



- 国家级职业教育培训规划教材
- 劳动保障部培训就业司推荐

G

GUOJIAJI ZHIYE JIAOYU PEIXUN GUIHUA JIAOCAI

金蓝领技师教育培训教材

JISHI JIAOYU

PEIXUN JIAOCAI

数控技术

数控车工技师技能训练

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

AODONG HE SHEHUI BAOZHANGBU

JIAOCAI BANGONGSHI

ZUZHI BIANXIE

JISHI JIAOYU



中国劳动社会保障出版社



- 国家级职业教育培训规划教材
- 劳动保障部培训就业司推荐

G

GUOJIAJI ZHIYE JIAOYU PEIXUN GUIHUA JIAOCAI

数控(车工)职业技能训练

金蓝领技师教育培训教材

JISHI JIAOYU PEIXUN JIAOCAI 数控技术

数控车工技师技能训练

主编 时建

ADDONG HE SHEHUI BAOZHANGBU

JIAOCAI BANGONGSHI

ZUZHIBU

(100000) 中国劳动保障出版社

编著者：人 时 出

100000 (100000)

数控车工技师

中国劳动保障出版社

书号：100000 定价：10.00元

100000 (100000)

元 00.00

100000 (100000)

100000 (100000)

100000 (100000)

100000

100000 (100000)

100000 (100000)

中国劳动社会保障出版社

中国劳动社会保障出版社

职业技能鉴定教材



图书在版编目(CIP)数据

数控车工技师技能训练/时建主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008

金蓝领技师教育培训教材

ISBN 978-7-5045-6727-7

I. 数… II. 时… III. 数控机床: 车床-车削-技术-培训-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 014451 号

数控车工技师技能训练

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 263 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

定价: 23.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

数控车工技师技能训练

前言

为贯彻落实《中共中央办公厅国务院办公厅关于进一步加强高技能人才工作的意见》（中办发〔2006〕15号）和《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要（2006—2010年）》（劳社部发〔2007〕10号），满足技师学院的教学要求，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的双师型教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、开发技师学院数控技术、模具设计与制造、电气自动化专业课程，并编写了23门主干课程的教材。

在教材的编写过程中，我们努力做到以下几点：

1. 从企业生产实际中选取针对性强的课题，在对课题进行统筹安排的前提下，采用任务驱动编写思路组织课题训练内容与相关知识，模拟展现企业的生产过程。
2. 分别参照国家职业标准数控车工（技师）、数控铣工（技师）、加工中心操作工（技师）、维修电工（技师）、二级模具设计师的要求，确定相关教材内容的广度和深度，便于鉴定考核工作的顺利开展。
3. 根据企业、行业发展需要，较多编入新技术、新工艺、新设备、新材料的内容，以适应现代行业、企业发展的需要，保证教材的先进性。
4. 采用以图代文的表现形式，精彩展现教材内容，降低学生的学习难度，激发学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门、技师学院、高职院校以及相关行业、企业的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年6月

数控车工技师技能训练

简 介

《本书为国家级职业教育培训规划教材，由劳动保障部培训就业司推荐。》

本书根据劳动和社会保障部颁发的金蓝领技师教育培训教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要内容包括：多拐曲轴的加工、配合类零件的加工、复杂工装类零件的加工、使用用户宏程序加工、使用车削中心加工。

本书为金蓝领技师教育培训数控技术专业教材，也可作为企业技师培训教材和自学用书。

本书由时建主编，龙吉业、李溪、练军峰、李举、曲亚冰、李银涛、孙磊参编，赵明鑫主审。

室公依材数机制科全社味德技

日0年7005

数控车工技师技能训练

目 录

模块一 多拐曲轴的加工 /1

任务 多拐曲轴的加工 /1

模块二 配合类零件的加工 /21

任务一 多线螺纹配合件的加工 /21

任务二 胀套的加工 /36

任务三 复杂配合零件的加工 /55

模块三 复杂工装类零件的加工 /76

任务一 支架的加工 /76

任务二 蜗轮壳体的加工 /86

模块四 使用用户宏程序加工 /97

任务一 椭圆零件的加工 /97

任务二 正弦螺纹零件的加工 /122

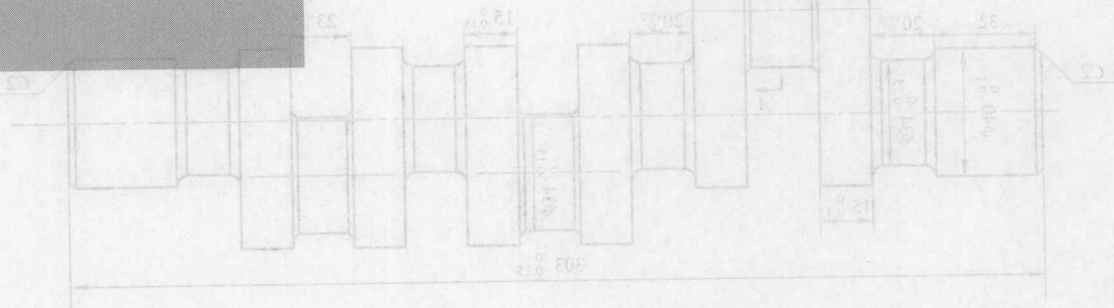
模块五 使用车削中心加工 /134

任务一 端盖的加工 /134

任务二 座体零件的加工 /160

模块一

多拐曲轴的加工



任务 多拐曲轴的加工

能力目标

- ♪ 掌握曲轴的找正与装夹。
- ♪ 掌握曲轴的车削方法。
- ♪ 掌握曲轴的精度检测。

知识准备

- ♪ 曲轴的加工工艺安排。
- ♪ 曲轴的测量方法。

图 1-1 图

任务引入

一、加工如图 1-1 所示的多拐曲轴，使之符合精度和公差要求。本任务要求加工多拐曲轴零件，其工件材料为 45 钢，毛坯尺寸为 $\phi 110 \text{ mm} \times 310 \text{ mm}$ ，单件生产，要求在 6 h 内完成。

加工完后的实体如图 1-2 所示。

图 1-2 图



二、加工完此工件以后，请按照评分表 1—1 进行检验并得到测试成绩。

表 1—1

评 分 表

序号	项目	检验内容		分值	评分标准	实测	得分	
1	外圆	$\phi 103_{-0.5}^0$ mm	尺寸公差	4	每超差 0.01 mm 扣 1 分			
			$R_a 1.6 \mu\text{m}$	2	每降一级扣 1 分			
$2 \times \phi 40_{-0.1}^0$ mm		尺寸公差	8	每超差 0.01 mm 扣 1 分				
		$R_a 1.6 \mu\text{m}$	4	每降一级扣 1 分				
$7 \times \phi 34_{-0.15}^0$ mm		尺寸公差	28	每超差 0.01 mm 扣 1 分				
		$R_a 1.6 \mu\text{m}$	8	每降一级扣 1 分				
4		长度	$3 \times 34_{-0.1}^{+0.1}$ mm	$R_a 1.6 \mu\text{m}$	9	每超差 0.01 mm 扣 1 分		
5			2×32 mm	$R_a 1.6 \mu\text{m}$	2	每超差 0.01 mm 扣 1 分		
6	$4 \times 20_{-0}^{+0.2}$ mm		$R_a 1.6 \mu\text{m}$	8	每超差 0.01 mm 扣 1 分			
7	$6 \times 15_{-0.15}^0$ mm		$R_a 1.6 \mu\text{m}$	6	每超差 0.01 mm 扣 1 分			
8	$3 \times 23_{-0}^{+0.1}$ mm		$R_a 1.6 \mu\text{m}$	6	每超差 0.01 mm 扣 1 分			
9	$303_{-0.5}^0$ mm		$R_a 1.6 \mu\text{m}$	5	每超差 0.01 mm 扣 1 分			
10	倒角	C2 mm		5	超差 1 mm 不得分			
11	角度	$120^\circ \pm 15'$		5	每超差 5' 扣 1 分			
12	文明生产	发生重大安全事故取消考试资格；每违反一项规定总分扣除 3 分						
13	其他项目	工件必须完整，局部无缺陷（如夹伤、划痕等）						
14	程序编制	程序中严重违反工艺规程的则取消考试资格；其他问题酌情扣分						
15	加工时间	120 min 后尚未开始加工则终止考试；超过规定时间 5 min 扣 1 分；超过 10 min 扣 5 分；超过 15 min 扣 10 分；超过 20 min 扣 20 分；超过 25 min 扣 30 分；超过 30 min 则终止考试						
合计								
名称		材料规格	得分					
		45 钢， $\phi 110 \text{ mm} \times 310 \text{ mm}$	考试时间	360 min				
图号		工时	记事					
		360 min（含编程）	监考		检验			

任务分析

本任务要求加工如图 1—1 所示的零件。以前我们加工过的轴类零件，不同直径的各阶梯轴的轴线在一条直线上，一般用三爪自定心卡盘装夹即可，而多拐曲轴的主轴颈轴线和几个曲柄颈轴线在不同的直线上。加工时，通用的回转体加工方法不再适用，需要使用可以手动找正回转中心的装夹方式，如用偏心夹板装夹、偏心卡盘装夹、专用偏心夹具装夹等。多拐曲轴的加工，关键是要解决工件装夹的问题。

相关知识

4

曲轴类零件,是各种车辆发动机装置中一个重要的机件(见图 1—3),其常用材料是碳素结构钢或球墨铸铁等。该类零件有两个重要部位:主轴颈和曲柄颈。主轴颈要通过轴承安装在缸体上,曲柄颈与连杆的大头孔连接,连杆的小头孔与汽缸活塞连接,是一个典型的曲柄滑块机构。发动机工作过程:在发动机缸体内,混合压缩气的燃爆推动活塞做直线运动,并通过连杆将力传给曲轴,曲轴将直线运动转变为旋转运动。曲轴的旋转是发动机的动力源,也是整个机器的动力源。根据发动机汽缸的数目,曲轴一般分为单缸曲轴、双缸曲轴、三缸曲轴、四缸曲轴和六缸曲轴等,各曲柄颈均匀分布在主轴颈周围,根据曲柄颈数量的不同,各曲柄颈之间的角度分别互成 90° (四拐)、 120° (三拐、六拐)、 180° (两拐) 等,如六缸发动机曲轴包括七个主轴颈和六个曲柄颈,曲柄颈分别位于三个互成 120° 角的平面内。

曲轴的加工工艺复杂,特别是轴颈尺寸和形位公差要求很高,一般按 6 级精度制造,表面粗糙度 R_a 值不高于 $0.8\ \mu\text{m}$ 。轴颈表面需要热处理以提高其耐磨性,常用的热处理形式为氮化和高频淬火。

曲轴车削时,需要加工的关键部位是主轴颈和曲柄颈,主要的问题是如何增加曲轴的刚度和如何进行曲轴的装夹。

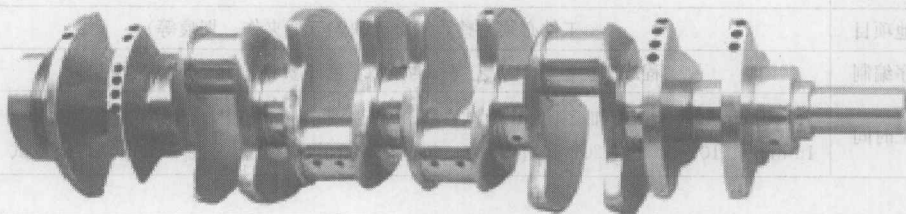


图 1—3 常见的发动机曲轴

一、多拐曲轴的装夹方法

1. 用偏心夹板装夹曲轴

对于两端无法钻制中心孔的曲轴,可在曲轴两端装上圆形偏心夹板,偏心夹板上有分度精确的中心孔,方法如图 1—4 所示。

在使用时,先用等高的 V 形架支撑曲轴两端的主轴颈(主轴颈的两端面已精加工),然后使用百分表找正,使圆形偏心夹板与主轴颈同心。再使圆形偏心夹板与曲轴相对固定,然后顶住圆形偏心夹板的中心孔加工。

为使偏心夹板安装位置正确,可在偏心夹板下面设计辅助基准面(由量块组成支撑部件),以便于找正两端主轴颈的中心。

安装偏心夹板后必须找正,对于圆形夹板,先将工件放在平板上的 V 形架上,两端套

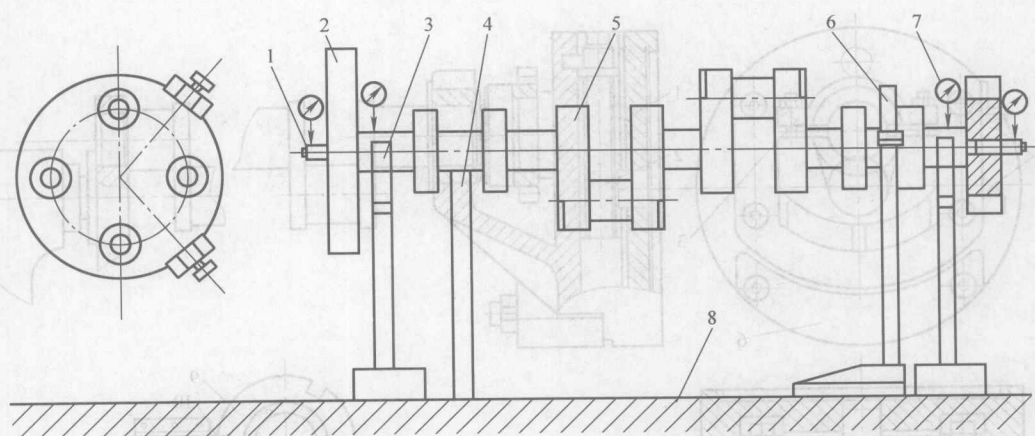


图 1—4 用圆形偏心夹板装夹曲轴

1—检验棒 2—圆形偏心夹板 3—V形架 4—量块 5—工件
6—游标高度尺 7—百分表 8—平板

上偏心夹板，用游标高度尺根据偏心夹板上的偏心中心找正各曲柄颈中心，紧固偏心夹板。对于有辅助基准的偏心夹板，可在曲柄颈下垫千斤顶，用游标高度尺根据偏心夹板上的偏心中心找正各曲柄颈中心；对于粗加工过的曲轴，也可用计算好的量块组垫在曲柄颈下面，找正曲柄颈中心，如图 1—5 所示。

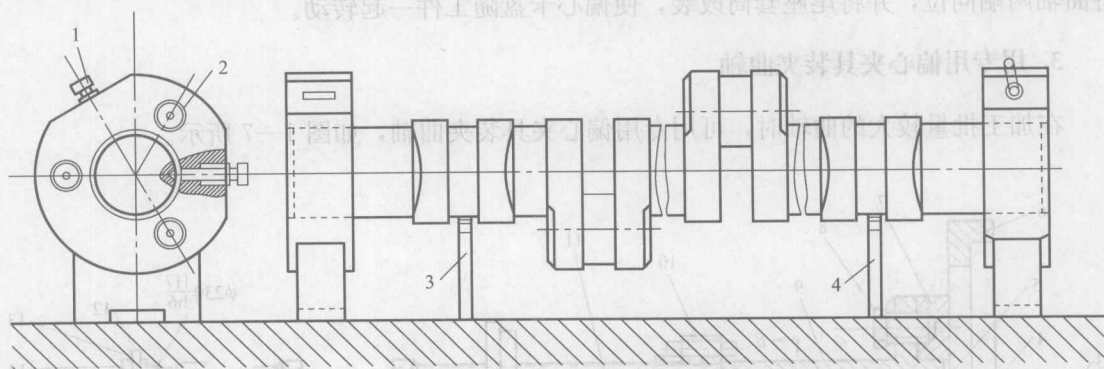


图 1—5 用有辅助基准的偏心夹板装夹曲轴

1—锁紧螺母 2—偏心中心孔 3、4—量块组

2. 用偏心卡盘装夹曲轴

用偏心卡盘装夹曲轴的方法如图 1—6 所示。

花盘 1 用螺钉固定在车床主轴的连接盘上，偏心卡盘体 4 与花盘 1 的燕尾槽相配合。曲轴装夹用偏心卡盘的半圆弧定位元件定位，用盖板 3 夹紧。偏心距用丝杠 2 调整，可在测量头 7、8 之间测量，偏心距调好后，用 T 形螺栓 5 紧固。一组曲柄颈车好后，用分度板 9 进行分度。分度前，先松开盖板 3，拉出定位销，将工件转过一个曲柄颈角度，定位销 10 插

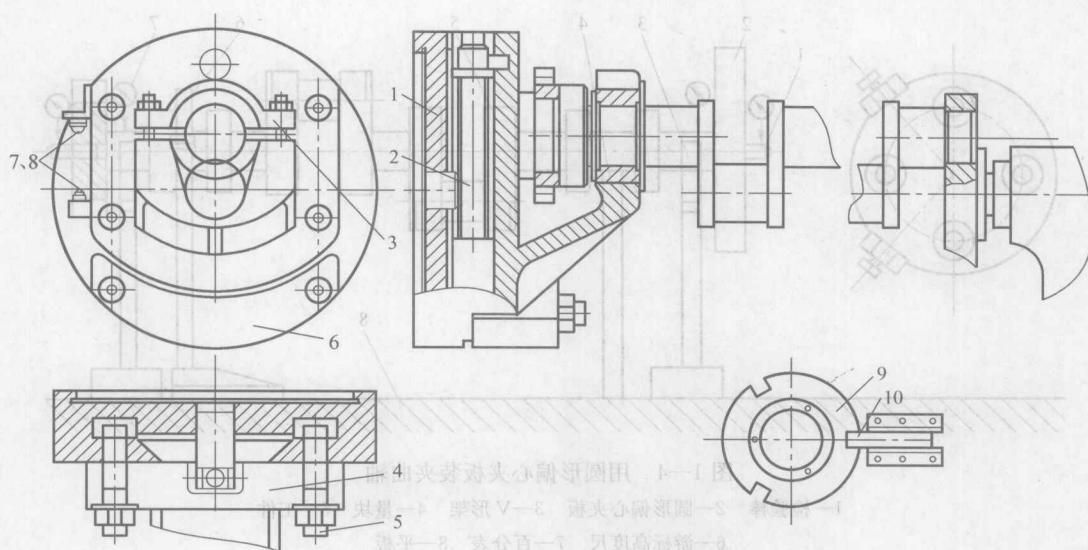


图 1-6 用偏心卡盘装夹曲轴

1—花盘 2—丝杠 3—盖板 4—偏心卡盘体 5—T形螺栓
6—平衡块 7、8—测量头 9—分度板 10—定位销

入分度板 9 的下一个分度槽中，最后将盖板 3 紧固。在车床尾座端应装上对应的偏心体，保持曲轴两端同位，并将尾座套筒改装，使偏心卡盘随工件一起转动。

3. 用专用偏心夹具装夹曲轴

在加工批量较大的曲轴时，可用专用偏心夹具装夹曲轴，如图 1-7 所示。

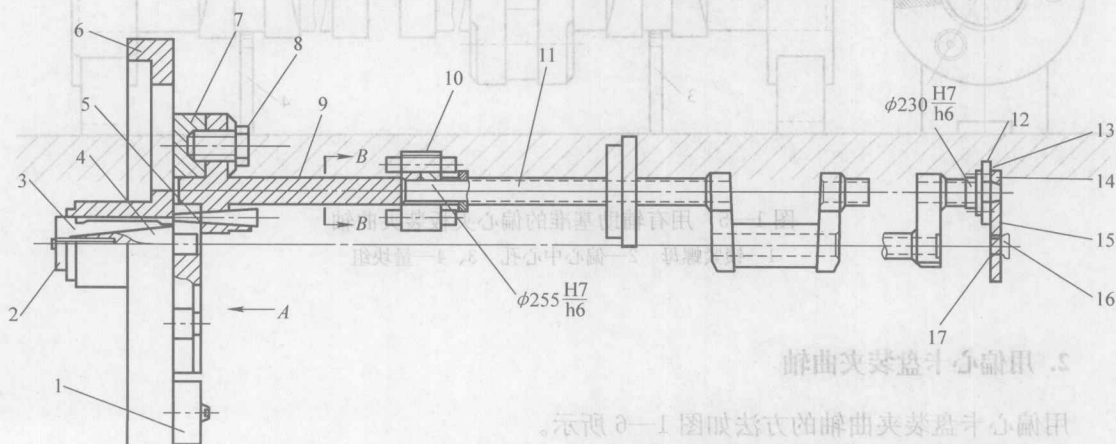


图 1-7 用专用偏心夹具装夹曲轴

曲轴。合用该夹具时，先将曲轴两端的车削面，用专用偏心夹具装夹，然后将曲轴两端的车削面，用专用偏心夹具装夹，最后将曲轴两端的车削面，用专用偏心夹具装夹。该夹具由偏心卡盘体、平衡块、测量头、分度板、定位销等组成。该夹具适用于加工批量较大的曲轴，能保证曲轴两端同位，并能随工件一起转动。

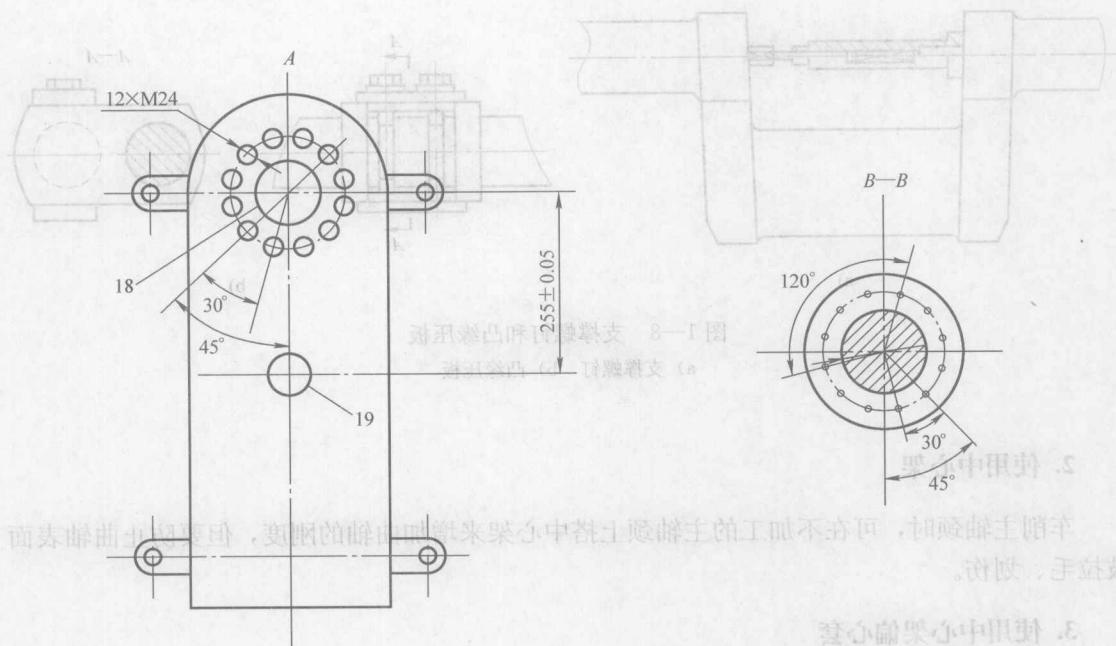


图 1—7 用专用偏心夹具装夹曲轴

- 1—平衡块 2—拉杆 3—主轴 4—心轴 5—圆锥销 6—花盘
7—偏心体 8、10、13—螺栓 9—分度盘 11—曲轴 12—连接体
14—对分式轴座 15—铜套 16—尾座 17—尾座轴颈
18—偏心孔 19—定位孔

偏心体 7 用心轴 4 定位并紧固在花盘上。曲轴 11 经分度盘 9 用螺栓 8 与偏心体 7 紧固。车床尾座端装有对分式轴座 14，铜套 15 与尾座轴颈 17 的间隙较小。分度时，要先拔出圆锥销 5，卸下螺栓 8，松开螺栓 13，然后转动曲轴和分度盘，进行分度，将圆锥销 5 插入下一个分度锥销孔中，紧固螺栓 8、13。

二、增加曲轴刚度的方法

1. 装支撑螺钉或凸缘压板

在不加工的曲柄颈和主轴颈之间装上几个支撑螺钉或几个凸缘压板，来增加曲轴的刚度，如图 1—8 所示。

使用支撑螺钉时，要保证每个螺钉都有足够的支撑力，防止螺钉甩出；更要注意防止支撑力过大，使曲轴变形，给加工精度造成影响。

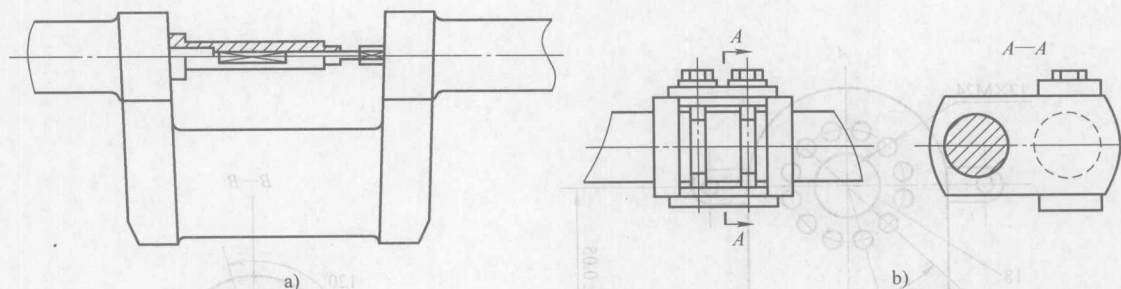


图 1—8 支撑螺钉和凸缘压板

a) 支撑螺钉 b) 凸缘压板

8

2. 使用中心架

车削主轴颈时，可在不加工的主轴颈上搭中心架来增加曲轴的刚度，但要防止曲轴表面被拉毛、划伤。

3. 使用中心架偏心套

在车削曲柄颈及扇板开挡时，可使用中心架偏心套。如图 1—9 所示，中心架偏心套装在主轴颈上，并用螺栓 1、盖板 2 夹紧，外缘用大型中心架 3 支撑。

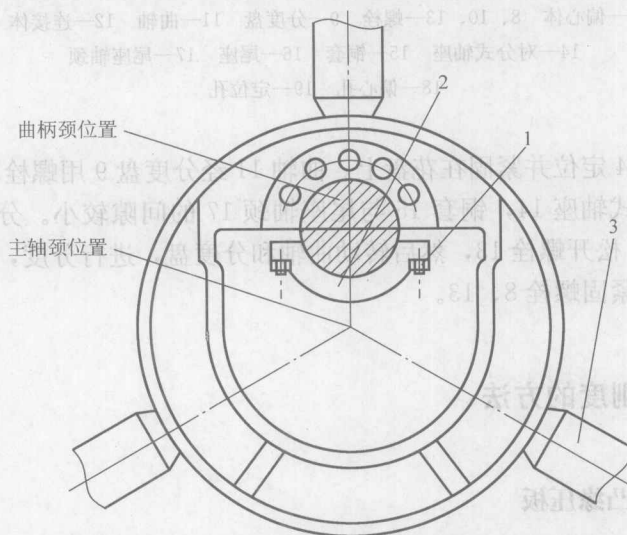


图 1—9 中心架偏心套

1—螺栓 2—盖板 3—中心架

三、曲轴的测量

曲轴的尺寸，轴颈间的同轴度、平行度的测量方法与一般轴类零件相似。曲柄颈夹角的测量有用分度头测量和用垫块测量两种方法。

1. 用分度头测量

用分度头测量曲柄颈夹角的操作方法如图 1—10 所示。

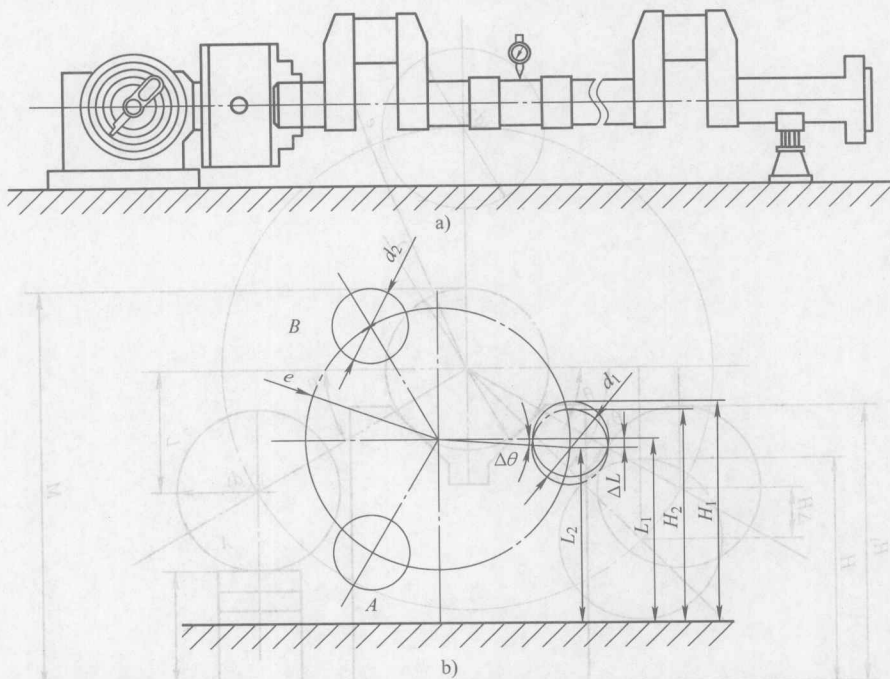


图 1—10 用分度头测量曲柄颈夹角

曲轴的一端用分度头的三爪自定心卡盘夹住，另一端用可调 V 形架支撑，分度头、V 形架放在平板上，先保证主轴颈轴线与平板的平行度在要求范围之内，将第一个曲柄颈转到水平位置，用百分表测量曲柄颈顶点高度；再将分度头旋转两曲柄颈的夹角，用百分表测量曲柄颈顶点高度。曲柄颈的夹角误差可用下式计算：

$$\sin \Delta \theta = \Delta L / e$$

$$L_1 = H_1 - d_1 / 2$$

$$L_2 = H_2 - d_2 / 2$$

$$\Delta L = (H_1 - H_2) - (d_2 - d_1) / 2$$

式中 $\Delta \theta$ ——两曲柄颈间夹角 ($^{\circ}$)；

ΔL ——两曲柄颈中心高度差 (mm)；

- e ——曲柄颈偏心距 (mm);
 L_1 、 L_2 ——两曲柄颈中心高度 (mm);
 H_1 、 H_2 ——两曲柄颈顶点高度 (mm);
 d_1 、 d_2 ——两曲柄颈直径 (mm)。

因普通分度头转角误差较大,当测量精度要求高时,可用光学分度头或精密分度板代替普通分度头。

2. 用垫块测量

用垫块测量曲柄颈角度误差方法如图 1—11 所示。

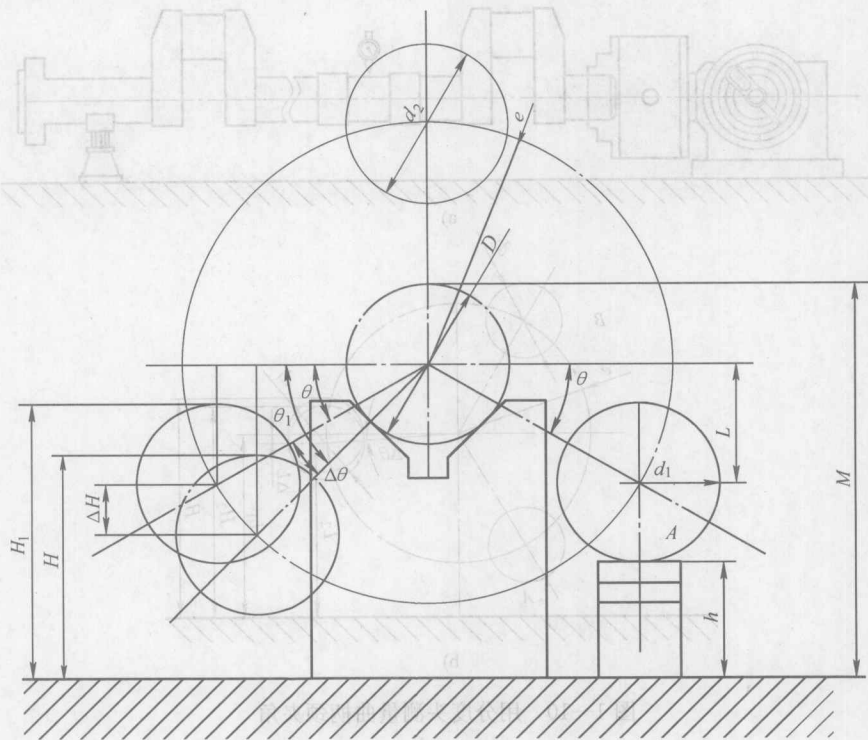


图 1—11 用垫块测量曲柄颈角度误差

曲轴支撑在 V 形架上,校正主轴颈轴线与平板平行,在曲柄颈下垫入垫块,垫块高度可用下式计算:

$$h = M - (D + d) / 2 - e \sin \theta$$

式中 h ——垫块高度 (mm);

M ——主轴颈外圆顶点高度 (mm);

D ——主轴颈实际直径尺寸 (mm);

d ——曲柄颈实际直径尺寸 (mm);

e ——曲柄颈偏心距 (mm);

θ ——曲柄颈与主轴颈中心平面的夹角 ($^{\circ}$)。

测量时,用百分表测量两曲柄颈顶点的高度差后,用下式计算曲柄颈的角度误差:

$$\Delta\theta=\theta_1-\theta$$

$$H=e\sin\theta+d_1/2$$

$$H_1=e\sin\theta_1+d_2/2$$

$$\Delta H=H_1-H=e(\sin\theta_1-\sin\theta)+(d_2-d_1)/2$$

$$\sin\theta_1=(e\sin\theta\pm\Delta H)/e$$

式中 $\Delta\theta$ ——两曲柄颈间夹角误差 ($^\circ$);

θ_1 ——无垫块曲柄颈与主轴中心平面的夹角 ($^\circ$);

θ ——有垫块曲柄颈与主轴中心平面的夹角 ($^\circ$);

e ——曲柄颈偏心距 (mm);

ΔH ——两曲柄颈中心高度差 (mm);

H 、 H_1 ——两曲柄颈顶点高度 (mm);

d_1 、 d_2 ——两曲柄颈直径 (mm)。

例:有一根 120° 等分六拐曲轴, 主轴颈直径 $D=225$ mm, 曲柄颈直径 $d=225$ mm, 偏心距 $e=225$ mm, 在 V 形架上主轴颈顶点高度 $M=460$ mm, 求垫块高度。若两曲柄颈高度差 $\Delta H=0.4$ mm, 求曲柄颈的角度误差。

解: $h=M-(D+d)/2-e\sin\theta$

$$=460-(225+225)/2-225\sin30^\circ=122.5\text{ mm}$$

$$\sin\theta_1=(e\sin\theta-\Delta H)/e=(225\sin30^\circ-0.4)/225=0.498$$

$$\Delta\theta=\theta_1-\theta=29^\circ53'-30^\circ=-7'$$

四、曲轴加工应遵循的工艺原则

1. 先面后孔

铣端面工序有两个作用: 保证曲轴的总长; 保证中心孔的质量。若端面不平, 则中心钻上两个切削刃的受力不均, 会导致钻头引偏而折断。这也是“先面后孔”原则的具体应用。

2. 保证中心孔定位精度

中心孔除影响曲轴的质量分布外, 还是曲轴加工的重要精基准, 直接影响曲轴的加工精度, 因此中心孔必须满足质量要求。但工件经过粗加工后, 中心孔的精度往往不可避免地受到影响, 所以在精加工之前, 必须对中心孔进行修研, 确保符合其技术要求。中心孔可用油石或橡胶砂轮修研。

打中心孔找出曲轴的几何中心来代替质量中心, 是以毛坯的外表作为基准。毛坯外表越光洁圆整, 打出的中心孔位置误差就越小。

3. 先粗车和粗磨

对于六拐曲轴, 必须先粗车和粗磨主轴颈。主轴颈是加工长度尺寸的一个基准, 其两侧