

孤网条件下水电站机组小波动稳定性分析

广东水利电力职业技术学院 李国晓 韦世丹 张浪平 叶合平

【摘要】本文研究了孤网条件下水力机组小波动稳定性,设定5种小波动稳定性特征工况进行分析和计算,通过分析、计算找出机组在孤网条件下小波动调节品质较好的调节系统参数。通过电算程序证明所选调节系统参数能很好的保证机组在孤网运行条件下,小波动运行工况较为稳定,且调节品质较好。

【关键词】孤网;水电站;小波动稳定性;调节品质

0 前言

水电站正常运行时,由于机组负荷的微小变化或其他原因引起调压室水位微小波动和水轮机水头等微小变化,这一过程称为小波动过渡过程,其稳定性关系到整个系统过渡过程品质,直接影响电站运行安全和电力系统电能质量。

电站向大电网供电时,负荷扰动发生时,水轮机转速调节对电网频率影响很小,如果大多数机组有助于系统稳定,则整个电网就能够获得稳定。但当水电站的总装机容量在电网中所占比重较大时,电站机组频率调节的质量将直接影响到电网频率调节的特性。此时,电站相当于在孤立电网条件下运行,孤网的自平衡能力差,机组负荷的微小变化都将会引起孤网频率变化,供电频率稳定性受到影响。电网频率调节质量主要取决于水轮机调节系统参数的选择,因此需对孤网中水电站机组小波动稳定性进行分析,以便选取出最优化的调节系统参数,使水轮机孤网运行的频率调节性能达到最优。

1 电站概况

电站以发电为主的水利枢纽,采用集中布置方式,电站上游特征水位有:校核洪水水位305.61m,正常蓄水位305m,死水位285m,极限死水位280m;下游特征水位有:最低尾水位221.23m,设计尾水位233.43m,2台机发电正常尾水位222.51m,校核洪水水位235.22m。

电站装有2台单机容量50MW的立式混流式水轮发电机组,总装机容量100MW,电站建成后,电网容量约300MW,电站装机容量占电网容量的1/3。水轮机额定转速为214.3r/min,额定水头为73m,额定流量为78.1m³/s,额定出力为51.5MW。

2 孤网条件下小波动稳定性计算工况拟定

电站采用1洞2机的供水方式,水轮机工作水头越小,系统的稳定性越差,因此根据电站上下游特征水位及机组工况,拟定了5种孤网条件下小波动稳定计算特征工况,见表1。

表1 孤网条件下小波动稳定计算特征工况表

工况编号	上游水位(m)	下游水位(m)	水位组合及负荷变化说明	计算目的
B1	305.61	222.3	上游校核洪水水位,下游两台机发电水位,额定出力,同时用5%额定负荷	机组运行稳定性
B2	297.7	222.51	下游两台机满发水位,二台机额定水头,额定出力,同时用5%额定负荷	机组运行稳定性
B3	285.0	222.35	上游死水位,下游两台机满发水位,二台机预想出力,同时用5%额定负荷	机组运行稳定性
B4	280.0	222.30	上游极限低水位,下游两台机满发水位,二台机预想出力,同时用5%额定负荷	机组运行稳定性
B5	280.0	222.30	上游极限低水位,下游两台机低水位,二台机空载状态,同时增5%额定负荷	机组运行稳定性

3 孤网条件下小波动稳定性计算分析

3.1 电站调节品质初步判定

经计算电站引水系统水流惯性时间常数 $T_w=2.65s$,机组惯性时

间常数 $T_a=9.562s$,则 $T_w/T_a=0.277$ 。根据以往统计资料显示,一般 $T_w/T_a<0.4$ 时,电站小波动调节品质较好。由美国垦务局和田纳西流域管理推出的“水电站调节品质判据图”(见图1),可看出该电站 T_w 与 T_a 之比位于①区,即调速性能较好的区域,适用于占电力系统比重较大或孤立运行的电站。据此判断电站的调节品质较好。

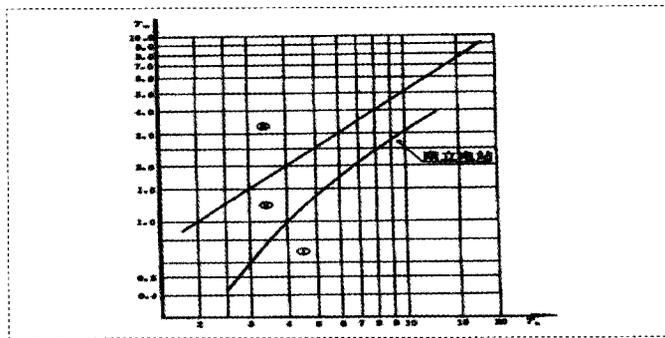


图1 T_w 、 T_a 与调速性能关系图

①-调速性能好的区域,适用于占电力系统比重较大或孤立运行的电站;②-调速性能较好的区域,适用于占电力系统比重较小的电站;③-调速性能很差的区域,不适用于大、中型电站

3.2 孤网条件下小波动计算结果分析

调速器参数整定值参考斯坦因公式:

$$T_n=0.5T_w, b_p+b_i=1.5T_w/T_a, T_d=3T_w$$

其中 T_n 为加速度时间常数; T_w 为引水系统水流惯性时间常数; b_p 为稳态转差率; b_i 为暂态转差系数; T_d 为缓冲时间常数。

按照斯坦因公式选取调速器各参数如下:

$$T_n=0.5, b_i=0.5, T_d=7s, T_y=0.05, b_p=0, e_p=0.0$$

其中, T_y 为接力器反应时间常数; e_p 为电网自调节系数,孤网运行条件下假定为零。

根据小波动计算工况表1,小波动计算结果如下表2。

表2 孤网条件下小波动稳定性计算成果表

工况	机组号	$n_{max}/(r/min)$	$n_2/(r/min)$	$\pm 0.4\%$ 调节时间/s	最大转速偏差/%	振荡次数	衰减度/%	超调量/%
B1	J1	218.44	214.3	17.8	1.93	0.5	100	0
	J2	219.01	214.3	19.6	2.19	0.5	100	0
B2	J1	220.85	214.02	19.2	3.01	0.5	100	4
	J2	221.86	214.07	18	3.53	0.5	100	3
B3	J1	220	213.65	37	2.66	1	99	11
	J2	221.14	214.11	22.2	3.19	0.5	99	3
B4	J1	219.62	213.72	37.8	2.49	1	99	11
	J2	220.69	214.15	23.2	2.98	0.5	99	2
B5	J1	214.28	214.3	0.02	0	1	1	0
	J2	214.28	214.3	0.02	0	1	1	0

注: n_1 表示第一振荡波峰值, n_2 表示小波动稳定后转速值。

从表2结果来看,本电站水力单元在孤网条件下小波动稳定性计算控制工况下 $\pm 5\%$ 额定负荷时,机组最大转速偏差为3.53%,能满足水轮机调节系统稳定性要求,且机组调节品质均较好,均能在40s以内进入 $\pm 0.2\%$ 的频率带宽,并且水头越高机组的调节品质越好。

(下转第144页)

数如下:直流母线电压为440V,滤波电感为2.5mH,载波频率为 $f_c=5\text{kHz}$,调制频率 $f_m=50\text{Hz}$,控制器参数:KP=2, KI=512。

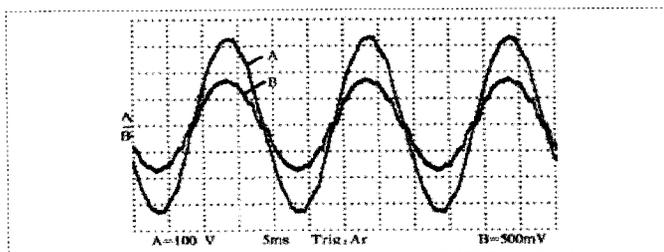


图5-1 并网逆变器实验结果

图5-1是并网电流的输出波形,此波形是在参考电流为35A时得到的,同时也给出了电网电压的波形。利用示波器的相位检测功能,可以看出并网电流与电网电压相位相差是0.78,满足并网电流与电网电压同频同相这一重要性能指标,由失真度测试仪可知电流的谐波含量总和为3.8%,各次谐波含量最大值为2.1,均满足设计要求。

6. 结语

随着可再生能源的开发和利用,光伏并网发电技术成为利用可再生能源的重要途径。因此设计一款性能可靠的光伏并网逆变器有着重要意义。因此本文利用TMS320LF2407A设计了一款光伏并网逆变器,实验结果表明,其运行稳定且各项性能指标均满足设计要求。

参考文献

- [1] 王宝诚,郭小强,乌伟扬.高性能并网逆变器数字控制技术[J].电力自动化设备,2008,28(9).
- [2] 于乔,汤磊,寇岩.逆变器类低压分布式电源并网一体化装置研究[J].山东电力技术,2015,42(214).
- [3] 王英衢.单相光伏并网逆变器研究[D].安徽大学,2013.
- [4] 应成狄.光伏发电系统的单相并网逆变器研究[D].辽宁工业大学,2016.
- [5] 李宗鉴.单相光伏逆变器并网控制系统设计[D].温州大学,2015.

(上接第141页)

系统各业务应用采用基于XML的WSDL定义和描述,在服务分层注册,提供服务的属性、功能、参数等细节。业务应用发布的同时将服务信息写入服务目录,并添加到服务库中。服务分层提供Web页面管理服务组件,使服务调用者和管理者可以访问Web服务数据进行查询和管理,并对管理者提供服务回收机制。

服务分层采用程序监听端口的方式对渠道适配层传递的消息队列进行监听,获取解析后提取内容信息、业务信息、用户信息等,并根据业务应用发布的注册信息,将消息发送到相应业务应用模块中。

6. 结论

本文在研究常见第三方公众平台的工作原理和消息传输的基础上,研究并构造出第三方平台统一安全集成技术。通过四层架构,对渠道、请求和时间的合法性进行安全认证,有效过滤非法请求。通过消除第三方公众平台间的协议差异性,以统一的后台业务应用,对外支撑不同的第三方服务请求。当然,随着第三方公众平台的不断发展,有更

多的技术与功能还需要不断地探索与研究。

参考文献

- [1] 杨省伟,杨浩杰.微信统一服务平台的构建研究[J].湖南工程学院学报(自然科学版),2014(4):38-40+94.
- [2] 戚琦,廖建新,王纯,朱晓民.基于SOA的数据业务服务总线的设计[J].计算机科学,2008(6):125-127+162.
- [3] 赵静怡.基于手机的反钓鱼系统的研究与实现[D].电子科技大学,2013.
- [4] 赵欢欢.浅谈数字签名技术及数据加密系统设计[J].中国新技术新产品,2012(2):17.
- [5] 刘志朋.基于ECC盲签名的安全数字时间戳的研究与实现[D].长沙理工大学,2008.
- [6] 陈晨.3G网络信令系统安全关键技术研究[D].西安电子科技大学,2014.
- [7] 查东辉.试论计算机网络通信协议[J].电脑知识与技术,2013(14):3236-3237.

(上接第142页)

4 结束语

经计算电站引水发电系统的水流惯性时间常数 T_w 为2.65s,电站水轮发电机组的机组惯性时间常数 T_a 为9.562s,则 $T_w/T_a=0.277$,根据以往统计资料显示,一般 $T_w/T_a<0.4$ 时电站的小波动调节品质较好。电站从美国垦务局和田纳西流域管理推出的“水电站调节品质判据图”(见图3.2-1)判断电站水流惯性时间常数与机组惯性常数比位于①区调速性能较好的区域,适用于占电力系统比重较大或孤立运行的电站。

通过电算程序表明在孤网运行条件下,小波动运行工况能够稳定,且调节品质较好。机组增减5%额定负荷,调速器采用如下参数时, $T_n=0.5$, $b_t=0.5$, $T_d=7\text{s}$,机组转速最大偏差为7.56r/min,振荡次数最大为1次,超调量最大为0.11,衰减度为1,最大调节时间为37.8s,小于40s,均满足国内通常要求,电站在各工况下小波动能够稳定,小波动调节品质较好,机组频率在40s以内进入 $\pm 0.2\%$ 的频率带宽。

初步推荐调速器整定参数,暂态转差系数 b_t 不小于0.5,缓冲时间常数 T_d 不小于7s,加速度时间常数不小于0.5。

参考文献

- [1] 焦云乔,江春波,孔庆蓉等.长引水隧洞水电站小波动过渡过程影响因素研究[J].水利发电学报,2009,23(3):157-163.
- [2] 翟晓娟,郑源,黄青松等.孤网下水电机组的稳定性分析[J].广东电力,2012,25(4):25-29.
- [3] 张雷,史文江.通辽地区电网孤网运行研究[J].内蒙古民族大学学报:自然科学版,2009,24(6):667-670.
- [4] 方杰,汪德楼,陈顺义.锦屏二级水电站小波动稳定性分析及对策研究[J].人民长江,2016,49(19):111-114.
- [5] 李路明,张健,陈胜.负荷扰动及工作水头对水电站小波动过渡过程的影响[J].水电能源科学,2016,34(2):166-168,207.

作者简介:

李国晓(1977—),男,河南襄城人,现供职于广东水利电力职业技术学院,电力工程系分会主席,工程师,讲师,现从事水电站动力设备教学与研究工作的。