

第三章 一机一无穷大系统稳态运行方式实验

一、实验目的

1. 了解和掌握对称稳定情况下，输电系统的各种运行状态与运行参数的数值变化范围；
2. 了解和掌握输电系统稳态不对称运行的条件；不对称度运行参数的影响；不对称运行对发电机的影响等。

二、原理与说明

电力系统稳态对称和不对称运行分析，除了包含许多理论概念之外，还有一些重要的“数值概念”。为一条不同电压等级的输电线路，在典型运行方式下，用相对值表示的电压损耗，电压降落等的数值范围，是用于判断运行报表或监视控制系统测量值是否正确的参数依据。因此，除了通过结合实际的问题，让学生掌握此类“数值概念”外，实验也是一条很好的、更为直观、易于形成深刻记忆的手段之一。实验用一次系统接线图如图 2 所示。

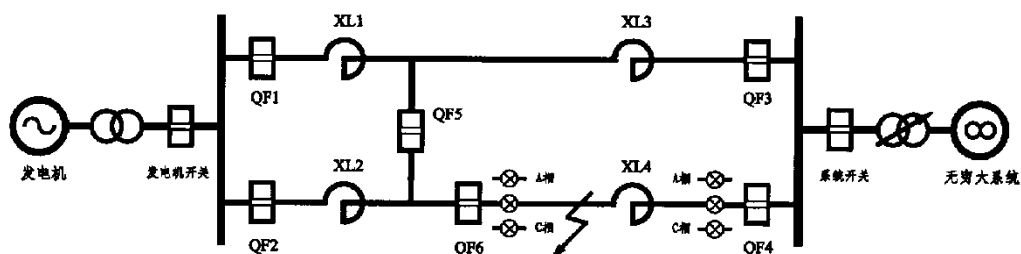


图 2 一次系统接线图

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。

为了进行测量，实验台设置了测量系统，以测量各种电量（电流、电压、功率、频率）。为了测量发电机转子与系统的相对位置角（功率角），在发电机轴上装设了闪光测角装置。此外，台上还设置了模拟短路故障等控制设备。

三、实验项目和方法

1. 单回路稳态对称运行实验

在本章实验中，原动机采用手动模拟方式开机，励磁采用手动励磁方式，然后启机、建压、并网后调整发电机电压和原动机功率，使输电系统处于不同的运行状态（输送功率的大小，线路首、末端电压的差别等），观察记录线路首、末端的测量表计值及线路开关站的电压值，计算、分析、比较运行状态不同时，运行参数变化的特点及数值范围，为电压损耗、电压降落、沿线电压变化、两端无功功率的方向（根据沿线电压大小比较判断）等。

2. 双回路对称运行与单回路对称运行比较实验

按实验 1 的方法进行实验 2 的操作，只是将原来的单回线路改成双回路运行。将实验 1 的结果与实验 2 进行比较和分析。

表 3-1 单回路 时间：{31time}

Pi	{3110}	{3111}	{3112}	{3113}
Qi	{3114}	{3115}	{3116}	{3117}
Ii	{3118}	{3119}	{3120}	{3121}
U _F	{3122}	{3123}	{3124}	{3125}
U _Z	{3126}	{3127}	{3128}	{3129}
U _α	{3130}	{3131}	{3132}	{3133}
dU	{3134}	{3135}	{3136}	{3137}
ΔU	{3138}	{3139}	{3140}	{3141}

表 3-2 双回路 时间：{32time}

Pi	{3210}	{3211}	{3212}	{3213}
Qi	{3214}	{3215}	{3216}	{3217}
Ii	{3218}	{3219}	{3220}	{3221}
U _F	{3222}	{3223}	{3224}	{3225}
U _Z	{3226}	{3227}	{3228}	{3229}
U _α	{3230}	{3231}	{3232}	{3233}
dU	{3234}	{3235}	{3236}	{3237}
ΔU	{3238}	{3239}	{3240}	{3241}

注：U_Z —中间开关站电压；

dU —输电线路的电压损耗；

ΔU—输电线路的电压降落

3. 单回路稳态非全相运行实验

确定实现非全相运行的接线方式，断开一相时，与单回路稳态对称运行时相同的输送功率下比较其运行状态的变化。

具体操作方法如下：

- (1) 首先按双回路对称运行的接线方式（不含 QF5）；
- (2) 输送功率按实验 1 中单回路稳态对称运行的输送功率值一样；
- (3) 微机保护定值整定：动作时间 0 秒，重合闸时间 100 秒；
- (4) 在故障单元，选择单相故障相，整定故障时间为 $0'' < t < 100''$ ；
- (5) 进行单相短路故障，此时微机保护切除故障相，准备重合闸，这时迅速跳开“QF1”、“QF3”开关，即只有一回线路的两相在运行。观察此状态下的三相电流、电压值与实验 1 进行比较；
- (6) 故障 100''以后，重合闸成功，系统恢复到实验 1 状态。

表 3-3

	U _A	U _B	U _C	I _A	I _B	I _C	P	Q	S
全相运行值									
非全相运行值									

四、实验报告要求

1. 整理实验数据，说明单回路送电和双回路送电对电力系统稳定运行的影响，并对实验结果进行理论分析。
2. 根据不同运行状态的线路首、末端和中间开关站的实验数据、分析、比较运行状态不同时，运行参数变化的特点和变化范围。
3. 比较非全相运行实验的前、后实验数据，分析输电线路输送功率的变化。

五、思考题

1. 影响简单系统静态稳定性的因素是哪些？
2. 提高电力系统静态稳定有哪些措施？
3. 何为电压损耗、电压降落？
4. “两表法”测量三相功率的原理是什么？它有什么前提条件？

表 3-11 单回路（上限）

时间：{311time}

Pi	{31110}	{31111}	{31112}	{31113}
Qi	{31114}	{31115}	{31116}	{31117}
Ii	{31118}	{31119}	{31120}	{31121}
U _F	{31122}	{31123}	{31124}	{31125}
U _Z	{31126}	{31127}	{31128}	{31129}
U _α	{31130}	{31131}	{31132}	{31133}
dU	{31134}	{31135}	{31136}	{31137}
△U	{31138}	{31139}	{31140}	{31141}

表 3-12 单回路（下限）

时间：{312time}

Pi	{31210}	{31211}	{31212}	{31213}
Qi	{31214}	{31215}	{31216}	{31217}
Ii	{31218}	{31219}	{31220}	{31221}
U _F	{31222}	{31223}	{31224}	{31225}
U _Z	{31226}	{31227}	{31228}	{31229}
U _α	{31230}	{31231}	{31232}	{31233}
dU	{31234}	{31235}	{31236}	{31237}
△U	{31238}	{31239}	{31240}	{31241}