

電機實驗指導

电机学教授会編

中國人民解放軍軍事工程學院

一九五七年九月

目 录

概 緒.....	2
I. 电机实验的性质, 目的和方法.....	2
II. 如何准备和进行电机实验.....	3
III. 实验的保安技术.....	5
电机实验	
实验 1 直流发电机.....	5
实验 2 直流电动机.....	12
实验 3 发电机——电动机 (Г—Д) 系统调速.....	20
实验 4 直流昇压机.....	23
实验 5 电机放大器.....	27
实验 6 单相变压器.....	33
实验 7 三相异步电动机启动.....	37
实验 8 同位器.....	44
实验 9 三相同步发电机.....	49
实验 10 MA 型电动发电机组换流机.....	53
实验 11 ПАГ 型电动发电机组换流机.....	56
实验 12 感应子型单电枢换流机.....	58
实验 13 串级换流机.....	61

前 言

本实验指导是为了满足我院无线电专业学员电机实验的需要，根据该专业电机课程的教学大纲，实验室的设备条件在原有实验指导书的基础上，并参考了有关大学的实验书借和苏联的儒可夫斯基空军军事工程学院的实验书借编写成的。

指导书的内容包括：电机实验的概略、三个直流电机实验、三个交流电机实验和七个特种电机实验（内有部份实验作为学员课外研究用）。概略扼要地叙述了电机实验的目的，特点和基本方法，并叙述了实验前后的准备和如何作报告，也写明了实验的保安技术，以便学员有所遵循。实验的编写上结合理论亦作了一般的分析，实验的内容上，因根据专业的要求，主要通过实验，一面增进巩固学员已学的知识，另一面很大的特点就在于让学员多多的自己操作，并掌握各种电机的特点和使用，故实验的编写上都较具体。

该实验指导的编写是通过教授会讲课教员亲自的指导和修改以及教授会人员的讨论而成的。虽然这样，但由于编者学识有限，指导书的内容和次序的安排都会有一些缺点和错误，我们热诚地希望大家指出批评和指正。

编 者 1957年3月底

概 緒

1. 电机实验的性质、目的和方法

按性质来分电机实验可分为工厂试验和教学实验。

工厂试验又可分为型式试验和检查试验。型式试验是制造厂按国家标准所指定的项目对新产品所进行的试验，其目的是鉴定这一型式的电机是否合乎既定标准，并求出电机有关实用的特性和参数。检查试验（又称出厂试验）是制造厂按简化项目对一般电机成品所进行的试验，其目的是确定该电机是否合乎标准，通过这试验并保证出厂电机的质量。

电机的教学实验（简称电机实验）是高等学校的学员在电机实验室中所进行的试验，其目的为：

1. 用感性知識来巩固和丰富已学到的理論知識。
2. 掌握試驗各种电机的方法，并学会处理电机的故障，以备将来专业課程打下基础。
3. 学会从实际出发，从实验数据中进行分析研究，培养自己独立工作的能力。

試驗电机时可採用直接法或間接法。

凡所需数量或結果可直接由仪表測出者謂之直接法。凡通过一些試驗測定一些較小的数量，然后用計算或作图法間接地求出所需数量者謂之間接法。广泛地採用間接法是电机实验特点之一，間接法中最特出的試驗为空載和短路試驗，不論在做交流或直流实验时都可应用，故这两試驗已成为今日研究和試驗电机的最重要的方法之一。然对于我們講来以及根据专业性質的要求，实验的方法大部份則採用直接法。

Ⅰ. 如何准备和进行电机实验

1. 实验前的准备工作：

一、在进实验室前应閱讀有关实验的安全技术（見Ⅲ）。

二、每次实验前一定要預习实验指导書或閱讀有关实验的电机参考書。实验前准备要达到：明确实验目的，对实验内容和进行方法有一清楚的概念，知道实验在什么条件下进行，那些量应維持不变，如何調节，应記錄那些数据，要达到基本上可以在不看指导書的情况下独立地进行操作，并知道实验預期的結果。

三、每次实验前小組長应督促小組成員預习指导書，召集在一起明确分工，誰操作，誰看仪表，誰記錄等事。

四、每次实验前如若認為需要可到实验室熟悉实验的电机构造，仪表及其它設備等。

2. 如何进行实验：

一、进行实验課时，首先由指导教师問每一个學員，若整个組或者个别學員回答不好时則不准参加实验。

二、到实验室首先应熟悉該实验所用的仪表和設備以及电机的額定数据，然后开始接綫。接綫前必須証实总电源开关是断开的。接綫过程中除应注意綫路中的仪表量程，仪表的位置和导綫的粗細外，并应力求联綫簡單明瞭、調节方便。接綫的原則为：如图所示，由电源开始首先连接主要的串联电路（如电樞电路），由 L_1 經 $A_1 \rightarrow \beta_1 \rightarrow \beta_2 \rightarrow R_{np}$ 至 L_2 。然后在主电路的各段上分別加接各并联支路（如并激磁場电路，电压表等），由 β_1 經 $\Pi_1 \rightarrow \Pi_2 \rightarrow A_2 \rightarrow R_m$ 至 L_2 。为了減少錯誤起見主电路和其它分电路可用不同顏色的导綫。

三、实验小組成員均应听从小組長的命令参加接綫。接綫完毕后应互相校对并再次檢查仪表所用量程是否适当，当小組成員都瞭解全部綫路后再請教师檢查，只有在取得教师同意后才能开始通电实验。实验时只有得到教师的允許才能休息。

四、启动电机后应首先观察电机及所有仪表工作是否正常（如电机转向，指针正反向等），一切正常时才开始进行实验。

五、协调操作对进行实验的效率和数据的准确性有很大的影响，故操作，测量，记录要有一定的分工，在调节过程中为了表示某些量需要增减可用手势表示出，例如：

手心向上手掌连续摆动——表示要增加某量，

手心向下手掌连续摆动——表示要减少某量，

手掌平放不动——表示某量正好。

调节完毕后应同时分工合作的读取各仪表读数。

六、求取数据时应注意下列各点：

（1）预先考虑要求取特性曲线上那几点（一般应根据曲线形状均匀的取几点）。

（2）每做完一特性后应即考虑数据的合理性，以便及时的纠正。

（3）随时注意实验过程中发生的现象和问题并运用已有的知识和教师的指导解释并解决这些问题。

3. 如何写实验报告：

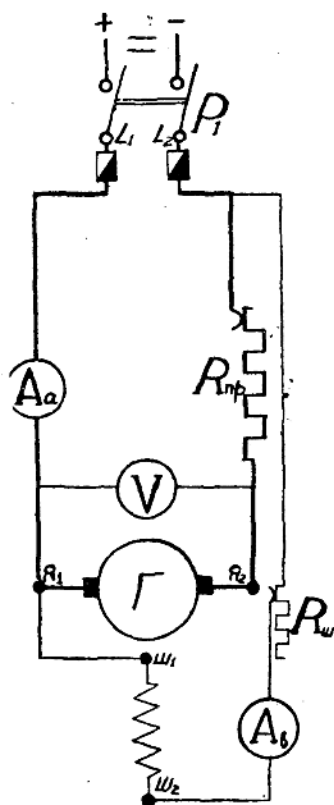
一、报告写在特制的格式纸上，根据报告纸的项目填写电机的额定数据和实验的数据表，有计算时应表明在什么条件下进行计算，应用那些公式，并举例说明之。

二、根据实验总结的要求绘作曲线。通常纵横坐标长度的比用1:1或1:1.5—2，缩尺比例1方格代表1, 2, 2.5, 5, 10或100……个单位。

作曲线先在坐标纸上注明尺标和单位并用符号（ $\odot$ 、 $\bullet$ 、 $\times$ ……）标明实验点，然后用曲线板平滑地画出曲线，最后在曲线上注明某些特定的实验的条件。

三、报告的总结：这是实验后的最重要部份，总结应根据实验数据的计算和分析，联系实验的目的和已学过的基本原理用自己的语言写出主要特性的正确性和符合程度，或者学员在自己发现的某些问题的解决和某些规律性。

报告要保持整洁，并在下次实验前交给指导教师，无故缺交者不能进行下一次实验。



Ⅲ. 实验的保安技术

1. 禁止用手接触未绝缘的导线或联接点。更改线路时应首先切除电源，并报告教师检查才能作下次实验。

2. 断开具有匝数较多的电感电路时要注意避免过电压（如直流机的激磁电路在正常运行时不要无故断开）。

3. 由于电机是旋转机械，故实验时应注意下列各点：

一、电机停车时，严禁因惯性尚在旋转而用手、脚去制动。

二、实验的接线应距电机旋转部份有一定的距离。

4. 发生任何故障或人身事故，学员应立即把电源开关断开，并及时向教师报告。

5. 当测量电机的转速时应注意下列各点：

一、在使用前调整转速表的量程，禁止在旋转时调整量程。

二、使用时表面要与转轴平行，稍有偏转或用力过甚即会使读数发生误差或致表的轴折断。

三、待转速稳定后再记录读数，读数后即取下，不要一直压紧在电机转轴上，否则会缩短转速表的寿命。

6. 所有仪表和设备的使用均应察看所附的说明书或接线图而后使用，损坏者一律按价赔偿。

实 验 1

直 流 发 电 机

1. 实验目的

1. 观察发电机的自激，印证发电机不能自激的原因，并学会该故障的处理方法。

2. 学会判别直流电机的电枢与磁场绕组。

3. 描绘曲线，并证实发电机的空载特性、外特性与调整特性的理论知识。

Ⅰ. 基本理论知识

1. 判别直流电机的绕组：

直流电机的电枢、串激和并激三个绕组的线头，在电机制造好后，都已引到电机外面的接线盒内（如图1—1所示）。在未确认各绕组线端之前，必需判别清楚后才能接线运用。

$\mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2$ 为电枢绕组线端
 $C_1 C_2$ 为串激绕组线端
 $\mathcal{M}_1 \mathcal{M}_2$ 为并激绕组线端

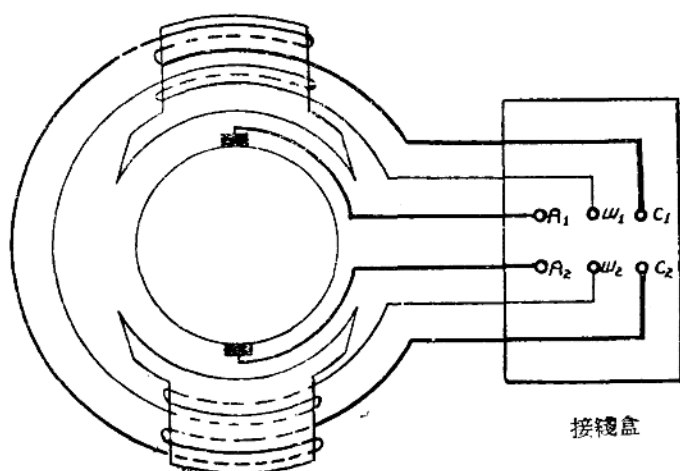


图 1-1

最简单的判别方法可以用三用表测量各个绕组的电阻，其中电阻最大的（约几百欧姆）是并激绕组。串激绕组和电枢绕组的电阻数值（不到几欧姆）都差不多，不容易区别，此时可以用手扳电枢转动，或移动电刷位置，由于电枢绕组通过换向器、电刷接到外面，此时电刷的接触电阻改变，因此三用表的指针摆动；反之，如果指针不摆动即为串激绕组，因为它与电枢绕组不连接。

2. 检查发电机的自激情况：

他激发电机电势建立是依靠外加电压来激磁的，而并激和复激发电机则是依靠自激的，其自激条件有三个：

一、先决条件在于电机的磁极和磁轭内必需有残磁通 Φ_{0CT} 。

二、激磁线圈所产生的磁通 $\Delta\Phi$ 必需加强 Φ_{0CT} 。

三、激磁回路内的电阻必需小于临界电阻 $R_{B.KP}$ 。

通常发电机自激不起来的原因多半是 $\Delta\Phi$ 与 Φ_{0CT} 方向相反，因此把 Φ_{0CT} 抵消，此时可将并激线圈的两个线头反接，使 $\Delta\Phi$ 的方向改变。倘若 Φ_{0CT} 已被全部抵消，电势就建立不起来，此时必需把并激线圈接到外面的直流电源使磁极磁化，恢复残磁，再重新检查。

3. 并激发电机的空载特性曲线：

它表示当电机的转速 $n = \text{常数}$ ，和负载电流 $I = 0$ 时的发电机电势 U 。与激磁电流 i_B 的关系；亦即 $U_0 = f(i_B)$ 。

如图1—2曲线所示, 根据曲线可以讨论电机磁路的特性。在实验过程中由于磁滞作用, 磁化曲线上升与下降不在同一线上, 故为了避免误差起见, 调节激磁电流时, 只能按单一方向进行, 不应来回增减。

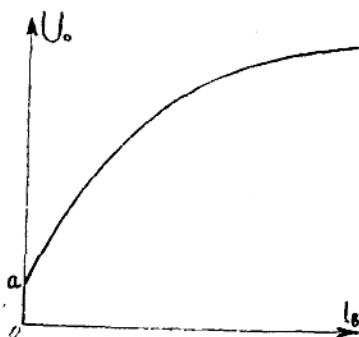


图 1—2

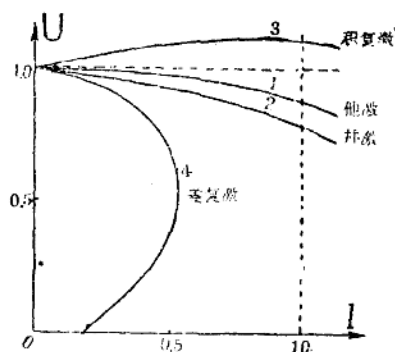


图 1—3

4. 发电机的外特性曲线:

它表示当电机的转速 $n = \text{常数}$, 和激磁回路电阻 R_a 不变时的发电机端电压 U 与负载电流 I 的关系; 亦即 $U = f(I)$ 。

在图 1—3 中, 曲线 1 表示他激发电机外特性, 它主要受电枢绕组中的电阻电压降及电枢反应的去磁作用, 故随负载的增大而减低。曲线 2 表示并激发电机外特性, 它除受上述二原因下降外, 尚有激磁绕组的端电压减小而引起的激磁电流减弱, 故曲线在 1 之下。曲线 3 表示积复激发电机外特性, 曲线 4 表示差复激发电机外特性, 这两特性主要根据串激磁势与并激磁势相互作用的不同而获得的。根据各种发电机的外特性, 可以算出它们的电压变动率 ΔU 。

5. 并发电机的调整特性曲线:

它表示当电机的转速 $n = \text{常数}$, 和电压 $U = \text{常数}$ 时的发电机激磁电流 i_a 与负载电流 I 的关系; 亦即 $i_a = f(I)$ 。

由并发电机的外特性曲线可知, 随发电机负载的增大, 端电压 U 下降是较大的, 为了保持电压不变, 则势必增加激磁电流以补偿所引起的压降。如图 1—4 曲线所示。

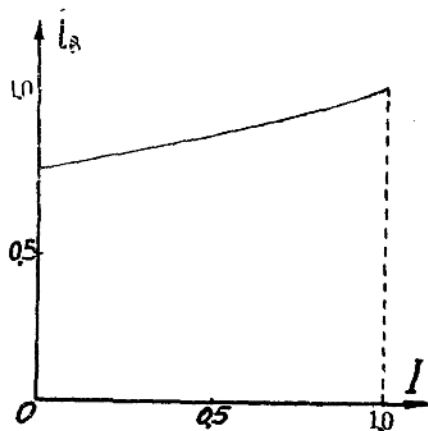


图 1—4

II. 实验必需的仪器设备

1. 被试验的直流发电机 Γ 。
2. 做原动机的交流（或直流）电动机 Π 。（附有启动装置线已接好）。
3. A_{II} ：直流电流表，用来测量发电机的负载电流。
4. A_B ：直流电流表，用来测量发电机的激磁电流。
5. V ：直流电压表，用来测量发电机的端电压。
6. T ：转速表，用来测量发电机的转速。
7. 三用表：用来判别发电机的绕组。
8. R_B ：磁场变阻器用来调节发电机的激磁电流。
9. R_{II} ：负载电阻（或灯排负载），用来调节发电机的负载电流。
10. P_2 ：负载开关。 P_3 ：激磁回路的开关。

IV. 实验步骤

1. 熟悉直流发电机的构造，并记录下列额定数据
 额定功率 $P_{II} =$ 瓦。额定电压 $U_{II} =$ 伏。
 额定电流 $I_{II} =$ 安培。额定转速 $n_{II} =$ 转/分。
2. 熟悉仪器的规格及用法，并在各线路图上标出各仪器的规格。
3. 用三用表判别发电机的各个

绕组，并接在实验接线桌上。

4. 按照图1—5接线，构成并激发电机的线路。

5. 观察发电机电势的建立：

一、起动电动机（注意旋转方向）。

二、 R_B 值最大时合上 P_3 ，调节 R_B 使 i_B 逐步增加，观察发电机电势是否逐渐增加，然后停下电机。

三、将并激绕组的两线头 III_1, III_2 换接，再起动机，重复上述试验，把结果记入报告中。

四、使发电机能建立电势，并改正发电机各仪表的指示方向。

6. 并激发电机空载特性试验：

$U_0 = f(i_B)$ ；即当 $n = n_{II} =$ 常数和 $I = 0$ 时，求发电机的空载电势 U_0 。与激磁电流 i_B 的关系。

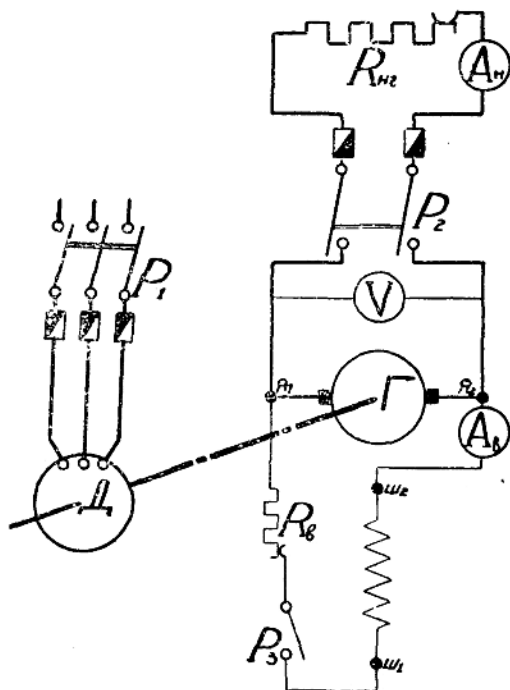


图 1—5

一、断开 P_1 ，当电机转速为额定值时，记下 $i_b = 0$ 所产生的残磁电压即为曲线的第一点。

二、合上 P_1 ，调节 R_b 使 i_b 逐渐顺一方向增加，从残磁电压至 $U_0 = 120\% U_n$ 之间均匀的取七个点若认为 $n = n_n$ 不变，并每次记下 U_0 与 i_b 之值于表 1—1 中。

三、减少 i_b 使 $U_0 \approx U_n$ 。

表 1—1 $U_0 = f(i_b)$ 当 $n =$ 轉/分和 $I = 0$

次 序	1	2	3	4	5	6	7
U_0 伏							
i_b 安							

7. 并激发电机外特性試驗： $U = f(I)$ ；即当 $n = n_n =$ 常数和 $R_b =$ 常数时，求并发电机的端电压 U 与負載电流 I 的关系。

一、当 $n = n_n$ 时调节 R_b 使 $U = U_n$ 记下 U 与 I 之值即为曲线的第一点。

二、保持 R_b 不变，合上 P_2 后调节 R_{nr} ，使 I 逐渐增加，从 $I = 0$ 至 $I = I_n$ 之间均匀的取五个点，若认为 $n = n_n$ 不变，每次记下 U 与 I 之值于表 1—2 中。

三、逐渐增加 R_{nr} 使負載减少到零，断开 P_2 ，再停下电机。

表 1—2 $U = f(I)$ 当 $n =$ 轉/分和 $R_b =$ 常数

次 序	1	2	3	4	5
U 伏					
I 安					

8. 并激发电机調整特性試驗： $i_b = f(I)$ ；即当 $n = n_n =$ 常数和 $U = U_n =$ 常数时，求并发电机的激磁电流 i_b 与負載电流 I 的关系。

一、空载时，控制 n 和 U 皆为额定值，记下 i_b 及 I 之值即得第一点。

二、保持 $U = U_n$ 在試驗过程中不变，由 $I = 0$ 至 $I = I_n$ 之间均匀的取五个点，若认为 $n = n_n$ 不变并每次记下 i_b 与 I 之值于表 1—3 中。

表 1—3 $i_b = f(I)$ 当 $n =$ 轉/分和 $U =$ 伏

次 序	1	2	3	4	5
U 伏					
I 安					

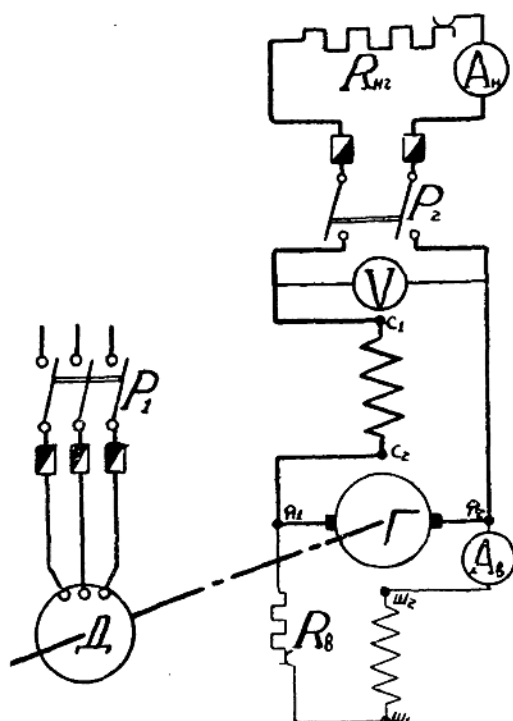


图 1-6

9. 复发电机外特性试验： $U=f(I)$ ；即当 $n=n_H$ =常数和 R_g =常数时，求积复激和差发电机的端电压 U 与负载电流 I 的关系。

一、按照图1-6接线，构成复发电机线路。

二、按照并发电机外特性试验的步骤做二次。若为差复激需由 $I=0$ 经过最大电流直做到短路为止（共七点）；积复激时这由 $I=0$ 至 $I=I_H$ 之间均匀的取五点，每次记下 U 与 I 之值于表1-4中。

三、注意：若要改换串激绕组 C_1C_2 两个接头，必需停下电机才能更改。

10. 他发电机外特性试验： $U=f(I)$ ；即当 $n=n_H$ =常数和 i_B =常数（或 R_g =常数）时；求他发电机的端电压 U 与负载电流 I 的关系。

一、按照图1-7接线，构成他发电机线路。

二、按照并发电机外特性试验的步骤做，每次记下 U 与 I 之值（共五点）于表1-5中。

三、将负载撤除后停下电机。

表 1—4

 $U = f(I)$ 当 $n =$ 轉/分和 $R_b =$ 常数

激磁方式	次 序	1	2	3	4	5	6	7
	U 伏							
	I 安							
	U 伏							
	I 安							

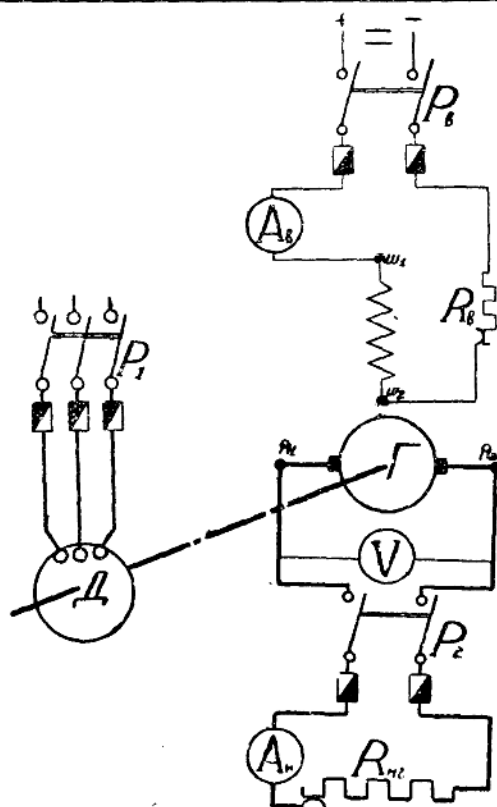


图 1—7

表 1—5

 $U = f(I)$ 当 $n =$ 轉/分和 $i_b =$ 安

次 序	1	2	3	4	5
U 伏					
I 安					

V. 总结报告:

1. 根据表1—1数据描繪并激发电机空載特性曲綫。
2. 根据表1—2, 1—5, 1—4数在同一坐标紙上。据描繪并激、积复激、差复激、他激发电机外特性曲綫。
3. 根据表1—3数据描繪并激发电机調整特性曲綫。
4. 并激发电机电势建立的討論。
5. 計算他激、并激发电机的电压变动率 ΔU

$$\Delta U = \frac{U_{H0} - U}{U_{H0}} \times 100\%.$$

U_{H0} 为空載时发电机的額定电压。

U 为額定負載时发电机的电压。

6. 簡單敘述实验中的收获。

实 驗 2

直 流 电 动 机

I. 实验目的:

1. 学会并激和串激直流电动机的启动及改变旋轉方向的方法。
2. 印証并激和串激电动机的速度和机械特性。
3. 印証并激和串激电动机的調节特性。

I. 基本理論知識:

1. 概述:

根据激磁綫圈与电樞繞組連接的不同, 电动机可以分为并激, 串激和复激三种。对于并激电动机如图2—1, 当外施电压 U 一定时, 激磁电流 i_b 或磁通 Φ 几乎可認為常数。但对于串激电动机如图2—2, 因激磁电流 i_b 即等于电樞电流 I_a , 故磁通 Φ 随 I_a 按照磁化曲綫的关系而变化。这就是这两种电机諸特性有所差異的基本原因。

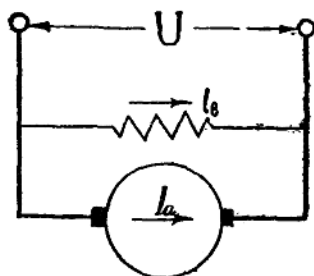


图 2-1

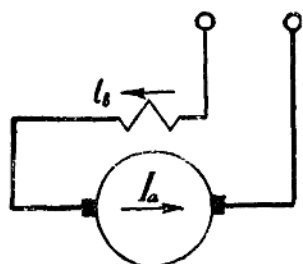


图 2-2

2. 速度特性曲线:

它表示当外施电压 U 一定时的电动机转速 n 与电枢电流 I_a 的关系; 亦即 $n = f(I_a)$ 。

从基本方程式

$$n = \frac{U - I_a R_a}{C_e \Phi}$$

可知, 对于并激电动机, 因磁通 $\Phi \approx$ 常数, 故随 I_a 增加 $I_a R_a$ 的增大, 转速 n 降低, 而呈一根微向横坐标倾斜的直线, 如图2—3所示, 其速度变化率一般为3—8% n_n 。

对于串激电动机, 当 I_a 增大若 Φ 未饱和则 n 成双曲线下降很快, 然当 Φ 饱和时则 n 下降较慢, 曲线如图2—3所示。从公式可知, 串激电动机是不能空载 (或轻载) 运行的, 否则电机转速将升高到不允许的程度, 而使电机损坏。

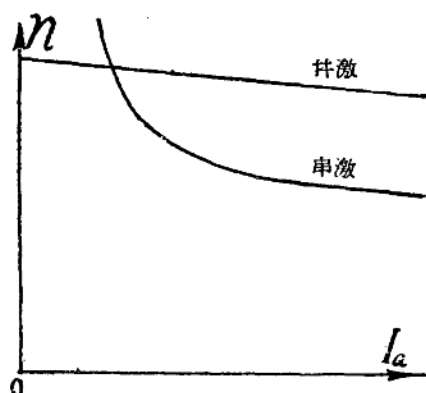


图 2-3

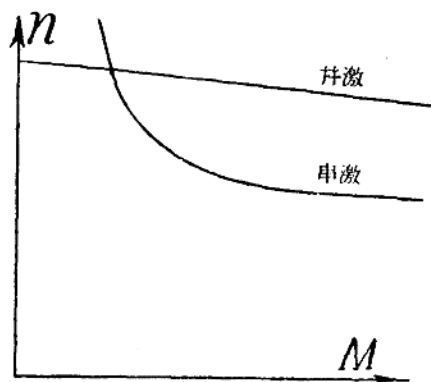


图 2-4

3. 机械特性曲线:

它表示当外施电压 U 及激磁电流 i_f 一定时的电动机转速 n 与转矩 M 的关系; 亦即 $n = f(M)$ 。

从方程式

$$n = \frac{U - I_a R_a}{C_e \Phi} \quad \text{及} \quad M = C_m \Phi I_a$$

可知，它是与速度特性曲线相对应的，对于并激电动机，因 $M \equiv I_a$ ，故随 M 的增大 n 亦呈直线关系下降。对于串激电动机，当 Φ 未饱和则 $M \equiv I_a^2$ (註)，因而 $n = f(M)$ 的曲线成双曲线状，当 Φ 饱和则 $M \equiv I_a$ ，因而曲线平缓，如图2—4所示。

从上述特性可知，并激电动机主要用在负载变化时要求转速变动较小的地方最为合适。相反串激电动机只适用于启动转矩较大，转矩转速变化范围较广的情况，如起重，运输机械。

4. 调节特性：

一、 $n = f(i_a)$ ；亦即当外施电压 U 与电枢电流一定时的电动机转速 n 与激磁电流 i_a 的关系。

这是利用改变电动机磁通 Φ 的方法来进行调速的，这种方法最经济，所以并激电动机广泛地采用这种调速方法，在额定电压时，其调速范围只能高于额定转速，其曲线如图2—5所示。

从方程式

$$n = \frac{U - I_a R_a}{C_e \Phi}$$

可知，随磁通 Φ 的减少，转速 n 必上升，一般电机运行在磁化曲线接近饱和点，故开始当 i_a 较小时降得快些，后一段为磁路已饱和，故变化较小。

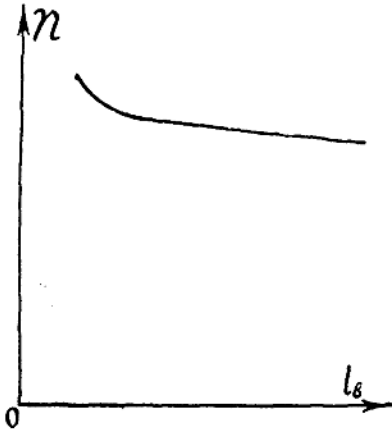


图 2—5

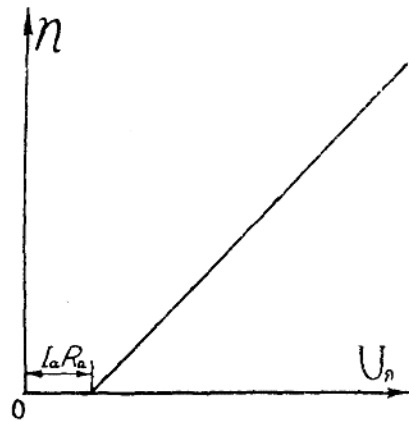


图 2—6

(註)未饱和时 $M = C_m \alpha I_a^2$ 或 $M \equiv I_a^2$ ，然 $I = U / [C_e \alpha n + R_a]$

$$M = A / [Bn + R_a]^2$$

式中 $A = C_m \alpha U^2$ ， $B = C_e \alpha$

二、 $n = f(U_a)$ ；亦即当电枢电流 I_a 和激磁电流 i_f 一定时的电动机转速 n 与电动机电枢绕组两端所加的电压 U_a 的关系。

这是利用改变并激和串激电动机电路中的总电阻来进行调速的。因在电路内有损耗，故随转速下降，效率亦差，它只能在低于额定转速的范围内调速。因磁通 $\Phi = \text{常数}$ 故 $n = f(U_a)$ 是直线关系，曲线如图2—6所示。

Ⅲ. 实验必需的仪器设备：

A. 并激电动机：

1. 被试验的并激直流电动机 M 。
2. 并激直流发电机 Γ ，作 M 的负载。（附有发电机负载等设备）
3. R_{np} ：变阻器，作起动和调速用。
4. R_m ：调速变阻器。
5. A_a ：电枢电流表。 A_B ：激磁电流表。
6. V ：电动机端电压表。 T ：测量电机的转速表。

B. 串激电动机：

1. 被试验的串激直流电动机 M 。
2. 他激直流发电机 Γ ，作 M 的负载。（附有发电机负载等设备，线已接好）
3. R_{np} ：启动变阻器。 T ：转速表。
4. A_a ：电枢电流表。 V ：电动机端电压表。

Ⅳ. 实验步骤：

A. 并激电动机试验：

1. 熟悉并激直流电动机的构造，并记录下列数据
 $P_H =$ 瓩。 $U_H =$ 伏。
 $I_H =$ 安培。 $n_H =$ 转/分。
2. 熟悉仪器的规格及用法，并在各线路图上标出各仪器的规格。
3. 按照图2—7接线。
4. 并激电动机启动和旋转方向的改变：

一、 R_{np} 全接入。 R_m 全切除。发电机的磁场电阻全接入。

二、接通电流开关，逐步切除 R_{np} 直到短路，启动完毕。

三、当接通电源时，立即观察所有仪表的指示是否正常并改正之，再看电机旋转的方向。

四、停下电机。将电动机磁场线头 $III_1 III_2$ 换接，再启动电机，观察旋转方向。

五、停下电机。将电动机电枢绕组线头 $Я_1 Я_2$ 换接，再启动电机，观察旋转方向。

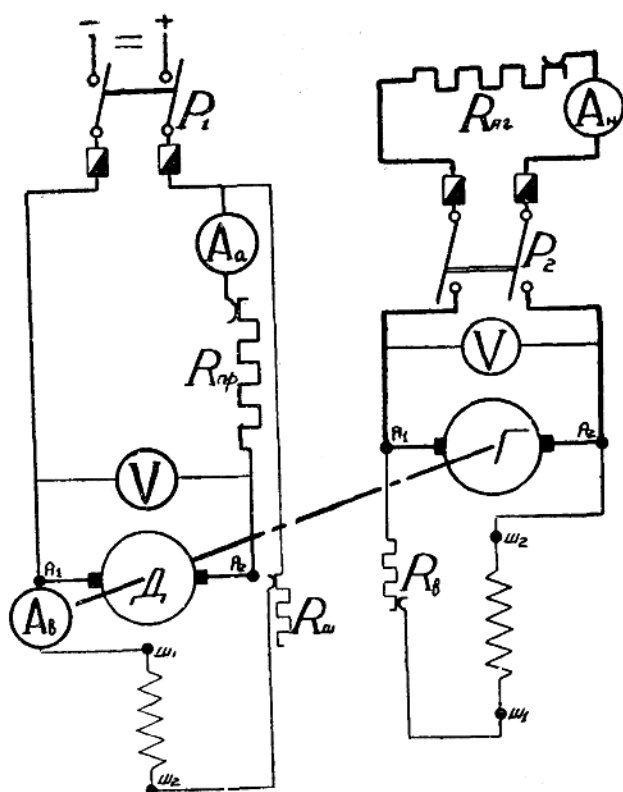


图 2—7

六、使电动机依规定方向旋转，并使发电机建立电压，把上述结果填入下表 1—1 中。

表 2—1

并激电动机旋转方向的改变

原 来 方 向	$\text{III}_1 \text{III}_2$ 换接	
$\text{II}_1 \text{II}_2$ 换接	若 $\text{III}_1 \text{III}_2$ 和 $\text{II}_1 \text{II}_2$ 同时换接	

5. 速度特性试验： $n = f(I_a)$ ；即当 $U = U_H = \text{常数}$ 和 $i_b = i_{bH} = \text{常数}$ 时，求电动机的转速 n 与电枢电流 I_a 的关系。

一、启动电机， R_{np} 全切除（即使 $U \approx U_H = \text{常数}$ ）。

二、调节发电机电压、负载以及电动机的 R_m ，使电动机负载到额定工作情况，记下电动机的 U ， i_b ， n 及 I_a 之值即为曲线第一点。（所指电动机额定工作情况，即当电枢电流 $I_a = I_H$ 时，其电压 U 和转速 n 皆为额定值）。