

# 变电站扩建工程电磁环境影响预测方法探讨

曾媛, 何清怀, 南方

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川 成都 610016)

**摘要:** 变电站扩建工程电磁环境影响预测中难于找到完全满足类比条件的变电站。通过对变电站电磁环境影响因素分析, 提出了变电站扩建后的站界电磁环境影响预测方法, 即可将变电站扩建前站界电磁环境现状监测值按主变压器台数和出线回路数进行修正后作为扩建后站界预测值。通过与实际监测值比较, 该预测方法具有较好的准确性和实用性。

**关键词:** 扩建变电站; 电磁环境; 影响预测

**Abstract:** It is hard to find a substation which can meet all analogy conditions in substation expansion project. By analyzing the impact factors of electromagnetic environment in substation, the impact forecasting methods of electromagnetic environment on the extension of substation is proposed, that is, the electromagnetic value of substation before the extension can be used for the predictive value of substation after the extension after it is corrected by the number of main transformers and inlet-outlet lines. Comparing with the actual monitoring value, the proposed forecasting method has better accuracy and practicality.

**Key words:** extension of substation; electromagnetic environment; impact prediction

中图分类号: TM154 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2015)04-0074-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2015.04.018

## 0 引言

变电站扩建工程是电力设计中常见的工程。根据输变电工程环境影响评价导则<sup>[1]</sup>, 变电站电磁环境影响需采用类比方法分析, 即选用已运行变电站电磁环境监测值进行定量预测, 但在实际工作中, 难于找到完全满足类比条件的变电站, 因此, 下面以已运行变电站扩建工程为研究对象, 通过分析变电站电磁环境影响因素, 提出了变电站扩建后站界电磁环境影响评价方法, 并通过3种典型变电站扩建后预测结果和监测值进行对比分析, 认为所提出的变电站扩建后电磁环境影响评价方法能反映变电站电磁环境影响状况。

## 1 变电站电磁环境影响因素

变电站内的电气设备包括主变压器、电抗器、电容器、母线桥等。相关资料表明<sup>[2]</sup>, 变电站内电气设备在带电负荷运行时均都会产生工频电场和工频磁场。变电站扩建建设内容主要是增加主变压器台

数、间隔扩建设备等, 站内的既有电气设备不变, 既有电气设备在带电负荷情况下产生的工频电场和工频磁场基本无变化。因此, 变电站扩建后导致工频电场和工频磁场变化的因素为新增主变压器和出线间隔设备。

从国内变电站电磁环境监测结果标明<sup>[3-4]</sup>, 当变电站其他参数相同时, 变电站主变压器台数越多, 站界电磁环境影响越大, 主变压器台数与站界电磁环境影响程度具有正相关性, 但并不成倍数关系; 单台主变压器容量大小对站界工频电场强度无明显关系; 出线间隔位于变电站出线侧, 对出线侧站界电磁环境会产生一定影响, 出线间隔数量增加, 变电站出线侧站界电磁环境影响也有增大, 但不成倍数关系。

## 2 变电站扩建后站界电磁环境影响预测

变电站电磁环境影响预测通常采用类比分析, 选择类比变电站需考虑电压等级、主变压器台数及容量、出线回路(间隔)数、出线架线形式、配电装置型式及布置方式、总平面布置方式、区域电磁环境背景状况等<sup>[5]</sup>。运行变电站扩建后, 变电站电压等

表1 110 kV 变电站扩建前后主要技术参数

变电站名称	河堰		萝卜岗		沙坪	
	扩建前	扩建后	扩建前	扩建后	扩建前	扩建后
电压等级/kV	110					
总平面布置	户外					
主变压器规模/MVA	1×40	2×40	1×31.5	1×31.5+1×50	2×40	2×40+1×50
出线回路数	3	3	4	4	3	4

级、出线架线形式、配电装置型式及布置方式、总平面布置方式等均不会发生变化,仅在主变压器台数、容量大小和出线回路数等方面发生改变。根据前述对主变压器台数、主变压器容量、出线回路数等对站界的电磁环境影响分析,提出变电站扩建后站界电磁环境影响采用现状监测值按主变压器台数、容量大小和出线回路数成倍增加进行预测。具体方法如下。

### 2.1 主变压器台数、容量大小

由前述分析可知,站界电磁环境影响与主变压器台数有一定相关性,但不成倍数关系,主要与配电装置设置有关;主变压器单台容量大小与站界电磁环境影响无明显关系。因此,在对扩建变电站主变压器台数和容量修正时,仅考虑主变压器台数的影响而忽略容量的影响。为保守预测变电站主变压器扩建的电磁环境影响,可按主变压器电磁环境影响与主变压器台数成正比例关系进行修正,即在变电站所有站界,将变电站主变压器扩建前电磁环境现状监测值乘以扩建后主变压器台数与原主变压器台数的比值进行修正。

### 2.2 出线回路数修正

根据前述分析,出线回路数与出线侧站界电磁环境产生影响具有正相关性,但并不为倍数关系;因此,在对扩建变电站出线回路数修正时,为保守预测变电站出线间隔扩建的电磁环境影响,可按出线间隔电磁环境影响与出线回路数成正比例关系进行修正,即在变电站出线侧,将出线间隔扩建前电磁环境现状监测值乘以扩建后出线回路数与原出线回路的比值进行修正。

特别指出的是,由于变电站主变压器台数修正时,是对所有站界电磁环境影响监测值进行修正,包

括出线侧站界;而实际上出线侧站界电磁环境更多的是与出线回路数相关<sup>[6-7]</sup>,因此,主变压器台数修正已相当于将出线回路数按比例增加了,所以只有当按主变压器台数修正后,出线回路数仍少于变电站扩建后出线回路数时才进行出线回路数修正。

## 3 扩建变电站站界电磁环境影响评价

选取了3座扩建规模不同的变电站,按照第2节中扩建变电站站界电磁环境影响评价方法对变电站扩建后的电磁环境影响进行预测,然后再与变电站扩建后的实际监测值进行比较分析。

### 3.1 变电站扩建前后主要技术参数

选取的变电站扩建前后主要技术参数见表1。

### 3.2 监测仪器及监测方法

在现场监测过程中,监测仪器、测量条件均符合交流输变电工程电磁环境监测方法的要求。电磁场测量仪,主机型号PMM8053B/EHP50C;工频电场强度检出下限为 $10^{-3}$  kV/m,工频磁感应强度检出下限为 $10^{-6}$  mT。测点选择在变电站四周围墙外5 m处,避开变电站进出线,各布设4个监测点(每侧各1个点)。

### 3.3 扩建变电站预测值与监测值比较分析

根据所提出的扩建变电站站界电磁环境影响评价方法,表1中的3座变电站扩建后电磁环境影响预测值为变电站扩建前电磁环境现状监测值扩大到2倍的值。3座变电站扩建后的预测值和监测值见表2~表4。

3座变电站扩建后站界工频电场强度预测平均值和监测平均值对比见图1。

表2 河堰变电站扩建后的预测值与监测值

站界名称	工频电场强度/(kV·m <sup>-1</sup> )		工频磁感应强度/mT	
	预测值	监测值	预测值	监测值
东侧	6.8 × 10 <sup>-2</sup>	2 × 10 <sup>-3</sup>	1.7 × 10 <sup>-4</sup>	6.0 × 10 <sup>-5</sup>
南侧	4.56 × 10 <sup>-1</sup>	4.61 × 10 <sup>-4</sup>	1.9 × 10 <sup>-4</sup>	3.82 × 10 <sup>-4</sup>
西侧	4.6 × 10 <sup>-2</sup>	1.5 × 10 <sup>-2</sup>	1.3 × 10 <sup>-4</sup>	9.5 × 10 <sup>-5</sup>
北侧	1.44 × 10 <sup>-1</sup>	2.7 × 10 <sup>-2</sup>	7.0 × 10 <sup>-4</sup>	4.38 × 10 <sup>-4</sup>

表3 萝卜岗变电站扩建后的预测值与监测值

站界名称	工频电场强度/(kV·m <sup>-1</sup> )		工频磁感应强度/mT	
	预测值	监测值	预测值	监测值
西南侧	2.6 × 10 <sup>-2</sup>	2.8 × 10 <sup>-2</sup>	3.64 × 10 <sup>-4</sup>	2.88 × 10 <sup>-4</sup>
西北侧	2.2 × 10 <sup>-2</sup>	1.3 × 10 <sup>-2</sup>	2.38 × 10 <sup>-4</sup>	1.27 × 10 <sup>-4</sup>
东北侧	8.4 × 10 <sup>-2</sup>	8.2 × 10 <sup>-2</sup>	2.90 × 10 <sup>-4</sup>	4.55 × 10 <sup>-4</sup>
东南侧	3.6 × 10 <sup>-2</sup>	1.4 × 10 <sup>-2</sup>	4.60 × 10 <sup>-4</sup>	3.08 × 10 <sup>-4</sup>

表4 沙坪变电站扩建后的预测值与监测值

站界名称	工频电场强度/(kV·m <sup>-1</sup> )		工频磁感应强度/mT	
	预测值	监测值	预测值	监测值
西北侧	3.6 × 10 <sup>-2</sup>	3.4 × 10 <sup>-2</sup>	9.2 × 10 <sup>-5</sup>	6.2 × 10 <sup>-5</sup>
西南侧	9.2 × 10 <sup>-2</sup>	1.06 × 10 <sup>-1</sup>	3.56 × 10 <sup>-4</sup>	3.53 × 10 <sup>-4</sup>
东南侧	8.8 × 10 <sup>-2</sup>	9.9 × 10 <sup>-2</sup>	2.04 × 10 <sup>-4</sup>	1.26 × 10 <sup>-4</sup>
东北侧	1.12 × 10 <sup>-1</sup>	7.9 × 10 <sup>-2</sup>	2.06 × 10 <sup>-4</sup>	1.35 × 10 <sup>-4</sup>

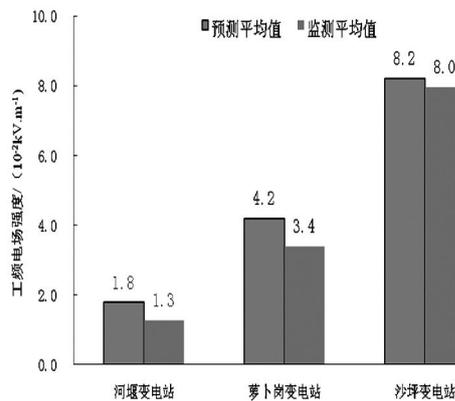


图1 变电站工频电场强度预测平均值和监测平均值

从图1中可以看出,3座变电站的工频电场强度预测平均值均较监测平均值大,偏大约23.5%~41.3%,但其绝对值均属同一数量级水平,预测值能保守反映变电站扩建后的工频电场影响状况,工频电场强度预测方法是合理的。

3座变电站扩建后站界工频磁感应强度预测平

均值和监测平均值对比见图2。

从图2中可以看出,3座变电站的工频磁感应强度预测平均值均较监测平均值大,偏大约14.6%~22.1%,但其绝对值均属同一数量级水平,预测值能保守反映变电站扩建后的工频磁场影响状况,工频磁感应强度预测方法是合理的。

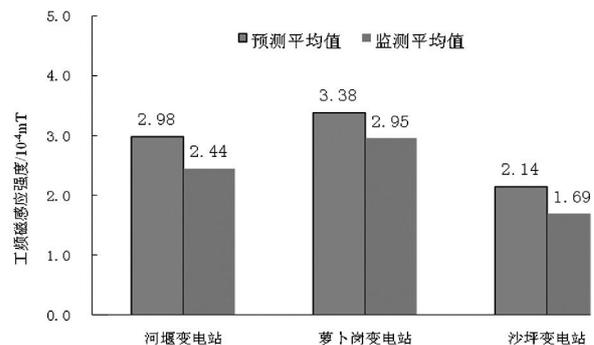


图2 变电站工频磁感应强度预测平均值和监测平均值

## 4 结 论

通过对扩建变电站的电磁环境影响初步探讨,得出以下结论:

- 1) 变电站扩建后引起站外工频电场和工频磁场增加的因素为扩建的主变压器和出线间隔;
- 2) 在无法找到完全满足规范要求的类比变电站时,可通常对变电站扩建前电磁环境现状监测值按主变压器台数和出线回路数进行修正,修正值能保守反映变电站扩建后电磁环境影响的预测值;
- 3) 变电站主变压器扩建修正时可采用变电站扩建前电磁环境现状监测值乘以扩建后主变压器台数与原主变压器台数的比值进行修正;
- 4) 变电站出线回路数修正时可采用变电站扩建前电磁环境现状监测值乘以扩建后出线回路数与原出线回路数的比值进行修正。

### 参考文献

[1] HJ24-2014 环境影响评价技术导则输变电工程[S].

(上接第4页)

### 参考文献

- [1] 王珍珍. 调速系统引发低频振荡的机理及抑制措施研究[D]. 保定: 华北电力大学, 2014.
- [2] 王铁强, 贺仁睦, 王卫国, 等. 电力系统低频振荡机理的研究[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(2): 21-25.
- [3] 刘辉, 杨寅平, 田云峰, 等. 电力系统强迫功率振荡实例及机理分析[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(10): 113-117.
- [4] 徐衍会, 贺仁睦, 韩志勇. 电力系统共振机理低频振荡扰动源分析[J]. 中国电机工程学报, 2007, 27(17): 83-87.
- [5] 杨慧敏. 区域电网低频振荡特性分析与抑制方法的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2009.
- [6] 魏云冰, 和萍, 李山德, 等. 电力系统低频振荡机理及控制策略研究[J]. 山东科技大学学报, 2008, 2(3): 23-26.

- [2] 巩延果. 500 kV 变电站站内工频电磁场检测分析[J]. 广西电力, 2012, 35(4): 67-69.
- [3] 刘岳定, 王里奥, 江玲燕. 重庆市典型变电站站场外工频电磁场实测分析[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(3): 138-140.
- [4] 赵志勇, 宋晓东, 朱艳秋. 110~220 kV 高压变电站电磁环境影响因素分析[J]. 中国辐射卫生, 2010, 19(4): 452-453.
- [5] 钱承萍, 杨琼分, 黄川友, 等. 关于新建110 kV 变电站电磁环境影响评价的几点建议[J]. 能源环境保护, 2012, 26(5): 53-55.
- [6] 阮黎东, 宋福祥, 孙全红. 高压变电站对周围环境的影响与评价[J]. 电力环境保护, 2005, 21(3): 1-3.
- [7] 赵素丽, 史玉柱. 设置变电站电磁环境影响防护控制区的必要性探讨[J]. 电力环境保护, 2008, 24(3): 50-53.

作者简介:

曾 媛(1981), 硕士, 工程师, 主要从事输变电工程环境影响评价

(收稿日期: 2015-02-20)

- [7] 宋墩文, 杨学涛, 丁巧林, 等. 大规模互联电网低频振荡分析与控制方法综述[J]. 电网技术, 2011(10): 22-28.
- [8] 耿天翔, 张竹竞, 项丽, 等. 基于起振特性的强迫振荡扰动源定位及解列方案[J]. 电力系统保护与控制, 2015(6): 98-103.
- [9] 倪以信, 陈寿孙, 张宝霖. 动态电力系统的理论和分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [10] 王茂海, 孙昊. 强迫功率振荡源的在线定位分析技术[J]. 中国电机工程学报, 2014(34): 6209-6215.

作者简介:

周 专(1987), 硕士, 研究方向为电力系统规划、稳定与控制;  
常喜强(1976), 硕士, 研究方向为电力系统分析与控制;  
张增强(1984), 硕士, 研究方向为电力系统规划与分析。

(收稿日期: 2015-04-29)