

数字化技术融入电力安全工器具检测的探讨

王盛¹, 李金娥², 许莉³, 胡筋⁴

1. 荆州三新供电服务有限公司荆城分公司, 湖北 荆州 434000

2. 荆州三新公司供电服务有限公司江陵分公司, 湖北 荆州 434000

3. 荆州三新供电服务有限公司荆城分公司, 湖北 荆州 434000

4. 国网荆州供电公司, 湖北 荆州 434000

摘 要 : 在当今电力行业发展进程中, 数字化技术正逐步融入电力安全工器具检测环节。通过运用先进的传感器、数据分析软件等, 能更高效且精准地对各类工器具进行检测。其特点显著, 如提升检测效率、增强结果准确性等。从必要性来看, 这对保障电力系统安全稳定运行意义重大。不过目前仍存在设备兼容性欠佳、数据安全隐患等问题, 需针对性地提出解决策略, 以全面提升电力安全工器具检测水平。

关 键 词 : 数字化技术; 电力安全工器具; 检测; 应用

Discussion on the Integration of Digital Technology into Electrical Safety Tools and Equipment Testing

Wang Sheng¹, Li Jin'e², Xu Li³, Hu Jia⁴

1. Jingzhou Sanxin Power Supply Service Co, Ltd. Jingcheng Branch, Jingzhou, Hubei 434000

2. Jingzhou Sanxin Power Supply Co., Ltd. Jiangling Branch, Jingzhou, Hubei 434000

3. Jingzhou Sanxin Power Service Co., Ltd. Jingcheng Branch, Jingzhou, Hubei 434000

4. State Grid Jingzhou Supply Company, Jingzhou, Hubei 434000

Abstract : In the current process of power system development, digital technology is gradually integrated the detection of electrical safety tools and equipment. By using advanced sensors, data analysis software, etc., various tools and equipment can be detected more efficiently and accurately. Its characteristics are, such as improving detection efficiency and enhancing the accuracy of results. In terms of necessity, this is of great significance to ensure the safe and stable operation of the power system. However there are still problems such as poor device compatibility and data security risks. It is necessary to propose targeted solutions to comprehensively improve the level of electrical safety tools and equipment testing.

Keywords : digital technology; electrical safety tools; testing; application

引言

电力安全工器具是保障电力作业人员人身安全的重要装备, 其性能的可靠性直接关系到电力生产的安全。随着科技的飞速发展, 数字化技术在各个领域广泛应用。将数字化技术融入电力安全工器具检测, 能够有效提升检测效率、准确性与可靠性, 为电力系统的安全稳定运行提供有力支撑。深入探讨数字化技术在电力安全工器具检测中的应用, 具有重要的现实意义。

一、数字化技术应用于电力安全工器具检测的特点

(一) 高精度检测

数字化检测设备凭借先进的传感器与复杂算法, 能够对安全工器具的各项参数进行极为精准的测量。以绝缘电阻检测为例, 传统检测方法可能仅能精确到整数位, 而数字化设备可精确到小数点后多位。例如在对某高压绝缘手套进行检测时, 传统方法测

得绝缘电阻为 1000 兆欧, 而数字化设备精确测量为 1003.56 兆欧, 如此高的精度能够敏锐地捕捉到微小的绝缘缺陷, 为设备的安全稳定运行提供更为可靠的依据, 有效降低因测量误差导致的安全隐患^[1]。

(二) 实时监测

借助物联网技术构建的数字化系统, 具备实时采集安全工器具运行数据的强大能力。以高压验电器为例, 通过在验电器内部

植入传感器，可实时跟踪其使用状态，包括是否正常工作、电量剩余情况等。一旦验电器出现异常，如电压检测值偏离正常范围，系统能立即发出警报，通知运维人员。这使得运维人员无需在现场实时值守，就能第一时间精准掌握设备情况，及时采取应对措施，有效避免因设备异常未被及时发现而引发的事故^[2]。

（三）数据存储与分析

数字化技术拥有强大的数据存储与分析能力，可将检测数据长期存储在专门的数据库中。通过数据分析软件对大量历史数据进行深度挖掘，能总结出安全工器具的性能变化规律。例如，对一批绝缘棒多年的检测数据进行分析后发现，其绝缘性能随着使用年限的增加呈线性下降趋势，且每年下降幅度约为 0.5%。基于此规律，可预测设备的使用寿命，提前制定维护或更换计划，为预防性维护提供科学、精准的依据^[3]。

二、数字化技术融入电力安全工器具检测的必要性

（一）保障电力作业人员安全

电力安全工器具的可靠性能是保障电力作业人员生命安全的关键防线。数字化技术的高精度检测能够精准发现安全工器具在绝缘性能、机械强度等方面的潜在问题，实时监测则可对工器具在使用过程中的异常情况进行及时预警。例如，在一次电力抢修作业中，通过数字化检测系统提前发现某绝缘梯存在细微裂缝，避免了作业人员在攀爬过程中因梯子断裂而导致的伤亡事故，为电力作业人员提供了全方位、更可靠的安全保障^[4]。

（二）提高电力系统运行稳定性

安全工器具的正常运行是维持电力系统稳定运行的基础保障。数字化技术通过智能化诊断能够快速识别安全工器具的故障隐患，预防性维护则可提前消除这些隐患^[5]。例如，某变电站的高压隔离开关辅助触点经过数字化检测发现接触电阻异常增大，通过及时更换触点，避免了因接触不良引发的发热、拉弧等故障，有效减少了设备故障对电力系统的冲击，保障了电力系统的稳定运行^[6]。

（三）适应电力行业发展趋势

随着电力行业的持续发展，智能化、数字化已成为不可阻挡的必然趋势。众多大型电力企业纷纷加大在数字化技术方面的投入，将数字化技术融入电力安全工器具检测，符合行业发展的方向。例如，一些先进的电力企业已经实现了安全工器具检测的全流程数字化管理，从检测计划制定到报告生成全部自动化，大大提升了企业的运营效率和管理水平，有助于电力企业在激烈的市场竞争中占据优势地位。

（四）提升检测效率与质量

传统检测方法主要依赖人工操作，不仅效率低下，而且准确性有限。数字化技术的应用实现了检测过程的自动化和智能化，极大地缩短了检测时间。例如，对一批 100 件安全工器具进行检测，传统方法需要人工逐一操作，耗时一整天，且可能因人为疲劳出现检测误差；而采用数字化检测系统，仅需数小时即可完成全部检测，且检测结果的准确性更高，满足了电力企业对安全工器具检测高效、精准的需求^[7]。

（五）便于管理与决策

数字化检测系统生成的大量数据，经过专业的分析处理后，能为电力企业的管理和决策提供有力支持。企业可根据数据分析结果制定合理的采购计划，如通过对各类安全工器具的使用频率和故障率分析，确定优先采购哪些工器具；还可制定精准的维护计划，依据设备的性能变化规律安排维护时间。例如，某电力企业通过数据分析发现某品牌的绝缘手套使用寿命较短且故障率较高，于是调整采购策略，更换为其他性能更优的品牌，同时优化了维护计划，提高了资源配置效率，提升了企业管理水平。

三、数字化技术融入电力安全工器具检测的现存问题

（一）技术标准不统一

目前，电力安全工器具数字化检测技术标准尚未完全统一，不同厂家生产的设备在数据接口、通信协议等方面存在较大差异。例如，A 厂家生产的检测设备采用 RS-232 接口，通信协议为自定义的私有协议；B 厂家的设备则采用 USB 接口，通信协议遵循国际通用的 MODBUS 协议。这导致在构建统一的检测系统时，系统集成困难重重，不同设备之间无法顺畅地进行数据交互和协同工作，严重影响了数字化技术在电力安全工器具检测领域的推广应用。

（二）数据安全问题

数字化检测过程中产生的大量数据包含重要的设备信息和企业机密，如设备的技术参数、检测结果、企业的电网布局等。然而，当前电力企业的数据安全防护体系还不够完善，容易遭受网络攻击。例如，曾有不法分子通过网络入侵某电力企业的数字化检测系统，窃取了大量设备检测数据，并对部分数据进行篡改，导致企业在设备维护决策上出现失误，严重威胁电力企业的信息安全和正常生产运营^[8]。

（三）设备成本较高

数字化检测设备由于涉及先进的传感器技术、复杂的算法研发以及高精度的制造工艺，其研发和生产成本相对较高，这直接导致设备价格昂贵。对于一些小型电力企业而言，采购一套完整的数字化检测设备可能需要花费数十万元甚至上百万元，这超出了企业的承受能力。例如，某小型电力工程公司因资金有限，难以承担数字化检测设备的高昂采购费用，不得不继续沿用传统的检测方法，限制了数字化技术在行业内的全面普及。

（四）专业人才短缺

数字化技术的应用需要既懂电力技术又熟悉数字化技术的复合型人才。但目前电力行业这类专业人才匮乏，企业员工大多仅熟悉传统的电力检测技术，对数字化检测设备的操作和维护能力不足。例如，某电力企业新购置了一套数字化绝缘电阻检测设备，由于员工缺乏相关操作知识，在使用过程中频繁出现操作失误，不仅影响了检测效率，还可能因操作不当损坏设备，导致设备无法正常运行，降低了设备的使用效果。

（五）系统兼容性差

部分电力企业已建立了自己的管理信息系统，用于设备管

理、人员调度等日常运营工作。然而，这些管理信息系统与数字化检测系统的兼容性不佳，数据无法有效共享和交互。例如，某电力企业的管理信息系统采用的是 Oracle 数据库，而数字化检测系统采用的是 MySQL 数据库，两者数据格式和接口标准不一致，导致在进行设备检测数据统计和分析时，需要人工手动将检测数据从一个系统导出再导入到另一个系统，大大降低了工作效率，阻碍了数字化技术的全面应用^[9]。

四、数字化技术融入电力安全工器具检测的策略

（一）统一技术标准

相关部门应积极发挥主导作用，组织行业内资深专家，结合国内外先进经验，制定统一的数字化检测技术标准。在标准中明确规范设备的数据接口形式，如统一采用 USB 3.0 接口，以及通信协议，如统一遵循 MODBUS - TCP 协议。通过统一标准，促进不同厂家设备的互联互通和系统集成。例如，在某地区电力安全工器具检测系统建设项目中，严格按照统一标准采购设备，实现了不同厂家设备的无缝对接，极大地推动了数字化技术在该地区电力安全工器具检测领域的广泛应用。

（二）加强数据安全防护

电力企业要高度重视数据安全问题，建立健全数据安全管理体系。在技术层面，采用先进的加密技术对检测数据进行加密存储和传输，防止数据被窃取；设置严格的访问控制权限，只有经过授权的人员才能访问相关数据；部署防火墙等网络安全设备，阻挡外部网络攻击。同时，加强员工的数据安全意识培训，定期开展数据安全知识讲座和案例分析，提高员工对数据安全重要性的认识，防止因员工误操作或违规操作导致的数据泄露。

（三）降低设备成本

鼓励设备厂家加大研发投入，通过技术创新优化生产工艺，降低数字化检测设备的生产成本。例如，采用新型材料替代昂贵的传统材料，改进生产流程提高生产效率。此外，电力企业可通过集中采购的方式，与设备厂家协商争取更优惠的价格；对于一些使用频率不高的设备，还可采用租赁的方式，降低设备采购成本，提高设备的使用效益。如某区域内多家电力企业联合进行数字化检测设备的集中采购，采购价格较单独采购降低了 30%^[10]。

（四）培养专业人才

电力企业应加强与高校、科研机构的合作，开展针对性的培训课程。例如，与高校合作开设电力数字化检测技术专业课程，培养既懂电力技术又掌握数字化技术的复合型人才。同时，定期组织内部员工培训，邀请专家进行现场授课和实操指导，提升员工对数字化检测设备的操作和维护能力。如某电力企业每年组织两次为期一周的数字化检测设备操作培训，员工的操作熟练度和设备维护能力得到显著提升。

（五）优化系统兼容性

对现有的电力企业管理信息系统和数字化检测系统进行优化升级，采用标准化的数据格式和接口。例如，将管理信息系统和数字化检测系统的数据格式统一转换为 JSON 格式，开发通用的

数据接口模块，实现数据的无缝对接和共享。通过优化兼容性，提高工作效率，促进数字化技术的深度应用。如某电力企业经过系统优化后，设备检测数据能够实时同步到管理信息系统，大大减少了人工数据处理的工作量，提高了工作效率。

五、结语

数字化技术融入电力安全工器具检测，为提升电力系统安全运行水平提供了新的途径。虽然目前在应用过程中存在技术标准不统一、数据安全、设备成本高等问题，但通过采取统一技术标准、加强数据安全防护、降低设备成本等一系列策略，能够有效解决这些问题，推动数字化技术在电力安全工器具检测中的广泛应用。这将有助于提高电力安全工器具检测的效率和质量，保障电力作业人员的人身安全，促进电力行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 邓薇希. 基于数字化转型形势的电力企业工会工作创新研究 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集（一）. 国网湖南省电力有限公司郴州供电分公司，2024: 59-61.
- [2] 邓锡国，石宇，黄易，等. 智能化技术在电力运维检修中的应用研究 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集（一）. 国网湖南省电力有限公司长沙供电分公司，2024: 161-163.
- [3] 赵岩，葛硕童，刘朝阳. 数字化赋能电力营销提质增效 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集（三）. 国网河北省电力有限公司涞水县供电分公司，2024: 255-256.
- [4] 王晓华，张强. 数字化技术在电力工程设计中的有效运用探讨 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集（三）. 国网河北省电力有限公司唐县供电分公司，2024: 148-150.
- [5] 赵宁. 新型电力系统的数字化电力设备关键技术研究 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集（二）. 北京国网信通埃森哲信息技术有限公司，2024: 253-255.
- [6] 王璐. 数字化时代电力企业财务转型路径探究 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集（四）. 国网宁夏电力有限公司宁东供电公司，2024: 147-149.
- [7] 吴昊洋，王强，聂巾帼，等. “党建 + 无人机”创新数字化应用案例 [C]// 全国电力能源优秀党建典型案例论文集. 国网山东省电力公司桓台县供电公司，2024: 260.
- [8] 邓文龙. 数字化对于电力通信设备资产全寿命周期水平的提升 [C]// 中国电机工程学会电力通信专业委员会. 中国电机工程学会电力通信专业委员会第十四届学术会议论文集. 国网宁夏电力有限公司信息通信公司，2024: 272-275.
- [9] 王宇鹏，张维，蔡立波，等. 数字化电网技术在电网规划设计中的应用 [C]// 中国电机工程学会电力通信专业委员会. 中国电机工程学会电力通信专业委员会第十四届学术会议论文集. 国家电网有限公司华北分部，2024: 286-288.
- [10] 丛犁，李佳，黄成斌，等. 基于数据驱动的电力通信调度管控技术研究及应用 [C]// 中国电机工程学会电力通信专业委员会. 中国电机工程学会电力通信专业委员会第十四届学术会议论文集. 国网吉林省电力有限公司信息通信公司，2024: 294-298.