**集中器改进测试报告**

**嵌入式软件方面**

# 1、引言

## 1.1背景

本公司已开发的集中器抄表系统，在工程项目中已安装使用了千余套，针对在项目使用过程中发现的问题，集中器硬件、嵌入式软件都进行了改进。针对嵌入式软件方面的改进，我们进行了严格的逐一测试，形成此测试报告。

集中器嵌入式软件方面的改进主要有以下几个方面：GPRS信号与登陆指示、表参数完善、抄表轮显与查询、远程升级及断点续传、MBUS短路保护、定时抄表立即抄表冲突、SD卡检测及指示、蜂鸣器。

## 1.2 测试环境

集中器当前有4个MBUS通道、1个RS485通道，在负载允许的情况下，每个通道最多允许挂载200个计量点（户），所有通道最多允许挂载600个计量点（户）。

在实验室测试，MBUS通道1下挂载200个计量点（户），RS485下行通道（通道7）下挂88个计量点（户），热表使用德鲁超声波热量表、德鲁RS485热表、海林超声波热表、海林RS485热表 共4种热表，阀控器使用德鲁V2.6协议阀控器、亿林协议阀控器、百暖汇协议阀控器、普赛通讯协议阀控器 共4种阀控器。测试MBUS、RS485不同总线、多种协议热表、多种协议阀控器同时混抄的功能和性能。

为了测试系统的稳定性，我们利用公司展览室温控一体化展示平台进行长时间运行测试，看长时间抄表阀是否正常，并且测试程序关闭了看门狗功能，以测试是否会有死机的情况发生。

# 2、GPRS信号与登陆指示

当前集中器支持使用德鲁生产的MC52I芯片GPRS模块，SIM卡要求是开通了GPRS数据流量业务的联通/移动 2G SIM卡，并且使用地有良好的运营商2G网路信号。

配备了GPRS模块并装入SIM卡的集中器，上电后会自动搜索无线网络，当搜索到信号后，会在LCD屏左上角显示信号强度，如图2.1所示。

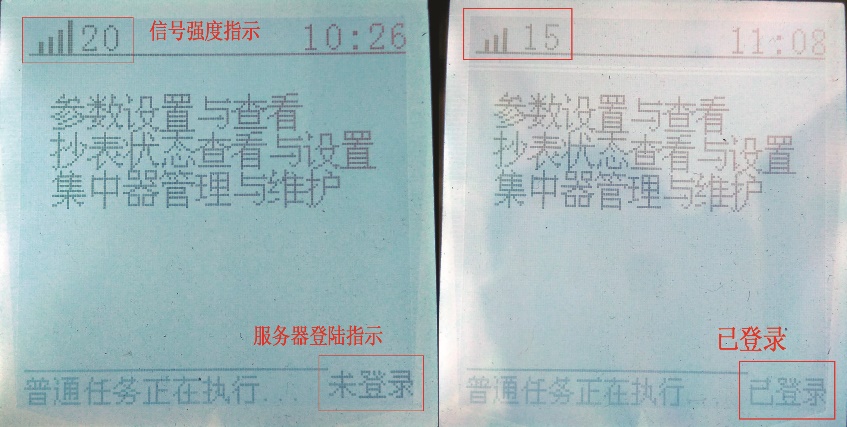


图2.1 信号强度与服务器登陆指示

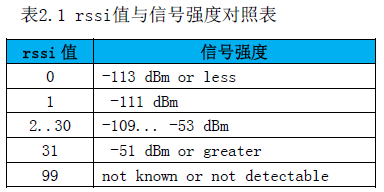


图2.1中信号强度指示，信号塔后面的数字为rssi值，与信号强度的关系如表2.1所示。信号塔可直观反映信号强度，信号塔格数与rssi值关系如表2.2所示。

表2.2 信号塔标格数与信号强度关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号塔标格数 | rssi值 | 信号强度(dBm) |
| 0 | （-∞,4） | （-∞,-105） |
| 1 | [4,8) | [-105,-97) |
| 2 | [8,14) | [-97,-85) |
| 3 | [14,19) | [-85,-77) |
| 4 | [19,+ ∞) | [-77,+ ∞) |

集中器服务器登陆状态在LCD屏右下角显示，如图2.1所示，登陆成功显示“已登录”，未成功显示“未登录”。如果无线网路正常，并且集中器GPRS网路IP、端口号，以及集中器终端编号设置正确（在“参数设置与查看”中可设置），则集中器工作2分钟内就可以登陆服务器成功。正常工作过程中，如果网络异常掉线，状态显示会从“已登录”变为“未登录”。

GPRS信号强度与服务器登陆指示功能，已经在一些项目中实际使用，功能正常，运行稳定，可实时指示当地信号强度，便于查看登陆服务器是否成功，达到预期目标。

## 3、表参数完善相关

## 3.1 表参数完善

改进前集中器表参数只有热计量表地址、厂商代码、协议版本、设备类型、通道号、阀门地址、控制面板地址 共7项,如下结构体MeterFileType\_Old。

typedef struct{

uint8 MeterAddr[7];//热计量表地址

uint8 Manufacturer;//厂商代码

uint8 ProtocolVer;//协议版本

uint8 EquipmentType;//设备类型

uint8 ChannelIndex;//通道号

uint8 ValveAddr[7];//阀门地址

uint8 ControlPanelAddr[7];//控制面板地址

}MeterFileType\_Old;

为了实现对不同厂家阀控器协议的兼容，增加了“阀控协议版本”属性；为了实现集中器查询用户信息，并方便工程调试异常点定位，增加了“楼号、单元号、房间号”3个属性；为了实现单独操作每一户热表，增加了“热表编号”属性。如下面结构体MeterFileType\_V04.00。

typedef struct{

uint16 MeterID;//热表编号

uint8 MeterAddr[7];//热计量表地址

uint8 Manufacturer;//厂商代码

uint8 ProtocolVer;//协议版本

uint8 EquipmentType;//设备类型

uint8 ChannelIndex;//通道号

uint8 ValveProtocol; //阀控协议版本

uint8 ValveAddr[7];//阀门地址

uint8 ControlPanelAddr[7];//控制面板地址

uint8 BuildID;//楼号

uint8 UnitID;//单元号

uint16 RoomID;//房间号

uint16 Reserved1;

uint16 Reserved2;

uint16 Reserved3;

uint16 Reserved4;

}MeterFileType\_V04.00;

## 3.2 多厂家阀控器兼容

温控计量一体化系统工程，可能使用不同厂家的阀控器，阀控通讯协议千差万别。原集中器虽然可以兼容多家热量表协议，但并不能兼容不同阀控器协议，这样就导致不同的阀控器需要单独专门维护一套集中器程序。为了实现集中器程序版本的统一维护，表参数中加入了“阀控协议版本”属性，程序中也新规划加入了相应结构及代码。

当前集中器（V04.00版）已经可以兼容德鲁、亿林、北京京源、百暖汇、济南普赛通讯的阀控器协议，协议版本如表3.4所示。

表3.4 当前集中器兼容阀控协议及版本号

|  |  |
| --- | --- |
| 阀控器协议厂家 | 阀控器协议版本号 |
| 烟台航天德鲁 | 0 |
| 厦门亿林 | 1 |
| 北京京源 | 2 |
| 佛山百暖汇 | 3 |
| 济南普赛通讯 | 5 |

在实验室对阀控器多协议兼容进行了初步测试，并利用公司二楼展览室（装有德鲁、亿林、百暖汇3种协议阀控器）对阀控器协议兼容进行了长时间的功能全面及性能稳定性测试，功能达到预期，性能稳定且快速。

如果工程项目中只使用热表而没有阀控器，则只要将阀控相关参数设置为0，集中器即只对热表进行操作，而不会再执行阀控相关功能。

## 3.3 表基础信息下发

表参数改变后，表基础信息下发格式跟随变化。主站下发所有表基础信息使用指令0x0C，变化后0x0C指令消息体如表3.1所示。

表3.1 表基础信息下发指令消息体格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 字节数(byte) | 含义 | 备注 |
| Total | 1 | 仪表总数 |  |
| SerialNum | 1 | 序号 |  |
| SendNum | 1 | 本次发送仪表地址数目 |  |
| Add1 | 40 | MeterID(2BYTE)+仪表地址（7BYTE）+厂商代（1BYTE）+协议版本号（1BYTE）+设备类型（1BYTE）+通道号：（1BYTE）+阀控协议版本(1BYTE)+阀门地址(7Byte) + 温控面板地址(7Byte)+楼号(1Byte)+单元号(1Byte)+房间号(2Byte)+预留(8Byte) | 主站下发表档案时，以热表MeterID“计量点”做升序排序下发，MeterID为Hex格式，仪表地址为BCD码，其他参数全为Hex.  若无阀门或温控面板地址，则该设备的地址用7个字节的0x00代替，以保障数据格式的统一 |
| Add2 | 40 | 同上 |  |
| .... |  |  |  |

表基础信息统计难免有错，为方便更改错误的信息，加入了“修改单个已有表基础信息”的指令0x13，0x13指令消息体如表3.2所示。0x13指令下发到集中器后，集中器按照下发的“MeterID”在集中器已有的所有表基础信息中查找对应的“MeterID”，查询到后替换之，如查询不到，则返回0x11提示“查询不到计量点号”错误。

表3.2 修改单个已有表基础信息指令消息体格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 字节数(byte) | 含义 | 备注 |
| Add1 | 40 | MeterID(2BYTE)+仪表地址（7BYTE）+厂商代（1BYTE）+协议版本号（1BYTE）+设备类型（1BYTE）+通道号：（1BYTE）+阀控协议版本(1BYTE)+阀门地址(7Byte) + 温控面板地址(7Byte)+楼号(1Byte)+单元号(1Byte)+房间号(2Byte)+预留(8Byte) |  |

全发/单发表基础信息功能，经组帧测试、上位机软件远程控制测试，均可正常实现。

与集中器改进的同时，上位机软件也进行了相关功能的改进和完善。使用单机版上位机下发表基础信息可单条输入，也可以从Excel表格导入。实际应用中从Excel导入功能非常实用方便，Excel表格格式如表3.3所示。上位机软件按照“计量点”号对表格进行索引排序，所以“计量点”号不允许重复。此表格必须严格按照表3.3格式。

表3.3 单机版上位机软件表信息下发Excel表格导入格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表地址 | 厂商 | 协议版本 | 设备类型 | 通道号 | 阀门地址 | 温控地址 | 计量点 | 楼号 | 单元号 | 房间号 | 阀门协议版本 |
| 11110021192847 | 6 | 0 | 20 | 1 | 5210066 | 5210066 | 1 | 1 | 1 | 101 | 1 |
| 11110021192860 | 6 | 0 | 20 | 2 | 11110088400001 | 11110088400001 | 2 | 1 | 2 | 202 | 0 |

在上位机软件上，可以在“用户信息”菜单中对每一户信息进行更改维护，如图3.1所示。也可以在“抄表管理”中下发全部表信息，具体操作请参考相应上位机软件操控说明。上位机软件相关功能经测试均可正常实现。

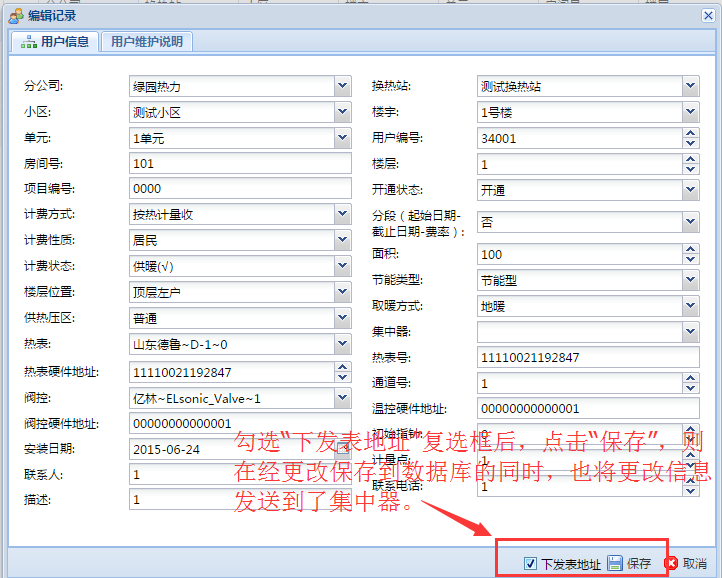


图3.1 上位机软件对用户信息进行更改

## 3.4 抄历史数据

对应的，表参数改变后，历史数据上传格式也要相应变化。主站向集中器请求历史信息使用指令0x22，集中器向主站发送历史数据使用指令0x23，指令0x23消息体格式如表3.3所示。

表3.3 集中器上传历史数据指令消息体格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 字节数(byte) | 含义 | 备注 |
| 后续包标志 | 1 | 0表示无后续包；1表示有后续包;0x10表示异常回应 | 异常回应只有一个字节 |
| 包序号 | 1 | 多包传输包序号 | Hex数据，从0开始 |
| 存储时间 | 6 | 存储时间  年月日时分秒 | 秒为0，集中器不做判断 |
| 热表1数据 | 2 | 计量点号MeterID |  |
| 1 | 仪表类型 | 0x20 热表法。 |
| 7 | 热计量表地址 |  |
| 1 | 楼号 | Hex |
| 1 | 单元号 | Hex |
| 2 | 房间号 | Hex |
| 3 | 抄热表时间，3字节依次是 秒、分、时。 | BCD码 |
| 1 | 热计量表数据长度 | 长度不可能大于256，hex编码 |
| N |  |  |
| 3 | 抄阀时间，3字节依次是 秒、分、时。 | BCD码 |
| 3 | 温控面板温度数据 | BCD码高字节符号，低字节小数字节，  中间字节整数字节 |
| 1 | 阀门开度 |  |
| 1 | 阀控状态指示 |  |
| 1 | 预留状态 | 不需要判断 |
| 热表2数据 | 同上 |  |  |
| …… |  |  |  |

为方便应用，便于查看指定时间指定热表的抄表情况，集中器还加入了“请求指定时间点指定热表地址号的单一热表历史数据”功能。此功能使用指令0x3C，返回数据使用指令0x3D，消息体格式与表3.3相同，只是只有1个热表数据。

如果没有查询不到指定时间指定热表地址号的历史数据，则返回0x10指示错误。

抄历史数据功能，经组帧测试、长时间的上位机测试，功能正常。

## 3.5 抄表轮显与查询

热表参数完善之后，集中器加入了抄表轮显与查询功能，这样通过按键在集中器上既可以实现抄表信息的查询。按键操作【抄表状态查看与设置】->【当前抄表状态】即可切入图3.1所示界面。如果集中器不在执行抄表任务，通过上下按键可依次切换显示每户抄表信息；如果集中器正在执行抄表任务，则图3.1自动切换到抄表轮显功能，此时上下按键是不能切换显示的，等抄表完成后自动切换到查询模式。

图3.1中抄表轮显与查询界面各区意义如下：

* 进度显示区：图3.1中1区为进度显示。当正在执行抄表任务时，界面轮显抄表信息，A/B表示当前已经抄了B户表，抄成功A户；当没在抄表时，界面可查询各户的抄表信息，A/B表示一共有B户信息，当前显示的是第A户。
* 住户信息区：图3.1中2区显示的是住户信息，C-D表示当前显示的是本楼第C单元D户的抄表信息。

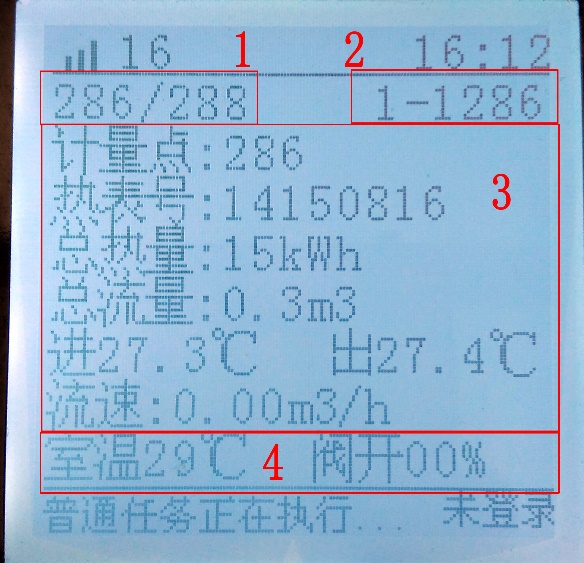


图3.1 抄表轮显/查询界面

* 热量表数据显示区：图3.1中3区显示的是当前用户的热量表信息，包括热表地址号、总热量、总流量、进水温度、出水温度、流速 共6项信息。如果除热表号外其他各项均为0，表示该户抄热表失败。
* 阀控器数据显示区：图3.1中4区显示的是当前用户的阀控器信息，包括该用户的室内温度、该用户的阀门开度百分比 共2项信息。室内温度只显示整数值，阀门开度显示百分比，00%表示阀门全关，99%表示阀门全开。如果都显示EE，表示抄阀控器失败。

经较长时间测试，抄表轮显与查询功能稳定，达到设计预期。

## 3.6 失败信息查询

表参数中加入“楼号、单元号、户号”信息，除了轮显与查询中可明确显示住户信息外，还为了工程调试中能快速定位失败表或阀的位置，便于异常排查，提高工作效率。

通过按键【抄表状态查看与设置】->【失败信息查询】即可进入图3.2界面，可以分别查询热表失败信息和阀控失败信息。

查询失败信息必须在抄表结束后，抄表进行中不能查询。失败信息查询页面，左上角的A/B表示共有B个失败信息，当前显示的是第A个失败信息；住户信息A-B-C表示当前失败的表或阀用户为A号楼B单元C户。

“失败信息查询”功能的加入，大大方便了工程调试工作。经测试，功能稳定可靠，达到设计预期。

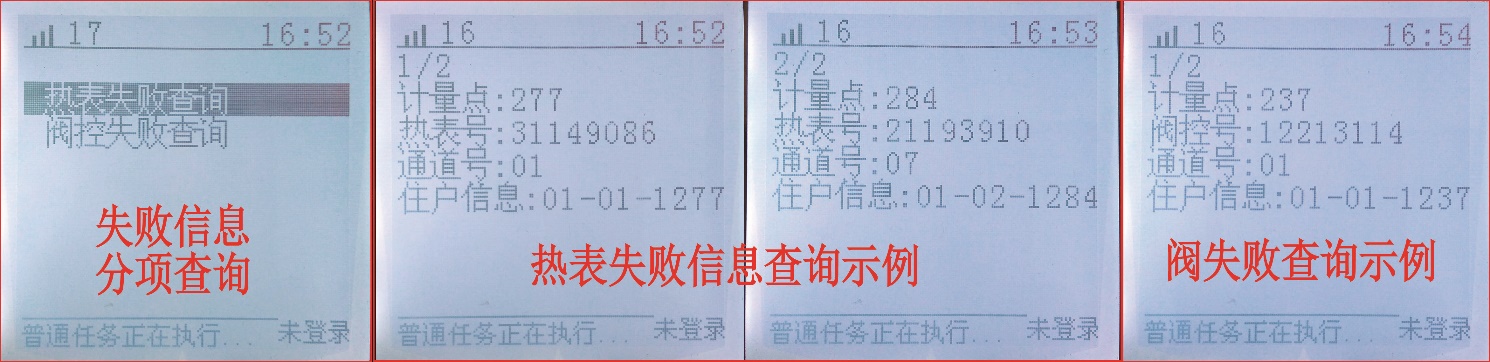


图3.2 集中器抄表失败信息查询界面与示例

# 4、远程升级及断点续传

集中器程序远程升级时，有200Kbytes左右数据需要发送，常有GPRS信号不稳导致升级失败的情况。为了提高程序远程升级效率，尽量节约GPRS流量，在集中器中加入了断点续传功能。这样如果远程升级失败后再次升级，只需要在上次断开处继续即可。

更改后的远程升级流程如图4.1所示，主要有以下3个步骤。第一，远程升级开始时，集中器会记录程序版本及程序总大小信息，如果程序版本不同，或程序总大小不同，则集中器清空所有的升级包标记，从头开始升级。第二，程序升级总是先询问升级缺包情况，按照缺包逐一发送，并保存到SD卡中，直到缺包全部发送完成。这就保证了升级中断后重新开始时，能够从中断处继续升级。第三，当所有升级包发送完后，主站会发送整个升级文件的CRC校验码，集中器会从SD卡中读出升级文件，并按照相同的方式计算CRC校验，如果校验一致，则返回升级成功，并重启集中器，否则返回升级失败，并清空所有升级标记。

远程升级更改完成后，使用升级过程中关掉通讯服务器的方式模拟升级异常中断，然后重启通讯服务器，重新开始远程升级。跟踪测试发现，重新开始升级确实是从中断处继续进行，成功实现断点续传功能。并且经过较长时间的测试，功能稳定。



图4.1 集中器更改后远程升级流程图

# 5、MBUS短路保护

在本次集中器改进之前，集中器硬件上已经有MBUS短路保护功能，但嵌入式软件上对短路保护的处理实际并没有实现。本次改进主要在嵌入式软件方面完善了MBUS短路保护处理及显示。

集中器改进详细设计方案中MBUS短路保护流程如图5.1所示。因为MBUS短路处理代码，操作较少，在原方案中将相关工作放在了中断内部执行。



图5.1 MBUS短路保护原方案

图5.1方案在实验室测试工作正常，但在日照工程现场测试一直会误判MBUS通道短路，造成通道断开无法抄表。这种现象是因为现场负载较多，MBUS通道闭合时电气抖动时间与实验室相差较大导致的。为了彻底解决这种问题，在测试后改变了MBUS短路保护判断方法，如图5.2所示。



图5.2 MBUS短路保护更改后方案流程

如图5.2，在更改后的短路保护处理方案中，首先在中断中判断是否可能有短路发生（只要通道闭合，因为震荡，基本都会检测到电压中断而进入此中断），然后在短路检测任务中进一步判断是否真的发生短路。

方案更改后，在实验室测试同样可以准确检测MBUS短路并将通道断开，只是断开的速度稍慢（2s）；在日照项目上应用，较长时间运行测试，工作正常。

如果通道短路，对本通道下所有表数据的处理仍按照详细方案方法处理，在抄表结果中标记短路信息，通过上传历史数据将短路信息传到服务器。

如图5.3所示，短接MBUS通道模拟短路，当有短路发生时，LCD会显示MS提示短路，MS1表示MBUS第1通道短路。

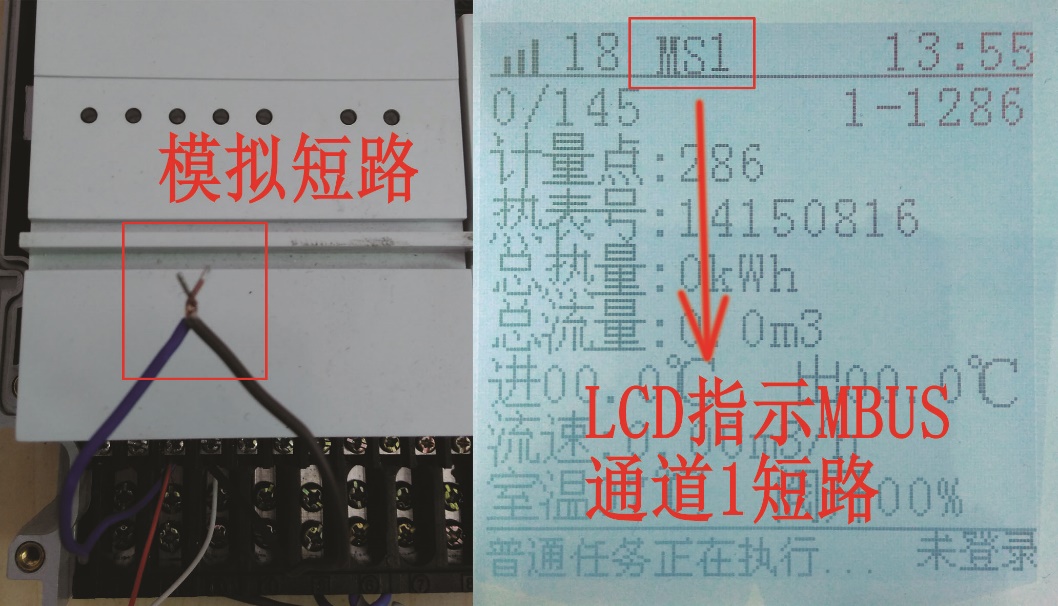


图5.3 MBUS短路保护模拟及显示

如图5.3，通过模拟MBUS短路（抄表开始前短路、抄表进行中短路都有模拟）进行测试，可及时、准确地将MBUS通道断开，同时在LCD显示MS提示，如果有蜂鸣器则同时蜂鸣提示。

如果MBUS短路，在抄表信息中体现短路信息，通过抄历史数据反馈到服务器，如图5.4所示，这样在远程端就可以解析得到MBUS短路信息。

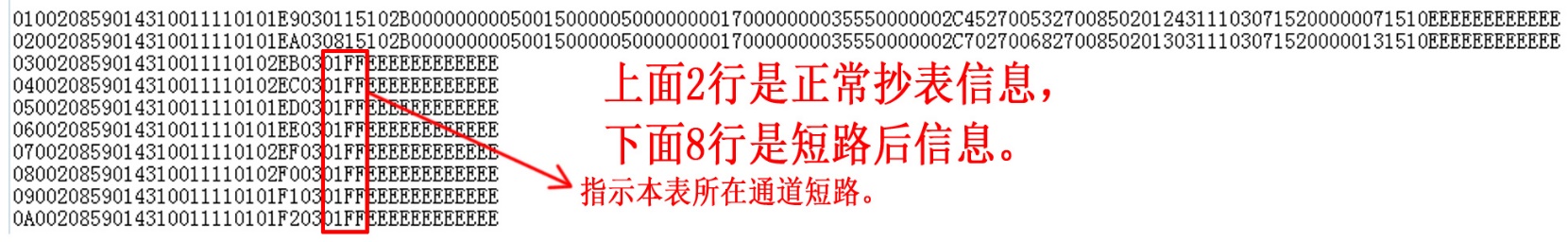


图5.4 发生MBUS短路时抄表数据上传

# 6、抄表冲突处理

在本次集中器改进前，定时抄表和立即抄表如果同时进行则会导致LCD屏显数据混乱。如果集中器正在抄表，同时发送实时抄表指令，则会返回“失败”，而不清楚失败的具体原因。为了解决这些问题，集中器进行了相应改善。

改善后的立即抄表、定时抄表流程如图6.1所示，通过增加信号量请求，以及判断是否在立即抄表，避免立即抄表和定时抄表冲突。立即抄表功能只会在工程现场调试时使用，正常情况下只有定时抄表。

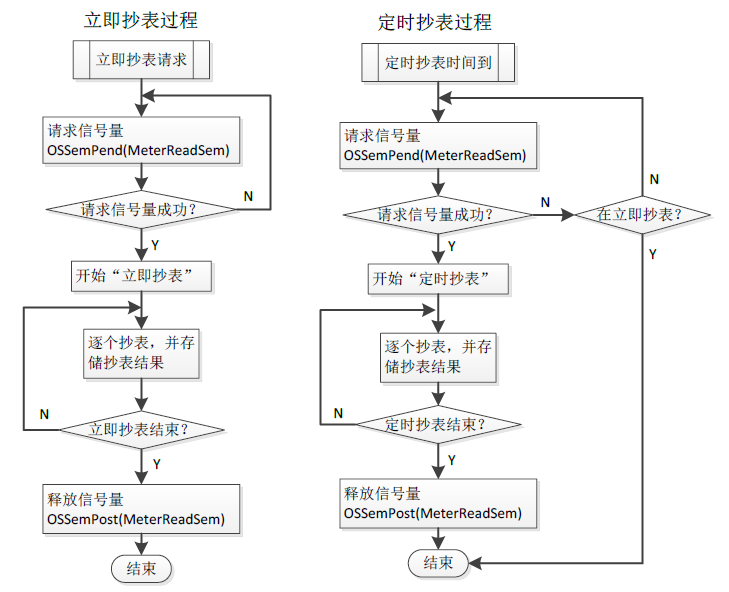


图6.1 立即抄表、定时抄表执行流程图

实时抄表时，使用同样方法，通过信号量请求获知抄表状态，如果抄表正在进行则不能抄表，此时向服务器返回“通道正忙，现在不能抄表（0x12）”信息。除了加入0x12异常返回之外，系统还加入了查询不到指定计量点或表地址（0x11）、参数超出允许范围（0x13）异常返回，以更明确的指示失败的原因，如表6.1所示。

表6.1 集中器异常回应代码及表示意义

|  |  |
| --- | --- |
| 异常回应代码 | 表示意义 |
| 0x10 | 异常（不一定什么原因） |
| 0x11 | 异常，查不到指定计量点号或表地址信息。 |
| 0x12 | 异常，MBUS通道正忙，现在不能抄表。 |
| 0x13 | 参数超出允许范围 |

经模拟测试及较长时间运行，以上功能均正常实现。

# 7、SD卡检测及显示

SD卡检测使用“详细设计方案”中的方法，没有使用备用方案。在集中器初始化过程中检测SD卡初始化状态是否正常。如果初始化正常，则向SD卡中写入某个数据并读出，通过对比写入和读出值是否一致判断SD卡是否正常。过程如图7.1所示。

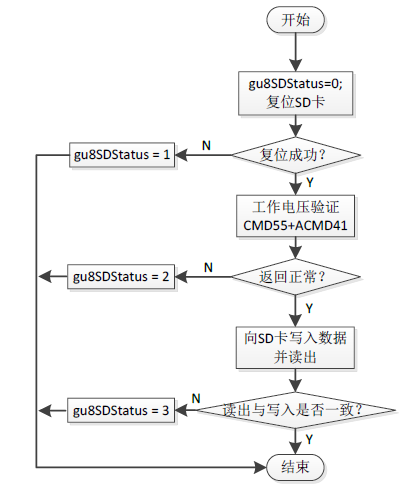


图7.1 SD卡检测过程

如果SD卡存在异常，则会在LCD屏上方显示SDE指示，如图7.2所示。

SD卡异常检测，通过模拟SD卡异常（无卡、接触不良）测试，功能正常。并且在6月29日的集中器出货测试中，通过这种功能，实际检测出了SD卡接触不良的案例，很好的说明了此功能的必要性和实用性。

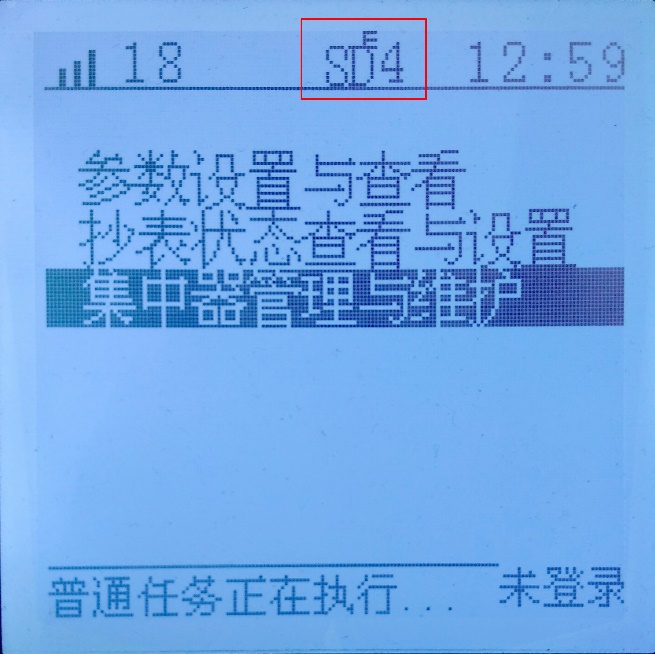


图7.2 SD卡Error指示

# 8、蜂鸣器

在集中器改进中，硬件上添加了蜂鸣器，用于声音提示集中器异常。

当集中器有MBUS短路、SD卡异常时，除了LCD显示提示，也加入了声音提示报警功能。但考虑到声音对住户生活的干扰，加入了声音报警时间限定，当出现报警连续1小时没有处理，则会自动停止声音报警。

经模拟测试，可以做到以下4点：

* 当出现MBUS短路或SD卡异常时，可准确及时声音报警。
* 当异常排除后，报警会自动停止。
* 当异常再次出现时，可自动再次报警。
* 当声音报警1小时后，及时异常没有排除，声音报警会自动停止。

# 9、其他功能改进

在集中器改进过程中，以及在和上位机的联合调试过程中，我们发现了一些更便利的方式，并且一一完善，对工程调试的便利性有了更大的提高。并且这些功能都已经在新版上位机中开始应用，效果正常。下面只简单列举几项，其他更改在集中器和上位机的通信协议中都有具体说明。

## 9.1 集中器初始化

在集中器中加入初始化功能，在远程可以读上集中器中IP、端口号、表基础信息等参数，并且可以远程更改集中器IP、端口号。这些功能对集中器的远程操作调试非常有利，在改进后的上位机软件中已经应用，并且在日照工程上已经实际测试使用。

## 9.2 远程端任意透传功能

在集中器中加入远程任意透传功能，方便在远程端调试工程设备，用多种阀控器、热表测试，功能正常，可操作集中器向设备正确下发操作指令，并可以将设备返回给集中器的数据正确返回到远程端。

## 9.3 补抄表参数设置

针对工程中遇到的有些设备抄数成功率较低，但通过延长抄读时间间隔，或增加补抄次数可提高成功率的情况，我们在集中器加入了抄表次数及时间间隔参数，并且支持本地按键设置和远程指令设置。

## 9.4 数组溢出Bug的处理

在招远金都花园小区项目中，发现集中器远程上线失败，集中器发送的“源地址”与设置不一致，经查，原因是表基础信息通道号错误，引起表地址初始化时数组溢出，无意修改了“源地址”，导致远程上线不成功。

针对这种问题，在程序中加入了相应的防错控制，限制这种错误的发生。除了表地址初始化部分做了防溢出处理，还检查了程序其他部分，有这种可能的地方都加入了相应处理。

更改后，多项目多集中器连续长期运行到现在，没有再出现类似异常。