

二次设备篇

BIANDIAN SHEBEI YUNXING WEIHU PEIXUN JIAOCAI

变电设备运行维护 培训教材

● 主 编 黄晋华



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

Tm63
124

二次设备篇

BIANDIAN SHEBEI YUNXING WEIHU PEIXUN JIAOCAI

变电设备运行维护 培训教材

● 主 编 黄晋华



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以常规变电站与智能变电站区别为主线,分别介绍了微机保护原理、220kV及以上典型微机保护装置、微机保护装置及智能设备的巡查和维护、保护装置二次回路共四部分。

本书可供变电站二次设备运维人员阅读,也可供有关技术人员与管理人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

变电设备运行维护培训教材. 二次设备篇/黄晋华主编. —北京:中国电力出版社, 2016.1
ISBN 978-7-5123-8176-6

I. ①变… II. ①黄… III. ①变电所—电气设备—电力系统运行—技术培训—教材②变电所—二次设备—维修—技术培训—教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第227437号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年1月第一版 2016年1月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 11.25印张 255千字
印数 0001—2000册 定价 38.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

从书编委会

主 编 梁建伟 曹明德

副主编 黄院臣 郭林虎 张晓亮

编 委 郑会权 尉 镔 黄晋华 杨爱晟 李 强

潘力志 史新华 陈慧杰 吕亚明 黄 河

刘鹏涛

主 审 沈 同

本分册编写组

主 编 黄晋华

副主编 史新华

编 委 陈慧杰 陈文英 吕国强 郑 华 张建政

陈 曦 郭 魏

前 言

近年来, 国网公司“三集五大”、大检修体系建设逐步推进, 深刻改变运维管理模式, 对变电运维人员和相关专业技能、工作质量和工作效率也提出了更进一步的要求。

为了进一步适应这种变革, 本书结合国网公司运维一体化工作要求, 立足于现场实际, 充分收集各种现场资料及历年运行案例, 以规范化、标准化为指导原则, 组织多位专家进行分析和总结, 最终编写完成了本书。旨在使其成为一本指导变电运维人员和相关专业人员日常工作、提升业务技能的实用培训教材。

本分册为《二次设备篇》, 以常规变电站与智能变电站区别为主线, 介绍了智能变电站的现状与发展方向。编写内容涵盖了保护原理, 典型保护装置介绍, 常规站与智能站设备的巡查和维护, 常规变电站和智能变电站二次回路特点和区别等四部分。

本书在编写的过程中, 参阅了大量的相关专业书籍和网络资料, 在此对原著表示谢意!

由于经验和能力所限, 书中难免存在不足之处, 敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2015年8月

目 录

前言

第一章 微机保护原理	1
第一节 线路纵联保护	1
第二节 变压器保护	27
第三节 母线保护	53
第二章 220kV 及以上典型微机保护装置	67
第一节 RCS-931 微机保护装置	67
第二节 PSL-602 微机保护装置	71
第三节 BP-2B 微机保护装置	76
第四节 SG-B750 微机保护装置	82
第五节 SG T756 微机保护装置	86
第三章 微机保护装置及智能设备的巡查和维护	92
第一节 一体化监控系统	92
第二节 光纤在智能变电站中的应用	99
第三节 智能变电站保护装置	104
第四节 智能站与常规站的主要区别	113
第五节 常规变电站与智能变电站巡视	116
第六节 智能变电站运行维护	120

第一节	智能变电站简介	123
第二节	智能站继电保护配置方案	125
第三节	智能变电站合并单元	127
第四节	智能变电站智能终端	134
第五节	智能变电站设计原则	146
第六节	智能变电站与常规变电站二次回路区别	148
第七节	智能变电站继电保护检修安全措施	159
第八节	智能变电站运行操作原则	166

第一节 线路纵联保护

一、线路纵联保护

(一) 概述

输电线的电流保护、电压保护、零序电流保护和距离保护是利用输电线单端量的保护，从原理上它只反应线路一侧的电气量变化，无法区分故障点是在本线末端、对侧母线还是相邻线路。由于线路参数值不精确、电流与电压互感器传变误差以及保护装置本身测量误差等，导致这类保护装置可能将对侧母线其他线路出口处的故障或本线路对端母线上的故障，误判断为本线路末端的故障而发生误动。

为了防止线路末端发生非选择性动作，单端量保护 I 段定值要按照躲过对侧母线故障来整定，例如距离保护一般将 I 段定值保护范围整定为线路全长的 80%~85%。对于其余的 15%~20% 线路上的故障，只能由带时限的距离保护第 II、III 段来切除。单端量保护优点是带延时的各段能够作为相邻线路的后备保护，缺点就是不能瞬时切除被保护线路全长范围内的故障。

纵联保护综合利用本线路各端电气量，可以无时限切除线路全长范围内故障，纵联保护在电网中可以实现全线速动，比起常规保护来，在保证系统的稳定性、提高输送功率、缩小故障造成的损坏程度方面具有显著优点，满足了电力系统稳定需要，简化了保护的整定配合，其缺点是不能作为相邻线路的后备保护。

(二) 纵联保护的构成

输电线路的纵联保护就是用载波、微波或光纤通信通道将输电线两端的保护装置纵向连接起来，将两端的电气量（电流、电压相位和故障方向）传送到线路对端，通过比较两端的电气量，以判断故障是在本线路范围内还是在范围之外，从而决定是否切除被保护线路。因此，理论上这种保护具有绝对的选择性。纵联保护结构如图 1-1 所示。

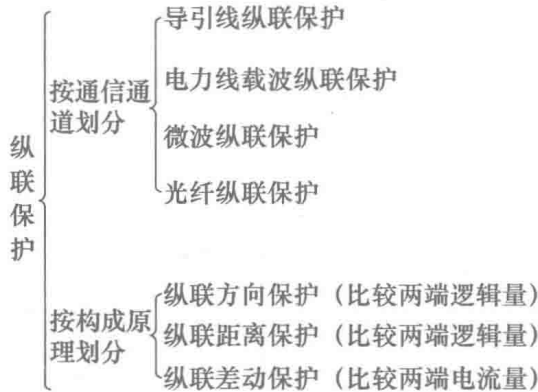


图 1-1 纵联保护结构



（三）纵联保护分类

纵联保护分类如下。



（四）纵联保护的通道类型

1. 导引线通道

导引线可直接传输交流电量，故导引线保护广泛应用于线路差动保护，但导引线的参数（电阻和分布电容）直接影响保护性能，从而在技术上也限制了导引线保护用于较长的线路。这种通道需要铺设电缆，其投资随线路长度增加而增加。导引线越长，安全性越低。

2. 电力线载波通道

这种通道在 20 世纪 80~90 年代保护中应用最广。载波通道由高压输电线及其加工连接设备（阻波器、结合滤波器、耦合电容器及高频收发信机等）组成。高压输电线路机械强度大，十分安全可靠。但在线路发生故障时通道可能遭到破坏（高频信号衰减增大），为此需考虑在此情况下高频信号是否能有效传输。

3. 微波通道

微波通道是一种多路通信通道，具有很宽的频带，可以传送交流电的波形。是理想通道，但保护专用微波通道及设备不经济，需综合考虑。

4. 光纤通道

光纤通道与微波通道有相同的特点。光纤通信也广泛采用（PCM）调制方式。目前光纤连接方式有专用光纤连接、PCM 复用通道连接、SDH 复用通道连接等三种方式。由于 PDH 网络采用异步复用方式，不能保证大容量信息的可靠传输，且 PDH 网络没有标准的电接口和光接口规范，因此目前已完全被 SDH 复用通道连接方式所代替。随着光纤通信的普及，上述四种通道中现在应用最多的是电力光纤通道。

5. 传送逻辑量的通道信号

纵联保护通道传送的逻辑量信号分为闭锁信号、允许信号和跳闸信号，其逻辑图如图 1-2 所示。

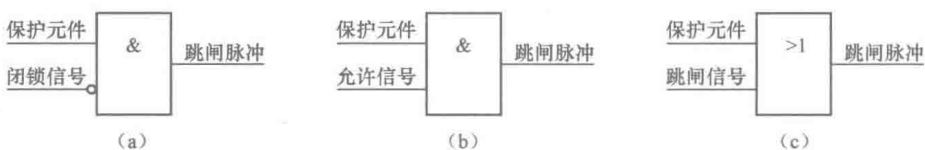


图 1-2 纵联保护信号逻辑图

(a) 闭锁信号；(b) 允许信号；(c) 跳闸信号

(1) 闭锁信号。

闭锁信号是闭锁式纵联保护动作于跳闸的信号，即收不到闭锁信号是纵联保护能够跳闸的必要条件。表示闭锁信号逻辑的方框见图 1-2 (a)。只有同时满足以下两条件时保护才作用于跳闸：①本端保护元件动作；②无闭锁信号。

当线路内部故障时，纵联保护两端都不发送闭锁信号，两端都收不到闭锁信号，保护元件动作后可出口跳闸。当线路外部故障时，本线路近故障点的一端保护发出闭锁信号，当线路另一端纵联保护元件虽然动作，由于收到闭锁信号，因此不会跳闸出口。

传送闭锁信号的通道大多数是专用载波通道，即保护专用一个载波通道来传输闭锁信号，只要本端保护元件不动作，在保护起动或通道试验的时候就发闭锁信号。线路两侧通道中的收发频率是一样的，在本线路一侧发出闭锁信号时，在本线路两侧都能收到闭锁信号。闭锁信号也可以使用光纤通道来传送。

闭锁式纵联保护的优点是发生区内故障时，如果同时通道损坏了（比如发生三相接地故障时），闭锁式纵联保护不会因为通道中断而导致拒动。

(2) 允许信号。

允许信号是允许式纵联保护的跳闸信号，即收到允许信号是保护导致跳闸的必要条件。表示允许信号逻辑的方框图见图 1-2 (b)，只有同时满足以下两条件时，保护装置才作用于跳闸：①本端保护元件动作；②收到对侧允许信号。

当内部故障时，线路保护两端互送允许信号，在收到对侧允许信号且本侧保护元件动作后出口跳闸，当外部故障时，近故障不发出允许信号，远故障端的保护元件虽动作，但收不到对侧的允许信号不能出口跳闸。

过去传送允许信号通道大多数是复用载波通道，近年来随着光纤通信的普及，光纤通道传送允许信号的方式也较多。

允许信号只能接收本线路对侧的允许信号，不能接收线路本侧的允许信号。因此采用载波通道时线路一侧收与发的频率是不同的。

允许式纵联保护的优点是正常运行时保护通道一直在交换导频信号，通道中断后会立刻告警；缺点是在发生区内故障时，如果同时由于短路造成通道损坏，则会导致允许式纵联保护拒动。

超范围允许式纵联保护指“本端保护元件”的保护范围超过线路全长；欠范围允许式是指“本端保护元件”的保护范围不能保护线路全长。通常所说的允许式纵联保护都是指超范围允许式。

(3) 跳闸信号。

跳闸信号是直接引起跳闸的信号，见图 1-2 (c)。纵联保护跳闸的条件是本端保护元件动作或者收到对端保护传来跳闸信号。从逻辑图看，只要本端保护元件动作即作用于跳闸，与有无跳闸信号无关。本端保护元件动作是纵联保护作用于跳闸的充分条件。

从跳闸信号的逻辑可以看出，它在不知道对端信息的情况下就可以由本端的保护元件直接跳闸，所以本侧和对侧的保护元件都必须具有直接区分区内和区外故障的能力，如距离保护在两端保护的 I 段有一定重叠区的线路。

作为跳闸信号的演变方式，将接收到的跳闸信号与本地故障判别装置动作相结合，即在线路对侧保护跳闸触点动作，经过通道把跳闸信号传送到本侧，本侧再加上就地保

护的一些判据组成与门去出口跳闸，这种装置称为带就地判别的远方跳闸装置。

二、闭锁式纵联距离保护

（一）概述

闭锁式纵联保护的基本工作原理是利用闭锁信号来比较线路两侧纵联保护正方向测量元件的动作情况，以综合判断故障是发生在被保护线路内部还是线路外部。当装置收到闭锁信号时，就判断为被保护线路发生区外故障，本侧保护不跳闸；当收不到闭锁信号，且本侧正方向测量元件又动作时，就判断为线路区内故障，允许发出跳闸出口命令。

闭锁信号存在发送和接收回路，在需要发信的时候即起动发信元件动作，开始发送闭锁信号，在需要停信的时候即停信控制元件动作，即使起动发信元件动作也会强制停信。

当发生区外故障时，如果本侧的正方向测量元件动作但收不到对侧的闭锁信号时，保护将误动作。因此保证闭锁信号的正确传输对闭锁式纵联保护是极为重要的。

传送闭锁信号的通道大多数是专用载波通道，即专用收发信机，闭锁信号也可以使用光纤通道来传送，光纤通道收发闭锁信号方式和专用收发信机类似，称为光纤纵联距离保护。

（二）纵联距离方向元件

零序方向元件设正、反两个方向元件。反向元件的灵敏度高于正向元件。正向元件的零序电流定值 I_{0set}^+ 与反向电流定值 I_{0set}^- 之间的关系为

$$I_{0set}^+ > I_{0set}^-$$

零序方向元件主要是作为高阻接地故障时阻抗方向元件灵敏度不足时的后备元件，以提高纵联保护在高阻接地故障时的灵敏度。

零序方向元件的电压门坎取为固定门坎加浮动门坎，浮动门坎根据正常运行时的零序不平衡电压计算，既防止正常运行时零序方向元件的误动，也提高了高阻接地时零序方向元件的灵敏度。

零序方向元件在合闸加速脉冲期间带 100ms 延时，以防止在线路合环时因为三相开关不同时闭合而导致误动作。保护用电压引自母线电压互感器，线路在非全相运行时相当于不对称故障发生在区内，零序方向元件可能会误动，在非全相运行时要退出。

（三）起动发信元件

闭锁式纵联距离保护有保护起动发信、远方起动发信和通道检查起动发信三种起动发信方式。下面说明这三种方式及其相互的配合。光纤纵联距离保护从原理上与闭锁式纵联距离保护是一致的。

1. 保护起动发信元件

保护起动发信逻辑框图如图 1-3 所示。在保护起动后和保护整组复归之前，通过逻辑门 DO5、DA7、DO2 和 DA11 强制发信，在停信元件动作后通过 DA11 停止发信。

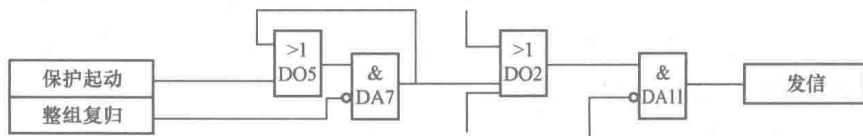


图 1-3 保护起动发信逻辑框图

2. 远方起动发信元件

设置远方起动发信元件（使用收发信机）的作用。

(1) 可以提高被保护线路两侧闭锁式纵联保护装置配合工作的可靠性，防止在下列情况下保护误动作。

1) 具有了远方起动发信元件，则远故障侧保护起动发出闭锁信号，近故障侧在收到远故障侧的闭锁信号后起动发信发出连续的闭锁信号，使远故障侧保护不会误动作。

2) 发生区外故障，近故障侧的起动发信元件因故不能起动发信时，远方故障侧停信元件如果灵敏度足够而动作就可能误跳闸。

3) 可以方便闭锁式通道的检查，而不必由两侧的值班人员同时配合进行。

(2) 为了充分发挥远方起动发信元件的作用，收发信机必须实现收信起动的自保持。

(四) 停信元件

闭锁式纵联保护停信元件包括正方向元件动作停信、其他保护动作停信、本保护动作停信、断路器位置停信和弱馈保护停信五种实现方式。

对于正方向元件动作停信和弱馈保护停信，为了能可靠与远方起动发信元件配合，以防止正方向区外故障时，还没来得及收到对侧的闭锁信号就停信而导致误动，需要在收信后再延时投入停信元件，延时的时间应大于高频信号在线路上的往返传输时间及对侧收发信机的发信动作时间之和，该延时一般在 5~10ms 之间。

三、闭锁式纵联方向保护

闭锁式纵联方向保护和闭锁式纵联距离保护的基本原理，绝大多数逻辑是相同的，只是方向元件有所不同。

闭锁式纵联方向保护的起动发信逻辑、远方起动发信逻辑、通道检查起动发信逻辑、正方向元件停信逻辑、其他保护动作停信逻辑、弱馈保护、功率倒向逻辑和纵联保护跳闸元件以及方向元件的要求，都是和闭锁式纵联距离保护相同的。

(一) 工频变量方向元件和零序方向元件

应用叠加原理可把故障状态分解为非故障状态和故障附加状态，如图 1-4 所示。故障附加状态时在短路点加上与该点非故障状态下大小相等、方向相反的电压，并令网络内所有电动势为零的条件下得到的，故障附加状态网络中的量就是故障分量。

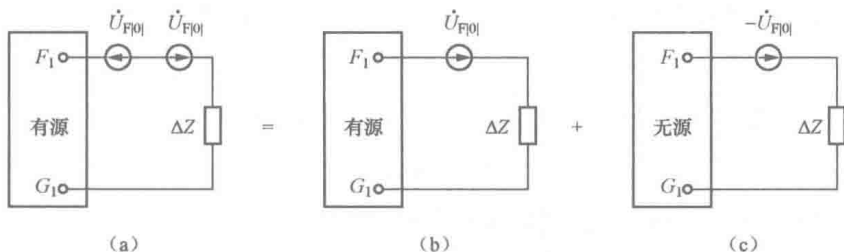


图 1-4 利用叠加原理分析短路故障

(a) 故障状态; (b) 非故障状态; (c) 故障附加状态

零序方向元件和工频图变量方向元件分别比较各分量电压电流的相位。图 1-5 所示

为故障分量计算用的附加状态网络图。

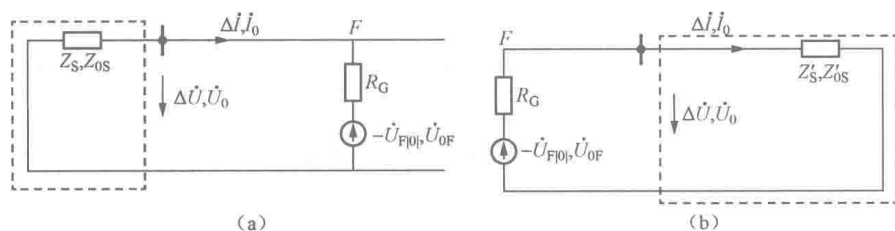


图 1-5 故障分量计算用的附加状态网络图

(a) 正方向故障；(b) 反方向故障

假设电流的正方向由母线指向线路，在正方向短路时如图 1-5 (a) 所示，可写出

$$\Delta \dot{U} = -Z_s \Delta \dot{I}$$

在反方向短路时如图 1-5 (b) 所示，可写出

$$\Delta \dot{U} = Z'_s \Delta \dot{I}$$

式中 Z_s 为母线背后等效电源的阻抗， Z'_s 为线路和对侧等效电源的阻抗。可见，利用故障分量的方向元件有明确的方向性。实际上的方向元件是比较故障分量电压和电流在模拟阻抗 Z_r 、 Z_s 及 Z'_s 的阻抗角相等，所以正方向故障时

$$\arg \frac{\Delta \dot{U}}{Z_r \Delta \dot{I}} = \arg \left(-\frac{Z_s}{Z_r} \right) = 180^\circ$$

反方向故障时

$$\arg \frac{\Delta \dot{U}}{Z_r \Delta \dot{I}} = \arg \left(\frac{Z'_s}{Z_r} \right) = 0^\circ$$

可得工频突变量方向元件在正方向故障时的判据为

$$270^\circ > \arg \frac{\Delta \dot{U}}{Z_r \Delta \dot{I}} > 90^\circ$$

在反方向故障时的判据为

$$90^\circ > \arg \frac{\Delta \dot{U}}{Z_r \Delta \dot{I}} > -90^\circ$$

对于零序分量，如图 1-5 所示，正方向故障时

$$\dot{U}_0 = -Z_{0s} \dot{I}_0$$

式中 Z_{0s} 为母线背后等效电源的零序阻抗。反方向故障时

$$\dot{U}_0 = Z'_{0s} \dot{I}_0$$

式中 Z'_{0s} 为线路和对侧等效电源的零序阻抗之和。

可得零序方向元件在正方向故障时的判据为

$$270^\circ > \arg \frac{\Delta \dot{U}_0}{Z_{Or} \Delta \dot{I}_0} > 90^\circ \quad (1-1)$$

式中 Z_{Or} 为元件中的模拟阻抗，其相角与电源的零序阻抗角相等。



(二) 工频变量方向元件的特点

由以上分析可知,反应故障分量方向元件的测量相角不受过渡电阻的影响,固定为 180° 或 0° ,在最大灵敏角下跃变,能非常明确地判断方向。

- (1) 不受负荷状态的影响。
- (2) 不受故障点过渡电阻的影响。
- (3) 故障分量的电压、电流间的相角由母线背后的系统阻抗决定,方向性明确。
- (4) 可消除电压死区。

(三) 工频变量方向元件和零序方向元件区别

纵联保护一般同时采用两类故障分量方向元件,以发挥各自的优点,弥补对方的不足。由于突变量方向元件能反应所有类型的故障,所以它是主保护,但突变量只能短时存在,在突变量输出消失后,零序方向元件可以作为后备保护的方向元件。

(1) 零序方向元件只能反应接地故障,而突变量方向元件可以反应各种故障。

(2) 只要接地故障存在,零序分量就存在,所以零序方向元件既可以实现快速的主保护,也可以实现延时后备保护;突变量只能在故障后短时计算出来,只能作为瞬时动作的主保护。

(3) 两相运行时也有零序分量出现,所以零序方向元件不适应系统的两相运行;突变量在两相运行时的稳态不会起动,在两相运行又发生故障时仍能动作。

(4) 负序方向元件的原理与零序方向元件相同,由于负序分量在系统振荡情况下有不平衡输出等缺点,在纵联方向保护中应用的较少。

四、光纤纵联差动保护

差动保护是一种依据被保护电气设备进出线两端电流差值的变化构成的对电气设备的保护装置,一般分为纵联差动保护和横联差动保护。线路的差动保护属纵联差动保护,用于保护线路全长,通过比较线路两侧的差动电流大小来确定故障在线路区内还是区外。

(一) 输电线路电流纵差保护原理

输电线路电流纵差保护基本保护原理也是基于基尔霍夫电流定律,它能够理想地使保护实现单元化,原理简单,不受运行方式变化的影响,而且由于两侧的保护装置没有电联系,提高了运行的可靠性。光纤电流差动保护是在电流差动保护的基础上演化而来的,目前线路电流差动保护在输电线路大量使用,其灵敏度高、动作简单可靠快速、能适应电力系统震荡、非全相运行等优点,是其他保护形式所无法比拟的。光纤电流差动保护在继承了电流差动保护的这些优点的同时,以其可靠稳定的光纤传输通道保证了传送电流的幅值和相位正确可靠地传送到对侧。

当线路在正常运行或发生区外故障时,线路两侧电流相位是反向的。如图 1-6 所示,为单相短路电流示意图,假设 M 侧为送电端, N 侧为受电端,则 M 侧电流为母线流向线路, N 侧电流为线路流向母线,两侧电流大小相等方向相反,此时线路两侧的差电流为零;当线路发生区

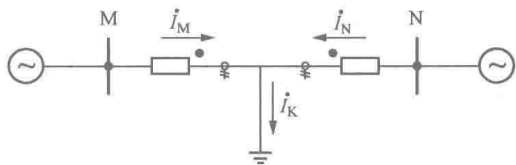


图 1-6 单相短路电流示意图

内故障时，故障电流都是由母线流向线路，方向相同，线路两侧电流的差电流不再为零，当其满足电流差动保护的動作特性方程时，保护装置发出跳闸令快速将故障相切除。

线路光纤分相电流差动保护借助于线路光纤通道，实时地向对侧传递采样数据，同时接收对侧的采样数据，各侧保护利用本地和对侧电流数据按相进行差动电流计算。根据电流差动保护的制动特性方程进行判别，判为区外故障时保护不动作，判为区内故障时动作跳闸。如图 1-7 所示，为光纤电流差动保护系统的典型构成。

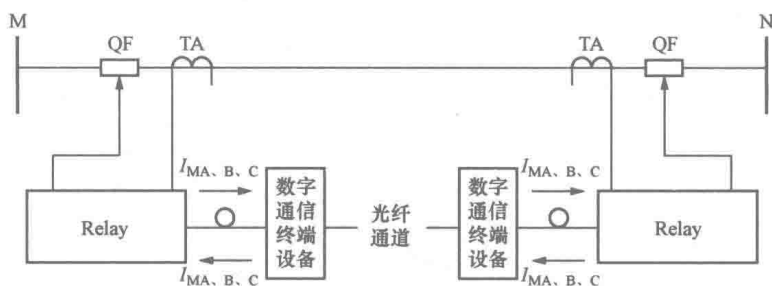


图 1-7 光纤电流差动保护系统典型构成

对于光纤分相电流差动保护而言，其差动保护一般采用如图 1-8 所示的双斜率制动特性，以保证发生穿越故障时的稳定性。图中， I_d 表示差动电流， I_r 表示制动电流， K_1 、 K_2 分别表示不同的制动斜率。采用这样的制动特性曲线，可以保证在小电流时有较高的灵敏度，而在电流大时具有较高的可靠性，即当线路末端发生区外故障时，因电流互感器发生饱和和产生传变误差，此时采用较高斜率的制动特性更为可靠。由于线路两侧电流互感器的测量误差和超高压线路运行时产生的充电电容电流等因素，差动保护在利用本地和对侧电流数据按相进行实时差电流计算时，其值并不为零，也即存在一定的不平衡电流。光差动保护必须按躲过此电

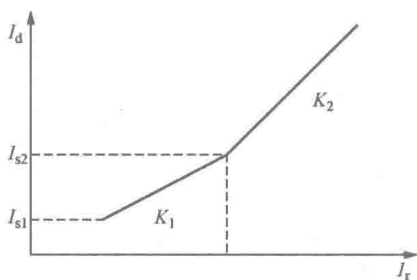


图 1-8 光纤电流差动保护的制动特性

流值进行整定，但最小差电流整定值 I_{s1} 不能整定为零。如何躲过该不平衡电流对差动保护的影响，不同类型的保护装置其采用的整定方法也不尽相同，一般采用固定门坎法进行整定，即将在正常运行中保护装置测量到的差电流作为被保护线路的纯电容电流，并将该电流值乘以系数（一般为 2~3）作为差动电流的動作门坎。当差动元件判为区内故障发出跳闸命令时，除跳开线路本侧断路器外，还借助于光纤通道向线路对侧发出联跳信号，使得对侧断路器快速跳闸。

（二）光纤分相电流差动保护对通信系统的要求

光纤电流差动保护借助于通信通道双向传输电流数据，供两侧保护进行实时计算。一般采用两种通信方式：一种是保护装置以 64kbps/2Mbps 速率，按 ITU-T 建议 G.703 规定于数字通信系统复用器的 64kbps/2Mbps 数据通道同向接口，即复用 PCM 方式；另一种是保护装置的数据通信以 64kbps/2Mbps 速率采用专用光纤芯进行双向传输，即专用光纤方式。光纤电流差动保护与通信系统连接示意图如图 1-9 所示。

光纤纵联差动保护動作方程（区外故障或正常负荷）如下。

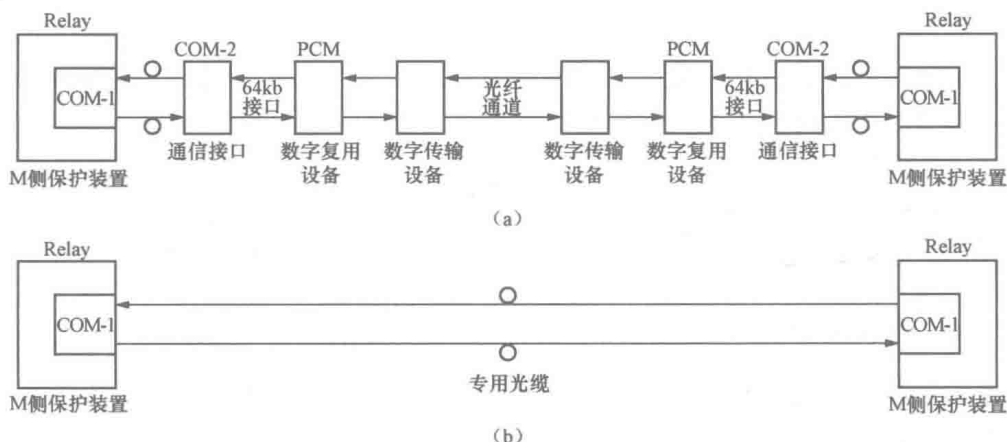


图 1-9 光纤电流差动保护与通信系统连接示意图

(a) 复用方式; (b) 专用方式

差动动作电流为

$$I_{CDph} = |\dot{I}_M + \dot{I}_N| = |\dot{I}_K - \dot{I}_K| = 0 \quad (1-2)$$

线路外部短路忽略分布电容电流、负荷电流、TA 误差。

差动制动电流为

$$I_{Rph} = |\dot{I}_M - \dot{I}_N| = |\dot{I}_K + \dot{I}_K| = 2|\dot{I}_K| \quad (1-3)$$

光纤电流差动保护要求线路两侧的保护装置的采样同时、同步，因此时钟同步对光纤电流差动保护至关重要。当电流差动保护采用专用光纤通道时，保护装置的同步时钟一般采用“主-从”方式，即两侧保护中一侧采用内部时钟作为主时钟，另一侧保护则应设置成从时钟方式。设置为从时钟侧的保护装置，其时钟信号从对侧保护传来的信息编码中提取，从而保证与对侧的时钟同步。当采用复用 PCM 方式时，复用数字通信系统的数据通道作为主时钟，两侧保护装置均应设置为从时钟方式，均从复用数字通信系统中提取同步时钟信号，否则保护装置将无法与通信系统数据通道进行复接。

五、线路距离保护

(一) 距离保护的提出

电流保护在满足电力系统对继电保护要求上性能不理想，主要表现他是以线路短路电流作为反应短路故障位置的量，是一个电气量，同负荷电流一样，受系统运行方式影响很大，所以它的保护范围不稳定，表现在以下几方面。

(1) 电流保护的优点是简单、可靠、经济。缺点是选择性、灵敏性、快速性很难满足要求（尤其 35kV 以上的系统）。

(2) 电流速断保护的保护区受系统运行方式影响大，在最大运行方式时不误动作的条件下，在系统最小运行方式时，实际保护区可能很小，甚至为零。

(3) 电流保护Ⅲ段，虽然系统发生短路时不是依靠短路电流大小，而是依靠动作时限配合来判断短路位置，但在负荷电流情况下电流继电器不能动作，所以应避免最大负荷电流。因此，受系统运行方式变化的影响，当系统属于最小运行方式时，过电流保护



灵敏度很小，甚至为零。

所以，要提高线路保护性能，必须采用新的保护原理，用新的物理量反映线路故障的位置。距离保护的性能比电流保护更加完善。图 1-10 所示为距离保护原理示意图。

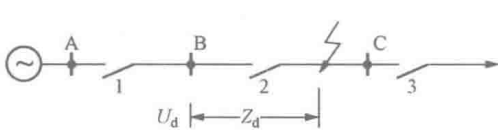


图 1-10 距离保护原理示意图

$$Z_{\text{IId}} = Z_d = \frac{\dot{U}_d}{\dot{I}_d} < Z_f = \frac{\dot{U}_e}{\dot{I}_f}$$

反映故障点到保护安装处的距离——距离保护，它基本上不受系统的运行方式的影响。

距离保护是从根本上解决电力系统运行方式对继电保护中故障点定位与判断影响的一种方法。从实现保护原理上看，距离保护于电流保护并无不同之处，但距离保护中用来判断故障位置的量是非电气量距离，而不是受电力系统运行方式影响很大的电流量。

（二）距离保护测量

由于目前短路距离的测量有很多方法，包括线路保护动作分析、故障录波器分析、雷电定位三种方法。保护动作分析法可以分析每条线路，只要线路装有继电保护，就可以通过保护的動作情况进行分析，适应性很广，并且不用投资，但是，它的误差比较大。

故障录波器分析法能够比较准确地计算出故障距离，直截了当地判断出故障点，是一种主要的分析方法，但它只能适应于装有故障录波器的厂站。220kV 以上变电站都装有故障录波器，而 110kV 变电站就很少装有故障录波器，110kV 及以下的线路没办法用故障录波器进行分析。

雷电定位方法可精确在 220m 范围以内，几乎可以直接指出雷击的位置。但它仅限于雷电引起的故障，对于污闪或其他原因引起的故障没办法判断。往往在雷电时，1min 内可接收到十几个、上百个雷，较难判断真正引起线路故障是哪一个雷。并且存在一个要与故障录波器、保护时间互相校正的问题。

用阻抗测量代替距离测量，虽然只是测量方式的改变，但却使距离保护失去了按距离测量构成线路保护的初衷，因为阻抗是电量的距离实际上有不同的概念，特别是用继电器所测定的只是“感受阻抗”，对线路来说，只是在特定情况下，它才能准确反映短路阻抗，为此，必须采取很复杂的措施，才能保证以阻抗测量原理构成的所谓距离保护实现正确的故障判断和故障点定位。

所以严格来说，现在继电保护中所谓的距离保护实际上是阻抗保护，为了保证这种保护能实现正确的故障判断和测量，它拥有继电保护最复杂的结构和逻辑设计，其根本原因就是因为它用阻抗测量代替了距离测量。

（三）以阻抗测量方式构成的距离保护工作原理

以阻抗测量构成的距离保护在原理上同电流保护完全相同，只不过用阻抗测量代替电流测量，仍旧是通过电气量的定量测量确定故障性质及故障位置的保护。

图 1-11 所示为通过阻挠测量实现的距离保护工作原理图。同电流保护一样，距离保护也由三段构成。

（1）距离保护 I 段。相当于电流速断保护，它是依靠动作阻抗定值 $Z_{\text{set}\cdot\text{I}}$ 取得动作选择性，因而动作无时限。为了防止区外故障时失去选择性而动作，故 $Z_{\text{set}\cdot\text{I}}$ 应按下列式整定

$$Z_{\text{set}\cdot\text{I}} = K_k Z_L$$