

库的温度高低进行控制,一般采用温度控制器控制电磁阀的接通和断开,使制冷剂的流动得到控制。为了提高冷藏效果,通常带冷风机的低温库还设有熔霜控制。

冷藏机的控制原则为:

- 蒸发盘管中的制冷剂介质压力应维持在某一范围,超过上限时压缩机应起动运行,低于下限时压缩机应停止。
- 压缩机应有制冷剂介质的高压保护,超过极限时压缩机应停止工作并报警,高压消失后只能手动开车。
- 冷藏库温度应维持在某一范围,超过上限时应接通电磁阀使制冷剂流动,低于下限时断开电磁阀使制冷剂停止流动。
- 压缩机应能进行自动-手动转换操作。
- 压缩机如有冷却水泵应与压缩机有联锁,以保证冷却水泵先起动建立水压后再起动压缩机;停止时先停压缩机后停冷却水泵。

冷藏机电力拖动继电器控制线路见图 3.2.3.2。

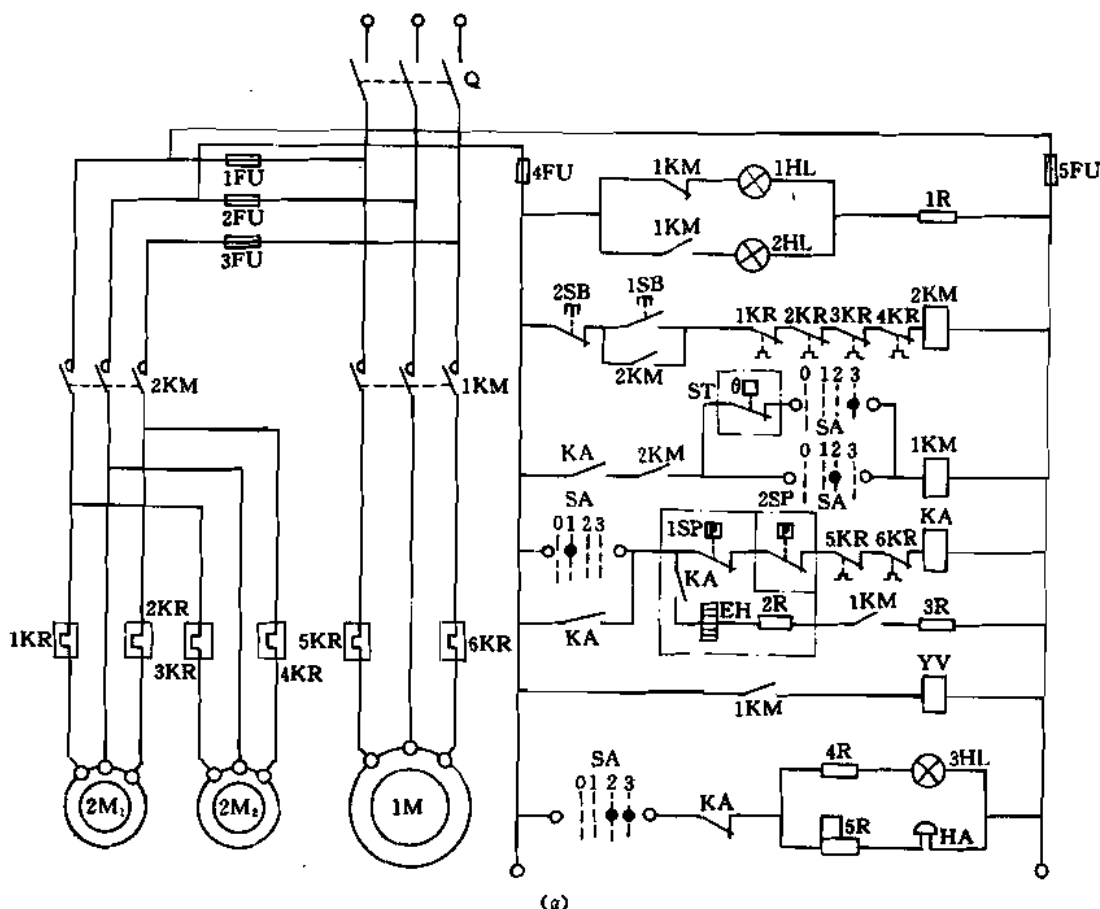


图 3.2.3.2 冷藏机电力拖动控制线路(XHH1-R11型)

船用冷藏机控制箱规格参数见表 3.2.3.2。

表 3.2.3.2 船用冷藏机控制箱规格参数

序号	冷藏机类型	控制箱型号	电动机功率/kW	电压/V	电流/A
1	往复式	XHH1-R1J	5.5	380	11
2	往复式	XHH1-R2J	4	380	9

## 2) 空调装置

空调装置由制冷压缩机、冷却水泵、淡水泵、加热器及冷风机等组成,比冷藏机复杂得多。空调制冷有直接蒸发式和间接蒸发式两种,前者外界空气直接与蒸发盘管或加热器进行热交换;后者则由被冷却或加热过的淡水与外界空气进行热交换,所以多了一套淡水泵系统,也称冷水泵。被冷却或加热过的空气由冷风机输送到各舱室,以调节舱室内的温度,要求高的还需对冷风机的风量进行调节。舱室温度的设定一般由温度控制器控制。

空调装置的控制要求在压缩机方面是基本一致的,所以冷藏机的控制原则适用于空调装置。此外,大型空调装置可能由两套以上机组组成,根据负荷情况调节投入工作的机组数量,使控制环节更趋复杂。

空调装置电力拖动继电器接触器控制线路见图 3.2.3.3。

船用空调装置控制箱规格参数见表 3.2.3.3。

表 3.2.3.3 船用空调装置控制箱规格参数

序号	空调装置类型	控制箱型号	电动机功率/kW	电压/V	电流/A	起动方式
1	32000~60000kcal/h	XHH1-K141J	13~22	380	50	直接
2	130000kcal/h	XHH1-K182J	40	380	100	直接
3	170000kcal/h	XHH1-K183J	55	380	100	降压
4	500000kcal/h		180	380	400	降压

## 3) 燃油辅助锅炉

燃油辅助锅炉是柴油机动力船舶上为供应船上工作与生活用蒸汽和热水的装置,一般需与给水泵、燃油泵及鼓风机(有时该两机械由一台电动机拖动)等协同工作。除了蒸汽需压力控制外,锅炉还需温度(燃料油加热)控制、液位(锅炉水位)控制、感光(点火)控制和比例(油量、风量)控制。

燃油辅助锅炉控制原则为:

- 锅炉水位应维持在一定范围,分双位、多位和连续控制,高于上限高度应停止供水,低于下限高度应供水,低于下极限高度应停止燃烧。
- 蒸汽压力应维持在一定数值,分双位控制和连续控制,超过极限数值应停止燃烧。
- 蒸汽温度应维持在一定数值,超过极限值应停止燃烧。
- 当采用重油、燃料油为燃油时,应维持燃油温度为一定数值,低于极限值应停止燃烧。
- 燃油泵鼓风机起动后(前扫气),应延时打开燃油供应电磁阀和接通点火装置,以防止初次点着燃油时可能发生的冷爆现象。
- 当点火不着或正常工作中途熄火后,经过一段时间延时(后扫气)后再停止燃油泵及鼓风机。

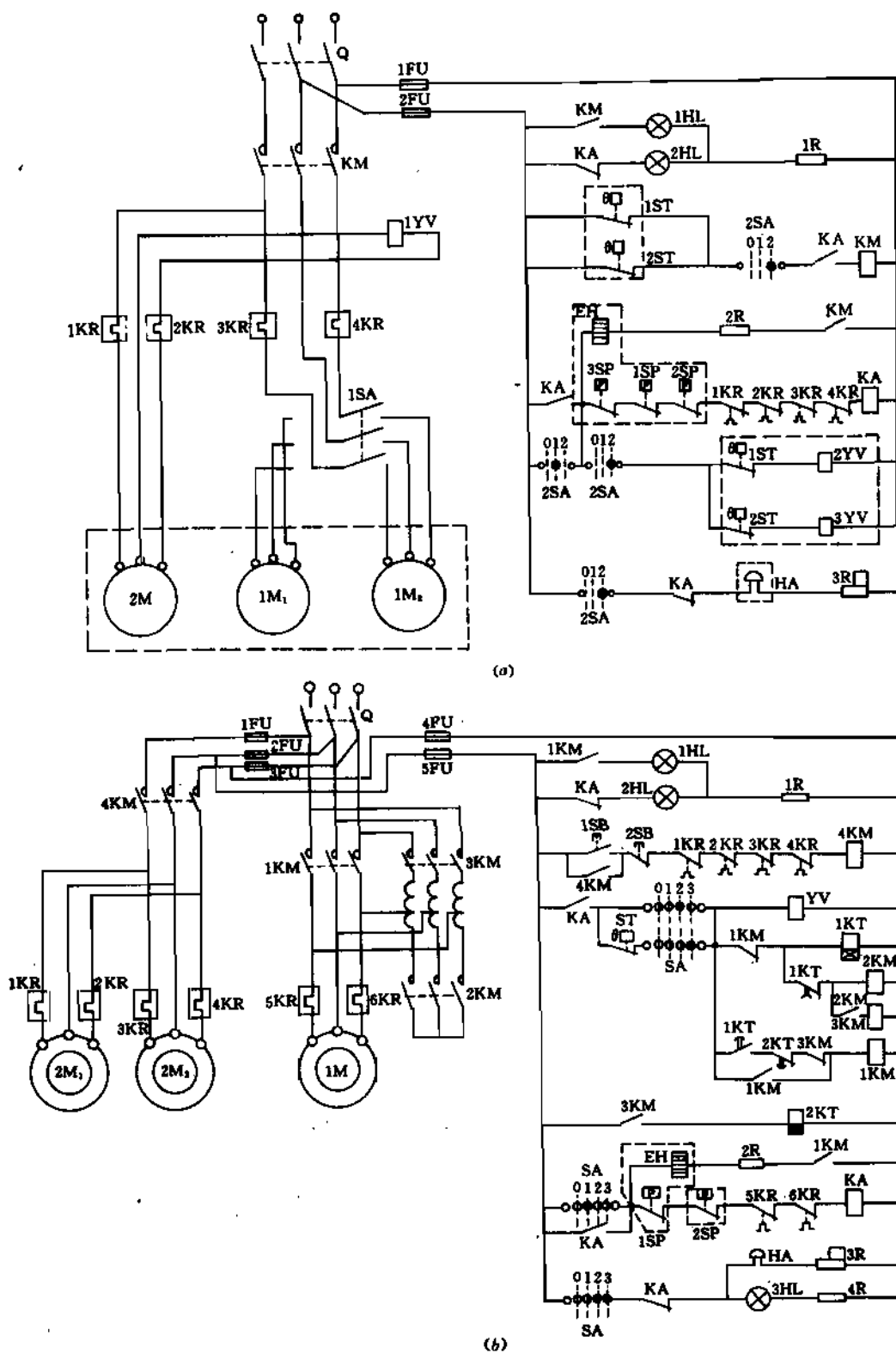


图 3.2.3.3 空调装置电力拖动控制线路  
(a)XHH1-K141J及XHH1-K182J型;(b)XHH1-K183J型。

- g. 点火完成后,经光敏电阻感光控制点火装置切断。
- h. 所有停止燃烧的控制应同时发出声光报警信号。
- i. 采用比例控制时,在刚开始点火燃烧的低负载时,应使比例控制不工作。
- j. 可自动-手动转换操作。

船用燃油辅助锅炉控制箱规格参数见表 3.2.3.4。

表 3.2.3.4 船用燃油辅助锅炉控制箱规格参数

锅 炉 控 制 类 型					控 制 箱 型 号	电动机功率 /kW	电 压 /V
蒸气压力	水位	顺序方式	燃烧器	燃油			
双位 多位 比例式 —	双位 双位 双位 —	时间继电器 凸轮控制器 — —	压力式单油头 压力式多油头 压力式回油式 转杯式	轻柴油 重柴油 燃料油	FCKC2- 	按需要配置	380
多位	双位	时间继电器	多油头	轻柴油	KDJ92	0.4~10	380
双位	双位	时间继电器	单油头	轻柴油	CFK2	0.4~3	380

大型船舶主机往往配置废气锅炉,以利用主机排气的余热。废气锅炉产生的蒸气除了供工作和生活用外,有的还供蒸气涡轮发电机发电。这种锅炉的特点是只有给水系统,没有燃烧系统,所以比较简单。

### 3. 可编程序控制器(PLC)控制

由于燃油辅助锅炉控制比较复杂,采用继电器控制时,继电器元件较多,对运行可靠性有一定影响。因此,不少使用部门及船用电器制造厂已开始研制并采用可编程序控制器(PLC)进行燃油辅助锅炉的控制<sup>[15-17]</sup>。

采用 PLC 控制的原则与上述继电器控制器的相同,具体分析可见 5.6.1 所述。

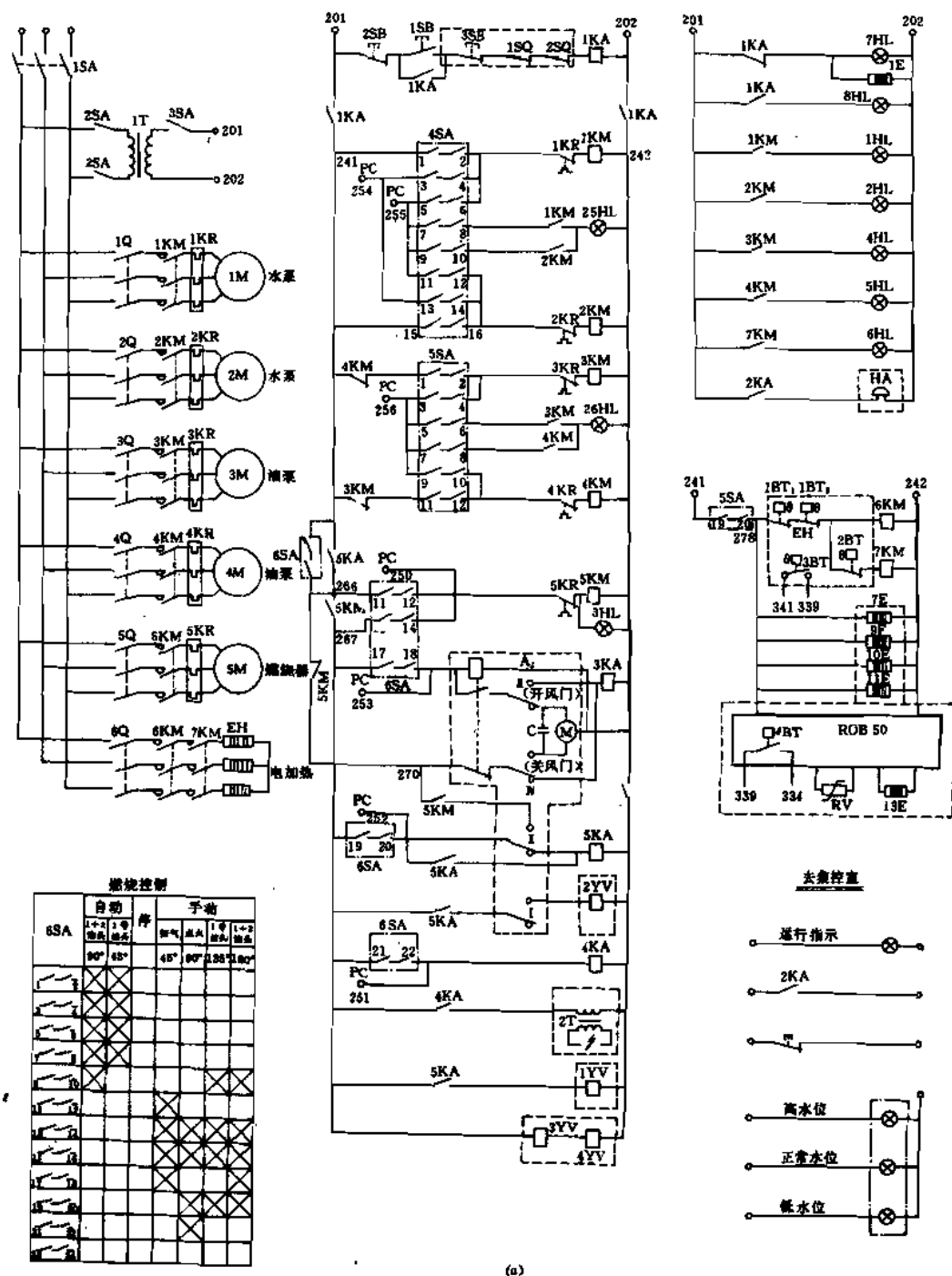
船用燃油辅助锅炉采用 PLC 控制的型号规格见表 3.2.3.5。

表 3.2.3.5 船用燃油辅助锅炉采用 PLC 控制的型号规格

序 号	PLC 类型	特 点	应 用
1	Z-80	气压比例调节和 PID 调节	
2	SR-20	一机控制两台锅炉,使用了 87 个 I/O 点	热油炉
3	MCS-51(8031)	软件设计中保护、抗干扰等较全面	替代 FCKC2-21
4	SLC500	准 PID 调节,间隔 30°测气压一次	CGWK-I ~ CGWK-V

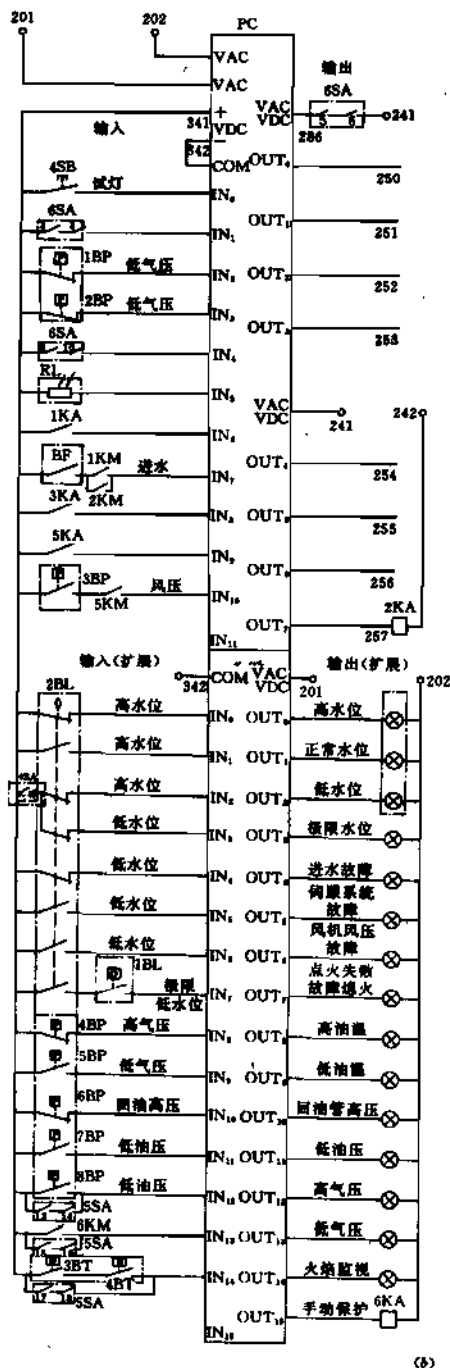
目前,实船已较多使用了 CGWK 系列船用燃油辅助锅炉微机控制系统,按配用的燃烧器类型不同分成 5 类,见表 3.2.3.6。

现以 CGWK-V 型为例作简单介绍。本系统以小型可编程序控制器(PLC)为核心,保留了原继电器控制系统的全部功能,还利用了微机优势,增强了安全保护和实时控制功能,并使整个控制系统操作简单、维修方便。控制线路见图 3.2.3.4。



(a)

图 3.2.3.4 PLC 控制的燃  
(a) 主电路及控制电路;



4SA	自动				停	手动		
	1+2	2号	1号			1号	2号	1+2
	25°	90°	45°	0°	45°	90°	135°	
1								
2	×			×			×	
3			×					
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12	×							
13								
14	×							
15								
16	×							
17								
18	×							
19								
20								

SSA	重柚		梓	轻柚	
	2号	1号		1号	2号
	90°	45°	0°	45°	90°
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

表 3.2.3.6 CGWK 系列船用燃油辅助锅炉控制箱规格参数

型 号	燃 烧 器 类 型	燃油类型
CGWK-I	回油压力式,风油比例调节式	轻油、重油
CGWK-II	多油头机械压力式(沙洲船用锅炉厂 3B 型)	轻油
CGWK-III	转杯式(英国 AW05 ~ AW017 型或九江航海仪器厂 AW05 ~ AW017 型)	轻油、重油
CGWK-IV	蒸汽压缩空气雾化式(七〇四所、七一一所)	轻油、重油
CGWK-V	机械压力式(德国 Weishaupt 型或九江航海仪器厂 WZB 型)	轻油、重油

本控制系统包括二位式水位控制,燃油温度自动调节控制,燃烧顺序控制,燃烧速率二位调节,并有安全保护检测及显示,可全自动运行也可手动控制。V/1 型适用于重油,V/2 型适用于轻油,无加温及温度报警功能。

PLC 采用美国 A-B 公司的 SLC-500 型 L20C 主机,增加了一块输入一块输出扩展模块。输入主机从 12 点扩展到 16 点,电源 DC 24V;输出主机从 8 点扩展到 16 点,电源 AC 220V。用户内存 1K,有电池,控制电机最大功率 5.5kW。

控制系统功能:水位二位控制;燃油温度二位控制;锅炉汽压三位控制;燃烧顺序控制;燃烧手动控制。

线路特点:输入延时确认(防止因振动摇摆及强电干扰产生的误动作),对水位为 5s~15s,一般为 5s;后扫气记忆(只要喷过油,在任何原因停机后均进行后扫气);复位按钮功能(锁定报警信号并消音,故障消失后解锁,正常时可试灯);燃烧电机运行联锁(停止时切断燃烧);断开式报警。

安全保护及报警:停炉锁定保护(需人工复位后重新运行);停炉保护(可自动重新运行);一般报警(声光信号不停炉);其他保护。

PLC 的输入为主令开关或各种非电量信号,PLC 的输出直接控制控制电路及显示各种报警信号。

### 第3章 船舶起锚系统机械电力拖动

#### 3.3.1 概述

##### 1. 起锚系统机械的种类

起锚系统机械是任何船舶所需的重要的甲板机械,它们用来使船舶安全地停泊于水面或系泊于码头或浮筒。起锚系统机械的型式根据船舶类型及布置有多种多样,如卧式起锚机(带系统滚筒)、立式起锚系统绞盘、立式系统绞盘及卧式绞缆机等。大多数起锚系统机械为电力拖动。现代大型船舶及工程船舶由于其功率特别大或采用液压传动系统,因此也可能采用电动液压拖动。

一般船舶用的锚机均采用锚链作为锚的系索,由于锚链非常笨重粗大,不可能将它缠绕在滚筒上,而是通过链轮的传动,从专门的锚链舱中进出,这类锚机称为航行锚机。而用于某些工程船舶的锚机(如打捞船、救生船的定位锚机,海洋调查船的深水锚机,疏浚船的移船锚机)由于锚链特别长,其重量体积之庞大已不允许采用而改用钢缆,因此卧式缆索起锚机也有应用。

一般的航行锚机采用锚及锚链的重力进行自由落体抛锚,所以由锚机上的手动带式制动器来控制抛锚速度。深水锚机由于钢缆不宜频繁承受手动制动器制动力的冲击以及深度大时速度很快,手动控制器不易控制,所以采用电动抛锚,此时电动机处于制动状态。定位锚机和移船锚机由于数量多至4台~6台,每台钢缆方向有规定,所以抛锚一般由抛锚工作艇将锚带出几百米远外抛下。

航行锚机的起锚有固定的程序,先是电动机收进悬挂着的锚链,该电动力能克服风、浪、流的阻力使船移动,逐渐将锚链拉直,最后在船舶移动惯性和电动机可能发出的最大力矩的作用下,使锚破土后把锚收进锚孔,其过程见图3.3.1.1。个别情况如单靠电动机不能破土起锚,也有开动主机,借助主机推力来破土起锚。深水锚机的起锚基本类似航行锚机。如水深大于锚链全长,此种起锚状态称应急起锚。如抛两只锚,则在双锚依次破土后在一定深度(规范规定80m)处锚机应能同时收起双锚。起锚时电动机的典型负载图见图3.3.1.2。图中第V阶段

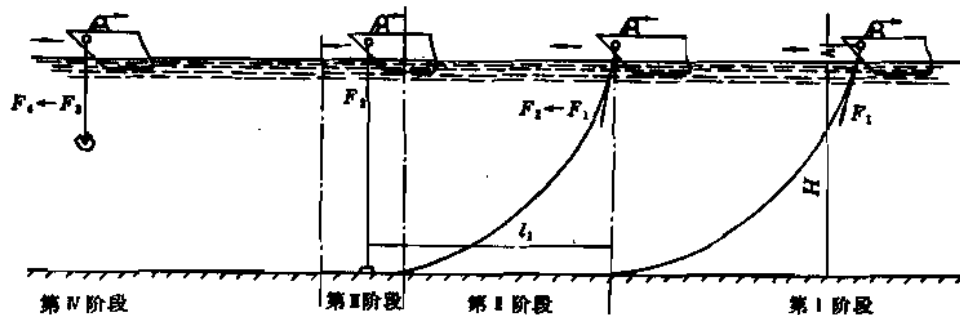
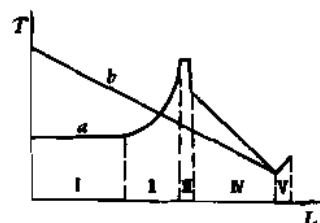


图 3.3.1.1 起锚过程示意及作用力分析



称为收锚人孔,是将锚拉入并紧固于锚孔中。定位锚机和移船锚机的起锚也由抛锚工作艇起锚,一般用该艇的主机推力来起锚。

起锚机都具有系统滚筒,供系泊时带缆绳之用,与系统绞盘或绞缆机的作用相同。系统滚筒与系统绞盘是用人力作系统力的支持力的,操作比较吃力,但比较灵活。绞缆机与一般绞车一样,系统力的支持力由绞缆机承受,操作方便,但绞缆机比较庞大。系统时的受力情况很复杂,较难分析,其特点是开始时受力很大,因为要克服船舶的惯性,船舶移动后,拉力就减小下来。移船锚机操作移船时,由于阻力是稳定的,并且移船距离较大、时间较长,所以电动机负荷也是稳定的。现代大型船舶在码头系泊时,由于风向、风力、流向、流速、潮汐以及船舶吃水的变化,船与码头的相对位置与相对高度时刻在变化,引起系泊缆绳的张力变化较大。如果不随时予以调整,极易发生缆绳绷断的现象,并引起余下缆绳的连续破断,导致船撞码头等严重后果。因此出现了自动系泊绞车,能自动保持缆绳张力恒定,避免事故发生。



3.3.1.2 典型的起锚阻力矩曲线

a—正常起锚; b—应急起锚。

## 2. 起锚系统机械电力拖动的基本要求

1) 电动机应具有足够大的过载能力,满足任何一种起锚状态所需的最大转矩,并能在最大负载时启动。

2) 为满足必须的起锚速度和拉锚人孔时的低速,要求有一定的调速范围,一般在5:1~3:1左右。

3) 当运行中过载时,电动机应允许堵转,堵转性能在电动机技术条件中规定。

4) 在电动抛锚时,由于位势性负载特点,必须有稳定的制动抛锚速度。

5) 对系统状态,最好有轻载高速的性能。

6) 电动机若无特殊要求时,其工作定额应不小于30min。

## 3.3.2 船舶起锚系统机械功率计算及电动机选择

### 3.3.2.1 功率计算

#### 1. 阻力计算

##### 1) 正常起锚

按图3.3.1.1所示的起锚过程可分别计算出起锚过程中各阶段的阻力。

##### a. 第I阶段(收起躺在水底的余链)

假定在收起余链的过程中,悬链着的锚链形状不变,则锚链的水平分力为船舶所受风力与水流阻力之和所平衡,所以锚链拉力 $F_1$ 不变,为:

$$F_1 = F + \rho(0.87H + h) \quad (3.3.2.1)$$

式中  $F$ ——船舶所受水流阻力与风阻力之和(N),由舾装专业提供数据;

$\rho$ ——每米锚链的重量( $N \cdot m^{-1}$ );

$H$ ——规定的正常抛锚深度(m);

$h$ ——锚链孔中心至水面的高度(m);

0.87——考虑海水浮力的系数。

## b. 第Ⅱ阶段(改变悬链线形状)

显然,随着悬链线形状的改变,上述力的平衡关系被改变了,而且锚链拉力一直在变大,直至锚破土为止,可以认为其拉力随锚链长度减小而增加。

锚链长度从起始悬链线长度  $l$  至被拉直时的减小值  $l_2$  为:

$$l_2 = l - (H + h) = \sqrt{\frac{2.3HF}{\rho}} + (H + h)^2 - (H + h) \quad (3.3.2.2)$$

## c. 第Ⅲ阶段(锚破土)

锚破土时的拉力受很多因素影响,无法精确计算得出,主要为船舶移动惯性力。但为了充分利用电动机,按电动机可能条件,一般习惯取最大负载为锚重的两倍。可能出现两种情况,一种是比较容易破土,电动机在该力矩下就能使锚破土,这阶段中电动机一直在运转;另一种情况则相反,电动机在该力矩下不能使锚破土从而过渡到堵转特性,后在船舶惯性力的作用下才破土,这阶段中电动机处于堵转中。

按第一种情况的锚链拉力  $F_2$  为:

$$F_2 = 2G + 0.87(G + \rho H) + \rho h \quad (3.3.2.3)$$

式中  $G$ ——锚重(N)。

## d. 第Ⅳ阶段(收锚出水)

随着锚链长度减小,拉力成正比减小。

开始时的拉力  $F_3$  为:

$$F_3 = F_2 - 2G = 0.87(G + \rho H) + \rho h \quad (3.3.2.4)$$

结束时的拉力  $F_4$ (锚链孔旁)为:

$$F_4 = G \quad (3.3.2.5)$$

因此,正常起锚阻力变化见图 3.3.2.1。

## e. 起双锚

按规范规定,起双锚是从水下 45m 处开始,此时锚链拉力  $F_{45}$  为:

$$F_{45} = 1.74(G + 45\rho) + 2\rho h \quad (3.3.2.6)$$

## 2) 应急起锚

显然,这种起锚状态类似正常起锚第Ⅳ阶段,只是锚链长度不同而已。

开始时的拉力  $F'_1$  为:

$$F'_1 = 0.87[G + (L - h)\rho] + \rho h \quad (3.3.2.7)$$

式中  $L$ ——锚链抛出的总长度(m)。

结束时的拉力  $F'_2$ (锚链孔旁)为:

$$F'_2 = G \quad (3.3.2.8)$$

应急起锚阻力变化见图 3.3.2.2。

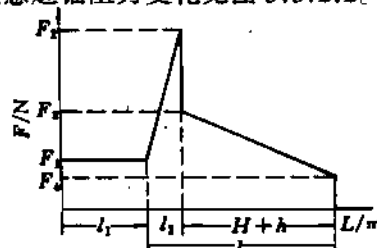


图 3.3.2.1 正常起锚阻力曲线

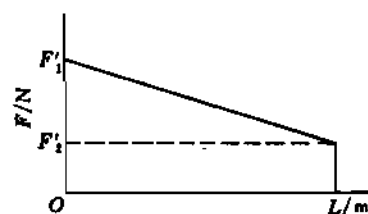


图 3.3.2.2 应急起锚阻力曲线

## 3) 系统

系统拉力与船舶运动方向所受到的水流阻力和风阻力以及运动速度等因素有关,阻力计算式不可能精确考虑多种情况,所以一般根据经验按船舶大小配置合适的系统机械。系统机械的额定拉力应能使船舶移动,系统速度与船舶移动速度一致,使系统索处于始终张紧的状态,达到平稳工作的效果。

## 2. 功率校核

## 1) 计算前需要的原始数据

锚重	$G(N)$	系统滚筒直径	$D_2(m)$
工作锚数	$N$	平均起锚速度	$V_a(m \cdot min^{-1})$
锚链可抛总长度	$L(m)$	起锚最低速度	$V_{min}(m \cdot min^{-1})$
每米锚链重量	$\rho(N \cdot m^{-1})$	起锚时船舶最大风阻力	
锚机链轮直径	$D(m)$	与水流阻力之和	$F(N)$
锚链孔效率	$\eta_1$	抛锚深度	$H(m)$
锚机传动比	$K$	水面到锚链孔高度	$h(m)$
机械传动效率	$\eta_2$	系统速度	$V_m(m \cdot min^{-1})$
系统传动比	$K_2$	系统额定拉力	$F_m(N)$

## 2) 计算方法

按计算要求可归纳成下列几个内容:

电动机轴静阻力矩计算;

按过载能力选择电动机;

各阶段工作时间计算;

简易负载图的绘制;

电动机发热校验。

由于起锚有两种状态,所以过载能力应按最大阻力矩的状态选择,但发热校验两种状态均需进行。具体计算步骤见表 3.3.2.1,其中阻力  $F_1 \sim F_4$  为式(3.3.2.1)、式(3.3.2.3)~式(3.3.2.8)的数据。

表 3.3.2.1 起锚系统功率计算表

序号	计算值名称	符号	单位	公 式	备 注
1	第一阶段收余链的电动机轴阻力矩	$T_1$	$N \cdot m$	$\frac{F_1 D}{2K\eta_1 \eta_2}$	
2	第二阶段锚破土的电动机轴阻力矩	$T_2$	$N \cdot m$	$\frac{F_2 D}{2K\eta_1 \eta_2}$	
3	第三阶段锚出土后的电动机轴阻力矩	$T_3$	$N \cdot m$	$\frac{F_3 D}{2K\eta_1 \eta_2}$	
4	第四阶段终止时电动机轴阻力矩	$T_4$	$N \cdot m$	$\frac{F_4 D}{2K\eta_1 \eta_2}$	
5	应急起锚的电动机轴阻力矩	$T_1'$	$N \cdot m$	$\frac{F_1' D}{2K\eta_1 \eta_2}$	

(续)

序号	计算值名称	符号	单位	公 式	备 注
6	在 45m 深处起双锚的电动机轴阻力矩	$T_{45}$	N·m	$\frac{F_{45}D}{2K\eta_1\eta_2}$	
7	电动机轴最大阻力矩	$T_{max}$	N·m	在 $T_2, T_1$ 及 $T_{45}$ 中选出	式中 $c$ ——计及电网电压降及静摩擦的增大系数
8	电动机计算额定力矩	$T_n'$	N·m	$\frac{cT_{max}}{\lambda_T}$	直流: 当 $F_2 = F_{max}$ 时 $c = 1.15$ , $F_1, F_{45} = F_{max}$ 时 $c = 1.4$ 交流: 当 $F_2 = F_{max}$ 时, $c = 1.25$ , $F_1, F_{45} = F_{max}$ 时 $c = 1.5$ , $\lambda_T$ ——电动机过载系数, 见表 3.1.4.3
9	电动机计算额定转速	$n_n'$	r/min	$\frac{KV_s}{\pi D}$	
10	电动机计算额定功率	$P_n'$	kW	$\frac{T_n'n_n'}{9555}$	
11	预选电动机	$P_n$	kW	按 $P_n'$ 及 30min 工作制选择电动机	
12	第一阶段收余链工作时间	$t_1$	min	$\frac{K(L-l)}{\pi D n_1}$	
13	第二阶段变悬链线的工作时间	$t_2$	min	$\frac{K[l-(H+h)]}{\pi D \frac{n_1+n_2}{2}}$	
14	第三阶段锚破土工作时间	$t_3$	min	0.5~1	
15	第四阶段收锚出水工作时间	$t_4$	min	$\frac{K(H+h)}{\pi D \frac{n_3+n_4}{2}}$	
16	简易负载图				
17	电动机等效转矩	$T_{eq}$	N·m	$\sqrt{\frac{T_1^2 t_1 + \frac{1}{3}(T_1^2 + T_1 T_2 + T_2^2) t_2 + T_2^2 t_3 + \frac{1}{3}(T_2^2 + T_2 T_4 + T_4^2) t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$	$T_n = 2T_{eq}$
18	起锚总时间	$T$	min	$t_1 + t_2 + t_3 + t_4$	

序号	计算值名称	符号	单位	公 式	备 注
19	折算至标准工作制度 30min 时的转矩	$T_m$	N·m	$T_m = \sqrt{\frac{NT}{30}}$	
20	转矩校验			$T_m \leq T_s$ 合格	
21	起锚速度校验			$\frac{H+h}{t_d} \geq V_s$ 合格	
B	应急起锚状态校验				
22	起锚时间	$t'$	min	$\frac{KL}{\pi D \frac{n_1' + n_4}{2}}$	$n_1'$ 为相应 $T_1'$ 值在电动机固有特性上的工作点转速
23	简易负载图				
24	电动机等效转矩	$T_m'$	N·m	$\sqrt{\frac{T_1'^2 + T_1'T_s + T_s^2}{3}}$	
25	折算至标准工作制度 30min 时的转矩	$T_m$	N·m	$T_m = \sqrt{\frac{N_1'}{30}}$	
26	转矩校验			$T_m \leq T_s$ 合格	
C	系缆状态校验				
27	系缆时的电动机轴阻力矩	$T_m$	N·m	$\frac{F_m D_2}{2K_2 \eta_2}$	
28	转矩校验			$T_m \leq T_s$ 合格	
29	系缆速度	$V_m'$	m/min	$\frac{\pi D_2 n_m}{K_2}$	$n_m$ 为相应 $T_m$ 值在电动机固有特性上的工作点转速
30	系缆速度校验			$V_m' \geq V_m$	

### 3.3.2.2 电动机选择

起锚系统机械是一种短期工作或断续周期工作的机械,调速要求不高,电力拖动性能要求也不高。无论国内和国外,目前绝大多数用简单可靠的交流变极变速电动机,以双速二绕组或三速二绕组两种类型为主,个别小功率辅助绞车也可采用具有与变极变速电动机同样结构和电气性能的单速电动机。

这种类型的电动机是防水式外壳表面空气冷却带有圆盘制动器的结构型式,转子为笼型,定子单速的有一套绕组、双速及三速的有两套绕组,其中4极为一套,8极与16极合用一套(指三速电机)。8极与16极的转换用改变绕组的接线方式来达到,可有3种结果:YY型(8极)、△型(16极)或△型(开口三角型16极),其绕组接线图见图3.3.2.3。圆盘制动器具有直流励

表 3.3.2.2 JZ<sub>2</sub>-H 系列三相异步电动机主要技术数据

型 号	功率 /kW	工作方式	电压 /V	额定电流 /A	额定转速 /r·min <sup>-1</sup>	启动电流		启动转矩		转子飞轮 转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>	直流电磁制动器		重量 /kg
						额定电流	额定转矩	额定电压 /V	额定制动力 矩 /kg·m				
JZ <sub>2</sub> -H-11-4	1.5	断续周期 FC=25%	380	4.6	1390	5	2.8		0.05	由电机 内部供 电	2.48	66	
JZ <sub>2</sub> -H-12-4	2.2			6.3	1385				0.065			66	
JZ <sub>2</sub> -H-13-4	3.5			9.2	1380				0.10			74	
JZ <sub>2</sub> -H-21-4	5			12.5	1345				0.15			100	
JZ <sub>2</sub> -H-21-6	3.5			10.4	934				0.20		5.48	100	
JZ <sub>2</sub> -H-22-6	5			13.9	928				0.25			105	
JZ <sub>2</sub> -H-31-4	7.5			16.5	910				0.25			105	
JZ <sub>2</sub> -H-31-6	7.5			19.7	918				0.50		12.2	150	
JZ <sub>2</sub> -H-32-6	11			26.8	918				0.70		23.75	180	
JZ <sub>2</sub> -H-41-6	16			35	900				2.0		23.75	365	
JZ <sub>2</sub> -H-41-8	11	27.9			2.0				365				
JZ <sub>2</sub> -H-22-4/12	3/1.2	短时 30/10min		6.7/7.12	1379/405	5/2.5	2/2		0.20	110	4	112	
JZ <sub>2</sub> -H-23-4/12	4.3/1.7			9.5/10.1	1352/392				0.25			120	
JZ <sub>2</sub> -H-32-4/12	6/2.5			12.9/11.3	1350/390				0.70			185	
JZ <sub>2</sub> -H-33-4/12	8.5/3.5			17.9/14.8	1350/390				0.90			8.65	210
JZ <sub>2</sub> -H-32-4/16	6/1.7			12.9/9.5					0.90		185		
JZ <sub>2</sub> -H-41-4/16	12/3.5			25/18.2	1380/320				2.0		23.75	365	
JZ <sub>2</sub> -H-42-4/16	18/5	35.7/24.2		1380/320	2.5	415							
JZ <sub>2</sub> -H-41-4/8/16	7.5/7.5/5	短时 10/30/5min		16.8/17.8/26	1424/697/330	5.5/5/2.5	2/2.5/2		2.0			23.75	365
JZ <sub>2</sub> -H-42-4/8/16	11/11/7.5			24/25.2/33.2	1430/691/334				2.5				415
JZ <sub>2</sub> -H-51-4/8/16	16/16/11			33/35.2/49	1430/681/324				3.7				505
JZ <sub>2</sub> -H-52-4/8/16	22/22/16			43.7/47.8/71	1400/665/300				4.7				575
JZ <sub>2</sub> -H-61-4/8/16	30/30/22			59/70.2/90	1427/689/315				6			69	850
JZ <sub>2</sub> -H-71-4/8/16	45/45/30			85.5/100/142	1407/690/335				17			90.7	1205
JZ <sub>2</sub> -H-72-4/8/16	60/60/45			114/135/195	1430/674/308				22.5			138	1485
JZ <sub>2</sub> -H-81-4/8/16	85/85/64			短时 90/30/10min	158/172/240				1430/685/315			7/5.5/2.5	2/2.5/2

表 3.3.2.3 IPB1, IPB2 及 IPB4 系列三相异步电动机主要技术数据

型 号	用途	极数	额定功率/kW		工作方式 (S <sub>1</sub> ) /min	最大转矩,堵转转矩		堵转电流		效率/%		功率因数		额定转矩 /N·m	制 动 器				
			380V 50Hz	440V 60Hz		额定转矩①		额定电流		380V 50Hz	440V 60Hz	380V 50Hz	440V 60Hz		380V 50Hz	440V 60Hz	型号	额定电压 /V	总电流 /A
						380V 50Hz	440V 60Hz	380V 50Hz	440V 60Hz										
IPB1-200		16△ <sup>①</sup>	4	4.5	2	1.4	1.4	1.7	1.9	55.5	62	0.35	0.35	280	2LM2-028	300	1.8		
		16	4.2	4.7	5	2	2	1.7	1.9	81	83	0.35	0.69						
		8	9	10	30	2	2.2	3.4	4.6	84.5	85	0.70	0.83						
		4	9	10	10	2.4	2.5	5.44	5.79										
IPB1-206		16△	5.5	6.4	2	1.4	1.4	1.7	1.9	54.5	58	0.35	0.35	280	2LM2-028	300	1.8		
		16	5.7	6.5	5	2	2	1.7	1.9	81	83	0.35	0.69						
		8	12.5	14	30	2	2.2	3.4	3.6	84.5	85	0.70	0.83						
		4	12.5	14	10	2.4	2.5	5.48	5.92										
IPB1-220		16△	7.5	8.7	2	1.4	1.4	1.8	2	54.5	58.5	0.35	0.35	500	2LM2-050	300	2.1		
		16	8	9.1	5	2.1	2.1	1.8	2	80	81	0.35	0.69						
		8	16.8	19	30	2.1	2.2	3.6	3.8	87	88	0.70	0.84						
		4	16.8	19	10	2.6	2.7	6.06	6.61										
IPB1-226		16△	10	11.5	2	1.4	1.4	1.8	2	57.5	63	0.36	0.36	500	2LM2-050	300	2.1		
		16	10.6	12	5	2.1	2.1	1.8	2	83.5	85	0.70	0.71						
		8	22.5	25	30	2.1	2.2	3.7	4	88.5	88	0.84	0.84						
		4	22.5	25	10	2.5	2.6	6.2	6.99										
IPB1-250		16△	14	15.5	2	1.5	1.5	1.8	2	70	73	0.36	0.36	850	2LM2-085	300	2.4		
		16	14.5	16	5	2.1	2.1	1.8	2	85	85	0.74	0.74						
		8	30	33.5	30	2.2	2.3	3.7	4	87	87.5	0.85	0.85						
		4	30	33.5	10	2.3	2.4	5.68	5.97										
IPB1-253		16△	19	21	2	1.5	1.5	1.8	2	71.5	73	0.43	0.42	850	2LM2-085	300	2.4		
		16	20	22	5	2	2.1	1.8	2	86	87	0.80	0.81						
		8	42	46	30	2.1	2.3	3.7	4	86.5	88	0.90	0.90						
		4	42	46	10	2	2.2	5.25	5.65										
IPB1-280		16△	26	29	2	1.5	1.5	2.2	2.4	75	78.5	0.48	0.48	1500	2LM2-150	300	2.85		
		16	27	30	5	2	2.1	2.2	2.4	86	87	0.84	0.83						
		8	56	63	30	2.1	2.3	3.9	4.2	88.5	88	0.90	0.90						
		4	56	63	10	2.6	2.8	6.1	6.2										
IPB1-286		16△	34	39	2	1.5	1.5	2.4	2.6	80	82	0.52	0.52	1500	2LM2-150	300	2.85		
		16	36	40	5	2	2.1	2.4	2.6	88	88	0.84	0.83						
		8	75	84	30	2.1	2.3	3.9	4.2	89	90	0.91	0.91						
		4	75	84	10	2.6	2.8	6.1	6.4										
IPB1-310		16△	46	51	2	1.5	1.5	2.6	2.8	79	82	0.52	0.52	2500	2LM2-250	300	3.4		
		16	48	54	5	2.1	2.2	2.6	2.8	88	89	0.82	0.82						
		8	100	112	30	2.2	2.4	4.1	4.5	90.5	91	0.91	0.91						
		4	100	112	10	2.3	2.5	6.3	6.9										
IPB1-316		16△	61	68	2	1.5	1.5	2.5	2.7	80	82	0.52	0.52	2500	2LM2-250	300	3.4		
		16	65	71	5	2.2	2.3	2.5	2.7	88.5	90	0.83	0.83						
		8	135	148	30	2.3	2.5	4.1	4.5	91	91.5	0.92	0.92						
		4	135	148	10	2.1	2.3	5.8	6.3										

起 动 和 系 数 按 本

IPB1-200	小型辅助起货绞车												280	2LM2-028	300	0.34 0.66 0.83	2.5
	IPB1-206												280	2LM2-028	300	0.35 0.68 0.85	2.5
	IPB1-220												500	2LM2-050	300	0.35 0.65 0.86	3.1
	IPB1-226												500	2LM2-050	300	0.37 0.70 0.87	3.1
IPB1-200	辅助绞车													2LM2-028	300	0.70	2.5
	IPB1-206													2LM2-028	300	0.74	2.5
	IPB1-220													2LM2-050	300	0.77	3.1
IPB2-205	标准起货机												500	MB632	300	0.52 0.81	3.1
	IPB2-206												500	MB632	300	0.50 0.70 0.74	3.1
IPB4-313	重吊起货机												1500	2LM2-150	300	0.56 0.77	4.25
	IPB4-315												1500	2LM2-150	300	0.57 0.81	4.25
IPB4-316													1500	2LM2-150	300	0.57 0.81 0.84	4.25

① “△”为开口三角形连接。② 4极起转矩倍数为换档转矩倍数，起转矩为换档电流倍数。③ 电动机在2,4,6极运行时不能直接启动



磁绕组,  $JZ_2-H$  与  $JZ_{2a}-H$  系列的单速电动机其制动器的直流电源利用电动机本身每相绕组的中间抽头经二极管整流后供给, 在接触器闭合后, 将放电电阻短接, 制动器绕组通过工作电流吸动制动器衔铁使制动器释放 (见图 3.3.2.4), 接触器断开后, 绕组断电并经电阻放电, 制动器弹簧将衔铁顶回并压紧制动片将转子刹牢。由于电动机只有一个填料函, 所以应选用 5 芯电缆, 以便将接触器副触头线路引入电动机。双速及三速电动机均需从外面通入直流电源, 从独立填料函引入制动器接线盒。圆盘制动器均带有人工释放装置供检修时松开刹车。

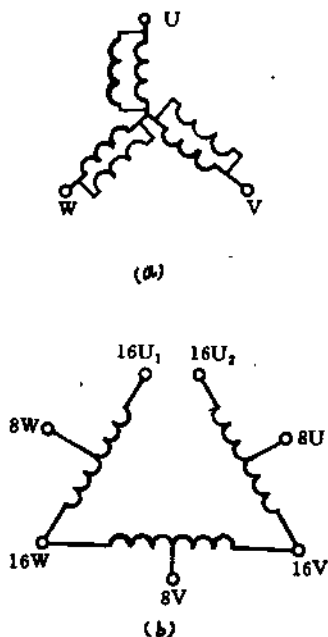


图 3.3.2.3 8极/16极绕组转换接线图  
(a) YY型; (b)  $\Delta$ 型。

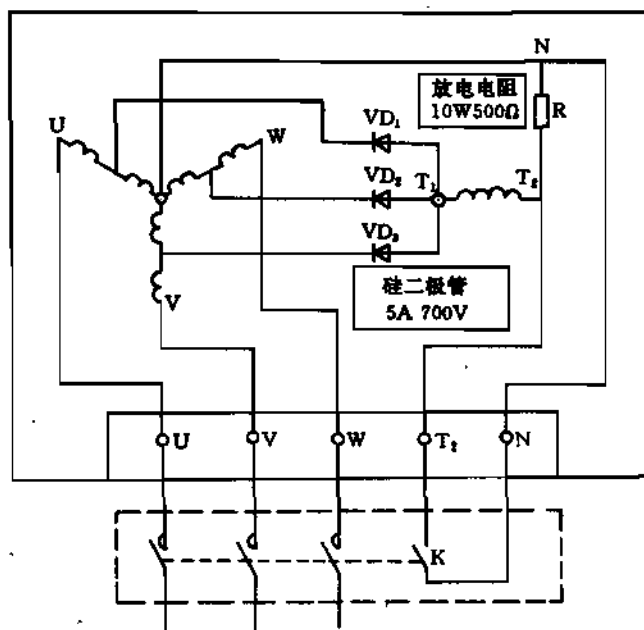


图 3.3.2.4 单速锚机电动机绕组及制动器接线图  
(图中 K 为控制接触器触头)

这种类型电动机是短时 S2 或断续周期 S3-FC=25% 或 40% 工作制额定, 能经济地适用于锚机绞盘工作状态, 并且工作可靠性较高。电动机具有较大的起动转矩, 一般在 2 倍以上, 并且起动电流较小, 一般只有 5 倍额定电流, 各挡均允许直接起动。唯一缺点是低速挡的效率和功率因数较低, 所以其额定电流较大。

$JZ_2-H$  系列三相异步电动机的主要技术数据见表 3.3.2.2。1PB1、1PB2 及 1PB4 系列三相异步电动机是德国西门子公司产品, 国内已有许可证制造, 主要技术数据见表 3.3.2.3。

### 3.3.3 船舶起锚系统机械电力拖动控制及配套

#### 1. 磁力起动器控制

这是一种适用于交流单速电动机的用可逆磁力起动器控制电动机的起动、停止和换向, 并能对电动机进行过载和失压保护的的控制方式。适用于一般性系泊或移船绞车。电动机选用  $JZ_2-H$ 、 $JZ_{2a}-H$  或 1PB1-8CD 系列。系泊或移船绞车采用磁力起动器控制的控制线路见图 3.3.3.1, 建议按表 3.3.3.1 所列规格进行配套。

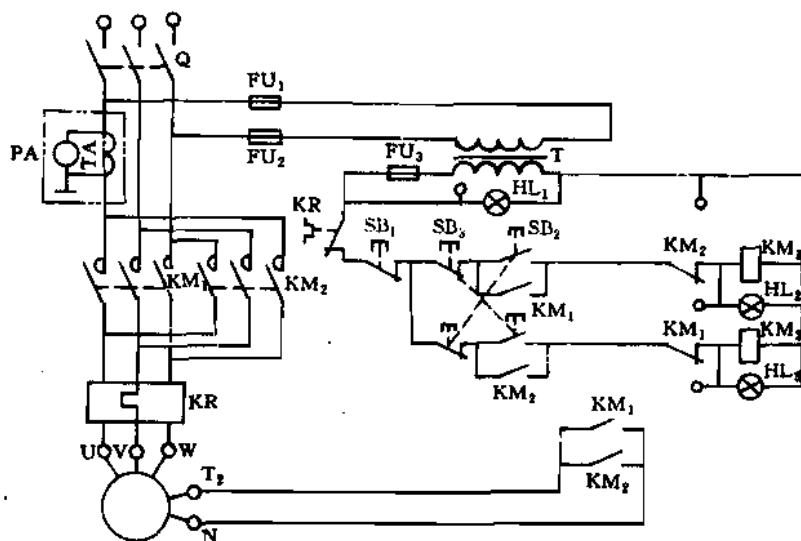


图 3.3.3.1 采用磁力起动器控制的系泊绞车控制线路

表 3.3.3.1 采用磁力起动器控制的系泊绞车电动机配套表

序号	电动机功率/kW/电流/A			磁力起动器电流/A/ 热脱扣器电流/A
	JZ <sub>2</sub> -H 系列	JZ <sub>2a</sub> -H 系列	1PB1-8CD	
1	1.5/4.6	1.5/3.97		16/4.5
2	2.2/6.3	2.2/5.41		16/7
3	3.5/9.2	3.7/8.63		16/9
4	5/12.5	5.5/12.96		16/13
5	7.5/19.7	7.5/17.4		25/20
6	11/26.8	11/23.95	11/30	40/27
7		15/33	14/34	40/35
8	16/35	18.5/41	16/37	63/45

## 2. 主令开关直接控制

这是一种适用于 11kW 及以下的交流小型双速电动机用主令开关直接控制电动机的启动、停止(包括刹车)、变速和换向,并能对电动机及其有关电路实施过载和失压保护的的控制方式。

主令开关及控制箱组合为一体,做成防水式 IP56 的结构形式。分落地式和挂壁式两种。

起锚系统机械采用主令开关直接控制的控制线路见图 3.3.3.2,主令开关直接控制的规格参数见表 3.3.3.2。

表 3.3.3.2 起锚系统机械采用主令开关直接控制的规格参数

序号	控制箱型号	电动机型号	功率/kW
1	ZK2-25/2A	JZ <sub>2</sub> -H-22-4/12	3/1.2
2	ZK2-25/2B	JZ <sub>2</sub> -H-23-4/12	4.3/1.7
3	ZK2-25/2C	JZ <sub>2</sub> -H-32-4/12	6/2.5
4	ZK2-25/2D	JZ <sub>2</sub> -H-33-4/12	8.5/3.5
5	ZK2-25/2E	YZH-132M-4/12	3/1.1
6	ZK2-25/2F	YZH-132L-4/12	4/1.5
7	ZK2-25/2G	YZH-160L-4/12	6.3/2.2
8	ZK2-25/2H	YZH-180L-4/12	8.5/3.5
9	ZK2-25/2I	YZH-180L-4/16	11/3.0



正反转均有两挡位置,分别控制两挡速度,每一挡分别接通一套电动机绕组,两挡速度均可直接起动,正反转为对称线路。线路中有失压保护、零位保护、过载保护及控制电路短路保护。其系列规格参数见表 3.3.3.3~表 3.3.3.7。

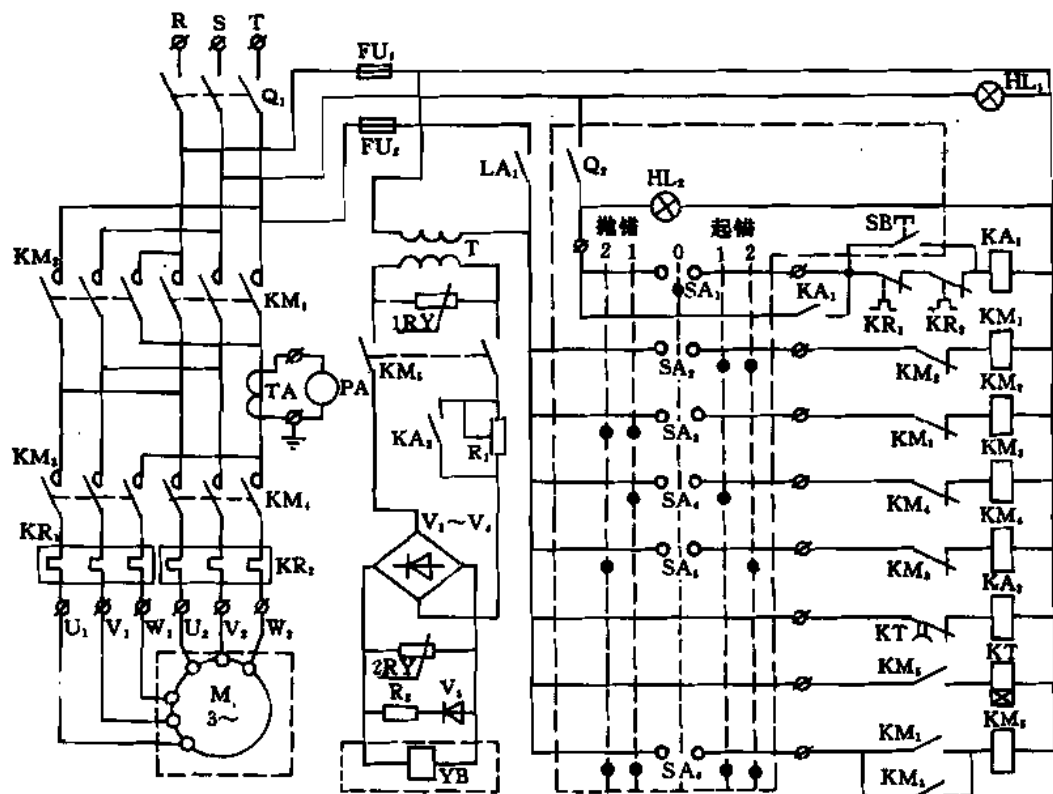


图 3.3.3.3 起锚系统机械双速电动机控制线路

表 3.3.3.3 起锚系统机械双速电动机控制箱规格参数之一

型号	额定电压 /V	额定电流 /A	结构型式	配 套 电 动 机			外形尺寸 (宽×高×深) /mm×mm×mm	配套主令
				型号	极数	功率/kW		
XHH1 - M111JB	380	25	IP22	J <sub>2</sub> H - 22	4/12	3/1.2	580×875×330	LK911 - 117A (126A) 或 LK911 - 123 (116A)
				J <sub>2</sub> H - 23		4.3/1.7		
				J <sub>2</sub> H - 32		6/2.5		
				J <sub>2</sub> H - 33		8.5/3.5		
	380	25	IP22	J <sub>2</sub> H - 32	4/16	6/1.7	580×875×330	
				J <sub>2</sub> H - 33		8.5/2.4		
XHH1 - M141JB	380	50	IP22	J <sub>2</sub> H - 41	4/16	12/3.5	680×975×330	
				J <sub>2</sub> H - 42		18/5		

表 3.3.3.4 起锚系统机械双速电动机控制箱规格参数之二

控制箱型号	额定电压 /V	额定电流 /A	被控电动机		配用主令 控制器
			型号	功率/kW	
MKC1(A)-20/2A	380	20	JZ <sub>2</sub> -H22-4/12	3/1.2	LKC1-21/20
MKC1(A)-20/2B			JZ <sub>2</sub> -H23-4/12	4.3/1.7	
MKC1(A)-20/2C			JZ <sub>2</sub> -H32-4/12	6/2.5	
MKC1(A)-20/2D			JZ <sub>2</sub> -H33-4/12	8.5/3.5	
MKC1(A)-40/2A		40	JZ <sub>2</sub> -H41-4/16	12/3.5	LKC1-21/50
MKC1(A)-40/2B			JZ <sub>2</sub> -H42-4/16	18/5	

表 3.3.3.5 起锚系统机械双速电动机控制箱规格参数之三

控制箱型号	额定电压 /V	额定电流 /A	被控电动机		配用主令 控制器
			型号	功率/kW	
MKH1-25/2A	380	20	JZ <sub>2</sub> -H22-4/12	3/1.2	LKH1-101 (001)
MKH1-25/2B			JZ <sub>2</sub> -H23-4/12	4.3/1.7	
MKH1-25/2C			JZ <sub>2</sub> -H32-4/12	6/2.5	
MKH1-25/2D			JZ <sub>2</sub> -H33-4/12	8.5/3.5	
MKH1-40/2A		40	JZ <sub>2</sub> -H41-4/16	12/3.5	
MKH1-40/2B			JZ <sub>2</sub> -H42-4/16	18/5	

表 3.3.3.6 起锚系统机械双速电动机控制箱规格参数之四

控制箱型号	电压/V	电流/A	电动机功率/kW	外形尺寸(高×宽×深) /mm×mm×mm
CST8/12 <sup>1</sup>	380	25	3/1.2	780×460×220
CST8/22 <sup>1</sup>			4.3/1.7	
CST8/32 <sup>1</sup>			6/2.5	
CST8/42 <sup>1</sup>			8.5/3.5	
CST8/52 <sup>1</sup>			6/1.7	
CST8/62 <sup>1</sup>			8.5/2.4	
CST8/72 <sup>1</sup>		50	12/3.5	
CST8/82 <sup>1</sup>			18/5	

表 3.3.3.7 起锚系统机械双速电动机控制箱规格参数之五

控制箱型号	电压/V	电流/A	电动机功率/kW	外形尺寸(高×宽×深)/mm×mm×mm
MJKX-40/2Z	380 440	40	≥18.5	750×500×300

## 2) 三速二绕组恒功率电动机

起锚系统机械采用三速二绕组恒功率电动机的继电器接触器控制的控制线路见图 3.3.3.4。主令控制器正反转均有三挡位置,分别控制三挡速度,由于低速与中速合用一套绕组,需进行  $\Delta$  与  $YY$  转换接线而多了一个接触器。低速与中速可直接起动,高速则通过中速延时起动。由于电动机的中速与高速是设计成恒功率的,因此线路中设置了当高速挡过载时能自动转换到中速挡运转的保护环节。该保护由过电流继电器来反映负载大小,为避免高速挡起动电流对过电流继电器的误动作,由一个时间继电器控制暂时短接过电流继电器,正反转为对称线路。线路中有失压保护、零位保护、过载保护及控制电路短路保护。其系列规格参数见表 3.3.3.8~3.3.3.13。

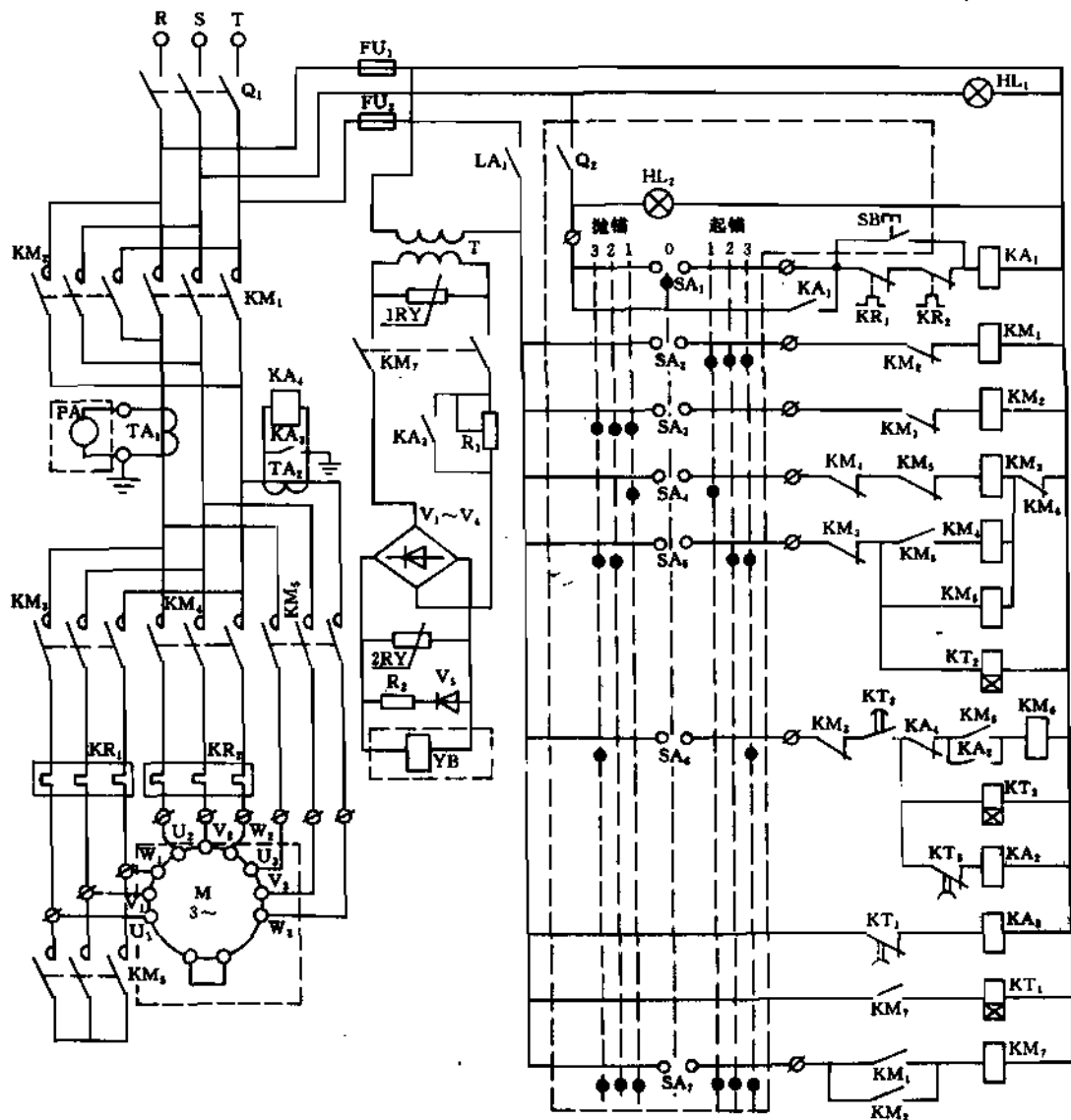


图 3.3.3.4 起锚系统机械三速恒功率电动机控制线路

表 3.3.3.8 起锚系统机械三速恒功率电动机控制箱规格参数之一

型号	额定电压 /V	额定电流 /A	结构型式	配 套 电 动 机			外形尺寸 (宽×高×深) /mm×mm×mm	配套主令
				型号	极数	功率/kW		
XHH2-M142JB	380	50	IP22	J <sub>2</sub> H-41 J <sub>2</sub> H-42	4/8/16	7.5/7.5/5 11/11/7.5	720×1370×365	LK911-120A 或 LK911-125A (110A)
XHH2-M182JB		100		J <sub>2</sub> H-51 J <sub>2</sub> H-52		16/16/11 22/22/16	814×1370×365	
XHH2-M202JB		150		J <sub>2</sub> H-61 J <sub>2</sub> H-71 J <sub>2</sub> H-72		30/30/22 45/45/30 60/60/45	1000×1755×380	
PH1-M202JB		150	开启	J <sub>2</sub> H-71 J <sub>2</sub> H-72	4/8/16	45/45/30 60/60/45	750×1700×500	LK911-120A
PH2-M223J PH3-M244J		250 400		J <sub>2</sub> H-72 J <sub>2</sub> H-81	4/8/16	60/60/45 85/85/64	1030×2000×600	

表 3.3.3.9 起锚系统机械三速恒功率电动机控制箱规格参数之二

控制箱型号	额定电压 /V	额定电流 /A	被 控 电 动 机		配用主令 控制器
			型号	功率/kW	
MKC1(A)-40/3A	380	40	J <sub>2</sub> -H41-4/8/16	7.5/7.5/5.5	LKC1-32/50
MKC1(A)-40/3B			J <sub>2</sub> -H42-4/8/16	11/11/7.5	
MKC1(A)-63/3		63	J <sub>2</sub> -H51-4/8/16	16/16/11	LKC1-32/75
MKC1(A)-100/3A		100	J <sub>2</sub> -H52-4/8/16	22/22/16	LKC1-32/100
MKC1(A)-100/3B			J <sub>2</sub> -H61-4/8/16	30/30/22	LKC1-32/100
MKC1(A)-160/3A		160	J <sub>2</sub> -H71-4/8/16	45/45/30	LKC1-32/150
MKC1(A)-160/3B			J <sub>2</sub> -H72-4/8/16	60/60/45	LKC1-32/200

表 3.3.3.10 起锚系统机械三速恒功率电动机控制箱规格参数之三

控制箱型号	额定电压 /V	额定电流 /A	被 控 电 动 机		配用主令 控制器
			型号	功率/kW	
MKH1-40/3A	380	40	J <sub>2</sub> -H41-4/8/16	7.5/7.5/5	LKH1-103 (003)
MKH1-40/3B			J <sub>2</sub> -H42-4/8/16	11/11/7.5	
MKH1-63/3		63	J <sub>2</sub> -H51-4/8/16	16/16/11	
MKH1-100/3A		100	J <sub>2</sub> -H52-4/8/16	22/22/16	
MKH1-100/3B			J <sub>2</sub> -H61-4/8/16	30/30/22	
MKH1-160/3A		160	J <sub>2</sub> -H71-4/8/16	45/45/30	
MKH1-160/3B			J <sub>2</sub> -H72-4/8/16	60/60/45	

表 3.3.3.11 起锚系统机械三速恒功率电动机控制箱规格参数之四

控制箱型号	电压/V	电流/A	电动机功率/kW	外形尺寸(高×宽×深)/mm×mm×mm
CST8/13	380	40	7.5/7.5/5	960×520×220
CST8/23			11/11/7.5	
CST8/33		63	16/16/11	1080×700×250
CST8/43		100	22/22/16	
CST8/53			30/30/22	
CST8/63		160	45/45/30	
CST8/73			60/60/45	

表 3.3.3.12 起锚系统机械三速恒功率电动机控制箱规格参数之五

控制箱型号	电压/V	电流/A	电动机功率/kW	外形尺寸(高×宽×深)/mm×mm×mm
MJXK-40/3Z	380	40	≥11/11/7.5	1250×770×350
MJXK-100/3Z		100	≥30/30/22	1400×770×350
MJXK-250/3Z	440	250	≥60/60/45	

表 3.3.3.13 起锚系统机械三速恒功率电动机控制箱规格参数之六

控制箱 型号	电机型号	被 控 电 机 数 据						箱体 编号	控制箱 重量 /kg
		电压 /V	频率 /Hz	功率 /kW	电流 /A	极数	S2 工作制/min		
A609D	1PB1 200-1RK	380	50	4(4.2)/9/9	31/24/19.5	16/8/4	2(5)/30/10	111	80
		440	60	4.5(4.7)/10/10	28/23/19				
A610D	1PB1 206-1RK	380	50	5(5.7)/12.5/12.5	43.5/34/27	16/8/4	2(5)/30/10	111	90
		440	60	6.4(6.5)/14/14	41/33/26				
A611D	1PB1 220-1RK	380	50	7.5(8)/16.8/16.8	59/46/35	16/8/4	2(5)/30/10	111	80
		440	60	8.7(9.1)/19/19	56/45/33				
A613D	1PB1 226-1RK	380	50	10(10.6)/22.5/22.5	81/59/46	16/8/4	2(5)/30/10	111	90
		440	60	11.5(12)/25/25	72/55/44				
A614D	1PB1 250-1RK	380	50	14(14.5)/30/30	83/69/59	16/8/4	2(5)/30/10	211	110
		440	60	15.5(16)/33.5/33.5	73/66/57				
A615D	1PB1 253-1RK	380	50	19(20)/42/42	100/98/81	16/8/4	2(5)/30/10	211	130
		440	60	21(22)/46/46	95/85/77				
A616D	1PB1 280-1RK	380	50	26(27)/56/56	114/120/106	16/8/4	2(5)/30/10	322	200
		440	60	29(30)/63/63	102/114/104				
A617D	1PB1 286-1RK	380	50	24(36)/75/75	134/156/140	16/8/4	2(5)/30/10	322	200
		440	60	39(40)/84/84	124/152/134				
A618D	1PB1 310-1RK	380	50	46(48)/100/100	174/210/84	16/8/4	2(5)/30/10	332	280
		440	60	51(54)/112/112	164/200/174				
A619D	1PB1 316-1RK	380	50	61(65)/135/135	235/280/245	16/8/4	2(5)/30/10	332	280
		440	60	68(71)/148/148	220/265/230				

注：括号内为 16 极闭口△时的参数，无括号的为 16 极开口△的参数



### 3) 三速三绕组或四速三绕组恒转矩电动机

这是采用 1PB2 系列及 1PB4 系列恒转矩电动机的继电器控制的用于自动系统机的控制系统。在主令控制器、张力选择开关、张力自动控制开关配合下,对三速或四速电动机进行自动控制,从而实现自动调整缆绳张力的工作状态。其控制箱规格参数见表 3.3.3.14, 1PB2 及 1PB4 系列电动机性能见 3.4.2 节。

表 3.3.3.14 自动系统机控制箱规格参数

控制箱型号	被 控 电 机 数 据							箱体 编号	控制 箱 重量 /kg
	电机 型号	电压 /V	频率 /Hz	功率 /kW	电流 /A	极数	S3 工作 /FC%		
A111D + A526D 或 A111D + A581D	1PB2 205	380	50	4.1/19/38	42/63/81	28/8/4	25/25/25	211	130
		440	60	4.4/19/38	38/55/69				
A309D + A526D 或 A309D + A581D	1PB4 313	380	50	6.8/29/61	90/98/136	36/12/6	15/15/15	322	200
		440	60	7.8/29/61	83/85/120				
A310D + A526D 或 A310D + A581D	1PB4 315	380	50	6.5/40/80	100/118/164	28/8/4	15/15/40	322	200
		440	60	7.9/40/80	92/104/142				
A211D + A526D 或 A210D + A581D	1PB2 206	380	50	4.1/19/38/38	42/67/85/92	28/8/4/2	25/25/15/10	322	200
		440	60	4.4/19/38/38	38/59/74/82				
A311D + A526D 或 A311D + A581D	1PB4 316	280	50	6.5/40/80/80	100/118/164/162	28/8/4/2	15/15/20/20	332	280
		440	60	7.9/40/80/80	92/104/142/140				

### 4. 可编程序控制器(PLC)控制

这是以小型可编程序控制器(PLC)为核心,结合原起锚系统控制箱的主接触器,保留原继电器控制功能,并利用 PLC 的优势,增强了安全保护及实时控制功能。特别能可靠地防止在锚破土时堵转在高速挡引起烧毁电机的事故,彻底克服了继电器控制中过载继电器工作不稳定不可靠的缺点<sup>[17]</sup>。

PLC 采用美国 A-B 公司的 SLC-1000 系列的 I32AWA 型,电源 AC220V,输入 20 点输出 12 点,用户内存 1K,可用于控制 56/56/27kW 恒功率三速电动机。系统具有如下实时控制功能:直接加速、延时加速、直接制动、三级制动(再生制动→再生、机械联合制动→机械制动)、逆转矩换向(先执行三级制动再执行延时加速)、机械刹车滞后打开(先接通主电路)、主令越位保护(越位时间小于延时加速时不作响应)、快速重复起动(主令回零时间小于再生制动时间不作响应,以减少制动器动作次数)、主令信号确认(系统经 200ms 延时确认,以防止主令抖动或不正常操作时主接触器的无效动作)。应急功能有:停车(主令电源开关切断)、应急操作(PLC 故

障时由主令直接低速运行)、无保护运行(切除全部保护功能,只有实时控制)。安全保护功能有:零位、缺相、失压、过载(各挡速度均有)、操作过频、工作持续率自动计算、电机转速过低(各挡速度均有)、电机温度过高。

PLC 的输入为主令控制器的各挡触点,PLC 的输出给中间继电器再控制原控制箱的主接触器。PLC 控制的起锚系统机械控制线路见图 3.3.3.5,该控制箱型号为 WQK-891 型,已用于较多船舶。

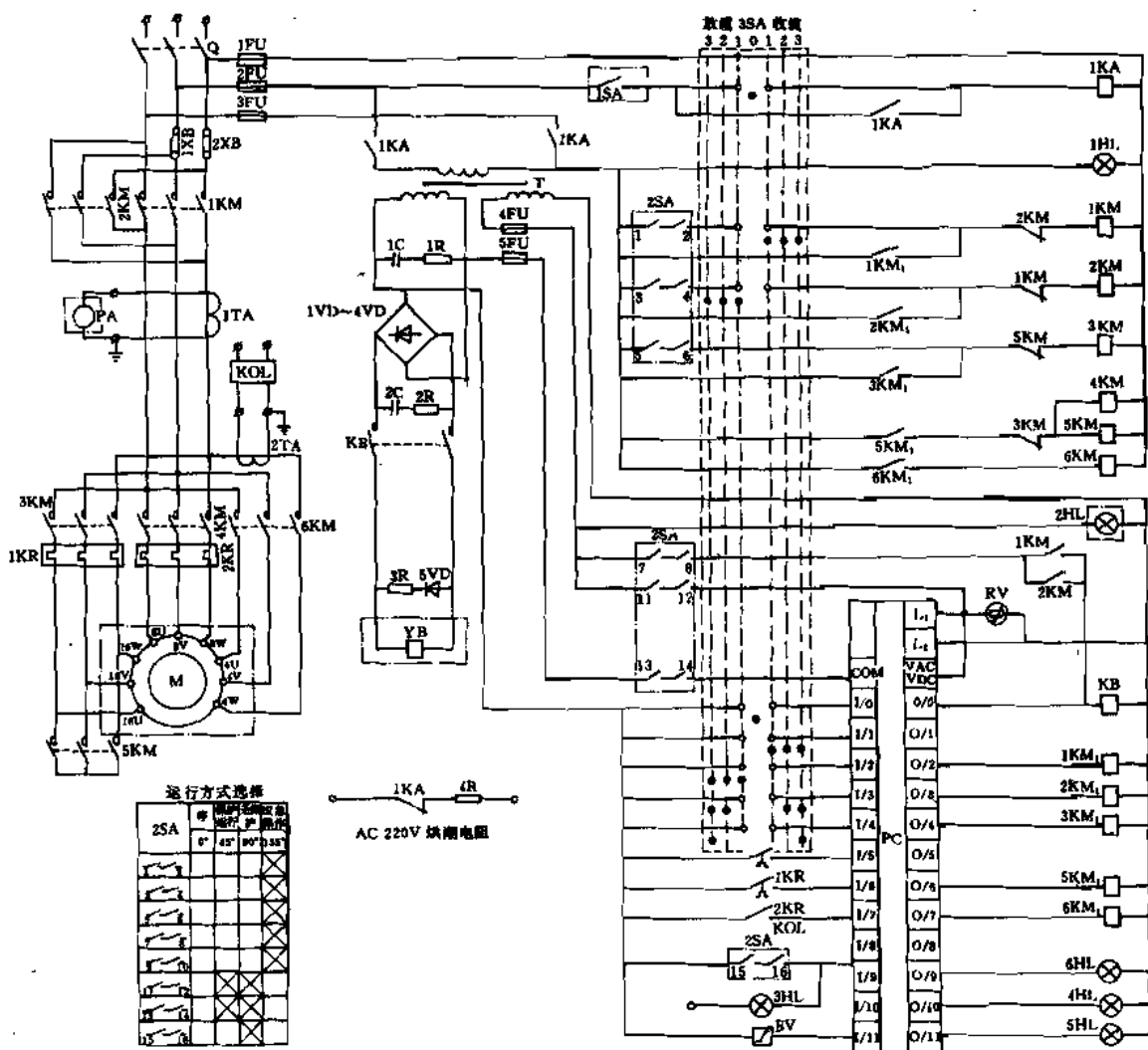


图 3.3.3.5 采用 PLC 控制的起锚系统机械控制线路

### 5. 液压锚机控制

大型船舶锚机因功率特别大,可能采用液压锚机。液压锚机的控制可以采用直接液控也可以采用电液控制。

直接液控时只需对电动液压泵控制配置起动器。而电液控制时尚需对各种电液控制阀进行电路设计,其原则可详见 3.6.3。

某钻井平台液压锚机电液控制是采用变量液压马达调速系统,控制线路见图 3.3.3.6。主

令信号由发送器  $TF_1$  (或  $TF_2$ ) 送出, 经推挽放大加到伺服电动机 SD 的 AB 绕组上, 带动伺服阀来改变油马达的转速, 即控制了起锚(或抛锚)的速度, 接收机 TS 同时带动伺服电动机的机座来停止伺服阀, 构成随动系统, 以维持在主令信号所给定的转速上运行。

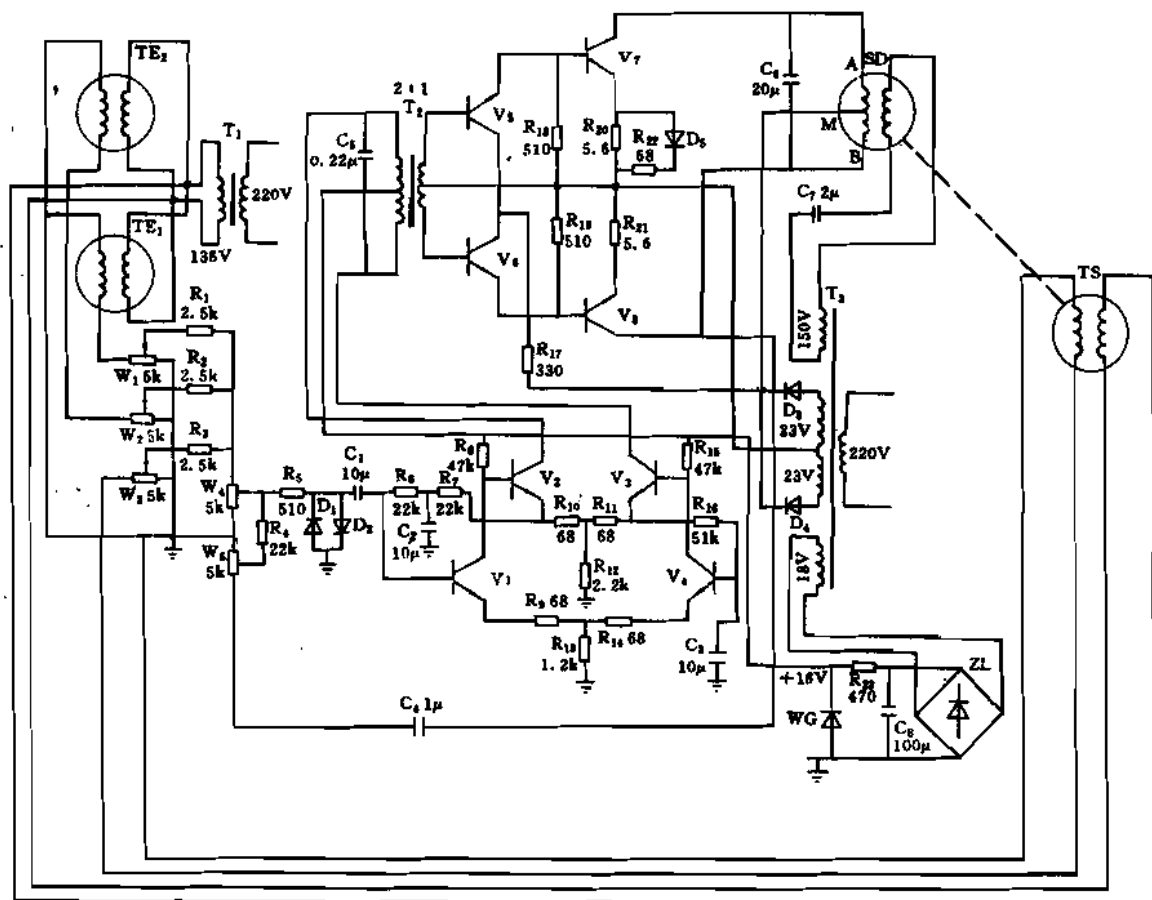


图 3.3.3.6 液压锚机电液变量控制原理图

## 第4章 船舶起重机械电力拖动

### 3.4.1 概 述

#### 1. 起重机械的种类

船舶起重机械在货船、客货船及大多数工程船上是一种重要的甲板机械,用来吊放货物或工程机械。起重机械通常由绞车组成,主要是吊杆式起重绞车和悬臂式回转起重机两大类。吊杆式起重绞车需配以千斤索绞车、稳索绞车,并要随时进行调整,设备技术要求较低,工作效率也较低,船上绳索较多,布置复杂。回转起重机结构紧凑,设备技术要求较高,但布置简单,工作效率也较高。起重机械的动力分电动和电动液压两种,目前两种都有广泛应用,各有优缺点,还未达到排斥或绝对肯定任一种的地步。货船、客货船上的起重机械通称起货机,60年代到70年代船舶起货机多数采用吊杆式起重绞车,80年代以后回转起重机式起货机(俗称克令吊)逐渐多起来,并且有不少是电动液压型式。

吊杆式起货机可用一个吊杆或两个吊杆来进行作业。在用一个吊杆工作时,起重绞车只作起升和下降货物之用,而货物的水平移动用人力或电动绞车来进行。人力移动只在一些小型吊杆上采用,起重重量较小,一般是用于无生产率要求的场合。电动回转和变幅的单吊杆起货机(亦称吊杆式起重机)可大大减轻劳动强度和提高工作效率,且比较灵活,如图3.4.1.1所示。双杆起货机有广泛的应用,一个吊杆布置在货舱口上面,另一个吊杆布置在舷边,如图3.4.1.2所示,利用两个吊杆起重绞车的收放配合操作来完成货物的升降和水平移动。双杆起货机对操作者的要求较高,并且对起重绞车的工作制要求也较高。双吊杆起货机电动机的负载图见图3.4.1.3。

回转起重机的特点是绞车机械与控制设备都在起重机上,包括起升机构、变幅机构和回转机构,外形见图3.4.1.4。起重机一般有两个操纵杆,一个控制升降,另一个控制变幅或回转,所以能做到灵活操作,适用于操作要求较高的场合,显然电动机工作制要求也降低了。回转起重机一般可在 $360^\circ$ 范围内任意位置工作,因此起重机上的电力供应是采用通过集电环的方式来实现的。某些大型回转起重机在机上备有柴油机作为动力,带动发电机或油泵作为动力机组。

工程船舶上的起重机械除了上述吊杆式和悬臂式外,尚有门架式、扒杆式、塔架式等。与起货机不同,工程船舶起重机械的负载变化比较有规律,有的甚至变化范围很小,基本为重载,有的只有空载和重载的变化,基本无生产效率要求,工作制也较小,详细要求可见3.6.2。

船舶起艇机也是一种起重机械,其作用是将救生艇或工作艇由水面吊到船的艇甲板高度,再将艇及艇架一起拉入船内放好。常用的吊艇架有重力倒臂式、倒杆式和旋转式,起艇机有安装在吊艇架上和艇甲板上两种形式。倒杆式和旋转式适用于小船,一般为手动或另配电动机机构,不由起艇机来操作其收放。

起艇机由于是一种有关生命安全的机械,所以其结构与操作有特殊之处。其工作过程为

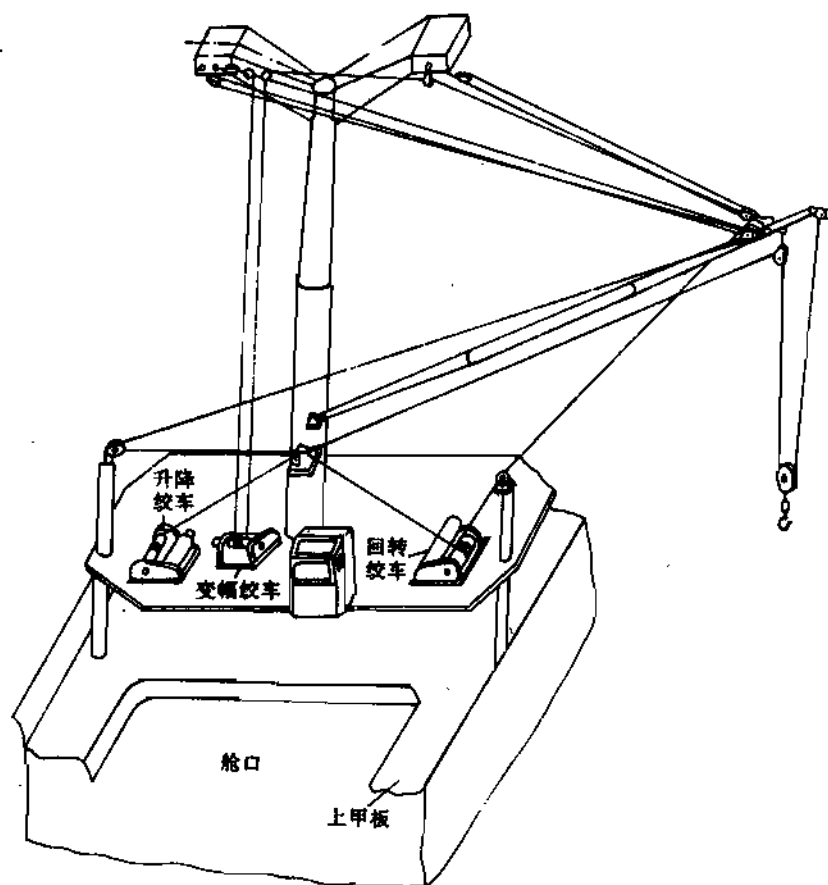


图 3.4.1.1 单吊杆起货机布置

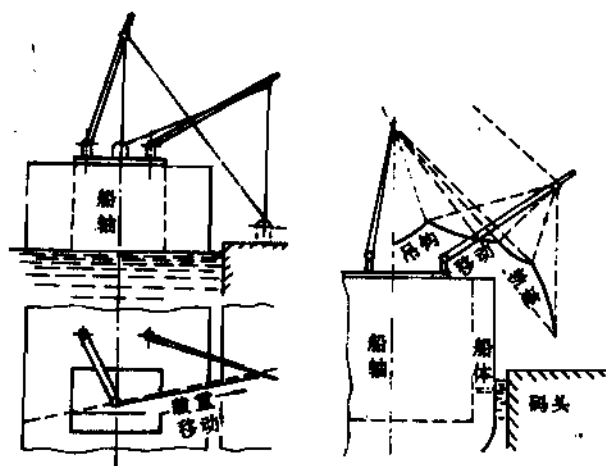


图 3.4.1.2 双吊杆起货机布置

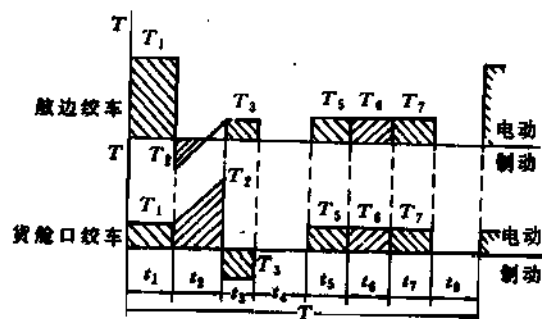


图 3.4.1.3 双吊杆起货机电动机负载图

2名放艇船员先登上救生艇，抬起起艇机的制动手柄（解除制动联锁），同时操作使电动机只能反向转动将吊艇架倒出舷外后放下手柄停住，然后载足全部救生艇乘员，再抬起手柄则救生艇重力下降，其速度在  $18\text{m/min} \sim 36\text{m/min}$  之间，靠起艇机内的离心式离合器自动调整

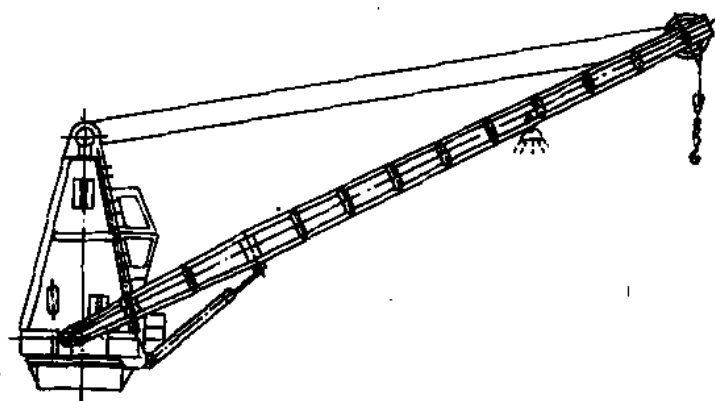


图 3.4.1.4 回转起重机外形

放艇速度直至水面。起艇机上备有手动手柄，能在失电时靠人力工作，当手动手柄插进手柄孔处于工作位置时，联锁使电动机不能转动和重力放艇不能工作。电动机正向转动（起升方向）只能在制动手柄不抬起时才可以。尽管起艇机能满载起升，但一般救生艇不会这样做（工作艇可能会）。所以起艇机只有空载（2名乘员）和满载（全部乘员）之分，并且工作时间极短，远小于电动机的定额值。起艇机因为有离心式离合器，并且兼有制动作用，所以电动机不需附带圆盘制动器。艇架上装有限位开关，当艇及艇架均收进放好后，限位开关被撞使电动机停止工作。

## 2. 船舶起重机械电力拖动的基本要求

1) 为了提高生产效率和保证安全的着地速度，必须要有较大的调速范围，可能时要有较高的空钩速度。一般调速范围要求 5:1 ~ 10:1，大重量及特种起重机械要求 10:1 ~ 20:1。

2) 在反转下降负载时，由于位势性负载特点，必须有稳定的制动下降速度。为了放下空钩，又要有电动下降特性。

3) 为了工作安全可靠，必须要有可靠的快速制动特性。

4) 由于起货机工作非常频繁，要求起动、调速和制动有较好的平滑性，以改善对电网的冲击程度。

5) 运行经济性要好，在货船上这是影响电站容量的一个重要因素。

## 3.4.2 船舶起重机械功率计算及电动机选择

### 3.4.2.1 功率计算

#### 1. 单吊杆起货机

##### 1) 计算前需要的原始数据

绞车的额定起重量	$G_n(\text{kN})$	挂钩重量	$G_o(\text{kN})$
绞车的生产效率	$Q(\text{kN} \cdot \text{h}^{-1})$	货物起升高度	$H_1(\text{m})$
货物下降高度	$H_2(\text{m})$	空钩起升高度	$H_3(\text{m})$
空钩下降高度	$H_4(\text{m})$	货物额定起升速度	$V_1(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
货物额定下降速度	$V_2(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	空钩起升速度	$V_3(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$