

# 输变电系统可靠性工作的试点及研究

杨树<sup>1</sup>, 金钟<sup>2</sup>

(1 四川电力试验研究院, 四川 成都 610072; 2 乐山电业局, 四川 乐山 614000)

**摘要:**介绍了现实施的输变电设施可靠性评价规程与即将实施的输变电系统可靠性评价体系的联系和区别,并以本次乐山电业局试点工作为基础,探讨新评价规程在实际生产工作中的应用。

**关键词:**设施可靠性;系统可靠性

**Abstract:** The relationships and differences between the reliability evaluation code for transmission and distribution installation which is in operation and the reliability evaluation system of transmission and distribution system which will be put into operation are introduced. Based on the pilot project of Leshan Power Supply Bureau, the application of new evaluation code to the practical work is discussed.

**Key words:** reliability of the installation; system reliability

**中图分类号:** TM732 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2011)03-0040-02

## 0 引言

2009年初,国家电网公司组织对老版《输变电设施可靠性管理工作手册》进行了修订,形成了当前使用的《输变电设施可靠性管理工作手册(第二版)》。输变电设施可靠性作为电力可靠性管理的一项重要内容,是以设施功能为目标的面向设施的可靠性范畴。输变电设施可靠性管理以计算机为工具,以评价指标为基础,通过指标的分析,量化描述输变电设施在电力系统中的运行状况,指导电力系统规划设计、设备制造、安装调试和生产管理等各个环节的工作。输变电设施可靠性主要是指架空线路、变压器、断路器、隔离开关、电抗器、电流互感器、电压互感器、避雷器、耦合电容器、阻波器、电缆线路、全封闭组合电器、母线等 13 类设施在预定时间和规定条件下完成其规定功能的概率,即输变电设施可靠性评价属于元件可靠性评价。

## 1 输变电系统可靠性评价体系简介

输变电系统可靠性评价体系自输变电设施可靠性评价规程演变,其主要目的是更加系统地对输变电设施进行可靠性管理,构建独立的评价指标体系,通过对这些指标的分析,实现量化描述输变电系统在电

力系统中的运行状况,指导电力系统规划设计、设备制造、安装调试和生产管理等各个环节的工作目标。

输变电系统可靠性评价细则中对统计范围的划定与输变电设施可靠性评价规程中基本一致,对本企业产权范围内 66 kV 及以上全部输变电设施,包括受委托运行、维护、管理的输变电设施进行统计和管理,而变压器中凡电压等级低于 66 kV 侧均不纳入统计范畴。与输变电设施可靠性评价规程相比,输变电系统可靠性评价体系中最大的变化是引入了回路的概念,即连接两个或更多的传输终端、变电站或是系统输电节点之间的设备组称作回路,回路应具备以下功能:在某一特定的容量范围内将电能从一端传输到另一端;为系统提供操作可变的连接;在某些特定情况下能够自动地将本身与整个输变电系统隔离。

输变电系统可靠性评价体系中将回路划分为母线回路、变电回路和输电回路三种类型,其中母线回路是指在同一变电站内,同一电压等级地所有母线及其之间地联络设备,包括独立连接到母线上的不单独构成回路的设备(如避雷器、电压互感器等);变电回路是指变压器本体及其各侧母线回路连接点以内的设备;输电回路是指输电线路本体及其与各侧所接变电站母线回路连接点以内的设备。而判定回路是否停运的重要条件为回路是否丧失了某一特定容量范围下将电能从一端传输至另一端的功能,如此功能消失,则认为回路停运。相比较输变电设施可靠性评

价规程,回路基础属性中增加了电源点个数和连接回路数两个参数,运行数据中增加了折算系数这一参数。如图 1 所示即为一个含有一台双绕组变压器的变电回路。

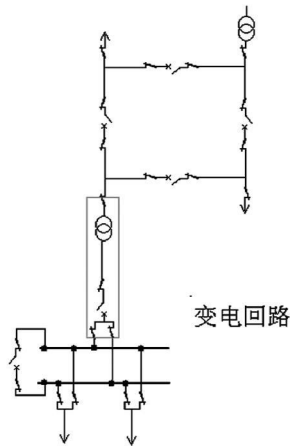


图 1 变电回路示意图

与输变电设施可靠性评价规程相似,输变电系统可靠性评价体系中回路运行状态也分为计划停运、故障停运、调度停运备用和受累停运备用,所不同的是,回路计划停运中包括了二次设备计划检修导致的回路停运,同时也包括了输变电设施可靠性评价规程中第三、四类非计划停运事件;输变电系统可靠性评价体系中的统计指标也由原来的单类设施指标转变为回路指标,包括回路可用系数、回路停运频率、回路故障停运率、回路平均故障停运时间等,同时也加入了回路计划重复停运率、回路瞬时停运率等新的指标。

## 2 可靠性试点工作及研究

本次试点工作范围包括了乐山地区内 500 kV 南天站、220 kV 九里站等 10 座 110 kV 及以上电压等级变电站,以及连接这 10 座变电站之间 110 kV 及以上电压等级架空线路 15 条,统计时间范围为 2007 年 1 月至 2009 年 12 月。本次试点工作的结果体现出了输变电系统可靠性管理与输变电设施可靠性管理的不同之处,主要表现在以下 3 个方面。

1) 停运事件时间统计的不同。以 2009 年 3 月 27 日 220 kV 九里站 1 号主变压器及 1011 号、1013 号隔离开关周期性试验为例,两类设施停役操作票的操作开始时间均为 3 月 27 日 7:00,1 号主变压器工作票上许可开始工作时间为当日 13:05,工作终结时间为 14:34,复役操作票上的操作结束时间为 2009

年 4 月 1 日 0:22;1011 号隔离开关许可开始工作时间为 13:09,工作终结时间为 13:32,1013 号隔离开关许可开始工作时间为 13:18,工作终结时间为 14:45。在输变电设施可靠性管理中,应对上述 3 个计划停运事件进行分别录入统计,其中起始时间和终止时间分别按操作票上的操作开始时间和操作结束时间统计,作业起始时间和作业终止时间分别按工作票上的许可开始工作时间和工作终结时间统计;而在输变电系统可靠性管理中,由于上述设施均处于 220 kV 九里站 1 号主变压器回路中,则按照变电回路计划停运事件统计,停运的起始时间与停役操作票上操作开始时间一致,终止时间与复役操作票上的操作结束时间一致,而工作票上的许可开始工作时间和工作终结时间则不参与统计。

2) 二次设备检修纳入相应回路计划停运事件统计。在输变电设施可靠性评价规程中,二次设备的停运事件不属于统计范畴,而在新的输变电系统可靠性评价体系中,二次设备的停运应记为相应回路的停运事件。例如乐山电业局 2008 年 9 月 19 日 10:05 220 kV 沫松北线 B、C 相阻波器试验,在输变电系统可靠性中记为 220 kV 沫松北线输电回路计划停运一次,停运时间从阻波器试验开始一直到该回路中最晚检修结束的号 2636 号隔离开关。

3) 对第三、四类非计划停运的取消。输变电设施可靠性评价规程中定义设施非立即停运,且能延迟至 24 小时后停运为第三类非计划停运,定义计划停运的设施,若不能如期恢复可用状态,则超过预定时间的停运部分,记为第四类非计划停运。而在输变电系统可靠性评价体系中,将第三、四类非计划停运事件全部归类为计划停运事件。例如 2008 年 6 月 13 日 220 kV 沫水站 102 开关 TA 三相因小修超时,在新的输变电系统可靠性评价体系中归为 220 kV 沫水站 2 号主变压器变电回路的计划停运事件中,而不再单独记为第四类非计划停运事件。

## 3 结语

输变电设施可靠性评价规程向输变电系统评价体系的过渡,更加科学合理地将回路功能与电能的传输紧密结合在一起,通过对回路中电能是否从一端传输至另一端来衡量回路功能的是否丧失,这对描述电

(下转第 60 页)

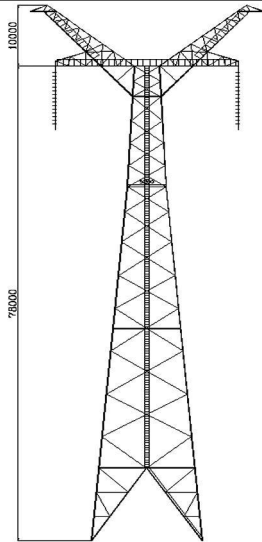


图 3 涪江大跨越直线塔 GBK-78

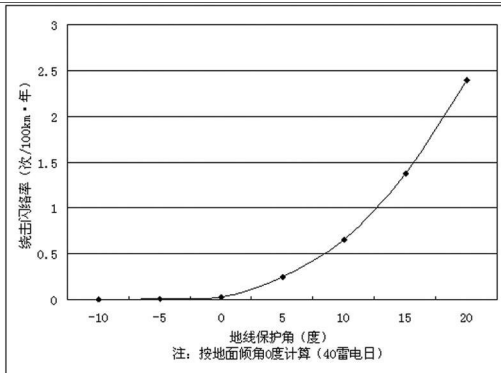


图 4 地线保护角与绕击跳闸率的关系

涪江大跨越塔从铁塔布材、导地线偏移、地线保护角等方面综合考虑,最终按保护角  $-10^\circ$  设计。

分别按规程法(见《中华人民共和国电力行业标准 DL/T 620-1997》)、电气几何模型(EGM)和先导发展塔型对涪江大跨越的绕击闪络率进行了计算,综合考虑绕击闪络率和反击闪络率后其雷击闪络其计算结果见表 2。

表 2 各种方法计算涪江大跨越雷击闪络率结果  
(闪络率 /100 km·a)

改进电气几何模型 (IEEE 推荐)	改进电气几何模型 (Ericsson)	先导发展模型 (Rizk)	规程法
0.005	0	0	0.143

## 5 结 论

大跨越线路的防雷保护措施主要是减少发生雷击线路的绕击闪络率和反击闪络率。降低绕击闪络率主要措施是减小避雷线的保护角;降低反击闪络率的主要措施是增加线路绝缘子和减小杆塔接地电阻。

计算结果表明,涪江大跨越段的雷击闪络率满足要求。对涪江大跨越的雷电性能的分析计算方法可以做为国内同类大跨越线路防雷设计的借鉴。

## 参考文献

- [1] 李晓岚,尹小根,余仁山,等.基于改进电气几何模型的绕击跳闸率的计算[J].高电压技术,2006,32(3):42-44.
- [2] 郑江,林苗.110~500 kV 输电线路的绕击雷害分析[J].电力建设,2006,27(11):35-36,50.
- [3] 李晓岚.击距系数及基于电气几何模型的输电线路绕击跳闸率计算的研究[D].武汉:华中科技大学,2005.
- [4] DL/T 620-1997,交流电气装置的过电压保护和绝缘配合[S].北京:中国电力出版社,1997.
- [5] 司马文霞,陈宁,许高峰,等.高杆塔大跨越输电线路防雷保护[J].重庆大学学报,2002,25(9):25-28.
- [6] IEEE Std 1243-1997, IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines[S].1997.

## 作者简介:

佟继春(1978),男,硕士,工程师,从事高压输电线路设计。

(收稿日期:2011-01-13)

(上接第 41 页)

力系统的运行状况,指导电力系统规划设计、设备制造、安装调试和生产管理等各个环节的工作,均较输变电设施可靠性评价规程都有不小的提升。

## 参考文献

- [1] 邱仕义.电力设备可靠性维修[M].北京:中国电力出版社,2004.

- [2] 谢亮.输变电设备状态检修与可靠性管理的关联研究[C].2009年全国输变电设备状态检修技术交流研讨会论文集,2009:11-12.
- [3] 国家电网公司.输变电设施可靠性管理工作手册(第二版)[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [4] 国家电网公司.输变电系统可靠性评价实施细则[M].北京:中国电力出版社,2009.

(收稿日期:2011-02-20)