

船舶电力拖动自动控制实验



大连海运学院船电教研室

1986.12

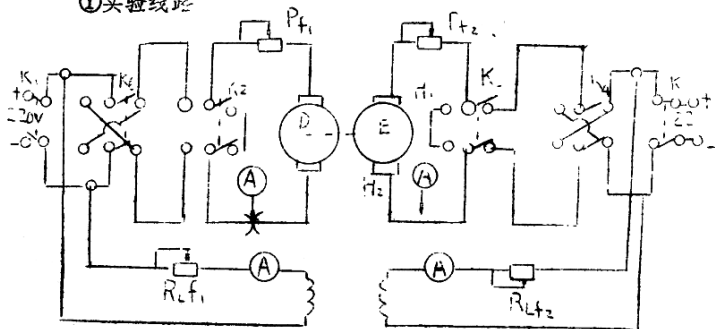
实验一 直流并激电动机在各种运行状态下机械特性的测定

1. 实验目的

测定直流并激电动机在保持额定的励磁的情况下电动、再生、反接及能耗各种状态下的机械特性 $n = f(M)$

2. 实验线路与设备

① 实验线路



② 实验设备

直流并激电动机——发电机组，（D为被测机械特性的直流并激电动机，F为作为负载的直流并发电机电机）

K_1 , K_2 , 电源开关。

K_3 : 被测电动机D作为电动和能耗状态的转接开关。

K_4 : 负载电机F作发电和电动状态的转换开关。

K_5 : 负载电机F正反向开关。

K_6 : 电动机D正反向开关。

磁场回路直流电流表 2只

电枢回路直流电流表	2 只
电流表插头	2 只
滑线电阻 R_{Lf}	3 只
可变负载电阻箱 R_f	2 只
万用表	1 只
转速器	1 只
示波器	1 只

3. 实验内容

①熟悉本实验所用的设备，并记录电动机和仪表的铭牌数。

②按实验线路图接线。

③起动 D 并检查 F 是否能够起压，若不能起压，则需先使发电机起压，然后停 F，将 F 作电动机起动，调下 D 和逆时针 K，应合在那一边。

④决定电动机 D 额定激磁电流的大小，并在整个实验中保持不变。

⑤测量出电动机在下列各种运转状态下的 n 和 I 的读数。

1) 并激直流电动机的自然特性 (电动, 再生二个工作状态)。

2) 并激直流电动机电枢串 20Ω 电阻时的人为特性 (机械性 (电动反接二个状态))。

3) 能耗制动电阻为 20Ω , 10Ω 时的能耗制动性 (共二个)

4) 实验步骤:

a. 准备工作

(1) R_{Lf1} 放最小, R_{Lf2} 放大位置, 合上 K_1 , K_2 , 电动机 D, 发电机下有激磁。(看电流表知) R_{f1} , R_{f2} 的电阻全部串入。

(2)合上 K_2 、 K_3 (K_1 、 K_4 断开), 调 R_{f1} 由大 \rightarrow 小起动车D。然后用万用表直流500V档测④电枢两端有无电压。调 R_{Lf2} 使 $V=230V$ 左右。完后记下④的旋转方向, 断开 K_3 , 停机。将 R_{f1} 放回最大位置。

(3)合 K_1 、 K_4 (K_3 、 K_2 断)调 R_{f2} 由大 \rightarrow 小起动车④。然后断开 K_1 、 K_4 , 使④停机。记下旋转方向。此时可以得出 K_3 合在那一边时, ④的旋转方向是一致的。希作下记号。最后将 R_{f2} 放回最大位置。

(4)合 K_2 、 K_3 。调 R_{f1} 由大 \rightarrow U, K_4 接到短路测, 调节发电机的负载电阻 R_{f2} 由大 \rightarrow 小, 使电动机电枢电流 $I=I_e$, 同时调 R_{Lf1} 其励磁磁阻使电动机 $n=n_e$, 这时对应下的励激电流为额定励激电流 I_f 此电流在实验中保持不变。然后打开 K_2 、 K_3 、 K_4 , 使 R_{f1} 、 R_{f2} 放在最大位置上。

b. 做自然特性;

$V=V_e$, $I_f=I_{fe}$ 电枢回路没外接电阻时电机的机械特性。

(1)合 K_1 、 K_3 、 K_2 、 K_4 ,

(2)调 R_{f1} 由大 \rightarrow U起动车D。

(3)逐次调节 R_{f2} 电阻。记录所对应的电流及 n , 测取3~4次即可。

c. 再生制动;

(1)在上面实验的基础上, 将 K_4 接通电源一方, K_3 接通(与D同方向侧)然后调 R_{f2} 由大 \rightarrow 小, R_{Lf2} 由小 \rightarrow 大, 配合调节使 n ↑, 当 $n=n_0$ 时, $I=0$ 。

(2)逐次调 R_{Lf2} 使 $n > n_0$, I 就反向, 将电流表的表笔极性换一下, 记下每次对应的 n 和电流的数值。测取1~2即可。

(3) 断开 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 。使 D 下停车。

d、串 20Ω 时人为特性

(1) R_{f1} 、 R_{f2} 放最大位置

(2) 把电流表的表笔极性换一下

(3) 合 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 ，

(4) 调 R_{f1} 由大 $\rightarrow 20\Omega$ 为止，使起动完毕。

(5) 合 K_5 （接通短路一方）

(6) 逐次调 R_{f2} 为不同数值，记录每次对应的 n 及 I 。测取 2~3 次。

e、反接特性

(1) 在上面基础上，量取电机 n ，然后将电流表的极性改变一下，此时将 K_5 很快打到另一边，记下最大电流值。（当 $n=0$ 时后，电机 D 会反转。）

(2) K_1 、 K_2 打开停机， K_3 打开合到另一边。

f、串 20Ω 能耗制动

(1) R_{f1} 、 R_{f2} 为最大值

(2) K_1 、 K_2 合上

(3) $R_{f1} = 20\Omega$ ，使 D 串 20Ω 起动完毕，测取 n 值。

(4) 将 K_3 很快打到另一边位，此时记下最大电流值即可。

串 12.5Ω 的人为特性，能耗制动特性的实验步骤与串 20Ω 时的一样不再重述。

4、实验报告

实验报告内容要包括设备的铭牌数据，求得的实验数据作出各种状态下 $n = f(M)$ 特性曲线，并与理论计算所得曲线相比较。说明

差别的原因。实验和计算数据填入附表中。

5. 注意事项

- (1) 试验过程中不要使电机过载，短时允许超过 1.2 额定电流。
- (2) 做再生制动特性时转速不要超过 1600 转/分。
- (3) 试验过程中被测电动机的磁场应保持恒定。
- (4) 每次起动电机时不要忘掉加起电阻

附表

自然特性

	电动状态			再生状态		
n/转分						
I _A 安						
M (计算)						

串 20Ω 时人为特性

	电动状态			反接状态		
n 转/分						-n ₀
I _A 安						0
M (计算)						

能耗特性

	20Ω 能耗电阻			12.5Ω 能耗电阻		
n 转/分						
I _A 安						
M (计算)						

串 12.5Ω 时人为特性

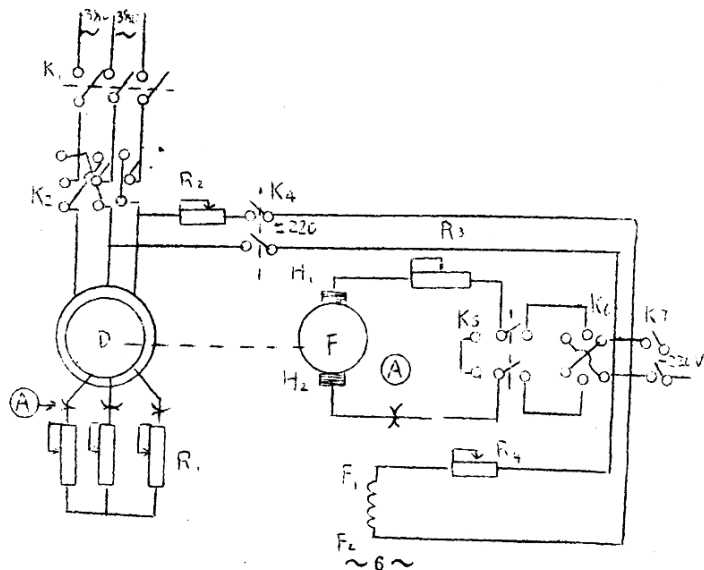
	电动状态			反接状态		
n 转/分						-n ₀
I _A 安						0
M (计算)						

实验二 交流绕线式异步电动机在各种状态下机械特性的测定

1. 实验目的:

测定绕线式异步机在保持 $V = V_e$, $f = 50 \text{ Hz}$ 的情况下, 电动反接, 能耗各种状态下的机械特性 $n = f(M)$

2. 实验线路



3、实验设备：

D——绕线式异步电动机 $\gamma_2 = 0.3$ $\lambda_M = 2$

F——作为负载用的直流发电机

K_1 ——交流开关

K_2 ——倒顺开关，反接制动时用的转换开关

K_3 ——能耗制动时用的直流电源开关

K_4 ——负载电动机做为发电式电动状态的转换开关

K_5 ——发电机

K_7 ——直流电源开关

发电机枢回路直流电流 1只

异步机转子回路交流电流表 1只

电流表笔插头 3只

R_2 、 R_2 、 R ，负载电阻 3只

万用表 1只

转速表 1只

实验内容：

1、测式绕线异步电动机的固有特性（电动）

2、测试绕线异步电动机的转子串 1.5Ω 及 4Ω 时的人为特性

3、测试绕线异步电动机的转子串 6Ω ，直流励磁电阻为 37Ω 时能耗制动状态性。

测试绕线异步电动机及转子串 6Ω 直流励磁电阻为 13Ω 时能耗制动状态特性。

4、测绕线异步电机转子串 12Ω 及转子串 17Ω 时电源反接状态特性。

5、测绕线异步电机转子串 12Ω 及转子串 17Ω 时速度反接状

态特性。

当 $S \leq S_e$ 即 $M_2 \leq M_e$ 时, $n = f(M)$ 为一直线, 为电动机工作部分。

当 $S > S_m$ 时, $n = f(M)$ 为一曲线, (为非工作部分)

在本实验中所测的数据为工作部分的特性

实验步骤:

准备工作:

(1)记下①②的铭牌, 及仪表每格的量程。

(2) R_1, R_2 全串入 K_1, K_2 合 K_1 升, 异步机启动, 记下旋转方向 (倒顺开关合那一边) 然后停机。

(3) K_1 合②有激磁, K_1, K_2 接通电源侧, 调 R_1, R_2 使②启动看②的旋转方向, (在 K_1 上做好①与②的同方向旋转位置), 然后 K_1 开停机。

1、固有特性

① R_1, R_2 放最大位置, K_1 放短路侧, 合 K_1 , 启动②, 将 R_1 由大 \rightarrow 小, 然后改变 R_2 , 使 $I_1 \geq 3A$, 在 $I_2 \geq 5A$ 后, 每隔 $3 \sim 4A$ 取一次 I_2 及 n 的数值 (不允许超过额定电流), 取 $2 \sim 3$ 次即可。

2、转子串 1.5Ω 电阻时 (及串 1Ω) 时人为特性。

	$R_1 = U$	$R_1 = 1.5\Omega$	$R_1 = 4\Omega$
I_2			
n			
S			
M			
I_F			

在上面实验基础上，将 R_1 调到 1.5Ω （及 4Ω ）处，然后逐次改变 R_1 ，逐次取 I_2 及 n 数值，取2~3次即可。完后停机， K_1 ，打开。

3、转子串 12Ω 电阻时正反转制动特性测试

串 $R_1 = 12\Omega$ ，①起运运行， K_1 ，放短路闸，此时记下 I_2 及 n ，然后将 R_1 旋适当位置， K_1 ，通过电源侧， K_2 ，通过②反方向侧②，此时会反向运行，此时记下 I_2 及 n ，完后 K_1 ， K_2 ，打开停机。

4、转子串 12Ω 电阻时电源反接制动特性测试。

$R_1 = 12\Omega$ ，①起运运行，此时记下 n ，然后将 K_2 很快打到另一方，此时记下 I_2 ，最大值。

另一点为 $I_2 = 0$ ， $n = -n$ ，完后停机。

5、能耗制动

	$R_1 = 6\Omega$	$R_2 = 37\Omega$	$R_1 = 6\Omega$	$R_2 = 13\Omega$
I_2		0		0
M				
S				
n		0		0

(1) $R_1 = 6\Omega$ ， $R_2 = 37\Omega$ （另一次为 $R_2 = 13\Omega$ ）

将 K_1 合， K_2 开，此时记下①的 n ，然后在打开 K_1 的同时合 K_2 ，此时记 I_2 的最大值。

实验报告

实验报告内容要包括设备的铭牌数据，求得的实验数据作出各种

状态 $n = f(M)$ 特性曲线，并与理论计算所得曲线相比较，说明相差的原因。

计算交流绕线异步电动机公式：

$$M = \frac{P_d}{\omega} \quad (\text{牛顿} \cdot \text{米}) \quad \omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$P_d = 3I_2^2 \frac{(r_2 + R)}{S} \quad (\text{瓦}) \quad \text{电机的电磁功率}$$

I_2 —— 转子电流 (安培)

r_2 —— 转子绕组电阻，本实验中 $r_2 = 0.3 \Omega$

R —— 转子回路外接电阻

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad \text{转差率}$$

n_0 —— 电机同步转速

所以实验时测出转子电流 I_2 ，就可以折算成转矩。

注：计算能耗特性时，上式中 S 应换 U

$$U = \frac{n}{n_0}$$

实验三 交流起货机实验

1、实验目的

研究交流起货机调速原理，掌握自动控制线路各个环节的作用，并了解交流电器的结构特点及作用，掌握排除故障方法。

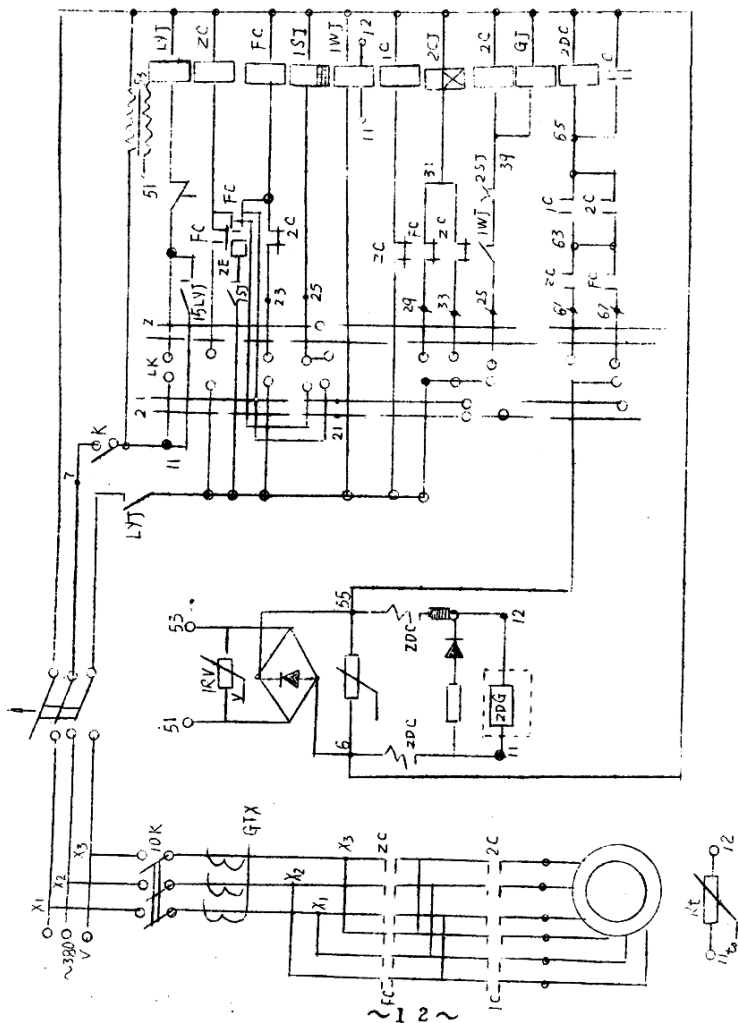
2、实验线路与设备

(1)实验线路(附图)

G J	过流继电器
L Y B	变压器
1-2PB	压敏电阻
1 R	电阻
2 R	降压电阻
C	电容
1-521	二极管
1 W J	温度继电器
1-2S J	时间继电器
I D C	直流接触器
Z C T C	交流接触器
L Y J	交流接触器
Z K	自动开关
1 0 K	刀开关
代号	名称

(2)实验设备

交流起货机控制屏 1 块
 交流船用起货电动机(带电磁包闸) 1 块
 主令控制器 1 台
 万用表 1 块



3、实验内容

(1)熟悉本实验系统所用电机,电器的规格、型号、结构、作用,熟悉控制屏的结构,布置和接线情况。

(2)熟悉控制线路的作用原理,并按线路图接线或查线(各设备之间的外部接线)。

(3)进行自动控制线路操作:

1)准备,合上电流开关(主令控制器手柄在零位),合上主令控制器开关,观察电器动作情况。

2)主令控制手柄分别打到上升和下降1, 2位时观察电器的动作顺序和电动机的运行情况,分别测出电动机转速。

3)主令控制器手柄从零位直打到上升(或下降)第二位时,观察时间继电器动作顺序,电动机的转速变化。

4)主令控制器手柄从上升(或下降)第二位直打零位时,观察电动机从高速转入低速运行后再生制动的过程(再生的和机械的制动)

5)主令控制器从上升(或下降)第二位打下放(或上升)第二位时观察电动机从上升(或下放)高速到零的停车过程,然后再由零起动到下放(或上升)高速的过程。此时注意各电器的动作情况。

(4)观察保护电器的作用

失压保护的作用,把主令控制器放在某个工作位置,人为的断开电源开关,电机停下,再合上,试看电动机是否会自行起动。

(5)排除故障:

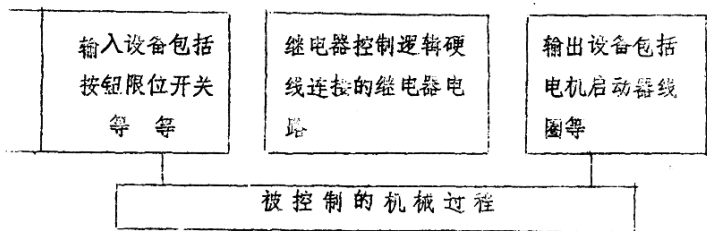
由老师故意制造故障,学生自己找出故障并进行排除。

SLC—100型可编程序控制器组成及性能

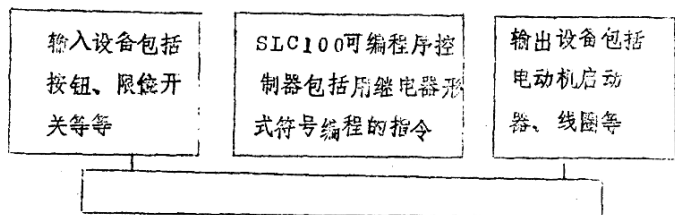
一前言:

SLC—100型可编程序控制器是以微处理器为基础的可编程序控制器。它是一行技术上先进的控制系统,它具有内在的柔性,也具有它的可编顺序控制器的优越性,而且还有一个很大的特点:即简易性。

硬线连接的继电器控制逻辑系统和一个类似于继电器逻辑但采用SLC—100可编程序控制器的系统进行比较,如图。就不难看出采用SLC—100程序控制器是如此容易。



采用硬线连接的继电器控制逻辑系统图

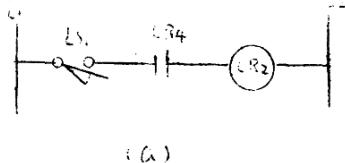


采用SLC—100 可编程序控制器的一个类似的系统图

图中示出 3 个类似的控制系统，唯一区别是继电器控制逻辑部分被 SLC100 可编程序控制器所代替。代替硬线连接继电器电路的是 SLC100 可编程序控制器，它包括有采用继电器形式符号逻辑的编程指令。采用 SLC100 可编程序控制器，你仍然可以应用熟悉的继电器逻辑方法进行设计。但是，新的方法中，却提供了一种比继电器控制系统逻辑设计更大的灵活性。

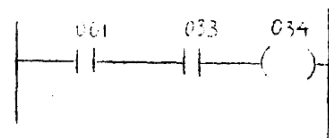
图 2 表示简易的梯形图编程格式，图中示出一条应用在继电器控制系统中的继电器梯形阶梯，以及用于类似继电器回路的梯形阶梯将用来对 SLC 100 可编程序控制器进行编程。

图 2 a 由一个限位开关 (LS1) 一个常开触点 (CR4) 以及一个线圈 (CR2) 组成的继电器梯



形阶梯电路。这条电气电路必须具有电气上相连接的连续通路。

图 2 b 分别用指令地址编号 001, 033, 和 034 表示 LS1, CR4 和 CR2



与 a 图类似的 PC 梯形电路。这条逻辑电路必须具有逻辑上相关的连续通路。

二、SLC 100 可编程序控制器的组成及性能

SLC 100 可编程序控制器包括如下部件。

- 处理器单元
- 扩散单元及其连接到处理器上的电缆。

- 袖珍编程器以及与处理器连接的电缆。
- 任意的处理器模板上的EEPROM存储器模块。

I. 处理单元

处理器单元内部装有由处理器，I/O接口电路，以及存储器集合而成的固体电路。该存储器将处理和编程信息在控制软件的管理下使输出设备为响应输入设备的开关状态而接通和断开（ON/OFF）控制。

编程的信息用袖珍编程器输入，并且存储到处理器的COMOS RAM存储中。当处理器断电时，由备用电池组供电。因此，存储器的内容将保持位。处理器，EEPROM模块，和袖珍编程器的直流操作电源，由控制器内部电源供电。

(1) 处理器的外部有10个输入点，（地址码为001—010）和6个输出点（地址码为011—016），输入为开关量，输出推动：接触器，电磁阀，起动器等设备。此外，处理器内设有多种类型的内部结点（代替继电器结点的软件触点）供编程时选用。其指令地址码为：

701—867：内部继电器结点地址码。

901—932：内部计时器，计数器、序列控制器地址码。

951—982：内部计时器，计数器、序列控制器状态地址码

(2) 诊断指示器：

直流DC POWER（绿色）——指示处理器单元已启动工作以及直流电源保持供电。

PC运行（PCRUN）（绿色）——指示处理器单元在运行方式中进行操作。

CPU故障（CPU.FAULT）（红色）——指示已检测到