

智能变电站断链告警机制及其应用分析研究

分析了智能变电站内智能电子设备光端口收发机制、收发控制块机制、控制块告警对应机制及其应用过程中存在的问题，提出一种新的断链告警机制，实现根据链路告警信息确定对应的光纤中断链路，达到快速、准确定位光纤中断链路的目的，同时结合断链信息告警回路说明了告警分析具体实现方式。最后利用此机制，详细分析了典型220 kV智能变电站过程层网络中的光纤中断链路及告警信息的一一对应关系，验证了机制有效性。其应用对指导变电站运维检修有重大意义。

宋福海/福建电力调度控制中心

0 引言

智能变电站采用光纤回路代替常规电缆回路，与常规站相比，其显著特点就是所有的光纤物理回路都能监视，并实现自动告警功能，克服了传统电缆回路故障无法自动发现的缺点^[1-4]；但与电缆相比，光纤比较脆弱，在运行中经常出现链路中断的现象，因此，如何快速准确地判别中断链路，提高变电站二次回路监控能力、降低运维检修安全风险，是现阶段智能变电站急需解决的问题之一。目前智能变电站有采用在设备光纤接口增加光强监视及报警功能来实现链路中断告警的方法^[5]，此种方法简单直接，但对光纤接口性能要求较高，增加了智能电子设备生产成本，同时不具备自动识别光纤回路接线错误的功能；另外，现阶段智能变电站内监控后台的链路告警信息较混杂，未经过统一的梳理，结果不清晰明确，分析起来不方

便。本文通过分析智能变电站内设备光端口收发机制、收发控制块机制、控制块告警对应机制及其应用过程中存在的问题，提出一种新的智能变电站断链告警机制，利用告警信息快速、准确地定位中断链路，并通过实际应用分析，验证了机制的有效性，为提高智能变电站内光纤二次回路的检修效率及正确性有重大意义。

1 断链告警机制

智能变电站内造成智能电子设备间通信中断情况有两种：①光纤物理链路中断，造成通信中断；②光纤物理链路完好，设备内部通信配置信息有误，造成通信中断。以上两种方式都会导致设备SV或GOOSE链路中断告警，目前工程中俗称断链。由于智能电子设备配置文件的正确性已在投产前的调试过程中验证，因此运行过程中造成设备通信中断的原因主要由光纤物理链路中断造成。

智能变电站内的断链告警机制与智能电子设备的光端口收发机制、收发控制块机制以及控制块告警对应机制有着密切的关系。

1.1 光端口收发机制

如图1所示，以智能变电站内保护装置和智能终端通信为例，当光纤2断链时，智能电子设备光端口处理方式有以下两种。

1) 光纤2断链，光口1收(R)端口接收不到光脉冲时，光口1发(T)端口照常工作，即接收不影响发送。



宋福海/高级工程师

关键词/Keywords

智能变电站·
智能电子设备·
断链·
告警·
机制·

福建省电力有限公司科技项目(52130015008A)。

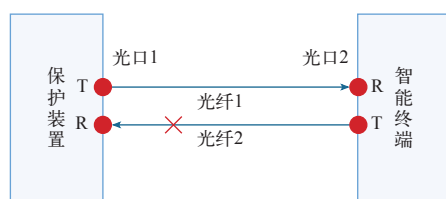


图1 保护装置与智能终端通信连接示意图

2) 光纤2断链，光口1收（R）端口接收不到光脉冲时，光口1发（T）端口将不再发送数据，即接收会影响发送，存在物理上一根光纤回路中断，功能上两根光纤回路同时中断的现象。

上述情况和装置端口光模块的特性有关，在实际应用中，如果智能电子设备光端口采用第二种收发机制，那么当图1中任意光纤链路中断时，两端设备都会出现断链告警现象，导致现场运维人员无法判断具体是光纤1中断还是光纤2中断。

1.2 光端口收发控制块机制

智能变电站中智能电子设备断链告警的原理：当设备接收不到所订阅的控制块时，从逻辑上判断该链路中断^[6]，而目前各制造商智能电子设备光端口收发控制块机制共有三种方式。

- 1) 各端口都发送本设备已配置的所有控制块，各端口接收控制块可选择。
 - 2) 各端口发送本设备控制块可选择，每个端口都接收本设备订阅的所有控制块。
 - 3) 设备各端口发送、接收控制块都可选择。
- 在采用方式2) 情况下，会出现如下几个问题。
- 1) 光纤链路中断后无法实现自动告警。如

图2所示，间隔层设备与过程层设备之间的存在两个光纤物理链接回路，当图2中“直跳光纤”中断时，间隔层设备仍能通过“组网端口”收到相应的“控制块A、B和C”，导致间隔层设备逻辑上判别不出有链路中断，因此当设备物理链接回路超过两个，其中任意一个光纤链路中断时，智能电子设备将无法实现自动告警。

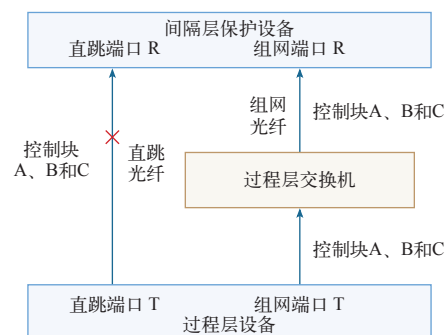


图2 设备间连接示意图（包含多个光纤物理回路）

2) 光纤回路接线错误无法自动识别。在智能变电站内，多间隔智能电子设备（如母差保护装置）需要同时接收多个过程层设备的报文信息，如图3a所示，正常工作时，间隔层设备从三个端口分别接收来自过程层设备的三个控制块A、B和C。采用方式2) 时，如果运维检修过程中出现如图3b所示的接线错误，间隔层设备将无法自动识别接线错误并告警；另外，如果图3b中过程层设备1发送链路中断，则设备会接收控制块A中断，在不知接线错误的情况下，检修人员会判断是端

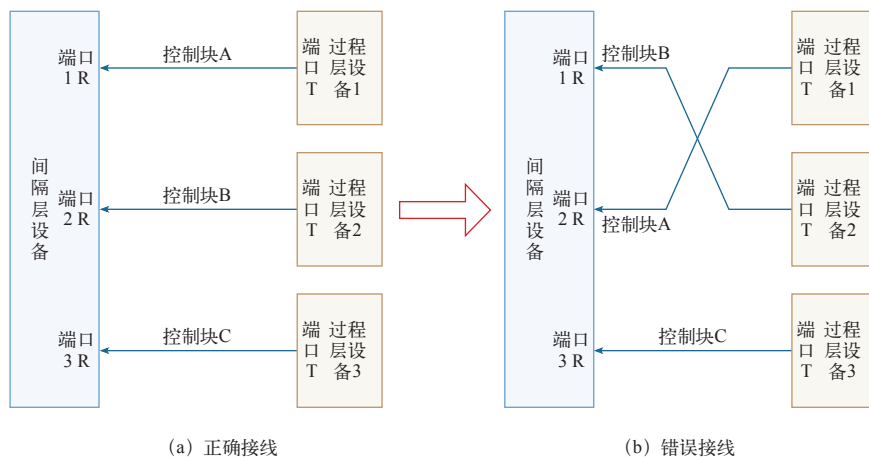


图3 多间隔设备光纤物理回路连接示意图

口1R接收链路中断，若检修中拔掉端口1R检查对应光纤链路，间隔层设备又会报接收控制块B中断，此时将使检修工作陷入混乱。

因此，智能站内智能电子设备的光端口收发控制块机制宜采用方式1)或3)，确保光纤智能电子回路的唯一性。

1.3 控制块告警对应机制

本文1.2节已说明，目前智能变电站内智能电子设备判断光纤链路的中断逻辑：当设备接收不到所订阅的控制块时，从逻辑上判断该链路中断，当设备接收多个控制块时，一般配置为“或”逻辑，即当其中任意一个控制块接收不到时，即判断为断链。

这种处理方式在实际运用中存在如下问题：如图4所示，设备1接收分别来自设备2的控制块A、B，设备3控制块C，如果按照不加选择的告警机制，那么光纤链路1、2和3任意一个断链时，设备1都会报组网端口接收中断，因此，无法根据断链告警信息确定是具体哪一条链路中断。

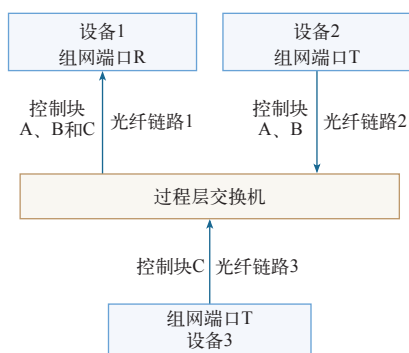


图4 设备经交换机接收多个控制块的光纤连接图

为了能够通过链路告警信息区来确定具体中断链路，对于经过交换机接收多个其他设备控制块的设备，应具备控制块告警对应机制。图4中，当设备控制块A、B和C都接收不到时，对应为光纤链路1中断；控制块A、B接收不到时，对应为光纤链路2中断；控制块C接收不到时，对应为光纤链路3中断。

通过上述分析，为了根据断链告警信息快速准确判别中断链路，保证光纤回路的唯一性，智能变

电站智能电子设备的断链告警机制如下所述。

1) 当设备接收端口（R）光纤中断，接收不到光脉冲时，发送端口（T）应照常发送数据，只有接收侧设备报断链告警，即接收不影响发送。

2) 设备各端口发送、接收“控制块”都可选择；或各端口都发送设备已配置的所有控制块，端口接收“控制块”可选择；确保设备实现链路中断自动告警，自动识别光纤回路接线正确性。

3) 对于经交换机接收多个其他设备“控制块”的设备，应具备“控制块”告警对应机制。

2 断链信息告警回路及实现方式

智能变电站内断链信息告警回路如图5所示。

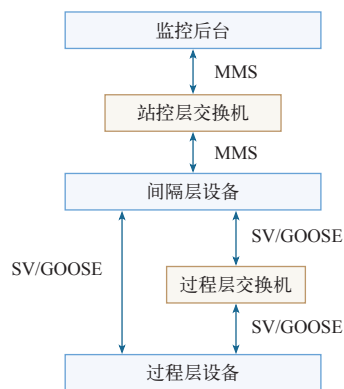


图5 断链信息告警回路示意图

从图5可以看出，当间隔层设备接收光纤断链时，可以直接通过MMS网将断链信息上传监控后台来实现告警，间隔层设备模型告警信息如图6所示^[7]。

对于过程层设备，由于没有与MMS网直接相连，只能通过间接方式上传，一般情况下，当过程层设备接收端口光纤断链时，是通过GOOSE报文，发送给对应间隔的测控装置，再通过测控的MMS网发送给监控后台来实现断链告警功能，过程层设备模型告警信息如图7所示^[8-9]。

对于过程层设备，当测控装置的接收光纤断链时，其他接收端口光纤物理回路的断链告警信号将不能上传。

当所有信息通过MMS网上传监控系统后，可以在监控后台进行光纤中断回路告警分析，通过关联对应的告警信息制定相应的告警分析应用界面系统^[10]。

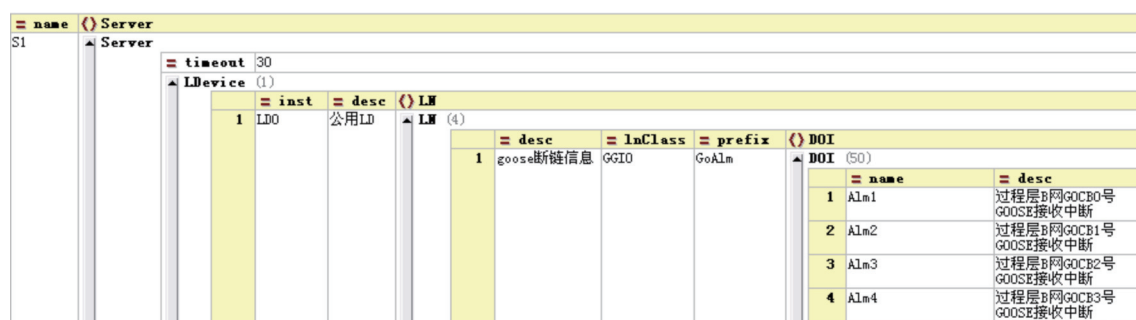


图6 间隔层设备告警信息模型图

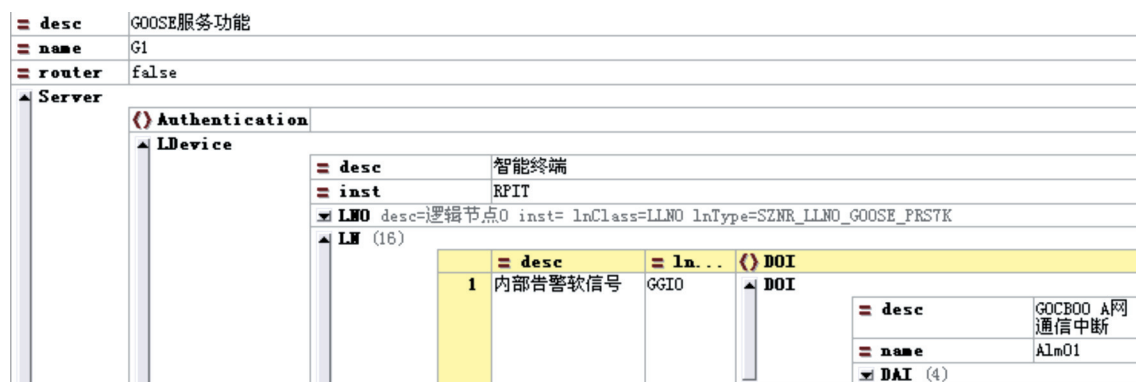


图7 过程层设备告警信息模型图

了解和掌握光纤回路的断链告警机制和信息告警回路后，实际工作中才能准确判断出具体的链路断链情况。

3 实际应用分析

智能变电站光纤物理回路在检修过程中，需要根据监控后台的断链信息来判断具体光纤中断

链路，其中GOOSE链路信息是双向的，设备一般配置有直跳口和组网口，断链告警信息比较复杂，本文通过应用断链告警机制，来分析典型220 kV智能变电站内GOOSE链路告警监视回路^[11-12]。

典型220 kV智能变电站内220 kV线路间隔相关的GOOSE光纤链路物理链接如图8所示，其中除线路、母线保护与智能终端“点对点”连接外，其余

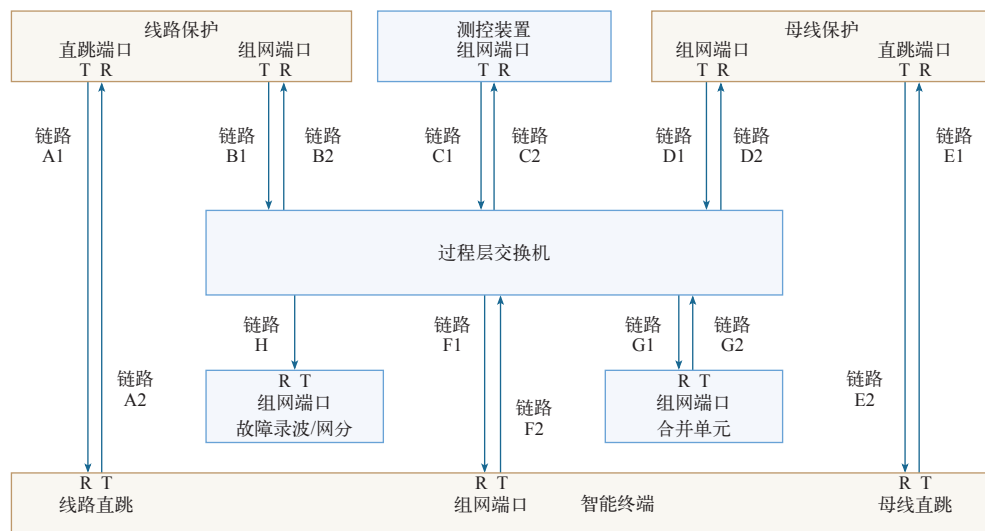


图8 间隔层与过程层间的光纤二次回路示意图

信息均通过设备“组网口”连接至交换机^[13-14]。

依托光纤物理回路，各智能电子设备间交互的GOOSE信息如表1所示^[15-16]。

通过应用上述断链告警机制，可以得到光纤中断链路与断链告警信息的对应关系如表2所示。

从表中可以看出除了GOOSE光纤链路C1与F1中断后告警信息相同外，其余链路中断后的告警信息均不相同，因此可以通过监控系统的告警信息来确定对应的具体光纤中断链路，达到快速、

准确定位故障回路的目的。

这里需要特别说明的是监控后台的断链分析表作为日常检修判断具体中断链路的重要依据，在调试、验收阶段要尽力保证其关联的正确性，防止因链路告警信息关联错误，导致检修工作难度增加及告警范围扩大。

4 结束语

1) 本文在分析研究与智能变电站现场工作结

表1 智能电子设备间GOOSE信息交互表

序号	发送方	接收方	交互信息	对应光纤传输链路
1	线路保护	智能终端	跳闸、重合闸	链路A1
2	智能终端	线路保护	开关位置、闭锁重合闸等	链路A2
3	母线保护	智能终端	跳闸、闭锁重合闸	链路E1
4	智能终端	母线保护	刀开关位置	链路E2
5	线路保护	母线保护	起动失灵	链路B1、链路D1
6	母线保护	线路保护	远方跳闸	链路D2、链路B2
7	测控装置	智能终端	控制信息等	链路C1、链路F1
8	智能终端	测控装置	告警信息等	链路F2、链路C2
9	智能终端	合并单元	刀开关位置（用于电压切换）	链路F2、链路G1
10	合并单元	测控装置	告警信息等	链路G2、链路C2
11	保护装置	故障录波	开关量（跳闸）	链路B1、D1和链路H
12	智能终端	故障录波	开关量（位置）	链路F2、链路H
13	合并单元	故障录波	模拟量（采样）	链路G2、链路H

表2 光纤中断链路与断链告警信息对应表

序号	光纤中断链路	断链告警信息
1	GOOSE光纤链路A1	智能终端线路直跳接收中断
2	GOOSE光纤链路A2	线路保护直跳端口接收中断
3	GOOSE光纤链路B1	母线保护组网口接收中断、故障录波装置组网口接收中断
4	GOOSE光纤链路B2	线路保护组网口接收中断
5	GOOSE光纤链路C1	智能终端组网口接收中断
6	GOOSE光纤链路C2	测控装置组网口接收中断
7	GOOSE光纤链路D1	线路保护组网口接收中断 故障录波装置组网口接收中断
8	GOOSE光纤链路D2	母线保护组网口接收中断
9	GOOSE光纤链路E1	智能终端母线直跳接收中断
10	GOOSE光纤链路E2	母线保护直跳端口接收中断
11	GOOSE光纤链路F1	智能终端组网端口接收中断
12	GOOSE光纤链路F2	测控装置组网口接收中断、故障录波装置组网口接收中断及合并单元组网口接收中断
13	GOOSE光纤链路G1	合并单元组网口接收中断
14	GOOSE光纤链路G2	测控装置组网口接收合并单元信息中断
15	GOOSE光纤链路H	故障录波装置组网口接收中断

合紧密的智能电子设备光端口收发机制、收发控制块机制以及控制块告警对应机制应用情况基础上,提出一种新的断链告警机制,此机制可以根据具体链路告警信息快速准确确定对应光纤中断链路。

2) 利用断链信息告警回路,智能变电站可在监控后台实现过程层光纤中断链路告警分析。

3) 从实际应用分析可以看出,利用断链告警机制可以实现告警信息与中断链路的一一对应,从而达到快速、准确定位中断链路的目的,对指导变电站运维检修工作,提高智能变电站光纤回路的检修效率及正确性、节省设备生产成本有重大意义。

参考文献

- [1] 马凯,刘俊红,侯艾君,等.智能变电站信息一体化平台高级应用[J].南方电网技术,2016,10(1):42-48.
- [2] 余正达,吴文宣,翟博龙,等.蔡金锭智能变电站保护装置信息处理优先级研究[J].电气应用,2016,35(4):16-19.
- [3] 胡长金.智能变电站通信网络可靠性研究[J].电气应用,2011,30(17):32-34.
- [4] 许伟国,张亮.智能变电站网络通信状态监测与故障分析[J].浙江电力,2012,31(4):8-10.
- [5] 国家电网公司.Q/GDW 1808—2012 智能变电站继电保护通用技术条件[S].北京:中国电力出版社,2014.
- [6] 葛立青,赵光元,杨凡,等.智能变电站二次回路故障诊断方法研究[J].智能电网,2014,2(6):28-31.
- [7] 王文龙,刘明慧.智能变电站中SMV网和GOOSE网网可能性探讨[J].中国电机工程学报,2011,31(增刊):55-59.
- [8] 黄华勇,游步新,全智,等.通信在线监视分析系统在智能变电站中的应用[J].电力自动化设备,2011,31(4):124-127.
- [9] 朱炳铨,王松,李慧,等.基于IEC 61850 GOOSE技术的继电保护工程应用[J].电力系统自动化,2009,33(8):104-107.
- [10] 国家电网公司.Q/GDW 1396—2012 IEC 61850工程继电保护应用模型[S].北京:中国电力出版社,2014.
- [11] 胡道徐,沃建栋.基于IEC 61850的智能变电站虚回路体系[J].电力系统自动化,2010,34(17):78-82.
- [12] 李瑞生,李燕斌,周逢权.智能变电站功能架构及设计原则[J].电力系统保护与控制,2010,38(21):24-27.
- [13] 曹海欧,严国平,徐宁,等.数字化变电站GOOSE组网方案[J].电力自动化设备,2011,31(4):143-146,150.
- [14] 樊陈,倪益民,窦仁辉,等.智能变电站过程层组网方案分析[J].电力系统自动化,2011,35(18):67-71.
- [15] 国家电网公司.Q/GDW 11051—2013 智能变电站二次回路性能测试规范[S].北京:中国电力出版社,2014.
- [16] 贾敏敏,张伦,徐泉山,等.智能变电站二次设备光纤通信中断测试分析[J].湖北电力,2013,37(2):25-26,66.

(收稿日期:2017-04-04) **EA**

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告