

ICS 17.220.20  
CCS N 20

# T/SDES

山东省电工技术学会团体标准

T/SDES 0003—2022

## 智能光伏并网开关通信模块技术规范

Technical specification for communication module of intelligent photovoltaic grid  
connected switch

2022 - 04 - 11 发布

2022 - 04 - 13 实施

山东省电工技术学会 发布

## 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国网山东省电力公司电力科学研究院提出。

本文件由山东省电工技术学会归口。

本文件起草单位：国网山东省电力公司电力科学研究院、山东华科信息技术有限公司、济南荣耀合创电力科技有限公司、济南高华电器有限公司、上海良信电器股份有限公司、青岛鼎信通讯股份有限公司、高质标准化研究院（山东）有限公司、山东华研智能装备集团有限公司

本文件主要起草人：刘洋、李立生、杨会轩、程新功、魏欣、刘强、仇志彪、张鹏平、李卫、苏明、严由辉、吴小峰、王秀广、董福涛、张世栋、于海东、王鲁浩、徐航、孙昊、王洪海、法文鹏、王秉美、辛高辉



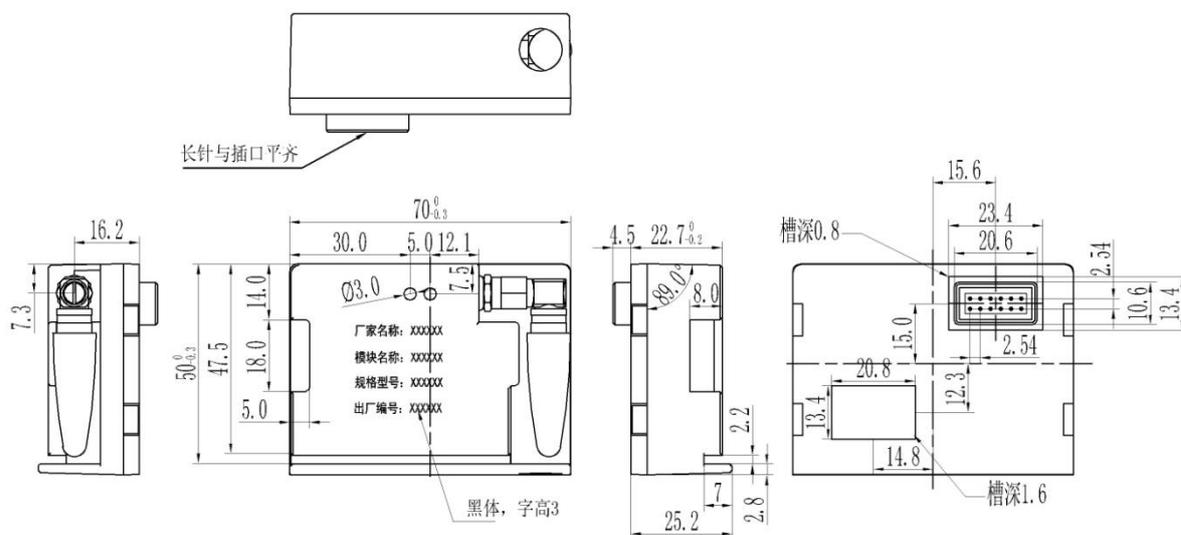


图2 微功率无线通信模块外形尺寸示意图

#### 4.3 通信模块弱电接口管脚定义

通信模块弱电接口管脚定义见图3及表1。

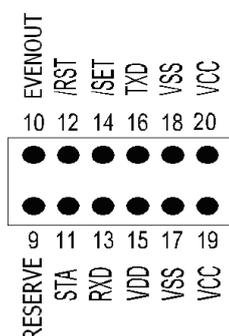


图3 通信模块弱电接口示意图(俯视)

表1 通信模块弱电接口管脚定义说明

采集器接口管脚编号	模块对应管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向(针对模块)	说明
20	9	预留	RESERVED	—	预留
19	10	信号	EVENTOUT	I	事件状态输出, 输出低电平, 请求查询异常事件; 查询完毕输出高阻。低电平电流驱动能力 $\geq 0.5\text{mA}$
18	11	信号	STA	O	接收时地址匹配正确, 模块输出0.2s低电平; 通信模块发送过程输出低电平。要求通信模块输出为开漏方式, 常态为高阻。电路上拉电阻在终端侧。通信模块低电平电流驱动能力 $\geq 0.5\text{mA}$
17	12	信号	/RST	I	复位输出(低电平有效), 开漏方式, 常态为高阻, 可用于复位通信模块低电平电流驱动能力 $\geq 1\text{mA}$
16	13	信号	DCE_RXD	I	终端通信信号输出引脚, 常态为高阻, 开漏方式。低电平电流驱动能力 $\geq 2\text{mA}$
15	14	信号	/SET	I	模块设置使能; 低电平时, 方可设置通信模块。常态为高阻, 开漏方式 低电平电流驱动能力 $\geq 1\text{mA}$

采集器接口管脚编号	模块对应管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向(针对模块)	说明
14	15	电源	VDD	——	3.3V±0.3V信号电源, 电流50mA, 电压纹波30mV, 由终端本体提供给模块
13	16	信号	DEC_TXD	0	通信模块给终端发送信号引脚, 要求通信模块输出为开漏方式, 常态为高阻。要求通信模块低电平电流驱动能力≥2mA 电路上拉电阻在采集器侧
12、11	17、18	电源	VSS	——	系统地
10、9	19、20	电源	VCC	——	通信模块模拟电源, 由终端提供, 电压范围: 12V±1V, 电压纹波不大于120mV, 输出电流不小于125mA 应满足离散频率杂音要求: 3.4kHz~150kHz≤5mV, 150kHz~200kHz≤3mV, 200kHz~500kHz≤2mV, 0.5MHz~30MHz≤1mV

#### 4.4 通信模块载波耦合接口定义

通信模块载波耦合接口管脚排列见图4及表2。

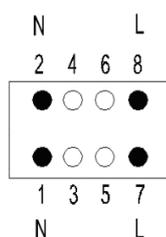


图4 通信模块载波耦合接口示意图(俯视)

表2 载波通信模块耦合接口管脚定义说明

采集器接口管脚编号	模块对应管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向(针对模块)	说明
1、2	7、8	载波	L	——	电网相线作为信号耦合接入端
3、4 5、6	5、6 3、4	空	空	——	空引脚, PCB无焊盘设计, 连接件对应位置无插针, 用于增加安全间距, 提高绝缘性能
7、8	1、2	载波	N	——	电网中性线作为信号耦合接入端

#### 4.5 通信模块状态指示说明

通信模块状态灯指示说明如下:

- RXD灯: 接收数据指示, 红色, 灯闪烁表示模块接收数据;
- TXD灯: 发送数据指示, 绿色, 灯闪烁表示模块发送数据。

### 5 数据链路层

本协议为主-从结构的半双工通信方式。手持单元或其他数据终端为主站, 并网开关为从站。每个并网开关均有各自的地址编码。通信链路的建立与解除均由融合终端发出的信息帧来控制。每帧由帧起始符、从站地址域、控制码、数据域长度、数据域、帧信息纵向校验码及帧结束符7个域组成。每部分由若干字节组成。

#### 5.1 字节格式

每字节含8位二进制码，传输时加上一个起始位(0)、一个偶校验位和一个停止位(1)，共11位。其传输序列如图5所示。D0是字节的最低有效位，D7是字的最高有效位。先传低位，后传高位。

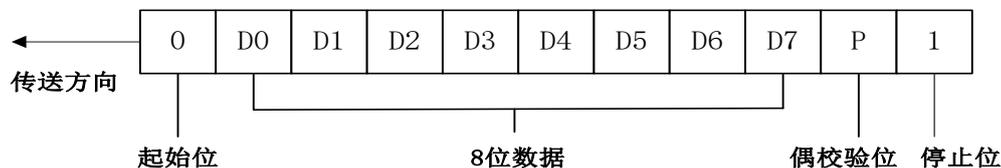


图5 字节传输序列

## 5.2 帧格式

帧是传送信息的基本单元。帧格式如表3所示。

表3 帧格式

说明	代码
帧起始符	68H
地址域	A0
	A1
	A2
	A3
	A4
	A5
帧起始符	68H
控制码	C
数据域长度	L
数据域	DATA
校验码	CS
结束符	16H

### 5.2.1 帧起始符 68H

标识一帧信息的开始，其值为68H=01101000B。

### 5.2.2 地址域 A0~A5

地址域由6个字节构成，每字节2位BCD码，地址长度可达12位十进制数。每块表具有唯一的通信地址，且与物理层信道无关。当使用的地址码长度不足6字节时，高位用“0”补足。

通信地址999999999999H为广播地址，只针对特殊命令有效，如广播校时和广播冻结等。广播命令时，不要求从站应答。

地址域支持缩位寻址，即从若干低位起，剩余高位补AAH作为通配符进行读表操作，从站应答帧的地址域返回实际通信地址。

地址域传输时低字节在前，高字节在后。

### 5.2.3 控制码 C

控制码的格式如图6所示。

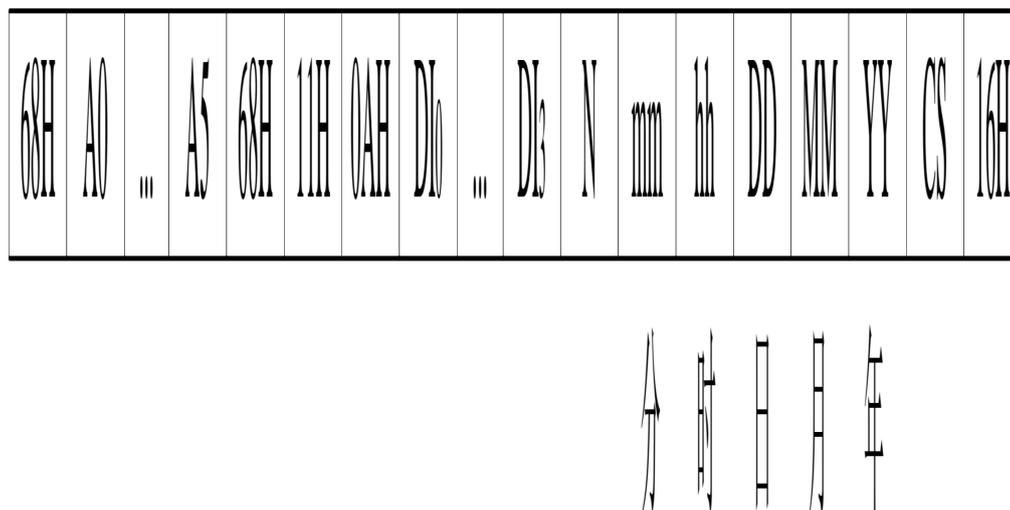


图6 控制码格式

#### 5.2.4 数据域长度 $L$

$L$ 为数据域的字节数。读数据时 $L \leq 200$ ，写数据时 $L \leq 50$ ， $L=0$ 表示无数据域。

#### 5.2.5 数据域 DATA

数据域包括数据标识、密码、操作者代码、数据、帧序号等，其结构随控制码的功能而改变。传输时发送方按字节进行加33H处理，接收方按字节进行减33H处理。

#### 5.2.6 校验码 CS

从第一个帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的模256的和，即各字节二进制算术和，不计超过256的溢出值。

#### 5.2.7 结束符 16H

标识一帧信息的结束，其值为16H=00010110B。

### 5.3 传输

#### 5.3.1 前导字节

在主站发送帧信息之前，先发送4个字节FEH，以唤醒接收方。

#### 5.3.2 传输次序

所有数据项均先传送低位字节，后传送高位字节。数据传输的举例：电能量值为123456.78kWh，其传输次序如图7。

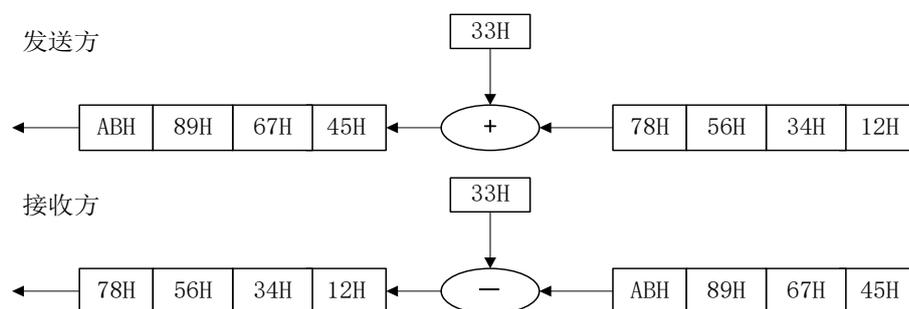


图7 传输次序图

### 5.3.3 传输响应

每次通信都是由主站向按信息帧地址域选择的从站发出请求命令帧开始，被请求的从站接收到命令后作出响应。

收到命令帧后的响应延时  $T_d$ :  $20\text{ms} \leq T_d \leq 500\text{ms}$ 。

字节之间停顿时间  $T_b$ :  $T_b \leq 500\text{ms}$ 。

### 5.3.4 差错控制

字节校验为偶校验，帧校验为纵向信息校验和，接收方无论检测到偶校验出错或纵向信息校验和出错，均放弃该信息帧，不予响应。

### 5.3.5 通信速率

标准速率：600bps、1200bps、2400bps、4800bps、9600bps、19200bps、115200bps。

## 6 数据标识

### 6.1 数据标识结构

数据标识编码用四个字节区分不同数据项，四字节分别用  $DI_3$ 、 $DI_2$ 、 $DI_1$  和  $DI_0$  代表，每字节采用十六进制编码。数据类型分为七类：电能量、最大需量及发生时间、变量、事件记录、参变量、冻结量、负荷记录。数据标识具体定义见附录A。

$DI_3$	$DI_2$	$DI_1$	$DI_0$
--------	--------	--------	--------

### 6.2 数据传输形式

数据标识码标识单个数据项或数据项集合。单个数据项可以用附录A中对应数据项的标识码唯一地标识。当请求访问由若干数据项组成的数据集合时，可使用数据块标识码。实际应用以数据标识编码表定义内容为准。

#### 6.2.1 数据项

除特殊说明的数据项以ASCII码表示外，其他数据均采用压缩BCD码表示。

#### 6.2.2 数据块

数据标识  $DI_2$ 、 $DI_1$ 、 $DI_0$  中任意一字节取值为FFH时（其中  $DI_3$  不存在FFH的情况），代表该字节定义的所有数据项与其他三字节组成的数据块。数据块格式为所有数据项的顺序排列，长度为所有数据项长度之和。

## 7 应用层



控制码：C=12H。

数据域长度：L=05H。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	1AH	08H	PA	P0	P1	P2	C0	...	C3	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	-----

### 7.2.2 从站正常应答帧

控制码：C=92H无后续数据帧；C=B2H有后续数据帧。

数据域长度：L=05H+m(数据长度)。

无后续数据帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	92H	L	DI <sub>0</sub>	...	DI <sub>3</sub>	N1	...	N <sub>m</sub>	SEQ	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	---	-----------------	-----	-----------------	----	-----	----------------	-----	----	-----

有后续数据帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	B2H	L	DI <sub>0</sub>	...	DI <sub>3</sub>	N1	...	N <sub>m</sub>	SEQ	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	---	-----------------	-----	-----------------	----	-----	----------------	-----	----	-----

注：读后续数据时，为防止误传、漏传，请求帧、应答帧都要加帧序号。请求帧的帧序号从1开始进行加1计数，应答帧的帧序号与请求帧相同。帧序号占用一个字节，计数范围为1~255。

### 7.2.3 从站异常应答帧

控制码：C=D2H。

数据域长度：L=01H。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	D2H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

## 7.3 写数据

### 7.3.1 主站请求帧

功能：主站向从站请求设置数据(或编程)。

控制码：C=14H。

数据域长度：L =04H+04H(密码)+04H(操作者代码)+m(数据长度)。

数据域：DI<sub>0</sub>DI<sub>1</sub>DI<sub>2</sub>DI<sub>3</sub>+PAP<sub>0</sub>P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>+COC<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>+DATA。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	14H	L	DI <sub>0</sub>	...	DI <sub>3</sub>	PA	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	C <sub>0</sub>	...	C <sub>3</sub>	N1	...	N <sub>m</sub>	CS	16H
											└──────────┘			└──────────┘							
											密码			操作者代码							

注1：PA表示密码权限，P<sub>0</sub>P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>为该权限对应的密码。

注2：98H级密码权限代表通过密文+MAC的方式进行数据传输，不需要进行密码验证，也不需要编程键配合。

注3：99H级密码权限代表通过明文+MAC的方式进行数据传输，不需要进行密码验证，也不需要编程键配合。

注4：其它密码权限应验证密码，且与编程键配合使用。

注5：COC<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>是操作者代码，为要求记录操作人员信息的项目提供数据。

注6：写数据时数据域的字节数L≤200。

### 7.3.2 从站正常应答帧

控制码：C=94H。

数据域长度：L=00H。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	94H	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

### 7.3.3 从站异常应答帧

控制码：C=D4H。

数据域长度：L=01H。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	D4H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

## 7.4 读通信地址

### 7.4.1 主站请求帧

功能：请求读电能表通信地址，仅支持点对点通信。

地址域：AA...AAH。

控制码：C=13H。

数据域长度：L=00H。

帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	13H	00H	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

### 7.4.2 从站正常应答帧

控制码：C=93H。

数据域长度：L=06H。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	93H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

注：从站异常不应答。

## 7.5 写通信地址

### 7.5.1 主站请求帧

功能：设置某从站的通信地址，仅支持点对点通信。

控制码：C=15H。

地址域：AA...AAH。

数据域长度：L=06H。

数据域：A0...A5（通信地址）。

帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	15H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

### 7.5.2 从站正常应答帧

控制码：C=95H。

地址域：A0...A5（新设置的通信地址）。

数据域长度：L=00H。

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	95H	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

注：从站异常不应答。

## 7.6 广播校时（扩充）

功能：强制从站与主站时间同步。

控制码：C=1EH。

数据域长度：L=06H。

数据域：YYMMDDhhmmss(年、月、日、时、分、秒)。

地址域：99H 99H99H99H99H99H。

帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	08H	06H	ss	mm	hh	DD	MM	YY	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

秒 分 时 日 月 年

注7：广播校时不要求应答。

注8：推荐在午夜0时校时，以免影响在0时进行的某些例行操作。

注9：每天只允许校对一次。

## 7.7 升级功能

功能：支持通过载波模块，通过扩展645报文进行模块软件升级。

软件远程升级通信协议见附录C。

## 7.8 自描述信息（扩充）

功能：读取并网开关所检测的设备自身属性的相关信息。

属性描述：表A.4数据标识编码表（扩充），如与标准数据标识重复，以该附录中的规定为准。

## 附录 A (规范性) 数据编码

### A.1 数据格式说明

XXXXXX.XX代表计量值或存储值的整数位和小数位；NNNNNN.NN代表设定值的整数位和小数位；YY代表年；MM代表月；DD代表日；WW代表星期；hh代表时；mm代表分；ss代表秒；未特殊说明均以两位十进制数表示。

### A.2 数据标识编码表

数据标识编码参见表A.1~A.5。

表A.1 变量数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
02	01	01	00	XXX.X	2	V	*	A相电压 B相电压 C相电压 电压数据块	
		02		XXX.X	2	V	*		
		03		XXX.X	2	V	*		
		FF							
02	02	01	00	XXX.XXX	3	A	*	A相电流 B相电流 C相电流 电流数据块	
		02		XXX.XXX	3	A	*		
		03		XXX.XXX	3	A	*		
		FF							
02	03	00	00	XX.XXXX	3	kW	*	瞬时总有功功率 瞬时A有功功率 瞬时B有功功率 瞬时C有功功率 瞬时有功功率数据块	
		01		XX.XXXX	3	kW	*		
		02		XX.XXXX	3	kW	*		
		03		XX.XXXX	3	kW	*		
		FF							
02	04	00	00	XX.XXXX	3	Kvar	*	瞬时总无功功率 瞬时A无功功率 瞬时B无功功率 瞬时C无功功率 瞬时无功功率数据块	
		01		XX.XXXX	3	Kvar	*		
		02		XX.XXXX	3	Kvar	*		
		03		XX.XXXX	3	Kvar	*		
		FF							
02	05	00	00	XX.XXXX	3	KVA	*	瞬时总视在功率 瞬时A视在功率 瞬时B视在功率 瞬时C视在功率 瞬时视在功率数据块	
		01		XX.XXXX	3	KVA	*		
		02		XX.XXXX	3	KVA	*		
		03		XX.XXXX	3	KVA	*		
		FF							
02	06	00	00	X.XXX	2		*	总功率因数 A功率因数 B功率因数 C功率因数 功率因数数据块	
		01		X.XXX	2		*		
		02		X.XXX	2		*		
		03		X.XXX	2		*		
		FF							
02	07	01	00	XXX.X	2	度	*	A相角 B相角 C相角 相角数据块	
		02		XXX.X	2	度	*		
		03		XXX.X	2	度	*		
		FF							
02	08	01	00	XX.XX	2	%	*	A相电压波形失真度 B相电压波形失真度 C相电压波形失真度 电压波形失真度数据块	
		02		XX.XX	2	%	*		
		03		XX.XX	2	%	*		
		FF							
02	09	01	00	XX.XX	2	%	*	A相电流波形失真度 B相电流波形失真度	
		02		XX.XX	2	%	*		

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
		03 FF		XX.XX	2	%	*		C相电流波形失真度 电流波形失真度数据块
02	0A	01	01 ... 15 FF	XX.XX ... XX.XX	2 ... 2	% ... %	* ... *		A相电压1次谐波含量 ... A相电压21次谐波含量 A相电压谐波含量数据块
02	0A	02	01 ... 15 FF	XX.XX ... XX.XX	2 ... 2	% ... %	* ... *		B相电压1次谐波含量 ... B相电压21次谐波含量 B相电压谐波含量数据块
02	0A	03	01 ... 15 FF	XX.XX ... XX.XX	2 ... 2	% ... %	* ... *		C相电压1次谐波含量 ... C相电压21次谐波含量 C相电压谐波含量数据块
02	0B	01	01 ... 15 FF	XX.XX ... XX.XX	2 ... 2	% ... %	* ... *		A相电流1次谐波含量 ... A相电流21次谐波含量 A相电流谐波含量数据块
02	0B	02	01 ... 15 FF	XX.XX ... XX.XX	2 ... 2	% ... %	* ... *		B相电流1次谐波含量 ... B相电流21次谐波含量 B相电流谐波含量数据块
02	0B	03	01 ... 15 FF	XX.XX ... XX.XX	2 ... 2	% ... %	* ... *		C相电流1次谐波含量 ... C相电流21次谐波含量 C相电流谐波含量数据块
02	0C	00 01 02 03 FF	00	XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX	4 4 4 4	kW kW kW kW	* * * *		瞬时总有功功率 瞬时A有功功率 瞬时B有功功率 瞬时C有功功率 瞬时有功功率数据块
02	0D	00 01 02 03 FF	00	XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX	4 4 4 4	Kvar Kvar Kvar Kvar	* * * *		瞬时总无功功率 瞬时A无功功率 瞬时B无功功率 瞬时C无功功率 瞬时无功功率数据块
02	0E	00 01 02 03 FF	00	XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX	4 4 4 4	KVA KVA KVA KVA	* * * *		瞬时总视在功率 瞬时A视在功率 瞬时B视在功率 瞬时C视在功率 瞬时视在功率数据块
<p>注1：三相三线末端终端电压A相为Uab，B相为0，C相为Ucb；电流A相为Ia，B相为0，C相为Ic；功率因数A相为Uab与Ia的夹角余弦，B相为0，C相为Ucb与Ic的夹角余弦；相角A相为Uab与Ia的夹角，B相为0，C相为Ucb与Ic的夹角。</p> <p>注2：瞬时功率及当前需量最高位表示方向，0正，1负，三相三线B相为0。取值范围：0.0000~79.9999。</p> <p>注3：表内温度最高位0表示零上，1表示零下。取值范围：0.0~799.9。</p> <p>注4：相角测量范围是0度~360度。</p> <p>注5：当前有功需量、当前无功需量、当前视在需量是最近一段时间的平均功率。</p> <p>注6：电流最高位表示方向，0正，1负，取值范围为0.000~799.999，功率因数最高位表示方向，0正，1负，取值范围为0.000~1.000。</p>									

表A.2 事件记录数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
07	04	01	00	YYMMDDhhmm XXX.X	5 2*3		*	*	断相发生时间 发生时A相电压 发生时B相电压 发生时C相电压

表A.3 参变量数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
04	00	01	0C	YYMMDDWWhhmmss	7	年月日星期时分秒	*	*	日期、星期(其中0代表星期天)及时间
04	00	03	06	NNNNNN	3		*	*	电流互感器变比
			07	NNNNNN	3		*	*	电压互感器变比
04	00	03	08	NN	1	秒	*	*	上电全显时间
04	00	04	01	NNNNNNNNNNNN	6		*	*	通信地址
			02	NNNNNNNNNNNN	6		*	*	表号
			03	NN...NN	32		*	*	资产管理编码(ASCII码)
			0B	XX...XX	10		*	*	末端终端型号(ASCII码)
			0C	XX...XX	10		*	*	生产日期(ASCII码)
			0D	XX...XX	16		*	*	协议版本号(ASCII码)
04	00	04	0E	NNNNNNNNNNNN	6		*	*	客户编号
04	00	04	0F	XXXX.XXXX	4	度	*	*	电能表位置信息:
				XXXX.XXXX	4	度			经度
				XXXX.XX	3	米			高度
04	00	05	01	XXXX	2		*	*	末端终端运行状态字1
			...	...	...	...	...	...	...
			07 FF	XXXX	2		*	*	末端终端运行状态字7 末端终端运行状态字数据块
04	00	07	01	NN	1		*	*	调制型红外光口波特率特征字
			02	NN	1		*	*	接触式红外光口波特率特征字
			03	NN	1		*	*	通信口1波特率特征字
			04	NN	1		*	*	通信口2波特率特征字
			05	NN	1		*	*	通信口3波特率特征字
04	00	0E	01	NN.NNNN	3	kW	*	*	正向有功功率上限值
			02	NN.NNNN	3	kW	*	*	反向有功功率上限值
			03	NNN.N	2	V	*	*	电压上限值
			04	NNN.N	2	V	*	*	电压下限值
04	00	0F	01	XXXXXX.XX	4	kWh	*	*	报警电量1限值
			02	XXXXXX.XX	4	kWh	*	*	报警电量2限值
			03	XXXXXX.XX	4	kWh	*	*	囤积电量限值
			04	XXXXXX.XX	4	kWh	*	*	透支电量限值
04	00	11	01	NN	1		*	*	末端终端运行特征字1
04	00	11	04	XX...XX	8		*	*	主动上报模式字
04	00	12	01	YYMMDDhhmm	5	年月日时分	*	*	整点冻结起始时间
			02	NN	1	分	*	*	整点冻结时间间隔
			03	hhmm	2	分钟时分	*	*	日冻结时间
04	00	12	04	MMDDhhmm	4	月日时分	*	*	定时冻结时间
04	00	15	01	XX...XX	12		*	*	主动上报状态字
04	00	15	03	XX...XX	12		*	*	复位主动上报状态字
04	09	01	01	NNN.N	2	V	*	*	失压事件电压触发上限

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
			02	NNN. N	2	V	*	*	失压事件电压恢复下限
			03	NN. NNNN	3	A	*	*	失压事件电流触发下限
			04	NN	1	秒	*	*	失压事件判定延时时间
04	09	02	01	NNN. N	2	V	*	*	欠压事件电压触发上限
			02	NN	1	秒	*	*	欠压事件判定延时时间
04	09	03	01	NNN. N	2	V	*	*	过压事件电压触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	过压事件判定延时时间
04	09	04	01	NNN. N	2	V	*	*	断相事件电压触发上限
			02	NN. NNNN	3	A	*	*	断相事件电流触发上限
			03	NN	1	秒	*	*	断相事件判定延时时间
04	09	05	01	NN. NN	2	%	*	*	电压不平衡率限值
			02	NN	1	秒	*	*	电压不平衡率判定延时时间
04	09	06	01	NN. NN	2	%	*	*	电流不平衡率限值
			02	NN	1	秒	*	*	电流不平衡率判定延时时间
04	09	07	01	NNN. N	2	V	*	*	失流事件电压触发下限
			02	NN. NNNN	3	A	*	*	失流事件电流触发上限
			03	NN. NNNN	3	A	*	*	失流事件电流触发下限
			04	NN	1	秒	*	*	失流事件判定延时时间
04	09	08	01	NNN. N	2	A	*	*	过流事件电流触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	过流事件判定延时时间
04	09	09	01	NNN. N	2	V	*	*	断流事件电压触发下限
			02	NN. NNNN	3	A	*	*	断流事件电流触发上限
			03	NN	1	秒	*	*	断流事件判定延时时间
04	09	0A	01	NN. NNNN	3	kW	*	*	潮流反向事件有功功率触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	潮流反向事件判定延时时间
04	09	0B	01	NN. NNNN	3	kW	*	*	过载事件有功功率触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	过载事件判定延时时间
04	09	0C	01	NNN. N	2	V	*	*	电压考核上限
			02	NNN. N	2	V	*	*	电压考核下限
04	09	0D	01	NN. NNNN	3	kW	*	*	有功需量超限事件需量触发下限
			02	NN. NNNN	3	kVar	*	*	无功需量超限事件需量触发下限
			03	NN	1	秒	*	*	需量超限事件判定延时时间
04	09	0E	01	N. NNN	2		*	*	功率因数超下限阈值
			02	NN	1	秒	*	*	功率因数超下限判定延时时间
04	09	0F	01	NN. NN	2	%	*	*	电流严重不平衡限值
			02	NN	1	秒	*	*	电流严重不平衡触发延时时间
04	09	10	01	NN. NNNN	3	kW	*	*	功率反向事件有功功率触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	功率反向事件判定延时时间
04	09	80	01	XXX. XXX	3	A	*	*	电流突变事件电流触发门限
			02	NN	1	秒	*	*	电流突变事件判定延时时间

注1：以ASCII传输的数据项，不足字节后补NUL。

注2：厂家编号建议用企业代码。

注3：循环显示设置中NNNNNNNN代表每个显示项对应的数据标识。

注4：无线通信参变量NN最高位bit7代表网络是否在线，0代表不在线，1代表在线。低三位bit0~bit2位代表信号强度0~4，0为无信号，4为信号最强。

注5：整点冻结时间间隔默认为60min。

注6：液晶查看数据项中的NNNNNNNN为显示项的数据标识，NN为该显示项在此数据标识中的显示序号；当NNNNNNNN，NN为FFFFFFF，FF时，表示全屏显示。

注7：液晶查看命令支持广播方式，广播时无须应答。

注8：注3：经度、纬度、高度的最高位为符号位：0正，1负。经度：东经为正数，西经为负数；纬度：北纬为正数，南纬为负数；高度：海拔上为正数，海拔下为负数。

表A.4 数据标识编码表（扩充）

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
07	01	FF	00	YYMMDDhhmm	5		*		冻结时间
				XXX.X	2	V	*		A相电压
				XXX.X	2	V	*		B相电压
				XXX.X	2	V	*		C相电压
				XXX.XXX	3	A	*		A相电流
				XXX.XXX	3	A	*		B相电流
				XXX.XXX	3	A	*		C相电流
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时总有功功率
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时A有功功率
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时B有功功率
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时C有功功率
				XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时总无功功率
				XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时A无功功率
				XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时B无功功率
				XXXX.XXXX	4	kvar	*		瞬时C无功功率
				XXXX.XXXX	4	kVA	*		瞬时总视在功率
XXXX.XXXX	4	kVA	*		瞬时A视在功率				
XXXX.XXXX	4	kVA	*		瞬时B视在功率				
XXXX.XXXX	4	kVA	*		瞬时C视在功率				
X.XXX	2		*		总功率因数				
X.XXX	2		*		A功率因数				
X.XXX	2		*		B功率因数				
X.XXX	2		*		C功率因数				
XX.XX	2	%	*		A相电压波形失真度				
XX.XX	2	%	*		B相电压波形失真度				
XX.XX	2	%	*		C相电压波形失真度				
XX.XX	2	%	*		A相电流波形失真度				
XX.XX	2	%	*		B相电流波形失真度				
XX.XX	2	%	*		C相电流波形失真度				
XXXXXX.XX	4	kWh	*		正向有功总电能				
XXXXXX.XX	4	kWh	*		反向有功总电能				
XXXXXX.XX	4	kWh	*		正向无功总电能				
XXXXXX.XX	4	kWh	*		反向无功总电能				
07	02	01	00	NN	1			开关状态	
07	03	01	00	YYMMDDhhmmss XXX.XXX	6 3*6 ...		*	(上1次) 电流突变发生时间 变化前A电流值 变化前B电流值 变化前C电流值 变化后A电流值 变化后B电流值 变化后C电流值 ... (上5次) 电流突变发生时间 变化前A电流值 变化前B电流值 变化前C电流值 变化后A电流值 变化后B电流值 变化后C电流值	
04	00	04	03	ASCII	32		*	设备资产ID号	
04	A0	00	18	ASCII	32		*	设备类型	

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
04	80	00	03	ASCII	32		*		生产厂家
04	00	04	0B	ASCII	10		*		设备型号
04	80	00	02	ASCII	32		*		硬件版本
04	80	00	01	ASCII	32		*		软件版本
04	00	03	06	NNNNN	3		*	*	电流互感器变比
			07	NNNNN	3		*	*	电压互感器变比
04	00	04	0E	NNNNNNNNNN	6		*	*	客户编号
04	00	04	0F	XXXX. XXXX	4	度 度 米	*	*	电能表位置信息: 经度 纬度 高度
				XXXX. XXXX	4				
				XXXX. XX	3				
04	00	04	FF	ASCII	32		*		设备资产ID号
				ASCII	32		*		设备类型
				ASCII	32		*		生产厂家
				ASCII	10		*		设备型号
				ASCII	32		*		硬件版本
				ASCII	32		*		软件版本
				NNNNN	3		*	*	电流互感器变比
NNNNN	3		*	*	电压互感器变比				
04	00	10	01	NN	1		*	*	控制字1
			02	NN	1		*	*	控制字2
			03	NN	1		*	*	控制字3
			04	NN	1		*	*	控制字4
			05	NN	1		*	*	控制字5
			FF						
04	00	13	01	NN. N	2	V	*	*	过电压整定值
			02	NN. N	2	V	*	*	欠电压整定值
			03	NN. N	2	V	*	*	断相电压整定值
			FF						电压整定参数块
04	00	14	01	NNNN. N	3	A	*	*	额定电流整定值过载保护动作电流Ir1
			03	NN	1	S	*	*	过载保护动作时间t1
			04	NN	1	倍数	*	*	短路短延时动作电流Ir2 (*Ir1)
			05	NNNN	2	ms	*	*	短路短延时动作时间t2
			06	NN	1	倍数	*	*	短路瞬时电流Ir3 (*Ir1)
			FF						*
03	91	00	01	表A. 6	27		*		电流整定参数块
			0A						
03	92	00	01	表A. 7	27		*		上1次……上10次 告警事件记录
			0A						
02	90	00	00	XX	1		*		当前剩余电流最大相
			01	XXXX	2	mA	*		当前剩余电流值
			FF		3		*		当前剩余电流最大相及剩余电流值
02	91	01	00	XXXX	2	mA	*		当前额定剩余电流动作值
				XXXX	2	mS	*		当前额定极限不驱动时间
				FF		4		*	

注1: 数据标识 07 01 FF 00 数据块内各数据项冻结时间间隔默认为整5min。  
注2: 数据标识 07 01 FF 00 如上电不足5min, 使用上一次保存的冻结数据或补零, 突变电流如不足5次, 补0。  
注3: 主动上报状态字中的断相、过压、欠压、失压、闸位分合为必备功能, 发生故障事件要主动上报, 通过04001503

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>				读	写	
(写命令)可清零状态字。									
注4: 需支持停电主动上报, 复电事件主动上报。停复电事件上报的设备类型为02H, 高速载波(HPLC)通讯单元。									
注5: 需要保存谐波异常、三相不平衡、触头过温、反孤岛导致的并网开关告警、闸位变化事件记录。									

表A.5 控制命令

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	码制	单位	功能		数据项名称
DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>					读	写	
06	01	01	01	NN, uu	2	BCD	uu	*	*	预约远程跳闸控制(0-99)
			02		0				*	取消远程跳闸控制
		02	01	NN, uu	2	BCD	uu	*	*	预约远程合闸控制(0-99) 不支持返回异常
			02		0				*	取消远程合闸控制
		03	01	NN, uu	2	BCD	uu	*	*	预约模拟试跳控制(0-99)
			02		0				*	取消模拟试跳控制
		04	01	NN, uu	2	BCD	uu	*	*	预约自检
			02		0				*	取消预约自检
注1: NN表示预约的时间, 取值范围为0~99, NN=0, 立即跳闸。uu表示单位: 02表示分, 03表示小时。										
注2: 采用写数据方式。										

表A.6 闸位变化事件数据单元格式

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
闸位变化状态	XX	1	BIN	Bit0-Bit1有效, 其它位无效 10: 合分 01: 分合 其它无效
变位原因	XX	1	BIN	Bit0-Bit4有效, 其它位无效 跳闸(合分): 00100-缺零, 00101-过载, 00110-短路短延时, 00111-缺相, 01000-欠 压, 01001-过压, 01010-接地, 01101-远程试 验, 01110-按键试验, 10010-手动, 10110- 短路瞬时, 11110-软遥控, 11101-硬遥控 10011-谐波异常, 10100-三相不平衡, 10101- 触头过温, 10110-反孤岛保护 合闸(分合): 10010-手动, 11110-软遥 控, 11101-硬遥控
故障相别	XX	1	BIN	
跳闸发生时刻	YYMMDDhhmmss	6		
变化前A相电压	XXX.X	2	BCD	
变化前B相电压	XXX.X	2	BCD	
变化前C相电压	XXX.X	2	BCD	
变化前三相电流方向	XX	1	BIN	参见当前变量注释

表A.7 告警事件数据单元格式

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
告警标志	XX	1	BIN	Bit0有效, 其它位无效 1: 发生

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
				0: 恢复 其它无效
告警原因	XX	1	BIN	Bit0-Bit4有效, 其它位无效 00100-缺零, 00101-过载, 00110-短路短延时, 00111-缺相, 01000-欠压, 01001-过压, 01010-接地, 10110-短路瞬时, 10001-合闸失败, 10111-跳闸失败, 10011-谐波异常, 10100-三相不平衡, 10101-触头过温, 10110-反孤岛保护
告警相别	XX	1	BIN	
发生/恢复时刻	YYMMDDhhmmss	6		
告警前A相电压	XXX. X	2	BCD	
告警前B相电压	XXX. X	2	BCD	
告警前C相电压	XXX. X	2	BCD	
告警前A相电流	XXXXX. X	3	BCD	针对目前存量
告警前B相电流	XXXXX. X	3	BCD	
告警前C相电流	XXXXX. X	3	BCD	
三相电流方向	XX	1	BIN	参见当前变量注释

## 附录 B (规范性)

### 状态字、特征字、负荷记录模式字、控制字、错误信息字

#### B.1 运行状态字 1

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	保留	无功功率方向 (0正向、1反 向)	有功功率方向 (0正向、1反 向)	停电抄表电池 (0正常, 1欠 压)	时钟电池 (0正常, 1欠 压)	需量积算方式 (0滑差, 1区 间)	保留

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
时钟故障	透支状态	存储器故障或 损坏	内部程序错误	保留	保留	ESAM错误	控制回路错误

#### B.2 运行状态字 2

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	C相无功功率 方向	B相无功功率 方向	A相无功功率 方向	保留	C相有功功率 方向	B相有功功率 方向	A相有功功率 方向

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留

注：0代表正向，1代表反向。

#### B.3 运行状态字 3

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
预跳闸报警状 态(0无, 1 有)	继电器命令状 态(0通, 1 断)	当前运行时区 (0第一套, 1 第二套)	继电器状态(0 通, 1断)	红外认证/编 程允许状态(0 失效, 1有效)	供电方式(00主电源, 01辅 助电源, 10电池供电)		当前运行时段 (0第一套, 1 第二套)

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
远程开户(0 开户, 1未开 户)	本地开户(0 开户, 1未开 户)	身份认证状态 (0失效, 1有 效)	保电状态(0 非保电, 1保 电)	保留	保留	保留	

注1：红外认证/编程允许状态(Bit3)：无编程键的末端终端，此位为红外认证有效状态，对于有编程键的末端终端，此位为编程允许状态。

注2：继电器状态(Bit4)，指线路实际工作状态，线路处于跳闸状态时此位置1，线路处于导通状态时此位置0。

注3：继电器远程拉闸命令状态(Bit6)。电能表收到主站跳闸命令时，Bit6置1；电能表跳闸后，该状态仍维持1，直到电能表解除跳闸条件，或收到主站合闸、保电命令时将该位置0。如果末端终端处于保电状态时，收到远程跳闸命令，提示“密码错/未授权”，该位仍置0。

注4：预跳闸报警状态(Bit7)是当剩余电量/金额小于等于预设的报警阈值1或末端终端收到远程报警命令时，Bit7置1，电能表报警，提示用户购电（或交费）；否则置0。

注5：Bit10、Bit11保留，置0。

#### B.4 运行状态字 4 (A相故障状态)

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

### B.5 运行状态字 5 (B 相故障状态)

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

### B.6 运行状态字 6 (C 相故障状态)

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

### B.7 运行状态字 7 (合相故障状态)

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
总功率因数超 下限	需量超限	掉电	辅助电源失电	电流不平衡	电压不平衡	电流逆相序	电压逆相序

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	开端钮盖	开表盖	电流严重不平衡

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

### B.8 末端终端运行特征字 1

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	保留	保留	保留	保留	主动上报模式 (0 不启用后续 标志, 1 启用 后续标志)	液晶①②字样 意义 (0 显示 1、2 套时段, 1 显示 1、2 套 费率)	外置开关控制 方式 (0 电平, 1 脉冲)

注1：液晶①②字样意义 (Bit1) 表示时段/费率状态显示模式，0代表①②显示1、2套时段，1代表①②显示1、2套费率电价。

注2：主动上报模式表示主动上报状态字读出模式，0不启用后续标志，1启用后续标志。

### B.9 错误信息字 ERR

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	费率数超	日时段数超	年时区数超	通信速率不能 更改	密码错/未授 权	无请求数据	其他错误

注：0代表无相应错误发生，1代表相应错误发生。除Bit1~Bit6定义的错误以外，其他情况都归为Bit0其他错误。

### B.10 主动上报模式字

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
时钟故障	保留	存储器故障或损坏	内部程序错误	时钟电池电压低	内卡初始化错误	ESAM 错误	负荷开关误动或拒动

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
合闸成功	跳闸成功	电源异常	恒定磁场干扰	开端钮盖	开表盖	透支状态	停电抄表电池欠压

Bit23	Bit22	Bit21	Bit20	Bit19	Bit18	Bit17	Bit16
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit31	Bit30	Bit29	Bit28	Bit27	Bit26	Bit25	Bit24
保留	断流						

Bit39	Bit38	Bit37	Bit36	Bit35	Bit34	Bit33	Bit32
总功率因数超下限	需量超限	掉电	辅助电源失电	电流不平衡	电压不平衡	电流逆相序	电压逆相序

Bit47	Bit46	Bit45	Bit44	Bit43	Bit42	Bit41	Bit40
保留	保留	保留	保留	保留	全失压	潮流反向	电流严重不平衡

Bit55	Bit54	Bit53	Bit52	Bit51	Bit50	Bit49	Bit48
周日编程	时区表编程	时段表编程	校时	事件清零	需量清零	末端终端清零	编程

Bit63	Bit62	Bit61	Bit60	Bit59	Bit58	Bit57	Bit56
密钥更新	阶梯表编程	费率参数表编程	结算日编程	无功组合方式2编程	无功组合方式1编程	有功组合方式编程	节假日编程

注：0代表此类事件发生不上报，1代表此类事件发生应上报。

### B.11 主动上报状态字

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
时钟故障	保留	存储器故障或损坏	内部程序错误	时钟电池电压低	内卡初始化错误	ESAM 错误	负荷开关误动或拒动

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
合闸成功	跳闸成功	电源异常	恒定磁场干扰	开端钮盖	开表盖	透支状态	停电抄表电池欠压

Bit23	Bit22	Bit21	Bit20	Bit19	Bit18	Bit17	Bit16
A 相断相	A 相功率反向	A 相过载	A 相过流	A 相失流	A 相过压	A 相欠压	A 相失压

Bit31	Bit30	Bit29	Bit28	Bit27	Bit26	Bit25	Bit24
保留	A相断流						

Bit39	Bit38	Bit37	Bit36	Bit35	Bit34	Bit33	Bit32
B相断相	B相功率反向	B相过载	B相过流	B相失流	B相过压	B相欠压	B相失压

Bit47	Bit46	Bit45	Bit44	Bit43	Bit42	Bit41	Bit40
保留	B相断流						

Bit55	Bit54	Bit53	Bit52	Bit51	Bit50	Bit49	Bit48
C相断相	C相功率反向	C相过载	C相过流	C相失流	C相过压	C相欠压	C相失压

Bit63	Bit62	Bit61	Bit60	Bit59	Bit58	Bit57	Bit56
保留	C相断流						

Bit71	Bit70	Bit69	Bit68	Bit67	Bit66	Bit65	Bit64
总功率因数超 下限	需量超限	掉电	辅助电源失电	电流不平衡	电压不平衡	电流逆相序	电压逆相序

Bit79	Bit78	Bit77	Bit76	Bit75	Bit74	Bit73	Bit72
保留	保留	保留	保留	保留	全失压	潮流反向	电流严重不平衡

Bit87	Bit86	Bit85	Bit84	Bit83	Bit82	Bit81	Bit80
周休日编程	时区表编程	时段表编程	校时	事件清零	需量清零	末端终端清零	编程

Bit95	Bit94	Bit93	Bit92	Bit91	Bit90	Bit89	Bit88
密钥更新	阶梯表编程	费率参数表编程	结算日编程	无功组合方式 2编程	无功组合方式 1编程	有功组合方式 编程	节假日编程

注：0代表未发生此类事件，1代表已发生此类事件。

## B.12 控制字

表B.1 控制字 1

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	保留	数据告警总开关 0—全禁止 1—全允许	报警灯光 0—禁止 1—允许	报警声音 0—禁止 1—允许	定时自检 0—禁止 1—允许	档位返回 0—允许 1—禁止	重合闸 0—允许 1—禁止	保留
注：本控制字中的数据告警是以下数据告警的总告警开关。								

表B.2 控制字 2

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	欠压保护		过压保护		缺相保护		缺零保护	
	00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警	

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
注：禁止控制的情况下，可通过声或光方式告警（下同）。								

表B.3 控制字 3

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	试跳源	剩余电流保护预警 0——退出 1——投入	短路瞬时保护		短路短延时保护		过流保护	
	0——内部 1——外部		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警	00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警	00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警			
注：禁止控制的情况下，可通过声或光方式告警（下同）。								

表B.4 控制字 4

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	额定剩余电流动作值				额定极限不驱动时间		剩余电流保护	
定义	0000——档位1；0100-档位5；1000~1110——保留 0001——档位2；0101——档位6 0010——档位3；0110——档位7 0011——档位4；0111——档位8；1111——连续可调				00——档位1 01——档位2 10——档位3 11——连续可调		00——不跳闸，不告警 01——不跳闸，告警 10——跳闸，不告警	
注：剩余电流动作值、极限不驱动时间，用户可根据实际使用定制，定制参数参见标识码04000411和04000412。								

表B.5 控制字 5

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
描述	保留							

**附录 C**  
**(规范性)**  
**软件远程升级通信协议**

### C.1 并网开关程序格式

程序文件采用二进制格式，在文件开头增加10字节的识别信息，格式如下：

**表C.1 并网开关程序格式**

代码	示例	说明
ID0	0x47	厂家识别码,厂家名称拼音首字符,统一为大写 示例代表:厂家代码,GJDW国家电网
ID1	0x4a	
ID2	0x44	
ID3	0x57	
TypeH	---	终端型号,16进制终端型号,厂家自行定义
TypeL	---	
Hver1	0x01	硬件版本号,HVer1.HVer0.示例代表:硬件版本号1.2
Hver0	0x02	
Sver1	0x03	软件版本号,SVer1.SVer0.示例代表:版本号为3.18
Sver0	0x12	
.....	---	APP程序代码

### C.2 读厂家识别码

下行(上位机到并网开关):

**表C.2 读厂家识别码**

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	按照终端实际地址下发
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	启动字符
0x11	0x11	读数据
0x04	0x04	数据长度默认为0x04
0x80	0x80	数据标识,定义为0x80000000
0x00	0x00	---
0x00	0x00	---
0x00	0x00	---
Sum8	---	参照DL/T 645
0x16	---	结束字符

上行(并网开关到上位机):

**表C.3 上行应答数据**

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	

代码	示例	说明
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	
0x91	---	正确应答0x91，错误按照DL/T 645回复
0x0E	0x0E	数据长度
0x80	0x80	数据标识
0x00	0x00	
0x00	0x00	
0x00	0x00	
ID0	---	厂家识别码，参见终端程序格式
ID1	---	---
ID2	---	---
ID3	---	---
TypeH	---	终端型号，16进制终端型号
TypeL	---	---
Hver1	---	硬件版本号，参见终端程序格式
Hver0	---	---
Sver1	---	软件版本号，参见终端程序格式
Sver0	---	---
Sum8	---	参照DL/T 645
0x16	---	结束字符

注：所有数据都是高字节在前，数据内容按照DL/T 645协议。

### C.3 切换到 IAP 模式

下行（上位机到并网开关）：

表C.4 下行数据

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	启动字符
0x14	0x15	写数据
0x0E	0x0E	固定为0E
0x80	0x80	数据标识，0x80000001
0x00	0x00	
0x00	0x00	
0x01	0x01	
ID0	---	厂家识别码
ID1	---	
ID2	---	
ID3	---	
TypeH	---	终端型号，16进制终端型号
TypeL	---	

代码	示例	说明
Hver1	----	硬件版本号，即将更新程序所对应的硬件版本号
Hver0	----	
Sver1	----	软件版本号，即将更新程序的软件版本号
Sver0	----	
Sum8	----	参照DL/T 645
0x16	----	结束字符

上行应答（并网开关到上位机）：

表C.5 上行应答数据

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	启动字符
0x94	0x94	正确应答0x94，错误按照DL/T 645回复。
0x0E	0x0E	固定为0x0E
0x80	0x80	数据标识，0x80000001
0x00	0x00	
0x00	0x00	
0x01	0x01	
ID0	----	厂家识别码
ID1	----	
ID2	----	
ID3	----	
TypeL	----	终端型号，16进制终端型号
TypeH	----	
HVer0	----	硬件版本号，即将更新程序所对应的硬件版本号
HVer1	----	
SVer0	----	软件版本号，即将更新程序的软件版本号
SVer1	----	
Sum8	----	参照DL/T 645
0x16	----	结束字符

#### C.4 传输文件

文件数据长度128，最大帧长为128+20，最后一包为文件实际剩余长度。

下行（上位机到并网开关）：

表C.6 传输文件

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	

代码	示例	说明	
A5	0x00		
0x68	0x68	启动字符	
0x14	0x14	写数据	
0x**	0x88	数据长度=8+文件长度（128或剩余字节数）	
0x80	0x80	数据标识	
0x00	0x00		
0x00	0x00		
0x02	0x02		
数据域	文件总包号H	---	数据域, 文件数据长度为128, 最后一包为文件实际剩余长度。本包号从0开始, 最后一帧包号=总包号-1
	文件总包号L	---	
	本包号H	---	
	本包号L	---	
	...文件数据	---	
Sum8	---	---	
0x16	---	---	

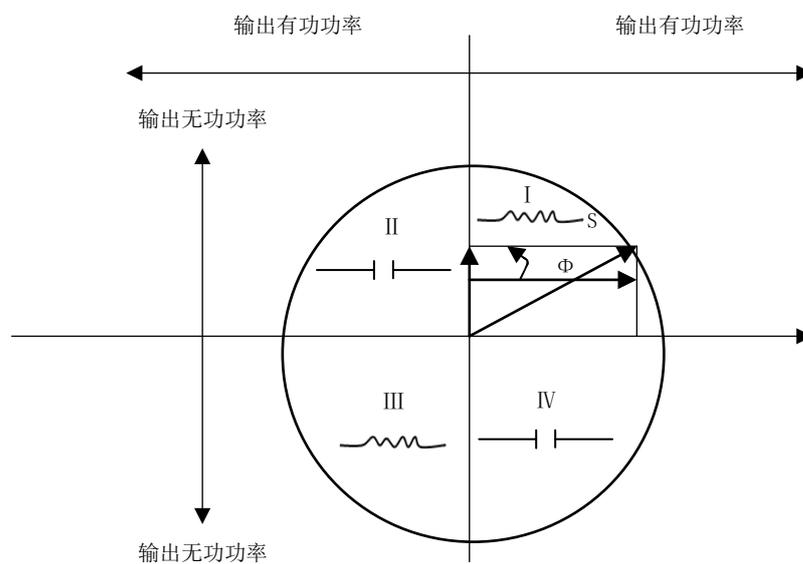
上行应答（并网开关上位机）：

表C.7 上行应答数据

代码	示例	说明	
0x68	0x68	启动字符	
A0	0x05	终端实际地址	
A1	0		
A2	0		
A3	0		
A4	0		
A5	0		
0x68	0x68	启动字符	
0x94	0x94	正确应答0x94, 错误按照DL/T 645回复	
0x0C	0x0C	数据长度=12	
0x80	0x80	数据标识0x80000002	
0x00	0x00		
0x00	0x00		
0x02	0x02		
数据域	文件总包号L	---	数据域, 文件数据一包
	文件总包号H	---	
	本包号L	---	
	本包号H	---	
Sum8	---	参照DL/T 645	
0x16	---	结束字符	

程序升级完成, 设备应自动重新启动。

附 录 D  
(资料性)  
有功和无功功率的几何表示



- 注1：图示参照GB/T 17215.323-2008中的图C.1。  
 注2：本图的参考矢量是电流矢量（取向右为正方向）。  
 注3：电压矢量 $U$ 随相角 $\varphi$ 改变方向。  
 注4：电压 $U$ 和电流 $I$ 间的相角 $\varphi$ 在数学意义上取正（逆时针方向）。

图D.1 有功和无功功率的几何示意图

附录 E  
(资料性)  
铜损、铁损算法定义

通过变压器系数可以对变压器的损耗进行计算,为实施变压器损耗补偿提供必要的依据。将离线计算所得的变压器系数 $G_x$ 、 $R_x$ 、 $B_x$ 、 $X_x$ 12个参数值输入表计。在实际使用中,当表计实测出回路电压、电流并算出 $V_x^2h$ 、 $I_x^2h$ 值时,就可计算出变压器铁损有、无功电能补偿量和铜损有、无功电能补偿量。

$$LFE_{x,Wh} = G_x \times V_x^2h \cdots \cdots \cdots (D. 1)$$

$$LFE_{x,varh} = B_x \times V_x^2h \cdots \cdots \cdots (D. 2)$$

$$LCU_{x,Wh} = R_x \times I_x^2h \cdots \cdots \cdots (D. 3)$$

$$LCU_{x,varh} = X_x \times I_x^2h \cdots \cdots \cdots (D. 4)$$

式中:

$x$ ——A、B、C三项元件;

$G$ ——电导,单位为西门子(S);

$B$ ——电纳,单位为西门子(S);

$R$ ——电阻,单位为欧姆( $\Omega$ );

$X$ ——电抗,单位为欧姆( $\Omega$ );

$LFE_{x,Wh}$ ——铁损有功电能补偿量,单位为千瓦时(kWh);

$LFE_{x,varh}$ ——铁损无功电能补偿量,单位为千乏时(kvarh);

$LCU_{x,Wh}$ ——铜损有功电能补偿量,单位为千瓦时(kWh);

$LCU_{x,varh}$ ——铜损无功电能补偿量,单位为千乏时(kvarh)。

从而得到铜损和铁损有功总电能补偿量、铜损和铁损无功总电能补偿量:

$$\Delta Wh_{Fe} = LFE_{A,Wh} + LFE_{B,Wh} + LFE_{C,Wh} \cdots \cdots \cdots (D. 5)$$

$$\Delta Wh_{Cu} = LCU_{A,Wh} + LCU_{B,Wh} + LCU_{C,Wh} \cdots \cdots \cdots (D. 6)$$

$$\Delta varh_{Fe} = LFE_{A,varh} + LFE_{B,varh} + LFE_{C,varh} \cdots \cdots \cdots (D. 7)$$

$$\Delta varh_{Cu} = LCU_{A,varh} + LCU_{B,varh} + LCU_{C,varh} \cdots \cdots \cdots (D. 8)$$

式中:

$\Delta Wh_{Fe}$ ——铁损有功总电能补偿量,单位为千瓦时(kWh);

$\Delta Wh_{Cu}$ ——铜损有功总电能补偿量,单位为千瓦时(kWh);

$\Delta varh_{Fe}$ ——铁损无功总电能补偿量,单位为千乏时(kvarh);

$\Delta varh_{Cu}$ ——铜损无功总电能补偿量,单位为千乏时(kvarh)。