

电机修理工必读

天津市第一机械工业局主编

工 人
技术等级标准
自学丛书



天津科学技术出版社

本书是参照第一机械工业部颁发的《工人技术等级标准》编写的，内容比较全面地阐述了二至六级电机修理工所必须掌握的基础知识和操作技能。

本书由戴祖渭编写，邵富春、任荣高主审。参加审阅的还有王子芳、李清德、张秀兰和张世荣等。

工人技术等级标准自学丛书

电机修理工必读

天津市第一机械工业局主编

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

天津市新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 12 1/2 字数 265,000

一九八一年十二月第一版

一九八一年十二月第一次印刷

印数：1—142,000

统一书号：15212·38 定价：0.86元

前 言

提高工人技术理论水平和实际操作技能，是工业企业开展全员培训工作的重要内容之一，也是提高产品质量、增加品种、降低成本、扩大再生产的重要措施。为了适应职工自学和全员培训工作的需要，我们受第一机械工业部委托，参照部颁的《工人技术等级标准》，选定其中的三十五个主要工种，组织编写了这套工人技术学习读物。

这套工人技术学习读物，定名为《工人技术等级标准自学丛书》，分别由机械工业出版社和天津科学技术出版社出版。每个工种单独成册，每册按《工人技术等级标准》中的应知应会要求，分成基础知识和操作实例两个部分。由二级工到六级工逐级撰写。在编写过程中，力求做到取材先进实用；内容密切联系生产实际；层次分明、文字简练、通俗易懂；表达形式新颖。但由于《工人技术等级标准》要求范围宽广，这套自学丛书的叙述只能突出重点，难以包括《标准》的全部内容。

《工人技术等级标准自学丛书》可供各系统、各部门具有相当初中以上文化水平的机械工人自学使用。也可以作为工厂进行技工培训和考核的参考用书。

组织编写这套丛书，曾得到原参加制订《工人技术等级标准》的同志和天津市机械工程学会及天津大学等有关院校、工厂、科研单位的协助，特此表示感谢。

这套丛书的专业性较强，涉及的知识面广。由于我们缺乏经验，编写时间又仓促，错误和不当之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

天津市第一机械工业局

一九八一年元月

目 录

二级工

基础知识..... (1)

操作实例..... (104)

三级工

基础知识..... (111)

操作实例..... (164)

四级工

基础知识..... (174)

操作实例..... (253)

五级工

基础知识..... (265)

操作实例..... (314)

六级工

基础知识..... (327)

操作实例..... (385)

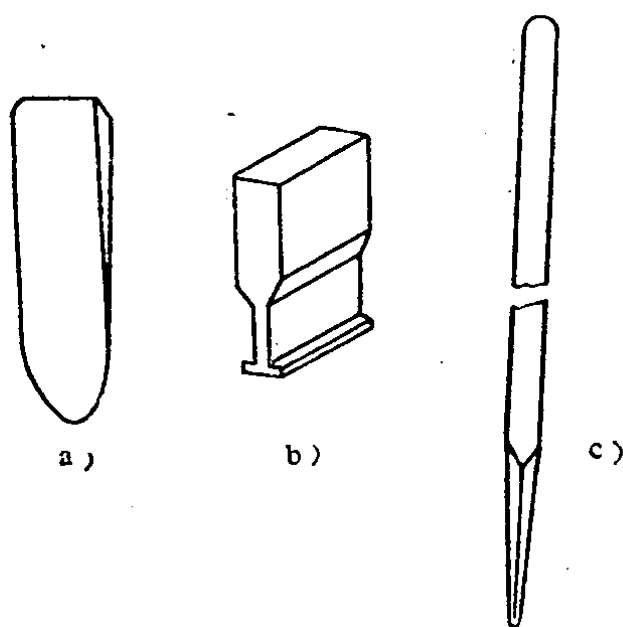
二 级 工

基 础 知 识

1 常用工具及仪表的使用和维护保养方法（如滑片、压线板、钢皮铁划板、拉钩、摇表、万用表、转速表、电流表、钳形电流表、电压表等）

一、电机修理时常用工具

(1) 滑片（或称滑线板、见图 1-1 a） 滑片常用不



锈钢、竹片、红钢纸、胶木布板等制成，头上要磨光滑，厚薄合适，要能划入电机定子槽内 2/3 处，以便把导线理顺，引入电机槽中，不致交叉。滑片还可以迫使堆积在槽口的导线移到槽内两侧，以利上边的导线入槽。

图1-1 常用工具

a) 滑片 b) 压线板 c) 钢皮铁划板

(2) 压线板（或称铁脚，见图 1-1b）压

线板一般用黄铜及低碳钢制造，应根据不同电机槽形多备几把。一般的压脚宽度以定子槽上部宽度减去 0.6~0.7 毫米为宜，尺寸要合适，表面要光滑，以便于封闭槽口，避免在

使用中划伤导线绝缘层。

(3) 钢皮铁划板 (或称撑棒, 见图 1-1c) 钢皮铁划板一般用粗钢丝制成楔形, 大小因不同槽形而异, 头部要圆滑, 底部要平, 用来折合槽绝缘与封闭槽口。

(4) 拉钩 用于拆卸皮带轮与轴承等。

①拆卸皮带轮或联轴节。先把皮带轮或联轴节上的固定螺丝或销子松脱, 再把拉钩的螺杆与轴端的中心孔对准顶住。开始拉力要小, 要缓慢均匀地转动螺杆, 不能太猛。如果拉不下来, 可滴入少量煤油或加热后再拉 (加热时不能损坏其他电机部件)。

②拆卸轴承。拆卸轴承时, 抓钩应套在轴承的内圈上, 螺杆必须与轴中心线一致, 不能歪斜。开始拉力要小, 要防止抓钩滑脱。

二、常用电工仪表的使用、维护和保养

电工仪表是测量各种电量和磁量的仪表, 常用来测电路中电压的高低、电流的强弱、电阻的大小等。根据测得的各类数值, 监视及判断电气设备是否能安全运行。

1. 电工仪表的分类

电工仪表按作用原理分类, 有电磁式、磁电式、整流式、电动式、铁磁式、感应式、振动式、光电式和静电式等。

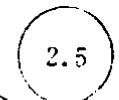
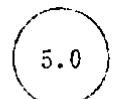
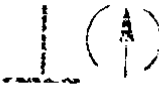
仪表的准确度有0.1、0.2、1.0、1.5、2.5、5七个等级。

2. 电工测量仪表的使用与选用中应注意事项

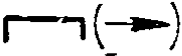
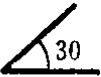
(1) 看清常用电工仪表的符号 常用电工仪表的表盘上注有各种符号, 表明它的用途、构造、准确度等。常用仪表的符号见表1-1。

表1-1

常用仪表的符号

表 盘 符 号	符号名称与意义	表 盘 符 号	符号名称与意义
	磁 电 式		准确度为0.1级 引 用误差 $\leq \pm 0.1\%$
	电 磁 式		准确度为0.2级 引 用误差 $\leq \pm 0.2\%$
	电 动 式		准确度为0.5级 引 用误差 $\leq \pm 0.5\%$
	铁磁电动式		准确度为1级 引 用误差 $\leq \pm 1.0\%$
	感 应 式		准确度为1.5级 引 用误差 $\leq \pm 1.5\%$
	直 流		准确度为2.5级 引 用误差 $\leq \pm 2.5\%$
	交 流		准确度为5级 引 用误差 $\leq \pm 5.0\%$
	交 直 两 用		仪表工作时垂直装 置

续

表 盘 符 号	符号名称与意义	表 盘 符 号	符号名称与意义
	仪表工作时水平装置		防御外磁场能力为第Ⅲ级, 允许误差为 $\pm 0.25\%$
	仪表工作时 30° 倾斜装置		框内数字为防磁能力等级 Ⅰ级, 允许误差为 $\pm 0.5\%$
	仪表绝缘受过 2 千伏电压的试验		Ⅱ级, 允许误差为 $\pm 1.0\%$ Ⅲ级, 允许误差为 $\pm 5.0\%$

(2) 考虑测量仪表的误差与准确度 仪表制造过程中, 由于工艺结构及电磁作用大小的区别, 必然会产生误差。仪表的误差是指仪表指示值与被测量实际值之间的差异, 而准确度是指仪表指示值与实际值的接近程度。由此可见, 仪表的准确度越高, 则误差越小。

仪表误差主要分为两类:

①基本误差。仪表在正常的工作条件下, 由结构和工艺的限制所引起的误差。主要有摩擦误差(测量机构可动部分的轴尖和轴承之间的摩擦引起)、刻度误差、倾斜误差等。

②附加误差。仪表在非正常工作条件下引起的误差(如温度改变、外磁场影响、电的波形变化等)。

此外, 由于仪表摆放位置不正确, 会产生不平衡误差, 读数时眼睛位置不当会产生视觉误差等。因此使用方法要正确, 选择要恰当, 这样才能减少误差。

准确度是仪表本身的性能所决定的。准确度愈高, 测量结果也愈可靠。在实际选用时, 要根据实际工作的需要, 保

证测量结果的误差不超过允许范围。不应盲目追求仪表的高准确度，因为准确度愈高，价格愈贵，维修愈困难。目前常用准确度的选择标准是：0.1级与0.2级的仪表用于精密测量与作标准表；0.5级与1.0、1.5级的仪表用于实验室的一般测量；1.0级至0.5级的仪表用于一般工业生产。

选择仪表时除考虑合适的准确度外，还要选择合适的量程，使被测值尽量接近仪表量限。一般选被测值超过仪表量限的一半或三分之二以上为宜。

（3）考虑仪表合适的灵敏度 灵敏度高，能反映出微小的被测量的变化，但太高时读数困难，而且仪表价高。

（4）仪表的本身消耗功率尽量小 仪表在测量过程中，本身要消耗一定的功率。为了不改变电路原来的工作状态，要求仪表本身消耗的功率尽量小，在电子线路中此点尤为重要，常见仪表的消耗功率数值见表 1 - 2 。

表1-2 各种仪表的消耗功率近似值

仪 表 类 型	表 耗 功 率(VA)	
	电流表或串联线圈(5A)	电压表或并联线圈(100V)
磁电式仪表	0.2~0.5	0.1~ 1
电磁式仪表	1 ~2.5	4 ~ 6
电动式仪表	3.5~10	6 ~12
感应式瓦時計	1 ~2.5	1 ~ 4
整流式仪表	0.2~0.5	0.1~ 1

3 . 电机修理中常用的电工仪表

（1）万能表 又称多用表、或万用表，它具有多种用

途、多种量程、携带方便等优点，在电工维修中被广泛采用。它可以测量直流电流、直流电压、交流电压、直流电阻、音频电平等电量，有的万能表还可以测量交流电流、电容、电感以及晶体管的 β 值等。

万能表由一只高灵敏度的磁电式表头和分流器，附加电阻、整流器、转换开关测量线路或插口以及干电池等组成。它的型式很多，但基本原理相同。性能的好与差用灵敏度来表示。所谓灵敏度以测量电压时的每伏欧姆数来衡量。灵敏度越高，测量仪表对被测量电路的影响愈小，一般为1000~20000欧/伏。

万用表测量电量种类多，量程多，而且结构型式各异。使用时，一定要仔细观察，小心操作，否则，容易损坏仪表。正确使用应注意以下各点：

①表笔的使用。万用表一般有多个接线柱，如“+”、“-”、“*”、“2500”伏等。红色表笔应接在“+”的接线柱上，黑色表笔接在“-”的接线柱上。测量直流时用红色表笔接正极，黑色表笔接负极。有的万用表另有交、直流2500伏的测量端钮，使用时，黑色表笔接在“-”接线柱上，红色表笔接到2500伏的接线柱上。

②测量种类选择要正确。根据测量的对象，将转换开关拨到需要的位置，不能放错；如果测量电压时误放电流或电阻档，则将损坏仪表。有的万能表有两个旋钮，一个选择测量种类（直流电压、电流，交流电压，直流电阻等），另一个变换量限。使用时，应先选择测量种类，然后选择量限。

③量程选择要适合。选用合适的量程，可使误差为最

小。测量电压、电流时，被测量的读数在满量限的五分之四以上为宜，此时相对误差为最小。测量电阻时，读数在量限的中心刻度处，相对误差为最小。对被测电量心中无数时，应把量程拨到最大值，然后逐渐减小到合适量程为止。不允许带电转换量程。

④接线时注意事项。测直流时，要注意正负极性；测电流时，测棒与电路串联；测电压时，测棒与电路并联。转换开关要拨对位置，否则损坏仪表。禁止带电时接换仪表，测量千伏以上高压时，要注意人身安全，应站在绝缘良好的地方，用一只手操作，测试棒应分别接于2500伏及“-”插孔。

电路中如有大容量电容时，应先短路放电后接电表，把电表放置在绝缘支架上后，再通电测量。

⑤测量电阻。把转换开关放在“ Ω ”范围内的适当量程位置后，将两根表笔短接，旋动“ Ω ”调零旋钮，使表针指在电阻刻度的“0”欧上（如果调不到“0”欧上，说明表内电池电压不足，应更换新电池），然后用表笔测量电阻。表盘上的 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$ 、 $\times 10000$ 的符号，表示倍率数，表头的读数乘以开关的倍率数，即为所测电阻的阻值。测量高电阻（大于10千欧）时，不可加入并联电路（例如不应将手接触试棒或电阻引线部分），以免影响读数的正确性。也禁止带电测量电阻。

测量晶体管时，尽量不用 $\times 1$ 、 $\times 10$ 档，因为此时表内的电流较大，易烧管子；也不要 用10k档，用该档电压较高，易使管子击穿。

测非线性件（如二极管）正向电阻时，用不同倍率测量

结果不同。

测量完毕，将转换开关置于空档或最高电压档，以免他人使用不当而损坏电表。转换开关不要放在电阻档，以免不慎把试笔短接，电池耗电，造成浪费。

万用表是一种精密的仪表，要轻拿轻放，不允许剧烈震动和碰撞，以免损坏仪表零件（轴承与游丝），不得放在强大的磁场中；不能在太阳光下曝晒，以免引起表壳与表盘变形；不得放于潮湿或有腐蚀性气体的地方。

（2）兆欧表 又称摇表，它是一种简便测量高电阻的直读式仪表，一般用于测量电气设备与电气线路的绝缘电阻。它的主要组成部分是一个手摇直流发电机和一个磁电式流比计测量机构，以及一个电流回路与一个电压回路。摇动手柄带动导线旋转，切割磁力线，产生直流高压电。目前新型的兆欧表，也有用交流电源的，也有采用晶体管直流电源变换器作为电源，再用磁电式仪表来指示读数。兆欧表内没有游丝，不使用时，表针可以停留在任意位置，此时读数是没有任何意义的。因此，使用兆欧表时必须在摇动发电机时读数。兆欧表的使用方法及注意事项如下：

①选用兆欧表时，其额定电压一定要与被测电气设备或线路的工作电压相对应，常用值见表1-3。

②兆欧表有三个接线柱，分别标有“线”（L）、“地”（E）和“屏”（G）。保护屏起屏蔽作用，以消除表壳、表面“线”与“地”之间的漏电和所测绝缘物表面的漏电影响。因此，在表面不干净或潮湿的情况下测量绝缘电阻，必须使用屏蔽“G”的接线柱。在进行一般测量时，只要把被测绝缘电阻接在“线”和“地”之间即可。常用接法

表1-3 不同额定电压的兆欧表使用范围

测 量 对 象	被测绝缘的额定电压(伏)	兆欧表的额定电压(伏)
线圈绝缘电阻	500以上	1000
电力变压器	500以下	500
电机线圈绝缘电阻	500以上	1000~2500
发电机线圈绝缘电阻	380以下	1000
电气设备绝缘	500以上 500以下	500~1000 2500
瓷 瓶	—	2500~5000

见图 1 - 2 。

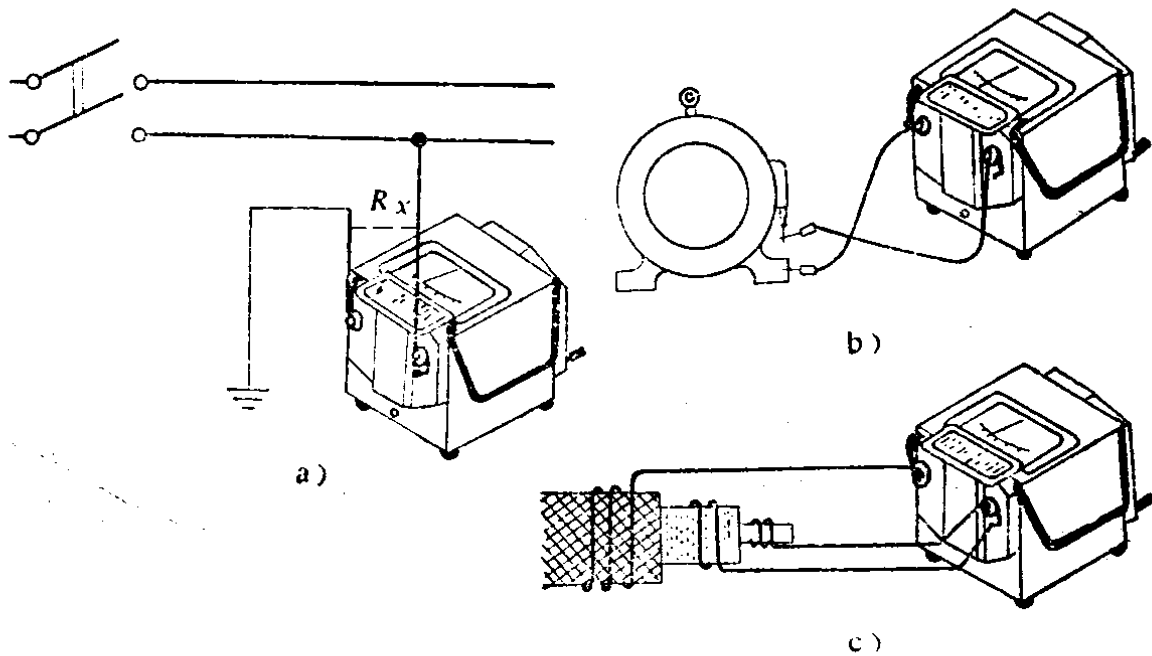


图1-2 用兆欧表测量绝缘电阻的接法

a) 测量线路绝缘电阻 b) 测量电机绝缘电阻 c) 测量电缆绝缘电阻

被测量的线路及电机的绕组接在“L”柱上，见a)、b)图。电机外壳及地线接于“E”柱上。在测量电缆心对缆壳的绝缘电阻时，缆心接在“L”柱上，缆壳接在“G”柱上。测量电机相间绝缘时，将“L”与“E”分别接在二根相线上，依次测量即可。

③兆欧表使用时，要放置平稳，同时要检查偏转情况：先使“L”与“E”开路，使手摇发电机达到额定转速，指针应指到“ ∞ ”；然后再将“L”与“E”短接，指针应指到“0”。否则兆欧表应检修。

连接导线必须用不同颜色的单股导线，表面要清洁干燥，不宜用双股并行的导线与绞线，以免引起误差。被测设备表面亦应擦拭清洁，否则将引起漏电，影响测量数值的准确。

测量电气设备的绝缘时，必须先切断电源，然后将设备放电，以保证人身安全和测量数值的准确。

④使用时摇动手柄应由慢到快，速度要均匀，保持在120转/分左右，直到指针稳定，一分钟以后读数。如果所测电气设备短路，表针指向“0”点，应立即停止摇动，以免兆欧表过热烧坏。在摇动表时，接线柱间具有较高电压，不能用手接触，以防触电。

严禁带电测量。在有电容的电路中，要及时放电，以防发生触电事故。在有雷电时，或在邻近带有高压的设备时，也不允许测量。

兆欧表的维护保养同万用表，在兆欧表的接线柱间不能留有尘垢与污物，以免漏电而影响测量的准确。

(3) 转速表 机械式转速表多数是离心式的，可直接读

出数值。使用时应注意：

①选择合适量程。如对欲测转速心中无数时，应先将量程放到最大档上，逐渐减少，直到合适为止，以避免转速表超载。不允许用低档去测高转速，防止损坏表头。

②转速表的表头与被测轴的中心应在同一水平线上。转速表使用时必须放平，表头与转轴顶住测量时，不可用力太猛，使瞬间转速过高，而损坏表头。在表头与被测物之间，必须有一定的压力，以减少滑动丢转，产生误差。

③测量线速度时，测得的读数要进行换算，换算公式为

$$\text{线速度} = \text{转速表上的读数} \times \text{测轮周长}$$

④使用时应加注润滑油，用后应擦净表上油垢，并在金属件上涂防锈油（常用钟表油），把量程放在最大档上，以防再次使用不慎造成损坏，转速表维护保养方式与万能表相同。

(4) 电流表 电流的单位是“安培”，符号为“A”。它分为直流与交流两类，接线方法都是与被测电路串联。因为它的内阻很小，不会影响电路的工作状态；量值愈大，内阻也就愈小。如果误接为并联，则电路近于短路，电流表将通过很大电流而烧毁。

①直流电流表。它采用磁电式测量机构。由于这种仪表线圈导线和游丝的截面很小，所以只能测量较小的电流。如要测量几十、几百以上安培时，就要在电流表上并联一只分流器，分流器与电路串联，使大部分电流从分流器中流过，电流表只流过很小一部分电流，因此分流器与电流表的量程必须配套使用，从分流器接到电表的定值导线，也是与仪表配套供应的，不能随便乱用。若分流器与电

流表之间的距离超过了所附的定值导线长度，则可选用不同截面和长度的导线代替，但导线电阻应为 0.035 ± 0.002 欧姆。

直流表的接线柱旁边注有“+”和“-”的标记，“+”号接在电源正极一端，“-”号接在电源负极，让电流从表“+”极流入，“-”极流出。反接将会造成指针反转，损坏仪表。接线方法见图1-3 a)、b)所示。

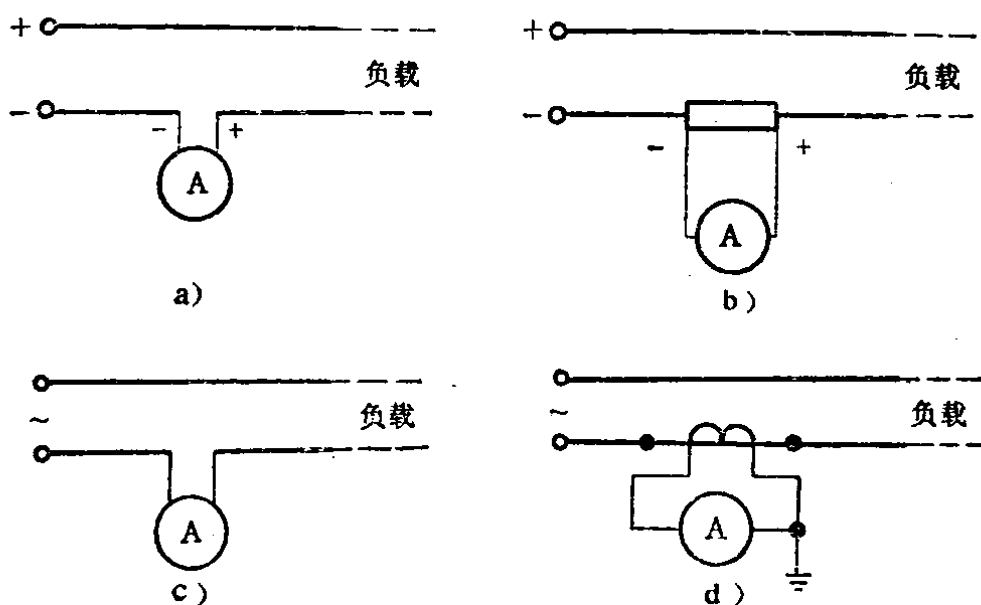


图1-3 电流表接线方法

- a) 直流表直接接入 b) 直流表带分流器接法
c) 交流表直接接法 d) 交流表带电流互感器接法

②交流电流表。常采用电磁式或电动式测量机构，电流不大时，可以直接与负载串联。当负载电流大于电流表的量程时，要采用电流互感器。接线方法见图1-3 c)、d)所示，一次绕组与负载串联，二次绕组接电流表，并且要接地，以保证安全。在高压电路中，电流互感器二次绕组的额定电流通常为5安培。使用电流互感器时，要用截面大于2.5平方毫米的导线联接，二次回路不得开路，也不允许串入开关及