

ICS 01. 040. 29

CCS K 46

团体标准

T/CPSS 1003—2024

低压无功补偿用智能电容器组件技术规范

Technical specification of intelligent capacitor module for
low-voltage reactive power compensation

2024-09-05 发布

2024-09-06 实施

中国电源学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	3
5 使用条件	3
6 技术要求与参数	4
7 试验	8
8 铭牌与文件	11
9 包装、运输与贮存	12
附录 A（资料性） 智能电容器组件与台区智能融合终端通讯应用层报文 DL/T 645—2007 格式	14
附录 B（资料性） 智能电容器组件与台区智能融合终端通讯应用层报文 DL/T 842—2015 格式	20
附录 C（资料性） 智能电容器组件与台区智能融合终端通讯应用层报文 Modbus 格式	31

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。

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这些专利的责任。

本文件由中国电源学会提出并解释。

本文件起草单位：国网北京市电力公司电力科学研究院、杭州得诚电力科技股份有限公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、郑州大方软件股份有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、苏州工业园区苏容电气有限公司、青岛鼎信通讯股份有限公司、西安爱科赛博电气股份有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、山东康润电气股份有限公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、亚洲电能质量产业联盟、靖江市普瑞电力科技有限公司、广东电网有限责任公司广州供电局电力试验研究院、国网冀北电力有限公司秦皇岛供电公司、中国石油大学（华东）。

本文件主要起草人：王博、贾东强、马庆华、朱淑娟、杨博、刘晓军、杜婉琳、金庆忍、袁华明、于瑞、薛艳梅、要若天、赵勇帅、刘海龙、杨爽、李子璠、黄炜、张乔龙、徐硕、刘凯、仇志华。

本文件为首次发布。

低压无功补偿用智能电容器组件技术规范

1 范围

本文件规定了低压无功补偿用智能电容器组件的分类、使用条件、技术要求与参数、试验、铭牌与文件、包装、运输与贮存的要求。

本文件适用于交流额定电压为400 V、额定频率为50 Hz的低压无功补偿用智能电容器组件。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 1094.6 电力变压器 第6部分：电抗器
- GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器的编码规则
- GB/T 4026 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识
- GB/T 7251.2 低压成套开关设备和控制设备 第2部分：成套电力开关和控制设备
- GB/T 12747.1—2017 标称电压1 000 V及以下交流电力系统用自愈式并联电容器 第1部分：总则 性能、试验和定额 安全要求 安装和运行导则
- GB/T 15576—2020 低压成套无功功率补偿装置
- GB/T 16935.1 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验
- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB/T 19582.2—2008 基于Modbus协议的工业自动化网络规范 第2部分：Modbus协议在串行链路上的实现指南
- GB/T 20840.8 互感器 第8部分：电子式电流互感器
- GB/T 22582 电力电容器 低压功率因数校正装置
- DL/T 597 低压无功补偿控制器使用技术条件
- DL/T 645—2007 多功能电能表通信协议
- DL/T 842—2015 低压并联电容器装置使用技术条件
- JB/T 9663 低压无功功率自动补偿控制器
- JB/T 10323 低压抽出式成套开关设备和控制设备主电路用接插件

3 术语和定义

GB/T 12747.1、GB/T 15576、GB/T 20840.8、DL/T 645、DL/T 842界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电容器（单元） capacitor（unit）

由一个或多个电容器元件组装于单个外壳中并有引出端子的组装体。

[来源：DL/T 842—2015，3.1]

3.2

电容器组 capacitor bank

可整体投切的电气上连接在一起的一个或多个电容器（单元）的组合体。

[来源：DL/T 842—2015，3.2]

3.3

智能电容器组件 intelligent capacitor module

电容器组、电抗器（如果有）和安装在同一壳体的断路器、电容器投切器件、控制与测量板卡、通信接口等器件的组合体，可由通信接口接受指令投切电容器组。

[来源：DL/T 842—2015，3.20]

3.4

自愈式电容器 self-healing capacitor

一种在介质局部击穿后其电气性能可迅速且实质上自行恢复的电容器。

[来源：GB/T 12747.1—2017，3.3]

3.5

智能电容器组件的额定电压 rated voltage of a intelligent capacitor module (U_N)

智能电容器组件拟接入电网的系统标称电压。

3.6

智能电容器组件的额定电流 rated current of a intelligent capacitor module (I_N)

智能电容器组件在其额定电压和额定频率下流过组件内电容器组的总电流。

3.7

电容器的额定电压 rated voltage of a capacitor (U_n)

设计电容器时规定的电压（交流时为均方根值）。

[来源：DL/T 842—2015，3.7]

3.8

电容器（组）的额定电流 rated current of a capacitor (bank) (I_n)

电容器（组）在其额定频率和额定电压下的电流（交流时为均方根值）。

[来源：DL/T 842—2015，3.8]

3.9

电容器组过电流保护 over-current protection for capacitor bank

当流过装置内电容器组的电流超过设定值时，切除电容器组的一种保护。

[来源：DL/T 842—2015，3.13]

3.10

过零投入 switch-on at voltage zero crossing

电容器投切器件在两端电压差接近或等于零值时关合，投入电容器组的操作。

3.11

过零切除 switch-off at current zero crossing

电容器投切器件在工频电流接近于零时开断，切除电容器组的操作。

3.12

动态响应时间 dynamic response time (T)

从系统的无功变化达到设定值时刻起到装置输出无功时的时间间隔。

[来源：GB/T 15576—2020，3.8]

3.13

半双工 half-duplex

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

[来源：DL/T 645—2007，3.9]

3.14

台区智能融合终端 smart distribution transformer combine terminal unit

安装在低压台区的智能化采集与控制终端，满足高性能并发、大容量储存、多采集对象、就地化分析决策、协同计算需求，具有数据采集、设备运行状态监测、电能计量等功能，支撑营销、配电及新兴业务发展需求。

3.15

电子式电流互感器 electronic current transformer; ECT

一种电子式互感器，在正常使用条件下，其二次转换器的输出实质上正比于一次电流，且相位差在联结方向正确时接近于已知相位角。

[来源：GB/T 20840.8—2007，3.1.2]

4 分类

4.1 按安装位置

智能电容器组件按照安装位置可分为：

- a) 户内式；
- b) 户外式。

4.2 按电容器组补偿方式

按照DL/T 842中对电容器组补偿方式分类的规定执行。

4.3 按有无抑制谐波功能

智能电容器组件按照有无抑制谐波功能可分为：

- a) 无抑制谐波功能；
- b) 有抑制谐波功能：智能电容器组件投入运行不能使系统谐波含量增加，投入电容器的工作电流应不超过电容器的额定电流。

5 使用条件

5.1 正常使用环境要求

5.1.1 环境空气温度

按照DL/T 842中对环境空气温度的规定执行。

5.1.2 海拔高度

本文件适用于安装海拔高度不超过2 000 m的智能电容器组件。对于在更高海拔处使用的组件，其电气间隙的修正应按照GB/T 16935.1中的规定执行。

5.1.3 湿度

按照GB/T 15576中对湿度的规定执行。

5.1.4 抗震能力

智能电容器组件应至少能够承受所在地地震动峰值加速度，所在地地震动峰值加速度取值应依据GB 18306中的规定选取。

5.1.5 污染等级

按照GB/T 15576中对污染等级的规定执行。

5.1.6 周围环境

安装地点应无较严重的腐蚀金属和破坏绝缘的气体 and 电解质存在，不得含有爆炸危险的介质，无较强的振动和冲击，无较严重的霉菌存在，周边无较强的电磁干扰源，具备安装装置空间。

5.2 特殊使用条件

按照GB/T 22582中对特殊使用条件的规定执行。

6 技术要求与参数

6.1 智能电容器组件总体技术要求

智能电容器组件应满足如下总体技术要求：

- a) 智能电容器组件应具备自动无功补偿控制、过零投切、过电压保护、缺相保护、过温保护、故障自诊断、测量、通信、中文液晶显示、模拟调试等功能；
- b) 单个智能电容器组件容量宜不大于 40 kvar；
- c) 智能电容器组件的电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 15576—2020 中 7.3 的要求，介电性能应符合 GB/T 15576—2020 中 8.1 的要求；
- d) 智能电容器组件的工作电压为 $0.8 U_N \sim 1.15 U_N$ 。工作电压可能小于 $0.8 U_N$ 时，制造方应明确智能电容器组件最低使用工作电压；
- e) 电容器组投入瞬间所产生的涌流应限制在该组电容器额定电流的 3 倍以下；
- f) 智能电容器组件中电容器的电压因数和最大持续时间应符合 GB/T 12747.1 的规定。

注：电压因数=过电压值/ U_n 。

6.2 电容器要求

智能电容器组件采用的电容器应满足如下要求：

- a) 电容器应选用低压干式自愈式电容器，所用低压干式自愈式电容器性能应满足 GB/T 12747.1 的要求；
- b) 电容器的额定电压应大于 1.1 倍系统运行额定电压，应满足 GB/T 12747.1—2017 中第 29 章的要求；
- c) 电容器稳态过电流应满足 DL/T 842—2015 中 4.2 的要求；
- d) 电容允许偏差应满足 DL/T 842—2015 中 6.4 的要求。

6.3 电抗器要求

智能电容器组件采用的电抗器应符合GB/T 1094.6的规定。

电抗允许偏差应满足DL/T 842—2015中6.5的要求。

6.4 控制器要求

智能电容器组件采用的控制器应符合DL/T 597和JB/T 9663的要求。

6.5 电容器投切装置要求

智能电容器组件采用的电容器投切装置应满足如下要求：

- a) 电容器的投切装置应能实现电压过零投入，电流过零切除；
- b) 投切装置动态响应时间不应大于 300 ms；
- c) 电容器投切开关机械寿命不应小于 100 万次；

6.6 保护功能要求

6.6.1 电容器组过电流保护要求

智能电容器组件应具有电容器组过流保护功能和电容补偿效果监测功能，过流系数可在1~1.6倍电容器组的额定电流设置，并应满足DL/T 842—2015中6.16.4的要求。

6.6.2 工频过电压保护要求

智能电容器组件的工频过电压保护应满足DL/T 842—2015中6.16.1的要求。

6.6.3 失压保护要求

智能电容器组件的失压保护应满足DL/T 842—2015中6.16.2的要求。

6.6.4 缺相保护要求

智能电容器组件的缺相保护应满足DL/T 842—2015中6.16.5的要求。

6.6.5 温度保护要求

智能电容器组件的温度保护应满足DL/T 842—2015中6.16.6的要求。

6.6.6 电容器投切器件故障告警要求

智能电容器组件的投切器件故障告警功能要求按照DL/T 842—2015中6.16.7的规定执行。

6.7 温升极限要求

智能电容器组件的温升极限应满足GB/T 15576—2020中8.2的要求。

6.8 有抑制谐波功能智能电容器组件的要求

有抑制谐波功能的智能电容器组件应满足GB/T 15576—2020中8.9的要求。

6.9 切换控制模式要求

智能电容器组件应具有手动与自动控制切换功能。

6.10 短路分断能力要求

智能电容器组件的短路分断能力应不小于15 kA。

6.11 放电性能要求

智能电容器组件放电性能应满足GB/T 15576—2020中8.7的要求。

6.12 智能电容器组件壳体要求

智能电容器组件壳宜采用不锈钢或高阻燃耐冲击塑料，机械强度高、耐热性能好、使用寿命长。所应用材料应符合GB/T 15576中对材料的要求。

6.13 外壳接地要求

智能电容器组件金属壳体应可靠接地，带有明显接地标识。

6.14 指示灯、按钮与显示器要求

按照GB/T 15576—2020中7.5.4的规定执行。

6.15 电磁兼容性要求

智能电容器组件电磁兼容性应符合DL/T 842—2015中6.19的要求。

6.16 智能电容器组件接口要求

6.16.1 二次电流互感器电气要求

智能电容器组件配套用二次电流互感器应采用电子式电流互感器。所采用二次电流互感器应满足如下电气要求：

- a) 输入电流：额定交流 5 A，范围：交流 0 A~10 A；
- b) 输出电压：额定交流 1.25 V，范围：交流 0 A~2.5 V。

6.16.2 智能电容器组件间连接线要求

智能电容器组件间宜使用RJ45网络线连接，如图1所示，其引脚序号宜按照表1的规定执行。

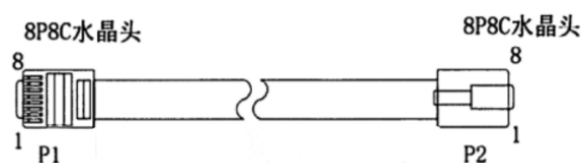


图1 智能电容器组件间连接线示意图

表1 引脚序号对应关系

P1 和 P2 水晶头引脚序号	电气信号定义
1	第一路 485A
2	第一路 485B
3	电流采样 I_A

表1 引脚序号对应关系（续）

P1 和 P2 水晶头引脚序号	电气信号定义
4	电流采样 I_B
5	电流采样 I_C
6	电流采样公共端
7	第二路 485A，与融合终端连接
8	第二路 485B，与融合终端连接

6.16.3 智能电容器组件与台区智能融合终端通讯连接要求

智能电容器组件与台区智能融合终端或其他台区数据汇聚设备的通讯连接按照下列规定执行：

- 智能电容器组件应具备 RS485、RS232 或 RJ45 以太网接口，具备与台区智能融合终端通信功能；
- 为方便智能电容器组件与台区智能融合终端通讯连接，智能电容器组件与台区智能融合终端宜采用 RJ45 网络线连接，与智能电容器组件连接为 RJ45 水晶头，与台区智能融合终端连接为采用管型绝缘冷压套管压接的第二路通讯 485A 和 485B 线，网络连接线示意图如图 2 所示。

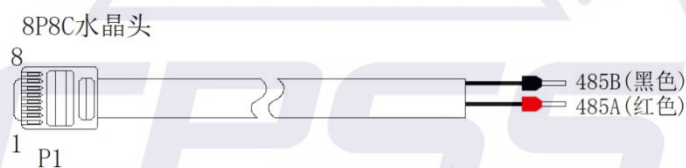


图2 智能电容器组件与台区智能融合终端连接线示意图

6.16.4 智能电容器组件安装接口结构要求

智能电容器组件宜采用可插拔式结构，具有高可靠性和灵活性，实现智能电容器组件单独插拔和更换。

可插拔式智能电容器组件安装接口结构应满足下列要求：

- 智能电容器组件所用插拔端子应满足 GB/T 7251.2 中对电气间隙及介电性能的要求；
- 智能电容器组件所用插拔端子应满足 JB/T 10323 中对耐热和耐着火性能的要求；
- 智能电容器组件结构具有插入状态指示以及闭锁保护功能，防止带电插拔；
- 智能电容器组件用导轨应采用不锈钢材质，具有方便电容器插拔的导向滑动及定位结构，具备插拔可靠接触辅助保护功能。导轨上应安装一体化的一二次插拔静插件，一次静插件的流通能力不小于最大容量模块化电容器额定电流的 2 倍；
- 智能电容器组件及安装底座结构尺寸可按照图 3、图 4 执行。

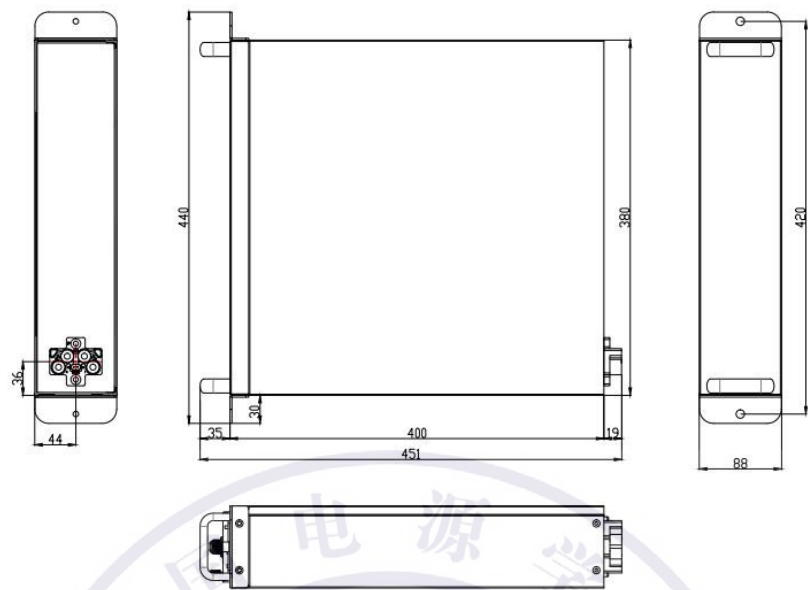


图3 可插拔式智能电容器组件外形尺寸图

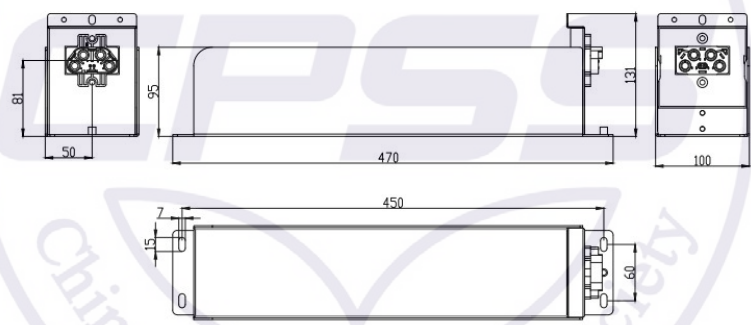


图4 可插拔式智能电容器组件导轨尺寸图

6.17 智能电容器组件与台区智能融合终端通讯要求

智能电容器组件与台区智能融合终端或其他台区数据汇聚设备的通讯方式采用主—从方式的半双工通讯模式，智能电容器组件为从设备。台区智能融合终端与智能电容器组件通讯应用层报文宜采用附录A、附录B或附录C的格式，其他台区数据汇聚设备与智能电容器组件的通讯应用层报文可参照附录A、附录B或附录C。

7 试验

7.1 试验分类、项目和要求

智能电容器组件试验包括型式试验、例行试验与到货试验。

型式试验年限要求按照DL/T 842—2015中7.2的规定执行，例行试验在每一套装配好的新的装置上进行。

试验项目按表2的要求进行。

表2 试验项目列表

序号	试验项目和要求	型式试验	例行试验	到货试验
1	外观检查	√	√	√
2	环境温度性能试验	√	—	—
3	电气间隙和爬电距离	√	—	—
4	介电性能试验	√	√	—
5	通电操作试验	√	√	√
6	电容（电感）检验	√	√	—
7	组件中电器和独立元件的试验	√	—	—
8	动态响应时间测试	√	—	—
9	电容器组过电流保护试验	√	—	—
10	涌流试验	√	—	—
11	工频过电压保护试验	√	√	—
12	失压保护试验	√	√	—
13	缺相保护试验	√	√	—
14	温度保护试验	√	—	—
15	电容器投切器件故障告警	√	—	—
16	温升验证	√	—	—
17	抑制谐波功能验证	√	—	—
18	放电器件检查	√	—	—
19	电磁兼容性（EMC）	√	—	—
20	规约一致性测试	—	√	√

7.2 型式试验

7.2.1 外观检查

按照DL/T 842—2015中6.2与6.9的规定执行。

7.2.2 环境温度性能试验

按照GB/T 15576—2020中9.20的规定执行。

7.2.3 电气间隙和爬电距离

按照GB/T 15576—2020中9.4的规定执行。

7.2.4 介电性能试验

按照GB/T 15576—2020中9.9的规定执行。

7.2.5 通电操作试验

按照DL/T 842—2015中8.2.8的规定执行。

7.2.6 电容（电感）检验

按照DL/T 842—2015中8.2.9的规定执行。

7.2.7 组件中电器和独立元件的试验

按照DL/T 842—2015中8.2.21的规定执行。

7.2.8 动态响应时间测试

按照GB/T 15576—2020中9.17的规定执行。

7.2.9 电容器组过电流保护试验

具有电容器组过电流保护功能的智能电容器组件进行此项试验，按照DL/T 842—2015中8.2.14的规定执行。

7.2.10 涌流试验

按照DL/T 842—2015中8.2.18的规定执行。

7.2.11 工频过电压保护试验

按照DL/T 842—2015中8.2.11的规定执行。

7.2.12 失压保护试验

按照DL/T 842—2015中8.2.12的规定执行。

7.2.13 缺相保护试验

按照DL/T 842—2015中8.2.15的规定执行。

7.2.14 温度保护试验

具有温度保护功能的智能电容器组件进行此项试验，按照DL/T 842—2015中8.2.16的规定执行。

7.2.15 电容器投切器件故障告警试验

具有电容器投切器件故障告警功能的智能电容器组件进行此项试验，按照DL/T 842—2015中8.2.17的规定执行。

7.2.16 温升验证

按照GB/T 15576—2020中9.10的规定执行。

7.2.17 抑制谐波功能验证

具有抑制谐波功能的智能电容器组件进行此项试验，按照GB/T 15576—2020中9.18的规定执行。

7.2.18 放电器件检查

按照GB/T 15576—2020中9.16的规定执行。

7.2.19 电磁兼容试验（EMC）

按照DL/T 842—2015中8.2.22的规定执行。

7.3 例行试验

7.3.1 外观检查

智能电容器组件外观检查要求用目测的方法进行，应满足下列要求：

- a) 组件表面不得有起泡、裂纹或留痕等缺陷；
- b) 组件选用的指示灯、按钮、导线颜色应符合 GB/T 4025、GB/T 4026 的要求；
- c) 组件应有保护接地端子，并标有明显的接地符号。

7.3.2 介电性能试验

按照GB/T 15576—2020中10.9的规定执行。

7.3.3 通电操作试验

按照DL/T 842—2015中8.2.8的规定执行。

7.3.4 电容（电感）检验

对于有抑制谐波功能的智能电容器组件，在组件组装前应按照DL/T 842—2015中8.2.9的规定对智能电容器组件用电容器组与电抗器进行检验，对于没有抑制谐波功能的智能电容器组件，应对组件用电容进行检验。

7.3.5 工频过电压保护试验

按照DL/T 842—2015中8.2.11的规定执行。

7.3.6 失压保护试验

按照DL/T 842—2015中8.2.12的规定执行。

7.3.7 缺相保护试验

按照DL/T 842—2015中8.2.15的规定执行。

7.3.8 规约一致性测试

按照产品说明书的规定测试。

7.4 到货试验

7.4.1 外观检查

按照本文件中7.3.1的规定执行。

7.4.2 通电操作试验

按照DL/T 842—2015中8.2的规定执行。

7.4.3 规约一致性测试

按照本文件中7.3.8的规定执行。

8 铭牌与文件

8.1 铭牌要求

制造商应为智能电容器组件配备铭牌，铭牌应坚固、耐久，其位置应该在装置安装好并投入运行时易于看到的地方。

智能电容器组件的下列信息应在铭牌上标出：

- a) 制造商的名称或商标；
- b) 型号或标志号，或其他标识，据此可以从装置制造商获得相关的信息；
- c) 鉴别生产日期的方式；
- d) 额定电压；
- e) 额定频率；
- f) 额定容量；
- g) 补偿方式；
- h) 温度类别；
- i) 执行标准。

8.2 应提供文件

应随智能电容器组件提供的装箱文件包括但不限于以下资料：

- a) 产品的装箱文件资料清单；
- b) 产品出厂检验报告、合格证；
- c) 产品使用说明书、电气原理图及接线图等资料；
- d) 产品的关键元器件（如：断路器、电容器、投切开关、控制器等）也应提供相应的产品合格证、试验报告（如断路器的短路分断能力、投切开关的机械寿命试验报告等）、产品认证证书等资料；
- e) 智能电容器组件进行试验、运行维护、故障诊断的说明文件。宜提供在智能电容器组件的额定电压与额定频率下实际的补偿容量。

9 包装、运输与贮存

9.1 包装

9.1.1 包装的一般要求

包装材料宜采用可再生环保材料，包装箱应有防尘、防雨、防震措施。在经过正常条件的运输后，包装箱应不损坏。

9.1.2 包装前检查

包装前应至少进行如下检查：

- a) 产品合格证和有关技术文件是否齐备；
- b) 装置外观有无损坏，表面有无灰尘。

9.1.3 包装标记要求

外包装箱上应以不能洗刷的涂料做至少以下标记：

- a) 产品名称、型号；
- b) 制造商名称、商标；
- c) “向上”“怕雨”“小心轻放”等字样。

9.2 运输

按照DL/T 842中对运输的规定执行。

9.3 贮存

按照DL/T 842中对贮存的规定执行。



附录 A
(资料性)

智能电容器组件与台区智能融合终端通讯应用层报文 DL/T 645—2007 格式

A.1 帧结构

A.1.1 帧格式的数据构成

帧是传送信息的基本单元。帧格式如表A.1所示。

表A.1 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

A.1.2 帧起始符 68H

标识一帧信息的开始，其值为68H=01101000B。

A.1.3 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。每个从站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6字节。

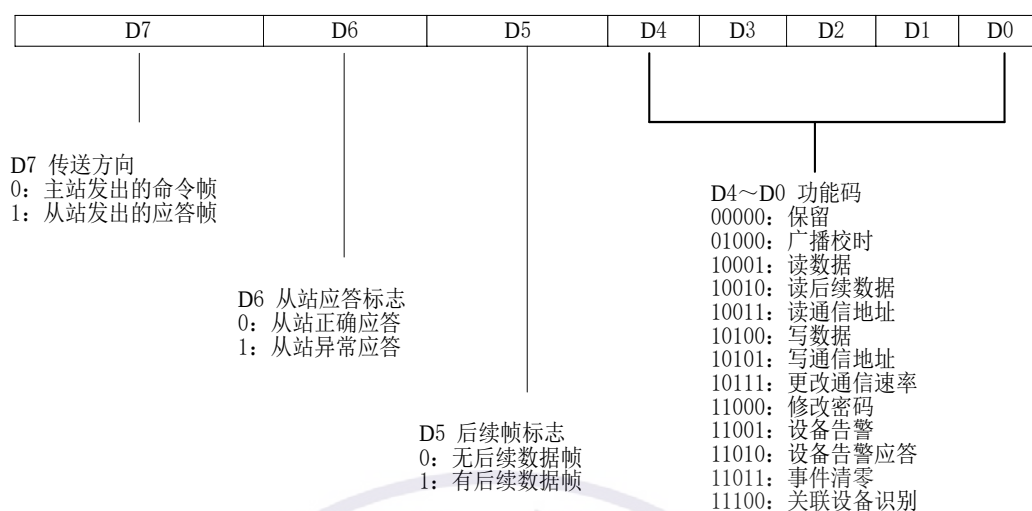
通信地址999999999999H为广播地址，只针对特殊命令有效，如广播校时、广播冻结等。广播命令不要求从站应答。

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。

A.1.4 控制码 C

控制码的格式如图A.1所示。



图A.1 控制码

A.1.5 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。

A.1.6 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。

A.1.7 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。

A.1.8 结束符 16H

标识一帧信息的结束，其值为16H=00010110B。

A.2 控制码

A.2.1 读数据

读数据命令如表A.2。

表A.2 读数据命令

控制码	说明
11H	读数据
91H	读数据返回

A.2.2 写数据

写数据命令如表A.3。

表A.3 写数据命令

控制码	说明
14H	写数据
94H	写数据返回

A.3 数据区格式

A.3.1 数据格式说明

N代表0~9数字的16进制数，X代表任意的16进制数，A代表ASCII码。

A.3.2 数据标识编码与数据

数据区格式见表A.4~表A.15。

表A.4 数据标识编码

序号	标识码				数据格式	长度	单位	功能		名称
	DI3	DI2	DI1	DI0				读	写	
1	02	01	01	00	NNNNNNNNNNNN	6	—	*	—	主机地址 有主机的时候主机返回 无主机的时候不用返回
2	02	01	01	01	数据格式参照表 A.5	96	—	*	—	电容器组地址列表
3	02	01	01	02	数据格式参照表 A.6	48	—	*	—	当前电容器组数据
4	02	01	01	03	数据格式参照表 A.7	54	—	*	—	当前系统数据
5	02	01	01	04	数据格式参照表 A.8	26	—	*	*	控制参数
6	02	01	01	05	数据格式参照表 A.9	3	—	*	*	控制动作
7	02	01	01	06	NN	1	—	*	*	控制模式 01 远方控制模式 00 表示当地模式 默认当地模式
8	02	01	01	07	NN	1	—	—	*	装置复位 00 参数复位 01 重启
9	02	01	01	08	数据格式参照表 A.10	15	—	—	*	程序升级校验
10	02	01	01	09	—	0	—	—	*	升级开始
11	02	01	01	10	数据格式参照表 A.11	133	—	—	*	升级程序
12	02	01	01	11	—	0	—	—	*	程序升级完毕
13	03	01	01	01	AAAAA…AAAA	32	—	—	*	资产管理编码（ASCII 码）

表A.5 电容器组地址列表

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	NO.1……从机 UID	6 字节	NNNNNNNNNNNN	—	0 无效
2	NO.2……从机 UID	6 字节	NNNNNNNNNNNN	—	0 无效
3	……	6 字节	NNNNNNNNNNNN	—	0 无效
4	NO.16……从机 UID	6 字节	NNNNNNNNNNNN	—	0 无效

表A.6 当前电容器组数据

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	厂商编号	4 字节	AAAA	—	ASCII 码
2	软件版本号	2 字节	NNNN	—	—
3	硬件版本号	2 字节	NNNN	—	—
4	额定电压	2 字节	NNNN	V	—
5	A 相电容器额定容量	2 字节	NN.NN	kvar	共补为第一组电容 0 为该组无效
6	B 相电容器额定容量	2 字节	NN.NN	kvar	共补为第二组电容 0 为该组无效
7	C 相电容器额定容量	2 字节	NN.NN	kvar	共补为第三组电容 0 为该组无效
8	自身类型	1 字节	NN	—	01 为共补, 02 为分补
9	装置告警编码	2 字节	NNNN	—	装置告警屏蔽字
10	A 相告警编码	2 字节	NNNN	—	分相告警屏蔽字
11	B 相告警编码	2 字节	NNNN	—	分相告警屏蔽字
12	C 相告警编码	2 字节	NNNN	—	分相告警屏蔽字
13	A 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	01 为投入, 02 为切除, 共补为第一组电容
14	B 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	01 为投入, 02 为切除, 共补为第二组电容
15	C 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	01 为投入, 02 为切除, 共补为第三组电容
16	A 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	共补为第一组电容
17	B 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	共补为第二组电容
18	C 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	共补为第三组电容
19	A 相电容器补偿电流	2 字节	NNN.N	A	共补为第一组电容
20	B 相电容器补偿电流	2 字节	NNN.N	A	共补为第二组电容
21	C 相电容器补偿电流	2 字节	NNN.N	A	共补为第三组电容
22	电容器内部温度	2 字节	NNN.N	℃	最高位为符号位

表A.7 当前系统数据

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	A 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补为线电压 (AC 相间) 分补额定电压: 220 V 共补额定电压: 380 V
2	B 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补无效为 0 分补额定电压: 220 V
3	C 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补无效为 0 分补额定电压: 220 V
4	二次侧 A 相电流	2 字节	N.NNN	A	共补无效为 0 额定电流: 5 A
5	二次侧 B 相电流	2 字节	N.NNN	A	额定电流: 5 A
6	二次侧 C 相电流	2 字节	N.NNN	A	共补无效为 0 额定电流: 5 A
7	二次侧 A 相有功功率	4 字节	NN.NNNN	kW	共补为三相总有功功率 最高位为符号位
8	二次侧 B 相有功功率	4 字节	NN.NNNN	kW	共补无效为 0 最高位为符号位
9	二次侧 C 相有功功率	4 字节	NN.NNNN	kW	共补无效为 0 最高位为符号位
10	二次侧 A 相无功功率	4 字节	NN.NNNN	kvar	共补为三相总无功功率 最高位为符号位
11	二次侧 B 相无功功率	4 字节	NN.NNNN	kvar	共补无效为 0 最高位为符号位
12	二次侧 C 相无功功率	4 字节	NN.NNNN	kvar	共补无效为 0 最高位为符号位
13	A 相功率因数	2 字节	N.NNN	—	共补为三相总功率因数
14	B 相功率因数	2 字节	N.NNN	—	共补无效为 0

表 A.7 当前系统数据（续）

序号	项目	长度	格式	单位	说明
15	C 相功率因数	2 字节	N.NNN	—	共补无效为 0
16	A 相电流总谐波含有率	2 字节	NNN.N	%	共补为 B 相电流谐波含有率
17	B 相电流总谐波含有率	2 字节	NNN.N	%	共补无效为 0
18	C 相电流总谐波含有率	2 字节	NNN.N	%	共补无效为 0
19	A 相电压总谐波含有率	2 字节	NNN.N	%	共补为 AC 相电压谐波含有率
20	B 相电压总谐波含有率	2 字节	NNN.N	%	共补无效为 0
21	C 相电压总谐波含有率	2 字节	NNN.N	%	共补无效为 0

表A.8 控制参数

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	目标功率因数（上限值）	2 字节	N.NN	—	范围 0.80~1.00
2	目标功率因数（下限值）	2 字节	N.NN	—	范围 0.80~1.00
3	CT 变比	2 字节	NNNN	—	范围 1~600
4	温度限值	1 字节	NNN	°C	范围 20~80
5	温度限值回差	1 字节	NN	—	范围 2~10
6	电流谐波限值	2 字节	NNNN	%	范围 20~60
7	电压谐波限值	1 字节	NN	%	范围 1~15
8	欠压限值	2 字节	NNN.N	%	070.0%~100.0%，默认 080.0%
9	一级过压限值	2 字节	NNN.N	%	1.05~1.10，默认 1.10
10	二级过压限值	2 字节	NNN.N	%	1.10~1.15，默认 1.15
11	电压限值回差	1 字节	NN	—	范围 2~12，默认 5
12	低负荷电流闭锁限值	2 字节	N.NN	A	范围 0.10~1.00
13	电容器过流系数	2 字节	N.NN	—	范围 1~2，默认 1.35
14	装置告警屏蔽	2 字节	NNNN	—	0~FFFFH
15	分相告警屏蔽	2 字节	NNNN	—	0~FFFFH
16	电容投入间隔	2 字节	NNNN	s	2~300，默认 30 s
17	电容切除间隔	2 字节	NNNN	s	30~300，默认 30 s

表A.9 控制动作

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	A 相电容器投切	1 字节	NN	—	01 为投入，02 为切除共补为第一组电容
2	B 相电容器投切	1 字节	NN	—	01 为投入，02 为切除共补为第二组电容
3	C 相电容器投切	1 字节	NN	—	01 为投入，02 为切除共补为第三组电容

表A.10 升级程序校验

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补电容器 02H 分补电容器
2	厂商编号	4 字节	AAAA	—	ASCII
3	硬件版本号	2 字节	NNNN	—	—
4	软件版本号	2 字节	NNNN	—	—
5	代码长度	4 字节	NNNNNNNN	—	—
6	程序代码 CRC 校验和	2 字节	NNNN	—	CRC 校验多项式 $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$

表A. 11 升级程序

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补电容器 02H 分补电容器 03H 投切状态指示器
2	是否最后一个升级数据包	1 字节	NN	—	01 是 00 否
3	升级数据包序号	2 字节	NNNN	—	第一包为序号 0
4	升级数据	128 字节	XX	—	128 字节，不足补 0
5	升级数据效验码	1 字节	XX	—	升级数据校验码（累加和）

表A. 12 装置告警信息编码（低字节）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
—	第 3 组电容开关投次数告警	第 2 组电容开关投次数告警	第 1 组电容开关投次数告警	第 3 组容量衰减告警	第 2 组容量衰减告警	第 1 组容量衰减告警	温度保护告警

表A. 13 装置告警信息编码（高字节）

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
—	—	—	—	—	第 3 组开关故障	第 2 组开关故障	第 1 组开关故障

表A. 14 分相告警信息编码（低字节）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
电压谐波告警	电流谐波告警	缺相告警	欠压告警	欠流告警	过流告警	二级过电压告警	一级过电压告警

表A. 15 分相告警信息编码（高字节）

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

附录 B
(资料性)

智能电容器组件与台区智能融合终端通讯应用层报文 DL/T 842—2015 格式

B.1 帧结构

帧结构见表B.1。

表B.1 帧结构

代码	字节数	说明
68H	1 字节	帧头
SourAddr	4 字节	源地址
DestAddr	4 字节	目标地址
68H	1 字节	数据帧头
S_Type	1 字节	源设备类型（发送端设备类型）： 00H 控制器 01H 三相对称补偿电容器组（以下简称共补） 02H 分相补偿电容器组（以下简称分补） 03H 保留（投切状态指示器） 04H 三相不对称补偿电容器组（以下简称相间补偿） 99H 保留（数据采集器）
DataLen	1 字节	数据长度，+14 后为整帧的长度
CmdType	1 字节	命令类型
Command	1 字节	命令
Data	—	数据区，数据未做特殊说明均为 HEX 码
ChkSum	1 字节	校验和，从数据帧头加到数据区
16H	1 字节	帧尾

B.2 命令类型及对应命令

B.2.1 查询命令类型与命令

查询命令类型与命令见表B.2。

表B.2 查询命令类型与命令

代码	代码类型	说明
01H	命令类型	查询
81H	命令类型	查询返回
01H	命令	从机信息查询
02H	命令	从机参数查询
03H	命令	采样信息查询
04H	命令	从机序号列表查询
06H	命令	温度/复位次数查询
07H	命令	查询组网完成
08H	命令	查询控制模式
09H	命令	查询版本信息
0AH	命令	查询电容器组控制参数
0BH	命令	查询二次侧采样信息

B.2.2 设置命令类型与命令

设置命令类型与命令见表B.3。

表B.3 设置命令类型与命令

代码	代码类型	说明
04H	命令类型	设置
84H	命令类型	设置返回
01H	命令	备用
02H	命令	备用
03H	命令	控制命令
04H	命令	备用
05H	命令	从机参数设置命令
06H	命令	重新启动命令
07H	命令	设置控制模式
08H	命令	设置电容器组控制参数

B.2.3 软件升级命令类型与命令

软件升级命令类型与命令见表B.4。

表B.4 软件升级命令类型与命令

代码	代码类型	说明
07H	命令类型	升级
87H	命令类型	升级返回
01H	命令	进入升级状态
02H	命令	重新升级状态
03H	命令	退出升级状态
04H	命令	升级
05H	命令	程序升级校验
06H	命令	备用
07H	命令	备用

B.3 数据区格式

B.3.1 字节格式

数据项先传送低字节再传送高字节，最大接收传输长度为256字节。

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。
D0是字节的最低有效位，D7是字节的最高有效位，字节格式见表B.5。

表B.5 字节格式

0	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	P	1
起始位	8 位数据								偶校验位	停止位

B.3.2 命令类型查询（01H）与查询返回（81H）

B.3.2.1 附带数据区的命令类型

控制器使用命令类型查询（01H）时，无数据区。

电容器组使用命令类型查询返回（81H）时，附带数据区。

B.3.2.2 从机信息查询（01H）

命令类型查询返回（81H）和命令从机信息查询（01H）的数据区格式见表B.6。

表B.6 命令类型查询返回（81H）和命令从机信息查询（01H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	额定电压	2 字节	0NNN	V	—
2	备用	1 字节	NN	—	—
3	自身类型	1 字节	NN	—	CCH 为共补,FBH 为分补,FDH 为相间补偿
4	告警编码	2 字节	NNNN	—	详见 B3.5
5	第一组（A 相）电容器投切状态	1 字节	NN	—	5AH 为投入,A5H 为切除,BBH 为动作间隔闭锁
6	第二组（B 相）电容器投切状态	1 字节	NN	—	5AH 为投入,A5H 为切除,BBH 为动作间隔闭锁
7	C 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	5AH 为投入,A5H 为切除,BBH 为动作间隔闭锁 (共补无效)
8	第一组（A 相）电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	—
9	第二组（B 相）电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	—
10	C 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	(共补无效)
11	分补 A 相电容器电流	2 字节	NN.NN	A	共补为第一组电容器电流
12	分补 B 相电容器电流	2 字节	NN.NN	A	共补为第二组电容器电流
13	分补 C 相电容器电流	2 字节	NN.NN	A	(共补无效, 值为 0)
14	A 相电容器容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补为第一组电容器
15	B 相电容器容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补为第二组电容器
16	C 相电容器容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补无效, 值为 0xFF
17	温度	2 字节	NN	°C	—
18	掉电复位次数	1 字节	NN	次	—

B.3.2.3 从机参数查询（02H）

命令类型查询返回（81H）和命令从机参数查询（02H）的数据区格式见表B.7。

表B.7 命令类型查询返回（81H）和命令从机参数查询（02H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	目标功率因数（上限值）	2 字节	N.NN	—	范围 0.80~1.00
2	目标功率因数（下限值）	2 字节	N.NN	—	范围 0.80~1.00
3	CT 变比	2 字节	NNNN	—	—
4	温度保护动作限值	1 字节	NN	°C	20~70
5	温度保护回差	1 字节	NN	—	2~10
6	电流谐波限值	2 字节	NNNN	%	20~60
7	一级过电压限值	2 字节	NNN.N	V	共补: 400~420, 默认 406 分补: 231~241, 默认 236
8	二级过电压限值	2 字节	NNN.N	V	共补: 420~460, 默认 437 分补: 242~253, 默认 247
9	电压限值回差	1 字节	NN	V	2~12, 默认 5
10	低负荷电流闭锁限值	1 字节	N.N	A	范围 0.2~1.0
11	告警屏蔽	2 字节	NNNN	—	0~FFFF

B.3.2.4 采样信息查询 (03H)

命令类型查询返回 (81H) 和命令采样信息查询 (03H) 的数据区格式见表B.8。

表B.8 命令类型查询返回 (81H) 和命令采样信息查询 (03H) 的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	A 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补为线电压 (AC 相间)
2	B 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补无效为 0
3	C 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补无效为 00
4	A 相电流 (二次侧)	2 字节	NN.NN	A	共补为 B 相电流
5	B 相电流 (二次侧)	2 字节	NN.NN	A	共补无效为 0
6	C 相电流 (二次侧)	2 字节	NN.NN	A	共补无效为 00
7	A 相有功功率 (一次侧)	2 字节	NNNN	kW	共补为三相总有功功率
8	B 相有功功率 (一次侧)	2 字节	NNNN	kW	共补无效为 0
9	C 相有功功率 (一次侧)	2 字节	NNNN	kW	共补无效为 0
10	A 相无功功率 (一次侧)	2 字节	NNNN	kvar	共补为三相无有功功率
11	B 相无功功率 (一次侧)	2 字节	NNNN	kvar	共补无效为 0
12	C 相无功功率 (一次侧)	2 字节	NNNN	kvar	共补无效为 0
13	A 相电流谐波含有率	2 字节	NNNN	%	共补为 B 相电流谐波含有率
14	B 相电流谐波含有率	2 字节	NNNN	%	共补无效为 0
15	C 相电流谐波含有率	2 字节	NNNN	%	共补无效为 0

B.3.2.5 从机序号列表查询 (04H)

命令类型查询返回 (81H) 和命令从机序号列表查询 (04H) 的数据区格式见表B.9。

表B.9 命令类型查询返回 (81H) 和命令从机序号列表查询 (04H) 的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	NO.1 从机 UID	4 字节	—	—	0 无效
2	NO.2 从机 UID	4 字节	—	—	0 无效
3		4 字节	—	—	0 无效
4	NO.32 从机 UID	4 字节	—	—	0 无效

B.3.2.6 温度/复位次数查询 (06H)

命令类型查询返回 (81H) 和命令温度/复位次数查询 (06H) 的数据区格式见表B.10。

表B.10 命令类型查询返回 (81H) 和命令温度/复位次数查询 (06H) 的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	温度	1 字节	NN	°C	—
2	复位次数	1 字节	NN	次	—

B. 3. 2. 7 查询组网完成（07H）

命令类型查询返回（81H）和命令查询组网完成（07H）的数据区格式见表B. 11。

表B. 11 命令类型查询返回（81H）和命令查询组网完成（07H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
查询组网完成	4 字节	NNNNNNNN	—	主机地址，0 无效

如果3 s没有返回，说明组网没有完成。

B. 3. 2. 8 查询控制模式（08H）

命令类型查询返回（81H）和命令查询控制模式（08H）的数据区格式见表B. 12。

表B. 12 命令类型查询返回（81H）和命令查询控制模式（08H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
查询控制模式	1 字节	NN	—	01 远方控制模式 00 表示当地模式 默认当地模式

B. 3. 2. 9 查询版本信息（09H）

命令类型查询返回（81H）和命令查询版本信息（09H）的数据区格式见表B. 13。

表B. 13 命令类型查询返回（81H）和命令查询版本信息（09H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	厂商编号	4 字节	AAAA	ASC	—
2	软件版本号	2 字节	NNNN	—	—
3	硬件版本号	2 字节	NNNN	—	—
4	备用	24 字节	—	—	无效为 0xFF

B. 3. 2. 10 查询电容器组控制参数（0AH）

命令类型查询返回（81H）和命令查询电容器组控制参数（0AH）的数据区格式见表B. 14。

表B. 14 命令类型查询返回（81H）和命令查询电容器组控制参数（0AH）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	电容器投入间隔	2 字节	NNNN	s	0~300，默认 30
2	电容器切除间隔	2 字节	NNNN	s	30~300，默认 30
3	模拟投切模式开关	1 字节	NN	—	01 打开 00 关闭 其他值为关闭
4	切除-投入闭锁时间间隔	2 字节	NNNN	s	0~300，默认 10 s
5	备用	25 字节	N…N		无效为 0xFF

B.3.2.11 查询二次侧采样信息（0BH）

命令类型查询返回（81H）和命令查询二次侧采样信息（0BH）的数据区格式见表B.15。

表B.15 命令类型查询返回（81H）和命令查询二次侧采样信息（0BH）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	A 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补为线电压（AC 相间） 分补额定电压：220 共补额定电压：380
2	B 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补无效为 0 分补额定电压：220
3	C 相电压	2 字节	NNN.N	V	共补无效为 0 分补额定电压：220
4	二次侧 A 相电流	2 字节	NN. NN	A	共补无效为 0 额定电流：5
5	二次侧 B 相电流	2 字节	NN. NN	A	共补无效为 0 额定电流：5
6	二次侧 C 相电流	2 字节	NN. NN	A	共补无效为 0 额定电流：5
7	二次侧 A 相有功功率	2 字节	N.NNN	kW	共补为三相总有功功率 最高位为符号位
8	二次侧 B 相有功功率	2 字节	N.NNN	kW	共补无效为 0 最高位为符号位
9	二次侧 C 相有功功率	2 字节	N.NNN	kW	共补无效为 0 最高位为符号位
10	二次侧 A 相无功功率	2 字节	N.NNN	kvar	共补为三相总无功功率 最高位为符号位
11	二次侧 B 相无功功率	2 字节	N.NNN	kvar	共补无效为 0 最高位为符号位
12	二次侧 C 相无功功率	2 字节	N.NNN	kvar	共补无效为 0 最高位为符号位
13	A 相功率因数	2 字节	N.NNN	—	共补为三相总功率因数
14	B 相功率因数	2 字节	N.NNN	—	共补无效为 0
15	C 相功率因数	2 字节	N.NNN	—	共补无效为 0
16	A 相电流谐波含有率	2 字节	NNNN	%	共补为 B 相电流谐波含有率
17	B 相电流谐波含有率	2 字节	NNNN	%	共补无效为 0
18	C 相电流谐波含有率	2 字节	NNNN	%	共补无效为 0

B.3.3 命令类型设置（04H）与设置返回（84H）

B.3.3.1 电器元件对应使用的命令类型

控制器使用命令类型设置（04H）。

电容器组使用命令类型设置返回（84H）。

B.3.3.2 控制命令（03H）

命令类型设置（04H）和控制命令（03H）的数据区格式见表B.16。

表B.16 命令类型设置（04H）和控制命令（03H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	第一组电容器投切（A 相）	1 字节	NN	—	5AH 为投入，A5H 为切除
2	第二组电容器投切（B 相）	1 字节	NN	—	5AH 为投入，A5H 为切除
3	C 相电容投切	1 字节	NN	—	5AH 为投入，A5H 为切除

命令类型设置返回（84H）和控制命令（03H）的数据区格式见表B. 17。

表B. 17 命令类型设置返回（84H）和控制命令（03H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	额定电压	2 字节	0NNN	V	—
2	额定容量	2 字节	NNN.N	kvar	分补为三相总容量
3	第一组额定容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补第一组容量
4	第二组额定容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补第二组容量（如有）
5	自身类型	1 字节	NN	—	CCH 为共补 FBH 为分补，FDH 为相间补偿
6	告警编码	2 字节	NNNN	—	告警信息编码详见 B.3.5
7	A 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	共补为第一组电容器，5AH 为投入，A5H 为切除，BBH 为动作间隔闭锁。
8	B 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	共补为第二组电容器，5AH 为投入，A5H 为切除，BBH 为动作间隔闭锁。
9	C 相电容器投切状态	1 字节	NN	—	共补无效
10	A 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	共补为第一组电容器
11	B 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	共补为第二组电容器
12	C 相电容器投切次数	4 字节	NNNNNNNN	次	共补无效
13	A 相电容器电流	2 字节	NN.NN	A	共补为第一组电容器
14	B 相电容器电流	2 字节	NN.NN	A	共补为第二组电容器
15	C 相电容器电流	2 字节	NN.NN	A	共补无效，值为 0
16	A 相电容器容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补为第一组电容器
17	B 相电容器容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补为第二组电容器
18	C 相电容器容量	2 字节	NNN.N	kvar	共补无效，值为 0xFF

B. 3. 3. 3 从机参数设置（05H）

命令类型设置（04H）和命令从机参数设置（05H）的数据区格式见表B. 18。

表B. 18 命令类型设置（04H）和命令从机参数设置（05H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	目标功率因数（上限值）	2 字节	N.NN	—	范围 0.80~1.00
2	目标功率因数（下限值）	2 字节	N.NN	—	范围 0.80~1.00
3	CT 变比	2 字节	NNNN	—	—
4	温度限值	1 字节	NN	°C	20~70
5	温度限值回差	1 字节	NN	—	2~10
6	电流谐波限值	2 字节	NNNN	%	20~60
7	一级过压限值	2 字节	NNN.N	V	共补：400~420 默认 406 分补：231~241 默认 236
8	二级过压限值	2 字节	NNN.N	V	共补：420~460 默认 437 分补：241~253 默认 247
9	电压限值回差	1 字节	NN	—	2~12，默认 5
10	低负荷电流闭锁限值	1 字节	N.N	A	0.2~1
11	告警屏蔽	2 字节	NNNN	—	0~FFFFH

命令类型设置返回（84H）和命令从机参数设置（05H）的数据区格式见表B. 19。

表B.19 命令类型设置返回（84H）和命令从机参数设置（05H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
从机参数设置	1 字节	NN	—	01 设置错误 00 设置正常

B.3.3.4 软重启命令（06H）

命令类型设置（04H），命令软重启（06H），无数据区。

B.3.3.5 设置控制模式（07H）

命令类型设置（04H）和命令设置控制模式（07H）的数据区格式见表B.20。

表B.20 命令类型设置（04H）和命令设置控制模式（07H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
控制模式	1 字节	NN	—	01 远方控制模式 00 当地模式 默认 00（当地模式）

命令类型设置返回（84H）和命令设置控制模式（07H）的数据区格式见表B.21。

表B.21 命令类型设置返回（84H）和命令设置控制模式（07H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
模式	1 字节	NN	—	01 设置错误 00 设置正常

B.3.3.6 设置电容器组控制参数（08H）

命令类型设置（04H）和命令设置电容器组控制参数（08H）的数据区格式见表B.22。

表B.22 命令类型设置（04H）和命令设置电容器组控制参数（08H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	电容器投入间隔	2 字节	NNNN	s	0~300，默认 30
2	电容器切除间隔	2 字节	NNNN	s	30~300，默认 30
3	模拟投切模式开关	1 字节	NN	—	01 打开 00 关闭； 其他值为关闭
4	切除-投入闭锁时间间隔	2 字节	NNNN	s	0~300，默认 10
5	备用	25 字节	N...N		无效为 0xFF

命令类型设置返回（84H）和命令设置电容器组控制参数（08H）的数据区格式见表B.23。

表B.23 命令类型设置返回（84H）和命令设置电容器组控制参数（08H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
电容器组控制参数	1 字节	NN	—	01 设置错误 00 设置正常

B. 3. 4 软件升级

B. 3. 4. 1 进入升级模式（01H）

命令类型设置（07H）和命令进入软件升级（01H）的数据区格式见表B. 24。

表B. 24 命令类型设置（07H）和命令进入软件升级（01H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补 02H 分补 03H 投切状态指示器 04H 相间补偿

命令类型设置返回（87H）和命令进入软件升级（01H）的数据区格式见表B. 25。

表B. 25 命令类型设置返回（87H）和命令进入软件升级（01H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
应答	1 字节	NN	—	00 正确 01 错误

B. 3. 4. 2 重新升级状态（02H）

命令类型设置（07H）和命令重新升级（02H）的数据区格式见表B. 26。

表B. 26 命令类型设置（07H）和命令重新升级（02H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补 02H 分补 03H 投切状态指示器 04H 相间补偿

命令类型设置返回（87H）和命令重新升级（02H）的数据区格式见表B. 27。

表B. 27 命令类型设置返回（87H）和命令重新升级（02H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
应答	1 字节	NN	—	00 正确 01 错误

B. 3. 4. 3 退出升级状态（03H）

命令类型设置（07H）和命令退出升级（03H）的数据区格式见表B. 28。

表B. 28 命令类型设置（07H）和命令退出升级（03H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补 02H 分补 03H 投切状态指示器 04H 相间补偿

命令类型设置返回（87H）和命令退出升级（03H）的数据区格式见表B. 29。

表B. 29 命令类型设置返回（87H）和命令退出升级（03H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
应答	1 字节	NN	—	00 正确 01 错误

B. 3. 4. 4 升级数据状态（04H）

命令类型设置返回（07H）和命令升级数据（04H）的数据区格式见表B. 30。

表B. 30 命令类型设置返回（07H）和命令升级数据（04H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补 02H 分补 03H 投切状态指示器 04H 相间补偿
2	是否最后一个升级数据包	1 字节	NN	—	01 是 00 否
3	升级数据包序号	2 字节	NNNN	—	第一包为序号 0
4	升级数据	128 字节	XX	—	128 字节，不足补 0
5	升级数据校验码	1 字节	XX	—	升级数据校验码（累加和）

命令类型设置返回（87H）和命令升级数据（04H）的数据区格式见表B. 31。

表B. 31 命令类型设置返回（87H）和命令升级数据（04H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
应答	1 字节	NN	—	00 正确 01 错误

B. 3. 4. 5 程序升级校验（05H）

命令类型升级（07H）和命令程序升级校验（05H）的数据区格式见表B. 32。

表B. 32 命令类型升级（07H）和命令程序升级校验（05H）的数据区格式

序号	项目	长度	格式	单位	说明
1	升级装置类型	1 字节	NN	—	01H 共补 02H 分补 03H 投切状态指示器 04H 相间补偿
2	厂商编号	4 字节	AAAA	ASC	厂家编号
3	硬件版本号	2 字节	NNNN	—	—
4	软件版本号	2 字节	NNNN	—	—
5	代码长度	4 字节	NNNNNNNN	—	—
6	程序代码 CRC 校验和	2 字节	NNNN	—	多项式 $x^{16}+x^{15}+x^2+1$

命令类型升级返回（87H）和命令程序升级校验（05H）的数据区格式见表B. 33。

表B.33 命令类型升级返回（87H）和命令程序升级校验（05H）的数据区格式

项目	长度	格式	单位	说明
应答	1 字节	NN	—	00 正确 厂商编号错误 硬件版本号错误 软件版本相同

B.3.5 告警信息编码

三相对称补偿电容器组的告警信息编码见表B.34～表B.35。

表B.34 三相对称补偿电容器组的告警信息编码（Byte1）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
—	—	投切次数告警	电容异常	第4组电容器投切器件故障告警	第3组电容器投切器件故障告警	第2组电容器投切器件故障告警	第1组电容器投切器件故障告警

表B.35 三相对称补偿电容器组的告警信息编码（Byte0）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
欠压告警	电流谐波告警	温度保护告警	缺相告警	欠流告警	过流告警	二级过电压告警	一级过电压告警

分相补偿电容器组的告警信息编码见表B.36～表B.37。

表B.36 分相补偿电容器组的告警信息编码（Byte1）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
—	—	投切次数告警	—	电容异常	C相电容器投切器件故障告警	B相电容器投切器件故障告警	A相电容器投切器件故障告警

表B.37 分相补偿电容器组的告警信息编码（Byte0）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
欠压告警	电流谐波告警	温度保护告警	缺相告警	欠流告警	过流告警	二级过电压告警	一级过电压告警

附录 C

(资料性)

智能电容器组件与台区智能融合终端通讯应用层报文 Modbus 格式

C.1 数据链路层

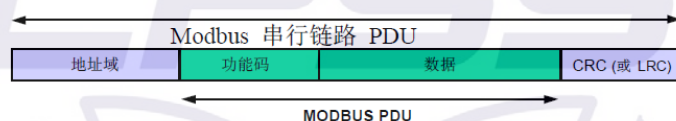
本通讯规约建立在Modbus通信协议基础上,采用Modbus-RTU模式传送数据。采用8位数据位,无校验,采用主-从结构的半双工通信方式。台区智能融合终端为主机,智能电容器组件为从机,通信链路的建立与解除均由主机发出的信息帧来控制。

通讯命令由控制设备(主机)发送至接收设备(从机),符合相应地址码的从机接收通信命令,并根据功能码返回及相关要求信息或执行相应的动作,如果CRC出错则不返回任何信息。

C.2 报文

C.2.1 报文结构

每个Modbus报文由地址域、功能码域、数据域与校验域构成,如图C.1所示。



图C.1 Modbus 报文结构图

C.2.2 地址域

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

C.2.3 功能码

Modbus报文中功能码域长度为一个字节,用以通知从机应当执行何操作。本规约有关的功能码见表C.1。

表C.1 功能码

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

C. 2. 4 响应功能码与异常码

一旦服务器处理请求，使用合适的Modbus服务器事务建立Modbus响应。根据处理结果可以建立两种类型响应：

- a) 正确的 Modbus 响应：响应功能码=请求功能码；
- b) 异常 Modbus 响应：响应功能码=请求功能码+0X80。

在异常情况下同时提供一个异常码来指示差错原因，Modbus常用异常码定义如表C. 2所示，异常响应报文的格式见表C. 3。

表C. 2 Modbus 常用异常码

代码	功能	含义
01	非法功能	对于服务器（或者从站）来说，询问中接收到的功能码是不可允许的操作。这也许是因为功能码仅仅适用于新设备而在被选单元中是不可实现的。同时还指出服务器（或者从站）在错误状态中处理这种请求。例如它是未配置的，并且要求返回寄存器。
02	非法数据地址	对于服务器（或者从站）来说，询问中接收到的数据地址是不可允许的操作。特别是参考号和传输长度的组合是无效的。对于带有 100 个寄存器的控制器来说，对于偏移量 96 和长度 4 的请求会成功，对于偏移量 96 和长度 5 的请求将产生异常码 02。
03	非法数据值	对于服务器（或者从站）来说，询问中包括的值是不可允许的操作。这个值指示了组合请求剩余结构中的故障。例如隐含长度是不正确的。并不意味着 Modbus 不知道任何特殊寄存器任何特殊值的重要意义，寄存器中被提交存储的数据项有一个应用程序期望之外的值。
04	从站设备故障	当服务器（或者从站）正在设法执行请求的操作时，产生不可重获得的差错。

表C. 3 异常响应报文格式

地址域	十六进制
响应功能码	请求功能码+0X8002
异常码	见表 C.2
CRC	见校验域

C. 2. 5 数据域

Modbus数据域采用“Big Endian”模式，即高位字节在前，低位字节在后。

采用RTU模式通信，报文中每个8位字节含有2个4位16进制（0~9，A~F），每个报文必须以连续的字符流传送，数据波特率宜采用9600 bit/s。

RTU模式每个字节（10位）的格式如表C.4，1位起始位，8位数据位，1位停止位。

表C. 4 RTU 模式字节格式

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

C. 2. 6 校验域

循环冗余校验（CRC）域为两个字节，包含一个二进制16位值。附加在报文后面的CRC值由发送设备计算。接收设备在接收报文时重新计算CRC值，并将计算结果与实际接收到的CRC值相比较，如果两个值不相等则为错误。CRC生成按照GB/T 19582. 2—2008中附录B的规定执行。

C.3 功能码对应报文格式

C.3.1 功能码01H查询与响应报文

功能码01H功能为读取电容器组的投退状态，该查询只支持一帧读所有数据，不支持一个字节或多个字节的读取。响应帧中电容器组的投退状态分别用数据字节中的一位来表示（“1”表示投，“0”表示退）。每3个位表示一组电容器组的投切状态，共补电容器组由1个位显示投切状态，另外2个位显示无效状态，分补电容器组由3个位分别显示A、B、C三相电容器投切状态。通讯点表见C.4.1。

功能码01H查询与响应报文格式见表C.5与表C.6。

表C.5 功能码 01H 查询报文格式

地址	功能	寄存器起始地址		通信口数目		CRC 校验码	
		高位	低位	高位	低位	低位	高位
XXH	01H	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH	XXH

表C.6 功能码 01H 响应报文格式

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

C.3.2 功能码03H查询与响应报文

功能码03H的功能包括读瞬时测量数据、读电容器组容量信息、读智能电容器组件参数设置及电容量、读系统电压合格率、读智能电容器组件故障信息、读电容器温度信息、读智能电容器组件补偿电流信息、读智能电容器组件电容器组数、读智能电容器组件衰减率、读智能电容器组件动作记录、读事件时间记录、读补充数据功能。通讯点表见C.4.2~C.4.13。

功能码03H查询与响应报文格式见表C.7与表C.8：

表C.7 功能码 03H 查询报文格式

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

表C.8 功能码 03H 响应报文格式

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

C.3.3 功能码05H查询与响应报文

功能码05H的功能为遥控投切，该功能控制单个继电器输出(方式为自保持型)，值域中FF00H为合命令，0000H为分命令。除此以外，任何其它值都被视作无效的数据而不影响继电器输出状态。通讯点表见C.4.14。

正常的响应是在继电器输出状态改变后返回一个与命令帧相同的应答帧。功能码05H查询与响应报文格式见表C.9。

表C.9 功能码 05H 查询与响应报文格式

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

C.3.4 功能码06H查询与响应报文

功能码06H用于单个参数设置，通讯点表见C.4.4，从机响应返回的报文格式与主机发送的报文格式及数据内容完全相同。功能码06H查询与响应报文格式见表C.10：

表C.10 功能码 06H 查询与响应报文格式

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

C.3.5 功能码10H查询与响应报文

功能码10H的功能包括写多路寄存器与校时命令功能，主机利用本功能码把多个数据保存到数据存储器中去，通讯点表见C.4.15。功能码10H查询与响应报文格式见表C.11与表C.12。

表C.11 功能码 10H 查询报文格式

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

表C.12 功能码 10H 响应报文格式

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

C.4 通讯点表

C.4.1 遥信状态储存地址（只读-01H）

遥信状态储存地址范围为0000H-000BH，共12个，只支持一帧读取所有数据，如表C.13所示。

表C.13 智能电容器状态寄存器储存地址（只读-01H）

数据字节 1				数据字节 2			
BIT	台数信息	共补	分补	BIT	台数信息	共补	分补
D0	第 1 组电容	C1	A 相	D0	第 3 组电容	无效	C 相
D1	第 1 组电容	无效	B 相	D1	第 4 组电容	C1	A 相
D2	第 1 组电容	无效	C 相	D2	第 4 组电容	无效	B 相
D3	第 2 组电容	C1	A 相	D3	第 4 组电容	无效	C 相
D4	第 2 组电容	无效	B 相	D4	第 5 组电容	C1	A 相
D5	第 2 组电容	无效	C 相	D5	第 5 组电容	无效	B 相
D6	第 3 组电容	C1	A 相	D6	第 5 组电容	无效	C 相
D7	第 3 组电容	无效	B 相	D7	第 6 组电容	C1	A 相

表 C.13 智能电容器状态寄存器储存地址（只读-01H）（续）

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

C.4.2 瞬时测量数据寄存地址（只读-03H）

瞬时测量数据寄存地址范围为0000H-003FH，共64个，Rx为读出值，P，Q，PF为负数时，以二进制补码（b15为符号位）表示。数据可分段读取，支持一帧读取所有的测量瞬时数据，具体信息如表C.14所示。

表C.14 瞬时测量数据寄存地址（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0000H	CT(H,L)	1	—	无符号整型	配电 CT，最高位为符号位
0001H	Ua(H,L)	0.1	V	无符号整型	系统 A 相电压，实际值= $R_x \times 0.1$ (V)
0002H	Ub(H,L)	0.1	V	无符号整型	系统 B 相电压，实际值= $R_x \times 0.1$ (V)
0003H	Uc(H,L)	0.1	V	无符号整型	系统 C 相电压，实际值= $R_x \times 0.1$ (V)
0004H	Ia(H,L)	0.01	A	无符号整型	系统 IA 一次值= $R_x \times CT \times 0.01$ (A)
0005H	Ib(H,L)	0.01	A	无符号整型	系统 IB 一次值= $R_x \times CT \times 0.01$ (A)
0006H	Ic(H,L)	0.01	A	无符号整型	系统 IC 一次值= $R_x \times CT \times 0.01$ (A)
0007H	Pa(H,L)	1	W	有符号整型	系统 PA 一次值= $R_x \times CT \times 1$ (W)
0008H	Pb(H,L)	1	W	有符号整型	系统 PB 一次值= $R_x \times CT \times 1$ (W)
0009H	Pc(H,L)	1	W	有符号整型	系统 PC 一次值= $R_x \times CT \times 1$ (W)
000AH	Qa(H,L)	1	Var	有符号整型	系统 QA 一次值= $R_x \times CT \times 1$ (Var)
000BH	Qb(H,L)	1	Var	有符号整型	系统 QB 一次值= $R_x \times CT \times 1$ (Var)
000CH	Qc(H,L)	1	Var	有符号整型	系统 QC 一次值= $R_x \times CT \times 1$ (Var)
000DH	PFa(H,L)	0.0001	—	有符号整型	系统 A 相功率因数，实际值= $R_x \times 0.0001$
000EH	PFb(H,L)	0.0001	—	有符号整型	系统 B 相功率因数，实际值= $R_x \times 0.0001$
000FH	PFc(H,L)	0.0001	—	有符号整型	系统 C 相功率因数，实际值= $R_x \times 0.0001$
0010H	F(H,L)	0.01	Hz	有符号整型	系统频率，实际值= $R_x \times 0.01$ (Hz)
0011H	THDUa(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压畸变率，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0012H	THDUb(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压畸变率，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0013H	THDUc(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压畸变率，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0014H	THDIa(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流畸变率，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0015H	THDIb(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流畸变率，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0016H	THDIc(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流畸变率，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0017H	Ua_EX3(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 3 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0018H	Ua_EX5(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 5 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
0019H	Ua_EX7(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 7 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
001AH	Ua_EX9(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 9 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
001BH	Ua_EX11(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 11 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
001CH	Ua_EX13(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电压 13 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
001DH	Ub_EX3(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 3 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %
001EH	Ub_EX5(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 5 次谐波含量，实际值= $R_x \times 0.1$ %

表 C.14 瞬时测量数据寄存地址（只读-03H）（续）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
001FH	Ub_EX7(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0020H	Ub_EX9(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0021H	Ub_EX11(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0022H	Ub_EX13(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电压 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0023H	Uc_EX3(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0024H	Uc_EX5(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0025H	Uc_EX7(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0026H	Uc_EX9(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0027H	Uc_EX11(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0028H	Uc_EX13(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电压 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0029H	Ia_EX3(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
002AH	Ia_EX5(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
002BH	Ia_EX7(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
002CH	Ia_EX9(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
002DH	Ia_EX11(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
002EH	Ia_EX13(H,L)	0.1	%	无符号整型	A 相电流 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
002FH	Ib_EX3(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0030H	Ib_EX5(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0031H	Ib_EX7(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0032H	Ib_EX9(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0033H	Ib_EX11(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0034H	Ib_EX13(H,L)	0.1	%	无符号整型	B 相电流 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0035H	Ic_EX3(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 3 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0036H	Ic_EX5(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 5 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0037H	Ic_EX7(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 7 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0038H	Ic_EX9(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 9 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
0039H	Ic_EX11(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 11 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
003AH	Ic_EX13(H,L)	0.1	%	无符号整型	C 相电流 13 次谐波含量, 实际值= $R_x \times 0.1\%$
003BH	Ica(H,L)	0.1	A	无符号整型	补偿总电流 IA, 实际值= $R_x \times 0.1(A)$
003CH	Icb(H,L)	0.1	A	无符号整型	补偿总电流 IB, 实际值= $R_x \times 0.1(A)$
003DH	Icc(H,L)	0.1	A	无符号整型	补偿总电流 IC, 实际值= $R_x \times 0.1(A)$
003EH	备用	—	—	—	备用
003FH	备用	—	—	—	备用

C.4.3 电容器组容量数据寄存地址（只读-03H）

电容器组容量数据寄存地址范围为0040H-005FH, 共32个双字节, 表示C1到C64组电容器的容量。

数据解析: 接收值为偶数则为三相（共补）电容器, 共补接收值为实际电容器组容量的四倍; 共补实际电容器组容量=接收数据/4;

接收值为奇数则为单相（分补）电容器, 分补接收值为实际电容器组容量的四倍+1; 分补实际电容器组容量=(接收数据-1)/4。

数据可分段读取, 支持一帧读取所有的数据, 具体信息如下表C.15所示:

表C.15 电容器组容量数据寄存地址（只读-03H）

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

C.4.4 智能电容器组件参数设置及电度量（只读-03H，写-06H或10H）

智能电容器组件参数设置及电度量地址范围为0060H-006FH，共16个寄存器。对于功能码06H寄存器起止地址为0064H，寄存器的结束地址为006FH。具体信息如表C.16所示。

表C.16 智能电容器组件参数设置及电度量（只读-03H，写-06H 或 10H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0060H	kWh(H,L)	1	kW·h	无符号整型	有功电量（备用）Rx1
0061H	kWh(H,L)	1	kW·h	无符号整型	有功电量 Rx2， 实际值=Rx=((Rx1<<16)+Rx2)×0.01
0062H	kVarh(H,L)	1	kvar·h	无符号整型	无功电量（备用）Rx1
0063H	kVarh(H,L)	1	kvar·h	无符号整型	无功电量,实际值=Rx2， 实际值=Rx=((Rx1<<16)+Rx2)×0.01
0064H	I0(H,L)	0.1	%	无符号整型	零序电流限值，实际值=Rx×0.1(%)
0065H	HTDU(H,L)	0.1	%	无符号整型	电压谐波限值，实际值=Rx×0.1(%)
0066H	QYAZ(H,L)	1	V	无符号整型	欠压限值，实际值=Rx×1 (V)
0067H	GYAZ(H,L)	1	V	无符号整型	过压限值，实际值=Rx×1 (V)
0068H	UL(H,L)	1	V	无符号整型	电压下限值，实际值=Rx×1 (V)
0069H	UH(H,L)	1	V	无符号整型	电压上限值，实际值=Rx×1 (V)
006AH	SDCOS(H,L)	0.000 1	—	无符号整型	功率因数下限，实际值=Rx×0.000 1(V)
006BH	SHCOS(H,L)	0.000 1	—	无符号整型	功率因数上限，实际值=Rx×0.000 1(V)
006CH	YSSJ(H,L)	1	s	无符号整型	延时时间，实际值=Rx×1 (s)
006DH	CTBB(H,L)	1	—	有符号整型	CT 变比/5
006EH	远方/本地(H)， ID(L)	—	—	无符号整型	高字节：远方/本地状态， 0-本地，1-远方 ^a
					低字节：上行地址
006FH	BY(H,L)	—	—	无符号整型	备用

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

C.4.5 系统电压合格率（只读-03H）

系统电压合格率地址范围为0070H-007FH，共16个寄存器，具体信息如表C.17所示。

表C.17 系统电压合格率（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0070H	A 相电压合格率	0.01	%	无符号整型	A 相电压合格率，实际值=Rx×0.01 (%)
0071H	B 相电压合格率	0.01	%	无符号整型	B 相电压合格率，实际值=Rx×0.01 (%)
0072H	C 相电压合格率	0.01	%	无符号整型	C 相电压合格率，实际值=Rx×0.01 (%)
0073H	A 相电压偏高率	0.01	%	无符号整型	A 相电压偏高率，实际值=Rx×0.01 (%)

表 C.17 系统电压合格率（只读-03H）（续）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0074H	A 相电压偏低率	0.01	%	无符号整型	A 相电压偏低率，实际值= $R_x \times 0.01$ （%）
0075H	B 相电压偏高率	0.01	%	无符号整型	B 相电压偏高率，实际值= $R_x \times 0.01$ （%）
0076H	B 相电压偏低率	0.01	%	无符号整型	B 相电压偏低率，实际值= $R_x \times 0.01$ （%）
0077H	C 相电压偏高率	0.01	%	无符号整型	C 相电压偏高率，实际值= $R_x \times 0.01$ （%）
0078H	C 相电压偏低率	0.01	%	无符号整型	C 相电压偏低率，实际值= $R_x \times 0.01$ （%）
0079H	A 相电压超上限	1	min	无符号整型	A 相电压超上限时间，实际值= $R_x \times 1$ (min)
007AH	A 相电压超下限	1	min	无符号整型	A 相电压超下限时间，实际值= $R_x \times 1$ (min)
007BH	B 相电压超上限	1	min	无符号整型	B 相电压超上限时间，实际值= $R_x \times 1$ (min)
007CH	B 相电压超下限	1	min	无符号整型	B 相电压超下限时间，实际值= $R_x \times 1$ (min)
007DH	C 相电压超上限	1	min	无符号整型	C 相电压超上限时间，实际值= $R_x \times 1$ (min)
007EH	C 相电压超下限	1	min	无符号整型	C 相电压超下限时间，实际值= $R_x \times 1$ (min)
007FH	备用	—	—	无符号整型	备用

C.4.6 智能电容器组件的故障信息（只读-03H）

智能电容器组件的故障信息地址范围为0080H-009FH，共32个寄存器，具体信息见表C.18、表C.19与表C.20。

表C.18 智能电容器组件的故障信息（只读-03H）

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

表C.19 共补故障代码

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
故障1	—	—	欠压	—	—	过压	过温2	过温1
故障2	1	相不平衡	C 衰减	—	A 衰减	C 过流	—	A 过流

表C.20 分补故障代码

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
故障1	C 欠压	B 欠压	A 欠压	C 过压	B 过压	A 过压	过温2	过温1
故障2	1	—	C 衰减	B 衰减	A 衰减	C 过流	B 过流	A 过流

C.4.7 电容器的温度信息（只读-03H）

电容器的温度信息地址范围为00A0H-00BFH，共32个寄存器，数据的高低字节中最高位“0”代表温度为正，“1”代表温度为负，其余位数字为实时测量温度值，具体信息见下表C.21：

表C.21 电容器的温度信息（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	字节数	备注
00A0H	第1台电容器温度	1	℃	有符号整型	2	第1台电容器，温度1、温度2
00A1H	第2台电容器温度	1	℃	有符号整型	2	第2台电容器，温度1、温度2
00A2H	第3台电容器温度	1	℃	有符号整型	2	第3台电容器，温度1、温度2
00A3H	第4台电容器温度	1	℃	有符号整型	2	第4台电容器，温度1、温度2
.....		—	—	—	—	
00BEH	第31台电容器温度	1	℃	有符号整型	2	第31台电容器，温度1、温度2
00BFH	第32台电容器温度	1	℃	有符号整型	2	第32台电容器，温度1、温度2

C.4.8 读取智能电容器组件补偿电流信息（只读-03H）

读取智能电容器组件补偿电流信息地址范围为0100H-015FH，共96个寄存器，具体信息见表C.22。

表C.22 读取智能电容器组件补偿电流信息（只读-03H）

寄存器地址	参数名称	系数	单位	数据类型	备注
0100H	1# IA(H,L)	0.1	A	无符号整型	第1台电容器组件电流 IA，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
0101H	1# IB(H,L)	0.1	A	无符号整型	第1台电容器组件电流 IB，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
0102H	1# IC(H,L)	0.1	A	无符号整型	第1台电容器组件电流 IC，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
0103H	2# IA(H,L)	0.1	A	无符号整型	第2台电容器组件电流 IA，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
0104H	2# IB(H,L)	0.1	A	无符号整型	第2台电容器组件电流 IB，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
0105H	2# IC(H,L)	0.1	A	无符号整型	第2台电容器组件电流 IC，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
0106H	3# IA(H,L)	0.1	A	无符号整型	第3台电容器组件电流 IA，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
.....		0.1	A	无符号整型	
015DH	32# IA(H,L)	0.1	A	无符号整型	第32台电容器组件电流 IA，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
015EH	32# IB(H,L)	0.1	A	无符号整型	第32台电容器组件电流 IB，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)
015FH	32# IC(H,L)	0.1	A	无符号整型	第32台电容器组件电流 IC，实际值= $R_x \times 0.1$ (A)

C.4.9 读取智能电容器组件中的电容器组数（只读-03H）

读取智能电容器组件中的电容器组数地址范围为0160H-016FH，共16个寄存器，具体信息见下表C.23。

表C.23 读取智能电容器组件中的电容器组数（只读-03H）

寄存器地址	用途
0160H	第1台电容器组件电容器组数、第2台电容器组件电容器组数
0161H	第3台电容器组件电容器组数、第4台电容器组件电容器组数
0162H	第5台电容器组件电容器组数、第6台电容器组件电容器组数
.....	
016EH	第29台电容器组件电容器组数、第30台电容器组件电容器组数
016FH	第31台电容器组件电容器组数、第32台电容器组件电容器组数

C.4.10 读取智能电容器组件衰减率数据（只读-03H）

读取智能电容器组件衰减率数据地址范围为0170H-01CFH，共96个寄存器，具体信息见下表C.24。

表C.24 读取智能电容器组件衰减率数据（只读-03H）

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

C.4.11 读取智能电容器组件动作记录数据（只读-03H）

读取智能电容器组件动作记录数据地址范围为0200H~0227H，共40个寄存器，具体信息见表C.25。

表C.25 读取智能电容器组件动作记录数据（只读-03H）

寄存器地址	用途	系数	单位	数据类型	备注
0200H	月，日	—	—	无符号整型	—
0201H	时，分	—	—	无符号整型	—
0202H	秒	—	—	无符号整型	高字节
	共补，分补 ABC；投入/切除 ^a				低字节 ^a
0203H	容量	1/4	kvar	无符号整型	—
.....		—	—	—	—
.....		—	—	—	—
0224H	月，日	—	—	无符号整型	—
0225H	时，分	—	—	无符号整型	—
0226H	秒	—	—	无符号整型	高字节
	共补，分补 ABC；投入/切除 ^a	—	—		低字节 ^a
227H	容量	1/4	kvar	无符号整型	—

^a &0F0H，0=共补，1=分补 A，2=分补 B，3=分补 C；&00FH，2=退，1=投

C.4.12 读取事件时间记录数据（只读-03H）

读取事件时间记录数据地址范围为0250H~028BH，共60个寄存器，具体信息见下表C.26。

表C.26 读取事件记录数据（只读-03H）

寄存器地址	用途	数据类型	备注
0250H	发生：月，日	无符号整型	—
0251H	发生：时，分	无符号整型	—
0252H	发生：秒	无符号整型	高字节
	发生故障类型（见下表 C.27）		低字节，解析见下表 C.27
0253H	恢复：月，日	无符号整型	—
0254H	恢复：时，分	无符号整型	—
0255H	恢复：秒	无符号整型	高字节
	恢复		低字节，备用
.....		无符号整型	—
0286H	发生：月，日	无符号整型	—
0287H	发生：时，分	无符号整型	—

表 C. 26 读取事件记录数据（只读-03H）（续）

寄存器地址	用途	数据类型	备注
0288H	发生：秒	无符号整型	高字节
	发生故障类型（见下表 C. 27）		低字节，解析见下表 C. 27
0289H	恢复：月，日	无符号整型	—
028AH	恢复：时，分	无符号整型	—
028BH	恢复：秒	无符号整型	高字节

发生故障类型如下表C.27所示。

表C. 27 发生故障类型

故障类型	故障代码
上电	bit00000001
A 相过压	bit00000010
B 相过压	bit01000010
C 相过压	bit10000010
A 相欠压	bit00000011
B 相欠压	bit01000011
C 相欠压	bit10000011
A 相缺相	bit00000100
B 相缺相	bit01000100
C 相缺相	bit10000100
过电压谐波	bit00000101

C. 4. 13 读补充数据（只读-03H）

读补充数据地址范围为0300H-0319H，共26个寄存器，具体信息见表C. 28、C. 29与C. 30。

表C. 28 读补充数据（只读-03H）

寄存器地址	用途	系数	单位	数据类型	字节数	备注
0300H	实时日期：年	—	—	无符号整型	2	实时日期
0301H	实时日期：月、日	—	—	无符号整型	2	实时日期
0302H	实时时间：时、分	—	—	无符号整型	2	实时时间
0303H	实时时间：秒、空	—	—	无符号整型	2	实时时间
0304H	控制器类型	—	—	无符号整型	2	高字节
	电容器组件类型	—	—			低字节
0305H	控制器故障状态	—	—	无符号整型	2	解析见 C. 29，1 代表故障，0 代表正常
0306H	电容器组件联机状态	—	—	无符号整型	4	解析见注 1
0308H	电容器额定电压	—	—	无符号整型	2	解析见注 2
0309H	共补最小极差	0. 1	kvar	无符号整型	2	共补最小级差
030AH	分补最小极差	0. 1	kvar	无符号整型	2	分补最小级差
030BH	生产日期：年	—	—	无符号整型	2	生产日期
030CH	生产日期：月、日	—	—	无符号整型	2	生产日期
030DH	厂家名称	—	—	ASCLL 码	8	厂家名称
0311H	硬件版本	—	—	无符号整型	4	硬件版本
0313H	软件版本	—	—	无符号整型	4	软件版本

表 C. 28 读补充数据（只读-03H）（续）

寄存器地址	用途	系数	单位	数据类型	字节数	备注
0315H	备用	—	—	无符号整型	2	—
0316H	备用	—	—	无符号整型	2	—
0317H	备用	—	—	无符号整型	2	—
0318H	备用	—	—	无符号整型	2	—
0319H	备用	—	—	无符号整型	2	—
注1：电容器组件联机状态显示，4个字节，0=无，1=有。						
注2：电容器额定电压，0001H-450 V；0011H-450 V+250 V；0002H-480 V；0022H-480 V+280 V。						

表C. 29 控制器故障代码解析表

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
高字节	C 相欠压	B 相欠压	A 相欠压	—	C 相过压	B 相过压	A 相过压	—
低字节	C 相过电压谐波	B 相过电压谐波	A 相过电压谐波	—	C 相缺相	B 相缺相	A 相缺相	—

表C. 30 电容器组件联机状态显示字节定义表

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

C. 4. 14 遥控投切（05H）

遥控投切地址范围为0000H-00BFH，共192个寄存器，具体信息见下表C. 31。

表C. 31 遥控投切（05H）

遥控口地址	用途		
	台数信息	共补	分补
0000H	第 1 组电容器	C1	A 相
0001H	第 1 组电容器	无效	B 相
0002H	第 1 组电容器	无效	C 相
0003H	第 2 组电容器	C2	A 相
0004H	第 2 组电容器	无效	B 相
0005H	第 2 组电容器	无效	C 相
0006H	第 3 组电容器	C3	A 相
0007H	第 3 组电容器	无效	B 相
0008H	第 3 组电容器	无效	C 相
……	……	……	……
00BDH	第 64 组电容器	C64	A 相
00BEH	第 64 组电容器	无效	B 相
00BFH	第 64 组电容器	无效	C 相

C. 4. 15 校时命令（10H）

主机利用本功能码，广播校时，把日期、时间的多个数据保存到数据存储器中去，如果发送对应的地址则可针对某个地址进行修改时间。如果地址为FFH则为广播修改日期时间，广播校时无返回，地址默认为0FF。设置时间需对应地址表如下表C. 32所示。

表C. 32 时间地址表（10H）

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

