

苏布雷水电站无功功率调节试验

吕 宁¹， 高 方 圆²， 蔡 松 威³

(1.中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066;2.通用电气水电设备(中国)有限公司,吉林 长春 130500;
3.中国电器科学研究院有限公司 广州擎天实业有限公司,广东 广州 510000)

摘 要:鉴于大部分非洲国家的电网稳定性不是很好,而新建电站的容量在整个电网中占比较大,如科特迪瓦苏布雷水电站总装机容量占科特迪瓦全国电网总容量的 13%,因此,苏布雷水电站在整个科特迪瓦电网中发挥着重要作用。以科特迪瓦苏布雷水电站励磁系统无功功率调节为例,介绍了当系统容量较小、电压不稳定在机组迟相运行无功功率调节时出现的问题及采取的相关解决办法和无功功率容量试验过程。

关键词:无功功率;调节;苏布雷水电站;参数

中图分类号:TV7;TV737

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)03-0063-04

Reactive Power Regulation Test at Soubre Hydropower Station

LV Ning¹, GAO Fangyuan², CAI Songwei³

(1.Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066;
2. GE Hydro China Co. LTD., Changchun Jilin, 130500;
3. Guangzhou Kinte Industrial Co. LTD., CEI, Guangzhou, Guangdong, 510000)

Abstract: In view of the poor stability of the power grid in most of African countries and the large proportion of the capacity of newly built power stations in the whole power grid, such as the total installed capacity of the Soubre Hydropower Station in Cote d'Ivoire, which accounts for 13% of the total capacity of the national power grid in Cote d'Ivoire which makes the Soubre Hydropower Station plays an important role in the entire power grid in Cote d'Ivoire. Taking the reactive power regulation of excitation system of Soubre Hydropower Station in Cote d'Ivoire as an example, this paper introduces the problems, relevant solutions and reactive power regulation test processes when the system capacity is small and the voltage is unstable during the unit lagging power factor operation of the reactive power regulation.

Key words: reactive power; regulation; Soubre Hydropower Station; parameter

1 概 述

科特迪瓦全国的电网总装机容量为 2 087 MW,其中全国水轮发电机组的总装机容量为 810 MW,占比约 39%,汽轮发电机组的总装机容量为 1 277 MW,占比约 61%。苏布雷水电站总装机容量为 275 MW,在科特迪瓦电网中的占比约为 13%,占据重要的地位。

苏布雷水电站位于科特迪瓦苏布雷市境内的撒桑德拉河上,该水电站库容量为 0.83 亿 m³,共装有 4 台发电机组,其中 3 台为单机容量 90 MW 的混流式水轮发电机组,1 台为容量 5 MW 的灯泡贯流式水轮发电机组。

苏布雷水电站混流式水轮发电机组的发电机

型号为 SF90—56/10180、额定转速为 107.1 r/min、额定频率为 50 Hz、额定容量为 105.882 MVA、功率因数 cosφ=0.85、发电机额定电压为 10.5 kV,额定电流为 5 822 A,额定励磁电压为 233 V,额定励磁电流为 1 572 A。

针对大部分非洲国家的电力建设还不够完善,电网系统经常出现电压、频率波动大等不稳定现象,笔者对科特迪瓦水电站调试过程中励磁系统迟相运行无功功率无法调节的问题进行了总结,因地制宜地合理优化了励磁系统的各项参数,对维持电力系统的稳定性起到了重要作用。

2 励磁系统无功功率调节

2.1 额定功率因数下迟相运行

苏布雷水电站水轮发电机组带额定负荷 90

MW,在额定功率因数 0.85 状态下运行,无功功率需要达到 55.77 MVar。

机组运行时出现的问题:水轮发电机组处于并网态,各系统自动运行,调度要求苏布雷水电站 1# 机组满负荷运行且需在额定功率因数 0.85 状态下运行。当有功功率升至 90 MW、无功功率升至 45 Mvar 时励磁系统无功功率无法继续增加,此时的励磁电流为 1 440 A、励磁电压为 203 V、系统电压为 10.9 kV。

针对该现象进行了以下内容的检查:首先,检查了励磁变高低压侧电流,核实了励磁变压器的容量,得知励磁变容量满足要求;其次,要求业主人员协调电网调度降低系统电压,随着电网电压

慢慢降低至 10.6 kV,无功功率从 45 Mvar 增加至 48 Mvar,励磁电流无明显变化,因此,现场最终判断该现象是由于励磁系统参数设置不合理所导致的。我们协调厂家技术人员进行了现场检查,厂家人员到场后进行了以下两种方式的运行检查。

(1)手动方式 FCR 下调节。

当苏布雷水电站 1# 机组励磁系统运行方式切换至手动方式 FCR 下运行,1# 机组可以达到电网要求,带满 90 MW 负荷,功率因数为 0.85,无功功率可以升至额定 55.77 MVar,此时机端电压为 10 941 V、励磁电流为 1 509 A。笔者针对图 1 所示的手动方式 FCR 数学模型进行了分析:

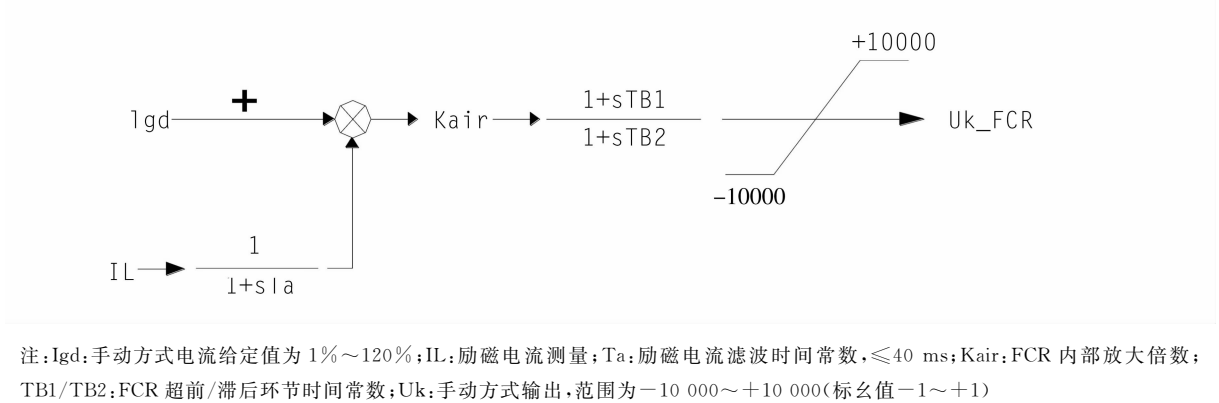


图 1 手动方式 FCR 数学模型图

通过手动方式 FCR 调节数学模型可以看出,励磁系统在手动方式 FCR 下运行时,机组无功功率的调节仅与励磁电流有关而不受机端电压影响,机组的无功功率在不超过额定励磁电流限制下可以升至额定无功功率。

(2)自动方式 AVR 下调节。

当苏布雷水电站 1# 水轮发电机组励磁系统运行方式切换至自动方式 AVR 下运行时,1# 机组无法达到调度要求;带满 90 MW 负荷时,无功功率只能达到 48 Mvar,此时的机端电压为 10 786 V、励磁电流为 1 431 A。笔者针对图 2 所示的自动方式 AVR 数学模型进行了分析。

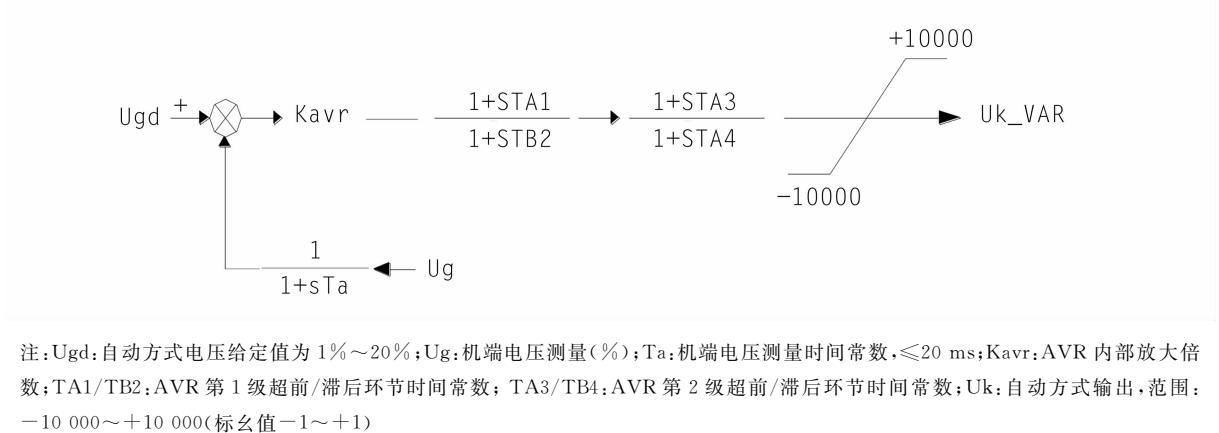


图 2 自动方式 AVR 数学模型图

通过自动方式 AVR 数学模型可以看出:励磁系统在自动方式 AVR 下运行时,机组无功功率的调节与机端电压有关。为了使励磁系统可以更可靠、稳定地运行,当机端电压超过额定电压时,励磁电流会被限制在额定励磁电流以下。当励磁系统处于自动方式下运行时,因科特迪瓦全国电力设施陈旧老化,电网运行不稳定,电网电压波动较大,机组并网后,带满 90 MW 负荷,功率因数为 0.85,调节无功功率,无功功率无法达到 55.77 Mvar,需将自动方式中的励磁电流限制放大,可使机组的无功功率达到 55.77 Mvar。

通过检查调试分析得知:由于该国电网电压和频率变化较大的原因是因励磁系统的参数没有因地制宜进行调整所致,故科特迪瓦苏布雷水电站水轮发电机组在机组并网后带满 90 MW 负荷,功率因数为 0.85,调节无功功率,无功功率无法达到 55.77 Mvar。

经过参数优化,科特迪瓦苏布雷水电站水轮发电机组可以满足业主要求,使无功功率达到额定要求。

2.2 无功功率容量试验

发电机进相运行是电网电能质量调节的一种重要手段。在国内,我们会进行无功功率进相试验,该试验是为了验证机组在正常运行状态下无功功率的进相深度;但在国外,我们需要进行的是无功功率容量试验,该试验既要验证机组在正常运行状态下发出的最大无功功率,也要验证机组在正常运行状态下无功功率的进相深度。笔者介绍了对苏布雷水电站水轮发电机组无功功率容量试验进行的汇总情况。

试验前,根据主机厂家提供的功率圆图(图 3)初步计算得到的进相及迟相深度见表 1。机组进相运行时取 0.9 pu 曲线,迟相运行时取 1.1 pu 曲线。

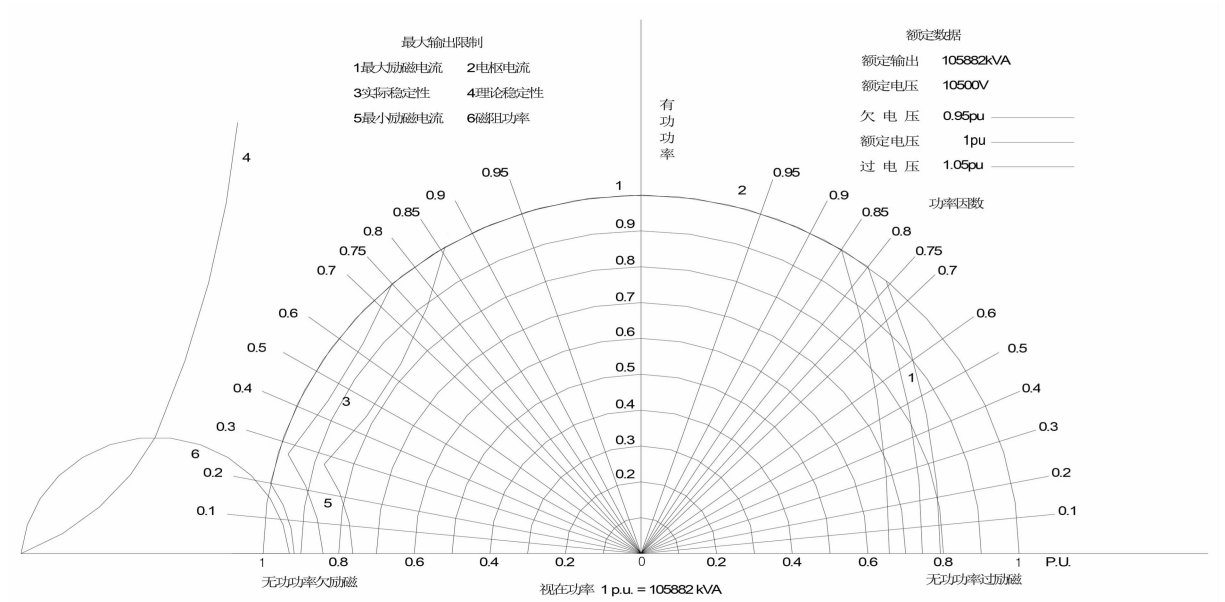


图 3 苏布雷水电站水轮发电机组功率圆图

表 1 进相及迟相初步计算表

项 目		有功功率 /MW				
		0	60	75	80	90
计算值	正向无功功率 /MVar	63.5	+61.4	+58.2	+57.2	+55.7
	反向无功功率 /MVar	−68.8	−54.5	−48.7	−45.5	−43.5

试验过程中的主要限制条件:

(1)机端电压 U_e : $0.9 U_e \leq U_e \leq 1.1 U_e$;

(2)厂用电系统电压 $0.95 U_e \leq U_e \leq 1.05 U_e$;

确保不会对用电设备造成损害;

(3)定子线棒及铁芯的温度满足厂家提供的

限制值;

(4)励磁电流 I_f 不超过额定励磁电流。

通过对试验数据进行分析可以看出:苏布雷水电站无功功率进相调节过程中主要的限制因素是机端电压,同时也证明了当地电网系统的不稳

定。因此,就这一点而言也是对励磁系统调试人员的一种考验,需要根据当地电网的实际情况合理地优化励磁系统参数,在确保发电机各系统稳定运行的前提下最大限度地进行调节,尽可能地为维持当地电网的稳定发挥作用。

从苏布雷水电站无功功率调节试验可以看出:同步发电机尤其是大型同步发电机的励磁控制系统对电力系统的安全稳定运行具有重要的影响。励磁控制系统具有以下几项作用:①调整各个并联机组之间的无功功率分配;②维持电力系统某点电压的恒定;③提高电力系统的静态稳定、暂态稳定和动态稳定。但其最基本和最主要的任务是维持发电机(或其他控制点,例如电厂高压侧母线)的电压在给定值水平上并提高电力系统运行的稳定性。

3 结 语

电力系统是由发电(发电厂)、输电(电网)和用电(配电、供电和用户)三部分组成的,电力系统的稳定性是由发电的稳定性、输电的稳定性和用电的稳定性共同实现的,三者缺一不可。电力系统的稳定性不但与电网的结构、运行方式的合理安排有关,而且和发电机控制系统的规律和参数有着重要的关系。只有当电力系统的稳定性提高了,机组的运行相对就会多一份保障,才能使用户

(上接第54页)

程,满足业务流程需求。

(2)富文本编辑:富文本编辑器提供多种word里的编辑工具以方便用户录入,支持图片文字直接粘贴到系统内。

(3)表格粘贴:表格内容、格式多样,具有数字、文字等格式,考虑到按单元格录入费时较长,系统提供在word文档里选择复杂整表粘贴。

(4)附件在线浏览:项目附件多样,包含了DOC、PDF、JPG等格式,如下载查看步骤繁琐,系统提供并支持在线查看。

(5)实现文档导出及附件批量下载。

(6)分级授权管理:分级授权管理由分公司和项目部自主授权,权限分级管理,很好地解决了基层人员流动性较大的问题,大大减少了总公司和分公司管理的工作量。

7 结 语

更加满意。随着一带一路倡议的进程,越来越多的电力企业走向国际化,了解当地电网系统的真实状况,从设计理念上合理优化出口设备的参数和性能,并使电气设备的安全系数相应地提高,电气设备的承压及载流能力应能满足较大波动的安全运行,参数调节的范围亦应较国内更宽,使之在适应当地电力系统的同时更加合理地调整和改善当地电网系统存在的问题,同时亦会增强企业的效益、提升企业的声誉,为一带一路的发展发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 同步电机励磁系统大、中型同步发电机励磁系统技术要求, GB/T 7409.3—2007[S].
- [2] 大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置技术条件, DL/T 583—2006[S].
- [3] 大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置试验规程, DL/T 489—2006[S].
- [4] 同步发电机进相试验导则, DL/T 1523—2016[S].

作者简介:

吕 宁(1990-),女,吉林敦化人,助理工程师,从事水电站机电安装试验检测工作;
高方圆(1992-),男,吉林长春人,助理工程师,从事水电站机组调试工作;
蔡松威(1987-),男,广东广州人,技术员,从事水电站机组励磁调试工作。

(责任编辑:李燕辉)

该科技创新管理系统的创建,彻底解决了科技管理中遇到的相关问题,有效地缓解了组织机构上下级沟通不畅的弊病,该系统通过在中国水电五局有限公司3年以来的应用实践表明:系统具有方便、快捷、操作性强等优点。

该系统为集科技项目管理、成果管理、知识产权管理、研发项目备案及加计扣除等为一体的科技创新管理系统,有力地提高了公司科技管理水平和工作效率,为管理者提供了一个高效准确地管理辅助分析工具,使整个科技管理工作更加科学化、系统化。

作者简介:

吴高见(1963-),男,山西河津人,副总经理兼总工程师,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
梁 涛(1969-),男,河南沁阳人,高级工程师,从事水利水电工程建设科技管理工作;
熊 亮(1990-),男,四川广安人,助理工程师,从事水利水电工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)