

✂ QICHE FADONGJI

WEIXIU RUMEN DAO JINGTONG QUANTUJIE

于海东 主编

汽车发动机维修

入门到精通 全图解



图文结合，条理清晰
操作方法，一目了然



化学工业出版社

 QICHE FADONGJI

WEIXIU RUMEN DAO JINGTONG QUANTUJIE

汽车发动机维修

入门到精通 全图解

于海东 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机维修入门到精通全图解/于海东主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-122-31383-6

I. ①汽… II. ①于… III. ①汽车-发动机-车辆修理-图解 IV. ①U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 012223 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 王 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 272 千字 2018 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究



随着我国经济社会持续快速发展，机动车保有量保持较快增长。

汽车后市场维修服务行业前景广阔。汽车维修技术人员特别是初学汽车维修的人员迫切需要深入了解汽车结构特点、维修方法以及维修经验，从而在竞争日益激烈的环境中立于不败之地。汽车发动机是汽车的核心部件，掌握其结构、原理及维修方法和经验，对维修工来说至关重要。为此我们特编写了此书。

本书从发动机拆装工具及发动机基本组成入手，再到发动机的基本保养、就车维修以及简单器件更换，最后介绍发动机大修及各系统故障检查及排除。在车型选择方面，基本保养、就车维修以及简单器件更换部分以目前市场上保有量较大的大众 EA888 发动机为例，考虑到发动机大修方面初学人员可能没有条件进行此发动机的拆装，所以将配气机构、曲柄连杆拆装以及点火系统、燃油供给系统更换为更容易接触到的国产自主车型。

本书语言精练，以图为主，内容丰富，实用性强，既可供初学汽车维修技术的维修人员使用，也可供广大汽车爱好者、驾驶人员以及大中专院校有关专业的师生阅读和参考。

本书由于海东主编，参加编写的还有邓家明、廖苏旦、罗文添、邓晓蓉、陈海波、刘青山、杨廷银、王世根、张捷辉、谭强、谭敦才、李杰、于梦莎、邓冬梅、邢磊、廖锦胜、李颖欣、李娟、曾伟、黄峰、何伯中、李德峰、杨莉、李凡。

由于笔者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不足之处，敬请广大读者朋友批评指正。

编者



第 1 部分 汽车发动机基本原理 / 1

第 1 章 发动机拆装检测常用工量具 / 1

1.1 发动机拆装常用工具 / 1

1.2 发动机检测常用量具 / 8

第 2 章 汽车发动机维修基础 / 14

2.1 汽车发动机的类型 / 14

2.2 汽车发动机的基本组成 / 17

2.3 汽车发动机的基本原理 / 19

第 3 章 发动机的机械结构 / 24

3.1 机体组与曲柄连杆机构 / 24

3.2 配气机构 / 28

3.3 燃油供给系统 / 29

3.4 润滑系统 / 30

3.5 冷却系统 / 32

3.6 点火系统 / 34

3.7 启动系统 / 37

第 2 部分 汽车发动机的保养、就车维修及简单器件的更换 / 39

第 4 章 发动机的例行检查与常规保养 / 39

4.1 发动机的例行检查 / 39

4.2 发动机的常规保养 / 40

第 5 章 汽车发动机就车维修及简单器件更换 / 47

5.1 简单零部件拆装与更换 / 47

5.2 简单总成拆装与更换及常见故障案例 / 60

第 6 章 发动机传感器的拆装及更换 / 84

6.1 发动机传感器概述 / 84

6.2 发动机主要传感器的拆装 (以迈腾 B8L/高尔夫 A7 第三代 EA888 1.8/2.0TFSI 发动机为例) / 84

第 3 部分 汽车发动机的拆装与维修 / 107

第 7 章 发动机的吊卸与安装 / 107

7.1	发动机的吊卸	/ 107
7.2	脱开发动机和7挡双离合器变速器	/ 116
7.3	安装发动机和变速器	/ 117
第8章	发动机配气与曲柄连杆机构的维修	/ 119
8.1	配气机构的检修(本部分以东风风神S30汽车发动机为例)	/ 119
8.2	曲柄连杆机构的维修	/ 128
8.3	曲柄连杆机构常见故障的排除	/ 135
第9章	发动机润滑、冷却系统的维修	/ 142
9.1	发动机润滑系统的维修	/ 142
9.2	发动机润滑系统常见故障的排除	/ 146
9.3	冷却系统的维修	/ 147
9.4	冷却系统常见故障的排除	/ 154
第10章	发动机点火系统的维修	/ 162
10.1	点火系统概述及零部件位置图	/ 162
10.2	点火系统零部件的拆卸	/ 164
10.3	点火系统常见故障的诊断(以吉利帝豪EC7为例)	/ 165
第11章	发动机燃油供给系统的维修	/ 170
11.1	燃油供给系统概述	/ 170
11.2	燃油供给系统部件的拆装	/ 175
11.3	燃油供给系统常见故障的诊断	/ 181
第12章	发动机控制系统的维修	/ 188
12.1	发动机控制系统的组成与功能	/ 188
12.2	传感器与执行器的原理与检测	/ 189
12.3	发动机控制系统常见故障的排除	/ 206
第13章	发动机排气系统	/ 215
13.1	排气系统的组成与工作原理	/ 215
13.2	排气系统的部件位置	/ 215
13.3	排气系统部件的拆卸与更换	/ 216
13.4	排气系统常见故障的排除	/ 221

第1章



发动机拆装检测常用工量具

在发动机的拆装检测和维修中经常会用到各种类型的工具和量具。工具有扳手、钳子、螺钉旋具、锤子以及大型的举升机等。量具有塞尺（薄厚规）、千分尺、百分表、游标卡尺等。

1.1 发动机拆装常用工具

(1) 扳手

扳手是汽车拆装过程中普遍使用的工具之一，并且种类繁多，常见的类型有活扳手、呆扳手、梅花扳手、两用扳手、套筒扳手、扭力扳手和内六角扳手等，如表 1-1 所示。

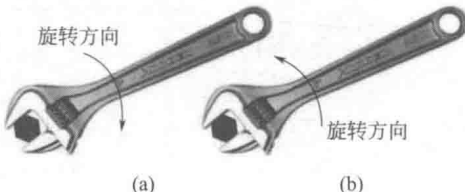
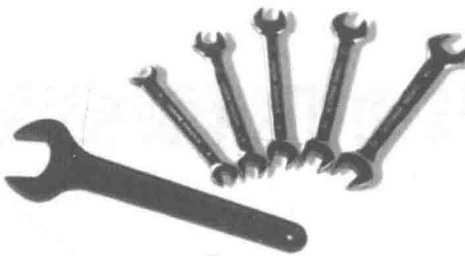
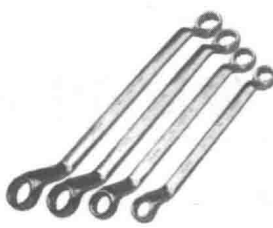
表 1-1 常见的扳手

名称	简介	图 示
活扳手	活扳手的开口宽度可在一定尺寸范围内进行调节，能拧紧或松开不同规格的外六角头、方头螺栓或螺母。活扳手规格以扳手长度和最大开口宽度表示。活扳手如图 1-1 所示	

图 1-1 活扳手



续表

名称	简介	图 示
活扳手	活扳手在使用时,要正确选用其规格,让固定钳口受主要作用力,如图 1-2 所示。扳手长度不可任意加大,以免拧紧力太大而损坏扳手、螺栓或螺母。在汽车维修中,尽量不要使用活扳手,因其对螺母容易造成圆角	 (a) (b) 图 1-2 活扳手的用法
呆扳手	呆扳手一端或两端制有固定尺寸的开口,用以拧转固定尺寸的螺栓或螺母,如图 1-3 所示。呆扳手的规格是以钳口开口的宽度来表示的,每把双头呆扳手只适用于两种尺寸的外六角头、方头螺栓或螺母	 图 1-3 呆扳手
梅花扳手	梅花扳手两端具有带六角孔或十二角孔的工作端,如图 1-4 所示。梅花扳手适用于工作空间狭小、不能使用普通扳手的场合	 图 1-4 梅花扳手
两用扳手	两用扳手的一端与单头呆扳手相同,另一端与梅花扳手相同,两端拧转相同规格的外六角头、方头螺栓或螺母,如图 1-5 所示	 图 1-5 两用扳手



续表

名称	简介	图 示
套筒扳手	套筒扳手由多个带六角孔或十二角孔的套筒以及手柄、接杆等多种附件组成,如图 1-6 所示。套筒扳手特别适用于拧转地方十分狭小或凹陷于很深处的外六角头、方头螺栓或螺母。套筒的规格按标准螺纹规格划分。套筒扳手在维修作业中具有快速、高效的优点,所以在汽车维修中套筒扳手是使用频率最高的工具	 图 1-6 套筒扳手
扭力扳手	扭力扳手在拧转螺栓或螺母时,能显示出所施加的拧紧力矩;或者当施加的拧紧力矩到达规定值后,会发出光或声响信号。扭力扳手如图 1-7 所示。扭力扳手适用于对拧紧力矩大小有明确规定的装配工作	 图 1-7 扭力扳手
内六角扳手	内六角扳手是成 L 形的六角棒状扳手,专用于拧转内六角螺钉,如图 1-8 所示。内六角扳手的型号是按照六方的对边尺寸进行规定的,螺栓的尺寸遵循国家标准	 图 1-8 内六角扳手

(2) 螺钉旋具

螺钉旋具俗称螺丝刀,主要用于拆装螺钉。常用的旋具是一字螺钉旋具和十

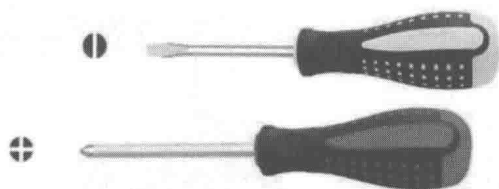


图 1-9 螺钉工具

字槽螺钉旋具，如图 1-9 所示。一字螺钉旋具又称一字起子、平口改锥，用于旋紧或松开头部带一字槽的螺钉，一般工作部分用碳素工具钢制成，并经淬火处理。其规格以刀体部分的长度表示，常用的规格有 100mm、150mm、200mm 和 300mm

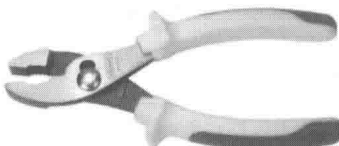
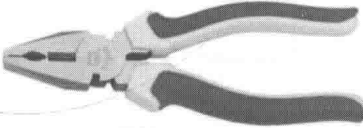
等几种。使用时，应根据螺钉沟槽的宽度选用相应的规格。十字槽螺钉旋具又称十字形起子、十字改锥，用于旋紧或松开头部带十字沟槽的螺钉，材料和规格与一字螺钉旋具相同。

使用方法及注意事项：使用尺寸合适的螺丝刀，与螺钉的槽大小合适；保持螺丝刀与螺钉尾端成直线，边用力边转动；切勿用鲤鱼钳或其他工具过度施加扭矩，这可能会刮削螺钉的凹槽或损坏螺丝刀尖头。

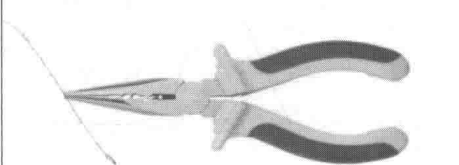
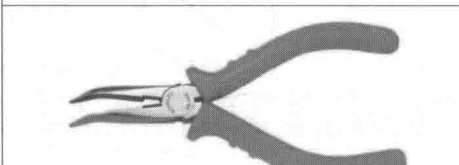
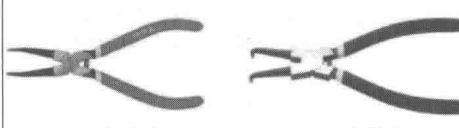
(3) 钳子

钳子，是一种用于夹持、固定加工工件或者扭转、弯曲、剪断金属丝线的手工工具。钳子的外形呈 V 形，通常包括手柄、钳腮和钳嘴三个部分。钳子多用来弯曲或安装小零件、剪断导线或螺栓等。钳子有很多类型和规格。维修中常用的钳子如表 1-2 所示。

表 1-2 维修中常用到的钳子

名称	简介	图 示
鲤鱼钳	鲤鱼钳钳头的前部是平口细齿，适用于夹持一般小零件；中部凹口粗长，用于夹持圆柱形零件，也可以代替扳手旋小螺栓、小螺母；钳口后部的刃口可剪切金属丝，如图 1-10 所示。由于一片钳体上有两个互相贯通的孔，又有一个特殊的销子，因此操作时钳口的张开度可很方便地变化，以适应夹持不同大小的零件，是汽车维修作业中使用最多的手钳。其规格以钳长来表示，一般有 165mm、200mm 两种，用 50 钢制造	 图 1-10 鲤鱼钳
钢丝钳	钢丝钳的用途和鲤鱼钳相仿，但其支销相对于两片钳体是固定的，故使用时不如鲤鱼钳灵活，但剪断金属丝的效果比鲤鱼钳要好，规格有 150mm、175mm、200mm 三种，如图 1-11 所示	 图 1-11 钢丝钳

续表

名称	简介	图 示
尖嘴钳和弯嘴钳	尖嘴钳和弯嘴钳,因其头部细长,所以能在较小的空间内工作,带刃口的能剪切细小零件,使用时不能用力太大,否则钳口头部会变形或断裂。其规格以全长来表示,常有 125mm、150mm、175mm 三种,分别如图 1-12 和图 1-13 所示	 图 1-12 尖嘴钳
		 图 1-13 弯嘴钳
挡圈钳	挡圈钳用于拆装弹性挡圈,分为孔用(图 1-14)和轴用(图 1-15)两种,每一种又可分为直嘴式和弯嘴式。汽车维修保养作业中用的较多的是 175mm。轴用挡圈钳和孔用挡圈钳的主要区别为:轴用挡圈钳是拆装轴用弹簧挡圈的专用工具,手把握紧时,其钳口是张开的;孔用挡圈钳是拆装孔用弹簧挡圈用的,手把握紧时,其钳口是闭合的	 (a) 直嘴式 (b) 弯嘴式 图 1-14 孔用挡圈钳
		 (a) 直嘴式 (b) 弯嘴式 图 1-15 轴用挡圈钳

(4) 锤子

汽车维修中常用锤子有手锤、木锤和橡胶锤,如图 1-16 所示。手锤通常由工具钢制成,规格按锤头质量划分,汽车维修中最常用的是圆头手锤。使用时应使锤头安装牢靠,手握锤柄末端,用锤头正面击打物体。木锤和橡胶锤主要用于击打零件加工表面,以保护零件不被损坏。

(5) 发动机拆装专用工具

在进行发动机的某些部位拆装作业时经常会用到部分专用工具,以方便拆装,如活塞环拆装钳、活塞安装专用工具、气门拆装钳、机油滤清器拆装工具等。表 1-3 所示为部分通用型专用工具。

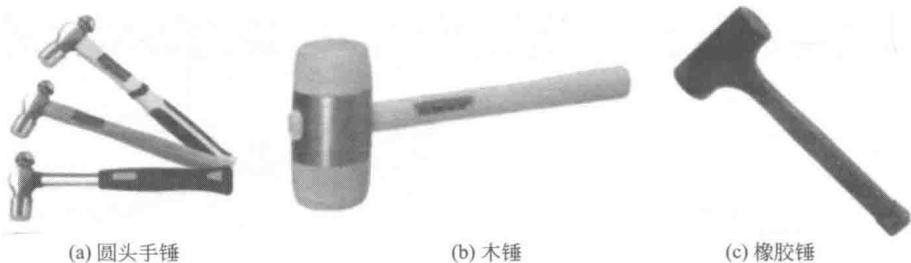
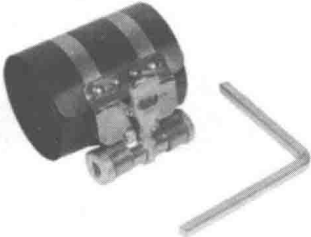
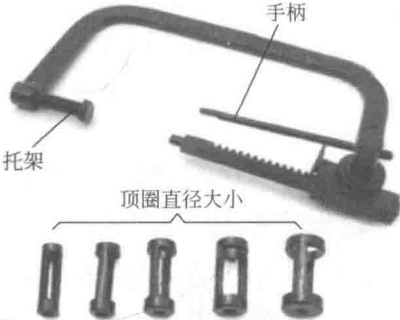


图 1-16 汽车维修中常用的锤子

表 1-3 发动机拆装专用工具（部分）

名称	简介	图 示
活塞环拆装钳	活塞环拆装钳是用于拆装活塞环的专用工具。使用时应将活塞环拆装钳上的环卡卡在活塞环的开口上，轻握手柄慢慢收缩使活塞环张开，以便拆装，如图 1-17 所示	 图 1-17 活塞环拆装钳
活塞安装工具	安装活塞时，用于压缩活塞环，以便活塞装入气缸内，如图 1-18 所示	 图 1-18 活塞安装工具
气门拆装钳	气门拆装钳是用于拆装气门的专用工具，如图 1-19 所示。在使用手柄式气门拆装钳拆装气门时，将气门拆装钳托架抵住气门，压环对正气门弹簧座，压下手柄即可使气门弹簧压缩，然后取出气门弹簧锁止零件，再慢慢放松手柄，便能很容易地取下气门弹簧和气门等。在使用手柄式气门拆装钳拆装气门时，需旋转手柄，才能取出气门弹簧锁止零件、气门弹簧和气门等零件	 图 1-19 气门拆装钳

续表

名称	简介	图 示
机油滤清器拆装专用工具	发动机机油滤清器拆装专用工具,专门用于拆装发动机机油滤清器。在拆装发动机机油滤清器时,应根据发动机机油滤清器不同的拆装环境选用不同形状的发动机机油滤清器拆装专用工具,如图 1-20 所示	 图 1-20 机油滤清器拆装专用工具

(6) 电动和气动扳手

电动扳手是以电源或电池为动力的扳手,是一种拆装螺栓的工具,如图 1-21 所示。电动扳手主要分为冲击扳手、扭剪扳手、定拧紧力矩扳手、转角扳手、角向扳手、液压扳手和充电式电动扳手。

气动扳手是以压缩空气为动力的扳手,如图 1-22 所示。空压机输出的压缩空气进入风炮气缸之后带动里面的叶轮转动而产生旋转动力,同时叶轮再带动相连接的打击部位进行类似锤打的运动,在每一次敲击之后,把螺钉拧紧或者拆卸下来。气动扳手是一种既高效又安全的拆装螺栓的气动工具。



图 1-21 电动扳手



图 1-22 气动扳手

(7) 举升机和千斤顶

汽车举升机是用于汽车维修过程中举升汽车的设备,汽车开到举升机工位,通过人工操作可使汽车举升一定的高度,便于汽车的维修,如图 1-23 所示。举



升机在汽车维修及养护中发挥着非常重要的作用，现在的维修厂都配备了举升机，举升机是汽车维修厂的必备设备之一。



图 1-23 举升机

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丝杆式和液压式，如图 1-24 所示。按照所能顶起的质量可分为 3000kg、5000kg 和 9000kg 等多种不同的规格，目前广泛使用的是液压式千斤顶。

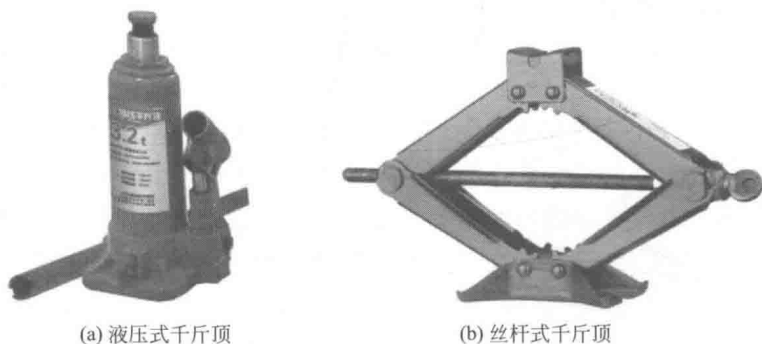


图 1-24 千斤顶

1.2 发动机检测常用量具

(1) 厚薄规

厚薄规又称塞尺或间隙片，外观如图 1-25 所示，由多片不同厚度的标准钢片组成，每一片标有一定的厚度值，主要用于检验两个接合面之间的间隙，如气门间隙、曲轴轴向间隙等，如图 1-26 所示。

厚薄规在使用时应注意：

- ① 使用前，应将厚薄规两个测量面擦拭干净，不得在带有油污或金属屑时测量，否则会影响测量精度。
- ② 使用时，不允许把厚薄规片硬插到测量面或做剧烈的弯曲，以免损坏厚

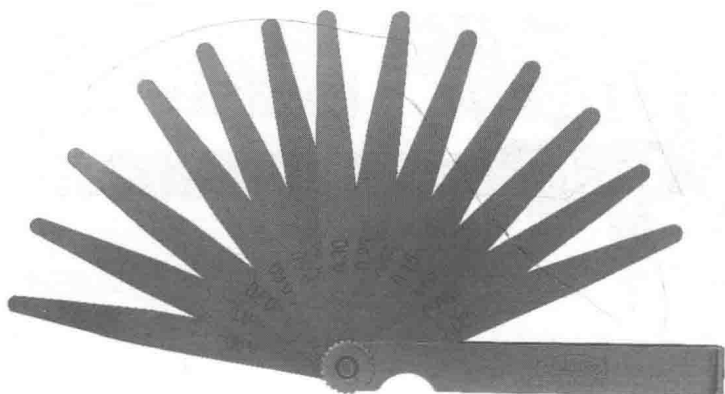


图 1-25 厚薄规

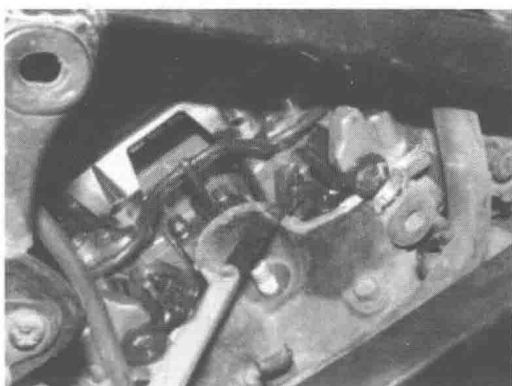


图 1-26 厚薄规的使用

薄规测量面和被测工件表面。

③ 用厚薄规检查与调整时，一边调整，一边拉动厚薄规，若感觉很松，则说明间隙大于厚薄规上标出的值；若感觉很紧，拉动费力，则说明间隙小于标准值。只有当拉动厚薄规感到稍有阻力时，表示该间隙值接近厚薄规上标有的值。

④ 使用后应将厚薄规擦干净，并涂抹机油后折合到夹框内，以防厚薄规锈蚀、弯曲、变形或折断。

〔2〕游标卡尺

① 用途和分类 游标卡尺是一种能直接测量工件内外直径、宽度、长度或深度的量具。按照测量功能分类，游标卡尺可分为普通游标卡尺、深度游标卡尺和带表卡尺等；按照测量精度分类，游标卡尺可分为 0.10mm、0.02mm、0.05mm 等几种规格。如图 1-27 所示为 0.02mm 的游标卡尺，它由外测量爪、内测量爪、紧固螺钉、游标、尺身和深度尺组成。

② 读数方法 当图 1-27 所示的游标卡尺上的两个量爪合拢时，副尺上的 50

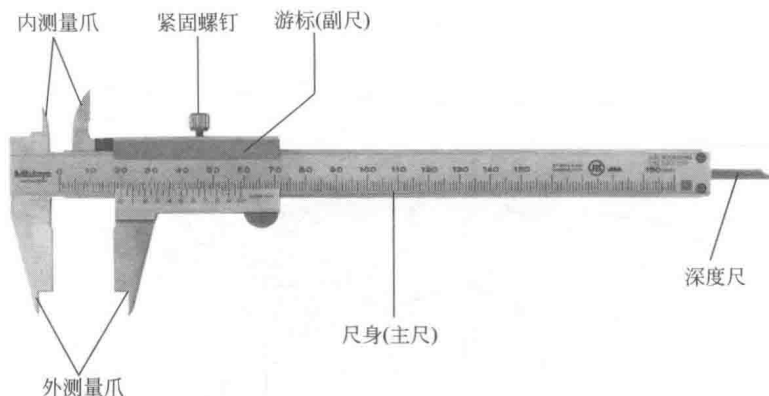


图 1-27 游标卡尺

格刚好与主尺上的 49mm 对正, 如图 1-28 所示。主尺上每一个小格是 1mm, 则副尺上每一个小格是 $49/50 = 0.98$ (mm)。因此, 主尺与副尺每格之差为 $1 - 49/50 = 0.02$ (mm)。此差值即为 1/50mm 游标卡尺的测量精度。

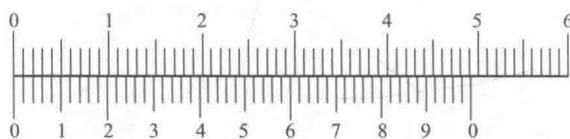


图 1-28 游标卡尺刻度

若一个物体厚 0.02mm, 则会出现游标卡尺副尺上的第一条刻度线与主尺上的第一条刻度线对齐的情况。若一个物体厚 0.04mm, 则会出现游标卡尺副尺上的第二条刻度线与主尺上的第二条刻度线对齐的情况。以此类推。

游标卡尺的读数方法如下。

- 读出副尺零线左边与主尺相邻的第一条刻线的整毫米数, 为所测尺寸的整数。
- 读出副尺上与主尺刻线对齐的那一条刻线所表示的数值, 为所测尺寸的小数值。
- 把整数和小数值加起来, 即为所测零件的尺寸数值。

如图 1-29(a) 所示的游标卡尺读数为 11.36mm; 如图 1-29(b) 所示的游标卡尺读数为 15.48mm。

游标卡尺使用注意事项:

- 使用前, 先把量爪和工作测量表面擦干净。
- 测量工件时, 应把量爪张开到大于或小于被测量工件表面尺寸, 再慢慢移动副尺, 使两个量爪与工件接触。禁止硬拉硬卡, 以免损坏游标卡尺和影响测

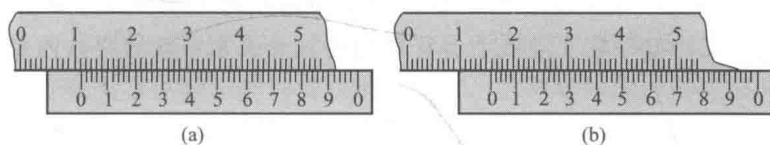


图 1-29 游标卡尺读数

量精度。

c. 使用后，要擦净游标卡尺，并涂抹适量的工业凡士林后放回盒内保存，盒盖上切勿重压。

【3】百分表

百分表是一种比较性测量仪表，用来测量工件的偏差大小，检验零件垂直平面和水平面，检测轴的间隙、轴或汽缸的圆度和圆柱度等。如图 1-30 所示，百分表主要由表盘、表圈、挡帽、转数指示盘、主指针、轴管、测量头和测量杆等组成。

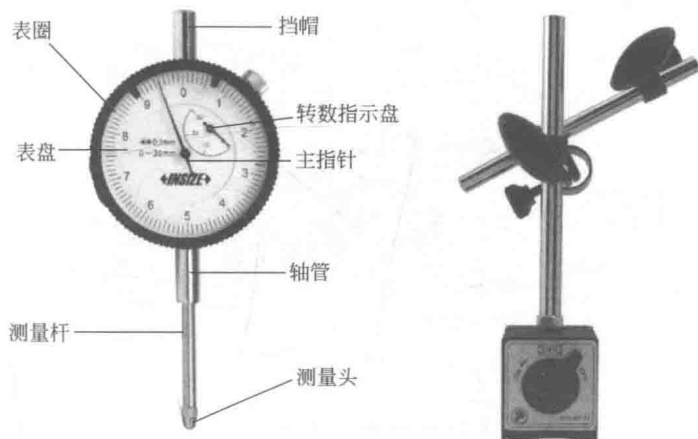


图 1-30 百分表及支架

百分表的表盘刻度一般分为 100 格。测量时，大指针偏转 1 格表示 0.01mm；大指针超过 1 圈时，小指针偏转 1 格，表示 1mm。指针的偏转量就是被测零件（工件）的实际偏差或间隙值。

百分表使用注意事项：

① 用百分表测量工件时，应用表架（支架）固定，以测量杆端的表头抵住工件被测量表面，并使测量头产生一定的位移（即指针存在一个预偏转值），移动被测量工件，观察百分表表盘上指针的偏转量，该偏转量即是被测量物体的偏差尺寸或间隙值。

② 测量时，测量杆轴线应与被测工件表面垂直，否则会影响测量精度。