

电能质量监测终端

Modbus RS-485 应用层协议

TN01010101 V1.2 Date:2012/05/18

工程技术笔记

类别	内容
关键词	电能质量、Modbus、RS-485
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	2014/04/22	创建文档

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 (0x01) 读告警状态信息.....	5
5.1.1 请求.....	5
5.1.2 响应.....	6
5.1.3 交互流程.....	7
5.2 (0x02) 读 SOE 信息.....	7
5.2.1 获取 SOE 信息条数.....	7
5.2.2 获取 SOE 具体信息.....	7
5.3 (0x03) 读系统参数.....	9
5.3.1 请求.....	9
5.3.2 响应.....	10
5.3.3 交互流程.....	11
5.4 (0x04) 读实时数据.....	11
5.4.1 请求.....	12
5.4.2 响应.....	14
5.4.3 交互流程.....	15
6. 异常响应.....	16
7. 数据校验.....	18

1. 基本概述

本协议定义了 E8300 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 248 个设备，只允许一个主站，其余 247 个站点是从站。E8300 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。

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 (0x01~0xF7)
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
0x01	单个比特	读	读告警状态
0x02	单个比特	读	读 SOE 信息
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 (0x01) 读告警状态信息

用该命令用于获取告警信息的当前状态值。

5.1.1 请求

功能码	起始地址高位	起始地址低位	数据高位	数据低位	校验和 CRC
0x01	0xN0	0x0n	0x00	0x0n	0xA1CA

起始地址的第一位 N 可取 0~3，分别表示板卡 1~4

地址区间为：0x0000~0x01BE | 0x1000~0x11BE | 0x2000~0x21BE | 0x3000~0x31BE

每 1 位代表一个告警信息的状态情况，如下 表 5.3 所示。

表 5.1 数据项列表

序号	内容	地址域	占用空间(位)
1	电压暂降告警	0xN000	1
2	电压暂升告警	0xN001	1
3	电压中断告警	0xN002	1
4	冲击电流告警	0xN003	1
5	电压负序不平衡度越限告警	0xN004	1
6	电流负序不平衡度越限告警	0xN005	1
7	电压零序不平衡度越限告警	0xN006	1
8	电流零序不平衡度越限告警	0xN007	1
9	频率上偏差	0xN008	1
10	频率下偏差	0xN009	1
11	不可接受频率越限	0xN00A	1
12	接线方式变更	0xN00B	1
13	A 相长期电压中断	0xN00C	1
14	B 相长期电压中断	0xN00D	1
15	C 相长期电压中断	0xN00E	1
16	A 相电压总畸变率越限告警	0xN00F	1
17	B 相电压总畸变率越限告警	0xN010	1
18	C 相电压总畸变率越限告警	0xN011	1
19	A 相电流总畸变率越限告警	0xN012	1
20	B 相电流总畸变率越限告警	0xN013	1
21	C 相电流总畸变率越限告警	0xN014	1
22	A 相电压上偏差越限告警	0xN015	1
23	B 相电压上偏差越限告警	0xN016	1
24	C 相电压上偏差越限告警	0xN017	1
25	A 相电压下偏差越限告警	0xN018	1
26	B 相电压下偏差越限告警	0xN019	1
27	C 相电压下偏差越限告警	0xN01A	1
28	A 相短闪变越限告警	0xN01B	1

29	B 相短闪变超限告警	0xN01C	1
30	C 相短闪变超限告警	0xN01D	1
31	A 相长闪变超限告警	0xN01E	1
32	B 相长闪变超限告警	0xN01F	1
33	C 相长闪变超限告警	0xN020	1
34~82	A 相谐波电压含有率超限 (2-50 次)	0xN021~0xN051	49
83-131	B 相谐波电流含有率超限 (2-50 次)	0xN052~0xN082	49
132~180	C 相谐波电流含有率超限 (2-50 次)	0xN083~0xN0B3	49
181~229	A 相谐波电流含有率超限 (2-50 次)	0xN0B4~0xN0E4	49
230~278	B 相谐波电流含有率超限 (2-50 次)	0xN0E5~0xN115	49
279~327	C 相谐波电流含有率超限 (2-50 次)	0xN116~0xN146	49
328~343	A 相电压间谐波超限 (1-16 次)	0xN147~0xN156	16
344~359	B 相电压间谐波超限 (1-16 次)	0xN157~0xN166	16
360~375	C 相电压间谐波超限 (1-16 次)	0xN167~0xN176	16
376~399	A 相谐波电流超限 (2-25 次)	0xN178~0xN18E	24
400~423	B 相谐波电流超限 (2-25 次)	0xN18F~0xN1A6	24
424~447	C 相谐波电流超限 (2-25 次)	0xN1A7~0xN1BE	24

5.1.2 响应

正常的响应命令帧如下描述：

功能码	字节数	状态值	CRC 数据校验
0x01	0x00	N bytes	0x0A29

错误表示如下：

错误码	1 字节	功能码+0x80
异常码	1 字节	0x01、0x02、0x03、0x04

如下为一个请求获取告警项 20~38 的状态信息实例：

请求		响应	
域名	(十六进制)	域名	(十六进制)
功能	01	功能	01
起始地址 Hi	00	字节数	03
起始地址 Lo	13	输出寄存器 27-20	CD
输出数量 Hi	00	输出寄存器 35-28	6B
输出数量 Lo	13	输出寄存器 38-36	05

将输出 27-20 的状态表示为十六进制字节值 CD，或二进制 1100 1101。输出 27 是这个字节的 MSB，输出 20 是 LSB。

通常，将一个字节内的比特表示为 MSB 位于左侧，LSB 位于右侧。第一字节的输出从左至右为 27 至 20。下一个字节的输出从左到右为 35 至 28。当串行发射比特时，从 LSB 向 MSB 传输：20...27、28...35 等等。

在最后的的数据字节中，将输出状态 38-36 表示为十六进制字节值 05，或二进制 0000 0101。输出 38 是左侧第六个比特位置，输出 36 是这个字节的 LSB。用零填充五个剩余高位比特。

- 用零填充五个剩余比特（一直到高位端）。

5.1.3 交互流程

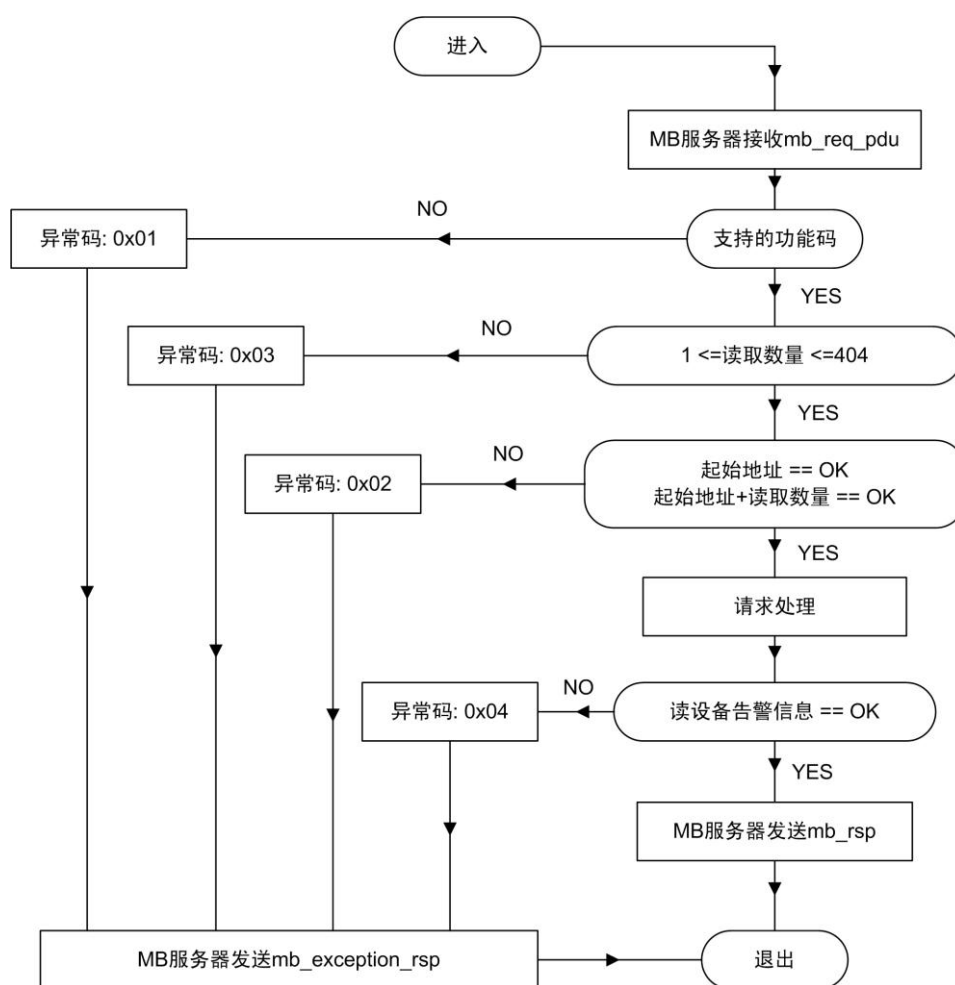


图 . 1 读告警信息状态图

5.2 (0x02) 读 SOE 信息

5.2.1 获取 SOE 信息条数

此命令用来获取最新的SOE信息的条数，具体指对系统距离上一次上传缓冲的SOE之后的所有SOE信息。

(1) 请求

功能码	SOE 条号地址高位	SOE 条号地址低位	数据高位	数据低位	校验和 CRC
0x02	0xFF(不可变)	0xFF(不可变)	0x00(不可变)	0x10	0xA1CA

(2) 应答

功能码	字节计数	数据高位	数据低位	校验和 CRC
0x02	0x02	0x00	0x02	0x1125

应答数据0x00 0x02表明有队列中有2条SOE

SOE信息在设备端采用先进先出的队列存储，队列最多可保存的信息为200条，当队列存满时，则删除队列中最早的一条SOE信息。

5.2.2 获取 SOE 具体信息

(1) 请求

获取数据:

功能码	SOE 条号地址高位	SOE 条号地址地位	输入数量高位	输入数量低位	校验和 CRC
0x02	0x00	0x00	0x00	0x00	0xA1CA

输入数量必须为: $12*8*N$ 值, N 取 1-20, 这里的 N 表示的是 SOE 数量。

SOE 条号地址代表 SOE 序列中的编号位置, SOE 内部是从 0 开始编号, 要获取从第 1 条开始的 SOE 信息, SOE 条号地址为: 0x00; 获取从第 5 条开始的 SOE 信息, SOE 条号地址为: 0x04。

因为 Modbus 的 RTU 模式每次可返回的数据最大为 250 字节, 所以单次最大能够请求的 SOE 信息的条数的最大值为 20 (252/12 取整)。

(2) 应答

应答单条数据:

功能码	字节计数	板卡号	年	月	日	时	分
0x02	0x0B	0x00	0x07	0x09	0x18	0x0f	0x27
秒	毫秒高位	毫秒低位	偏移高位	偏移低位	状态位	CRC	
0x26	0x03	0x29	0x00	0x02	0x00	0xA1C	

16 进制的数 0x00 0x07 0x09 0x18 0x0f 0x27 0x26 0x03 0x29 代表:

07 09 18 0f 27 26 03 29 = 07 年 9 月 24 日 15 点 39 分 38 秒 809 毫秒

偏移高位与偏移低位组合而成的偏移量对应的是表 5.1 中的去除地址信息中的板卡位之后的值。

状态位表示 soe 是开始还是结束告警。

应答多条数据:

功能码	字节计数
0x02	0x30

板卡号	年	月	日	时	分	秒	毫秒高位	毫秒低位	偏移高位	偏移低位	状态位
0x01	0x07	0x09	0x18	0x10	0x26	0x21	0x02	0x36	0x00	0x02	0x00
0x00	0x07	0x09	0x18	0x10	0x26	0x21	0x02	0x48	0x00	0x06	0x00
0x02	0x07	0x09	0x18	0x10	0x26	0x21	0x03	0x16	0x00	0x07	0x01
0x00	0x07	0x09	0x18	0x10	0x26	0x21	0x04	0x37	0x00	0x0A	0x00

CRC
0xA1C

(3) 交互流程

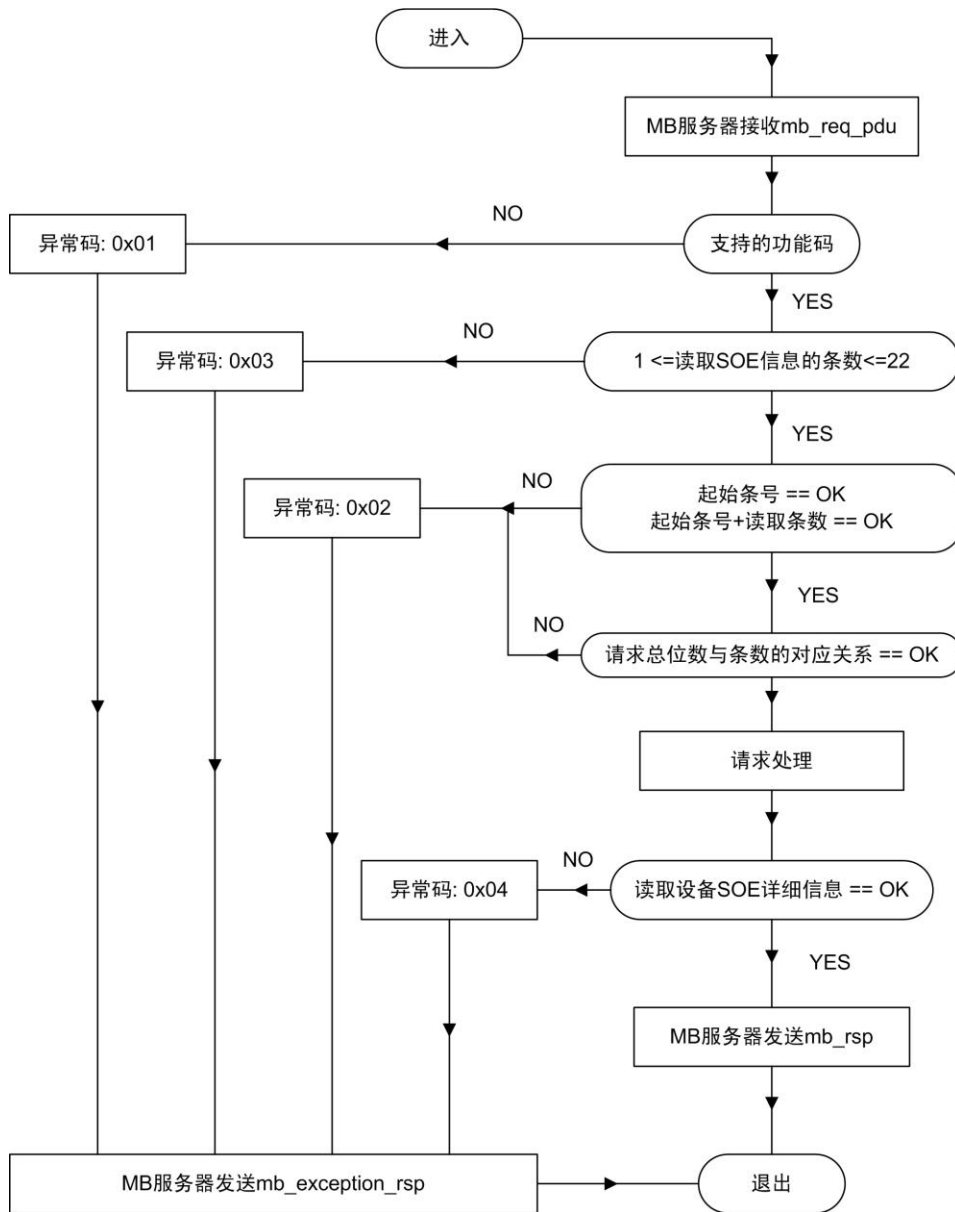


图 5.2 读 SOE 详细信息状态图

5.3 (0x03) 读系统参数

通过该命令获取系统参数的信息。

5.3.1 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	0xN0	0x00	0x00	0x0n	0xA1CA

起始地址的第一位 N 可取 0~3，分别表示板卡 1~4

每帧只能传送 250 字节的数据内容，每个寄存器表示法传递 2 字节的数据，而每个系统参数需要 2 个寄存器才能表示，所以请求报文中的寄存器个数最多为 124 (250/4*2)，代表一次最多只能传送 62 (124/2) 个系统参数。

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 个字节地址区间为：0x0000~0x0095 0x1000~0x1095 | 0x2000~0x2095 | 0x3000~0x3095

表 5.2 数据项列表

序号	内容	地址域	值单位	值类型	占用空间(字节)
1	电压互感系数	0xN000~0xN001	无	浮点数	4
2	电流互感系数	0xN002~0xN003	无	浮点数	4
3	电压等级	0xN004~0xN005	V	浮点数	4
4	最小短路容量	0xN006~0xN007	MVA	浮点数	4
5	标称电压	0xN008~0xN009	V	浮点数	4
6	额定电流	0xN00A~0xN00B	A	浮点数	4
7	电压骤升阈值	0xN00C~0xN00D	%	浮点数	4
8	电压骤降阈值	0xN00E~0xN00F	%	浮点数	4
9	电压中断阈值	0xN010~0xN011	%	浮点数	4
10	冲击电流阈值	0xN012~0xN013	%	浮点数	4
11	事件附加半波长度	0xN014~0xN015	无	浮点数	4
12	事件前预留波形长度	0xN016~0xN017	无	浮点数	4
13	频率上越限	0xN018~0xN019	Hz	浮点数	4
14	频率下越限	0xN01A~0xN01B	Hz	浮点数	4
15	电压上偏差	0xN01C~0xN01D	%	浮点数	4
16	电压下偏差	0xN01E~0xN01F	%	浮点数	4
17	电压总畸变阈值	0xN020~0xN021	%	浮点数	4
18	电流总畸变阈值	0xN022~0xN023	%	浮点数	4
19	电压负序不平衡度越限	0xN024~0xN025	%	浮点数	4
20	电流负序不平衡度越限	0xN026~0xN027	%	浮点数	4
21	电压零序不平衡度越限	0xN028~0xN029	%	浮点数	4
22	电流零序不平衡度越限	0xN02A~0xN02B	%	浮点数	4
23	长期中断时间	0xN02C~0xN02D	min	浮点数	4
24	奇次谐波含有率越限	0xN02E~0xN02F	%	浮点数	4
25	偶次谐波含有率越限	0xN030~0xN031	%	浮点数	4
26	短闪变越限阈值	0xN032~0xN033	无	浮点数	4
27	长闪变越限阈值	0xN034~0xN035	无	浮点数	4
28~51	谐波电流越限阈值 2-25 次	0xN036~0xN065	A	浮点数	4*24
52~75	谐波电流各次阈值是否有效 2-25 次	0xN066~0xN095	无	整数	4*24

5.3.2 响应

功能码	字节计数	数据(N 字节)	校验和 CRC
0x03	0x04	N	0x1125

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 个参数项电压骤升阈值，该值为 12.345，对应的内存内容为，转换对应的字节为：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	08	数据域 1	1F
参数个数	02	数据域 2	85
		数据域 3	45
		数据域 4	41

5.3.3 交互流程

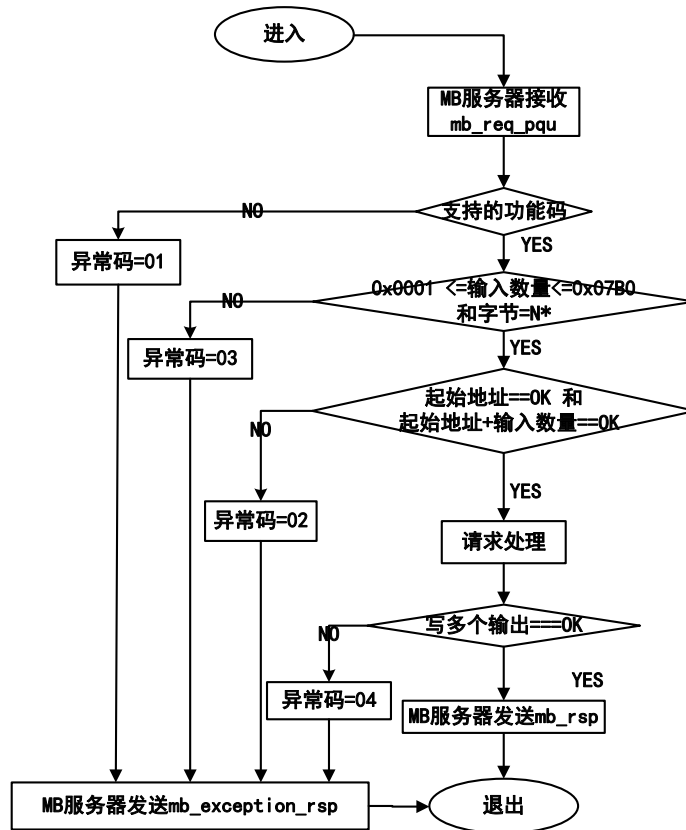


图 5.3 写多个线圈流程

5.4 (0x04) 读实时数据

考虑到实时传输数据量较大，对于每个数据项默认都是使用 2 个寄存器 4 字节来传输，这很明显会影响到通信的效率。参考网络上其它一些协议实现的对于电能相关数据项的处理，现对于实时数据在传输前进行转化，转化成 2 字节的数据内容。这样，对于请求的实时数据，每个请求命令中的寄存器个数代表着请求的实时数据项数量。

对于不同的数据项类型，比如频率和有效值，他们的转换方法是有一定的差异的。对于主设备端来说，获取到的 2 字节二进制序列后，需要按照公式进行转换才能得到实际的实

时数据值，主设备端具体的转换方法如下表所示：

序号	公式	适用类型	表示实际值范围	分辨精度	X 符号位
1	$Y=X*170/8192$	各种电压、电流有效值，包括谐波的	0~1360	0.0207	无
2	$Y=X*8.5/8192$	线电流	0~68	0.0010	无
3	$Y=X/8192$	功率因数以及用百分比表示的项	-4~4	0.0001	有
4	$Y=X*170*8.5*\sqrt{3}/8192$	有功、无功、视在等功率部分	-10011~10011	0.3055	有
5	$Y=50+X*2/8192$	频率	42~58	0.0002	有
6	$Y=45/8192$	相位角、闪变	0~360	0.005	无

Ps：表中 X 表示主站获取得到的 2 字节序列转换成的十进制整数

5.4.1 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	0xN0	0x00	0x00	0x0n	0xA1CA

起始地址的第一位 N 可取 0~3，分别表示板卡 1~4

每 1 个寄存器表示一个电能质量数据项，共 1258 项数据，如下表 5.3 所示。Modbus 协议规定该命令寄存器个数最大值为 250。

地址区间为：0x0000~0x04E9 | 0x1000~0x14E9 | 0x2000~0x24E9 | 0x3000~0x34E9

表 5.3 数据项列表

序号	内容	地址区间	占用空间（字节）	二次值转换方法
1	A 相（线）电压总有效值	0xN000	2	(1)
2	B 相（线）电压总有效值	0xN001	2	(1)
3	C 相（线）电压总有效值	0xN002	2	(1)
4	A 电流总有效值	0xN003	2	(1)
5	B 电流总有效值	0xN004	2	(1)
6	C 电流总有效值	0xN005	2	(1)
7	A 相（线）电压总谐波畸变率	0xN006	2	(3)
8	B 相（线）电压总谐波畸变率	0xN007	2	(3)
9	C 相（线）电压总谐波畸变率	0xN008	2	(3)
10	A 相电流总谐波畸变率	0xN009	2	(3)
11	B 相电流总谐波畸变率	0xN00A	2	(3)
12	C 相电流总谐波畸变率	0xN00B	2	(3)
13~62	A 相（线）电压 1~50 次谐波有效值序列	0xN00C~0xN03D	100	(1)
63~112	B 相（线）电压 1~50 次谐波有效值序列	0xN03E~0xN06F	100	(1)
113~162	C 相（线）电压 1~50 次谐波有效值序列	0xN070~0xN0A1	100	(1)
163~212	A 相电流 1~50 次谐波有效值序列	0xN0A2~0xN0D3	100	(1)
213~262	B 相电流 1~50 次谐波有效值序列	0xN0D4~0xN105	100	(1)
263~312	C 相电流 1~50 次谐波有效值序列	0xN106~0xN137	100	(1)

313~362	A相(线)电压1~50次谐波相位序列	0xN138~0xN169	100	(6)
363~412	B相(线)电压1~50次谐波相位序列	0xN16A~0xN19B	100	(6)
413~462	C相(线)电压1~50次谐波相位序列	0xN19C~0xN1CD	100	(6)
463~512	A相电流1~50次谐波相位序列	0xN1CE~0xN1FF	100	(6)
513~562	B相电流1~50次谐波相位序列	0xN200~0xN231	100	(6)
563~612	C相电流1~50次谐波相位序列	0xN232~0xN263	100	(6)
613	零序电压	0xN264	2	(1)
614	正序电压	0xN265	2	(1)
615	负序电压	0xN266	2	(1)
616	零序电流	0xN267	2	(1)
617	正序电流	0xN268	2	(1)
618	负序电流	0xN269	2	(1)
619	电压负序不平衡度	0xN26A	2	(3)
620	电压零序不平衡度	0xN26B	2	(3)
621	电流负序不平衡度	0xN26C	2	(3)
622	电流零序不平衡度	0xN26D	2	(3)
623	A相有功功率P	0xN26E	2	(4)
624	B相有功功率P	0xN26F	2	(4)
625	C相有功功率P	0xN270	2	(4)
626	A相无功功率Q	0xN271	2	(4)
627	B相无功功率Q	0xN272	2	(4)
628	C相无功功率Q	0xN273	2	(4)
629	A相视在功率S	0xN274	2	(4)
630	B相视在功率S	0xN275	2	(4)
631	C相视在功率S	0xN276	2	(4)
632	总有功功率P	0xN277	2	(4)
633	总无功功率Q	0xN278	2	(4)
634	总视在功率S	0xN279	2	(4)
635	A相功率因素PF	0xN27A	2	(3)
636	B相功率因素PF	0xN27B	2	(3)
637	C相功率因素PF	0xN27C	2	(3)
638	A相位移功率因素DF	0xN27D	2	(3)
639	B相位移功率因素DF	0xN27E	2	(3)
640	C相位移功率因素DF	0xN27F	2	(3)
641	总三相功率因数PF	0xN280	2	(3)
642	总位移功率因素DF	0xN281	2	(3)
643	频率	0xN282	2	(5)
644	A相短时间闪变	0xN283	2	(6)
645	B相短时间闪变	0xN284	2	(6)
646	C相短时间闪变	0xN285	2	(6)
647	A相长时间闪变	0xN286	2	(6)
648	B相长时间闪变	0xN287	2	(6)
649	C相长时间闪变	0xN288	2	(6)

650	A 相电压波动	0xN289	2	(3)
651	B 相电压波动	0xN28A	2	(3)
652	C 相电压波动	0xN28B	2	(3)
653~702	1~50 次电压 A 相谐波子组有效值	0xN28C~0xN2BD	100	(1)
703~752	1~50 次电压 B 相谐波子组有效值	0xN2BE~0xN2EF	100	(1)
753~802	1~50 次电压 C 相谐波子组有效值	0xN2F0~0xN321	100	(1)
803~852	1~50 次电流 A 相谐波子组有效值	0xN322~0xN353	100	(1)
853~902	1~50 次电流 B 相谐波子组有效值	0xN354~0xN385	100	(1)
903~952	1~50 次电流 C 相谐波子组有效值	0xN386~0xN3B7	100	(1)
953~968	1~16 次电压 A 相间谐波有效值	0xN3B8~0xN3C7	32	(1)
969~984	1~16 次电压 B 相间谐波有效值	0xN3C8~0xN3D7	32	(1)
985~1000	1~16 次电压 C 相间谐波有效值	0xN3D8~0xN3E7	32	(1)
1001~1016	1~16 次电流 A 相间谐波有效值	0xN3E8~0xN3F7	32	(1)
1017~1032	1~16 次电流 B 相间谐波有效值	0xN3F8~0xN407	32	(1)
1033~1048	1~16 次电流 C 相间谐波有效值	0xN408~0xN417	32	(1)
1049~1083	1~35 次电压 A 相高频谐波有效值	0xN418~0xN43A	70	(1)
1084~1118	1~35 次电压 B 相高频谐波有效值	0xN43B~0xN45D	70	(1)
1119~1153	1~35 次电压 C 相高频谐波有效值	0xN45E~0xN480	70	(1)
1154~1188	1~35 次电流 A 相高频谐波有效值	0xN481~0xN4A3	70	(1)
1189~1223	1~35 次电流 B 相高频谐波有效值	0xN4A4~0xN4C6	70	(1)
1224~1258	1~35 次电流 C 相高频谐波有效值	0xN4C7~0xN4E9	70	(1)

例如：第 5 个数据项 B 相电流，其起始地址为：0xN004

5.4.2 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	0x1125

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，转换对应的字节为：0x1F 0x85 0x45 0x41。

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	20	字节数	04
起始地址 Lo	08	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

5.4.3 交互流程

数据通信状态图如所示。

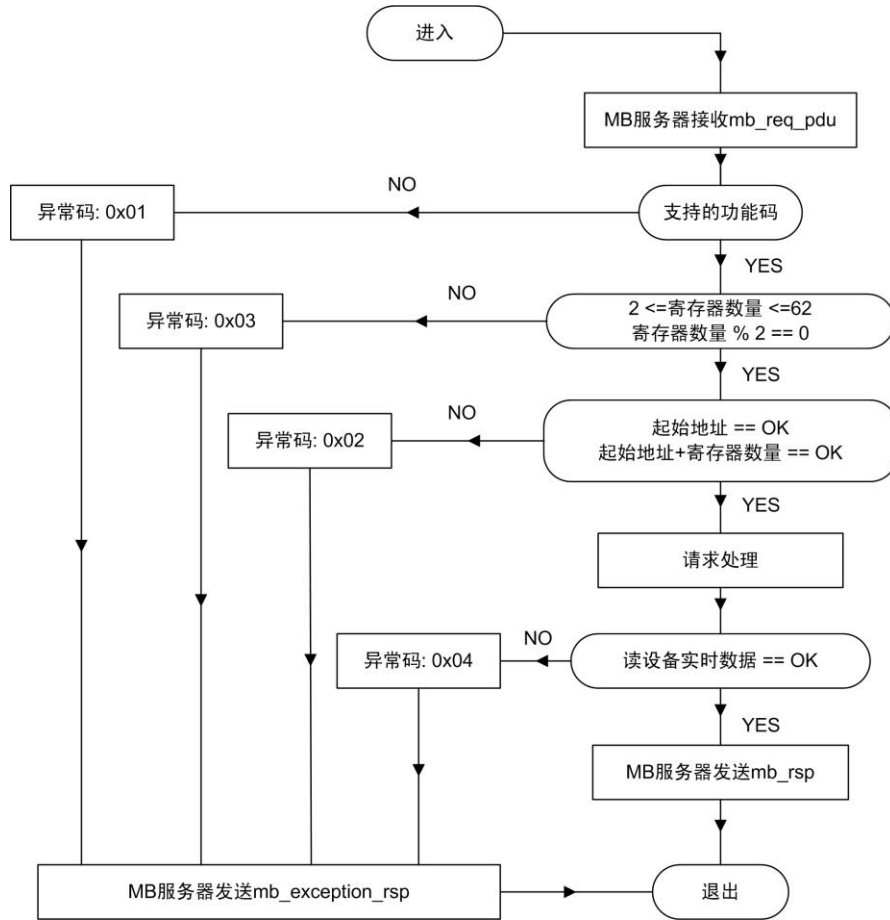


图 5.4 读实时数据状态图

6. 异常响应

当主设备向 E8300 从设备发送请求时，主设备希望一个正常响应。从主站询问中出现下列四种可能事件之一：

1、如果服务器设备接收到无通信错误的请求，并且可以正常地处理询问，那么服务器设备将返回一个正常响应。

2、如果由于通信错误，服务器没有接收到请求，那么不能返回响应。客户机程序将最终处理请求的超时状态。

3、如果服务器接收到请求，但是检测到一个通信错误（奇偶校验、LRC、CRC、...），那么不能返回响应。客户机程序将最终处理请求的超时状态。

4、如果服务器接收到无通信错误的请求，但不能处理这个请求（例如，如果请求读一个不存在的输出或寄存器），服务器将返回一个异常响应，通知用户错误的本质特性。

异常响应报文有两个与正常响应不同的域：

功能码域：在正常响应中，服务器利用响应功能码域来应答最初请求的功能码。所有功能码的最高有效位（MSB）都为 0（它们的值都低于十六进制 80）。在异常响应中，服务器设置功能码的 MSB 为 1。这使得异常响应中的功能码值比正常响应中的功能码值高十六进制 80。通过设置功能码的 MSB，客户机的应用程序能够识别异常响应，并且能够检测异常码的数据域。

数据域：在正常响应中，服务器可以返回数据域中数据或统计表（请求中要求的任何报文）。在异常响应中，服务器返回数据域中的异常码。这就定义了产生异常的服务器状态。

客户机请求和服务器异常响应的实例：

请求		响应	
域名	(十六进制)	域名	(十六进制)
功能	01	功能	81
起始地址 Hi	04	异常码	02
起始地址 Lo	A1		
输出数量 Hi	00		
输出数量 Li	01		

在这个实例中，客户机对服务器设备寻址请求。功能码(01)用于读输出状态操作。它将请求地址 1245(十六进制 04A1)的输出状态。值得注意的是，象输出域(0001)号码说明的那样，只读出一个输出。

如果在服务器设备中不存在输出地址，那么服务器将返回异常码(02)的异常响应。这就说明从站的非法数据地址。

E8300 Modbus 协议关于数据请求及响应的异常码的列表：

代码	名称	含义
01	非法功能	询问中接收到的功能码是不可允许的操作，不能被识别
02	非法数据地址	询问中接收到的数据地址是不可允许的地址。特别是，参考号和传输长度的组合是无效的。对于带有 100 个寄存器的控制器来说，带有偏移量 96 和长度 4 的请求会成功，带有偏移量 96 和长度 5 的请求将产生异常码 02

03	非法数据值	询问中包括的值是不可允许的值
04	从站设备故障	E8300 不能正确的获取相应的数据来返回。

7. 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。