

中等专业学校教学用书

炼厂机器安装修理

肖开梓 等 编



石油工业出版社

TE960.7

1
3

炼厂机器安装修理

肖开梓等编

1740/33

石油工业出版社



A S66367

内 容 提 要

本书是根据1978年石油中专教材会议上制定的教学计划编写的,并且考虑到教学计划中无机加工工程,因此本书包括机械基础知识,如量具、公差配合、形位公差及润滑等。还包括零件磨损后主要件加工工艺如轴类、盘状类、齿轮及箱体等,以及修复工艺,如表面堆焊、喷镀、电镀、粘结等工艺原理。但本书重点是机泵的安装修理中共同性的工艺,如找正对中、动静平衡、轴承修理调整、常见机泵的运行与故障分析。本书是供石油中专炼厂机械专业的学生学习用,亦可供炼厂检修工人和有关工程技术人员参考。

炼厂机器安装修理

肖开祥 等 编

石油工业部教材编译室编 (北京902信箱)

石油工业出版社出版发行

(北京和平门内大街16号)

内蒙人民教育印刷厂排版

大厂回族自治县印刷厂印装

开本787×1092¹/₁₆ 印张19 字数429千字 印数1—9,500

1981年9月北京第1版 1981年9月北京第1次印刷

书号15037·2273 定价1.55元

编 者 的 话

本书是根据一九七八年石油中专教材会议上制订的教学计划编写的。

本书由广东石油学校肖开梓同志等编。第三章、第十一章由陕西石油化工学校龚德鑫同志编写，其余各章均为肖开梓同志编写。

本书编写后，由抚顺石油学院梁伯然同志主审。参加审定的还有华东石油学院薛敦松同志、抚顺石油学院赵亮同志、兰州石油学校王瑞瑜同志。在编写过程中，茂名石油公司陈文尉、邱兴仁、王春茂、黄宗南、阎民、邱冠辉、肖若海等同志提出了很多宝贵意见，并帮助解决了不少问题。广东石油学校黄玉新同志为本书绘制大量的插图。本书有些段落与图直接引用附录所列参考书。在此，谨向各位同志表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点错误在所难免。希望读者给予批评指正，以便再版时修改。

1980年4月

绪 言

泵、压缩机等机器在石油厂、化工厂生产过程中起着重要的作用。但是，它们的作用是以它们的正常运转为前提的。相反，如果发生了这种或那种的性能故障或机械故障，它们也会使这些工厂减产甚至停产或造成人身伤亡事故。

设计正确、制造良好的机器，还需要合理的使用才能发挥其效益。要做到合理使用应该安装正确、操作无误、精心的维护和良好的检修。由此可见，提高炼厂机器安装和检修的理论、工艺和标准方面的知识水平和实际能力，对于炼厂机械专业方面的工程技术人员是极为重要的，本教材的内容安排及其用意也就是在这里。

“失之毫厘，谬以千里”，这句话用来描述机器的安装检修工作的特点是颇为恰当的。实际上，这里导致成败的因素，其数量往往比“毫米”、“厘米”级更小，而是与“微米”级打交道。

修旧利废，挖潜革新，这是我国技术经济政策的一个重要方面。三十年来，我们在这方面积累了许多宝贵经验，要注意总结推广。随着四个现代化的进程，新机器、新工艺、新技术、新材料正在日新月异地涌现出来，当然也对安装检修提出了新课题，因此我们还要充分发挥首创精神，任何因循守旧、停滞不前都是错误的。谨以此与同学们共勉。

本书内容主要是，炼油厂机泵安装与检修的一些基本知识。原来是按离心泵、蒸汽往复泵、往复式压缩机、鼓风机、汽轮机逐一介绍的。但在审稿讨论时，考虑到各种机泵的安装与检修有其同性的东西。因此，为了加强基础理论，避免内容上不必要的重复，便改为按机泵的共性来写。

安装修理工作中牵涉到规程中的条例问题，本书是在讲清基本道理的同时，注意贯彻这些标准。对于安装与修理的工艺，则是以现场常见而且容易实现的方法为重点，同时也介绍一些新工艺。

目 录

编者的话

绪言

第一篇 机器安装与检修的基础知识

第一章 常用量具及其使用	(1)
第一节 游标读数量具	(1)
第二节 螺旋读数量具	(6)
第三节 指示式量具	(11)
第四节 测振仪	(14)
第五节 水平仪	(16)
第二章 公差与配合及表面光洁度	(20)
第一节 互换性的基本概念	(20)
第二节 公差与配合的基本概念和术语	(20)
第三节 圆柱形零件的公差与配合制度	(23)
第四节 表面光洁度	(40)
第三章 表面形状和位置公差	(43)
第一节 形位公差的概念	(43)
第二节 形位公差的内容	(46)
第三节 相关公差	(58)
第四节 位移度	(63)
第四章 炼厂机器的磨损和润滑	(67)
第一节 摩擦与磨损	(67)
第二节 减少磨损的措施	(70)
第三节 炼厂机器的润滑	(76)

第二篇 炼厂机泵的安装与检修

第五章 炼厂机泵的安装	(93)
第一节 一般机泵基础的计算与施工	(93)
第二节 安装前的准备工作	(96)
第三节 炼厂机泵的安装	(100)
第四节 机泵缸体找中心	(105)
第五节 联轴器的找正	(110)
第六章 轴承的装配与检修	(116)
第一节 滚动轴承的装配	(116)
第二节 滑动轴承的装配与检修	(125)

第三节	滑动轴承的修理与轴瓦浇铸	(137)
第七章	转子的检查及处理	(141)
第一节	转子径向和端面跳动的检查及处理	(141)
第二节	主轴的检查与校直	(144)
第三节	转子找平衡	(147)
第八章	密封件的装配与检修	(162)
第一节	机械密封的装配与检修	(162)
第二节	往复式压缩机轴封的装配与检修	(170)
第三节	活塞环的检查和装配	(173)
第四节	阀类零件的检查及处理	(179)
第九章	曲柄连杆机构及活塞的检修与装配	(183)
第一节	曲柄连杆机构的检查与装配	(183)
第二节	活塞及活塞杆的检修与装配	(191)
第十章	机泵的试运转及故障分析	(195)
第一节	离心泵的试运转及故障分析	(195)
第二节	往复式压缩机的试运转及其故障分析	(208)
第三篇 机、泵零件的制造与修复		
第十一章	典型机泵零件加工	(216)
第一节	零件结构的工艺性	(216)
第二节	轴类零件加工	(230)
第三节	盘(环)类零件加工	(242)
第四节	齿轮加工	(249)
第五节	机泵体类零件加工	(260)
第十二章	机泵易损件的修复方法	(272)
第一节	焊接修复法	(272)
第二节	金属喷镀	(280)
第三节	电镀	(284)
第四节	零件的粘接修复法	(292)

第一篇 机器安装与检修的基础知识

众所周知,要延长机器的寿命,除了正确的设计和制造外,还必须正确地进行安装与检修。而正确的安装与检修的前提之一就是必须保证零件具有正确的加工精度,零件之间具有正确的公差配合。另外还必须进行正确的润滑和防止不正常的磨损。为此,从事安装修理工作的技术人员就应该熟悉各种常用的量具,懂得公差配合方面的知识以及掌握机器磨损的规律及润滑的措施。

第一章 常用量具及其使用

安装修理工作中常用的量具有:简单量具,如钢尺、卡尺和塞尺;游标读数量具,如游标卡尺;螺旋读数量具,如千分尺或称百分尺;指示式量具,如百分表、振动仪、水平仪等。本书仅介绍几种常用量具的结构、读数原理和使用方法。

第一节 游标读数量具

游标读数的量具有:游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、游标量角尺(如万能量角尺)和齿厚游标卡尺等,用以测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、高度、深度、角度以及齿轮的齿厚等,本书仅介绍游标卡尺、高度游标卡尺和深度游标卡尺。

一、游标卡尺的结构

游标卡尺的构造如图1—1所示。它主要由以下几个部分组成:

(1) 具有固定量爪的尺身,如图1—1中的1。尺身上有类似钢尺的主尺刻度,主尺上的刻线间距为1毫米。主尺的长度决定了游标卡尺的测量范围。

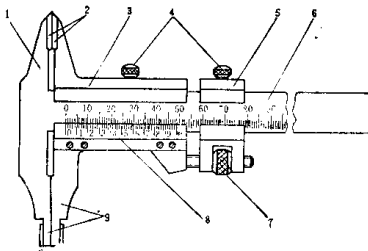


图 1—1 200毫米游标卡尺的构造

1—尺身; 2—上量爪; 3—尺框;
4—紧固螺钉; 5—微动装置; 6—主尺;
7—微动螺母; 8—游标; 9—下量爪

(2) 具有活动量爪的尺框,如图1—1中的3。尺框上有游标,如图1—1中的8。游标卡尺的游标读数值可分为0.1、0.05和0.02毫米三种。游标读数值,就是指使用这种游标卡尺测量零件尺寸时,卡尺上能读出的最小数值。

(3) 测量范围等于和大于200毫米的游标卡尺,带有能使尺框作微动调整的微动装置,如图1—1中的5。使用时,先用固定螺钉4把微动装置5固定在尺身上,再转动微动螺母7,活动量爪就可以同尺框3作微量地前进或后退。微动装置的作用可使游标卡尺在测量时用力均匀,减少测量误差。

(4) 在0~125毫米的游标卡尺上,还带有测量深度的深度尺。深度尺固定在尺框的背面,能随着尺框在尺身的导向凹槽中移动。测量深度时,应把尺身尾部的端面靠紧在零件的测量基准面上。

二、游标卡尺的读数原理和读数方法

游标卡尺的游标读数值有0.1、0.05和0.02毫米的三种。现把它们的读数原理和读数方法介绍如下:

(1) 游标读数值为0.1毫米的游标卡尺的读数原理和读数方法

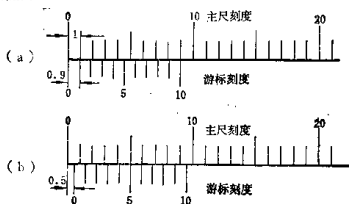


图1—2 游标读数原理

如图1—2 a所示,主尺刻线的间距为1毫米,游标刻线间距为0.9毫米,两者刻度间距的长度差为 $1 - 0.9 = 0.1$ 毫米。即该游标卡尺的游标读数值为0.1毫米。当游标零线与主尺零线对准时,游标的最后一根刻线(即游标上的第十根刻线)和主尺刻线(即主尺上第九根刻线)也对准。但游标上的其他刻线都不与主线对准。当游标向右移动0.1毫米时,则游标零线后的第一根刻线与主尺刻线对准。当游标向右移动0.2毫米时,则游标零线后的第二根刻线与主尺刻线对准。依次类推,若游标向右移动0.5毫米,如图1—2b,则游标上的第五根刻线与主尺刻线对准。因此,尺框向右移动不足1毫米的距离,虽不能直接从主尺读出,但可以由游标的某一根刻线与主尺刻线对准时,以该游标刻线的次序数乘其读数值而读出其小数值。例如,图1—2b的尺寸即为: $5 \times 0.1 = 0.5$ 毫米。

图1—3a是把游标刻线的间距增大至1.9毫米,使主尺刻线两格的间距与游标刻线一格的间距差为0.1毫米。此时上述读数原理并未改变,但增大了游标刻线的间距,使读数更清楚了。

在游标卡尺上读数时,首先要看游标零线的左边,读出主尺上尺寸的整数是多少毫米,其次是找出游标上哪一根刻线与主尺刻线对准,以该游标刻线的次序数乘其游标

读数值，读出尺寸的小数，将整数和小数相加的总值，就是被测零件尺寸的数值。

在图1—3b中，游标零线在2与3毫米之间，其左边的主尺刻线是2毫米，所以被测尺寸的整数部分是2毫米，再观察游标刻线，这时游标上的第四根刻线与主尺刻线对准，所以，被测尺寸的小数部分为 $4 \times 0.4 = 0.4$ 毫米，被测尺寸即为 $2 + 0.4 = 2.40$ 毫米。

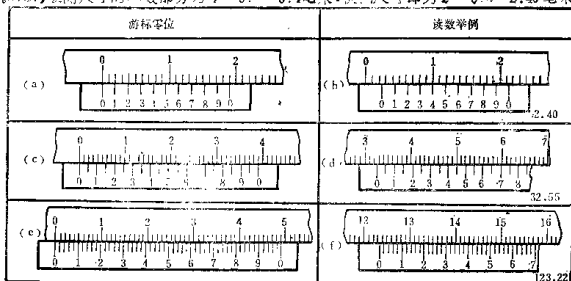


图1—3 游标零位和读数举例

(2) 游标读数值为0.05毫米的游标卡尺的读数原理和读数方法

图1—3c是游标读数值为0.05毫米时的零线位置。由图可见，主尺的刻线间距为1毫米，游标的刻线间距为1.95毫米，主尺刻线的两格与游标刻线一格之间的长度差为 $2 - 1.95 = 0.05$ 毫米。

在图1—3d中，游标零线在32与33毫米之间，游标上的第11根刻线与主尺刻线对准，所以被测尺寸的整数部分为32毫米，小数部分为 $11 \times 0.05 = 0.55$ 毫米，被测尺寸为 $32 + 0.55 = 32.55$ 毫米。

(3) 游标读数值为0.02毫米的游标卡尺读数原理和读数方法

图1—3e是游标读数值为0.02毫米时的零线位置。由图可见，主尺的刻线间距仍为1毫米，游标的刻线间距为0.98毫米，主尺与游标刻线之间的长度差为 $1 - 0.98 = 0.02$ 毫米。

在图1—3f中，游标零线在123与124毫米之间，而游标上的第11根刻线与主尺刻线对准，所以，被测尺寸的整数部分为123毫米，小数部分为 $11 \times 0.02 = 0.22$ 毫米，被测尺寸为 $123 + 0.22 = 123.22$ 毫米。

三、游标卡尺的使用方法

量具使用方法不合理，不但会损伤量具，影响量具本身的精度，而且直接影响零件尺寸的测量精度，甚至发生质量事故，对国家造成不必要的损失。所以，我们必须重视量具的正确使用，对测量技术精益求精，务使获得正确的测量结果。

使用游标卡尺测量零件尺寸时，必须注意下列几点：

(1) 测量前应把卡尺揩干净，检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损，把两个量爪紧密贴合时，应无明显的间隙，同时游标和主尺的零位刻线要相互对准。

(2) 移动尺框时，活动要自如，不应有过松或过紧，更不能有晃动现象。用固定螺

钉固定尺框时, 卡尺的读数不应有所改变。在移动尺框时, 应适当松开固定螺钉。

(3) 测量零件的外尺寸时, 先把卡尺的活动量爪张开, 使量爪能自由地卡进工件, 把零件贴靠在固定量爪上, 然后移动尺框, 用轻微的压力使活动量爪接触零件。如卡尺带有微动装置, 此时可拧紧微动装置上的固定螺钉, 再转动调节螺母使量爪接触零件并读取尺寸。

(4) 测量零件的内尺寸时, 要使量爪分开的距离小于所测的内尺寸, 进入零件内孔后, 再慢慢张开并轻轻接触零件内表面, 用固定螺钉固定尺框后, 轻轻取出卡尺来读数。取出量爪时, 用力要均匀, 并使卡尺沿着孔的中心线方向滑出, 不可歪斜, 以免影响测量精度, 防止量爪扭伤、变形和受到不必要的磨损。

(5) 用游标卡尺测量零件时, 不允许过分地施加压力, 所用压力仅仅是使两个量爪刚好接触零件表面。如果测量压力过大, 将使两个量爪弯曲或磨损, 而且量爪在压力作用下产生弹性变形, 导致测量得的尺寸不准确。

(6) 测量外尺寸时, 卡尺两侧量面的联线应垂直于被测量表面, 不能歪斜。测量时, 可以轻轻摇动卡尺, 放正垂直位置。否则, 量爪若在如图1—4所示的错误位置上, 将使测量结果 a 比实际尺寸 b 要大。

测量内孔直径时, 卡尺两侧量刃应在孔的直径上, 不能偏歪。图1—5为带有刀口形量爪和带有圆柱面形量爪的游标卡尺, 在测量内孔时正确和错误的位置。当量爪处于错误位置时, 其测量结果 a 将比实际孔径 b 要小。

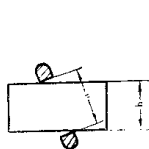


图1—4 测量外尺寸的错误位置

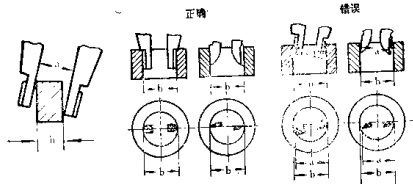


图1—5 测量内孔时正确与错误的位置

测量沟槽宽度时, 游标卡尺也要放正, 应使卡尺两侧量刃的联线垂直于沟槽, 不能歪斜。否则, 量爪若在如图1—6所示的错误位置上, 也将使测量结果不准确(可能偏大也可能偏小)。

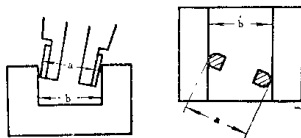


图1—6 测量沟槽的错误位置

(7) 测量外尺寸时, 应当用量爪的平面测量刃进行测量, 尽量避免用端部测量刃和刀口形量爪去测量外尺寸。而对于圆弧形沟槽尺寸, 则应当用刀口形量爪进行测量, 不

应当用平面形测量刃进行测量, 如图1—7所示。

(8) 在游标卡尺上读数时, 应把卡尺水平地拿着, 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,以免由于视线的歪斜造成读数误差。

(9) 用下量爪的外测量面测量内尺寸时,如图1—1所示的游标卡尺测量内尺寸,在读取测量结果时,一定要把量爪的厚度加上去。即游标卡尺上的读数,加上量爪的厚度,才是被测零件的内尺寸。测量范围在500毫米以下的游标卡尺,量爪厚度一般为10毫米。但当量爪磨损和修理后,量爪厚度就要小于10毫米,读数时这个修正值也要考虑进去。

(10) 为了获得正确的测量结果,可以多测量几次。即在零件的同一截面上的不同方向进行测量。对于较长零件,则应当在全长的各个部位进行测量,以便获得一个比较正确的测量结果。

四、高度游标卡尺

高度游标卡尺如图1—8所示,用于测量零件的高度和精密划线。

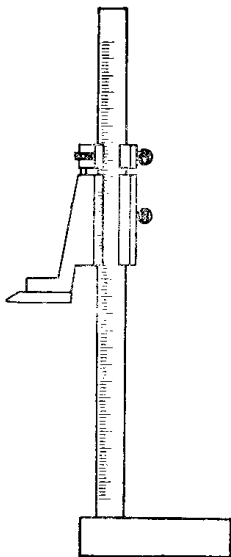


图1—8 高度游标卡尺

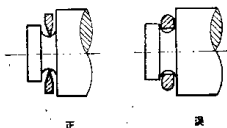


图1—7 测量沟槽的正误方法

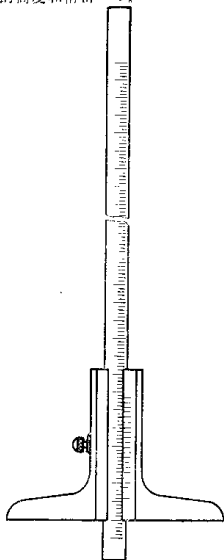


图1—9 深度游标卡尺

应用高度游标卡尺进行测量或是划线时，应在平台上进行。在测量高度时，量爪测量面的高度，就是被测量零件的高度尺寸，它的具体数值读法与游标卡尺一样。在划线时，应先调整好划线高度，并把尺框锁紧后，再进行划线。

五、深度游标卡尺

深度游标卡尺如图1—9所示，用于测量零件的深度尺寸或台阶高度。它的读数方法和游标卡尺完全一样。测量时应把基座的端面紧靠在被测孔的端面上，使尺身与被测孔的中心线平行，则尺身端面至基座端面之间的距离，就是被测零件的深度尺寸。

第二节 螺旋读数量具

应用螺旋读数原理制成的常用量具，有百分尺和千分尺。百分尺的读数值为0.01毫米，千分尺的读数值为0.001毫米。目前大量使用的是百分尺，有人错误地把百分尺也称为千分尺，要注意认真区分。下面以介绍百分尺为主。

百分尺的种类很多，常用的有：外径百分尺、内径百分尺、深度百分尺以及螺纹百分尺和公法线百分尺等，用以测量或检验零件的内径、外径、深度以及螺纹的中径和齿轮的公法线长度等。

一、外径百分尺的构造

外径百分尺简称百分尺，用以测量或检验零件的外径、凸肩厚度以及板厚或壁厚等（测量孔壁厚度的百分尺，其测量面呈球弧形）。

百分尺由尺架、测微头、测力装置和制动器等组成。图1—10是测量范围0~25毫米的百分尺。

如图1—10所示，尺架1的一端装着固定测砧2，另一端装着测微头。测砧和测量杆的测量面上都镶有硬质合金，以提高测量面的使用寿命。尺架的两侧面覆盖着绝热板12，使用百分尺时，手拿在绝热板上，防止人体的热量影响百分尺的测量精度。

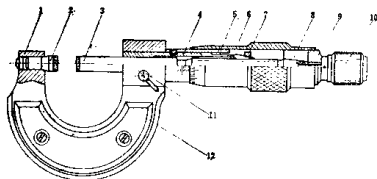


图1—10 0~25毫米外径百分尺

1—尺架；2—固定测砧；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定套筒；6—微分筒；7—调节螺母；8—接头；9—垫片；10—测力装置；11—制动器；12—绝热板

（1）百分尺的测微头 图1—10中的3~9是百分尺的测微头部分。固定套筒5用螺钉固定在螺纹轴套4上，而螺纹轴套又与尺架紧紧配合成一体。测微螺杆3的一端是测量杆，中间是精度很高的外螺纹，与螺纹轴套4上的内螺纹精密配合，使外螺纹可以在内螺纹中自如旋转而间隙极小。测微螺杆另一端的外圆锥与接头8的内圆锥相配，并通过顶端的内螺纹与测力装置10连接。当测力装置的外螺纹旋紧在测微螺杆的内螺纹上时，测力装置就通过垫片9紧压接头8，而接头8上开有轴向槽，有一定的胀缩弹性，

能沿着测微螺杆 3 上的外圆锥胀大, 从而使微分筒 6 与测微螺杆和测力装置结合成一体。当用手旋转测力装置 10 时, 就带动测微螺杆 3 和微分筒 6 一起旋转, 并沿着精密螺纹的螺旋线方向运动, 使百分尺两个测量面之间的距离发生变化。

(2) 百分尺的测力装置 百分尺测力装置的结构见图 1—11, 主要依靠一对棘轮 3 和 4 的作用。棘轮 4 与转帽 5 连成一体, 而棘轮 3 可压缩弹簧 2 在轮轴 1 的轴线方向移动, 但不能转动。弹簧 2 的弹力是控制测量压力的, 螺钉 6 使弹簧压缩到百分尺所规定的测量压力。当手握转帽 5 顺时针旋转测力装置时, 若测量压力小于弹簧 2 的弹力, 转帽的运动就通过棘轮传给轮轴 1, 带动测微螺杆旋转, 使百分尺两测量面之间的距离继续缩短, 即继续卡紧零件。当测量压力达到或略微超过弹簧的压力时, 棘轮 3 与 4 在其啮合斜面的作用下, 压缩弹簧 2, 使棘轮 4 沿着棘轮 3 的啮合斜面滑动, 转帽的转动就不能带动测微螺杆旋转, 同时发生棘轮的跳出声, 从而达到控制测量压力的目的。

当转帽逆时针旋转时, 棘轮 4 是用垂直面带动棘轮 3, 不会产生压缩弹簧的压力, 始终能带动测微螺杆退出被测零件。

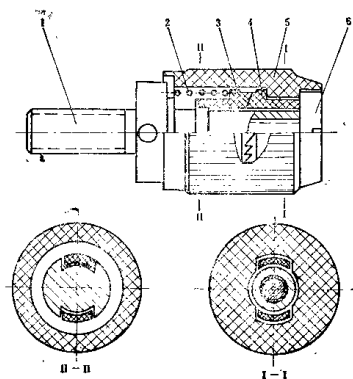


图 1—11 百分尺测力装置

1—转轴; 2—弹簧; 3、4—棘轮; 5—转帽; 6—螺钉

(3) 百分尺的制动器 百分尺的制动器就是测量杆的锁紧装置, 如图 1—12。由图可见, 制动轴 4 的圆周上, 开着一个深浅不均的偏心缺口, 对着测量杆 2。当制动轴以缺口的较深部分对着测量杆时, 测量杆 2 就能在轴套 3 内自由活动, 当制动轴转动一个角

度，以缺口的较浅部分对着测量杆时，测量杆就被制动轴压紧在轴套内不能运动，达到制动的目的。

(4) 百分尺的测量范围 百分尺测微螺杆的移动量为25毫米，所以百分尺的测量范围一般为25毫米。为了使百分尺能测量更大范围的长度尺寸以满足工业生产的需要，可把百分尺的尺架做成各种尺寸，形成不同测量范围的百分尺。目前，国产百分尺测量范围的尺寸分段为：0~15；0~25；25~50；50~75；75~100；100~125；125~150；150~175；175~200；200~225；225~250；250~275；275~300。

测量上限大于300毫米的百分尺，把固定测砧做成可移动的或可更换的，使百分尺的测量范围变为100毫米。

目前国产最大的百分尺为250~3000毫米的百分尺。

二、外径百分尺的工作原理和读数方法

(1) 百分尺的工作原理 百分尺是由螺旋读数机构组成的，它包括一对精密的螺旋副——测微螺杆与螺纹轴套，如图1—10中的3和4，和一对读数套筒——固定套筒与微分筒，如图1—10中的5和6。

用百分尺测量零件的尺寸，就是把被测零件置于百分尺的两个测量面之间，两测量面之间的距离，就是零件的测量尺寸。当测微螺杆在螺纹轴套中旋转时，由于螺旋线的作用，测量杆就产生轴向移动，使两测量面之间的距离发生变化。如测微螺杆按顺时针的方向旋转一周，两测量面之间的距离就缩小一个螺距。常用百分尺测微螺杆的螺距为0.5毫米。因此，当测微螺杆顺时针旋转不到一周时，缩小的距离就不到一个螺距，它的具体数值，可从与测微螺杆结成一体的微分筒的圆周刻度上读出。微分筒的圆周上刻有50个等分线，当微分筒转过它本身圆周刻度的一小格时，两测量面之间缩小的距离为： $0.5 \div 50 = 0.01$ 毫米由此可知，百分尺上的螺旋读数机构，可以正确地读出0.01毫米，也就是百分尺的读数值为0.01毫米。

(2) 百分尺的读数方法 在百分尺的固定轴套上刻有轴向中线，作为微分筒读数的基准线。另外，为了计算测微螺杆旋转的整数转，在固定套筒中线的两侧，刻有上下两排刻线，刻线间距均为1毫米，上下两排相互错开0.5毫米，如图1—13上面一排刻线上标有数字号码，其刻度值为1毫米，下面一排错开0.5毫米，依此来读出百分尺微螺杆的整转数值。

在百分尺上读数时，应做到：先读整数尺寸，提防读错0.5毫米。即先在固定套筒的上刻线读出是几毫米或几点5毫米，如图1—13a为8毫米，图1—13b则因下刻度线已露出所以应为8.5毫米，然后再把微分筒圆周刻线上读出的小数部分加上去，就是被测零件的尺寸，如图1—13a为8.27毫米，b为8.77毫米。

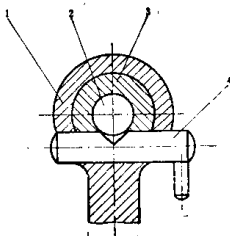


图1—12 百分尺的制动器

1—尺架；2—测量杆；3—轴套；4—制动轴

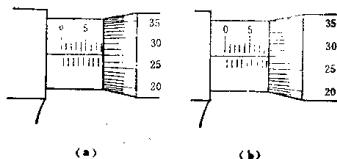


图1—13 百分尺的读数

二、外径百分尺的精度及其调

整

百分尺在使用过程中，由于磨损，特别是使用不妥当，会使百分尺的示值误差超差，所以，应定期进行检查，进行必要的拆洗和调整，以便保持百分尺的测量精度。

(1) 校正百分尺的零位 百分尺如果使用不妥，零位就要走动，

使测量结果不正确。所以，在使用百分尺之前，应当校对百分尺的零位。所谓“校对百分尺的零位”，就是把百分尺的两个测量面揩干净，转动螺杆使它们贴合在一起（这指的是0~25毫米的百分尺而言，若测量范围大于0~25毫米时，应该在两测量面间放上校对样棒），检查微分筒圆周上的“0”刻线，是否对准固定套筒的中线，微分筒的端面是否正好使固定套筒上的“0”刻线露出来。如果两者位置都是正确的，则百分尺的零件是对的，否则就要进行校正，使之对准零位。

如果零位是由于微分筒的轴向位置不对，如微分筒的端部盖住固定套筒上的“0”刻线，或“0”刻线露出太多，容易与0.5的刻线搞错，必须进行校正。此时，可用制动器把测量杆锁住，再用百分尺的专用扳手，插入测力装置轮轴的小孔内，把测力装置松开（逆时针旋转），微分筒就能进行调整，即轴向移动一点。使固定套筒上的“0”线正好露出来，同时使微分筒的零线对准固定套筒的中线，然后再把测力装置旋紧。

如果零位是由于微分筒的零线没有对准固定套筒的中线，也必须进行校正。此时，可用百分尺的专用扳手，插入固定套筒的小孔内，把固定套筒转过一点，使之对准零线。但当微分筒的零线相差较大时，不应当采用此法调整，而应该采用松开测力装置转动微分筒的方法来校正。

(2) 调整百分尺的间隙 百分尺的使用过程中，由于磨损等原因，会使精密螺纹的配合间隙增大，从而使示值误差超差，必须及时进行调整，以便保持百分尺的精度。

要调整精密螺纹配合间隙，应先用制动器把测量杆锁住，再用专用扳手把测力装置松开，拉出微分筒后再进行调整。由图1—10可以看出，在螺纹轴套上，接近精密螺纹一段的壁厚比较薄，且同螺纹部分一起开有轴向直槽，使螺纹部分具有一定的胀缩弹性。同时，螺纹轴套的圆锥外螺纹上，旋着调节螺母7。当调节螺母往里旋入时，因螺母直径保持不变，就迫使圆锥螺纹直径缩小，于是精密螺纹的配合间隙就减少了。然后，松开制动器进行试转，看螺纹间隙是否合适。间隙过小会使测微螺杆活动不灵活，可把调节螺母松出一点；间隙过大则使测微螺杆有松动，可把调节螺母再旋进一点。直至间隙调整后，再把微分筒装上，对准零位后把测力装置旋紧。

四、外径百分尺的使用方法

百分尺使用得是否正确，对保持精密量具的精度和测量结果的精确性影响很大。

使用百分尺测量零件尺寸时，必须注意以下几点：

(1) 使用前, 应把百分尺的两个测量面揩干净, 转动测力装置, 使两测量面接触 (若测量上限大于25毫米时, 在两测量面之间放入校对样棒或相应尺寸的块规), 接触面上应设有间隙和漏光现象, 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, 没有任何不灵活的现象。否则应及时检修。

(3) 测量前, 应把零件的被测量表面揩干净, 因为有脏物存在时会影响测量精度。绝对不允许用百分尺测量含有研磨剂或粗糙零件的表面, 以免损伤测量面的精度。

(4) 用百分尺测量零件时, 应当手握测力装置的转帽来旋转测量杆, 使测量表面保持标准的测量压力, 否则会产生测量误差。

绝对不允许用力旋转微分筒来增加测量压力, 使测量杆过分压紧零件表面, 影响百分尺的精度, 或是微分筒打滑而使百分尺的零位移动。

(5) 使用百分尺测量零件时, 要使测量杆与零件被测量的尺寸方向一致。如测量外径时, 测量杆要与零件的轴线垂直。不要歪斜。测量时, 可在旋转测力装置的同时, 轻轻地晃动尺架, 使测量面与零件表面接触良好。

(6) 用百分尺测量零件时, 最好在零件在夹紧状态时进行读数, 放松后再取出百分尺, 这样可减少测量面的磨损。如果必须取下读数时, 应用制动器锁紧测量杆后, 再轻轻滑出零件。把百分尺当卡规使用容易使测量面过早磨损, 甚至会使测量杆或尺架发生变形影响精度。

(7) 在读取百分尺上的测量数值时, 要特别留心不要读错0.5毫米。

(8) 为了获得正确的测量结果, 可在同一位置上再测量一次。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, 检查零件外圆有没有椭圆度。再在全长的各个部位测量几次, 检查零件的外圆有没有圆锥度。

五、内径百分尺

内径百分尺如图1—14a所示, 其读数方法与外径百分尺相同。内径百分尺的读数范围为50~63毫米, 为了扩大测量范围, 可以装上接长杆 (如图1—14b)。连接时, 只须将保护螺帽5旋去, 将接长杆的具有内螺纹的左端旋在百分尺的右端即可。接长杆可以一个接一个地连接起来, 测量范围最大可达到4000毫米。为此, 内径百分尺与接长杆是成套供应的。目前, 国产内径百分尺的测量范围有50~175; 50~575; 150~1200; 150~4000毫米的四种。

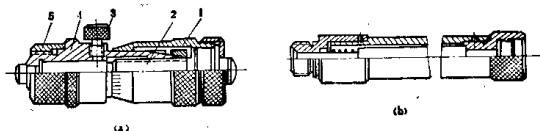


图1—14 内径百分尺

a—内径百分尺; b—接长杆

1—读数套筒; 2—测微螺杆; 3—制动螺钉; 4—固定套筒; 5—保护螺帽