



普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材



机械制造技术基础 学习辅导与习题解答

朱立达 巩亚东 史家顺 主编



科学出版社

普通高等教育

规划教材

机械制造技术基础 学习辅导与习题解答

朱立达 巩亚东 史家顺 主编

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是为了加强读者对机械制造技术的理解和应用,提高分析和解决相关实际问题而编写的学习辅导与习题解答。与《机械制造技术基础(第二版)》(巩亚东、史家顺、朱立达主编,科学出版社出版)教材配套使用。全书对主教材的内容进行了提炼和概括,其各章的知识点及编排顺序与主教材紧密配合,便于读者深化理解和巩固所学知识。

本书每章内容分为必备知识及要点和习题两个部分。其中,必备知识及要点部分对主教材中的基本概念和基本知识进行了总结概括,方便读者抓住重点,提高学习效率;习题部分精选了巩固基本知识和联系工程实际的习题,题目形式丰富,有判断题、选择题、填空题和简答题等几种题型,每道习题在书后均有较为详细的参考答案,以便读者自测对照。此外,本书还附有三套综合试题及其评分标准,可供读者考查自己对机械制造技术基础总体知识的掌握程度。

本书可作为高等学校机械工程及相关专业“机械制造技术基础”课程的学习辅导书,也可供研究生和企业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础学习辅导与习题解答 / 朱立达等主编. —北京: 科学出版社, 2017.6

普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

ISBN 978-7-03-053449-1

I. ①机… II. ①朱… III. ①机械制造工艺—高等学校—教学参考资料 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 133826 号

责任编辑: 朱晓颖 毛 莹 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 6 月第一次印刷 印张: 8 1/4

字数: 186 000

定价: 26.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前言

“机械制造技术基础”是机械工程专业的一门专业基础课程。该课程以金属切削理论为基础，以制造工艺为主线，以产品质量、加工效率与经济性三者之间的优化为目标，同时涵盖工艺装备与现代制造技术等相关知识。其主要包括金属切削理论、金属切削机床与刀具、机械制造工艺学、机械加工精度及加工表面质量等的基本概念、原理及方法。

本书既可与《机械制造技术基础(第二版)》(巩亚东、史家顺、朱立达主编，科学出版社出版)教材配套使用，也可以作为机械工程及相关专业“机械制造技术基础”课程的学习指导和复习用书。本书参照主教材的结构体系和教学内容，对涉及的基本概念和原理、重点难点进行了总结归纳和复习指导。为了使能够学生能够高效、系统地学习相关课程，本书在编写过程中力求做到内容叙述简明，概念精准清晰，习题新颖且具代表性，参考答案详细易懂。

在本书的规划和编写过程中，参考和引用了一些相关教材、习题集和试题的部分内容，在此表示感谢。同时本书得到辽宁省精品资源共享课和辽宁省跨校平台课“机械制造技术基础”项目的资助，在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平，书中不当和疏漏之处在所难免，敬请批评指正，以便后续完善。

编者 31

2017年3月 31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

目 录

第一章 机械制造系统和机械制造单元	1
第一节 必备知识及要点	1
第二节 习题	2
第二章 金属切削机床	4
第一节 必备知识及要点	4
第二节 习题	5
第三章 金属切削与磨削加工	9
第一节 必备知识及要点	9
第二节 习题	10
第四章 机械加工工艺规程的制定	17
第一节 必备知识及要点	17
第二节 习题	19
第五章 机床夹具	31
第一节 必备知识及要点	31
第二节 习题	32
第六章 机械加工精度的影响因素及控制	43
第一节 必备知识及要点	43
第二节 习题	45
第七章 机械加工表面质量的影响因素及控制	55
第一节 必备知识及要点	55
第二节 习题	56
第八章 机器的装配	61
第一节 必备知识及要点	61
第二节 习题	62
试题一	69
试题二	73
试题三	76
参考答案	79

第一章 机械制造系统和机械制造单元

第一节 必备知识及要点

一、基本概念

1. 生产过程：由原材料转化为最终产品的一系列相互关联的劳动过程的总和。
2. 工艺过程：在生产过程中，那些与由原材料转变为产品直接相关的过程。
3. 机械加工工艺过程：在工艺过程中，以机械加工方法按一定加工顺序逐步改变毛坯形状、尺寸、表面层性质，直至成为合格零件的过程。
4. 机械制造系统：由完成机械制造所涉及的硬件、软件和人员组成的，通过制造过程将制造资源转变为产品的有机整体。包括物料流、信息流和能量流。
5. 机械制造单元：单级机械制造系统是最小的机械制造系统，是多级系统的基本组成单元。包括工艺设备、工艺装备和制造过程。
6. 工艺系统：在机械加工中由机床、刀具、夹具和工件所组成的统一体。
7. 刀具：能从工件上切除多余材料或切断材料的带刃工具。
辅具：用以连接刀具和机床的工具。
夹具：用以装夹工件(和引导刀具)的装置。
量具：用于直接或间接测出被测对象量值的工具、仪器、仪表等。

二、基本知识

1. 柔性制造系统的特点及适用范围。
 - (1) 设备利用率高，可采用计算机进行生产调度；
 - (2) 零件可以在加工中心上加工，可以减少生产周期；
 - (3) 具有维持生产的能力；
 - (4) 快速响应市场的需求；
 - (5) 产品质量高，可以保证产品质量的一致性；
 - (6) 生产成本低，特别是大批量生产；
 - (7) 多品种、中小批量的生产和快速响应。
2. 零件成形方法。
 - (1) 去除成形；
 - (2) 堆积成形；
 - (3) 受迫成形。

第二节 习 题

一、判断题

1. 零件的工艺过程是其生产过程的一部分。 ()
2. 机械制造单元的基本组成包括工艺设备、工艺装备和制造过程。 ()
3. 在机械加工中由机床、刀具、夹具所组成的统一体称为工艺系统。 ()
4. 机械产品的生产过程只包括毛坯的制造和零件的机械加工。 ()
5. 超声加工、电子束加工、激光加工都是利用机械能的特种加工方法。 ()
6. 机械加工工艺过程是指用机械加工方法直接改变原材料或毛坯的形状、尺寸和性能，使之成为合格零件的过程。 ()

二、填空题

1. 在生产过程中，由_____转变为_____直接相关的过程称为工艺过程。
2. 在机械加工中由_____、_____和_____所组成的统一体称为工艺系统。
3. 根据工艺装备的通用性，可将其分为_____、_____、_____。
4. 零件成形方法主要有_____、_____、_____。

三、名词解释

1. 机械制造系统——
2. 生产过程——
3. 机械制造单元——
4. 机械加工工艺过程——

四、简答题

1. 零件成形的方法包括哪几类？分别简述各自的特点及适用范围。

2. 柔性制造系统的特点及适用范围。

3. 工艺过程主要包括哪些?

4. 举例说明常见的工艺设备和工艺装备。

5. 特种加工与机械加工显著的不同点有哪些?

6. 常见的利用机械能的特种加工方法有哪些?

7. 常见的利用热能的特种加工方法有哪些?

8. 常见的利用复合能的特种加工方法有哪些?

第二章 金属切削机床

第一节 必备知识及要点

一、基本概念

1. 金属切削加工：金属切削刀具和工件按一定规律做相对运动，通过刀具上的切削刃切除工件上多余的金属，从而使工件的形状、尺寸精度及表面质量都符合预定的要求。
2. 表面成形运动：机床上形成表面所需的刀具和工件间的相对运动。
3. 主运动：使刀具的切削部分进入工件材料，使被切金属层转变为切屑的运动。
4. 进给运动：维持切削继续的运动。它配合主运动连续不断地切削工件，同时形成具有所需几何形状的已加工表面。
5. 数控机床：按加工要求预先编制的程序，由计算机数字控制系统发出数字信息指令来控制机床各个执行件，使之按顺序和要求加工出所需工件的自动化机床。

二、基本知识

1. 零件表面的形成方法。

- (1) 轨迹法：利用刀具做一定规律的轨迹运动来对工件进行加工的方法。
- (2) 成形法：利用成形刀具对工件进行加工的方法。
- (3) 相切法：利用刀具边旋转边做轨迹运动来对工件进行加工的方法。
- (4) 展成法：利用刀具和工件做展成切削运动的加工方法。

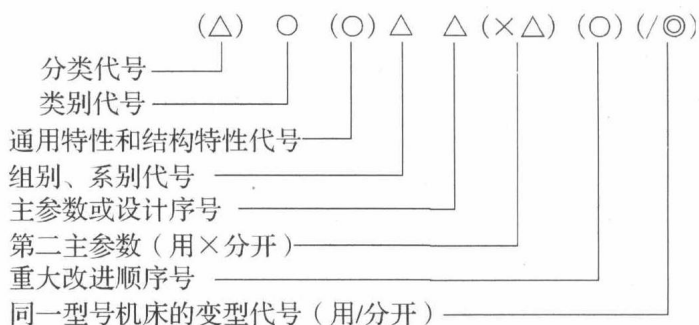
2. 切削运动。

注意区分主运动和进给运动。主运动的速度最高，所消耗的功率最大。一般进给运动的速度较低，消耗的功率较小，可以由一个或多个运动组成。

3. 机床分类。

根据中国制定的机床型号编制方法，目前将机床分为 12 大类：车床、钻床、镗床、铣床、刨床、拉床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、切断机床、超声波及电加工机床和其他机床。

4. 机床型号的编制方法按 1985 年国家机械工业部颁布的《金属切削机床 型号编制方法》部颁标准 (JB 1838—1985) 和 1994 年国家标准局颁布的《金属切削机床 型号编制方法》国家推荐标准 (GB/T 15375—1994)，普通机床型号用下列方式表示：



注：有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母；有“△”符号者，为阿拉伯数字；有“（）”的代号或数字，当无内容时，可不表示；若有内容，则不带括号；有“◎”符号者，为大写的汉语拼音字母，或阿拉伯数字，或两者兼有。

5. CA6140 型卧式车床主要组成部分。

CA6140 型卧式车床主要包括主轴箱、刀架、尾座、进给箱、溜板箱和床身等。

6. 数控机床的特点及适用范围。

(1) 数控机床的特点：适应性强、加工精度高、生产率高、劳动强度小、经济效益好。

(2) 数控机床的适用范围：最适合加工多品种小批量的工件，合理生产批量为 10~100 件的工件，以及外形比较复杂的工件，需要频繁改形的工件，价格昂贵、不允许报废的工件，生产周期短的急需工件。

7. 外联系传动链和内联系传动链及其特点。

外联系传动链：联系动源和执行件，使执行件达到预定速度的运动，并传递一定动力的传动链。特点：包括变速机构和换向机构；其变化只影响生产率或表面粗糙度，不影响发生线的性质；不要求有严格的传动比关系。

内联系传动链：联系复合成形之间的各个运动分量，所联系的执行件之间的相对速度有严格要求，以确保运动轨迹的正确性。特点：有严格的传动比要求；其中不能使用摩擦传动或瞬时传动比有变化的传动件。

第二节 习 题

一、判断题

1. 机床的主运动都是回转运动。 ()
2. 平面磨床的主运动是砂轮的回转运动。 ()
3. 机床的进给运动就是辅助运动。 ()
4. 加工中心是具有刀库并能自动更换刀具的数控机床。 ()
5. 机床的主参数用两位十进制数并以折算值表示。 ()
6. 生成曲面的母线和导线都是可以互换的。 ()
7. 机床的辅助运动只是为了节省时间，因此可以没有。 ()
8. 在切削加工中，进给运动只能有一个。 ()
9. 展成法加工齿轮是利用齿轮刀具与被切齿轮保持一对齿轮啮合运动关系而切出齿形的方。 ()
10. 开环控制和闭环控制的区别在于有无反馈装置。 ()
11. C6140 型机床是最大工件回转直径为 40mm 的普通车床。 ()

二、选择题

(一) 单项选择题

1. 加工大中型工件的多个孔时，应选用的机床是()。

[A] 卧式车床

[B] 台式钻床

[C] 立式钻床

[D] 摇臂钻床

2. 闭环控制与半闭环控制的区别在于()。

[A] 反馈装置安装在丝杠上	[B] 有无反馈装置
[C] 反馈装置安装在传动链的末端	[D] 反馈装置安装的位置不同
3. 加工复杂的立体成形表面, 应选用的机床是()。

[A] 数控铣床	[B] 龙门铣床
[C] 卧式万能升降台铣床	[D] 立式升降台铣床
4. 在实心材料上加工孔, 应选择()。

[A] 钻孔	[B] 扩孔	[C] 铰孔	[D] 镗孔
--------	--------	--------	--------
5. 中心架或跟刀架的主要作用是()。

[A] 增强工件的强度	[B] 增强工件的刚性
[C] 增强刀具的强度	[D] 增强刀具的刚性

(二) 多项选择题

1. 数控机床常用于的场合有()。

[A] 多品种小批量	[B] 大批量	[C] 形状简单零件
[D] 形状复杂零件	[E] 刚性生产系统	[F] 柔性制造系统
2. 数控机床按其运动轨迹控制方式的不同可分为()。

[A] 开环控制	[B] 直线控制	[C] 点位控制
[D] 闭环控制	[E] 连续轮廓控制	[F] 半闭环控制
3. 数控机床按其伺服控制方式的不同可分为()。

[A] 开环控制	[B] 直线控制	[C] 点位控制
[D] 闭环控制	[E] 连续轮廓控制	[F] 半闭环控制
4. 切削加工时, 须有两个进给运动的有()。

[A] 刨斜面	[B] 磨外圆
[C] 铣直齿	[D] 滚齿
5. 切削运动中, 具有往复运动特点的机床有()。

[A] 车床	[B] 插床	[C] 磨床
[D] 镗床	[E] 拉床	[F] 刨床

三、填空题

1. 机床的主要技术参数包括_____、_____、_____。
2. 零件表面成形方法有_____、_____、_____、_____。
3. 根据切削加工过程所起作用的不同, 表面成形运动可分为_____和_____。
4. 金属切削加工是靠_____和_____按一定规律作相对运动来完成的。
5. 各种表面的组合构成了不同的零件形状, 所以零件的切削加工归根到底是_____问题。
6. 从几何学的观点来看, 表面是由_____沿_____运动的轨迹所形成的。
7. 按有无检测装置分类有_____和_____两种; 根据测量装置安装位置和反馈信息又可将闭环系统分为_____和_____两种。
8. 卧式铣床的第一主参数是_____。

四、简答题

1. 试以外圆磨床为例分析机床的哪些运动是主运动，哪些运动是进给运动？
2. 机床分类有哪些？车床有哪些基本组成部分？试分析其主要功用。
3. 什么是外联系传动链？什么是内联系传动链？各有何特点？
4. 数控机床有哪几个基本组成部分？各有何功用？
5. 数字控制与机械控制相比，其特点是什么？说明数控机床最适合应用在哪些场合？
6. 什么是主运动？什么是进给运动？各自有何特点？

7. 解释 CA6140 型卧式车床组成及其字母与数字的含义。

8. 普通数控机床与加工中心的主要区别是什么？

第三章 金属切削与磨削加工

第一节 必备知识及要点

一、基本概念

1. 待加工表面：加工时即将被去除金属层的表面。
2. 已加工表面：已被切除多余金属新形成的符合要求的工件表面。
3. 过渡表面：位于待加工表面和已加工表面之间的，正在由刀具或砂轮的切刃在工件上形成的表面。
4. 切削深度：工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离。
5. 切削温度：前刀面与切屑接触区内的平均温度，它由切削热的产生与传出的平衡条件所决定。
6. 积屑瘤：在大的挤压力作用下，会使切屑底层金属与前刀面的外摩擦超过分子间结合力，一些金属材料冷焊黏附在前刀面切刃附近，逐渐形成硬度很高的瘤状楔块。
7. 刀具基平面：通过切削刃选定点、垂直于主运动方向的平面。
刀具切削平面：通过切削刃选定点、与主切削刃相切、并垂直于基面的平面，也就是切削刃与切削速度方向构成的平面。
刀具的主剖面：通过切削刃选定点、同时垂直于基面和切削平面的平面。
刀具的法剖面：通过切削刃选定点、并垂直于切削刃的平面。
8. 前角：在主剖面内度量的基面与前刀面的夹角（当前刀面与切削平面间的夹角小于 90° 时取正号；大于 90° 时取负号）。
后角：在主剖面内度量的后刀面与切削平面的夹角。
刃倾角：在切削平面内度量的主切削刃与基面的夹角。
主偏角：在基平面内度量的切削平面与进给平面间的夹角。它也是主切削刃在基面上投影与进给运动方向的夹角。
副偏角：在基面内度量的副切削刃与进给方向在基面上投影间的夹角。

二、基本知识

1. 切削用量。
切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p （切削深度）。
2. 车刀基本角度。
前角、后角、主偏角、副偏角、刃倾角。
3. 常用刀具材料。
高速钢、硬质合金、陶瓷材料、涂层刀具、金刚石、立方氮化硼。

4. 刀具材料应具备的基本性能。

- (1) 必须高于工件材料硬度;
- (2) 足够的强度和韧性;
- (3) 要有好的抵抗磨损的能力;
- (4) 要有良好的耐热性、抗扩散和氧化能力;
- (5) 尽量大的导热系数和小的线膨胀系数;
- (6) 良好的工艺性和经济性。

5. 硬质合金分类及应用范围。

(1) 分类: 常用的硬质合金有钨钴类(YG类)、钨钛钴类(YT类)、通用硬质合金(YW类)和TiC(N类)基硬质合金(YN类)等。

(2) 应用范围: 可以加工包括淬硬钢在内的多种材料, 钨钛钴类(YT类)硬质合金可加工碳钢。

6. 刀具磨损形式及原因。

(1) 刀具的磨损形式: 主要有前刀面磨损和后刀面磨损。

(2) 刀具磨损过程: ①初期磨损阶段, 这一阶段后刀面凸出部分很快被磨平, 刀具磨损较快; ②正常磨损阶段; ③急剧磨损阶段, 刀具磨损达到一定程度后, 切削力和切削温度急剧上升, 磨损速度急剧增加。

(3) 刀具磨损原因: ①磨料磨损; ②黏结磨损; ③扩散磨损; ④化学磨损。

7. 切削用量的选择。

切削用量的选择原则就是在保证加工质量、降低成本和提高生产效率的前提下, 使 v_c 、 f 、 a_p 的乘积最大。其中, a_p 对刀具使用寿命影响最小, f 次之, v_c 最大。一般尽可能选择较大的 a_p , 再按工艺装备与技术条件的允许选择最大的 f , 最后根据使用寿命确定 v_c 。

第二节 习 题

一、判断题

1. 切削厚度是指垂直于过渡表面测量的切削层尺寸。 ()
2. 金属切削刀具上积屑瘤的存在对切削过程总是有害的。 ()
3. 车刀的主偏角是在主剖面内测量的, 而前角是在基面内测量的。 ()
4. 刀具的磨损过程分为初期磨损、正常磨损和急剧磨损三个阶段, 其中初期磨损阶段的刀具磨损较慢。 ()
5. 车刀的主偏角越大, 在切削过程中产生的径向切削力就越大。 ()
6. 刀具前角是在基面内的标注角度。 ()
7. 陶瓷材料不适合作为刀具材料。 ()
8. 磨削烧伤是零件加工时表面层发生了化学变化产生的。 ()
9. 刀具前角增加, 切削变形也增加。 ()
10. 切削热只是来源于切削层金属的弹、塑性变形所产生的热。 ()
11. 切削用量三要素中, 切削速度对切削温度影响最大。 ()

12. 通过调整材料的化学成分,可以改善材料的切削加工性。 ()
13. 对切削力影响比较大的因素是工件材料和切削用量。 ()
14. 金属材料塑性太大或太小都会使切削加工性变差。 ()
15. 增加刀具前角,可以使加工过程中的切削力减小。 ()
16. 切削用量中,对刀具耐用度的影响程度由低到高的顺序是切削速度、进给量、背吃刀量。 ()
17. 切削用量对切削力的影响程度由大到小的顺序是切削速度、进给量、背吃刀量。 ()
18. 金属切削过程的实质为刀具与工件的互相挤压产生的塑性变形的过程。 ()
19. 刀具主偏角的减小有利于改善刀具的散热条件。 ()
20. 一般来说,刀具材料的硬度越高,强度和韧性就越低。 ()
21. 高速钢是当前最典型的高速切削刀具材料。 ()
22. 硬质合金是最适合用来制造成形刀具和各种形状复杂刀具的常用材料。 ()

二、选择题

1. 车外圆时,不消耗功率但影响工件精度的切削分力是()。
[A] 进给力 [B] 背向力 [C] 主切削力 [D] 总切削力
2. 前刀面上出现积屑瘤对()有利。
[A] 精加工 [B] 半精加工 [C] 光整加工 [D] 粗加工
3. 钻削时切削热传出的途径中所占比例最大的是()。
[A] 刀具 [B] 工件 [C] 切屑 [D] 空气介质
4. 用硬质合金刀具高速切削时,一般()。
[A] 用低浓度化液 [B] 用切削液 [C] 不用切削液 [D] 用少量切削液
5. 既可加工铸铁,又可加工钢料,也适合加工不锈钢等难加工钢料的硬质合金是()。
[A] YW 类 [B] YT 类 [C] YN 类 [D] YG 类
6. 刀具的主偏角是在()中测得的。
[A] 基面 [B] 切削平面 [C] 正交平面 [D] 进给平面
7. 车削细长轴时,切削力中三个分力以()对工件的弯曲变形影响最大。
[A] 主切削力 [B] 进给抗力 [C] 背向力 [D] 摩擦力
8. 切削过程中对切削温度影响最大的因素是()。
[A] 切削速度 [B] 进给量 [C] 背吃刀量
9. 粗加工中等硬度的钢材时,一般会产生()切屑。
[A] 带状 [B] 挤裂或节状 [C] 崩碎
10. 切削脆性材料时,容易产生()切屑。
[A] 带状 [B] 挤裂或节状 [C] 崩碎
11. 积屑瘤在加工过程中起到的作用是()。
[A] 减小刀具前角 [B] 保护刀尖 [C] 保证尺寸精度
12. 磨削硬金属材料时,应选用()的砂轮。
[A] 硬度较低 [B] 硬度较高 [C] 中等硬度 [D] 细粒度
13. 在切削平面中测量的主切削刃与基面之间的夹角是()。

- [A] 前角 [B] 后角 [C] 主偏角 [D] 刃倾角
14. 切削时刀具上切屑流过的表面是()。
- [A] 前刀面 [B] 主后面 [C] 副后面 [D] 基面
15. 砂轮组织表示砂轮中磨料、结合剂和气孔间的()。
- [A] 体积比例 [B] 面积比例 [C] 重量比例 [D] 质量比例

三、填空题

1. 刀具的前角和后角都在_____面内测量。
2. 切削加工时, 进给量越大, 表面粗糙度就越_____。
3. 切削三要素是指金属切削过程中的_____、_____和_____三个重要参数。
4. 当进给量增加时, 切削力_____, 切削温度_____。
5. 高速切削时, 宜选用_____刀具; 粗车钢时, 应选用_____。
6. 当主偏角增大时, 刀具耐用度_____, 当切削温度提高时, 刀具耐用度_____。
7. 刀具一般由_____部分和_____部分组成。
8. 当工件材料硬度提高时, 切削力_____; 当切削速度提高时, 切削变形_____。
9. 制造复杂刀具宜选用_____。
10. 刀具失效形式分为: _____和_____。
11. 选择刀具材料时, 低速精车用_____; 高速铣削平面的端铣刀用_____。
12. 切削用量对切削力的影响程度由小到大的顺序是_____。
13. 切削用量对切削温度的影响程度由大到小的顺序是_____。
14. 减小切屑变形的措施主要有: _____、_____。
15. 常见的切屑种类有: _____、_____和_____。
16. 前角的增大, 使切削力_____, 后角的增大, 使刀具的后刀面与工件过渡表面间的摩擦_____。
17. 磨削加工的实质是磨粒对工件进行_____、_____和_____三种作用的综合过程。

四、名词解释

1. 刀具前角——
2. 刀具使用寿命——
3. 切削深度——
4. 刀具主偏角——
5. 积屑瘤——
6. 刀具耐用度——
7. 切削温度——

五、简答题

1. 刀具材料应具备哪些基本性能? 举出两种常用的刀具材料。