

国家示范性建设院校课程改革成果教材

精密机械制造工艺设计

——实训教程

主编 任青剑 副主编 刘 萍 主审 黄雨田



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

国家示范性建设院校课程改革成果教材

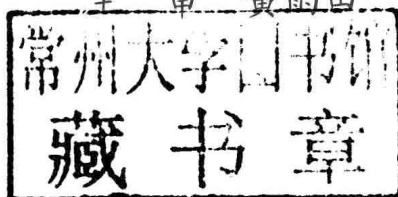
精密机械制造工艺设计

——实训教程

主 编 任青剑

副主编 刘 萍

主 审 黄雨田



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本套教材是机械制造与自动化专业的学、做一体化专业核心课程的配套教材,把职业教育重能力成长的复杂学习过程分解成相对独立的知、行、做的单一性学习过程。知、行、做是能力成长的普遍性规律,是能力培养的科学方法。本套教材按照知(识)、行(动)、做(练)三个能力成长要素分为阅读与学习、实训教程、综合练习三册。阅读与学习是知识篇,以做必需的专业知识为主;实训教程是行动篇,以做(工作)必需的行动规范为主;综合练习是练习篇,以已有的专业知识和做(项目)的技术规范,独立完成项目课题,实现能力成长。

本套教材在使用时以本书实训教程的七个示范项目为主线,即轴类零件加工工艺编制与实施、套类零件加工工艺编制与实施、箱体类零件加工工艺编制与实施、齿轮类零件加工工艺编制与实施、盘类零件加工工艺编制与实施、叉类零件加工工艺编制与实施、减速器装配工艺编制与实施等。阅读与学习作为主要学习资料,包含了完成以上项目的相关专业理论知识。综合练习是实战练习篇,用于对学生学习成果进行的检验。

本套教材可作为高等职业院校机械类、近机类等专业的机械制造工艺教材,也可作为相关技术人员自学用书或相关工种技术工人的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

精密机械制造工艺设计. 实训教程 / 任青剑主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2017.1

国家示范性建设院校课程改革成果教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4409 - 7

I. ① 精… II. ① 任… III. ① 机械制造工艺—工艺设计—教材 IV. ① TH162

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 012751 号

策划编辑 云立实

责任编辑 王 静

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编: 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱: xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 13.25

字 数 313 千字

印 数 1~3000 册

定 价 24.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4409 - 7/TH

XDUP 4701001 - 1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前言

“精密机械制造工艺设计”是培养机械制造与自动化专业高技能人才的一门专业核心课程。课程目标是培养学生机械切削加工工艺规程的设计、实施能力。本套教材是“精密机械制造工艺设计”课程的主要配套教辅资料。

高等职业教育不同于专业学科教育。专业学科教育注重学科理论的独立性和系统性，而高等职业教育则注重职业岗位工作能力的养成。职业能力养成的复杂性，使职业教育人才培养方案、课程设计、教学模式等进一步改革，而项目化课程及“教、学、做”一体的教学模式无疑是最佳的课程设计。以“做”为主线的“教、学、做”教学模式，使学生在完成一个个单一项目任务的过程中，有目的地学习、了解相关专业知识，一步步做任务，最后实现能力成长。本套教材共三册，包含教(怎样做项目任务)、学(相关专业知识)、做(项目)，是以学生为主、教师为辅的融“教、学、做”于一体的教学过程的最佳脚本。

本套教材是陕西国防工业职业技术学院“国家示范骨干高职院校建设机械制造与自动化专业子项目”成果之一，具有以下特点：

(1) 系统性。首先是过程系统，本套教材第一册(实训教程)是教学组织过程脚本，教学生如何做项目任务；第二册(阅读与学习)是学习资料汇编，引导学生学习做项目任务所必需的专业知识，是重要的参考资料；第三册(综合练习)是实做项目汇编，要求学生自主完成项目任务。其次是内容，教材第一册包含轴、套、箱体、齿轮、盘、叉架等典型零件的工艺设计系统资料，教学时便于学生自学。

(2) 规范性。教材第一册教学生做项目全部案例，过程细密规范；第三册项目案例及配套资料完整规范，易于实现质量评价控制的规范性。

(3) 实用性。教材第一册是课堂组织的脚本，翔实具体，便于实施。第二册是

专业知识学习参考资料，在编排上与第一册呼应，便于学生自学参考。第三册提供了足够的实战课题，供课堂实作选用。

(4) 创新性。本套教材首次提供了“教、学、做”一体化教学改革的课堂组织范本。本套教材提供了课堂上教师教学生做什么，怎么做；提供了学生需要学什么，所学理论知识和职业行动的必然联系；提供了一对一的典型案例，帮助学生独立做项目，实现能力提升。本套教材的设计理念是以“做”为先导，把教师为主转换为学生为主，把讲解为主转换为以“做”为主。本教材的设计增加了课堂的活力。

本套教材由任青剑担任主编，刘萍担任副主编，黄雨田担任主审，张伟博、李俊杰、管东明担任参编。任青剑编写阅读与学习、综合练习及实训教程项目三、七；刘萍编写实训教程项目一、二、四、五、六；张伟博编写实训教程常用资料。

在本套教材的编写承蒙企业高级工程师管东明、李俊杰提供了大量的素材，在此表示感谢。由于编者水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，殷切希望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编 者

2017年1月

目 录

项目 1 轴类零件加工工艺编制与实施	1
任务 1.1 轴类零件的结构工艺性分析	2
任务 1.2 确定毛坯	5
任务 1.3 拟定工艺路线	8
任务 1.4 工序设计	17
任务 1.5 零件检验与质量分析	37
任务 1.6 拓展知识	41
项目 2 套类零件加工工艺编制与实施	42
任务 2.1 套类零件的结构工艺性分析	43
任务 2.2 确定毛坯	46
任务 2.3 拟定工艺路线	48
任务 2.4 工序设计	55
任务 2.5 拓展知识	59
项目 3 箱体类零件加工工艺编制与实施	60
任务 3.1 箱体类零件的结构工艺性分析	62
任务 3.2 确定毛坯	65
任务 3.3 拟定工艺路线	68
任务 3.4 工序设计	80
任务 3.5 箱体类零件的加工质量分析	86
任务 3.6 拓展知识	88
项目 4 齿轮类零件加工工艺编制与实施	89
任务 4.1 齿轮类零件的结构工艺性分析	90
任务 4.2 确定毛坯	93
任务 4.3 拟定工艺路线	96
任务 4.4 工序设计	103
任务 4.5 拓展知识	107
项目 5 盘类零件加工工艺编制与实施	108
任务 5.1 盘类零件的结构工艺性分析	109
任务 5.2 确定毛坯	112
任务 5.3 拟定工艺路线	114
任务 5.4 工序设计	121
任务 5.5 拓展知识	124
项目 6 叉类零件加工工艺编制与实施	125
任务 6.1 拨叉的结构工艺性分析	126

任务 6.2 确定毛坯.....	129
任务 6.3 拟定工艺路线.....	132
任务 6.4 工序设计.....	136
任务 6.5 拓展知识.....	141
项目 7 减速器装配工艺规程编制与实施.....	142
任务 7.1 减速器的结构工艺性分析.....	144
任务 7.2 建立与解算装配尺寸链, 选择装配方法.....	146
任务 7.3 编制装配工艺规程.....	150
任务 7.4 拓展知识.....	161
附录 常用设计资料.....	163

项目 1 轴类零件加工工艺编制与实施

【项目导入】

轴类零件是机器中的主要零件之一，它的主要功能是支承传动件(齿轮、带轮、离合器等)和传递转矩。通过对轴类零件的结构工艺性分析、确定毛坯、拟定工艺路线、工序设计、零件检验与质量分析五个任务的学习和实施，学生可掌握工艺基础知识及轴类零件工艺规程编制的方法和步骤。

工作对象：图 1-1 为减速器输出轴，中批量生产。

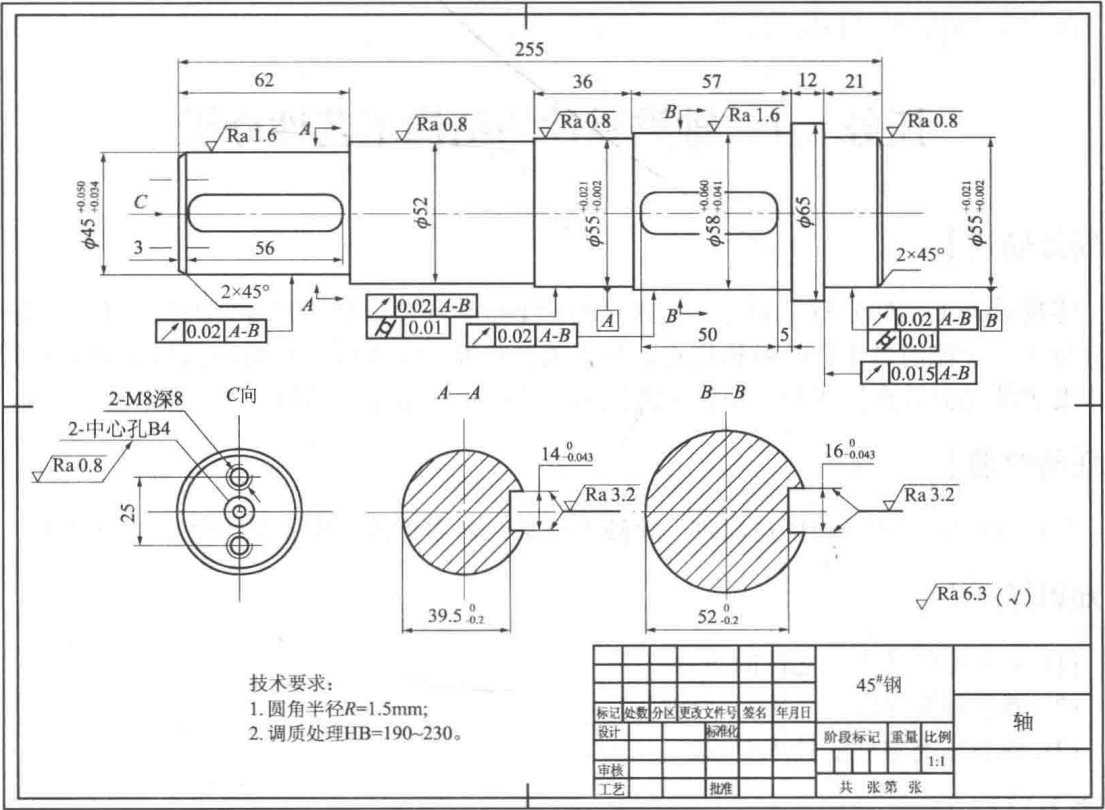


图 1-1

【知识目标】

- (1) 掌握机械加工工艺的基本理论知识。
- (2) 掌握轴类零件的结构工艺性分析。

- (3) 掌握轴类零件的毛坯确定。
- (4) 掌握轴类零件的工艺路线拟定。
- (5) 掌握轴类零件的工序设计。

【能力目标】

- (1) 具备轴类零件结构工艺性分析的能力。
- (2) 具备确定轴类零件毛坯的能力。
- (3) 具备拟定轴类零件工艺路线的能力。
- (4) 具备轴类零件工序设计的能力。

【项目任务】

- (1) 轴类零件的结构工艺性分析。
- (2) 确定毛坯。
- (3) 拟定工艺路线。
- (4) 工序设计。
- (5) 零件检验与质量分析。

任务 1.1 轴类零件的结构工艺性分析

【任务描述】

零件结构工艺性分析是制订工艺规程的一个重要环节，只有对零件的结构工艺性进行充分分析，才能清楚零件的结构特点、加工表面与非加工表面、重要表面与非重要表面、技术要求的高低等直接影响零件加工的因素，才能制订出最合理的工艺规程。

【任务要求】

仔细分析零件的结构特点和每一项技术要求，对零件的结构工艺性做出正确评价。

【知识目标】

- (1) 掌握零件结构工艺性的概念。
- (2) 熟悉轴类零件的功用与结构特点。
- (3) 熟悉轴类零件的技术要求。

【能力目标】

- (1) 具备审核零件图的能力。
- (2) 具备分析轴类零件的结构及功用的能力。
- (3) 具备分析轴类零件技术要求的能力。

【教学组织】

教学六步法如表 1-1 所示。

表 1-1 教学六步法

任务 1.1 轴类零件的结构工艺性分析	
资 讯	(1) 准备知识：1.1 基本概念，1.2 零件结构工艺性分析；3.1 轴类零件机械加工工艺规程制订。 (2) 教学参考书：《机械制造工艺学》、《机械制造技术综合实训教程》、《公差配合与技术测量》。 (3) 知识要点讲解、实物观看、案例讲解、视频观看、工厂参观
计划与决策	(1) 分组讨论，明确任务要求。 (2) 编写任务实施计划和实施方案。 (3) 讨论、分析实施计划可行性(教师参与)，确定可行的实施计划和方案。 (4) 按计划分配任务到每一个人
实施与检查	各组按实施方案及计划步骤实施零件结构工艺性分析(教师指导)
评 估	(1) 零件结构特点分析的准确性和正确性。 (2) 零件技术要求分析的准确性、正确性和全面性。 (3) 零件结构工艺性评价的准确性

注：本书准备知识均为《精密机械制造工艺设计——阅读与学习》的相关章节内容，不再另注。

1.1.1 资讯

(1) 准备知识：1.1 基本概念，1.2 零件结构工艺性分析，3.1 轴类零件机械加工工艺规程制订。

(2) 教学参考书：《机械制造工艺学》、《机械制造技术综合实训教程》、《公差配合与技术测量》。

(3) 知识要点讲解、实物观看、案例讲解、视频观看、工厂参观。

1.1.2 计划与决策

零件结构工艺性分析：审查零件图→零件功用与结构特点分析→零件技术要求分析。

1.1.3 任务实施

1. 审查零件图

零件图画法正确、表达完整，技术要求合理。

2. 零件功用与结构特点分析

(1) 功用：支承回转零件并传递转矩。

(2) 结构特点：

① 加工表面：6 段外圆柱面，2 个键槽，2 个 M8 深 8 的螺纹孔，其余为倒角和圆角。

② 加工刚性: $L/d = 255/45 = 5.7 < 12$, 为刚性轴。

3. 零件技术要求分析

(1) 尺寸精度分析。

① $\phi 45^{+0.050}_{+0.034}$ (IT6);

② 两段 $\phi 55^{+0.021}_{+0.002}$ (IT6);

③ $\phi 58^{+0.060}_{+0.041}$ (IT6);

④ $\phi 52$ 和 $\phi 65$ 为自由公差;

⑤ 键槽 $14^{0}_{-0.043}$ (IT9)、 $39.5^{0}_{-0.2}$ (IT11);

⑥ 键槽 $16^{0}_{-0.043}$ (IT9)、 $52^{0}_{-0.2}$ (IT11)。

(2) 形状精度分析。两段 $\phi 55^{+0.021}_{+0.002}$ 轴颈圆柱度误差为 0.010。

(3) 位置精度分析。

① $\phi 65$ 轴环右端面的端面跳动为 0.015;

② $\phi 45$ 和 $\phi 58$ 两处配合轴径及两段 $\phi 55$ 支承轴颈的径向圆跳动为 0.020。

(4) 表面粗糙度分析。

① $\phi 45^{+0.050}_{+0.034}$ 、 $\phi 58^{+0.060}_{+0.041}$ 两段圆柱面为 $Ra = 1.6 \mu m$;

② 两处 $\phi 55^{+0.021}_{+0.002}$ 、 $\phi 52$ 、中心孔为 $Ra = 0.8 \mu m$;

③ 键槽 $14^{0}_{-0.043}$ 、 $16^{0}_{-0.043}$ 两侧面为 $Ra = 3.2 \mu m$;

④ 其余表面为 $Ra = 6.3 \mu m$ 。

4. 轴结构工艺性评价

工艺性评价的经验性原则:

(1) 尺寸精度以 IT7 为参考, 高于 IT7 时工艺性变差, 低于 IT7 时工艺性变好; 此外, 还要考虑是包容面还是被包容面等因素。

(2) 形状和位置精度参考尺寸精度。

(3) 表面粗糙度以 $Ra=1.6 \mu m$ 为参考, 小于 $1.6 \mu m$ 时工艺性变差, 大于 $1.6 \mu m$ 时工艺性变好; 此外, 还要考虑是包容面还是被包容面等因素。

(4) 加工要素的结构复杂程度及刚性等因素。

结论: 该轴的结构工艺性较好。

1.1.4 检查

(1) 自行检查工作任务完成情况。

(2) 小组间互查, 进行方案的技术性、经济性和可行性分析。

(3) 教师专查, 进行点评, 组织方案讨论。

(4) 针对问题进行修改, 确定最优方案。

(5) 整理相关资料, 归档。

1.1.5 考核评价

考核评价按表 1-2 中的考核评价项目和评分标准进行。

表 1-2 考核评价的项目和评分标准

任务 1.1 轴类零件的结构工艺性分析								
序号	考核评价项目		考核内容	学生 自查	小组 互查	教师 专查	配分 /分	成绩 /分
1	过程 考核	专业能力	相关知识点的学习				50	
			结构特点分析					
			技术要求分析					
2		方法能力	信息搜集, 自主学习, 分析解决问题, 归纳总结及创新能力				10	
3		社会能力	团队协作、沟通协调、语言表达能力及安全文明、质量保障意识				10	
4		常规 考核	学习笔记				20	
5			课堂纪律				5	
6			回答问题				5	

任务 1.2 确定毛坯

【任务描述】

毛坯的确定是制订工艺规程中的一项重要内容。选择不同的毛坯就会有不同的加工工艺, 采用不同的设备、工装, 会影响零件加工的生产率和成本。因此必须正确地选择毛坯类型和制造方法, 正确地确定毛坯精度及余量, 绘制毛坯图。

确定毛坯: 选择毛坯类型→选择毛坯制造方法→选择毛坯精度→确定毛坯余量及公差→绘制毛坯图。

【任务要求】

合理地确定毛坯类型、制造方法, 并绘出毛坯图。

【知识目标】

- (1) 了解轴类零件毛坯的种类及应用范围。
- (2) 掌握毛坯的选择原则。
- (3) 掌握毛坯形状及尺寸的确定。
- (4) 掌握毛坯图的绘制。

【能力目标】

- (1) 具备合理选择轴类零件毛坯类型与制造方法的能力。
- (2) 具备正确确定轴类零件毛坯形状和尺寸的能力。
- (3) 具备正确绘制毛坯-零件合图的能力。

【教学组织】

教学六步法如表 1-3 所示。

表 1-3 教学六步法

任务 1.2 确定毛坯	
资 讯	(1) 准备知识：1.3 毛坯的选择，3.1 轴类零件机械加工工艺规程制订。 (2) 教学参考书：《机械制造工艺学》、《机械制造技术综合实训教程》。 (3) 知识要点讲解、实物观看、案例讲解、视频观看、工厂参观
计划与决策	(1) 分组讨论，明确任务要求。 (2) 编写任务实施计划和实施方案。 (3) 讨论、分析实施计划可行性(教师参与)，确定可行的实施计划和方案。 (4) 按计划分配任务到每一个人
实施与检查	各组按实施方案及计划步骤实施毛坯的确定(教师指导)
评 估	(1) 毛坯类型选择的合理性和正确性。 (2) 毛坯制造方法确定的合理性和正确性。 (3) 毛坯余量确定的正确性。 (4) 毛坯图绘制的正确性

1.2.1 资讯

- (1) 准备知识：1.3 毛坯的选择，3.1 轴类零件机械加工工艺规程制订。
- (2) 教学参考书：《机械制造工艺学》、《机械制造技术综合实训教程》。
- (3) 知识要点讲解、实物观看、案例讲解、视频观看、工厂参观。

1.2.2 计划与决策

确定毛坯：选择毛坯类型→选择毛坯制造方法→确定毛坯余量及公差→画毛坯图。

1.2.3 任务实施

- 1. 选择毛坯类型及制造方法
 - (1) 选择毛坯类型。
根据输出轴零件的材料是 45#钢，生产类型为中批量生产，零件力学性能要求较高，所受载荷为(M+T)，故选择毛坯类型为锻件。
 - (2) 选择毛坯制造方法。
由于毛坯类型为锻件，结构生产类型为中批生产，零件结构较简单，所以确定毛坯制造方法为模锻。
- 2. 确定毛坯余量及公差
 - (1) 初步确定余量。
 - ① 零件重量： $W = \rho V = 4.45 \text{ kg}$ 。

② 复杂系数 S : 根据零件形状及尺寸估计复杂系数为 S_1 或 S_2 。

③ 查附表 12, 确定余量 $Z'_0=2.5\text{ mm}$ 。

(2) 确定余量。

① 锻件重量: $W_{\text{件}}=5.57\text{ kg}$ 。

② 包容体重量: $W_{\text{包}}=7.85\text{ kg}$ 。

③ 复杂系数 S : $S = \frac{W_{\text{件}}}{W_{\text{包}}} = \frac{5.57}{7.85} = 0.71$, 在简单($S_1>0.63\sim 1$)范围内, 确定复杂系数为 S_1 。

④ 材质系数 M : 因为该材料为 45#钢, 属于 M_1 级。

⑤ 零件加工表面粗糙度: 加工表面粗糙度 $Ra\leq 1.6\text{ }\mu\text{m}$ 。

⑥ 确定毛坯余量及公差。

确定余量: 查附表 12 得径向余量范围为 $2.0\sim 2.5\text{ mm}$, 根据生产类型为中批, 以及工件的形状尺寸等因素, 将毛坯余量适当扩大, 最终取径向余量为 5 mm ; 长度余量范围为 $2.0\sim 2.5\text{ mm}$, 取单边 $Z_0=3\text{ mm}$ 。

确定公差: 查附表 9 得各段长度偏差分别为 $^{+1.4}_{-0.6}$ 、 $^{+1.5}_{-0.7}$ 、 $^{+2.1}_{-1.1}$, 按照双向对称标注公差原则转换为 ± 1.0 、 ± 1.1 、 ± 1.6 。查附表 9 得各直径尺寸偏差为 $^{+1.7}_{-0.5}$ 、 $^{+2.0}_{-0.5}$, 按照双向对称标注公差原则转换为 ± 1.1 、 ± 1.25 , 修整为 ± 1.3 。

3. 画毛坯图

输出轴毛坯图如图 1-2 所示。

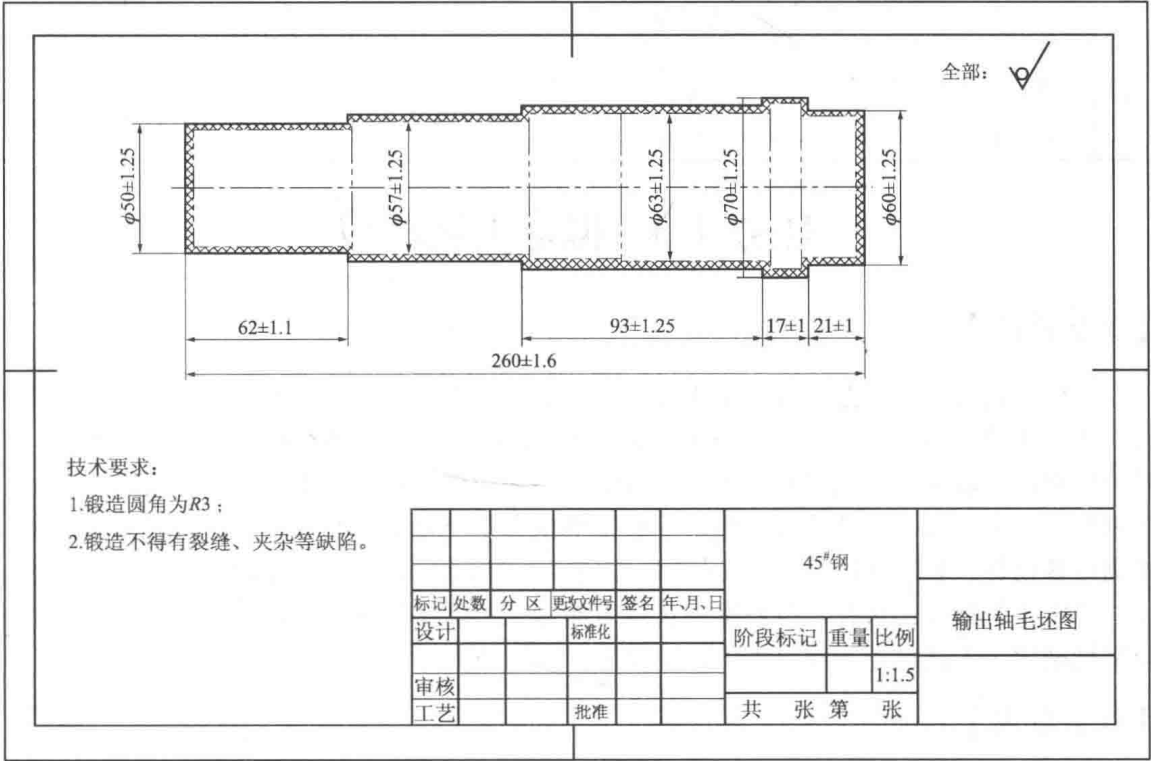


图 1-2

1.2.4 检查

- (1) 自行检查工作任务完成情况。
- (2) 小组间互查，进行方案的技术性、经济性和可行性分析。
- (3) 教师专查，进行点评，组织方案讨论。
- (4) 针对问题进行修改，确定最优方案。
- (5) 整理相关资料，归档。

1.2.5 考核评价

考核评价按表 1-4 中的项目和评分标准进行。

表 1-4 考核评价的项目和评分标准

任务 1.2 确定毛坯									
序号	考核评价项目		考核内容	学生 自查	小组 互查	教师 专查	配分 /分	成绩 /分	
1	过程 考核	专业能力	相关知识点的学习				50		
			类型与制造方法的选择						
			余量的确定与毛坯图的绘制						
2		方法能力	信息搜集，自主学习，分析解决问题，归纳总结及创新能力				10		
3			社会能力	团队协作、沟通协调、语言表达能力及安全文明、质量保障意识				10	
4		常规 考核	自学笔记					20	
5			课堂纪律					5	
6			回答问题					5	

任务 1.3 拟定工艺路线

【任务描述】

零件的机械加工工艺路线是指主要用机械加工的方法将毛坯加工成零件的整个加工路线。在毛坯确定后，根据零件的技术要求、表面形状、已知的各种机床加工工艺范围、刀具的用途，可以初步拟定零件表面加工方法、工序的先后顺序、工序是集中还是分散、如何划分加工阶段等。工艺路线不但影响加工质量和生产效率，而且影响工人的劳动强度，影响设备投资、车间面积、生产成本等。拟定零件的工艺路线是制订工艺规程的关键阶段。

拟定工艺路线：选择定位基准→选择表面加工方法→划分加工阶段→确定工序顺序→填写机械加工工艺过程卡片→画工艺流程图。

【任务要求】

- (1) 选择定位基准。
- (2) 选择表面加工方法。

- (3) 划分加工阶段。
- (4) 确定工序顺序。
- (5) 填写机械加工工艺过程卡片。
- (6) 画工艺流程图。

【知识目标】

- (1) 掌握定位基准选择原则。
- (2) 掌握加工表面的加工方法的选择。
- (3) 掌握加工阶段的划分。
- (4) 掌握工序顺序安排原则。
- (5) 掌握机械加工工艺过程卡片的填写。
- (6) 掌握工艺流程图的绘制。

【能力目标】

- (1) 具备合理选择轴类零件的定位基准的能力。
- (2) 具备合理选择轴类零件各加工表面的加工方法的能力。
- (3) 具备合理确定加工顺序的能力。
- (4) 具备拟定中等难度轴类零件工艺路线的能力。

【教学组织】

教学六步法如表 1-5 所示。

表 1-5 教学六步法

任务 1.3 拟定工艺路线	
资 讯	(1) 准备知识：1.4 定位基准的选择，1.5 工艺路线的拟定，2.1 轴类零件外圆表面的加工方法，3.1 轴类零件机械加工工艺规程制订。 (2) 教学参考书：《机械制造工艺学》、《机械制造技术综合实训教程》。 (3) 知识要点讲解、实物观看、案例讲解、视频观看、工厂参观
计划与决策	(1) 分组讨论，明确任务要求。 (2) 编写任务实施计划和实施方案。 (3) 讨论、分析实施计划可行性(教师参与)，确定可行的实施计划和方案。 (4) 按计划分配任务到每一个人
实施与检查	各组按实施方案及计划步骤实施轴类零件工艺路线的拟定(教师指导)
评 估	(1) 定位基准选择的合理性和正确性。 (2) 表面加工方法确定的合理性和正确性。 (3) 确定工序顺序的正确性和合理性。 (4) 工艺流程图绘制的准确性和正确性。 (5) 填写工艺过程卡片的正确性和完整性

1.3.1 资讯

- (1) 准备知识：1.4 定位基准的选择，1.5 工艺路线的拟定；2.1 轴类零件外圆表面加

工方法, 3.1 轴类零件机械加工工艺规程制订。

(2) 教学参考书:《机械制造工艺学》、《机械制造技术综合实训教程》。

(3) 知识要点讲解、实物观看、案例讲解、视频观看、工厂参观。

1.3.2 计划与决策

制订计划应考虑的因素有:生产纲领、工序集中与分散的程度、不同定位基准的选择、表面不同加工方法的选择等。

拟定工艺路线:选择定位基准→选择表面加工方法→划分加工阶段→确定工序顺序→填写机械加工工艺过程卡片→画工艺流程图。

1.3.3 任务实施

1. 选择定位基准

(1) 选择精基准:轴线(两中心孔)。

(2) 选择粗基准:外圆柱面($\phi 55$)。

2. 选择表面加工方法

(1) 两段 $\phi 55^{+0.021}_{+0.002}$ 外圆(IT6, $Ra=0.8\mu m$):粗车(IT11, $Ra=12.5\mu m$)—半精车(IT8, $Ra=3.2\mu m$)—粗磨(IT7, $Ra=0.8\mu m$)—精磨(IT6, $Ra=0.4\mu m$)。

(2) 外圆 $\phi 45^{+0.50}_{+0.34}$ 和 $\phi 58^{+0.060}_{+0.041}$ (IT6, $Ra=1.6\mu m$):粗车(IT11, $Ra=12.5\mu m$)—半精车(IT8, $Ra=3.2\mu m$)—粗磨(IT7, $Ra=0.8\mu m$)—精磨(IT6, $Ra=0.4\mu m$)。

(3) 外圆 $\phi 52$ (IT11, $Ra=0.8\mu m$):粗车(IT11, $Ra=12.5\mu m$)—半精车(IT8, $Ra=3.2\mu m$)—磨削(IT7, $Ra=0.8\mu m$)。

(4) 外圆 $\phi 65$ (IT11, $Ra=6.3\mu m$):粗车(IT11, $Ra=12.5\mu m$)—半精车(IT8, $Ra=3.2\mu m$)。

(5) 键槽 $14_{-0.043}$ (IT9, $Ra=3.2\mu m$)、 $39.5_{-0.2}$ (IT11, $Ra=6.3\mu m$):铣键槽【 $14_{-0.043}$ (IT9, $Ra=3.2\mu m$)、 $39.5_{-0.2}$ (IT11, $Ra=6.3\mu m$)】。

(6) 键槽 $16_{-0.043}$ (IT9, $Ra=3.2\mu m$)、 $52_{-0.2}$ (IT11, $Ra=6.3\mu m$):铣键槽【 $16_{-0.043}$ (IT9, $Ra=3.2\mu m$)、 $52_{-0.2}$ (IT11, $Ra=6.3\mu m$)】。

(7) 螺纹 2-M8 深 8:钻孔—攻螺纹。

(8) 各台阶面:粗车—半精车。

3. 划分加工阶段

由于该零件精度要求较高,所以应先划分加工阶段再进行加工。以外圆加工为主线划分加工阶段,粗车为粗加工阶段;半精车为半精加工阶段;磨削为精加工阶段。

4. 确定工序顺序

工序顺序:锻造—正火—铣两端面钻中心孔—粗车—调质—半精车—铣键槽—钻孔攻丝—粗磨—精磨。

5. 填写机械加工工艺过程卡片

机械加工工艺过程卡片如表 1-6 所示。