



职业技能训练用书

CHE GONG

车工

(中级)

孙强 王建○主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



职业技能训练用书

车 工

(中 级)

主 编 孙 强 王 建

副主编 于子立 付自力 彭立民

参 编 陈东峰 李红波 张根生

白俊良 梁胜利

主 审 叶云良

参 审 王春晖

机 械 工 业 出 版 社

本书根据《国家职业标准 车工》中级工的要求,紧密结合技能训练而编写。主要内容有:轴类零件加工技能训练,螺纹、蜗杆零件加工技能训练,配合类零件加工技能训练,偏心件、曲轴零件加工技能训练,大型回转表面零件加工技能训练,数控车床加工零件技能训练,以及综合加工基本技能的运用。

本书是车工(中级)技能训练的必备用书,也可作为技术工人的自学用书,还可供有关的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

车工(中级)/孙强,王建主编. —北京:机械工业出版社,2010.6

职业技能训练用书

ISBN 978-7-111-30863-8

I. ①车… II. ①孙…②王… III. ①车削—技术培训—教材
IV. ①TG51

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第100664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:朱华 责任编辑:赵磊磊 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:陈沛 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2010年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.75印张·239千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-30863-8

定价:20.00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

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

职业技能训练是培养技能型人才的重要途径之一，教材的质量直接影响着技能型人才培养的质量。目前，突出技能培养的教材匮乏，多数内容陈旧，并且有相当一部分内容与国家职业标准不对应，因此迫切需要一套与国家职业标准对接的适合于技能培训的教材。

本书正是以国家职业标准为依据，以客观反映现阶段本职业本等级技能标准对从业人员的要求为目标，在充分考虑社会经济发展和产业结构多元化对本职业影响的基础上，重点突出对从业人员动手操作能力和技能技巧的培养。

本书共包含七个模块，主要内容有：轴类零件加工技能训练，螺纹、蜗杆零件加工技能训练，配合类零件加工技能训练，偏心件、曲轴零件加工技能训练，大型回转表面零件加工技能训练，数控车床加工零件技能训练，以及综合加工基本技能的运用。每个模块下包含若干个操作项目，每个操作项目包括：主要技术准备，训练内容、目的要求及训练前的准备工作，加工工艺分析、工艺流程及加工步骤，加工注意事项。目的在于使培训人员通过训练巩固提高基本技能和技巧。

本书的编写特色是：

1. 以职业能力建设为核心，在职业分析、专项能力构成分析的基础上，把知识和技能重新进行整合，注重技能的培养。
2. 内容上涵盖国家职业标准对车工（中级）技能的要求，注重现实社会发展和就业需求，从而实现对培训人员实际操作技能和职业能力的培养。
3. 以模块和项目形式构架训练体系。一个模块包含若干个项目，一个项目就是一个知识点，重点突出，主题鲜明。
4. 以项目训练为基础，从提出训练目的和要求开始，设定训练内容，突出操作技能的培养。

本书是车工（中级）技能训练的必备用书，也可作为技术工人的自学用书，还可供有关的技术人员参考。

本书由孙强、王建任主编，于子立、付自力、彭立民任副主编，陈东锋、李红波、张根生、白俊良、梁胜利参加编写，叶云良主审，王春晖参审。

在本书的编写过程中，得到省、市人力资源和社会保障部门及一些高等职业技术学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢！同时，希望广大读者对本书提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善和补充。

编 者

目 录

前言

模块一 轴类零件加工技能训练	1
项目一 内圆磨床主轴的加工	1
项目二 多台阶三角形螺纹长轴的加工	5
项目三 细长轴的加工	9
项目四 圆锥、三角形螺纹、矩形螺纹 轴的加工	13
项目五 带孔、圆锥、三角形螺纹轴的 加工	16
模块二 螺纹、蜗杆零件加工技能 训练	20
项目一 球面、梯形螺纹轴的加工	20
项目二 梯形槽、梯形螺纹轴的加工	23
项目三 圆锥、梯形螺纹轴的加工	26
项目四 双线梯形螺纹轴的加工	29
项目五 双头蜗杆的加工	32
模块三 配合类零件加工技能训练	37
项目一 圆锥、梯形螺纹孔、轴配合 组合件的加工	37
项目二 双线三角形螺纹配合组合件 的加工	40
项目三 内、外锥配合组合件的加工	43
项目四 偏心配合组合件的加工	46
项目五 梯形螺纹配合组合件的加工	50
模块四 偏心件、曲轴零件加工 技能训练	54
项目一 用三爪自定心卡盘装夹车偏 心轴	54
项目二 用四爪单动卡盘装夹车偏心套	57
项目三 两顶尖装夹车单拐曲轴	60
项目四 双偏心套的加工	64
项目五 双偏心、圆锥、螺纹轴的加工	67
模块五 大型回转表面零件加工技能 训练	72

项目一 外压环的加工	72
项目二 飞轮的加工	75
项目三 圆锥连接盘的加工	78
项目四 吊钩的加工	81
项目五 外壳的加工	84
模块六 数控车床加工零件技能训练 ...	88
项目一 数控车床的程序输入	88
项目二 数控车床的对刀方法	89
项目三 数控车床的控制面板及功能	91
项目四 数控车床加工零件	100
项目五 数控车床的故障和定期维护 保养	104
模块七 综合加工基本技能的运用	106
项目一 轴类零件加工技能的运用	106
练习一 三角形螺纹、梯形螺纹轴的 加工	106
练习二 带孔、三角形螺纹和梯形螺 纹轴的加工	108
练习三 圆锥蜗杆轴的加工	110
练习四 圆球、圆锥梯形螺纹轴的 加工	111
练习五 多孔轴的加工	113
项目二 螺纹、蜗杆零件加工技能的 运用	115
练习一 蜗杆轴的加工	115
练习二 圆锥梯形螺纹轴的加工	116
练习三 圆锥、圆弧、梯形螺纹轴的 加工	118
练习四 圆锥孔、螺母套的加工	119
练习五 梯形螺纹轴套的加工	120
练习六 偏心蜗杆的加工	122
项目三 配合类零件加工技能的运用	123
练习一 圆锥、梯形螺纹偏心配合 组合件的加工	123

练习二 双线三角形螺纹配合组合件的加工	125	练习六 圆锥孔、偏心套的加工	139
练习三 梯形螺纹配合组合件的加工	127	项目五 数控车床零件加工技能的运用 ...	140
练习四 螺杆圆锥、轴套配合组合件的加工	128	练习一 圆弧三角形螺纹台阶轴的加工	140
练习五 端面槽配合组合件的加工	131	练习二 圆弧三角形螺纹内孔轴的加工	142
项目四 偏心件、曲轴零件加工技能的运用	132	练习三 圆弧双线三角形螺纹轴的加工	143
练习一 双偏心轴的加工	132	练习四 数控车组合件（一）的加工	144
练习二 偏心轴及十字孔的加工	133	练习五 数控车组合件（二）的加工	147
练习三 偏心锥套的加工	135	参考文献	150
练习四 圆锥、偏心套的加工	136		
练习五 偏心、螺母套的加工	137		

轴类零件加工技能训练

通常把横截面形状为圆形、长度大于直径三倍以上，用于支撑传动零件和传递转矩的工件称为轴类零件。轴类零件上一般带有倒角、沟槽、螺纹、圆锥和圆弧等结构。按轴的外部轮廓形状、轴线的位置及轴的长度可分为光轴、台阶轴、套轴、偏心轴和细长轴等。能读懂主轴零件图，采用合理的装夹方法，车削加工达一定技术要求，并会采用相应的检测方法，是《国家职业标准 车工》中级工的基本技能要求。

项目一 内圆磨床主轴的加工

一、主要技术准备

1. 基本概念

内圆磨床主轴是由外圆台阶、外三角形螺纹、内圆锥和内三角形螺纹组成的轴类零件。内圆磨床主轴工作时的旋转速度较高，其尺寸精度、位置精度和表面粗糙度要求较高。

2. 内圆磨床主轴的一般技术要求

- (1) 尺寸精度 具有较高的尺寸精度。
- (2) 表面粗糙度 要求具有较小的表面粗糙度值，为 $R_a 0.4 \sim 6.3 \mu\text{m}$ 。
- (3) 形位精度 在垂直度、圆跳动等方面有要求。

本项目要求内圆磨床主轴零件加工后应达到的精度如下：直径尺寸为 IT7 ~ IT9 级，长度尺寸为 IT10 ~ IT12 级，直线度达到 IT9 ~ IT12 级，表面粗糙度值为 $R_a 0.4 \sim 6.3 \mu\text{m}$ ，圆跳动为 8 级。

3. 加工内圆磨床主轴时车刀几何形状的选择

加工内圆磨床主轴时用到的刀具有：外圆车刀、端面车刀、内孔车刀、外沟槽车刀、内沟槽车刀、45°断面槽车刀、螺纹车刀等。

4. 内圆磨床主轴的装夹方法

在内圆磨床主轴的装夹过程中，应以两端中心孔定位，分别采用一夹一顶装夹、一夹一搭装夹、四爪单动卡盘一夹一顶装夹、两顶尖安装的装夹方法，这样即可满足工件的各精度要求。

5. 内圆磨床主轴的加工方法

内圆磨床主轴的形状较为复杂，加工工序较多，分别有一夹一顶和一夹一搭装夹车削外形和内锥；铣床铣削平面；外圆磨床采用两顶尖安装磨削外形；内圆磨床磨削内锥孔；攻内

螺纹等。

二、训练内容、目的要求及训练前的准备工作

1. 训练内容

内圆磨床主轴的工艺要求见图 1-1。

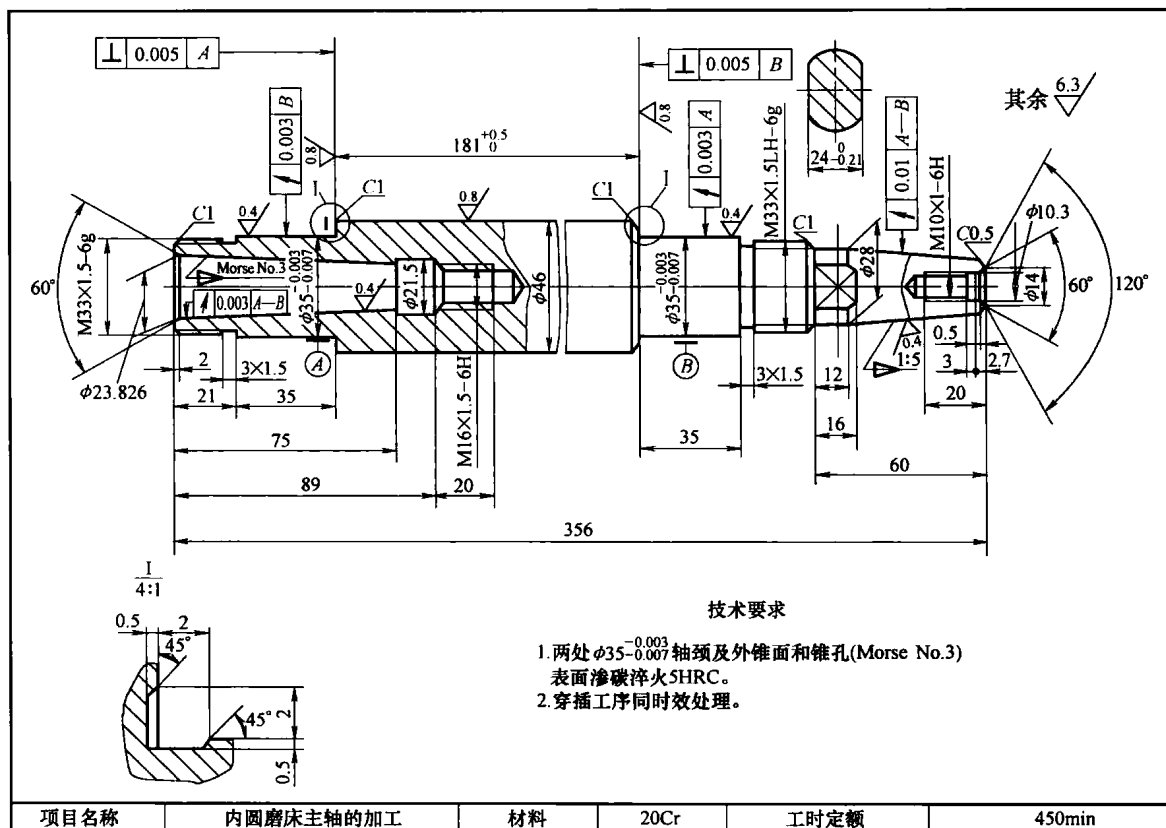


图 1-1 内圆磨床主轴的工艺要求

2. 训练目的要求

- 1) 了解内圆磨床主轴的技术要求和热处理要求。
- 2) 了解中心孔质量对加工精度的影响。
- 3) 了解热处理后中心孔的修研方法。
- 4) 掌握中心架的使用方法和内圆磨床主轴的加工技能和技巧。
- 5) 按图样完成内圆磨床主轴的加工并达到技术要求，工时定额为 450min。

3. 加工训练前的各项准备

(1) 设备准备 车床一台 (有四爪单动卡盘和冷却装置)，型号为 CA6140 或 C6136，并有相应的卡盘扳手、刀架扳手、中心架。

(2) 材料准备 材料为 20Cr 钢，正火处理 170~211HBW，尺寸为 $\phi 58\text{mm} \times 375\text{mm}$ 的工件。

(3) 工、刃、量、辅具准备

1) 量具: 游标卡尺 0.02mm/0 ~ 300mm; 深度游标卡尺 0.02mm/0 ~ 200mm; 游标万能角度尺 $2' / 0^\circ \sim 320^\circ$; 外径千分尺 0.01mm/25 ~ 50mm; 指示表和磁力表架; 金属直尺 300mm; Morse No. 3 锥度塞规 (长度大于 75mm); 三角形螺纹环规 M33 $\times$ 1.5-6g (左、右各一套); 钢卷尺 1000mm。

2) 刀具: 45°、90°外圆车刀; 车槽刀 (3mm $\times$ 5mm); 内孔车刀 (ϕ 19mm $\times$ 80mm); 内沟槽车刀 (ϕ 19mm $\times$ 95mm); 45°断面槽车刀 (3.8mm $\times$ 5mm); 外三角形螺纹车刀等; 麻花钻 ϕ 9mm、 ϕ 14.5mm、 ϕ 19.5mm; 铰孔钻 60°; 丝锥 M10 $\times$ 1-6H、M16 $\times$ 1.5-6H 各一套; 中心钻 B2。

3) 工、辅具: 前、后顶尖; 鸡心夹头; 莫氏过渡套; 钻夹头 (ϕ 1 ~ ϕ 13mm); 锤子; 加长套筒铰杠; 活扳手和六角扳手; 红丹粉; 润滑及清扫工具等。

三、内圆磨床主轴加工工艺分析、工艺流程及加工步骤

1. 内圆磨床主轴的加工工艺分析

(1) 定位基准的选择 由于两支撑轴颈 (ϕ 35 $^{+0.003}_{-0.007}$ mm) 是该主轴的装配基准, 也是零件的设计基准, 因此选择支撑轴颈的轴线作为加工的定位基准。而该主轴的各外圆表面、锥体、螺纹表面, 以及端面对旋转轴线的垂直度公差等的设计基准都是轴的中心线, 因此用两中心孔定位符合基准重合的原则。为了提高零件的刚度, 粗加工时可选用主轴的外圆表面作为定位基准, 还可以用外圆和中心孔共同作为定位基准。

(2) 车削加工的余量分配 主轴的坯料为自由锻件, 各外圆尺寸由车削余量与锻造余量确定。一般车削余量为 6mm, 锻造余量为 10mm。材料选用低碳合金钢 (20Cr), 用渗碳、淬火工艺, 因此不需要渗碳的表面, 如中心孔、螺纹、外圆应留余量, 在渗碳后再去除渗碳层。

(3) 中心孔对加工质量的影响及其修研方法 作为内圆磨床主轴加工的定位基准, 中心孔的质量对主轴加工精度有直接影响。

1) 中心孔对加工质量的影响。

① 中心孔的多角形、圆度误差等会直接反映到零件的加工表面。

② 中心孔与顶尖接触不良, 会降低工艺系统的刚度。

③ 中心孔因承受工件重量和切削力会磨损不均, 在使用中也可能被拉毛, 因热处理和内应力而有氧化层或引起变形, 因此在各加工阶段, 特别是热处理后、精加工之前, 必须修研中心孔。

2) 中心孔的修研方法。

① 用磨石或橡胶结合剂砂轮修研中心孔。先将圆柱形磨石或橡胶结合剂砂轮装夹在车床卡盘上, 用装在刀架上的金刚石将前端修整成 60°锥体形状; 把工件顶在磨石 (或橡胶结合剂砂轮) 和尾座顶尖之间, 加入少量的润滑油, 启动车床带动磨石转动, 手持工件断续缓慢进行修研。这种方法修研的中心孔质量好, 但有时容易磨损。

② 用硬质合金顶尖修研中心孔, 此种方法效率高、工具使用寿命长, 但修研质量较差, 常用于一般精度轴的中心孔修研。

2. 内圆磨床主轴的加工工艺流程

锻造毛坯→正火处理→一夹一顶粗车外形→调头一夹一顶粗车另一端外形→一夹一搭钻

孔、粗车内锥孔→渗碳并校直→一夹一搭车内沟槽、外沟槽和端面沟槽并铰 60°内倒角→调头一夹一搭修整中心孔后一夹一顶半精车外形→铣两平面并修毛刺→淬火处理→研磨中心孔→粗磨外圆和两支撑轴径→粗磨 Morse No. 3 内锥孔→低温时效→一夹一搭修整 60°倒角并钻孔→一夹一搭钻螺纹底孔并攻内螺纹→孔口倒角 60°、120°→四爪单动卡盘一夹一顶车两端三角形螺纹→攻内螺纹→两顶尖装夹精磨两支撑轴径和端面及 1:5 圆锥面→精磨 Morse No. 3 内锥孔→检查各部位尺寸。

3. 内圆磨床主轴的加工步骤

- 1) 下料: 锻造毛坯 20Cr, 尺寸为 $\phi 58\text{mm} \times 375\text{mm}$ 。
- 2) 热处理: 正火处理 170~211HBW, 校直后全长弯曲不大于 1.5mm。
- 3) 装夹毛坯, 找正并夹紧, 车端面, 钻中心孔 B2, 然后用顶尖支顶。
- 4) 车外圆 $\phi 48\text{mm}$, 长大于 55mm。
- 5) 调头装夹车端面, 并钻中心孔 B2, 用顶尖支顶。
- 6) 车外圆 $\phi 46^{+0.20}_0\text{mm} \times 310\text{mm}$ 、外圆 $\phi 40\text{mm} \times 122\text{mm}$ 、 $\phi 28^{+0.60}_{+0.50}\text{mm} \times 60\text{mm}$ 和外沟槽 $\phi 35^{+0.6}_{+0.5}\text{mm} \times 35\text{mm}$; 车外圆锥 1:5, 控制锥长 51mm。
- 7) 一端夹外圆 $\phi 40\text{mm}$, 另一端中心架搭外圆 $\phi 46^{+0.20}_0\text{mm}$, 车端面控制长度 240mm, 车外圆 $\phi 46^{+0.20}_0\text{mm}$, 控制长度 $181^{+0.70}_{+0.50}\text{mm}$; 车另一外沟槽 $\phi 35^{+0.6}_{+0.5}\text{mm} \times 35\text{mm}$; 钻孔 $\phi 19.5\text{mm}$, 控制孔深 89mm, Morse No. 3 圆锥孔。
- 8) 热处理, 渗碳 (深度为 0.9mm) 后校直。
- 9) 一夹一搭装夹, 车端面 3mm, 车外圆 $\phi 34\text{mm} \times 21\text{mm}$; 车外沟槽 $3\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 和端面沟槽; 车内沟槽 $\phi 21.5\text{mm}$, 并控制长度 75mm; 铰 60°内倒角和外倒角。
- 10) 调头一夹一搭装夹, 车端面, 控制总长 356mm; 修整中心孔后松开中心架, 一夹一顶装夹。
- 11) 修整 $\phi 28\text{mm}$ 外圆台阶至圆锥端面, 长度为 60mm; 车外圆 $\phi 34\text{mm}$, 控制长度 35mm, 车另一端外沟槽 $3\text{mm} \times 1.5\text{mm}$; 修整外圆、端面槽、倒角。
- 12) 铣两平面, 控制尺寸 $24^{+0}_{-0.21}\text{mm}$, 并修整毛刺。
- 13) 两处 $\phi 35^{+0.003}_{-0.007}\text{mm}$ 轴径、外圆锥和 Morse No. 3 圆锥孔热处理, 淬火至 59HRC 后, 修研中心孔和 60°倒角。
- 14) 外圆磨床两顶尖装夹, 粗磨 $\phi 46\text{mm}$ 外圆至 $\phi 46^{+0.15}_{+0.10}\text{mm}$ 、两支撑轴颈至 $\phi 35^{+0.40}_{+0.30}\text{mm}$ 。
- 15) 用内圆磨床粗磨 Morse No. 3 圆锥孔, 留精磨余量 0.2~0.35mm。
- 16) 热处理, 低温时效。
- 17) 一夹一搭装夹, 修整 60°内倒角, 钻螺纹底孔 $\phi 14.5\text{mm} \times 25\text{mm}$ 。
- 18) 用同样的装夹方法调头装夹, 钻孔 $\phi 9\text{mm} \times 25\text{mm}$, 攻 M10 × 10-6H 内螺纹; 孔口倒角 60°、120°。
- 19) 一夹一顶装夹, 粗、精车两端 M33 × 1.5-6g 至精度要求。
- 20) 研磨两端中心孔, 精磨外圆 $\phi 46\text{mm}$ 、 $\phi 28\text{mm}$ 至尺寸精度要求; 半精磨两支撑轴颈至 $\phi 35^{+0.20}_{+0.10}\text{mm}$ 和端面, 精磨 1:5 圆锥体至尺寸要求。
- 21) 精磨两支撑轴颈至 $\phi 35^{+0.003}_{-0.007}\text{mm}$ 和端面。

22) 用内圆磨床精磨 Morse No. 3 圆锥孔。

23) 检查各部位尺寸。

四、内圆磨床主轴加工注意事项

1. 加工要点

1) 为减少工件加工过程中产生的内应力、弯曲变形及长度伸长, 热处理后一定要经过校直处理。

2) 搭中心架时, 为提高调整效率和确保中心架的调整中心正确, 应在顶尖支顶时将中心架调整好。

3) 为便于容屑, 内螺纹底孔深度可适当加深; 攻 $M16 \times 1.5-6H$ 内螺纹时, 要注意采用套筒加长的铰杠, 普通的铰杠长度不够。

4) 由于采用四爪单动卡盘装夹, 每次装夹时应注意找正工件的跳动量, 不应超过工件的位置精度要求, 铣尺寸 $24 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.21 \end{smallmatrix} mm$ 也可以放在最后进行。

5) 加工 $M33 \times 1.5-6g$ 时应特别注意不能搞错进给方向, 防止造成意外。

2. 检测要点

(1) 形状公差的检测 圆度、圆柱度可用圆度仪直接检测, 也可用外径千分尺间接检测。可以把工件安放在正摆仪或平板上用指示表或塞尺间接检测直线度。

(2) 位置公差的检测 可把工件安放在正摆仪上用指示表间接检测内圆磨床主轴的圆跳动。圆锥孔对支撑轴颈轴线的径向圆跳动公差为 $0.003mm$, 主轴右端 $1:5$ 圆锥表面对支撑轴颈轴线的径向圆跳动公差为 $0.01mm$, 主轴在长度为 $181mm$ 的两端面对支撑轴颈的垂直度公差为 $0.005mm$, 以保证工件端面与轴线垂直。

(3) 表面粗糙度的检测 可用光学仪器或表面粗糙度样板对照检测。两支撑轴颈和内、外圆锥面的表面粗糙度要求较高, 为 $R_a 0.4\mu m$; 中间外圆表面为 $R_a 0.8\mu m$; 其余为 $R_a 6.3\mu m$ 。

3. 安全要点

1) 在一夹一搭过程中, 注意如果中心架不对中心, 工件会产生轴向位移。

2) 由于内锥孔孔径较小, 车削时观察困难, 所以应从听声音、看切屑等方面判断车刀的切削情况。

3) 用丝锥攻螺纹时应注意经常反向后退, 防止丝锥折断。

项目二 多台阶三角形螺纹长轴的加工

一、主要技术准备

1. 基本概念

由三角形外螺纹及三个以上不同直径的外圆组成的台阶轴, 台阶之间有圆弧连接, 是总长大于 $600mm$ 的轴类工件。

2. 多台阶三角形螺纹长轴的一般技术要求

(1) 尺寸精度 具有较高的尺寸精度。

(2) 表面粗糙度 要求具有较小的表面粗糙度值, 为 $R_a 1.6 \sim 3.2\mu m$ 。

(3) 形位精度 在圆度、圆柱度、同轴度、直线度等方面有要求。

(4) 外三角形螺纹 要求具有较小的中径公差。

本项目要求此类零件加工后应达到的精度如下: 外圆直径 IT7 级, 表面粗糙度值为 $R_a 1.6 \sim 3.2 \mu\text{m}$; 长度尺寸 IT10 级, 圆弧尺寸精度 IT12 级, 表面粗糙度值为 $R_a 3.2 \mu\text{m}$; 中径公差等级为 6 级, 牙两侧表面粗糙度值为 $R_a 1.6 \mu\text{m}$, 同轴度精度等级为 8 级。

3. 车刀几何形状的选择

1) 为减小背向切削力, 减小弯曲变形, 应选择较大的主偏角和较小的刀尖圆弧半径。一般 $\kappa_r = 80^\circ \sim 93^\circ$, $r_e < 0.3 \text{mm}$ 。

2) 为减少切削力和切削热, 减少热变形伸长, 前角 γ_o 应较大, 一般 $\gamma_o = 15^\circ \sim 30^\circ$ 。

3) 为减少后刀面与工件之间的摩擦, 从而减小振动, 副偏角一般为 $\kappa_r' = 6^\circ \sim 10^\circ$ 。

4) 为使切屑顺利排出, 避免切屑拉伤已加工表面, 车刀前刀面需磨出 $R1.5 \sim R3 \text{mm}$ 的断屑槽, 刃倾角 $\lambda_s = 3^\circ \sim 10^\circ$ 。

4. 多台阶三角形螺纹长轴的装夹方法

1) 一夹一顶装夹粗车: 这种装夹方法工件的安装刚性较好, 应用较为广泛, 但工件调头后同轴度难以保证。

2) 两顶尖间装夹精车: 这种装夹方法没有定位误差, 多次调头安装仍能保证工件的同轴度要求, 但工件的安装刚性差, 容易引起振动。

3) 由于此工件粗大笨重且两端有同轴度要求, 精车时可以采用中心架安装方式。

5. 多台阶三角形螺纹长轴的车削方法

由于此工件粗大笨重, 粗车工件采用一夹一顶的安装方式, 安装强度好, 可承受较大的进给力。为防止轴向位移, 可利用工艺台阶 (或在主轴孔前端安装一个限位支撑)。粗车对工件的精度要求不高, 选择车刀和切削用量时, 应着重考虑提高劳动生产率, 这样可以节省加工时间。选用热硬性、耐磨性能好的刀具材料, 使刀具不易磨损。精车时可以采用中心架安装方式, 以保证工件的形位公差要求, 精车时最后几刀可采用主偏角略大于 90° 的 93° 偏刀车削, 这样能减少振动, 但主偏角过大, 又将使刀尖强度下降而容易损坏。工件的加工余量较小, 选择车刀和切削用量时, 应考虑工件加工后能达到较高的形状、位置精度以及较小的表面粗糙度值。

外三角形螺纹的螺距为 3mm , 可以采用左右切削法或斜进法车削完成。车螺纹时, 除用中滑板刻度控制车刀的径向进给外, 同时使用小滑板的刻度使车刀左右微量进给, 粗车时可采用斜进法, 留精车余量, 当一侧车完后, 再车另一侧, 最后将车刀移到中间修整牙底。精车时转速要低一点, 背吃刀量要少一点。合理选择切削液, 粗车时产生大量的切削热, 会给车削带来困难, 需使用冷却性能好的乳化液并充分浇注, 尽快降低工件的温度, 忌用散热性能差的油液类切削液。精车时需使刀具保持良好的切削能力, 以获得较高的加工质量。

二、训练内容、目的要求及训练前的准备工作

1. 训练内容

多台阶三角形螺纹长轴的工艺要求见图 1-2。

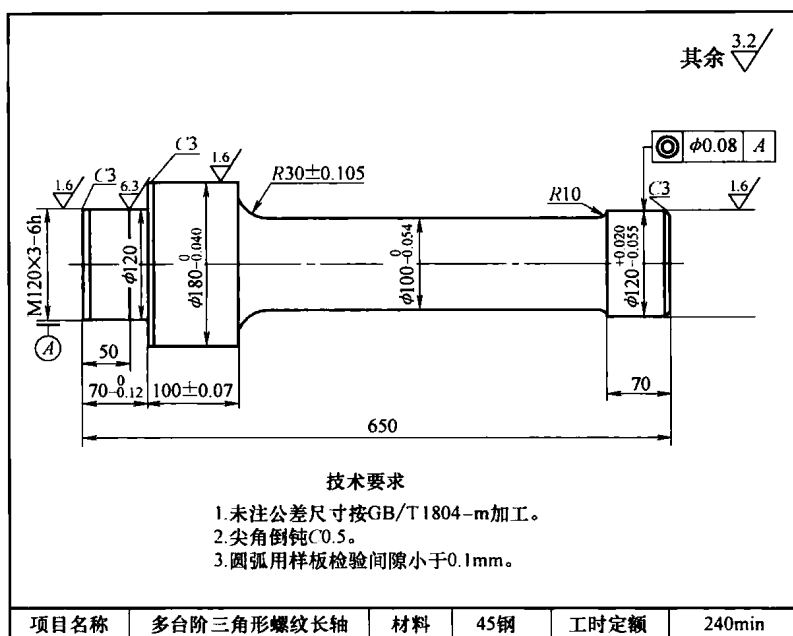


图 1-2 多台阶三角形螺纹长轴的工艺要求

2. 训练目的要求

- 1) 了解轴类零件加工的一般技术要求，掌握轴类零件的安装方法。
- 2) 掌握轴类零件的车削方法，并保证加工精度。
- 3) 了解三角形螺纹的用途和技术要求，掌握车削三角形螺纹的基本动作和方法。
- 4) 按图样完成多台阶三角形螺纹长轴的车削加工，并达到技术要求，工时定额为 240min。

3. 加工训练前的各项准备

(1) 设备准备 车床（有冷却装置）一台。型号为 CA630（车削最大长度大于 750mm），并有相应的卡盘扳手、刀架扳手、中心架。

(2) 材料准备 尺寸为 $\phi 200\text{mm} \times 700\text{mm}$ 的工件，材料为 45 钢。

(3) 工、刃、量、辅具准备

1) 量具：游标卡尺 0.02mm/0 ~ 300mm；深度游标卡尺 0.02mm/0 ~ 200mm；外径千分尺 0.01mm/100 ~ 125mm；外径千分尺 0.01mm/175 ~ 200mm；螺纹环规 M120 × 3-6h 或螺纹千分尺；圆弧样板 R10、R30；钢卷尺 1000mm。

2) 刀具：45°、90°外圆车刀；外三角形螺纹刀（60°， $P = 3$ ）；圆头刀 R10；中心钻 A3。

3) 工、辅具：回转顶尖；钻夹头（ $\phi 1 \sim \phi 13\text{mm}$ ）；活扳手和六角扳手；润滑剂；清扫工具等。

三、多台阶三角形螺纹长轴加工工艺分析、工艺流程及加工步骤

1. 多台阶三角形螺纹长轴的加工工艺分析

工件外圆最大直径为 $\phi 180\text{mm}$ ，长度为 $100\text{mm} \pm 0.07\text{mm}$ ，总长为 650mm，两处圆弧

$R30\text{mm}$ 、 $R10\text{mm}$ 的精度要求较高, 左端长度为 $70 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.12 \end{smallmatrix} \text{mm}$, 外三角形螺纹 $M120 \times 3-6h$ 与右端长度为 70mm 的外圆 $\phi 120 \begin{smallmatrix} +0.020 \\ -0.055 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 有同轴度要求。多台阶三角形螺纹长轴一端精加工完成后, 采用中心架支顶工件。固定好支撑爪后才可以将工件调头安装, 否则工件的同轴度无法保证。由于此工件粗大笨重, 必须解决好装夹、车削、测量等问题, 加工时有一定难度。

中心架是车床的附件, 如图 1-3 所示, 在车削细长轴或不能穿过主轴孔的粗长工件以及孔与外圆同轴度要求较高的较长工件时较多采用, 可以增强工件的刚性, 保证同轴度。使用中心架支撑的关键是中心架与工件表面接触的三个支撑爪的圆心必须与车床主轴的回转轴心一致。使用前要先在工件支撑部位车出安放支撑爪的外圆或沟槽, 该外圆和沟槽要有较小的表面粗糙度值 ($R_a 1.6\mu\text{m}$) 和较高的形状精度 (圆度误差 $<0.05\text{mm}$), 宽度大于支撑爪。用中心架支撑工件时, 先调整下面的两个支撑爪, 再调整上面的支撑爪, 使它们与工件轻轻接触, 并用润滑油润滑。调头车削时, 用中心架的三个支撑爪轻轻支撑已加工表面。

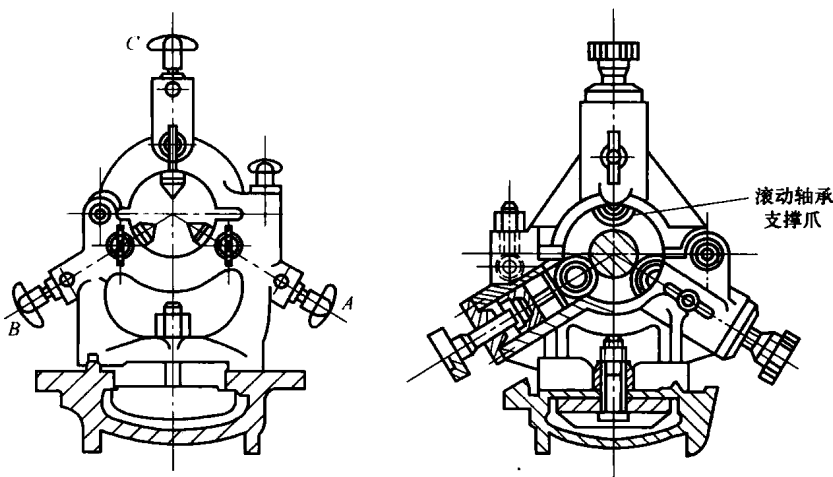


图 1-3 中心架

2. 多台阶三角形螺纹长轴的加工工艺流程

车端面 (保证总长)、钻中心孔→一夹一顶粗车各外圆台阶→精车右端后安装中心架→调头中心架支顶精车左端。

3. 多台阶三角形螺纹长轴的加工步骤

- 1) 车端面, 钻两端中心孔, 保证总长 650mm 。
- 2) 一夹一顶粗车各部外圆, 直径留余量 2mm , 长度留余量 1mm 。
- 3) 精车外圆 $\phi 180 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.040 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 、 $\phi 120 \begin{smallmatrix} +0.020 \\ -0.055 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 、 $\phi 100 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.054 \end{smallmatrix} \text{mm}$, 倒角 $C3$, 粗、精车圆弧 $R30$ 、 $R10$ 至要求。
- 4) 采用中心架支顶在 $\phi 100 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.054 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 外圆处, 然后固定支撑爪。
- 5) 调头采用中心架支顶在 $\phi 100 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.054 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 外圆处, 车三角形螺纹大径 $\phi 120\text{mm}$, 并保证长度 $100\text{mm} \pm 0.07\text{mm}$ 和 $70 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.12 \end{smallmatrix} \text{mm}$, 倒角 $C3$, 倒钝 $C0.5$, 粗、精车外三角形螺纹 $M120 \times 3-6h$ 至图样要求。

四、多台阶三角形螺纹长轴的加工注意事项

1. 加工要点

- 1) 由于 $\phi 100_{-0.054}^0 \text{ mm}$ 外圆长度较长, 粗车第一刀时要反复调整工件的锥度。
- 2) 调整中心架支撑爪时一般是先调整外侧支撑爪, 后调整上面支撑爪, 其松紧程度应适当。
- 3) 车无退刀槽螺纹时, 应特别注意螺纹的收尾要在 $1/2$ 圈左右。要达到这个要求, 必须先退刀后起开合螺母, 且每次退刀要均匀一致, 否则会撞坏刀尖。车螺纹时应始终保持切削刃锋利, 如中途换刀或磨刀后必须对刀, 以防破牙, 并重新调整中滑板刻度。车螺纹时, 开合螺母必须闸到位, 如感到未闸好应立即起闸重新进行。

2. 检测要点

- (1) 外径尺寸 可以用外径千分尺检验外径尺寸。
- (2) 外螺纹的检测
 - 1) 螺距的测量: 用螺距规测量螺距。
 - 2) 中径的测量: 精度较高的三角形螺纹, 可用螺纹千分尺测量。综合测量时可用螺纹环规综合检查, 以通规进、止规不进为合格。对无退刀槽的螺纹, 通规应拧到有效长度。
 - 3) 表面粗糙度的检测: 可用光学仪器或表面粗糙度样板对照检测。
 - 4) 位置公差检测: 可把工件安放在两顶尖间上, 用指示表间接检测多台阶轴的同轴度。

3. 安全要点

- 1) 由于工件直径较大, 一般宜采用较低的切削速度。中心架支撑爪与工件接触处应时刻保持良好的润滑, 以防止“烧伤”。
- 2) 车螺纹时是按螺距纵向进给, 因此进给速度快, 退刀必须及时, 否则会使车刀与工件台阶撞击而产生事故。
- 3) 车螺纹时, 必须注意中滑板手柄不要多摇一圈, 否则会造成刀尖崩刃或工件损坏。
- 4) 开机时不能用棉纱擦工件, 否则会使棉纱卷入工件, 有可能把手指也一起卷进而造成事故。

项目三 细长轴的加工

一、主要技术准备

1. 基本概念

长度与直径之比 $\left(\frac{L}{d}\right)$ 大于 25 时的轴称为细长轴。加工细长轴时容易产生锥度、中凹形、腰鼓形、竹节形、振动波纹的问题。

2. 细长轴的一般技术要求

- (1) 尺寸精度 具有较高的尺寸精度。
- (2) 表面粗糙度 要求具有较小的表面粗糙度值, 为 $R_a 0.8 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 。
- (3) 形位精度 在圆度、圆柱度、同轴度、直线度、圆跳动等方面有要求。

本项目要求此类零件加工后应达到的精度如下: 直径尺寸为 IT7 ~ IT9 级, 长度为

IT10 ~ IT12 级, 直线度为 IT9 ~ IT12 级, 表面粗糙度值为 $R_a 1.6 \sim 3.2 \mu\text{m}$, 圆跳动为 8 级。

3. 车削细长轴时车刀几何形状的选择

1) 为减小背向切削力, 减小弯曲变形, 应选择较大的主偏角和较小的刀尖圆弧半径。一般 $\kappa_r = 80^\circ \sim 93^\circ$, 刀尖圆弧 $r_g < 0.3 \text{ mm}$ 。

2) 为减少切削力和切削热, 减少热变形伸长, 前角 γ_o 应较大, 一般 $\gamma_o = 15^\circ \sim 30^\circ$ 。

3) 为减少后刀面与工件之间的摩擦, 从而减小振动, 副偏角一般为 $\kappa_r' = 6^\circ \sim 10^\circ$ 。

4) 为使切屑顺利排出, 避免切屑拉伤已加工表面, 车刀前刀面需磨出 $R1.5 \sim R3 \text{ mm}$ 的断屑槽, 刃倾角 $\lambda_s = 3^\circ \sim 10^\circ$ 。

4. 细长轴的装夹方法

(1) 两顶尖间装夹 这种装夹方法没有定位误差, 多次调头安装仍能保证工件的同轴度要求, 但工件的安装刚性差, 容易引起振动。

(2) 一夹一顶装夹 这种装夹方法工件的安装刚性较好, 应用较为广泛, 但工件调头后同轴度难以保证。

(3) 一夹一拉装夹 细长轴一般不能承受较大的轴向压力, 但可承受较大的轴向拉力, 工件一端用卡盘装夹, 另一端固定在尾座的拉紧装置上并拉紧, 这时工件不但不易弯曲, 反而有被拉直的趋势, 因此大大增强了工件的安装刚性。

5. 细长轴的车削方法

(1) 单刀正向进给 工件一夹一顶装夹, 用一把车刀从右向左进给车削细长轴, 此种方法简单, 但工件容易产生弯曲。

(2) 单刀反向进给 工件采用弹性回转顶尖一夹一顶装夹, 用一把左偏刀反向进给车削, 此时工件所受的进给力为轴向拉力, 可减少工件的弯曲和振动。

(3) 对刀车削 采用正、反两把车刀在细长轴的两侧同时切削, 两刀尖之间的距离等于工件的直径。由于此时两把刀的切削背向力能相互抵消, 所以切削比较平稳, 可以减少工件的弯曲变形和圆柱度误差。

二、训练内容、目的要求及训练前的准备工作

1. 训练内容

细长轴的工艺要求见图 1-4。

2. 训练目的要求

- 1) 掌握细长轴加工时的特点和关键技术, 掌握跟刀架、中心架的正确使用方法。
- 2) 能够解决细长轴加工时产生的锥度、中凹形、腰鼓形、竹节形、振动波纹的问题。
- 3) 掌握细长轴车削时消除热变形的办法, 合理刃磨车刀的几何角度, 合理选用切削液。

4) 按图样完成细长轴的车削加工并达到技术要求, 工时定额为 240min。

3. 训练前的各项准备

(1) 设备准备 车床 (有冷却装置) 一台, 型号为 CA6140 或 C6136 (车削最大长度大于 750mm), 并有相应的卡盘扳手、刀架扳手、中心架。

(2) 材料准备 材料为 45 钢, 正火处理 170 ~ 211HBW, 尺寸为 $\phi 26 \text{ mm} \times 605 \text{ mm}$ 的工件。

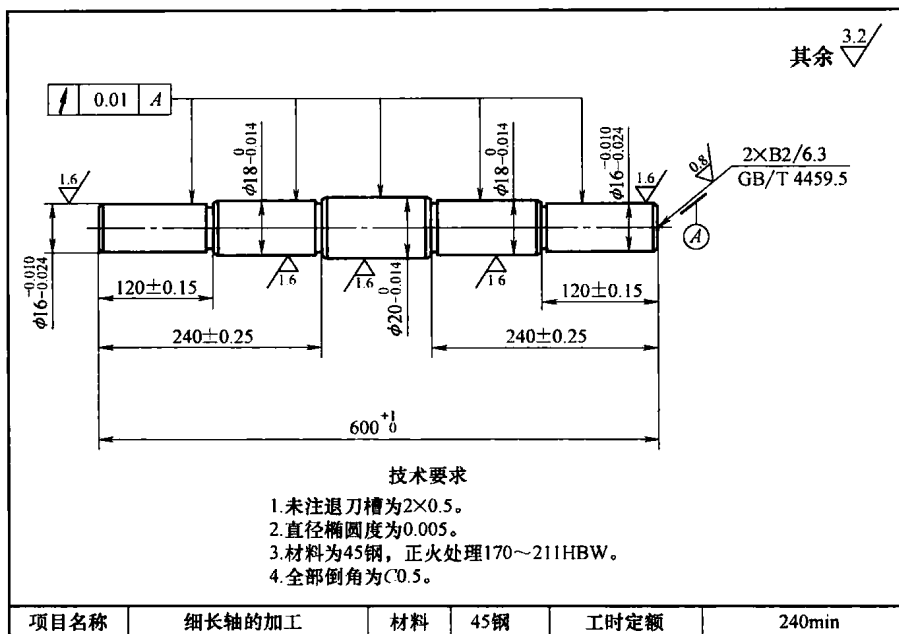


图 1-4 细长轴的技术要求

(3) 工、刃、量、辅具准备

1) 量具：游标卡尺 0.02mm/0 ~ 150mm；深度游标卡尺 0.02mm/0 ~ 200mm；外径千分尺 0.01mm/0 ~ 25mm；指示表和磁力表架；金属直尺 300mm；钢卷尺 1000mm。

2) 刃具：车孔刀（车削中心架支撑爪）；45°、90°外圆车刀；车槽刀（2mm × 5mm）；中心钻 B2。

3) 工、辅具：过渡套筒；前、后顶尖；鸡心夹头；莫氏过渡套；钻夹头（ $\phi 1 \sim \phi 13\text{mm}$ ）；锤子；活扳手和六角扳手；润滑及清扫工具等。

三、细长轴加工工艺分析、工艺流程及加工步骤

1. 细长轴的加工工艺分析

此零件长径比大于 30，属于细长轴，加工刚性差，易变形，台阶较多，同轴度要求较高，需多次以两端中心孔为定位基准来保证其同轴度，采用两顶尖的装夹方法比较适宜。为此工件两端中心孔的精度要高，表面粗糙度值要小。应调整车床，保证前、后顶尖同轴，且轴线与导轨平行。为增加刚性可采用中心架和过渡套筒，中心架支撑爪由车床自身车削和研磨，调整时用指示表校正以防止工件顶弯，为保证工件的尺寸精度和表面粗糙度及解决工件的热变形，精车刀几何角度应仔细刃磨和研磨，并浇注充分的切削液。最后将工件悬挂放置。

2. 细长轴的加工工艺流程

下料→热处理（正火）、校直→粗车→热处理（高温回火）、校直→修研中心孔后用过渡套筒调节和中心架校正→粗车两端—车外圆→用中心架半精车、精车中间外圆→分别精车两端各外圆和退刀槽。