

多协议低压电力采集软件设计

周鹏

南京林洋电力科技有限公司，江苏省南京市，210000；

摘要：随着智能电网及现代化电力系统的发展，低压电力采集是电力监控、管理系统的一个重要组成部分。多协议低压电力采集软件能采集不同类型的电力设备，并对多种通信协议如 Modbus RTU/Modbus TCP/DL/T 645 等的支持，以实现不同厂家设备间的互相联调。本文分析多协议低压电力采集软件设计需求及软件模块，强调电力系统数据采集和分析的及时性、高效性，希望为电力设备故障的诊断、能源管理以及优化提供有力的技术支持。

关键词：多协议；低压电力采集；软件设计；系统集成

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.008

引言

低压电力采集软件属于智能电力系统的一部分，能对各种设备监控、数据采集、数据处理等，提升电力系统的可靠性及效率。由于各种不同电力设备品牌、型号的各异，所使用的通信协议也各不相同，要求电力采集系统的协议接口需有相应的兼容能力，支持多种品牌的设备接入。因此，迫切需要开发出一种能支持多协议、实时采集与处理并且能展示电力数据的软件，以用于支撑当前电力系统的监控。

1 多协议低压电力采集软件设计需求

1.1 功能需求

为了满足采集硬件和采集终端多种通讯协议要求（如 Modbus, M-Bus, DL/T 等），使终端能准确对接不同的电力计量设备以及电力通信网络并进行通讯，电力采集软件要具有各种通讯协议兼容性高，保证能接收到不同设备发送来的信息。软件要有参数灵活调整能力，根据不同情况采用不同的通讯协议、不同的设备等设置参数，应用到更广阔的领域，如智能家居、工业自动化和智能电网等。

1.2 安全性需求

数据安全问题也是低压电力采集软件设计中必须考虑的问题，软件要有数据加密功能，在数据传输过程中不能被篡改。而用户身份认证功能，只允许被授权的人进入系统中进行相关数据的操作，防止其他人恶意入侵和破坏。同时，具备日志记录和异常监测功能，每次动作都做过日志记录，任何一个异常都会自动写日志记录，方便后期对数据信息的追查。

1.3 可视化需求

可视化需求是为了给予用户直观清晰地展现用电数据的界面，展示方式包括图表、仪表盘、实时数据流等，辅助用户更好地掌握电能以及设备是否处于正常工作状态^[1]。再加上告警功能的应用，在电力数据异常时能及时通知相关人员，并进行处理，让用户根据自身情况设置告警条件，从而达到智能化管理的目的。

1.4 兼容性需求

由于各种不同厂商的不同类型设备会使用不同的接口协议和不同的数据格式上传相关信息，在低压电力采集软件中要做好对接的兼容性问题，无论品牌还是型号的电力计量设备，都能被该软件接收并兼容。另外，为保证数据采集的完整性，需要使软件适应于任何电力计量仪器，包含传统机械电表、智能电表等。基于统一软件平台，对不同类别的电表都可采集相关数据，还能对电表进行监控，当用户换表或者增加新设备时不必担心兼容性问题。

2 多协议低压电力采集软件模块设计

2.1 用户管理模块

用户管理模块主要是用来实现用户注册、用户认证、用户授权及操作日志等功能，此模块的设计是为了保证不同用户根据自己的权限使用系统的相关功能，加强系统的安全性和方便用户操作。此模块支持用户注册、登录、找回密码等功能，并使用双因素认证方式保障账户的安全性。用户按照不同角色进行分派权限，管理员有系统配置、用户管理、设备管理等权限；操作员对一些数据进行查看，对设备进行相关操作等；而访客就只能查看到系统中的部分数据^[2]。此外，还可以结合 RBAC 模型，针对每个用户，精细化分配其对应各个模块、各个数据、各个操作的权限，保证系统的安全性以及用户

行为的规范性。

2.2 数据采集模块

数据采集模块功能是从各类型电力计量设备和传感器实时采集电力数据，并对其进行预处理，对采集到的数据具有高效、准确和稳定的要求。由于电力设备和传感器类型多，数据采集模块可以使用 Modbus、DNP3、OPC、IEC61850 等多种通信规约来接入不同厂家的设备，实现对各种类型的数据的统采。采集到的数据按照实际数据情况选择使用定时任务或者事件驱动的方式进行采集，采集数据会暂存于高速缓存之中，在触发相关条件以后便将数据传输到中央数据库或者云服务器上（如图 1 所示）。同时，对采集数据进行检验，是否有异常数据出现，对于检验出来的异常数据也会进行排除。比如，检查采集数据是否超出了设定好的阈值范围，避免采集数据发生偏移情况，还能远程查看设备状态（设备在线/离线、通信情况、采集频率），便于设备管理。

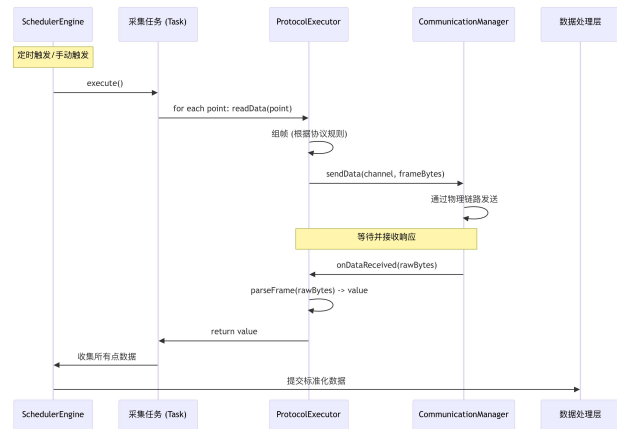


图 1 数据采集任务执行时序

2.3 数据处理模块

数据处理模块主要处理采集的原始电力数据，实现清洗、转换、分析、存储的过程，方便后面的展示以及报表。设计目标在于保证数据准确性、快速性、智能化，剔除掉不正常的的数据，填充上缺失数据，将数据整理到符合标准的数据格式。同时，把不同设备采集的数据格式统一成同一种格式，为后续的数据处理以及存储做好准备。对于实时数据能马上处理，如数据统计、趋势分析、实时告警等，对于以前的数据也能采用大数据方式批量处理和离线分析，并引入数据挖掘及机器学习算法，对电力数据进行深度分析。比如，基于时间序列预测模型的电力负荷预测、基于聚类分析的设备故障风险等，处理后的数据将根据不同数据属性存储到数据库中，如历史数据存储到时序数据库里、实时数据存储在缓存中，

数据库支持高效查询和检索，有效提高电力管理的精确度和准确率（如图 2 所示）。

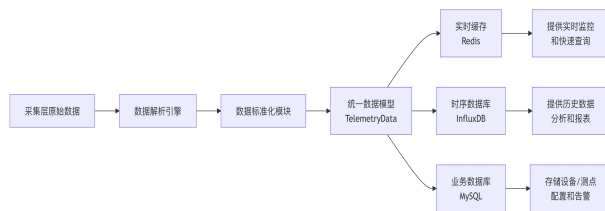


图 2 数据处理流程图

2.4 报表与图表生成模块

报表及图表生成功能位于系统前端显示部分，将处理过的电力数据制作成可视化的表格及图形展现给用户。用户根据自己的需要进行报表内容及格式自定义，并生成日报表、月报表、年报表、设备运行动态报告和能效分析报告等，将报表导出为 PDF 或 Excel 或者 CSV 格式，用于后续的分析与使用。此模块提供多种图表生成的选择，包括柱状图、折线图、饼图、热力图等，能针对电力消耗、负荷分布、设备健康状态等信息进行生成，方便用户对图表及报表的内容以及格式进行定制。针对不同需求使用不同的图表类型，如针对用户的上拉、下拉、点击查看大图/缩小图等行为都可以作出反馈。此外，根据时间、设备、区域等条件进行筛选，快速看到某段时间的数据，让用户更容易制定相关针对性的决策。同时，该模块提供大数据的趋势分析功能，自动生成电力使用的时间趋势图、负荷波动图等，比如自动生成历史高峰电耗报告，帮助用户分析是否存在异常波动，发现用电安全隐患及下一步工作准备情况；自动计算出单位时间内单位用户的负荷率，并进一步计算预计负荷率；按需提供未来 N 天或 M 周或 K 小时负荷曲线走势，也能提高管理效率。

2.5 告警与监控模块

告警与监控模块主要用来监测电力设备和电力系统的工作状态，根据具体的异常情况采取告警方式告诉用户，因此这一部分的设计目的是能实时有效地检测以及对于各种问题做出较为准确的判断与处理。系统能对电力设备的实时运行状态、负载情况以及功率因数等进行监测，如某项指标超过设定值，则系统发出告警，按照告警等级的不同，对问题进行详细处理^[3]。信息告警可由人工定时查看，警告告警以及严重告警触发流程均应分别制定，保证问题及时处理，快速响应，准确度更高。告警方式可采用一种多样化的形式，如发送短信告警、邮件告警、APP 告警通知等，从而让用户更加直观地了解到当前的具体状况。系统通过对用户自主选择添

加告警条件并设置其变化范围,以此来获得告警,在接收到提示后通过响应告警方式将收到的告警事件保存,并提供告警日志的功能,对一些故障事件产生的时间和故障等级等信息进行记录,方便后期的管理以及运维。

3 多协议低压电力采集软件的部署与维护

3.1 部署方案

系统部署包含硬件与软件的选型与配置、网络配置、最后的系统安装与调试。根据项目选用适当的硬件设备,如服务器、存储设备、终端设备等,服务器要有足够的算力、存储空间,能满足大流量数据的处理需求,网络要具有较高的带宽和极低的时延,保证数据能实时传送。在部署之前,要确定服务器已安装了合适的操作系统(如 Linux 或 Windows Server),并按照要求安装相关的环境,如数据库(MySQL、PostgreSQL)、应用服务器(Apache Tomcat 等)、相关依赖等,最后按顺序完成应用程序的安装与配置,包括数据采集处理模块和前端展示模块,通过自动脚本一次性将成批软件进行安装,并做相应适配;数据库连接、API 配置等。部署完成后要对整个系统进行全面调试,各部分能正常工作,其中涉及性能测试、压力测试、并发测试等,确保系统可以在高并发、高负荷下保持稳定运行。同时,提供使用手册、技术文档和培训资料等,保证用户能正常使用。

3.2 远程维护与升级

为确保系统能长期稳定运行,需加强远程维护、升级,在不进行上门服务的情况下也能实现远程管理维护、故障排查,降低运维人员的现场工作量。同时,利用集中管理平台对系统进行远程升级,从集中管理平台下载升级包,经加密传输通道把升级包下发至各终端上,升级过程中先对当前运行情况进行备份,然后执行升级过程,根据实际需要采取自动升级与手动升级相结合的方式,实现定时自动升级,也可随时手动升级^[4]。对重要安全升级项优先推送,并设置强制升级项,促使安全补丁及时生效,利用监控、日志管理模块能实时了解当前业务的运行状况,并及时查看当前系统的各类日志,准确定位出问题点,进行相应调整与处理。对已出现的问题提供远程登录及修改手段,利用告警模块第一时间发现当前系统的异常状况,并能远程访问故障点进行诊断并修复问题。运维人员通过远程命令行或远程桌面的方式解决问题,减少运维人员现场工作的时间与成本。

3.3 数据备份与恢复

数据备份及恢复是系统维护重要环节之一,目的在于保证系统数据的安全性,防止由于系统故障、意外情况或人为因素造成的数据丢失。结合数据的重要程度和更新频率设定备份的层次,对重要系统配置项、数据库、应用数据的配置信息,要做全量备份加增量备份,每周做 1 次全量备份,每天或者每隔一小时做一次增量备份,备份要实时并具有时效性和完整性。同时,备份保存在本地服务器,或者存放在云存储、混合云存储,但是备份要保证可靠性和安全性,所有备份数据都需要加密存储,防止备份过程中产生泄密或被篡改的现象。在发生数据丢失或系统故障情况下,通过备份数据及时恢复,检验备份数据的完整度,使用自动化脚本恢复数据或是手工恢复备份数据到指定的系统位置上,检验和验证该系统是否正常。对于备份的任务需要实现自动化,利用调度程序定时运行,经常性地对备份做检查,对出现的问题及时通知,设置系统自动报警,当出现备份失败以及数据损坏时立刻让管理员处理。当遭受严重的灾难事故,如硬件的损坏或者自然灾害等,具备灾难恢复的办法,如多地备份、异地灾备中心等,以保证系统和数据均可以在不同的地方进行恢复,给用户带来稳定可靠的使用体验。

4 结束语

在多协议低压电力采集软件设计过程中,科学组织软件及硬件架构,并准确选择各种合适的规约,有助于提高采集的精度以及采样率。同时,系统的功能需要强大,并能兼容不同设备和系统,结合各种规约采集各项数据,有利于开展电力监测、管理、优化等工作,并运用数据传输加密和数据压缩,保证数据安全,有助于提高电力行业的管理水平。

参考文献

- [1] 王咏昭,李晓茹.基于低压电力线载波通信的用户用电信息采集方法[J].电气技术与经济,2024,(08):257-259.
- [2] 向奕同.电力用户低压采集成功率影响因素研究[J].农村电气化,2023,(05):87-89.
- [3] 杜晟磊,井含香,石家乐等.基于扩频技术的低压电力用户信息自动采集系统[J].自动化技术与应用,2023,42(03):112-116.
- [4] 曹东宁.影响低压电力线载波采集成功率的因素分析[J].通信电源技术,2021,38(02):214-216.