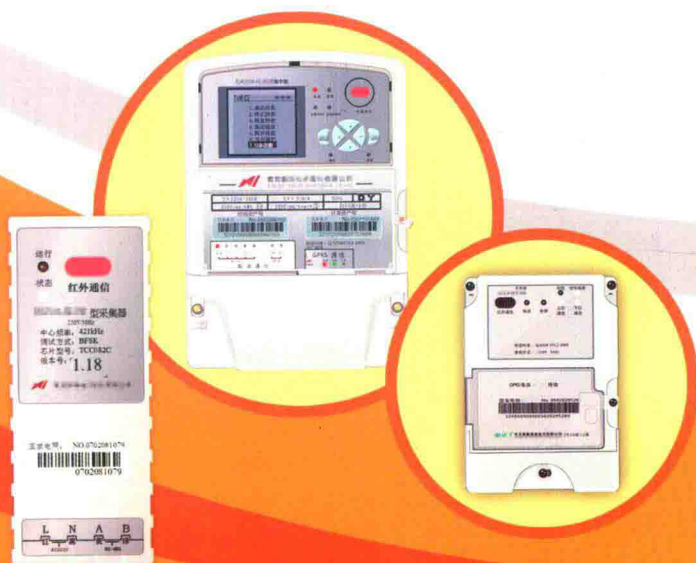


用电信息采集系统 运维故障解析 ——低压采集分册

国网江苏省电力公司电力科学研究院 组编



文字 + 视频 + 虚拟仿真操作

全新的故障排查体验



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

用电信息采集系统 运维故障解析 —— 低压采集分册

国网江苏省电力公司电力科学研究院 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书介绍了用电信息采集系统的组成、通信信道、主要设备等基础知识,讲解了用电信息采集系统(低压用户采集系统)的故障排查方法、标准化作业流程及典型案例。同时,书中融入“互联网+”的元素,读者可扫描二维码获取3D模拟演示信息,也可登录3D仿真培训系统,通过虚拟仿真操作,模拟演练故障排查及处理过程,全方位提升学习效果。

本书可作为电力营销人员解决抄表、核算、收费等实际问题的参考书,也可作为供电企业用电信息采集与监控人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

用电信息采集系统运维故障解析. 低压采集分册/国网江苏省电力公司电力科学研究院组编. —北京:中国电力出版社, 2016. 12

ISBN 978-7-5123-9956-3

I. ①用… II. ①国… III. ①用电管理-管理信息系统-故障修复 IV. ①TM92

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第258857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

2016年12月第一版 2016年12月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 7.625印张 172千字

印数0001-3000册 定价32.00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

编 委 会

主 编 周 玉

编写人员 黄奇峰 寇英刚 郑爱霞 范 洁

钱立军 栾开宁 陈 霄 李 源

解吕晨 王 涓 潘 阳 易永仙

王黎明 祝永晋 李 剑 王 松

前言

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，采集用户端实时用电信息，实现电网与用户的双向互动，其安全可靠运行直接关系到智能电网信息化、自动化、互动化的发展水平。随着采集系统建设规模和覆盖率的逐年提高，其应用层面逐步扩大，应用成效显著提升。但由于用电信息采集系统组成结构复杂、通信方式众多、现场环境多变、设备供应商技术水平参差不齐，且缺少全面、系统的故障现象甄别和处置措施，从而给用电信息采集系统的日常调试及运维工作带来巨大挑战。

为了帮助专业人员提高用电信息采集系统、运行维护和应用水平，更好地适应智能电网条件下用电信息采集工作的要求，江苏省电力公司电力科学研究院根据有关规范、标准，结合各基层单位及设备供应商的故障案例及运维经验，编写了《用电信息采集系统运维故障解析——低压采集分册》一书。

本书以主站、信道、设备为主线介绍了系统组成、通信信道、主要设备等基础知识，通过对故障分析处理、标准作业流程、解析等内容的描述，介绍了用电信息采集系统（低压用户采集系统）的故障排查方法及作业流程；通过对典型案例的解析，使读者加深对故障排查方法的理解。本书中相关案例可通过手机扫描案例右侧的二维码获取 3D 模拟演示信息。同时，

为增强培训效果，江苏省电力公司电力科学研究院联合江苏苏源高科技有限公司等开发了基于互联网的 3D 仿真培训系统，读者可登录仿真培训系统，通过虚拟仿真操作，模拟演练故障排查及处理过程，极大提升了学习效果和实操技能。

本书在编写过程中，得到了江苏苏源高科技有限公司、南京益邦电力科技有限公司、南京光一科技股份有限公司、南京新联电子股份有限公司、深圳友迅达科技股份有限公司、江苏林洋电子股份有限公司、深圳力合微科技股份有限公司、江苏方天科技有限公司的大力协助，也得到许多技能专家的指导，在此表示感谢。限于经验和水平，加之时间仓促，不足之处恳请读者批评指正。

编者

2016 年 11 月

目 录

前言

第一章 用电信息采集系统的组成	1
第一节 系统主站	1
第二节 通信信道	4
第三节 采集设备	13
第四节 采集方案	42
第二章 常见故障分析与处理	48
第一节 常用工器具及材料	48
第二节 主站类常见故障	54
第三节 通信信道故障	66
第三章 采集排障作业流程	127
第一节 采集故障处理标准化作业流程	127
第二节 采集设备更换作业流程	134
第三节 典型故障分析流程	142
第四章 综合案例解析	148
[案例一] 利用网络通信商有线宽带实现采集 设备与主站远程通信	148
[案例二] II型集中器增加光纤信道解决移动信号	152
[案例三] 用电信息采集宽带载波模式提高 采集成功率	157
[案例四] 不同厂家电能表 RS-485 端口电压不一致	

导致采集失败.....	159
[案例五] 电能表 RS-485 端口过电压存在安全 隐患	161
[案例六] 超大台区抄表案例	166
附录	168
附录 A 低压采集现场常见异常汇总表	168
附录 B RS-485 通信工作原理及技术介绍	173
附录 C 载波通信原理及芯片方案介绍	177
附录 D 微功率无线通信原理及优缺点介绍	189
附录 E 电力用户用电信息采集系统施工规范	197
附录 F 设备安装作业标准	220

用电信息采集系统的组成

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，是为实现用电管理和用电智能化而建立的辅助系统。该系统可以采集分析配电变压器和终端用户的用电数据，实现用电监测、负荷管理、线损分析、自动抄表等功能；同时，该系统也可以连接营销各业务应用系统，有效推进分时电价、阶梯电价等电费控制策略，实现现代化、智能化的电力营销。用电信息采集系统主要由系统主站、通信信道、采集设备、智能电能表等设备组成，系统结构如图 1-1 所示。

第一节 系 统 主 站

用电信息采集系统主站是能定时或随时采集智能电能表的电能数据，与采集终端进行数据信息交换、数据统计分析及业务应用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。用电信息采集系统主站软件由业务应用子系统、采集前置子系统、系统接口子系统和系统数据库组成。

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。目前国家电网公司以集中式运行及管理为主要推广模式。

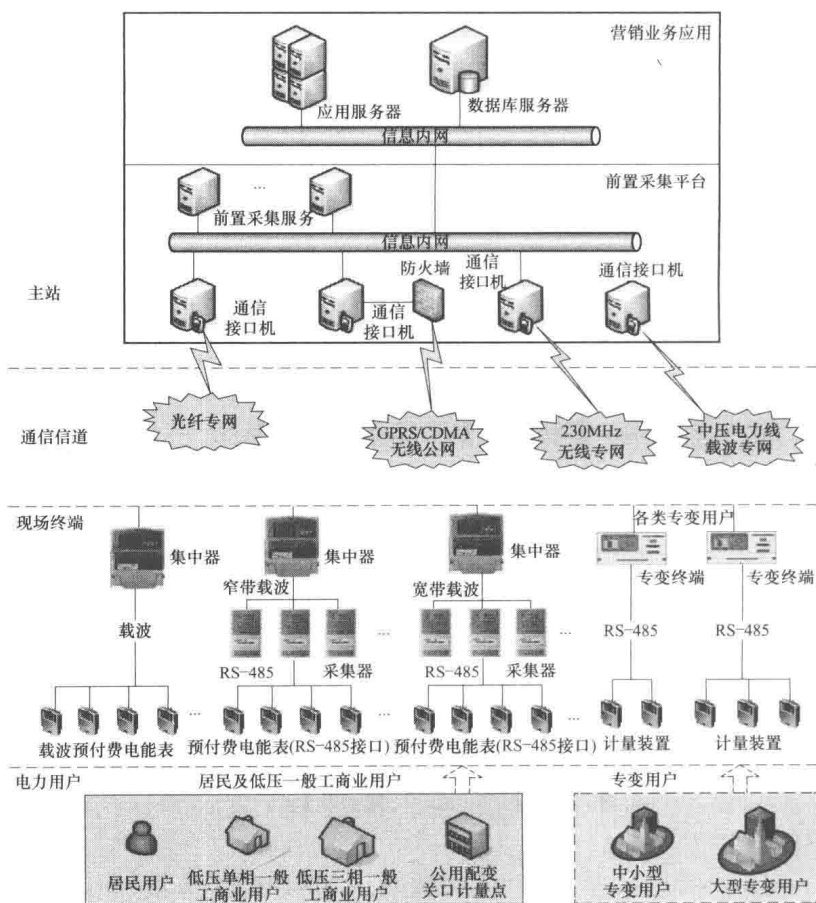


图 1-1 用电信息采集系统架构

按照国家电网公司“统一用电信息采集系统标准，逐步建成集中、统一的用电信息采集平台”的要求，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，如图 1-2 所示。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、负荷控制、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



用电信息采
集系统架构

和密码管理等。以无线公用通信网络、无线 230MHz 专用通信网络、光纤网、电力线和 RS-485 总线、微功率无线为主要通信载体，通过多种通信方式实现与现场终端之间的数据通信。

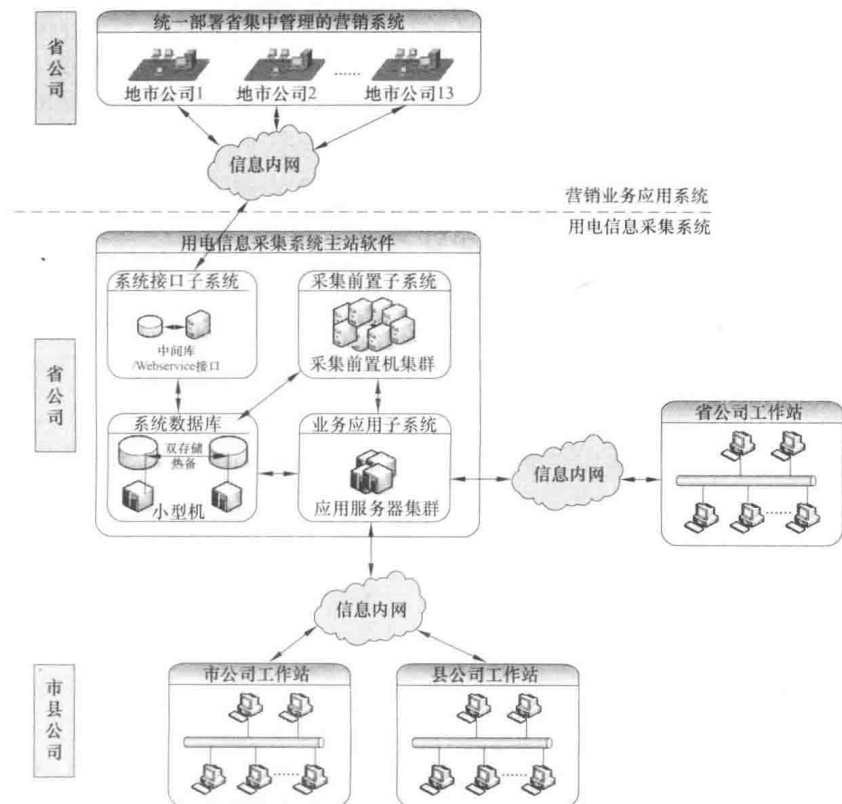


图 1-2 用电信息采集系统与营销业务应用系统的连接与共享

一、业务应用子系统

依据《国家电网公司用电信息采集系统主站软件标准化设计》，结合实际用电信息采集业务的要求设计业务应用子系统，满足省、市、县三个层次的实用化应用要求及采集业务发展需求，为业务应用中的相关业务提供用户用电信息和用电控制手段。

二、采集前置子系统

采集前置子系统通过公用无线网络、无线 230MHz 专用通信网络、光纤等多种通信信道，对大型专变用户、中小型专变用户、一般工商业用户、低压居民用户和配变关口计量点等数据采集终端的手动、自动数据进行采集，实现用户数据的应用。

三、系统接口子系统

系统接口子系统根据国家电网公司电力用户用电信息采集系统主站软件接口数据模型设计，用电信息采集系统需要从营销业务、运营监控、运维检修等应用系统中获取用户档案、电网信息、组织信息等数据，同时采集系统还将采集到的数据提供给相关应用系统使用。

四、系统数据库

系统数据库根据国家电网公司电力用户用电信息采集系统数据模型设计的要求，结合用电信息采集系统采集大型专变用户、中小型专变用户、一般工商业用户、低压居民用户和配变关口计量点各类电能信息的需求，满足现有业务应用发展的需要和不断增长的用户用电信息需求。

第二节 通 信 信 道

通信信道是用电信息采集系统的关键组成部分，也是连接系统主站、低压采集设备和智能电能表的唯一纽带，包括远程通信信道和本地通信信道。

一、远程通信信道

远程通信信道是指集中抄表终端与系统主站之间的通信信道，目前比较成熟的低压用户用电信息采集系统远程通信主要有电力光纤专网和无线公网两种。

1. 电力光纤专网

对于已通过光纤接入网络的电力用户，光纤专网信道管理

通过光纤网络直接与终端建立通信连接,管理终端通信连接,并与终端进行参数及数据的交互。

2. 无线公网

对于主站与终端以无线公网 GPRS/CDMA (TD-LTE/FDD-LTE) 为信息交互方式的电力用户,通信信道管理功能利用通信接口服务器通过防火墙连接公网无线通信网络,建立远程通信连接,通过通信接口服务器的通信服务与终端进行通信,采集用电信息数据。

二、本地通信信道

在用电信息采集系统中,通常将集中器到采集器、集中器到智能电能表、采集器到智能电能表之间的通信信道称为本地通信信道,其通信质量影响整个用电信息采集系统的采集效果。目前在用电信息采集系统中应用比较成熟的本地通信信道模式主要有 RS-485 总线、低压电力线载波和微功率无线三种。在此基础上还延伸出微功率无线与低压电力线载波相结合、低压电力线宽带载波与低压电力线窄带载波的双模通信模式。

1. RS-485 总线

RS-485 是一种串行数据接口标准,由电子工业协会 (electronic industries association, EIA) 制定并发布。理论上 RS-485 标准接口的最大传输距离约为 1200m,最大传输速率为 1Mbit/s。实际应用中,RS-485 总线技术通常采用两条差分电压信号线进行信号传输。它由主机、从机和连接电缆组成,传输介质为双绞线,因此具有较高共模噪声抑制的特点,在用电信息采集系统中得到了广泛应用。在用电信息采集系统的实际应用中,一般的传输速率为 1200bit/s 或 2400bit/s,距离在 1000m 以内。RS-485 总线通信系统结构如图 1-3 所示。

RS-485 总线作为一种多点差分数据传输的电气规范,已成为业界应用最为广泛的标准通信接口之一,其电气性能如表 1-1 所示。这种通信接口允许在简单的一对双绞线上进行多点双向通信,它所具有的噪声抑制能力、数据传输速率、电缆长

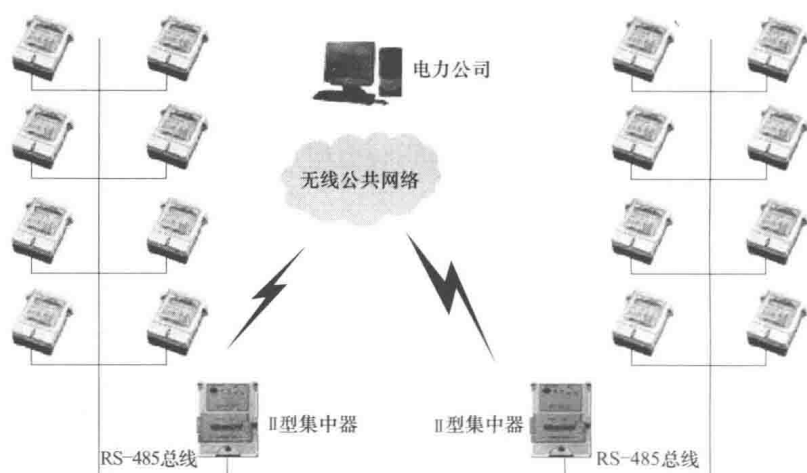


图 1-3 RS-485 总线通信系统结构图

度及可靠性是其他标准无法比拟的，其优缺点如表 1-2 所示。正因为此，许多不同领域都采用 RS-485 总线作为数据传输链路，如电力系统、汽车电子、电信设备局域网、智能楼宇等，都经常可以见到具有 RS-485 接口电路的设备。这项标准得到广泛接受的另外一个原因是它的通用性：RS-485 标准只对接口的电气特性作出规定，而不涉及接插件电缆或协议，在此基础上用户可以建立自己的高层通信协议等。

表 1-1 RS-485 总线电气性能

性能指标	RS-485 总线
工作模式	差分传输（平衡传输）
允许的收发器数目	32（受芯片驱动能力限制）
最大电缆长度（m）	1219
最高数据速率（Mbit/s）	10
最小驱动输出电压范围（V）	± 1.5
最大驱动输出电压范围（V）	± 5

表 1-2

RS-485 通信优缺点对比表

优点	缺点
(1) 通信速率高, 可满足四表合一大数据量的承载需求; (2) 采用差分信号进行数据传输, 抗干扰能力强; (3) 通信稳定, 只要双绞线不出现故障, 一般都可保证通信成功率	(1) 总线的通信容量较少, 理论上最多仅允许接入 32 个设备, 不适于以楼宇为节点的多用户容量要求。 (2) 通信速率低, 常用波特率为 9600bit/s; 而且其速率与通信距离有直接关系, 当达到数百米以上通信距离时, 其可靠通信速率 < 1200bit/s。 (3) 总线构成的网络只能以串行布线, 不能构成星形等任意分支。串行布线对于小区实际布线设计及施工造成很大难度, 不遵循串行布线规则又将大大降低通信的稳定性。 (4) 总线通常不带隔离, 网络上某一节点出现故障时会导致系统整体或局部的瘫痪, 且难以判断其故障位置。 (5) RS-485 总线长距离传输 (1200m 以上) 时一般暴露于户外, 极易因为雷击等原因引入过电压。RS-485 收发器工作电压较低 (5V 左右), 其本身耐压也非常低 (-7~+12V)。一旦过压引入, 就会击穿损坏。通信节点受损后无法恢复, 因此必须采取多种保护措施

2. 低压电力线载波

电力线载波是指利用工频强电的电力线传输高频弱电信号的通信技术, 具有电力供应与通信介质统一的特点, 能够充分利用电力线路和频率资源, 工程实施简单, 因此在用电信息采集系统中普遍采用低压电力线载波通信作为本地信道。电力线载波通信一般使用 3~500kHz 或 2~30MHz 的电力线频谱资源, 数据传输速率可达 1kbit/s 以上, 在用电信息采集系统的通信技术中占比达 70% 以上。电力线载波通信技术分为窄带载波和宽带载波两种: 窄带电力线通信的带宽为 3~500kHz, 通信速率小于 1Mbit/s; 宽带电力线通信的基本频带为 1~20MHz, 扩展频带为 3~100MHz, 通信速率大于 1Mbit/s。低压电力线载波通信系统结构如图 1-4 所示。

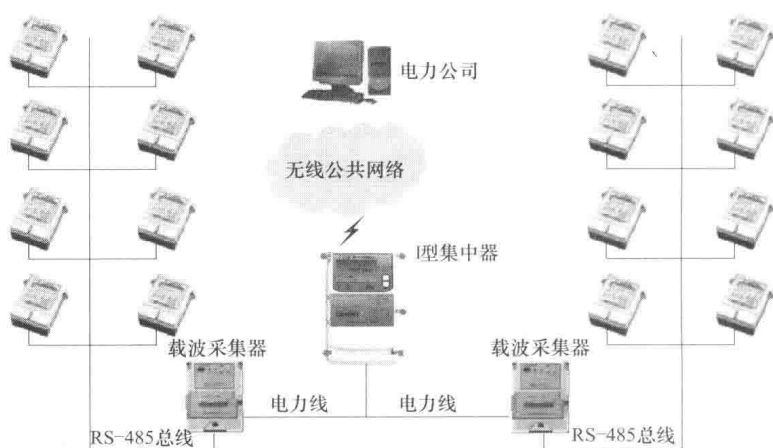


图 1-4 低压电力线载波通信系统结构图

载波通信采用的物理层通信技术主要是扩频和正交频分复用（OFDM）技术，这两种技术近几年得到快速发展，都具有抗干扰能力强、通信速率高的优点，适用于以低压电力线为传输媒介的场合。低压电力线载波通信的优缺点如表 1-3 所示。

表 1-3 低压电力线载波通信优缺点对比表

优点	缺点
(1) 依托电力线，无需敷设通信链路，节省施工成本； (2) 可引入电力台区管理模式	(1) 自身需要配备外接电源； (2) 通信性能受电网噪声干扰

然而，低压配电网存在信号衰减大、线路阻抗实时变化、噪声干扰强等不利因素，是一个通信环境非常恶劣的通信信道。在线路干扰严重时通信成功率无法保证，通信速率也较低，因此还需要深入研究。

3. 微功率无线

微功率无线通信（发射功率一般在 100mW 以下的无线通信）通过微功率无线电通信模块发射和接收信息。采用自组织网络结构，具有典型的 MESH 网状网特征，支持多级中继，支

持多跳的自组织动态组网，扩展了系统的有效覆盖能力。在系统中，子节点不仅可以直接和主节点通信，同时具有数据转发功能，可以为其相邻的子节点转发数据，多个子节点依据自组织网络路由策略构成到主节点的多跳通信链路。

微功率无线通信系统结构如图 1-5 所示，该系统工作于公共计量免申请频段 470~510MHz，采用蜂窝结构的网络覆盖方式，节点在标准开阔场地，点对点通信距离为 100~300m，在每个蜂窝小区范围内支持自组织多跳传输技术 (Ad Hoc & Multi Hop)，使每个蜂窝小区的现实场地有效

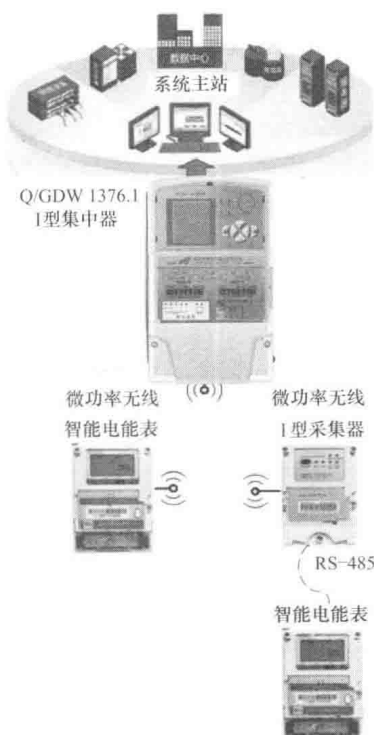


图 1-5 微功率无线通信系统结构图

覆盖半径达到 600（城区楼宇密集区域）~2000m（农村半开阔区域）。

微功率无线自组织网通信系统采用信标法组网模式及全路由算法。信标法组网模式是将传统异步握手协议组网变成同步组网，通过按时隙发送信标帧来实现组网。网络中的节点严格按 TDMA 方式计算发送时隙并转发信标，在组网结束后，再采用 CDMA 方式实现子节点的物理地址分配。

组网完成后，最终得到完整的网络路由拓扑图，如图 1-6 所示。图中的层是中继层的概念，第一层的范围是指可以直接和主节点通信的子节点分布区域，处于该层区域的子节点称为第一层子节点；第二层的范围是指可以和第一层子节点通信的子节点分布的区域，以此类推。