

YONGDIAN XINXI CAIJI XITONG TIAOSHI WEIHU
CHANGJIAN WENTI FENXI

用电信息采集系统调试维护 常见问题分析

主 编 殷树刚

副主编 庞建民 马安顺



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

YONGDIAN XINXI CAIJI XITONG TIAOSHI WEIHU
CHANGJIAN WENTI FENXI

用电信息采集系统调试维护 常见问题分析

主 编 殷树刚

副主编 庞建民 马安顺



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要包括电力用户（居民）用电信息采集系统的组成、用电信息采集系统本地通信应用、用电信息采集系统现场设备安装施工要求及其研发与应用等。为了增强实用性，书中详细列举了用电信息采集系统常见故障及解决方案，并对采集系统技术的发展及功能拓展进行了讨论。本书对用电信息采集系统的技术研究具有很好的参考价值。

本书可作为用电信息采集系统维护人员的培训教材，也可作为用电信息采集系统技术人员的工作参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

用电信息采集系统调试维护常见问题分析 / 殷树刚主编.
北京：中国电力出版社，2014.3

ISBN 978 - 7 - 5123 - 5275 - 9

I . ①用… II . ①殷… III . ①用电管理 - 管理信息系统 -
调试方法②用电管理 - 管理信息系统 - 维修 IV . ①TM92 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 285803 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 3 月第一版 2014 年 3 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 7.25 印张 121 千字

印数 0001—3000 册 定价 36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

电力用户用电信息采集系统是对电力用户的用电信息进行采集、处理和实时监控的系统,实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管理工作、相关信息发布、分布式能源监控、智能用电设备的信息交互等功能。

随着通信技术的迅猛发展和广泛应用,电力企业对电力用户用电信息进行大容量和高密度的采集已成为可能,并且成为支撑电力营销业务现代化的基础。传统人力抄报客户表码数据的方式存在诸多问题(容易出现人为误差、劳动强度大、抄表不同步),用电信息采集系统的实施提高了用户用电的管理水平和运行效率,对保证电网有序用电、实现计量装置状态监测、提高企业效益起到了显著作用。

电力用户用电信息采集系统规模化建设过程中,电力企业工作人员对系统缺乏全面、深入的了解,这也成为用电信息采集系统稳定运行的主要障碍。因此,编写一本面向电力企业用电信息采集系统建设及维护主要人员的调试维护指南具有重要意义。

本书主要内容分为四部分:第一部分为第一~三章,主要根据国家电网公司最新技术标准和用电信息采集系统推广建设情况,对系统组成、系统功能、系统设备以及本地通信应用进行了全面介绍,有助于读者全面、深入地了解电力用户(居民)用电信息采集系统。第二部分为第四章,主要介绍了系统建设施工方面的标准、方法和注意事项,以供施工安装人员学习。第三部分为第五、

六章，是本书的重点，主要针对各类型故障进行了原因分析，并提供了科学、有效的解决方案，为一线维护人员和研发人员提供了宝贵材料。第四部分为第七章，该部分结合系统建设出现的问题以及多方人员的实践经验，对用电信息采集系统的技术展望和功能拓展进行了深入分析，对提高电力用户（居民）用电信息采集系统的实用性和可靠性具有重要意义。

本书由殷树刚主编，庞建民、马安顺担任副主编，参加编写的人员还有周生伟、李铮、曹增新、初笑笑、何士中、陈瑜、岳江生、徐程、张雷、王海军、熊浩、胡宇宣、刘晓巍、李晓晨、段振华、刘伟鑫、方德福、王兴武、谷玉生、王国春、杨洲、赵东艳、赵羨龙、石琦。

由于编写时间和编写水平所限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳请广大读者和相关专家不吝赐教，多提修改意见。

编 者

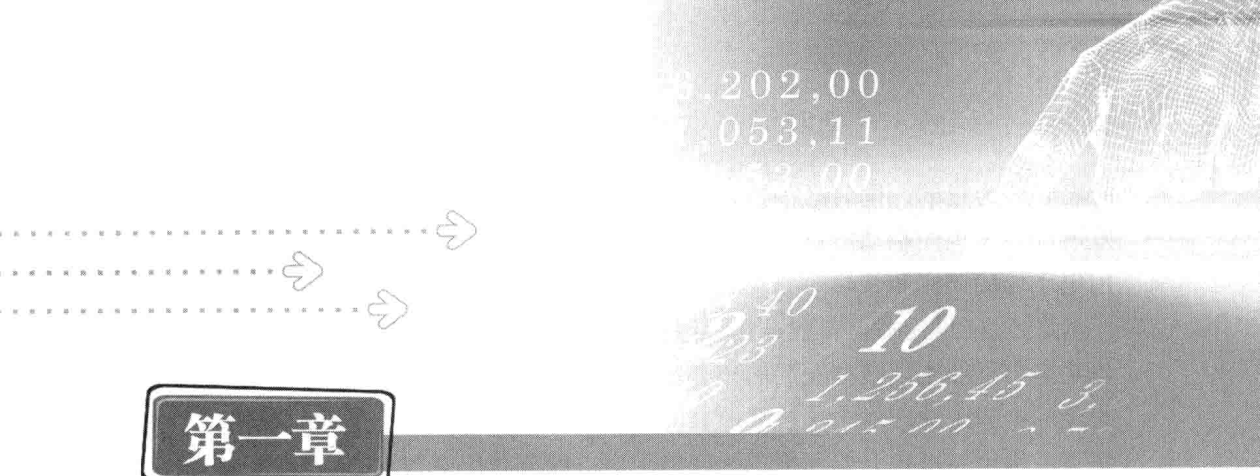
2013 年 10 月

目 录

前言

第一章 概述	1
第二章 用电信息采集系统的组成	3
第一节 用电信息采集系统主站	3
第二节 集中抄表终端	5
第三节 通信信道	12
第四节 智能电能表	14
第三章 用电信息采集系统本地通信应用	20
第一节 RS-485 总线方案（单元）	20
第二节 RS-485 总线方案（楼宇）	22
第三节 半无线方案	24
第四节 全无线方案	25
第五节 半载波方案	27
第六节 全载波方案	30
第四章 用电信息采集系统现场设备安装施工要求	32
第一节 集中器安装、接线与调试	36
第二节 采集器安装、接线与调试	43

第三节 智能电能表安装	48
第五章 用电信息采集系统现场设备研发及应用	55
第一节 表号上报应用效果及问题分析	55
第二节 模块常发故障分析	57
第三节 设备耐压	58
第四节 数据串扰	60
第五节 中继技术的应用及发展方向	61
第六章 用电信息采集系统常见故障及解决方案	69
第一节 常见故障及案例分析	69
第二节 提高系统稳定性的方法	99
第七章 用电信息采集系统技术展望及功能拓展	106



第一章

概 述

建设以信息化、自动化、互动化为特征的智能电网，实施发电、输电、变电、配电、用电、调度等环节的智能化建设与改造，是我国电网发展的趋势。而智能用电环节直接面向社会、面向客户，是社会各界感知和体验智能电网建设成果的主要途径，在智能电网的建设中具有十分重要的地位和作用。

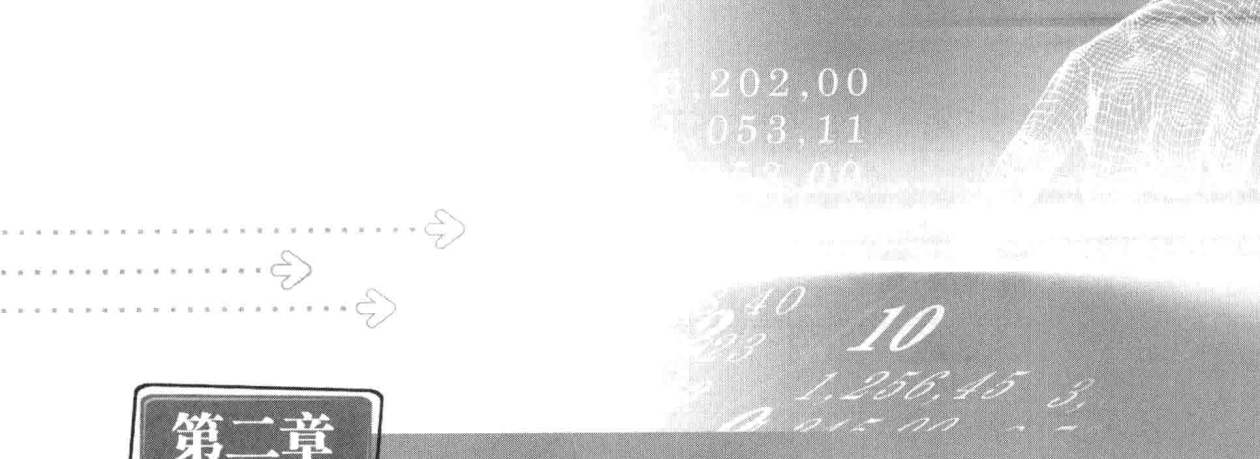
20 世纪 80 年代初，中国电力科学研究院在国内率先提出了用电负荷管理的概念，这是中国智能用电思想的雏形。当时国内缺电严重，用电负荷控制管理系统在用户超定量用电时，首先采用声、光等报警手段提醒用户主动降低负荷，如果告警无效，则选择远程控制，强制切除负荷。用电负荷管理系统的实现改变了中国传统的用电管理理念，强调了电力用户的主动参与性，但它是计划用电和缺电形势下的产物，其主要目的是为了缓解电力供需矛盾，实现削峰填谷、限电不拉路。随着国家经济体制改革的进行与发展，电源的建设速度以及电网设备的更新速度不断加快，我国电力供需矛盾基本缓解，以限电为主要功能的电力负荷控制系统显示出明显的历史局限性，系统强调对电力客户的“控制”功能和目前电力企业的优质服务形象格格不入，已不能适应现代电力企业的管理要求。

20 世纪 90 年代，电力客户对电力的需求日益增加，供电企业采用人工抄表为主的抄表方式，引发了人员配置过多、抄表效率低下、抄表准确性较差、抄表周期过长等不良后果，国内电力企业根据各自的应用需求，开始逐步建设集中抄表系统。集中抄表系统是在 2000 年左右出现并迅速发展起来的，其典型代表是中国电力科学研究院“MD 电能表数据采集系统”，主要功能是以抄收电

能表表码为目的，同时减少抄表人员工作量，提高抄表速度。随着科技的快速发展，系统也面临功能单一、通信技术逐渐落后等问题，无法满足电力企业对用电现场的监测和管理等要求。

进入 21 世纪后，节能减排、绿色能源、可持续发展成为各国关注的焦点，也是电力行业实现转型发展的核心驱动力，智能电网的理念逐渐萌发形成，成为全球电力工业应对未来挑战的共同选择。智能电网已成为全球能源界关注的焦点，用电领域也开始积极倡导智能用电，而智能用电与电力用户的关系最为紧密，智能用电建设的好坏直接关系到电网的能源使用效率、经济运行和有序用电。用电信息采集系统作为智能用电的重要支撑系统，它将智能电能表、智能开关、智能家居等设备作为系统的底层基础设施，为电网与用户的双向互动提供网络支撑，采集客户端实时用电信息，实现电网与用户的双向互动。

2009 年，国家电网公司计量中心对用电信息采集系统进行了标准的统一制定，在功能、监测点范围、采集内容、安全性、实时性等方面，对用电信息采集系统提出了更高的要求。标准中定义用电信息采集系统是对电力用户的用电信息进行采集、处理和实时监控的系统，实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管理、相关信息发布、分布式能源监控、智能用电设备的信息交互等功能。为加快用电信息采集系统建设，国家电网公司提出用电信息采集系统实现“全覆盖、全采集、全预付费”的工作目标，推进营销计量、抄表、收费模式标准化建设和国家电网公司信息化建设，不断提升计量、计费水平和服务能力。用电信息采集系统建成后，将成为世界上采集最全面、覆盖最广泛、规模最庞大的智能电网支撑项目，建成后的系统将覆盖我国 87% 的人口，用户数高达 1.9 亿户。



第二章

用电信息采集系统的组成

用电信息采集系统承担着用电信息自动采集、高效共享、实时监控的重要任务，是智能用电服务体系的重要基础和用户用电信息的重要来源。系统全面支持费控管理，为“SG186”信息系统提供及时、完整、准确的基础数据，为智能用电服务技术支持平台提供基础用电信息数据。系统主要由系统主站、集中抄表终端、通信信道、智能电能表等设备组成，如图 2-1 所示。

第一节 用电信息采集系统主站

用电信息采集系统主站是能定时或随时抄收智能电能表的电量数据，与集中器（或者采集终端）进行数据信息交换的计算机管理系统和设备，包括数据库、应用服务器、管理软件、交换机、前置机、业务处理器等。

目前用电信息采集系统主站运行模式有分布式运行及管理，集中式运行及管理，分布式运行、集中式管理三种。

按照国家电网公司“统一用电信息采集系统标准，逐步建成全国集中、统一的用电信息采集平台”的要求，数据全部整合纳入统一平台，实现用电信息基础数据与营销技术支持系统的连接与共享。系统主站的主要功能包括数据采集、数据管理、终端管理、档案管理、控制、自动抄表、任务执行、费控管理、有序用电管理、用电情况统计分析、异常用电分析、电能质量数据统计分析、运行维护管理、权限和密码管理等。以移动通信网络、230MHz 无线专网、光纤网、电力线和 RS-485 总线为主要通信载体，通过多种通信方式实现与现场

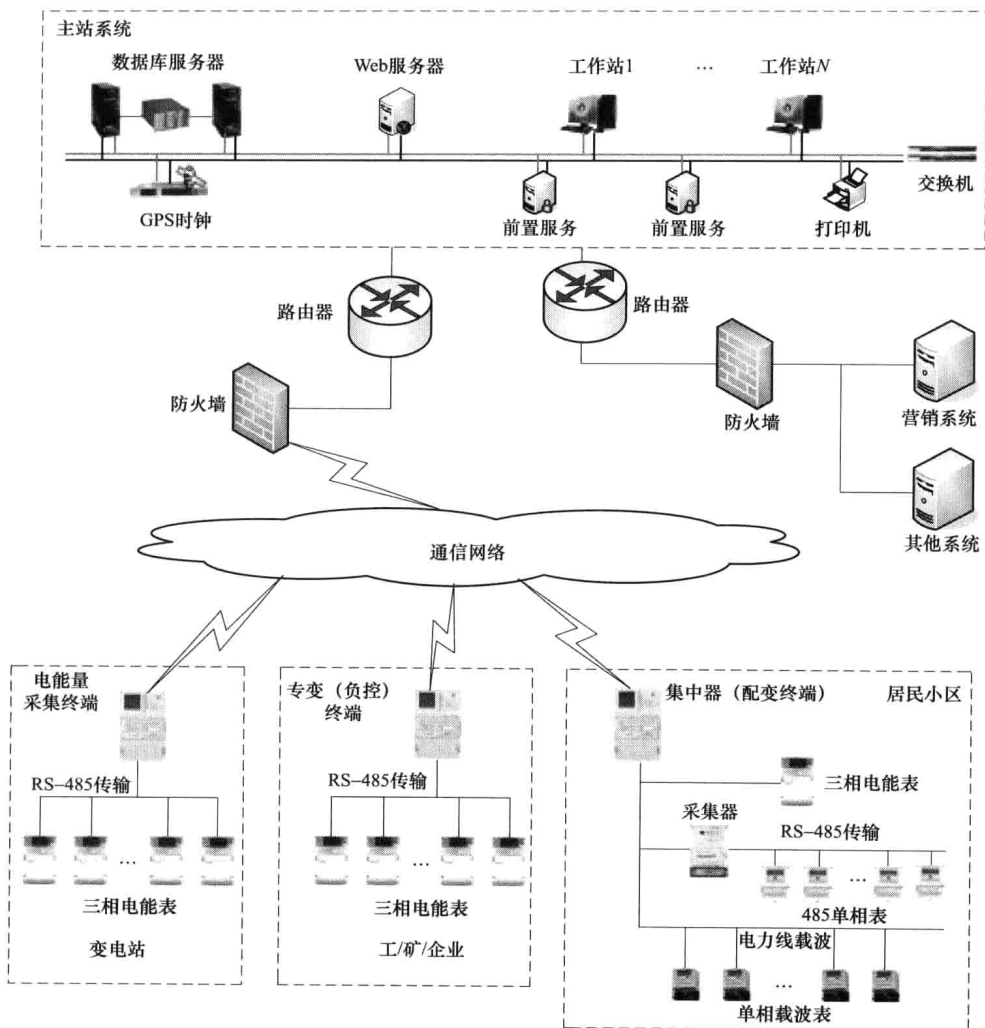


图 2-1 用电信息采集系统的组成

终端之间的数据通信。综合运用多种控制方式对客户执行控制，实现用电信息采集技术与“SG186”、数据采集与监视控制系统（supervisory control and data acquisition, SCADA）、财务管理信息系统（finance management information system, FMIS）、企业资源计划（enterprise resource planning, ERP）、项目管理信息系统（project management information system, PMIS）、配电网地理信息系统（geographic information system, GIS）有机结合，达到电网与客户双向智能互动的目的。用电信息采集系统的构成及与其他系统的交互关系如图 2-2 所示。

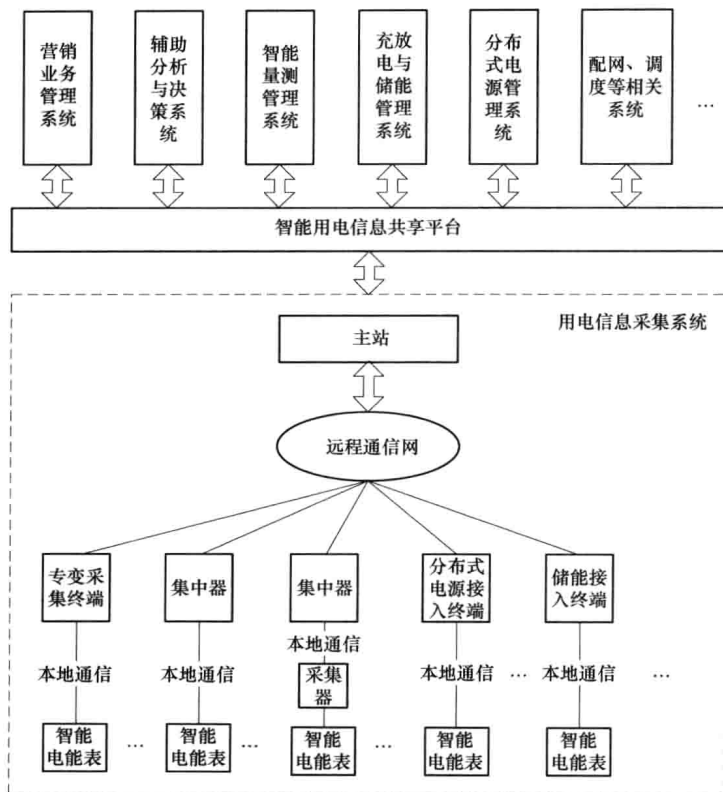


图 2-2 用电信息采集系统的构成及与其他系统的交互关系图

第二节 集中抄表终端

在用电信息采集系统中，集中抄表终端是对低压用户用电信息进行采集的设备，包括集中器和采集器。

一、集中器

1. 功能

集中器是指收集各采集终端或智能电能表的数据，并进行处理、储存，同时能够与主站或手持设备进行数据交换的设备，其工作原理框图如图 2-3 所示。由图可知，集中器通过本地通信信道采集电力用户用电数据，进行运算、存储，通过远程通信信道传输至主站，主站也可以通过远程通信信道对用户进行管理、监测。集中器在整个系统中起着非常重要的作用，完成原始数据的采集与运算、传达并执行主站命令等工作，是连接主站与电力用户计量设备的桥梁。

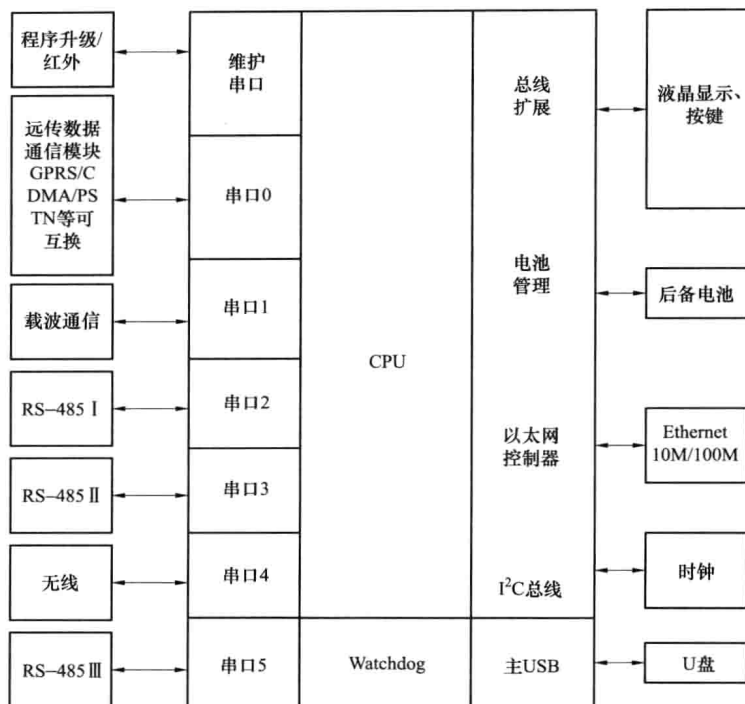


图 2-3 集中器工作原理框图

集中器主要由本地通信模块、远程通信模块、微处理器芯片、高精度实时时钟、数据接口设备和人机接口设备组成。其工作原理是：由集中器本地通信模块与计量表计或采集器通信，抄读相关信息并传给中央处理器（central progressing unit, CPU），集中器再通过远程通信信道将数据传给系统主站。系统主站把需要的信息和命令下达给集中器，集中器又把相关命令和信息通过本地通信模块传给计量表计。其结果保存在存储器中，并随时向外部接口提供信息和进行数据交换。用电信息采集系统主站和集中器之间的通信协议采用 Q/GDW 376.1—2009《电力用户用电信息采集系统通信协议 第一部分：主站与采集终端通信协议》，简称“376.1 协议”；而集中器与本地通信模块接口间的通信协议采用 Q/GDW 376.2—2009《电力用户用电信息采集系统通信协议 第二部分：集中器本地通信模块接口协议》，简称“376.2 协议”。

2. 类型

国家电网公司于 2013 年对用电信息采集系统系列标准进行修订，对集中器的概念及标准进行了重新定义和规范，集中器按功能分为 I 型集中器和 II 型集

中器，I 型集中器在平时应用中又有交采型和非交采型。

集中器类型标识代码分类如表 2-1 所示。

表 2-1 集中器类型标识代码分类

DJ	×	×	2	×	-××××
终端分类	上行通信信道		I/O 配置/下行通信信道		温度级别
DJ—低压集中器	W—230MHz 专网 G—无线 G 网 C—无线 C 网 J—微功率无线 Z—电力线载波 L—有线网络 P—公共交换电话网 T—其他	下行通信信道： J—微功率无线 Z—电力线载波 L—有线网络	1~9—1~9 路 电能表接口 A~W—10~ 32 路电能表接口	1—C1 2—C2 3—C3 4—C×	由不大于 8 位的英文字母和数字组成。英文字母可由生产企业名称的拼音简称表示，数字代表产品设计序号

类型标识代码为 DJ××2×-××××。上行通信信道可选用 230MHz 专网、通用分组无线服务技术（general packet radio service, GPRS）无线公网、码分多址（code division multiple access, CDMA）无线公网、以太网，下行通信信道可选用微功率无线、电力线载波、RS-485 总线、以太网等，可选配交流模拟量输入，可选 4~20mA 直流模拟量输入，标配 2 路遥信输入和 2 路 RS-485 接口，温度选用 C2（-25~+55℃）或 C3（-40~70℃）级。

国家电网公司于 2013 年重新审定电力用户用电信息采集系统技术规范时针对集中器制定了新的型式规范，即 Q/GDW 1375.2—2013《电力用户用电信息采集系统型式规范：集中器型式规范》，此规范中详细规定了集中器各种参数、外观及各模块尺寸。

（1）I 型集中器外形，如图 2-4 所示。带本地交流模拟量输入功能的 I 型集中器主接线端子如图 2-5 所示。

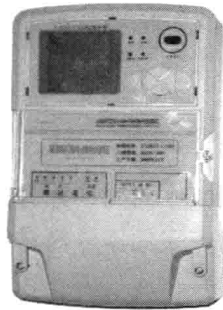


图 2-4 I 型集中器外形图

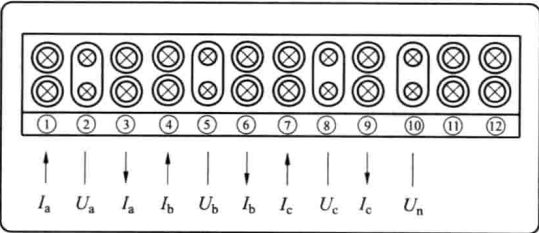


图 2-5 I 型集中器主接线端子示意图（带交流采样）

带本地交流模拟量输入功能的 I 型集中器辅助接线端子如图 2-6 所示。



图 2-6 I 型集中器辅助接线端子示意图 (带交流采样)

I 型集中器一般以台区为单位，通过低压载波、微功率无线、RS-485 总线等本地通信方式采集智能电能表数据，并进行运处理、储存，再通过 GPRS、CDMA 等上行信道将数据传送至主站。

(2) II 型集中器外形，如图 2-7 所示。II 型集中器主接线端子如图 2-8 所示。II 型集中器辅助接线端子如图 2-9 所示。



图 2-7 II 型集中器外形图

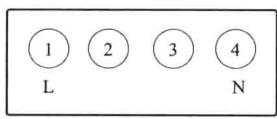


图 2-8 II 型集中器主接线端子示意图

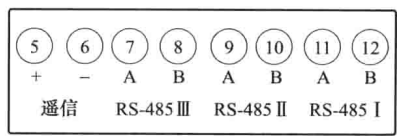


图 2-9 II 型集中器辅助接线端子示意图

II 型集中器一般以楼宇或单元为单位，通过 RS-485 总线方式采集智能电能表数据，并进行处理、储存，再通过 GPRS、CDMA 等上行信道将数据传送至主站。

二、采集器

(一) 功能

采集器是用于采集多个智能电能表电能信息，并可与集中器交换数据的设备。根据功能不同，可将采集器分为基本型采集器和简易型采集器。简易型采集器的主要功能是实现集中器与智能电能表命令和数据转发、通信方式和通信协议的转换以及集中器与其他采集器通信的中继转发，本地无时钟及数据存储

能力，可以认为是接口转换设备。基本型采集器除具备上述功能外，还能够存储其接入的智能电能表的数据，对重点客户可存储全天 24 个整点数据，具备时钟和校时功能。采集器提供一路 RS-485 抄表接口，采用主从轮询方式，抄读各智能电能表即时电能。上行通信采用模块化设计，可方便选择不同的通信方式。采集器相当于虚拟下挂的所有 RS-485 智能电能表，对于系统命令，采集器采用命令透传方式处理。采集器工作原理框图如图 2-10 所示。

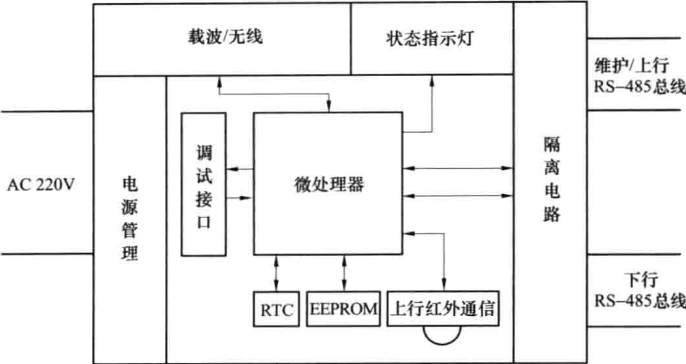


图 2-10 采集器工作原理框图

（二）类型

采集器按外形结构和输入/输出（I/O）配置分为Ⅰ型（基本型）、Ⅱ型（简易型）两种型式。Ⅰ型采集器和Ⅱ型采集器在外形、安装尺寸、指示灯及接线端子方面都有很大区别，Ⅰ型采集器的通信模块可以插拔更换，而Ⅱ型采集器的通信模块是固定的，不能插拔更换。采集器类型标识代码分类如表 2-2 所示。

表 2-2 采集器类型标识代码分类

DC	×	×	2	×	-××××
采集器分类	上行通信信道	I/O 配置/下行通信信道		温度级别	产品代号
DC—低压采集器	W—230MHz 专网 G—无线 G 网 C—无线 C 网 J—微功率无线 Z—电力线载波 L—有线网络 P—公共交换电话网 T—其他	下行通信信道： J—微功率无线 Z—电力线载波 L—有线网络	1~9—1~9 路电能表接口 A~W—10~32 路电能表接口	1—C1 2—C2 3—C3 4—C×	由不大于 8 位的英文字母和数字组成。英文字母可由生产企业名称的拼音简称表示，数字代表产品设计序号

1. Ⅰ型采集器

类型标识代码为 DC××××-××××。上行通信信道可选用微功率无

线、电力线载波、RS-485 总线、以太网，下行通信信道可选用 RS-485 总线，可接入 1~32 路智能电能表，温度选用 C2 或 C3 级。I 型采集器外形如图 2-11 所示。

I 型采集器主、辅助端子接线如图 2-12 所示，接线端子功能标识如表 2-3 所示，抄表 RS-485 端口最多可以接 32 只智能电能表。

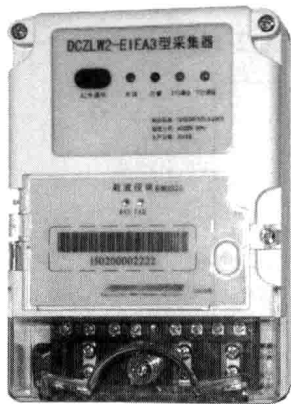


图 2-11 I 型采集器外形图

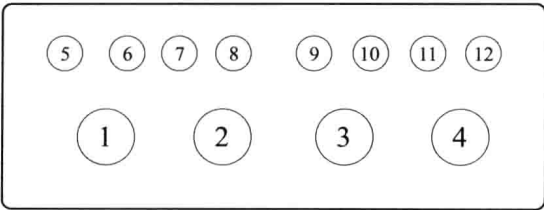


图 2-12 I 型采集器主、辅助端子接线图

表 2-3 接 线 端 子 功 能 标 识

端子	功 能	端子	功 能
1	A 相线端子（单相供电时可作为火线端子）	7	预留
2	B 相线端子	8	预留
3	C 相线端子	9	抄表 RS-485A
4	N 中性线端子	10	抄表 RS-485B
5	预留	11	维护 RS-485A
6	预留	12	维护 RS-485B

I 型采集器的状态显示如图 2-13 所示。



图 2-13 I 型采集器状态显示图

- (1) 电源灯：上电指示灯，绿色。采集器上电时灯亮，失电时灯灭。
- (2) 告警灯：告警指示灯，红色。