

21

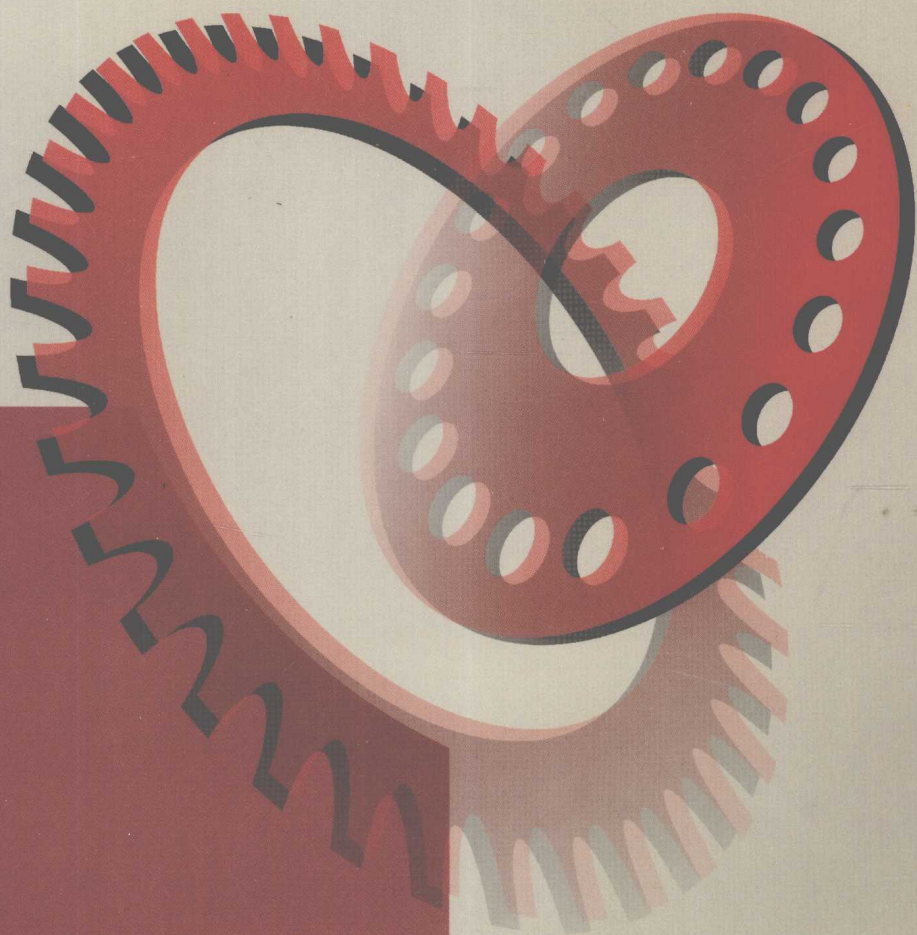
世纪高等职业技术教育规划教材

—— 机械工程类

JIXIE JIAGONG JICHU

机械加工基础

主编 胡兆国



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机械工程类
国家示范性高等职业院校用书

机 械 加 工 基 础

主编 胡兆国

主审 赵长旭

编者（按音序排列）

胡兆国

李海荣

杨金凤

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书主要介绍机械加工的基本知识,全书共分五章,分别介绍了机械加工基本知识、热加工基本知识、机械加工方法、钳工基本操作和装配基本知识。

本书具有内容简明、概念清楚、联系实际、便于学习的特点,可作为高职高专院校机械类专业的教材,又可作为电视大学、函授大学、职工大学机械类、近机类专业的教学用书,同时还可供从事机械设计与制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工基础 / 胡兆国主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2007.7

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 机械工程类
ISBN 978-7-81104-556-7

I. 机… II. 胡… III. 机械加工—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 096912 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机械工程类

机 械 加 工 基 础

主 编 胡兆国

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 14.75

字数: 367 千字 印数: 1—3 000 册

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-556-7

定价: 24.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

随着高等职业教育的迅速发展，全国的高等职业技术学院越来越多。各院校为了办出特色，都在进行教学改革。特别是教育部审批的试点专业，更是要求进行全面深入的改革。

我校（四川工程职业技术学院）数控技术应用专业是教育部高职高专国家级教学改革试点专业。专业教学改革的主要内容之一，就是构建与专业人才培养目标相适应的理论教学体系并编写出符合教改要求的教材。我校作为“机械职业教育数控专业教学指导委员会”主任单位，积极组织开展数控专业教材改革研究工作并鼓励教师承担教育部高职高专规划教材的编写任务，现已有多本由我校教师担任主编、主审和参编的主干专业规划教材公开出版。同时，为了更好地反映我校教改指导思想，学校将一些主干专业课程列入学校教材建设规划，通过在校内教育科研立项的方式，选聘课程建设负责人，选取和编写符合培养方案的教材，完善相应的教学辅助资料，利用现代教育技术探索新的教学手段及模式，建立与高等职业技术教育相符的考核方式和手段。

本书将原《金属工艺学》的一些内容与《机械加工基础》的内容有机地融合在一起，对一些过深的理论和公式的推导未作详述。其主要特点是：针对毕业生的就业岗位群对数控技术应用能力的要求，对传统课程的教学内容进行必要的调整、合并，对课程体系整体优化，降低理论教学的难度，拓宽知识面，摒弃了繁、难、旧的内容。全书内容包括：机械加工基本知识、热加工基本知识、机械加工方法、钳工基本操作和装配基本知识五部分。

本书主要作为高职高专院校机械类专业的教材，也可供其他专业的师生及工程技术人员参考。

本书由胡兆国主编，赵长旭主审。参加本书编写的有：胡兆国（第三章），杨金凤（第二、四章），李海荣（第一、五章）。

在本书的编写过程中，得到了学校领导的大力支持和我校数控技术应用专业教改领导小组的指导，以及同行们的帮助，在此表示衷心的感谢。本书编写过程中，参阅了一些公开发表的书籍（详见本书后面的“参考文献”），在此，我们对这些书籍的作者深表谢意。限于编者的水平，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

第一章 机械加工基本知识	1
第一节 常用量具	1
第二节 金属切削的基本知识	10
第三节 公差配合的基本知识	17
复习思考题	36
第二章 热加工基本知识	37
第一节 常用金属材料 and 热处理	37
第二节 铸造	47
第三节 锻造	62
第四节 焊接	70
复习思考题	80
第三章 机械加工方法	82
第一节 车削加工的基本知识	82
第二节 车削加工	89
第三节 铣削加工	110
第四节 刨削	129
第五节 磨削	136
复习思考题	163
第四章 钳工基本操作	164
第一节 概述	164
第二节 划线	166
第三节 锯削	173
第四节 锉削	177
第五节 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	183
第六节 攻螺纹和套螺纹	197

第一章 机械加工基本知识

第一节 常用量具

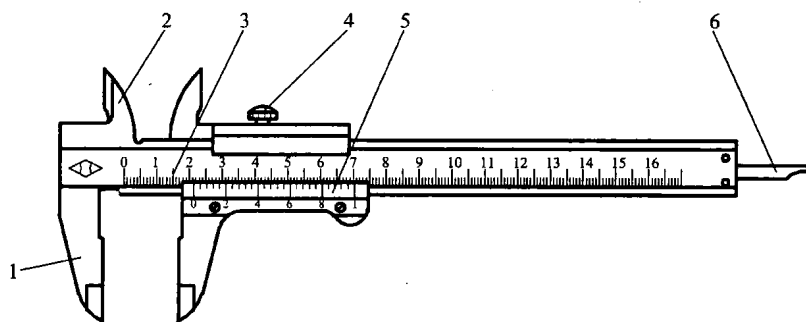
一、游标卡尺

游标卡尺是一种常用的中等精度量具，应用范围广，常用来测量工件的外径、内径、长度、宽度、深度及孔距等。

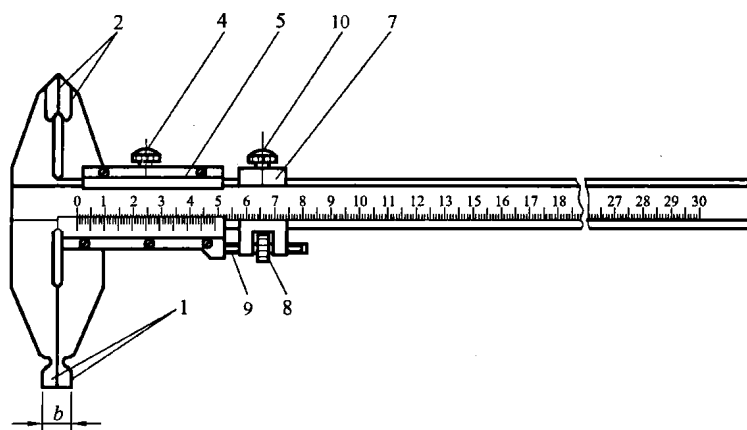
1. 游标卡尺的结构形状

常用的游标卡尺有两用游标卡尺和双面游标卡尺。

(1) 两用游标卡尺。两用游标卡尺的结构形状如图 1.1 (a) 所示。它由尺身 3 和游标 5



(a) 两用游标卡尺



(b) 双面游标卡尺

图 1.1 游标卡尺

1—下量爪；2—上量爪；3—尺身；4，10—螺钉；5—游标；6—尝试尺；
7—测微装置；8—滚花螺母；9—小螺杆

组成, 螺钉 4 可旋松或拧紧游标。下量爪 1 用来测量工件的外径或长度, 上量爪 2 可以测量孔径或槽宽, 深度尺 6 用来测量孔的深度和台阶长度。在测量前应先校正零位, 测量时移动游标, 使量爪与工件接触, 将螺钉拧紧, 然后读数。

(2) 双面游标卡尺。双面游标卡尺的结构形状如图 1.1 (b) 所示。在游标 5 上增加了微调装置 7 及拧紧微调装置的螺钉 10, 松开螺钉 4, 用手指转动滚花螺母 8, 通过小螺杆 9 即可微调游标。

上量爪 2 用来测量沟槽宽度或孔距, 下量爪 1 用来测量工件的外径和孔径。当用下量爪测量孔径时, 游标卡尺的读数必须加上下量爪的厚度 b (b 一般为 10 mm)。

2. 游标卡尺的刻线原理及读数方法

游标卡尺的读数精度是利用主尺和游标刻线间的距离之差来确定的。常用游标卡尺的精度有: 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm。

(1) 0.1 mm 精度游标卡尺。0.1 mm 精度游标卡尺尺身每小格为 1 mm, 游标刻线总长为 9 mm, 并等分为 10 格, 因此每格为 0.9 mm, 则尺身 1 格和游标 1 格的差为 0.1 mm, 所以它的测量精度为 0.1 mm。根据刻线原理, 如果游标第 6 根刻线与尺身刻线对齐 (见图 1.2), 则尺寸小数部分的读数为: 0.6 mm。

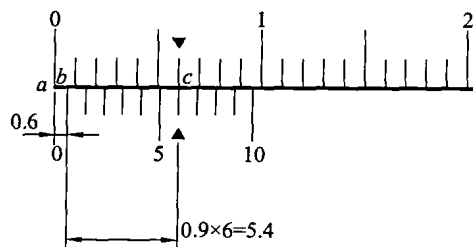


图 1.2 0.1 mm 精度游标卡尺刻线原理

读数时, 首先读出游标零线左边尺身上的毫米数, 然后看游标上哪一条刻线与尺身刻线对齐, 该游标刻线的次序数乘以此游标卡尺的读数精度, 即为小数部分; 最后把整数和小数相加的总和, 就是工件的实际尺寸。例如, 在图 1.3 中, 游标零线在 37 mm 与 38 mm 之间, 游标的第 4 条刻线与尺身刻线对齐。所以, 被测尺寸的整数部分为 37 mm, 小数部分为 $0.1 \text{ mm} \times 4 = 0.4 \text{ mm}$, 这样, 被测工件的实际尺寸为 $37 \text{ mm} + 0.4 \text{ mm} = 37.4 \text{ mm}$ 。

(2) 0.05 mm 精度游标卡尺。0.05 mm 精度游标卡尺尺身每小格 1 mm, 游标刻线总长为 39 mm 并等分为 20 格, 因此每格为 1.95 mm, 则尺身 2 格和游标 1 格之差为 0.05 mm, 所以它的测量精度为 0.05 mm。在图 1.4 中, 游标零线在 54 mm 与 55 mm 之间, 游标的第 7 条刻线与尺身刻线对准。所以, 被测尺寸的整数部分为 54 mm, 小数部分为 $0.05 \text{ mm} \times 7 = 0.35 \text{ mm}$, 这样, 被测工件的实际尺寸为 $54 \text{ mm} + 0.35 \text{ mm} = 54.35 \text{ mm}$ 。

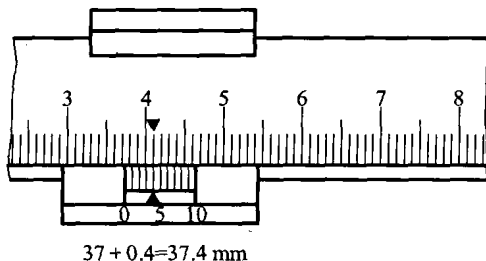


图 1.3 0.1 mm 精度游标卡尺读数方法

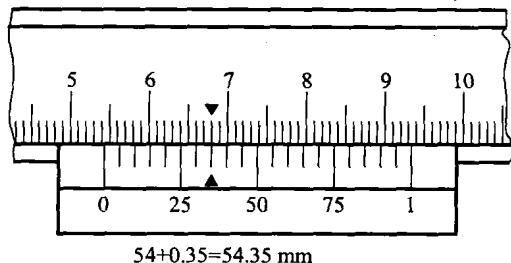


图 1.4 0.05 mm 精度游标卡尺读数方法

(3) 0.02 mm 精度游标卡尺。0.02 mm 精度游标卡尺尺身每小格为 1 mm, 游标刻线总长为 49 mm 并等分为 50 格, 因此每格为 0.98 mm, 则尺身和游标 1 格之差为 0.02 mm, 所以它的测量精度为 0.02 mm。

在图 1.5 中, 游标零线在 60 mm 与 61 mm 之间, 游标的第 24 条刻线与尺身刻线对齐, 所以被测尺寸的整数部分为 60 mm, 小数部分为 $0.02 \text{ mm} \times 24 = 0.48 \text{ mm}$, 这样, 被测工件的实际尺寸为 $60 \text{ mm} + 0.48 \text{ mm} = 60.48 \text{ mm}$ 。

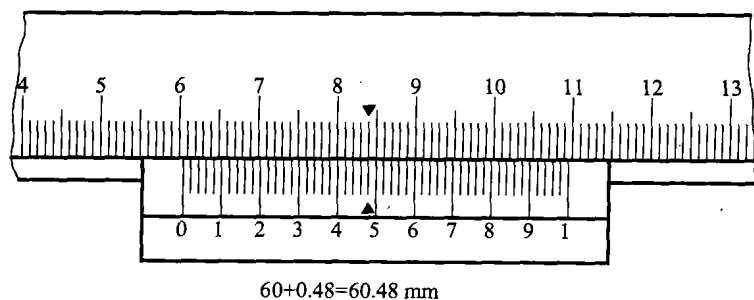


图 1.5 0.02 mm 精度游标卡尺读数方法

二、千分尺

千分尺是生产中最常用的精密量具之一, 它的测量精度为 0.01 mm。千分尺的种类很多, 按用途分有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、内测千分尺、螺纹千分尺和壁厚千分尺等。

测微螺杆的长度受到制造上的限制, 其移动量通常为 25 mm, 所以千分尺的测量范围分别为 0~25, 25~50, 50~75, 75~100, 每隔 25 mm 为一挡规格。

1. 千分尺的结构形状

外径千分尺的外形和结构如图 1.6 所示, 它由尺架 1、砧座 2、测微螺杆 3、锁紧装置 4、螺纹轴套 5、固定套管 6、微分筒 7 和测力装置 10 等部分组成。

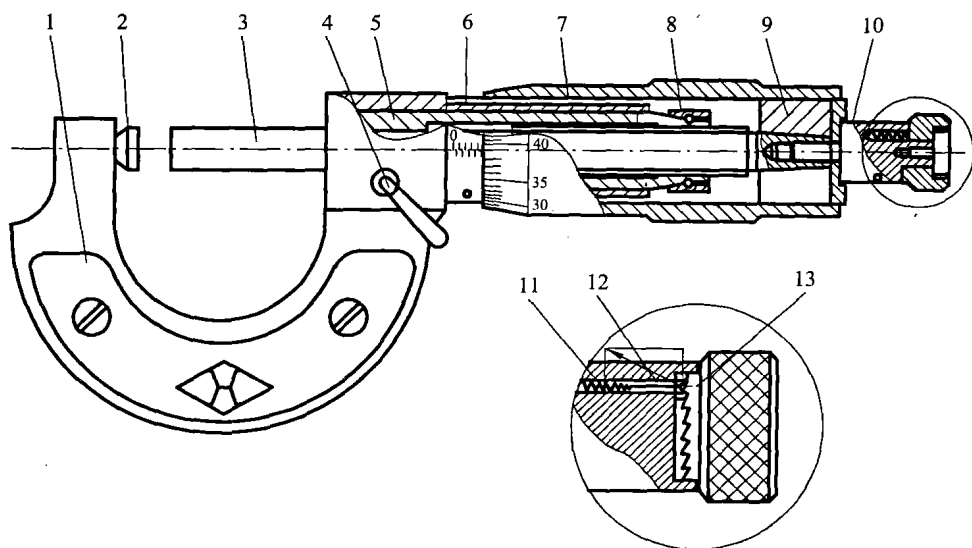


图 1.6 外径千分尺的结构形状

- 1—尺架; 2—砧座; 3—测微螺杆; 4—锁紧装置; 5—螺纹轴套; 6—固定套管; 7—微分筒;
8—螺母; 9—接头; 10—测力装置; 11—弹簧; 12—棘轮爪; 13—棘轮

螺纹轴套 5 与尺架右端的套筒紧密配合成一个整体, 而带有直线刻度的固定套管 6 固定

在螺纹轴套 5 上。测微螺杆 3 的中间部分有精度很高的外螺纹与螺纹轴套 5 上的内螺纹精密配合。当配合间隙增大时,可利用螺母 8 依靠锥面调节。测微螺杆另一端的外圆锥与接头 9 的内圆锥相配,并通过螺钉与测力装置 10 联接在一起。由于接头 9 上开有轴向槽,依靠圆锥的胀力把微分筒 7 与测微螺杆 3 和测力装置 10 连成一体。旋转测力装置时,就带动测微螺杆和微分筒一起旋转,并沿轴向移动,即可测量尺寸。

测力装置 10 可保证测量面与工件接触时具有恒定的测量力,以便测出正确的尺寸。它的结构如图 1.6。棘轮爪 12 在弹簧 11 的作用下与棘轮 13 啮合。当千分尺的测量面与工件接触,并超过一定压力时,棘轮 13 沿着棘轮爪的斜面滑动,发出嗒嗒响声,这时就可读出工件尺寸。

测量前,千分尺必须校正零位。测量时,为防止尺寸变动,可转动锁紧装置 4 的手柄锁紧测微螺杆。

2. 千分尺的刻线原理及读数方法

千分尺固定套管沿轴向刻度每格为 0.5 mm,测微螺杆的螺距为 0.5 mm。当微分筒转 1 周时,测微螺杆就移动 1 个螺距 (0.5 mm)。微分筒的圆周斜面上共刻有 50 个格,因此,微分筒转 1 格 (1/50 周) 时,测微螺杆移动 $\frac{0.5 \text{ mm}}{50} = 0.01 \text{ mm}$,所以千分尺的测量精度为 0.01 mm。

读数方法如下:

(1) 先读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数。

(2) 再看微分筒上的哪一格与固定套管的基准线对齐,读出小数部分 (0.01 mm) 乘以转过的格数。

(3) 将上述两部分尺寸相加即为被测工件的尺寸。在图 1.7 (a) 中为 $12 \text{ mm} + 0.01 \text{ mm} \times 24 = 12.24 \text{ mm}$,图 1.7 (b) 中为 $32 \text{ mm} + 0.01 \text{ mm} \times 15 = 32.15 \text{ mm}$ 。

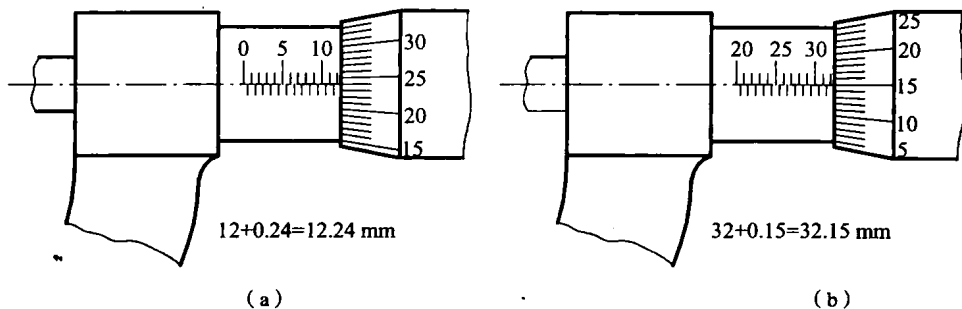


图 1.7 千分尺的读数方法

三、百分表

百分表是利用机械传动机构,将测头的直线移动转变为指针的旋转运动的一种测量仪,主要用于装夹工件时的找正和检查工件的形状、位置误差,目前,用得最多的是齿条、齿轮传动的百分表和杠杆、齿轮传动的杠杆式百分表。

另外,将百分表与一套杠杆机构配合,就成为使用广泛的测量内径的内径百分表。

1. 百分表的结构和原理

(1) 结构。图 1.8 是百分表的结构图。测杆 14 装在固定于表壳 3 上的套筒 13 和 6 之中。测杆 14 的下端装有测头 15,上端装有挡帽 7。测量时,可以拉挡帽 7 把测杆 14 提起。测杆

上固定着横销 10, 它的右端插在表壳 3 的槽内, 使测杆只能上、下移动, 而不能转动。横销 10 上挂有拉簧 11, 它给测杆一个基本不变的测量力。

测杆 14 的中段制有节距为 0.625 mm 的齿条, 与齿轮 12 ($z=16$) 相啮合。在齿轮 12 的轴上还固定着齿轮 16 ($z=100$)。齿轮 16 又与小齿轮 4 ($z=10$) 啮合, 在小齿轮 4 的轴上固定着百分表的长指针 18, 与小齿轮 4 啮合的还有齿轮 5 ($z=100$), 齿轮 5 的轴上固定着短指针 2。该轴和盘形弹簧 (游丝) 9 相连, 后者用来消除齿轮传动中的啮合间隙。

表壳 3 的前端装有滚花表圈 1, 刻度盘 17 在其中。旋转滚花表圈 1 可带动刻度盘 17 一起转动, 以调整零位。表壳 3 的后端有后盖 8。

(2) 测微原理。测杆移动 1 mm 时, 齿条移过 $1/0.625=1.6$ 齿。这时, 齿轮 12 转过 $1.6/16=1/10$ 圈, 齿轮 16 也转过 $1/10$ 圈, 即转过 10 个齿。与齿轮 16 啮合的小齿轮 4 也转过 10 齿, 即转过一周。所以, 长指针也转了一圈。在长指针的刻度盘上均匀刻有 100 个圆周刻度。长指针转过一个圆周刻度, 测杆移动 $1/100=0.01\text{ mm}$, 这就是百分表的测微原理。

当齿轮 4 转一圈时, 齿轮 5 和短指针转了 $1/10$ 圈。若在短指针的刻度盘上均匀地刻上 10 个圆周刻度, 则短指针转过一个刻度就表示长指针转了一圈, 也就是测杆移动了 1 mm 。图 1.8 所示的百分表测量范围为 $0\sim5\text{ mm}$, 故短指针共可转 5 个刻度, 即半圈。

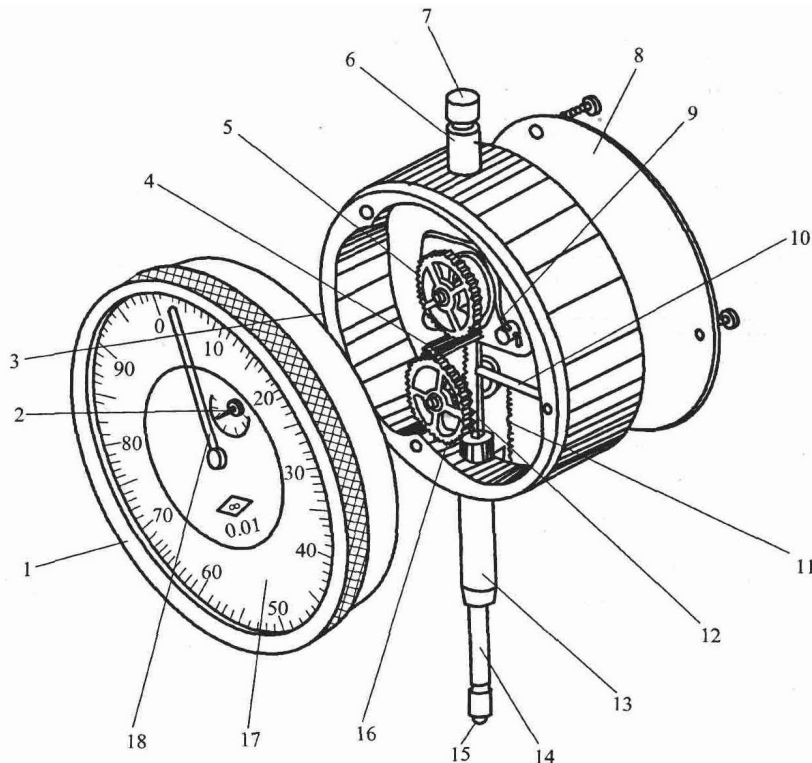


图 1.8 百分表的结构

1—滚花表圈；2—短指针；3—表壳；4—小齿轮；5, 12, 16—齿轮；6, 13—套筒；7—挡帽；8—后盖；9—弹簧；10—横销；11—拉簧；14—测杆；15—测头；17—刻度盘；18—长指针

2. 百分表的读数与使用方法

(1) 读数方法。先读出短指针转过的刻度数, 即整毫米数; 再读出长指针转过的刻度数, 该刻度数与 0.01 mm 的乘积, 就是被测尺寸不足 1 mm 的小数。将上述两个读数相加, 其和就是被测尺寸在百分表上的读数。

(2) 使用方法。使用百分表前, 先把测杆、测头擦干净, 然后轻轻推动测杆, 看它在套筒内移动是否灵活。每次放松测杆后, 观察长指针能否恢复到其原始位置。如果发现百分表的测杆有卡住现象, 表针跳动, 表针不能恢复原位, 则不能使用, 应送去修理。

使用时, 把百分表夹在表架上。但夹紧百分表时不能用力过大, 以免套筒变形而使测杆移动不灵活。

用百分表作比较测量时, 为了读出负的偏差值, 百分表测杆接触到块规或工件时应有 $0.3 \sim 1 \text{ mm}$ 的预压缩量。通常为读数方便起见, 测杆预压缩后, 再使指针对准零位。具体方法是: 使测头与被测面接触, 指针转过适当的压缩量后, 把百分表紧固在表架上, 转动刻度盘的零线使之对准长指针。再轻轻提、放测杆多次, 待指针的零位稳定后, 即可开始测量。

安装百分表时, 测杆应垂直于被测表面, 否则测量不准。读数时, 眼睛要垂直表面看指针, 否则会有视觉偏差。

不能用百分表测量粗糙的表面。若用百分表测量有沟槽的表面, 当测头接近沟槽时, 要提起测杆, 越过沟槽后, 再轻轻放下继续测量。

四、杠杆式百分表及其应用

上面介绍的百分表, 外形尺寸较大, 如要用它来测量图 1.9 (a) 所示工件的内、外圆表面同轴度或用它来测量图 1.9 (b) 所示工件 A、B 面的平行度, 那是有困难的。如果用杠杆式百分表 (见图 1.10) 来测量这两个零件的形位误差, 那就很方便了。

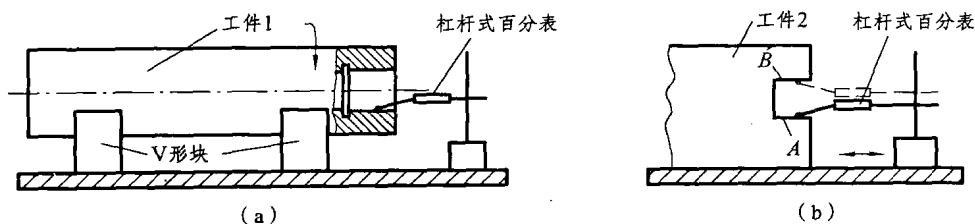


图 1.9 杠杆式百分表测量示例

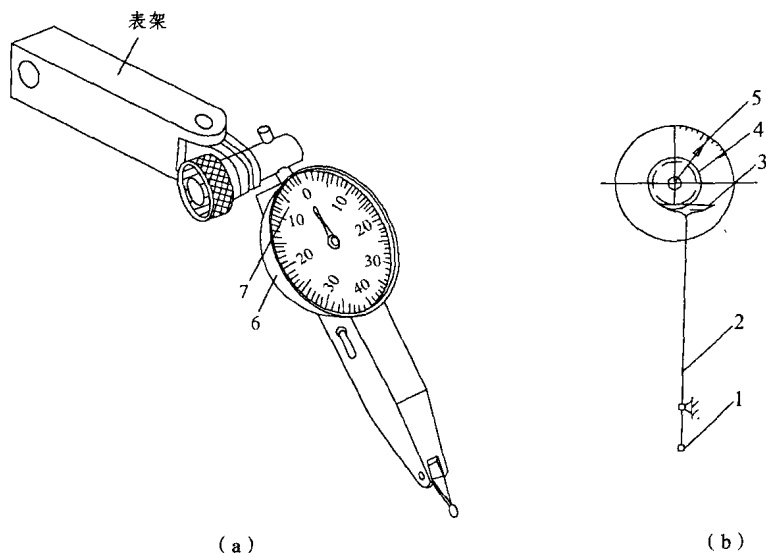


图 1.10 杠杆式百分表

1—测头; 2—杠杆; 3—扇形齿轮; 4—齿轮; 5—指针; 6—表圈; 7—刻度盘

杠杆式百分表又称小靠表，它的外形如图 1.10 (a) 所示，其内部转动如图 1.10 (b) 所示。测头 1 摆动，通过杠杆 2 使扇形齿轮 3 摆动，带动齿轮 4 和指针 5 一同转动。测量时，根据被测工件与杠杆式百分表的相对位置，可扳动小手柄（图中未画出）改变测头 1 的测量方向（上测还是下测），表圈 6 和刻度盘 7 能相对指针 5 旋转，以调整零位。测头摆动 0.01 mm 时，指针转过一小格。

杠杆式百分表体积小，测头的测量方向可以改变，所以用于找正和测量形位公差都很方便。尤其是测量小孔和凹槽，它是必不可少的。

五、内径百分表

内径百分表由百分表和表架组成，用来测量孔径。内径百分表的结构如图 1.11 所示。百

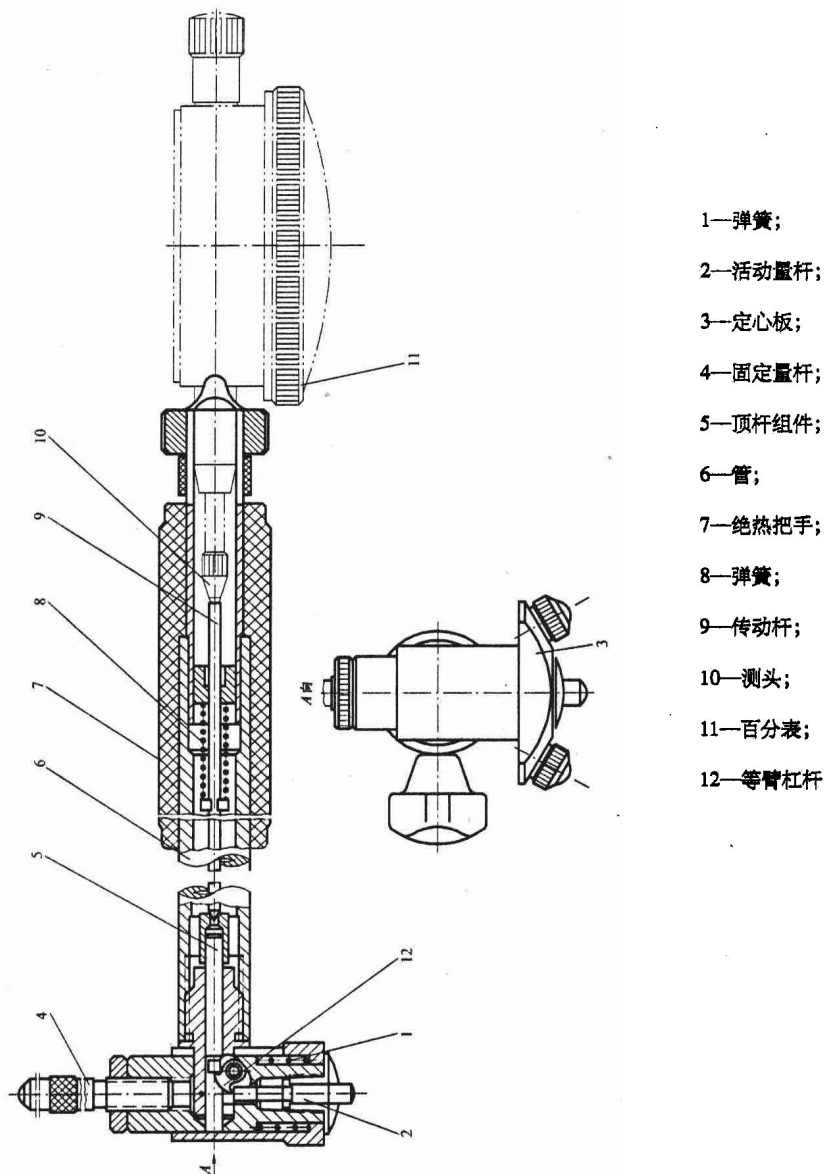


图 1.11

分表 11 的测头 10 与管 6 中的长传动杆 9 保持接触。管 6 中的压缩弹簧 8, 使长传动杆 9 通过顶杆组件 5 紧抵等臂杠杆 12, 又将活动量杆 2 顶出。4 为固定量杆, 根据被测孔的大小可以选换不同长度的量杆。7 为绝热手把, 使用时手就握在这里。3 为定心板, 在表架内弹簧 1 的作用下, 使它紧贴孔壁。利用“圆上弦的中垂线必是直径”的几何定理, 把固定量杆 4、活动量杆 2 的轴线正好做成定心板 3 的中垂线。这样, 只要定心板 3 与孔壁贴合, 量杆的轴线必定经过孔的圆心。

用内径百分表测量孔径的步骤如下:

1. 选取并调节固定量杆

根据被测孔的基本尺寸选取并调节固定量杆, 使量杆处于自由状态下, 两量杆头之间距离比被量孔径大 0.5 mm 左右。

2. 校正内径百分表的零位

将百分表调节到孔的基本尺寸并锁紧, 把内径百分表的两量杆头压入测量面间, 微微摆动内径百分表, 将百分表长指针顺时针转动最多时的位置调整成零位。

3. 测量孔径

小心压住定心板和活动量杆, 将内径百分表放入被测孔内, 摇动内径百分表 (见图 1.12), 找出长指针顺时针转动最大的数值 (因为两量头之间的最短距离必垂直于孔壁, 而两量头间距离最短时, 必是百分表压缩最多时, 即长指针转动最多时), 它与零位的差值, 就是孔径相对基本尺寸的偏差。如测量时长指针转得比对零位时还多, 则偏差是负的, 即孔径小于基本尺寸; 如测量时长指针转得比对零位时少, 则偏差是正的, 即孔径大于基本尺寸。

使用内径百分表时, 还必须记住量杆在自由状态下长指针的读数, 以便于观察表面刻度盘有否“走动”。如多次使用内径百分表后发现自由状态下长指针读数变了, 则必须重校零位。否则, 测量结果是不准的。

内径百分表需要在孔中摆动, 所以, 旧的内径百分表, 其固定量杆、活动量杆的球形测量头常会被磨平, 这时, 测量就有误差。因此, 使用前先要检查两量杆的球形测量头是否完好。

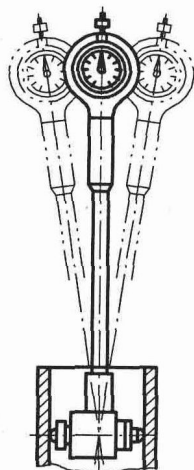


图 1.12 内径百分表测量孔径

六、直角尺

直角尺是用来检验直角和划垂直线的, 加工时还用来找正工件与夹具的位置, 装配零件、安装设备时又用来检验零件、部件间的相互垂直位置。

常用的直角尺有平直角尺和宽座直角尺两种 (见图 1.13)。

直角尺长边两面有的有刀口 (精密的), 有的无刀口 (普通的)。直角尺使用时一般以短边紧贴基准面, 然后观察零件被测面与直角尺长边之间光隙的大小和位置, 来判断零件的表面是否垂直和向哪边倾斜, 也可用厚薄规 (塞尺) 量出间隙的数值。有刀口的直角尺对光隙很敏感, 可以分辨出 0.01 mm 的光隙。

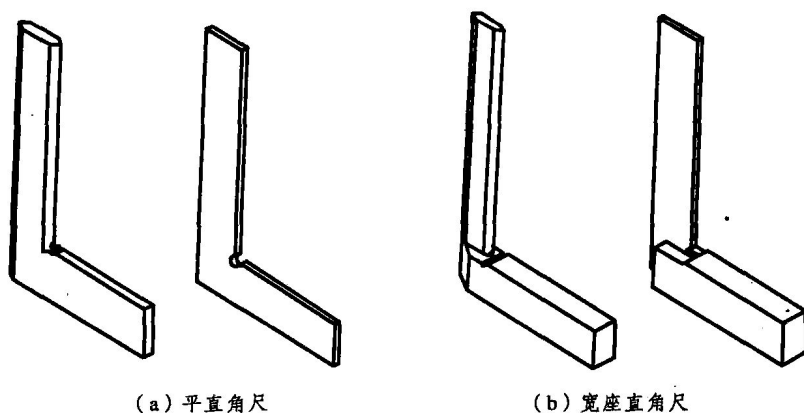


图 1.13 直角尺

七、万能量角器

万能量角器（又称万能角度尺）是直接测量角度的量具。它有很多形式，目前常用的结构如图 1.14 所示。

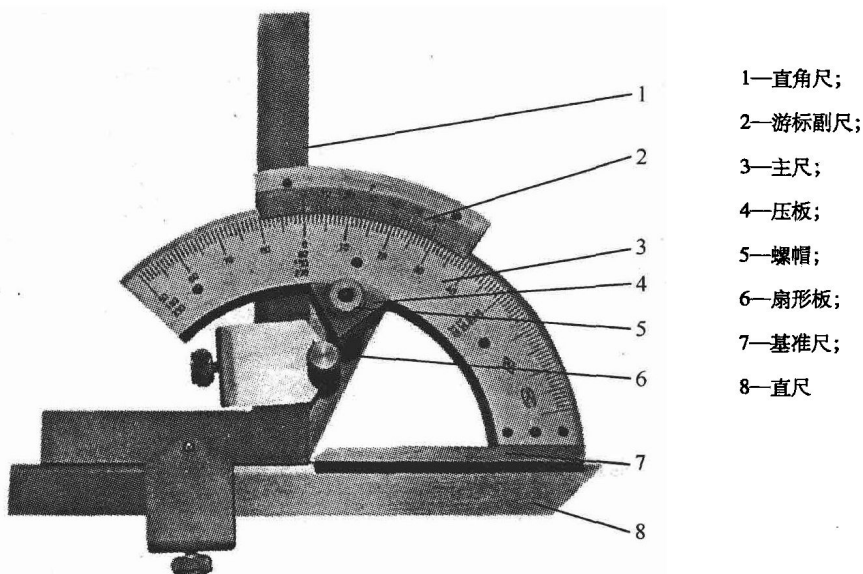


图 1.14 万能量角器

主尺 3 上固定着基准尺 7，游标副尺 2 固定在扇形板 6 上。后者的背面有一旋帽，旋帽上连着小齿轮，它与装在主尺 3 背面的扇形内齿轮啮合（该部分图上看不见）。转动旋帽，游标副尺 2 连同扇形板 6 可在主尺 3 上摆动。转动螺帽 5，通过压板 4 能把扇形板 6 固定在主尺 3 上。根据所需测量角度值的不同，可在扇形板 6 上加装直角尺 1，还可在直角尺 1 上加装直尺 8。图 1.15 表示在万能量角器上安装不同附件所能测量的角度范围。

这种万能量角器的最小读数值为 $2'$ ，游标的刻度原理与游标卡尺一样。主尺 3 的刻度间隔是 1° ，游标副尺的刻度间隔应为 $1^\circ - 2' = 58'$ 。游标卡尺上应刻 30 格。

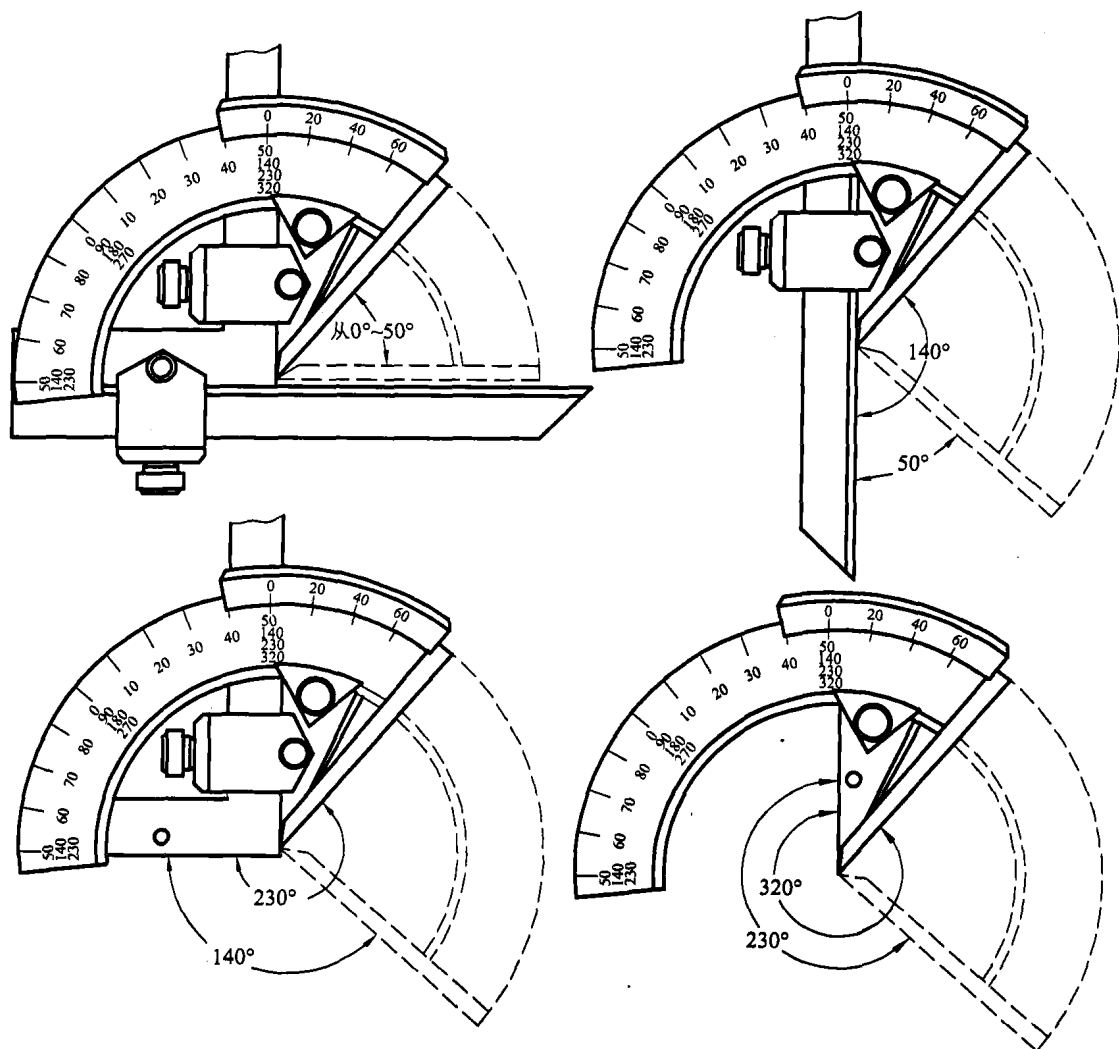


图 1.15 万能量角器安装不同附件所能测量的角度范围

第二节 金属切削的基本知识

一、金属切削的基本概念

(一) 切削运动

切削金属时，刀具和工件之间必须具有相对运动，它是由机床来完成的。刀具和工件之间的相对切削运动，根据它们在切削过程中所起的作用，可分为主运动和进给运动。

(1) 主运动。主运动是进行切削加工时最主要的运动。其特点是速度最高，消耗的功率最多，机床的主运动通常只有一个。如图 1.16 所示，车削时工件的旋转运动，铣削时铣刀的

旋转运动，钻削时钻头的旋转运动等都是主运动。主运动的速度称为切削速度，用 v 表示，单位为 m/min 。

(2) 进给运动。不断地把切削层投入切削，以切除工件上全部余量的运动称为进给运动，如图 1.17 所示。它只有和主运动配合后，才能保证切削加工的连续进行。通常消耗的功率较少，速度较低。进给运动可以是一个、两个或几个，进给运动通常用进给速度 v_f 或进给量 f 表示。

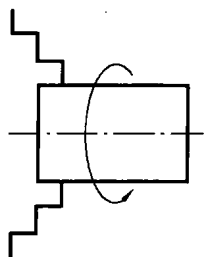


图 1.16 主运动

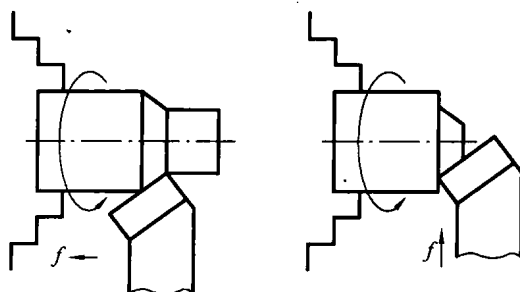


图 1.17 进给运动

(二) 工件上形成的表面

在切削过程中，工件上的切削层不断地被刀具切削转变为切屑，并加工出所需要的新表面，在这一过程中，工件上有三个不断变化着的表面（见图 1.18）：

(1) 待加工表面。工件上将要被切去多余金属的表面。

(2) 已加工表面。已经切去多余金属而形成的表面。

(3) 过渡表面。刀具切削刃在工件上形成的表面。

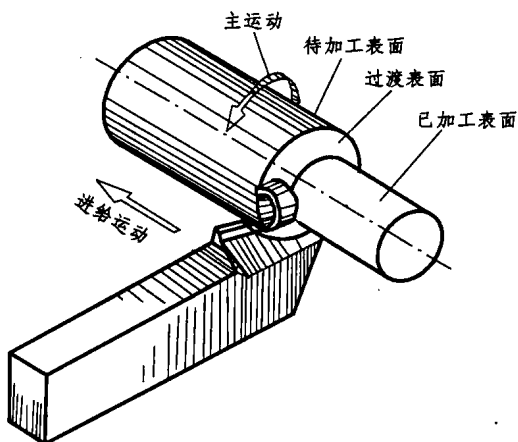


图 1.18 车削运动和工件上的表面

(三) 对刀具切削部分材料的要求

在金属切削加工过程中，刀具的切削部分是在较大的切削力、较高的切削温度和剧烈的摩擦条件下进行工作的。刀具耐用度的长短和切削效率的高低，首先取决于刀具材料是否具备优良的切削性能。此外，刀具材料的工艺性能对刀具本身的制造与刃磨质量也有着显著影响。因此，刀具切削部分的材料应满足下列要求：

1. 切削性能方面

(1) 高的硬度。刀具材料的硬度要高于工件材料的硬度。一般用工具钢制造的刀具其常温硬度应在 60HRC 以上；其他刀具材料（如硬质合金钢等）的硬度则更高。

(2) 高的耐磨性。一般刀具材料的硬度越高则耐磨性也越好。但耐磨性还和刀具材料中的硬质点的种类、数量、大小、分布情况以及刀刃与刀面的粗糙度等有关。

(3) 足够的强度和韧性。刀具材料的强度通常用抗弯强度和抗冲击韧性强度表示。只有

具备足够的强度和韧性,才能防止刀具的脆性断裂或崩刃等。

(4) 高的耐热性。所谓耐热性是指在高温下保持上述性能的能力,一般用红硬性表示。高温下硬度越高则红硬性越好。它是评定刀具材料切削性能优劣的主要标志。

2. 工艺性能方面

(1) 热处理性能好。热处理变形小,脱碳层薄和淬透性好等,对热成形刀具来说,还要求高温塑性要好。

(2) 磨削性能好。磨削性能可用磨削比表示,所谓磨削比是指磨削金属体积与砂轮消耗体积之比。磨削比越大则磨削性能越好。

(3) 其他工艺性能。如被切削加工性能、焊接性能等要好。

(四) 常用刀具材料

常用刀具材料有高速钢和硬质合金两大类。

(1) 高速钢。高速钢是含有钨、铬、钒、钼等合金元素较多的合金钢。高速钢刀具的特点是制造简单、刃磨方便、刃口锋利、韧性好并能承受较大的冲击力,但高速钢刀具的耐热性较差,不宜进行高速切削加工。

高速钢主要适合制造小型车刀、螺纹刀及形状复杂的成形刀。常用的钨系高速钢牌号是 W18Cr4V, 钼系高速钢牌号是 W6Mo5Cr4V2。

(2) 硬质合金钢。硬质合金钢是一种硬度高、耐磨性好、耐高温(在 $800^{\circ}\text{C}\sim 1\,000^{\circ}\text{C}$ 时仍有良好的切削性能),适合高速切削加工的粉末冶金制品。但它的韧性差,不能承受较大的冲击力。

硬质合金钢是由碳化钨、碳化钛粉末,用钴作黏结剂,经高压成形、高温煅烧而成。含钨量多的硬度高,含钴量多的强度较高、韧性较好。

常用的硬质合金钢有三类:

(1) 钨钴类(K类)。这类硬质合金钢是由碳化钨和钴组成。它的牌号用汉语拼音字母 YG 和数字表示。字母表示钨钴类,数字表示含钴量的质量百分数,常用的牌号有 YG3X、YG6、YG8 等多个牌号。钨钴类硬质合金钢适应于加工铸铁、有色金属等脆性材料。YG3X 因含钨量多而含钴量少,硬度高而韧性差,所以适用于精加工。YG8 含钨量少而含钴量多,其硬度低而韧性好,适用于粗加工。

(2) 钨钛钴类(P类)。这类硬质合金钢是由碳化钨、碳化钛粉末,用钴作黏结剂制成。钨钛钴类硬质合金钢耐磨性好、能承受较高的切削温度,适合加工塑性金属及韧性较好的材料。因为这类合金性脆,不耐冲击,因此不宜加工脆性材料(如铸铁等)。常见的牌号有 YT5、YT14、YT30 等,牌号中的字母 YT 表示钨钛钴类,数字表示含钛量的质量百分数。YT5 含碳化钛少而含钴量多,其抗弯强度较好,能承受较大冲击力,适用于粗加工。YT30 含碳化钛多而含钴量少,适用于精加工。

(3) 钨钛钽(铌)钴类(M类)。这类硬质合金钢是在钨钛钴类基础上加入少量的碳化钽或碳化铌制成的,其抗弯强度和冲击韧度都比较好,所以应用广泛,不仅可加工脆性材料,也可加工塑性材料。常见的牌号有 YW1、YW2 等。它主要用于加工高温合金、高锰钢、不锈钢、合金铸铁等难加工材料。