UTE323 数字功率计

编程手册

版本：REV 1.00
日期：2025.07.17

UNI-T®

保证和声明

版权

2023优利德中国科技有限公司

商标信息

UNI-T是优利德中国科技有限公司的注册商标。

文档编号

UTE32320250728

声明

- 本公司产品受中国及其它国家和地区的专利（包括已取得的和正在申请的专利）保护。
- 本公司保留改变规格及价格的权利。
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料。
- 本手册提供的信息如有变更，恕不另行通知。
- 对于本手册可能包含的错误，或因手册所提供的信息及演绎的功能以及因使用本手册而导致的任何偶然或继发的损失，**UNI-T**概不负责。
- 未经 **UNI-T**事先书面许可，不得影印、复制或改编本手册的任何部分。

产品认证

UNI-T认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准及 ISO9001：2008 标准和 ISO14001：2004 标准，并进一步认证本产品符合其它国际标准组织成员的相关标准。

第一章 通信接口说明

1.1 USB 接口

用户可通过 USB 接口向功率计发送命令，执行功率计前面板按键对应的功能； 功率计接收到相关命令后，可返回测量和计算数据、 控制面板的设置参数和状态字节、错误代码。 注意，用户无须在功率计上设置 USB 接口参数，当进行 USB 通信时，不要同时使用其它通信接口控制功率计。

表 1.1 接口说明

端口数	1
接口类型	B 型连接器（插座）
电气与机械规格	兼容 USB Rev.2.0
支持的传输模式	全速
支持的协议	USBTMC-USB488
PC 系统需求	可支持 USB 的 Windows10、 Windows8、Windows 7（32 位/64 位）、 Vista（32 位）、XP（SP2 以上版本、 32 位）

USB 接口的接线方式请参考用户手册 8.5 小节（USB 接口）。

1.2 GPIB 接口

用户可通过 GPIB 接口向功率计发送命令，执行功率计前面板按键对应的功能；功率计接收相关命令后，可返回测量和计算数据、控制面板的设置参数和状态字节、错误代码。

表 1.2 GPIB 接口说明

适用设备	美国国家仪器公司 ● PCI-GPIB 或 PCI-GPIB+、 PCIe-GPIB 或 PCIe-GPIB+ ● PCMCIA-GPIB 或 PCMCIA-GPIB+(WindowsVista 或 Windows 7 不支持) ● GPIB-USB-HS 使用 NI-488.2M Ver. 2.8.1 或更新版本的驱动
电气和机械规格	符合 IEEE Std 488-1978(JIS C 1901-1987)

1.2.1 GPIB 设置流程

每个 GPIB 设备都有一个唯一的 GPIB 地址，该地址用于区分不同的 GPIB 设备。因此，当使用功率计的 GPIB 接口时，用户首先需要设置功率计的 GPIB 地址。设置 GPIB 地址的方法请参考用户手册 7.5 小节（GPIB 设置）。GPIB 接口的接线方式请参考用户手册 8.3 小节（GPIB 接口）。

1.3 RS-232 接口

用户可通过 RS-232 接口向功率计发送命令，执行功率计前面板按键对应的功能；功率计接收相关命令后，可返回测量和计算数据、控制面板的设置参数和状态字节、错误代码。

表 1.3 RS-232 接口说明

接口类型	D-Sub 9-pin(插头)
电气规格	符合 EIA-574(EIA-232(RS-232)9 针标准)
波特率	1200、2400、4800、 9600、19200、57600、115200
数据位	7 位 或 8 位
校验位	无、奇校验、偶校验
停止位	1 位 或 2 位

RS-232 接口支持 SCPI、Modbus-RTU、Modbus-ASC 通信指令；使用 RS-232 接口通信时，请正确选择通信协议和波特率等参数。RS-232 接口的参数设置请参考用户手册 7.4 小节（串口）,RS-232 接口的接线方式请参考用户手册 8.2 小节（RS-232 接口）。

1.4 Ethernet 接口

用户可通 Ethernet 接口向功率计发送命令，执行功率计前面板按键对应的功能；功率计接收相关命令后，可返回测量和计算数据、控制面板的设置参数和状态字节、错误代码。

表 1.4 Ethernet 以太网接口说明

端口数	1
接口类型	RJ-45 接口
电气和机械规格	符合 IEEE802.3 标准
传输系统	以太网 (100BASE-TX、 10BASE-T)
传输速率	最大 100Mbps
通信协议	TCP/IP （Raw Socket,Modbus/TCP ）
支持服务	DHCP、远程控制

Ethernet 接口支持 SCPI 指令和 Modbus/TCP 指令；SCPI 指令的控制端口固定为 5025；Modbus/TCP 的控制端口固定为 502。使用 Ethernet 接口通信时须正确设置 IP 地址，子网掩码及网关，设置方法参考用户手册 7.3 小节（网络）。Ethernet 接口的接线方式请参考用户手册 8.4 小节（以太网接口）。

第二章 编程概述

2.1 消息

消息用于控制器和功率计的通信。 由控制器发送到功率计的消息称为命令消息，由功率计发回给控制器的消息称为应答消息。功率计接收到含有查询命令的命令消息则立即返回一个应答消息。对于功率计，一个应答消息对应一个命令消息。

2.1.1 命令消息

命令消息的格式如图 2.1 所述。

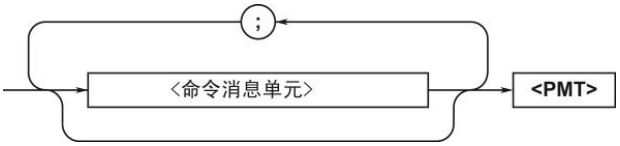


图 2.1 命令格式

- 命令消息单元

一个命令消息由一个或多个命令消息单元组成，每个命令消息单元对应一个命令， 命令消息单元之间用分号“;”分隔， 功率计先执行先收到的命令。命令消息单元的语法如图 2.2 所示， 示例如图 2.3 所示。 命令头指示命令的类型，命令数据则是命令的数据参数， 和命令头间以空格间隔， 多个命令数据之间则通过逗号分隔，命令头和命令数据示例如图 2.4 所示。

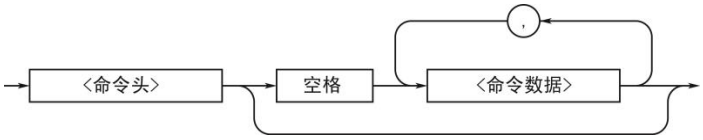


图 2.2 命令消息单元的语法



图 2.3 命令消息单元示例



图 2.4 命令头和命令数据示例

- PMT

PMT 是命令消息的结束符，有如下三种：

（1） NL（新行）。和 LF（line feed，换行） 一样， ASCII 码为“0AH”；

（2） ^END。 IEEE 488.1 标准所定义的 END 消息。（随^END 一起发送的命令数据是命令消息中的最后一个数据字节。）

（3） NL^END。 NL 和 END 消息一起发。

2.1.2 应答消息

应答消息的语法如图 2.5 所示。

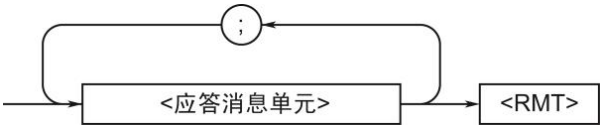


图 2.5 应答消息的语法

- 应答消息单元

一个应答消息有一个或多个应答消息单消息单元以分号分隔，如图 2.6 所示。

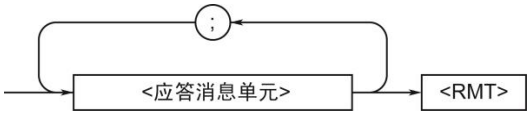


图 2.6 应答消息单元示例

应答消息单元的语法如图 2.7 所示。

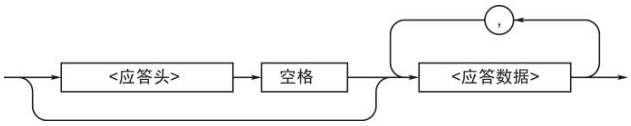


图 2.7 应答消息单元的语法

应答头出现于应答数据之前，应答头和应答数据之间以空格分隔。 应答数据包含了应答的内容，多组应答数据之间用逗号“,”分隔。

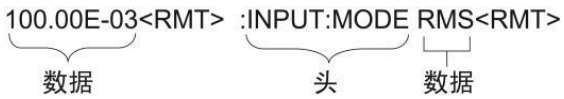


图 2.8 应答头和应答数据的例子

若命令消息里有多个查询请求，功率计将先回应先收到的查询请求。大多数情况下，单个查询返回单个应答，但也有一些查询请求需要返回多个应答；于是会出现这样的情形，第一个应答对应第一个查询，但第 N 个应答不一定对应第 N 个查询。因此，如果用户希望确保能收到每个应答，可使一个命令消息里只有一个查询请求。

- RMT

RMT 是一个应答消息结束符，是 NL^END。

2.1.3 注意事项

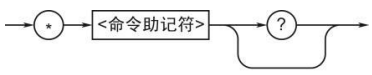
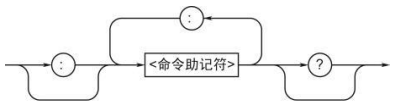
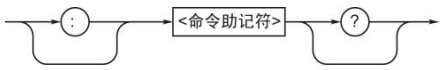
- 若控制器发送的命令消息不含查询，则可在随后的任意时刻再发送一个命令消息。
- 若控制器发送的命令消息含查询，则必须在接收完应答消息后才能发送下一个命令消息，否则出错。
- 若控制器去接收一个不存在的应答，则产生错误。
- 若控制器还没有完成命令消息发送就去接收应答，则产生错误。
- 若控制器发送的命令消息不完整，则可能产生错误。

2.2 命令

2.2.1 类型

根据命令头格式的不同， 控制器发送到功率计的命令可分为三种，如表 2.1 所示。

表 2.1 命令头的格式

命令头格式	说明
 通用命令示例: *CLS	IEEE 488.2-1992 定义的命令为通用命令，通用命令头的格式如左所示，通用命令前必须紧跟“*”
 复合命令头示例: :INPut:MODE	部分功率计特有命令须根据其功能，分层次来表示，不同的层次用“：”号隔开，格式和示例如左所示
 单一命令头示例: :HOLD	部分命令的功能是独立的，其命令头格式比较简单，没有层次划分，如左所示

2.2.2 命令的连接

1. 不同命令组命令的连接

若两个不同命令组命令之间需要用“:”号分隔， “:”号不能省略。例如，

:INTEGrate:MODE NORMal;:INPut:MODE RMS<PMT>。

2. 单独命令和其它命令的连接

若单独命令紧跟其它命令， 则须在单独命令前加“:”号。例如，

:INTEGrate:MODE NORMal;:HOLD ON<PMT>

3. 连接通用命令

通用命令在 IEEE488.2-1992 定义。连接通用命令时，命令之前不需要“：”号，例如：

:INTEGrate:MODE NORMal;*CLS;:INTEGrate:TIMer 1,0,0<PMT>

4. 用<PMT>分隔命令

当用<PMT>分隔两个命令时，将发送两个命令消息。 此时，这两个命令即使是同一命令组并具有相同的命令头， 也不能省略命令头。

2.2.3 上层查询

在命令组的最高级命令后添加一个“？”，可查询命令组内所有低级查询指令所查询到的信息，例如：

INTEGrate?<PMT>->:INTEGRATE:MODE NORMAL;TIMER 0,0,0; ; STATE START<RMT>

上层查询得到的应答信息，也可作为命令消息发回控制器，从而令当时返回的设置信息重新生效。不过需要注意的是，不是所有命令组的信息都会返回， 例如对某些上层查询请求，当前没有用到的设置信息就不会返回。

2.2.4 命令头的书写说明

命令头的书写说明如下所述：

- 命令助记符不区分大小写。例如， INPut 可写成 input 或 INPUT。
- 命令助记符中的小写字母可省略。例如， INPut 也可写为 INP。
- 命令头后的“？”，用于指示查询功能，用户不可省略“？”。例如， INPut? 最短可缩写为

INP? 。

- 若命令助记符后的数值在书写时被被省略，则认为该数值为 1。例如，ELEMent 写成 ELEM，即被识别为“ELEMent1”。
- 写在方框里的命令或参数可省略。例如， [:INPut]:SCALing[:STATe] ON”可被写成“SCAL ON.”， 但在上层查询命令里，不能省略最后一个方框里的命令或参数，例如， “SCALing?”和“SCALing:STATe?”是不同的。

2.3 应答

功率计返回的应答消息有如下两种形式。

- 由命令头与数据组成。这类应答消息有命令头，可不加修改就直接作为命令消息使用。例如，:INTEGrate:MODE?<PMT> -> :INTEGRATE:MODE NORMAL<RMT>;
- 仅由数据组成。这类应答消息不能作为命令消息使用，因为没有命令头。

例如，INTEGrate:STATe?<PMT> -> RESET<RMT>。

2.3.1 是否需要命令头

如果需要功率计返回的应答消息不附加命令头，用户可使用“COMMunicate:HEADer”命令来配置功率计。

2.3.2 应答的缩写形式

用户可使用 COMMunicate:VERBose 命令来配置功率计是否开启缩写形式，用于控制其返回的命令头和数据是否包含小写部分。

命令头的方括号（[ ]）内的部分在缩写形式中也会被省略。

2.4 数据

数据位于命令头之后， 和命令头以空格分隔。 数据包含了条件和值，相关声明概述如表 2.2 所示

表 2.2 数据说明

数据	说明	示例
<Decimal>	以十进制表示的值	VT 比的设置->[:INPut]:SCALing:VT 100
<Voltage><Current><Time>	物理量的值	电压范围设置->[:INPut]:VOLTage:RANge 150V
<Register>	寄存器值，可用二进制、八进制、十进制、十六进制表示	扩展事件寄存器值->:STATUS:EESE #HFE
<Character data>	预定义的字符串	测量模式选择 ->[:INPut]:MODE {RMS|VMEan|DC}
<Boolean>	指示开启或关闭。通常是 ON、 OFF 或一个值	将数据设置为保持状态->:HOLD ON
<String data>	任意字符串	返回型号->:SYSTEM:MODEL "UTE310"
<Block data>	包含多个 8 位数值的数据	应答中的测量数据-> #40012ABCDEFGHIJKL

2.4.1 乘数和单位符号

用户可用的乘数及其符号见表 2.3，乘数符号不区分大小写。

表 2.3 乘数及其符号

符号	乘数
EX	10^{18}
PE	10^{15}
T	10^{12}
G	10^{9}
MA	10^{6}
K	10^{3}
M	10^{-3}
U	10^{-6}
N	10^{-9}
P	10^{-12}
F	10^{-15}

用户可用的单位符号如表 2.4 所示。

表 2.4 单位及符号

符号	单位	说明
V	伏特	电压
A	安培	电流
S	秒	时间

若乘数和单位都省略未写，则默认使用基本单位（ V、 A、 S），功率计返回的应答消息通常使用<NR3>的格式，并且不使用乘数和单位而是使用基本格式。

2.4.2 <Decimal>数值

<Decimal>指示数据是十进制数值。在 ANSI X3.42-1975.标准里,用“NR”来表示不同格式的十进制数值，如表 2.5 所示。

表 2.5 Decimal 数值

符号	含义	例子
<NR1>	整数	125、 - 1、 + 100
<NR2>	定点数字	125.0、 - .90、 + 001.
<NR3>	浮点数字	125.0E+0 、 -9E-1 、 +.1E4
<NRf>	<NR1>到<NR3>中的任意一种	

相关说明如下：

- 功率计可接收控制器以 NR1~NR3 格式发送的十进制数值；
- 功率计返回的<Decimal>数据数值格式与查询请求中<Decimal>数据的格 式一致；
- <NR3>格式中的“+”号可省略，但“-” 号不可省略；
- 若输入了超过范围的数据，那么该数据将被识别为范围内与之最接近的值；
- 若数据的有效位数过多，则直接舍弃多余的数据有效位

2.4.3 Register 数据

<Register>指示数据是一个可用二进制、十进制、八进制、十六进制来表示的整数。当一个整数数据

的每个位都有特殊含义时，可使用<Register>来表示该数据。

表 2.6 Register 数值

格式	例子
<NRf>	1
#H<十六进制值，包括 0 ~ 9 和 A~ F>	#H0F
#Q<八进制值，由 0~7 组成>	#Q777
#B<二进制值，由 0 和 1 组成>	#B001100

<Register>数值书写不区分大小写，应答消息中的<Register>数值通常使用<NR1>格式。

2.4.4 <Character Data>数据

<Character Data>数据是一个具有特殊含义的字符串，该字符串通常用于表示一个操作或一个功能参数，可供用户选择。 <Character Data>数据的书写格式见“第 2.2.4 节命令头的书写说明”。

2.4.5 <Boolean>数据

<Boolean>数据用于指示 ON 和 OFF 状态，可以是 ON、 OFF，也可以是一个整数。 若<Boolean>数据使用整数格式，那么当<Boolean>数据取整后的整数值是 0，则认为是 OFF 状态，否则认为是 ON 状态。 应答消息里通常返回 1 来表示 ON，返回 0 来表示 OFF。

2.4.6 <string Data>

<String data>不同于<Character data>， 不具有特殊含义，是一个任意的字符串。 <String data>必须位于一对单引号或双引号内，如表 2.7 所示。

表 2.7<String data>

格式	例子
<String data>	'ABC' "IEEE488.2-1992"

2.4.7 <Block Data>

<Block data>由 8 个比特位组成，仅用于应答消息。 <Block data>的语法如表 2.8 所述。

表 2.8 语法

格式	例子
#N<数据字节数><数据字节序列>	#800000010ABCDEFGHIJ

对表 2.8 里的格式说明如下：

- “#N”指示本<Block data>中数据字节数的长度，例如“#800000010ABCDEFGHIJ” 中的 8 表示“00000010”的长度是 8 个数，而“00000010”是数据字节数，说明后面的数据字节序列 A-J 为 10 个字符数据；
- “数据字节数” 指示数据中的字节数，并以十进制表示；
- “数据字节序列” 即实际的数据字节内容，即“ABCDEFGHIJ”。

2.5 仪器与控制器之间的同步

（这里的控制器指可以通过与仪器通信，实现对仪器控制的设备，一般为电脑）

有两种类型的命令：重叠命令和顺序命令。使用重叠命令时，下一个命令的执行可能会在前一个命令执行完毕之前就开始。而使用顺序指令时，下一个命令的执行要等到前一个命令执行完毕后才会开始（即便有多条指令是连续发送的）。该仪器的所有指令均为顺序命令。

即使只有顺序命令可用时，有时也需要实现同步，以便正确查询所测量的数据。例如，如果用户希望每次测量数据更新时都能查询到最新的数值数据，那么可以尝试以一定时间间隔发“NUMeric[:NORMal]:VALue?”命令来实现。然而，仪器只会返回当前测量到的数据，并不会理会这些测量数据自上次查询以来是否已更新，这种方法可能会返回与之前数据相同的结果。如果出现这种情况，用户需采用以下方法来实现与测量数据的更新结束时间点保持同步。

- **使用 STATus:CONDition? 命令查询**

STATus:CONDition? 命令用于查询条件寄存器的内容，用户可以通过读取条件寄存器的第 0 位来确定所测量的数据是否正在被更新。如果条件寄存器的第 0 位为 1，则表示所测量的数据正在被更新；如果该位为 0，表示数据更新完毕，可以查询所测量的数据。然而，对于此仪器而言，通过“STATus:CONDition?”来确定测量数据的是否正在更新非常困难，因为条件寄存器的位 0 保持为 1 的时间段非常短暂。

- **使用扩展事件寄存器与 COMMunicate:WAIT 命令**

条件寄存器中的变化能够反映在扩展事件寄存器中。COMMunicate:WAIT 命令用于等待扩展事件寄存器中特定事件的发生。

示例

```
:STATus:FILTer1 FALL;:STATus:EESR?<PMT>     (读取:STATus:EESR?的应答)
Loop
:COMMunicate:WAIT 1<PMT>
:STATus:EESR?<PMT>          (读取:STATus:EESR?的应答)
:NUMeric[:NORMal]:VALue?<PMT>  (读取 NUMeric[]NORMal]:VALue?的应答)
跳转到 Loop
```

:STATus:FILTer1 FALL 命令会设置转换过滤器，使得当条件寄存器中位 0 的值从 1 变为 0 时（测量数据的更新完毕时），扩展事件寄存器中位 0 被设置为 1。

:STATus:EESR? 命令用于清空扩展事件寄存器。

:COMMunicate:WAIT 1 命令指定程序等待扩展事件寄存器中的位 0 被设置为 1。

直到扩展事件寄存器中的第 0 位变为 1，:NUMeric[:NORMal]:VALue?命令才开始执行。

第三章 SCPI 命令集

3.1 D/A 输出相关命令

该组中的命令处理D/A输出。

3.1.1 AOUTput?

功能

查询所有 D/A 输出设置。

语法

:AOUTput?

3.1.2 AOUTput[:NORMal]:PRESet

功能

将 D/A 输出项设置为其默认值。

语法

:AOUTput[:NORMal]:PRESet {NORMal|INTEGrate}

示例

:AOUTPUT:NORMAL:PRESET NORMAL

3.1.3 AOUTput[:NORMal]:CHANnel<x>

功能

设置或查询 D/A 输出项功能。

语法

:AOUTput[:NORMal]:CHANnel<x> {NONE|<Function>[,<Element>]}

:AOUTput[:NORMal]:CHANnel<x>?

<x> = 1 to 12 (output channel)

NONE = no output item

<Function>={U|I|P|S|Q|LAMBda|PHI|FU|FI|WH|WHP|WHM|AH|AHP|AHM|MATH
|UPeak|IPeak|CFU|CFI|AVP|EFFiciency}

<Element> = {<NRf>|SIGMa}

(<NRf> = 1 to 3)

示例

:AOUTPUT:NORMAL:CHANNEL1 U,1

:AOUTPUT:NORMAL:CHANNEL1? -> :AOUTPUT:NORMAL:CHANNEL1 U,1

3.1.4 AOUTput[:NORMal]:IRTime

功能

设置或查询积分值 D/A 输出中的积分时间。

语法

:AOUTput[:NORMal]:IRTime {<NRf>,<NRf>,<NRf>}

:AOUTput[:NORMal]:IRTime?

{<NRf>,<NRf>,<NRf>} = 0,0,0 到 10000,0,0

第一个 <NRf> = 0 到 10000 (hour)

第二个 <NRf> = 0 到 59 (minute)

第三个 <NRf> = 0 到 59 (second)

示例

:AOUTPUT:NORMAL:IRTIME 1,0,0

:AOUTPUT:NORMAL:IRTIME? -> :AOUTPUT:IRTIME 1,0,0

3.1.5 AOUTput[:NORMal]:MODE<x>

功能

设置或查询 D/A 量程模式。

语法

:AOUTput[:NORMal]:MODE<x> {FIXed|MANual|COMPare}

:AOUTput[:NORMal]:MODE<x>?

<x> = 1 到 12 (输出通道)

示例

:AOUTPUT:NORMAL:MODE1 FIXED

:AOUTPUT:NORMAL:MODE1? -> :AOUTPUT:NORMAL:MODE1 FIXED

说明

- FIXed 固定量程(默认值)

当接收到每个测量功能的额定值时，输出+5V。

- MANual 手动模式

当+5 V 和-5 V 作为 D/A 输出时，测量函数的显示值可以设置为您选择的任何值。

这使得 D/A 输出能够针对每个通道的 D/A 缩放进行(放大或减小）。

- COMPare 比较模式

通过与比较器限值进行比较，该仪器输出+5 V、0 V 或-5 V。可以通过用输出模拟电压来驱动继电器。

3.1.6 AOUTput[:NORMal]:RATE<x>

功能

设置或查询 D/A 输出处于手动量程模式时的最大值和最小值。设置或查询 D/A 输出处于比较器模式时的比较上限和下限。

语法

:AOUTput[:NORMal]:RATE<x> {<NRf>,<NRf>}

:AOUTput[:NORMal]:RATE<x>?

<x> = 1 to 12 (输出通道)

<NRf> = -9.999E+12 ~ 9.999E+12

示例

:AOUTPUT:NORMAL:RATE1 100,-100

:AOUTPUT:NORMAL:RATE1? -> :AOUTPUT:NORMAL:RATE1 100.0E+00,-100.0E+00

说明

- 当 D/A 输出设置为手动量程模式时，(:AOUTput[:NORMal]:MODE<x> MANual)，设置输出额定输出+5V，然后再设置额定输出-5V。
- 当 D/A 输出设置为比较器模式时，(:AOUTput[:NORMal]:MODE<x> COMPare)，设置上限，然后设置下限。
- 当 D/A 输出设置为固定量程模式时，(:AOUTput[:NORMal]:MODE<x> FIXed)，不需要设置 rate 值。（这些值不会影响输出）

3.2 通信相关命令

该组命令和通信相关。该组命令对应的功能，不能通过功率计的面板按键执行。

3.2.1 :COMMunicate?

功能

查询所有的通信设置。

语法

:COMMunicate?

3.2.2 :COMMunicate:HEADer

功能

设置或查询是否在查询应答里返回命令头。

语法

:COMMunicate:HEADer {<Boolean>}

:COMMunicate:HEADer?

示例

:COMMUNICATE:HEADER ON

:COMMUNICATE:HEADER? -> :COMMUNICATE:HEADER 1

说明

返回命令头的应答消息： :INPUT:VOLTAGE:RANGE 150.0E+00

未返回命令头的应答消息： 150.0E+00

3.2.3 :COMMunicate:REMote

功能

设置功率计进入本地模式或远程模式。

语法

:COMMunicate:REMote {<Boolean>}

:COMMunicate:REMote?

示例

:COMMUNICATE:REMOTE ON

:COMMUNICATE:REMOTE? -> :COMMUNICATE:REMOTE 1

3.2.4 :COMMunicate:STATus?

功能

命令用于查询 RS-232 接口的通信状态。当出现某一通信事件，对应的通信状态位就置位；当该位已被执行读操作，则该位清零

语法

:COMMunicate:STATus?

示例

:COMMUNICATE:STATUS? -> 0

说明

每个状态位的含义如下所述

位 RS232

0	奇偶校验错误
1	帧错误
2	检测到错误的字符
3 或更高位	总是为零

3.2.5 COMMunicate:VERBose

功能

设置或查询返回的应答信息是使用缩写格式或完整书写格式。

语法

:COMMunicate:VERBose {<Boolean>}

:COMMunicate:VERBose?

示例

:COMMUNICATE:VERBOSE ON

:COMMUNICATE:VERBOSE? -> :COMMUNICATE:VERBOSE 1

说明

应答消息完整拼写的例子

:INPUT:VOLTAGE:RANGE 150.0E+00

应答消息缩写的例

:VOLT:RANG 150.0E+00

3.2.6 :COMMunicate:WAIT

功能

等待指定事件发生

语法

:COMMunicate:WAIT <Register>

<Register> = 0 ~ 65535 (扩展事件寄存器)

示例

:COMMUNICATE:WAIT 1

3.2.7 :COMMunicate:WAIT?

功能

当指定事件出现时，产生一个应答

语法

:COMMunicate:WAIT? <Register>

<Register> = 0 ~ 65535 (扩展事件寄存器)

示例

:COMMUNICATE:WAIT? 65535 -> 1

3.3 谐波相关命令

该组命令和谐波相关。

3.3.1 :HARMonics?

功能

查询所有谐波测量设置。

语法

:HARMonics?

3.3.2 :HARMonics:MODE

功能

选择谐波测量模式为 Normal 或 IEC 模式。

语法

:HARMonics:MODE {NORMal|IEC}

:HARMonics:MODE?

示例

:HARMonics:MODE NORMal

:HARMonics:MODE? -> :HARMONICS:MODE NORMAL

说明

NORMal：普通模式； IEC： IEC 模式。

3.3.3 :HARMonics:PLLSource

功能

设置或查询 PLL 源。

语法

:HARMonics:PLLSource {U|I}

:HARMonics:PLLSource?

示例

:HARMONICS:PLLSOURCE U1

:HARMONICS:PLLSOURCE? -> :HARMONICS:PLLSOURCE U1

3.3.4 :HARMonics:ORDer

功能

设置或查询谐波分析的最大谐波次数和最小谐波次数。

语法

:HARMonics:ORDer {<NRf>,<NRf>}

:HARMonics:ORDer?

第一个<NRf> = 1（最小的谐波分析次数，固定为 1）

第二个<NRf> = 1~50（谐波分析的最大次数）

示例

:HARMONICS:ORDER 1,50

:HARMONICS:ORDER? -> :HARMONICS:ORDER 1,50

3.3.5 :HARMonics:THD

功能

设置或查询用于计算 THD 的公式。

语法

:HARMonics:THD {TOTal|FUNDamental}

:HARMonics:THD?

示例

:HARMONICS:THD FUNDAMENTAL

:HARMONICS:THD? -> :HARMONICS:THD FUNDAMENTAL

3.4 保持相关命令

该组命令用于执行和输出数据保持相关的功能。

3.4.1 :HOLD

功能

设置或者查询数据显示保持状态的开启或关闭。

语法

:HOLD {<Boolean>}

:HOLD?

示例

:HOLD OFF

:HOLD? -> :HOLD 0

3.5 输入相关命令

该组命令执行与输入单元测量条件相关的功能。

3.5.1 :INPut?

功能

查询所有的输入设置。

语法

:INPut?

3.5.2 [:INPut]:CFACtor

功能

设置或查询波峰因数。

语法

[:INPut]:CFACtor {<NRf>|A6}

[:INPut]:CFACtor?

<NRf> = 3,6

示例

:INPUT:CFACTOR 3

:INPUT:CFACTOR? -> :INPUT:CFACTOR 3

3.5.3 [:INPut]:WIRing

功能

设置或查询接线。

语法

[:INPut]:WIRing {P1W3|P3W3|P3W4|V3A3}

[:INPut]:WIRing?

P1W3 = 单相三线

P3W3 = 三相三线

P3W4 = 三相四线

V3A3 = 三电压三电流表法

示例

:INPUT:WIRING P3W3

:INPUT:WIRING? -> :INPUT:WIRING P3W3

3.5.4 [:INPut]:MODE

功能

设置或查询电压、电流测量模式。

语法

[:INPut]:MODE {RMS|VMEan|DC}

[:INPut]:MODE?

示例

:INPUT:MODE RMS

:INPUT:MODE? -> :INPUT:MODE RMS

3.5.5 [:INPut]:VOLTage?

功能

查询所有电压设置。

语法

[:INPut]:VOLTage?

3.5.6 [:INPut]:VOLTage:RANGe

功能

设置或查询所有输入单元的电压范围。

语法

[:INPut]:VOLTage:RANGe {<Voltage>}

[:INPut]:VOLTage:RANGe?

当峰值因数为 3

<Voltage>=15, 30, 60,150, 300, 600V

当峰值因数为 6 或 6A

<Voltage> = 7.5, 15,30, 75, 150, 300V

示例

:INPUT:VOLTAGE:RANGE 600V

:INPUT:VOLTAGE:RANGE? -> :INPUT:VOLTAGE:RANGE 600.0E+00

3.5.7 [:INPut]:VOLTage:AUTO

功能

设置或查询电压自动量程的开启/关闭状态。

语法

[:INPut]:VOLTage:AUTO {<Boolean>}

[:INPut]:VOLTage:AUTO?

示例

:INPUT:VOLTAGE:AUTO ON

:INPUT:VOLTAGE:AUTO? -> :INPUT:VOLTAGE:AUTO 1

3.5.8 [:INPut]:VOLTage:CONFig

功能

设置或查询电压自动量程下的有效跳跃量程。

语法

[:INPut]:VOLTage:CONFig {ALL|<Voltage>[,<Voltage>] [,<Voltage>]...}

[:INPut]:VOLTage:CONFig?

ALL= 所有量程均有效

<Voltage>的取值范围见指令(:INPut:VOLTage:RANGe)。

示例

:INPUT:VOLTAGE:CONFIG ALL

:INPUT:VOLTAGE:CONFIG? -> :INPUT:VOLTAGE:CONFIG ALL

:INPUT:VOLTAGE:CONFIG 600,150,15

:INPUT:VOLTAGE:CONFIG? ->:INPUT:VOLTAGE:CONFIG 600.0E+00,150.0E+00,15.0E+00

说明

用户可在参数里给出需要使能的电压量程。如果要使能所有量程，则将参数配置为“ALL”。

3.5.9 [:INPut]:VOLTage:POJump

功能

设置或查询电压峰值过量程时跳转至的目标量程。

语法

[:INPut]:VOLTage:POJump {OFF|<Voltage>}

[:INPut]:VOLTage:POJump?

OFF =不跳至目标电压量程。

<Voltage>参数的取值范围见(:INPut:VOLTage:RANGe)。

示例

:INPUT:VOLTAGE:POJUMP 600V

:INPUT:VOLTAGE:POJUMP? -> :INPUT:VOLTAGE:POJUMP 600.0E+00

3.5.10 [:INPut]:CURRent?

1. 功能

   查询电流测量的所有电气参数。

2. 语法

   [:INPut]:CURRent?

3.5.11 [:INPut]:CURRent:RANGe

功能

设置或查询电流范围。

语法

[:INPut]:CURRent:RANGe {<Current>|(EXTernal,<Voltage>)}

[:INPut]:CURRent:RANGe?

（1） 对于直接电流输入

当峰值因数设置为 3

<Current> = 0.5, 1, 2, 5, 10, 20(A)

当峰值因数设置为 6 或 6A

<Current> = 0.25, 0.5, 1, 2.5, 5, 10(A)

（2） 对于外部电流传感器输入

当峰值因数设置为 3

< Voltage > = 2.5, 5, 10(V) (/EX1)

< Voltage > = 50, 100, 200, 500(mV), 1, 2(V)(/EX2)

当峰值因数设置为 6 或 6A

<Voltage> = 1.25, 2.5, 5(V) (/EX1)

<Voltage> = 25, 50, 100, 250(mV), 0.5, 1(V)(/EX2)

示例

:INPUT:CURRENT:RANGE 20A

:INPUT:CURRENT:RANGE? -> :INPUT:CURRENT:RANGE 20.0E+00

:INPUT:CURRENT:RANGE EXTERNAL,10V

:INPUT:CURRENT:RANGE? ->:INPUT:CURRENT:RANGE EXTERNAL,10.0E+00

3.5.12 [:INPut]:CURRent:AUTO

功能

设置或查询电流自动量程开启/关闭状态。

语法

[:INPut]:CURRent:AUTO {<Boolean>}

[:INPut]:CURRent:AUTO?

示例

:INPUT:CURRENT:AUTO ON

:INPUT:CURRENT:AUTO? -> :INPUT:CURRENT:AUTO 1

3.5.13 [:INPut]:CURRent:CONFig

功能

设置或查询电流自动量程下的有效跳跃量程。

语法

[:INPut]:CURRent:CONFig {ALL|<Current> [,<Current>][,<Current>]...}

[:INPut]:CURRent:CONFig?

ALL = 所有范围均有效

<Current> = 见(:INPut:CURRent:RANGe)。

示例

:INPUT:CURRENT:CONFIG ALL

:INPUT:CURRENT:CONFIG? -> :INPUT:CURRENT:CONFIG ALL

:INPUT:CURRENT:CONFIG 20,5,1

:INPUT:CURRENT:CONFIG? -> :INPUT:CURRENT:CONFIG 20.0E+00,5.0E+00,1.0E+00

说明

用户可在参数里给出需要使能的电流量程。如果要使能所有量程，则将参数配置为“ALL”。

3.5.14 [:INPut]:CURRent:POJump

功能

设置或查询电流峰值过量程时跳转至的目标量程。

语法

[:INPut]:CURRent:POJump {OFF|<Current>}

[:INPut]:CURRent:POJump?

OFF= 不跳至目标电流量程

<Current> = 见 (:INPut:CURRent:RANGe)。

示例

:INPUT:CURRENT:POJUMP 20A

:INPUT:CURRENT:POJUMP? -> :INPUT:CURRENT:POJUMP 20.0E+00

3.5.15 [:INPut]:CURRent:EXTSensor<x>:CONFig

功能

设置或查询外部电流传感器自动量程下的有效跳跃量程。

语法

[:INPut]:CURRent:EXTSensor<x>:CONFig {ALL|<Voltage>[,<Voltage>] [,<Voltage>]...}

[:INPut]:CURRent:EXTSensor<x>:CONFig?

<x> = 1,2 (EXT1,EXT2)

ALL = 所有量程均有效

<Voltage> = 见(:INPut:CURRent:RANGe)

示例

:INPUT:CURRENT:EXTSENSOR1:CONFIG ALL

:INPUT:CURRENT:EXTSENSOR1:CONFIG? -> :INPUT:CURRENT:EXTSENSOR1:CONFIG ALL

:INPUT:CURRENT:EXTSENSOR1:CONFIG 2.5,5

:INPUT:CURRENT:EXTSENSOR1:CONFIG? -> 5.0E+00,2.5E+00

3.5.16 [:INPut]:CURRent:EXTSensor<x>:POJump

功能

设置或查询外部电流传感器电流峰值过量程时跳转至的目标量程。

语法

[:INPut]:CURRent:EXTSensor<x>:POJump {OFF|<Voltage>}

[:INPut]:CURRent:EXTSensor<x>:POJump?

<x> = 1,2 (EXT1,EXT2)

OFF= 不执行量程跳转

<Voltage> = 可跳转的量程见(:INPut:CURRent:RANGe)

示例

:INPUT:CURRENT:EXTSENSOR2:POJUMP 2V

:INPUT:CURRENT:EXTSENSOR2:POJUMP? -> :INPUT:CURRENT:EXTSENSOR2:POJUMP 2.00E+00

3.5.17 [:INPut]:CURRent:SRATio?

功能

查询所有输入单元外部电流传感器的转换比例。

语法

[:INPut]:CURRent:SRATio?

3.5.18 [:INPut]:CURRent:SRATio[:ALL]

功能

集中设置所有输入单元的外部电流传感器转换比例。

语法

[:INPut]:CURRent:SRATio[:ALL] {<NRf>}

<NRf> = 0.001~ 9999.999

示例

:INPUT:CURRENT:SRATIO:ALL 10

3.5.19 [:INPut]:CURRent:SRATio:ELEMent<x>

功能

设置或查询指定输入单元的外部电流传感器的转换比。

语法

[:INPut]:CURRent:SRATio:ELEMent<x> {<NRf>}

[:INPut]:CURRent:SRATio:ELEMent<x>?

<x> = 1~ 3（输入单元）

<NRf> = 0.001~9999

示例

:INPUT:CURRENT:SRATIO:ELEMENT1 10

:INPUT:CURRENT:SRATIO:ELEMENT1? -> :INPUT:CURRENT:SRATIO:ELEMENT1 10.00

3.5.20 [:INPut]:RCONfig

功能

设置或查询量程配置功能的开启/关闭。

语法

[:INPut]:RCONfig {<Boolean>}

[:INPut]:RCONfig?

示例

:INPUT:RCONFIG OFF

:INPUT:RCONFIG? -> :INPUT:RCONFIG 0

说明

当本命令设置为 ON 时，下述命令才有效：

:INPut:VOLTage:CONFig;

:INPut:VOLTage:POJump;

:INPut:CURRent:CONFig;

:INPut:CURRent:POJump;

:INPut:CURRent:EXTSensor<x>:CONFig;

:INPut:CURRent:EXTSensor<x>:POJump

3.5.21 [:INPut]:SCALing?

功能

查询所有的变比设置。

语法

[:INPut]:SCALing?

3.5.22 [:INPut]:SCALing[:STATe]

功能

设置或查询转换比例功能的开启/关闭状态。

语法

[:INPut]:SCALing[:STATe] {<Boolean>}

[:INPut]:SCALing:STATe?

示例

:INPUT:SCALING:STATE OFF

:INPUT:SCALING:STATE? -> :INPUT:SCALING:STATE 0

3.5.23 [:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor}?

功能

查询所有输入单元的 VT 转换比例、 CT 转换比例、功率系数。

语法

[:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor}?

3.5.24 [:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor}[:ALL]

功能

全局设置所有输入单元的 VT 转换比例、 CT 转换比例、功率系数。

语法

[:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor} [:ALL] {<NRf>}

<NRf>= 0.001 ~ 9999.

示例

:INPUT:SCALING:VT:ALL 1

3.5.25 [:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor}:ELEMent<x>

功能

设置指定输入单元的 VT 转换比例、CT 转换比例、功率系数。

语法

[:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor}:ELEMent<x> {<NRf>}

[:INPut]:SCALing:{VT|CT|SFACtor}:ELEMent<x>?

<x> = 1~3 （输入单元的编号）

<NRf>= 0.001~ 9999。

示例

:INPUT:SCALING:VT:ELEMENT1 1

:INPUT:SCALING:VT:ELEMENT1? -> :INPUT:SCALING:VT:ELEMENT1 1.000

3.5.26 [:INPut]:SYNChronize

功能

设置或查询同步源。

语法

[:INPut]:SYNChronize {VOLTage|CURRent|OFF}

示例

:INPUT:SYNCHRONIZE VOLTAGE

:INPUT:SYNCHRONIZE? -> :INPUT:SYNCHRONIZE VOLTAGE

3.5.27 [:INPut]:FILTer?

功能

查询所有输入滤波器的设置。

语法

[:INPut]:FILTer?

3.5.28 [:INPut]:FILTer:LINE

功能

设置或查询线路滤波器

语法

[:INPut]:FILTer:LINE {<Boolean>}

[:INPut]:FILTer:LINE?

示例

:INPUT:FILTER:LINE OFF

:INPUT:FILTER:LINE? -> :INPUT:FILTER:LINE 0

说明

当本命令设置为 ON 时，[:INPut]:FILTer:LINE:BWidth 命令才有效：

3.5.29 [:INPut]:FILTer:LINE:BWidth

功能

设置或查询线路滤波器带宽

语法

[:INPut]:FILTer:LINE:BWidth {<Bandwidth>}

[:INPut]:FILTer:LINE:BWidth?

<Bandwidth> = 500,1k,2k,3k,4k,5k,5.5k,6k,7k,8k,9k,10k,
20k,30k,40k,50k,60k,70k,80k,100k(Hz)

示例

:INPut:FILTer:LINE:BWidth 5500

:INPut:FILTer:LINE:BWidth? -> :INPut:FILTer:LINE:BWidth 5.5E+03

说明

当<Bandwidth> = 500 时，线路滤波器使用模拟滤波器，当<Bandwidth> = 1k~100k 时，线路滤波器使用数字滤波器。

3.5.30 [:INPut]:FILTer:FREQuency

功能

设置或查询频率滤波器。

语法

[:INPut]:FILTer:FREQuency {<Boolean>}

[:INPut]:FILTer:FREQuency?

示例

:INPUT:FILTER:FREQUENCY OFF

:INPUT:FILTER:FREQUENCY? -> :INPUT:FILTER:FREQUENCY 0

3.5.31 [:INPut]:POVer?

功能

查询峰值过量程信息。

语法

[:INPut]:POVer?

示例

:INPUT:POVER? -> 0

说明

各个输入单元的峰值过量程信息如下图所示。应答消息里返回各个位值之和的十进制数，例如应答消息里的 16 表明 U3 发生了峰值过量程。

位序号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
状态信息			I3	U3	I2	U2	I1	U1

3.5.32 [:INPut]:CRANge?

功能

查询量程的状态。

语法

[:INPut]:CRANge?

示例

:INPUT:CRANGE? -> 0

说明

检查量程状态信息。如下图所示，应答消息里返回各个位值之和的十进制数，例如应答消息里的 64 表明 电流超量程。

位序号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
状态信息	AP	AO	AH	AL	VP	VO	VH	VL

对图中各个状态说明如下：

- VL： 电压处于自动量程降档条件
- VH： 电压处于自动量程升档条件
- VO： 电压超量程
- VP： 电压峰值超量程
- AL： 电流处于自动量程降档条件
- AH： 电流处于自动量程升档条件
- AO： 电流超量程
- AP： 电流峰值超量程

3.6 积分相关命令

3.6.1 :INTEGrate?

功能

查询所有积分设置

语法

:INTEGrate?

3.6.2 :INTEGrate:MODE

功能

设置或查询积分模式。

语法

:INTEGrate:MODE {NORMal|CONTinuous}

:INTEGrate:MODE?

NORMal = 标准积分模式

CONTinuous = 连续积分模式

示例

:INTEGRATE:MODE NORMAL

:INTEGRATE:MODE? -> :INTEGRATE:MODE NORMAL

3.7.3 :INTEGrate:TIMer

功能

设置或查询积分定时值。

语法

:INTEGrate:TIMer {<NRf>,<NRf>,<NRf>}

:INTEGrate:TIMer?

{<NRf>,<NRf>,<NRf>}= 0,0,0 ~ 10000,0,0

第 1 个<NRf>= 0~10000(小时)

第 2 个<NRf>= 0~59(分钟)

第 3 个<NRf>= 0~59(秒)

示例

:INTEGRATE:TIMER 1,0,0

:INTEGRATE:TIMER? -> :INTEGRATE:TIMER 1,0,0

3.7.4 :INTEGrate:STARt

功能

启动积分操作。

语法

:INTEGrate:STARt

示例

:INTEGRATE:START

3.7.5 :INTEGrate:STOP

功能

停止积分。

语法

:INTEGrate:STOP

示例

:INTEGRATE:STOP

3.7.6 :INTEGrate:RESet

功能

复位积分值。

语法

:INTEGrate:RESet

示例

:INTEGRATE:RESET

3.7.7 :INTEGrate:STATe?

功能

查询积分状态。

语法

:INTEGrate:STATe?

示例

:INTEGRATE:STATE? -> RESET

说明

指令返回的应答如下：

RESet = 积分复位

STARt = 积分启动

STOP = 积分停止

ERRor = 积分异常中断（积分数据溢出，供电中断）

TIMeup = 由于超时导致的积分停止

3.7 数学运算相关命令

3.7.1 :MATH

功能

设置或查询数学运算公式。

语法

:MATH {ADD|SUB|MUL|DIV|DIVA|DIVB}

示例

:MATH ADD

:MATH? -> :MATH ADD

说明

上述运算公式里的参数说明如下所述：

ADD： A＋B

SUB： A－B

MUL： A×B

DIV： A/B

DIVA： A/B^2

DIVB： A^2/B

参与运算的 A 和 B 由命令:MATH:ITEMA 和:MATH:ITEMB 确定

3.7.2 :MATH:ITEMA

功能

设置或查询项目 A 参数

语法

:MATH:ITEMA {<Function>,<Element>}

:MATH:ITEMA?

<Function> = {U|I|P|S|Q|PF}

<Element> = {<NRf>|SIGMa} (<NRf> = 1 to 3)

示例

:MATH:ITEMA U,1

:MATH:ITEMA? -> :MATH:ITEMA U,1

3.7.2 :MATH:ITEMB

功能

设置或查询项目 B 参数

语法

:MATH:ITEMB {<Function>,<Element>}

:MATH:ITEMB?

<Function> = {U|I|P|S|Q|PF}

<Element> = {<NRf>|SIGMa} (<NRf> = 1 to 3)

示例

:MATH:ITEMB P,1

:MATH:ITEMB? -> :MATH:ITEMB P,1

3.8 测量相关命令

3.8.1 :MEASure?

功能

查询所有测量和计算数据的输出设置。

语法

:MEASure?

3.8.2 :MEASure:AVERaging?

功能

查询所有平均设置。

语法

:MEASure:AVERaging?

3.8.3 :MEASure:AVERaging[:STATe]

功能

设置或查询平均功能的开启/关闭状态。

语法

:MEASure:AVERaging[:STATe] {<Boolean>}

:MEASure:AVERaging:STATe?

示例

:MEASURE:AVERAGING:STATE ON

:MEASURE:AVERAGING:STATE? -> :MEASURE:AVERAGING:STATE 1

3.8.4 :MEASure:AVERaging:TYPE

功能

设置或查询平均的类型。

语法

:MEASure:AVERaging:TYPE {LINear|EXPonent}

:MEASure:AVERaging:TYPE?

示例

:MEASURE:AVERAGING:TYPE LINEAR

:MEASURE:AVERAGING:TYPE? -> :MEASURE:AVERAGING:TYPE LINEAR

说明

谐波测量可开启平均功能，但仅在平均类型设置为指数平均(EXPonent)时有效

3.8.5 :MEASure:AVERaging:COUNt

功能

设置或查询平均系数。

语法

:MEASure:AVERaging:COUNt {<NRf>}

:MEASure:AVERaging:COUNt?

<NRf>= 8、 16、 32、 64（移动平均常数或指数平均系数）

示例

:MEASure:AVERAGING:COUNT 8

:MEASure:AVERAGING:COUNT? -> :MEASure:AVERAGING:COUNT 8

说明

谐波测量可开启平均功能，但仅在平均类型设置为指数平均(EXPonent)时有效。

3.8.6 :MEASure:MHOLd

功能

设置最大保持的开启/关闭状态。

语法

:MEASure:MHOLd {<Boolean>}

:MEASure:MHOLd?

示例

:MEASURE:MHOLD ON

:MEASURE:MHOLD? -> :MEASURE:MHOLD 1

3.9 数值相关命令

该组命令和数值数据的输出相关。

3.9.1 :NUMeric?

功能

查询所有数值数据输出设置。

语法

:NUMeric?

3.9.2 :NUMeric:FORMat

功能

该命令可设置或查询数值数据的输出格式，详见“数值数据的格式”。

(1)ASCii

除了积分用时—TIME 以<NR1>格式输出外，物理量值均以<NR3>输出。数据项之间以逗号隔开。

(2)FLOat

在各个数值数据块前可加一个头，例如“#240”或“#3208”。头后面紧跟 IEEE 标准单精度浮点（4 个字节） 格式的物理量。 数据内的字节顺序是 MSB 在 LSB 前。

语法

:NUMeric:FORMat {ASCii|FLOat}

:NUMeric:FORMat?

示例

:NUMERIC:FORMAT ASCII

:NUMERIC:FORMAT? -> :NUMERIC:FORMAT ASCII

3.9.3 :NUMeric:NORMal?

功能

查询所有数值数据的输出设置。

语法

:NUMeric:NORMal?

说明

:NUMeric[:NORMal]:ITEM<x>命令输出的数据个数，由:NUMeric[:NORMal]:NUMber 命令确定。

3.9.4 :NUMeric[:NORMal]:VALue?

功能

查询数值数据，对于每个数值数据项的格式，详见“数值数据的格式”。

语法

:NUMeric[:NORMal]:VALue? {<NRf>}

<NRf> = 1~255

若指定了<NRF>参数的值，那么仅输出指定的数值数据。如果省略<NRF>参数，则依次输出 1 到 N 的数值数据， N 由 :NUMeric[:NORMal]:NUMber 确定。

示例

当指定了**<NRf>**参数的值

:NUMERIC:NORMAL:VALUE? 1 -> 103.79E+00

当省略**<NRF>**参数

:NUMERIC:NORMAL:VALUE? -> 103.79E+00,1.0143E+00,105.27E+00,...,50.001E+00

当**:NUMeric:FORMat** 设置为**{FLOat}**

:NUMERIC:NORMAL:VALUE? -> #N (N-位字节数)(数据字节序列)

3.9.5 :NUMeric[:NORMal]:NUMber

功能

设置或查询通过:NUMeric[:NORMal]:VALue?命令输出的数值数据个数。

语法

:NUMeric[:NORMal]:NUMber {<NRf>|ALL}

:NUMeric[:NORMal]:NUMber?

<NRf> = 1~255(ALL)

示例

:NUMERIC:NORMAL:NUMBER 10

:NUMERIC:NORMAL:NUMBER? -> :NUMERIC:NORMAL:NUMBER 10

3.9.6 :NUMeric[:NORMal]:ITEM<x>

功能

设置或查询指定的数值数据输出项。

语法

:NUMeric[:NORMal]:ITEM<x> {NONE|<Function>[,<Element>][,<Order>]}

:NUMeric[:NORMal]:ITEM<x>?

<x> = 1~255(项目编号)

NONE = 无输出

<Function> = {U|I|P|S|Q|...}

<Element> = {<NRf>|SIGMa})

(<NRf> = 1~3

<Order> = {TOTal|DC|<NRf>}

(<NRf> = 1~50)

示例

:NUMERIC:NORMAL:ITEM1 U,1

:NUMERIC:NORMAL:ITEM1? -> :NUMERIC:NORMAL:ITEM1 U,1

:NUMERIC:NORMAL:ITEM1 UK,1,1

:NUMERIC:NORMAL:ITEM1? -> :NUMERIC:NORMAL:ITEM1 UK,1,1

说明

对该指令的一些说明如下：

- 省略了<Element>参数未填， 则默认<Element>参数值为 1；
- 若省略了<Order>参数未填，则默认<Order>参数值为 TOTal；
- <Function>参数详见“Function 参数列表”；
- 对于不需要<Element>参数和<Order>参数的功能，应答里将不返回<Element>参数和<Order>参数；
- 本仪器不执行<Order> = DC 的测量。

3.9.7 :NUMeric[:NORMal]:PRESet

功能

预设数值数据项输出的方式。

语法

:NUMeric[:NORMal]:PRESet {<NRf>}

<NRf> = 1~4（默认值为 2）

示例

:NUMERIC:NORMAL:PRESET 1

说明

:NUMeric[:NORMal]:PRESet 的输出方式见表 3.1、 表 3.2、 表 3.3、 表 3.4

表 3.1 方式 1

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1

4~6	U~P	2
7~9	U~P	3
10~12	U~P	SIGMA
13~255	NONE	

表 3.2 方式 2

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4	S	1
5	Q	1
6	LAMBda	1
7	PHI	1
8	FU	1
9	FI	1
10	NONE	
11~19	U~FI	2
20	NONE	
21~29	U~FI	3
30	NONE	
31~39	U~FI	SIGMA
40~255	NONE	

表 3.3 方式 3

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4	S	1
5	Q	1
6	LAMBda	1
7	PHI	1
8	FU	1
9	FI	1
10	UPPeak	1
11	UMPeak	1
12	IPPeak	1
13	IMPeak	1
14	PPPeak	1
15	PMPeak	1

16~30	U~PMPeak	2
31~45	U~PMPeak	3
46~60	U~PMPeak	SIGMA
61~255	NONE	

表 3.4 方式 4

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4	S	1
5	Q	1
6	LAMBda	1
7	PHI	1
8	FU	1
9	FI	1
10	UPPeak	1
11	UMPeak	1
12	IPPeak	1
13	IMPeak	1
14	TIME	1
15	WH	1
16	WHP	1
17	WHM	1
18	AH	1
19	AHP	1
20	AHM	1
21~40	U~AHM	2
41~60	U~AHM	3
61~80	U~AHM	SIGMA
81~255	NONE	

3.9.8 :NUMeric[:NORMal]:CLEar

功能

清除数值数据的输出。

语法

:NUMeric[:NORMal]:CLEar {ALL|<NRf>[,<NRf>]} ALL = 清除所有项目

第 1 个<NRf>= 1~255(第一个清除的数值数据项的编号)

第 2 个<NRf>= 1~255(最后一个清除的数值数据项的编号，若该参数省略则一直清除到最后一个数值数据项)。

示例

:NUMERIC:NORMAL:CLEAR ALL

3.9.9 :NUMeric[:NORMal]:DELete

功能

删除数值数据项输出。

语法

:NUMeric[:NORMal]:DELete {<NRf>[,<NRf>]}

第 1 个<NRf>= 1~255(须删除的第一个数值数据项的编号)。

第 2 个<NRf>= 1~255(须删除的最后一个数值数据项的编号,若该参数忽略则只删除第 一个<NRF>指定的数值数据项)。

示例

:NUMERIC:NORMAL:DELETE 1(删除 ITEM1 并将 ITEM2 和后续的数值数据项前移)

:NUMERIC:NORMAL:DELETE 1,3(删除 ITEM1 到 ITEM3 并将 ITEM4 和后续的数值数据项前移)。

说明

删除输出的数值数据项后，后续的数值数据项会前移并填补空位。后续数值数据项前移，则在队列尾部产生空位，这些空位设置为 NONE。

3.9.10 :NUMeric[:NORMal]:HEADer?

功能

查询数值数据的头。

语法

:NUMeric[:NORMal]:HEADer? {<NRf>}

<NRf> = 1~255(项目编号)

若设置了<NRF>，则仅输出指定数值数据项的数据名称（也即数据头）。若没有设置<NRF>，则从第 1 个数值数据项开始，到由 NUMeric[:NORMal]:NUMber 命令指定的的数值数据项为止，输出数据名称。

示例

设置了**<NRF>**的值

:NUMERIC:NORMAL:HEADER? 1 -> U-E1

不设置**<NRF>**的值

:NUMERIC:NORMAL:HEADER? -> U-E1,I-E1,P-E1

3.9.11 :NUMeric:LIST?

功能

查询所有谐波测量数值列表数据的输出设置。

语法

:NUMeric:LIST?

说明

:NUMeric:LIST:ITEM<x>命令输出的数值列表数据项目个数由 NUMeric:LIST:NUMber 决定。

3.9.12 :NUMeric:LIST:VALue?

功能

查询谐波测量的所有数值列表数据。

语法

:NUMeric:LIST:VALue? {<NRf>}

<NRf>= 1~32 (编号)

示例

设置了 **NRF** 值时

:NUMERIC:LIST:VALUE? 1

-> 103.58E+00,NAN,103.53E+00,0.09E+00,2.07E+00,0.04E+00,..,0.01E+00,0.01E+00

(多达 52 个数据)

当 **NRF** 值未设置(**:NUMeric:LIST:NUMber** 设置为 **5**)

:NUMERIC:LIST:VALUE?

-> 103.58E+00,NAN,103.53E+00 ,0.09E+00,2.07E+00,0.04E+00,.. ,0.00E+00,0.00E+00

(多达 52*5 = 260 个数据)

当**:NUMeric:FORMat** 设置为**{FLOat}**

:NUMERIC:LIST:VALUE? -> #N(N-位字节数)(数据字节序列)

说明

- 单个数值列表数据项最多可由 52 个数值数据组成，依次是 TOTal、DC、1 次谐波……，:NUMeric:LIST:ORDer；
- 若指定了<NRF>的值，那么只有指定的数值列表数据可输出；
- 若省略了<NRF>，那么依次输出从 1 到:NUMeric:LIST:NUMber 指令指定的数据；
- 本仪器不执行谐波测试的 DC 分量的测量，它的结果总是为“NAN”

3.9.13 :NUMeric:LIST:NUMber

功能

设置或查询:NUMeric:LIST:VALue?指令传输的数值列表数据个数。

语法

:NUMeric:LIST:NUMber {<NRf>|ALL}

:NUMeric:LIST:NUMber?

<NRf>= 1~32(ALL)

默认情况下， <NRF>的值设置为 1。

示例

:NUMERIC:LIST:NUMBER 5

:NUMERIC:LIST:NUMBER? -> :NUMERIC:LIST:NUMBER 5

说明

如果:NUMeric:LIST:VALue?指令中的参数省略，则依次输出从 1 到本命令指定的数据。

3.9.14 :NUMeric:LIST:ORDer

功能

设置或查询谐波测量数值列表数据的最大输出谐波次数。

语法

:NUMeric:LIST:ORDer {<NRf>|ALL}

:NUMeric:LIST:ORDer?

<NRf> = 1~50(ALL)

示例

:NUMERIC:LIST:ORDER 50

:NUMERIC:LIST:ORDER? -> :NUMERIC:LIST:ORDER 50

3.9.15 :NUMeric:LIST:SELect

功能

设置或查询谐波测量数值列表数据的输出项目。

语法

:NUMeric:LIST:SELect {EVEN|ODD|ALL}

:NUMeric:LIST:SELect?

示例

:NUMERIC:LIST:SELECT ALL

:NUMERIC:LIST:SELECT? -> :NUMERIC:LIST:SELECT ALL

说明

EVEN = 输出 TOTal、DC、奇次谐波

ODD = 输出 TOTal、DC、偶次谐波

ALL =全部输出

3.9.16 :NUMeric:LIST:ITEM<x>

功能

查询或设置指定谐波测量数值列表数据的输出项目。

语法

:NUMeric:LIST:ITEM<x> {NONE|<Function>,<Element>}

:NUMeric:LIST:ITEM<x>?

<x> = 1 ~ 32 (编号)

NONE = 不输出

<Function> = {U|I|P|PHIU|PHII|UHDF|IHDF|PHDF}

<Element> = {<NRf>}(<NRf> = 1~3)

示例

:NUMERIC:LIST:ITEM1 U,1

:NUMERIC:LIST:ITEM1? -> :NUMERIC:LIST:ITEM1 U,1

说明

<Function>参数详见“Function 参数列表”。

3.9.17 :NUMeric:LIST:PRESet

功能

预先设置谐波测量数值列表数据的数据项输出方式。

语法

:NUMeric:LIST:PRESet {<NRf>}

<NRf>= 1~4（默认值为 2）

示例

:NUMERIC:LIST:PRESET 1

说明

命令:NUMeric:LIST:PRESet 的输出方式见表 3.5、 表 3.6、 表 3.7、 表 3.8

表 3.5 方式 1

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4~6	U~P	2
7~9	U~P	3
10~32	NONE	

表 3.6 方式 2

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4	PHIU	1
5	PHII	1
6~10	U~PHII	2
11~15	U~PHII	3
16~32	NONE	

表 3.7 方式 3

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4	UHDF	1
5	IHDF	1
6	PHDF	1
7~12	U~PHDF	2
13~18	U~PHDF	3
19~32	NONE	

表 3.8 方式 4

ITEM<x>	<Function>	<Element>
1	U	1
2	I	1
3	P	1
4	PHIU	1
5	PHII	1
6	UHDF	1
7	IHDF	1
8	PHDF	1
9~16	U~PHDF	2
17~24	U~PHDF	3
25~32	NONE	

3.9.18 :NUMeric:LIST:CLEar

功能

清除谐波测量数值列表数据的输出项。

语法

:NUMeric:LIST:CLEar {ALL|<NRf>[,<NRf>]}

ALL= 清除所有的数据输出项。

第 1 个<NRf>= 1~32(要清除的第一个数据输出项)

第 2 个<NRf>= 1~32(要清除的最后一个数据输出项)

注意： 若第 2 个<NRf>省略，则从指定清除的第一个数据输出项开始，清除之后所有的数据输出项。

示例

:NUMERIC:LIST:CLEAR ALL

3.9.19 :NUMeric:LIST:DELete

功能

删除谐波测量数值列表数据输出项。

语法

:NUMeric:LIST:DELete {<NRf>[,<NRf>]}

第一个<NRf> = 1~32(要删除的第一个输出项)

第二个<NRf> = 1~32(要删除的最后一个输出项)

注意：若第二个<NRF>省略，则只删除命令里指定的第一个删除对象。此外，当输出项删除，后面的输出项会前移，填补空位；后续输出项前移产生的尾部空位则被设置为 NONE。

示例

:NUMERIC:LIST:DELETE 1(删除 ITEM1，并且将 ITEM2 与后续输出项前移)。

:NUMERIC:LIST:DELETE 1,3(删除 ITEM1 ~ ITEM3，并且将 ITEM4 和后续输出项前移)。

3.9.20 :NUMeric:HOLD

功能

设置或查询数值数据保持特性的 on/off 状态。

语法

:NUMeric:HOLD {<Boolean>}

:NUMeric:HOLD?

示例

:NUMERIC:HOLD ON

:NUMERIC:HOLD? -> :NUMERIC:HOLD 1

说明

■ 保持数据

若在:NUMeric[:NORMal]:VALue?或:NUMeric:LIST:VALue?命令执行前，将 NUMeric:HOLD 设置为 ON，则此时所有数值数据都会被内部保持。若:NUMeric:HOLD 设置为 ON，那么即使屏幕上的数值数据显示更新，数值数据也仍然保持。

■ 获取输入单元在某个时间点的数据

如果用户想获取每个输入单元在同一个时间点的数值数据，则可使用下述命令：

:NUMeric:HOLD ON

:NUMeric[:NORMal]:ITEM1 U,1;ITEM2 I,1;...

(设置输入单元 1 的数值数据项)

:NUMeric[:NORMal]:VALue?

(接收输入单元 1 的数值数据)

:NUMeric[:NORMal]:ITEM1 U,2;ITEM2 I,2;

(设置输入单元 2 的数值数据项)

:NUMeric[:NORMal]:VALue?

(接收输入单元 2 的数值数据)

:NUMeric[:NORMal]:ITEM1 U,3;ITEM2 I,3;...

(设置输入单元 3 的数值数据项)

:NUMeric[:NORMal]:VALue?

(接收输入单元 3 的数值数据)

:NUMeric:HOLD OFF

■ 重新保持

已执行:NUMeric:HOLD 命令设置 HOLD 为 ON 后，用户可再次执行:NUMeric:HOLD 命令将 HOLD 状态设置为 ON，此时数值数据清除，并且将最新的数值数据保持。这种操作可避免反复执行:NUMeric:HOLD OFF 的命令，便于连续收取数值数据。

3.9.21 Function 参数列表

1.数值数据功能（NORMAL）

适用命令

:NUMeric[:NORMal]:ITEM<x> {NONE|**<Function>**[,<Element>][,<Order>]}

:AOUTput[:NORMal]:CHANnel<x> {NONE|**<Function>**[,<Element>]}

<Function>	说明	数值显示标题	<Element>	<Order>
U	电压值 U	U	YES	NO
I	电流值 I	I	YES	NO
P	有功功率 P	P	YES	NO
S	视在功率 S	S	YES	NO
Q	无功功率 Q	Q	YES	NO
LAMBda	功率因数 λ	PF	YES	NO
PHI	相位差 Φ	PHI	YES	NO
FU	电压频率 fU	fU	YES	NO
FI	电流频率 fI	fI	YES	NO
UPPeak	电压正峰值 U+PK	Upk+	YES	NO
UMPeak	电压负峰值 U-PK	Upk-	YES	NO
IPPeak	电流正峰值 I+PK	Ipk+	YES	NO
IMPeak	电流负峰值 I-PK	Ipk-	YES	NO
PPPeak	功率正峰值 P+pk	Ppk+	YES	NO
PMPeak	功率负峰值 P-pk	Ppk-	YES	NO
TIME	积分时间	Test Time	NO	NO
WH	瓦时 WP	WP	YES	NO
WHP	正瓦时 WP+	WP+	YES	NO
WHM	负瓦时 WP	WP-	YES	NO
AH	安时 q	q	YES	NO
AHP	正安时 q+	q+	YES	NO
AHM	负安时 q-	q-	YES	NO

MATH	计算值	MATH	NO	NO
URANge	电压量程		NO	NO
IRANge	电流量程		NO	NO
URMS	电压有效值 Urms	Urms	YES	NO
UMN	校准到有效值的整流平均电压值 Umn	Umn	YES	NO
UDC	简单平均电压 Udc	Udc	YES	NO
URMN	整流平均电压值 Urmn	Urmn	YES	NO
UAC	电压交流分量 Uac	Uac	YES	NO
IRMS	电流有效值	Irms	YES	NO
IMN	校准到有效值的整流平均电流值 Imn	Imn	YES	NO
IDC	简单平均电流 Idc	Idc	YES	NO
IRMN	整流平均电流值 Irmn	Irmn	YES	NO
IAC	电压交流分量 Iac	Iac	YES	NO
CFU	电压峰值因数测量值 CFU	CFU	YES	NO
CFI	电流峰值因数测量值 CFI	CFI	YES	NO
AVP	平均积分功率	AVP	YES	NO
EFFiciency	效率	EFFi	NO	NO
UPeak(1)	电压峰值 Upk	Upk+或 Upk-	YES	NO
IPeak(1)	电流峰值 Ipk	Ipk+或 Ipk-	YES	NO
UK	k 次谐波 U(k)的电压 RMS 值	U(k)[V]	YES	YES
IK	k 次谐波 I(k)的电流 RMS 值	I(k)[A]	YES	YES
PK	k 次谐波的有功功率	P(k)[W]	YES	YES
LAMBDAK	k 次谐波的功率因数	PF	YES	YES(仅 k=1)
PHIK	k 次谐波电压和电流的相位差	U(k)[°]或 I(k)[°]	YES	YES(仅 k=1)
PHIUk	谐波电压 U(k)和基波电压 U(1)之间的相位差 φU(k)	U(k)[°]	YES	YES(k>=2)
PHIIk	谐波电流 I(k)和基波电流 I(1)之间的相位差 φI(k)	I(k)[°]	YES	YES(k>=2)
UHDFk	电压谐波失真因数 Uhdf(k)	U(k)[%]	YES	YES
IHDFk	电流谐波失真因数 Ihdf(k)	I(k)[%]	YES	YES
PHDFk	有功功率谐波失真因数 Phdf(k)	P(k)[%]	YES	YES
UTHD	电压总谐波失真	THDU	YES	NO
ITHD	电流总谐波失真	THDI	YES	NO
FPLL	PLL 源频率 fPLL	fU 或 fI	NO	NO

YES：需要 NO：不需要

- UPeak 和 IPeak 仅适用于命令:AOUTput[:NORMal]:CHANnel<x> {NONE|**<Function>**[,<Element>]}

2.数值列表数据功能（LIST）

适用命令

:NUMeric:LIST:ITEM<x> {NONE|<Function>,<Element>}

<Function>	说明
U	电压值 U
I	电流值 I
P	有功功率 P
PHIU	谐波电压 U(k)和基波电压 U(1)之间的相位差 φU(k)
PHII	谐波电流 I(k)和基波电流 I(1)之间的相位差 φI(k)
UHDF	电压谐波失真因数 Uhdf
IHDF	电流谐波失真因数 Ihdf
PHDF	有功功率的谐波失真因数 Phdf

3.9.21 数值数据的格式

（1）常规数据

■ 积分值 WH、WHP、WHM、AH、AHP 和 AHM

ASCII：<NR3>格式(尾数最多 6 位，指数最多 2 位。举例：[-]123.456E+00

FLOAT：IEEE 单精度浮点格式(4 字节)

■ 积分时间（TIME）

ASCII：<NR1>格式中的单位是秒。例如：每小时 3600 秒 (1:00:00).

FLOAT: IEEE 单精度浮点(4 字节)格式，单位为秒。例如：0x45610000 每小时 (1:00:00)。

■ 无（NONE）

ASCII: NAN（不是一个数字）

FLOAT：0x7E951BEE (9.91E+37)

■ 其它

ASCII：<NR3>格式(尾数：多达 5 位，指数：2 位。例如：[-]45.456E+00

FLOAT: IEEE 单精度浮点(4-字节)格式

（2）错误数据

- 数据不存在（显示“-----”）

ASCII：NAN（不是一个数字）

FLOAT：0x7E951BEE (9.91E+37)

- 超出量程 （显示屏中测量值为“--OL-”）
- 运算溢出 （显示屏中测量值为“--OF-”）
- 数据溢出 （显示屏中测量值为 “error”）

ASCII：INF（无穷大）

FLOAT: 0x7E94F56A (9.9E+37)

注意：在 180°(Lead/Lag)显示模式下，输入单元 1~3 的相位差 Φ(PHI)在－180.0~180.0 范围内，根据超前 lead (D)或滞后 lag (G)的不同，分别取负值或正值。

3.10 显示更新率相关命令

3.10.1 :RATE

功能

设置或查询数据更新周期。

语法

:RATE {<Time>|AUTO}

:RATE?

<Time>= 100、250、500(ms)、1、2、5、10、20(s)

示例

:RATE 250MS

:RATE? -> :RATE 250.0E-03

3.10.2 :RATE:AUTO?

功能

查询数据更新间隔设置为自动时的适用设置。

语法

:RATE:AUTO?

3.10.3 :RATE:AUTO:TIMeout

功能

设置或查询数据更新间隔自动超时时间

语法

:RATE:AUTO:TIMeout {<NRf>}

:RATE:AUTO:TIMeout?

<NRf> = 1, 5, 10, 20(s)

示例

:RATE:AUTO:TIMEOUT 1

:RATE:AUTO:TIMEOUT? -> :RATE:AUTO:TIMEOUT 1

3.10.4 :RATE:AUTO:SYNChronize

功能

设置或查询当数据更新间隔设置为自动时的同步源。

语法

:RATE:AUTO:SYNChronize {U<x>|I<x>}

:RATE:AUTO:SYNChronize?

<x> = 1~3 (element)

示例

:RATE:AUTO:SYNCHRONIZE U1

:RATE:AUTO:SYNCHRONIZE? -> :RATE:AUTO:SYNCHRONIZE U1

3.11 状态相关命令

3.11.1 :STATus?

功能

查询和通信状态相关的设置。

语法

:STATus?

3.11.2 :STATus:CONDition?

功能

查询条件寄存器的值。

语法

:STATus:CONDition?

示例

:STATUS:CONDITION? -> 16

3.11.3 :STATus:EESE

功能

设置或查询扩展事件使能寄存器。

语法

:STATus:EESE <Register>

:STATus:EESE?

<Register>= 0~65535

示例

:STATUS:EESE #B0000000000000000

:STATus:EESE? -> :STATUS:EESE 0

3.11.4 :STATus:EESR?

功能

查询扩展事件寄存器的内容并清除。

语法

:STATus:EESR?

示例

:STATUS:EESR? -> 0

3.11.5 :STATus:ERRor?

功能

查询上一个错误的代码和信息。

语法

:STATus:ERRor?

示例

:STATUS:ERROR? -> 113,"Underfined Header"

说明

如果没有产生错误，则返回“No error”。

3.11.6 :STATus:FILTer<x>

功能

设置或查询转换过滤器。

语法

:STATus:FILTer<x> {RISE|FALL|BOTH|NEVer}

:STATus:FILTer<x>?

注意： <x> = 1~16

示例

:STATUS:FILTER1 RISE

:STATus:FILTER1? -> :STATUS:FILTER1 RISE

说明

设置条件寄存器里各个位的变化与事件触发设置的对应关系。例如，一个位被设置为 RISE，则当位从 0 转换为 1 时发生一个事件。

注意：使用:STATus:FILTer<x>命令时，<x>=1~16 与转换过滤器(Transition filter)的 Bit0~15 相对应。

3.12 储存相关命令

3.12.1 :STORe?

功能

查询所有的存储设置。

语法

:STORe?

3.12.2 :STORe[:STATe]

功能

设置或查询储存的状态。

1. 语法

   :STORe[:STATe] {<Boolean>}

   :STORe:STATe?

2. 示例

   :STORE:STATE ON

   :STORE:STATE? -> :STORE:STATE 1

3.12.3 :STORe:INTerval

1. 功能

   设置或查询存储间隔。

2. 语法

   :STORe:INTerval {<NRf>,<NRf>,<NRf>}

   :STORe:INTerval?

   {<NRf>,<NRf>,<NRf>}= 0,0,1~ 99,59,59

   第 1 个<NRf>参数= 0~99(小时)

   第 2 个<NRf>参数= 0~59(分钟)

第 3 个<NRf>参数= 1~59(秒)

3. 示例

:STORE:INTERVAL 0,0,1

:STORE:INTERVAL? -> :STORE:INTERVAL 0,0,1

3.13 系统相关命令

3.13.1 :SYSTem?

功能

查询所有的系统设置。

语法

:SYSTem?

3.13.2 :SYSTem:BRIGhtness

功能

查询和设置 LCD 背光亮度

语法

:SYSTem:BRIGhness {<NRf>}

:SYSTem:BRIGhness?

<NRf> = 10, 20,30,40,50,60,70,80,90,100

示例

:SYSTEM:BRIGHTNESS 100

:SYSTEM:BRIGHTNESS? -> :SYSTEM:BRIGHTNESS 100

3.13.3 :SYSTem:KEY:BEEPer

功能

设置或返回按键单击蜂鸣器状态

语法

:SYSTem:KEY:BEEPer {<Boolean>|OFF|ON}

:SYSTem:KEY:BEEPer?

示例

:SYSTEM:KEY:BEEPER OFF

:SYSTEM:KEY:BEEPER? -> :SYSTEM:KEY:BEEPER 0

3.13.4 :SYSTem:KLOCK

功能

设置或返回按键锁开/关状态。

语法

:SYSTem:KLOCk {<Boolean>|OFF|ON}

:SYSTem:KLOCk?

示例

:SYSTEM:KLOCK OFF

:SYSTEM:KLOCK? -> :SYSTEM:KLOCK 0

3.13.5 :SYSTem:SERial?

功能

查询序列号。

语法

:SYSTem:SERial?

示例

:SYSTEM:SERIAL? -> :SYSTEM:SERIAL "APA1234567890"

3.13.6 :SYSTem:VERsion[:FIRMware]?

功能

查询固件版本。

语法

:SYSTem:VERsion[:FIRMware]?

示例

:SYSTEM:VERSION:FIRMWARE? -> "V1.01.0003,V1.01.0002,V1.01.0003"

说明

返回的数据分别为 MCU、DSP 和 FPGA 的版本号，它们之间以“,”分隔。

3.13.7 :SYSTem:SUFFix?

功能

返回功率计的标准配件代码。

语法

:SYSTem:SUFFix?

示例

:SYSTEM:SUFFIX? -> :SYSTEM:SUFFIX "-C1-H/C7/EX1/EX2/G5/DA12"

3.13.8 :SYSTem:MODel?

功能

查询型号。

语法

:SYSTem:MODel?

示例

:SYSTEM:MODEL? -> :SYSTEM:MODEL "UTE323"

3.13.9 :SYSTem:TIMer

功能

设置系统时间

语法

:SYSTEM:TIMer {<NRf>,<NRf>,<NRf>}

{<NRf>,<NRf>,<NRf>}= 0,0,0 ~ 23,59,59

第 1 个<NRf>= 0~23(小时)

第 2 个<NRf>= 0~59(分钟)

第 3 个<NRf>= 0~59(秒)

示例

:SYSTEM:TIMer 17,28,52

3.13.10 :SYSTem:DATe

功能

设置系统日期

语法

:SYSTEM:DATe {<NRf>,<NRf>,<NRf>}

{<NRf>,<NRf>,<NRf>}= 0,0,0 ~ 2999,0,0

第 1 个<NRf>= 0~2999(年)

第 2 个<NRf>= 1~12(月)

第 3 个<NRf>= 1~31(日)

示例

:SYSTEM:DATe 2023,8,15

3.14 波形相关命令

3.14.1 :WAVeform?

功能

查询所有波形显示数据输出设置。

语法

:WAVeform?

3.14.2 :WAVeform:BYTeorder

功能

设置或查询由“:WAVeform:SEND?”命令所传输的波形显示数据（浮点格式）的输出字节顺序。

语法

:WAVeform:BYTeorder {LSBFirst|MSBFirst}

:WAVeform:BYTeorder?

示例

:WAVEFORM:BYTEORDER LSBFIRST

:WAVEFORM:BYTEORDER? -> :WAVEFORM:BYTEORDER LSBFIRST

说明

此指令在:WAVeform:FORMat 设置为 FLOat 时有效

3.14.3 :WAVeform:END

功能

设置或查询由“:WAVeform:SEND?”命令所传输的波形显示数据的的输出结束端点。

语法

:WAVeform:END {<NRf>}

:WAVeform:END?

<NRf> = 0 to 1199

示例

:WAVEFORM:END 1199

:WAVEFORM:END? -> :WAVEFORM:END 1199

3.14.4 :WAVeform:FORMat

功能

设置或查询由“:WAVeform:SEND?”命令所传输的波形显示数据的格式。

语法

:WAVeform:FORMat {ASCii|FLOat}

:WAVeform:FORMat?

示例

:WAVEFORM:FORMAT FLOAT

:WAVEFORM:FORMAT? -> :WAVEFORM:FORMAT FLOAT

说明

有关不同格式之间波形显示数据输出的差异的信息，请参阅:WAVeform:SEND?的说明。

3.14.5 :WAVeform:HOLD

功能

设置或查询所有波形的波形显示数据保持功能的开/关（保持/释放）状态。

语法

:WAVeform:HOLD {<Boolean>}

:WAVeform:HOLD?

示例

:WAVeform:HOLD ON

:WAVeform:HOLD? -> :WAVeform:HOLD 1

说明

- 如果在执行“:WAVeform:SEND?”前将 :WAVeform:HOLD 设置为“ON”，那么此时所有的波形数据都会被内部保持。

- 只要“WAVeform:HOLD”设置为“ON”，即使屏幕上的波形显示内容有所更新，波形数据也会保持不变。

- 例如，如果用户希望在同一时间点获取 U1 和 I1 的波形显示数据，可使用以下命令：

:WAVeform:HOLD ON

:WAVeform:TRACe U1

:WAVeform:SEND?

(接收 U1 的波形显示数据)

:WAVeform:TRACe I1

:WAVeform:SEND?

(接收 I1 的波形显示数据)

:WAVeform:HOLD OFF

- 已执行:WAVeform:HOLD 命令将 HOLD 设置为 ON 后，用户可再次执行:WAVeform:HOLD 命令将 HOLD 设置为 ON，此时波形数据清除，并且将最新的波形数据保持。这种操作可避免反复执行:WAVeform:HOLD OFF 命令，便于连续获取波形数据。

3.14.6 :WAVeform:LENGth?

功能

查询波形数据的总点数

语法

:WAVeform:LENGth?

示例

:WAVeform:LENGth? -> 1200

说明

数据点的数量是固定的。此命令总是返回 1200。

3.14.7 :WAVeform:RATed?

功能

查询由“WAVeform:TRACe”命令指定的波形显示数据的额定最大值和额定最小值

语法

:WAVeform:RATed?

示例

:WAVEFORM:TRACE U1

:WAVeform:RATed? -> :WAVeform:RATed 45.000E+00,-45.000E+00

3.14.5 :WAVeform:SEND?

功能

查询由“WAVeform:TRACe”命令指定的波形显示数据

语法

:WAVeform:SEND?

示例

- 当 WAVeform:FORMat 被设置为 ASCii 时

:WAVeform:SEND? -> <NR3>,<NR3>...

- 当 WAVeform:FORMat 被设置为时 FLOat 时

:WAVeform:SEND? -> #N (N-位字节数)(数据字节序列)

说明

波形显示数据的格式会因“:WAVeform:FORMAT”命令的设置方式而有所不同。下面将对不同的格式进行说明。

- 当格式设置为 ASCii 时：

物理值将以 <NR3> 格式输出。各点之间用逗号隔开。

- 当格式设置为 FLOat 时：

物理值将以 IEEE 单精度浮点数（4 字节）格式输出。

每个点的数据输出字节顺序将按照“:WAVeform:BYTeorder”命令所设置的顺序进行。

3.14.6 :WAVeform:STARt

功能

设置或查询由“:WAVeform:SEND?”命令所传输的波形显示数据的的输出起始端点。

语法

:WAVeform:STARt {<NRf>}

:WAVeform:STARt?

<NRf> = 0 to 1199

示例

:WAVEFORM:START 0

:WAVEFORM:START? -> :WAVEFORM:START 0

3.14.7 :WAVeform:TDIV

功能

设置或查询波形显示 Time/div 值

语法

:WAVeform:TDIV {<Time>}

:WAVeform:TDIV?

<Time> = 100us, 200us, 500us, 1ms. 2ms, 5ms, 10ms, 25ms, 50ms, 100ms, 200ms, 500ms, 1s, 2s

示例

:WAVeform:TDIV 10MS

:WAVeform:TDIV? -> :WAVeform:TDIV 10.00E-03

3.14.8 :WAVeform:TRACe

功能

设置或查询目标波形以用于“WAVeform:SEND?”命令

语法

:WAVeform:TRACe {U<x>|I<x>}

:WAVeform:TRACe?

<x> = 1~3

示例

:WAVEFORM:TRACE U1

:WAVEFORM:TRACE? -> :WAVEFORM:TRACE U1

3.15 通用相关命令

3.15.1 *CAL?

功能

执行调零操作。

语法

*CAL?

示例

*CAL? -> 0

3.15.2 *CLS

功能

清除标准事件寄存器，扩展事件寄存器和错误队列。

语法

*CLS

说明

如果*CLS 指令就位于命令消息终止符后，则输出队列也会被清除。

3.15.3 *ESE

功能

设置或查询标准事件使能寄存器。

语法

*ESE {<NRf>}

*ESE?

<NRf> = 0~255（默认值为 0）

示例

*ESE 251

*ESE? -> 251

说明

命令里以十进制数字表示各个位的值的和。例如， *ESE 251 将使标准使能寄存器的值被设置为11111011。在这种情况下，标准事件寄存器的位 2 被禁用。这也意味着即使产生一个查询错误，状态字节寄存器的位 5(ESB)也不会被设置为 1。 *ESE?查询指令不会清除标准事件使能寄存器的内容。

3.15.4 *ESR

功能

查询并清除标准事件寄存器。

语法

*ESR?

示例

*ESR? -> 32

说明

各位数值的和以十进制返回；

3.15.5 *IDN?

功能

查询设备的型号。

语法

*IDN?

说明

返回的信息包括： <生产厂商>、 <型号>、 <序列号>、 <固件版本>。

3.15.6 *OPC

功能

当特定的重叠命令执行完毕，则置位标准事件寄存器的位 0。

注意：目前功率计暂不支持此指令。

语法

*OPC

说明

目前功率计不支持重叠命令（overlap command），OPC 位始终被设置为 1。

3.15.7 *OPC?

功能

特定的重 C1,C7,EX1,EX2,G5,DA12 叠命令完成后，返回 ASCII 代码 1。

注意：目前功率计暂不支持此指令。

语法

*OPC?

示例

*OPC? -> 1

说明

目前功率计不支持重叠命令，总返回 1。

3.15.8 *OPT?

功能

查询安装的组件。

语法

*OPT?

示例

*OPT? -> C1,C7,EX1,EX2,G5,DA12

说明

该命令返回 GPIB (C1)、RS232 (C2)、以太网通信接口(C7)、外部电流传感器输入 (EX1, 2.5 V/5 V/10 V)、外部电流传感器输入 (EX2, 50 mV/100 mV/200 mV/500 mV/1 V/2 V)、谐波测量(G5)，12 通道 DA 输出(DA12)是否可用。

3.15.9 *RST

功能

初始化设置。

语法

*RST

示例

*RST

说明

除通信设置外的所有设置参数均恢复到出厂默认值。

注意：发送此命令后，须等待 5 秒后再发送其他命令。

3.15.10 *SRE

功能

设置或查询服务请求使能寄存器的值。

语法

*SRE {<NRf>}

*SRE?

<NRf> = 0 to 255

示例

*SRE 239

*SRE? -> 175(由于位 6 MSS，设置无效)。

说明

参数值是各个位值的和的十进制。使用*SRE?命令查询，不会清除服务请求使能寄存器的内容。

3.15.11 *STB?

功能

查询状态字节的值。

语法

*STB?

示例

*STB? -> 4（参数值是各个位置之和的十进制数值）

说明

- 例如，若返回值为 4，则指示状态字节被设置为 00000100；这意味着错误队列非空，也即产生了错误；
- 执行*STB?命令不会清除状态字节的内容

3.15.12 *TRG

功能

执行单次测量（效果相当于按下了 Single 键）。

语法

*TRG

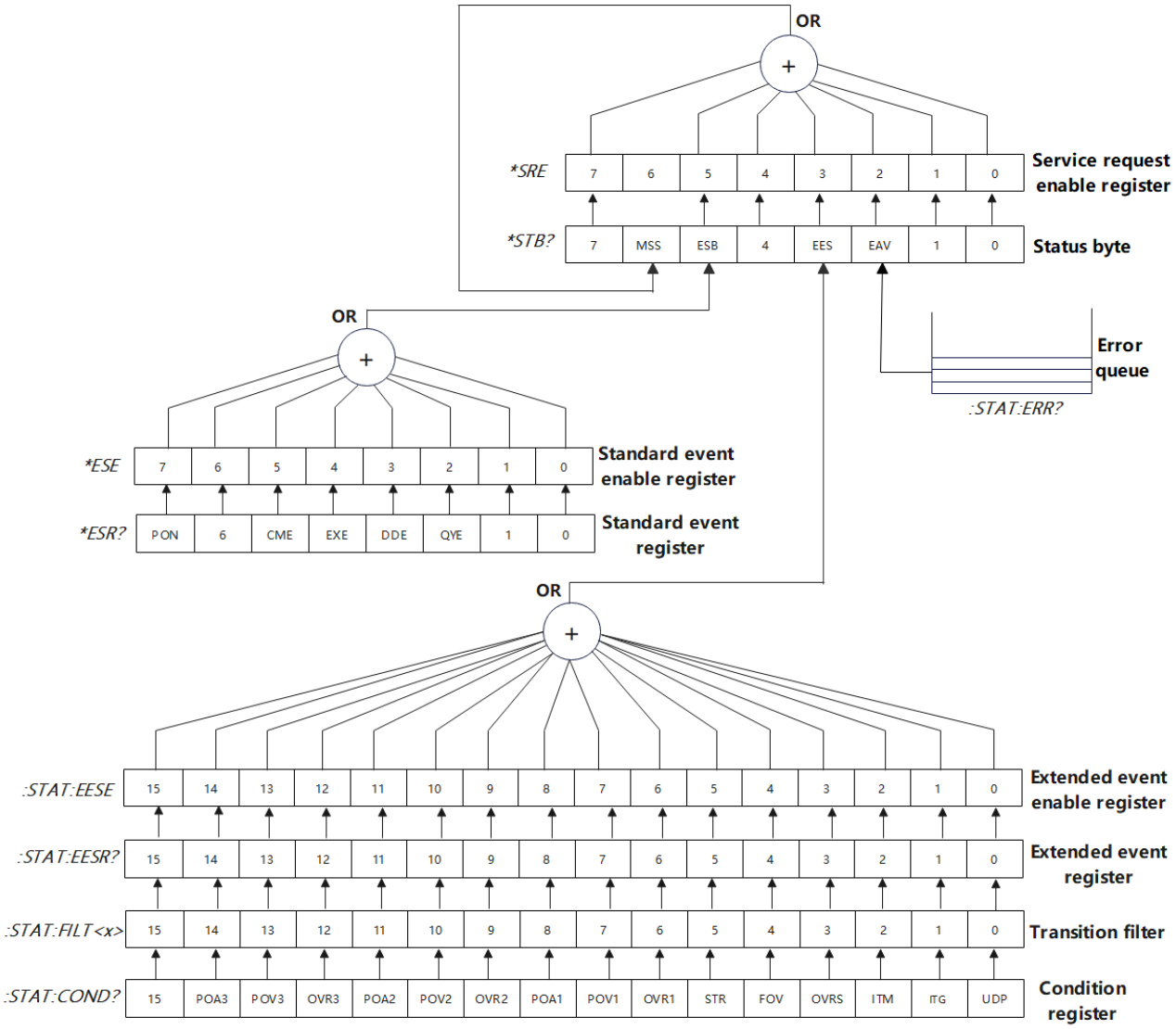
示例

*TRG

第四章 状态系统

4.1 状态报告图

状态报告图描述了状态系统中各个组件之间的关系，如下图所示。



4.2 状态字节（Status Byte）

位号	7	6	5	4	3	2	1	0
位定义	Not used	MSS or RQS	ESB	MAV	ESS	EAV	Not used	Not used

- Bit0,1,7：未被使用

• Bit2 EAV（错误有效）

错误队列（Error queue）中存有一个以上错误。可使用:STATUS:ERROR?命令

- Bit3 ESS(扩展事件汇总位)

当扩展事件寄存器（Extended event register）与扩展事件使能寄存器（Extended event enable

register）的逻辑与运算结果为 1 时，此位会被设置为 1。也就是说，当有扩展事件发生时，此位就会被设置为 1。

- Bit4 MAV（信息有效）

当输出队列（Output queue）中有数据时，此数据位会被设置为 1.

注意：本仪器暂不支持输出队列（Output queue）功能，并且 MAV 数据位一直为 0。

- Bit5 ESB（标准事件汇总位）

当标准事件寄存器（Standard event register）与标准事件使能寄存器（Standard event enable register）的逻辑与运算结果为 1 时，此位会被设置为 1。也就是说，当有标准事件发生时，此位就会被设置为 1。

- Bit6 MSS(主机状态汇总)/RQS（请求服务）

当状态字节（Status Byte）（不包括第 6 位）与服务请求使能寄存器的逻辑与结果为 1 时，MSS 位为 1。当 MSS 位从 0 变为 1 时，RQS 被设置为 1；当执行串行轮询或 MSS 位变为 0 时，RQS 被清零。当 RQS 为 1 时，本仪器会向控制器发出服务请求。

注意：本仪器暂不支持串行轮询和 RQS（请求服务）功能。

- 可使用*STB?命令读取状态字节（Status Byte），但此操作不会导致状态字节（Status Byte）的任何位被清除。
- 当接收到一个“*CLS”命令令时，状态字节（Status Byte）本身不会被清除，但标准事件寄存器（Standard event register）中的内容（它会影响状态字节中的某些位）会被清除。因此，相应的状态字节（Status Byte）位也会被清除。

4.3 标准事件寄存器（Standard Event Register）

位号	7	6	5	4	3	2	1	0
位定义	PON	URQ	CME	EXE	DDE	QYE	RQC	OPC

- Bit7：PON（上电）

当仪器开启时，此位会被设置为 1。

- Bit6：URQ（用户请求）

未被使用，总返回 0。

- Bit5：CME（命令出错）

当存在命令语法错误时，此位会被设置为 1。

示例：命令名称拼写有误，或者接收到的字符数据并非可用选项之一。

- Bit4：EXE（执行出错）

当命令语法正确时，但当前状态下该命令无法执行，此位会被设为 1。

示例：参数超出范围，或者接收到的指令针对的是未安装的选项。

- Bit3 DDE（设备出错）

当由于内部原因（排除命令出错和执行出错）而导致无法执行命令时，此位会被设置为 1。

- Bit2 QYE（查询出错）

当接收到查询命令，但输出队列为空或者数据丢失时，此位会被设置为 1。

示例：没有响应数据，或者数据因输出队列溢出而丢失。

- Bit 1 RQC（请求控制），Bit0 OPC（操作完成）

本仪器暂不支 RQC 和 OPC 功能，这两位总返回 0。

- 用户可通过*ESR?命令读取标准事件寄存器（Standard Event Register）的内容。在读取之后，此寄存器被清空。
- 可通过以下方式清空标准事件寄存器（Standard Event Register）。

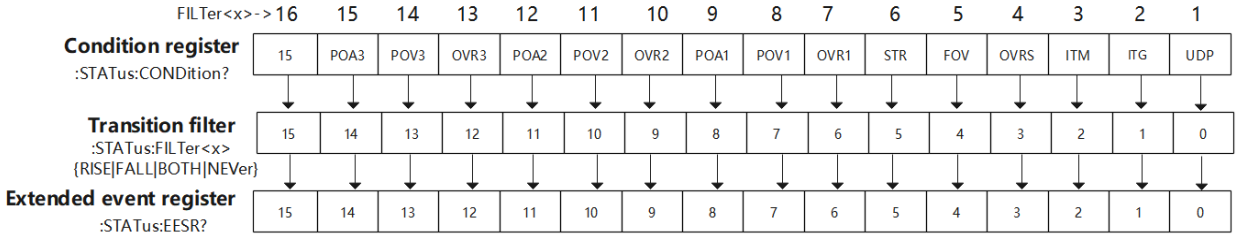
（1）通过*ESR?命令读取标准事件寄存器（Standard Event Register）的内容。

（2）当接收到*CLS 命令

（3）仪器重启。

4.4 扩展事件寄存器（Extended Event Register）

扩展事件寄存器(Extended Event Register)接收有关条件寄存器(Condition register)变化的信息。该信息是通过转换过滤器(Transition filter)执行边沿检测所得到的结果,它反映了仪器的内部状态。



注意：使用:STATus:FILTer<x>命令时，<x>=1~16 与转换过滤器(Transition filter)的 Bit0~15 相对应。

条件寄存器（Condition register）的位定义如下所示。

位号	位定义	说明
Bit0	UPD （数据更新）	当测量数据正在更新时，该值设置为 1。当 UPD 从 1 变为 0 时，表示更新已完成。
Bit1	ITG （积分忙）	当积分运行时，该值设置为 1
Bit2	ITM （积分计时器忙）	当积分计时器运行时，该值设置为 1
Bit3	OVRS （Σ 结果溢出）	当 Σ 的计算结果溢出时，该值设置为 1
Bit4	FOV （频率溢出）	当频率超出测量范围时，该值设置为 1
Bit5	STR （存储忙）	当存储功能运行时，该值设置为 1
Bit6	OVR1 （Element1 测量数据溢出）	当 Elemnet1 的电压或电流超出其量程时，该值设置为 1
Bit7	POV1 （Element1 电压峰值溢出）	当 Elemnet1 的电压峰值超出其量程时，该值设置为 1
Bit8	POA1 （Element1 电流峰值溢出）	当 Elemnet1 的电流峰值超出其量程时，该值设置为 1
Bit9	OVR2 （Element2 测量数据溢出）	当 Elemnet2 的电压或电流超出其量程时，该值设置为 1
Bit10	POV2 （Element2 电压峰值溢出）	当 Elemnet2 的电压峰值超出其量程时，该值设置为 1
Bit11	POA2 （Element2 电流峰值溢出）	当 Elemnet2 的电流峰值超出其量程时，该值设置为 1
Bit12	OVR3	当 Elemnet3 的电压或电流超出其量程时，该值设置为 1

	（Element3 测量数据溢出）	
Bit13	POV3 （Element3 电压峰值溢出）	当 Elemnet3 的电压峰值超出其量程时，该值设置为 1
Bit14	POA3 （Element2 电流峰值溢出）	当 Elemnet3 的电流峰值超出其量程时，该值设置为 1

转换过滤器(Transition filter)会检测指定条件寄存器位的变化，并以以下方式重写扩展事件寄存器。

方式	说明
RISE	当条件寄存器某一位从 0 变为 1 时，扩展事件寄存器相对应的位会被设置为 1。
FALL	当条件寄存器某一位从 1 变为 0 时，扩展事件寄存器相对应的位位会被设置为 1
BOTH	当条件寄存器某一位位从 1 变为 0 或从 1 变为 0 时，扩展事件寄存器相对应的位会被设置为 1
NEVer	无论条件寄存器某一位如何变化，扩展事件寄存器相对应的位始终会被设置为 0

4.5 错误队列(Error Queue)

当出现错误时，错误队列会存储错误编号和错误信息。例如，如果仪器从控制器接收到错误的程序消息，那么当仪器显示错误信息时，错误编号（113）和错误信息（“Undefined header”）就会被存储在错误队列中。

用户可以使用“STATus:ERRor?”查询来读取错误队列中的内容。错误队列中的消息按照最早的消息先读取的顺序进行读取的。

如果错误队列溢出，最后一条消息会被替换为以下消息：350, “Queue overflow”。

第五章 Modbus 编程

Modbus 是一种使用十分广泛的现场总线协议。多台从机可通过 Modbus 十分方便地与主机组网，主机可为 PC 或 PLC。Modbus 协议是一项应用层报文传输协议，包括 ASCII、RTU、TCP 三种报文类型。针对本仪器，RS232 接口支持 Modbus-ASCII、Modbus-RTU 通信方式，以太网接口支持 Modbus-TCP 通信方式。Modbus-TCP 的控制端口固定为 502。

5.1 Modbus 报文格式

5.1.1 通信数据结构

■ RTU 模式：

Slave Address	通信地址：1-byte
Function	功能码：1-byte
Data (n-1)	数据内容
....	
Data(0)	
CRC	效验码：2-byte

■ ASCII 模式：

Start	起始字符 ":" (3AH)
Slave Address	通信地址：1-byte 包含 2 个 ASCII 码
Function	功能码：1-byte 包含 2 个 ASCII 码
Data (n-1)	数据内容
....	
Data(0)	
LRC	效验码：包含 2 个 ASCII 码
End1	结束码：(0DH)(CR)
End0	结束码：(0DH)(LF)

■ TCP 模式：

MBAP 报头	事务处理标识	2-byte
	协议标识	2-byte
	长度（表示接下来的数据长度）	2-byte
	单元标识	1-byte
PDU 报文	Function	功能码：1-byte
	Data (n-1)	数据内容
	....	
	Data(0)	

5.1.2 功能码 04H 读多个输入寄存器

功能说明：读连续块中输入寄存器，可读取 1 至 124 个寄存器。异常码可以是 01、02、03、04。以下示例为主站下命令给 1 号从站，读取由起始地址 100（64H）开始的连续 2 个字组(word)的资料。

■ RTU 模式

主站命令信息

从机地址	01H
功能码	04H
起始数据位置	00H(高字节)
	64H(低字节)
资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
	02H(低字节)
CRC(Check Low)	30H(低字节)
CRC(Check High)	14H(高字节)

从站响应消息

从机地址	01H
功能码	03H
资料数目 (以 byte 计算)	04H
第一笔数据内容	40H(高字节)
	E2H(低字节)
第二笔数据内容	55H(高字节)
	63H(低字节)
CRC(Check Low)	31H(低字节)
CRC(Check High)	0BH(高字节)

本仪器中浮点数的数据排列遵循 IEEE754 标准，从站响应消息中 2 个字组的内容为 40E25563H，将其按 IEEE754 标准转换为浮点数为 7.072923183441，与当时 Element1 的电压测量值一致。

■ ASCII 模式

主站命令信息

开始	‘:’
从机地址	‘0’
	‘1’
功能码	‘0’
	‘4’
起始数据位置	‘0’
	‘0’
	‘6’
	‘4’
资料数目 (以 Word 计算)	‘0’
	‘0’
	‘0’
	‘2’
LRC 效验码	‘9’
	‘5’
End1	(0DH)(CR)
End0	(0AH)(LF)

从站响应消息

开始	‘:’
从机地址	‘0’
	‘1’
功能码	‘0’
	‘4’
资料数目 (以 byte 计算)	‘0’
	‘4’
第一笔数据内容	‘4’
	‘0’
	‘E’
	‘2’
第二笔数据内容	‘5’
	‘5’
	‘6’
	‘3’
LRC 效验码	‘1’
	‘D’
End1	(0DH)(CR)
End0	(0AH)(LF)

■ TCP 模式

主站命令信息

MBAP 报头	事务处理标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	协议标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	长度	00H(高字节)
		06H(低字节)
	单元标识	00H
PDU 报文	功能码	04H
	起始数据位置	00H(高字节)
		64H(低字节)
	资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
		02H(低字节)

从站响应消息

MBAP 报头	事务处理标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	协议标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	长度	00H(高字节)
		07H(低字节)
	单元标识	00H
PDU 报文	功能码	04H
		04H
	第一笔数据内容	40H(高字节)
		E2H(低字节)
	第二笔数据内容	55H(高字节)
		63H(低字节)

5.1.3 功能码 10H 写多个保持寄存器

功能说明：写入多个保持寄存器，可以写 1 至 124 个寄存器。异常码可以是 01、02、03、04.

以下范例为主站下达写入命令到 1 号从站，从起始地址 1001（03E9H）开始写入 2 个字 4316H 与 0000H 的资料。即在地址 1001 写入 4316H，在 1002 写入 0000H。从站在写入完成后则回复主站。

■ RTU 模式

主站命令信息

从机地址	01H
功能码	10H
起始数据位置	03H
	E9H
资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
	02H(低字节)
资料数目 (以 byte 计算)	04H
第一笔数据内容	43H(高字节)
	16H(低字节)
第二笔数据内容	00H(高字节)
	00H(低字节)
CRC(Check Low)	DDH(低字节)
CRC(Check High)	3DH(高字节)

从站响应消息

从机地址	01H
功能码	10H
起始数据位置	03H(高字节)
	E9H(低字节)
资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
	02H(低字节)
CRC(Check Low)	90H(低字节)
CRC(Check High)	78H(高字节)

主站发送消息中两个 2 个字组的内容为 43160000H，将其按 IEEE754 标准转换为浮点数为 150，在发送此命令后，本仪器的电压量程会被设置为 150V。

■ ASCII 模式

主站命令信息

开始	':'
从机地址	'0'
	'1'
功能码	'1'
	'0'
起始数据位置	'0'
	'3'
	'E'
	'9'
资料数目 (以 Word 计算)	'0'
	'0'
	'0'
	'2'
资料数目 (以 byte 计算)	'0'
	'4'
第一笔数据内容	'4'
	'3'
	'1'
	'6'
第二笔数据内容	'0'

从站响应消息

开始	':'
从机地址	'0'
	'1'
功能码	'1'
	'0'
起始数据位置	'0'
	'3'
	'E'
	'9'
资料数目 (以 Word 计算)	'0'
	'0'
	'0'
	'2'
LRC 效验码	'0'
	'1'
End1	(0DH)(CR)
End0	(0AH)(LF)

■TCP 模式

主站命令信息

MBAP 报头	事务处理标识	00H(高字节)

	‘0’
	‘0’
	‘0’
LRC 效验码	‘A’
	‘4’
End1	(0DH)(CR)
End0	(0AH)(LF)

		00H(低字节)
	协议标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	长度	00H(高字节)
		0BH(低字节)
	单元标识	00H
PDU 报文	功能码	10H
	起始数据位置	03H(高字节)
		E9H(低字节)
	资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
		02H(低字节)
	资料数目 (以 byte 计算)	04H
	第一笔数据内容	43H(高字节)
		16H(低字节)
	第二笔数据内容	00H(高字节)
		00H(低字节)

从站响应消息

MBAP 报头	事务处理标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	协议标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	长度	00H(高字节)
		06H(低字节)
	单元标识	00H
PDU 报文	功能码	10H
	起始数据位置	03H(高字节)
		E9H(低字节)
	资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
		02H(低字节)

5.1.4 功能码 03H 读多个保持寄存器

功能说明：读连续块中保持寄存器，可读取 1 至 124 个寄存器。异常码可以是 01、02、03、04

以下示例为主站下命令给 1 号从站，读取由起始地址 1017（03F9H）开始的连续 2 个字组(word)的资料。

■ RTU 模式

主站命令信息

从机地址	01H
功能码	03H
起始数据位置	03H(高字节)
	F9H(低字节)
资料数目 (以 Word 计算)	00H(高字节)
	02H(低字节)
CRC(Check Low)	14H(低字节)
CRC(Check High)	7EH(高字节)

从站响应消息

从机地址	01H
功能码	03H
资料数目 (以 byte 计算)	04H
第一笔数据内容	41H(高字节)
	20H(低字节)
第二笔数据内容	00H(高字节)
	00H(低字节)
CRC(Check Low)	EFH(低字节)
CRC(Check High)	C5H(高字节)

从站响应消息中两个 2 个字组的内容为 41200000H，将其按 IEEE754 标准转换为浮点数为 10，与 Element1 的外部传感器比例系数一致。

■ ASCII 模式

主站命令信息

开始	':'
从机地址	'0'
	'1'
功能码	'0'
	'3'
起始数据位置	'0'
	'3'
	'F'
	'9'
资料数目 (以 Word 计算)	'0'
	'0'
	'0'

■TCP 模式

主站命令信息

MBAP 报头	事务处理标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	协议标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	长度	00H(高字节)
		06H(低字节)
	单元标识	00H
PDU 报文	功能码	03H
	起始数据位置	03H(高字节)
		F9H(低字节)
	资料数目	00H(高字节)

从站响应消息

开始	':'
从机地址	'0'
	'1'
功能码	'0'
	'3'
资料数目 (以 byte 计算)	'0'
	'4'
第一笔数据内容	'4'
	'1'
	'2'
	'0'
第二笔数据内容	'0'
	'0'
	'0'
	'0'
LRC 效验码	'9'
	'7'
End1	(0DH)(CR)
End0	(0AH)(LF)

	(以 Word 计算)	02H(低字节)

从站响应消息

MBAP 报头	事务处理标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	协议标识	00H(高字节)
		00H(低字节)
	长度	00H(高字节)
		07H(低字节)
	单元标识	00H
PDU 报文	功能码	03H
		04H
	第一笔数据内容	41H(高字节)
		20H(低字节)
	第二笔数据内容	00H(高字节)
		00H(低字节)

5.1.5 从站异常响应

当主站发送的命令存在错误，导致从机不能正常响应，会导致从机发出一个异常响应。以读取多个保持寄存器为例，RTU 的异常响应格式如下。

从机地址	01H
错误码	83H
异常码	02H
CRC(Check Low)	C0H(低字节)
CRC(Check High)	F1H(高字节)

错误码 = 接收到主机数据帧的功能码+80H。异常码指出了导致出错的原因。异常码的说明如下表所示。

异常码	名称	说明
01	非法功能码	从机不支持此功能码
02	非法数据地址	从机接收到的起始数据位置，或起始数据位置与传输资料数目的组合是不可允许的
03	非法数据值	从机接收到数据不被允许，如长度不正确

04	从站设备故障	从机正在设法执行请求的操作时，产生不可重新获得的差错。

5.1.6 CRC 与 LRC 传输错误检核

RTU 通信模式的错误检核使用 CRC（Cyclic Redundancy Check），而 ASCII 通信模式的错误检核使用 LRC（Longitudinal Redundancy Check），其算法说明如下。

- **CRC（RTU 模式）**

下面以 C 语言为例说明如何计算 CRC 值，并发送一帧数据。

```
unsigned short crc_check(unsigned char *data,unsigned char length)
{
     int j;
     unsigned short reg_crc = 0xFFFF;
     while(length--)
     {
         reg_crc^=*data++;
         for(j=0;j<8;j++)
         {
             if(reg_crc&0x01)
             {
                 reg_crc = (reg_crc>>1)^0xA001;
             }
             else
             {
                 reg_crc = (reg_crc>>1);
             }
         }
     }
     return reg_crc;
}

unsigned char SendBuf[30];
void main(void)
{
      unsigned short CRC;
      unsigned char SendLen;
      SendLen = 0;
      SendBuf[SendLen++] = 0x01;
      SendBuf[SendLen++] = 0x04;
      SendBuf[SendLen++] = 0x00;
      SendBuf[SendLen++] = 0x64;
      SendBuf[SendLen++] = 0x00;
      SendBuf[SendLen++] = 0x02;
      CRC = crc_check(SendBuf,SendLen); /*计算 CRC */
      SendBuf[SendLen++] = CRC&0xFF; /* CRC 低字节 */
      SendBuf[SendLen++] = (CRC>>8)&0xFF; /* CRC 高字节 */
      uart_send(SendBuf,SendLen);  /*发送一帧数据*/
}
```

- **LRC（ASCII 模式）**

开始	‘:’
从机地址	‘0’
	‘1’
功能码	‘0’

	‘3’
起始数据位置	‘0’
	‘3’
	‘F’
	‘9’
资料数目 (以 Word 计算)	‘0’
	‘0’
	‘0’
	‘2’
LRC 效验码	‘F’
	‘E’
End1	(0DH) (CR)
End0	(0AH) (LF)

将所有字节相加，舍去进位，然后取 2 的补码，即为 LRC 算法。以上例而言：

01H+03H+03H+F9H+00H+02H = 102H，舍去进位 1 只取 02H。02H 取 2 的补码为 FEH。

5.1.7 浮点数与字组(word)间的转换

Modbus 协议中一个寄存器为 16 位，即一个字组（word）。上文提到浮点数占用两个寄存器，即两个字组(word)。 用户在接收到字节数据后，需要将字组(word)转换为浮点数，或将浮点数转换为字组(word)。

以下代码为浮点数与字组转换示例：

```
/* 将一个浮点数转换为两个字组的 C 程序 */
void FloatToWord(float Data,unsigned short *Word)
{
    union
    {
        float Data;
        unsigned char Byte[4];
    }FloatData;
    FloatData.Data=Data;
    Word[0]=(unsigned short)FloatData.Byte[3]<<8|FloatData.Byte[2];
    Word[1]=(unsigned short)FloatData.Byte[1]<<8|FloatData.Byte[0];
}
/* 将两个字组转换为一个浮点数的 C 程序 */
float WordToFloat(const unsigned short *Word)
{
    union
    {
        float Data;
        unsigned char Byte[4];
    }FloatData;
    FloatData.Byte[3]=(Word[0]>>8)&0xFF;
    FloatData.Byte[2]=(Word[0])&0xFF;
    FloatData.Byte[1]=(Word[1]>>8)&0xFF;
    FloatData.Byte[0]=(Word[1])&0xFF;
    return FloatData.Data;
}
```

5.2 寄存器分配表

	地址	说明
输入寄存器	0 ~ 14	测量数据、状态（与状态、输入单元、接线方式无关的数据）
	100 ~ 193	输入单元 1 常规测量数据&谐波简要测量数据
	200 ~ 293	输入单元 2 常规测量数据&谐波简要测量数据
	300 ~ 393	输入单元 3 常规测量数据&谐波简要测量数据
	400 ~ 447	单元Σ 常规测量数据
	2000 ~ 2509	测量数据：映射到通信输出项（:NUMeric[:NORMal]:ITEM<X>命令）
	4000 ~ 4799	输入单元 1 谐波列表测量数据
	5000 ~ 5799	输入单元 2 谐波列表测量数据
	6000 ~ 6799	输入单元 3 谐波列表测量数据
保持寄存器	0~ 10	控制数据（NUMeric:HOLD，积分控制）
	100 ~ 509	配置通信输出项（:NUMeric[:NORMal]:ITEM<X>命令）
	1000~1101	测量控制数据

- 当 PLC（可编程控制器）、HMI（人机界面）需要通过 Modbus 协议控制功率计时，不能直接使用功率计寄存器原地址，需按照下面关系式设置 PLC、HMI 寄存器内存地址。

  PLC、HMI 输入寄存器地址 = 功率计输入寄存器地址 + 30001

  PLC、HMI 保持寄存器地址 = 功率计保持寄存器地址 + 40001

  例如，HMI 需要读取 Update Count（数据更新计数器）时，需将控件的内存地址设置为 30001。

5.3 输入寄存器地址映射表

- **测量数据、状态：与状态、输入单元、接线方式无关的数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
Update Count	数据更新计数器（0~65535）	uint16		0	1
				1	1
Peak Over	峰值溢出状态，详见下文	uint16		2	1
Check Range	量程监视状态，详见下文	uint16		3	1
URange	反映当前电压量程	float	V	4	2
IRange	反映当前电流量程	float	A	6	2
MATH	运算结果	float		8	2
fPLL	PLL 同步源频率	float	Hz	10	2
EFFiciency	效率	float	%	12	2
积分运行状态	0：RESET 1：STOP 2：START 3：ERROR 4：TIMEUP	uint16		14	1

- **输入单元 1 常规测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U1	电压值	float	V	100	2
I1	电流值	float	A	102	2
P1	有功功率	float	W	104	2
S1	视在功率	float	VA	106	2
Q1	无功功率	float	var	108	2
Lambda1	功率因数（PF）	float		110	2
Phi1	相位差	float	°	112	2
fU1	电压频率	float	Hz	114	2
fI1	电流频率	float	Hz	116	2
U+pk1	电压正峰值	float	V	118	2
U-pk1	电压负峰值	float	V	120	2
I+pk1	电流正峰值	float	A	122	2
I-pk1	电流负峰值	float	A	124	2
P+pk1	功率正峰值	float	W	126	2
P-pk1	功率负峰值	float	W	128	2
Time1	积分运行时间	float	S	130	2
WP1	功率积分值（瓦时）	float	Wh	132	2
WP+1	正功率积分值（正瓦时）	float	Wh	134	2
WP-1	负功率积分值（负瓦时）	float	Wh	136	2
q1	电流积分值（安时）	float	Ah	138	2
q+1	正电流积分值（正安时）	float	Ah	140	2
q-1	负电流积分值（负安时）	float	Ah	142	2
Urms1	电压有效值	float	V	144	2
Umn1	校准到有效值的整流平均电压值	float	V	146	2
Udc1	直流电压值（简单平均）	float	V	148	2
Urmn1	整流平均电压值	float	V	150	2
Uac1	交流电压值	float	V	152	2
Irms1	电流有效值	float	A	154	2
Imn1	校准到有效值的整流平均电流值	float	A	156	2
Idc1	直流电流值（简单平均）	float	A	158	2
Irmn1	整流平均电流值	float	A	160	2
Iac1	交流电流值	float	A	162	2
CfU1	电压峰值因数测量值	float		164	2
CfI1	电流峰值因数测量值	float		166	2
AVP1	平均积分功率	float	W	168	2

- **输入单元 1 谐波简要测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U1(Total)	总谐波电压	float	V	170	2
U1(1)	基波电压	float	V	172	2
I1(Total)	总谐波电流	float	A	174	2
I1(1)	基波电流	float	A	176	2
P1(Total)	总谐波功率	float	W	178	2
P1(1)	基波功率	float	W	180	2
Lambda1(1)	基波功率因数	float		182	2
Phi1(1)	电压基波与电流基波间的相位差	float	°	184	2
PhiU1(3)	电压基波与的电压 3 次谐波间的相位差	float	°	186	2
PhiI1(3)	电流基波与的电流 3 次谐波间的相位差	float	°	188	2
UTHD1	电压总谐波失真	float	%	190	2
ITHD1	电流总谐波失真	float	%	192	2

- **输入单元 2 常规测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U2	电压值	float	V	200	2
I2	电流值	float	A	202	2
P2	有功功率	float	W	204	2
S2	视在功率	float	VA	206	2
Q2	无功功率	float	var	208	2
Lambda2	功率因数（PF）	float		210	2
Phi2	相位差	float	°	212	2
fU2	电压频率	float	Hz	214	2
fI2	电流频率	float	Hz	216	2
U+pk2	电压正峰值	float	V	218	2
U-pk2	电压负峰值	float	V	220	2
I+pk2	电流正峰值	float	A	222	2
I-pk2	电流负峰值	float	A	224	2
P+pk2	功率正峰值	float	W	226	2
P-pk2	功率负峰值	float	W	228	2
Time2	积分运行时间	float	S	230	2
WP2	功率积分值（瓦时）	float	Wh	232	2
WP+2	正功率积分值（正瓦时）	float	Wh	234	2
WP-2	负功率积分值（负瓦时）	float	Wh	236	2
q2	电流积分值（安时）	float	Ah	238	2
q+2	正电流积分值（正安时）	float	Ah	240	2

q-2	负电流积分值（负安时）	float	Ah	242	2
Urms2	电压有效值	float	V	244	2
Umn2	校准到有效值的整流平均电压值	float	V	246	2
Udc2	直流电压值（简单平均）	float	V	248	2
Urmn2	整流平均电压值	float	V	250	2
Uac2	交流电压值	float	V	252	2
Irms2	电流有效值	float	A	254	2
Imn2	校准到有效值的整流平均电流值	float	A	256	2
Idc2	直流电流值（简单平均）	float	A	258	2
Irmn2	整流平均电流值	float	A	260	2
Iac2	交流电流值	float	A	262	2
CfU2	电压峰值因数测量值	float		264	2
CfI2	电流峰值因数测量值	float		266	2
AVP2	平均积分功率	float	W	268	2

- **输入单元 2 谐波简要测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U2(Total)	总谐波电压	float	V	270	2
U2(1)	基波电压	float	V	272	2
I2(Total)	总谐波电流	float	A	274	2
I2(1)	基波电流	float	A	276	2
P2(Total)	总谐波功率	float	W	278	2
P2(1)	基波功率	float	W	280	2
Lambda2(1)	基波功率因数	float		282	2
Phi2(1)	电压基波与电流基波间的相位差	float	°	284	2
PhiU2(3)	电压基波与的电压 3 次谐波间的相位差	float	°	286	2
PhiI2(3)	电流基波与的电流 3 次谐波间的相位差	float	°	288	2
UTHD2	电压总谐波失真	float	%	290	2
ITHD2	电流总谐波失真	float	%	292	2

- **输入单元 3 常规测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U3	电压值	float	V	300	2
I3	电流值	float	A	302	2
P3	有功功率	float	W	304	2
S3	视在功率	float	VA	306	2
Q3	无功功率	float	var	308	2
Lambda3	功率因数（PF）	float		310	2

Phi3	相位差	float	°	312	2
fU3	电压频率	float	Hz	314	2
fI3	电流频率	float	Hz	316	2
U+pk3	电压正峰值	float	V	318	2
U-pk3	电压负峰值	float	V	320	2
I+pk3	电流正峰值	float	A	322	2
I-pk3	电流负峰值	float	A	324	2
P+pk3	功率正峰值	float	W	326	2
P-pk3	功率负峰值	float	W	328	2
Time3	积分运行时间	float	S	330	2
WP3	功率积分值（瓦时）	float	Wh	332	2
WP+3	正功率积分值（正瓦时）	float	Wh	334	2
WP-3	负功率积分值（负瓦时）	float	Wh	336	2
q3	电流积分值（安时）	float	Ah	338	2
q+3	正电流积分值（正安时）	float	Ah	340	2
q-3	负电流积分值（负安时）	float	Ah	342	2
Urms3	电压有效值	float	V	344	2
Umn3	校准到有效值的整流平均电压值	float	V	346	2
Udc3	直流电压值（简单平均）	float	V	348	2
Urmn3	整流平均电压值	float	V	350	2
Uac3	交流电压值	float	V	352	2
Irms3	电流有效值	float	A	354	2
Imn3	校准到有效值的整流平均电流值	float	A	356	2
Idc3	直流电流值（简单平均）	float	A	358	2
Irmn3	整流平均电流值	float	A	360	2
Iac3	交流电流值	float	A	362	2
CfU3	电压峰值因数测量值	float		364	2
CfI3	电流峰值因数测量值	float		366	2
AVP3	平均积分功率	float	W	368	2

- **输入单元 3 谐波简要测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U3(Total)	总谐波电压	float	V	370	2
U3(1)	基波电压	float	V	372	2
I3(Total)	总谐波电流	float	A	374	2
I3(1)	基波电流	float	A	376	2
P3(Total)	总谐波功率	float	W	378	2
P3(1)	基波功率	float	W	380	2
Lambda3(1)	基波功率因数	float		382	2
Phi3(1)	电压基波与电流基波间的相位差	float	°	384	2

PhiU3(3)	电压基波与的电压 3 次谐波间的相位差	float	°	386	2
PhiI3(3)	电流基波与的电流 3 次谐波间的相位差	float	°	388	2
UTHD3	电压总谐波失真	float	%	390	2
ITHD3	电流总谐波失真	float	%	392	2

- **单元Σ 常规测量数据（输入寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
UΣ	电压值	float	V	400	2
IΣ	电流值	float	A	402	2
PΣ	有功功率	float	W	404	2
SΣ	视在功率	float	VA	406	2
QΣ	无功功率	float	var	408	2
LambdaΣ	功率因数（PF）	float		410	2
PhiΣ	相位差	float	°	412	2
WPΣ	功率积分值（瓦时）	float	Wh	414	2
WP+Σ	正功率积分值（正瓦时）	float	Wh	416	2
WP-Σ	负功率积分值（负瓦时）	float	Wh	418	2
qΣ	电流积分值（安时）	float	Ah	420	2
q+Σ	正电流积分值（正安时）	float	Ah	422	2
q-Σ	负电流积分值（负安时）	float	Ah	424	2
UrmsΣ	电压有效值	float	V	426	2
UmnΣ	校准到有效值的整流平均电压值	float	V	428	2
UdcΣ	直流电压值（简单平均）	float	V	430	2
UrmnΣ	整流平均电压值	float	V	432	2
UacΣ	交流电压值	float	V	434	2
IrmsΣ	电流有效值	float	A	436	2
ImnΣ	校准到有效值的整流平均电流值	float	A	438	2
IdcΣ	直流电流值（简单平均）	float	A	440	2
IrmnΣ	整流平均电流值	float	A	442	2
IacΣ	交流电流值	float	A	444	2
AVPΣ	平均积分功率	float	W	446	2

- **测量数据：映射到通信输出项（:NUMeric[:NORMal]:ITEM<X>命令）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
ItemX	测量数据映射到 ItemX	寄存器起始地址:2000+(X-1)*2			
Item1	测量数据映射到 Item1	float		2000	2
Item2	测量数据映射到 Item2	float		2002	2
Item3	测量数据映射到 Item3	float		2004	2
to					

Item255	测量数据映射到 Item255	float		2508	2

- **输入单元 1 谐波列表测量数据**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U1(1)~U1(50)	1~50 次电压测量值	float	V	4000	100
I1(1)~I1(50)	1~50 次电流测量值	float	A	4100	100
P1(1)~P1(50)	1~50 次功率测量值	float	W	4200	100
UHDF1(1)~UHDF1(50)	1~50 次电压失真因数	float	%	4300	100
IHDF1(1)~IHDF1(50)	1~50 次电流失真因数	float	%	4400	100
PHDF1(1)~PHDF1(50)	1~50 次功率失真因数	float	%	4500	100
PHI1(1), PHIU1(2)~PHIU1(50)	PHI1(1):电压基波与电流基波间的相位差，PHIU1(2)~PHIU1(50)：第 K 次电压谐波与电压基波间的相位差	float	°	4600	100
PHI1(1), PHII1(2)~PHII1(50)	PHI1(1):电压基波与电流基波间的相位差，PHII1(2)~PHII1(50)：第 K 次电流谐波与电流基波间的相位差	float	°	4700	100

- **输入单元 2 谐波列表测量数据**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U2(1)~U2(50)	1~50 次电压测量值	float	V	5000	100
I2(1)~I2(50)	1~50 次电流测量值	float	A	5100	100
P1(1)~P1(50)	1~50 次功率测量值	float	W	5200	100
UHDF2(1)~UHDF2(50)	1~50 次电压失真因数	float	%	5300	100
IHDF2(1)~IHDF2(50)	1~50 次电流失真因数	float	%	5400	100
PHDF2(1)~PHDF2(50)	1~50 次功率失真因数	float	%	5500	100
PHI2(1), PHIU2(2)~PHIU2(50)	PHI2(1):电压基波与电流基波间的相位差，PHIU2(2)~PHIU2(50)：第 K 次电压谐波与电压基波间的相位差	float	°	5600	100
PHI2(1), PHII2(2)~PHII2(50)	PHI2(1):电压基波与电流基波间的相位差，PHII2(2)~PHII2(50)：第 K 次电流谐波与电流基波间的相位差	float	°	5700	100

- **输入单元 3 谐波列表测量数据**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
U3(1)~U3(50)	1~50 次电压测量值	float	V	6000	100
I3(1)~I3(50)	1~50 次电流测量值	float	A	6100	100
P3(1)~P3(50)	1~50 次功率测量值	float	W	6200	100
UHDF3(1)~UHDF3(50)	1~50 次电压失真因数	float	%	6300	100
IHDF3(1)~IHDF3(50)	1~50 次电流失真因数	float	%	6400	100
PHDF3(1)~PHDF3(50)	1~50 次功率失真因数	float	%	6500	100
PHI3(1), PHIU3(2)~PHIU3(50)	PHI3(1):电压基波与电流基波间的相位差，PHIU3(2)~PHIU3(50)：第 K 次电压谐波与电压基波间的相位差	float	°	6600	100
PHI3(1), PHII3(2)~PHII3(50)	PHI3(1):电压基波与电流基波间的相位差，PHII2(2)~PHII2(50)：第 K 次电流谐波与电流基波间的相位差	float	°	6700	100

Peak Over（峰值溢出状态）（输入寄存器：0002）

每个输入单元的峰值超量程信息以如下方式映射到位中。发生峰值超量程的输入对应的位被设置为 1。

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
										I3	U3	I2	U2	I1	U1

Check Range（量程监视状态）（输入寄存器：0003）

仪器显示屏上的“量程监视状态”的状态按照以下方式与位进行映射。详情请参阅第 3.5.32 节中关于“:INPut:CRANge?”命令的说明。

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
								AP	AO	AH	AL	VP	VO	VH	VL

浮点型数据

IEEE 单精度浮点型数据。出现错误时的数据如下。

- 数据不存在（显示为“-----”）

  NAN 0x7FC00000

- 超出范围（显示为“--OL-”），计算超出范围（显示为“--OF-”），错误（显示为“Error”）

  INF 0x7F800000

5.4 保持寄存器地址映射表

- **控制数据（保持寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
NUMeric:HOLD	0:不保持 1：保持	uint16		0	1
				1	1
INTEG:START/ STOP	0：Stop 1：Start	uint16		2	1
INTEG:RESET	1：Reset，非 1 数值：无效	uint16		3	1
				4	1
				5	1
				6	1
				7	1
				8	1
				9	1

- **配置通信输出项（:NUMeric[:NORMal]:ITEM<X>命令）（保持寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
ItemX	ItemX 输出项配置	寄存器起始地址:100+(X-1)*2			
Item1	Item1 输出项配置	uint32		100	2
Item2	Item2 输出项配置	uint32		102	2
Item3	Item3 输出项配置	uint32		104	2
to					
Item255	Item255 输出项配置	uint32		608	2

ItemX 的配置方法如下所示：

bit[7:0]：设置 Item 功能：

0:U, 1:I, 2:P, 3:S, 4:Q, 5:LAMB, 6:PHI, 7:FU, 8:FI, 9:UPP, 10:UMP, 11:IPP, 12:IMP, 13:PPP, 14:PMP, 15:WH, 16:WHP, 17:WHM, 18:AH, 19:AHP, 20:AHM, 21:URMS, 22:UMN, 23:UDC, 24:URMN, 25:UAC, 26:IRMS, 27:IMN, 28:IDC, 29:IRMN, 30:IAC, 31:CFU, 32:CFI, 33:AVP, 34:UK, 35:IK, 36:PK, 37:PHIUK, 38:PHIIK, 39:UHDFK, 40:IHDFK, 41:PHDFK, 42:UTHD, 43:ITHD, 44:LAMBDAK, 45:PHIK, 46:FPLL, 47:MATH, 48:URAN, 49:IRAN, 50:EFFI, 51:TIME 52: NONE

bit[15:8]：设置 Item 的 Element：

0：[Element 1] 1：[Element 2] 2：[Element 3] 3：[Sigma]

bit[23:16]：设置谐波阶数

0：DC 1~50：谐波阶数 51：Total

示例：如需配置 Item1 为输入单元 2 的基波电流，则 Item1 的内容 = 35+(1<<8)+(1<<16) = 65827(10123H)

- **测量控制数据（保持寄存器）**

数据名称	数据描述	数据格式	单位	寄存器起始地址	寄存器数量
峰值因数	0:CF=3, 1:CF=6, 2:CF=6A	uint16		1000	1
电压量程	电压量程设置,0 表示自动量程;	float	V	1001	2
外部电流传感器设置	0：OFF 1：EXT1 2：EXT2	uint16		1003	1
电流量程	电流量程设置，0 表示自动量程；当外部电流传感器设置为 0 时，表示电流直接输入，数据单位为 A；当外部电流传感器设置为 1 或 2 时，电流测量使用外部电流传感器，数据单位为 V	float	A 或 V	1004	2
数据更新周期	0:[0.1s],1:[0.25s],2:[0.5s], 3:[1s], 4:[2s],5:[5s],6:[10s],7:[20s],8:[Auto]	uint16		1006	1
数据更新超时	数据更新周期为 Auto 时有效，0:[1s],1:[5s],2:[10s],3:[20s]	uint16		1007	1
数据更新同步源	数据更新周期为 Auto 时有效，0:[u1],1:[i1],2:[u2],3:[i2],4:[u3],5:[i3]	uint16		1008	1
同步源	0：[电压]，1:[电流]，2:[OFF]	uint16		1009	1
线路滤波器	0:[OFF] 1:[500Hz] 2:[1kHz] 3:[2kHz] 4:[3kHz] 5:[4kHz] 6:[5kHz] 7:[5.5kHz] 8:[6kHz] 9:[7kHz] 10:[8kHz] 11:[9kHz] 12:[10kHz] 13:[20kHz] 14:[30kHz] 15:[40kHz] 16:[50kHz] 17:[60kHz] 18:[70kHz] 19:[80kHz] 20:[90kHz] 21:[100kHz]	uint16		1010	1
频率滤波器	0:OFF 1:ON	uint16		1011	1
测量模式	0:RMS，1:VMean，2:DC	uint16		1012	1
接线方式	0：1P3W 1：3P3W 2：3P4W 3：3V3A	uint16		1013	1
平均开关	0：OFF 1：ON	uint16		1014	1
平均类型	0：LIN 1：EP	uint16		1015	1
平均系数	0:[8],1:[16],2:[32],3:[64]	uint16		1016	1
Element 1 外部电流传感器比例	0.001~9999.999	float	mV/A	1017	2
Element 2 外部电流传感器比例	0.001~9999.999	float	mV/A	1019	2
Element 3 外部电流传感器比例	0.001~9999.999	float	mV/A	1021	2
比例控制	0:OFF 1:ON	uint16		1023	2
Element 1 电压比例系数	0.001~9999.999	float		1024	2

Element 2 电压比例系数	0.001~9999.999	float		1026	2
Element 3 电压比例系数	0.001~9999.999	float		1028	2
Element 1 电流比例系数	0.001~9999.999	float		1030	2
Element 2 电流比例系数	0.001~9999.999	float		1032	2
Element 3 电流比例系数	0.001~9999.999	float		1034	2
Element 1 功率比例系数	0.001~9999.999	float		1036	2
Element 2 功率比例系数	0.001~9999.999	float		1038	2
Element 3 功率比例系数	0.001~9999.999	float		1040	2
积分时间	0~36000000（10000 小时）	uint32	秒	1042	2
积分模式	0：标准　1：循环	uint16		1044	1
保持(Hold)	0：OFF　1:ON	uint16		1045	1
最大值保持(Max Hold)	0：OFF　1:ON	uint16		1046	1
单次(Single)	写入 1 时执行，回读始终为 0	uint16		1047	1
Math 公式	0:[A+B]，1:[A-B]，2:[A*B] 3:[A/B] 4:[A/(B*B)] 5: [(A*A)/B]	uint16		1048	1
Math Item A	bit[7:0]:功能： 0:U; 1:A; 2:W; 3:VA; 4:var 5:PF; bit[15:8]:Element：0：[Element 1] 1： [Element 2] 2：[Element 3] 3：[Sigma]	uint16		1049	1
Math Item B	bit[7:0]:功能： 0:U; 1:A; 2:W; 3:VA; 4:var 5:PF; bit[15:8]:Element：0：[Element 1] 1： [Element 2] 2：[Element 3] 3：[Sigma]	uint16		1050	1
谐波测量模式	0：Normal 1：IEC	uint16		1051	1
谐波 PLL 同步源	0：[u1]，1：[i1]　2:[u2] 3:[i2]　4:[u3] 5:[i3]	uint16		1052	1
谐波测量阶数	1~50	uint16		1053	1
THD 测量公式	0：IEC　1：CSA	uint16		1054	1
量程配置使能	0：OFF　1:ON	uint16		1055	1
电压有效量程	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1056	1
电压峰值跳跃	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1057	1
电流有效量程	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1058	1

电流峰值跳跃	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1059	1
EXT1 有效量程	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1060	1
EXT1 峰值跳跃	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1061	1
EXT2 有效量程	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1062	1
EXT2 峰值跳跃	量程配置使能设置为 ON 时有效	uint16		1063	1
测量设置初始化	写入 1 时执行，回读始终为 0。在执行此操作后，须等待 5 秒再对仪器执行其他操作。	uint16		1064	1
零电平补偿	写入 1 时执行，回读始终为 0	uint16		1065	
设置远程状态	0：OFF 1:ON	uint16		1100	1
设置按键锁状态	0：OFF 1:ON	uint16		1101	1
预设通信输出项出的方式	1~4，回读始终为 0; 参考指令“:NUMeric[:NORMal]:PRESet”	uint16		1102	1

电压有效量程（保存寄存器地址：1056）

1 个位代表一个量程的有效状态，当 bit=0：OFF，bit=1:ON;

当 CF=3 时，bit0：15V，bit1:30V...bit5:600V;

当 CF=6 或 6A 时，bit0：7.5V，bit1:15V...bit5:300V;

电压峰值跳跃(保存寄存器地址：1057)

当 CF=3 时：0：[OFF]，1:[15V]，2:[30V]...6:[600V];

当 CF=6 或 6A 时,0：[OFF]，1:[7.5V]，2:[15V]...6:[300V];

电流有效量程（保存寄存器地址：1058）

1 个位代表一个量程的有效状态，当 bit=0：OFF，bit=1:ON;

当 CF=3 时，bit0：0.5A，bit1:1A...bit5:20A;

当 CF=6 或 6A 时，bit0：0.25A，bit1:0.5A...bit5:10A;

电流峰值跳跃(保存寄存器地址：1059)

当 CF=3 时：0：[OFF]，1:[0.5A]，2:[1A]...6[20A];

当 CF=6 或 6A 时:0：[OFF]，1:[0.25A]，2:[0.5A]...6:[10A]

EXT1 有效量程（保存寄存器地址：1060）

1 个位代表一个量程的有效状态，当 bit=0：OFF，bit=1:ON

当 CF=3 时，bit0：2.5V，bit1:5V...bit2:10V

当 CF=6 或 6A 时，bit0：2.5V，bit1:5V...bit2:10V

EXT1 峰值跳跃(保存寄存器地址：1061)

当 CF=3 时：0:[OFF]，1:[2.5V]，2:[5V],3:[10V];

当 CF=6 或 6A 时:0:[OFF]，1:[1.25V]，2:[2.5V],3:[5V];

EXT2 有效量程（保存寄存器地址：1062）

1 个位代表一个量程的有效状态，当 bit=0：OFF，bit=1:ON

当 CF=3 时，bit0：50mV,bit1:100mV...bit5:2V

当 CF=6 或 6A 时,bit0：25mV,bit1:50mV...bit5:1V

EXT2 峰值跳跃(保存寄存器地址：1063)

当 CF=3 时：0:[OFF],1:[50mV],2:[100mV]...6:[2V]

当 CF=6 或 6A 时:0:[OFF],1:[25mV],2:[50mV]...6:[1V]