

DIANNENG
XINXI
CAIJIXITONG

电能信息采集系统 运行及维护技术

张 磊 王晓峰 李新家 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电能信息采集系统 运行及维护技术

www.cepp.com.cn

· 内 容 提 要

随着我国电网建设的不断深入,国家电网公司提出坚强智能电网概念,对用电侧电能信息的自动化采集和管理技术提出新的要求。为了顺应新的形势,提高电能信息采集技术系统从业人员的技术能力,特编写了本书。本书主要包括电能信息采集系统的基础知识、电能信息采集系统的建设技术、电能信息采集系统的运行技术、电能信息采集系统的维护技术、电能信息采集系统从业人员的技术知识等,还给出了职业能力自我检测试题及答案。

本书着重介绍最新的电能信息采集系统技术发展研究成果和系统的实用化应用,以及保证系统稳定运行的各类故障检修知识汇总,并配以大量典型系统的实际操作界面和故障检修实例,具有较强的实用性。

本书可作为一般技术人员了解和掌握电能信息采集系统的培训教材,也可供电力企业相关专业人员以及高等院校师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

电能信息采集系统运行及维护技术/张磊,王晓峰,李新家
编著. —北京:中国电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-9376-6

I. 电… II. ①张…②王…③李… III. 电能—管理信息系
统 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 155726 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 284 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

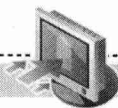
本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

电能信息采集系统运行及维护技术



我国电能信息采集系统的发展大致经历了三个阶段。

第一阶段是以电力负荷控制为主要目的,具有明显的计划用电功能需求的电力负荷管理系统,主要发展时期为1978~1998年。从1978年起,国务院开始正式组织一些科研机构进行电力负荷管理技术的研究。1987年,在石家庄、济南、郑州和南通四城市分别试点,结果表明230MHz无线电控制系统的技术效果较好,国家无委会也划出15对双工频点供负荷管理系统专用。因此在随后的近20年时间内,国内的电力负荷管理系统在技术上也逐渐走向了成熟,信道采用230MHz无线电通信方式,功能上以负荷控制为主,各省、市结合当地实际需求成立了负控管理中心对系统进行建设、运行和维护管理。

随着电力体制改革和电力市场的发展,用电供需矛盾逐步得到了缓解。从1999年开始,电能系统采集系统发展到进入第二阶段。虽然部分地区还会出现季节性的供电短缺,但为顺应电力营销现代化发展要求,电能信息采集系统的主要功能也从负荷控制转化为了用电服务。因此,系统除包含原有功能外,还拓展了用电数据采集、远程抄表、负控预购电、供电质量监测、计量异常监测、负荷数据分析等功能。同时,采集对象也从原来的大用电单位,逐步推广到中小电力用户。对居民用户,则建立了集中抄表系统,实现了对居民电表读数的自动采集和远程传输。这一阶段,采集技术有了较快的发展,通信信道上也采用了除230MHz无线专网以外的多种方式,如电力线载波、GPRS/CDMA公网等,各省市也各自建立了一些采集系统的技术标准和功能规范,运行管理和系统功能上不断得到加强。

从2008年开始,随着国家电网公司“SG186”工程的实施,国家电网公司加大了对电能系统采集系统的研究力度。2009年,国家电网公司提出了坚强智能电网概念,电能信息采集是其中的重要组成部分,系统要实现对所有用电侧电能信息的“全覆盖、全采集”,电能信息采集系统的发展进入第三阶段。最新的电能信息采集系统由国家电网公司统一制定技术标准和功能规范,以全新的管理模式和技术手段使得该系统有了质的飞跃。

本书是在吸取原有各采集系统的运行和管理经验的基础上,按照最新的电能信息采集系统的各类标准和规范,进行整理和汇编而成。主要供从事电能信息采集系统专业工作人员用,也可供有关院校师生参考。

本书在编写和整理过程中,得到了中国电科院、江苏方天电力技术有限公司、南京新联电子有限公司等单位有关技术专家的大力支持和指导,在此表示感谢,并对编写中参阅的有关书刊、文献的作者致以感谢!限于编者水平,书中内容难免有疏漏和不确之处,恳请广大读者批评指正!

编者

2009年10月

目 录

电能信息采集系统运行及维护技术



前言

第1章 电能信息采集系统基础知识	1
1. 电能信息采集系统概述	1
2. 电能信息采集系统发展概况	1
3. 电能信息采集系统的构成	2
3.1 采集系统主站	2
3.2 采集系统信道	4
3.3 电能信息采集终端	11
4. 电能信息采集系统相关术语	17
第2章 电能信息采集系统建设技术	19
1. 系统主站建设	19
1.1 主站系统建设规模	19
1.2 系统硬件及软件配置	19
1.3 主站系统部署方式	22
2. 主站系统信道建设	23
2.1 信道的选建依据	23
2.2 几种典型地域的信道组网方案	23
3. 运行监控主台及通信机房建设	24
3.1 运行监控主台建设	24
3.2 通信机房建设	25
4. 采集终端安装	27
4.1 施工管理要求	27
4.2 施工准备工作	28
4.3 施工技术(通用部分)	31
4.4 施工技术(特殊部分)	36
4.5 施工验收	40
4.6 终端调试	41
第3章 电能信息采集系统运行技术	47
1. 系统运行技术内容	47
1.1 系统管理	47
1.2 采集管理	47
1.3 终端调试	48

1.4 业务功能应用	48
2. 系统管理	49
2.1 系统配置	49
2.2 自动任务配置	60
2.3 系统监控	63
3. 采集管理	65
3.1 自动采集	65
3.2 实时召测	68
3.3 人工补测	72
3.4 数据分析	74
4. 终端调试(主站侧)	76
4.1 档案维护	76
4.2 参数设置	81
4.3 功能调试	99
5. 业务功能应用	116
5.1 营销抄表	116
5.2 预付费操作	118
5.3 计量异常监测	120
5.4 有序用电操作	123
5.5 远程用电检查	125
5.6 负荷预测	131
5.7 自备电厂(发电)管理	132
第4章 电能信息采集系统维护检修技术	134
4.1 系统维护检修的主要工作内容和要求	134
4.1.1 系统巡查	134
4.1.2 终端检修	134
4.2 检修工作的流程和要求	135
4.2.1 检修工作流程	135
4.2.2 检修工作要求	135
4.3 常用检修工具介绍	135
4.3.1 检测仪器	135
4.3.2 软件工具	138
4.3.3 现场检修用掌上电脑	139
4.4 系统监控主站的常见故障及维护	142
4.4.1 前置机通信系统故障维护	142
4.4.2 主控程序系统故障及维护	144
4.5 采集终端常见故障及检修	148
4.5.1 通信类	148

5.2 抄表类	153
5.3 脉冲类	156
5.4 控制类	157
5.5 遥信类	158
5.6 交采类	158
第5章 电能信息采集专业技术人员技能	161
1. 专业人员知识结构	161
1.1 人员专业知识要求	161
1.2 基础知识	162
1.3 专业知识	162
1.4 相关知识	163
2. 专业人员职业技能	164
2.1 基本技能	164
2.2 专业技能	165
2.3 相关技能	167
3. 职业能力自我检测典型试题	167
3.1 选择题	167
3.2 判断题	176
3.3 绘图题	178
3.4 计算题	180
3.5 问答题	183
附录 八单元定向天线、全向天线、复合型天线的主要技术参数	186

电能信息采集系统基础知识

1. 电能信息采集系统概述

电能信息采集系统是实现电能信息采集、用电实时监控、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和负荷管理等功能的大型用电侧信息采集与控制系统。

电能信息采集在西方虽然应用较早,但真正受到重视是在 20 世纪 70 年代石油危机以后。石油危机的出现,使人们真正认识到节能的重要性。负荷控制可以平滑负荷曲线,提高能源利用效率,甚至可以通过合理设计负荷减少电力系统的备用容量,推迟新建电站的建设时间,因而对于电力部门有很大的吸引力。

电力负荷的大小随时间而异。由于工业电能不能存储,电力部门的发电功率必须实时跟踪负荷的变化,即高峰负荷时,必须要有和高峰负荷相当的发电容量,而在低谷负荷时,则要停掉很多机组。这种按最大负荷确定装机容量的做法是很不经济的,而且机组频繁地启动和停止对运行也十分不利。负荷管理就是利用限制负荷或调整部分负荷用电时间的方法控制高峰负荷,减小高峰负荷和低谷负荷的差值,以平滑负荷曲线,即:在电力系统装机容量一定的情况下,通过合理调整用电时间,为更多用户供电;在电力系统负荷增长的情况下,通过合理调整用电时间,推迟新机组的装机时间;在严重缺电,电力供需矛盾突出的情况下,通过将用户分类,能停则停,保证对重点用户供电的可靠性。

如果说 20 世纪 70 年代的石油危机给了配电网自动化和负荷控制强大的推动力,那么 80 年代微电子及微型计算机的发展又为此提供了强有力的手段。目前,负荷控制已经进入了综合配电网自动化和用户自动化两个领域并包含其他功能的配电网综合自动化阶段。这个阶段的主要特点是:应用计算机网络技术构成分层分布监控系统,集电能信息采集、配电网控制、信息管理、电费结算、规划、运行等于一个系统;软件和硬件都采用国际标准;使用具有微处理机的智能终端;将人工智能等新技术用于供电故障点检查及恢复供电操作,提高了供电的可靠性,缩短了故障停电时间;利用地理信息系统对供电设备进行管理等。

目前,我国已投建的电能信息采集系统在节约能源、合理用电、数据采集、预防窃电等方面都取得了可喜的成就。

2. 电能信息采集系统发展概况

我国从 1978 年起,国务院开始正式组织一些科研机构进行电力负荷管理技术的研究,

当时研究的重点是西欧的音频控制技术。1982年,首次从西德BBC公司引进了四套音频控制系统,经试用证明,直接引进装置不能满足中国计划用电的功能要求。于是,国内组织了无线电控制系统的研制,并组织一些单位对国外音频控制装置进行引进、消化和研制工作。1987年,国家正式确定石家庄、济南、郑州和南通四座城市分别为音频和无线电控制系统的试点,结果表明,无线电控制系统的效果较好。1989年底,在郑州召开了“全国计划用电暨电力负荷控制技术推广应用会议”和“全国电力负荷控制装置产品展示会”,并对郑州无线电负荷控制系统进行技术鉴定。该会议显示:经过10多年的研究开发,已初步研制出适合我国国情的无线电、音频、载波、工频方式以及分散型的电力负荷控制装置。同时,由于我国电力负荷控制的特殊性,必须主要依靠自己的力量来开发,并且预示着在一段时期内,无线电力负荷控制系统在中国将占统治地位。会议之后,国家为了提高产品质量,推动该产品的健康发展,积极组织制定产品技术标准,建立检测机构,并通过市场竞争择优汰劣。在随后的近20年时间内,国内的负荷技术进入了高速发展的阶段,负荷系统的生产厂家也逐渐多了起来,国内的电能信息采集系统在技术上也逐渐走向了成熟。为顺应国家电网公司电力营销系统的发展要求,许多地市电力公司也都根据本地区的区域特点和用户分布,各自建立了自己的电能信息采集管理系统。2005年以前,由于电力供应基本一直是以供小于求为主,特别是在夏冬季居民用电高峰时,供电需求矛盾尤为突出,因此前期的负荷管理系统主要是以限制用电为主。随着我国发电装机总容量的增加(2006年我国发电装机总容量已突破6亿kW),虽然部分地区还会出现季节性的供电短缺,但总的来说,用电供需矛盾已经基本上得到了缓解,因此电能信息采集系统的主要职也逐渐从限制用电转化为用电服务。这种管理功能上的转变,就要求新型的负荷管理系统除了包含原有系统的功能外,还应包含实时数据采集、购电控制、供电质量监测、防窃电、负荷数据分析等方面的功能,因此电能信息采集系统逐步开始向电能量实时采集和监控系统过渡。

3. 电能信息采集系统的构成

电能信息采集系统主要由主站系统、信道和采集终端三部分组成。主站是整个系统的管理中枢,由其实现命令下发、终端管理、数据分析、系统维护、外部接口等功能。信道用来实现主站和电能信息采集终端之间通信连接,信道如果有问题,那么实现主站对终端的管理就无从谈起。目前电能信息采集系统中采用的信道主要有230M负荷管理无线专网和GPRS/CDMA无线公网两种。电能信息采集终端实现数据的采集和主台下发命令的执行,其功能包括三遥(遥控、遥信、遥测)、数据采集、交流采样等。电能信息采集系统构成如图1-1所示。

工作中,主站服务器或工作站下发操作命令,经由前置机编码后将命令转发到通信信道上,电能信息采集终端从通信网络上获取命令帧,解码后进行相应的命令操作,并将操作的结果经由通信信道反馈到主站系统。

3.1 采集系统主站

主站系统是电能信息采集系统的指挥中心和负荷调度中心,同时又是数据采集和数据处理中心。主站系统功能是由硬件和软件共同完成的,所以主站的硬件设备及软件系统的质量

将直接决定系统的稳定性和可靠性，因此主站的机构、设备选型和系统软件质量是实现系统功能和系统可靠性的重要因素。

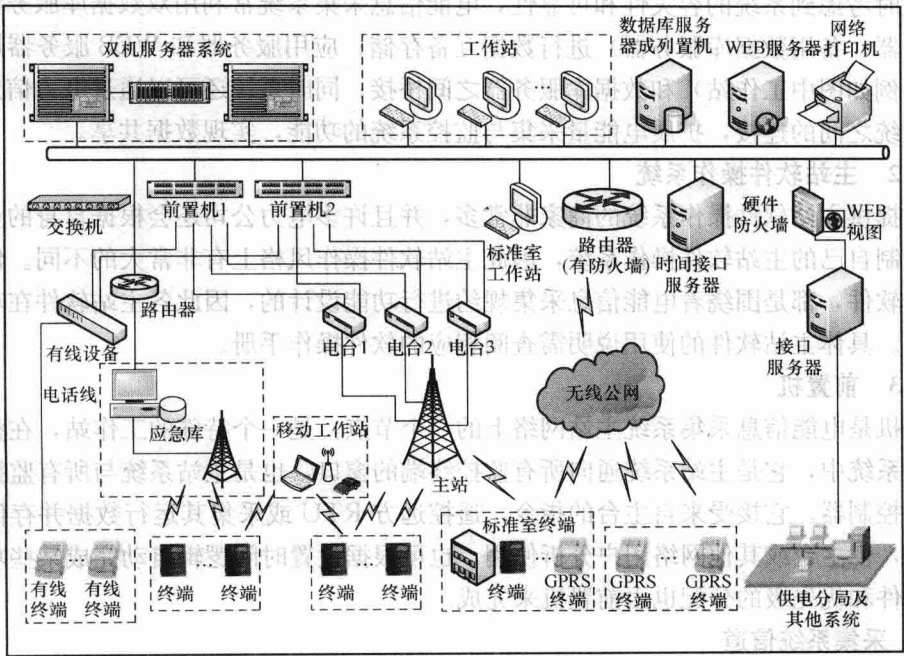


图 1-1 电能信息采集系统构成

3.1.1 主站系统拓扑结构

主站系统一般由前置机、服务器、工作站、UPS 电源等组成，其网络拓扑如图 1-2 所示。

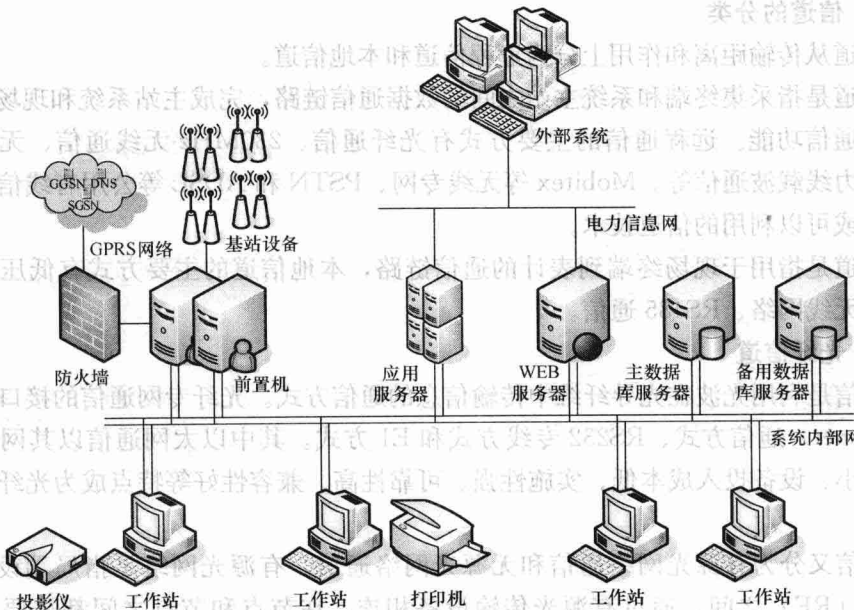


图 1-2 主站系统网络拓扑

主站系统中：防火墙用来实现对来自公网数据的过滤，防止非法访问和网络攻击；前置机用来负责主站网络与基站设备及 GPRS 网络的数据通信；工作站用来进行系统业务上的操作；同时考虑到系统的容灾性和可靠性，电能信息采集系统常利用双数据库服务器（主数据库服务器、备用数据库服务器）进行数据互备存储；应用服务器和 WEB 服务器用来实现客户端（例如图中工作站）和数据库服务器之间桥接；同时系统还可以通过电力信息网实现与外部系统之间的连接，扩展电能量采集与监控系统的功能，实现数据共享。

3.1.2 主站软件操作系统

目前提供主站软件操作系统的商家非常多，并且许多电力公司还会根据自身的业务需要增加或定制自己的主站软件操作系统，因此主站软件操作风格上有非常大的不同。但无论是哪种主站软件，都是围绕着电能信息采集规约进行功能设计的，因此各主站软件在功能上都是相似的。具体主站软件的使用说明需查阅相应的软件操作手册。

3.1.3 前置机

前置机是电能信息采集系统主站网络上的一个节点，是一个特殊的工作站，在整个电能信息采集系统中，它是主站系统通向所有监控终端的窗口，也是主站系统与所有监控终端通信的通信控制器。它接受来自主台的指令，遥控远方 RTU 或采集其运行数据并存储到网络数据库内，供主台或其他网络用户分析使用，也可根据设置时间逻辑自动完成某些功能。同时，对事件和优先级的分配也由前置机来完成。

3.2 采集系统信道

电能信息采集系统通信信道是连接主站系统和现场采集终端之间的信息通道，要求其稳定地构建起系统主站、采集传输终端、电能表之间的通信连接，确保采集终端实时、准确地响应主站系统命令。随着电能信息采集系统网络技术的完善，通信技术的日趋成熟，可用的通信信道也得到了迅速发展。

3.2.1 信道的分类

通信信道从传输距离和作用上分为远程信道和本地信道。

远程信道是指采集终端和系统主站之间的数据通信链路，完成主站系统和现场终端之间的数据传输通信功能。远程通信的主要方式有光纤通信、230MHz 无线通信、无线公网通信、中压电力线载波通信等。Mobitex 等无线专网、PSTN 和 ADSL 等公用有线信道等也是近年来发展或可以利用的信道技术。

本地信道是指用于现场终端到表计的通信链路，本地信道的主要方式有低压电力线载波、微功率无线网络、RS485 通信。

3.2.2 光纤信道

光纤通信是利用光波在光导纤维中传输信息的通信方式。光纤专网通信的接口方式有以太网（Ethernet）通信方式、RS232 专线方式和 E1 方式。其中以太网通信以其网络结构简单、维护量小、设备投入成本低、实施性强、可靠性高、兼容性好等特点成为光纤专网通信的首选。

光纤通信又分为有源光网络通信和无源光网络通信。有源光网络是指局端设备（CE）和远端设备（RE）之间，通过有源光传输设备相连，在节点和节点之间都需要经过光—电—光的转换。有源光网络主要有 SDH、光交换机、光 Modem 等三种。目前的有源光网络

有很多应用,如 SDH 网络,适于构建主干的传输网络。无源光网络(PON)作为一种新兴的宽带接入光纤技术,其在光分支点不需要节点设备,只需安装一个简单的光分支器即可,因此具有节省光缆资源、带宽资源共享、节省机房投资、设备安全性高、建网速度快、综合建网成本低等优点。

无源光网络(PON)远程信道的典型应用架构如图 1-3 所示。

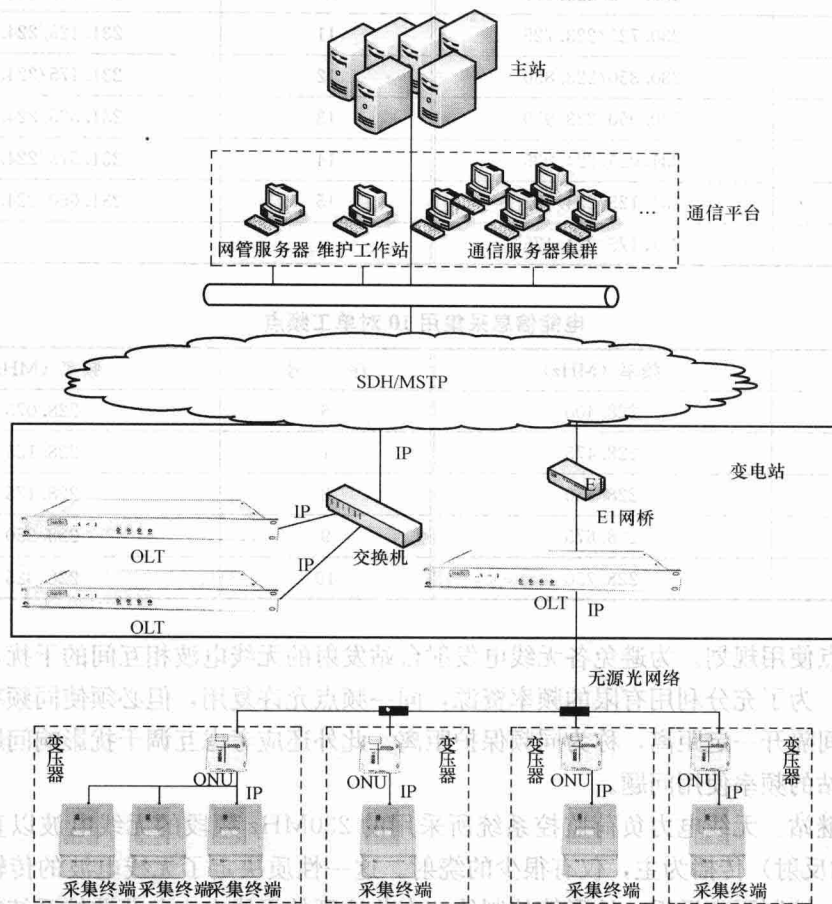


图 1-3 无源光网络(PON)远程信道的典型应用架构

3.2.3 230MHz 电能信息采集通信专网

无线电频率也是一种自然资源,应充分予以利用。但是,由于大家都要使用,就需要加以管理。在全国范围内,无线电频率资源的分配和管理由国家无线电管理委员会(简称国家无委)及其在各级地方管理委员会负责。国家无委指配给电力电能信息采集用频率在 223~231MHz 频段,其中单工频率 10 个频点;双工频率 15 对频点,收、发间隔为 7MHz,主站系统采取高发低收方式与终端或中继站通信。国家无委还规定发射功率一般应小于或等于 25W,如果工作上确有需要,特殊情况下可以加大到 50W,规定的调制方式为 2FSK/FM。各市(地)在建立无线电电能信息采集系统时,必须根据指配的频率点向网、省局和当地无委提出使用申请,获得批准后才能向厂家订货。国家无委和各级地方无委保护这些频点不得用于其他目的,各级供用电部门也不得将这些频点用于其他系统。

国家无委分配给电能信息采集用的 15 对双工频点见表 1-1, 10 对单工频点见表 1-2。

表 1-1 电能信息采集用 15 对双工频点

序 号	频率 (MHz)	序 号	频率 (MHz)
1	230.525/223.525	9	231.225/224.225
2	230.675/223.675	10	231.325/224.325
3	230.725/223.725	11	231.425/224.425
4	230.850/223.850	12	231.475/224.475
5	230.950/223.950	13	231.525/224.525
6	231.025/224.025	14	231.575/224.575
7	231.125/224.125	15	231.650/224.650
8	231.175/224.175		

表 1-2 电能信息采集用 10 对单工频点

序 号	频率 (MHz)	序 号	频率 (MHz)
1	228.400	6	228.075
2	228.475	7	228.125
3	228.550	8	228.175
4	228.675	9	228.250
5	228.750	10	228.325

(1) 频点使用规划。为避免各无线电发射台站发射的无线电波相互间的干扰, 应作好频点使用规划。为了充分利用有限的频率资源, 同一频点允许复用, 但必须使同频率的两个无线电台之间间隔开一定距离, 称为同频保护距离。此外还应考虑互调干扰影响问题, 以及中继站与二级站的频率使用问题。

(2) 中继站。无线电力负荷监控系统所采用的 230MHz 频段的无线电波以直射和反射(地表物体的反射)传播为主, 仅有很少的绕射。这一性质决定了无线电波的传输必然要受控制面大小、控制距离远近、地形等的制约。有些地区的无线电力负荷监控系统需要建立若干个中继站, 中心控制台控制不到的电力用户可以通过中继站实现控制。目前, 使用中继站有两种情况:

1) 部分电力用户在中心控制台服务区外, 需要通过中继站进行控制。

2) 中心控制台天线高度不够, 需要将中心控制台天线架设在较高的位置, 此时中心控制台不直接和用户通信。

中继站由全双工电台、稳压电源、控制分机、天馈线, UPS 电源等组成。

(3) 调制/解调。调制是指将数字信号转换为模拟信号, 解调是指将模拟信号解析为数字信号, 因此解调是调制的逆过程。电能信息采集系统中前置机将主台命令信息转发到数传电台, 该信息为数字信息; 数传电台首先对接收到的信息进行模拟调制, 然后经由天线发射出去; 终端电台收到主台下发的信息后, 先对信息进行数字解调, 再将解调好的数字信号传递给终端进行执行。

(4) 噪声干扰。任何通信系统因存在噪声,使得发送信号功率的最小值受到限制。无线电力电能信息采集系统能够可靠运行,决定于信号及其传输过程中的各种噪声和干扰的比值,即所谓的信噪比。噪声从来源上可以分为环境噪声和人为干扰两类。其中环境噪声有大气噪声、银河系噪声、太阳系噪声等,人为干扰有汽车及其他发动机点火系统火花噪声、电力线干扰、工业、科学、医疗及家用电器干扰、通信系统相互干扰等。经科学研究认为:在100MHz以下频段的噪声中,各种自然噪声所占份额较高;而在100MHz以上频段的噪声中,起主要作用的是人为干扰噪声。因此在我国电能信息采集系统的噪声中,人为干扰和接收机的热噪声占主要因素。

3.2.4 GPRS/CDMA 公网通信

GPRS是一种新型的移动数据通信业务,是中国移动在完善优化GPRS网络建设过程中推出的第2代通信技术,它在目前GPRS网络的基础上进一步升级了无线接口,使其支持高速补充业务信道,从而可实现高速互联网接入服务。GPRS无线数据传输上的技术优势主要表现在:①资源利用率高;②传输速率高;③接入时间短;④支持IP协议和X.25协议。但目前的GPRS网络还存在一些应用上的不足,表现在:①GPRS会发生丢包失现象;②实际速率比理论值低;③存在转接时延;④网络资费过高。

CDMA无线数据传输系统以中国联通CDMA网络为通信平台,通过无线数据传输终端设备(CDMA DTU),提供透明数据传输通道,满足电力行业用户数据传输的应用需求。CDMA无线通信网络的特点主要有:①透明数据传输,CDMA DTU直接提供RS-232/485接口,为用户的数据设备提供透明传输通道;②永远在线,一开机就能自动登录到CDMA网络上,并与数据中心建立通信链路;③按流量计费;④高速传输。CDMA 1X网络传输速率最大达到153.6kbit/s。但目前CDMA无线网络通信在工程应用上还存在一定的不足,表现在:①网络覆盖范围较弱;②CDMA数据业务容量有限。

3.2.5 中压载波

中压载波数据传输原理如图1-4所示,是在变压器的中压侧安装耦合器,将高频信号注入到中压线路中,沿着中压线路传输到变电站;变电站同样安装中压耦合器,从中压线路中解调出高频信号,实现从变电站到变压器的通信通道连接。

载波设备是通过耦合器与电力线路交换数据的,由耦合器完成强电与弱电的变换。载波设备不直接接入电力线路中,因此使用是安全的。载波设备与耦合器的性能指标必须完全符合电力线路的运行要求,不对电力线路的运行产生影响,同时电磁辐射也必须符合国家相关标准。实现方法有通过FSK、PSK、OFDM等几种调制方式。

根据网络频谱分配,中压电力线载波通信频段在10~500kHz,避开中压电网远程控制频段/频点。载波带宽应该在4~400kHz之间选择。在中压电网中的两载波通信设备距离最大值约为15km。

3.2.6 低压载波

低压载波又称电力线载波通信,是将信息调制为高频信号并耦合至电力线路,利用电力线路作为介质进行通信的技术。目前低压载波可分为窄带电力线载波和宽带电力线载波两种。

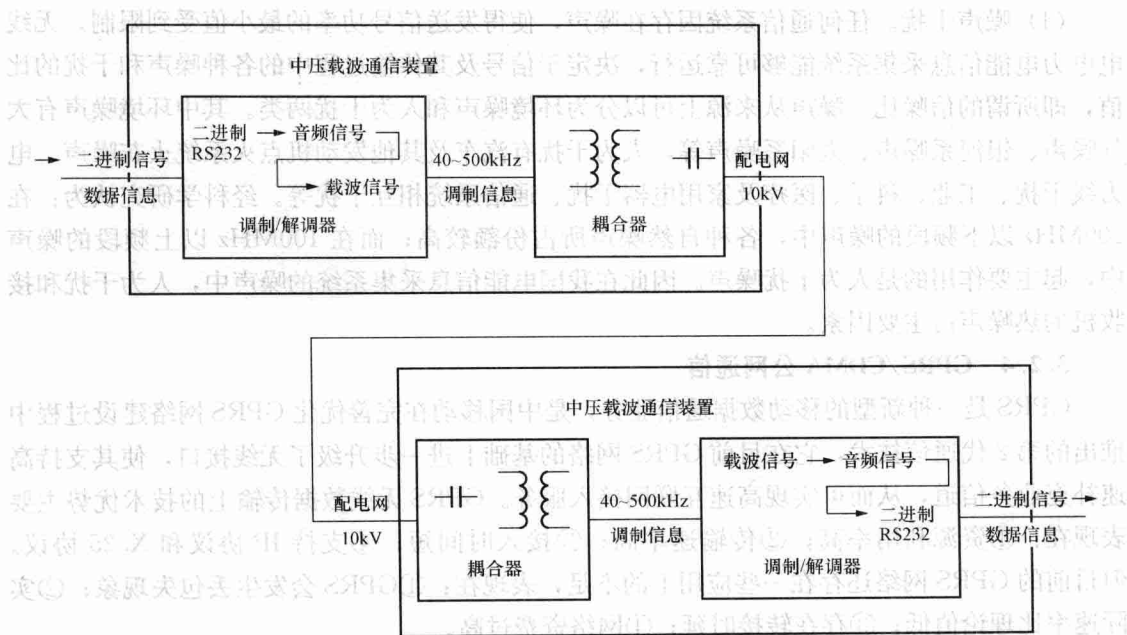


图 1-4 中压载波数据传输原理

3.2.6.1 窄带电力线载波

低压窄带载波通信是指载波信号频率范围 $\leq 500\text{kHz}$ 的低压电力线载波通信。DL/T 698《低压电力用户集中抄表系统技术条件》规定载波信号频率范围为 $3\sim 500\text{kHz}$ ，优先选择 IEC 61000-3-8 规定的电力部门专用频带 $9\sim 95\text{kHz}$ 。载波通信调制方式（ASK、FSK、PSK），是将信息调制到载波信号的幅度、频率、相位三种参数上，采用窄带滤波技术滤除有效信号频带之外的各种噪声。但对于电力线信道这样具有时变的衰减性的恶劣信道，性能不能满足应用要求。因此普遍采用了多种基于高速数字信号处理技术的方法（如直序扩频、线性调频、跳频扩频、过零检测）来提高通信性能。

3.2.6.2 宽带电力线载波

宽带电力线载波通信调制技术将可用信道带宽分为多个正交的子信道，由于子信道的窄带特性，各个子信道呈现相对线性和平坦特性，可以认为在每个子信道内的衰减和群延时是常数，可以看作是一个理想信道，因此实现起来就很容易，也能保证可靠地传输。子信道正交及自适应调制可以获得高的调制效率。子信道正交可以避免信道间干扰，子信道根据信道特性采用自适应调制，可以忽略衰减或干扰严重的一个或一些子频带，在余下的频带上实现无差错工作。

宽带电力线载波技术还处于发展阶段，目前没有统一标准，几个 PLC 联盟（如 HPA、UPA 等）各自均有不同原理的芯片推出，技术变化和进步较快，相互之间不能兼容。

3.2.7 微功率无线电

微功率无线电又称无线传感器网络 WSN（Wireless Sensor Networks）技术，属于一门综合性技术，它综合了传感器技术、嵌入式系统技术、网络无线通信技术、分布式信息处理技术等，能够通过各类集成化的微型传感器节点实时监测、感知和采集各种环境或监测对象

的信息,而每个传感器节点都具有无线通信功能,并组成一个无线网络,将测量数据通过自组多跳的无线网络方式传送到监控中心。

一般意义上,只要通信收发双方通过无线电波传输信息,并且传输距离限制在较短的范围内,就可以称为微功率无线通信,如 WPAN、UWB、WIFI、BlueThooth 等,其中 RobuNet、ZigBee 在低压抄表中已有应用。微功率无线通信通常采用数字信号单片射频收发芯片把要发送的数据信号通过调制、解调、放大、滤波等数字处理后转换为高频交流的电磁波进行传输。低成本、低功耗和对等通信,是微功率无线通信技术的三个重要特征和优势。

WSN 无线传输频段可使用 433MHz ISM 频段 (868、915MHz 在我国不允许使用),也可采用国家民用无线电计量仪表使用频段 470~510MHz,无线空中通信速度 4.8~38.4kbit/s,无线设备的发射功率应符合国家相关标准,通信距离空旷地为 500~1000m。

短距离无线通信可以采用 FSK、ASK、DSSS、CSS 或其他方式进行调制,优先选用抗干扰性强、保密性好、速率高的调制方式。

3.2.8 RS485 通信

RS485 是用于串口通信的接口标准,由 RS232、RS422 发展而来,属于物理层的协议标准。

RS485 采用平衡发送和差分接收方式来实现通信:发送端将串行口的 TTL 电平信号转换成差分信号两路输出,经传输后在接收端将差分信号还原为 TTL 电平信号。两条信号线为双绞线或同轴电缆,实现了基于单对平衡线的多点、双向半双工通信链路。

RS485 主机与从机之间的连接如图 1-5 所示。

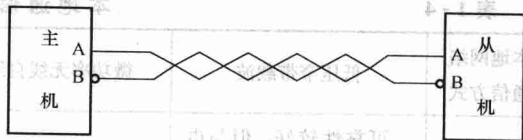


图 1-5 RS485 主从站之间的连接方式

3.2.9 Mobitex 无线专网

Mobitex 无线专网是一种基于 Mobitex 技术构建的无线窄带分组数据通信系统。Mobitex 技术为蜂窝式分组交换专用数据通信网技术,主要用于短距离传输突发性数据。Mobitex 无线专网中的信道为公共资源,系统中的用户共享信道资源,用户只在通信时才占用信道资源。Mobitex 在其协议中采用了多重安全和确认机制,确保信息传输安全可靠。Mobitex 工作频段(中国)为下行 821~825MHz,上行 866~870MHz;相邻频道间隔为 12.5kHz,用户数据速率上、下行均为 8kbit/s,因而其频谱利用率为 0.64bit/Hz;随机差错控制方式采用 (12, 8) 汉明码,突发差错控制方式采用交织编码(深度 21bit)。Mobitex 的频带可以分配,现在已有使用 230MHz 频段的 Mobitex 系统,不需要再进行无线频率申请,可以作为一种和 230MHz 无线专网互补和替代的技术使用。

3.2.10 PSTN 和 ADSL 等公用有线信道

ADSL、PSTN 等有线数据传输网是依托中国电信 ATM 网络,实现远程终端数据传输的通信网络,是对现有 230M、GPRS 等通信资源的一种有效补充。

3.2.11 各类通信信道优缺点比较

远程通信信道各传输方式的比较见表 1-3,本地通信信道各传输方式的比较见表 1-4。

表 1-3 远程通信方式比较

传输方式	光纤专网	无线专网	中压载波	GPRS/CDMA
建设成本	光纤建设及硬件设备成本高	成本较低	成本较低	成本极低
运行维护	维护费用低，多重业务综合应用	维护费用较低	维护费用较高	第三方维护，按流量收费，运行成本高，受制于人
容量	容量巨大	容量有限	容量极低	容量不受限制
可靠性	高速，高可靠性	可靠性较好	可靠性较差	速率较高，并发量大，可靠性较好
信息安全	专网运行，安全性高	无线专网运行，安全性较高	专网运行，安全性高	公网的专线信道，安全性较差
影响因素	完全不受电磁干扰和天气影响	受电磁干扰、地形影响大	受电网负载和结构影响大	受具备信道容量影响
通信实时性	二层通信，网络实时性强	单次通信快速，但为轮询工作方式，速率低，采集数据性差	轮询工作方式，实时性差	并发工作，有传输延时，采集数据实时性高

表 1-4 本地通信方式比较

本地网络通信方式	低压窄带载波	微功率无线自组网	RS485 总线	低压宽带载波
通信可靠性	可靠性较好，但与电网特性的变化相关	可靠性较高	可靠性很高	可靠性较高
传输速率	通常为 300bit/s 以上、1200bit/s 以下；单帧有效数据载荷小，支持三相多功能表大数据量困难	几十 kbps；单帧有效数据载荷可达 1600bit/s 以上，可支持三相多功能表大数据量	1200~9600bit/s	>512kbit/s
通信实时性（基于一次采集成功率）	一般	较好	较好	较好
安装，调试和运行维护	电力线即为通信线，安装方便；电网信号质量好时调试和维护量较小	无需布线；无线组网较易实现智能化，安装，调试和运行维护量较小	建筑物内各用户之间或现场楼群之间铺设通信线，对已建成社区安装工作量较大	电力线即为通信线，安装方便，但由于通信距离受限，可能需加装中继
影响因素	受负载特性及特性随时间变化的影响，需要组网优化	天线有被人为损坏的可能	线路易受损，故障定位和恢复困难	高频信号衰减较快，在长距离通信中需要中继组网