



# 团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

## 低压无功补偿装置通信技术规范

Technical specification for communication of low-voltage reactive power  
compensation assembly

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布



目 次

前 言 .....II

1 范围 .....1

2 规范性引用文件 .....1

3 术语和定义 .....1

4 一般要求 .....2

5 使用条件 .....2

    5.1 环境温度 .....2

    5.2 相对湿度 .....2

    5.3 污染等级 .....2

    5.4 海拔 .....2

    5.5 场所要求 .....2

    5.6 系统运行条件 .....2

6 物理层 .....2

7 数据链路层 .....3

8 通信规约报文 .....3

    8.1 报文结构 .....3

    8.2 地址域 .....3

    8.3 功能码域 .....3

    8.4 数据域 .....4

    8.5 校验域 .....4

    8.6 事务处理流程 .....4

    8.7 常用功能码报文格式 .....5

附 录 A （规范性） 低压无功补偿装置通信组网模式 ..... 7

附 录 B （规范性） 通信点表 .....8

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力电容器工作组归口。

本文件起草单位：国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网上海能源互联网研究院有限公司、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、中国南方电网深圳供电局有限公司、江苏现代电力科技股份有限公司、江苏南自通华智慧能源股份有限公司、杭州得诚电力科技股份有限公司、浙江大荣电气有限公司。

本文件主要起草人：范元亮、林建利、黄兴华、朱淑娟、陈伟铭、李泽文、李凌斐、陈小燕、沈卫峰、罗井利、谭传玉、杨 奇、王 林、吴 涵、李怡然、黄秋岑、王 健、罗 翔、吕昊翔、郭 岫、林佳颖、秦四军、杨 帆、雷 杨、安 义、方 城、郑洪洋。

本文件为首次发布。

# 低压无功补偿装置通信技术规范

## 1 范围

本文件规定了包括智能电容器等在内的低压无功补偿装置本体或控制器与台区终端之间的通信模式、交互数据的格式及内容。

本文件适用于低压无功补偿装置，与台区终端进行点对点或一主多从的数据交换方式的通信组网系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 7251-2013 低压成套开关设备和控制设备
- GB/T 15576-2020 低压成套无功功率补偿装置
- GB/T 19582-2008 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范
- GB/T 22582-2008 电力电容器 低压功率因数补偿装置
- GB/T 29312-2012 低压无功功率补偿投切装置
- DL/T 597-2017 低压无功补偿控制器使用技术条件
- DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议
- DL/T 842-2015 低压并联电容器装置使用条件
- JB/T 9663-2013 低压无功功率自动补偿控制器

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**低压无功补偿装置** Low-Voltage Reactive Power Compensation Assembly

由一个或多个低压开关设备，低压智能电容器和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备，由制造商完成所有内部的电气和机械的连接，用结构部件完整地组装在一起的一种组合体。[GB/T 15576-2020, 3.1]

### 3.2

**主站** master station

具有选择从站并与从站进行信息交换功能的设备。本标准中指台区终端的通信功能单元。

### 3.3

**从站** slave station

预期从主站接收信息并与主站进行信息交换的设备。本标准中指电容器控制器或智能电容器的通信功能单元。

### 3.4

**总线** bus

连接主站与多个从站并允许主站每次只与一个从站通信的系统连接方式（广播命令除外）。

### 3.5

**半双工** half-duplex

在双向通道中，双向交替进行、一次只在一个方向（而不是同时在两个方向）传输信息的一种通信方式。

### 3.6

**物理层** physical layer

规定了主站与从站之间的物理接口、接口的物理和电气特性，负责物理媒体上信息的接收和发送。

### 3.7

#### 数据链路层 data-link layer

负责主站与从站之间通信链路的建立并以帧为单位传输信息，保证信息的顺序传送，具有传输差错检测功能。

## 4 一般要求

4.1 低压无功补偿装置具备 RS-485 通信接口并预留有远程遥控接口。

4.2 当出现过电压、欠电压、电压断相、过流、谐波越限、智能电容器温度过高情况，由无功补偿控制器及时切除投入的智能电容器，以保护智能电容器。在恢复到设置范围内，智能电容器才可恢复正常投切。

4.3 低压无功补偿装置与台区终端通信组网可采用两种模式，一种为“智能电容器—控制器—融合终端”方式，另一种则为“智能电容器—融合终端”方式，具体构成参见附录 A。

4.4 采用主-从结构的半双工通信方式，台区终端为主站，装置控制器或智能电容器为从站，通信链路的建立与解除均由主站发出的信息帧来控制。

4.5 低压无功补偿装置与台区终端之间的通信方式宜采用基于 Modbus-RTU 的通信规约。

## 5 使用条件

### 5.1 环境温度

周围空气温度不高于+45℃，在 24h 内其平均温度不超过+35℃，周围空气温度的下限为-25℃。箱体内部最高温度不高于+65℃。

### 5.2 相对湿度

日平均相对湿度不大于 95%；最高温度为+25℃时，相对湿度短时可高达 100%（包括凝露）。

### 5.3 污染等级

满足 GB/T 7251.1-2013 规定的污染等级 3。

### 5.4 海拔

安装场地的海拔不超过 2000m。

### 5.5 场所要求

安装于无易燃、无易爆、无导电尘埃、烟雾、蒸汽和腐蚀性介质等严重影响电器元件电气性能的场所。

安装地点无震动和冲击，安装倾斜度不超过 5°。

### 5.6 系统运行条件

低压无功补偿装置系统运行条件应满足下列要求：

低压无功补偿装置额定电压应为 400V；

低压无功补偿装置额定频率为 50Hz，允许偏差±5%。

## 6 物理层

6.1 物理层采用双绞线作为传输介质，采用 RS-485 标准串行电气接口，拓扑方式采用总线型。调度

6.2 RS-485 标准串行电气接口需满足下列要求：驱动与接收端耐静电放电（ESD）±15kV（人体模式）；共模输入电压范围在-7V 与+12V 之间；差模输入电压大于 0.2V；驱动输出电压满足在负载阻抗 54Ω时，最大 5V，最小 1.5V；采用三态方式输出；采用半双工通信方式；具备驱动能力不小于 16 个同类接口；通信波特率应为 9600bit/s，在通信速率不大于 100kbps 条件下，有效传输距离不小于 1200m，通信参数

具有校验码；总线是无源的，从站应为总线上通信的接口器件提供所需要的隔离电源；单台控制器通信默认地址应为 01，多台控制器默认从 01 开始顺序设置。

6.3 智能电容器与台区终端宜采用 RJ45 网络线连接，与智能电容器连接为 RJ45 水晶头，与台区终端连接为上行通信 485A 和 485B，485A 和 485B 采用管型绝缘冷压套管压接，连接线参见图 1。

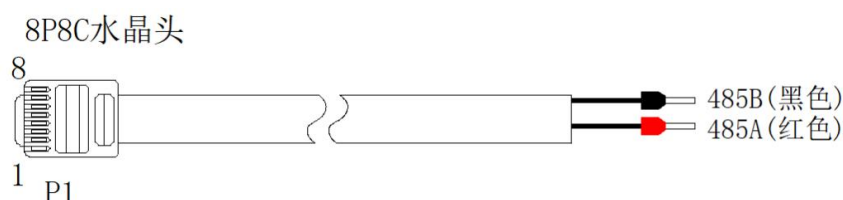


图 1 台区终端与智能电容器连接线示意图

## 7 数据链路层

7.1 数据链路层采用 Modbus-RTU (Remote Terminal Unit) 模式传送数据，每个报文必须以连续的字符流传送，每个字节采用 8 位数据位，通信链路的建立与解除均由主站发出的信息帧来控制。

7.2 通信命令由控制设备（主站）发送至接收设备（从站），符合相应地址码的从站接收通信命令，并根据功能码返回及相关要求信息或执行相应的动作，如果循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check, CRC）出错则不返回任何信息。

## 8 通信规约报文

### 8.1 报文结构

报文结构由地址域、功能码域、数据域与校验域构成，如图 2 所示。



图 2 报文结构图

### 8.2 地址域

Modbus 的从站地址域长度为 1 个字节，包含报文传送的从站地址。有效的从站地址范围 1-255。从站如果接受到一帧从站地址域信息或与自身地址相符合的报文时，应当执行报文中所包含的命令，从站所响应的报文中该域为自身地址。

### 8.3 功能码域

Modbus 报文中功能码域长度为 1 个字节，用以通知从站应当执行何操作。本规约有关的功能码见表 1。

表 1 功能码

功能码	含义	功能
01H	读线圈寄存器	读取智能电容器投切状态
03H	读多个寄存器	读取瞬时测量值和智能电容器内部各项数据
05H	写单个线圈寄存器	写单个数据到寄存器中（遥控）
06H	写单个寄存器	写单个数据到寄存器中（单个参数设置）
10H	写多路寄存器	写多个数据到寄存器（多个参数设置）

8.4 数据域

Modbus 数据域采用“Big-Endian”模式，即高位字节在前，低位字节在后。  
采用RTU模式通信，报文中每个8位字节含有2个4位16进制（0-9,A-F），每个报文必须以连续的字符流传送。  
RTU模式每个字节（10位）的格式如表2所示，1位起始位，8位数据位，1位停止位。

表 2 字节格式

起始位	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	停止位
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

8.5 校验域

循环冗余校验（CRC）域为 2 个字节，包含一个二进制 16 位值。附加在报文后面的 CRC 值由发送设备计算。接收设备在接收报文时重新计算 CRC 值，并将计算结果与实际接收到的 CRC 值相比较，如果两个值不相等则为错误。CRC 生成应按照 GB/T 19582.2 规定执行。

8.6 事务处理流程

服务器侧 Modbus 事务处理的一般处理过程如图 3 所示。

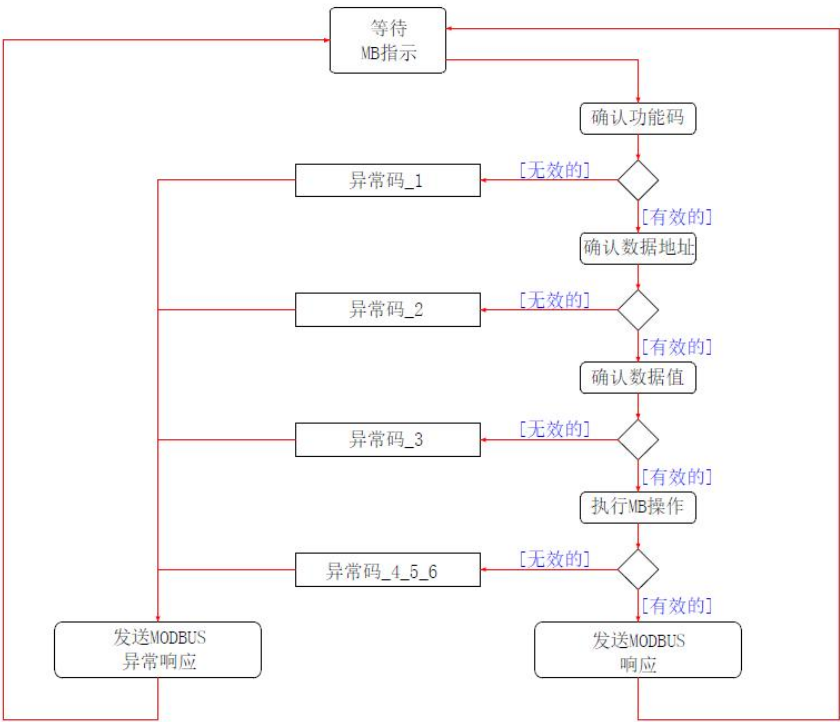


图 3 Modbus 事务处理流程图

一旦服务器处理请求，使用合适的 Modbus 服务器事务建立 Modbus 响应。根据处理结果可以建立两种类型响应：  
一个正确的 Modbus 响应，即响应功能码=请求功能码；  
一个异常 Modbus 响应，即提供一个异常码来指示差错原因，常用异常码如表 3 所示，用来为客户机提供处理过程与被发现的差错相关的信息，响应功能码=请求功能码+0X80。



表 3 常用异常码

代码	功能	含义
01	非法功能	对于服务器（或者从站）来说，询问中接收到的功能码是不可允许的操作。这也许是因为功能码仅适用于新设备而在被选单元中是不可实现的。同时还指出服务器（或者从站）在错误状态中处理这种请求。例如它是未配置的，并且要求返回寄存器。
02	非法数据地址	对于服务器（或者从站）来说，询问中接收到的数据地址是不可允许的操作。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，对于偏移量 96 和长度 4 的请求会成功，对于偏移量 96 和长度 5 的请求将产生异常码 02。
03	非法数据值	对于服务器（或者从站）来说，询问中包括的值是不可允许的操作。这个值指示了组合请求剩余结构中的故障。例如隐含长度是不正确的。并不意味着 Modbus 不知道任何特殊寄存器任何特殊值的重要意义，寄存器中被提交存储的数据项有一个应用程序期望之外的值。
04	从站设备故障	当服务器（或者从站）正在设法执行请求的操作时，产生不可重获得的差错。

## 8.7 常用功能码报文格式

### 8.7.1 功能码 01H

该功能允许用户从某台装置上读取智能电容器的投退状态，寄存器的起始地址为 0000H，寄存器的结束地址为 003FH，总共访问 64 个寄存器，即可支持读取 64 组任意类型的智能电容器状态。该查询支持任意长度读数据，支持一个字节或多个字节的读取，查询报文格式见表 4。

表 4 读取智能电容器投退状态报文格式

地址	功能	遥信口起始地址		遥信口数目		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位	低位	高位
XXH	01H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

响应帧包括装置地址、功能编码、数据字节的数目和校验码，响应报文格式见表 5。智能电容器的投退状态分别用数据字节中的一位来表示（‘1’表示投，‘0’表示退）。每 3 个位表示一组智能电容器组的投切状态，共补智能电容器组由 1 个位显示投切状态，另外 2 个位显示无效状态，分补智能电容器组由 3 个位分别显示 A、B、C 三相智能电容器投切状态。智能电容器组的共补或分布状态由智能电容器容量判断。通信点表见附录 B.1。

表 5 读取智能电容器投退状态响应报文格式

地址	功能	字节数	数据				CRCL	CRCH
XXH	01H	XXH	字节 1	字节 2	.....	字节 X	XXH	XXH

### 8.7.2 功能码 03H

该功能包括读瞬时测量数据、读智能电容器容量信息、读智能电容器参数信息、读系统电压合格率、读智能电容器故障信息、读智能电容器温度信息、读智能电容器补偿电流信息、读智能电容器的电容组数、读智能电容器衰减率、读智能电容器动作记录、读事件记录、读补充数据功能等。响应帧包括装置地址、功能编码、数据字节个数、数据字节和校验码，查询与响应报文格式见表 6 与表 7，通信点表见附录 B.2～B.13。

表 6 功能码 03H 查询报文格式

地址	功能	寄存器起始地址		寄存器数目		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位	低位	高位
XXH	03H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

表 7 功能码 03H 响应报文格式

地址	功能	字节数	数据 1		...	数据 X		CRCL	CRCH
			高位	低位		高位	低位		
XXH	03H	XXH	XXH	XXH	...	XXH	XXH	XXH	XXH

### 8.7.3 功能码 05H

该功能为遥控智能电容器投切，控制单个继电器输出（方式为自保持型），值域中 FF00H 为合命令，0000H 为分命令。除此以外，任何其它值都被视作无效的数据而不影响继电器输出状态，正常的响应是在继电器输出状态改变后返回一个与命令帧相同的应答帧。查询与响应报文格式见表 8，通信点表见附录 B.14。

表 8 功能码 05H 查询与响应报文格式

地址	功能	遥控口地址		值		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位	L	H
XXH	05H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

### 8.7.4 功能码 06H

该功能可用于单个参数设置，从站响应返回的报文格式：与主站发送的报文格式及数据内容完全相同。查询与响应报文格式见表 9，通信点表见附录 B.4。

表 9 功能码 06H 查询与响应报文格式

地址	功能	起始地址		写入数据		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位	L	H
XXH	06H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

### 8.7.5 功能码 10H

该功能包括写多路寄存器、写校时命令，主站利用这个功能码把多个数据保存到数据存储器。写校时命令功能可进行广播校时，把日期、时间的多个数据保存到数据存储器，若发送对应的地址，可针对某个地址进行修改时间。写多路寄存器、写校时命令的查询与响应报文格式见表 10、表 11，写多路寄存器的通信点表见附录 B.4，写校时命令的通信点表见附录 B.15。

表 10 功能码 10H 查询报文格式

地址	功能码	起始地址		保存数据字长度		保存数据字节长	保存数据 1		保存数据 2		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位		高位	低位	高位	低位	低位	高位
XXH	10H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

表 11 功能码 10H 响应报文格式

地址	功能	起始地址		保存数据字长度		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位	低位	高位
XXH	10H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

## 附录 A (资料性) 低压无功补偿装置通信组网模式

### A.1 带控制器通信组网模式

智能电容器控制器具有双 485 通信口，控制器的下行 485 与智能电容器进行通信组网，控制器根据无功及功率因数或其它参数，实现对智能电容器的投退控制，来完成无功补偿功能。

智能电容器控制器上行 485 通信口与融合终端连接，将智能电容器及控制器内的信息通过上行 485 口上传到融合终端。

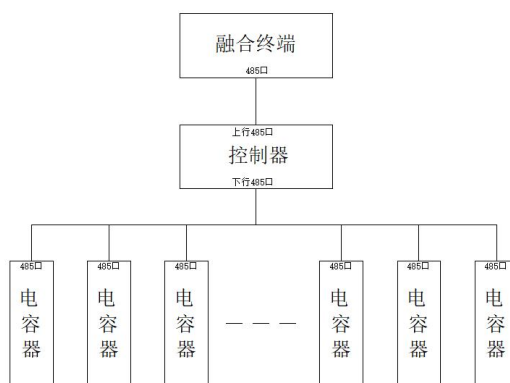


图 A.1 带控制器通信组网模式图

### A.2 不带控制器通信组网模式

智能电容器具有双 485 通信口功能，智能电容器的下行 485 与其它智能电容器自动组网，自动生成主站，可实现自动无功补偿控制功能。

智能电容器上行 485 通信口与融合终端连接，融合终端跟据需要选择读取任意智能电容器内的信息，通过智能电容器的上行 485 口上传到融合终端。

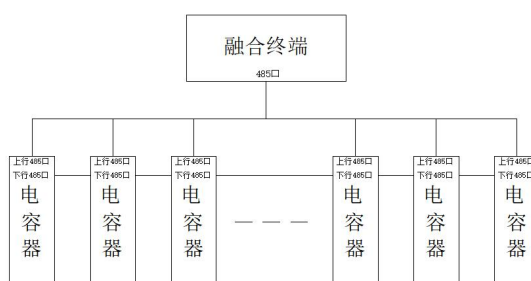


图 A.2 不带控制器通信组网模式图

附 录 B  
(规范性)  
通信点表

B.1 智能电容器状态寄存器储存地址（只读-01H）

智能电容器状态寄存器储存地址范围为 0000H-003FH，共 64 个，见表 B.1。

表 B.1 智能电容器状态寄存器储存地址（只读-01H）

数据字节 1				数据字节 2			
BIT	台数信息	共补	分补	BIT	台数信息	共补	分补
D0	第 1 组电容	C1	A 相	D0	第 3 组电容	无效	C 相
D1	第 1 组电容	无效	B 相	D1	第 4 组电容	C1	A 相
D2	第 1 组电容	无效	C 相	D2	第 4 组电容	无效	B 相
D3	第 2 组电容	C1	A 相	D3	第 4 组电容	无效	C 相
D4	第 2 组电容	无效	B 相	D4	第 5 组电容	C1	A 相
D5	第 2 组电容	无效	C 相	D5	第 5 组电容	无效	B 相
D6	第 3 组电容	C1	A 相	D6	第 5 组电容	无效	C 相
D7	第 3 组电容	无效	B 相	D7	第 6 组电容	C1	A 相
数据字节 3				数据字节 4			
BIT	台数信息	共补	分补	BIT	台数信息	共补	分补
D0	第 6 组电容	无效	B 相	D0	第 9 组电容	C1	A 相
D1	第 6 组电容	无效	C 相	D1	第 9 组电容	无效	B 相
D2	第 7 组电容	C1	A 相	D2	第 9 组电容	无效	C 相
D3	第 7 组电容	无效	B 相	D3	第 10 组电容	C1	A 相
D4	第 7 组电容	无效	C 相	D4	第 10 组电容	无效	B 相
D5	第 8 组电容	C1	A 相	D5	第 10 组电容	无效	C 相
D6	第 8 组电容	无效	B 相	D6	第 11 组电容	C1	A 相
D7	第 8 组电容	无效	C 相	D7	第 11 组电容	无效	B 相
.....以此类推							

B.2 瞬时测量数据寄存器储存地址（只读-03H）

瞬时测量数据寄存器储存地址范围为 0000H-003FH，共 64 个，Rx 为读出值，P，Q，PF 为负数时，以二进制补码（b15 为符号位）表示，具体见表 B.2。

表 B.2 瞬时测量数据寄存器储存地址（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0000H	CT (H,L)	1	/	无符号整型	(配电电流 CT 变比，默认二次为 5A)
0001H	Ua (H,L)	0.1	V	无符号整型	系统 A 相电压，实际值=Rx*0.1V
0002H	Ia (H,L)	0.01	A	无符号整型	系统 A 相电流，实际值=Rx*0.01A*CT
0003H	Ub (H,L)	0.1	V	无符号整型	系统 B 相电压，实际值=Rx*0.1V
0004H	Ib (H,L)	0.0	A	无符号整型	系统 B 相电流，实际值=Rx*0.01A*CT
0005H	Uc (H,L)	0.1	V	无符号整型	系统 C 相电压，实际值=Rx*0.1V
0006H	Ic (H,L)	0.01	A	无符号整型	系统 C 相电流，实际值=Rx*0.01A*CT
0007H	Pa (H,L)	1	W	有符号整型	系统 A 相有功功率，实际值=Rx*CT/1000 (kW)
0008H	Pb (H,L)	1	W	有符号整型	系统 B 相有功功率，实际值=Rx*CT/1000 (kW)
0009H	Pc (H,L)	1	W	有符号整型	系统 C 相有功功率，实际值=Rx*CT/1000 (kW)
000AH	Qa (H,L)	1	Var	有符号整型	系统 A 相无功功率，实际值=Rx*CT/1000 (kVar)

000BH	Qb (H,L)	1	Var	有符号整型	系统 B 相无功功率, 实际值= $R_x \cdot CT/1000$ (kVar)
000CH	Qc (H,L)	1	Var	有符号整型	系统 C 相无功功率, 实际值= $R_x \cdot CT/1000$ (kVar)
000DH	PFa (H,L)	0.0001	/	有符号整型	系统 A 相功率因数, 实际值= $R_x \cdot 0.0001$
000EH	PFb (H,L)	0.0001	/	有符号整型	系统 B 相功率因数, 实际值= $R_x \cdot 0.0001$
000FH	PFc (H,L)	0.0001	/	有符号整型	系统 C 相功率因数, 实际值= $R_x \cdot 0.0001$
0010H	F (H,L)	0.01	Hz	有符号整型	系统频率, 实际值= $R_x \cdot 0.01$ Hz
0011H	THDUa (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压畸变率, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0012H	THDIa (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流畸变率, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0013H	THDUb (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压畸变率, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0014H	THDIb (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流畸变率, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0015H	THDUC (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压畸变率, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0016H	THDIc (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流畸变率, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0017H	Ua_EX3 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0018H	Ua_EX5 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0019H	Ua_EX7 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
001AH	Ua_EX9 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
001BH	Ua_EX11 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
001CH	Ua_EX13 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
001DH	Ub_EX3 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
001EH	Ub_EX5 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
001FH	Ub_EX7 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0020H	Ub_EX9 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0021H	Ub_EX11 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0022H	Ub_EX13 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0023H	Uc_EX3 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0024H	Uc_EX5 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0025H	Uc_EX7 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0026H	Uc_EX9 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0027H	Uc_EX11 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0028H	Uc_EX13 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0029H	Ia_EX3 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
002AH	Ia_EX5 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
002BH	Ia_EX7 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
002CH	Ia_EX9 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
002DH	Ia_EX11 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
002EH	Ia_EX13 (H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
002FH	Ib_EX3 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0030H	Ib_EX5 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0031H	Ib_EX7 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0032H	Ib_EX9 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0033H	Ib_EX11 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0034H	Ib_EX13 (H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0035H	Ic_EX3 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0036H	Ic_EX5 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0037H	Ic_EX7 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0038H	Ic_EX9 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
0039H	Ic_EX11 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
003AH	Ic_EX13 (H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \cdot 0.1\%$
003BH	Ica (H,L)	0.1	A	无符号整型	补偿总电流 IA, 实际值= $R_x \cdot 0.1$ (A)
003CH	Icb (H,L)	0.1	A	无符号整型	补偿总电流 IB, 实际值= $R_x \cdot 0.1$ (A)
003DH	Icc (H,L)	0.1	A	无符号整型	补偿总电流 IC, 实际值= $R_x \cdot 0.1$ (A)
003EH	备用	/	/	/	备用
003FH	备用	/	/	/	备用

## B.3 智能电容器容量数据寄存地址（只读-03H）

智能电容器容量数据寄存地址范围为 0040H-005FH，共 32 个双字节，表示 C1 到 C64 组智能电容器的容量，具体见表 B.3。

表 B.3 智能电容器容量数据寄存地址（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0040H	C1 组、C2 组智能电容器容量	1	kVar	无符号整型	高字节代表 C1 组容量，低字节代表 C2 组容量
0041H	C3 组、C4 组智能电容器容量	1	kVar	无符号整型	高字节代表 C3 组容量，低字节代表 C4 组容量
.....	.....	1	kVar	无符号整型	.....
005EH	C61 组、C62 组智能电容器容量	1	kVar	无符号整型	高字节代表 C61 组容量，低字节代表 C62 组容量
005FH	C63 组、C64 组智能电容器容量	1	kVar	无符号整型	高字节代表 C63 组容量，低字节代表 C64 组容量

## B.4 智能电容器参数设置及电度量（只读-03H，写-06H 或 10H）

智能电容器参数设置及电度量地址范围为 0060H-006FH，共 16 个寄存器。对于功能码 06H 寄存器起始地址为 0064H，寄存器的结束地址为 006FH，具体见表 B.4。

表 B.4 智能电容器参数设置及电度量（只读-03H，写-06H 或 10H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0060H	备用 (H,L)	/	/	/	备用
0061H	备用 (H,L)	/	/	/	备用
0062H	备用 (H,L)	/	/	/	备用
0063H	备用 (H,L)	/	/	/	备用
0064H	I0 (H,L)	0.1	%	无符号整型	零序电流限值,实际值= $R_x \times 0.1\%$
0065H	THDU (H,L)	0.1	%	无符号整型	电压谐波限值,实际值= $R_x \times 0.1\%$
0066H	QYAZ (H,L)	1	V	无符号整型	欠压限值,实际值= $R_x \times 1V$
0067H	GYAZ (H,L)	1	V	无符号整型	过压限值,实际值= $R_x \times 1V$
0068H	UL (H,L)	1	V	无符号整型	电压下限值,实际值= $R_x \times 1V$
0069H	UH (H,L)	1	V	无符号整型	电压上限值,实际值= $R_x \times 1V$
006AH	SDCOS (H,L)	0.0001	/	无符号整型	功率因数下限,实际值= $R_x \times 0.0001$
006BH	SHCOS (H,L)	0.0001	/	无符号整型	功率因数上限,实际值= $R_x \times 0.0001$
006CH	YSSJ (H,L)	1	S	无符号整型	延时时间,实际值= $R_x \times 1s$
006DH	CTBB (H,L)	1	/	有符号整型	CT 变比/5
006EH	远方/本地 (H)，ID (L)	/	/	无符号整型	高字节：远方/本地状态：0-本地，1-远方（注）
					低字节：上行地址
006FH	BY (H,L)	/	/	无符号整型	备用

注：设置 0006EH 高字节 0-本地为控制器自动控制模式。设置 0006EH 高字节 1-远方，控制器受控模式，不会自动恢复到自控模式，除非把参数设置为 0。

## B.5 系统电压合格率（只读-03H）

系统电压合格率地址范围为 0070H-007FH，共 16 个寄存器，具体见表 B.5。

表 B.5 系统电压合格率（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0070H	A 相电压合格率	0.1	%	无符号整型	A 相电压合格率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0071H	B 相电压合格率	0.1	%	无符号整型	B 相电压合格率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0072H	C 相电压合格率	0.1	%	无符号整型	C 相电压合格率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0073H	A 相电压偏高率	0.1	%	无符号整型	A 相电压偏高率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0074H	A 相电压偏低率	0.1	%	无符号整型	A 相电压偏低率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0075H	B 相电压偏高率	0.1	%	无符号整型	B 相电压偏高率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0076H	B 相电压偏低率	0.1	%	无符号整型	B 相电压偏低率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0077H	C 相电压偏高率	0.1	%	无符号整型	C 相电压偏高率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0078H	C 相电压偏低率	0.1	%	无符号整型	C 相电压偏低率,实际值= $R_x \times 0.1$ (%)
0079H	A 相电压超上限	1	min	无符号整型	A 相电压超上限时间,实际值= $R_x \times 1$ (min)
007AH	A 相电压超下限	1	min	无符号整型	A 相电压超下限时间,实际值= $R_x \times 1$ (min)
007BH	B 相电压超上限	1	min	无符号整型	B 相电压超上限时间,实际值= $R_x \times 1$ (min)
007CH	B 相电压超下限	1	min	无符号整型	B 相电压超下限时间,实际值= $R_x \times 1$ (min)
007DH	C 相电压超上限	1	min	无符号整型	C 相电压超上限时间,实际值= $R_x \times 1$ (min)
007EH	C 相电压超下限	1	min	无符号整型	C 相电压超下限时间,实际值= $R_x \times 1$ (min)
007FH	备用	/	/	无符号整型	备用

## B.6 智能电容器的故障信息（只读-03H）

智能电容器的故障信息地址范围为 0080H-009FH，共 32 个寄存器，具体见表 B.6。

表 B.6 智能电容器的故障信息（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0080H	第 1 台电容故障	/	/	无符号整型	第 1 台智能电容器，故障 1、故障 2 位变量
0081H	第 2 台电容故障	/	/	无符号整型	第 2 台智能电容器，故障 1、故障 2 位变量
0082H	第 3 台电容故障	/	/	无符号整型	第 3 台智能电容器，故障 1、故障 2 位变量
0083H	第 4 台电容故障	/	/	无符号整型	第 4 台智能电容器，故障 1、故障 2 位变量
.....	.....	.....	.....	无符号整型	.....
009EH	第 31 台电容故障	/	/	无符号整型	第 31 台智能电容器，故障 1、故障 2 位变量
009FH	第 32 台电容故障	/	/	无符号整型	第 32 台智能电容器，故障 1、故障 2 位变量

## B.7 智能电容器的温度信息（只读-03H）

智能电容器的温度信息地址范围为 00A0H-00BFH，共 32 个寄存器，具体见表 B.7。

表 B.7 智能电容器的温度信息（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
00A0H	第 1 台电容温度	1	℃	有符号单字节 1，单字节 2	第 1 台智能电容器，温度 1、温度 2
00A1H	第 2 台电容温度	1	℃	有符号单字节 1，单字节 2	第 2 台智能电容器，温度 1、温度 2
00A2H	第 3 台电容温度	1	℃	有符号单字节 1，单字节 2	第 3 台智能电容器，温度 1、温度 2
00A3H	第 4 台电容温度	1	℃	有符号单字节 1，单字节 2	第 4 台智能电容器，温度 1、温度 2
.....	.....	.....	.....	.....	.....
00BEH	第 31 台电容温度	1	℃	有符号单字节 1，单字节 2	第 31 台智能电容器，温度 1、温度 2
00BFH	第 32 台电容温度	1	℃	有符号单字节 1，单字节 2	第 32 台智能电容器，温度 1、温度 2

## B.8 读取电容电流信息（只读-03H）

读取电容电流信息地址范围为 0100H-015FH，共 96 个寄存器，具体见表 B.8。

表 B.8 读取电容电流信息（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0100H	1# IA (H,L)	0.1	A	无符号整型	第一台电容电流 IA, 实际值= Rx*0.1A
0101H	1# IB (H,L)	0.1	A	无符号整型	第一台电容电流 IB, 实际值= Rx*0.1A
0102H	1# IC (H,L)	0.1	A	无符号整型	第一台电容电流 IC, 实际值= Rx*0.1A
0103H	2# IA (H,L)	0.1	A	无符号整型	第二台电容电流 IA, 实际值= Rx*0.1A
0104H	2# IB (H,L)	0.1	A	无符号整型	第二台电容电流 IB, 实际值= Rx*0.1A
0105H	2# IC (H,L)	0.1	A	无符号整型	第二台电容电流 IC, 实际值= Rx*0.1A
0106H	3# IA (H,L)	0.1	A	无符号整型	第三台电容电流 IA, 实际值= Rx*0.1A
.....	.....	0.1	A	无符号整型	.....
015DH	32# IA (H,L)	0.1	A	无符号整型	第三十二台电容电流 IA, 实际值= Rx*0.1A
015EH	32# IB (H,L)	0.1	A	无符号整型	第三十二台电容电流 IB, 实际值= Rx*0.1A
015FH	32# IC (H,L)	0.1	A	无符号整型	第三十二台电容电流 IC, 实际值= Rx*0.1A

### B.9 读取智能电容器中的电容组数（只读-03H）

读取智能电容器中的电容组数地址范围为 0160H-016FH，共 16 个寄存器，具体见表 B.9。

表 B.9 读取智能电容器中的电容组数（只读-03H）

寄存器地址	用途
0160H	第一台智能电容器电容组数、第二台智能电容器电容组数
0161H	第三台智能电容器电容组数、第四台智能电容器电容组数
0162H	第五台智能电容器电容组数、第六台智能电容器电容组数
.....	.....
016EH	第二十九台智能电容器电容组数、第三十台智能电容器电容组数
016FH	第三十一台智能电容器电容组数、第三十二台智能电容器电容组数

### B.10 读取智能电容器衰减率数据（只读-03H）

读取智能电容器衰减率数据地址范围为 0170H-01CFH，共 96 个寄存器，具体见表 B.10。

表 B.10 读取智能电容器衰减率数据（只读-03H）

寄存器地址	名称	系数	单位	数据类型	备注
0170H	第 1 台衰减率-A	0.1	%	无符号整型	/
0171H	第 1 台衰减率-B	0.1	%	无符号整型	/
0172H	第 1 台衰减率-C	0.1	%	无符号整型	/
0173H	第 2 台衰减率-A	0.1	%	无符号整型	/
0174H	第 2 台衰减率-B	0.1	%	无符号整型	/
0175H	第 2 台衰减率-C	0.1	%	无符号整型	/
.....	.....	/	/	无符号整型	/
01CDH	第 32 台衰减率-A	0.1	%	无符号整型	/
01CEH	第 32 台衰减率-B	0.1	%	无符号整型	/
01CFH	第 32 台衰减率-C	0.1	%	无符号整型	/

### B.11 读取智能电容器动作记录数据（只读-03H）

读取智能电容器动作记录数据地址范围为 0200H-0227H，共 40 个寄存器，具体见表 B.11。

表 B.11 读取智能电容器动作记录数据（只读-03H）

寄存器地址	用途	系数	单位	数据类型	备注
0200H	月，日	/	/	无符号整型	/



寄存器地址	用途	系数	单位	数据类型	备注
0201H	时, 分	/	/	无符号整型	/
0202H	秒	/	/	无符号整型	高字节
	共补, 分补 ABC; 投入/切除				低字节, &0F0H, 0=共补, 1=分补 A, 2=分补 B, 3=分补 C; &00FH, 2=退, 1=投。
0203H	容量	1/4	kvar	无符号整型	/
.....	.....	.....	.....	.....	.....
0224H	月, 日	/	/	无符号整型	/
0225H	时, 分	/	/	无符号整型	/
0226H	秒	/	/	无符号整型	高字节
	共补, 分补 ABC; 投入/切除	/	/		低字节, &0F0H, 0=共补, 1=分补 A, 2=分补 B, 3=分补 C; &00FH, 2=退, 1=投。
0227H	容量	1/4	kvar	无符号整型	/

## B.12 读取事件记录数据（只读-03H）

读取事件记录数据地址范围为 0250H-029FH, 共 80 个寄存器, 20 条记录, 具体见表 B.12。

表 B.12 读取事件记录数据（只读-03H）

寄存器地址	用途	数据类型	备注
0250H	年, 月	无符号整型	/
0251H	日, 时	无符号整型	/
0252H	分, 秒	无符号整型	/
0253H	故障	无符号整型	解析见表 B.13
0254H	年, 月	无符号整型	/
0255H	日, 时	无符号整型	/
0256H	分, 秒	无符号整型	/
0257H	故障	无符号整型	解析见表 B.13
.....	.....	.....	.....
0298H	年, 月	无符号整型	/
0299H	日, 时	无符号整型	/
029AH	分, 秒	无符号整型	/
029BH	故障	无符号整型	解析见表 B.13
029CH	年, 月	无符号整型	/
029DH	日, 时	无符号整型	/
029EH	分, 秒	无符号整型	/
029FH	故障	无符号整型	解析见表 B.13

表 B.13 故障分析

故障类型	高字节	低字节
上电	1=发生, 0=恢复	故障号 1
A 相过压	1=发生, 0=恢复	故障号 2
B 相过压	1=发生, 0=恢复	故障号 3
C 相过压	1=发生, 0=恢复	故障号 4
A 相欠压	1=发生, 0=恢复	故障号 5
B 相欠压	1=发生, 0=恢复	故障号 6
C 相欠压	1=发生, 0=恢复	故障号 7
A 相缺相	1=发生, 0=恢复	故障号 8
B 相缺相	1=发生, 0=恢复	故障号 9
C 相缺相	1=发生, 0=恢复	故障号 10
过电压谐波	1=发生, 0=恢复	故障号 11

## B.13 读补充数据（只读-03H）

读补充数据地址范围为 0300H-0319H，共 26 个寄存器，具体见表 B.14，智能电容器联机状态定义的编号与字节定义见表 B.15。

表 B.14 读补充数据（只读-03H）

寄存器地址	用途	系数	单位	数据类型	字节数	备注
0300H	实时日期：年	/	/	无符号整型	2	实时日期
0301H	实时日期：月、日	/	/	无符号整型	2	实时日期
0302H	实时时间：时、分	/	/	无符号整型	2	实时时间
0303H	实时时间：秒	/	/	无符号整型	2	实时时间
0304H	控制器类型	/	/	无符号整型	2	高字节：1=TDS-1412M; 2=TDS-1531
	智能电容器类型	/	/			低字节：1=TDS-EPJP; 2=TDS-63JP
0305H	控制器故障状态	/	/	无符号整型	2	2=过压; 3=欠压; 4=缺相; 5=过电压谐波
0306H	智能电容器联机状态	/	/	无符号整型	4	4 个字节，0=无，1=有
0308H	电容额定电压	/	/	无符号整型	2	0001H: 450V; 0011H: 450V+250V; 0002H: 480V; 0022H: 480V+280V
0309H	共补最小极差	0.1	kvar	无符号整型	2	共补最小级差
030AH	分补最小极差	0.1	kvar	无符号整型	2	分补最小级差
030BH	生产日期：年	/	/	无符号整型	2	生产日期
030CH	生产日期：月、日	/	/	无符号整型	2	生产日期
030DH	厂家名称	/	/	ASCII 码	8	厂家名称
0311H	硬件版本	/	/	无符号整型	4	硬件版本
0313H	软件版本	/	/	无符号整型	4	软件版本
0315H	备用	/	/	无符号整型	2	/
0316H	备用	/	/	无符号整型	2	/
0317H	备用	/	/	无符号整型	2	/
0318H	备用	/	/	无符号整型	2	/
0319H	备用	/	/	无符号整型	2	/

表 B.15 智能电容器联机状态字定义表

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
第一个字节	第 8 台电容	第 7 台电容	第 6 台电容	第 5 台电容	第 4 台电容	第 3 台电容	第 2 台电容	第 1 台电容
第二个字节	第 16 台电容	第 15 台电容	第 14 台电容	第 13 台电容	第 12 台电容	第 11 台电容	第 10 台电容	第 9 台电容
第三个字节	.....以此类推							

## B.14 遥控投切（05H）

遥控投切地址范围为 0000H-00BFH，共 192 个寄存器，具体见表 B.16。

表 B.16 遥控投切（05H）

遥控口地址	用途		
	台数信息	共补	分补
0000H	第一组智能电容器	C1	A 相
0001H	第一组智能电容器	无效	B 相
0002H	第一组智能电容器	无效	C 相

遥控口地址	用途		
	台数信息	共补	分补
0003H	第二组智能电容器	C2	A 相
0004H	第二组智能电容器	无效	B 相
0005H	第二组智能电容器	无效	C 相
0006H	第三组智能电容器	C3	A 相
0007H	第三组智能电容器	无效	B 相
0008H	第三组智能电容器	无效	C 相
.....	.....	.....	.....
00BDH	第六十四组智能电容器	C64	A 相
00BEH	第六十四组智能电容器	无效	B 相
00BFH	第六十四组智能电容器	无效	C 相

B.15 写校时命令（10H）

设置时间，需对应地址表，具体如下表 B.17 所示。如果地址为 FFH 则为广播修改日期时间，广播校时无返回，地址默认为 FFH。

表 B.17 时间地址表（10H）

寄存器地址	用途	数据类型
0300H	年	无符号整型
0301H	月、日	无符号整型
0302H	时、分	无符号整型
0303H	秒	无符号整型