



普通高等教育“十二五”规划教材



Mechanical Manufacturing Technology

机械制造工艺学 课程设计指导书

第②版

李大磊 王栋 © 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

机械制造工艺学课程设计指导书

第2版

主 编	李大磊	王 栋	
副主编	杨丙乾	覃寿同	陈中中
参 编	王晓洁	贺占蜀	刘兰荣等
主 审	马胜钢		



机械工业出版社

本书对机械加工工艺规程制订和专用机床夹具设计的内容进行了综述,以一个生产实际中的零件——拖拉机铲臂右支架为例,详细介绍了制订机械加工工艺规程和设计专用机床夹具的具体内容、方法和步骤,旨在为学生完成机械制造工艺学课程设计提供必要的帮助。

随书光盘包括了实例零件、选做题目零件、用于加工实例零件的3套专用机床夹具3D模型以及PDF格式的工程图,还包括了3套精美、逼真、MP4格式的专用机床夹具工作过程动画,便于学生理解、学习。

本书可供机械类专业学生进行机械制造工艺学课程设计使用,也可供机械加工工艺人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学课程设计指导书/李大磊,王栋主编.—2版.

—北京:机械工业出版社,2014.8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-46639-0

I. ①机… II. ①李… ②王… III. ①机械制造工艺—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第092321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:余 皞 责任编辑:余 皞

版式设计:赵颖喆 责任校对:杜雨霏

封面设计:张 静 责任印制:李 洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2014年8月第2版第1次印刷

184mm×260mm·12.5印张·300千字

标准书号:ISBN 978-7-111-46639-0

ISBN 978-7-89405-359-6(光盘)

定价:29.80元(含1CD)

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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本书第1版自2010年出版以来,已在国内各大高等院校中广泛使用,对机械类专业学生在规定的时间内保质、保量地完成机械制造工艺学课程设计任务起到了积极的作用,深受广大师生的欢迎。随着教育部“高等学校本科教学质量与教学改革工程”建设项目的不断深入,以及“卓越工程师教育培养计划”的顺利实施,结合近几年在机械制造工艺学课程教学改革实践活动中的新成果、新实例,编者认为及时对《机械制造工艺学课程设计指导书》第1版进行修订是非常必要的。此外,许多正在使用本书的教师和学生也给予了编者很多的鼓励和建议,这也是编者对本书进行修订的主要动力。

考虑到教学的连续性,第2版基本上维持了第1版原有的体系和风格。同时,在第2版修订过程中,编者力求概念准确、重点突出,更加注重内容的工程性和实用性,而且便于学生理解。

本次修订工作主要有以下几个方面:

1. 对第1版的正文、插图及计算过程进行了认真、全面的审查和校正。
2. 在第1版提出的基于3D软件计算定位误差新方法的基础上,添加了一个计算实例,充分说明了此方法的正确性和有效性。
3. 对选做题目零件作了一些必要的调整,且提供了每个选做题目零件的“机械加工工艺过程卡”,以利于学生扩展学习。
4. 进一步完善了随书光盘内容,尤其是重新精心制作了3套MP4格式的专用机床夹具工作原理动画,增加了机床模型,加入了音频,使专用机床夹具工作过程的展示更加逼真、生动,更加符合工程实际。

本书由郑州大学李大磊、王栋任主编,主持本次修订工作;河南科技大学杨丙乾、郑州大学覃寿同、陈中中任副主编,负责全书的校正工作。河南科技大学杨丙乾提供了所有选做题目零件的图样,并负责为所有的零件编写了“机械加工工艺过程卡”。郑州大学王晓洁、贺占蜀、刘兰荣、牛鹏辉参与了全书的修订工作,负责编写了基于3D软件计算定位误差的实例,同时负责重新制作随书光盘中3套专用机床夹具工作过程动画。本书由郑州大学马胜钢教授担任主审,马教授对修订工作提出了许多宝贵意见。在此,表示衷心的感谢!

限于编者水平,本版难免存在遗漏及不当之处,敬请读者指正。

编者

第1版前言

机械制造工艺学课程设计是机械工程及自动化专业的学生在学完机械制造工艺学课程,并完成生产实习之后必须进行的一个教学环节。通过课程设计,学生可以巩固所学知识,加深对相关概念、原理的理解,初步具备制订机械加工工艺规程和设计专用机床夹具的能力,为日后走向工作岗位打下基础。

随着高等教育的快速发展,高等院校办学规模的不断扩大,学生人数日益增多,而造成指导课程设计的教师人数相对不足,使得指导课程设计的力量明显削弱。从学生方面来看,在进行课程设计期间,考研、找工作、补考等因素对课程设计带来很大的干扰。在这种情况下,很有必要编写一本便于理解、学习的机械制造工艺学课程设计指导书,使学生在有限的时间内保质、保量地完成课程设计任务,保证该教学环节的基本要求,让学生在较短的时间内能够有尽可能大的收获。

本书在编写过程中注重内容的完整性与实用性,具有以下特点:

1. 简要介绍了制订机械加工工艺规程和设计专用机床夹具必备的专业知识,不但力求密切联系生产实际,而且融入了作者相关的研究成果,如对基于 SolidWorks 的定位误差计算新方法、基于 SolidWorks 的专用机床夹具二次开发技术和基于 SolidWorks 配置功能的工序图自动生成等作了简单介绍。
2. 以一个生产实际中的零件为实例,详细介绍了机械制造工艺学课程设计的具体内容、方法和步骤,供学生参考,从而起到抛砖引玉、举一反三的作用。
3. 应用了最新版的相关国家标准,且参考资料主要选自机械工业出版社出版的最新书籍。为便于学生使用,本书将设计实例中所查阅的所有表格、数据整理成单独一章,学生在课程设计过程中可不必另借其他的工艺和夹具手册。
4. 用于选做题目的零件均来源于生产实际,难易适当,以满足不同层次学生的需要,鼓励优秀学生脱颖而出。
5. 所附光盘中包括了实例零件、多个选做题目零件以及用于加工实例零件的三套专用机床夹具三维模型和 SolidWorks、AutoCAD、CAXA 形式的工程图,以帮助学生快速理解其内部空间结构。
6. 所附光盘提供了用于加工实例零件的三套专用机床夹具装配过程和使用操作过程的精美三维动画,以帮助学生了解其工作原理。

本书由郑州大学王栋、李大磊、张银霞以及河南农业大学徐波、河南科技大学杨丙乾合作编写。王栋任主编,负责统筹规划。李大磊任副主编,负责三维模型、工程图和动画制作。杨丙乾收集并提供了选做题目原始零件图。

郑州大学覃寿同、郑艳萍、陈中中、陈松涛、罗春虎等参与了本书的编写,提出了许多有益的建议,付出了辛勤的劳动。郑州大学马胜钢教授审阅了书稿,并提出了很多宝贵的意见。在此,谨向他们表示衷心的感谢。

由于时间匆促,编者水平有限,谬误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 机械制造工艺学课程设计

指导 1

一、目的 1

二、题目及原始资料 1

三、内容及要求 1

四、一般方法和步骤 2

五、撰写设计计算说明书 3

六、时间安排 4

七、纪律要求 4

八、成绩评定 4

第二章 机械制造工艺学课程设计

必备知识 5

第一节 机械加工工艺流程制订必备知识 5

一、概述 5

二、机械加工工艺流程制订步骤及 内容 8

第二节 专用机床夹具设计必备知识 23

一、概述 23

二、专用机床夹具设计步骤及内容 26

三、各类机床专用夹具设计要点 47

第三章 机械制造工艺学课程设计

实例 52

第一节 序言 54

第二节 零件分析 54

一、零件的功用分析 54

二、零件的工艺分析 54

第三节 机械加工工艺流程制订 55

一、确定生产类型 55

二、确定毛坯制造形式 55

三、选择定位基准 55

四、选择加工方法 56

五、制订工艺路线 57

六、确定加工余量及毛坯尺寸 59

七、工序设计 60

八、确定切削用量和基本时间 63

第四节 专用机床夹具设计 75

一、接受设计任务、明确加工要求 75

二、确定定位方案、选择定位元件 76

三、确定夹紧方案、设计夹紧机构 77

四、确定分度方案、设计分度装置 77

五、确定导向方案和选择导向元件 78

六、钻模板结构类型的确定 78

七、夹具体的设计 78

八、夹具精度分析 79

九、绘制夹具装配图，标注有关尺寸及 技术要求 80

第四章 参考图例 81

一、实例零件图 81

二、机械加工工艺流程工序卡片 81

三、专用机床夹具装配图 81

四、选做题目零件图 103

第五章 常用工艺参考资料 129

参考文献 192

第一章 机械制造工艺学课程设计指导

一、目的

机械制造工艺学课程设计是在学完了机械制造工艺学课程,并完成了生产实习之后进行的一个教学环节。它要求学生综合地运用所学过的专业知识,针对一个具体的工程实际零件进行机械加工工艺规程制订及专用机床夹具设计,使学生初步具备制订机械加工工艺规程及设计专用机床夹具的能力,为随后的毕业设计进行一次综合训练和准备,也为以后所从事的机械工作打下基础。通过本次课程设计,使学生在以下几个方面得到锻炼:

- 1) 熟练运用机械制造工艺学课程中的基本理论,正确地解决零件在加工过程中的定位、夹紧以及工艺路线的安排、工序尺寸的确定等问题,制订出保证该零件质量的机械加工工艺规程。
- 2) 针对机械加工工艺规程中的某一道工序,选择合适的定位、夹紧、导向等元件,组成合理的定位、夹紧、导向方案,设计出适合该工序的专用机床夹具,进一步提高结构和机构的设计能力。
- 3) 熟练运用有关手册、标准、图表等技术资料。
- 4) 进一步提高撰写设计计算说明书的能力。

二、题目及原始资料

- 1) 机械制造工艺学课程设计的题目均定为:

××零件机械加工工艺规程制订及××工序的专用机床夹具的设计

- 2) 设计的原始资料及依据为:

- ① 产品的装配图;
- ② 零件图;
- ③ 零件的生产纲领;
- ④ 假定具有正常的加工生产条件;
- ⑤ 必要的工艺资料、手册、国家标准等。

三、内容及要求

本次课程设计要求学生针对某一具体零件,制订出该零件的机械加工工艺规程以及设计其中某一道具体工序所使用的专用机床夹具,并撰写设计计算说明书。学生应在教师的指导下,自觉、认真、有计划地按时完成设计任务。学生必须以负责的态度对待自己的技术决定、数据和计算结果,注意理论与实践的结合,以使整个设计在技术上是先进的、在经济上是合理的、在生产中是可行的。

课程设计具体内容如下:

- 1) 确定生产类型,分析零件工艺性。

- 2) 确定毛坯种类及制造方法, 绘制毛坯图。
- 3) 拟定零件的机械加工工艺规程, 包括: 选择各工序加工设备及工艺装备(刀具、夹具、量具和辅具等); 确定工序尺寸及公差; 计算各工序切削用量; 计算时间定额; 绘制工序简图等。
- 4) 填写工艺文件。
- 5) 设计某一道工序所使用的专用机床夹具, 绘制夹具装配图。
- 6) 撰写设计计算说明书。

最终应完成以下几项具体的任务:

- 1) 机械加工工艺规程(包括毛坯简图), 折合 A0 图纸 1 张或若干张工序卡。
- 2) 专用机床夹具装配图 A1 图纸 1 张。
- 3) 专用机床夹具主要零件图(选做)。
- 4) 设计计算说明书一份。

学生必须完成上述任务, 才具备参加课程设计答辩的资格。

四、一般方法和步骤

(一) 机械加工工艺规程制订

1. 零件分析

- 1) 确定生产类型及生产纲领。
- 2) 分析研究零件图。

2. 毛坯设计

- 1) 确定毛坯的类型和制造方法。
- 2) 确定毛坯的加工余量及尺寸公差。
- 3) 绘制毛坯简图。

3. 拟定机械加工工艺路线

- 1) 选择零件定位时的粗、精基准。
- 2) 确定各加工表面的加工方法及合理安排加工顺序(包括热处理、检验等工序的安排)。
- 3) 考虑工序的集中与分散及加工阶段的划分, 拟定工艺路线。

4. 工序设计

- 1) 绘制工序简图(工艺附图)。
- 2) 选择加工设备(机床类型及型号)和工艺装备(刀具、量具、通用夹具和辅具等)。
- 3) 确定各表面工序余量、各工序尺寸。
- 4) 计算并确定切削用量、时间定额。

5) 填写工艺文件。

(二) 专用机床夹具设计

- 1) 明确设计任务, 查找并收集资料。
- 2) 拟定结构方案, 绘制结构草图。

- ① 确定工件定位方案;
- ② 确定工件夹紧方案;
- ③ 选择并设计夹具元件;

④ 合理布置夹具元件，确定夹具总体结构。

3) 绘制夹具总装图（必要时绘制夹具主要零件图）。

（三）撰写设计计算说明书

（四）答辩

五、撰写设计计算说明书

设计计算说明书是整个课程设计的重要组成部分，也是审核设计合理与否的重要技术文件。因此，在进行课程设计时，应及时对所做过的工作进行整理和总结，为撰写课程设计的设计计算说明书做好准备。

在撰写设计计算说明书时要注意以下几个方面：

1) 设计计算说明书应概括介绍课程设计的全貌，全面叙述设计意图、设计成果及理论根据，重点要对各种方案进行全面的分析和论证，充分表达设计者进行决策的依据。同时，还应包括必要的工艺计算和说明。

2) 设计过程中所引用的数据和公式应注明来源、出处，正文之后列出必要的参考文献。设计计算说明书应力求文字通顺、语言简明、字迹工整、图表清晰，封面应采用统一印发的格式。

3) 设计计算说明书的撰写应与设计同步进行，不要完全集中在设计后期完成，以便能及时发现错误和不妥之处，提高设计效率。

设计计算说明书主要包括以下内容：

1. 封面
2. 目录
3. 设计任务书
4. 机械加工工艺规程制订的详细过程

主要包括：

 - 1) 零件的工艺性分析。
 - 2) 生产类型的确定。
 - 3) 毛坯的选择与毛坯简图的绘制。
- 4) 工艺路线的拟定（如定位基准的选择、表面加工方法的选择、加工阶段的划分和工序的合理组合、加工顺序的安排、通用机床和通用工艺装备的选择等）。
- 5) 加工余量及工序尺寸的计算和确定。
- 6) 切削用量的计算和选择。
- 7) 时间定额的计算和确定。
5. 专用机床夹具设计的详细过程

主要包括：

 - 1) 明确夹具的功用，选择夹具类型。
 - 2) 定位方案的选择、分析、比较和确定。
 - 3) 夹紧方案的选择、分析、比较和确定。
 - 4) 对定方案的选择、分析、比较和确定。
 - 5) 夹具各部分元件的选择及设计。

6) 夹具的精度分析。

7) 夹具使用说明、特点及有待改进处。

6. 设计心得

7. 参考文献

六、时间安排

按传统的机械制造工艺装备及自动化专业的教学计划规定,机械制造工艺学课程设计的学时数一般为4周,最低不能少于3周。但按目前的教学计划,课程设计时间一般仅为2周。而且因双休日每周又减少2天,加之学生考研、补考、找工作的干扰,学生在10个工作日内完成前述工作量是困难的。其解决方法有两条:首先,设计中的双休日仅休息1天,保证设计时间为12天;其次,在满足基本要求的前提下,减少一些重复性的工作,如不要求对所有工序中的切削用量、时间定额进行计算。

在12天的设计时间内,大致的任务安排如下:

- 1) 机械加工工艺规程制订 (5天)
- 2) 专用机床夹具设计 (4天)
- 3) 整理完善设计计算说明书(2天)
- 4) 答辩 (1天)

七、纪律要求

为切实保证课程设计的质量,必须严格保证有效的设计时间,杜绝单纯抄袭、“友情客串”等不良现象。因此,特作如下纪律要求:

- 1) 学生必须在规定时间内在指定教室进行课程设计。
- 2) 每天定时点名进行考勤,缺勤一次者成绩降一等,缺勤三次者取消答辩资格。
- 3) 原则上不允许请假,若有事必须请假,一天之内由指导教师批准,两天以上(含两天)报主管院长批准,同时成绩降等。
- 4) 凡找他人代做,一经核实,取消答辩资格。
- 5) 图样、设计计算说明书一律采用手工绘制、书写。

八、成绩评定

为客观、公平、公正地反映学生机械制造工艺学课程设计的质量,应根据学生遵守纪律情况、独立完成情况、图样文件完成质量以及答辩情况等几个方面综合评价。教师应在保证有效指导时间的前提下,对自己所指导学生的平时工作情况做到心中有数,还要把学生在课程设计过程中的主动性和积极性、深入程度、独立工作的能力作为评定成绩的重要依据。

课程设计成绩定为优、良、及格和不及格四等。

第二章 机械制造工艺学课程设计必备知识

学生在进行课程设计时,一开始往往不知如何下手,一两天过后几乎没有一点进展,而且在设计过程中常会产生某些概念模糊,出现一些共性的问题,甚至是错误。这些情况严重地影响了学生课程设计的进度和质量。因此,有必要对机械制造工艺学课程中与课程设计直接有关的专业知识,如机械加工工艺规程的制订和专用机床夹具的设计,进行综合的阐述。

传统的机械制造工艺学是以机械制造中的工艺问题为研究对象的一门应用性技术学科,其内容均来自生产实际和科研实践,上升为工艺理论后反过来指导生产实践,其显著特点是实践性强。在复习和回顾机械加工工艺规程制订和专用机床夹具设计相关内容时,应着重理解和掌握基本概念及其在实践中的应用。

机械制造工艺学课程设计的主要内容是机械制造工艺学中的机械加工工艺规程制订和专用机床夹具的设计,不仅实践性强,而且对学生的专业素质要求较高。如果学生不了解车、铣、刨、磨的工艺特点和适用范围,不了解零件的精度和公差的相关概念,就不可能进行机械加工工艺规程制订工作;如果学生不能进行正确的受力分析,不了解车床、铣床、刨床等机床的结构特点,就不可能进行专用机床夹具的设计工作。

第一节 机械加工工艺规程制订必备知识

一、概述

(一) 生产过程、工艺过程和机械加工工艺过程及其组成

任何一种产品都必须经过一定的生产过程。生产过程是指由原材料转变为产品的全过程,包括生产准备、原材料的运输和保管、毛坯制造、机械加工、热处理、装配和调试、检验和试车、涂装和包装等。这里必须说明的是原材料和产品是一个相对的概念,一个工厂的原材料可能是另一个工厂的产品。如对于轮胎厂来说,橡胶是原材料,轮胎是产品;而对于汽车厂来说,轮胎是原材料,汽车是产品。这种生产上的分工有利于专业化生产,可以使工厂生产趋于专门化、简单化,有利于提高生产率、保证产品质量、降低生产成本。

工艺过程是指在生产过程中,改变生产对象的尺寸、形状、性能(物理性能、化学性能、力学性能)以及形成零件相互位置关系的过程,如铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、装配等工艺过程。

机械加工工艺过程是指在工艺过程中,用机械加工方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和各个表面之间相互位置及表面状况,使之成为合格零件的全部过程。机械制造工艺学课程中的研究内容,包括零件的机械加工工艺过程和机器的装配工艺过程,而在本次课程设计中主要研究其中的机械加工工艺过程。

一个零件的机械加工工艺过程往往是比较复杂的,为了便于组织和管理生产,必须把机械加工工艺过程划分为若干工序,即机械加工工艺过程是由一系列工序所组成的,毛坯依次

通过这些工序就被加工成合乎图样规定要求的成品零件。而工序又可划分为若干个安装、工位、工步和走刀。

1. 工序

一个（或一组）工人，在一个工作地点（一台机床），对一个（或同时对几个）工件所连续完成的那部分工艺过程称为工序。可见，工序由“定工人、定地点、定工件和连续完成”四个要素构成，其中任何一个要素发生改变将成为不同的工序。只要四个要素中没有一个是改变，所完成的那一部分工艺过程都仍属于同一工序。工序是工艺过程的基本单元，又是生产计划和成本核算的基本单元。

2. 安装

工件在加工前，在机床或夹具中相对刀具应具有一个正确的位置并给予固定，这个过程称为工件的装夹。工件经一次装夹所完成的那部分工序内容称为安装。安装是工序的一部分，每一个工序可能有一次安装，也可能有多次安装。在同一个工序中，安装次数应尽量减少，既可以提高生产效率，又可以减少由于多次安装带来的误差。

3. 工位

为减少工序中的安装次数，常采用回转工作台或回转夹具，使工件在一次安装下，可先后在机床上占有不同的位置进行加工。在每一个位置所完成的那部分安装内容，称为一个工位。采用多工位加工，有助于提高生产率和保证加工表面间的相互位置精度。

4. 工步

工步是指在一个工位中，被加工表面、切削刀具以及切削用量中的切削速度和进给量均保持不变的情况下所完成的那部分工位内容。当其中有一个因素变化时，则为另一个工步。划分工步的目的，是便于分析和描述比较复杂的工序，更好地组织生产和计算工时。

需要注意的是，我们把用多把刀具或复合刀具对一个零件几个表面同时进行的加工，称为复合工步，如使用复合钻头钻阶梯孔。有时为了简化工艺文件，往往把在同一工件上钻若干相同直径孔的过程看作是一个工步。如加工振动筛筛板几百个直径相同小孔的工序，如果严格按工步的定义，势必会划分为数百个工步，不但使工艺文件极为繁琐，而且完全没有必要。

5. 走刀

在一个工步内，由于被加工表面要切掉的金属层很厚，余量较大，可分几次切削，每切削一次称为一次走刀。

可见，工艺过程的组成是很复杂的，一个零件的工艺过程由许多工序组成，一个工序中可能有几个安装，一个安装中可能有几个工位，一个工位可能有几个工步，一个工步又可能有几次走刀。

（二）机械加工工艺规程的类型、作用和制订原则

机械加工工艺规程是机械加工工艺过程的文件表现形式。在机械加工中，一个同样要求的零件可以采用几种不同的机械加工工艺过程，但其中总有一种工艺过程在一定的生产条件下是最合理的，我们把与该过程相关的内容，如所采用的机床、刀具、夹具、切削用量、工时定额等，用文件的形式固定下来用于指导生产，这种文件就是机械加工工艺规程。机械加工工艺规程是指导、组织和管理生产的重要文件和依据，企业相关人员必须认真地、严格地执行经审批的工艺规程。只有按照机械加工工艺规程中所规定的内容进行生产，才能稳定生

产秩序, 保证加工质量。

在生产中, 机械加工工艺规程常以表格或卡片的形式体现。在我国, 机械加工工艺规程的表格尚未制定国家标准, 各制造企业所使用的表格形式也不尽相同, 但可以参考原机械电子工业部标准 (JB/T 9165. 2—1998) 中的两种格式: 机械加工工艺过程卡片和机械加工程序卡片。在实际生产中, 还有一种机械加工工艺卡片格式。这三种格式的工艺规程所包含的工艺内容详细程度是不一样的, 分别适用于不同的生产类型, 如机械加工工艺过程卡片中, 甚至没有可供操作工人参考的工序简图。一般情况下, 单件小批生产多采用机械加工工艺过程卡片; 中批生产多采用机械加工工艺卡片; 要求严密、工作组织细致的大批量生产多采用机械加工程序卡片。

机械加工工艺规程的作用是:

1. 生产准备工作的主要依据

在产品投入生产以前, 必须根据工艺规程进行有关的技术和生产准备工作。如原材料和毛坯的供应, 专用工艺装备 (刀具、夹具、量具及辅具) 的设计、制造及采购, 生产作业计划的编排, 劳动力的组织以及生产成本的核算等。只有根据机械加工工艺规程, 制订出产品的进度计划和相应的调度计划, 才有可能使生产顺利进行。

2. 指导生产的主要技术性文件

一切从事生产的人员都必须严格执行机械加工工艺规程, 以稳定生产秩序, 保证产品质量, 获得较高的生产率和较好的经济性。

3. 新建或扩建工厂、车间时的原始资料

在新建或扩建工厂、车间时, 只有根据机械加工工艺规程和年生产纲领, 才能准确地确定生产所需机床的种类和数量, 车间的面积, 生产工人的工种、等级及数量, 投资预算安排等。

必须指出的是, 在一定的时期内机械加工工艺规程是一个稳定的技术文件, 工厂中的任何工人和技术人员都不可以随意更改, 若有必要更改时必须履行严格的审批手续。但是机械加工工艺规程也不是一成不变的, 随着先进制造技术的发展, 可能使得原来的工艺规程满足不了生产的要求。此时, 工艺规程的制订者必须及时吸取合理化建议, 采用新的技术和新的工艺等技术成果, 对现行工艺规程进行不断的完善和改进, 以更好地发挥其作用。(一)

在制订机械加工工艺规程时要遵循的原则是: 在一定的生产条件下, 以最少的劳动消耗和最低的费用, 按计划规定的进度, 可靠地加工出符合图样要求的零件。

(三) 生产纲领、生产类型及其工艺特点

1. 生产纲领

生产纲领是企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。如果产品的计划期以年度计算, 此时的生产纲领称为年生产纲领, 也称年产量。产品中某零件的生产纲领除了预计的生产计划数量, 还需考虑一定的备品率和废品率。产品中的零件的年生产纲领通常按下式计算

式中 N ——零件的年生产纲领, 单位为件/年;

Q ——产品的年产量, 单位为台/年;

n ——每台产品中该零件的数量, 单位为件/台;

$\alpha\%$ ——备品率；

$\beta\%$ ——废品率。

2. 生产类型及其工艺特点

社会对于机械产品的需求是多种多样的。有些产品结构复杂，有些简单；有些产品技术要求高，比较精密，有些就不那么精密；有些产品社会需求量大，有些则需求量小。生产类型是指企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类。根据零件的年生产纲领和零件本身的特性（轻重、大小、结构复杂程度、精密程度等），可将零件的生产类型划分为单件小批生产、成批或中批生产、大批量生产三种。

生产类型不同，其工艺特点也有很大差异，对生产组织和管理、车间机床布置、毛坯制造方法、机床种类、工艺装备、加工或装配方法以及工人技术要求等方面均有所不同。如成批生产工艺特点是工序相对分散，尽量选用通用机床，通用与专用夹具相结合，大部分采用通用量具，必要时配以小部分专用量具等。所以，在制订机械加工工艺规程和机器产品的装配工艺规程时，都必须考虑不同生产类型的特点，以取得最大的经济效益。

（四）工艺系统

在对零件进行机械加工时，必须具备一定的条件，即要有一个系统——机械加工工艺系统来支持。机械加工工艺系统通常由机床、夹具、刀具和工件四个环节组成，其中工件是机械加工的对象；机床是实现工件进行机械加工的必要设备，为机械加工提供切削加工所需要的运动和动力；刀具是直接对工件进行加工的工具，直接切除工件毛坯上预留的材料层；夹具是装夹工件的重要工艺装备，以实现对工件的定位和夹紧，使工件在加工时相对于机床或刀具保持一个正确的位置，并在加工过程中保持这个位置不变。如果加工时将工件直接装夹在机床工作台上，也可以不要夹具。因此，一般情况下，工件、机床和刀具是必不可少的。研究机械加工工艺系统的组成及其内在规律的目的是在机床、夹具、刀具和工件的共同作用下，确保工件能够获得合格的尺寸精度、形状精度及表面质量，并最终达到零件的设计要求。

二、机械加工工艺规程制订步骤及内容

（一）分析零件

对零件图进行分析的目的有两个：一是明确零件在产品中的功用，各加工表面的作用、精度、表面质量等；二是审查图样上的视图、尺寸和技术要求是否完整、正确、统一，并对零件进行工艺审查。

（1）分析产品的装配图和零件图 此步骤主要是熟悉产品的用途、性能及工作条件，明确被加工零件在产品中的位置与功用，进而了解零件的各项技术要求并找出主要技术要求，研究零件在加工过程中可能产生的变形及需要采取的工艺措施；同时审查设计图样的正确性、合理性，包括各项技术要求制订的依据及合理性、图样的完整性等。

（2）审查零件的结构工艺性 结构工艺性是指所设计的零件在能满足使用要求的前提下，制造的可行性和经济性。零件的结构工艺性对其机械加工工艺过程影响很大，使用功能相同但结构不同的两种零件它们的制造成本可能有很大的区别。所谓“结构工艺性好”，是指这种结构在同样的生产条件下能够比较经济地制造出来。不同生产规模或具有不同生产条件的工厂，对零件的结构工艺性的要求是不同的。在进行零件的结构工艺性审查时，应注意

以下几个方面:

- 1) 加工时是否便于进刀、退刀。
- 2) 是否有利于减少加工表面数量和加工表面面积。
- 3) 是否便于工件装夹, 减少装夹次数。
- 4) 是否便于采用标准刀具和通用量具, 减少刀具和量具种类。

在具体的课程设计过程中, 当学生拿到零件图后, 看到零件图标注着密密麻麻的尺寸, 往往不知如何下手。这时要善于抓住主要矛盾, 首先要将零件中的所有表面分成机械加工表面与非机械加工表面两类。本次课程设计任务之一是制订机械加工工艺规程, 主要针对的是机械加工表面, 而非机械加工表面及相应尺寸不是我们讨论的重点。如对毛坯为铸件的零件, 若采用普通砂型铸造, 模样设计人员不但要重点分析其机械加工表面, 同时还要重点分析其非机械加工表面, 以便制造模样。假想把零件图中非机械加工表面的相应尺寸隐去, 零件图的复杂程度便简单了很多, 机械加工要求也会一目了然。其次, 在机械加工表面中找出作用最重要、尺寸精度最高、表面粗糙度值最小的一组表面, 一切机械加工工作均是围绕这一组重要表面的加工而进行的。具体的做法, 可将零件所有机械加工表面的尺寸精度、位置精度、表面粗糙度和技术要求列成表格, 同时也可作为进一步确定加工方法的参考。

(二) 毛坯的选择

在制订机械加工工艺规程时, 正确地选择毛坯的种类和形式有着重大的技术、经济意义。毛坯种类的选择, 不仅影响着毛坯制造的工艺、设备及制造费用, 而且对零件的机械加工工艺、设备和工具的消耗以及工时定额有很大的影响。毛坯的种类和质量与零件加工的质量、生产率、材料消耗以及加工成本有着密切的关系。一般来说, 提高毛坯质量可以减少机械加工劳动量、提高材料利用率、降低机械加工成本, 但同时却增加了毛坯的制造成本, 两者是互相矛盾的。实际生产中, 需要根据生产类型和毛坯制造的具体情况综合考虑。

1. 机械加工中常见的毛坯形式

毛坯种类很多, 同一种毛坯又可能有不同的制造方法。

(1) 铸件 适于制造形状复杂的毛坯。常用的铸件材料有灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁和铸钢等。目前生产中的铸件大多数是用砂型铸造, 少数尺寸较小的优质铸件可采用特种铸造, 如金属型铸造、离心铸造和压力铸造等。造型方法有手工造型和机器造型。模样有木模和金属型之分。

(2) 锻件 适合于制造强度高、形状比较简单的毛坯。锻件分为自由锻造锻件和模锻锻件等。自由锻造锻件是在锻锤或压力机上由人工多次操作而逐步成形。这种锻件加工余量大, 精度、生产率低, 锻造时不需要专用模具, 适用于单件和小批生产中结构简单或大型的零件。模锻件是用一套专用的锻模, 在吨位较大的锻锤或压力机上锻压出的锻件, 锻件精度、表面质量比自由锻好, 加工余量较小。锻件内部有较好的纤维组织分布, 机械强度较高, 生产率也高, 适用于批量较大的中小型零件。

(3) 钢板和型材 钢板和型材是生产中最常见的毛坯形式, 来源广泛, 不需要准备周期。型材按截面形状可分为方钢、圆钢、角钢、槽钢等, 按供货状态分热轧和冷轧两类。热轧型材适用于尺寸较大、精度较低的一般零件的毛坯; 冷轧型材多用于尺寸较小、毛坯精度要求较高的中小型零件的毛坯。

(4) 焊接件 焊接件是指由钢板或型材焊接而形成的零件毛坯, 其主要优点是制造简

单、生产周期短,不需要专用的装备。通过焊接形成大型件和形状较复杂的毛坯,还可以弥补工厂毛坯制造能力的不足。但焊接件存在较大的残余应力,容易变形,精度不稳定,故一般需要退火或时效处理。

在生产中,还可以使用组合形式的毛坯,即通过焊接的方法将铸件、锻件、型材或经局部机械加工的半成品组合在一起。如大型曲轴,可以先分段锻出各曲拐并将各曲拐粗加工,然后将各曲拐按规定的分布角度焊接成整体毛坯,热处理后再进行精加工。

2. 毛坯选择

(1) 毛坯选择趋势 一般来说毛坯选择有两种方向:一种是使毛坯的形状和尺寸尽量与零件接近,零件制造的大部分劳动量用于毛坯,而机械加工多为劳动量和费用都比较少的精加工;另一种是毛坯的形状及尺寸与零件相差较大,机械加工中需要切除较多材料,其劳动量及费用也较大。根据近年来绿色制造的理念,应积极采用精度较高的毛坯,以减少加工余量,减轻后续机加工的难度以及工人的劳动强度,减少材料浪费,提高资源利用率,达到低碳环保的目的。

(2) 毛坯选择应考虑的因素

1) 生产类型。生产类型在很大程度上决定了采用哪一种毛坯制造方法是经济的。对于大批量生产,应选择精度和生产率都比较高的毛坯制造方法,这样虽然用于毛坯制造的设备及装备费用比较高,但是可以减少材料消耗和降低机械加工费用。单件小批生产时,应选择精度和生产率较低的毛坯制造方法,如自由锻造锻件和手工造型生产的铸件等。

2) 零件的结构形状和外形尺寸。选择毛坯应考虑零件结构的复杂程度和尺寸的大小。例如,常见的各种阶梯轴,若各台阶直径相差不大,可直接选取圆棒料;若各台阶直径相差较大,为节约材料和减少机械加工的劳动量,则宜选择锻件毛坯。形状复杂的薄壁零件毛坯,往往不采用金属型铸造,尺寸较大的毛坯也往往不采用模锻和压锻。箱体零件一般采用铸造的方法来生产毛坯。某些外形复杂的小型零件,由于机械加工困难,还可采用精密铸造的方法。

3) 零件材料的力学性能。毛坯的制造方法将影响其力学性能,如锻件的力学性能高于型材。对于重要的零件,不论其结构形状如何复杂,均不宜直接选用型材而要选用锻件。

4) 零件材料的工艺性能。如铸铁和青铜只能铸造,不能锻造。对于机器的底座等基础件,在满足使用要求的基础上,尽量不用铸钢件而使用铸铁件,以利用铸铁件具有的优良铸造性能和切削加工性能,同时,铸铁件底座在使用中还有良好的减振性能。

(3) 毛坯形状与尺寸 毛坯的形状与尺寸主要由零件表面的形状、结构、尺寸和加工余量等因素确定,并尽量与零件相接近,以减少机械加工的劳动量,力求达到少切削或无切削加工。但是,由于现有毛坯制造技术及成本的限制,以及产品零件的加工精度和表面质量要求越来越高,毛坯的某些表面仍需留有一定的加工余量,以便通过机械加工达到零件的技术要求。毛坯尺寸和零件尺寸的差值称为毛坯加工余量,毛坯尺寸的公差称为毛坯公差。毛坯加工余量及公差同毛坯的制造方法有关,生产中可参照有关工艺手册和部门或企业的标准确定。

毛坯的形状和尺寸的确定是将毛坯加工余量附加在零件相应的加工表面上,同时还要考虑毛坯制造方法、机械加工以及热处理等诸多工艺因素的影响。确定毛坯形状和尺寸时应注意:

1) 加工时为了工件装夹的方便,一些铸件的毛坯需要铸出必要的工艺凸台。这种工艺凸台在零件的工作过程中并不起作用,加工后一般应切去。

2) 为了提高零件机械加工的效率,对于需经锻造的小零件,可将多个零件先合锻成一个整体的毛坯,经加工后再切割分离成单个零件。如短小的轴套、垫圈和螺母等零件,在选择棒料、钢管及六角钢等为毛坯时都可采用上述方法。

3) 对一些薄壁环类零件,也应多件合成一个毛坯。毛坯装夹后,经过车外圆、内孔和切槽后再分离成单件,不但提高了生产率,零件加工中变形也很小,有利于保证加工精度。

4) 对于一些零件,如磨床主轴部件中的三瓦轴承、车床进给系统中的开合螺母、发动机中的连杆等,为保证其加工精度且便于加工,常将这些分离零件先合成一个整体毛坯,加工到一定阶段切割分离,再进行加工。本次课程设计的实例零件——东方红—75 推土机铲臂右支架,就是采用了这种毛坯形式。

(4) 毛坯尺寸公差与加工表面总余量的确定

铸件尺寸公差与加工表面总余量的确定。GB/T 6414—1999 规定了铸件尺寸公差,代号“CT”,分 16 级。铸件尺寸公差的大小取决于铸件尺寸公差等级 CT 以及毛坯铸件基本尺寸的大小和生产铸件批量,见表 5-1、表 5-2,其中铸件基本尺寸是指机械加工前毛坯铸件的尺寸,包括必要的机械加工余量。公差等级 CT 决定于铸件的材料和铸造方法,见表 5-2。

铸件的机械加工余量(RMA)决定于铸件的机械加工余量等级和经最终加工后铸件的最大轮廓尺寸。机械加工余量等级有 10 级,称之为 A、B、C、D、E、F、G、H、J 和 K 级,决定于铸件的材料和铸造方法,见表 5-3。机械加工余量(RMA)的具体数值见表 5-4,该数值即为传统的加工总余量。

(5) 毛坯简图

1) 毛坯简图的作用。毛坯简图即简化了的毛坯图或毛坯示意图,其作用是简洁地表明零件与毛坯在形状和尺寸上的区别,清楚地表示出要进行机械加工的表面及其余量大小,同时也可向毛坯制造单位表明工艺人员对毛坯的期望,以作为正式设计毛坯的依据。

2) 毛坯简图的画法。毛坯简图实际上是一个特殊的叠加图,是以简化的零件图为基础,在各个加工表面上加上相应表面的加工总余量而形成的。该简图着重表示出零件的总体外形以及主要的机械加工表面,忽略次要面和一些细节,如实体上的槽和孔。在绘制毛坯简图时要注意:视图的位置应取与零件视图位置相同;视图的数量取一个或两个,以表达清楚为原则;视图的比例没有严格规定,推荐选取机械制图国家标准中规定的比例,如 1:1 或 1:2;工件轮廓用粗实线绘出,将细实线绘出表示总余量的网状线叠加在各机械加工表面上;在毛坯简图上还应标出毛坯的轮廓尺寸、主要尺寸及其公差。

(三) 定位基准的选择原则

基准就其一般意义来说,是用来确定生产对象上几何要素间几何关系所依据的那些点、线、面。对一个机械零件而言,基准就是用于确定某些点、线、面的位置所依据的另外的一些点、线、面。在零件的设计和制造过程中,根据作用和应用场合的不同,基准可分为设计基准和工艺基准两大类。设计基准是零件的设计工作图上采用的基准。工艺基准是在零件的制造过程中所采用的基准。在制订零件的机械加工工艺规程时,为了加工和测量方便,需要研究、分析和选择工艺基准。在机械加工中的工艺基准有工序基准、定位基准、测量基准和