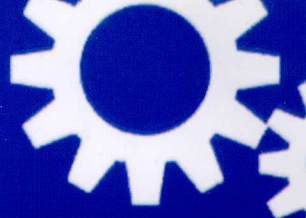


国家示范性高职院校建设项目成果



机械制造专业领域

机械加工工艺 方案设计与实施

JIXIE JIAGONG GONGYI
FANGAN SHEJI YU SHISHI

■ 魏康民 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家示范性高职院校建设项目成果

机械加工工艺方案 设计与实施

主 编 魏康民

参 编 成党伟 赵月娥 刘其兵 焦小明



机械工业出版社

本教材是为适应国家示范性高职院校建设专业发展需要而编写,教材采用了4个生产性零件和1个生产性部件做载体,按照基于工作过程系统化的思路,共设计了5个不同的学习情境,每个学习情境和所选的载体按照“由简单到复杂”的认知规律组织教学内容,按照工作过程设计教学环节。该教材通过对轴、盘、齿轮、箱体、砂轮架等零部件工艺方案设计与实施内容的介绍,将机械加工工艺规程的基本理论、零件加工中的质量分析及产品装配的知识有机地融为一体,实现“教、学、做”一体化。

本教材适于高等职业技术学院机械制造与自动化专业、模具设计与制造专业、机电一体化技术专业等机械类专业使用,也可供职工培训使用,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺方案设计与实施/魏康民主编. —北京:机械工业出版社, 2010.9

国家示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978-7-111-31900-9

I. ①机… II. ①魏… III. ①机械加工-工艺-高等学校: 技术学校-教学参考资料 IV. ①TG506

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第179557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:郑丹 王海峰 责任编辑:王海峰

版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽

封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2010年11月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·16印张·1插页·392千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31900-9

定价:28.00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

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

为了适应高等职业技术教育教学改革的要求,适应国家示范性高职院校建设项目发展的需要,我们和机械工业出版社共同组织了国家示范性高职院校建设“机械制造与自动化类”专业系列教材的编写工作。本教材从培养学生综合职业能力与学生工艺实施的生产实际出发,以工艺为主线,将金属切削刀具、机床夹具设计及机械制造工艺学的内容有机地结合起来,打破了原有的学科体系,形成了新的教学内容体系,注重学生综合工程实践应用能力的培养。

教材采用了4个生产性零件和1个生产性部件做载体,按照基于工作过程系统化的思路,共设计了5个不同的学习情境,每个学习情境和所选的载体按照“由简单到复杂”的认知规律组织教学内容,按照工作过程设计教学环节。该教材通过对轴、盘、齿轮、箱体、砂轮架等零部件工艺方案设计与实施内容的介绍,将机械加工工艺规程的基本理论、零件加工中的质量分析及产品装配的知识有机地融为一体,实现“教、学、做”一体化。通过学习,学生可熟练掌握机械加工工艺规程编制的原则、方法;掌握机械产品的装配方法及装配工艺规程的制订步骤;掌握零件加工误差产生的原因及保证加工精度的措施;掌握机械表面加工质量对产品使用性能的影响及保证零件表面加工质量的措施;熟练掌握轴、盘、箱体、齿轮零件的工艺方案设计及实施方法;熟练掌握砂轮架的装配方法;熟悉零部件质量的检查、分析、评估和资料归档。

本教材在编写中结合几年各高职院校教学改革的经验,力求反映新技术、新工艺,结合生产实际,突出应用性,实现易教、易学的高职教材特色。同时,强调素质教育和以能力为本位的教育理念。本书紧紧围绕毕业生面向工业企业从事机械制造工艺规程及工艺装备的设计与实施,产品质量分析与控制,机械制造设备的安装、调试、维修、更新改造和生产技术管理等工作这一培养目标,面对现实,讲求实效,通俗易懂,简单实用。

本教材适于高等职业技术学院机械制造与自动化专业、模具设计与制造专业、机电一体化技术专业等机械类专业使用,也可供职工培训使用,还可供有关工程技术人员参考。

全书共分5个学习情境。学习情境1(任务9除外)由魏康民编写;学习情境2由成党伟编写;学习情境3及学习情境1中的任务9由赵月娥编写;学习情境4由刘其兵编写;学习情境5由焦小明编写。

本教材由陕西工业职业技术学院魏康民教授任主编。

本教材在编写过程中得到了陕西工业职业技术学院各级领导、老师和其他

兄弟院校同行的大力支持，编者在此表示衷心的感谢。

由于本书改革力度比较大，加之时间仓促，编者水平有限，书中难免有欠妥之处，敬请各兄弟院校师生和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

学习情境一 砂轮架主轴加工工艺

方案制订与实施 1

任务 1 砂轮主轴概述 1

任务 2 砂轮主轴加工的预备知识——机械加工工艺规程的基本知识 7

任务 3 砂轮主轴的加工计划（一）——切削加工与轴类零件外圆表面的加工 12

任务 4 砂轮主轴的加工计划（二）——工艺方案的设计（工件的定位） 36

任务 5 砂轮主轴的加工计划（三）——工艺方案的设计（工件的夹紧） 47

任务 6 砂轮主轴的加工计划（四）——工艺方案的设计（定位基准的选择） 54

任务 7 砂轮主轴的加工计划（五）——工艺方案的设计（工艺路线的拟订） 57

任务 8 砂轮主轴的加工计划（六）——工艺方案的设计（工序内容设计） 62

任务 9 砂轮主轴的检测与评估（一）——轴类零件的加工精度 74

任务 10 砂轮主轴的检测与评估（二）——轴类零件的表面质量 83

任务 11 任务实施与检查 86

任务 12 评价 88

本情境小结 89

习题 89

学习情境二 工具磨床支承盘零件

工艺设计与实施 93

任务 1 支承盘零件的概述 93

任务 2 支承盘的加工计划（一）——孔表面的加工 96

任务 3 支承盘的加工计划（二）——孔表面加工常用车床、钻床夹具 111

任务 4 支承盘的加工计划（三）——工艺方案的设计 123

任务 5 支承盘零件的工艺实施 129

任务 6 支承盘零件工艺实施的检查与评估 131

本情境小结 134

习题 135

学习情境三 齿轮加工工艺方案

制订与实施 136

任务 1 齿轮零件概述 136

任务 2 齿轮零件齿形加工方法的选择 140

任务 3 齿形加工质量分析 154

任务 4 组合夹具组装 161

任务 5 齿轮零件工艺方案的设计 175

任务 6 任务实施与检查 179

任务 7 评价 180

本情境小结 181

习题 181

学习情境四 砂轮架箱体加工工艺

方案制订与实施 182

任务 1 砂轮架箱体概述 182

任务 2 箱体零件平面的加工 185

任务 3 箱体零件孔系加工及其精度分析 191

任务 4 箱体零件的专用夹具 200

任务 5 工艺方案的设计 208

任务 6 任务实施与检查 219

任务 7 评价 223

本情境小结 224

习题 224

学习情境五 砂轮架装配工艺

方案制订与实施 226

任务 1 砂轮架结构与技术要求分析 226

任务 2 砂轮架的装配加工计划（一）

——装配的基本知识	227	任务 5 砂轮架装配的实施	240
任务 3 砂轮架的装配加工计划 (二)		任务 6 砂轮架装配的检查与评估	245
——保证产品装配精度的方法	232	本情境小结	245
任务 4 砂轮架的装配加工计划 (三)		习题	246
——工具清单和装配系统图		参考文献	247
的制订	240		

学习情境一 砂轮架主轴加工工艺 方案制订与实施

知识目标：

- 1) 熟悉金属切削过程的基本规律。
- 2) 熟悉机械的生产过程和工艺过程的基本概念、机械加工工艺过程的组成、生产纲领、生产类型及其工艺特征。
- 3) 熟悉机械加工中常用毛坯的种类及性能。
- 4) 熟悉机床夹具的基本知识，掌握一般夹具的设计方法。
- 5) 熟悉机械零件图分析的方法，能够阅读零件图、工艺文件。
- 6) 能够编制合理的零件加工工艺路线。
- 7) 熟悉机械加工工序设计的基本内容，掌握机械加工工序设计的方法。
- 8) 能够合理选用机械加工过程中使用的机床、刀具、量具、夹具和辅具。

能力目标：

- 1) 掌握金属切削刀具几何参数与金属切削用量的选择方法。
- 2) 掌握工件的装夹、校正、调整方法。
- 3) 掌握定位误差的分析计算方法。
- 4) 掌握定位基准选择的原则。
- 5) 掌握主轴加工工艺方案制订与实施方法。

任务1 砂轮主轴概述

一、布置工作任务，明确要求

编制如图 1-1 所示磨床砂轮架主轴的工艺规程及进行质量分析。

二、砂轮架装配结构

1. 砂轮架使用性能与工作条件

设计与制造砂轮架时首先要对其进行使用性能的分析研究。各种磨床砂轮架由于加工工艺范围和加工方式基本相同，因而使用要求有其共性：砂轮架应满足结构紧凑、高刚性、小变形；砂轮主轴工作时应回转平稳、运行可靠；加工时主轴精度及性能应高度稳定。砂轮架的特性则体现了磨床不同的使用性能和工作条件，砂轮主轴转速是影响工作特性的最大因素。因此，设计制造砂轮架中应密切注意砂轮架的转速高低，重点研究砂轮架转速对其性能的影响，主要解决转速对砂轮架力学、热学、精度及其稳定性、表面粗糙度等性能的影响问题。根据不同的速度要求，有目的地选择不同的设计方案，采取不同的零件、组件和部件结构，采用合理的装配方法，才能针对主要问题进行正确、合理地设计与制造；其次，应考虑



磨床加工材料的性质及范围,这些是影响机床加工精度、受力变形、热效应等的重要因素,尤其对机床热学特性的复杂性和多变性有重要影响,它与磨床的结构、强度、功率大小等都有很大的关系;第三,要满足磨床加工精度的要求。根据磨床加工性质,结合磨床加工材料的高硬度、高强度等特点以及工、夹、量具等被加工零件的精度要求,工模具磨床砂轮架必须达到结构的高刚性、高强度、高稳定性,主轴运转的高速、高平稳以及加工零件的高精度要求。

2. 砂轮架装配关系与技术要求

(1) 砂轮架装配结构特点 通常磨床砂轮架的装配结构与传动关系比较简单,一般在砂轮架箱体中不设计传动零件,只在主轴外端头设计一级或两级带传动,升速或降速。现在也有逐渐将电主轴、磁悬浮主轴等引入一般磨床砂轮架结构的趋势。不论是何种结构的砂轮架与何种方式的传动,一般都要解决好以下关系:

1) 主轴的支承方式选择(径向、轴向、调整)。

2) 轴承选择与安装。

3) 正确选择轴承系列。

4) 轴承与轴、轴承孔的配合:磨床主轴转速高、载荷大、振动大、工作温度高,其主轴与轴承内圈的配合较紧,壳体孔与轴承的配合较松;多瓦动压轴承始终处于间隙状态下工作,因此轴承孔与轴颈间为间隙配合,间隙大小及变化将影响轴承的工作性能,其值有严格要求。

5) 润滑:滑动轴承采用浸油飞溅式润滑,其润滑及冷却效果好;对于高速、中、高载荷的滚动轴承组合,考虑到高速搅油损失、发热以及维修的方便,且易于密封,可采用润滑脂润滑。

6) 密封:高速、中或高载荷的砂轮架,加工硬度高的材料时,为防止磨屑对轴承造成的磨粒磨损,选择非接触迷宫式密封。该密封简单易行,可靠稳定,但对散热有少许影响,适宜于润滑脂润滑的轴承密封。普通磨床利用橡胶圈密封即可。

通过以上分析,根据磨床使用性能与工作条件,M9116 工具磨床砂轮架的装配结构与关系如图 1-2 所示,可以看到该砂轮架的装配结构有以下特点:

1) 砂轮架箱体结构在满足其空间位置及使用性能的要求下,最大限度地保证了其结构的高刚性。箱体的两个支承孔中心距较小,同时其孔径尽可能大,使箱体的支承刚性达到最大。

2) 主轴的形状结构尽量简单。由于主轴上不再安装其他零件,因此其直径的变化较小,从而保证了主轴的结构高刚性以及较好的加工工艺性;主轴上没有其他非回转面结构,故最大限度地保证了主轴回转的高稳定性,使主轴高速回转时容易实现静、动平衡,从而保证了主轴的加工精度以及对零件表面质量(表面粗糙度以及波纹度)的影响降低到最小。

3) 砂轮架采用了短三瓦结构动压滑动轴承支承。

4) 主轴带轮采用了卸载结构,避免带轮拉力所造成的弯矩对主轴回转精度的影响。

5) 卸载轴颈与砂轮主轴孔采用同轴设计与安装,保证带轮回转与主轴回转的同轴度要求。

6) 带轮与主轴间采用数个橡胶圈的浮动连接(相当于软轴连接)方式传递转矩,这种方式由于橡胶圈的弹性变形,既保证了转矩传递均匀有效,又保证了主轴的过载保护,同时

又隔离了带轮的运动误差,减少了对主轴精度的影响。

7) 带轮的卸载轴承使用滚动轴承进行支承,经过对轴承的预紧,提高了轴承的回转精度,从而保证带轮的回转精度要求。传动套与主轴间用圆锥面联接螺母紧固,同样达到传递运动的均匀有效性。

8) 主轴以及卸载结构轴承的轴向位置均采用调整垫片的方法进行调节,可以根据主轴具体的装配情况一一对应配作,保证了主轴轴向窜动的高精度要求。

9) 为了保证其他运动件对主轴回转精度的影响达到最小,砂轮安装以及电动机轴的安

装都需进行严格的动、静平衡。

(2) 砂轮架装配技术要求 图 1-2 所示工具磨床砂轮架装配技术要求如下:

1) 砂轮主轴的径向圆跳动误差 $\leq 0.003\text{mm}$ (在砂轮锥体上检验)。

2) 砂轮主轴的轴向窜动 $\leq 0.005\text{mm}$ (在轴端中心孔检查)。

3) 电动机装配进行动平衡。

4) 空运转 2h, 稳定温升 20°C 。

5) 卸载带轮轴承内注入锂基润滑脂。

6) 对砂轮进行平衡。

7) 砂轮主轴转速 2800r/min 。

8) 主轴轴承采用主轴润滑油润滑。

3. 砂轮架装配中应解决的主要问题

磨床砂轮架装配中主要应解决满足磨床装配技术要求的问题。由于砂轮架主轴在高速回转的情况下工作,因此其实质就是砂轮主轴的运动精度保证。砂轮架装配中所采取的一切措施都应围绕保证砂轮主轴运动精度进行。如果砂轮架磨削方式采用圆周磨削,则在装配中应主要保证径向圆跳动的问题,其轴向窜动则可相对要求较松;如果砂轮架磨削方式为端面磨削,则应该重点解决其轴向窜动问题,径向圆跳动则相对要求较低,做到运动精度与砂轮架使用性能、工作方式以及装配工艺相统一。

三、读图并分析零件图

1. 砂轮主轴结构与技术要求

(1) 砂轮主轴的结构分析 从图 1-1 中可以看出,该主轴的结构具有以下特点:

1) 主轴结构简单,尺寸均匀,主轴的加工表面绝大部分为回转表面,非回转表面也为对称表面。因此易于实现主轴的动静平衡,最大限度地保证了主轴回转精度,从而保证磨床的加工精度。

2) 主轴负载与动力均采用圆锥表面(两端圆锥面)传递。圆锥面径向定位精度高、接触均匀、连接可靠、传递转矩大、加工工艺性好,但其轴向定位精度较低,对于本例不影响其使用性能。

3) 主轴紧固采用螺纹联接,易于实现与支承轴颈的同轴要求,避免联接的回转不平衡,消除了偏心对主轴回转精度的影响。

4) 主轴轴向采用轴肩端面定位,其端面加工易于实现与中心线垂直,以保证主轴轴向窜动精度要求。

5) 由于砂轮架装配以及操作空间的限制,其轴向尺寸较大,长径比 $L/d \geq 15 \sim 20$,属于细长轴结构,因此加工精度比较难于保证,加工工艺较为复杂、细致。

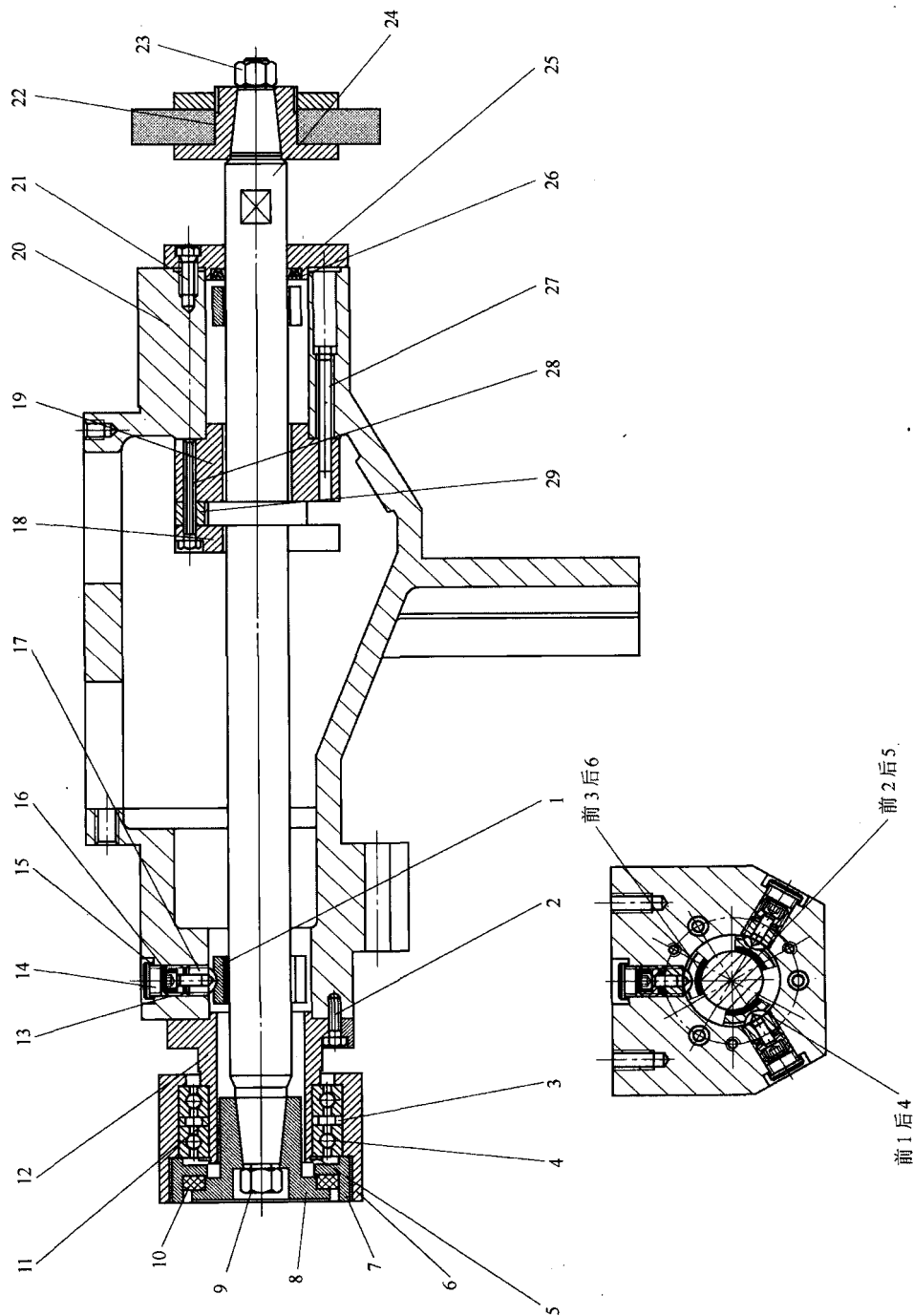


图 1-2 工具磨床砂轮架结构及装配简图

- 1—轴瓦 2、21、27、28—螺钉 3—外调整垫片 4—滚动轴承 5—挡圈 6—带轮 7—紧固螺母 8—传动套 9、23—螺母
10—传动橡胶圈 11—内调整垫片 12—卸载套 13—空心螺钉 14—封口螺钉 15—垫片 16—锁紧螺钉 17—球头螺钉
18—左推力轴承 19—右推力轴承 20—体壳 22—砂轮组件 24—主轴 25—轴承盖 26—密封圈 29—调整垫

(2) 砂轮主轴的技术要求及其分析 主轴的支承轴颈是主轴的装配基准, 它的制造精度直接影响到主轴部件的旋转精度, 故对它提出很高的技术要求。

主轴两端圆锥面是安装带轮传动套以及砂轮的定位表面, 其中心线必须与支承轴颈中心线同轴。

主轴轴向定位面与主轴旋转中心线不垂直, 会引起主轴周期性地轴向窜动。尤其是三片瓦压滑动轴承支承的主轴, 其定位轴肩面与端面轴承形成滑动推力轴承, 承受加工中的轴向磨削力, 因此, 必须严格控制其垂直度要求。

以上各面为主轴的主要表面。其中支承轴颈的尺寸精度、几何形状精度、其他表面与其相互位置精度要求高, 这是主轴加工中的主要矛盾, 也是制订主轴加工工艺的关键。

1) 加工精度: ①尺寸精度。砂轮轴的尺寸精度主要指直径和长度的精度。直径方向的尺寸因有一定配合要求, 比其长度方向的尺寸要求严格得多。因此, 对于直径的尺寸常常规定有严格的公差。该砂轮轴主要轴颈的直径尺寸公差等级为 IT7 ~ IT8。长度方向的尺寸要求则不严格, 通常规定其基本尺寸就可以了。②几何形状精度。轴颈的几何形状精度是指圆度、圆柱度, 这些误差将影响与其配合件的接触质量与主轴的回转精度。由于三片瓦轴承对配合间隙很敏感, 因此其支承轴径圆柱度公差规定为 0.002mm; 配合圆锥面和主轴径向定位面的形状精度则包含在其尺寸精度范围内。③相互位置精度。由于砂轮轴转速高, 主轴配合轴颈 (装配传动件的轴颈, 在此为圆锥面) 对于支承轴颈 (装配轴承的轴颈, 在此为圆柱面) 的同轴度有严格的要求, 其径向圆跳动公差达到 0.003mm; 较之径向圆跳动而言, 主轴的轴向定位端面与支承轴径中心线的垂直度要求就更为严格, 其端面圆跳动公差为 0.002mm, 这些要求都是根据轴的工作性能和具体的装配结构以及装配关系制订的。考虑到主轴加工时的定位基准为两端中心孔, 因此从设计中已经要求主轴的支承表面对中心孔的圆跳动公差应达到 0.003mm 的要求。

2) 表面粗糙度: 随着砂轮架运转速度和公差等级的提高, 主轴的表面粗糙度要求也很高。其支承轴颈的表面粗糙度值 R_a 为 $0.05\mu\text{m}$, 配合表面的粗糙度值 R_a 为 $0.8\mu\text{m}$, 定位表面的粗糙度值 R_a 为 $0.4 \sim 0.8\mu\text{m}$, 其余表面粗糙度值 R_a 为 $1.6 \sim 12.5\mu\text{m}$ 。表面粗糙度的高要求有利于保证主轴性能的稳定与持久。

3) 配合表面的接触精度: 装配砂轮以及带轮传力件的圆锥表面, 其接触精度也有较高的要求, 全长范围内接触点不小于 75%。

4) 主轴最终热处理: 主轴最终热处理采用渗碳淬火, 其渗碳层深度为 1.5mm, 硬度为 57HRC。零件经渗碳淬火后既具有很高的表面硬度, 又具有很高的冲击韧度和心部强度, 这有利于保持零件的精度, 保证零件使用的有效性。但渗碳淬火变形大, 零件加工时应考虑到变形对加工工艺及精度的影响。

2. 砂轮主轴材料及毛坯

一般机床主轴的强度总是足够的, 但应有很高的静刚度, 它的轴端、锥孔、轴颈或花键部分还需要较高的硬度。因此一般主轴材料选用 45 钢、65Mn 钢或 40Cr 钢。后两种钢淬透性较好, 经调质处理和表面淬火后, 可获得较高的综合力学性能和耐磨性。渗碳淬火的优点是表面硬度高而心部有较高韧性, 淬火表面层具有压应力使抗弯强度提高, 缺点是热处理工艺性差、变形大。当要求主轴在高精度、高转速和重载下工作时, 可选用低碳合金钢

18CrMnTi、20Cr、20Mn2B 等。精密主轴可选用 38CrMoAlA 氮化钢。与淬火钢相比, 它的表面硬度和疲劳强度更高, 热处理变形小, 氮化层还具有抗腐蚀能力。

主轴毛坯多采用锻件, 钢材经过锻造使纤维组织均匀致密, 提高了抗拉、抗弯及抗扭强度。锻造方法多采用自由锻、模锻及精密模锻。强度要求高的钢制件, 一般要用锻件毛坯。锻件有自由锻造锻件和模锻件两种。自由锻造锻件可通过手工锻打(小型毛坯)、机械锤锻(中型毛坯)或压力机压锻(大型毛坯)等方法获得。这种锻件的精度低, 生产率不高, 加工余量较大, 而且零件的结构必须简单; 适用于单件和小批生产, 以及制造大型锻件。模锻件的精度和表面质量都比自由锻件好, 而且锻件的形状也可较为复杂, 因而能减少机械加工余量。模锻的生产率比自由锻高得多, 但需要特殊的设备和锻模, 故适用于批量较大的中小型锻件。

大批量生产时, 若采用带有贯穿孔的无缝钢管毛坯, 能大大减少机械加工时间和节省原材料。

毛坯制造方法主要与零件的使用要求和生产类型有关。光轴或直径相差不大的阶梯轴, 一般常用热轧圆棒料毛坯。当成品零件尺寸精度与冷拉圆棒料相符合时, 其外圆可不进行车削, 这时可采用冷拉圆棒料毛坯。比较重要的轴多采用锻件毛坯, 因毛坯加热锻造后, 能使金属内部纤维组织沿表面均匀分布, 从而能得到较高的强度。对于某些大型、结构复杂的轴(如曲轴等)可采用铸件毛坯。

砂轮主轴材料选用 20Cr, 主轴毛坯经锻造后正火, 既使零件毛坯组织结构得到改善, 同时又保证了主轴具有较好的机械加工工艺性能。

任务2 砂轮主轴加工的预备知识

——机械加工工艺规程的基本知识

一、机械产品的生产过程及工艺过程

机械产品制造时, 由原材料到该机械产品出厂的全部劳动过程称为机械产品的生产过程。

1. 机械产品的生产过程

机械产品的生产过程包括以下环节。

1) 生产的准备工作, 如产品的开发设计和工艺设计, 专用装备的设计与制造, 各种组织方面的准备工作。

2) 原材料及半成品的运输和保管。

3) 毛坯的制造过程, 如铸造、锻造和冲压等。

4) 零件的各种加工过程, 如机械加工、焊接、热处理和表面处理等。

5) 部件和产品的装配过程, 包括组装、部装等。

6) 产品的检验、调试、涂装和包装等。

2. 机械产品的工艺工程

在机械产品的生产过程中, 毛坯的制造、机械加工、热处理和装配等, 这些与原材料变为成品直接有关的过程称为工艺过程。而在工艺过程中, 用机械加工的方法直接改变毛坯形状、尺寸和表面质量, 使之成为合格零件的那部分工艺过程称为机械加工工艺过程。

在生产过程中,直接改变原材料或毛坯的形状、尺寸、性能以及相互位置关系,使之成为成品的过程,称为工艺过程。工艺过程主要包括毛坯的制造(铸造、锻造、冲压等)、热处理、机械加工和装配。

3. 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程一般由一个或若干个工序组成,而工序又可分为安装、工位、工步和进给等,它们按一定顺序排列,逐步改变毛坯的形状、尺寸和材料的性能,使之成为合格的零件。

(1) 工序 工序是指一个(或一组)工人,在一个工作地点(如一台设备)对一个(或同时对几个)工件所连续完成的那一部分工艺过程。

工序是工艺过程的基本单元,划分工序的主要依据是零件加工过程中工作地点(设备)是否变动,该工序的工艺过程是否连续完成。

(2) 安装 在机械加工中,使工件在机床或夹具中占据某一正确位置并被夹紧的过程称为装夹。有时,工件在机床上需经过多次装夹才能完成一个工序的工作内容。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,工件的工作位置可能只需一次安装,也可能需要几次安装。

(3) 工位 为了减少工件的安装次数,在大批量生产时,常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具,使工件在一次安装中先后处于几个不同位置进行加工。工件在一次安装下相对于机床或刀具每占据一个加工位置所完成的那部分工艺过程称为工位。

(4) 工步 工步是指加工表面、加工工具和切削用量中切削速度和进给量都不变的情况下,所完成的那一部分工序内容。一道工序可以包括几个工步,也可以只包括一个工步。构成工步的任一因素改变后,一般即为另一工步。但对于那些在一次安装中连续进行的若干相同工步,有时为了提高生产率,用几把不同刀具同时加工几个不同表面,此类工步称为复合工步。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。

(5) 进给 在一个工步内,若被加工表面要切除的金属层很厚,需要分几次切削,则每进行一次切削就是一次进给。

二、生产类型及其工艺特征

机械产品的制造工艺不仅与产品的结构、技术要求有很大关系,而且也与企业的生产类型有很大关系,而企业的生产类型是由企业的生产纲领决定的。

1. 生产纲领

企业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。计划期常定为一年,所以年生产纲领也就是年产量。生产纲领的大小对生产组织和零件加工工艺过程起着重要的作用,它决定了各工序所需专业化和自动化的程度,决定了所应选用的工艺方法和工艺装备。

2. 生产类型及其工艺特点

根据生产纲领的大小和产品品种的多少,机械制造业的生产类型可分为单件生产、成批生产和大量生产三种类型。

(1) 单件生产 单件生产的基本特点是:产品品种多,但同一产品的产量少,而且很少重复生产,各工作地加工对象经常改变。例如,重型机械产品制造和新产品试制等都属于单件生产。

(2) 成批生产 成批生产是分批地生产相同的零件,生产周期性地重复。例如,机床、

机车、纺织机械等产品制造多属于成批生产。同一产品（或零件）每批投入生产的数量称为批量。批量可根据零件的年产量及一年中的生产批数计算确定。按照批量的大小和被加工零件的特征，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产三种。在工艺方面，小批生产与单件生产相似，大批生产与大量生产相似，中批生产则介于单件生产和大量生产之间。

（3）大量生产 大量生产的基本特点是产品的产量大、品种少，大多数工作地长期重复地进行某一零件的某一工序的加工。例如，汽车、拖拉机、轴承和自行车等产品的制造多属于大量生产。

三、机械加工工艺规程

机械加工工艺规程是规定零件机械加工工艺过程和操作方法等的工艺文件之一，它是机械制造厂最主要的技术文件。一般包括以下内容：工件加工的工艺路线、各工序的具体内容及所用的设备和工艺装备、工件的检验项目及检验方法、切削用量、时间定额等。

1. 机械加工工艺规程的作用

（1）指导生产的重要技术文件 工艺规程是依据工艺学原理和工艺试验，经过生产验证而确定的，是科学技术和生产经验的结晶。所以，它是获得合格产品的技术保证，是指导企业生产活动的重要文件。正因为如此，在生产中必须遵守工艺规程，否则将会造成废品。但是，工艺规程也不是固定不变的，它可以根据生产实际情况进行修改，但必须要有严格的审批手续。

（2）生产组织和生产准备工作的依据 生产计划的制订、产品投产前原材料和毛坯的供应、工艺装备的设计、制造与采购、机床负荷的调整、作业计划的编排、劳动力的组织、工时定额的制订以及成本的核算等，都是以工艺规程作为基本依据的。

（3）新建和扩建工厂（车间）的技术依据 在新建和扩建工厂（车间）时，生产所需要的机床和其他设备的种类、数量和规格，车间的面积、机床的布置、生产工人的工种、技术等级及数量、辅助部门的安排等都是以工艺规程为基础，根据生产类型来确定的。

2. 工艺规程制订的原则

工艺规程制订的原则是优质、高产和低成本，即在保证产品质量的前提下，争取最好的经济效益。

3. 制订工艺规程的原始资料

制订工艺规程时，必须具备下列原始资料：

- 1) 产品全套装配图和零件图。
- 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：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、毛坯图等。在无毛坯图的情况下，需实际了解毛坯的形状、尺寸及力学性能等。
- 5) 本厂的生产条件：为了使制订的工艺规程切实可行，一定要考虑本厂的生产条件，如了解毛坯的生产能力及技术水平、加工设备和工艺装备的规格及性能、工人技术水平以及专用设备与工艺装备的制造能力等。
- 6) 国内外先进工艺及生产技术发展情况：制订工艺规程时，要经常研究、参考国内外有关工艺技术资料，积极引进适用的先进工艺技术，不断提高工艺水平，以获得最大的经济

效益。

7) 有关的工艺手册及图册。

4. 制订工艺规程的步骤

制订零件机械加工工艺规程的步骤如下：

- 1) 计算年生产纲领，确定生产类型。
- 2) 分析零件图及产品装配图，对零件进行工艺分析。
- 3) 选择毛坯。
- 4) 拟订工艺路线。
- 5) 确定各工序的加工余量，计算工序尺寸及公差。
- 6) 确定各工序所用的设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。
- 7) 确定切削用量及工时定额。
- 8) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。
- 9) 填写工艺文件。

5. 工艺文件

将工艺规程的内容填入一定格式的卡片，即成为生产准备和施工依据的工艺文件。常用的工艺文件格式有下列几种：

(1) 综合工艺过程卡片 这种卡片以工序为单位，简要地列出了整个零件加工所经过的工艺路线（包括毛坯制造、机械加工和热处理等），它是制订其他工艺文件的基础，也是生产技术准备、编排作业计划和组织生产的依据。在这种卡片中，由于各工序的说明不够具体，故一般不能直接指导工人操作，而多作生产管理方面使用。但是，在单件小批生产中，由于通常不编制其他较详细的工艺文件，因此就直接以这种卡片指导生产。工艺过程卡片的格式见表 1-1。

表 1-1 综合工艺过程卡片

厂名	综合工艺 过程卡片	产品名称及型号			零件名称			零件图号			
		材料	名称		毛坯	种类		零件质量 /kg	毛重		第 页
			牌号			尺寸			净重		共 页
			性能		每料件数			每台件数			每批件数
工序 号	工序内容			加工 车间	设备名称 及编号	工艺装备名称及编号			工人技术 等级	时间定额/min	
						夹具	刀具	量具		单件	准备—终结
更改内容											
编制		抄写		校对		审核		批准			

(2) 机械加工工艺卡片 机械加工工艺卡片是以工序为单位，详细说明整个工艺过程的工艺文件。它是用来指导工人生产和帮助车间管理人员、技术人员掌握整个零件加工过程的一种主要技术文件，广泛用于成批生产的零件和小批生产中的重要零件。工艺卡片格式见表 1-2。