

汽车发动机机械系统检修

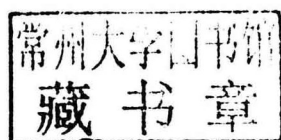
宗明建 赵雪永 赵海宾主编

北京理工大学出版社



汽车发动机机械系统检修

主编 宗明建 赵雪永 赵海宾



内 容 简 介

本书以汽车维修企业典型工作过程为导向,需学生完成的工作任务为教学载体,设计了 21 个项目。每个项目包含一个实际的工作任务、工作页与评分表和若干个理论与实践技能的核心知识点。

本书主要内容包括发动机基础知识、曲柄连杆机构的检修、配气机构的检修、冷却系统的检修、润滑系统的检修五个单元。再细分为工具与量具的使用、发动机总体结构认识,气缸的测量、气缸盖的拆装与检测、活塞与活塞环的拆装与检测、活塞连杆组的拆装、连杆的检测、曲轴的检测、曲轴飞轮组的拆装与检测、发动机气缸压力低的故障检修,气门组的拆装与检测、凸轮轴的拆装与检测、正时链的检测与更换、更换正时皮带、气门室异响的故障诊断,节温器的拆装与检测、更换冷却液、发动机冷却液温度过高的故障诊断,机油泵的拆装与检测、更换发动机机油与机滤、发动机机油压力过低的故障诊断共 21 个工作项目。每个工作项目有详细的操作方法、步骤、要求等,重点针对学生实践技能和动手能力的培养。

本书可作为高等院校汽车类相关专业教学用书,也可供从事汽车相关工作的工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机机械系统检修/宗明建,赵雪永,赵海宾主编.—北京:北京理工大学出版社,2018.3

ISBN 978-7-5682-5438-0

I. ①汽… II. ①宗… ②赵… ③赵… III. ①汽车-发动机-机械系统-车辆检修-教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 056765 号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/

开 本/787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/21.25

字 数/505 千字

版 次/2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷

定 价/79.00 元

责任编辑/封 雪

文案编辑/封 雪

责任校对/周瑞红

责任印制/李 洋

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

P R E F A C E

本书的编者都来自教学一线，有着丰富的教学经验和扎实的专业理论知识及专业实践技能。在编写过程中，引入汽车企业培训内容，并结合企业的工作过程，按照工程过程的情境组织教材内容，并将其分为五个单元，21 个工作项目。每个工作项目接近企业的实际工作过程。旨在培养学生的实际工作技能，满足高职学生的人才培养要求。

宗明建、赵雪永和赵海宾担任本书主编，并负责全书统稿工作；张玉泉、程嫣、张宁担任副主编；代长安参编。具体编写分工为：宗明建编写单元二的项目七和项目八、单元三的概述和项目五、单元四的概述和项目三，赵雪永编写单元二的项目五和项目六、单元五的概述和项目三，张玉泉编写单元二的项目二和项目三、单元三的项目三、单元五的项目一，程嫣编写单元一的项目一、单元二的概述和项目一、单元三的项目二、单元五的项目二，赵海宾编写单元二的项目四、单元三的项目四、单元四的项目一，张宁编写单元一的项目二、单元三的项目一、单元四的项目二，代长安参与了部分章节的编写工作。本书在编写过程中，参考了大量的书籍、论文等文献资料，在此，谨向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中存在不当甚至错误之处在所难免，衷心希望广大读者批评指正。

编者



目
录

目 录

CONTENTS

单元一 发动机基础知识

项目一 工具与量具的使用	003
1.1.1 常用工具	003
1.1.2 常用量具	011
项目二 发动机总体结构认识	021
1.2.1 发动机总体结构认识项目实施	021
1.2.2 发动机常用术语和基本的工作原理	026
1.2.3 发动机主要性能指标和工作特性	029

单元二 曲柄连杆机构的检修

概述	041
项目一 气缸的测量	045
2.1.1 气缸体的检查与修理项目实施	045
2.1.2 气缸体与曲轴箱的结构	050
2.1.3 气缸与气缸套	052
项目二 气缸盖的拆装与检测	059
2.2.1 气缸盖的拆装与检测项目实施	059
2.2.2 气缸盖、燃烧室	062
2.2.3 气缸垫	067
2.2.4 油底壳	068
2.2.5 塑性区螺栓	069
项目三 活塞与活塞环的拆装与检测	075
2.3.1 活塞与活塞环的拆装与检测项目实施	075
2.3.2 活塞	078
2.3.3 活塞环	086



2.3.4 活塞销	092
项目四 活塞连杆组的拆装	099
2.4.1 准备工作	099
2.4.2 活塞连杆组拆卸的工作过程	099
2.4.3 零件的选配和工艺要求	103
2.4.4 活塞连杆组安装的工作过程	108
项目五 连杆的检测	117
2.5.1 连杆的检测项目实施	117
2.5.2 连杆的结构	120
项目六 曲轴的检测	129
2.6.1 曲轴的检测项目实施	129
2.6.2 曲轴的结构	131
项目七 曲轴飞轮组的拆装与检测	143
2.7.1 曲轴飞轮组的拆装与检测项目实施	143
2.7.2 飞轮的结构	148
2.7.3 扭转减震器的结构	149
项目八 发动机气缸压缩压力低的故障检修	157
2.8.1 发动机气缸压缩压力的检测	157
2.8.2 发动机气缸压缩压力低的检修过程	158

单元三 配气机构的检修

概述	167
项目一 气门组的拆装与检测	172
3.1.1 气门组的拆装与检测项目实施	172
3.1.2 气门组结构	176
项目二 凸轮轴的拆装与检测	187
3.2.1 凸轮轴的拆装与检测项目实施	187
3.2.2 气门传动组	205
项目三 正时链的检测与更换	215
3.3.1 准备工作	215
3.3.2 正时链的拆卸	215
3.3.3 正时链条与链轮的检测	218
3.3.4 正时链条的安装	219
项目四 正时皮带的更换	227
3.4.1 准备工作	227
3.4.2 正时皮带更换工作过程	227
项目五 气门室异响的故障诊断	239
3.5.1 气门室异响的原因分析	239

3.5.2 气门室异响检修工作过程	239
3.5.3 气门间隙	240

单元四 冷却系统的检修

概述	251
项目一 节温器的拆装与检测	255
4.1.1 节温器的拆装与检测项目实施	255
4.1.2 冷却水的循环流动路线	256
4.1.3 蜡式节温器的结构	257
项目二 冷却液的更换	265
4.2.1 冷却液的更换项目实施	265
4.2.2 散热器	266
4.2.3 冷却液	269
项目三 发动机冷却液温度过高的故障诊断	275
4.3.1 发动机冷却液温度过高的原因分析	275
4.3.2 发动机冷却液温度过高的检修	275
4.3.3 水泵	276
4.3.4 风扇	278

单元五 润滑系统的检修

概述	287
项目一 机油泵的拆装与检测	291
5.1.1 机油泵的拆装与检测项目实施	291
5.1.2 机油泵	298
项目二 发动机机油与机滤的更换	307
5.2.1 发动机机油与机滤的更换项目实施	307
5.2.2 发动机润滑油	309
5.2.3 机油滤清器	311
项目三 发动机机油压力过低的故障诊断	319
5.3.1 机油压力过低的故障诊断	319
5.3.2 曲轴箱通风	320
5.3.3 机油冷却器	322
参考文献	329



单元一

发动机基础知识



通过本单元的学习，重点掌握发动机的总体构造、基本术语、四冲程发动机的工作原理、发动机的性能指标；了解发动机的种类、发动机的型号编制、常用工具与量具的使用。



能力目标	知识要点	权重
会选用、使用基本的工具与量具	常用工具的种类与正确使用 常用量具的种类、正确使用与读数	30%
认识发动机的总体结构	总体结构组成及工作原理	40%
通过性能指标、型号区分发动机	发动机的性能指标 发动机的型号编制	30%



00

项目一

工具与量具的使用

1.1.1 常用工具

1. 螺钉旋具

1) 种类和用途

(1) 一字螺钉旋具（一字螺丝刀、一字改锥），如图 1-1-1（a）所示。一字螺钉旋具主要用于拆装一字槽口的螺钉。一字螺丝刀的型号表示为刀头宽度×刀杆，如 3.2 mm×75 mm，表示刀头宽度为 3.2 mm，杆长为 75 mm（非全长）。常用杆长规格有 50 mm、75 mm、125 mm、150 mm 等。

(2) 十字螺钉旋具（十字螺丝刀、十字改锥），如图 1-1-1（b）所示。十字螺钉旋具专门用于拆装十字槽口的螺钉。十字螺钉旋具规格型号表示为刀头大小×刀杆。例如，2#×75 mm，表示刀头为 2 号，金属杆长 75 mm（非全长）。机械设备常用十字螺钉旋具刀头型号为 0#、1#、2#、3#、4#，适用的螺钉直径为 3 mm、5 mm、6 mm、8 mm、10 mm。部分厂家以数字前加 PH 表示，如 PH2 即为 2#。



图 1-1-1 螺钉旋具

(a) 一字螺钉旋具；(b) 十字螺钉旋具

2) 使用注意事项

- (1) 旋具有木柄和塑料柄之分，塑料柄具有一定的绝缘性，适宜电工使用。
- (2) 使用前应先擦净旋具柄和槽口、刀口的油污，以免工作时滑脱而发生意外。
- (3) 螺钉旋具刀口应与螺钉（栓）槽口的形状和大小适合，刀口端太薄易折断，螺钉太厚不能完全嵌入槽口内，而易使旋具口和螺钉（栓）槽口损坏。
- (4) 使用时，不允许将工件拿在手上用旋具拆装螺钉（栓），以免旋具从槽口中滑出伤手。
- (5) 使用时，不可用旋具当撬棒和镊子使用，除穿心加力螺钉旋具外，不允许用锤子敲击旋具柄，不允许用扳手或钳子扳转旋具口端来增大扭力，以免使旋具发生弯曲或扭曲变形。穿心加力螺钉旋具如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 穿心加力螺钉旋具

(a) 穿心加力螺钉旋具; (b) 穿心加力螺钉旋具的加力部

(6) 正确的握持方法 [图 1-1-3 (a)] 应以右手握持旋具, 手心抵住旋具柄端, 让旋具口端与螺栓 (钉) 槽口处于垂直吻合状态。当开始拧松或最后拧紧时, 应用力将旋具压紧后再用手腕力按需要的力矩扭转旋具。当螺栓 (钉) 松动后, 即可使手心轻压住旋具柄, 用拇指、中指和食指快速扭转。使用较长的螺钉旋具时, 可用右手压紧和转动旋具柄, 左手握在旋具柄中部, 防止旋具滑脱, 以保证安全工作。应避免错误使用 [图 1-1-3 (b)], 以免损坏螺钉旋具。

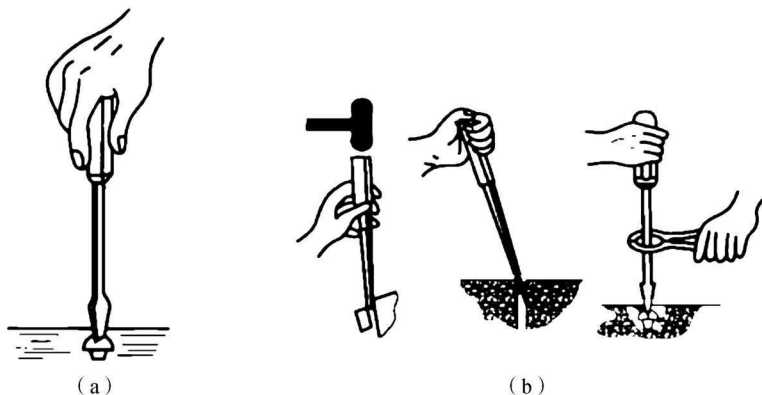


图 1-1-3 螺钉旋具的使用

(a) 正确使用; (b) 错误使用

2. 钳子

1) 种类和用途

汽车维修作业中常用的钳子有鲤鱼钳、钢丝钳、尖嘴钳、弯嘴钳、卡簧钳和断线钳等, 一般用于拔出圆钉、切断金属丝及夹持或弯曲较小的金属零件。钳的规格以钳长来表示。

(1) 鲤鱼钳 (图 1-1-4)。鲤鱼钳可用来切割金属丝、弯扭小型金属棒料、夹持扁或圆柱形小工件。鲤鱼钳的常用规格有 6 in (约 150 mm)、8 in (约 200 mm)、10 in (约 240 mm) 三种。

(2) 钢丝钳 (图 1-1-5)。钢丝钳上带有旁刃口, 除能夹持工件外, 还能折断金属薄板以及切断直径较小的金属线。钳柄上套有橡胶绝缘套的钢丝钳多在带电场合使用。钢丝钳的型号规格一般有 6 in (约 150 mm)、7 in (约 175 mm)、8 in (约 200 mm) 三种。



图 1-1-4 鲤鱼钳



图 1-1-5 钢丝钳

(3) 尖嘴钳和弯嘴钳 (图 1-1-6)。尖嘴钳和弯嘴钳能在较狭小的工件空间操作，不带刃口的只能夹捏工件，带刃口的能切剪细小零件，是修理仪表及电器材料的常用工具。一般有 5 in (约 125 mm)、6 in (约 150 mm)、8 in (约 200 mm) 三种。



(a)



(b)

图 1-1-6 尖嘴钳和弯嘴钳

(a) 尖嘴钳；(b) 弯嘴钳

(4) 卡簧钳 (图 1-1-7)。卡簧钳也称挡圈钳，专门用于拆装带拆装孔的弹性挡圈。按用途可分为轴用 (外卡簧)、孔用 (内卡簧) 两种，按钳头可分为直头和弯头两种。型号规格一般有 5 in (约 125 mm)、7 in (约 175 mm)、9 in (约 225 mm)、13 in (约 325 mm) 四种。内外卡簧钳的使用方法如图 1-1-8 所示。

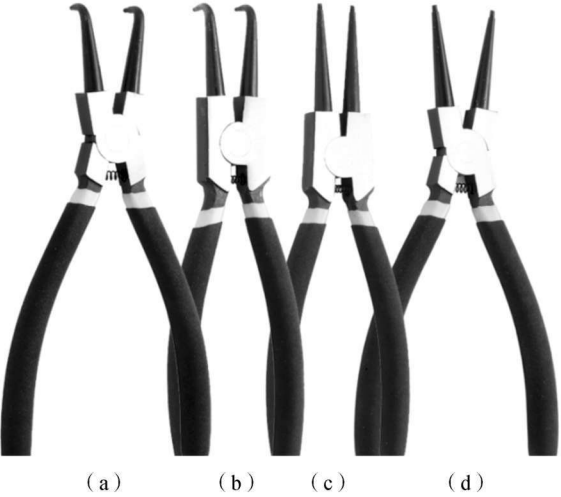


图 1-1-7 卡簧钳

(a) 弯嘴内卡簧钳；(b) 弯嘴外卡簧钳；
(c) 直嘴外卡簧钳；(d) 直嘴内卡簧钳

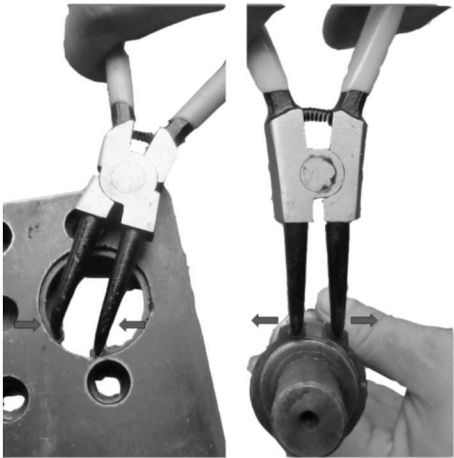


图 1-1-8 内外卡簧钳的使用方法

(5) 断线钳（图 1-1-9）。断线钳能比较省力地剪断较粗的金属线材。断线钳常用型号规格及剪切能力见表 1-1-1。

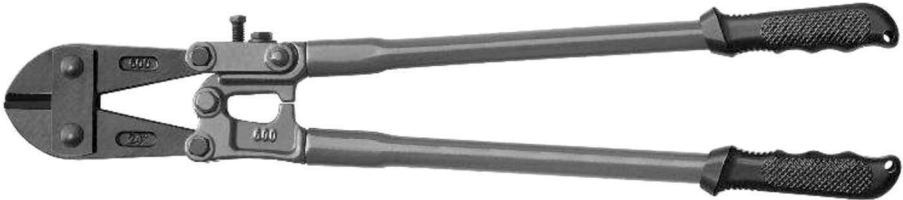


图 1-1-9 断线钳

表 1-1-1 断线钳常用型号规格及剪切能力

规格/in	最大剪切能力	
	低碳钢直径/mm（in）	中碳钢直径/mm（in）
8	3.17（1/8）	3.17（1/8）
12	5（3/16）	4（5/12）
14	7（1/4）	5（3/16）
18	8（5/16）	6（1/4）
24	10（3/8）	8（5/16）

30	13 (1/2)	10 (3/8)
36	16 (5/8)	12 (7/16)
42	19 (3/4)	14 (9/16)
48	22 (7/8)	16 (5/8)

2) 使用注意事项

- (1) 钳子的规格应与工件规格相适应, 以免钳子受力过大而损坏。
- (2) 使用前应先擦净钳子柄上的油污, 以免工作时滑脱而导致事故。
- (3) 使用完应保持清洁, 及时擦净。
- (4) 严禁用钳子代替扳手拧紧或拧松螺栓、螺母等带棱角的工件 [图 1-1-10 (a)], 以免损坏螺栓、螺母等工件的棱角。
- (5) 使用时, 不允许用钳子切割过硬的金属丝 [图 1-1-10 (b)], 以免造成刃口损坏或钳体损坏。
- (6) 不可用钳子柄当撬棒撬物体 [图 1-1-10 (c)], 以免弯曲、折断或损坏钳子, 也不可用钳子代替手锤敲击零件。

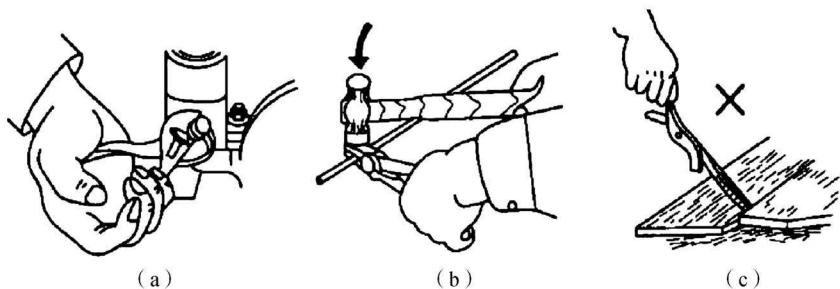


图 1-1-10 钳子的不正确使用

(a) 用钳子代替扳手; (b) 用钳子切割过硬的金属丝; (c) 用钳子柄当撬棒

3. 扳手

1) 种类和用途

扳手主要有开口扳手、梅花扳手、套筒扳手、活动扳手、扭力扳手和内六角扳手等。它用来拆装有棱角的标准螺栓螺母, 有单头、双头两种。端部开口方向与本体有 15° 、 45° 等角度, 使用方便, 可上下套入或直接插入螺栓头部或螺母。

(1) 开口扳手 (图 1-1-11)。开口扳手主要用于拆装一般标准规格的螺栓或螺母。公制开口扳手的规格为其开口宽度, 尺寸范围为 $6 \sim 32 \text{ mm}$, 常见套组为 8 件、11 件、14 件等。



图 1-1-11 双头开口扳手

(2) 梅花扳手(图 1-1-12)。梅花扳手用途与开口扳手相似,两端为套筒式圆环状,圆环内有 12 个棱角,能将螺栓或螺母的六角部分全部围住,工作时不易滑脱,更为安全可靠。梅花扳手的规格表示为对边宽度 $\times$ 对边宽度,如 8 mm $\times$ 12 mm,表示扳手一头适应六角头对边宽度 S (图 1-1-13)为 8 mm 的螺栓螺母,另一头可用于对边宽度 S 为 12 mm 的螺栓螺母,如图 1-12 所示。适用范围在 5.5~27 mm,常见套组为 6 件、8 件、11 件套等。



图 1-1-12 双头梅花扳手

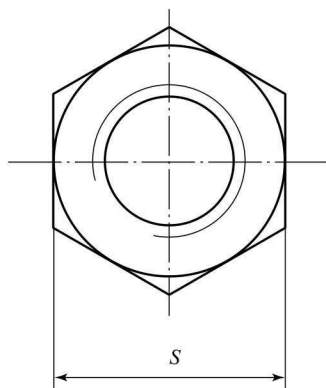


图 1-1-13 螺栓螺母
六角头对边宽度 S

(3) 套筒扳手(图 1-1-14)。套筒扳手适合拆装部位狭小的螺栓或螺母。套筒扳手是一种组合型工具,由多种规格的套筒和多种用途的手柄组合而成。其套筒与梅花扳手的端头相似,工作时根据需要选用不同规格的套筒和各种手柄进行组合,还可配合扭力扳手显示拧紧力矩,具有功能多、使用方便、安全可靠的特点。

(4) 活动扳手(图 1-1-15)。其开口端根据需要可以在一定范围内进行调节,主要用于拆装不规则的带有棱角的螺栓或螺母。活动扳手的规格以全长来表示,常用规格有 6 in(约 150 mm)、8 in(约 200 mm)、10 in(约 250 mm)、12 in(约 300 mm)等。



图 1-1-14 套筒扳手



图 1-1-15 活动扳手

(5) 扭力扳手。在维修作业中,凡是有拧紧力矩要求的螺栓或螺母,均需用扭力扳手与套筒配合使用,将螺栓或螺母拧到规定力矩。常用的手动扭力扳手有定值型和直读型两种(图 1-1-16),前者在施加的扭矩到达规定值后,会发出声响信号;后者在拧转螺栓或螺母时,能显示出所施加的扭矩。扭力扳手的规格为其测量扭矩的范围,如 $1 \sim 5 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $5 \sim 25 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $20 \sim 100 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $40 \sim 200 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $68 \sim 340 \text{ N} \cdot \text{m}$ 等。



图 1-1-16 扭力扳手

(a) 定值型; (b) 直读型

(6) 内六角扳手(图 1-1-17)。内六角扳手用于扭转内六角头部的螺栓。内六角扳手长端的尾部设计成球形,有利于内六角扳手从不同角度操作,便于狭小角度空间使用。内六角扳手规格为六方的对边宽度,常用规格有 2 mm、2.5 mm、3 mm、4 mm、5 mm、6 mm、7 mm、8 mm、10 mm、12 mm、14 mm 等。

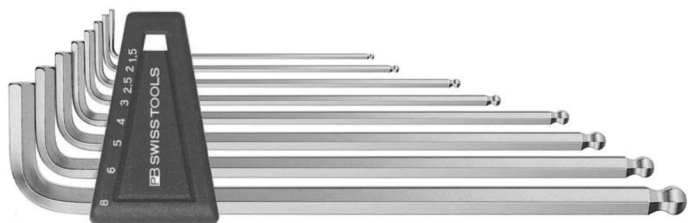


图 1-1-17 内六角扳手套组

2) 使用注意事项

(1) 拆装操作时,应按照“先套筒扳手,后梅花扳手,再开口扳手,最后活动扳手”的选用原则进行选取。

(2) 必须选择与螺栓(螺母)相同规格的扳手,以免损坏螺栓(螺母)的棱角(图 1-1-18)。

(3) 施力时最好将扳手柄向操作者方向拉,而不要往外推;当使用推力拆装时,应用手掌力来推动,不能采用握推的方式,以免碰伤手指(图 1-1-19)。

(4) 不能采用两个扳手对接或用套筒套接等方式来加长扳手(图 1-1-20),以免损坏扳手或发生事故。

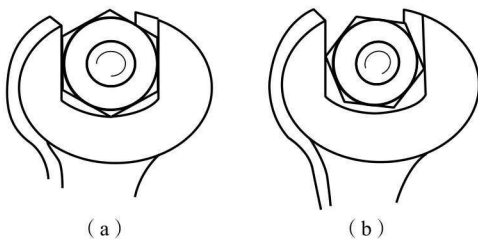


图 1-1-18 合理选择扳手规格

(a) 正确; (b) 错误

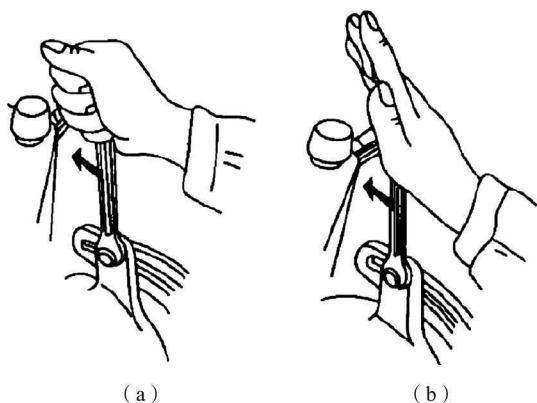


图 1-1-19 推手柄操作

(a) 错误; (b) 正确

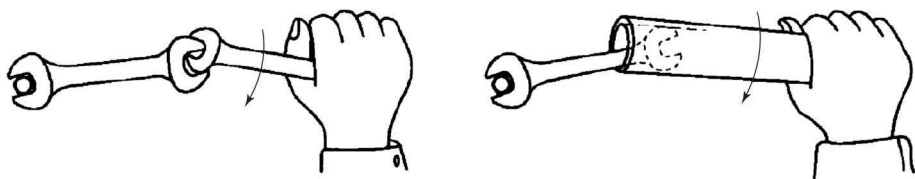


图 1-1-20 禁止加长扳手

(5) 严禁使用带有裂纹和内孔已严重磨损的扳手。

(6) 使用活动扳手时, 要使可调钳口部分受推力, 固定钳口受拉力, 否则会使压力作用在调节螺杆上, 在施力时促使钳口变大, 损坏螺栓、螺母的棱角和扳手本身 (图 1-1-21)。

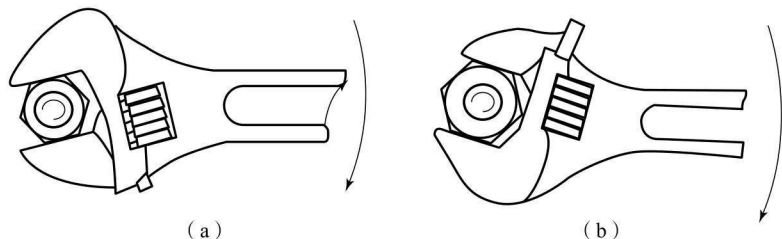


图 1-1-21 活动扳手的使用

(a) 正确; (b) 错误

4. 锤子

1) 种类和用途

锤子又称榔头, 用于锤击工件, 可分为铜锤、木槌、铁锤、橡胶锤等。使用时, 用手握紧手柄后端, 眼睛注视被锤击工件, 锤面与工件锤击面平行。

(1) 钢制圆头锤和横头锤 (图 1-1-22)。钢制手锤规格是以锤头的质量单位规定的。常用的有 0.25 kg、0.5 kg、0.75 kg、1 kg、1.25 kg、1.5 kg 六种。

