

强农惠农丛书 现代农业装备系列



中国科协繁荣科普创作资助计划资助出版

小型电动机维修

王秀山 崔岩 主编

中原出版传媒集团
中原农民出版社

强农惠农丛书·现代农业装备



中国科协繁荣科普创作资助计划资助出版

小型电动机维修

王秀山 崔岩 主编

中原出版传媒集团
中原农民出版社

编 委 会

主 任 徐广印

副主任 赵清华 于恩中 王秀山 田 辉

本书作者

主 编 王秀山 崔 岩

副主编 陈 英 姬少龙 于恩中 田 辉

主 审 朱秉兰

图书在版编目(CIP)数据

小型电动机维修/王秀山,崔岩主编. —郑州:中原出版传媒集团,中原农民出版社,2012.1
(强农惠农丛书·现代农业装备系列)
ISBN 978-7-80739-568-3

I. ①小… II. ①王… ②崔… III. ①电动机-维修
IV. ①TM320.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 280670 号

出版:中原出版传媒集团 中原农民出版社

(地址:郑州市经五路 66 号 电话:0371—65751257

邮政编码:450002)

发行单位:全国新华书店

承印单位:辉县市伟业印务有限公司

开本:710mm×1010mm 1/16

印张:9.75

字数:157 千字

版次:2012 年 3 月第 1 版

印次:2012 年 3 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80739-568-3

定价:15.00 元

本书如有印装质量问题,由承印厂负责调换

目 录

第一章 小型电动机基本知识及技术维护

第一节 小型电动机技术维护规程和方法 / 1

一、小型电动机的技术维护规程 / 1

二、常用技术维护方法 / 2

第二节 小型电动机概述 / 3

一、电动自行车用电动机 / 3

二、小型交流电动机基础知识 / 6

第三节 维修常用工具和仪器 / 9

一、常用工具及使用方法 / 9

二、常用仪器及正确使用方法 / 18

第二章 小型电动机的拆装

第一节 电动自行车用电机的拆卸 / 27

一、拆卸注意事项 / 27

二、拆卸工序 / 27

第二节 电动自行车用电机的装配 / 49

一、装配注意事项 / 49

二、装配工序 / 50

第三节 风扇及洗衣机电动机的拆卸 / 62

一、拆卸注意事项 / 62

二、洗衣机电动机的拆卸 / 62

第四节 洗衣机电动机的装配 / 66

一、洗衣机电动机装配注意事项 / 66

二、洗衣机电动机装配工序 / 66

第五节 小型交流电动机的拆卸 / 67

一、拆卸注意事项 / 67

二、拆卸工序 / 68

第六节 小型交流电动机的装配 / 70

一、装配注意事项 / 70

二、装配工序 / 70

第三章 小型电动机典型部件的拆装与检修 / 71

第一节 电动自行车用电动机典型部件的拆装与检修 / 71

一、轴承的拆装与检修 / 71

二、电刷及电刷架的拆装与检修 / 75

三、换向器的拆装与检修 / 79

四、制动鼓的拆装与检修 / 81

五、磁钢的安装(粘接) / 83

六、霍尔元件的拆装与检修 / 84

第二节 小型交流电动机典型部件拆装与检修 / 86

第三节 难拆连接件的拆卸和修理方法 / 91

一、断头螺钉的处理 / 91

二、螺纹孔乱丝的处理 / 93

三、锈蚀螺钉的处理 / 93

第四章 小型电动机常见故障检测与维修

第一节 电动自行车用电动机常见故障检测与维修 / 95

一、机械故障检测与维修 / 95

二、有刷电动机常见电气故障检测与维修 / 102

三、无刷电动机常见故障与维修 / 108

第二节 电动自行车用电动机综合故障检测与维修 / 115

第三节 小型交流电动机常见故障检测及维修 / 120

一、常见机械故障检测与维修 / 121

二、电气故障检测与维修 / 123

第四节 小型交流电动机综合故障检测与维修 / 131

第五章 小型电动机的正确使用方法

第一节 电动自行车用电动机的使用 / 139

一、电动自行车用电动机的保养与维护 / 139

二、电动自行车用电动机使用时的注意事项 / 139

第二节 小型交流电动机 / 140

一、电动机的保养与维护 / 140

二、电动机使用时的注意事项 / 141

附录

一、轴承选用 / 143

二、交流电动机线圈绕线工艺守则 / 147

第一章

小型电动机基本知识及技术维护

电动机作为电动自行车、风扇、洗衣机、空调和动力机械的部件,是驱动这些机器运转的动力设备,其性能和质量的优劣对机器的整体性能有很大的影响。随着技术的发展,电动机的设计、研发和生产工艺也在不断地提高和改进,机器的整体性能也将更加先进、稳定和可靠。但是,电动机也是机器中最容易出现故障的部件之一,如果电动机在使用中出现故障,轻则发出噪声、机器性能下降,重则导致机器完全不能工作。因此,电动机技术维护意义重大。

第一节 小型电动机技术维护规程和方法

一、小型电动机的技术维护规程

(一) 电动自行车用电动机技术维护规程

每次骑行前和骑行后,清洁电动机外壳上的灰尘和泥垢,防止外壳锈蚀,保持电动机外壳的良好散热。

电动自行车用电机的轴承一般每年添加一次锂基润滑脂。

对于集成减速机构的电动自行车用电动机,每次骑行前和骑行后要观察减速器的外壳连接处是否有渗油、漏油现象,定期向减速箱内添加润滑油和润滑脂。减速机构应每年拆开一次,更换全部润滑油,更换磨损严重的齿轮。

由于有刷电动机存在供电电刷和换向器,正常使用状况下,每年更换一次所有电刷并清洁换向器表面的积炭和污垢。如果电刷磨损不严重,应对所有电刷重新打磨,打磨后电刷和换向器的接触面积应大于 80%。

(二) 小型交流电动机的技术维护规程

使用环境应经常保持干燥,电动机表面应保持清洁,定期清除进风口的尘土、纤维等阻碍物。

当电动机的热保护机构连续发生动作时,应查明原因,及时排除。

应保证电动机在运行过程中有良好的润滑,一般电动机运行 5 000h 左右,即应补充或更换润滑脂(封闭轴承在使用寿命期内不必更换润滑脂)。更换润滑脂时,应清除旧的润滑脂,并用汽油洗净轴承及轴承盖的油槽,然后将 ZL-3 锂基润滑脂填充轴承内外圈之间空腔的 1/2(对 2 极)及 2/3(对 4、6、8 极)。

当电动机运行时的振动及噪声明显增大时,检查轴承的径向间隙,当间隙超过极限时,应更换轴承。

拆卸电动机时,从轴伸端或非轴伸端取出转子都可以,如果没有必要卸下风扇,从非轴承伸端取出转子较为便利,从定子中轴出转子时,应防止损坏定子绕组或绝缘。

更换绕组时必须记下原绕组的形式、尺寸及匝数、线规等。随意更改原设计绕组,常常使电动机某项或几项性能恶化,甚至无法使用。

二、常用技术维护方法

(一) 直接观察法

直接观察法可以简单归纳为眼看、耳听、鼻闻和手摸,见表 1-1。

表 1-1 直接观察法

观察方法	观察内容
眼看	电动机外壳是否清洁
	电动机冒烟情况
	检测仪表显示数据情况
	空载是否电流过大
	电动机运转情况
耳听	是否有异响
鼻闻	是否有异味
手摸	电动机外壳温度是否高
	电动机振动情况

(二) 经验判断法

根据使用者和维修者的经验,有针对性地对电动机进行技术维护。

(三) 仪器检测法

借助常用仪器如万用表、兆欧表和专门的仪器对电动机进行技术维护。

第二节 小型电动机概述

一、电动自行车用电动机

电动自行车用电动机是直流电动机。一般可分为永磁电动机和串激电动机两类。电动机旋转的部分叫转子,不转动的部分叫定子。永磁电动机的转子或者定子有一个是永久磁铁,另一个是漆包线绕制的线圈;串激电动机(也叫串励电动机)的转子和定子都是漆包线绕制的线圈。同样功率的电动机,永磁电动机比串励电动机省电。永磁电动机的磁铁怕高温,质量差的在 110°C 左右就会退磁(如普通铁氧体),质量好的在 140°C 也会退磁(如钕铁硼);串激电动机没有永久磁铁,不存在退磁问题。

目前电动自行车用电动机普遍采用永磁直流电动机。

市场上的货运三轮车用电动机功率一般在 $400 \sim 2\,000\text{W}$,都使用串激电动机,即有刷电动机。代步三轮车用电动机功率 300W 左右就行了,一般使用永磁电动机。电动自行车用电动机一般为 $180 \sim 250\text{W}$,电动摩托车用电动机为 $350 \sim 800\text{W}$,这两种车也使用永磁电动机。

1. 电动自行车用电机的参数

国家标准中,直流电动机的参数有:

 额定功率 $P_n(\text{kW})$:指在额定工况下电动机轴上输出的机械功率。

 额定电压 $U_n(\text{V})$:指在额定工况下电动机进线端的输入平均电压。

 额定电流 $I_n(\text{A})$:在额定电压下,运行于额定功率时对应的电流。

 额定转速 $N_n(\text{r/min})$:在额定电压、额定电流下,运行于额定功率时对应的转速。

 额定励磁电流 $I_{Fn}(\text{A})$:对应于额定电压、额定电流、额定转速及额定功率时的励磁电流。

此外,电动机铭牌上还标有其他数据,如励磁电压、出厂日期、出厂编号等。

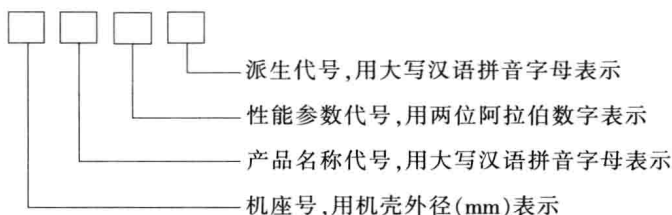
当前,市场上常见电动车电动机的参数有:电压有 36V 、 48V 、 60V 和 72V 等,功率有 180W 、 250W 、 350W 、 500W 、 800W 、 $1\,000\text{W}$ 以上等,其中 350W 以下一般为电动自行车用电动机, 500W 以上一般为电动摩托车电动

机,1 000W 以上一般为货运三轮车电动机。

电动自行车在标准测试条件下匀速行驶时,电动机所需要的电流为 8A (48V 电动机)。在启动、迎风和过载条件下电流会上升到 12A。因此,对于那些需要反复启动、行驶道路有一定坡度和经常超载的用户来说,应该选用的电动机电流为 15 A。所以,要根据自己的使用环境和使用要求选用合适的电动自行车。

2. 电动自行车用电动机的型号

关于电动自行车用电动机的命名标准如下:派生代号,用大写汉语拼音字母表示;性能参数代号,用两位阿拉伯数字表示;产品名称代号,用大写汉语拼音字母表示;机座号,以机壳外径(mm)表示。



产品名称代号:

-  SYT:铁氧体永磁式直流伺服电动机
-  SYX:稀土永磁式直流伺服电动机
-  SXPT:铁氧体永磁式线绕盘式直流电动机
-  SXPX:稀土永磁式线绕盘式直流电动机
-  SWT:铁氧体永磁式无刷直流伺服电动机
-  SWX:稀土永磁式无刷直流伺服电动机
-  SN:印制绕组直流伺服电动机
-  SR:开关磁阻电动机
-  YX:三相异步电动机

举例如下:180SYT01A 表示外径 180mm 的铁氧体永磁式直流伺服电动机,属厂家 01A 类产品。

3. 电动自行车用电动机的分类

电动自行车用电动机按照电动机的通电形式来分,可分为有刷电动机和无刷电动机两大类;按照电动机总成的机械结构来分,一般分为“有齿”(电动机转速高,需要经过齿轮减速)和“无齿”(电动机扭矩输出不经过任何减速)两大类。有刷电动机是由电刷与换向器进行机械换向的,无刷电动

机是靠霍尔组件感应信号后由控制器完成电子换向的。有齿电动机转子输出高转速,经过齿轮机构减速后驱动电动自行车。

无刷电动机没有开盖更换电刷的问题,理论上比有刷电动机省电,主观感觉有力;缺点是配套的无刷控制器价格比有刷电动机贵很多,故障率也高。随着技术的不断发展,制造成本越来越低,无刷控制器的价格大幅度下降,质量提高。因此,采用无刷电动机的电动自行车和电动摩托车越来越多,大有取代有刷电动机主导地位的趋势。但是,维修问题困扰了大多数维修工。

相同功率的电动机,有齿的比无齿的在启动和爬坡时有力,适合有坡的路况,而且高速电动机效率高。但是,这类电动机寿命较低,而且齿轮配件难买,维修费用高。一个常见的正常现象:支起车蹄,正转较轻松,反转困难。这是因为,永磁式直流电动机也是很好的发电机,旋转就会发电,正、反转时发电极性相反。反转时,由于速度控制器内部装有续流二极管,对于发的电相当于短路,因此有阻尼作用。为了克服这一问题,有齿电动机,一般装有所谓“超越离合器”,相当于自行车的飞轮。即使如此,空转也不能和没装电动机的轮子相比,这是因为“磁阻”存在的缘故。

无刷电动机分为两类:一类是无刷低速电动机,即无刷无齿电动机;一类是无刷高速电动机,即无刷有齿电动机。有刷电动机也分有刷低速电动机(有刷无齿电动机)和有刷高速电动机(有刷有齿电动机)。

无刷无齿电动机由转子、定子、电动机轴、端盖、轴承等部件组成。低速无刷无齿轮毂式电动机属于外转子电动机。

无刷有齿电动机由内置机芯、行星摩擦滚子、超载离合器、输出法兰、端盖、轮毂外壳等部件组成。高速无刷有齿轮毂电动机属于内转子电动机。

有刷有齿轮毂式电动机由内置机芯、减速齿轮组、超越离合器、轮毂端盖等部件组成。高速有刷有齿轮毂式电动机属于内转子电动机。

有刷无齿轮毂式电动机由电刷、换向器、转子、定子、电动机轴、端盖、轴承等部件组成。低速有刷无齿轮毂式电动机属于外转子电动机。

4. 电动自行车用电动机接线

常用无刷电动机有8条引线,其中3条为粗黄、粗绿和粗蓝,是绕组引线,其余5条细线是转子位置传感器引线。细红一般为正5V,细黑为5V负极兼信号公共端,细黄、细绿和细蓝是3个转子位置信号引线,无刷控制器就是靠它们提供的信号,来改变绕组电流方向。电动自行车用无刷电动机

有 60° 和 120° 两种,无刷控制器也有 60° 和 120° 两种,电动机和控制器必须配套。无刷电动机和无刷控制器之间的 8 条连线有 36 种接法: 60° 的只有两种是正确的,一种正转,一种反转; 120° 的有 6 种是正确的,3 种正转,3 种反转。度数不相配或接线不正确的结果是:不转、转动无力、振动和轻载电流大等,严重的可能损坏控制器或电动机内部的霍尔元件。

有刷电动机只有两根引线,一根接控制器主输出正极,一根接主输出负极。如果接反了,则电动机反转。

二、小型交流电动机基础知识

小型交流电动机俗称小型交流异步电动机,广泛应用于电风扇、电冰箱、洗衣机、空调器、电吹风、吸尘器、油烟机、洗碗机、电动缝纫机、食品加工机等家用电器及各种电动工具、小型机电设备中。

(一) 小型交流电动机的技术参数

国家标准中,交流电动机的参数有:

1. 型号

表示电动机的系列品种、性能、防护结构形式、转子类型等产品代号。

2. 功率

表示额定运行时电动机轴上输出的额定机械功率,单位 kW。

3. 电压

指接到定子绕组上的线电压(V),电动机的接法有星形(Y形)和三角形(Δ 形)两种,实际接线时,应与电动机铭牌规定的接法相符,以保证与额定电压相适应。

4. 电流

指电动机在额定电压和额定频率下,输出额定功率时定子绕组的三相线电流(A)。

5. 频率

指电动机所接交流电源的频率(Hz),我国规定为 $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ 。

6. 转速

指电动机在额定电压、额定频率、额定负载下,电动机每分钟的转速(r/min)。2 极电动机的同步转速为 3 000 r/min。

7. 工作定额

指电动机运行的持续时间。

8. 绝缘等级

电动机绝缘材料的等级,决定电动机的允许温升。

9. 标准编号

表示设计电动机的技术文件依据。

10. 励磁电压

指同步电动机在额定工作时的励磁电压(V)。

11. 励磁电流

指同步电动机在额定工作时的励磁电流(A)。

(二) 小型交流电动机的型号

电动机型号是便于使用、设计、制造等部门进行业务联系和简化技术文件中产品名称、规格、型式等叙述而引用的一种代号。

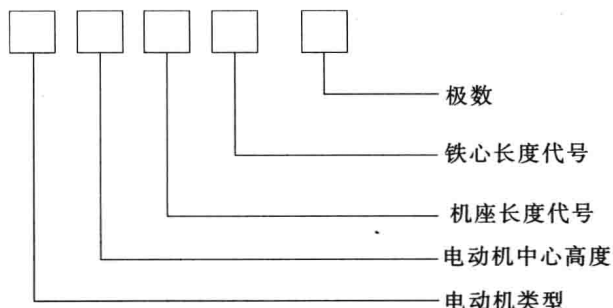
产品代号由电动机类型代号、特点代号和设计序号等三个小节顺序组成。

电动机类型代号:Y——表示异步电动机;T——表示同步电动机。

电动机特点代表征电动机的性能、结构或用途而采用的汉语拼音字母,如防爆类型的字母 EXE(增安型)、EXB(隔爆型)、EXP(正压型)等。

设计序号用中心高、铁心外径、机座号、凸缘代号、机座长度、铁心长度、功率、转速或级数等表示。

Y 系列电动机是一般用途的全封闭、自扇冷式、鼠笼型三相异步电动机,YL 系列电动机是单相双电容异步电动机。Y 系列电动机中心高 80 ~ 355mm。绝缘等级为 B 级,外壳防护等级为 IP44,冷却方式为 IC411。基本安装方式有 IMB3、IMB5、IMB35、V1、V3 等。工作方式:S1 连续工作制,环境温度 -15 ~ 40℃,海拔 1 000m 以下。电压 380V,频率 50Hz。接法:3kW 及以下为星形接法,4kW 及以上为三角形接法。



例如:Y2 - 160 M1 - 8。

Y——机型,表示异步电动机。

2——设计序号,“2”表示第一次基础上改进设计的产品。

160——中心高,轴中心到机座平面高度为160mm。

M1——机座长度规格,M是中型,其中脚注“2”是M型铁心的第二种规格,而“2”型比“1”型铁心长。

8——8极电动机。

机座长度的字母代号采用国际通用符号表示:S是短机座型,M是中机座型,L是长机座型。

铁心长度的字母代号用数字1、2、3等依次表示。

(三) 小型交流电动机的分类

小型交流电动机的分类方法非常的多,常见的有如下几种分类方法。

按供电电源可分为三相电动机和单相电动机。单相电动机结构简单,安装调试容易,价格比较低,因此在家用消费电器方面广泛使用,比如洗衣机用电动机、电冰箱用电动机、空调用电动机、和面机和洗碗机用电动机等。三相小型交流电动机广泛用于小型工业现场、大功率厨卫电器等。

按照使用范围可分为工农业用小型交流电动机和家用消费电器使用的小型交流电动机。前者在小型水泵、风机上使用,后者在空调、洗衣机上使用。

(四) 小型交流电动机的接线

小型电动机的种类很多,接线方法也很多,本书仅给出最常用的两种接线方法。

1. 单相分相启动式

接线时需用万用表,用电阻挡分别测量出三组电阻值并对测量端子做标记,其中最大阻值的两个端子为启动和工作绕组的串联;中间阻值的一组为启动绕组的两个端子,较小阻值的一组为工作绕组的两个端子,中间阻值和较小阻值的公共端为电源零线的接线端;较小阻值的公共端为火线接线端,中间阻值接线端为启动电容接线端;把启动电容接上,并且电容的另一端和电源火线相接。这样就完成了单相分相启动式电动机的接线。

2. 小型三相交流电动机的接线

小型三相交流电动机一般有6个接线端子,分为上、下两排,每排3个,编号为:上排为X、Y、Z,下排为A、B、C,上下两个对应的端子为电动机中3个绕组其中之一,即AX、BY和CZ。这种类型的电动机接线方法一般有两种:星形接法和三角形接法。星形接法是将电动机的上排3个端子X、Y、Z

用导线短接,三相交流电分别接在下排的 3 个端子上,其中上排端子为中性端,这种接法为三相四线制接法。三角形接法是指把每个绕组的首尾相接,即 AX - XB - BY - YC - ZA,然后将三相交流电接在 A、B、C 接线柱上,完成了三角形的接线。三角形接法属三相三线制接法,没有中性线,如果加上地线构成三相四线制接法。

第三节 维修常用工具和仪器

一、常用工具及使用方法

(一) 扳手

1. 活络扳手

又叫活扳手,是一种旋紧或拧松有角螺丝钉或螺母的工具。常用的有 200mm、250mm、300mm 三种,使用时应根据螺母的大小选配。

活络扳手的握法:右手握手柄,手越靠后,扳动起来越省力。

扳动小螺母时,因需要不断地转动蜗轮,调节扳口的大小,所以手应握在靠近呆扳唇,并用拇指调节蜗轮,以适应螺母的大小。

活络扳手的扳口夹持螺母时,呆扳唇在上,活扳唇在下。活扳手切不可反过来使用。

在扳动生锈的螺母时,可在丝口处滴几滴煤油或机油,使其松动,以便拧动。拧不动时,切不可采用钢管套在活络扳手的手柄上强行拧动,以防损坏活络扳唇。

注意,不得把活络扳手当锤子用。

2. 开口扳手(呆扳手)

它有单头和双头两种,其开口是和螺钉头、螺母尺寸相适应的,具有不同额定强度,严禁加套管超负荷使用,除敲击扳手外其他工具不得敲击,以免引起因超载断裂和变形,影响正常使用。在使用呆扳手时应根据需合理选择其品种规格,不得以小代大,更不得把它当做钢制工具一样进行使用,注意受力方向的要求。

3. 整体扳手

有正方形、六角形、十二角形(俗称梅花扳手)。其中梅花扳手在维修中应用最多,它只要转过 30°,就可改变扳动方向,所以在狭窄的地方工作较为

方便。

套筒扳手是由一套尺寸不等的梅花筒组成,使用时用弓形的手柄连续转动,工作效率较高。

棘轮扳手用于拧动尺寸较大的螺钉或螺母,在螺母位置很隐蔽或狭窄的地方使用更有优势。拧紧时,顺时针转动手柄。方形的套筒上装有一只撑杆,当手柄向反方向扳回时,撑杆在棘轮齿的斜面中滑出,因而螺钉或螺母不会跟随反转。如果需要松开螺钉或螺母,只需翻转棘轮扳手朝逆时针方向转动即可。

内六角扳手用于拆装内六角螺钉,常用于某些机电产品的拆装。

测力扳手有一根长的弹性杆,其一端装着手柄,另一端装有方头或六角头,在方头或六角头套装一个可换的套筒用钢珠卡住。在顶端上还装有一个长指针。刻度板固定在柄座上,每格刻度值为 1N。当要求一定数值的旋紧力,或几个螺母(或螺钉)需要相同的旋紧力时,则用这种扳手。

六角扳手用于装拆大型六角螺钉或螺母,外线电工可用它拆装铁塔之类的钢架结构。

梅花扳手,俗称眼睛扳手,用于拆装六角螺母或螺栓。拆装位于稍凹处的六角螺母或螺栓特别方便。

各种类型的扳手如图 1-1 所示。

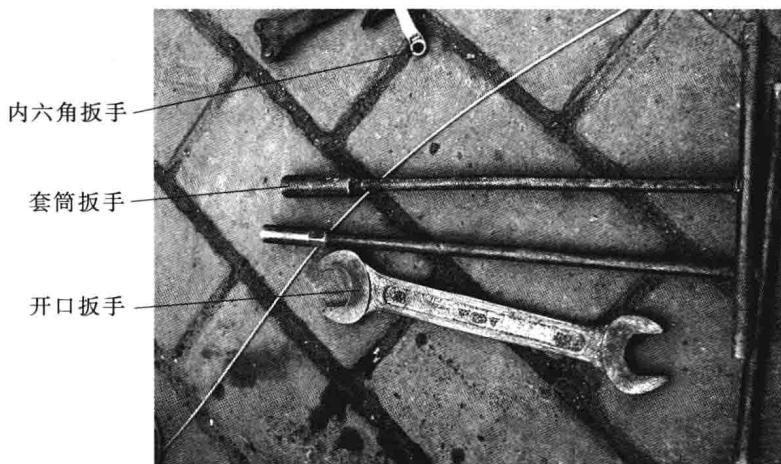


图 1-1 各种扳手

(二) 虎口钳

虎口钳由钳头、钳柄和绝缘管三部分组成,如图 1-2 所示。

虎口钳一般用右手把握,要使钳口朝内侧,便于控制钳切部位,用小指伸在两钳柄中间抵住钳柄,张开钳头,灵活操作,如果用食指伸在两钳柄间,将会造成操作不便。

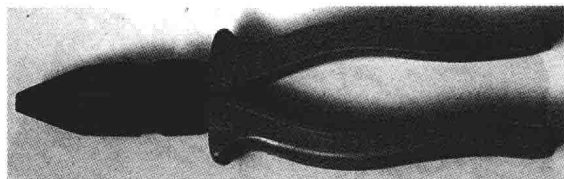


图 1-2 虎口钳

虎口钳的钳口用于夹持物件、弯曲线头;齿口可以用于固紧或松动螺母;刀口用于剪切导线、铁丝,或用于剖切导线绝缘层;侧口用于侧切电线线芯、钢丝及铅丝等较硬的金属丝。

虎口钳的使用注意事项

❏ 钳子的绝缘塑料管耐压 500V 以上,有了它可以带电剪切电线。使用中切忌乱扔,以免损坏绝缘塑料管,虎口钳使用前一定要检查绝缘柄是否完好无损(特别是尾部容易破损),不合格立即更换。

❏ 带电剪切导线时(零线及火线,或两根火线),不得同时剪两根以上导线,以防止短路。

❏ 不得用来剪切钢丝等硬金属丝,以防刀口损坏。

❏ 用钳子缠绕抱箍固定拉线时,钳子齿口夹住铁丝,以顺时针方向缠绕。

(三) 尖嘴钳

尖嘴钳头部较细,适合在狭小空间工作,使用灵活,电工用的尖嘴钳带有绝缘手柄,也适用于低压带电操作,如图 1-3 所示。



图 1-3 尖嘴钳