

船舶工人培训丛书

高级船舶电工操作技能

渤海船舶重工有限责任公司 编



哈尔滨工程大学出版社

责任编辑/田宝荣 封面设计/李晓民

船舶工人培训丛书

CO₂ 气体保护半自动焊工艺基础

船舶概论

高级船舶钳工工艺学

高级船舶电工基础

船舶电气设备及自动控制

初级船舶除锈涂装工艺学

船厂工人实用英语(丛书)

高级船舶管系工操作技能

高级船舶钳工操作技能

高级船舶焊接工操作技能

高级船舶电工操作技能

高级船体装配工操作技能

船体制图

船体识图

ISBN 7-81073-224-2



9 787810 732246 >

ISBN 7 - 81073 - 224 - 2

U · 9 定价:21.00 元

高级船舶电工操作技能

渤海船舶重工有限责任公司 编

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级船舶电工操作技能/渤海船舶重工有限责任公司
编. —哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2001
ISBN 7-81073-224-2

I. 高... II. 渤... III. 船舶工程-电工技术
IV. U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 080280 号

内 容 简 介

本书是根据劳动部和原中国船舶工业总公司联合颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)船舶电工》中对高级船舶电工的要求编写的。主要内容有: 船舶自动电站控制系统、主机遥控系统、船舶报警系统、舵机控制系统、船舶辅助组合锅炉控制系统、焚烧炉控制系统、船用大功率主变流机组控制系统、PLC 可编程控制器及晶闸管整流技术等。各部分内容均由构造及功能、工作原理、调试和经验、故障及排除等组成。

本教材可供高级船舶电工培训和考核使用, 也可供相关专业的工程技术人员参考。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新华书店经销
哈尔滨工程大学印刷厂印刷

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 15.5 字数 374 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3 000 册

定价:21.00 元

本书编委会名单

主任委员：贺荣光

副主任委员：高文峰

主 编：杨石林

副 主 编：高永强 李 晶 吴家贵

编 写 组：赵志家 罗 环 曹 东 顾海滨

高 明 左国军 郭连武 李 岩

张彦双 史洪屿 秦国刚 王少刚

杨毅国 黄兆祥 邹鹏程 武心明

张爱国 武长杰 张步太 张德培

前 言

对企业而言,人数居多的技术工人是企业的主体,是生产第一线的主力军和骨干力量。技术工人队伍素质的高低,将直接关系到企业的生存和发展。在社会主义市场经济不断发展和完善的今天,拥有一支技术过硬、技艺精湛的技术工人队伍,是使企业获得经济效益、在激烈的国内外市场竞争中立于不败之地的重要保证。因此,强化技能培训、尽快提高技术工人素质,是培训工作的当务之急。

1994年以来,随着《中华人民共和国劳动法》和《职业教育法》的颁布和实施,我国各行各业都逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度,使我国的职业技能培训开始走上了规范化的轨道。为此,我们以国家劳动部和原中国船舶工业总公司在1997年12月颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范》中船舶行业工种的考核大纲为依据,逐步组织编写和出版一套船舶行业特殊工种的初、中、高级工的操作技能培训教材,以解决当前操作技能教材短缺的局面。

本套教材邀请了中国船舶工业集团公司和中国船舶重工集团公司所属有关船厂富有经验的工程技术人员、科技工作者及从事职工教育的同志作为编者,并对编写提纲作了广泛认真的调研和论证。在编写中坚持以提高工人实际操作技能和分析解决生产实际问题能力为原则,力求使相关工种在本岗位上既有一定的专业知识,又能达到具有熟练的操作技能;既能适应生产实际,又能为适应不断发展的造船技术奠定良好的基础。在教材内容上充分体现了我国当前所采用的先进的造船方法、技术和工艺,具有较好的实用性;在紧密联系船厂实际的同时,也充分考虑了各船厂在产品结构及工艺上的不一致性,力求满足不同地区、不同船厂的不同需求。

对我们来说,编写船舶工人操作技能培训教材还是首次,虽然我们尽力做到精心组织、认真编写和出版,亦难免存在不足和缺点。希望广大从事职工教育的同志和读者,在教和学的过程中能发现问题并及时和我们联系,以便再版时修订,使之更加完善、更具有实用性。

船舶工业教材编审室
哈尔滨工程大学出版社
2001年7月

编者的话

新中国成立以来,特别是十一届三中全会以来,我国船舶工业得到飞速发展,造船工人队伍随之不断壮大,而技术工人的素质也正在提高。

但是,目前技术工人,特别是高级工的队伍还远远不能满足造先进船舶的要求。如果没有一支强大技术工人队伍,就很难在世界日趋激烈竞争的造船市场中站稳脚跟、跨步前进。正基于这一点,原中国船舶工业总公司召开多次专家研讨会,讨论如何对技术工人进行全面的理论和实际操作技能培训。

为了适应当前市场形势要求和技术工人队伍状况,造船行业正展开对技术工人进行培训工作。为了帮助企业教育工作者做好职工培训、提高培训质量,为了给高级工技术培训对象提供自学参考书,我们受上级部门委托,根据原中国船舶工业总公司和国家劳动部颁发的《工人技术等级标准(高级工)》(船舶工业)和《中国船舶工业总公司职业技能鉴定站评估标准》,编写了《高级船舶电工操作技能》。

本书在内容安排上,力求做到理论和实际操作相结合,将理论知识和技能训练融汇在一起,按各系统的难易程度、由简到繁、由浅入深进行了编写。本书由八章组成。每章都分为典型原理阐述、调试经验、故障排除等部分。

我们抱着尝试、探索的目的来编写这本书,期望能为技术工人操作技能训练起到一点帮助作用。由于缺乏经验,本书一定会有不少错误和不足之处,恳请读者批评指正。

本书编委会
2001年7月20日

目 录

第一章 船舶自动电站控制系统	1
第一节 自动电站的构成及其功能	1
第二节 船舶同步发电机的保护及投入并联工作	2
第三节 船舶自动电站系统主要部分工作原理	7
第四节 自动电站调试方法及故障排除	65
第二章 主机遥控系统	72
第一节 主机遥控系统种类及其功能	72
第二节 启动逻辑回路	74
第三节 换向与制动逻辑回路	77
第四节 指令发讯及转速负荷控制回路	78
第五节 DENIS-1 主机遥控系统的一般调试程序	83
第六节 主机遥控系统故障分析(针对 5RTA52 机型)	91
第三章 船舶报警系统	96
第一节 SAU 的概要	96
第二节 SAU 的操作	102
第三节 机舱监测报警点的调试程序	105
第四节 报警调试过程中的故障排除	107
第五节 火警报警系统概述	107
第六节 火警探测回路	109
第七节 逻辑回路主机型火警报警系统操作	111
第八节 火警报警系统调试及故障排查	114
第九节 微电脑主机型火警报警系统操作	116
第十节 货舱抽烟报警系统	120
第四章 舵机系统的操作与调试	122
第一节 舵机的概述及基本作用原理	122
第二节 舵机各主要部件的作用	127
第三节 通电调试	141
第五章 船舶辅助组合锅炉	150
第一节 辅助锅炉检测与控制元件基本理论知识	150
第二节 船舶辅助锅炉系统的组成	154
第三节 锅炉系统控制逻辑图	164
第四节 锅炉系统的调试	165
第五节 锅炉常见故障分析与排除	168
第六章 焚烧炉控制系统	171
第一节 系统组成及主要功能	171

第二节	电器原理.....	173
第三节	系统调试.....	181
第四节	故障排除.....	197
第七章	船用大功率主变流机组系统.....	201
第一节	主变流机组控制的工作原理.....	201
第二节	主变流机组各种工况的操作.....	209
第三节	主变流机组的调试.....	211
第八章	PLC 可编程控制器及晶闸管整流技术	222
第一节	PLC 可编程控制器硬件和软件及工作原理	222
第二节	PLC 可编程控制器的调试和故障排除	226
第三节	晶闸管整流电路在船舶中的应用.....	228

第一章 船舶自动电站控制系统

随着船舶自动化程度的不断提高,船舶电站自动化也必然由单一的就地控制发展到综合的集中的监控。由于船舶自动电站的广泛应用给船员操作带来了很大方便,也使船舶自动化等级由有人机舱发展为无人机舱。

第一节 自动电站的构成及其功能

船舶自动电站是现代船舶自动化程度不断完善的标志,是电子技术与精密机械相结合的产物,是现代高科技在船舶建造中的应用。

什么是自动电站系统?船舶电站都是由原动机、发电机、调压装置和配电板等几大部分组成,而自动电站是在一般电站基础上增加了由机算计集中监控和自动安全保护的系统。自动电站是一套控制比较复杂、专业技术性强的系统,是船舶动力系统的重要组成部分。自动电站系统的性能将反应船舶的自动化程度,因此船舶电站的系泊试验和航海试验在船舶电气试验中就更加重要。

一、自动电站构成

船舶自动电站一般由发电机组(包括原动机和发电机及控制设备)、主配电板(包括组合屏自动电站管理报警监控等)、应急发电机系统组成。自动电站的总体控制结构如图 1-1。

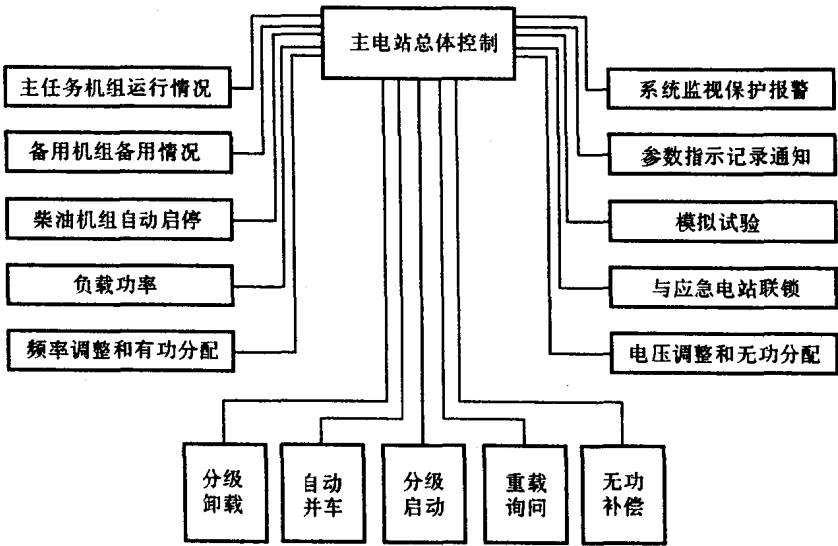


图 1-1 自动电站总体布置图

二、自动电站的功能

自动电站具有以下功能。

①对电气网络的各种电气参数和机械动力信号自动监测、记录、显示,且具有逻辑判断功能,从而控制发电机组的运行状态。

②发电机组的自动启动。

③发电机组自动接入电网(接到主配电板的汇流排上)。这是指汇流排不带电状态(包括短路故障后失电状态)。

④发电机组自动并车。

⑤发电机组自动调整电压,在并联运行时自动调整机组间无功功率分配。

⑥发电机组自动调整频率,而且在并联运行时自动调整各机组间有功功率分配。

⑦自动分级卸载。自动分级卸载是指电站超负荷时自动卸除一些非重要负载,可以实现多次卸载以适应不同程度的过载条件,保证对重要负载的连续供电。

⑧负载自动分级启动。负载自动分级启动有两种含义:一是指电网从断电状态恢复供电时,为限制过大的启动冲击电流,自动分级启动重要负载;二是指在保证不引起发电机组重新过载的前提下,自动分级卸载后被卸去的负载再次投入运行。

⑨电气及机械故障时自动保护。

⑩发电机组自动解列。发电机组并联运行且轻载状态下按确定顺序使运行机组逐台退出电网,直到其余运行机组脱离轻载状态为止。

⑪发电机组自动停机。发电机组的原动机的停机,分正常停机处理和紧急停机处理两种。

⑫主电站与应急电站供电的自动转换。

⑬具备模拟试验的功能。可以用模拟方式检测自动电站的各项功能。

⑭重载询问。重载询问是指在启动大容量用电设备(一般指大于发电机单机额定功率15%的负载)之前,自动检查电站中正在运行的发电机组是否能满足它的用电及启动要求。若负荷能满足要求则允许大负载立即启动,否则应先启动一台备用发电机使之并网后再允许它启动。

⑮自动无功补偿。自动无功补偿是指通过控制投/切电容器组,使负载的功率因数保持在较高的状态。

第二节 船舶同步发电机的保护及投入并联工作

一、发电机的保护

发电机是船舶电力系统的核心设备,保护发电机不受损坏是保护工作的重要内容。同步发电机的不正常运行情况主要有过载、电压不正常、频率不正常及在并联过程中出现的逆功率等。同步发电机的故障主要有外部短路、非同步并联合闸时或网络参数发生振荡时引起的严重过流等。各船级社规范要求船舶发电机应设过载保护、外部短路保护、欠压保护及逆功率保护等。

同步发电机本身可能产生的故障有定子绕组的相间短路、单相匝间短路、单相接地、转

子绕组匝间短路、转子绕组一点或两点接地等。由于船舶发电机的电压不高,又实行定期检查绝缘,因此实践中这样的故障极少出现,通常也不设这方面的保护。当船舶采用高电压等级而选用高电压发电机时,我国海船建造规范则要求对高压发电机内部绕组出现的故障进行保护。起保护作用的是使发电机断路器脱扣,并对发电机进行灭磁。下面主要介绍低压发电机的保护。

1. 过载保护

发电机的过载有电流过载和功率过载两种,分别指运行发电机的输出电流和输出有功功率超过其额定值。若电压为常数,有功功率正比于电流 I 和功率因数 $\cos\varphi$ 的乘积,而 $\cos\varphi$ 小于或等于 1,所以,有功功率的过载必定意味着电流过载。仅电流过载时不一定伴随功率过载。因为 $\cos\varphi$ 可能接近于 0,尽管电流 I 很大,但 $I\cos\varphi$ 不大。 $\cos\varphi$ 很小意味着电流以无功性质为主。无论电流过载还是有功功率过载,对发电机组都是不利的。长期电流过载会使发电机过热,引起绕组老化和损坏,降低发电机的寿命。功率过载还会影响原动机寿命或部件损坏。

对发电机过载采取的保护要兼顾两个方面。一是保护设备不受损坏,二是要尽量保证系统不中断供电。所以,根据发电机组对过载有一定的承受能力这个前提,通常采用带延时的保护动作,即延时切断发电机主电路。

对于电流过载,发电机出厂时允许的安全运行的极值为 1.1 倍额定电流下运行 1 小时而不过温升限度,1.5 倍额定电流下允许运行 2 分钟,3 倍额定电流下允许运行 2 秒。对于功率过载,则主要考虑原动机的承受能力,如柴油机出厂时允许安全运行的极限值为 1.1 倍额定功率下运行 1 小时。这些是实现延时保护的必要条件。

从电力系统运行情况来看,也要求发电机过载保护具有延时特性。例如,大电机启动或多台电动机同时启动时,可能会引起发电机暂时性电流过载,这时尽管电流超过了发电机过载保护的整定值,但过载保护是不应该动作(切断电流)的。具有延时特性的过载保护就能很好地区别过载信号是持续的还是暂时的,从而作出不同的反应。过载信号启动了过载保护的延时机构,在延时期内,若过载信号消失,过载保护自动复位(返回);当过载信号持续,延时到允许时间后,保护动作,切断电路。又如,远离发电机的线路发生短路故障时,也将启动发电机过载保护,但根据电网保护的选择性要求,应由离短路点近的下端短路保护先动作,使切断的电路最少。由于发电机过载保护的延时特性,使这种保护的配合得以实现。

当发生持续过载时,发电机过载保护虽有延时,但到延时时间后仍要动作,从而使系统中断供电。要使发电机不中断供电且避免过载的一种较好做法就是:当出现过载信号时,首先考虑切除电网中正在运行的一些次要负载,使发电机脱离过载状态(使启动的过载保护得以返回),从而保证电站对重要负载的连续供电。这种处理办法叫做“自动卸载”,国外称优先脱扣。这种办法也必须与发电机过载保护的延时特性配合才能实现。根据负载的重要程度及工作特点分类,可以实现多次自动卸载,也叫分级卸载。对于自动化程度较高的电站,除了具有自动卸载装置外,通常还具有在保证不引起过载的前提下重新自动投入的装置。

过载保护根据电流信号整定。保护的启动电流 I_r 应大于发电机额定电流 I_n 。为保证保护的可靠性,使保护装置能可靠地返回,保护的返回电流 I_r 也应大于 I_n ,即

$$I_r > I_n \text{ 或 } I_r = KI_n$$

其中 K 为可靠系数, $K > 1$ 。

根据返回系数 K_r 的定义,有

$$K_r = I_r / I_s$$

于是,启动电流为

$$I_s = (K/K_r) I_n$$

其中可靠系数 K 取值范围为 $1 \sim 1.2$, 返回系数 K_r 取值范围 $0.8 \sim 0.9$ 。于是

$$I_s = (1.1 \sim 1.5) I_n$$

当取 K 值越小或越大时, I_s 就越小, 保护就越灵敏。因此, 对只用于报警信号或用作自动卸载、自动启动备用发电机组的启动信号的整定时, K 可取的小些, 以提高其灵敏性; 对用于发电机主开关跳闸的过载保护的整定, K 要取得大些, 以保证其可靠性。

过载保护的延时整定, 主要考虑躲开电动机启动电流, 一般电动机的启动时间为 $5 \sim 10$ 秒。所以, 保护延时范围为 $10 \sim 20$ 秒。对于无自动卸载装置的发电机过载保护, 通常整定启动电流为 $125\% \sim 135\% I_n$, 延时 $15 \sim 20$ 秒动作。对于有自动卸载装置的发电机, 通常整定为 $95\% \sim 110\% I_n$ 时, 延时 $5 \sim 10$ 秒, 自动卸载装置动作也称预报警。通常整定为 $125\% \sim 150\% I_n$ 时, 延时 $10 \sim 20$ 秒, 过载保护装置动作, 使发电机主开关跳闸。

2. 发电机外部短路保护

发电机外部短路故障的短路点涉及面广, 包括了整个电网和负载部分。故障形成的短路电流通常大大超过发电机的额定电流, 对发电机及电网都会造成巨大的破坏作用。所以, 必须设置发电机外部短路保护, 而且在保护选择性的基本要求方面要与负载及电网的短路保护相配合, 达到保护设备的安全, 又最大限度地保证供电的可靠性的目的。

(1) 短延时保护

当远离发电机或主配电板汇流排的某处短路时, 应由离短路点最近的保护装置动作。这样, 被切除的电路最少, 使电网其余部分能继续正常运行。因此, 发电机的短路保护动作需要有一定的延时, 通常叫“短延时”。发电机短延时保护的整定须满足以下条件。

①整定电流(保护启动电流)应小于发电机的最小稳态短路电流。

②整定电流应大于下端保护(如主配电板上配电开关的短路保护)的短延时或瞬时保护的整定电流。

③考虑发电机和电网所能承受的短路强度, 使延时时间最小。

④延时时间应与下端保护的延时协调一致。

通常, 发电机短延时保护的启动电流不大于 80% , 延时时间在 0.6 秒以下。

(2) 特大短路瞬时保护

《钢质海船入级与建造规范》第四章 2.3.5.1 条还规定: “在可能有 3 台及以上发电机并联运行的情况下, 还应设有瞬时脱扣器, 并应整定在稍大于其所保护发电机的最大短路电流值时断路器瞬时分断”。这是因为当其中一台发电机出线端到短路器之间范围内发生短路时, 希望只切除故障发电机, 而使其他发电机继续运行。这种情况下, 故障发电机的断路器将流过比单台发电机最大短路电流的 2 倍还要多的短路电流。并联的发电机数量越多, 短路电流就越大; 反之, 当只有两台发电机并联运行时, 则不能确保这种保护可靠动作, 所以规范没有要求。上述情况通常称为特大短路瞬动保护, 其整定须满足以下条件。

①在主汇流排或远离汇流排的负载端发生短路时, 应不动作。

②在发电机出线端短路, 由其他并联运行的发电机及运行的负载电动机提供短路电流时, 应可靠动作。

③瞬动整定值须小于发电机主开关允许的短时电流值。

通常,设定的保护启动电流为 $(5 \sim 15)I_n$,或单台发电机最大推算短路电流的120%,瞬时动作。由于空气断路器分断电路的动作仍需要一定的时间,因此,所谓保护的瞬时动作实际仍有一个不大的延时,约在0.1秒以下。

3. 发电机的欠压保护

《钢质海船入级与建造规范》第四章2.3.5.4条还规定:“并联运行的发电机应设有欠电压保护并能满足如下要求。

①用于避免发电机不发电时,而断路器闭合时,应瞬时动作。

②当电压低至额定电压的70%~35%时,应经系统选择保护要求的延时后动作。”

欠电压保护通常由空气断路器中的失压脱扣器来实现,通过电容放电得到需要的时间。要注意欠电压保护与发电机短延时保护动作的协调。当在主配电板附近发生短路故障时,将会出现很大的瞬时电压降,这时应由短路保护动作,而欠压保护应延时躲过这段时间。发电机短路保护的短延时时间通常在0.6秒以下,所以,欠压保护的動作延时应大于0.6秒。

4. 发电机逆功率保护

发电机在并联运行过程中,某发电机原动机故障(如柴油机被中断供油),发电机将由向电网输出有功功率的状态改变成吸收电网的有功功率状态。即由发电状态变为电动状态,这种现象称为发电机逆功率运行状态。逆功的出现不但破坏了原并联发电机输出功率的正常分配关系和电力系统的稳定运行,而且对逆功机组的原动机造成破坏作用。因此,要设置发电机逆功率保护。另一方面,当发电机投入并联时,可能会出现某台发电机的暂时的少量的逆功率现象这属于正常现象。因此,逆功率保护要规定保护的启动值及保护动作的延时时间。

保护启动值是根据机组从输出功率变成消耗功率状态所消耗的功率大小来决定的即根据发电机及原动机的机电损耗来决定的,所以与原动机种类有密切关系。当原动机是柴油机时,通常整定启动值范围为发电机额定功率的8%~15%;当原动机是汽轮机时,为2%~6%。

延时时间在3~10秒范围内。通常保护特性具有反时限特性,如逆功10%时延时10秒,逆功50%时延时1秒,逆功100%时瞬动。

发电机逆功保护通常由逆功率继电器来检测逆功率,并且具有延时功能,配合发电机主开关的失压脱扣器来实现保护动作。规范要求当供电电压下降到50%的额定值时,逆功率保护不应失效,但动作值可以有所改变。

二、发电机投入并联工作

通常船舶主电站由两台或两台以上型号、规格相同的发电机组成。为满足用电需要,保证运行的经济性,船舶在不同的运行状态时,有的需要运行一台发电机,有的需要运行多台发电机。多台发电机并联运行状态的实现方法是,第一台发电机启动后无条件接入电网,从第二台发电机起,依次启动,必须“投入并联”的操作接入电网。“投入并联”也叫“并车”。在这里主要讨论两台发电机并联的情况,即其中一台已运行的发电机代表电网,另一台待并联,投入并联的操作就是针对待并发电机而言的。

投入并联的操作不仅用于多台发电机并联供电的运行状态,对只要单机供电的运行状态,甚至对于只要单机供电的电站,也需要投入并联的操作。这主要是考虑电站工作时,有时要用备用发电机替换运行发电机。在这种情况下,为保证连续供电应先将备用发电机投

入并联,再转移负载,最后使原来运行的发电机退出电网和“停车”。因此,尽管投入并联的操作过程很短暂,但它是一般电站不可缺少的。投入并联操作不当会引起严重后果,所以无论是电站设计还是运行管理都必须重视这一问题。

多台同步发电机并联供电时,在每一台发电机投入并联成功后,还要考虑如何使并联的发电机稳定运行。

交流同步发电机的输出电压波形条件已由发电机制造厂保证,在发电机输出三相电压的相序条件已由电站安装调试时保证的前提下,投入并联必须满足以下条件。

①待并发电机输出电压幅值与电网电压幅值相等。

②待并发电机输出电压的频率与电网频率相等。

③待并发电机输出电压的相位与电网电压的相位相等。简言之,要求两发电机的电压瞬时值完全相等。

1. 手动准同步方法

由操作人员观察仪表、指示器并相应手动调整有关参数,使待并发电机满足准同步并车三条件,并在适当时刻完成待并发电机接入电网(待并发电机主开关闭合,也叫合闸)的操作叫做手动准同步并车(操作),具体并车步骤:

第一步,启动待并发电机,使发电机建立电压和频率。

第二步,观察电压表。电压表有两个,一个是待并发电机输出电压,另一个指示电网(汇流排)电压。判断两电压指示的电压偏差是否在 $\pm 10\%$ 以内,若两者偏差过大,则应手动调整待并发电机调压器的有关旋钮使待并发电机电压接近电网电压。

第三步,观察频率表。频率表有两个,作用与第二步类似,判断频率偏差是否在 $\pm 1\%$ 以内。若偏差过大,则应手动调整待并发电机的原动机转数。

实船操作时,在并车前电网通常有负载。为使并车较为顺利,待并发电机在并车过程中不应增加电网的负担。因此,调整待并发电机的参数时,通常使待并发电机的电压略大于电网电压,待并发电机频率略大于电网频率。

第四步,检测相位差。检测相位差有两类指示器。一类为指示灯。指示灯分两种接线,即灯明暗法和灯光旋转法。另一类指示器是同步表,也叫整步表或同步指示器。

2. 自动准同步原理

准同步法并车的优点是合闸准确度高,不需要附加诸如并车电抗器等辅助设备。缺点是人工操作难度大,因此准同步法用于全自动的并车装置是适宜的,可以使并车准确、快速可靠,体现自动化的优越性。

自动准同步并车装置应具有以下基本功能。

①检测准同步并车的条件是否满足。

②条件满足时,允许发合闸指令,合闸指令应含有适当提前量。若三条件中有一条不满足时,有“闭锁”功能,不允许发出合闸指令。

③当频率条件不满足时,应能根据频率差的方向及大小,将待并发电机组发出调整信号,使频差减少,直到满足并车的频率条件。

④当电压条件不满足时由发电机自动电压调整装置进行自动调整,所以并车装置可省去调压功能。

⑤相角条件是动态条件,不满足要求时不必调整,只需“等待”一段时间。因为 $\Delta f \neq 0$ 的条件下,相角差 δ 是周期性变化的。注意 $\Delta f = 0$ 时, δ 不变化; Δf 很小时, δ 的变化很慢。

这些都不利于快速并车,所以,实际调频时,希望在频率条件允许范围内有较大的 Δf 值。在这样的频率条件下,检测相角条件就是要“捕捉”一个适当时刻(含提前量)发出合闸指令。

由于实际情况总与理想情况有差别,例如主开关实际动作时间的离散性(与其固有动作时间有偏差)、存在 Δf 的变化率及测量误差等,最终使合闸瞬间存在相角差,但相角误差应小于 ± 15 度电角度。

根据交流电压的模拟信号来检测并车条件,实现自动并车操作的方法叫模拟量并车方法。利用计算机技术,根据数字信号实现的自动并车方法叫数字量并车方法。

第三节 船舶自动电站系统主要部分工作原理

船舶自动电站是实现无人机舱的必要条件之一,尽管自动电站设备厂家繁多,但其基本原理和主要功能大致相似。

一、主发柴油机的自动控制

柴油发电机组自动启动和停机是自动电站必须具备的功能。

1. 柴油机工作情况

船舶电站使用的柴油机相对于船舶推进用的主机而言为辅柴油机。辅机一般是中高速柴油机,转速范围(750~1 800)r/min。

通常柴油机有两种启动方式。一种是由蓄电池供电、直流电机作动力的电动启动方式,这种方式常用于启动小功率柴油机,应急电站中较普遍使用。另一种是由压缩空气作动力源的启动方式。

对于柴油机的启动还应了解以下概念。

①启动前的预润滑。柴油机自身的润滑油循环系统包括由自身运行的滑油泵、管路过滤器和冷却器等,在柴油机运行过程中能自行建立一定的滑油压力,保证自身的循环。但停机时滑油系统也停止工作,因此经较长时间停机后应有启动前的预润滑程序,以确保柴油机各个需要润滑的运动部位有足够的滑油避免干摩擦。

②启动时燃油控制。柴油机燃油的控制可用手柄(人工控制)和调速器(自动控制)双重控制。

③预热和暖机。柴油机从冷态下启动温度变化范围很大,为了防止各部分发热不均匀而产生过大的热应力,所以启动前对柴油机要进行预热,启动成功后要暖机。

④柴油机要停机时,一般只需切断燃油供给,机器就会自动停止。但要注意,不同型号的机器可能有不同的要求,有的机器不准许突然停机,而要求在中速下运行一段时间,使机器温度逐渐降低,然后才能断油停机。

2. 柴油机自动起、停装置应具备的功能

柴油机启动和停止的程序与柴油机的型式、启动方式、预润滑系统、预热系统及柴油机操作机构等有密切关系,所以其自动控制装置随船舶及机器的条件不同而有各种不同变化。柴油机自动起停装置应具备的一般功能有以下几种。

①应有“机旁”、“遥控”和“自动”三种操作方式的转换,并满足“机旁”优先于“遥控”,“遥控”优先“自动”的原则条件。

“机旁”是指在柴油机旁进行常规的手动操作。“遥控”是指机舱集控室或驾驶室控制站

发出起停止令后,有程序控制装置自动控制机器的起停。“自动”是指有自动电站的总体逻辑控制单元发送起停指令来自动操作。

②对自动启动的各种准备工作设置逻辑判断和监视。如确认有预润滑、预热,有足够的启动动力等。又如,判断本机处于静止备用状态时才允许启动。

③接受启动指令后,按设定程序启动。

④对于一次启动指令,可以允许进行三次启动。若三次启动均失败,则发出报警信号。每次接通电/气源的时间,一般限制在 5 秒左右。

⑤控制启动时的给油量。

⑥当柴油机点火成功,立即切断启动动力源。

⑦若需要有暖缸运行程序时,应将油门控制于“暖缸转速”,待时限到达后再加速。若允许直接加速,则可直接加大油门,使转速升到额定值附近。

⑧当转速上升到额定的 90% 时,可以认为启动加速的程序已经完成,自动切断预润滑系统,并经适当延时(约几十秒)后,接入对本机的滑油压力监视(因为柴油机自带的滑油泵使润滑系统建立必要的油压需要一定的时间)。柴油机所需要的其它监视,无需延时。

⑨接受停机指令后,按设定程序停机。停机完成后,发出停机信号,并应接通预润滑系统,为下次启动作准备。

⑩因柴油机自身故障而导致停机时,应发出“阻塞”信号,使自动启动控制失败,并发出声光报警。故障排除后,手动解除“阻塞”,才能恢复自动功能。柴油机的故障有启动失败、滑油压力低、冷却水温高、排烟温度高和超速等。

⑪最好具备模拟试验功能,通常用组合开关和指示灯来实现,便于管理人员维护。

柴油机自动启动程序框图如图 1-2 所示。

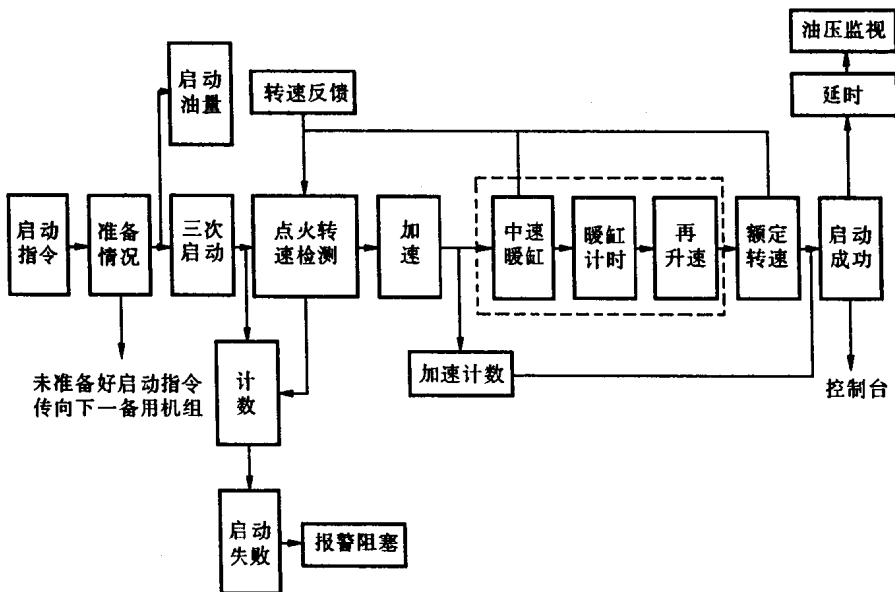


图 1-2 柴油机组自动启动程序框图