

# 自动发电控制系统数据采集同源性分析与研究

杜小军

(大唐陕西发电有限公司渭河热电厂 710000)

摘要: 针对并网火力发电厂自动发电控制 (AGC, Automatic Generation Control) 中数据采集设备采用不同的配置, 原理和测量精度不同, 当运行中由于二次回路异常或电网故障时暂态过程中采样数据失真、负荷控制失效, 给电网安全运行造成威胁。本文分析采集系统存在的问题, 提出 AGC 数据采集设备的配置方案, 提高数据可靠性, 形成整个 AGC 控制环节数据的同源性, 提高调节的准确性, 保证发电出力与负荷平衡, 保证系统频率为额定值。

关键词: AGC; 数据采集; 同源

## 0 引言

自动发电控制 (AGC, Automatic Generation Control) 是并网发电厂提供的有偿辅助服务之一, 发电机组在规定的出力调整范围内, 跟踪电力调度交易机构下发的指令, 按照一定调节速率实时调整发电出力, 以满足电力系统频率和联络线功率控制要求的服务。保证发电出力与负荷平衡, 保证系统频率为额定值, 使净区域联络线潮流与计划相等, 最小区域化运行成本,

调度主站的 AGC 负荷指令以厂站端远动终端装置 (RTU, Remote Terminal Unit) 中交流采样装置采集的数据为依据和全网频率、负荷做计算比较, 进行 AGC 负荷指令下发厂站端执行。机组的负荷调整以厂站端三套智能变送装置采集的有功功率为依据, 从三组数据中进行“三取中”调取有功功率和调度主站下发的负荷指令做比较, 进行主汽门的开度控制调节负荷。

近年来各省级电网并网机组侧 AGC 已全部投入运行, 上传至调度侧参与负荷控制的有功功率遥测数据由用于监测的交流采样装置提供, 该采样装置提供的电压、电流及工作电源均单路输入, 数据可靠性和精度不高, 从而影响到 AGC 的调节速率和准确性, 对电网的安全运行造成威胁。本文以 330kV 系统某火力发电厂运行中由于回路异常引起上传调度侧的有功功率失真, 造成机组实际负荷和监测负荷不一致, 从而引起机组 AGC 不能正常调节, 甚至影响到整个电网的负荷计算调节, 提出 AGC 数据采集设备的可靠配置方案。

## 1 异常案例

某火力发电厂为 2×300MW 机组, 电气一次系统为发电机、变压器单元接线, 以 330kV 电压接入系统, 330kV 系统为双母线接线方式。该电厂 RTU 为双机配置, 主备模式运行, 配置 2 台交流采样装置, 分别采集两台机组的模拟量信息和母线模拟量信息, 通过通信传输到 RTU 系统上传调度。在 2020 年 10 月 27 日 23:00 时, 2 号机组实际负荷为 152MW, 调度员通知 2 号机组机端有功功率远传调度侧显示异常, 2 号机组调度侧显示负荷 132MW, 2 号机组负荷不受调度 AGC 控制, 令电厂查明原因。

判断用于 RTU 系统采集发电机有功功率的交流采样装置电压异常, 联系调度暂时在主站封闭信号, 经现场检查发现机端电压 C 相输入回路在端子排处保险器接触不良, 晃动该保险器时交流采样装置输入端电压在 57.7~34.5V 之间变化, RTU 后台有功功率也同时在 152~132MW 之间变化, 更换保险器底座后, 电压和有功功率显示正常。

查阅装置说明书, 交流采样装置内部计算发电机有功功率为三个单相有功功率之和。

$$即: P_{\Sigma} = P_A + P_B + P_C = 3 \times U_A I_A \cos \phi$$

当时机组实际负荷为 152MW, 发电机定子电流为 4.5kA, 发电机电线电压为: 20kV, 功率因数为: 0.98, 三相二次电压均为 57.7V。调度测负荷异常时 RTU 显示机组负荷 132MW, 发电机电流无变化, 在 RTU 的交流采样装置处测量 A 相、B 相二次电压均为 57.7V, C 相二次电压为 34.5V。发电机电流互感器变比为 15000/5; 发电机电压互感器变比为 20/0.1。

根据装置特点分析计算, 正常时计算的有功功率为:

$$P_{\Sigma} = 3 \times P_A = 3 \times U_A I_A \cos \phi = 3 \times 57.77 \times 200 / 1000 \times 4.5 \times 0.98 = 152.77 \text{ MW}$$

异常时计算的有功功率为:

$$P_A = 57.77 \times 200 / 1000 \times 4.5 \times 0.98 = 50.95 \text{ MW}$$

$$P_B = 57.77 \times 200 / 1000 \times 4.5 \times 0.98 = 50.95 \text{ MW}$$

$$P_C = 34.5 \times 200 / 1000 \times 4.5 \times 0.98 = 30.43 \text{ MW}$$

$$P_{\Sigma} = P_A + P_B + P_C = 50.95 + 50.95 + 30.43 = 132.34 \text{ MW}$$

所以经过分析计算, 确定有功功率显示异常原因为交流采样装置 C 相电压输入回路接触不良造成。

## 2 存在的问题分析

### 2.1 二次回路设计可靠性不高

电网容量不断增大, 电网自动控制水平提高, AGC 全面投入运行, “两个细则”电力市场辅助服务的考核愈发严格, 对遥测数据的可靠性提出更高的要求。[1]采集系统应遵循以下原则, 直调厂站的信息采集应按照直调直采、直采直送原则设计, 非直调厂站的信息采集, 可通过直采方式送到相关调度端。新建场站宜采用计算机监控系统, 实现各类信息采集处理和与调度端通讯的功能, 特殊情况下, 部分信息采集也可通过独立的系统实现。[2]调度自动化系统的主要设备应采用冗余配置, 互为热备, 服务器的存储容量和中央处理器负载应满足相关规定要求, 主要功能的服务器宜配置 2 个及以上中央处理单元, 对于厂站端设备, 单机容量 300MW 及以上的发电厂和枢纽变电站可采用主要模块冗余配置的远动系统。调度自动化远动系统, 传至调度侧参与控制的有功功率遥测数据还由原来仅用于监测的交流采样装置提供, 该采样装置的电压、电流及工作电源均单路输入, 数据可靠性不高, 且数据异常时无告警, 影响电网自动控制调节和电网安全稳定。如图 1 所示。

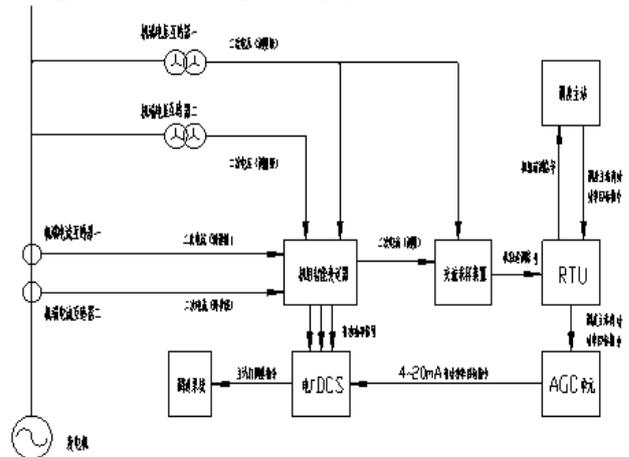


图 1 原 AGC 数据传输示意图

2.1 设备技术参数不匹配

机组厂站控制系统采用具有两路模拟量输入的智能变送装置时具有... 较高的可靠性和暂态特性, 远动终端 RTU 和数据网进行了双主配置和双平面配置...

以某公司 BPT9301 智能变送装置为例技术参数: 测量电流、电压测量精度小于 ±0.2%, 保护电流测量精度小于 ±0.5%...

3 优化措施

3.1 提高采样装置精度和功能

对 RTU 的交流采样装置进行技术升级, 分析研究采用同厂站控制系统数据采集相同的, 具有两路模拟量输入、高精度、暂态性能好的智能变送装置...

RTU 智能变送装置具有可靠的 PT 断线和 CT 断线判别功能, 当一路 PT 断线和 CT 断线时装置将自动切换至未断线组 PT 和 CT 进行采集计算...

RTU 智能变送装置的两路输入电压、电流和机组智能变送装置的两路输入电压、电流保持一致, 保证采集的同源、同精度。接线如下图 2 所示:

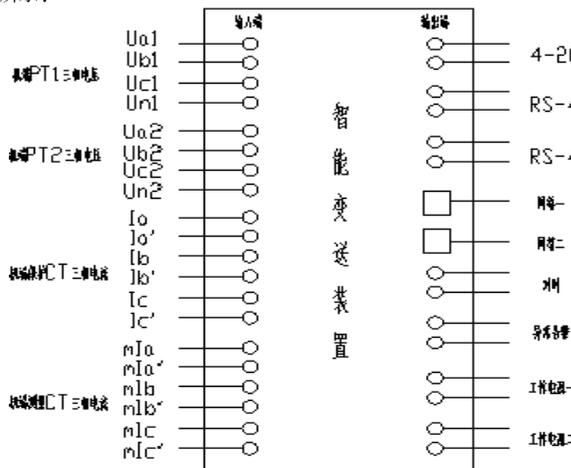


图 2 智能变送装置接线示意图

3.2 完善回路接线提高可靠性

RTU 智能变送装置第一路电压取自机端电压互感器 1, 第二路电压取自机端电压互感器 2, 同机组控制智能变送装置的电压采用相同的二次绕组...

RTU 智能变送装置第一路工作电源取自直流电源 A 段, 第二路工作电源取自直流电源 B 段。对时接口接入继保室同步时钟系统。

输出通过双以太网, 传输速率为 10/100Mbps 或双 RS-485 接口, 传输速率为 19.2kbps, 使用标准的 Modbus RTU 通讯规约, 将数据分别传至两套远动终端 RTU, 上传至调度侧主站, 用于调度监视和控制。

RTU 智能变送装置的装置异常告警信号, 通过硬接线接入机组监控系统, 便于运行人员及时发现并消除系统隐患。

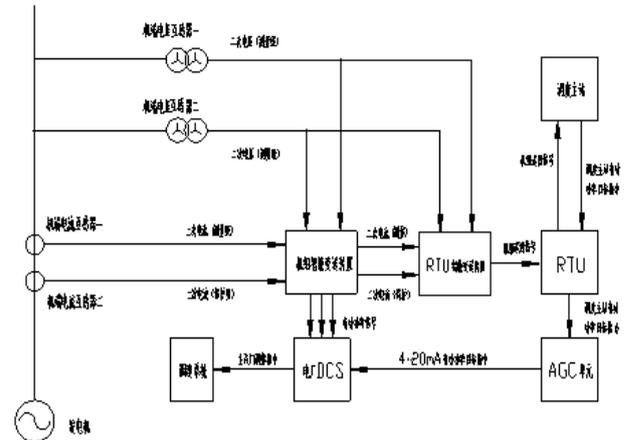


图 3 更改后 AGC 数据传输示意图

4 结语

电网容量不断增大, 电网自动控制水平提高, 对遥测数据的可靠性提出更高的要求, 调度数据传输采集设备同厂站端控制数据采集设备进行同源、同性能配置...

参考文献:

[1] 电力系统调度自动化设计规程. DL / T5003-2017, 中国标准书号[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017: 32.35
[2] 国家能源局电力安全监管司, 中国电机工程学会. 《防止电力生产事故的二十五项重点要求》辅导教材 (2014 年版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2015: 395.397

作者简介: 杜小军(1975-), 男, 本科, 高级工程师, 西安交通大学电力系统及其自动化专业毕业, 从事电气技术管理工作, 擅长继电保护定值计算、现场异常处理和缺陷分析。