

万州电网 AVC 系统遥控成功率低问题探讨

王小波 张长春 刘 钢
(万州供电公司 重庆 万州 404000)

摘要: 首先介绍了 AVC 系统控制原理;接着针对万州电网 AVC 系统遥控成功率低的问题,结合具体变电站设备遥控失败的现象(如遥控返校错误、未收到变位动作、遥控执行失败等),以分析报文为手段,讨论失败的原因;最后提出解决方法,并将其方法用于其他厂站设备研究,大大提高万州电网 AVC 系统遥控成功率。

关键词: AVC 系统;控制原理;变电站;遥控成功率;报文

Abstract: Firstly, the control theory of automatic voltage control (AVC) system is introduced. Then aiming at the low success rate of remote control in AVC system, the reasons are discussed by means of message analysis considering the remote control failures of substation equipment. At last, the solutions are put forward and applied to the equipment research in other power plants and substations, which greatly improves the success rate of remote control for AVC system in Wanzhu power grid.

Key words: automatic voltage control system; control theory; substation; success rate of remote control; message

中图分类号: 763 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2014)05-0068-04

0 引言

重庆万州电网监控区现有 28 座变电站,其中 220 kV 变电站 12 座、110 kV 变电站 8 座和 35 kV 变电站 8 座,已经全部实现无人值班,并由万州供电公司调控中心负责监控工作。万州电网 AVC 系统是在调控一体化系统 IES-600 平台的基础上建设和完善的,主要功能在于通过改变电网中可控无功电源的出力、无功补偿设备的投切、变压器分接头的调整来协调上级调度完成电压无功的分层控制,从而达到提高电压合格率和降低网损的目的^[1]。目前该系统已运行一年有余,运行比较稳定,但在运行中发现某些厂站设备遥控成功率不高的问题。为了提高 AVC 系统遥控成功率,保证系统更加稳定运行,万州供电公司组织运检部和调控中心相关专业技术人员对此问题进行研究和解决。

1 AVC 系统控制原理

AVC 系统原理图如图 1 所示。AVC 系统从 SCADA 侧获取实时数据,并对数据进行滤波,进行网络拓扑分析,对网络进行动态分区,自动生成监控点,根据当前电压情况和关口功率因数情况,再根据

灵敏度计算结果,查找可以使用的控制设备,产生控制方案,启动遥控操作。遥控命令由前置机系统下发,通过串行通道或数据网通道到达变电站远动总控,再到间隔测控装置,最后经过断路器执行机构对断路器进行实际拉合。

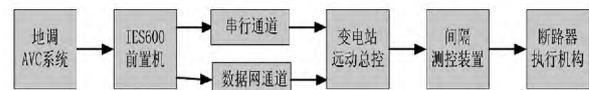


图 1 AVC 系统控制原理图

2 存在问题分析

AVC 系统遥控出口是通过前置机出口。遥控操作分为 3 个步骤:遥控预置、遥控命令、遥控执行,任何一步不成功都将会造成遥控失败,可能是主站设置问题、通道问题、站端总控设置问题、测控装置问题、断路器执行机构闭锁问题等,归结起来:遥控失败的原因主要在于遥控返校超时、遥控返校错误、遥控执行失败、未收到变位动作等。

下面以万州电网 AVC 系统 2013 年 7 月至 12 月遥控成功率比较低的几个典型设备进行分析。如表 1 所示。

从表 1 可以看出,造成以上设备遥控成功率低

的原因主要包括遥控返校错误、遥控执行失败、未收到变位动作 3 种现象。下面将一一对这 3 种问题进行分析和研究。

表 1 2013 年 7 月至 12 月 AVC 成功率情况

设备	AVC 遥控次数	遥控失败次数	成功率 /%	失败原因
七桥变电站 2 号主变压器	812	315	72.05	遥控返校错误
福祿变电站 1 号电容器	30	16	46.67	未收到变位
福祿变电站 2 号电容器	15	7	68.18	未收到变位
龙都变电站 1 号主变压器	102	23	81.60	遥控执行失败
龙都变电站 2 号主变压器	118	21	84.89	遥控执行失败
云龙变电站 1 号主变压器	341	120	64.84	遥控执行失败
梁平变电站 2 号电容器	27	11	70.27	遥控执行失败

3 遥控返校错误原因分析和改进

3.1 遥控返校错误常见原因^[2]

(1) 测控屏上远方/就地操作把手处于就地位置。此时遥控回路不通,会导致遥控返校错误。

(2) 通道原因。通道误码率高时,会导致主站不能正确接收厂站遥控返校报文。

(3) 设备处于闭锁操作状态。当设备满足逻辑闭锁条件时,会导致设备遥控返校错误。

3.2 七桥变电站 2 号主变压器问题分析

七桥变电站 1 号主变压器遥控成功率在 95% 以上,可以排除通道原因;经值班人员核实,主变压器测控屏上远方/就地操作把手处于远方位置。前两种原因均排除,很有可能是第 3 种原因造成,设备处于闭锁操作状态。

经二次班人员到现场核实 2 号主变压器未处于闭锁状态,但是两台主变压器遥调间隔设置为 10 s。主站人员在人机界面上对七桥变电站 2 号主变压器做 10 次遥控返校。间隔时间为 5 s 时,9 次遥控返校错误;间隔时间为 10 s 时,9 次遥控正确。AVC 系统两台主变压器遥调间隔时间设置为 5 s,当 1 号主变压器遥调成功后 5 s 过后对 2 号主变压器进行遥调,由于变电站设置为 10 s,此时 2 号主变压器还处于闭锁状态,因此返校错误。以 2014 年 1 月 10

日 16 时 03 分 19 秒的报文为例进行说明。

(1) 主站对 2 号主变压器下发选择命令

主站 -> 厂站: 16:03:19 68 0E 8C 0A 74 88 2E
01 06 00 01 00 14 60 00 82

(2) 厂站向主站返回错误的返校命令

厂站 -> 主站: 16:03:19 68 0E 74 88 8E 0A 2E
01 47 00 01 00 14 60 00 82

由以上报文可知:主站向厂站发送报文 06(激活),厂站本应返回报文 07(激活确认),但主站接收的是传输原因为 47(未知的信息对象地址)^[3-4]的拒绝报文,因而返校错误。

3.3 七桥变电站 2 号主变压器解决措施

由以上分析可知,造成七桥变电站 2 号主变压器遥调成功率低的问题在于是 AVC 系统并列运行的主变压器间隔时间小于厂站设置的间隔时间。由于厂站主变压器遥调间隔设置为 10 s 不能更改,只有将主站间隔 5 s 修改为 10 s。修改后,七桥变电站 2 号主变压器遥控成功率大大提高。2014 年 1 月到 3 月有显著提高,由之前的 72.05% 提高到 93.4%。

4 未收到变位动作原因分析和改进

调度主站在规定时间内(一般是 30 s)没有收到厂站上传的变位遥信,就判定为未收到变位动作,当 AVC 系统连续对某设备 3 次操作未成功时,将会闭锁该设备^[5]。下面以福祿变电站 1 号电容器为例进行分析。

4.1 福祿站 1 号电容器问题分析

AVC 系统对福祿变电站 1 号电容器进行遥控,每次均返校正确,但经常收不到变位信息,如图 2 所示。

由图 2 的事项查看器可以看出,执行遥控命令时,30 s 未收到变位信息,系统就会判未到变位动作。但实际上遥控命令执行 60 s 左右后,变位信息上传,开关发生变位。如图 3 所示。

针对福祿变电站 1 号电容器未收到变位动作的问题。主站人员对遥控返校报文进行分析。如表 2 所示。

0000A2(10) = 162, 0003D9(10) = 985。由于主站遥信从 0 开始,厂站遥信从 1 开始,则 00A2(10) 对应的主站的 162 - 1 = 161 点, 0003D9(10) 对应的主站的 985 - 1 = 984 点。

从以上报文分析得出:遥控返校正确,执行命令也正常发出,变位信号也及时上传,但 1 点 29 分 50

历史事项	事项类型	发生时间	厂站名	部件名称	具体内容	操作者类别	操作者
遥控操作类	遥控操作类	2014/01/05 01:30:16.897	35kV福祿站	万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关	对万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关进行遥控,未收到变位动作	系统自动	操作人:AUTO_CTRL,监护人:
遥控操作类	遥控操作类	2014/01/05 01:29:46.603	35kV福祿站	万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关	对万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关下达遥控执行命令	系统自动	操作人:AUTO_CTRL,监护人:
遥控操作类	遥控操作类	2014/01/05 01:29:46.443	35kV福祿站	万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关	对万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关进行遥控,返校正确	系统自动	操作人:AUTO_CTRL,监护人:
遥控操作类	遥控操作类	2014/01/05 01:29:44.590	35kV福祿站	万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关	对万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关下达遥控(选择)命令	系统自动	操作人:AUTO_CTRL,监护人:

图 2 2014 年 1 月 5 日福祿变电站遥控操作事项

历史事项	事项类型	发生时间	厂站名	部件名称	具体内容
开关事项	开关事项	2014/01/05 01:30:52.512	35kV福祿站	万州35kV福祿站10kV#1电容器951开关	合闸

图 3 2014 年 1 月 5 日福祿变电站关变位事项

表 2 遥控报文分析

遥控流程	报 文
遥控前置	68 0E 96 0A A2 89 2E 01 06 00 01 00 14 60 00 82
遥控返校	68 0E A4 89 98 0A 2E 01 07 00 01 00 14 60 00 82
执行下发	68 0E 98 0A A6 89 2E 01 06 00 01 00 14 60 00 02
厂站返回	68 0E A6 89 9A 0A 2E 01 07 00 01 00 14 60 00 02
变位信号	68 0E 12 46 B0 01 01 01 03 00 01 00 A2 00 00 02
变位信号	68 0E 12 46 B0 01 01 01 03 00 01 00 D9 03 00 02

厂站第一次上传变位信号时间:01:29:50:23
厂站第二次上传变位信号时间:01:30:52:51

秒上传的变位信号对应的地址是 161 点,但主站通信表 1 号电容器合位是定义在 984 点,161 号点能及时收到变位信号。60 s 过后,1 点 30 分 52 秒,984 点接收到变位信号。由二次班到现场核实,161 点是硬信号,984 点是软信号。

经分析得出结论可知:造成福祿变电站 1 号电容器主要原因在于主站接收的是软信号,没有接收硬信号。

4.2 福祿变电站 1 号电容器解决措施

将主站软信号点(984)删除,添加硬信号点(161)。修改后,福祿变电站 1 号电容器遥控成功率大大提高。2014 年 1 月到 3 月有显著提高,由之前的 4.67% 提高到 91.23%。

5 遥控执行失败原因分析和改进

5.1 遥控执行失败的主要原因^[6]

• 70 •

(1) 遥控电源断开。当遥控电源断开时,遥控点的执行继电器处于失电状态,不能执行遥控点的开合操作,会导致遥控执行失败。

(2) 出口执行继电器不能正确动作。一般有两种原因,一是执行继电器失电,二是继电器损坏,均会导致遥控执行失败。

(3) 通道原因。下行通道质量问题。

5.2 龙都主变电站问题分析

经检修公司值班人员核实,龙都变电站两台主变压器遥控电源均正常,出口继电器均能正确动作,那主要原因可能在于通道原因。

龙都变电站有串行和调度数据网两种通道,但串行通道长期处于主通道,由于串行通道可靠性不高,且传输数据质量不好,主变压器遥控成功率低的问题可能是通道原因造成。

于是主站人员将龙都变电站调度数据网通道切为主通道进行观察。从 2014 年 1 月份开始,龙都变电站两台主变压器遥调成功率都有所提高,据统计 2014 年 1 月 1 号主变压器成功率达到 92.6%,2 号主变压器高达 94.48%。

6 结 论

自动化主站和二次班人员通过 AVC 系统七桥变电站、福祿变电站、龙都变电站问题的探讨,解决了七桥变电站 2 号主变压器、福祿变电站 1 号电容器、龙都变电站主变压器遥控成功率低的问题,并以此类推,将此研究方法用于其他厂站设备遥控成功率研究,各设备遥控成功率均大大提高,如表 3 所示。从表 3 可以看出,福祿变电站 2 号电容器由 68.18% 提高到 91.27%,云龙变电站 1 号主变压器由 64.84% 提高到 89.37%,梁平变电站 2 号电容器

由 70.27% 提高到 91.15%。

表 3 2014 年 1 月至 3 月 AVC 成功率情况

设备	AVC 遥控次数	遥控失败次数	成功率 /%	解决方法
福祿变电站 2 号电容器	275	24	91.27	主站接收硬信号
云龙变电站 1 号主变压器	254	27	89.37	采用数据网络通道
梁平变电站 2 号电容器	316	9	91.15	采用数据网络通道

在对 AVC 系统遥控成功率进行探讨时,分析报文是一个很好的手段,通过报文分析,基本上可以判断出问题的原因。

由于 AVC 系统遥控成功率的提高,使得调控中心人工遥控的次数大大减少,减轻工作量,提高了工作效率,也提高了电网电压合格率,保证电网安全运行。

参考文献

[1] 张勇军,林建熙,杨银国. 电力系统无功电压调控配合研究综述[J]. 电网技术, 2012, 36(3): 101-106.

[2] 黄益庄. 变电站自动化技术的发展方向[J]. 继电器,

(上接第 8 页)

(2) “疆电入川”项目工程投运后,在不改变四川水电、火电机容量的情况下,对 2015 年四川电网 500 kV 以上各站点短路电流水平的影响很小。采用直流输电方式将新疆的富裕电力输送到四川电网,并不会增大四川电网的短路电流水平;

(3) 当前,随着交流特高压工程的逐步建设,新增大电源的不断接入,各地区电网存在 500 kV、220 kV 环网问题,将导致四川电网各站点短路电流水平将不断增大,甚至某些站点的短路电流已经或者可能超过对应母线开关的最大遮断容量,需要对四川电网 500 kV 各站点采取有效限制短路电流的措施。

参考文献

[1] 本刊编辑部. “疆电外送”特高压直流前期正式启动[J]. 华北电力技术, 2011(8): 4.

[2] 新疆电力公司. “疆电外送”工程打造能源输出空中大通道[OL]. 国家电网公司, <http://www.sgcc.com.cn/xwzx/gsyw/yxfc/07/277399.shtml> [2012-07-30].

[3] 陈虎,张英敏,贺洋,等. 特高压交流对四川电网多送出直流输电系统影响评估[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(7): 136-141.

[4] 张粒子,王睿,金允剑,等. 基于跨省发电权交易的“疆

2008, 36(6): 1-3.

[3] 张士勇,陈春,贾大昌,等. 应用 101(104) 规约的“电网调度自动化系统”在现场调试维护中的关键技术分析[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(5): 148-152.

[4] 中华人民共和国国家能源局. DL/T 634. 5104-2009 远动设备及系统 第 5-104 部分 传输规约采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问[S]. 北京: 中国电力出版社, 2010.

[5] 王奕. 无功自动调节系统遥控成功率较低的原因分析和改进[J]. 电力设备, 2007, 8(7): 61-63.

[6] 周鹤鹤,刘康军. 电网 AVC 系统存在的问题及改进措施[J]. 电工技术, 2010(10): 29-30.

作者简介:

王小波(1986), 硕士研究生, 工程师, 研究方向为电力系统调度自动化;

张长春(1982) 硕士研究生, 工程师, 研究方向为电力系统调度自动化;

刘钢(1986) 硕士研究生, 助工, 研究方向为电力系统调度自动化。

(收稿日期: 2013-04-08)

电外送”交易模式研究[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(5): 69-74.

[5] 刘楠,唐晓俊,张文朝,等. 特高压接入河南电网后电磁环网解环方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(2): 131-136.

[6] 白宏坤,李干生. 关于电磁环网若开环方式的探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(2): 60-63.

[7] 王强,李建. 四川西部电网解环分区运行研究[J]. 华中电力, 2008, 21(4): 12-14.

[8] 杨冬,刘玉田,牛新生. 电网结构对短路电流水平及受电能力的影响分析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(22): 62-67.

[9] 郑晓冬,邵能灵,杨光亮,等. 特高压直流输电系统的建模与仿真[J]. 电力自动化设备, 2012, 32(7): 10-14.

[10] 刘天琪. 现代电力系统分析理论与方法[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.

作者简介:

蒋乐(1975), 博士研究生, 高级工程师, 从事特超高压输电技术与电力系统分析工作与研究;

魏震波(1978), 博士, 讲师, 从事电力系统安全稳定分析与控制、电力市场、智能电网及相关计算机应用等研究;

刘俊勇(1963), 教授, 博导, 研究方向为电力系统分析及电力市场研究。

(收稿日期: 2014-07-28)