

# 高压输电线路多维数据的中台技术<sup>①</sup>



白格平<sup>1</sup>, 李英俊<sup>1</sup>, 鲁 耀<sup>1</sup>, 韩吉军<sup>1</sup>, 陈晓东<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(内蒙古电力(集团)有限责任公司 乌兰察布电业局, 乌兰察布 012000)

<sup>2</sup>(内蒙古工业大学 轻工与纺织学院, 呼和浩特 010000)

通讯作者: 陈晓东, E-mail: [651668946@qq.com](mailto:651668946@qq.com)

**摘 要:** 基于目前高压输电线路、杆塔的台账信息、巡检信息等呈现孤岛状态, 本文阐述了一种高压输电线路多维数据的中台技术应用案例, 针对直升机、无人机、人工巡检对缺陷描述所产生的数字信息、文档信息、图片信息及视频信息, 提出了基于中台技术的解决思路, 围绕保障输电线路运行安全这一目标, 对基础信息、动态信息、管理信息进行合理层级划分, 提升信息化水平, 为后续决策奠定扎实的基础。

**关键词:** 高压输电; 杆塔; 缺陷; 数据中台; 层级化架构

引用格式: 白格平, 李英俊, 鲁耀, 韩吉军, 陈晓东. 高压输电线路多维数据的中台技术. 计算机系统应用, 2020, 29(6): 260-264. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7450.html>

## Multi Dimension Data of High Voltage Transmission Line Based on Middle Platform Technology

BAI Ge-Ping<sup>1</sup>, LI Ying-Jun<sup>1</sup>, LU Yao<sup>1</sup>, HAN Ji-Jun<sup>1</sup>, CHEN Xiao-Dong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Ulanqab Electric Power Bureau, Inner Mongolia Power (Group) Co. Ltd., Ulanqab 012000, China)

<sup>2</sup>(College of Textile and Light Industry, Inner Mongolia University of Technology, Huhhot 010051, China)

**Abstract:** Based on the current high-voltage transmission lines, towers ledger information, inspection information presented island state, this article illustrates an application case that multidimensional data of high-voltage transmission lines. Aiming at the digital information, document information, picture information, and video information generated by the defective description of helicopters, UAV, and manual inspections, the platform technology is proposed with focusing on the goal of ensuring the safety of the transmission line operation.

**Key words:** high voltage transmission line; pole tower; defect; data center; hierarchical architecture.

当前输电线路巡检的手段逐渐增加, 数据源种类也越来越多, 且这些数据源均存在于多种不同的系统中, 数据录入方式也各有不同. 多维数据源种类繁杂, 按数据出现的方式可分为静态数据和动态数据两类<sup>[1]</sup>; 按数据种类可分为数字信息、文档信息、图片信息及视频信息; 按数据的来源可分为手工录入、航检视频拍摄及前沿机记录三种形式. 这些基础数据的非标准型, 信息的不对等造成数据分析的困难<sup>[2]</sup>. 此外, 多维数据源所述的系统处于孤岛状态, 无法实现数据闭环. 随

着输电线路巡检业务规模的扩大和对制造要求的提升, 当前状态逐渐无法满足对数据的管理需求及输电线路巡检下一步信息化建设的发展. 基于上述现状, 为了满足新的科技发展规划, 及时准确地完成巡检任务、节省巡检人员的运行时间、为管理人员提供有效的监督依据, 从而提高工作效率及管理水平, 为乌兰察布电业局开发的架空输电线路信息化集成与专家决策支持平台(以下称新系统), 满足新的科技发展规划, 数据的中台处理是目前的必要工作.

① 基金项目: 国家自然科学基金(11962023)

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (11962023)

收稿时间: 2019-10-30; 修改时间: 2019-11-20, 2019-12-09, 2019-12-17; 采用时间: 2019-12-20; csa 在线出版时间: 2020-06-10

## 1 高压输电线路多维数据的中台技术

### 1.1 概述

目前输电线路巡检已投入使用了如视频图像分析管理系统、GIS(地理信息管理系统)及MIS(企业信息管理系统)等智能化管理系统,但这些系统大多采用单体架构,虽然其前期开发成本低、周期短、能够快速实现功能开发和系统部署,但是其缺陷也很明显:各信息系统以烟囱架构形式存在而导致的数据孤岛、数据隔离、数据不一致等<sup>[3]</sup>。如何打通这些数据并将其按照一个统一的标准进行建设,以达到技术降本、应用提效、业务赋能的目标,是众多企业面临的问题。数据中台就是为解决这些问题而生。

数据中台技术能够让各种数据在数据平台和业务系统之间形成了一个良性的闭环,以中台的方式实现对信息、资源和数据的共享<sup>[4]</sup>。数据中台技术的关键在于能够运用相关运算规则,快速、有效、准确的应用沉淀在各个系统的业务信息及沉睡在异构系统中各个子系统的海量数据,让它们发挥作用、满足各个层级对不同信息的需求等,使上述得信息孤岛实现有机联系和综合利用,以进一步提高信息化水平和管理工作效率,促进生产力的发展。

### 1.2 多维数据的中台处理

输电线路数据种类多、数量大,其管理及存储没有一个特定的规则。数据标准化处理是数据挖掘的一项基础工作,不同评价指标往往具有不同的量纲和量纲单位,这样的情况会影响到数据分析的结果,为了消除指标之间的量纲影响,需要进行数据标准化处理,以解决数据指标之间的可比性<sup>[5]</sup>。原始数据经过数据标准化处理后,各指标处于同一数量级,适合进行综合对比评价。多维数据中台技术首先要建立一套数据管理模式,使多维数据规范化,且便于管理和查看<sup>[6]</sup>。本文建立与杆塔为载体,将多维数据信息通过杆塔来统一表达。杆塔台账信息与多维数据逻辑图如图1所示。通过多维数据中台技术,能够客观地对每一个杆塔的历史及现状进行直观的、图文并茂的表达,有效提升了作业效率及作业规范化。

## 2 实现方法

### 2.1 技术路线

目前乌兰察布电业局针对输电线路杆塔的实时信息主要来自直升机、无人机视频巡检资料及人工巡检的图像和图表信息,包括视频、图像、表格表达的杆

塔缺陷的状态、维修状态,三者相互独立。管理信息主要来自GIS地理信息、气象信息、MIS企业管理信息及建塔时的台账信息,这些信息主要是为上级管理提供相关数据。以上各系统之间相互独立,数据相互独立且重复,缺乏数据间的相互支撑,具体到针对杆塔而言,要想清晰的了解杆塔及线路的现状,需要不同的系统支撑才能完成。

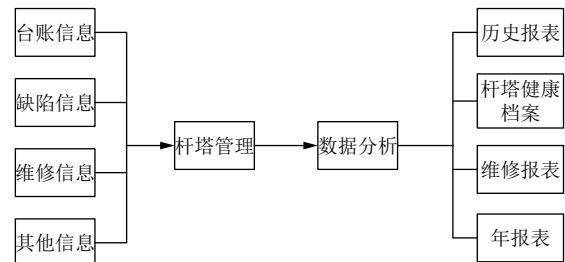


图1 杆塔台账信息与多维数据逻辑图

本文提出的“高压输电线路多维数据的中台技术”是以杆塔安全属性相关数据的筛选、优化等算法为基础,采用超分辨率图像重建技术、三维点云技术、自动化智能感知技术、自动切分编目技术等,由人工智能(AI)、数据库(DB)、知识库等多种新的方法有机结合,为项目的建立与实施提供决策支持,既体现先进性,又能保证与已有系统的兼容。基于现有多种巡检作业方式,围绕数据获取、数据可视化、数据分析与数据中台的管理,针对高压输电线路,结合业务系统功能范围特性研发了数据中台技术,总体技术路线如图2所示。

根据杆塔属性指针的需求,以及不同信息的来源,将数据源信息分为4类:(1)视频图像及图片类;(2)其他系统的表单信息类;(3)人工录入的表单类信息;(4)档案类信息。针对不同的信息类别,采用不同的数据处理技术,有效整合了针对杆塔的多维数据,实现了杆塔属性指针的要求,也满足不同管理层次的数据需求。

数据中台技术整合多维数据源,运用先进的技术及方法进行预处理,分析不同数据源的特征、系统需求,分别采用人工智能自动切分编目技术、图形数据转换技术及有效数据的选择、动态数据的录入技术、文本等其他数据录入技术,有针对性的处理不同数据源,形成中台技术的算法,满足杆塔属性指针的需求。

### 2.2 实现方法

按照输电线路行业运行管理规范,创新性地提出对图像信息、图片信息、文本信息和数字信息在杆塔上的集中体现,通过数据分类、数据中台和数据集成,提升数据价值。根据不同管理层次的数据需求,可为电

业局不同层次(管局、科室、班组)管理人员提供所需的相关信息,能够及时、准确的了解输电线路实时运行情况,提高输电线路的安全运行保障及管理效率.

### 2.2.1 人工智能自动切分编目技术

直升机及无人机视频信息具有数据量极大、运行模式不同、不能保证同一精度等特征,从海量视频资料中确定所需要的杆塔信息,首先需要完成杆塔的自动识别及切分,然后进行杆塔重点位置的自动识别及关键图片的提取.要完成上述要求必须利用有效数据

挖掘技术、飞行规律的确定技术、杆塔定位技术、重点位置定位技术及大数据分析技术等.通过深入研究和调研,采用上述技术,可实现在复杂背景下对直升机、无人机的航检视频字符的定位识别、自动切分、编目、关键图片提取、有效数据的确定(如图3所示),实现视频的分段剪辑与存放,建立索引,提供多种管理权限.人工巡检图片信息的处理能够合理添加到相关位置中,同时对视频及图片信息的存储位置、格式、容量进行了中台处理.

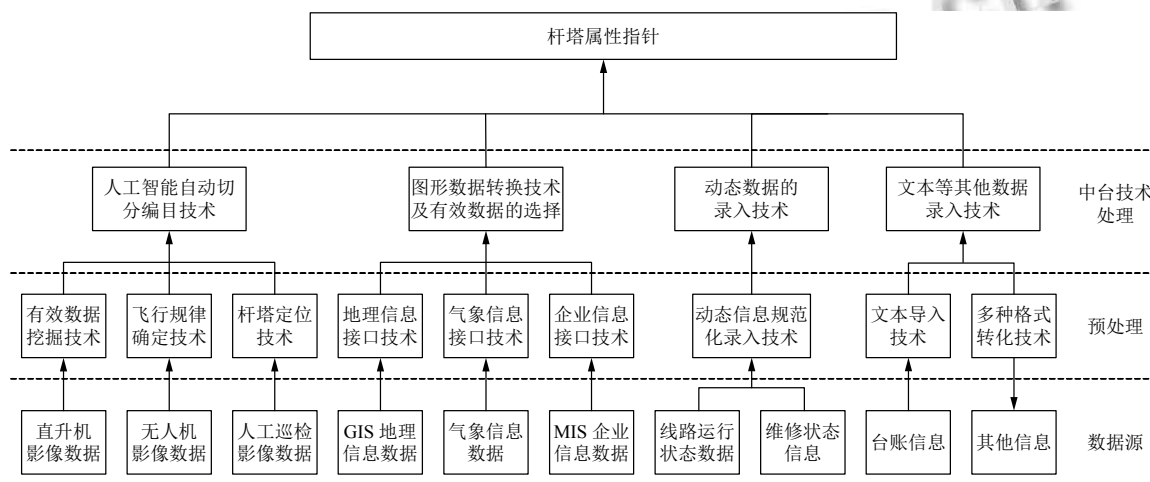


图2 技术路线示意图

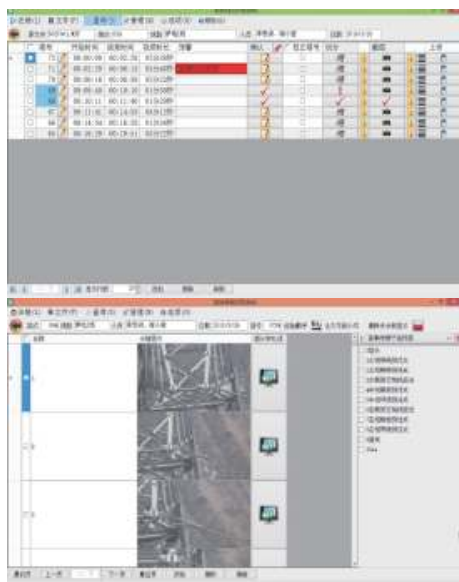


图3 影像数据的处理技术

用户不仅可以对输电线路通道内塔基、防洪设施、树木、施工、交叉跨越、进行检查,而且对铁塔

连接金具挂点、绝缘片、防鸟针、防重锤、传输线、地线、螺母等与安全输电相关的部件进行重点检查,提供了一种快捷、清晰的检索方法,同时为实现输电线路状况、后续系统的分析计算、地理环境查阅、大修、技改项目检查审核提供了良好的数据基础.

通过该技术,能够有效的、快速的建立高压输电线路巡检信息,做到巡检后准确掌握输电线路的运行状况,提供了有效的线路杆塔维护和防范信息,帮助电力企业预防和减少事故的发生奠定了良好的数据基础.

### 2.2.2 图形数据转换技术及有效数据的选择

目前乌兰察布电业局已投入使用了GIS(地理信息管理系统)、MIS(企业信息管理系统)、气象信息系统等管理系统,各类系统相互独立,呈现孤岛状态,且其基础数据的非标准型,信息的不对等造成数据分析的困难,无法实现数据闭环.提取现有系统的有效数据,是克服上述问题的关键.

针对GIS、MIS及气象信息系统的数据特征,结

合系统对杆塔有效数据的要求,采用通用的图形数据转换技术的核心理念,设计研发了适合于上述3个系

统的图形数据转换子系统,实现了不同系统的数据获取和有效数据的选择(如图4所示)。

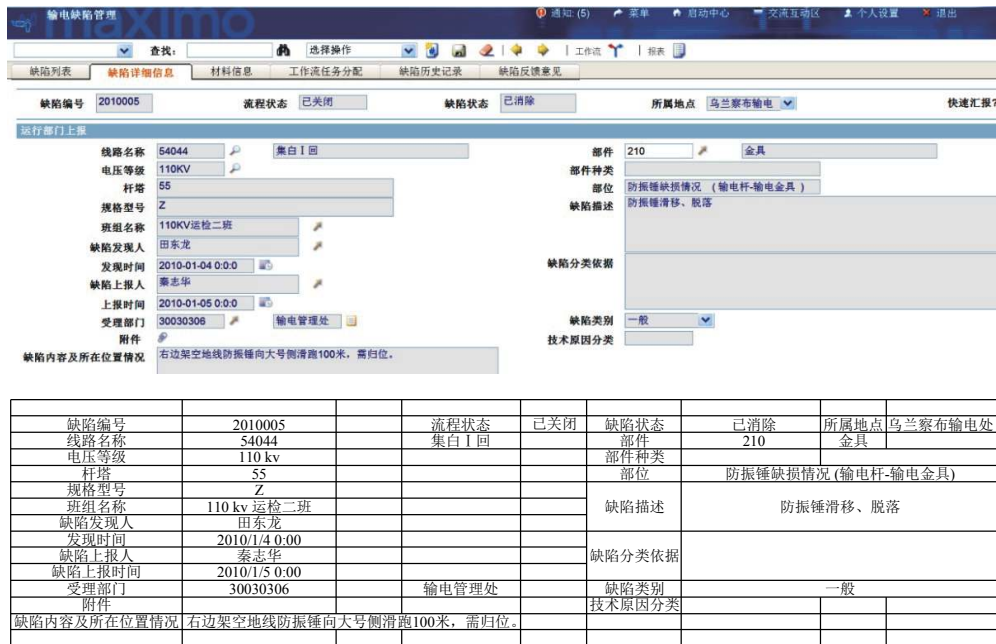


图4 图形数据转换技术

该子系统涵盖了GIS、MIS及气象信息系统中的所有信息,杆塔的有效信息可通过人工和自动两种方式确认,所选择的有效信息自动以表格的形式输出。子系统具有高效、简洁、界面友好等特点。

检)人员发现的杆塔缺陷情况进行记录.录入设备可直观的显示杆塔的基本信息、塔型、杆塔的主要部件、缺陷信息的位置、确定缺陷等级,录入人员可根据设备的提示完成杆塔缺陷信息的录入.录入设备自动完成缺陷的记录、整理、归类、存储等工作,并且可方便的将数据导入其他系统(如图5所示)。

通过图形数据转换技术,可对GIS、MIS、气象信息系统的数据进行采集、转换、存储、分析,完成数据的中台处理,形成标准数据,初步建立了外系统的大数据资产层,进而为需求方提供高效服务.根据GIS、MIS、气象信息系统的数据特点,建立它们与新系统的接口,围绕数据获取、数据可视化、数据筛选及数据资产的管理,实现了跨系统的数据融合,为新系统扩展了数据的来源,解决了数据的合理使用及数据闭环问题。

2.2.3 动态数据的录入技术

对于杆塔的动态数据,采用感知设备采集数据,进行标准化数据处理,建立输电线路巡检实时及周期感知层,利用点触式动态信息采集设备,可完成动态数据标准化采集,在功能上可实现4步操作完成近万种缺陷信息录入;具有规范性命名支持后续信息库的建立;采用可视化界面设计便捷、高效。



图5 动态数据的录入技术的实现

该录入设备由便携式平板电脑及动态数据录入软件组成,巡检人员(包括航检人员)可根据航检(巡

录入设备保持了原有的巡检操作规范,改变了传统的人工记录填表格的方式,取而代之的是点触式电脑操作方式,使缺陷的记录由4步方法完成,极大的减轻了工作强度,提高了动态数据的录入效率和数据的规范性。

#### 2.2.4 文本等其他数据的形成

输电线路的杆塔还会产生一些其他信息,如杆塔维修信息、线路改建信息、台账信息等,这些信息大部分由文本的形式提供,包括杆塔类型、型号高度、坐标、档距、转角角度、线路挂接相序、线路挂接位置、水平、接地电阻设计值、线路名称、线路长度、架空线长、导线型号、地线型号、电压等级、电缆段长等

线路的参数,导航路线包括起始杆塔、终点杆塔、坐标集合、状态等信息.本文本处理模块有针对性的开发了文本处理系统,可对杆塔信息、线路信息进行录入、修改、删除、查询、审核和导航路线审核等功能。

在电力设备运行过程中,受气候、地理以及设备自身性能等因素影响,会导致相关数据出现异常变化.一方面,会导致数据总量增多;另一方面,会导致同一类数据显著波动.在台帐输入过程中,如果单纯依赖人工操作,不仅会降低工作效率,而且可能增加台帐输入错误率.对于这些其他相关信息,采用批量导入、个体录入、数据格式转化、中台处理等技术,实现了文本、数字信息的建立,扩展了输电线路数据源(见图6)。

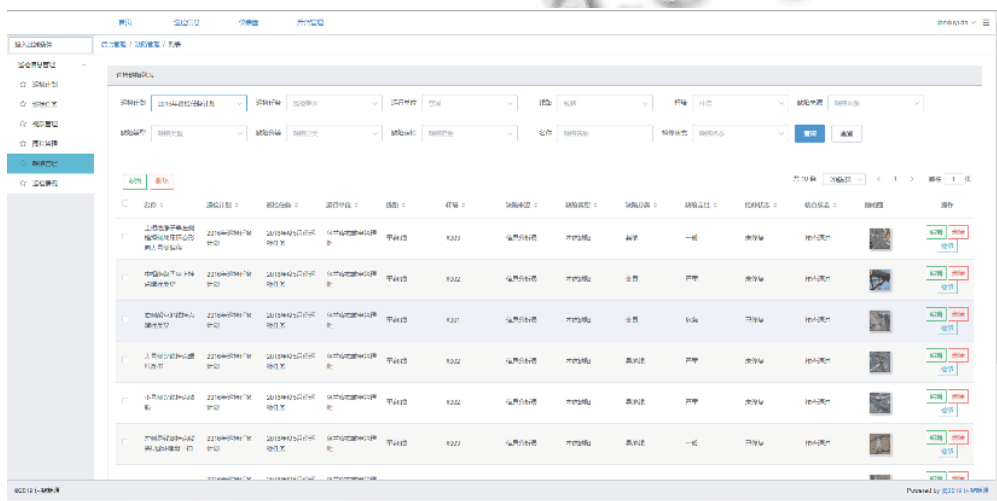


图6 其他信息录入

### 3 结论

本文将现有巡检方法及系统产生的多维数据,按照图像数据、图片信息、文本数据和数字信息分为四类,通过采用不同的技术,使得多维数据在杆塔上实现了数据闭环,对杆塔的实时运行状态,能够通过图片、图像、文字等清晰展现出来,有效提升了信息化管理水平.在提升工作效率的同时,可以方便的形成业务、运营等大数据,解决了大数据采集落地难的问题,能够将臃肿不堪的前台系统中稳定通用的业务进行沉淀,恢复前台的快速响应能力,也可以将后台中直接被前台需要的业务能力进行提取,提高后台的灵活性和变更成本,为前台提供更强大的支撑能力.在管理、技术、经济及社会多个方面取得良好效益,为输电线路安全提供可靠的数据,为后续线路健康状况评价奠定了基础。

#### 参考文献

- 1 陆丛. 多维流数据的可视分析方法研究[硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2017.
- 2 董海迪, 刘刚, 何兵, 等. 多维广义次成分提取准则及自适应算法. 控制与决策, 2019, 34(1): 105-112.
- 3 周宏辉, 汪从敏, 江炯, 等. 基于地理信息系统的输电线路无人机巡检管理平台研究与实现. 浙江电力, 2018, 37(12): 32-37.
- 4 Hong MG, Lee W, Nilsson P, et al. Multidimensional normalization to minimize plate effects of suspension bead array data. Journal of Proteome Research, 2016, 15(10): 3473-3480. [doi: 10.1021/acs.jproteome.5b01131]
- 5 陈仁祥, 吴昊年, 韩彦峰, 等. 融合无量纲指标与信息熵的不同转速下旋转机械故障诊断. 振动与冲击, 2019, 38(11): 219-227.
- 6 任德江, 吴杰康, 毛骁. 考虑功率分布特性的微网风电功率预测模型. 智慧电力, 2018, 46(12): 56-62. [doi: 10.3969/j.issn.1673-7598.2018.12.009]