

无人机 + AI 会替代人工巡线吗?

最近一段时间,以 ChatGPT 为代表的 AI(人工智能)技术火爆全球,再次引起了人们对“AI 替人”的讨论。

其实,AI 技术早就在诸多行业应用。在电力巡检领域,AI 是怎样引入的,又会产生哪些影响呢?

无人机巡线越来越先进 也带来了一个挑战

“线路工、线路工,雨天滚上一身泥,夏天晒掉一层皮。有了情况就要走,一年四季累成狗。”这是以前巡线工人的一段自嘲。

过去,巡线主要靠人,一条线路上百基塔,只能翻山越岭一基一基走近查看,野外的巡线路几乎都要靠脚走。

随着电网建设加速,电力线路数量、长度不断增加,单靠人工巡检已无法满足现代化电网的运维需求。

2013 年前后,无人机被应用到电力巡检领域。飞手在地面操控无人机巡线,拍摄塔上设备,成了很多供电公司、电力检修公司的常见操作。这一阶段是机巡 1.0 阶段,以人巡为主、机巡为辅,需要飞手有较高的飞行技巧。

为了进一步简化操作、提高效率,机巡 2.0 版出现了。通过线路三维建模等技术,这种机巡可实现部分线路无人机自动化飞行,但飞手仍需到场。巡视场景也从可见光巡检拓展到红外巡检。

2019 年,国家电网公司编制《无人机智能巡检作业体系建设三年工作计划(2019—2021)》,各省级电力公司成立机巡管控中心、维保中心,探索建设无人机管控平台。至此,无人机自主巡检应用成果遍地开花。

近一两年,无人机巡线进入智巡阶段,即机巡 3.0 阶段。通过现场或移动端部署无人机机场/机巢,远程控制无人机巡检,获取海量图像。

——在山东济南,82 套“信鸽”无人机机场及管控系统已布点在重要线路、变电站、城区配电室。

——在福建平潭,全国首个海岛无人机网格化自主巡检示范区建成,可实现岛内主网设备智能巡检 100% 覆盖。

——在江苏泰州,全市 5900 千米的电力线路上空,每天都有无人机定时巡检。

……

无人机给电力巡检带来了极大便利,但随之而来的从海量数据中识别缺陷却是个大工程。

一基杆塔要拍多张图片,拍完以后再拷贝出来,给有经验的师傅查看缺陷。由于水平和判断标准不同,巡视结果误差较大。

“管理数据全靠重命名,查看图片全靠眼力好。”回想起多年前刚使用无人机巡检的情景,青海电力超高压公司机巡管控组员工罗龙感慨道。

海量的机巡图片给人工识别带来沉重负担。截至 2022 年,国家电网已在 27 个省级电力公司配置无人机 2.5 万架,巡检杆塔 418 万基,产生巡检图像 5000 万张。

如何快速分析、识别图片中的缺陷和隐患?

AI 上场 成为图像识别的“超级脑”

无人机这双“千里眼”虽好,还需要一个与之匹配的智慧大脑。借人工智能的东风,“无人机 + AI”组合应运而生。



山东济南供电公司员工使用无人机巡视 110 千伏中回线。 陈彬 摄

基于一线人员的核心诉求,国家电网公司积极探索 AI 在巡检图像缺陷识别方面的应用。

“为了提升无人机巡检图像人工智能识别实用化水平,我们统筹搭建了智能巡检技术应用体系,建立了‘培育 + 遴选 + 应用提升’机制,希望打造‘统一开放、有序竞争、运作高效’的电网智能化生态。”国网设备部专责周立玮说。

作为支撑单位,中国电科院牵头成立智能识别技术攻关团队,研发无人机巡检图像缺陷识别微应用。

“2018 年,研发初版系统的时候,因输电线路缺陷特征多样性和数据样本不足,AI 算法对线路缺陷的发现率并不高,而且很容易误报,缺陷识别结果必须结合人工复核判定。”中国电科院智能巡检工程师付晶说。

从图片中快速准确识别销钉缺失、螺母松脱等细小的危急缺陷,提高发现率、降低误检比,成了付晶面临的难题。

相比于人脸识别等通用 AI 场景,电力智能巡检存在关键金具缺陷尺寸小、巡检缺陷样本数量少、缺陷等级判定逻辑多、户外复杂背景干扰多的“两小两多”难题。

基于“专业知识 + AI 算法”新范式,中国电科院上线无人机巡检图像缺陷识别微应用模块,解决 AI 算法识别率和精度的问题。

“现在国家电网公司已实现无人机业务数据全线上流转,无人机巡检完成后系统自动将图片关联到杆塔设备拍摄部位,用 AI 算法可以快速自动识别出图像中可能存在的缺陷,100 张图片只需不到 2 分钟即可完成全部检测。”付晶说。

今年,国家电网公司输电专业无人机巡检杆塔数量预计超 500 万基,产生巡检图像近 1 亿张。

图片识别微应用如同一位永不疲惫、业务水平精湛的缺陷分析员,用火眼金睛不分昼夜地守护电力系统安全运行。

“千里眼 + 超级脑” 会完全替代人工吗?

现在,“千里眼 + 超级脑”的组合已经显示出了巨大的威力。

国家电网 27 家省级电力公司实现了无人机巡检数据全线上流转,作业班组只要从新一代资产管理系统 PMS3.0 拉取工单,再推送自主巡检航线到现场无人机,就能实现远程操控、一键起飞。

在北斗高精度导航的支持下,无人机依据规划航线,5-10 分钟就能完成一基高塔上地线、绝缘子挂点、悬垂线夹等数十个地面难以巡视部位的自主巡检,图像通过 5G 网络实时回传数据中心,调用 AI 算法准确识别销钉缺失等微小缺陷,再通知现场班组及时消除缺陷隐患。

那么,随着越来越多现场巡检的工作交给无人机,海量照片处理工作交给算法不断优化的 AI,电力巡检人员的工作会不会被全部替代呢?

对此,付晶说出了自己的看法。

“受到现有深度学习模型理论检测性能和 GPU 硬件性能限制,目前的 AI 算法还不能完全实现人工替代。不过,随着巡检大数据的不断积累,大模型和芯片技术的不断发展,预计 5 年后 AI 算法的识别率可以超过 95%。”付晶说。

“我们机巡中心有 25 个小伙,包括 1 名博士、5 名硕士。他们天天研究无人机在电力行业怎么飞、怎么用。专业上,他们除了有学电力专业的,还有做人工智能和敲代码的。”在国网福建电科院输变电中心(机巡中心)副主任陈伯建看来,无人机替代人工,是一个比较长期的过程。

“无人机 + AI”虽然还不能完全“替人”,但“减人”是毋庸置疑的。那么以后,少数运维人员需要什么样的素质?

“不管技术如何创新,人的力量不可或缺。原来我们只要掌握电力知识和输电线路作业技能就可以了。如今,我们需要把无人机技术应用到作业中,个人技能要与智能化知识相结合。这对个人素质的要求提升了。”全国劳动模范、福建福州供电公司运检部输电带电作业一班班长冯振波说。

如今,像他这样的老电工正逐渐转型为实操技能与数字化管理知识兼具的复合型人才。他们在监控管理平台实时掌控无人机工作信息,科学应用 AI。“坐在电脑前的蓝领”正在成为电力巡检工人的一种新身份。

(肖莎 郝怡珂 郑欣月)

高压电线 为什么都是三根线?



资料图片

我国高压交流输电是采用三相三线制,所以是三根线,高压直流输电是采用二相制,所以是二根线。三根线是从升压变压器出来的三相电,它们的相位相差 120 度,可以方便推动三相电机转动,也可以分三路提供照明。当然照明电路还需要零线,这零线在用户端降压的时候通过星形接法来得到;即三相高压电接入三相变压器绕组的头,三条尾连在一起形成零线。三相交流母线,A 相涂黄色、B 相涂绿色、C 相涂红色,中线不接地时涂紫色,中性线接地时涂黑色。在直流母线中,正极线涂褐色,负极涂蓝色。

我国现在的 10kV、110kV、220kV、500kV(国网已经有 1000kV)高压输电线路都是没有零线的,因为这些电压等级都是不可以直接被设备(少数超高压设备除外)所接受的。而我们平时用电最多的是 3 相 4 线制(TN-C 系统),3 根火线 + 1 零线。而零线的主要作用有以下几个方面:

1、中性线(N 线),和火线一起接成相电压。

2、充当某些运行设备的中性点接地(工作接地)。

3、和设备外壳相接充当保护(P 线)。而这些在 10kV 以上电压等级是不需要的,110kV 以上的输电线路上方有 2 条架空零线(或称架空避雷线、架空地线),其作用是起避雷作用(防止雷电波)。所以日常见到的高压进线没零线。

110kV 一般有一套保护,220kV 以上则需要 2 套原理不同、且来自不同厂家的保护,运用比较广泛的是光纤纵差和高频保护。当发生一相接地的时候会发生跳闸,因为线路都有重合闸(分单重、3 重、综重),在判定为永久性故障后不再进行重合。所以:短路——重合——跳闸。

关于大、小电流接地系统的问题,大电流接地系统是指中性点直接接地系统,像我们的 3 相 4 线制就属于,因为在发生故障的时候接地电流会比较大。小电流接地系统包括:中性点不接地系统、中性点经消弧线圈接地系统、中性点经大电阻接地系统。发生故障的时候接地电流比较小。

电力的变压器为什么需要装瓦斯保护?在电网的变压器中,差动保护和瓦斯保护一起构成变压器的主保护,差动保护是用首末两端电流的对比判断故障然后动作的,保护的是变压器的绕组、套管、到 CT 侧,差动保护属于电气量保护。瓦斯保护是属于非电气量的保护,装在油箱和油枕之间,分过气流和过油流,如果变压器内部发生短路,那么短路电流会分解变压器油而产生气体,让瓦斯继电器发出告警信号(轻瓦斯保护),短路严重的时候,气温很高,会让油面上升,冲到瓦斯继电器的动作位置,发生跳闸信号(重瓦斯保护)。由于瓦斯保护可以保护到差动保护所保护不到的位置——铁心。所以瓦斯和差动一起构成变压器的主保护。(电力)