

四川电力通信光缆自动监测系统的建设

殷明春, 谢联群

(四川省电力公司通信自动化中心, 四川 成都 610041)

摘要:结合四川电力通信省调出城光缆的路由结构,建设了一套四川省调出城光缆自动在线监测系统,介绍了光缆自动监测技术的特点和优点,并将其应用在日常通信运行维护任务中,解决了一些实际的光缆运行维护问题,进一步保证了电力通信网络的稳定性和可靠性。

关键词:光缆;自动监测;系统方案

Abstract According to the optical fiber cable routing structure of Sichuan Power Communication Dispatching Center the on-line automatic monitoring system (OAMS) with optical fiber cable is constructed. The characteristics and advantages of OAMS and its application in the daily operation and maintenance of communication tasks are introduced. The application of OAMS can solve some practical problems of cable operation and maintenance and can ensure the stability and reliability of the power communication networks.

Key words: optical fiber; automatic monitoring; system proposal

中图分类号: TM763 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2011)02-0065-04

1 建设的必要性

四川省调所需的电力调度、自动化信息、行政通信等通信业务均由出城光缆传输至省调端,出城光缆的重要性不言而喻,如出城光缆发生故障,将使少则几个多则几十个甚至上百个调度对象和省调通信业务中断,直接影响电网的安全运行。

目前出城光缆维护管理模式仍是人工方式,故障查找困难,排障时间长,难以保障四川电力通信网的高质量运行,对电网安全造成严重威胁,难以适应当前光网大规模发展的趋势。

因此,建设出城光缆自动监测系统,使光缆线路的维护管理处于可控制和可预见的状态,实现快速故障定位,压缩障碍历时和排除障碍隐患,变被动维护为主动维护,达到降低运营维护成本,提高维护效率,进一步保证了四川电网调度的安全、畅通,为电网安全、稳定、经济运行提供了有力保障。

2 建设方案

2.1 省调出城光缆网络

本工程需监测的主要光缆段:①梨花街大楼至公司本部大楼 24 芯、36 芯、72 芯 3 根光缆,长度为 10

km;②梨花街大楼至 220 kV 昭觉变电站 36 芯光缆,长度为 20 km;③梨花街大楼至 220 kV 太和变电站的 2 根光缆,其中一根为 12 芯,长度为 38 km,另一根为 72 或 36 芯,长度为 42 km;④昭觉变电站至 500 kV 龙王变电站的 24 芯或 48 芯光缆,长度为 30 km;⑤昭觉变电站经西三环至 220 kV 石羊变电站的 48 芯光缆,长度约 35 km;⑥公司本部大楼至 220 kV 石羊变电站的 3 根光缆,其中一根为 36 芯,长度为 8 km,另两根为 48 芯,长度为 12 km;⑦石羊变电站至大面变电站的 36 芯 ADSS 光缆,长度为 25 km;⑧大面变电站至龙王变电站的 24 芯 ADSS 光缆,长度为 35 km。

2.2 监测方式

OTDR 光缆自动监测系统主要有 3 种监测方式:在线监测、备纤监测和混合监测。

2.1.1 在线监测

利用分光器把光传输设备的工作光分出 3% 或 5% 接入告警监测模块,对工作光进行实时监测,实时地反映光纤的传输特性,并及时地发现传输质量的变化。每个光功率监测通道的门限可以进行设定,当被监测光纤出现断纤或较大衰减,使监测的工作光功率下降到某一门限值或无光时,产生即时告警,系统立即激活 OTDR 测试该纤芯,进行准确的故障判断与定位。在这种监测方式中,采用波分复用器实现在一根

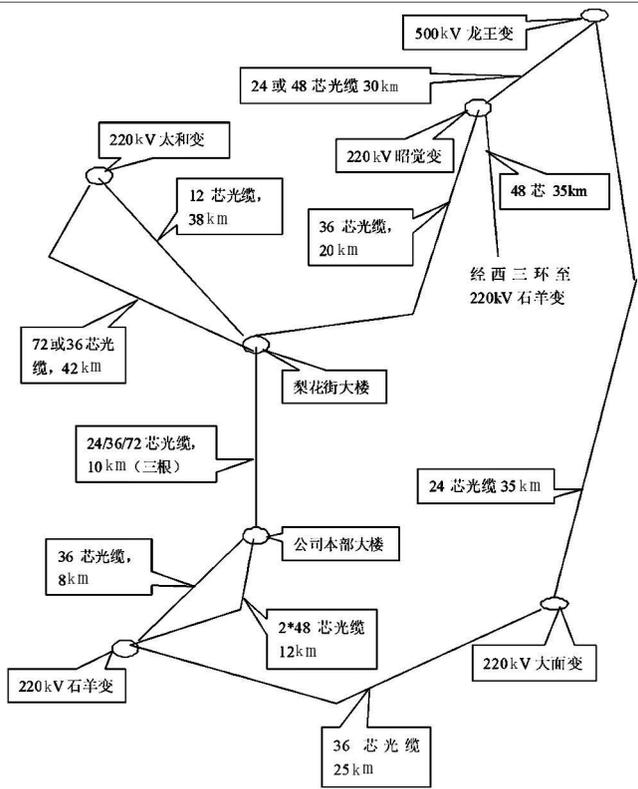


图 1 光缆拓扑图

纤芯中同时传输通信光和 OTDR 测试光。目前常用的通信光波长为 1 310 nm 和 1 550 nm, 因此在这种监测方式中 OTDR 的测试光波长应选用 1 625 nm。

2.1.2 备纤监测

利用光通信系统中富余的纤芯进行监测, 系统的连接方式和在线监测相似。由于备纤上没有光信号, 为了实时监测光功率, 必须添加光源设备, 把光信号打入测试备纤中, 光源设备可以使用光端机富余光源模块, 也可以采用专用的光源设备。

备纤监测和在线监测的原理图如图 2、图 3。

2.1.3 混合监测

结合在线监测和备纤监测这两种测试方式, 实时采集在线光纤的光功率, 而测试采用备用光纤。由于光功率监测和光纤的 OTDR 测试在不同的线路上进行, 不必采用波分复用器来进行分波和合波。

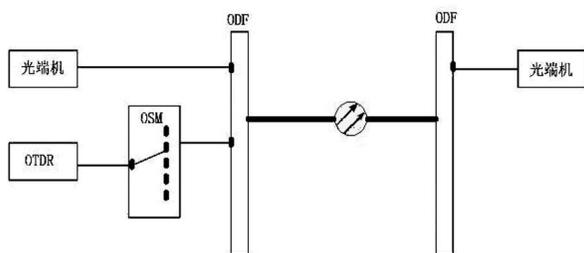


图 2 备纤监测原理

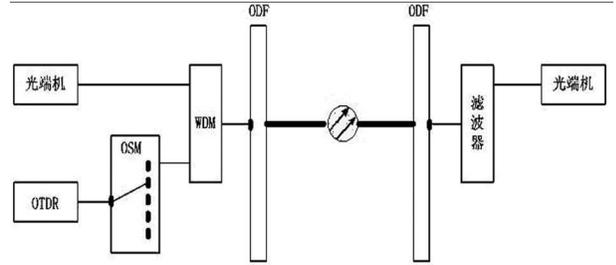


图 3 在线监测原理

2.1.4 监测方式的确定

以上几种监测方式各有优缺点: 采用在线光纤进行光功率实时监测的系统由于和通信光源共用同一纤芯, 并且引入了 WDM 和滤光器等器件, 使得整个系统的可靠性有所降低, 但是它能够准确反映出被监测光纤的状态; 采用备纤进行功率实时监测的系统由于不介入通信设备与线路, 因此其系统可靠性最高, 但是由于监测的是备纤, 并不能完全反映出在线纤的状态, 尤其是采用跨段监测时, 如在在线光纤的接头损耗增大、接头松动等不能测试出来; 而混合监测方式由于没有引入 WDM, 可靠性介于在线监测和备纤监测两种方式之间, 但是在成本上较这两种方式低。

根据本工程的网络结构及要求, 采用在线监测和备纤监测, 每段光缆监测 2 芯, 一芯为在线纤, 一芯为备纤; 光功率告警采用在线监测方式 (直连路由) 和光功率采集加独立光源模式 (跨段路由)。

2.3 系统组成

2.3.1 站型分类

根据光纤网络和监测的需求, 采用一个中心站 + 两个监测站的建设方案。

系统分为管理中心站 (TSC)、监测站 (RTU) 两层结构, 彼此之间通过数据网进行通信。

管理中心站接收各监测站发来的信息, 并按照实际的需要指挥监测站完成相应的操作, 负责对全网的监测站和监测单元的技术管理, 适时掌握主干通信网和路段主要通信网的运行状态, 通过告警功能检查监测站和监测单元的软硬件运行状态, 通过 FTP 协议对之进行远端维护和升级; 具有网络维护管理及测试分析和告警功能, 能提供维护管理报表、统计分析报表和综合信息查询等功能。

监测站按照中心站的指令完成相应的操作, 完成点名、周期和模拟故障告警测试功能; 仿真 OTDR 分析功能; 收无光和光功率超限应急测试功能, 实现在线监测、备纤监测和跨段监测; 监测站可提供监测

表 1 监测站管理监测路由

序号	RTU 名称	管路由名称	长度 /km	备注
1	梨花街监测站	梨花街大楼—昭觉变电站—龙王变电站	50	梨花街—昭觉变电站 36 芯 20 km; 昭觉变电站—龙王变电站 24 芯或 48 芯 30 km
		梨花街大楼—太和变电站	38	12 芯
		梨花街大楼—太和变电站	42	72 芯 /36 芯
		梨花街大楼—公司本部大楼	10	24 芯 36 芯 72 芯 3 根
		公司本部大楼—石羊变电站	8	36 芯
		公司本部大楼—石羊变电站	12	48 芯 2 根
2	公司本部大楼监测站	石羊变—昭觉变电站	35	48 芯
		石羊变电站—大面变电站—龙王变电站	60	石羊变电站—大面变电站 25 km 36 芯 大面变电站—龙王变电站 35 km 24 芯

范围内的人机交互、测试分析和告警分析、上报测试结果、管理信息、维护管理报表、统计分析报表和综合信息查询等功能。

2.3.2 监测站、中心站的设置

监测站应尽量放置在网络汇集点上,尽可能地增加管理效率,降低维护成本,依据四川省电力出城光缆的网络结构、工程要求和四川省电力系统的管理体制,监测站分别设在梨花街大楼和公司本部大楼机房 2 个地点。各监测站管理监测的路由如表 1。

中心站的位置依据公司要求放置公司本部大楼传输中心机房,便于管理人员实时掌握光缆网络的运行状态。

2.3.3 光功率采集单元的设置

光功率采集系统,可以实时监测光缆的工作状态,一旦出现超限可即刻通知 RTU 的控制单元,启动 OTDR 测试单元对相关光缆的路由进行分析判断。对光功率采集告警单元的设置,可采用以下 4 种模式:①采集传输设备的机架告警信号;②借用传输设备提供的光信号,接收端用光功率采集系统+分光器模式;③光功率采集系统+稳定光源模式,即在光功率采集系统的对端放置独立稳定光源,纤芯利用备纤;④通过传输网管系统采集故障信号,如无光信号、10-3、10-6 误码告警信息等。

根据本工程网络结构,在直连路由采用借用传输设备提供的光信号,接收端用光功率采集系统+分光器模式;对跨段采用光功率采集系统+稳定光源模式。在各监测站设置一套光功率采集单元,同时,要求具有接收网管系统告警的功能。

稳定光源设置在光功率采集单元对端机房处,在龙王变设置两套稳定光源,在昭觉变电站设置一套稳

定光源。其服务光路由如表 4。

表 2 采用光功率采集和分光器监测的路由

路由名称	分光器位置
梨花街大楼—昭觉变电站 (36 芯)	梨花街大楼
梨花街大楼—太和变电站 (12 芯)	梨花街大楼
梨花街大楼—太和变电站 (36/72 芯)	梨花街大楼
本部大楼—梨花街大楼 (24/36/72 芯)	本部大楼
本部大楼—石羊变电站 (36 芯, 2×48 芯)	本部大楼
本部大楼—石羊变电站—大面变电站 (36 芯)	本部大楼

表 3 采用光功率采集和稳定光源监测的路由

路由名称	稳定光源位置
梨花街大楼—昭觉变电站—龙王变电站	龙王变电站
本部大楼—石羊变电站—大面变电站—龙王变电站	龙王变电站
本部大楼—石羊变电站—昭觉变电站	昭觉变电站

表 4 服务光路由

光源站名	光源服务的光路由	路由长度 /km
龙王站	龙王变电站—昭觉变电站—梨花街大楼	50
龙王站	龙王变电站—大面变电站—石羊变电站—本部大楼	72
昭觉站	昭觉变电站—石羊变电站—本部大楼	47

2.3.4 光纤测试

通过光功率采集器或光传输网管系统采集故障信号,启动 OTDR 测试单元对在线光纤和备纤进行测试。在梨花街监测站和本部大楼监测站分别设置合波器,在每段光缆的对端各设置一台滤光器,实现对各段光缆的在线测试;同时,根据本工程要求,石羊变电站—大面变电站的 36 芯 ADSS 光缆、石羊变电站—昭觉变电站的 48 芯 ADSS 光缆和大面变电站—龙王变电站的 24 芯 ADSS 光缆需进行跨断监测,在大面变电站、石羊变电站配备 2 套合波器。另外,通

过光开关切换对备纤进行测试。

2.4 监测技术实例应用分析

梨花街大楼一昭觉变电站采用混合监测,即在梨花街大楼配置光功率采集系统和分光器,昭觉变电站配置光功率采集系统和稳定光源。

2010 年 9 月 23 日 19:00 在中心监测站发现梨花街大楼至昭觉变电站的备用监测纤芯光信号非常低,约 -72 dB。在梨花街大楼光传输设备上检测对端的收光功率为 -26.7 dB,接近本光设备收光功率的门限值,但还能正常运行,以前收光功率为 -20.3 dB。昭觉变电站 OTDR 测试数据发现,离昭觉变电站 2.1 km 处有大衰耗。根据以上数据,判断光缆有故障。光缆检修人员巡线,发现在离梨花街约 18 km 处的 ADSS 光缆被人刀割而折。结果是备用纤芯被割断,传输设备运行纤芯折而未断,增加 6 dB 的衰耗。对改断点重新熔接,予以修复。

梨花街大楼一昭觉变电站混合监测系统能及时发出告警信号,提供监测数据,为判断故障提出了依据,为找出故障点提供了帮助,节约了人力物力,加快了排除故障的进程。这说明了本光缆自动监测系统是可行的,可靠的,也是必要的。

3 结 语

四川省电力公司出城光缆承载着四川电力通信

(上接第 20 页)
的条件验证,响应失败。

4 结 语

目前,IEC 61850 所有部分已经正式出版,国内也已将此国际标准完全转换为行业标准 DL/T 860。国内外的知名厂商正积极研究消化,并生产出相关的设备,做了相应的互操作试验^[5]。IEC 61850-10 制定的一致性测试标准能够提高多个厂商设备互联的成功率,减少现场调试周期,因此中国有必要开展一致性测试工作,并且现阶段只能引进国际上成熟的规约兼容测试中心的经验和工具来装备测试实验室。使用 KEMA 公司的 IEC 61850 一致性测试工具可以加快一致性测试工作的开展,保证一致性测试结果的专业性、权威性,从而促进中国智能化变电站的建设

网的所有调度、自动化和生产管理信息的传输,包含国家电网公司一级干线“天—成一重”成都站至国家电网公司的重要数据信息,是四川电力通信川东南光环网、川西南光环网、川北光环网、川西光环网等进入四川省调的重要路由。业务覆盖省内大部分地调、所有 500 kV、220 kV 变电站及四川省调直调电厂,是四川电网安全可靠运行的重要保证。

在使用上述的出城光缆在线自动监测系统后,大大提高了出城光缆的运行畅通率,进一步保证了四川电网调度的安全、畅通,为电网安全、稳定、经济运行提供了有力保障。

参考文献

- [1] 电信总局. 本地网光缆线路监测系统技术要求 [Z]. 2008.
- [2] 曹俊忠, 鲍振武, 李树才. 光缆光功率实时监测仪的设计和实现 [J]. 电子测量与仪器学报, 2003, 17(1): 23-27.

作者简介:

殷明春 (1972), 男, 重庆长寿人, 工程师, 从事电力系统通信运行维护工作。

谢联群 (1970), 男, 四川富顺人, 高级工程师, 从事电力系统通信运行维护工作。

(收稿日期: 2010-10-18)

和发展。介绍了使用 KEMA 测试工具开展 IEC 61850 一致性测试的方法,对在实验室构建一致性测试平台具有一定的参考作用。

参考文献

- [1] IEC 61850, Communication Networks and Systems in Substations[S].
- [2] 孙丹, 施玉祥, 梁志成. IEC 61850 一致性测试研究及实验室实现 [J]. 江苏电机工程, 2007, 26(8): 66-69.
- [3] DL/T 860. 10, 变电站通信网络和系统第 10 部分: 一致性测试 [S].
- [4] KEMA, IEC 61850 Test Register <http://www.kema.com>.
- [5] Ralph Mackiewicz IEC 61850, Application Migration Conformance and Interoperability Testing [C]. International Conference IEC 61850, 2005.

(收稿日期: 2011-01-04)