

普通高等院校电气电子类规划系列教材

PUTONG GAODENG YUANXIAO DIANJI DIANZILEI GUIHUA XILIE JIAOCAI

电机 实验与检测

DIANJI SHIYAN YU JIANCE

李宗昉 陈小勤 \ 主 编
朱晋梅 杨 利 柏业金 \ 副主编

普通高等院校电气电子类规划系列教材

电机实验与检测

主 编 李宗昉 陈小勤

副主编 朱晋梅 杨 利 柏业金

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

电机实验与检测 / 李宗昉, 陈小勤主编. —成都: 西南
交通大学出版社, 2012.2

普通高等院校电气电子类规划系列教材
ISBN 978-7-5643-1538-2

I. ①电… II. ①李… ②陈… III. ①电机—实验—高等学校
—教材②电机—检测—高等学校—教材 IV. ①TM30

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 269529 号

普通高等院校电气电子类规划系列教材

电机实验与检测

主编 李宗昉 陈小勤

责任编辑	李芳芳
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蜀通印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	8.75
字 数	219 千字
版 次	2012 年 2 月第 1 版
印 次	2012 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1538-2
定 价	16.00 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

本书是根据《电机学》、《电机与拖动》和《牵引电机》三门课程的实验教学大纲编写的，其内容包括八章：第一章电机及拖动实验的基本要求；第二章直流电机实验；第三章变压器实验；第四章异步电动机实验；第五章同步电机实验；第六章电机实验的微机控制和测试；第七章交、直流牵引电机传动实验；第八章电机及拖动实验中基本物理量的检测；书末有附录：交流综合实验台简介及交-直流牵引电机传动实验台简介等。

本书可供高等院校弱电专业（如电子信息、自动控制等专业）和强电专业（如电气工程及自动化、电力机车、城市轨道交通、电机工程等专业）及其他电类专业作实验教学用书，也可供从事电机试验与拖动的工程技术人员参考。

本书中的第一章由李宗昉教授编写；第二章及附录部分由朱晋梅老师编写；第三章由陈小勤老师编写；第四章由魏香臣、郭宏宇老师编写；第五章由柏业金、李宗昉老师编写；第六章由乌正康、李宗昉老师编写；第七章由邱忠才老师编写；第八章由杨利老师编写。全书由李宗昉修改与统稿，骆开源副教授担任主审。

在编写过程中，西南交通大学峨眉校区教材中心给予了大力支持和资助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年10月

目 录

第一章 电机及拖动实验的基本要求	1
第一节 电机及拖动实验的一般说明	1
第二节 电机及拖动实验的安全操作规程	3
第二章 直流电机实验	4
第一节 直流发电机实验	4
第二节 直流并励电动机实验	7
第三节 直流串励电动机	11
第三章 变压器实验	14
第一节 单相变压器实验	14
第二节 三相变压器实验	18
第三节 三相变压器的极性和连接组别测定	23
第四章 异步电动机实验	30
第一节 三相交流异步电动机的参数测定实验	30
第二节 三相异步电动机的工作特性与机械特性测定实验	35
第三节 三相异步电动机的启动与调速实验	37
第五章 同步电机实验	43
第一节 三相同步发电机的运行特性测定实验	43
第二节 三相同步发电机的并联运行	47
第三节 三相同步发电机的参数测定	51
第四节 三相同步电动机实验	55
第六章 电机实验的微机控制和测试	59
第一节 概 述	59
第二节 电源控制屏、控制继电器屏和测试信号屏	67
第三节 电机实验应用程序	74
第四节 直流他励电动机实验	87

第五节 直流串励电动机实验	90
第六节 三相鼠笼型异步电动机实验	92
第七章 交、直流牵引电机传动实验	99
第一节 直流牵引电机的交-直传动实验	99
第二节 交流牵引电机的交-直-交传动实验	101
第八章 电机及拖动实验中基本物理量的检测	106
第一节 绝缘电阻的测量	106
第二节 电机绕组直流电阻的测量	107
第三节 温升的测量	109
第四节 转速和转差率的测量	112
第五节 转矩的测量	117
第六节 电机飞轮矩的测量	121
第七节 功率的测量	124
附录 1 交流综合实验台简介	129
附录 2 交-直流牵引电机传动实验台简介	131
参考文献	134

第一章 电机及拖动实验的基本要求

第一节 电机及拖动实验的一般说明

电机及拖动实验是《电机学》、《电机与拖动》等课程教学的重要组成部分，也是专业技能培养的重要教学环节之一。其基本任务是进行实验技能的基本训练，加深对所学基本理论的认识，提高学生分析问题和解决问题的能力，开发创新思维能力，培养理论联系实际的作风和实事求是的科学态度，获得科学研究的初步训练。具体来说，电机及拖动实验的目的在于培养学生掌握基本的实验方法和操作技能，学会根据实验目的拟定实验线路，选择所需设备、仪器、仪表及其量程，测取实验数据，并对实验数据进行整理、分析、计算和研究，从而得出实验结果，写出实验报告。在整个实验过程中，必须严肃认真，注意力高度集中，实事求是地完成实验内容。根据电机及拖动实验的具体情况，要求做好以下几方面的工作。

一、实验前的准备

(1) 实验前，应复习《电机学》、《电机与拖动》、《牵引电机》等课程中的有关内容，认真阅读本书中的有关章节，了解实验目的、实验项目、实验方法和步骤，明确实验中应注意的问题。根据实验要求，画出实验线路图，选择实验所需设备、仪器、仪表及其量程，根据实验项目绘制好实验记录表格等。

实验前应写出预习报告，经指导老师许可后，方可进行实验。

认真做好实验前的准备工作，对于培养独立工作能力、业务素质、提高实验质量和效率是非常重要的。

(2) 建立小组、合理分工。

每次实验以小组为单位进行，每组 3~4 人，每人都要有明确的分工，如计算机操作、数据记录、接线、线路自检、负载调节、转速测量等工作，并在实验过程中全组人员协调操作。每人都要有计划地轮换操作，在实验中得到全面锻炼。实验数据要求准确且不容许更改，对实验数据如有疑问，只能使用原有设备和仪器、仪表重新进行实验。

二、实验的进行

(1) 进入实验室首先要认真听取指导老师对本次实验有关内容的讲解。

(2) 抄录铭牌，选择仪表。根据实验项目和设备抄录的铭牌数据，选择所需仪器、仪表

及其量程。仪器、仪表、设备应摆放整齐，便于检查和测取实验数据。

(3) 按图接线。

根据自拟线路图或本书提供的参考线路图进行接线，线路要求正确、简明、整齐、牢固。

接线原则是先串联主回路，再接并联支路，一个回路一个回路地进行。先从电源开关开始连接主要的串联电路（如电枢电路、电流表），再接并联支路（如励磁支路、电压表）。

如果是三相电路，应三根线同时往下接；如果是直流或单相，则从一极开始，经主要线路及其各段设备、仪器、仪表，然后返回另一极。根据电流的大小，主回路用粗导线连接（包括电流表及功率表的电流线圈），并联支路用细导线连接（包括电压表及功率表的电压线圈）。全部接完后请同组的另一人检查是否有错，如有错则立即改正。最后经指导老师检查无误后方可进入下一步。

(4) 接通实验设备、注意观察。

实验之前，检查设备及仪器、仪表是否处于正确状态，比如仪表是否在零位、调压器是否在所要求的位置、电机是否有机械卡住等。熟悉各仪器、仪表的刻度，并记下倍率。经指导老师许可后才能接通实验设备电源，观察所有仪表是否正常（不容许超过量程、指针反向等），对于三相电机要特别注意是否有断相情况，并观察电机运转是否正常。如出现异常现象，应立即切断电源，报告指导老师，查找原因、排除故障。一切恢复正常后，才可以继续进行实验。

(5) 测取数据。

预习时对实验内容与实验结果应事先作好理论分析，并预测实验结果的大致趋势，做到心中有数。实验时测量数据要求准确，为了测取正确的数据，应注意以下几点：

① 仪表量程的选择应随实验的要求而改变，并尽量使读数在仪表量程满刻度的 $1/4$ 以上，读数时务必使视线与仪表表面垂直。

② 为了减少误差，各仪表的数据应同时读取。

③ 对一些重要数据，如额定点附近的数据应多测几组。

(6) 认真负责、有始有终。

实验结束后，应将实验数据交指导老师审阅。经指导老师认可后，再断开电源，整理导线和实验台，归还仪器、仪表、工具等，打扫实验场地，或准备回答老师的提问。

三、实验报告的编写

整理实验数据、写出实验报告是实验课的重要环节。实验报告是技术文件，要求简明扼要、字迹清楚、图表整洁、结论明确。其具体内容应包括：

(1) 实验名称、专业班级、组号、同组同学姓名、实验日期、室温。

(2) 实验设备和仪器、仪表的名称、型号、规格、铭牌数据及编号。

(3) 实验目的和项目。

(4) 实验线路图，并注明仪器、仪表量程。

(5) 实验内容和步骤。

(6) 整理计算的实验数据。如果数据是计算所得，还应列出计算公式。

(7) 实验曲线。所有曲线应在坐标纸上绘制或由计算机打印输出。

(8) 实验结果分析、计算以及结论和心得体会。这是对所学知识再提高的过程,是实验报告的重要部分。可以对根据不同实验方法所得到的结果进行比较,对各种实验方法的优缺点进行探讨。比较实验结果与理论分析是否相符,如有偏差,找出原因。根据国家标准或技术条件判断被试对象是否合格。对实验中出现的特殊现象或问题应进行探讨,并提出对实验的改进意见。

实验报告要求用实验报告纸书写,每次实验报告每人独立完成,一人一份,并按时送交指导老师批阅。

第二节 电机及拖动实验的安全操作规程

为了按时完成实验,确保人身安全和设备安全,实验时应严格遵守实验室的安全操作规程。

电机及拖动实验安全操作规程如下:

(1) 进入实验室,态度要认真,注意力要高度集中,严禁大声喧哗、打闹。

(2) 人体不可接触任何带电部位与转动零件;接触电机外壳,应用手背接触。

(3) 遵守实验室各项规章制度,使用设备、仪器、仪表必须遵守操作规程,不准动用与本次实验无关的设备和仪器、仪表。经指导老师许可后方可动用其他仪器、仪表、设备和接通电源进行操作。

(4) 接线应牢靠,每个接线柱应避免两个以上的导线接头,并尽量将接线柱的螺帽旋紧。在接线柱靠近的地方要注意使线头分开,以免发生短路。

(5) 实验进行时,不准离开实验岗位,并密切注视各仪器、仪表的变化。

(6) 电源必须经过开关(或接触器)、熔断器后接入实验设备;电源进线应接到开关进线端;切断电源后,方可拆线或改接线路。

(7) 完成接线后,必须经指导老师检查认可,并在招呼其他同学引起注意后,方可接通电源。实验中如发生事故,应保持冷静,首先切断电源,防止事故扩大,并保护现场,报告指导老师,待查明事故原因和妥善处理,才能重新实验。

(8) 禁止带电操作。接线或改线都必须在切断电源的情况下进行。尤其应当注意的是实验中途需要改线时,必须先拉闸断电,然后再改线。改线后必须经指导老师同意后才能重新合闸继续实验。

(9) 实验时,不准围围巾,不准戴手套,不准穿拖鞋;注意衣服、长发及导线不要卷入电机旋转部分;不得用手或脚去促使电机转动或停转,以免发生危险。

(10) 电动机直接启动时,电流表及功率表电流线圈应从线路中拆离或经并联开关短路。

(11) 实验中不得随意调换电流表量程,电流互感器二次侧不允许开路,以免产生高电压损坏仪器、仪表和危及人身安全。电容器使用后应进行放电。

(12) 完成实验后,应按照分断程序依次断开各个开关,方可拆线。

(13) 总电源应由实验室工作人员掌控,其他人不准操作。

第二章 直流电机实验

第一节 直流发电机实验

一、实验内容

- (1) 测取他励直流发电机的空载特性曲线 $U_0 = f(I_f)$, 注意保持 $n = n_e$, $I = 0$;
- (2) 测取他励直流发电机的外特性曲线 $U = f(I)$, 注意保持 $n = n_e$, $I_f = I_{fe}$;
- (3) 测取他励直流发电机的调节特性曲线 $I_f = f(I)$, 注意保持 $n = n_e$, $U = U_e$;
- (4) 研究并励直流发电机的电压自励过程, 并测取其外特性 $U = f(I)$, 注意保持 $n = n_e$, 并励回路励磁电流调节电阻 R_3 等于常数。

二、预习要求

- (1) 测他励直流发电机空载特性曲线时, 其励磁电流为什么要保持单方向调节?
- (2) 在做他励直流发电机外特性实验时, 当负载电流流通时有哪些因素影响其端电压?
- (3) 并励直流发电机建立电压的条件有哪些? 如不能建立电压应如何处理?

三、实验说明

实验接线图如图 2.1 所示。

图中, R_1 、 R_2 ——滑线变阻器; R_3 ——励磁变阻器; K_1 ——单相双投刀开关; ZD——并励直流电动机, 型号: Z₂-31; 额定功率: 1.5 kW; 额定电压: 220 V; 额定电枢电流: 8.7 A; 额定励磁电流: 0.37 A; ZF——直流发电机, 型号: Z₂-22; 额定功率: 1.0 kW; 额定电压: 230 V; 额定电枢电流: 4.35 A; 额定励磁电流: 0.2 A (额定励磁电压); I ——发电机电枢电流; U ——发电机电枢电压; I_f ——发电机励磁电流; U_e ——发电机额定电压; n_e ——电动机额定转速。

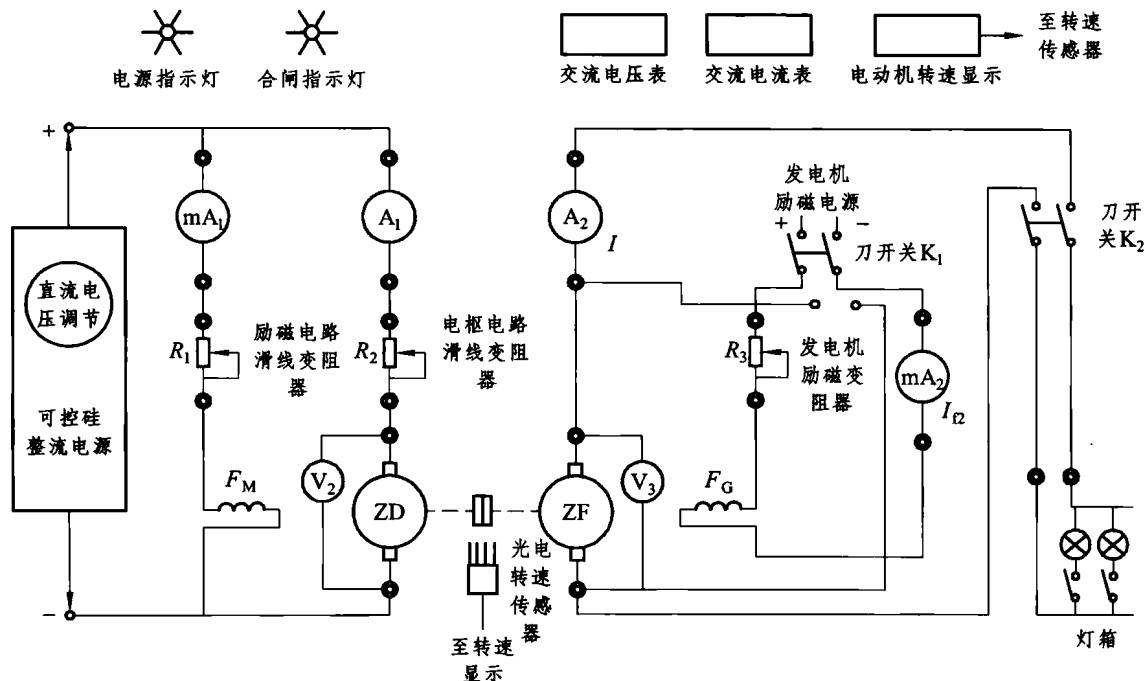


图 2.1 直流发电机实验接线图

1. 测取他励直流发电机的空载特性曲线 $U_0 = f(I_f)$, 保持 $n = n_n$, $I = 0$

直流他励发电机的空载特性曲线是指发电机的输出电流 $I = 0$, 并保持转速 $n = n_n$ 时所测取的电枢电压 U_0 对于励磁电流 I_f 的关系曲线, 即 $U_0 = f(I_f)$ 曲线。

测取步骤如下:

- (1) 首先将硅整流的电压调节旋钮左旋至最小位置, 然后再合上实验室交流电源总开关。
- (2) 将直流并励电动机的励磁电阻 R_1 放在最小位置, 将直流发电机的励磁电阻 R_3 放在最大位置, 并将直流发电机的负载开关 K_2 打开。
- (3) 将硅整流的电压调节旋钮右旋以逐步增大直流电动机的电枢电压以启动并励直流电动机。调节 R_2 使直流电动机的电枢电压为 $U_c = 220\text{ V}$ 。如果电动机的转向与标志方向不一致, 则应先断电, 然后将其励磁绕组两个头对调并重新启动直流电动机。

启动后, 逐步增大 R_1 使直流电动机的转速 n 等于直流发电机的额定转速, 即 $n_n = 1450\text{ r/min}$, 并在实验中保持此转速不变。

(4) 将刀开关 K_1 合向上方, 使直流发电机处于他励状态, 测量刀开关 K_2 进线端的电压 U_0 。逐渐减小电阻 R_3 使 U_0 增加到 $1.2U_c$ 为止。然后单方向地逐步增大电阻 R_3 使直流发电机的励磁电流单方向下降, U_0 也下降。要求在 $U_0 = (1.2 \sim 0.4)U_c$ 之间测取 6~8 点。记下每一点的空载电压和所对应的励磁电流 I_f , 填入表 2.1 中。值得注意的是 $U_0 = U_c$ 这一点一定要测取。

表 2.1

I_f (励磁电流)							
U_0 (电枢电势)							

(5) 断开刀开关 K_1 , 使直流发电机的励磁电流 $I_f = 0$, 并用低量程电压表测取直流发电机的剩磁电压 $U_{0剩}$, 其值为 $(2\% \sim 4\%) U_e$ 。

2. 测取他励直流发电机的外特性曲线 $U = f(I)$

直流他励发电机的外特性是指发电机的转速 $n = n_e$ 时, 调节发电机的励磁电流使其空载电压 $U_0 = U_e$ (保持励磁电流不变), 在改变发电机的负载电流 I 条件下, 测量发电机的端电压与负载电流 I 的关系曲线, 即 $U = f(I)$ 。

其实验步骤如下:

(1) 调节并励直流电动机的励磁电阻 R_1 使直流发电机的转速 $n = n_e$ 。调节直流发电机的励磁电阻 R_3 , 使其端电压逐步增加到额定电压 U_e 并保持此时的 I_f 不变。

(2) 当负载灯箱的所有控制开关断开后再合上刀开关 K_2 , 并逐步增加负载使直流发电机的负载电流 I 从 0 增加到 $1.2I_e$ 。其间测取 6~8 点, 并将每一点所测取的发电机的负载电流 I 和端电压 U 记入表 2.2 中。

表 2.2 $n = n_e =$ 转/分, $I_f =$ 安

U (伏)							
I (安)							

当负载电流超过额定值时应快速测量, 以防电机过热。

3. 测取他励直流发电机的调节特性曲线 $I_f = f(I)$

直流他励发电机的调节特性是指发电机的转速 $n = n_e$, 改变直流发电机的负载电流 I 并同时调节发电机的励磁电流使其端电压为额定电压时, 直流发电机的励磁电流 I_f 与负载电流 I 之间的关系曲线, 即 $I_f = f(I)$ 。

其实验步骤如下:

(1) 当直流发电机的转速 $n = n_e$ 时, 调节其励磁电流 I_f 使直流发电机的空载电压 $U_0 = U_e$ 。注意整个实验过程中保持 $n = n_e$ 不变。

(2) 闭合开关 K_2 逐步增加发电机的负载电流 I 的同时相应调节其励磁电流 I_f 使直流发电机的端电压始终保持额定值, 直到 $I = I_e$ 为止。在负载电流从 0 到 I_e 之间测取 5~7 点, 并将每一点的负载电流 I 和相应的励磁电流 I_f 记入表 2.3 中。

表 2.3 $n = n_e =$ 转/分, $U = U_e =$ 伏

I (安)							
I_f (安)							

他励直流发电机的实验项目完成后, 应将励磁电阻 R_3 调至最大位置, R_1 调至最小位置再断开并励直流电动机的电源。

4. 并励直流发电机实验

(1) 观察并励直流发电机的电压建立过程。

① 测量直流发电机输出端有无剩磁电压。

重新启动并励直流电动机使其 $n = n_e$, 断开刀开关 K_1 , 测量刀开关 K_2 的进线端电压即 $U_{0\text{剩}}$ 。如无剩磁电压则应对直流发电机重新充磁。

② 断开刀开关 K_1 , 并将刀开关 K_1 倒向下方, 使其励磁回路与直流发电机的电枢并联。

③ 逐步减小 R_3 , 观察发电机的端电压是否升高。若升高则说明励磁绕组与电枢绕组的极性连接正确; 反之, 则应将发电机励磁绕组的两个头对调或改变发电机的旋转方向 (两者不可同时改变), 若仍不能建立电压, 可能是励磁回路断线或电刷接触不良等原因所致。

(2) 测取并励直流发电机的外特性曲线 $U = f(I)$ 。

并励直流发电机的外特性是指发电机转速 $n = n_e$, 励磁电流 $I_f = I_{fe}$ 的条件下, 发电机的端电压 U 与负载电流 I 的关系曲线, 即 $U = f(I)$ 。

其实验步骤如下:

① 保持直流发电机的转速 $n = n_e$, 调节发电机的励磁电阻 R_3 使其空载电压 $U_0 = U_e$, 并保持其励磁回路的电阻 R_3 位置不变。

② 闭合刀开关 K_2 , 逐步增大并励直流发电机的负载电流 I , 使之从 0 上升到 $I = I_e$ 为止。其间共取 5~7 点, 并将每一点所测取的 U 和 I 记入表 2.4 中。

表 2.4 $n = n_e =$ 转/分, $I_f = I_{fe} =$ 安

U (伏)							
I (安)							

四、实验报告要求

(1) 根据实验数据, 画出他励直流发电机的空载特性曲线 $U_0 = f(I_f)$ 。从空载特性曲线上求出该电机额定电压时的饱和系数。

(2) 将他励、并励直流发电机的外特性曲线画在同一坐标纸上。研究它们的差异, 并分别计算它们的电压变化率 $\Delta U = \frac{U_0 - U_e}{U_e} \times 100\%$ 。

(3) 根据实验数据, 画出他励直流发电机的调节特性曲线。

第二节 直流并励电动机实验

一、实验内容

(1) 熟练掌握直流并励电动机的启动、调速和改变转向的方法。

(2) 测定直流并励电动机的工作特性和机械特性。

(3) 调速特性的研究：

① 改变励磁电流调速；

② 改变电枢电压调速。

* (4) 观察能耗制动过程。

二、预习要求

(1) 启动并励直流电动机需要注意哪些问题？为什么？

(2) 改变并励直流电动机的电源方向能否改变它的转向？

(3) 并励直流电动机励磁回路断线会产生什么样的后果？应如何处理？

(4) 改变并励直流电动机转速的方法有几种？

(5) 能耗制动的优缺点是什么？

三、实验说明

实验接线图如图 2.2 所示。图中，ZD 为被试并励直流电动机，ZF 为他励直流发电机用作并励直流电动机的负载。

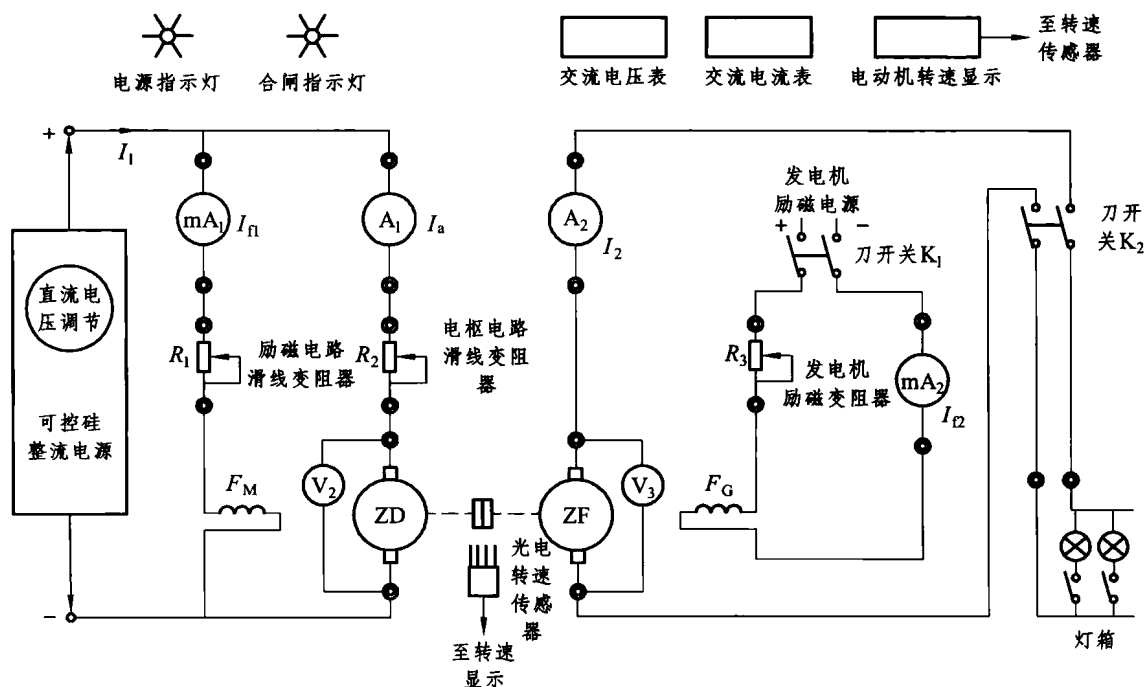


图 2.2 并励直流电动机实验接线图

(1) 直流并励电动机的启动方法在理论课中已有说明，这里仅采用降压启动的方法，操作过程同本章第一节中的启动过程。值得注意的是在启动过程中应将电流表(A₁)短接。

(2) 将直流并励电动机励磁绕组的两个头或电枢绕组的两个头调换一下, 观察电动机旋转方向的变化 (但两者不能同时调换)。

(3) 工作特性与机械特性的测定。

直流并励电动机 ZD 的负载为他励直流发电机 ZF, 而灯箱则用作直流发电机的负载。为了保持电源电压等于电动机的额电压, 在进行本项实验时可将直流并励电动机的电枢串联电阻 R_2 短路。

直流并励电动机的工作特性是指当 $U = U_e = \text{常值}$ 且 $I_{f1} = I_{f1e}$ 时, n 、 M_2 、 η 与 P_2 的关系曲线。机械特性是指当 $U = U_e$ 且 $I_{f1} = I_{f1e}$ 时, 转速 n 与 M 的关系曲线。因此, 两个特性可通过下述实验测得。

实验前, 将电阻 R_1 调至最小位置并断开直流发电机的励磁刀开关 K_1 。调节直流电源旋钮, 启动电动机并调整转速至 $n = n_e$ 。然后闭合刀开关 K_1 , 调节电阻 R_3 使发电机的励磁电流 $I_{f2} = I_{f2e}$, 闭合刀开关 K_2 并增加发电机的负载电流, 致使电动机的电枢电流达到额定值 $I_a = I_{ae}$, 此电流由电流表 (A_1) 读出。它所对应的励磁电流 I_{f1} 即为电动机的额定励磁电流, 并由 (mA_2) 读出。记下电动机额定运行点处的电流 $I_1 = I_{ae} + I_{f1}$ 、转速 n 和发电机的负载电流 I_2 以及励磁电流 I_{f2} 。保持 $U = U_e$, $I_{f1} = I_{f1e}$, $I_{f2} = I_{f2e}$ 不变, 逐步减小发电机的负载电流 I_2 到零 (此时电动机的电枢电流 I_a 也相应减小), 其间可取 6~7 点, 并将每一点的 $I_1 = I_{ae} + I_{f1}$ 、 I_a 、 n 、 I_{f1} 、 P_2 、 M_2 (通过计算可得) 记入表 2.5 中。注意: 当 I_1 下降时 n 的上升值不得超过 $1.2n_e$ 。

表 2.5 $U = U_e =$ 伏, $I_{f1} = I_{f1e} =$ 安, $I_{f2} = I_{f2e} =$ 安

$I_1 = I_{ae} + I_{f1}$ (安)							
I_a (安)							
n (转/分)							
P_2 (瓦)							
M_2 (牛·米)							

如电动机的负载为涡流闸 (使用方法见第八章第五节), 则可通过调节涡流闸的励磁电流来改变电动机的负载。这时电动机的负载转矩可从涡流闸的刻度盘上直接读出。

(4) 调速特性的测定。

① 改变电动机的励磁电流调速。

当 $U = U_e$ 、 $I_1 = \text{常值}$ 、 $I_{f2} = \text{常值}$ 时可作电动机改变励磁电流的调速特性:

启动直流电动机, 并通过改变直流发电机的负载来增加直流电动机的负载。当直流电动机的电流 $I_1 = 0.6I_{1e}$ 时, 记下此时的 I_1 、 n 及 I_{f1} 。在不改变电流 I_1 和 I_{f2} 的条件下, 逐渐减小直流电动机的励磁电流 I_{f1} , 使电动机的转速上升到 $n = 1.2n_e$ 为止。其间可取 5~6 点, 并将每一点测取的 I_{f1} 、 I_1 和 n 记入表 2.6 中。

表 2.6 $U = U_e =$ 伏, $I_1 =$ 安, $I_{f2} =$ 安

I_{f1} (安)						
n (转/分)						
I_1 (安)						
M_2 (牛·米)						

注意：改变电动机的励磁电流只能升高电动机的转速。

② 改变电枢电压调速。

当电动机的励磁电流 $I_{f1} = I_{f1e}$ ，且输出转矩 $M_2 = \text{常值}$ （可取 $M_2 = \frac{1}{2} M_{2e}$ ）（通过保持发电机的负载电流 I_2 和励磁电流 I_{f2} 不变来实现）时，通过改变电动机电枢串接电阻 R_2 的大小来改变电枢电压 U_a 。此时，电动机转速会逐渐减小，由此可测得 U_a 随 n 而变化的关系曲线。当 U_a 从 U_e 下降到 $0.5U_e$ 时，其间可取 5~6 点，并将每点测取的 U_a 、 n 、 I_1 记入表 2.7 中。

表 2.7 $I_{f1} = I_{f1e} =$ 安, $I_2 =$ 安, $I_{f2} =$ 安, $M_2 =$ 牛·米

U_a (伏)						
n (转/分)						
I_1 (安)						

(5) 观察能耗制动过程。

为了获得较大的制动力矩，当电动机需要快速制停时可保持励磁绕组通电，通过切断电枢电源并将电枢两端串接制动电阻来实现能耗制动。实验前，可由学生自行拟制能耗制动接线图。其中，要求能耗电阻兼作启动电阻。学生设计的能耗制动线路图经指导老师认可后才能进行实验。

四、实验报告要求

(1) 列出数据表格，在同一坐标纸上绘出并励直流电动机的工作特性曲线 n 、 M_2 、 $\eta = f(I_a)$ 和机械特性曲线 $n = f(M_2)$ 。电动机的输出转矩 M_2 可由经校正后的发电机轴上输入转矩 $M = f(I_2)$ 曲线查得，即 $M_2 = M$ 。

电动机的输入功率为

$$P_1 = UI_1 \text{ (瓦)}$$

电动机的输出功率为

$$P_2 = 0.105nM_2 \text{ (瓦)}$$

式中， M_2 的单位为牛·米。

电动机的效率为

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

由工作特性计算转速变化率为

$$\Delta n = \frac{n_0 - n_e}{n_e} \times 100\%$$

(2) 列出数据表格，分别画出直流并励电动机改变励磁时的调速特性曲线 $n = f(I_f)$ 和改变电枢电压时的调速特性曲线 $n = f(U_a)$ ，并对两种调速性能进行评价。

(3) 写出能耗制动实验的心得体会。

第三节 直流串励电动机

一、实验内容

- (1) 测定直流串励电动机的启动转矩与启动电流的关系, 即 $M_q = f(I_q)$ 曲线。
- (2) 工作特性与机械特性的测定。
- (3) 调速特性的测定:
 - ① 改变励磁电流调速;
 - ② 改变电枢电压调速。

二、预习要求

- (1) 在空载时启动直流串励电动机将产生什么现象? 为什么?
- (2) 怎样才能改变直流串励电动机的转向和转速?
- (3) 直流串励电动机在有无磁场分路电阻时的转速特性 $n = f(I)$ 有何不同? 为什么?

三、实验说明

按图 2.3 接线。图中, M 为涡流闸, 它与直流串励电动机同轴相连, 用来测取电动机的输出转矩, 其工作原理和使用方法详见第八章第五节。 R_1 为启动电阻; ZD 为被试串励直流电动机。

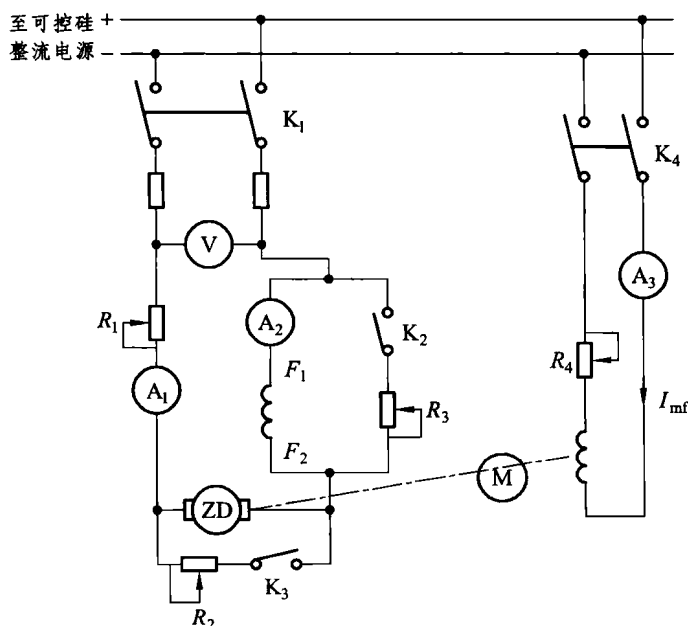


图 2.3 直流串励电动机实验接线图