

数智化提升输电线路运检效能

文/曾柏琛 郭扬铮
长沙供电局

随着电网的设备数量不断增多，用户对输电线路的稳定运行提出更高的要求。数字化技术的应用是提高输电线路管理效率和安全性的关键手段。从多个维度分析数智化对于输电线路运检效能的提升，包括技术应用、管理效率提升、安全性增强以及运维成本降低等方面，为数智化在输电线路的未来发展提供参考。

伴随着电网智能化的发展要求与电力用户生活水平的提高，电力供应的安全性和稳定性要求越来越高。输电线路运维质量深刻关系到电网电力供应的稳定性与安全性。因此，提升输电线路运检的效率和品质成为电力行业面临的重要任务。

以往的输电线路运检模式智能化水平较低且操作步骤繁琐，而偏远地区信号不稳定，自然环境条件恶劣，严重降低巡检效率并导致故障处理时间延迟，电力供应稳定性也会受到影响。数智化技术的应用可以显著提高输电线路运检的效率和品质。例如，基于北斗导航提供的精确定位技术，5G通信技术与AI视觉识别结合的智能巡检方式可以实现准确的故障定位，从而有效提高巡检效率，减少故障处理时间。此外，最新的智能化应用平台可以自主检测故障并提供分析以制定故障处理方案，进一步提升输电线路运检管理效率。智能化平台还可以代替人力，及时发现线路问题，并将问题反馈给检修人员，有效避免更大问题的出现。

综上所述，数智化技术的应用不仅可以解决传统输电线路巡检系统存在的固有问题，还可以显著提高输电设备运行与检修的效率和品质。因此，加强输电线路及其有关设备运行与检修数智化管理措施的研究和应用，是提升输电线路运检水平的重要途径。

输电线路运维与检修数智化

1. 运检一体化管理

以往纸质台账和输检分离的运行模式下，运维与检修专业存在一定壁垒，信息流不通畅。构建输电线路运检一体化管理模式，通过管理系统及与之配套的设备信息档案库，可将相关数字台账上传至智能化平台，从而极大程度上提升了运维与检修管理效率。打通了输电线路各层级部门对于信息流的管理门槛，并通过各层级部门相关权限的设计确保输电线路台账的数据安全，从而提升了输电运检效率。图1所示为运检一体化管理模式，中国南部某区县公司台账处理情况。

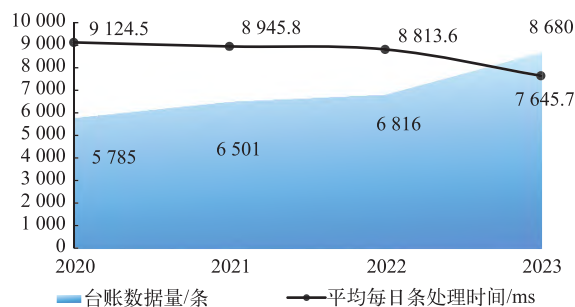


图1 中国南部某区县公司台账处理情况

2. 精益化管理

在国家电网公司的有关文件指导下，输电线路各单位通过数据台账维护，数字化平台建设，上

下级部门良性沟通，形成了输电线路精益化管理等优秀探索方案，造就了更为简洁高效的运检精益化管理体系。通过智能化技术的应用，如无人机巡检和智能可视化巡视系统，减轻了输电线路所需的人力饱和度，实现了输电管理工作的科学化、标准化、信息化和专业化，在一定程度上实现替代人力，及时发现并反馈线路问题，有效避免更大问题的出现。

此外，智能化巡检系统的应用减少了故障处理时间，尤其是减少检修过程中的准备时间，降低运维成本。由于线路安规规定，运维检修均需要办理相关手续准备有关纸质材料，并需要存档一年以上。通过建立数智化平台，可以使准备时间下降40%。

3. 安全性增强

利用网络通信技术、卫星的精准定位、故障诊断技术、远程在线监控设备配合其他巡视技术，保证线路的运行稳定可靠。同时降低人员登塔率，从而避免高坠风险，确保人员安全。

运用现代科技手段建设的输电智能可视化巡视系统，对输电杆塔本体、通道和塔基进行立体监控，有效提高了线路综合防控能力。图2是AI识别技术与实时监控技术、网络通信技术相结合的监控效果情况。



图2 可视化设备对于输电线路安全提升

输电线路智能可视化

输电线路智能可视化技术的应用与发展，通过结合无人机、机器视觉和GPS（北斗）定位等多种先进技术，开启了立体巡检时代。这些技术的融合应用不仅提高巡检效率和准确性，还增强安全性，为输电线路的维护和管理提供了新的解决方案。

1) 无人机搭载激光扫描仪进行高准确度三维激光点获取，进而实现输电线路走廊的三维建模和可视化，这标志着输电线路巡检进入了一个新的阶段。此外，机器视觉技术的应用，使得输电线路巡检机器人能够在复杂的自然环境中代替人工视觉进行故障检测，提高巡检的效率和质量。通过多角度多方向的激光通道扫描点云技术，可以实现树障、外破等隐患的精确定位，确保消除隐患。图3是中国南方某线路的树竹隐患点，通过图片可以看出树障距离小号侧大约150 m的位置。

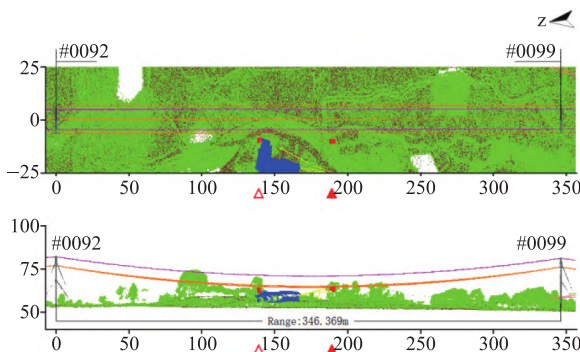


图3 激光点云隐患示意图

2) 通过北斗卫星的精准定位技术与智能巡检系统相互配合，引入智能算法对巡检路径（地面巡视与无人机巡视）进行规划，避免了通信失效，从而提高巡检的安全性。同时，移动式不间断自主智能巡检技术的研究，通过多机协同作业和自动精益化智能巡检系统，解决传统巡检中存在的效率低、盲点多等问题。

3) 多参数可视化物联监测系统的开发，能够把电网运行状态实时传回，及时反馈覆冰和舞动等灾害，从而减轻其对输电线路造成的破坏。而输电线路无人机巡检系统的数智化应用，确保巡视与检修工作的效率和质量有效提高。

4) 此外，通过深度学习模型完成对采用视频联动技术采集图像的描述，有效识别出输电线路缺陷。而基于GIS和VR技术的输电线路巡检可视化

系统的研究，进一步提升输电线路巡检的效率和准确性。

总之，通过技术创新和系统集成，实现输电线路巡检的自动化、智能化和高效化。这些技术的发展和运用，无疑将推动输电线路巡检向更高水平发展。

未来展望

数字化、智能化技术的应用显著提升输电线路运检的效率、安全性和经济性。随着科技的进步，技术和方法也将不断更新迭代，为输电线路运检提供更多的可能性。

1. 数智化转型中的挑战与机遇

数智化转型中可能遇到多种挑战。在经济方面，以往选线方式存在的问题，比如地形图更新不及时，商业属性的遥感数据价格昂贵，且处理起来存在保密性风险等，增加数字化选线的成本；在法律和监管方面，电网的智能化发展需要优先发展包括计量科学和技术等领域，以及考虑相关标准的制定。

多学科交叉合作则是发展智能电网的必然选

择，比如法律框架和监管、市场设计以及管理改革。输电线路的数字化管理亟需创建一种新型配套的管理模式以实现输电线路设备的精益化、智能化管控，从而降低人员劳动强度和作业风险，并提高工作效率。通过建立数字化设计集成系统，实现三维设计、协同工作和资源共享的数字化设计平台及其功能，以弥补以往设计中的不足，提高设计效率和水平。同时，利用计算机信息技术对输电线路进行数字化改革，提供可行性分析与建议。鼓励跨学科合作，有助于克服技术挑战，推动智能电网的发展。建立合理的法律框架和监管机制，确保获取应有的社会效益和经济效益。

2. 未来趋势分析

随着输电线路建设规模的不断扩大和地形的复杂化，智能化运行维护技术将成为提高输电线路检修工作效率和运行管理水平的关键。为应对输电线路发展中存在的问题，需要明确智能化建设的主要实现路径，包括加强监测系统的建设、优化数据传输技术及提升智能化平台的功能等。未来将更加注重技术创新、系统集成和智能化水平的提升，以满足智能电网建设和电力系统发展的需求。EA

