

输电线路多类型智能传感器融合技术研究与应用

邝石 卢明 靳巍

(国网郑州供电公司, 河南 郑州 450000)

【摘要】输电线路作为电力系统的关键组成部分,其安全和可靠运行对电网稳定性具有重要意义。传统的输电线路监测方法存在一些局限性,无法全面监测和预测潜在故障。多类型智能传感器融合技术可以通过采集不同参数的数据并进行数据融合,提供更准确和及时的线路状态信息。

【关键词】输电线路;多类型智能传感器;融合技术

引言

随着电力系统的发展,确保输电线路的安全和可靠运行变得越来越重要。多类型智能传感器融合技术为监测和管理输电线路提供了新的解决方案。文章讨论了智能传感器在输电线路温度监测与故障检测、输电线路振动与风速监测,以及输电线路湿度和污秽度监测中的应用,并总结了多类型智能传感器融合技术对提高输电线路安全性和可靠性的重要性。

一、现代电力系统发展及其对输电线路监测的需求

现代电力系统汇聚了各种线路网络而变得错综交错,具有一定的广阔性和综合性,其主要功能是把来自于发电厂的电力借助于各种线路,变电站及配电网等装备发往到人民生活区或企业。近年来,人们对电力的需求量越来越大,而且对其安全性和稳定性追求越来越高,传统的电力系统已跟不上时代的发展,如何进行改进和提升已迫在眉睫。我们知道现在的人们根本离不开电力系统的大力支持,人们消耗的电力资源急速增长,而传统的发电厂由于规模小,数量低,难以与现在的电力需求相匹配,而且电力装置需要负责传送太多的电压及电流,一旦发生意外都会造成停电,严重者还需要进行电力抢修。所以如何对输电线路进行监测是摆在人们面前最为紧要的问题。因为各种电力故障的发生不仅引发了太多不必要的财产损耗,而且在一定程度上危及着人们的安全,干扰着社会经济的顺利发展。所以如何预测和发现电力体系中隐藏的风险,并采取恰当的方法将其消除,才能有效促进电力系统的健康稳定运行。正因为如此,对输电线路进行监测已成为电力系统的常态,借助于所获取的各种数据,比方说电流电压的数值等,我们就能够有效判断可能引发的电路故障原因,并及时应用有效的方法加以修护。另外,通过对各种数据进行研究,

也能够是早发现可能隐藏的危险,从而防止各种不必要的意外发生,降低成本消耗。

二、智能传感器在输电线路监测中的应用价值

(一) 提高监测效率和减少人力成本

以往进行电路监测的时候主要依靠的是人工操作,通过多次的巡检才能获取各种各样所需要的数据,大量的人工付出是必须的,而且还得投入足够的财力,即便是这样也难免会出现操作失误的情况,数据的精准性并不高。但是随着智能传感器的出现,在输电线路监测方面发挥出了巨大的作用,它能够及时获取精准的数据,而且利用智能传感器获取的数据是多方面的,其中,包括电压电流温度等。而且在监测过程中不需要人为的参与,能够实现智能化的运行,而且可以把数据及时传送到后台。相对于以往的工作方法来说,智能传感器不存在时间的间隔,无论在何时何地都能够自动运行,在一定程度上大大降低了人工的付出,节约了成本。因为以往进行巡检,工人们需要轮流值班,耗费的精力是巨大的。智能传感器采取的是自动化操作,不怎么需要成功的参与,当然也就不需要支付报酬。

(二) 实现精确和全面的监测

以往通过巡检在短时间内无法知晓的数值,利用智能传感器就可以有效获取,而且可以实现多方位的监测。同时把不同种类的传感器联合起来协同工作,这样测出的数据会更详细更全面,还可以在对比研究后得出结论。借助于高端的数据分析技术还能够全面了解线路的实际运行情况,以及可能潜在的隐患和风险。这样人们就可以对线路工作状态做到心中有数,能够在第一时间应用有效方法消除风险。同时通过智能传感器能够获取全方位的监测数据,各种形式的传感器具有一定的针对性,比方说用来监测温度的,有专门进行湿度监测的,还有监测电流的传感器等等。我们把以上传感器所获取的数值进行整理,

通过分析对比就能掌握线路的整体工作状态，比方说承受的负荷，可能存在的危险、所处的环境等等，根据此人们就可以给出合理的判断和决策。

（三）预警和预测故障风险

参照智能传感器所获取的参数，采取数据挖掘技术及相应的算法就能够有效判断线路运行的规律，并在此基础上作出评估。特别是分析发生故障时的各种数据，就能知道线路是否运行良好以及可能存在的隐患。只要察觉到其中隐藏的危险，预警机制就能够在第一时间反馈到后台，工作人员就会应用有效的策略进行维护和保养，避免引发不必要的危险和财产消耗。另外，根据智能传感器所获取的数值，用于线路长期的运行预测和研究，就能够事先了解到可能会引发的故障，并进行有效的应对。这在一定程度上保障了线路的安全性和高效性，避免出现更多的停电维修情况而对用户的生活造成干扰。

（四）优化运维决策和资源分配

参照智能传感器所给出的各项数据，对其进行研究和处理后便于发现哪些地方容易存在故障，应该采取哪些措施进行应对和准备等。而且对于常常发生故障的线路工作人员还会加大监测力度，应用更高效的方法进行维护，避免造成不必要的能源浪费。这样一来领导阶层给出的判断会更合理，更具有针对性。同时，由于智能传感器所获取的数据是实时性的，所以一旦有危险发生，就可以及时进行应对防护，这在线路的危险防控中发挥着极其重要的作用。比方说发现线路中存在危险时，智能传感器会在第一时间作出预警，工作人员就可以在最短的时间内去解决问题，避免了停电事故的发生以及不必要的财产消耗。

三、多类型智能传感器设计与实现

（一）不同类型传感器的选取与搭建

各种传感器监测的方面是有区别的，比方说有用于温度监测的，有专门针对电流进行监测的，还有监测振动情况的等等。所以要结合实际情况应用所匹配的传感器才行，并在此基础上加以融合与设计。另外，还要结合监测线路所要达到的目标及监测的目的，配备合适的传感器，同时还要分析所能测量的最大值和最小值，测量的精准性、安全性和可靠性等等。在此基础上对传感器节点加以融合。传感器节点一般包括传感器，数据获取元件，处理器以及无线通信元件几个方面。由于传感器的差别很大，所以应用的数据获取元件要具有针对性，能够具备把数据变成信号的功能。所获取的数据经过处理器的事先优化后就会满足我们的各种需求，比方说降噪处理，滤波处理等。

然后经过无线通信转换，传送到后台就可以了。

（二）传感器节点的数据采集、处理和传输技术

传感器节点必须具备数据的获取，转换及传送功能才能有效完成线路的监测工作。在数据获取方面，借助于模拟转数字（ADC）技术就可以把传感器的模拟信号变成数字信号，从而实现数据的顺利传送和呈现。至于用什么样的 ADC 技术要结合传感器的具体情况来判断，同时还要达到一定的分辨效果及采样速率。在数据处理方面，采取把处理器潜进去或借助于微控制器工作都可以达到目的。比方说应用算法及模型的方法都可以，实现数据的降噪和滤波处理效果，同时还能发现潜在的故障，展现详细全面的数据，并给出相应的结论。对于数据传送来说，应用有效的无线通信技术，比方说 Lo Ra WAN、NB-IoT 或 4G 是非常实用的。但要分析其传输的长度、传输的快慢、输入的电能以及联网情况等。利用无线传输技术，就能够把传感器节点和后台有效连接起来，人们就可以对其进行远距离操控。

（三）网络拓扑结构设计

多类型智能传感器系统需要设计合理的网络拓扑结构，以实现传感器节点之间的连接和系统的有效管理。基于传感器节点数量和空间分布情况，可以采用不同的网络拓扑结构。例如，星型拓扑结构是一个中心节点连接多个传感器节点的结构，适用于传感器节点分布较集中的情况。而网状拓扑结构是所有传感器节点直接相互连接的结构，适用于传感器节点分布较分散的情况。此外，还可以利用边缘计算的思想，将一部分数据处理和存储功能下放到传感器节点本地，从而减少数据传输和中心控制系统的负载。边缘计算可以提高系统的实时性和响应能力，并减少对中心服务器的依赖性。在网络拓扑结构设计中，还需要考虑传感器节点之间的通信协议和安全机制。例如，选择适当的网络协议和加密算法来保障数据的安全传输。

四、传感器数据融合算法与模型

（一）传感器数据预处理与滤波技术

由于各种传感器能够获取多方面的数据，以至于数据综合起来非常庞大。为确保数据的精准性，就不得不事先对各种数据加以优化，也就是所谓的预处理，其中分别有归一处理，筛选出不正确数据以及不全面数据处理等程序，尽可能地使数据具有标准性和正确性。比方说把数据按照一个标准进行转化，这样就能最大程度的降低传感器存在的区别而造成的影响。滤波处理的时候，不管是线性滤波器，卡尔曼滤波器等都可以很好地发挥作用。只要控制好滤波器的

各种数值,就能达到降噪的效果,从而增强信号质量。

(二) 数据融合算法选择与设计

所谓的数据融合,简单来讲就是把各种传感器所获取的数据进行统一整理,这样信息就会更全面更详细。至于应用什么样的融合算法,要结合具体的传感器以及相应的参数来确定。一般所采取的数据融合技术有以下几种:加权平均法、卡尔曼滤波、粒子滤波等。用哪种算法合适呢?首先要考虑我们要达到的目标,其次是考虑传感器的功能性。各种传感器也有一定的联系性,比方说湿度与温度就是相关的。进行数据融合的时候,如果借助于模型就能很好地展现各种传感器的区别和联系,同时根据此还能进一步增强数据融合的精准度。要想应用场景达到动态监测的效果,利用滤波或递归估计的算法对数据去进行融合是非常不错的。要是在离线的情况下进行数据处理,那么久全局优化法则是最实用的。

(三) 基于机器学习的数据融合模型建立与训练

采用机器学习法对于数据融合来说有着广阔的发展前景。借助于模型的构建,就能智能化了解各项数据存在的联系,从而达到高效的融合效果。只不过这种融合模型需要以匹配的机器学习法为基础,比方说线性回归、决策树、支持向量机等。以上算法是能够有规律可循的,通过传感器所获取的数据就能找到其之间存在的相通之处,并根据一次设计出相应模型。为确保融合模型的优质性,我们要获取丰富全面的数据才行。不仅仅是各种传感器所提供的参数,更要看其于事实的吻合性,我们可以参照正确的样本结果,对模型做出调整整合预测。进行训练的时候,要实时观测各项数值的控制,特征的确定及过拟合情况。特征要根据最初的数据中典型特点来定。数值控制要借助于不断的验证才能进行合理匹配。而过拟合情况大多是由于模拟太多而造成的,以至于模型泛化新数据的水平较弱。

五、智能传感器在输电线路监测中的应用

(一) 输电线路温度监测与故障检测

智能传感器在输电线路温度监测与故障检测方面的应用可以帮助提高输电线路的可靠性和安全性。通过布置温度传感器在输电线路的关键位置,可以实时监测输电线路的温度变化。温度传感器可以精确测量线路的热量分布,及时发现线路的过载、短路或其他故障情况。利用智能传感器收集到的温度数据,可以进行异常检测和故障诊断。通过分析历史数据和设定的阈值,可以判断是否存在温度异常,从而准确地确定是否存在潜在的故障点。此外,还可以结合其他参数,如电流、湿度等,来进行综合分析和故障定位。

(二) 输电线路振动与风速监测

对于线路振动和风速监测来说,利用智能传感器就能够有效预测线路实际运行的优良情况,并能够对潜在的隐患做出预警。而振动传感器的存在能够有效展现线路的振动状态。从而帮助工作人员更好地对线路进行把控,防止因振幅或频率偏离标准,而引发不必要的故障。另外,风速传感器主要用来测定风速状态,并把其根线路情况加以对比。比方说风速达到一定的极限,就会给出警示,工作人员就会在第一时间应用有效方法进行应对,消除危险,保障线路的健康长久运行。

(三) 输电线路湿度和污秽度监测

智能传感器在输电线路湿度和污秽度监测方面的应用可以帮助提前发现线路老化和绝缘破损等问题。湿度传感器可以监测输电线路周围的湿度水平,并跟踪湿度的变化。过高的湿度可能导致绝缘材料的老化和降解,从而增加了线路故障的风险。通过及时监测湿度变化,可以采取相应的维护措施,延长线路寿命。同时,污秽度传感器可以监测输电线路外表面的污染程度。输电线路经过一段时间后,常会积累灰尘、鸟粪和腐蚀性气体等污染物。这些污染物可能导致线路的绝缘能力降低,从而增加了漏电和击穿的风险。通过污秽度传感器的数据监测,可以定期进行清洁和维护,以确保输电线路的正常运行。

结束语

多类型智能传感器融合技术在输电线路监测和管理中具有巨大潜力。通过选取适合的传感器类型、设计合理的数据采集与处理方案,并采用有效的数据融合算法与模型,可以实现对输电线路温度、振动、风速、湿度和污秽度等参数的全面监测和预测。这将有助于提高输电线路的安全性和可靠性,降低故障发生的风险,进一步优化电力系统的运行。

参考文献:

- [1] 王志明,李鹏,韦杰等.基于边缘计算和多传感器融合的输电线路监测研究[J/OL].计算机测量与控制:1-8[2023-10-26].
- [2] 刘浩,史新华,陈强.基于传感器技术的智能电网输电线路监测系统[J].电子设计工程,2023,31(10):172-176.
- [3] 刘思尧.高压输电线路测温传感器装置设计与实现[D].湖北民族大学,2023.
- [4] 占亚波,涂潜,李俊等.大规模输电线路状态监测传感器网络的周期性低功耗通信技术方案[J].电信科学,2023,39(02):83-91.