

用电信息采集系统信道建设研究

李赋欣 徐厚东 佟如意

(国网四川省电力公司 四川 成都 610041)

摘要:通过对主流用电信息采集系统通信技术方案的比较分析,提出了适合各类电力用户的用电信息采集通信组网方案,确保科学组网、可靠通信。

关键词:用电信息;采集;通信;组网

Abstract: Through the comparison and analysis among the communication technology schemes of main electricity information acquisition system, the communication networking schemes of electricity information acquisition for power consumers of all kinds are put forward so as to ensure the scientific networking and reliable communication.

Key words: electricity information; acquisition; communication; networking

中图分类号: TM769 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2013)06-0046-04

0 引言

近年,国家电网公司加快用电信息采集系统(以下简称采集系统)建设,在为电费结算、线损分析、市场分析与节能服务、计量管理、客户服务、用电检查等营销业务提供强大技术支撑基础上,还将为规划、调度、配电网等专业提供有效数据资源,实现“用电信息采集成果在电网规划、安全生产、经营管理、优质服务工作中得到全面应用”建设目标。

采集系统主要由主站、终端和通信信道(包含远程和本地通信两部分)3部分构成,但在建设过程中,如何随着通信技术进步不断优化采集通信手段,提高通信成功率,解决大数据量的双向交互,一直是采集系统推广建设中面临的问题。为此,国家电网公司在智能电网的框架下对用电采集系统的各个环节的技术事项作了原则性的规定,这就需要各个省(市)电力公司在国家电网公司统一技术标准的前提下,选择合适的通信技术建设自己的用电采集系统。

1 采集系统建设现状

1.1 国外用电信息采集系统建设情况

在欧洲,用电采集系统项目建设进展迅速,意大利、瑞典几乎所有家庭都安装了智能电表,英国、法

国等西欧国家正积极推进智能电表建设,已基本实现了工商用户和部分居民用户的用电信息自动采集。在美国,全美20个州超过一半用户正在使用智能电表。在日本,智能电表建设主要集中在关西地区,大地震引发核电危机后,为有效控制用电需求,智能电表建设步伐加快趋势明显。

采集系统通信方面,国外远程信道主要是光纤(以太网)组网技术为主与无线公网并存局面,其中美国是以光纤为主。本地信道方面,美国推广建设的智能电表基本是以 Zigbee 智能表,其本地通信大量采用微功率无线方式,英国、澳大利亚、印度主流应用也是 Zigbee 微功率无线技术。西欧国家中,由于其低压电力网上存在的电磁污染治理得较好,且其电器电磁兼容性的控制较为严格,所以电力线载波技术在西欧得到了相对广泛的、成功的应用,随着电力线通信关键技术上取得的重要突破,本地通信方式多以载波技术为主。

1.2 国内用电采集系统建设情况

国内用电采集系统经历了第一、二代的发展,目前正进入第三代建设起步阶段,电力线载波技术、光纤通信等相关通信技术均取得了创新和突破。国内各省(市)采集系统的远程信道主要采用光纤、无线公网、无线专网的方式,本地信道主要采用485接线和载波(大部分是窄带载波,少量宽带载波),微功率无线等方式也有应用。

2 几种主流信道技术

2.1 光纤通信

光纤通信是利用光波在光导纤维中传输信息的通信方式,主要分为有源光网络通信和无源光网络通信。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。但是由于自建光纤成本较高,光纤通信尚未得到普及。

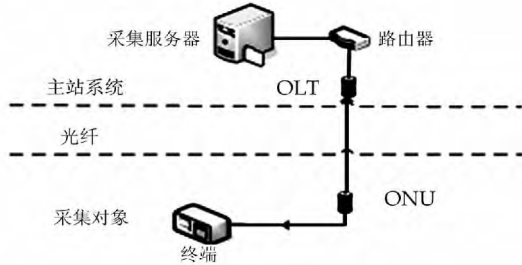


图1 光纤通信

通过租用广电网络也可达到光纤通信的目的,基于广电光纤网络的集抄技术具备光纤通信速度快、传输数据量大的优势,避免了自建电力光纤入户的高昂费用,是节约资源的有效方式,具备发展前景。

2.2 无线公网

无线公网通讯是指电力计量装置或终端通过无线通讯模块接入到无线公网,再经由专用光纤网络接入到主站采集系统的应用,目前无线公网主要有GPRS、CDMA、3G3种。

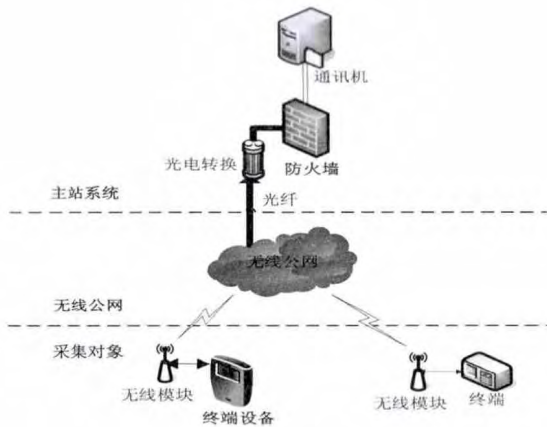


图2 无线公网

2.3 微功率无线通信方式

微功率无线是在较短距离内利用无线通信的低功耗通信技术。在低功耗、低成本的前提下,微功率无线利用高速微处理器技术解决通信难题,适合于测量点多、范围分散场合的低压抄表应用。

2.4 低压窄带载波通信技术

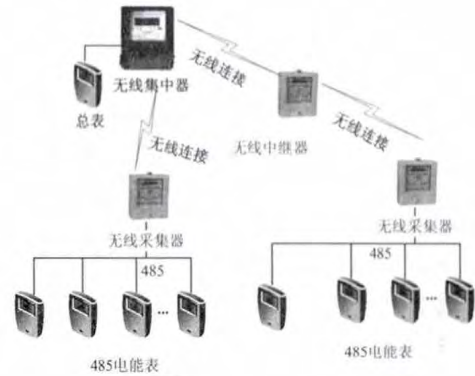


图3 无线集中器(无线中继器)+无线采集器+485电能表方案

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。低压窄带载波通信是指载波信号频率范围 ≤ 500 kHz的低压电力线载波通信。DL/T 698规定载波信号频率范围为3~500 kHz,优先选择IEC 61000-3-8规定的电力部门专用频段9~95 kHz。

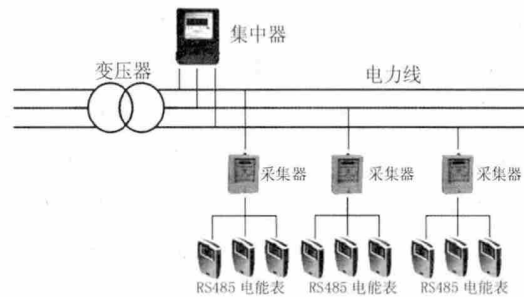


图4 集中器+载波采集器+RS485电能表通信方案

2.5 低压宽带载波通信技术

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。和窄带电力线载波技术不同,宽带电力线载波系统工作在1~40 MHz频率范围内,较好地避开了千赫兹(kHz)频段的常规低频干扰,采用正交或扩频调制方式实现兆级以上的数据传输,数据物理层传输速率最高可达200 Mbps。宽带电力线载波技术还处于发展阶段,目前没有统一标准,技术变化和进步较快,相互之间不能兼容。

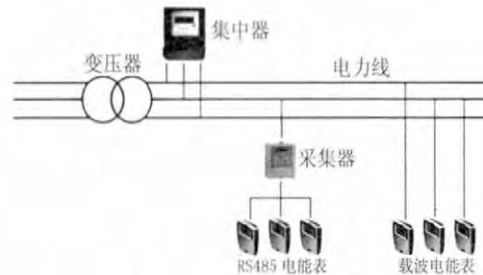


图5 集中器(集成宽、窄带)+采集器+RS485电能表+载波电能表方案

2.6 总线通信

RS-485总线是基于RS-485总线与表计通信的有线通信方式。通信效率相对无线和载波可靠性高,但安装难度大,需专门敷设线路组网,维护不方便,成本高。另外,在多雷的地区,雷击损坏严重。

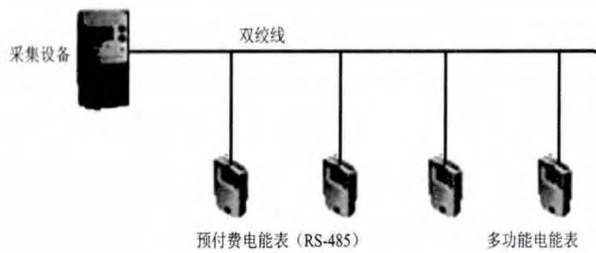


图6 RS485通信方案

3 几种主流采集组网方式比较

3.1 技术性能比较

如表1所示,根据各类信道组网方式的比较,从数据传输可靠性、通信实时性等主要信道传输指标来考虑,光纤通道以其高速高可靠的传输性能,成为采集远程信道的首选。同时无线公网也以较高的速率、强大的并发处理能力、可靠的通信性能成为远程

信道的次优方案。在本地通信中,RS485总线方式以高可靠性、高度安全性成为本地通信的首选方案,窄带载波(或窄带载波+RS485线)、微功率无线等本地通信方案则因技术简单,便于维护,可在农村或人口低密度地区采用。

3.2 投资成本比较

根据技术比较,RS485总线方式可作为本地通信方式的首选方案,按照四川省内现有已经完成的工程项目,对“自建光纤+485”、“广电网络+485”、“无线公网+485”3种主流组网方式投资成本进行测算,如表2所示。

从投资成本看出,同样采用RS485本地通信方式,远程通道采用无线公网户均价格最低,其次是采用广电网络,最后是自建光纤。但在实际建设过程中,因远程信道中光纤网络的建设成本较高,可考虑基于多网融合的广电网络(即CATV网络)的建设方式。基于广电CATV网络传输的智能管理终端将采集功能和集中功能集合在一起,通过RS485接口采集电表读数,终端内置调制解调器,通过广电的同轴电缆传输到广电中心机房,在通过广电机房的中心交换服务器交换,利用专用光纤到供电局的主站

表1 用电信息采集系统信道建设方式比较

远程信道	本地信道	说 明	传输速率	理论采集成功率 /%	数据传输可靠率 /%
光纤	宽带载波(或宽带载波+RS485线)	信道安全可靠,传输速度快,适于海量、高频数据采集和准确实时控制,但宽带电力线载波技术还处于发展阶段,目前没有统一标准,无法全面推广。	200 M/s	99.00	99.00
	RS-485	信道安全可靠,适于准确实时控制,同时RS485信道需施工维护。	1 200 bit/s	99.99	99.99
	窄带载波(或窄带载波+RS485线)	由于窄带载波传输速率较低,这种方式无异于“大马拉小车”,无法充分发挥光纤信道的优势。	300 bit/s	98.00	98.00
	微功率无线	微功率无线不仅速率低,而且易受环境干扰,无法充分利用光纤信道的优越性。	20 k/s	97.00	97.00
无线公网	宽带载波(或宽带载波+RS485线)	信道施工简单、便利,无需信道维护,但宽带电力线载波技术还处于发展阶段,目前没有统一标准,无法全面推广。	14 k/s	99.00	99.00
	RS-485	GPRS/CDMA应用简单、便利,无需信道维护,同时RS485信道需施工维护。	1 200 bit/s	99.00	99.00
	窄带载波(或窄带载波+RS485线)	整个信道无需布线,维护简单,但延时较大,无法满足四川公司“e购电”的业务需求。	300 bit/s	96.00	96.00
	微功率无线	整个信道虽然施工简单,便于维护,但容易受到天气、建筑以及其他外界因素的影响,仅用于数据传输,无法满足四川公司“e购电”的业务需求。	10 k/s	96.00	96.00

表2 用电信息采集系统信道建设成本比较

通信信道	建设内容(每万户)	户均投资 /元	备注
无线公网+485线	按每12户安装1只采集终端测算,需安装直接采集表计信息的集中器834只	220.16	/
广电网络+485线	按每12户安装1只采集终端测算,需安装同轴输出CATV采集终端834只	371.95	/
自建光纤+485线	按户均敷设光缆30米,每12户安装ONU(光网络单元设备)1只,每400户安装OLT(光缆终端设备)1只测算,需敷设OPLC(光纤复合低压电缆)30千米,安装ONU834只,安装OLT25只	950.52	自建光纤网络为四川公司配网自动化建设部分内容(即光纤建设到台区)

机房,整个传输线路不受任何的其它信道干扰。同时,部分小区内广电网络的同轴电缆接口已经位于电表箱的附近,施工方便,操作简单。采用广电CATV网络作为远程通信手段,在网络稳定性、流畅性与带宽方面较传统GPRS集抄有了质的突破,在实现远程抄表的基础上,更能利用CATV专线网络,实现稳定、高效的电价下发工作,成功率远超过传统GPRS集抄。

3.3 组网方式选择

由于变电站关口、配变台区、低压用户等采集终端类型不同,用电信息采集系统信道的选择应按照合理性和经济性的原则来选定,各类终端用电信息采集系统信道选择合理性为

$$P_n(T) = \sum K_i X_i$$

其中, $P_n(T)$ 表示终端 T 选用第 n 种信道建设方案的合理性; K_i 表示因素 X_i 的影响权重; X_i 表示第 i 个影响因素。

	A	B	C	D	合计
A					2
B	>A				1
C	-A > B				1
D	D	D	D		2
合计	2	1	0	3	
重要程度指数	4	2	1	5	
权重	0.33	0.17	0.08	0.42	

图7 CTQ 优选法

这里考虑传输速率、采集成功率、数据传输可靠率和户均投资额4个方面影响因素,则按照归一化方法为

$$X_i = (X - \text{MinValue}) / (\text{MaxValue} - \text{MinValue})$$

其中, X 和 X_i 分别为转换前、后的值; MaxValue 、 MinValue 分别为样本的最大值和最小值。

综合各方面因素考虑,主要采用精益CTQ(Critical-to-Quality,重要品质特性)优选法实现

权重 K_i 设定。如图7所示,A、B、C、D分别代表在某一终端类型下,传输速率、采集成功率、数据传输可靠率和户均投资额4个因素。

针对多因素情况,采用CTQ优选法对因素进行两两比较,充分显示出因素与因素之间重要性的相互关系,并且判断两因素哪个更重要,最终得到影响权重。

4 用电信息采集系统组网建议

在选择采集系统信道建设方案时,必须坚持科学性、合理性、经济性并重的原则。综合以上的技术、经济分析,按照组网方式选择方法,提出用电信息采集系统信道建设建议方案如表3。

表3 各类终端用电信息采集系统信道建议方案

终端类型	通信信道		备注
	远 程	本 地	
变电站 关口	综合数据网(即公司光纤内网)	RS485线	
配变 台区	综合数据网(即公司光纤内网)	RS485线	
专变、非统 调电厂	无线公网(GPRS或者CDMA)	RS485线	
	无线公网(GPRS或者CDMA)	RS485线	不具备CATV安装条件时
低压 用户	广电光纤网络(即CATV网络)	RS485线	
	自建光纤网络	RS485线	有政策支持 的地区
农村低 密度地区	无线公网(GPRS或者CDMA)	窄带载波(或窄带载波+RS485线) 微功率无线	

参考文献

- [1] 钱萍,胡林,黄晶,等. 负荷管理系统中的通信及通信安全研究[J]. 电气应用,2007(2):24-27.

(下转第60页)

促使用电量多的居民用户多负担电费外,还需不区分农村、城市划分电量需求分档,对困难群体给予一定免费用电量等方式,实现“富人补贴穷人,城市补贴农村”,抑制过度消费,特别是保障困难群众基本生活的目的,体现公平正义的原则。

4.3 促进发展

促进发展是指促进电力企业的良性循环能力,加快供电侧的技术革新,保障电力行业健康发展。

由于近年来实行煤电联动政策调整销售电价时,居民电价未作调整,实施居民阶梯电价需要考虑弥补购电成本的增支;此外阶梯电价实行后,居民生活用电量增长有可能放缓;电力企业将面临数量众多的用户计量装置改造、电费核算软件升级等一系列工作,相关政策规定开展此类工作不得向用户收费。因而,阶梯电价的评价需兼顾到电力企业的成本,避免电力企业因成本上升而陷入发展困境。

表2 阶梯电价的主要评价原则及指标

评价原则	评价指标
机制合理	第1档用户覆盖率
	3档用户平均月电量比
	3档用户单位电价比
公平负担	城乡用户3档单位电价比
	典型(高中低收入)用户3档用电量比
	典型(高中低收入)用户3档单位电价量比
促进发展	免费用电补贴支出
	用户用电满意度
	电费收益增长率
	软硬件改造升级费用 电力发展隐形影响程度
降低能耗	居民用电量增长率
	电力能耗弹性系数
	居民生活用电习惯变化
	其他能源替代率

4.4 降低能耗

降低能耗是指充分发挥价格杠杆的作用,促进合理、节约用电,建设能源浪费,提高能源利用效率。随着经济的快速发展,能源紧缺以及由能源大量消耗引发的环境问题,对中国经济社会可持续发展的

制约日益增强。抑制不合理需求、促进节能减排和环境保护,发挥价格杠杆调节作用势在必行。在社会主义市场经济条件下,促进发展方式转变和节能减排主要还是要靠经济手段,而价格机制是最重要的经济杠杆。实施阶梯电价,应对抑制不合理的电力需求、促进经济结构调整发挥积极作用。

对应于以上4个方面的评价原则,定量或定性地设置一些评价指标体系,如表2所示。

5 结 语

基于目前四川现行销售电价政策分析,将2012年7月新阶梯电价政策与原电价政策进行对比分析,利用数学方法分析新阶梯电价的计算方法及其与原阶梯电价的对比函数,并对相关因子进行敏感性分析,得到了阶梯电价的调整变化曲线。分析阶梯电价的实质和实施动因,根据其目的制定了阶梯电价评价原则,建立了阶梯电价评价指标体系,对阶梯电价实施效果的研究具有一定的参考意义。

参考文献

- [1] 张健,柳伟,庞猛.四川电价水平报告[R].研究与参考,2011.
- [2] 国家发改委.印发关于居民生活用电实行阶梯电价的指导意见的通知[R].2011.
- [3] 国家发改委.关于加快推行电价改革的若干意见(征求意见稿)[R].2009.
- [4] 四川发改委.关于调整四川电网居民生活用电阶梯电价的通知[R].2012.
- [5] 朱成章.关于我国实行阶梯电价的建议和设想[J].中外能源,2012,15(5):13-17.
- [6] 陶庆先.阶梯电价的效果评价与实施策略研究[J].市场经济与价格,2012,(5):9-11.
- [7] 郑厚清,金毅,尤培培.居民阶梯电价的评价与展望[J].能源技术经济,2012,24(1):6-9.

(收稿日期:2013-09-28)

(上接第49页)

- [2] 郭万祝,赵远.负荷管理系统功能拓展经验浅谈[J].电力需求侧管理,2008,10(2):26-29.
- [3] 龚敏.电力信息综合管理终端技术讨论[J].电力需求侧管理,2009,11(4):69-71.
- [4] 张捷.淮北电网基于EPON的用电信息采集系统设计

[D].北京:华北电力大学,2012.

作者简介:

李赋欣(1982),男,硕士,工程师,长期从事电力营销管理、用电信息采集研究等工作。

(收稿日期:2013-09-10)