

# 机械工程训练

© 简正豪 姜毅 主编

# 机械工程训练

主 编 简正豪 姜 毅

副主编 何 苗 陈 晖 曾 敏 蒋云清 张江华

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

“机械工程训练”是现代机械制造业专业技术人才和工程管理技术人才必修的一门专业核心技术技能基础课程。本书以项目的形式介绍了机械加工基础知识及基本操作技能，着重于基本技术技能的训练。主要内容包括：子弹头挂饰制作、鲁班锁制作、东方明珠塔制作、运载火箭模型制作、家用烟灰缸制作、鸟笼工艺品制作、水管工艺台灯制作、招财猫的三维打印制作等。本书形成“递进式项目+工作流程”的双主线格局，内容设计遵循学生的认知规律。全书以生活中常见的趣味工艺品为载体，以工艺品加工制作为主线，以切削理论和制造工艺为支撑，兼顾工艺装备知识的掌握，较系统地介绍了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺、机床夹具设计原理、机械加工精度、机械加工表面质量、机械装配工艺等理论知识，最后简要介绍了其他先进制造加工技术。

本书可作为普通高等学校机械设计制造及其自动化、机械电子工程、工业工程，以及其他机械类和近机械类专业教材，也可供从事机械制造的工程技术人员、管理人员参考。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程训练/简正豪, 姜毅主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 7  
ISBN 978-7-5682-7306-0

I. ①机… II. ①简… ②姜… III. ①机械工程-高等学校-教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 151646 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 河北鸿祥信彩印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19.25

字 数 / 452 千字

版 次 / 2019 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 70.00 元

责任编辑 / 多海鹏

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# 前 言

本书以学生的职业能力为导向，立足于实际能力培养，对课程内容的选择标准做出了根本性改革，打破了传统学科体系的课程设置模式，课程内容设计遵循学生的认知规律，以“趣味零件制作”为主线，以工艺产品制作为载体展开，将原来的机械识图、机床设备基本技能、机械制造工艺、测量技术、金属材料、职业素养等全部融入具体的项目任务中，使原来教学内容相对独立、理实分离、学习无载体的单一教学体系变为以任务引领的教学新模式，将书本知识传授的教学活动变为完成项目的实际训练，让学生在“做中学、学中做”的过程中完成学习任务，掌握机械工程基本操作技能。

本书通过项目设计、任务引领、图纸识读、工艺分析、任务实施、检测评价、理论与技能拓展等环节，让学生在项目任务的完成过程中学会识图、工艺分析、加工操作方法、检测方法等，并配合观看影像资料、多媒体课件等多种教学组织形式，训练学生，让学生获得成就感，借此增强学生的学习兴趣。

在内容上，贯彻“理实一体、循序渐进、图文并茂、少而精”的原则，有利于学生自学和教师授课；在结构上，从学生基础出发，遵循技能的形成规律和理论的学习规律，按照由简到难的顺序设计项目任务，有利于学生形成知识体系并掌握技能；在形式上，通过任务要求、识读图纸、工艺分析、任务实施、检测评价、任务拓展，提高学生的综合技能水平及分析和处理问题的能力。教学效果评价采取过程评价与结果评价相结合的方式。

本书由简正豪、姜毅任主编，项目一由姜毅编写，项目二由简正豪编写，项目三由蒋云清编写，项目四由何苗编写，项目五由张江华编写，项目六由张江华编写，项目七由陈晖编写，项目八由曾敏编写。

本书在编写过程中得到了有关学校和同行的大力支持，尤其得到了徐九南、张玉英精心的指导和校正，在此表示衷心感谢。

由于水平所限，编写时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请各院校师生和读者批评指正。

编 者

# 目 录

项目一 子弹头挂饰制作	1
一、项目导入	1
二、项目描述	1
三、项目工作内容	2
任务一 子弹头模型零件图技术要求分析	2
任务二 子弹头模型工艺品的加工工艺	4
任务三 子弹头模型工艺品的数控加工内容及操作	10
任务四 子弹头模型零件质量检验及质量分析	19
四、项目评价考核	28
项目二 鲁班锁制作	29
一、项目导入	29
二、项目描述	29
三、项目工作内容	30
任务一 鲁班锁工艺品零件图技术要求分析	30
任务二 鲁班锁工艺品的加工工艺	34
任务三 鲁班锁工艺品的加工内容及操作	43
任务四 鲁班锁工艺品零件质量检验及质量分析	69
四、项目评价考核	77
项目三 东方明珠塔制作	78
一、项目导入	78
二、项目描述	79
三、项目工作内容	80
任务一 东方明珠塔模型工艺品零件图技术要求分析	80
任务二 东方明珠塔模型工艺品的加工工艺	85
任务三 东方明珠塔模型工艺品塔身零件螺纹加工内容及操作	98
任务四 东方明珠塔模型工艺品塔身零件螺纹质量检验及质量分析	123
四、项目评价考核	132
项目四 运载火箭模型制作	134
一、项目导入	134
二、项目描述	134
三、项目工作内容	136
任务一 火箭模型工艺品组合件装配图技术要求分析	136
任务二 火箭模型工艺品组合件(件1)的加工工艺	144

任务三	火箭模型工艺品组合件(件2)的加工工艺	151
任务四	火箭模型工艺品组合件(件3)的加工工艺	159
任务五	火箭模型工艺品组合件(件4)的加工工艺	162
任务六	火箭模型工艺品组合件(件5)的加工工艺	170
任务七	火箭模型工艺品组合件(件6)的加工工艺	174
任务八	火箭模型零件质量检验及质量分析	178
四、	项目评价考核	183
<b>项目五</b>	<b>家用烟灰缸制作</b>	184
一、	项目导入	184
二、	项目描述	184
三、	项目工作内容	186
任务一	烟灰缸工艺品零件图技术要求分析	186
任务二	烟灰缸工艺品的加工工艺	186
任务三	烟灰缸工艺品的加工内容及操作	196
任务四	烟灰缸工艺品零件的质量检测与质量分析	212
四、	项目评价考核	213
<b>项目六</b>	<b>鸟笼工艺品制作</b>	214
一、	项目导入	214
二、	项目描述	214
三、	项目工作内容	215
任务一	鸟笼工艺品零件图技术要求分析	215
任务二	鸟笼工艺品的加工工艺	222
任务三	鸟笼工艺品的线切割加工内容及操作	235
任务四	鸟笼工艺品的电焊装配操作	246
四、	项目评价考核	249
<b>项目七</b>	<b>水管工艺台灯制作</b>	250
一、	项目导入	250
二、	项目描述	250
三、	项目工作内容	251
任务一	水管工艺台灯零件图技术要求分析	251
任务二	水管工艺台灯的加工工艺	252
任务三	水管工艺台灯的加工内容及操作	254
任务四	水管工艺台灯电路检测与质量分析	260
四、	项目评价考核	270
<b>项目八</b>	<b>招财猫的三维打印制作</b>	271
一、	项目导入	271
二、	项目描述	271
三、	项目工作内容	273
任务一	招财猫模型技术要求分析	273

任务二 招财猫模型的加工工艺	275
任务三 招财猫模型的加工内容及操作	283
任务四 招财猫模型的质量分析与后处理	296
四、项目评价考核	297
参考文献	298

# 项目一 子弹头挂饰制作

## 一、项目导入

如图 1-1 所示, AK47 式突击步枪是由苏联卡拉什尼科夫设计的世界最著名的突击步枪。其坚固耐用、结构简单的众多特点, 一度使它成为包括美国在内的世界各国士兵最喜爱的步枪。本项目主要讲述子弹头模型工艺品的数控加工制作, 通常子弹头模型的组成包括圆柱面、斜面和部分圆弧面。本项目主要讲述子弹头外轮廓的加工, 其也是数控车工技术技能等级考核中主要的项目, 故学生必须掌握。

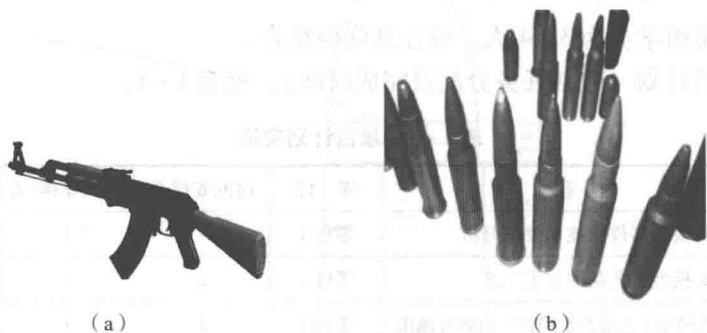


图 1-1 AK47 式突击步枪及子弹

## 二、项目描述

### (一) 项目目标

- (1) 根据给定样图能够编制子弹头模型工艺品的加工工艺卡片。
- (2) 根据加工工艺方案能够完成子弹头模型工艺品加工工艺方案的制定。
- (3) 能够正确使用量具对子弹头模型工艺品进行质量检验及质量分析。

### (二) 项目重点和难点

- (1) 重点: 掌握零件加工工艺分析、零件数控机床加工操作。
- (2) 难点: 数控工艺分段编程法在零件编程上的应用。

### (三) 项目准备

#### 1. 设备资源

所用机床为 CK6136 普及型数控车床 FANUC Oi Mate - TC, 学生 30 人, 每 3 人配 1 台, 共 10 台机床, 各种常用数控车刀若干把, 通用量具及工具若干, 如图 1-2 所示。



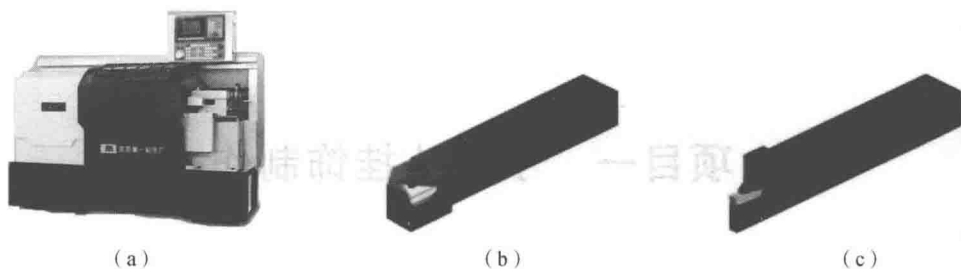


图 1-2 部分设备资源

(a) 数控车床; (b) 机夹式外圆车刀; (c) 机夹式切断刀

## 2. 原材料准备

LY12、45 钢、黄铜等。

## 3. 相关资料

《机械加工手册》《金属切削手册》和《数控编程手册》。

## 4. 项目小组及工作计划

(1) 分组：每组学员为 3~4 人，应注意强弱组合。

(2) 编写项目计划（包括任务分配及完成时间），见表 1-1。

表 1-1 项目计划安排

任 务	内 容	零 件	时间安排/h	人员安排/人	备 注
任务一	子弹头模型零件图技术要求分析	零件 1	1	1	任务可以同时 进行，人员可以 交叉执行
任务二	子弹头模型工艺品的加工工艺	零件 1	2	1	
任务三	子弹头模型工艺品的数控加工内容及操作	零件 1	4	1	
任务四	子弹头模型零件质量检验及质量分析	零件 1	1	1	

# 三、项目工作内容

## 任务一 子弹头模型零件图技术要求分析

### (一) 子弹头模型三维实物图和零件加工图

(1) 子弹头三维实物，如图 1-3 所示。

(2) 子弹头零件图，如图 1-4 所示。

### (二) 技术要求分析

子弹头模型是由圆柱面、斜面和部分圆弧面组成的。子弹头零件的第一要求是合理的尺寸，而且表面结构质量要求较高，接合面应平整。要保证该项精度，零件加工后其相应端面必须与外圆中心线有一定的垂直度要求。零件加工时垂直度要求为 0.05 mm，因此，加工中只要保证零件的加工要求，该项精度就能保证。

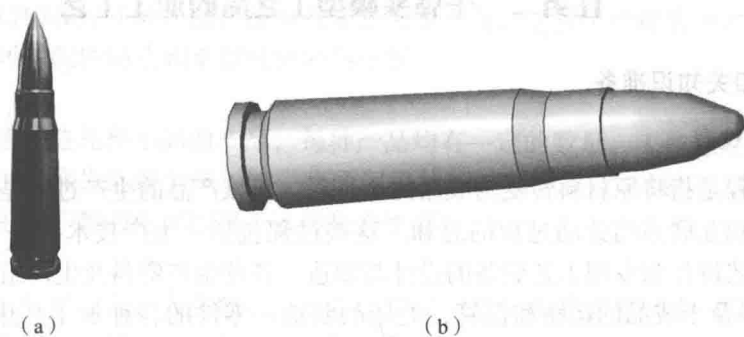


图 1-3 子弹头三维实物

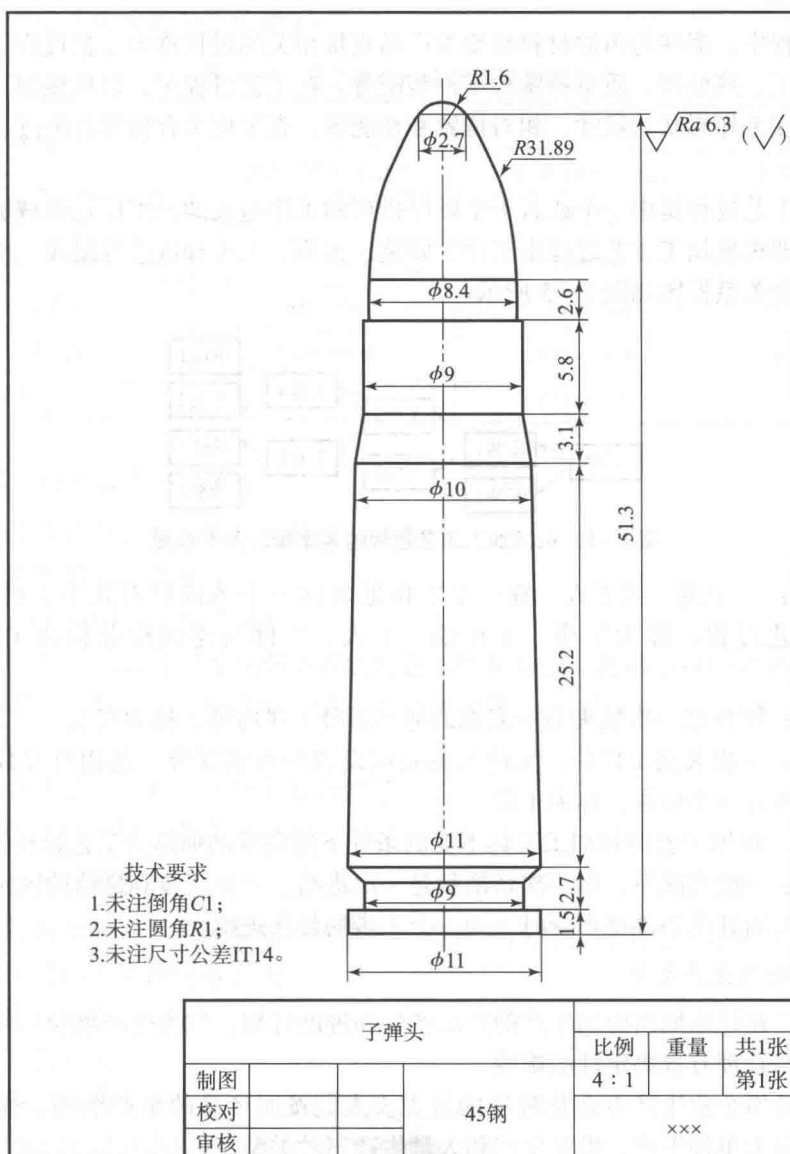


图 1-4 子弹头零件图

## 任务二 子弹头模型工艺品的加工工艺

### (一) 相关知识准备

#### 1. 生产过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。机械产品的生产过程是指由原材料到成品之间的各个相互联系的劳动过程的总和。这些过程包括：生产技术准备工作（如产品的开发设计、工艺设计和专用工艺装备的设计与制造、各种生产资料及生产组织等方面的准备工作）；原材料及半成品的运输和保管；毛坯的制造；零件的各种加工、热处理及表面处理；部件和产品的装配、调试、检测及涂装和包装等。

#### 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称为工艺过程。它包括毛坯制造、零件加工、热处理、质量检验和零件装配等。在工艺过程中，以机械加工方法按一定顺序逐步地改变毛坯形状、尺寸、相对位置和性能等，直至成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程。

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的，工序是机械加工工艺过程的基本单元，即机械加工工艺过程由工序、安装、工位、工步和进给等组成。机械加工工艺过程的基本概念关系框图如图 1-5 所示。

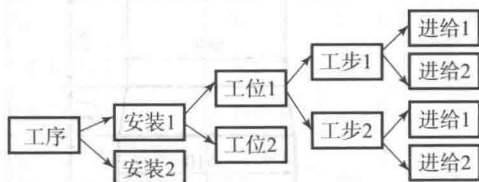


图 1-5 机械加工工艺过程的基本概念关系框图

(1) 工序：一个或一组工人，在一个工作地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，称为工序。工作地、工人、工件与连续作业构成了工序的四个要素。

(2) 安装：工件经一次装夹后所完成的那一部分工序内容，称为安装。

(3) 工位：一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置，称为工位。

(4) 工步：在加工表面和加工工具不变的条件下所完成的那部分工艺过程，称为工步。

(5) 进给：一般情况下，每一次切削就是一次进给。可见工步和进给的区别仅在于：当余量分数次切削而其他条件都不变时，为一个工步的数次进给。

#### 3. 生产纲领与生产类型

企业或工厂在计划期内应当生产的产品产量和进度计划，称为生产纲领。生产纲领对工厂的生产过程与管理有着决定性的影响。

生产类型是指企业生产专业化程度的分类。人们按照产品的生产纲领、投入生产的批量，可将生产分为单件生产、批量生产和大量生产三种类型。

### 1) 单件生产

单个生产不同结构和尺寸的产品，很少重复甚至不重复，这种生产称为单件生产。如新产品试制、维修车间的配件制造和重型机械的制造等。

### 2) 批量生产

一年中分批轮流制造几种不同的产品，每种产品均有一定的数量，工作地点的加工对象周期性重复，这种生产称为批量生产。如一些通用机械厂、某些农业机械厂、陶瓷机械厂、造纸机械厂、烟草机械厂等的生产即属于这种生产类型。

### 3) 大量生产

同一产品的生产数量很大，大多数工作地点经常按一定节奏重复进行某一零件的某一工序的加工，这种生产称为大量生产。如自行车制造和一些链条厂、轴承厂等专业化生产即属于这种生产类型。

生产类型和生产纲领的关系见表 1-2。

表 1-2 生产类型和生产纲领的关系

生产类型		生产纲领/(件·年 <sup>-1</sup> 或台·年 <sup>-1</sup> )		
		重型(30 kg 以上)	中型(4~30 kg)	轻型(4 kg 以下)
单件生产		5 以下	10 以下	100 以下
批量生产	小批量生产	5~100	10~200	100~500
	中批量生产	100~300	200~500	500~5 000
	大批量生产	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产		1 000 以上	5 000 以上	50 000 以上

## 4. 制定工艺规程的主要依据

- (1) 产品零件图及其所在部件或总成的装配图。
- (2) 产品验收的质量标准。
- (3) 产品的生产纲领(年产量)。
- (4) 毛坯资料(包括各种毛坯制造方法的技术经济特征、各种型材的品种和规格等)。
- (5) 工厂的生产条件(毛坯的生产能力及技术水平、加工设备和工艺装备、工人技术水平等)。
- (6) 国内外先进工艺及生产技术发展情况。
- (7) 有关的工艺手册及图册。

## 5. 制定工艺规程的步骤

- (1) 收集和熟悉制定工艺规程的有关资料，进行零件的结构工艺性分析。
- (2) 确定毛坯的类型及制造方法。
- (3) 选择定位基准。
- (4) 拟定工艺路线。
- (5) 确定各工序的工序余量、工序尺寸及其公差。
- (6) 确定各工序的设备及刀、夹、量具和辅助工具。
- (7) 确定各工序的切削用量及时间定额。

(8) 确定主要工序的技术要求及检验方法。

(9) 进行技术经济分析, 选择最佳方案。

(10) 填写工艺文件。

## 6. 零件加工工艺方案的制订

### 1) 分析零件图样

(1) 通过图样了解零件的形状、结构并检查图样的完整性。

(2) 分析图样上规定的尺寸及其公差、表面粗糙度、形状和位置公差等技术要求, 并检查其合理性, 必要时参阅部、组件装配图或总装图。

(3) 分析零件材料及热处理方法。其目的, 一是检查零件材料及热处理的选用是否合适, 了解零件材料加工的难易程度; 二是初步考虑热处理工序的安排。

(4) 找出主要加工表面和某些特殊的工艺要求, 分析其可行性, 以确保其最终能顺利实现加工。

### 2) 零件的结构工艺性分析

(1) 结构工艺性的概念。

(2) 零件的结构工艺性。

### 3) 毛坯种类及选择

(1) 常用毛坯的种类: 型材, 铸件, 锻件, 焊接件, 其他毛坯。

(2) 毛坯的选择原则。在选择毛坯种类及制造方法时, 应考虑下列因素。

①零件材料及其力学性能: 零件的材料一旦确定, 毛坯的种类就大致确定了。例如材料为铸铁, 就应选铸造毛坯; 钢质材料的零件, 一般可用型材。

②零件的结构形状与外形尺寸。例如, 直径相差不大的阶梯轴零件可选用棒料作毛坯; 直径相差较大时, 为节省材料, 减少机械加工量, 可采用锻造毛坯。尺寸较大的零件可采用自由锻, 形状复杂的钢质零件则不宜用自由锻。对于箱体、支架等零件一般采用铸造毛坯, 大型设备的支架可采用焊接结构。

③生产类型。大量生产时, 应采用精度高、生产率高的毛坯制造方法, 如机器造型、熔模铸造、冷轧、冷拔和冲压加工等。单件小批生产则采用木模手工造型、焊接和自由锻等。

④现有生产条件。

⑤充分考虑利用新工艺、新技术的可能性。

### 4) 定位基准的选择

基准就是零件上用以确定其他点、线、面的位置所依据的点、线、面。基准根据其功能不同可分为设计基准与工艺基准两大类。

(1) 设计基准。零件图上用以确定其他点、线、面位置的基准称为设计基准。

(2) 工艺基准。工件在工艺过程中所使用的基准称为工艺基准。工艺基准按用途不同又可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

### 5) 零件加工工艺路线的拟定

(1) 定位基准的选择。正确选择定位基准, 特别是主要的精基准, 对保证零件加工精度、合理安排加工顺序起着决定性的作用。所以, 在拟定工艺路线时首先应考虑选择合适的定位基准。

(2) 零件表面加工工艺方案的选择。由于表面的要求(尺寸、形状、表面质量、机械性能等)不同,往往同一表面的需采用多种加工方法来完成。某种表面采用各种加工方法所组成的加工顺序称为表面加工工艺方案。

(3) 加工阶段的划分。对于那些加工质量要求高或比较复杂的零件,通常将整个工艺路线划分为以下几个阶段。

①粗加工阶段:主要任务是切除毛坯的大部分余量,并加工出精基准。该阶段的关键问题是如何提高生产率。

②半精加工阶段:主要任务是减小粗加工留下的误差,为主要表面的精加工做好准备,同时完成零件上各次要表面的加工。

③精加工阶段:主要任务是保证各主要表面达到图样规定的要求。这一阶段的主要问题是保证加工质量。

④光整加工阶段:主要任务是减小表面粗糙度值和进一步提高精度。

划分加工阶段的好处:按先粗后精的顺序进行机械加工,可以合理地分配加工余量以及合理地选择切削用量,充分发挥粗加工机床的效率,长期保持精加工机床的精度,并减少工件在加工过程中的变形,避免精加工表面受到损伤;粗、精加工分开,还便于及时发现毛坯缺陷,同时有利于安排热处理工序。

加工顺序的安排:加工顺序的安排对保证加工质量、提高生产率和降低成本都有重要的作用,是拟定工艺路线的关键之一。可按下列原则进行。

①切削加工顺序的安排。

a. 先粗后精:先安排粗加工,中间安排半精加工,最后安排精加工。

b. 先主后次:先安排零件的装配基面和工作表面等主要表面的加工,后安排如键槽、紧固用的光孔和螺纹孔等次要表面的加工。

c. 先面后孔:对于箱体、支架、连杆、底座等零件,其主要表面的加工顺序是先加工用作定位的平面和孔的端面,然后加工孔。

d. 先基准后其他:选作精基准的表面应在一开始就加工出来,以便为后续工序的加工提供定位精基准。

②热处理工序的安排。零件加工过程中的热处理按应用目的,大致可分为预备热处理和最终热处理。

a. 预备热处理。预备热处理的目的是改善机械性能、消除内应力,为最终热处理做准备,它包括退火、正火、调质和时效处理。铸件和锻件,为了消除毛坯制造过程中产生的内应力,改善机械加工性能,在机械加工前应进行退火或正火处理;对大而复杂的铸造毛坯件(如机架、床身等)及刚度较差的精密零件(如精密丝杠),需在粗加工之前及粗加工与半精加工之间安排多次时效处理;调质处理的目的是获得均匀细致的索氏体组织,为零件的最终热处理做好组织准备,同时它也可以作为最终热处理,使零件获得良好的综合机械性能,一般安排在粗加工之后进行。

b. 最终热处理。最终热处理的目的是提高零件材料的硬度及耐磨性,它包括淬火、渗碳及氮化等。淬火及渗碳通常安排在半精加工之后、精加工之前;氮化处理由于变形较小,通常安排在精加工之后。

③辅助工序的安排。

辅助工序包括检验、清洗、去毛刺、防锈、去磁及平衡去重等。其中检验是最主要的，也是必不可少的辅助工序，零件加工过程中除了安排工序自检之外，还应在下列场合安排检验工序。

- a. 粗加工全部结束之后、精加工之前。
- b. 工件转入、转出车间前后。
- c. 重要工序加工前后。
- d. 全部加工工序完成后。

6) 加工余量的确定

加工余量是指加工过程中从加工表面切除的金属层。

总加工余量是指从毛坯表面上切除的多余金属层。

工序加工余量是指为完成一个工序而从某一表面切除的金属层。

(二) 子弹头模型结构特点及加工工艺过程

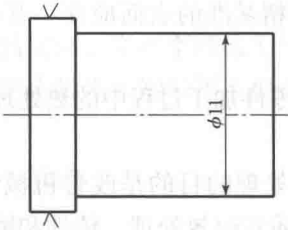
1. 子弹头模型的结构特点及技术要求分析

子弹头模型是较为简单的轴类工件，但在整个模型加工中对同轴度和表面质量要求较高。

2. 子弹头模型加工工艺编制

子弹头模型单件加工的工艺过程见表 1-3。

表 1-3 子弹头模型单件加工的工艺过程

数控加工工艺过程综合卡片			产品名称	零件名称	零件图号	材料	
厂名 (或院校名称)			子弹头模型 工艺品	子弹头模型		45 钢	
序号	工序名称	工序内容及要求	工序简图			设备	工夹具
01	下料	棒料 $\phi 16 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ (留夹持量)	略			锯床	略
02	加工最大外圆	夹住毛坯，粗、精加工 外圆直径至 $\phi 11 \text{ mm}$				CK6136	三爪自定心卡盘
05	加工斜面轮廓	加工斜面	略			CK6136	三爪自定心卡盘
06	加工圆弧	加工圆弧	略			CK6136	三爪自定心卡盘

3. 子弹头模型加工的工艺过程分析

子弹头模型属于简单的轴类工件，由于下料长度较长，故不需要做辅助夹具加工外圆，直接加工切断。注意表面粗糙度和工件的同轴度要求，表面不能有磕碰、划痕、毛刺等。制定加工工艺路线时，由于子弹模型加工质量要求高或比较复杂，故通常将整个工艺路线划分为以下几个阶段。

- (1) 粗加工阶段：主要任务是切除毛坯的大部分余量，并制出精基准。
- (2) 半精加工阶段：主要任务是减小粗加工留下的误差，为主要表面的精加工做好准备，同时完成零件上各次要表面的加工。
- (3) 精加工阶段：主要任务是保证各主要表面达到图样规定要求。
- (4) 光整加工阶段：主要任务是减小表面粗糙度值和进一步提高精度。

#### 4. 刀具选择

根据零件特点选择刀具，见表 1-4。

表 1-4 刀具切削参数

序号	加工面	刀具号	刀具规格		主轴转速 $n/(r \cdot \min^{-1})$	进给速度 $v/(mm \cdot \min^{-1})$
			类型	材料		
1	外圆粗车	T0101	90°外圆偏刀（机夹式）	YT	600	0.2
2	外圆精车	T0101	90°外圆偏刀（机夹式）		1 300	0.1
3	外圆切断	T0202	硬质合金刀	YG	200	0.2

#### 5. 子弹头模型数控加工的参考程序

数控车床系统：FANUC 系统。

子弹头加工程序 [注：T0101 为 90°外圆偏刀，T0202 为硬质合金刀（切断）]

O0004;	程序号
G97 G99 G40;	取消刀具补偿
T0101;	取 1 号刀
M03 S600;	主轴正转，转速 600 r/min
G42 G00 X20 Z2;	设置刀具右补偿（半径补偿），快速进刀至循环起点
G73 U8 R18;	定义 G73 粗车循环，X 方向总退刀量为 8 mm，循环 18 次，进给量 0.3 mm
G73 P1 Q2 U0.3 W0.1 F0.3;	精车路线由 N1、N2 指定，X 方向精车余量 0.3 mm，Z 方向精车余量 0.1 mm
N1 G00 X0 S1300 F0.1;	快速进刀，主轴转速 1 300 r/min，进给量 0.1 mm
G01 Z0;	} 精加工轮廓循环
G03 X2.7 Z-1.27 R1.6;	
G03 X8.4 Z-14.27 R31.89;	
G01 X9.0;	
W-5.8;	
X10.0 W-3.1;	
Z-51.07;	
X11.0;	
W-2.0;	
N2 G00 X16;	



G70 P1 Q2;	定义 G70 精车循环, 精车各外圆面
G40 G00 X100 Z100;	取消刀具补偿, 快速退刀至换刀点
T0202;	取 2 号刀
M03 S200;	主轴正转, 转速 200 r/min
G00 X17 Z-43;	快速进刀至 (X17, Z-43)
G01 X13.4 F0.05;	切削, 进给量 0.05 mm
G00 X16;	X 方向快速退刀
G00 W-1;	Z 方向增量
G01 X13.2;	X 方向切削
W1;	Z 方向增量
G00 X16;	X 方向快速退刀
G00 Z-50;	Z 方向快速进刀
G01 X3;	X 方向切削至 X3
G00 X20;	X 方向退刀
G00 X100 Z100;	快速退刀至换刀点
M05;	主轴停
M30;	程序停止

### 任务三 子弹头模型工艺品的数控加工内容及操作

#### (一) 数控机床开机与关机

##### 1. 打开数控机床电源的常规操作

- (1) 检查数控机床的外观是否正常, 如电气柜的门是否关好等。
- (2) 按机床通电开关通电。
- (3) 通电后检查位置屏幕是否显示, 如有错误, 会显示相关的报警信息。注意: 在显示位置屏幕或报警屏幕之前, 不要操作系统, 因为有些键可能有特殊用途, 如被按下会产生难以预料的结果。
- (4) 检查电机风扇是否旋转。通电后的屏幕显示多为硬件配置信息, 这些信息会对诊断硬件错误或安装错误有帮助。若正常, 则出现如图 1-6 所示的画面。

##### 2. 关闭数控机床电源的常规操作

- (1) 检查操作面板上循环启动 LED 灯是否熄灭。
- (2) 检查数控机床的所有移动部件是否都已停止。
- (3) 若有外部输入/输出设备与数控机床相连, 应先关闭外部输入/输出设备的电源。
- (4) 关闭数控系统电源。

##### 3. 回参考点

机床打开以后首先必须进行回参考点的操作, 因为机床在断电后就失去了对各坐标位置的记忆, 所以在接通电源后, 必须让各坐标值回参考点。其具体操作步骤如下。

- (1) 在机床操作面板上按下“回零”键。