

一种数字化电价查询及电费计算平台的开发

马璐璐 胡倩咏 杨佳

国网浙江宁波市鄞州区供电有限公司, 浙江 宁波 315100

[摘要] 电力市场化改革后, 电费电价日渐成为民生关注的话题。对于电网企业来说, 如何准确开展电价告知、高效计算应收电费显得尤为重要。针对电网企业工作人员实际工作中遇到的代理购电电价咨询工作量大、电费手工计算准确性低等痛点, 开发一种基于微信的数字化电价查询及电费计算工具平台, 为代理购电用户了解电价组成与波动情况提供更为直观的方式, 为电网企业工作人员每月电价公示与电费复核及退补电费计算提供更为便捷的路径。实践证明其具有较好使用推广价值。

[关键词] 电价查询; 电费计算; 微信小程序; 电力营销

DOI: 10.33142/hst.v6i3.8536

中图分类号: TM1

文献标识码: A

Development of a Digital Electricity Price Query and Calculation Platform

MA Lulu, HU Qianying, YANG Jia

State Grid Zhejiang Ningbo Yinzhou District Power Supply Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315100, China

Abstract: After the market-oriented reform of electricity, electricity prices have gradually become a topic of concern for people's livelihoods. For power grid enterprises, it is particularly important to accurately inform electricity prices and efficiently calculate receivable electricity fees. In response to the pain points encountered by power grid enterprise staff in actual work, such as the large workload of proxy electricity purchase price consultation and low accuracy of manual calculation of electricity fees, a WeChat based digital electricity price query and electricity fee calculation tool platform has been developed, so as to provide a more intuitive way for proxy electricity purchasing users to understand the composition and fluctuation of electricity prices, and provide a more convenient path for power grid enterprise staff to publish monthly electricity prices, review electricity bills, and calculate refunds and subsidies, and practice has proven that it has good application and promotion value.

Keywords: electricity price inquiry; electricity fee calculation; WeChat mini program; electricity marketing

1 背景

电力市场化改革后, 电费电价日渐成为民生关注的话题。对于电网企业来说, 如何准确开展电价告知、如何高效计算应收电费显得尤为重要。通过调研电网企业工作人员实际工作情况, 有方便代理购电用户电价查询、减少退补电费手工计算等需求亟须解决。

根据国家发展改革委《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》(1439号文)要求, 取消大工业和一般工商业及其他用电的目录销售电价, 同时建立电网企业代理购电机制, 对暂未直接从电力市场购电的用户由电网企业代理购电。代理购电价格主要通过场内集中竞价或竞争性招标方式形成^[1], 每月由浙江省电力公司统一公告。自浙江省建立电网企业代理购电机制以来, 基层供电所关于代理购电电价方面的咨询激增, 主要集中在以下几方面: (1) 公告的电价表中包含大量数据, 需要逐级查询各分类电价, 电价表由人工查看容易出现差错, 缺乏智能的查询口径, 代理购电用户因查询不便选择通过电话咨询电网企业工作人员的方式了解具体电价。(2) 代理购电用户拿到手的电费清单中将分时电价按照代理购电交易电费、输配电费、代征电费分别罗列, 而公告的电价表中只显示分时电度电价, 用户在根据电费清单计算分时单价后

发现与电价表不对应, 从而电话咨询电网企业工作人员。

(3) 代理购电用户无法直观比对电价的波动情况, 电话咨询电网企业工作人员了解代理购电电价波动情况。

电费计算的准确性与及时性, 既关系到供用电双方之间的经济利益, 也关系到电网企业的服务质量和公众形象。目前, 浙江省内基于能源互联网营销服务系统开展电费结算, 然而在电费复核及退补电费计算中仍需通过手工计算, 其中以功率因数电费计算、三相三线电能表错接线及常见故障退补电费手工计算量最大。以三相三线电能表错接线退补电费计算为例, 在进行此类退补电费计算时一般选用更正系数法, 其基本原理为先按照错接线形式求出错接线的计量功率表达式, 再通过正确接线计量功率表达式与错误计量功率表达式之间的比值求得更正系数, 再利用错接线条件下的表计抄见电量乘以更正系数来得到正确接线情况下的实际电量^[2]。此类退补电费的计算过程中涉及相位角、余弦量等计算, 手工计算难度大、准确率低。

基于以上需求, 亟需开发一种数字化的电价查询与电费计算平台, 帮助代理购电用户自主查询, 减轻电网企业工作人员解释的工作量, 提高电费复核及退补电费计算的准确性与及时性。

2 数字化电价查询及电费计算平台架构原理与设计

考虑用户习惯和使用的便捷程度,基于微信小程序平台,嵌入开发一种方便电价查询与电费计算的数字化平台^[3]。

该数字化平台的开发架构分为后台、服务端、界面端三部分,使用 Javascript 开发语言,后台部分集成框架包括:Vue3.0、element-plus、axios、exceljs;服务端集成框架包括:Redis、axios、pm2、express、multer;界面端部分集成框架包括:HBuilderX、Vue2.6、uView。核心通信数据流如图 1 所示。



图 1 核心通信数据流图

2.1 后台部分——一键导入

向电网企业电价公告运维侧人员使用的后台,整体采用 element-ui 框架以保持样式的一致与精简,采用三栏布局区分各个功能模块。运维人员通过特定的访问地址登录该站点后,可以创建一级目录(电价类别)、二级目录(年份)、三级文件区(月电价资料),在三级文件区内可以上传对应模板格式的“excel 类目电价表”以及“电价图”,资料上传通过 exceljs 工具库解析后,生成结构化数据上传至服务端持久化。

2.2 服务端部分——分层解析

服务端是数据流转的基站,电网企业运维人员通过后台上传的电价结构化数据会被服务端存储至 redis 数据库中,redis 是高性能非关系型数据库,它最大的特点是可以将数据写入内存,从而达到纳秒级别的数据读取速度,从底层保证用户侧数据访问体验。

后台上传的是文件数据,是一段结构化 JSON 对象,而 redis 存储后,文件数据是游离的,通过服务端对数据进行重组,根据文件或目录的 uuid 标识进行父子关联,文件树形后,整体的结构更加清晰,对于后续电价查小程序分析年度电价的趋势数据有着基底的作用,树形化流程图如图 2 所示。

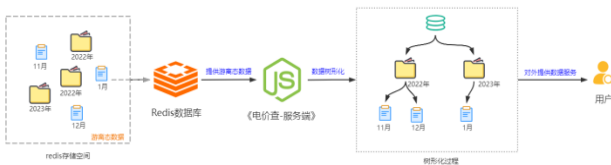


图 2 树形化流程图

在电价趋势数据获取方面,通过开设一个接口的方式,外部只要传入关键参数,后台即可生成相关的趋势数据数组。基于树形化功能,可以拿到对应年份的全部月份的电价数据,取对应的过滤参数下的价格即可生成一个以月为单位的年趋势电价数据图,如图 3 所示。

电价走势:



图 3 趋势电价数据图

2.3 界面部分——便捷使用

2.3.1 电价查询界面部分

电价查询界面部分主要面向电力用户使用,包括居民、农民、代理购电工商用户,用户进入小程序后选择用电类型,再根据当前用电类型下的用电查询参数继续进行选择,最终可以便捷查询到对应类目的电价、电价组成说明以及年电价趋势图。在设计中选择底部弹窗,基于顺序的查询电价流程,以多级联菜单的方式进行开发,如图 4、图 5 所示。



图 4 查询电价操作流程

图 5 查询电价显示结果

2.3.2 电费计算工具界面部分

电费计算工具界面部分面向电网企业工作人员使用,该部分在设计前对计算规则进行梳理与简化,而后解析计算规则,构建计算规则的映射结构并同步至程序中,目前根据需求开发了三相三线错接线更正系数计算、三相三线常见故障更正系数计算、功率因数调整电费计算三块功能。

以三相三线错接线更正系数计算工具为例,当正确计量时功率 $P_{正} = U_{AB}I_A \cos(30^\circ + \phi_a) + U_{CB}I_C \cos(30^\circ + \phi_c)$, ϕ_a 为 A 相电压与电流之间的角度, ϕ_c 为 C 相电压与电流之间的角度。若三相电路对称则 $U_{AB} = U_{CB} = U$ 线, $I_A = I_C = I$ 线,

$\phi_a = \phi_c = \phi$, 此时, $P_{正} = \sqrt{3}U_{线}I_{线}\cos\phi$ [4-6]。

当错误计量时功率 $P_{错} = U_{线}I_{线}\cos\phi_1 + U_{线}I_{线}\cos\phi_2$, ϕ_1 为一元件计量有功功率时线电压与电流之间的角度, ϕ_2 为二元件计量有功功率时线电压与电流之间的角度。

更正系数 $K = P_{正}/P_{错} = \sqrt{3}\cos\phi / (\cos\phi_1 + \cos\phi_2)$ 。

从上述公式可知, 只需知道错接线时一元件线电压与电流之间的角度、二元件线电压与电流之间的角度, 即可求得更正系数。

三相三线电能表错接线的方式很多, 但分析后发现, 接入电能表的电压 A、B、C 三相电压可构成 $U_A-U_B-U_C$ 、 $U_B-U_C-U_A$ 、 $U_C-U_A-U_B$ 三种, 流入电能表的电流有 I_A 、 $-I_A$ 、 I_C 、 $-I_C$ 四种。当负载为感性时, 各线电压和相电流向量间的相位角如表 1 所列 [7]。电费计算工具小程序即对表 1 构建映射结构, 完成三角函数的计算。

表 1 线电压和相电流间的相位角

相电流 线电压	U_{AB}	U_{CB}	U_{BC}	U_{AC}	U_{CA}	U_{BA}
I_A	$30^\circ + \phi$	$90^\circ + \phi$	$90^\circ - \phi$	$30^\circ - \phi$	$150^\circ + \phi$	$150^\circ - \phi$
I_C	$90^\circ - \phi$	$30^\circ - \phi$	$150^\circ + \phi$	$150^\circ - \phi$	$30^\circ + \phi$	$90^\circ + \phi$
$-I_A$	$150^\circ - \phi$	$90^\circ - \phi$	$90^\circ + \phi$	$150^\circ + \phi$	$30^\circ - \phi$	$30^\circ + \phi$
$-I_C$	$90^\circ + \phi$	$150^\circ + \phi$	$30^\circ - \phi$	$30^\circ + \phi$	$150^\circ - \phi$	$90^\circ - \phi$

电网企业工作人员在进入小程序后选择三相三线错接线更正系数计算工具, 输入功率因数、选择一元件线电压与相电流、二元件线电压与相电流, 工具可自动匹配相位角, 输出更正系数 K 的计算公式与计算数值。三相三线错接线更正系数计算工具选项及计算结果如图 6、图 7 所示。



图 6 错接线更正系数工具选项



图 7 计算结果

3 数字化电价查询及电费计算平台成效

对咨询代理购电电价相关问题的用户, 电网企业工作人员引导用户使用该工具进行查询。通过调研, 电网企业

工作人员服务该类用户咨询需要的平均时间由 15 分钟减少至 5 分钟。用户使用该工具查询电价时, 同步获取组成电度电价的代理购电交易价格、输配电价、政府性基金及附加三部分电价信息以及历月电价走势信息, 方便电费清单的解读与电价对比分析。用户对于同一问题基本不再重复咨询, 方便了用户电价信息获取, 减轻了电网企业工作人员的咨询回复工作量。组织 30 位电费核算人员分别采用手工计算和使用电费计算工具的方式, 对三相三线 A 相电流反接、三相三线三相不平衡欠压、功率因数调整电费三类算费场景进行计时计算, 并统计正确率, 结果如表 2 所示。

表 2 两种计费方法的平均用时及正确率对比

计费方法 算费场景	三相三线 A 相电流反接		三相三线三相不平衡欠压		功率因数调整电费	
	平均用时 (s)	正确率 (%)	平均用时 (s)	正确率 (%)	平均用时 (s)	正确率 (%)
手工计算	180	92	360	86	60	99
电费计算工具计算	5	100	5	100	3	100

相比于手工计算, 使用电费计算工具能够节省时间, 而且能够有效提高正确率, 避免因过程与公式错误导致的电费计算错误, 提高了电费计算工作质效。

4 结语

针对电力市场化改革后, 电网企业工作人员遇到的代理购电电价咨询工作量大、电费手工计算准确性低等痛点, 设计开发了一种数字化电价查询及电费计算平台。该平台在浙江省内进行了小范围推广试用, 截至 2023 年 4 月 10 日, 累计访问人数达 2891 人, 使用效果良好。

[参考文献]

- [1] 杨娜, 朱刘柱. 电网代理购电业务方法及对电网经营影响探究[J]. 科技和产业, 2022(6): 104-108.
- [2] 邓得政. 三相三线表在错接线计量功率为 0 时的更正电量计算[J]. 工业计量, 2022(5): 70.
- [3] 李琨, 吴英昊, 化晨冰. 基于微信平台电费计算小程序的开发[J]. 山东电力技术, 2020(6): 59-63.
- [4] 刘超男, 杜文学. 电能表错误接线现场带电检查与分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016.
- [5] 宋文军. 电能计量装置接线检查与电能表现场检验[M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [6] 李永宏, 孔祥军. 三相三线有功电能表失压电量追补速查[J]. 电测与仪表, 2005(6): 24.
- [7] 钱云. 浅析三相三线两元件有功电度表错误接线与补退电量计算[J]. 电工技术, 1996(2): 23.

作者简介: 马璐璐 (1989.7-), 性别: 女, 民族: 汉族, 籍贯: 浙江慈溪, 工作单位: 国网浙江宁波市鄞州区供电公司, 学历: 本科, 职称: 政工师; 研究方向: 电力。