



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109672477 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 29

(21) 申请号 201910087726.6

(22) 申请日 2019.01.29

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109672477 A

(43) 申请公布日 2019.04.23

(73) 专利权人 四川天源宏创科技有限公司  
地址 610095 四川省成都市武侯区高新区  
益州大道北段555号1栋3单元2010号

(72) 发明人 陈劲 关升 佟颖 白玉新 李雪  
朱红利

(74) 专利代理机构 天津创智睿诚知识产权代理  
有限公司 12251  
专利代理师 李蕊

(51) Int. Cl.  
H04B 14/02 (2006.01)  
H04B 3/54 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 102436011 A, 2012.05.02
- CN 106371346 A, 2017.02.01
- CN 108370260 A, 2018.08.03
- CN 204495472 U, 2015.07.22
- JP 2004193799 A, 2004.07.08
- CN 207397068 U, 2018.05.22
- CN 206673981 U, 2017.11.24
- JP H066775 A, 1994.01.14
- US 2007143508 A1, 2007.06.21
- US 2009067292 A1, 2009.03.12
- US 2014225436 A1, 2014.08.14
- US 2019007100 A1, 2019.01.03

陈劲.水听器阵列阵的数据采集与传输关键技术研究.中国优秀博士学位论文全文数据库.2013,全文.

审查员 许亚敏

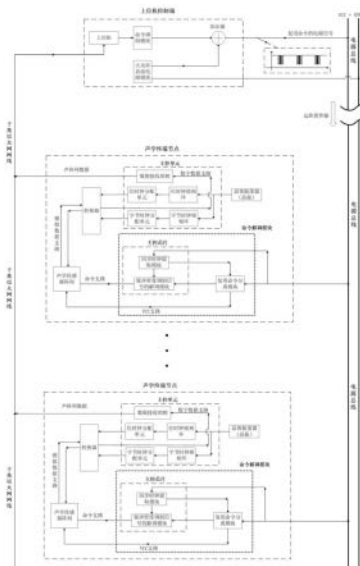
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统及其控制方法,所述声阵列供电与命令下行复用系统包括上位机控制端、电源总线、多个分别通过声学终端节点与所述电压线相连接的声阵列,上位机的用户可以非常方便地向大面积的多个声传感器阵列同步发出简单的开关命令和动态参数设置命令信号。该信号以串行数据的格式,叠加在直流电源线上,同步发送给所有的声传感器阵列节点。该系统可实现对远距离多个声阵列节点的工作参数动态调整。



1. 一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征在于,包括上位机控制端、由地线和电压线组成的电源总线、多个与所述电压线相连接的声学终端节点,其中:

所述上位机控制端包括用于调整声阵列的动态参数并显示声阵列波形的上位机、用于调制所述动态参数的命令调制模块、用于给声阵列供电的大功率直流电源模块和用于叠加电源和命令信号的加法器,所述上位机通过命令调制模块与所述加法器的输入端连接,与所述地线相连接的大功率直流电源模块与所述加法器的输入端连接,所述加法器的输出端与所述电源总线的电压线相连接;

所述声学终端节点包括命令解调模块和声阵列单元,所述命令解调模块包括复用命令信号分离模块、同步时钟提取模块和脉冲密度调制信号的解调模块,其中,所述复用命令信号分离模块的输入端通过支路线与所述电压线相连接,所述复用命令信号分离模块的一输出端通过VCC支路与所述声阵列单元相连接以提供电源,所述复用命令信号分离模块的另一输出端通过脉冲密度调制信号的解调模块与所述声阵列单元相连接以传输命令信号,所述同步时钟提取模块的输入端与所述支路线相连接、输出端分别与所述复用命令信号分离模块和所述脉冲密度调制信号的解调模块相连接。

2. 如权利要求1所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征在于,所述命令调制模块包括依次连接的本地时钟、主控芯片和三态门,所述主控芯片包括与所述本地时钟通讯连接的基准时钟和与所述三态门通讯连接的脉冲密度调制单元。

3. 如权利要求2所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征在于,所述命令调制模块的主控芯片为ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N。

4. 如权利要求1所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征在于,所述同步时钟提取模块和脉冲密度调制信号的解调模块为所述命令解调模块的主控芯片,其型号为ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N。

5. 如权利要求1所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征在于,所述复用命令信号分离模块包括与所述电压线相连接的无源带通滤波器和无源低通滤波器,所述无源带通滤波器通过放大器与所述脉冲密度调制信号的解调模块通讯连接以提供脉冲密度信号,所述无源低通滤波器与所述声阵列通讯连接以提供电源。

6. 如权利要求1所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征在于,所述声阵列单元包括晶体振荡器、转换器、主控单元和声学传感器阵列,所述晶体振荡器用于产生本地时钟,所述主控单元包括位时钟锁相环、字节锁相环、位时钟分配单元、字节时钟分配单元和数据接收组帧,所述晶体振荡器用于发出位时钟信号及字节时钟信号,所述位时钟锁相环用于将所述位时钟信号发送至所述位时钟分配单元中,所述字节锁相环用于将所述字节时钟信号发送至所述字节时钟分配单元中,所述位时钟分配单元和字节时钟单元分别将接收到的位时钟信号与字节时钟信号分配多个输出信号并发送至所述转换器中;

所述转换器用于接收与转换所述位时钟信号及字节时钟信号并输送至声学传感器阵列,所述转换器还通过模拟数据支路与所述声学传感器阵列相连接以将声学传感器阵列采集的模拟信号转换为数字信号,再将转换的数字信号通过数字数据支路送给所述数据接收组帧,所述数据接收组帧与以太网线通讯连接。

7. 如权利要求6所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征  
在于,所述转换器的型号为ADAU7002。

8. 如权利要求6所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,其特征  
在于,所述主控单元的型号为ALTERA CycloneIV EP4CE75F23C8N。

9. 如权利要求1所述的基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统的控制方  
法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,上位机接收声学数据并显示声阵列波形,同时通过上位机输入要调整的参数;

步骤2,上位机将相应的参数调整命令转换为3个字节的命令帧,通过串口发送给命令  
调制模块,命令调制模块通过脉冲密度调制所述命令帧;

步骤3,调制后的信号通过加法器与大功率直流电源模块的正向输出端叠加后,通过电  
源总线传送至所有的声学终端节点;

步骤4,声学终端节点的复用命令信号分离模块将命令信号和电源VCC进行分离,以给  
所述声阵列提供本地电源和命令信号;

步骤5,声阵列执行命令,并将声信号数据通过以太网网线传输给所述上位机。

10. 如权利要求9所述的控制方法,其特征在于,所述步骤4中,同步时钟提取模块检测  
到上升沿时,启动声学终端节点的脉冲密度调节信号的解调模块,脉冲密度解调模块根据  
信号输入周期判断是否有命令输入,若有命令输入,进行计数器技术,软阈值判别,最终实  
现命令的解调。

## 一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及声信号处理技术领域,特别是涉及一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 开放空间声传感器阵列是将一组声传感器按照一定方式布置在空间中,形成声传感器阵列,从而能够获取空间丰富的声信息,结合信号的处理算法,实现噪声抑制、混响去除、人声干扰抑制、声源测向、声源跟踪、阵列增益等功能,进而提高语音信号处理质量,提高真实环境下的语音识别率。针对阵列拓扑结构,主要有线阵,面阵,立体阵。声传感器阵列是阵列信号处理领域的一个发展前沿,被广泛应用在水声工程,环境噪声监测,语音交互,视频会议,智能家居,嵌入麦克风阵列的无人机救援等领域。针对不同工作场景,通过配置声传感器固定工作参数使其适应工作环境,这往往局限了声阵列的应用范围,所以对远距离多个声阵列节点的工作参数动态调整是亟需解决的重要课题和难题。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是针对现有技术中存在的远距离多个声阵列节点的工作参数动态调整的问题,而提供一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统。其主要应用场景是学校教室、医院、公共场所等需要大量采集声学信号的场所。以高校教室为例,若想实现无人监控的考场或远程录制教师公开课等功能,则需要在教室内实时采集教师和学生的语音信号、音乐课的乐器声学信号或其他相关的各类信号,由多个麦克风组成的声传感器阵列是可应用于该类场景的一种传感器阵列。

[0004] 本发明的另一个目的是提供一种声阵列供电与命令下行复用系统的控制方法,使中控室等上位机的用户可以非常方便地向大面积的多个声传感器阵列同步发出简单的开关命令和动态参数设置命令信号。该信号以串行数据的格式,叠加在直流电源线上,同步发送给所有的声传感器阵列节点。

[0005] 为实现本发明的目的所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,包括上位机控制端、由地线和电压线组成的电源总线、多个与所述电压线相连接的声学终端节点,其中:

[0007] 所述上位机控制端包括用于调整声阵列的动态参数并显示声阵列波形的上位机、用于调制所述动态参数的命令调制模块、用于给声阵列供电的大功率直流电源模块和用于叠加电源和命令信号的加法器,所述上位机通过命令调制模块与所述加法器的输入端连接,与所述地线相连接的大功率直流电源模块与所述加法器的输入端连接,所述加法器的输出端与所述电源总线的电压线相连接;

[0008] 所述声学终端节点包括命令解调模块和声阵列单元,所述命令解调模块包括复用命令信号分离模块、同步时钟提取模块和脉冲密度调制信号的解调模块,其中,所述复用命

令信号分离模块的输入端通过支路线与所述电压线相连接,所述复用命令信号分离模块的一输出端通过VCC支路与所述声阵列单元相连接以提供电源,所述复用命令信号分离模块的另一输出端通过脉冲密度调制信号的解调模块与所述声阵列单元相连接以传输命令信号,所述同步时钟提取模块的输入端与所述支路线相连接、输出端分别与所述复用命令信号分离模块和所述脉冲密度调制信号的解调模块相连接。

[0009] 在上述技术方案中,所述命令调制模块包括依次连接的本地时钟、主控芯片和三态门,所述主控芯片包括与所述本地时钟通讯连接的基准时钟和与所述三态门通讯连接的脉冲密度调制单元。

[0010] 在上述技术方案中,所述命令调制模块的主控芯片为ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N。

[0011] 在上述技术方案中,所述同步时钟提取模块和脉冲密度调制信号的解调模块为所述命令解调模块的主控芯片,其型号为ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N。

[0012] 在上述技术方案中,所述复用命令信号分离模块包括与所述电压线相连接的无源带通滤波器和无源低通滤波器,所述无源带通滤波器通过放大器与所述脉冲密度解调模块通讯连接以提供脉冲密度信号,所述无源低通滤波器与所述声阵列通讯连接以提供电源。

[0013] 在上述技术方案中,所述声阵列单元包括晶体振荡器、转换器、主控单元和声学传感器阵列,所述晶体振荡器用于产生本地时钟,所述主控单元包括位时钟锁相环、字节锁相环、位时钟分配单元、字节时钟分配单元和数据接收组帧,所述晶体振荡器用于发出位时钟信号及字节时钟信号,所述位时钟锁相环用于将所述位时钟信号发送至所述位时钟分配单元中,所述字节锁相环用于将所述字节信号发送至所述字节时钟分配单元中,所述位时钟分配单元和字节时钟单元分别将接收到的位时钟信号与字节时钟信号分配多个输出信号并发送至所述转换器中;

[0014] 所述转换器用于接收与转换所述位时钟信号及字节时钟信号并输送至声学传感器阵列,所述转换器还通过模拟数据支路与所述声学传感器阵列相连接以将声学传感器阵列采集的模拟信号转换为数字信号,再将转换的数字信号通过数字数据支路送给所述数据接收组帧,所述数据接收组帧与所述以太网线通讯连接。

[0015] 在上述技术方案中,所述转换器的型号为ADAU7002。

[0016] 在上述技术方案中,所述主控单元的型号为ALTERA CycloneIV EP4CE75F23C8N。

[0017] 本发明的另一方面,基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统的控制方法,包括以下步骤:

[0018] 步骤1,上位机接收声学数据并显示声阵列波形,同时通过上位机输入要调整的参数;

[0019] 步骤2,上位机将相应的参数调整命令转换为3个字节的命令帧,通过串口发送给命令调制模块(目前的传输速率为9600bps),命令调制模块通过脉冲密度调制所述命令帧;

[0020] 命令调制模块的主控芯片(ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N)解析该命令帧,并以3.072MHz的载波时钟调制命令帧,调制方式为脉冲密度调制;

[0021] 步骤3,调制后的信号通过加法器与大功率直流电源模块的正向输出端叠加后,通过电源总线传送至所有的声学终端节点;

[0022] 步骤4,声学终端节点的复用命令信号分离模块将命令信号和电源VCC进行分离,

以给所述声阵列提供本地电源和命令信号；

[0023] 步骤5,声阵列执行命令,并将声信号数据通过以太网网线传输给所述上位机。

[0024] 在上述技术方案中,所述步骤4中,同步时钟提取模块检测到上升沿时,启动声学终端节点的脉冲密度调节信号的解调模块,脉冲密度解调模块根据信号输入周期判断是否有命令输入,若有命令输入,进行计数器技术,软阈值判别,最终实现命令的解调。与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0025] 1.通过对远距离多个声节点工作参数动态调整,提升了声阵列的工作效率,弹性服务能力,扩展了声阵列的工作范围。

[0026] 2.通过电源与命令下行复用技术,简化了声阵列结构,减少了传输线数量,为进一步提升现有声阵列提供了技术支持。

[0027] 3.考虑到多个声阵列节点工作环境,电源与命令下行复用技术可以短时间大范围的调整工作参数,显著节约了时间成本、劳动成本、资金成本。

[0028] 4.本发明采用网线传回声信号,电源线下传命令的方式,因为网线传输数据采用的是点对点UDP数据包上传,如果下传命令也用网线下传,会降低数据上传的可靠性。另外命令的实时性要求高,网线传输方式无法保证各个声阵列节点实时同步接收并解析命令帧。

## 附图说明

[0029] 图1是基于直流载波脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用装置及方法结构框图。

[0030] 图2是命令调制模块的结构框图。

[0031] 图3是复用命令分离模块的结构框图。

[0032] 图4是基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用装置及方法调制流程图。

[0033] 图5是基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用装置及方法解调流程图。

## 具体实施方式

[0034] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0035] 实施例1

[0036] 一种基于脉冲密度调制的声阵列供电与命令下行复用系统,包括上位机控制端、由地线和电压线组成的电源总线、多个与所述电压线相连接的声学终端节点,其中:

[0037] 所述上位机控制端包括用于调整声阵列的动态参数并显示声阵列波形的上位机、用于调制所述动态参数的命令调制模块、用于给声阵列供电的大功率直流电源模块和用于叠加电源和命令信号的加法器,所述上位机通过命令调制模块与所述加法器的输入端连接,与所述地线相连接的大功率直流电源模块与所述加法器的输入端连接,所述加法器的输出端与所述电源总线的电压线相连接;

[0038] 所述声学终端节点包括命令解调模块和声阵列单元,所述命令解调模块包括复用命令信号分离模块、同步时钟提取模块和脉冲密度调制信号的解调模块,其中,所述复用命令信号分离模块的输入端通过支路线与所述电压线相连接,所述复用命令信号分离模块的

一输出端通过VCC支路与所述声阵列单元相连接以提供电源,所述复用命令信号分离模块的另一输出端通过脉冲密度调制信号的解调模块与所述声阵列单元相连接以传输命令信号,所述同步时钟提取模块的输入端与所述支路线相连接、输出端分别与所述复用命令信号分离模块和所述脉冲密度调制信号的解调模块相连接。

[0039] 所述动态参数包括阵列增益、启动、停止或休眠等,上位机控制端与所述电源总线通讯连接,所述电源总线将复用命令的电源信号进行远距离传输后与声学终端节点相连接,声学终端节点对复用命令进行分离,再分别通过命令支路和电源支路与声阵列相连接。其中的命令调制模块用于把用户在上位机中设置的声传感器节点(声阵列)命令调制为脉冲密度信号,脉冲密度解调模块用于将脉冲密度信号解调为三个字节的命令信号。

[0040] 实施例2

[0041] 本实施例在实施例1的基础上对命令调制模块、复用命令信号分离模块和声阵列进行进一步详细说明。

[0042] 作为优选方式,所述命令调制模块包括依次连接的本地时钟、主控芯片和三态门,所述主控芯片包括与所述本地时钟通讯连接的基准时钟和与所述三态门通讯连接的脉冲密度调制单元。

[0043] 工作过程为:由本地时钟(命令调制模块电路板自身的时钟)生成连续高频矩形载波;本地时钟由晶振产生,晶振的频率是固定频率,基准时钟是在本地时钟的基础上进行倍频或分频,倍频或者分频的过程由主控芯片完成,脉冲密度调制单元将量化(0/1)的命令信号进行调制,将调制的命令信号给到三态门,完成调制,并将调制后的信号给到加法器,En表示使能端,En=1,调制模块工作,En=0,调制模块停止工作。

[0044] 作为优选方式,所述命令调制模块的主控芯片为ALTERA Cyclone IV EP4CE15F23C8N。

[0045] 作为优选方式,所述同步时钟提取模块和脉冲密度调制信号的解调模块为所述命令解调模块的主控芯片,其型号为ALTERA Cyclone IV EP4CE15F23C8N。

[0046] 作为优选方式,所述复用命令信号分离模块包括与所述电压线相连接的无源带通滤波器和无源低通滤波器,所述无源带通滤波器通过放大器与所述脉冲密度解调模块通讯连接以提供脉冲密度信号,所述无源低通滤波器与所述声阵列通讯连接以提供电源。

[0047] 工作过程为:电源总线(电源+命令信号)经过无源带通滤波器获得命令信号波形,命令信号经过放大器给进脉冲密度调制模块进行解调;与此同时,电源总线经过无源低通滤波器得到声阵列所需的直流电压进行供电工作。

[0048] 作为优选方式,所述声阵列单元包括晶体振荡器、转换器、主控单元和声学传感器阵列,所述晶体振荡器用于产生本地时钟,所述主控单元包括位时钟锁相环、字节锁相环、位时钟分配单元、字节时钟分配单元和数据接收组帧,所述晶体振荡器用于发出位时钟信号及字节时钟信号,所述位时钟锁相环用于将所述位时钟信号发送至所述位时钟分配单元中,所述字节锁相环用于将所述字节信号发送至所述字节时钟分配单元中,所述位时钟分配单元和字节时钟单元分别将接收到的位时钟信号与字节时钟信号分配多个输出信号并发送至所述转换器中;

[0049] 所述转换器用于接收与转换所述位时钟信号及字节时钟信号并输送至声学传感器阵列,所述转换器还通过模拟数据支路与所述声学传感器阵列相连接以将声学传感器阵

列采集的模拟信号转换为数字信号,再将转换的数字信号通过数字数据支路送给所述数据接收组帧,所述数据接收组帧与所述以太网线通讯连接。

[0050] 如此保证时钟信号的同步,并且保证了声源采样的高同步性和高可靠性。数据接收组帧用于接收数字信号并分组封装成帧上传。

[0051] 作为优选方式,所述转换器的型号为ADAU7002。

[0052] 工作过程为:所述声学传感器以采样频率为48KHz的速率对空间声信号进行采样,采样得到的模拟信号通过转换器ADAU7002以数字信号类型经数据接收组帧,利用千兆以太网传输到上位机。

[0053] 作为优选方式,所述主控单元的型号为ALTERA CycloneIV EP4CE75F23C8N。

[0054] 实施例3

[0055] 所述声阵列供电与命令下行复用系统的控制方法,包括以下步骤:

[0056] 搭建安装好声阵列,线路连接完毕后,启动声学信号控制终端,检查是否该上位机控制端运行是否正常。

[0057] 步骤1,上位机接收声学数据并显示声阵列波形,同时通过上位机输入要调整的参数;

[0058] 步骤2,上位机将相应的参数调整命令转换为3个字节的命令帧,通过串口发送给命令调制模块(目前的传输速率为9600bps),命令调制模块通过脉冲密度调制所述命令帧;

[0059] 命令调制模块的主控芯片(ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N)解析该命令帧,并以3.072MHz的载波时钟调制命令帧,调制方式为脉冲密度调制;

[0060] 步骤3,调制后的信号通过加法器与大功率直流电源模块的正向输出端叠加后,通过电源总线传送至所有的声学终端节点;

[0061] 步骤4,声学终端节点的复用命令信号分离模块将命令信号和电源VCC进行分离,以给所述声阵列提供本地电源和命令信号;

[0062] 具体的,复用命令信号分离模块通过无源带通滤波器获得命令信号波形,命令信号波形经过放大器给进脉冲密度调制模块进行解调;与此同时,复用命令信号分离模块经过无源低通滤波器得到声阵列所需的电源VCC进行供电工作。

[0063] 与此同时,电源总线还会进入同步时钟提取模块,提取同步时钟模块指导复用命令信号分离模块和脉冲密度解调模块,脉冲密度解调模块实现命令的解调;

[0064] 步骤5,声阵列执行命令,并将声信号数据通过以太网网线传输给所述上位机。

[0065] 作为优选方式,所述步骤4中,同步时钟用于提取命令信号时确定起始点,具体的,所述同步时钟工作原理为:同步时钟的主控单元(ALTERA CycloneIV EP4CE15F23C8N)以本地高频晶振作为工作基准时钟,该时钟频率通常远高于载波频率和命令信号频率。为了让各个声传感器节点能准确捕捉输入命令信号的位起始点,本系统设计了专门的同步时钟提取模块。该模块实时监测输入信号波形的跳变沿,并从中分辨出被调制命令信号中的每一个高电平“1”的起始点。由于被调制命令信号的传输速率固定为9600Hz,因此该信号的周期为一固定值。依此方法,只要保证每个命令字节中有若干个高电平“1”,即可实现相关同步时钟的准确提取。而命令字节可以在设定规则时确保每个字节均包含不少于3个高电平“1”。因此,该方法可以实现每个声传感器节点对下行命令字节的准确采样。

[0066] 也就是,当同步时钟提取模块检测到上升沿时(高电平),启动声学终端节点的脉



冲密度调节信号的解调模块,脉冲密度解调模块根据信号输入周期判断是否有命令输入,若有命令输入,进行计数器技术,软阈值判别,最终实现命令的解调。

[0067] 作为优选方式,所述步骤2的参数调整命令包括阵列增益、启动、停止或休眠等。

[0068] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出的是,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

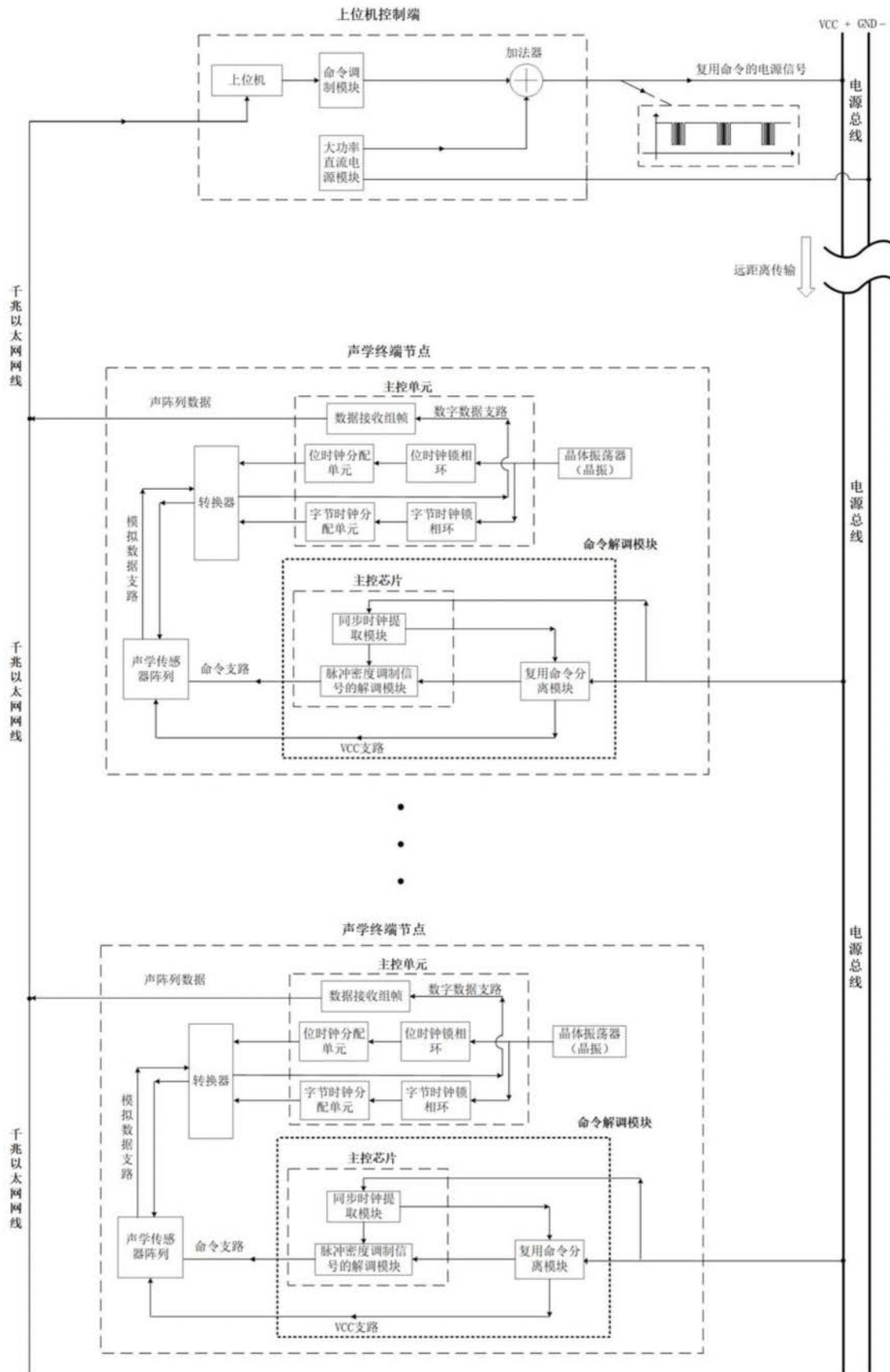
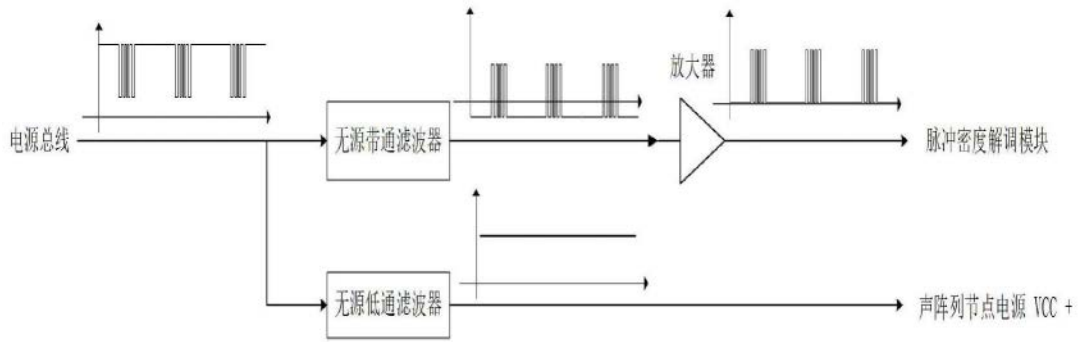
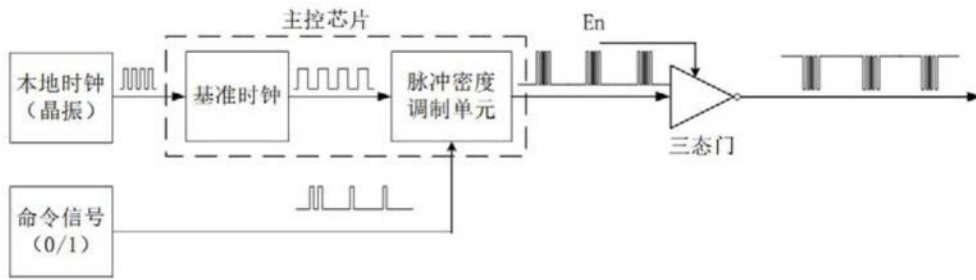


图1



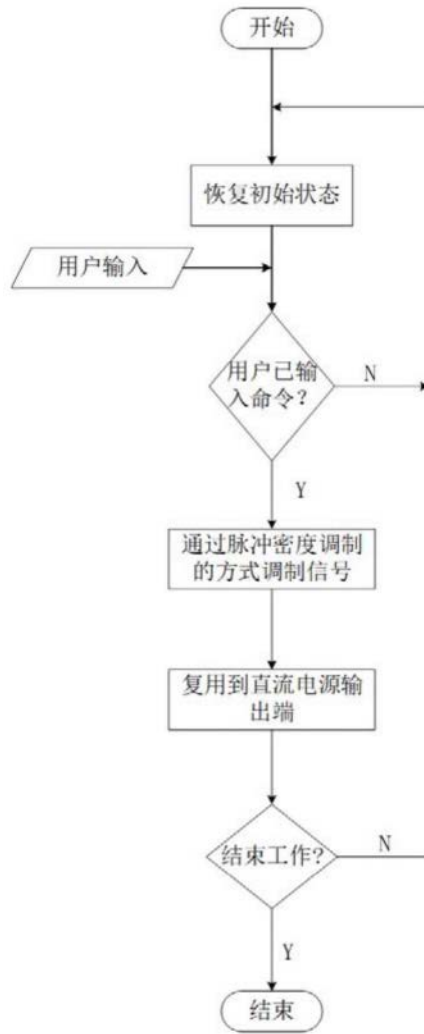


图4

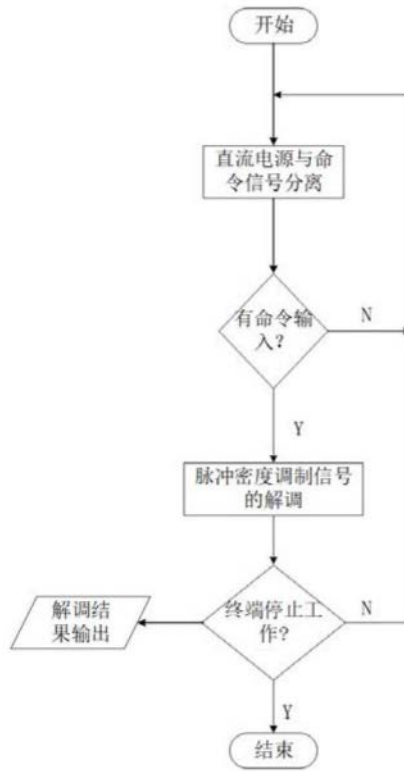


图5