

光纤在线自动监测系统在电力通信专网中的应用

李秋明

(松江河发电厂, 吉林省抚松县, 134500)

[摘 要] 光纤传输系统本身有网络管理、保护倒换功能,但不支持对光纤特性的监测,当光缆出现故障时,无法确定故障位置而进行快速修复。常规的人工测量光纤传输网络方式已不适应电力系统对光纤传输网络性能分析和维护的要求。光纤在线自动监测系统与常规监测方式相比具有很大优越性,它为线路的运行维护人员提供了一个自动化的维护与测试平台。

[关键词] 电力通信 光纤在线自动监测 分析 应用

中图分类号: TN929.11 文献标识码: B 文章编号: 1000-7229(2006)01-0060-03

Application of Optical Cable On-line Monitor System in Power Communication Network

Li Qiuming

(Sojianghe Power Plant, Fusong County Jilin Province, 134500)

[Keywords] power communication; optical cable on-line automatic monitor; analysis; application

光纤通信已经成为电力通信调度的主要手段,光纤传输网络运行的可靠性关系到电网稳定和运营效益,目前普遍采用的被动式管理维护方式已经滞后于电力市场对光纤传输网络稳定性的要求。光纤在线自动监测技术是针对常规监测方式的不足而开发的,该系统具有实时性、在线性、可靠性等方面的优点,非常适合电力通信专网的使用要求。

1 常规 OTDR 光纤监测方式的不足

目前普遍采用的光纤监测系统是利用 OTDR (光时域反射仪) 的故障定位特性,结合光开关切换机理作为应用基础。但是基于 OTDR 的光纤监测系统存在着本身不可避免的缺陷,主要表现在:

(1) OTDR 监测系统具有片面性,只能检测光纤性能,不能检测光端机性能变化。

(2) OTDR 监测系统不具备实时监测功能,3分钟发一次光脉冲,单位时间内只能对某一条光纤进行检测。

(3) OTDR 监测系统在线会严重干扰通信质量,通常光端机的发送功率约为 1 mW (0 dB),而 OTDR 发出的光脉冲功率大约在 100 mW (+20 dB)

左右,为达到收端信号指标要求需要串接一些衰减器,影响了信道传输指标。

(4) 不能建立系统指标数学模型,OTDR 只是 1 台仪器,不能存储分析大量网络数据,不能提前对网络指标劣化进行预警。

(5) 寿命和可靠性低,OTDR 是有使用寿命的,平均大约在 7 000 h 左右,不适合长期不间断使用。

2 电力通信专网对光纤监测系统的功能要求

为叙述的方便把光纤监测系统简称为 QS 系统,一个适合于电力通信专网的 QS 系统应满足以下要求:

(1) 全面性:一个光纤传输系统基本上由 2 部分组成,光端机和光纤网,一个 QS 应具有完整、全面地监测这两部分的能力。

(2) 实时性:QS 应能连续不断地监测光纤传输系统的运行状况,而不是断续地、即时地监测光纤传输系统。

(3) 在线性:QS 应能在线监测光纤传输的质量,这一点是光纤传输的属性决定的,由于光纤传输

收稿日期: 2005-08-20

的保密性能较好,不能用离线或旁路的方式采集出其传输信号,因此只能在线的方式。但在线监测不能给其传输带来任何不良的影响,而且要使 QS 引入光纤传输系统内的插入损耗降到最小。

(4) 可靠性: QS 必须满足两个可靠性要求。第一, QS 本身故障率应当远远低于光纤传输系统的故障率;第二,万一 QS 产生了故障,这些故障对光纤传输系统不应造成影响或将影响减小到最低的程度,即要求 QS 中插入光纤传输系统的光学元件数量应减到最少。

(5) 及时性:这包含 2 方面的内容。正常运行过程中, QS 能及时地指示光纤传输系统质量状况;发生故障时,告警及时、启动查找故障点及时。

(6) 预警性: QS 应可设置数个预警门限值,当通信质量参数下降到这个门限值,且尚未达到引起通信中断的情况下, QS 将发出预警信号,要求维护或作其他处理。

(7) 预见性:根据通信质量参数的累计记录和质量退化趋势, QS 就能分析每个光通道的变化和光纤的劣化、熔接点的渗漏等,预见将在何时可能会发生故障。

(8) 独立性: QS 必需独立于光纤传输系统之外,在不受光纤传输系统的影响下对其进行监测。

3 光纤在线自动监测系统功能分析

3.1 光纤在线自动监测系统的原理

S 光纤在线自动监测系统就是针对常规 OTR 光纤监测方式的不足而开发的,是 1 个实时、在线、具有网络告警、预警功能的智能化光纤通信质量自动监测和管理系统。它的基本原理是:用光分路器将光纤中的少量的脉冲光功率信号采集下来后,然后光电转换、放大并送入计算机进行数据运算、处理和分析,从而对光纤通信系统的即时状况做出判断、分析及处理,系统如图 1 所示。

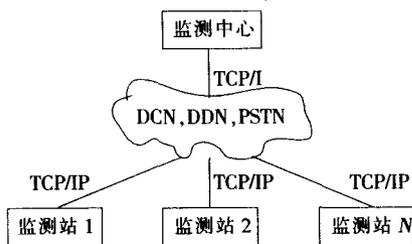


图 1 光纤在线自动监测系统

3.2 光纤在线自动监测系统的功能特点

光纤在线自动监测系统具有常规监测方式无法

比拟的优势,完全可以满足电力专网对光纤监测手段应具有的功能要求。

3.2.1 全面性。该系统能满足全面监测的要求,因为不论光端机发送端输出光功率减少还是光纤网络的衰减增加,都会十分敏感的将其变化记录下来。这意味着光纤在线自动监测系统既可以监测光端机发送端也可以监测光纤网络,因此能对整个光纤通信系统进行监测和管理。

3.2.2 定量性。系统选择反映光信号幅度的光功率作为光纤通信质量的监测指标,这是因为它能真实的描述并反映光纤通信质量的品质。选择光功率的优势在于:(1)非常实用,一般来讲光功率信号较大就意味着光通信质量较好。(2)非常简单,每个光通信通道只有 1 个值,很容易处理和存储其质量状态的数据。(3)非常普通,也就是说容易计算且显而易见,较其他通信质量参数容易被维护人员接受。

3.2.3 实时性。因为光纤在线自动监测系统的光功率分路器和光电转换器件都是线性元件,且它们是永久地置于每 1 个光纤通道中,故不需要均分、不需要 1 个通道到 1 个通道的切换。

3.2.4 在线功能。该系统的光功率分路器和光电转换器件都是无源光器件,它不会向被监视下的光纤通信系统发射任何的光信号。因此它在线监测时不会妨碍正常通信系统。

3.2.5 高可靠性。在该系统中,仅有 1 个光器件(光分路器)插入在光通信通道的两端,插入光器件的数目是最少的,总的光插入损耗约为 0.5 dB,而光纤在线自动监测系统的光电转换器件也是非常稳定的元件,它由超大规模集成电路组成。光功率分路器的可靠性由它的制造工艺来保证,它是用光纤的熔融法制成的。

3.2.6 及时性。在正常状态下,光纤在线自动监测系统的响应时间取决于抽样 A/D 转换器的速度,如果使用 8 bit 采样率 100 M/s 的 A/D 转换器,响应速度就能达到 10 ns 之短;发生故障时,检查响应时间依赖于电压比较器,它可达到 μ s 或 ns 时间级,加之计算机的运算、处理时间和网络通信时间,在几十 ms 或几百 ms 内即可将光纤通信系统故障的站点、光纤路径或光端机、故障等级、具体光功率值等信息反应在本地或远端的计算机终端上,并发出各种不同类型的报警信息。所以光纤在线自动监测系统的故障检查的响应时间完全满足 QS 快速反应的要求。

3.2.7 准确性。由于光纤在线自动监测系统不仅

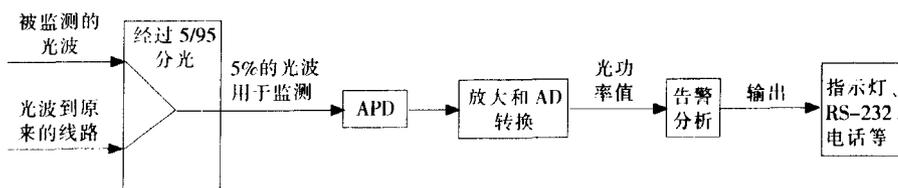


图 2 光功率告警监测拓扑图

能准确无误地判定光端机的端口,而且还能及时准确地判定发生故障的光纤,并且可以和 OTR 联合使用,这样可以准确地定位光缆故障点位置。

3.2.8 预警性。光纤在线自动监测系统因为有自学习功能和电压比较器,所以可设置多个提前报警值或故障阈值电平,以实现提前预警和报警功能。

3.2.9 预见性。通过对每一光通道的光功率数据的长时期的采集、计算和分析,光纤在线自动监测系统就可发现光通信系统的光衰减值与时间的内在联系,从而找出光衰减值在时间上的变化曲线,由此可得到光纤通信系统光衰减到某一电平值时的时间,将该时间预报给维护管理人员,就可对光纤通信系统在该日期之前进行处理,以避免故障发生。

3.2.10 独立性。光纤在线自动监测系统直接从光纤中获取光功率信号,如果光纤在线自动监测系统通信媒介不使用被监测的光通信系统,则光纤在线自动监测系统是一完全独立的系统。

4 光纤在线自动监测系统在电力专网中的应用分析

4.1 系统的组成

光纤在线监测系统由监测中心、监测站、通信网络组成,各个组成部分分别完成不同的功能。

(1) 监测中心主要负责对本管区内的监测站进行管理,各个监测站的管理控制命令通过服务器下发到相应的站。

(2) 监测站对光纤网络中的被监测光纤进行监测,对光纤网的运行情况进行监视与控制,并将告警及时地上报监测中心。

(3) 通信网络主要负责为各个监测站与监测中心之间和各个监测站之间的通信提供通道。

4.2 系统的拓扑图(图 2)

4.3 系统的应用试验

为了验证光纤在线自动监测系统的技术指标,与厂家技术人员选了 2 条光纤路由进行试验:第 1 条是我厂小山电站大坝方向的光纤线路;第 2 条是我厂小山电站调压井方向的光纤线路。

4.3.1 原理方框图(图 3)

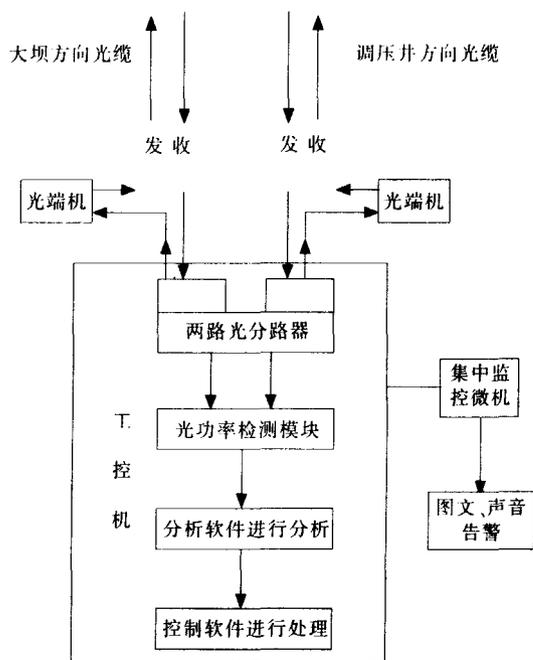


图 3 试验用系统原理图

4.3.2 具体试验说明

对大坝方向、调压井方向光端机的收端光信号先接到光纤在线自动监测系统的光分路器上,通过光分路器进行分光,将 95%的光信号再送回到大坝和调压井方向光端机的收信单元,2 个方向的通信没有受到影响。

对分离出的 5%光信号进行光电转换、对电信号进行放大、功率分析,根据所设定的多个提前报警值或故障阈值电平,到达临界状态输出告警信息。

工控机的显示屏实时显示对比所监视 2 条线路的光功率曲线与标准值的曲线,根据曲线的变化情况可以提前判断出故障,避免事故的发生。

利用工控机的 RJ45 口,通过网络将光纤在线自动监测系统接到值班室装有综合分析软件的微机,可以显现出与控制主机同样的线路监测情况,并

(下转第 65 页)

3.5 采用电抗器

在变频器的输入电流中频率较低的谐波分量(5次、7次、11次、13次谐波等)所占的比例是很高的,它们除了可能干扰其他设备的正常运行之外,还因为它们消耗了大量的无功功率,使线路的功率因数大为下降。在输入电路内串入电抗器是抑制较低谐波电流的有效方法。根据接线位置的不同,主要有以下 2 种:

(1)交流电抗器,串联在电源与变频器的输入侧之间。其主要功能有:通过抑制谐波电流,将功率因数提高;削弱输入电路中的浪涌电流对变频器的冲击;削弱电源电压不平衡的影响。

(2)直流电抗器,串联在整流桥和滤波电容器之

间。它的功能比较单一,就是削弱输入电流中的高次谐波成分。但在提高功率因数方面比交流电抗器有效,可达 0.95,并具有结构简单、体积小等优点。

3.6 合理布线

对于通过感应方式传播的干扰信号,可以通过合理布线的方式来削弱。具体方法有:(1)设备的电源线和信号线尽量远离变频器的输入、输出线;(2)其他设备的电源线和信号线应避免和变频器的输入、输出线平行。

以上抗干扰措施可根据系统的抗干扰要求来合理选择使用。若系统中含控制单元如微机,还须在软件上采取抗干扰措施。

(责任编辑:李汉才)

(上接第 39 页)

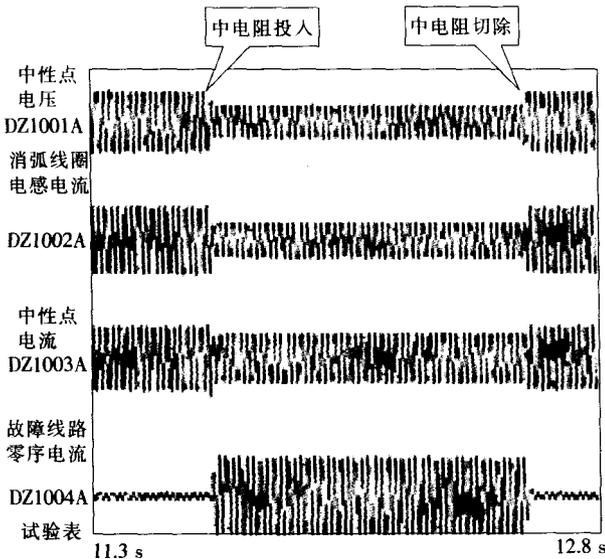


图 2 并联中值电阻前后现场录波波形图

发生单相接地故障 152 次,其中瞬时故障 131 次,消弧线圈均能正确动作,自动消除瞬时故障;永久性接地 21 次,全部选线正确。

4 结束语

自动跟踪消弧线圈并联中值电阻选线的方法综合利用了两种接地方式的优点,对瞬时性接地和永久性接地均能提供灭弧功能,在发生永久性接地时,通过瞬时投入中值电阻,准确选出故障线路,大大提高了供电的可靠性,兼具了谐振接地系统和中性点电阻接地系统的优点,是一种较为理想的新型接地方式。为解决小电流接地系统的接地选线问题提供了一个有效途径。

5 参考文献

- DL/T—620—1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》
- 要焕年,曹梅月. 电力系统谐振接地. 北京:中国电力出版社, 2000

(责任编辑:李连成)

(上接第 62 页)

通过声音等多种告警输出,通知值班人员,系统可以实现 24 h 的实时监控。

4.3.3 经过光分路器前后光信号实测衰减

监测方向	分路器输入	分路器输出	衰减值
大坝方向	-24.6 dB	-25.15 dB	0.55 dB
调压井方向	-21.7 dB	-22.27 dB	0.57 dB

测量后,可以根据实际电路的具体情况设置不同级别的三级告警值,系统通过采样判断发出不同的告警信息。

5 结束语

通过试验表明,光纤在线监测系统适用于电力

专网的光纤网络监测,完全可以替代传统的人工加仪器的光纤传输网络的维护方式,它为线路的运行维护人员提供了一个自动化的维护与测试平台。系统通过日常的测试,可以为光纤传输网络的运行质量提供一个性能分析报告,对于光纤传输网络存在的隐患提出预警,而不至于只有当线路中断时才告警。该系统在电力通信专网中的应用将对光纤传输网络的维护提供有效、及时的参考和依据,使得对线路维护更加自动化、科学化、合理化。

(责任编辑:马明)