

基于 ETAP 的水电站电力系统继电保护定值计算及优化

阴晴 卜海峰

北京新亚盛创电气技术有限公司, 北京 100089

[摘要] 文章介绍了卡洛特水电站厂用电的保护定值计算, 并使用 ETAP 软件进行保护曲线配合和计算结果优化调整。当用反时限过流进行保护配合时, 整定计算的工作和校验比较复杂, 而借助工程软件可以极大提高整定效率和质量。

[关键词] 水电站; 继电保护; ETAP 软件; 保护曲线配合

DOI: 10.33142/hst.v3i4.2247

中图分类号: TE96

文献标识码: A

Calculation and Optimization of Relay Protection Setting Value of Hydropower Station Power System Based on ETAP

YIN Qing, BU Haifeng

Beijing Xinya Shengchuang Electric Technology Co., Ltd. Beijing, 100089, China

Abstract: This paper introduces the protection setting value calculation of auxiliary power of Karot hydropower station and uses ETAP software to coordinate protection curve and optimize calculation results. When the reverse time overcurrent is used for protection coordination, the work and verification of setting calculation are more complicated, but the setting efficiency and quality can be greatly improved by using engineering software.

Keywords: hydropower station; relay protection; ETAP software; protection curve coordination

1 电力系统概况及短路电流水平

本文以 500kV 卡洛特水电站厂用电系统为例来分析电力系统继电保护, 该电站内设 2 座 11kV 站, 分别为 11kV 厂内站和 11kV 溢洪道站。单线图如图 1 所示。

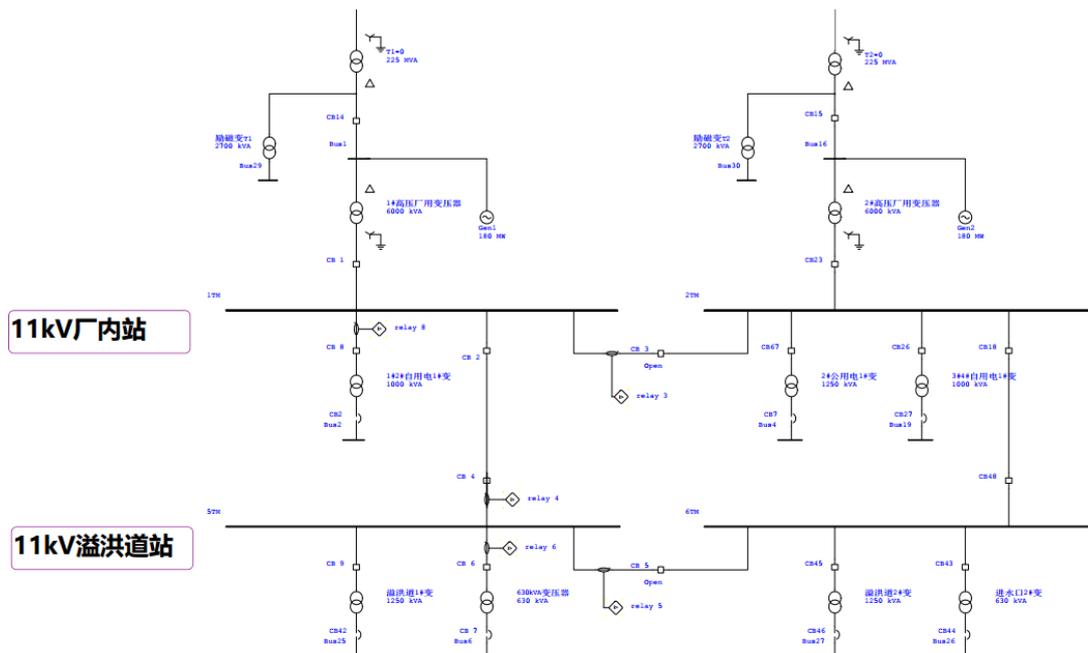


图 1 11kV 厂内站、11kV 溢洪道站

根据当地供电公司提供的最大、最小短路容量、发电机和变压器相关参数，在 ETAP 中计算出以下短路电流数据：

表 1 短路电流计算结果表

故障点	电压等级	流过设备名称	最大方式三相短路电流值 $I_{k.max}^{(3)}$	最小方式两相短路电流值 $I_{k.min}^{(2)}$
11kV 溢洪道母线	11kV	CB4	4220A	3310A
0.4kV 变压器低压侧母线	0.4kV	CB6	高压侧：772A	高压侧：667A
			低压侧：21230A	低压侧：15880A

2 继电保护整定计算

2.1 变压器低压侧出口断路器的保护 (CB7)

变压器参数：额定容量 630kVA，高压侧额定电流 33.1A，低压侧额定电流 909.3A，短路阻抗 6%，脱扣器型号 SACE PR121/P $I_n=2000A$

2.1.1 长延时保护

按照《DL/T 1502-2016 厂用电继电保护整定计算导则》，动作电流按躲变压器低压侧额定电流整定，即：

$$I_{set}=K_{rel}I_{LN}/K_{re}=1.1*909.3/0.95A=1052.9A, \text{取 } I_r=1050A, \text{延时 } t_r(3 I_r)=48s$$

式中： K_{rel} —可靠系数，取 1.1； K_{re} —返回系数，取 0.95； I_{LN} —变压器低压侧额定电流，909.3A；

2.1.2 短延时保护

动作电流按躲过所带电动机整组自启动电流整定，即：

$$I_{set}=K_{rel}K_{st}I_{LN}=1.2*2.5*909.3A=2727.9A, \text{取 } I_{sd}=3000A, \text{延时 } t_{sd}=0.4s$$

式中： K_{rel} —可靠系数，取 1.2； K_{st} —自启动系数，取 2.5； I_{LN} —变压器低压侧额定电流，909.3A；

2.2 变压器高压侧断路器的保护 (CB6)

变压器参数：额定容量 630kVA，高压侧额定电流 33.1A，低压侧额定电流 909.3A，短路阻抗 6%，保护装置 P121，CT 变比 100/5。

2.2.1 电流速断保护

动作电流按躲过变压器低压侧出口三相短路时流过保护的最大短路电流整定，即：

$$I_{set}=K_{rel}I_{k.max}=1.3*772A=1003.6A, \text{二次值 } I_{op}=I_{set}/n_{ct}=1003.6(100/5)A=50.2A, \text{延时 } t=0s$$

式中： K_{rel} —可靠系数，取 1.3； $I_{k.max}$ —变压器低压侧三相短路时流过保护装置的最大短路电流；

2.2.2 反时限过电流保护

动作电流按躲过变压器高压侧额定电流整定，即：

$$I_{set}=K_{rel}I_{HN}=1.5*33.1A=49.7A, \text{二次值 } I_{op}=I_{set}/n_{ct}=49.7(100/5)A=2.48A,$$

选用 IEC 极端反时限，时间常数 $T=0.78$

式中： K_{rel} —可靠系数，取 1.5； I_{HN} —变压器高压侧额定电流；

2.3 溢洪道变电所母线分段柜的保护 (CB5)

2.3.1 母线分段柜参数

最大负荷电流 160A，保护装置 P121，CT 变比 500/5

2.3.2 反时限过电流保护

动作电流按母线分段最大负荷电流整定，即：

$$I_{set}=K_{rel}I_N=2.5*160A=400A, \text{二次值 } I_{op}=I_{set}/n_{ct}=400(500/5)A=4A,$$

选用 IEC 标准反时限，时间常数 $T=0.15$

式中： K_{rel} —可靠系数，取 2.5； I_N —母线分段最大负荷电流；

2.4 溢洪道变电所进线柜的保护 (CB4)

2.4.1 进线柜参数

最大负荷电流 200A, 保护装置 P121, CT 变比 500/ 5

2.4.2 反时限过电流保护

动作电流按进线最大负荷电流整定, 即:

$I_{set} = K_{rel} I_N = 2.5 \times 200A = 500A$, 二次值 $I_{op} = I_{set} / n_{ct} = 500 (500/5) A = 5A$,

选用 IEC 标准反时限, 时间常数 $T = 0.175$

式中: K_{rel} —可靠系数, 取 2.5; I_N —进线最大负荷电流。

3 应用 ETAP 做保护曲线配合及定值优化

在 ETAP 中按上述定值录入后, 生成的配合曲线如图 2 所示, inrush 为变压器的励磁涌流点, 斜线为变压器的温升曲线, 变压器高压侧 relay6 的保护曲线应在变压器温升曲线下方, 并躲过励磁涌流点, 满足要求; 但是由图可以看出溢洪道母线分段 relay5 和溢洪道进线 relay4 之间时间级差 $\Delta t = 0.128s$ 不满足大于 0.2s 的要求, 可以对 relay4 反时限曲线向上略作调整, 时间常数 T 由 0.175 调整为 0.225, 时间级差 $\Delta t = 0.288s$, 曲线变为图 3, 由图 3 可见两组曲线配合趋于合理, 当母线故障时可以满足选择性的要求, 不发生越级跳闸事故。

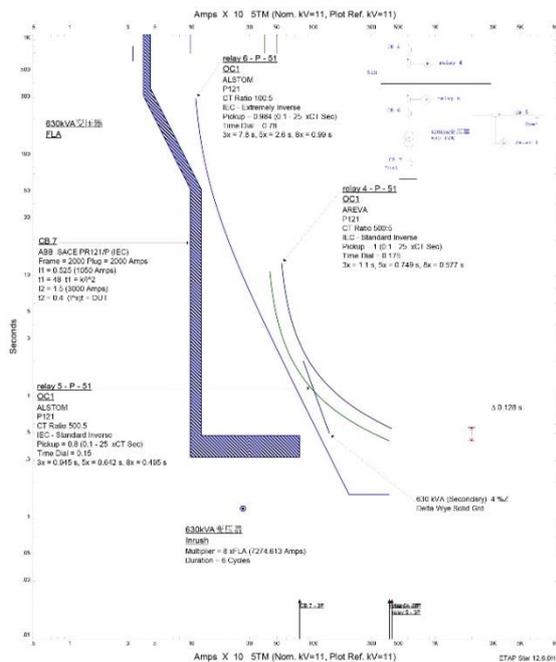


图 2 定值调整前

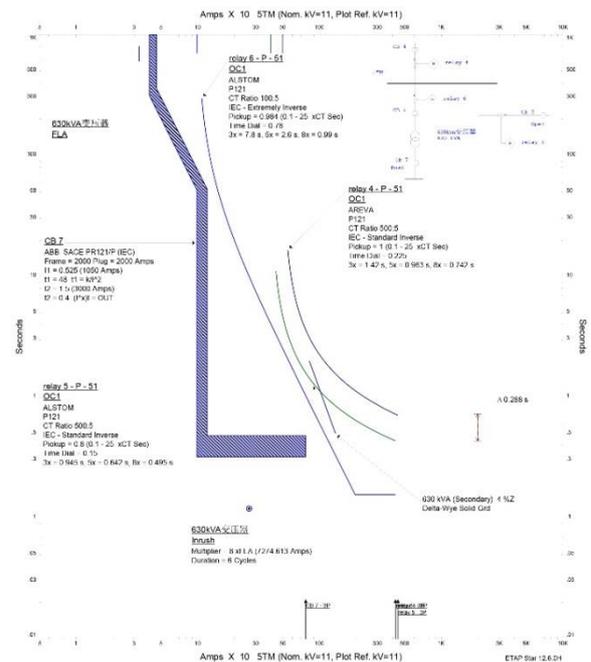


图 3 定值调整后

4 结语

本文结合 500kV 卡洛特水电站项目中的一个工程实例, 介绍了继电保护整定计算方法, 通过运用 ETAP 软件 TCC 曲线配合功能, 更加直观地发现反时限过流配合中存在的缺陷, 简单调整曲线便可以得出调整后的整定值, 这给继电保护工作者带来了极大的便利, 不用再采取传统手绘的方法进行校验, 显著的提升整定计算的效率和质量。

【参考文献】

[1] 蔡振华. 大型水电厂保护整定计算及其软件的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2008.

[2] 陈正宏. 邦朗水电站微机继电保护系统的调试及运行[J]. 云南水力发电, 2006(03): 80-82.

作者简介: 阴晴 (1990.9-), 男, 承德石油高等专科学校, 电气工程及其自动化, 北京新亚盛创电气技术有限公司, 电气工程师, 初级工程师。卜海峰 (1992.9-), 男, 河北科技大学, 电气工程及其自动化 (电力系统方向), 北京新亚盛创电气技术有限公司, 电气工程师, 初级工程师。