



中等职业教育“十二五”规划教材



# 机械常识与钳工实训

JIXIE CHANGSHI YU QIANGONG SHIXUN

主编 张全福 谭宏图 马志刚

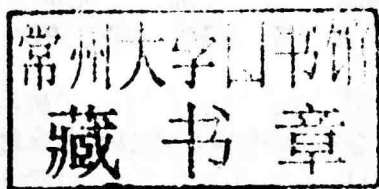


航空工业出版社

中等职业教育“十二五”规划教材

# 机械常识与钳工实训

主编 张全福 谭宏图 马志刚



航空工业出版社

北京

## 内 容 提 要

本书是根据教育部 2009 年颁布的《中等职业学校机械常识与钳工实训教学大纲》，并参考相关国家职业标准编写而成的。本书分为上下两篇，上篇为机械常识，主要包括概述、机械识图、常用机械传动、常用工程材料等内容；下篇为钳工实训，主要包括钳工入门、常用量具、划线、锯削、锉削、孔加工、攻螺纹、综合训练、机械拆装技术基础等内容。

本书可作为中等职业学校非机类专业以及其他相关专业的专业基础课程教材，也可作为职工培训教材或自学用书。

## 图书在版编目 (C I P) 数据

机械常识与钳工实训 / 张全福, 谭宏图, 马志刚主编. — 北京 : 航空工业出版社, 2014. 5  
ISBN 978-7-5165-0466-6

I. ①机… II. ①张… ②谭… ③马… III. ①机械学—中等专业学校—教材②钳工—中等专业学校—教材  
IV. ①TH11②TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 086881 号

## 机械常识与钳工实训 Jixie Changshi yu Qiangong Shixun

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑 2 号院 100012)

发行部电话: 010-84934379 010-84936343

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2014 年 5 月第 1 版

2014 年 5 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 12

字数: 277 千字

印数: 1—6000

定价: 28.00 元

# 编 者 的 话



本书是根据教育部 2009 年颁布的《中等职业学校机械常识与钳工实训教学大纲》，并参考相关国家职业标准编写而成的。本书结合企业生产，增强了实用性，做到了理论知识与技能训练的统一，可使学生掌握与非机类相关专业有关的机械常识和钳工技能，并为学生学习后续专业课程打下基础。

本书具有以下特点：

1. 本书根据中等职业学校生源的认知水平，采用新的课程体系和编排次序，对课程相关内容进行提炼和整合，突出重点，讲求实用。
2. 本书遵循中等职业教育“实际、实用、实效”的原则，强化“能力为本，三创一实”的精神，力求深入浅出，图文并茂。
3. 本书注重学生的动手操作能力和学习能力，让学生通过实际操作更加扎实地掌握机械常识和钳工技能。

本书由张全福、谭宏图和马志刚担任主编，张秋臣、吕莹和赵长珍担任副主编，张旭、孙凯晔、申祖辉和王义平参与编写。

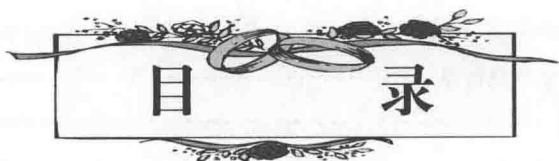
由于编者的水平和视野有限，书中不妥或不周之处在所难免，敬请专家、同行和广大读者批评指正，以使本书在教学实践中不断完善。

本书在编写过程中参考了大量的机械常识与钳工实训文献资料，在此向这些资料的作者表示衷心的感谢。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可登录北京金企鹅文化发展中心的网站（[www.bjjqe.com](http://www.bjjqe.com)）下载。

编 者

2014 年 4 月



# 目 录

## 上 篇

第1章 概 述 .....	2
1.1 机械概述 .....	2
1.1.1 基本概念 .....	2
1.1.2 机器的组成 .....	4
1.2 机械产品的制造过程 .....	5
1.2.1 机械产品生产过程及机械加工工艺流程 .....	5
1.2.2 机械加工工种分类 .....	7
本章小结 .....	9
思考与练习 .....	10
第2章 机械识图 .....	11
2.1 机械识图常识 .....	12
2.1.1 机械制图的基本规定 .....	12
2.1.2 投影法与三视图 .....	21
2.2 机械图样的表达方法 .....	27
2.2.1 机械图样的表达方法 .....	27
2.2.2 机械图样中的技术要求 .....	35
2.3 零件图 .....	46
2.3.1 零件图概述 .....	46
2.3.2 识读零件图 .....	48
2.3.3 标准件和常用件 .....	51
2.4 装配图 .....	62
2.4.1 装配图概述 .....	62
2.4.2 识读装配图的方法和步骤 .....	64
本章小结 .....	66
思考与练习 .....	67

第3章 常用机械传动 .....	74
3.1 带传动 .....	74
3.1.1 带传动的工作原理及特点 .....	74
3.1.2 带传动的种类 .....	76
3.1.3 带传动的调整 .....	76
3.2 链传动 .....	77
3.2.1 链传动的工作原理及特点 .....	77
3.2.2 链条的种类 .....	78
3.3 齿轮传动 .....	79
3.3.1 齿轮传动的工作原理及特点 .....	79
3.3.2 齿轮的分类 .....	80
3.4 机械润滑与密封 .....	81
3.4.1 机械润滑 .....	81
3.4.2 机械密封 .....	84
本章小结 .....	86
思考与练习 .....	87
第4章 常用工程材料 .....	89
4.1 常用金属材料 .....	89
4.1.1 金属材料的性能 .....	89
4.1.2 钢铁材料 .....	92
4.1.3 有色金属 .....	95
4.2 工程塑料 .....	98
4.2.1 塑料的概念及分类 .....	98
4.2.2 常见塑料 .....	98
本章小结 .....	100
思考与练习 .....	100
下 篇	
项目1 钳工入门 .....	104
任务 认识钳工岗位 .....	107
思考与练习 .....	109
项目2 常用量具 .....	110
任务一 用游标卡尺测量塑料导线外径 .....	110
任务二 用千分尺测量滚动轴承外径 .....	113

任务三 用万能角度尺测量角度样板上的角度	116
任务四 用直角尺和塞规测量六角螺母	119
思考与练习	122
项目 3 划 线	123
任务 手锤划线	123
思考与练习	130
项目 4 锯 削	131
任务 手锤锯削	131
思考与练习	138
项目 5 锉 削	139
任务 手锤锉削	139
思考与练习	149
项目 6 孔加工	150
任务 手锤钻孔	150
思考与练习	159
项目 7 攻螺纹	160
任务 手锤攻螺纹	160
思考与练习	165
项目 8 综合训练——制作六角螺母	166
任务 制作六角螺母	166
思考与练习	170
项目 9 机械拆装技术基础	171
任务 拆装台虎钳	171
思考与练习	174
附录 I 基本尺寸小于 500 mm 的孔的极限偏差表	175
附录 II 基本尺寸小于 500mm 的轴的极限偏差表	177
附录 III 六角头螺栓	179
参考文献	181

# 上篇



# 第 1 章 概 述

主要内容	能力要求	相关知识
机械概述	了解机械的基本知识	零件、构件、部件、机构、机器、机械及运动副的基本概念,机器的组成,运动副的分类
机械产品的制造过程	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 了解机械产品生产过程及机械加工工艺过程的概念,机械加工工艺过程的组成;</li><li>2. 了解生产类型的分类;</li><li>3. 了解工序集中与分散的情况;</li><li>4. 了解机械加工工艺规程的内容及工艺文件;</li><li>5. 了解机械加工工种的分类</li></ol>	机械产品生产过程及机械加工工艺过程的概念,机械加工工艺过程的组成;生产类型的分类;工序集中与分散的含义;机械加工工艺规程的内容;机械加工工种的分类



## 导 读

机械作为现代社会进行生产和服务的五大要素(人、资金、能量、材料和机械)之一,无论是生活中的汽车、轮船、风扇、钟表、照相机、冰箱、电视、空调、吸尘器,还是生产中的各种机床、自动化设备等,都含有机械的成分,或者说被包含在广义的机械中。机械制造业为国民经济提供技术装备,是反映国家工业化程度的主要标志之一。

## 1.1 机械概述

### 1.1.1 基本概念

#### 1. 零件、构件与部件

零件是机械制造的最小单元,如齿轮、螺钉、弹簧等。机械零件通常可分为通用零件和专用零件两类。通用零件是指各类机器中在普通工作环境下经常用到的尺寸一般、使用频率高的零件,如螺栓、轴、齿轮等。专用零件是指仅出现在某些特定机械中的零件,如

曲轴、活塞、叶轮等。

构件是机械运动的最小单元,它可以是一个零件,也可以是若干零件组成的刚性组合体。

部件是装配的最小单元,如减速器、离合器、滚动轴承等。

## 2. 机构、机器与机械

机构是用来传递运动和动力的构件系统。机构通常具有以下两个特征:

- ① 机构是一种人为的实物构件组合。
- ② 机构各部分之间具有确定的相对运动。

机器除了具备机构的特征外,还必须具备另外一个特征,即能代替人类的劳动以完成有用的机械功或转换机械能。因此,机器可以看成是能够转换机械能或完成有用机械功的机构。

机械是机器和机构的总称。

## 3. 运动副

运动副是两构件直接接触并能产生一定相对运动的可动连接。当两构件组成运动副时,构件上参与接触的点、线和面称为运动副元素。根据运动副中两构件的接触形式不同,运动副可分为低副和高副。

### (1) 低副

低副是指两构件以面接触的运动副。根据两构件之间的相对运动形式不同,低副可分为转动副、移动副和螺旋副。

- 转动副:是指构成运动副的两构件只能绕某一轴线做相对运动。如图 1-1a 所示的铰链连接就是一种转动副,它由圆柱销和销孔及其两端面组成。铰链的连接构件只能绕 Z 轴自由转动,沿 X 轴和 Y 轴的自由移动则被约束。
- 移动副:是指构成运动副的两构件只能做相对直线移动,如图 1-1b 所示。
- 螺旋副:是指构成运动副的两构件只能沿轴线做相对螺旋运动,如图 1-1c 所示。

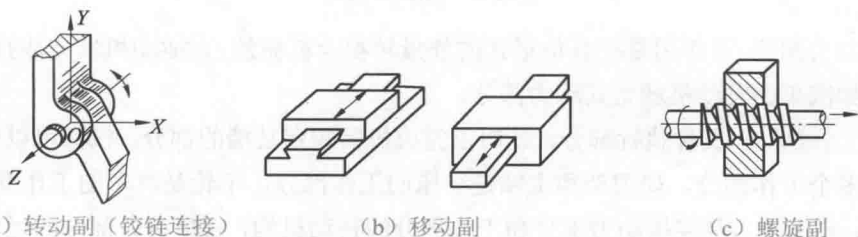


图 1-1 低副

低副的接触表面一般为平面或圆柱面,易于制造和维修,承受载荷时单位面积压力较低(故称为低副),因此,低副的承载能力较大。低副属于滑动摩擦,摩擦损失大,因而效率较低。低副不能传递较复杂的运动。

## (2) 高副

高副是指两构件以点或线接触的运动副。车轮与钢轨的接触（如图 1-2a 所示）、齿轮的啮合（如图 1-2b 所示）等都属于线接触的高副；凸轮与从动杆的接触（如图 1-2c 所示）等属于点接触的高副。



图 1-2 高副

高副在承受载荷时单位面积压力较高（故称为高副），其承载能力不如低副。高副的两构件接触处易磨损，寿命短，制造和维修也比较困难。但高副能够传递较复杂的运动。

在机构中，所有运动副均为低副的机构称为低副机构；而至少有一个运动副是高副的机构称为高副机构。

### 1.1.2 机器的组成

一台机器通常由动力部分、传动部分、工作部分和操纵或控制部分组成，如图 1-3 所示。



图 1-3 机械的组成

- 动力部分：其作用是把其他形式的能量转换为机械能，以驱动机器完成预定功能，如汽车的发动机就是其动力部分。
- 工作部分：又称执行部分，是用以完成机器预定功能的部分。机器可以有一个或多个工作部分，如刀架和主轴是车床的工作部分，车轮是汽车的工作部分等。
- 传动部分：是连接动力部分和工作部分的传动机构，它将动力部分的运动和动力传递到工作部分。传动部分可以实现变速、换向和改变运动形式（如把旋转运动变为直线运动）等功能。离合器、变速箱、传动轴等是汽车的传动部分。
- 操纵或控制部分：是反映机器的运动情况、控制机器的正常运行和工作的部分。如排挡杆、刹车、油门、里程表、速度表、方向盘和转向系统等是汽车的操纵或

控制部分。

## 1.2 机械产品的制造过程

### 1.2.1 机械产品生产过程及机械加工工艺过程

#### 1. 机械产品的生产过程

机械产品的生产过程是指把原材料变为成品的全过程,包括产品设计、生产组织准备、技术准备、原材料和外购件的供应,以及毛坯制造、机械加工、热处理、装配、检验、试加工、涂装、包装等。

#### 2. 机械加工工艺过程的组成

工艺是指制造产品的方法。在生产过程中,改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。采用机械加工的方法,使生产对象成为成品零件的过程称为机械加工工艺过程。

机械加工工艺过程由按一定顺序安排的工序组成。工序是指一个或一组工人在同一个工作地点对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。其主要划分依据是工作地点(或设备)是否变动和加工过程是否连续。毛坯依次通过各道工序,逐渐加工成所需零件。工序可分为若干安装、工位、工步和进给。

- 安装:是指工件经过一次装夹所完成的那一部分工序。在一道工序中可以有一次或多次安装。由于安装次数越多,所引起的误差越大,安装工件的辅助时间越长,所以,同一工序中应尽可能减少工件安装次数。
- 工位:是指为完成一定的工序内容,一次安装工件后,工件与夹具或设备的可动部分相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置。一次安装中可以有一个或多个工位。
- 工步:是指在加工表面和加工工件不变的情况下,所连续完成的那一部分工序。为了提高生产效率而采用多刀同时加工几个表面的工步称为复合工步,复合工步是一个工步。
- 进给:又称走刀,是指在一个工步中,因切除的金属层较厚而多次切削的每一次切削。在一个工步中可以包含一次或多次进给。

在机械加工工艺过程卡片中,一般不严格区别工步和工位,即把工位作为工步。

### 3. 生产类型

根据市场情况，工程每年所生产的产品数量称为生产纲领（或年产量）。根据生产纲领的大小，机械制造业的生产类型可以分为单件生产、成批生产和大量生产三类。

#### （1）单件生产

生产的产品种类多且数量少，仅制造一个或几个，制造完成后就不再制造或再制造不定期，这种生产类型称为单件生产。例如，大型设备的制造，工具和机修车间生产及新产品试制等，大都属于单件生产。

#### （2）成批生产

生产的产品零件数量较多，能成批进行加工，并且通常周期性重复生产，这种生产类型称为成批生产。根据批量大小的不同，成批生产可分为小批、中批和大批生产。

#### （3）大量生产

在同一工作地点长期对某一零件重复进行某一工序的加工，每一种产品的产量都很大，这种生产类型称为大量生产。制造汽车、拖拉机、自行车、缝纫机等都属于大量生产。

### 4. 工序的集中与分散

在安排零件加工顺序时，除了合理划分加工阶段外，还应正确确定工序数目和工序内容。通常根据零件的批量、加工要求和工厂的实际条件确定工序的集中与分散程度。

#### （1）工序集中

工序集中是指零件的加工集中在少数几道工序中完成，每道工序的加工内容多，工艺路线短。当遇到以下情况时，应采用工序集中法。

- 当零件的相对位置精度要求很高时，采用工序集中法易于保证。
- 在加工重型工件时，采用工序集中法可减少搬运和装卸工件的困难。组合机床、多刀机床和自动机床等高生产率加工机床大多采用工序集中法加工零件。
- 单件生产时大多采用工序集中法。

#### （2）工序分散

工序分散是将零件的加工分散到很多道工序内完成，每道工序加工的内容少，工艺路线较长。当遇到以下情况时，应采用工序分散法。

- 当零件的表面尺寸精度较高，表面粗糙度值要求较小时，有必要将工序分开进行。
- 在大批量生产中，用通用机床（或单工序专用机床）和通用夹具加工时，一般采用工序分散法。
- 在批量生产中，工件尺寸不大且类型不固定时，一般采用工序分散法。
- 当工人的平均技术水平较低时，宜于采用工序分散法。

## 5. 机械加工工艺规程

### (1) 机械加工工艺规程的内容

机械加工工艺规程是规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件。其内容包括毛坯类型和材料牌号、零件加工工艺路线、各道工序的加工内容和要求、采用的加工设备和工艺装备、工件质量的检验项目和方法、切削用量和工时定额、工人技术等级等。

### (2) 工艺文件

生产中的工艺文件种类很多,现在还没有统一的格式标准。目前工厂中常用的工艺文件包括工艺过程卡、工艺卡、工序卡、机械加工技术检查卡等。

- 工艺过程卡:其内容主要包括零件需要经过的各个工种,即加工过程中的工艺路线。它是制定其他工艺文件的基础,也是生产准备、编排作业计划和组织生产的依据。工艺过程卡一般在生产管理方面使用。由于单件、小批量生产通常不编制其他较详细的工艺文件,所以通常直接采用工艺过程卡指导生产。
- 工艺卡:其主要内容包括零件的材料、毛坯种类、工序号、工序内容、工艺参数、操作要求以及采用的设备和工艺装备等。它是以工序为单位说明一个零件的全部加工过程的工艺文件。其目的是指导工人生产,帮助车间管理人员和技术人员掌握整个零件的加工过程,通常用于成批生产和重要零件的小批量生产。
- 工序卡:其内容包括工序简图,每一工步的内容、工艺参数、操作要求以及所用的设备等。它是根据工艺卡为每道工序所编制的、具体指导工人生产的技术文件,一般用于大批量零件的生产。
- 机械加工技术检查卡:其内容包括零件的检查项目,允许的偏差,检验方法和使用的工具、量具等。它是技术检验人员的重要技术文件。

## 1.2.2 机械加工工种分类

机器设备是由若干零件组成的,而零件通常需要先经过铸造、锻造、焊接等方法制成毛坯,然后经过车、铣、刨、磨、钳和热处理等加工最终成型。通常机械制造厂设有铸造、锻造、焊接、车削、铣削、刨削、磨削、钳工和热处理等多个工种。

### 1. 铸造

铸造是将熔化的金属液浇入铸型中,待其冷却凝固后,得到所需形状和尺寸的零件的加工方法。铸造而成的零件称为铸件。铸造可以制造形状复杂的零件,特别是具有复杂内腔的铸件,如箱体、机座等。由于大多数工业材料都可用于铸造,所以铸造的应用范围很广。

## 2. 锻造

锻造是在锻压设备及工具的作用下,使坯料或铸件产生塑性变形,以获得一定几何尺寸、形状和质量的锻件的加工方法。锻造可分为自由锻和模锻两种。

- 自由锻:利用冲击力或压力使金属上、下两个砧铁间产生变形以获得所需锻件。
- 模锻:金属坯料在具有一定形状的锻模膛内受压变形而获得锻件。

## 3. 焊接

焊接是高温或高压条件下,使用焊接材料(焊条或焊丝)将两块或两块以上的母材(待焊接的工件)连接成一个整体的操作方法。焊接可用于制造如桥梁、电视塔等金属结构,也可用于制造如机床床身、机座等零件。

## 4. 车削

车削是在车床上利用工件的旋转运动和刀具的直线运动改变毛坯的形状和尺寸,将其加工成符合图样要求的零件的加工方法。它可以进行如车外圆、车端面、切断、车槽、钻中心孔、镗孔、铰孔、车螺纹、车圆锥面、滚花和盘绕弹簧等操作。车削具有以下特点:

- ① 车削是最常见的加工形式,主要用于各种内、外旋转表面及其端面的加工,加工范围广泛。
- ② 加工时,工件的旋转运动是主运动,刀具的运动是进给运动。
- ③ 通常车削过程是连续切削,切削力稳定,加工平稳。
- ④ 车削加工多用于粗加工或半精加工。

## 5. 铣削

铣削是在铣床上利用铣刀的选择运动和工件相对于刀具的直线运动改变毛坯的形状和尺寸,将其加工成符合图样要求的零件的加工方法。它可以进行如平面、台阶面、键槽、V形面、T形槽、燕尾槽、螺旋槽,以及切断工件、铣削齿轮等操作。铣削具有以下特点:

- ① 铣削主要用于各种平面及沟槽的加工。
- ② 加工时,铣刀的旋转运动为主运动,装在工作台上的工件相对刀具的运动为进给运动。
- ③ 铣刀为多刃刀具,铣削时每个刀齿周期性、断续地参与铣削,所以切削刃散热效果好。
- ④ 铣削主要用于粗加工或半精加工。

## 6. 钳工

钳工是将工件装夹在台虎钳上,利用手持工具进行切削加工的加工方法。钳工主要包括以下工作内容:

① 加工一些机械方法不适宜或不能解决的零件,如零件加工过程中的划线、精密加工(刮削、研磨、锉削板样等),以及检验和修配等。

② 对设备进行组件、部件装配和总装配,以及调整、检验和试车。

③ 维修发生故障、出现损坏或长期使用后精度降低而影响使用的设备。

尽管随着制造业的发展,许多繁重的工作已被机械加工取代,但一些精度高、形状复杂的零件加工及设备安装调试和维修工作,仍需要靠钳工完成。因此,钳工是机械制造业中不可缺少的工种。

## 7. 磨削

磨削是指用磨料或磨具切除工件上多余材料的加工方法。它不仅可以磨削各种外圆面、内圆面、平面、成形面、齿轮齿廓及螺旋面等,还可以刃磨各种刀具或切断工件。磨削具有以下特点:

① 磨削所用的砂轮是一种多刃的特殊切削工具。砂轮在磨削时具有极高的线速度。普通砂轮的圆周速度为 35 m/s,高度磨削砂轮的圆周速度可达 45~85 m/s。砂轮除了可以切削工件外,还有强烈的摩擦作用,其磨削温度高达 400~1 000 °C。

② 磨削加工能使工件获得极高的加工精度和极小的表面粗糙度值。

③ 磨削时,在一次行程中切除的金属量较小,其金属切除效率较低。

④ 砂轮不仅可以磨削铜、铝、铸铁等较软材料,还可以磨削如淬硬钢件、高速钢、钛合金、硬质合金和非金属材料等硬度很高的材料。

⑤ 磨削一般是粗加工或半精加工后的最后一道工序,其磨削效果在很大程度上影响零件的质量。

## 本章小结

### 1. 机械概述

零件是机械制造的最小单元,如齿轮、螺钉、弹簧等。构件是机械运动的最小单元,它可以是一个零件,也可以是若干零件组成的刚性组合体。部件是装配的最小单元,如减速器、离合器、滚动轴承等。机构是用来传递运动和动力的构件系统。机器是能够转换机械能或完成有用机械功的机构。机械是机器和机构的总称。

运动副是两构件直接接触并能产生一定相对运动的可动连接。根据运动副中两构件的接触形式不同,运动副可分为低副和高副。一台机器通常由动力部分、传动部分、工作部分和操纵或控制部分组成。



## 2. 机械产品的制造过程

采用机械加工的方法,使生产对象成为成品零件的过程称为机械加工工艺过程。根据生产纲领的大小,机械制造业的生产类型可以分为单件生产、成批生产和大量生产三类。

工序集中是指零件的加工集中在少数几道工序中完成,每道工序的加工内容多,工艺路线短。工序分散是将零件的加工分散到很多道工序内完成,每道工序加工的内容少,工艺路线较长。

## 思考与练习

### 一、填空题

1. 构件是\_\_\_\_\_的单元,零件是\_\_\_\_\_的单元。
2. 机械是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的总称。
3. 机器一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_四部分组成。
4. 机械产品的制造过程是指把\_\_\_\_\_变为\_\_\_\_\_的全过程。
5. 生产类型可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三类。
6. 当零件的表面尺寸精度较高,表面粗糙度值要求较小时,应采用\_\_\_\_\_。
7. 机械加工工艺规程是规定产品或零部件\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的工艺文件。

### 二、技能训练

1. 观察身边的机器设备或电器,并对其组成进行分析,说明机器与机构、构件与零件的区别。
2. 机械加工工种有哪些?
3. 参观铸造、锻造、焊接和金属切削加工的生产过程,了解各加工方法的特点和加工对象。