

# 华北电力大学

## 综合实验报告

( 20 -- 20 年度第 学期)

名称: 发电厂与变电站仿真实习

题目: \_\_\_\_\_

院系: \_\_\_\_\_

班级: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_

学生姓名: \_\_\_\_\_

指导教师: \_\_\_\_\_

设计周数: \_\_\_\_\_

成绩: \_\_\_\_\_

日期: 年 月 日

## 一、综合实验的目的与要求

1. 本次实习使学生通过实际仿真操作和演练，深入了解电力生产运行的实际制度和要求，并掌握运行人员的工作技能，加深电网运行、设备维护等实用知识的感性认识，提高学生理论联系实际的基本素质和工作的竞争能力。
2. 基本要求
  1. 1 要求学生参加每次上机前的培训讲课，完成讲课中要求回答的问题。
  1. 2 要求学生在每次上机时间内在计算机上进行仿真操作、完成规定内容的试验报告。
  1. 3 要求学生在培训结束后，参加上机考核和答辩。

## 二、实验正文

### 1. 电网/变电站仿真系统和正常运行监视

#### 1.1 一次设备的认识（从主接线图上看）

设备名称	图形符号	合闸状态的颜色和符号表示	分闸状态的颜色和符号表示	作用
开关 (断路器)				
刀闸 (隔离开关)				
接地刀闸				
主变压器				
CT (电流互感器)				
PT (电压互感器)				
避雷器				
电容器				
消弧线圈				

#### 1.2 主接线的接线形式和运行方式

##### 1.2.1 填表

电压等级	接线形式	设备间隔	正常运行方式
220kV		251 仿一线	运行于 220KV 1 母
		212 母联	
110kV			
35kV			


主变	电压等级	正常运行方式	中性点运行方式
1号主变			
2号主变			

1.2.2 总结规律（答案写在问题的后面）

(1) 220kV 开关刀闸的设备编号有什么规律？

(2) 220kV 开关编号与运行方式有什么规律？

1.3 251 间隔设备运行监视和操作（严格按照下列步骤进行监视和操作）

1.3.1 正常运行方式（如果 251 间隔不是正常方式，用“恢复初始状态”按钮恢复到正常运行方式）下的设备状态。

(1) 到监控系统的 251 间隔的监控分图，查看并记录监控机上对该间隔的监视内容。

遥信信息		遥测信息	
251 开关状态		有功	
2516 刀闸状态		无功	
2511 刀闸状态		电流	
2512 刀闸状态		功率因数	
亮的保护信号灯			

(2) 到保护室的 220kV 线路测控屏，查看 251 间隔的状态

251 仿一线测控装置(FCK-801)	作用：  亮的信号灯：
251 断路器控制开关 手柄位置	
251 断路器位置指示灯	
251 断路器就地远方切换开关	

(3) 到室外 251 间隔，查看并记录各开关刀闸的状态。

251 开关状态		2511 刀闸状态	
2516 刀闸状态		2512 刀闸状态	

(4) 到保护室，查看 251 仿一线保护屏的状态

• 251 仿一线保护 I 屏（40 号屏）

装置名称	装置上信号灯的状态	装置的功能
重合闸切换把手：		

• 251 仿一线保护 II 屏（41 号屏）

装置名称	装置上信号灯的状态	装置的功能
重合闸切换把手：		

• 251 仿一线保护辅助屏（42 号屏）

装置名称	装置上信号灯的状态	装置的功能

1.3.2 在监控中拉开 251 开关(断路器远方遥控操作)，分别在监控机、室外设备、室内保护和测控屏查看，与操作前比较，记录状态有变化的信息。

(1) 监控系统的 251 间隔的监控分图：

(2) 保护室的 220kV 线路测控屏：

(3) 室外 251 间隔：

(4) 保护室的 251 仿一线保护屏

- 251 仿一线保护 I 屏（40 号屏）：
- 251 仿一线保护 II 屏（41 号屏）：
- 251 仿一线保护辅助屏（42 号屏）：

1.3.3 在监控中拉开 2516 刀闸(隔离开关远方遥控操作)，分别在监控机、室外设备、室内保护和测控屏

查看，与操作前比较，记录状态有变化的信息。

(1) 监控系统的 251 间隔的监控分图：

(2) 保护室的 220kV 线路测控屏：

(3) 室外 251 间隔：

(4) 保护室的 251 仿一线保护屏

• 251 仿一线保护 I 屏（40 号屏）：

• 251 仿一线保护 II 屏（41 号屏）：

• 251 仿一线保护辅助屏（42 号屏）：

1.3.4 在室外拉开 2511 刀闸(隔离开关就地操作)，分别在室外设备、监控机、室内保护和测控屏查看，与操作前比较，记录状态有变化的信息。

(1) 室外 251 间隔：

(2) 保护室的 220kV 线路测控屏：

(3) 监控系统的 251 间隔的监控分图：

(4) 保护室的 251 仿一线保护屏

• 251 仿一线保护 I 屏（40 号屏）：

• 251 仿一线保护 II 屏（41 号屏）：

• 251 仿一线保护辅助屏（42 号屏）：

1.3.5 在室外合上 25117 接地刀闸(接地刀闸就地操作)，分别在室外设备、监控机、室内保护和测控屏查看，与操作前比较，记录状态有变化的信息。

(1) 室外 251 间隔：

(2) 保护室的 220kV 线路测控屏：

(3) 监控系统的 251 间隔的监控分图：

(4) 保护室的 251 仿一线保护屏

• 251 仿一线保护 I 屏（40 号屏）：

• 251 仿一线保护 II 屏（41 号屏）：

• 251 仿一线保护辅助屏（42 号屏）：

1.3.6 在测控屏上闭合 251 开关(断路器就地操作)，分别在测控屏、室外设备、监控机、保护屏查看，与操作前比较，记录状态有变化的信息。

(1) 保护室的 220kV 线路测控屏：

(2) 室外 251 间隔：

(3) 监控系统的 251 间隔的监控分图:

(4) 保护室的 251 仿一线保护屏

- 251 仿一线保护 I 屏 (40 号屏):
- 251 仿一线保护 II 屏 (41 号屏):
- 251 仿一线保护辅助屏 (42 号屏):

1.3.7 回答问题

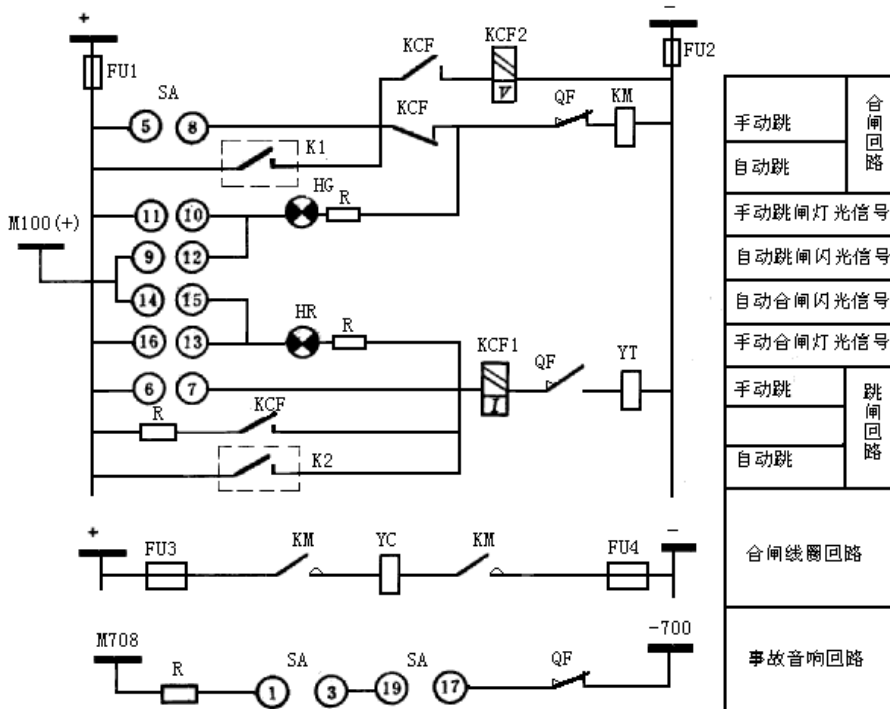
(1) 251 仿一线线路配置了几套保护? 重合闸运行方式?

(2) 总结以下装置信号灯何时亮、何时灭。

CSC103B 装置的“充电”灯	
RSC931 装置的“充电”灯	
JFZ-12F 装置的“A 相分位”灯	
JFZ-12F 装置的“A 相合位”灯	
JFZ-12F 装置的“I 母运行”灯	

(2) 找一找 251 断路器的控制电源空气开关在哪里?

(3) 对照断路器的控制回路展开图, 你能找到几个图形符号代表的实际设备。



1.4 151 联络线的保护配置

(1) 查看相关保护和运行状态

相关保护屏柜编号和名称	装置名称	正常运行时装置上信号灯的状态	装置的功能

(2) 回答问题: 151 联络线线路配置了几套保护?

2. 电气设备的巡视

2.1 1号变压器的巡视检查项目及其当前状态

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
正面 220kVA 相套管瓷质			背面 110kVC 相套管油位		
正面 220kVA 相套管油位			背面 110kVC 相套管引线接头		
正面 220kVA 相套管引线接头			背面 35kVA 相套管瓷质		
正面 220kVB 相套管瓷质			背面 35kVA 相套管引线接头		
正面 220kVB 相套管油位			背面 35kVB 相套管瓷质		
正面 220kVB 相套管引线接头			背面 35kVB 相套管引线接头		
正面 220kVC 相套管瓷质			背面 35kVC 相套管瓷质		
正面 220kVC 相套管油位			背面 35kVC 相套管引线接头		
正面 220kVC 相套管引线接头			左面有载调压油位		
正面 220kV 中性点套管瓷质			左面有载调压机构箱		
正面 220kV 中性点套管油位			左面在线滤油机		
正面 220kV 中性点套管引线接头			左面 110kV 中性点套管瓷质		
风扇 1			左面 110kV 中性点套管油位		
风扇 2			左面 110kV 中性点套管引线接头		
风扇 3			左面架构接地		
风扇 4			右面油枕油位		
风扇 5			右面绕组温度表		
风扇 6			右面上层油温表		
风扇 7			右面下层油温表		
风扇 8			右面架构接地		
风扇 9			220kV 侧避雷器 A 相引线接头		
风扇 10			220kV 侧避雷器 A 相瓷质		
瓦斯继电器油位			220kV 侧避雷器 A 相泄漏电流		
瓦斯继电器油色			220kV 侧避雷器 A 相接地线		
油流继电器 1			220kV 侧避雷器 B 相引线接头		
油流继电器 2			220kV 侧避雷器 B 相瓷质		
油流继电器 3			220kV 侧避雷器 B 相泄漏电流		
油流继电器 4			220kV 侧避雷器 B 相接地线		
油流继电器 5			220kV 侧避雷器 C 相引线接头		
地面油迹 (漏油)			220kV 侧避雷器 C 相瓷质		
背面 110kVA 相套管瓷质			220kV 侧避雷器 C 相泄漏电流		
背面 110kVA 相套管油位			220kV 侧避雷器 C 相接地线		
背面 110kVA 相套管引线接头			110kV 侧避雷器接地线 1		
背面 110kVB 相套管瓷质			110kV 侧避雷器接地线 2		
背面 110kVB 相套管油位			110kV 侧避雷器 A 相引线接头		
背面 110kVB 相套管引线接头			110kV 侧避雷器 A 相瓷质		
背面 110kVC 相套管瓷质			110kV 侧避雷器 A 相泄漏电流		



110kV 侧避雷器 B 相引线接头			110kV 中性点接头		
110kV 侧避雷器 B 相瓷质			110kV 中性点触头		
110kV 侧避雷器 B 相泄漏电流			110kV 中性点 CT 油位		
110kV 侧避雷器 C 相引线接头			35kV 中性点接地刀闸状态		
110kV 侧避雷器 C 相瓷质			35kV 中性点接地刀闸瓷质 1		
110kV 侧避雷器 C 相泄漏电流			35kV 中性点接地刀闸瓷质 2		
35kV 侧避雷器 A 相引线接头			35kV 中性点接头 1		
35kV 侧避雷器 A 相瓷质			35kV 中性点接头 2		
35kV 侧避雷器 A 相泄漏电流			35kV 中性点触头		
35kV 侧避雷器 B 相引线接头			消弧线圈避雷器接地		
35kV 侧避雷器 B 相瓷质			消弧线圈避雷器瓷质		
35kV 侧避雷器 B 相泄漏电流			消弧线圈避雷器接头		
35kV 侧避雷器 C 相引线接头			消弧线圈地面油迹（漏油）		
35kV 侧避雷器 C 相瓷质			消弧线圈温度表		
35kV 侧避雷器 C 相泄漏电流			消弧线圈瓷质 1		
35kV 侧避雷器接地线			消弧线圈瓷质 2		
220kV 中性点接地刀闸状态			消弧线圈瓷质 3		
220kV 中性点接地刀闸瓷质 1			消弧线圈接头 1		
220kV 中性点接地刀闸瓷质 2			消弧线圈接头 2		
220kV 中性点接地刀闸瓷质 3			消弧线圈接头 3		
220kV 中性点接头			消弧线圈硅胶 1		
220kV 中性点触头			消弧线圈硅胶 2		
220kV 中性点 CT 油位			消弧线圈瓦斯油位		
110kV 中性点接地刀闸状态			消弧线圈瓦斯油色		
110kV 中性点接地刀闸瓷质 1			消弧线圈油枕油位 1		
110kV 中性点接地刀闸瓷质 2			消弧线圈油枕油位 2		
110kV 中性点接地刀闸瓷质 3			消弧线圈放油阀		

2.2 251 开关的巡视检查项目及其当前状态

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
断路器 A 相分合指示			B 相引线接头 2		
A 相瓷瓶			B 相 SF6 压力表		
A 相引线接头 1			B 储能指示		
A 相引线接头 2			断路器 C 相分合指示		
A 相 SF6 压力表			C 相瓷瓶		
A 储能指示			C 相引线接头 1		
断路器 B 相分合指示			C 相引线接头 2		
B 相瓷瓶			C 相 SF6 压力表		
B 相引线接头 1			C 储能指示		

2.3 251CT 的巡视检查项目及其当前状态

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
A 相瓷瓶			B 相油位		
A 相引线接头 1			B 相法兰(漏油)		
A 相引线接头 2			C 相瓷瓶		
A 相油位			C 相引线接头 1		
A 相法兰(漏油)			C 相引线接头 2		
B 相瓷瓶			C 相油位		
B 相引线接头 1			C 相法兰(漏油)		
B 相引线接头 2					

2.4 2516 隔离开关的巡视检查项目及其当前状态

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
状态			B 相引线接头 2		
A 相瓷瓶 1			B 相触头		
A 相瓷瓶 2			B 相销子		
A 相引线接头 1			C 相瓷瓶 1		
A 相引线接头 2			C 相瓷瓶 2		
A 相触头			C 相引线接头 1		
A 相销子			C 相引线接头 2		
B 相瓷瓶 1			C 相触头		
B 相瓷瓶 2			C 相销子		
B 相引线接头 1					

2.5 251 阻波器、出线 PT、耦合电容器的巡视检查项目及其当前状态

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
251 阻波器 A 相瓷瓶			251 阻波器 C 相引线接头 1		
251 阻波器 A 相引线接头 1			251 阻波器 C 相引线接头 2		
251 阻波器 A 相引线接头 2			251 阻波器 C 相内部异物		
251 阻波器 A 相内部异物			251 线路 PT 及耦合电容器 C 相瓷瓶		
251 阻波器 B 相瓷瓶			251 线路 PT 及耦合电容器 C 相引线接头		
251 阻波器 B 相引线接头 1			251 线路 PT 及耦合电容器 C 相法兰		
251 阻波器 B 相引线接头 2			251 线路 PT 及耦合电容器 C 相油位		
251 阻波器 B 相内部异物			251 耦合电容器 A 相接头		
251 阻波器 C 相瓷瓶			251 耦合电容器 A 相瓷瓶		

2.6、220KV 1 母 PT 和避雷器的巡视检查项目及其当前状态

(1) 220KV 1 母 219PT

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
A 相瓷瓶			C 相瓷瓶		

A 相引线接头			C 相引线接头		
A 相法兰			C 相法兰		
A 相油位			C 相油位		
B 相瓷瓶			端子箱密封情况		
B 相引线接头			接线发热情况		
B 相法兰			端子箱受潮情况		
B 相油位					

(2) 219PT 的避雷器

巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷	巡视检查项目	当前状态	是否有缺陷
A 相引线接头			B 相泄漏电流		
A 相瓷质			B 相接地		
A 相泄漏电流			C 相引线接头		
A 相接地			C 相瓷质		
B 相引线接头			C 相泄漏电流		
B 相瓷质			C 相接地		

3. 电气倒闸操作

3.1 正常运行方式下隔离或切除设备的开关操作

需要隔离的设备	应拉开的开关
251 仿一线	
151 联络线	
351 馈一线	
220KV I 母线	
110KV II 母线	
35KV I 母线	
1#主变	

3.2 运行状态的认识

电力系统运行状态分为运行、热备用、冷备用和检修四种状态。分别指明下表中各设备在不同状态时，相应的断路器、隔离开关、接地刀闸都应处于什么状态。

设备名称	运行	热备用	冷备用	检修
251 仿一线线路				
251 断路器				
220 KV I 段母线				
1#主变				







3.6 分析如下的异常情况，运行人员该如何处理

220kV 仿真站 251 断路器在运行中，运行人员巡视时发现断路器操纵机构故障，此时断路器不能进行分闸操作，运行人员应该如何才能将其退出运行？



4. 电力系统故障及其恢复处理

4.1 线路保护的基本概念

- (1) 220kV 仿真站仿一线的保护装置，使用哪个 CT 和 PT 的测量值作为输入？（指出 CT 和 PT 的安装地点）
- (2) 220kV 仿真站仿一线的保护出口后，将跳开哪些断路器？
- (3) 指出 220kV 仿真站仿一线的保护装置的保护范围（即在全网范围内，哪些地点故障后，可能使该保护动作）
- (4) 220kV 仿真站仿一线的重合闸运行方式是什么（单重、三重或综重）？根据其重合闸方式，填下表：

线路上的故障情况	描述断路器的动作过程
永久性、单相接地短路	
永久性、非单相接地的短路	
瞬时性、单相接地短路	
瞬时性、非单相接地的短路	

4.2 事故预想

220kV 仿真站仿一线两套保护装置的保护类型和动作时间如下，如果该线路上距本站 0%处发生单相接地永久短路，各类保护动作情况填表。

RCS-931B 超高压线路电流差动保护装置			CSC-103B 数字式超高压线路保护装置		
保护类型	动作时间	是否动作	保护类型	动作时间	是否动作
纵联分相电流差动	0 秒		纵联距离	0 秒	
纵联零序电流差动	0 秒		相间距离 1 段	0 秒	
相间距离 1 段	0 秒		相间距离 2 段	1 秒	
相间距离 2 段	1 秒		相间距离 3 段	3 秒	
相间距离 3 段	3 秒		接地距离 1 段	0 秒	
接地距离 1 段	0 秒		接地距离 2 段	9.9 秒	
接地距离 2 段	9.9 秒		接地距离 3 段	9.9 秒	
接地距离 3 段	9.9 秒		零序电流 1 段	0 秒	
零序电流 1 段	0 秒		零序电流 2 段	1 秒	
零序电流 2 段	1 秒		零序电流 3 段	2 秒	
零序电流 3 段	2 秒		重合闸(投单重)		
重合闸(投单重)					

4.3 事故仿真 设置 251 仿一线 251 阻波器 A 相绝缘子闪络。启动故障。

(1) 故障现象

设备	现象
主控室： 集控机（后台）	1. 发事故音响 2. 动作的开关：  母线电压：  3. 报文：          4. 251仿一线监控分图：
保护室： 屏	
保护室： 屏	
保护室： 屏	

保护室： 测 控 屏	
保护室： 220kV线路故障录波屏 110kV线路故障录波屏 1号主变故障录波屏 2号主变故障录波屏	

(2) 如何由上述故障现象判断出发生故障的地点？

(3) 在上述故障后，值班人员应重点检查室外哪些设备？请找到故障设备。将上述故障复归。

(4) 如何隔离故障设备？

(5) 哪些设备没有故障，但由于上述设备故障而停电？如何恢复这些设备投入运行？

#### 4.4 母线保护的基本概念

(1) 220kV 仿真站 220kV I 母线的保护装置，使用哪些 CT 的测量值作为输入？（指出 CT 的安装地点）

(2) 220kV 仿真站 220kV I 母线的保护出口后，将跳开哪些断路器？

(3) 指出 220kV 仿真站 220kV I 母线的保护装置的保护范围（哪些地点故障后，可能使该保护动作）

#### 4.5 设置 251 仿一线 2511 隔离开关 A 相瓷瓶闪络

(1) 故障现象

设备	现象
主控室： 集控机（后台）	1. 发事故音响 2. 动作的开关：  母线电压：  3. 报文：

	4. 监控分图:
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 220kV线路故障录波屏 110kV线路故障录波屏 1号主变故障录波屏 2号主变故障录波屏	

(2) 如何由上述故障现象判断出发生故障的地点?

(3) 在上述故障后, 值班人员应重点检查室外哪些设备? 请找到故障设备。

(4) 如何隔离故障设备?

(5) 哪些设备没有故障, 但由于上述设备故障而停电? 如何恢复这些设备投入运行?

#### 4.6 主变保护的基本概念

(1) 220kV 仿真站 1 号主变的保护装置, 使用哪些 CT 的测量值作为输入? (指出 CT 的安装地点)

(2) 220kV 仿真站 1 号主变的保护出口后, 将跳开哪些断路器?

(3) 指出 220kV 仿真站 1 号主变的保护装置的保护范围 (哪些地点故障后, 可能使该保护动作)

4.7 将上述故障复归。设置 1 号主变高压侧 A 相引出线套管瓷瓶闪络

(1) 故障现象

设备	现象
主控室: 集控机 (后台)	1. 发事故音响 2. 动作的开关:  母线电压:  3. 报文:    4. 监控分图:
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 屏	
保护室: 220kV线路故障录波屏 110kV线路故障录波屏 1号主变故障录波屏 2号主变故障录波屏	

(2) 如何由上述故障现象判断出发生故障的地点?

(3) 在上述故障后, 值班人员应重点检查室外哪些设备? 请找到故障设备。

(4) 如何隔离故障设备？

(5) 哪些设备没有故障，但由于上述设备故障而停电？如何恢复这些设备投入运行？

### 三、综合实验思考题（答案写到附录中）

#### 1. 电力系统一次设备

1.1 主变有什么作用？油浸式主变由哪些部分组成？各部分的作用是什么？简要说明运行中常见的异常情况和处理方法。

1.2 电压互感器有什么作用？其二次侧的电压是多少？简要说明运行中常见的异常情况和处理方法。

1.3 电流互感器有什么作用？其二次侧的电流是多少？其二次侧为什么不能开路？简要说明运行中常见的异常情况和处理方法。

1.4 高压断路器有什么作用？高压断路器种类繁多，一般主要有哪些部分？简要说明运行中常见的异常情况和处理方法。

1.5 隔离开关有什么作用？主要由哪些部分组成？简要说明运行中常见的异常情况和处理方法。

1.6 串联电抗器和并联电抗器各有什么作用？电抗器有哪些类型？通常分别安装在什么地点？

1.7 消弧线圈有什么作用？安装在什么地点？

1.8 高频通道的作用是什么？高频通道由哪些部件组成？各部件的作用是什么？

1.9 并联电容器的作用是什么？

1.10 避雷线、避雷针和避雷器的作用是什么？工作原理有何不同？分别安装在什么地点？

1.11 画图说明常见的电气主接线形式有哪些？简单说明各接线的特点。

1.12 什么叫倒闸操作？倒闸操作中应重点防止哪些误操作事故？

1.13 线路和主变停、送电的操作顺序有何规定？

1.14 断路器停电操作后应检查哪些项目？

1.15 需要写入操作票的项目有哪些？

#### 2. 电力系统二次部分

2.1 说明我国电力系统中性点接地方式和适用范围。

2.2 小电流接地系统单相接地时，为什么可以继续运行 1~2 小时？

2.3 短路和断线故障有哪些类型？

2.4 继电保护装置有什么作用？电力系统对继电保护的基本要求是什么？

2.5 简述过流保护、距离保护和高频保护的原理？

2.6 接地距离保护、相间距离保护和零序保护分别反映何种故障类型？

2.7 什么是自动重合闸？自动重合闸的运行方式有哪几种？分别适用于什么场合？

2.8 变压器的不正常工作状态和可能发生的故障有哪些？一般应装设哪些保护？

2.9 变压器的差动保护是什么原理

2.10 母线的完全差动保护是什么原理

2.11 故障录波器的作用是什么？

#### 四、综合实验总结或结论



附录（思考题答案）