

船
舶
电
工

船舶电工

宗 怀 祥 编 著
农 业 出 版 社

555.4

版
社

船 舶 电 工

宗怀祥 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 6 插页 259 千字
1980年7月第1版 1980年7月北京第1次印刷
印数 1—8,000册

统一书号 15144·547 定价 1.55 元

前 言

普及船舶电器知识，提高船电检修水平，加强船电维修保养和排除各种故障，是各类船舶的一项重要增产措施。为此，我们在一九七三年出版的《渔船电工》的基础上，增加了液压起货机、液压舵机、直流可控硅稳压器，以及自励恒压装置、自动频载调节装置、自动准同期（并车）装置、分级卸装主机遥控、自动舵等内容。并对船舶各种电器设备工作原理、操作、维修、保养和排除故障等方面作了较大的补充和修改，使对多种船舶均可运用。书名改为《船舶电工》。书稿中有些插图版面较大，集中排在书尾，图序不动。

在这次编写和审定过程中，得到大连水产专科学校、湛江水产专科学校、山东水产学校等单位的热情帮助，在此表示感谢。由于我们水平所限，缺点错误之处，请读者批评指正。

编 者

一九七八年五月

目 录

前 言

一、船舶直流电站	1
(一) 机帆船电器系统	2
(二) 小型渔船、运输船主配电盘的控制原理	5
(三) 中型渔船、运输船、拖船电站控制原理	6
(四) 冷藏船、大型渔船、小型货船、拖船电站 (FWZ 型可控硅直流稳压器) 控制原理	8
(五) 远洋货船、大型冷藏加工船电站控制原理	12
(六) 直流发电机大修后应做的检验	14
(七) 直流电机的维护和保养	15
(八) 直流电机常见故障及处理方法	18
(九) 直流电站常见故障及处理方法	26
二、船舶交流电站	32
(一) 渔船、拖船、运输船电站 (TZH 型自励恒压装置) 控制原理	33
(二) 油船、拖船、运输船电站 (TZH 型自励恒压装置、SCH 系列可控硅充电装置、JGY-1 型晶体管过电流延时保护装置) 控制原理	36
(三) 冷藏船、大型渔船电站 (TFL 系列可控硅自励恒压装置, DW95 系列自动空气断路器) 控制原理	41
(四) 万吨级远洋客、货船电站 (自动并车、自动频载调节、分级卸载装置、DW98 系列自动空气断路器) 控制原理	45
(五) 船舶电站的维护和保养	57
(六) 交流电站常见故障及处理方法	59
三、直流电力拖动	62
(一) 淡水泵 (油压泵、空压机) 自动控制箱原理	62
(二) 总用泵 (消防泵) 的控制原理	63
(三) 舵机油压泵 (定量泵)、空压机自动控制原理	63
(四) 主令控制器操纵电动锚机 (绞缆机) 的电器控制原理	65
(五) 凸轮控制器操纵电动锚机 (绞缆机) 的电器控制原理	67
(六) 主令控制器操纵电动起货机电器控制原理	68
(七) 凸轮控制器操纵电动起货机控制原理	71
(八) 电动网机的电器控制原理	73
(九) 操纵器控制电动舵机的电器控制原理	76
(十) 油压舵机的电器控制原理	78
(十一) 直流起艇机控制原理	79
(十二) 冷藏机 (伙食冷藏) 自动控制原理	80
(十三) 直流辅助锅炉自动控制原理	82
(十四) 直流发电机兼做启动马达的控制原理	85
(十五) 直流电动机的接线和大修后应做的检验	86
(十六) 直流电力拖动常见故障及处理方法	90

四、交流电力拖动	99
(一) 生活水泵(空压机、油泵)自动控制原理	99
(二) 通风机控制(直接启动)电路	99
(三) 交流起艇机控制(可逆直接启动)原理	100
(四) 空压机、油压泵自动控制(串联电阻启动)原理	101
(五) 消防泵(补偿器启动)控制电路	102
(六) 绞缆机、锚机(可逆直接启动)控制原理	103
(七) 主令控制器操纵锚机、绞缆机控制原理	104
(八) 主令控制器操纵交流三速锚机、绞缆机原理	106
(九) 双杆式交流电动三绕组三速起货机控制原理	108
(十) 回转式(塔式)电动起重机	110
(十一) 调速液压回转变幅起货机	112
(十二) 调速液压双杆起货机	114
(十三) 二吨自动立式水管燃油辅助锅炉	115
(十四) 冷藏加工船冷冻机自动控制原理	119
(十五) 船首电力推进器的控制原理	121
(十六) 空调设备	122
(十七) 操纵器控制电动舵机	124
(十八) 主令控制器操纵电动舵机	126
(十九) 定量泵式电动液压舵机	127
(二十) 变向油泵式电动液压舵机	129
(二十一) TI—1 自动舵	132
(二十二) 交流电动机的维护和保养	138
(二十三) 交流电力拖动常见故障和处理方法	140
五、船舶内部通讯	148
(一) K ₇ 型航行灯控制箱原理	148
(二) HP—1 型可控硅航行灯控制箱原理	149
(三) 信号灯开关箱原理	150
(四) 转弯闪光灯的控制原理	151
(五) 主机油压、油温、水温报警器的控制原理	152
(六) 警铃控制箱的原理	153
(七) 71 型交流电动式舵角指示器的工作原理	155
(八) ODI—110 ZF 型直流舵角指示器的工作原理	156
(九) JDC 型电传令钟(车钟)的工作原理	157
(十) EG $\frac{215}{115}$ —24Z 型灯光传令钟(车钟)的工作原理	160
(十一) MTK 型电传令钟(车钟)的工作原理	162
(十二) 电动转速表	164
(十三) 8 NVD48A—2U 主机遥控原理	164
(十四) 船舶内部通讯常见故障及处理方法	168
六、蓄电池	172
(一) 蓄电池的工作原理	172
(二) 蓄电池的维护和保养	173
(三) 蓄电池常见故障及处理方法	175

一、船舶直流电站

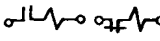
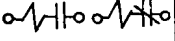
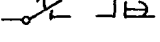
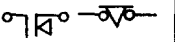
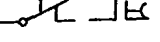
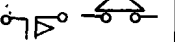
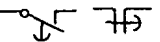
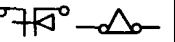
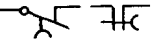
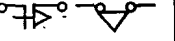
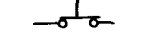
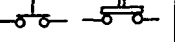
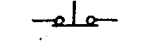
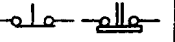
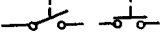
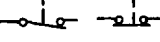
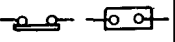
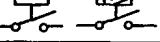
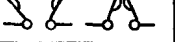
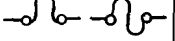
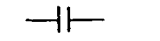
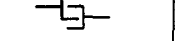
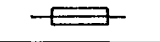
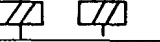
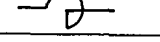
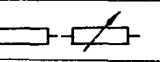
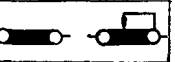
我国的船舶大多数采用直流供电，尤其是渔船目前普遍采用直流，有 24 伏、110 伏、220 伏等品种。小型船多数采用 24 伏电网（也有较少数采用 12 伏）；中型船多数采用 110 伏电网；大型船多是 220 伏供电。由于交流电动机具备构造、控制、操作较简单；检修、维护省事；不易出故障等优点，近年来交流船电发展很快。这些船的动力设备多数采用 380 伏电网，照明多为 220 伏或 110 伏供电。

船舶电站由发动机、蓄电池和一些控制开关、测量仪表、保护仪器等配电设备组成。它担负着全船的供电任务。要正确的使用、检修或安装电站，首先要学会看懂电器的线路图，掌握电器设备的操作、控制、运转原理。一般电器设备的线路图可分原理线路图和安装线路图两种，前者是研究线路的控制动作原理，是简化了的线路图；后者是根据电器设备控制元件在板面上的实际布置和敷线来绘制的。线路图中的线路又有主线路（主电流线路）和控制线路或辅助电流线路两大类。主线路由电动机和发电机的电枢或定子绕组、整流极绕组、串激绕组和启动电阻等组成；控制线路是由接触器和继电器的线圈和它们的辅助触头、按钮、行程开关、主令控制器等组成的线路。为了便于识别，主线路采用粗实线表示，控制线路采用细实线表示。为了使绘出的线路图简化易懂，在线路图中，以下列常用的符号表示：

线路图常用图形符号对照表

序号	图 形 符 号		名 称
	国 家 标 准	通 用 旧 符 号	
1			继电器或接触器的电压线圈
2			继电器的电流线圈
3			延时继电器的电压线圈
4			一般电磁线圈直流电机并激绕组
5			直流电机换向极绕组
6			直流电路串激绕组
7			常开触头
8			常闭触头

(续)

序号	图 形 符 号		名 称
	国 家 标 准	通 用 旧 符 号	
9			带吹弧线圈的常开、常闭触头
10			常开触头延时闭合
11			常开触头延时断开
12			常闭触头延时闭合
13			常闭触头延时断开
14			常开按钮触头
15			常闭按钮触头
16			行程开关的常开触头
17			行程开关的常闭触头
18			热继电器温度继电器的触头
19			热继电器的热元件
20			电容器
21			管形熔断器
22			双线圈继电器接触器的线圈
23			电抗器
24			三相鼠笼异步电动机
25			三相滑环感应电动机
26			电阻及可变电阻

(一) 机帆船电器系统

近年来,我国群众渔业、运输船发展很快,制造和改装了大批机动船。这些机动船大多是20—60马力,它们的电器设备有启动马达和充电系统;较大型的渔船和小型冷藏船、油船、运输船等,由于用电量大,所以它们的发电机都另设副机拖动。副机有独立的启动

马达和充电系统。其接线原理如图 1—1。

启动马达的工作电压有 12 伏和 24 伏二种，充电发电机和蓄电池的电压是随启动马达而定。启动马达和蓄电池的充电都是独立工作的。

1. 蓄电池的充电

整个电压调节器的每个元件固定在一块胶木底板上，胶木底板再固定在一个有支腿的金属壳上，然后罩一铝盖，盖与壳间有一胶皮垫，把各元件密封起来。

电压调节器的左边是断流器，接线柱用 B(B) 表示，有的在铝盖上直接标出电池，此柱接蓄电池。断流器的串联线圈 1，一端接在本身 U 形磁轭上，经触头 3 与 B 端相联；另一端经接柱 4、节流线圈 6、接柱 A 到电枢。并联线圈 2，一端搭铁，另一端接在本铁芯上，通过串联线圈 1 和节流线圈 6 而跨接在电枢电路上。

中间是节流器，接线柱的代表符号为 A(A)，有的在铝盖上直接标记“电枢”，此柱接发电机电枢。节流器铁芯上绕着串环节流线圈 6，一端联接柱 A，一端联接柱 4。平衡电阻 5（1 欧姆），绕在节流器线圈里面，一端接在铁芯上，另一端接柱 4。有的调节器把平衡电阻 5 绕在一耐热绝缘体上（象其他电阻一样），一端固定在节流器铁芯的固定螺丝上，另一端固定在断流器铁芯固定螺丝上。

右边是节压器，接线柱的代表符号为 F(F)，也有的在铝盖上直接标记“磁场”，此柱接发电机的并激绕组线端。节压器铁芯上绕着并联线圈 11，一端搭铁，另一端接在助振电阻 14 上。通过助振电阻 14、节流器铁芯、平衡电阻 5 到接柱 4，而跨接在电枢电路上。

充电原理：

①当发电机在较低转速时，其电压尚未达到 12.5 伏—13.5 伏（25—26.5 伏），因断流器的触头 3 不能闭合，这时发电机不能充电。

激磁电路：正碳刷、并激绕组、接柱 F、节压器 U 形磁轭和衔铁、触头 10、导线 8、触头 7、节流器衔铁和 U 形磁轭及铁芯、平衡电阻 5、接柱 4、节流线圈 6、接柱 A 到负刷。

节压器线圈电路：搭铁、节压线圈、助振电阻 14、节流器铁芯、平衡电阻 5、接柱 4、节流线圈 6、接柱 A 到负刷。

②发电机转速继续升高，当电压升达 12.5—13.5 伏时，断流器并联线圈 2 所产生的磁

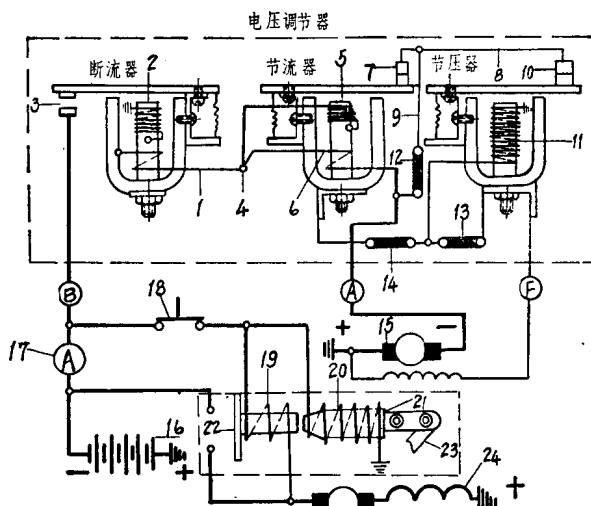


图 1—1 副机电器系统原理

力吸下衔铁，触头 3 闭合，发电机充电。

充电电路：正刷搭铁、蓄电池、电流表 17、接柱 B、触头 3、断流器衔铁和 U 形磁扼、线圈 1、接柱 4、线圈 6、接柱 A 到负刷。这时电流表指针向“+”方向摆动，指示充电电流数值。

③发电机转速继续升高，当电压升到 14.5—16.5 伏（或 28—30 伏时）节压器开始工作，触头 10 断开。

激磁电路：正刷、并激绕组、接柱 F、附加电阻 13（80 欧），助振电阻 14（15 欧）、节流器铁芯、平衡电阻 5、接柱 4、线圈 6、接柱 A 到负刷。现在节压器线圈的电路与触头闭合时相同。

此时发电机的激磁电路中共加入 95 欧电阻，激磁电流降低，磁场减弱，发电机输出电压降低，节压线圈 11 磁场减弱，触头 10 又重新闭合，电阻再从激磁电路中分出。电压又升到整定值，触头 10 又断开，发电机电压下降，触头 10 又闭合，电压再次升到整定值。节压器就如此不停地跳动，每分钟约 250 次左右，保持发电机电压恒定。

④当充电电流达到 12 至 15 安时，节流器开始工作，触头 7 断开。激磁电流经正刷、并激绕组、接柱 F、节压器铁芯后分两路。一路是经节压器 U 形磁扼和衔铁、触头 10、导线 8、导线 9、附加电阻 12（30 欧）、接柱 A 到负刷。另一路是通过附加电阻 13、助振电阻 14、节流器铁芯、平衡电阻 5、线圈 6、接柱 A 到负刷。此时激磁电路中共加入电阻：

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{95} + \frac{1}{30} = \frac{25}{570}$$

$$\therefore R_t = \frac{570}{25} = 22.8 \text{ (欧)}$$

因为激磁电路中加入了 22.8 欧的电阻，激磁电流减小，磁场减弱，发电机电压降低，充电电流随着减小。节流器铁芯磁力因此减弱，触头 7 重新闭合，充电电流再增大。节流器就如此不停地跳动，每分钟约 250 次左右，保持充电电流在整定值。

⑤当发电机转速降低时，输出电压随着减小。断流器并联线圈所得电压降低，铁芯磁力减弱。当发电机电压低于蓄电池电压时，蓄电池对发电机放电。放电电流的方向与充电时相反，磁力更弱，铁芯释放衔铁，触头 3 断开，发电机停止充电。同时也防止了电流逆流。

蓄电池对发电机的逆流量允许在 0.5—6 安范围内。电流逆流量过大时，应调节衔铁弹簧拉力。

断流器的触头断开电压为 10.5—12.5 伏（23.5—25.5 伏）。若触头断开电压高于蓄电池电压，就不会出现逆流。

2. 启动马达的工作原理

启动电磁开关，多固定在马达的机壳旁。它起接通马达电路，使马达通电运转和推动马达轴端的齿轮，使其与副机的齿轮相吻合的两个作用。为了使齿轮吻合与分离，电磁开

关的铁芯必须有较大的位移，因此铁芯电磁线圈的磁力很强。功率较大的马达，电磁开关的线圈有如图 1—1 中的吸引线圈 19 和保持线圈 20。容功率量较小者只有保持线圈 20。

工作情况：按下按钮 18，电流由蓄电池正极搭铁出发后分两路：一路流向保持线圈 20、按钮、电流表 17 到电池负极；另一路流向串激绕组 24、电枢、吸引线圈 19、按钮 18、电流表 17 到电池负极。这时进入吸引线圈 20，启动马达的电流约在 20 安左右，不足以使电枢转动。电流表的指针向“-”方向摆动。电磁线圈 19 和 20 所产生的磁力，全力把铁芯吸进，触头 22 闭合；一方面接通马达电路，使电枢转动；另一方面把吸引线圈 19 短接。因这时铁芯动作完成，只要保持线圈 20 就可维持铁芯吸合。在电磁开关触头闭合的同时，铁芯 21 尾部带动杠杆 23，把马达轴端的齿轮撬出，使其与副机的齿轮吻合，启动马达带动副机启动运转。待副机达独立运转时松开按钮，保持线圈 20 断电失磁，铁芯 21 在弹簧的作用下复位，触头 22 断开，马达停止运转。

3. 接 线 法

接线前，首先应确定是“+”线搭铁还是“-”线搭铁。如发电机是“+”线搭铁，电池也应“+”线搭铁。线路接好后，启动副机，待转速升达额定值，观看电流表，指针应“+”方向指示，如方向不对，应立即互换电流表两线端。

4. 配电盘的控制原理

有的船采用充电发电机作照明电源。其原理如图 1—2。电盘的面板可用木板或胶木板做；控制开关用 30 安 250 伏瓷底胶盖闸刀开关；用机器本身所带的电流表。由于发电机采用电压调节器自动稳定电压，故一般不用电压表。

当电机达额定转速时，闭合电机闸刀，发电机供电、充电。当电池充足时，可拉开电机闸刀停止充电，发电机只供照明。停止时要把电池闸闭合，由电池供电。这时最好拉开电机闸，以免断流器失调，触头断不开，造成发电机逆流烧坏。

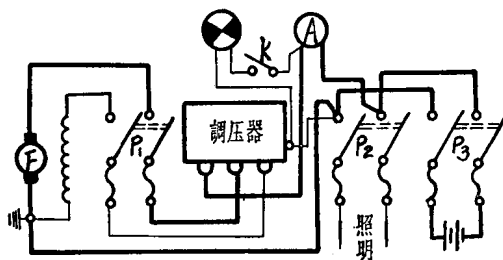


图 1—2 小型机帆船配电盘原理

P₁₋₃—胶盖闸刀 K—钮子开关

（二）小型渔船、运输船主配电盘的控制原理

图 1—3 所示的线路是机帆船应用最广泛的电盘线路图。图中的刀开关可根据其不同用途采用瓷底胶盖闸刀、组合刀开关等。单刀双投刀开关 K 能控制发电机或蓄电池的供电。电流表只能指示发电机的负载电流。电压表跨接在二汇流排上，以便分别观察发电机和蓄电池的电压。断流器的构造原理与图 1—1 中的断流器相同。

电池闸刀和各支路闸刀经常是闭合。开车后，闭合电机闸刀，把 K 向左边闭合，调整磁

场变阻器，升高发电机电压。当电压达到断流器触头闭合电压（24 伏为 27—30 伏，110 伏为 115—120 伏）时，触头闭合，开始给蓄电池充电。当车速降低时，发电机电压下降，一旦低于断流器触头断开电压（24 伏为 24—26 伏，110 伏为 110—115 伏）时，触头断开，发电机停止给蓄电池充电，只承担照明用电。若发电机电压再次升高，触头又闭合，重又给蓄电池充电。停机时，应拉开电机闸刀，把K闭合到右边，由蓄电池供电照明。

当夜间拖网、捡鱼或装卸渔货和出海供应时，负荷达到高峰，发电机电压很难超过断流器闭合电压，为了减轻蓄电池的负担，应把K闭合在左边，使断流器只能控制蓄电池充电，由发电机供应全部负载电流。

渔船在上网、靠、离码头时，主机停、快、慢、倒、顺变化很频繁，应把K闭合在右方，由蓄电池供电保证船只的照明。

近几年来，随着半导体在无线电、助航仪器、助渔仪器等方面的应用，在配电盘上采用了硅二极管代替断流器，把二极管两端接在K的两边，如图中虚线表示。这样，简化了配电盘线路，消除了因断流器失调，发电机产生逆流的现象，增加了配电盘工作的可靠性。

由于二极管承受过压、过载能力较低，一旦过压或过载极易烧毁，因此要选用比电网电压、负载能力较大的二极管。一般 24 伏电网选用额定反向工作电压（峰值）100—150 伏，额定工作电流超过电网负载电流 2 倍的二极管。110 伏电网选用额定反向工作电压（峰值）250—300 伏，工作电流超过电网负载电流 2—3 倍的二极管。

（三）中型渔船、运输船、拖船电站控制原理

在 500 马力左右的钢壳船上，增设了电动副机设备。用电量大，为了提高电站的控制能力，主配电盘增加了些控制仪器。大多采用过电压继电器、逆流继电器、直流接触器和 DZ 型空气断路器联合控制电盘线路。其原理如附图 1—4（见书末插页一）所示。汇流排可分动力汇流和照明汇流排两种。动力汇流排承载七条支路，照明汇流排负载五条支路。转换开关 2HZ₂ 作为照明汇流排船电和岸电的联接开关（图 1—4，见书末插页一）。

发电机 F₁ 为他激式发电机，由主机拖动运转。要使发电机参加电网运转，应先闭合转换开关 HZ₁，警铃 Y 发出警报，同时给磁场通电调整磁场变阻器 1PB，使发电机电压略高于电池电压，撤动遥控按钮 DK₁，接触器 Z₁ 通电动作：主触头闭合接通电网。副触头一个断开，

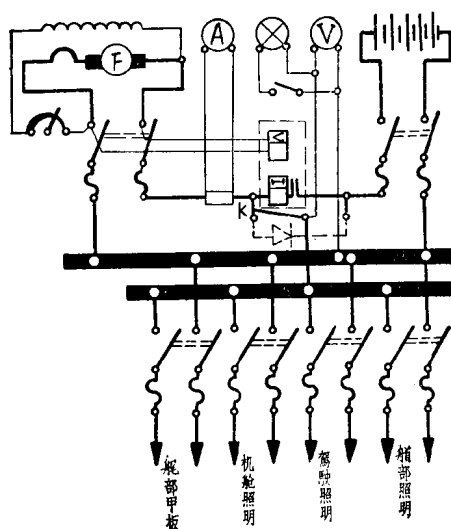


图 1—3 小型渔船、运输船主配电盘原理

切断Y的电源,使Y停止噪声;一个触头断开,切断指示灯 DB_3 电源, DB_3 熄灭;另一个断开,切断 Z_2 电路,防止 Z_2 误动作;一个闭合与 DK_1 形成并联电路,自保电源。这时指示灯 DB_1 明亮,说明 F_1 正在参加电网运转。

当电网卸去较大量的负载或者发电机转速突然升高,发电机的电压升高,超过电压继电器 PH_1 的整定值时(110伏整定值在 135 ± 5 伏,220伏整定值在 240 ± 5 伏),其铁芯磁力胜过衔铁反作用弹簧的拉力,衔铁被吸下,触头断开, Z_1 断电失磁,衔铁复位,常开触头断开,常闭合触头闭合,切断发电机与电网的联系,从而保证电器设备安全。 DB_1 熄灭、 DB_3 明亮,Y发出警报,这时应立刻调低发电机电压,然后按动 DK_1 使 Z_1 重新通电工作。

当主机停车、逆转、顺转或减速时,发电机电压降低。一旦低于电池电压,发电机产生逆流,达到 POT_1 的整定极限时,为 POT_1 额定电流的15%, POT_1 触头闭合,将电阻 R_2 短接,相应地升高了 PH_1 的电压, PH_1 动作,触头断开, Z_1 断电失磁衔铁复位,常开触头断开,常闭合触头闭合,切断发电机与电网的联系。

副发电机 F_2 由副机拖动运转。其控制原理与 F_1 相同。副机启动箱采用并激启动法,请参考直流发电机兼做启动马达的控制原理部分。

渔船本身虽设备了 F_1 、 F_2 二台发电机,但由于发电机本身制造特性和运转特性不同,不能并列运行。

蓄电池充电盘安装在主配电盘旁。转换开关 $2HZ_1$ 向上闭合,接通蓄电池与电网的联系,这时电池向电网放电或浮充电; $2HZ_1$ 若向下闭合,使副发电机脱开 PH_2 的控制,调高副发电机电压,按合欠流开关 JK_1 给蓄电池强充电。欠流开关 JK_1 实际上是一个手动按合电流继电器,按合触头接通电路,充电电流经过其电流线圈,使触头吸牢充电。充电电流逐渐减小到3安左右,或副机停车使电流减小到3安时,铁芯磁力减小,衔铁在反作用弹簧的作用下打开,触头随后断开,切断电池充电。同样起到防止发电机逆流的作用。

为了保证船上电器设备的安全运转,要经常检查它的绝缘性能。采用高阻计逐个试验做起来很麻烦。在配电盘上备有 V/Ω 表,表盘上有电压和欧姆两种刻度。在正常情况下,转动转换开关 YH_1 指示副发电机或者蓄电池(汇流排)电压。测量绝缘时,只要闭合要测量支路的开关,把其它支路断开,要保持汇流排有蓄电池或发电机的电压。按下右边 KH ,测量“+”线对地绝缘;按下左边按钮 KH ,测量“-”线对地绝缘。 V/Ω 表绝缘示数和电压示数恰相反。电压越高示数越大;绝缘越大,指针示数越小,绝缘达到无限大时,指针在“0”位。

各支路开关用 DZ_3 型空气开关。这种开关有热脱扣和电磁脱扣两种过载保护装置。电磁脱扣动作使开关跳闸,能立即再接通电路;热扣动作后需停2分钟,等元件冷却后,才能再闭合开关。为了保证过载保护装置长时间安全生产,每个支路开关应与其最大载流量相匹配。

随着二极管的普遍应用,有的船上采用二极管代替逆流继电器。方法是:拆下逆流继电器并将它的电压线圈接线和触头接线包好,然后把电流线圈的两线头接在二极管的两端,如图中虚线所示。这样就避免了因逆流继电器失灵而产生发电机逆流现象。为了保护二极

管,对于110伏电网选用额定反向工作电压(峰值)应是300—500伏(因电网上有动力和接触器等,易引起过压),额定工作电流超过电网电流3—4倍的二极管(因它控制着发电机的全部负载)。220伏电网,应选用额定反向工作电压(峰值)600—800伏,其额定工作电流超过电网工作电流的3—4倍的二极管。

低压充、放电盘在报房,有三组24伏电池,二组12伏电池,做为无线电、助航仪器、助渔仪器、应急照明、警铃等低压用电设备的电源。等效电阻和调节电阻,用2毫米电阻丝绕成,共装于一电阻箱中,固定在驾驶室外甲板。调节电阻分四段,由导线接在报房内滑动调节板上。

只要见到DB₇明亮,说明已有充电电源。闭合HZ₃,向上闭合3HZ,按合欠流开关JK₂开始充电:“+”线电流经JK₂、分流器、3HZ₄右上触头和右中触头、24伏甲组电池、中间触头和中上触头、左上触头和左中触头、去3HZ₃和24伏乙组电池、3HZ₂和24伏丙组电池、到3HZ₁的中上触头和中间触头、12伏电池乙、左中触头和左上触头、中下触头、12伏电池甲、左下触头(二组12伏电池串起)、右上触头和右中触头、调节电阻到“-”端。搬动调节电阻,使充电电流控制在15安左右。

若需某组电池放电,如24伏甲组电池放电,可把3HZ₄下扳。放电电路:“+”端经3HZ₄右中触头和右下触头、用电设备、中下触头和中间触头回到电池“-”端。为了不影响他组电池充电,这时等效电阻甲经3HZ₄右上触头、等效电阻甲、左下触头和左中触头串入充电电路中。

12伏电池甲、乙,串联充电,并联放电。

充放电操作时应注意:若3HZ有一个处在断开位置,充电电路不通,不能充电。因此,3HZ不是在充电位置,就是在放电位置。

扳动万能转换开关YH₃,在第一档可以看到充电电压;第二档24伏电池甲组电压;第三档24伏电池乙的电压、第四档24伏电池丙的电压;第五档12伏电池甲组电压;第六档12伏电池乙组电压。

欠流开关JK₁、JK₂的电磁线圈是串联在充电线路中,依靠通过线圈的电流产生的磁力吸合触头。开始充电时,电流大、吸力大、触头吸得牢,接触良好。随着充电时间的延长,充电的电流逐渐减小,铁芯磁力减弱。但是衔铁的反作用弹簧的拉力是不变的,因此衔铁有被拉开的趋势,导致触头接触不良。由于主机的震动和风浪的影响,船体震动造成触头震动,静、动触头间冒火,时间一长,触头会发热烧坏,甚至把触头胶木架烧断,影响工作。因此有的船是选用适当规格的二极管代替欠流开关。

(四) 冷藏船、大型渔船、小型货船、拖船电站

(FWZ型可控硅直流稳压器)控制原理

图1—5(见书末插页二)是一般冷藏船、大型渔船电站控制原理。主配电盘由五屏组成:第一屏主要控制发电机F₁;第二屏控制发电机F₂;第三屏控制岸电和蓄电池。图中的刀开关HD是用连杆在屏前控制,其操作手柄与DW型空气断路器相同;第四屏主要控

制 1 号、2 号冷冻机；第五屏控制发电机 F_3 。 F_3 容量在 26 千瓦以下，有二种组成型式：一种型式是主机拖动运转，在航行、拖网时供全船小容量动力和照明用电，由于主机转速不固定，有可能造成 F_3 过压危险，应配备继电器 PH 作过压保护，整定在 240 ± 5 伏动作；另一种类型是采用副机拖动运转，作为应急发电机，或当船只在停港、抛锚、空载航行时应用。

发电机 F_1 和 F_2 由副机拖动运转。进出港、靠离码头、或用一台冷冻机冻渔货时，通常开一台发电机；当装卸货物、冷冻、制冰等高峰负荷时，开二台发电机。

发电机空气断路器右边的过流脱扣器附装着钟摆形延时装置，整定在超过发电机额定电流的 115% 延时 8 秒动作。左边整定在发电机额定电流的 250% 瞬时跳闸。

当船只停港、抛锚在没有岸电情况下，220 伏蓄电池可供部分夜晚照明。

1. 充磁装置 发电机 F_1 和 F_2 都是自激式发电机，其电压的建立是依靠磁极的剩磁逐渐建起的。若一旦失磁，必须进行充磁。如现场给并激磁场接线充磁，即麻烦又误事，因此有些船在主配电盘上备有专门充磁装置，如图中 CA_1 、 CA_2 所示。按下 CA_1 给发电机 F_1 充磁。充磁电路是：“+”汇流排、 CA_1 右触头、 RC_1 、 LBU_1 、 FWZ_1 、并激绕组、 CA_1 左触头到“-”汇流排。 RC_1 做为充磁降压电阻。若没有 RC_1 ，当充磁电流经 LBU_1 时，有部分电流直接去电枢，由于电枢电阻很小，电流大，有可能烧坏 LBU_1 。 RD_1 并联在并激绕组上，做为泄放电阻。按下按钮 CA_2 ，给发电机 F_2 充磁。

2. FWZ-2 型直流发电机稳压器 由于发电机 F_3 由主机拖动，转速变化大，影响发电机电压；由于发电机 F_1 、 F_2 供给起货机或起网机用电，起动频繁、负载变化大，影响发电机的电压。为了稳定发电机的电压，配备了 FWZ-2 型直流发电机稳压器。其工作原理如图 1—6 所示。

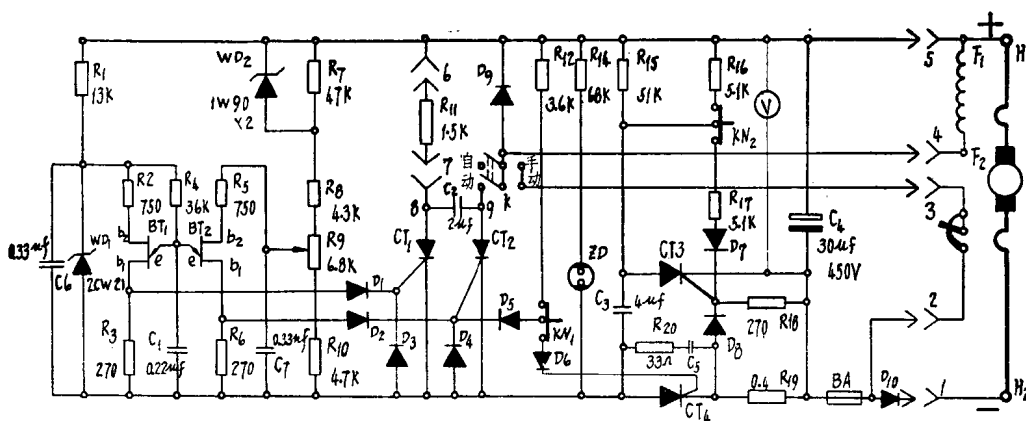


图 1—6 FWZ-2 型直流发电机稳压器工作原理

BT₁₋₂—双基极二极管 BT31E、或 BT32E 或 BT33E WD₁—稳压管 2CW21 WD₂—稳压管 1W90
CT₁₋₄—可控硅 3CT5A1600V D₁₋₈—二极管 2CP46 D₉₋₁₀—二极管 2CZ13F ZD—氖管指示灯
BA—玻璃熔断管 → > — 示插座及插头连接 K—钮子开关（电源开关）

工作原理

仪器线路主要分三部分：

①测量、触发线路：由电阻 R_1 — R_{10} 、电容 C_1 、双基极二极管 BT_1 和 BT_2 、二极管 D_1

和 D_2 、稳压管 WD_1 和 WD_2 组成。其中双基极二极管 BT_1 和 BT_2 、电阻 R_2 — R_6 、电容 C_1 组成一个共 RC 的张弛振荡器。即 BT_1 、 BT_2 两个张弛振荡器共用一个 RC 回路。电阻 R_1 、稳压管 WD_1 ，组成一个稳压线路。此电压供作 BT_1 的基极电压 V_{bb1} ，作为测量触发的参考电压。发电机的电压变化信号，经过电阻 R_7 — R_{10} 分压后，做为 BT_2 的基极电压 V_{bb2} 。 V_{bb1} 与 V_{bb2} 相比较来改变 BT_1 、 BT_2 的工作状态，借以控制发电机的激磁电流，来稳定发电机的输出电压。稳压管 WD_2 与电阻 R_7 并联，能提高仪器的稳压精度。

发电机因转速升高或负荷减少电压升高。当高出整定值 220 伏时，这时变化信号经分压电阻 R_7 — R_{10} 分压，由 R_9 的滑动臂加到 BT_2 的基极，使 V_{bb2} 升高。同时发射极电压 V_{eb1} 和 V_{eb2} 升高。由于 WD_1 的作用，使 V_{bb1} 几乎保持不变。结果 V_{eb1} 达到 BT_1 的峰值电压 ($nV_{bb1} + 0.7$ 伏， n = 分压比)， BT_1 的 eb_1 间导通， C_1 经 e 、 b_1 、 R_3 放电， BT_1 开始振荡， BT_2 停止振荡。在电阻 R_3 上产生的尖脉冲经二极管 D_1 输出，触发 CT_1 ， CT_1 导通， CT_2 关断。激磁电流下降，发电机输出电压随着降低。此时降低信号电压又经 R_9 加到 BT_2 的基极，而使 V_{bb2} 下降。当 V_{eb1} 达到 BT_2 的峰值电压 ($nV_{bb2} + 0.7$ 伏) 时， BT_2 的 eb_1 间导通， C_1 经 e 、 b_1 、 R_3 放电， BT_2 开始振荡， BT_1 停止振荡。在电阻 R_3 上的尖脉冲经二极管 D_2 输出，触发 CT_2 ， CT_2 导通， CT_1 关断，使激磁电流增加，发电机输出电压随着升高。如此重复上述过程，而使发电机输出电压稳定在整定值。此翻转过程 ≤ 7 毫秒。

② 主控线路：此线路由 CT_1 、 CT_2 ，二极管 D_3 、 D_4 、 D_5 ，电容 C_2 和并激绕组 F_1 — F_2 组成。 D_3 、 D_4 是防止可控硅 CT_1 、 CT_2 的控制极—阴极间加上反向电压而保护可控硅。

R_{11} 、 C_2 、 CT_1 、 CT_2 组成开关线路。当 CT_2 导通时，因为 CT_2 的压降很小，其阳极电位近似于发电机输出电压的负电位，发电机通过电阻 R_{11} 向电容 C_2 充电。电容两端的电压 V_{C2} 逐渐升高，直到 $V_{C2} \approx V_F$ 发电机的输出电压。此电压在接点 8 为正，接点 9 为负。当 CT_1 被触发导通时， C_2 上的电压 V_{C2} 经过 CT_1 加到 CT_2 的两端。此时其阴极为正，阳极为负， CT_2 由于加上反向电压而被关断。 C_2 在放电后又经 F_1 — F_2 、 CT_1 反向充电。这时，接点 9 为正，接点 8 为负。当 CT_2 被激发导通时， C_2 上的充电电压又经 CT_2 加到 CT_1 的阴极和阳极间，且阴极为正，阳极为负，又将 CT_1 关断。电阻 R_{11} 及电容 C_2 的大小决定主控线路的翻转时间，翻转时间 ≤ 7 毫秒。

D_5 为续流二极管，并联在并激绕组 F_1 — F_2 两端。其作用是当 CT_2 关断时，使 F_1 — F_2 有一放电回路，以保证 CT_2 的关断和仪器正常工作。

③ 无触点开关及保护线路：由可控硅 CT_3 、 CT_4 、二极管 D_5 、 D_6 、 D_7 、电容 C_3 、电阻 R_{12} 、 R_{15} 、 R_{16} 、 R_{17} 及三通按钮 KN_1 、 KN_2 组成，以实现仪器的开和关。与一般有触点线路比较，有寿命长、可靠性好、无火花和接触良好等优点。

当按下“开”按钮 KN_1 时，触发电压经 D_5 到 CT_2 控制极，经 D_6 去 CT_4 ，使 CT_2 、 CT_4 导通，发电机的输出电路与仪器接通。

电阻 R_{16} 、 R_{17} 、二极管 D_7 、按钮 KN_2 组成触发 CT_3 的信号电路。按下“关”按钮 KN_2 时，使 CT_3 导通。此时电容 C_3 上的充电电压，正压通过 CT_3 、 R_{19} 加到可控硅 CT_4 的阴极，而负压加到 CT_4 的阳极，使 CT_4 关断，使仪器与发电机的输出电路断开。

电阻 R_{18} 、 R_{19} 、二极管 D_8 组成过电流自动保护电路。调整电阻 R_{19} 当电流正常时，流过 R_{19} 的电流产生的压降 V_{R19} 不能触发 CT_3 。但当仪器或发电机电路有故障，通过 R_{19} 的电流超过正常数值时， V_{R19} 减去二极管 D_8 的压降仍大于 CT_3 的触发电压时， CT_3 即导通， C_3 放电， CT_4 立即被关断，仪器停止工作，仪器和发电机得到保护。关断时间不小于 1 毫秒。

R_{20} 、 C_5 并联在可控硅 CT_4 的阳极及阴极两端，保护 CT_4 在关断的瞬间，不因承受逆向过电压而损坏。

D_{10} 是防止逆流的，如有逆流时，（例如发电机逆流导致电压极性反向）仪器自动关断不工作。

钮子开关 K 为自动稳压和手动调压转换开关，需要时任意选择。

仪器的操作：当发电机转速达到定额时，先把 K 扳到手动位置，观看电压表、调整磁场变阻器，使电压升到 220 伏，揿动“开”按钮 KN_1 ，氖灯 ZD 明亮，说明仪器进入工作状态，立刻把 K 扳到自动位置，仪器进入自动稳压工作。若发电机输出电压不符 220 伏，可用螺丝刀旋动 R_9 进行调整。

仪器的接线：当应用稳压器时，必须使发电机的并激绕组 F 的“+”端与电机输出线 H 的“+”端直接并联。在仪器壳的下端有个 7 线插座，外电路用根 7 芯电缆接在一个 7 线插头上。插头、插座上有 7 个明显的标记。接线顺序是：5 接正，4 接磁场，3 和 2 接磁场变阻器，1 接负，6 和 7 接电阻 R_{11} 。由于电阻 R_{11} 耗电量大，发热，所以接在仪器外。

本型稳压器适用于电压 220 伏，激磁电流 5 安以下的发电机。若发电机的励磁电流大于 5 安，应适当增大 CT_2 、 CT_4 、 D_{10} 的容量。并通过试验减小电阻 R_{19} 的欧姆值，适当加大电阻丝直径。

3. 升压、低压充放电盘 升压、低压充放电盘的控制原理如图 1—7 所示，安装在机舱内。设备低压发电机组用途有①串联在主或副发电线路内，给 220 伏蓄电池升压充电。免除了由于过电压继电器的控制使电池长期充电不足的缺点；②可以给 24 伏低压电池充电。这样比用电阻降压充电线路简单，耗电量小，维护简便。升压充电和低压充电可以同时进行的，以不超过低压发电机的满载电流为限，此电流由电流表 A_2 指示。电流表 A_1 指示 24 伏电池充电电流。转动 YK 可以观看各组 24 伏电池和低压发电机的电压。控制线路电源接在电动机的电枢两端，当电动机启动正常后才能进行充电。

充电原理（使用方法）首先启动发电机组，转动 YK 在第一档，观看低压发电机组 F 的电压，调整磁场变阻器使电压在 25 伏左右。揿下按钮 QA_2 接触器 $2M$ 通电动作；主触头 $2M_1$ 断开，切断蓄电池与电网联系； $2M_2$ 、 $2M_3$ 闭合，接通升压充电线路——主或副发电机“+”线电流经 $2M_3$ 、 F 、 A_3 — A_4 、 T 、 $2M_2$ 、蓄电池回到发电机“-”线；副触头 $2M_4$ 闭合，自保电源，并将经济电阻 R_1 串入 $2M$ 电路； $2M_5$ 闭合，指示灯 D_2 明亮，说明正在升压充电。再调磁场变阻器，使充电电流在 15 安左右。

揿下按钮 QA_1 ，接触器 $1M$ 通电工作：主触头 $1M_1$ 、 $1M_2$ 闭合接通充电线路——向上闭合 HZ_1 或 HZ_2 （或同时闭合），充电电流由 F “+”出发经 A_3 — A_4 、 T 、 $1M_2$ 、 HZ_1 左

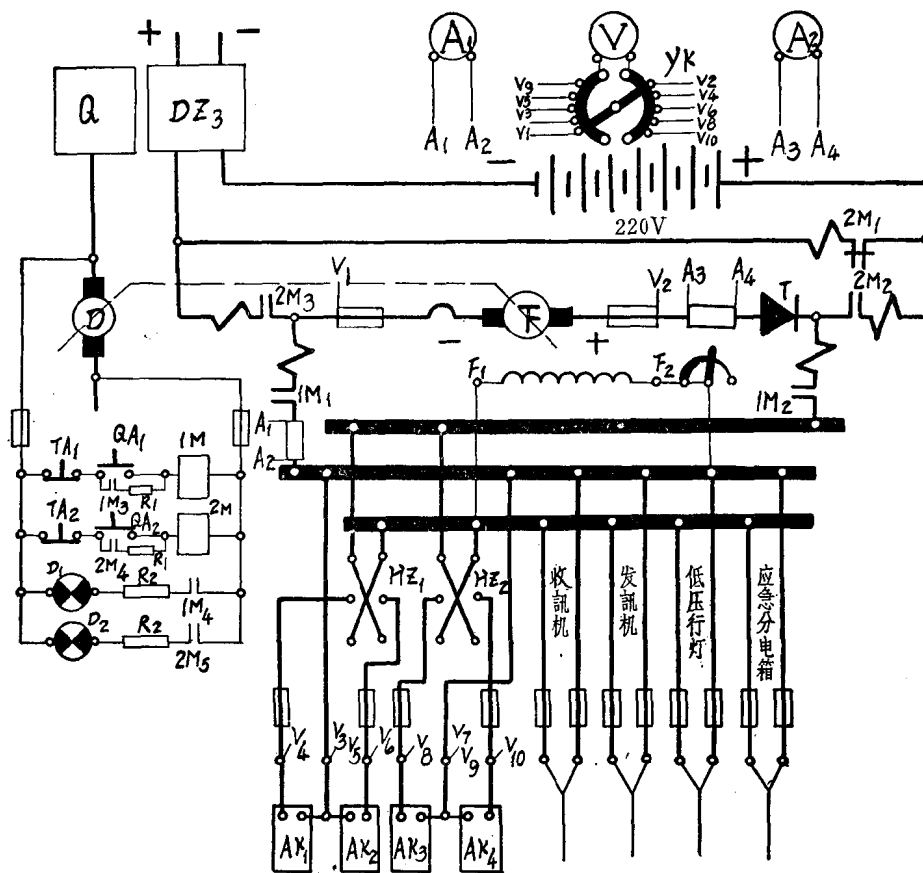


图 1—7 升压、低压充放电盘原理

1M、2M—直流接触器 Q—电动机启动箱 YK—万能转换开关 HZ—双刀双投转换开关
AK—24 伏电池组 R₁—经济电阻 QA_{1,2}—启动按钮 TA_{1,2}—停止按钮 R₂—降压电阻

上触头、中触头、AK₁、A₁—A₂、1M₁ 回到 F “-” 线。调整磁场变阻器使充电电流在 15 安左右；副触头 1M₃ 闭合，自保电源，并将经济电阻 R₁ 串入 1M 电路中；1M₄ 闭合，指示灯 D₁ 明亮，说明低压电池在充电中。停止充电时，应先撤动 TA₁、TA₂ 切断充电线路，再停止低压发电机组运转。

(五) 远洋货船、大型冷藏加工船电站控制原理

图 1—8 (见书末插页二) 示远洋货船直流电站控制原理举例。总配电盘由八屏组成，每屏都有 D₁ 白炽灯照明。屏一、二主要控制四台起货机，屏三、四、五、六控制四台发电机，屏七主要控制货舱通风机和机舱通风机等动力设备，屏八控制空调和应急分电盘电源 (包括岸电) 及全船照明。因屏一和屏二线路相同只划出屏一。屏三、四、五、六控制