

教育部规划教材

中等职业学校电工专业(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电动机检修技术



全国中等职业学校电工专业教材编写组 编

李佩禹 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校电工专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电动机检修技术

全国中等职业学校电工专业教材编写组 编
李佩禹 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系教育部中等职业学校电工专业规划教材。全书从电动机检修基础知识入手,全面而又详细地介绍了三相异步电动机、单相异步电动机、串励电动机、直流电动机和变压器的结构、绕组、常见故障及具体检修工艺。

全书内容丰富,叙述简明扼要,深浅适度,注重维修工艺的介绍和学生操作技能的培养,具有较强的实用性。本书亦可作岗位培训,行业中级技术工人等级考核教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电动机检修技术/李佩禹主编. —北京:高等教育出版社,1999.5 (2006重印)

ISBN 7-04-007157-6

I. 电… II. 李… III. 电动机-检修 IV. TM307

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第01095号

电动机检修技术

李佩禹 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 10.5

字 数 240 000

购书热线 010-58581118

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landaco.com>

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

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1999年5月第1版

印 次 2006年2月第5次印刷

定 价 12.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 7157-00

前 言

本书是教育部中等职业学校电工专业规划教材。

全书从电动机检修基础知识入手,对电磁基本知识、测试仪器仪表与维修工具、维修中的常用材料进行了介绍;重点对三相异步电动机、单相异步电动机、串励电动机和直流电动机的原理与结构、电动机的绕组构成、绕组布线、嵌线、浸漆与烘焙等具体操作工艺,以及电动机的起动与调速、绕组拆换、绕组改绕与重绕、电动机的常见故障、修后测试等进行了详细叙述。同时对变压器的结构与原理、三相电力变压器、常用特种变压器、变压器的常见故障、变压器的修后试验进行了详细介绍。

为适应中等职业教育的教学特点,本书力求阐述简明,重点突出,注重修理工艺的介绍和学生操作技能的培养。在每章开头有学习提要,章末附有复习思考题,正文及附录中有较多实用的图表,由于这些特点,使本书既可用作教材,也适用于读者自学。

本教材的教学课时约 72 学时,共分六章,各章学时大致分配如下表所列,供参考。

学时分配表

章 次	学 时	章 次	学 时
第一章	8	第四章	6
第二章	30	第五章	6
第三章	14	第六章	8

本书由山东省家用电器行业协会李佩禹高级工程师编写。承北京电力学校杨学勤副教授主审,提出了许多详细、具体的意见,对此编者深表感谢。

由于编者水平有限,书中会有错漏和不当之处,恳请使用本书的师生和广大读者指正。

编者

1998 年 10 月于济南

目 录

第一章 电动机检修基础	1	第二节 单相串励电动机的绕组	103
第一节 电磁基础知识	1	第三节 单相串励电动机的调速与反转	104
第二节 测试仪器仪表与维修工具	5	第四节 单相串励电动机的常见故障	106
第三节 维修中常用的材料	11	第五节 单相串励电动机的绕组重绕	110
第四节 电动机分类与电动机铭牌	16	复习思考题	113
复习思考题	18	第五章 直流电动机	114
第二章 三相异步电动机	19	第一节 直流电动机的结构与原理	114
第一节 三相异步电动机的原理与结构	19	第二节 直流电动机的电枢绕组	116
第二节 三相异步电动机的绕组	22	第三节 直流电动机的启动、制动与调 速	120
第三节 三相异步电动机的启动与调速	38	第四节 直流电动机的常见故障	122
第四节 三相异步电动机的常见故障	46	第五节 直流电动机的修后测试	123
第五节 三相异步电动机的局部修理	51	第六节 家用直流电动机检修	125
第六节 三相异步电动机的绕组拆换	60	复习思考题	126
第七节 三相异步电动机绕组的重绕与 改绕	69	第六章 变压器	127
第八节 三相异步电动机的试验	76	第一节 变压器的分类与结构	127
复习思考题	79	第二节 变压器的工作原理与运行特性	131
第三章 单相异步电动机	81	第三节 三相电力变压器	134
第一节 单相异步电动机的原理与结构	81	第四节 特种变压器	137
第二节 单相异步电动机的绕组	85	第五节 变压器常见故障分析	142
第三节 单相异步电动机的调速与反转	89	第六节 电力变压器的修后试验	144
第四节 单相异步电动机的常见故障	92	第七节 国产电力变压器简介	146
第五节 单相异步电动机的重绕计算	94	复习思考题	148
第六节 修后检查项目和试验方法	98	附录一 常用漆包圆线规格	149
复习思考题	99	附录二 部分系列异步电动机铁心和 绕组技术数据	151
第四章 单相串励电动机	101	主要参考书目	161
第一节 单相串励电动机的结构原理	101		

第一章 电动机检修基础

本章介绍电磁基础知识、测试仪器仪表与维修工具、常用维修材料和电动机简介等内容。学完本章后应能掌握电磁定律和交流电的产生过程；会正确使用测试仪器仪表与维修工具；了解电动机修理时常用电工材料的性能、分类、牌号和规格，并能正确选用。此外，还应了解电动机的分类方法和电动机铭牌的内容，以便选用和维护。

第一节 电磁基础知识

永久磁铁、通电导体周围都有磁场存在，磁场可用磁力线、磁通和磁通密度进行描述。一般用磁力线进行定性分析，用磁通和磁通密度进行定量计算。

一、电磁定律

电磁定律是电动机的理论基础，主要包括安培环路定律、电磁感应定律和电磁力定律。

(一) 安培环路定律

通电导体磁场的磁力线是围绕导体的同心圆，在通入电流大小一定的情况下，磁场中某点磁场的强弱由该点离导体的垂直距离决定，离导体越近、磁场越强；离导体越远，磁场越弱，如图 1-1 所示。



图 1-1 通电导体的磁场

磁场中某点（如 A 点）的磁通密度大小：

$$B = K \frac{I}{r} \quad (1-1)$$

式中 B ——磁通密度；

I ——导体中通入电流的大小；

r ——磁场中某点与通电导体的垂直距离；

K ——系数。

磁场的方向：用右手螺旋法则判断。右手握住导线，大拇指指向通入电流方向，其余四指所指方向为磁力线方向，也就是磁场的方向。

(二) 电磁感应定律

在如图 1-2 所示的磁场中，当导体在垂直方向移动时，无电流产生；导体在其他方向移动时，会在电流表中有读数。此现象称为电磁感应现象。

磁场中的导体只要切割磁力线必产生感应电动势，若电路闭合则有感应电流产生，这就是电磁感应定律。

感应电动势的大小：

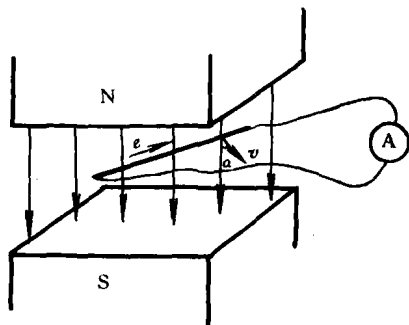


图 1-2 电磁感应

$$e = BLv \sin \alpha \quad (1-2)$$

式中 e ——感应电动势 (V);

B ——磁通密度 (T);

L ——导体有效长度 (m);

v ——导体运动速度 (m/s);

α —— B 与 v 的夹角。

感应电动势的方向：用右手定则判断。伸开右手，让大拇指与其余四指垂直，然后放入磁场中，使磁力线穿过手心，大拇指指向导体运动方向，那么四指所指方向为感应电动势方向，参见图 1-2。

(三) 电磁力定律

通电导体在磁场中受的力，称为电磁力。电磁力是电动机能够转动的原因。

如图 1-3 所示，电磁力的大小：

$$F = BIL \sin \alpha \quad (1-3)$$

式中 F ——电磁力 (N);

B ——磁通密度 (T);

I ——通入电流 (A);

L ——导体有效长度 (m);

α —— B 与 I 的夹角。

电磁力的方向：用左手定则判断。伸开左手，让大拇指与其余四指垂直，然后放入磁场中，使磁力线穿过手心，四指指向通入电流方向，那么大拇指所指方向为电磁力方向。

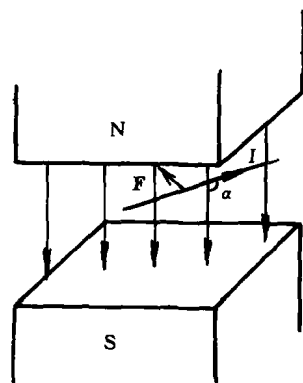


图 1-3 电磁力定律

二、正弦交流电

电流大小和方向不随时间变化的电流，称为直流电；电流的大小和方向随时间按正弦规律变化的称为正弦交流电。

(一) 单相正弦交流电

如图 1-4 所示，转子线圈中通以直流电，就会在转子铁心中产生磁场，磁力线从 N 极经过气隙进入定子，再由定子进入 S 极。当转子旋转时，磁力线切割定子导体，根据电磁感应定律，于是在定子导体中便产生感应电动势。根据右手定则判断出：A 导体感应电动势方向流出纸面，以符号 $\odot$ 表示；当转子转过 180° 时，感应电动势便改变，以符号 $\otimes$ 表示。原动机带动转子不断旋转时，便产生如图 1-5 所示的正弦波。

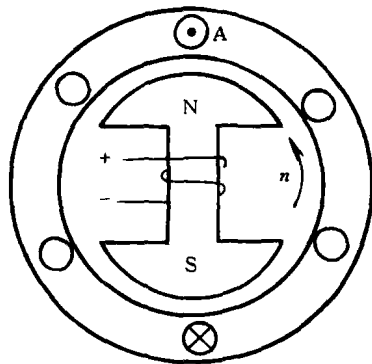


图 1-4 单相交流电的产生

上图所示电动势瞬时值与时间的关系可由下面的公式来表示：

$$e = E_m \sin(\omega t + \phi_0) \quad (1-4)$$

式中, E_m 、 ω 、 ψ_0 分别为最大值、角频率和初相位, 通常称为交流电的三要素。

1. 变化的快慢

单相正弦交流电随时间作周期性变化, 变化的快慢可用周期、频率和角频率来描述。

(1) 周期 T 交流电变化一次所需的时间, 单位是秒 (s)。

(2) 频率 f 是指每秒钟交流电变化的次数, 单位是赫兹 (Hz)。国内电源频率均为 50Hz。周期 T 和频率 f 的关系是:

$$T = \frac{1}{f} \quad (1-5)$$

(3) 角频率 ω 是指每秒变化的弧度数值。正弦交流电变化一个周期, 相当于正弦函数变化 2π 个弧度, 单位是弧度/秒 (rad/s)。

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (1-6)$$

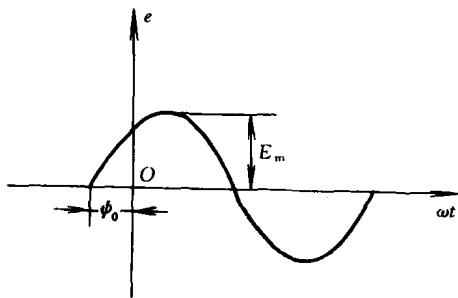


图 1-5 单相正弦交流电

2. 变化的起始值和相位

交流电在随时间变化过程中, 不同的时刻, 对应不同的角度, 从而得到不同的瞬时值, 所以正弦量中的 $(\omega t + \psi_0)$ 决定了交流电瞬时值的变化进程。我们把 $(\omega t + \psi_0)$ 称为正弦量的相位, 当 $t=0$ 时刻, 正弦量的相位, 称为初相位 ψ_0 。 ψ_0 的大小和正负与所选择的起点有关, 在图 1-6 所示的波形中, (a) 图 ψ_0 为零, (b) 图 ψ_0 为正值, (c) 图 ψ_0 为负值。

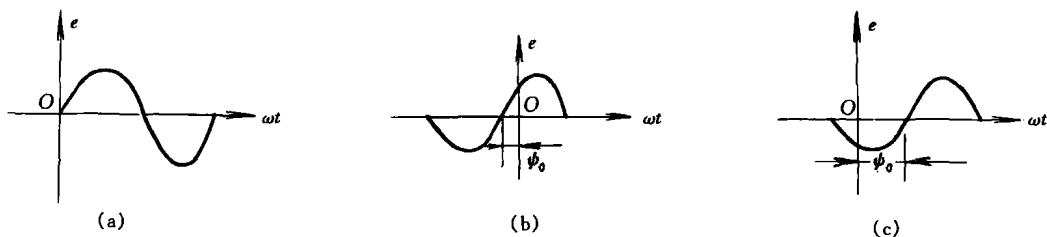


图 1-6 初相位示意

两个正弦交流电在任何瞬时相位之差称为相位差, 用 ψ 表示。对于同频率的交流电来说, 相位差实际上就是初相位之差。先达到正的最大值的正弦量比后达到正的最大值的正弦量, 从相位上说就是: 前者“超前”于后者, 或者说后者“滞后”于前者。

3. 交流电的大小

交流电的大小可用瞬时值、最大值和有效值来表示, 若没有说明均指有效值。

(1) 瞬时值 是指交流电在任一时刻的实际值, 其大小随时间的变化而变化, 一般用小写字母表示, 如 e 、 u 、 i 分别表示电动势、电压和电流的瞬时值。

(2) 最大值 是指交流电在变化过程中出现的最大瞬时值。在一个周期内出现二次, 一般用大写字母加脚标 m 表示, 如 E_m 、 U_m 、 I_m 分别表示电动势、电压和电流的最大值。

(3) 有效值 是指一个交流电流的热效应相当于某一数值的直流电流的热效应。这个直流数值叫做交流电的有效值。通常用大写字母表示, 如 E 、 U 、 I 分别表示电动势、电压和电流的有效值。

正弦交流电的最大值和有效值的关系为:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (1-7)$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad (1-8)$$

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \quad (1-9)$$

通常, 交流用电设备上标注的额定电压、额定电流都是指有效值, 一般交流电压表、电流表测得的数值也是指有效值。

(二) 三相正弦交流电

1. 产生过程

在电动机定子上对称嵌放互差 120° 的三套绕组 U_1-U_2 、 V_1-V_2 、 W_1-W_2 , 这三套绕组线径、匝数、绕法相同。在转子线圈上通入直流电后形成磁场, 在原动机的带动下, 转子磁场切割定子导体, 在各绕组中产生感应电动势, 如图 1-7 所示。

若以水平 A 点为计时起点, 此时初相位为零, 第一相 (U 相) 感应电动势:

$$e_U = E_m \sin \omega t \quad (1-10)$$

V 相比 U 相绕组顺转动的方向后移 120° , 因此 V 相感应电动势:

$$e_U = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (1-11)$$

同理, W 相比 V 相顺转动的方向后移 120° , W 相感应电动势:

$$e_W = E_m \sin(\omega t - 240^\circ) \quad (1-12)$$

因此三相正弦交流电的最大值、角频率相同, 相位彼此相差 120° , 其波形如图 1-8 所示。

2. 星形接法

将三相电压源各绕组的末端 U_2 、 V_2 、 W_2 接在一起, 形成一个节点, 称为电源的中性点, 用 N 表示。由三相电压源的首端 U_1 、 V_1 、 W_1 和中性点 N 分别引出四根线对外供电, 这种供电方式称为三相四线制, 如图 1-9 所示, 这里三相电压源接成了星形 (Y)。由首端引出的三根输电线称为相线 (俗称火线), 由中性点 N 引出的输电线称为中性线或零线 (俗称地线)。

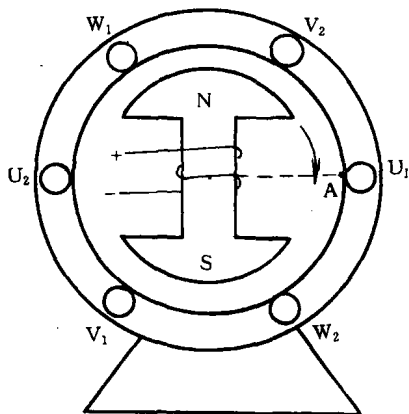


图 1-7 三相交流电的产生

每相绕组首末端之间的电压称为相电压,用 U_p 表示相电压有效值;两相线之间的电压称为线电压,用 U_l 表示线电压有效值,则在星形连接中有如下关系:

$$U_l = \sqrt{3} U_p \quad (1-13)$$

每相绕组中的电流称为相电流,用 I_p 表示相电流有效值;相线中的电流称为线电流,用 I_l 表示线电流有效值,则在负载对称的条件下:

$$I_l = I_p \quad (1-14)$$

3. 三角形接法

将一相绕组的末端与下一相绕组的首端依次串联,就得到了三相电源的三角形接法,如图 1-10 所示。

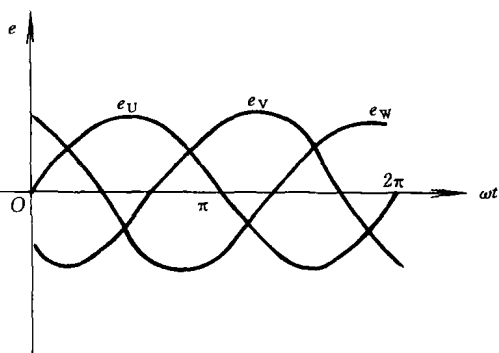


图 1-8 三相正弦交流电波形

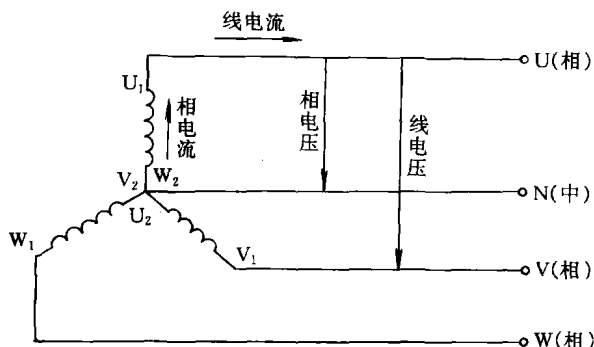


图 1-9 三相电源的星形接法

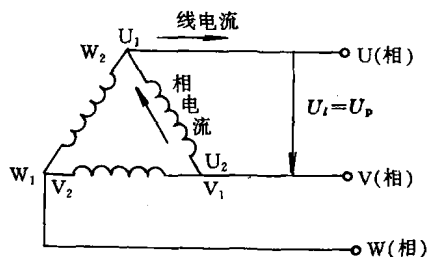


图 1-10 三相电源的三角形接法

在三角形接法中,从各连接点直接引出相线,因此有以下关系:

$$U_l = U_p \quad (1-15)$$

在三相负载对称的条件下,有以下关系:

$$I_l = \sqrt{3} I_p \quad (1-16)$$

第二节 测试仪器仪表与维修工具

在电动机修理中,需使用测试仪器仪表判断电动机的故障和检查其性能;电动机在拆卸和绕组嵌线过程中,要用到一些维修工具。下面分别进行介绍。

一、测试仪器仪表

在电动机修理过程中,常用的测试仪器仪表主要有万用表、兆欧表、钳形电流表、千分尺、电桥、短路探测器和 4 号粘度计等。

(一) 万用表

万用表是一种多用途和多量程的测试仪表,形式较多。在电动机修理中,一般用来测量交

流电压、直流电压、直流电流、直流电阻和检查电动机的一般故障。

下面以电动机修理中应用较多的 500-2 型万用表（如图 1-11）为例，说明正确使用方法。

（1）将表放平或直立放于较平稳处，以保证测量数字的准确性。

（2）根据测试需要，将转换开关旋钮放在相应位置上，并检查两表笔的插入位置是否正确。

（3）测量交流电压时，将右转换开关置于“ $\sim V$ ”位置，根据所测电压值的大小，选择好左转换开关“ V ”的量程，再将两表笔并联在被测电路两端，即可测出被测电路两端电压值。当不能预计被测电压值时，可将左转换开关置于较大量程上，然后根据所指示的电压大约数值，再选择适当量程。

（4）测量直流电阻时，先将左转换开关置于“ Ω ”位置上，根据所测电阻值的大小，选择好右转换开关“ Ω ”挡的量程，并将两表笔短接，旋转调零钮，使指针指在欧姆刻度的“ 0Ω ”位置上，然后将两表笔跨接在所测电阻或线圈的两端，测量其电阻值。

注意事项：

①若在短接两表笔旋转调零钮时，发现指针不能达到“ 0Ω ”位置，说明万用表内电池电压不足，应及时更换。

②为保证测量的准确性，在测量电动机绕组电阻时，应将导线两端的绝缘漆膜刮去，并不用手接触两表笔金属部分和被测导线两端。

（5）测量直流电压时，将右转换开关置于“ $\sim V$ ”位置，根据所测电压值的大小，选择好左转换开关“ V ”的量程，再将两表笔并联在被测电路两端，即可测出被测电路两端电压值。测量中若发现指针反向偏转，交换两表笔位置即可。

（6）测量直流电流时，先将左转换开关置于“ A ”挡，根据所测电流的大小，选择好右转换开关“ mA ”或“ μA ”的量程，将两表笔串在电路中，即可测出被测电路中直流电流的大小。

注意事项：

①两表笔不得并联在电路中，否则会烧坏万用表。

②所选量程要比预计电流大几倍，以免因电路不正常引起电流过大损坏万用表。

（7）500-2 型万用表有一交流电流端子，可用来测量 5A 以下的交流电流。测量时，左、右转换开关均置于“ A ”挡，然后将万用表串入电路中进行测量。需要指出的是，普通万用表不能用来测量交流电流，一般情况下，用钳形电流表测量交流电流。

（二）兆欧表

兆欧表是用来测量电动机绝缘强度的仪表。目前常用的有摇表式兆欧表和晶体管兆欧表两

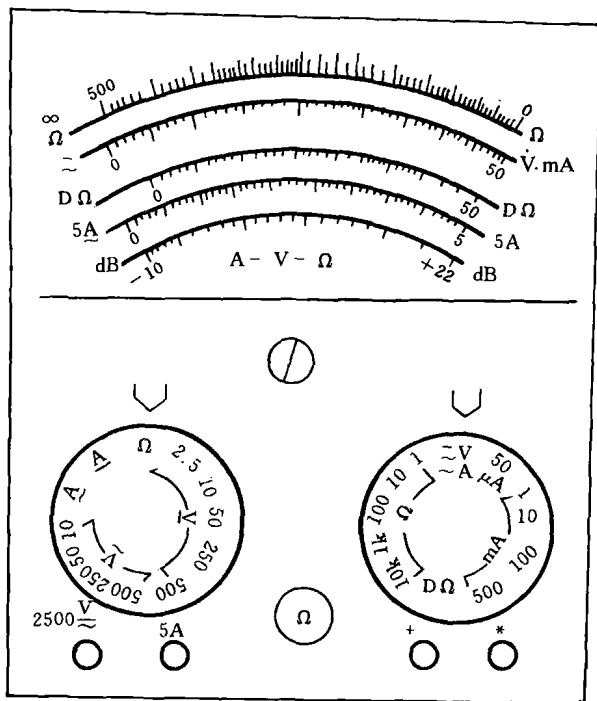


图 1-11 500-2 型万用表面板

种,在电动机修理中,一般采用前一种。常见的摇表有 250V、500V、1000V 等规格,在中、小型电动机修理中常用 500V 的,测量范围在 $0\sim 1000\text{M}\Omega$ 。

测量时,先将被测电动机的电源切断,并进行短路放电。然后将兆欧表(如图 1-12 所示)接线端的“L”端与绕组线端相连接,接地“ $\perp$ ”端与电动机外壳相连接,以 120r/min 转速均匀摇动手柄(切忌忽快忽慢,影响测量准确度),待指针稳定后,从表头读出的数值,即为电动机绕组对机壳的绝缘电阻值。

注意事项:

①使用前,先检查兆欧表是否良好,方法是:将兆欧表两线端分开,摇动手柄,指针应在无穷大处;再将两线端短接一下,指针应指在零处。这说明兆欧表是良好的。

②摇动手柄时,不要时快、时慢,一般要求转速满足 $90 < n < 150$ (r/min) 且摇动均匀即可。

③测量电动机两相绕组间绝缘电阻时,兆欧表两线端应分别接在所测两相绕组的线端,方法同上。

④测量完毕,须待兆欧表停止转动和电动机绕组放电后方可拆下测量的连接线,以免触电和打坏兆欧表。

(三) 钳形电流表

钳形电流表又称卡表,是根据变压器的原理制成的,如图 1-13 所示,用于测量交流电流。测量时,先将转换开关置于略比预测电流大的量程上,然后用手握住胶木手柄,收拢四指,钳口打开,将被测导线放入铁心钳口后,松开四指,使铁心闭合,这时从表头中读出的数值,即为被测导线中的电流值。

注意事项:

①为使读数准确,钳口铁心两表面应紧密闭合。如有杂声,将钳口重新开合一次;如铁心仍有杂声,需将钳口铁心两表面上的污垢擦净后,再进行测量。

②若所测导线电流很小,将导线在钳形铁心上绕几匝,从表头读出的数值除以所绕匝数,即为被测导线中的电流数值。

(四) 千分尺

在电动机修理中,外径千分尺主要用于测量漆包线的线径(带漆膜),其外形结构如图 1-14 所示。

使用方法:

①使用前,擦净千分尺测量面,并转动棘轮使两测量面无间隙,校准零位,以确定测出的数值的准确性。

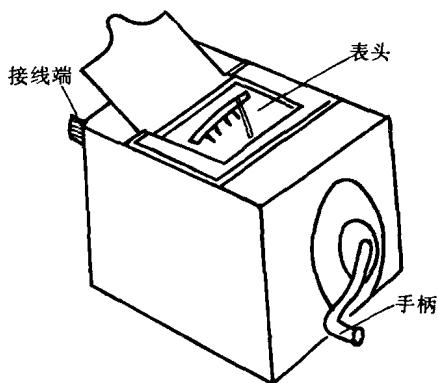


图 1-12 兆欧表外形

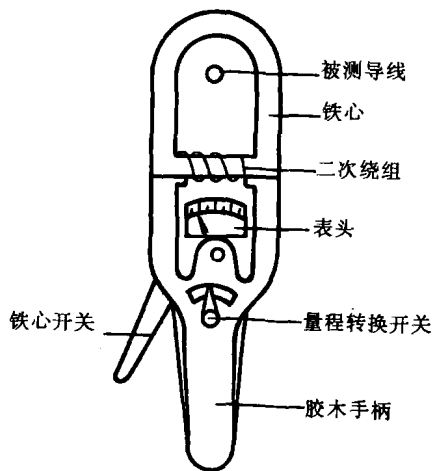


图 1-13 钳形电流表

②将所测漆包线放入两测量面间，一手拿弓形架和漆包线，另一手转动棘轮旋钮。当螺杆接近导线表面时，应轻轻转动棘轮，使其接触，然后再轻轻转动细调旋钮，当听到“咔”声音时，即可读数。

③读数时，先读出固定套管上的刻度，再读出活动套管上的刻度（分度值为0.01mm），然后将两个读数相加，即为所测带漆膜漆包线的线径。从附录一中查得漆膜厚度，带漆膜线径减去漆膜厚度，即为导线裸线线径。

注意事项：

①校准零位时，若零位失灵，应记下偏差值，待线径测出后扣除。

②测量线径时，若听到“咔”声音时，说明漆包线已与测量面紧密接触，若再用手转动旋钮，会将漆包线挤扁，影响测量的准确性。

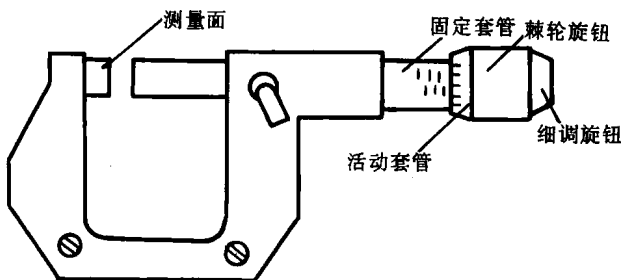


图 1-14 千分尺结构

（五）电桥

电桥是一种比较式的测量仪器，在电动机修理中主要用于精确测量绕组或线圈的电阻值。常用的有直流单臂电桥（测量范围 $1 \sim 10^7 \Omega$ ）和直流双臂电桥（测量范围 $10^{-6} \sim 11 \Omega$ ）。

1. 直流单臂电桥 本节以图 1-15 所示的 QJ-23 型直流单臂电桥为例，介绍直流单臂电桥使用方法。

（1）校正零位 打开检流计开关，待稳定后，将指针校到零位。

（2）线路连接 将被测电阻接到电桥面板上标有“ R_x ”的两个端钮上。

（3）倍率选择 先用万用表估计被测电阻值，然后选择倍率，以减少测量时间，获得准确的测量结果。

（4）电桥平衡调节 先按下按钮 B 接通电源，再按下按钮 G 接通检流计。若这时检流计指针向“+”方向偏转，应增加比较臂电阻；反之，减少比较臂电阻。这样反复调节，直至检流计指针指向零位，说明电桥已达到平衡。在平衡调节过程中，不能将按钮 G 锁住，只能在每次调节时短时按下，观察平衡情况。当检流计偏转不大时，才可锁住按钮 G 进行调节。

（5）测量后操作 先松开按钮 G，再松开按钮 B。否则当被测电阻的自感较大时，易损坏检流计。

（6）被测电阻计算 $R_x = \text{倍率} \times \text{比较臂读数} (\Omega)$ 。

（7）使用完毕后处理 先将检流计上的开关锁住，并将检流计连接线放在“内接”位置上。

2. 直流双臂电桥 当电动机绕组电阻很小时，利用万用表和直流单臂电桥测量，对测量结果带来的误差较大。这时须采用直流双臂电桥进行测量。

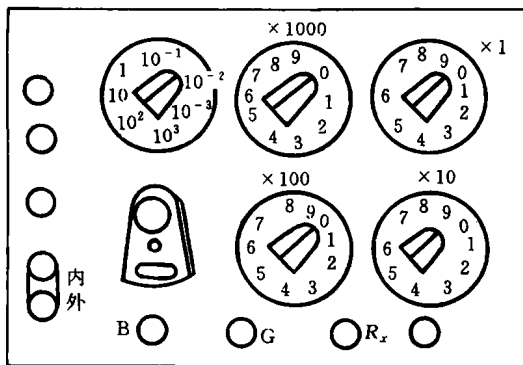


图 1-15 QJ-23 型直流单臂电桥面板

直流双臂电桥使用方法，与直流单臂电桥基本相同。不同处主要有：

(1) 直流双臂电桥在开始测量时，应将控制检流计灵敏度的旋钮放在最低位置上。在平衡调节过程中，若灵敏度不够，可逐步提高。

(2) 直流双臂电桥的4个接线端钮中， C_1 、 C_2 为电流端钮； P_1 、 P_2 为电位端钮。AB之间为被测电阻，如图1-16所示。

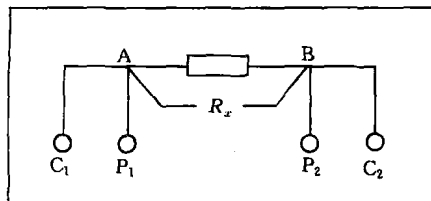


图 1-16 双臂电桥被测电阻接法

电桥所用连接线应尽量选择较粗的导线，并且导线接头与接线端钮应紧密接触。

(六) 短路探测器

短路探测器又称开口变压器，如图1-17所示。主要用于检查电动机定子绕组的短路故障和转子绕组的断条故障。

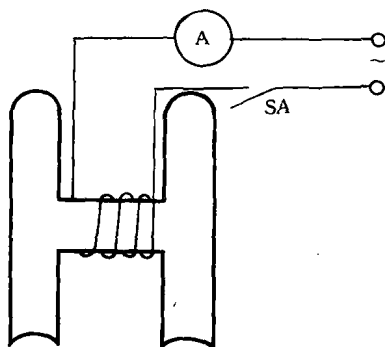


图 1-17 短路探测器

检查定子绕组短路的方法：将短路探测器的开口部分，放在被检查的定子铁心相邻齿上，短路探测器线圈两端接上单相交流电源，最好用低压电源（这时短路探测器和定子铁心构成一个磁回路，短路探测器线圈相当于变压器的一次线圈，而槽内线圈就相当于变压器的二次线圈）。若被检查槽内有短路存在，就会发现串在短路探测器线圈回路中的电流表读数突然变大。若无电流表，可用一废手锯条放在被检查线圈的另一边槽口上。若锯条被槽口吸引，发出“吱吱”声，说明槽内线圈中有短路故障。

注意事项：

①电动机为三角形（ Δ ）接法时，要将 Δ 形拆开口。

②电动机为多路并联时，要拆开并联支路。

③电动机绕组为双层时，被测槽中有两个线圈，它们分别隔一个线圈节距，分布于左、右两边，这时应分别将铁片放在左、右相隔一个节距的槽口进行试验，以确定哪个线圈为短路线圈。

④使用时，应先将短路探测器放在铁心上，使磁路闭合后，再接通电源，以免烧毁短路探测器线圈。

(七) 4号粘度计

4号粘度计又称福特杯，是测量绝缘漆粘度的计量器具，如图1-18所示。一般用黄铜或紫铜制成，有效容积为 100cm^3 。

测量时，将粘度计摆正，先用手指堵住底部的孔，将温度为 20°C 的绝缘漆试样倒入粘度计，倒装后松开手指，让漆从底部的孔中流出，当漆面下降到图中 A 面一样平时，按下秒表开始记时，直到杯内所有的漆流完，此时读得的秒数（时间数）即为绝缘漆在 20°C 时的粘度。一般需要测量三次，取其平均值。

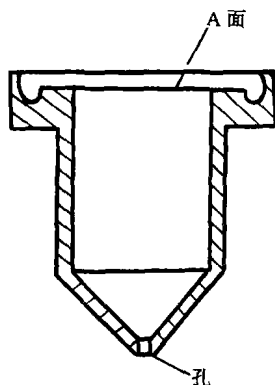


图 1-18 4号粘度计

二、电动机维修工具

在电动机拆卸和维修过程中，常用的工具有普通工具和专用工具两大类。

（一）普通工具

1. 螺丝刀

螺丝刀是常用的维修工具，有小、中、大号平口和十字口等形式，用于拧紧或旋松电动机端盖、线盒上的螺钉等。

2. 钳子

钳子由工具钢制成，用于切断导线或将绕组导线拧合，也可用于拆卸电动机上的紧固螺钉。

3. 扳手

扳手主要用于拆装电动机上的六角螺钉等零件。

4. 电烙铁

电烙铁用于焊接绕组导线的接点，常用的有 75W、150W、200W 等规格。

5. 电工刀

电工刀用于削制电动机的竹楔、刮导线绝缘层等。

6. 剪刀

剪刀主要用于裁剪电动机所用的绝缘材料，如槽绝缘等。

7. 剥线钳

剥线钳用于剥除电动机引接线的橡皮或塑料绝缘。它的手柄是绝缘的，可以带电操作，工作电压不应大于 500V。

8. 钢锯

钢锯用于锯开大、中型电动机的绕组端部，有时也用来锯轴承等。

（二）专用工具

1. 理线板

理线板又称滑线板，是嵌线时的专用工具。如图 1-19 所示。一般用竹片或层压板制成，要求头部光滑，以免刮破导线的漆膜。嵌线时用它分开槽口的绝缘纸，把导线理入槽内，还可用来整理已嵌进槽里的漆包线。



图 1-19 理线板

2. 压线钳

压线钳如图 1-20 所示，用于压紧槽内导线和把高于槽口的绝缘材料压倒并覆盖在线圈上部，以便打入槽楔。压线钳尺寸可根据电动机槽形尺寸，用金属材料制作。

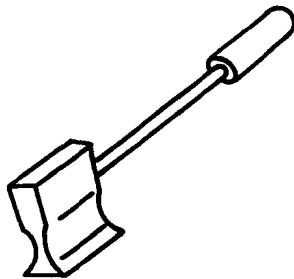


图 1-20 压线钳

3. 榔头

榔头一般用木头或橡胶制作，主要用于电动机绕组嵌线后的端部整形。

4. 绕线机

绕线机分电动绕线机和手摇绕线机两大类，在修理行业一般用手摇绕线机绕制线圈，如图 1-21 所示。绕线前，先将做好的绕线模装在绕线机上，调整好计数匝

数的零位。绕制线圈时，尽可能充分运用绕线模将一个极相组或相绕组的线圈连续绕完，以减少线圈之间的接头和接线的错误。绕线工艺请参见第二章第二节。

5. 拉具

拉具如图 1-22 所示，用于拆卸皮带轮、联轴节和滚动轴承。拆卸操作中，要将拉具摆正，在旋动螺杆时要保持两臂平衡，用力均匀、平稳。

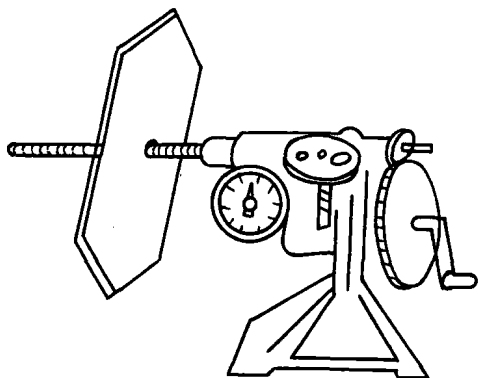


图 1-21 手摇绕线机

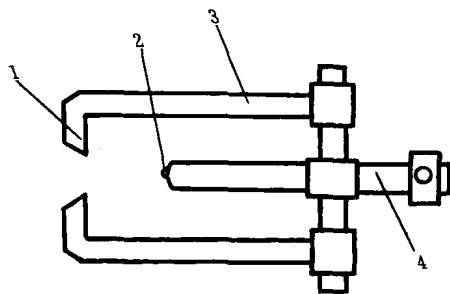


图 1-22 拉具

1——钩爪 2——钢珠
3——拉杆 4——主螺杆

第三节 维修中常用的材料

电动机维修中常用的材料包括绝缘材料、导电材料两大类，其中导电材料包括漆包线、玻璃丝包线、引接线和电刷等。下面分别进行介绍。

一、绝缘材料

绝缘材料的合理选用，是决定电动机质量的重要因素。电动机用绝缘材料，应具有耐电压强度高，耐热性能好，吸湿性小，并具有耐酸、碱、油的性能和抗弯、抗剪、抗撕等强度指标。

(一) 绝缘材料的耐热等级

电动机用绝缘材料按耐热程度不同，可分为 Y、A、E、B、F、H、C 七个等级，其极限温度（使用过程中的最高温度）见表 1-1。

表 1-1 绝缘材料的耐热等级和极限温度

等级代号	耐热等级	极限温度/℃	等级代号	耐热等级	极限温度/℃
0	Y	90	4	F	155
1	A	105	5	H	180
2	E	120	6	C	>180
3	B	130			

现在广泛应用的 Y 系列三相异步电动机采用 B 级绝缘；J₂、JO₂ 系列三相异步电动机和单相异步电动机一般采用 E 级绝缘；串励电动机和直流电动机也大多采用 E 级绝缘。

(二) 绝缘材料的型号

绝缘材料按其材料性质和加工工艺不同,分为6大类,见表1-2。

表 1-2 绝缘材料的分类

分类代号	分类名称	分类代号	分类名称
1	漆、树脂和胶类	4	压塑料类
2	浸渍纤维制品类	5	云母制品类
3	层压制品类	6	薄膜、粘带和复合制品类

绝缘材料的统一型号由四位数字组成:

第一位数字即为表1-2所示的分类代号。

第二位数字表示同一类中的不同品种。如第一类绝缘材料中的浸渍漆用0表示,瓷漆用3表示,硅钢片漆用6表示;第二类绝缘材料中的漆布(漆绸)用2、4表示,半导体漆布用6表示,漆管用7表示;第三类绝缘材料中的层压纸板用0表示,层压玻璃布板用2表示,纸管用5表示,纸棒用7表示,玻璃布棒用8表示;第四类绝缘材料中的木粉填料压塑料用0表示,玻璃纤维压塑料用3表示;第五类绝缘材料中的柔软云母板用1表示,塑料云母板用2表示,云母带用4表示,换向云母板用5表示,衬垫云母板用7表示,云母箔用8表示;第六类绝缘材料中的薄膜用0表示,薄膜绝缘纸及薄膜玻璃漆布复合箔用5表示。

第三位数字即表1-1所示的等级代号。

第四位数字表示同一类产品中的顺序号,表示配方或性能上的差别。

云母制品的型号,除白云母制品外,在四位数字后面附一数字,1表示粉云母制品,2表示金云母制品。

(三) 电动机修理中常见绝缘材料

修理电动机时可能要用到的绝缘材料种类很多,选用时,除要搞清它们的名称、型号外,还要对各种绝缘材料的耐热等级、特性和用途有所了解。只有这样才能合理地选用绝缘材料,保证修理质量。

1. 槽绝缘

E级绝缘的电动机,一般用聚酯薄膜绝缘纸复合箔(6520, E级)和聚酯薄膜玻璃漆布复合箔(6530, B级); B级绝缘的电动机,一般用聚酯薄膜玻璃漆布复合箔(6530, B级)和聚酯薄膜聚酯纤维复合箔(DMD, B级); F级绝缘的电动机,一般用聚酯薄膜芳香族聚酰胺纤维纸复合箔(NMN, F级)。

2. 绕组层间绝缘、端部绝缘和衬垫绝缘

所用材料与槽绝缘相同。

3. 电动机引接线、连接线绝缘

所用漆管主要有油性漆管(2710, A级)、油性玻璃漆管(2714, E级)、醇酸玻璃漆管(2730, B级)、聚氯乙烯玻璃漆管(2731, B级)、有机硅玻璃漆管(2750, H级)等。

4. 槽楔、垫条和接线板绝缘

E级绝缘电动机用酚醛层压纸板(3020~3023, E级); B级绝缘的电动机用酚醛层压玻璃布板(3230, B级); F、H级绝缘的电动机用有机硅环氧层压玻璃布板(3250, H级); 也可用经变压器油煎煮处理的竹楔。

5. 线圈绝缘