

二滩水电站 5 号机组负荷波动原因分析及处理

吴建荣,王秀梅

(二滩水力发电厂,四川 攀枝花 617100)

摘要:分析了机组调速器控制系统、调速器机械部分、励磁系统以及故障录波数据,归纳出二滩电站 5 号机组接连发生多次负荷波动的变化趋势与规律,总结出调速器机械液压回路的卡阻与负荷波动之间的关系;同时介绍了出现该问题时应思考的几个方面及处理的具体方法,为处理类似问题提供借鉴。

关键词:二滩水电站;调速器;负荷波动;分析

Abstract: The control system and mechanical part of unit governor, excitation system and fault recorder data are analyzed, the trend and rules of load fluctuations for No. 5 unit of Ertan Hydropower Station are summarized, and the relationship between the jamming of mechanical hydraulic circuit of governor and the load fluctuation is summarized too. Several aspects which should be considered when this problem occurring and the specific methods for treatment are introduced, which provides a reference for dealing with similar issues.

Key words: Ertan Hydropower Station; governor; load fluctuation; analysis

中图分类号:TV732 文献标志码:A 文章编号:1003-6954(2012)01-0022-02

0 前言

二滩水电站总装机容量 3 300 MW,6 台单机容量 550 MW 机组,1999 年 12 月全部投产发电,是 20 世纪建成投产的最大水电站。其调速器控制系统和机械部分最初采用的是瑞士 HYDRO VEVEY 公司产品,投入运行后调速器控制系统部分存在诸多问题,部分功能不能完全满足电网的发展要求。2003 年开始将控制系统更换为武汉事达的 WT-SPLC-STARs 型产品,由两套完全相同的数字式调速器头组成,互为备用,2007 年完成所有更换改造。2009 年 8 月 4 日至 7 日 5 号机组先后发生 5 次大负荷波动,直接威胁到设备及电网的安全。

1 机组负荷波动现象

5 号机组负荷波动发生后,分别从计算机监控系统、机组故障录波装置、调速器控制系统取相关数据,因 5 次现象类似,故选取典型代表所示。

从图 1 可以看出 5 号机组有功、无功发生异常波动时,其励磁电压、励磁电流、机组无功波动的趋势与其他 5 台机组相反,而当时 4 号与 5 号机组都与二普二线相连。且从当时的故障录波数据还可以看到励

磁电压的突变与机组有功、无功的波动变化几乎同时发生。从图 2 可以看出在无任何调节指令的状态下,导叶最先自行波动,从而引起功率波动。

2 原因分析

2.1 机组励磁系统和故障录波数据综合分析

5 号机组发生有功、无功波动时,500 kV 线路电压、无功均正常;5 号机组波动的趋势与其他机组相反;机端电压无明显改变。这些说明 5 号机组励磁电压的突变并不是励磁系统电压调节功能造成,而是其励磁系统内的 PSS 功能单元引起的反调现象。但按 PSS 反调试验的数据规律看,正常 PSS 反调不应引起机组无功功率如此大的波动,并且正常 PSS 反调引起的无功波动变化略滞后有功变化。而从所有数据波形看每次有功、无功的波动趋势完全一致,由此判断 5 号机组发生波动的原因来自于机组本身。是由于机组原动机功率的突变,造成了机组运行功角的变化,从而引起了无功功率的大幅波动。

2.2 机组调速器控制系统和机械部分综合分析

从 5 次波动现象及数据上分析,有一共同特点即:无任何调节指令下导叶开度最先打开,调速器控制系统随之响应给出回关的电转信号进行控制,但失效,进而增大电转的回关信号达 5 VDC 以上(最大电

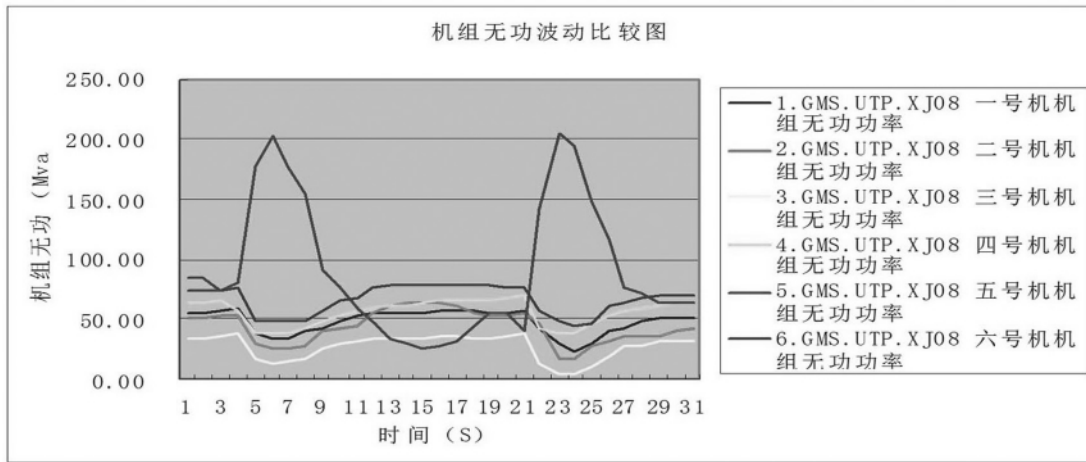


图1 全厂机组无功功率比较图

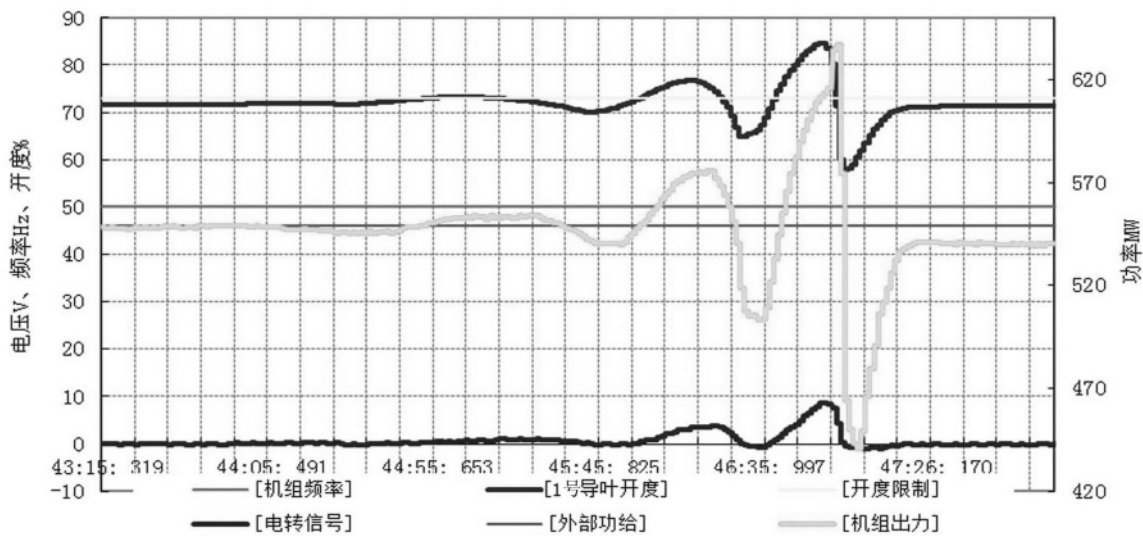


图2 5号机组有功波动波形图

压 10 V ,正常调节时 70 MW 的负荷阶跃对应电转电压约 1 V) ,才有效将机组出力“拉回”与功率给定一致。表现出控制指令与执行结果完全相反的结果。调速器控制部分在 2009 年年度小修后 ,持续正常运行 3 个多月。波动发生 2 次后 ,将调速器控制部分由 A 套切换为 B 套运行 ,该现象仍又发生 3 次。因此可基本排除调速器控制部分引发该事件的可能。

这表明 5 号机调速器的液压系统发生不稳定性堵塞、或卡阻、或电液转换器部分的不稳定性方向偏移导致调速器控制系统的执行元件(液压系统) 未能及时有效执行调速器的电气控制指令的可能性最大。因此应着重检查调速器机械系统较易发生卡阻部位 ,如电转的喷嘴、主配压阀上的节流孔等。

3 检查处理

5 号机组停机后分别对调速器控制系统的各重

要元器件、接线进行了检查和测验 ,均未发现任何异常。对调速器电液转换器上的喷嘴、主配压阀的节流孔进行了检查 ,发现中间接力器及喷嘴有明显的积碳油污 ,先采取了用高压气吹扫喷嘴、对主配压阀的节流阀进行清洗、更换油过滤器滤芯等处理措施。后通过多次快速全行程开关导叶操作 ,借此对电 - 液转换液压回路存在的流窜杂质通过油流的快速循环流达到冲洗效果。

经过上述处理后 ,5 号机组一直运行正常 ,缺陷得以消除。

4 结 语

机组调速器系统控制机组有功负荷的调节和频率控制 ,其调节品质和调节性能与电网的安全稳定运行密切相关 ,通常发生有功负荷波动时 ,会伴随无功

(下转第 76 页)

表3 介损超标高电压试验结果

NO	设置电压 /V	实测电压 /kV	电容量 /nF	tgδ /%
01	10000	9.844	1.212	0.587
02	20000	19.69	1.210	0.381
03	30000	29.51	1.209	0.255
04	40000	39.34	1.204	0.205
05	50000	49.17	1.204	0.183
06	60000	58.99	1.204	0.181
07	70000	68.80	1.204	0.186
08	80000	78.56	1.204	0.190
09	90000	88.32	1.204	0.199
10	80000	78.52	1.204	0.192
11	70000	68.74	1.204	0.186
12	60000	58.94	1.204	0.178
13	50000	49.13	1.204	0.180
14	40000	39.32	1.205	0.201
15	30000	49.13	1.204	0.253
16	20000	19.68	1.210	0.369
17	10000	9.840	1.212	0.561

注: 试品名称: AI-6000M 正接线 测量日期: 2010/10/20 10:40 频率设置: 50±1 Hz

试验结果见表3。

从上面数据可以看到电容量与电压变化的关系不大,但是随着电压的升高其介质损耗呈现明显的下降趋势,原来在低电压(10 kV)试验电压下介质损耗tgδ高达0.57%,随着试验电压升高其介质损耗下降明显,当电压升高到50 kV及以上后tgδ下降到合格范围,当试验电压升高到60 kV时,介质损耗tgδ最低,但是当试验电压继续升高后其介质损耗也约有上升,但变化幅度不大,其值也在《规程》范围内。4) 试验结果图形

试验采用 AI-6000M 电质损耗试验仪:

AI-6000H 2010/10/20 10:40 50±1Hz

(上接第23页)

负荷的同步变化,因此分析机组负荷波动原因时在实际工作中往往需从以下几个方面入手:①结合机组或线路故障录波装置通过分析机组励磁控制系统的波形图,查找是否有来自电网的干扰因素;②分析调速器控制系统部分硬件存在的问题及可能造成的后果,软件是否存在逻辑控制缺陷;③分析调速器机械部分是否存在发卡或堵塞等导致负荷波动的因素;④停机后有针对性地检查控制系统或机械部分软硬件存在的问题;⑤必要时应通过相关模拟试验进行功能验证,如检查调速器电转信号动作方向、机械零位检查

22℃,试验结果见图2。

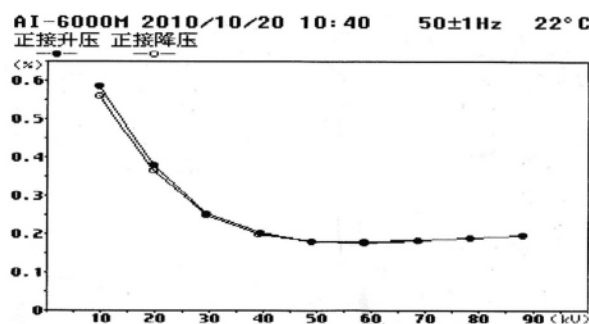


图2 试验结果图

5) 数据分析

从电压上升曲线上看,电压从10 kV到50 kV,介损从0.587%急剧下降到0.183%,这是均压电容内部绝缘材料的Garton效应引起的介损剧烈变化,当极性分子达到平衡,介质损耗趋于稳定,随着电压的继续升高,介损略有增大,这是由于表面泄漏引起的介损增大。

下降曲线是上升曲线的逆过程,但两条曲线一般不会完全重合,但试验值的变化趋势基本相同。

3 结论

对于运行中的500 kV及以上断路器均压介损试验,采用常规加压10 kV,正接法试验。由于Garton效应的影响,经常出现介损值超过国家《规程》规定(膜纸复合绝缘电容量不超过0.2%)的现象,当低电压下tgδ在除了仪器自身精度影响和试验方法的影响不符合规程要求(大于0.2%时),此种情况下可进行额定电压下的复测,复测值如符合10 kV的要求,可继续投入运行。

(收稿日期:2011-09-16)

与调整、并网后负荷增减试验等。

此次缺陷能及时有效地得以解决,正是基于对数据的综合仔细分析后作出了有针对性的检查处理。

参考文献

- [1] 魏守平. 水轮机控制工程[J]. 电力系统自动化, 2005 (12): 82-82.
- [2] 谭中美, 刘小改. 二滩水电站调速器控制系统改造[J]. 水电站机电技术, 2005, 28(1): 64-65.
- [3] 魏守平, 王雅军, 罗萍. 数字式电液调速器的功率调节[J]. 水电自动化与大坝监测, 2003(4): 20-22.

(收稿日期:2011-11-07)