

普通高等院校“十三五”精品规划教材
机械设计制造及其自动化专业课程群系列



“互联网+”新形态教材

工程训练

主 编 吴斌方 陈清奎
副主编 娄德元 陶世钊

- “互联网+”时代，让学习可以移动互联
- 可在PC端、移动端360°无死角查看模型
- 扫图、扫码链接海量资源，随时随地学习
- 精选3D模型/视频/微课/课件，方便教与学



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等院校“十三五”精品规划教材

机械设计及及其自动化专业课程群系列

工程训练

GONGCHENG XUELIAN

主 编 吴斌方 陈清奎

副主编 姜德元 陶世钊

常州大学图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书根据教育部机械工程本科专业培养标准、教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会编制的“高等学校机械基础系列课程教学基本要求”、机械工程专业技能实践教学大纲，并结合培养应用创新型工程技术人才的实践教学特点编写。内容包括：机械加工基础知识、钳工实训、车工实训、铣工实训、磨工实训、刨工实训、焊接实训、锻工实训、特种加工实训、装配实训和铸造实训。

本书适合普通高等院校机械类、近机械类专业的工程训练教学使用。对于非机械类专业，可根据专业特点和后续课程需要，有针对性地选择书中内容学习。

图书在版编目（CIP）数据

工程训练 / 吴斌方, 陈清奎主编. — 北京 : 中国水利水电出版社, 2018.3
普通高等院校“十三五”精品规划教材
ISBN 978-7-5170-6308-7

I. ①工… II. ①吴… ②陈… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第030632号

书 名	普通高等院校“十三五”精品规划教材 工程训练 GONGCHENG XUNLIAN
作 者	主 编 吴斌方 陈清奎 副主编 姜德元 陶世钊
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京智博尚书文化传媒有限公司
印 刷	三河市龙大印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 14.25印张 210千字
版 次	2018年3月第1版 2018年3月第1次印刷
印 数	0001—9000册
定 价	39.80元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

PREFACE

前言

工程训练课程,目的是在遵循大学教育的基本原则基础上,使学生从初步认识到熟练掌握机械制造的基本理论和基本技能。学生通过学习本课程,应明确工程训练是综合理论和动手能力的培养课程,增加学生对机械制造教育的感性认识,掌握一定的机械制造工艺技术与学习方法。

本课程采用项目教学法的教学模式,从教学理念上改变传统的学科式的教学思路,采用“以学生为中心、以能力为本位”的课程模式。以工作任务为依据,整合、优化教学内容,做到理论学习与技能训练融合。以真实的工作任务为载体设计课程项目模块;以工作过程为导向,实现“教、学、做”一体化。

本书根据教育部机械工程本科专业培养标准、教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会编制的“高等学校机械基础系列课程教学基本要求”、机械工程专业技能实践教学大纲,并结合培养应用创新型工程技术人才的实践教学特点编写。

本书打破了传统金工实习教材的编排方法,按训练内容属性将全书分为10个项目,内容包括:机械加工基础知识、钳工实训、车工实训、铣工实训、磨工实训、刨工实训、焊接实训、锻工实训、特种加工实训、装配实训和铸造实训。

本书配套的虚拟仿真教学资源由济南科明数码技术股份有限公司开发完成,并建设了“科明365”在线教育云平台(www.keming365.com),提供有适合课堂教学的单机版,适合集中上机学习的局域网络版,适合学生自主学习的手机版,构建“没有围墙的大学”、“不限时间、不限地点、自主学习”的理念。主要开发人员包括陈清奎、胡冠标、何强、马仲依、雷文、邵辉笙、李晓东等。

为便于阅读和学习,作者精心挑选了部分实训内容录制成视频,并以二维码形式印制于书中,读者通过扫码即可观看视频。希望使学习过程更生动、直观。

本书在编写过程中，得到中国水利水电出版社的大力支持和帮助，在此致以衷心和诚恳的感谢。编写中还得到了参编学校的有关领导及同仁的热情关心和鼓励，在此也向他们表示诚挚的感谢。



图书资源总码

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者和同行教师提出宝贵意见，以便及时更正，联系 Email: wubinfang521@163.com。

编者

2018 年 1 月

本书知识点与项目对照表

项目名称	任务	相关知识
项目1 机械加工 基础知识	任务1: 机械加工工艺规程 任务2: 常用量具及测量练习 任务3: 常用金属材料选择与热处理	1. 工艺过程, 定位基准, 工艺路线 2. 游标卡尺、千分尺、高度尺、游标万能角度尺和百分表 3. 金属材料, 热处理法
项目2 钳工实训	任务1: 钳工基本知识 任务2: 轴承座划线 任务3: 榔头锯削 任务4: 榔头锉削 任务5: 锉配四方体图 任务6: 榔头螺纹孔加工	1. 划线、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹和套螺纹 2. 台式钻床、立式钻床 3. 扩孔和铰孔 4. 钳工操作安全
项目3 车工实训	任务1: 普通车床操作 任务2: 车刀安装 任务3: 工件的安装 任务4: 典型表面车削 任务5: 榔头柄车削工艺	1. 金属切削加工 2. 普通车床 3. 车刀 4. 车削工件装夹 5. 车外圆、端面、钻孔和镗孔、切断、切槽、圆锥面、成形面、螺纹 6. 车削加工尺寸公差 7. 切削三要素、切削用量
项目4 铣工实训	任务1: 铣削基本知识 任务2: 铣削设备及安装 任务3: 典型表面铣削训练	1. 万能卧铣和立铣 2. 铣削平面、沟槽、成形面 3. 铣床主要附件 4. 铣工安全操作规程 5. 平面铣削及分度工件 6. 铣刀的安装
项目5 磨工实训	任务1: 磨削基本知识 任务2: 传动轴磨削训练	1. 磨削加工 2. 磨床 3. 磨具及磨削液 4. 平面磨削 5. 外圆及内孔磨削
项目6 刨工实训	任务1: 刨削基本知识 任务2: 典型表面刨削训练	1. 刨削加工、刨床、刨刀 2. 刨削加工的基本操作技能 3. 平面和沟槽加工 4. 刨工安全操作规程
项目7 焊接实训	任务1: 焊接基本知识 任务2: 焊条电弧焊和气焊 任务3: 焊接检验	1. 电弧焊、气焊 2. 焊条、焊剂、焊丝 3. 焊接设备 4. 安全规范措施 5. 焊接缺陷预防

(续)

项目名称	任务	相关知识
项目8 锻工实训	任务：正方体自由锻	1. 锻造 2. 始锻温度与终锻温度、加热炉构造 3. 自由锻、模锻和冲压设备 4. 自由锻的基本工序 5. 锻压车间安全生产规程
项目9 特种加工实训	任务1：特种加工基本知识 任务2：典型零件电火花成型加工 任务3：典型零件电火花线切割加工	1. 电火花加工机床 2. 电火花加工 3. 线切割加工机床 4. 线切割加工操作
项目10 装配实训	任务：减速器装配	1. 装配精度 2. 装配钳工手册 3. 装配工具
项目11 铸造实训	任务：砂型铸造	1. 铸造方法和设备 2. 铸造工艺 3. 铸造流程

机械加工基础知识

CONTENTS

目录

项目1 机械加工基础知识	1
任务1: 机械加工工艺规程	1
任务2: 常用量具及测量练习	11
任务3: 常用金属材料选择与热处理	18
项目2 钳工实训	25
任务1: 钳工基本知识	25
任务2: 轴承座划线	29
任务3: 榔头锯削	35
任务4: 榔头锉削	39
任务5: 锉配四方体图	44
任务6: 榔头螺纹孔加工	49
项目3 车工实训	57
任务1: 普通车床操作	57
任务2: 车刀安装	65
任务3: 工件的安装	74
任务4: 典型表面车削	80
任务5: 榔头柄车削工艺	99
项目4 铣工实训	105
任务1: 铣削基本知识	105
任务2: 铣削设备及安装	110
任务3: 典型表面铣削训练	119
项目5 磨工实训	124
任务1: 磨削基本知识	124
任务2: 传动轴磨削训练	129
项目6 刨工实训	133
任务1: 刨削基本知识	133

任务 2: 典型表面刨削训练	139
项目 7 焊接实训	144
任务 1: 焊接基本知识	144
任务 2: 焊条电弧焊和气焊	147
任务 3: 焊接检验	154
项目 8 锻工实训	158
任务: 正方体自由锻	158
项目 9 特种加工实训	166
任务 1: 特种加工基本知识	167
任务 2: 电火花成型加工基础知识	168
任务 3: 典型零件电火花线切割加工	177
项目 10 装配实训	194
任务: 减速器装配	194
项目 11 砂型铸造实训	203
任务: 砂型铸造	203
工程训练报告	207
附录 工程训练安全生产条例	215
参考文献	217

项目1

机械加工基础知识

【教学目标】

◎知识目标

通过本项目的训练,使学生了解机械制造的一般生产过程;熟悉有关机械工程技术语,了解主要技术文件、加工精度、产品质量和技术测量方面的初步知识;了解常用测量仪器的功能;了解常用金属材料的性能等基本知识。

◎技能目标

通过本项目的训练,使学生能正确地选择机械零件的材料和热处理方法,正确地选择、使用常用的测量仪器,掌握编制工艺文件的编制方法和相关原则。

◎情感与态度目标

培养学生的表达、沟通能力和团队协作精神,培养学生的安全生产意识、效率意识及环保意识,培养学生的创新能力、自我发展能力,培养学生爱岗敬业的工作作风。

【项目分析】

根据项目目标,涉及内容较多,具体实施分为三个任务完成,具体如下:

任务1:机械加工工艺规程;

任务2:常用量具及测量练习;

任务3:常用金属材料选择与热处理。

【项目实施】

任务1:机械加工工艺规程

图1.1所示为某减速器传动轴,通过制订其加工工艺,掌握机械加工工艺有关概念和制订原则。

【任务引入】

机械加工工艺就是机械产品的制造方法,工艺优劣的衡量指标为优质、高产和低消耗,机械加工工艺相关概念和制订原则是每个机械工程师必备的知识。

【任务分析】

不同的企业,生产条件不同,合适的机械加工工艺也不同,在本任务通过制订传动轴的

加工工艺，掌握工艺规程有关概念和制订工艺的相关原则。

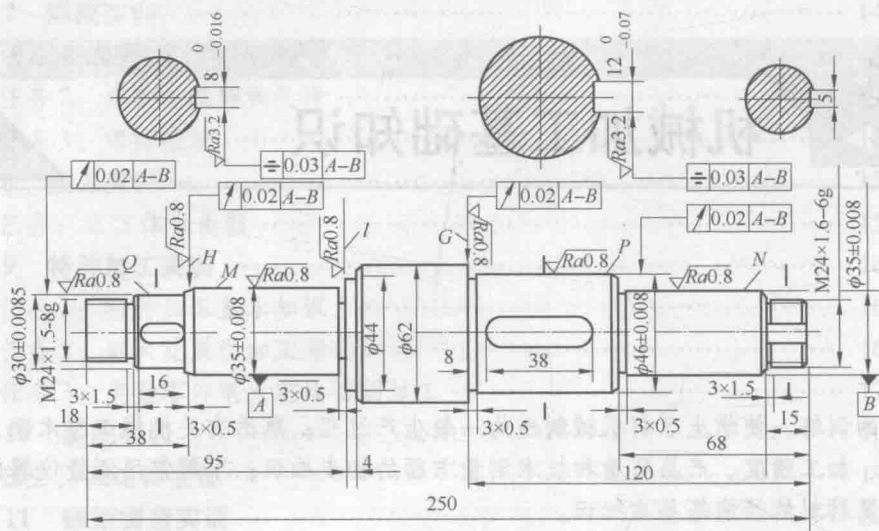


图 1.1 某减速器传动轴

【相关知识】

一、机械加工工艺过程及其组成

机械产品的生产过程是指原材料转变为产品的整个劳动过程（包括原材料运输、保管、生产准备、制造毛坯、机械加工、装配、检验、试车、油漆和包装等）。

在生产过程中，直接改变生产对象的形状、尺寸和性能等，使之成为产品的过程称为机械加工工艺过程，由一系列工序、安装、工位、工步和走刀等组成。

工序

工序是一个（或一组）工人在同一工作地点，对一个（或一组）工件连续完成的那一部分工艺过程。

安装

安装是工件经一次装夹后所完成的那一部分工序内容。

工位

工位是在工件的一次安装中，工件在相对机床所占据的某一固定位置中完成的那部分生产内容。

工步

工步是在不改变加工表面、切削刀具和切削用量的条件下所完成的那一部分工序内容。

走刀

走刀是在一个工步中，当加工表面、切削刀具和切削用量不变时切去一层金属层的加工过程。

二、生产纲领和生产类型

生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划，一年的生产纲领称为年

生产纲领。零件的年生产纲领计算式如下:

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

式中 N ——零件的年生产纲领 (件/年);

Q ——产品的年产量 (台/年);

n ——每台设备上该零件的数量 (件/台);

$a\%$ ——备品的百分率;

$b\%$ ——废品的百分率。

生产类型是企业生产专业化程度的分类。按一定时间内产品产量的连续程度划分,分为单件小批生产、成批生产和大量(连续)生产三种类型。

各种生产类型的工艺特点见表 1.1。

表 1.1 各种生产类型的工艺特点

项 目	单件小批生产	成批生产	大量连续生产
加工对象	不固定、经常换	周期性地换	固定不变
机床设备和布置	采用通用设备,按机群式布置	采用通用和专用设备,按工艺路线呈流水线布置或机群式布置	广泛采用专用设备,全按流水线布置,广泛采用自动线
夹具	非必要时不采用专用夹具	广泛采用专用夹具	广泛采用高效能的专用夹具
刀具和量具	通用刀具和量具	广泛采用专用刀具、量具	广泛采用高效率专用刀具、量具
毛坯情况	用木模手工造型,自由锻,精度低	金属模、模锻,精度中等	金属模机器造型、精密铸造、模锻,精度高
安装方法	广泛采用划线找正等方法	保持一部分划线找正,广泛采用夹具	不需要划线找正,一律用夹具
尺寸获得方法	试切法	调整法	用调整法、自动化加工
零件互换性	广泛使用配刮	一般不用配刮	全部互换,可进行选配
工艺文件形式	过程卡片	工序卡片	操作卡及调整卡
操作工人平均技术水平	高	中等	低
生产率	低	中等	高
成本	高	中等	低

三、机械加工工艺规程

把工艺过程的有关内容,用工艺文件的形式写出来,称为机械加工工艺规程。常用的工艺文件有机械加工工艺过程卡和机械加工程序卡。

1. 机械加工工艺过程卡

机械加工工艺过程卡是以工序为单位简要说明零部件机械加工过程的一种工艺文件。用于说明工序名称、排列顺序、工序内容、工艺参数、操作要求以及所用设备和工艺装备、工时定额等。

2. 机械加工程序卡

机械加工程序卡是在工艺过程卡的基础上,按每道工序所编制的一种工艺文件。一般有

工序简图并详细说明该工序每个工步加工（或装配）的内容、工艺参数、操作以及所用设备和装备等。

3. 工艺规程的制订原则

- (1) 保证达到零件图样上的所有技术要求，确保产品质量；
- (2) 在满足生产纲领的前提下，使工艺成本尽可能低；
- (3) 营造良好的劳动条件（一是安全生产，二是尽量降低工人的劳动强度）。

4. 设计零件工艺规程的依据

- (1) 产品的所有技术文件及技术资料；
- (2) 坯图；
- (3) 实际生产条件；
- (4) 零件的生产纲领（年产量）和所属生产类型。

四、毛坯的选择

1. 毛坯的种类

(1) 铸件

铸件适合制造形状复杂，且主要承受压力的零件毛坯，如箱体、床身和机座等。

常用的铸造方法有砂型铸造、金属型铸造、离心铸造、熔模铸造和压力铸造。

1) 砂型铸造

砂型铸造分为手工造型和机器造型。手工造型铸出的毛坯精度低，生产率也低，但该方法适应性强，主要应用于单件小批生产及复杂大型零件的毛坯制造。机器造型的铸件质量较好，生产率高，但设备投资大，适用成批或大量生产。

2) 金属型铸造

金属型铸造生产出的铸件精度较高，组织致密，表面质量也较好，生产率较高。该方法主要用于大批大量生产中小尺寸铸件，铸件材料多为有色金属。

3) 离心铸造

离心铸造主要用于空心回转体零件毛坯的生产，毛坯尺寸不能太大，如各种套筒和管件等。离心铸造的铸件在远离中心的部位，其表面质量和精度都较高，越靠近回转中心组织越疏松。该法生产率高，适用于大批量生产。

4) 熔模铸造

铸件尺寸精度高，表面粗糙度低，机械加工量小甚至可不加工，适用于各种生产类型、各种材料和形状复杂的中小铸件生产，如刀具、自行车零件、泵的叶轮和叶片等。

5) 压力铸造

铸件的尺寸精度较高，表面粗糙度低，生产率较高。主要用于中小尺寸的薄壁有色金属铸件，如电器、仪表和纺织机零件的大量生产。

(2) 锻件

锻件适合制造强度要求较高，形状相对简单的零件毛坯，如主轴等。锻件分为自由锻和模锻。自由锻适合单件小批生产，模锻适合大批生产。

(3) 焊接件

焊接件结构重量相对较轻，制造周期短，但变形大，抗振性差。

(4) 冲压件

冲压件精度较高,生产率也高,适合制造形状复杂,批量较大的(中小型)薄壁件。

(5) 型材

型材包括板材、管材和型钢等(热轧稍厚,但质量不如冷轧或冷拉)。

2. 毛坯的选择原则

毛坯的选择需考虑的问题如下:

(1) 零件的生产类型和生产纲领

单件小批量生产:可选择精度较低和生产率较低的毛坯制造方法。

大批量生产:应选择精度高,生产率也较高的毛坯制造方法。

(2) 毛坯材料及工艺特性

以满足工作条件和使用要求为前提(考虑强度、刚度、韧性、耐压、耐高温和耐腐蚀性等方面)。

(3) 零件的尺寸和形状

(4) 现有生产条件

五、定位基准的选择

基准

用来确定生产对象上几何要素之间相互关系所依据的那些点、线、面称为基准。

定位基准

当工件在加工时,用以确定工件对于机床及刀具相对位置的表面称为定位基准。

粗基准

用毛坯上未经加工的表面作为定位的基准称为粗基准。

精基准

采用经过加工的表面作为定位的基准称为精基准。

精基准的选择原则(重点考虑:减少定位误差,保证加工精度):

(1) 基准重合

(2) 基准统一

(3) 互为基准

(4) 自为基准

(5) 注意几何结构

粗基准的选择原则:加工表面与不加工表面的相对位置精度;各加工表面有足够的余量;选择不加工表面作为粗基准,若有几个不加工表面,选其中与加工表面位置精度要求高的一个,以保证两者的位置精度;为保证某重要表面余量均匀,则选择该重要表面本身作为粗基准;若每个表面都加工,则以余量最小的表面作为粗基准,以保证各表面都有足够的余量;粗基准应平整、光滑,无浇冒口、飞边等,定位、夹紧可靠;粗基准应避免重复使用。在同一尺寸方向上,粗基准通常只允许使用一次,以免产生较大的定位误差。

六、工艺路线的拟定

1. 工件装夹方法选择

工件装夹方法有直接找正、划线找正和采用夹具定位直接找正。

2. 表面加工方法选择原则

加工方法的经济精度、表面粗糙度与加工表面的技术要求相适应。

加工方法要能确保加工表面的几何形状和表面间相互位置精度的要求。

加工方法与被加工零件材料的可加工性相适应。

加工方法与生产类型相适应。

加工方法与企业现有生产条件相适应。

3. 加工阶段的划分

粗加工阶段

切除大量多余材料, 主要提高生产率。

半精加工阶段

完成次要表面加工(钻、攻螺纹、铣键槽等) 主要表面达到一定要求, 为精加工做好余量准备, 安排在热处理前。

精加工阶段

主要表面达到图样要求。

光整加工阶段

进一步提高尺寸精度, 降低粗糙度, 但不能提高形状、位置精度。

4. 划分加工阶段的原因

保证加工质量, 合理使用设备, 便于安排热处理工序, 便于及时发现毛坯缺陷, 避免重要表面损伤。

5. 工序的合理组合

按照生产类型、零件的结构特点和技术要求、机床设备等具体生产条件, 制订工艺过程的具体工序。

工序集中原则

将工件的加工, 集中在少数几道工序内完成。每道工序的加工内容较多。

工序分散原则

将工件的加工, 分散在较多的工序内进行。每道工序的加工内容很少, 最少时每道工序仅一个简单工步。

6. 机械加工顺序的安排

基面先行, 先粗后精, 先主后次, 先面后孔, 进给路线短, 换刀次数少。

7. 热处理工序的安排

预备热处理

位置: 粗加工前;

目的: 改善切削性能, 消除内应力;

退火: 用于高碳钢、合金钢等, 降低硬度, 便于切削;

正火: 用于低碳钢, 提高硬度, 便于切削;

调质: 淬火后高温回火。

最终热处理

位置: 半精加工后, 精加工前;

目的: 提高强度、硬度;

方法：淬火、渗碳和氮化等。

去内应力处理

位置：粗加工前、后，半精加工后，精加工前；

目的：消除内应力，防止变形、开裂；

方法：自然时效、人工时效。

【任务实施】

1. 轴类零件的功用、结构特点

轴类零件是机器中经常遇到的典型零件之一。它在机械中主要用于支承齿轮、带轮、凸轮以及连杆等传动件，以传递运动和转矩。按结构形式不同，轴可以分为阶梯轴、锥度心轴、光轴、空心轴、曲轴、凸轮轴、偏心轴和各种丝杠等。轴类零件是旋转体零件，其长度大于直径，一般由同心轴的外圆柱面、圆锥面、内孔和螺纹及相应的端面所组成。根据结构形状的不同，轴类零件可分为光轴、阶梯轴、空心轴和曲轴等。

轴的长径比小于5的称为短轴，大于20的称为细长轴，大多数轴介于两者之间。

2. 技术要求分析

图1.1所示零件是减速器中的传动轴。它属于台阶轴类零件，由圆柱面、轴肩、螺纹、螺纹退刀槽、砂轮越程槽和键槽等组成。轴肩一般用来确定安装在轴上零件的轴向位置，各环槽的作用是使零件装配时有一个正确的位置，并使加工中磨削外圆或车螺纹时退刀方便；键槽用于安装键，以传递转矩；螺纹用于安装各种锁紧螺母和调整螺母。

根据工作性能与条件，该传动轴图样（图1.1）规定了主要轴颈 M 、 N ，外圆 P 、 Q 以及轴肩 G 、 H 、 I 有较高的尺寸、位置精度和较小的表面粗糙度值，并有热处理要求。这些技术要求必须在加工中给予保证。因此，该传动轴的关键工序是轴颈 M 、 N 和外圆 P 、 Q 的加工。

3. 确定毛坯

该传动轴材料为45钢，因其属于一般传动轴，故选45钢可满足要求。

本传动轴属于中、小传动轴，并且各外圆直径尺寸相差不大，故选择 $\phi 60\text{mm}$ 的热轧圆钢作为毛坯。

4. 确定主要表面的加工方法

传动轴大都是回转表面，主要采用车削与外圆磨削成形。由于该传动轴的主要表面 M 、 N 、 P 、 Q 的公差等级（IT6）较高，表面粗糙度 Ra 值（ $Ra = 0.8\mu\text{m}$ ）较小，故车削后还需磨削。外圆表面的加工方案可为：粗车→半精车→磨削。

5. 确定定位基准

合理地选择定位基准，对于保证零件的尺寸和位置精度有着决定性的作用。由于该传动轴的几个主要配合表面（ Q 、 P 、 N 、 M ）及轴肩面（ H 、 G ）对基准轴线 $A-B$ 均有径向圆跳动和轴向圆跳动的要求，它又是实心轴，所以应选择两端中心孔为基准，采用双顶尖装夹方法，以保证零件的技术要求。

粗基准采用热轧圆钢的毛坯外圆。中心孔加工采用自定心卡盘装夹热轧圆钢的毛坯外圆，车端面、钻中心孔。但必须注意，一般不能用毛坯外圆装夹两次钻两端中心孔，而应该以毛坯外圆作为粗基准，先加工一个端面，钻中心孔，车出一端外圆；然后以已车过的外圆作为基准，用自定心卡盘装夹（有时在上工步已车外圆处搭中心架），车另一端面，钻中心

孔。如此加工中心孔，才能保证两中心孔同轴。

6. 划分阶段

对精度要求较高的零件，其粗、精加工应分开，以保证零件的质量。

该传动轴加工划分为三个阶段：粗车（粗车外圆、钻中心孔等），半精车（半精车各处外圆、台阶和修研中心孔及次要表面等），粗、精磨（粗、精磨各处外圆）。各阶段划分大致以热处理为界。

7. 热处理工序安排

轴的热处理要根据其材料和使用要求确定。对于传动轴，正火、调质和表面淬火用得较多。该轴要求调质处理，并安排在粗车各外圆之后，半精车各外圆之前。

综合上述分析，传动轴的工艺路线如下：

下料→车两端面，钻中心孔→粗车各外圆→调质→修研中心孔→半精车各外圆，车槽，倒角→车螺纹→划键槽加工线→铣键槽→修研中心孔→磨削→检验。

8. 加工尺寸和切削用量

传动轴磨削余量可取 0.5mm，半精车余量可选用 1.5mm。加工尺寸可由此而定，见该轴加工工艺卡的工序内容。车削用量的选择，当单件、小批量生产时，可根据加工情况由工人确定；一般可由《机械加工工艺手册》或《切削用量简明手册》中选取。

9. 拟定工艺过程

定位精基准面中心孔应在粗加工之前加工，在调质之后和磨削之前各需安排一次修研中心孔的工序。调质之后修研中心孔是为消除中心孔的热处理变形和氧化皮，磨削之前修研中心孔是为提高定位精基准面的精度和减小锥面的表面粗糙度值。当拟定传动轴的工艺过程时，在考虑主要表面加工的同时，还要考虑次要表面的加工。在半精加工 φ52mm、φ44mm 及 M24mm 外圆时，应车到图样规定的尺寸，同时加工出各退刀槽、倒角和螺纹；三个键槽应在半精车后以及磨削之前铣削加工出来，这样可保证铣键槽时有较精确的定位基准，又可避免在精磨后铣键槽时破坏已精加工的外圆表面。

在拟定工艺过程时，应考虑检验工序的安排、检查项目及检验方法的确定。

综上所述，所确定的该传动轴加工工艺过程见表 1.2。

表 1.2 传动轴加工工艺过程

			机械加工工艺卡		产品名称		图 号			
					零件名称		传动轴			
毛坯种类			圆钢	材料牌号	45 钢		毛坯尺寸	φ60mm × 265mm		
序号	工种	工步	工序内容				设备	工 具		
								夹具	刀具	量具
1	下料		φ60mm × 265mm							
2	车		自定心卡盘夹持工件毛坯外圆				车床			
		1	车端面见平				C6140			
		2	钻中心孔							
			用尾座顶尖顶住中心孔						中心钻	
		3	粗车 φ46mm 外圆至 φ48mm，长 118mm						φ2mm	