

PWG-1
大容量无功补偿控制器
使用说明书



深圳市旭振电气技术有限公司
SHENZHEN XUZHEN ELECTRIC TECHNOLOGY CO.,LTD

<http://www.szxt.com>



目 录

一、概述及主要功能.....	3
二、技术条件.....	3
三、安装接线.....	4
四、参数设置.....	6
五、使用方法.....	7
六、通讯规约.....	9

衷心感谢您对本公司产品的信任，为了保证本产品安全可靠的运行，请您仔细阅读本手册。



一、概述及主要功能

为了提高供电质量减少线路损失，提高设备利用率在低压输、配电工程中大量采用无功补偿。目前国内研发的无功补偿器虽然品种繁多但大多性能有限，缺乏通信、缺乏联机构成大系统运行的能力，往往只能单机运行。为了防止对电网的过大冲击，每一级补偿容量不能过大（一般 30Kvar 左右），因此即使采用 12 路的补偿器补偿容量也嫌不足。有的公司在多台设备同时运行的时候往往采用将各台补偿器参数有意调偏一些来应付。但仍然会出现多台设备同时投切造成很大冲击的问题。本公司研发的 PWG-2 型大容量无功补偿控制器可以很好地解决这个问题。

PWG-1 型无功补偿控制器最多可以实现 8 台设备联机运行，每台设备有 12 路最多可以 96 路一起有序按先投先切原则工作。整个系统可以任意指定一台设备作为主机，其余为辅机或备份主机，主机和备份主机必须按规定接线，辅机可以不接输入信号线，当主机出现故障时备份主机会自动升格为主机。备份主机可有可无、可多可少。另外，本无功补偿控制器既可以实现三相共补也可以实现分相补偿，只要将本控制器接入每一相再适当选取参数就可以实现分相补偿。

PWG-1 型无功补偿控制器采用智能化的控制算法，可以灵活地处置各种投切参数，不会过分拘拟预设参数。控制器采用先投先切的原则，如果系统有富余未投的电容，系统会每工作 2 小时轮流切下来休息，另外，允许配备两种不同容量的电容来实现精确补偿。本补偿器采用数字显示，可以显示参数、功率因素、电压、电流和无功功率。本装置还具有过电压、电压掉线，欠电流检测、无电流检测功能，具有很强的抗干扰能力和综合保护能力。本装置采用半双工 RS-485 通讯接口，国际通用的《Modbus》通讯协议，RTU 通讯模式。每台设备有两个通讯接口，除了它们相互通讯外还可以同时上传有关数据和工作状态给上位机，方便整个系统组网监控。

二、技术条件

1. 适用范围: 各类大、中型低压配电设备

2. 输入信号:

 取样电压: 主母线相电压 (220V) 或线电压 (380V)

 取样电流: 标称 5A 的与线电压异相或与相电压同相的相电流

3. 继电输出: 12 路常开触点

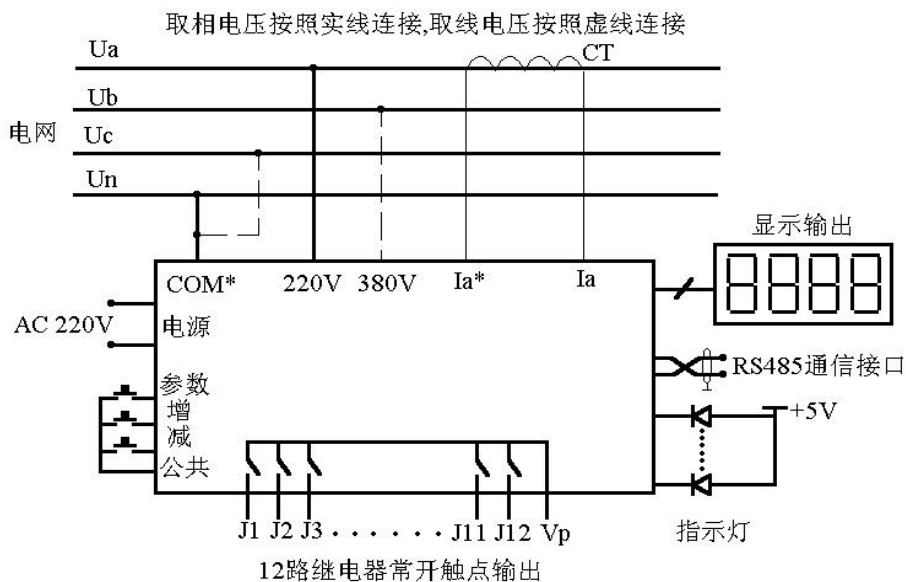
 触点容量: 交流 220V/5A 380V/2A

 直流 110V/0.8A 220V/0.2A

4. 测量精度:

 电压测量精度: 不低于 $\pm 0.2\%$

- 电流测量精度：不低于 $\pm 0.2\%$
- 功率因素测量精度：不低于 $\pm 1\%$
- 无功功率测量精度：不低于 $\pm 1\%$
- 5. 工作电源：AC80V~AC280V
- 6. 工作环境：
 - 环境温度： $-15^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$
 - 海拔：2500 米以下地区
- 7. 外型尺寸：（长）168×（宽）108×（深）135mm，见外形结构图
- 8. 开孔尺寸：（长）160×（宽）100 mm 见外形结构图



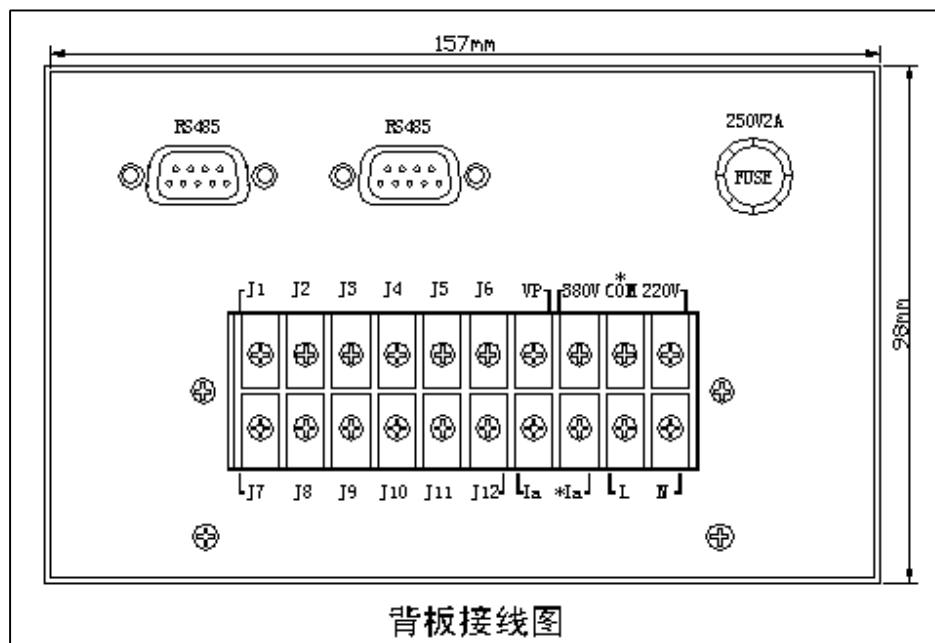
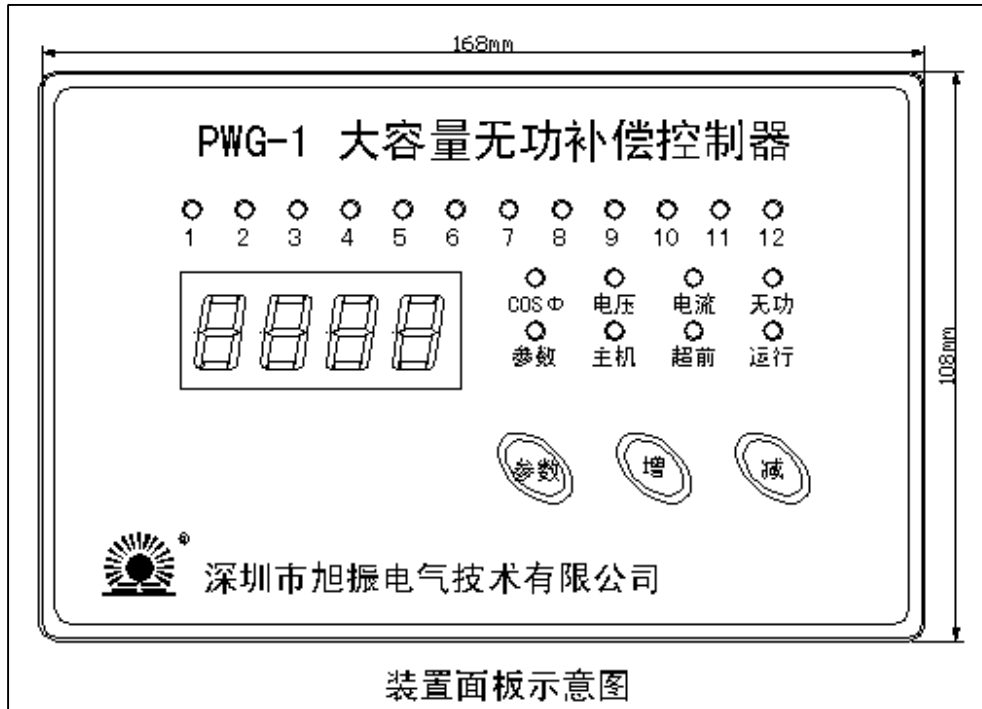
三、安装接线

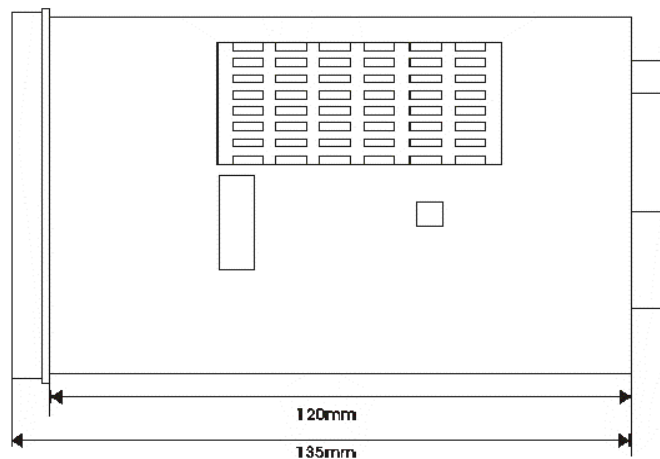
接线示意图如上：一般一台补偿柜装一套补偿控制器，取样电流选择 A 相电流接 I_a 、 I_a' ，取样电压选择相电压 (U_a 、 U_n) 时接 COM、220V，选择线电压 (U_b 、 U_c) 时接 380V、COM。事实上取任意一相同相的电流、电压，或异相的线电压都是一样的。本装置有自动认相功能不必考虑同名端问题。本控制器工作电源为 220V，火线接 L 端，中（地）线接 N 端。12 路继电器输出可以用来驱动固态继电器，也可以用来驱动有触点的电容继电器，注意 VP 为公共端。

在三相共补工作状态如图所示的任一种接法都可以，在分相补偿时每一相都必须接一套补偿控制器按相电压、相电流的接法。注意在分相补偿状态多台并联运行时辅机必须按相连接。RS-485 通讯线最好选用带屏蔽的双绞线，多台装置联机时必须用通讯线将各补偿装置连接起来再适当选取各台装置的参数（如参数 00、参数 8 等）。如果

需要系统监控还必须将通讯线连接到上位机。

RS-485 通讯端子：本装置采用标准 9 芯母串行端子，A-3 脚，B-2 脚，GND-5 脚。用户用 9 芯公串行端子，注意 3 脚-2 脚不能交叉。





侧视图

外形结构图

四、参数设置

为了防止无意的参数修改，我们设立了“密码”。设《参数》键为 0，《增》键为 1，《减》键为 2，“密码”为 01212（注意，不得持续按《参数》键 > 2S，否则进入“人工”运行状态）。进入参数设置状态后，参数指示灯亮，数码管最高位或高两位闪烁显示参数标志或序号，其余位显示参数内容。用《增》、《减》键修改参数，用《参数》键循环递增参数序号，用户能设置的最大参数序号为 12，然后循环至 0。停止操作 6 秒后自动退出参数设置状态（或在参数状态下持续按《参数》键 > 0.6S 也能退出）并存储修改后的参数。进入参数设置状态不影响补偿器正常工作，退出参数设置状态后补偿器立即按新参数工作。

1) 参数 00: 主机/备份主机/辅机选择，参数标志为 0，显示 0AAA 为主机，显示 0BBB 为备份主机，显示 0CCC 为辅机，出厂设定为主机。

2) 参数 01: 线电压/相电压输入选择，参数标志为 U，显示 U380 为线电压输入，显示 U220 为相电压输入，出厂设定为相电压输入。

3) 参数 02: 三相共补/分相补偿工作选择，参数标志为 P，显示 P333 为三相共补工作状态，显示 P111 为分相补偿工作状态。出厂设定为三相共补工作状态。当供电系统可能出现各相严重不平衡状态时应选择分相补偿工作状态（注意参数 01 相应选相电压输入）。

4) 参数 3: 功率因素设定，参数标志为 3，设定范围为 0.85~0.99，出厂设定为 0.96。

5) 参数 4: (电流互感器) 电流变比设定，参数标志为 4，设定范围为 004~800，对应互感器原边额定电流为 20~4000A。出厂设定为 200。对应原边额定电流为 1000A。

6) 参数 5: 欠电流百分比设定，参数标志为 5，设定范围为 02.0~10.0 (%)，出厂设定为 06.0 (%)。该参数为欠电流设定值与互感器原边额定电流的百分比，当实际电流小于欠电流设定值时，补偿电容不再投入，已投入的电容会视情况逐步切除（首先切除大容量电容）。



7) 参数 6: 过电压阈值设定, 参数标志为 6, 输入选定为相电压时设定范围为 240~280 (V), 出厂设定为 250 (V)。输入选定为线电压时设定范围为 420~480 (V), 出厂设定为 440 (V)。当实际电压大于过电压阈值设定时, 为了保护补偿电容免于击穿, 本装置会逐步切除已投入的电容。

8) 参数 7: 投切延时时间, 参数标志为 7, 设定范围为 5~100 (S), 出厂设定为 30 (S)。

9) 参数 8: 辅机数量或设备号, 参数标志为 8n。当设定本机为主机时此参数为辅机数量, 设定范围为 0~7, 出厂设定为 0, 意思为没有辅机。主机的设备号规定为 00。当设定本机为非主机(辅机或备份主机)时此参数为本机设备号, 设定范围为 01~07, 出厂设定为 01。此参数与参数 00 联动, 但在设定参数 00 后最后仍应核查一次本参数。

10) 参数 9: 本机 1 组(大)每相电容容量, 参数标志为 1, 设定范围为 2.5~50.0 (Kvar), 出厂设定为 30.0 (Kvar)。注意本参数为每相电容容量, 如果补偿电容标称为三相值应除以 3。

11) 参数 10: 本机 1 组电容通路数, 参数标志为 1P, 设定范围为 2~12, 出厂设定为 10。

12) 参数 11: 本机 2 组(小)每相电容容量, 参数标志为 2, 设定范围为 1.0~20.0 (Kvar), 出厂设定为 10.0 (Kvar)。2 组电容主要是为了弥补 1 组电容的级差太大而设置的, 一般选 1 组电容容量的三分之一为宜。同样应注意本参数为每相电容容量。

13) 参数 12: 本机 2 组电容通路数, 参数标志为 2P, 设定范围为 0~10, 出厂设定为 2。2 组电容通路数不必太多一般为 2~4 路为好。

14) 参数 13: 电压测量修正, 调试参数, 用户一般不能进入。用来校正电压测量电路的制造误差。

15) 参数 14: 电流测量修正, 调试参数, 用户一般不能进入。用来校正电流测量电路的制造误差。

五、使用方法

1. 运行

作为主机和备份主机的补偿器必须按接线示意图接好线, 辅机可以不接输入信号(电压、电流)线。一套三相共补系统必需指定一台补偿器作主机, 备份主机可有可无、可多可少。一套分相补偿系统则必需指定分别接入三相电路中的三台补偿器作主机。指定作主机的补偿器“主机”指示灯常亮, 指定作备份主机的补偿器“主机”指示灯大约每一分钟闪烁几次。第一次开机时最好先断开控制线待查看、修改好参数后再投入运行。一般情况下补偿器只要接通电源不必人工干预即能投入正常运行, 正常运行时“运行”指示灯亮。

补偿器投入条件:

- 1) 电压正常



- 2) 电流大于欠电流阈值
- 3) 功率因素 $\cos \phi <$ 设定值。
- 4) 无功功率 ≥ 1.2 倍电容乏值（当大、小两组电容同时满足要求时首选大电容）。
- 5) 投切延时时间到，在选择投入 2#（小）电容时延时时间会减半。

补偿器切除条件：

- 1) 功率因素超前（超前指示灯亮），或虽然滞后，但功率因素大于功率因素设定值较多（接近 1），补偿器判断切除某（大或小）电容不会因无功功率过大引起下一次投入。
- 2) 当设定功率角（设定功率因素对应的功率角）算起到当前功率角间的“无功功率” ≥ 1.2 倍大电容乏值时切除大电容，否则切除小电容。当超前功率因素 ≤ 0.98 时首先切除大电容。
- 3) 投切延时时间到（当超前功率因素 ≤ 0.99 时延时时间减半，当超前功率因素 ≤ 0.98 时延时时间再减半）。

补偿器“故障”切除条件：

- 1) 过电压（注意：过电压回差 220V 为 3V，380V 为 5V）
- 2) 无电流或电流很小（正常情况下意味负载很轻）

另外，如果系统 1#组电容有富余未投的电容，系统会每工作 2 小时轮流切下来休息，2#组电容不管有无富余未投的电容，都会每工作 2 小时轮流切下来休息。

2. 显示

正常运行时，本补偿器用 4 位数码管显示功率因素 $\cos \phi$ （分辨率为 0.005，超前显示为-）、电压（分辨率为 0.1V）、电流（A，小数点自动）、无功功率（千乏 KVA，小数点自动），同时辅以指示灯指示，用《增》、《减》键可以来回切换显示内容。在选择输入电压为线电压时显示的电压值为线电压值，反之为相电压值，同样当选择三相共补状态时显示的无功功率为三相值，否则当选择分相补偿状态时显示的为单相值。当出现通讯故障时在无功功率显示之后会显示通讯故障标志“EEE”和相应设备号“X”。如：主机显示 EEE1 表示主机与 1#辅机有通讯故障，辅机则显示自己的设备号。另外过电压、电压掉线、欠电流、无电流状态时，相应的工作指示灯会出现闪烁，具体可参见第 4 节《工作状态检测与故障处理》。

3. 人工投切

在正常工作状态下持续按《参数》键 $> 2S$ 即进入自动“暂停”，人工投切状态，“运行”指示灯灭，补偿器保持原来的投切状态不变。“暂停”作为主机不再发送有效命令，“暂停”作为辅机不再接收有效命令。但每一台“暂停”的补偿器可以单独“人工投切”，按《增》键 $> 0.6S$ 可以投入一路电容，再按《增》键 $> 0.6S$ 可以投入下一路，直到投满为止。按《减》键 $> 0.6S$ 可以切除一路电容，同样继续操作可以切除全部电容。所以设计按《增》、《减》键 $> 0.6S$ 主要是为了防止误操作，如果按《增》、《减》



键 $<0.6S$ 则仍然作为切换显示内容。在“暂停”状态下持续按《参数》键 $>2S$ 可以退出“暂停”状态，重新进入“运行”状态。

4. 工作状态检测与故障处理

本补偿控制器有过电压、电压掉线，欠电流检测、无电流检测等功能，补偿器对它们的处理分述如下：

过电压：当母线电压连续大于设定的过电压阈值时，即判为“过电压”故障（注意：过电压回差 220V 为 3V，380V 为 5V）。补偿器自动切换到显示电压，同时“电压”指示灯、“运行”指示灯闪烁。主机按每 3S 切除一路的速度按先投先切原则顺序向每一台装置（包括它自己）发送“故障切除”命令，切除 12 路大约 36 秒钟。如果中途电压恢复正常会自动停止“故障切除”。

电压掉线：当连续检测到没有母线电压时，判为电压掉线故障，自动切换到显示电压为零，“电压”指示灯、“运行”指示灯闪烁。如果有备份主机并且备份主机电压、电流工作正常，主机将会将原工作参数转移到备份主机上并命令备份主机升格为主机，自己转换为备份主机并代替原备份主机的设备号。注意此设定将会永远保留下来，除非用户重新修改参数。不过电压掉线故障是很难出现的。

欠电流：当连续检测到相电流小于欠电流阈值时，判为欠电流状态。补偿器一般不会自动将显示切换到显示电流值，（但当显示切换到显示电流值时，“电流”指示灯仍会闪烁）系统不再投入补偿电容，切除仍按正常控制算法进行，但会首选切除大补偿电容。

无电流（或电流很小）：当连续检测到没有电流（或电流很小不足于测量出它的相位）时，判为“无电流”状态，它跟电流信号线“掉线”表现是一样的，自动切换到显示电流值，“电流”指示灯、“运行”指示灯闪烁。正常情况下意味负载已切除，主机将象处理过电压一样切除所有的补偿电容，首先切除大补偿电容。

六、通讯规约

我们的补偿控制器采用半双工 RS-485 通讯接口，国际通用的《Modbus》通讯协议，RTU 通讯模式。格式如下：

设备地址	功能代码	数据·命令	CRC 校验
------	------	-------	--------

RTU 通讯模式是按字节传送的每一个字节有 1 个起始位，8 个数据位，低位在前，1 个停止位，波特率固定为 2400。作为 1 帧传送时各个字节间的空隙不得大于 1.5 个字节，每一帧之间必须起码有 3.5 个字节的间隙。通讯采用主从结构，主机大约每 100ms 发送一次查询、命令或实时数据。其他备份主机、辅机作为从机，上位机现阶段只作为信息收集器不参与控制，因此只接收实时数据，用户只需要编制上位机通讯软件也



不必过多关注通讯规约细节。下面对各部分内容作一简单介绍。

设备地址：设备地址即设备号加标记，低半字节为设备号，高半字节为标记，我们规定用 16 进制 D（13）作为补偿控制系统的标记。一般主机的设备号为 0，其它备份主机、辅机依次为 1~7（次序随意），如 1 号辅机的设备地址为 D1H 等等。实时数据采用“广播”方式发送（即所有从机同时接收），规定 D0H 作为“广播”设备地址（0 号作为广播是国际通用的），因此我们规定主机的设备地址改为 DDH。

我们的通讯内容主要包括命令类和数据类，查询属于命令类，它们主要由功能代码区分，功能代码用来说明所发信息的性质、类型，事实上也隐含了整帧信息的字节数。下面分别介绍各类信息的内容和含义。

1) 查询，由主机向某一从机发出，用于一开机主机与从机的“握手”以及暂停“挂起”、故障“挂起”后的重新“握手”。从机一般用“参数数据”作答。

设备地址	22H	辅机数量	CRC 高字节	CRC 低字节
------	-----	------	---------	---------

2) 命令，由主机向某一从机发出，用于主机控制从机补偿电容的投入、切除以及其它命令。从机一般用“命令接收应答”回答。

设备地址	23H	命令字	CRC 高字节	CRC 低字节
------	-----	-----	---------	---------

命令字 31H，投入 1 组（大）补偿电容；命令字 32H，投入 2 组（小）补偿电容；命令字 61H，切除 1 组（大）补偿电容；命令字 62H，切除 2 组（小）补偿电容；命令字 7CH，命令该备份主机升格为主机。

3) 实时数据，由主机以广播方式发出，设备地址为 D0H，功能代码为 16H，下跟 10 个字节的实时数据，从机一般不回答。

D0H	16H	10 个字节数据	CRC 高字节	CRC 低字节
-----	-----	----------	---------	---------

10 个字节数据依次为：工作状态（1 字节），功率因素（单位 0.01，1 字节），1#（大）电容总投入数，2#电容总投入数，电压测量值（单位 0.1V, 2 字节，低位在前），电流测量值（单位 0.1A 或 1A, 参见工作状态指示，2 字节，低位在前），无功功率（单位 0.01KW、0.1KW 或 1KW, 参见工作状态指示，2 字节，低位在前）。

工作状态包含显示信息和故障信息：最低位 B0：=1 电流单位为 1A，=0 为 0.1A；B1：=1 无功功率小数点右移 1 位，无功功率单位默认为 0.01KW 如果 B0=0 B1=1 以及 B0=1 B1=0 单位变为 0.1KW，B0=1 B1=1 单位变为 1KW；B2：功率因素超前；B3：主机通讯故障；B4：电压掉线；B5：无电流（或电流掉线）；B6：欠电流；B7：过压故障。

4) 主机转移数据，由有故障的主机向升格为主机的备份主机发出，它继发出“升格主机”命令备份主机有正确“应答”后发出。备份主机用“数据接收应答”回答。

设备地址	1AH	16 个字节数据	CRC 高字节	CRC 低字节
------	-----	----------	---------	---------



16 个字节主机转移数据内容略。

5) 参数数据, 由从机向主机回答“查询”时发出, 设备地址为 DDH, 功能代码后下跟 3 个字节的“参数数据”, 第 1 个字节为从机的基本状态, 低半字节为从机设备号 (1~7), 高半字节为从机当前基本工作状态, B7=1 从机设置为备份主机, 否则为辅机; B6=1 电压不正常, B6=0 电压正常; B5=1 电流一直欠流 (暗指电流信号未接入), B6、B5 针对备份主机有意义。B4=1 从机暂停工作。第 2 个数据从机一组 (1#大) 电容通路数, 第 3 个数据从机二组电容通路数。

DDH	15H	3 个字节数据	CRC 高字节	CRC 低字节
-----	-----	---------	---------	---------

6) 命令接收应答, 由从机向主机回答“命令”时发出, 设备地址为 DDH, 功能代码 43H 为接收正确, 63H 为接收无效, 83H 为接收错误。下跟 1 个字节的应答字, 应答字低半字节为从机设备号 (1~7), 高半字节为从机当前补偿电容投切状态, B4=1 一组补偿电容已投入, B4=0 一组补偿电容未投入 (完全空), B5=1 一组补偿电容已满, B6=1 二组补偿电容已投入, B6=0 二组补偿电容未投入 (完全空), B7=1 二组补偿电容已满。

DDH	功能代码	应答字	CRC 高字节	CRC 低字节
-----	------	-----	---------	---------

7) 数据接收应答, 由备份主机向主机回答“转移数据”已收到时发出, 设备地址为 DDH, 功能代码 4BH 为接收正确, 6BH 为接收无效, 8BH 为接收错误。下跟 1 个字节的应答字跟命令接收应答相同。整帧结构也跟命令接收应答相同。

CRC 校验对整帧数据 (除它本身外) 进行, 发送与接收产生方式一样。注意该 CRC 寄存器在发送时高位字节在前, 低位字节在后。

附: CRC (循环冗余检测) 校验产生办法规定如下:

- a) 预置 16 位的 CRC 寄存器为全 1
- b) 该 CRC 寄存器低位字节与开始 8Bit 数据进行“异或”运算, 结果仍然放入低位字节。
- c) 把 16 位的 CRC 寄存器右移一位, 最左边补 0。
- d) 若移出位为 1, 则用多项式 $1010, 0000, 0000, 0001$ (本质上是 SDLC 标准多项式 $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ 的反序多项式 (X^{16} 不影响余式, 可去除)) 与移位后的 CRC 寄存器再进行“异或”运算; 若移出位为 0, 则 PASS。
- e) 重复 c)、d) 直至移出 8 位。
- f) 下一个 8Bit 数据再与 CRC 寄存器低位字节“异或”。
- g) 重复 c)、d)、e)、f) 直至所有的数据运算完毕。



深圳市旭振电气技术有限公司

2007 年版权所有，保留一切权利。

在没有得到本公司书面许可时，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书（软件等）的一部分或全部，不得以任何形式（包括资料和出版物）进行传播。

版权所有，侵权必究。

内容如有改动，恕不另行通知。

深圳市旭振电气技术有限公司

地 址：深圳市龙岗区清林西路留学生创业园二园 509

邮 编：518172

电 话：0755-84613718、84613728、84613768

传 真：0755-84613799、28933416

服务热线：**400-099-3718**

网 址：www.szxt.com

企业邮箱：szxt@szxt.com