



智能化融媒体新形态教材

新能源汽车总装技术

主 编 温金龙 周 先 刘金劲
副主编 李玉满 温 晴 周艳玲
简凤根 刘琰卿 刘玉均
王斌强 李 健 杨金豹
陈振权 李启智 卜文刚
孙黎明 蔡 辉



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车总装技术/温金龙,周先,刘金劲主编:—合肥:合肥工业大学出版社,
2023.8

ISBN 978-7-5650-6421-0

I.①新… II.①温… ②周… ③刘… III.①新能源-汽车-装配(机械)IV.①U469.7

中国国家版本馆CIP数据核字(2023)第157988号

新能源汽车总装技术

XINNENGYUAN QICHE ZONGZHUANG JISHU

温金龙 周 先 刘金劲 主编

责任编辑	郭 敬
出版发行	合肥工业大学出版社
地 址	合肥市屯溪路193号
网 址	press.hfut.edu.cn
电 话	理工图书出版中心:0551-62903004 营销与储运管理中心:0551-62903198
规 格	787毫米×1092毫米 1/16
印 张	10
字 数	185千字
版 次	2023年8月第1版
印 次	2023年8月第1次印刷
印 刷	廊坊市广阳区九洲印刷厂
书 号	ISBN 978-7-5650-6421-0
定 价	49.80元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社营销与储运管理中心联系调换。



随着新能源汽车产业的迅速发展,以及消费者对新能源汽车产品质量的要求不断提高,新能源汽车企业对汽车制造与装配技术专业高素质人才的需求量越来越大。本书由校企人员联合编写,较好地实现了理论与实践相结合的目标,贴合了企业的实际岗位需求。

本书要求学生能够对新能源汽车整车和部件进行装配和调整,能够对新能源汽车整车和部件装配调整设备进行日常维护与保养,能够进行装配质量自检和掌握整车评价的相关知识。本书充分体现了教学过程中对职业性、实践性和开放性的要求。

本书在文字描述方面力求通俗易懂,注重对学生实践操作能力的培养,主要目的是让学生通过认真学习和演练,能够完成实际的新能源汽车装配工作,并为后续的提升打下基础。

本书为智能化融媒体新形态教材,配套资源丰富,包括课件、在线测试题等,读者可扫描微信小程序码浏览查看相关内容。



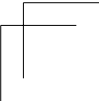
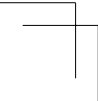
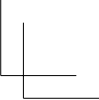
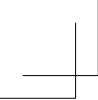
《新能源汽车总装技术》微信小程序码

本书由温金龙、周先、刘金劲担任主编。本书在编写过程中,听取了相关新能源汽车企业从业人员的宝贵意见,参考并借鉴了国内同行的文献,在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2023年3月



目录

CONTENTS

第一章 新能源汽车总装概述	1
第一节 汽车装配的定义及其工作的主要内容	1
第二节 新能源汽车的总装技术要求	7
第二章 新能源汽车总装厂运行规范	15
第一节 新能源汽车总装车间的认知	15
第二节 总装车间员工标准	21
第三节 总装车间各工种的工作规范	23
第四节 总装车间事件处理方案	26
第三章 新能源汽车装配基本技能	33
第一节 汽车拆装和调整的基本要求	33
第二节 汽车装配的常用工具	36
第三节 汽车装配基本操作	42
第四节 汽车装配中游标卡尺、千分尺、百分表的使用	49
第四章 新能源汽车装配工艺	55
第一节 内饰线的装配工艺	55
第二节 底盘装配线的装配工艺	59
第三节 终装线的装配工艺	62
第五章 新能源汽车装配检测	69
第一节 新能源汽车检测线——前轮前束、车轮外倾角	69
第二节 新能源汽车检测线——前照灯位置	73



第三节 新能源汽车检测线——侧滑检测·····	75
第四节 新能源汽车检测线——淋雨测试·····	78
第五节 新能源汽车检测线——OK 线检查·····	81
第六章 新能源汽车物流管理 ·····	88
第一节 物流和汽车物流·····	88
第二节 汽车物流设计·····	97
第三节 新能源汽车总装车间物流管理·····	107
第七章 新能源汽车质量管理 ·····	112
第一节 新能源汽车工艺质量管理控制方法·····	112
第二节 新能源汽车工艺纪律检查、质量检验和质量考核 ·····	119
第三节 新能源汽车产品质量评审与整车评价·····	129
第八章 新能源汽车生产管理 ·····	134
第一节 生产计划与生产管理·····	134
第二节 均衡生产、现场管理与看板管理·····	141
第三节 设备管理·····	147
参考文献·····	154



第三章 新能源汽车装配基本技能

新能源汽车总装的工序繁多，其中拧紧作业约占据整车装配连接总和的 90%，所使用的工具主要有手动力矩扳手、气动枪式液压脉冲扳手和电动工具三种。汽车总装工作量占全部制造工作量的 20%~25%，其最常见的操作内容有螺栓拧紧作业、线束连接作业、管路连接作业、粘贴作业、组装作业等。

课程思政

新能源汽车锂电池原料取之不竭了？

锂是新能源汽车动力系统不可或缺的一种重要资源。人类一直守着一个待开发的锂库——海洋，从海水中提取锂从未实现产业化。

2023 年年初，全球首个海水提锂项目在山东省青岛市正式启动，该项目从海水中提取锂，标志着海水提锂从工程化验证转向产业化生产的新阶段。作为全球锂资源开发的一次重要尝试，该项目将被载入全球工业史。



第一节 汽车拆装和调整的基本要求

知识目标	技能目标
1.掌握汽车拆装与调整需具备的技能； 2.掌握汽车拆卸和装配的安全操作规程； 3.了解汽车拆装与调整时的注意事项	1.能够说出汽车拆装和调整人员需具备的技能； 2.能够正确地说出汽车拆装和装配的安全操作规程

一、汽车拆装和调整人员需具备的技能

对汽车进行拆装和调整是汽车从业人员最基本的技能，要想高标准地完成拆装与



调整作业，汽车从业人员必须具备以下技能。

(1)熟悉汽车的构造及工作原理。汽车的种类、型号繁多，结构不同，装配、拆卸的顺序和使用的工具也不同。如果不了解所需要拆卸汽车的结构和特点，任意敲击或撬动都会造成零件的变形或损坏。所以，了解汽车的构造和工作原理，是确保正确拆卸的前提。

(2)熟悉汽车装配工艺指导书。汽车的装配工艺指导书是汽车装配作业的指导性文件。汽车的装配工艺包括零件的装配关系、装配零件的数量、装配时力矩的要求及装配所用的工具。装配人员只有严格按照装配工艺的要求进行装配，才能保证装配作业的生产一致性和装配正确性。

(3)熟悉汽车装配基本拆装方法。汽车装配基本的拆装包括螺钉和螺栓的装配、插接件的连接、油管的连接等，这些拆装方法是否熟练，直接影响汽车拆装的质量。因此，作为一个合格的汽车拆装人员，一定要能正确运用上述拆装方法。

(4)熟悉汽车拆装工具的使用方法。汽车拆装属于专业拆装，除了一些基本的拆装工具外，还会用到一些专用的拆装工具，如风动扳手和扭力扳手，它们在汽车拆装中用得非常多。正确使用拆装工具是每个从业人员必须具备的技能。因此，在上岗前必须对从业人员进行这方面的基本培训。

二、拆卸时的注意事项

(1)按需要进行拆卸和装配。零部件经过拆卸和装配容易产生变形和损坏，特别是紧配合件更是如此。不必要的拆卸会降低汽车的使用寿命，增加修理成本，延长修理工期。因此，拆卸时应防止盲目地大拆大卸，如果通过不拆卸检查就能判定零件是否符合要求，应尽量不拆卸，以免损坏零件。

(2)掌握正确的拆卸和装配方法。拆卸时为了提高拆卸工效，减少零部件的损伤和变形，需要使用相应的专用工具和设备，严禁任意敲击和撬动。例如，拆卸紧配合件时，应尽量使用压力机和顶拔器；拆卸螺栓连接件时，要选用适当的工具，依螺栓紧固力矩的大小优先选用套筒扳手、梅花扳手和呆扳手，尽量避免使用活扳手和钳子，防止损坏螺母和螺栓的六角边棱，给下次拆卸带来不必要的麻烦。装配时要尽量使用合适的装配工具，对于有力矩要求的螺栓螺母连接，尽量采用扭力扳手来保证扭力。在进行车轮装配时，如果没有机械手，要按照对称原则进行装配。

拆卸时应由表及里按顺序逐级拆卸，顺序一般是先拆车厢、外部线路、管路、附件等，然后按汽车→总成→部件→零件的顺序进行拆卸。

三、拆卸时为了重新装配应做好的准备

(1)拆卸时要注意检查校对装配标记。为了保证一些组合件的装配关系，在拆卸


时应应对原有的记号加以校对和辨认。没有记号或标记不清的,应重新检查并做好标记。有的组合件是分组选配的配合副,或是在装合后加工的不可互换的组合件,如轴承盖、连杆盖等,它们都是与相应的组合件一起加工的,均为不可互换的组件,必须做好装配标记,否则将会破坏它们的装配关系,甚至动平衡。

(2)零件要分类顺次摆放。为了便于清洗、检查和装配,零件应按不同的要求分类顺次摆放。否则,零件胡乱堆放在一起,不但容易相互撞伤,而且在装配时会造成错装或找不到零件的情况。为此,拆卸时应按零件的大小和精度归类分格存放。统一总成、部件的零件应集中在一起放置,不可互换的零件应成对放置,易变形、易丢失的零件应专门放在相应的容器中。

四、汽车拆卸和装配安全操作规程

- (1)上岗前,穿戴好劳动保护用品,检查所使用的工装、工具等设备设施。
- (2)两人以上作业时,必须互相联系、协调工作,做到“三不伤害”(不伤害自己,不伤害他人,不被别人伤害)。
- (3)使用起重机时,要有起重机操作证,遵守起重机安全操作规程,并对起重机、吊具进行认真的检查,注意周围情况,做到安全操作。
- (4)使用电动工具时,必须配备漏电保护器,必须检查是否漏电。
- (5)锤柄不应沾有油脂,以免滑脱伤人。若锤头卷边,应修整后再用。
- (6)装夹钻头及气螺刀时,应断电或断气,必须在其停止转动后再进行更换,并使用专用钥匙调松或调紧钻头,不准用其他物体敲打钻夹。
- (7)禁止把螺钉旋具当凿子用,吊起重物时严格执行“十不吊”原则和起重机安全操作规程。
- (8)使用砂轮时,禁止在砂轮上磨软物质,切线方向不允许站人,不得用力过大,必须佩戴防护眼镜,严格执行砂轮机安全操作规程。
- (9)使用加力扳手(加长杆)加力时,应检查套管头是否完整、有无裂纹,扳手和地面应无油污,周围环境无杂物,加力均匀,不可用力过猛。
- (10)工作现场严禁烟火,不得用汽油等易燃液体擦洗衣物等。
- (11)现场零件应摆放整齐、不超高;要留有消防和操作通道,确保地面无油污和水等。
- (12)工作完毕后切断电源、气源,清理工作现场。把工作后的废旧零件和废旧棉纱、油等各类液体,严格按A、B、C分类存放,做到统一回收。
- (13)严禁用锤子等铁制工具敲打气瓶嘴、保险帽(盖)等部位。
- (14)工作完毕后,关闭焊枪及气瓶开关。
- (15)现场周围不许有火种,确认安全后才可离开工作现场。

思考与练习

在线测试	思考题
 <p>扫一扫 测一测</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 简述汽车拆卸和装配安全操作规程。 2. 简述拆卸时的注意事项。 3. 简述汽车拆卸和调整人员需具备的技能。

第二节 汽车装配的常用工具

知识目标	技能目标
<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握手动力矩扳手的概念及分类； 2. 熟悉使用手动力矩扳手的注意事项； 3. 了解电动工具工作机的基本原理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够正确使用手动力矩扳手； 2. 能够正确使用铆钉枪

“工欲善其事，必先利其器”。没有工具，再好的能工巧匠也做不出精美的作品。在整车装配过程中，各个生产岗位都需要匹配符合实际生产要求、工艺要求、质量要求的装配工具。

工具的范畴十分广泛，下面主要对手动力矩扳手、气动力矩扳手、电动工具和铆钉枪四种工具进行介绍。

一、手动力矩扳手

1. 手动力矩扳手的工作原理

力矩就是力和力臂的乘积，在紧固螺钉、螺栓、螺母等螺纹紧固件时，需要控制施加的力矩大小，以保证螺纹紧固且不至于因力矩过大破坏螺纹，所以用手动力矩扳手来操作。首先设定好一个需要的力矩值上限，当施加的力矩达到设定值时，扳手会发出“咔嗒”声或者扳手连接处折弯一点角度，这就代表已经紧固不需要再加力了。

手动力矩扳手发出“咔嗒”声的原理可以分以下三个步骤去理解：

(1) 手动力矩扳手所发出的“咯嗒”声提示已达到要求的力矩值；

(2) 手动力矩扳手所发出的“咔嗒”声由本身内部的力矩释放结构产生，其结构分为压力弹簧、力矩释放关节和力矩顶杆；

(3) 首先在手动力矩扳手上设定所需的力矩值(由顶杆上的弹簧向力矩释放关节施压), 锁定力矩扳手开始拧紧螺栓, 当螺栓达到力矩值后(当使用扭力大于弹簧的压力后)会产生瞬间脱节的效应, 在产生脱节效应的瞬间发出关节敲击扳手金属外壳的“咔嗒”声, 由此来确认达到力矩值。

手动力矩扳手主要应用于生产现场的装配和检验中。

2. 手动力矩扳手的分类

手动力矩扳手按外形结构可分为手动定值式力矩扳手(图 3-1)、手动可调力矩扳手(图 3-2)、手动表盘指针力矩扳手(图 3-3)、棘轮扳手(图 3-4)、手持式数显力矩扳手(图 3-5)等多种类型。



图 3-1 手动定值式力矩扳手



图 3-2 手动可调力矩扳手



图 3-3 手动表盘指针力矩扳手



图 3-4 棘轮扳手



图 3-5 手持式数显力矩扳手

不论何种类型的力矩扳手, 其主要部件和结构原理都是相同的。下面以手动力矩扳手为例进行介绍。

手动力矩扳手主要由扭力主弹簧、扭力调整机构、锁止机构、驱动方头、外壳及手柄等组成, 其中扭力主弹簧是该类工具的核心零部件, 可以通过改变扭力弹簧受压状态而改变所需力矩的大小, 其自身精度为 $\pm 3\%$ 。一般用在零部件装配完毕后, 测量动力工具的拧紧状况, 检查是否达到实际规定的工艺要求。



3. 使用手动力矩扳手的注意事项

(1) 手动力矩扳手只能用作安装紧固件(螺栓、螺母)时测量其安装力矩使用, 绝不能作为拆卸工具去拧松已拧紧的紧固件。不能敲打、磕碰或作他用。使用时轻拿轻放, 不许任意拆卸与调整。

(2) 在使用力矩紧固件的场合操作者应尽可能戴上护目镜, 这样可以在突发情况下保护操作者的眼部。

(3) 为了保证工作人员正确使用和测量准确, 防止对工具、设备的损害, 必须确保所施加的力矩值在设备的允许力矩范围内。在使用力矩设备前, 应正确了解扳手的最大量程, 不能乱用。选择扳手时, 最好以工作值在被选用扳手的量限值的 20%~80% 为宜。

(4) 紧固时应使用正确的接头, 否则会导致施加的力矩出现人为误差。接头应接触紧密, 有足够硬度。

(5) 从加载的安全方面考虑, 在扳手手柄上尽量使用拉力(力向上), 而不是推力(力向下)。要调整操作姿势, 防止操作失败时人员跌倒。

(6) 使用前后, 扳手存放盒内, 不可到处放置。使用后, 将扳手擦拭干净放入盒内。使用力矩扳手后, 要注意将示值调节到最小值处, 以保证其准确度及使用寿命。否则, 会使力矩扳手提前失效或损坏。

(7) 使用时严禁在尾部加套管或长柄, 有专用配套附件(长柄或套管)除外。力必须加在手柄尾端, 使用时用力要均匀、缓慢。要正确区分扳手柄被锁住了, 还是扳手润滑不好这两种情况, 以使扳手调节到需要的力矩值。力矩扳手锁环处于“锁住”时, 不要强行转动手柄。当锁环处于“未锁住”时, 调节数值。工作值选定后, 确保锁环处于“锁住”状态后再进行工作。

(8) 如果扳手较长时间未用过, 使用前应先预加载几次, 使内部工作机构的润滑油均匀流遍。

二、气动力矩扳手

气动力矩扳手以气动枪式液压脉冲扳手为代表, 最初由日本某公司开发研制, 瑞典阿特拉斯·科普柯公司对主要核心部件进行了重新开发, 使精度更高、外形更美观。该类型工具具有转速高、重量轻、操作舒适、反作用小等的优点, 被广泛用于汽车装配中预拧紧时的快速拧紧。例如, 轮胎与轮毂装配时的预拧紧、动力总成与车身装配时的预拧紧等。气动枪式液压脉冲扳手主要由进气口、进气开关、气动马达、断气杆、液压缸、驱动方头、壳体等主要部件组成气动枪式液压脉冲扳手外形如图 3-6 所示。



图 3-6 气动枪式液压脉冲扳手外形

当接上气源后，扣动进气开关，压缩空气顺着进气通道进入气动马达，并使气动马达高速旋转。马达输出轴直接带动液压缸和驱动方头作用于工件。当达到设定力矩后，液压缸开始动作，使断气阀封闭马达进气口，实现断气。

该类工具与气动弯角定矩扳手相比，中间省去了机械式离合器、行星齿轮组等重要部件。其工具自身的力矩设定和调整均依靠工具内部的液压缸，并且该液压缸还具有达到力矩后实现工具的自动断气的功能。但由于液压缸内的液压油主要成分为蓖麻油，其性能在经过长时间的使用后将发生变化，影响整个工具自身的精度。所以，该类工具一般用在装配预拧紧的作业中。工具自身的精度为 $\pm 20\%$ 。

三、电动工具

在现代化高品质的机械装配领域内，为更有力地保障机械装配过程中的拧紧质量，确保产品质量得到有效监控和追溯，在越来越多的机械装配领域开始广泛使用电动拧紧机和电动拧紧控制系统。该类工具完全不同于传统的气动拧紧工具，它有效地应用了微电子技术、传感技术、计算机技术等尖端技术，是一种机电一体化的产品。电动拧紧机如图 3-7 所示。



图 3-7 电动拧紧机

1. 电动拧紧机各部分的作用

(1) 电动拧紧机。电动拧紧机是整套工具的主体部分，其内部由无刷电动伺服电动



机、应变片式力矩传感器、角度编码器、内置电路、转角齿轮等组成。可按电控系统的相关电信号和输入的电力，将电能转化为机械能对外输出，实现拧紧螺栓或螺母的目的。

(2) 电缆。电缆是连接拧紧机和电控柜的重要部件，在这里它不仅向拧紧机输入电力，还向拧紧机输入、输出电信号。

(3) 电控柜。电控柜主要由两大部分组成，即控制单元和驱动单元。它自身可以直接在操作面板上进行程序编辑，也可外接PC机进行拧紧程序的编辑，功能十分强劲。

2. 电动拧紧机的基本原理

操作人员根据装配工况的实际需求进行整套工具的拧紧程序编辑，压下电源按钮，使工具在设定的程序下运作，并随时通过电缆向电控柜输入、输出力矩和角度传感信号，以便实时监控整套拧紧系统。达到力矩值后，电动拧紧机自动切断电源，并对操作人员显示拧紧合格与否。

该类工具由于采用了应变片式力矩传感器和角度编码器，对工具的整个拧紧过程进行了实时监控，并应用计算机技术进行拧紧过程控制，所以该类工具的拧紧控制精度相对较高。目前，国际流行的电动拧紧机的力矩精度能控制为 $\pm 2\%$ ，拧紧旋转角度精度能控制为 $\pm 1\%$ 。因此，其价格比普通的气动工具要昂贵得多，在一般的装配过程中很少使用，主要用于要求较高的机械装配拧紧过程。

从这些工具的结构原理上看，这些工具是不能直接使用的，它们必须和相关的工具附件进行有效组合才能使用。一般这些工具附件是一些易耗材料，按使用环境不同，可以分为手动工具附件和动力工具附件；按用途不同，可分为套筒类、接杆类、刀头类等。

四、铆钉枪

铆钉枪用于各类金属板材、管材等制造工业中的紧固铆接。目前，铆钉枪被广泛地使用在汽车、航空、铁道、制冷、电梯、开关、仪器、家具、装饰等机电和轻工产品的铆接上。铆钉枪是为解决金属薄板、薄管焊接螺母易熔和攻丝内螺纹易滑牙等缺点而开发的。它可铆接不需要攻内螺纹和焊接螺母的拉铆产品。铆接牢固效率高，使用方便快捷。铆钉枪如图 3-8 所示。



图 3-8 铆钉枪

1. 铆钉枪的分类


铆钉枪按安装的铆钉种类不同，可以分为抽芯铆钉枪、铆螺母枪、环槽铆钉枪；按照动力不同，可以分为气动铆钉枪、电动铆钉枪、手动铆钉枪、液压铆钉枪。

2. 铆钉枪的使用方法

铆钉枪的种类多样，其使用方法也不尽相同。下面以气动铆钉枪为例，介绍其使用方法。

- (1) 开始工作前，先从进气嘴注入少量机油，保证铆钉枪的工作性能和工作寿命。
- (2) 保持规定的进气压力。进气压力过小，会降低铆钉枪的功率，不仅会使铆接效率低，铆钉镢头也可能因锤击次数过多而产生裂纹。
- (3) 冲头顶紧铆钉后再按压按钮。否则，活塞产生往返运动，会消耗一部分能量，活塞撞击壳体，使铆钉枪损坏。
- (4) 利用防护弹簧将冲头与枪身接牢靠，避免冲头飞出，损伤人或产品。
- (5) 右手持握手柄，食指按下按钮，启动铆钉枪，可利用按钮调节压缩空气量的多少，保证铆钉枪平稳工作。铆接刚开始，由于铆钉杆较长，铆钉杆与铆孔之间的间隙较大，受锤击时铆钉杆容易弯曲。因此，应轻压按钮，使铆钉枪功率小一些，待铆钉杆填满铆孔再重压。增大铆钉功率，以迅速形成镢头，镢头接近完成时，再逐渐放松按钮，防止镢头打得过低。
- (6) 冲头尾部按不同铆钉枪的型号配制，不应混用，避免损伤机件、降低效率。
- (7) 使用中不应随意打空枪，避免损坏机件。

思考与练习

在线测试	思考题
 扫一扫 测一测	<ul style="list-style-type: none">1. 力矩扳手发出“咔嚓”声的原理是什么？2. 使用手动力矩扳手的注意事项有哪些？3. 铆钉枪的使用方法是是什么？4. 汽车装配时使用的工具按动力供给形式分为哪几类？目前汽车总装车间应用的工具主要是哪种？为什么？



第三节 汽车装配基本操作

知识目标	技能目标
1.掌握螺纹连接作业； 2.熟悉线束连接作业； 3.了解管路连接作业	1.能够正确进行组装作业； 2.能够正确进行粘贴作业

汽车装配的特点是零件种类多、数量大，作业内容复杂，装配零部件除传动系统、车身、悬架、车轮、转向系统、制动系统、空调系统等之外，还有大量内外饰件、电器、线束、软管、硬管、玻璃、隔声材料等。汽车总装工作量占全部制造工作量的20%~25%，其最常见的操作内容有螺纹连接作业、线束连接作业、管路连接作业、粘贴作业、组装作业等。

一、螺纹连接作业

汽车装配中的拧紧作业是指用螺栓、螺母等的螺钉类，将部件与车身或部件与部件连接、固定的作业。螺纹连接被广泛应用在工业产品的装配中，在汽车装配中也是非常常见的一种连接方式，其具有装配简单、拆卸方便、成本低等优点。

1. 螺纹连接标准

螺纹连接件的类型很多，汽车制造中常见的螺纹连接件有螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母、自攻螺钉和垫圈等。这类零件的结构和尺寸都已形成标准，设计时可根据受力及有关标准进行选用。

根据国家标准(GB/T 3103.1—2002)，螺纹连接件分为三个精度等级，代号分别为A级、B级、C级。其中，A级螺纹连接件的精度最高，主要用于要求配合精确、防止振动等重要零件的连接；B级精度多用于受载较大且经常装拆、调整或者承受变载荷的连接；C级精度多用于一般的螺纹连接。常用的标准螺纹连接件(螺栓、螺钉)通常选用C级精度。

2. 螺纹的分类

螺纹是在固体外表面或内表面的截面上，呈均匀螺旋线凸起的形状。根据其用途不同可分为以下两大类。

(1)连接螺纹。连接螺纹分为普通螺纹、管螺纹、米制锥螺纹。其中，普通螺纹牙型为三角形，用于连接或紧固零件。普通螺纹按螺距不同分为粗牙螺纹和细牙螺纹，

细牙螺纹的连接强度较高。

(2) 传动螺纹。牙型有梯形、矩形、锯齿形。

3. 螺纹连接件的规格

螺栓和螺母将车辆各部分的零件紧固在一起。它们在汽车上应用广泛，规格很多，为了正确地进行装配，掌握它们非常重要。螺母、螺栓形式如图 3-9 所示。



图 3-9 螺母、螺栓形式

螺栓用不同的名称以区别其尺寸和强度。车辆上使用的螺栓可根据各自区域所要求的强度和尺寸进行选择。

(1) 螺栓 (如 $M12 \times 1.25 \times 10$)，其各参数含义如下。

M: 螺纹类型，M 表示米制普通螺纹；

12: 螺纹大径；

1.25: 螺距，其中粗牙螺纹不标注，细牙螺纹标注；

10: 螺栓长度 (不包括螺栓头的厚度)。

(2) 螺母 (如 $M12 \times 1.25$)，其各参数含义如下。

M: 螺纹类型，M 表示米制普通螺纹；

12: 螺纹大径；

1.25: 螺距。

(3) 自攻螺钉 (如 $ST4.8 \times 16$)，其各参数含义如下。

ST: 自攻螺钉；

4.8: 螺纹牙顶重合的假想圆柱直径，即自攻螺钉的规格；

16: 自攻螺钉的公称长度。

4. 螺栓、螺母的类型

(1) 螺栓类型如图 3-10 所示。



图 3-10 螺栓类型



①六角头螺栓。六角头螺栓是非常常见的一种螺栓类型。其中，一些六角头螺栓在螺栓头下有法兰盘或垫圈，还有一些是外圆内空六角形的，因此称为内六角头螺栓。

a. 法兰类型：螺栓头部和零件接触部分的面积很大，可以减缓螺栓头部施加给零件的接触压力，有助于减小损坏零件的可能性。

b. 垫圈型：功用与法兰相同，也可以用于拧紧比螺栓头更宽孔洞的部件。这类螺栓在螺栓头部和垫圈之间加了弹簧垫片，可以减少螺栓松脱。

②U形螺栓。U形螺栓主要用于连接弹簧钢板和车桥。

③双头螺柱。双头螺柱用于将各零件定位，或使装配简化。

(2) 螺母类型如图 3-11 所示。



图 3-11 螺母类型

①六角形螺母。六角形螺母使用得最普遍，其中一些在螺母下有法兰盘。

②盖螺母。盖螺母主要用作铝制轮的轮毂螺母，螺母上有盖子可盖住螺纹。盖螺母用来防止螺栓端部生锈，以免影响美观。

③开槽螺母。开槽螺母有多个槽或有带槽的柱面，又称防松脱螺母。在槽中插入开口销，可防止螺母转动而变松。这些螺母主要用在各个接头上，如转向系统。

5. 螺栓、螺母的锁定方法

(1) 锁紧螺母(图 3-12)。锁紧螺母有变形螺纹，当其拧紧到位后，其螺纹变形，以防止螺母松脱。锁紧螺母通常与汽车的传动零件一起使用。

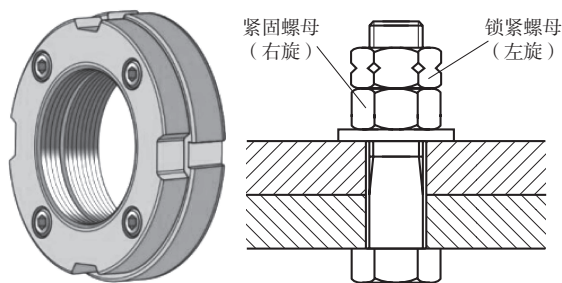


图 3-12 锁紧螺母

(2) 垫圈。在螺母、螺栓和工作面之间增加一个垫圈可防止松脱。垫圈根据锁定方式不同通常分为以下两种类型。

① 弹簧垫圈和波形垫圈。垫圈的弹力可以将螺栓或螺母松脱的可能性降到最低。

② 牙嵌式垫圈。一个齿面可以提高摩擦力，也可将螺栓或螺母松脱的可能性降到最低。

(3) 开口销(图 3-13)。开口销和开槽螺母配合使用可以实现锁紧功能。开口销和开槽螺母主要与汽车的转向零件一起使用。



图 3-13 开口销

(4) 锁紧板。锁紧板的舌片顶着螺栓或螺母安装，以防止紧固件变松。锁紧板不能再次使用。

(5) 自攻螺钉连接。自攻螺钉(图 3-14)主要用来连接内饰件、装饰条和线束等。

(6) 卡扣(图 3-15)。卡扣主要用来安装室内装饰件、装饰条，外部装饰件、线路等，汽车常用密封条卡扣。



图 3-14 自攻螺钉

图 3-15 卡扣

拧紧时，根据螺钉的特性(尺寸、材质、形状、用途)及通过螺钉所固定的部件的特性，在工程编写上也做了以下几项规定：



- ①指定了使用的工具；
- ②规定了拧紧的程度（拧紧力矩值）；
- ③使用多个螺钉时，规定了拧紧顺序；
- ④图样上特别指定的部位需要采用定力矩扳手进行力矩检查。

（7）常见的汽车装配螺栓连接训练指导项目如下：

- ①适合螺钉特性的正确的拧紧作业方法（作业标准）；
- ②理解用于相应作业的螺钉的特性及功能；
- ③理解通过螺钉固定的部件的特性及功能；
- ④所训练的拧紧部位的正确拧紧力矩值；
- ⑤夹具的操作方法及日常维护方法。

二、线束连接作业

线束是在两个或多个孤立不通的电子电路之间架起沟通的桥梁，从而使电流流通，实现电子元器件的各项功能。它是各种电气和电子设备中不可缺少的一种部件。线束连接是指线束、连接器、继电器等的电线端子与端子的结合。插接件是线束的重要组成部分，在很大程度上决定线束质量的好坏，反映线束的技术含量和可靠性。所以，选取插接件的每一个细节都要高度重视，不能出现任何错误。尤其是线束工程师，更需要了解线束插接件所用材料的具体性能，这样才有助于其选取优质插接件。

护套材料（塑料件）常用的材质主要有PA6、PA66、ABS、PBT、PP等，设计插件时可根据不同的需求选择不同的材质，还可根据实际情况在塑料中添加阻燃或增强材料，以达到阻燃或增强的目的，如添加玻璃纤维增强材料等。

插接件用的端子材质（铜件）主要是黄铜和青铜（黄铜的硬度比青铜的硬度稍低），其中，黄铜占的比重较大。另外，可根据不同的需求选择不同的镀层。

1. 线束的识读

线束可分为下列各组，以方便车辆各个电气组件之间的连接：

（1）车身接地。在车辆上，每个电气装置的负端和蓄电池的负端都连接至车身的金属薄板上，以形成电路，这种将所有负端都连接到车身上的做法被称为“车身接地”。

（2）线缆。车辆使用的线缆主要类型有三种，为保护它们，需要使用线缆保护件。

①低压线。低压线是一种广泛应用于汽车上的电线，包括电线和绝缘层。

②屏蔽电缆。设计电缆是为了保护它免受外部干扰，被用于无线电天线、馈线电缆、点火信号线、氧传感器信号线等领域。

③高压线。高压线表面带有一层厚橡胶绝缘层的导电芯（芯线），橡胶绝缘层可预防高压漏电。

(3) 电线保护件。保护件用来覆盖或绑扎线缆, 或者将它们固定在其他零件上, 使线束免受损坏。

(4) 连接部件。为方便连接, 线束都集中在车辆的少数几个部分。

① 接线盒(J/B)。接线盒是将电路各个插接器汇集在其内的一个零件。一般来说, 它由印制电路板、熔丝、继电器、断路器和 other 装置构成。

② 继电器盒(R/B)。虽然和接线盒十分相似, 但继电器盒内并无印制电路板或其他集中式接线功能。

③ 插接器。插接器是用在线束之间或者在线束和电气组件之间, 以便提供电气插接。插接器有两种类型, 即线和线插接器、线和件插接器。根据接线端的形状, 插接器分为“公”和“母”两种类型, 插接器使用不同的颜色来区分。

④ 过渡插接器。过渡插接器的功能是插接同一组的插接端子。

⑤ 接地螺栓。使用接地螺栓将线束和电气组件接地。与普通的螺栓不同, 这些螺栓表面喷上绿色漆, 以防止氧化。

2. 插接器的装配

车辆的电气部件通过插接器连接。因此, 当拆卸和安装电气零部件时, 需要断开插接器。因为插接器有不同的类型, 所以要用合适的方法拆卸不同的插接器。连接插接器时应挂上标签, 以标明连接位置。

(1) 断开插接器。只有在使锁销脱离啮合后, 才能分开插接器。直接拉扯线束断开插接器会扯断电线。为防止这种情况的发生, 断开插接器时应握住整个插接器。当插接器很难断开时, 把插接器朝连接处推动一下, 会有助于松开插接器锁定。

(2) 连接插接器。选择相匹配的插接器插头, 对准角度和方向进行连接, 牢固地接合插接器, 直至听到一个“咔嗒”的声音(锁住)。

提示: 在断开插接器时应参考所附的标签, 根据以前的情况断开插接器。在装配零件时注意插接器的方向, 并且还要注意对线束不能施加过大的力。

3. 注意事项

(1) 听插入的声音, 并结合手感来判定是否连接到位。

(2) 插入时手感硬, 有插不进去的感觉, 应拔出并确认插头是否弯曲。

三、管路连接作业

管路连接的功用主要是贯通汽车相应管路的通畅。管路连接在汽车上的应用非常多, 主要应用范围包括制动系统管路、空调系统管路、冷却系统管路等。

装配方法: 装配时应保持胶管管腔内清洁, 胶管不得有划伤。环箍安装在距离软管



口 5~10 mm 的地方。环箍安装端正，与软管口平行，不得歪斜，环箍装配状态应符合图样和工艺要求，不得随意转动装配，严禁环箍装配后与其他零部件发生动态或静态干涉。

四、粘贴作业

汽车总装装配中还有一些上述三种装配方式不能实现的零部件装配，这些就是需要粘贴的零部件，如内饰衬垫、隔声材料、车门内装饰护板、风窗玻璃、标志等。

粘贴方法：对于小件预先在车身上涂黏合剂，大件则在需要装的零件上直接涂黏合剂，所使用的设备有高压空气泵、储胶罐、管子、喷枪等。

在轿车装配中一个重要的粘贴部件是风窗玻璃，风窗玻璃装配的好坏直接影响整车的密封性。因此，黏合剂采用条状涂胶，所使用的设备是自动涂胶机和定量供给装置。

五、组装作业

汽车产品结构比较复杂，通常生产批量较大。为保证装配质量，提高劳动生产率，根据产品的结构特点，从装配工艺角度将产品分解成可单独组织装配的单元，以便合理地安排人员、设备和工作地点，组织平行、流水作业。这种组装作业也叫模块化装配，即零部件和子系统的组合。

为了提高装配的自动化水平，人们意识到必须加强产品开发设计、生产工艺、生产管理和产品制造的密切合作。从产品设计开始就应尽可能考虑简化总装配工序，使尽可能多的分总成在总装线外先进行预装配，构成整体后再上总装线安装到车体上，也就是采用模块化装配。这样不仅可大大减少总装线上的装配时间，降低成本，提高产品的可靠性，还便于实现自动化装配。国外很早就开始采用模块化装配技术，美国德尔福公司是模块化供应的倡导者，首先提出了模块化供应的新概念，并率先向梅赛德斯-奔驰公司在美国生产的 M 级车供应前座舱模块。模块化装配在汽车总装中一般应用在以下四个方面。


(1) 车门模块。在车门分装线上，以内板为中心，将门锁、玻璃、玻璃升降器及密封护板等用螺栓安装于其中部。再将其车门外把手、车门铰链、密封条及玻璃滑轨安装在一起，形成车门模块，然后将其装到车身上。

(2) 仪表板模块。在模块骨架上安装仪表板、空调、制动踏板及转向柱，分装好后，检查仪表和开关的技术性能，然后装到车身内。

(3) 底盘部件模块。底盘部件模块是指分装好的发动机和变速器总成、前悬架总成、后悬架总成、传动轴、排气管、油箱等底盘部件，在线下合装好后，再装入车身。

(4) 前段模块。前段模块指前段件上的前发动机罩盖锁和散热器面罩等。

思考与练习

在线测试	思考题
 扫一扫 测一测	<ol style="list-style-type: none">1. 线束主要分为哪几组？线束连接时注意事项有哪些？2. 汽车装配最常见的连接方法有几类？各应用在什么场合？3. 汽车中哪些位置使用到了粘贴作业？请举例说明。4. 总装车间分为哪些模块以进行装配？为什么要分模块进行装配？5. 请具体观察一台汽车使用了哪些连接方法？

第四节 汽车装配中游标卡尺、千分尺、百分表的使用

知识目标	技能目标
<ol style="list-style-type: none">1. 掌握游标卡尺的结构及使用方法；2. 掌握千分尺的结构及使用方法；3. 掌握百分表的结构及使用方法	<ol style="list-style-type: none">1. 能够正确使用游标卡尺；2. 能够正确使用千分尺；3. 能够正确使用百分表

一、游标卡尺

在汽车拆装与检修和汽车装配检验工作中，经常需要使用游标卡尺、千分尺、百分表。通过这些工具来检查零件尺寸和调整状态，直到与标准值相符，并且检查车辆或发动机等零件是否正常发挥作用。所以正确规范地使用游标卡尺、千分尺、百分表是每个汽车从业人员必须具备的技能。

游标卡尺有 0.1 mm（游标卡尺上标有 10 个等分刻度）、0.05 mm（游标卡尺上标有 20 个等分刻度）、0.02 mm（游标卡尺上标有 50 个等分刻度）和 0.01 mm（游标卡尺上标有 100 个等分刻度）四种最小分度值。

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺是一种测量长度、内径、外径和深度的量具，主要由尺身和附在尺身上能滑动的游标两部分构成。游标与尺身之间有弹簧片，利用弹簧片的弹力使游标与尺身靠紧。游标上部有紧固螺钉，可将游标固定在尺身上的任意位置。尺身一般以 mm 为单位，而游标上则有 10、20 或 50 个分格。根据分格的不同，游标卡尺可分为十分度游标卡尺、二十分度游标卡尺、五十分度游标卡尺等。游标卡尺的尺身和游标上有两

副活动量爪，分别是内测量爪和外测量爪。内测量爪通常用来测量内径，外测量爪通常用来测量长度和外径。深度尺与游标尺连在一起，可以测槽和筒的深度。游标卡尺的结构如图 3-16 所示。

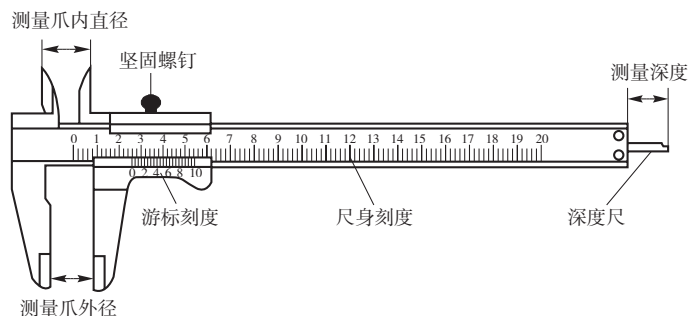


图 3-16 游标卡尺的结构

2. 游标卡尺的使用方法

用软布将量爪擦干净，使其并拢，查看游标和尺身的零刻度线是否对齐。如果已对齐，则可以进行测量；如果没有对齐，则要计取零误差。游标的零刻度线在尺身零刻度线右侧的称为正零误差，在尺身零刻度线左侧的称为负零误差。测量时，右手拿住尺身，大拇指移动游标，左手拿待测外径（或内径）的物体，使待测物位于外测量爪之间。当物体外径与量爪紧紧相贴时，即可读数。游标卡尺的使用如图 3-17 所示。

读数时，首先以游标零刻度线为准，在尺身上读取毫米整数（以 mm 为单位的整数部分），然后看游标上第几条刻度线与尺身的刻度线对齐，若没有正好对齐的线，则取最接近对齐的线进行读数，计数结果为 $L = \text{整数部分} + \text{小数部分}$ 。游标卡尺的识读如图 3-18 所示。整数部分读数为 40 mm，游标上第 6 条刻度线与尺身刻度线对齐，则小数部分为 0.25 mm，故读数结果为 $L = 40.25 \text{ mm}$ 。如果有零误差，则一律用上述结果减去零误差（零误差为负，相当于加上相同大小的正零误差），读数结果为 $L = \text{整数部分} + \text{小数部分} - \text{零误差}$ 。

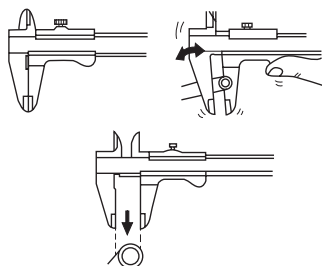


图 3-17 游标卡尺的使用

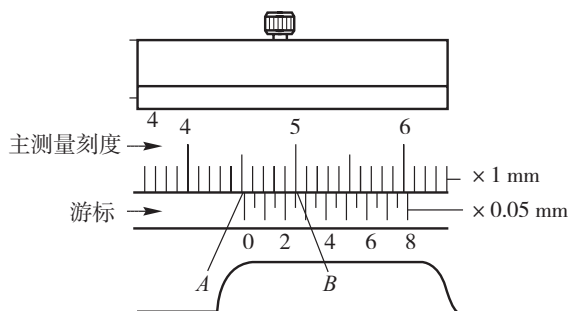


图 3-18 游标卡尺的识读

判断游标上哪条刻度线与尺身刻度线对准，可用下述方法：选定相邻的三条线，如

果左侧的线在尺身对应线之右，右侧的线在尺身对应线之左，中间那条线便可以被认为是与尺身刻度线对准的刻度线。如果需测量几次取平均值，无须每次都减去零误差，只要从最后结果中减去零误差即可。

注意事项：

- (1) 在测量前完全合上量爪，并检查卡尺间是否有足够的间隙能看到光；
- (2) 测量时，轻轻地移动卡尺，使零件放在量爪间；
- (3) 一旦零件刚好放在量爪之间，用紧固螺钉固定游标，以便能更方便地读取测量值。

3. 使用游标卡尺的注意事项

(1) 游标卡尺使用完毕后，用棉纱擦拭干净。长期不用时，应在游标卡尺上擦润滑油或机油，两量爪合拢并拧紧紧固螺钉，放入卡尺盒内盖好。

(2) 游标卡尺是比较精密的测量工具，要轻拿轻放，不得碰撞或跌落地下。使用时，不要用来测量粗糙的物体，以免损坏量爪；避免与刃具放在一起，以免刃具划伤游标卡尺的表面。不使用时，应置于干燥中性的地方，远离酸碱性物质，防止锈蚀。

(3) 测量时，应先拧松紧固螺钉，移动游标时不能用力过猛。两量爪与待测物的接触不宜过紧。不能使被夹紧的物体在量爪内挪动。

(4) 读数时，视线应与尺面垂直。如果需要固定读数，可用紧固螺钉将游标固定在尺身上，防止滑动。

(5) 实际测量时，对同一长度应多测几次，取其平均值来减少偶然误差。

(6) 应定期校验游标卡尺的精准度和灵敏度。

二、千分尺

千分尺的旧称为螺旋测微器、螺旋测微仪，是比游标卡尺更精密的测量长度的工具，用它测长度可以准确到 0.01 mm ，测量范围为几厘米。它的一部分是螺距为 0.5 mm 的螺纹，当它在固定套管的螺套中转动时，将前进或后退，活动套管和螺杆连成一体，被等分成 50 个分格。螺杆转动的整圈数用固定套管上间隔 0.5 mm 的刻度线测量，不足一圈的部分用活动套管周边的刻度线测量。

千分尺是依据螺旋放大的原理制成的，即螺杆在螺母中旋转一周，螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距。因此，沿轴线方向移动的微小距离，就能用圆周上的读数表示出来。千分尺精密螺纹的螺距是 0.5 mm ，可动刻度有 50 个等分刻度，可动刻度旋转一周，测微螺杆可前进或后退 0.5 mm ，因此旋转每个小分度相当于测微螺杆前进或后退 $0.5/50\text{ mm}=0.01\text{ mm}$ 。也就是说，可动刻度每一小分度表示 0.01 mm ，所以千分尺可精确到 0.01 mm 。由于还能再估读一位，可读到毫米的千分位，故称为千分尺。



量程: 0~25 mm, 25~50 mm, 50~75 mm, 75~100 mm。

1. 千分尺的识读

千分尺结构的识读如图 3-19 所示。

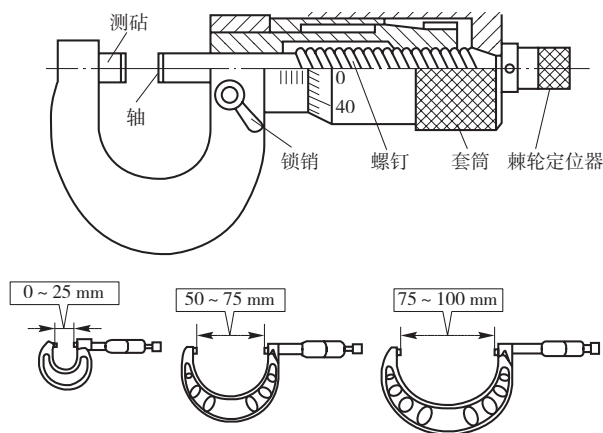


图 3-19 千分尺的识读

2. 千分尺的使用方法

(1) 零校准。图 3-20 所示为千分尺的零校准。使用千分尺前, 须检查并确保零刻度已对准。以 50~75 mm 的千分尺为例, 对其进行零校准。千分尺的零校准如图 3-20 所示。

①在开口内放置一个标准的 50 mm 校正器, 并让棘轮定位器自动转动 2~3 圈。然后, 检查套管上的基准线与套筒的零刻度线是否对齐。

如果误差低于 0.02 mm, 使锁销啮合, 以便固定轴。

②使用图 3-20(b) 中所示的调整方法, 以便移动和调整套管。

如果误差大于 0.02 mm, 使锁销啮合, 以便固定轴。

③用调节扳手按图 3-20(c) 所示方向松开棘轮定位器。然后, 将套筒的零刻度线与套管的基准线对齐。

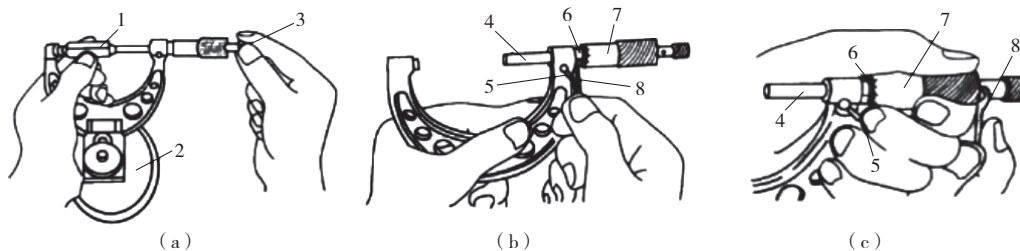


图 3-20 千分尺的零校准

(2) 测量。千分尺的测量如图 3-21 所示。

- ①将测砧抵住被测物，旋转套筒直到轴轻轻接触被测物；
- ②一旦轴轻轻接触到被测物，转动棘轮定位器几次并读出测量值；
- ③使用棘轮定位器时施加均匀压力，当此压力超过规定值时，它便空转。

注意：在测量小零件时，应把千分尺固定在支架上。通过移动千分尺，寻找可测得正确直径的位置。

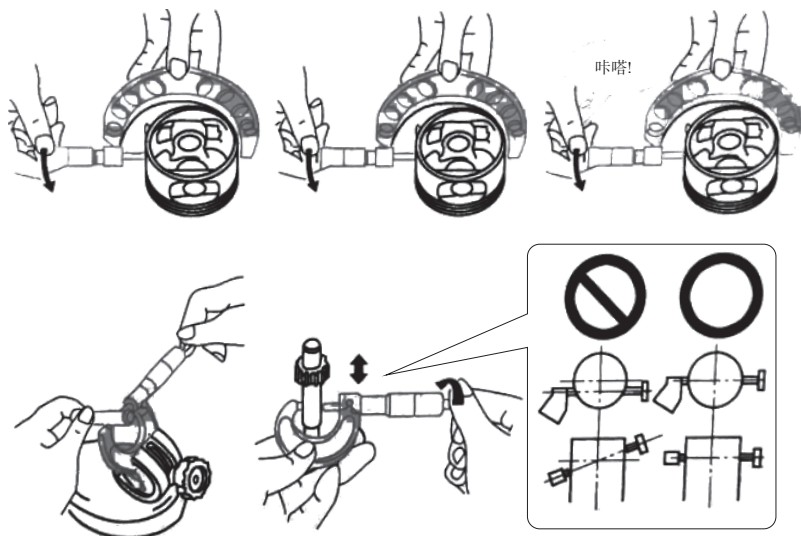


图 3-21 千分尺的测量

3. 千分尺的正确使用和保养

- (1) 检查零位线是否准确；
- (2) 测量时，把工件被测量面擦干净；
- (3) 工件较大时，应放在 V 形铁或平板上测量；
- (4) 测量前将测量杆和测砧擦干净；
- (5) 拧活动套筒时，需用棘轮装置；
- (6) 不要拧松后盖，以免造成零位线改变；
- (7) 不要在固定套筒和活动套筒间加入普通机油；
- (8) 用完后擦净上油，放入专用盒内，置于干燥处。

三、百分表

百分表是一种利用精密齿条齿轮机构制成的表式通用长度测量工具，通常由测量头、测量杆、防震弹簧、齿条、齿轮、游丝、圆表盘及指针等组成，常用于形状和位置误差以及小位移的长度测量。百分表的圆表盘上印制有 100 个等分刻度，即每一分度值相当于测量杆移动 0.01 mm。



百分表是利用齿条齿轮或杠杆齿轮传动，将测量杆的直线位移变为指针的角位移的计量器具，主要用于测量制件的尺寸、形状、位置误差等。分度值为 0.01 mm，测量范围为 0~3 mm、0~5 mm、0~10 mm 等。

悬挂式测量头的上下移动被转变为长短指针的转动，用于测量轴的偏差或弯曲以及法兰的表面振动等。

使用百分表时应注意以下事项。

(1) 使用前，应检查测量杆活动的灵活性，即轻轻推动测量杆时，测量杆在套筒内的移动要灵活，没有任何轧卡现象，每次松开手后，指针能回到原来的刻度位置。

(2) 使用时，必须把百分表固定在可靠的夹持架上。切不可贪图省事，随便夹在不稳固的地方，否则容易造成测量结果不准确，或摔坏百分表。

(3) 测量时，不要使测量杆的行程超过它的测量范围，不要使表头突然撞到工件上，也不要使百分表测量表面粗糙或有显著凹凸不平的工件。

(4) 测量平面时，百分表的测量杆要与平面垂直；测量圆柱形工件时，测量杆要与工件的中心线垂直，否则，将使测量杆活动不灵或测量结果不准确。

(5) 为方便读数，在测量前一般让大指针指到刻度盘的零位。

(6) 在不使用时，要摘下百分表，使表解除所有负荷，让测量杆处于自由状态。


拓展阅读

比亚迪“龙”元素进化史——完美诠释 “龙的传人”

近年来，国内汽车消费市场的需求升级，“颜值”在消费者购车决策中所占比重越来越大。众多中国汽车品牌开始意识到汽车设计对于品牌提升、市场扩张的重要性，国内厂商对汽车设计越来越重视，投入水涨船高。但汽车设计要引起人们共鸣并不容易。2016 年，比亚迪以“龙”元素作为设计原点，正是看中“龙”在中国的瑞兽地位：有实力，有自信，象征着领导地位，而且是能量的掌控者。“龙”这个瑞兽与中国汽车设计的结合之路由此开启。



思考与练习

在线测试	思考题
 扫一扫 测一测	<ol style="list-style-type: none">1. 游标卡尺的使用场合有哪些？如何进行游标卡尺的读数？2. 能否用千分尺测量内径值？测量前要进行什么工作？3. 百分表主要用来测量什么尺寸？它能测量尺寸的绝对值吗？