

东圳水电站长引水管道无井无阀调保试验

李振宇

姚金莲

(东圳水电站 福建莆田 351100)

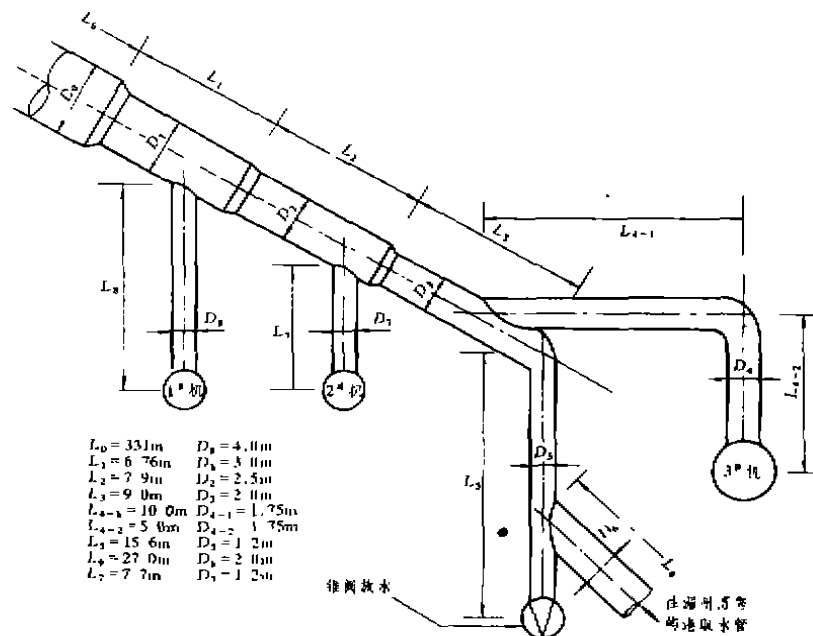
摘要 介绍东圳水电站长引水管道无井无阀调保试验成果。经调保计算和调保试验,证明在原有水轮机调速器上,可通过调整关闭时间、加装导叶分段关闭装置,使东圳水电站库水位从69m提高到正常水位80.5m,三台机组同时甩负荷时机组无异常现象出现,从而取消了电站的调压井或调压阀,节省了费用。

关键词 水电站 长引水管道 调节保证计算 调节保证试验

1 电站概况

位于福建省莆田县的东圳水电站为坝后式有压长引水水电站,电站原装机 2×1560 kW,于1963年8月建成投产。为了充分利用水力资源,后来电站又装设了一台3200

kW机组,于1980年投入运行。三台机组总容量为6320 kW,通过两台4200 kVA变压器,一条35kV线路与电网联网。三台机组的压力钢管连成一条总管。其引水系统布置见附图,机组参数见表1。



附图 东圳水电站输水系统压力钢管平面布置示意图

表1 机组主要参数

项 目	1 [#] , 2 [#] 机组	3 [#] 机组
水轮机型号	HL240-LJ-84	HL240-LJ-140
设计水头(m)	34.6	30.5
设计流量(m ³ /s)	5.15	12.6
额定出力(kW)	1525	3380
额定转速(r/min)	500	300
飞逸转速(r/min)	975	670
安装高程(m)	36.4	36.2
调速器型号	W-80	WT-S
发电机型号	BC213/49-12	TS325/36-20
视在功率(kVA)	1950	4000
额定功率(kW)	1560	3200
转动惯量(t·m ²)	14	67

根据东圳水电站现有电气主结线和引水系统布置,当三台机组满负荷运行而突然发生输送母线等事故时,就会引起三台机组同时甩全负荷,这种情况是非常危险的(实际上该电站已发生过)。在电站设计中,一般以 $\Sigma L(V_{cp}/H_0)$ 大于15m作为采用调压室的设计原则,而东圳水电站 $\Sigma L_3(V_{cp}/H_0) = 33\text{m}$,大于15m,原设计中,考虑在3[#]机组蝴蝶阀前 $\varnothing 1.75\text{m}$ 的钢管旁路叉出 $\varnothing 0.75\text{m}$ 调压阀一台,总投资35万元。后因资金不足等原因,有关部门建议对调速器进行技术改造,分段关闭导叶,使具有长压力引水管道的东圳水电站在取消调压井或调压阀后,仍然可以较好地解决水轮机系统甩全负荷时水压和转速的极值问题。

2 调保试验

1982年9月,东圳水电站通过调整调速器关闭时间,进行了第一阶段三台机组同时甩负荷的过渡过程试验。据试验后的调节保

证计算结果,将东圳水电站的安全满发库水位由69m提高到74m。

第一阶段试验是在水库水位较低,三台机组满开度运行情况下进行的。将三台机组调速器关闭时间分别调整为:1[#]机从 $T_1 = 3.4\text{s}$ 延长至 $T_1 = 7.2\text{s}$;2[#]机从 $T_1 = 3.5\text{s}$ 延长至 $T_1 = 7.3\text{s}$;3[#]机从 $T_1 = 5.1\text{s}$ 延长至 $T_1 = 7.3\text{s}$ 。试验结果见表2和表3。

表3 第一阶段甩全负荷机组振动摆度

机 组	接带负荷 (kW)	接力器行程 (mm)	上支架振动值		最大摆度 (mm)
			水平 (mm)	垂直 (mm)	
1 [#]	1104	195	0.015	0.02	0.19
2 [#]	1175	180	0.02	0.03	0.17
3 [#]	2830	192	0.01	0.015	0.08

1989年4月,东圳水电站3[#]机组CT-40型调速器技改成武汉水电控制设备公司生产的WT-S双微机调速器,并且加装了导叶两段关闭调节装置,经过一年多运行考验,设备运行良好。1990年11月17日至24日,福建省水利水电勘测设计院、武汉水电控制设备公司和东圳水电站采用先进的电测手段,联合进行了无井无阀第二阶段分段关闭甩负荷和微机调速器的试验,通过合理地选取调节规律,将三台机组安全满发库水位由74.00m提高到正常水位80.5m,达到了甩负荷试验预定目标,提高了电站的出力。

取消调压阀或调压井后电站是否能安全运行,是第二阶段试验需要重点解决的问题。有关电力技术管理法规规定,对并入电力系统中运行的非主力电站机组,甩全负荷的最大转速上升率, $\beta_{\text{允许}} \leq 0.5 \sim 0.6$ 。试验中,对1[#]和2[#]机组,选择 $\beta = 0.6$, $n_{\text{max}} = 800\text{r/min}$

表2 第一阶段试验数据

机 组	上游水位 (m)	机组流量 (m ³ /s)	毛水头 (m)	净水头 (m)	蜗壳压力 (MPa)	下游水位 (m)	机组负荷 (kW)	接力器行程 (mm)	总升压(MPa)		转速上升率(%)	
									理论	实测	理论	实测
1 [#]	67.86	22.08	31.26	28.65	0.28	36.60	1122	195	0.486	0.466	43	41.2
2 [#]	67.86	22.08	31.26	28.65	0.28	36.60	1126	181	0.500	0.463	47	44
3 [#]	67.86	22.08	31.26	28.65	0.28	36.60	2948	171	0.503	0.484	60	50
1 [#]	74.00	20.75	37.60	35.00	0.34	36.45	1562	195	0.613	0.601	55.9	53.2
2 [#]	74.00	20.75	37.60	35.00	0.34	36.45	1557	180	0.607	0.605	57.4	56.4
3 [#]	74.00	20.75	37.60	35.00	0.34	36.45	2200	122	0.634	0.624	53.5	51.5

表 4 第二阶段试验数据

机组	上游水位 (m)	机组流量 (m ³ /s)	下游水位 (m)	毛水头 (m)	净水头 (m)	接力器行程 (mm)	机组负荷 (kW)	总升压(MPa)		转速上升率(%)	
								理论	实测	理论	实测
1 [#]	75.00	20.04	36.4	38.96	34.6	192	1560	0.622	0.57	55.6	49.6
2 [#]	75.00	20.04	36.4	38.96	34.6	176	1550	0.618	0.57	57.1	51.8
3 [#]	75.00	20.04	36.4	38.96	34.6	118	3200	0.612	0.50	53.1	46.2
1 [#]	76.00	19.20	36.35	39.65	35.65	180	1524	0.630	0.575	52	51.85
2 [#]	76.00	19.20	36.35	39.65	35.65	168	1540	0.626	0.568	54	53.36
3 [#]	76.00	19.20	36.35	39.65	35.65	106	3172	0.614	0.515	49	47.7
1 [#]	78.00	18.80	36.20	42.80	38.30	178	1565	0.653	0.590	56.5	—
2 [#]	78.00	18.80	36.20	42.80	38.30	160	1550	0.640	0.582	55.8	—
3 [#]	78.00	18.80	36.20	42.80	38.30	108	3180	0.625	0.532	50.9	—

(原 $\beta=0.5$, $n_{\max}=750$ r/min)。选取这一参数的根据是一次偶然的机会,当时 1[#] 和 2[#] 机组正带全负荷运行,台风使输电线路发生短路,油开关全部跳闸,全部负荷被甩去(当时导叶开度为 98%),机组转速升至 $n_{\max}=800$ r/min,历时半分钟;事后对运行近 20 年的这两台机组进行详细检查,均未发现任何异常和损坏现象;在以后两台机组大修吊出发电机转子时,也未发现异常及残余变形。

第二阶段试验把调速器关闭时间从原来 $T_s=7.3$ s 延长至 $T_s=13.2$ s。用跳油开关的方式甩去机组额定负荷的试验结果见表 4 和表 5。

表 5 第二阶段甩全负荷机组振动摆度

机 组	接带负荷 (kW)	接力器行程 (mm)	上支架振动值		最大摆度 (mm)
			水平(mm)	垂直(mm)	
1 [#]	1524	191	0.03	0.04	0.5
2 [#]	1548	169	0.04	0.05	1.0
3 [#]	3192	180	0.02	0.03	0.13

3 结果分析

分析上述调节保证计算和甩负荷试验结果,可以得出如下结论:

a. 东圳水电站通过延长调速器关闭时间,采用分段关闭装置,把转速上升率提高到 $\beta=0.65$ (即 3[#] $n_{\max}=495$ r/min)后,能够满足厂家许可的 $n_{\max}$ 和水锤压力升高值,由此

解决了提高电站出力后的调节保证问题。

b. 二段关闭接力器行程变化较短,不仅转速上升率低,且水压上升值及相对值也低。

c. 技改后的 WT-S 型微机调速器运行安全可靠,性能优良,尤其能实现快速开机并网和快速增减负荷。

4 结 语

经有关专家考察鉴定,东圳水电站长引水管道无井无阀调保试验是成功的,根据调节保证计算和调节保证试验结果,节省了工程投资,增加了发电量。东圳水电站的运行实践也证明了这一点,1992 年,东圳水电站三台机组分别接带全负荷,上游水位为 75.95 m,当年 19 号强台风使输电线路发生短路,三台机组的油开关同时跳闸,甩去全部负荷,但机组的最大水压上升值及转速上升率都没有超过允许值。1994 年东圳水电站把 1[#] 和 2[#] 机组的 W-800 调速器也技改成分两段关闭的微机调速器 YWD-1000,运行效果良好。

需要说明,由于试验较仓促,以及受其它条件限制,对小波动影响的进一步试验研究尚未进行;试验中 2[#] 机由于存在上瓦胎架缺陷,导致 2[#] 机上导摆度较大,这在当年底大修中进行缺陷处理后,摆度值降到了允许值。

(收稿日期:1995-11-04)