

厂用配电段联络运行的保护改造方案

史栓保

(内蒙古京海煤研石发电有限责任公司 内蒙古乌海 016000)

摘要: 火电厂机组启动和停机阶段, 发电机无法为厂用负荷提供电源, 故需外购电量, 由于厂用负荷中大型电动机较多, 外购电费用成为一项重要的支出。随着煤炭价格不断上涨, 大型火力发电厂运营成本不断增加, 为了提高经济效益, 火电厂进行厂用配电段联络改造, 本文提出保护部分改造的方案, 为同类改造提供借鉴经验。

关键词: 厂用配电段; 联络; 保护

Abstract: During the start-up and shutdown stage of thermal power plant, the generator can not provide power for the auxiliary load, so it needs to purchase electricity. Because there are many large motors in the auxiliary load, the cost of outsourcing power becomes an important expenditure. With the continuous rise of coal price, the operation cost of large-scale thermal power plant is increasing. In order to improve the economic benefits, the thermal power plant carries out the transformation of auxiliary power distribution section. This paper puts forward the transformation scheme of protection part, which provides reference for similar transformation.

Keywords: station service distribution section; connection; protection

引言

内蒙古京海电厂一期工程为 2 台 330MW 发电机组, 原设计 2 台机组高压厂用配电段独立运行。当某台机组停运后, 停运机组的 6kV 配电段的电源取自启动备用变压器, 公用系统仍处于运行状态, 故将产生外购电量。完成厂用配电段联络改造^[1]后, 单台机组运行期间, 停运机组厂用电源由运行机组提供, 明显降低了外购电费用。

1 改造方案

电气一次系统在每段高压厂用母线新增 1 台断路器, 断路器下口利用高压电缆进行连接, 将 1 号机 6kV A 段与 2 号机 6kV A 段联络, B 段同样进行联络, 一次系统如图 1 所示。

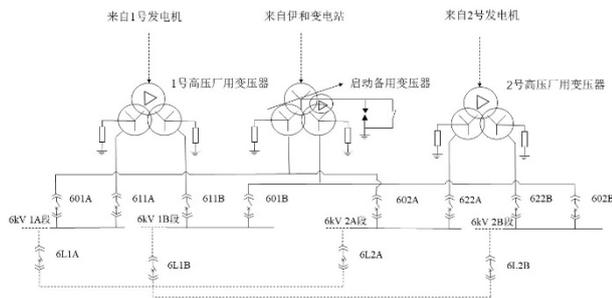


图 1 厂用配电段系统图

Fig. 1 Power distribution section system diagram

新增联络断路器柜各配置综合保护装置一台, 选择适用保护对象为短距离线路的型号, 具备差动保护、过流保护、零序保护等功能^[2]。电流互感器选择变比为 1000/5(二次侧 2 个绕组: 0.5/5P20, 0.5 级绕组额定容量为 20VA, 5P20 级绕组额定容量为 30VA)^[3]。每面开关柜新增零序电流互感器, 数量根据高压电缆数量确定, 二次侧绕组串联连接^[4], 用于采集零序电流。为保证运行机组安全, 防止联络高压电缆及停运机组侧范围的故障引起越级跳闸, 联络断路器之间的高压电缆投入差动保护作为主保护, 后备保护配置过流保护和零序保护, 保护定值设定要求与运行机组高压厂用变压器分支保护配合。

2 定值计算

以保证故障时不发生越级跳闸为原则, 按照联络段允许最大运行负荷为 4000kW 计算, 充分考虑与高压厂用变压器低压侧保护的配合关系, 具体计算过程如下:

a) 系统参数

联络段额定功率

$$P = 4000 \text{ kW}$$

断路器柜电流互感器变比

$$n_{TA} = 1000 / 5$$

b) 额定电流计算:

基准容量

$$S = 100 \text{ MVA}$$

基准电流

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6.3 \times 10^3} \text{ A} = 9164.56 \text{ A}$$

一次额定电流

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \cos \varphi} = \frac{4000}{\sqrt{3} \times 6.3 \times 0.9} \text{ A} = 407 \text{ A}$$

二次额定电流

$$I_e = \frac{I_n}{n_{TA}} = \frac{407}{200} \text{ A} = 2.04 \text{ A}$$

c) 差动保护

1) 差动速断保护电流

$$I_{cdsd} = (3 \sim 5) I_e$$

本次选取 4

$$I_{cdsd} = 4 I_e = 4 \times 2.04 \text{ A} = 8.16 \text{ A}$$

2) 差动启动电流

$$I_{cdqd} = (0.5 \sim 0.6) I_e$$

本次选取 0.5

$$I_{cdqd} = 0.5 I_e = 0.5 \times 2.04 \text{ A} = 1.02 \text{ A}$$

3) 比率制动系数取 0.5

4) 差流越限定值

$$I_{clyx} = 0.2 I_e = 0.4 \text{ A}$$

5) 差动保护灵敏度校验

按照最小方式下(1 台机组运行, 1 台机组停运)联络高压电缆末端两相金属性短路进行校验, 因高压电缆较短阻抗忽略不计, 电缆两相短路与 6kV 母线两相短路电流一致^[5]。

$$I_{k_{\min}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{X_{1\min}^* + X_{2\min}^*} \times I_B = \frac{\sqrt{3}}{0.4062 + 0.4075} \times 9164.56 \text{ A} = 19507.21 \text{ A}$$

式中 $I_{k_{\min}}^{(2)}$ 为最小方式两相短路电流; $X_{1\min}^*$ 为最小方式下 6kV 母线短路时系统正序阻抗; $X_{2\min}^*$ 为最小方式下 6kV

母线短路时系统负序阻抗。

差动电流

$$I_{cd} = \frac{I_{k\min}^{(2)}}{n_{TA}} = 47.81I_e$$

制动电流

$$I_{res} = \frac{I_{k\min}^{(2)}}{2} = 9753.61A$$

$$I_{res} = \frac{9753.39}{407} = 23.96I_e$$

制动电流落在第二折线上
保护装置测得差动电流

$$I_{cdc} = I_{res} - 3I_e + I_{cdqd} + 1.25I_e = 22.71I_e$$

灵敏度

$$K = \frac{47.81I_e}{22.71I_e} = 2.11 > 1.5$$

满足灵敏度要求

6) 差动速断灵敏度校验

按保护安装处两相金属性短路进行校验, 电缆两相短路与 6kV 母线两相短路电流一致。

$$K = \frac{47.81I_e}{4I_e} = 11.95 > 1.2$$

满足灵敏度要求

d) 过流保护

1) 动作电流

按与分支电动机或变压器速断电流最大值配合。

$$I_{op} = K_{rel} I_{sd} = 1.15 \times 6594A = 7997.1A$$

式中 K_{rel} 为配合系数; I_{sd} 为电动给水泵电机速断电流定值。

二次值

$$I_{op} = \frac{7997.1}{n_{TA}} A = 39.99A$$

2) 灵敏度校验

按厂用 6kV 母线最小短路电流有灵敏度校验。

$$K = \frac{I_{k\min}^{(2)}}{I_{op}} = \frac{19507.21}{39.99 \times 1000 / 5} = 2.44 > 1.5$$

满足灵敏度要求

3) 动作延时

按照与高压厂用变压器分支过流保护配合, 分支过流保护延时 0.5s, 即与上级配合取 0.2s。

e) 过负荷保护

1) 动作电流

按照额定电流可靠返回整定

$$I_{gfh} = \frac{K_{rel} \times I_c}{K_r} = \frac{1.05 \times 2.04}{0.95} A = 2.25A$$

2) 动作延时

取 6s

3) 出口方式

告警

f) 零序保护

1) 动作电流

按照母线发生单相接地保护有灵敏度, 同时与高压厂用变压器分支零序和 6kV 母线负荷零序保护配合整定。

$$3I_{op0} = \frac{U_e}{\sqrt{3} \times R \times K} = \frac{6.3 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 40 \times 2.5} A = 36.37A$$

式中 $3I_{op0}$ 为单相接地短路一次电流; U_e 为厂用母线额定电压; R 为高压厂用变压器低压分支中性点接地电阻; K 为灵敏度系数(高压厂用变压器分支零序过流按照 2 计算, 6kV 负荷零序按照 3 计算, 考虑配合关系取 2.5)。

二次值

$$I_{0dz} = \frac{36.37}{n_{TA0}} A = 1.82A$$

式中 I_{0dz} 为零序保护动作电流; n_{TA0} 为联络断路器柜零序电流互感器变比。

2) 动作时间

按照与高压厂用变压器分支零序和 6kV 负荷零序保护动作时间配合整定, 高压厂用变压器分支零序保护延时 0.6s, 6kV 负荷零序保护延时 0.1s, 故取 0.3s。

3 调试方法

利用联络电缆通流试验检查差动保护接线, 确保二次电流回路接线的正确性, 试验接线如图 2 所示, 将一侧电缆三相短接, 另一侧利用试验仪通入电流, 查看综合保护装置显示的两侧电流幅值和相位, 按照同样的方式核对另一相。再通过进行备用进线断路器和联络断路器空载切换试验, 检验快切装置性能和断路器控制回路接线。

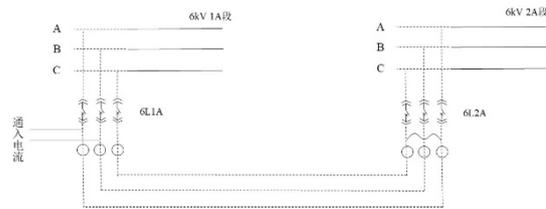


图 2 厂用配电段通流试验原理图

Fig. 2 Schematic diagram of through-flow test for plant distribution section

4 结论

配置差动保护和速断保护作为主保护, 可以实现联络电缆发生相间短路时快速切除故障, 避免发生越级跳闸, 过流保护和零序保护的动值值和动作时间小于高压厂用变压器分支保护定值, 能够满足选择性的要求。

参考文献:

[1] 刘岗, 高永华. 超临界 600MW 机组厂用电接线优化方案[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(11): 149-152.
 [2] 曹志国. 6kV 线路继电保护装置研究[J]. 科技与企业, 2012, 4(上): 165.
 [3] 能源行业发电设计标准化技术委员会: DL/T 866-2015 电流互感器和电压互感器选择及计算导则[S]. 北京: 国家能源局, 2015.
 [4] 孙立功, 田葳, 殷南. 多根电缆零序电流互感器二次线圈串并联的研究[J]. 矿山机械, 2001, 05: 70-3+5.
 [5] 高春如. 大型发电机组继电保护整定计算与运行技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.