

电力通信光纤线路状态自动化监测系统设计

刘文建*

国网江苏省电力有限公司徐州供电分公司 江苏 徐州 221000

摘要: 光纤通信具备容量大、零干扰、绝缘好的特点,广泛使用于电力通信网中,使电力通信光纤线路成为重要的通信网络之一。电力通信光纤线路一旦出现故障,无法自动完成线路状态检测,检修人员需要到故障点现场检测,找到断点光学距离,利用光学距离和空间距离的转换,确定故障点后采取抢修工作。但是空间定位抢修工作耗时较大,对业务恢复时间造成很大延误。本文对电力通信光纤线路状态自动化监测系统设计进行研究分析。

关键词: 电力通信; 光纤线路; 状态; 自动化监测系统

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5316-0209-12>

1 光纤有线通信技术性能特征

1.1 抗干扰性能强

光纤有线通信技术,是在原有的数字模拟技术基础上,通过光纤方式去维护数据的传输稳定性。光纤有线通信中,可以利用光纤的抗干扰优势,来解决传统的数据传输丢失和损坏等问题。光纤有线通信技术的抗干扰,主要针对光纤数据传播中,周围环境存在强电磁波等辐射的情况,利用光纤有线通信技术,在光纤中加入了能够抵御电磁波的石英的材料,石英材料是一种极为稳定的传输媒介,不会对外界环境中的电和磁等波动产生反应,当光纤中加入了石英后,石英就会对传输中的信号数据产生一层保护,实现了光纤通信的抗干扰性能。

1.2 传输信息量大

光纤与传统的宽带相比,传输过程当中所能够容纳的数据量明显增加。光纤顾名思义,是以光为数据传播形态,在光纤中构建起高效的传输通道,在光纤媒介的数据传递过程中,由于光纤的数据频率极大增加,这也就代表着每一秒能够通过固定光纤界面的数据数量提高,这对提高通信效率有着极大的现实意义。在光纤技术应用中,光纤的截面可以同时容纳的数据信息增加,当数据在光纤中传递时,光纤用户可以更快地接受到相应的数据信号,在通信工程领域,可以更好地满足现代通信需求,提高服务能力^[1]。

1.3 光纤耐久性强

光纤有线通信技术中,应用石英等物质,可以显著增强光纤线路的耐久性。石英是一种坚硬度较高的化学物质,在自然界当中,石英可以长期稳定存在,不会受到外界因素的影响。石英的最主要成分是二氧化硅,也是一种晶石物质。石英以其极强的硬度,可以防止外界的破坏。将石英用于光纤有线通信中,可以使光纤也具有石英的坚固耐久性。

1.4 铺设模式简便

光纤有线通信技术应用中,需要对光纤线路进行铺设才能够完成数据传输任务。光纤铺设中,主要是对光纤网络的架构。光纤较之传统通信媒介来说,不仅性能上更优良,体积和重量也得到优化。光纤材料的通信线路,通过使用石英等材质,降低了原料的金属使用量,满足了轻巧便捷的需求,在光纤铺设时,无需铺设人员携带大量的通信线路线缆,使得光纤有线通信的铺设更为简便易行,提高了光纤铺设效率^[2]。

2 电力通信光纤线路状态自动化监测系统

2.1 系统整体结构

电力通信光纤线路状态自动化监测系统主要由5个模块构成,分别为中心数据库、数据预处理模块、光纤线路状态预警模块、光纤线路在线监测模块、结果展示模块。(1)中心数据库:数据库中包含所有操作用户的资料、权限、所有的光纤路线配置信息、参数、日程数据、系统管理数据等。(2)数据预处理模块:对光纤线路的故障特征提取,分析故障情况。(3)光纤线路在线监测模块:监测整个电力通信光纤路线状态情况及光纤线路故障,并将监测出来的

*通讯作者:刘文建,1988.3,汉族,男,山东枣庄,国网徐州供电公司,工程师,硕士研究生,研究方向:电力通信。

结果传送至光纤线路状态预警模块。(4) 光纤线路状态预警模块: 该模块负责对光纤线路在线监测模块的监测结果予以报警, 并将结果传输至结构展示界面。(5) 结果展示模块: 系统所有功能都通过此模块呈现给客户, 包括光纤线路在线监测结果、故障分析结果、故障处理结果等。也可根据用户要求配置多台服务器, 共享服务器中内容。

2.2 光纤线路在线监测模块

向光纤线路在线监测模块中传入由分光器从光传输设备分出的3%工作光, 对工作光完成在线实时监测。及时反映光纤线路的传输状态, 发现光纤传输质量的变化。可以设定每个光功率监测通道门限值标准, 当光纤线路受到外界因素导致光功率出现很大减弱或者降低到某一个门限值时, 触发预警, 并激活时光域反射仪测试该光纤线路纤芯, 判断故障及其精准位置。在监测过程中, 利用波分复用技术和相应器件, 同时在一根光纤线路纤芯中传输通讯光波为1625nm的通信光源和时光域反射仪测试光源。选用光波为1625nm的测试光, 是因为该测试光对于光纤线路的细微变化都能够产生敏感反应^[3]。

2.3 光纤线路状态预警模块

通过光纤线路状态预警模块上提供的设备预警接口, 采集光纤线路在线监测模块传输来的故障监测结果, 通过分析过滤收集到的故障信息后, 去除与光纤线路故障预警无关的信息, 利用时光域反射仪分析可能引起预警的光纤线路故障, 并在光终端机上形成的故障预警。

3 光纤线路在线监测方法

3.1 基于改进神经网络的光纤线路故障特征提取

光纤线路故障在线监测时, 为判断光纤是否存在断裂、损坏或者弯曲等情况, 需要对光纤网络通光后, 分析获取光时域反射仪的曲线。利用光时域反射仪完成曲线分析, 获取光纤信号中的所有细节后, 找出光纤线路故障点, 采用小波包完成故障光纤信号的特征提取, 将提取出来的光纤故障向量作为神经网络输入, 并对其训练。

(1) 重构光纤故障信号, 用 G_i 表示信号 x_i 的重构信号。(2) 获取各尺度相应能量 u_l 。(3) 由于光纤线路故障特征参数的原始数据幅值大小存在差异, 若将其直接输入神经网络, 神经网络的学习过程会受到幅值较大的特征参数的影响, 导致幅值较小的测量值得变化无法体现, 因此, 将其归一化处理。

3.2 基于BP神经网络光纤线路故障检测流程

利用BP神经网络完成光纤线路故障检测, 该方法首先输入故障特征向量, 对其完成置信区间求解, 将求解后的样本数据划分为训练集或者生成数据集; 然后构建BP神经网络, 在网络初始化后完成训练样本集的网络训练, 并通过Matlab工具绘图; 最后判断数据流是否落在置信范围内, 如果在范围内是正常值, 如果不在范围内, 则是异常值^[4]。

4 验证分析

4.1 系统的可行性测试

为测试系统是否能够监测光纤线路存在的故障, 于实验对象的35km处人为形成故障点, 采用系统对其实施10次监测。系统的10次故障监测均能做出故障预警并执行故障位置定位, 故障位置定位误差最大值仅为0.005km, 说明系统具备较好的光纤线路故障监测性能, 且故障位置定位相对准确, 系统的故障监测可行性较高。

4.2 系统抗干扰性能测试

为验证系统的抗干扰性能, 采用双模式电力光纤线路状态监测系统和基于光纤传感器的电力电缆故障在线测距系统与本系统, 在100dB噪声干扰的情况下及没有噪声的情况下, 统计三种系统对35km处人为设置故障点的监测所需时间。前6次为100dB噪声干扰, 后6次为没有噪声干扰。

本系统在没有噪声干扰和100dB噪声干扰的情况下, 对光纤路线故障点的监测所需时间相差极小, 两种对比系统在有无噪声干扰情况下的监测时间相对区别较大, 且均高于本系统, 说明本系统故障监测所需时间较少, 同时噪声对于本系统的监测性能影响可忽略不计, 证明本系统抗干扰性能较好。

4.3 系统效率测试

为测试系统的监测效率, 对比三种系统在60s内的实验线路监测完成百分比, 在60s的监测时间内, 本系统在55s时就可完成整条实验线路的监测工作, 另外两种对比系统在60s时, 均没有完成整条线路监测工作, 说明本系统对于光

纤线路的监测效率较高，能够快速地完成光纤线路监测。

4.4 系统故障位置监测精准度测试

为验证本系统的光纤线路故障监测精准度，分别于实验线路的35km、64km、87km处人为形成故障点，采用三种系统，对三处故障点分别完成5次监测测试。针对三处不同故障距离的5次检测，本系统的检测精准度均在98%以上，且检测结果平稳，没有受到故障距离影响而出现检测结果浮动情况，另外两种对比系统在距离增加后，存在显著的检测精准度下降情况，说明本系统具备良好的检测精准度^[5]。

5 结束语

设计电力通信光纤线路状态自动化监测系统，通过中心数据库、数据预处理模块、光纤线路状态预警模块、光纤线路在线监测模块、结果展示模块之间的相互合作共同完成电力通信光纤线路状态的自动化监测。经实验测试证明：本系统的抗干扰性能、监测精准度及用户使用满意度均较高，具备较好的实用性^[6]。后续的研究工作将以如何利用本系统预防并减少电力通信光纤线路故障的出现为重点，避免因通信光纤线路故障带来的影响和损失。

参考文献：

- [1]陈健.光纤线路维护的问题及对策探讨[J].中国管理信息化,2017,20(01):97-98.
- [2]范汉传.浅谈光纤线路保护系统在通信网络中的应用[J].电子制作,2013(12):146.
- [3]汤凯为.关于通信光纤线路维护的问题及对策的探讨[J].科技传播,2012,4(18):210-211.
- [4]杨雪,刘学升,栾宏之,葛敏.OLP系统在电力光纤通信中的应用研究[J].电力系统通信,2012,33(09):56-60.
- [5]陈远军,周哲,赵浩标.电力变电站直流系统运行维护研究[J].电子设计工程,2019,27(20):101-105.
- [6]吕雨桐.电力通信网光纤线路安全风险评估方法研究[J].中国新通信,2016,18(21):14.