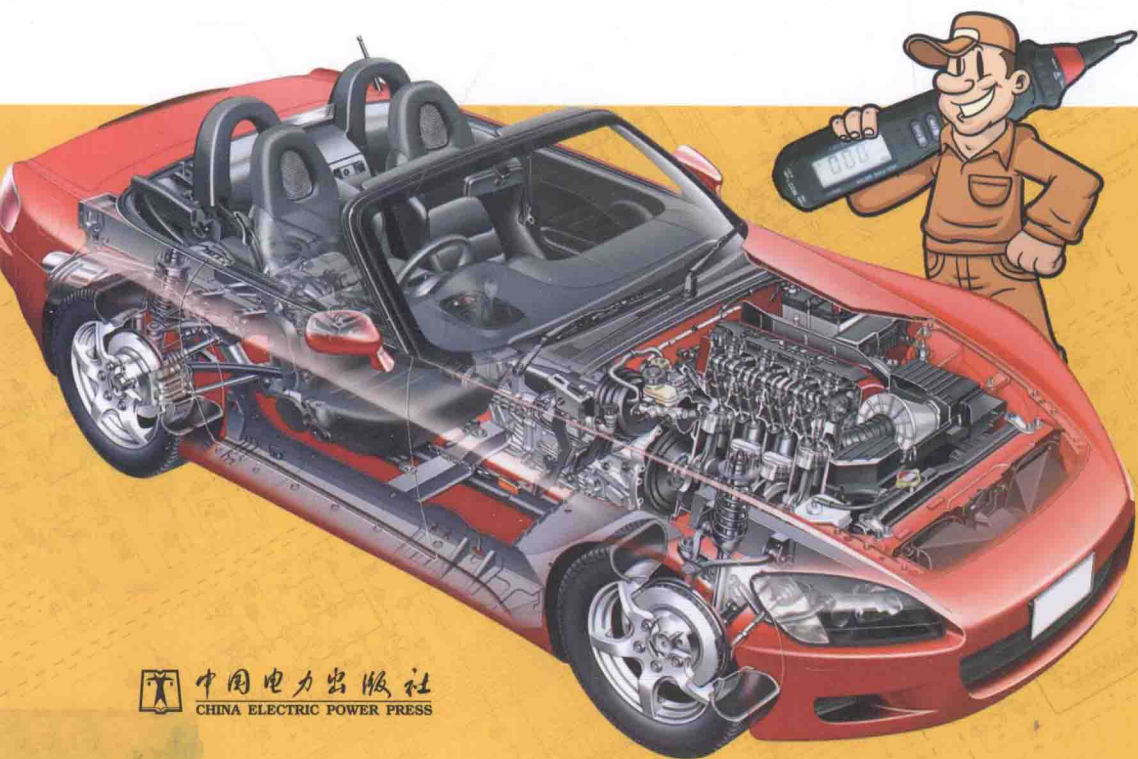


从零开始学 汽车电工

吴定才 吴珂民 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

从零开始学 汽车电工

CONGLING KAISHIXUE
QICHE DIANGONG

吴定才 吴珂民 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从汽车电气使用维修出发,以汽车维修电工应知应会的知识为核心,采用图解与图文对照的方式,较系统地介绍了汽车电气的结构、原理、使用、维修、常见故障的判断与排除以及应急修理等知识。全书共十五章,主要内容包括汽车电气概述、电工常用工具仪表与安全用电常识、蓄电池、交流发电机、交流发电机调节器、起动系统、传统点火系统、电子点火系统、空调系统、仪表与指示系统、照明与信号系统、辅助电气系统、全车线路、汽车油电路故障诊断与排除、汽车电气应急修理。

本书内容系统、全面,切合实际、指导性强,图文并茂,文字简明、通俗易懂。可作为汽车维修电工的参考书,也可作为汽车管理、使用、维修技术培训的参考教材,还可供高职院校汽车电工专业的师生学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

从零开始学汽车电工/吴定才,吴珂民编著. —北京:中国电力出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5123-4689-5

I. ①从… II. ①吴… ②吴… III. ①汽车—电工 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 155361 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 23.625 印张 479 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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



实践证明,汽车的故障有 38%左右发生在电气系统。为了让汽车维修电工及有关技术人员掌握汽车电气的结构原理、使用维修和常见故障判断与排除,以及应急修理等知识,提高汽车电气维修技术水平和实际技能,特编写了本书。

本书从汽车电气的使用维修出发,以汽车维修电工应知应会为重点,联系实际操作过程中遇到的一些重点、难点问题,强化汽车维修电工的维修技能,同时兼顾新型车辆所采用的新技术、新设备、新工艺和新方法,力求做到理论与实际相结合。采用图解与图文对照的方式,较系统地介绍了汽车电气的结构、原理、使用、维修、常见故障判断与排除及应急修理等。全书共十五章,主要内容包括汽车电气概述、电工常用工具仪表与安全用电常识、蓄电池、交流发电机、交流发电机调节器、起动系统、传统点火系统、电子点火系统、空调系统、仪表与指示系统、照明与信号系统、辅助电气系统、全车线路、汽车油电路故障诊断与排除、汽车电气应急修理。

本书内容系统、全面,文字简明,图文并茂,语言通俗易懂,具有新颖性、技术性、实用性、可操作性和指导性,是一本易学实用的汽车电工速成教材。既可作为广大求职者、下岗再就业者和汽车电工技术爱好者的自学速成教材,也可供高等职业教育、中等职业教育、职业培训学校师生学习参考。

本书由吴定才、吴珂民编写。初稿完成后,由王艳勇、肖卫东、唐军仓、刘伟、丁照灵、吴的安、王勇、周华龙、张伟民、易金成、张廷海、谭昌权、李洪德、安强、朱毅、刘波、徐炜、周小雄、蔡正江同志进行审阅,作者修改后经成都军区科技成果鉴定委员会审定定稿。

本书在编写过程中,得到了许多领导和同志的关心、指导与支持,在此一并致以衷心地感谢!

限于编者水平,书中不妥和疏漏之处在所难免,恳请同仁不吝指教。

编 者

2013 年 10 月

目 录

前言

第一章 汽车电气概述	1
第一节 汽车电气发展	1
第二节 汽车电气组成	2
第三节 汽车电气特点	3
思考题	3
第二章 电工常用工具仪表与安全用电常识	4
第一节 电工常用工具	4
第二节 电工常用仪表	11
第三节 安全用电常识	23
思考题	26
第三章 蓄电池	28
第一节 蓄电池构造	28
第二节 蓄电池工作原理	37
第三节 蓄电池工作参数	38
第四节 影响蓄电池容量因素	40
第五节 蓄电池充电	43
第六节 蓄电池故障及排除	52
第七节 蓄电池使用与维护	55
第八节 新型电池结构特点	62
思考题	64
第四章 交流发电机	66
第一节 交流发电机构造	66
第二节 交流发电机工作原理	74
第三节 新型交流发电机	79
第四节 交流发电机使用与维修	85

第五节 交流发电机试验	94
思考题	96
第五章 交流发电机调节器	98
第一节 调节器概述	98
第二节 电磁式调节器	101
第三节 电子式调节器	114
第四节 交流发电机调节器使用与维修	121
第五节 交流发电机调节器试验	124
思考题	125
第六章 起动系统	126
第一节 发动机起动条件	126
第二节 起动机分类与型号	127
第三节 起动系统结构原理	129
第四节 起动机工作特性及其影响因素	136
第五节 起动系统工作过程	138
第六节 减速起动机	144
第七节 同轴移动式起动机	149
第八节 起动机使用维修与试验	154
思考题	168
第七章 传统点火系统	169
第一节 发动机对点火系统的要求	169
第二节 传统点火系统组成与原理	174
第三节 传统点火装置构造	177
第四节 传统点火装置检修	193
第五节 传统点火装置试验	200
第六节 传统点火系统使用	201
思考题	210
第八章 电子点火系统	213
第一节 电子点火系统组成与分类	213
第二节 霍尔式电子点火系统组成与原理	217
第三节 霍尔式电子点火装置结构原理	218

第四节	霍尔式电子点火系统工作情况	226
第五节	霍尔式电子点火装置检修	228
第六节	磁感应式电子点火系统构造	231
第七节	磁感应式电子点火装置检修	233
第八节	电子点火系统使用	237
第九节	电子点火系统故障诊断与排除	240
第十节	电子点火装置试验	244
	思考题	246
第九章	空调系统	248
第一节	空调系统组成	248
第二节	空调制冷系统	249
第三节	空调系统电路	255
第四节	空调暖风系统	257
	思考题	260
第十章	仪表与指示系统	261
第一节	电流表	261
第二节	电压表	263
第三节	油压表	264
第四节	水温表	269
第五节	燃油表	273
第六节	车速里程表	276
第七节	发动机转速表	277
第八节	指示系统	279
	思考题	284
第十一章	照明与信号系统	285
第一节	照明系统	285
第二节	信号系统	292
	思考题	302
第十二章	辅助电气系统	303
第一节	电动刮水器、洗涤器与除霜装置	303
第二节	电动车窗	307

第三节	电动燃油泵	307
第四节	电动后视镜	310
第五节	汽车防盗器	311
第六节	收放机	313
第七节	电路控制与保护装置	314
	思考题	320
第十三章	全车线路	321
第一节	汽车电路图表达方法	321
第二节	汽车线路分析	322
第三节	汽车电气导线与线束	326
第四节	全车线路检修	332
	思考题	334
第十四章	汽车油电路故障诊断与排除	335
第一节	概述	335
第二节	充电系统故障诊断与排除	338
第三节	起动系统故障诊断与排除	343
第四节	点火系统故障诊断与排除	347
第五节	油电路综合故障诊断与排除	355
	思考题	360
第十五章	汽车电气应急修理	362
第一节	蓄电池应急修理	362
第二节	调节器应急修理	362
第三节	分电器应急修理	364
第四节	点火线圈应急修理	367
第五节	火花塞应急修理	367
	思考题	368
	参考文献	369



汽车电气概述

汽车电气是汽车的重要组成部分，其性能直接影响汽车的动力、经济、安全、舒适以及排放等性能。例如：为使发动机获得最好的燃油经济性，需要点火系统在最佳时刻点火；为使发动机可靠起动，需要采用电动起动机；为保证汽车工作可靠、行驶安全，需要配装各种指示仪表、信号装置和照明装置等。

第一节 汽车电气发展

20 世纪 60 年代以来，随着汽车结构与性能的不断改进和提高，汽车上装备的传统电气设备面临着巨大冲击与挑战。随着电子工业的飞速发展，电子技术在汽车上的应用越来越广泛，新型车用电子装置犹如雨后春笋涌现，特别是大规模集成电路和微处理机的应用，有力地推动了汽车工业的发展，同时也给汽车的控制装置带来了巨大的变革。在解决汽车油耗、安全、排放等问题方面，汽车电子技术正起着举足轻重的作用。如采用电子控制燃油喷射系统和电子控制点火系统，不仅可以节油 5%~10%，而且还能大大提高排气净化性能；采用电子控制防抱死制动系统（Anti-lock Brake System, ABS），不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶，而且在紧急制动时可以防止车轮侧滑，保证汽车安全制动。此外，在实现操纵自动化和提高舒适性等方面，汽车电子控制技术也扮演着重要角色。

汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术结合的产物，世界汽车电子技术的发展大致可分为三个阶段：

（1）1960~1975 年，晶体管整流交流发电机、电子式调节器、晶体管点火装置和晶体管收音机在汽车上的应用揭开了汽车电子时代的序幕。汽车电子产品由分立元件向集成电路（IC）过渡。

（2）1975~1985 年，主要开发研究专用的独立系统，如电子控制燃油喷射系统（Electronic Fuel Injection, EFI）、自动变速系统（Electronic Controlled Automatic Transmission System, ECT）、防抱死制动系统和安全气囊系统（Supplement Restrain



System, SRS) 等。

(3) 1985~2001 年, 主要开发能够完成各种控制功能的微机控制系统。这个阶段称为汽车电子时代。在现代汽车上, 微机控制系统可以实现发动机点火时刻、空气燃烧比、怠速转速、废气再循环、自动变速器、制动防抱死、仪表、信号等多项控制, 为了提高工作的可靠性, 控制系统还具有故障自诊断和保护功能。

目前, 在工业发达国家生产的汽车上, 电子装置的成本已占整车成本的 30%~35%。汽车电子化程度的高低已经成为国际上衡量汽车先进水平的重要标志。

第二节 汽车电气组成

现代汽车装备的电气与电子设备很多, 按其用途大致可分为电源系统、用电设备、电子控制系统、仪表检测系统和配电装置五个部分。

汽车电源系统由蓄电池、发电机和调节器组成。在汽车上, 蓄电池和发电机并联工作, 发电机是汽车的主要电源, 蓄电池是辅助电源。发电机配有调节器, 其主要作用是在发电机转速升高到一定程度时, 自动调节发电机的电压并使其保持稳定。

汽车上的用电设备数量很多, 大致可分为以下几个系统。

(1) 起动系统。用来起动发动机。

(2) 点火系统。其作用是产生高压电火花, 点燃汽油发动机气缸内的可燃混合气。点火系统分为传统点火系统、电子点火系统和微机控制点火系统。目前, 国产载货汽车仍广泛使用传统点火系统, 但将逐渐被电子点火系统取而代之; 小轿车普遍使用电子点火系统, 现已开始采用微机控制点火系统。

(3) 照明系统。包括车内外各种照明灯以提供夜间安全行车所必需的灯光照明, 其中以前照灯最为重要。

(4) 信号系统。包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种信号灯, 主要用来提供安全行车所必需的信号。

(5) 辅助电气系统。包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温起动预热装置、收录机、点烟器、防盗装置、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器有日益增多的趋势, 主要向舒适、娱乐、保障安全方面发展。

(6) 汽车电子控制系统。是指现代汽车特别是中高级轿车上装备的由微机控制的机电一体化控制系统。根据汽车的总体结构, 汽车电子控制系统可分为发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统三大类, 如电子控制点火系统、电子控制燃油喷射系统、电子控制防抱死制动系统、电子控制自动变速系统、辅助防护气囊(安全气囊)控制系统、汽车空调系统和汽车音响系统等, 其功能是提高汽车的动力, 具有经济、安全、舒适、操纵方便性能和排放性能。

(7) 汽车电气仪表检测系统。包括各种监测仪表, 如电流表、电压表、润滑油压



力表、温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表和各种报警灯。用来监视发动机和其他控制系统的工作情况。

(8) 配电装置。包括电路控制开关、中央接线盒、保险装置、连接器和导线。

第三节 汽车电气特点

汽车电气具有以下四个特点。

(1) 低压。汽车电气的标称电压有 12、24V 两种，汽油汽车普遍采用 12V 电压，柴油汽车大多数采用 24V 电压。12、24V 电气系统的额定电压分别为 14V 和 28V。采用低压电气的主要优点是安全。

(2) 直流。汽车采用直流系统的原因是汽车发动机靠电力起动机起动，起动机采用直流电动机，由蓄电池供电，而蓄电池电能消耗后又必须用直流电充电，所以汽车电气系统为直流系统。

(3) 单线制。单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接，而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公用导线。由于单线制节省导线、线路清晰、安装和维修方便，且电气总成部件不需与车体绝缘，因此现代汽车均采用单线制，但在个别情况下，有时也需采用双线制。

(4) 负极搭铁。采用单线制时，需要将电气设备的某一个电极连接到车架上，俗称“搭铁”。将蓄电池的负极连接到车架上称为“负极搭铁”，反之则称为“正极搭铁”。按我国汽车行业标准 QC/T 413—2002《汽车电气设备基本技术条件》的规定，汽车电气系统已统一规定为负极搭铁。



思考题

1. 汽车电气有何发展？
2. 汽车电气有何组成？
3. 汽车电气有哪些特点？

电工常用工具仪表与安全用电常识

第一节 电工常用工具

一、螺丝刀

1. 用途

螺丝刀是用来拆装有槽口的螺栓或螺钉的手工具。偏置螺丝刀是用来拆装其他螺丝刀难以拆装的螺栓。这种螺丝刀两端都有螺丝刀口，在扭动螺栓时可以变换使用。

2. 分类

常用的螺丝刀有平口螺丝刀（标准螺丝刀）、十字螺丝刀、重级螺丝刀和偏置螺丝刀，如图 2-1 所示。

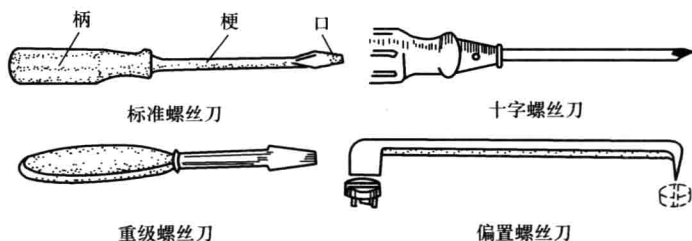


图 2-1 常用螺丝刀

3. 使用方法

(1) 选用螺丝刀时，螺丝刀口应与螺栓或螺钉槽口相适应，否则会损坏螺丝刀或螺栓（螺钉）槽的口。

(2) 使用前应擦净螺丝刀口上的油污，以免工作时滑脱。

(3) 使用时，以右手握持螺丝刀，手心抵住柄端，使螺丝刀口与螺栓或螺钉槽口垂直吻合，并先用力压紧螺丝刀，然后扭动，如图 2-2 所示。使用较长的螺丝刀时，



可用右手压紧和拉动手柄，左手握螺丝刀柄中部使它不致滑脱，以保证操作安全。

(4) 使用偏置螺丝刀时，因所施的压力很小，所以必须使螺丝刀口与螺钉槽口完全吻合，才能顺利拆装螺钉。

(5) 禁止用螺丝刀当撬棒、凿子等使用，如图 2-3 所示。

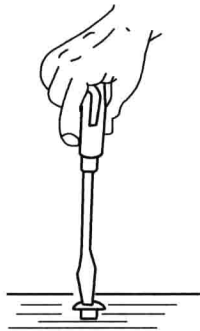


图 2-2 螺丝刀使用方法

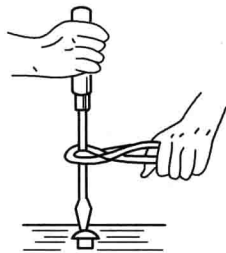


图 2-3 螺丝刀错误用法

二、钳子

1. 用途

鲤鱼钳可用来剪断金属丝，扭弯金属材料及夹持各种小型工作物。尖嘴钳可用来夹持一些小零件。

2. 分类

常用的钳子主要有鲤鱼钳和尖嘴钳两种，如图 2-4、图 2-5 所示。其规格有 150、165、200、250mm 等。



图 2-4 鲤鱼钳

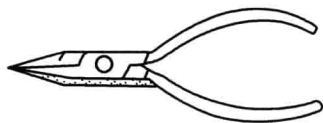


图 2-5 尖嘴钳

3. 使用方法

(1) 使用前、后应保持清洁，以便于使用和保管。

(2) 使用时必须先将工作物夹牢，然后再用力剪断或扭弯。使用鲤鱼钳夹持较大工件时，可放大钳口。

4. 使用注意事项

(1) 要根据工件大小，选用相应规格的钳子。

(2) 不得用钳子代替扳手紧、松螺钉。

(3) 禁止用钳子代替扳手、撬棒使用，也不可用钳子代替锤子使用，如图 2-6 所示。

(4) 不可用钳子夹持过热的工件或夹持工件在火中加热，以防钳口退火。

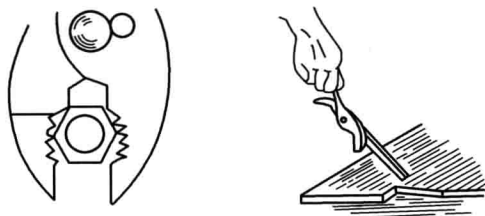


图 2-6 钳子错误用法

三、锤子

(一) 结构

锤子(榔头)是用于錾削、矫正、弯曲、铆接和拆装零件等敲击工具。手锤由锤头和木柄两部分组成,如图 2-7 所示。

常用的有圆头锤子和横头锤子两种。

锤头的质量大小用来表示手锤的规格,如图 2-7 所示。常用的有 0.25、0.5kg

和 1kg 等(英制规格为 0.5 磅、1 磅和 1.5 磅等)。锤头用 T7 钢制成,两个端部经淬硬处理。

木柄选用比较坚固的木材做成,如檀木、白蜡等。常用的柄长为 350mm 左右。

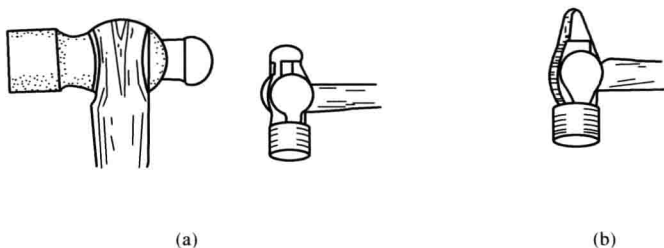


图 2-7 锤子组成与种类

(a) 圆头锤子; (b) 横头锤子

木柄安装在锤头中必须稳固可靠,以防脱落造成事故。为此,装木柄的孔做成椭圆形,且两端(孔口)大、中间小。木柄敲紧在孔中后,端部再打入楔子,如图 2-8 所示,就不易松动了。木柄也做成椭圆形,其作用除了可防止它在锤孔中发生转动外,握在手中也不易转动,便于准确地锤击。

(二) 使用

1. 锤子握法

(1) 紧握法。如图 2-9 所示。用右手五指紧握锤柄,大拇指压在食指上,虎口对准锤头方向(木柄椭圆的长轴方向),木柄尾端露出 15~20mm。在挥锤和锤击过程中,五指始终紧握。由于锤子握得较紧,容易疲劳或将手磨破,所以应尽量少用。

(2) 松握法。如图 2-10 所示。只用大拇指和食指始终紧握锤柄,在挥锤时,小指、无名指、中指则依次放松;在锤击时,又以相反的次序收拢握紧。这种握法的优点是不易疲劳,且锤击力大,因此较常用。

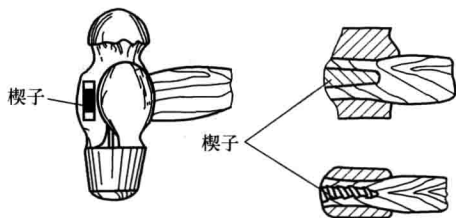


图 2-8 锤柄端部打入楔子

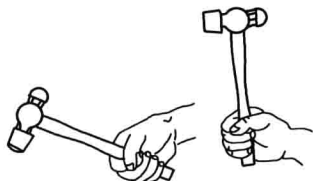


图 2-9 紧握法

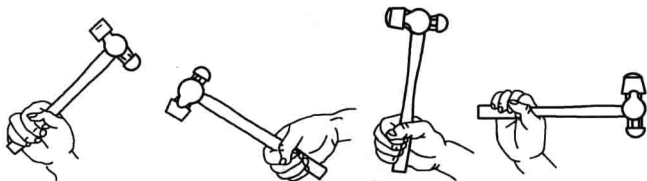


图 2-10 松握法

2. 挥锤方法

挥锤有腕挥、肘挥和臂挥三种方法。

(1) 腕挥。如图 2-11 (a) 所示。腕挥是仅用手腕的动作进行锤击运动，采用紧握法握锤，一般用于錾削余量较少或錾削开始或结尾。

(2) 肘挥。如图 2-11 (b) 所示。肘挥是用手腕与肘部一起挥动作锤击运动，采用松握法握锤，因挥动幅度较大，故锤击力也较大，应用最广。

(3) 臂挥。如图 2-11 (c) 所示。臂挥是用手腕、肘和全臂一起挥动，其锤击力最大，用于需要大力錾削的工作。

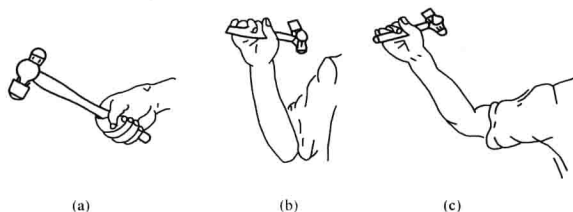


图 2-11 挥锤方法

(a) 腕挥；(b) 肘挥；(c) 臂挥

3. 使用注意事项

(1) 使用前，要注意检查锤子的安装是否牢固。

(2) 要擦干净手上和锤柄上的汗水、油污，以防工作时手锤从手中滑脱。

(3) 锤击时要用手握牢锤柄的后端靠手腕的运动来锤击。

四、扳手

(一) 开口扳手

1. 用途

开口扳手用来拆装一般螺栓、螺母。

2. 分类

开口扳手结构形式有单头和双头之分，其开口大小不等。双头开口扳手多为套件，如图 2-12 所示。常用的有 6 件套和 8 件套两种。

3. 使用方法

(1) 选用各种扳手时，扳口大小必须符合螺母或螺栓头的尺寸，如图 2-13 所示。



如扳口松旷，则易滑脱，损坏扳手或螺母、螺栓头的棱角，甚至会碰伤人。

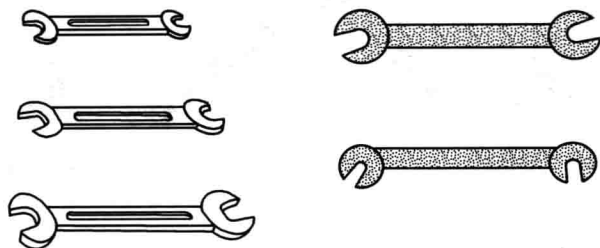
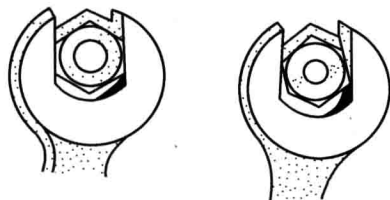


图 2-12 开口扳手

(2) 使用开口扳手时，为使扳手不致损坏和滑脱，应使受力大的部位靠近扳口较厚的一边，如图 2-14 所示。



(a) 正确；(b) 不正确

图 2-13 开口扳手选择

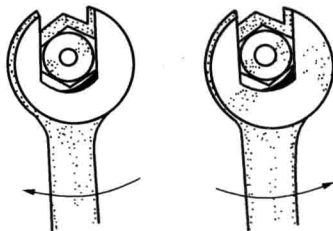


图 2-14 开口扳手使用方法

(3) 使用任何扳手时，要想得到最大的扭力，拉力的方向一定要和扳手成直角。

(4) 在使用扳手时，最好的效果是拉动。倘若必须推动时，也只能用手掌来推，并且手指要伸开，以防螺母或螺栓突然松动碰伤手指，如图 2-15 所示。

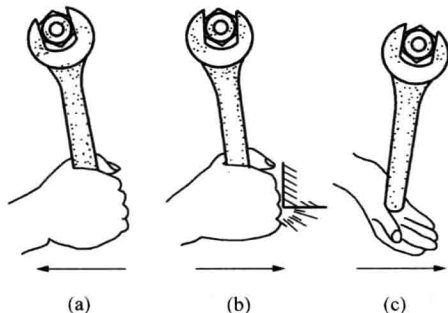


图 2-15 开口扳手拉动方法

(a) 正确；(b) 不正确；(c) 正确

(5) 任何扳手使用都应以拉力为主，必须推动时，也只能用手掌推，以防滑脱伤人和损坏工具。

(二) 梅花扳手

用途与开口扳手相似，使用时不易滑脱，具有更安全、可靠的特点。常用的有 6 件套和 8 件套两种，如图 2-16 所示。

(三) 套筒扳手

套筒扳手是一种组合型工具，如图 2-17



所示。常用的有 13 件套、17 件套、24 件套等。使用时可以根据需要装配各种不同规格的套筒和使用不同类型的扳柄。具有功能多, 使用方便、安全、可靠等特点, 快速扳柄可用来快速拆装螺母或螺栓。与扭力扳柄(见图 2-18)装配使用, 即为扭力扳手。

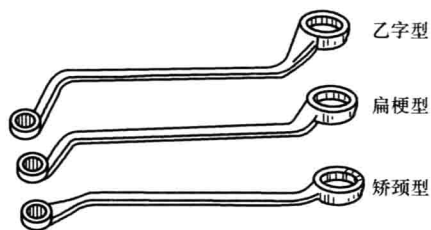


图 2-16 梅花扳手

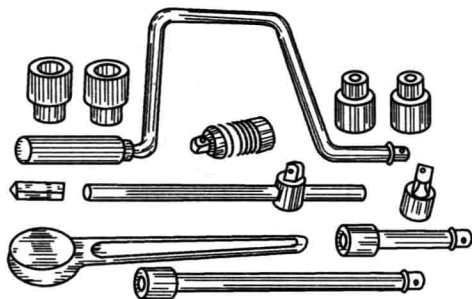


图 2-17 套筒扳手

(四) 扭力扳手

扭力扳手如图 2-18 所示。扭力扳手在旋紧螺母或螺栓时可以指示出扭力的大小, 通常扭力用 N 来计算。

(五) 活动扳手

活动扳手开口的大小可以根据需要在一定范围内调节, 如图 2-19 所示。

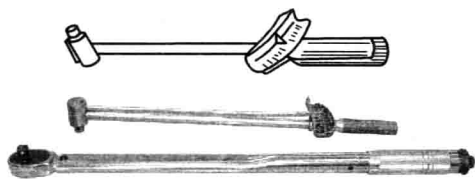


图 2-18 扭力扳手

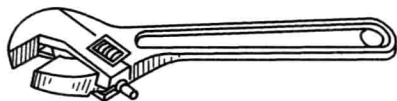


图 2-19 活动扳手

使用方法: 使用活动扳手时, 要将活动扳手扳口调整合适, 使其套在螺母或螺栓上不松动。工作时必须注意拉动方向, 使拉力施在固定扳口上, 否则扳手易拆断或滑脱, 如图 2-20 所示。

(六) 管子扳手

管子扳手结构如图 2-21 所示。管子扳手专门用于扭转管子、圆棒等的扳手, 不得代替其他扳手拆装螺栓或螺母。使用时一定要注意受力方向, 如图 2-22 所示, 否则不能使用。

五、锡焊工具

锡焊是一种常用的软钎焊方法, 也是钳工所必须掌握的一种技能。锡焊时, 工件材料不熔化, 只是焊料受热熔化, 而将工件连接起来。锡焊的主要优点是被焊工件不