



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102520678 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 27

(21) 申请号 201110347103. 1

(22) 申请日 2011. 11. 04

(71) 申请人 中国科学院国家天文台南京天文光
学技术研究所

地址 210042 江苏省南京市玄武区板仓街
188 号

(72) 发明人 张振超 王地

(74) 专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 樊文红

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006. 01)

H01Q 15/14 (2006. 01)

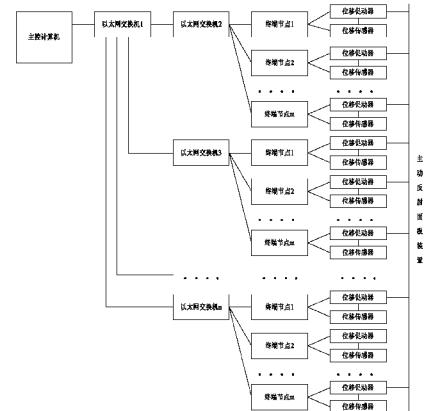
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统

(57) 摘要

一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统，该系统由主动反射面板、若干位移促动器、若干位移传感器、若干终端节点、以太网交换机和主控计算机组成；主动反射面板由多块扇形子面板组成，各子面板背面安放位移促动器，位移促动器由步进电机驱动运行，子面板相邻的边放置两个位移传感器；每个终端节点和各自的位移促动器、位移传感器连接；主控计算机将接收的控制参数计算分解为终端节点的地址和促动器位移量，并发到终端节点；以太网设备连接终端节点与主控计算机，承载数据传输；各终端节点接收主控计算机指令，驱动步进电机旋转，进而带动位移促动器运动；终端节点采集位移传感器数据作为促动器的位移信息反馈至主控计算机，构成控制闭环。



1. 一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统,该系统由主动反射面板、若干位移促动器、若干位移传感器、若干终端节点、以太网交换机和主控计算机组成;主动反射面板由多块扇形子面板组成,各子面板背面安放位移促动器,位移促动器由步进电机驱动运行,子面板相邻的边放置两个位移传感器;每个终端节点和各自的位移促动器、位移传感器连接;其特征是,主控计算机将接收的控制参数计算分解为终端节点的地址和促动器位移量,并发送到终端节点;以太网设备连接终端节点与主控计算机,承载数据传输;各终端节点接收主控计算机指令,驱动步进电机旋转,进而带动位移促动器运动;终端节点采集位移传感器数据作为促动器的位移信息反馈至主控计算机,构成控制闭环;所述主控计算机与终端节点间采用 TCP 协议传递数据,DSP 使用嵌入式以太网协议栈解析数据包,应用程序向协议栈注册回调函数,在回调函数内分析并执行控制指令。

2. 根据权利要求 1 所述的远程控制系统,其特征是,所述终端节点是射电望远镜主动反射面板远程控制电路,采用 DSP 芯片作为主控制器,由主控制器、电机驱动模块、网络通信模块、数据采集模块和电源电路组成。

3. 根据权利要求 2 所述的远程控制系统,其特征是,所述终端节点的网络通信模块是以太网适配器芯片作为网络接口控制器,内部集成数据缓冲存储器、MAC 和 PHY。

4. 根据权利要求 2 所述的远程控制系统,其特征是,所述 DSP 芯片的内部 FLASH 存储器嵌入以太网协议栈和网络适配器驱动程序,以太网适配器可以收发 Ethernet II 和 IEEE802.3 格式数据帧。

5. 根据权利要求 2 所述的远程控制系统,其特征是,所述数据采集模块采集位移传感器信号,模拟信号经电压放大电路放大至模 / 数转换器有效量程范围后,进入电压跟随电路调整阻抗,然后进入 DSP 芯片的模 / 数转换电路,在 DSP 控制下转换为数字量。

6. 根据权利要求 2 所述的远程控制系统,其特征是,所述终端节点执行下列步骤:

步骤 1 初始化:初始化 DSP 芯片内部外围设备的控制寄存器;初始化以太网适配器的控制寄存器、设置数据收发缓冲区地址;协议栈初始化要设置本终端节点的 IP 地址和 MAC 地址,设置协议栈内部存储区,为各种数据结构分配内存空间,设置各种协议处理函数;应用程序初始化;

步骤 2 监听网络适配器的中断请求;以太网适配器收到以太网帧后,向 DSP 发出中断信号;DSP 响应中断,把以太网适配器接收缓冲区内的数据复制到协议栈内部的存储空间,交由协议栈对数据帧进行解析;

步骤 3 用户程序解释执行指令;若收到状态查询指令,则调用协议栈向主控计算机发送自身状态;若收到位移促动器控制指令,则调用电机控制函数,控制位移促动器的电机运行;在位移促动器运行的同时,数据采集程序开始采集位移传感器位移数据,并不断比较当前位移促动器位置和指令中给出的目标位置;当位移促动器当前位置与目标位置间差值满足误差要求后,停止电机工作,向主控计算机发送完成消息,一次位移促动器位置调整结束。

一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统

[0001] 技术领域

本发明是一种射电天文望远镜主动面板远程控制系统,具体涉及一种大口径主动光学亚毫米波望远镜反射面板嵌入式以太网通信与控制系统。

[0002] 背景技术

本发明是国家自然科学基金重点项目“大口径主动光学亚毫米波 / 毫米波望远镜方案和关键技术研究(10833004)”的一部分。

[0003] 在大口径射电天文望远镜的设计建造中,拼接镜面主动光学技术得到越来越多的应用。实现这项技术的一个重点是设计制造主动反射面板的运动控制系统。以现有的拼接镜面技术应用实例来看,该系统的硬件结构主要包括主控计算机、通信网络、终端节点和执行机构。主控计算机使用工控机或台式 PC 机,运行监控整个面板运动系统的程序。通信网络可以是 CAN、RS-232、RS-485、LonWorks、Ethernet 及其他通行方式中的一种或几种,将两种不同类型网络连接到一起时,要用到相应的转换设备。终端节点常见的是使用工控机、单板电脑或运动控制板卡,同时还要有控制促动器运行的功率输出电路。其主要功能是接收并解释执行主控计算机指令、控制促动器运动、反馈运动状态。终端节点的数量依据实际情况可以有一个或多个。执行结构是步进电机、促动器及附加的机械装置。

[0004] 当前国际上在建和建成的采用主动反射面板的射电望远有美国的 GBT、LMT、CCAT,意大利的 Noto,我国的 FAST 和上海天文台的 65 米射电望远镜等。以意大利的 Noto 为例,他的主控计算机是控制室内的一台 PC 机。终端节点由一块嵌入式 PC 卡 (PC EMBEDDED BOARD) 和四块多路复用卡组成。PC 卡通过 RS-485 总线接收主控计算机指令,并输出数据到多路复用卡。PC 卡负责总线管理,输出数据内容是地址和促动器位移。四块多路复用卡分别与四个连接盒相连。每个连接盒有 12 个输出端口,每个输出端口构成一条 RS-485 总线,促动器就挂接在总线上。Noto 的促动器是一套机械电子装置,在一个金属盒内安装了电机控制驱动电路、变压器、步进电机和机械传动机构。RS-485 总线上传来的数据由控制电路接收并解释后,驱动电机运行。Noto 主动反射面板的通信系统由多条 RS-485 总线型网络构成。这种网络结构的好处是结构简单、布线相对容易。但总线出现故障时,与其相连的终端都要受到影响。

[0005] CN1113668.5 号专利设计了一种与 Noto 不同的促动器控制方法,其采用工控机 PC104 构成控制盒作为终端节点,终端节点内部集成了电机控制器、电机驱动器以及位置检测电路。控制盒直接控制步进电机运动。多个终端节点与主控计算机通过交换机相连,构成星型网络。网络上各个节点地址固定,独立工作,发生故障时可以快速定位,对节点的更换或维修都十分方便。

[0006] 发明内容

本发明的目的是克服现有技术的缺陷,提供一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统,其网络拓扑采用星型结构,通过交换机级联,可以容纳足够多的节点。

[0007] 本发明的技术方案是:一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统,该系统由主动反射面板、若干位移促动器、若干位移传感器、若干终端节点、以太网交换机和主控计算

机组成；主动反射面板由多块扇形子面板组成，各子面板背面安放位移促动器，位移促动器由步进电机驱动运行，子面板相邻的边放置两个位移传感器；每个终端节点和各自的位移促动器、位移传感器连接；主控计算机将接收的控制参数计算分解为终端节点的地址和促动器位移量，并发到终端节点；以太网设备连接终端节点与主控计算机，承载数据传输；各终端节点接收主控计算机指令，驱动步进电机旋转，进而带动位移促动器运动；终端节点采集位移传感器数据作为促动器的位移信息反馈至主控计算机，构成控制闭环；所述主控计算机与终端节点间采用 TCP 协议传递数据，DSP 使用嵌入式以太网协议栈解析数据包，应用程序向协议栈注册回调函数，在回调函数内分析并执行控制指令。

[0008] 本技术方案中：

所述主控计算机是指具有以太网通信功能、图形显示功能、可运行图形用户界面程序的 IBM 兼容机；以太网设备是指以太网交换机、RJ-45 连接器和使用 EIA/TIA568B 接线方式的五类双绞线；

所述终端节点是射电望远镜主动反射面板远程控制电路，采用 DSP 芯片作为主控制器，由主控制器、电机驱动模块、网络通信模块、数据采集模块和电源电路组成。

[0009] 所述终端节点的网络通信模块是以太网适配器芯片作为网络接口控制器，内部集成数据缓冲存储器、MAC 和 PHY。以太网适配器与 DSP 通过 SPI 总线传递数据，包括一根时钟线和两根数据线。以太网适配器的中断引脚与 DSP 的外部中断引脚相连。适配器的网络数据收发端口与内部集成网络变压器的 RJ-45 接口相连。使用 EIA/TIA568B 接线方式的五类双绞线的一端接入 RJ-45 接口，另一端连接到交换机。

[0010] 所述 DSP 芯片的内部 FLASH 存储器嵌入以太网协议栈和网络适配器驱动程序。以太网适配器可以收发 Ethernet II 和 IEEE802.3 格式数据帧。以太网协议栈能够解析 IP、ARP、TCP 等协议。终端节点与主控计算机采用 TCP 协议通信。应用程序向协议栈注册回调函数，回调函数从输入的 TCP 数据包内解析出控制指令，并调用相关函数执行控制指令。

[0011] 所述数据采集模块采集位移传感器信号，模拟信号经电压放大电路放大至模 / 数转换器有效量程范围后，进入电压跟随电路调整阻抗，然后进入 DSP 芯片的模 / 数转换电路，在 DSP 控制下转换为数字量。

[0012] 所述终端节点执行下列步骤：

步骤 1 初始化：初始化 DSP 芯片内部外围设备的控制寄存器；初始化以太网适配器的控制寄存器、设置数据收发缓冲区地址；协议栈初始化要设置本终端节点的 IP 地址和 MAC 地址，设置协议栈内部存储区，为各种数据结构分配内存空间，设置个各种协议处理函数；应用程序初始化；

步骤 2 监听网络适配器的中断请求；以太网适配器收到以太网帧后，向 DSP 发出中断信号；DSP 响应中断，把以太网适配器接收缓冲区内的数据复制到协议栈内部的存储空间，交由协议栈对数据帧进行解析；

步骤 3 若收到状态查询指令，则调用协议栈向主控计算机发送自身状态；若收到位移促动器控制指令，则调用电机控制函数，控制位移促动器的电机运行；在位移促动器运行的同时，数据采集程序开始采集位移传感器位移数据，并不断比较当前位移促动器位置和指令中给出的目标位置；当位移促动器当前位置与目标位置间差值满足误差要求后，停止电机工作，向主控计算机发送完成消息，一次位移促动器位置调整结束。

[0013] 本发明是在 CN1113668.5 号专利技术方案基础上的进一步改进。使用 DSP 作为终端节点的主控制器，使用以太网络适配器作为通信接口，将嵌入式网络协议栈与电机控制应用程序固化到 DSP 芯片内部，构成体积更小的终端节点。网络拓扑采用星型结构，通过交换机级联，可以容纳足够多的节点。

[0014] 附图说明

图 1 为本发明实施例 1 主动反射面板控制系统结构框图；

图 2 为本发明实施例 1 终端节点结构框图；

图 3 为本发明实施例 1 终端节点控制流程图。

具体实施方式

[0015] 下面结合实施例做具体说明。

[0016] 实施例 1，如图 1 所示，一种射电望远镜主动反射面板远程控制系统，由主动反射面板、若干位移促动器、若干位移传感器、若干终端节点、以太网交换机和主控计算机组成。主动反射面板由多块扇形子面板组成，子面板背面安放位移促动器，位移促动器由步进电机驱动运行。子面板相邻的边放置两个位移传感器。

[0017] 子面板个数取 210 块，每块子面板背面安放 4 个位移促动器，则本实施例中使用位移促动器共 840 个；每个终端节点只控制一个位移促动器，则使用终端节点 840 个；网络连接设备使用 N 台 48 端口的以太网交换机，从 1 到 N 编号。其中第 2 号到第 N 号的 N-1 台级联到 1 号交换机，除去级联占用的 1 个端口，每台交换机剩余的 47 个端口与终端节点连接。1 号交换机不与终端节点相连，只与下层交换机和主控计算机相连。则 N 与终端节点个数的关系式为：

$$(N - 1) \times 47 \geq 840$$

N 最小整数取值为 19，即要 19 台交换机。

[0018] 如图 2 所示，终端节点 10 是射电望远镜主动反射面板远程控制电路，采用 DSP 芯片作为主控制器，由主控制器 1、电机驱动模块 2、网络通信模块 3、数据采集模块 4、电源电路组成。

[0019] 网络通信模块 3 是以太网适配器芯片作为网络接口控制器，内部集成数据缓冲存储器、MAC 和 PHY。以太网适配器与 DSP 通过 SPI 总线传递数据，包括一根时钟线和两根数据线。以太网适配器的中断引脚与 DSP 的外部中断引脚相连。适配器的网络数据收发端口与内部集成网络变压器的 RJ-45 接口相连。使用 EIA/TIA568B 接线方式的五类双绞线的一端接入 RJ-45 接口，另一端连接到交换机。数据采集模块 4 采集位移传感器信号，模拟信号经电压跟随电路调整阻抗后进入电压放大电路，放大至模 / 数转换器有效量程范围后进入 DSP 芯片的模 / 数转换电路，在 DSP 控制下转换为数字量。

[0020] DSP 芯片的内部 FLASH 存储器嵌入以太网协议栈和网络适配器驱动程序。以太网适配器可以收发 Ethernet II 和 IEEE802.3 格式数据帧。以太网协议栈能够解析 IP、ARP、TCP 等协议。终端节点与主控计算机采用 TCP 协议通信。应用程序向协议栈注册回调函数，回调函数从输入的 TCP 数据包内解析出控制指令，并调用相关函数执行控制指令。

[0021] 主控计算机控制程序启动后，向终端节点发送状态查询指令，查询每个终端状态。终端节点响应查询指令，系统进入工作状态。各终端节点使用固定 IP 地址，可以快速定位

无响应终端位置。

[0022] 终端节点上电后的工作流程如图 3。首先要对软硬件进行一系列初始化：初始化 DSP 芯片内部外围设备的控制寄存器；初始化以太网适配器的控制寄存器、设置数据收发缓冲区地址；协议栈初始化要设置本终端节点的 IP 地址和 MAC 地址，设置协议栈内部存储区，为各种数据结构分配内存空间，设置个各种协议处理函数等；应用程序初始化阶段向协议栈注册回调函数。

[0023] 初始化工作完成后，DSP 开始监听网络适配器的中断请求。以太网适配器收到以太网帧后，向 DSP 发出中断信号。DSP 响应中断，把以太网适配器接收缓冲区内的数据复制到协议栈内部的存储空间，交由协议栈对数据帧进行解析。解析首先是提取帧类型字段，根据帧类型交由不同协议处理模块处理。本实施例使用的是 TCP 协议，TCP 包是封装在 IP 包之内，IP 包数据按照 RFC 894 标准封装。IP 包解析先要处理包头，包括提取包长度，数据完整性校验，确定目标地址是否可以接收，判断 IP 地址类型等。之后解析 IP 包的数据字段，判断数据字段的处理协议，若发现是 TCP 协议类型后，则进入 TCP 处理阶段。TCP 处理也先是进行完整性验证，去除数据包首部，之后将数据字段交由初始化阶段注册的 TCP 协议回调函数。至此，协议栈对数据包的解析工作完成，进入用户程序处理阶段。

[0024] 用户程序解释执行指令，若收到状态查询指令，则调用协议栈向主控计算机发送自身状态。若收到位移促动器控制指令，则调用电机控制函数，控制位移促动器的电机运行。在位移促动器运行的同时，数据采集程序开始采集位移传感器位移数据，并不断比较当前位移促动器位置和指令中给出的目标位置。当位移促动器当前位置与目标位置间差值满足误差要求后，停止电机工作，向主控计算机发送完成消息，一次位移促动器位置调整结束。

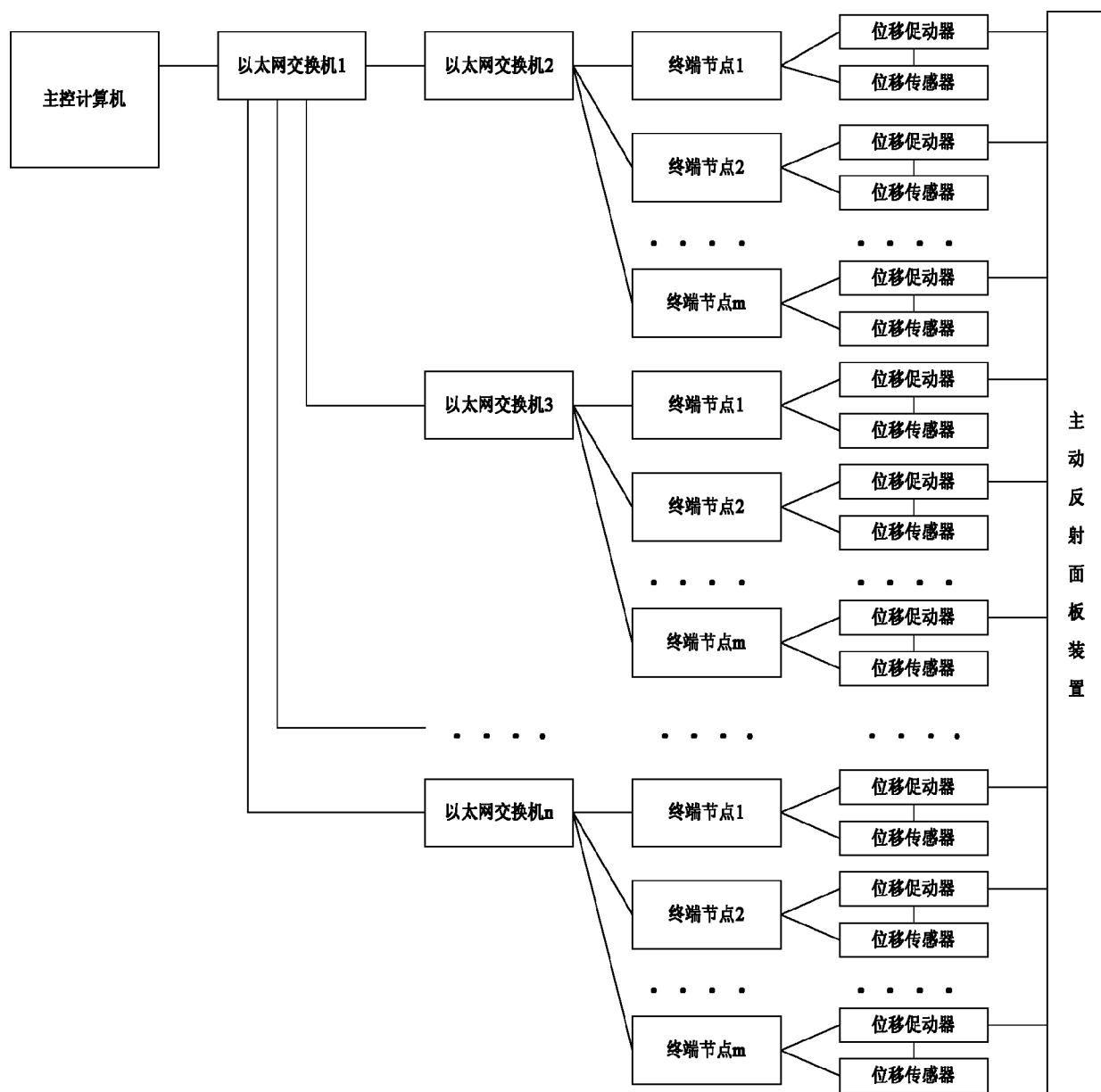


图 1

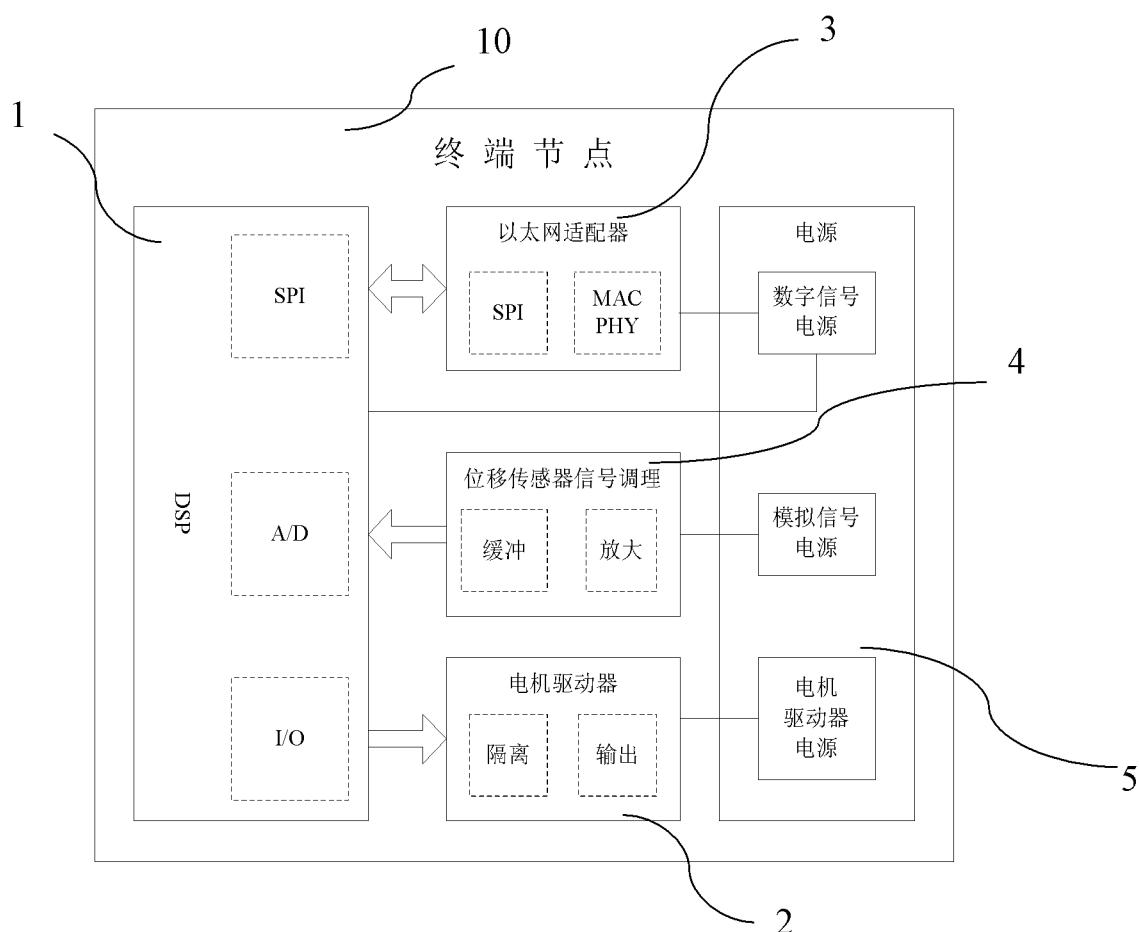


图 2

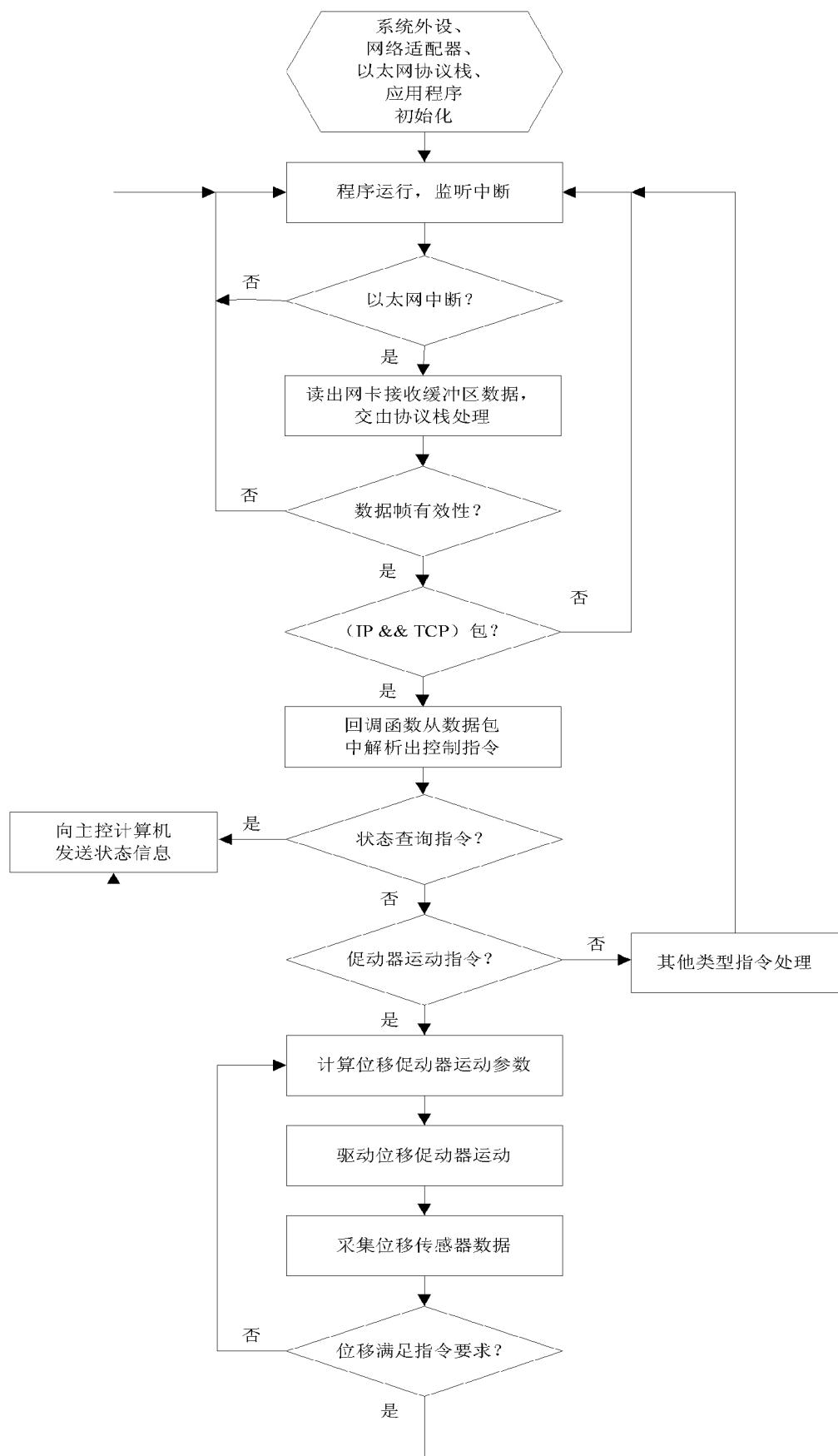


图 3