



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

电机检修 实训教程

韩 钢 主 编
金世红 华 莹 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



普通高等教育实验实训规划教材

电力技术类

电机检修 实训教程

主 编 韩 钢
副主编 金世红 华 莹
编 写 于东民
主 审 李树元



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育实验实训规划教材（电力技术类）。

本书共分五个实训单元，主要内容：电机检修常用工具、量具、设备、仪表的选用及操作技能；直流电机的拆装，电枢绕组短路、断路、接地故障的检修，电枢绕组的重绕，换向器的检修以及直流电机检修后的试验；三相、单相异步电动机拆装，定子绕组短路、断路、接地故障的检修，电枢绕组的重绕以及三相、单相异步电动机检修后的试验和单相串励电动机的检修；小型单相变压器故障检修、同名端的判别，变压器绕组的制作及检测，小型单相变压器的设计，电力变压器小修、电焊变压器检修。

本书可作为高职高专院校电力技术类、机电类等专业的实训教材，也可作为电机原理项目教学的实训教材，还可供中等职业技术学院、电大、夜大师生实训教学使用，同时还可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电机检修实训教程/韩钢主编. —北京：中国电力出版社，2009

普通高等教育实验实训规划教材·电力技术类

ISBN 978-7-5083-8274-6

I. 电… II. 韩… III. 电机-检修-高等学校-教材 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 206051 号

中国电力出版社出版、发行

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

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 2 月第一版 2009 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 322 千字

定价 21.20 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

本书主要面对普通高职院校机电类专业“电机及电力拖动”课程电机原理部分的实训、实验课而编写，也可以单独作为电机维修的实训教材。

本书在编写时考虑到普通高职院校的实训设备和条件，在实训内容的安排上力求可操作性和实用性，考虑到单独作为电机维修的实训教材，在部分实训项目中做了必要的知识补充。

本书由沈阳职业技术学院韩钢主编，金世红、华莹为副主编。韩钢编写了实训单元1及单元2，华莹编写了实训单元3，金世红编写了实训单元5，于东民参加编写了实训单元4，全书由韩钢统稿。邢台职业技术学院李树元对全书进行了审定，提出了一些宝贵意见，在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中，参阅了许多同类资料，得到了不少的启发和教益，在此向编著者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限、时间仓促，书中欠妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2008年9月

目 录

前言	
绪论	1
实训单元 1 实训准备	2
项目 1 常用实训工具、量具的使用	2
项目 2 常用实训设备的使用	17
项目 3 常用实训仪表的使用	26
实训单元 2 直流电机的检修	37
项目 4 直流电机的拆装与检查	37
项目 5 直流电机电枢绕组短路故障的检修	46
项目 6 直流电机电枢绕组接地及断路故障的检修	55
项目 7 直流电机电枢绕组的重绕	59
项目 8 直流电机换向器片间短路故障的检修	66
项目 9 直流电机换向器接地故障的检修	75
项目 10 直流电机修复后试验	80
实训单元 3 三相交流异步电动机的检修	86
项目 11 三相交流异步电动机的拆装	86
项目 12 三相交流异步电动机定子绕组的重绕	94
项目 13 三相交流异步电动机定子绕组接地故障的检修	102
项目 14 三相交流异步电动机定子绕组短路故障的检修	107
项目 15 三相交流异步电动机定子绕组断路故障的检修	112
项目 16 三相交流异步电动机转子故障的检修	116
实训单元 4 单相交流异步电动机的检修	120
项目 17 单相交流异步电动机的拆卸与装配	120
项目 18 单相交流异步电动机定子绕组断路和短路故障的检修	127
项目 19 单相交流异步电动机定子绕组接地故障的检修	133
项目 20 单相交流异步电动机绕组的重绕	138
项目 21 单相串励电动机励磁绕组故障的检修	146
项目 22 单相串励电动机电枢绕组故障的检修	151
项目 23 单相交流异步电动机的检查与试验	156
实训单元 5 小型变压器的检修	161
项目 24 小型单相变压器的设计	161
项目 25 木芯、线圈骨架与层间绝缘的制作	170
项目 26 小型单相变压器绕组的绕制及质量检测	175
项目 27 小型单相变压器同名端的判别	182

项目 28	小型单相变压器故障的检修	186
项目 29	电焊变压器的检修	191
项目 30	电力变压器的小修	196
参考文献	206

绪 论

1. 电机检修概述

电能在现代工业、农业、交通运输、科学技术、信息传输、国防建设以及日常生活等各个领域得到了极为广泛的应用。而电机是生产、传输、分配及应用电能的主要设备。电机是利用电磁感应原理工作的机械，它应用广泛、种类繁多、性能各异，分类方法也很多。电机常用的分类方法主要有两种：

一种分类方法是按功能用途分，可分为发电机、电动机、变压器和控制电机四大类。发电机的功能是将机械能转换为电能。电动机的功能则是将电能转换为机械能，它可以作为拖动各种生产机械的动力，是国民经济各部门应用最多的动力机械，也是最主要的用电设备，各种电动机所消耗的电能占全国总发电量的60%~70%。变压器的作用是将一种电压等级的电能转换为同频率另一种电压等级的电能。控制电机主要用于信号的转换与传递，在各种自动化控制系统中作为控制元件使用。

另一种分类方法是按照电机的结构或转速分类，可分为静止电机和旋转电机，变压器为静止电机。根据电源的种类不同旋转电机又分为直流电机和交流电机两大类。交流电机又分为同步电机和异步电机。电力系统中的发电机几乎都是同步电机，异步电机主要用作电动机。

电机检修是指通过观察、仪器仪表的测量，确定电机的故障点，并通过技术手段进行修复的一种操作。

电机的广泛应用少不了对电机的日常检修、保养。电机的检修具有下列意义：

- (1) 为生产机械的连续运转提供保障。
- (2) 延长电机的使用年限。
- (3) 避免电机安全事故的发生。
- (4) 节省资源、节省费用。

2. 课程的性质、任务和内容

本课程是普通高职院校机电类专业“电机及电力拖动”课程中电机原理部分的实训实际操作课或电机维修的实训实际操作课。

本课程的任务是在学生掌握交、直流电机和变压器的基本结构和工作原理的基础上，进一步熟练掌握交、直流电机和变压器的故障检查方法和修复技能，为今后的工作奠定基础。

本课程的内容有电机检修常用工具、量具及操作技能，电机检修常用设备及操作技能，电机检修常用仪表及使用方法；直流电机的检修方法，三相、单相交流电动机的检修方法，小型单相变压器的检修方法共五个实训单元30个实训项目。

3. 本课程的特点及学习方法

电机检修是一门专业性强的实际操作课，在实训过程中必须结合电机的具体结构，采用工程观点和工程分析方法，解决实际问题，需要注意以下几点：

- (1) 要根据本校实训的具体条件，灵活运用本教材。
- (2) 实训的课时安排要根据学生的实际操作情况适时调整。
- (3) 学习时要与理论相结合，重视实际的操作和理论的解释。

实训单元1 实训准备

项目1 常用实训工具、量具的使用

1.1 实训内容、要求与安排

1.1.1 实训内容与要求

- (1) 学习电机检修实训安全知识。
- (2) 学会电机检修常用工具的正确选用及操作技能。
- (3) 学会电机检修常用量具的正确选用及操作技能。

1.1.2 实训器材

- (1) 电机检修常用工具1套。
- (2) 电机检修常用量具1套。
- (3) 角钢,薄、厚钢板若干; M5 螺栓、螺母; $\phi 5$ 钢丝、少许电磁线等。

1.1.3 实训安排

- (1) 实训课时: 4学时。
- (2) 实训组织: 每组3~5人, 老师指导, 学生动手。

1.2 实训步骤、操作方法及注意事项

1.2.1 电机检修实训安全知识介绍

- (1) 学习电机实训室工作规则, 树立安全第一的理念, 避免人身和设备事故的发生。
- (2) 按要求穿戴工作服。
- (3) 保持工作场地的清洁, 检修工具和零部件放在专用盆器里。
- (4) 搬运重物应戴手套, 大件零部件应放置平稳, 以防滚动、倾倒伤人。
- (5) 注意用电安全。
- (6) 正确选用工具, 注意各种螺钉的拆装力矩, 避免用力过大伤及周围人员或将螺钉拧断。

1.2.2 电机检修常用工具选用及操作技能。

一、活扳手的选择及操作技能

如图1-1(a)所示, 活扳手由头部和柄部组成, 头部由呆扳唇, 蜗轮、轴销组成, 旋转蜗轮可以调节扳口的大小。活扳手常用规格有150mm×19mm、200mm×24mm、250mm×30mm、300mm×36mm等。使用时应根据螺母的大小, 合理地选择活扳手的规格。

扳动较大螺母时, 要选用规格相适应的规格较大的活扳手, 操作时需要较大的力矩, 所以手应握在靠近手柄尾端, 如图1-1(b)所示; 扳较小螺母时, 要选用规格相适应的规格较小的活扳手, 为防止扳口处松动打滑, 手应握紧扳手的头部位置, 且用拇指调节和稳定蜗轮, 如图1-1(c)所示。而图1-1(d)所示的使用方法是不正确的。

使用活扳手应注意以下几点:

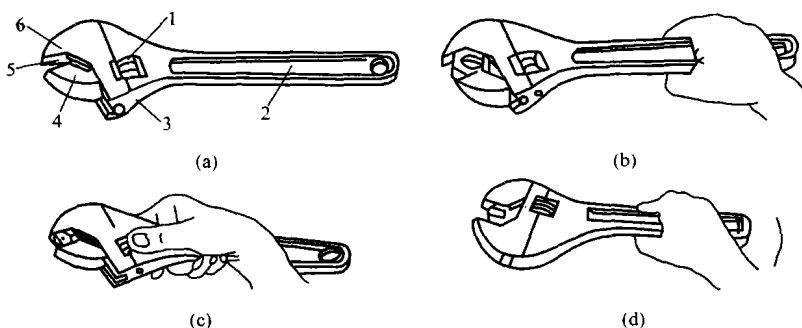


图 1-1 活扳手及使用示意图

1—蜗轮；2—手柄；3—轴销；4—活扳唇；5—扳口；6—呆扳唇

- (1) 按螺母、螺栓的大小选用适合的活扳手规格。
- (2) 活扳手的开口调节应能夹住螺母又能方便地旋转角度。
- (3) 对于锈蚀严重、无法松动的螺母不要强拧，应用油或螺栓松动剂浸后，适度扳动，不可强扳。
- (4) 不许用活扳手捶击物件。

二、手锯的选择与操作技能

手锯如图 1-2 所示。手锯主要由锯柄、锯条、可调锯弓架、带钩销夹头及调节元宝螺母组成。可调整的锯弓架是用来支持和固定锯条的。锯弓两端有带钩销的夹头，用来钩住锯条两头的小孔，当旋紧元宝螺母时，钩销拉紧和固定锯条。要求锯条松紧适当，否则会使锯条发生折断。安装时应使齿尖向前，不可反装（如图 1-2 中锯条的安装方向）。

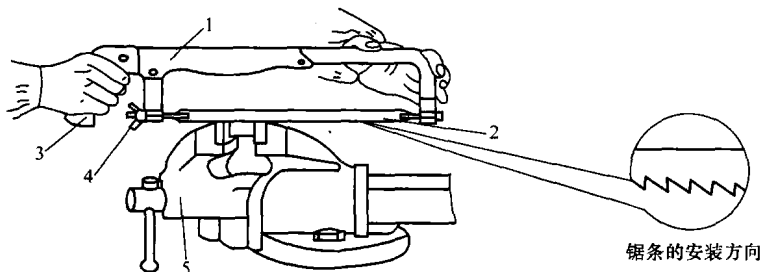


图 1-2 手锯锯割的示意图

1—锯弓架；2—锯条；3—锯柄；4—元宝螺母；5—虎钳

锯条分为细齿、中齿和粗齿三种。锯割软性材料（如铜、铝等）可选用粗齿锯条；锯割硬性材料（如高碳钢等）或薄壁工件时，宜用细齿锯条。

开始起锯时，要轻轻推拉手锯，切入 2~3mm 后，再正常锯割。工件要夹紧。锯割软材料时锯割速度可快些，锯割硬材料时锯割速度要慢些。锯割时应尽量利用锯条的全长，一次往复的距离不小于锯条全长的 2/3。锯割硬材料时压力可大些，否则不易切入；锯割软材料时压力要小些，否则锯齿切入过深，会发生咬锯现象。快锯完时，速度要慢，行程要短，压力要轻，夹住工件欲落的部分。

锯割薄板料时，可将薄板用两块木板夹起来，一起锯下，如图 1-3 所示。如果要求锯缝

端面平整, 应从一个方向锯到底, 不可分几次从几个方向锯下。

锯管子时, 事先划出垂直于管子轴线的锯割线, 采用转位割锯, 如图 1-4 所示。而图 1-5 所示的管子锯割, 采用从上到下一锯到底的锯法是不正确的锯割法。

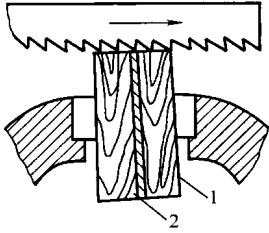


图 1-3 锯割薄板时的示意图

1—木块; 2—薄板料

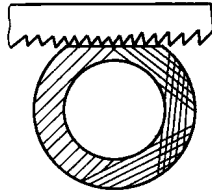


图 1-4 管子的转位锯割

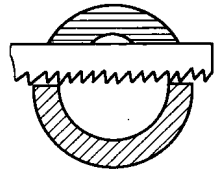


图 1-5 不正确的管子锯割方法

为防止锯缝歪斜和锯条折断应采取下列的措施:

- (1) 锯条安装不要过松或过紧。
- (2) 被锯工件要夹紧, 不可夹持歪斜。
- (3) 锯割过程中, 不可强行纠正歪斜的锯缝。
- (4) 锯弓要摆正, 用力不可歪斜。

三、锉刀的选择及操作技能

电机检修常用的锉刀有平板锉、方锉、半圆锉、三角锉、圆锉和整形锉等。根据被加工工件形状选用不同种类的锉刀, 如图 1-6 所示。

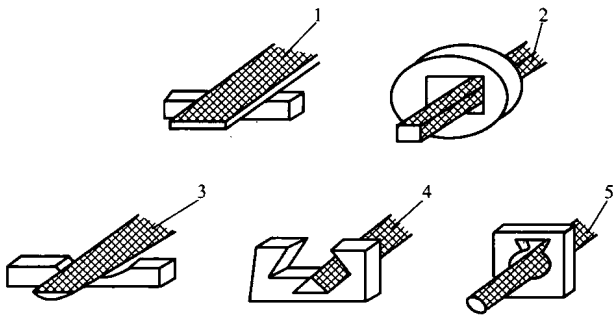


图 1-6 按工件形状选用不同种类的锉刀

1—平板锉; 2—方锉; 3—半圆锉; 4—三角锉; 5—圆锉

常见的锉刀使用方法有以下几种。

(1) 平面锉削法。平面锉削有三种方法, 如图 1-7 所示。

1) 顺向锉法: 锉刀顺着锉刀长度方向, 向前推锉。每次锉完后, 平行工件的边缘一次平移, 锉刀保持水平, 一直完成整个平面加工。顺向锉的锉纹平直整齐、细微美观, 适用于精加工。

2) 交叉锉法: 锉纹成 45° 角进行

反复锉削。交叉锉法生产效率高, 适用于粗加工。

3) 推锉法: 锉刀与工件长度方向成垂直, 锉痕与工件长度方向一致。推锉特点是锉痕平直整齐, 但效率低, 适用于加工精度高的窄平面。

(2) 外圆弧面锉削法。外圆弧面锉削分三步进行, 如图 1-8 所示。

粗锉外圆后呈现出多棱柱形的圆弧面, 留出加工余量; 半精锉外圆后呈现出圆弧面, 但表面粗糙; 精锉外圆后, 达到所需的圆弧面, 可用样板检查。

(3) 注意事项。

- 1) 无手柄或手柄已坏的锉刀不许使用。
- 2) 不许用嘴吹或手抹锉屑, 要用刷子刷去锉屑。

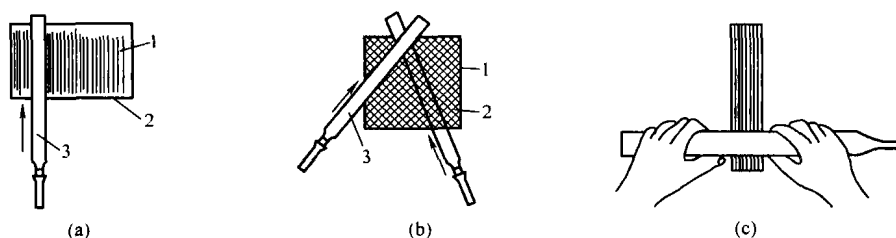


图 1-7 平面锉削的三种方法
(a) 顺向锉；(b) 交叉锉；(c) 推锉
1—刀痕；2—工件；3—锉刀

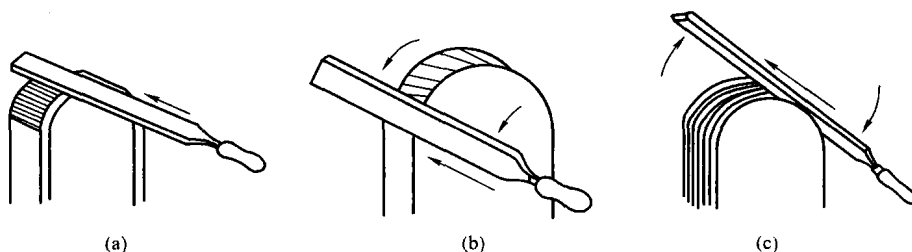


图 1-8 外圆弧面锉削法
(a) 粗锉外圆；(b) 半精锉外圆；(c) 精锉外圆

- 3) 不许把锉刀当锤子使用。
- 4) 不许用锉刀锉削淬火后的工件表面。
- 5) 锉刀先用一面，用完后再用另一面，以免因生锈影响锉刀的使用寿命。
- 6) 锉刀不许沾水、沾油使用。
- 7) 锉刀用后要用铁刷子刷去锉刀上的铁屑。
- 8) 操作时要戴手套，工件要夹紧。

四、銼子及銼削操作技能

銼子一般采用碳素工具钢锻成，切削部分成楔形，经淬火热处理，硬度达到 $56 \sim 62\text{HRC}$ 。电机检修中常用的銼子有三种，如图 1-9 所示。

銼子楔角大小因被加工材料性能的不同而不同。銼削软金属（如铜、铝等）时，楔角为 $30^\circ \sim 50^\circ$ ；銼削钢铁时，楔角为 $50^\circ \sim 60^\circ$ ；銼削非常硬的铸铁时，楔角为 $60^\circ \sim 70^\circ$ 。

楔角是銼子切削刃前面和后面的夹角，应为銼子的几何中心线等分。楔角越小，銼子的刃口越锋利，但强度差；楔角大，銼子强度较好，銼削阻力较大。銼子的刃磨如图 1-10 所示。銼削示意图如图 1-11 所示。

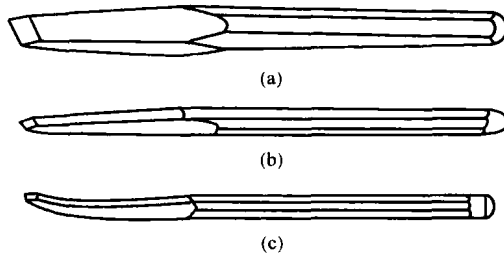


图 1-9 銼子的种类
(a) 平銼；(b) 尖銼；(c) 油槽銼

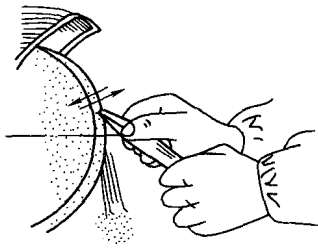


图 1-10 錾子的刃磨

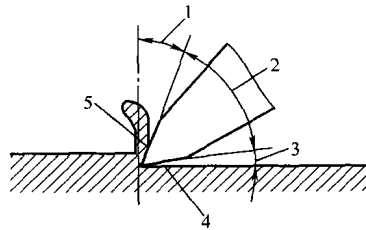


图 1-11 錾削示意图

1—前角；2—楔角；3—后角；4—后面；5—前面

錾削一般分为以下三种：

(1) 錾削直槽。选用尖錾分几次錾至所需深度。头次錾削深度为 0.5mm 左右，以后逐渐加深錾削。

(2) 錾削平面。要先錾出几条工艺直槽，然后再继续錾削。錾削快结束时，要把工件反过来，在背面錾削，以防工件边缘崩裂。

(3) 錾削薄板料。把板料夹在虎钳上，板料欲切断的划线与虎钳的钳口对齐，然后用平錾沿钳口成 45°角方向自右向左进行錾削。

錾削注意事项：

(1) 錾子刃口要锋利，錾子尾部有飞边时要及时去掉。

(2) 锤子的手柄要安装牢靠，挥锤的对面不要站人。

(3) 錾削的切屑用刷子刷去。

(4) 锤击錾子时，要看錾刃和工件，不要看錾尾，如图 1-12 所示。

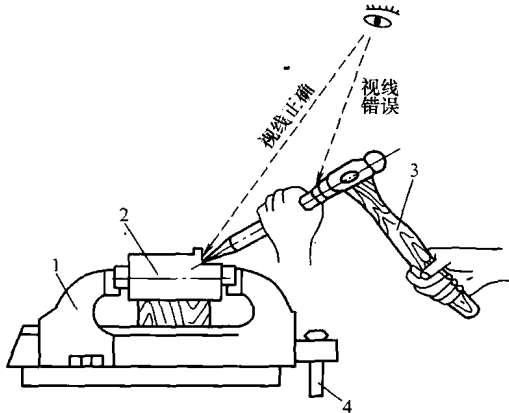


图 1-12 錾削方法和视线的要求

1—虎钳；2—工件；3—铁锤；4—手柄

五、攻螺纹和套螺纹操作技能

攻螺纹是指用丝锥在孔的内表面切出螺纹。套螺纹是指用板牙在圆棒的外表面切出外螺纹。安装丝锥和板牙的操作工具是铰杠，如图 1-13 所示。

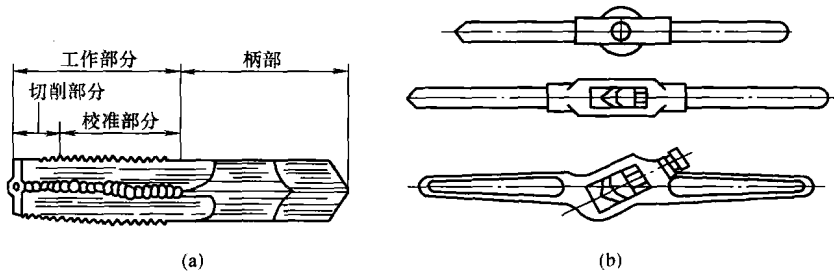


图 1-13 丝锥和丝锥铰杠

(a) 丝锥；(b) 丝锥铰杠

(一) 攻螺纹的操作技能

在工件上攻螺纹前要先钻孔，钻孔的钻头直径与要求的公称直径和工件材料有关。

对于钢材和塑性较大的材料，钻头直径的计算式为

$$\text{钻头直径} = \text{螺纹的公称直径} - \text{螺距}$$

对于铸铁和塑性较小的材料，钻头直径的计算式为

$$\text{钻头直径} = \text{螺纹的公称直径} - (1.05 \sim 1.1) \text{螺距}$$

在上述公式中，螺距尺寸应根据螺纹的公称直径，查机械零件相关螺纹的公称直径，所对应的螺距数据来确定。

【例 1-1】 要求在普通碳素钢材的工件上攻螺纹，螺纹的直径为 12mm，求钻头直径。

解 根据螺纹的公称直径为 12mm，查机械零件相关螺纹的公称直径为 12mm，所对应的螺距为 1.5mm，则钻头直径为

$$\text{钻头直径} = \text{螺纹的公称直径} - \text{螺距} = 12 - 1.5 = 10.5 \text{ (mm)}$$

因此选用 10.5mm 钻头。

【例 1-2】 要求给铸铁件攻螺纹，公称直径为 12mm、螺距 1.5mm，求钻头直径。

解 钻头直径 = 螺纹的公称直径 - (1.05 ~ 1.1) 螺距

$$= 12 - (1.575 \sim 1.65)$$

$$= 10.425 \sim 10.35 \text{ (mm)}$$

取 10.4mm 的钻头钻孔。

攻螺纹前，要在孔口倒角，目的是使丝锥便于切入和防止螺纹崩牙。将丝锥插入孔内时，要求放正丝锥，螺纹的中心线应与工件表面垂直，然后对丝锥加压，如图 1-14 (a) 所示。必要时用 90°角尺检查其垂直情况。无问题后，丝锥切入到 3~4 牙后，不再加压和强行校正，只需转动铰杠攻螺纹。要求每转一圈左右，要将丝锥退回半圈，目的是切断铁屑，以免发生堵塞，损坏螺纹和丝锥。加工塑性材料时，可加切削液润滑。

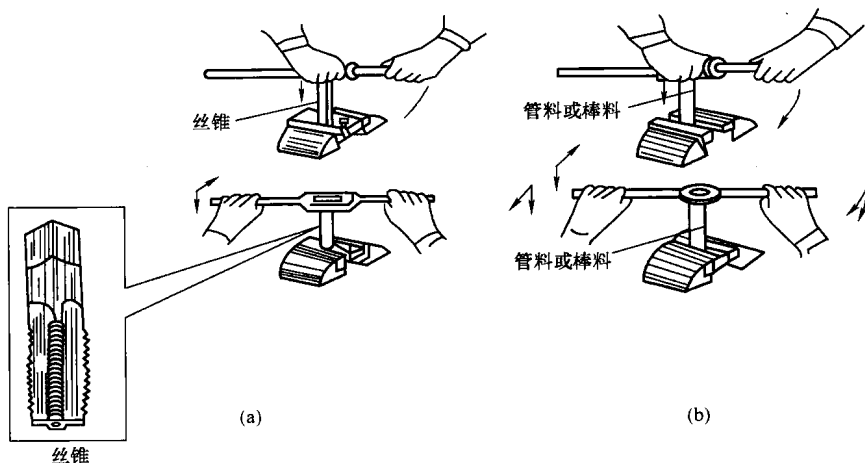


图 1-14 用丝锥攻螺纹的示意图

(二) 套螺纹的操作技能

套螺纹工具是板牙和板牙架，如图 1-15 所示。

首先要确定套螺纹毛坯直径（即棒料或管料直径），计算式为

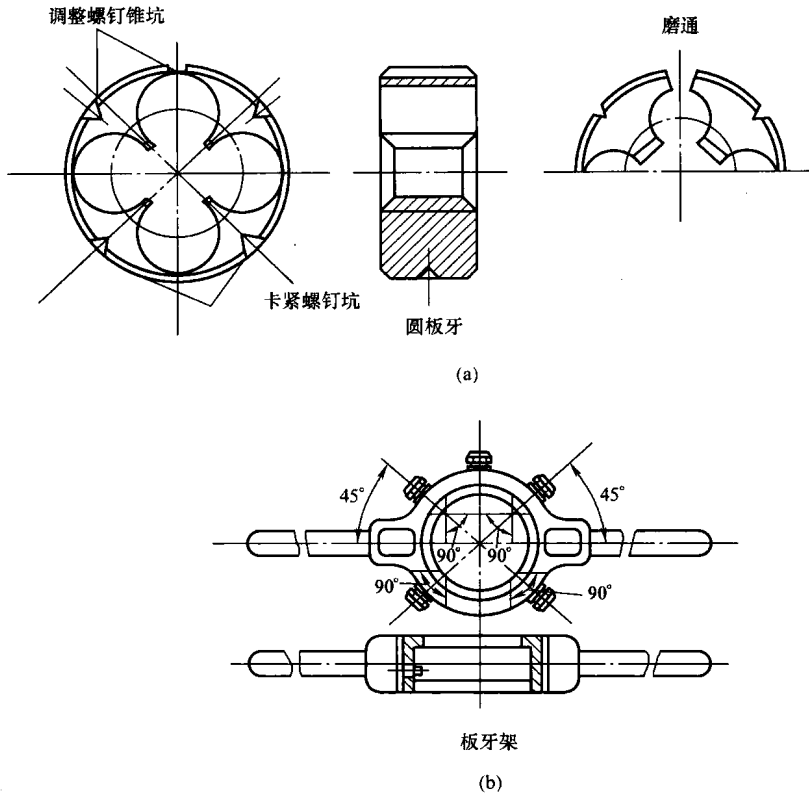


图 1-15 板牙和板牙架

毛坯直径 = 外螺纹公称直径 - 0.13 螺距

【例 1-3】 要求在直径为 12mm 的圆钢棒上加工出 M12 的外螺纹，试计算毛坯的直径（已知螺距为 1.75mm）。

解

$$\begin{aligned}
 \text{毛坯直径} &= \text{外螺纹公称直径} - 0.13 \times \text{螺距} \\
 &= 12 - 0.13 \times 1.75 \\
 &= 11.77 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

计算得毛坯直径为 11.77mm。现应把已有的直径为 12mm 的钢棒加工成 11.77mm 的圆钢棒，顶端切成 30°~40°的圆锥，固定好之后便可以套螺纹。

套螺纹要求板牙的端面与毛坯轴线垂直，以防止乱牙，如图 1-14 (b) 所示。板牙开始切入时，略加轴向力，慢慢转动板牙，待切出螺纹时，就不要再加轴向力了。套螺纹过程中要经常使板牙反转，以便断屑和排屑。套螺纹时，可以加切削液，以提高螺纹质量和延长工具寿命。

六、其他工具操作技能

(1) 划针。如图 1-16 (a) 所示，划针是用工具钢或弹簧钢丝制成的，直径为 3~5mm，尖端磨成 15°~20°的尖角，并经淬火处理。电机检修中一般用来立体划线和校正工件。

(2) 样冲。如图 1-16 (b) 所示，样冲用作工件划线冲小眼，作标志或钻孔定中心等，有时也用来作原始记录的标记使用。样冲尖端要磨成 45°~60°，并要淬火处理。

(3) 扁铲。如图 1-16 (c) 所示，扁铲用来铲断旧导线以及无纬带箍之用。

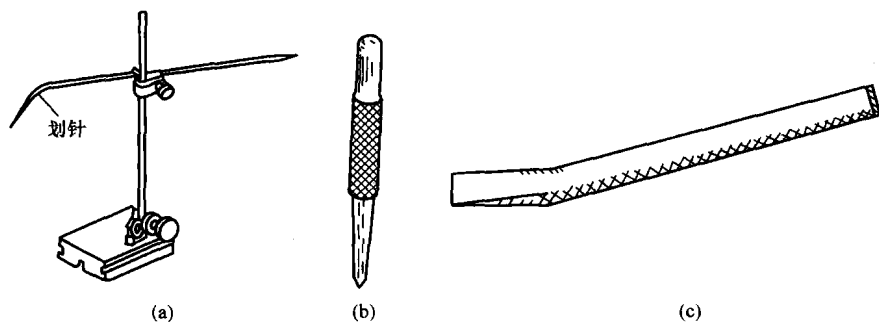


图 1-16 钳工常用的工具
(a) 划针；(b) 样冲；(c) 扁铲

(4) 画规。如图 1-17 所示，画规用来划圆、划等分线和找正中心用。

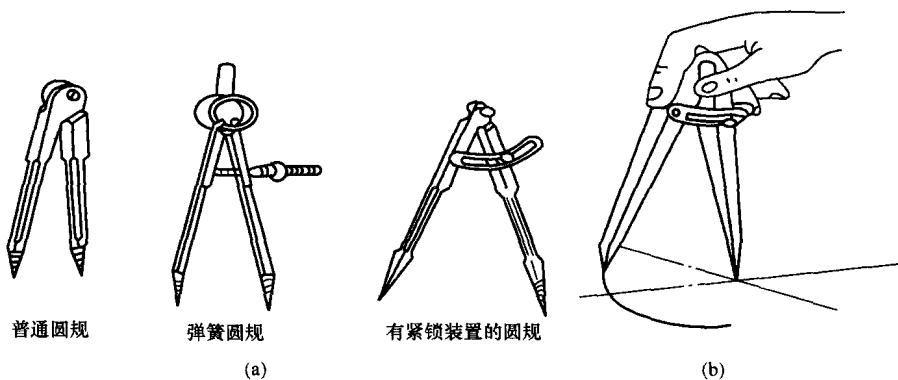


图 1-17 画规及用法
(a) 画规；(b) 用法

(5) 90° 角尺和高度尺。如图 1-18 所示，高度尺和 90° 角尺用来检测工件的高度、直角度。例如攻螺纹时，要求丝锥与工件表面垂直，可用 90° 角尺检查。

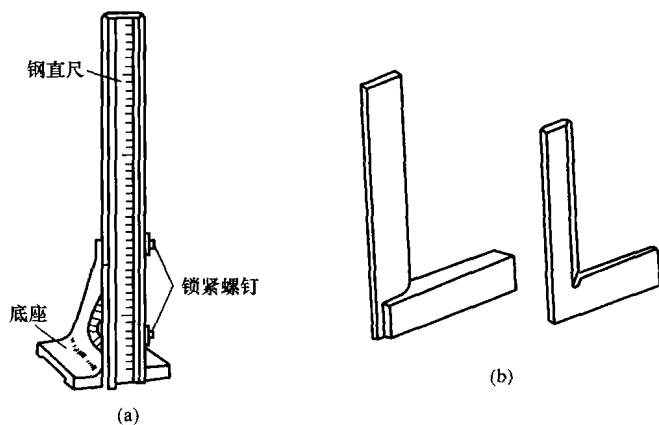


图 1-18 高度尺和 90° 角尺
(a) 高度尺；(b) 90° 角尺

除上述常用工具之外,还有手锤、大锤、方箱、撬棍、内六角扳手及固定扳手等。

1.2.3 电机检修常用量具的选用及操作技能

测量电机零部件的尺寸、形状和位置的工具称为量具。电机检修所用的量具很多,大体分为普通量具和精密量具。常用的普通量具有钢直尺、卷尺、塞尺、 90° 角尺、内卡钳、外卡钳等,而游标卡尺、外径千分尺、百分表以及水平仪等属于精密量具。

一、钢直尺

钢直尺是电机检修中,测量各种零部件的尺寸、形状和位置的普通量具,精度为 0.5mm 。钢直尺是用厚 1mm 、宽 25mm 的不锈钢板制造的。钢直尺的一端是直边,称为工作端边;尺的另一端有悬挂用的小孔。尺身长度有 150 、 200 、 300 、 1000 、 1500mm 等多种。钢直尺外形如图1-19所示。

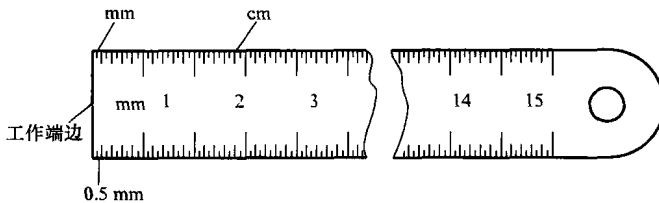


图 1-19 钢直尺外形

使用钢直尺时,可将尺的工作端边紧靠工件的台阶,放正后读数,如图1-20(a)所示。如果工件上没有台阶可靠紧时,可用平铁块的平面作为台阶,如图1-20(b)所示。对于工作端边磨损,“0”线读不准时,可改用“ 10mm ”分度线作为工作端边,测量后减去 10mm ,如图1-20(c)所示。

钢直尺除测量长度之外,利用其“立面”还可以检查电机铁心或绑扎的无纬带是否高出规定数值,如图1-20(d)所示。

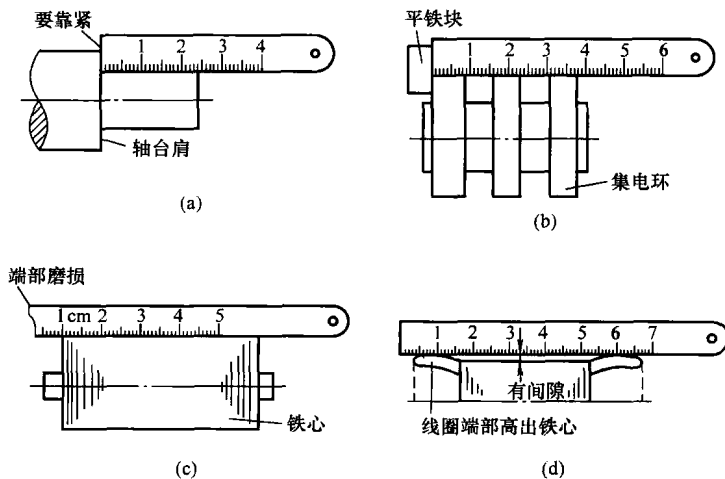


图 1-20 钢直尺的使用方法

二、游标卡尺

游标卡尺属于较精密、多用途的量具,一般测量精度有 0.1 、 0.05 、 0.02mm 三种。游标卡尺外形如图1-21所示。

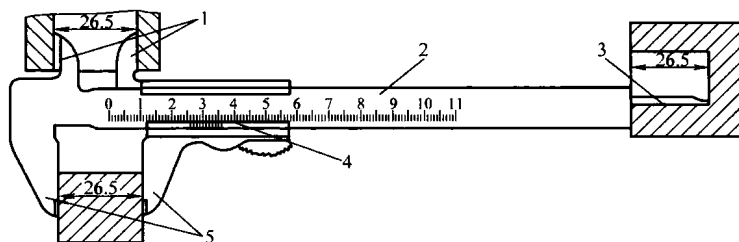


图 1-21 游标卡尺外形

1—内测量爪；2—尺身；3—深度尺；4—游标；5—外测量爪

尺身每一分度线之间的距离为1mm，从“0”线开始，每10格为10mm，在此尺身上直接读出整数值。游标上每一分度线之间的距离为0.9mm，从“0”线开始，每向右一格增加0.10mm。

(1) 操作方法。测量前，要做“0”标志检查，即将尺身、游标的卡爪合拢接触，使其“0”线对齐，然后按被测工件移动游标，卡好工件后，便可在尺身、游标上得到读数。

例如，尺身给出52mm，再看游标的第4格与尺身刻度对齐，所以游标给出0.4mm，则工件总长度为52mm+0.4mm，如图1-22所示。

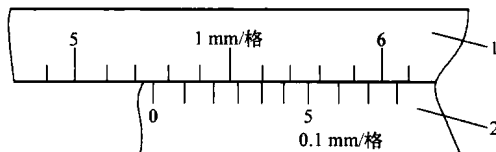


图 1-22 游标卡尺的读数方法

1—尺身；2—游标

(2) 注意事项。

- 1) 不可使用游标卡尺测量粗糙的工件表面（如铸铁等），以防磨损卡爪。
- 2) 读数时要防止视觉误差，要正视，不可旁视。
- 3) 用后要将游标卡尺擦拭干净，将游标卡尺放在专用盒内，不可与其他工具叠放在一起。

三、外径千分尺

外径千分尺是一种精密量具，常用来测量导线线径。外径千分尺外形和各部分名称如图1-23所示。

在尺架1上有测砧2，测微螺杆3与微分筒6相连，顺时针转动微分筒6时，测微螺杆

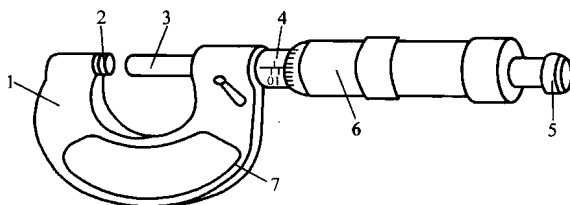


图 1-23 外径千分尺示意图

1—尺架；2—测砧；3—测微螺杆；4—固定套管；
5—测力装置；6—微分筒；7—绝热板