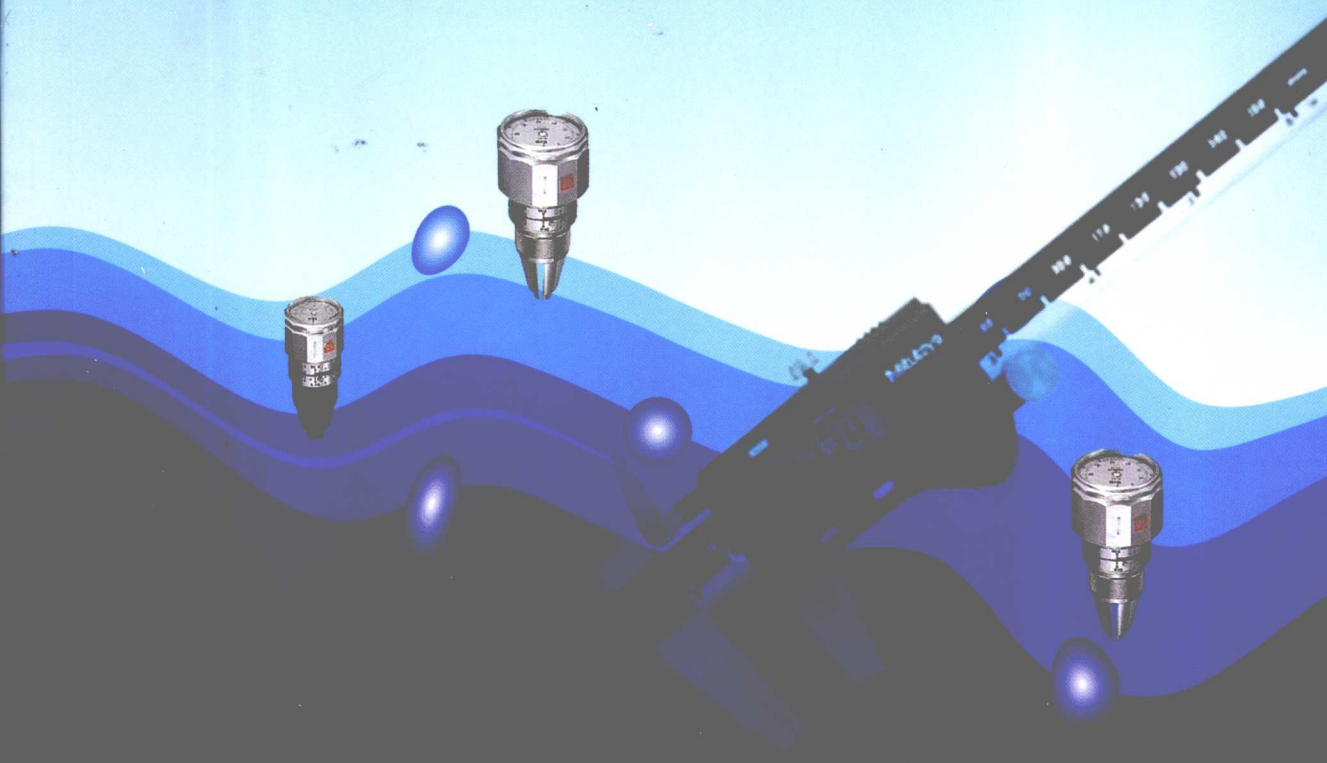


金工工艺

卢永然 主编
周明顺 主审



大连海事大学出版社

©卢永然 2010

图书在版编目 (CIP) 数据

金工工艺 / 卢永然主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2010. 6
ISBN 978-7-5632-2451-7

I. ①金… II. ①卢… III. ①金属加工—工艺—高等学校—教材 IV. ①TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 113346 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连金华光彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm×260 mm 印数: 1~2000

字数: 276 千 印张: 11.25

责任编辑: 史洪源 版式设计: 海 韵

封面设计: 王 艳 责任校对: 高 炯

ISBN 978-7-5632-2451-7 定价: 22.00 元

前 言

本书根据《中华人民共和国海船船员适任评估大纲和规范》、交通职业教育研究会船舶技术专业委员会《船舶技术类专业指导性教学计划》和《车钳焊训练教学大纲》的要求编写的。

车、钳、焊工艺技术是船舶轮机管理人员、船厂机电设备维修人员和船机设备制造人员必须掌握的基本操作技能，它在机件加工制造和设备维护检修、保证机械设备正常运转中起到了重要的作用，是轮机工程技术、船舶工程技术专业必修的工艺课程。

本书在编写过程中根据 STCW 78/95 公约、新的海船船员适任评估大纲以及中国船级社对轮机员、船舶工程技术人员实操能力的要求，结合专业性指导性教学计划的内容，广泛参考相关技术的资料与教材，在内容上力求适用为准、图文结合、通俗易懂，除了满足海事局评估大纲的要求外，我们还增加了部分与轮机管理实际工作相关的内容，以求适当地增加学生的知识面。在介绍专业理论和实践知识的同时，还强调各项安全技术，培养学员的安全操作意识。

本书可以作为二、三年制航海类中专、高职教育轮机工程技术、船舶工程技术、安全技术管理专业的车、钳、焊训练用教材，也可以作为轮机员、值班机工的适任评估训练教材。本书由卢永然主编，周明顺副教授主审，参加编写的老师有：第一篇由卢永然工程师编写，第二篇由刘运新副教授编写，第三篇由郑振豪老师编写，第四篇由孙洪海工程师编写。全书由卢永然统稿。

本书编写的过程中得到了青岛远洋船员学院机电系领导的支持和同事们的关心，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，且时间较为仓促，书中难免存在漏误和不足，恳请读者批评指正。

编 者
2010年5月

目 录

第一篇 车工工艺

第一章 车床基本知识	1
第一节 车床安全操作规程	1
第二节 车床与车床附件	2
第二章 常用工量具与公差配合概念	8
第一节 常用工具	8
第二节 常用量具	9
第三节 公差配合的概念	12
第三章 车刀	14
第一节 车刀种类及用途	14
第二节 车刀的几何形状和角度的选择	17
第三节 车刀的刃磨	21
第四章 车削基础知识	23
第一节 车刀与工件的装夹	23
第二节 切削运动与切削用量	29
第三节 冷却润滑液的使用	32
第四节 刻度盘的原理及应用	34
第五节 提高表面粗糙度等级的方法	35
第五章 外圆与端面车削	37
第一节 外圆车削	37
第二节 端面和阶台车削	39
第六章 切断与外沟槽车削	43
第一节 切断刀	43
第二节 切断与车外沟槽	45
第七章 圆柱孔加工	47
第一节 钻孔加工	47
第二节 镗孔加工	49
第八章 三角螺纹车削	52
第一节 螺纹的概念	52
第二节 三角螺纹车刀	53
第三节 三角螺纹车削	54

第九章 圆锥体车削	58
第一节 圆锥各部分名称及计算	58
第二节 标准圆锥种类	59
第三节 圆锥车削方法	60
第四节 圆锥的检测	61
第十章 表面抛光与滚花	64
第一节 表面抛光	64
第二节 滚花加工	65

第二篇 钳工工艺

第十一章 概述	67
第一节 钳工主要设备与工具	67
第二节 钳工安全操作规程	68
第十二章 划线操作	69
第一节 划线工具及应用	69
第二节 划线准备	71
第三节 划线操作	71
第十三章 錾削操作	73
第一节 錾削工具及用法	73
第二节 錾削操作	75
第三节 錾削安全注意事项	77
第十四章 锯割操作	78
第一节 锯割工具	78
第二节 手工锯割操作	79
第十五章 锉削	81
第一节 锉刀	81
第二节 锉削方法	83
第十六章 钻孔、铰孔与铰孔	87
第一节 钻孔	87
第二节 扩孔与铰孔	91
第三节 铰孔	92
第十七章 螺纹加工	96
第一节 概述	96
第二节 攻丝	96
第三节 套丝	99
第十八章 刮削	101
第一节 刮削概述	101
第二节 刮削工具	101

第三节	刮削方法	103
第四节	刮削精度检查及注意事项	105
第十九章	研磨	106
第一节	研磨目的和原理	106
第二节	研具和研磨剂	106
第三节	研磨操作	108
第二十章	装配基础	110
第一节	装配工艺过程	110
第二节	拆卸的一般原则	110
第三节	键、销、滚珠轴承的拆装工艺	111
第四节	螺纹连接的拆装工艺	112
第五节	轴件、齿轮和螺纹表面修复工艺	113
第二十一章	船舶常用管材与管工工艺	115
第一节	船舶常用管材	115
第二节	基础管工工艺	117

第三篇 电焊工艺

第二十二章	手工电弧焊原理及设备	119
第一节	安全操作规程	119
第二节	电弧焊原理及常用方法	119
第三节	手工电弧焊设备、工具与材料	120
第二十三章	手工电弧焊操作准备	125
第一节	接头与坡口形式	125
第二节	焊接工艺参数的选择	126
第二十四章	手工电弧焊基本工艺	129
第一节	基本操作技术	129
第二节	常用焊接工艺	131
第三节	单面焊双面成型技术	133
第二十五章	常见焊接缺陷	135
第一节	常见焊接缺陷及原因分析	135
第二节	焊缝常用检验方法	136

第四篇 气焊与气割工艺

第二十六章	气焊基础知识	138
第一节	安全操作规程	138
第二节	气焊原理及应用	138

第三节	气焊与气割材料	139
第四节	焊接设备	141
第二十七章	气焊基本操作	149
第一节	操作前准备	149
第二节	基本技术	152
第三节	焊接操作	154
第二十八章	气割工艺	158
第一节	氧气切割原理及应用	158
第二节	氧气切割工具及工艺参数的选择	158
第三节	氧气切割基本操作	160
附录	163
附录一	中华人民共和国海事局海船船员适任评估大纲：金工工艺	163
附录二	中国船级社（CCS）焊工资格考试	164
参考文献	169

第一篇 车工工艺

第一章 车床基本知识

第一节 车床安全操作规程

一、个人安全注意事项

1. 操作时要穿好工作服，扎紧袖口或戴套袖。长衬衫的袖口应卷起，超过手臂肘部。不得穿拖鞋进入车间；女学员要戴工作帽，并将头发或辫子纳入帽中。
2. 操作时头部不可靠工件太近，且应戴防护眼镜，以防铁屑飞入眼内。
3. 操作时严禁戴手套，手和身体其他部分不能靠近正在运转的工件或车床部件。停车时不准用手或物去刹车床卡盘，也不得用手清除切屑。
4. 工件和车刀必须装夹牢固，否则会飞出伤人；松开或夹紧工件后，应随手取下卡盘扳手，以防车床突然启动，扳手飞出伤人或损坏车床。
5. 开车后思想要集中，不准相互间说笑打闹，不得随便离开车床。如离开车床必须停车。
6. 变速、换刀、换工件或测量工件时必须停车。
7. 两人以上共用一台车床时，不许几人同步进行几方面操作；走刀车削时不得停车，否则会损坏车床及发生人身事故。
8. 不得随便拆装车床上的电气设备和其他附件。工件、刀具、量具等应放在规定的地方，不得随意乱放。
9. 不要站在铁屑飞出的方向，以免铁屑飞出伤人；棒料如伸出主轴后端过长应使用料架或挡板。
10. 如发现车床发出不正常的声音或发生事故时，应立即停车，保护现场，并报告指导老师。

二、车床的安全操作规程

1. 开车前，应检查车床各部分机构是否完好、有无防护设备、各传动手柄是否放在空档位置、变速齿轮的手柄位置是否正确，以防开车时因突然撞击而损坏车床。启动后，应使主轴低速空转 1~2 min，使润滑油散布到各处（冬天更为重要），等车床运转正常后再工作。
2. 车床启动后，应观察主轴变速箱油泵孔是否正常出油，防止油泵不泵油而使里面齿轮咬死或烧坏。
3. 工作中主轴需要变速时，必须先停车；变换走刀箱手柄位置要在低速时进行。使用电器开关的车床不准用正、反操作紧急停车，以免打坏齿轮。
4. 除车削螺纹外，不得使用丝杠进行自动进刀，以保证车床丝杠的精度。

5. 调整卡盘或装夹较大工件时，在导轨上一定要垫上木板，以免卡盘或工件掉下来损坏床面。
6. 不允许在卡盘、导轨上敲击或校直工件；导轨上不能放量具或工具。
7. 车刀磨损后应及时刃磨，用钝刃车刀继续切削，会增加车床负荷，甚至损坏车床。
8. 车削铸铁、气割下料的工件，导轨上的润滑油要擦去，工件上的型砂杂质应去除，以免损坏床面导轨。
9. 使用切削液时，要在车床导轨上涂润滑油。冷却泵中的切削液应定期调换。
10. 工作完毕，必须清除车床及其周围的铁屑和冷却液，并用棉布将导轨擦干净后涂上机油。
11. 清洁车床后，应将大托板摇至床尾，各手柄放于空挡位置，关闭电源。

三、文明生产

1. 工作时所用的工、夹、量具以及工件，应尽可能靠近和集中在操作者的周围。放置物件时，用右手拿的放在右面，用左手拿的放在左边；常用的放得近些，不常用的放得远些。物件放置应有固定的位置，使用后要放回原处。
2. 工具箱的布置应分类，并保持清洁、整齐。要求小心使用的物件要放置稳妥，重的东西放下面，轻的放上面。
3. 图纸、工艺卡片应放得便于阅读，并注意保持清洁和完整。
4. 工作位置周围应经常保持清洁、整齐。
5. 工具应按其规定的用途正确使用和维护，不得违章使用。

第二节 车床与车床附件

一、车床用途及常用类型

1. 常用车床种类

金属切削机床的种类很多，车床是其中的一类。车床又有很多种类，主要有普通车床、六角车床、立式车床、自动及半自动车床、数控车床等，其中以普通车床应用最广，通用性也较好，远洋船舶上也多配备此类车床。

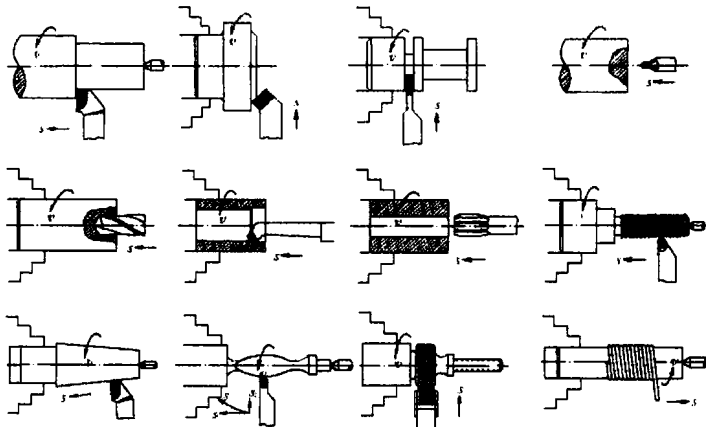


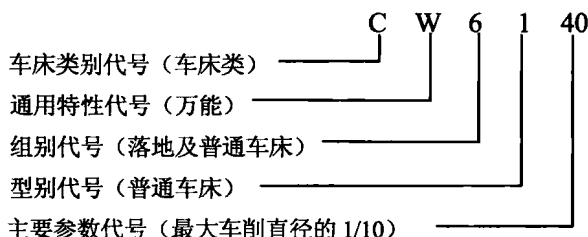
图 1-1 车床工作的基本内容

2. 车床用途

车床是利用工件的旋转运动和刀具的直线运动来加工工件的，为机械加工制造、船舶维修企业广泛采用，其加工精度可达 IT10~IT8，粗糙度可达 Ra1.6，适用于加工各种轴类、套类和盘类零件，如车外圆、端面、台阶、切断和车内孔、内外沟槽、圆锥体、螺纹，还可以车制特形面、滚花、钻孔、铰孔和绕弹簧等（如图 1-1 所示）。其中大部分是船舶机舱人员应该掌握的基本操作。

二、普通车床的编号及其含义

为了便于管理和使用，每种机床都被赋予了一个型号，用以反映机床的类别、结构特征和主要技术规格。车床型号的编制，是采用汉语拼音和阿拉伯数字按一定的规律组合排列的，用以表示车床的类别、使用、结构的特性和主要规格。以 CW6140 型普通车床为例，型号中的代号和数字的含义如下：



1. 车床类别代号

车床类别代号是以汉语拼音第一个字母（大写）来表示的，例如车床的汉语拼音是“Chechuang”，用“C”表示，钻床的汉语拼音是“Zuanchuang”，用“Z”表示。车床类别代号可从表 1-1 中查出。

表 1-1 车床的类别及分类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床	齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨床	拉床	电加工机床	切断机床
代号	C	Z	T	M	Y	S	X	B	L	D	G
参考读音	车	钻	镗	磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割

表 1-2 机床通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数字程序控制	自动换刀	仿形	轻型	万能	简式
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	W	J

表 1-3 车床组别划分表

组别	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
名称	仪表车床	单轴自动车床	多轴自动、半自动车床	六角车床	曲轴及凸轮车床	立式车床	落地及普通车床	仿形及多刀车床	轮、轴、锭、辊及铲齿车床	其他车床

2. 车床通用特性代号

车床通用特性代号也是使用汉语拼音字母来表示的，见表 1-2。它表示车床具有的特殊性能。在车床型号中通用特性代号排在车床类别代号的后面。

3. 组别、型别代号

组别、型别的代号用两位数字来表示。每类车床按照用途、性能、结构相近或有派生关系分为若干组，每组又分若干型，都用数字表示，排在通用特性代号之后。第一位数字表示组别，第二位数字表示型别，分别见表 1-3、1-4。

表 1-4 落地及普通车床型别划分表

型别	0	1	2	3	4	5
名称	落地车床	普通车床	马鞍车床	无丝杠车床	卡盘车床	球面车床

4. 主要参数代号

主要参数代号用数字表示，它反映车床的主要技术规格，通常用主参数的 1/10 或 1/100 表示。如上例中最后两个数字“40”表示最大车削直径的 1/10，即这台车床最大车削直径为 400 mm。

5. 车床重大改进序号

当车床的特性及结构有重大改进时，按照其设计改进的次序分别用大写字母“A, B, C, D…”表示，附在车床型号的末尾，以示区别。

有些车床早已定型生产，如 C616、C618 等，目前仍在生产的，型号一律不改。其主参数表示主轴中心高，即车床主轴中心线到床身间的垂直距离。

三、普通车床各部分名称及其作用

1. 车床基本结构

普通车床的组成包括床身、床头箱（也叫主轴箱）、进给箱、光杠、丝杠、溜板箱、刀架、尾座和床脚等。图 1-2 所示为 C6132 车床的外形示意图。

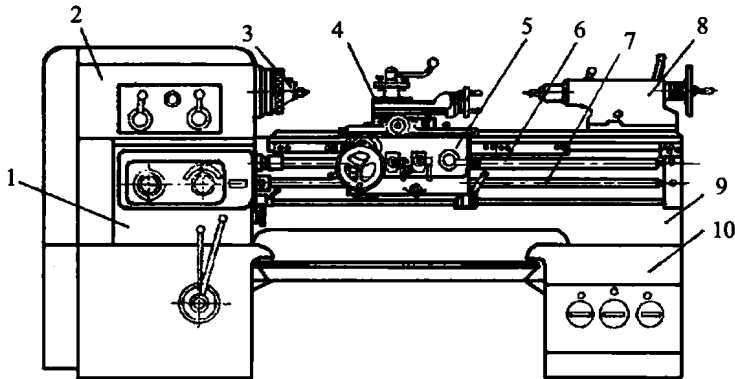


图 1-2 C6132 车床外形图

1—进给箱；2—床头箱；3—卡盘；4—方刀架；5—溜板箱；6—丝杠；

7—光杠；8—尾座；9—床身；10—床脚

1) 床身：是车床的基础零件，用以连接各主要部件并保证各个部件之间有正确的相对位置。床身上的导轨，用以引导拖板和尾座相对于床头箱进行正确的移动。

2) 床头箱：内装主轴和主轴变速机构。电动机的运动经过三角胶带传动传给床头箱，通过变速机构使主轴得到不同的转速。主轴又通过传动齿轮带动挂轮旋转，将运动传给进给箱。主轴为空心结构，前部外锥面安装附件（如卡盘等）来夹持工件，内锥面用来安装顶尖，细长孔可穿入长棒料。

3) 进给箱：内装进给运动的变速机构，可按所需要的进给量或螺距调整其变速机构，改变进给速度。

4) 挂轮箱：用来将主轴的转动传递给进给箱，调换箱中的齿轮，并与进给箱配合，可以车削各种不同螺距的螺纹。

5) 光杠、丝杠：将进给箱的运动传给溜板箱。自动走刀用光杠，车削螺纹用丝杠。

6) 溜板箱：是车床进给运动的操纵箱。可将光杠传来的旋转运动变为车刀需要的纵向或横向的直线运动，也可操纵开合螺母使刀架由丝杠直接带动车削螺纹。

7) 刀架：用来夹持车刀使其做纵向、横向或斜向进给运动，由大拖板、中拖板、转盘、小拖板和方刀架组成。

8) 大拖板（也叫大刀架）：与溜板箱连接，带动车刀沿床身导轨做纵向移动。

9) 中拖板（也叫横刀架）：带动车刀沿大拖板上面的导轨做横向移动。

10) 转盘：与中拖板用螺栓紧固，松开螺母，便可在水平面内扳转任意角度。

11) 小拖板（也叫小刀架）：可沿转盘上面的导轨做短距离移动。将转盘扳转若干角度后，小拖板带动车刀可做相应的斜向移动。

12) 方刀架：用于装夹刀具，可同时安装多把车刀。

13) 尾座：安装于床身导轨上。在尾座的套筒内装上顶尖可以用来支撑工件，也可以装上钻头、铰刀在工件上钻孔、铰孔。

14) 床脚：支撑床身，并与地基连接。

2. 车床传动

车床的动力源是电动机，执行机构是卡盘和刀具。电动机输出的动力，经由传动皮带传给床头箱，变换箱外手柄位置，可使箱内不同齿轮啮合，从而获得不同的主轴转速。主轴通过卡盘带动工件旋转。车床传动系统的框图如图 1-3 所示。

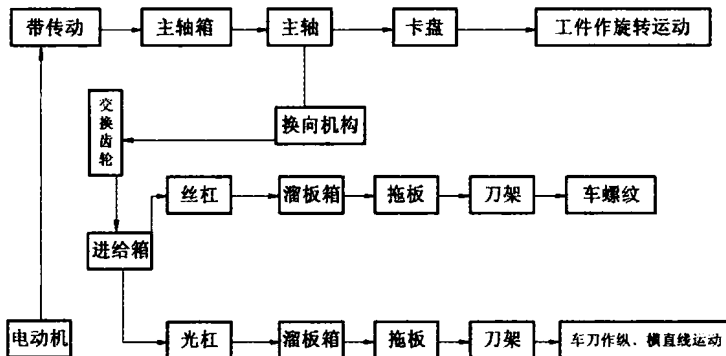


图 1-3 车床传动系统框图

车床使用的传动方式较多，包括皮带传动、齿轮传动、蜗轮蜗杆传动、齿轮齿条传动和丝杠螺母传动等。

1) 皮带传动

特点是传动距离远、结构简单、传动平稳、皮带更换方便。在车床上使用三角皮带和皮带轮将电动机的动力传递给主轴箱。如传动中出现超载现象，皮带会在皮带轮中打滑，不致使机器和零件损坏。皮带传动的缺点是传动准确性不够高。

2) 齿轮传动

是车床上应用最多的传动方式，在主轴箱、进给箱、挂轮箱和溜板箱中大量使用。齿轮传动的优点是结构紧凑、传动准确、传递的功率较大；不足是制造工艺要求较高，制造质量不良或安装不当时影响传动平稳性，噪声也较大。

3) 蜗轮蜗杆传动

一般用作减速机构。车床溜板箱中有一对蜗轮蜗杆，用于降低从光杠传递过来的运动速度。

4) 齿轮齿条传动

用于实现旋转运动与直线运动的转换。车床的纵向进给即是通过齿轮齿条传动实现的。

5) 丝杆螺母传动

用于实现从旋转运动到直线运动的转换，如车削螺纹时就是通过丝杆螺母（也称开合螺母）传动方式实现的。

3. 车床润滑

车床零部件在相对运动过程中，必然会出现磨损现象。为了使车床正常运转并减少磨损，延长使用寿命，车床上所有传动、摩擦部分（皮带除外），都需及时加油润滑。主要的润滑方式有四种：

1) 手工加油润滑

手工加油润滑用于车床外露滑动摩擦表面以及装有弹子油杯等处，如床身导轨面、中小拖板导轨面以及中小拖板刻度手柄转动轴承处等。润滑前，先将润滑表面擦干净，用油壶加在摩擦表面或用油枪压入油杯中。

2) 油绳、油毡垫导油润滑

油绳、油毡垫润滑是利用油绳、油毡垫的毛细作用所产生的吸油与渗油作用向摩擦面供油，车床的进给箱就是利用油绳润滑的。这种润滑方法简单，但油绳和油毡应经常清洗，使毛细管经常保持畅通，否则易使供油中断。

3) 飞溅润滑

飞溅润滑主要用在封闭式齿轮和链条传动等处，车床床头箱的零件就是利用齿轮转动时把润滑油飞溅到各处进行润滑的。这种润滑方式油量不能调节，油不能过滤，因此必须保持规定的油位高度与润滑油的清洁。

4) 油泵循环润滑

油泵循环润滑主要是由油泵从油箱中吸油，经滤油器过滤后送到分油器，然后沿油管分别流到各摩擦面上进行润滑。

车床用润滑油一般为 30 号机械油，油箱外部有油位观察窗，加油到其窗口 $1/2 \sim 2/3$ 处即可。进给箱轴承采用油绳滴油润滑；床头箱齿轮采用飞溅润滑；拖板箱采用油浴润滑，应经常注意观察窗的油位；三杠（光杠、丝杠、操纵杠）尾架采用油绳润滑；导轨、拖板、开合螺母等处采用手工加油润滑，每班加油一次。

四、车床主要附件

1. 三爪卡盘

固定于主轴端部，用来夹持圆形及外形有规则的工件，夹持时能自动定圆心，也称为自定心卡盘。

2. 四爪卡盘

固定于主轴端部，多用于夹持外形不规则的工件，夹持时必须注意校正工件。

3. 中心架（如图 1-4 所示）

用于加工细长轴类零件时增加工件的刚性。中心架带有三个卡爪，卡爪前端镶有铸铁、青铜或尼龙，用于减少与工件的摩擦、防止与工件咬合。工作时中心架固定在床身上，工件支撑于卡爪之间。

4. 跟刀架

作用与中心架相似，不过跟刀架在工作时是装在刀架的拖板上并随拖板一起作纵向移动的。跟刀架有 2~3 个卡爪，用于支撑工件，如图 1-5 所示。

5. 花盘、角铁

有些外形不规则的工件，用三爪、四爪卡盘都无法装夹时，可采用花盘角铁装夹。在装夹过程中，还必须使用 V 形铁、压板、方头螺栓、垫铁、平衡块等夹具配合，如图 1-6 所示。关于花盘的使用本教材不详细叙述。

6. 顶尖

是两顶尖装夹工件时的主要附件，如图 1-7 所示。

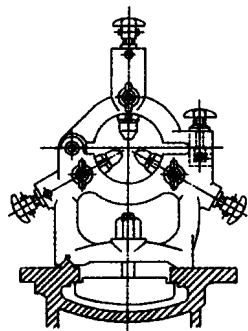


图 1-4 中心架

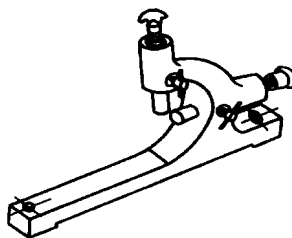


图 1-5 跟刀架

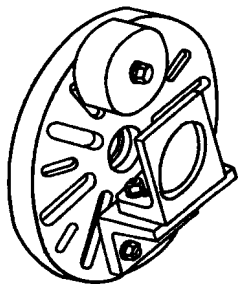


图 1-6 花盘

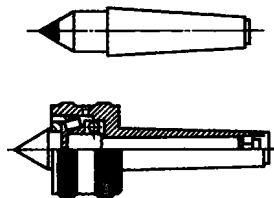


图 1-7 顶尖

第二章 常用工量具与公差配合概念

第一节 常用工具

一、手锤

主要用于校正工件时敲击及维修工作，如图 1-8 所示。

二、螺丝刀

主要用于旋紧或松开各种螺钉，其形式按头部形状不同可分为一字形和十字形（俗称平口和十字口），如图 1-9 所示。使用时按螺钉头部沟槽形状选择。螺丝刀规格以刀杆的直径和长度表示，如：6×150 表示刀杆的外径为 6 mm，长度为 150 mm。



图 1-8 手锤

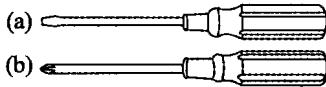


图 1-9 螺丝刀

(a)一字形；(b)十字形

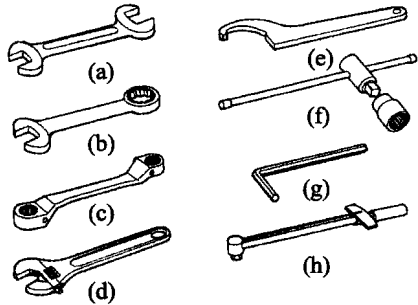


图 1-10 各种扳手

(a)呆扳手；(b)两用扳手；(c)梅花扳手；
(d)活扳手；(e)钩形扳手；(f)套筒扳手；
(g)内六角扳手；(h)扭力扳手

三、扳手

主要用于扳紧或松开各种螺钉和螺母，常用扳手有活扳手、呆扳手、内六角扳手、扭力扳手等，如图 1-10 所示。

活扳手的规格用扳手长度表示，其钳口分为固定端和活动段，使用时应由固定端承受主要作用力。呆扳手钳口固定，开口尺寸与螺母对边间距相对应，并以此作为呆扳手的规格。

四、划针盘

主要用于校正工件或在工件表面划线，划针的高度与角度可根据工作需要进行调整，如图 1-11 所示。

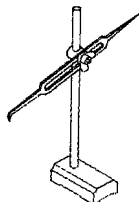


图 1-11 划针盘

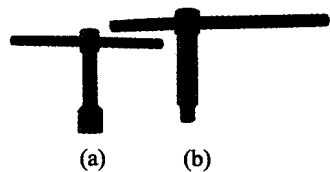


图 1-12 卡盘扳手和刀架扳手

(a)刀架扳手；(b)卡盘扳手

五、刀架扳手和卡盘扳手

刀架扳手用于上紧和松开车床方刀架上的车刀压紧螺栓，卡盘扳手用于上紧和松开卡盘卡爪，刀架扳手和卡盘扳手如图 1-12 所示。

第二节 常用量具

一、常用量具

1. 钢尺

钢尺由不锈钢或碳素钢制成，是一种最常用的量具。常用的公制钢尺（如图 1-13 所示）有 150 mm、300 mm 和 1 m 等几种，单位为毫米。



图 1-13 钢板尺

2. 卡钳

卡钳属于间接量具，无法直接看到读数，必须与钢尺或其他量具配合使用。卡钳又分为外卡钳和内卡钳两种（如图 1-14 所示），规格用全长表示，常用的有 150 mm、200 mm、250 mm 等。

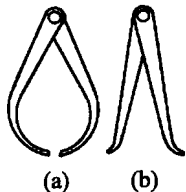


图 1-14 卡钳

(a)外卡钳；(b)内卡钳



图 1-15 卡钳的调整

使用普通卡钳测量零件时，应先用手调整卡钳开度到接近需要的大小，再如图 1-15 所示那样，用轻轻敲击两脚的办法细心进行微量调节。

1) 外卡钳的用法

用外卡钳取尺寸及在车床上测量工件的方法如图 1-16 所示。测量时握持卡钳的松紧程度以在不施加外力的情况下使钳口依卡钳自重下垂为适宜，如图 1-16 (c) 所示。

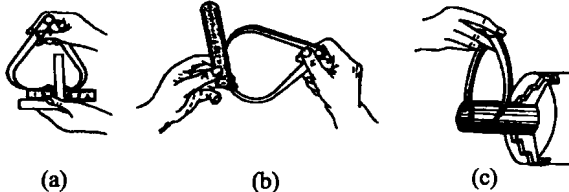


图 1-16 用外卡钳量取尺寸和测量方法

2) 内卡钳的用法

用内卡钳量取尺寸时既可以从钢尺上取得，也可以先用外卡钳取好尺寸，然后将尺寸移到内卡钳上，如图 1-17 (a)、(b) 所示。用内卡钳测量工件的方法如图 1-17 (c) 所示，测量零件内径时，先将卡钳的一支钳脚靠在内壁上作为支点，然后将另一钳脚前后左右摆动进行试探，以便获得接近孔径的尺寸。一般上钳脚摆动量不超过 2 mm。

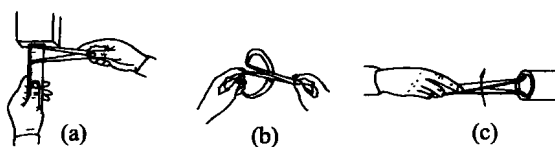


图 1-17 用内卡钳量取尺寸和测量方法

3) 卡钳使用的注意事项

- (1) 卡钳开度的松紧应适宜，以免量取尺寸时发生困难；
- (2) 调整卡钳尺寸时应敲击钳脚的内外两侧，不允许敲击钳口，以免造成损坏影响测量精度；
- (3) 测量时卡钳应放正，不能歪斜，确保测量准确；
- (4) 测量工件时不可用力将卡钳压下，只需要使卡钳利用自重滑过即可；
- (5) 取好尺寸的卡钳应妥善放置，避免碰撞而变化，影响测量的准确性；
- (6) 不可用卡钳测量正在转动的工件，以免钳口磨损；不可将卡钳用作测量之外的用途。

3. 游标卡尺

目前最常用的游标卡尺是一种中等精度的量具，以两用、三用卡尺最为常见。游标卡尺可以用来测量工件长度、宽度、外径、内径、深度和孔距等，结构如图 1-18 所示。其下量爪用于测量工件的外表面（外径或长度等），上量爪用于测量工件的内表面（孔径或槽宽），深度尺用于测量深度。测量时移动游标得到需要的尺寸，然后拧紧锁紧螺钉，以防尺寸变动。

游标卡尺的测量精度有 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm 三种，一般常用的是 0.02 mm。

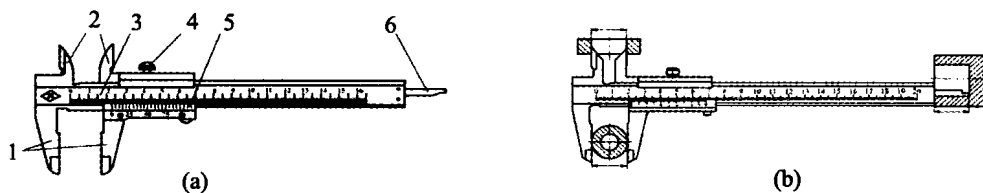


图 1-18 游标卡尺结构及用途

(a)游标卡尺结构；(b)游标卡尺用途

1—外量爪；2—内量爪；3—主尺；4—锁紧螺钉；5—副尺；6—深度尺

4. 外径千分尺

外径千分尺是最常用的精密量具，其精度一般为 0.01 mm，用来测量工件的外径、长度和厚度，按测量范围有 0~25 mm、25~50 mm、50~75 mm 等规格。其结构如图 1-19 所示。

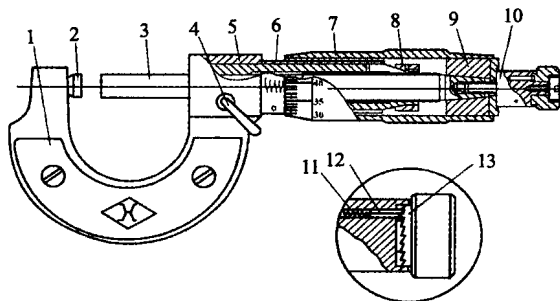


图 1-19 外径千分尺结构

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