

智能识别技术在无人机输电线路巡检中的应用

李春栋 柳坤全

国网江西省电力有限公司九江供电分公司

摘要：输电线路巡检是保障电力系统安全、有效运行的关键工作之一，无人机在其中的运用对提升巡检实效性具有重要价值，而智能识别技术能够为无人机的运行提供识别、避让、质检、记录、传输以及视觉分析等功能支持，是支撑无人机输电线路巡检高质高效工作的关键技术。基于此，本文首先对智能识别技术进行了概述，随后就其在无人机输电线路巡检中的应用价值及策略进行了简要分析。

关键词：智能识别技术；无人机；输电线路巡检

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.11.234

引言

输电线路巡检是一项强度较高且具有危险性的工作，工作期间巡检人员需要在考虑自身安全的基础上，了解输电线路是否存在故障，若发生故障还需要对故障进行详细排查、检修，需要坚持细致性、全面性等原则一丝不苟完成各环节线路巡检。因此，巡检人员通常需要长时间面临生理及心理的双重压力，进而可能出现失误，不利于巡检质量提升。无人机技术可以在一定程度上代替巡检人员完成高空巡检作业，弥补人力所不及之处，不仅大幅提升巡检质量及效率，还减少了人力及财力的消耗。但传统无人机在巡检精度及控制方式等方面存在一定弊端，因而需要得到智能识别技术的支持，通过构建智能识别系统，无人机巡检能达到更高效、更安全、更智能、更便利的工作效果。因此，智能识别技术在无人机输电线路巡检中的运用值得相关人员予以更进一步研究。

一、智能识别技术概述

智能识别技术主要是依托人类思维、意识等智慧化元素模拟出来的一种以计算机程序为主要呈现方式的高端信息技术。该技术的主要特点在于“智能”与“识别”两个方面：

首先，对于“智能”而言，主要体现在其与人脑相似的各相关功能，如学习、思考、分析、记忆等，与真实人脑不同在于，其具备的这些能力是通过计算机运算与程序设置等途径来实现的；

其次，对于“识别”而言，可理解为智能识别系统通过学习、思考、分析等流程以后形成的一个结果，更倾向于一种“视觉效果”，通过识别能提取识别对象的相关信息，经过图像处理、信息提取、信息传输等完成对其他工作的辅助。智能识别技术在我们的生活中已经

非常常见，比如人脸识别、指纹识别、声音识别、条形码识别、门禁卡识别等都是智能识别的一种。

无人机输电线路巡检当中的智能识别，就是利用智能识别技术原理，在无人机中构建一个智能识别系统，在系统中通过深度学习、机器视觉、计算机视觉、图像处理、信息提取、智能传输等环节来完成电路巡检，并构建无人机与终端之间的联系，以此保证相关工作人员能及时了解巡检信息。

二、智能识别技术在无人机输电线路巡检中的应用价值

（一）提升无人机巡检安全性

对于传统无人机巡检而言，需要技术人员在地面进行远程控制，人员可通过无人机上的镜头来了解高空线路情况。因此，巡检质量会受到人员控制及镜头精度的影响。对于人员控制而言，由于距离对应巡检位置较远，单纯依靠镜头画面无法完全掌握无人机周围情况，因此无法精准避让障碍物，进而有可能导致无人机发生冲撞问题，存在一定安全隐患，尤其在输电线路周围环境恶劣时，镜头无法清晰显现画面，再加之很多人员技术水平不足，可能存在操作失误情况，降低巡检安全性。但若能将智能识别技术运用在无人机输电线路巡检中，其能通过图像识别、信息提取等途径，更全面的了解输电线路及无人机周围情况，且很多智能识别系统还有配套的自动避让功能，即使在人员未能及时作出控制反应时，自动避让也能保证无人机及时闪避障碍物，有效提升巡检安全性。同时，智能识别系统在系统程序设置好的情况下，也可在短时间内脱离人员的控制，按照既定路线及指令对输电线路进行巡检，如此可节省更多人力消耗，并减少人为因素带来的负面影响。

（二）提升无人机巡检质量

首先，智能识别技术能提升传统无人机巡检精度，如此呈现出的巡检画面将更加清晰，可以将输电线路的纹理、形状、颜色等信息清晰呈现出来，技术人员通过回传图像及视频的观察、分析，就能了解输电线路是否存在问题。若存在问题，且可直接对目标区域进行排查，分析该故障对整段线路的影响程度如何，进而给出局部整修或整体整修等巡检结果分析。其次，智能识别系统不仅能做到识别与信息提取，其还能通过深度学习了解更多数据信息，并结合信息进行综合分析 with 结果输出。在运行期间，智能识别系统可以自主学习大量相关数据，以此支撑其后续数据分析与预测，在对输电线路信息进行提取以后，其会通过CNN（Convolutional Neural Networks卷积神经网络）以及RNN（Recurrent Neural Network 循环神经网络）两种算法，进行故障缺陷及损坏区域检测，技术人员可通过上述信息了解输电线路是否存在裂口或断线等问题，若出现可及时了解故障影响区域，并有针对性的展开整修工作。由此可见，智能识别技术的运用，对提升无人机输电线路巡检质量具有重要价值。

三、智能识别技术在无人机输电线路巡检中的应用策略

（一）结合无人机输电线路巡检需求设计智能识别系统

智能识别系统的设计主要可分为以下几个方面：

其一，智能识别数据库。数据库是智能识别系统得以顺利运行的核心要素，无人机输电线路巡检期间依托的各个程序、完成的各项指令、采集的所有信息等，在本质上都是以数据信息的形式存在于整个智能识别系统当中。包括无人机驾驶员、台账信息等都需要在数据库中呈现，后续智能识别技术的运行，也需要以完整数据做支撑。比如，其在运行深度学习中CNN与RNN算法时，需要对学习到的数据及获取的数据进行分析与对比，最终得出巡检结果。因此，智能识别数据库的建立，是整个系统设计的关键环节。其主要可包含以下几项数据类别：1. 程序信息。该类信息属于基础性信息，也是无人机顺利完成巡检的基础支持，如其中会包含无人机飞行监察信息库，这些信息有大部分是由无人机在飞行、巡检期间形成的监察数据，包含范围比较广泛；2. 电网信息。既然是针对输电线路的巡检，电网信息库的设计就非常有其必要性。有了电网信息的支持，无人机就能了解自己要巡检的电路行径，甚至是某一区域的电路坐

标。且在巡检的同时，会逐渐记录新数据，让电网信息更充实，包括各个阶段或某一时间电路的具体情况等；3. 地理信息。无人机巡检期间会经过很多复杂的线路，穿越不同地理、社会环境，因此单纯依靠电路信息是无法完成路线设置及定位的，因此还需要在其中输入地理信息，通过航拍技术来收集、整理，以更好地满足巡检需求；4. 计划数据。主要负责计划具体的无人机巡检任务，合理的计划能指导无人机展开有效巡检；5. 巡检数据。该数据库主要负责无人机巡检全过程产生各项数据的统一储存与整理，包括图片、视频等多种形式。

其二，智能自主巡检。有了智能识别技术的支持，无人机能从人工控制巡检实现智能自主巡检的转变，可在脱离人员控制的情况下，独立完成自动定点、飞行、数据采集、数据存储甚至是数据分析等工作。因此，在智能识别系统中，应该有智能自主巡检的存在。主要可从以下两个方面入手：1. 以输电线路为基础展开航线学习。智能识别技术具备深度学习能力，技术人员可实现将人工控制无人机巡检的方向、姿势、路线、速度等信息，以及故障排查、损坏区域监测等操作，整理成一个数据库并储存在无人机智能识别系统中，让无人机根据数据及指令不断重复操作，以其学习能力可快速掌握自主巡检技能，在后续巡检中可自动启用，完成整个巡检流程；2. 巡检数据的自动采集与传输。在能完成自动巡检的基础上，智能识别无人机还需要具备自主采取、储存并回传巡检信息的能力。该项内容可借助 AI 计算、边缘计算以及5G技术等，提升无人机识别目标并跟踪记录的能力，在程序中设定操作流程，使其可以在获取巡检信息时自动与控制中心取得联系，实现数据信息的及时、精准传输。

其三，无人机智能巡检影像样本库。无人机在进行输电线路巡检期间，经常需要经过非常复杂的地理环境，尤其当遇到在山中的输电线时，巡检难度将大幅提升，若此时无人机不具备对周围环境的缺陷识别能力，那么其很可能会出现视线遮挡无法行进或撞击障碍物等问题，不但会对无人机造成破坏，且无法获取有效信息，巡检工作也将难以持续。因此，对地形影响样本的收集与储存十分必要。主要可通过以下两种方式：其一，通过激光雷达、云采集、3D建模等技术，向外收集地理信息，将信息导入到无人机智能识别系统中，以此为识别周围环境提供依据。其二，通过整理以往无人机巡检信息，整合有关地理信息数据的部分，尤其针对识

别出错的地点进行信息纠错，逐步完善自身储备的地理信息系统。

（二）提升无人机输电线路巡检人员专业技术水平

人员是运用智能识别技术的关键主体，其专业素质将直接影响无人机智能输电线路巡检工作质量。因此，相关电路巡检部门应加大对人才的引进与培养力度。首先，结合智能识别及无人机输电线路巡检技术需求，组建专属的“智能电路巡检团队”，创建智能电路巡检部门。该部门专门运用智能识别、无人机、云计算等各项现代化技术辅助实施我国输电线路巡检工作。通过内部及外部选拔，甄选符合各巡检岗位技术需求的专业人员，其不仅要具备智能识别、无人机等技术的应用及处理能力，还要全面了解输电线路的具体情况，对输电线路故障等问题具有充分敏感度，能在技术的辅助下高质高效实施巡检、维修等工作，有能力保障输电线路的安全有效运行。其次，确保各技术巡检人员通过常规技术考核，对于不符合岗位标准但技术水平较高的人员，可针对性提供岗位培训，逐步完善其工作能力，为技术部门储备人才。最后，结合各阶段技术发展及进步情况，为技术部门全体人员提供阶段性培训，引导其树立终身学习理念，尤其在引进新型技术，或在进行智能识别、无人机等技术创新时，应聘请专业技术人员为其提供针对性指导，保证智能电路巡检部门整体技术水平始终处于提升状态，为输电线路巡检质量的提升奠定基础。

（三）注重巡检环境试验及智能识别技术创新

巡检环境会对智能识别技术的运用效果产生直接影响，导致无人机在巡检过程中出现判断失误等问题。近年来，我国诸多公司出现很多无人机错报、误报等问题，说明智能识别技术还存在很大提升空间，相关企业及技术人员应加强对外部环境试验的重视，并通过技术创新来提升智能识别技术适应能力，有效提升无人机输电线路巡检质量。首先，对于环境试验而言，对无人机的要求较高。一般情况下，无人机所能适应并保持正常运作的温度范围在 -20°C 至 45°C 之间，能够适应的海拔额定高度为2000m，当周围风速发生变化时，无人机的状态也会随之发生变化，尤其在风速超过 7m/s 时，无人机将无法保持正常飞行状态。由此可见，环境对无人机正常工作的影响不容忽视，在环境过于恶劣的情况下，智能识别系统中的传感器也可能面临失灵的情况。因此，技术创新仍然任重道远，相关技术研发部门应加强对技术创新的关注，不断优化技术应用形式，提升技

术应用效果。

比如，影像防抖技术的运用。无人机在飞行期间，可能会因环境或操作的影响产生抖动，此时智能识别系统可能会出现无法对焦、识别失准等问题，防抖技术的运用能在很大程度上克服这一问题，即使无人机机身发生抖动，在获取的画面上也尽可能保持稳定，为后续图像识别与信息提取提供支持；自主悬停技术的创新。自主悬停技术指即使在没有外部控制悬停的情况下，也能在智能识别技术的支持下，实现自主悬停。当智能识别系统认为输电线路某一区域发生故障，其可根据程序设定选择自主悬停。但需要对自主悬停具体进行精准控制，就目前无人机输电线路巡检发展情况来看，当无人机需要在空中发生悬停时，悬停点发生误差尚不可完全避免，但若误差能保持在 0.7m 以内，对巡检效果的影响较小；不同外部环境中输电线路抗压能力检测。对于输电线路巡检工作而言，不仅要了解巡检当下线路是否发生故障或破损，还需要能够分析在未来其可能存在的不同环境中，是否具备适应环境的抗压能力，起到一个预测、预防的作用。智能识别技术可尝试在该方向进行创新，充分发挥其智能分析作用。

结束语

综上所述，智能识别技术在无人机输电线路巡检工作中的运用具有重要价值。未来工作期间，相关人员应加强对该项工作的重视，在原有巡检模式的基础上，深化落实智能识别系统构建，不断加强技术研究，培养高精尖技术人才，创设无人机智能巡检新路径。

参考文献

- [1] 马忠梅, 韩宝卿, 李文娟等. 智能识别技术在无人机输电线路巡检中的应用[J]. 集成电路应用, 2022, 39(08): 126-127.
- [2] 余晓明, 郝后堂, 钟平等. 输电线路无人机自主巡检系统的设计与实现[J]. 河北电力技术, 2021, 40(05): 11-14+32.
- [3] 陈荣, 徐浩. 高压输电线路的无人机电力巡检技术研究[J]. 电子测试, 2021, (20): 92-94.
- [4] 黄郑, 王红星, 翟学锋等. 输电线路无人机自主巡检方法研究与应用[J]. 计算技术与自动化, 2021, 40(03): 157-161.
- [5] 石书山. 无人机在输电线路巡检中的应用和发展[J]. 光源与照明, 2021, (07): 134-135.