是用集成电路 TA7628 组成的学生听音机电

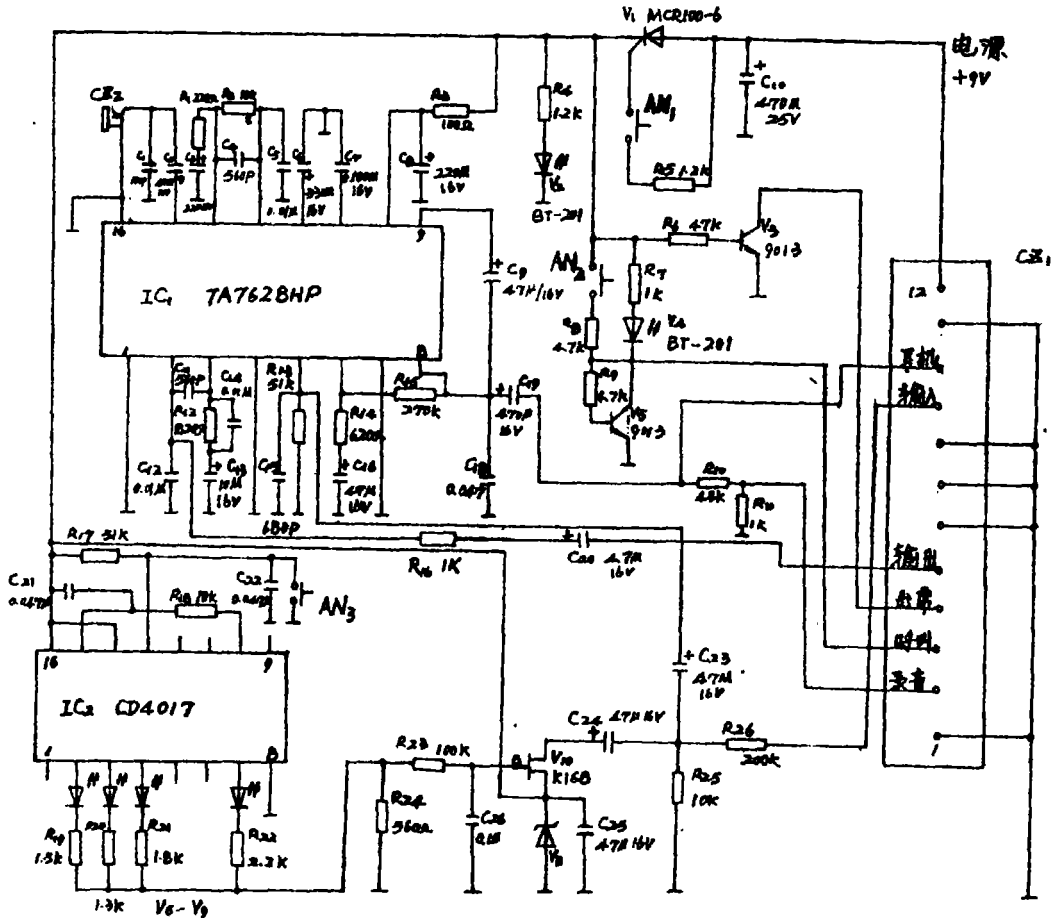


图 4 由 TA7628 组成的学生听音机电路图

路图。R₁、R₂、C₄ 和 C₅ 组成前置级的负反馈网络, R₁₂、C₁₁、C₁₄ 是缓冲级的外接负反馈网络, 它们使前置级与缓冲级获得了较深的负反馈, 稳定放大器的工作, 展宽其频带。缓冲级的负反馈电阻 R₁₂ 上并联电容 C₁₄, 随着工作频率的升高, 它的容抗变小, 可以减轻缓冲级对高端频率的负反馈, 从而提升频带高端的增益。实践证明, 它对高端频带的展宽非常明显。

语音信号经前置与缓冲放大, 经 R₁₆ 隔离与 C₂₆ 隔直流之后输入电缆传送到主控台, 由开关阵列分配信号, 实现各种功能。

由主控台开关阵列切换后送来的信号经 R₂₅、R₂₆ 分压由 C₂₃ 耦合到 IC₁ TA7628 的功放输入

端。 R_{14} 、 R_{15} 、 C_{16} 是功率放大器的负反馈网络,用于改善功放的频率响应与提高稳定度。 IC_2 CD4017、 V_{10} 、 K_{100} 及其外围电路组成级差音量调节电路,按动 AN_3 将有四级音量可供选择。该电路在文[3]已有详细介绍,这里不再赘述。

可控硅 V_1 与轻触开关 AN_1 组成开机电路,上课时学生到位后按动 AN_1 ,可控硅 V_1 导通,整个电路得电进入正常工作状态。这时晶体管 V_2 导通,与主控台连接的出席线输出低电平,主控台上对应该学生位的三色变色指示灯亮(此灯兼有出席,呼叫(抢答)、点名指示,不同状况为不同颜色)。学生出席以后不能操作关机,只能由教师切断电源来关机。 V_3 及 AN_2 组成呼叫(抢答)信号输出电路,当学生呼叫教师或抢答时按下 AN_2 ,与主控台连接的呼叫(抢答)线输出高电平,主控台上与该位学生相对应的三色指示灯改变颜色,教师便知道哪一位学生要提问或要回答问题。同时晶体管 V_3 导通,学生位上的呼叫(抢答)指示灯 V_4 亮,使学生知道自己的呼叫(抢答)信号有否送出。

教师授课时也可以通过外接扬声器播放给全班学生收听(这时学生不使用耳机)。图 2 中的外接扬声器放大单元由功放集成电路 TDA2030 完成,它可以输出 5W 的音频功率,足以供给一个教室的学生收听。

3 模拟开关的运用

为了适应微电脑控制,开关阵列中的所有切换开关均使用集成模拟开关。使用它的优点是,它的控制功率小,控制电平能与微电脑系统的输出兼容,能方便地实现控制。比起使用继电器切换信号,提高了设备的可靠性,消除继电器动作噪声,降低成本,减小体积和重量。但是使用模拟开关也带来了一些实际问题,必须加以解决,才能发挥其优点,达到预期的效果。

集成模拟开关 CD4066 内含四只双向模拟开关,它的开阻抗小,关阻抗高,线性好,各开关间的交调失真小,适合作为这里的单刀单掷开关来使用。它的功能框图如图 5 所示。CD4066 是一片单电源供电的集成电路,它允许的输入信号电压范围在 $-0.5 \sim (V_{DD} + 0.5V)$ 。本系统需切换的无直流成分音频信号的幅度较大,用它直接来切换,输出信号的负半周将产生严重的削波失真。如果在音频信号上迭加直流成分再作切换与传输,这必然要增大集成电路的功耗与传输线路的损耗,这是不适宜的。因此得想办法解决它切换无直流成分音频信号的负半周失真问题。在研制过程中,通过认真地分析 CD4066 的电路结构,发现它可以采用双电源供电。实验证明,当 CD4066 的正电源端 V_{DD} 接 +5V,低电位端 V_{SS} 加上 -3.5V 至 -4V 电压,使用 TTL 电平控制,各模拟开关仍有良好的开关特性。这个负电压不能太高,最大也得比正电源小 1—2V,否则开关就会失控。

开关阵列中的所有单刀双掷开关选用集成模拟开关 CD4053,一片 CD4053 含有三只二选一模拟开关。它有一个模拟信号的地引出端,可以采用双电源供电,能直接控制较大幅度的无

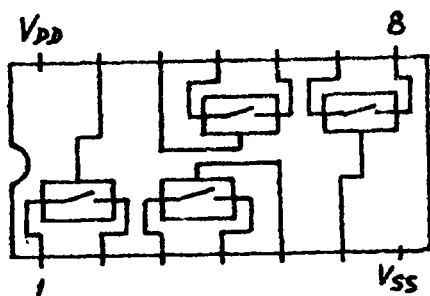


图 5 CD4066 功能框图

直流成分音频信号的切换,输出信号不会产生削波失真。

4 结束语

在 AA-800 型语言学习系统的语音子系统的设计中,由于合理地安排开关阵列,使微电脑系统的硬件与软件设计带来了方便。这种设计思想,其它型号的语言学习系统也可以引为借鉴。对于语音信号放大单元,成功地把原为录音机设计的音频集成电路 TA7628 应用于该系统,获得了良好的性能价格比。该系统经省中心检验所检验,各项电气指标均达到国家标准“语言学习系统通用条件”规定的 A 级标准。

参 考 文 献

- [1] Hnatek, E. R., *Applications of Linear Integrated Circuits*, John Wiley & Sons, Inc., New York, (1975).
- [2] Millman, J., and Halkias, C., *Integrated Electronics: Analog and Digital Circuits and Systems*, Mc Graw-Hill, New York, (1972).
- [3] 黄华灿, 级差音量调节电路设计——场效应管的新应用, 华侨大学学报(自然科学版), 4(1991).
- [4] 吴承祜, 徐达山, 新编世界集成电路大全, 黑龙江人民出版社, (1987).

The Design of a Speech Sound Subsystem for the Language Learning System

Huang Huacan Lin Zhangsheng

(Department of Electronic Engineering)

Abstract As a subsystem in a language learning system, an array of speech sound signal aswitch unit suitable for microcomputer control is put forward in this paper. The design of a speech sound AF amplifier met the needs of language learning system is described. To the control of signals with fairly large amplitude and without DC element, the problems arising from apply analog switch are solved.

Key words language learning system, switch array, audio-frequency amplifier, analog switch