

报告编码: QNDL-BG-2024-031



新疆清能电力科技有限公司

Xinjiang Qingneng Electric Power Technology Co., Ltd.

莫呼查汗干渠一级水电站 1 号机组 核定进相容量复核试验报告

新疆清能电力科技有限责任公司

二〇二四年九月

试验专用章



报告

项目名称：莫呼查汗干渠一级水电站 1 号机组

核定进相容量复核试验

工作时间：2024 年 09 月 12 日~15 日

项目负责人：刘信

新疆清能电力科技有限责任公司：马尊孝

莫呼查汗干渠一级水电站：张建

批 准：马尊孝

审 核：刘信

编 写：孙吉刚



目 录

1 概况	1
2 试验目的	1
3 试验依据	1
4 试验仪器	1
5 试验限制条件	1
6 发电机及励磁变参数	1
7 试验工况	2
8 数据分析	2
9 结论和建议	5

骑

1 概况

莫呼查汗干渠一级水电站 2 号发电机在 2024 年 09 月 12 日~15 日开展了进相运行试验,通过试验考核励磁调节器的低励限制能否正确动作,进相运行对主变高压侧电压的调节作用,并确定 2 号发电机在试验运行条件下的进相深度。

2 试验目的

通过现场试验,确定 2 号机组进相深度。

3 试验依据

3.1 《同步发电机进相试验导则》DL/T 1523-2023

3.2 《大型发电机励磁系统现场试验导则》DL/T 1166-2012

3.3 《电力系统安全稳定导则》GB/T 38755-2019

4 试验仪器

表 1 试验仪器

序号	仪器名称	型号	编号	有效期
1	发电机特性试验记录仪	MDR-400	20160712260	2025.04.23

5 试验限制条件

在机组进相能力测试过程中,当机组运行参数达到以下指标时,应立即停止减磁。

- 机组定子电压不得低于额定电压 90%;
- 机组定子电流不大于额定电流;
- 机组定子铁芯和端部构件温度不超过运行允许值;
- 机组出风温度不超过 85°C;
- 机组高压厂用母线电压不低于负载额定电压的 95%;
- 机组 400V 厂用电压不低于 380V;
- 系统母线电压不应超过允许范围;
- 进相时功角不宜超过极限功角;

6 发电机及励磁变参数

6.1 发电机的一般参数

生产厂家:湖南汉龙水电设备有限公司

型号: SFW5000-6/1730

额定容量 S_N : 6.25MVA

额定功率 P_N : 5MW

额定电压 U_{gN} : 6.3kV

额定电流 I_{gN} : 572.8A

额定励磁电压 U_{fN} : 75V

额定励磁电流 I_{fN} : 510A

功率因数 $\cos\varphi_N$: 0.8 (滞后)

额定转速: 1000 r/min

额定频率: 50Hz

励磁方式: 自并励

6.2 励磁变参数

额定容量: 125kVA

额定电压: 6.3/0.4kV

短路阻抗: 4.2%

6.3 PT、CT 变比

发电机定子电压 PT 变比: 6kV/100V

发电机定子电流 CT 变比: 800A/5A

转子电流分流器变比: 750A/75mV

7 试验工况

本次试验 2 号机组带厂用负荷, 厂内 1 号机组为陪试机组。机组运行时 1 号主变实际分接变比为额定变比。

本次试验采用 3 个有功负荷, 分别为 5.0MW、3.7MW 和 2.5MW。

8 数据分析

8.1 电气试验数据

表 2 是 2 号发电机进相试验的主要电气试验数据, 从试验数据可以分析出: 在 5.0MW 试验工况下, 进相深度达到-2.3Mvar, 受发电机定子电流的限制; 在 3.7MW 试验工况下, 进相深度达到-2.5Mvar, 受厂用 400V 母线电压限制; 在 2.5MW 试验工况下, 进相深度达到-3.2Mvar, 受厂用 400V 母线电压限制。

表 2 2 号发电机进相试验数据

序 号	有功	无功	35kV	380V	定子	定子	励磁	励磁	功角	功率
	功率	功率	母线	厂用	电压	电流	电压	电流		
	(MW)	(Mvar)	电压	段(V)	(kV)	(kA)	(V)	(A)	$\delta(^{\circ})$	因数
			(kV)							
1	5.05	0.55	39.11	413	6.52	0.441	62.33	474	23.6	0.998
	5.04	-0.58	39.05	405	6.29	0.458	61.12	434	26.8	1.000
	5.03	-0.96	38.85	397	6.21	0.481	56.45	401	27.9	0.996
	5.02	-1.53	38.64	394	6.10	0.514	44.72	355	28.6	0.994
	5.06	-2.31	38.36	386	5.89	0.572	40.02	313	33.8	0.989
2	3.76	0.31	38.83	408	6.49	0.342	58.0	451	16.7	0.993
	3.74	-0.03	38.75	405	6.37	0.357	49.2	433	17.0	1.000

序 号	有功 功率 (MW)	无功 功率 (Mvar)	35kV 母线 电压 (kV)	380V 厂用 段(V)	定子 电压 (kV)	定子 电流 (kA)	励磁 电压 (V)	励磁 电流 (A)	功角 $\delta(^{\circ})$	功率 因数
	2.73	-0.65	38.37	399	6.26	0.374	46.2	401	22.4	0.997
	3.78	-1.25	38.06	396	6.23	0.394	43.9	375	24.2	0.997
	3.73	-1.98	37.73	388	6.20	0.423	39.0	325	25.3	0.982
	3.76	-2.61	37.52	381	5.82	0.461	35.2	263	26.8	0.973
	2.53	0.35	38.75	410	6.51	0.223	49.1	378	11.2	0.991
	2.54	0.06	38.672	403	6.37	0.266	46.3	351	13.1	0.997
	2.52	-1.03	38.21	395	6.28	0.323	43.1	332	14.3	1.000
3	2.54	-1.57	37.81	392	6.22	0.354	40.2	312	16.2	0.993
	2.52	-2.64	37.53	385	6.10	0.395	36.7	274	18.9	0.982
	2.46	-3.35	37.35	378	5.75	0.421	30.3	235	20.6	0.978

8.2 进相深度与主变高压侧电压降关系

表 3 是 3 个试验负荷点,无功从零到最大进相深度下的主变高压侧电压变化情况。

表 3 2 号发电机进相深度与主变高压侧电压变化情况

序号	试验负荷 (MW)	初始 (kV) (无功为零)	结束 (kV) (最大进相深度)	进相深度 (Mvar)	电压降 (%)
1	5.0	39.01	38.36	-2.32	-1.67
2	3.7	38.75	37.52	-2.61	-3.17
3	2.5	38.62	37.35	-3.35	-3.29

从上表可以看出,2 号发电机在不同负荷下进相运行能够降低主变高压侧电压值,并起到调压效果,调压效果为:35kV 电压可以降低约 0.65~1.27kV,降幅约 1.67%-3.29%之间,电压随无功变化率平均为 2.8kV/10Mvar。

8.3 进相深度与发电机各部位温升情况

试验过程中,通过发电机本身安装的温度测点对 2 号发电机在整个试验过程中温度变化情况进行了监视,监视结果显示在整个进相试验过程中,2 号发电机各部位温度没有超标现象。

8.4 发电机励磁调节器低励限制整定值

根据试验结果,低励限制的建议整定值见表 4。

表 4 2 号发电机励磁调节器内部低励限制曲线整定值 (P-Q)

有功值 (p.u.)	1.00	0.50	0
低励限制定值 (p.u.)	0	-0.4176	-0.4176

8.5 励磁调节器低励限制动作准确性

进相试验中同时对低励限制进行了静态和动态特性功能校核，其中静态特性校核试验中通过缓慢减小励磁电流检验低励限制是否正确动作；动态特性校核试验通过给定电压下阶跃试验实现。

本次试验在有功 3.7MW 下对励磁调节器的低励限制静态特性功能进行测试，试手动减磁使发电机进相，当进相无功约-2.6Mvar 时限制单元动作，再减磁无功不再减小，此时与进相试验结果基本一致，各电量平稳。试验波形见图 1。

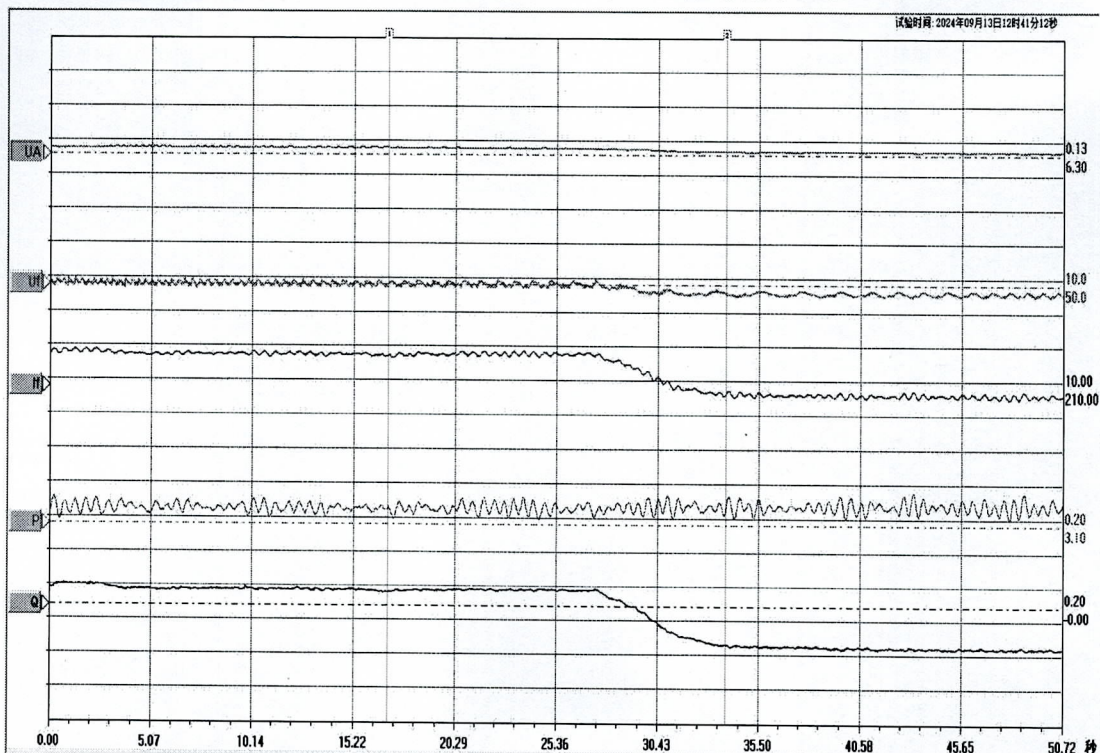


图 1 低励限制动作录波

低励限制动态校核试验时，手动减磁使发电机进相至-2.1Mvar，对给定电压进行一个快速的降低（阶跃量为-1%），无功功率达到-2.6Mvar 时，低励限制动作，无功功率维持在-2.6Mvar 附近，可见机组的低励限制动作正常，动作情况见图 2。

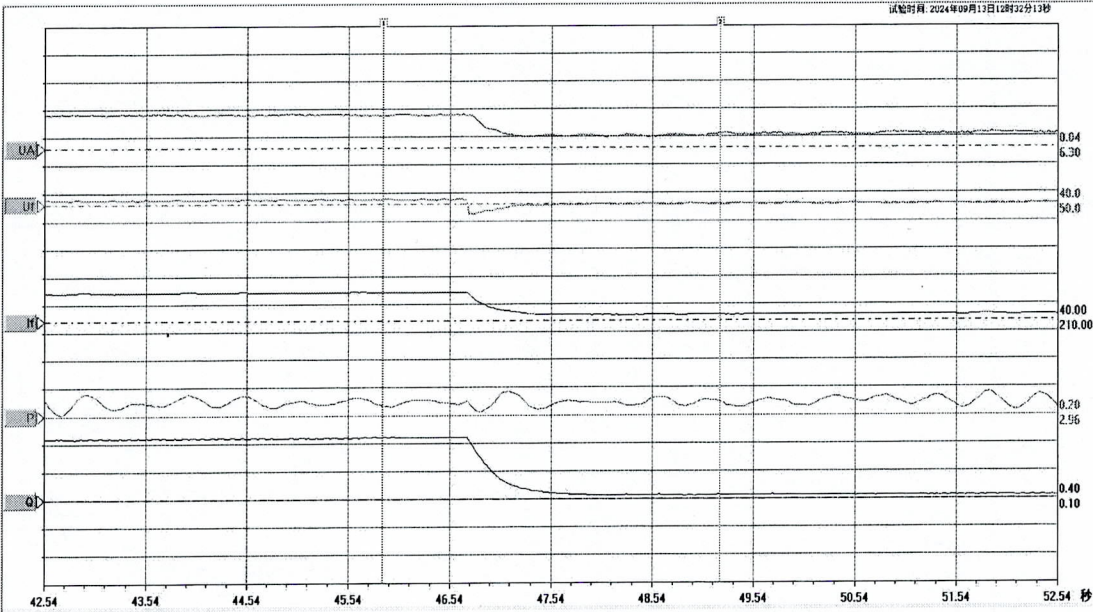


图 2 -1%电压阶跃低励限制动作录波

9 结论和建议

a) 通过进相运行试验，2 号发电机各工况进相深度见表 5。

表 5 2 号机发电机各工况进相深度

序号	有功负荷（MW）	进相深度（Mvar）
1	5.0	-2.32
2	3.7	-2.61
3	2.5	-3.35

- b) 2 号发电机对应的高厂变分接合适，主变分接合适。
- c) 2 号发电机进相运行对主变高压侧的调压效果为：35kV 电压可以降低约 0.65~1.27kV，降幅约 1.67%-3.29% 之间，电压随无功变化率平均为 2.8kV/10Mvar。
- d) 2 号发电机在进相运行时，其各部位的温度未超过规定的温升限制最大值。
- e) 在试验过程中对励磁调节器的低励限制功能进行考核，考核结果表明低励限制能够在设定值附近正确动作，并能在动作后限制无功功率继续下降。
- f) 根据发电机进相运行试验结果，发电机进相运行工况下的 P-Q 曲线见附录 B。

附 录 A
(资料性附录)

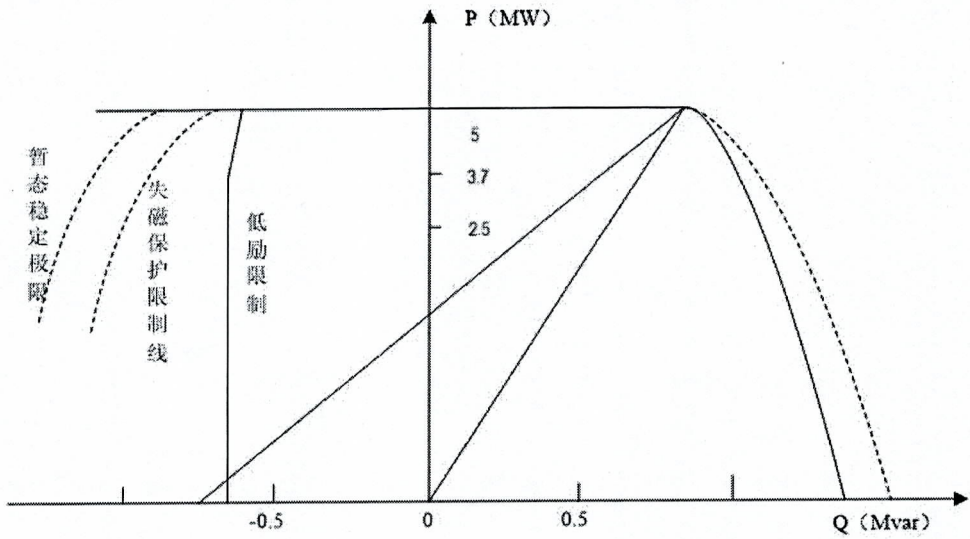
表 A.1 2 号发电机进相运行试验数据表

序 号	有功 功率 (MW)	无功 功率 (Mvar)	110kV 母线 电压 (kV)	380V 厂用 段(V)	定子 电压 (kV)	定子 电流 (kA)	励磁 电压 (V)	励磁 电流 (A)	功角 $\delta(^{\circ})$	功率 因数
1	5.05	0.55	39.11	413	6.52	0.441	62.33	474	23.6	0.998
	5.04	-0.58	39.05	405	6.29	0.458	61.12	434	26.8	1.000
	5.03	-0.96	38.85	397	6.21	0.481	56.45	401	27.9	0.996
	5.02	-1.53	38.64	394	6.10	0.514	44.72	355	28.6	0.994
	5.06	-2.31	38.36	386	5.89	0.572	40.02	313	33.8	0.989
2	3.76	0.31	38.83	408	6.49	0.342	58.0	451	16.7	0.993
	3.74	-0.03	38.75	405	6.37	0.357	49.2	433	17.0	1.000
	2.73	-0.65	38.37	399	6.26	0.374	46.2	401	22.4	0.997
	3.78	-1.25	38.06	396	6.23	0.394	43.9	375	24.2	0.997
	3.73	-1.98	37.73	382	6.20	0.423	39.0	325	25.3	0.982
3	3.76	-2.61	37.52	372	5.82	0.461	35.2	263	26.8	0.973
	2.53	0.35	38.75	410	6.51	0.223	49.1	378	11.2	0.991
	2.54	0.06	38.672	403	6.37	0.266	46.3	351	13.1	0.997
	2.52	-1.03	38.21	395	6.28	0.323	43.1	332	14.3	1.000
	2.54	-1.57	37.81	392	6.22	0.354	40.2	312	16.2	0.993
	2.52	-2.64	37.53	383	6.10	0.395	36.7	274	18.9	0.982
	2.46	-3.35	37.35	376	5.75	0.421	30.3	235	20.6	0.978

试验时间： 2024 年 09 月 12 日~15 日

附 录 B

(资料性附录)



图B.1 2号发电机进相运行P-Q曲线

附 录 C
(资料性附录)

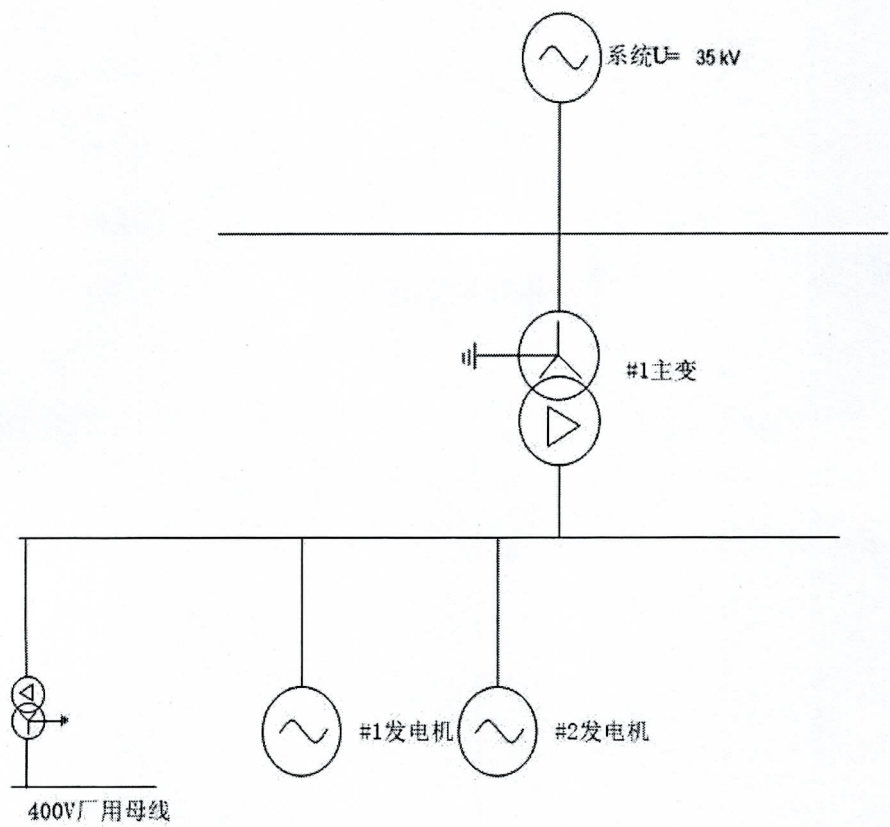


图 C.1 莫呼查汗干渠一级水电站电气主接线图

以下空白