

文章编号: 1671-6833(2003)03-0021-03

# 发电厂母线电压监测与分析

周勇<sup>1</sup>, 雷天友<sup>2</sup>, 谢志棠<sup>3</sup>

(1. 郑州大学电气工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州大学科研处, 河南 郑州 450002; 3. 香港理工大学电机系, 香港 九龙)

**摘要:** 简述了发电厂电压监测装置的基本功能, 给出了装置的系统结构框图和软件流程框图. 该装置已在安阳电厂投入运行, 通过对有功出力、无功出力和 220 kV 母线电压的监测和分析, 找出了影响电压合格率的主要原因在于安阳电厂地处河南电网末端, 而且地区负荷波动幅度太大.

**关键词:** 发电厂; 电压监测; 电压合格率

**中图分类号:** TM 933 **文献标识码:** A

## 0 引言

随着现代科学技术的飞速发展, 各种新型的电子仪器和控制装置不断涌现, 这些设备对于电压偏差的要求也越来越高. 所谓“电压偏差”是指实测电压与额定电压之差占额定电压的百分数, 它是衡量电能质量的一个重要指标. 在国家标准《电能质量 供电电压允许偏差》(GB 12325-90)中规定: 35 kV 及以上供电电压正负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%, 如果供电电压上下偏差同号(均为正或均为正负)时, 按较大的偏差绝对值作为衡量依据; 10 kV 及以下三相供电电压允许偏差为额定电压的  $\pm 7\%$ , 220 V 单相供电电压允许偏差为额定电压的  $+7\%$  和  $-10\%$ .

电力系统中的负荷是不断变化的, 这种变化必然会导致供电电压也随之波动<sup>[1]</sup>. 为了保证各类用电设备的正常运行, 就需要不断地对电力系统中的“中枢点”电压进行监测和调整. 所谓“中枢点”是指电力系统中可以反映系统电压水平的主要发电厂和变电站的母线, 把这些母线的电压偏差控制在规定的范围内, 就可以保证整个电网的电压质量<sup>[2]</sup>. 本文将就发电厂母线电压监测装置的开发和应用作一简要的介绍.

## 1 电压监测装置的系统结构

一般情况下, 当发电机增发无功时, 母线电压就会上升; 当发电机减发无功时, 母线电压就会下

降. 但是, 当系统无功不足时, 即使发电机无功发到最大, 母线电压仍然会低于电压下限值; 当系统无功过剩时, 即使发电机无功减到最小, 母线电压仍然会高于电压上限值. 因此, 在衡量发电厂的母线电压是否越限时, 不能只看电压, 同时还要兼顾发电厂的有功功率和无功功率. 具体的电压越限判据是: 当母线电压高于电压上限值, 而且全厂的总功率因数低于给定的功率因数上限, 说明发电厂总的无功还没有减到最小, 这时就判定“电压越上限”; 当母线电压低于电压下限值, 而且全厂的总功率因数高于给定的功率因数下限, 说明发电厂总的无功还没有加到最大, 这时就判定“电压越下限”. 因此, 在监测母线电压的同时, 还必须监测各发电机的有功功率和无功功率, 并计算出对应的总功率因数. 这就要求电压监测装置应该具备以下几项功能:

(1) 实时显示电压监测点的母线电压和各发电机的有功功率、无功功率, 计算出对应的全厂有功功率总和、无功功率总和、总功率因数和各发电机的功率因数.

(2) 母线电压的限值和功率因数的限值可根据需要随时修改, 当判定电压越限时能及时发出报警信号.

(3) 每隔一段时间(通常取 1~5 分钟, 可根据需要设定), 记录一次各检测量和计算量, 按日生成报表和曲线, 对越限的电压在统计报表中要加标记; 每月 1 号, 可自动生成上月全厂的电压考

收稿日期: 2003-04-07; 修订日期: 2003-06-28

作者简介: 周勇(1957-), 男, 河南省固始县人, 郑州大学副教授, 主要从事电力系统分析与控制方面的研究.

核表和各班组的电压考核表。

(4) 输入指定的日期, 可随时查阅和打印某月或某日的电压考核表或电压曲线。

为了实现上述功能, 同时还要保证该装置运行可靠, 该系统共配置了两台微机。前台机采用工控机, 它主要负责采集数据、显示数据、越限报警

和修改限值, 并定时向后台机发送数据。后台机采用商用机, 它负责接收数据, 实时显示有关的运行参数, 同时还具有越限报警、生成报表和曲线、打印报表和曲线等功能。电压监测装置的系统结构如图 1 所示。

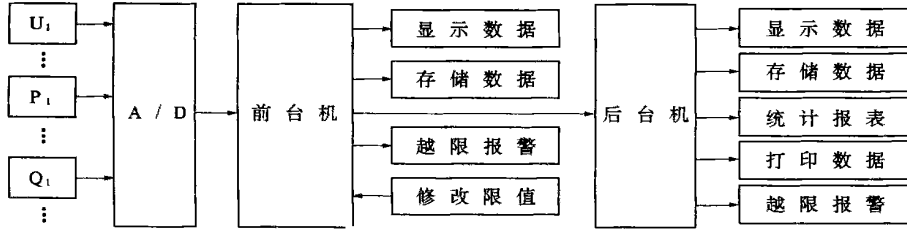


图 1 电压监测装置的系统结构框图

Fig. 1 The system structure of voltage monitoring device

### 2 系统软件设计

根据前面提出的系统结构和技术要求, 同时还考虑到便于运行人员操作, 在设计系统软件时采用了一个主程序和两个子程序的结构。图 2 画出了主程序的流程图, 两个子程序的流程图分别如图 3 和图 4 所示。

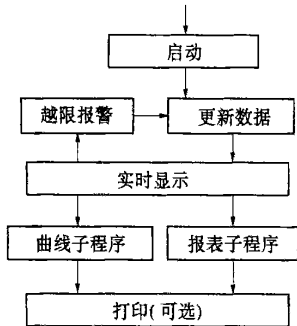


图 2 系统主程序流程图

Fig. 2 Main program flow

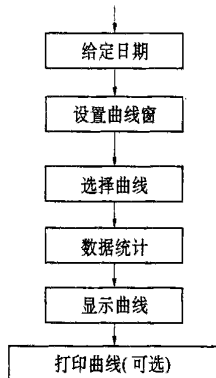


图 3 曲线子程序流程图

Fig. 3 Curve program flow

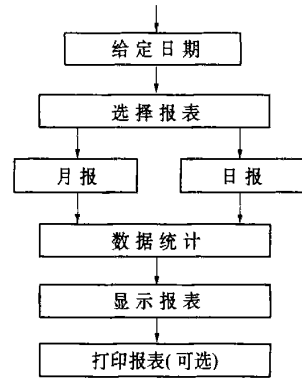


图 4 报表子程序流程图

Fig. 4 Table program flow

当前台机启动后, 便可按照设定的时间间隔采集所需要的母线电压、各发电机的有功功率和无功功率, 然后计算出全厂有功功率总和、无功功率总和、总功率因数和各发电机的功率因数, 并把这些数据发送给后台机, 后台机收到数据后立即在屏幕上显示出来, 并可根据需要查看监测曲线和统计报表。

### 3 母线电压监测与分析

2002年8月, 电压监测装置在安阳电厂投入运行。图 5 是监测数据和计算结果的实时显示画面, 图 6 是母线电压的实时曲线。

安阳电厂的 220 kV 母线就是河南电网的一个中枢点, 由于电网负荷每天波动很大, 使该厂的 220 kV 母线电压经常在重负荷时越下限, 轻负荷时越上限, 按月考核的电压合格率最低时只有 62%。根据每月电压合格率的, 省中调都要按不同的比例扣除一些发电量。因此, 当电压合格率比较低时, 该厂就会损失较多的发电量。



图 5 实时显示监测数据和计算结果

Fig. 5 Monitoring datum and calculating results

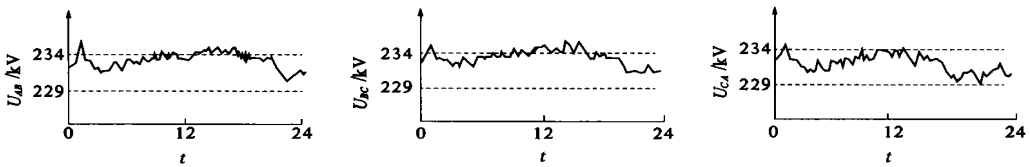


图 6 母线电压的实时曲线

Fig. 6 Bus voltage curves

鉴于这种情况, 必须采取有效措施对该厂 220 kV 母线电压进行监测, 为运行分析和考核管理提供必要的依据。

电压监测装置投入运行后, 加强了对安阳电厂 220 kV 母线电压的监视, 如果母线电压越限, 装置立即报警, 及时提醒运行人员, 根据电网负荷的变化调整发电机的无功, 把母线电压调整到允许的范围。每月 1 号可打印出上月全厂的电压考核表和各班组的电压考核表, 其中记录了电压越限的日期和时段, 根据统计报表可对各班组的电压合格率进行考核, 从而增强了运行人员对电压质量的责任意识。

通过对各种监测数据和曲线的分析可以看出, 由于安阳电厂地处河南电网末端, 在白天的负荷高峰期, 该厂的 220 kV 母线电压时常会越下限; 而在后夜的负荷低谷时, 该厂的 220 kV 母线电压又时常会越上限。

还需要说明一点, 图 5 中的安范线是安阳电厂到安阳钢厂的一条 220 kV 线路, 该线路有两个特点, 一是距离特别短, 全长只有 5.6 公里; 二是

负荷波动特别大, 安阳钢厂负荷中含有 100 吨电弧炉。每当电弧炉投运时, 安阳电厂的 220 kV 母线电压就会较大的变化, 而且三相不对称。这也是影响安阳电厂电压合格率的一个重要因素。

### 4 结论

从半年多的实际运行效果来看, 该装置性能可靠, 功能比较实用。通过对有关的监测数据进行分析, 找出了影响电压质量的原因, 其中安范线距离特别短和安阳钢厂的电弧炉是造成安阳电厂 220 kV 母线电压波动的主要原因, 从而给运行管理提供了准确的依据, 提高了安阳电厂的电压合格率, 取得了明显的经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [ 1 ] 马新维. 电力系统电压[ M ]. 北京: 中国电力出版社, 1998.
- [ 2 ] 陈 珩. 电力系统稳态分析[ M ]. 北京: 水利电力出版社, 1985.

(下转第 36 页)

## Influence of Aggregate Size on Adhesive Fracture Toughness of New and Old Concrete

HAN Ju-hong<sup>1</sup>, WUN Xin-li<sup>2</sup>

(1. College of Environmental & Hydraulic Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Department of Hydraulic Engineering, North China Institute of Water Conservancy and Hydropower, Zhengzhou 450045, China)

**Abstract:** Based on the fracture test results of adherence of new and old concrete with the three-point bending test method, the influence mechanism of aggregate size on adhesive fracture toughness of new and old concrete is discussed and analyzed, and it is validated by means of the fractal theory. The result shows that the influence of aggregate size on adhesive fracture toughness of new and old concrete is related to the interface roughness, and the aggregate size has little influence on the adhesive fracture toughness of new and old concrete when the interface roughness is constant.

**Key words:** new and old concrete; the size of the aggregate; adhesive fracture toughness; interface roughness; fractal theory

(上接第 23 页)

## Monitoring and Analysis of Power Plant's Bus Voltages

ZHOU Yong<sup>1</sup>, LEI Tian-you<sup>2</sup>, XIE Zhi-tang<sup>3</sup>

(1. College of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Scientific Research Office, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 3. Department of Electrical Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

**Abstract:** In this paper, the basic functions of the voltage monitoring device are introduced, and the system structure and software flows are illustrated. The device has been put into operation in Anyang Power Plant. According to the active power, reactive power and 220 kV bus voltages collected from the device, the main factors that influenced the voltage yield have been found out. And the obvious contribution has been made to the management of the power plant and the improvement of the voltage yield.

**Key words:** power plant; voltage monitoring; voltage yield