

断路器 Modbus RTU 接口协议 V1.2

公开版

目录

第一部分 概述4

1.范围 4

2.定义 4

3.物理接口 4

4.MODBUS 信息帧格式 4

 4.1 停顿间隔要求 4

 4.2 设备地址 (Address) 5

 4.3 功能代码 (Function) 5

 4.4 数据域 (Data) 6

 4.5 错误校验域 (Check) 6

5. 协议概述 6

 5.1 简介 6

 5.2 功能码 7

 5.3 读保持寄存器 7

 5.5 写单个寄存器 7

 5.6 写多个寄存器 7

 5.7 从机异常响应 7

 5.8 协议总览 8

第二部分 协议描述10

6. 基本配置10

 6.1 数据域加密功能 (暂不支持) 10

 6.2 设置/读取 Modbus 地址 10

 6.3 设置/读取通信波特率和校验位11

 6.4 读取软硬件版本 11

 6.5 设置/读取设备时间11

 6.6 恢复出厂设置 12

 6.7 读取硬件信息12

7.计量测量13

 7.1 读取所有测量值 13

 7.2 设置电表初始值 14

7.3 电力计量校准.....	14
7.4 剩余电流校准.....	16
7.5 温度校准.....	16
8. 控制测试.....	17
8.1 拉合闸控制.....	17
8.2 上电开关操作.....	17
8.3 剩余电流保护功能测试.....	17
9. 线路保护.....	18
9.1 设置/读取电压保护参数.....	18
9.2 设置/读取电流保护参数.....	18
9.3 设置/读取过温保护参数.....	19
9.4 设置/读取用电量超额保护参数.....	19
9.5 设置/读取三相不平衡参数.....	20
9.6 设置/读取电弧保护参数（暂不支持）.....	20
9.7 设置/读取雷电浪涌保护参数（暂不支持）.....	20
9.8 设置/读取阻性大负载黑白名单参数（暂不支持）.....	20
9.9 设置/读取待机电流设备拔出保护参数（暂不支持）.....	21
9.10 设置/读取保护功能投切参数.....	21
10. 定时功能.....	21
10.1 定时控制.....	21
10.2 定时自检.....	22
11. 断路器状态分析.....	22
11.1 断路器状态查询.....	22
11.2 断路器状态主动上报设置.....	23

断路器 Modbus-RTU 接口协议（公开版）

第一部分 概述

1. 范围

本协议适用于 B1/B2 系列断路器，包括但不限于 B201/B103/B104/B105 等。

2. 定义

数据终端设备：具有作为数据源、数据宿或者两者兼备，并能按照某一链路协议来完成数据交换控制的功能单元。B1/B2 系列断路器为数据终端设备。

Modbus：一种串行通信协议，是 Modicon 公司（现在的施耐德电气 Schneider Electric）于 1979 年为使用可编程逻辑控制器（PLC）通信而发表。Modbus 已经成为工业领域通信协议的业界标准（De facto），并且现在是工业电子设备之间常用的连接方式。

RS-485：是一个定义平衡数字多点系统中的驱动器和接收器的电气特性的标准，该标准由电信行业协会和电子工业联盟定义。使用该标准的数字通信网络能在远距离条件下以及电子噪声大的环境下有效传输信号。RS485/MODBUS 是现在流行的一种布网方式。

3. 物理接口

B1/B2 系列断路器具有 RS-485 接口，采用串行通信的方式接入 RS-485 总线与主机通信。

B1/B2 系列断路器缺省采用(9600,E,8,1)串口通信方式(可以设置为 4800bps, 2400bps)，消息在 RS-485 总线传输时，每个字节按最低有效位（LSB）在前、最高有效位（MSB）在后的次序发送，位序列如下：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	偶校验位	停止位
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	------	-----

4. Modbus 信息帧格式

B1/B2 系列断路器基于标准的 Modbus 信息帧，格式如下图：

Address	Function	Data	Check
8-Bits	8-Bits	$N \times 8\text{-Bits}$	16-Bits

4.1 停顿间隔要求

在数据包发送前后必须要保持 3.5 字符的静默时间，如下图要求。

Modbus RTU frame format		
Name	Length (bits)	Function
Start	28	At least 3½ character times of silence (mark condition)
Address	8	Station address
Function	8	Indicates the function code; e.g., read coils/inputs
Data	n × 8	Data + length will be filled depending on the message type
CRC	16 bits	Checksum
End	28	At least 3½ character times of silence between frames

线路上 3.5 个字符传输时间的停顿间隔时间标定了消息结束。因此，一个数据包内容必须连续传输完毕，数据包每个字节之间的传输间隙不得超过 3.5 字符时间长度。同时，两个数据包之间必须间隔 3.5 字符时间，否则会被认为是同一个数据包。

对于 B1/B2 断路器来说，3.5 字符时间间隔时长：9600bps 时约为 4ms，4800bps 时约为 8ms，2400bps 时约为 16ms。操作 B1/B2 系列断路器时，请注意停顿间隔要求。

4.2 设备地址（Address）

设备地址在帧的开始部分，设备地址由 8 位组成。主机把从机地址放入信息帧的地址区，并向从机寻址。从机响应时，把自己的地址放入响应信息的地址区，让主机识别已作出响应的从机地址。

地址 0 为广播地址； 1-247（十进制）为有效从机地址，248-255 为保留地址。

主站使用从站广播地址 0 对总线上的所有从站进行寻址，广播地址 0 仅允许使用在写功能代码 0x06 和 0x10 消息中，广播消息不需要从站的应答消息帧。

4.3 功能代码（Function）

信息帧功能代码告诉了被寻址到的终端执行何种功能。有效码范围 1-225（十进制），有些代码是适用于所有控制器，有些适应于某种控制器，还有些保留以备后用。Modbus 功能码如下图所示：

Modbus function codes				
Function type			Function name	Function code
Data Access	Bit access	Physical Discrete Inputs	Read Discrete Inputs	2
		Internal Bits or Physical Coils	Read Coils	1
			Write Single Coil	5
			Write Multiple Coils	15
	16-bit access	Physical Input Registers	Read Input Registers	4
		Internal Registers or Physical Output Registers	Read Holding Registers	3
			Write Single Register	6
			Write Multiple Registers	16
			Read/Write Multiple Registers	23
			Mask Write Register	22
			Read FIFO Queue	24
			File Record Access	Read File Record
	Write File Record	21		
	Diagnostics		Read Exception Status	7
		Diagnostic	8	
		Get Com Event Counter	11	
		Get Com Event Log	12	
		Report Slave ID	17	
		Read Device Identification	43	
Other		Encapsulated Interface Transport	43	

为简化处理，B1/B2 系列断路器仅支持如下的 Modbus 功能码：

- 0x03：读保持寄存器；
- 0x06：写单个寄存器；
- 0x10：写多个寄存器。

4.4 数据域（Data）

数据域包含了终端执行特定功能所需要的数据，或者终端响应查询时采集到的数据。若无错误出现，从机向主机的响应信息中包含有请求数据内容，若有错误出现，数据中会附带一个不正常代码，使主机能判断并作出下一步的动作。

Modbus 信息帧所允许的最大长度为 256 个字节，因此，数据区最大的长度为 252 字节，即： $0 \leq N \leq 252$ 。

4.5 错误校验域（Check）

出错校验使用了 16 位循环冗余的方法，即 CRC 校验。CRC 校验包含设备地址、功能代码、数据域在内的数据包。CRC 域附加在消息的最后，添加时先是低字节然后是高字节，如下图所示。

设备地址	功能代码	数据格式	CRC校验L	CRC校验H
8bit	8bit	N*8bit	8bit	8bit

5. 协议概述

5.1 简介

B 系列断路器 Modbus-RTU 接口按照读取寄存器的方式进行组织，数据包定义如下：

从机地址	功能码	寄存器地址	数据片	CRC 校验
1 字节	1 字节	2 字节	2*M 字节	2 字节（先传低字节，后传高字节）

数据域由 $2*M+2$ ($0 \leq M \leq 125$) 字节组成，其中：起始寄存器地址 2 字节，寄存器个数为 M，数据长度 $2*M$ 字节。

B1/B2 系列断路器协议接口有两种形式：主机对从机读操作（读操作），主机对从机写操作（写操作）。

“读操作”主要用于断路器的电力采集数据的读取、配置数据的读取、状态数据的读取等。“读操作”采用 Modbus 0x03 命令，从机接收到“读操作”后，上传应答包，应答包数据域包含“读”出的内容。

“写操作”主要用于命令控制、参数设置等。写操作采用 Modbus 0x06 或 0x10 命令。从机接收到“写操作”后，会回复执行结果（广播地址“写操作”除外），结果中会反馈出此次操作的执行结果信息。

5.2 功能码

断路器 ModBus-RTU 协议支持的功能码如下：

功能代码	功能	描述
0x03	读保持寄存器	读取多个字，长度≤63 字
0x06	写单个寄存器	写入单个字
0x10	写多个寄存器	写入多个字

5.3 读保持寄存器

主机请求格式：

从机地址	功能码	寄存器地址	读取总地址数（字节数）	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE	2 BYTE	2 BYTE
0xXX	0x03	0XXXXX	1-125	0XXXXX

从机响应格式：

从机地址	功能码	总字节数	数据区	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	1 BYTE	N 个字	2 BYTE
0xXX	0x03	-	-	0XXXXX

5.5 写单个寄存器

主机请求格式：

从机地址	功能码	寄存器地址	寄存器值	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE	2 BYTE	2 BYTE
0xXX	0x06	0XXXXX	0XXXXX	0XXXXX

从机响应格式：

从机地址	功能码	寄存器地址	寄存器值	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE	2 BYTE	2 BYTE
0xXX	0x06	0XXXXX	0XXXXX	0XXXXX

5.6 写多个寄存器

主机请求格式：

从机地址	功能码	寄存器地址	总寄存器数	写入字节数	数据区	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE	2 BYTE (N)	1BYTE (N*2)	N*2 BYTE	2 BYTE
0xXX	0x10	0XXXXX	0XXXXX	0xXX	0xXX,.....	0XXXXX

从机响应格式：

从机地址	功能码	寄存器地址	总地址数（字节数）	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE	2 BYTE	2 BYTE
0xXX	0x10	0XXXXX	0XXXXX	0XXXXX

5.7 从机异常响应

从机地址	功能码	异常码	CRC 校验
1 BYTE	1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE
0xXX	功能码 0x80	0xXX	0XXXXX

错误代码及其描述

错误代码	ModBus 规范的定义
1	非法功能
2	非法数据地址
3	非法数据值
4	设备发生故障
5	写只读寄存器
6	设备忙
7	读只写寄存器
8	奇偶校验错误
12	数据写错误
13	数据读错误

5.8 协议总览

根据 2 字节的寄存器地址来区分断路器的功能，寄存器地址高位高 4bit 是 B 系列断路器的大项功能。

基本配置：0001

计量测量：0010

控制测试：0011

线路保护：0100

定时控制：0101

状态分析：0110

寄存器地址与对应功能列表如下：

序号	寄存器地址	读写	功能描述	备注
基本配置功能				
1	0x1100	WO	设置数据域加密功能	出厂默认为不加密方式
2	0x1200	R/W	Modbus 地址	出厂默认地址设置为 0x01
3	0x1300	R/W	通信波特率	出厂默认波特率为 9600bps
4	0x1400	RO	读取软硬件版本信息	软硬件版本信息
5	0x1500	R/W	设备时间	设置/读取断路器时钟
6	0x1600	WO	恢复出厂设置	恢复出厂设置
7	0x1700	R/W	断路器硬件描述码	断路器硬件描述码
计量测量功能				
1	0x2100	RO	读取所有测量值	一次性批量读取测量值
2	0x2200	WO	设置电表初始值***	设置电表初始值（可为非 0 值）
3	0x2300	WO	电力计量校准***	外部正确连接后校表
4	0x2400	WO	剩余电流校准***	外部正确连接后校表
5	0x2500	WO	温度校准***	温度平稳准确测量后设置
控制测试功能				
1	0x3100	WO	拉合闸控制	远程合闸、远程拉闸控制
2	0x3200	R/W	上电开关状态	设置/读取上电时开关默认状态
3	0x3300	WO	剩余电流保护功能检查测试	在线检查断路器剩余电流保护功能是否正常
线路保护功能				
1	0x4100	R/W	电压保护参数	设置/读取过压、欠压保护参数
2	0x4200	R/W	电流保护参数	设置/读取延时过流、瞬时过流、剩余电流保护参数
3	0x4300	R/W	过温保护参数	设置/读取过温保护参数
4	0x4400	R/W	用电量超额保护参数	设置/读取用电量上下限参数
5	0x4500	R/W	三相不平衡参数	设置/读取三相不平衡参数
5	0x4600	R/W	电弧保护参数	设置/读取电弧保护参数
7	0x4700	R/W	雷电浪涌保护参数	设置/读取雷电浪涌保护参数
8	0x4800	R/W	阻性大负载黑白名单参数	设置/读取阻性大负载黑白名单保护参数
9	0x4900	R/W	待机电流设备拔出保护参数	设置/读取设备拔出插座保护参数
10	0x4A00	R/W	保护功能投切参数	设置/读取保护使能参数
定时控制功能				
1	0x5100	R/W	开关定时控制	设置/读取定时合闸、定时拉闸控制参数
2	0x5200	R/W	剩余电流定时检测	设置/读取剩余电流定时检测参数

状态分析功能				
1	0x6100	RO	断路器状态查询	查询拉合闸原因、当前事件、开关状态、状态序列号
2	0x6200	R/W	状态主动上报***	设置/读取状态主动上报参数

注：***为内部功能

第二部分 协议描述

6. 基本配置

序号	寄存器地址	读写	功能描述	备注
1	0x1100	WO	设置数据域加密功能	出厂默认为不加密方式
2	0x1200	R/W	Modbus 地址	出厂默认地址设置为 0x01
3	0x1300	R/W	通信波特率	出厂默认波特率为 9600bps
4	0x1400	RO	读取软硬件版本信息	软硬件版本信息
5	0x1500	R/W	设备时间	设置/读取断路器时钟
6	0x1600	WO	恢复出厂设置	恢复出厂设置
7	0x1700	R/W	断路器硬件描述码	断路器硬件描述码

基本配置共有 6 条命令。

6.1 数据域加密功能（暂不支持）

B 系列断路器可采用 AES-128 方式对 Modbus 数据域进行加密。用户可以通过上位机软件将 AES-128 密钥保存在断路器内部，不支持密钥 KEY 读出。遗忘密码，请硬件方式恢复出厂设置，默认为不加密状态。

写多个寄存器（0x10）命令：

寄存器地址	数据区	访问权限	默认值
0x1100	见数据说明，共 34 字节	WO	不加密

数据区说明：

数据区	说明
0-15 字节	当前 AES 密码（处于未加密状态时，为出厂预设密码）
16-31 字节	待设置 AES 密码
32-33 字节	是否加密（不加密=0x00，加密=0x01）

出厂预设密码 16 字节，是用户向睿据订购产品时，预先设置的密码信息，批次设置，设置后不可更改。请用户牢记自己的预设密码。

从机地址可以为广播地址 0x00。设置不加密时，断路器忽略待设置 AES 密码区域。设置数据域加密成功后，所有主机命令及从机应答数据包的数据域（下图黄色部分）将使用设置的 AES-128 密码 KEY 进行 AES 加密传输。

从机地址	操作码	数据域	CRC 校验
1 字节	1 字节	XX 字节	2 字节

AES-128 算法加解密的数据长度须是 16 字节的整数倍，本协议采用 zeroPadding 补位方式，对于数据区长度不是 16 字节的整数倍时，在末尾补 0x00 至长度为 16 的整数倍。

从机应答：

- （1）从机应答是否加密，取决于本次命令发送前数据是否加密；
- （2）从机应答异常码：0x01=密码设置失败；0x02=本设备不支持数据域加密。

6.2 设置/读取 Modbus 地址

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x1200	UINT32, 4 字节, 见数据区说明	R/W	0x01000000

数据区说明：

BIT	说明
0-23 b	密码, 3 字节。缺省出厂设置密码, 订货时获取。
24-31	modbus 地址, 1 字节 (1-247)。

485 总线上只有一台从机设备时, 从机地址可设置为广播地址 0x00。

6.3 设置/读取通信波特率和校验位

从机串口通信缺省设置为 9600,E,8,1, 仅波特率可修改。波特率可设置为 2400bps、4800bps、9600bps 三种。

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x1300	UINT32, 4 字节, 见数据区说明	R/W	0x20000000

数据区说明：

BIT	说明
0-23 b	密码, 3 字节。缺省出厂设置密码, 订货时获取。
24-25 b	检验位 (默认值: Even 0x00, Odd 0x01, None 0x02)
26-31b	波特率

待设置波特率=0x20, 9600bps; 待设置波特率=0x10, 4800bps; 待设置波特率=0x08, 2400bps。

待设置数据域为波特率加校验位。

6.4 读取软硬件版本

读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x1400	UINT32, 4 字节, 见数据区说明	RO	/

数据区说明：

数据区	说明
0-1 字节	硬件版本信息
2-3 字节	软件版本信息

6.5 设置/读取设备时间

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x1500	6 字节, 见数据区说明	R/W	/

数据区说明：

数据区	说明
0-5 字节	YYMMDDhhmmss, 年月日时分秒, BCD 码

6.6 恢复出厂设置

该命令对断路器的数字域是否加密、Modbus 地址、通信波特率、电表初始值、出厂校表参数、上电开关状态、各种线路保护功能使能设置、各种线路保护阈值、剩余电流定时自检初始化等功能恢复出厂设置，并且清空定时控制、清空时间安全阈值。以上未提及的配置信息不会恢复出厂设置。

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x1600	UINT16	WO	恢复出厂设置=0x0001

从机应答异常码：0x01=恢复出厂设置发生错误。

出厂设置数值列表如下：

序号	内容	初始状态	单位	初始值	备注
1	通信数字域是否加密	不加密		0x00	
2	Modbus 地址			0x01	
3	通信波特率	9600	bps	0x20	
4	设备时间			2020 年 1 月 1 日 0 点 0 分	
5	电表初始值		Kwh	0	
6	电力计量、剩余电流、温度校准参数			与校表初始化载入值相同	
7	上电开关操作状态	无操作		0x02	
8	电压保护参数			见文档 9.1	
9	电流保护参数			见文档 9.2	
10	过温保护参数			见文档 9.3	
11	电量超额保护参数			见文档 9.4	
12	三相不平衡参数			见文档 9.5	
13	电弧保护参数			见文档 9.6	
14	雷击浪涌保护参数			见文档 9.7	
15	阻性大负载黑白名单				
16	待机电流设备拔出保护参数				
17	线路保护功能投切参数				
18	定时控制 4 项参数			见文档 10.1	
19	剩余电流自检 2 项参数			见文档 10.2	
20	时间段安全阈值 6 项参数			见文档 10.3	

6.7 读取硬件信息

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x1700	9 字节，见数据区说明	R/W	/

数据区说明：

数据区	说明
0 字节	设备类型
1-2 字节	额定电压
3-4 字节	额定电流

5-6 字节	框架电流
7-8 字节	设备版本号

7. 计量测量

序号	寄存器地址	读写	功能描述	备注
1	0x2100	RO	读取所有测量值	一次性批量读取测量值
2	0x2200	WO	设置电表初始值***	设置电表初始值（可为非 0 值）
3	0x2300	WO	电力计量校准***	外部正确连接后校表
4	0x2400	WO	剩余电流校准***	外部正确连接后校表
5	0x2500	WO	温度校准***	温度平稳准确测量后设置

7.1 读取所有测量值

读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	备注
0x2100	见数据区说明	RO	

两相交流与直流断路器数据区如下(备注写有“直流参数”的项目针对直流断路器有效)：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	备注
1	电压	INT16	2	0.1V	秒平均值，直流参数
2	电流	INT32	4	mA	秒平均值，直流参数
3	剩余电流	INT32	4	mA	秒平均值，直流参数
4	功率因数	INT16	2	0.001	[-1,1]，>0 感性，<0 容性
5	有功功率	INT32	4	0.0001Kw	瞬时值，直流参数
6	无功功率	INT32	4	0.0001Kvarh	
7	有功电量	UINT32	4	0.01Kwh	直流参数
8	无功电量	UINT32	4	0.01Kvarh	
9	频率	UINT16	2	0.01Hz	
10	温度	INT16	2	0.1℃	直流参数
11	L 接线柱极温度（+极）	INT16	2	0.1℃	直流参数（+）（同温度）
12	N 极接线柱温度（-极）	INT16	2	0.1℃	直流参数（-）（同温度）
13	电弧故障指标	INT16	2	0.001	[0,1]，直流参数
14	雷电浪涌指标	INT16	2	0.001	[0,1]，直流参数
15	日期时间	YYMMDDhhmmss	6		6字节BCD码，直流参数
16	断路器状态	数据包	8		见11.1，直流参数

三相断路器数据区如下：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	备注
1	电压	INT16	2	0.1V	$电压 = \sqrt{A相电压^2 + B相电压^2 + C相电压^2}$
2	电流	INT32	4	mA	电流=A 相电流+B 相电流+C 相电流
3	剩余电流	INT32	4	mA	校准值 130mA
4	功率因数	INT16	2	0.001	三相平均功率因数= $\frac{三相总有功功率}{\sqrt{三相总有功功率^2 + 三相总无功功率^2}}$
5	有功功率	INT32	4	0.0001Kw	三相总有功功率=A 相有功功率+B 相有功功率+C 相有功功率
6	无功功率	INT32	4	0.0001Kvarh	三相总无功功率=A 相无功功率+B 相无功功率+C 相无功功率
7	有功电量	UINT32	4	0.01Kwh	有功电量=A 相有功电量+B 相有功电量 + C 相有功电量
8	无功电量	UINT32	4	0.01Kvarh	无功电量=A 相无功电量+B 相无功电量 + C 相无功电量
9	频率	UINT16	2	0.01Hz	标称 50Hz±0.3% 取三相平均值
10	温度	INT16	2	0.1℃	三相最大温度

					bit15为符号位,1表示温度为负数,0表示温度为正数; bit0~bit14为温度值。
11	L 接线柱极温度 (+极)	INT16	2	0.1℃	直流参数 (+) (同温度)
12	N 极接线柱温度 (-极)	INT16	2	0.1℃	直流参数 (-) (同温度)
13	电弧故障指标	INT16	2	0.001	[0,1], 直流参数
14	雷电浪涌指标	INT16	2	0.001	[0,1], 直流参数
15	日期时间	YYMMDDh hmmss	6		6字节BCD码, 直流参数
16	A 相电压	INT16	2	0.1V	全波, 秒平均值
17	B 相电压	INT16	2	0.1V	全波, 秒平均值
18	C 相电压	INT16	2	0.1V	全波, 秒平均值
19	A 相电流	INT32	4	mA	全波, 秒平均值
20	B 相电流	INT32	4	mA	全波, 秒平均值
21	C 相电流	INT32	4	mA	全波, 秒平均值
22	A 相功率因数	INT16	2	0.001	[-1,1], >0 感性, <0 容性
23	B 相功率因数	INT16	2	0.001	[-1,1], >0 感性, <0 容性
24	C 相功率因数	INT16	2	0.001	[-1,1], >0 感性, <0 容性
25	A 相有功功率	INT32	4	0.0001Kw	瞬时值, 直流参数
26	B 相有功功率	INT32	4	0.0001Kw	瞬时值, 直流参数
27	C 相有功功率	INT32	4	0.0001Kw	瞬时值, 直流参数
28	A 相无功功率	INT32	4	0.0001Kvarh	
29	B 相无功功率	INT32	4	0.0001Kvarh	
30	C 相无功功率	INT32	4	0.0001Kvarh	
31	A 相有功电量	UINT32	4	0.01Kwh	直流参数
32	B 相有功电量	UINT32	4	0.01Kwh	直流参数
33	C 相有功电量	UINT32	4	0.01Kwh	直流参数
34	A 相无功电量	UINT32	4	0.01Kvarh	
35	B 相无功电量	UINT32	4	0.01Kvarh	
36	C 相无功电量	UINT32	4	0.01Kvarh	
37	A 相温度	INT16	2	0.1℃	
38	B 相温度	INT16	2	0.1℃	
39	C 相温度	INT16	2	0.1℃	
40	A 相频率	INT16	2	0.001	[0,1]
41	B 相频率	INT16	2	0.001	[0,1]
42	C 相频率	INT16	2	0.001	[0,1]

7.2 设置电表初始值

写多个寄存器 (0x10) 命令:

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x2200	见数据区说明, 8 字节	WO	0

数据区说明:

序号	项目	数据类型	字节数	单位	备注
1	有功电量初始值	UINT32	4	0.01Kwh	
2	无功电量初始值	UINT32	4	0.01Kvarh	

从机接收后, 按照要求设置电量初始值, 并将当月有功电量、当月无功电量设置为 0。

7.3 电力计量校准

电力计量校准步骤 (必须严格按照以下流程进行校表):

第一步: 进入电力计量校准模式。

第二步: 初始化。校表前请先执行初始化, 以恢复寄存器初始值, 包括校表参数、安全保护参数等内容。

第三步：5A 校准。校表台稳定保持以下输出：额定电压 220V，额定电流 5A，功率因素 1.0，功率输出 100%。

第四步：0.25A 校准。校表台稳定保持以下输出：额定电压 220V，额定电流 5A，功率因素 1.0，功率输出 5%。

第五步：退出电力计量校准模式。进入正常工作模式。

7.3.1 进入电力计量校准模式

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2300	0x0001	WO	进入校准模式

从机接收后，按照命令进入电力计量校准模式。从机进入校准模式后，常亮“蓝色”灯指示模式切换成功。从机地址支持广播地址（0），广播报文不需从机回应。

7.3.2 初始化

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2300	0x0002	WO	初始化操作

从机接收后，“蓝色”指示灯立即熄灭，处于“全黑”状态，并按命令进行初始化。初始化操作恢复内部测量寄存器初始值，包括校表参数、安全保护参数等内容。

初始化成功，常亮“绿色”灯指示成功。初始化失败，常量“红色”灯指示失败。从机地址支持广播地址（0），广播报文不需从机回应。

7.3.3 5A 校准

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2300	0x0003	WO	5A 校准

从机接收后，指示灯处于“全黑”状态，并按照命令进行 5A 电流校正。校准时，校表台稳定保持以下输出：额定电压 220V，额定电流 5A，功率因素 1.0，功率输出 100%。

5A 校准成功，常亮“绿色”灯指示成功。5A 校准失败，常量“红色”灯指示失败。从机地址支持广播地址（0），广播报文不需从机回应。

7.3.4 0.25A 校准

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2300	0x0004	WO	0.25A 小电流校准

从机接收后，指示灯处于“全黑”状态，并按照命令进行 0.25A 二次功率校准。校准时，

校表台稳定保持以下输出：额定电压 220V，额定电流 5A，功率因素 1.0，功率输出 5%。

0.25A 校准成功，常亮“绿色”灯指示成功。0.25A 校准失败，常量“红色”灯指示失败。从机地址支持广播地址（0），广播报文不需从机回应。

7.3.5 零点校准

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2300	0x0005	WO	输入电压、电流为零时校准

注意：直流设备支持，交流不用校零点

从机接收后，指示灯处于“全黑”状态，并按照命令进行零点校准校准。校准时，校表台稳定保持以下输出：额定电压 0V，额定电流 0A，功率因素 0，功率输出 0。

零点校准成功，常亮“绿色”灯指示成功。零点校准失败，常量“红色”灯指示失败。从机地址支持广播地址（0），广播报文不需从机回应。

7.3.5 退出电力计量校准模式

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2300	0x0006	WO	退出电力计量校准模式

从机接收后，按照命令退出计量校准模式。从机退出校准模式后，“蓝色”指示灯闪烁 3 次后，进入正常工作模式。从机地址支持广播地址（0），广播报文不需从机回应。

7.4 剩余电流校准

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x2400	0x0001	WO	0.25A 小电流校准

以 15mA 剩余电流作为校表条件。产品接入 15mA 剩余电流的电路，剩余电流稳定后，开始校准。

7.5 温度校准

主控温度、接线柱温度需要进行校准。在室温下，采用热电偶测量实际温度、接线柱实际温度。待温度稳定时，发送以下命令进行温度校正：

写多个寄存器（0x10）命令：

寄存器	数据区	访问权限	备注
0x2500	见数据区说明，4 字节	WO	

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	备注
1	校准内容	INT16	2		1=温度，2=N 极或-极，3=L 极或+极，4=A 极，5=B 极，6=C 极
2	稳定温度测量值	INT16	2	0.1℃	

8. 控制测试

序号	寄存器	读写	功能描述	备注
1	0x3100	WO	拉合闸控制	远程合闸、远程拉闸控制
2	0x3200	R/W	上电开关状态	设置/读取上电时开关默认状态
3	0x3300	WO	剩余电流保护功能检查测试	在线检查断路器剩余电流保护功能是否正常

8.1 拉合闸控制

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x3100	合闸=0x0001, 拉闸=0x0000	WO	

8.2 上电开关操作

断路器设备上电时，有三种操作状态：上电拉闸、上电合闸、无操作。

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x3200	见数据区说明，UINT16，2 字节	R/W	/

数据区说明：

数据区	说明
2 字节	0x0000=上电拉闸，0x0001=上电合闸，0x0002=无操作

8.3 剩余电流保护功能测试

带剩余电流测量的断路器内部会带有一个漏电测试电路，可通过程序控制开启剩余电流保护功能测试。

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x3300	测试=0x0001	WO	

从机应答返回的寄存器值，为 UINT16 类型，其值为自检得到的剩余电流值，单位为 mA。额定 220V 电压情况下，自检电路产生的剩余电流值约为 17mA 左右；断路器工作电压在 80V 电压时，产生的剩余电流约为 6mA。自检电路产生的剩余电流大于 5mA 时，断路器会判断自检成功并执行保护拉闸。请在电流恢复延时时间后，采用远程合闸或手动合闸方式恢复合闸状态。注：断路器拉闸状态下，测试电路产生不了剩余电流，请确认断路器处于合闸状态时进行本项测试。

9. 线路保护

序号	寄存器地址	读写	功能描述	备注
1	0x4100	R/W	电压保护参数	设置/读取过压、欠压保护参数
2	0x4200	R/W	电流保护参数	设置/读取延时过流、瞬时过流、剩余电流保护参数
3	0x4300	R/W	过温保护参数	设置/读取过温保护参数
4	0x4400	R/W	用电量超额保护参数	设置/读取用电量上下限参数
5	0x4500	R/W	三相不平衡参数	设置/读取三相不平衡参数
5	0x4600	R/W	电弧保护参数	设置/读取电弧保护参数
7	0x4700	R/W	雷电浪涌保护参数	设置/读取雷电浪涌保护参数
8	0x4800	R/W	阻性大负载黑白名单参数	设置/读取阻性大负载黑白名单保护参数
9	0x4900	R/W	待机电流设备拔出保护参数	设置/读取设备拔出插座保护参数
10	0x4A00	R/W	保护功能投切参数	设置/读取保护使能参数

9.1 设置/读取电压保护参数

断路器具有过压、欠压保护及自恢复功能。总共设计有 4 个不同的过压保护阈值、1 个欠压保护阈值。不同保护阈值，对应不同延时启动时间。电压恢复正常达到一定时间后，断路器将自恢复供电。

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4100	见数据区说明，24 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	缺省值
1	过压阈值 1	UINT16	2	0.1V	2750
2	过压启动延时时间 1	UINT16	2	S	10
3	过压阈值 2	UINT16	2	0.1V	3000
4	过压启动延时时间 2	UINT16	2	S	2
5	过压阈值 3	UINT16	2	0.1V	3500
6	过压启动延时时间 3	UINT16	2	mS	500
7	过压阈值 4	UINT16	2	0.1V	4000
8	过压启动延时时间 4	UINT16	2	mS	100
9	过压恢复延时时间	UINT16	2	S	25
10	欠压阈值	UINT16	2	0.1V	1600
11	欠压启动延时时间	UINT16	2	100mS	30
12	欠压恢复延时时间	UINT16	2	S	25

9.2 设置/读取电流保护参数

电流保护参数包括延时过流、瞬时过流、剩余电流过流保护等参数。

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4200	见数据区说明，XX 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	默认参数	备注
1	瞬时大电流过流电磁阀保护阈值	UINT32	4	mA	100000	电磁阀保护（B201 使用）
2	剩余大电流电磁阀保护阈值	UINT16	2	mA	30	电磁阀保护（B201 使用）
3	剩余电流阈值	UINT16	2	mA	15	电机/继电器保护

4	瞬时过流阈值	UINT32	4	mA	100000	电机/继电器保护
5	延时过流阈值	UINT32	4	mA	100000	电机/继电器保护
6	延时过流启动时间	UINT16	2	S	3	电机/继电器保护
7	过流恢复延时时间	UINT16	2	S	25	电机/继电器保护
8	瞬时电流时间段 1	UINT16	4		0x00000000	开始 2 字节: 结束 2 字节, BCD
9	瞬时电流时间段阈值 1	UINT32	4	mA	100000	HEX
10	瞬时电流时间段 2	UINT16	4		0x00000000	BCD
11	瞬时电流时间段阈值 2	UINT32	4	mA	100000	HEX
12	瞬时电流时间段 3	UINT16	4		0x00000000	BCD
13	瞬时电流时间段阈值 3	UINT32	4	mA	100000	HEX
14	瞬时电流时间段 4	UINT16	4		0x00000000	BCD
15	瞬时电流时间段阈值 4	UINT32	4	mA	100000	HEX
16	瞬时电流时间段 5	UINT16	4		0x00000000	BCD
17	瞬时电流时间段阈值 5	UINT32	4	mA	100000	HEX
18	瞬时电流时间段 6	UINT16	4		0x00000000	BCD
19	瞬时电流时间段阈值 6	UINT32	4	mA	100000	HEX

瞬时过流时间段可以设置 6 个，每个时间段安全阈值包括：起始分钟、结束分钟。开始时间、结束时间精确到分钟，为 HHMM 形式，时间从 00~23，分钟从 00~59，时间范围从 0000~2359。设置时，应保证“开始时间≤结束时间”。当“开始时间=结束时间”时，设置 1 分钟的时间段阈值；当“开始时间>结束时间”时，时间段阈值不起作用。注意：固定阈值一直起作用，6 个时间段阈值与固定阈值之中任意一个得到满足，均会产生保护。

9.3 设置/读取过温保护参数

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4300	见数据区说明，10 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	默认参数	备注
1	温度阈值	INT16	2	0.1℃	840	
2	N 极/-极温度阈值	INT16	2	0.1℃	840	
3	L 极/+极/A 极温度阈值	INT16	2	0.1℃	840	
4	B 极温度阈值	INT16	2	0.1℃	840	
5	C 极温度阈值	INT16	2	0.1℃	840	

9.4 设置/读取用电量超额保护参数

用电量超额保护包括电量上限、电量下限两个保护值。用电量达到电量上限（断电值）时，产生用电量超额拉闸保护；用电量达到电量下限（提醒值）时，会闪红灯提示电量接近限值。

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4400	见数据区说明，8 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	默认参数
----	----	------	-----	----	------

1	电量上限（断电值）	UINT32	4	0.01KWH	999999.99
2	电量下限（提醒值）	UINT32	4	0.01KWH	999999.99

9.5 设置/读取三相不平衡参数

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4500	见数据区说明，2 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	默认参数
1	三相不平衡门限保护阈值	UINT16	2	0.001	10000

9.6 设置/读取电弧保护参数（暂不支持）

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4600	见数据区说明，2 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	默认参数
1	电弧故障指标门限阈值	UINT16	2	0.001	700

9.7 设置/读取雷电浪涌保护参数（暂不支持）

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4700	见数据区说明，2 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	默认参数
1	雷电浪涌故障指标门限阈值	UINT16	2	0.001	700

9.8 设置/读取阻性大负载黑白名单参数（暂不支持）

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4800	见数据区说明，XX 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	缺省值
1	阻性大负载电流阈值	INT32	4	0.01A	500

9.9 设置/读取待机电流设备拔出保护参数（暂不支持）

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4900	见数据区说明，XX 字节	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	缺省值
1	待机电流设备拔出保护电流阈值	INT32	4	mA	10

9.10 设置/读取保护功能投切参数

写多个寄存器（0x06）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x4A00	见数据区说明，2 字节	R/W	0

数据区说明：

序号	项目	数据类型	字节数	单位	缺省值
1	保护功能投切寄存器	UINT16	2		

根据数据位设置保护功能投切，置 1 该项保护功能投入（使能），置 0 该项保护功能切出（禁止）。从位序第 0~16 位功能如下）：

字节	BIT	功能
MSB	15	电压保护
	14	欠压保护
	13	电流保护
	12	剩余电流保护
	11	过温度保护
	10	电量上限保护
	9	三相不平衡保护（电机）
	8	电弧故障保护
LSB	7	雷击浪涌保护
	6	阻性大负载保护
	5	待机电流设备拔出保护
	4	保留
	3	保留
	2	保留
	1	保留
	0	保留

10. 定时功能

10.1 定时控制

断路器中可以加入一个定时拉闸、一个定时合闸指令，且功能可以投切。

写多个寄存器（0x10）/读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x5100	见数据区说明	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	格式	字节数	单位	默认参数
1	定时拉闸使能	UCHAR	1	0：禁止，1：使能	0
2	定时合闸使能	UCHAR	1	0：禁止，1：使能	0
3	定时拉闸时间	NN:NN:NN	3	hh:mm:ss	23:00:00, BCD
4	定时合闸时间	NN:NN:NN	3	hh:mm:ss	07:00:00, BCD

10.2 定时自检

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x5200	见数据区说明	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	格式	字节数	单位	默认参数	序号
	剩余电流定时自检使能		1			
8	剩余电流定时自检日期、时间	UINT16	2		0x0112	BCD, B0-7:day, B8-B15:hour

具有剩余电流测量功能的断路器可设置每月一次的自动剩余电流自检。自检使能时，在每月设定的 dd 日（1~31，若该月无 dd 日，则该月不进行自检）hh 时（24 小时制，取值范围 0~23）01 分钟准时进行剩余电流定时自检。断路器剩余电流自检成功后，会进行自动合闸操作。

11. 断路器状态分析

序号	控制码	读写	功能描述	备注
1	0x6100	R	断路器状态查询	拉合闸原因、当前事件、开关状态、状态序列号
2	0x6200	R/W	状态主动上报	主动上报状态变化（非 485 接口时使用）

11.1 断路器状态查询

读保持寄存器（0x03）命令：

寄存器	数据区	访问权限	默认值
0x6100	见数据区说明	R/W	/

数据区说明：

序号	项目	格式	字节数	备注
1	状态流水号	UINT16	2	0~65535，每变化一次递增 1
2	开关状态改变原因	UCHAR	1	离查询时间最近的一次开关状态改变的原因
3	当前开关状态	UCHAR	1	Bit4~7 为上级开关状态：0 合闸，1 拉闸；Bit0~3 为下级开关：0 合闸，1 拉闸，2 未知，3 故障
4	事件分析寄存器	UINT32	4	查询时刻的当前事件状态

开关状态改变原因：0-过压拉闸、1-欠压拉闸、2-延时过流拉闸、3-用电量超额拉闸、4-定时拉闸、5-远程拉闸、6-超规定自动合闸次数拉闸、7-瞬时过流拉闸、8-手动合闸、9-

手动拉闸、10-远程合闸、11-剩余电流拉闸、12-过温拉闸、13-漏电自检拉闸、14-上级保护合闸、15-上级保护拉闸、16-定时合闸、17-剩余电流自检失败、18-开关故障、19-过压恢复合闸、20-欠压恢复合闸、21-上电合闸、22-上电拉闸、23-电弧故障拉闸、24-剩余电流自检恢复合闸、25-大电流瞬时过流电磁阀拉闸、26-大电流剩余电流电磁阀拉闸、255-通电后未改变（正常状态）。

事件分析寄存器：共 32 个 bit 位，用每 1bit 位表示 1 种事件，同一时间可存在多种事件。BIT0-过压事件、BIT1-欠压事件、BIT2-延时过流事件、BIT3-瞬时过流事件、BIT4-过温事件、BIT5-剩余过流事件、BIT6-电量超额事件、BIT7-电量超额提示事件、BIT8-过压恢复事件、BIT9-欠压恢复事件、BIT10-剩余电流自检拉闸事件、BIT11-剩余电流自检合闸事件、BIT12-定时合闸事件、BIT13-定时拉闸事件、BIT14-命令合闸事件、BIT15-命令拉闸事件、BIT16-上电合闸事件、BIT17-上电拉闸事件。

11.2 断路器状态主动上报设置

断路器接口为 WiFi、BLE 时，可使用状态主动上报功能。485 接口断路器不支持本协议。设置成功后，断路器状态变化时，会主动上报 11.1 中描述的状态数据包。

写单个寄存器（0x06）命令：

寄存器	寄存器值	访问权限	备注
0x6200	UINT16	WO	0x00：不上报，0x01：上报