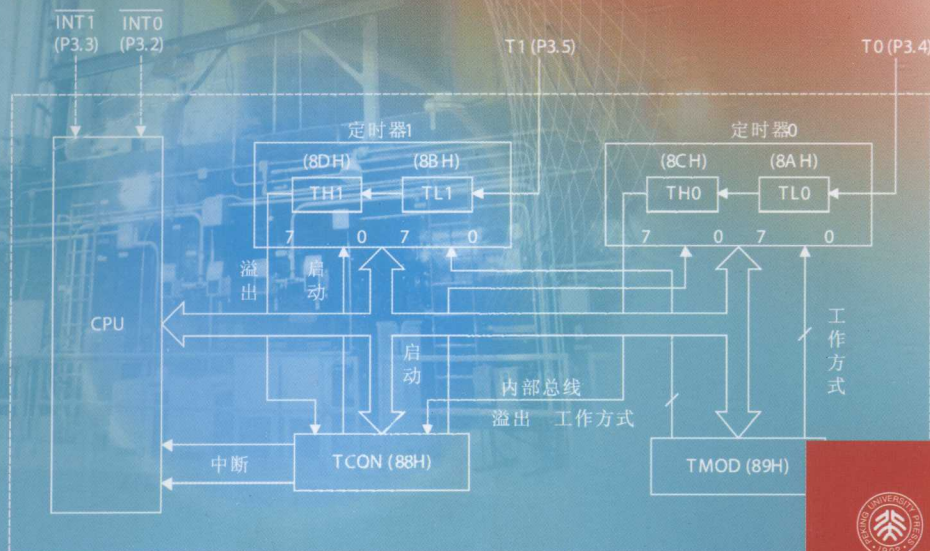


车铣工艺学

C H E X I G O N G Y I X U E

晋其纯 张秀珍 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电类规划教材

车 铣 工 艺 学

主 编	晋其纯	张秀珍	
参 编	曾 荣	肖 敏	喻 膺
	卢仁彪	吕玉明	杨学康
	徐廷尧	罗维佳	吴福礼
主 审	王逸群	朱小岳	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以零件的传统车铣加工为主线,通过介绍实际生产中常见的三种典型零件的加工,讲解了车铣工作中需要解决的工艺问题。这些加工技术对使用先进制造技术加工零件具有同等的重要意义。本书共分四部分,除绪论部分介绍了车工与铣工的基本知识点外,其余3个单元又分19个项目,分别详细介绍了轴类零件、盘套类零件及异形零件的加工工艺。本书的附录提供了大量的参考资料可供查询,这些资料既可用于学生的课程设计、毕业设计,也可供生产一线的工程技术人员编制工艺、设计夹具时使用。

本书紧扣生产实际,在做到理论联系实际的同时,注重理论分析,并通过介绍具体零件的加工来讲解一般方法,从而起到举一反三的作用。

图书在版编目(CIP)数据

车铣工艺学/晋其纯,张秀珍主编. —北京:北京大学出版社,2010.6

(21世纪全国高职高专机电类规划教材)

ISBN 978-7-301-17183-7

I. 车… II. ①晋…②张… III. ①车削—工艺学—高等学校:技术学校—教材②铣削—工艺学—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG510.6②TG540.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第080693号

书 名:车铣工艺学

著作责任者:晋其纯 张秀珍 主编

策 划 编 辑:周 伟

责 任 编 辑:傅 莉 林 茂

标 准 书 号:ISBN 978-7-301-17183-7/TH·0187

出 版 发 行:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路205号 100871

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址:<http://www.pup.cn>

电 子 信 箱:zyjy@pup.cn

印 刷 者:河北滦县鑫华书刊印刷厂

经 销 者:新华书店

787毫米×980毫米 16开本 17.25印张 377千字

2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

定 价:35.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

前 言

车工和铣工是机械制造行业必不可少的工种，在机械加工中占有非常重要的地位。车削加工与铣削加工承担了 60% 以上的切削工作量，对确保产品质量、提高劳动生产率和降低生产成本起着重要的作用。

什么是工艺呢？“工艺是将原材料或半成品加工成成品的工作、方法、技术等”（商务印书馆《现代汉语词典（第 5 版）》，470 页）。可见，车铣工艺学研究的是车铣的工作、方法和技术。这里所指的“成品”是指符合一定质量要求的零件。因此，学习《车铣工艺学》的目的就是运用所学的方法和技术，车铣出符合质量要求的零件。

高职学生毕业后一般要先从事一段时间的传统机械加工，在用人单位对其技术水平认可后才有可能将昂贵的数控设备交其使用。因此，学好传统车铣加工工艺和相关技能，是高职学生技能训练的基本功。本书的编写目的就在于此。

一、本书的编写依据

《车铣工艺学》的编写依据是《中华人民共和国国家职业标准实施手册》中的“车工国家职业标准”和“铣工国家职业标准”（以下简称“标准”）。

二、本书的特点

本书不是一般意义上的工艺学，没有局限于外圆、平面、沟槽、螺纹等工件表面的加工，而是要教学生学会如何处理这些加工中需要解决的工艺问题。

本书的内容以传统车铣加工技术为主，因为只有学好了传统车铣加工技术，并以此为基础，才能深入研究、学习和掌握先进制造技术。因此，本课程是机械制造类专业各层次学生的必修课。现在出现了一种错误倾向，认为先进制造技术可以“包医百病”，一切工艺问题都可以由先进制造技术解决。其实先进制造技术只给我们提供了一种可靠、高效的加工手段，而加工时工艺路线的选定、工件的定位、刀具的选择、切削用量的确定等无一不与传统加工技术相关。只有这些问题都解决了，先进制造技术才能发挥其作用。

本书紧紧围绕“标准”的“工作内容”和“技能要求”进行编写，并以“单元”将其归类，以“项目”将其具体化，以“知识链接”将其串联，使实践与理论、工厂与学校、生产与教学有机结合，实现了“教学做合一”。

1. 单元

本书有 3 个单元，单元是以加工零件的结构特征进行划分的。有轴类零件、盘套类零

件和异形零件。零件的结构不同,加工方法则有很大的差异。如轴类和盘套类零件有较多的回转表面,则一般以车削加工为主;而异形零件则有较多的非回转表面,一般以铣削加工为主。

2. 项目

本书有19个项目,这19个项目均为工厂常见的典型零件。这些典型零件是今后学生在学习生产要“做”的。通过对这些典型零件加工的学习,可以知道工厂是如何从事加工生产的。在“教”这些典型零件的加工方法中,学生可以“学”到解决工艺问题的能力和相关技能。这些项目是本书的教学重点。通过项目的讲授来学习相关理论和技能是本书的一大特色。

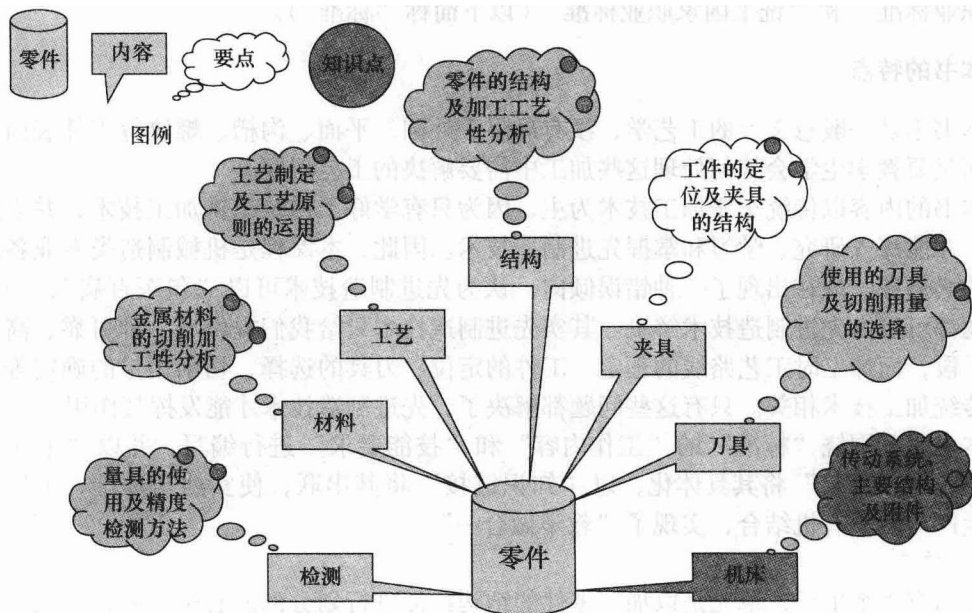
3. 知识点

本书以被加工零件(项目)为平台,每一项目均有重点工艺问题(要点)。在解决这些工艺问题时,会涉及相关基础知识和专业知识,即“知识点”。为了使课程结构紧凑,不破坏解决工艺问题这一主线,相关知识以“知识链接”的板块出现,并在书中指明相关参考资料名称及学习重点,以减少学生学习的盲目性,同时也培养了学生的自学能力。

三、本书的教学思路

1. 教学基本思路

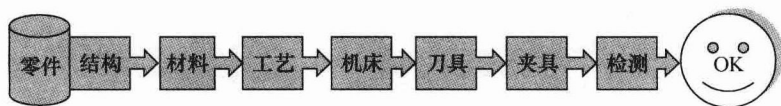
下图是本书的内容结构图。从图中可以看出,本课程由7个板块组成,即:“结构、材料、机床、工艺、刀具、夹具、检测”。这些内容并非单独成为章节,而是全部融入



“工艺问题”之中，即通过具体的项目完成这7个板块的学习。这样便突出了“系统思维”和“整体思维”的思想，避免了单学科教学的缺点。

2. 授课流程

授课时一般按下图进行，这是人们的思维习惯。在进行具体教学时也并非拘泥于此流程，应根据具体情况灵活运用。



本书由贵州航天职业技术学院晋其纯、张秀珍主编，王逸群、朱小岳主审。参编人员有贵州航天职业技术学院实训中心和机械工程系曾荣、肖敏、喻膺、卢仁彪、吕玉明、杨学康、徐廷尧、罗维佳、吴福礼。

本书的编写得到山东临沂金星机床有限公司的大力支持，为我们提供了大量翔实而宝贵的生产一线资料，在此对该公司深表谢意。同时也对其他参考资料作者表示衷心的感谢。

由于编者才疏学浅，图文中谬误在所难免，请读者不吝赐教。

编者
2010年3月

目 录

绪论	(1)
一、车铣职业说明	(1)
二、工艺编制的基本原则	(2)
I 车工概述	(3)
一、车削加工的工艺范围	(3)
二、车床	(5)
三、切削运动、工件上的表面及切削用量(车削用量)三要素	(7)
四、切削用量与生产率的关系	(8)
五、车刀	(11)
六、CA6140 普通车床的传动系统	(15)
七、金属材料切削加工性	(16)
八、工件的安装	(18)
II 铣工概述	(21)
一、铣工相关知识	(21)
二、铣削加工知识	(26)
三、分度头	(29)
四、分度种类及其计算	(32)
单元1 轴类零件加工	(40)
一、轴类零件概述	(40)
二、轴类零件的车削加工	(41)
三、轴类零件的定位基准	(42)
项目1.1 短轴	(42)
一、短轴零件图	(42)
二、短轴毛坯图	(43)
三、工艺分析	(43)
四、工艺编制	(44)
五、第5道工序砂轮越程槽车刀	(48)
六、第6道工序铣扁方加工示意图	(49)
七、工件的检测	(49)

项目 1.2 丝杆	(50)
一、丝杆零件图	(50)
二、丝杆毛坯图	(51)
三、工艺分析	(51)
四、工艺编制	(52)
五、梯形螺纹的加工与测量	(58)
六、工件键槽对称度的检测	(59)
七、加工螺纹时的质量控制	(60)
项目 1.3 细长轴	(61)
一、细长轴零件图	(61)
二、细长轴毛坯图	(62)
三、工艺分析	(62)
四、工艺编制	(63)
五、弹性活动顶尖	(65)
项目 1.4 传动轴	(65)
一、传动轴零件图	(65)
二、传动轴毛坯图	(66)
三、工艺分析	(67)
四、工艺编制	(67)
五、工装设计	(72)
项目 1.5 曲轴	(73)
一、曲轴零件图	(73)
二、工艺分析	(74)
三、工艺编制	(74)
四、工装设计	(76)
五、偏心距的检验	(77)
单元 2 盘套类零件加工	(83)
一、盘套类零件概述	(83)
二、盘套类零件的工艺分析	(84)
项目 2.1 端盖	(85)
一、端盖零件图	(85)
二、端盖毛坯图	(85)
三、工艺分析	(86)
四、工艺编制	(86)

五、工装夹具	(89)
项目 2.2 套筒	(90)
一、套筒零件图	(90)
二、工艺分析	(90)
三、工艺编制	(91)
项目 2.3 衬套	(98)
一、衬套零件图	(98)
二、衬套毛坯图	(99)
三、工艺分析	(99)
四、工艺编制	(99)
五、检验装置示意	(102)
项目 2.4 法兰盘	(103)
一、法兰盘零件图	(103)
二、法兰盘毛坯图	(104)
三、工艺分析	(104)
四、工艺编制	(105)
五、工装夹具	(109)
项目 2.5 透盖	(111)
一、透盖零件图	(111)
二、透盖毛坯图	(112)
三、工艺分析	(112)
四、工艺编制	(113)
项目 2.6 液压缸	(116)
一、液压缸零件图	(116)
二、液压缸毛坯图	(118)
三、工艺分析	(118)
四、工艺编制	(119)
五、加工装置	(123)
六、工件的检测	(125)
项目 2.7 轴套	(126)
一、轴套零件图	(126)
二、轴套毛坯图	(126)
三、工艺分析	(127)
四、工艺编制	(128)

五、部分工序工件的装夹·····	(133)
六、工件的检测·····	(134)
项目 2.8 直齿圆柱齿轮·····	(135)
一、直齿圆柱齿轮零件图·····	(135)
二、直齿圆柱齿轮毛坯图·····	(136)
三、工艺分析·····	(136)
四、工艺编制·····	(139)
五、齿轮检验·····	(143)
六、齿轮加工质量控制·····	(144)
项目 2.9 车床改镗床镗薄壁管·····	(146)
一、管子零件图·····	(146)
二、管子毛坯图·····	(146)
三、工艺分析·····	(147)
四、工艺编制·····	(147)
五、管子镗孔夹具设计方案·····	(149)
六、镗孔夹具·····	(151)
七、车床改制专用镗床·····	(156)
单元 3 异形零件加工·····	(158)
一、异形零件概述·····	(158)
二、异形零件的工艺分析·····	(159)
项目 3.1 支架·····	(160)
一、支架零件图·····	(160)
二、支架毛坯图·····	(161)
三、工艺分析·····	(161)
四、工艺编制·····	(162)
五、车床夹具·····	(165)
项目 3.2 轴承座·····	(166)
一、轴承座零件图·····	(166)
二、轴承座毛坯图·····	(167)
三、工艺分析·····	(168)
四、工艺编制·····	(168)
五、车床夹具·····	(172)
项目 3.3 拨杆·····	(174)
一、拨杆零件图·····	(174)

二、拨杆毛坯图	(175)
三、工艺分析	(175)
四、工艺编制	(176)
五、夹具设计	(179)
项目 3.4 拉深凹模	(181)
一、拉深凹模零件图	(181)
二、拉深凹模毛坯图	(181)
三、工艺分析	(182)
四、工艺编制	(183)
项目 3.5 方刀架	(189)
一、方刀架零件图	(189)
二、方刀架毛坯图	(190)
三、工艺分析	(190)
四、工艺编制	(191)
五、方刀架车床夹具	(194)
附录	(196)
附录 1 切削加工性	(196)
附录 2 工件的安装	(198)
附录 3 分度	(204)
附录 4 中心孔	(212)
附录 5 加工方案的选择	(215)
附录 6 沟槽	(218)
附录 7 螺纹车削相关资料	(223)
附录 8 车锥度	(242)
附录 9 机械加工加工余量	(243)
附录 10 齿轮测量	(258)
附录 11 青铜	(260)
附录 12 标准公差表	(262)
参考文献	(263)

绪 论

一、车铣职业说明

根据《中华人民共和国国家职业标准实施手册》的规定，对车铣职业进行说明需要包括以下内容：职业定义、职业能力特征、工作内容和技能要求。现列表如下。

项 目	车 工	铣 工
职业定义	操作车床、进行工件旋转表面切削加工的人员	操作铣床、进行工件铣削加工的人员
职业能力特征	具有较强的计算能力和空间感、形体知觉及色觉，手指、手臂灵活，动作协调	具有较强的计算能力和空间感、形体知觉及色觉，手指、手臂灵活，动作协调
工作内容	1. 工艺准备：读图与绘图，制定加工工艺，工件定位与装夹，刀具准备，设备维护保养 2. 工件加工：轴类零件的加工，套类零件的加工，曲拐轴曲拐的车削加工，螺纹的加工，内外锥面的计算及加工，成形面的加工，工件切断，滚花、拉油槽，异形工件的装夹与加工 3. 精度检验及误差分析：内外径、长度、深度的检验，锥度及成形面的检验，螺纹检验 4. CA6140、C6132A 车床的传动系统、基本结构和机床附件	1. 工艺准备：读图与绘图，制定加工工艺，工件定位与装夹，刀具准备，设备维护保养 2. 工件加工：零件的平面加工、多面体零件的加工，台阶、沟槽的加工，分度加工，物形面及成形面的加工，圆柱齿轮及蜗轮加工，孔的钻、铰、镗，工件切断，异形工件的装夹与加工 3. 精度检验及误差分析：内径、长度、深度的检验，成形面的检验，齿轮检验 4. X62W、XS2K 铣床的传动系统、基本结构和机床附件
技能要求	1. 能读懂轴、套、圆锥、螺纹及圆球等简单的零件图 2. 能读懂轴、套和圆锥、螺纹及圆弧等简单零件的机械加工工艺过程 3. 能制定简单工件的车削加工顺序（工步） 4. 能合理选择切削用量 5. 能合理选用、使用切削液 6. 能使用车床通用夹具和组合夹具将工件正确定位与夹紧	1. 能读懂轴、套、六面体、齿轮、蜗轮等简单的零件图 2. 能读懂轴、套、六面体、齿轮、蜗轮等简单零件的机械加工工艺过程 3. 能制定简单工件的铣削加工顺序（工步） 4. 能合理选择切削用量 5. 能合理选用、使用切削液 6. 能使用铣床通用夹具和组合夹具将工件正确定位与夹紧

(续表)

项 目	车 工	铣 工
技能要求	7. 能合理选用车床常用刀具 8. 能刃磨普通车刀, 螺纹车刀, 切槽、切断车刀及标准麻花钻头 9. 能简单维护保养普通车床 10. 能车削3个以上台阶的普通台阶轴 11. 能进行滚花加工及抛光加工 12. 能车削套类零件 13. 能车削普通螺纹、英制螺纹及管螺纹 14. 能车削具有内、外圆锥面工件的锥面及球类工件、曲线手柄等简单成形面, 并进行相应的计算和调整 15. 能使用游标卡尺、千分尺、内径百分表测量直径及长度 16. 能用塞规及卡规测量孔径及外径 17. 能用角度样板、万能角度尺、正弦规测量锥度 18. 能用涂色法检验锥度 19. 能用曲线样板或普通量具检验成形面 20. 能用螺纹千分尺测量三角螺纹的中径 21. 能用三针测量螺纹中径 22. 能用螺纹环规及塞规对螺纹进行综合检验 23. 能判断零件表面的粗糙度数值	7. 能合理选用铣床常用刀具 8. 能刃磨单刃端面铣刀、键槽铣刀及标准麻花钻头 9. 能简单维护保养普通铣床 10. 能铣削台阶轴上的键槽和平面 11. 能进行普通分度和差动分度加工 12. 能铣削直齿圆柱齿轮和蜗轮 13. 能铣削一般沟槽和梯形槽 14. 能铣削成形表面、相互平行和垂直的表面 15. 能使用游标卡尺、千分尺、内径百分表测量直径及长度 16. 能用塞规及卡规测量孔径及槽宽 17. 能用角度样板、万能角度尺、正弦规测量斜度 18. 能用量具检测对称度 19. 能用曲线样板或普通量具检验成形面 20. 能用公法线千分尺检测齿轮公法线知名度 21. 能用齿轮游标卡尺检测齿轮相关参数 22. 能用相关仪器检测零件的平面度、垂直度和平行度 23. 能判断零件表面的粗糙度数值

二、工艺编制的基本原则

1. 加工顺序的确定原则

- (1) 基准先行: 首先加工出零件的设计基准, 便于后续工序拥有良好的定位基准。
- (2) 先粗后精: 粗加工与精加工分开进行, 先进行粗加工, 后进行精加工。
- (3) 先主后次: 先加工零件上的主要表面, 后加工次要表面。
- (4) 先面后孔: 先进行平面的加工, 再进行平面上孔的加工。

2. 工序集中与分散原则

- (1) 单件生产宜工序集中; 反之, 可分散。

- (2) 结构复杂的零件宜集中；反之，可分散。
- (3) 重型零件宜集中；反之，可分散。
- (4) 位置精度较高的表面宜集中；反之，可分散。

3. 粗基准的选择原则

(1) 保证相互位置精度原则：当零件上有一些表面不需要进行机械加工，且不加工表面与加工表面之间具有一定的相互位置精度要求时，应以有较高相互位置精度的不加工表面为粗基准。

(2) 确保加工余量原则：当零件上有较多的表面需要加工时，应有利于各表面均获得合理的加工余量，即满足：余量最小原则（选择余量最小表面为粗基准）、重要表面原则（选择重要表面为粗基准）和切除金属总量最小原则。

(3) 一次性原则：一般粗基准在同一尺寸方向上只允许使用一次。

(4) 有利于加工精基准原则：当以粗基准定位加工一些表面时，在加工出来的表面中，应有一些表面适合作为后续工序的精基准。

(5) 可靠性原则：所选择的粗基准应使工件定位稳定，夹紧可靠。

4. 精基准的选择原则

(1) 基准重合原则：直接选用设计基准为定位基准。

(2) 基准统一原则：各道工序均使用相同表面作为精基准。

(3) 互为基准原则：分别以工件上两个相互位置精度要求的表面为精基准，反复进行几轮加工，以提高相互位置精度。

(4) 自为基准原则：选择加工表面本身作定位基准。

I 车工概述

一、车削加工的工艺范围

在机械制造厂里有各种各样的金属切削机床，如车床、铣床、刨床、磨床、钻床、镗床、拉床、齿轮加工机床等。其中车床最为广泛，占机床总数的50%左右，承担的切削工作量占整个切削工作量的60%~70%。操作车床的工人称为车工，是机械加工的主要工种之一。

车床一般利用工件的旋转运动和刀具的进给运动切削工件，常用于加工零件的回转表面。所使用的刀具主要是车刀，还有钻头、铰刀、丝锥和滚花刀（滚花分为直纹滚花与网

纹滚花)等。其基本工作内容包括:车削外圆、车端面、切槽、切断、钻中心孔、钻孔、镗孔、铰孔、车削各种螺纹、车削内/外圆锥体、车削特形面、拉直油槽和车螺旋油槽、滚花以及盘绕弹簧等。如图 I -1 所示。

车削加工的精度可达 $\geq IT7$, 表面粗糙度 Ra 值的范围一般 $\geq 0.8 \mu m$ 。

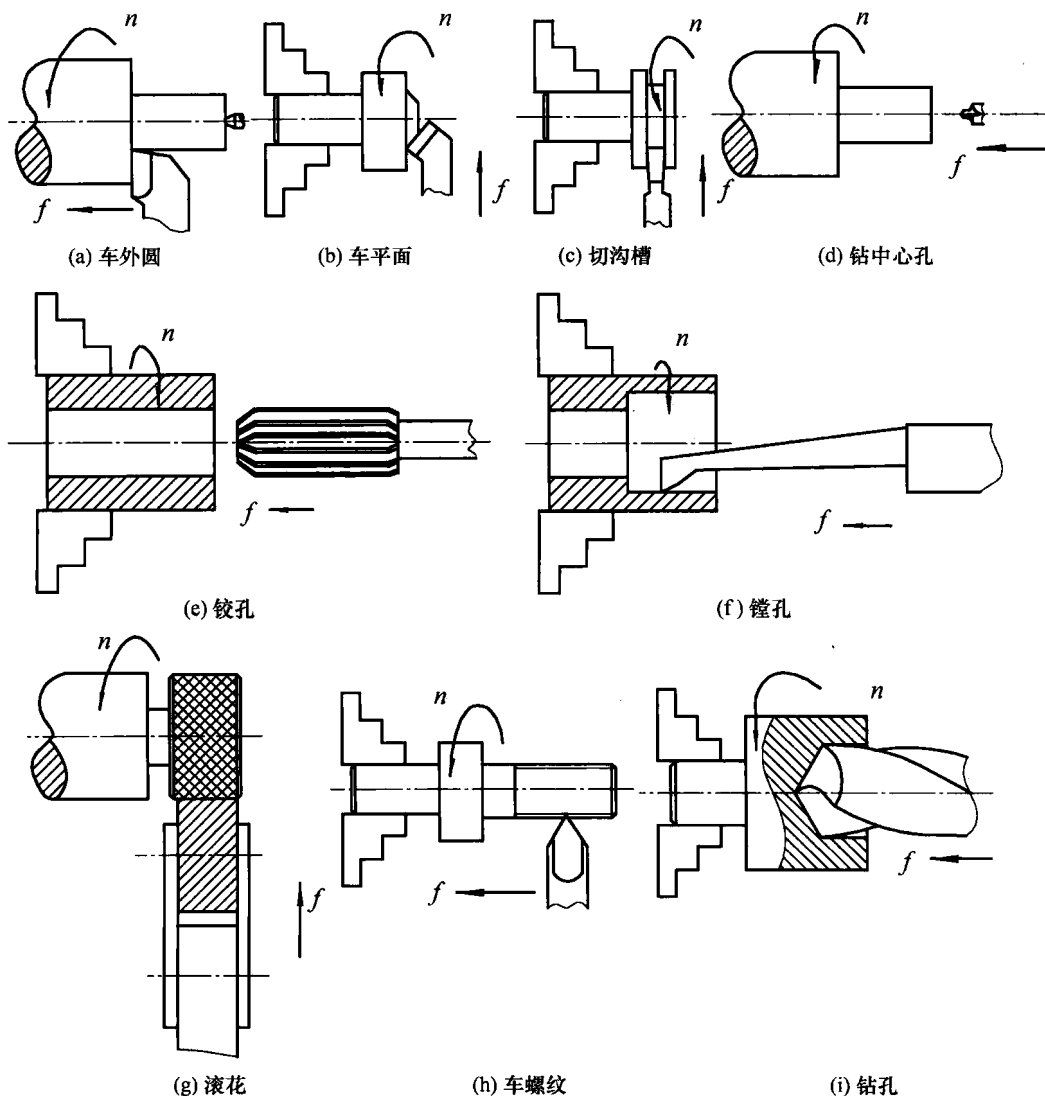


图 I -1 车床的主要工艺范围

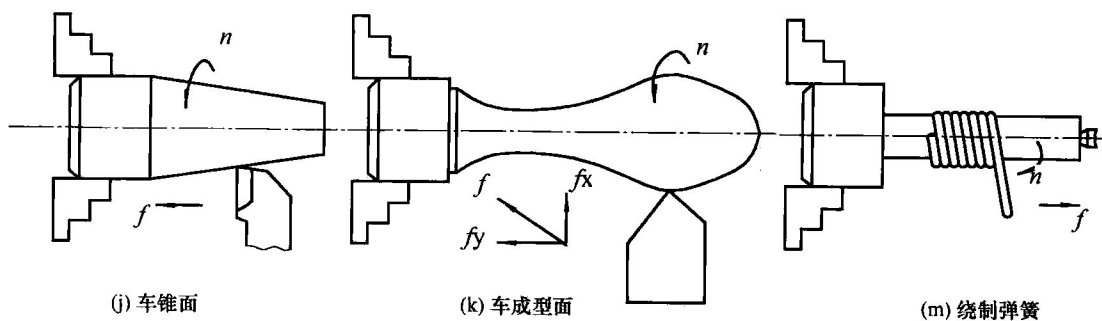


图 I-1 车床的主要工艺范围 (续)

二、车床

1. 车床的种类

车床的种类很多,主要有普通车床、六角车床、立式车床、半自动及自动车床以及数控车床等,使用较多的是卧式车床。有代表性的卧式车床有 C6132A、CA6140。图 I-2 为 CA6140 卧式车床外形图。

卧式车床的纵向与横向如图 I-3 所示。

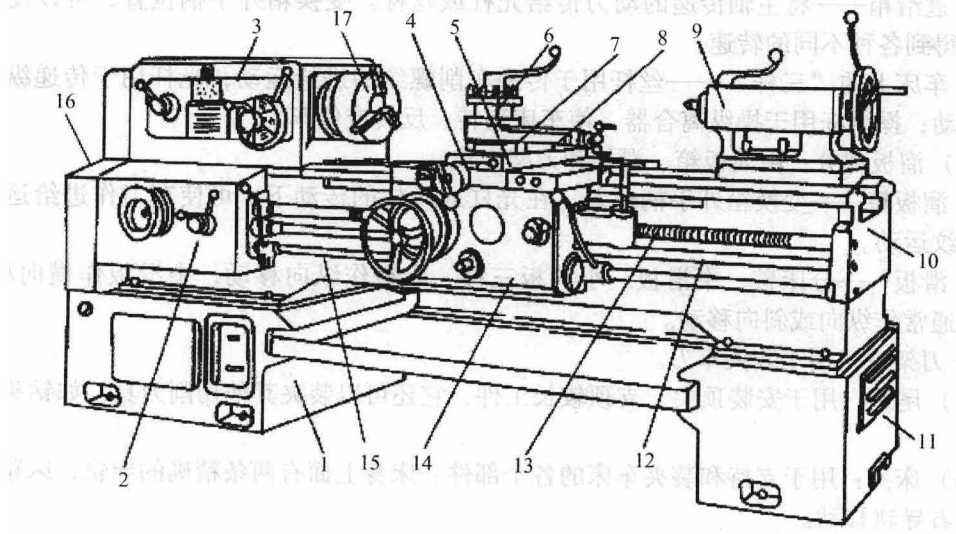


图 I-2 CA6140 卧式车床外形图

1. 前床腿; 2. 进给箱; 3. 主轴箱; 4. 溜板 (也称大拖板); 5. 中拖板; 6. 刀架; 7. 回转盘; 8. 小拖板; 9. 尾座; 10. 床身; 11. 后床腿; 12. 光杆; 13. 丝杆; 14. 溜板箱; 15. 操纵杆; 16. 挂轮箱; 17. 三爪卡盘

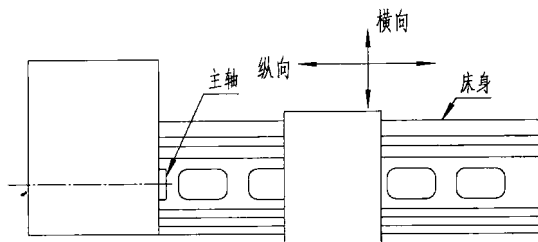


图 1-3 卧式车床的纵向与横向 (车床俯视图)

2. 卧式车床的主要组成部分

(1) 主轴部分：由主轴箱和卡盘组成。

① 主轴箱——内有多组齿轮和变速机构。变换箱外手柄位置，可以使主轴得到各种不同的转速。

② 卡盘——用于夹持工件，带动工件一起旋转。

(2) 挂轮箱部分：将主轴的旋转运动传送给进给箱。变换箱内齿轮啮合关系，可以获得不同进给量和螺纹导程。

(3) 进给部分：由进给箱和车床上的“三杆”组成。

① 进给箱——将主轴传递的动力传给光杠或丝杠。变换箱外手柄位置，可以使光杠或丝杠得到各种不同的转速。

② 车床上的“三杆”——丝杠用于传递车削螺纹的进给运动；光杠用于传递纵横向进给运动；操纵杆用于操纵离合器，使车床正转、反转或停车。

(4) 溜板部分：由溜板箱、滑板和刀架组成。

① 溜板箱——变换箱外手柄位置，在光杠或丝杠的传动下，可使车刀作进给运动或作车螺纹运动。

② 滑板——分床鞍、中滑板、小滑板三种。床鞍作纵向移动，中滑板作横向移动，小滑板通常作纵向或斜向移动。

③ 刀架——用于装夹车刀。

(5) 尾座：用于安装顶尖、支顶较长工件，它还可以装夹其他切削刀具，如钻头、铰刀等。

(6) 床身：用于支持和装夹车床的各个部件。床身上面有两条精确的导轨，床鞍和尾座可沿着导轨移动。

(7) 机床附件：三爪卡盘、四爪卡盘、花盘、拨盘、中心架、跟刀架、前后顶尖等。