



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101751761 A

(43) 申请公布日 2010.06.23

(21) 申请号 200910227754.X

(22) 申请日 2009.12.30

(71) 申请人 河南新天科技有限公司

地址 450001 河南省郑州市高新技术开发区  
国槐街 19 号

(72) 发明人 费战波 袁金龙 董意德 代洪杰

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通合伙) 41104

代理人 刘建芳

(51) Int. Cl.

G08C 17/02(2006.01)

H04W 40/02(2009.01)

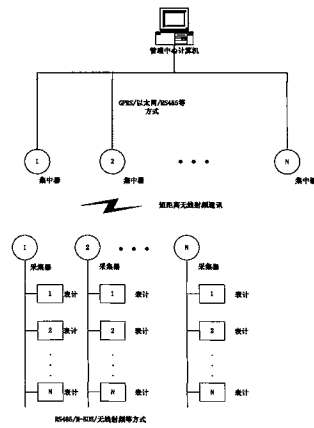
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种高效的网络自动路由的无线抄表方法

(57) 摘要

一种高效的网络自动路由的无线抄表方法,包括作为主节点的集中器、作为从节点的采集器,(1) 同一通讯网络只能有一个主节点,每个主节点可以具有 255 个从节点;在同一个无线网络中,各节点具有唯一的通信地址且取值范围从 0 到 255;主节点 ID 为 0,从节点 ID 从 1 到 255;(2) 设置在主节点和从节点的无线数传模块设有多个可供选择的信道,在两种情况下需要调整通讯信道;(3) 主节点通过自动路由方法得到所有能通讯到的从节点,并得出到达任意一个从节点的中继路径,实现无线抄表。本发明可提升抄表网络的应用性能,达到快捷施工、免调试、少维护的目的。



1. 一种高效的网络自动路由的无线抄表方法,包括作为主节点的集中器、作为从节点的采集器,其特征在于:

(1) 同一通讯网络只能有一个主节点,每个主节点可以具有 255 个从节点;在同一个无线网络中,各节点具有唯一的通信地址,通信地址 ID 为一个字节,取值范围从 0 到 255;网络设计规定:主节点 ID 为 0,从节点 ID 从 1 到 255;

(2) 设置在主节点和从节点的无线数传模块设有多个可供选择的信道,在以下两种情况下需要调整通讯信道:

一是指从节点与无线远传计量表之间,划分多个专用信道;完成一些控制操作时,需要在不同信道切换;二是指从节点与主节点之间,安装时一般固定默认信道;但当部分区域有其他网络存在导致信道被占用,则可以设置不同的默认信道;在主节点搜寻从节点路径时,会用不同信道发送呼叫,并等待应答;

(3) 主节点通过自动路由方法得到所有能通讯到的从节点,并得出到达任意一个从节点的中继路径,实现无线抄表;

自动路由方法包括以下步骤:

第一步,主节点对从节点进行逐一呼叫,被呼叫 ID 从 1 开始逐一增加到 255;此步骤完成后,主节点将会存储可以直接通讯到的从节点 ID,若此时 255 个从节点全部得到回应,则路径寻找过程结束,否则进入第二步;

第二步,主节点将第一次通讯到的所有从节点进行排序从小到大依次为 Z1、Z2、Z3……ZM,以 Z1 作为中继节点,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第三步;

第三步,主节点以 Z2 作为中继节点,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z2 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第四步;

第四步,主节点从 Z3……ZM 依次选择中继节点,呼叫未通讯到的其它节点,直到主节点存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第五步;

第五步,主节点将通过 Z1 得到的从节点进行排序,从小到大依次为 Z11、Z12、Z13……Z1M,以 Z1、Z11 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1、Z11 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第六步;

第六步,主节点从 Z12……Z1M 依次选择中继节点,以 Z1、Z12/……/Z1M 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1、Z12/……/Z1M 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第七步;

第七步,主节点将通过 Z2 得到的从节点进行排序,从小到大依次为 Z21、Z22、Z23……Z2M,以 Z2、Z21 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z2、Z21 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第八步;

第八步,主节点按照同一中继深度节点 ID 从小到大逐个呼叫、中继深度逐级递增的方

式呼叫未通讯到的从节点 ID,直到 255 个节点全部收到,或者所有末级节点均不能呼叫到下一级节点为止。

2. 根据权利要求 1 所述的高效的网络自动路由的无线抄表方法,其特征在于:所述的无线数传模块具有 0-7 八个信道可供选择,信道分配如下:

信道 0:无线远传计量表定时上传数据专用信道;

信道 1:节点参数设置专用信道,用于对节点 ID 和网络信道进行设置,节点每次复位后通过信道 1 发送节点信息,然后保持信道 1 以接收设置指令,设置成功后或保持信道 1 等待时间之后自动恢复为正常通讯信道;

信道 2:网络通讯信道默认值,用于主节点和从节点的数据传输;

信道 3、信道 5、信道 6:网络通讯信道备选值,用于主节点和从节点的数据传输;

信道 7 和信道 4:信道 7 是唤醒电磁波的专用发送信道,用于唤醒支持电磁唤醒功能的无线远传计量表,唤醒电磁波发送完毕后,切换到信道 4 向计量表发送命令,发送完命令后,切换到信道 0 接收计量表的响应数据。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的高效的网络自动路由的无线抄表方法,其特征在于:所述的中继深度为 10 级。

4. 根据权利要求 3 所述的高效的网络自动路由的无线抄表方法,其特征在于:任一时刻只有一个采集器发送信号,每两个采集器发送信号的间隔时间应该满足  $T > T_1 + T_2 + T_3$ ,其中  $T_1$  为系统准备时间, $T_2$  为数据发送时间, $T_3$  为安全间隔时间。

## 一种高效的网络自动路由的无线抄表方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无线抄表方法,特别是一种高效的网络自动路由的无线抄表方法。

### 背景技术

[0002] 无线远传抄表控制系统是适合我国智能型住宅小区实施的应用项目。它改变了传统人工入户抄表收费的方式,实现各种住宅能耗参数(水、电、气、热等)的计算机自动计量收费,满足了业主对居住“私密性”、“安全性”的需求,也为提高物业管理乃至行业管理现代化水平提供了良好的基础。

[0003] 无线抄表系统一般由管理中心计算机、集中器、采集器、表计终端四部分组成,如图 1 无线远传抄表系统架构图。而集中器、采集器构成了无线网络的主体,它们之间依靠短距离无线射频收发模块进行通讯、传输数据。集中器和中心计算机之间一般通过 GPRS、RS232、RS485、以太网等多种方式通讯,适应不同的应用场合。采集器和表计终端之间一般是 RS485/M-BUS 等标准总线或无线射频方式进行通讯。一个基本的无线网络包括一个集中器、多个采集器。

[0004] 在实际应用中,无线抄表系统总是存在一定的问题,如抄表数据的成功率不高、系统运行维护成本高等。究其根源,在于系统内的无线网络环节运行工况比较复杂,通讯不可靠所致。

[0005] 集中器在网络内属于主节点,采集器属于从节点,如图 2 无线网络节点分布图。一个无线网络内部只有一个集中器。理想的使用方式是,集中器装在网络的中心,从节点均匀分布在主节点的通讯半径之内。但实际的应用环境往往无法满足这种要求,每个从节点和主节点距离有近有远,周围环境的差异都导致可靠通讯距离大打折扣。如表井、墙壁、电磁干扰、天气阴晴等都是影响因素。通讯距离降低后,主节点无法直接与每一个从节点建立连接,此时只有靠从节点进行中继,才能到达更多的节点,因此需要建立一定的路由关系。

[0006] 许多网络采用人工建立路由列表的方式来解决上述问题。但极大的增加了人工成本,如输入列表效率低、易出错,增加、删除、移动节点繁琐,经常需要维护、更新。

[0007] 在专利号为“01136618.4”、专利名称为“无线抄表系统的自动路由方法”的发明专利中,是通过从节点竞争信道主动搜索可靠连接节点地址的方式,效率比较低,1、每个从节点都会充当主节点主动搜索,重复工作量大。2、每个节点都会保存一份地址列表,冗余量大。3、从主节点开始搜索,到最终收集到所有列表,时间不可控。4、信道竞争,存在多个节点同时发送的概率,会产生冲突。5、如果局部范围内,存在不同网络,干扰无法解决。

### 发明内容

[0008] 本发明目的在于提供一种高效的网络自动路由的无线抄表方法,为了提升抄表网络的应用性能,达到快捷施工、免调试、少维护的目的,从而保障主节点(集中器)和从节点(采集器)的快速网络连接和实时可靠通讯,并使抄表系统能够适应未知的、时变的网络状

态。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0010] 一种高效的网络自动路由的无线抄表方法,包括作为主节点的集中器、作为从节点的采集器,(1)同一通讯网络只能有一个主节点,每个主节点可以具有 255 个从节点;在同一个无线网络中,各节点具有唯一的通信地址,通信地址 ID 为一个字节,取值范围从 0 到 255;网络设计规定:主节点 ID 为 0,从节点 ID 从 1 到 255;

[0011] (2) 设置在主节点和从节点的无线数传模块设有多个可供选择的信道,在以下两种情况下需要调整通讯信道:

[0012] 一是指从节点与无线远传计量表之间,划分多个专用信道;完成一些控制操作时,需要在不同信道切换;二是指从节点与主节点之间,安装时一般固定默认信道;但当部分区域有其他网络存在导致信道被占用,则可以设置不同的默认信道;在主节点搜寻从节点路径时,会用不同信道发送呼叫,并等待应答;

[0013] (3) 主节点通过自动路由方法得到所有能通讯到的从节点,并得出到达任意一个从节点的中继路径,实现无线抄表;

[0014] 自动路由方法包括以下步骤:

[0015] 第一步,主节点对从节点进行逐一呼叫,被呼叫 ID 从 1 开始逐一增加到 255;此步骤完成后,主节点将会存储可以直接通讯到的从节点 ID,若此时 255 个从节点全部得到回应,则路径寻找过程结束,否则进入第二步;

[0016] 第二步,主节点将第一次通讯到的所有从节点进行排序从小到大依次为 Z1、Z2、Z3……ZM,以 Z1 作为中继节点,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第三步;

[0017] 第三步,主节点以 Z2 作为中继节点,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z2 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第四步;

[0018] 第四步,主节点从 Z3……ZM 依次选择中继节点,呼叫未通讯到的其它节点,直到主节点存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第五步;

[0019] 第五步,主节点将通过 Z1 得到的从节点进行排序,从小到大依次为 Z11、Z12、Z13……Z1M,以 Z1、Z11 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1、Z11 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第六步;

[0020] 第六步,主节点从 Z12……Z1M 依次选择中继节点,以 Z1、Z12/……/Z1M 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1、Z12/……/Z1M 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第七步;

[0021] 第七步,主节点将通过 Z2 得到的从节点进行排序,从小到大依次为 Z21、Z22、Z23……Z2M,以 Z2、Z21 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点;此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z2、Z21 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第八步;

[0022] 第八步,主节点按照同一中继深度节点 ID 从小到大逐个呼叫、中继深度逐级递增的方式呼叫未通讯到的从节点 ID,直到 255 个节点全部收到,或者所有末级节点均不能呼叫到下一级节点为止。

[0023] 所述的无线数传模块具有 0-7 八个信道可供选择,信道分配如下:

[0024] 信道 0:无线远传计量表定时上传数据专用信道;

[0025] 信道 1:节点参数设置专用信道,用于对节点 ID 和网络信道进行设置,节点每次复位后通过信道 1 发送节点信息,然后保持信道 1 以接收设置指令,设置成功后或保持信道 1 等待时间之后自动恢复为正常通讯信道;

[0026] 信道 2:网络通讯信道默认值,用于主节点和从节点的数据传输;

[0027] 信道 3、信道 5、信道 6:网络通讯信道备选值,用于主节点和从节点的数据传输;

[0028] 信道 7 和信道 4:信道 7 是唤醒电磁波的专用发送信道,用于唤醒支持电磁唤醒功能的无线远传计量表,唤醒电磁波发送完毕后,切换到信道 4 向计量表发送命令,发送完命令后,切换到信道 0 接收计量表的响应数据。

[0029] 所述的中继深度为 10 级。

[0030] 任一时刻只有一个采集器发送信号,每两个采集器发送信号的间隔时间应该满足  $T > T_1 + T_2 + T_3$ ,其中  $T_1$  为系统准备时间, $T_2$  为数据发送时间, $T_3$  为安全间隔时间。

[0031] 本发明可提升抄表网络的应用性能,达到快捷施工、免调试、少维护的目的,从而保障主节点(集中器)和从节点(采集器)的快速网络连接和实时可靠通讯,并使抄表系统能够适应未知的、时变的网络状态,抄表数据的成功较高、系统运行维护成本低。

[0032] 自动路由方法更适于现实中复杂的应用环境,即使每个从节点和主节点距离有近有远,周围环境的差异较多,都可自动建立一定的路由关系实现远程无线抄表。极大的减少了人工成本,解决了如输入列表效率低、易出错,增加、删除、移动节点繁琐的问题,而且无需经常维护、更新。

[0033] 调整通讯信道有两种情况:一是指从节点与无线远传计量表之间,划分多个专用信道;完成一些控制操作时,需要在不同信道切换;采用这种跳频的方式实现电磁唤醒方式的双向实时通讯,既可以大幅减低计量表的功耗,又可以避免数据传输冲突;如果固定信道,就会出现既有无线远传计量表定时上传数据,又有表与从节点之间进行通讯,导致数据冲突。二是指从节点与主节点之间,安装时一般固定默认信道;但当部分区域有其他网络存在导致信道被占用,则可以设置不同的默认信道;在主节点搜寻从节点路径时,会用不同信道发送呼叫,并等待应答;切换通道需要不到 100 微秒时间;在多个网络共存产生信号重叠区域时,跳频可避免各网络之间为相互干扰,提高了抄表的可靠性。

#### 附图说明

[0034] 图 1 为无线远传抄表系统架构图;

[0035] 图 2 为无线网络节点分布图;

[0036] 图 3 为节点链路示意图;

[0037] 图 4 为集中器主流程图;

[0038] 图 5 为采集器主流程图。

## 具体实施方式

[0039] 本发明的核心特点：一是有唯一一个主控节点，二是信道跳频技术。

[0040] 本发明的路由算法应能够应对未知和时变的通信传输信道，因为安装采集器时并不清楚中继路径，且各采集器通讯效果受到天气、周围环境等方面的影响，各采集器之间的中继路径是未知的、变化的；任一时刻只有一个采集器发送信号，为了避免信号冲突，系统要求在任一时刻只能有一个节点发送信号，每两个采集器发送信号的间隔时间应该满足  $T > T_1 + T_2 + T_3$ ，其中  $T_1$  为系统准备时间， $T_2$  为数据发送时间， $T_3$  为安全间隔时间；所有采集器都应有唯一物理 ID。

[0041] 主节点和从节点设置无线数传模块。主节点模块应用在集中器中，作为集中器的下行通讯接口电路。路由协议由集中器进行运算，主节点模块只实现数据的透明传输，不参与协议解析。从节点模块应用在采集器中，作为采集器的上行通讯接口电路。路由协议由从节点模块自行运算，采集器不参与路由协议解析。集中器维护和存储各节点中继链路列表，各从节点模块程序相同，即装即用。

[0042] 集中器功能：可存储多种计量表（水、电、气、热等）的数据信息；可控制多种计量表（水、电、气、热等）的开关状态；采用大容量电子盘和嵌入式系统，运行安全可靠；采用无线通讯方式，组网方便、施工简单；数据传送采用严密的纠错算法和校验，数据准确、抗干扰能力强；

[0043] 采集器功能：可抄取多种计量表（水、电、气、热等）的数据信息；可控制多种计量表（水、电、气、热等）的开关状态；自动接收和存储通讯范围内的计量表地址，无需人工设置；采用无线通讯方式，组网方便、施工简单；同一区域内的采集器能够互相转发数据，保证通讯可靠性；数据传送采用严密的纠错算法和校验，数据准确、抗干扰能力强；

[0044] 同一通讯网络只能有一个主节点，每个主节点可以具有 255 个从节点，中继深度可达 10 级。主要是受为每个从节点的中继列表分配的地址空间固定所限，一般根据实际情况不会超过 5 级，所以深度太大也没有必要。在同一个无线网络中，各节点必须具有唯一的通信地址，通信地址 ID 为一个字节，取值范围从 0 到 255。网络设计规定：主节点 ID 为 0，从节点 ID 从 1 到 255。

[0045] 当多个网络共存产生信号重叠区域时，各网络之间为避免相互干扰，必须调整为不同的通讯信道。无线数传模块具有 0-7 八个信道可供选择，信道分配如下：

[0046] 信道 0：无线远传计量表定时上传数据专用信道；

[0047] 信道 1：节点参数设置专用信道。用于对节点 ID 和网络信道进行设置，节点每次复位后通过信道 1 发送节点信息（ASC 码）：PROGRAM = YXXXX ID = XXH CHANNEL = X 等，然后保持 1 信道 10 秒用于接收设置指令，设置成功后或 10 秒等待时间之后自动恢复为正常通讯信道；

[0048] 信道 2：网络通讯信道默认值，用于主节点和从节点的数据传输；

[0049] 信道 3：网络通讯信道备选值，用于主节点和从节点的数据传输；

[0050] 信道 5：网络通讯信道备选值，用于主节点和从节点的数据传输；

[0051] 信道 6：网络通讯信道备选值，用于主节点和从节点的数据传输；

[0052] 信道 7 和 4：信道 7 是唤醒电磁波的专用发送信道，用于唤醒支持电磁唤醒功能的无线远传计量表，唤醒电磁波发送完毕后，切换到信道 4 向计量表发送命令，发送完命令

后,切换到信道 0 接收计量表的响应数据。

[0053] 跳频主要分两种情况:一是指从节点与无线远传计量表之间,划分多个专用信道。完成一些控制操作时,需要在不同信道切换。采用这种跳频的方式实现电磁唤醒方式的双向实时通讯,既可以大幅减低计量表的功耗,又可以避免数据传输冲突。如果固定信道,就会出现既有线远传计量表定时上传数据,又有表与从节点之间进行通讯,导致数据冲突。二是指从节点与主节点之间,安装时一般固定默认信道。但当部分区域有其他网络存在导致信道被占用,则可以设置不同的默认信道。在主节点搜寻从节点路径时,会用不同信道发送呼叫,并等待应答。切换通道需要不到 100 微秒时间。

[0054] 自动路由步骤为:

[0055] 第一步,主节点对从节点进行逐一呼叫,被呼叫 ID 从 1 开始逐一增加到 255。此步骤完成后,主节点将会存储可以直接通讯到的从节点 ID,若此时 255 个从节点全部得到回应,则路径寻找过程结束,否则进入第二步;

[0056] 第二步,主节点将第一次通讯到的所有从节点进行排序从小到大依次为 Z1、Z2、Z3……ZM,以 Z1 作为中继节点,继续呼叫未通讯到的其它节点。此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第三步;

[0057] 第三步,主节点以 Z2 作为中继节点,继续呼叫未通讯到的其它节点。此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z2 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第四步;

[0058] 第四步,主节点从 Z3……ZM 依次选择中继节点,呼叫未通讯到的其它节点,直到主节点存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第五步;

[0059] 第五步,主节点将通过 Z1 得到的从节点进行排序,从小到大依次为 Z11、Z12、Z13……Z1M,以 Z1、Z11 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点。此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1、Z11 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第六步;

[0060] 第六步,主节点从 Z12……Z1M 依次选择中继节点,以 Z1、Z12/……/Z1M 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点。此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z1、Z12/……/Z1M 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第七步;

[0061] 第七步,主节点将通过 Z2 得到的从节点进行排序,从小到大依次为 Z21、Z22、Z23……Z2M,以 Z2、Z21 作为中继路径,继续呼叫未通讯到的其它节点。此步骤完成后,主节点将会存储通过 Z2、Z21 中继通讯到的从节点,若此时主节点已存储的节点达到 255 个,则路径寻找过程结束,否则进入第八步;

[0062] 第八步,主节点按照同一中继深度节点 ID 从小到大逐个呼叫、中继深度逐级递增的方式呼叫未通讯到的从节点 ID,直到 255 个节点全部收到,或者所有末级节点均不能呼叫到下一级节点为止。

[0063] 至此,主节点将得到所有能通讯到的从节点,并得出到达任意一个从节点的中继路径。

[0064] 图 3 为节点链路示意图,例如节点 8 可以由主节点 0 通过从节点 6、7 路由得到。



[0065] 图 4 为集中器主流程图,远程通道 1 是指与管理中心的连接通道。命令包括抄表数据(所有表或单只表)、设置参数(信道或表配置信息等)、寻表等。远程通道 2 是指调试用通道。在系统安装完毕调试系统时使用,及平常系统维护时使用。

[0066] 图 5 为采集器主流程图。

[0067] 一、通讯协议

[0068] 本通讯协议为主-从结构的半双工通信方式,通信链路的建立与解除均由主节点发出的信息帧来控制。

[0069] 1. 物理接口

[0070] 主节点和各从节点之间采用短距离无线数传方式通讯;

[0071] 主、从节点与外部设备之间采用 TTL 电平的串行通讯。

[0072] 2. 通讯速率

[0073] 无线通讯:1200pbs;串行通讯:9600pbs。

[0074] 3. 字节传输格式

[0075] 0(1 位起始位)XXXXXXXX(8 位数据位)1(1 位结束位)无校验位。

[0076] 4. 帧格式

[0077]

说明	代码	备注
起始符	7EH	1 字节
帧长度	L	1 字节, 取值范围: $4 \leq L \leq 58$
接收地址	AR	1 字节
目的地址	AD	1 字节
控制字	C	1 字节
中继地址域	A1	N 为中继深度, 取值范围: $0 \leq N \leq 10$
	.....	
	AN	
数据域	DATA1	M 为数据长度, 取值范围: $0 \leq M \leq 44$
	.....	
	DATAM	
校验码	CS	1 字节

- [0078] 5. 起始符
- [0079] 表示一帧的起始,1 个字节,固定为 7EH,即 01111110B。
- [0080] 6. 帧长度 L
- [0081] 表示从帧长度字节后开始到数据帧结束(包括校验码)的字节长度,十六进制数字。取值范围: $4 \leq L \leq 58$ 。
- [0082] 7. 接收地址 AR
- [0083] 表示本次通讯帧的传递节点,1 个字节,十六进制数字。
- [0084] 8. 目的地址 AD
- [0085] 表示本次通讯帧需要传送到的最终节点,1 个字节,十六进制数字。
- [0086] 9. 控制字 C
- [0087] 控制字,1 个字节,十六进制数字,高半字节和低半字节分别表示不同含义。
- [0088] 控制字低四位表示中继深度 N,最多可达 10 级,即  $0 \leq N \leq 10$ 。当  $N = 0$  时,中继地址域为空。
- [0089] 控制字高四位表示功能码 Fn,含义如下:
- [0090]  $F_n = 1$ :主节点呼叫从节点的通讯地址;
- [0091]  $F_n = 9$ :从节点响应主节点的通讯地址呼叫。
- [0092]  $F_n = 2$ :PDA 对节点进行参数设置;
- [0093]  $F_n = A$ :节点响应 PDA 的参数设置命令。
- [0094]  $F_n = 3$ :主节点向从节点所接的采集器发送命令;
- [0095]  $F_n = B$ :从节点所接的采集器响应主节点的命令。
- [0096] .....
- [0097] 10. 中继地址域 A1-AN
- [0098] 中继地址域字节长度由控制字的低半字节(即中继深度 N)决定,为 0-10 个字节,表示主节点到目的节点之间经过的中继路由节点,顺序为:第一级中继 A1 在前,第二级中继 A2 其次……
- [0099] 11. 数据域 DATA
- [0100] 数据域结构随控制字的功能而改变。
- [0101] 12. 校验码 CS
- [0102] 从帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的模 256 的和,即各字节二进制算术和,不计超过 256 的溢出值。
- [0103] 13. 传输次序
- [0104] 所有多字节数据项均应先传送低位字节,后传送高位字节。
- [0105] 二、主节点和从节点之间的通讯帧结构
- [0106] 1. 主节点呼叫从节点的通讯地址
- [0107] 功能码: $F_n = 1$
- [0108] 数据长度: $L = 04H + \text{中继深度 } N$
- [0109] 帧格式:
- [0110]

7EH	L	AR	AD	C	A1	...	AN	CS
-----	---	----	----	---	----	-----	----	----

[0111] 注：此命令中，接收地址 AR 和目的地址 AD 均为从节点地址，取值为 01H-FFH。

[0112] 2. 从节点响应主节点的通讯地址呼叫

[0113] 功能码：Fn = 9

[0114] 数据长度：L = 04H+ 中继深度 N

[0115] 帧格式：

[0116]

7EH	L	AR	00H	C	A1	...	AN	CS
-----	---	----	-----	---	----	-----	----	----

[0117] 注：此命令中，接收地址 AR 为节点地址，取值为 00H-FFH。

[0118] 3. PDA 对节点进行参数设置

[0119] 功能码：Fn = 2

[0120] 数据长度：L = 06H

[0121] 帧格式：

[0122]

7EH	06H	AR	AD	20H	NewID	NewChannel	CS
-----	-----	----	----	-----	-------	------------	----

[0123] 注：此命令中，接收地址 AR 和目的地址 AD 相同，取值为 00H-FFH。数据域内的设置内容为新的节点 ID(NewID:00H-FFH) 和节点新的通讯信道(NewChannel:00H-07H)。

[0124] 4. 节点响应 PDA 的参数设置命令

[0125] 功能码：Fn = A

[0126] 数据长度：L = 04H

[0127] 帧格式：

[0128]

7EH	04H	OldID	NewID	A0H	CS
-----	-----	-------	-------	-----	----

[0129] 注：此命令中，接收地址 AR 为节点设置前的 ID(即 OldID)，AD 为节点设置后的 ID(即 NewID)。

[0130] 5. 主节点向从节点所接的采集器发送命令

[0131] 功能码：Fn = 3

[0132] 数据长度：L = 04H+ 中继深度 N+ 数据域 M

[0133] 帧格式：

[0134]

7EH	L	AR	AD	C	A1	...	AN	DATA1	...	DATAM	CS
-----	---	----	----	---	----	-----	----	-------	-----	-------	----

[0135] 注：此命令中，接收地址 AR 和目的地址 AD 均为从节点地址，取值为 01H-FFH。

[0136] 6. 从节点所接的采集器响应主节点的命令

[0137] 功能码：Fn = B

[0138] 数据长度：L = 04H+ 中继深度 N+ 数据域 M

[0139] 帧格式：

[0140]

7EH	L	AR	00H	C	A1	...	AN	DATA1	...	DATAM	CS
-----	---	----	-----	---	----	-----	----	-------	-----	-------	----

[0141] 注：此命令中，接收地址 AR 为节点地址，取值为 00H-FFH。

[0142] 三、通讯举例

[0143] 主节点 00H 通过三个中继节点 12H、78H、45H 呼叫目的节点 90H，则数据传输过程如下：

[0144] 00H 发送：7EH 07H 12H 90H 13H 12H 78H 45H 09H

[0145] 12H 转发：7EH 07H 78H 90H 13H 12H 78H 45H 6FH

[0146] 78H 转发：7EH 07H 45H 90H 13H 12H 78H 45H 3CH

[0147] 45H 转发：7EH 07H 90H 90H 13H 12H 78H 45H 87H

[0148] 90H 响应：7EH 07H 45H 00H 93H 12H 78H 45H 2CH

[0149] 45H 转发：7EH 07H 78H 00H 93H 12H 78H 45H 5FH

[0150] 78H 转发：7EH 07H 12H 00H 93H 12H 78H 45H F9H

[0151] 12H 转发：7EH 07H 00H 00H 93H 12H 78H 45H E7H

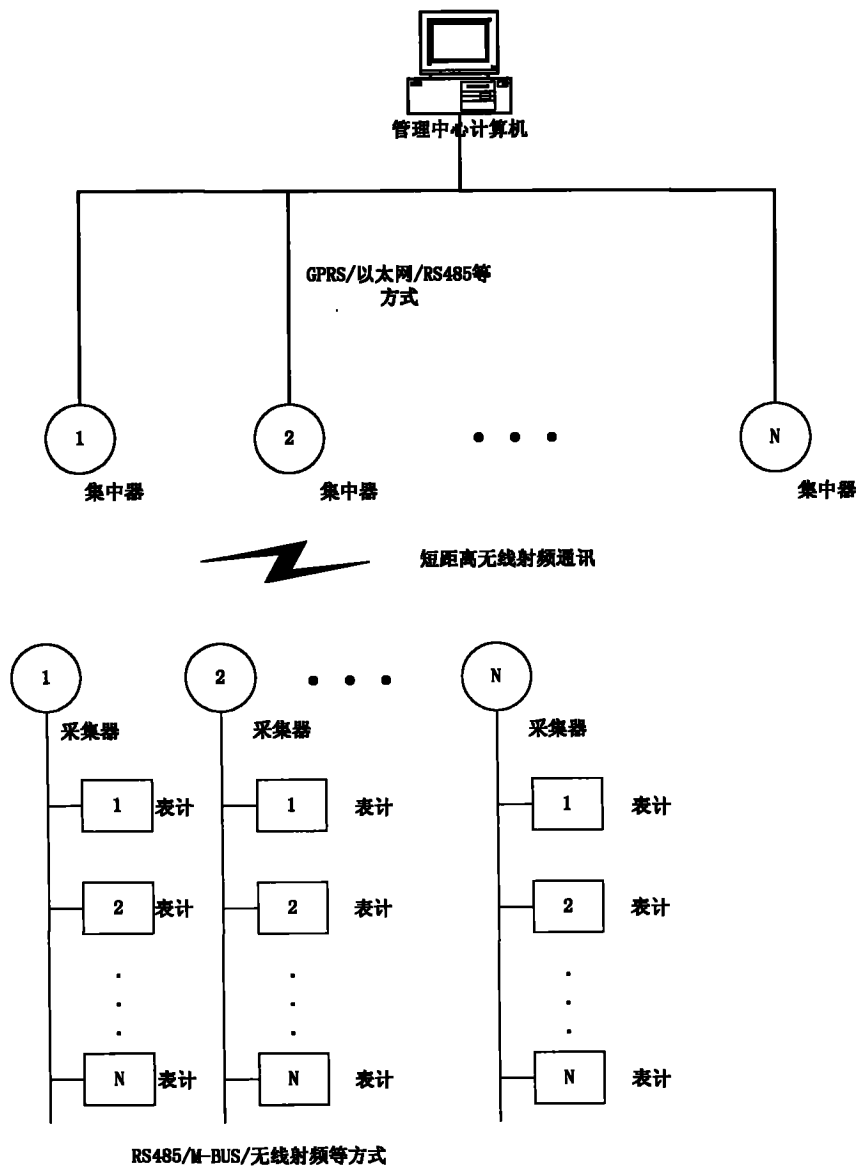


图 1

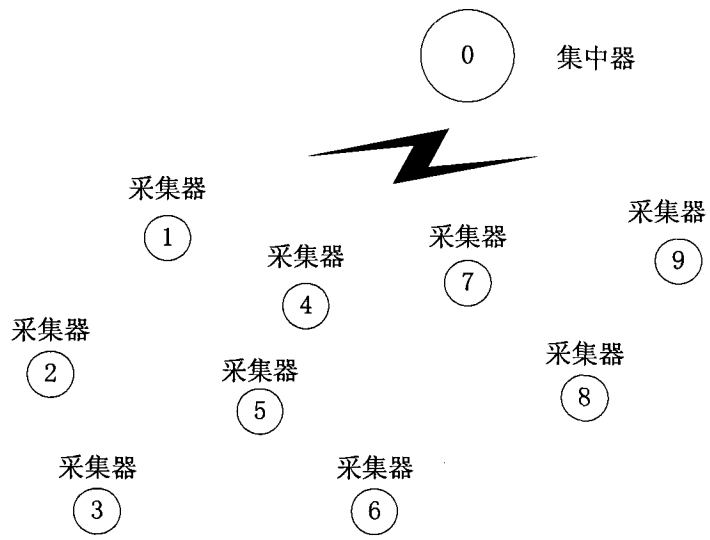


图 2

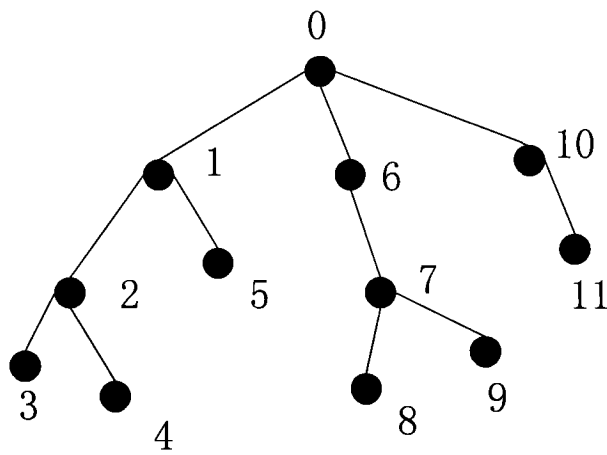


图 3

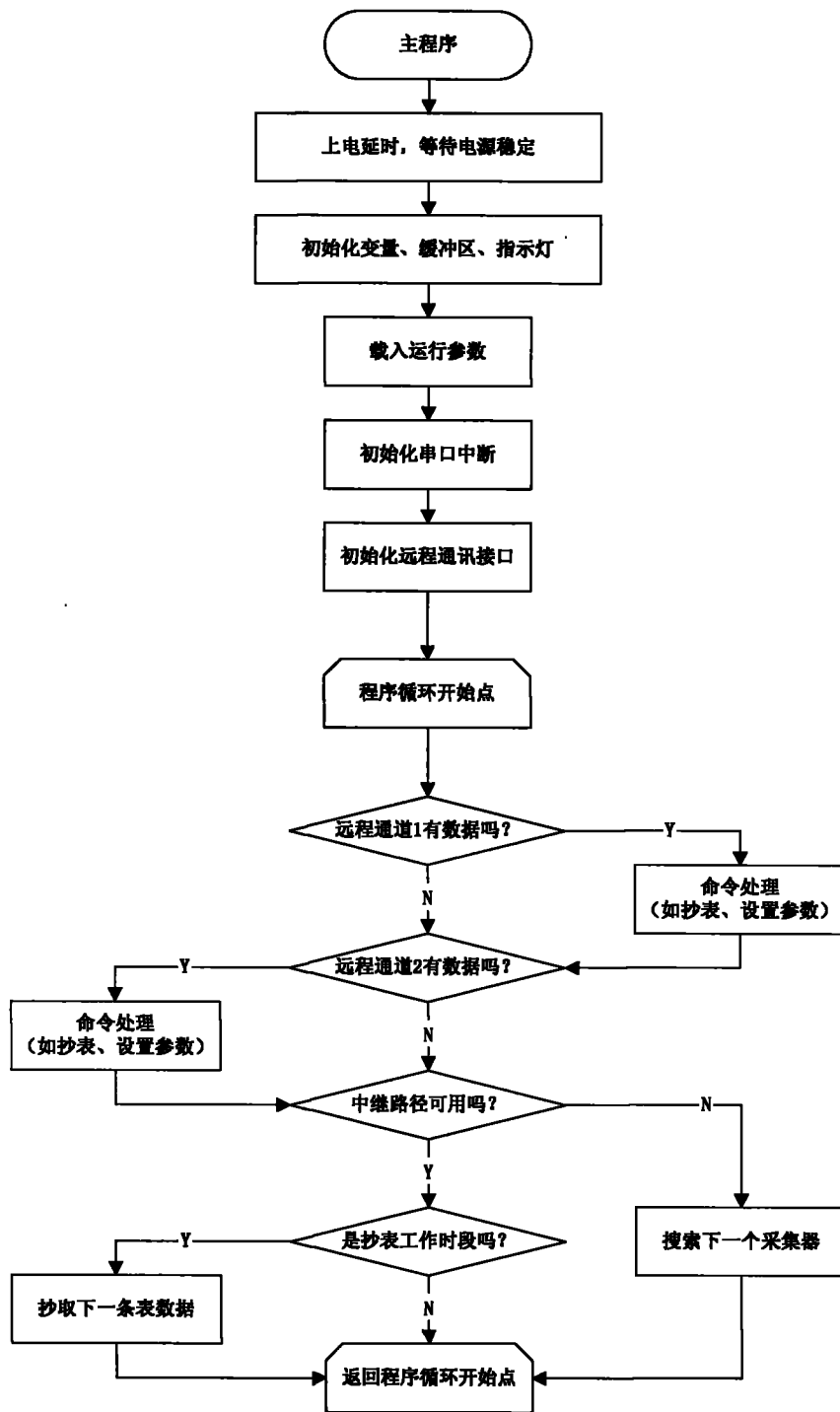


图 4

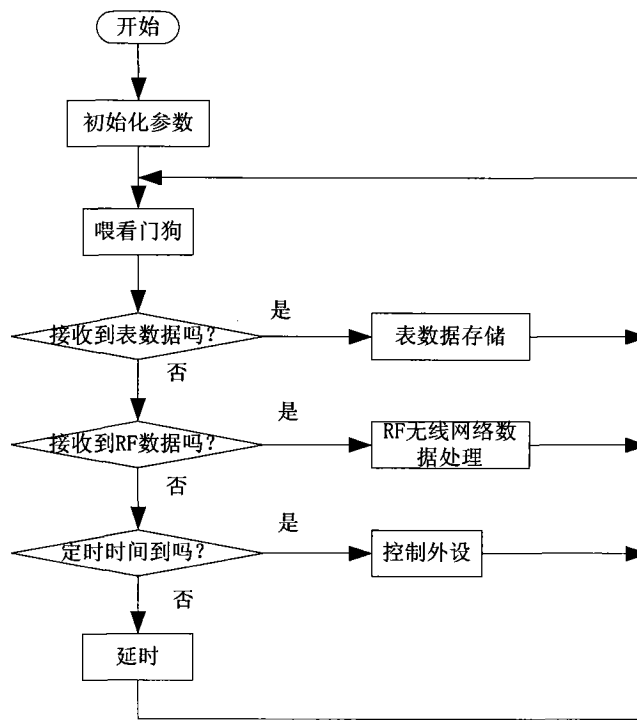


图 5