

「光纤链路」

一种智能变电站光纤断链识别系统

文/国网漳州供电公司 周晨晖 易孝峰 曾志宏

智能变电站使用大量光纤替代了常规站二次电缆，光纤链路的维护成为二次人员研究新课题。介绍一种智能变电站光纤断链识别系统的研制，分析了智能变电站光纤链路特点，详细阐述了系统方案设计原理、光纤链路的管理策略及光纤断链的查询定位策略。系统已在漳州电网部分智能变电站日常维护、消缺中应用，有效地提高了智能变电站光纤标识核对、光纤断链消缺的工作效率。

智能变电站与常规变电站相比，采用大量的光信号代替原来电信号，智能变电站光纤代替了原来常规变电站80%以上电缆。智能变电站光纤众多，光纤链路复杂，给生产运行维护带来了新的矛盾。目前，现场使用断链信号用以监控光纤链路的运行状况，但因断链信号的对应关系不清晰，无法准确判断光纤断链点。检修人员在处理光纤断链缺陷时，也只能通过图样核对现场光纤链路进行断链点查找，查找难度大，定位不准确，浪费时间。处理过程中，若出现判断错误，误拔正常运行的光纤链路将导致其他故障，对设备运行将造成不可逆的严重后果。

本文介绍一种智能变电站光纤断链系统，从智能变电站基建开始，收集光纤链路数据库，以远动断链点号为源头，构建信号与链路对应的快速查找系统，便于快速定位、查找光纤断链点，并给出处理意见。

智能变电站光纤链路及其告警机制

采用光纤代替电气二次回路为智能变电站的一个重要特点，光纤链路作为一种传输形式在智能变电站中大量存在。在智能变电站中，光纤作为传输介质主要用于过程层与间隔层，过程层与过程层，间隔层与间隔层之间进行数据交互。智

能变电站中光纤主要进行过程层网络（SV报文、GOOSE报文网络）的传输介质。

智能变电站GOOSE/SV链路信号均以接收方接收到的数据作为链路中断告警判据，即接收方来进行数据判断及发出相应告警。智能变电站规范中要求ICD文件中应配置有逻辑接点GOAlmGGIO，其中配置足够多的Alm用于GOOSE中断告警，GOOSE通信中断应送出告警信号。在接收报文的允许生存时间（TIME ALLOW TO LIVE）的2倍时间没收到下一帧GOOSE报文判断为中断其断链报警时间一般为20 s左右。同样，ICD文件中配有逻辑接点SVAlmGGIO，其中配置了足够多的Alm用于SV告警，SV采样频率为4 000 Hz，其断链至报警时间一般为几十毫秒。

一般地，智能变电站过程层光纤链路收发具有对应性，从光纤链路的回路号可以映射其光纤联络的走向。实际维护过程中，光纤链路的传输直观体现为回路号（收发端回路号均一致），而数据源头在发送端，断链信号均来自于接收端所在数据块的告警。以漳州110 kV光明变为例，光明变为内桥式接线，2016年2月投运智能变电站，常见光纤链路如表1。

断链信号直接体现SV/GOOSE数据块通信状态，回路号亦能体现传输的数据包内容，同样，

表1 链路信息表

回路号	发送端	接收端	数据量	断链信号
1B: ABZCT	进线—第一套合智一体	主变保护A	主变进线侧SV数据块	接收进线—第一套合智一体SV断链
1BS: ABZTT	1#主变保护	10 kV侧智能终端	直跳GOOSE数据块	接收1#主变A套保护GOOSE断链
1YQ: AYQZCT	桥—第一套合智一体	内桥保护	内桥直采SV数据块	接收桥—第一套合智一体SV断链

回路号又关联到光纤链路走向。所以，定好光纤链路的方向性（数据量的走向），保证回路号的一致、确定光纤链路唯一的基础上，便能快速进行光纤链路断链的判别。光纤断链判据的分析可认为是光纤链路数据传输的逆过程，从接收端出发，逐一分析整个光纤链路过程，直至发送端。如图1所示。

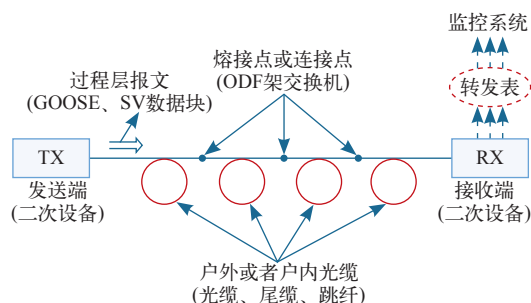


图1 智能站光纤联络传输及告警机制

系统设计

1. 系统方案

系统设计以单个变电站为单位，数据库为基础，数据库中定义规则，采用Delphi + Access组合方式调用分析数据库，待有断链信号（或远动点号）录入时系统自动调取数据，通过断链信息判断断链点位置及给出相应的断链处理建议。此外，系统设置管理权限，可以灵活对基础数据进行拓展、修改，系统方案图如图2所示。

2. Delphi + Access应用

Delphi是由Borland（宝兰）开发的可视化软

件和工具，其简单、高效、功能强大，在数据库方面的特点尤为突出。智能变电站光纤链路数据具有数据量大、数据层次分明。用Delphi的FORM框架可实现对数据信息的调取与处理。Access是微软开发的关系数据库管理系统，适用于数据分析及软件开发。

在Delphi开发环境下，使用数据访问对象（Access Date Object, ADO）访问Access文件。利用ADOConnection数据访问/连接对象组件，ADOQuery数据查询对象组件，DataSource 数据记录对象组件，DBGrid 数据控制对象组件四个组件可实现对数据库的灵活调用与管理，实现光纤链路数据库的调取与查询。

3. 数据库管理

数据库是系统运行框架基础，准确的数据库规则才能灵活调取与查询光纤断链相关内容。数据库以“厂站、点表（断链点号）、装置、回路、链路”五要素建立逻辑关系。其中在链路中又展开为接收装置场所、接收装置端口号、连接点1（ODF端口）、光缆（尾缆）、连接点2（ODF端口）、发送装置端口号。数据库以远动点表（断链点号）以一定规则对应至光纤回路号，根据回路号所对应的收发关系，映射出其所有收发过程中的链路节点。

4. 光纤链路管理

根据链路管理点对点方案，对光纤链路经过的地点按层级进行描述，在层级结构中，对场所、屏柜、装置进行分类，并且建立索引编号，

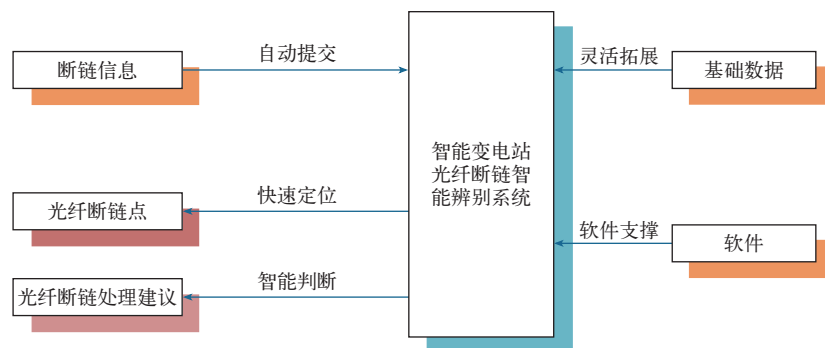


图2 系统方案图

标明其上级编号。为了能够形象具体地描述一个完整的光纤回路，将光纤回路所经过的每个节点都记录在表内：回路号、端口号、装置名称、屏柜位置、ODF、光缆编号、备用光纤及光口等。如图3、图4所示。

5. 光纤断链查询定位

如何通过光纤断链信号，准确查找断链点是光纤断链管理的关键。按照接收方报断链信号原则，以链路内的数据块细化光纤断链信号，并且对每个信号进行索引编号，同时关联该信号所属的变电站、间隔、装置、链路索引号等。以此为基础实现断链信号图形化查询定位，每个光纤链路关联多个索引，因此按关联信息，设计多维度的查询方式：间隔、装置、链路号、遥信点号、信号、间隔号。如图5所示。

6. 权限管理

辨识系统内维护的光纤链路数据与设计图样、变电站内光纤链路一一对应，不得随意修改。辨识系统将现场人员分为三组：审核组、维护组、查看组，其中审核组权限最高，为管理员权限，具有数据修改审核、生效权力；维护组权限次之，具有编辑修改权限；查看组权限最低，只具备查看系统数据的权力。同时，对不同权力组的界面菜单显示进行分级，并设计菜单配置功能。如图6所示。

工程应用

1. 工程问题考虑

系统的实际应用中，应考虑一些实际问题。
1) 数据库建立。数据库建立可在智能变电站

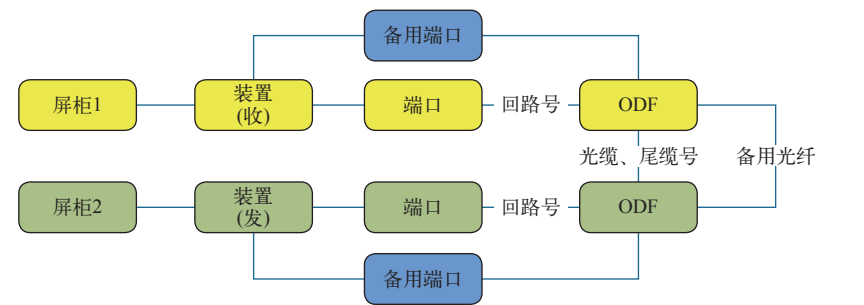


图3 光纤联络分层映射关系

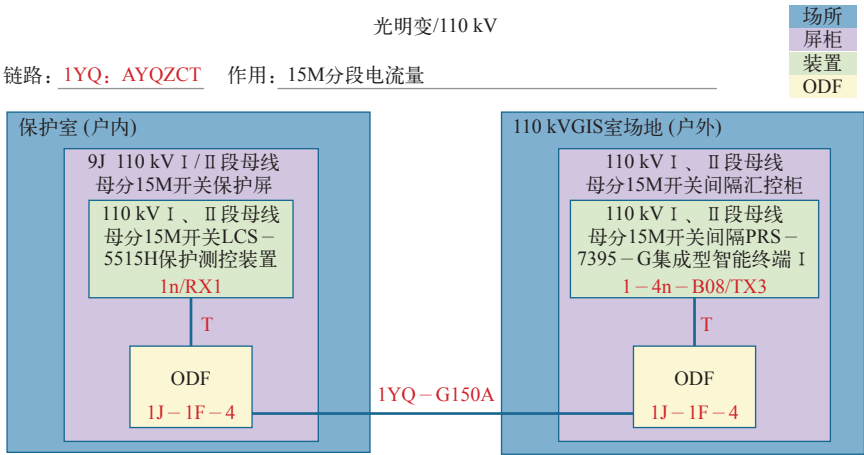


图4 光纤链路管理可视化界面

信号	变电站编号	通信点号	间隔	间隔号	装置	信号	关联光纤序号	光纤链路号
间隔	1	414	#1主变	1B	B套保护LCS5678H	接收110kV I/II段母母线母分第二套合闸一体SV断链	19	1YQ:B1B2C
光纤链路号	1	415	#1主变	1B	B套保护LCS5678H	接收#1主变本体第二套合并单元SV断链	15	1B:BBZCT
通信点号	1	416	#1主变	1B	B套保护LCS5678H	接收#1主变低压侧第二套合闸一体SV断链	14	1BS:BBZCT
母分号	1	417	#1主变	1B	B套保护LCS5678H	接收110kV I母第二套合并单元SV断链	22	1B:BMUPT
40 光明变	1	484	#1主变	1B	#1主变高压侧及本体测控	本体智能终端 校时同步异常	59	1B:ZDGPS

图5 光纤链路管理查询界面

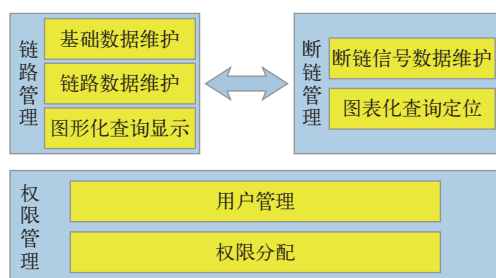


图6 系统权限管理

基建验收时建立，基建投运时，图样信息、光纤看板信息较为齐全，可预先收集电子版，根据提前设计好表格做好数据库，以防数据丢失。

2) 光纤链路信息更新。变电站在实际应用中会遇到改扩建等情况，难免会发生光纤链路的新增或删除，该情况下，仅需增减厂站基础数据表即可实现光纤链路信息更新。

3) 软件安装及使用。软件设计为绿色版，便于安装。

2. 工程实际应用

2016年6—12月期间，智能变电站光纤断链识别系统，先后在福建漳州光明变、碧湖变、武林变、下云变、银塘变、格林变、山格变等近十座智能变电站进行了试验及应用，建立基础数据，通过系统进行平台搭建，在智能变电站新建验收、日常维护、消缺中进行应用。该系统应用于智能变电站光纤断链消缺17次，发现光纤链路相关隐患33条，利用系统快速发现智能变电站内光纤回

路标识不统一、图样不对应等问题207条。通过取样对比，采用系统在进行光纤标识核对，光纤断链消缺效率提高近37%。使用效果对比见表2。

表2 链路系统使用效果对比表

项目	光纤标识核对 /(100条/人)	光纤断链消缺耗时 /10次
人工处理耗时/h	18	16
系统辅助耗时/h	11	10.2
提高效率(%)	38.8	36.25

结束语

本文阐述了智能变电站光纤断链识别系统的数据库开发、链路管理、断链查询、用户管理的全过程。

该系统具有安装容易、用户管理、数据在线编辑、界面可视化、使用方便、快速判断断链点等优点。系统可在智能变电站基建验收、年检、消缺、日常维护中进行应用，应用范围广；系统提供的断链信息准确率高，减少了现场作业风险；借助智能断链辨识系统可有效提高智能变电站有关光纤链路相关工作的时间，提高效率37%，有效地减少了断链消缺相关工作的时间。此外，该系统改变了以往光纤断链方向纯人工作业的作业方式，有效减少了劳动成本，具有良好的拓展性与发展前景。EA

(收稿日期：2017.05.22)

(编辑：朱金凤)

(上接第92页)

一体化监控系统实现功能

智能变电站监控系统对全站设备的运行参数进行采集、测量，并对运行状态进行监视和记录，对变电站主要一次设备如断路器和隔离开关，当变电站的主要设备或输、配电线路发生故障时，能及时记录和提供故障信息，将采集到的数据通过先进的网络通信技术及时上送至调度主站并执行调度主站下达的命令，监控系统主要由数据采集、数据分类及处理、数据存储、辅助分析决策、优化控制、安全监控、操作与控制、人机联系、系统维护、同步对时等功能模块组成。

智能变电站监控系统除完成常规变电站监控与数据采集功能外，还将视频、在线监测、环境检测等各种子系统的数据进行有机的结合，并在

此基础上满足电网实时在线分析和控制决策以及运行状态可视化的要求，智能变电站监控系统不仅是变电站智能化实现的关键，也是调度中心和生产管理等主要系统实现各项高级应用的基础。

结束语

首先阐述了智能变电站的一体化监控系统的概念，在此基础上介绍了智能变电站一体化监控系统构架，从过程层、间隔层、站控层分层详述一体化监控系统结构。最后介绍了一体化监控系统的组成，并对一体化监控系统实现的功能进行了总结概述。EA

(收稿日期：2017.08.14)

(编辑：朱金凤)