

“十二五”职业教育规划教材

电机切削加工

DIANJI QIEXIAO JIAGONG

严立勇 主编



电子科技大学出版社

“十二五”职业教育规划教材

电机切削加工

DIANJI QIEXIAO JIAGONG

严立勇 主编



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电机切削加工 / 严立勇主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5647-2458-0

I. ①电… II. ①严… III. ①电加工—金属切削
IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 137581 号

“十二五”职业教育规划教材

电机切削加工

严立勇 主编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 谢晓辉

责任编辑: 谢晓辉 谭炜麟

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 金华市三彩印业有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 7.5 字数 167 千字

版 次: 2014 年 6 月第一版

印 次: 2014 年 6 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2458-0

定 价: 18.90 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

本书是浙江省绍兴市上虞区职业中等专业学校在创建“国家中等职业教育改革发展示范学校”过程中，“机械加工技术专业建设计划”的“专业核心课程教材”之一，根据《专业教学指导方案》《课程改革要求》和《车工初级工国家职业标准》的要求，总结了多年教学经验编写而成，解决了以往教材存在的理论与实际脱节的不足。同时根据地方行业特色，安排电机转子轴的加工工艺分析，以拓展学生知识。

本书以普通车床加工技术为主要内容，包括车床加工入门知识、轴类零件、孔类零件、圆锥面、成形面和螺纹等零件的加工及相关的工艺知识。

本书以项目教学为框架，以理论与实际相结合进行教学为指导理念，充分考虑学生在学习普通车床加工技术过程中的理论知识和实践操作技能的有机结合。在课程结构和课程内容的编排上，力求简洁易懂，贴近实际，符合专业特点。在编排过程中，尽量弱化理论，避开枯燥的讲解，将知识融入到相应的任务之中，将完成任务中所需要的理论知识充分结合到完成任务的过程之中，做到理论与实际相结合、相辅相成。

本书着重突出学生实践能力和职业技能的培养，把基本操作技能的学习贯穿始终，通过理论学习和技能训练，使学生具有走上相应岗位的职业能力和职业素养。

本书一共设计了六个项目和三个附录。

项目一：普通车床加工基础知识

项目二：阶梯轴的加工

项目三：孔类零件的加工

项目四：锥体零件的加工

项目五：成形面加工

项目六：螺纹加工

附录 1：初级车工理论试卷

附录 2：初级车工操作技能模拟试卷

附录 3：知识拓展——转子轴加工工艺分析

由于时间紧、任务重，加上编写水平有限，教材中肯定存在不少疏漏与不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见和建议，以求不断改进和完善。

编 者
2014 年 6 月

目 录

项目一 普通车床加工基础知识	1
任务一 认识普通车床	1
任务二 普通车床基本操作	5
任务三 车床日常保养与工量具定置管理	11
项目二 阶梯轴的加工	15
任务一 光轴加工	15
任务二 低台阶轴的加工	19
任务三 高台阶轴的加工	24
任务四 车断与车槽	28
任务五 车刀刃磨	34
项目三 孔类零件的加工	40
任务一 钻削加工	40
任务二 通孔加工	45
任务三 盲孔加工	49
任务四 内沟槽加工	55
项目四 锥体零件的加工	60
任务一 外圆锥零件的加工	60
任务二 内圆锥零件的加工	66
项目五 成形面加工	70
任务一 滚花加工	70
任务二 成形面加工	74

项目六 螺纹加工	81
任务一 车螺纹基本动作练习	81
任务二 普通外螺纹车削	86
任务三 普通内螺纹车削	94
附录 1 初级车工理论试卷	100
附录 2 初级车工操作技能模拟试卷	107
附录 3 知识拓展——转子轴加工工艺分析	110

项目一 普通车床加工基础知识

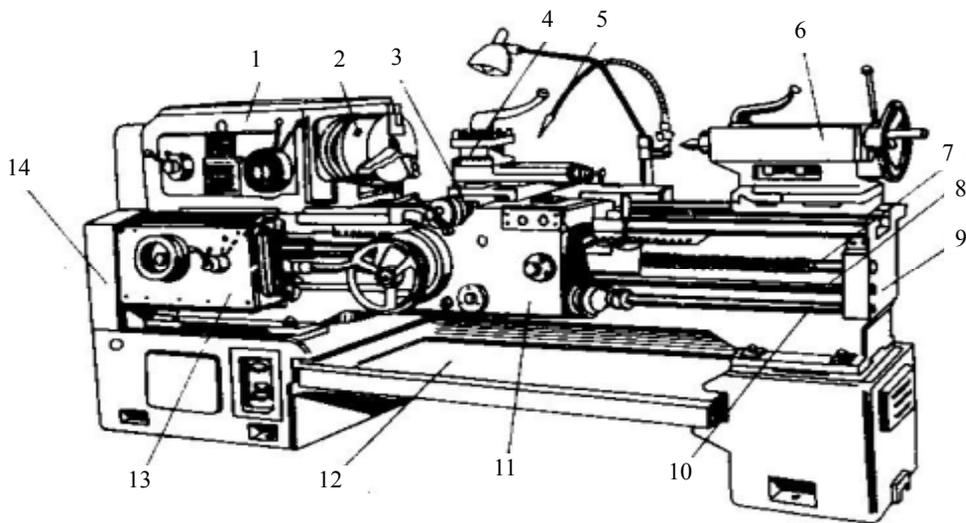
能力目标

1. 能识别普通车床各部件，熟悉各部件的功用，了解普通车床的传动路线。
2. 能阅读车床铭牌，了解车床工作内容。
3. 能正确使用工量具，并对工量具进行定置管理。
4. 熟悉车床安全文明生产各项基本规定，能对车床进行日常维护和保养。

任务一 认识普通车床

【任务要求】

如图 1-1-1 所示为 CA6140 卧式车床，认识车床各部分结构。



- 1—主轴箱 2—三爪卡盘 3—中滑板 4—刀架 5—冷却液喷嘴 6—尾座 7—丝杠 8—光杠
9—床身 10—操纵杆 11—溜板箱 12—底座 13—进给箱 14—挂轮箱

图 1-1-1 CA6140 卧式车床各部分结构图

一、主轴箱

它固定在床身的左面，功能是支承主轴并带动主轴，主轴通过卡盘带动工件按照规定的转速旋转。

二、溜板部分

1. 刀架：位于溜板的上部，用来装夹车刀。
2. 溜板：包括床鞍、中滑板和小滑板。
3. 溜板箱：它固定在刀架的底部，可带动刀架一起做纵向运动，功用是把进给箱传来的运动传递给刀架，使刀架实现纵向进给、横向进给和快速移动。

三、进给部分

1. 进给箱：它固定在床身的左前侧，其内部的齿轮机构，可以改变丝杠或光杠的转速，以获得不同的螺距或进给量。
2. 丝杠：能使滑板和车刀在车削螺纹时按要求的速比做很精确的直线移动，用于车削螺纹。
3. 光杠：用来把进给箱的运动传给溜板箱，使滑板和车刀按要求的速度做直线进给运动。

四、交换齿轮

位于挂轮箱内，床身的左侧。它的功用是把主轴的旋转运动传递给进给箱，变换箱内齿轮，并与进给箱配合，可以车削各种不同螺距的螺纹。

五、尾座

位于床身的尾架导轨上，并可沿此导轨纵向调整位置。它的功用是用顶尖支承工件，还可以安装钻头等孔加工刀具，以进行孔加工。

六、床身

床身是车床的基础件，在床身上安装着车床的各个主要部件。它的功用是支承各主要部件，并使它们在工作时保持准确的相对位置。

【任务实施】

- 一、观察机床外形特征，识读机床型号，认识各部分名称。
- 二、根据机床部件的位置，熟识各部分的功能，切削加工的过程及机床运动路线。
- 三、查阅机床的相关铭牌，掌握机床的加工范围及切削参数变化区域。

【知识链接】

一、车床的型号

机床型号的编制，是采用汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定的规律组合排列的，用以表示机床的类别、使用与结构的特性和主要规格，例如 CA6140A 型普通车床，型号中的代号及数字的含义如下：

1. 机床的类别代号：类别代号是以汉语拼音第一个字母（大写）来表示的。如“车床”用“C”表示，“钻床”用“Z”表示，在型号中是第一位代号。

2. 机床通用特性代号：用汉语拼音字母表示。它代表机床具有的特别性能，如“高精度”用“G”表示，“万能”用“W”表示，“精密”用“M”表示，“普通”用“A”表示。在机床型号中特性代号排在机床类别代号的后面。

3. 机床的组、型代号：用两位数字表示。每类机床按机床用途、性能、结构相近或有派生关系分为若干组，如车床分为 10 组，用阿拉伯数字“0~9”表示，其中“5”代表“立式车床”组，“6”代表“落地及普通车床”组。每组中有 6 个型，其中“1”型是“卧式车床”，“2”型是“马鞍车床”。在机床的型号中，类别代号或通用特性代号之后为组型别代号，第一位数字表示组别，第二位数字表示型别。

4. 机床主参数代号：主参数代号反映机床的主要技术规格，通常用主参数的 1/10 或者 1/100 表示。如 CA6140 车床，主参数的折算值为 40，折算系数为 1/10，即主参数（床身上的最大回转直径）为 400。各类机床的主参数代号的含义是不同的，在型号中，第三位数字及以后的数字，都表示机床的主参数。

5. 机床的重大改进顺序号：当机床的特性及结构有重大改进时，按其设计改进的次序分别用字母“A、B、C、D……”表示，附在机床型号的末尾，以示区别。

二、卧式车床的传动系统

卧式车床传动系统如图 1-1-2 所示。

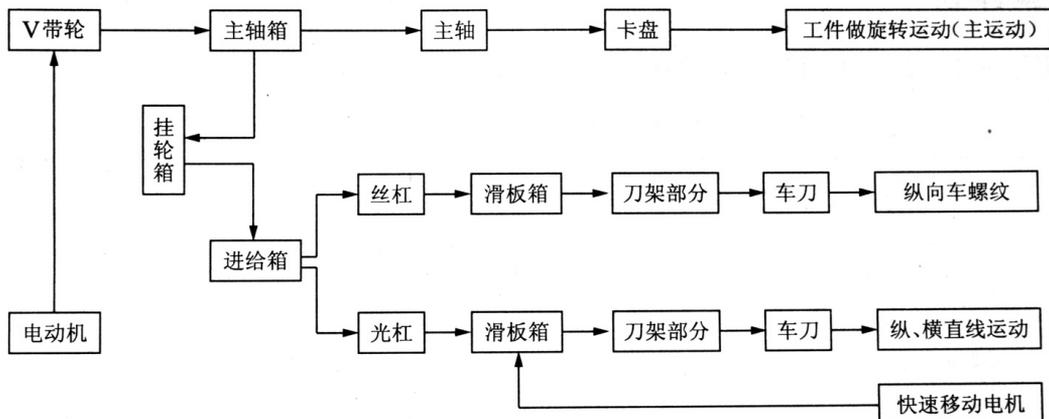


图 1-1-2 卧式车床传动系统框图

三、车床切削运动

在车床上用车刀切除工件上多余金属的运动称为车削运动。车削运动可分为主运动和进给运动。

1. 主运动：直接切除工件的切削层，使之转变为切屑，从而形成工件新表面的运动称主运动。车削时，工件的旋转运动是主运动。通常，主运动的速度较高，消耗的切削功率较大。

2. 进给运动：使新的切削层不断投入切削的运动。进给运动是沿着所要形成的工件表面的运动。

【知识巩固】

一、填空题

- 按其作用分，车削运动可分为（ ）和（ ）两种。
- 车床床身的作用是（ ），保证各部件的相对位置，具有足够的（ ）、（ ）和表面精度。
- 进给箱又称（ ），内装进给运动的变速齿轮，可调整进给量和螺距的大小，并将运动传至（ ）和（ ）。

二、判断题

- （ ）1. 车床的溜板箱把交换齿轮箱传递过来的运动，经过变速后传递给光杠或丝杠。
- （ ）2. 车削时，工件的旋转运动是主运动。
- （ ）3. 车削时，进给运动是机床的主要运动，它消耗机床的主要动力。

三、选择题

1. 车床（ ）接受光杠或丝杠传递的运动。
- | | |
|----------|--------|
| A. 溜板箱 | B. 主轴箱 |
| C. 交换齿轮箱 | D. 进给箱 |
2. 车床的溜板箱是车床的（ ）。
- | | |
|-----------|-----------|
| A. 主传动部件 | B. 进给运动部件 |
| C. 刀具安装部件 | D. 工件安装部件 |

四、简答题

- 简述 CA6141A 车床型号中代号的含义。

2. 简述 CA6140A 车床的主轴箱、进给箱及溜板箱的用途。

【任务评价】

根据表 1-1-1 中各项指标，结合普通车床结构，逐项进行评价。

表 1-1-1 普通车床结构认识评价表

项目	指标	分值	评价方式			备注
			自评	互评	师评	
现场 考核	对应车床指出主轴箱	10				根据不同型号和厂家的车床
	对应车床指出进给箱	10				
	对应车床指出滑板箱	10				
	对应车床指出机床导轨	10				
	对应车床指出机床丝杠	10				
	对应车床指出机床光杠	10				
	对应车床指出机床刀架	10				
	对应车床说出各按钮名称及用途	10				
职业 素养	工作态度是否端正	10	—	—		按企业要求
	着装是否符合要求	10	—	—		按照 7S 管理要求
合计		100				
综合评价						

任务二 普通车床基本操作

【任务要求】

一、滑板操作

1. 床鞍的纵向移动由滑板箱正面左侧的大手轮控制。当顺时针转动手轮时，床鞍向右运动；逆时针转动手轮时，床鞍向左运动。

2. 中滑板手柄控制中滑板的横向移动和横向进刀量。当顺时针转动手柄时, 中滑板向远离操作者的方向移动(即横向进刀); 逆时针转动手柄时, 中滑板向靠近操作者的方向移动(即横向退刀)。

二、车床的启动操作

1. 在启动车床之前必须检查车床各变速手柄是否处于正常位置, 离合器是否处于正确位置, 操作杆是否处于停止状态, 在确定无误后, 方可合上车床电源总开关, 开始操纵车床。

2. 操纵杆手柄有向上、中间、向下三个挡位, 可分别实现主轴的正转、停止和反转。

三、主轴箱的变速操作

1. 主轴变速通过改变主轴正面右侧两个叠套的手柄位置来实现。

2. 前面的手柄有六个挡位, 每个挡位上有四级变速, 若要选择其中某一转速可通过后面的手柄来控制。后面的手柄除有两个空挡外, 尚有四个挡位, 只有将手柄位置拨到其所显示的颜色与前面手柄所处挡位上的转速数字所标示的颜色相同的挡位即可。当需手动转动卡盘时, 可将手柄拨到两相空挡位置。

四、进给箱的操作

1. 手柄有 A、B、C、D 四个挡位, 是丝杠、光杠变换手柄。

2. 手柄的 I、II、III、IV 四个挡位与八个挡位的手轮相配合, 用以调整螺距及进给量。实际操作应根据加工要求, 查找进给箱油池盖上的螺纹和进给量调配表来确定手轮和手轮的具体位置。

当前手柄位于正上方时时第 5 挡, 此时齿轮箱的运动不由进给箱变速, 而与丝杠直接相连。

五、刻度盘的操作

1. 滑板箱正面的大手轮轴上的分度盘分为 300 格, 每转过一格, 表示车床鞍纵向移动 1mm。

2. 中滑板丝杠的分度盘分为 100 格, 每转过一格, 表示刀架横向移动 0.05mm。

3. 小滑板丝杠上的分度盘分为 100 格, 每转过一格, 表示刀架横向移动 0.05mm。

六、自动进给的操作

十字槽的扳动手柄, 是刀架实现纵、横向机动进给和快速移动的集中操纵机构。

【任务实施】

一、滑板操作

1. 断电操作使床鞍左、右纵向移动。

2. 断电操作使中滑板沿横向进、退刀。

二、车床的启动操作

1. 启动车床操作的先后步骤。
2. 用操作杆控制主轴正反转和停车练习。

三、主轴箱的变速操作

1. 调整主轴转速至 160r/min、450r/min、720r/min。
2. 选择车削右螺纹和车削左旋加大螺距螺纹的手柄位置。

四、进给箱的操作

1. 确定并调整螺距为 1mm、1.5mm、2.0mm 的米制螺纹车削时，在进给箱上的手轮和手柄位置。
2. 确定并调整纵向进给量为 0.3mm，横向进给量为 0.2mm 时手轮和手柄的位置。

五、刻度盘及分度盘的操作

1. 将刀架向左进刀 250mm，计算纵向滑板上刻度盘转过的格数并操作。
2. 将刀架横向进刀 0.5mm，计算横向滑板上刻度盘转过的格数并操作。
3. 车削圆锥角 $\alpha = 30^\circ$ 的正锥体，判断小滑板的转向并操作。

六、自动进给操作

1. 做床鞍左右两个方向的进给操作。
2. 做中滑板前后两个方向的进给操作。

【知识链接】

一、普通车床的加工范围

车削加工是指在车床上应用刀具与工件做相对切削运动，用以改变毛坯的尺寸和形状等，使之成为零件的加工过程。

车削加工的范围很广，其基本内容有：车外圆、车端面、切断和车槽、钻中心孔、车孔、铰孔、车螺纹、车圆锥面、车成形面、滚花和盘绕弹簧等（如图 1-2-1 所示）。车削加工的共同特点是都带有旋转表面。

二、普通车床的加工表面

在切削过程中，在工件上形成已加工表面、加工表面和待加工表面。

已加工表面指已经车去多余金属而形成的新表面。

待加工表面指即将被切去金属层的表面。

加工表面指车刀切削刃正在车削的表面。

如图 1-2-2 所示是几种车削加工时工件上形成的三个表面。

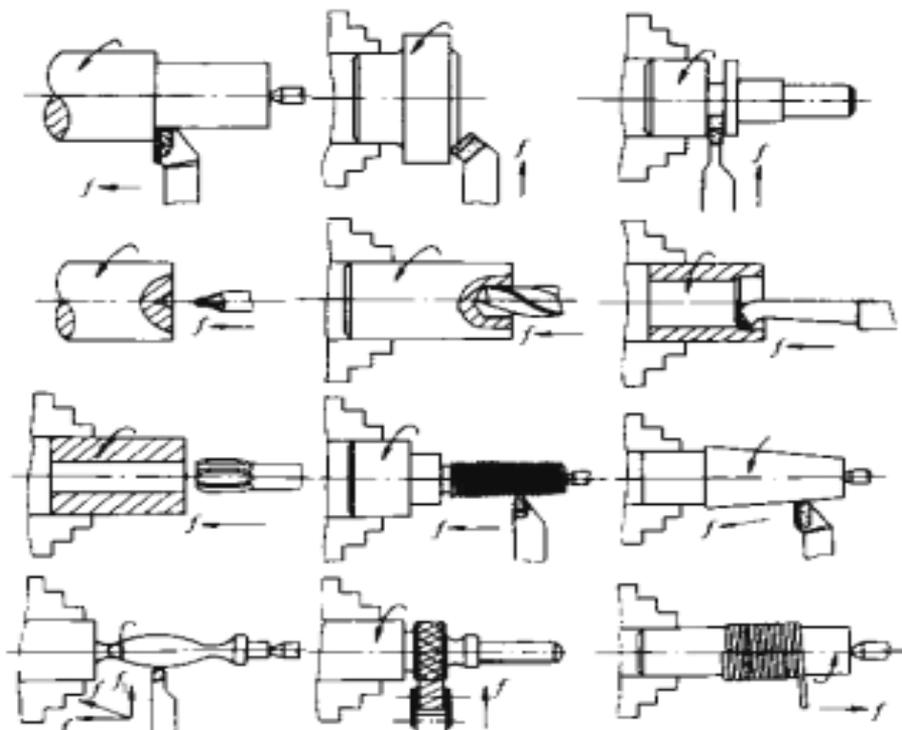


图 1-2-1 车削加工的基本内容

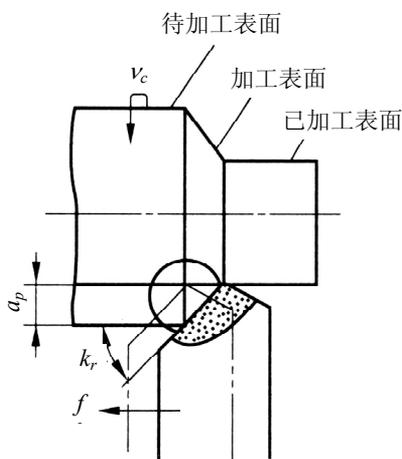


图 1-2-2 车削加工工件上形成的三个表面

三、切削用量三要素

切削用量是衡量切削运动大小的参数，包括切削深度、进给量和切削速度。合理选择切削用量是保证产品质量、提高生产效率的有效方法。

1. 切削深度 a_p : 工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离，称为切削深度。也就是每次走刀时车刀切入工件的深度。车外圆时的切削深度可按下式计算：

$$a_p=(d_w-d_m)/2$$

式中： d_w ——工件待加工表面的直径（mm）；

d_m ——工件已加工表面的直径（mm）。

2. 进给量 f ：指工件每转一转，车刀沿进给方向移动的距离，是衡量进给运动大小的参数。进给量分纵向进给量和横向进给量。纵向进给量指沿车床床身导轨方向的进给量。横向进给量指垂直于车床床身导轨方向的进给量。

3. 切削速度 V_c ：主运动的线速度称切削速度，它是衡量主运动大小的参数，切削速度的计算公式为：

$$V_c=\pi dn/1000(\text{m/min})$$

式中： d ——工件待加工表面的最大直径（mm）；

n ——工件的转速（r/min）。

切削时，工件做旋转运动，不同直径处各点切削速度不同。计算时应以待加工表面直径处的切削速度为准。

在实际生产中，常常是已知工件直径，并根据工件材料、刀具材料和加工性质等因素选定切削速度。再将切削速度换算成车床转速，以便调整机床。如果计算所得的车床转速和车床铭牌上所列的转速有出入，应选取和计算值最接近的转速。

【知识巩固】

一、填空题

1. 车削时，工件上形成了（ ）、（ ）和（ ）三个表面。
2. 切削用量是表示（ ）及（ ）大小的参数，包括（ ）、（ ）和（ ），俗称“切削三要素”。
3. 中滑板手柄控制中滑板的（ ）和（ ），当顺时针转动手柄时，中滑板向远离操作者的方向移动即（ ）；逆时针转动手柄时，中滑板向靠近操作者的方向移动即（ ）。
4. CA6140 车床溜滑板正面的大手轮轴上的刻度盘分为（ ）格，每转过一格，表示床鞍纵向移动（ ）mm。
5. CA6140 车床溜板箱丝杠上的刻度盘分为（ ）格，每转过一格，表示刀架横向移动（ ）mm。
6. CA6140 车床小溜板丝杠上的刻度盘分为（ ）格，每转过一格，表示刀架纵向移动（ ）mm。

二、判断题

- （ ）1. 车削时，刀具移动是主运动。
- （ ）2. 中滑板手柄顺时针转动时，中滑板向远离操作者的方向移动。
- （ ）3. 切削用量是指机床转速、进给量和切削深度。

三、选择题

1. 床鞍的纵向移动由溜板箱正面左侧的大手轮控制, 当顺时针转动手轮时, 床鞍向() 移动。
A. 左 B. 右 C. 上 D. 下
2. 车床主要用于加工各种回转体表面, 主要有()。
A. 圆柱面 B. 圆锥面 C. 端面 D. 以上都可以
3. CA6140 车床, 若刀架向左移动 100mm 时, 纵向滑板上刻度盘转过的格数为() 格。
A. 50 B. 100 C. 25 D. 75

四、计算题

1. 已知工件毛坯直径为 60mm, 选用背吃刀量 a_p 为 2mm, 问两次进给后, 车出的工件直径是多少?

2. 在车床上车一直径为 60mm 的轴, 现在一次进给将要直径车至 54mm, 如果选用切削速度 $V_c=80\text{m/min}$, 求背吃刀量 a_p 和主轴转速 n 各为多少?

3. 在车床上车削一个直径为 300mm 的铸铁盘端面, 选用主轴转速为 76r/min, 由外圆向中心进给, 试问:

- (1) 外圆处的切削速度多少?
- (2) 切削到中心的切削速度为多少?
- (3) 车端面和车外圆时切削速度有何不同?

4. 设工件的转速为 560r/min, 而车刀移动的速度为 1.4mm/s, 问这时每转进给量 f 为多少?

【任务评价】

根据表 1-2-1 中各项指标，对空车运行与机床操作进行评价。

表 1-2-1 空车运行与机床操纵评价表

项目	指标	分值	评价方式			备注
			自评	互评	师评	
现场考核	滑板操作	10				按教师指定方向操作
	车床的启动操作	10				按机床规定操作
	能阅读车床铭牌表并通过手柄变换调整加工参数	10				按车床各铭牌表操作
	滑板箱正面的大手轮轴上刻度盘的读数	10				按教师指定的进给量读数
	中滑板丝杠上刻度盘的读数	10				按教师指定的进给量读数
	小滑丝杠上板刻度盘的读数	10				按教师指定的进给量读数
	自动进给的操作	5				按教师指定方向操作
技能技巧	手柄操作转向与设定进给方向是否一致	10				按教师指定方向操作
	手柄操作是否协调	5				按教师指定方向操作
职业素养	工作态度是否端正	10	—	—		按照企业要求
	安全文明生产	10	—	—		按照 7S 管理要求
合计		100				
综合评价						

任务三 车床日常保养与工量具定置管理

【任务要求】

一、车床的润滑

要使车床正常运转并减少磨损，必须对车床上所有的摩擦部分进行润滑。车床的常用润滑方式有以下几种：

1. 浇油润滑：将车床外露的滑动表面如床身导轨面、中滑板导轨面和小滑板导轨面等，擦净后用油壶浇油润滑。