

# 电能质量监测终端

## Modbus RS-485 应用层协议

TN01010101 V1.5 Date:2016/01/21

工程技术笔记

类别	内容
关键词	电能质量、Modbus、RS-485、TCP
摘要	电能质量监测终端与上位机软件数据通信时采用 Modbus 通信协议进行实时监测和管理

## 修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2015-12-24	创建文档
V1.01	2016-01-21	更改系统参数、实时数据部分的地址编码

# 目 录

1. 基本概念.....	1
2. 帧格式.....	2
3. 地址.....	3
4. 功能码.....	4
5. 功能码描述.....	5
5.1    (0x03) 读系统参数.....	5
5.1.1    请求.....	5
5.1.2    响应.....	6
5.1.3    交互流程.....	6
5.2    (0x04) 读实时数据.....	7
5.2.1    请求.....	7
5.2.2    响应.....	9
5.2.3    交互流程.....	10
6. 数据校验.....	11

## 1. 基本概述

本协议定义了电能质量监测系统中设备与后台软件的通讯规则，遵循标准 Modbus 通信接口，并针对电能质量数据的特点对通信规则进行了重新定义。

- 协议 Modbus 基于 RS-485 硬件接口，是一个主从格式的总线协议，一个总线上最多可以挂接 254 个设备，只允许一个主站，其余 253 个站点是从站。E2000 设备在该总线上作为从站。
- 所有会话逻辑采用“主站请求→从站回应”的逻辑方式。
- 在通信过程中采用**大端模式**传输数据。
- 本协议采用 RTU 模式，并根据电能质量数据的特点在标准的 Modbus 上作了调整，重新定义了请求的数据个数和帧边界。

本协议对于串口通信相关参数的设定如下：

- 数据位：8 位
- 停止位：1 位
- 校验方式：无奇偶校验

## 2. 帧格式

帧格式如下所示：

地址域	功能码	数据	差错校验
-----	-----	----	------

帧内容解释表如表 2.1 所示。

表 2.1 帧内容解释表

帧数据项	长度 (byte)	描述
地址域	1	发送这一数据帧的站点地址帧，目的地址 (0x01~0xFF)
功能码	1	功能码
数据	N	
差错校验	2	使用 CRC16，校验区域从源地址开始，一直到数据区结尾

### 3. 地址

地址指主站发送数据到从站时地址域为：0x01~0xF7，0x00 为总线广播地址。

#### 4. 功能码

功能码	对象类型	访问类型	功能描述
0x03	32 比特位	读	读系统参数
0x04	32 比特位	读	读实时数据

## 5. 功能码描述

### 5.1 (0x03) 读系统参数

通过该命令获取系统参数的信息。

#### 5.1.1 请求

功能码	起始地址高位	起始地址低位	寄存器个数高位	寄存器个数低位	校验和 CRC
0x03	0x00	0x00	0x00	0x0N	0xNNNN

以下为请求的各数据项列表参数，每一个数据项占用 2 个寄存器，4 个字节。

各数据项对应协议命令的寄存器地址如下表：

表 5.1 数据项列表

序号	内容	地址域	值单位	值类型	占用空间
0	电压互感系数	0x0000~0x0001	无	浮点数	4
1	电流互感系数	0x0002~0x0003	无	浮点数	4
2	标称电压	0x0004~0x0005	V	浮点数	4
3	标称电流	0x0006~0x0007	A	浮点数	4
4	统计周期	0x0008~0x0009	Min	浮点数	4
5	统计存储周期	0x000A~0x000B	hour	浮点数	4
6	接线方式	0x000C~0x000D	无	浮点数映射	4
7	电压等级	0x000E~0x000F	V	浮点数	4
8	最小短路容量	0x0010~0x0011	MVA	浮点数	4
9	N 相 PT 变比	0x0012~0x0013	无	浮点数	4
10	N 相 CP 变比	0x0014~0x0015	无	浮点数	4
11	是否外接零序	0x0016~0x0017	无	浮点数	4
12	频率高越限值	0x0018~0x0019	Hz	浮点数	4
13	频率低越限值	0x001A~0x001B	Hz	浮点数	4
14	短闪边越限阈值	0x001C~0x001D	无	浮点数	4
15	长闪边越限阈值	0x001E~0x001F	无	浮点数	4
16	电压上偏差越限阈值	0x0020~0x0021	%	浮点数	4
17	电压下偏差越限阈值	0x0022~0x0023	%	浮点数	4
18	电压总畸变越限阈值	0x0024~0x0025	%	浮点数	4
19	奇次谐波电压含有率越限阈值	0x0026~0x0027	%	浮点数	4
20	偶次谐波电压含有率越限阈值	0x0028~0x0029	%	浮点数	4
21	SNTP 时间同步间隔	0x002A~0x002B	秒(s)	浮点数	4
22	暂态记录首部周期数	0x002C~0x002D	无	浮点数	4
23	暂态记录附加周期数	0x002E~0x002F	无	浮点数	4
24-47	2-25 次谐波电流越限阈值	0x0030~0x005F	A	浮点数	96
48-123	未使用	0x0060~0x00F7			304
124	电压负序不平衡越限阈值	0x00F8~0x00F9	%	浮点数	4
125	电流负序不平衡越限阈值	0x00FA~0x00FB	%	浮点数	4
126	电压零序不平衡越限阈值	0x00FC~0x00FD	%	浮点数	4



127	电流零序不平衡超限阈值	0x00FE~0x00FF	%	浮点数	4
128	电压暂升阈值	0x0100~0x0101	%	浮点数	4
129	电压暂降阈值	0x0102~0x0103	%	浮点数	4
130	电压中断阈值	0x0104~0x0105	%	浮点数	4
131	冲击电流阈值	0x0106~0x0107	%	浮点数	4

**注:**

接线方式各值含义：50 表示三相四线星形接法、33 表示三相三线星形接法、35 表示三相三相三角形接法。

**5.1.2 响应**

功能码	字节计数	数据(N 字节)	校验和 CRC
0x03	0x04	N	0xNNNN

应答数据长度= 2\*寄存器个数。

错误表示如下：

错误码	1 字节	功能码+0x8F
异常码	1 字节	0x01、0x02、0x03、0x04

例如：请求读输入第 5 个参数标称电压，该值为 12.345，对应的内存内容为 0x1F 0x85 0x45 0x41。

请求		响应	
域名	(十六进制)	域名	(十六进制)
功能	03	功能	03
起始地址 Hi	00	字节数	04
起始地址 Lo	12	数据域 1	1F
参数个数	01	数据域 2	85
		数据域 3	45
		数据域 4	41

**5.1.3 交互流程**

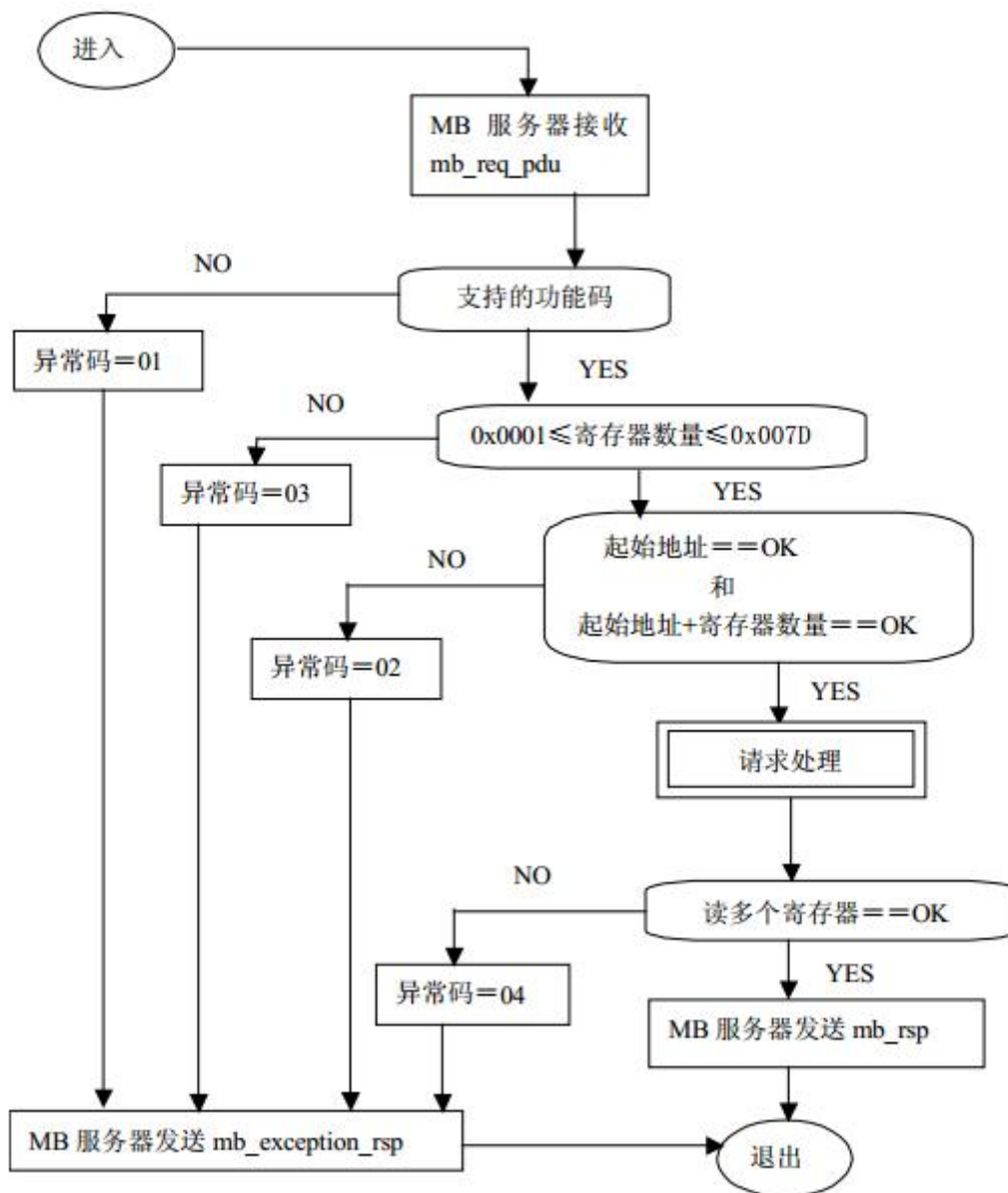


图 5.1 读保持寄存器流程

## 5.2 (0x04) 读实时数据

### 5.2.1 请求

功能码	起始地址高位	起始地址低位	寄存器个数高位	寄存器个数低位	校验和 CRC
0x04	0x00	0x00	0x00	0x0N	0xNNNN

每 2 个寄存器表示一个电能质量项的数据，第 n 个电能质量项的数据起始地址为  $0x0000+2*n$ ，共 2776 项数据，如下表 5.2 所示。综合 Modbus 协议中读输入寄存器的状态图和电能质量数据项的特点，我们可以得出读取电能质量实时数据的状态图如下图，因为每个数据项的数据需 2 个寄存器表示，Modbus 协议规定该命令寄存器个数最大值为 125，因此读取实时数据时，寄存器的最大个数为  $125/2$  取整为 62，并且寄存的个数必须能被 2 整除。

各数据项对应协议命令的寄存器地址如下表：

表 5.2 数据项列表

内容	起始地址	占用空间 (字节)
相电压有效值 (3 相)	0	12
线电压有效值 (3 相)	6	12
线电流有效值 (3 相)	12	12
频率	18	4
正序电压	20	4
负序电压	22	4
零序电压	24	4
正序电流	26	4
负序电流	28	4
零序电流	30	4
电压负序不平度	32	4
电压零序不平度	34	4
电流负序不平度	36	4
电流零序不平度	38	4
电压偏差 (3 相)	40	12
短闪变 (3 相)	46	12
长闪变 (3 相)	52	12
波动 (3 相) (未实现)	58	12
波动频度 (3 相) (未实现)	64	12
谐波电压总畸变率 (3 相)	70	12
谐波电流总畸变率 (3 相)	76	12
谐波电压基波有效值 (3 相)	82	12
谐波电流基波有效值 (3 相)	88	12
谐波电压有效值 (3 相共 189 项数据)	94	756
谐波电流有效值 (3 相共 189 项数据)	472	756
谐波电压含有率 (3 相共 189 项数据)	850	756
谐波电流含有率 (3 相共 189 项数据)	1228	756
谐波电压相位角 (3 相共 189 项数据)	1606	756
谐波电流相位角 (3 相共 189 项数据)	1984	756
间谐波电压有效值 (3 相共 150 项数据)	2362	600
间谐波电流有效值 (3 相共 150 项数据)	2662	600
间谐波电压含有率 (3 相共 150 项数据)	2962	600
间谐波电流含有率 (3 相共 150 项数据)	3262	600
高频谐波电压有效值 (3 相共 105 项数据)	3562	420
高频谐波电流有效值 (3 相共 105 项数据)	3772	420
有功功率 (3 相及总)	3982	16
无功功率 (3 相及总)	3990	16
视在功率 (3 相及总)	3998	16
功率因数 (3 相及总)	4006	16
位移功率因数 (3 相及总)	4014	16

谐波有功功率（3相共189项数据）	4022	756
谐波无功功率（3相共189项数据）	4400	756
谐波视在功率（3相共189项数据）	4778	756
谐波总有功功率（63项数据）	5156	252
谐波总无功功率（63项数据）	5282	252
谐波总视在功率（63项数据）	5408	252
总谐波有功功率（3相）	5534	12
总谐波无功功率（3相）	5540	12
总谐波视在功率（3相）	5546	12
实时需量（3相）	5552	12
当日正向有功电能（3相）	5558	12
当日反向有功电能（3相）	5564	12
当日正向无功电能（3相）	5570	12
当日反向无功电能（3相）	5576	12
当日最大需量（3相）	5582	12
当日最大需量时间（3相）	5588	12
当月正向有功电能（3相）	5594	12
当月反向有功电能（3相）	5600	12
当月正向无功电能（3相）	5606	12
当月反向无功电能（3相）	5612	12
当月最大需量（3相）	5618	12
当月最大需量时间（3相）	5624	12
当日电压暂升事件数	5630	4
当日电压暂降事件数	5632	4
当日电压中断事件数	5634	4

例如：第5个数据项是B相线电压有效值，其起始地址为：8（0x0008）。

注：需量时间数据结构为1900年1月1号0时0分0秒以来的秒数（UINT型）。

## 5.2.2 响应

正常的响应命令帧如下描述：

功能码	数据长度	数据	校验和 CRC
0x04	0x00	2*N	0xNNNN

错误表示如下：

错误码	1字节	0x84
异常码	1字节	0x01、0x02、0x03、0x04

例如：请求读输入第5个电能质量数据项B项电流的值，即获取第9、10寄存器的实例。B项电流的值为12.345，对应的内存内容为：0x1F854541，按照Modbus协议以大端模式编码数据

请求		响应	
域名	(十六进制)	域名	(十六进制)
功能	04	功能	04
起始地址 Hi	00	字节数	04

起始地址 Lo	09	输入寄存器 9Hi	1F
输入寄存器数量 9Hi	00	输入寄存器 9Li	85
输入寄存器数量 9Li	02	输入寄存器 10Hi	45
		输入寄存器 10Li	41

### 5.2.3 交互流程

数据通信状态图如所示。

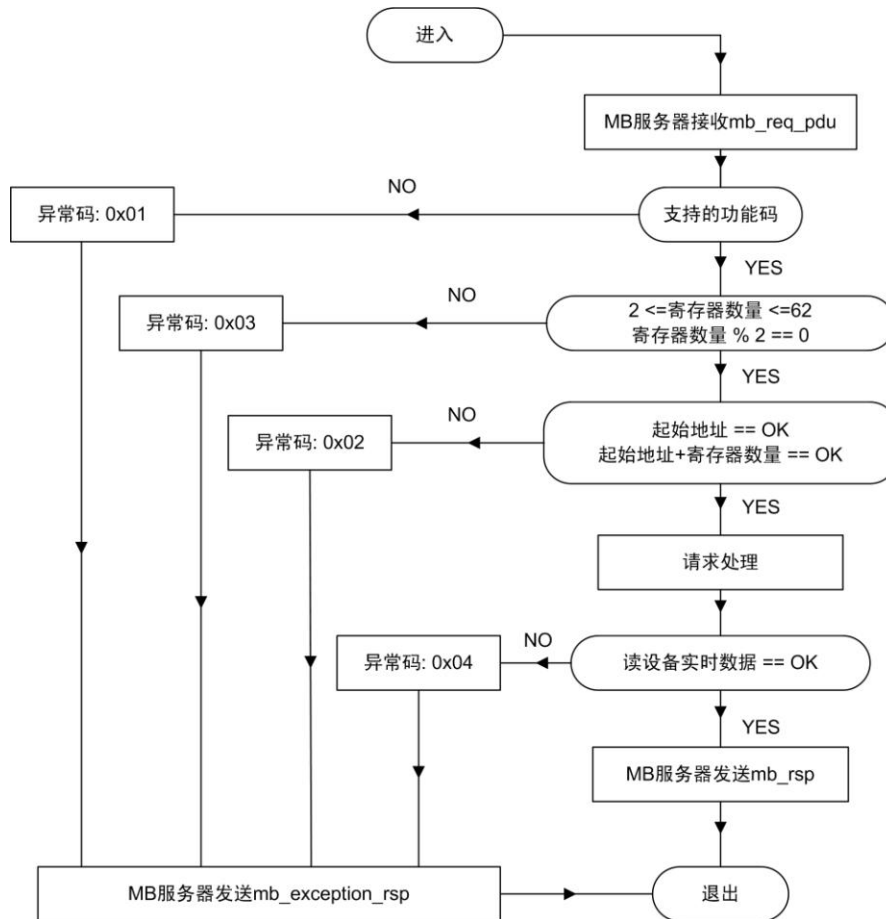


图 5.2 读实时数据状态图

## 6. 数据校验

数据传输过程依赖于传输模式，两种校验模式都使用：RTU 或 ASCII，该协议默认采用 RTU 模式。在 RTU 模式，包含一个对全部报文内容执行的，基于循环冗余校验(CRC - Cyclical RedundancyChecking) 算法的错误检验域。CRC 域检验整个报文的内容。不管报文有无奇偶校验，均执行此检验。