

大数据背景下的输电网络LineStat应急预警模式探讨

输电网络作为保证城市供电可靠的主网架,安全稳定运行对整个城市供电系统有着至关重要的作用。探讨在大数据背景下输电网络LineStat应急预警模式,基于以往30年输电线路停电的历史原因,分布状况数据;当前输电线路运维信息以及可能存在的间接影响输电线路的数据,结合大数据的信息推荐算法,构建输电网络LineStat应急预警平台。利用LineStat系统预测输电线路可能存在的隐患故障趋势,以及停电潜在危机区域,动态显示输电线路可能存在的隐患信息地图。

杜科¹ 何冰¹ 朱炜¹ 霍良安^{2/1}. 1. 国网上海市电力公司检修公司
2. 上海理工大学管理学院



杜科/工程师

关键词/Keywords

CompStat ·
输电网络 ·
应急 ·
预警 ·

0 引言

大数据开启了一次重大的时代转型,无论是商业、思维还是管理,都无时无刻不在受到数据的影响和改变。由于有了大数据,能够从大量的数据中洞察到世界各行各业以及人类的行为规律。输电网络的日常运营与维护必然面对大数据的采集、管理和信息处理的挑战,将全面影响到输电网络的规划、技术的变革、设备升级、电网改造以及设计规范、技术标准、运行规程乃至市场营销政策的统一等方方面面,它支撑的正是整个未来新结构的精细化能量管理的输电网络系统。大数据作为一个划时代的技术概念逐渐得到各行各业战略管理和信息化人士的认可,大数据和输电网络的不期而遇,是当前正在进行的一个热点话题,但目前大多只是从大数据和输电网络各自表面整体特征上所进行

的,空对空的概念撮合。输电网络运行与维护为大数据提供了完整可靠的数据来源,大数据为输电网络的精益化管理奠定了坚实的技术支撑。

输电线路稳定性能预警与预测的相关研究实际上已有不少成果,预测恶劣环境下输电线路的稳定性、可靠性、电磁环境以及输电线路动态容量等。在恶劣自然环境对于输电线路安全运行的影响预测研究中,关注最多的是覆冰突出的影响因素以及关于覆冰厚度预测等,刘锐等人重点探讨了输电线路覆冰的突出影响因素分析以及RBF覆冰预测^[1];郑振华等人将人工神经网络原理引入输电线路覆冰厚度预测中,并针对BP网络收敛速度慢、易陷入局部极小的缺陷,提出了基于GA和BP的预测模型^[2];尹世锋对于输电线路运营情况进行了研究,主要关注的是输电线路中动态数据的实时采集,在相应的数据上建立智能算法的小波神经网络模型,以此来实现对于在恶劣气候条件下架空输电线路覆冰厚度的预测^[3-4]。借助不同的方法,从不同的研究视角对输电线路进行覆冰的预测,一直是输电线路预测的一个重点研究内容^[5-7]。对于输电线路可靠性的研究,刘岩采用专家系统法构建了一个合理的专家建议模型,该模型根据跳闸率、可靠性问题的类型以及现场的具体情况提出合理的线路可靠性改进建议,利用XML Web Services等技术,实现了输电线路电气可靠性预测与评估系统^[8]。朱清清等人基于支持向量机和灰色预测技术,根据元件运行时间、输电线路所在区域的污秽等级和落雷密度,提出了实用的输电

线路运行可靠性预测模型^[9]。关于输电线路电磁环境参数预测,牛林以1 000 kV级特高压交流输电网络中的电磁环境参数为研究切入点建立了模型,对参数进行动态预测^[10];黄道春等人也有输电线路电磁环境参数类似的预测研究和探讨^[11];关于输电线路动态容量的研究,王孔森等人基于径向基神经网络在线预测输电线路动态容量^[12];对于输电线路故障的预测,陈亮等人研究了遗传算法在输电线路故障预测和诊断中的应用,得到全局的最优结果,探讨了电网输电线路复杂故障情况下的预测和诊断问题。

综合已有的研究内容,大多是从一个侧重点出发,借助相关的评价指标体系,对输电线路的健康状况进行评估,基于相关的智能算法对输电线路进行预测研究,系统的输电线路应急预警模式研究并不多见。近年来,大数据已经成为科技界和企业界关注的热点,不同的企业专注的侧重点不同^[13-14]。计算机行业追求的将现实中产生的数据转化为信息,通过数据模型将信息转化为计算机可以处理的机器语言。要从海量的大数据中挖掘有价值的信息也是计算机软件挖掘中面临的一个重大挑战。基于大数据的处理方式,各行各业都在结合自身的发展需求,改变企业的战略。对于电力公司的输电线路运维管理也会面临同样的转型和发展,每天产生海量的输电线路数据,通过高性能的数据库管理软件,将动态的输电线路进行数据处理,挖掘潜在的价值,发现输电线路的隐患,做好前期的预测,隐患的预处理,将风险控制在萌芽状态,提高输电线路精益化运维水平。本文基于以往30年输电线路停电的历史原因,分布状况数据;结合当前输电线路运维信息以及可能存在的间接影响输电线路的数据,结合大数据的信息推荐算法,构建输电线路CompStat应急预警平台。基于CompStat系统预测输电线路可能存在的隐患故障趋势,以及停电潜在危机区域,动态显示输电线路可能存在的隐患信息地图。

1 CompStat系统

CompStat为计算机统计系统的简称,最早从1994年警察追踪各种犯罪记录信息管理软件发展

起来的^[16],但真正的发展是在2000年以后,2006年在原有的系统中,将统计的实际数据映射到电子地图上以后发现,交通事故的高发地与犯罪活动具有很大的相关性,甚至是时间阶段也有重合。但这两个数据来自不同的智能部门,这就促使了这两个部门联合成立了社会安全和交通安全的工作组,开展相关的工作^[17-18]。

基于警局与交通局之间的联合,主要的研究内容是针对二者数据之间的联系,力求建立数据模型,挖掘数据信息,以期预测社会性犯罪和交通事故的发生。系统中不仅仅收集当前的数据,为了使结论完整科学,往往需要分析以往几年的数据积累,甚至更长。特别是的城市人口较少的地区,需要的数据积累可能更长。对于社会犯罪与交通事故在同一地区,在地图上标识相同的“黑点”,进而可以将相应的应急资源集中到一起。以刑事犯罪为例,一旦涉及犯罪,该地区交通流量就会迅速上升,造成拥堵,极易容易造成交通事故。所以,将二者在一起研究,进行统筹规划,提高警察应急救援的效率,改善社会环境。在使用该系统以后,发现不同地区的社会犯罪等都有明显的下降,但是交通的罚单却有不同程度的增加。随着部分地区的试点成功以后,有不少国家和地区纷纷引进这种集数据收集与数据分析,甚至是数据的预测系统,以期提高当局的管理效率。

2 输电网络LineStat应急预警模式

2.1 输电网络LineStat系统数据库

输电网络LineStat运营系统需要建立专门的输电网络数据库,收录输电网络以往30年输电线路停电的历史原因,分布状况数据、日常运维以及影响输电网络安全因素运维数据。基于精确的LBS技术,借鉴天翼导航思想,全面收集包括输电线路杆塔本身属性信息(修建时间、承建单位、杆塔的地理位置坐标、高度、体积、重量等)、输电线路信息(故障、损毁、维修历史记录、巡更/巡检记录、停电的历史记录信息)、输电线路周边环境以及跨越情况等信息,并将信息嵌入到输电线路杆塔的二维码铭牌之中,采用二维码对必要信息进行编码、加密和记录)。其中

由专门的团队负责输电网络的信息收集、弹性执行战略和管理责任去预防和控制输电网络危机。LineStat最基础的就是数据,准确的数据收集是正确预测的保障,输电网络运维管理部门在每一个巡视周期收集完整的输电网络日常运维数据信息,借助大众化的软件编制输电网络线路状况的数据库,需要对日常巡视的数据进行整理编译,收集最为原始的一手数据资源。要求每一个网点都可以自动输入数据,每一个管理小组有权对系统中的数据进行动态更新,及时导入实时动态数据。制定输电线路精益化信息快速采集指导方案和操作细节,利用单人数据采集装置,克服无人机和有人机的限制(天气、空管、费用),为快速、便捷地现场收集数据。在数据收集时,数据收集人员必须按照固定的逻辑框架和字段对数据和信息进行处理,包括筛选和前期分类,数据预处理以后再由使用者以授权的方式,由直接产生数据的巡视人员在线录入数据,让输电网络运维管理者过目。输电网络辖区的运维管理者(如巡视组长)能第一时间掌控输电线路本身的健康状况以及周边环境变化情况,管理者要掌握整个输电网络线路以及环境情况,可以在地图上按照地点和线路进行查询,在线生成巡视报告。输电网络线路的分析结果也被并入内部网络,以供管理者实时了解输电线路周边环境变化。

2.2 基于百度地图的输电网络LineStat系统

考虑到已精确测量的输电杆塔GPS坐标(即使已精确到1 m级),由于百度地图等较为便利的软件对真实的GPS进行加密、偏转,实际位置在百度地图上有较大偏差;为精确应用输电线路位置大数据,考虑应用专门的离线版/在线版的输电线路百度地图应用软件。基于二维码铭牌包含精确的GNSS位置坐标,与道路的距离信息;对于输电线路,标识输电线路周围环境信息,包括输电线路跨越河流、道路、苗圃、施工场地等信息;输电线路走廊通道信息、同一端面输电线路信息等,通过空间计算模型,应用百度地图的位置大数据接口应用软件,构建二维路径地图的输电线路地图。

2.3 输电网络LineStat系统的数据处理模式

在输电网络管理部门内应该设立专门的数

据分析处理部门,一方面面向基层的数据收集人员,即线路的巡视人员,分配巡视任务,收集数据,另一方面,面向输电线路运维的管理者,基于数据的分析结果,生成输电线路评估报告,基于电子地图绘制输电线路隐患点,健康状态评级,基于三维街景地图产生输电网络线路健康状况地图,为管理者安排巡视计划和危机处理决策提供依据。

LineStat系统中首先要确认的数据模式,数据字段的收集规范,进而在电子地图中标识输电线路隐患点。LineStat系统中的数据库也就比普通的数据库系统更加复杂,不仅要提供数据,同时要基于数据生成报表、电子地图上的输电线路隐患的分析、停电事故潜在危机预测等信息等。更加智能的是,利用推荐算法,向管理者推荐不同地区和不同输电线路的巡视请求,以保证将风险最大的输电线路隐患点的优先巡视,对应相应的应急预案调整。如在输电线路日常运维过程中,提供合理的巡线安排和资源调度;在风雨天气时分析跨越蔬菜棚区线路,重点巡视,避免由于刮风引起塑料缠绕线路,引起停电事故的发生;在天气晴朗时重点关注空地区域,避免由于风筝线引起停电故障;在春天重点关注苗圃区域,避免由于栽种树木引起停电故障;在重要政治活动如亚新峰会时期,重点关注跨越重点路段的输电线路等。

从数据分析入手,挖掘潜在的危机信息,洞悉输电线路周边环境的变化,已经超出了在输电线路事故分析制图的单一功能。基于电子地图,将输电线路的线路状态评估信息添加到电子地图中,在地图上现实不同输电线路的当前健康度状况信息,同时要收集以往几个巡视周期的输电网络运行与维护的信息,这可以使管理者较为直观地评估停电事故的影响力和效能。基于输电线路大数据信息推荐算法、情景分析理论,在不同的情景下分析输电线路危险等级,为在特殊时段、特殊路线、特殊区域采取特定的运维策略提供技术支撑,并通过基于位置信息的输电线路二维地图效果,为输电线路日常运维以及特巡管控提供信息推荐。

2.4 输电网络LineStat系统功能实现

输电网络LineStat系统构建的第一步就是原始

数据的收集;在此基础上结合输电线路的健康度评估模型,将实际的数据按照输电线路的评估状态映射到百度地图上。管理者在后台对相关数据进行分析总结,发现数据背后的价值,分析具体电子地图中的输电线路故障原因,对输电网络路线安全度评级,人员以及资源的调配,LineStat主要目的是提高输电网络运维管理效率和更有效地减少输电网络中的停电次数。LineStat系统的目的就是基于实际的动态数据实现科学的绩效管理,以单个巡视人员、巡视小组为单位进行绩效考核,找出某些输电线路故障频次与巡视人员的关系,将巡视人员和巡视团队的绩效进行排序。

(1) 基于新媒体挖掘影响输电线路安全的潜在危机

借助新媒介信息监测系统,根据有关潜在影响输电线路运维危机的语义搜索,发现新浪、腾讯等新型传播媒体中的实时信息,利用信息搜索和信息筛选等算法对该平台上的数据进实时检测,分析与输电线路运维相关的及时信息,如通过抓取市政相关的通告、相关微博信息,分析附近有无可能施工的工程、重大活动或其他可能影响杆塔和线路安全的事故信息综合,进而挖掘需要重点关注所涉及的输电线路运维状况。

(2) 标识输电线路运维隐患信息地图

基于百度地图的APP接口,制作输电网络线路安全评估地图,标示出输电网络线路的安全等级,将这些数据输送给特定地区的输电网络日常巡视与检测部门的负责人,进入利用这些数据合理安排巡视路线和巡视的优先次序。

结合大数据的信息推荐算法,根据历史信息和当前运维信息,视觉化呈现输电线路运维状况。根据输电网络日常运维以及影响输电网络运营的原始数据,甚至是包括以往30年输电线路停电的历史原因,分布状况数据;结合当前输电线路运维信息以及可能存在的间接影响输电线路的数据。

在每个工作月份,可按出现故障的杆塔情况的原因进行分析汇总,以图表的形式展示哪些是造成故障的最主要原因,哪些是最大的隐患。可作为决策的辅助工具,由故障反推形成的原因,最大可能地消除故障,将故障消除在萌芽时期。

基于影响输电线路间接故障的新媒介信息和历史故障信息,通过大数据Tableau分析和算法,预测输电线路可能存在的隐患故障趋势,以及停电潜在危机区域,构建数据驱动的输电线路LineStat系统,动态显示输电线路可能存在的隐患信息地图。

(3) 片区属地化管理责任划分

输电网络LineStat模式与输电线路管理的目标一致,减少停电次数是最原始的目标,也是最为现实的目标。在保证第一目标的基础上还应该考虑成本,作为后台管理者需要思考降低事故率的策略和方法,对可能存在的隐患进行预防处理,输电网络片区巡视负责人比总负责人处于更加有利的位置,他们明了所辖区域输电线路的特点,为了使他们更有效地发挥作用,应该强化片区负责人的权限。输电线路片区的具体负责人可以根据后台提供的个体巡视人员和巡视团队的绩效数据,进而对低效个体和团队进行惩罚,对于优秀个人和团队进行奖励。从片区的整体利益考虑,摸清责任片区内输电线路网点的细节信息,保证第一目标的前提下,考虑降低巡视的第二目标,即巡视成本和巡视资源的分配和布局。

这种输电线路责任具体到人模式,管理者可以实时掌握输电线路运营状态,掌握具体巡视人员的巡视情况,显示巡视个体和巡视团队的绩效,用数据可视化工具显示绩效,直接显示巡视个体和巡视团队与其他人的对比,及时识别不称职的个人和部门,并提出对应的整改措施。这种数据的记录方式将巡视人员的所有巡视信息都记录在数据库中,不仅仅可以查看巡视人员的绩效水平,同时可以查询巡视人员的巡视任务完成情况,巡视轨迹查询等等。

3 结束语

输电线路CompStat模式的研究最早是对于洛杉矶警局关于犯罪情况的预测,通过20多年的犯罪数据挖掘犯罪活动可能的趋势,确认犯罪活动频发的区域,将有限的资源进行最优整合,提高警力资源的使用效率。

本文研究的初衷就是借鉴对于犯罪活动预测的CompStat模式,探讨建立输电网络LineStat应

急预警模式。首先,尽可能收集相关输电线路安全运维的影响因素数据,包括以往30年输电线路停电的历史原因,分布状况数据,输电线路日常运维信息以及可能存在的间接影响输电线路的数据,建立输电网络LineStat系统数据库。为了能在地图中标识输电线路运维状态,为精确应用输电线路位置大数据,通过空间计算模型,应用百度地图的位置大数据接口应用软件,构建二维路径地图的输电线路地图。其次,基于输电线路大数据信息推荐算法和数据处理技术、情景分析理论,在不同的情景下分析输电线路危险等级。最后,构建输电网络LineStat应急预警平台。一方面,为在特殊时段、特殊路线、特殊区域采取特定的运维策略提供技术支撑,并通过基于位置信息的输电线路二维地图效果,为输电线路日常运维以及特巡管控提供信息推荐;另一方面,利用CompStat系统预测输电线路可能存在的隐患故障趋势,以及停电潜在危机区域,动态显示输电线路可能存在的隐患信息地图。

参考文献

- [1] 刘锐,吴晓东,严尔梅,等.输电线路覆冰的突出影响因素分析以及RBF覆冰预测[J].电气应用,2013(5):72-75.
- [2] 郑振华,刘建生.遗传算法与BP神经网络相结合的输电线路覆冰厚度预测方法[J].电网与清洁能源,2014,30(4).
- [3] 尹世锋,卢勇,王闸,等.基于CACA-WNN的恶劣气候条件下架空输电线路覆冰厚度的预测[J].电力科学与工程,2013,28(11):28-31.
- [4] 尹世锋.架空输电线路覆冰厚度预测的数据融合方法研究[D].昆明:昆明理工大学,2013.
- [5] 尹子任,苏小林.基于粒子群算法优化支持向量机的输电线路覆冰预测[J].电力学报,2014(1):6-9.
- [6] 宋尖.输电线路覆冰规律与预测技术研究[D].长沙:长沙理工大学,2012.
- [7] 梅冰笑,潘学明.输电线路防覆冰临界电流密度预测模型研究[J].电气应用,2009(4):72-76.
- [8] 刘岩.输电线路电气可靠性预测与评估系统研究与实现[D].北京:华北电力大学,2009.
- [9] 朱清清,严正,贾燕冰,等.输电线路运行可靠性预测[J].电力系统自动化,2011(24):18-22.
- [10] 牛林.特高压交流输电线路电磁环境参数预测研究[D].济南:山东大学,2008.
- [11] 黄道春,阮江军,文武,等.特高压交流输电线路电磁环境研究[J].电网技术,2007,31(1):6-11.
- [12] 王孔森,盛戈,孙旭日,等.基于径向基神经网络的输电线路动态容量在线预测[J].电网技术,2013,37(6).
- [13] 陈亮,王霄玄.基于遗传算法的输电线路故障预测和诊断[J].数字技术与应用,2013(1):108-108.
- [14] 李国杰.大数据研究的科学价值[J].中国计算机学会通讯,2012,8(9):8-15.
- [15] 陶雪娇,胡晓峰,刘洋.大数据研究综述[J].系统仿真学报,2013(增刊1).
- [16] James J Willis, Stephen D Mastrofski, David Weisburd. Compstat and bureaucracy: a case study of challenges and opportunities for change[J]. Justice Quarterly,2014,21(3):463-496.
- [17] Walsh W F. Compstat: an analysis of an emerging police managerial paradigm[J]. Policing: An International Journal of Police Strategies & Management, 2001, 24(3): 347-362.
- [18] Willis J J, Mastrofski S D, Weisburd D. Making sense of COMPSTAT: a theory-based analysis of organizational change in three police departments[J]. Law & Society Review, 2007, 41(1): 147-188.

(收稿日期:2015-03-30) EA

作者简介

杜科 (1978-),男,本科,工程师,从事电网变电运行安全管理工作

何冰 (1980-),男,博士,高级工程师,从事电网输电线路技术研究与管理工