

500 kV 变电所保护布置方案研究

李中¹, 陈健²

(1. 河北省电力勘测设计研究院, 河北 石家庄 050031; 2. 中国轻工业武汉设计院, 湖北 武汉 430060)

摘要: 以典型 500 kV 变电所为例, 通过对分散布置于保护小间、分散布置于开关场柜、集中布置于主控楼等三个方案进行技术经济比较, 得出了比较理想的结论, 即下放布置于配电装置保护小间, 并提出了二次设备下放布置后的抗电磁骚扰措施。

关键词: 变电所; 电磁骚扰; 集中布置; 分散布置

中图分类号: TM715 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)11-0051-02

1 概述

华北地区某 500 kV 变电所: 500 kV 为 3/2 接线, 规划出线 8 回; 220 kV 为双母线双分段接线, 规划出线 10 回; 500/220/35 kV 主变压器, 终期 4 台, 每台主变低压侧接 4 组无功补偿装置。该变电所建成后将成为本地区的中心枢纽站, 也是华北电网“西电东送”的一个重要支撑点, 有着十分重要的地位。

设计投标阶段, 对变电所保护布置方案做了深入的分析研究, 并得到了比较满意的结论。

2 保护布置方案的提出

目前, 国内外各电压等级变电所保护布置方案概括起来有两种: 一是分散布置, 即下放方案, 本文称为方案一; 二是集中布置, 即不下放布置, 本文称为方案二。

下放方案, 即将保护屏按照对应一次设备对象, 分散分置在各电压等级配电装置区内或附近。下放方案中可以在配电装置区内或附近设立多个保护小室(方案一 A); 也可以更加分散布置, 即不设保护小室, 在户外配电装置区按单元设立开关场柜(方案一 B)。

不下放方案, 即将各电压等级所有保护装置集中组屏, 连同故障录波、交直流电源等设备放置于主控楼继电器室, 对应这种方案, 多保留集中控制屏或信号返回屏, 作为变电所控制或监视的主要工具, 对应不同电压等级的一次设备, 保护屏等设备相对分区布置。

3 方案技术经济对比

最早投运的 500 kV 变电所, 由于设备本身和相关其它因素的制约, 保护布置多采用方案二。以河

北省南部电网为例, 目前运行的 4 座 500 kV 变电所均为保护集中布置方案。

随着变电所自动化技术的发展, 近年国内许多变电所开始使用保护下放布置方案。对两种方案的技术经济比较如表 1(按终期规模) 所示。

表 1 两种方案的技术经济对比表

Tab. 1 Comparison of technique and economy for the two schemes

比较项目		分散布置 (设保护小室) (方案一 A)	分散布置 (设开关场柜) (方案一 B)	集中布置 (方案二)
经济比较	控制电缆	100 km × 2.5 万元/km = 250 万元	80 km × 2.5 万元/km = 200 万元	150 km × 2.5 万元/km = 375 万元
	柜体	185 面普通柜体 × 1 万元/面 = 185 万元	173 面开关场柜 × 4 万元/面 = 692 万元	185 面普通柜体 × 1 万元/面 = 185 万元
	主控楼内继电器室	无	无	539 m ² × 0.13 万元/m ² = 70 万元
	下放保护小室	476 m ² × 0.28 万元/m ² = 133 万元	无	无
	电缆沟道	1800 m × 480 元/m = 86 万元	1200 m × 480 元/m = 58 万元	2500 m × 480 元/m = 120 万元
	电缆夹层	无	无	600 m ² × 0.13 万元/m ² = 78 万元
	电缆桥架	无	无	18 吨 × 2 万元/吨 = 36 万元
	电缆支架	50 吨 × 2 万元/吨 = 100 万元	50 吨 × 2 万元/吨 = 100 万元	62 吨 × 2 万元/吨 = 124 万元
	电缆施工费	100 km × 1.5 万元/km = 150 万元	80 km × 1.5 万元/km = 120 万元	150 km × 1.5 万元/km = 225 万元
	合计	904 万元	1170 万元	1213 万元

续表 1

比较项目		分散布置 (设保护小室) (方案一A)	分散布置 (设开关场柜) (方案一B)	集中布置 (方案二)
技术比较	二次负担	较小	小	大
	设备运行环境	室内需有采暖通风设施;断路器操作时震动较小;保护小室需加屏蔽措施	要求柜体内加装空调;断路器操作时震动较大;电磁干扰很大,对柜体屏蔽要求很高	温度适宜;无震动问题;电磁干扰较小
	保护调试	较方便	不方便	方便
	本工程采用条件	成熟	不成熟	成熟

从以上比较可见,方案一 B 控制电缆及电缆沟等相关投资最低,但由于柜体对抗扰度、温度、湿度等环境标准的要求相对提高,因此投资大大增加。另外,在具体实施过程中如设备制造、采购和运行维护等方面尚存在一些困难,因此在具体工程中采用较少。方案二投资增大较多,而且不是发展方向,新建变电所已很少采用。方案一 A 靠近配电装置设保护小室,使电缆用量大大减少,相应的费用也大大降低,保护小室采用相应的抗扰度措施后,可以满足保温、保湿、抗电磁骚扰等要求(详见第 4 节论述)。虽然保护小室造价高于方案二的继电器室,但总造价仍低于方案二 309 万元,如方案二考虑因增加电缆夹层和继电器室引起的结构和基础变化,还需增加投资。因此本工程采取在配电装置附近设保护小室的方案:保护小室的保护屏、测控屏等按转出式屏体考虑,可以靠墙安放,节省占地空间,减少建筑面积。

按本工程电气主接线远景规划规模,在 220 kV 配电区内设两个保护小室,保护小室包括、母线间隔及分段二次设备;保护小室包括、母线间隔二次设备。在 500 kV 配电区内设两个保护小室,保护小室包括 500 kV 母线间隔和 1、2、3 串以及 1#、2# 主变压器及相应 35 kV 母线所接元件的二次设备;保护小室包括 500 kV 母线间隔和 4、5 串以及 3#、4# 主变压器及相应 35 kV 母线所接元件的二次设备。

采用分散布置后,主控制楼取消继电器室、控制屏和信号返回屏,仅设主控室,以主控室相应计算机的键盘和屏幕作为正常操作和监视的手段。

在主控楼设公用蓄电池室 1 间,装设二次设备

用蓄电池和通讯蓄电池。另设交直流电源室 1 间,布置高频开关电源屏、UPS 电源屏及事故照明切换屏。

4 抗扰度措施

为保障保护装置正确动作,除要求装置本身具有一定的抗扰度能力外,认真分析研究电磁骚扰问题,从外部将电磁骚扰降到最低显得尤为重要。

超高压变电所配电装置区内电磁骚扰主要由高压线及配电装置、雷击、高压开关动作、无线电发射、静电放电等骚扰源产生,按类型分为低频骚扰、瞬态和高频骚扰、静电骚扰、磁骚扰和电磁场等。因此保护下放后,防止保护电磁骚扰是首先应该考虑的主要问题之一。

4.1 保护小室外部抗扰度措施

保护、测控系统的输入、输出信号均来自配电装置,骚扰源会通过信号回路将电磁骚扰传导到系统中。根据抗扰度原理,在电气设计中考虑采用以下抗扰度措施:

- (1) 保护小室之间及小室与主控楼之间的数据传送采用光纤连接。
- (2) 二次回路电缆均采用屏蔽电缆,屏蔽层良好接地。
- (3) 同电压等级的二次回路不共用一根电缆,二次电缆与一次电缆分开敷设。
- (4) 到配电装置的控制电缆采用辐射状敷设,尽量避免与高压导线并行敷设。
- (5) 对电容式互感器、耦合电容器等强干扰设备,其接地线与其二次电缆的穿管及电缆屏蔽层在设备支架上接在一起后,再经电缆管入地处与接地网连接。
- (6) 严格执行部颁“反措”相关条款。

4.2 保护小室抗扰度设计

参考其它兄弟单位的成功经验,结合我院工程实践,对保护小室的抗扰度设计,提出具体方案:

(1) 保护小室考虑屏蔽、防尘、防潮和防噪音措施。采用固定结构的六面屏蔽体,其效能不低于 40 dB,用以防止 0.1-100 MHz 的骚扰源和 1~2 MHz 的暂态电磁骚扰。设计拟采用轻钢结构复合压型钢板体系的保护小室。

(2) 保护小室不设窗户,不考虑自然采光。小室门表面采用屏蔽材料,装自动闭门器,门与门框关闭时电气上连通。

(下转第 75 页)

性都优于目前采用的比率制动原理的差动保护。

国电力出版社,1995.

参考文献:

- [1] 王维俭,侯炳蕴.大型机组继电保护理论基础[M].北京:水利电力出版社,1988.
- [2] 朱声石.高压电网继电保护原理与技术[M].北京:中

收稿日期: 2001-11-14

作者简介:

郭光荣(1950-),男,副教授,研究方向为电力继电保护。

Application of the principle of phase comparison of the fault component in transformer protection

GUO Guang-rong

(Chongqing Electric Power College, Chongqing 400053, China)

Abstract: The paper provides a new method to recognize magnetizing inrush current by comparing the character of busbar voltage on the power source side when interal short circuit, no-load closing and external short circuit occurred in the transformer, and presents the principle of phase comparison of the fault component of transformer main protection. By comparing the phase characteristics of internal short circuit and external short circuit, this principle can solve the influence of imbalance current of short circuit outside the protected zone on main protection of transformer, and improve sensitivity, selectivity and speed of the transformer main protection.

Key words: magnetizing inrush current; fault component; phase comparison

(上接第 50 页)

Discussing on several problems of microcomputer based protection in automation substation

LI N Qi-wei

(Shishi Electric Power Company, Shishi 362700, China)

Abstract: Through discussing several problems on the design of microprocessor based protection in 110kV automatic substation, the counter measure for solving these problems is found. Some suggestions about the operation and maintenance of protection and secondary circuit in automatic substation are provided.

Key words: substation; microprocessor-based protection; secondary circuits; operation and maintenance

(上接第 52 页)

(3) 保护小室内绕小室敷设环行接地母线。小室内各种电缆的金属外皮、设备的金属外壳与其它不带电金属物接地等,均以最短距离与环行接地母线连接。

(4) 在电缆沟保护小室入口处采用波导管技术,将屏蔽范围伸出保护小室外一部分,电缆进出小室均穿波导管。

方案,即将保护屏就近布置于配电装置附近保护小室内。

收稿日期: 2002-05-15

作者简介:

李中(1970-),工程师,从事电力系统继电保护及自动化设计和科研工作;

陈健(1957-),男,高工,从事工厂和民用建筑供配电工作。

5 结论

经过经济技术对比,推荐本工程采用保护下放

Study on the laying of protection and control equipments in the 500 kV substation

LI Zhong¹, CHEN Jian²

(1. Hebei Electric Power Design & Research Institute, Shijiazhuang 050031, China;

2. China Light Industry Wuhan Design Institute, Wuhan 430060, China)

Abstract: A scheme for the laying of protection and control equipments in the 500 kV substation is presented, with technical and economical comparison, through three different schemes (laying in small special rooms in the electric field, laying in panels in the electric field and laying in panels in the control building). The measures to decrease electromagnetic interference after those protection and control equipments were locally mounted are put forward.

Key words: substation; electromagnetic interference; integrated arrangement; dispersive arrangement