

城乡电工技能培训教材

主编 孙成宝

电动机检修

周启龙 李翠玲 李朝

编



中国电力出版社

城乡电工技能培训教材

主编 孙成宝

电动机检修

周启龙 李翠玲 李朝阳 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为城乡电工技能培训教材。全书共九章。第一章电机检修常用工具和仪表；第二章电机检修常用材料；第三章电机的正常使用维护与故障检查；第四章电机机械故障的修理；第五章交流电机绕组的修理与重嵌；第六章直流绕组的修理与重嵌；第七章单相电动机；第八章电机检修后的试验；第九章电动机的起动与控制。

本书内容联系实际，文字通俗易懂，不仅可作为城乡电工技能培训的教材，也是从事电机检修工作的工人、技术人员的有益的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

电动机检修/孙成宝主编；周启龙等编. -北京：中国电力出版社，1998

城乡电工技能培训教材

ISBN 7-80125-843-6

I. 电… II. ①孙… ②周… III. 电动机-检修-技术培训-教材 IV. TM320.7

中国版本图书馆CIP数据核字（98）第26783号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn）

北京市梨园彩印厂印刷

各地新华书店经售

*

1999年1月第一版 1999年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 9.25印张 202千字

印数0001-5300册 定价12.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）

国家电力公司农电发展局

关于征订《城乡电工技能 培训教材》的通知

农电[1998]18号

各网、省电力局农电局(处):

为提高城乡电工技术素质,原电力工业部曾就开展电力工人岗位培训工作进行了部署,先后颁发了《电力工人技术等级标准》和《电力供应与使用条例》等有关标准和规范。为继续作好岗位培训工作,中国电力出版社编写出版了《城乡电工技能培训教材》丛书。本套教材突出电力行业各个岗位的培训特点,可作为全国城乡电工技能培训的教材。

本套教材将于1998年11月由中国电力出版社出版发行,希望各单位认真做好征订发行工作。

国家电力公司农电发展局

一九九八年八月十二日



大力开展电工技能培训,提高城乡电工的工作能力和操作技能,是电力教育培训的内容之一,也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。而技能培训教材的建设,是搞好培训、提高人员素质、直接为生产服务的一项重要基础工作。

随着电力事业的发展,电力系统容量的增加,城乡供用电户不断增多,新型供用电技术和设备不断涌现,对城乡电工提出更高要求。为了适应城乡电力供应安全经济运行的需要,提高城乡电工的技术素质和管理水平,由国家电力公司农电发展局和中国电力出版社共同组织编写出版了《城乡电工技能培训教材》,是城乡电工技能培训工作的一件大事。

《城乡电工技能培训教材》具有很丰富的内容。首先,本套教材的编写依据,是部颁《电力工人技术等级标准》、《电力供应与使用条例》以及有关电力生产岗位规范和国家、电力行业标准。其二,以操作技能为主线,强调实用性,从电力供应与使用实际需要和电工实际水平出发,进行设计、编写的,因此不仅适用于具有初中及以上文化程度、没有经过系统专业培训的城乡电工,而且对现场工程技术人员也有参考价值。其三,在本套教材编写、出版工作中,组织了全国基层

20 多位专家和技术人员,他们有丰富的实际经验,并具有一定的技术水平。另外,作为全国首批认定的 15 家优秀出版社之一的中国电力出版社,领导亲自挂帅,组织了 10 余位编辑班子,精心策划,全面指导,精雕细刻,因此其质量是高的。

本套教材突出电力行业 and 技能培训特点,针对性、适应性强,是全国城乡电工技能培训的理想教材。它的出版发行,必将对我国城乡电工培训工作的有效开展和素质提高,起推动作用。

国家电力公司农电发展局局长

杨洪义

1998 年 7 月 4 日

前 言

《电动机检修》一书是根据《电力工人技术等级标准》中电机检修工技能要求的内容编写的，目的是为了提高广大电机检修工的检修技能和检修质量，满足广大电机检修工定级、晋级、上岗自学和培训之用。

本书介绍了电动机检修常用的工具、常用的仪表和常用的材料；详细叙述了各种电动机的使用维护和各种故障的判断及处理；各种机械故障的修理方法；交、直流电动机绕组的修理及重嵌工艺；单相交流电动机的常见故障判断及修理；电动机修复后的检查和试验及电动机常用的起动控制线路。内容力求由浅入深、通俗易懂、注重实践、适于初、中、高级不同层次的电动机检修工，也可供一般电机检修人员及技校的学生参考。

全书共分九章。第一、第八章由李翠玲编写；第二章由汪桂芹编写；第三章由李朝阳编写；第四章由蔡鹭编写；第九章由高淑和编写；其余各章由周启龙编写。全书由周启龙、李翠玲统稿，戴欧根审稿。

电动机检修是对实践经验要求较高的一门技术。由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请广大读者指正。

编者

1998年10月

目 录

序

前言

第一章 电机检修常用工具和仪表 1

第一节 电机检修通用工具 1

第二节 电机检修专用工具 8

第三节 电机检修常用电工仪表 21

复习思考题 44

第二章 电机检修常用材料 45

第一节 常用绝缘材料 45

第二节 常用导电材料 64

第三节 磁性材料 73

第四节 其他材料 77

复习思考题 84

第三章 电机的正常使用维护

与故障检查 85

第一节 电机的正常使用与维护 85

第二节 直流电机故障检查及处理 89

第三节 三相交流电机的故障检查及处理 100

复习思考题 117

第四章 电机机械故障的修理 118

第一节 机械故障修理前的全面检查 118

第二节 电机的正确拆装 120

第三节 轴、轴承及轴承盖的修理 125

第四节	机座和铁心的修理	139
第五节	集流装置的修理	141
	复习思考题	147
第五章	交流电机绕组的修理与重嵌	148
第一节	交流电机定子绕组的故障及修理	148
第二节	交流电机转子绕组的故障及修理	160
第三节	交流绕组的重嵌	166
	复习思考题	189
第六章	直流绕组的修理与重嵌	190
第一节	直流电枢绕组的修理	190
第二节	直流定子绕组的修理	196
第三节	直流绕组的重嵌	198
	复习思考题	211
第七章	单相电动机	212
第一节	单相异步电动机的构造	212
第二节	单相异步电动机的类型	214
第三节	单相异步电动机的绕组	219
第四节	单相异步电动机的使用维护和故障分析	224
第五节	三相异步电动机改为单相使用	227
第六节	单相串激电钻电动机的修理	229
	复习思考题	239
第八章	电机修理后的试验	240
第一节	一般性检查	240
第二节	绕组直流电阻的测定	241
第三节	绝缘试验	242
第四节	温升试验	246
第五节	其他试验	249
	复习思考题	253

第九章 电动机的起动与控制	251
第一节 电气原理图	254
第二节 三相异步电动机的起动	255
第三节 三相异步电动机的控制	274
第四节 直流电动机的控制	280
复习思考题	283

第一章 电机检修常用工具 和 仪 表

第一节 电机检修通用工具

一、各种钳子

1. 钢丝钳

钢丝钳的用途是切断金属丝，夹持或折断金属薄板，有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的钢丝钳可以用于有电的场合，但其直接接触的最高电压不得超过 500V。钢丝钳的规格以钳子的全长表示，常用的有 150、175、200mm 三种。

2. 剥线钳

剥线钳是用来剥去电线电缆端部的橡皮或塑料绝缘的专用工具。它的手柄是绝缘的，可以用于有电的场合，但直接接触的电压不得高于 500V。其规格以钳子的全长表示，常用的有 140mm 和 180mm 两种。

3. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适合于在狭小的空间应用。带有刃口的尖嘴钳可以剪断细小的金属丝。尖嘴钳有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的可用于有电的场合，但直接接触电压不得超过 500V。其规格以钳子的全长表示，常用的有 130、160、180、200mm 四种。

4. 圆嘴钳

圆嘴钳的头部呈圆锥状，比较尖细，适用于把较细导线

的端部弯成各种不同直径的圆环,以便导线在螺丝上的压接。圆嘴钳多用于电气配线的场合。圆嘴钳的手柄是绝缘的,可以带电操作,工作电压应在 500V 以下,其规格以钳身全长表示,常用的有 130、160、180mm 三种。

5. 断线钳

断线钳又称斜口钳或桃形钳,一般用来切断截面积 10mm^2 以下的导线。此外还有专供剪断较粗金属丝、线材、电线、电缆的断线钳,其规格以全长表示。断线钳的各种规格及切断能力见表 1-1。断线钳的钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种,绝缘柄的断线钳可用于带电场合,工作电压不得大于 1000V。

表 1-1 断线钳的规格 (mm)

规 格 (钳长)	450	600	750	900	1050
剪断中碳钢丝的直径	6	8	10	13	16
剪断有色金属丝的最大直径	7	9	12	15	18

二、螺丝刀

螺丝刀又称改锥、起子等。螺丝刀的种类很多,按其头部形状可分为一字形和十字形两种。按螺丝刀柄材料分,有木柄、塑料柄和夹柄,其中塑料柄绝缘能力较强,适合电工应用。常用的螺丝刀有以下四种。

1. 一字形螺丝刀

一字形螺丝刀用来紧固或拆卸一字槽螺钉,有木柄和塑料柄两种,其规格用木柄以外的刀体长度表示,常用的有 100、150、200、300mm 和 400mm 几种。

2. 十字形螺丝刀

十字形螺丝刀用来拧紧或拆卸十字槽螺丝钉,有木柄和

塑料柄两种，其规格用刀体长度和十字槽尺寸表示，刀体的长度尺寸同一字形螺丝刀。十字槽规格有四个号：Ⅰ号适用的螺钉直径为2~2.5mm，Ⅱ为3~5mm，Ⅲ号为6~8mm，Ⅳ号为10~12mm。

3. 夹柄螺丝刀

夹柄螺丝刀是由木柄夹在螺丝刀扁平形尾部的两侧构成的，是一种特殊结构的螺丝刀。使用时允许在其尾部敲击，它比普通螺丝刀耐用，但不能用于带电的场合。它的规格以螺丝刀的全长表示，常用的有150、200、250、300mm四种。

4. 多用组合工具

多用组合工具由不同规格的一字形刀体和十字形刀体和刀、锯、锥、锤、扳手等工具组合而成。它的手柄和各种刀体是组合的，使用起来非常方便。

三、千斤顶

千斤顶是一种小型的起重和顶压工具，有螺旋千斤顶和液压千斤顶之分，其规格以最大起重量表示。表1-2是两种型号的千斤顶的规格及参数。

表 1-2 千斤顶的规格及参数

结构型式	螺旋千斤顶	液 压 千 斤 顶
起重量 (t)	5、10、15、30、50	3、5、8、12.5、16、20、32、50、100、200、320
最低高度 (mm)	250、280、320、395、700	200、235、240、245、250、285、290、305、360、400、450
起升高度 (mm)	130、150、180、200、400	130、160、160、160、160、180、180、180、200、200、200

使用螺旋式千斤顶应注意以下几点：

(1) 必须把底座垫平找正，保证垂直升、降，螺旋不承受侧向力。

(2) 使用前要检查各部件有无裂纹破损。

(3) 不准超负荷使用，顶起高度不准超过规定的值。

(4) 传动部分要经常润滑。

使用液压千斤顶应注意以下几点：

(1) 使用前要检查其起升活塞是否灵活，油路是否畅通。

(2) 顶起重物时底部要放平，并垫以铁板或木板，顶部也应衬垫木板，以防重物滑动。起升中途停顿时，要锁紧活塞，为防止大活塞突然下降，停顿时间长时，重物应加支撑。

(3) 不准任意增加压柄的长度，不准超过规定的高度和规定的起重量。

四、手拉葫芦

手拉葫芦俗称“斤不落”，是一种使用简捷、携带方便的手动起重机械。手拉葫芦可对重物进行提升，迁移，多用于流动性大、无电源的作业场合。目前我国生产的手拉葫芦有SH、WA和SBL型。手拉葫芦有自重轻、效率高、使用方便的特点。使用时一定不能超过标定的起重量。其规格是以最大起重量（单位：t）来表示的，见表1-3。

表 1-3 手拉葫芦的规格

起重量 (t)	0.5、1	2	2.5、3.5	10	20
提升高度 (m)	2.5	2.5~3	3	3~5	3

五、转速表

转速表是用来测定电机转轴或其它旋转轴旋转速度的工具。常用的转速表有离心式手持表和数字式手持表。测量时，

首先将转速表的调速盘调到所要测定的转速范围内，如果估计不出被测转速的范围，应将转速调整盘由高速向低速逐级调整，以找到合适的档位，但要注意不能在测量中换档，也不能用低速档测高速，以免损坏测量机构。然后把转速表的测速轴与被测转轴轻轻接触，并逐渐增加接触力量，直到表针或数字出现稳定的读数。另外，要尽量保持测速轴与被测轴在同一轴线上，以保证测量结果准确。

六、油压机

油压机是一种用油来传递压力的设备，具有体积紧凑、运动平稳、经久耐用等特点。主要用于较大零件的压铆、拆装。其规格以最大压力（单位：t）来表示，如 0.5、10、20t 等。油压机所用的油必须经过严格的过滤才能加入油箱，油面不能低于油标线。经常使用时，每隔半年换一次油（工作环境不同换油时间也不同），还要根据室温不同选择不同标号的油。使用时要经常检查油压表是否灵敏，管路有无渗漏。当发现操作阀与安全阀失灵、严重漏油、噪声大、有振动等不正常现象时，应立即停车，查找原因。油压机不能超负载运行。

七、千分表

千分表是测量工具，用于测量零件加工、机器装配中细微的偏差，还可以测平直度，平行度，圆形零件的椭圆度、偏心度等。

千分表的使用方法：

(1) 被测零件放置在平板上，将千分表的测头压在被测零件的表面，转动千分表的刻度盘，使其指针对准零位，然后移动千分表或移动被测零件即可读数。

(2) 检验轴的偏心度时，开始方法同上，即把测头压在

轴的表面，然后将轴转动，即可读数。

(3) 使用内径千分表时，先用卡钳粗测，然后在几个不同位置上测量，以免孔径太小，损坏千分表。

(4) 使用时，表上的刻度盘不应转动，不慎转动了要重新校对零位。

(5) 千分表与表架在表座上固定时要牢固，对于磁性表座，一定要注意按钮的位置。测头与测轴不得带有油污，否则影响灵敏度。

(6) 测量时，测轴与被测零件表面要相互垂直，视线与盘面也应垂直，否则影响测量精度。另外，测量时，注意不使测轴移动距离过大，不使测轴突然落到零件上，以免使表的精度下降。

(7) 同一检测过程中不应调换千分表，因表的精度不同，读数很难达到一致。千分表用完后，擦干净放入盒中。

八、千分尺

千分尺又叫分厘卡，按用途分为外径千分尺和内径千分尺。外径千分尺用来测量零件的外径、厚度、长度等。内径千分尺用来测量零件的孔径及槽沟等。

测量零件的尺寸时，两测量面间的距离可以从套管的刻度上直接读出。读数时要先读出固定套管上的毫米数，再读活动套管上的毫米数，然后将两个读数加起来就得到所测的零件尺寸。用内径千分尺测较大内径时，须在三个不同位置上测量，每个位置上还应在不同方位上检验 2~3 次。使用前要擦净千分尺的测量面，并转动棘轮，使两测量面无间隙，套管线要对准零位，并在测量前要将被测零件的毛刺去掉，擦干净。测量时，一手拿住弓形架，一手拿棘轮旋钮，测轴螺杆将近零件表面时，就不再直接旋转活动套管而要轻轻转动

棘轮旋钮，棘轮发出咔咔声时，就可读数了。另外，测轴的中心线要与零件的被测长度方向平行，不要歪斜。测小零件时，左手握住零件，右手操作千分尺。测大零件时，被测零件放置平稳再进行测量。正在旋转的零件，一定要等其完全停止后才能进行测量。

千分尺是比较精密的测量仪器，用完后要保持清洁，不能放在污秽的地方，也不能与其它工具堆放在一起，应擦干净，两个测量面稍离开，放在盒内保存。还应注意，不能把千分尺放在有强磁场的地方，由于磁化会影响精度。

九、卡尺

卡尺是常用量具，可以直接测量出比较精确的尺寸，使用起来简单方便。使用卡尺时应注意以下一些问题：

(1) 使用前检查卡脚测量面是否平直，密合处有无间隙和漏光现象，主副尺零线是否对齐，副尺能否活动自如。

(2) 测量时，被测零件表面应清洁干净，不应有毛刺、损伤等，以免影响测量的准确性。读数时，视线应与尺上的读数刻度线垂直，同一位置上最好多测几次，取其平均值作为最后的结果。

(3) 测量零件外部尺寸时，先把零件放在两个张开的卡脚内，贴靠在固定的卡脚上，然后用轻微的压力把活动卡脚推过去，当两个卡脚的测量面与零件表面靠紧时，即可读出数值。用有调节螺钉的卡尺测量时，零件放入后，先拧紧固定螺钉，使滑块固定，然后转动调节螺母，使活动卡脚慢慢接近零件，直到卡尺完全靠紧被测表面，即可读出数。

(4) 在测量零件内部尺寸时，使两卡脚的测量刃口距离小于所测量的孔或槽的尺寸。卡尺放入测量孔或槽后，慢慢将活动卡脚向外分开。当测量刃口都与零件表面接触后，把