



职业教育课程改革规划新教材
机电类专业教学与考工用书

机械加工基础

JIXIE JIAGONG JICHU



吴光明 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件



职业教育课程改革规划新教材
机电类专业教学与考工用书

机械加工基础

主 编 吴光明
参 编 邓承志 马 广
 缪遇春 刘惠强 谭卫锋
主 审 胡松涛



机械工业出版社

本书是根据当前职业教育的人才培养要求,邀请长期工作在教学第一线、具有丰富教学和工厂实践经验的专家编写的。

本书包括金属切削加工基础、金属切削刀具、机械加工工艺规程、典型零件的机械加工、工件的定位与装夹、各类机床夹具六章内容。

本书以培养学生掌握金属加工与夹具及其定位的基础知识、了解机械制造所必须掌握的基础知识为目标。本书可作为各类职业院校机械类专业的教材,也可作为国家职业技能鉴定培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工基础/吴光明主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 7

职业教育课程改革规划新教材

ISBN 978-7-111-35171-9

I. ①机… II. ①吴… III. ①机械加工—职业教育—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第123896号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 王莉娜

版式设计:张世琴 责任校对:肖琳

封面设计:王伟光 责任印制:李研

中国农业出版社印刷厂印刷

2011年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.25印张·321千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35171-9

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据当前职业教育的人才培养要求，邀请长期工作在教学第一线、具有丰富教学和工厂实践经验的专家编写的。

“机械加工基础”是机械类专业的一门重要的技术基础课程，该课程具有基础性、实用性、知识性、实践性与创新性等特点，是培养现代复合型人才的重要基础课程之一。本书注重学生获取知识、分析问题与解决工程技术问题能力的培养，并且注重学生素质与创新思维能力的培养。

本书共分六章，第一章介绍了金属切削加工基础知识；第二章介绍了金属切削刀具的相关知识；第三章讲述了机械加工工艺规程；第四章介绍了几种典型零件的机械加工工艺，主要内容都结合加工实例进行了细致的分析；第五章讲述了工件的定位原理与装夹方法；第六章介绍了生产中常用的各类机床夹具。

在内容的选择和编写上，本书有如下特点：

1. 编写力求适应机械类专业的应用实际，处理好基础知识与现代新技术的关系；内容的选择和安排上既系统丰富又重点突出，每个章节既相互联系又相对独立，以便适应不同学习背景、不同学时和不同层次的学生选用。

2. 介绍机械加工基础的概念时，力求反应机械加工领域的新产品、新工艺、新方法，努力使本书成为一本内容先进，能开阔学生视野、培养学生的创新素质和能力的教材。

3. 在内容的选择上，考虑到了机械类各专业的不同需要，使本书具有一定通用性的同时，删除了大量过时的内容，扩充了现代制造技术的新知识，以适应生产发展的需要。

4. 为加深学生对课程内容的理解，掌握和巩固所学的基本知识，在分析问题和独立解决问题的能力方面得到应有的训练，在每章后都附有习题，供学生学完有关内容后及时进行消化和复习。

5. 在内容的安排上，基本理论叙述以够用为度，注重与实际操作的结合，突出了模具应用与制造相关的基础知识，大量采用了来自生产一线的实例，使教学内容更加贴合生产实际，注重了学生实际动手能力的培养。

本书从培养机械类专业人才的角度出发，本着以综合素质为基础、以能力为本位的原则，以企业需求为基本依据、以就业为导向，适应企业技术发展，从生产实践角度精选内容，系统介绍机械加工、模具制造的相关知识和技能，帮助同学学习掌握机械加工的基础知识。

本书围绕中高级模具工、数控加工操作工职业岗位基础知识的要求，合理地安排了内容，将机械制造理论与技能有机地结合起来，针对性、实用性强，适合职业院校机械类专业

学生的专业学习和国家职业技能鉴定考工培训使用。本书的教学目标是：培养学生掌握金属切削原理、刀具、加工工艺与夹具及其定位的基础知识，了解机械加工所必须掌握的基础知识，为后续课程打下坚实的基础。

本书由吴光明任主编，胡松涛任主审。参加编写的人员及分工如下：邓承志编写了第一章，马广编写了第二章，缪遇春编写了第三章，吴光明编写了第四、五、六章，刘惠强、谭卫锋、杨书参与了部分章节的编写工作。全书由吴光明统稿。在编写过程中，相关院校及企业给予了大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

为方便教学，本书配备了助教课件，凡选用本书作为授课教材的教师均可登录 www.cmpedu.com 以教师身份免费下载，或来电咨询：010-88379201。

限于编者的水平，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言		习题	97
第一章 金属切削加工基础	1	第四章 典型零件的机械加工	99
第一节 切削加工及其分类	1	第一节 轴类零件的加工	99
第二节 切削运动	6	第二节 套类零件的加工	106
第三节 金属切削过程及其物理现象	9	第三节 支架类零件的加工	111
第四节 切削热与切削温度	11	第四节 箱体类零件的加工	114
第五节 切削要素	13	习题	120
第六节 常用材料的切削加工性能	18	第五章 工件的定位与装夹	122
习题	21	第一节 机床夹具的作用及其组成	122
第二章 金属切削刀具	22	第二节 工件的定位	125
第一节 金属切削刀具的结构	22	第三节 定位元件的选择	133
第二节 金属切削刀具的材料	39	第四节 工件的装夹	140
第三节 刀具磨损与刀具寿命	45	习题	149
第四节 切削用量的选择	48	第六章 各类机床夹具	152
习题	54	第一节 车床夹具	152
第三章 机械加工工艺规程	55	第二节 铣床夹具	160
第一节 基本概念	55	第三节 钻床夹具	167
第二节 零件的工艺分析	62	第四节 组合夹具	179
第三节 零件毛坯的选择	67	第五节 数控机床夹具	183
第四节 定位基准的选择	75	第六节 电加工机床夹具	188
第五节 工艺路线的拟定	82	第七节 磨床夹具	194
第六节 加工余量的确定	90	习题	201
第七节 工序尺寸及其公差确定	94	参考文献	203

【学习目标】

1. 了解金属切削加工的特点。
2. 了解金属切削加工的种类。
3. 理解不同加工方法的原理。

第一节 切削加工及其分类

一、切削加工的概念

用切削刀具从工件上切除多余的金属材料，从而使工件的形状、尺寸精度及表面质量都合乎预定要求的加工，称为切削加工，如图 1-1 所示为部分切削加工实例。

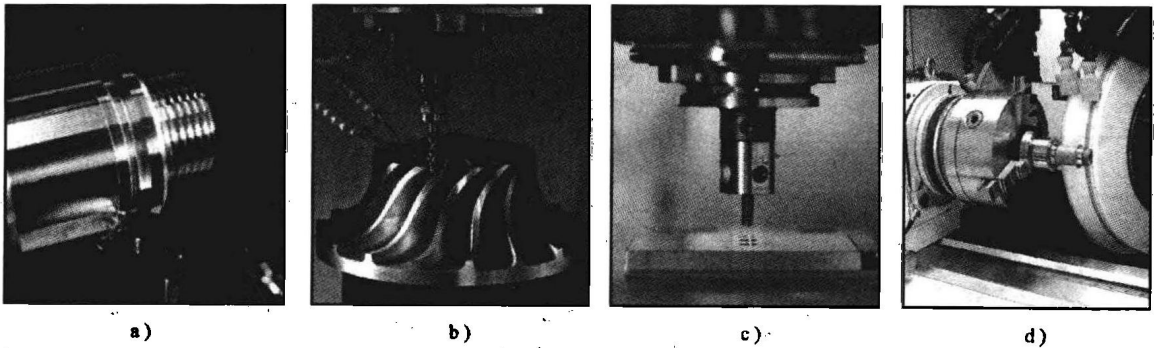


图 1-1 部分切削加工实例

a) 车削加工 b) 铣削加工 c) 钻削加工 d) 磨削加工

要切下金属，必须使刀具和工件之间有相对运动，例如用车床加工时，工件必须旋转，车刀必须做直线（或曲线）运动；用铣床加工时，铣刀必须旋转，工件必须做直线（或曲线）运动；用刨床加工时，工件和刨刀之间必须有相对的直线往复运动和垂直于直线往复运动方向上的移动。总之，只有在刀具和工件产生相对运动的情况下，才能实现对金属材料的切削加工。

二、切削加工的种类

金属材料的切削加工有许多分类方法，常见的有按工艺特征分类、按材料切除率和加工精度分类和按表面成形方法分类三种。

1) 按工艺特征不同，切削加工一般可分为车削、铣削、钻削、刨削、磨削、镗削、铰削、插削、拉削、锯削、研磨、珩磨、抛光、齿轮加工和蜗轮加工等。

2) 按材料切除率和加工精度不同，切削加工可分为粗加工、半精加工、精加工、精整加工、修饰加工和超精密加工等。

3) 按表面成形方法不同，切削加工可分为刀尖轨迹法、成形刀具法和展成法。

其中，用刃形和刃数都固定的刀具进行切削的方法有车削、钻削、镗削、铣削、刨削、拉削和锯削等；用刃形和刃数都不固定的磨具或磨料进行切削的方法有磨削、研磨、珩磨和抛光等。

三、切削加工的原理特点

总的来说，切削加工的原理就是利用刀具和工件产生相对运动来实现对金属材料的切削加工。下面介绍的是车削加工、铣削加工、钻削加工、刨削加工和磨削加工的特点。需要注意的是，相同的加工方法，用的机床可能不尽相同，例如都是车削加工，可能用的是普通车床，也可能用的是数控车床；同样是普通车床或者数控车床，可能是卧式车床也可能是立式车床。

1. 车削加工的特点

车削加工是在车床上利用工件的旋转运动和刀具的直线（或曲线）运动来加工各种回转体表面的方法，如图 1-2 所示为车床与车削加工及其工件。车削运动的特点：工件的旋转运动为主运动，刀具的直线（或曲线）运动为进给运动。

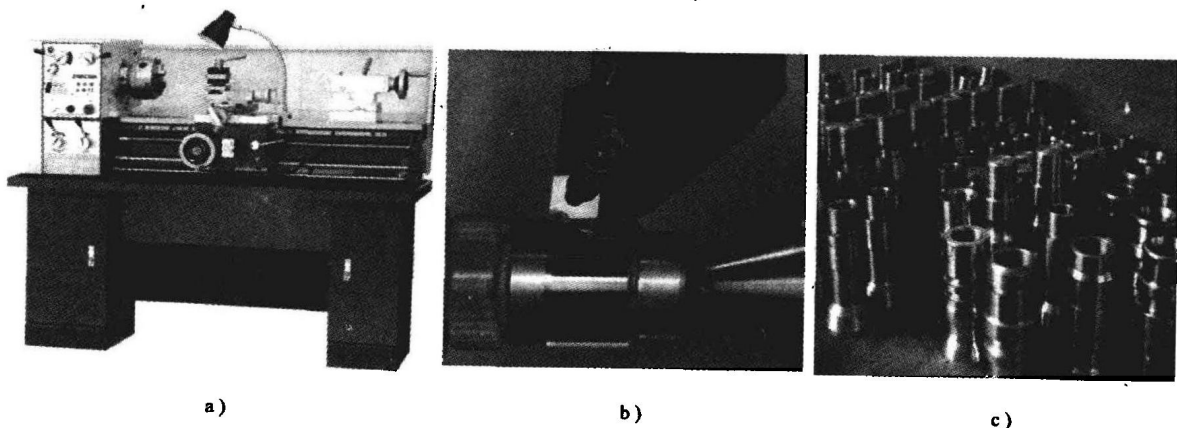


图 1-2 车床与车削加工及其工件

a) 车床 b) 车削加工 c) 加工工件

车削加工是机械加工中应用最为广泛的加工方法之一，其加工范围很广（见图 1-3）。在机械加工中，车床占机床总数的 1/3 以上。无论是在大批量生产、单件小批量生产还是在机械维护修理方面，车削加工都占有非常重要的地位。

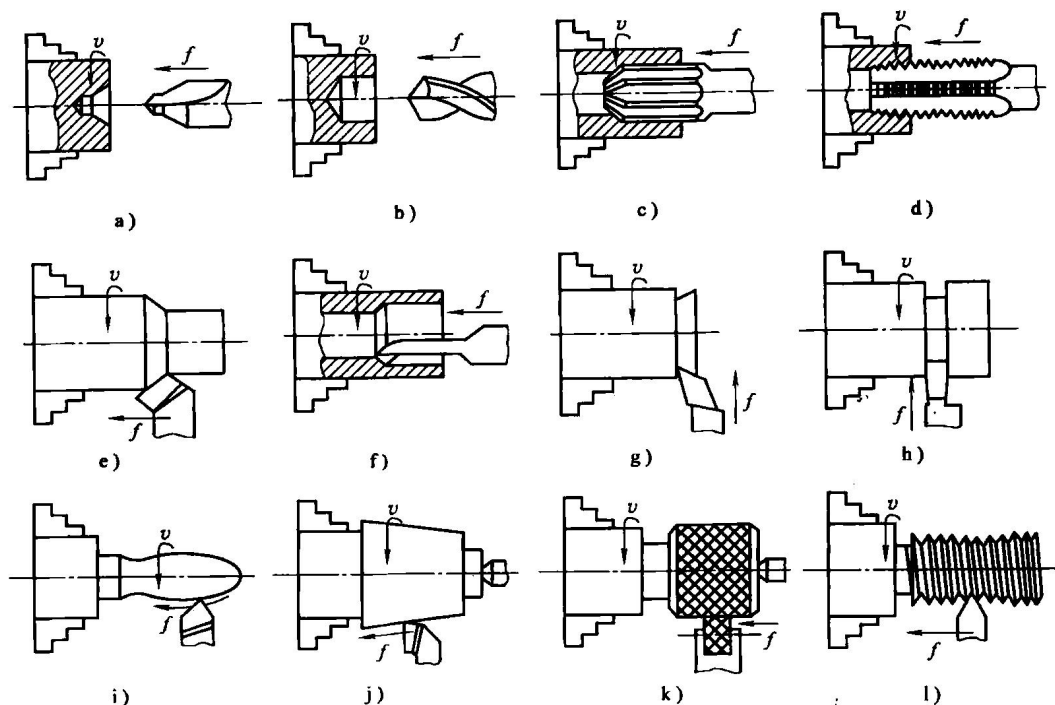


图 1-3 车床的加工范围

- a) 钻中心孔 b) 钻孔 c) 铰孔 d) 攻螺纹 e) 车外圆 f) 车内孔
g) 车端面 h) 切槽 i) 车成形面 j) 车锥面 k) 滚花 l) 车螺纹

2. 铣削加工的特点

铣削加工是在铣床上利用刀具的旋转运动和工件的移动（或转动）来加工工件的方法，如图 1-4 所示为铣床与铣削加工及其工件。铣削运动的特点：刀具的旋转运动为主运动，工件随工作台的移动为进给运动。

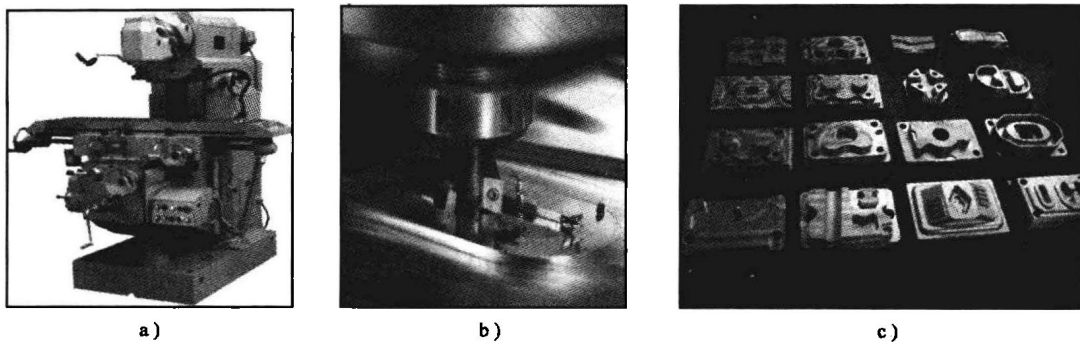


图 1-4 铣床与铣削加工及其工件

- a) 普通铣床 b) 铣削加工 c) 加工工件

铣削加工是机械加工中应用最为广泛的方法之一，其加工范围非常广（见图 1-5）。在模具制造中，铣床约占机床总数的一半，所以铣削加工的地位相当重要。随着数控技术的发展，出现了高速铣削加工，该加工最突出的优势是可以获得较高的金属切除率、很高的加工精度和良好的加工表面质量。随着对高速加工技术研究的不断深入，尤其是在加工机床、数

控系统、刀具系统、CAD/CAM 软件等相关技术的推动下，高速切削加工技术已越来越多地应用于模具型腔的加工制造中。

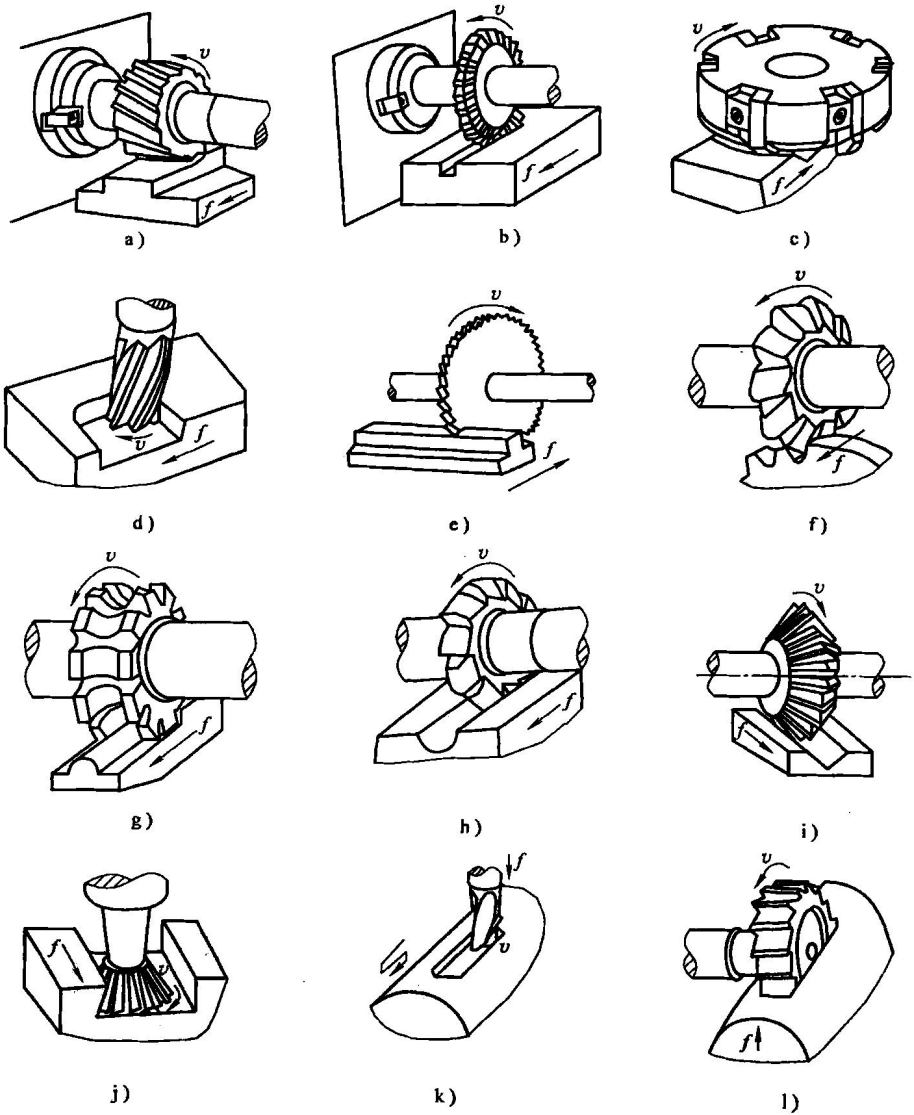


图 1-5 铣床的加工范围

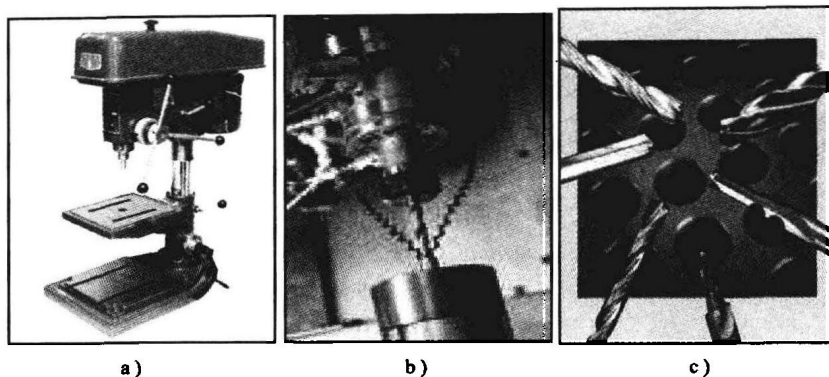
- a) 圆柱铣刀铣平面 b) 三面刃铣刀铣台阶面 c) 面铣刀铣平面 d) 立铣刀铣凹面 e) 锯片铣刀切断
 f) 齿轮铣刀铣齿轮 g) 凹半圆铣刀铣凸圆弧面 h) 凸半圆铣刀铣凹圆弧面 i) 角度铣刀铣 V 形槽
 j) 燕尾槽铣刀铣燕尾槽 k) 键槽铣刀铣键槽 l) 半圆键槽铣刀铣半圆键槽

3. 钻削加工的特点

钻削加工是在钻床上利用刀具的旋转运动和刀具从上到下的移动来加工工件的方法。钻削运动的特点是：刀具的旋转运动为主运动，刀具从上到下的移动为进给运动。钻削加工的目的就是钻孔，如图 1-6 所示为钻床与钻削加工及其加工的孔。

4. 刨削加工的特点

刨削加工是在刨床上，工件与刀具产生相对的直线往复运动，工件（或刀具）在垂直

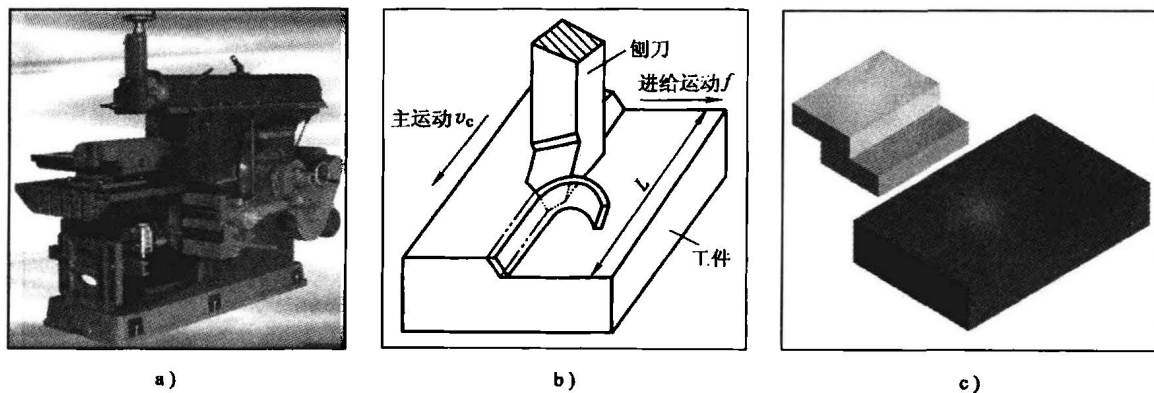


a) b) c)

图 1-6 钻床与钻削加工及其加工的孔

a) 钻床 b) 钻削加工 c) 钻头与加工的孔

于往复运动方向上做间歇的移动，用这种方式来进行切削加工的方法。刨削运动的特点是：工件和刀具之间相对的直线往复运动为主运动，工件（或刀具）在垂直于往复运动方向上做间歇的移动为进给运动。如图 1-7 所示为刨床与刨削加工及其加工工件。



a) b) c)

图 1-7 刨床与刨削加工及其加工工件

a) 刨床 b) 刨削加工 c) 加工工件

刨床可以加工各种平面，在一些特殊装置下还可以加工一些曲面。刨床有不同的种类，其中牛头刨床主要是用来加工比较短的平面；龙门刨床主要用来加工尺寸比较大的平面。因为加工平面的效率比较低，一般刨床用于批量小而产品种类比较多的情况。在加工比较大批量平面的时候，一般都选用铣床等机床，所以刨床在一般工厂很少见到，但在加工狭长平面的时候，龙门刨床在多刀加工的时候效率很高，甚至超过铣床。刨床加工成本低、刀具简单，且比较灵活。

5. 磨削加工的特点

磨削加工是利用砂轮的旋转运动以及工件和砂轮的相对移动来加工工件的方法，其切削运动的特点是：砂轮的旋转运动为主运动，工件和砂轮的相对移动为进给运动。磨削加工的形式有平面磨削、外圆磨削、内圆磨削和切割磨削，如图 1-8 所示。平面磨削、外圆磨削和内圆磨削都是在磨床上进行的，而切割磨削用的是砂轮切割机。

磨削加工的切削是靠砂轮表面的磨粒完成的。砂轮表面有无数尖锐的磨粒和无数圆钝的磨粒，砂轮高速旋转时，尖锐的磨粒以极高的速度从工件表面切下一条条极细微的切屑，圆

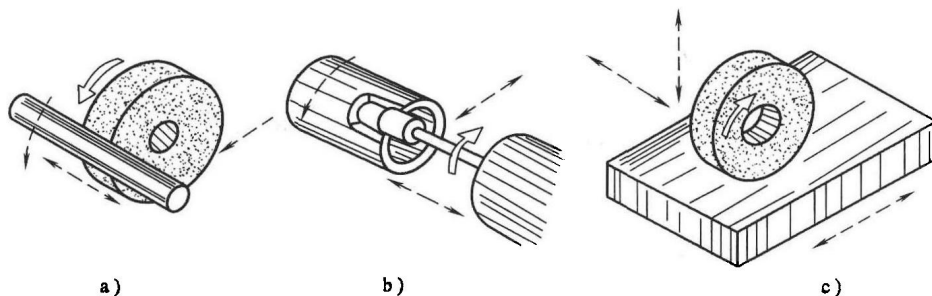


图 1-8 磨削加工的形式

a) 外圆磨削 b) 内圆磨削 c) 平面磨削

钝的磨粒又起到挤压、抛光的作用，所以经过磨削加工的表面残留面积的高度极小，表面质量较好。一般来说，刀具加工属于粗加工或半精加工，而磨削加工属于精加工。磨削加工易获得较高的加工精度，在一般的加工条件下，其精度都可以达到 IT5 ~ IT6。对硬材料的精加工或高精加工，常常选用磨削加工。目前，磨削加工是应用最为广泛的精加工方法之一，如图 1-9 所示为磨床与磨削加工。

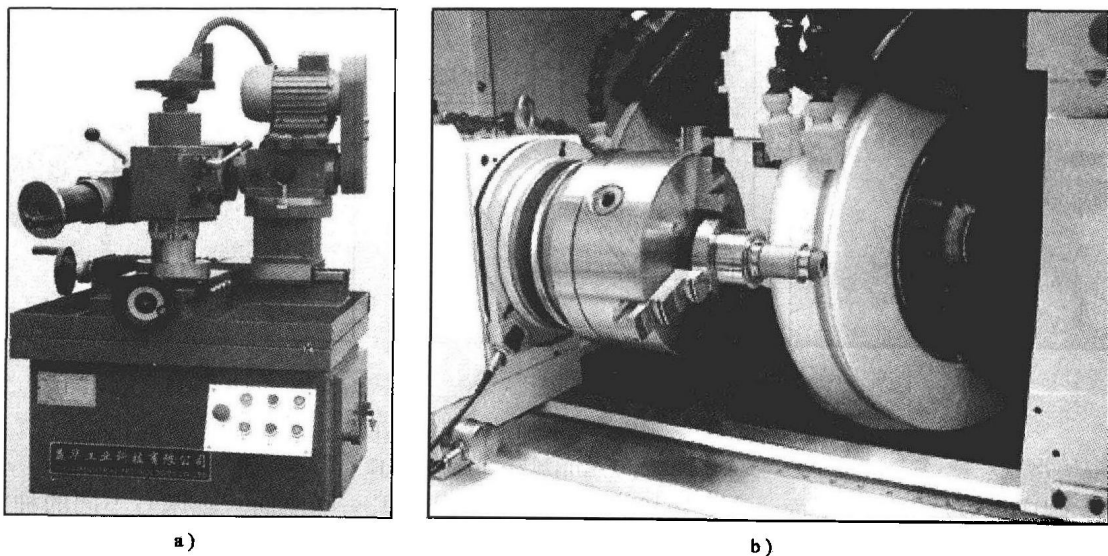


图 1-9 磨床与磨削加工

a) 磨床 b) 磨削加工

第二节 切削运动

一、零件加工表面的形成

机械零件的形状很多，但分析起来，组成零件的表面主要有以下几种：

1) 圆柱面。是以直线为母线、以圆为轨迹，且母线垂直于轨迹所在平面做旋转运动时所形成的表面，如图 1-10a 所示。

2) 圆锥面。是以直线为母线、以圆为轨迹，且母线与轨迹所在平面相交成一定角度做

旋转运动时形成的表面，如图 1-10b 所示。

3) 平面。是以直线为母线、以另一直线为轨迹做平移运动时所形成的表面，如图 1-10c 所示。

4) 成形面。是以曲线为母线、以圆为轨迹做旋转运动或以直线为轨迹做平移运动时所形成的表面，如图 1-10d、图 1-10e 所示。

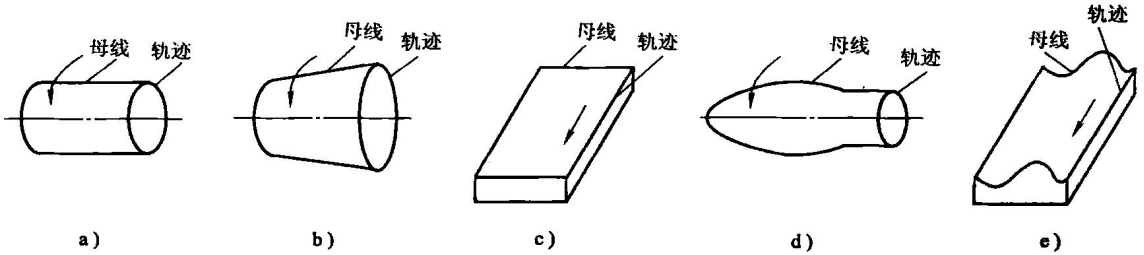


图 1-10 零件加工表面的形成

a) 圆柱面 b) 圆锥面 c) 平面 d)、e) 成形面

二、切削运动的分类

零件表面都是靠刀具与工件之间一定的相对运动，即切削运动形成的。按切削运动所起的作用，切削运动可分为主运动和进给运动。

1. 主运动

主运动是切屑被切除下来所需要的最基本的运动。在切削运动中，主运动的速度最高、消耗的功率最大，且主运动只有一个，其运动形式有旋转运动和直线往复运动两种。车削外圆时，工件的旋转运动；磨削外圆面时，砂轮的旋转运动；钻孔时，钻头的旋转运动；铣削平面时，铣刀的旋转运动；刨削平面时，刨刀的直线往复运动；都属于主运动，如图 1-11 所示的 I 运动。

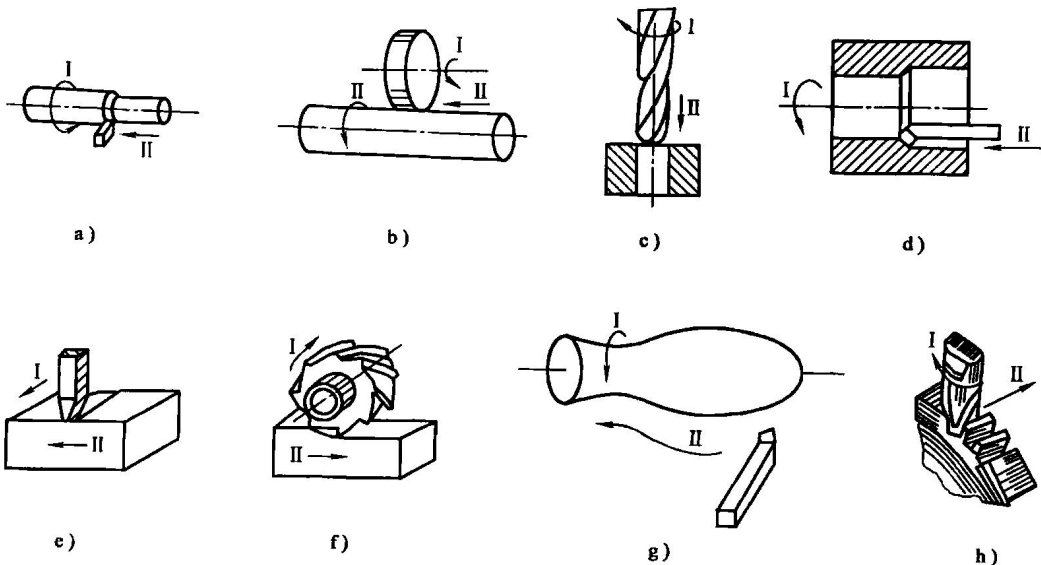


图 1-11 切削运动

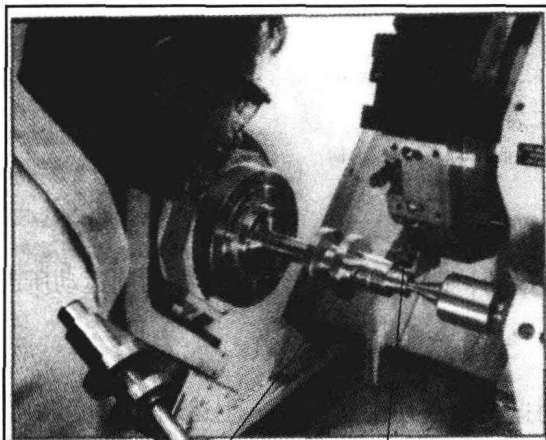
a) 车削外圆 b) 磨外圆面 c) 钻孔 d) 车削内孔 e) 刨平面 f) 铣平面 g) 车成形面 h) 铣成形面

2. 进给运动

进给运动是使刀具连续切下金属层所需要的运动，进给运动可以由一个或多个运动组成，通常它的速度较低、消耗动力较少，其形式也有旋转运动和直线运动两种。进给运动可以是连续的，也可以是间歇的。磨削外圆面时，砂轮的纵向连续直线运动和工件的旋转运动；钻孔时，钻头向下的直线运动；刨削平面时，工件的间歇直线运动；铣削平面时，工件的连续直线运动；车削成形面时，车刀的纵向连续曲线运动；都属于进给运动，如图 1-11 所示的 II 运动。

3. 主运动与进给运动的区分

按图 1-12 和图 1-13 所示的判断法则来区分主运动和进给运动。



工件

车刀

判断法则（三问三答一结果）：

(1) 几个运动？

答：两个。

(2) 什么运动？

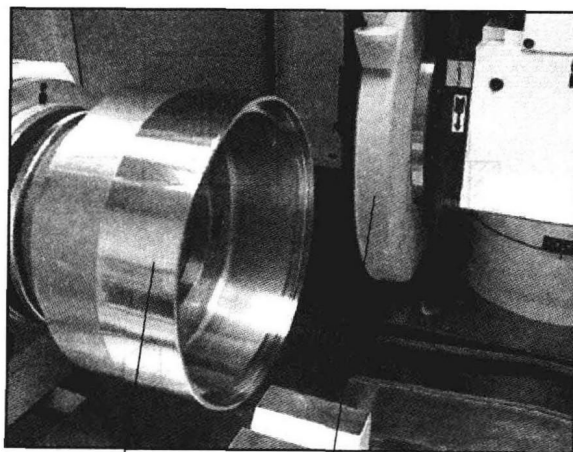
答：工件有旋转运动和车刀的直线运动。

(3) 哪个速度最高、功耗最大？

答：工件的旋转运动。

结果：工件的旋转运动为主运动；其他的运动（即车刀的直线运动）为进给运动。

图 1-12 车削加工主运动与进给运动的区分



工件

砂轮

判断法则（三问三答一结果）：

(1) 几个运动？

答：3 个。

(2) 什么运动？

答：工件的旋转运动、砂轮的旋转运动、砂轮往左（或往右）的移动。

(3) 哪个速度最高、功耗最大？

答：砂轮的旋转运动。

结果：砂轮的旋转运动为主运动；其他的运动（即工件的旋转运动、砂轮的左右移动）为进给运动。

图 1-13 磨削加工主运动与进给运动的区分

4. 加工过程中形成的三种表面

工件在切削过程中将形成三种表面，如图 1-14 所示：

- 1) 待加工表面。是指工件上有待切除的表面。
- 2) 已加工表面。是指工件上经刀具切削后产生的表面。
- 3) 过渡表面。是指由切削刃形成的那部分表面。

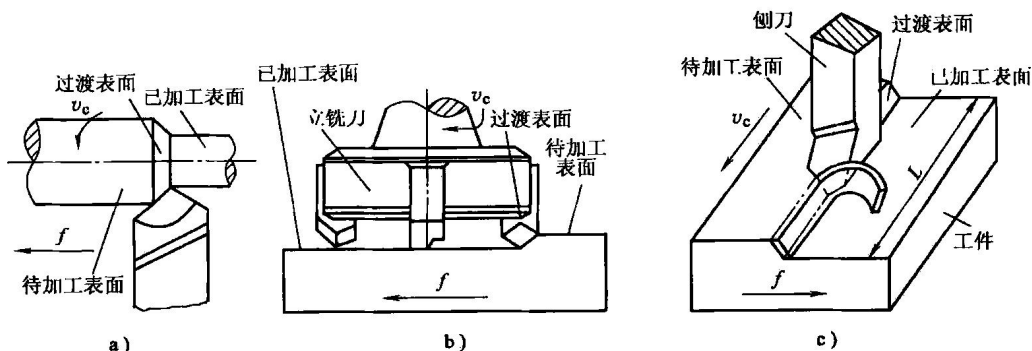


图 1-14 加工过程中形成的三种表面
a) 车削外圆 b) 铣削平面 c) 刨削平面

值得注意的是，三种表面会随着加工时间的变化而变化。例如，粗车外圆时，在同一次进给车削中，随着时间的变化，待加工表面会由长变短，过渡表面会随着车刀的移动而移动，从工件的一端移向另外一端，已加工表面会由短变长；下一次进给车削时，前次进给车削时的已加工表面就变成了待加工表面，而过渡表面和已加工表面将在车削中产生。

第三节 金属切削过程及其物理现象

金属的切削过程实际上是切屑形成的过程，在这个过程中，切削力、积屑瘤、加工硬化和刀具磨损等都直接对加工质量和生产效率产生很大的影响。所以，理解切削过程及其物理现象对实际生产有非常重要的意义。

一、切屑的形成过程及切屑的种类

1. 切屑的形成过程

金属的切削过程是被切削金属层在刀具切削刃和前刀面的挤压作用下而产生剪切、滑移变形的过程。切削金属时，切削层金属受到刀具的挤压开始产生弹性变形（第一阶段）；随着刀具的推进，应力、应变逐渐加大，当应力达到材料的屈服强度时产生塑性变形（第二阶段）；刀具再继续切入，当应力达到材料的抗拉强度时，金属层被挤裂而形成切屑（第三阶段）。实际上，由于加工材料的性能与切削条件等不同，上述过程的三个阶段不一定能完全显示出来。

2. 切屑的种类

工件材料的塑性不同，刀具角度及切削用量不同，会形成不同类型的切屑，并对切削加工有不同的影响。常见的切屑分为三种，如图 1-15 所示。

(1) 带状切屑 使用较大前角的刀具，以较高的切削速度和较小的进给量切削塑性材料时，容易形成带状切屑。形成带状切屑时，切削过程中的切削力和切削热均较小，切削过程较平稳，加工表面较光洁，但切屑连续不断，会缠在工件或刀具上，影响工件的质量且不

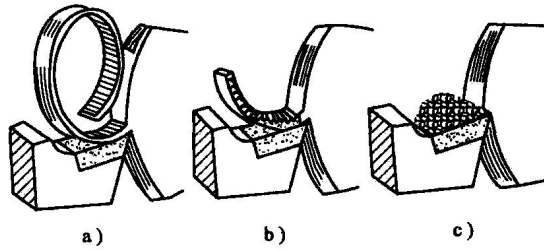


图 1-15 切屑的种类

a) 带状切屑 b) 节状切屑 c) 崩碎切屑

安全，生产中通常要用其他办法协助断屑（如在车刀上磨断屑槽）。

(2) 节状切屑 采用较低的切削速度和较大的进给量切削中等硬度的钢材料时，容易形成节状切屑。这种切屑的形成是典型的金属切削过程，由于其切削力波动较大，故工件表面一般比较粗糙。

(3) 崩碎切屑 在加工铸铁、青铜等脆性材料时，易形成崩碎切屑。产生崩碎切屑时，切削力和切削热都集中在主切削刃和刀尖附近，刀尖易磨损，容易产生振动，影响加工表面质量。

二、积屑瘤和加工硬化

在一定条件下切削塑性金属材料时，往往在前刀面上靠近切削刃处粘结着一小块很硬的楔形的金属，这块金属叫做积屑瘤，又叫刀瘤，如图 1-16 所示。

1. 积屑瘤的形成

切削塑性金属时，在一定的切削条件下，随着切屑和刀具前刀面温度的升高、压力的增大，摩擦阻力增大，使切削刃处的切屑底层流速降低。当摩擦阻力超过这层金属与切屑本身分子间的结合力时，这部分金属便粘附在切削刃附近，形成楔形的积屑瘤。

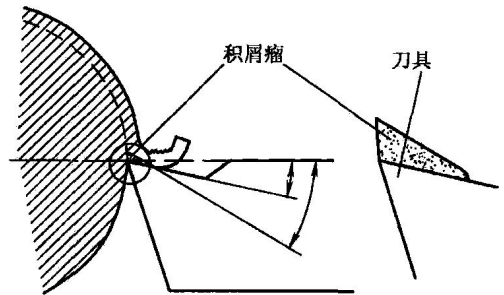


图 1-16 积屑瘤

2. 积屑瘤对切削加工的影响

积屑瘤经过强烈的塑性变形而被硬化，其硬度很高，可代替切削刃进行切削，起到保护切削刃的作用，同时，积屑瘤增大了刀具的实际工作前角，使切削轻快。因此粗加工时，积屑瘤对切削加工和刀尖保护都是有利的，但是积屑瘤是不稳定的，会不断产生和脱落，其顶端伸出切削刃之外，使背吃刀量不断变化，从而影响尺寸精度，还导致切削力变化，引起振动，使工件表面粗糙度增大。所以，精加工时应避免产生积屑瘤。

3. 避免积屑瘤的措施

采用低速 ($2 \sim 5\text{m}/\text{min}$) 或高速 ($>75\text{m}/\text{min}$) 切削、减少进给量、增大刀具前角、降低前刀面粗糙度值、合理使用切削液、适当降低材料塑性等，都是防止积屑瘤产生的有效措施。

4. 加工硬化及防止措施

在切削塑性材料时，有时会发现工件已加工表面金属的硬度比工件加工前表面的硬度有明显提高，而塑性降低，这种现象称为加工硬化。加工硬化主要是由于刀具对已加工表面的

挤压和摩擦使已加工表面材料发生复杂的变形的结果。例如，在切断工件时，当某一瞬间吃刀过小或停止了吃刀，使刀具在原位置与工件摩擦，这时便可以看到工件表面被挤得发亮，如果此后再吃刀就难以切入，这就是由于刀具与工件间的挤压和摩擦而使工件表面产生加工硬化的结果。另外，当使用变钝了的刀具进行切削时，刀尖圆角增大，工件表面也常常被挤压和摩擦得发亮，硬度有显著的提高。

为了防止产生加工硬化，应该适当加大背吃刀量或者降低切削速度；对已经被硬化的表面，要适当改变切削用量，背吃刀量一定要大于硬化表面的厚度，切削速度也要适当降低，才能把硬化表面切除。

第四节 切削热与切削温度

切削热与切削温度是切削过程中产生的又一重要物理现象。切削时做的功，可转化为等量的热。切削热除少量散逸在周围介质中外，其余均传给刀具、切屑和工件，并使它们温度升高，引起工件变形，加速刀具磨损。因此，研究切削热与切削温度具有重要的实用意义。

一、切削热的产生与传散

在切削加工过程中，绝大部分的切削功都转变成热，这些热称为切削热。被切削的金属在刀具的作用下，发生弹性和塑性变形而消耗功，这是切削热的一个重要来源，占切削热总热量的 $2/3 \sim 3/4$ 。此外，切屑与前刀面、工件与后刀面之间的摩擦也要消耗功，也产生出大量的热量。因此，切削时共有三个发热区域，即剪切面、切屑与前刀面接触区、后刀面与已加工表面接触区，如图1-17所示。三个发热区与三个变形区相对应，越靠近这三个区温度越高，越远离这三个区温度越低。所以，切削热的来源就是切屑变形功和前、后刀面的摩擦功。切削塑性金属时，切削热主要由剪切区变形热和前刀面摩擦热形成；切削脆性金属时，切削热中后刀面摩擦热占的比例较多。

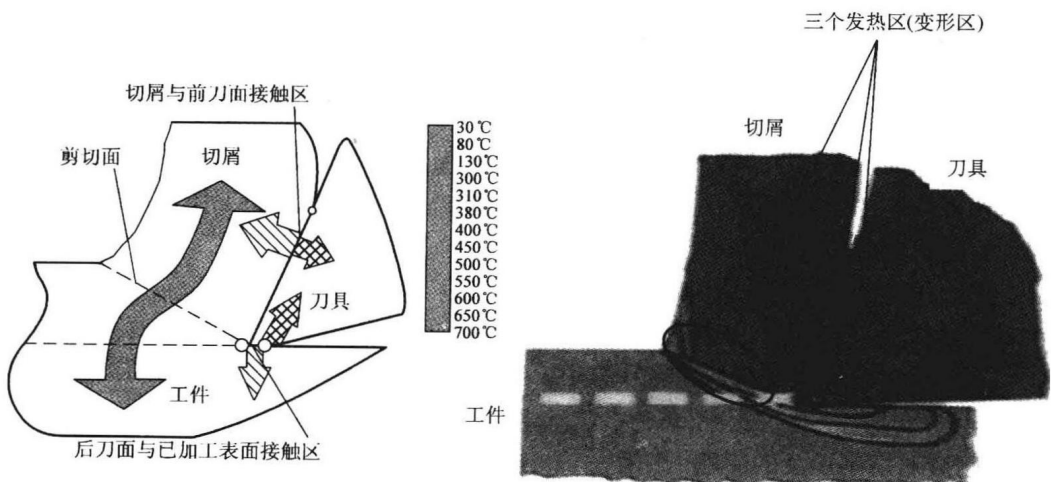


图1-17 切削热的产生与传散

切削热通过切屑、刀具、工件和周围介质传散，各部分传热的比例取决于工件材料、切削速度、刀具材料及其几何形状、加工方式以及是否使用切削液等。例如，不用切削液车