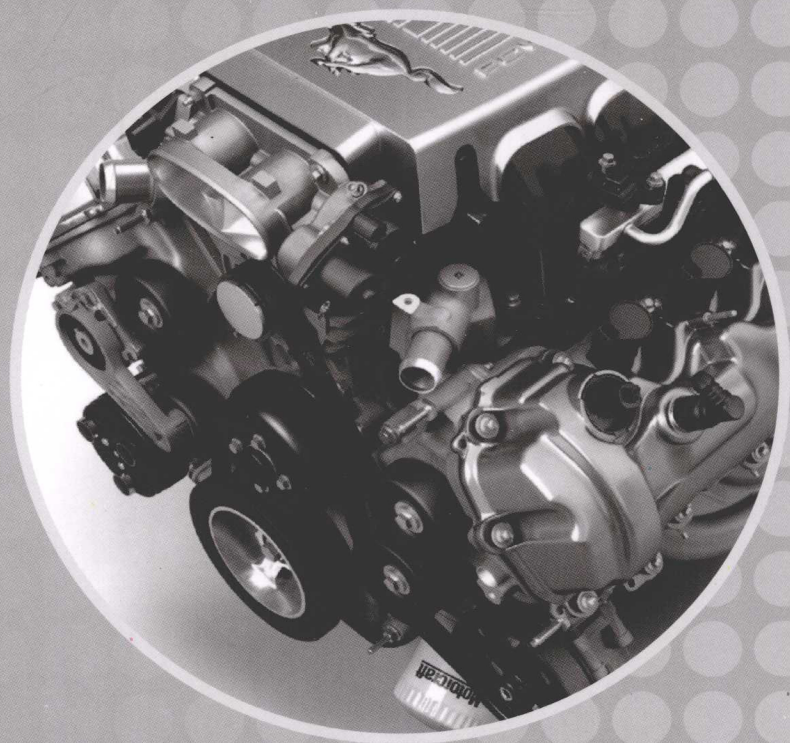


高等学校实验课系列教材

电机实验

D I A N J I S H I Y A N

●主 编 张治俊
●主 审 李 辉



EXPERIMENTATION



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

电机实验

主 编 张治俊
参 编 邱道平
主 审 李 辉

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书包括直流电机实验4个,变压器实验7个,异步电机实验6个,同步电机实验4个,涵盖了教育部高等学校电机学课程教学大纲对实验的要求的全部内容,概述中阐述了电机实验的基本要求、安全操作注意事项、基本物理量的测量、仪器仪表的选择原则等。每个实验详略得当,主要包括实验目的、实验内容、实验设备及屏上挂件顺序、实验方法、思考题、实验报告要求等。

本书可作为电类专业电机学、电机及拖动课程的实验教学用书,亦可供有关工人和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电机实验/张治俊主编. —重庆:重庆大学出版社,2011.8

高等学校实验课系列教材

ISBN 978-7-5624-6288-0

I. ①电… II. ①张… III. ①电机—实验—高等学校—教材 IV. ①TM306

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第153487号

电机实验

主 编 张治俊

主 审 李 辉

策划编辑:曾显跃

责任编辑:文 鹏 版式设计:曾显跃

责任校对:邬小梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆金润印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:7.5 字数:187千

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-6288-0 定价:16.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

本书是根据教育部高等学校电机学课程教学大纲对实验的要求,结合实验室的实际情况编写的。本书包括直流电机实验4个,变压器实验7个,异步电机实验6个,同步电机实验4个,共21个实验。本书可作为电类专业电机学、电机及拖动课程的实验教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

电机实验课是与电机学平行的实践性课程。它是理论联系实际,训练学生试验操作技能、培养学生独立工作能力的必不可少的重要教学环节。通过这门课程的训练,使学生在电机这门学科中达到分析问题和解决问题的初步能力。

为了培养学生的独立操作技能,每一章的前面实验写得详细,后面写得较简略,以便让学生通过动脑、动手,达到灵活、牢固地掌握知识的目的。为了让学生充分预习,在书中列出了实验室目前具有的主要设备。在实验课时,老师可审查学生的预习报告,不讲或少讲,而让学生边做边想边体会,实验时则加强指导,这样在一定程度上解决了实验内容多、时间不够用的矛盾。

本书是在重庆大学电气工程学院试用电机实验的基础上编写的。全书由张治俊执笔编写,邱道平参与部分实验的验证校核工作。在编写过程中,除主审李辉教授提出许多宝贵意见外,还得到了系内各位老师的大力支持和关心,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,成书时间仓促,书中存在许多不足,敬请读者批评指正。

编 者
2011年5月

目 录

第 1 章 电机实验概述	1
1.1 电机实验的基本要求	1
1.2 电机实验的安全操作与注意事项	4
1.3 电阻的测量	4
1.4 温度的测量	7
1.5 转速和转差率的测量	8
1.6 转矩的测量	12
1.7 功率的测量	14
1.8 转矩转速功率的测量	16
1.9 DDSZ-1 型电机及电气技术实验装置受试电机铭牌 数据一览表	20
1.10 DDSZ-1 型电机及电气技术实验装置操作说明及 主要配置	21
1.11 仪器仪表的选择原则	23
第 2 章 直流电机实验	24
2.1 认识实验	24
2.2 直流发电机	28
2.3 直流并励电动机	33
2.4 用损耗分析法求直流电动机的效率	37
第 3 章 变压器实验	42
3.1 单相变压器	42
3.2 三相变压器	49
3.3 单相变压器的并联运行	56
3.4 三相变压器的极性与联接组	58
3.5 三相变压器的并联运行	62
3.6 三相变压器的不对称短路与波形测试	65

3.7 三相三线圈变压器	68
第4章 异步电机实验	71
4.1 三相鼠笼式异步电动机的工作特性	71
4.2 三相异步电动机的起动与调速	79
4.3 双速异步电动机	82
4.4 异步电动机的温升试验	85
4.5 异步电动机的圆图	87
4.6 三相异步发电机	91
第5章 同步电机实验	96
5.1 三相同步发电机的运行特性	96
5.2 三相同步发电机的并联运行	101
5.3 三相同步电机参数的测定	106
5.4 三相同步电动机实验	110
参考文献	114

第 I 章

电机实验概述

1.1 电机实验的基本要求

电机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,循序渐进地培养学生根据实验目的、实验内容及实验设备选择所需仪器仪表,拟定实验线路,确定实验步骤,分析、排除实验过程中发生的故障,测取所需数据,并进行分析研究,得出结论,从而写出实验报告的能力。在整个实验过程中,实验人员必须严格认真,集中精力,做好实验。现按实验过程提出下列要求。

1.1.1 实验前的准备

①实验前应复习《电机学》有关章节,认真研读实验教材,明确实验目的、内容、方法与步骤,牢记实验过程中应该注意的问题,并按照实验内容准备记录表格等。

②建立小组。每次实验以小组为单位进行,每组由3~4人组成,推组长一人(建议组长轮流担任)。

③抄录铭牌、选择仪表。实验前应首先熟悉被试机组,记录电机及所用设备的铭牌,熟悉组件的编号、使用方法,选择仪表及量程,拟定实验线路。

④实验前必须各自独立写好预习报告,对实验内容与实验结果应事先作好理论分析,对实验结果的大致趋势做到心中有数,经指导教师检查认可后,方能进行实验。

1.1.2 实验的进行

(1) 统一指挥,分工负责

由组长负责组织和指挥实验的进行,并进行合理分工,务求在实验过程中操作协调,记录数据准确、可靠。

(2) 照图接线,力求简明

根据实验线路图及所选择仪器仪表图接线,线路力求简单明了。桌上的仪表、设备布置要合理整齐,便于测取数据和保证安全。

接线顺序视熟悉程度而定,对初学者来说,一般是先串联主回路,再接并联支路。就是说,从电源开关开始(电源都应接在开关的上方,而负载都应接在开关的下方)连接主要的串联电路(如电枢回路)。如系三相,则三根线一齐往下接;如系单相或者直流,则从一极出发,经过主要线路之各段仪表、设备,最后返回到另一极。根据电流大小,主回路用粗导线连接(包括电流表及瓦特表的电流线圈接线)并联支路用细导线连接(包括电压表的电压线圈接线)。

线路力求简单明了,尽量避免交叉,更不能将线绞在一起。图 1.1 中,(a)为好的接法,(b)为不好的接法。

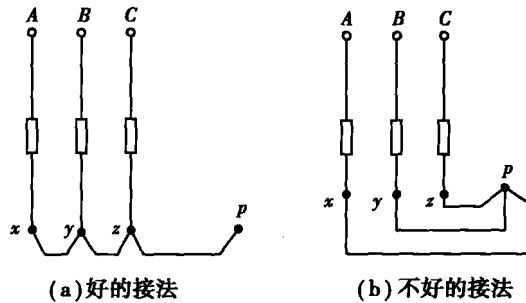


图 1.1 两种不同的接线方法

导线的两端若有接线片,接线片接在接线柱上要松紧适当。太松,导线容易脱落并造成事故;太紧,拆线困难且缩短接线柱使用寿命。拆线时先旋松螺帽,不能强行拉掉。如果导线端没有接线片,则应按图 1.2(a)接线。

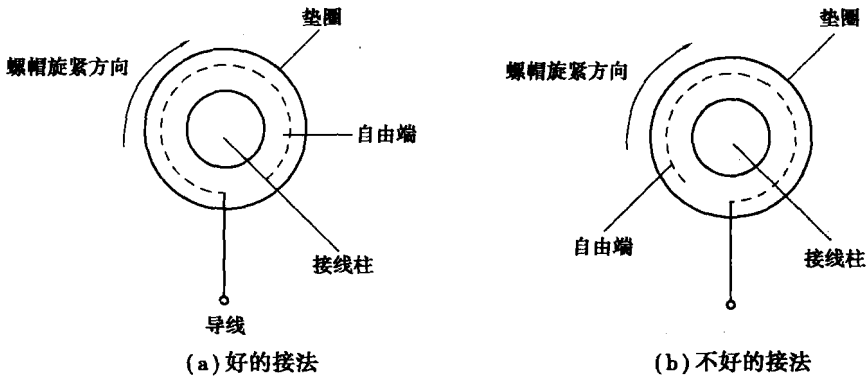


图 1.2 拧紧导线的方法

(3) 起动电机,观察仪表

在正式开始实验之前应校准仪表零位,熟悉刻度,并记下倍率。数字式仪表一定要选好量程。经查无误后起动电机,观察所有设备及仪表是否正常(如指针正反转等),电机是否转动。若仪表出现异常或电机不转,则应立即切断电源,及时报告,查清原因,排除故障,一切正常之后方可正式开始实验。

(4) 按照计划,测取数据

正式实验时,应根据预习时的分析,按计划有步骤地测取数据。为了实验时快速读数,可先读出格数,再记下各仪表的倍率,实验之后再换算成实际值。

(5) 认真负责,完成实验

实验完毕,首先应自己检查所测数据是否合理,再交指导教师审阅,认可后,方可拆线并整理好实验台,归还仪表、导线与工具等。

1.1.3 实验报告

实验报告必须每人写一份,按时交指导教师批阅。实验报告要求简明扼要,字迹清楚,结论明确。

实验报告应根据实验教材的要求、实验数据及在实验中观察和发现的问题来编写,经过分析研究,得出结论或通过分析讨论写出心得体会。

实验报告必须包括下列各项:

①按照已发的实验报告纸如实填写实验名称、专业、组长、实验组号、学号、同组同学、室温、实验日期(年、月、日)。

②扼要写出实验目的。

③实验内容。

④列出实验设备型号规格,铭牌数据(如额定容量、额定电压、额定电流及额定转速等),仪器仪表编号及量程,实验线路。

⑤写出某次实验的主要注意事项,如直流电动机起动时电枢回路串电阻应放在最大的位置,磁场回路串电阻应放在最小位置。

以上各项,除室温外必须在预习报告中完成。

⑥数据记录整理和计算。记录数据的表格上需说明实验是在什么条件下进行的,如发电机空载实验时 $I=0, n=n_N, U_0=f(I_f)$ 。

各项数据如系计算所得,则应列出计算公式,并举一例说明。

⑦曲线和图形。曲线应用尺寸不小于 $80\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ 的坐标纸绘制,选择合适的比例尺,标明单位,用曲线尺或曲线板连成光滑曲线(如图 1.3 中的实线)。不要连成折线(如图 1.3 中的虚线);若各点的连线不是一条光滑曲线,则应使各点自然地分布在曲线的两侧,且各点仍按实际标出。有时为了比较,将几条曲线用不同的线条或不同的颜色线画在同一坐标纸上。

⑧结论,分析解释及心得体会。根据实验结果进行分析计算(计算要列出公式)最后得出结论,是由实践再上升到理论的提高过程,是实验报告中很重要的一部分。结论中可对根据不同的实验方法所得结果进行比较,讨论实验方法的优缺点,说明实验结果与理论是否相符,对结果进行深入分析讨论等。

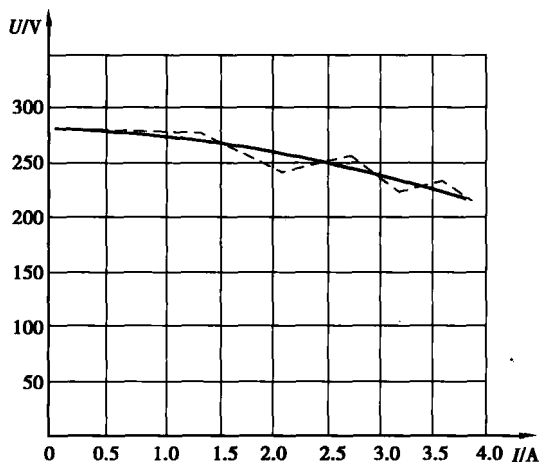


图 1.3 曲线的绘制

1.2 电机实验的安全操作与注意事项

为了按时完成电机实验教学任务,确保实验时人身安全与设备安全,要严格遵守实验室的安全操作及注意事项,要求如下:

①人体不可接触带电体。

②电源必须经过开关(或接触器)、熔断器之后才能接入电机,新接或拆线都必须切断电源进行。

③学生独立完成接线或改接线路之后,必须经指导教师检查允许,叮嘱全组同学引起注意后,方可合上电源。电机正常运行时,声音是有规律的、比较和谐的。实验中如发生事故,不要惊慌,必须立即切断电源保护现场,并报告指导教师,待查清问题、排除故障后,才能继续进行实验。

④实验时,不得穿高跟鞋、拖鞋、裙子、长大衣、风衣,女生不得披长发,以免卷入电机的旋转部分;不得用手或脚去促使电机起动或停转,以免发生危险。

⑤操作开关应迅速果断,以免产生电弧烧坏闸刀。合闸时应使刀片投入刀座,保持接触良好。

⑥电动机直接起动时,电流表应从线路中撤离,或经并联开关短路。

⑦电流互感器在使用时,副边不得开路,以免产生高电压损坏仪器和危及人身安全。对线圈匝数较多的电路,要注意断路时产生高电压的危险。电容器用完后必须放电。

⑧总电源应由实验室工作人员掌管,其他人不得乱动。

⑨实验室禁止吸烟、吃东西,不得嬉笑儿戏,不得随地吐痰。

⑩爱护实验室的设备和清洁卫生,不得损坏设备,不得乱动与本次实验无关的设备。实验室的设备、器材不得随意拿走,不得坐机器、设备和实验桌,不得乱写乱画。实验完毕,应将所有设备、导线整理整齐并放回原处,实验桌面打扫干净,经教师或实验室工作人员同意后方可离去。

⑪不遵守实验室守则者,教师有权停止其实验。违章操作所造成的后果,责任自负,对所损坏的设备应按规定赔偿。

1.3 电阻的测量

1.3.1 绝缘电阻的测量

绝缘电阻的测定是电机电器绝缘检验项目之一。通过绝缘电阻的测定可以检查绝缘电阻是否受潮、有无局部缺陷等。

绝缘电阻用兆欧表测定,所用兆欧表的规格应根据被测电机的额定电压按表 1.1 选用。电力变压器按种类选用不同规格的兆欧表,如 10 000 V 电压以下的 I、II 类变压器选用 1 000 V 兆欧表。

表 1.1

电机额定电压/V	兆欧表规格/V
< 500	500
500 ~ 3 000	1 000
> 3 000	2 500

电机各相(或各种)绕组分别有出线端引出时,应分别测量各绕组对机壳(或铁芯)及各绕组之间的绝缘电阻。若各绕组已在电机内部连接起来,允许仅测量所有相连接绕组对机壳的绝缘电阻。

目前常见的手摇兆欧表,表内有一手摇发电机,发电机发出的电压与转速有关。因此,为了维持施加在被测设备上的电压一定,测量时应以兆欧表规定的转速均匀地摇动兆欧表把手,待指针稳定后方可读数。

根据国家标准规定,电机绕组的绝缘电阻在热态时,应不低于下式确定的数值。

$$R = \frac{U_N}{1\,000 + \frac{P_N}{100}} (\text{M}\Omega)$$

式中 U_N ——电机绕组的额定电压, V;

P_N ——电机的额定功率,对直流电机和交流电动机单位为 kW,对交流发电机和同步补偿机单位为 kV·A。

由上式可知,500 V 以下的低电压电器,热态时其绝缘电阻应不低于 0.5 MΩ。如果低于这个数值,应分析原因,采取相应措施,以提高绝缘电阻,否则,强行投入运行,可能会造成人身伤害和设备事故。

1.3.2 绕组直流电阻的测量

为了校核设计值、计算效率以及确定绕组的温升等,需要测定绕组的直流电阻。绕组电阻的大小是随温度的变化而变化的,在测定绕组实际冷态下直流电阻时,要同时测量绕组的温度,以便将该电阻值换算至基准工作温度或所需工作温度下的数值。测量绕组直流电阻有两种方法。

(1) 电桥法

采用电桥测量电阻时,究竟选用单臂电桥还是选用双臂电桥,取决于被测绕组电阻的大小和精度要求。绕组电阻小于 1 Ω 时,必须采用双臂电桥,不允许采用单臂电桥。因为单臂电桥量得的数值中,包括了连接线的电阻和接线柱的接触电阻,给低电阻的测量带来了较大的误差。

用电桥测量电阻时,应先将刻度盘旋到电桥能大致平衡的位置,然后按下电池按钮,接通电源,待电桥中的电流达到稳定后,方可按下检流计按钮接入检流计。测量完毕,应先断开检流计,再断开电源,以免检流计受到冲击。

电桥法测定绕组直流电阻准确度及灵敏度高,并有直接读数的优点。

(2) 电压表和电流表法(简称伏安法)

用伏安法测量直流电阻时,应采用蓄电池或其他电压稳定的直流电源作为测量电源,按图

1.4 接线。被测绕组电阻 r 与可变电阻 R (调到最大)、电流表串联。电压表用测笔接好,准备测量电压。

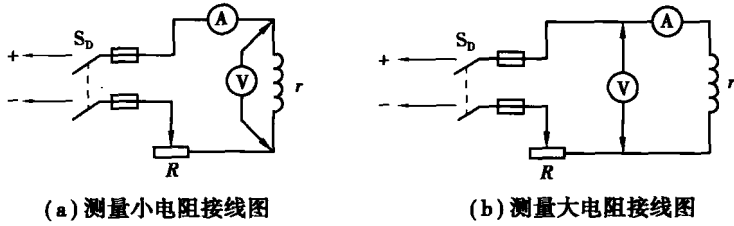


图 1.4 伏安法测定直流电阻接线图

测量时,为了保证具有足够的灵敏度,电流要有一定数值,但又不要超过绕组额定电流的 20%。电流表与电压表应同时读数,以免因绕组发热影响测量的准确度。闭合电源开关 S_D , 调节 R , 使电流达到所需数值,当电流稳定后,用电压表测出绕组两端电压,用电流表测出通过绕组中的电流。

按图 1.4(a)接线测量小电阻,考虑电压表(内阻为 r_v)的分路电流,被测绕组的直流电阻为

$$r = \frac{U}{I - \frac{U}{r_v}}$$

若不考虑电压表的分路电流, $r = \frac{U}{I}$, 计算值比绕组实际电阻偏小。绕组电阻越小,分路电流越小,误差则越小,故此种接线适于测量小电阻。

按图 1.4(b)接线测量大电阻,考虑到电流表内阻 r_A 上的电压降,被测绕组的实际直流电阻为

$$r = \frac{U - Ir_A}{I}$$

若不考虑电流表内阻的压降, $r = \frac{U}{I}$, 计算值中包括有电流表内阻,故比实际电阻偏大。电流表内阻越小,误差则越小,故此种接线适于测量大电阻。

相应于不同电流值测量三次,取三次测量的平均值作为绕组的直流电阻。

若能选用合适的仪表,此法也能获得较准确的结果。

用温度计测绕组端部、铁芯或轴伸部温度,若这些部位的温度与周围空气温度相比不大于 $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$, 则所测绕组电阻为实际冷态电阻,温度计所测得的空气温度就作为绕组在实际冷态下的温度。

测得的冷态直流电阻按下式换算到基准工作温度时的电阻:

$$r_w = \frac{K + \theta_w}{K + \theta} r (\Omega)$$

- 式中 θ_w ——基准工作温度, A, E, B 级绝缘为 $75\text{ }^\circ\text{C}$; F, H 级绝缘为 $115\text{ }^\circ\text{C}$, 一般实验室电机都是 A, E, B 级绝缘;
 θ ——绕组实际冷态温度, $^\circ\text{C}$;
 r ——绕组实际冷态电阻, Ω ;

K ——常数,铜 $K = 235$,铝 $K = 228$,一般实验室电机绕组都是铜。

1.4 温度的测量

电机中绝缘材料的寿命与运行时的温度密切相关,为保证电机安全、合理地使用,需要监视与测量电机绕组、铁芯、轴承及冷却介质等的温度。测量温度的方法有三种:温度计法、电阻法及埋置检温计法,一般实验室没有埋置检温计的电机,故介绍下面二法。

1.4.1 温度计法

本法所用温度计是指膨胀式温度计(例如水银、酒精温度计)以及使用方法与普通膨胀式温度计相同的半导体温度计,非埋置的热电偶或电阻式温度计。本法简单可靠,且电机中不能用电阻法测量温度的部位,如定子铁芯、轴承及冷却介质等,一般用温度计来测量。

测量时,将温度计贴附在电机被测部位的表面,以测量接触点表面的温度。为了减少误差,从被测点到温度计的热传导应尽可能良好,还可将温度计球面部分用绝热材料复盖,以免受周围冷却介质的影响。应当注意,在测量电机有变化磁场存在的部位的温度时,如交流电机定子铁芯,不能用水银温度计而应采用酒精温度计。

1.4.2 电阻法

温度改变,绕组的直流电阻亦改变。根据这个原理,利用电阻法来测量绕组的温度,并应尽可能在电机运行时测量绕组的热态电阻。例如三相交流电机,在设备条件许可时采用高压或低压带电测温装置,利用该装置测得电机绕组冷态电阻 r 及热态电阻 r_m 后,可以按下式计算绕组温度。

$$\theta_i = \frac{r_m - r}{r}(K + \theta) + \theta$$

式中 r_m ——绕组的热态电阻, Ω ;
 r ——绕组的实际冷态电阻, Ω ;
 θ ——绕组的实际冷态温度, $^{\circ}\text{C}$;
 K ——常数,铜 $K = 235$,铝 $K = 228$ 。

如果不能用电阻法测温装置,电机各部位温度是在断开电源后测得的,则所测得的温度应校正到断电瞬间。校正方法如下:在电机切断电源后,立即测量距断电瞬间的时间 t (s) 及相应的电阻,再按一定的时间间隔测取数点,作冷却曲线 $r = f(t)$ 。绘制冷却曲线时,建议用半对数坐标纸,在横轴上取时间坐标,在纵轴上(对数坐标)取电阻(或温度)坐标,如图 1.5 所示,将冷却曲线延长到与纵轴相交,交点的纵坐标即为断电瞬间绕组的电阻(或温度)。

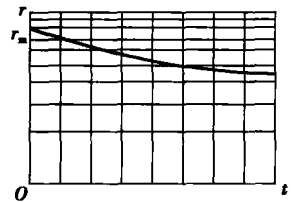


图 1.5 冷却曲线

若没有对数坐标纸,也可在普通均匀等分坐标纸上绘制冷却曲线,在横轴上取时间坐标,在纵轴上取电阻(或温度)的对数值坐标,冷却曲线的延长线与纵轴的交点的纵坐标就是断电

瞬间绕组电阻(或温度)的对数值。

如果断电后,电机个别部位的电阻(或温度)先开始上升然后再下降,则应取所量得电阻(或温度)的最高数值作为电机绕组断电瞬间的电阻(或温度)。

如用数字式仪表(如万用表、欧姆表),断电后,可以较迅速地测得绕组电阻。

1.5 转速和转差率的测量

转速是各类电机运行中的一个重要物理量,异步电机的转速也可用转差率表示。如何较准确地测量电机的转速和转差率,颇为重要。随着科学技术发展,特别是电子工业的发展,转速的测量方法与精度不断得到改进与提高。这里介绍几种常用的测量方法。

1.5.1 用日光灯法测定转差率

交流电机的转差率可以用日光灯法测定。日光灯是一种闪光灯,当接于 50 Hz 电源时,灯光实际上每秒钟闪亮 100 次,人的视觉暂留时间约为 $\frac{1}{16}$ s 左右,故用肉眼观察日光灯是一直发亮的。我们就利用日光灯这个特性来测量电机的转差率。测量的方法是在电机轴端画上标记图案,如图 1.6 所示。当极数 $2p=2$ 时,同步转速为 $n_c=3\ 000$ r/min,画两个黑色扇形,如图 1.6(a)所示。如果转子以同步转速旋转,即 $n_c=3\ 000$ r/min = 50 r/s,即 $s=0$,日光灯第一次闪亮时黑色扇形部分 a 在上面,黑色扇形在 b 下面。当第二次日光灯闪亮时,电机转过半圈,则图案 a 在下面,而图案 b 在上面,此时 a, b 位置虽已交换,然而每次灯闪亮时黑色扇形图案仍处于同一位置,肉眼看到的图案就好像静止不动。同理,当 $2p=4$ 时, $n_c=1\ 500$ r/min = 25 r/s,转子以同步转速旋转,日光灯每闪亮一次,电机转过 $\frac{1}{4}$ 圈,故图案要换成 4 个黑色扇形部分,如图 1.6(c)所示。电机极数越多,同步转速就越低,则黑色扇形部分也相应增加,如图 1.6(c)、(d)所示。这种方法用于测同步转速最为合适,只要选择与极数相应的图案贴于轴端,用日光灯照射后,调整转速到图案看上去不动时即为同步转速(即 $s=0$)。

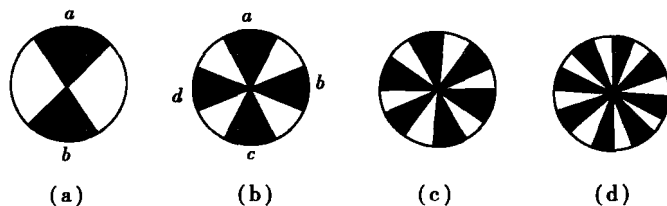


图 1.6 轴端标记图案

日光灯法还能测量较小的转差率,其原理是当转速稍低于同步转速时,如第一次图 1.6(a)中黑色扇形在垂直位置,而第二次灯闪亮时转轴转动不到半圈,因此,该瞬间两个黑色扇形逆电机旋转方向落后 α 角度。灯每闪亮一次,图案后移 α 角,因而用肉眼观察到现象是图案逆电机旋转方向缓慢移动,用秒表测定一分钟转过的圈数,即可得出电机转差 $\Delta n_0 = n_c - n$ 。

若图案顺电机转向转动,则转速大于同步转速,电机的转差率 $s = \frac{n_c - n}{n_c} 100\% = \frac{\pm \Delta n}{n_c}$

100%。图案顺转向转动时, Δn 取负号, $s < 0$; 逆转向转动时, Δn 取正号, $s > 0$ 。为了节省时间, 可减少计圈数的时间, 如计数时间为 t s, 则

$$\Delta n = 60 \frac{N}{t}, s = \frac{pN}{tf_1} 100\%$$

式中 N —— t s 内图案转过的圈数(因 $n_c = \frac{60f_1}{p}$, $s = \frac{\Delta n}{n_c} = \frac{60 \frac{N}{t}}{\frac{60f_1}{p}} = \frac{pN}{tf_1}$, 故有上式)。

以上方法适用于大中型容量异步电机, 因为这时转差 Δn 较小, 而小型异步电机 Δn 较大, 计圈数有一定的困难。有时为了便于计数, 可设法将图案中黑色扇形部分减少一半, 其简便方法是在日光灯线路内串入整流二极管和接入绕线电阻 R , 此电阻值的选择以整流后电流仍不超过日光灯正常工作电流为原则, 如图 1.7 所示。当日光灯发亮后, 在需要测速时, 将开关 S_2 打开, 以串入整流器。这样, 日光灯负半波电压被切除, 日光灯每秒闪亮 50 次。故当 $2p = 2$ 时, 图案上只要有一个黑色扇形图案即可, 如图 1.8(a) 所示; 当 $2p = 4$ 时, 只要有两个黑色扇形, 如图 1.8(b) 所示, 余此类推。

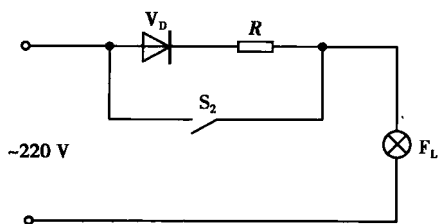


图 1.7 二极管整流后日光灯线路图

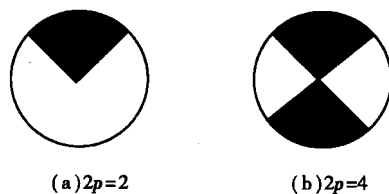


图 1.8 日光灯半波整流后的轴端标记

1.5.2 转速的测定

测量转速的方法可有离心式转速表法、闪光测速仪法、数字式转速仪法和测速发电机法。

(1) 离心式转速表测转速

离心式转速表是利用离心原理制成的测速仪表, 可以直接读出转数。使用时, 将转速表的端头插入电机转轴的中心孔内, 当指针稳定后即能将转速读出。使用转速表时, 要注意下列事项:

① 选择合理的量程, 量程的最大读数应稍大于电机的最高转速。量程选用太大, 则读数刻度太小, 影响读数的准确度; 量程选得太小, 则读数将超出量程并容易损坏仪表。在使用过程中不允许改变量程, 以免将齿轮打坏。如需改变量程时, 必须将转速表取出, 停表后再更改。

② 转速表插入中心孔前, 应注意清除中心孔中的油污。转速表测速时应保持它的轴与电机轴同心, 不可上下左右偏斜, 否则易将表轴扭坏, 并影响读数的准确性。

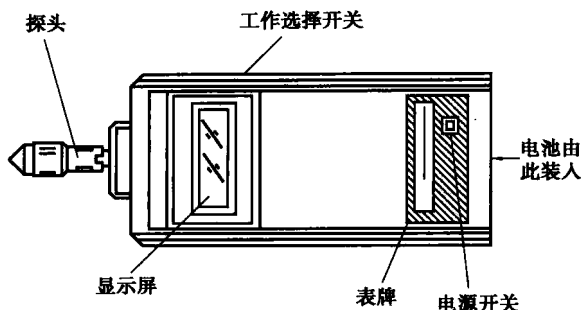
③ 转速表应间歇使用, 以减小齿轮磨损与发热。

④ 用离心转速表测转速会增加电机的阻力转矩, 故对微电机不适用。

(2) 用 SZG-20 型手持式数字转速表测转速

SZG-20 型袖珍手持式数字转速表是采用电子元件制成的测速仪, 测速范围为 $25 \sim 25\,000$ r/min, 显示直观, 使用较方便。此仪表采用液晶显示数据, 机内采用 CMOS 集成电路和晶体振荡器, 具有抗干扰能力。

该仪器的结构如图 1.9 所示。



使用该仪器时,拨动电源开关,电源就接通。若工作开关选择在“自校”挡,液晶屏上显示数应为“32768”;若开关选择在“测速”挡,把探头接触转动物体,显示器即可反映出被测转速。在测量过程中,若需将转速记录下来,可把开关选择到“寄存”挡,即可把数据保留。“寄存”挡在下,“测速”挡在中,“自校”挡在上。

在测量时,转速表探头与被测轴不应顶得过紧,以两轴接触不产生相对滑动为宜。测量结束时应关掉电源。

(3) 转速仪与传感器配合测转速

1) 转速仪

一般实验室可采用 XJP-02 转速数字显示仪,它是一台面板式四位数字显示专用测速仪表,采用 PMOS 中集成电路。它与 SZMB-3 磁电传感器配套使用,能够直接读出被测机的转速。

XJP-02 转速数字显示仪的前后面板排列如图 1.10、1.11 所示。

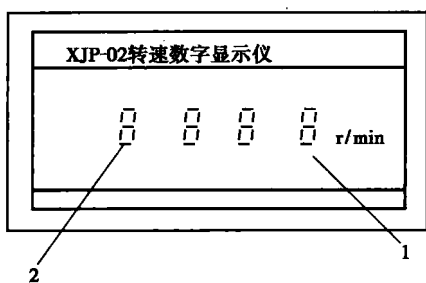


图 1.10 XJP-02 正面板

1—闸门指示;2—荧光数码管

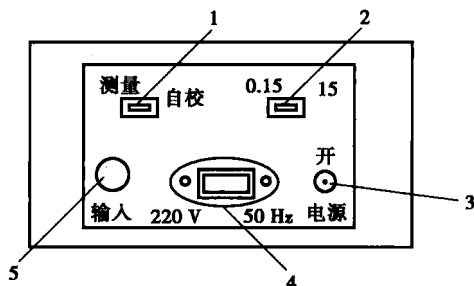


图 1.11 XJP-02 背面排列

1—工作选择开关;2—采样时间开关;
3—电源开关;4—电源插座;5—输入插座

使用前,首先应将电源开关置于“关”的位置,检查电源插头接线是否正确,电源电压是否符合工频 $220\text{ V} \pm 10\%$,无误后插上电源插头。

开启电源开关后,荧光数码管应亮,数据管闸门指示(正面板右下角)作一闪一闪发光。将工作选择开关置“自校”位置,采样时间置“1 s”位置,荧光数码管应显示“1000”,闸门指示每隔 2 s 闪光一次,发光时间 1 s;将采样时间开关置 0.1 s,此时荧光数码管显示“100”,闸门时间每隔 0.2 s 闪光一次,发光时间 0.1 s;将工作选择开关置于“测量”位置,传感器接入输入插

座,即可进行转速测量。当采用时间置于1 s时,转速仪直接显示转轴转速数值(r/min)。当采样时间0.1 s时,转速仪显示读数应乘以10。

转速仪上配有专用的电源线和信号输入线。

2) 传感器

上已述及,一般与XJP-02转速仪配合使用的传感器为SZMB-3磁电转速传感器。它由感应齿轮、感应齿座、感应线圈和磁钢组成。使用时,它通过联轴节与被测转轴连接,当转轴旋转时,磁路中磁阻变化,引起磁通量变化,在感应线圈内产生感应电动势,输出电脉冲信号。转速快慢发生变化,则输出脉冲数目的多少以及输出信号幅值就跟着发生变化,输入转速表内的信号就发生变化,进而在转速表的荧光数码管上的转速就随之发生变化。

(4) 闪光测速仪测转速

用闪光测速仪测转速时,它与被测轴没有机械上的联系,故不影响被测轴的机械阻力矩。利用这种方法测量微型电机的转速,效果良好,缺点是对低转速(如400 r/min以下)的测量有一定困难。

闪光测速仪的内部设有可调脉冲频率的专用电源施加于闪光灯上,将它的灯光照于电机转动部分,如电机轴上的键或轴伸端预先标好的标记上。当调整脉冲频率使此标记静止不动时,从刻度盘或数码表上可直接读出此时电机的转速。

实验室可采用SC-3型数字闪光测速仪,它的面板布置如图1.12所示。

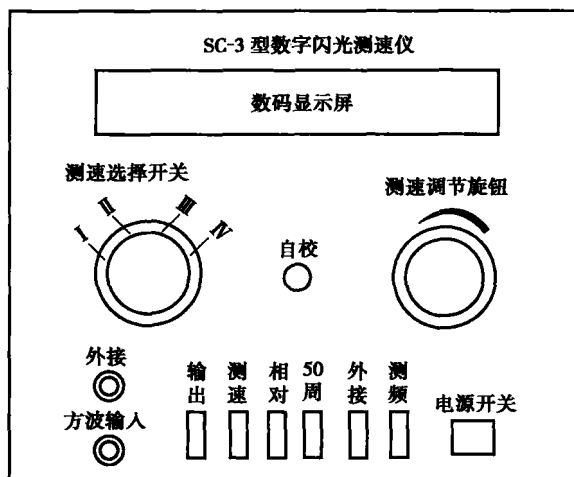


图 1.12 SC-3 顺数字闪光测速仪面板布置

SC-3型数字闪光测速仪的测速范围分为四挡: I挡,100~400 r/min; II挡,400~1 600 r/min; III挡,1 600~1 700 r/min; IV挡,7 000~30 000 r/min。该仪器可连续使用8小时,但因受闪光灯质量限制,测速以断续为宜。特别是第IV挡连续闪光不能超过20 min,当转速为10 000~30 000 r/min时,不能超过5 min。该仪器使用的电源为交流220 V \pm 10%,50 Hz。该仪器还可作简易频率计、方波信号源等使用,下面只介绍测转速的使用方法。

①在被测物上事先做好标记,以便观察。

②开启电源,预热10 min。

③自校:

a. 按下测频键,显示读数为10 kHz \pm 1 Hz。