

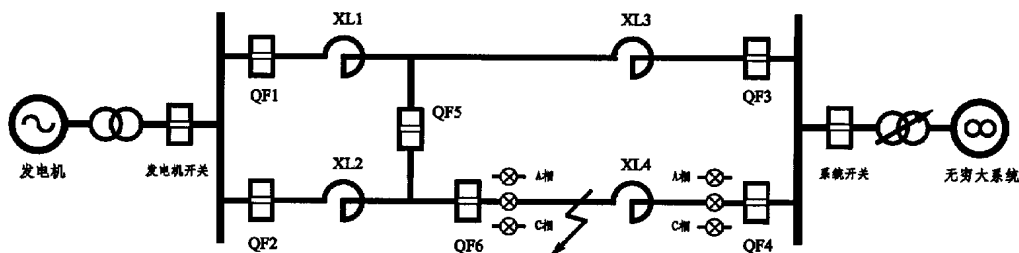
## 电力系统暂态稳定性实验

### 一) 实验目的

- 1) 通过实验加深对电力系统暂态稳定内容的理解，使课堂理论教学与实践结合，提高学生的感性认识。
- 2) 学生通过实际操作，从实验中观察到系统失步现象和掌握正确处理措施。

### 二) 实验内容

发电机经双回线或单回线与“无穷大”电网联网运行时，线路上发生某种类型短路，测试短路类型和短路切除时间对系统暂态稳定的影响。



本实验系统是一种物理模型。原动机采用直流电动机来模拟，当然，它们的特性与大型原动机是不相似的。原动机输出功率的大小，可通过给定直流电动机的电枢电压来调节。实验系统用标准小型三相同步发电机来模拟电力系统的同步发电机，虽然其参数不能与大型发电机相似，但也可以看成是一种具有特殊参数的电力系统的发电机。发电机的励磁系统可以用外加直流电源通过手动来调节，也可以切换到台上的微机励磁调节器来实现自动调节。实验台的输电线路是用多个接成链型的电抗线圈来模拟，其电抗值满足相似条件。“无穷大”母线就直接用实验室的交流电源，因为它是由实际电力系统供

电的，因此，它基本上符合“无穷大”母线的条件。

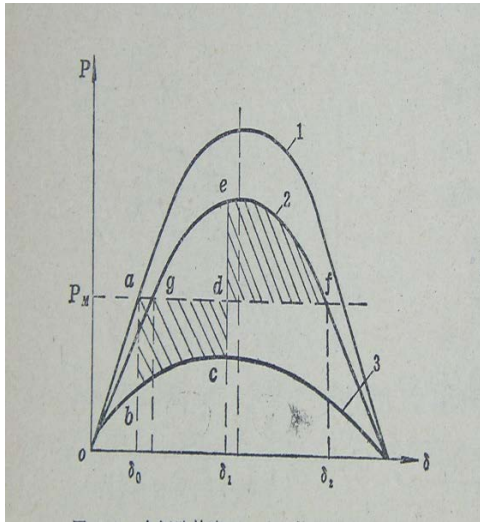
#### 四)原始计算数据、所应用的公式

电力系统暂态稳定问题是指电力系统受到较大的扰动之后,各发电机能否继续保持同步运行的问题

正常运行时发电机功率特性为:  $P_1 = (E_0 \times U_0) \times \sin \delta_1 / X_1$

短路运行时发电机功率特性为:  $P_2 = (E_0 \times U_0) \times \sin \delta_2 / X_2$

故障切除时发电机功率特性为:  $P_3 = (E_0 \times U_0) \times \sin \delta_3 / X_3$



#### 五)实验项目与方法

##### 1、机组启动与建压及并网

(1) 检查调速器上“模拟调节”电位器指针是否指在 0 位置，如不在则应调到 0 位置；

(2) 合上操作开关，检查实验台上各开关状态：各开关信号灯应绿灯亮、红灯熄。调速器面板上数码管显示发电机频率，调速器上“微机正常”灯和“电源正常”灯亮；

(3) 把微机调速装置上的“微机方式自动/手动”按钮松开，合上“模拟方式”按钮使“模拟方式”黄灯亮；“开机/停机”使“开机”灯亮；

(4) 按下“原动机开关”按钮，此时顺时针缓慢旋转电位器，模拟控制量开始缓慢增加，直至原动机转速达到额定；

(5) 励磁调节器选择“微机它励”方式，励磁调节器选择恒  $U_f$  方式运行，再合上励磁开关；

(6) 按“下三角▼”使数码显示管为  $U_g$ ，按“增磁”/“减磁”按钮使  $U_g$  参数为 340，松开“灭磁”按钮，使发电机电压达到 340V；

(7) 合上系统电压开关和线路开关 QF1，QF3，检查系统电压接近额定值 340V（黑色转柄调节系统电压大小）；

(8) 选择实验台上“同期方式”为“微机全自动同期”档；

(9) 观察同期表上的发电机电压和系统电压的大小，相应操作励磁装置增磁或减磁按钮进行调压，直至发电机压差闭锁灯灭；观察同期表上发电机频率和系统频率的大小，相应操作调速装置上的增速或减速按钮进行调速，直至发电机频差闭锁灯灭。

此时表示压差、频差均满足条件，观察同期装置上的滑差角，当滑差角旋转至正负  $0\sim 15$  度位置时，相差闭锁灯灭按下“同期命令”按钮待发电机并网。

2、本实验台通过对操作台上的“短路选择”按钮的组合可进行单相接地短路，两相相间短路，两相接地短路和三相短路试验。

固定短路地点，短路切除时间和系统运行条件，在发电机经双回线与“无穷大”电网联网运行时，某一回线发生某种类型短路，经一定时间切除故障成单回线运行。短路的切除时间在微机保护装置中设定，同时要设定重合闸是否投切。

## 六)实验数据记录

整定值代 码	01	02	03	04	05	$T_D$
整定值	0.1(s)	0.5(s)	3.19(A)	On	On	1.0(s)

运行方式 (“1”为合上, “0”为断开)

1、短路切除时间  $t=0.1s$  短路类型: 单相接地短路(稳定)重合成功

QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	运行功率 $P_{max}(W)$	功角 $\delta$
1	1	1	1	0	1	2.0kw	

2、短路切除时间  $t=0.1s$  短路类型: 相间短路(达到功率极限)切除故障线路

QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	运行功率 $P_{max}(W)$	功角 $\delta$
1	1	1	1	1	1	2.0kw	

3、短路切除时间  $t=0.1s$  短路类型: 相间短路(必定失稳)切除故障线路

QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	运行功率 $P_{max}(W)$	功角 $\delta$
1	1	1	1	0	1	2.0kw	

4、短路切除时间  $t=0.1s$  短路类型: 相间短路(提高储备系数)切除故障线路

QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	运行功率 $P_{max}(W)$	功角 $\delta$
1	1	1	1	0	1	1.5kw	

记录相关数据,填入下面表格并做相关说明

故障类型 \ 相关参数	单相短路	单相短路	相间短路	相间短路
	故障前	故障后	故障前	故障后
有功功率 $P_g$				
功角 $\delta$				
励磁电压 $U_L(E)$				
机端电压 $U_g$				
暂态变化描述及原因				

### 停机灭磁:

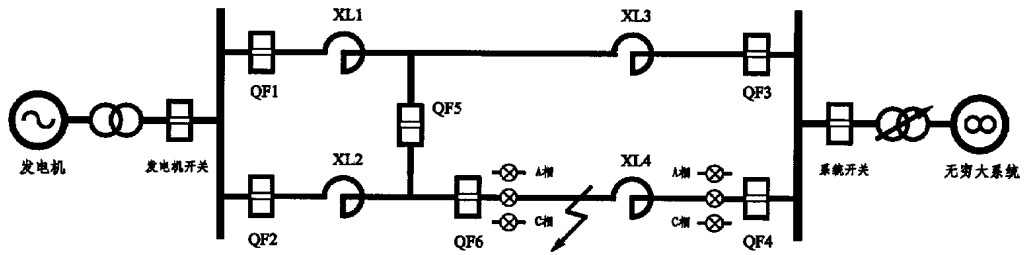
按下微机保护装置中“信号复位”按钮;再调节“模拟调节”电位器,使有功功率和无功功率为 0;使发电机解列,直接控制调速器停机,励磁调节器在转速下降到 43Hz 以下时自动进行逆变灭磁。待机组停稳,断开原动机开关,跳开励磁和线路等开关,切除操作电源总开关。

### 实验报告基本要求:

- 1 用等面积法则和功角方程  $P(\delta)=E \cdot U \cdot \sin \delta / X$  分析实验现象及数据记录
- 2 什么是储备系数,对暂态稳定有何影响,通常运行到多少数值较为合适?
- 3 提高电力系统暂态稳定的措施有哪些?

### 思考题

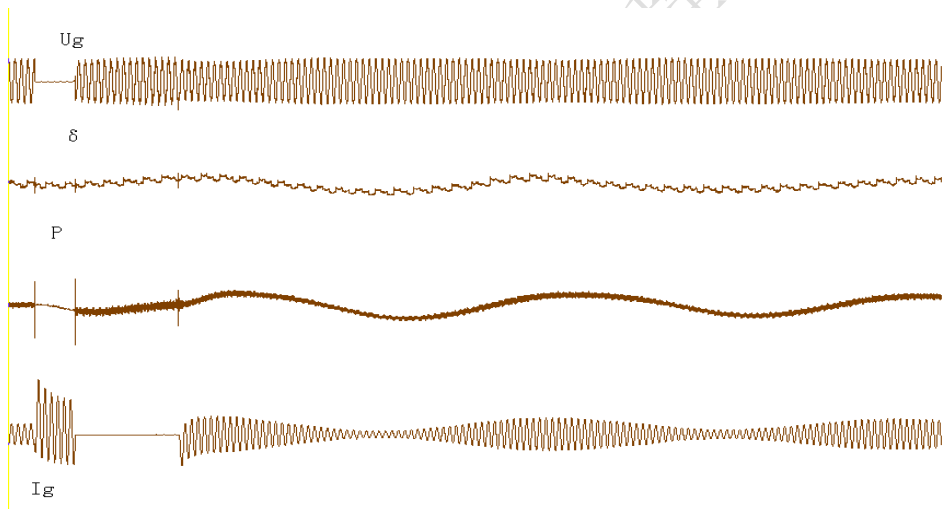
如图示之



实验中观察到发电机在额定(满负荷)功率运行时线路发生相间短路跳闸后在线路中间开关 QF5 未合之前发生失稳, 当线路中间开关 QF5 合上后在同样工况下发生相间故障跳闸后就稳定, 试用相关理论进行分析。

附: 故障波形:

### 1 单相故障加重合闸 (稳定)



### 2 三相长时故障 (失稳)

