



职业技能训练用书

CHE GONG

车 工

(高级)

徐文静 孙强 刘冰○主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

车 工

(高 级)

主 编 徐文静 孙 强 刘 冰

副主编 朱立新 王志广 王 建

郭宝杰

参 编 毛远玉 梁胜利 李红波

主 审 常 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》高级工的要求,紧密结合技能训练而编写,可作为职业技术学院技能训练的教学用书。本书主要内容有:套、深孔类零件加工技能训练,螺纹、蜗杆类零件加工技能训练,偏心、曲轴零件加工技能训练,箱体类零件加工技能训练,数控车床加工技能训练,以及综合加工基本技能的运用。

本书是车工(高级)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(高级)/徐文静,孙强,刘冰主编. —北京:机械工业出版社,2010.8

职业技能训练用书

ISBN 978-7-111-31392-2

I. ①车… II. ①徐…②孙…③刘… 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144077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:姚培新 封面设计:陈沛 责任印制:李妍
北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10印张·242千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31392-2

定价:24.00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

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

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。

本书共包含六个模块，主要内容有：套、深孔类零件加工技能训练，螺纹、蜗杆类零件加工技能训练，偏心、曲轴零件加工技能训练，箱体类零件加工技能训练，数控车床加工技能训练，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（高级）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（高级）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。

本书由徐文静、孙强、刘冰任主编，朱立新、王志广、王建、郭宝杰任副主编，毛远玉、梁胜利、李红波、朱丽军参加编写，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 套、深孔类零件加工技能

训练 1

项目一 尾座套筒的加工 1

项目二 三偏心套的加工 5

项目三 深孔套的加工 8

项目四 内双线梯形螺纹锥孔套的加工 12

项目五 薄壁套的加工 15

模块二 螺纹、蜗杆类零件加工技能

训练 19

项目一 双线螺纹带轮套的加工 19

项目二 三线螺纹传动套的加工 22

项目三 十字孔蜗杆轴的加工 26

项目四 接头的加工 30

项目五 三头蜗杆的加工 33

模块三 偏心、曲轴零件加工技能

训练 37

项目一 双偏心丝杠的加工 37

项目二 偏心十字轴的加工 41

项目三 偏心锥孔盘的加工 44

项目四 双拐曲轴的加工 47

项目五 三拐曲轴的加工 50

模块四 箱体类零件加工技能训练 55

项目一 差速器壳体的加工 55

项目二 两半箱体同轴孔的加工 58

项目三 立体交错孔箱体的加工 62

项目四 轴承座的加工 65

项目五 蜗轮壳体的加工 69

模块五 数控车床加工技能训练 73

项目一 内（外）径粗车复合循环 74

项目二 端面粗车复合循环 77

项目三 封闭轮廓车削复合循环 80

项目四 螺纹车削复合循环 83

项目五 综合编程技能训练 86

项目六 用数控车床加工较复杂的零件 91

练习一 椭球轴的加工 91

练习二 复合轴的加工 98

模块六 综合加工基本技能的运用 107

项目一 套、深孔类零件加工技能的

运用 107

练习一 锥孔齿轮的加工 107

练习二 三头蜗杆套的加工 109

练习三 深孔螺纹套的加工 111

练习四 丝杠螺母对配件的加工 112

练习五 转动套筒的加工 114

项目二 螺纹、蜗杆类零件加工技能的

运用 116

练习一 三线梯形螺纹轴套的加工 116

练习二 中滑板丝杠的加工 119

练习三 双线梯形螺纹轴锥配的
加工 120

练习四 三头蜗杆轴的加工 122

练习五 磨床丝杠的加工 124

项目三 偏心、曲轴零件加工技能的

运用 126

练习一 偏心蜗杆轴套的加工 126

练习二 双拐曲轴的加工 129

练习三 双偏心薄壁套的加工 131

练习四 行星架的加工 132

练习五 三拐曲轴的加工 134

项目四 箱体类零件加工技能的运用 135

练习一 立体交错孔箱体的加工 135

练习二 轴承座的加工	138	练习三 数控车组合件加工(二)	146
练习三 液压泵体的加工	139	练习四 数控车组合件加工(三)	148
练习四 蜗轮箱体的加工	140	练习五 数控车组合件加工(四)	150
项目五 数控车床加工技能的运用	142	参考文献	153
练习一 椭球手柄零件加工	142		
练习二 数控车组合件加工(一)	144		

套、深孔类零件加工技能训练

通常将带有孔且用于支撑和连接配合的工件称为套类零件。将内孔长度与直径之比大于5的称为深孔。套的种类较多，按套的用途和结构通常可分为直孔套、台阶孔套、带轮套、齿轮套、锥孔套、螺纹套、偏心套、薄壁套、深孔套等。国家职业标准车工（高级）对技能的基本要求是：能分析解决套、深孔加工中产生振动、变形的问题；对圆度、圆柱度要求较高且零件较短的薄壁套筒，能在一次装夹中将内、外圆及端面加工完毕；能选用深孔钻加工刀具并进行装夹；能解决深孔加工中的排屑、冷却、润滑等问题。

项目一 尾座套筒的加工

一、主要技术准备

1. 基本概念

套筒类零件的应用比较广泛，机械加工中经常遇到，这类零件在机器中主要起支撑或导向作用，如内燃机上的气缸套、液压系统中的液压缸、电液伺服阀的阀套、夹具上的导向套、镗床上的主轴套筒、车床尾座套筒等。在车床尾座套筒上主要用于装夹各种钻头、铰刀、顶尖和带有莫氏锥度的零件。

2. 尾座套筒的技术要求

- 1) 调质处理 250HBW。
- 2) 锥孔及局部外圆淬火 45 ~ 50HRC。
- 3) 未注倒角 C0.5。

本项目要求此类零件加工后应达到的精度如下：外圆直径尺寸公差为 0.013mm；内孔直径公差为 0.025mm；长度为 IT10 ~ IT12 公差等级；外圆形状圆柱度为 0.005mm；内锥孔对基准外圆轴线的同轴度为 0.01mm；锥孔涂色检查接触面积大于 75%；表面粗糙度值为 R_a 0.4 ~ 3.2 μ m。

3. 车削尾座套筒时车刀的选择

车削尾座套筒时用到的刀具有：45°、90°外圆车刀；内孔车刀（不通孔和通孔）；内沟槽车刀 3.5mm × ϕ 34mm 等。

4. 尾座套筒加工的装夹方法

1) 精磨外圆时，以两端 60°锥面定位，分两次装夹，这样有利于消除磨削应力引起的工件变形，也可采用锥度心轴装夹精磨外圆。

2) 为保证工件的位置精度要求, 尾座套筒必须用一夹一托的方法装夹, 即一端用三爪自定心卡盘夹外圆, 另一端用中心架支撑外圆。

3) 用一夹一托的方法装夹前, 先用一夹一顶的方法找正工件外圆。

5. 尾座套筒的车削方法

1) 先将外圆粗车, 用一夹一托的方法钻孔后进行调质处理, 再进行半精加工。

2) 也可将所有尺寸进行粗加工后, 再进行调质处理, 最后精加工。

3) 还可将淬火处理安排在粗磨之后和精磨之前进行, 但必须考虑淬火变形对工件尺寸的影响。

二、训练内容、目的要求及训练前的准备工作

1. 训练内容

训练内容见图 1-1。

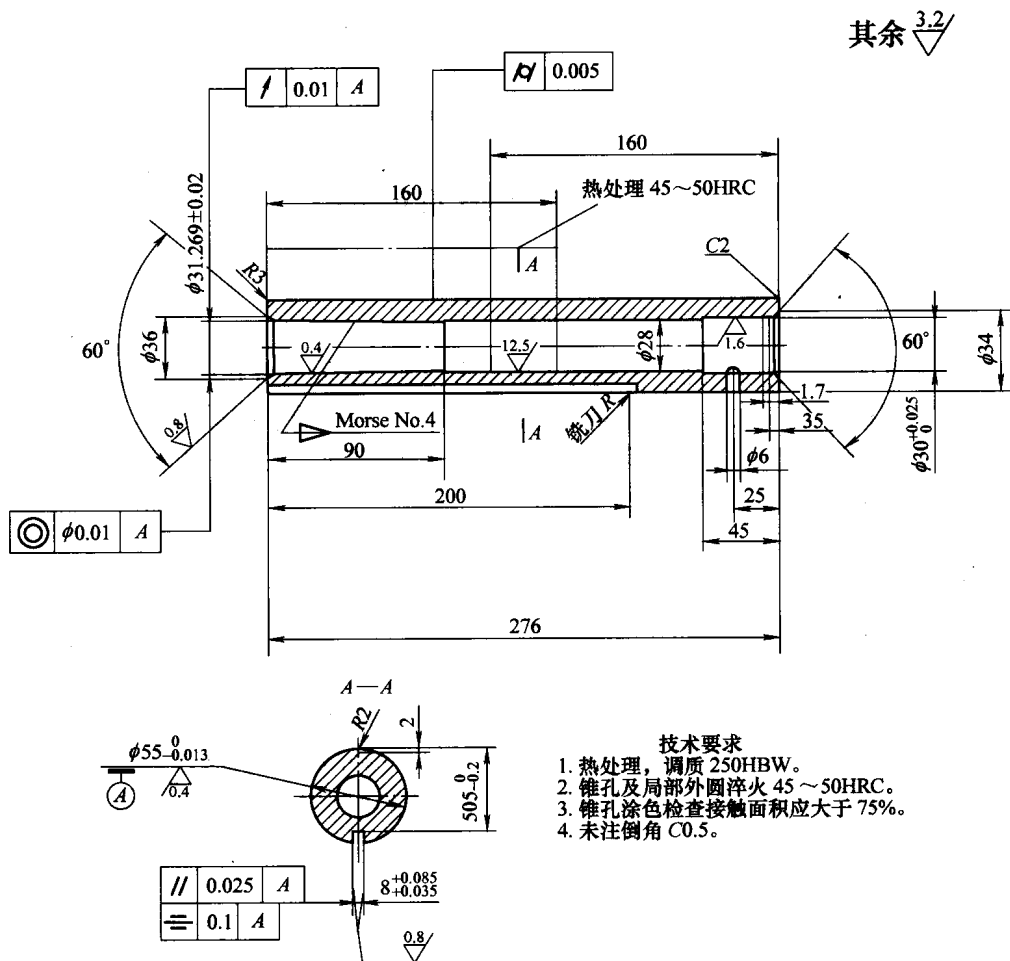


图 1-1 尾座套筒

2. 训练目的要求

- 1) 掌握深孔加工的关键技术, 了解尾座套筒加工的工艺流程和热处理的知识。
- 2) 熟练掌握尾座套筒的车削加工步骤。
- 3) 会解决尾座套筒加工过程中出现的问题。
- 4) 按图样要求完成尾座套筒的车削加工并达到技术要求, 考试时间为 300min。

3. 尾座套筒加工训练前的各项准备

(1) 设备准备 CA6140 车床及相应的卡盘扳手、刀架扳手、中心架。

(2) 材料准备 锻件, 45 钢, 尺寸为 $\phi 60\text{mm} \times 285\text{mm}$ 。

(3) 工、刃、量、辅具准备

1) 量具: 游标卡尺 0.02mm/0 ~ 300mm; 外径千分尺 0.01mm/25 ~ 50mm、0.01mm/50 ~ 75mm; 游标深度卡尺 0.02mm/0 ~ 200mm; 内径指示表 0.01mm/18 ~ 35mm 和磁力表座; 金属直尺 300mm; Morse No. 4 锥度塞规; 光塞规 30H7。

2) 刃具: 45°、90°外圆车刀; 内孔车刀 (不通孔和通孔); 麻花钻 $\phi 20\text{mm}$ 、 $\phi 23.5\text{mm}$ 、 $\phi 26\text{mm}$ 、 $\phi 28\text{mm}$; 中心钻 A2.5。

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

三、尾座套筒加工工艺分析、工艺流程及加工步骤

1. 尾座套筒的加工工艺分析

尾座套筒内孔长度与直径之比大于 5, 属于深孔零件, 所以加工时关键的技术是选择车刀的几何角度和解决好冷却排屑问题。为改善材料的加工切削性能, 粗车后应进行调质处理 (250HBW), 然后再进行半精加工和精加工。局部外圆和锥孔淬火 45 ~ 50HRC。本尾座套筒的加工应以 $\phi 55_{-0.013}^0\text{mm}$ 外圆和两端 60°内锥面互为基准。

另外, 还应将粗、精车分开, 以减少切削应力对加工精度的影响。Morse No. 4 锥孔与右端 $\phi 28\text{mm}$ 内孔、 $\phi 30\text{mm}$ 内孔, 应在调质前钻通, 这样有利于热处理时加热和内部组织转变, 使零件内孔得到较好的处理。零件的装夹采用两顶尖和中心架即可满足加工的要求。

2. 加工工艺流程

下料→锻造毛坯→热处理 (正火)→粗车→热处理 (调质)→车→半精车→精车→划线→铣键槽圆弧槽→钳钻孔、修毛刺→热处理 (锥孔和局部外圆高频表面加热淬火)→研磨两端 60°定位锥面→粗磨莫氏锥孔→粗磨外圆→精磨莫氏锥孔→精车右端内孔并修研 60°定位锥面→精磨外圆→检验、修整→入库。

3. 加工步骤

1) 下料 $\phi 80\text{mm} \times 165\text{mm}$, 锻造毛坯 $\phi 60\text{mm} \times 285\text{mm}$ 。正火后用三爪自定心卡盘夹一端找正夹紧, 粗车外圆至 $\phi 58\text{mm} \times 200\text{mm}$, 端面车平, 钻孔 $\phi 20\text{mm} \times 188\text{mm}$, 扩孔 $\phi 26\text{mm} \times 188\text{mm}$ 。

2) 调头, 夹 $\phi 58\text{mm}$ 外圆找正夹紧, 车端面保证总长 280mm, 钻孔 $\phi 23.5\text{mm}$, 车另一端外圆与 $\phi 58\text{mm}$ 平滑接刀。关键是刀具的几何形状和冷却排屑问题, 所以刀具的刃倾角应采用正值, 以实现前排屑, 尽可能使切削液浇注到切削区域, 提高工件已加工表面质量。

3) 调质处理后, 用三爪自定心卡盘装夹左端外圆, 右端外圆用中心架托住车端面保证总长 278mm, 扩孔至 $\phi 28\text{mm} \times 186\text{mm}$, 车右端内锥面 $\phi 32\text{mm} \times 60^\circ$ 。

4) 用两顶尖装夹工件, 半精车外圆 $\phi 55.5^{+0.05}_{-0.05}$ mm 后调头, 用同样的装夹方法车另一端与外圆平滑接刀, 右端外圆倒角 C2.5, 左端倒 R3.5 圆角。

5) 夹左端外圆, 中心架托右端外圆, 找正外圆后粗、精车孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm $\times$ 45 mm, 车槽 1.7 mm $\times$ $\phi 34$ mm。

6) 调头, 用同样装夹方法粗车 Morse No. 4 锥孔, 控制大端尺寸为 $\phi 30.5^{+0.05}_{-0.05}$ mm, 车左端 $\phi 36$ mm $\times$ 60°。

7) 外圆长 160 mm 和 Morse No. 4 锥孔高频表面加热淬火。

8) 研磨两端 60° 内锥面后夹右端外圆, 用中心架托左端外圆找正外圆后粗磨 Morse No. 4 锥孔, 留余量 0.2 mm。

9) 采用两顶尖装夹粗磨外圆至 $\phi 55.2$ mm。

10) 夹右端托左端, 精磨 Morse No. 4 锥孔大端直径 $\phi 31.269^{+0.02}_{-0.02}$ mm 至图样要求, 涂色检查接触面达 75%。

11) 钳工划油槽线、键槽线、 $\phi 6$ mm 孔线后, 分别铣油槽、键槽, 钻 $\phi 6$ mm 孔 (注意键槽与外圆轴线的平行度和对称度及外圆余量的影响)。

12) 两顶尖定位精磨外圆 $\phi 55^{+0.013}_0$ mm 至精度要求。

13) 检测各部分尺寸并修整。

四、尾座套筒加工注意事项

1. 加工要点

1) 为了中心架以外圆定位时的方便, 油槽和键槽的加工要放在精加工内部形状之后进行, 如果键槽和油槽先加工, 可利用过渡套筒配合中心架装夹。

2) 外形精磨加工时, 还可用锥度心轴以 Morse No. 4 锥孔定位, 这样适合大批量的加工, 可提高加工效率。

3) 中心架的安放和调整应注意, 为了便于找正, 工件两头的尺寸误差应控制在 0.05 mm 以内, 否则工件调头装夹后, 由于中心架支撑爪与工件接触的影响会使工件加工过程中产生轴向位移, 给加工带来不便。

2. 检测要点

1) 检验外圆 $\phi 55^{+0.013}_0$ mm 的圆柱度时, 可将工件外圆放置在标准平板的 V 形铁上, 用指示表测量出外圆点的圆度值, 沿工件素线方向测量计算出工件的圆柱度值。

2) $8^{+0.085}_{+0.035}$ mm 键槽对称度的检测, 可采用键槽对称度规进行。

3) 检测 Morse No. 4 锥孔时, 沿锥度塞规素线的 180° 方向上涂两条薄而均匀的显示剂, 圆锥塞规转动应在半周之内。

3. 安全要点

1) 由于孔较深, 钻孔时应注意经常退钻冷却清屑, 防止钻头堵屑卡死, 损坏钻头和工件。

2) 调整中心架时应注意支撑爪松紧适当, 过紧容易使工件和支撑爪烧坏, 过松使中心架起不到定位支撑作用, 影响加工精度。

项目二 三偏心套的加工

一、主要技术准备

1. 基本概念

三偏心套是在基准孔的两侧有两个对称的内孔，且两个对称孔对基准孔有较高的对称度和偏心距要求的套类工件。

2. 三偏心套的技术要求

- 1) 基准孔和对称孔的尺寸精度。
- 2) 两个对称孔对基准孔的对称度要求。
- 3) 两偏心孔对基准孔的偏心距精度要求。
- 4) 三偏心套所有加工表面的表面粗糙度要求。

本项目要求此类零件加工后应达到的精度如下：外圆直径尺寸公差为 0.03mm ；基准孔直径公差为 0.039mm ，两偏心孔直径公差为 0.062mm 、对基准孔的对称度为 0.10mm 、偏心距公差为 0.20mm ；表面粗糙度的要求，基准孔和外圆为 $R_a1.6\mu\text{m}$ 、偏心孔为 $R_a3.2\mu\text{m}$ 、其余为 $R_a6.3\mu\text{m}$ 、 $R_a12.5\mu\text{m}$ 。

3. 车削三偏心套车刀的选择

选择 45° 、 90° 外圆车刀，圆弧刀和内孔车刀等即可满足加工的要求。

4. 三偏心套装夹方法

用车床加工时会遇到一些外形复杂和不规则的工件，这些工件不能用三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘直接装夹车削，必须借助于附件或在专用的夹具上装夹加工。被加工表面的回转轴线与基准面互相垂直且外形复杂工零件，可以装夹在花盘上车削。

根据三偏心套的精度要求，可采用四爪单动卡盘和花盘装夹就能满足加工的要求，即车削外形和基准孔时利用四爪单动卡盘装夹，车削两对称孔时利用花盘配合基准孔内安装心轴的装夹方法。

5. 三偏心套的车削方法

由于三偏心套的形状特殊，所以可先利用四爪单动卡盘将左端面 and $\phi 34\text{H8}$ 基准孔车削完成，再将总长和两偏心孔处的厚度、右端外圆和圆弧、倒角车削完成，最后利用花盘上安装基准心轴和偏心心轴分别找正、加工两个 $\phi 26\text{H9}$ 偏心孔。

二、训练内容、目的要求及训练前的准备工作

1. 训练内容

训练内容见图 1-2。

2. 训练目的要求

- 1) 了解偏心孔的装夹、找正、车削方法。
- 2) 了解三偏心套的技术要求。
- 3) 了解花盘装夹工件的使用特点。
- 4) 熟悉三偏心套的加工工艺和加工步骤。
- 5) 按图样要求完成三偏心套的车削加工并达到技术要求，考试时间为 210min 。

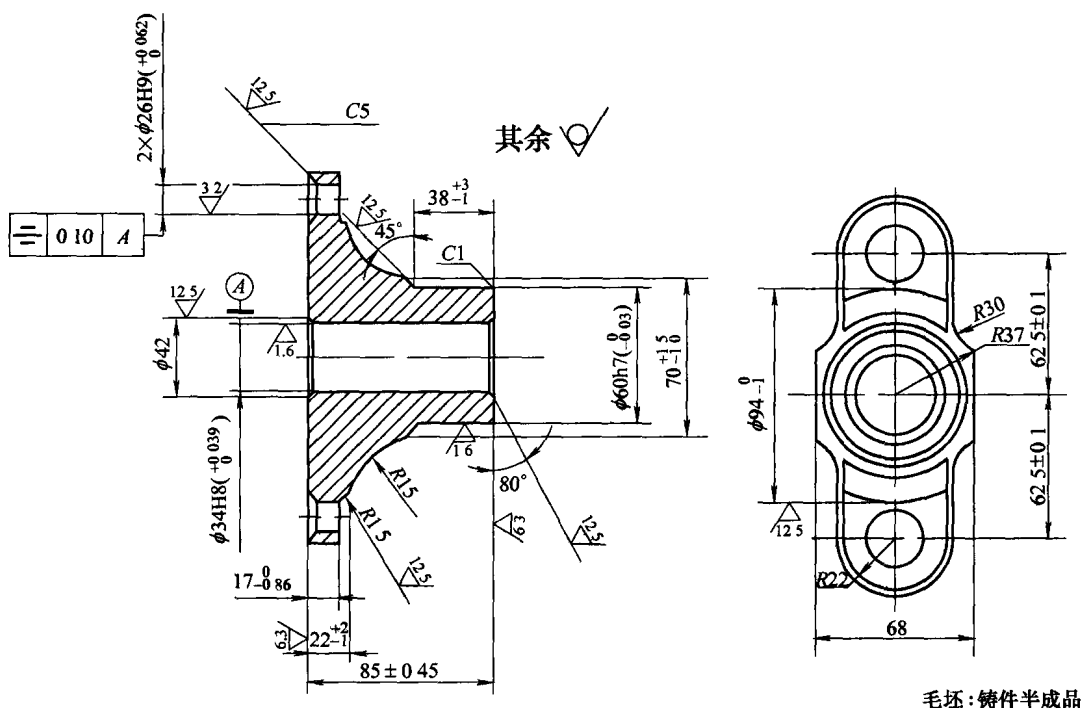


图 1-2 三偏心套

3. 三偏心套加工训练前的各项准备

(1) 设备准备 CA6140 车床(有四爪单动卡盘和花盘)及相应的卡盘扳手、刀架扳手。

(2) 材料准备 铸造毛坯半成品。

(3) 工、刃、量、辅具准备

1) 量具: 游标卡尺 0.02mm/0 ~ 150mm; 外径千分尺 0.01mm/25 ~ 50mm、0.01mm/50 ~ 75mm、0.01mm/75 ~ 100mm; 游标深度卡尺 0.02mm/0 ~ 200mm; 内径指示表 0.01mm/18 ~ 35mm 和磁力表座; 金属直尺 150mm; 主轴孔内的定位找正心轴和偏心孔定位找正心轴各一个。

2) 刀具: YG8 45°、90°外圆车刀; YG8 直孔车刀 φ34mm×95mm; 圆弧车刀 R1.5mm; 麻花钻 φ24mm、φ32mm 各一个; 中心钻 A2.5。

3) 工、辅具: 莫氏过渡套; 钻夹头(φ1~φ13mm); 活扳手和六角扳手; 润滑和清扫工具等。

三、三偏心套加工工艺分析、工艺流程及加工步骤

1. 三偏心套的加工工艺分析

三偏心套外形复杂而且不规则,属于复杂工件的加工。由于孔距精度、偏心距精度和对称度要求较高,如果利用划线找正的方法,不但不能较好保证其精度要求,而且在车削批量较大时,对于加工效率和工件精度的提高是极其不利的,所以只能采用试切的方法将第一件加工成功后,找准定位心轴在花盘上的正确位置,再进行批量的车削。具体的做法是:基准

孔、外形、长度车削完毕后,用花盘装夹,先在花盘上装一个与 $\phi 34H8$ 基准孔等大的定位心轴,再在主轴锥孔内装另一个定位心轴,通过检测找准偏心孔 $\phi 26H9$ 的正确位置,保证偏心距 $62.5^{+0.10}_{-0.10}\text{mm}$,然后取下主轴孔内的心轴,在另一个心轴上套上工件(注意以工件的侧面找正),压紧车削第一个 $\phi 26H9$ 偏心孔;最后将工件转 180° 装夹后,还用工件侧面(车第一个偏心孔时找正的侧面)找正后,车削第二个 $\phi 26H9$ 偏心孔至精度要求。三偏心套的加工应以 $\phi 34H8$ 内孔为基准。

2. 三偏心套加工工艺流程

铸造毛坯半成品→车削左端面、基准孔→车右端面、总长和偏心孔厚度→车外圆、倒角和圆弧连接→划两个偏心孔的位置线→用花盘装夹找正后钻、车 $\phi 26H9$ 偏心孔→用同样的装夹方法找正后车另一个偏心孔→检验各部分尺寸、修整。

3. 三偏心套加工步骤

- 1) 铸造毛坯用四爪单动卡盘装夹右端外圆,找正并夹紧。
- 2) 车端面(包括两个 $\phi 26H9$ 孔的端面),车平即可。
- 3) 车基准孔 $\phi 34H8$ 至精度要求,孔口倒角 30° 。
- 4) 工件调头,用同样的装夹方法,找正夹紧。
- 5) 车端面取总长至 $85^{+0.45}_{-0.45}\text{mm}$,车两个偏心孔端面,保证 $17^{0}_{-0.86}\text{mm}$ 厚度尺寸;车 $R1.5\text{mm}$ 圆弧,保证 22^{+2}_{-1}mm 尺寸。
- 6) 车 $\phi 60h7$ ($^{0}_{-0.03}$) 外圆至精度要求,保证长度 38^{+3}_{-1}mm ,孔口倒角 30° ,外圆倒角 $C1$ 。
- 7) 倒角 45° ,与铸造圆弧面 $R15\text{mm}$ 连接,保证 $\phi 70^{+1.5}_{-1}\text{mm}$ 尺寸。
- 8) 工件用花盘装夹,在花盘上装一个与基准孔 $\phi 34H8$ 等大的心轴,再在主轴锥孔内装另一个心轴,通过测量找准 $\phi 26H9$ 偏心孔的位置,保证偏心距 $62.5^{+0.10}_{-0.10}\text{mm}$,然后取下主轴孔内的心轴,在另一个心轴上套上工件,以工件的侧面找正后夹紧,车削第一个 $\phi 26H9$ 偏心孔至精度要求。
- 9) 让工件翻转 180° ,还以工件侧面找正后,车第二个 $\phi 26H9$ 偏心孔至精度要求。
- 10) 检查各尺寸精度,修整。

四、三偏心套加工注意事项

1. 加工要点

- 1) 由于三偏心套外形不规则,车端面和车削偏心孔时又是断续切削,所以选择切削用量时应适当降低,在花盘上装夹时应配平衡块。
- 2) 无论是在主轴锥孔内装夹的心轴,还是与基准孔配合的心轴,应注意其制造公差要小,要保证其与孔配合紧密,找正基准心轴与偏心孔心轴的位置尺寸时一般不应超过其中心距误差的 $1/5 \sim 1/3$,否则较难保证偏心距的尺寸公差。
- 3) 车削第二个孔时,为保证两孔中心距正确,应先在主轴锥孔中装一个直径为 D 的心轴,然后再在花盘上装一个直径等于孔径 $\phi 26H9$ 的定位心轴即可。

2. 检测要点

- 1) 找正时,可用划好的线进行粗找,用中心钻钻定位中心孔后用卡尺测量。
- 2) 检测基准孔与偏心孔的中心距尺寸时,应在两个孔中分别装上检验棒,用外径千分

尺测量两个检验棒的顶端距离即可。其计算公式为

$$M = L + \frac{D + d}{2}$$

式中 M ——外径千分尺的读数 (mm);

L ——两孔中心距 (mm);

D 、 d ——分别为两心轴的直径 (mm)。

3. 安全要点

1) 在花盘上车削工件时应特别注意安全。因为工件形状不规则, 并有螺钉和压紧件等露在外面, 在开机前用手转动花盘进行检查, 看有无与导轨、刀架发生碰撞和影响加工。

2) 外形不规则的零件和偏心零件在花盘上车削时, 应尽量进行配重, 防止由于速度过高和离心力的作用使工件飞出而造成事故。

3) 测量工件时应等工件停稳后进行测量。

项目三 深孔套的加工

一、主要技术准备

1. 基本概念

内孔长度与直径之比大于 5 的孔类工件称为深孔套。深孔套车削加工时的关键技术是选择深孔钻和刀具的几何形状及解决好冷却排屑问题。

2. 深孔套的技术要求

深孔套的技术要求包括: 外圆、内孔、台阶的尺寸精度; 表面粗糙度; 内孔的形状精度等。

本项目要求此类零件加工后应达到的精度如下: 外圆直径尺寸为 IT8 公差等级, 台阶长度为 IT10 公差等级, 内孔直径尺寸为 IT8 公差等级; 外圆、内孔表面粗糙度值为 $R_a 1.6 \mu\text{m}$; 内孔圆度、圆柱度公差等级为 9 级、同轴度公差等级为 7 级 (0.02mm)。

3. 深孔套加工车刀的选择

(1) 深孔套的加工特点

1) 深孔套的轴线容易歪斜, 钻孔时深孔钻容易偏, 孔的直线度难以保证。

2) 刀杆受孔径和孔深的限制, 一般是又细又长, 刚性差。车削时容易引起振动和“让刀”现象。

3) 深孔套车削时, 切屑不易排出, 切削液不易进入切削区, 冷却困难, 切削温度较高。

4) 深孔套加工时, 观察、测量困难, 加工质量难以控制。

(2) 深孔钻削刀具

1) 扁钻: 一般可钻削要求不高的较短深孔, 切削液从钻杆内孔注入切削区, 切屑从工件的孔中排出。

2) 外排屑单刃深孔钻 (枪孔钻): 切削刃位于钻头中心线一侧, 钻头的圆柱部分有几条刃带, 刃带紧贴孔壁, 起导向作用。切削液经钻杆内的孔喷出注入切削区, 切屑经钻头凹

槽排出。此种钻头适合于 $\phi 3 \sim \phi 20\text{mm}$ 的深孔钻削。

3) 内排屑单刃深孔钻: 有两条硬质合金导向块, 镶嵌在钻头体上, 切削刃上磨有断屑槽, 切削刃上部的排屑孔与钻杆孔直通, 切屑被切削液高压压向排屑孔排出。此种钻头适合于 $\phi 25\text{mm}$ 的深孔钻削, 钻头刚性好, 切削平稳, 可高速钻削。所以深孔套可选择该深孔钻进行钻削。

4) 内排屑错齿深孔钻: 切削刃呈双面错齿状, 并在刀具中心两侧排列, 切屑可从刀体上的两个喇叭孔通入空心刀杆向外排出, 切削力均匀分布, 钻孔平稳可靠, 加工深孔的直线性好。

5) 喷吸钻: 在钻头的颈部有几个小孔喷射切削液, 把高压切削液送到切削区, 切屑从排屑孔向后排出。

6) 深孔扩孔钻: 深孔扩孔钻的刀头是可以根据需要更换的, 并可在扩孔时自动校正钻孔时的偏斜等缺陷, 一般适合半精加工和精加工 $\phi 40\text{mm}$ 以上的深孔。

(3) 深孔车削和铰削刀具

1) 深孔车刀: 通常是采用内排屑且带支撑导向的深孔车刀头。用矩形螺纹与钻孔时的钻杆联接, 由安装在刀体上的导向块来保证孔的精度和直线度, 适合于精加工。选择刀具时, 粗车刀应有足够的刚性和强度, 并能顺利排屑, 还能使切削液浇注到切削区域, 可使用无缝钢管与刀头靠螺纹联接后用两个锥销 90° 固定, 刀杆装夹时应具有导向部分, 同时还要有辅助支撑, 防止振动和让刀, 刀杆装夹后还应找正其与机床导轨的平行度。

2) 深孔可浮动铰刀: 精加工深孔时, 可采用浮动铰刀进行。浮动铰刀块与刀体保持较精确的间隙配合 ($H7/h6$), 铰刀尺寸可进行调节, 铰刀前端有四块导向垫, 可用夹布胶木做成。其特点是具有一定的弹性, 避免擦伤孔的表面, 导向垫前端尺寸应比车孔后的尺寸小 $0.08 \sim 0.1\text{mm}$, 后端尺寸应比铰刀尺寸小 $0.08 \sim 0.1\text{mm}$ 。导向垫可做成固定的, 也可做成可调节的。可调节式导向垫的优点是可在一定范围内进行调整。

(4) 深孔珩磨、滚压工具

1) 深孔珩磨: 深孔珩磨是深孔精加工后, 深孔精度和表面粗糙度仍达不到精度要求时, 利用细磨粒磨条组成珩磨头对深孔进行进一步精加工的一种方法。按照珩磨轴的布置可分为立式和卧式两种, 车床上珩磨是卧式珩磨。

2) 深孔滚压: 深孔滚压比珩磨的效率提高很多倍, 并具有很多特点。可获得较小的表面粗糙度值 ($R_a 0.8 \sim 0.05\mu\text{m}$); 可以强化工件的金属表面层, 并保持金属纤维组织的完整; 可增大工件表面的有效支撑面积, 提高工件的耐磨性, 改善与其配合工件的配合特性; 工件受力均匀, 产生热量较少, 一般不产生表面退火、烧伤和裂纹等缺陷; 加工效率高, 工具简单, 便于实现加工的自动化。

4. 深孔套装夹方法

- 1) 加工外形时用一夹一顶的方法装夹保证其定位。
- 2) 加工内孔时采用一夹一托的方法装夹保证其定位。

5. 深孔套的车削方法

深孔套加工的关键技术是提高工艺系统的刚性, 合理选择刀具的几何角度和深孔钻的几何形状, 解决冷却和排屑问题。为保证深孔套的加工质量, 可采用以下措施:

- (1) 粗、精加工分段进行 对尺寸精度、表面粗糙度要求较高的深孔套车削方法如下:

1) 实体材料: 深孔钻钻孔→深孔钻扩孔→粗铰刀粗铰孔→精铰刀精铰孔。

2) 管状材料: 粗车刀粗车孔→半精车→精车或浮铰→珩磨或滚压。

(2) 合理选择刀具 粗车刀应有足够的刚性和强度, 并能顺利排屑, 还能使切削液浇注到切削区域。

(3) 配置导向和辅助支撑装置 刀杆应配有导向和辅助支撑, 防止振动和让刀。

(4) 设置高压切削液输入装置 配置专用的高压切削液系统, 以及时冲走切屑和降低温度。

二、训练内容、目的要求及训练前的准备工作

1. 训练内容

训练内容见图 1-3。

2. 深孔套训练目的要求

1) 掌握深孔套加工时的特点和容易产生问题。

2) 了解保证深孔套加工质量的措施。

3) 了解深孔加工时各种刀具的选择和特点。

4) 按图样要求完成深孔套的车削加工并达到技术要求, 考试时间为 360min。

3. 深孔套加工训练前的各项准备

(1) 设备准备 CA6140 车床及相应的卡盘扳手、刀架扳手、中心架。

(2) 材料准备 45 钢, 尺寸为 $\phi 65\text{mm} \times 530\text{mm}$ 。

(3) 工、刃、量、辅具准备

1) 量具: 外径千分尺 0.01mm/25 ~ 50mm、50 ~ 75mm; 游标卡尺 0.02mm/0 ~ 500mm; 金属直尺 300mm; 内径指示表 0.01mm/18 ~ 35mm; 指示表 0.01mm/0 ~ 10mm 和磁力表座。

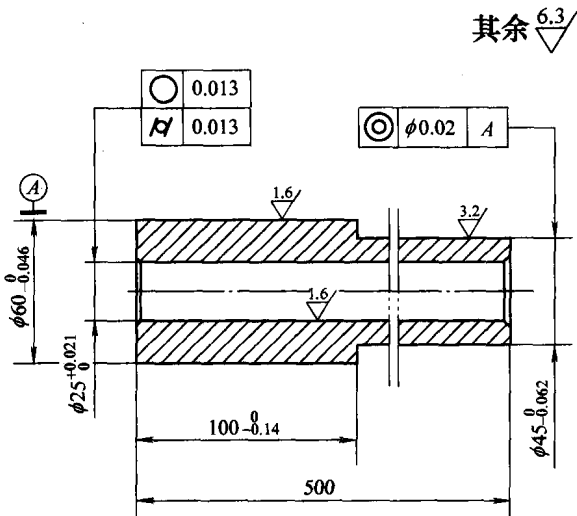
2) 刃具: 45°、90° 外圆车刀; 车槽刀 4mm × 20mm; 深孔钻及钻杆 ($\phi 24\text{mm} \times 550\text{mm}$); 深孔浮动车刀 (定位导向块) 及刀杆 ($\phi 24.7\text{mm} \times 550\text{mm}$); 深孔浮动铰刀 (定位导向块) 及刀杆 ($\phi 25\text{mm} \times 550\text{mm}$), 中心钻 A3。

3) 工具、辅具: 常用工具; 钻夹头; 钻套; 回转顶尖; 钻杆支持架; 导向套 (自定); 铜皮; 铁屑钩; 润滑和清扫工具等。

三、深孔套加工工艺分析、工艺流程及加工步骤

1. 深孔套的加工工艺分析

此深孔套的长度与孔径之比为 20, 属于深孔加工, 由于内孔和外圆没有位置精度要求,



技术要求

1. 未注倒角 C2, 锐角倒钝 C0.5。
2. 未注公差尺寸按 GB/T1804-m 加工。
3. 不准使用锉刀、砂布修整工件。

图 1-3 深孔套

所以粗加工时可利用一夹一顶装夹（如用管状材料可采用两个菊花顶尖）。粗车台阶外形后，用中心架托住外圆进行钻孔、扩孔并倒两端工艺倒角，然后用深孔浮动车孔刀粗车孔（或用粗铰刀铰孔）。精加工时可考虑用浮动镗刀或浮动铰刀（配合定位导向块）反向进给浮动镗削和铰削，保证其精度要求。深孔套精铰孔到最后时，导向套已出孔口，导向套不定心会使孔口直径受到影响，因此总长包括加长部分，待加工完成后车去以保证工件长度。此深孔套加工时应以大外圆 $\phi 60_{-0.046}^0 \text{mm}$ 的轴线为基准。

2. 深孔套加工工艺流程

总长留余量并钻两端中心孔→粗、精车外形→钻内孔、扩孔，用浮动车孔刀车孔、精铰内孔→检查、修整工件。

3. 深孔套加工步骤

- 1) 用三爪自定心卡盘装夹工件，车两端面，总长留余量钻两端中心孔 A3。
- 2) 用三爪自定心卡盘夹持，一夹一顶装夹工件。粗、精车 $\phi 60_{-0.046}^0 \text{mm}$ 、 $\phi 45_{-0.062}^0 \text{mm}$ 外圆，控制左端长度 $100_{-0.14}^0 \text{mm}$ 。
- 3) 一夹一托装夹工件，装夹深孔钻及钻杆支持架，钻内孔。架好中心架后才可去掉顶尖，这样可节省找正时间。尾座如果影响床鞍行程可从车床卸下。
- 4) 装夹扩孔钻及钻杆进行扩孔加工。端头应车出一段工艺内孔，便于导向垫定位。
- 6) 一夹一托装夹工件，装夹浮动车孔刀车孔至 $\phi 24.9 \text{mm}$ 左右。
- 7) 装夹同上，装夹深孔浮动铰刀及刀杆和导向套，精铰内孔至图样要求，内孔倒角 C0.5。外圆倒钝锐边 C0.2。
- 8) 工件垫上铜皮，用三爪自定心卡盘夹持工件，车平面控制总长 500mm；内孔倒角 C0.5，外圆锐角倒钝 C0.2。
- 9) 检测并修整工件。

四、深孔套加工注意事项

1. 加工要点

- 1) 装夹钻杆和刀杆时要用指示表找正刀杆与车床主轴中心的一致性及床鞍导轨的平行度，防止与孔壁相碰。
- 2) 导向垫与加工过后工件内孔的配合间隙是保证进给是否顺利的关键，为了便于排屑和冷却，导向垫做好以后沿长度锯成三块，分别装夹在刀杆外圆的 120° 方向（便于排屑）。中心架支撑工件时，三个支承爪应松紧适当、施力均匀。

2. 检测要点

根据工件的精度要求，一般检测深孔的项目有：孔径的直径尺寸、圆度、圆柱度、孔轴线的直线度和位置、孔的表面粗糙度。

(1) 孔径尺寸的检测 常用内径指示表、带加长杆的三爪内径千分尺检测。

(2) 孔的圆度检测 可用内径指示表或内径千分表检测，检测时将测量头放入孔内，在各个方向上测量，测量截面内取最大值与最小值之差的 $1/2$ 即为单个截面上的圆度误差。

(3) 孔的圆柱度检测 可用内径指示表在孔的全长上前、中、后分别测量几个截面，比较各个截面测量出的最大值和最小值，其误差的 $1/2$ 即为孔全长的圆柱度误差。