

一种光纤远程监测及交换系统的研制

吴 涵, 尹云鹏

(国网随州供电公司, 湖北 随州 441300)

摘 要 目前光缆网络调整跳纤主要采用工作人员现场操作模式, 投入高、效率低, 不适应高质量发展、智能化运维的要求。本课题研制一款集纤芯状态测试、自动交换、资源管理等功能于一体的光纤远程监测及交换系统, 来提升光缆网络的检修效率效率, 缩短故障处理时间, 支撑电网安全稳定运行。

关键词 光缆纤芯; 自动切换; 远程控制; 故障处理

中图分类号: TN929.1

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0004-03

光缆因具有容量大、抗干扰、易组网等优势, 目前是电力通信的主要承载介质。当发生光缆故障时, 必须调整光通信网络运行方式, 在最短的时间内寻找可靠路由, 将受影响光链路倒换至其它正常运行的光缆纤芯中。目前, 测试新路由通道参数、光纤跳接、路由数据收集等工作均需人工现场完成, 耗时、费力。光缆运维工作量的激增与运维专业人员短缺的矛盾日益突出。通过远程完成这些工作, 缩短故障处理时间、提高工作效率, 从而最大限度地保证电网安全可靠运行是十分必要和迫切的^[1-2]。光纤远程监测及交换系统的研发就是基于解决这一系列问题而开展的。

1 国内外研究现状

在光缆纤芯自动切换领域, 目前主要有两种技术: 一是光开关技术。在承载重要业务的线路上, 设置一主一备两条路由, 然后在发送和接收端安装光开关, 当其中一条路由中断时, 通过光开关进行切换, 保障业务的安全^[3]。国内外光缆全光交换研究在 MOEMS 器件的研发和 OXC 系统的开发这一层面, 稳定可靠的光交换器件只有 2×2 和 4×4 阵矩交换。其优点是实现方法较简单, 缺点是可连接的最大端口数受限制, 局限性明显。二是微镜阵列技术。该技术可实现大型光交叉连接, 如 AT&T 公司的全光波长路由系统, 其光交叉连接系统可实现 256×256 的交叉连接, 可节约 25% 的运行费用和 99% 的能耗。由于需要精确和快速稳定地控制光束, 它的控制电路和结构设计较为复杂, 成本更是高达几十万美金, 目前都处在实验状态, 无法大面积推广^[4]。

2 远程监测及交换系统架构

光纤远程监测及交换系统的主要功能包括纤芯性能的实时测试与采集、纤芯的接入及交换动作执行、

光缆资源管理等, 可实现纤芯的跳接由现场人工跳接转变为在控制中心远程操作, 设备根据指令自动完成^[5]。同时, 在纤芯远程设备组网运行后, 设备内部的测试模块可实时上报接入该设备的每条光缆的性能参数, 以供光通道路由改变时跳接光缆纤芯参考。

本系统包括主站、传输系统、子站、传输系统三个部分, 系统整体架构如图 1 所示。主站部署在供电企业的通信主机房, 子站部署在变电站通信机房的光配 (ODF) 机柜中。主站和子站通过电力通信光传输系统 (SDH) 以及数据通信网进行通信。主站包含操作平台、服务器、交换机, 可以对光缆及纤芯资源进行管理、配置, 下达操作命令等。子站的纤芯交换设备通过以太网线 / 光跳线与 SDH 传输设备相连, 接入主站系统; 与 ODF 中的纤芯相连, 完成光缆纤芯的插拔、交换、测试、接入等功能, 实现纤芯的自动对接。

当某路传输业务的纤芯发生故障时, 主站会出现告警信号, 运维人员可以通过主站的操作平台下发命令, 使子站的交换设备完成跳纤操作, 并通过将测试值上传至主站的服务器。

子站的纤芯远程交换设备组成如图 2 所示, 包括交换伺服系统、通信接口、光纤交换模块、光测试模块、电源模块。光纤交换模块包含可移动机械臂, 在伺服系统的控制及步进电机的牵引下可以进行三维移动与定位, 并对纤芯进行插拔操作。

光测试模块可以通过轮询和实时采集的方式收集光缆纤芯的性能与信息, 并通网络将数据传输到主站。

3 技术原理

光纤交换模块的设计即实现所有接入光缆中任意 2 条纤芯的跳接, 是本系统的核心工作, 也是本系统能否实现的关键所在。在设计过程中借鉴了通信交换技

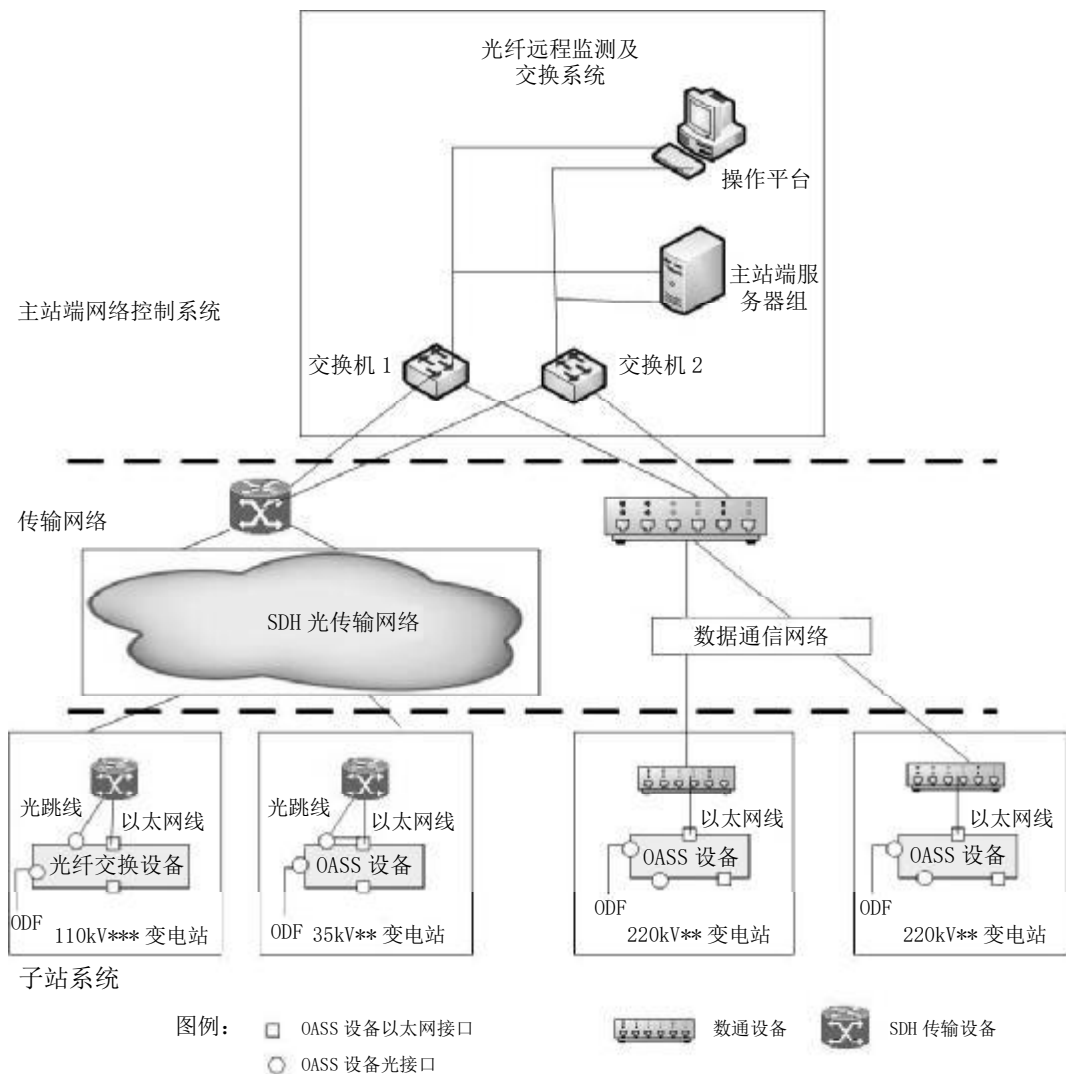


图 1 系统总体架构图

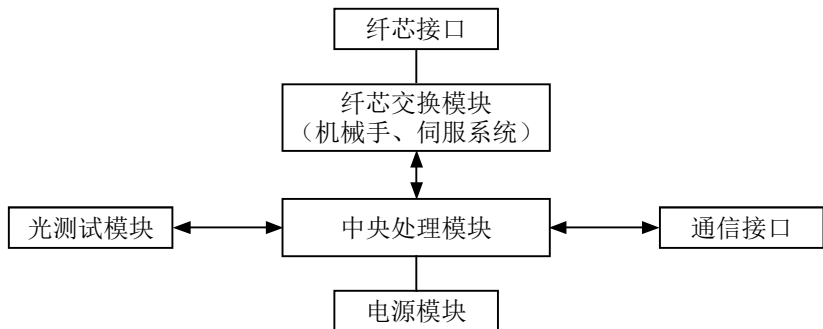


图 2 光纤交换设备系统框图

术中人工交换到纵横制交换机的演变思路，构造一个光纤矩阵板来构建交换模块。同时，由于光信号的特殊性，目前的技术很难实现通过电子电路对光信号进行直接交换，只能由程序控制，利用伺服电机拖动设

备内部的光缆纤芯，通过一系列的机械操作在物理上连通需要对接的光路，实现物理上的交换。

通过三维坐标定位法、纵横交换原理等理论，利用机械手完成接入设备的任意纤芯的跳接，如图 3 所示。

对接板内依次固定排列有预制的光纤,机械手通过三维伺服系统,在横向的线路连接器滑杆和纵向的绳路连接器滑杆上移动,并结合线路规划算法解决对接过程中准确度和乱纤的问题,实现高精度、高效率精准配线和定位。机械手内包含传动齿轮、插拔器、用于夹持纤芯连接器的夹持部,能够根据指令拔纤、插纤、理纤。利用步进电机推动机械手,进行矩阵孔之间的纵横移位,通过拔插矩阵板内光纤拔插器,进行任意 2 芯的对接或解除连接,实现通道的连通与断开^[6]。

具体的纤芯插拔操作是通过机械手夹持固定外部接入光缆纤芯的纤芯连接器在对接孔内做插拔运动,从而可以实现所述外部接入光缆纤芯与对接孔内固定

的尾纤纤芯的对接,尾纤两端的纤芯皆对接完成之后,利用尾纤的传输作用即可实现外部接入光纤的自动对接交换。

4 技术对比

本系统由主站端服务器协同子站端交换系统实现光纤芯远程交换,架构合理、结构简单,经过实验验证,交换模块内的任意 2 根纤芯可以在 10 分钟内完成全部的连接或断开动作,且成功率和可靠性均高于人工跳纤。与现有多种光纤自动切换技术比较,也展现出较大优势,如表 1 所示。本技术交换规模大于光开关、传输损耗小,更具实用性。本技术较微镜阵列技术,便捷性高、稳定性强、综合造价低,更适合大规模推广。

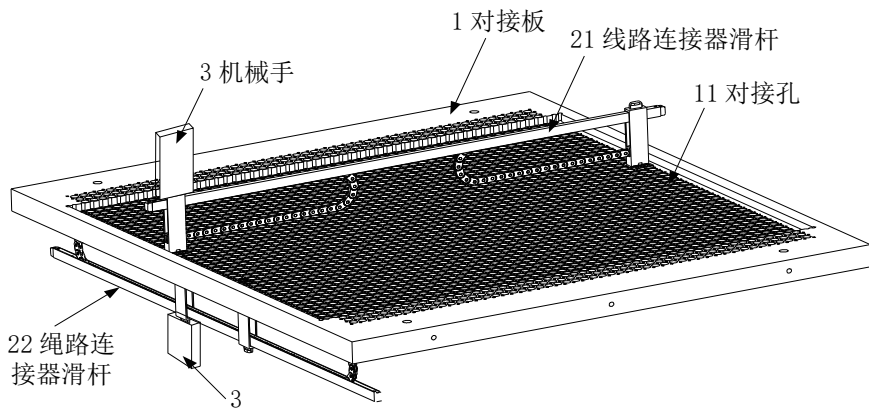


图 3 纤芯交换模块机械图

表 1 几种光交换技术对比

光交换技术	交换规模	损耗	掉电链路保持	可靠性	便捷性	价格
光开关	小	大	原光路消失	低	高	贵
微镜阵列技术	大	小	原光路保持	高	低	昂贵
纤芯远程交换设备	大	小	原光路保持	高	高	适中

5 结语

随着智能电网的深入发展、数字化转型的不断推进,以及新型电力系统对通信网络稳定性、可靠性的要求愈来愈高,通信光缆由人工现场运检向远程自动化智能操控转变势在必行。

本课题以提高光缆网络运维检修效率,缩短故障处理时间,提升通信光缆运行监测水平为出发点,基于电子信息通信技术、纵横机交换原理、光纤测试技术为依托,融合监测、告警、远端控制等功能,研制光纤远程监测及交换系统,通过接入设备的所有光缆任意 2 芯的远程自动跳接,实现光缆故障的快速恢复,极大地提升了通信网络运行的可靠性。

参考文献:

- [1] 赵晨宇,陈宁,袁成,等.光纤芯交换机器人在变电站中的应用[J].电力与能源,2022(03):228-231,243.
- [2] 丁思聪.多维可编程光交换节点技术及网络性能研究[D].北京:北京邮电大学,2022.
- [3] 张源,张凯,原军,等.基于光纤芯远程交换技术的电力光网全流程智能运维评估[J].电气自动化,2021(05):101-104.
- [4] 同[2].
- [5] 覃兆宁,傅强,覃伟宾,等.基于光纤远程交换技术的电力光网故障抢修新策略[J].电子世界,2019(19):33-34.
- [6] 孙晓恩,吴笑,柳敏,等.TMS对光纤芯交换机器人系统的融合管理[C]//中国电机工程学会电力通信专业委员会.电力通信技术研究及应用[M].北京:人民邮电出版社,2019.