

doi: 10.7690/bgzd.2025.02.005

供电企业营销现场作业可视化数据采集方法

尹 鹏¹, 刘 畅², 鲍丽光², 朱雪雯², 王 翠³, 王迎亮⁴(1. 国网天津市电力公司, 天津 300010; 2. 国网天津城东供电分公司, 天津 300250;
3. 河东区国家电网, 天津 300250; 4. 天津市普迅电力信息技术有限公司, 天津 300000)

摘要: 为更好地完成营配贯通数据采集工作, 研究供电企业营销现场作业可视化数据采集方法。根据建立的可视化数据采集标准, 设计可视化数据采集界面, 并在采集界面采用模糊聚类法计算数据样本的隶属度, 调整纠偏局部数据, 区分数据源; 将各系统中的共性数据进行比对, 计算各设备数据一致率, 判断所有可视化数据在各系统中是否符合一致性要求, 从而完成可视化数据采集。实验论证分析结果表明: 该可视化数据采集结果能为台区线损波动异常问题分析提供可靠依据, 多设备数据一致率为 100%, 具有较好的数据采集质量。

关键词: 供电企业; 营销现场作业; 采集标准; 可视化数据采集; 数据分类

中图分类号: TP315 **文献标志码:** A

Visual Data Acquisition Method for Marketing Field Operations in Power Supply Enterprises

Yin Peng¹, Liu Chang², Bao Liguang², Zhu Xuewen², Wang Cui³, Wang Yingliang⁴(1. State Grid Tianjin Electric Power Company, Tianjin 300010, China; 2. State Grid Tianjin Chengdong Power Supply Branch, Tianjin 300250, China; 3. Hedong District State Grid, Tianjin 300250, China;
4. Tianjin Puxun Power Information Technology Co., Ltd., Tianjin 300000, China)

Abstract: In order to better complete the data collection and recording work of the operation, distribution and commissioning connection, a visual data collection method for on-site marketing operations of power supply enterprises is studied. According to the established visual data acquisition standards, a visual data acquisition interface is designed, and fuzzy clustering method is used to calculate the membership degree of data samples in the acquisition interface, adjust and correct partial data, and distinguish data sources; Compare the common data in each system, calculate the data consistency rate of each device, and determine whether all visual data in each system meets the consistency requirements, thereby completing the visual data collection. The experimental demonstration and analysis results show that the visual data acquisition results can provide a reliable basis for the analysis of abnormal line loss fluctuations in the substation area, and the data consistency rate of multiple devices is 100%, with good data acquisition quality.

Keywords: power supply enterprise; marketing field operation; acquisition and recording standard; visual data acquisition; data classification

0 引言

目前, 国网电力公司在电力物联网、赋能电网建设运营等多项任务中对营配贯通工作提出了更高的要求。面临新的形势与挑战, 各电力企业在营配贯通工作中仍存在跨系统操作门槛高、体量大、纯人工绘图难达标等问题。在数据治理完成后, 营配设备的异动与数据更新维护还需要及时同步, 才能避免营配可视化数据与现场情况脱节, 避免数据前清后乱的情况, 而目前营配贯通工作中出现的现场校核不便、纠偏流程繁琐、成果展示不清等问题, 制约着营配可视化数据支撑实际业务的应用。为提高公司营配可视化数据贯通率、精益化管控水平与客户服务可视化水平, 需要提出一种新的可视化数

据采集方法。

文献[1]基于压缩传感, 提出了一种新的电力数据采集方法, 实现了先进传感器与智能基础设施的结合。文献[2]基于分布式架构, 进行了电网营销数据自动检测的可视化研究, 使数据展示更加生动灵活。文献[3]设计了一种电网设备实验数据数模自动采集校验系统, 有效改善了数据录入效率低和可靠性差的问题。但上述方法存在已采集并贯通的电力设备数据脱离现场实际的情况, 致使数据采集营配一致率较低。

笔者研究了供电企业营销现场作业可视化数据采集方法, 为提高现场效率和线上数据校验质量提供了参考依据, 对精确数据辅助决策, 提升电力公

收稿日期: 2024-07-10; 修回日期: 2024-08-09

基金项目: 国网天津城东公司项目(22-03)

第一作者: 尹 鹏(1983—), 男, 河北人, 硕士。

司管理水平具有现实意义。

1 供电企业营销现场作业可视化数据采集

1.1 可视化数据采集界面设计

供电企业营销现场作业可视化数据是利用计算机图形学和图像处理技术,将供电企业营销现场作业数据转换成图形或图像在屏幕上显示出来的视觉数据。由于当前营配可视化数据缺失统一录入标准,且部分图元的展示已不能满足业务要求;因此,需要建立一套系统的规范,使营配可视化数据更好地服务于业务上的应用。为更加直观地区分低压导线、航线、连接线图形,笔者重新对数据采集职责界面进行了优化设计^[4]。

供电企业营销现场作业中,包括现场核查与采集电网资源数据、电力营销数据;因此,在对营销系统界面改进的优化设计中,建立电网 GIS 平台站-线-变拓扑关系以及电网设备、低压用户等的关联关系,根据不同类型数据,由营销部和运检部分别维护。其中,营销部主要负责表箱信息和低压用户信息,运检部主要负责电网设备等信息,具体低压数据采集与运检采集界面如图 1 所示。

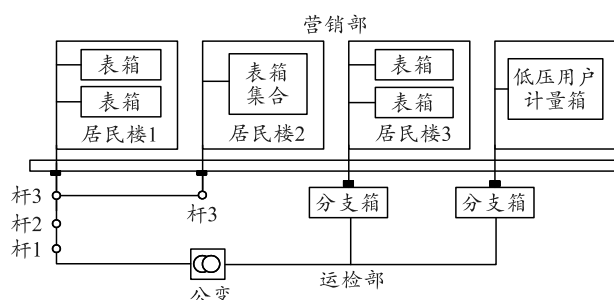


图1 低压数据采集与运检采集界面

上图为可视化数据采集界面示意图。为避免二次数据梳理,在数据采集以及缺失数据采集时,应严格按相关规范文件完成^[5]。此外,还需对服务网点等营销资源进行采集,包括分布式电源、充电和换电站以及充电桩等,采集计量采集器经纬度坐标信息、现场作业图像影像,包括现场的经纬度坐标等,录入笔者所使用的可视化数据采集软件中^[6]。

1.2 数据源分类

数据库注册中,在可视化数据采集界面进行数据源配置,为保证数据库的连通性,便于日后的营配可视化数据应用,需要区分数据源,对不同的数据源进行分类^[7]。笔者利用数据挖掘算法进行数据源的分类,具体采用模糊聚类法,评价各聚类中心与数据样本的隶属度关系,分析样本数据序列的相

似度^[8]。隶属度计算公式为:

$$f(x_j) = 1 / \sum_{k=1}^K (d_{ij} / d_{kj})^{2/(c-1)} \quad (1)$$

式中: K 为聚类数目; c 为加权指数; d 为欧氏距离; 样本数据序列为 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $j=1, 2, \dots, n$, $i=1, 2, \dots, K$ 。

加权欧氏距离是在数据样本序列内部的各个节点的权重属性,通过扩大或缩小该节点在距离判断上的权重,从而得到相对更好的距离分类结果,具体公式为:

$$D_{ij} = \sqrt{q_1(x_{i1} - x_{j1})^2 + q_2(x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + q_n(x_{in} - x_{jn})^2} \quad (2)$$

式中: $q_1, q_2, \dots, q_n$ 分别为各节点对应的权值; n 为数据维数,接着建立初始化样本的隶属度矩阵 F , 计算聚类中心,具体公式为:

$$B_i = \sum_{j=1}^n [f^c(x_j) \cdot x_j] / \sum_{j=1}^n f^c(x_j) \quad (3)$$

式中 x_j 为第 j 类别样本,根据距离定义误差函数,具体为:

$$w(F, B_1, \dots, B_n) = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n f^c(x_j) D_{ij}^2 \quad (4)$$

式中 B_n 为第 n 个聚类中心,根据上述计算得到误差值^[9]。

由于数据源的维度和长度不一致,因此通过标准化方法预处理数据,具体处理后的新数据序列为:

$$Y_i = \left(x_j - \sum_{k=1}^n x_k / n \right) / \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(x_j - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \right) \right) \quad (5)$$

由于电网资源数据的采集时间间隔较小,因此未来的营配可视化数据是海量的,庞大的数据量中包含信息资源,还存在着部分错误数据。为避免采集到的营配可视化数据存在较大误差,需对局部数据进行调整纠偏,辅助工作人员在现场出现低压设备切改时调整系统数据,保证系统数据与现场数据的一致^[10]。

1.3 营配可视化数据采集

笔者针对营配贯通工程,以电网 GIS 平台和营销系统为基础,依托电网图形资源管理系统的配变信息,应用数据可视化采集系统,对供电企业营销现场作业可视化数据进行采集,在数据采集过程中,核查低压表箱定位、箱表关系以及相应的电能资产编号与表箱关系,只有低压表箱张贴表箱号码,才具箱表关系^[11-12]。在确认核查结果无误后,通过电

网图像资源管理系统接入点和营销系统界面对应表箱, 将各项数据信息录入。

以台区和线路为单元, 依序进行数据的采集工作, 国家大地坐标系为各空间数据的标准, 高程数据采用国家高程基准^[13]。从 2.5 m、亚米级和 1:2 500 矢量 3 个维度进行采集, 具体地图数据空间精度要求如表 1 所示。

表 1 空间精度要求

数据类型	地形类型	平面位置中误差
2.5 m 影像数据	平原	5.0
	丘陵	7.5
	山地	10.0
亚米级影像数据	平原	1.2
	丘陵	1.4
	山地	1.6
1:2 500 矢量数据	平原	1.2
	丘陵	1.4
	山地	1.6

根据上表基本技术要求采集全部电网资源数据, 为便于统计数据的一致性, 将各系统中的共性数据进行比对, 计算各设备数据一致率, 具体公式为:

$$P_0 = (G_V + G_A) / (V + A) \times 100\% \quad (6)$$

式中: G_V 为电网图形资源管理系统与生产管理系统设备数据的一致数; G_A 为网图形资源管理系统与营销业务系统设备数据的一致数; V 为生产管理系统中设备总数; A 为营销业务系统中设备总数^[14-15]。

计算公线、专线、公变、专变和表箱的权重系数, 具体公式为:

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j) \quad (7)$$

式中 e_j 为各设备数据的熵值。

式(6)计算适用于所有设备类型, 将所有设备数据计算结果汇总, 根据权重系数, 计算总数据一致率, 具体公式为:

$$P = P_1 \times 5\% + P_2 \times 5\% + P_3 \times 20\% + P_4 \times 20\% + P_5 \times 50\% \quad (8)$$

式中 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 和 P_5 分别为公线、专线、公变、专变和表箱数据的一致率, 从而判断所有可视化数据在各系统中是否符合一致性要求, 完成供电企业营销现场作业可视化数据的采集和核查^[16]。

2 实验论证分析

2.1 搭建实验环境

为验证笔者研究的供电企业营销现场作业可视化数据采集方法的可靠性, 笔者以国网天津市电力

公司为研究对象, 根据该企业的营配贯通的相关要求, 进行数据采集测试, 部署实验环境。

其中, 硬件环境有数据存储服务器、客户端组成, 电网 GIS 空间信息服务平台通过交换机、路由器等网络设备进行网络连接。在软件部署中, 在数据存储服务器部署数据库管理软件, 在 PC 机上部署 arcmap12.1、arcEngine runtime15.0 等软件。操作系统中, 服务器端和客户端均为 windows 10, 每服务器端 2 套, 作为数据存储服务器端环境, 每客户端 1 套, 作为软件客户端环境; 电网 GIS 平台 2 套, arcGISdesktop 用作空间数据编辑、导出, arcGIS Engine runtime 2 套, 用作空间数据管理系统开发及运行组件; 开发环境中, .net framework 2 套, 用于 .Net 运行框架, visual studio.net 20 182 套, 作为开发平台。

本次实验的网络配置为公司内部局域网, 数据收集、查阅、图纸打印等均通过该网络进行; 因此, 对网络带宽具有较高的要求, 笔者应用的营销系统通过配置的双千兆接口与核心交换机相连, 电网 GIS 平台客户端百兆独享接入。通过笔者所使用的营配数据可视化采集软件, 接受从国网公司平台与设备(资产)运维精益管理系统导出的台账数据, 进行外业测量数据的核查对比。外业采集人员及数据质检人员通过电网 GIS 软件, 由数据接口将现场采集到的营配数据导入到笔者应用的数据可视化采集软件中, 通过处理接口对采集到的数据进行分析处理, 再通过图形接口进行图形的可视化输出, 最后通过质检接口对数据进行质量检查。

本次实验的主要目的在于验证笔者可视化数据采集方法在实际工作中的应用效果, 将实验共分为 2 部分: 第 1 部分对可视化采集到的数据应用于台区线损波动的原因分析中, 根据台区电量数据、用户电量数据和线损波动曲线数据, 判断笔者采集到的数据是否正确, 分析该台区问题; 第 2 部分验证数据采集结果的营配一致率情况, 并选取文献[1]提出的基于压缩传感的数据采集方法和文献[2]提出的基于分布式架构的数据采集方法为对照方法, 对比不同方法的可视化数据采集质量。

2.2 可视化数据采集应用效果

某台区在 10 天内, 正常线损率的天数仅为 7 天; 因此, 以该台区为例, 应用笔者可视化数据分析该台区线损异常情况。将本文中方法采集到的台区电量和用户电量进行可视化展示, 具体如图 2

所示。

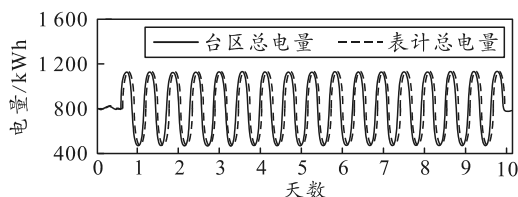


图2 台区电量与表计总电量对比

由上图可知：用户电量和台区电量的变化趋势相一致，需要进一步分析用户电量，通过导出查看用户电量数据，对比正常电量与超大拐点电量，发现某一用户电量变化巨大，于是将该用户电量曲线与台区线损曲线进行对比，具体如图3所示。

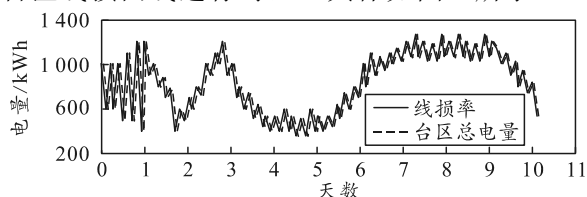


图3 用户电量曲线与台区线损曲线对比

上图中，该用户电量波动变化与线损变化曲线完全吻合，该用户未生产的7天，台区线损均为正常，说明已初步找到问题所在，经过现场实际检查，并调用GIS图进行具体分析，如图4所示。

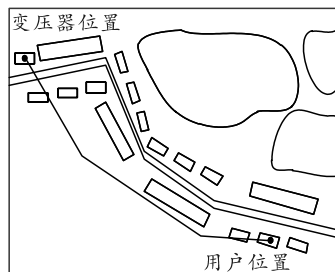


图4 台区GIS简易图示

由上图可知：该户属于用电末端，且在现场实际检查中发现该户为间歇性用电，该户用电量较大；因此，导致该台区线损波动异常。由此可见，本文中可视化数据采集结果能够在实例应用中提供可靠依据。

2.3 数据采集结果一致率对比

对采集到的变压器、公线、公变、用户专线、用户专变、低压用户数据的营配一致率进行分析，具体如图5所示。

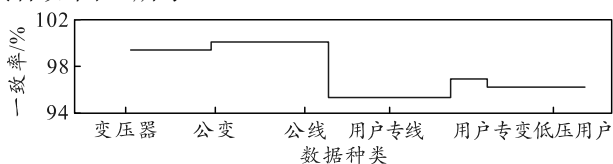
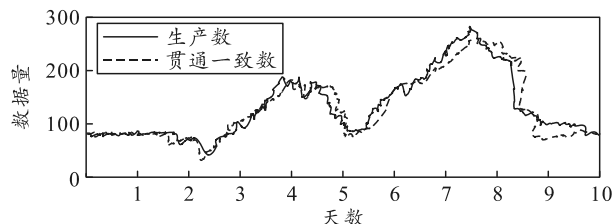
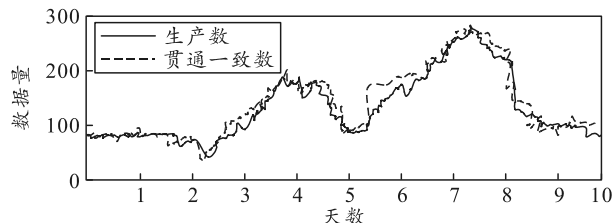


图5 各数据一致率展示

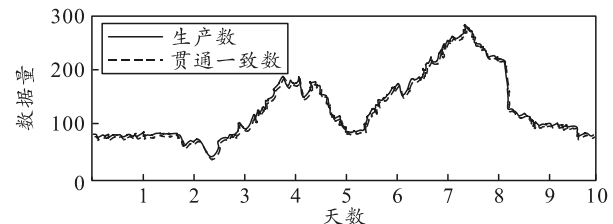
根据上图可以看出：公变、公线设备数据能够成功推送至营销系统，其一致率为100%，用户专线、用户专变和低压用户则以正确挂接到设备，实现站-线-变-户拓扑关系贯通一致为标准。由5个指标的一致率结果可见，本文中可视化数据采集符合一致性要求。为进一步验证本文中数据采集结果质量，对天津城东供电分公司所负责的各区域单位数据进行展示，对比分析不同方法下的数据采集结果的营配一致率，具体结果如图6所示。



(a) 基于压缩传感的数据采集方法



(b) 基于分布式架构的数据采集方法



(c) 供电企业营销现场作业可视化数据采集方法

图6 数据采集营配一致率对比

上图中清晰地展示了不同方法的营配一致率情况，结合各区域营配可视化数据采集结果可知，供电企业营销现场作业可视化数据采集方法的营配一致率更高，且不存在已采集并贯通的电力设备数据脱离现场实际的情况，基于压缩传感的数据采集方法存在数据采集失败的用户，营配一致率相对较低，对比结果表明，供电企业营销现场作业可视化数据采集方法具有更好的数据采集质量。

3 结束语

目前，我国智能电网建设进程不断加快，推动着供电企业不断向智能运营转型，要求企业提高营配调精益管理水平。为直观展示数据，便于进行现场校核，笔者进行了供电企业营销现场作业可视化数据采集方法的研究，并取得了一定成果。目前，

电网资源数据采集工作任务重、时间紧、要求高，为增强本文中方法的实用性，在今后的研究中，笔者还将不断致力于提高营配可视化数据采集质量，更好地辅助供电方案的生成，促进供电企业的业务效率和客户服务水平。

参考文献：

- [1] 刘潇潇, 田家政, 谢鲲, 等. 基于压缩传感的低开销电力数据采集方法[J]. 计算机应用研究, 2020, 37(S1): 266-268, 272.
- [2] 周苏, 王良之, 宋凯, 等. 基于分布式架构的电网营销数据自动监测可视化研究[J]. 自动化技术与应用, 2022, 41(6): 169-172.
- [3] 李蕊, 陈孝文, 许家伟, 等. 智能配电网运行数据可视化监控方法研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2020(11): 223-226.
- [4] 魏世超, 李歆, 张宜弛, 等. 基于 E-t-SNE 的混合属性数据降维可视化方法[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(6): 66-72.
- [5] 郭一江, 王卫红, 郑洁, 等. 基于无人机巡线数据的电力走廊可视化研究[J]. 西南科技大学学报, 2020, 35(3): 92-96.
- [6] 程鹏. 基于三维虚拟现实技术的电力数据可视化分析[J]. 电气自动化, 2021, 43(5): 1-3, 47.
- [7] 杨继业, 杨晓峥, 刘然, 等. 结合 GIS 的图模数一体化的电网数据可视化重建技术[J]. 科技通报, 2020, 36(4):

56-62.

- [8] 吴立桐, 陈宇, 庞永恒, 等. 基于网络自动布局算法的电网可视化研究[J]. 微型电脑应用, 2020, 36(10): 48-51.
- [9] 冯磊, 黄其兵. 基于智能的配电网电力大数据三维场景可视化分析[J]. 自动化与仪器仪表, 2020(1): 189-192.
- [10] 王子凌, 周金辉, 苏毅方, 等. 电网设备试验数据数模统一化自动采集校验系统设计[J]. 电力系统保护与控制, 2022, 50(11): 130-138.
- [11] 王林信. 基于多维数据的电力营销线损信息监控系统设计[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(2): 133-137.
- [12] 余向前. 基于 ZigBee 的电力营销数据远距离共享方法[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(7): 201-204.
- [13] 江元, 李晓明, 尚云飞. 基于混沌序列的电力营销数据去隐私化加密方法研究[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(2): 109-112, 115.
- [14] 韦雅, 张岚, 王宏民, 等. BP 神经网络和云算法的电力营销数据处理方法[J]. 计算机技术与发展, 2021, 31(7): 204-208.
- [15] 周桂平, 李石强, 于华楠, 等. 基于压缩感知的电力扰动数据采集与分类方法[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2021, 39(6): 637-646.
- [16] 邱林, 杨剑蓝, 吴宇, 等. 基于网格技术的电力营销信息私有云存储方法研究[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(2): 188-190.

(上接第 16 页)

建立的智能客服能够对已处理过的问题具有较高的匹配度，然而对于从未见过的问题，客服系统仍存在一定缺点。未来工作一方面可提高语料库词汇量，丰富数据基础；另一方面可对对抗生成网络技术进行研究，提高客服系统样本多样性。

参考文献：

- [1] 毛龙灿, 杨南. 基于大数据背景的皮革人才培养优化研究[J]. 中国皮革, 2021, 50(9): 38-41.
- [2] 杨涛. 互联网时代下皮革行业电商物流体系研究分析[J]. 中国皮革, 2021, 50(8): 82-85.
- [3] 钟元媛, 孟劼, 起文涛. 电力远程费控系统功能在线检测技术研究[J]. 电工技术, 2021(15): 81-82, 84.
- [4] 方圆, 张亮, 盛剑桥, 等. 基于微服务架构的电力数据存储自动加密系统设计[J]. 自动化与仪器仪表,

2022(1): 189-192, 196.

- [5] 刘淑洁, 郭彦廷, 耿泉峰. 基于人工智能的电力营业厅创新服务应用[J]. 科技资讯, 2021, 19(7): 45-47.
- [6] 林诚, 陆勋, 董挺. 基于人工智能的电力营业厅创新服务应用[J]. 集成电路应用, 2020, 37(8): 42-43.
- [7] 潘锦宁. 基于客户细分的电力智能服务系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(12): 100-102.
- [8] 周玲, 朱州, 张刚, 等. 基于客户偏好与需求的智能服务系统研究与设计[J]. 微型电脑应用, 2021, 37(10): 87-89.
- [9] 王楚, 王忠锋, 徐志远, 等. 电力营业厅智能服务机器人个性化情感分析技术研究[J]. 供用电, 2020, 37(6): 21-26.
- [10] 林磊. 基于 BLSTM 网络的智能客服语音识别系统研究[J]. 微型电脑应用, 2021, 37(9): 63-65.
- [11] 刘芯漂. 基于大数据分析的智能客服系统研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2021(3): 139-142.