

短路电流

开关开合与暂态过程 2

1. 直流分量百分数

由于存在直流分量，在短路发生后的一段时间内短路电流是非对称的。非对称性会衰减，这取决于电网的时间常数。根据 IEC62271-100，标准直流时间常数是 45ms，该值对于大多数实际情况是适合的，但是标准时间常数 45ms 对某些系统可能是不适合的。在那种情况下，规定了与断路器额定电压相关的特殊直流时间：

额定电压 52kV 及以下为 120ms；

额定电压从 72.5kV 到 420kV(包括 420kV)为 60ms；

额定电压 550kV 及以上为 75ms。

在短路电流起始后的任意时刻，电流的非对称性可以用非对称电流的直流分量 I_{DC} 的百分数 P 和对称分量峰值 I_m 来表示(见图 4):

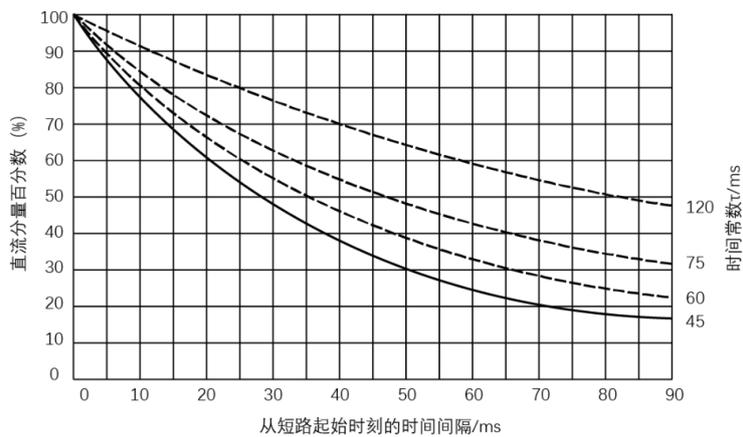
$$p = \frac{I_{DC}}{I_m} 100\% \quad (6-6)$$

在不同时间常数下，由完整的非对称电流波形导出的直流分量百分数与时间的关系如图 3 所示。图中曲线是基于恒定对称分量和标准直流时间常数 $\tau=45ms$ ，以及 60ms、75ms 和 120ms 的特殊工况时间常数。

对称分量本身可能会衰减，这取决于电源发电机的次瞬态或瞬态电抗是否成为故障电路全部阻抗的重要组成部分。

断路器应该能够关合与开断实际电网中出现的具有不同直流时间常数的额定短路开断电流及以下的所有非对称短路电流。为了定义在运行条件下，预期非对称电流负荷相关的断路器额定值，IEC 引入了两个概念：

- 1) 触头分离时刻的直流分量的概念；
- 2) 电流零点时刻的直流分量的概念。



对于标准时间常数和不同工况的时间常数，直流分量百分数与从短路起始时刻的时间间隔的关系

触头分离时刻的直流分量百分数包含在目前已经废弃的标准 IEC60056 和现标准 IEC62271-100 的第 1 版中。对于对称试验方式，这一概念仍然采用，但对于非对称试验方式，在 IEC62271-100 的第 2 版中这一概念已经改变。计算确认前一个触头分离时刻的直流分量的概念会导致负载与运行条件下的预期情况不同，包括小半波和大半波开断。

规定电流零点时刻的直流分量的新概念使下述方法成为可能

使用通过特定试验得到的结果来涵盖不止一个直流时间常数额定值；

进行非对称试验的试验回路的直流时间常数与额定短路开断电流的额定时间常数不同。

与定义通用非对称准则等价性相关的参数如下：

- 1) 开断前最后一个电流半波的幅值；
- 2) 最后一个电流半波的持续时间；
- 3) 燃弧时间；
- 4) 电流零点时刻的 di/dt ；
- 5) 瞬态恢复电压(TRV)的峰值和波形。

控制 di/dt 和随后的 TRV 的参数是电流零点时刻的直流分量百分数。根据实际试验中测得的触头分离时刻的直流分量百分数 P_{CS} 和预期电流参考试验中测得的试验回路的直流时间常数 τ ，可以用下式计算出实际试验中电流零点时刻的直流分量百分数 P_0

$$P_0 = P_{CS} e^{-\frac{t_a}{\tau}} \quad (6-7)$$

式中， t_a 为燃弧时间