

基于物联网的高稳定电能计量终端软件研发与应用^①

谷海彤, 张远亮, 卢翔智, 吴晓强

广东电网有限责任公司广州供电局, 广州 510730

摘要: 根据智能电网用电配电实际, 结合物联网技术, 对高稳定电能计量终端软件进行了研发, 电力测量监视系统考虑了本地计算机系统操作过程中将会出现的最坏情况, 在运行过程中, 如果有掉电等相关问题出现时, 系统将发挥出重要功能, 自动计算采集数据中断点。为了与电力物联网架构平台层相适应, 使软件检索功能更加快捷方便并完成电量数据存储再进行集中统计分析等操作, 为了实现以上功能, 必须对数据库进行设计和移植 MQTT 代理服务器。电力物联网架构应用层有其自身的特点, 所应用的是框架 Flutter, 对 APP 的编写可以由手机端来完成, 不但用户指令达到了便捷化的标准, 并且实现了可视化电量显示。在测试软件时如果能够在实际用电环境下进行, 可以获得更加准确的智能电量计量终端测试结果, 智能电量计量终端平台能达到实时性需求, 电量数据可较快给平台层传输并存储; 在手机端 APP 界面, 平台层数据可进行快速显示, 软件功能强大、运行可靠、简单方便。

关键词: 软件研发; 计量终端; 物联网技术; 智能电网

中图分类号: TM933.4

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)06-0133-06

随着智能电网的推广和发展, 传统单一的供电模式发生了一定的变化。智能电网可以使测量更加精确, 监控更加严格, 这种条件下, 保证了电力系统开放式供应模式的应用, 由此可知在智能电网系统中, 最为关键的环节莫过于精确测量和调控, 可对智能化每个节点能量进行控制^[1-3]。电能收集系统的主要功能是自动收集和解决计量点上的电量计算问题, 这将会解决手动记录所带来的计算时间消耗的问题, 大幅提高电能收集效率^[4]。我国电能量自动采集计量系统发展快速, 但因建设中对系统功能多样性的要求, 可能会引发独自的会计系统和其自身稳定性的问题, 所以需对系统合理优化、改造, 使系统正常稳定运行。

国际工业标准针对电能计量监控系统做出界定, 认为此软件具有较强的功能, 属于当地计算机软件, 从其特点来看, 体现为分布性、开放性、模块化。软件操作系统使用 Windows NT, 以 MS SQL Server 作为数据库操作系统, 设计是通过 HTML 语言来完成的^[6]。Windows NT 系统能够更好地保证相关数据的安全, 数据库系统和应用系统强大的身份认证功能, 可以完成数据采集和报表, 除此之外还可以进行组态软件、计算通信并对用户实施管理等。因此, 用户可更好利用系统这些功能, 简单地将其设置为他们需要的本地电力机械能量测量和监控系统即可。基于此, 本文根据智能电网用电配电实际, 结合物联网技术, 对高稳定电能计量终端软件进行了研发。

1 电力物联网

物联网和电力系统结合, 具有较强的识别能力, 能够快速完成对电网设施和周围环境的识别, 并具有

① 收稿日期: 2021-01-06

基金项目: 中国南方电网技术开发立项项目(GZHKJXM20170123)。

作者简介: 谷海彤, 硕士, 高级工程师, 主要从事计量自动化系统终端及电能量数据管理等方面的研究。

感知互联的功能,可进行有效控制,还可支持网络层和应用层的互联网应用^[7].在对电网不同的环节进行采集以及掌握电量情况时,需要把智能采集设备充分利用起来.核心网和接入网共同作用下网络层得以形成,在对信息进行控制和传递的整个过程都在网络层完成,物联网的信息传递在电力通信的作用下才能实现^[8].应用智能电网的基础就是确保数据可靠、安全实时传输.从应用层的结构来看,是由基础设施和中间件共同组成的,在完成对信息的处理后还要遵循相应的公式进行计算实现可视化,使物联网技术的作用得到更加充分的发挥和高级应用^[9].

2 软件功能模块

2.1 组态软件

针对功率测量监测系统进行研究,要明确编制本地计算机状态软件的目的,根据用户的要求来为其选择电子仪表各种数据,并选择配置记录器的操作参数以获得配置数据,将其发送到收集器,收集器在进行基本操作时以此作为参数,还要对调制解调器的参数进行设置,同时完成对集抄器电表参数的设定.

2.1.1 集抄器运行参数及调制解调器参数设定

调制解调器的操作参数设定主要涉及目前取样间隔及表在最低点取样间隔情况、表的状态值取样间隔、前一个月值取样间隔、脉冲数等内容.图 1 为调制解调器参数设置流程图.

2.1.2 集抄器电能表参数设定

集抄器电能表参数设置中包括电流表参数、电流表的基本描述、电流表的工作状态等内容,图 2 为运行参数设置流程图.

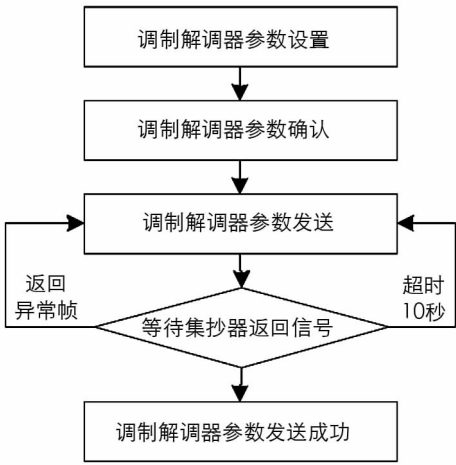


图 1 调制解调器参数设置流程图

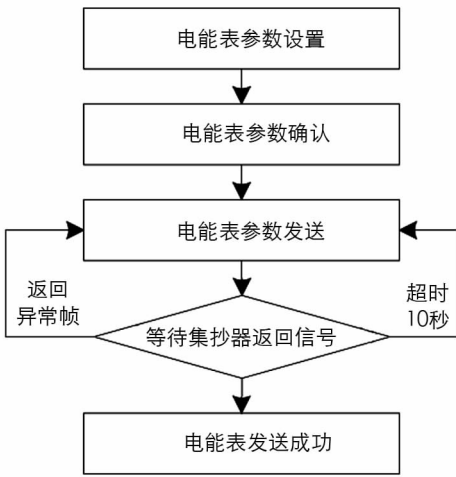


图 2 运行参数设置流程图

2.2 软件数据收发策略

在配置完软件硬件环境后,需服从云服务器平台端、硬件端、APP 端配置数据及指令收发规则.通常情况下,有 SMS 模式、PULL 模式、推送模式 3 种方法可实现数据消息推送.确定的 PULL 模式属于轮询模式,在运作时,间隔一段时间后,客户端会向服务器发起和建立连接且进行查询,确定是否出现新消息.采用 PULL 方法在于其良好的实时性,其不足是具有较大网络及资源开销,若控制不好客户端会引发较为严重后果.在服务器更新消息情况下,SMS 推送模式会做出响应,发出特殊指令,由客户端来接收,SMS 模式特点体现在实时性较好,但成本较高.服务器、客户端之间在形成永久连接的情况下才能使实时推送的功能得以实现^[10].

在物联网中存在多种协议,MQTT 是其中重要的一种,作为推送式长连接通讯协议,其级别为轻量,以发布/订阅模式为基础,在 TCP/IP 的条件下完成协议构建^[11].MQTT 特点鲜明,即带宽有限和极少代

码, 所提供的服务实时可靠, 具有远程设备连接重要功能. MQTT 协议在相应模式下进行发布/订阅消息操作时会遇到各种问题, 出现许多消息被公开情况, 这会使应用程序出现耦合, 同时会出现相应信息屏蔽, 数据此时也会通过 TCP/IP 数据连接进行推送.

2.3 数据代理服务器(MQTTBroker)部署

通过对电力物联网技术框架研究, 可确定在电量计量终端、应用层、平台层间存在密切关系, 信息交互不可避免, 技术架构顺利运行离不开服务器辅助通信, 为解决此问题, 可充分利用开源软件 Mosquitto, 实现 MQTT 协议需依靠开源软件才能正常进行信息交互. 本研究在设计时, 使用 Linux(Ubuntu)系统平台层为开发平台, 在进行 Mosquitto 安装时, 通过引入 Mos-quitto 仓库且在更新后才可安装, 实时性消息推送服务 Mosquitto 可完成. 在消息推送系统框架中, 可看到所采用格式, 即应用 MQTT 协议, 客户端 A 作为消息发布者, 把发布消息任务部署给服务器系统, 服务器将消息给消息订阅者即客户端 B 推送, 这种推送是在不安全网络通信环境进行部署的, 在这种条件下, 最为重要的问题是数据安全性, 设备连接验证也是非常重要的. 本文提供电力物联网技术架构进行多层次安全防护机制, 将 TLS 加密技术应用于网络层, 此技术功能性较强, 对中间人攻击具有较强防御功能, 能生成客户端证书, 可对设备正确性进行验证, 同时能以设备身份凭证身份出现. 在应用层中, MQTT 协议具有重要功能, 负责提供用户名、密码、客户端标识, 为验证设备创造方便条件.

3 软件系统框架

系统软件控制逻辑可分为两部分, 第一部分可作为控制框架, 其功能主要体现在 MQTT 消息发布及数据采集方面; 第二部分主要功能为存储上传服务数据, 作为可视化显示和数据处理部分框架. 在操作时服务由下层转为上层, 依次完成数据流传递, 为能在手机 APP 端可视化界面显示, 要在电量计量控制器、无线通信模块、服务器共同作用下, 数据显示才能实现; 从最上层向下层服务过程中, 在对指令传递时依次进行, 以手机 APP 为起始点, 经服务器和无线通信模块的作用, 向电量计量控制器传递.

3.1 本地终端软件设计框架

如图 3 所示, 先进行自检活动, 确定硬件电路有无问题, 所有后续控制都要正确连接, 此后即运行智能电量计量终端, 通过双线程完成. 从子程序运行情况看, 数据在这个过程中能完成交互. 两个线程间控制逻辑处于独立状态, 不会出现干扰, 在对电量数据进行读取及发布 MQTT 数据时, 此操作由一路线程完成; 另一路数据用来对应用层指令数据进行订阅, 通过特定子程序, 可使其中硬件控制状态及数据发生改变.

3.2 上层服务软件设计框架

图 4 为上层服务软件流程, 由图 4 知, 两个线程间具有较高耦合度, 有指令、数据交叉存在, MQTT 此时订阅客户端及发布客户端要对感知层经网络传输上来的数据进行处理, 同时对应用层执行数据库数据

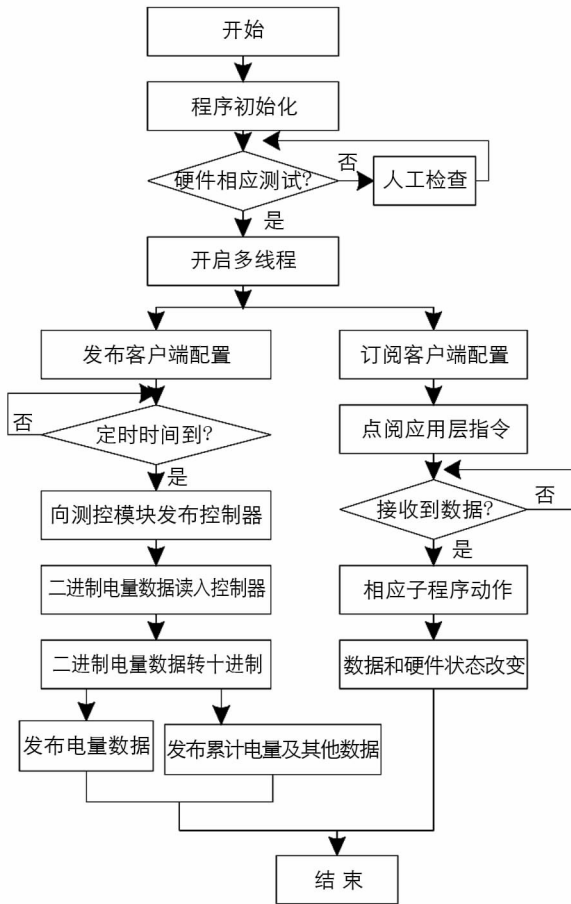


图 3 本地终端的软件设计流程

存取及指令命令进行处理. 上层服务控制逻辑及底层设备控制逻辑在研发终端进行分离, 这样可降低程序耦合度. 上层服务与底层设备控制逻辑间数据通过 MQTT 发布/订阅消息实现交互.

3.3 电能表数据的自动采集及负荷预测

通过各分支机构自动进行采集电量计量数据并汇总, 本地计算机软件实现相应计算及统计检测工作. 在表数据采集时, 相关通讯协议不可缺少, 不得违背. 在连接集抄器通讯时, 能完成对线路电能表数据自动采集, 确定电能表当前值、表底值、开关移位、前一个月值及各种仪表的运行状态等相关数据, 5 min 内即可实现数据收集. 本地计算机查询扫描工作会在一个采样周期中完成, 当满足数据收集条件时, 将会进行相应的数据收集申请指令, 可把人工修正方法自动加入在预测负荷过程中, 生成新负荷计划数据, 用户可自行对各支路负荷计划数据进行分配.

3.4 基于 IEC102 规约的采集程序的开发

3.4.1 通信规约

在取得系统中, 将重要数据发送到仪表, 通过数据采集装置, 将仪表数据发送到主站, 再经过相应系统分析. 该系统非常稳定, 表码数据可以在计量表停电后继续进行相应数据的收集. 这些过程可通过主要站系统设计一个功能性的、紧凑的数据收集软件, 实现这些功能.

3.4.2 基于 IEC102 规约的采集程序开发和实现

在掌握终端通信情况后, 还要分析主站程序内部工作原理, 完成对终端数据收集, 同时还要收集主站通信的相关数据. 以 socket 协议为基础, 把 IEC102 规约应用于其中, 完成对终端通讯及主站的信息采集. 取得终端装置的 IP 地址和 socket 号码后, 依据 socket 协议和 IEC 102 协议, 通过相应的程序来实现终端协议和主机之间的数据交换.

3.4.3 采集软件的流程与实现

在该终端中, 所涉及到的产品和其地址都会一一对应, 一般来说, 一条总线可完成 225 块电能表相应数据的采集工作, 且会产生一个固定地址在终端中, 以此来进行持续数据收集工作, 将获得的内容存储到相应的缓存区域, 在相应时间, 根据预先设置指令将此区域相关数据收集起来. 在对若干电能表采集时, 通过每个线程进行此项工作, 使采集过程更加快速有效, 不超过 1 s 的时间, 系统数百块表进入工作状态, 数据采集任务完成. 如果项目收集数据工作已经完成, 通过自动软件系统对接, ASP 服务器可实现数据发布, 并且可进行相应费用计算. 整个系统功能单一、结构简单和性能稳定, 每个使用过程的基本流程都大致相同, 不同的是表计数目有所差异.

4 终端验证分析

在构建电量计量终端平台的过程中, 需分析控制逻辑, 同时还要完成软件编程及实际硬件电路的控制. 本文对相关软件部分进行设计, 数据采集的显示通过手机端 APP 来完成, 并测试实际用电环境, 可看到所获取的结果为良好(表 1). 相比较于计量插座的测试结果, 可以看到智能电量计量终端的优势更加突出, 测试结果的准确度较高, 误差极小, 与实际用电情况是相同的, 同此可以做出判断, 即表征感知层设计电量采集模块是正确的.

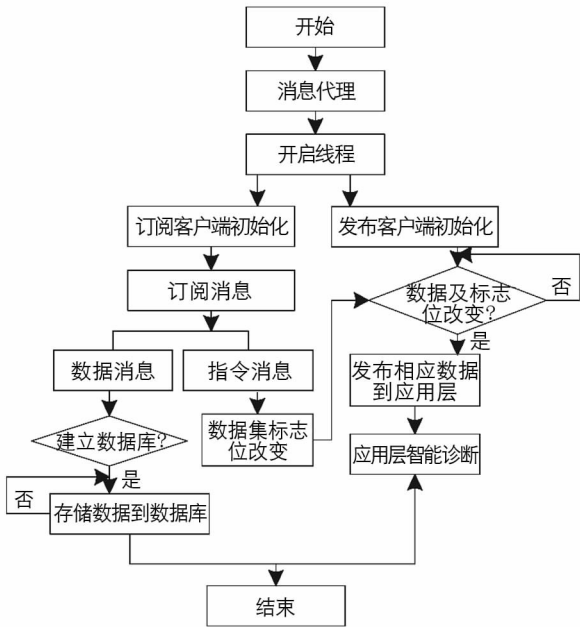


图 4 上层服务的软件设计流程

表 1 实验测试结果

电参数	电压/V	电流/mA	有功功率/W	累计电量/kW·h	功率因数	频率/Hz
智能电量计量终端	235.81	141	14.71	0.82	0.44	51.00
某品牌计量插座	235.54	142	14.72	0.82	0.45	51.00
误差	0.27	1.00	0.01	0.00	0.01	0.00

图 5 为智能电量计量终端平台联合调试测试结果,其中包括硬件终端响应用户下发指令时间数据、电量数据到达平台层延迟时间、收集端 APP 显示电量曲线延迟时间、手机端 APP 更新实时数据延迟时间.由图 5 知,智能电量计量终端平台能达到实时性要求,电量数据可较快给平台层传输并存储,硬件终端可对手机端 APP 指令数据进行快速响应,在手机端 APP 界面,平台层数据可进行快速显示.

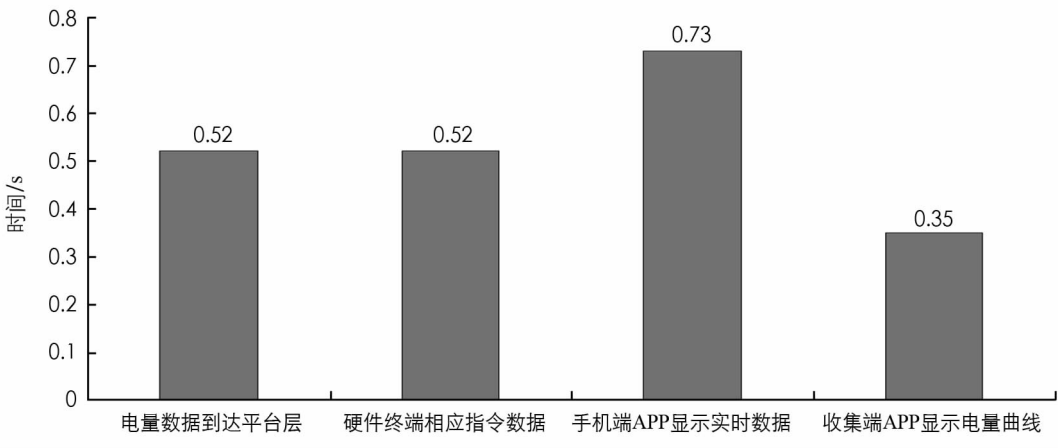


图 5 智能电量计量终端平台联合调试测试结果

5 结 语

根据智能电网用电配电实际,结合物联网技术,对高稳定电能计量终端软件进行了研发,构建了智能电量计量终端软件平台,测试使用具有良好的效果,具体结论如下:

- 1) 电力测量监视系统对本地计算可能会出现的最坏情况做出预测,如果当地计算机有掉电的问题出现,系统则可发挥出重要功能,自动计算采集数据中断点.
- 2) 充分考虑到电力物联网架构平台实际情况,须对数据库进行设计和移植 MQTT 代理服务器.电力物联网架构应用层有其自身的特点,所应用的是框架 Flutter,APP 编写可由手机端完成,不但用户指令达到便捷化的标准,且实现可视化电量显示.
- 3) 在实际用电环境下进行软件测试,智能电量计量终端优势更突出,测试结果准确度较高,产生误差极小,智能电量计量终端平台能达到实时性需求,电量数据可较快给平台层传输并存储,在手机端 APP 界面,平台层数据可进行快速显示,说明软件功能强大、运行可靠、简单方便.

参考文献:

[1] 杨泽斌. 以物联网为基础的智能电网信息化建设探究 [J]. 环球市场, 2016(25): 162-163.

[2] 王攀藻. 物联网终端设备软件的开发系统研究 [J]. 计算机科学, 2017, 44(S1): 515-518.

[3] 刘建安, 杨荣华, 周 克, 等. 基于北斗短报文的电能计量终端系统的研究 [J]. 贵州电力技术, 2016, 19(2): 6-9, 89.

[4] 张喜生, 岑宏杰. 一种物联网能耗监测计量终端的设计 [J]. 深圳职业技术学院学报, 2015(1): 7-11.

[5] 南 楠, 严英占. 大数据环境下的高效分布式增量序列挖掘 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(11): 80-85.

[6] 王 博. 计量终端综合测试平台设计与开发 [D]. 北京: 华北电力大学, 2014.

- [7] 张 会. 舰船 GSM 网络通信技术的电能计量终端的设计研究 [J]. 舰船科学技术, 2019, 41(20): 136-138.
- [8] 张 敏. 电能计量终端自动化测试平台的研究与设计 [D]. 长沙: 湖南大学, 2018.
- [9] 邹志贤. 浅析物联网技术在智能电网中的应用 [J]. 科技资讯, 2018, 16(26): 22-23.
- [10] 张欢钰, 周国平. 基于 GSM 的电量传输与控制系统的的设计 [J]. 微型机与应用, 2015, 34(14): 33-35, 38.
- [11] 晏 勇. 一种高效的物联网移动 Agent 路由规划算法 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(11): 73-79.

On Development and Application of High Stable Power Metering Terminal Software Based on Internet of Things

GU Hai-tong, ZHANG Yuan-liang, LU Xiang-zhi, WU Xiao-qiang

Guangzhou Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid Co., Ltd., Guangzhou 510730, China

Abstract: In this paper, according to the actual power consumption and distribution of smart grid, combined with the Internet of things technology, the high stability power metering terminal software has been researched and developed. The power measurement and monitoring system takes into account the worst situation that will occur in the operation process of the local computer system. In the operation process, if there are power failure and other related problems, the system will play an important role. The interrupt point of data acquisition is calculated automatically. In order to adapt to the power Internet of things architecture platform layer, make the retrieval function faster and more convenient, and complete the electricity data storage, centralized statistical analysis and other operations, in order to achieve the above functions, we must design and transplant mqtt proxy server to the database. The application layer of power internet of things architecture has its own characteristics. The framework used is flutter. The writing of app can be completed by the mobile phone. Not only the user instructions reach the standard of convenience, but also the visual power display is realized. When testing the software, if it can be carried out in the actual power consumption environment, it can obtain more accurate test results of intelligent power metering terminal. The intelligent power metering terminal platform can meet the real-time requirements, and the power data can be quickly transmitted and stored to the platform layer; In the app interface of mobile terminal, platform layer data can be displayed quickly. The software is powerful, reliable, simple and convenient.

Key words: software development; metering terminal; Internet of things technology; smart grid

责任编辑 汤振金