

短路电流

开关开合与暂态过程 1

短路电流

观察如图 1a 所示的电力系统的一部分。在正常运行时，数百安的负载电流流过各支路。如果在系统的某处出现短路，负载电流将变成高出 2 或 3 个数量级的短路电流。

如果短路发生在支路上的 A 点，通过简化的近似，系统可以用图 1b 所示的单相等效电路图来表示。电感 L 可以通过电网的短路容量 S_K 确定：

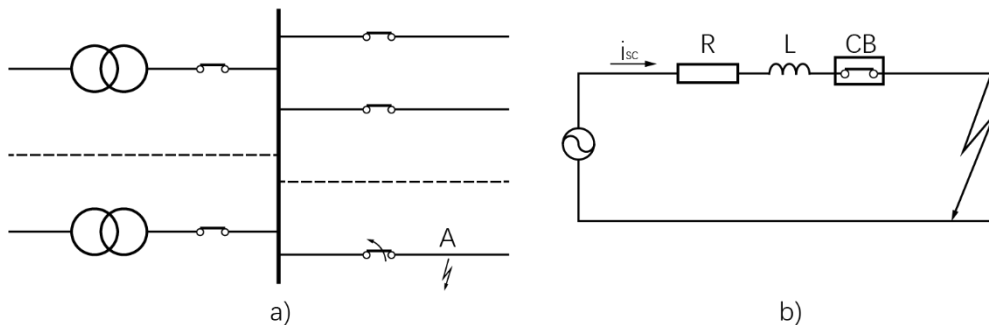


图1. a) 发生短路的电网；b) 单相等效电路

$$L = \frac{U^2}{\omega S_K}$$

式中 U——系统的线电压；

ω ——角频率， $\omega = 2\pi f$ 。

电阻代表电网中的损耗，通常与感抗 $X = \omega L$ 相比较小，约为其 5%-10%。

1. 短路电流与电压之间的关系

图 1b 中的电源电压为系统相电压：

$$u = U_m \sin (\omega t + \Psi) \quad (6-2)$$

相应的微分方程式为

$$U_m \sin(\omega t + \Psi) = Ri + L \frac{di}{dt} \quad (6-3)$$

式中， Ψ 表示当短路发生时($t=0$)，以电角度表示的在电压正弦波上该点到零点的距离。

在任意选取的短路时刻之前，通过电感 L 的初始电流相对于短路电流来说可认为是忽略不计的(见图 2)。因此，电感的磁通看作是零。由于磁通不能突变在短路刚发生的时刻磁必须保持为零。因此，会出现直流分量 i_{DC} ，其初始值等于短路发生时刻电流对称分量的瞬时值且极性相反。暂态过程结束后，系统电流会达到稳态对称值。电流滞后于电源电压几乎 90° ，这是因为短路阻抗主要是电感性的。在暂态期间，满容量短路电流是稳态对称分量 i_{sym} 和暂态直流分量 i_{DC} 的代数和：

$$i = i_{DC} + i_{sym} \quad (6-4)$$

暂态直流分量可以用简单的指数函数的形式来表示

$$i_{DC} = I_{DC} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (6-5)$$

式中 t ——短路起始后的时间；

τ ——电网的直流时间常数。

电网的时间常数是一个与时间相关的参数，出于实际的原因通常假定为常数 ($\tau = L/R$)。在实际电网中，时间常数在 30-75ms 的量级，虽然一些具有较高 L/R 比值的系统的直流时间常数会超过 120ms。

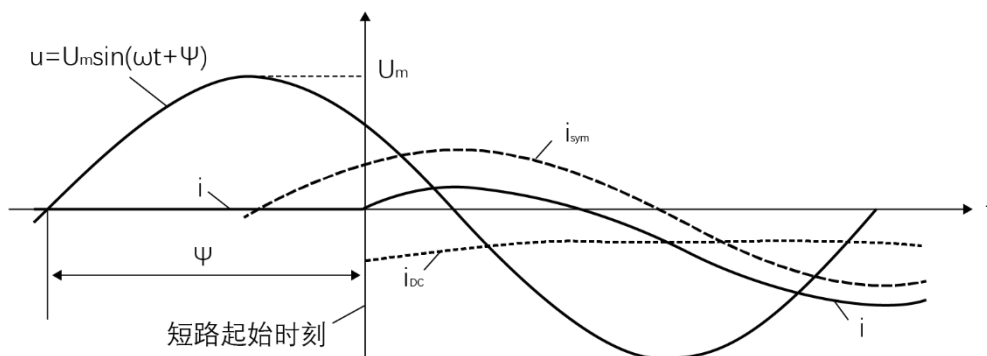


图2. 短路情况下的电压和电流