

汽车发动机结构与拆装

◎ 主编 李勇 主审 王国林



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车发动机结构与拆装

主 编 李 勇
副主编 毕巍巍 付 舒
王福忠
参 编 刘润明 夏山鹏
主 审 王国林

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机结构与拆装 / 李勇主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5682 - 0625 - 9

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车 - 发动机 - 结构②汽车 - 发动机 - 装配 (机械)

IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 118436 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)

82562903 (教材售后服务热线)

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 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 24.25

字 数 / 557 千字

版 次 / 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

总 定 价 / 59.00 元

责任编辑 / 张慧峰

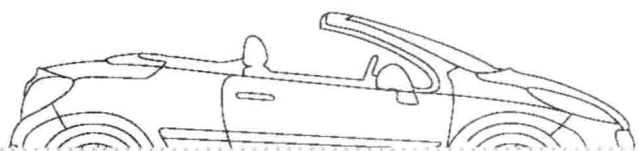
文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

编审委员会

主 任	李建军		
副主任	王国林	丁在明	张宏坤
委 员	李 勇	冯益增	许子阳
	张世军	刘文国	崔 玲
顾 问	王福忠	赵 岩	



前言

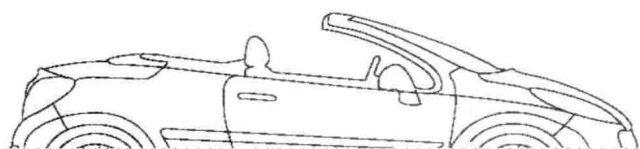
P R E F A C E

本书系统地介绍了发动机各系统的结构、工作原理及拆装工艺，共有9个学习任务：汽车发动机维修基础与基本技能、发动机总体构造认识与工作原理、曲柄连杆机构结构与拆装、配气机构结构与拆装、汽油机燃料供给系统结构与拆装、柴油发动机燃料供给系统结构与拆装、冷却系统结构与拆装、润滑系统结构与拆装、点火系统结构与拆装。每个学习任务的设置都是以企业实际发生的案例引入，借以实际拍摄的图片 and 简练的文字阐明每个具体工作任务的操作流程与方法，便于学生理解。同时为引导学生学习，结合每个工作任务设计了任务工单及学习评价单，方便了学习与教学。教材内容的选取注重理论与实践相结合，对操作内容结合维修企业现状进行了筛选，摒弃了过时和难度较大的内容，具有很强的实用性与针对性。

本书由李勇担任主编，毕巍巍、付舒和王福忠担任副主编，刘润明和夏山鹏参与编写工作，王国林任主审。学习任务1由王福忠编写，学习任务2、3由毕巍巍编写，学习任务4、5、8由付舒编写，学习任务6、7由李勇编写，学习任务9由刘润明和夏山鹏编写。

在教材的编写过程中，由于时间仓促和编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者



目 录

C O N T E N T S

学习任务1 汽车发动机维修基础与基本技能	001
一、知识准备	001
(一) 汽车常用拆装工具	001
(二) 汽车专用拆装工具	007
(三) 汽车维修量具及仪表	011
(四) 汽车拆装技术规定	017
二、任务实施	020
(一) 常用工量具的识别	020
(二) 常用工量具使用规范	021
学习任务2 发动机总体构造认识与工作原理	023
一、知识准备	023
(一) 发动机的分类	023
(二) 发动机的总体构造	027
(三) 四冲程发动机的常用术语	029
(四) 四冲程汽油机工作原理	030
(五) 四冲程柴油机工作原理	031
(六) 发动机型号编制规则	033
二、任务实施	035
学习任务3 曲柄连杆机构结构与拆装	042
一、知识准备	042
(一) 气缸体与曲轴箱组	042
(二) 活塞连杆组	051
(三) 曲轴飞轮组	061
二、任务实施	069
(一) 拆装曲轴飞轮组	069
(二) 拆装活塞连杆组	077
学习任务4 配气机构结构与拆装	082
一、知识准备	082

(一) 配气机构的作用	082
(二) 配气机构的工作原理	082
(三) 配气机构的组成	082
(四) 配气机构的分类及布置形式	083
(五) 气门组	089
(六) 气门传动组	092
二、任务实施	100
(一) 拆装气门传动组	100
(二) 拆装气门组	108
三、拓展知识	112
(一) 发动机可变气门升程控制机构 (VTEC)	112
(二) 丰田发动机可变配气正时控制系统 (VVT-i)	113
学习任务5 汽油机燃料供给系统结构与拆装	116
一、知识准备	116
(一) 电子控制燃油喷射系统的分类与组成	116
(二) 空气供给系统主要部件的结构与工作原理	122
(三) 燃油供给系统主要部件的结构与工作原理	136
(三) 电子控制系统主要部件的结构与工作原理	147
(四) 排气系统的结构与工作原理	161
(五) 排气净化装置的结构与工作原理	163
二、任务实施	178
(一) 拆装空气供给系统	178
(二) 拆装燃油供给系统	184
(三) 拆装排气系统	191
三、拓展知识	195
(一) 汽油及其使用性能	195
(二) 汽油机可燃混合气	196
(三) 稀薄燃烧与节能减排	198
(四) 进气增压系统的结构与工作原理	200
学习任务6 柴油发动机燃料供给系统结构与拆装	212
一、知识准备	212
(一) 柴油机燃料供给系统概述	212
(二) 燃料供给系统低压油路主要部件结构与工作原理	215
(三) 燃料供给系统高压油路主要部件的结构与工作原理	218
(四) 调速器的结构与工作原理	232
(五) 电子控制共轨系统结构与工作原理	241
二、任务实施	246
(一) 拆装低压油路主要部件	246
(二) 拆装高压油路主要部件	251

三、拓展知识	258
(一) 柴油及其使用性能	258
(二) 柴油机可燃混合气	260
(三) 喷油嘴的发展趋势	261
学习任务7 冷却系统结构与拆装	262
一、知识准备	262
(一) 冷却系统的组成及循环路线	262
(二) 冷却系统主要部件的结构与工作原理	265
二、任务实施	268
(一) 散热器拆装	268
(二) 水泵拆装	271
三、拓展知识	275
(一) 冷却液	275
(二) 百叶窗	277
(三) 风扇离合器	278
(四) 带电子节温器的电控冷却系统	280
学习任务8 润滑系统结构与拆装	283
一、知识准备	283
(一) 润滑系统的组成及油路	283
(二) 润滑系统主要部件的结构与工作原理	287
二、任务实施	294
(一) 拆装滤清器	294
(二) 拆装机油泵	298
三、拓展知识	302
(一) 发动机润滑油及其使用性能	302
(二) 发动机润滑油的选用	303
学习任务9 点火系统结构与拆装	305
一、知识准备	305
(一) 点火系统的组成与分类	305
(二) 微机控制电子点火系统的结构与工作原理	308
二、任务实施	319
(一) 拆装电子点火控制系统	319
三、拓展知识	323
参考文献	327

学习任务 1

汽车发动机维修基础与基本技能

工作情景描述

小王刚从高职汽车专业毕业，来到一家汽车销售服务有限公司应聘汽车维修工作，服务经理要考量一下小王从事汽车维修的基本知识和技能，安排相关人员准备了汽车常用的拆装工具、专用工具和量具及相应的工件让小王按照规范操作，看小王能否胜任。

学习目标

通过本任务学习，应能：

1. 识别及正确使用工具；
2. 正确使用汽车维修中的测量工具；
3. 按照安全操作规范进行操作。

一、知识准备

(一) 汽车常用拆装工具

1. 扳手

(1) 开口扳手。

开口扳手按形状有双头扳手（见图 1-1）和单头扳手之分。其作用是紧固、拆卸一般标准规格的螺母和螺栓。这种扳手可以直接插入或套入，使用较方便。扳手的开口方向与其中间柄部错开一个角度，通常有 15° 、 45° 、 90° 等，以便在受限制的部位中扳动方便。

(2) 梅花扳手。

梅花扳手同开口扳手的用途相似，但两端是花环式的，如图 1-2 所示。其孔壁一般是 12 边形，可将螺栓和螺母头部套住，扭转力矩大，工作可靠，不易滑脱，携带方便，适用于旋转空间狭小的场合。

(3) 套筒扳手。

1) 旋具套筒扳手。旋具套筒与配套手柄配合，组合成各式螺钉旋具或六角扳手，用来拆卸螺栓头为特殊形状的螺栓或扭矩过大的小螺钉，如图 1-3 所示。旋具套筒与不同手柄配合会起到不同的作用，可用棘轮扳手实现快速旋拧，也可接上接杆加长使用。



图 1-1 开口扳手



图 1-2 梅花扳手



图 1-3 旋具套筒扳手

2) 普通套筒扳手。普通套筒扳手除了具有一般扳手的用途外，特别适用于旋转部位很狭小或较深处的六角螺母和螺栓，如图 1-4 所示。由于套筒扳手各种规格是成套的，故使用方便、效率更高。

(4) 扭力扳手。

1) 指针式扭力扳手。指针式扭力扳手结构相对比较简单，它有一个刻度盘，当紧固螺栓时，扭力扳手在力的作用下产生弯曲，这样就可以通过指针的偏转角度大小表示螺栓、螺母的旋转程度，其数值可以通过刻度盘直接读出，如图 1-5 所示。凡是对螺母、螺栓有明确规定扭力的（如气缸盖、曲轴与连杆的螺栓、螺母等），都要使用扭力扳手。通常汽车维修中使用的扭力扳手规格为 $300\text{N} \cdot \text{m}$ 。

注意：在使用指针式扭力扳手时，当一只手握住扳手顶端与套筒的连接处时，不要碰到指针杆，以防造成读数不准确。

2) 预置力式扭力扳手。预置力式扭力扳手可以通过旋转手柄，预先调整和设定扭矩，在使用中当达到设定扭矩时，扭力扳手会发出警告声以提示操作者。当听到扳手发出“咔嚓”声响后，应立即停止旋力以保证扭矩准确，如图 1-6 所示。

注意：当扳手设在较低扭力值时，产生的警告声会很小，应特别注意。

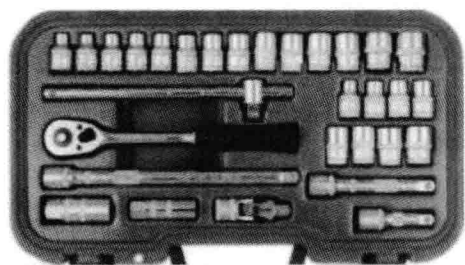


图 1-4 普通套筒扳手



图 1-5 指针式扭力扳手

在使用扭力扳手时，禁止向外推动工具，以免发生滑脱造成人身伤害。在拧紧螺栓或螺母时，切不可用力过猛，更不可施加冲击力，当旋转阻力不断增加时，旋转的速度应放慢，以免损坏螺纹。当在一个平面上用扭力扳手紧固多个螺栓或螺母时，应遵循紧固顺序，一般的拧紧方法是中间向两边对角分多次拧紧，以防平面发生变形。

(5) 活动扳手。

活动扳手的开口宽度可调节，能在一定范围内变动尺寸，如图 1-7 所示。其优点是遇到不规则的螺母或螺栓时更能发挥作用，故应用较广。使用活动扳手时，扳手口要调节到与螺母对边贴紧。扳动时，应使扳手可动部分承受推力、固定部分承受拉力，且用力必须均匀。



图 1-6 预置式扭力扳手



图 1-7 活动扳手

注意：在使用活动扳手时，不得在扳手上加装套管或锤击活动扳手。禁止将活动扳手当作锤子来使用。不要使用活动扳手来完成大扭矩的紧固或旋松，以免损坏螺栓或螺母棱角。

(6) 管子扳手。

管子扳手主要用于扳转金属管子或其他圆柱工件。管子扳手口上有牙，工作时会将工件表面咬毛，应避免用来拆装螺栓、螺母，如图 1-8 所示。

(7) 火花塞扳手。

火花塞扳手是一种薄壁长套筒、用于拆除火花塞的专用工具，如图 1-9 所示。使用前应根据火花塞六角对边的尺寸，选用内六角对边尺寸与其相同的火花塞扳手。拆卸时，火花塞扳手应对正火花塞六角头，套接要妥当，不可歪斜，应逐渐加大扭力，以防滑脱。



图 1-8 管子扳手



图 1-9 火花塞扳手

(8) 油管拆装扳手。

油管拆装扳手专门用来拆卸制动油管、发动机供给系油管等，它是介于开口扳手和梅花扳手之间的一种扳手，如图 1-10 所示。它既能像梅花扳手一样保护螺栓或螺母的棱角，又能像开口扳手一样从侧面插入，实施拧紧或旋松，但不能实施大扭矩旋紧。

(9) 内六角扳手。

内六角扳手用来拆卸内六角和花形内六角螺栓，此类扳手多为 L 形，如图 1-11 所示。其长端的尾部设计成球形，这样有利于内六角扳手从不同的角度操作，便于狭小空间使用。使用 L 形的内六角扳手和花形内六角扳手时，可以手持长端进行紧固或旋松。

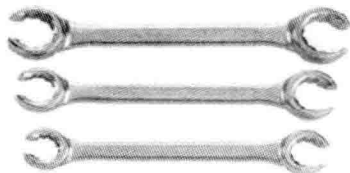


图 1-10 油管拆装扳手



图 1-11 内六角扳手

注意：在使用内六角扳手时，应选取与螺栓内六方孔相适应的扳手，并且不允许使用任何加长装置，否则会使扳手损坏。

(10) 棘轮手柄扳手。

棘轮手柄扳手是最常见的套筒手柄，如图 1-12 所示。套筒手柄是装在套筒上用于扳动套筒的配合手柄，棘轮手柄头部设计有棘轮装置，在不脱离套筒和螺栓的情况下，可实现快速单方向的转动。

通过调整锁紧机构可以改变旋转方向：将锁紧机构手柄调到左边，可以单向顺时针拧紧螺栓或螺母；若将锁紧机构手柄调到右边，则可以单向逆时针松开螺栓或螺母。

注意：不要使用棘轮手柄扳手来对螺栓或螺母做最后的拧紧，另外严禁对棘轮手柄施加过大的扭矩，否则会损坏内部的棘爪。

(11) 快速摇杆扳手。

快速摇杆扳手也称摇把，是旋动螺母最快的手柄扳手，如图 1-13 所示。但它不能在螺母上施加太大的扭矩，主要用于拧下已经松动的螺母，或者快速地将螺母拧到螺栓上。一般



图 1-12 棘轮手柄扳手



图 1-13 快速摇杆扳手

在使用时,左手握住摇杆端部,并保持摇杆与所拆螺栓同轴,右手握住摇杆中部迅速摇转即可。

注意:在使用摇杆时,握摇杆的手不可摇晃,以免套筒滑出螺栓或螺母,产生安全事故。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具主要有一字螺钉旋具和十字螺钉旋具两种,如图1-14所示。

在使用螺钉旋具时,右手握住螺钉旋具,用手心抵住柄端,螺钉旋具与螺钉同轴心,压紧后用手腕扭转。松动后用手心轻压螺钉旋具,用拇指、中指、食指快速扭转。使用长杆螺钉旋具时,可用左手协助压紧和拧动手柄。

注意:刀口应与螺钉槽口大小、宽窄、长短相适应,刀口不得残缺,以免损坏槽口和刀口。不准将锤子敲击螺钉旋具当签子使用;不准将螺钉旋具当撬棒使用;不可在螺钉旋具口端用扳手或钳子增加扭力,以免损伤螺钉旋具杆。

还有一种冲击旋具,也称为锤击式加力旋具,如图1-15所示。若有螺钉、螺栓生锈或拧得过紧,就需要施加较大的力才能使其松动,这时可用冲击旋具施加瞬间冲击力,以达到拆卸的目的。使用时,应先把冲击旋具的旋转方向调整好,刀口对准螺钉或螺栓头部,只需要用锤子击打冲击旋具的后部,冲击旋具即可对螺钉或螺栓施加冲击力,以进行拆卸。

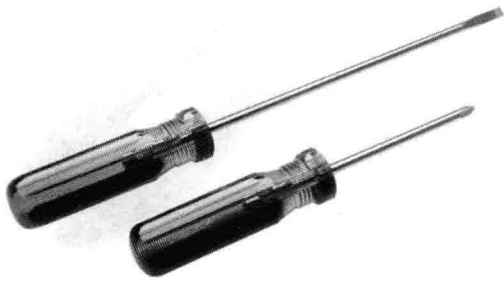


图1-14 螺钉旋具

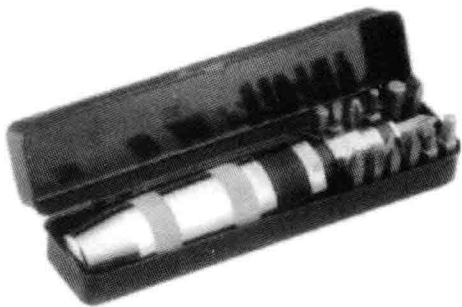


图1-15 冲击旋具

注意:在使用冲击旋具时,一定要注意锤击时的旋转方向。冲击旋具的头部可进行旋转,将冲击旋具的手柄顺时针旋转到底(锤击时旋具的旋转方向为逆时针,反之则为顺时针)。

3. 钳子

(1) 鲤鱼钳。

鲤鱼钳用于弯曲小金属材料、夹持扁形或圆形小工件及切断金属丝,钳口宽度有两挡调节位置,如图1-16所示。使用时,用手握住钳柄后端,使钳口开闭、夹紧。

注意:不可用钳子代替扳手来拧紧或拧松螺栓、螺母,以免损坏螺栓、螺母头部棱角。不可将钳子柄当撬棒使用,以免使之弯曲、折断或损坏。

(2) 尖嘴钳、弯嘴钳。

尖嘴钳钳口长而且细,用于夹持卡簧、锁销等圆形或圆柱形小件,如图1-17和图1-18所示。使用时,用手握住钳柄后端,以使钳口开闭和夹紧。



图 1-16 鲤鱼钳



图 1-17 尖嘴钳

注意：不可用力太大，否则钳口头部会变形、销轴会松动。不可将钳子柄当撬棒使用，以免使之弯曲、折断或损坏。不可用钳子代替扳手来拧紧或拧松螺栓、螺母，以免损坏螺栓、螺母头部棱角。

(3) 钢丝钳。

钢丝钳用来切断金属丝或夹持零件，如图 1-19 所示。在使用时，用手握住钳柄后端，使钳口开闭，钳口前端主要用于夹持尺寸相应的零件，其根部的刃口用来切断铁丝。



图 1-18 弯嘴钳



图 1-19 钢丝钳

注意：当用钢丝钳切断较硬的钢丝等物体时，禁止使用锤子来敲击钳子以增加切割力，以免损坏钢丝钳。

4. 锤子

(1) 铁锤。

铁锤用于敲击工件，使工件变形、位移、振动，并可用于工件的校正、整形，如图 1-20 所示。使用时，右手握住锤柄后端约 10mm 处，握力适度，眼睛注视工件。挥锤方法有三种：手挥、肘挥和臂挥。

注意：手柄应安装牢固，用楔塞牢，防止锤头飞出伤人。锤头应平整地击打在工件上，不得歪斜，防止破坏工件表面形状。拆卸零部件时，禁止直接锤击重要表面或易损部位，以防表面出现破坏或损伤。

(2) 橡胶锤。

橡胶锤用于柔和地锤击物件，而不会损伤物件的表面，如图 1-21 所示。常用于修复车身薄板轻微变形，而不至于破坏喷漆表面。



图 1-20 铁锤



图 1-21 橡胶锤

注意：不能使用橡胶锤击打硬质物件，以免损坏橡胶锤。

（二）汽车专用拆装工具

1. 活塞环拆装钳

活塞环拆装钳是一种专门用于拆装活塞环的工具，如图 1-22 所示。使用时，将拆装钳上的环卡卡住活塞环开口，握住钳柄稍稍均匀地用力，使拆装钳钳柄慢慢地收缩，环卡将活塞环徐徐地张开，使活塞环能从活塞环槽中取出或装入。

注意：使用活塞环拆装钳拆装活塞环时，用力必须均匀，避免用力过猛而导致活塞环折断甚至发生伤手事故。

2. 气门弹簧拆装架

气门弹簧拆装架是一种专门用于拆装顶置气门弹簧的工具，如图 1-23 所示。使用时，将拆装架托架抵住气门，压环对正气门弹簧座，然后压下手柄，使得气门弹簧被压缩。这时可取下气门弹簧锁销或锁片，慢慢地松抬手柄，即可取出气门弹簧座、气门弹簧和气门等。

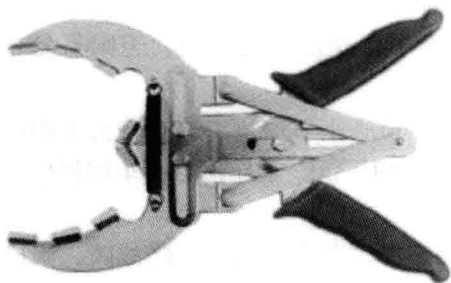


图 1-22 活塞环拆装钳

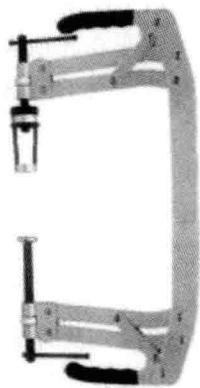


图 1-23 气门弹簧拆装架

3. 千斤顶

千斤顶是一种最常用、最简单的起重工具，按照其工作原理可分为机械式和液压式，如图 1-24 和图 1-25 所示。目前广泛使用的是液压式。

现以液压式千斤顶为例，介绍其使用方法。

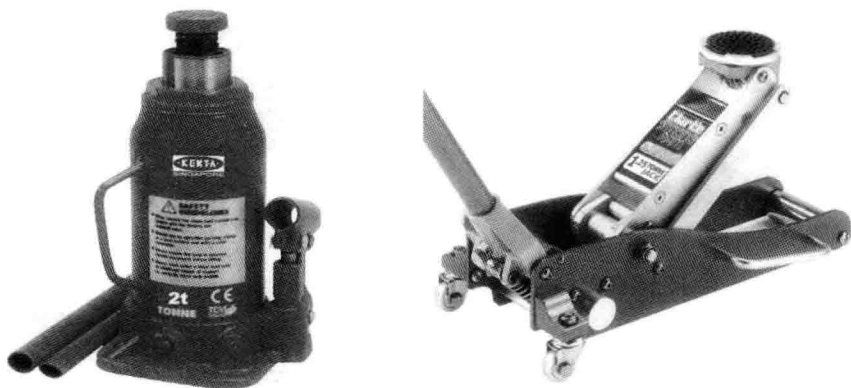


图 1-24 液压式千斤顶

(1) 起顶汽车前, 应把千斤顶顶面擦拭干净, 拧紧液压开关, 把千斤顶放置在被顶部位的下部, 并使千斤顶与被顶部位相互垂直, 以防千斤顶滑出而造成事故。

(2) 旋转顶面螺杆, 改变千斤顶顶面与被顶部位的原始距离, 使起顶高度符合汽车需要的顶置高度。

(3) 用三角形垫木将汽车着地车轮前后塞住, 防止汽车在起顶过程中发生滑出事故。

(4) 用手上下压动千斤顶手柄, 被顶汽车逐渐升到一定高度, 在车架下放入搁车凳, 禁止用砖头等易碎物支垫汽车。落车时, 应先检查车下是否有障碍物, 并确保操作人员的安全。

(5) 缓慢拧松液压开关, 使汽车平缓下降, 架稳在搁车凳上。

在使用千斤顶时应注意:

(1) 汽车在起顶或下降过程中, 禁止在汽车下面进行作业。

(2) 应徐徐拧松液压开关, 使汽车缓慢下降, 汽车下降速度不能过快, 否则易发生事故。

(3) 在松软路面上使用千斤顶起顶汽车时, 应在千斤顶底座下加垫一块有较大面积且能承受压力的材料 (如木板等), 防止千斤顶由于汽车重压而下沉。千斤顶与汽车接触位置正确、牢固。

(4) 千斤顶把汽车顶起后, 当液压开关处于拧紧状态时, 若发生自动下降故障, 则应立即查找原因, 及时排除故障后方可继续使用。

(5) 如发现千斤顶缺油时, 应及时补充规定油液, 不能用其他油液或水代替。

(6) 千斤顶必须垂直放置, 以免因油液渗漏而失效。

4. 汽车举升机

为了改善劳动条件, 增大作业空间范围, 汽车举升机在汽车维修中使用日益广泛, 如图 1-26 ~ 图 1-28 所示。汽车举升机按立柱数可分为剪式、双立柱式和四立柱式。按结构特点可分为电动机械举升器和电动液压举升器。

在使用汽车举升机时应注意:

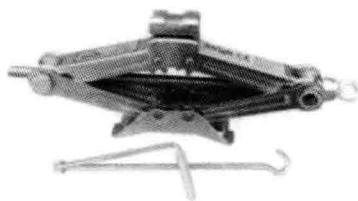


图 1-25 机械式千斤顶



图 1-26 剪式举升机

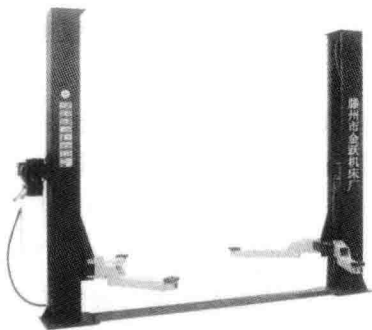


图 1-27 双立柱式举升机

(1) 车辆的总质量不能大于举升器的起升能力。
(2) 根据车型和停车位置的不同，尽量使汽车的重心与举升器的重心相接近，严防偏重。为了打开车门，汽车与立柱间应留有一定的距离。

(3) 转动、伸缩、调整举升臂至汽车底盘指定位置并接触牢靠。

(4) 汽车举高前，操作人员应检查汽车周围人员的动向，防止意外情况的发生。

(5) 汽车举升时，要在汽车离开地面较低位置进行反复升降，无异常现象时方可举升至高度。

(6) 汽车举升后，应立即对举升机进行锁紧。



图 1-28 四立柱式举升机

5. 轴承顶拔器

轴承顶拔器用于轴承的取出，如图 1-29 所示。使用时，将轴承顶拔器张开，置于轴承端头，使顶拔器将轴承拉紧，逐渐收紧顶拔器，将轴承取出即可。

注意事项：顶拔器放置及拉紧部位要正确，用力均匀，缓慢拉出，以防止损坏轴承。

6. 滑脂枪

滑脂枪用于汽车上装有滑脂嘴的机件加注润滑脂，如图 1-30 所示。使用时，反复拉压滑脂枪柄，即有润滑脂挤进润滑脂嘴的部位，直至有新的润滑脂从缝隙中挤出为止。

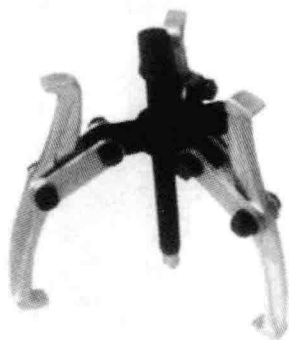


图 1-29 轴承顶拔器



图 1-30 滑脂枪