

电站实操指导书



重庆交通大学

实验一 发电机单机运行时的手动合闸与供电方式的转换

一、实验目的

掌握发电机单机手动合闸的方法，了解发电机的起压过程，明确主发电机、应急发电机和岸电三者间的联锁关系。

二、实验内容

单机手动起动；

单机手动合闸；

岸电的连接。

三、电站初始状态

应急发电机供电，柴油发电机起动的热工条件已满足，且其机旁控制按钮已放在“REMOTE”位置。

四、实验步骤

1. 单机手动起动

(1) 将发电机的“手动/自动 (MANU/AUTO)”选择开关放在“MANU”位置，备用机组选择开关 (STAND BY GEN SELECTION) 放在“MANU”位置；

(2) 观察并确认：

“DC24V”指示灯亮；

“控制电源故障 (CONTROL SOURCE FAIL)”指示灯暗；

发电机主开关断开；

发电机“准备起动 (READY TO START)”灯亮；

(3) 按下发电机控制屏上的“起动 (START)”按钮，起动柴油机。

2. 单机手动合闸

(1) 通过发电机控制屏上的电压表观察建压过程。若空载电压小于60V，可能是发电机无剩磁，此时应按下发电机控制屏上的“充磁 (PRE-EXITATION)”按钮进行充磁；

(2) 待柴油机在低速下运行3分钟（模拟时间为30秒）左右，在同步屏上调节发电机的调速开关 (GOVNOR)，使频率逐渐上升至60HZ，然后按下“主开关合闸 (ACB CLOSE)”按钮；

- (3) 待发电机控制屏上“ACB CLOSE”指示灯亮后，在同步屏上观察电网电压与频率值；
- (4) 合闸成功后，在组合起动屏上合上淡水泵（CENTER COOLING F.W. PUMP）和海水泵（COOLING S.W. PUMP）开关，观察发电机功率表和电流表的指示；
- (5) 在 CRT 上检查并记录下列参数：转速、冷却水出口温度、滑油温度、滑油压力、燃油压力及排气温度。
- (6) 若合闸失败，则有声光报警，应进行消声消闪操作。

3. 岸电连接的操作

- (1) 将应急发电机的控制方式选择开关置于“手动（MANU）”位置，然后将主发电机开关分闸；

在岸电箱上选择相序 1（SEQUENCE 1）或相序 2（SEQUENCE 2）。

若“相序正确（PHASE SEQU CORRECT）”灯亮，则将岸电箱上的开关合闸，然后在主配电板上合上岸电供电开关，观察同步屏上的电压表、频率表指示；

若“相序错误（PHASE SEQU WRONG）”灯亮，则更换相序选择，待相序正确后再接通岸电。

- (2) 在岸电接通的情况下，手动起动一台主发电机并合闸，观察合闸及供电情况。
- (3) 将应急发电机控制方式选择开关置于“自动（AUTO）”位置，然后将主发电机开关分闸，重复（1）中的操作，观察合闸及供电情况。

五、分析与思考

1. 满足哪些条件，“READY TO START”灯会亮？
2. 主发电机、应急发电机和岸电之间应满足怎样的连锁关系？

实验二 发电机组调速特性（调频特性）测试

一、实验目的

掌握测试发电机组调速特性的步骤与方法；了解调速特性的意义和作用。

二、实验内容

发电机组调速特性的测试

三、电站初始状态

发电机单机手动运行，带 10% 额定功率负载（功率因素为 0.8）。

四、实验步骤

1. 将发电机调速开关向“RAISE”方向调节，观察转速增加、频率升高的现象（不要使频率超过 63HZ）。
2. 将发电机调速开关向“LOWER”方向调节，观察转速下降、频率降低的现象（不要使频率低于 57HZ）。
3. 将频率调整在 60HZ，在 CRT 上逐次增加 20% 单机额定功率、（功率因数为 0.8）的负载，直至负载达到 100% 单机额定功率，观察并记录发电机有功功率及相应的频率值。
4. 绘出调速特性曲线。

五、分析与思考

1. 发电机组的调速特性是如何定义的？
2. 了解发电机组调速特性的目的是什么？
3. 对调速特性的斜率有什么要求？

实验三 发电机调压特性测试

一、实验目的

掌握发电机调压特性测试的步骤与方法；了解调压特性和意义和作用；了解发电机电压与输出电流和功率因数之间的关系。

二、实验内容

发电机调压特性的测绘

三、电站初始状态

发电机单机运行，带 10% 额定功率的负载（功率因素为 0.8）。

四、实验步骤

1. 将各机组的“手动/自动”选择开关均设定在“MANU”位置；
2. 在 CRT 上逐次增加 20% 额定电流（功率因素为 0.4）的负载，直至发电机电流接近额定值，观察并记录发电机电流、电压值。
3. 绘出调压特性曲线。

五、分析与思考

1. 发电机的调压特性是如何定义的？规范对调压特性有什么要求？
2. 调压特性对并车有何影响？
3. 调压特性对无功功率分配有何影响？

实验四 发电机突加、突卸负载的测试

一、实验目的

掌握发电机突加、突卸负载试验的方法、步骤和目的。

二、实验内容

发电机负载的突加和突卸；

根据实验结果确定调压器动态特性。

三、电站初始状态

发电机单机空载运行，电压和频率均为额定值。

四、实验步骤

1. 将发电机机组“手动/自动”选择开关设定在“MANU”位置。
2. 在 CRT 上突加 60% 的额定电流及功率因素不超过 0.4（滞后）的对称负载，观察电压值变化情况（应不低于额定电压的 85%）。
3. 在 CRT 上突减 60% 的额定电流及功率因素不超过 0.4（滞后）的对称负载，观察电压值变化情况（应不高于额定电压的 120%）。
4. 观察突加、突卸负载后，电压是否在 1.5S 内恢复到稳定值（与电压稳定值之差小于 3%）。

五、分析与思考

- (1) 发电机突加、突卸负载试验的目的是什么？
- (2) 若发电机的动态电压调整率太大，对电网正常运行有何影响？
- (3) 若恢复时间过长，对电网正常运行有何影响？

实验五 发电机手动准同步并车与负载均分

一、实验目的

掌握手动准同步并车的方法和步骤；了解并车条件；掌握手动负载转移与均分的方法及要求。

二、实验内容

手动起动待并机组；
手动调整待并机组频率；
手动准同步并车；
手动负载转移与均分。

三、电站初始状态

发电机单机带 70% 额定功率负载运行，待并机热工条件已满足。

四、实验步骤

1、手动准同步并车

- (1) 将各发电机组的“手动/自动”选择开关扳至“MANU”位置；
- (2) 手动起动待并机，使电压达到额定值、频率稍高于额定值；
- (3) 将同步表“SYNCHRONIZE SELECT”开关转到待并机的编号位置（开始计时），观察待并机与运行机间的频率差与相位差；
- (4) 调节待并机的调速开关，使同步表上的 LED 光点顺时针方向缓慢旋转（约 1.7s 以上旋转一周）；
- (5) 当同步表上的光点超前同步点约两个灯时，果断按下合闸按钮；
- (6) 并车成功后，断开同步表。

2、手动负载转移及均分

- (1) 将新并上的机组的调速开关向“RAISE”方向调节，同时将原运行机组的调速开关向“LOWER”方向调节，使负载功率逐渐向新并上的机组转移，调整过程中应保持电网频率恒定；
- (2) 当两台机组功率基本相等时，停止调节。

六、分析与思考

1. 并车时若频差过大，会造成什么后果？相位差过大呢？
2. 为什么并车时要让待并机频率稍高于电网频率？
3. 为什么并车完成后要及时切除同步表？

实验六 并联运行发电机组的手动解列与停机

一、实验目的

掌握发电机手动解列和手动停机的方法、步骤及要求。

二、实验内容

手动转移并联运行机组的负载；

手动解列发电机组；

手动停机。

三、电站初始状态

两台机组并联运行且负载已均分（各带 30% 额定功率负载）。

四、实验步骤

1. 手动负载转移

(1) 将待解列机组的“手动/自动”选择开关设定在“MANU”位置上；（开始计时）

(2) 将待解列机组的调速开关转向“LOWER”位置以逐步减少负载，同时将另一台发电机的调速开关转向“RAISE”位置以逐步增加负载，转移过程中要使电网频率保持恒定；

(3) 观察两台机组负载状态，当解列机组功率小于 5% 额定功率时，停止转移负载。

2. 手动解列

(1) 按下待解列机的主开关分闸按钮，将机组解列；

(2) 机组解列后，电网电压和频率会略有下降，此时可手动调节运行机组的调速开关，使频率稳定在额定值上。

3. 手动停机

(1) 调节解列机组的调速开关，使发电机频率降至频率表的最低指示值；

(2) 按解列机组的“停车（STOP）”按钮，使机组停车。

五、分析与思考

1. 哪些情况下需要解列发电机组？
2. 在解列发电机组必须要做的工作是什么？
3. 为什么解列机组只带 5% 单机额定功率负载时才允许分闸？

实验七 增载时备用发电机组的自动起动、自动并车及自动均分负载

一、实验目的

熟悉备用机组自动起动的条件，了解自动并车、自动调频调载的基本原理，了解重载询问的功能和基本原理。

二、实验内容

电网负载增加时备用机组的自动起动、自动并车、自动转移及均分负载；重载询问增机试验。

三、电站初始状态

发电机单机运行，带 50% 额定功率负载。

四、实验步骤

1、备用机组的自动起动、自动并车、自动均分负载

- (1) 将发电机组的“手动/自动”选择开关均设定在“**AUTO**”位置；
- (2) 将“备用机组选择 (**STAND BY GEN SELECTION**)”开关对准备用机组的编号位置；
- (3) 在主配电板上逐步增加运行机组负载至约 80% 单机额定功率，使“重载 (**HEAVY LODA**)”灯闪光（开始计时）；
- (4) 观察备用机组的自动起动过程，注意自动起动开始时的时刻及结束时刻；
- (5) 在自动起动完成后，观察备用机组和电网的电压与频率值。然后接通同步表，观察同步表光点的转向与速转；
- (6) 观察自动合闸过程并估算自动合闸时间；
- (7) 观察自动均分负载过程，并记录负载均分结果和电网频率值；
- (8) 若在备用机投入电网过程 (**ACB** 还未合闸) 中，出现负载减少（如空压机、泵等自动停车或将冷藏箱开关手动分闸），则备用机自动停止增机。

2、重载询问增机试验

- (1) 将电站恢复成初始状态，随后将 440V 馈电屏上侧推器 (**BOW THRUSTER**) 的合闸方式选择开关 (**BREAKER CLOSE MODE**) 放在“自动”位置，然后按下“重载查询 (**HEAVY LOAD REQUEST**)”按钮；

- (2) 电网功率无余量，备用机组立即自动起动、自动并车，侧推器开关在“允许合闸 (HEAVY LOAD ALLOW)”灯亮后自动合闸，随后两台发电机组自动均分负载；
- (3) 按下侧推器的“分闸 (ACB OPEN)”按钮并卸去部分负载，使两台发电机各自承担约 40%额定功率的负载，然后按下侧推器的“重载查询”按钮，观察所发生的过程。

五、分析与思考

1. 为何增机条件通常设置为“发电机负载大于 80% (或 75%) 单机额定功率”？
2. 除了重载外，还有哪些情况能自动增机？

实验八 减载时运行机组的自动解列与自动停车

一、实验目的

熟悉并联运行机组自动解列的条件和过程，了解发电机组自动解列的基本原理。

二、实验内容

电网负载减少使并联运行机组自动解列、自动停车。

三、电站初始状态

两台机组并联运行，各机组分别带 50% 单机额定功率的负载。

四、实验步骤

1. 将两台发电机组的“手动/自动”选择开关设定在“**AUTO**”位置；
2. 将“**STAND BY GEN SELECTION**”开关设定在待解列机组的编号位置上；
3. 逐渐减小电站负载，使其从单机额定功率的 100% 逐渐减至 70%（开始计时）；
4. 通过功率表观察待解列机组向运行机组转移负载的过程，记录待解列机组分闸时的负载功率和延时时间（模拟延时时间为 1 分钟）。
5. 若在解列过程中出现负载增加（如空压机、泵等自动起动或将冷藏箱开关手动合闸），则解列机自动停止转移负载，返回自动均分负载运行状态，停止解列。
6. 机组解列后，经延时（模拟延时时间为 1 分钟），柴油机自动停机。

五、分析与思考

1. 为什么通常将解列条件设置为“电网负载小于 70% 单机额定功率”？
2. 如果自动解列失灵，如何手动完成解列过程？

实验九 发电机单机运行发生故障时的自动换车过程

一、实验目的

了解运行机组故障时备用机组自动起动、自动并车和自动均分负载的基本原理和过程。

二、实验内容

设定运行发电机组原动机故障；

观察备用机组自动起动、自动并车和自动均分负载的过程。

三、电站初始状态

发电机单机运行，带 50% 额定功率负载。

四、实验步骤

1. 将备用机组的“MANU/AUTO”选择开关放在“AUTO”位置，并将备用机组选择开关转向备用机组的编号位置；
2. 在 CRT 上设置运行机组的故障，可选择下列故障中的任意一种：
 - (1) 排气高温 $> 520^{\circ}\text{C}$
 - (2) 冷却水出口高温 $> 95^{\circ}\text{C}$
 - (3) 滑油高温 $> 80^{\circ}\text{C}$
3. 系统发声光报警后，进行消声消闪操作；
4. 备用机组自动起动，观察起动过程及起动后建立的电压与频率；
5. 备用机组自动并车，打开同步表观察自动并车过程，记录并车完成后两台机组功率表的读数；
6. 两台机组自动转移负载，观察自动转移负载的过程，负载大部分转移到刚投入运行的机组（故障机组只带 5% 单机额定功率负载）；
7. 故障机组自动解列，经延时后自动停机；
8. 在 CRT 上设置运行机组两种故障中的任意一种：
 - (1) 滑油低压 $< 0.08\text{Mpa}$ ；
 - (2) 柴油机超速，转速 $> 860\text{rpm}$ （115% 额定转速）。

观察发生的过程，并与步骤 2 中故障设定后的过程比较。

五、分析与思考

1. 为什么步骤 2 中选择的故障发生后，系统发出报警而不立即跳闸停机？
2. 自动换车过程与自动增机过程或自动减机过程有什么不同？
3. 如果备用发电机不能自动起动，应如何操作？
4. 在自动换车过程中，为什么自动并车后不自动均分负载？

实验十 并联运行发电机组自动调压与无功功率自动均分

一、实验目的

了解调压特性的调整方法；掌握调压特性对并联运行发电机之间无功功率分配的影响。

二、实验内容

发电机调压特性的调整；
观察无功功率分配的结果。

三、电站初始状态

两台机组并联运行，各机组分别承担 10% 额定功率负载（功率因素为 0.8），发电机组控制方式为“手动”。

四、实验步骤

1. 在 CRT 上调节两台运行机组调频特性的斜率，使两者一致；
2. 在 CRT 上调节两台运行机组调压特性的斜率，使两者一致；
3. 观察并记录电压表、电流表及功率表的读数；
4. 在 CRT 上突加 60% 额定电流、 $\text{COS } \phi = 0.4$ 的负载，观察并记录两台发电机组的电压表、电流表及功率表的读数；
5. 判断静态电压调整率、动态电压调整率和恢复时间是否满足要求，判断无功功率分配是否均匀；
6. 在 CRT 上改变调压特性的斜率，使两者不一致（调频特性的斜率保持不变）；
7. 重复（4）的步骤，观察并记录调压特性斜率改变后电流表、电压表及功率表的读数，与斜率未改变时的读数比较，得出相应的结论；
8. 将两台机组的调压特性复原。

五、分析与思考

1. 无功功率在什么条件下可用电流表指示值反映？
2. 在实船上，如何改变发电机的调压特性？
3. 发电机调压特性的斜率与机组间无功功率的分配有何关系？

实验十一 发电机过电流保护、自动分级卸载与短路保护

一、实验目的

掌握发电机过电流保护、分级卸载保护和短路保护的基本原理及实现方法；

二、实验内容

设定发电机过电流和短路故障；

观察过电流保护、分级卸载保护和短路保护的实现过程。

三、电站初始状态

发电机单机运行，并带 70% 额定功率 ($\cos \phi = 0.8$) 的负载。

四、实验步骤

1. 将发电机组的“手动/自动”选择开关打在“MANU”位置；
2. 逐渐增加发电机负载，使发电机电流达到 110% 额定电流（开始计时）；
3. 发电机分两次自动卸去次要负载，注意两次延时的不同（分别约 5S 和 10S）及负载重要性的差别，观察发电机频率与电压的变化；
4. 在 CRT 上分两次突加负载，使发电机电流分别达到 120% 和 140% 额定电流，记录主开关跳闸的不同的延时时间，绘出过载反时限特性曲线；
5. 在 CRT 上突加电流，使发电机电流达到 250% 额定电流，延时 (0.2~0.6) S 后主开关自动跳闸。

五、分析与思考

1. 为什么过载保护需要采用反时限特性？
2. 自动分级卸载的作用是什么？如果卸载后还是过载，可能是什么原因？此种情况下发电机如何进行保护？
3. 如何判断发电机发生了外部短路故障？
4. 为什么短路保护在发电机电流小于 5 倍额定电流时还需延时，这对发电机有没有损害？

实验十二 无功功率分配装置故障

一、实验目的

1. 了解无功功率分配不均的现象及判断方法；
2. 了解无功功率分配不均对并联机组的影响。
3. 掌握排除无功功率分配不均故障的措施；

二、实验内容

观察无功功率分配不均现象；
排除无功功率分配不均故障。

三、电站初始状态

两台机组并联运行，各带 50% 单机额定功率、功率因数为 0.4 的负载；
两台发电机电压表读数相同，功率表读数基本相同。

四、实验步骤

1. 由教师设置故障，使两台发电机的电流表指示不一致，差值超过总电流的 20%；
2. 根据故障现象判断并说明故障性质；
3. 在 CRT 上排除故障，使两台发电机电流趋于一致，同时保持电网电压为额定值。

五、分析与思考

1. 怎样判断并联运行发电机组的无功功率分配情况？
2. 两台发电机并联运行时各自电流相差太大有何危害？
3. 如何保证无功功率分配均匀？

实验十三 发电机欠压及逆功率保护

一、实验目的

熟悉'96规范对欠压保护和逆功率保护的要求，掌握发电机欠电压和逆功率保护基本原理及实现方法，。

二、实验内容

观察欠压和逆功率保护实现过程。

三、电站初始状态

发电机单机运行，带40%额定功率的负载，控制方式为“手动”。

四、实验步骤

1. 在CRT上将发电机电压设置为70%额定电压，发电机延时自动跳闸，记录延时时间。
2. 按下“ACB TROUBLE RESET”按钮，将发电机主开关手动复位后重新起动发电机，合闸恢复电站供电，在CRT上设置电压突然为零，观察发电机主开关瞬时跳闸。
3. 手动起动另一台机组，手动合闸并入电网。
4. 同时反方向调节两台发电机组的调速开关，使一台机组出现逆功率（其值为15%单机额定功率），该机组将延时自动跳闸，记录延时时间。观察并记录另一台机组的功率表读数。
5. 采取必要的措施。

五、分析与思考

1. 为什么欠压保护要延时跳闸？欠压如果不跳闸有什么危害？
2. 如何判断欠压故障？
3. 为什么失压要瞬时跳闸？
4. 单机运行时会不会出现逆功率？
5. 为什么逆功率保护要设置延时？

实验十四 逆功率故障

一、实验目的

熟悉发电机逆功率故障的现象；了解发生逆功率时应采取的合理措施；了解逆功率对电网负载与运行机组的影响。

二、实验内容

并联运行机组逆功率故障的设定；
观察逆功率保护实现过程。

三、电站初始状态

两台机组并联运行，各带 30% 额定功率负载，两台机组均处于手动操作状态。

四、实验步骤

1. 设置故障，使一台发电机的有功功率负载突然增大，另一台发电机的有功功率负载指示突然减小到零以下，即出现逆功率（其值约为额定功率的 15%）。
2. 观察两台发电机控制屏上的仪表读数，确定故障性质。
3. 待一台发电机主开关跳闸后，观察运行发电机是否超过 80% 单机额定功率，如果超过，则手动起动另一台备用发电机组，进行并车，然后及时转移负载。

五、分析与思考

1. 哪些情况会导致逆功率故障的发生？
2. 逆功率故障对电网有何影响？
3. 逆功率故障对发电机组有何影响？
4. 发生逆功率故障后应采取什么措施？

实验十五 发电机主开关跳闸故障

一、实验目的

了解自动化电站对发电机组的综合保护功能及其基本原理。

二、实验内容

设定发电机组故障；

观察发电机保护实现过程。

三、电站初始状态

两台发电机各带 40% 额定功率负载并联运行。

四、实验步骤

1. 将发电机组的“手动/自动”开关放在“手动”位置；
2. 由教师在 CRT 上设置故障，使一台发电机主开关异常跳闸；
3. 分析故障原因，确定故障性质；
4. 使电站恢复到初始状态；
5. 由教师在 CRT 上设置汇流排短路故障，使发电机主开关跳闸；
6. 观察报警指示，分析故障原因，确定故障性质；
7. 采取必要措施，尽快恢复供电。

五、分析与思考

1. 有哪些原因会引起一台发电机主开关跳闸？
2. 怎样借助于报警指示和仪表指示判断主开关跳闸的原因？
3. 在自动电站中，当发生汇流排短路故障跳闸时，系统是否还具有自动功能？怎样使系统恢复正常？

实验十六 电网绝缘低和单相接地故障

一、实验目的

了解绝缘低或单相接地的危害，掌握寻找及排除接地故障点的方法。

二、实验内容

测试电网绝缘；

判断接地或绝缘低故障的位置；

叙述排除故障的方法。

三、电站初始状态

发电机单机运行，并带 60% 额定功率负载运行。

四、实验步骤

1. 故障设置

- (1) 在 CRT 上设置动力电网绝缘电阻低于 $0.5M\Omega$ ；
- (2) 在 CRT 上设置正常照明电网绝缘低于 $0.1M\Omega$ ；
- (3) 在若干个动力和照明负载中分别设置单相接地故障。

2. 故障的判断、分析及处理

- (1) 判断是哪一个电网出故障；
- (2) 叙述查找故障的思路；
- (3) 进行故障点位置查找；
- (4) 找到故障点位置后，叙述解决方法。

五、分析与思考

1. 为什么对动力电网和照明电网的绝缘要求不同？
2. 绝缘电阻低有什么危害？
3. 单相接地故障与三相接地故障有什么不同？单相接地有什么危害？
4. 在配电屏前查找单相接地故障时要注意哪些事项？

实验十七 应急发电机的自动起动与手动起动

一、实验目的

掌握应急发电机自动起动合闸的条件及手动起动方法，熟悉应急发电机的供电负载，了解应急发电机试验的功能。

二、实验内容

应急发电机的自动起动与手动起动；

应急发电机的合闸供电；

应急发电机的试验。

三、电站初始状态

全船处于失电状态，应急发电机和主发电机均设置为手动控制方式。

四、实验步骤

（一）应急发电机的手动起动

1. 全船失电时，由蓄电池（小应急电源）自动供电，观察小应急照明正常与否；
2. 在应急配电屏上按下“START”按钮，手动起动应急发电机（允许三次起动）；
3. 观察应急配电板上电压和频率的变化，待应急发电机电压和频率达到额定值后，手动按下应急配电板上的“ACB CLOSE”按钮。

（二）应急发电机的自动起动

1. 将应急发电机主开关分闸使全船失电，并将应急发电机“控制方式”选择开关设定在“自动”位置，第一备用机组处于“自动”状态；
2. 第一备用机组自动起动，应急发电机组延时起动（30秒）；
3. 若第一备用机组起动成功并自动合闸，则应急发电机组终止自动起动过程；若第一备用机组自动起动失败，则应急发电机自动起动；
4. 若应急发电机起动及运行正常，则当电压和频率升至额定值后，应急发电机主开关自动合闸供电并向应急负载供电；
5. 若应急发电机三次起动失败，则有声光报警。

（三）应急发电机的试验

1. 将电站状态设置为柴油发电机供电；

2. 将应急发电机方式选择开关转至“试验（TEST）”位置，应急发电机应在规定时间内自动起动、自动合闸并向应急负载供电；
3. 将应急发电机方式选择开关从“TEST”扳回“AUTO”位置，应急发电机应自动跳闸停机。

五、分析与思考

1. 为何一般情况下要把应急发电机“控制方式”开关置于“自动”位置？
2. 应急发电机起动为何要延时？
3. 应急发电机如何与主发电机联锁？
4. 应急发电机一般向哪些负载供电？这些负载应分几路供电？

一、实验目的

熟悉柴油机起动的准备工作，掌握柴油机手动起动、停车的方法。

二、实验内容

柴油机起动前的准备工作；

柴油机的起动操作；

柴油机的停车操作。

三、电站初始状态

船舶处于应急发电机供电状态。

四、实验步骤

1. 柴油机起动前的准备工作

- (1) 在 CRT 上检查副气瓶空气压力表，确认起动空气压力大于 2.0Mpa，打开机旁压缩空气供给阀。若起动空气压力低于 2.0Mpa，则起动应急空气压缩机，使压力升高到 2.7Mpa。
- (2) 在 CRT 上分别检查日用燃油柜中燃油量（油位应高于 10%）、柴油机油底壳滑油循环柜油位（应高于 40%）、膨胀水箱水位（应有水）。
- (3) 确认燃油、滑油、冷却水阀门已打开。
- (4) 将发电柴油机的运行方式设定为“机旁（LOCAL）”方式。

2. 柴油机起动操作

- (1) 按下柴油机的机旁“起动（START）”按钮，起动柴油机。若起动失败，可再次起动。
- (2) 在机旁调节调速器，使柴油机转速逐渐上升至额定值。
- (3) 起动成功后，关闭空气供给阀。
- (4) 在发电机控制屏上观察电压表及频率表读数，在同步屏上通过调速开关微调，使频率达到额定值。

3. 柴油机的停机操作

- (1) 调节调速开关，使发电机频率降至频率表最低指示值。
- (2) 按“停机（STOP）”按钮，使柴油机停机。

五、分析与思考

发电柴油机（副机）起动前需做哪些准备工作？

实习指导书

- 实习一 常用电工仪表的认识与使用
- 实习二 电缆切割与加工工艺
- 实习三 船用照明灯具、开关和插座的安装
- 实习四 日光灯电路的安装
- 实习五 电动机的拆装
- 实习六 三相异步电动机绕组头尾的判别及绕组连接
- 实习七 直流电机电刷中性线位置的确定
- 实习八 交流磁力起动器
- 实习九 三相交流异步电动机的正、反转控制线路
- 实习十 三相鼠笼式异步电动机的Y- Δ 起动电路
- 实习十一 交流变极变速起货机控制线路
- 实习十二 辅锅炉自动控制系统
- 实习十三 船舶电站主配电板的认识
- 实习十四 蓄电池的判断及电解液的配制
- 实习十五 发电机手动并车、负荷分配、解列及停车
- 实习十六 发电机单机运行时的手动合闸与供电方式的转换
- 实习十七 柴油机组调速特性（发电机调频特性）的测试
- 实习十八 发电机调压特性测试
- 实习十九 发电机手动准同步并车与负载均分
- 实习二十 增载时备用发电机组的自动起动、自动并车及自动均分负载
- 实习二十一 发电机单机运行发生故障时的自动换车过程
- 实习二十二 并联运行发电机组自动调压与无功功率自动均分
- 实习二十三 发电机过电流保护、自动分级卸载与短路保护
- 实习二十四 发电机欠电压及逆功率保护
- 实习二十五 主机遥控系统的功能
- 实习二十六 常用传感器和自动化仪表的认识
- 实习二十七 温度传感器、温度变送器的使用和调整
- 实习二十八 机舱集中监视与报警系统的操作与管理
- 实习二十九 可编程序控制器（PLC）的感性认识

实习三十 可编程序控制器（PLC）在水位控制系统中的应用

实习三十一 可编程序控制器（PLC）在电动机控制系统中的应用

实习一 常用电工仪表的认识与使用

一、实习目的

- 1、正确选用各类电工仪表
- 2、掌握常用电工仪表的使用
- 3、熟悉电工仪表的使用注意事项

二、实习内容

- 1、万用表的使用
- 2、兆欧表的使用
- 3、钳形电流表的使用

三、实习设备

- 1、万用表
- 2、兆欧表
- 3、钳形电流表
- 4、电阻器
- 5、二极管
- 6、三极管
- 7、电路板
- 8、电缆线
- 9、三相异步电动机

四、实习步骤

(一) 万用表的使用

- 1、用欧姆档测量电阻器的阻值，将测量数据记入表1。

表1 电阻的测量

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
量程档					
电阻值					

- 2、用直流电压档测量直流电压的大小，将测量数据记入表2。

表2 直流电压的测量

V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅

3、用交流电压档测量交流电压的大小，将测量数据记入表3。

表3 交流电压的测量

V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅

4、用万用表判断二极管、三极管的管脚及性能

1) 用万用表欧姆档分别测量所给二极管D₁、D₂的正向电阻和反向电阻大小，填入表4，并判别管脚和管子性能。

表4 二极管的测量

	正向电阻	反向电阻	管子好坏
D ₁			
D ₂			

2) 用万用表测量三极管

(1) 三极管管脚判断

将黑表棒接某一管脚，红表棒接另外两管脚，用欧姆档可分别测得三组电阻值读数，其中一组二次测得的电阻均小时，黑表棒所接管脚即为基极；

将待测的c、e管脚分别与万用表的两表棒相连，同时用两手各摸一个脚，用嘴含住基极，读出欧姆数，然后交换表棒再测。比较两次读数，电阻值较小的一次，黑表棒所接管脚即为集电极。

(2) 三极管性能测试

将红表棒接e脚，黑表棒接c脚，根据测得的电阻判断穿透电流的大小；用万用表欧姆档判断电流放大系数的大小。

$$i_{ce0} \approx \underline{\hspace{2cm}}, \quad \beta \approx \underline{\hspace{2cm}}。$$

(二) 兆欧表的使用

1、选用量程合适的兆欧表

2、电缆绝缘的测量

1) 正确校对兆欧表 (“∞” 和 “0” 位)

2) 测量电缆绝缘

将L端接电缆的导电线芯，E端接电缆的最外层，G端接线芯外的绝缘层；以约120转/分的速率顺时针摇动手柄1分钟，待指针稳定后读数并记录，

$$R_j = \text{_____} \text{M}\Omega。$$

3、电动机绝缘的测量

1) 在断电状态下，拆去电动机接线盒内的接线连接片

2) 测量定子绕组各相对地绝缘

将E端与电动机外壳相连，将L端分别与A相、B相和C相相连；

以120转/分的速率顺时针摇动手柄1分钟，待指针稳定后读数，填入表5。

表5

	A相对地	B相对地	C相对地
R _j (MΩ)			

3) 测量定子绕组相与相间的绝缘

将L端、E端分别接在A相与B相、B相与C相、C相与A相之间；

以120转/分的速率顺时针摇动手柄1分钟，待指针稳定后读数，填入表6。

表6

	AB相	BC相	CA相
R _j (MΩ)			

(三) 钳形表的使用

将电动机定子绕组作Y形连接，分别对各相测起动电流和运行电流，将测量数据填入表7。

表7

	I _A	I _B	I _C
起动电流 (A)			
运行电流 (A)			

五、问题与讨论

- 1、用万用表测量电阻、电压和电流时，分别应注意哪些问题？
- 2、用万用表判断二极管管脚的基本原理是什么？
- 3、兆欧表在使用过程中，应注意哪些问题？
- 4、使用钳形表测量电流时，若事先不能确定被测电流的大小，则应如何选择量程？

实习二 电缆切割与加工工艺

一、实习目的

- 1、掌握电缆型号的选用
- 2、掌握电缆的切割方法
- 3、掌握电缆端头的加工方法

二、实习内容

- 1、电缆的结构认识及电缆型号和用途的了解
- 2、电缆切割
- 3、端头加工工艺

三、实习设备

- 1、斜口钳
- 2、冷轧钳
- 3、尖嘴钳
- 4、船用电缆
- 5、冷轧端头
- 6、塑料胶带
- 7、塑料套管
- 8、记号笔
- 9、塑料硬线和软线

四、实习步骤

- 1、按照教师要求选用所需电缆；
- 2、按照工艺要求对电缆进行切割，切去铠装、护套，进行绝缘处理；
- 3、对端头上套管、冷轧安装；
- 4、对塑料软线和硬线进行对接和分叉连接。

五、问题与讨论

- 1、怎样选择船用电缆的型号?请举例说明。
- 2、电缆切割过程中要注意哪些问题?
- 3、塑料电线连接交叉方法有哪些?

实习三 船用照明灯具、开关和插座的安装

一、实习目的

- 1、熟悉各类灯具、开关、插座的选用和各部件的结构
- 2、掌握船用灯具、开关、插座的安装工艺
- 3、掌握电路安装接线图

二、实习内容

- 1、船用灯具的选择和开关插座的安装
- 2、水密填料函进线处理
- 3、电路连接
- 4、通电测试

三、实习设备

- 1、活络板手
- 2、螺丝批
- 3、220v 25w螺口灯泡
- 4、万用表
- 5、纱填料
- 6、船用水密灯具
- 7、船用水密插座、插头和开关
- 8、船用电缆 ($2\times 1\text{mm}^2$ 或 $3\times 1\text{mm}^2$)

四、实习步骤

- 1、熟悉灯具、开关、插座的结构，熟悉电气连接原理图；
- 2、按图一，将经加工处理后的电缆 $2\times 1\text{mm}^2$ 接入水密灯具，电缆的另一端接入水密插头，注意水密填料函的进线处理；
- 3、将一根 $2\times 1\text{mm}^2$ 电缆接入水密开关，电缆的另一端准备接入220v电源，注意水密处理要求；
- 4、通电前检查水密性及接线的正确性；
- 5、通电检测电路的正确性，如有故障自行检查并排除。

说明：如选择图二或图三接线，则水密处理不作要求。

五、电气接线原理图

六、问题与讨论

- 1、安装照明水密灯具时要注意些什么？
- 2、露天甲板的防水照明开关和插座在使用和管理上应注意什么？

$C=5\ \mu\text{F}$								
$C=6\ \mu\text{F}$								

五、问题与思考

- 1、起辉器的作用是什么？镇流器的作用是什么？
- 2、若日光灯在正常的电压作用下不能起辉，则应如何利用万用表尽快查出故障部位？
- 3、根据实习记录， $U_{AB}=U_{CD}+U_{EF}$ 成立吗？
- 4、当电容变化时，为什么总电流随之变化而功率表读数却基本保持不变？

实习五 电动机的拆装

一、实习目的

- 1、掌握电动机的拆装工艺
- 2、掌握润滑脂的种类及更换要求

二、实习内容

- 1、三相异步电动机的拆装与调试
- 2、更换轴承润滑脂

三、实习设备

- | | | | |
|--------|--------|---------|-------|
| 1、活络扳手 | 2、轴承拉马 | 3、联轴器拉马 | 4、铜棒 |
| 5、撬棒 | 6、榔头 | 7、螺丝批 | 8、万用表 |
| 9、兆欧表 | 10、润滑脂 | 11、回丝 | 12、煤油 |
| 13、毛刷 | 14、铁砂布 | | |

四、实习步骤

- 1、观察电机铭牌并做好记录；
- 2、卸下联轴器，做好记号；
- 3、卸下冷却风罩、风叶；
- 4、卸下前轴承外盖和前端盖；
- 5、抽出转子；
- 6、卸下后轴承外盖和后端盖；
- 7、卸下前后轴承和前后轴承内盖，做好记号；
- 8、清洗、检查、修整部件，对轴承进行检查并加注润滑脂；
- 9、重新安装电动机（安装步骤与拆卸步骤相反）；
- 10、手动盘车，检查电动机转动是否活络；
- 11、用兆欧表对定子绕组进行绝缘检查；
- 12、经教师同意后通电调试；
- 13、若电动机通电后不能正常运转，则进行故障排除。

五、问题与讨论

- 1、拆装交流异步电动机时要注意哪些问题？
- 2、轴承润滑脂有哪几类？各用在什么场所？更换时应注意哪些问题？

实习六 三相异步电动机绕组头尾的判别及绕组连接

一、实习目的

- 1、掌握三相异步电动机绕组头尾的判别方法
- 2、掌握电动机绕组头尾判别的原理
- 3、熟悉三相异步电动机的星形接法和三角形接法

二、实习内容

- 1、三相异步电动机定子各相绕组的确定
- 2、利用给定的条件判断定子绕组的头尾
- 3、三相交流电动机的星形接法和三角形接法

三、实习设备

- 1、万用表
- 2、三相交流异步电动机
- 3、干电池（1.5v）
- 4、交流电源（19v~36v）

四、实习步骤

- 1、确定三相异步电动机的定子三相绕组（A相、B相、C相）；
- 2、利用交流36伏找出各相绕组的头尾；
- 3、利用干电池找出各相绕组的头尾；
- 4、利用电机剩磁法找出各相绕组的头尾；
- 5、将电动机通电后检查绕组头尾判断的正确性；
- 6、将电动机定子绕组作星形连接；
- 7、将电动机定子绕组作三角形连接。

五、问题与讨论

1、判断三相交流异步电动机绕组头尾的方法有哪几种?对于各种判断方法的原理，你是否都能理解?试任选其中一种予以说明。

2、将三相交流异步电动机的定子绕组由星形接法改成三角形接法，绕组电压有何不同?

实习七 直流电机电刷中性线位置的确定

一、实习目的

- 1、掌握直流电机电刷几何中性线的寻找方法。
- 2、熟悉直流电机电刷几何中性线位置对电机运行的影响(火花、转速、电压)。

二、实习内容

- 1、用直流法或交流法确定直流电机几何中性线
- 2、调节直流电机的电刷位置，观察对电机运行的影响（转速变化范围和火花等级）

三、实习设备

- 1、直流电动机一台
- 2、直流毫伏表(中零式)一只
- 3、闸刀开关二把
- 4、直流电源一组（6~12伏）
- 5、线绕电阻一只
- 6、转速表一只
- 7、电工常用工具一套(活络扳、螺丝刀、榔头)

四、实习线路

五、实习步骤

- 1、直流电机电刷位置确定
 - 1) 仔细观察直流电机的结构原理，弄清电枢绕组、串激绕组、换向极绕组、并激绕组的引出线端并熟悉其接线端标记；
 - 2) 了解电刷的机械结构，掌握其调节方法；
 - 3) 根据所学的理论知识，初步确定电刷的位置；
 - 4) 按图一连线，将 K_1 位于“1”，通断 K_2 ，记下毫伏表的最大摆动数值。慢慢移动电刷位置，并通断 K_2 使毫伏表读数逐步减小。再将 K_1 位于“2”，按上述过程重复操作，直到毫伏表读数最小为止。此时将刷位置做好记号；
 - 5) 起动电动机，测量转速并观察火花。
- 2、调节电刷位置对电机运行的影响

将电刷顺转向和逆转向分别移动2、4、6、8、10片换向位置，观察电机的转速和火花并作记录。

换向片数	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
转速 (n)											
火花											

五、问题与讨论

- 1、直流电机的电刷应放在什么位置？
- 2、移动电刷位置，对直流电动机和直流发电机各有什么影响？
- 3、调节电刷位置时应注意哪些问题？

实习八 交流磁力起动器

一、实习目的

- 1、熟悉三相异步电动机直接起动控制的电气线路
- 2、掌握简单控制电路的测绘方法
- 3、掌握通电调试的基本方法
- 4、掌握常见电气故障的查找方法

二、实习内容

- 1、熟悉交流磁力起动箱电气元件结构和控制线路安装
- 2、根据交流磁力起动箱实物进行电路测绘（画出电路原理图）
- 3、通电调试
- 4、排除故障

三、实习设备

- 1、万用表
- 2、交流磁力起动箱
- 3、兆欧表
- 4、螺丝刀

四、实习步骤

- 1、认识起动箱的结构、元件排列；
- 2、找出电动机与起动箱间的连接接线柱；
- 3、检查接触器动、静触头的接触情况；
- 4、对照实物画出电气原理图；
- 5、检查线路绝缘情况；
- 6、经教师同意后通电检查，观察主要电器的动作正确性；
- 7、调节热继电器的动作电流至零，观察过载保护动作，然后对热继电器进行复位操作并恢复整定值；
- 8、排除教师设置的常见故障并回答教师提出的问题。

五、问题与讨论

- 1、交流磁力起动器是如何实现过载、短路、欠压、单相运行等保护的？
- 2、接触器和继电器的区别是什么？
- 3、检查电气控制箱故障的常用方法有几种？
- 4、对交流磁力起动箱日常要做哪些维护保养工作？

实习九 三相交流异步电动机的正、反转控制线路

一、实习目的

1、熟悉实现三相异步电动机的正反转控制及失压保护、短路保护、过载保护的基本原理和实际方法

2、正确连接线路

3、查找并排除故障

二、实习内容

1、正、反转控制线路的安装和通电调试

2、分析和排除故障

三、实习设备

1、正、反转控制线路板

2、连接导线

3、万用表

4、螺丝刀

四、实习步骤

(一) 接线

1、仔细观察线路板上的电器及它们的引出线；

2、将实际电器与原理图对照，确定主回路和控制电路的布局；

3、按电气原理图进行接线，接好后对照线路图认真检查；

4、经教师同意后接上三相交流异步电动机，然后接通三相电源，观察电动机运转情况，试验正转、反转、停车及互锁等功能。

(二) 分析和排除故障

1、由教师设置故障；

2、学员观察故障现象，确认故障性质；

3、对照线路图和电路板，分析故障位置的可能性；

4、动手排除故障；

5、经教师检查后试车；

6、回答教师提出的问题。

五、问题与思考

1、什么是“自锁”？什么是“互锁”？怎样实现“自锁”和“互锁”？

- 2、如何实现两地控制？
- 3、在船上，哪些设备采用正反转控制？

实习十 三相鼠笼式异步电动机的Y-△起动电路

一、实习目的

- 1、熟悉按时间原则实现星形—三角形起动的基本原理和实际方法
- 2、正确使用时间继电器，并能整定时间继电器的延时时间
- 3、掌握各种常见故障的分析、查找和处理

二、实习内容

- 1、Y-△起动控制线路安装和电气调试
- 2、时间继电器的延时调整
- 3、分析和排除常见故障

三、实习设备

- 1、Y-△起动控制线路板
- 2、连接导线
- 3、万用表
- 4、螺丝刀

四、实习步骤

- 1、将实习线路板与Y-△起动原理图对照，构思实习板上接触器、时间继电器等电器的布局 and 线路布线；
- 2、按原理图正确接线，接好后认真检查；
- 3、经指导教师检查后，接通电源，观察电器动作次序及电动机运转是否正确；
- 4、根据教师要求，改变时间继电器的延时，观察接触器的动作时间间隔及电动机的运转情况；
- 5、由教师设置常见故障，学员分析、查找并排除故障。

五、问题与讨论

- 1、采用Y-△起动的目的是什么？什么样的电动机可以实行Y-△起动？
- 2、Y-△起动的延时时间过短或过长，分别会有什么影响？
- 3、对应Y接法和△接法，三相交流电动机定子绕组的电压和电流分别应是多少？
- 4、叙述接线及排除故障中所遇到的问题及心得体会。

实习十一 交流变极变速起货机控制线路

一、实习目的

- 1、熟悉起货机控制屏上的主要电器
- 2、观察起货机控制设备的工作情况，验证所学到的理论知识
- 3、确认、分析、排除常见故障，提高分析问题及动手解决问题的能力

二、实习内容

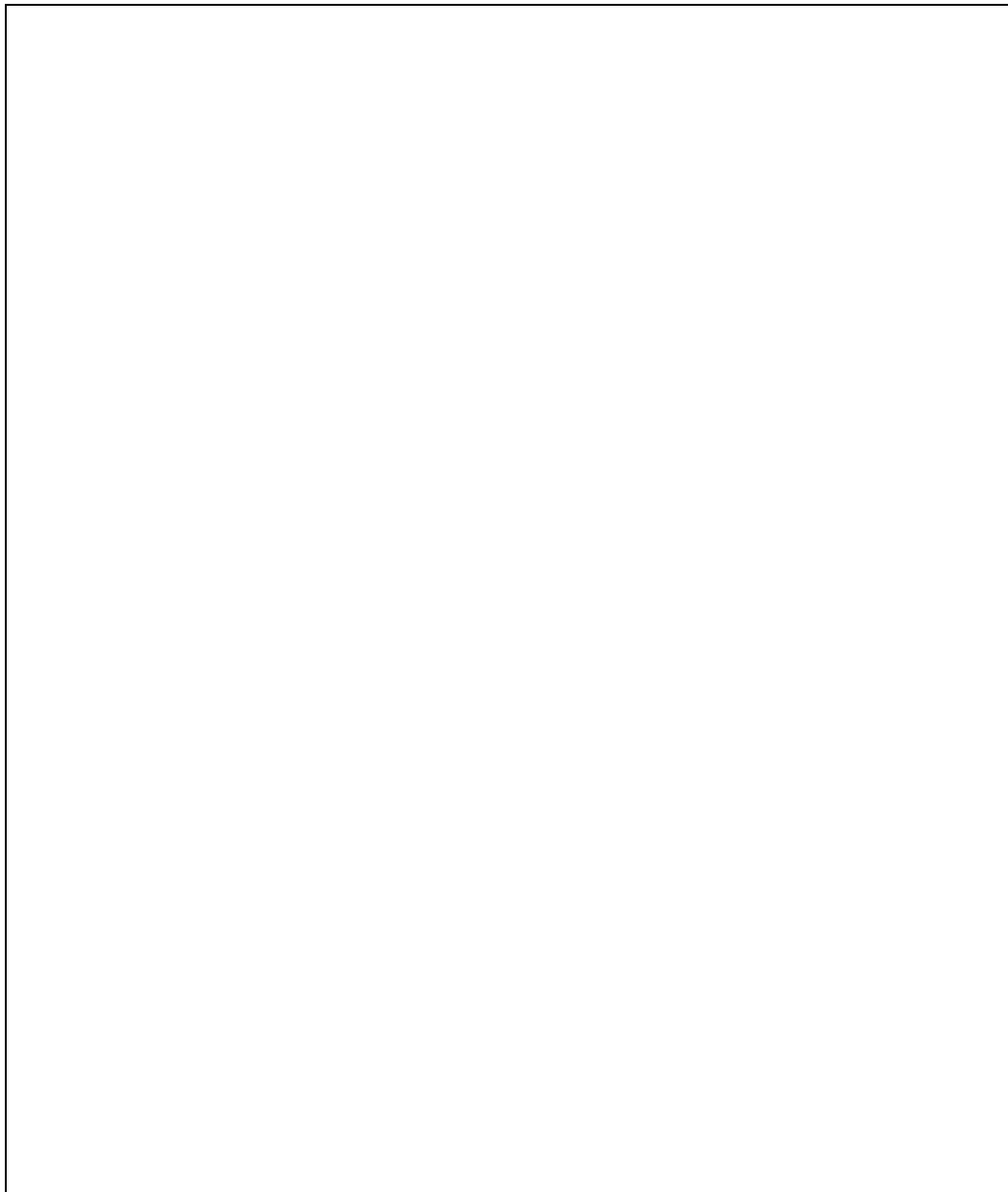
- 1、观察起货机工作时的电器动作顺序
- 2、确认、分析和排除教师设置的故障

三、实习设备

- 1、变极变速起货机控制屏一台
- 2、主令控制器一台
- 3、万用表一台
- 4、螺丝刀一把

四、实习步骤及记录

- 1、观察控制屏上电器，画出电器在控制屏上的分布图。



2、将主令手柄从零档逐档扳到上升三档，观察各电器的动作情况，记录各档有哪些电器动作。

手柄档位	动作的电器
0	
1	
2	
3	

3、将主令手柄从零档快速扳到上升三档，观察自动起动过程，并记录有关电器的动作次序。

4、将主令手柄从起货三档快速扳到零档，观察停车过程，并记录有关元件的动作次序。

5、将主令手柄从起货三档快速扳到落货三档，仔细观察动作过程，并记录有关元件的动作次序。

6、分析并排除教师设置的故障。

由教师在起货机控制屏上设置常见故障，学员在规定的时间内根据故障现象，利用万用表和线路图查找、判断、排除故障，并回答教师提出的问题。

五、问题与思考

1、在交流三速起货机的操纵过程中，操作者扳动手柄的速度快慢对电器元件的动作次序有无影响？为什么？

2、为了实现起货机的快速停车，控制线路采取了什么措施？

3、为了防止重物自由跌落，起货机的控制线路采取了哪些措施？

4、起货机控制线路中的紧急开关有何用处？

5、交流三速起货机有哪些保护措施？

实习十二 辅锅炉自动控制系统

一、实习目的

- 1、熟悉辅锅炉自动控制的基本内容及原理
- 2、熟悉辅锅炉自动控制系统的主要部件
- 3、学会对辅锅炉自动控制系统常见故障的分析和排除

二、实习内容

- 1、熟悉辅锅炉自动控制系统的组成及主要功能
- 2、熟悉辅锅炉电气控制箱的主要电器
- 3、分析和排除辅锅炉电气控制箱的常见故障

三、实习设备

- 1、FGKCI—21型辅锅炉电气控制箱及模拟装置
- 2、螺丝刀
- 3、万用表

四、实习步骤

1、观察辅锅炉自动控制系统的主要组成部件，熟悉电气控制箱中的主要电器的位置、结构及作用；

2、观察水位的双位自动控制：高水位时水泵停止打水，低水位时水泵开始打水，水位低于最低水位时进行声光报警；

3、观察模拟自动点火过程：预扫风、点火、点火成功小火转大火、点火失败停止工作并报警，调节延时继电器的延时时间，观察其对点火过程的影响，熟悉有关电器的动作；

4、观察模拟压力自动控制过程：压力上升大火转小火，停火的过程，熟悉有关电器的动作；

5、由教师设置故障，学员观察故障现象、分析和判断故障性质、确定故障范围、查找并排除故障；

6、学员回答教师提出的问题。

五、问题与讨论

- 1、对自动燃油辅锅炉的电气控制箱，你应该做哪些日常保养管理工作？
- 2、说明辅锅炉自动点火的次序。
- 3、辅锅炉点火失败的原因通常有哪些？如何分析检查？

实习十三 船舶电站主配电板的认识

一、实习目的

- 1、熟悉船舶电站配电板的组成及功能
- 2、熟悉主配电板上各种仪表、指示灯和开关电器的功能及使用
- 3、了解发电机主开关的结构、功能及使用

二、实习内容

- 1、主配电板各屏的组成及功能
- 2、主配电板上各种仪表、指示灯和开关的功能及使用
- 3、发电机主开关的认识

三、实习步骤

(一) 主配电板各屏的组成及功能

- 1、熟悉发电机控制屏、并车屏及负载屏的组成；
- 2、现场叙说发电机控制屏、并车屏及负载屏的功能；
- 3、现场叙说由主配电板直接供电的重要负载。

(二) 主配电板上各种仪表、指示灯和开关电器的功能及使用

- 1、熟悉电压表、电流表、功率表及功率因数表的功能及用法；
- 2、现场叙说配电板式兆欧表的测量对象及使用方法，并排除电网接地故障；
- 3、现场叙说配电板上各种指示灯及开关的功能及使用方法。

(三) 发电机主开关的认识

- 1、仔细观察并现场指认发电机主开关的结构组成，并说明维护要求；
- 2、说明主开关的合闸方式，并进行手动合闸；
- 3、说明发电机主开关具有的保护功能。

四、问题与思考

- 1、主配电板的主要功能有哪些？
- 2、发电机主开关是哪种型号的？它采用何种合闸方式？
- 3、发电机调压器是什么类型的？是可控的还是不可控的？
- 4、哪些负载是直接由主配电板供电的？
- 5、汇流排上的隔离开关有何用处？

- 6、主配电板与应急配电板之间应采用何种连接方式？
- 7、主配电板、应急配电板和岸电之间应满足怎样的联锁关系？
- 8、应急配电板上为什么没有同步表和逆功率继电器？

实习十四 蓄电池的判断及电解液的配制

一、实习目的

- 1、能用万用表及比重计正确判断蓄电池的状态
- 2、掌握船用酸性蓄电池电解液的配制方法

二、实习内容

- 1、判断蓄电池的状态
- 2、配制酸性蓄电池电解液

三、实习设备

- 1、酸性蓄电池
- 2、比重计
- 3、容器
- 4、量杯
- 5、硫酸
- 6、蒸馏水

四、实习步骤

1、判断蓄电池的状态

- (1) 用万用表测量蓄电池组中单格电池的端电压大小；
- (2) 用比重计测量蓄电池组中单格电池的比重大小；
- (3) 记录所测数据，回答教师提出的问题。

2、配制电解液

- (1) 戴好橡皮手套、防护眼镜；
- (2) 选择耐酸容器；
- (3) 用量杯按2.75:1（蒸馏水与硫酸的体积比）的关系在耐酸容器中放入蒸馏水，然后将硫酸缓缓倒入容器，并用洁净的木棒进行搅拌；
- (4) 用比重计测量容器内液体比重，比重应为1.285；
- (5) 若比重不符合要求，则在教师指导下，适量添加蒸馏水或稀硫酸，直至比重达到1.285；
- (6) 回答教师提出的问题。

3、蓄电池补液操作

- (1) 将已配制好的电解液在合适的液温时缓缓注入教师指定的蓄电池中，液位要合理；
- (2) 按教师的指定，将蒸馏水注入蓄电池中，液位要合理；
- (3) 回答教师提出的问题。

五、问题与思考

- 1、酸性蓄电池充满电及放完电的标志分别是什么？
- 2、配置酸性蓄电池的电解液时，要注意哪些问题？
- 3、酸性蓄电池的维护保养要求有哪些？

实习十五 发电机组的手动并车、负荷分配、解列和停车

一、实习目的

- 1、掌握手动准同步并车的方法
- 2、掌握粗同步表并车的方法
- 3、掌握并联运行发电机组负荷转移及分配的方法
- 4、掌握发电机组解列和停车的方法

二、实习内容

- 1、手动并车
- 2、并联运行发电机组负荷转移及分配
- 3、发电机组解列和停车

三、实习步骤

1、手动并车

(1) 同步表准同步并车

1) 起动一台发电机，当电压达到400V、频率达到50HZ后，将其主开关合闸，并按照教师要求合上负荷屏上的一些负荷开关；

2) 起动待并发电机，观察并调节其电压及频率，使其与运行机的电压、频率相近；

3) 接通同步表，观察待并机与运行机之间的频率差及相位差；

4) 通过调速开关调节待并机油门，使同步表指针顺时针缓慢旋转（约2S以上旋转一周），当指针提前同步点30度（11点）时果断合闸；

5) 并车成功后关闭同步表。

(2) 粗同步法并车

2、负荷的转移和分配

1) 并车成功后，通过发电机控制屏上的调速开关，同时反方向调节待并机和运行机的油门，逐渐将运行机的负荷转移到待并机，使两机负荷均分，调整过程中要保持电网频率恒定。

2) 逐渐增加系统负荷，直至一台机组的负荷接近额定值，观察电网频率的变化，并完成记录。

1号机负荷P1 (KW)	2号机负荷P1 (KW)	电网频率f (HZ)

3) 逐渐减小系统负荷，直至回到两台机组的负荷均分点，电网频率回到额定值。

3、发电组的解列和停车

对并联运行的发电机组进行负荷转移，将电网负荷转移到其中的一台发电机上（在负荷转移过程中注意保持频率不变），使退出运行的发电机在功率 $P < 5\%P_e$ 时其主开关跳闸。

四、问题与思考

- 1、 准同步并车和粗同步并车的三条件误差允许范围分别是多少？
- 2、 为什么并车成功后要及时切除同步表或并车电抗器？
- 3、 发电机组之间有功功率的转移是如何进行操作的？为什么要这样操作？
- 4、 为什么当系统负荷增加时，两台机组的负荷分配会不均匀？它与什么因素有关？

实习二十六 常用传感器和自动化仪表的认识

一、实习目的

- 1、熟悉温度、压力、液位等常用传感器的结构和工作原理
- 2、熟悉差压变送器、调节器、执行器及其它自动化仪表的种类、结构和用途
- 3、了解自动控制系统中调节器参数的调整方法及对调节过程的影响

二、实习内容

- 1、常用传感器的认识
- 2、气动和电动单元组合式仪表的认识
- 3、温度自动控制系统的组成及参数调整

三、实习设备

- 1、温度、压力、液位继电器
- 2、QDZ系列仪表
- 3、DDZ系列仪表
- 4、电动基地式仪表
- 5、温度自动控制系统及演示板

四、实习步骤

- 1、由教师现场介绍温度、压力、液位等传感器的用途、结构及使用注意事项；
- 2、由教师现场介绍QDZ系列气动单元组合式仪表（包括差压变送器、调节器、执行器）的用途、结构及使用注意事项；
- 3、由教师现场介绍DDZ系列电动单元组合式仪表（包括差压变送器、调节器、执行器等）的用途、结构及使用注意事项；
- 4、熟悉由DDZ仪表组成的温度自动控制系统的组成；
- 5、熟悉自动控制系统无扰动切换的操作方法；
- 6、在教师指导下，调节DTL仪表的PID参数，观察其对动态调节过程的影响；
- 7、回答教师提出的有关问题。

五、问题与讨论

- 1、什么是单元组合式仪表？什么是基地式仪表？
- 2、工况参数的自动控制系统一般由哪些部分组成？
- 3、什么是无扰动切换？在进行手动自动转换时怎样实现无扰动切换？

4、将比例带、积分时间、微分时间分别调大或调小，对自动控制系统的动态过程？

实习二十七 温度传感器、温度变送器的使用和调整

一、实习目的

- 1、熟悉温度继电器的使用及调整方法
- 2、熟悉热电阻、热电偶的结构和使用方法
- 3、学会温度变送器的调整

二、实习内容

- 1、温度继电器的参数整定
- 2、热电阻、热电偶传感器的接线
- 3、温度变送器的零点和量程调整

三、实习设备

- 1、WTZK—50—C型温度继电器
- 2、DBW型温度变送器
- 3、热电阻
- 4、热电偶
- 5、毫安表

四、实习步骤

- 1、由教师现场介绍温度传感器及温度变送器的用途、结构及使用方法；
- 2、根据教师要求，调整WTZK—50—C型温度继电器的给定值和幅差值，经教师同意后上进行上、下限校验；
- 3、将热电阻用三线制接法接入DBW型温度变送器，经教师检查后通电；
- 4、按教师要求调整DBW型温度变送器的零位和量程；
- 5、回答教师提出的问题。

五、问题与讨论

- 1、怎样进行WTZK—50—C型温度继电器的参数整定？为什么一般都是先调给定值再调幅差？
- 2、热电阻采用三线制接法的目的是什么？
- 3、怎样检查热电阻的好坏？
- 4、怎样调整温度变送器的零点和量程？
- 5、热电偶和热电阻在用途上有何不同？

实习二十八 机舱集中监视与报警系统的操作与管理

一、实习目的

- 1、熟悉机舱集中监视与报警系统的组成
- 2、学会报警值的修改方法

二、实习内容

- 1、微型机机舱集中监视与报警系统的组成
- 2、机舱集中监视与报警系统的操作
- 3、模拟量和开关量报警值的修改

三、实习设备

微型机机舱集中监视与报警系统

四、实习步骤

- 1、由教师现场介绍系统的组成（主要的传感器、监视报警装置、监视指示屏等）；
- 2、通过键盘、CRT及指示灯等熟悉报警点的数目、分组和类型；
- 3、进行试灯、功能试验和闭锁报警等操作；
- 4、由教师设置故障报警，学员进行应答操作并回答问题；
- 5、按照教师的要求，通过鼠标和键盘在CRT上修改某模拟量监视点（如柴油机气缸排气温度）的报警值；
- 6、按照教师的要求，在现场修改某开关量监视点（如滑油压力）的报警值。

五、问题与讨论

- 1、在机舱集中监视与报警系统中，怎样修改模拟量和开关量参数的报警值？
- 2、更换微型机机舱集中监视与报警系统的备件板时，要注意哪些问题？

实习二十九 可编程序控制器（PLC）的感性认识

一、实习目的

- 1、对可编程序控制器（PLC）的基本单元、扩展单元及编程器等有初步的了解；
- 2、了解可编程序控制器（PLC）的功能开关及自检内容；
- 3、了解编程器的基本使用方法；
- 4、理解简单程序的运行演示。

二、实习设备

- 1、FP1—C40型可编程序控制器
- 2、FP编程器
- 3、连接导线一套
- 4、扩展单元
- 5、TVT—90A型PLC学习机
- 6、实验板

三、实习内容

- 1、对PLC实物的感性认识
- 2、对PLC功能开关及自检功能的认识
- 3、编程器的基本操作
- 4、简单程序的运行演示

四、实习步骤

- 1、对照实物，认识PLC面板及功能开关、编程器面板及功能键、扩展单元、备份电池等；
- 2、操作PLC上的功能开关，观察和了解系统自检；
- 3、按控制接线图连接PLC的外围输入部件，完成输入信号的连接；
- 4、将编程器与PLC连接，然后利用编程器进行简单程序的输入（包括输入语句的检查和修改等）；
- 5、教师对输入程序运行演示，学员应予以仔细观察。
- 6、回答教师提出的问题。

实习三十 PLC在水位控制系统中的应用

一、实习目的

1、

了解用PLC

实现水位双位自动控制的原理和方法

2、会编制、修改和调试简单的PLC程序

二、实习设备

1、TVT—90A型PLC学习机

2、UNIT—4水位自动控制实验板

3、连接导线一套

4、RS422/232适配器及电缆

5、个人计算机（PC）

6、FP编程器

三、实习内容

1、控制要求：

当水池水位低于低水位时（S4为ON），电磁阀Y打开，水池进水（S4为OFF）；当水位高于高水位时（S3为ON），电磁阀Y关闭。

2、I/O分配

输入		输出	
S4	X2	电磁阀Y	Y1
S3	X3		

四、实习步骤

- 1、学员在PC机上利用NPST—GR软件，将自己事先编制好的程序转化成梯形图或语句表，经教师检查和认可后存盘；
- 2、学员按照I/O口分配，将学习机与UNIT—4实验板通过导线予以连接，然后通知教师检查；
- 3、学员在教师指导下将软盘中的程序送入PLC（也可在教师指导下用编程器直接将程序送入PLC）；

- 4、 通过实验板上的图解表示观察程序编制是否正确；
- 5、 回答教师提出的有关问题。

实习三十一 PLC在电动机控制系统中的应用

一、实习目的

- 1、了解用PLC设计简单电气线路的方法（包括：I/O点数的确定；PLC和外部开关及控制对象的连接）
- 2、了解PLC运行程序的修改和调试方法

二、实习设备

- 1、TVT—90A型PLC学习机
- 2、UNIT—1电机控制实验板
- 3、连接导线一套
- 4、RS422/232适配器及电缆
- 5、个人计算机（PC）

三、实习内容

- 1、用PLC控制电动机正反转

控制要求：

按下起动按钮SB1，正转接触器KM1通电，电动机正转；20秒钟后KM1断电、反转接触器KM2通电，电动机反转……，如此不断循环。按下停车按钮SB2，电动机停转。

- 2、用PLC控制电动机Y— Δ 起动

控制要求：

按下起动按钮SB1，接触器KMY接通，定子绕组接成Y形，电动机降压运行。2秒钟后KMY断开，接触器KM Δ 接通，定子绕组接成 Δ 形，电动机全压运行，即完成Y— Δ 起动。按下停车按钮SB2，电动机停转。

四、实习步骤

- 1、用PLC控制电动机正反转

（1）学员在PC机上利用NPST—GR软件，将自己事先编制好的程序转化成梯形图或语句表，经认真检查后存盘；

（2）学员按照控制要求，确定PLC的I/O口分配，联接外部导线，然后通知教师检查；

（2）学员将软盘中的程序送入PLC；

- (3) 调试并运行程序;
- (4) 通过UNIT—1电机控制实习板验证是否达到控制要求;
- (5) 回答教师提出的问题。

2、用PLC控制电动机Y— Δ 启动

- (1) 按照控制要求, 确定I/O口分配, 联接外部导线, 通知教师检查;
- (2) 学员将自己编制好的程序或参考程序送入PLC;
- (3) 调试并运行程序;
- (4) 通过UNIT—1电机控制实验板验证是否达到控制要求;
- (5) 回答教师提出的问题。

附: 电动机Y— Δ 启动控制的I/O分配和参考程序

(1) I/O分配

输入		输出	
SB1	X0	KMY	Y0
SB2	X1	KM Δ	Y1

(2) 参考程序

地址	指令
000	ST X0
001	OR Y0
002	AN/ X1
003	AN/ Y1
004	AN/ T0
005	OT Y0
006	ST Y0
007	TM/ T0
	K 20
010	ST T0
011	OR Y1
012	AN/ X1
013	OT Y1
014	ED

