



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

机械制造实训指导

主编 / 郎丽香 主审 / 孙自力 ■



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

机械制造实训指导

主编 / 郎丽香 副主编 / 陈凤荣 杜世法 主审 / 孙自力

内 容 简 介

本教材根据教育部高教司《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求,组织具有多年教学和生产实践工作经验的教师,结合当前高职教育办学的实际编写而成。本教材共 10 章,内容包括学生实习守则、安全注意事项、金属切削加工基础知识、机械加工常用量具实训、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、模具实训、特种加工及精密加工等。

本书可作为高职高专院校机械、模具、机电等专业及相关相近专业学生学习、岗前培训教材和职业技能鉴定培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造实训指导/郎丽香主编.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2009.7

ISBN 978-7-81133-491-3

I.机… II.郎… III.机械制造-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV.TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 120771 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 17
字 数 408 千字
版 次 2009 年 7 月第 1 版
印 次 2009 年 7 月第 1 次印刷
定 价 32.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	杨泽宇	季永青	罗东明	施祝斌
	唐汝元	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛
	马瑶珠	王景代	丛培亭	刘 义
	刘 勇	刘义菊	刘国范	闫世杰
	李长禄	杨永明	杨泽宇	张亦丁
	张学库	陈良政	沈苏海	肖锦清
	周 涛	林文华	季永青	罗东明
	施祝斌	钟继雷	唐永刚	唐汝元
	郭江平	晏初宏	柴勤芳	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

本教材根据教育部高教司《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求,组织具有多年教学和生产实践工作经验的教师,结合当前高职教育办学的实际编写而成,可作为高职高专院校机械、模具、机电等专业及相关专业实训教材。

本教材的特点如下:

1. 以培养高技能人才为目标,贯彻基本理论以“必需、够用”为度的原则,删减了理论性较强的内容,由浅入深,将专业理论知识融入相关的实践课当中,使学生在技能训练过程中反复学习、理解、熟悉基本理论,变枯燥学习为实际运用,突出了实用性的教学内容;

2. 各章节按照工作原理、典型结构、强度计算、使用维护的顺序组织内容,体现职业教育的特点;

3. 内容以突出技能训练为目标,结合大量的实例进行操作训练,强化了知识性和实践性的统一;

4. 一律采用国际单位制,采用已正式颁布的最新国家标准。

本教材共分十章,内容包括金属切削加工实训的基础知识、机械加工常用量具实训、车削加工实训、铣削加工实训、刨削加工实训和磨削加工实训等。每章有加工实训的基础知识,并且随后附有技能实训,目的是提高学生的机械加工实际技能。

全书由渤海船舶职业学院孙自力教授任主审,郎丽香任主编,陈凤荣、杜世法任副主编,曹会元参编。其中曹会元编写第八章、第十章;杜世法编写第二章、第五章;陈凤荣编写第四章;郎丽香编写第一章、第三章、第六章、第七章、第九章。

由于编者水平与经验有限,本书中难免存在错误和不足,恳请广大读者多提宝贵意见和建议。

编者

2009年4月

目 录

第一章 学生实习守则	1
第二章 机械加工基础知识	3
第一节 机械加工工艺过程和特征	3
第二节 定位基准的选择	5
第三节 工艺路线的拟定	7
第四节 加工精度与表面质量	9
第五节 常用量具及测量练习	11
第六节 常用金属材料	16
第七节 金属切削基础知识	19
第三章 车工实训	24
第一节 车工安全操作规程	24
第二节 普通车床的组成、规格型号及作用	27
第三节 车刀的组成及结构形式	29
第四节 车刀的刃磨和安装	32
第五节 车床的夹具	37
第六节 车削加工基本方法	40
第七节 车床的日常维护与保养	82
第四章 钳工实训	85
第一节 钳工安全操作规程	85
第二节 钳工概述、工作场地及设备	86
第三节 画线工具及基准定位	89
第四节 平面画线和立体画线	93
第五节 锉削姿势和锉削方法	95
第六节 锉刀的构造、种类及保养	98
第七节 平面锉削	102
第八节 曲面锉削	105
第九节 锉刀的修复和利用	107
第十节 锯削工具和锯削方法	109
第十一节 錾削工具及錾削方法	115
第十二节 常见孔加工	120
第十三节 铰配	131
第十四节 攻螺纹与套螺纹	137
第十五节 研磨与刮削	142
第十六节 装配	149
第五章 铣工实训	161
第一节 铣工安全操作规程	161

第二节 铣床简介	161
第三节 铣刀	163
第四节 铣削加工	168
第五节 齿轮齿形加工	180
第六章 刨工实训	184
第一节 刨工安全操作规程	184
第二节 常用刨削类机床简介	185
第三节 刨削加工	188
第七章 磨工实训	195
第一节 磨工安全操作规程	195
第二节 磨具	196
第三节 万能外圆磨床	198
第四节 磨削加工	199
第八章 模具实训	206
第一节 冲模装配	206
第二节 塑料模装配	212
第三节 冲模的安装与调试	218
第四节 塑料模的安装与调试	230
第九章 特种加工	240
第一节 电火花加工概述	240
第二节 电火花加工原理、特点和应用	244
第三节 线切割机床加工原理、特点和应用	245
第四节 电解加工原理、特点和应用	256
第五节 超声波加工原理、特点和应用	257
第六节 激光加工原理、特点和应用	258
第十章 精密加工	260
第一节 高速精车	260
第二节 精密磨削	261
参考文献	262

第一章 学生实习守则

一、学生实习行为规范

1. 实训、实习是培养方案中规定的重要组成部分,均属必修课,每个学生都应认真参加,获得及格以上(含及格)成绩方准毕业。因故不能参加实习,应随下一届学生补加实习环节,补做实习所需费用自理。

2. 每个学生必须参加实习前的操作规程及安全方面的各项教育活动,要认真学习实习指导书和本手册内容,了解实习计划和具体安排,明确实习的目的和要求。

3. 每个学生应将实习内容逐日记录在实习手册上(包括生产流程,典型零件的工艺过程,重要仪器设备的草图,必要的技术报告内容,本人的心得体会等),认真积累资料并写出实习实训报告。实习报告是实习成绩考核评分的重要依据之一,凡未按规定完成实习报告或实习报告撰写不规范者,应补做完成或重做,否则不准参加实习成绩的考核。

4. 要刻苦学习专业知识和技能,尊重指导教师的劳动成果,主动接受指导教师、专业技术人员的指导,虚心求教,做到三勤(口勤、手勤、腿勤),随时总结自己,提高实习成绩和实习效果,努力掌握专业操作技术。

5. 严格遵守学校的各项规章制度和实习环节的有关规定,服从系里的安排。

(1) 严格遵守实习的各项规章制度,严格执行学校规定的实习作息时间,不准迟到、早退,不准请假中途外出;

(2) 实习中认真听讲,善于思考,谨慎操作,完成规定的实习作业(如零件加工等)和课后作业(实习报告);

(3) 进入实习车间必须注意安全,必须穿戴规定的劳保用品,着装必须符合生产实习着装规范,如系全纽扣,扎好袖口,长头发女生必须将头发挽到工作帽中等;

(4) 上岗操作必须严格遵守操作规程,思想要高度集中,未经允许不得擅自启动机器设备,保证实习安全,杜绝事故发生;

(5) 自觉爱护实习设施、设备,注意节约消耗品,如果违章操作,损坏实习设备,根据情节及后果要照价赔偿;

(6) 实习时不准聊天,看小说,绝不允许打闹和串岗,由此而发生事故的追究责任;

(7) 不准把校外人员或其他非实习人员带入实习场地,不准让外来人员动用实习设施、设备。

6. 正确使用和保养游标卡尺、千分尺、高度尺、量角器、百分表和坐标平板等精密量器具,注意轻拿轻放,防锈蚀、防损伤,保证测量精度。

7. 每天下班前,必须收拾整理所用设备和工量具,保持车间整齐卫生。各工种实习结束后均应进行设备工具的清点,由指导老师验收合格后方可离去。

二、学生实习考勤制度

1. 学生实习必须遵守实训基地上下班考勤制度,遵守实习纪律,不得迟到、早退或无故

不参加实习。

2. 学生实习期间不准会客、不准请事假,如有特殊情况,必须经实习指导教师批准。
3. 学生请病假,必须持医生证明。
4. 学生请假批准手续和规定:一天内必须经指导教师批准;一天以上必须经班主任及系主任批准。请假必须由本人填写请假条,批准人签字,否则按旷课论处。
5. 实习期间如遇有全校性会议或体育比赛等需要参加,必须持相关证明并由系主任批准。
6. 实习指导教师负责学生的考勤,做好考勤记录,作为考核实习成绩依据之一。

三、生产实习课的任务和教学特点

1. 生产实习课的任务

生产实习课的任务是培养学生全面、牢固地掌握本工种的基本操作技能;学会本工种中级技术等级的工作;学会一定的先进工艺操作;能熟练地使用、调整本工种的主要设备;独立进行一级保养;正确使用工、夹、量具、刀具;具有安全生产知识和文明生产的习惯;养成良好的职业道德。要在生产实习教学过程中注意发展学生的智能,还应该逐步创造条件,争取完成一至两个相近工种的基本操作技能训练。

2. 生产实习课的教学特点

生产实习课教学主要是培养学生全面掌握技术操作的技能、技巧,与文化理论课教学比较具有如下特点:

- (1) 在教师指导下,经过示范、观察、模仿、反复练习,使学生获得基本操作技能;
- (2) 要求学生经常分析自己的操作动作和生产实习的综合效果,善于总结经验,改进操作方法;
- (3) 通过综合课题,能较好地练出真本领,提高自己的实践操作水平;
- (4) 通过科学化、系统化和规范化的基本训练,让学生全面地进行基本功的练习;
- (5) 生产实习教学是结合生产实际进行的,所以,在整个生产实习教学过程中,都要教育学生树立安全操作和文明生产的思想。

第二章 机械加工基础知识

第一节 机械加工工艺过程和特征

一、机械加工工艺过程及组成

用金属切削的方法逐步改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使之成为合格零件所进行的劳动过程,称为机械加工工艺过程。在机械制造业中,机械加工过程是最主要的工艺过程。

机械加工过程由一系列按顺序的工序组成。通过这些工序对工件进行加工,将毛坯逐步加工为合格的零件。工序是工艺过程的基本单位,也是编制生产计划和进行核算的基本依据。工序又可细分为装夹、工步等。

1. 工序

工序是由一个工人或一组工人在不更换工作地点的情况下对同一个或几个工件同时进行加工并连续完成的那一部分工艺过程。划分工序的主要依据是工作地是否变动和工作是否连续。

图 2-1 所示为阶梯轴零件,按单件生产制定的主要工艺过程如表 2-1 所示。

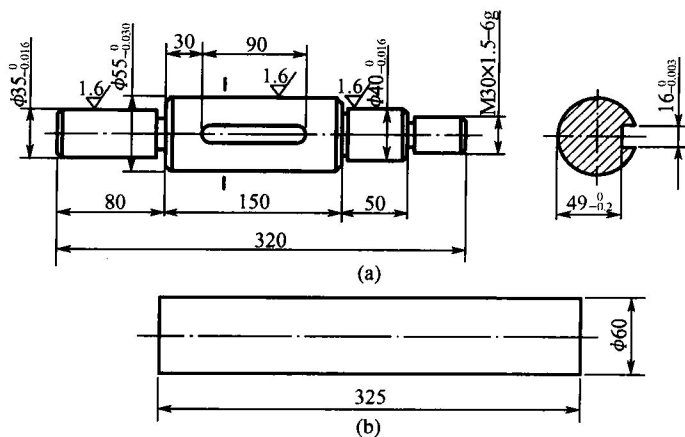


图 2-1 阶梯轴

(a) 阶梯轴; (b) 毛坯

成批生产零件指定的工艺过程如表 2-2 所示。单件生产时,所有车削与磨削内容分别集中在一台车床与一台磨床上进行。成批生产时,车削的内容被分配到三台车床上进行,三个外圆的磨削也分别由三台磨床完成。由于后者工作地点发生了变动,因此,车削与磨削各有三个工序。

表 2-1 单件生产阶梯轴的加工工艺过程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	毛坯	下料 $\phi 60 \text{ mm} \times 325 \text{ mm}$	锯床
2	热处理	调质: HB225 - 260	热处理车间
3	车工	车两端面及钻中心孔, 车外圆 (分别留 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 磨量) 切槽及倒角, 车螺纹	卧式车床
4	磨工	磨各外圆至图示尺寸要求	外圆磨床
5	铣工	铣键槽, 去毛刺	立式铣床
6	检验	按图示要求检查	检验台

表 2-2 成批生产阶梯轴的加工工艺过程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	毛坯	下料 $\phi 60 \text{ mm} \times 325 \text{ mm}$	锯床
2	热处理	调质: HB225 - 260	热处理车间
3	车工	车右端三个外圆 (两外圆留磨量 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$), 切槽及倒角	车床
4	车工	车左端一个外圆 (留磨量 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$), 切槽及倒角	卧式机床
5	车工	车两端面至总长, 钻中心孔	车床
6	钳工	研磨中心孔	车床
7	磨工	磨外圆 $\phi 55 \text{ mm}$ 至图纸要求	外圆磨床
8	磨工	磨外圆 $\phi 40 \text{ mm}$ 至图纸要求	外圆磨床
9	磨工	磨外圆 $\phi 35 \text{ mm}$ 至图纸要求	外圆磨床
10	铣工	铣键槽	键槽铣床
11	铣工	铣螺纹	螺纹铣床
12	钳工	去毛刺	钳工台
13	检验	按图示尺寸检查	检验台

2. 工步

一个工序可以只有一个工步, 也可以包括若干个工步。工步是在加工表面和加工工具不变的情况下所连续完成的那一部分工作。如表 2-2 中的工序, 需要车削 2 个端面, 2 个中心孔, 4 个外圆表面, 3 个沟槽及倒角, 2 个倒角及车螺纹, 共分 13 个工步。

在批量生产中, 为了提高生产率, 常采用多刀多刃或复合刀具同时加工工件的几个表面, 这样的工步称为复合工步。复合工步亦视为一个工步。

3. 安装

工件加工前使其在机床上或其中获得一个正确而固定位置的过程称为装夹。装夹包括工件定位和夹紧两部分内容。工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在一个工序中可以包括一个或数个安装。

二、生产类型的工艺特征

表 2-3 各种生产类型的工艺特征

类型 措施	单件、小批生产	中批生产	大批、大量生产
毛坯制造	锻件用自由锻,铸件用 笨板手工造型、毛坯精 度低,加工余量大	部分锻件用模锻,部分 铸件用金属模造型。 毛坯精度中等,加工余 量中等	锻件广泛采用模锻,铸件广泛采用金 属模及机器造型、压力铸造等高效方 法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备	采用通用机床	采用部分通用机床和 部分高生产率机床或 专用机床	采用专用机床
刀、夹、量具	采用通用的刀、夹、量具	采用部分通用刀、夹、 量具和部分专用刀、 夹、量具	广泛采用高生产率的专用刀、夹、量具
对工人的 技术要求	需要技术熟练、水平较 高的工人	需要具有一定熟练程 度的技术工人	需要技术熟练的调整工,对一般操作 工人技术要求较低
车间平面布置	按照机床的种类及大 小,采用机群式排列 布置	按加工零件类别,分工 段排列布置	按流水线或生产自动线形式排列布置
工艺技术文件	有简单的工艺过程卡片	有工艺规程	有详细的工艺过程
零件的互换性	没有互换性,一般配对 制造,采用修配方法	大部分有互换性,少数 用钳工修配	全部要求有互换性,对精度要求高的 配合件,采用分组选配
生产率	低	较高	高
经济性	生产成本高	生产成本较低	生产成本低

第二节 定位基准的选择

基准是用来确定生产对象上几何要素间的几何关系所依据的点、线、面。定位基准是在加工中用作定位的基准。工件定位的实质,是要使工件在机床或夹具中具有某个确定的正确加工位置。

定位基准的作用主要是保证工件各表面之间的相互位置精度。按照工序性质和作用不同,定位基准可分为粗基准和精基准两类。以毛坯上未经加工表面来定位的基准为粗基准,而采用已加工表面作为定位基准的称为精基准。

一、粗基准的选择

粗基准的选择,一般情况下也就是第一道工序定位基准的选择,往往是为了加工出后续工序的精基准。在选择粗基准时,重点考虑两方面,一是加工表面的余量分配;二是保证加工面与不加工面间的相互位置要求。因此,粗基准的选择原则如下:

1. 若首先保证工件上加工面与不加工面间的相互位置要求,则应以不加工面为粗基准;若有几个不需加工的表面,则应以其中与加工表面间位置精度较高者为粗基准;若每个表面都需加工,则以余量最小者为粗基准,以保证工件在后道工序中不会因余量不足而报废;
2. 若首先保证工件某重要表面的加工余量均匀,则应以该表面为粗基准;
3. 尽量选用位置可靠,平整光洁的表面作粗基准,应避免选用有飞边、浇口、冒口或其他缺陷的表面作粗基准,以保证定位准确,夹紧可靠;
4. 粗基准一般不重复使用。这是因为粗基准比较粗糙,重复使用会产生很大的基准位置误差,影响加工精度。但是若采用精化毛坯,而相应的加工要求不高,重复安装的定位误差在允许范围内,则粗基准可灵活使用。

二、精基准的选择

选择精基准时,重点考虑如何减少定位误差,提高加工精度,以及使工件安装准确、可靠、方便。精基准的选择原则如下:

1. 基准重合原则。尽量选用设计基准作为精基准,这样可以避免基准不重合而引起的基准不重合误差。
2. 基准统一原则。应用统一的定位基准进行各道工序或大部分工序的加工。基准统一原则是成批、大量生产中常常采用的一条原则,但不排除个别工序中为了保证加工精度而采用基准重合。
3. 自为基准原则。当某些精加工要求加工余量小而均匀时,选择加工表面本身作为定位基准称为自为基准原则。遵循自为基准原则时,不能提高加工面的位置精度,只是提高加工面本身的精度。
4. 互为基准原则。为了使加工面间有较高的位置精度,使其加工余量小而均匀,可采取反复加工,互为基准原则。
5. 保证工件定位准确、夹紧可靠、操作方便原则。所选精基准应该是精度高、表面质量好、支承面积大的表面。当用夹具装夹时,选择的精基准面还应使夹具结构简单,操作方便。

三、辅助定位基准

生产实际中,有时工件上找不到合适的表面作为定位基准,为便于工件安排和保证获得规定的加工精度,可以在制造毛坯时或在工件上允许的部位增设和加工出定位基准,如工艺凸台、工艺孔、中心孔等,这种定位基准称为辅助定位基准,它在零件的工作中不起作用,只是为了加工的需要而设置的。除不影响零件正常工作而允许保留的外,增设的辅助定位基准在零件全部加工后,还须将其切除。

第三节 工艺路线的拟定

工艺路线是工艺规程的主干,它的合理与否将直接影响整个零件机械加工质量、生产率和经济性。因此,工艺路线的拟定是制定工艺规程的关键性一步,在具体工作中,应在充分分析研究的基础上,提出几个方案,通过比较,选择最佳的工艺路线。在拟定工艺路线时,除正确地确定定位基准外,还需解决下面几个问题。

一、表面加工方法的选择

零件各表面加工方法的选择,不但影响加工质量,而且影响生产率和制造成本。选择零件表面加工方法,常常根据经验或查表来确定,再根据实际情况或通过工艺试验进行修改。

表面精度和表面粗糙度是指在正常生产条件下,某种加工方法在经济效果良好时所能达到的加工精度和表面粗糙度。如表 2-4、表 2-5 所示,介绍了外圆柱面和平面的加工方案。

表 2-4 外圆柱面加工方案

序号	加工方法	表面精度(公差等级表示)	表面粗糙度 R_a 值/ μm	适用范围
1	粗车	IT11-13	12.5~50	适用于淬火钢以外的各种金属
2	粗车-半精车	IT8-10	3.2~6.3	
3	粗车-半精车-精车	IT7-8	0.8~1.6	
4	粗车-半精车-精车 (或抛光)-滚压	IT7-8	0.025~0.2	
5	磨削	IT7-8	0.4~0.8	主要用于淬火钢,也可以用于未淬火钢
6	精磨	IT6-7	0.1~0.4	
7	粗磨-精磨-超精加工(或轮式超精磨)	IT5	0.012~0.1 (或 $R_z0.1$)	
8	粗车-半精车-精车-精细车(金刚车)	IT6-7	0.025~0.4	主要用于要求较高的有色金属加工
9	粗车-半精车-粗磨-精磨-超精磨 (或铣面磨)	IT5 以上	0.006~0.025 (或 $R_z0.05$)	极高精度的外圆加工
10	粗车-半精车-粗磨-精磨-研磨	IT5 以上	0.006~0.1 (或 $R_z0.05$)	

表 2-5 平面加工方案

序号	加工方法	表面精度 (公差等级表示)	表面粗糙度 Ra 值/ μm	适用范围
1	粗车	IT11 - 13	12.5 ~ 50	适用于淬火钢以外的各种金属
2	粗车 - 半精车	IT8 - 10	3.2 ~ 6.3	
3	粗车 - 半精车 - 精车	IT7 - 8	0.8 ~ 1.6	
4	粗车 - 半精车 - 精车	IT6 - 8	0.2 ~ 0.8	
5	粗刨(或粗铣)	IT11 - 13	6.3 ~ 25	可以用于未淬火的钢
6	粗刨(或粗铣) - 精刨 (或精铣)	IT8 - 10	1.6 ~ 6.3	
7	粗刨(或粗铣) - 精刨 (或精铣) - 刮研	IT6 - 7	0.1 ~ 0.8	
8	以宽刃精刨代替上述研磨	IT7	0.2 ~ 0.8	主要用于要求较高的有色金属加工
9	粗刨(或粗铣) - 精刨 (或精铣) - 磨削	IT7	0.2 ~ 0.8	极高精度的外圆加工
10	粗刨(或粗铣) - 精刨 (或精铣) - 粗磨 - 精磨	IT6 - 7	0.025 ~ 0.4	
11	粗铣 - 拉	IT7 - 9	0.2 ~ 0.8	大量生产较小的平面(精度视拉刀精度而定)
12	粗铣 - 精铣 - 磨削 - 研磨	IT5 以上	0.006 ~ 0.1 或 $Rz0.05$	高精度平面

满足同样精度要求的加工方法有几种,故在选择加工方法时,还应注意以下几个方面:

1. 首先根据每个加工表面的技术要求,确定加工方法及分几次加工。

2. 根据生产类型,不同的加工方法和加工方案,采用的设备和刀具不同,生产率和经济性也大不相同。大批量生产时,应选用高效率和质量稳定的加工方法。例如平面和孔可采用拉削加工,采用组合铣、镗等进行数个表面同时加工,在单件小批生产时,对于平面和孔多采用通用机床、通用工艺装备及常规的加工方法,大批量生产时,尽可能采用专用的高效率设备和专用工艺装备等。

3. 零件材料可加工性。有色金属一般采用精车、精铣、精镗、滚压等方法。经淬火的钢制件,精加工必须采用磨削的方法加工。

4. 根据本企业的现有设备与技术水平,充分利用现有设备和工艺手段,挖掘企业潜力,发挥工程技术人员和工人的积极性与创造性。同时积极应用新手段和新技术,不断提高工艺水平。

5. 特殊要求。如表面纹路方向的要求,铰削及镗削的纹路方向与拉削的纹路方向不同,应根据设计的特定要求选择相应的加工方法。

二、加工顺序的分类

当零件的加工质量要求较高时,往往不可能在一道工序内完成一个或几个表面的全部加工,一般必须把零件的整个工艺路线分成几个加工阶段,即粗加工阶段、半精加工阶段、精加工阶段。如果加工精度和表面质量要求特别高时,还应进行光整加工和超精密加工。

1. 粗加工阶段

粗加工阶段的主要任务是切除工件各加工表面的大部分余量。在粗加工阶段,主要问题是如何提高生产率,在粗加工阶段可及早发现锻件、铸件等毛坯的裂纹、夹杂、气孔、夹砂及余量不足等缺陷,及时予以报废或修补,以避免造成不必要的浪费。

2. 半精加工阶段

达到一定的准确度要求,完成次要表面的最终加工,并为主要表面的精加工做好准备。

3. 精加工阶段

完成各主要表面的最终加工,使零件的加工精度和加工表面质量达到图样的要求。在精加工阶段,主要问题是如何确保零件的质量,由于精加工切削力和切削热小,机床磨损相应较小,有利于长期保持设备的精度。

三、加工顺序的确定

1. 机械加工顺序的安排

机械加工工序的顺序,应遵循下述原则安排:

(1) 先进行粗加工,后进行精加工。

(2) 先加工出基准面,再以它为基准加工其他表面。如果基准面不止一个,则按照逐步提高精度的原则,先确定基准面的转换顺序,然后考虑其他各表面的加工顺序。

(3) 先安排主要表面的加工,后安排次要表面的加工。

2. 检验工序的安排

检验对保证产品质量有着极为重要的作用。除操作者或检验员在每道工序中进行自检、抽检外,一般还安排独立的检验工序。检验工序属于机械加工工艺过程中的辅助工序,包括中间检验工序、特种检验工序和最终检验工序。

(1) 在下列情况下安排中间检验工序。

① 每个工序的首件检验,避免大批量零件不合格造成重大质量事故。

② 工件从一个车间转到另一个车间前后需检查,其目的是便于分析产生质量问题的原因和分清零件质量事故的责任。

③ 重要零件的关键工序加工后,需安排中间检验工序,目的是控制加工质量和避免工时浪费。

(2) 特种检验主要指无损探伤,此外还有密封性检验、流量检验、称重检验等。

(3) 最终检验工序安排在零件表面全部加工完之后。

第四节 加工精度与表面质量

一、加工精度

加工精度是指零件加工后的实际几何形状(尺寸、形状、表面相互位置)与设计要求的理

想几何参数的符合程度,符合程度越高,加工精度也越高。它包括尺寸精度、形状精度和位置精度三种,它们直接影响到产品的工作性能与质量。

1. 尺寸精度

尺寸精度是由尺寸公差来表示的,尺寸公差是指零件对尺寸允许的变动量。同一基本尺寸的零件,公差值的大小决定了零件尺寸的精度,公差值小的,精度高;公差值大的,精度低。例如,有一轴其直径为 48 mm,其基本尺寸为 48 mm,最大允许加工到 48.01 mm,最小允许加工到 47.97 mm,尺寸公差为 $48.01 - 47.97 = 0.04$ mm。

2. 形状精度

形状精度是同一表面的实际形状相对理想形状的符合程度。形状精度由轨迹法、成形法、展成法三种方式获得,常用形状公差控制。形状公差有六项:直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度。

3. 位置精度

位置精度是指零件点、线、面的实际位置相对理想位置的符合程度。零件表面的相互位置,主要是由机床精度、夹具精度和工件的安装精度来保证的。

位置精度是由位置公差显示的,共有八项:平行度、垂直度、倾斜度、位置度、同轴度、对称度、圆跳动、全跳动。

二、表面粗糙度

表面粗糙度是指零件被加工表面上的微观几何形状误差。它的形状误差和表面波度都是指表面本身的几何形状误差。

1. 表面粗糙度。符号含义如下:

✓:基本符号,表示表面可用任何方法获得。不加注粗糙度参数或有关说明时,仅适用于简化代号标准(如表面处理、局部热处理状况等)。

基本符号加一短线,表示表面是用去除材料的方法获得(如车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、气割等)。

基本符号加一小圆,表示表面是用不去除材料的方法获得(如铸、锻、冲压变形、热轧、粉末冶金等)。

2. 表面粗糙度 Ra 值的含义举例如下:

$\sqrt{3.2}$:用任何方法获得的表面粗糙度 Ra 最大允许值为 3.2 mm;

$\sqrt[3]{3.2}$:用去除材料的方法获得的表面粗糙度 Ra 最大允许值 3.2 mm;

$\sqrt[3]{3.2}$:用不去除材料的方法获得的表面粗糙度 Ra 最大允许值为 3.2 mm。

3. 表面粗糙度的检测

检测表面粗糙度常用比较法。将被测面与已知粗糙度参数值的表面粗糙度样块进行比较,用目测和手摸的感触来判断表面粗糙的一种检测方法。比较时还可借助放大镜等工具,以减少误差。比较时,样板与被检表面的加工纹理方向应保持一致。此外,还有光切法、干涉法、感触法等检测方法。