

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育教学改革精品教材

机械制造工艺

JIXIE ZHIZAO GONGYI

张江华 吴小邦 主编



针对教材使用者
赠电子教案

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育教学改革精品教材

机械制造工艺

主 编 张江华 吴小邦
副主编 顾惠斌 孙艳芬
参 编 王 毅 靳 敏 王 谦 史琼艳
主 审 许朝山



机械工业出版社

本书通过项目教学模式,讲述轴类、套筒类、箱体类、齿轮类等典型零件的机械加工工艺规程的编制。着重阐述了机械加工工艺规程的组成、定位基准的选择、工艺尺寸链的计算和拟定机械加工工艺路线等方面的基础知识。本书把实践能力的培养贯穿于全过程,着重培养学生实际工作的基本技能。

本书的编写符合高等职业教育的发展方向和培养目标,具有重点突出和适应性强的特点。本书可作为高等职业院校机械类专业的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺/张江华,吴小邦主编. —北京:机械工业出版社, 2011.9

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-34669-2

I. ①机… II. ①张…②吴… III. ①机械制造工艺 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第184803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:边萌 责任编辑:边萌 崔占军

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10.75印张·262千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34669-2

定价:22.00元

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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

根据教高〔2000〕2号文件《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》、教高〔2004〕1号文件《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》和教高〔2006〕16号文件《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的精神,为了推进“双证融通,产学合作”的人才培养模式,突出高职教育特色,我们在总结多年的机械制造工艺教学经验的基础上,编写了本教材。

本教材根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的国家职业资格标准,以项目教学为主线构建教学计划,突出实践能力的培养,把能力培养贯穿于教学的全过程,使学生掌握从事机械制造领域实际工作的基本技能。学有余力的学生可通过拓展技能的训练,提高自身的专业能力。

本书由常州机电职业技术学院张江华与吴小邦主编并统稿,由常州机电职业技术学院许朝山主审。本书项目1由张江华编写,项目2第1节由顾惠斌编写,项目2第2节由王毅编写,项目3第1节由靳敏编写,项目3第2节由王谦编写,项目4第1节由孙艳芬编写,项目4第2节由史琼艳编写,项目5由吴小邦编写。

由于编者水平有限,书中难免有谬误欠妥之处恳请读者批评指正。

编 者

1	项目1 机械零件的识图	1
1	1.1 机械制图的基本知识	1
1	1.1.1 机械制图的作用	1
1	1.1.2 机械制图的发展	1
1	1.1.3 机械制图的国家标准	1
1	1.1.4 机械制图的基本规定	1
1	1.1.5 机械制图的基本术语	1
1	1.1.6 机械制图的基本符号	1
1	1.1.7 机械制图的基本线型	1
1	1.1.8 机械制图的基本比例	1
1	1.1.9 机械制图的基本视图	1
1	1.1.10 机械制图的基本尺寸	1
1	1.1.11 机械制图的基本公差	1
1	1.1.12 机械制图的基本表面粗糙度	1
1	1.1.13 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.14 机械制图的基本公差标注	1
1	1.1.15 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.16 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.17 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.18 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.19 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.20 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.21 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.22 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.23 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.24 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.25 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.26 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.27 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.28 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.29 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.30 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.31 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.32 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.33 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.34 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.35 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.36 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.37 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.38 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.39 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.40 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.41 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.42 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.43 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.44 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.45 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.46 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.47 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.48 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.49 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.50 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.51 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.52 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.53 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.54 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.55 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.56 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.57 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.58 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.59 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.60 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.61 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.62 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.63 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.64 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.65 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.66 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.67 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.68 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.69 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.70 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.71 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.72 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.73 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.74 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.75 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.76 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.77 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.78 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.79 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.80 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.81 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.82 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.83 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.84 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.85 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.86 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.87 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.88 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.89 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.90 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.91 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.92 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.93 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.94 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.95 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.96 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.97 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.98 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.99 机械制图的基本公差配合	1
1	1.1.100 机械制图的基本公差配合	1

目 录

前言	
项目1 轴类零件的机械加工工艺	1
教学目标	1
工作任务	1
1.1 轴类零件机械加工工艺的相关知识	2
1.1.1 相关实践知识	2
(一) 轴类零件概述	2
(二) 轴类零件的机械加工工艺过程分析	3
1.1.2 相关理论知识	4
(一) 机械加工工艺制定的基础知识	4
(二) 零件的工艺性分析	11
(三) 毛坯的选择	13
(四) 定位基准	17
(五) 拟定工艺路线	20
(六) 加工余量的确定	30
(七) 尺寸链计算与工序尺寸确定	37
1.1.3 拓展性知识	43
(一) 装配工艺基础知识	43
(二) 保证装配精度的工艺方法	44
(三) 装配尺寸链	48
(四) 装配工艺过程制定	56
1.1.4 习题	62
1.2 编制轴类零件的机械加工工艺	63
1.2.1 传动轴的机械加工工艺过程分析	63
1.2.2 相关理论知识	67
(一) 车削用量的确定	67
(二) 钻、扩、铰切削用量的确定	71
1.2.3 习题	77
项目2 套筒类零件的机械加工工艺	78
教学目标	78
工作任务	78
2.1 套筒类零件机械加工工艺的相关知识	79
2.1.1 相关实践知识	79
(一) 套筒类零件概述	79
(二) 套筒类零件的机械加工工艺过程	81
2.1.2 相关理论知识	82
(一) 机床和工艺装备的确定	82
(二) 时间定额与经济分析	84
(三) 加工精度和表面质量的概念	86
(四) 加工精度的获得方法	87
(五) 表面粗糙度对零件使用性能的影响	88
2.1.3 拓展性知识	89
(一) 影响表面粗糙度的因素及其控制	89
(二) 影响表面层物理力学性能的因素及其控制	91
2.1.4 习题	94
2.2 编制套筒类零件的机械加工工艺	94
2.2.1 连接套的机械加工工艺过程分析	94
2.2.2 台阶套的机械加工工艺示例	97
(一) 零件图分析	97
(二) 确定毛坯	97
(三) 确定主要表面的加工方法	97
(四) 确定定位基准	97
(五) 划分加工阶段	97
(六) 加工尺寸和切削用量	97
(七) 拟定机械加工工艺过程	97
2.2.3 习题	98
项目3 箱体类零件的机械加工工艺	100
教学目标	100
工作任务	100
3.1 箱体类零件机械加工工艺的相关知识	101
3.1.1 相关实践知识	101
(一) 箱体类零件概述	101
(二) 箱体结构的工艺性	101
(三) 箱体的机械加工工艺过程及工艺分析	102
(四) 箱体平面的加工方法	103
(五) 箱体孔系的加工方法	103
3.1.2 相关理论知识	106
(一) 加工原理误差	107

(二) 工艺系统的静误差	107	(四) 圆柱齿轮的机械加工工艺过程	141
(三) 工艺系统的动误差	115	4.1.2 相关理论知识	143
(四) 保证和提高加工精度的工艺措施	124	(一) 滚齿	143
3.1.3 拓展性知识	125	(二) 插齿	147
(一) 加工误差的性质	125	(三) 插齿与滚齿工艺特点的比较	148
(二) 加工误差的统计分析方法	125	4.1.3 习题	149
3.1.4 习题	132	4.2 编制圆柱齿轮类零件的机械加工	
3.2 编制箱体类零件的机械加工工艺	133	工艺	149
3.2.1 减速器箱体的机械加工工艺过		4.2.1 圆柱齿轮的机械加工工艺过程	
程分析	133	分析	149
3.2.2 相关理论知识	133	4.2.2 相关理论知识	150
(一) 铣削要素	133	(一) 齿轮齿向偏差的测量	150
(二) 铣削用量的选择	133	(二) 齿轮齿形偏差的测量	153
3.2.3 习题	138	(三) 齿轮径向跳动偏差的测量	153
项目 4 圆柱齿轮类零件的机械加工		(四) 齿轮齿距偏差的测量	153
工艺	139	(五) 齿轮公法线长度偏差及其变动量	
教学目标	139	的测量	154
工作任务	139	项目 5 部分零件的机械加工工艺示例	155
4.1 圆柱齿轮类零件机械加工工艺的		5.1 下导轮座的机械加工工艺	155
相关知识	140	5.2 滚筒的机械加工工艺	157
4.1.1 相关实践知识	140	5.3 轴的机械加工工艺	159
(一) 圆柱齿轮类零件概述	140	5.4 下轴承的机械加工工艺	161
(二) 齿轮的材料、热处理和毛坯	141	5.5 指针轴承座的机械加工工艺	163
(三) 齿轮毛坯的机械加工工艺	141	参考文献	165

项目 1 轴类零件的机械加工工艺

【教学目标】

1. 终极目标：会编制轴类零件的机械加工工艺。

2. 项目 1 目标：

- (1) 会分析轴类零件的工艺性能，并选定机械加工内容。
- (2) 会选用轴类零件的毛坯，并确定加工方案。
- (3) 会确定轴类零件的加工顺序。
- (4) 会确定轴类零件的切削用量。
- (5) 会制定轴类零件的机械加工工艺文件。

【工作任务】

1. 传动轴的机械加工工艺分析。
2. 制定传动轴的机械加工工艺文件。

传动轴零件图如图 1-1 所示。

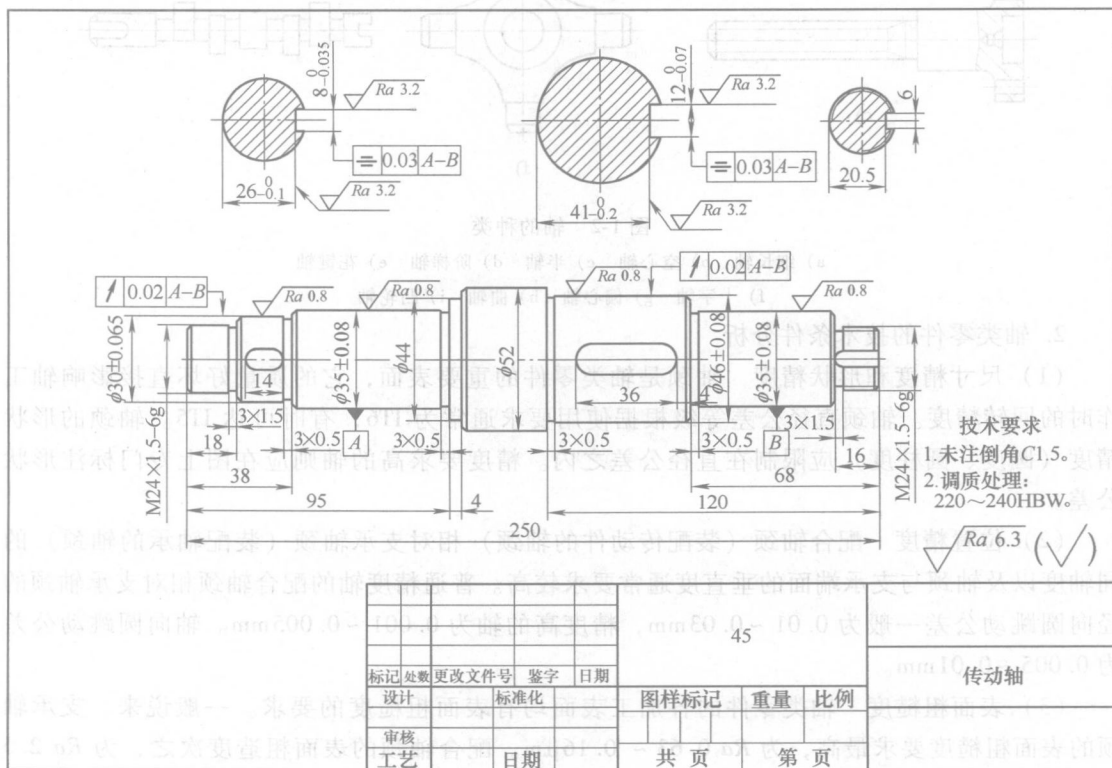


图 1-1 传动轴零件图

1.1 轴类零件机械加工工艺的相关知识

1.1.1 相关实践知识

(一) 轴类零件概述

1. 轴类零件的功用与结构特点

轴类零件是机器中最常见的一类零件，它主要起支承传动件和传递转矩的作用。轴是旋转体零件，主要由内外圆柱面、内外圆锥面、螺纹、花键及横向孔等组成。轴类零件根据其结构的不同可分为细长轴、空心轴、半轴、阶梯轴、花键轴、十字轴、偏心轴、曲轴及凸轮轴等，如图 1-2 所示。

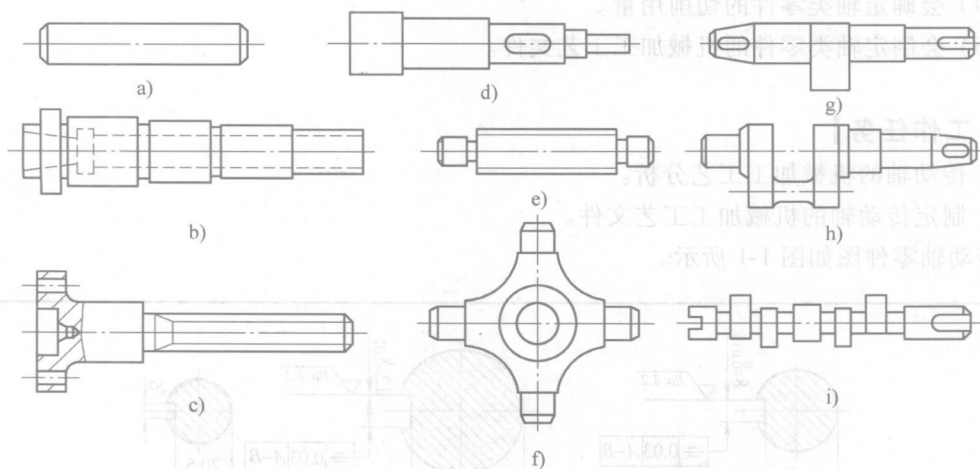


图 1-2 轴的种类

a) 细长轴 b) 空心轴 c) 半轴 d) 阶梯轴 e) 花键轴
f) 十字轴 g) 偏心轴 h) 曲轴 i) 凸轮轴

2. 轴类零件的技术条件分析

(1) 尺寸精度和形状精度 轴颈是轴类零件的重要表面，它的质量好坏直接影响轴工作时的回转精度。轴颈直径公差等级根据使用要求通常为 IT6，有时可达 IT5。轴颈的形状精度（圆度、圆柱度）应限制在直径公差之内。精度要求高的轴则应在图上专门标注形状公差。

(2) 位置精度 配合轴颈（装配传动件的轴颈）相对支承轴颈（装配轴承的轴颈）的同轴度以及轴颈与支承端面的垂直度通常要求较高。普通精度轴的配合轴颈相对支承轴颈的径向圆跳动公差一般为 $0.01 \sim 0.03\text{mm}$ ，精度高的轴为 $0.001 \sim 0.005\text{mm}$ 。轴向圆跳动公差为 $0.005 \sim 0.01\text{mm}$ 。

(3) 表面粗糙度 轴类零件的各加工表面均有表面粗糙度的要求。一般说来，支承轴颈的表面粗糙度要求最高，为 $Ra\ 0.63 \sim 0.16\mu\text{m}$ 。配合轴颈的表面粗糙度次之，为 $Ra\ 2.5 \sim 0.63\mu\text{m}$ 。

3. 轴类零件的材料、毛坯及热处理

(1) 轴类零件的材料 轴类零件材料常用45钢。中等精度而转速较高的轴,可选用40Cr等合金结构钢。精度较高的轴,可选用轴承钢GCr15和弹簧钢65Mn等,也可选用球墨铸铁。对于高转速、重载荷条件下工作的轴,选用20CrMnTi、20Mn2B、20Cr等低碳合金钢或38CrMoAl渗氮钢。

(2) 轴类零件的毛坯 轴类零件最常用的毛坯是圆棒料和锻件,有些大型轴或结构复杂的轴采用铸件。毛坯经过加热锻造后,可使金属内部纤维组织均匀分布,从而获得较高的抗拉、抗弯及抗扭强度,故一般比较重要的轴,多采用锻件。

依据生产批量的大小,毛坯的锻造方式分为自由锻造和模锻两种。

(3) 轴类零件的热处理 轴类零件的使用性能除与所选钢材种类有关外,还与所采用的热处理有关。锻造毛坯在加工前,均需安排正火或退火处理(碳的质量分数大于0.5%的碳钢和合金钢),以使钢材内部晶粒细化,消除锻造应力,降低材料硬度,改善切削加工性能。

为了获得较好的综合力学性能,轴类零件常要求调质处理。毛坯余量大时,调质安排在粗车之后、半精车之前,以便消除粗车时产生的残余应力;毛坯余量小时,调质可安排在粗车之前进行。表面淬火一般安排在精加工之前,这样可纠正因淬火引起的局部变形。对精度要求高的轴,在局部淬火后或粗磨之后,还需进行低温时效处理(在160°C油中进行长时间的低温时效),以保证尺寸的稳定性。

对于渗氮钢(如38CrMoAl),需在渗氮之前进行调质和低温时效处理。对调质的质量要求也很严格,不仅要求调质后索氏体组织要均匀细化,而且要求离表面8~10mm层内铁素体含量不超过 $w_{Fe}=5\%$,否则会造成渗氮脆性而影响其质量。

(二) 轴类零件的机械加工工艺过程分析

通过对轴类零件的技术要求和结构特点进行深入分析,根据生产批量、设备条件、工人技术水平等因素,就可以拟定其机械加工工艺过程。

1. 轴类零件的典型机械加工工艺路线

轴类零件的主要加工表面是内外圆柱表面、螺纹及键槽等,因此加工方法主要是车削、铣削、磨削以及热处理等。

对于IT7级公差等级、表面粗糙度 $Ra\ 0.8\sim 0.4\mu m$ 的一般传动轴,其典型机械加工工艺路线是:正火→车端面钻中心孔→粗车各表面→精车各表面→铣花键、键槽→热处理→修研中心孔→粗磨外圆→精磨外圆→检验。

中心孔是轴类零件加工全过程中使用的定位基准,其质量对加工精度有着重大影响。所以必须安排修研中心孔工序。修研中心孔一般在车床上用金刚石或硬质合金顶尖加压进行。

轴上的花键、键槽等次要表面的加工,一般安排在外圆精车之后,磨削之前进行。因为如果在精车之前就铣出键槽,在精车时由于断续切削而产生振动,影响加工质量,又容易损坏刀具,也难以控制键槽的尺寸。但也不应安排在外圆精磨之后进行,以免破坏外圆表面的加工精度和表面质量。

在轴类零件的加工过程中,应当安排必要的热处理工序,以保证其力学性能和加工精度,并改善工件的切削加工性。一般毛坯锻造后安排正火工序,而调质则安排在粗加工后进行,以便消除粗加工产生的应力及获得良好的综合力学性能。淬火工序则安排在磨削工序之前。

2. 轴类零件加工的定位基准和装夹

(1) 以工件的两中心孔定位 轴类零件的各外圆表面、锥孔、螺纹表面的同轴度，端面对轴线的垂直度是其相互位置精度的主要项目，而这些表面的设计基准一般都是轴的轴线。因此，若采用两中心孔定位，则符合基准重合的原则。另外，中心孔不仅是车削时的定位基准，也是其他加工工序的定位基准和检验基准，这又符合基准统一的原则。当采用两中心孔定位时，还能够最大限度地在这次装夹中加工出多个外圆表面和端面。

(2) 以外圆和中心孔作为定位基准（一夹一顶） 用两中心孔定位虽然定心精度高，但刚性差，尤其是加工较重的工件时不够稳固，切削用量也不能太大。粗加工时，为了提高工艺系统的刚度，可采用轴的外圆表面和一个中心孔作为定位基准来加工。这种定位方法能承受较大的切削力矩，是轴类零件最常见的一种定位方法。

(3) 以两外圆表面作为定位基准 在加工空心轴的内孔时，不能采用中心孔作为定位基准，可用轴的两外圆表面作为定位基准。当工件是机床主轴时，常以两支承轴颈（装配基准）为定位基准，可保证锥孔相对支承轴颈的同轴度要求，消除基准不重合而引起的误差。

(4) 以带有中心孔的锥堵作为定位基准 在加工空心轴的外圆表面时，往往还采用锥堵或锥套心轴作为定位基准（图 1-3）。锥堵或锥套心轴应具有较高的精度，锥堵和锥套心轴上的中心孔即是其本身制造的定位基准，又是空心轴外圆精加工的基准，因此必须保证锥堵或锥套心轴上锥面与中心孔有较高的同轴度。在装夹中应尽量减少锥堵的安装环节，减少重复安装误差。实际生产中，锥堵安装后，中途加工一般不得拆下和更换，直至加工完毕。若外圆和锥孔需反复多次、互为基准进行加工，则在重装锥堵或心轴时，必须按外圆找正或重新修磨中心孔。

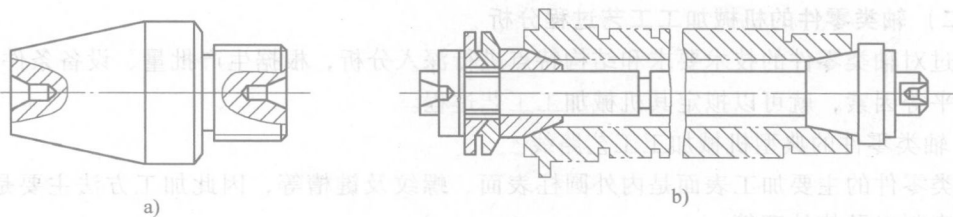


图 1-3 锥堵和锥套心轴

a) 锥堵 b) 锥套心轴

1.1.2 相关知识

(一) 机械加工工艺制定的基础知识

1. 生产过程与加工工艺过程

(1) 生产过程 从原材料或半成品到成品制造出来的各有关劳动过程的总和称为工厂的生产过程。

生产过程包括的内容有：

- 1) 原材料（或半成品）、元器件、标准件、工具、工艺装备、设备的购置、运输、检验、保管。
- 2) 生产准备工作，如编制工艺文件，专用工艺装备及设备的设计与制造等。
- 3) 毛坯制造。

4) 零件的机械加工及热处理。

5) 产品装配与调试、性能试验以及产品的包装、运输等工作。

生产过程往往由许多工厂或工厂的许多车间联合完成,这有利于专业化生产,从而提高生产率、保证产品质量、降低生产成本。

(2) 加工工艺过程 在生产过程中凡直接改变生产对象的尺寸、形状、性能(包括物理性能、化学性能、力学性能等)以及相对位置关系的过程,统称为工艺过程。图1-4所示为一个阶梯轴的毛坯和成品。表1-1则是该阶梯轴的加工工艺过程。

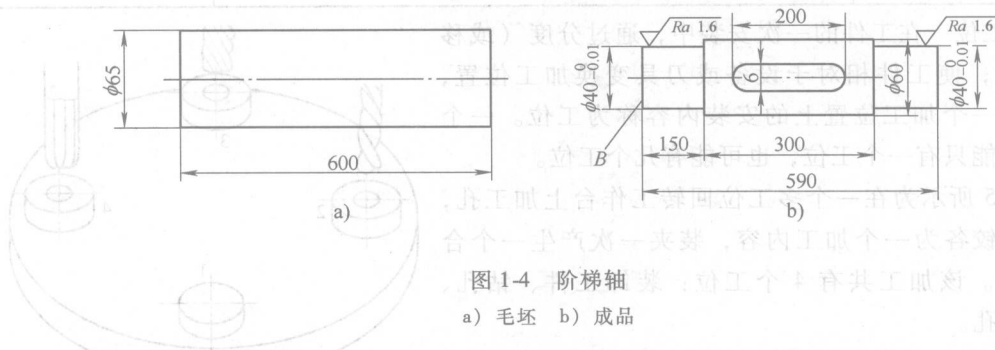


图1-4 阶梯轴

a) 毛坯 b) 成品

加工工艺过程又可分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、装配等。本课程只研究机械加工工艺过程和装配工艺过程,铸造、锻造、冲压、焊接、热处理等在另外的专业基础课程中研究。

表1-1 阶梯轴的机械加工工艺过程

工序号	工序名称	工作地点
1	铣端面、钻中心孔	专用机床
2	车外圆	车床
3	铣键槽	立式铣床
4	磨外圆	磨床
5	去毛刺	钳工台

2. 机械加工工艺过程

(1) 定义 用机械加工的方法直接改变毛坯形状和尺寸,使之变为合格零件的过程,称为机械加工工艺过程。

(2) 机械加工工艺过程的组成 机械加工工艺过程由若干个按一定顺序排列的工序组成。

1) 工序 指一个(或一组)工人在一个工作地点(如一台机床或一个钳工台),对一个(或同时对几个)工件连续完成的那部分工艺过程,称为工序。工序包括在这个工件上连续进行的直到转向加工下一个工件为止的全部过程。区分工序的主要依据是:工作地点固定和工作连续。

工序是组成工艺过程的基本单元,也是制定生产计划、进行经济核算的基本单元。工序又可细分为安装、工位、工步、走刀等组成部分。

2) 安装 如果在一个工序中要对工件进行几次装夹,则每次装夹下(定位及夹紧)完成的那部分加工内容称为一个安装。例如,表1-2为表1-1中工序2和工序3中包含的安装。

表 1-2 工序和安装

工序号	安装号	安 装 内 容	设备
2	1	车小端面, 钻小端中心孔。粗车小端外圆, 倒角	车 床
	2	车大端面, 钻大端中心孔。粗车大端外圆, 倒角	
	3	精车大端外圆	
	4	精车小端外圆	
3	1	铣键槽, 手工去毛刺	铣床

3) 工位 在工件的一次安装中, 通过分度 (或移位) 装置, 使工件相对于设备或刀具变换加工位置, 我们把每一个加工位置上的安装内容称为工位。一个安装中可能只有一个工位, 也可能有几个工位。

图 1-5 所示为在一个多工位回转工作台上加工孔, 钻、扩、铰各为一个加工内容, 装夹一次产生一个合格的零件。该加工共有 4 个工位: 装卸工件、钻孔、扩孔、铰孔。

4) 工步 在加工表面不变、切削刀具不变、切削用量不变的情况下所完成的工位内容, 称为一个工步。如表 1-1 中工序 1 包含两个工步。

注意: 组成工步的任一因素 (刀具、切削用量, 加工表面) 改变后, 就成为另一工步。

为简化工艺, 连续进行的若干相同的工步习惯看作为一个工步。如加工 $4 \times \phi 10\text{mm}$ 的孔。

复合工步: 为提高生产率, 经常把几个待加工表面用几把刀具同时进行加工, 或采用复合刀具加工。采用复合刀具或多刀加工的工步称为复合工步。

5) 走刀 切削刀具在加工表面上切削一次所完成的工步内容, 称为一次走刀。一个工步可以包括一次走刀或数次走刀。走刀是构成工艺过程的最小单元。

3. 生产纲领与生产类型及工艺特征

不同的生产类型, 其生产过程和生产组织, 车间的机床布置, 毛坯的制造方法, 采用的工艺装备、加工方法以及工人的熟练程度等都有很大的不同, 因此在制定工艺路线时必须明确该产品的生产类型。

(1) 生产纲领 生产纲领是指包括废品、备品在内的该产品的年产量。产品的年生产纲领就是产品的年生产量。

零件的年生产纲领由下式计算

$$N = Qn(1 + a)(1 + b)$$

式中 N ——零件的生产纲领 (件/年);

Q ——该零件所属产品的年产量 (台/年);

n ——单台产品中该零件的数量 (件/年);

a ——备品率, 以百分数计;

b ——废品率, 以百分数计。

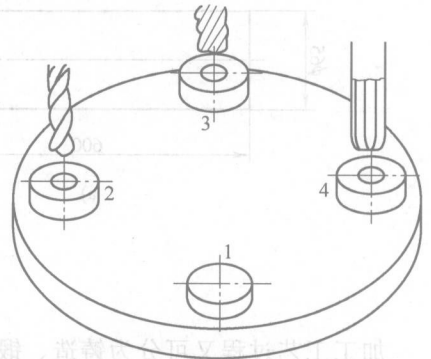


图 1-5 多工位回转工作台

(2) 生产类型 根据生产纲领的大小,生产可分为三种类型。

1) 单件生产 单个地生产不同结构和不同尺寸的产品。特点是产品的种类繁多。

2) 成批生产 一年中分批、分期地制造同一产品。特点是生产品种较多,每种品种均有一定数量,各种产品分批、分期轮番进行生产。

按批量大小成批生产又可分为小批生产、中批生产、大批生产三种类型。

① 小批生产:每批生产数量很少。

② 中批生产:介于小批生产和大批生产之间。

③ 大批生产:每批生产数量很多。

3) 大量生产 全年中重复制造同一产品。特点是产品品种少、产量大,长期重复地进行同一产品的加工。

各种生产类型的划分见表1-3。

表1-3 生产类型的划分

生产类型		零件的年生产纲领/(件/年)		
		重型机械	中型机械	小型机械
单件生产		<5	<20	<100
成批生产	小批生产	5~100	20~200	100~200
	中批生产	100~300	200~500	500~5000
	大批生产	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产		>1000	>5000	>50000

各种生产类型的工艺过程的主要特点见表1-4。

表1-4 各种生产类型的工艺过程的主要特点

工艺过程特点	各种生产类型工艺过程的主要特点		
	单件生产	成批生产	大批量生产
工件的互换性	一般是配对制造,没有互换性,广泛用钳工修配	大部分有互换性,少数用钳工修配	全部有互换性。某些精度较高的配合件用分组选择装配法
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模手工造型;锻件用自由锻。毛坯精度低,加工余量大	部分铸件用金属模;部分锻件用模锻。毛坯精度中等,加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型,锻件广泛采用模锻以及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备	通用机床、数控机床或加工中心	数控机床,加工中心或柔性制造单元。设备条件不够时,也采用部分通用机床、部分专用机床	专用生产线、自动生产线、柔性制造生产线或数控机床
夹具	多用标准附件,极少采用夹具,靠划线及试切法达到精度要求	广泛采用夹具或组合夹具,部分靠加工中心一次安装	广泛采用高生产率夹具,靠夹具及调整法达到精度要求

(续)

各种生产类型工艺过程的主要特点

工艺过程特点	生产类型		
	单件生产	成批生产	大批量生产
刀具与量具	采用通用刀具和万能量具	可以采用专用刀具及专用量具或三坐标测量机	广泛采用高生产率刀具和量具,或采用统计分析法保证质量
对工人的要求	需要技术熟练的工人	需要一定熟练程度的工人和编程技术人员	对操作工人的技术要求较低,对生产线维护人员要求有高的素质
工艺规程	有简单的工艺路线卡片	有工艺规程,对关键零件有详细的工艺规程	有详细的工艺规程

4. 机械加工工艺规程

(1) 定义 规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件称为工艺规程。其中,规定零件机械加工工艺过程和操作方法的工艺文件称为机械加工工艺规程。

机械加工工艺规程是在具体的生产条件下,将合理的工艺过程和方法,按规定的形式书写成工艺文件,经审批后用来指导生产的。工艺规程中包括各个工序的排列顺序,加工尺寸、公差及技术要求,工艺设备及工艺措施,切削用量及工时定额等内容。

(2) 工艺规程的作用

- 1) 是指导生产的主要技术文件,起生产的指导作用。
- 2) 是生产组织和生产管理的依据,即生产计划、调度、工人操作和质量检验等的依据。
- 3) 是新建或扩建工厂或车间主要技术资料。

总之,零件的机械加工工艺规程是每个机械制造厂或加工车间必不可少的技术文件。生产前用它做生产的准备,生产中用它做生产的指挥,生产后用它做生产的检验。

(3) 工艺规程的格式 为了适应工业发展的需要,加强科学管理和便于交流,我国机械行业标准 JB/T 9165.2—1998《工艺规程格式》规定了工艺规程的统一格式,其中最常用的机械加工工艺规程是机械加工工艺过程卡片和机械加工工序卡片。

1) 机械加工工艺过程卡片:其格式见表 1-5。此卡片是以工序为单位,简要说明产品或零、部件的加工过程的一种工艺文件。它是生产管理的主要技术文件,此卡片广泛用于成批生产和单件小批生产中比较重要的零件。

2) 机械加工工序卡片:其格式见表 1-6。

此卡片是在工艺过程卡片的基础上按每道工序所编制的一种工艺文件,一般具有工序简图,并详细说明该工序的每一个工步的加工内容、工艺参数、操作要求以及所用设备和工艺装备等。此卡片主要用于大批大量生产中所有零件,中批生产中的重要零件和单件小批生产中的关键工序。

(4) 工艺规程所需要的原始资料

- 1) 产品装配图、零件图。

表 1-5 机械加工工艺过程卡片

		机械加工工 艺过程卡片	产品型号		零部件图号				
			产品名称		零部件名称		共 页	第 页	
材料牌号		毛坯种类	毛坯外形尺寸		每毛坯可制件数		每台件数		
工 序 序 号	工 序 名 称	工 序 内 容	设 备	工 艺 装 备			工 时		
				夹 具	刀 具	量 具	准 终	单 件	
编 制	日 期	编 写	日 期	校 对	日 期	审 核	日 期		

表 1-6 机械加工工序卡片

机械加工工序卡片	产品型号及规格	图号	名 称	工序名称	工艺文件编号
材料牌号及名称			毛坯外形尺寸		
零件毛重			零件净重	硬度	
设备型号			设备名称		
专用工艺装备					
名称			代号		
机动时间		单件工时定额		每台件数	
技术等级			切削液		

(二) 零件的工艺性分析

1. 分析零件图

- (1) 检查零件图的完整性 审查零件图上的尺寸标注是否完整、结构表达是否清楚。
- (2) 分析技术要求是否合理
 - 1) 加工表面的尺寸精度。
 - 2) 主要加工表面的形状精度。
 - 3) 主要加工表面的相互位置精度。
 - 4) 表面质量要求。
 - 5) 热处理要求。

零件上的尺寸公差、几何公差和表面粗糙度的标注,应根据零件的功能经济合理地决定。过高的要求会增加加工难度,过低的要求会影响工作性能,两者都是不允许的。

(3) 审查零件材料选用是否适当 材料的选择既要满足产品的使用要求,又要考虑产品成本,尽可能采用常用材料(如45钢),少用贵重金属。

2. 零件的结构工艺性分析

(1) 零件结构工艺性 零件的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。它包括零件在各种加工制造过程中的工艺性,有铸造、锻造、冲压、焊接、热处理、切削加工等工艺性。由此可见,零件结构工艺性涉及面很广,具有综合性,必须全面综合地分析。在制定机械加工工艺规程时,主要进行零件切削加工工艺性分析。

(2) 机械加工对零件局部结构工艺性的要求 机械加工对零件局部结构工艺性的要求举例如下。

1) 便于刀具的进入和退出 如图1-6所示的边缘孔的钻削,图1-6a的结构不便于刀具的进入。采用图1-6b的结构,可采用标准刀具,提高加工精度。

2) 保证刀具正常工作 例如图1-7所示的各种孔结构对刀具的影响。

图1-7a所示结构,孔的入口端和出口端都是斜面或曲面,钻孔时钻头两个刃受力不均,容易引偏,而且钻头也容易损坏,宜改用图1-7b所示结构。

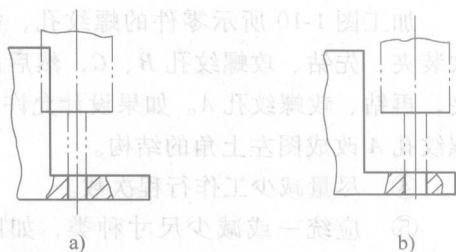


图1-6 零件结构与刀具的进入

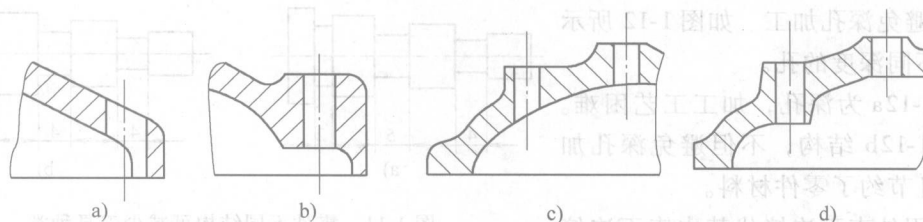


图1-7 各种孔结构对刀具的影响

图1-7c所示孔结构,入口是平面,但出口都是曲面,宜改用图1-7d所示结构。

3) 保证能以较高的生产率加工

① 被加工表面形状应尽量简单,如图1-8所示的两种不同的键槽结构形状对生产率的影响。