

高等职业教育机电系列精品教材
校企“双元”合作开发新形态教材

机械设备装调 与维修实训

主 编 杨 琼
杨春花
董钟慧
副主编 刘 栋
李德权
崔欢欢
沈振华
主 审 王 磊



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是职业教育新常态下理实一体化教材,参照国家相关的职业资格技能鉴定标准,以任务驱动法为主,设置了上下两篇共 13 个项目,包括常用量具基础知识,锯削、錾削与锉削,孔加工,螺纹加工,划线,弯形和矫正,刮削和研磨,装配基础知识,变速箱的装调,二维工作台的装调,齿轮减速器的装调,自动冲床机构的装调,整机的装调与维修。本书体现“教学做”合一的理念,突出动手能力的培养和知识运用能力的提高,具有很强的实践性、针对性和实用性。

本书既适用于高等职业教育机电技术应用、智能设备运行与维护等相关专业的教学,也可作为相关工程技术人员参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械装备装调与维修实训 / 杨琼, 杨春花, 董钟慧
主编. -- 上海 : 上海交通大学出版社, 2025. 2. -- ISBN
978-7-313-32063-6

I. TH182

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025WA8287 号

机械装备装调与维修实训

JIXIE SHEBEI ZHUANGTIAO YU WEIXIU SHIXUN

主 编:杨 琼 杨春花 董钟慧

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:362 千字

版 次:2025 年 2 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-32063-6

定 价:55.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:13.5

印 次:2025 年 2 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-8836866

本书是根据高等职业教育人才培养的要求,借鉴德国“双元制”职业教育的先进经验,由高等职业学校的教师和企业的工程技术人员,通过社会调研对企业人才需求加以分析,参照钳工国家职业技能标准《(2020 年版)》编写而成的。

本书按照机械设备装调的真实工作过程,以工作任务为引领,以机械传动技术实训装置为基础,选取与职业活动紧密相关的典型拆装训练任务为教学内容,设置了上下两篇,分别为“上篇 钳工基本操作技能”和“下篇 典型设备的装调与维修实训”,包括变速箱的装调、二维工作台的装调、齿轮减速器的装调、自动冲床机构的装调和整机的装调与维修 5 个实训。在内容编排上,本书采用任务驱动项目式教学法,兼顾理论与实践,将任务细分为“任务导入”“任务分析”“任务实施”“任务评价”“课后小结”6 个模块。

本书采用以技能训练为主线、以相关知识为支撑的编写思路,较好地处理了理论教学和技能训练的关系,切实贯彻了“实用、够用”的指导思想,紧密联系生产实际和国家职业技能标准对相关工种的要求,体现了科学性、实用性和先进性。

本书积极吸收职业教育课程改革的各方面成果,以“立德树人,强化劳动教育,提升职业素养”为宗旨,充分体现“加强针对性,注重实用性,拓宽知识面”的原则,力求达到因材施教、分层教学的目的,且符合教学标准的要求。

本书由云南机电职业技术学院杨琼、杨春花、董钟慧担任主编,云南机电职业技术学院刘栋、李德权、崔欢欢,昆明涛颀科技有限公司沈振华担任副主编,云南机电职业技术学院陈宇、武静、何亮、温成卓、曾学淑、孙亚军、马永达参与编写。其中,绪论由何亮、温成卓编写,项目 1 和项目 2 由刘栋、陈宇编写,项目 3 和项目 4 由李德权、武静编写,项目 5 和项目 6 由崔欢欢、曾学淑、孙亚军编写,项目 7 由沈振华、马永达编写,项目 8 和项目 9 由杨琼编写,项目 10 和项目 11 由杨春花编写,项目 12 和项目 13 由董钟慧编写。云南机电职业技术学院教授王磊主审本书,在此表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中定存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

0

绪论	1
0.1 钳工的主要工作内容	1
0.2 钳工应掌握的操作技能	1
0.3 钳工的工作场地及常用设备	1
0.4 钳工安全操作规程	5

上篇 钳工基本操作技能

项目 1

1

常用量具基础知识	9
1.1 钢直尺	9
1.2 钢卷尺	10
1.3 游标卡尺	11
1.4 深度游标卡尺	14
1.5 高度游标卡尺	17
1.6 千分尺	19
1.7 百分表	22
1.8 游标万能角度尺	28
1.9 水平仪	31
1.10 塞尺、塞规与环规	35
1.11 量块	38

项目 2

2

锯削、錾削与锉削	41
2.1 锯削	41
2.2 錾削	49
2.3 锉削	56

项目 3

3

孔加工	66
3.1 钻孔	66
3.2 扩孔	73
3.3 铰孔	75
3.4 铰孔	76
3.5 钻床及其附件	78

项目 4

4

螺纹加工	82
4.1 螺纹的基本知识	82
4.2 攻螺纹	84
4.3 套螺纹	88

项目 5

5

划线	91
5.1 划线概述	91
5.2 划线基准的选择	96
5.3 划线的找正和借料	97
5.4 平面划线和立体划线	99
5.5 万能分度头	100

项目 6

6

弯形和矫正	102
6.1 弯形	102
6.2 矫正	106
6.3 弯形和矫正的废品种类及原因	110

项目 7

7

刮削和研磨	111
7.1 刮削	111
7.2 研磨	116

下篇 典型设备的装调与维修实训

项目 8

8

装配基础知识	123
8.1 装配概述	123
8.2 螺纹联接的装配工艺	130
8.3 键联接的装配工艺	131
8.4 销联接的装配工艺	132
8.5 滑动轴承的装配工艺	132
8.6 滚动轴承的装配工艺	133

项目 9

9

变速箱的装调	135
9.1 准备工作	141
9.2 实施步骤	141
9.3 注意事项	148

项目 10

10

二维工作台的装调	152
10.1 准备工作	157
10.2 实施步骤	157
10.3 注意事项	165

项目 11

11

齿轮减速器的装调	168
11.1 准备工作	173
11.2 实施步骤	173
11.3 注意事项	181

项目 12

12

自动冲床机构的装调	184
12.1 准备工作	188
12.2 实施步骤	188
12.3 注意事项	191

项目 13

13

整机的装调与维修 194

13.1 准备工作 199

13.2 实施步骤 199

13.3 注意事项 203

参考文献 207



绪 论

钳工是现代制造业中不可缺少的一个工种,在机械产品或部件的制造过程中,钳工起到关键的基础作用。对比车铣加工来说,钳工一般用于单件或小批量生产,制作对象结构不会很复杂。



0.1 钳工的主要工作内容

钳工的主要工作内容是使用手工工具和一些机动工具(如钻床、砂轮机 etc)对工件进行加工或对部件、整机进行装配。它的工作范围很广,主要采用手工方法并经常要在台虎钳上进行操作。

现代钳工的专业化分工越来越细,产生了专业性的钳工,分别为装配钳工(制造钳工)、检修钳工(机修钳工)、划线钳工、模具钳工和化工检修钳工等。



0.2 钳工应掌握的操作技能

钳工应掌握的操作技能主要包括划线、錾削(凿削)、锯割、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、攻丝、套丝、矫正、弯曲、铆接、刮削、研磨及简单的热处理等,还包括零部件和产品的装配、机器设备的安装调试和修理等。



0.3 钳工的工作场地及常用设备

钳工的工作场地是钳工进行工作的固定地点,它可以是一人工作的较小场地,也可以是供多人工作的较大场地。

常用的钳工设备有钳台、台虎钳、砂轮机和钻床等。

0.3.1 钳台

钳台也称钳桌,它是钳工操作的专用桌,如图 0-1 所示。

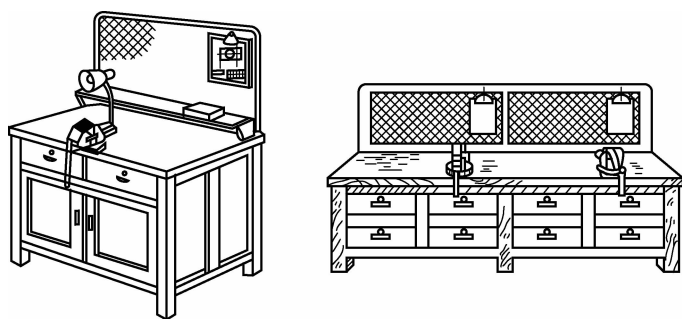


图 0-1 钳 台

0.3.2 台虎钳

台虎钳装在钳台上,用来夹持工件,其规格以钳口的宽度来表示,常用的有 100 mm (4 in)、125 mm(5 in)和 150 mm(6 in)等。台虎钳有固定式台虎钳和回转式台虎钳之分,如图 0-2 所示。回转式台虎钳的构造如图 0-3 所示。

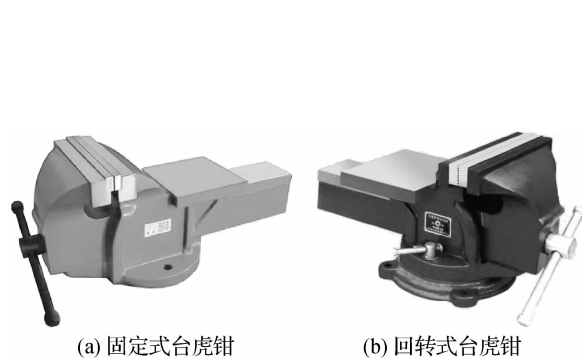


图 0-2 台 虎 钳

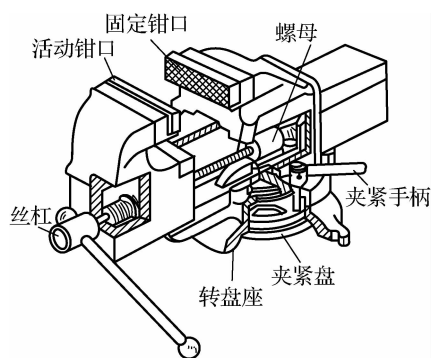


图 0-3 回转式台虎钳的构造

台虎钳的使用与维护方法如下。

(1)台虎钳安装在钳台上时,必须使固定钳身的钳口工作面处于钳台边缘之外,以便在夹紧长条工件时工件的下端不受钳台边缘的阻碍。台虎钳在钳台上的高度应齐人的手肘,如图 0-4 所示。

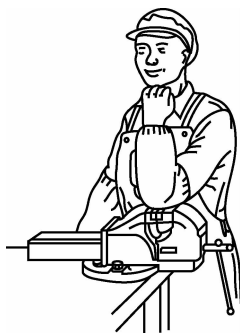


图 0-4 台虎钳安装高度

(2) 台虎钳必须牢固地固定在钳台上, 夹紧手柄要扳紧, 使工作时钳身不致有松动现象, 否则会影响工作。

(3) 夹紧工件时必须靠手的力量来扳动手柄, 不能用锤击或随意套上管子来扳手柄, 以免对丝杠、螺母或钳身造成损坏。

(4) 强力作业时, 应尽量使力量朝向固定钳身方向, 否则将额外增加丝杠和螺母的受力。不要在活动钳口的光滑平面上进行敲击工作, 以免影响活动钳口与固定钳口的配合性能。

(5) 台虎钳各滑动配合表面上要经常加油润滑并保持清洁, 以防生锈。

0.3.3 砂轮机

砂轮机是刃磨钻头、铰子、刮刀及各种刀具的专用设备。砂轮机主要由砂轮、电动机和机体组成。

砂轮机的使用注意事项如下。

(1) 砂轮的旋转方向应正确, 使磨屑向下方飞离砂轮。

(2) 砂轮机起动后, 待砂轮旋转正常后再进行磨削。

(3) 磨削时要防止刀具或工件对砂轮产生剧烈的撞击或施加过大的压力。砂轮表面跳动严重时, 应及时用修整器修理。

(4) 砂轮机的搁架与砂轮间的距离一般应保持在 3 mm 以内, 否则容易造成磨削件被轧入而导致砂轮破碎。

(5) 操作者尽量不要站在砂轮对面, 而应站在砂轮侧面或斜侧位置, 与砂轮平面形成一定的角度。

0.3.4 钻床

钻床是一种常用的孔加工机床。钻床上可装夹钻头、扩孔钻、铰钻、铰刀、镗刀和丝锥等刀具, 用来进行钻孔、扩孔、铰孔、铰孔、镗孔及攻螺纹等工作。

(1) 钻床的分类。根据钻床结构和适用范围不同, 钻床可以分为台式钻床(台钻)、立式钻床(立钻)和摇臂钻床三种。

①台式钻床。台式钻床是一种可放在台子上或专用的架子上使用的小型钻床, 如图 0-5 所示。台式钻床的最大钻孔直径一般在 12 mm 以下。台式钻床主轴转速很高, 常用三角皮带传动, 由多级皮带轮来变换转速。

②立式钻床。立式钻床(见图 0-6)最大钻孔直径有 25 mm、35 mm、40 mm 和 50 mm 等几种, 一般用来加工中型工件。

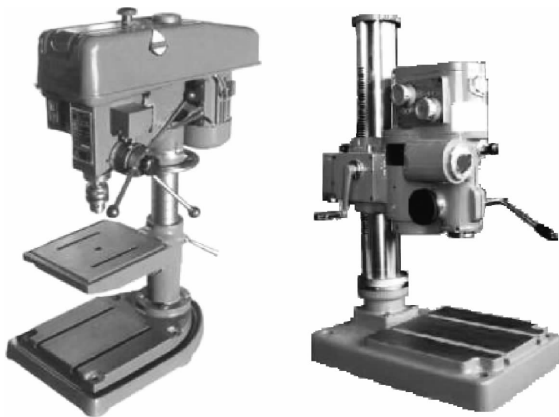


图 0-5 台式钻床

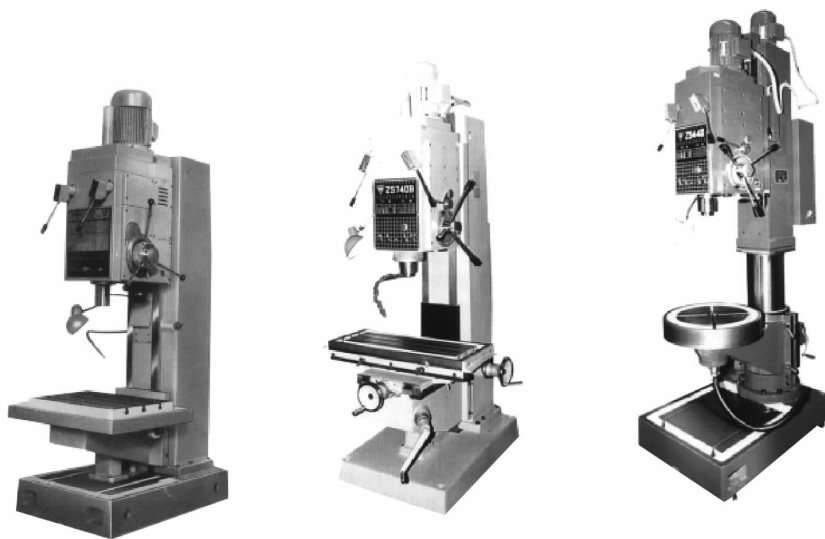


图 0-6 立式钻床

立式钻床一般具有自动进给功能。由于立式钻床的功率及结构强度较高,因而加工时允许采用较大的切削用量。

③摇臂钻床。摇臂钻床(见图 0-7)的主轴变速箱能在摇臂上做较大范围的移动,摇臂能绕立柱中心做 360°回转运动,并可沿立柱上下移动,故摇臂钻床能在很大范围内工作。摇臂钻床的主轴转速范围和走刀量范围比较宽,因此工作时可获得较高的生产效率和加工精度。

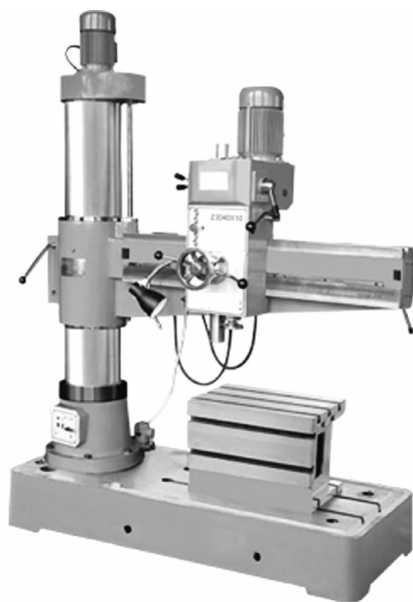


图 0-7 摇臂钻床

(2)钻床附件。钻床附件主要有钻夹头、钻头套等。钻夹头(见图 0-8)用来装夹直径不大于 13 mm 的直柄钻头。钻头套(见图 0-9)用来装夹锥柄钻头,根据钻头锥柄莫氏锥度的号数选用相应的钻头套。



图 0-8 钻 夹 头

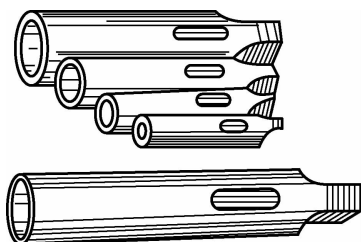


图 0-9 钻 头 套

钻头套共有以下五种规格：

- ① 1 号钻头套：内锥孔为 1 号莫氏锥度，外圆锥为 2 号莫氏锥度。
- ② 2 号钻头套：内锥孔为 2 号莫氏锥度，外圆锥为 3 号莫氏锥度。
- ③ 3 号钻头套：内锥孔为 3 号莫氏锥度，外圆锥为 4 号莫氏锥度。
- ④ 4 号钻头套：内锥孔为 4 号莫氏锥度，外圆锥为 5 号莫氏锥度。
- ⑤ 5 号钻头套：内锥孔为 5 号莫氏锥度，外圆锥为 6 号莫氏锥度。

一般立式钻床主轴的锥孔为 3 号或 4 号莫氏锥度，摇臂钻床主轴的锥孔为 5 号或 6 号莫氏锥度。

(3) 钻床的使用注意事项。使用钻床时应注意以下事项。

- ① 工作台台面必须保持清洁。
- ② 钻通孔时必须使钻头能通过工作台台面上的让刀孔，或在工件下面垫上垫铁以免钻坏工作台台面。
- ③ 使用立式钻床前必须先空转试车，在机床各机构都能正常工作时才可操作。
- ④ 立式钻床不采用自动进给时，必须将进给手柄端盖向里推，断开自动进给。
- ⑤ 在立式钻床上变换主轴转速或自动进给量时，必须先停车。
- ⑥ 应经常检查润滑系统的供油情况。
- ⑦ 钻床用完后必须将机床外露滑动面及工作台台面擦净，并对各滑动面及各注油孔加注润滑油。



0.4

钳工安全操作规程

钳工安全操作规程如下。

- (1) 工作前，操作员必须检查一遍工作现场和所需用的各种工具，避免发生意外。
- (2) 操作前，操作员应先熟悉图样、工艺文件及有关技术要求，严格按照规定加工。
- (3) 用台虎钳夹紧工件前，操作员应先检查台虎钳的紧固性。若装夹面为已加工表面，则钳口部位需加铜质或铝质等软质垫板，以保护工件及钳口。
- (4) 工作时，锤头与錾子头部不应有油。
- (5) 根据工件表面粗糙度要求，选择不同锉齿的锉刀进行锉削，细锉刀不可用作粗锉刀。
- (6) 保持锉刀齿面清洁，并经常用锉刀刷清理。

- (7) 正确地掌握量具、刀具的使用方法与维护方法,保证量具、刀具的测量准确性与精度。
- (8) 锯割时,应根据工件的硬度、尺寸和外形选择锯齿的粗细。
- (9) 钻削时,严禁戴手套接近旋转体。
- (10) 攻螺纹或套螺纹时,应根据不同材质的工件,合理地选用润滑油。
- (11) 铰孔时,用力要平稳,压力不宜太大。



上篇

钳工基本操作技能



项目 1 常用量具基础知识

判断零件是否合格的必要手段就是测量,不同的零件特征需要用到不同的量具。认清量具的规格、结构,正确地使用量具将会提高钳工的生产效率。



1.1 钢 直 尺

1.1.1 钢直尺的结构和规格

钢直尺是最简单、最普通、最常用的量具,广泛应用于测量工件的尺寸或距离,如测量长度、深度、宽度、螺距等。钢直尺的刚性好、自重小,最小刻度一般都是 1 mm,标度单位常为厘米。钢直尺的规格长度有 100 mm、150 mm、300 mm、500 mm、1 000 mm、1 500 mm、2 000 mm。

钢直尺除测量尺寸外,还可用于划线。用于测量长度尺寸的钢直尺最常用的规格为 150 mm,如图 1-1 所示。1 000 mm 以上规格的钢直尺在划线时用得较多。

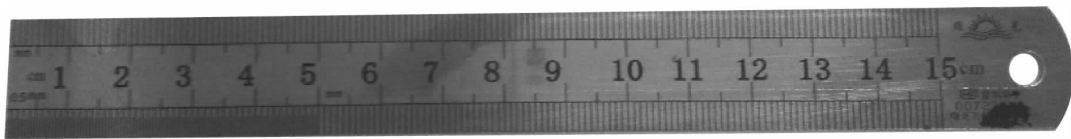


图 1-1 150 mm 钢直尺

1.1.2 钢直尺的使用注意事项

钢直尺的使用注意事项如下。

(1)使用前,应检查钢直尺是否在受控范围,各工作面和边缘是否被碰伤,并将钢直尺工作面和被检工作面擦干净。使用时,将钢直尺靠放在被测工件的工作面上,将零刻度线与被测尺寸起点重合,并贴紧工件来测量。注意轻拿、轻靠、轻放,防止钢直尺弯曲变形。钢直尺是量具,不能折,更不能作为工具使用。

(2)钢直尺用于测量零件的长度时,其测量结果是存在误差的。这是因为钢直尺的刻线间距为 1 mm,而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2 mm,所以测量时读数误差会比较大,只能读出毫米数,即它的最小读数值为 1 mm,比 1 mm 小的数值只能估读。

(3)如果用钢直尺直接去测量零件的轴径或孔径,其测量的精度会更差。因为除了钢直尺本身的读数误差比较大以外,在测量零件的轴径或孔径时,钢直尺无法刚好放在零件直径

的准确位置。

(4)为求得相对精确的测量结果,可将钢直尺翻转 180° 再测量一次,取两次读数的算术平均值为最终结果。

1.1.3 钢直尺的保养

- (1)钢直尺使用完毕后应擦去尺面油垢,平放在工作台或悬挂起来。
- (2)在使用过程中,钢直尺不可与其他工具、工件等堆放在一起,避免碰伤或损坏。
- (3)远离液体,避免冷却液、切削液、水或油与钢直尺接触。



1.2 钢 卷 尺

1.2.1 钢卷尺的结构和规格

钢卷尺又称为卷尺、盒尺,根据结构不同,钢卷尺可以分为摇卷式钢卷尺、自动式钢卷尺、制动式钢卷尺和探测钢卷尺。

钢卷尺主要由卷尺外壳、制动按钮、盘式弹簧(见图 1-2)、尺带、尺钩五部分组成,如图 1-3 所示。当拉出尺带时,盘式弹簧被卷紧,产生向回卷的拉力,当松开尺带时,尺带就被盘式弹簧的拉力拉回。

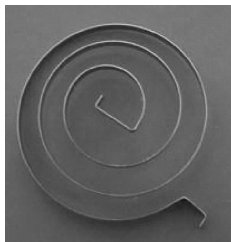


图 1-2 盘式弹簧

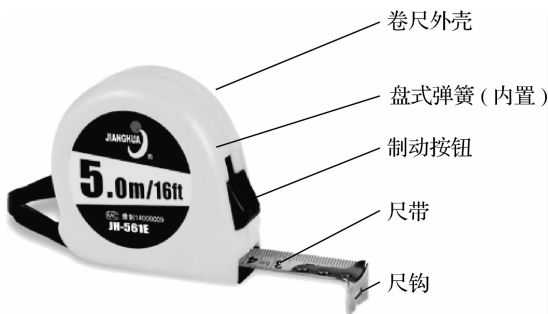


图 1-3 钢卷尺的结构

钢卷尺也是钳工常用的量具,它具有体积小、自重小、测量范围广的优点。钢卷尺的规格长度有 1 m、2 m、3 m、5 m、10 m、15 m、20 m、30 m、50 m 和 100 m 等。钢卷尺最小刻度一般为 1 mm,标度单位常为厘米,其主要用途为测量零件的长度,常用的规格为 2 m 与 5 m。

1.2.2 钢卷尺的使用注意事项

使用钢卷尺时一手压下钢卷尺上的制动按钮,一手拉住卷尺尺钩,便能拉出尺带进行测量。钢卷尺的使用注意事项如下。

(1)用直接读数测量法进行测量时,将钢卷尺零刻线对准测量起始点,并施以适当的拉力,直接读取测量终止点所对应的尺上刻度。

(2)对于一些无法直接用钢卷尺测量的部位,钢卷尺可以与直角尺或钢直尺配合使用,用间接读数测量法进行测量:用直角尺或钢直尺将被测量点延伸至被测量工件表面,使钢卷尺零刻线对准测量起始点,尺带与测量方向一致,用钢卷尺量取到钢直尺或直角尺上某一整刻度的距离,余长用直接读数测量法量出。

(3)拉出尺带时不宜用力过猛,而应当将尺带徐徐拉出,使用完毕后也应让尺带徐徐退回,速度过快容易划伤手指。

(4)钢卷尺的尺带表面一般为镀铬、镍或其他涂料,因而要保持清洁,测量时不要使其与被测工件表面摩擦,以防划伤尺带表面。

1.2.3 钢卷尺的保养

钢卷尺的保养注意事项如下。

(1)在使用过程中,钢卷尺不可与其他工具、工件等堆放在一起,避免碰伤或损坏。

(2)远离液体,避免冷却液、切削液、水或油与钢卷尺接触。

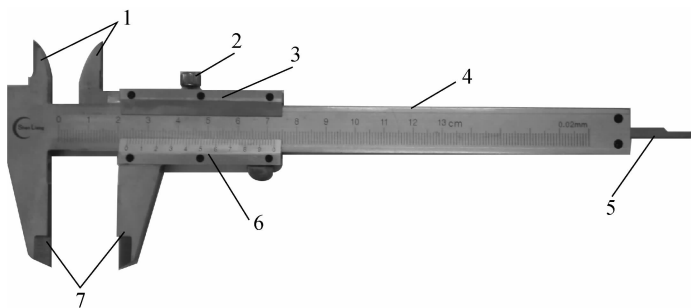


1.3 游标卡尺

游标卡尺是一种较常用的量具,具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点。游标卡尺可以直接测量出工件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等,应用范围很广。

1.3.1 游标卡尺的结构和规格

游标卡尺可分为三用游标卡尺和双面量爪游标卡尺两种。三用游标卡尺可测量内、外长度尺寸和深度尺寸,双面量爪游标卡尺主要测量内、外长度尺寸。在结构上,两者类似,但双面量爪游标卡尺不能测量深度。三用游标卡尺主要由主尺、游标、尺框、内径测量爪、外径测量爪、深度尺和紧固螺钉等组成,如图 1-4 所示。



1—内径测量爪;2—紧固螺钉;3—尺框;4—主尺;5—深度尺;6—游标;7—外径测量爪。

图 1-4 三用游标卡尺的结构

游标卡尺按测量范围可分为 0~100 mm、0~125 mm、0~150 mm、0~200 mm、0~300 mm、0~400 mm、0~500 mm、0~600 mm、0~800 mm、0~1 000 mm、0~1 200 mm 共

11 种规格,其测量精度有 0.10 mm、0.05 mm、0.02 mm、0.01 mm 共 4 种,其中,常用的为 0.02 mm 精度的游标卡尺。

1.3.2 游标卡尺的刻线原理

以精度为 0.02 mm 的游标卡尺为例。主尺每小格为 1 mm,当两测量爪合并时,游标上的 50 格刚好与主尺上的 49 格对齐(见图 1-5),主尺与游标每格之差为 $1 - \frac{49}{50} = 0.02(\text{mm})$,此差值为游标卡尺的测量精度。

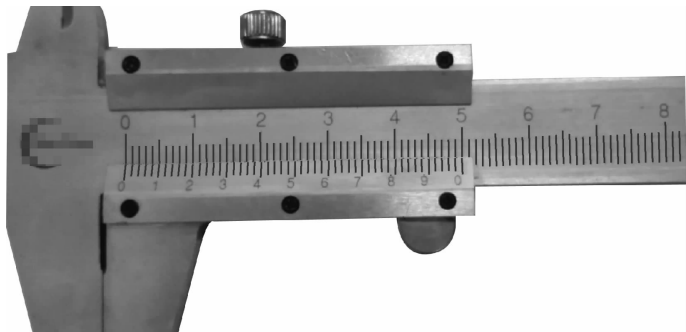


图 1-5 精度为 0.02 mm 的游标卡尺的刻线原理

测量或检验工件尺寸时,要按照工件尺寸的精度要求来选用适当的量具。游标卡尺不宜用来测量锻铸件毛坯或精度要求很高的工件。若用游标卡尺测量锻铸件毛坯,则容易损坏游标卡尺测量爪;若用游标卡尺测量精度要求很高的工件的尺寸,则游标卡尺测量精度达不到要求,因为量具都有一定的示值误差。游标卡尺的示值误差见表 1-1。

表 1-1 游标卡尺的示值误差

游标卡尺精度	示 值 误 差
0.02	± 0.02
0.05	± 0.05
0.10	± 0.10

1.3.3 游标卡尺的读数方法

游标卡尺是以游标零刻线为基准进行读数的。游标卡尺的读数机构由主尺和游标两部分组成。当活动量爪与固定量爪贴合时,游标上的“0”刻线(简称游标零刻线)对准主尺上的“0”刻线,此时两量爪之间的距离为零(见图 1-5)。当尺框向右移动到某一位置时,固定量爪与活动量爪之间的距离就是零件的测量尺寸,如图 1-6 所示。此时,零件尺寸的整数部分可在游标零刻线左边的主尺刻线上读出来,而比 1 mm 小的小数部分可借助游标读数机构来读出,其读数步骤如下。

- (1)读整数。在主尺尺身上读出位于游标零刻线左边最接近的整数值(mm)。
- (2)读小数。读游标上与主尺刻线对齐的刻线格数,再乘以游标卡尺的测量精度值,乘

积即为小数部分。

(3)求和。将两项数值相加即为被测尺寸,即

$$\text{工件尺寸} = \text{主尺整数} + \text{游标格数} \times \text{卡尺精度}$$

图 1-6 所示的刻度值读为 $17 + 33 \times 0.02 = 17.66(\text{mm})$ 。

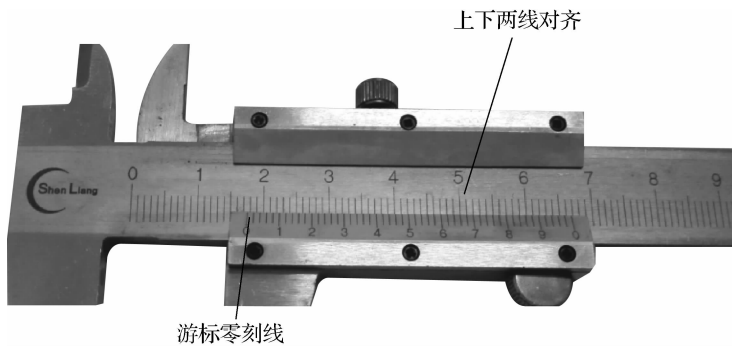


图 1-6 游标卡尺的读数

1.3.4 游标卡尺的使用注意事项

游标卡尺是比较精密的量具,其使用是否合理不但影响游标卡尺本身的精度和使用寿命,而且影响测量结果的准确性。游标卡尺的使用注意事项如下。

(1)使用游标卡尺前,应把卡尺擦拭干净,合并测量爪,检查主尺与游标的零刻线是否对齐,并采用透光法检查内、外径测量爪量面是否贴合。若透光不均,则说明测量爪量面有磨损,这会导致游标卡尺不能测量出精确的尺寸。

(2)移动尺框时尺框应活动自如,不应有过松或过紧现象,更不能有晃动现象。用紧固螺钉固定尺框时,卡尺的读数不应有所变动。在移动尺框时应松开紧固螺钉,也不宜过松,以免紧固螺钉掉落。

(3)用游标卡尺测量零件时,不允许过度用力,所用力应使两个量爪刚好接触零件表面。如果测量压力过大,不但会使量爪弯曲或磨损,而且会使量爪在压力作用下产生弹性变形,使测量的尺寸不准确。

(4)在游标卡尺上读数时,应将游标卡尺保持水平朝着亮光的方向,使人的视线尽可能和卡尺的刻线表面垂直,以免视线歪斜造成读数误差。

(5)为了获得较为正确的测量结果,可用游标卡尺在零件的同一截面上的不同方向进行多次测量。对于较长零件,则应当在全长的各个部位进行测量,从而获得一个比较正确的测量结果。

(6)测量温度要适宜。刚加工完的工件温度较高,不能马上测量,应等工件冷却至室温再测量,否则会造成较大的测量误差。

(7)测量外尺寸时,量爪开度应略大于被测尺寸,以固定量爪推向工件,量爪测量面的连线应垂直于被测量表面,不能偏斜。

(8)测量内尺寸时,量爪开度应略小于被测尺寸。测量孔时,两量爪应在孔的直径上,不能倾斜。

(9)测量孔深和高度时,应使深度尺的测量面紧贴孔底,游标卡尺的端面与被测件的表

面接触,且深度尺要垂直,不能前后或左右倾斜。

(10)使用深度游标卡尺时,要轻拿轻放,不能碰撞或跌落地下。不能用深度游标卡尺测量粗糙的物体,以免损坏卡尺测量面。

1.3.5 游标卡尺的发展

随着科技的发展,量具制造技术也不断更新,出现了数显游标卡尺(见图 1-7),它是一种精确度高且使用方便的量具。数显游标卡尺需要一块 1.5 V 的电池,可在测量范围内任意调零,其读数值精度为 0.01 mm,测量范围为 0~150 mm,使用方法和普通游标卡尺一样,但数显游标卡尺可直接读出测量值。

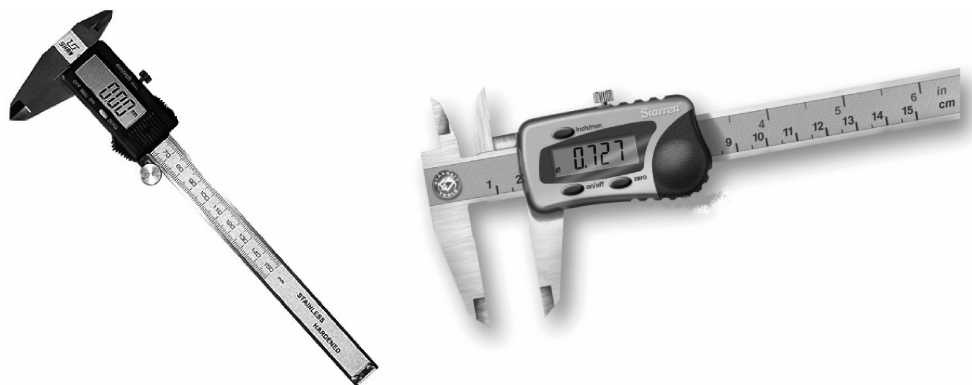


图 1-7 数显游标卡尺

1.3.6 游标卡尺的保养

游标卡尺的保养注意事项如下。

- (1)游标卡尺的各个组成部件应当完整无缺,测量面应当无明显的刮痕。
- (2)主尺与游标相对移动时应平稳灵活,紧固螺钉必须能将尺框固定在主尺的任意位置。
- (3)游标卡尺在使用过程中,不要和工具、刀具(如锉刀、榔头、钻头等)堆放在一起,以免碰伤量具。
- (4)游标卡尺是测量工具,不能作为其他工具的代用品使用。
- (5)测量完毕须松开紧固螺钉,用汽油或酒精把游标卡尺洗净,用干净纱布仔细擦干,涂上防锈油,然后平放在专用盒子里,存放点注意防潮、防磁。
- (6)游标卡尺如有异常或意外损伤,应及时送计量站检修,不得擅自拆卸检修。

1.4 深度游标卡尺

深度游标卡尺属于精密量具,其测量精度与游标卡尺一样,一般为 0.02 mm。深度游标卡尺的种类很多,常用的有普通深度游标卡尺、带表深度卡尺、数显深度尺、单钩头数显深度尺和轮胎花纹数显深度尺等,如图 1-8 所示。其中,普通深度游标卡尺和数显深度尺使用比较广泛。

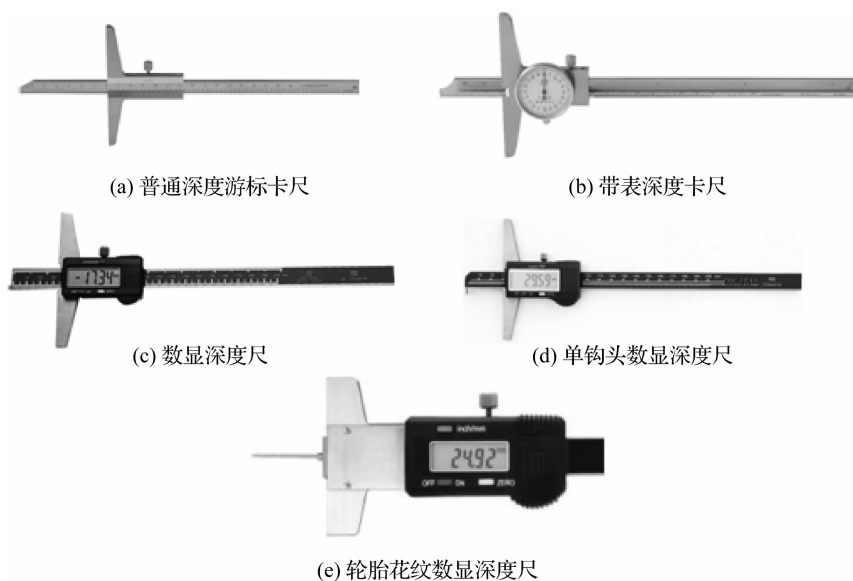


图 1-8 深度游标卡尺的类型

1.4.1 深度游标卡尺的结构和规格

深度游标卡尺是生产中常用的游标卡尺之一,常用于测量凹槽或孔的深度、梯形工件的梯层高度和长度等,通常简称为“深度尺”。深度游标卡尺由尺身、尺框游标、尺框测量面、尺身测量面和紧固螺钉等组成,如图 1-9 所示。深度游标卡尺的刻度、分度值及读数方法与游标卡尺一样,这里不再赘述。

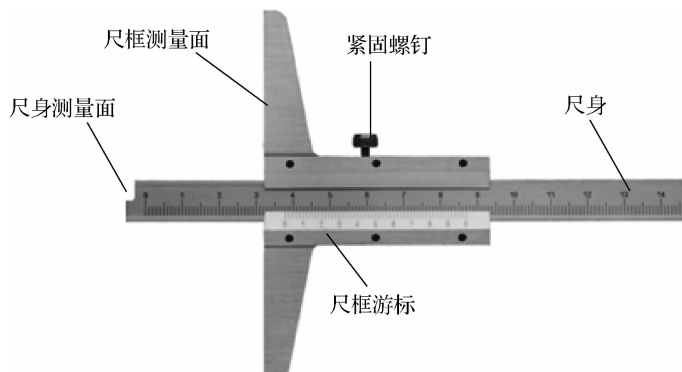


图 1-9 深度游标卡尺的结构

深度游标卡尺常见规格有 0~100 mm、0~150 mm、0~300 mm、0~500 mm 等,常见精度有 0.02 mm、0.01 mm(由游标上分度格数决定)。

1.4.2 深度游标卡尺的零位校准

深度游标卡尺在使用之前,一定要进行调零,使尺框游标的零刻线与尺身的零刻线重合,否则测量结果将不准确。零位校准步骤如下。

- (1) 松开尺框上的紧固螺钉,将尺框平稳拉开,用布将测量面、导向面擦干净。
- (2) 检查零位。轻推尺框,使尺身测量面和尺框测量面平齐,观察游标零刻线与尺身零刻线、游标尾刻线与尺身相应刻线是否对齐。如若不对齐,应送计量站检修。

1.4.3 深度游标卡尺的使用方法

深度游标卡尺的使用方法如下。

- (1) 将被测物擦干净,使用时轻拿轻放。
- (2) 松开深度游标卡尺的紧固螺钉,校准零位,将尺框测量面贴合在被测深度的基准面上,两个尺框测量面必须接触测量基准面。
- (3) 一手拿住深度游标卡尺的尺框,另一手向前推动尺身,直至尺身测量面与被测物接触为止,使尺身与被测工件底面相垂直。
- (4) 拧紧紧固螺钉固定尺框,提起卡尺,读出深度尺寸。

以测量图 1-10 所示工件为例详细介绍深度游标卡尺的使用。先把测量基座(尺框测量面)轻轻压在工件的基准面上,两个端面必须接触工件的基准面,如图 1-10(a)所示。测量阶梯类零件时,测量基座的端面一定要压紧在基准面上,如图 1-10(b)和图 1-10(c)所示,再移动尺身,直到尺身测量面接触到工件的量面(台阶面),然后用紧固螺钉固定尺框,提起卡尺,读出深度尺寸。多台阶、小直径的内孔深度测量,要注意尺身测量面是否在要测量的台阶上,如图 1-10(d)所示。如图 1-10(e)所示,当基准面是曲面时,尺框测量面必须放在曲面的最高点上,这样测量出的深度尺寸才是工件的实际尺寸,否则会出现测量误差。

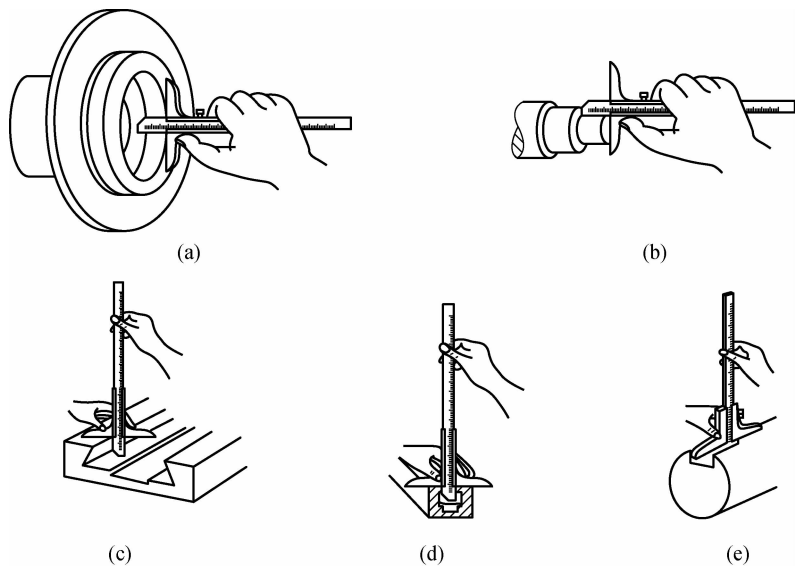


图 1-10 深度游标卡尺的使用方法

1.4.4 深度游标卡尺的使用注意事项

使用深度游标卡尺时,必须注意以下几点。

- (1) 测量前,应将被测量表面擦干净,以免灰尘、杂质磨损量具。

(2)深度游标卡尺的尺框测量面和尺身测量面应垂直于被测表面并贴合紧密,不得歪斜,否则会使测量结果不准。

(3)应在足够的光线下读数,读数时两眼的视线与卡尺的刻线表面垂直,以减小读数误差。

(4)在机床上测量零件时,要等零件完全停稳后再测量,否则不但会使量具的测量面过早磨损,而且会造成事故。

(5)测量沟槽深度或当基准面是曲面时,测量基座的端面必须放在曲面的最高点上,这样测量结果才是工件的实际尺寸,否则会出现测量错误。

(6)用深度游标卡尺测量零件时,不允许过分地施加压力,所用压力应使尺框测量面刚好接触零件基准表面,尺身测量面刚好接触测量平面。如果测量压力过大,不但会使尺身弯曲,测量面磨损,而且会使测量的尺寸不准确。

(7)为减小测量误差,可适当增加测量次数,即在零件的同一基准面上的不同方向进行测量,并取平均值。

(8)测量温度要适宜,刚加工完的工件由于温度较高不能马上测量,应等工件冷却至室温后再测量,否则测量误差太大。



1.5 高度游标卡尺

高度游标卡尺属于精密量具,其测量精度与游标卡尺一样,一般为 0.02 mm 。高度游标卡尺简称高度尺,常用的有普通高度游标卡尺、数显高度游标卡尺、双柱(单柱)带表高度游标卡尺、单柱带手轮数显高度游标卡尺等,如图 1-11 所示。其中,普通高度游标高度卡尺使用比较广泛。



(a) 普通高度游标卡尺 (b) 数显高度游标卡尺 (c) 双柱带表高度游标卡尺 (d) 单柱带手轮数显高度游标卡尺

图 1-11 高度游标卡尺的类型

1.5.1 高度游标卡尺的结构和规格

高度游标卡尺是生产中常用的游标卡尺之一,其主要用途是测量零件的高度。此外,高

度游标卡尺还能进行精密画线。

高度游标卡尺由底座、尺身、限位螺钉、紧固螺钉、微动装置、游标和划线量爪等组成,如图 1-12 所示。高度游标卡尺的结构特点是用质量较大的底座代替固定量爪,而动尺框则由横臂上装的测量高度和画线用的量爪代替,量爪的测量面上镶有硬质合金,可以延长量爪的使用寿命。高度游标卡尺的刻度、分度值及读数方法与游标卡尺一样,这里不再赘述。

高度游标卡尺的规格常用的有 0~300 mm、0~500 mm、0~1 000 mm、0~1 500 mm、0~2 000 mm 等,根据使用情况的不同又分为双柱式与单柱式。双柱式主要用于较精密或测量范围较大的场合;量程为 0~300 mm、0~500 mm 的高度游标卡尺常见为单柱式。高度游标卡尺常见精度为 0.02 mm。

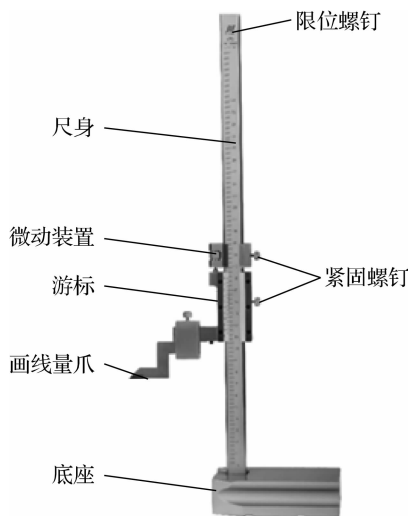


图 1-12 高度游标卡尺的结构

1.5.2 高度游标卡尺的零位校准

高度游标卡尺在使用之前,一定要进行调零,使尺框游标的零刻线与尺身的零刻线重合,否则测量结果将不准确。高度游标卡尺零位校准的步骤如下。

(1)使用前,将高度游标卡尺放置在平板上,松开画线量爪游标和微动装置上的紧固螺钉,将画线量爪平稳拉开,注意将平板、画线量爪的下测量面、被测零件的导向面等擦干净。

(2)检查零位,轻推尺框,使卡尺画线量爪的下测量面与平板基面相贴合,游标零刻线与尺身零刻线应对齐。否则,应送计量站检修。

1.5.3 高度游标卡尺的使用方法

高度游标卡尺的使用方法如下。

(1)将被测物擦干净,使用时轻拿轻放。

(2)检查零位,轻推划画量爪,使卡尺画线量爪的测量面与平板基面相贴合,游标零刻线与尺身零刻线应对齐;测量高度时,应将被测工件放于平板上,使画线量爪的测量面与工件

的被测量面相贴合。

(3)在画线时,首先预置需要的高度尺寸,即可在工件表面画线。

(4)紧固螺钉固定游标,读出高度尺寸,读数方法与游标卡尺一致。

高度游标卡尺的测量工作应在平台上进行。当画线量爪的测量面与底座的基平面位于同一平面,即在同一平台平面上时,尺身与游标的零刻线对准。因此,在测量高度时,画线量爪测量面的高度就是被测零件的高度,其具体数值与游标卡尺一样可在尺身(整数部分)和游标(小数部分)上读出。

用高度游标卡尺画线时,应调好画线高度,用紧固螺钉把画线量爪锁紧后,在平台上先调整再画线。高度游标卡尺的应用如图 1-13 所示。

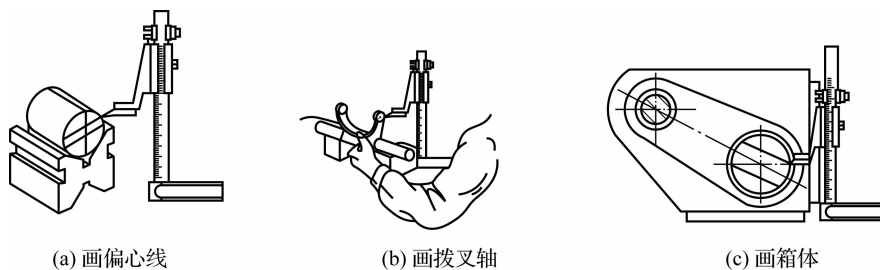


图 1-13 高度游标卡尺的应用

1.5.4 高度游标卡尺的使用注意事项

使用高度游标卡尺时,必须注意以下几点。

(1)测量前,擦净工件测量表面和高度游标卡尺的尺身、游标、画线量爪,检查画线量爪是否磨损。

(2)使用前,调整画线量爪的测量面与底座的基平面位于同一平面,检查主尺、游标零刻线是否对齐。

(3)测量工件高度时,将画线量爪轻微摆动,在最大部位处读取数值。

(4)读数时,应使视线正对刻线;用力要均匀,测力为 3~5 N,以保证测量准确性。

(5)使用中注意清洁高度游标卡尺画线量爪的测量面。

(6)不能用高度游标卡尺测量锻件、铸件表面与运动工件的表面,以免损坏卡尺。

(7)很久不使用的高度游标卡尺应擦净上油后放入盒中保存。



1.6 千 分 尺

千分尺属于精密量具,其测量精度比游标卡尺高,为 0.01 mm。千分尺的种类很多,常用的有外径千分尺、内测千分尺、深度千分尺、公法线千分尺及螺纹千分尺等,如图 1-14 所示。其中,外径千分尺使用比较广泛。



图 1-14 千分尺的类型

1.6.1 外径千分尺的结构和规格

外径千分尺是生产中常用的千分尺,主要用来测量工件的长、宽、厚及外径尺寸,由尺架、测砧、测微螺杆、固定套筒、微分筒、测力装置(粗调旋钮)、旋钮、锁紧装置和隔热装置等组成,如图 1-15 所示。

外径千分尺的测量精度为 0.01 mm ,其测量范围以每 25 mm 为单位进行分档。常用外径千分尺的规格有 $0\sim 25\text{ mm}$ 、 $25\sim 50\text{ mm}$ 、 $50\sim 75\text{ mm}$ 、 $75\sim 100\text{ mm}$ 和 $100\sim 125\text{ mm}$ 等。

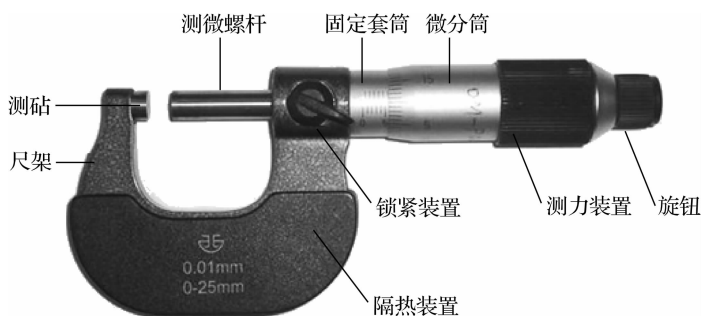


图 1-15 外径千分尺的结构

1.6.2 外径千分尺的刻度及分度值说明

外径千分尺的刻度及分度值说明如下。

(1) 外径千分尺固定套筒上的水平线上、下各有一列间距为 1 mm 的刻度线,上侧刻度线在下侧两相邻刻度线中间,如图 1-16 所示。

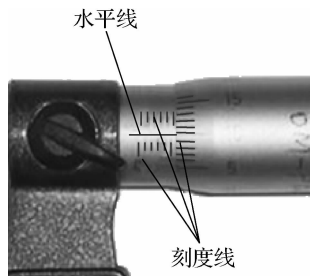


图 1-16 外径千分尺的刻度

(2)微分筒上的刻度线是将圆周分为 50 等份的水平线,它是做旋转运动的。

(3)根据螺旋运动原理,当微分筒旋转一周时,测微螺杆前进或后退一个螺距——0.5 mm,即当微分筒旋转一个分度后,它转过了 $\frac{1}{50}$ 周,螺杆沿轴线移动了 $\frac{1}{50} \times 0.5 \text{ mm} = 0.01 \text{ mm}$ 。因此,使用外径千分尺可以准确读出 0.01 mm 的数值。

1.6.3 外径千分尺的零位校准

外径千分尺在使用前一定要进行调零,使微分筒的零刻线与固定套筒的零刻线重合,否则测量结果将不准确。外径千分尺的零位校准步骤如下。

(1)松开锁紧装置,清除油污。

(2)确认测砧与测微螺杆间接触面清洗干净。

(3)调整微分筒端面与固定套筒的零刻线重合。不重合时,先旋转旋钮至测微螺杆快接近测砧,再旋转测力装置,当旋至测微螺杆刚与测砧接触发出“咔咔”声时,停止转动确认是否重合。若仍不重合,应报告实训管理员。

重合标志:微分筒端面与固定套筒零刻线重合,同时微分筒零刻线与固定套筒零刻度水平横线重合。

1.6.4 外径千分尺的使用及读数方法

测量前应将被测物擦干净,使用外径千分尺时轻拿轻放;松开锁紧装置,校准零位,转动旋钮,使测砧与测微螺杆之间的距离略大于被测物体;一手拿外径千分尺的尺架,将待测物置于测砧与测微螺杆的端面之间,另一手转动旋钮,当测微螺杆要接近物体时,改旋测力装置直至听到“咔咔”声后再轻轻转动 0.5~1 圈;旋紧锁紧装置(防止移动外径千分尺时测微螺杆转动),即可读数。

外径千分尺的读数可分为三步。

(1)读出固定套筒上露出的刻线尺寸,一定要注意不能遗漏应读出的 0.5 mm 的刻线值。

(2)读出微分筒上的尺寸,要看清微分筒圆周上哪一格与固定套筒的中线基准对齐(不对齐要估读),将格数乘 0.01 mm 即得微分筒上的尺寸。

(3)将上面两个数相加,其和即为千分尺测得的尺寸。

如图 1-17 所示,外径千分尺的读数分别为 8.384 mm 和 8.434 mm。

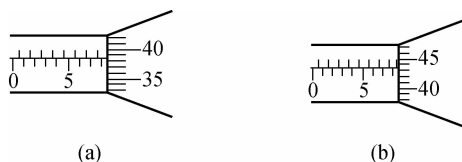


图 1-17 外径千分尺的读数

1.6.5 外径千分尺的使用注意事项

外径千分尺使用是否正确对保持精密量具精度和保证测量质量影响很大,必须重视量

具的正确使用,使测量技术精益求精,从而获得正确的测量结果,确保产品质量。外径千分尺的使用注意事项如下。

(1)使用前,应把外径千分尺的两个测砧面擦拭干净,转动测力装置,使两测砧面接触,当测量上限大于 25 mm 时,在两测砧面之间放入校对量杆或相应尺寸的量块,接触面上应没有间隙和漏光现象,同时微分筒和固定套筒要对准零位。

(2)转动测力装置时,微分筒应能自由灵活地沿着固定套筒活动,并无任何轧卡和不灵活的现象。若有活动不灵活的现象,则应送计量站及时检修。

(3)测量时,在测微螺杆快靠近被测物体时应停止使用旋钮,而改用测力装置旋进测微螺杆,避免产生过大的压力,这样既可使测量结果精确,又能保护外径千分尺。

(4)在读数时,要注意固定套筒上表示半毫米的刻线是否已经露出。

(5)读数时,千分位有一位估读数字,不能随便省略掉,即使固定套筒的零刻度正好与微分筒的某一刻度线对齐,千分位上也应读取为“0”。

(6)当测砧和测微螺杆并拢时,若微分筒的零刻度与固定套筒的零刻度线不相重合,则存在零误差,应加以修正,即在最后测长度的读数上去掉零误差的数值。

(7)为了获得正确的测量结果,可在同一位置上多次测量。尤其是测量圆柱形零件时,应在同一圆周的不同方向测量几次,检查零件外圆有无圆度误差,再在全长的各个部位测量几次,检查零件外圆有无圆柱度误差等。

1.6.6 外径千分尺的保养

外径千分尺应按以下方法进行保养。

(1)外径千分尺使用完毕后应将其表面擦拭干净,使其两测量面间留出一段距离,然后放回专用盒内,并置于阴凉干燥处。

(2)外径千分尺使用时要防止受到撞击,更要避免将其掉落在地上,以免失效。

(3)定期清洗测微螺杆上的精密螺纹,防止脏物侵入造成损坏。将精密螺纹上的污垢清洗干净之后涂上防锈油,将各部件装配好后放入专用盒内保存。



1.7 百分表

百分表是机械加工中用来控制形位误差精度的主要工具,在百分表的基础上又衍生了杠杆百分表和内径百分表。它们无法单独使用,通常与夹持架配合才能完成各项工作。

1.7.1 百分表概述

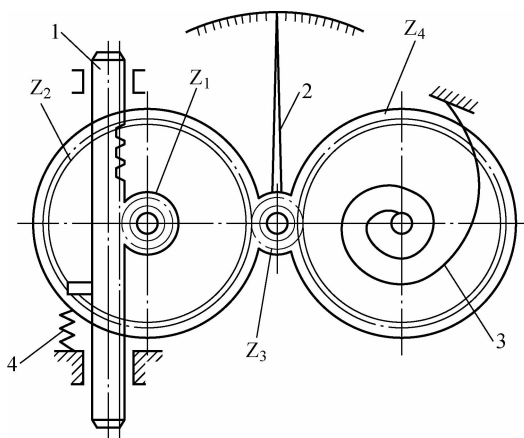
百分表(见图 1-18)是一种精度较高的比较量具,其测量精度为 0.01 mm,应用较广。由于百分表只能测出相对值,因而主要用于检测工件的形状和位置误差(如圆度、平面度、垂直度、跳动等),也可以检验机床精度和进行机床上工件的安装找正。



图 1-18 百分表

1. 百分表的结构与原理

百分表的内部结构如图 1-19 所示,带有齿条的测量杆在压力作用下进行上下方向的直线移动,通过齿轮传动(Z_1 、 Z_2 、 Z_3)将直线运动转变为指针的回转运动。齿轮 Z_4 上的弹簧 3 通过张紧力控制齿轮传动间隙始终在一边,可以稳定指针位置,而弹簧 4 则可以控制百分表的测量压力。



1—测量杆; 2—指针; 3、4—弹簧。

图 1-19 百分表的内部结构

百分表将被测尺寸引起的测量杆的微小直线移动,经过齿轮传动放大,转变为刻度盘上指针的转动,从而指示被测尺寸的数值。当测量杆向上或向下移动 1 mm 时,齿轮传动系统带动大指针转一圈,同时带动小指针转一格(小指针见图 1-18)。

2. 百分表的使用注意事项

使用百分表时,必须注意以下几点。

(1)使用前,应检查测量杆的灵活性。检查方法如下:轻轻推动测量杆,测量杆在套筒内的移动应灵活,没有任何轧卡现象,且每次放松后,指针能恢复到原来的刻度位置。该项内容检查应多于3次。

(2)使用百分表时,必须将其固定在可靠的夹持架上(如万能表架或磁性表座,图 1-20 所示为带磁性表座的百分表),夹持架要安放牢固,否则会引起测量结果不准确,甚至使百分表掉落而摔坏。通过夹持架上的套筒来固定百分表时,侧面夹紧力不能过大,因为过大的夹紧力会使套筒变形,进而影响测量杆的自由伸缩。



图 1-20 带磁性表座的百分表

(3)使用百分表时,测量杆必须垂直于被测量表面,测量杆的轴线与被测量尺寸的方向应一致,如图 1-21 所示,否则测量杆会受力不均衡而导致测量结果不准确。

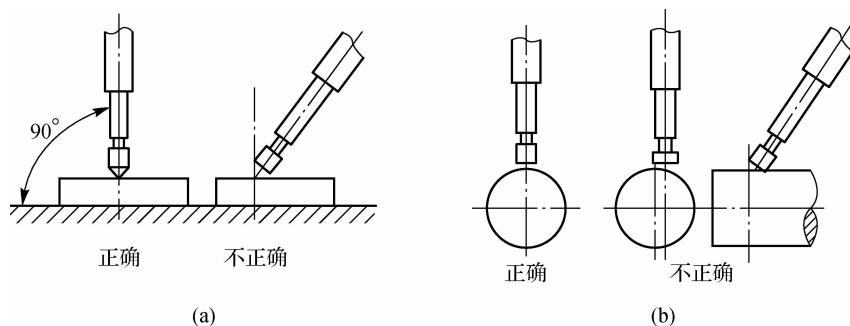


图 1-21 百分表测量杆的使用

(4)实际使用时,百分表测量杆的行程不能超过表盘所示的测量范围。测量动作要轻柔,测量头与零件的突然碰撞、剧烈的震动和撞击、直接将零件强迫推入测量头下等做法都会使百分表失效。

(5)用百分表校正或测量零件时,应使测量杆有一定的初始测力,即在测量头与零件表面接触时,测量杆应有 0.3~1 mm 的压缩量,使指针转过半圈左右,然后转动表圈,使表盘的零刻线对准指针。轻轻地拉动测量杆的圆头,拉起和放松几次,检查指针所指的零位有无改变。当指针的零位稳定后,再开始测量或校正零件。

3. 百分表的读数

百分表读数时先读小指针转过的刻度线(毫米整数),再读大指针转过的刻度线(小数部分)并乘以 0.01,然后两者相加,即得到所测量的数值。

图 1-22 所示的百分表读数为:读小指针转过的刻度线,即毫米整数,为 1 mm;读大指针转过的刻度线,即小数部分,并乘以 0.01,为 0.65 mm;两者相加即 1.65 mm。

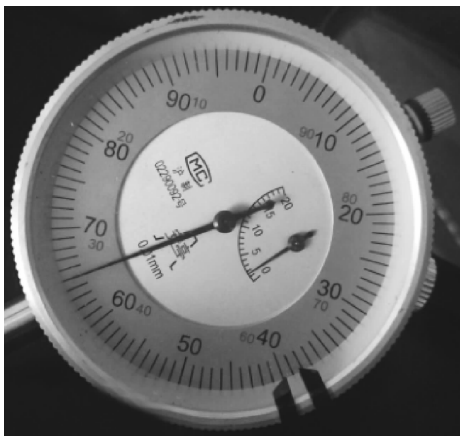


图 1-22 百分表的读数

1.7.2 杠杆百分表

杠杆百分表(见图 1-23)的适用范围与百分表相同,主要用于百分表难以测量或不能测量的表面,如小孔、凹槽、孔距及坐标尺寸等,也可以用于平行度的检查。杠杆百分表的读数方法与百分表相同,不再赘述。



图 1-23 杠杆百分表

杠杆百分表的使用注意事项如下。

(1) 测量时,不准用工件撞击测头,以免影响测量精度或撞坏百分表。为保持一定的起始测量力,测头与工件接触时,测量杆应有 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 的压缩量。

(2) 杠杆百分表的测量杆轴线与被测工件表面的夹角 α 越小,测量结果的误差就越小。若由于测量需要 α 角无法调小(当 $\alpha > 15^\circ$ 时),则应对其测量结果进行修正。杠杆百分表的使用如图 1-24、图 1-25 所示。

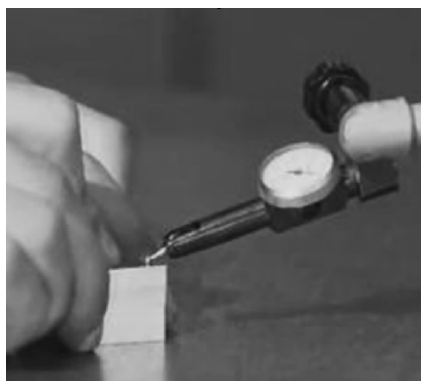


图 1-24 杠杆百分表的使用

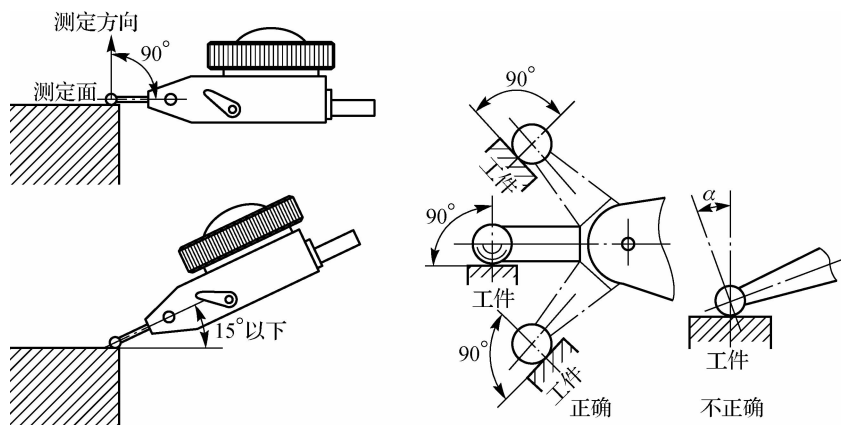


图 1-25 杠杆百分表的使用(测量夹角)

(3) 杠杆百分表体积较小,也适合用来检查孔的轴心线与底平面的平行度,如图 1-26 所示。

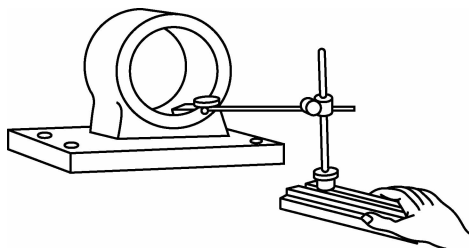


图 1-26 使用杠杆百分表检查平行度

1.7.3 内径百分表

1. 内径百分表的结构与原理

内径百分表是内量杠杆式测量架和百分表的组合(见图 1-27),用于测量或检验零件的内孔、深孔直径及形状精度。



图 1-27 内径百分表

内径百分表活动测头的移动量,小尺寸的只有 0~1 mm,大尺寸的为 0~3 mm,其测量范围是由可换测头的长度来决定的。每个内径百分表都附有成套的可换测头。

用内径百分表测量内径也是一种比较量法。内径百分表的示值误差比较大,例如,对于测量范围为 35~50 mm 的内径百分表,其示值误差为 ± 0.015 mm。因此,使用时应当经常在专用环规或外径千分尺上校对内径百分表的尺寸(习惯上称校对零位,见图 1-28),并增加测量次数,以提高测量精度。

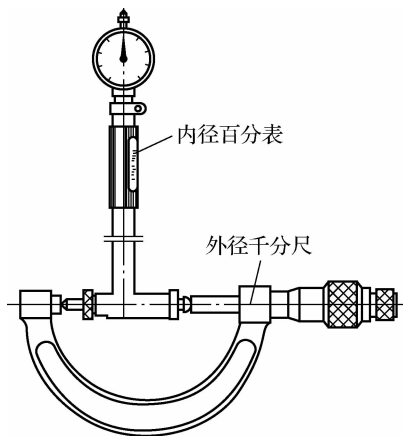


图 1-28 用外径千分尺校对内径百分表的尺寸

2. 内径百分表的使用

用内径百分表测量零件内孔前,必须先将可换测头进行组合并校对零位。粗加工结果应使用游标卡尺或内卡钳测量,精加工结果才可用内径百分表测量。测量时,连杆中心线应与工件中心线平行,不得歪斜,同时应在圆周上多测几个点,找出孔径的实际尺寸,看是否在公差范围以内,如图 1-29 所示。

内径百分表的使用步骤如下。

- (1)检查表头的相互作用和稳定性。
- (2)使用时,手握隔热区域。
- (3)把百分表插入量表直管轴孔中,压缩百分表一圈,紧固。

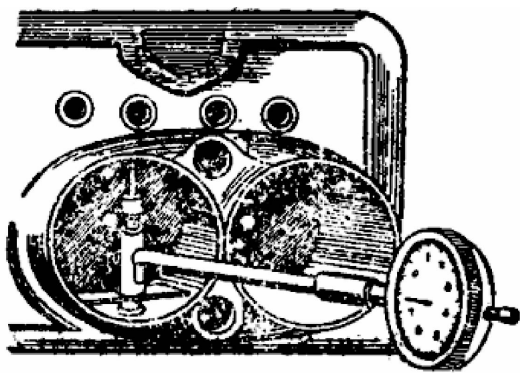


图 1-29 用内径百分表测量零件内孔

- (4) 根据被测尺寸调整零位。
- (5) 选取并安装可换测头, 紧固。
- (6) 用已知尺寸的环规或外径千分尺调整零位, 以孔的最小尺寸对零位, 反复测量同一位置 2~3 次后检查指针是否仍与零刻线对齐, 若不齐则重调。
- (7) 测量时, 摆动内径百分表, 找到指针示数的转折点来读数。

3. 内径百分表的读数

内径百分表的读数方法如下。

- (1) 若指针正好在零刻线处, 则被测孔径与标准孔径相等。
- (2) 若指针顺时针方向离开零位, 则被测孔径小于零位尺寸, 零位尺寸减去偏离数值即为测量数据。
- (3) 若指针逆时针方向离开零位, 则被测孔径大于零位尺寸, 零位尺寸加上偏离数值即为测量数据。

1.7.4 百分表的保养

百分表的保养注意事项如下。

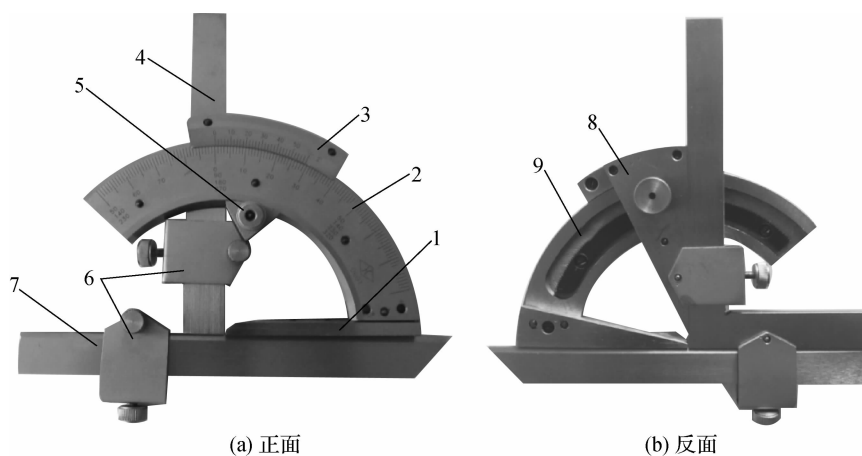
- (1) 远离液体, 防止冷却液、切削液、水或油与百分表等量具接触。
- (2) 在不使用时要摘下百分表, 使表解除所有负荷, 让测量杆处于自由状态。
- (3) 成套保存于盒内, 避免丢失与混用。



1.8 游标万能角度尺

1.8.1 游标万能角度尺的结构和规格

游标万能角度尺是用来测量工件, 样板的内、外角度或进行角度划线的角度量具, 按分度值可分为 $5'$ 和 $2'$ 两种, 其示值误差分别为 $\pm 2'$ 和 $\pm 5'$, 测量范围为 $0^\circ \sim 320^\circ$ 。其中, 分度值为 $2'$ 的是比较常用的一种, 其结构如图 1-30 所示。



1—基尺；2—主尺；3—游标；4—直角尺；5—制动头；6—卡规；7—直尺；8—扇形板；9—齿条。

图 1-30 分度值为 $2'$ 的游标万能角度尺的结构

配合安装直角尺和直尺时,可测量 $0^\circ \sim 50^\circ$ 的外角度,如图 1-31 所示;仅安装直尺时,可测量 $50^\circ \sim 140^\circ$ 的角度,如图 1-32 所示;仅安装直角尺时,可测量 $140^\circ \sim 230^\circ$ 的角度,如图 1-33 所示;直角尺和直尺均不安装时,可测量 $230^\circ \sim 320^\circ$ 的角度(即可测量 $40^\circ \sim 130^\circ$ 的内角度),如图 1-34 所示。

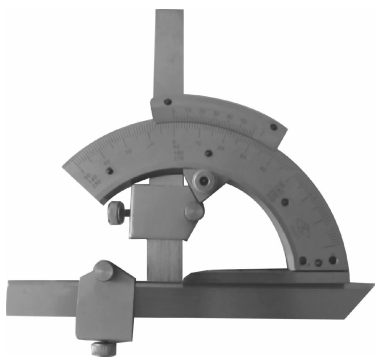


图 1-31 安装直角尺和直尺

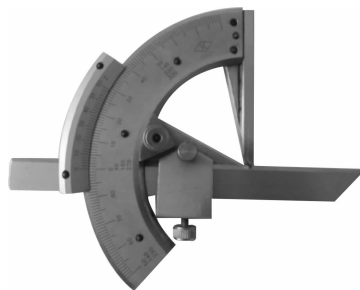


图 1-32 安装直尺

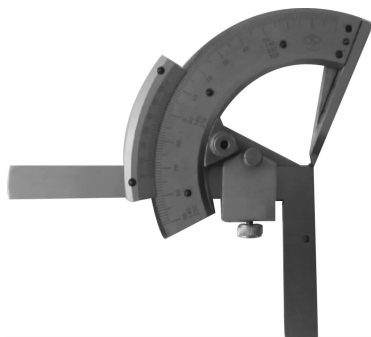


图 1-33 安装直角尺



图 1-34 直角尺和直尺均不安装

游标万能角度尺的主尺上,基本角度的刻线只有 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$,若测量的零件角度大于 90° ,则读数时应加上一个基数(90° 、 180° 、 270°)。当零件角度为 $90^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 时,被测角度值为 $90^{\circ}+$ 游标读数;当零件角度为 $180^{\circ}\sim 270^{\circ}$ 时,被测角度值为 $180^{\circ}+$ 游标读数;当零件角度为 $270^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 时,被测角度值为 $270^{\circ}+$ 游标读数。

1.8.2 游标万能角度尺的刻线原理

万能角度尺的分度值分为 $2'$ 和 $5'$ 两种,其刻线原理如下。

(1) $2'$ 刻线原理。主尺两条相邻刻线间的角度值为 1° ,游标上共刻有 30 格,所占的总角度为 29° 。因此,主尺与游标之间每格刻线的度数差是 $1^{\circ}-\frac{29^{\circ}}{30}=\frac{1}{30}^{\circ}=2'$ 。

(2) $5'$ 刻线原理。主尺两条相邻刻线间的角度值为 1° ,主尺上的 23 格与游标上的 12 格相等,即游标每一格的角度值为 $\frac{23^{\circ}}{12}=60\times\frac{23}{12}=115'$,主尺两格与游标一格的差值为 $2^{\circ}-115'=120'-115'=5'$ 。

1.8.3 游标万能角度尺的使用注意事项

游标万能角度尺的使用注意事项如下。

(1) 使用前检查零位。

(2) 测量前应将游标万能角度尺的测量面和零件的被测量表面都擦拭干净,以免因有异物存在而影响测量精度,直尺调好后将卡规上的紧固螺钉拧紧。测量时先将基尺贴靠在工件测量基准面上,然后缓慢移动游标,使直尺紧靠在工件表面再读数。

(3) 用游标万能角度尺测量工件角度时,应使基尺与工件角度母线方向一致,且工件应与直角尺的两个测量面在全长接触良好,避免误差。

(4) 游标万能角度尺所测量的角度全是有实体部分的角度。

(5) 游标万能角度尺在使用过程中不要和工具、刀具(如锉刀、车刀和钻头等)堆放在一起,以免碰伤量具。

1.8.4 游标万能角度尺的读数

游标万能角度尺的读数机构是由刻有基本角度刻线的主尺和固定在扇形板上的游标组成的,扇形板可回转移动,形成了与游标卡尺相似的读数机构。

游标万能角度尺的读数方法与游标卡尺的读数方法相似。如图 1-35 所示,先读出游标零刻线左边的整数度,然后在游标上读出分数值,即格数 $\times 2'$,两者相加就是被测工件的角度数值。图 1-35 所示的刻度值读为 $12^{\circ}+0\times 2'=12^{\circ}$ 。



图 1-35 游标万能角度尺的读数

1.8.5 游标万能角度尺的保养

游标万能角度尺在使用过程中应注意保养,具体注意事项如下。

- (1) 游标万能角度尺的各个组成部件应当完整无缺,测量面应无明显刮痕。
- (2) 主尺与游标相对移动时应平稳灵活,制动头必须能将主尺固定在任意位置,卡块坚固可靠。
- (3) 测量完毕后应松开各个紧固件,取下直尺、直角尺,用汽油或酒精把各部分洗净,用干净纱布仔细擦干,涂上防锈油,然后装入盒内,存放点注意防潮、防磁。

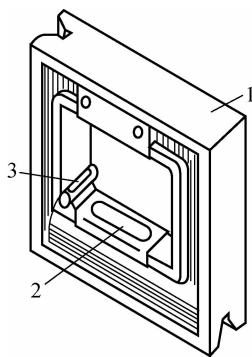


1.9 水 平 仪

水平仪是一种测量小角度的常用量具,在机械行业和仪表制造中用于测量相对于水平位置的倾斜角、机床类设备导轨的平面度和直线度、设备安装的水平位置和垂直位置等。特别是在测量垂直度时,磁性水平仪可以吸附在垂直工作面上,不用人工扶持,减轻了劳动强度,避免了人体热量辐射造成的测量误差。

1.9.1 水平仪的分类

(1) 按外形分。按外形不同,水平仪可分为框式水平仪(见图 1-36)和尺式水平仪(见图 1-37)两种。



1—框架; 2—主水准器(主气泡管); 3—调整水准器。

图 1-36 框式水平仪

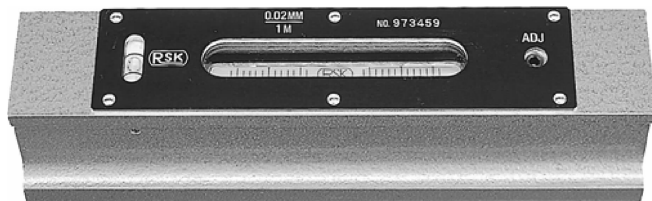


图 1-37 尺式水平仪

(2)按水准器的固定方式分。按水准器的固定方式不同,水平仪可分为可调式水平仪和不可调式水平仪。

(3)按材质分。按材质不同,水平仪可以分为塑料水平仪和玻璃水平仪。塑料水平仪精度低,玻璃水平仪精度比较高。

(4)按工作原理分。按工作原理不同,水平仪可分为电子式水平仪和气泡式水平仪。

①电子式水平仪。电子式水平仪(见图 1-38)用来测量高精度的工具机,如 NC 车床、铣床、切削加工机、三次元量床等床面,其灵敏度非常高,若以测量时可左右偏移 25 刻度计算,测量工件只要在一定的倾斜范围内均可测量。电子式水平仪有电感式和电容式等两种,根据测量方向不同,还可分为一维电子水平仪和二维电子水平仪。

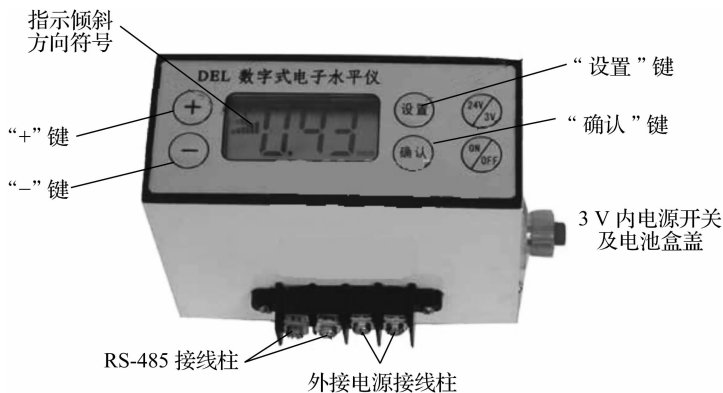


图 1-38 电子式水平仪

②气泡式水平仪。气泡式水平仪是检验机器安装面或平板是否水平,及测知倾斜方向与角度大小的测量仪器,其架座用高级钢料经精密加工而成,底座平整,座面中央装有纵长圆曲形状的玻璃管,也有的在左端附加横向小型水平玻璃管,管内充满醚或酒精,并留有一小气泡,它在管中永远位于最高点。玻璃筒上在气泡两端均有刻度分划。

气泡式水平仪在实际中使用较多。通常,工厂安装机器时用的气泡式水平仪的灵敏度为 0.01 mm/m、0.02 mm/m、0.04 mm/m、0.05 mm/m、0.1 mm/m、0.3 mm/m 和 0.4 mm/m 等,即将水平仪置于 1 m 长的直规或平板之上,当其中一端点有灵敏度指示大小的差异时,如灵敏度为 0.01 mm/m,即表示直规或平板的两端点有 0.01 mm 的高低差异(相当于两端点相差 2"),当 1 m 长内有 1 mm 的高度差时,气泡会指示一个刻度的差异。气泡式水平仪利用了气泡在玻璃管内可经常保持在最高位置的特性。

1.9.2 水平仪的结构与工作原理

下面主要以框式水平仪(气泡式)为例来进行介绍。框式水平仪主要由框架、主水准器和调整水准器构成。

主水准器是水平仪的关键部位,由水准管和管内液体构成。水准管由玻璃制成,内壁是一个具有一定曲率的曲面,其内表面进行过抛光,内部充以液体和气泡,水准管的外表面刻有刻度。当水平仪放置不平时,水准管中的气泡就向水平仪升高的一端移动,一定时间后,

气泡移动中止,即可确定水平面的位置。水准管内壁曲率半径越大,分辨率就越高;曲率半径越小,分辨率就越低。因此,水准管的曲率半径决定了水平仪的精度。对于一定的倾斜角,若想使气泡的移动量增大,提高灵敏度,则可以增大水准管内壁的曲率半径。

主水准器备有气泡室,可以用来调整气泡的长度。水准管对框架底面保持平行,但在使用期间很有可能变化,因此设置了调整水准器。

1.9.3 水平仪的检验

水平仪的检验必须按照相应的标准进行。检验室内的温度应为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,检验应在坚固、无振动影响且远离热源的条件下进行。检验前,必须将水平仪的各部件擦洗干净,然后将水平仪置于检验室内金属平板上,同温时间不得少于3 h。

1. 外观检验

新出厂的水平仪,工作面应平整、光滑且不应有砂眼、气孔、碰伤、划痕、锈蚀等缺陷,非工作面上不允许有脱漆、生锈和明显的缺陷。水准器应清洁透明,刻线应清晰、均匀,不应有脱色现象,刻线应与水准器轴线相垂直。在水平仪非工作面上,应标有制造厂厂名、出厂编号和分度值。

2. 各部分相互作用

主水准器安装应牢固,零位调节装置应保证使用方便、可靠。气泡移动应平稳,不应有目力可见的跳动或停滞现象。当室温为 20°C 时,气泡长度应等于两条长刻度线之间的距离,分度值为 $0.02 \sim 0.05 \text{ mm/m}$ 的水平仪的偏差不应超过1格;分度值为 $0.06 \sim 0.10 \text{ mm/m}$ 的水平仪的偏差不应超过0.5格。气泡的移动平稳性和气泡的长度,应在水平仪检定仪上进行检验。

3. 工作面的平面度检验

水平仪工作面不允许有凸起现象,对磨制和研磨的工作面,其平面度用尺寸不小于被检面长度的零级刀口尺,以光隙法进行检定。这一检定工作应在工作面的纵向、横向和对角线的方向上进行,以看到的最大间隙为该表面的平面度偏差。在估计间隙大小时,可由量块组成的标准间隙进行比较得出。

对刮制工作面的平面度,用零级平板以涂色法进行检定。在边长为25 mm的正方形面积内的斑点数,对于分度值为 $0.02 \sim 0.05 \text{ mm/m}$ 的水平仪应不少于25点,对于分度值为 $0.06 \sim 0.10 \text{ mm/m}$ 的水平仪不应少于20点,斑点分布应均匀。

V形工作面的直线度可以用检定心轴以涂色法进行检定。把涂有红铅粉的心轴放在V形面上转动,在V形面上看到的接触线,不允许有超过10 mm的间断。

4. 零位检验

水平仪零位的检验方法如下:将被校水平仪放在水平的平板上,紧靠定位块,保持水平仪位置水平,待气泡稳定后以气泡的一端读数为 a_1 ,然后将水平仪调转 180° ,准确地放在原位置,按照第一次读数的一边记下气泡另一端的读数为 a_2 ,两次读数差的一半则为零位误差,即零位误差 $=\frac{a_1 - a_2}{2}$ 格。若零位误差超出许可范围,则需对水平仪进行零位校准。

气泡相对中间位置的偏移不应超过分度值的 $\frac{1}{4}$ 。水平仪下工作面零位的检验可在零级平板上进行,也可以在水平仪检定仪上进行;水平仪的下V形工作面的零位检验应在专用工具上进行;框式水平仪的上平面工作面、上V形工作面、侧平面工作面和侧V形工作面的零位检验也应在专用工具上进行。

另外,还需检验水平仪的零位稳定性。要求在检定水平仪工作面零位合格后,相隔4 h,再次对零位进行检定,其变化不得超过零位偏差的允许范围。

5. 误差的检定

误差的检定应在水平仪检定仪上进行。实测平均角值与公称角值之差不应超过公称角值的10%。分度值的不均匀性不应超过分度值的20%,即相邻读数差都在0.8~1.2格内。水平仪分度值误差的检定,应在气泡的左右两个刻度上进行。为消除水平仪检定仪微动螺钉死程的影响,微动螺钉应按一个方向旋转。

1.9.4 水平仪的读数

水平仪刻度值用角度(秒)或斜率来表示,即以气泡偏移一格工件倾斜的角度表示或以气泡偏移一格工作表面在1 m长度上倾斜的高度表示。由于水平仪的使用倾角很小,因而测量时水平仪工作面应紧贴被测表面,待气泡稳定后方可读数。若需测量长度为 L 的实际倾斜值,则可通过下式进行计算:

$$\text{实际倾斜值} = \text{标称分度值} \times L \times \text{偏差格数}$$

例如,标称分度值为0.02 mm/m, $L=200$ mm,偏差格数为2格,则实际倾斜值为

$$0.02 \times 10^{-3} \times 200 \times 2 = 0.008(\text{mm})$$

1.9.5 水平仪的使用方法和使用注意事项

1. 水平仪的使用方法

水平仪是机床制造、安装和修理中最基本的一种检验工具。用水平仪来检查导轨的直线度之前,首先应调整整体导轨水平,将水平仪置于导轨的中间和两端位置上,将导轨调整到水平状态,使水平仪的气泡在各个部位都能保持在刻度范围内。然后将导轨分成相等的若干段来进行测量,并使头尾平稳地衔接,逐段检查并读数。最后确定水平仪气泡的运动方向和移动格数。

水平仪的具体使用方法如下。

(1)用水平仪测量工件的垂直面时,不能握住与副侧面相对的部位而用力向工件垂直平面推压,这样会因水平仪受力变形而影响测量的准确性。正确的测量方法是手握持副侧面内侧,使水平仪平稳、垂直(调整气泡位于中间位置)地贴在工件的垂直平面上,然后从纵向水准器读出气泡移动的格数。

(2)用水平仪测量长度较大的工件时,可将工件平均分为若干尺寸段,用分段测量法测量,然后根据各段的测量读数,绘出误差坐标图,以确定其误差的最大格数。如在进行床身导轨在纵向垂直平面内直线度的检验时,应将方框水平仪纵向放置在刀架上靠近前导轨处,从刀架处于主轴箱一端的极限位置开始,从左向右移动刀架,每次移动距离应近似等于水平仪的边框尺寸(200 mm)。依次记录刀架在每一测量长度位置的水平仪读数,将这些读数依

次排列,用适当的比例画出导轨在垂直平面内的直线度误差曲线。以水平仪读数为纵坐标,刀架在起始位置时的水平仪读数为起点,由坐标原点起作一折线段,其后每次读数都以前一折线段的终点为起点,画出应折线段,各折线段组成的曲线即为导轨在垂直平面内的直线度曲线。曲线相对其两端连线的最大坐标值,就是导轨全长的直线度误差;曲线上任一局部测量长度内的两端点相对曲线两端点的连线坐标差值,就是导轨的局部直线度误差。

(3)用水平仪测量大型零件的垂直度时,用水平仪粗调基准表面到水平,分别在基准表面和被测表面上用水平仪分段逐步测量确定基准方位,然后求出被测表面相对于基准表面的垂直度误差。

(4)用水平仪测量小型零件的垂直度时,先将水平仪放在基准表面上,读气泡一端的数值,然后用水平仪的一侧紧贴垂直被测表面,气泡偏离第一次(基准表面)读数的值即为被测表面的垂直度误差。

2. 水平仪的使用注意事项

水平仪在使用过程中应注意以下几点。

(1)水平仪的两个V形测量面是测量精度的基准,在测量中不能与工件的粗糙面接触或摩擦。安放时必须小心轻放,避免因测量面划伤而损坏水平仪和造成不应有的测量误差。

(2)使用水平仪时,要保证水平仪工作面和工件表面的清洁,以防脏物影响测量的准确性。测量水平面时,在同一个测量位置上,应将水平仪调到相反的方向再进行测量。当移动水平仪时,不允许水平仪工作面与工件表面发生摩擦,应该提起来放置。

(3)水平仪属于量具,包装要求严格。水平仪应装在发泡材料制成的防震盒中,装盒之前应涂以防锈油并装在塑料袋中。防震盒再装入坚固的纸箱或木箱中,箱外刷有规定的标记。水平仪应存放在干燥、通风、无腐蚀气体的库房内。搬运中严防摔碰及雨淋。

(4)测量前,应认真清洗测量面并擦干,检查测量表面是否有划伤、锈蚀、毛刺等缺陷。

(5)检查零位是否正确。

(6)测量时,应尽量避免温度的影响,水准器内液体对温度影响的变化较大,因此,应注意手热、阳光直射、哈气等因素对水平仪的影响。

(7)使用中,应在垂直水准器的位置上进行读数,以减少视差对测量结果的影响。



1.10

塞尺、塞规与环规

1.10.1 塞尺

塞尺又称测微片或厚薄规,是用于检验间隙的量具,其横截面为直角三角形,在斜边上有刻度,利用锐角正弦直接将短边的长度表示在斜边上,这样就可以直接读出间隙的大小了。塞尺由一组具有不同厚度级差的薄钢片组成,如图1-39所示。塞尺一般用不锈钢制造,最薄的为0.02 mm,最厚的为3 mm。在0.02~0.1 mm间,各钢片厚度级差为0.01 mm;在0.1~1 mm间,各钢片的厚度级差一般为0.05 mm;自1 mm以上,各钢片的厚度级差为1 mm。

除了公制塞尺以外,也有英制的塞尺。

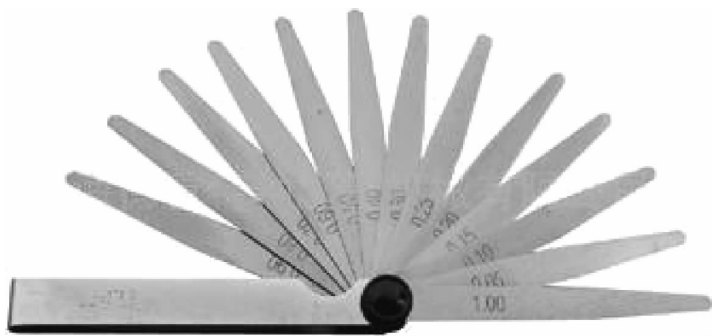


图 1-39 塞 尺

塞尺使用前必须先清除塞尺和工件上的污垢与灰尘。使用时可用一片或数片重叠插入间隙,以稍感拖滞为宜。测量时动作要轻,不允许硬插,不允许测量温度较高的零件。在检验被测尺寸是否合格时,可以用通过法判断,也可由检验者根据塞尺与被测表面配合的松紧程度来判断。

1. 塞尺的使用方法

塞尺的使用方法如下。

(1)用干净的布将塞尺测量表面擦拭干净,不能在塞尺沾有油污或金属屑的情况下进行测量,否则将影响测量结果的准确性。

(2)将塞尺插入被测间隙中,来回拉动塞尺,感到稍有阻力,说明该间隙值接近塞尺上所标出的数值;若拉动时阻力过大或过小,则说明该间隙值小于或大于塞尺上所标出的数值。

(3)进行间隙的测量和调整时,先选择符合间隙规定的塞尺插入被测间隙中,然后一边调整,一边拉动塞尺,直到感觉稍有阻力时拧紧锁紧螺母,此时塞尺所标出的数值即为被测间隙值。

2. 塞尺的使用注意事项

在使用塞尺过程中应注意以下几点。

(1)不允许在测量过程中剧烈弯折塞尺,不允许用较大的力硬将塞尺插入被测间隙,否则将损坏塞尺的测量表面或零件表面,影响测量精度。

(2)使用完后,应将塞尺擦拭干净,并涂上一薄层工业凡士林,然后将塞尺折回夹框内,以防锈蚀、弯曲、变形而损坏。

(3)存放时,不能将塞尺放在重物下,以免损坏塞尺。

1.10.2 塞规

常用的塞规有圆孔塞规和螺纹塞规两种,如图 1-40 所示。圆孔塞规可做成最大实体尺寸和最小实体尺寸两种。螺纹塞规是测量内螺纹尺寸的正确性的工具,可分为普通粗牙、细牙和管螺纹三种。螺距为 0.35 mm 或更小的、2 级精度及高于 2 级精度的螺纹塞规,以及螺距为 0.8 mm 或更小的、3 级精度的螺纹塞规都没有止端测头。塞规又称为针规,按外观形

式不同可分为光滑针规、带柄针规、镀钛针规和陶瓷针规等。



图 1-40 塞 规

1. 塞规的用途

塞规用于检查位置,测量孔的尺寸,检查两孔距,测量孔的深度,也可作通止规用,是孔的标准化检测的必备检具,广泛用于电子板、线路板、模具、精密机械制造等各种高精尖技术领域。

2. 塞规的质量特征

表面粗糙度 $Ra \leq 0.20 \mu\text{m}$ 。

热处理淬火硬度:60~63 HRC。

产品精度: $\pm 0.001 \text{ mm}$, $\pm 0.002 \text{ mm}$, $\pm 0.005 \text{ mm}$ 。

间距(间隔):0.01 mm,0.02mm,0.025 mm,0.05 mm,0.10 mm。

尺寸范围:(公制)0.10~30.00 mm,(英制)0.011~1.000 in。

1.10.3 环规

环规按外观不同可分为光面环规(光环规)、螺纹环规(见图 1-41)、平行螺纹环规等;按用途及制造标准不同可分为标准环规、SK 标准环规、德国标准环规、管用环规等;按制造材料不同可分为陶瓷环规和金属环规。环规不独立使用,一般配合量具使用。



图 1-41 螺 纹 环 规

1. 环规常备规格

普通管状螺纹检验用环规的常备规格(标准件):公制螺纹环规 M2~M220;梯形螺纹环

规 Tr9~Tr180;圆柱管螺纹环规 G1/16-G6";英制惠式螺纹环规 1/4-6";美制统一螺纹环规 1/4-6";美制梯形螺纹环规 ACME1/2-5";美制短牙梯形螺纹环规 STVBACME1/2-5";对表专用环规 10~380 mm。

2. 环规的使用注意事项

在用量具应在每个工作日用校对塞规计量一次。可调节螺纹环规经调整后,测量部位会产生失圆,需由计量修复人员经螺纹磨削加工后再次计量鉴定,各尺寸合格后方可投入使用。

3. 环规的维护与保养

环规使用完毕后,应及时清理干净测量部位的附着物,并存放在规定的量具盒内。生产现场在用量具应摆放在工艺定置位置,轻拿轻放,以防止磕碰而损坏测量表面。严禁将量具作为切削工具强制旋入螺纹,避免造成量具磨损。可调节螺纹环规严禁非计量工作人员随意调整,以确保量具的准确性。环规长时间不用,应交计量管理部门妥善保管。



1.11 量 块

量块是两平行平面间具有准确尺寸、横截面为矩形或方形的量规,旧称块规,如图 1-42(a)所示。两平行平面称为测量面,测量面很平又很光洁(其表面粗糙度值 $Ra \leq 0.016 \mu m$),因此具有良好的研合性:一块量块与另一块量块的测量面相互推合后,彼此间能紧密贴合(见图 1-42(b))。利用这种特性可把不同尺寸的量块组合在一起使用。



图 1-42 量块及其研合性

例如,91 块的成套量块能组合成 2~100 mm 的任何尺寸。量块常用轴承钢制造,最薄的一般为 0.5 mm,最厚的为 1 000 mm。

1.11.1 量块的级和等

中国和其他一些国家的量块有级和等之分。级是按量块的制造精度划分的,可直接按其标称长度使用;等是按量块的检定精度划分的,它把量块的实际尺寸用规定的精密量仪测出后记录在检定表上,按此实际尺寸使用。

量块是长度计量的量值传递系统中的标准器,用于检定低一等的量块、千分尺、卡尺、比

较仪和一些光学量仪等,也常和比较仪一起利用相对法测量工件尺寸。

1.11.2 量块的使用方法

量块的使用方法如下。

(1)据所需要的测量尺寸,自量块盒中挑选出最少块数的量块。

(2)每一个尺寸所需拼凑的量块数目不得超过5块,因为量块本身也具有一定程度的误差,量块的块数越多,积累误差就越大。

(3)工作场地要洁净,空气中应无腐蚀性气体、灰尘和潮气。在工作台上应垫衬干净的布。将所选取的量块依次用无水酒精洗拭,以清除量块上的防锈油脂或可能黏着的不洁物。

(4)量块使用时应研合,将量块沿其测量面的长度方向,先将端缘部分测量面接触,使之初步产生黏合力,然后将任一量块沿着另一个量块的测量面按平行方向推滑前进,最后使两测量面彼此全部研合在一起。

(5)正常情况下,在研合过程中,手指应能感到研合力,两量块不必用力就能贴附在一起。如研合力不大,可在推进研合时稍加用力使其研合。推合时用力要适当,不得使用强力,特别在研合小尺寸的量块时更应注意,以免使量块扭弯和变形。

(6)如果量块的研合性不好,以致研合困难,那么可以在任意一量块的测量面上滴一点儿汽油,使量块测量面上沾一层油膜以增强它的黏结力。不可用手擦拭量块测量面,量块使用完毕后应立即用煤油清洗。

(7)量块研合的顺序为:先将小尺寸量块研合,再将研合好的量块与中等尺寸量块研合,最后与大尺寸量块研合,如图1-43所示。

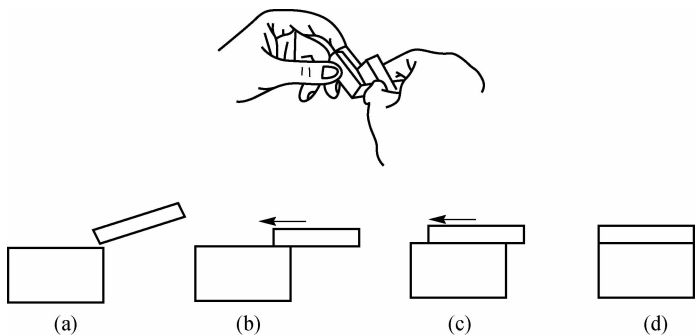


图 1-43 量块的研合过程

1.11.3 量块的保养

使用完量块后,应及时保养,其具体方法如下。

(1)量块在每次测量完后,应立即用航空汽油或无水酒精和洁净的软布将测量面加以清理,拭除可能沾染到的灰尘、金属屑和油污等。不用时一般应给量块涂上防锈涂料,如凡士林或防锈油,包装后放入量块的专用盒中,绝对不允许将量块散放在量块盒外面。但时间长了,防锈涂料也会变质,因此长期不用的量块也应周期地进行清洗,重涂防锈油,至少每年一次。南方气候温湿,最好在3月、9月各清洗一次。

(2)与量块接触的物质,如洗涤液、防锈油、包装纸、木盒、盛具、擦布等,都不能含有腐蚀

性物质,如酸碱和水分,因为这些物质易使量块腐蚀和生锈。洗涤液、防锈油、包装纸应经化验,确认酸碱度符合规定要求。

(3)量块应存放在干燥、无腐蚀性气体、通风良好、无灰尘的地方,存放处温度为 $18\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度不大于 50% 。

(4)常用量块可放入干燥器内,随用随取,可省去涂油和清洗时间,但必须保持测量面清洁。

(5)量块在温差较大的两地搬运(如夏天从恒温室移至室外)时,需在量块盒外包裹隔温物,避免温度骤变而使量块生锈。

(6)使用量块时,必须戴手套,避免直接用手接触。不可对着量块讲话,以防唾液溅到量块表面导致生锈。

(7)绝对不允许量块长期研合在一起,以免生锈。量块研合在一起的时间最长不得超过 1 h ,以免金属胶接而引起量块不必要的耗损。