

ICS 29.240
K 45

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 364 — 2019
代替 DL/T 364 — 2010

光纤通道传输保护信息通用技术条件

General specification of transmitting protection information
on optical channel

2019-06-04 发布

2019-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
5 传输继电保护信息的光纤通道技术要求	3
6 对采用光纤通道传输信息的继电保护设备的技术要求	4
7 继电保护与光纤通信网的接口技术要求	4
8 继电保护装置与通信终端设备的连接技术要求	5
9 光纤通道配置原则	5
10 光纤通道的测试	6
附录 A (资料性附录) 相关基本概念	7
附录 B (资料性附录) 继电保护装置与通信终端设备的连接实施方案	11
附录 C (资料性附录) 通道配置方案	13
附录 D (资料性附录) 光纤通道测试报告	16
参考文献	21

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准代替 DL/T 364—2010《光纤通道传输保护信息通用技术条件》，与 DL/T 364—2010 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 更新了标准的规范性引用文件；
- 删除了关于 64kbit/s 通信速率的相关定义和描述；
- 明确了线路纵联差动保护通道不得使用 SDH 通道倒换环方式自愈功能；
- 增加了双通道线路保护对通道的要求；
- 增加了 2Mbit/s 光接口的定义和应用场合；
- 增加了基于先拆后建的 ASON 的定义和应用场合。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业继电保护标准化技术委员会（DL/TC 15）归口。

本标准主要起草单位：南方电网电力调度控制中心、南京南瑞继保电气有限公司、国家电力调度通信中心、华东电力调度通信中心、江苏省电力调度通信中心、广东电网电力调度控制中心、江苏省电力公司电力科学研究院、江西省电力公司电力科学研究院、江苏省电力检修公司运检部、北京四方继保自动化股份有限公司、许继电气股份有限公司、国电南京自动化股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司。

本标准主要起草人：周红阳、徐晓春、刘宇、余江、刘中平、徐宁、刘琨、高磊、潘本仁、陈瑞俊、苏黎明、李宝伟、邹磊、刘宏君。

本标准所代替标准的历次发布版本情况为：

- DL/T 364—2010。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

光纤通道传输保护信息通用技术条件

1 范围

本标准规定了继电保护装置与通信设备的接口、接口连接、保护通道构成方式、继电保护专业和电力通信专业的相关技术原则、光纤通道传输继电保护信息的可靠性指标，以及保护用光纤通道的配置及维护。

本标准适用于 110kV 及以上电压等级电网传输继电保护信息的光纤通道。

2 规范性引用文件

下列文件中的引用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本文件。

GB/T 7611 数字网系列比特率电接口特性

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 16712 同步数字体系（SDH）设备功能块特性

GB/T 21645.2 自动交换光网络（ASON）技术要求 第 2 部分：术语和定义

GB/T 24367.1 自动交换光网络（ASON）节点设备技术要求 第 1 部分：基于 SDH 的 ASON 节点设备技术要求

DL/T 547 电力系统光纤通信运行管理规程

DL/T 788 全介质自承式光缆

DL/T 832 光纤复合架空地线

ITU-T G.703 系列数字接口的物理/电气特性（Physical/Electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces）

ITU-T G.805 传送网络的通用功能结构（General Aspects Generic Functional Architecture of Transport Networks）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 继电保护专业

3.1.1

可靠性 reliability

所配置的继电保护装置只能在事先规定需要它动作的情况下动作（即可信赖性），而在其他一切不需要它动作的情况下都不动作（即安全性）。

3.1.2

线路纵联保护 pilot protection

利用电力线载波、微波、光纤或专用导引线等通信通道互相传输各侧保护信息的快速动作保护。

3.1.3

线路纵联电流差动保护 line differential protection

利用通信通道相互传输被保护线路各侧电气量，各侧保护根据本侧和其他侧电流数据分别计算出

保护线路上的电流差值，并根据电流差值判别区内外故障的保护，简称为线路纵差保护。

3.1.4

线路纵联距离保护 pilot distance protection

线路各侧保护由距离元件测量出故障的范围，并利用通信通道相互传输命令信号，各侧保护根据本侧结果和其他侧命令信号综合判别区内外故障的保护。

3.1.5

数字接口装置 digital interface equipment

继电保护与光纤通信终端设备连接时，对保护信号实现规定的码型变换，连接于光纤通信终端设备的接口装置。

3.1.6

命令信号 command signal

利用通信通道传输的允许、闭锁、远方跳闸等保护触点信息。

3.1.7

保护命令接口装置 protection command interface equipment

为了交换各侧命令信号，实现命令信号调制解调功能的装置。

3.1.8

通信异常时间 telecommunication anomalous time

纵联保护装置或保护命令接口装置感受到通信异常（如 CRC 校验错、帧结构异常、通信中断等）的累计时间。

3.1.9

误帧数 frame error number

纵联保护装置或保护命令接口装置接收到通信异常帧（如 CRC 校验错、帧结构异常等）的累计。

3.1.10

丢帧数 frame loss number

纵联保护装置或保护命令接口装置应该收到，但没有收到的帧累计值。

3.2 通信专业

3.2.1

自愈网 self-healing network

无需人工干预，网络就能在极短的时间内从失效故障中自动恢复所携带的业务，通信能够正常运行。但故障的修复仍需要人工干预才能完成。

3.2.2

同步数字体系 synchronous digital hierarchy; SDH

数字多路复用技术的一种。区别于准同步（PDH）系统，在速率、帧结构、光接口等方面具备并采用国际统一标准。

3.2.3

全介质自承式光缆 all dielectric self-supporting optical fiber cable; ADSS

一种自身包含必要的支撑元件，可直接悬挂于杆塔上的非金属光缆。对抗电腐蚀特性和机械特性等均有严格的标准。主要用于架空高压输电系统的通信线路，也可用于雷电多发地带、大跨度等架空敷设环境下的通信线路。

3.2.4

光纤复合架空地线 optical fiber composite overhead ground wires; OPGW

一种用于高压输电系统通信线路的地线，具有普通架空地线和通信光缆的双重功能。

3.2.5

时延 delay

数字信号以群速通过一个数字连接所经历的时间。

3.2.6

通道倒换时间 path switching time

通道从业务通道发生故障到业务完全切换到通信保护通道这一时段。

3.2.7

通道恢复时间 path recovery time

通道确认业务通道故障已经排除，将业务由通信保护通道恢复到业务通道，从切换开关动作到业务信号完全恢复至业务通道上的这一时段。

3.2.8

2M光接口 2Mbit/s optic-interface

继电保护装置与通信同步数字体系设备之间互连的统一光接口。

3.2.9

自动交换光网络 automatically switched optical network; ASON

一种自动交换传输网络（ASTN），适用于ITU-T G.805定义的面向连接的电路或者分组传送网络，通过控制平面来完成连接的控制与管理。控制平面通过信令支持建立、拆除和维护端到端连接的能力，通过选路为连接选择合适的路由；网络发生故障时，执行保护和恢复功能；自动发现邻接关系和链路信息，发布链路状态信息以支持连接建立、拆除和恢复。

4 总则

4.1 继电保护用光纤通道应稳定可靠，满足继电保护的技术要求。

4.2 复用通道宜采用 2Mbit/s 数字接口，2Mbit/s 数字接口的技术条件应符合标准 GB/T 7611 和 GB/T 16712。

4.3 同一线路两套保护的通道应相互独立，同一套保护的两个通道相互独立。

4.4 用于线路纵联电流差动保护的光纤通道应确保收发路由一致。

5 传输继电保护信息的光纤通道技术要求

5.1 用于继电保护的通信通道单向时延应不大于 12ms。

5.2 传输继电保护信息的光纤通道应满足通道误码率（bit error rate, BER）不大于 10^{-8} 。

5.3 传输继电保护信息的光纤自愈网通信电路区段具备的性能指标应符合 GB/T 16712。

5.4 用于线路纵联距离、方向保护的通道可以采用单向通道倒换环、单向复用段倒换环进行信息传输。

5.5 用于线路纵联电流差动保护的通道禁止采用通道倒换环方式自愈功能。

5.6 传输线路纵联电流差动保护信息采用自动交换光网络（ASON）时，应满足以下要求：

- a) 应采取先拆后建的方式（参见附录 A）。业务工作通道故障后，先拆除双向工作通道（即正常情况下业务数据流经的通道），再自动建立恢复通道（工作通道故障情况下，经过重路由恢复，业务数据流经的新通道）以替代故障的工作通道。
- b) 拆除工作通道后，应经预设的等待时间再建立恢复通道，确保线路纵联电流差动保护装置能获悉通道异常状态并形成通道异常记录。
- c) 备用通道采用预置路由的方式，预置路由的通道时延应满足保护用时延要求。
- d) 在通道切换前后通道收发路由始终一致。

5.7 正常运行时，禁止线路纵联保护所用通道在任何环节进行交叉、自环。

5.8 传输继电保护信息的光纤通道相关设备异常或故障时，应有装置告警信号，宜将告警信号接入监

控系统。

6 对采用光纤通道传输信息的继电保护设备的技术要求

6.1 对于单通道保护，通信通道异常时，线路纵联保护应瞬时退出，并延时告警。通信通道恢复正常时，线路纵联保护应自动投入，并自动复归告警信号；对于双通道保护，单通道故障时不得影响另一通道运行，通道故障应发告警信号，仅当两个通道均异常时，纵联保护功能才退出。

6.2 在收信信号消失后，保护命令接口装置触点输出返回时间不应大于 5ms。

6.3 线路纵联差动保护装置可查阅的信息必须包含通道时延、通信异常时间、误帧数、丢帧数，供日常巡视检测。保护启动后，装置应能记录通道异常及恢复时刻。

6.4 保护命令接口装置可查阅的信息必须包含通信异常时间、误帧数、丢帧数，供日常巡视检测。

6.5 自愈网通道保护、恢复过程中，被保护电力线路发生区内故障，允许纵联保护延时动作。

6.6 采用光纤通信的继电保护装置、数字接口装置应提供如下技术指标：光波长、发光功率、接收灵敏度、饱和光功率，并提供光口、电口的传输协议。

6.7 基于光纤通道传输信息的继电保护装置和保护命令接口装置应采取措施正确识别对侧装置，及时发现通道自环或通道交叉。

6.8 对于双通道保护装置，若通道一、通道二收发信出现单纤交叉接线、双纤交叉接线时，装置应告警，并闭锁相应的纵联保护功能，如图 1 所示。

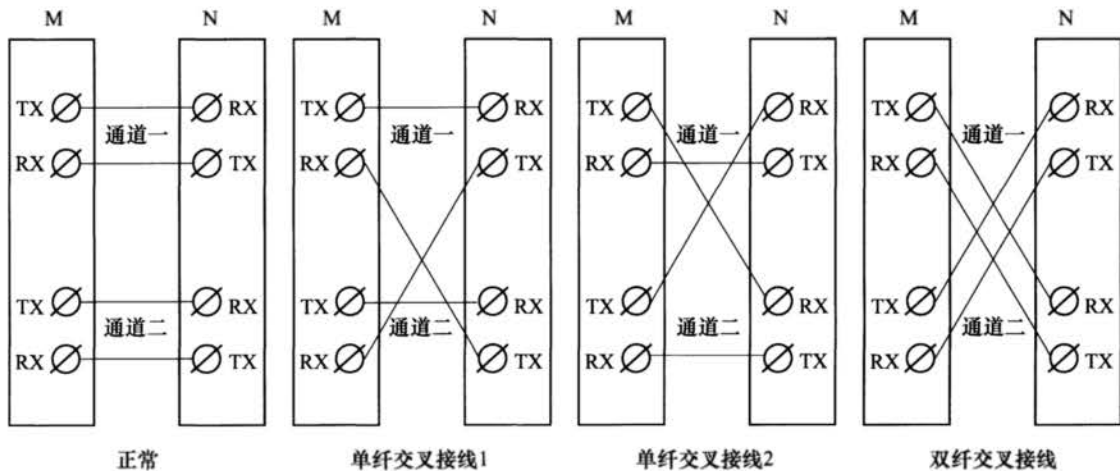


图 1 保护装置通道连接示意图

6.9 电流差动保护所传输的信息中必须包含地址码，且其应用层数据必须具有校验功能。双通道线路保护应按装置设置通道识别码，保护装置自动区分不同通道。

6.10 利用光纤通道传输命令信号时，需要增加相关校验，保证传输命令的可靠性。

7 继电保护与光纤通信网的接口技术要求

7.1 保护装置与光纤通信网的数字通信接口应符合 ITU-T G.703 要求。

7.2 保护装置应采用保护内部时钟，通信时钟设置方式如下：

- a) 采用专用光纤方式时，保护装置应采用内部时钟作为发送时钟。
- b) 采用复用通道方式时，至少有一侧保护装置应采用内部时钟作为发送时钟；SDH 设备应关闭再定时功能。
- c) 对于支持 2Mbit/s 光接口的设备，2Mbit/s 光信号采用非成帧光信号，继电保护装置的数字信号标称比特率 2Mbit/s±50ppm，工作波长范围在 1260nm~1360nm。

8 继电保护装置与通信终端设备的连接技术要求

- 8.1 采用光纤通道的继电保护设计应包括接口连接用的光缆、光纤配线架、屏蔽线和数字接口装置。
- 8.2 线路保护专用光纤宜采用单模光纤，进入变电站或发电厂内的控制楼的光缆应采用无金属光缆。
- 8.3 光纤进入变电站或发电厂的控制楼后，应接入光纤配线架（或分线盒）。从光纤配线架到继电保护装置间应采用室内光缆，若在同一柜上可采用尾纤连接（参见附录 B）。
- 8.4 采用单模尾纤进行通信宜采用 FC 连接方式。
- 8.5 尾纤出屏须采取防护措施，以防折断和鼠咬。
- 8.6 保护装置到光纤配线架之间的损耗应在 0.5dB 以下，光纤的活动连接器损耗一般在 0.5dB 以下。
- 8.7 当继电保护装置与光纤通信终端设备连接距离大于 50m，或通过强电磁干扰区时应采用光缆连接。连接光缆应留有足够的备用芯。光缆与设备连接处应采取抗外力破坏的保护措施。连接光缆应敷设在变电站或发电厂内的电缆沟内。
- 8.8 数字接口装置应具备明显的装置异常告警信号，包括光口异常、电口异常等。
- 8.9 数字接口装置宜紧邻通信设备屏柜。
- 8.10 数字接口装置宜按所连接的通信终端设备分别组屏。
- 8.11 数字接口装置与数字配线架间应采用同轴电缆连接，特性阻抗为 75Ω，中间不应经端子转接，屏蔽层一侧与数字接口装置外壳连接接地，另一侧经数字配线架接地。
- 8.12 数字接口装置外壳应可靠接地，与通信终端设备及数字配线架使用等电位接地网。
- 8.13 数字接口装置电源布置要求：
- a) 宜使用通信-48V 直流电源，该电源的正极应连接通信机房的接地铜排。
 - b) 保护装置采用单通道时，同一条线路两套保护对应的数字接口装置宜分别组屏，并采用与通信终端相对应的相互独立的电源；单套保护装置采用双通道时，两个通道对应的数字接口装置也宜分别组屏，并采用与通信终端相对应的相互独立的电源。当所有数字接口装置组一面屏时，同一条线路两套保护对应的数字接口装置应分别采用与通信终端相对应的相互独立的电源。
 - c) 具备两套通信终端设备时，数字接口装置必须与所连接的通信终端设备采用同一电源。
 - d) 至数字接口装置的电源应避免串供方式，每路电源应有独立的分路开关。
- 8.14 用于保护的数字配线架（DDF）和光纤配线架（ODF）须设置明显的提示标识。
- 8.15 应沿线路纵联保护数字接口装置至光通信设备光电转换接口装置之间的同轴电缆敷设截面积不小于 100mm² 铜电缆，该铜电缆两端分别接至光电转换接口柜和光通信设备（数字配线架）的接地铜排，与同轴电缆的屏蔽层可靠相连。为保证数字接口装置和光通信设备（数字配线架）的接地电位的一致性，光电转换接口柜和光通信设备应同点与主地网相连。重点检查同轴电缆接地是否良好，防止电网故障时由于屏蔽层接触不良造成差动保护通信中断。

9 光纤通道配置原则

- 9.1 纤芯资源允许且纤芯长度小于 50km 时，纵联保护可采用专用光纤方式。
- 9.2 同一线路的两套保护装置均采用复用通道方式时，应配置两套 SDH 设备。SDH 设备宜采用“1+1”方式配置。
- 9.3 通道资源允许的条件下，建议采用双通道方式。
- 9.4 对于单通道保护，同一线路的两套保护装置对应的通道应相互独立，包括电源、设备及通信路由的独立；对于双通道保护，同一保护装置的两个通道应相互独立，包括电源、设备及通信路由的独立。不同 OPGW，包括同塔架设的两条 OPGW 光缆视为不同路由。
- 9.5 优先采用本电压等级的光纤通道。

10 光纤通道的测试

10.1 按照 DL/T 547 要求，光纤通道建成投产、定检或调整时，应根据要求对通道进行测试，并将测试结果存档。通道计划调整前，或非计划调整后，通信专业应及时通知保护专业。

10.2 测试项目：

a) 保护装置、保护命令接口装置及数字接口装置发光功率和接收功率测试。

测试保护装置、命令接口装置、数字接口装置光通信端口的发光功率和接收功率，通过比较实测光功率与装置标称功率，判断装置光通信模块的好坏。

测试方法是分别用光功率计测量装置的发信端（TX）尾纤的光功率（保护装置的发光功率）和装置收信端（RX）尾纤的光功率（保护装置接收到的光功率）。测试地点为保护装置、保护命令接口装置及数字接口装置的光收发信端口，光纤接续盒或 ODF 架。

在通道对侧的数字配线架处收发信自环，用误码仪测量通道环路时延及通道误码率。测试周期为 24h。此项测试工作由通信专业人员负责。为了校核实测的通道时延，在测试前应计算该通道的理论计算时延，测试记录表格见表 1。

表 1 2Mbit/s 通信通道时延及误码

通道路由	通道计算时延	通道实测环路时延	误码率	误码秒	严重误码秒	测试时间	测试人员

b) 通道时延测试。

通道正常投运，记录保护装置内测量到的通道时延。此项工作由继保专业人员负责，测试记录表格见表 2。

表 2 线路纵差保护通道时延

保护名称	保护型号	通道一时延	通道二时延
主一保护			
主二保护			

10.3 新建、定检及通信通道调整后的测试要求见表 3。

表 3 通信通道调整后测试要求

测试项目	新投产	部检	全检	通信通道调整后
发光功率及接收功率测试	√	√	√	
2Mbit/s 通信通道时延测试	√		√	√
保护装置通道时延测试	√	√	√	√

附录 A
(资料性附录)
相关基本概念

A.1 线路纵联保护用光纤通道类型

线路纵联保护采用光纤作为信息传输介质时，通常采用数字通信方式。传统的通过节点交换命令信息的线路纵联距离、方向保护装置，需要通过保护命令接口装置把节点命令转换成数字信号；新型的线路纵联距离、方向保护装置也可直接输出数字信号；线路纵差保护直接输出数字信号。数字信号可以是光信号，也可以是电信号。

线路纵联保护装置采用专用光纤和复用通道两种通道类型。

A.1.1 专用光纤方式

专用光纤方式指线路两侧保护装置直接通过光纤传输保护信息，一个通道专用两根纤芯，纤芯内只传输保护信息。

如图 A.1 所示，线路纵联保护装置输出的节点命令信号经保护命令接口装置，通过专用光纤进行通信；当线路纵联保护装置输出光纤数字信号时，光纤直接接入线路纵联保护装置。



图 A.1 采用专用光纤方式的线路纵联保护系统

A.1.2 2Mbit/s 电信号复用通道方式

2Mbit/s 电信号复用通道方式指保护信息以 2Mbit/s 电信号接入通信设备，与其他数据业务复用后共同在光纤通信网上传输。

如图 A.2 所示，继电保护装置（线路纵联保护装置或保护命令接口装置）输出的数字信号为电信号时，数字信号直接接入通信设备；继电保护装置输出的数字信号为光信号时，须通过光缆连接数字接口装置。

继电保护装置与光纤通信设备连接距离大于 50m，或通过强电磁干扰区时必须通过光缆连接数字接口装置接入通信设备。

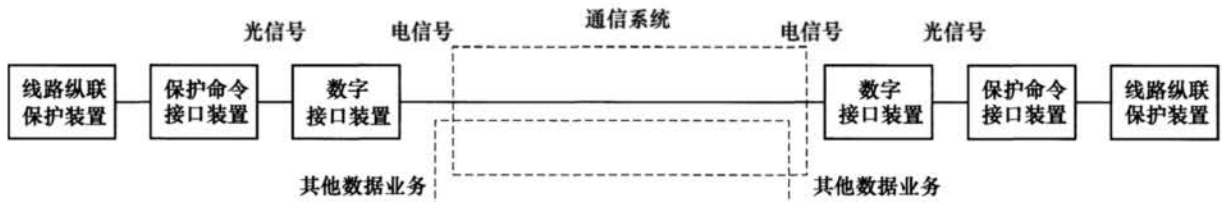


图 A.2 采用 2Mbit/s 电信号复用通道方式的线路纵联保护系统

A.1.3 2Mbit/s 光信号复用通道方式

如图 A.3 所示，2Mbit/s 光信号复用通道方式保护信息以 2Mbit/s 光信号直接接入支持光信号复用的通信设备，与其他数据业务复用后共同在光纤通信网上传输。



图 A.3 采用 2Mbit/s 光信号复用通道方式的线路纵联保护系统

A.2 基于数据通道的同步方法

线路纵差保护各侧电气量在时间轴上的同步是根据数据通道的时延来实现的。这类方法都是利用乒乓原理测定通道时延。根据测定的通道时延调整同步端的采样频率使得各侧装置的采样同步；或者根据测定的通道时延补偿各侧电气量的相位差，使得各侧电气量在时间轴上一致。这类方法实现同步的前提是假定数据通道的双向通道时延相等，有别于基于参考相量的同步方法和基于 GPS（Global Positioning System）的同步方法。目前实用的线路纵差保护都采用这类同步方法。

A.3 通道自环

如图 A.4 所示，以复用方式为例，输电线路两侧的线路纵联保护装置通过数字接口装置，将光信号转换成电信号，经通信系统交换信息。正常情况，M 侧的发送端和接收端分别同 N 侧的接收端和发送端相连。

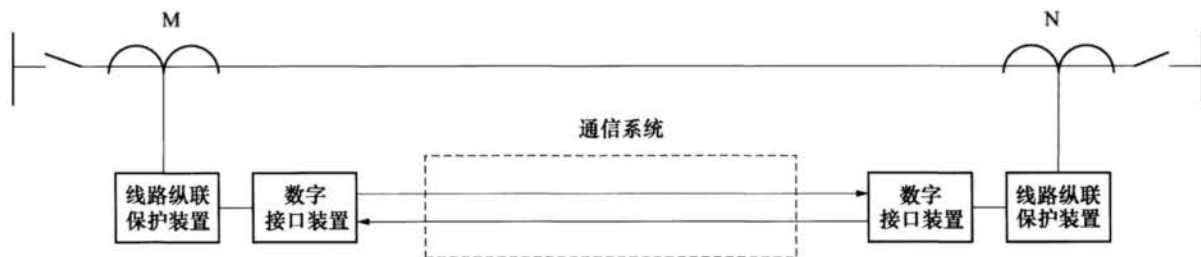


图 A.4 线路纵联保护装置正常通信连接

如图 A.5 所示，接收端同本装置发送端相连，而不是同对侧装置发送端相连，称为通道自环。

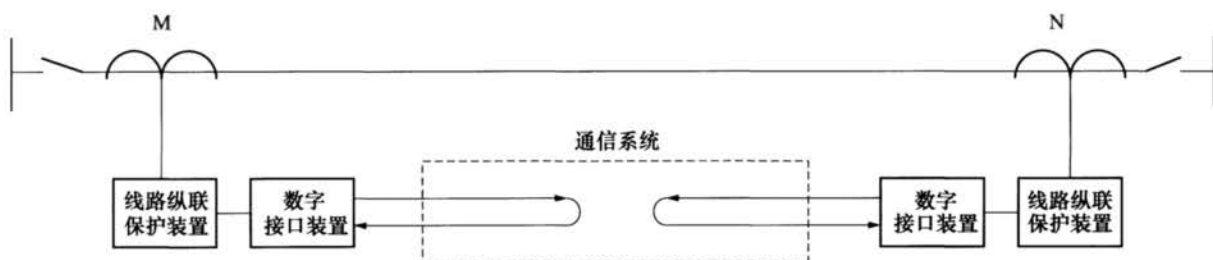


图 A.5 线路纵联保护通信自环

正常运行时，如果保护装置无法检测到通道自环，对于线路纵联距离或方向保护，线路正方向故障会导致保护误动；对于线路纵差保护，区外故障可能导致两侧保护都误动。

A.4 室内光缆（尾缆）

尾缆采用一根或多根单芯光缆绕一中心加强件绞合、纵包铝塑复合带、外挤护套而成。一端带有光连接器，配有耐用防水接头，安装方便，可靠。外套韧性好，能抵御野外各种恶劣的环境，寿命长。由于过去都采用尾纤连接方式，已发生多起因尾纤损坏导致保护装置缺陷事件；因此室外各线路

的光缆进保护小室后先进保护专用光配线屏（柜）再经该柜内分配器至各保护柜敷设一根 4 芯光缆，其中 2 芯为备用芯（这根光缆称尾缆），在保护柜端将该尾缆终端剥开 20cm~30cm 做好连接头，直接插入保护插件的背板插头上。

A.5 通道倒换环

通道倒换环采用“首端桥接、末端倒换”结构，业务信号和保护信号分别由光纤 S1 和 P1 携带，首端的信号同时馈入 S1 和 P1。如图 A.6 a) 所示，正常情况下，末端只接收 S1 上的信号。当 S1 中某一节点间光缆被切断时，如图 A.6 b) 所示，末端进行通道倒换，改成接收 P1 上的信号，从而使业务信号不会丢失，保持正常通信。故障排除后，倒换开关返回原来位置。对于通道倒换环，业务量的保护是以通道为基础的，倒换与否按离开环的每一个通道信号质量的优劣而定，通常利用简单的通道 AIS (Alarm Indication Signal) 信号来决定是否应该倒换。

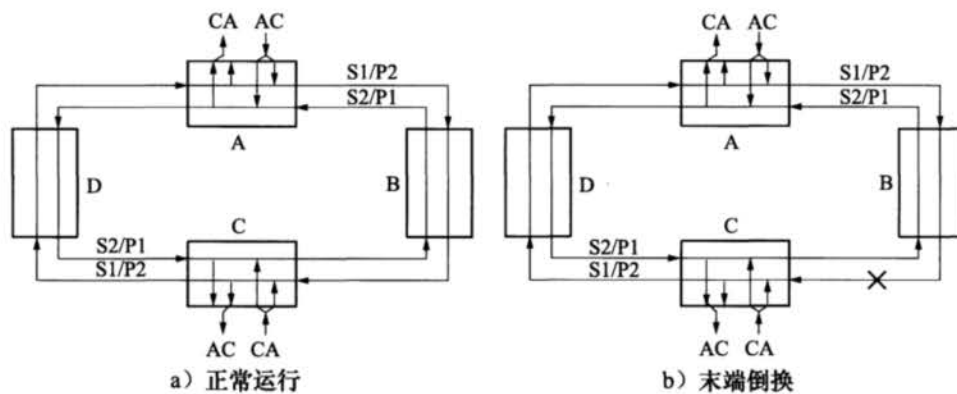


图 A.6 通道倒换环

A.6 复用段倒换环

复用段倒换环上每一个节点有一个通道倒换开关。如图 A.7 a) 所示，正常情况下，首端业务信号只通过业务光纤 S1 传送到末端。如图 A.7 b) 所示，当 S1 中某一光缆被切断，与光缆切断点相邻的两个节点上的倒换开关利用 APS (Automatic Protection Switching) 协议执行环回，将两个节点之间 S1 上的信号倒换到保护光纤 P1 上，通过 P1 恢复两个节点之间的业务。对于复用段倒换环，业务量的保护是以复用段为基础的，倒换与否按节点间的复用段信号的优劣而定。当复用段出问题，整个节点间的复用段业务都转向保护环。

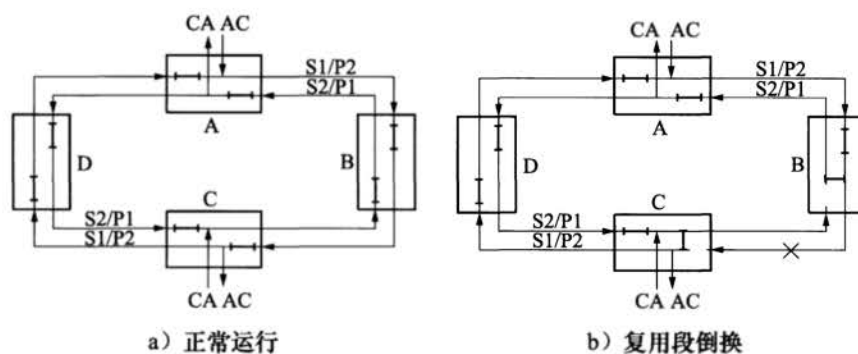


图 A.7 复用段倒换环

A.6.1 单向复用段倒换环

所有业务信号按同一方向在环中传输的复用段倒换环称为单向复用段倒换环。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/957145134003006036>