

用电信息采集系统监测技术的应用

用电信息采集系统的发展,符合智能电网发展的要求。利用用电信息采集系统的采集数据进行数据分析和挖掘,以及通过对全采集网络通道的实时监控及预警,利用可视化展示技术,实现完整的采集通道故障发生、监控和处理的整体设计实施方案,从而有效提升用电信息采集系统运行监测的水平。

杨 霖 吕伟嘉 刘浩宇 卢静雅/国网天津市电力公司电力科学研究院

0 引言

按照国家电网公司实现用电信息“全覆盖、全采集和全预付费”目标,用电信息采集系统具备良好的扩展性、可维护性和开放性,它从智能电网发展的大趋势出发,不断完善公司的信息化建设,改进了抄表、计量以及收费的模式,并提升了公司整体的管理水平,使管理方法朝着“信息化、专业化、数字化和现代化”方向发展。这些都是智能电网的重要组成部分,是支撑电价实施的重要前提,是提高公司服务能力的必要方法,是智能电网不断进行创新的重要基石^[1-2]。而采集网络作为用电信息采集系统的核心基础建设,关系到采集系统每日的数据采集结果,为营销专业及其他专业提供关键数据支撑工作。当前一旦采集网络发生故障,存在不能在第一时间及时发现和不能快速定位故障,实现故障快速恢复的问题。这些问题将导致采集系统存在采集数据获取的及时性,以及采集系统承载涌流并发数据的压力^[3]。因此,对用电信息采集系统的基本组成进行分析,才能更好地了解用电信息采集系统监测技术所发挥的作用。

1 用电信息采集系统的基本组成

组成用电信息采集系统的重要组成部分是采集终端、主站和信道等。具体来说,采集终端的作用是通过收集电能表的实时数据,然后利用集中器通过信道远距离传送到主站计算机。利用对应的营销系统和接口,达到用电信息的无缝对接,来实现传递实时数据的目的。为加快用户用电信息系统数据的传输,整个系统被划分为如下三个子系统。

(1) 主站系统

主站系统的主要功能是把用户的用电信息收集起来,并且集中进行存储和处理。这个系统的主要构成部分为应用服务器、数据库服务器、前置服务器(通信前置服务器、数据采集服务器和调度定时服务器)、工作站、GPS时钟以及相关的网络设备。主站系统采用两级分布式部署模式。由上而下分为省公司主站系统(一级主站)和市公司主站系统(二级主站)。省公司建设全省的数据中心与集中应用,利用公司内部信息网络,汇集市公司的采集数据,统计分析全省的电能信息数据,完成省公司的监管业务应用。市公司建设独立运行的用电信息采集系统,完成市公司的用电信息采集与业务应用。

(2) 通信网络

通信网络也是用电信息采集系统的重要组成部分之一,具体指的是系统主站和采集终端之间的信息联络。利用远程通信这一媒介,用户侧的采集终端将会和系统的主站建立起联系。主站通



杨 霖/工程师

关键词/Keywords

用电信息·
采集系统·
监测·

过通信网络,对用户侧的采集终端下达命令并且收集参数信息,进而了解用户的用电情况。通信网络是一个相对可靠的平台,其给用户信息终端的集抄系统提供稳定的交互通道通信网络,例如GPRS、光纤专网、小型无线专网和CDMA等^[4]。其架构形式为主站核心网络、骨干网络和接入网络。三个部分的作用如下:主站核心网将主站系统的双核心交换机设置为网络中心;骨干网络则是将配电变压器子站作为骨干节点,并且使用千兆以太网光纤互联。如此一来,就形成了以主站核心交换机为中心的多个环形组网。需要注意的是,由于条件限制,乡镇配电变压器子站缺乏组环的条件,所以宜选用链形连接的方法;接入网络采用光纤专网(EPON)技术为主,无线公网(GPRS/CDMA/3G)或230无线专网为辅进行供电线路的覆盖。

(3) 采集系统

采集系统是指现场的计量设备和终端服务器,其组成部分相对简单,主要为低压集中抄表终端、专用变压器采集终端以及电能表。现场的智能电表在收集用户的用电数据之后,使用RS 485、低压宽带载波将数据传递到集中器。集中器实现窄带信道的复用,上行通过通信通道将采集数据传输到主站系统。反过来,主站的系统也可以通过通信通道下发指令,进而实现信息的双向交流。

2 用电信息采集系统监测技术的应用

用电信息采集系统监测关键技术既包括数据分析、数据挖掘和机器学习等核心技术,也包括网络监控、故障分析处理和数据可视化等重要技术。下面从地理区域密度的终端故障分析、基于全网段的实时采集网络监测和预警以及地理信息可视化监测等角度对用电信息采集系统监测技术进行分析。

2.1 基于地理区域密度的终端故障分析

利用数据挖掘、数据分析等数理统计技术,构建地理区域密度终端故障分析模型,从而分析采集终端故障发生的原因。用电信息采集系统每

天采集2亿余条记录,由于终端的软硬件、谐波干扰和采集网络等因素,导致采集数据存在部分无效、无序的数据。需要将无效、无序的数据通过有效的清洗、过滤,并能够对这些无效、无序数据进行分析归类,能够辅助采集运行维护人员在其管理区域内开展有针对性的现场终端运维工作。

通过研究基于地理空间密度的离散点聚类模型,用于在海量数据中完成簇片空间聚类,同时对噪声数据处理比较好。基于密度聚类的思想:定义一个距离半径,最少有多少个点,然后把可以到达的点都连起来,判定为同类。其中要定义两个参数:一个是圈的最大半径;一个是一个圈里最少应容纳几个点。最后在一个圈里的,就是一个簇片。模型构建需要考虑:①时域问题(动作顺次);②地域问题(选点问题);③模型设计(离散点归并)输入,多个单点离散值、坐标,范围值(比例尺)输出,归结于中心点;④实际量值与色值的关系。

通过优先对高密度进行搜索,然后根据高密度的特点设置参数。

1) E 邻域。给定对象半径为 E 内的区域称为该对象的 E 邻域。

2) 核心对象。如果给定对象 E 领域内的样本点数大于等于MinPts,则称该对象为核心对象。

3) 直接密度可达。对于样本集合 D ,如果样本点 q 在 p 的 E 邻域内,并且 p 为核心对象,那么对象 q 从对象 p 直接密度可达。

4) 密度可达。对于样本集合 D ,给定一串样本点 $p_1, p_2, \dots, p_n, p=p_1, q=p_n$,假如对象 p_i 从 p_{i-1} 直接密度可达,那么对象 q 从对象 p 密度可达。注意:密度可达是单向的,密度可达即可容纳同一类。

5) 密度相连。存在样本集合 D 中的一点 o ,如果对象 o 到对象 p 和对象 q 都是密度可达的,那么 p 和 q 密度相连。

DBSCAN通过检查数据库中每点的 r 邻域来搜索簇。如果点 p 的 r 邻域包含的点多于MinPts个,则创建一个以 p 为核心对象的新簇。然后, DBSCAN

迭代的聚集从这些核心对象直接密度可达的对象,这个过程可能涉及一些密度可达簇的合并。当没有新的点可以添加到任何簇时,该过程结束。

2.2 基于全网段的实时采集网络监测及预警

通过研究实时监控采集网络的运行状况,发现并定位出网络故障节点,及时快速地通知网络运维单位处理采集网络故障,保证用电信息采集系统运行的稳定性。用电信息采集主站与终端的通信方式、采集网络不是单一的。

1) 终端与主站通信方式。以太网、GPRS和CDMA。

2) 采集网络组合方式。采集主站机房、综合办公网、移动网络和各供电公司负控机房。

3) 用电信息采集系统结构层级架构主要包括:主站层、通信信道层、采集终端层和采集点层。层级架构图如下图所示。

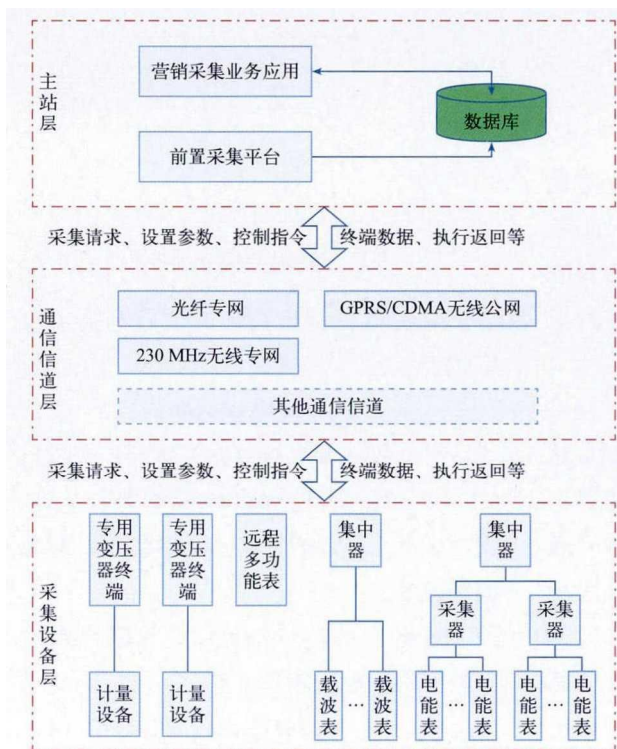


图 层级架构图

全网段的实时采集网络监测,通过对采集主站的第二数据机房、综合办公网络、各供电分公司的负控机房和移动运营商网络梳理、收集和归类出各层级的采集网络拓扑结构,并监测出隶属

不同机房的网络链路关键路由节点,主要包括:

1) 全网段的实时采集网络监测,在监测功能模块绘制出与采集主站不同通信、采集网络方式的网络拓扑结构。

2) 采用ping、tracert等网络工具对不同通信方式的末端终端实时采集网络运行参数。

3) 对采集到的网络运行参数,辅助采集终端的心跳报文数据,进行数据分析,完成故障网络节点的定位并评估出因该网络故障所产生的影响范围。

依据全网络实时采集网络监测结果,根据预先定义的网络故障风险等级规则,通过系统告警、邮件和短信等方式,将系统自动分析出的故障结果和影响范围进行发布通知相关运维部门的负责人员。

2.3 地理信息可视化监测

利用网络拓扑可视化技术、地理空间展示技术,构建地理信息可视化监测,根据地理区域密度终端故障分析模型及全网络实时采集网络监控的数据分析结果,实现空间地理展示。用电信息采集系统中采集的终端都是物理设备,在现场安装。如果获取到每个采集终端的设备,在地理信息地图上进行可视化标绘,能够从宏观和微观两个角度,帮助分析采集终端故障的原因和影响范围。本项目采用国家电网公司统一GIS服务应用平台,其提供行政区划图、卫星图等公共服务调用接口。满足项目在内网地理信息可视化建设需求。其设计目标为:

- 1) 按终端地址码、地址搜索终端信息。
- 2) 终端历史数据统计和终端实时监测。
- 3) 按管理单位、终端类型和规约类型等维度完成终端查询。
- 4) 搜索出不同类型的终端在线不在线的状态。
- 5) 显示终端设备档案、采集信息、档案同步信息、在线统计和维护记录。

其设计范围为:负控终端、230 MHz终端和低压终端。对于地理信息可视化监测系统的设计原型如下表所示。

(下转第80页)

- 电力系统研究综述 [J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (24): 90-97.
- [7] 徐玉琴, 李雪冬, 张继刚, 等. 考虑分布式发电的配电网规划问题的研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39 (1): 87-91.
- [8] 吕思昕, 申旭辉, 陈得治, 等. 大规模风电并网对宁夏电网失步振荡的影响 [J]. 可再生能源, 2015, 33 (8): 1135-1141.
- [9] 周林, 任伟, 廖波, 等. 并网型光伏电站无功电压控制 [J]. 电工技术学报, 2015, 30 (20): 168-175.
- [10] 王以笑, 张新昌, 路进升, 等. 基于DIGSILENT的并网光伏发电系统的建模与仿真 [J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42 (3): 49-55.
- [11] 钱晓耀, 陈卫民, 蔡慧. 基于DIGSILENT的光伏发电系统统一建模及仿真分析 [J]. 太阳能学报, 2013, 34 (05): 758-767.
- [12] 张海鹏, 林舜江, 刘明波. 考虑光伏不确定性的低压配电网分散无功补偿鲁棒优化配置 [J]. 电网技术, 2016, 40 (12): 3880-3888.
- [13] 王志群, 朱守真, 周双喜, 等. 分布式发电对配电网电压分布的影响 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (16): 56-60.
- (收稿日期: 2017-04-27) **EA**

(上接第71页)

表 原型设计

输入区	搜索区	搜索内容: 终端地址码、地址
	功能区	终端统计 终端监测
	条件区	管理单位、终端类型及规约类型更多条件
输出区	一级页面	搜索结果 230 MHz (数量) 负控 (合计/不在线) 集中器 (合计/不在线)
		终端安装地址
		终端地址码 (内容) 终端类型 (内容)
		台区或用户名称 档案状态 (内容)
		参数 项 任务 项 在线状态 (内容)
	二级页面	日均采集成功率 算费成功率 交采成功率
		终端地址码 在线状态 掉线时间
		终端设备
		终端类型 厂家 模块
		资产 出厂编号
输出区	二级页面	用户数量 电表 水表
		同步日志
		2017-01-31 同步成功
		终端采集
		2017-01-31 日均xx% 交采 xx% 算费 xx% 本月透召xx%
	GIS区	在线统计
		2017年1月 31日 12点 掉线3次
		2017年1月 31日 12点 掉线2次
		维护记录
		2017-1-31 维护人 维护内容 照片
输出区	GIS区	【我要维护】
		1、根据左侧的查询结果, 完成在地图上的定位和绘制
		2、根据右侧的绘制点, 查询出左侧终端信息
	GIS区	

3 结束语

通过研究可视化的采集网络通道监测的关键技术, 及时发现并解决管辖区域内各供电部门采集网络通道遇到的故障点。同时通过与用电信息采集系统的终端在线情况实时数据相结合, 及时发现采集通道的问题点, 提高网络问题的响应及处理效率。本文在用电信息采集系统中采用基于全网络采集通道实时监测应用技术、基于地理空间密度的离散点聚类模型等技术, 目前在用电信息采集系统领域属于首次应用, 在关键技术应用上具备推广应用价值。

参考文献

- [1] 胡江溢, 祝恩国, 杜新纲, 等. 用电信息采集系统应用现状及发展趋势 [J]. 电力系统自动化, 2014 (2): 131-135.
- [2] 张继承. 用电信息采集系统实用化关键问题与对策 [J]. 通信世界, 2013 (23): 54-55.
- [3] 张钟玲. 用电信息采集系统功能及技术应用 [J]. 科技创新导报, 2013 (31): 47.
- [4] 林伟雄. 电力用户用电信息采集系统的应用与管理维护 [J]. 机电信息, 2013 (15): 9-10.

(收稿日期: 2017-05-18) **EA**