

# 第九章 甲板机械电力 拖动控制原理

## §9-1. 锚机的电力拖动与控制

### § 9-2. 锚机控制线路

### § 9-3. 船舶起货机的电力拖动与控制

### § 9-4. 直流电动起货机

### § 9-5. 交流电动起货机

第九章小结

### § 9-6. 电动液压起货机

### § 9-7. 电力拖动系统故障检测与维护

# 学习第九章应该注意的点

## 第九章学习应注意的几种问题：

1. 锚机和起货机有哪些基本要求？
2. 锚机和起货机控制线路各由哪些主要环节构成？能实现什么功能？
3. 锚机和起货机控制线路中有哪些保护措施？
4. 锚机和起货机控制各自的主要工作过程怎样？

**本章要点线路为：** 1. 交流电动锚机控制线路；  
2. 交流三速起货机控制线路。

# §9-1. 锚机的电力拖动与控制

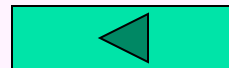
## 本节主要内容：

**主要内容：**——两大点。

- 一. 锚机运营工作特点；
- 二. 对电力拖动及控制的要求；

**学习要求：**

1. 锚机运营工作特点主要要求懂得锚机的3种工况和起锚过程中各个阶段的特点；
2. 对电力拖动及控制的要求包括两方面：(1). 对电动机的要求；(2). 对控制线路的要求。——这些**要求**是本节的**要点内容**，**要求一定要掌握。**



# 一、锚机运营工作特点

**运营工况：** 1. 正常起锚工况； 2. 应急起锚工况； 3. 抛锚工况。

**正常起锚工况：** —— 正常起锚工况有5个阶段：

- ①. 收躺锚链：电动机轴上负载转矩不变，且较小。
- ②. 拉紧锚链：轴上负载转矩逐渐增大。
- ③. 拔锚出土：负载转矩到达最大，“出土”后忽然减小。
- ④. 提锚出水：负载转矩逐渐减小。
- ⑤. 拉锚入孔：负载转矩再次用所增大，但不多。

**注意：** 拔锚不出土时**电动机将堵转**，此时要求电动机能够承受堵转转矩。

为了减小对电动机的冲击，一般能够经过主机推动器推动船舶迈进，依托**船舶迈进的动力拔锚出土**。

## ● 锚机其他工况阐明

船舶抛锚时有两种情况：—— 抛锚工况：

1. 水深不大时，直接松开制动器，锚自由下落，靠锚和锚链自重进行抛锚；

2. 海水较深时，则锚自由下落的速度较大，为了很好地控制下落速度也为了预防起锚困难和损坏设备，应该采用电气制动的措施，使锚下落的速度恒定。

电气制动的措施有：—— 1. 能耗制动；2. 再生（回馈、发电）制动。—— 一般采用再生制动（节能）。

应急起锚工况：—— 1. 海事局教材定义：深水抛锚时，因为水深锚抛不究竟，需将锚拉起，找合适地方再抛。∵此时锚链最长（约200米左右），起锚负载转矩最大。2. 一般定义：在电动机热继电器动作后，因为情况紧急经过应急起锚按钮短接热继电器进行的起锚。—— 书上并未阐明。

## 二、对电力拖动及控制的要求

**对电机要求**（6方面）：—— 1. **容量**：单锚破土起双锚； 2. **起动**：可最大负荷起动，工作时间 $<30\text{min}$ ，30min内起2 5； 3. **特征**：软或下坠的机械特征； 4. **过载**：堵转1min； 5. **速度**：单锚 $<12\text{m/min}$ ，双锚 $<8\text{m/min}$ ，入孔3~4m/min； 6. **电机**：防水式，短时工作制电动机。

**对控制线路要求**（5方面）：—— 1. **起动**：逐层自动起动； 2. **过载**：确保堵转1分钟不保护动作； 3. **抛锚**：匀速深水抛锚（再生或能耗制动）； 4. **保护**：短路、失压、过载、断相保护； 5. **制动**：电气和机械配合制动。

[ 第一节要点 ]：锚机工作特点； **要求**（总体5点、电动机和控制线路各6点）。



# § 9-2. 锚机控制线路

## 本节主要内容

**主要内容：**—— 三部分内容：

- 一. 复杂电路分析措施和控制线路符号阐明；
- 二. 锚机电动机起动和运转的分析；
- 三. 电动机的停止过程分析。

**学习要求：**

1. 学会复杂电路分析措施；
2. 能够结合对船舶锚机电力拖动及控制线路要求和锚机工作过程、特点，分析“交流三速锚机控制线路图”。



## ● 复杂电路的分析措施

### 复杂电路分析措施：

1. 经典读图法：—— 从主令元件入手，逐路分析。经典读图法要求对图中元件的作用清楚，工作过程有一定的了解，且需要经验积累。

2. 逻辑代数读图法：—— 采用逻辑函数表达线圈的通电逻辑，先列出各个线圈的逻辑函数并化简，然后根据逻辑函数读图。

因为时间关系，不能简介逻辑函数及其化简，所以只能采用经典读图法分析。

**需要注意的主要工作过程：** —— ①. 打开刹车串电阻；  
②. 三速运营及换档； ③. 制动刹车放电抱闸。



## 电动机阐明

### 电锚机电动机：

采用继电器控制的锚机一般采用变极调速，所以电动机一般要求具有两套绕组（或三套绕组）。

国产的交流电动锚机（定型产品）为：采用16/8/4三速鼠笼式异步电动机拖动。有两套独立绕组，高速4极，单独一套绕组，中速8级（YY），低速16极（ $\Delta$ ），中低速合用一套绕组。（见书P.126）。

YY— $\Delta$ 变极调速属于恒功率调速，这么能够确保低速时有大的转矩（即满足2倍额定转矩启动）。中速8级（YY）为额定级。

## ● 控制元件及电路图阐明

1. 时间继电器：—— 都是断电延时。 $KT_1$ ：2~3档延时； $KT_2$ ：延时过流保护； $KT_3$ ：刹车经济电阻延时接入。
2. 其他继电器： $KA_1$ ：为负载继电器，重载不上高速； $KA_2$ ：“零压（位）继电器”，失、欠压保护； $KA_3$ ：为中间继电器，与 $KT_2$ 配合，3档（高速）换档过载检测。
3. 接触器： $KM_1$ ：正转，起锚用； $KM_2$ ：反转，抛锚用； $KM_3$ ：“1速”，低速用； $KM_{4-1}$ 、 $KM_{4-2}$ ：“2速”，中速用（YY需要两个）； $KM_5$ ：“3速”，高速用； $KM_6$ ：接通刹车电磁铁用。
4. 主令触点、开关： $SA$ ：电源开关； $SA_{1\sim7}$ ：各档控制。
5. “十字格”中数字阐明：左边：为常开触点位置；右边：为常闭触点位置。
6. 触头下数字：表达控制线圈所在支路。

## 起锚操作

起锚操作的分析包括四个部分：—— 1. 接通电源； 2. 起锚1档； 3. 起锚2或3档； 4. 重载自动回到起锚中速档（2档）。

通电

1档

2档

3档

重载

其他

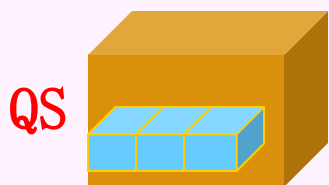
1. 接通电源：只有手柄在零位， $KA_2$ 才干得电。
2. 起锚1档：SA(2、4、7)等三路接通。
3. 起锚2或3档：SA(2、5、6、7)等四路接通。

可实现自动延时加速。

4. 重载自动回到起锚中速档（2档）。

**注意：**从起锚3档回2档后，若负载减小，不会自动再升到3档。应将手柄扳回2档后再推向3档才行。

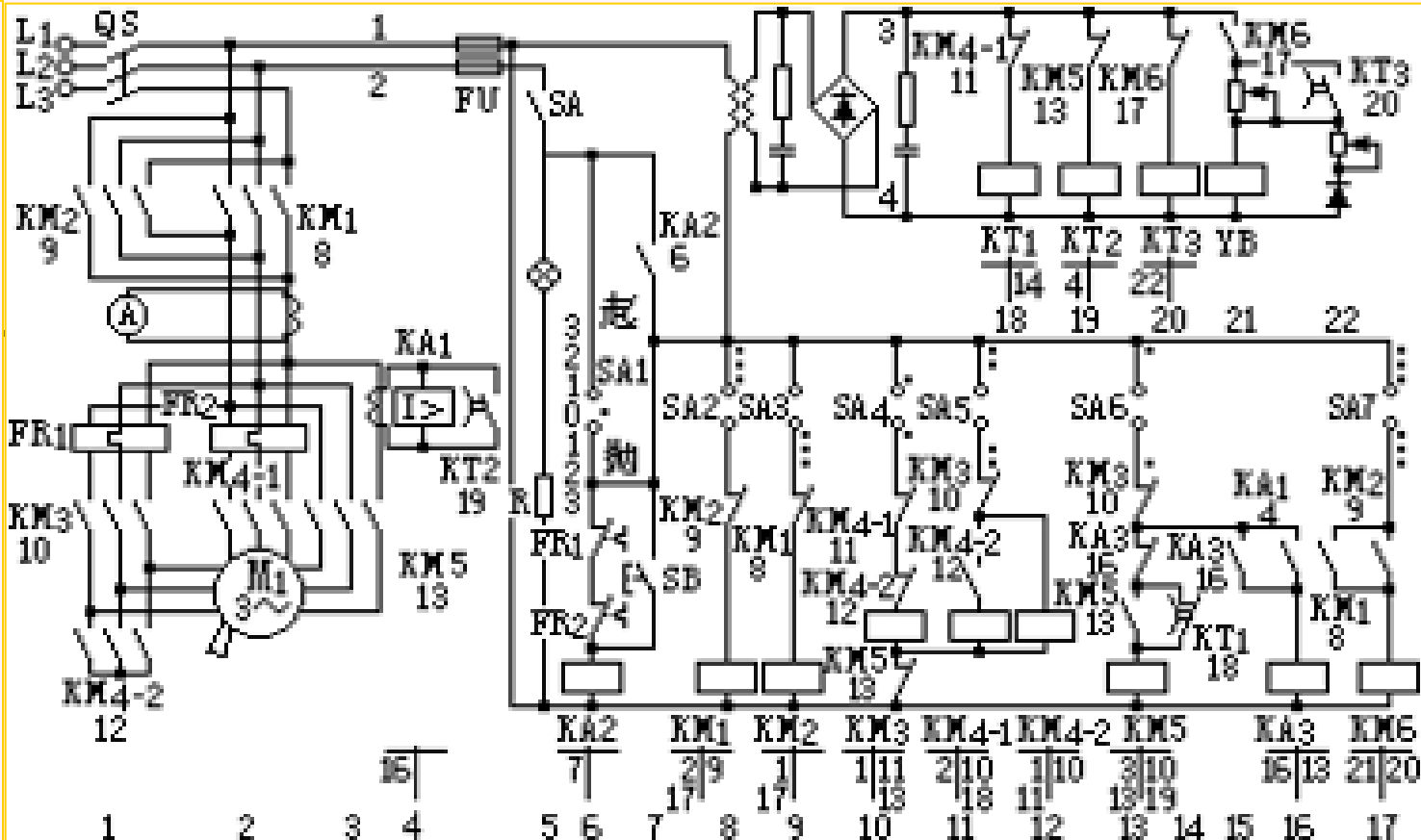
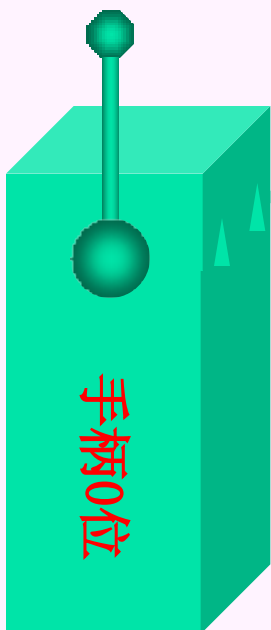
空气断路器



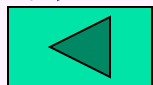
电源开关



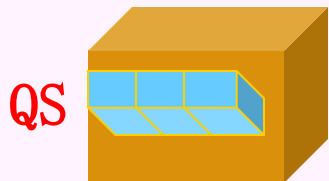
起锚 3 2 1 0 1 2 3  
抛锚



手柄在零位时，将电源开关SA闭合，合上空气断路器QS，因为手柄在零档时主令控制器的触点只有SA1一路接通，此时KA2线圈通电自锁触头闭合，控制线路有电。为其他操作做准备。



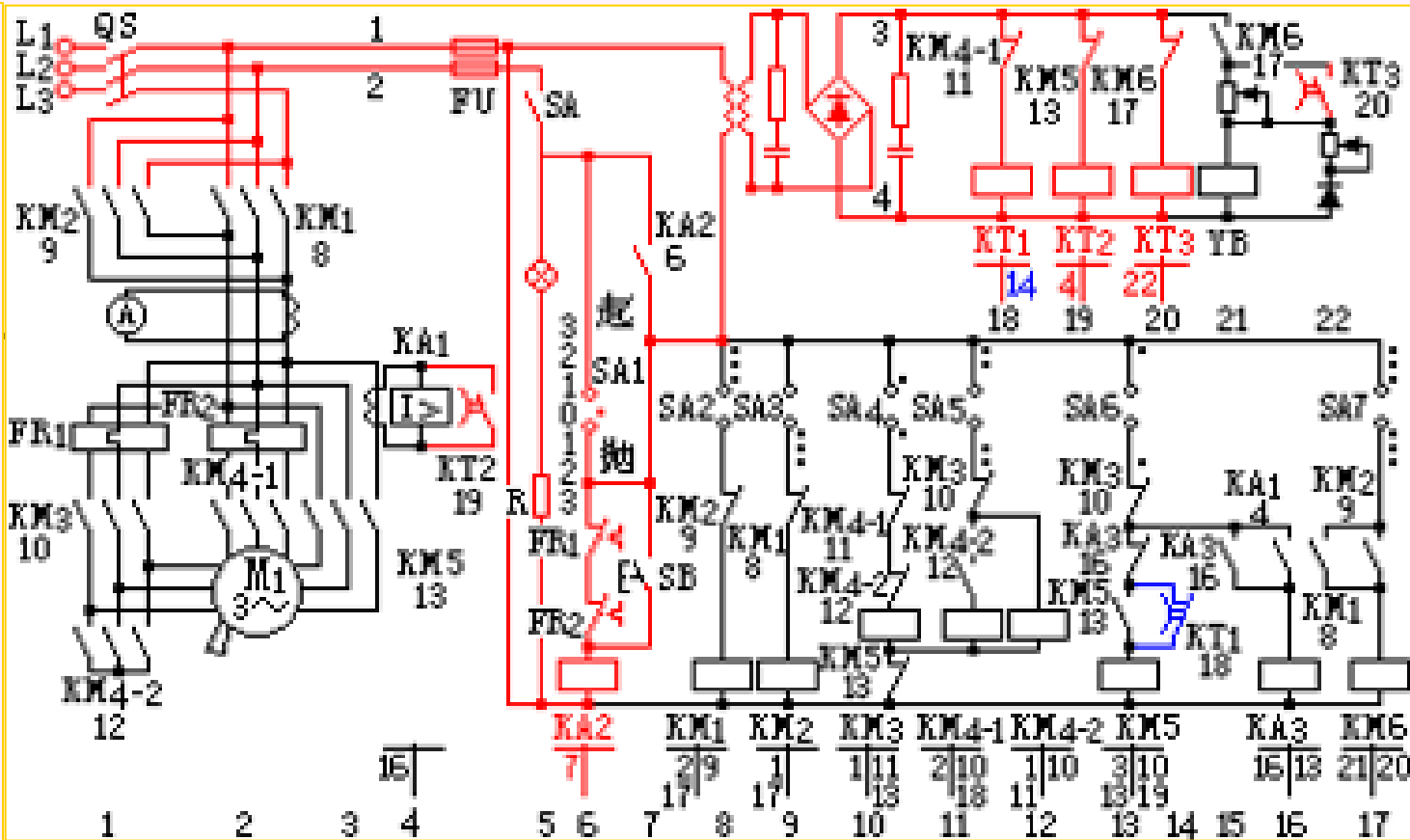
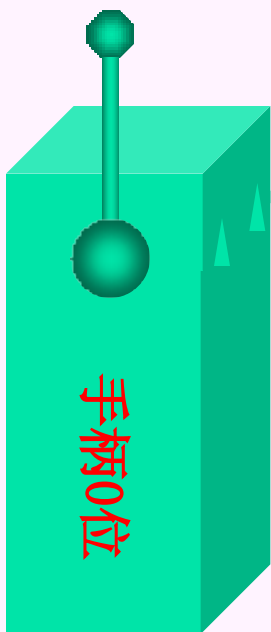
空气断路器



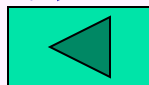
电源开关



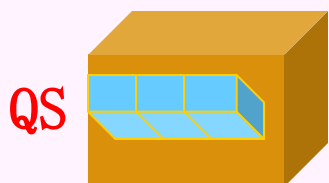
起锚 3 2 1 0 1 2 3  
抛锚



手柄在零位时，将电源开关SA闭合，合上空气断路器QS，因为手柄在零档时主令控制器的触点只有SA1一路接通，此时KA2线圈通电自锁触头闭合，控制线路有电。为其他操作做准备。



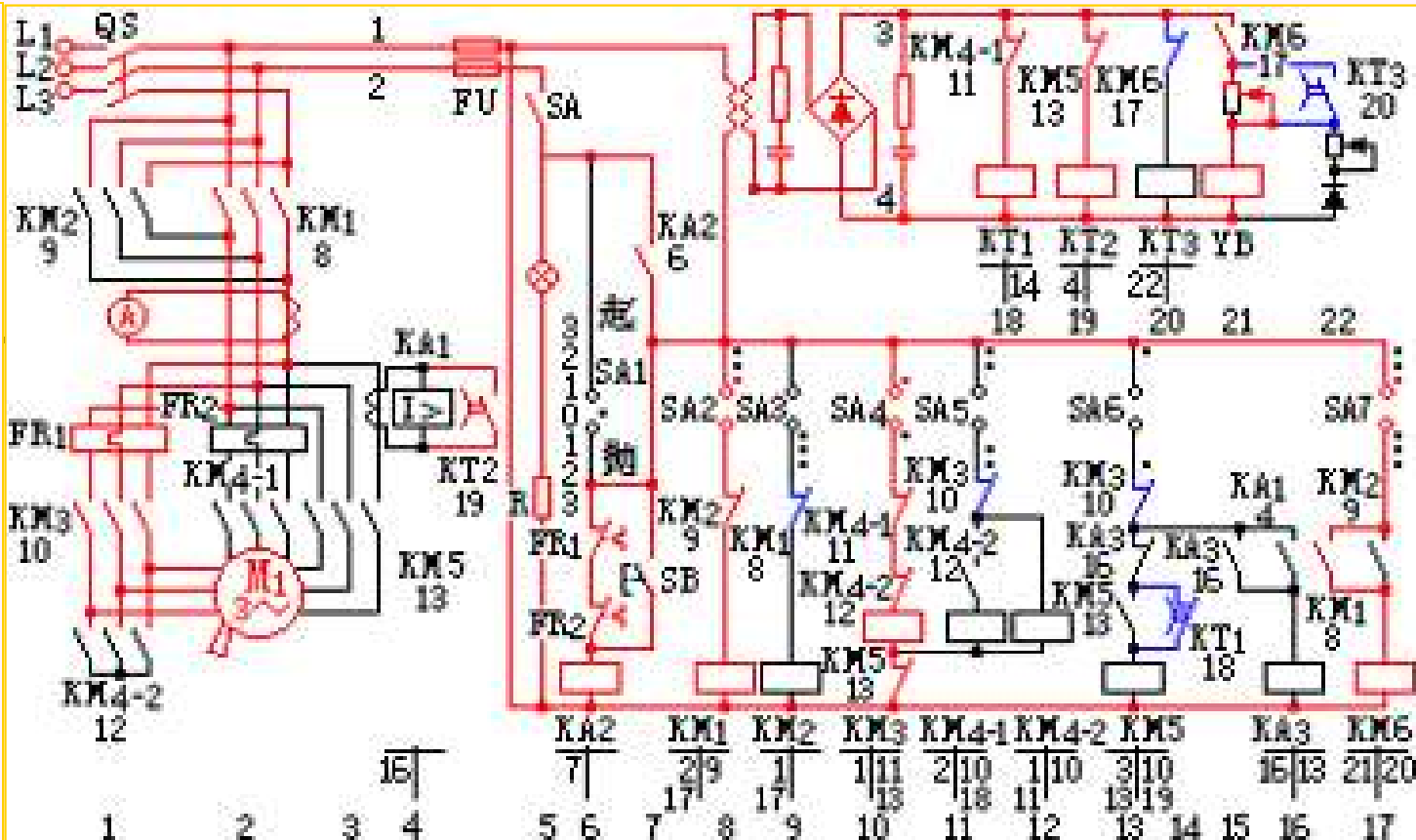
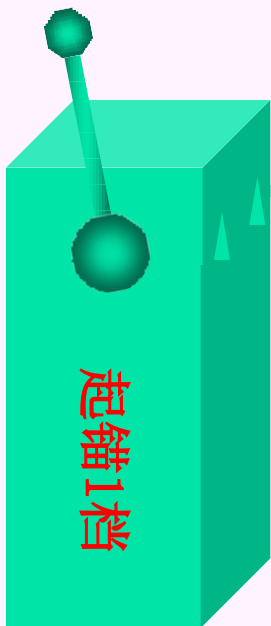
空气断路器



电源开关



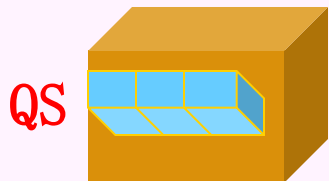
起锚 抛锚  
3 2 1 0 1 2 3



手柄扳到**起锚1档**：主令触点SA2、SA4和SA7三路接通，SA2使起锚（正转）接触器KM1通电，KM1触点使KM6、刹车YB打开，KT3断电延时，延时到，切除经济电阻。SA4使低速接触器KM3通电，低速起锚。



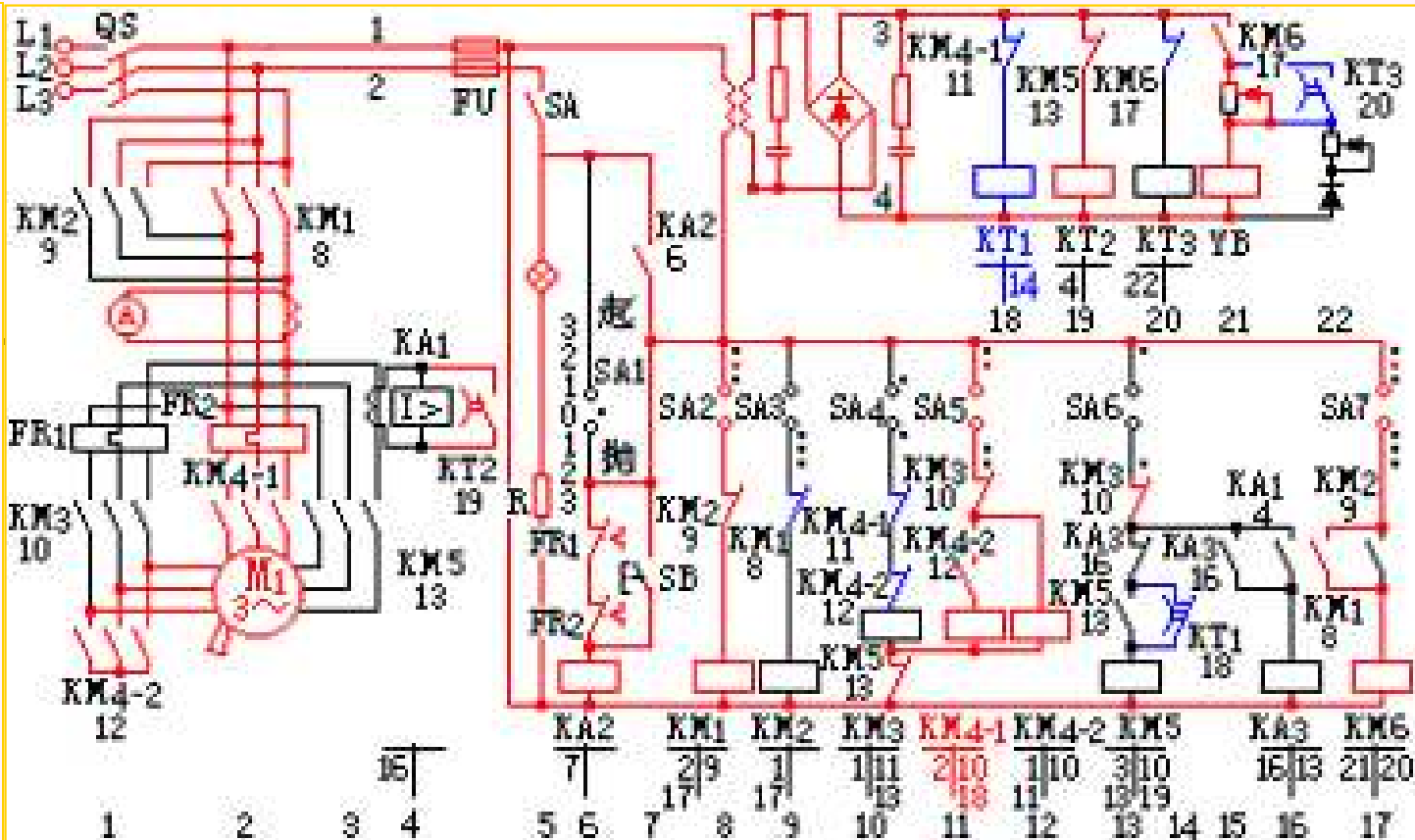
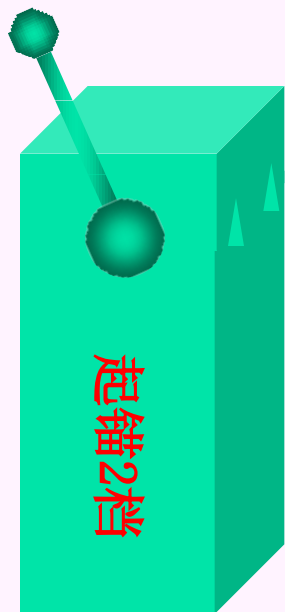
空气断路器



电源开关

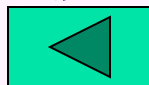


起锚 抛锚  
3 2 1 0 1 2 3

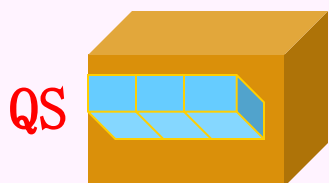


KM4-1通电后，KT1断电延时，延时时间到，其常闭触点闭合，为进入第3档做准备。

注：∵中、高速是不同的两套绕组，切换时允许同步通电，但从中速到高速的切换，必须等电机转速确实到达中速后才行。



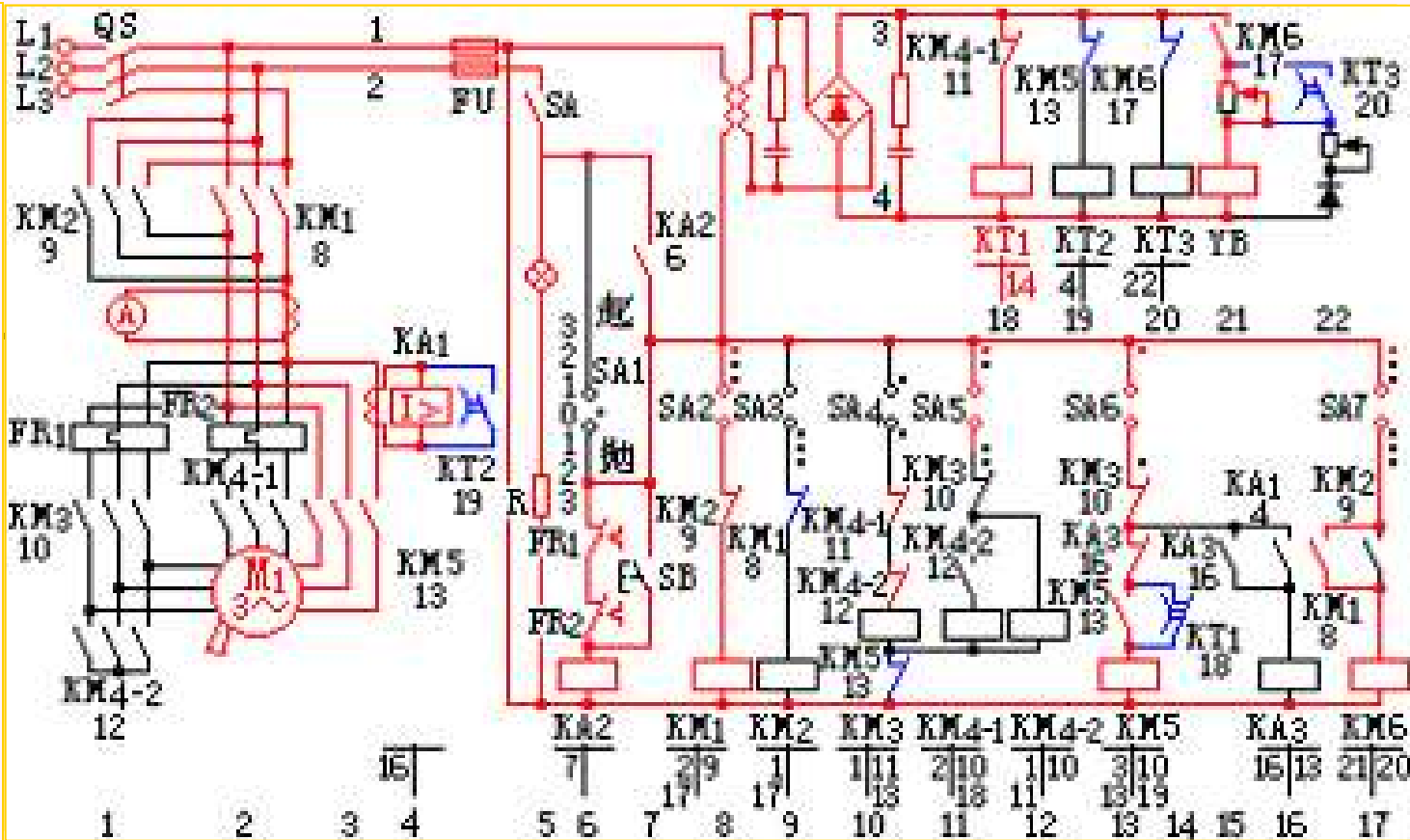
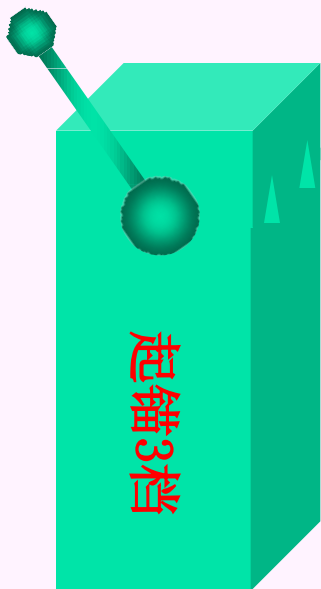
空气断路器



电源开关

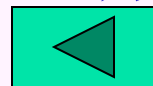


起锚 抛锚  
3 2 1 0 1 2 3



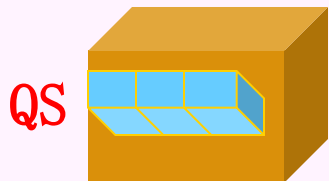
KT2延时使过流继电器KA1投入，是为了避开换档时出现的大电流。

当KT2常闭触点断开后，若无过载，则KA1不动作，锚机在高速稳定运营。不然，将使KA3动作，退回中速运营。





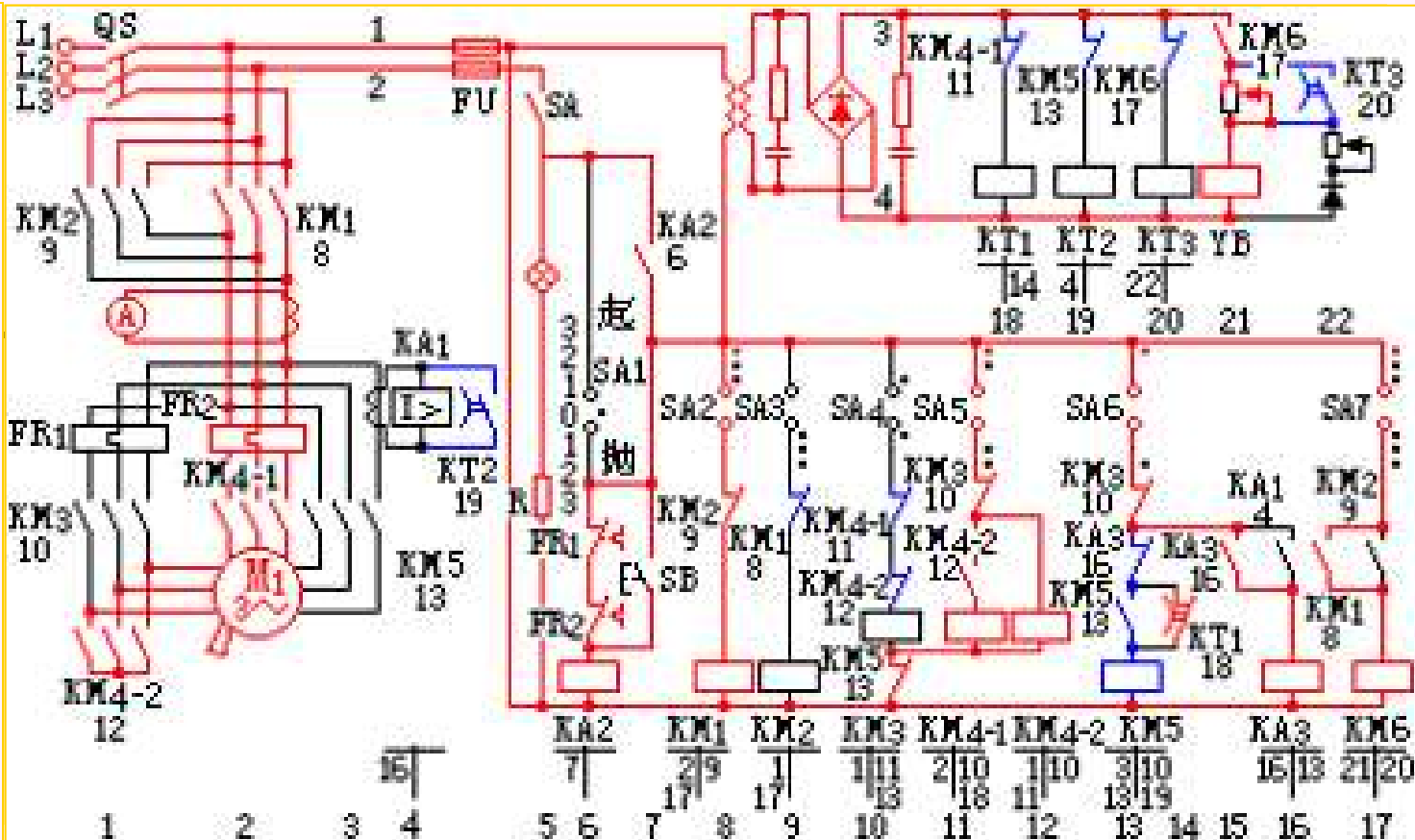
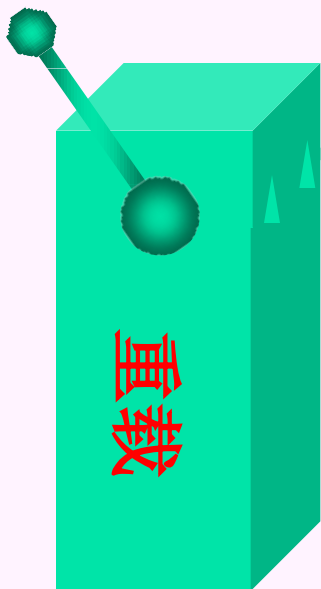
空气断路器



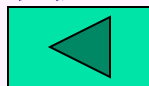
电源开关



起锚 抛锚  
3 2 1 0 1 2 3

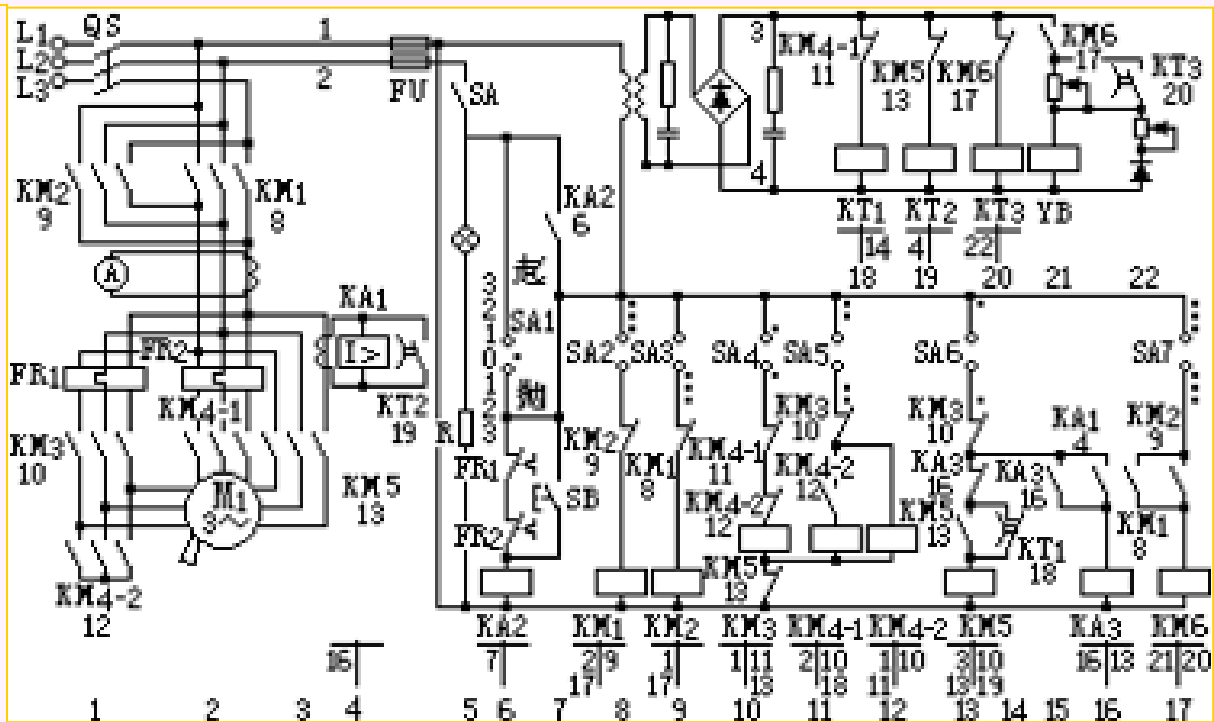


当KA3动作且自锁后，其常闭触点使KM5断电，KM4-2、4-1自行通电，锚机退回中速运营。此时，KA1无电流，但∵KA3已自锁，要再进入高速，须将手柄扳到中速后，再扳到高速才行。



## 迅速操作和抛锚

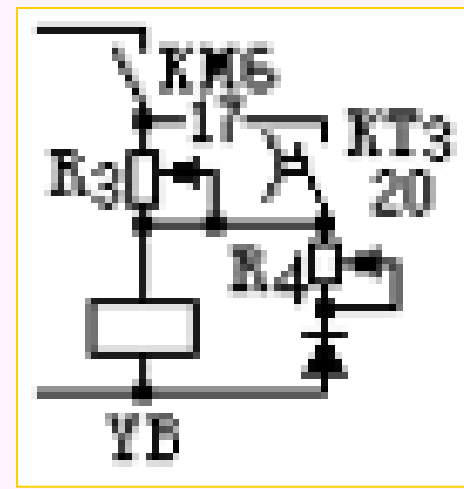
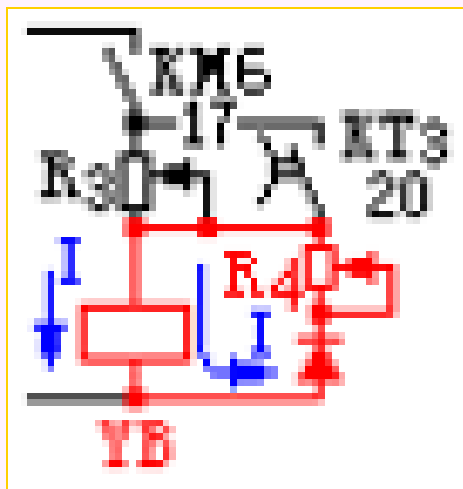
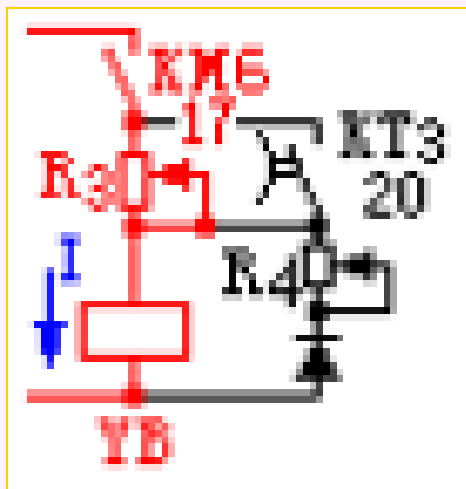
操作时若迅速将手柄扳到第3档，则控制线路将直接从中速开始，使电动机起动，经过KT1延时后，再自动进入高速运营。



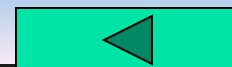
抛锚过程与起锚相同，但负载继电器KA1不会动作。此时电动机处于再生制动状态。

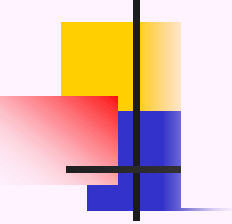
## ● 停机

手柄扳到零位，全部接触器失电，YB也失电，但不立即制动，要等其线圈放电后才进行机械制动。调整放电回路的电阻R4，可调整放电时间，从而调整刹车制动的的时间



[ 第二节要点 ]：能够独立地分析书P.127.图9-2-2线路的“起动、停止和运转”过程。





# § 9-3. 船舶起货机的电力拖动与控制

## 本节主要内容

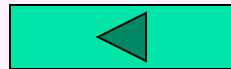
**主要内容：**—— 两大点。

- 一. 起货机运营工作特点；
- 二. 对电力拖动及控制的要求；

**学习要求：**

1. 要求懂得起货机的工作特点；
2. 对电力拖动及控制的要求包括两方面：
  - (1). 对电动机的要求；
  - (2). 对控制线路的要求。

—— **这些要求是本节的要点内容，要求一定要掌握。**



## ● 起货机分类和工作制

### ● 分类：

● **按驱动原理分类**：—— 蒸汽、电液、电动起货机。

● **按机械构造分类**：—— 吊杆式（单、双杆）和回转式（克令）起货机。

### ● 工作制：

● **起货机的工作制为**：反复短时（或间歇式、断续式等）。

## ● 起货机运营工作特点

### ● 特点：

● 起货机工作特点是：负载变化大，无固定循环，短时间内不断反复循环：吊货、移动、落货、空钩返回，每个循环所吊的货品重量不尽相同。

### ● 起货机的安全：

● 起货机的安全必须经过多种保护措施实现。

● 起货机工作时，安全问题非常主要。不但超载会损坏电动机等机械设备，制动、限位及速度控制不正常则将引起人身安全事故及设备的损坏。

## ● 对电力拖动及控制的要求

### ● 对电动机的要求：

—— 书P. 129~130，共6点。

- 1. 过载性好，起动力矩足够大；
- 2. 机械特征软；
- 3. 调速范围广；
- 4. 惯量小；
- 5. 防水式；
- 6. 反复短时。

## ● 对控制线路的要求

根据港监“轮补电”教材P.79 论述共有8点：

1. 起动时间（2秒之内）； 2. 制动时间（1秒之内）； 3. 逐层自动起动； 4. 逆转矩控制（预防高、中速时反接制动）； 5. 防货品跌落； 6. 堵转； 7. 冷却（与通风机联锁）； 8. 安全保护等。

另外：手柄换档时至少有一种绕组通电，设有紧急停车按钮，设有重物低速放下按钮。

**[ 第三节要点 ]**：基本要求（电动机：六点；控制电路：主要是“安全保护”）。





# § 9-4. 直流电动起货机

## 本节主要内容

**主要内容：**—— 两部分内容：

- 一. 双输出G - M系统起货机；
- 二. 晶闸管直流电动起货机。

**学习要求：**

1. 了解船舶直流电动起货机的类型；懂得“G-M系统”及“双输出G-M起货机”工作原理；
2. 了解船舶直流电动起货机的可能发展趋向 —— 晶闸管直流电动起货机及其可能的实现方案。

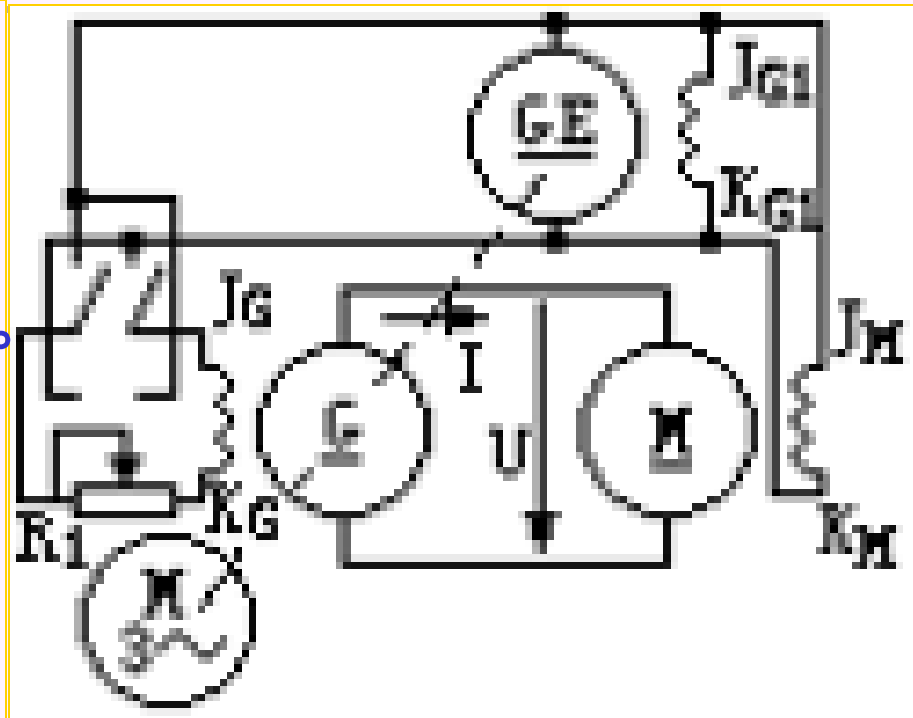
**需要注意的内容：**

1. G-M系统；
2. 直流电动起货机的类型；
3. 各继电器的作用（尤其是FR、FA、KI 等）。



# 一、双输出G-M系统起货机

- G-M系统：
- **G-M系统是指：**发电机-电动机构成的变流机组的直流调速拖动系统。
- **原理：**异步机拖动发电机和励磁机，调整发电机励磁，变化电压，直流电动机转速得到调整。

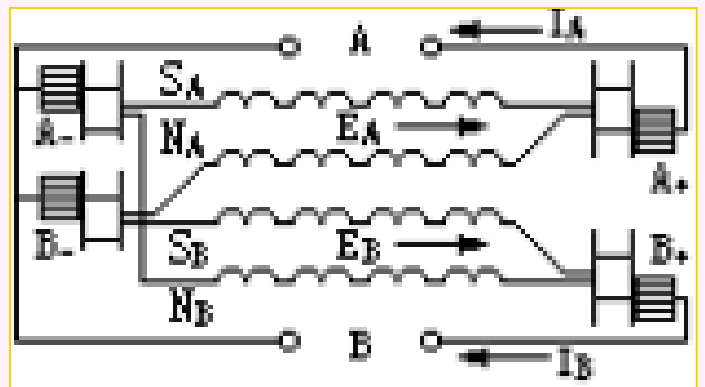
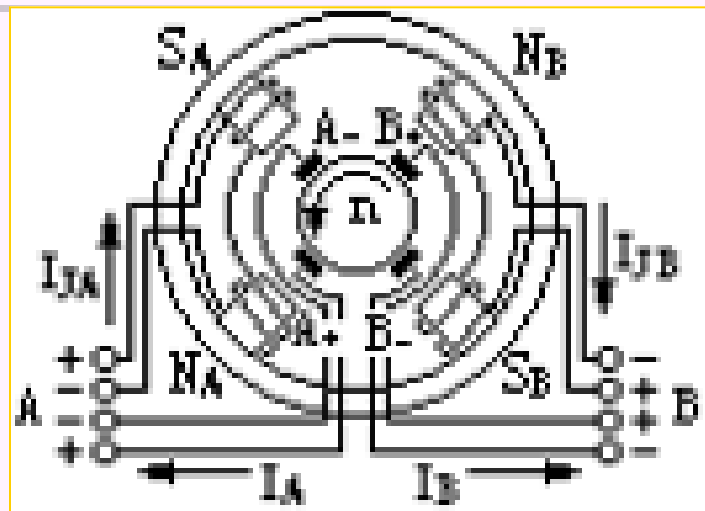


**特点：**调速性能好，但系统庞大，维护量大。

## 双输出直流发电机

**励磁：**发电机有两个励磁支路，每个支路电流单独调整。

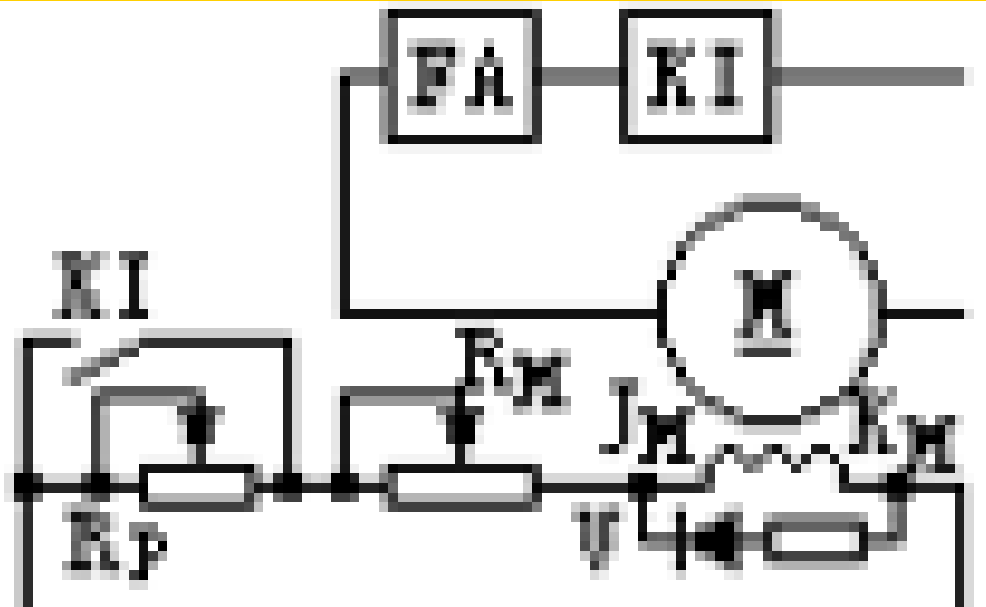
**电枢：**发电机电枢提成两部分，因为每个磁极下的绕组元件支路感应的电动势取决于该磁极的磁通，所以相同励磁磁极下的电枢绕组元件支路电势相等，可单独输出，且相互干扰。



## ● 双输出G-M系统直流起货机

**构成：**1台三相交流异步电动机，拖动1台双输出直流发电机，双输出直流发电机向2台直流电动机供电。

**改错：**异步电动机起动电路为自耦变压器降压起动，与P. 111图8-4-2同。但P. 132图中，KM3线圈支路中KA1常闭触点应改为常开触点。



**直流电动机的励磁：**

与负载有关，重载强励，轻载弱磁。由KI实现。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/837012044044006156>