

文章编号: 1005—0523(2006)02—0089—03

110 kV 变电站三种典型接线方式的探讨

许建明, 陈 恩

(南昌大学 信息工程学院, 江西 南昌 330029)

摘要:就国内一些城市高压配电网的特点, 针对三种典型的 110 kV 变电站一次侧接线方式, 从经济性、可靠性、运行灵活性这三个方面分析比较, 推荐应该采用 T 型接线、线路变压器组接线为主要型式. 对城市的高压配电网 110 kV 变电站一次侧接线方式的选择也具有较强的参考价值.

关 键 词:高压配电网; 接线方式; 变电站; 电力系统可靠性

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

1 引言

国家电网公司对城市电网规划提出的总目标是, 优化电网结构、提高电网科技含量, 建设国际“一流”的城市电网, 适应各地区经济社会发展的需要和供电企业自身发展的需要^[1].

高压配电网是联接输电网与中压配电网的桥梁, 其结构性能与功率的合理分配密切相关, 关系到供电的可靠性和电网建设的经济性^[2]. 高压配电网主要包括高压线路及变电站, 变电站主接线及变电站间的点线连接方式决定了电网结构^[3]. 高压配电网中变电站电压等级主要为 110 kV. 因此, 110 kV 变电站一次侧接线方式的选择至关重要. 在从事一些城市(无锡、盐城等城市)“十一五”高压配电网规划工作期间, 就这些地区的特点, 归纳总结了三种典型的接线方式. 针对这三种典型的 110kV 变电站一次侧接线方式, 进行分析比较, 推荐适合城市电网自身实际的接线方式.

2 三种典型的一次侧主接线

110 kV 变电站一次侧接线方式主要有单母线、单母分段、单母带旁路母线、双母线、双母分段、桥接线、线路变压器组、T 型接线等多种方式^[4].

无锡、盐城等城市的高压配电网中, 110kV 变电站一次侧目前主要的接线方式有两种: 线路变压器组、桥接线. 以下根据当地的情况, 综合上海市的高压配电网现状, 对三种典型的一次侧接线方式(即线路变压器组接线、桥接线及 T 型接线)的适宜性进行比较分析, 以确定出适合城市电网自身实际的接线方式.

2.1 桥接线

桥接线主要有以下三种形式: 内桥式、外桥式及扩大内桥式.

内桥式在线路有足够的容量时, 能够一条线路供两台变压器, 供电可靠性较高, 但结构及继电保护较复杂, 变压器故障时, 桥开关不起作用. 外桥式接线适用于变压器经常投切或线路上有较大穿越功率的情况. 扩大内桥式接线相对内桥接线来说, 结构及断电保护更复杂, 实际上应用的较小.

桥式接线使用断路器台数较少, 其配电装置占地也少, 但扩建的余地较少.

2.2 线路变压器组

线路变压器组, 原则上在一个变电站内, 一回线路接一台变压器, 但必要时也可两回线路接 3 台变压器.

线路变压器组是一种最简单清晰、设备较少、占地少的接线方式. 一条线路故障, 对应的一台变压器停运, 对供电能力有一定影响. 适用于终端变电站.

2.3 T 型接线

T 型接线结构也较简单, 即适用终端变, 也适用中间变

收稿日期: 2005—10—13

作者简介: 许建明(1983—), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统有功优化, 电网规划.

电所,可靠性高,调度灵活,便于故障隔离.但断路器数量相对较多,造价高于线路变压器组.

3 经济性比较

这三种主接线方式,结构均较简单,占地面积也均较小.线路变压器组平均一台主变占用一台断路器,桥接线占用 1.5 台断路器,而 T 型接线则达到 3 台.

从经济性上来说,以线路变压器组接线造价最低,桥接线次之,T 型接线造价最高.

4 可靠性分析和比较

取 110 kV 架空线路停运率为 0.2 次/100 km·年,电缆线路停运率为 0.1 次/100 km·年,平均修复时间为 50 h/100 km·年;110 kV 断路器停运率为 3 次/100 台·年,平均修复时间为 45 h/100 台·年;110 kV 主变压器停运率为 2.5 次/100 台·年,平均修复时间为 80 h/100 台·年.取 110 kV 线路长度为

10 km.

依据电力系统可靠性原理^{[5][6]},下表给出了 110 kV 变电站 3 台主变压器时的线路变压器组接线、扩大内桥接线、T 型接线的“不允许”事件发生的次数及期望时间.

可看出:

* 线路变压器组、桥接线方式,三台主变停运的次数相同,修复时间也相当,每年平均修复时间不足 1 分钟.

* 线路变压器组二台主变停运的次数是桥接线的 8 倍左右,修复时间是 5 倍左右.电缆进线的线变组每年修复时间在 15 分钟左右.

* 线路变压器组一台主变停运的次数是桥接线的 2—3 倍、修复时间是 2 倍左右.线变组每年修复时间在 4 小时左右.

* 三种接线方式各项指标中,以 T 型接线最优,桥接线次.

可以看出,当主变压器有备用时,线路变压器组接线、桥式接线均能满足 N—1 供电可靠性要求,在一台主变压器停运后均能向用户正常供电.

表 1—1 桥接线、线路变压器组接线的变电站故障指标

接线方式	线型	三台主变停运		二台主变停运		一台主变停运	
		次数	时间(h/年)	次数	时间(h/年)	次数	时间(h/年)
线变组	电缆	0.00025	0.005	0.0117	0.235	0.177	3.6
	架空	0.0004	0.0097	0.0148	0.36	0.203	4.9
桥接线	电缆	0.00025	0.005	0.0018	0.058	0.071	2.3
	架空	0.0004	0.0097	0.0018	0.058	0.071	2.3
T 型接线	电缆	0.0002	0.002	0.0084	0.09	0.146	1.63
	架空	0.0002	0.002	0.0085	0.09	0.146	1.62

5 运行灵活性比较

线路变压器组、桥接线、“T”型接线三种主接线方式中,以“T”型接线调度最为灵活,且可靠性高,其它两种差别不大.三种主接线在运行中的主要区别见表 1—2.

6 结论

综合上述情况,可得出以下结论:

1) 桥式接线与线路变压器组接线相比,可靠性优势不明显,占地面积、断路器数量大于线路变压器组接线.二种接线中,三台主变全停的概率、修复时间相当;虽然桥接线主变压器停一台的概率较小,但线变组同样能满足 N—1 可靠性要求;桥式接线主变压器停 2 台的概率优于线变组,但两者年修复时间相差在 10 分钟左右,差别不大,特别是随着预安

排停运次数及时间的减少,两者差别将更小.再者桥接线投资大于线变组,且较难扩建、继电保护复杂.

2) 由于扩大内桥接线应用较少,桥式接线主要适用于最终规模为 2 台主变的变电站,一般的 110kV 变电站最终规模主变以 3—4 台为宜,内桥式接线及外桥式接线不能适应最终 3—4 主变的要求.而采用扩大内桥式接线时,增加了继电保护的难度,不宜选用扩大桥式接线.

3) 线路变压器组接线简单,占地少,对主变规模为 3—4 台的变电站也适用,在许多城市可以采用.由于线路变压器组适合于终端变电站,不适用于向其它变电站转供电的变电站,适用辐射式结构,但对于手拉手、环网的结构方式则不完全适用.因而,尚需采用其它接线方式与线路变压器组接线相配合使用.

4) T 型接线可靠性指标最优,运行方式灵活,既适用于终端变电站,也适用于中间变电站,具有桥接线、线路变压器组接线不可替代的作用.但缺点是使用断路器较多.

表 1—2 三种接线方式在运行中的主要区别

接线方式	非正常元件	110kV 电缆/线路	主变压器	进线断路器退出运行
线路变压器组接线	故障后	影响 1 台主变压器供电, 失电 10kV 母线依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它主变压器供电	影响 1 台主变压器供电, 失电 10kV 母线依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它主变压器供电	影响 1 台主变压器供电, 失电 10kV 母线依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它主变压器供电
	经操作	如果主变压器不过负荷, 无其它操作	如果主变压器不过负荷, 无其它操作	如果主变压器不过负荷, 无其它操作
桥式接线	故障后	失电 110kV 变电站依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它进线供电	影响 1 台主变压器供电, 失电 10kV 母线依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它主变压器供电	影响 1 台主变压器供电, 失电 10kV 母线依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它主变压器供电
	经操作	可维持三台主变压器供电	如果主变压器不过负荷, 无其它操作	如果主变压器不过负荷, 无其它操作
T 型接线	故障后	失电 110kV 变电站依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它进线供电	影响 1 台主变压器供电, 失电 10kV 母线依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它主变压器供电	失电 110kV 变电站依靠分段断路器自切动作, 由同一变电站内其它进线供电
	经操作	可维持三台主变压器供电	如果主变压器不过负荷, 无其它操作	可维持三台主变压器供电

5) 最后, 推荐城市高压配电网中 110kV 变电站一次侧主接线采用 T 型接线、线路变压器组接线为主要型式。

参考文献:

[1] 能源电[1993]第 228 号《城市电力网规划设计导则》(试行)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1983.

[2] Wang P, Billinton R. Reliability cost/worth assessment of distribution system incorporating time-varying weather conditions and restoration resources[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2002,

1(17); 260—265.

[3] 国家电网公司生产运营部.《编制“城市高压配电网‘十一五’规划报告”的指导意见》[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.

[4] 王士政, 冯金光. 发电厂电气部分(第三版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.

[5] 郭永基. 电力系统可靠性原理和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1983.

[6] 刘柏私, 谢开贵, 张红云, 等. 高压配电网典型接线方式的可靠性分析[J]. 电网技术. 2005, 29(14): 45—48.

Talk About Three Classical Connection Modes of 110 kV Transformer Substation

(XU Jian-ming, CHEN Ken)

(Information Engineering School, Nanchang University, Nanchang 330029, China)

Abstract: According to the features of high voltage distribution network in some cities, based on three typical connection modes of 110 kV transformer substation, this paper analyzes and compares them in term of economy, reliability and facility in operation. At last, it concludes that T mode and line-transformer-unit mode are fit for these two cities. It also has references values to choose the modes of the high voltage distribution network in cities.

Key words: high voltage distribution network; connection modes; transformer substation; power system reliability