


高等学校规划教材

矿山电力拖动与控制 实验指导书

杨惠文 主编



KDK

中国矿业大学出版社

TJ 614
Y-345

高等学校规划教材

矿山电力拖动与控制实验指导书

杨惠文 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是《矿山电力拖动与控制》课程的辅助教材,书中选编了十三个实验,主要包括直流电动机和交流电动机的启动、制动、调速及其运行特性和机械特性实验;电动机参数测量实验;继电器、磁放大器、自整角机的工作原理、调试和整定实验。为了推广新技术在煤炭系统的应用,本书还加强了控制方面的内容,采用可编程控制器构成的控制线路,亦编入在内。

本书可作为煤炭院校电气工程、电气技术、矿山机电及其自动化类专业的实验教材,也可供有关教师和工程技术人员参考。

责任编辑 褚庆军 胡五雁

技术设计 周俊平

高等学校规划教材

矿山电力拖动与控制实验指导书

杨惠文 主编

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 8.25 字数 198 千字

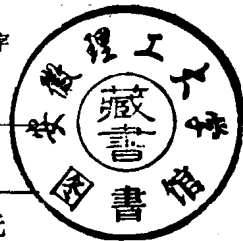
1996年7月第一版 1996年7月第一次印刷

印数:1—2000册

ISBN 7 - 81040 - 539 - X

TD · 53

定价:7.50元



前 言

《电力拖动与控制》课程是电类专业一门专业基础课,主要讨论有关电动机应用的问题,它与电机学有密切的联系,是将电机学的理论,运用到生产实践中的一门学科,为了配合拖动与控制课程的学习,特编写了本实验教材。

本书选编了十三个实验,主要研究直流电动机和交流异步电动机的起动、制动、调速及其机械特性,并以异步电动机作为研究重点。

电力拖动与控制实验,是电气自动化和电类专业教学的重要环节,通过实验可验证所学理论的正确性,培养学生实践操作和调试的基本技能,提高分析问题和解决实际问题的能力。

本实验教材侧重于如何在实验室中,掌握用实验的方法和应用所学到的理论知识,分析研究电动机的各种运行状态,得到必要的结论。还考虑到有些学校单独设置实验课,实验原理部分作了较详细的介绍。

本书的选编,还注意到适合煤炭院校的特点,由于目前各学校实验设备有限,实验很难统一,我们在编写过程中,收集教学要求中尽可能多的实验内容,各校可根据教学要求和实验设备来选作。编写内容还考虑到新技术在煤炭系统中的应用。

本书实验八、十二、十三由杨惠文副教授编写,实验一、二、五由商其祥同志编写,实验三、六、九、十一由郭建彪同志编写,实验四、七、十由吴俐君同志编写,全书由杨惠文主编。

本书承刘允纮副教授主审,他认真负责地审阅书稿,提出了很多宝贵意见,贾艳丽同志也为本书的编写给予不少帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

1995年7月

目 录

实验一	直流他励电动机机械特性的测定	(1)
实验二	直流串励电动机特性的测定	(9)
实验三	直流发电机-电动机组系统	(14)
实验四	交磁放大机-直流电动机组系统	(23)
实验五	绕线式异步电动机机械特性测定	(31)
实验六	同步电动机特性	(38)
实验七	继电器的整定	(48)
实验八	直流他励电动机的起、制动控制线路	(54)
实验九	鼠笼电动机的起动与调速	(62)
实验十	绕线式异步电动机起动控制线路	(72)
实验十一	电动机飞轮惯量和他励直流电动机参数的测定	(82)
实验十二	磁放大器与自整角机特性的测定	(95)
实验十三	可编程序控制器(PLC)构成的控制线路	(105)
参考文献		(123)

实验一 直流他励电动机机械特性的测定

一、实验目的

1. 测定直流他励电动机在各种运转状态下的机械特性曲线。
2. 学会用实验方法,即用直流发电机作负载,求被试电动机机械特性曲线的方法。
3. 熟悉本实验所用的电动机组、电器、仪表及其选用方法。

二、实验内容

1. 设计能进行本实验各项内容而不需中途改接线路图,合理选择所用仪器、仪表。
2. 作直流他励电动机固有机械特性曲线和人工机械特性曲线。

(1) 固有特性

$U=U_n, \Phi=\Phi_n, R=R_n$ 的特性曲线

(2) 人工特性

① 电枢串电阻

$R=50\%R_n$ ($R_n=\frac{U_n}{I_n}$)

② 降低电枢电压

$U=80\%U_n$ 的人工特性

③ 减弱磁通

$I_f=90\%I_{fn}$ 时的特性 (I_f 为电动机的励磁电流, I_{fn} 为额定励磁电流)。

3. 作 $R=R_n$ 时的发电制动特性曲线。
4. 作 $R=200\%R_n$ 时的反接制动特性曲线。
5. 作 $R=150\%R_n$ 时的能耗制动特性曲线。

三、实验原理

(一) 直流他励电动机的机械特性曲线

1. 固有特性曲线

在额定条件下,即电枢加额定电压,励磁回路加额定励磁电流,电枢回路无附加电阻的条件下得到的机械特性,称固有特性,其机械特性方程式为

$$n = \frac{U_n}{C_e \Phi_n} - \frac{R_n}{C_e C_m \Phi_n^2} M \quad (1-1)$$

固有特性为与纵轴交于 n_0 点的一条倾斜直线,如图 1-1 所示,转速 n 随转矩 M 的增加而略有下降,由于电枢电阻较小,固有特性属于硬特性。

2. 人工特性

是在改变运行参数时,得到的特性,人工特性可分为:

- (1) 改变电枢回路串入的附加电阻

电枢回路串入附加电阻,使特性硬度降低,人为特性是斜率不同且交于 n_0 的倾斜直线族,如图 1-2 所示。

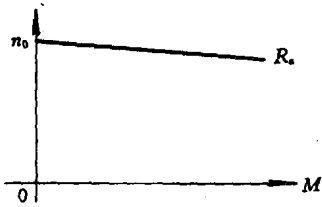


图 1-1 固有特性

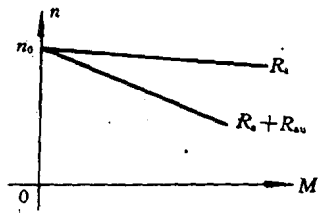


图 1-2 电枢串电阻特性

(2) 改变电枢端电压

改变端电压只能低于额定电压的方向变化, n_0 随 U 的下降而减小,但特性硬度不变,因此改变端电压的人为特性是位于固有特性下方,且与之平行的倾斜直线族,如图 1-3 所示。

(3) 改变磁通

在励磁回路里串入附加电阻,使磁通减弱,空载转速 n_0 将成反比增加,而特性硬度降低,减弱磁通的人为特性如图 1-4 所示,它是一族空载转速不同,硬度也不相同的倾斜直线,由于磁通变化,转矩和电流不再有固定的正比关系。

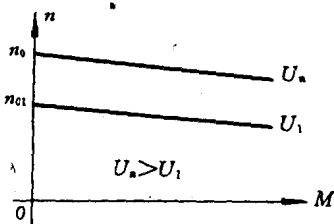


图 1-3 改变电枢端电压特性

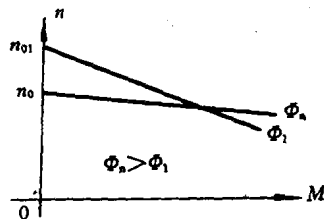


图 1-4 减弱磁通特性

(二) 直流他励电动机的制动方式

直流他励电动机有三种制动方式:发电反馈制动、动力制动、反接制动。

1. 发电反馈制动

在电动机接线方式不变的条件下,当转速 n 增大并超过理想空载转速 n_0 时,电动机即由电动状态转变为发电反馈制动状态。

当转速 n 超过理想空载转速 n_0 时,感应电势 E 将大于外加的端电压,则电枢电流为

$$I = \frac{U - E}{R} = \frac{C_e \Phi (n_0 - n)}{R} = - \frac{C_e \Phi (n - n_0)}{R} \quad (1-2)$$

式中的负号表明电枢电流方向改变,转矩方向也随之改变,电动转矩变为制动转矩,电枢电流与感应电势方向一致,说明电机以发电方式运行,发电制动特性曲线穿过 n 轴,在第二象限的延长区段,如图 1-5 所示。

2. 动力制动

将工作在电动状态的直流他励电动机,电枢与电网断开,并在电枢回路串入附加电阻,形成闭合回路,即可实现动力制动,此时电动机变为发电机运行,系统的机械能通过电机转

化为电能,消耗在电枢绕组和附加电阻上,因此动力制动也称能耗制动。动力制动状态的机械特性方程式为

$$n = - \frac{R}{C_e C_m \Phi^2} M \quad (1-3)$$

机械特性曲线是通过坐标原点,如图 1-6 所示,改变附加电阻 R_{ad} 的大小,可得到不同硬度的特性曲线。

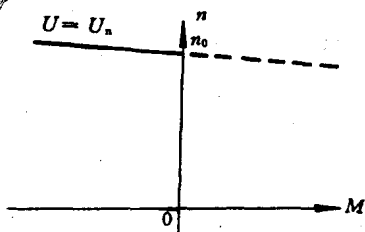


图 1-5 发电反馈制动特性

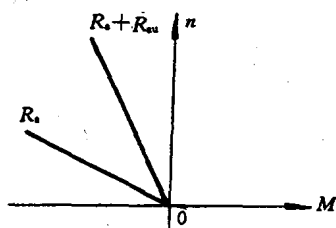


图 1-6 动力制动特性

3. 反接制动

直流他励电动机的反接制动,可用两种方式来实现。

(1) 电枢反接

将正在电动状态运行的直流他励电动机,电枢极性反接,同时电枢回路串入附加电阻,此时电枢电流反向,转矩也反向,电动机进入制动状态,由于电枢电压与电动机反电势方向一致,我们称之为电枢反接制动,其机械特性曲线位于反转电动状态穿过 M 轴的延伸部分,如图 1-7a 所示。

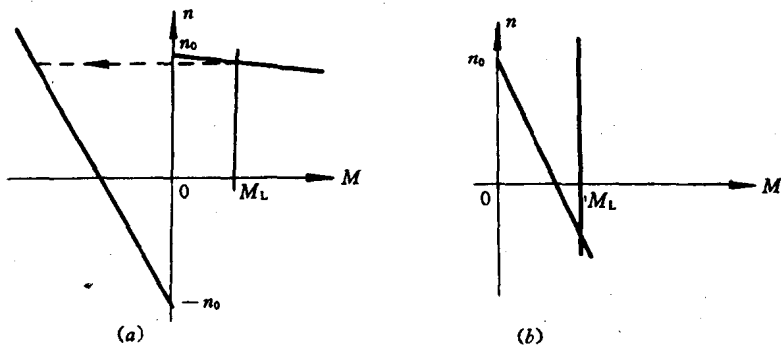


图 1-7 反接制动特性

a—电枢反接; b—倒拉反转

(2) 倒拉反转

用于位转矩负载,下放重物的限速制动,将电动机按提升重物方向接通电源,由于电枢回路串有大电阻,使电动机的起动转矩小于负载转矩,于是系统在位转矩作用下反向运行,电机进入转速反向的反接制动状态。其机械特性曲线位于正转电动状态穿过 M 轴的延伸部分如图 1-7b 所示。

(三) 实验中三种制动方式的实现方法

由于实验室条件的限制,电动机的负载一般都采用与其同轴拖动的直流发电机,俗称负载电机,它可工作在发电状态,也可工作在电动状态,若负载电机把机械能转变为电能,并消耗在负载电阻上,此时负载电机作为电动机的负载,工作在发电状态。若负载电机接入电源,把电能转变为机械能,又可工作在电动状态,拖动被试电动机旋转。下面根据电动机三种制动方式的要求,来说明被试电动机与负载电机的工作状态,实验线路如图 1-8 所示。

1. 发电反馈制动状态

根据发电制动的工作原理,电动机处在发电反馈制动的条件必须使其转速超过理想空载转速 n_0 ,此时必须有一原动机来拖动它才能实现,所以须将负载电机的电枢,接到直流电源上,成为电动机,并使其和被试电动机的旋转方向一致,慢慢减弱负载电机的励磁,使转速升高,当 n 增加并超过被试电动机的 n_0 时,被试电动机即由电动状态转变为发电反馈制动状态。

2. 动力制动状态

将被试电动机从电网断开,并将电枢绕组串入附加电阻短接起来,实际上被试电动机工作在发电状态,而负载电机接成电动状态,拖动被试电机。

3. 反接制动状态

(1) 电枢反接

被试电机接成电动状态,而负载电机接成发电状态,作为被试电动机的负载。

(2) 倒拉反转

将两电机均接入电网,但两电机的电磁转矩方向要相反。在被试电机与负载电机的电枢回路中都要串入附加电阻,而负载电机串入的附加电阻比被试电机串入的附加电阻值大,故负载电机产生的电磁转矩将小于被试电动机的电磁转矩。因此,将两电机同时接入电网时,系统将按被试电机产生的旋转方向旋转,被试电机仍工作在电动状态,随着慢慢减小负载电机电枢回路附加电阻,系统的转速将降低,当两电机转矩大小相等方向相反时,系统转速 n 降至零。再减小负载电机电枢回路附加电阻,使其电磁转矩增加,系统将按负载电机的旋转方向旋转,被试电动机进入倒拉反转工作状态。

四、实验使用的设备、仪器、仪表

1. 直流机组

一套

直流电动机 额定功率 $P_n=2.2\text{kW}$,额定电压 $U_n=220\text{V}$,额定电流 $I_n=12\text{A}$,励磁电压 $U_f=220\text{V}$,额定励磁电流 $I_{fn}=0.62\text{A}$,额定转速 $n_n=1500\text{r/min}$ 。

直流发电机 额定功率 $P_n=1.9\text{kW}$,额定电压 $U_n=230\text{V}$,额定电流 $I_n=8.3\text{A}$,励磁电压 $U_f=220\text{V}$,额定励磁电流 $I_{fn}=0.7\text{A}$,额定转速 $n_n=1500\text{r/min}$ 。

2. 磁场滑线变阻器 $200\Omega, 1\text{A}$

二只

3. 电阻箱 $0\sim 125\Omega; 1\sim 30\text{A}$

二只

4. 直流电流表 $0\sim 30\text{A}$

二只

5. 直流电流表 $0\sim 2.5\text{A}$

二只

6. 直流电压表 $0\sim 300\text{V}$

一只

7. 测速仪(转速表)

一只

五、实验预习及思考题

1. 什么是他励直流电动机的固有机特性?什么是人为机械特性?其特性形状如何?

2. 实验室中电动机的负载,通过调节什么得到改变的?
3. 直流他励电动机如果没有励磁电流情况下,电枢两端能否施加电压?为什么?
4. 在作发电反馈制动实验时,怎样知道电动机的转速超过了理想空载转速?
5. 为什么在作发电反馈制动时,电动机电枢回路往往不串附加电阻?而作反接制动时要串大电阻?
6. 作动力制动实验时,为什么用负载电机拖动它运转?电动机电枢回路所串电阻不同时,对机械特性有何影响?
7. 在实验室中,无位转矩负载,如何作出倒拉反转机械特性来?倒拉反转时,电动机的电磁转矩方向是否改变?

六、实验线路、方法与步骤

实验线路如图 1-8 所示,图中 M 为被试电动机,G 为负载电机,本实验线路图,能完成本实验所要求的各项内容。

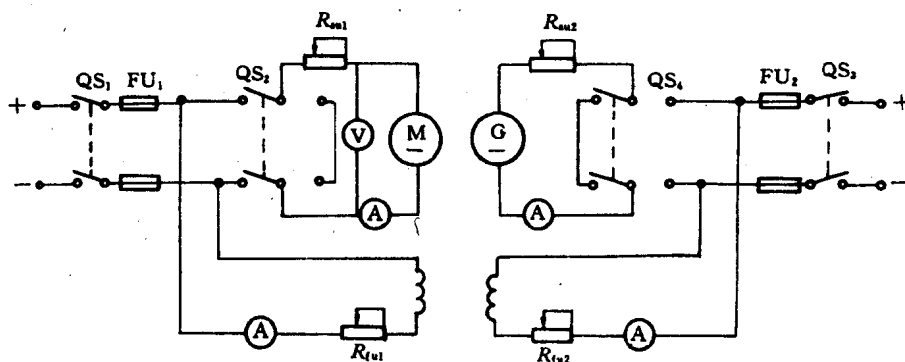


图 1-8 实验线路图

(一) 作直流他励电动机机械特性

1. 固有特性

(1) 为被试电动机加励磁电源,合刀闸 QS_1 ,调节 R_{fu1} ,使励磁电流值符合电动机铭牌上的额定值。

(2) 为负载电机提供励磁电源,合刀闸 QS_3 ,调节 R_{fu2} ,使发电机励磁电流达到额定值。

(3) 将负载电机电枢回路所串附加电阻 R_{aa2} 置最大值,并将刀闸 QS_4 合向左端,闭合发电机电枢回路,使之处于发电状态。

(4) 将被试电机电枢回路所串电阻 R_{aa1} 置最大位置,合刀闸 QS_2 于左侧,电动机串电阻起动,然后逐渐减小 R_{aa1} 直至到零,电动机起动完毕。

(5) 减小负载电机电枢回路的电阻 R_{aa2} ,可获得被试电动机一组 n 和 I 值,测量不同负载时的电动机的电枢电流和转速,记录于表 1-1 中。

表 1-1

$n, r/min$							
I, A							

2. 人工特性

(1) 电枢串电阻

实验步骤同上,只要将被试电动机电枢回路附加电阻 R_{a1} 调至 $50\%R_n$,然后改变负载电机电枢回路电阻 R_{a2} 即可,数据记录表 1-2 中。

表 1-2

$n, r/min$							
I, A							

(2) 改变电枢端电压

实验方法与步骤与固有特性相同,只是起动时采用降压起动,并使电动机端电压维持在 $80\%U_n$,然后改变负载,可测得其机械特性曲线,数据记录表 1-3 中。

表 1-3

$n, r/min$							
I, A							

(3) 改变励磁磁通

实验方法同固有特性,只是将被试电动机的励磁电流减小到 $90\%I_m$ 励磁电流,并保持此励磁电流值不变,改变负载电机电枢回路的附加电阻值,记录电动机的电枢电流与转速于表 1-4 中。

表 1-4

$n, r/min$							
I, A							

(二) 作发电反馈制动特性曲线

作被试电动机的发电制动特性,必须使负载电机工作于电动状态,而其旋转方向,应与被试电动机旋转方向一致。实验步骤如下:

1. 起动被试电动机,使电枢电压与励磁电流为额定值,在电枢回路串入附加电阻 R_{a1} 起动,并逐渐减小,直到为零,记住电机的转向,然后拉开刀闸 QS_2 。

2. 负载电机电枢回路,串入附加电阻 R_{a2} ,并将刀闸 QS_4 合向电源侧(右侧),观察负载电机的旋转方向,应使其旋转方向与被试电动机的旋转方向一致。

3. 直流发电机并网,应使发电机的空载电压等于电网电压,使被试电动机拖动其旋转,并加励磁电源,调节励磁回路电阻 R_{f2} ,使负载电机空载电压(断开刀闸 QS_4)等于电网电压,并网时因为发电机的感应电势等于电网电压,所以发电机的电枢电流为零,即发电机为浮接,此时直流电动机工作在电动状态。

4. 增大负载电机励磁回路的电阻 R_{f2} ,即减小励磁回路电流,使负载电机的转速上升,被试电动机的转速超过了理想空载转速,进入发电反馈制动状态。改变负载电机的励磁电流,记录被试电动机的电枢电流与转速于表 1-5 中。注意电动机的最高转速不要超过 $1.2n_n$ 。

表 1-5

$n, r/min$							
I, A							

(三) 作出 $R=150\%R_n$ 动力制动特性曲线

动力制动是将电枢从电网断开,并经附加电阻短接。实验时按上述方法操作,由于制动时间短,无法读取所需数据,为了获得某一制动电阻时的动力制动曲线,可将被试电动机的电枢与附加电阻短接,将负载电机作为电动状态运行,拖动被试电动机,使其处于发电状态。实验步骤如下:

1. 将被试电动机接入额定励磁电流,刀闸 QS_1 合向电源。
2. 将刀闸 QS_2 合向右端,使电枢经 R_{au1} 短接,并调节 R_{au1} 使其等于 $150\%R_n$ 值。
3. 将负载电机接通励磁电源,刀闸 QS_3 合向右侧,调节 R_{fu2} ,使励磁电流达额定值。
4. 负载电机电枢回路串大电阻 R_{au2} ,将刀闸 QS_4 合向右侧,使其串电阻起动,改变附加电阻 R_{au2} 值,可测得被试电动机的电枢电流和转速值,记录于表 1-6 中。

表 1-6

$n, r/min$							
I, A							

(四) 作出 $R=200\%R_n$ 的反接制动特性曲线

为了获得被试电动机的反接制动(实为倒拉反转)状态,必须将负载电机接入电网,并调整其转向,应与被试电动机的旋转方向相反,若方向不对,可将负载电机电枢极性对调。实验步骤如下:

1. 起动被试电动机,在电枢回路串入较大的起动电阻 R_{au1} ,并记住其旋转方向,然后断开电源停车。
2. 起动负载电机,同时在电枢回路串入较大的起动电阻 R_{au2} ,并使其旋转方向与被试电动机旋转方向相反,若方向相同,可对调电枢电压的极性,然后断开电源,拉闸停车。
3. 起动被试电动机,并逐渐减小电枢回路起动电阻 R_{au1} ,一直到 $200\%R_n$ 的数值上。
4. 起动负载电动机,并在电枢回路串入起动电阻,使其值大于 $200\%R_n$,由于串入的电阻较大,其电磁转矩较小,这就等于突然给被试电动机加一个负载转矩,电动机转速将下降,但被试电机仍工作在电动状态。
5. 减小负载电机电枢回路的电阻 R_{au2} ,就可增加被试电机的负载转矩,使其转速不断下降,当 R_{au2} 减小到一定程度时,被试电机的转速下降为零,被试电机的起动转矩与负载电机的转矩大小相等,方向相反,系统处于平衡状态。
6. 继续减小 R_{au2} ,负载电机的电磁转矩继续增大,系统将在此转矩作用下,转向反向,此时负载电机的转矩方向与其旋转方向一致,工作在电动状态,而被试电机的转矩变为制动转矩,进入转速反接的制动状态。
7. 不断减小 R_{au2} ,可使负载电机的拖动转矩越来越大,转速越来越高,记录被试电机的

电枢电流与转速于表 1-7 中。

表 1-7

$n, r/min$							
I, A							

七、实验报告要求

1. 绘制实验线路,并说明绘制电动机四象限运行特性曲线时,被试电机与负载电机的工作状态。

2. 绘制他励电动机固有特性曲线。
3. 绘制他励电动机人工特性曲线。
4. 绘制他励电动机 $R=R_n$ 时的发电制动特性曲线。
5. 绘制 $R=150\%R_n$ 时的动力制动特性曲线。
6. 绘制 $R=200\%R_n$ 时的反接制动特性曲线。

实验二 直流串励电动机特性的测定

一、实验目的

1. 通过实验进一步了解串励电动机在不同运转状态下的特性,以及获得这些特性的实验方法。

2. 熟悉本实验所用的串励电动机、电器、仪表及其选用方法。

二、实验内容

1. 设计本实验所用线路图,选择所需的仪器和仪表:

2. 作出串励电动机的转速特性曲线。

(1) $R=R_n$ 的特性曲线

(2) $R=30\%R_n$ 的特性曲线

3. 串励电动机双机拖动系统的串并联起动。

4. 串励电动机双机拖动系统的交叉动力制动。

三、实验原理

(一) 串励电动机的速度特性

1. 速度特性公式

串励电动机的励磁电流等于电枢电流,负载改变时,电枢电流和励磁电流同时改变,磁通也相应改变,串励电动机的转速公式为

$$n = \frac{U - I_a(R_a + R_{m1})}{C_e \Phi} \quad (2-1)$$

在 $U=U_n$ 的条件下,当串励电动机的负载很小时,电流和磁通都很小,磁路不饱和,这时由于电阻压降很小,所以转速将超过额定转速很多,因此必须注意串励电动机决不允许在空载或轻载(负载应不小于 $30\% \sim 40\%$ 额定功率)下起动或运行。

随着电动机负载的增加,电流增大,转速下降。当磁路饱和后,可认为磁通近于恒定,这时只有电阻压降一项引起转速 n 下降,于是 $n=f(I_a)$ 曲线变为平缓的直线,如图 2-1 所示,这种速度随负载电流增加而急剧下降的特性称为软的速度特性。

2. 串励电动机特点

由于串励电动机具有软的速度特性,当负载增加时,电机转速迅速下降,因而电动机的输出功率变化不大,反之,当负载减小时,电动机转速会自动升高,可提高生产率,因此串励电动机很适合于牵引特性,电机车常采用串励电动机来牵引。

(二) 串励电动机的串并联起动

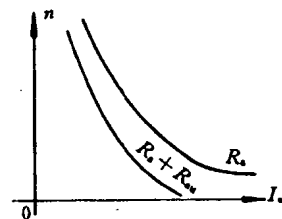


图 2-1 串励电动机转速特性曲线

1. 电力机车的起动

矿用电力机车常采用双机拖动,起动过程可分为两个阶段:第一阶段两个电机串联,电枢回路串入全部起动电阻;第二阶段将两个电动机由串联改为并联,其起动线路如图 2-2 所示。

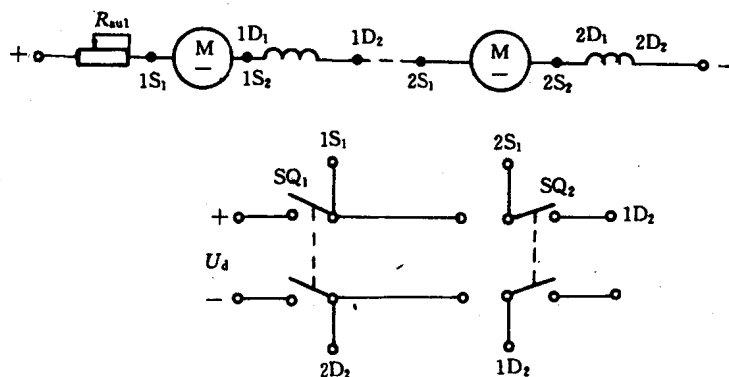


图 2-2 串励电动机串并联起动

2. 实现方法

在实验室里可用两个刀闸 QS_1 和 QS_2 来实现。

(三) 动力制动

1. 励磁方式

串励电动机,动力制动时,励磁方式有两种,即自励和他励,常用的是他励。

他励动力制动是把串励磁场绕组改为他励,这种接线方式与他励电动机动力制动接法基本相同。

2. 交叉动力制动

矿山用电力机车,也常采用动力制动,一般多采用交叉动力制动方式,特点是一台电机向另一台电机的串励绕组供电,属于自励方式,如图 2-3 所示。

自励的基本原理是保持串励绕组中励磁电流方向不变,否则反向励磁将使磁极去磁,从而破坏自励。

3. 实现方法

在实验室用两个刀闸 QS_3 和 QS_4 ,可实现由电动状态转换到交叉动力制动状态,如图 2-4 所示。

四、实验所用仪器、仪表和设备

- | | |
|----------------------|----|
| 1. 直流串励电动机——直流他励发电机组 | 二套 |
| 2. 磁场滑线变阻器 200Ω、1A | 二只 |
| 3. 电阻箱 0~125Ω、30A | 四只 |
| 4. 直流电流表 0~30A | 二只 |
| 5. 直流电流表 0~2.5A | 二只 |
| 6. 万用表 | 一只 |
| 7. 转速表 | 一只 |

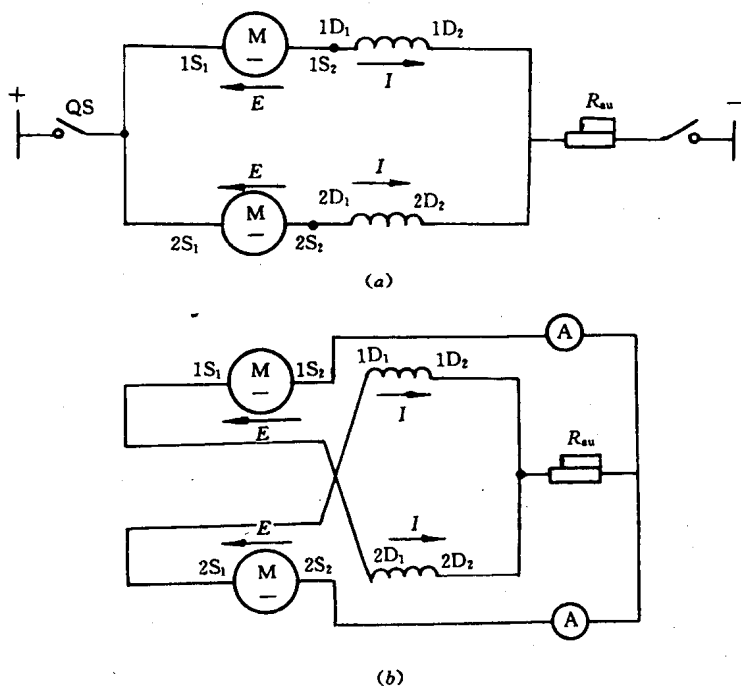


图 2-3 串励电动机双机拖动系统交叉动力制动
a—并联电动运行； b—交叉动力制动(自励式)

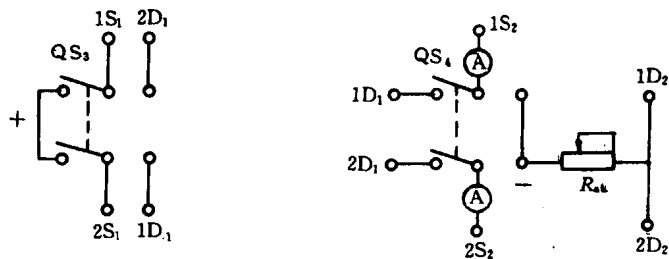


图 2-4 电动状态转换动力制动状态接线图

五、实验预习及思考题

1. 串励电动机为什么不允许空载起动?
2. 串励电动机的转速特性曲线有何特点?
3. 在串励电动机双机拖动系统中,采用动力制动为何要应用交叉接线方式?

六、实验线路、方法及步骤

(一) 串励电动机转速特性

1. 实验线路

实验线路如图 2-5 所示, M 为串励电动机, G 为直流他励电机, 作为串励电动机的负载。

2. 作出 $R=R_{4u}$ 的转速特性

- (1) 给直流发电机 G 加励磁电源, 合上刀闸 QS₃, 调节 R_{4u}, 使发电机励磁达额定值。
- (2) 将发电机电枢回路附加电阻 R_{4u2} 置于适当的位置, 也就是串励电动机起动时, 要带

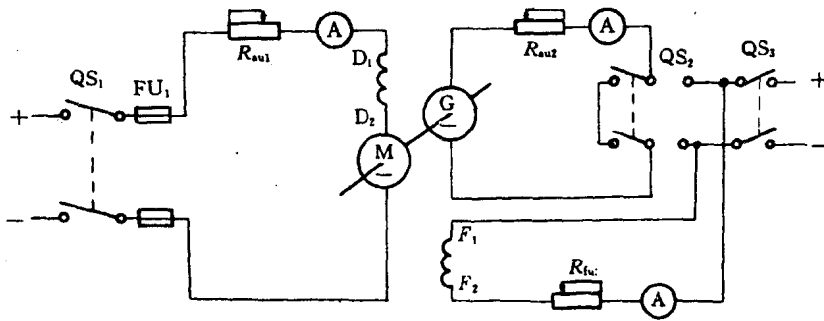


图 2-5 实验线路图

一定的负载,将 QS_2 合向左端,闭合发电机电枢回路,使之处于发电状态,作为被试电动机的负载。

(3) 将被试电动机电枢回路所串附加电阻 R_{su1} 置最大位置,把 QS_1 合向电源侧,然后逐渐减小 R_{su1} 直至为零,串励电动机起动完毕。

(4) 改变负载电机电枢回路的 R_{su2} ,可得到被试电动机的电枢电流和转速值,记录于表 2-1 中。

表 2-1

$n, r/min$							
I, A							

3. 作出 $R=30\%R_n$ 的转速特性

实验方法与步骤同上,只是将被试电动机电枢回路附加电阻保持在 $30\%R_n$ 数值上。记录于表 2-2 中。

表 2-2

$n, r/min$							
I, A							

(二) 串励电动机串并联起动

1. 实验路线

如图 2-2 所示,起动时将两台电机串联,稳定后,将两台电机并联运行。

(1) 串联

将刀闸 QS_1 合向电源, QS_2 合向右方,此时两电机串联运行

(2) 并联

将刀闸 QS_1 仍合向电源, QS_2 合向左方,两电机并联运行。

(三) 串励电动机双机拖动系统的交叉动力制动。

1. 实验线路

如图 2-3 所示。图 2-4 为采用交叉动力制动的实现线路。