



第九章 母线保护

- 发电厂和变电所的**母线**是电力系统中的一个重要组成元件
- 母线上发生故障时，将使连接在故障母线上的**所有元件**在修复故障母线期间，或转换到另一组无故障母线上运行以前被迫**停电**
- 此外，在电力系统中枢纽变电所的母线上发生故障时，还可能引起**系统稳定的破坏**，造成严重的后果

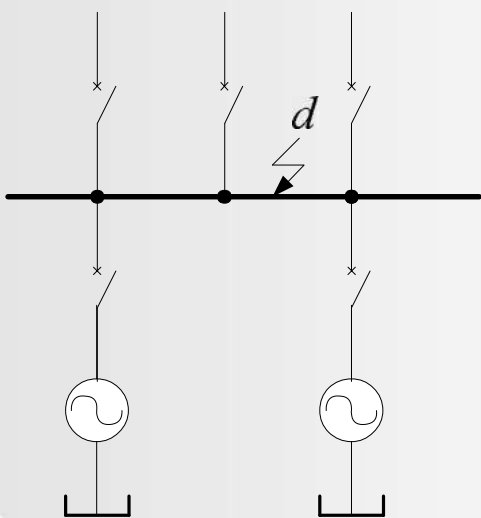
9.1 装设母线保护的基本原则

- 母线上发生的短路故障可能是各种类型的**接地和相间短路故障**
- 母线短路故障类型的比例与输电线路不同。在**输电线路**的短路故障中，单相接地故障约占故障总数的**80%**以上
- 而在母线故障中，大部分故障是由**绝缘子对地放电**所引起的
- 母线故障开始阶段大多表现为**单相接地故障**，而随着短路电弧的移动，故障往往发展为**两相或三相接地短路**

9.1 装设母线保护的基本原则

一般来说，不采用专门的母线保护，而利用供电元件的保护装置就可以把母线故障切除：

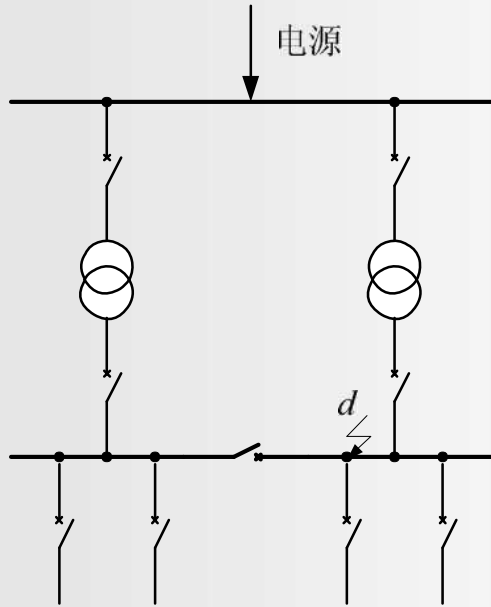
如图所示的发电厂采用单母线接线



若接于母线的线路对侧没有电源，此时母线上的故障就可以利用发电机的过电流保护使发电机的断路器跳闸予以切除

9.1 装设母线保护的基本原则

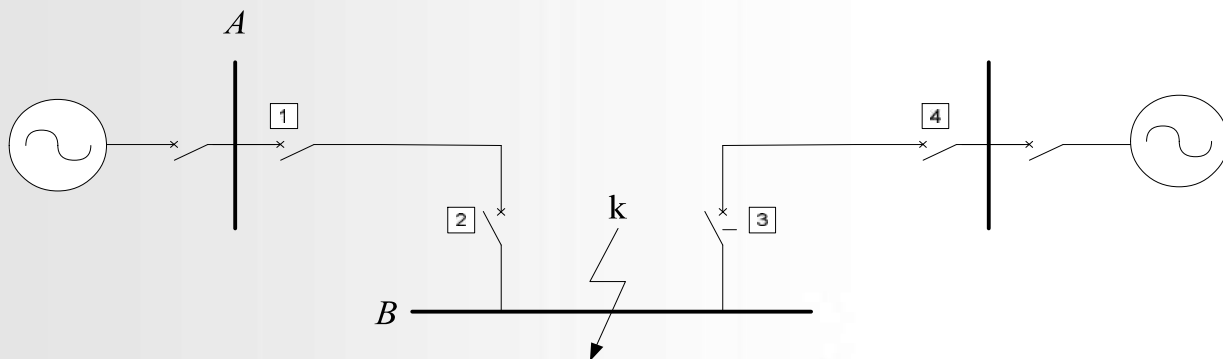
如图所示的降压变电所，其低压侧的母线正常时分开运行



若接于低压侧母线上的线路为馈电线路，则低压母线上的故障就可以由相应变压器的过电流保护使变压器断路器跳闸予以切除

9.1 装设母线保护的基本原则

如图所示的双侧电源网络（或环形网络）



当变电所B母线上d点短路时，则可以由保护1和4的第II段动作予以切除



9.1 装设母线保护的基本原则

- 但是，当利用供电元件的保护装置切除母线故障时，**故障切除的时间一般较长**。此外，当**双母线**同时运行或母线为**分段单母线**时，上述保护不能保证有**选择性地切除故障母线**
- 超高压枢纽变电站和大型发电厂的母线联系着各个地区系统和各台大型发电机组，**母线发生短路直接破坏了各部分系统之间或各台机组之间的同步运行，严重影响电力系统的安全供电**
- 对那些**威胁电力系统稳定运行、使发电厂厂用电及重要负荷的供电电压低于允许值的母线故障**，必须装设有**选择性的、快速母线保护**



9.1 装设母线保护的基本原则

- 在下列情况下应装设专门的母线保护：
 - 110kV及以上的双母线或者分段单母线上，应装设专用的母线保护
 - 110kV及以上的单母线，重要发电厂的35kV母线或者高压侧为110kV以上的重要降压变电所的35kV母线，应装设专用的母线保护



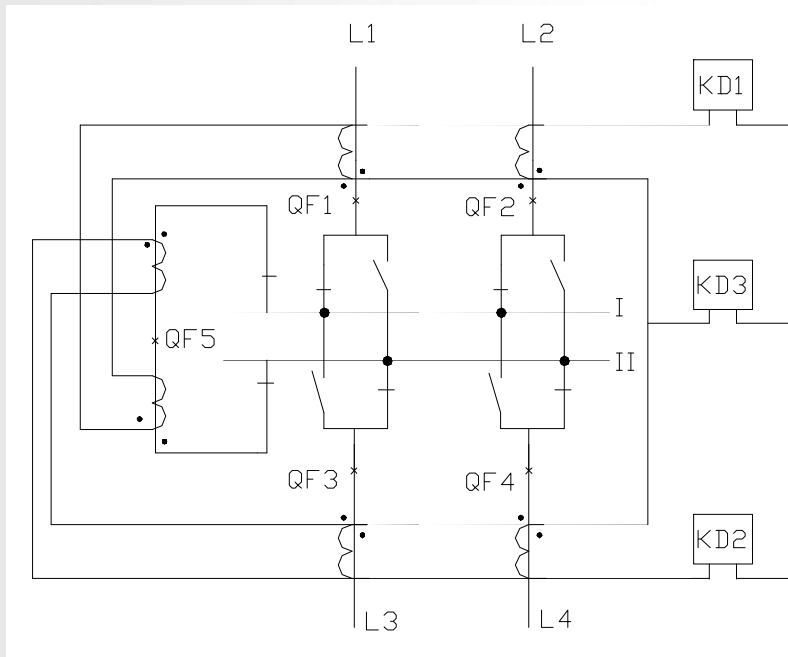
9.2 双母线同时运行时的母线保护

在电厂以及变电所重要的高压母线上，为了提高供电可靠性，一般采用双母线运行的方式。

要求：母线保护应具有选择故障母线能力、有选择地切除故障的母线。



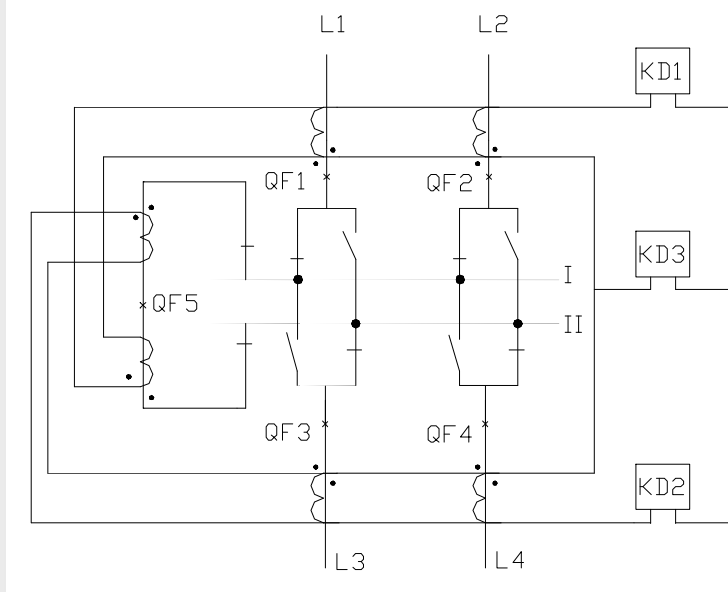
双母线同时运行时元件固定连接 的电流差动保护单相原理接线图：





保护由三组差动保护组成。第一组由L1、L2、母联及差动继电器KD1组成。

KD1为组母I
线故障选
择元件。



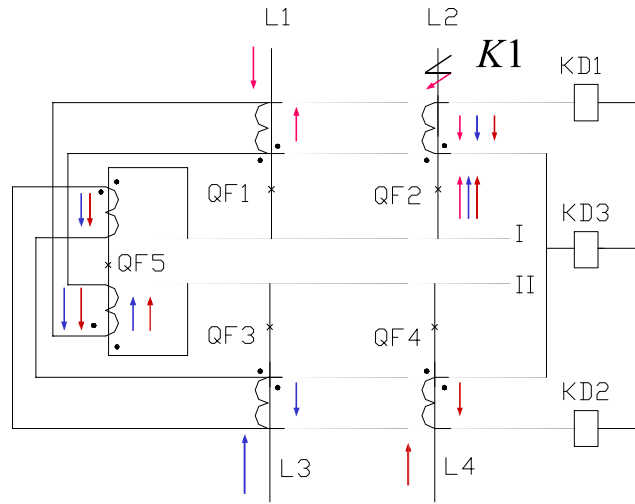


第二组由L3、L4、母联及差动继电器KD2组成。KD2为段母线故障选择元件。

第三组由所有线路、母联及差动继电器KD3组成，作为整个保护起动元件。

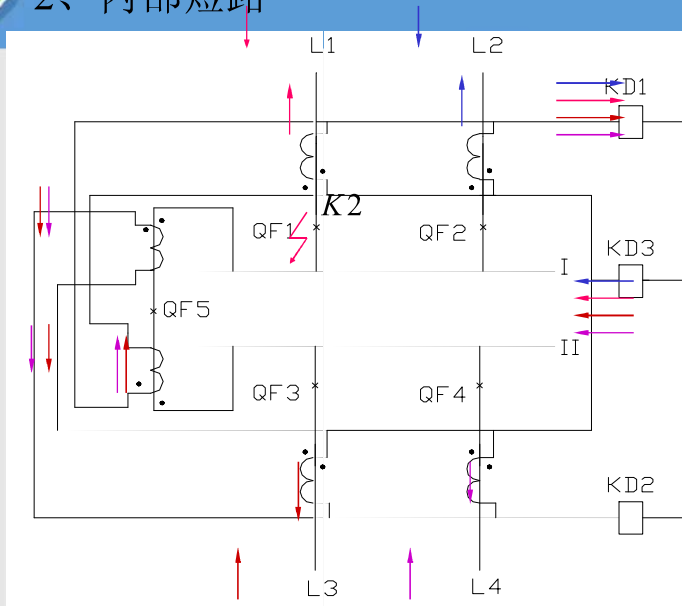


1、当元件固定连接保护区外短路



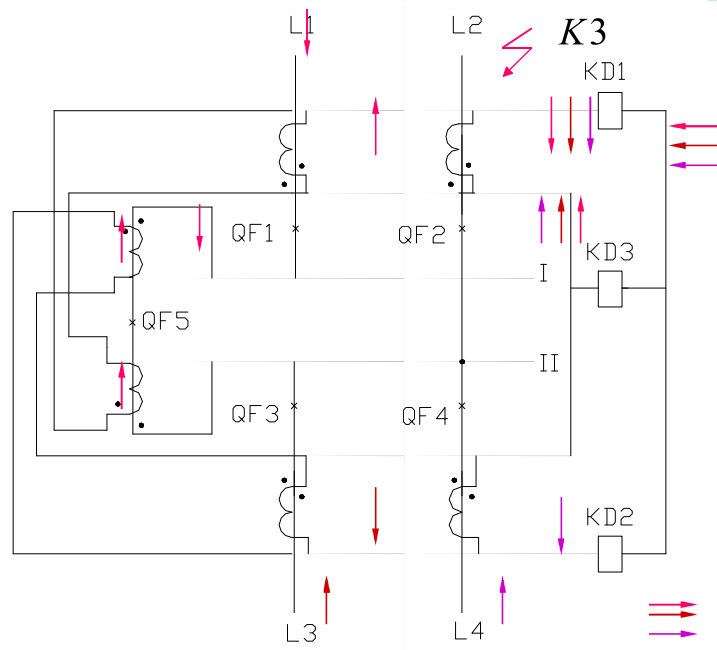


2、内部短路



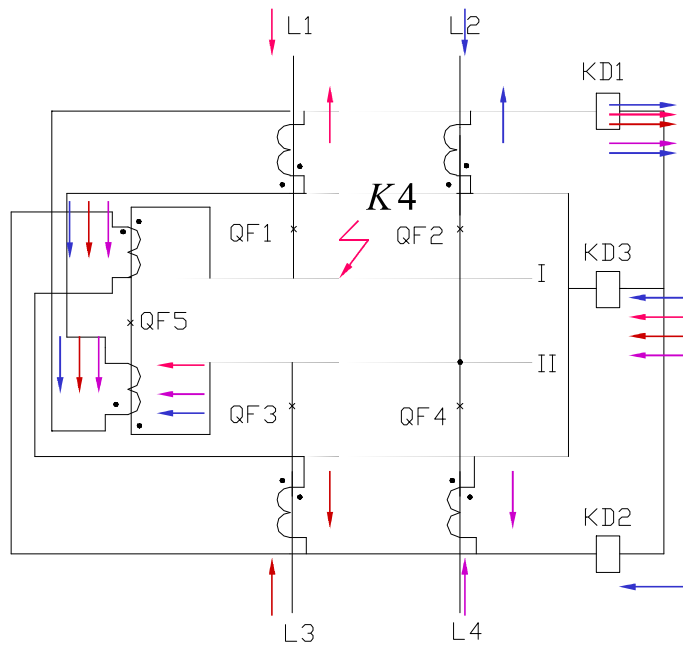


3、固定连接破坏，且外部短路





4、固定连接破坏，内部短路





结论：（1）固定连接未破坏，区外短路故障时，保护不起动；内部故障时保护动作具有选择性。

（2）固定连接破坏，外部短路故障时，保护不会误动。

（3）固定连接破坏，且内部发生短路故障时，保护将失去选择性。



9.3 微机母线保护

微机母线保护分为差动原理和相位比较原理。

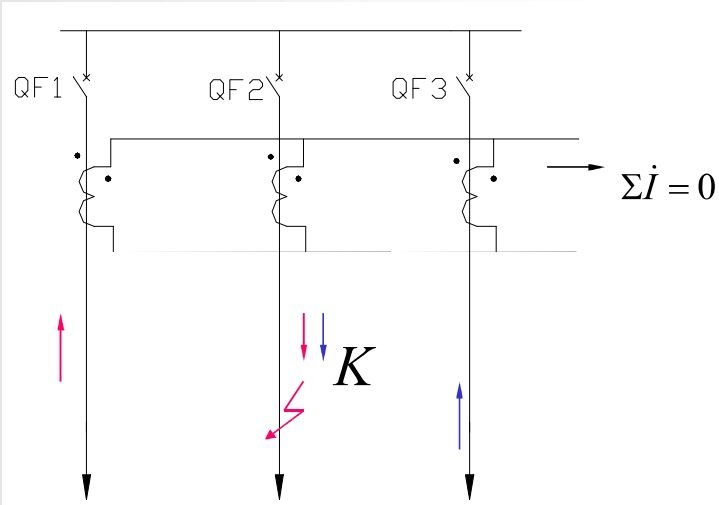
1、差动原理

差动原理的实质是基尔霍夫第一电流定律，将母线当作一个节点。

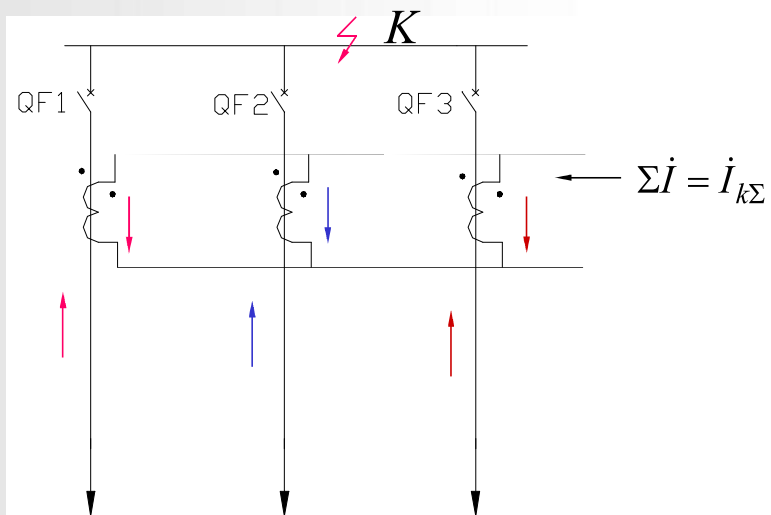
在正常运行及外部短路故障时，

各支路电流相量和为零。即

$$\Sigma \dot{I} = 0$$



在内部短路时, $\Sigma \dot{I} \neq 0$



流过差动保护的电流为短路点
总短路电流。



若为保证电流互感器二次断线时保护不误动及躲过不平衡电流，整定值就比较高，保护灵敏度将降低。为了解决这一问题，就引入带制动特性的差动判据。

主要判据有：

$$\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| - K \sum_{i=1}^N |\dot{I}_i| \geq I_{set}$$

$$\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| - KI_{i \max} \geq I_{set}$$

其中： $I_{i \max} = \max[|\dot{I}_1|, |\dot{I}_2|, \dots, |\dot{I}_N|]$



设差动电流为 $I_d = \left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right|$

制动电流为 $I_{res} = \sum_{i=1}^N |\dot{I}_I|$

或 $I_{res} = I_{i \max}$

则动作方程
可表示为 $I_d - KI_{res} \geq I_{set}$



从上式判据可见，为了提高外部短路故障的制动作用，但内部短路时由于制动量的存在降低了保护灵敏度。

解决办法采用综合判据：

$$\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| - K_1 \left\{ \sum_{i=1}^N |\dot{I}_i| - K_2 \left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| \right\}^+ \geq I_{set}$$



$$\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| - K_1 \left\{ \sum_{i=1}^N |\dot{I}_i| - K_2 \left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| \right\}^+ \geq I_{set}$$

正常运行及外部短路故障时，
差动电流

$$\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| \approx 0$$

制动电流较大，
所以有较大制
动量。



$$\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| - K_1 \left\{ \sum_{i=1}^N |\dot{I}_i| - K_2 \left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| \right\}^+ \geq I_{set}$$

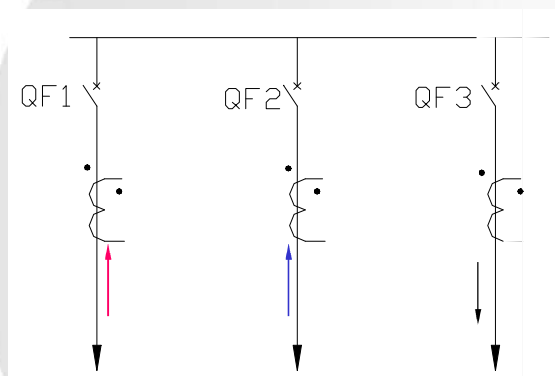
内部故障时, $\left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| \approx \sum_{i=1}^N |\dot{I}_I|$

制动量为零, 保护判据有足够灵敏度。

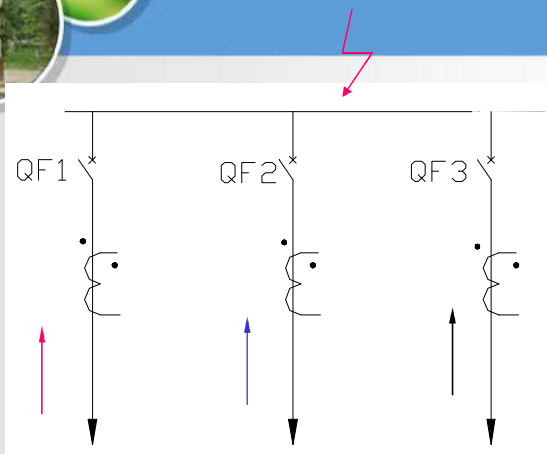
$$K > 0 \text{ 取 } \{K\}^+ = K \quad K \leq 0 \text{ 取 } \{K\}^+ = 0$$



2、相位比较原理



正常运行或外部短路故障时，流入各支路电流相量和为零，即支路电流中瞬时值有正、有负。



也就是说，一段时间电流瞬时值为正，另一段时间为负。

在不考虑内部故障有电流流出时或外部短路电流互感器严重饱和时，各支路电流基本同向。



由于相位比较只比较相位，与幅值无关，因此无需考虑电流互感器同变比问题，提高了保护使用的灵活性。

注意：这种保护难于满足母线内部故障有电流流出和外部短路电流互感器严重饱和的情况。

只要电流互感器是线性传变的，在任一瞬间，差动关系总是成立的。