

# 小水电三相短路电流计算的两种方法

林明峰

(三明市水利局水电工作站, 福建 三明 365000)

**摘要:** 介绍了小型水电站相对于大型电站来说, 规模小, 投资省, 近十几年来, 各地都得到大发展。三相短路电流计算在小水电设计、施工、维护和运行过程中占有重要地位, 对工程质量、电气安全至关重要, 掌握简便快捷的方法, 较准确地计算三相短路电流对工作有益。

**关键词:** 小水电; 短路电流; 维护

**中图分类号:** TM612

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1003-0867(2012)03-0053-02

装机容量在 50 MW 及以下的水电站为小型水电站, 简称小水电, 大多位于山区农村, 规模较小, 电气设计较为简单。为了在电气装置的设计和运行中, 用来选择电气设备、选择限制短路电流的方式、设计继电保护装置和分析故障等目的, 须进行三相短路电流计算。小水电系统为简单电力系统, 可运用叠加原理, 采用运算曲线法和标么值法计算, 简单地近似计算三相短路电流。

## 1 计算小水电短路电流的特点

### 1.1 短路电流很重要

小水电规模小, 投资小, 相对而言短路电流也小, 电气设备较为简单, 甚至有的地方采用跌落式熔断器。因此为了安全, 较准确地计算三相短路电流显得十分重要, 以利于设备的选择和保护的整定。

### 1.2 方法简单灵活

小水电主接线较为简单, 一般是 2~4 台机组, 多为 2 台机组, 配一主变, 多采用扩大单元接线。三相短路电流计算相比于复杂系统显得简单, 方法也灵活, 多为手算。

### 1.3 采用实用计算

要十分准确计算三相短路电流是很复杂的, 同其它系统一样小水电也采用实用计算, 即近似了一些条件, 对小水电设计并无影响, 具有较好适应性。

## 2 工程概况

福建省三明天际水电站位于三明市明溪县夏阳乡, 装有两台混流式水轮发电机组, 装机 12.6 MW。电站主接线采用“两机一变”的扩大单元接线, 发电机侧电压为 6.3 kV, 主变压器为 SF9-16000/38.5, 出线侧电压为 35 kV “变压器—线路组”接线方式, 架设 35 kV 输电线路接入三明市沙县富口变电所。电站多年平均发电量 38389 MWh, 年利用小时数 3046 h, 电站现已投产发电。

天际水电站的主要接线如图 1 所示, 根据发电机、变压器、线路等额定参数, 取  $S_B = 100$  MVA,  $U_j = U_p$ , 归算到 35 kV 侧得的阻抗网络图, 2.54 为发电机电抗标么

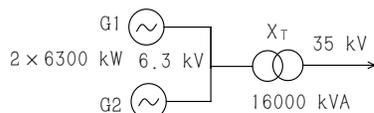


图1 天际水电站接线图

值, 0.47 为变压器阻抗标么值, 1.14 为线路及系统侧阻抗标么值。短路电流的计算是在系统最大运行方式下计算短路时的最大三相短路电流, 根据工程情况, 短路点应选择在发电机出口母线 d2 点和 35 kV 母线处 d1 点, 如图 2 所示。

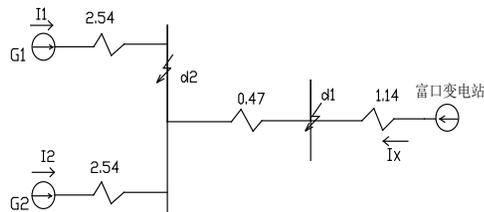


图2 短路点选择示意图

## 3 采用运算曲线法计算三相短路电流

### 3.1 进行网络化简

先以 d1 为短路点进行网络化简, 消除了短路点和各电源点以外的节点, 得到只有发电机节点和短路点的简化网络。各电源送到短路点的电流由各电源和短路点之间的阻抗所决定, 这个阻抗就是电源对短路点的转移阻抗。G1、G2 对 d1 的转移电抗为 1.74, 富口变对 d1 的转移电抗为 1.14, 如图 3。

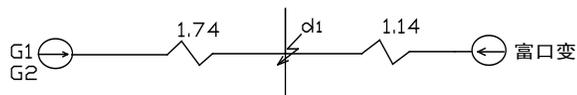


图3 富口变对短路点的转移阻抗

### 3.2 计算发电机侧的计算电抗。

网络图中的阻抗是按统一的基准值归算的, 将转移阻抗以发电机额定容量进行归算, 得到两水轮发电机的计算电抗  $X_{jsG1G2}$ 。

$$\begin{aligned} X_{jsG1G2} &= X_{G\Sigma} \times S_G/S_B \\ &= 1.74 \times 2 \times (6.3/0.8)/100 \\ &= 0.27405. \end{aligned}$$

### 3.3 查运算曲线求电流。

根据计算电抗 0.27405 查水轮发电机的运算曲线得到流向短路点 d1 某时刻的电流标么值。由水轮发电机运算曲线得  $t = 0$  s 电流标么值  $I^* = 4.05$ , 则得水轮发电机 G1、G2 对短路点 d1 的短路电流有名值为:

$$\begin{aligned} I_{kG1G2} &= I^* \times S_G / (1.732 U_p) \\ &= 4.05 \times 2 \times (6.3/0.8) / (1.732 \times 37) \\ &= 0.995 \text{ kA}。 \end{aligned}$$

### 3.4 运用叠加原理求总电流

天际水电站通过富口变电所, 直接接入三明沙县县电网, 电网侧可视为无穷大系统, 计算上可近似取系统提供的短路电流等于等值电抗标么值倒数, 则系统侧提供的短路电流有名值为:

$$\begin{aligned} I_{kx} &= S_B / (1.732 \times X_{\Sigma} \times U_j) \\ &= 100000 / (1.732 \times 1.14 \times 37) \\ &= 1.37 \text{ kA}。 \end{aligned}$$

运用叠加原理最后可得 d1 短路点总电流有名值为:

$$\begin{aligned} I_{kt} &= I_{kG1G2} + I_{kx} \\ &= 0.995 + 1.37 \\ &= 2.365 \text{ kA}。 \end{aligned}$$

## 4 采用标么值法计算三相短路电流

### 4.1 基本公式

$I_{kt}$  为短路电流有名值,  $I_{kt}^*$  为短路电流标么值,  $X_{\Sigma}$  为对短路点的总阻抗,  $X_{\Sigma}^*$  为对短路点的总阻抗标么值。

由  $I_{kt}^* = I_{kt} / I_B = U_B / 3^{1/2} X_{\Sigma} I_B = U_B / 3^{1/2} I_B X_{\Sigma} = X_B / X_{\Sigma}$ , 即可得到:  $I_{kt}^* = 1 / X_{\Sigma}^*$ ,  $I_{kt} = I_{kt}^* \times I_B = I_B / X_{\Sigma}^*$ 。

可见要计算短路电流关键是计算出短路回路总阻抗标么值。

### 4.2 计算 d1 点短路电流

同上所示化简后的短路回路阻抗图如图 4 所示。

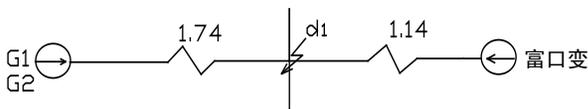


图4 简化后的短路回路阻抗图

采用标么值法计算中, 1.74 为 G1、G2 对 d1 点短路回路的阻抗, 1.14 为系统侧对 d1 点短路回路的阻抗。则运用公式, 基准电流有名值为:

$$\begin{aligned} I_B &= S_B / (1.732 U_B) \\ &= 100000 / (1.732 \times 35) \\ &= 1.65 \text{ kA}。 \end{aligned}$$

两水轮发电机提供的短路电流有名值为:

$$I_{kG1G2} = I_B / X_{G1G2\Sigma}^*$$

$$= 1.65 / 1.74$$

$$= 0.95 \text{ kA}。$$

系统提供的短路电流有名值为:

$$\begin{aligned} I_{kx} &= I_B / X_{\Sigma}^* \\ &= 1.65 / 1.14 \\ &= 1.48 \text{ kA}。 \end{aligned}$$

运用叠加原理最后可得 d1 短路点总电流有名值为:

$$\begin{aligned} I_{kt} &= I_{kG1G2} + I_{kx} \\ &= 0.95 + 1.48 \\ &= 2.43 \text{ kA}。 \end{aligned}$$

### 4.3 结果分析

上面两种方法中, 运算曲线法所得结果为 2.365 kA, 标么值法所得结果为 2.43 kA, 两个结果相近, 结论是对的, 相互验证了两种方法的正确性。

同样, 运用叠加原理, 采用运算曲线法或者标么值法中的任何一种, 同样可以较准确地计算出 6.3 kV 侧 d2 点的短路电流, 值得注意的是依据上述的基础数据计算得到的短路电流有名值必须以主变绕组比归算到 6.3 kV 侧, 才得到实际中 d2 点的短路电流。

## 5 结束语

这是两种简单实用的小水电三相短路电流计算, 可采用手算, 所得结果完全可以满足小水电工程需要。不仅如此, 这两种方法也适用于其它简单的电力系统短路电流计算。

### 参考文献

- [1] 李光琦. 电力系统暂态分析(第二版)[M]. 中国电力出版社, 1995.
- [2] 范锡普. 发电厂电气部分(第二版)[M]. 水利电力出版社, 1995.

(责任编辑: 刘艳玲)

## 资讯

### □ 沈阳供电公司完成盐密值测试

2012年2月7日, 辽宁省沈阳供电公司全面完成对 85 处送电线路盐密点、31 座变电站 39 处监测点的盐密值测试, 针对可能出现的污闪隐患, 沈阳供电公司积极组织送电、变电专业人员对线路、设备进行了盐密测试。该公司将依据盐密值指导线路运维工作, 分析明确所辖设备的外绝缘状况、设备所处地区的污秽程度、防污措施的薄弱点等, 为开展电网防污闪提供了第一手资料。

来源: 《国家电网报》