[电线电缆]

分布式线型光纤感温探测器在电力电缆运行状态监测中的应用

文/重庆市旗能电铝有限公司　伍应文

在现代能源高效、绿色等供应需求背景下，如何保障电力电缆的使用安全，成为行业共同关注的问题。由此，基于电力电缆运行状态智能在线监测的分布式线型光纤感温探测器为中心，就重庆旗能电铝电缆沟线型分布式感温光纤电力电缆运行状态智能在线监测项目探究其应用效果。

电力电缆作为电能输送线路，特别是工矿企业，应用十分广泛。电力电缆运行受温度的直接影响，如在高温情况下，加速电缆的劣化，甚至引发电气火灾等事故，造成电力供应中断。由此，有必要对温度状态变化进行监测，并依据温升变化率或绝对温度超限预警，进行故障预处理，监测电气火灾事故发生状态，提前预警。实践证明，分布式线型光纤感温探测器对于电力电缆运行状态智能在线监测，具有十分明显的作用，本文研究方向和内容具有一定参考价值。

电力电缆运行状态智能在线监测意义

电力电缆主要应用于现代电能传输，由保护层、屏蔽层、绝缘层及线芯构成。常见类型有橡皮绝缘电力电缆、塑料绝缘电力电缆和油浸纸绝缘电力电缆等。从微观上看，对电力电缆进行智能状态在线监测具有以下意义：①可提升相关绝缘体寿命。②可避免出现油渗漏，避免铝包变形，防治内部出现空隙破坏电缆等。从宏观上看，一方面可降低电力电缆由故障扩大为事故的概率，提升供电系统稳定性；另一方面可促进供电行业健康发展。

电力电缆运行状态智能在线监测中分布式线型光纤感温探测器概况

1. 分布式线型光纤感温探测器基本原理

分布式线型光纤感温探测器主要指利用光纤在不同温度下光波变化的特性，对电力电缆温度进行持续、稳定的实时在线监测，如图1所示。目前，主要由光纤探测器、激光收发器、主机运算器、人机界面及报警系统组成。简而言之，围绕电力电缆敷设情况，搭建具有温度收集与信号传送功能的温度监控系统，监测到电缆温度或变化速率超限后，向管理人员预警。管理人员在接收到相关信号后，依据监控情况，以就近原则调动该地域维系人员进行现场维护，排除电力电缆高温异常情况，如电缆散热问题、接头电阻过大、绝缘性能下降或出现火情等导致的温度过高情况。

2. 分布式线型光纤感温探测器特点

通过梳理分布式线型光纤感温探测器构成及其运行方式，可以发现其具有以下特点：

1）分布性。分布式线型光纤感温探测器每个通道既可作为一个独立测温系统，完成某一区域内一定长度的电缆测温，又可作为一个大测温系统的构成单元。整个测温系统功能由各个测温通道实现，

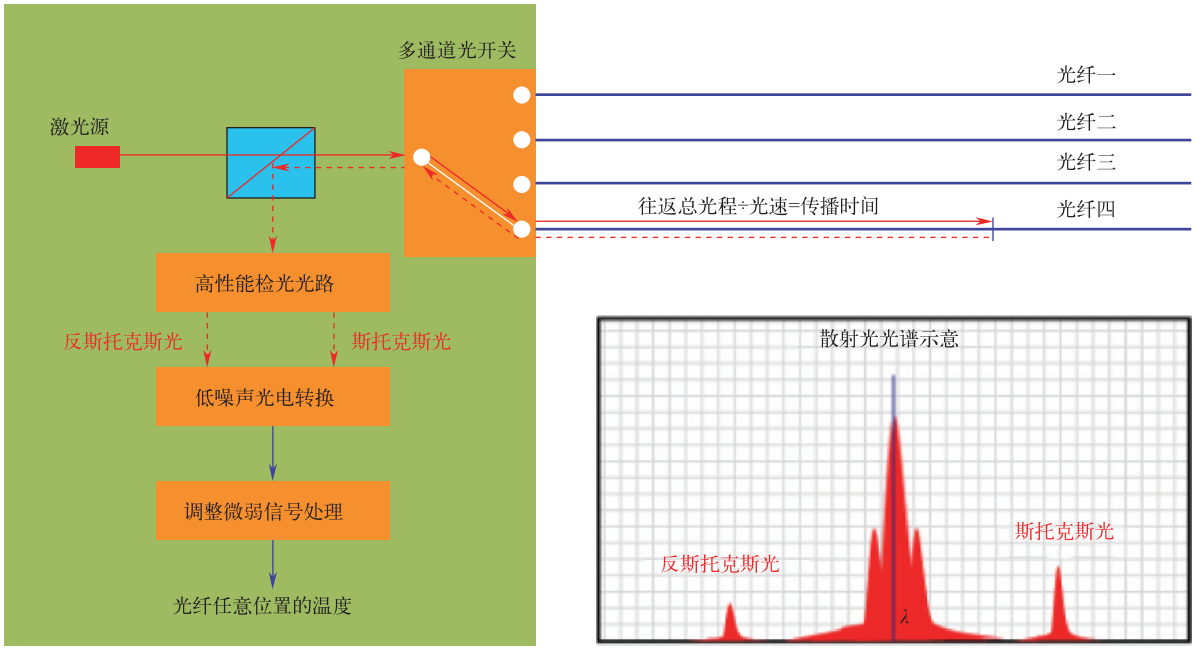

图1　分布式线型光纤感温探测器原理图

按区域划分具有分布性特征。

2）自治性。由于分布式线型光纤感温探测器每个通道均有自身系统构架，如独自的光源收发系统，在电力电缆温度数据反馈上具有一定独立性。而一般情况下，各个分布式线型光纤感温探测器在整个系统中地位平等，所以分布式线型光纤感温探测器能够依据此特性，一方面共享线路中的测温数据，另一方面进行自治工作。

3）并行性。简而言之，分布式线型光纤感温探测器可将各通道传递至主机，进行温度数据的实时判别。

4）全局性。分布式线型光纤感温探测器系统必然存在一个单一的、全局的进程通信机制，保障任何一个节点的测温情况能够与其他节点进行通信，这一过程不区分本地通信与远程通信。

此外，分布式线型光纤感温探测器还存在全局保护机制，如CPU所运行的同类内核等。

旗能电铝电缆沟电力电缆运行状态智能在线监测分布式线型光纤感温探测器概况

旗能电铝电缆沟电力电缆运行状态智能在线监测采用分布式线型光纤感温探测器系统，由重庆旗能电铝联合北京菲博泰光电共同合作完成，有效解决电缆沟内电缆温度状态在线智能24 h不间断的监视，提前发现电力电缆使用隐患。

1. 旗能电铝电缆沟智能状态在线监测分布式线型光纤感温探测器优势

（1）以宏观角度切入

从系统构成上看，该电力电缆测温系统主要由光电技术、微处理器技术和数字化温度传感技术等构成。系统具有十分现代的温度测定方式，可满足电力电缆多种测温环境，如潮湿环境应用、强电场应用等。

从实际效果上看，该测温系统经过多次测试，现场测定温度数值能稳定有效地传送应用于预警。该系统是一种高可靠性的温度在线监测系统。

从操作使用上看，该测温单元具有良好的计算机界面，可显示全厂区现场电缆沟全线路温度数据，当运行中电缆及电缆接头出现异常时，显示画面及事故音响同时发出报警信号，可通过计算机的模拟图直接查看，迅速准确地判断出发生故障的实际位置，提高了电缆运行的可靠性及技术管理水平。

（2）以微观角度切入

1）系统安全可靠性高。该系统以光波信号为主，不受高压环境下强电磁干扰，可在高电磁环境中保持稳定的数据。 同时光纤本身绝缘，不导电，能充分保障操作人员人身安全。

2）系统灵敏度高，测量准确度高，系统性能优

异，如测温准确度一般为1℃，空间分辨率一般为1 m。

3）系统报警方式多样性。可设置多重温度超限报警，如40℃预报警、50℃采取措施等，可以根据现场环境情况进行修正，如在设定温升速率异常报警，或定温和差温结合报警等。

4）兼容性。系统可以通过RS 232、干接点和以太网等形式与PC、消防报警系统和SCADA等其他控制系统进行互联。

5）监测范围广。可连续得到沿着探测光缆几十公里的测量信息，误报和漏报率大大降低。同时实现实时在线监测。

6）数据性高。系统软件具有强大的数据存储、显示功能，能够提供在线采集、监测、分析和警报等详细数据，可实现信息共享及远程管理等。

2. 旗能电铝电缆沟智能状态在线监测分布式线型光纤感温探测器范围

通过对该分布式线型光纤感温探测器功能与运行方式进行验证，应用于旗能电铝以下区域：

1）220 kV开关站。主控楼电缆夹层桥架、GIS电缆沟及桥架。

2）10 kV总配至各10 kV各分配主电缆沟及桥架，主电缆沟主要指如下10 kV分配：1#预配槽10 kV配、2#预配槽10 kV配、空压站10 kV配和阳极组装10 kV配。

3）1#预焙槽系统。高低压配电室、10 kV配电室1#预焙槽系统区域：10 kV配电室高低压配电室电缆沟及桥架，以及净化系统低压配电室电缆桥架、覆盖电解厂房下主电缆桥架。

4）2#预焙槽系统。高低压配电室、10 kV配电室2#预焙槽系统区域。10 kV配电室高低压配电室电缆沟及桥架，以及净化系统低压配电室电缆桥架、覆盖电解厂房下主电缆桥架。

5）空压站10 kV配区域。高压配电室、高压配电室各馈线出去的配电室和重要设备的电缆沟及桥架。

6）阳极组装配电区域。阳极组装10 kV配电室、阳极组装低压总配电室和重要设备的电缆沟及桥架。整个系统覆盖420 kA电解铝供电主系统，所用有效监测电缆长度约40 km。

3. 旗能电铝电力电缆运行状态智能在线监测分布式线型光纤感温探测器可达成目标

在合理布局应用基础上，该分布式线型光纤感温探测器在电力电缆运行状态智能在线监测中，可达成以下五个维度目标：

1）实现绝缘在线监测。安装在电缆上的温度探测器采用先进的绝缘耐压材料封装，且整体系统是基于光纤的信号采集和传输系统，全光监测，测量现场实现无源监测。

2）实现接触式监测。异于传统的非接触式测量，感温光纤温度测量方式将温度探测器直接敷设在被监测电缆上，实现24 h实时在线接触式测量，并且无源器件不受电磁干扰，监测准确度高。

3）实现状态维修和数字化监测。当前工作人员利用热成像仪，定期对供电设备进行温度巡回检测，一是费时费力，不能及时发现设备的隐患；二是成本高，一套热成像仪至少5万元；三是受人为因素影响大，很容易漏测。线型感温光纤温度在线监测系统通过实时获知电缆运行过程中的温度信息，为电缆的维护和检修提供依据，实现电力设备由“定期维修”向“状态检修”模式的成功转变，这也是现代电力企业发展的方向，有利于提高检修效率，降低检修成本和管理成本。

4）可实现无人监测。目前无人值守大规模推广，对管理单位的数字化要求更加全面和深入；线型感温光纤温度在线监测系统实行365天全天候24 h不间断监测，有利于大幅度降低人力开支和人为误差因素。

5）实现低成本监测。一套热成像仪最多同时实现10个点5个区域的温度测量，1～2 h要求测量一次。单套线型感温光纤电力测温系统能实现总量10 km的实时温度监测，全天候24 h不间断监测。

结束语

在现有电力电缆运行状态智能在线监测体系中，分布式线型光纤感温探测器拥有非常明显的价值，如提供电力电缆运行状态变化、延长电缆使用寿命及强化电力供能稳定性等。相关人员应对其予以一定重视，不断提升分布式线型光纤感温探测器应用效果，强化测温效果。本文对重庆旗能电铝有限公司电力电缆运行状态智能在线监测分布式线型光纤感温探测器进行了多维分析，望对相关人员、单位有所启发。**EA**

（收稿日期：2021.07.21）