

电气与自动控制

张 亮 主编

任德夫 主审



大连海事大学出版社

电气与自动控制

张 亮 主 编

任德夫 主 审

大连海事大学出版社

© 张亮 2014

图书在版编目(CIP)数据

电气与自动控制 / 张亮 主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5632-3043-3

I. ①电… II. ①张… III. ①电气控制—自动控制系统—高等职业教育—教材
IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 181445 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail:cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2014 年 8 月第 1 版

2014 年 8 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm

印张:7.25

字数:179 千

印数:1 ~ 1200 册

出版人:徐华东

责任编辑:华云鹏

版式设计:解瑶瑶

封面设计:王 艳

责任校对:张 冰

ISBN 978-7-5632-3043-3

定价:19.00 元

前 言

为适应 STCW 公约马尼拉修正案及《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》(以下简称“11 规则”)对轮机人员实际操作技能的要求,根据《海船船员适任评估规范》,我们编写了《电气与自动控制》一书,本书基本涵盖了海事局的评估要求,并针对评估内容进行项目化。

船舶电气与自动控制实训项目是船舶轮机工程技术、船舶电气工程技术专业的学生在学习电工基础、电子技术等专业基础课之后必修的一门专业主干课程。其目标和项目是使学生掌握从事电子电气类工作所必需的电工基本工艺以及对船舶自动化机舱内电气设备的操作、维护和保养的基本技能,初步形成解决实际问题的能力,为毕业担任后从事实际工作奠定良好基础。

全书由张亮主编并统稿;浙江海事局任德夫主审并对本书提出宝贵的修改意见。

在编写过程中得到浙江交通职业技术学院轮机工程专业全体教师的帮助,在此表示感谢!由于船舶电气自动化技术发展迅速,加上编者的水平有限和时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请广大读者指正。

编 者

2013 年 12 月

目 录

项目一 电气控制箱的维护保养及故障查找与排除	1
任务一 运用断电查线法寻找故障点并排除故障	1
任务二 运用带电查线法寻找故障点并排除故障	3
任务三 磁力启动器控制线路装配、调试	4
项目二 电子控制线路识图、器件识别与功能测试、焊接与装配	5
任务一 简单电子控制线路识图	5
任务二 电子元器件的功能测试	6
任务三 简单电子控制线路的功能测试	7
任务四 电路板、电子元器件的焊接与装配	8
项目三 船舶电力系统的继电保护及主要故障的判断和排除	10
任务一 自动空气断路器的维护和主要故障的判断及排除	10
任务二 发电机外部短路、过载、失(欠)电压和逆功率故障的判断	12
任务三 无功功率分配装置故障的判断及排除(均压线、电压调整装置)	16
任务四 同步发电机的自励恒压装置与发电机组的无功功率分配手动调节	17
任务五 船舶电网绝缘能力降低和单相接地故障的查找	21
项目四 船用蓄电池管理	23
任务一 蓄电池电压和电解液比重测定	23
任务二 蓄电池充电与过充电	25
项目五 船舶电站手动操作	27
任务一 发电机手动准同步并车与功率分配	27
任务二 发电机组的解列	29
项目六 船舶电站的管理与维护	31
任务一 主配电板安全运行管理	31
任务二 发电机主开关跳闸的应急处理	32
任务三 船舶应急配电板与应急发电机功能试验	35
任务四 岸电箱的使用及其功能试验	36
任务五 船舶自动化电站	38
项目七 自动化仪表	43
任务一 电动差压变送器的使用操作与调整	43
任务二 PID 调节器的使用操作与调整	47
项目八 船舶自动控制系统	51
任务一 冷却水温度控制系统的操作与管理	51

任务二	燃油黏度控制系统的操作与管理	54
任务三	辅锅炉燃烧时序控制系统的操作	60
任务四	分油机控制系统的操作	64
项目九	主机遥控系统	69
任务一	气动阀件的识别	69
任务二	气动系统图的识读	77
任务三	主机的启动与停车操作	79
任务四	主机的换向与制动操作	82
任务五	主机加减速速率限制、程序负荷限制及主机转速限制试验	82
任务六	主机安全保护模拟试验	83
任务七	主机遥控系统的参数调整	86
任务八	主机遥控系统常见故障的分析与排除	88
项目十	机舱监测与报警系统	89
任务一	机舱监测与报警系统的使用操作	89
任务二	模拟量参数的读取与报警值的整定	93
附录	部分任务考核分配参考标准	95
参考文献		110



项

目一

电气控制箱的维护保养及故障查找与排除

任务一

运用断电查线法寻找故障点并排除故障 ||

一、概述

交流磁力启动箱常见故障的诊断方法与电动机故障的诊断方法相同,可通过看、听、闻、摸四种方法来及时预防和排除故障。检查故障时,通常是先从主电路入手,看电动机是否正常运行。然后逆着电流方向检查主电路的触头系统、热元件、熔断器、隔离开关及线路本身是否有故障,接着根据主电路与二次电路之间的控制关系,检查控制回路的线路接头、自锁触头、电磁线圈是否正常,检查制动装置、传动机构中工作不正常的范围,从而找出故障部位。

二、操作步骤

运用断电查线法查找故障点,并排除故障。

(1)看懂工作原理,根据原理图中的元器件编号和导线编号在控制箱内找到对应的元器件及其连接导线,然后按照下列步骤即可又快又准地找到故障。

(2)合上电源开关 QF,看电源指示灯 FR(红灯)是否发光,如果红灯不亮,则 A-QF-A1、FU1-A2-FU4-1-HR-4-FU5-C2-FU3-C1-QF-C 线路存在故障,用万用表的电阻挡查找断路点(查找前必须断开电源开关 QF),并排除故障。(注意:使用万用表的电阻挡时,两表笔不能跨接电源,应从 A1 沿支路查找到 C1,否则会烧坏万用表,如图 1-1-1 所示;若两点间有并联电路,在测量一路电阻时,其余并联的电路应予以断开)

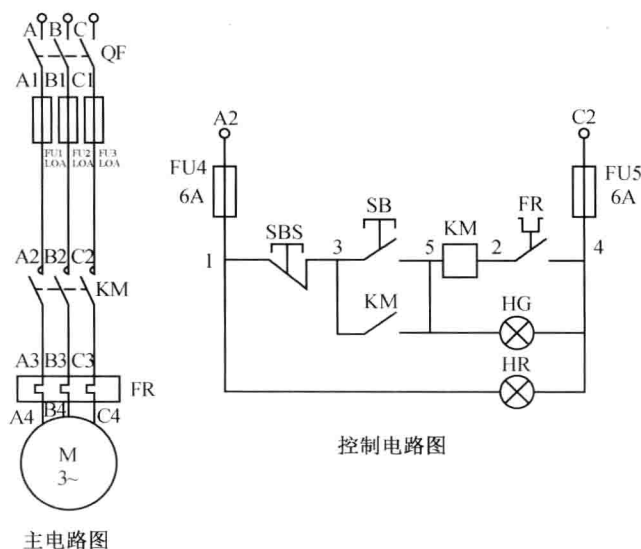


图 1-1-1 交流磁力启动箱的原理图

如果红灯亮,就按下启动按钮 SB,看工作指示灯 HG(绿灯)是否发光,同时听交流接触器动铁芯是否吸合,电机是否运转。

①如果绿灯发光,接触器动铁芯不吸合,则支路 5-KM-2-FR-4 存在故障,因为接触器线圈 KM 电阻比较大,需用万用表电阻挡 $R \times 1k$ 来查找断路点,并排除故障。

②如果绿灯不发光,接触器动铁芯也不吸合,则故障最可能发生在线路 1-SBS-3-SB-5 上,如果没查到故障,则线路 5-HG-4 和线路 5-KM-2-FR-4 都存在故障。

③如果绿灯不发光,接触器动铁芯吸合,则线路 5-HG-4 存在故障。

④如果绿灯发光,接触器动铁芯也吸合,但只能点动(即按下启动按钮 SB,电机转动,松开启动按钮 SB 电机停转)则线路 3-KM-5 出现故障,即接触器辅助触点所在的线路开路。

⑤如果按下启动按钮 SB,电机转速很慢,或者不转动,并且嗡嗡响,则出现断相现象,故障点可能发生在线路 A2-KM-A3-FR-A4、C2-KM-C3-FR-C4 或者 B-QF-B1-FU2-B2-KM-B3-FR-B4 上,或电机内部。



⑥如果按下启动按钮 SB 电动机能够正常运转,再按下停止按钮 SBS,看电动机能否停止转动,若不能停止转动,则停止按钮存在故障。

任务二

运用带电查线法寻找故障点并排除故障



一、概述

交流磁力启动箱实物安装如图 1-2-1 所示。

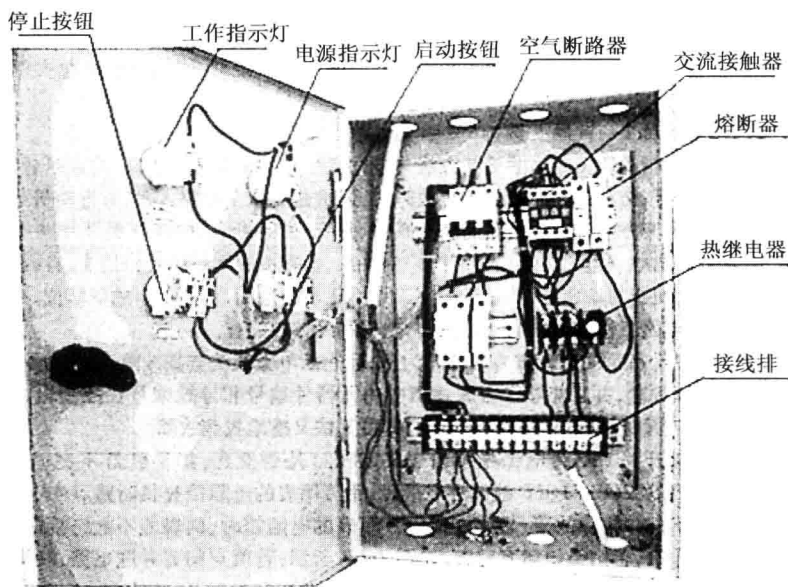


图 1-2-1 交流磁力启动箱实物安装图

二、操作步骤

交流磁力启动箱工作原理如图 1-1-1 所示:先合上电源开关 QF,这时,电源指示灯红灯 HR 亮。当按下启动按钮 SB 时,接触器 KM 线圈通电,使其主电路中的主触点 KM 闭合,电动机 M 接通电源并运转,同时工作指示灯绿灯 HG 亮,与启动按钮 SB 并联的接触器辅助触点 KM 闭合实现自锁,以保证松开启动按钮 SB 以后,接触器线圈继续通电,电动机仍然保持运转状态。要想使电动机停转,只需按下停止按钮 SBS,切断控制线路,接触器 KM 线圈失电,动铁芯自动复位,串联在主电路中的主触点和控制电路中的辅助触点 KM 均被分断,所以松开停止

按钮 SBS 后,接触器线圈仍不会通电,使电动机不能自行启动。如需电动机再次启动,则需重新按下启动按钮 SB。

该电路对电动机具有短路、过载和欠压三重保护作用。如果电路发生短路,熔断器熔丝熔断,切断主电路和控制电路,从而使电动机自动脱离电源,实现短路保护。如果电动机长时间过载,热继电器的动断触点将会分断,切断控制电路,从而使电动机自动脱离电源,实现过载保护。如果电网电压严重下降或消失,动铁芯释放,主电路和控制电路均被切断。电网电压恢复后,必须再按启动按钮复位闭合,否则电动机不会由于电压恢复而自行启动,因此实现了欠压保护。

任务三

磁力启动器控制线路装配、调试

一、概述

通过对机组自动切换控制线路的安装与接线,可以进一步熟悉各种电器器件的结构及工作原理,熟悉电路的结构及故障查找的方法。

二、操作步骤

(1) 电器器件的安装与布置必须做到便于接线和布线,便于拆装。

(2) 无特殊要求时,继电器、接触器一般都为立式安装,不得左右、前后倾斜或倒装。

(3) 继电器、接触器线圈的电压和触头额定电流要与电路的电压和电流相符。

(4) 线路中开关的容量、导线的截面积、热继电器的规格及整定值、熔断器的容量及时间继电器的整定值都要符合电路的要求。

(5) 连线要横平竖直,尽量避免交叉。布线要美观,便于检查。在一个接线端的连线最多不超过三个接头。图 1-3-1 为三相异步电机正反控制电路实物接线图。

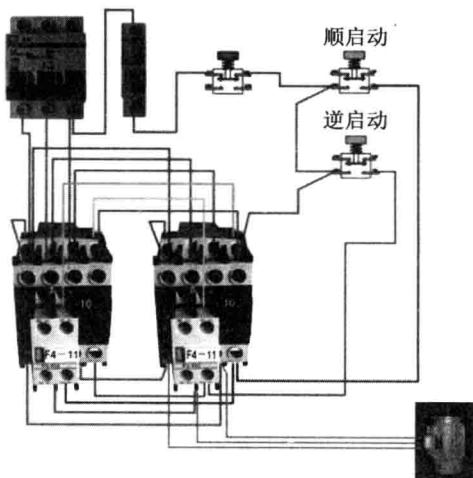


图 1-3-1 三相异步电机正反控制电路实物接线图



项

目二

电子控制线路识图、器件识别 与功能测试、焊接与装配

任务一

简单电子控制线路识图 II

一、概述

电子电路具有很强的规律性,不管多复杂的电路都是由几个单元电路组成的。如果将这些构成复杂电子线路图的最基本电路定义为基本单元电路,那么,只要掌握了这些最基本的单元电路,任何复杂的电路都可以看成是这些单元电路的组合。最常用的基本单元电路是电源电路,船舶电子设备中还常用驱动电路、运算放大电路、集成电路、微处理电路等。

二、电源电路的功能与组成

每个电子设备都有一个供给能量的电源电路。电源电路有整流电源、逆变电源和变频器三种。常见的家用电器中多数要用到直流电源,直流电源的最简单的供电方法是用电池。但电池有成本高、体积大、需要不时更换(蓄电池则要经常充电)的缺点,因此最经济可靠而又方便的方法是使用整流电源。

电子电路中的电源一般是低压直流电,所以要想从 220 V 交流电变换成直流电,应该先把 220 V 交流电变成低压交流电,再用整流电路把它变成脉动的直流电,最后用滤波电路滤除脉动直流电中的交流成分后才能得到直流电。有的电子设备对电源的质量要求很高,所以有时还需要再增加一个稳压电路。

开关型稳压电由于其功耗小、效率高、体积小、重量轻、稳压范围宽等特点,得到广泛应用。

任务二

电子元器件的功能测试

一、概述

电路板和元器件的功能测试是通过检测器件的输入输出关系来判断器件的好坏。常见的元器件检测方法有在线测量、非在线测量和代换法。由于电路板上的电子元件在回路中,常需要根据电路原理,通过测试器件管脚的电位信号来判断其好坏。

二、操作步骤

(1)非在线测量是指在电路板维修未焊入电路时,通过测量其各引脚之间的直流电阻值与已知正常同型号电路板维修各引脚之间的直流电阻值进行对比,以确定其是否正常。

(2)在线测量是指利用电压测量法、电阻测量法及电流测量法等,通过在电路上测量电路板维修的各引脚电压值、电阻值和电流值是否正常来判断该电路板维修是否损坏。

(3)代换法是指用已知完好的同型号、同规格电路板维修来代换被测电路板维修,可以判断出该电路板维修是否损坏。

(4)分隔测试法又称电路分割法,是把电子设备内与故障相关的电路,合理地、一部分一部分地分隔开来,以便明确故障所在的电路范围的一种故障检查方法。该法是通过多次的分隔检查,肯定一部分电路,否定一部分电路,这样一步一步地缩小故障可能发生的所在电路范围,直至找到故障位置。

(5)信号注入法:此法是使用外部信号源的不同输出信号作为已知测试信号,并利用被检



电子设备的终端指示器表明测试结果。检查时,根据具体要求,选择相应的信号源,获得不同指标的已知信号;由后级向前级检查,即从被检设备的终端指示器的输入端开始注入已知信号,然后依次由后级电路向前级电路推移。

三、常见电路板维修的检测

(1)微处理器电路板维修的检测。微处理器电路板维修的关键测试引脚是 VDD 电源端、RESET 复位端、XIN 晶振信号输入端、XOUT 晶振信号输出端及其他各线输入、输出端。测量这些关键脚对地的电阻值和电压值,看是否与正常值(可从产品电路图或有关维修资料中查出)相同。不同型号微处理器的 RESET 复位电压也不相同,有的是低电平复位,即在开机瞬间为低电平,复位后维持高电平;有的是高电平复位,即在开关瞬间为高电平,复位后维持低电平。

(2)开关电源电路板维修的检测。开关电源电路板维修的关键引脚电压是电源端(VCC)、激励脉冲输出端、电压检测输入端、电流检测输入端。测量各引脚对地的电压值和电阻值,若与正常值相差较大,在其外围元器件正常的情况下,可以确定是该电路板维修已损坏。内置大功率开关管的厚膜电路板维修,还可通过测量开关管 C、B、E 极之间的正、反向电阻值来判断开关管是否正常。

(3)伺服放大器电路板维修的检测。用万用表直流电压挡,测量运算放大器输出端与负电源端之间的电压值(在静态时电压值较高)。用手持金属镊子依次点触运算放大器的两个输入端(加入干扰信号),若万用表表针有较大幅度的摆动,则说明该运算放大器完好;若万用表表针不动,则说明运算放大器已损坏。

(4)工控电路板维修的分隔检测:在把工控电路板与故障相关的电路,合理地、一部分一部分地分隔开来,以便明确故障所在的电路范围的一种故障检查方法。这样通过多次的分隔检查,肯定一部分电路,否定一部分电路,这样一步一步地缩小故障可能发生的所在电路范围,直至找到故障位置。

任务三

简单电子控制线路的功能测试 II

一、概述

每个电子设备都有一个供给能量的电源电路。电源电路有整流电源、逆变电源和变频器三种。

二、操作步骤

1. 电源电路读图要点

先按“整流—滤波—稳压”的次序把整个电源电路分解开来,再弄清主电路和辅助电路以及主要元件、次要原件等。读图过程中注意积累一些习惯画法及简化法。

2. 放大电路的分析要点

无论放大电路的组态如何,其目的都是让输入的微弱小信号通过放大电路后,输出时其信号幅度显著增强。读图时要注意:

(1)在逐级分析时要区分开主要元器件和辅助元器件。放大器中使用的辅助元器件很多,如偏置电路中的温度补偿元件,稳压稳流元器件,防止自激振荡的防振元件、去耦元件,保护电路中的保护元件等。

(2)在分析中最主要和困难的是反馈的分析,要能找出反馈通路,判断反馈的极性和类型,特别是多级放大器,往往以后级将负反馈加到前级,因此更要细致分析。

(3)一般低频放大器常用 RC 耦合方式;高频放大器则常常是和 LC 调谐电路有关的,或是用单调谐或是用双调谐电路,而且电路里使用的电容器容量一般也比较小。

(4)注意晶体管和电源的极性,放大器中常常使用双电源,这是放大电路的特殊性。

放大电路的作用是实现对微弱小信号的幅度放大,单凭晶体管的电流放大作用显然无法完成。必须在放大电路中设置直流电源,使其保证晶体管工作在线性放大区。

任务四

电路板、电子元器件的焊接与装配

一、概述

电子线路板的安装一般按先大后小的原则,即先安装变压器、散热器、电位器、开关、大电容等器件,后安装与焊接小型电阻和电容等,最后安装与焊接小型二极管、三极管及集成电路等。

焊接工艺主要有以下几种。

(1)焊料与焊剂。焊料用焊锡丝。焊剂用松香或松香水(松香水的配方是:20%的松香粉末加80%的纯酒精),绝对禁止用氯化锌、盐酸、焊油等酸性焊剂。因为使用酸性焊剂日久会使元件锈蚀损坏、元件引脚霉断等。

(2)元器件的清洁处理。元器件的焊接一定要防止虚焊,产生虚焊的主要原因是焊接面不干净。焊前要仔细检查焊接面(包括印刷线路板的焊接处、元器件的引脚等),不干净时,用小刀、细砂纸除去焊接面上的漆膜、油污、氧化物等直到露出纯金属,随后马上烫上松香,再用



电烙铁烫上一薄层锡。清理焊接面是防止虚焊相当关键的一道工序。

(3) 电烙铁的使用。焊接小功率半导体器件用 20 W 的电烙铁, 焊接粗导线、金属底盘时用 75 W 或 100 W 的电烙铁。烙铁头要保持清洁, 随时清除上面的氧化物。焊接时电烙铁要有足够的温度, 焊锡与被焊的元件要充分融合, 焊点要光洁, 焊点上不宜堆积焊锡太多。焊接时避免烙铁头在元件上停留时间过长, 以免烧坏元件。对怕热的元件(如半导体器件)焊接时要用金属镊子夹住元器件的引脚, 帮助散热。焊接低压半导体器件和绝缘栅场效应管时, 电烙铁的金属外壳要可靠接地或用电烙铁的余热焊接。

二、操作步骤

(1) 测量电子元器件, 确保元器件符合要求。

(2) 整理工具及电路板。

(3) 依据电路图进行固定、排列电子元器件, 焊接点要防止虚焊, 焊点要光洁, 焊点上焊锡不宜堆积太多。

(4) 依据电路图进行连接, 要求连线平整、美观。

(5) 检查并进行通电测试。

电路图如图 2-4-1 所示。

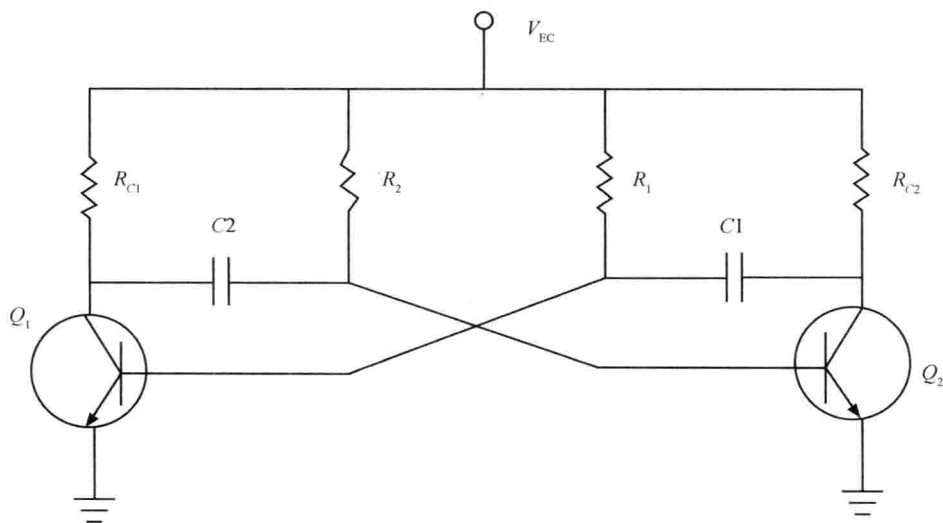


图 2-4-1 多谐振荡电路

项

目三

船舶电力系统的继电保护及主要故障的判断和排除

任务一

自动空气断路器的维护和主要故障的判断及排除 II

一、概述

自动空气断路器也称自动空气开关,船舶电站主开关多采用框架式,配电开关多采用塑壳式。框架式自动断路器,在正常运行时作为接通和断开主电路的开关电器,在负载不正常运行时对主电路进行过载保护、短路保护和失电压保护、欠电压保护,自动断开电路。所以,框架式自动空气断路器既是一种开关电器,又是一种保护电器。

框架式自动空气断路器一般包括:触头系统、灭弧装置、自由脱扣机构、合闸操作传动机构和脱扣器(失压、分励、过流脱扣器),有的还具有锁扣装置。图 3-1-1 为框架式自动空气断路



器的方框图。

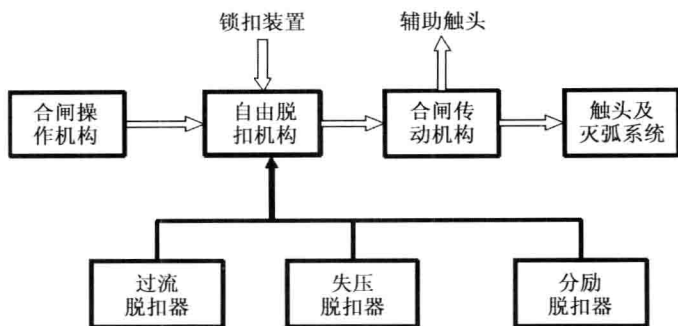


图 3-1-1 框架式自动空气断路器方框图

框架式自动空气断路器的结构分为固定型和抽屉型两类:固定型中,主电路及控制电路的连线直接接在开关本体上;抽屉型开关结构,分为本体和框架两部分,电路连线接在框架上,再通过框架和本体之间的接触连接送入本体部分。后者的优点在于可以在汇流排不断电的情况下(发电机主开关一侧是连在汇流排上的),将开关本体部分抽出进行维修。但要注意,只有在开关已经断开时才可抽取开关本体。

二、操作步骤

1. 框架式自动空气断路器主要故障的判别和排除

(1) 合不上闸的原因。

(2) 误跳闸的原因。

(3) 脱不开闸的原因。

参考表 3-1-1 可以判别和排除框架式自动空气断路器常见的故障。

表 3-1-1 空气断路器常见故障与处理方法

故障现象	故障原因	处理方法
合不上闸	①失压脱扣器不动作 ②过电流脱扣器失调(动作值太小) ③脱扣机构磨损严重,钩不住 ④热脱扣器动作后没有复位	①检查失压脱扣线圈是否断路,若断路应修复或换新;检查脱扣按钮接触是否良好;辅助开关与线圈串联的触点接触是否良好;保险丝是否烧断 ②校正、调整到规定值 ③修理脱扣机构或换新 ④停几秒,待热元件复位
误跳闸	①失压脱扣器的脱扣钩握持不牢 ②失压脱扣线圈串联电阻过大 ③失压脱扣器反作用弹簧拉力过大 ④过电流脱扣器失调(动作值太小) ⑤人员误碰、误操作或受机械外力振动	①检查脱扣机构 ②检查串联电阻及连线是否良好 ③检查、调小弹簧拉力 ④校核、调整到规定值