

电气类专业实验指导丛书

# 专业基础实验 教程

ZHUANYE JICHU SHIYAN  
JIAOCHENG

主编◆徐强



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

电气类专业实验指导丛书

# 专业基础实验教程

主编 徐 强

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 简 介

本书针对电气专业的特点,合理规划实验,将每门课程实验分为基本操作实验、验证性实验和综合设计性实验三类,其目的是使读者通过各类实验进一步掌握电气信息类专业的基础知识,加深对相关课程理论知识的理解和认识,培养和提高学生的实验动手能力。

本书可作电气类、电子类、机电类专业本、专科学生的实验教材,也可以供相关专业学生和技术人员参考。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

专业基础实验教程 / 徐强主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2010.3  
(电气类专业实验指导丛书)  
ISBN 978-7-5643-0616-8

I. ①专… II. ①徐… III. ①电工技术—实验—高等学校—教材②电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 036593 号

---

电气类专业实验指导丛书

专业基础实验教程

主 编 徐 强

\*

责任编辑 高 平

特邀编辑 张 阅

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 11.25

字数: 278 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0616-8

定价: 19.50 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

现代科技的发展,使得改革传统教学方式迫在眉睫。通过增加实验和实训课程,重点培养学生的创造能力和实际操作能力是教学改革的主要内容之一。实验是教学工作必不可少的重要环节,它不仅起到理论联系实际、巩固和加深对理论知识理解的作用,同时又培养了学生的操作技能,为今后从事生产劳动、科学实验打下良好的基础。

为了提高学生的实践能力和动手能力,加深对相关课程理论知识的理解认识,根据电气类专业的教学要求及我校实际情况编写了“电气类专业实验指导丛书”,本书为该丛书的专业基础实验部分,每个实验包括有:实验目的、预习要点、实验设备与器件、实验内容和步骤、实验报告等项目。

本书共分4章,第1章电机学实验由徐强编写;第2章自动控制原理由杨楠编写;第3章微机原理与接口技术由林彬编写;第4章电力电子技术由汤勉刚编写;全书由徐强统稿主编。吴志刚对书稿进行了仔细审阅,并提出宝贵的修改意见,在此致以衷心谢意。

本书在编写时参阅了全国许多同类的优秀教材及实验指导书,在此向这些优秀教材的作者及实验指导书的编写者表示十分的感谢。本书在编写时得到四川师范大学学校领导、电气信息类专业一线教师以及实验室相关人员的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢。

本书可供电气信息类专业本、专科学生作实验教材使用。在编写过程中,由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2009年12月

# 目 录

<b>第一章 电机学</b> .....	1
1.1 电机学实验的基本要求和安全操作规程.....	1
实验的基本要求.....	1
实验安全操作规程.....	2
1.2 基本操作实验.....	3
实验一 直流电机认识实验.....	3
实验二 直流发电机实验.....	8
实验三 单相变压器.....	13
实验四 三相异步电动机的工作特性.....	20
实验五 三相同步发电机的运行特性.....	22
1.3 验证性实验.....	27
实验六 直流他励电动机实验.....	27
实验七 三相变压器的连接组.....	30
实验八 三相同步发电机的并联运行.....	34
实验九 三相同步电动机.....	39
实验十 旋转变压器.....	42
1.4 综合性设计性实验.....	47
实验十一 三相异步电动机的起动与调速.....	47
<b>第二章 自动控制原理</b> .....	52
2.1 基本操作实验.....	52
实验一 控制系统典型环节的模拟.....	52
实验二 一阶系统的时域响应及参数测定.....	57
实验三 典型环节频率特性的测试.....	59
实验四 典型非线性环节的模拟.....	62
2.2 验证性实验.....	66
实验五 二阶系统的瞬态响应分析.....	66
实验六 三阶系统的瞬态响应及稳定性分析.....	68
实验七 PID控制器的动态特性.....	71
实验八 线性系统频率特性的测试.....	72
实验九 信号的采样与恢复.....	76
实验十 非线性系统的相平面分析.....	77
2.3 综合性设计性实验.....	80
实验十一 自动控制系统的动态校正.....	80
<b>第三章 微机原理与接口技术</b> .....	85
3.1 基本操作实验.....	85
实验一 汇编语言与调试环境.....	85

3.2 验证性实验 .....	86
实验二 8255 键盘及显示接口实验 .....	86
实验三 RAM 扩展实验 .....	87
实验四 8253 定时器/计数器实验 .....	89
实验五 可编程中断控制器 8259A 实验 .....	92
实验六 8255 并行接口应用实验 .....	95
实验七 A/D 变换实验 .....	99
实验八 D/A 变换实验 .....	102
3.3 综合性设计性实验 .....	104
实验九 综合汇编程序设计 .....	104
实验十 步进电机实验 .....	105
<b>第四章 电力电子技术 .....</b>	<b>108</b>
4.1 基本操作实验 .....	108
实验一 SCR、GTO、MOSFET、GTR、IGBT 特性实验 .....	108
4.2 验证性实验 .....	110
实验二 单结晶体管触发及单相半波可控整流电路实验 .....	110
实验三 锯齿波同步移相触发电路实验 .....	114
实验四 单相桥式全控整流及有源逆变电路实验 .....	116
实验五 三相半波可控整流电路实验 .....	119
实验六 三相桥式全控整流及有源逆变电路实验 .....	122
实验七 直流斩波电路原理实验 .....	126
实验八 单相交流调压电路实验 .....	129
实验九 三相交流调压电路实验 .....	132
实验十 单相并联逆变电路实验 .....	135
4.3 综合性实验 .....	137
实验十一 直流电机四象限运行控制器的设计与仿真 .....	137
<b>附录 A DJDK-1 型电力电子及电机控制实验装置简介 .....</b>	<b>140</b>
A.1 控制屏介绍及操作说明 .....	140
A.2 DJK01 型电源控制屏 .....	140
A.3 各挂件功能介绍 .....	142
<b>附录 B 电力电子实验的基本要求和安全操作说明 .....</b>	<b>167</b>
B.1 实验的特点和要求 .....	167
B.2 实验前的准备 .....	168
B.3 实验实施 .....	168
B.4 实验总结 .....	169
<b>附录 C 实验安全操作规程 .....</b>	<b>169</b>
<b>附录 D KC 系列集成块原理说明 .....</b>	<b>170</b>
D.1 KC04 型可控硅移相触发器内部电路说明 .....	170
D.2 KC05 型可控硅移相触发器内部电路说明 .....	171
<b>参考文献 .....</b>	<b>173</b>

# 第一章 电机学

## 1.1 电机学实验的基本要求和安全操作规程

### 实验的基本要求

电机与拖动实验课的目的旨在培养学生掌握基本的实验方法与操作技能。培养学生学会根据实验目的、实验内容及实验设备拟定实验线路，选择所需仪表，确定实验步骤，测取所需数据，进行分析研究，得出必要结论，从而完成实验报告。在整个实验过程中，必须集中精力，及时认真做好实验。现按实验过程提出下列基本要求。

#### 一、实验前的准备

实验前应复习教科书有关章节，认真研读实验指导书，了解实验目的、项目、方法与步骤，明确实验过程中应注意的问题（有些内容可到实验室对照实验预习，如熟悉组件的编号、使用及其规定值等），并按照实验项目准备记录抄表等。

实验前应写好预习报告，经指导教师检查认为确实作好了实验前的准备，方可开始做实验。

认真做好实验前的准备工作，对于培养同学独立工作能力、提高实验质量和保护实验设备都是很重要的。

#### 二、实验的进行

##### 1. 建立小组，合理分工

每次实验都以小组为单位进行，每组由 3~5 人组成，实验进行中的接线、调节负载、保持电压或电流、记录数据等工作每人应有明确的分工，以保证实验操作协调，记录数据准确可靠。

##### 2. 选择组件和仪表

实验前先熟悉该次实验所用的组件，记录电机铭牌和选择仪表量程，然后依次排列组件和仪表便于测取数据。

##### 3. 按图接线

根据实验线路图及所选组件、仪表、按图接线，线路力求简单明了，按接线原则是先接

串联主回路，再接并联支路。为查找线路方便，每路可用相同颜色的导线或插头。

#### 4. 起动电机，观察仪表

在正式实验开始之前，先熟悉仪表刻度，并记下倍率，然后按一定规范起动电机，观察所有仪表是否正常（如指针正、反向是否超量程等）。如果出现异常，应立即切断电源，并排除故障；如果一切正常，即可正式开始实验。

#### 5. 测取数据

预习时对电机与拖动的试验方法及所测数据的大小作到心中有数。正式实验时，根据实验步骤逐次测取数据。

#### 6. 认真负责，实验有始有终

实验完毕需将数据交指导教师审阅，经指导教师认可后，才允许拆线并把实验所用的组件、导线及仪器等物品整理好。

### 三、实验报告

实验报告是根据实测数据和在实验中观察和发现的问题，经过自己分析研究或分析讨论后写出的心得体会。

实验报告要简明扼要、字迹清楚、图表整洁、结论明确。

实验报告包括以下内容：

- (1) 实验名称、专业班级、学号、姓名、实验日期、室温。
- (2) 列出实验中所用组件的名称及编号，电机铭牌数据（ $P_N$ 、 $U_N$ 、 $I_N$ 、 $n_N$ ）等。
- (3) 列出实验项目并绘出实验时所用的线路图，并注明仪表量程、电阻器阻值、电源端编号等。
- (4) 数据的整理和计算。
- (5) 按记录及计算的数据用坐标纸画出曲线，图纸尺寸不小于  $8\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ ，曲线要用曲线尺或曲线板连成光滑曲线，不在曲线上的点仍按实际数据标出。
- (6) 根据数据和曲线进行计算和分析，说明实验结果与理论是否符合，可对某些问题提出一些自己的见解并最后写出结论。实验报告应写在一定规格的报告纸上，保持整洁。
- (7) 每次实验每人独立完成一份报告，按时送交指导教师批阅。

## 实验安全操作规程

为了按时完成电机与拖动实验，确保实验时人身安全与设备安全，要严格遵守如下规定的安全操作规程：

- (1) 实验时，人体不可接触带电线路。
- (2) 接线或拆线都必须在切断电源的情况下进行。
- (3) 学生独立完成接线或改接线路后必须经指导教师检查和允许，并使组内其他同学引



起注意后方可接通电源。实验中如发生事故，应立即切断电源，经查清问题和妥善处理故障后，才能继续进行实验。

(4) 电机如直接起动则应先检查功率表及电流表的电流量程是否符合要求，有否短路回路存在，以免损坏仪表或电源。

(5) 总电源或实验台控制屏上的电源接通应由实验指导人员来控制，其他人只能由指导人员允许后方可操作，不得自行合闸。

## 1.2 基本操作实验

### 实验一 直流电机认识实验

#### 一、实验目的

- (1) 学习电机实验的基本要求与安全操作注意事项。
- (2) 认识在直流电机实验中所用的电机、仪表、变阻器等组件及使用方法。
- (3) 熟悉他励电动机（即并励电动机按他励方式）的接线、起动、改变电机转向与调速的方法。

#### 二、预习要点

- (1) 如何正确选择使用仪器仪表，特别是电压表电流表的量程。
- (2) 直流电动机起动时，为什么在电枢回路中需要串接起动变阻器？不串接会产生什么严重后果？
- (3) 直流电动机起动时，励磁回路串接的磁场变阻器应调至什么位置？为什么？若励磁回路断开造成失磁时，会产生什么严重后果？
- (4) 直流电动机调速及改变转向的方法。

#### 三、实验设备与器件

##### 1. 实验设备（见表 1.1.1）

表 1.1.1 实验设备

序号	型号	名称	数量
1	DD03	导轨、测速发电机及转速表	1 台
2	DJ23	校正直流测功机	1 台
3	DJ15	直流并励电动机	1 台

续表 1.1.1

序号	型号	名称	数量
4	D31	直流数字电压表、毫安表、安培表	2 件
5	D42	三相可调电阻器	1 件
6	D44	可调电阻器、电容器	1 件
7	D51	波形测试及开关板	1 件
8	D41	三相可调电阻器	1 件

## 2. 控制屏上挂件排列顺序

D31、D42、D41、D51、D31、D44。

## 四、实验项目

(1) 了解 DD01 电源控制屏中的电枢电源、励磁电源、校正过的直流电机、变阻器、多量程直流电压表、电流表及直流电动机的使用方法。

(2) 用伏安法测直流电动机和直流发电机的电枢绕组的冷态电阻。

(3) 直流他励电动机的起动、调速及改变转向。

## 五、实验说明及操作步骤

### 1. 准备工作

由实验指导人员介绍 DDSZ-1 型电机及电气技术实验装置各面板布置及使用方法，讲解电机实验的基本要求、安全操作和注意事项。

### 2. 用伏安法测电枢的直流电阻

(1) 按图 1.1.1 接线，电阻  $R$  用 D44 上  $1\ 800\ \Omega$  和  $180\ \Omega$  串联（共  $1\ 980\ \Omega$  阻值）并调至最大；A 表选用 D31 直流、毫安、安培表，量程选用  $5\ \text{A}$  挡；开关 S 选用 D51 挂箱。

(2) 经检查无误后接通电枢电源，并调至  $220\ \text{V}$ 。调节  $R$  使电枢电流达到  $0.2\ \text{A}$ （如果电流太大，可能由于剩磁的作用使电机旋转，测量无法进行；如果此时电流太小，可能由于接触电阻产生较大的误差），迅速测取电机电枢两端电压  $U$  和电流  $I$ 。将电机分别旋转三分之一和三分之二周，重复测取  $U$ 、 $I$  的三组数据列于表 1.1.2 中。

(3) 增大  $R$  使电流分别达到  $0.15\ \text{A}$  和  $0.1\ \text{A}$ ，用同样方法测取六组数据列于表 1.1.2 中。

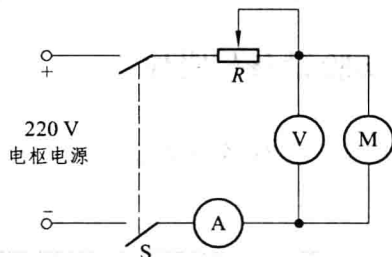


图 1.1.1 测电枢绕组直流电阻接线图

表 1.1.2 测量数据

室温 \_\_\_\_\_ °C

序号	$U/V$	$I/A$	$R$ (平均) / $\Omega$		$R_a/\Omega$	$R_{\text{ref}}/\Omega$
1			$R_{a11} =$	$R_{a1} =$		
			$R_{a12} =$			
			$R_{a13} =$			
2			$R_{a21} =$	$R_{a2} =$		
			$R_{a22} =$			
			$R_{a23} =$			
3			$R_{a31} =$	$R_{a3} =$		
			$R_{a32} =$			
			$R_{a33} =$			

取三次测量的平均值作为实际冷态电阻值，有

$$R_a = \frac{1}{3}(R_{a1} + R_{a2} + R_{a3})$$

式中：
$$R_{a1} = \frac{1}{3}(R_{a11} + R_{a12} + R_{a13})$$

$$R_{a2} = \frac{1}{3}(R_{a21} + R_{a22} + R_{a23})$$

$$R_{a3} = \frac{1}{3}(R_{a31} + R_{a32} + R_{a33})$$

(4) 计算基准工作温度时的电枢电阻。

由实验直接测得电枢绕组电阻值，此值为实际冷态电阻值，冷态温度为室温。则基准工作温度时的电枢绕组电阻值为

$$R_{\text{ref}} = R_a \frac{235 + \theta_{\text{ref}}}{235 + \theta_a}$$

式中： $R_{\text{ref}}$ ——换算到基准工作温度时电枢绕组电阻 ( $\Omega$ )；

$R_a$ ——电枢绕组的实际冷态电阻 ( $\Omega$ )；

$\theta_{\text{ref}}$ ——基准工作温度，对于 E 级绝缘为 75 °C；

$\theta_a$ ——实际冷态时电枢绕组的温度 (°C)。

### 3. 直流仪表、转速表和变阻器的选择

直流仪表、转速表量程是根据电机的额定值和实验中可能达到的最大值来选择的，变阻器根据实验要求来选用，并按电流的大小选择串联、并联或串并联的接法。

(1) 电压量程的选择。

如测量电动机两端为 220 V 的直流电压，选用直流电压表为 1 000 V 量程挡。

(2) 电流量程的选择。

因为直流并励电动机的额定电流为 1.2 A，测量电枢电流的电表  $A_3$  可选用直流电流表的

5 A 量程档；额定励磁电流小于 0.16 A，电流表  $A_1$  选用 200 mA 量程档。

(3) 电机额定转速为 1 600 r/min，转速表选用 1 800 r/min 量程档。

(4) 变阻器的选择。

变阻器选用的原则是根据实验中所需的阻值和流过变阻器最大的电流来确定，电枢回路  $R_1$  可选用 D44 挂件的 1.3 A 的  $90\ \Omega$  与  $90\ \Omega$  串联电阻，磁场回路  $R_{f1}$  可选用 D44 挂件的 0.41 A 的  $900\ \Omega$  与  $900\ \Omega$  串联电阻。

#### 4. 直流他励电动机的起动准备

按图 1.1.2 所示线路接线，图中直流他励电动机 M 用 DJ15，其额定功率  $P_N=185\ \text{W}$ ，额定电压  $U_N=220\ \text{V}$ ，额定电流  $I_N=1.2\ \text{A}$ ，额定转速  $n_N=1\ 600\ \text{r/min}$ ，额定励磁电流  $I_{fN}<0.16\ \text{A}$ 。校正直流测功机 MG 作为测功机使用，TG 为测速发电机，直流电流表选用 D31， $R_{f1}$  用 D44 的  $1\ 800\ \Omega$  阻值作为直流他励电动机励磁回路串接的电阻， $R_{f2}$  选用 D42 的  $1\ 800\ \Omega$  阻值的变阻器作为 MG 励磁回路串接的电阻。 $R_1$  选用 D44 的  $180\ \Omega$  阻值作为直流他励电动机的起动电阻， $R_2$  选用 D41 的  $90\ \Omega$  电阻 6 只串联和 D42 的  $900\ \Omega$  电阻相串联作为 MG 的负载电阻。接好线后，检查 M、MG 及 TG 之间是否用联轴器直接连接好。

#### 5. 直流他励电动机起动步骤

(1) 检查按图 1.1.2 所示线路接线是否正确，电表的极性、量程选择是否正确，电动机励磁回路接线是否牢靠。然后，将电动机电枢串联起动电阻  $R_1$ 、测功机 MG 的负载电阻  $R_2$  及 MG 的磁场回路电阻  $R_{f2}$  调到阻值最大位置，M 的磁场调节电阻  $R_{f1}$  调到最小位置，断开开关 S，并断开控制屏下方右边的电枢电源开关，做好起动准备。

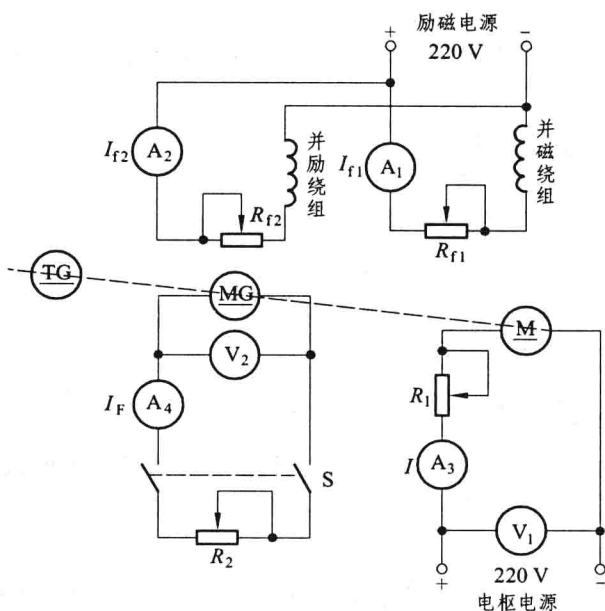


图 1.1.2 直流他励电动机接线图

(2) 开启控制屏上的电源总开关, 按下其上方的“开”按钮, 接通其下方左边的励磁电源开关, 观察 M 及 MG 的励磁电流值, 调节  $R_{f2}$  使  $I_{f2}$  等于校正值 (100 mA) 并保持不变, 再接通控制屏右下方的电枢电源开关, 使 M 起动。

(3) M 起动后观察转速表指针偏转方向, 应为正向偏转; 若不正确, 可拨动转速表上正、反向开关来纠正。调节控制屏上电枢电源‘电压调节’旋钮, 使电动机端电压为 220 V。再减小起动电阻  $R_1$  阻值, 直至短接。

(4) 合上校正直流测功机 MG 的负载开关 S, 调节  $R_2$  阻值, 使 MG 的负载电流  $I_F$  改变, 即直流电动机 M 的输出转矩  $T_2$  改变 (按不同的  $I_F$  值, 查对应于  $I_{f2}=100$  mA 时的校正曲线  $T_2 = f(I_F)$ , 可得到 M 不同的输出转矩  $T_2$  值)。

(5) 调节他励电动机的转速。分别改变串入电动机 M 电枢回路的调节电阻  $R_1$  和励磁回路的调节电阻  $R_{f1}$ , 观察转速变化情况。

(6) 改变电动机的转向。将电枢串联起动变阻器  $R_1$  的阻值调回到最大值, 先切断控制屏上的电枢电源开关, 然后切断控制屏上的励磁电源开关, 使他励电动机停机。在断电情况下, 将电枢 (或励磁绕组) 的两端接线对调后, 再按他励电动机的起动步骤起动电动机, 并观察电动机的转向及转速表指针偏转的方向。

## 六、注意事项

(1) 直流他励电动机起动时, 必须将励磁回路串联的电阻  $R_{f1}$  调至最小, 先接通励磁电源使励磁电流最大, 同时必须将电枢串联起动电阻  $R_1$  调至最大, 然后方可接通电枢电源, 以便电动机正常起动。起动后, 将起动电阻  $R_1$  调至零, 使电机正常工作。

(2) 直流他励电动机停机时, 必须先切断电枢电源, 然后断开励磁电源。同时必须将电枢串联的起动电阻  $R_1$  调回到最大值, 励磁回路串联的电阻  $R_{f1}$  调回到最小值, 给下次起动作好准备。

(3) 测量前注意仪表的量程、极性及其接法是否符合要求。

(4) 若要测量电动机的转矩  $T_2$ , 必须将校正直流测功机 MG 的励磁电流调整到校正值 (100 mA), 以便从校正曲线中查出电动机 M 的输出转矩。

## 七、实验报告

(1) 画出直流他励电动机电枢串电阻起动的接线图。说明电动机起动时, 起动电阻  $R_1$  和磁场调节电阻  $R_{f1}$  应调到什么位置?为什么?

(2) 在电动机轻载及额定负载时, 增大电枢回路的调节电阻, 电机的转速如何变化? 增大励磁回路的调节电阻, 转速又如何变化?

(3) 用什么方法可以改变直流电动机的转向?

(4) 为什么要求直流他励电动机磁场回路的接线要牢靠? 为什么起动时电枢回路必须串联起动变阻器?

## 实验二 直流发电机实验

### 一、实验目的

- (1) 掌握用实验方法测定直流发电机的各种运行特性，并根据所测得的运行特性评定该被试电机的有关性能。
- (2) 通过实验观察并励发电机的自励过程和自励条件。

### 二、预习要点

- (1) 什么是发电机的运行特性？在求取直流发电机的特性曲线时，哪些物理量应保持不变，哪些物理量应测取。
- (2) 做空载特性实验时，励磁电流为什么必须保持单方向调节？
- (3) 并励发电机的自励条件有哪些？当发电机不能自励时应如何处理？

### 三、实验设备与器件

#### 1. 实验设备（见表 1.2.1）

表 1.2.1 实验设备

序号	型号	名称	数量
1	DD03	导轨、测速发电机及转速表	1 台
2	DJ23	校正直流测功机	1 台
3	DJ15	直流并励电动机	1 台
4	D31	直流电压表、毫安表、安培表	2 件
5	D41	三相可调电阻器	1 件
6	D51	波形测试及开关板	1 件
7	D42	三相可调电阻器	1 件

#### 2. 控制屏上挂件排列顺序

D31、D41、D31、D42、D51。

### 四、实验项目

#### 1. 他励发电机实验

- (1) 测空载特性。保持  $n = n_N$  并使  $I_L = 0$ ，测取  $U_0 = f(I_f)$ 。
- (2) 测外特性。保持  $n = n_N$  并使  $I_f = I_{fN}$ ，测取  $U = f(I_L)$ 。

#### 2. 并励发电机实验

- (1) 观察自励过程。

(2) 测外特性。保持  $n = n_N$  使  $R_{f2} = \text{常数}$ ，测取  $U = f(I_L)$ 。

## 五、实验内容和步骤

### 1. 直流他励发电机

按图 1.2.1 接线，图中直流发电机 G 选用 DJ13，其额定值  $P_N = 100 \text{ W}$ ， $U_N = 200 \text{ V}$ ， $I_N = 0.5 \text{ A}$ ， $n_N = 1600 \text{ r/min}$ 。校正直流测功机 MG 作为 G 的原动机（按他励电动机接线），MG、G 及 TG 由联轴器直接连接。开关 S 选用 D51 组件， $R_{f1}$  选用 D44 的  $1800 \Omega$  变阻器， $R_{f2}$  选用 D42 的  $900 \Omega$  变阻器，并采用分压器接法。 $R_1$  选用 D44 的  $180 \Omega$  变阻器， $R_2$  为发电机的负载电阻选用 D42，采用串联接法（ $900 \Omega$  与  $900 \Omega$  电阻串联），阻值为  $1800 \Omega$ 。当负载电流大于  $0.4 \text{ A}$  时用并联部分，而将串联部分阻值调到最小并用导线短接。直流电流表、电压表选用 D31，并选择合适的量程。

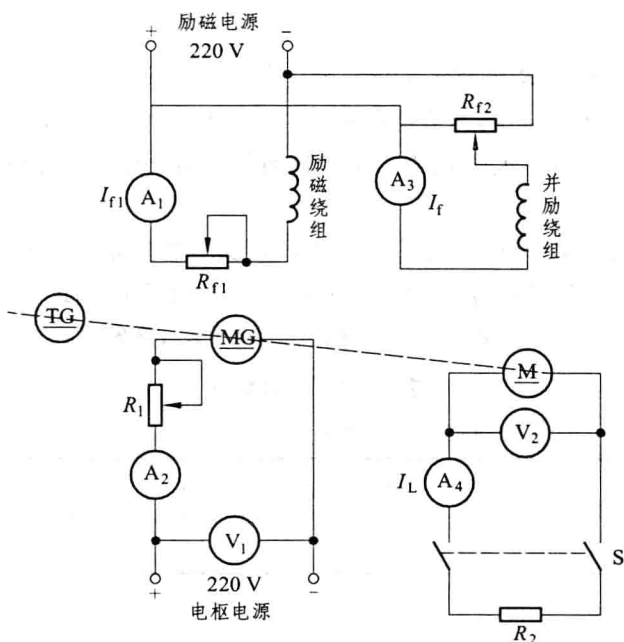


图 1.2.1 直流他励发电机接线图

#### 1) 测空载特性

(1) 把发电机 G 的负载开关 S 打开，接通控制屏上的励磁电源开关，将  $R_{f2}$  调至使 G 励磁电压最小的位置。

(2) 使 MG 电枢串联起动电阻  $R_1$  阻值最大、 $R_{f1}$  阻值最小。仍先接通控制屏下方左边的励磁电源开关，在观察到 MG 的励磁电流为最大的条件下，再接通控制屏下方右边的电枢电源开关，起动直流电动机 MG，其旋转方向应符合正向旋转的要求。

(3) 电动机 MG 起动正常运转后，将 MG 电枢串联电阻  $R_1$  调至最小值，将 MG 的电枢电源电压调为  $220 \text{ V}$ ，调节电动机磁场调节电阻  $R_{f1}$ ，使发电机转速达额定值，并在以后整个实验过程中始终保持此额定转速不变。





## 2. 并励发电机实验

### 1) 观察自励过程

(1) 使电机 MG 停机，在断电的条件下将发电机 G 的励磁方式从他励改为并励，接线如图 1.2.2 所示。 $R_{f2}$  选用 D42 的两只 900  $\Omega$  电阻相串联并调至最大阻值，打开开关 S。

(2) 起动电动机并调节其转速，使发电机的转速  $n = n_N$ ，用直流电压表测量发电机是否有剩磁电压；若无剩磁电压，可将并励绕组改接成他励方式进行充磁。

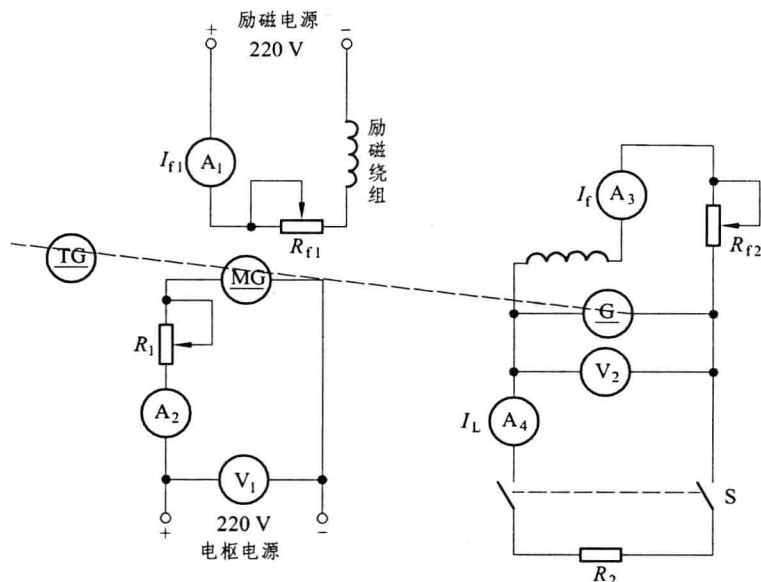


图 1.2.2 直流并励发电机接线图

(3) 合上开关 S 逐渐减小  $R_{f2}$ ，观察发电机电枢两端的电压，若电压逐渐上升，说明满足自励条件；如果不能自励建压，将励磁回路的两个端头对调连接即可。

(4) 对应着一定的励磁电阻，逐步降低发电机转速，使发电机电压随之下降，直至电压不能建立，此时的转速即为临界转速。

### 2) 测外特性

(1) 按图 1.2.2 所示线路接线。调节负载电阻  $R_2$  到最大，合上负载开关 S。

(2) 调节电动机的磁场调节电阻  $R_{f1}$ 、发电机的磁场调节电阻  $R_{f2}$  和负载电阻  $R_2$ ，使发电机的转速、输出电压和电流三者均达额定值，即

$$n = n_N, U = U_N, I_L = I_N$$

(3) 保持此时  $R_{f2}$  的值和  $n = n_N$  不变，逐次减小负载，直至  $I_L = 0$ ，从额定到空载运行范围内每次测取发电机的电压  $U$  和电流  $I_L$ 。

(4) 共取 6~7 组数据，记录于表 1.2.5 中。