

YONGDIAN XINXI CAIJI  
TONGXIN JISHU JI YINGYONG

# 用电信息采集

## 通信技术的应用

国家电网公司营销部 组编

39



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

YONGDIAN XINXI CAIJI  
TONGXIN JISHU JI YINGYONG

# 用电信息采集 通信技术的应用

---

国家电网公司营销部 组编

## 内 容 提 要

用电信息采集系统应用的通信技术类型多样,通信效果参差不齐,各建设单位使用的通信方式差异性较大,系统功能实用化效果也存在一定程度的差异。为了总结用电信息采集通信技术应用成效,帮助有关建设单位科学选择先进适用的通信方式,编写了《用电信息采集通信技术及应用》一书。

本书共分为概述、远程通信技术、本地通信技术、通信关键芯片、综合应用分析、策略及建议6章。

本书可供用电信息采集系统规划设计、施工安装、运行维护的人员使用,也可作为大专院校相关专业师生自学用书与阅读参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

用电信息采集通信技术及应用 / 国家电网公司营销部组编. —北京: 中国电力出版社, 2015.5 (2015.7重印)

ISBN 978-7-5123-6963-4

I. ①用… II. ①国… III. ①用电管理—管理信息系统—应用—通信技术 IV. ①TM92-39②TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 298100 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

\*

2015 年 5 月第一版 2015 年 7 月北京第四次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.5 印张 153 千字

印数 11501—15500 册 定价 38.00 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

# 《用电信息采集通信技术的应用》

## 编 写 人 员

杜新纲 赵丙镇 杜蜀薇 葛得辉

李云峰 赵东艳 刘 宣 李 冀

黄建军 杨晓源

# 前 言

## Foreword

---

用电信息采集系统是实现营销自动化，双向沟通客户用电信息，建设坚强智能电网，构筑全球能源互联网的重要数据基础支撑。国家电网公司以“全覆盖、全采集、全费控”为建设目标，于 2010 年开始大规模建设用电信息采集系统，目前已逾 2 亿户，在服务电力客户、促进节能减排、提升互动服务水平、加强需求侧管理、实现降损增效等方面发挥了重要作用。

通信技术是用电信息采集系统功能实现的重要基础，通信方式的性能、承载能力保证了用电信息采集系统功能的多样性和数据的安全性，在用电信息采集系统中起着至关重要的作用。用电信息采集系统应用的通信技术类型多样，通信效果参差不齐，各建设单位使用的通信方式差异性较大，系统功能实用化效果也存在一定程度的差异。如何平衡通信方式的成本和性能，选择先进适用的通信技术建设用电信息采集系统，成为摆在各建设单位相关决策者面前的一个现实问题。为了总结用电信息采集通信技术应用成效，帮助有关建设单位科学选择先进适用的通信方式，编写了《用电信息采集通信技术及应用》，供相关从业人员参考。

本书旨在深入分析、比较目前国家电网公司系统主要采用的用电信息采集通信技术及其适用性，引导各单位因地制宜地科学选择通信方式，进一步提升用电信息采集数据传输性能，加强先进通信技术的推广和普及，促进相关技术人员及时掌握当前主流通信技术特点，提升管理人员、运行维护人员技能，推进用电信息采集系统建设和运维工作高效开展，提高用电信息采集

系统建设质量。

本书共分为概述、远程通信技术、本地通信技术、通信关键芯片、综合应用分析、策略及建议 6 章。在介绍了用电信息采集系统及其通信技术分类的基础上,详细描述了各种通信技术及其分类、特点、工程应用和发展趋势,并对 LTE230、EPON、微功率无线等新兴通信技术所采用的具有自主知识产权关键芯片进行了重点介绍。随后结合现场应用,对上述多种通信技术的现场应用情况展开了对比分析。最后立足应用需求分析,对应用目标和技术选择策略进行了讨论。

为完成好本书的编写工作,国家电网公司营销部多次组织召开《用电信息采集通信技术及应用》编写研讨会,北京、重庆、黑龙江等部分电力公司,国家电网公司信息通信分公司、中国电力科学研究院、国网电力科学研究院等技术支持单位,芯片研发或产品研发企业与会,在此对各单位给予本书的支持与帮助表示诚挚的谢意。本书的理论及基本概念部分是在查阅大量的国内外文献资料基础上形成的,由于资料繁杂庞大,加上编者时间有限,参考文献有挂一漏万的可能,如有遗漏可与我们联系,并在此对所有为本书做出贡献的学者和研究人员表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正,提出宝贵意见。

编 者

2014 年 12 月

## 主 要 符 号 说 明

| 符号      | 英语                                                     | 汉语            |
|---------|--------------------------------------------------------|---------------|
| AAS     | Adaptive Antenna System                                | 自适应天线系统       |
| ACL     | Access Control List                                    | 访问控制列表        |
| ADSS    | All-dielectric Self-supporting Optical Cable           | 全介质自承式光缆      |
| AMI     | Advanced Metering Infrastructure                       | 高级计量体系        |
| APN     | Access Point Name                                      | 接入点名称         |
| CDMA    | Code Division Multiple Access                          | 码分多址接入        |
| CRC     | Cyclical Redundancy Check                              | 循环冗余码校验       |
| CSMA/CA | Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance | 载波监听多路访问/冲突避免 |
| CWDM    | Coarse Wavelength Division Multiplexing                | 粗波分复用         |
| EPON    | Ethernet Passive Optical Network                       | 以太网无源光网络      |
| FDD     | Frequency Division Duplexing                           | 频分双工          |
| FDMA    | Frequency Division Multiple Access                     | 频分多址接入        |
| FEC     | Forward Error Correction                               | 前向纠错          |
| FSK     | Frequency-Shift Keying                                 | 频移键控          |
| GPON    | Gigabit-Capable PON                                    | 吉比特无源光网络      |
| GPRS    | General Packet Radio Service                           | 通用无线分组业务      |
| GSM     | Global System for Mobile Communications                | 全球移动通信系统      |
| IP      | Internet Protocol                                      | 互联网协议         |
| IPSec   | Internet Protocol Security                             | 网际协议安全        |
| LTE     | Long Term Evolution                                    | 长期演进          |
| LTE-FDD | Frequency-division Duplex Long Term Evolution          | 频分双工的长期演进     |

续表

| 符号       | 英语                                                      | 汉语          |
|----------|---------------------------------------------------------|-------------|
| MAC      | Media Access Control                                    | 介质访问控制子层协议  |
| McWiLL   | Multi-Carrier Wireless Information Local Loop           | 多载波无线信息本地环路 |
| MIMO     | Multiple-Input Multiple-Output                          | 多输入多输出      |
| MPCP     | Multi Point Control Protocol                            | 多点控制协议      |
| MSK      | Minimum-Shift Keying                                    | 最小频移键控      |
| OAM      | Operation Administration and Maintenance                | 运行、管理和维护    |
| ODN      | Optical Distribution Node                               | 光分配网络       |
| OFDM     | Orthogonal Frequency Division Multiplexing              | 正交频分复用      |
| OFDMA    | Orthogonal Frequency Division Multiple Access           | 正交频分多址接入    |
| OLT      | Optical Line Terminal                                   | 光线路终端       |
| ONU      | Optical Network Unit                                    | 光网络单元       |
| OPGW     | Optical Fiber Composite Overhead Ground Wire            | 光纤复合架空地线    |
| OSD      | On Screen Display                                       | 屏幕菜单式调节方式   |
| PON      | Passive Optical Network                                 | 无源光网络       |
| PSTN     | Public Switched Telephone Network                       | 公共交换电话网络    |
| QoS      | Quality of Service                                      | 服务质量        |
| RS       | Reed-solomon codes                                      | 里德-所罗门码     |
| SDH      | Synchronous Digital Hierarchy                           | 同步数字体系      |
| SIM      | Subscriber Identity Module                              | GPRS 客户识别模块 |
| TDD      | Time Division Duplexing                                 | 时分双工        |
| TD-LTE   | Time-division Duplex Long Term Evolution                | 时分双工的长期演进   |
| TDM      | Time Division Multiplexing                              | 时分多路复用      |
| TDMA     | Time Division Multiple Access                           | 时分多址接入      |
| TD-SCDMA | Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access | 时分同步码分多址接入  |

续表

| 符号    | 英语                                              | 汉语          |
|-------|-------------------------------------------------|-------------|
| TWACS | Two Way Automatic Communication System          | 双向工频自动通信系统  |
| UIM   | User Identity Module                            | CDMA 用户识别模块 |
| VPN   | Virtual Private Network                         | 虚拟专用网络      |
| VLAN  | Virtual Local Area Network                      | 虚拟局域网       |
| WCDMA | Wideband Code Division Multiple Access          | 宽带码分多址接入    |
| WiMAX | Worldwide Interoperability for Microwave Access | 全球微波互联接入    |

# 目 录

## Contents

---

前言

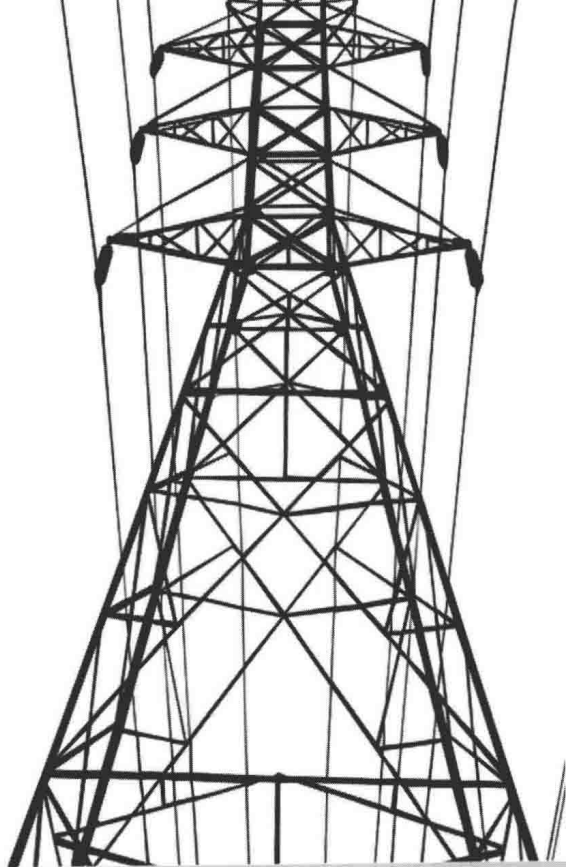
主要符号说明

|       |             |    |
|-------|-------------|----|
| 第 ❶ 章 | 概述          | 1  |
| 1.1   | 用电信息采集系统    | 3  |
| 1.2   | 用电信息采集通信技术  | 5  |
| 第 ❷ 章 | 远程通信技术      | 7  |
| 2.1   | 技术概述        | 9  |
| 2.2   | 无线公用通信网     | 13 |
| 2.3   | 无线专用通信网     | 18 |
| 2.4   | 光纤通信技术      | 37 |
| 2.5   | 中压电力线载波通信技术 | 47 |
| 2.6   | 有线电视通信网     | 51 |
| 2.7   | 其他通信技术      | 53 |
| 第 ❸ 章 | 本地通信技术      | 61 |
| 3.1   | 技术概述        | 63 |
| 3.2   | 低压电力线载波通信技术 | 64 |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 3.3   | 微功率无线通信技术            | 83  |
| 3.4   | RS-485 总线通信技术        | 97  |
| 3.5   | 融合通信技术               | 103 |
| 第 4 章 | 通信关键芯片               | 107 |
| 4.1   | LTE230 通信芯片          | 109 |
| 4.2   | EPON 通信芯片            | 118 |
| 4.3   | 微功率无线通信芯片            | 124 |
| 第 5 章 | 综合应用分析               | 133 |
| 5.1   | 远程通信应用情况及分析          | 135 |
| 5.2   | 本地通信应用情况及分析          | 138 |
| 5.3   | 组网及业务应用情况分析          | 141 |
| 5.4   | 典型应用分析               | 149 |
| 第 6 章 | 策略及建议                | 151 |
| 6.1   | 应用需求展望               | 153 |
| 6.2   | 应用策略                 | 163 |
| 附录    | 各单位用电信息采集通信方式应用情况统计表 | 167 |
|       | 参考文献                 | 172 |

# 第 1 章

## 概 述





根据《国家电网公司“十二五”电力营销发展规划》要求,“十二五”期间进一步加强营销计量、抄表、收费标准化建设,建成电力用户用电信息采集系统(简称用电信息采集系统),实现国家电网公司系统范围内电力用户的“全覆盖、全采集、全费控”,提升公司集约化、精益化和标准化管理水平。2009 年国家电网公司制定并发布了智能电能表和用电信息采集系统系列标准,2010 年正式全面启动了用电信息采集系统建设工作。

截止到 2014 年底累计推广应用智能电能表 2.48 亿只,用电信息采集系统覆盖用户规模达到 2.56 亿户,规模跃居世界第一。

通信技术是用电信息采集系统功能实现的重要基础,通信方式的性能、承载能力保证了用电信息采集系统功能的多样性和数据的安全性,在用电信息采集系统中起着至关重要的作用。用电信息采集系统应用的通信技术类型多样,通信效果参差不齐,各建设单位使用的通信方式差异性较大,系统功能实用化效果也存在一定程度的差异。

用电信息采集系统建设过程中,开展了相关通信技术研究、通信通道建设和通道建设效果的跟踪、分析、评价等工作,制订了“专网为主、公网为辅、多信道并行”的应用技术路线。随着用电信息采集系统接入用户数量的快速增长和系统功能实用化的稳步推进,通信信道的传输速率、稳定性、可靠性等特性已经成为提升用电信息采集系统建设应用效果的关键点。

## 1.1 用电信息采集系统

用电信息采集系统是通过配电变压器和终端用户用电数据的采集和分析,实现自动抄表、用电监控、阶梯电价执行、有序用电、负荷控制、线损分析等功能,最终实现自动抄表计费、推广费控管理、加强用电检查和需求侧管理、提升用户互动服务水平和降损增效等目的。用电信息采集系统是智能电网的重要组成部分,是营销业务应用重要的数据支撑平台。

用电信息采集系统物理架构由采集系统主站层、远程通信信道层、采集设备层、本地通信信道层、电能表层和电力用户层组成，见图 1-1。

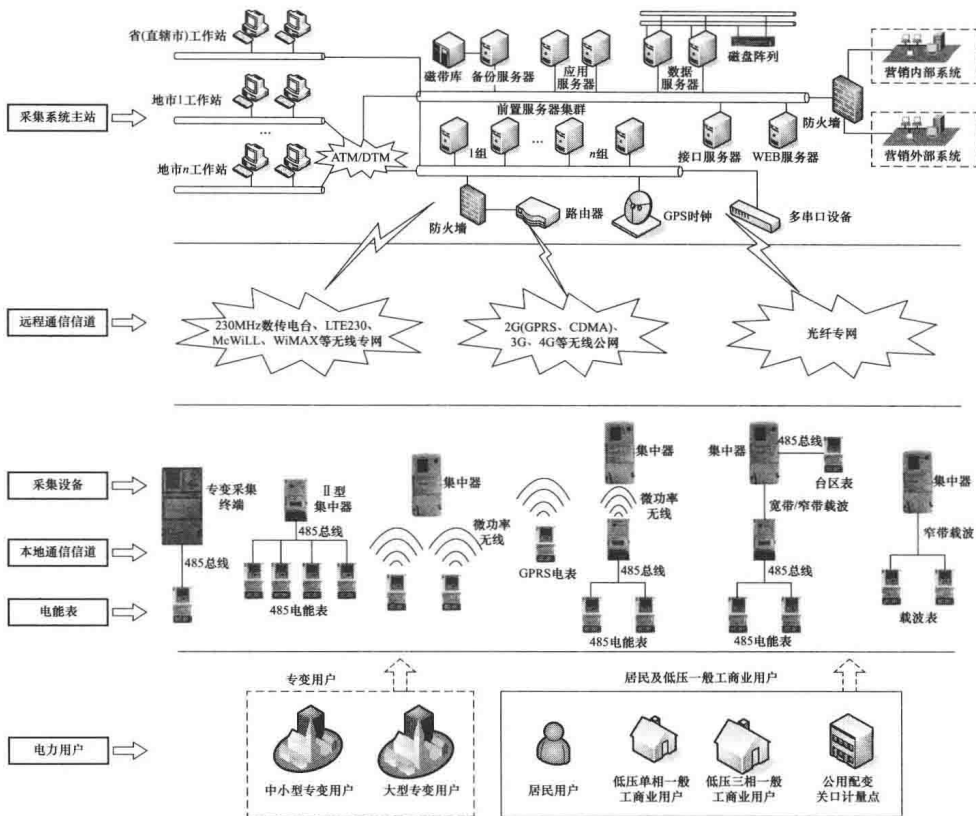


图 1-1 用电信息采集系统物理架构

用电信息采集系统主站是对电力用户的用电信息进行收集、处理和实时监控的核心，可实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管理的、相关信息发布、分布式能源监控和智能用电设备的信息交互等功能。

用电信息采集终端是对各信息采集点实现用电信息采集的中间设备，简称采集终端。按应用场所分为专用变压器采集终端、集中抄表终端（包括集中器、采集器）等类型。目前国家电网公司的采集设备实现了型式规范、标

准统一，专用变压器采集终端主要有 I 型、II 型、III 型 3 种型式，集中器有 I 型、II 型 2 种型式，采集器有 I 型、II 型 2 种型式。采集系统主站通过通信信道和采集终端实现电能表数据的采集，数据管理，信息双向传输、转发或控制命令的执行等功能。

## 1.2 用电信息采集通信技术

用电信息采集系统通信信道包括远程通信信道和本地通信信道两部分。远程通信通道是指各类采集终端与采集系统主站之间的通信接入信道。远程通信技术包括 GPRS 无线公网、CDMA 无线公网、光纤专网、230MHz 无线专网、有线电视通信网、中压电力线载波等。本地通信信道是指采集终端之间、采集终端与电能表之间的通信接入信道。本地通信技术包括低压电力线窄带载波、RS-485 总线、微功率无线、低压电力线宽带载波等。

按照目前现场实际使用状况，将这些通信方式与用电信息采集系统中各业务终端之间的关系进行对应，建立了用电信息采集通信方式部署模型，如图 1-2 所示。

用电信息采集通信方式部署有一段式、二段式和三段式 3 种模式。一段式部署模式中没有本地信道，通常是 GPRS 无线公网、CDMA 无线公网、光纤专网等远程信道直接接入电能表；二段式和三段式部署模式中，远程信道仅负责主站至专用变压器终端、集中器之间的通信，相当于骨干网。专用变压器终端、集中器通过本地信道接入电能表，相当于接入网。二段式部署模式的本地信道通过低压电力线载波、微功率无线、RS-485 等通信方式直接由专用变压器终端、集中器连接至电能表；三段式部署模式的本地信道通过低压电力线载波、微功率无线等通信方式由集中器连接至采集器，再通过 RS-485 连接电能表。

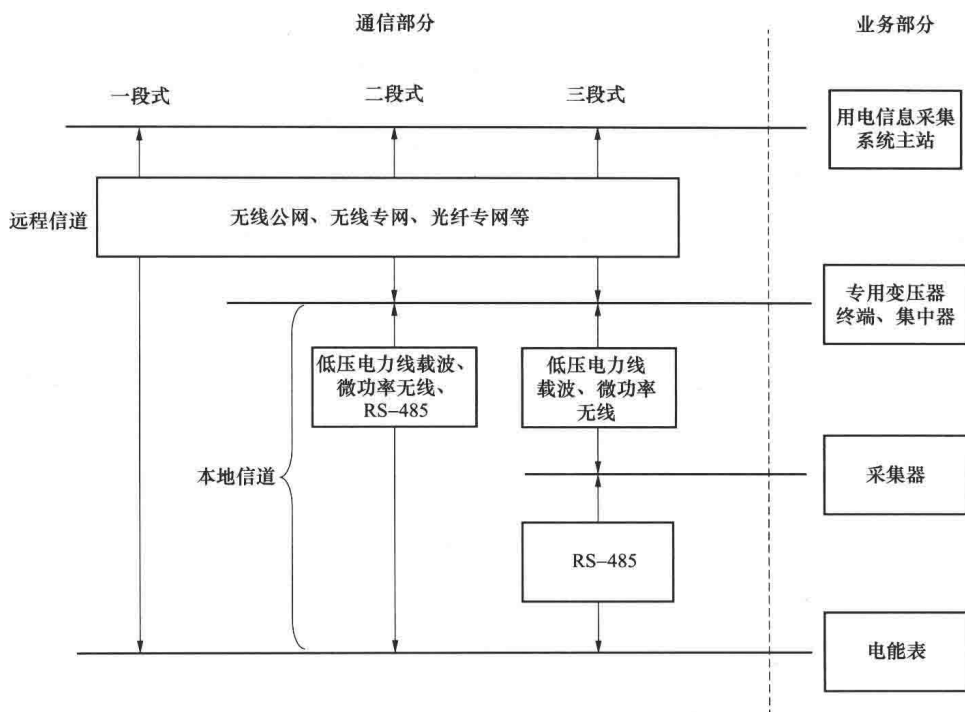


图 1-2 用电信息采集通信方式部署模型