

电力设备无人机智能巡检数据处理与应用

海发林 张悦

宁夏超高压电力工程有限公司，宁夏银川，750000；

摘要：电力设备巡检是保障电网安全稳定运行的核心基础性环节，其工作质量与效率直接关系电网运行的可靠性与持续性。无人机智能巡检技术，为电力设备运维提供更全面的数据支撑。当前，无人机智能巡检在电力设备运维中的应用逐步深化，但随之产生的巡检数据呈现“规模庞大、类型繁杂”的显著特征，传统数据处理手段在效率与精度上均存在明显短板，导致数据处理周期较长，同时数据应用的深度与广度不足，难以充分挖掘数据背后的设备状态信息与故障隐患。本文围绕电力设备无人机智能巡检数据的处理与应用展开探讨，依次梳理数据处理的核心环节、明确数据应用的关键方向、提出数据处理与应用落地的保障路径。通过清晰界定数据处理的重点步骤，拓展数据应用的实际场景，制定针对性的保障措施，助力提升巡检数据的处理效率与应用价值，为电力设备精准运维提供支撑，最终保障电网安全、稳定、高效运行。

关键词：电力设备；无人机智能巡检；巡检数据处理；数据应用；电网运维；技术支撑

DOI：10.69979/3060-8767.26.01.007

引言

电力设备作为电网运行的核心载体，其分布具有“范围广、跨度大”的特点，部分设备还地处山区、高原等偏远区域或复杂地形环境中，给巡检工作带来极大挑战。传统电力设备巡检以人工现场巡检为主要方式，不仅需要巡检人员往返于各设备点位，消耗大量人力与时间成本，且在复杂地形或高空设备巡检中，还存在人员安全风险，然而，随着无人机巡检频次提升与覆盖范围扩大，巡检数据的规模持续增长，且数据类型日益繁杂，涵盖图像、视频、传感器数值等多种形式，传统以人工为主的数据处理手段已无法适配——不仅处理效率低下，难以快速完成大规模数据的筛选与分析，还易因人工操作出现判断偏差，导致数据质量无法保障。在此背景下，如何优化电力设备无人机智能巡检数据的处理流程、提升处理效率与精度，如何拓展数据应用场景、深化数据应用深度，已成为提升电力设备巡检效能、推动电网运维智能化升级的关键课题，对保障电网安全稳定运行、降低运维成本具有重要的现实意义。

1 电力设备无人机智能巡检数据处理核心环节

1.1 数据去冗筛选

数据去冗筛选是电力设备无人机智能巡检数据处理的首要环节，核心在于剔除原始数据中的冗余、无效信息，保留与电力设备状态评估、故障判断相关的核心数据，从源头减少后续数据处理的工作量与压力，提升

整体处理效率。无人机在巡检过程中，受飞行路径重复、拍摄角度偏差、环境干扰等因素影响，原始数据中易混入大量冗余信息，包括同一设备的重复拍摄图像、无设备主体的空景图像，以及因信号干扰产生的无效数值数据等。这些冗余数据不仅不具备实际应用价值，还会占用大量数据存储资源，延长后续数据处理的周期，甚至可能干扰数据分析师的判断。因此，数据去冗筛选需通过标准化流程，先对原始数据进行初步分类，区分图像数据、数值数据等不同类型；再针对不同类型数据，设定对应的去冗标准——如针对图像数据，通过图像识别技术判断是否包含设备主体、是否与其他图像存在高度重复；针对数值数据，剔除明显超出合理范围的无效数值；最终筛选出与电力设备状态直接相关的核心数据，为后续处理环节减负。

1.2 数据质量优化

数据质量优化是保障电力设备无人机智能巡检数据可靠性的核心环节，核心在于修正原始数据采集过程中，因环境因素、设备性能等影响产生的偏差与缺陷，对模糊、异常的数据进行修复与校准，确保处理后的数据精准度达标，为后续数据应用与分析提供可靠依据。无人机巡检数据在采集过程中，易受多种因素影响导致质量下降：如恶劣天气（雨天、雾天）会导致图像模糊、细节不清，无法准确判断设备外观是否存在破损；无人机传感器的临时故障或信号干扰，会导致采集的设备运

行数值出现异常偏差,与设备实际运行状态不符。若直接使用质量不达标的开展分析,易得出错误结论,误导设备运维决策。因此,数据质量优化需针对不同类型数据的质量缺陷,采取针对性措施:针对模糊图像,通过图像增强、清晰化处理技术,提升图像细节辨识度;针对异常数值数据,结合设备历史运行数据与合理参数范围,对异常数值进行校准与修复。

1.3 数据整合分类

数据整合分类是实现电力设备无人机智能巡检数据有序管理、便捷应用的关键环节,核心在于按照统一标准,对经过去冗筛选、质量优化后的有效数据,按电力设备类型、巡检区域、数据类型进行系统分类与整合,建立统一的数据台账,实现数据的有序存储与快速调取,为后续不同场景下的数据应用提供便利。经过前两个环节处理后的有效数据,仍处于分散状态,若不进行整合分类,后续应用时需花费大量时间查找目标数据,降低应用效率。因此,数据整合分类需先明确统一的分类标准:按电力设备类型,可分为变压器、输电线路、开关柜等不同设备的数据;按巡检区域,可分为不同变电站、不同输电线路段的数据;按数据类型,可分为图像数据、视频数据、运行数值数据等。再根据分类标准,对有效数据进行系统整合,将同一设备、同一区域、同一类型的数据集中存储,并建立数据索引与关联关系,形成完整、统一的数据台账。通过整合分类,不仅实现了巡检数据的有序管理,还能确保后续在开展设备状态评估、区域巡检总结等工作时,快速调取所需数据,提升数据应用的便捷性与效率。

2 电力设备无人机智能巡检数据应用关键方向

2.1 设备状态评估

设备状态评估是电力设备无人机智能巡检数据应用的基础方向,核心在于通过对处理后的巡检数据进行专业分析,精准判断电力设备的外观状态、运行性能状态,综合评估设备的健康程度,明确设备是否存在老化、破损、性能衰减等故障隐患,为电力设备的精准检修提供科学依据。通过对图像、数值等多类型数据的综合分析,形成设备状态评估报告,清晰界定设备的健康等级——如“健康”“轻微隐患”“严重故障”等,明确哪些设备无需立即检修、哪些设备需尽快安排检修,避免盲目检修导致的成本浪费,同时确保故障设备得到及时处理。

2.2 故障风险预警

故障风险预警是电力设备无人机智能巡检数据应用的核心方向,核心在于通过整合历史巡检数据与实时巡检数据,运用数据趋势分析技术,预判电力设备未来可能出现的故障类型、故障部位与故障发生时间,提前发出风险预警信号,推动电网运维从“事后检修”向“事前预警”转变,减少故障对电网运行的影响。传统电网运维多在设备故障发生后再开展检修,易造成停电、设备损坏等损失;而通过巡检数据开展故障风险预警,可实现风险的提前管控。具体而言,需先建立设备故障数据库,整合过往设备故障类型、故障发生时的巡检数据特征。

2.3 运维策略优化

运维策略优化是电力设备无人机智能巡检数据应用的深化方向,核心在于整合电力设备的历史巡检数据与实时巡检数据,系统分析设备的故障发生规律、故障影响因素,以及不同区域、不同类型设备的运维需求差异,进而优化巡检频次、检修计划等运维策略,减少无效运维行为,提升电网整体运维效率与经济性。当前部分电网运维策略存在“一刀切”问题,通过巡检数据优化运维策略,可实现“精准运维”:一方面,分析设备故障规律,对故障频发、老化严重的设备,适当提高巡检频次、提前制定检修计划;对故障率低、健康状态良好的设备,适当降低巡检频次,减少不必要的运维投入。另一方面,结合不同巡检区域的环境特征(如多雨区域、高海拔区域),分析环境对设备故障的影响,针对不同区域设备制定差异化运维策略;最终形成适配设备实际状态与区域特征的运维方案,提升运维工作的针对性与效率,实现电网运维成本与运行可靠性的平衡。

3 电力设备无人机智能巡检数据处理与应用保障路径

3.1 强化技术支撑

技术支撑是电力设备无人机智能巡检数据处理与应用稳定推进的基础,需围绕“提升处理效率、保障数据安全”两个核心目标,引入先进技术、搭建专业平台,为数据处理与应用提供坚实的技术保障。一方面,引入智能数据处理算法与专业化数据管理平台。针对数据处理效率低的问题,引入图像识别算法、数据清洗算法等智能技术,替代部分人工操作,提升数据去冗筛选、质量优化的效率与精度;搭建统一的电力设备巡检数据管

理平台，实现数据采集、处理、存储、应用的全流程线上化，通过平台整合不同来源、不同类型的巡检数据，提升数据整合能力，同时为各环节人员提供统一的数据操作入口，减少数据传递环节的损耗。另一方面，完善数据安全防护体系。电力设备巡检数据包含电网布局、设备参数等核心信息，数据安全至关重要。需通过技术手段，搭建多层级安全防护机制：一是设置数据访问权限分级，明确不同岗位人员的数据访问范围，避免核心数据泄露；二是建立数据加密传输与存储机制，对数据在传输过程中与存储状态下进行加密处理，防止数据被窃取或篡改；三是部署安全监测技术，实时监测数据访问与操作行为，发现异常操作及时预警，保障巡检数据的安全性与完整性。

3.2 提升人员能力

人员是电力设备无人机智能巡检数据处理与应用的执行主体，数据处理的精度、数据应用的深度，均依赖于相关人员的专业能力与操作水平。因此，需通过专项培训与实践锻炼，全面提升运维人员、数据分析师的能力，确保人员能够熟练开展数据处理与应用工作。培训工作需兼顾“技术知识”与“实操技能”两个维度，形成系统化培训体系：在技术知识层面，需向人员系统讲解智能数据处理算法的基本原理、数据管理平台的运行逻辑，以及巡检数据与设备状态、故障判断的关联关系，让人员不仅掌握操作方法，还能理解技术背后的逻辑，提升问题分析与解决能力；在实操技能层面，需安排专业讲师开展现场教学，指导人员熟练操作数据管理平台（如数据上传、去冗筛选、报表生成），掌握智能处理算法的参数设置与结果解读，同时结合实际巡检数据案例，开展数据应用演练，如通过数据判断设备故障、制定运维建议，提升人员的实操能力。

3.3 完善制度规范

完善的制度规范，是保障电力设备无人机智能巡检数据处理与应用标准化、常态化推进的关键，需通过制定统一标准、明确责任分工、建立考核机制，解决“处理无标准、应用无流程、责任不清晰”的问题，确保各项工作有序落地。首先，制定数据处理标准与应用流程规范。针对数据处理环节，明确数据去冗筛选、质量优化、整合分类的具体标准，如数据去冗的判断依据、图像清晰化处理的质量要求、数据分类的具体维度等，确

保不同人员、不同区域的数据处理工作遵循统一标准，保障数据处理结果的一致性；针对数据应用环节，明确设备状态评估、故障风险预警、运维策略优化的具体流程，如数据分析的步骤、预警信息的传递路径、运维策略调整的审批流程等，避免应用工作混乱无序。其次，明确各环节人员的责任分工。通过制度文件，界定运维人员、数据分析师、管理人员在数据处理与应用中的具体责任：如运维人员负责巡检数据的初步上传与去冗筛选，数据分析师负责数据质量优化、状态评估与风险预警，管理人员负责审核运维策略、监督工作进度，确保每个环节均有明确的责任主体，避免出现推诿扯皮或责任空白的情况。最后，建立与数据处理、应用成效挂钩的考核机制。制定清晰的考核指标，如数据处理的及时性与精度、故障预警的准确率、运维策略优化后的成本降低幅度等，定期对相关人员与部门的工作成效进行考核评估；将考核结果与人员绩效、评优评先直接关联，对工作成效优异的给予奖励，对未达标准的进行问责与再培训，充分调动人员的工作积极性与责任心，保障数据处理与应用的各项要求严格落实。

4 结语

电力设备无人机智能巡检数据的处理与应用，是推动电网运维智能化转型的核心抓手，二者相互支撑、密不可分——数据处理为数据应用提供精准、有序的有效数据，数据应用则赋予数据实际价值，推动巡检数据从“资源”转化为“效能”。通过优化数据去冗筛选、质量优化、整合分类等核心环节，可提升数据处理的效率与精度，为数据应用奠定基础，通过数据处理与应用的协同发力，可显著提升电力设备巡检效能，推动电网运维从“被动检修”向“主动管控”转变，有效降低运维成本、减少设备故障，保障电力设备安全稳定运行，为电网的智能化、高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 杨宁军, 咸永财, 朱相印. “互联网+”时代无人机电力巡检关键技术研究与发展[J]. 互联网周刊, 2024, (09): 42-44.
- [2] 陈万意. 无人机电力线路安全巡检系统及关键技术[J]. 智能城市, 2021, 7(17): 59-60.
- [3] 赵永柱. 基于无人机倾斜摄影的电力巡检三维建模研究[J]. 自动化仪表, 2021, 42(08): 54-57.