

# 电力电缆状态在线监测系统的设计及应用

王 建

中船澄西船舶修造有限公司 江苏省江阴市 214433

**摘 要:** 随着我国设备进程的不断加快,不少设备开始在穿管敷设输电电缆,以此来取代传统架空线路。相较于传统线路,电力电缆具有可靠性高、节约资源的特点,且后期维护成本较低,在设备现代化建设中发挥着重要作用。但目前,与之相对应的在线监测系统却明显落后,已无法满足基本检测需求。因而构建一个现代化、有效的在线监测系统成为当务之急,本文以此为中心进行分析研究。

**关键词:** 高压电缆; 在线监测系统; 设计与应用

## 引言:

目前不少设备已纷纷采用电缆穿管敷设取代传统架空线路。尽管电缆线路优势明显,但其同时也有一定缺陷,比如易出现内部绝缘。发生内部绝缘的线路将无法正常运行,久而久之便会形成恶性循环。对此,亟须研究设计出一种有效的在线监测系统,能够及时发现电缆线路存在的问题,以此来提升电缆线路运行的稳定性。

## 一、电力电缆状态在线监测系统概述

### 1. 研究意义

目前,智能电网的建设已经被罗列为国家电网核心工作任务,更加可靠、健全已经成为智能电网发展的主要趋势,而这一切都离不开一个良好的在线监测系统的支持。在线监测系统在对电力电缆的效用,主要可以分为三个方面:第一点是可以提升电力电缆的动态负荷能力。良好的在线监测系统能够实时监测电缆状态,可以更加及时了解电缆运行状况,并据此对电缆运行加以调节,从而使其功能发挥更加智能化,动态负荷能力明显提高。第二点则是能够为电力电缆提供更加可靠的输电配物质环境。最后一点则是,有效的在线监测系统能够快速、全面地检测出电线电缆在运行过程中出现的问题,从而更有助于及时发现故障,降低维护成本。因此,加强电力电缆在线监测系统研究,增强设计能力,对于加快我国电力线路铺设,加快现代化建设步伐具有重要意义<sup>[1]</sup>。

### 2. 发展现状

对于建设电力电缆在线监测系统,我国起步相对较晚。早在20世纪70年代,很多国外发达国家就在布局发展在线监测系统。经过数十年的沉淀,其监测系统功能愈加完善,逐渐智能化、多样化,同时也延伸出了采用芯片对线路进行测量、收集、通信与控制的一体化模式,

这极大提升了对电力电缆线路的保护能力。但是,由于国内外发展差异较大,国外监测系统普遍存在操作复杂、引进成本高的问题,因而难以满足我国现阶段配电网发展需求。我国则主要是从上世纪90年代开始研究发展在线监测系统。尽管起步较晚,但随着计算机以及科学技术的迅速发展,我国的在线监测系统发展速度较快,目前已经能够满足基本使用要求,但同时,也仍然存在一些问题:

### (1) 检测层和监测层划分不清

由于检测层和监测层划分不清,因而设备与通信接口将更加复杂,通讯协议将更加特殊化、多元化。多元化的私有协议使得设备供应商以及集成商需要给每一个电力公司提供特异化产品,这显著增大了制造成本以及后期维护成本<sup>[2]</sup>。

### (2) 监测层和数据管理层划分不清

目前我国在线监测系统还存在着检测层与数据管理层划分不严密的情况,这使得数据的算法受到影响。通常来说数据算法主要有两种形式,一种是实时计算,另一种则是基于大数据的非在线算法。检测层与数据管理层划分不清会大大降低数据的可用性,算法的准确性也会因此而受到影响,从而容易导致误判等状况的产生。

### (3) 数据库结构设计缺乏灵活性

目前我国在线监测系统还存在数据库结构设计不灵活的问题,这使得在进行一些变量的保存以及对数据进行输入输出的过程中容易受到阻碍,从而导致无法进行更加先进的计算。

## 二、电缆状态在线监测系统

### 1. 电缆接头红外矩阵式在线测温系统

电缆接头是电力线路最容易出现故障的部位,由于结构较为脆弱,因而导致电缆接头出现问题的原因有很

多种,但最终几乎都以热能耗散的形式体现,因而若想要判断电缆接头是否出现问题,则应从温度测试入手,建立一个能够实时监测温度的在线监测系统。对此,特地选取红外测温探头作为温度监测仪器,该方式的好处在于可以在不用接触的情况下测量温度,且结果相对准确<sup>[3]</sup>。

#### (1) 系统结构

红外矩阵式在线测温系统主要由阵列式红外温度采集探头,以及温度采集终端、通讯网络和中心显示屏组成。其中,红外矩阵式探头底部由固定架以及万向底座组成,这样更加便于安装,温度采集终端则负责收集多种温度探头的数据,并通过通讯网络上传至主机,随后主机将处理结果反映在中心显示屏上,最终完成对电缆接头的温度监测流程。

#### (2) 关键技术

要想满足实时精准的温度探测需求,其中的关键技术在于:①测温探头能够收集红外光,并将其汇集至阵列式红外热电堆中,热电堆能够将光信号转化为电信号,从而实现温度数据的传输。②每一个阵列式红外热电堆都能够收集并转化多个探头的温度数据,从而可以实现更加全面的测温需求。③整体系统应采取低功耗设计,并应加入抗干扰设施,测温探头运行所需电流应尽可能小,这样可以通过远程低压直流供电,更有助于提升效率。

#### (3) 工程应用

红外矩阵式在线测温系统的作用在于可以全天实时监测电缆线头并提供更加全面、准确的数据,且监测系统对数据具有一定分析能力,能够自主将温度划分到正常、注意、异常以及严重四个判断区间,当检测到异常以上区间数据时,测温系统便会发出预警,从而提醒人员及时进行修理与维护。最后,远程监测单元出现故障的日志将会被监控平台获取并储存至数据库中,这样可以为日后维护提供更多可靠数据<sup>[4]</sup>。

### 2. 电缆局部放电在线监测和定位系统

电力电缆在运行过程中,容易受自身发热或者电流、环境以及安装等影响,发生绝缘劣化的问题。当出现绝缘劣化以后,线路便会产生局部放电,局部放电则又会导致绝缘层劣化加重,久而久之便容易形成恶性循环,最终导致整个电路崩坏。因此,针对这种情形,应建立一个可以实时监测电缆局部放线状态的监测系统。

#### (1) 系统结构

电缆局部放电在线监测和定位系统主要由三部分组

成,包括前端测量,通讯网络以及后台分析。其中,前端安装有信号采集单元以及针对高频信号的传感器,可以及时发现电缆局部放射的高频信号。通讯部分则负责将前端测量数据传输至后台分析中,由分析软件对数据状况进行分析。

#### (2) 关键技术

前端测量系统可以实行分布式同步检测,同时还具有滤波器,能够有效避免环境噪声带来的信号干扰。其次,电缆局部放电在线监测和定位系统还设置有位置服务、云端处理等功能,可以通过有线无线两种方式提供多样化服务。最后,引入的云服务平台可以自主过滤数据噪音,利用大数据样本对采集数据进行详细分析,并统计分类,可以进行故障定位与过程处理以及预防预测等功能。

#### (3) 工程应用

电缆局部放电在线监测和定位系统可以提供详细的数据,工作人员可以据此绘制放电时间-相位分布图谱等二维、三维图谱,以此来更加直观地分析故障与日常运行状况。此外,每个监测单元都可以设置报警阈值,在遇到紧急状况时可以迅速发出警报,从而有助于及时解决问题。最后,电缆局部放电在线监测和定位系统还具有短信提醒功能,在硬件或者软件出现问题时能够通过短信及时提醒工作人员<sup>[5]</sup>。

### 3. 电缆护层接地电流在线监测系统

电力电缆在运行的过程中,由于人为破坏或者周边环境等影响,容易出现金属护层损伤或者护套多点接地等状况的产生。一旦电缆外部的保护层出现问题,电缆内部的电流循环便容易紊乱,电缆电流受阻增加,护套损坏也会增加,同时不稳定的电流运行也会导致电路整体升温过快,更高的温度不仅会大幅降低绝缘层寿命,同时还会导致电缆出现火灾等。因而为了确保线路电流正常运行,应建立专门的在线监测系统实时监测接地电流运行状况。

#### (1) 系统结构

对于电缆护层接地电流的在线监测系统主要由四部分组成,包括用于感知负荷电流以及金属护层接地电流的感知层,以及负责监控的站控层,负责将信息传输至终端的通讯层和用于综合处理的中心层等。

#### (2) 关键技术

在对接地电流的在线监测系统中,其中的关键技术要点在于:首先,监测装置供电采用远程供电的方式,主要由低烟无卤阻双绞信号线实现供电。每对双绞

线都可以实现远程多端供电,可同时满足更多监测单元运行。同时,监测单元本身采用集成与低功耗的设计形式,无须依靠外接电源便能够满足日常工作需要。其次,为了确保监测装置终端运行的稳定,特采取低功耗、几乎不发热的监测终端,同时将终端置于防水腔体内,终端的温度控制有所保障。最后,对于监测系统的接头应统一采取充油封包的形式以避免尘土污染,以及保障在一些恶劣环境下运行的稳定性,如隧道或者管井等。最后,对于接低电流采用电流暂态录波的方式进行监测,当电流幅值超过一定程度则采取信号锁定措施以及时保护线路。

### (3) 工程应用

电流在线监测系统的功能主要体现在三方面,首先是监测功能。该系统能够实时、全面的监测金属护层以及三相导线电流增幅状况,并自动生成曲线图,可以帮助更加快速地掌握线路运行状况。其次则是防盗功能。在实时检测过程中,倘若现场电流值出现骤减或者突然为0时,该系统可以结合电力调取状况,判断接地箱或者相关线路是否存在被盗取或者被破坏的情况。最后,该系统具有自我诊断功能。系统运行的状况工作人员可以在监控平台上随时查看,从而更有助于及时发现系统出现问题,并通过远程操控或者实地修复的方式来解决<sup>[6]</sup>。

### 结束语:

电缆电路是未来设备发展的必然趋势,电力电缆状态在线监测系统则是促进电缆电路正常乃至智能运行的关键。因此,在日后发展过程中,我们更应该注重加强监测系统研究,协调不同体系功能,积极引入先进技术,并加强自我创新,研发出适合我国电力发展的在线监测系统,以更好地推动我国的现代化进程。

### 参考文献:

- [1]王治.电力电缆绝缘状态在线监测研究进展[J].机电工程技术,2021,(11):215-219.
- [2]王笑凯.配电主设备运行状态在线监测机理与方法研究[D].导师:杜云;苏志华.河北科技大学,2018.
- [3]徐永强.高压电缆运行状态在线监测技术方案之研究[J].山东工业技术,2017,(15):223.
- [4]李德泉.电力电缆运行状态在线监测系统的设计[J].通信电源技术,2017,(01):93-94.
- [5]王甜.电力电缆状态在线监测与防盗系统研究[D].导师:任卫军.长安大学,2015.
- [6]刘长涛.新型高压电力电缆状态监测系统研究[D].导师:张黎;孟胜鸿.山东大学,2014.