



专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

车 工

(技师技能 高级技师技能)

劳动和社会保障部组织编写
中国就业培训技术指导中心

CHEGONG CHEGONG



中国劳动社会保障出版社

专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

车 工

(技师技能 高级技师技能)

劳 动 和 社 会 保 障 部 组 织 编 写
中国就业培训技术指导中心

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

车工: 技师技能 高级技师技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2003

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-3733-0

I. …车 II. 劳… III. 车削-技术培训-教材 IV. TG51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 029359 号

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

北京北苑印刷有限责任公司印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 456 千字

2003 年 7 月第 1 版 2005 年 1 月第 2 次印刷

印数: 4000 册

定价: 34.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

国家职业资格培训教程

车 工

编审委员会名单

主 任 陈 宇

委 员 (以姓氏笔画为序)

王宝金 王保刚 刘永乐 刘永澎 闵红伍

李 玲 陈 蕾 姜社霞 袁 芳 徐晓萍

葛 玮 楼一光

主 编 雷午生 蒋增福

编 者 (以姓氏笔画为序)

余英英 李登龙 蒋增福 雷午生

主 审 何 强

前 言

为推动机械行业职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在车工从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——车工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——车工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，《教程》是针对车工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初、中、高、技师、高级技师5个级别进行编写的。《教程》的基础知识部分内容覆盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——车工（技师技能 高级技师技能）》适用于对车工技师、高级技师的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由雷午生、蒋增福、余英英、李登龙（中国一拖集团有限公司）编写，雷午生、蒋增福主编；何强（中国第一汽车集团公司）主审。

中国一拖集团有限公司承担了车工、机修钳工、装配钳工、维修电工4个职业的国家职业资格培训教程的组织编写工作，给予了大力支持，在此一并感谢！

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 技师技能

第一章 工艺准备	(1)
第一节 识图与绘图	(1)
第二节 制订加工工艺	(4)
第三节 工件定位与夹紧	(19)
第四节 刀具准备	(35)
第五节 编制程序(数控车床)	(52)
第六节 设备维护与保养	(67)
第二章 工件加工	(88)
第一节 大型精密轴类零件的加工	(88)
第二节 偏心件、曲轴的加工	(90)
第三节 复杂螺纹的车削	(98)
第四节 复杂套件的车削	(99)
第五节 工件加工(数控车床)	(106)
第三章 精度检验及误差分析	(115)
第四章 培训指导	(125)
第五章 管理	(126)
第一节 质量管理	(126)
第二节 生产管理基本知识	(136)

第二部分 高级技师技能

第六章 工艺准备	(141)
第一节 识图与绘图	(141)
第二节 制订加工工艺	(156)
第三节 工件定位与夹紧	(200)
第四节 刀具准备	(209)
第七章 工件加工	(223)
第一节 高难度、高精度工件的加工	(223)
第二节 技术攻关与工艺改进	(239)
第三节 畸形工件的加工	(242)

第八章 精度检验及误差分析	(269)
第九章 培训指导	(272)
附录1 数控车床常用词汇英汉对照表	(278)
附录2 常用外文资料英汉对照表	(281)

附录1 常用词汇

(1)	第一卷
(2)	第二卷
(3)	第三卷
(4)	第四卷
(5)	第五卷
(6)	第六卷
(7)	第七卷
(8)	第八卷
(9)	第九卷
(10)	第十卷
(11)	第十一卷
(12)	第十二卷
(13)	第十三卷
(14)	第十四卷
(15)	第十五卷
(16)	第十六卷
(17)	第十七卷
(18)	第十八卷
(19)	第十九卷
(20)	第二十卷
(21)	第二十一卷
(22)	第二十二卷
(23)	第二十三卷
(24)	第二十四卷
(25)	第二十五卷
(26)	第二十六卷
(27)	第二十七卷
(28)	第二十八卷
(29)	第二十九卷
(30)	第三十卷
(31)	第三十一卷
(32)	第三十二卷
(33)	第三十三卷
(34)	第三十四卷
(35)	第三十五卷
(36)	第三十六卷
(37)	第三十七卷
(38)	第三十八卷
(39)	第三十九卷
(40)	第四十卷
(41)	第四十一卷
(42)	第四十二卷
(43)	第四十三卷
(44)	第四十四卷
(45)	第四十五卷
(46)	第四十六卷
(47)	第四十七卷
(48)	第四十八卷
(49)	第四十九卷
(50)	第五十卷
(51)	第五十一卷
(52)	第五十二卷
(53)	第五十三卷
(54)	第五十四卷
(55)	第五十五卷
(56)	第五十六卷
(57)	第五十七卷
(58)	第五十八卷
(59)	第五十九卷
(60)	第六十卷
(61)	第六十一卷
(62)	第六十二卷
(63)	第六十三卷
(64)	第六十四卷
(65)	第六十五卷
(66)	第六十六卷
(67)	第六十七卷
(68)	第六十八卷
(69)	第六十九卷
(70)	第七十卷
(71)	第七十一卷
(72)	第七十二卷
(73)	第七十三卷
(74)	第七十四卷
(75)	第七十五卷
(76)	第七十六卷
(77)	第七十七卷
(78)	第七十八卷
(79)	第七十九卷
(80)	第八十卷
(81)	第八十一卷
(82)	第八十二卷
(83)	第八十三卷
(84)	第八十四卷
(85)	第八十五卷
(86)	第八十六卷
(87)	第八十七卷
(88)	第八十八卷
(89)	第八十九卷
(90)	第九十卷
(91)	第九十一卷
(92)	第九十二卷
(93)	第九十三卷
(94)	第九十四卷
(95)	第九十五卷
(96)	第九十六卷
(97)	第九十七卷
(98)	第九十八卷
(99)	第九十九卷
(100)	第一百卷

附录2 常用外文资料

(1)	第一卷
(2)	第二卷
(3)	第三卷
(4)	第四卷
(5)	第五卷
(6)	第六卷
(7)	第七卷
(8)	第八卷
(9)	第九卷
(10)	第十卷
(11)	第十一卷
(12)	第十二卷
(13)	第十三卷
(14)	第十四卷
(15)	第十五卷
(16)	第十六卷
(17)	第十七卷
(18)	第十八卷
(19)	第十九卷
(20)	第二十卷
(21)	第二十一卷
(22)	第二十二卷
(23)	第二十三卷
(24)	第二十四卷
(25)	第二十五卷
(26)	第二十六卷
(27)	第二十七卷
(28)	第二十八卷
(29)	第二十九卷
(30)	第三十卷
(31)	第三十一卷
(32)	第三十二卷
(33)	第三十三卷
(34)	第三十四卷
(35)	第三十五卷
(36)	第三十六卷
(37)	第三十七卷
(38)	第三十八卷
(39)	第三十九卷
(40)	第四十卷
(41)	第四十一卷
(42)	第四十二卷
(43)	第四十三卷
(44)	第四十四卷
(45)	第四十五卷
(46)	第四十六卷
(47)	第四十七卷
(48)	第四十八卷
(49)	第四十九卷
(50)	第五十卷
(51)	第五十一卷
(52)	第五十二卷
(53)	第五十三卷
(54)	第五十四卷
(55)	第五十五卷
(56)	第五十六卷
(57)	第五十七卷
(58)	第五十八卷
(59)	第五十九卷
(60)	第六十卷
(61)	第六十一卷
(62)	第六十二卷
(63)	第六十三卷
(64)	第六十四卷
(65)	第六十五卷
(66)	第六十六卷
(67)	第六十七卷
(68)	第六十八卷
(69)	第六十九卷
(70)	第七十卷
(71)	第七十一卷
(72)	第七十二卷
(73)	第七十三卷
(74)	第七十四卷
(75)	第七十五卷
(76)	第七十六卷
(77)	第七十七卷
(78)	第七十八卷
(79)	第七十九卷
(80)	第八十卷
(81)	第八十一卷
(82)	第八十二卷
(83)	第八十三卷
(84)	第八十四卷
(85)	第八十五卷
(86)	第八十六卷
(87)	第八十七卷
(88)	第八十八卷
(89)	第八十九卷
(90)	第九十卷
(91)	第九十一卷
(92)	第九十二卷
(93)	第九十三卷
(94)	第九十四卷
(95)	第九十五卷
(96)	第九十六卷
(97)	第九十七卷
(98)	第九十八卷
(99)	第九十九卷
(100)	第一百卷

第一部分 技师技能

第一章 工艺准备

第一节 识图与绘图

一、零件的测绘

零件的测绘就是按照零件实物绘出完整、准确的零件图,把零件的形体结构及其具体尺寸、尺寸精度、位置精度、表面粗糙度充分表达出来,也就是用绘制的零件图来描述零件实物。测绘过程是识图、绘图知识的综合运用,是车工技师的一种实用技能。

1. 零件形体的表达

(1) 分析零件形体

在绘制零件图之前要搞清楚该零件的形体结构,连接方式及相互之间的位置关系,过渡处特定曲面的形成等,为下一步绘图做准备。

(2) 选择零件的主视图

选择主视图就是确定零件怎样放置。选择主视图的一般原则是:

1) 主视图一般应符合零件的工作位置,零件的工作位置也就是该零件在装配体中的位置。

2) 主视图应能较多地反映零件的形状特征和位置特征,必要时可辅以剖视图、局部视图等手段。

3) 主视图应使其他视图较为简单或视图数目最少。这样可使视图既完整又简洁。

4) 主视图一般应符合该零件加工时主要工序的加工位置,以便于工人识图和加工。

(3) 确定其他视图

主视图选定之后,依照投影关系,确定侧视图、俯视图等其他视图。依据高相等、长对齐、宽相等的原则和投影原理绘制。

2. 零件图尺寸的标注

(1) 零件图尺寸标注的要求

1) 尺寸标注要求正确、完全、清晰。

2) 尺寸标注要合理。标注时应根据零件的功用、结构和工艺特点选择恰当的设计基准,而且要标注在最能表达其特征的位置。

(2) 设计基准

设计基准是根据零件的设计要求和零件结构而确定的,最好能与工艺基准重合,若无法重合,也要有尺寸联系,以便于加工和测量。设计基准一般是零件的中心线或平面等。在零件的长、宽、高三个方向,每一个方向至少应确定一个设计基准。

3. 零件图上的尺寸精度、几何形状精度、位置精度及表面粗糙度的标注

根据零件各表面的作用、运动特征、装配关系以及实践经验来确定每个尺寸的精度等级和配合性质,在有关国家标准手册上可查出具体的公差与表面粗糙度数值。

其他技术条件应书写在图样的标题栏附近。例如,对铸件毛坯的要求、除视图标注以外的表面粗糙度要求、自由公差等级、材料及热处理要求等。

二、根据装装配图拆画零件图

1. 识读装配图

(1) 装配图的定义

装配图是用来表达部件或机器的图样,它是表示部件或机器的工作原理、零件之间的装配关系和相互位置,以及装配、检验、安装时所需要的尺寸数据和技术要求的技术文件。

(2) 装配图的内容

装配图的内容是:一组视图、必要的尺寸、技术要求和标题栏。

装配图的一组视图所表达的是部件的功用、工作原理、零件间的装配关系,由各种视图、剖视图、剖面图组成,还有规定画法及其他特殊表达方法。装配图不要求把每个零件的形状完全表达清楚,所需标注的尺寸是与部件性能、装配、安装和运输等有关的少数尺寸。标题栏里应标明零件的编号、名称、材料和数量以及标准件的规格、数量、国家标准号码等。技术要求则是装配时的调整及加工说明,试验和检验的有关数据,技术性能指标及维护、保养、使用等注意事项的说明。

(3) 识读装配图

识读装配图的要求主要有三点:第一,了解装配件(机构或部件)的功用、性能和工作原理。第二,明确各零件的作用和它们的相对位置、装配关系以及各零件的装拆顺序。第三,了解零件(特别是几个主要零件)的结构形状。

2. 由装配图拆画零件图

在识读装配图的基础上拆画零件图,其方法是:

(1) 想像零件形状

在装配图中明确所拆画零件的图线,并想像零件的具体形状。当装配图中零件的表达由于其他零件间的遮挡或受简化画法的影响不够清楚时,可想像把遮挡件去掉,并根据其作用及其与相邻件的装配关系推想。

(2) 画出零件图

零件图的表达方案,不能完全照搬装配图中该零件的表达方法。零件在装配图中的位置是由整个装配体的表达方案决定的,不一定完全符合该零件的最优表达方法,所以应根据零件具体结构特点选取视图。当然其中主要件的视图一般应与其在装配图中相一致。

(3) 标注尺寸、书写技术要求

装配图中与所拆画零件的有关尺寸可直接标注。标准结构的尺寸可查阅有关资料。在装配图中有装配关系的尺寸,要注意协调,不可把接合面尺寸公差混淆,并应遵守零件图尺寸

标注规则。技术要求根据零件在装配图中的作用和要求确定。

(4) 拆画零件图时应注意的问题

1) 对某些零件，特别是机体形状较复杂的零件，在装配图中往往表达不完全，这就需要根据零件功用、零件结构知识和装配结构知识来加以补充和完善。

2) 零件上的工艺结构，如倒角、退刀槽、圆角、顶尖孔等，在装配图上一般省略不画，在拆画零件图时均应加上，并从标准中查取相关数据。

3) 装配图中已标出的零件尺寸可在装配图上按比例直接量取。装配图上没有表示出来的，则需自行设计。要注意各个零件之间相互关联的尺寸必须一致。

4) 与标准件相连接或配合的有关尺寸，如螺纹尺寸、装螺钉的孔径、销孔直径等，均要从有关的标准中查取。

5) 当零件有表面粗糙度、公差配合、形位公差的要求时，要根据装配关系，运用结构和工艺方面的知识加以判断和确定。

三、车床工装装配图画法举例

1. 浮动铰刀套筒装置

装配图如图 1—1 所示，分析其作用原理后，即可将装配图画出。绘图步骤一般是：

- (1) 画出中心线后，画出中间套，内锥为标准莫氏锥孔。
- (2) 画出钢球和圆柱销。
- (3) 画出套筒，外锥为标准莫氏外锥。

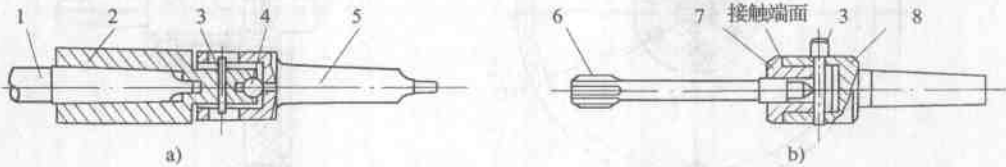


图 1—1 浮动铰刀套筒装置

a) 装圆锥柄铰刀 b) 装圆柱柄铰刀

1—圆锥柄铰刀 2—中间套 3—圆柱销 4—钢球 5—套筒 6—圆柱柄铰刀 7—衬套 8—套筒体

2. 定位夹紧装置

装配图如图 1—2 所示，明确其夹紧原理后，即可按以下步骤绘制：

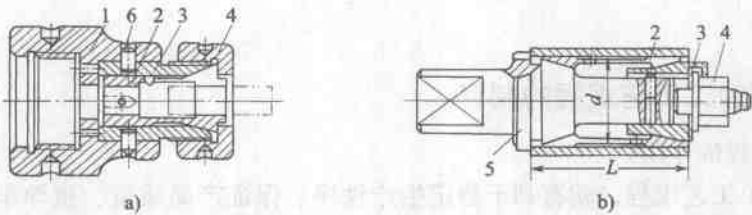


图 1—2 定位夹紧装置

a) 用内圆夹持工件 b) 用外圆支承工件

1—夹具体 2—弹簧夹头 3—锥套 4—螺母 5—心轴 6—圆柱销

(1) 画出中心线后, 用双点画线画出零件的夹持部分。

(2) 画出弹簧夹头 2。

(3) 画出锥套 3。

(4) 画出螺母 4。

(5) 画出圆柱销 6。

(6) 画出夹具体 1。

3. 车削偏心夹具

装配图如图 1—3 所示, 分析其工作原理后即按以下步骤绘制:

主视图和侧视图按投影关系同时画出。

(1) 画出偏心轴零件的中心线和夹具体中心线。

(2) 画出偏心轴工件。

(3) 画出内圆弧紧固件的平键。

(4) 画出偏心套。

(5) 画出夹具体。

(6) 画出螺钉。

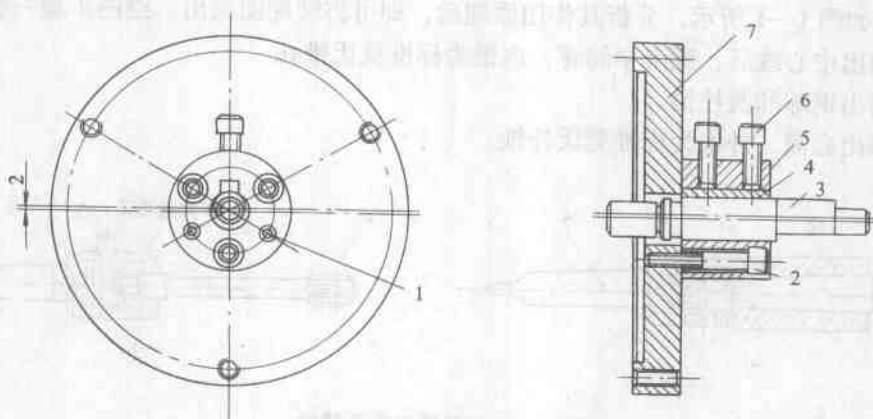


图 1—3 车削偏心夹具

1— $\phi 6$ 圆柱销 2—M8 $\times$ 40 mm 螺钉 3—偏心轴 4—平键 5—偏心套 6—M8 $\times$ 20 mm 螺钉 7—夹具体

第二节 制订加工工艺

一、机械加工工艺规程的制订

1. 工艺规程的作用

生产中有了工艺规程, 就有利于稳定生产秩序、保证产品质量、指导车间的生产工作, 便于计划和组织生产, 充分发挥设备的利用率。工艺规程是一切有关的生产人员都应严格执行、认真贯彻的纪律性文件。

另外, 在新产品试制中, 有了工艺规程, 就可以有计划地做好技术准备和生产准备工

作。例如,刀具、夹具、量具、辅具的设计、制造和采购,原材料、半成品、外购件的供应,人员的配备等。工艺规程也是交流和推广先进经验的工具,也是设计、扩建、改建工厂时,决定设备、人员、厂房面积、投资额的原始资料。

工艺规程不是一成不变的,在生产中也常常会出现问题,必须及时调整和改进。随着产品设计的改进,对产品质量和数量要求的提高,以及新工艺、新技术、新材料的应用,必须对现行工艺规程进行修订和调整。

2. 制订工艺规程的原始资料

(1) 产品的整套装配图和零件图。

(2) 产品验收的质量标准。

(3) 产品的生产纲领(年产量)和生产类型

生产纲领不同,生产规模也不同。按照产品的生产纲领及投入生产的批量或生产的连续性,可分为三种生产类型:

1) 单件生产。即单个生产不同结构和不同尺寸的产品,并且基本没有重复。例如,重型机器制造、专用设备制造、工装制造和新产品试制等。

2) 成批生产。一年中分批制造相同的产品,制造过程有一定的重复性(机床生产就是这样),或一次投入一定数量的相同产品,依照合同组织生产,产品是不断变换的,部分工具产品(刀具等)就属于批量生产。根据批量大小又可分为:小批生产、中批生产和大批生产。

3) 大量生产。产品数量很大,采用流水生产线生产,大多数设备都在重复进行某一个零件的某一道工序的加工。

(4) 毛坯情况

需要加工零件的毛坯材料以及对材料的技术要求等情况。

(5) 本厂的生产条件

制订工艺规程一定要符合现有的生产条件,要了解现有设备的规格、性能、技术状况,了解现有刀具、量具、夹具、辅具等工装的规格和精度,了解工人的技术水平等。当然必要时也可将工序向委托外厂加工,或设计、生产专用设备和工装设备。

(6) 国内外生产技术的发展情况

制订工艺规程时,要注意消化、吸收、引进、创新国内外的先进技术和先进经验,以制订出更合理、更先进的工艺规程。

3. 制订工艺规程的步骤

(1) 分析研究产品的装配图和零件图

分析研究产品图样主要分两方面进行。

1) 熟悉产品的性能、用途、工作条件,明确各零件的作用及装配位置,了解及研究各项技术条件的必要性,找出其主要技术要求和关键技术问题。

2) 对产品图样进行工艺性审查。审查的主要内容是:图样上规定的各项技术要求是否合理,零件结构的工艺性是否良好,是否缺少必要的尺寸、视图或技术条件。如果发现问题应及时提出,会同设计人员讨论修改。

(2) 确定毛坯

根据产品图样审查毛坯的材料及制造方法是否合适,从工艺角度(如定位夹紧、加工

余量及结构工艺性等)对毛坯制造提出要求。必要时应和毛坯车间共同确定毛坯图。如果可能应考虑采用精密铸造、精密锻造、冷轧、冷挤压、粉末冶金等方法或异型钢材、工程塑料等材料制造毛坯,以减少机械加工量,甚至不需要机械加工。

(3) 拟订工艺路线,选择定位基面

这是制订工艺规程中关键的一步,需要提出几个方案,进行分析对比,寻求最能保证质量,最经济合理的方案。这里包括:确定加工方法,安排加工顺序,确定定位夹紧方法,安排热处理、检验及其他辅助工序(如去毛刺、倒角等)。

(4) 确定各工序采用的设备

如果需要改装设备或自制专用设备,则应提出具体的设计任务,并编写设计任务书。

(5) 确定各工序所采用的刀具、夹具、量具、辅具,若需设计专用的工装,则应提出具体的设计任务,并编写设计任务书。

(6) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。

(7) 确定各工序的加工余量、计算工序尺寸和公差。

(8) 确定切削用量。

(9) 确定工时定额。

(10) 填写工艺文件。

二、制订工艺规程时需要解决的主要问题

1. 定位基准的选择

(1) 基准的分类

基准就是零件上用来确定其他点、线、面的位置的那些点、线、面。按基准功用的不同,分为设计基准和工艺基准两大类。

1) 设计基准。在零件图上用来确定其他点、线、面的位置的基准。

2) 工艺基准。在加工及装配过程中使用的基准。按作用不同又分为:

① 定位基准。在加工中使工件在机床或夹具上占有正确位置所采用的基准。

② 测量基准。检验时使用的基准。

③ 装配基准。在装配时用来确定零件或部件在产品中的位置所采用的基准。

(2) 粗基准的选择原则

在选择粗基准时,考虑的重点是如何保证各加工表面有足够的余量,使不加工表面与加工表面间的尺寸、位置符合图样要求。因此选择粗基准的原则是:

1) 选择不加工表面作为粗基准。

2) 对所有表面都需要加工的零件,选择余量最小的表面作为粗基准。如图1—4所示,该轴A段余量小,B段余量较大,粗车时应找正A段,适当考虑B段的加工余量,就不会因毛坯位置偏移而使余量小的部分加工不出来。

3) 选择比较牢固可靠的表面作为粗基准,使工件不会产生夹紧变形或松动。

4) 选择平整光滑的表面作为粗基准。粗基准不应有浇口、冒口、飞边、毛刺和其他缺陷,以免定位不准确。

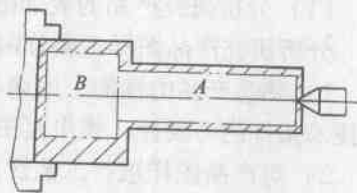


图1—4 车轴时粗基准的选择

5) 粗基准只能用一次。粗基准精度低, 表面粗糙, 若重复使用毛坯面定位, 会使加工表面产生较大的误差。

(3) 精基准的选择原则

1) 尽可能采用设计基准或装配基准作为定位基准。一般的套、齿轮和带轮, 在精加工时利用心轴以内孔定位加工外圆及其他表面, 定位基准同装配基准重合, 装配时容易达到设计要求的精度。

2) 尽可能使定位基准和测量基准重合。车削图 1—5a 所示的套, 长度方向的测量基准是 A 面, 采用图 1—5b 所示的心轴加工时, 定位基准与测量基准重合, 如果没有基准不重合的误差, 该长度尺寸精度就易于保证。若采用图 1—5c 所示的定位方法, 显然因受凹台深度误差的影响, 该尺寸的公差就较难以保证了。

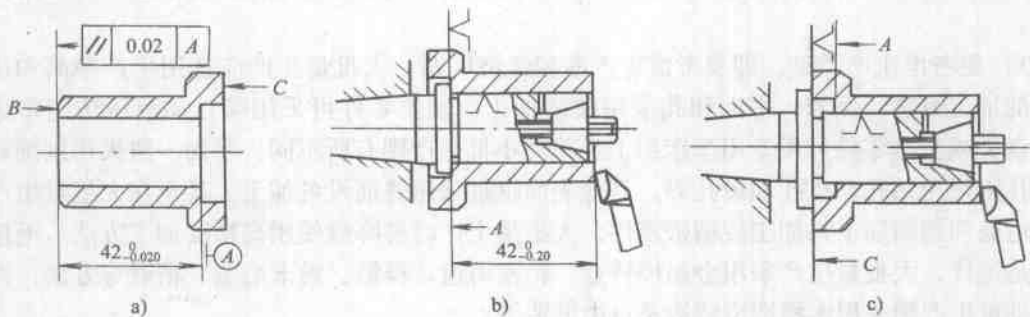


图 1—5 车套时精基准的选择

a) 工件 b) 直接定位 c) 间接定位

3) 尽可能使基准统一。基准统一, 可使加工误差减少, 装夹方便。如一般轴类工件, 车、铣、磨等工序中, 应始终用中心孔作为精基准。

4) 选择面积较大、精度较高、装夹稳定可靠的表面作为精基准。

对于精基准选择, 应考虑的重点是如何减少误差, 提高定位精度。在实际生产中, 应根据具体情况进行分析, 为保证主要技术要求, 选择最有利的精基准。

2. 工艺路线的拟订

拟订工艺路线是制订工艺规程中关键性的一步, 它与定位基准的选择有密切的关系。应该多提出一些方案, 加以分析、比较。工艺路线不但影响加工的质量和效率, 而且影响到工人的劳动强度、设备投资、厂房面积、生产成本等问题, 确定工艺路线必须严谨、合理。

在拟订工艺路线时要考虑以下四个方面的问题:

(1) 加工方法的选择

选择零件表面的加工方法必须在达到图样要求方面是稳定而可靠的, 并在生产率和加工成本方面是最经济、合理的。也就是要选择既能保证技术质量, 又能达到经济精度和经济粗糙度的加工方法。

经济精度和经济粗糙度是指在正常生产条件下, 零件加工后所能达到的公差等级和表面粗糙度参数值。所谓正常生产条件是指采用符合质量要求的设备; 使用必须的刀具和适当质

量的夹具；生产人员要具有一定的熟练程度；合理的工时定额等。

各种加工方法所能达到的经济精度和经济粗糙度等级，以及各种典型表面的加工方法均已制成表格，在机械加工的各种手册中都能找到。还需指出，这是在一般情况下可能达到的精度和表面粗糙度，在具体情况下是会有差别的。随着生产技术的发展，工艺水平的提高，同一种加工方法所能达到的精度和表面粗糙度等级也会提高。

选择加工方法常根据经验和通过查表来确定，再根据实际情况或通过工艺试验进行修改。满足同样精度要求的加工方法一般会有若干种，所以选择时应考虑下列因素：

1) 要考虑工件材料的性质。例如，淬火钢的精加工要用磨削，有色金属的精加工则要用车削或镗削。

2) 要考虑工件的形状和尺寸。例如，对于公差为 IT7 的孔采用镗削、铰削、拉削和磨削等都可，但箱体上的孔一般不宜采用拉削或磨削，而常采用镗孔（大孔）和铰孔（小孔）。

3) 要考虑生产类型。即要考虑生产率和经济问题。大批量生产应选用生产率高和质量稳定的加工方法。例如，平面和孔采用拉削加工，轴类零件可采用半自动液压仿型车床加工，盘类或套类零件可用专用车床加工。单件小批生产则有所不同，平面一般采用刨削和铣削，孔则采用钻孔、扩孔和铰孔等。其他表面也都采用普通设备加工。甚至在大批量生产中采用珩磨和超精加工来加工较精密零件，大批量生产时常降级使用高精度加工方法。毛坯生产也是这样，大批量生产采用金属模铸造、精密铸造、模锻、粉末冶金、精锻等方法，而单件小批量生产则采用木模造型铸造及自由锻造等。

4) 考虑具体生产条件。要充分利用现有设备和工艺手段，发挥创造性，挖掘企业潜力。还要重视新工艺和新技术的应用，提高工艺水平。有时因设备负荷原因，需改用其他加工方法。

5) 考虑特殊要求。如表面纹路方向的要求，铰削及镗削孔的纹路方向与拉削的纹路方向是不同的，应根据设计的特殊要求选择相应的加工方法。

(2) 加工阶段的划分

零件的加工质量要求较高时，都应划分阶段：

1) 粗加工阶段。这个阶段要切除较大的加工余量，因此主要问题是如何获得较高的生产率。

2) 半精加工阶段。在这一阶段中应为主要表面的精加工做好准备（达到一定的加工精度，保证一定的精加工余量），并完成一些次要表面的加工，如钻孔、攻螺纹、铣键槽等，一般都在热处理之前进行。

3) 精加工阶段。这一阶段要保证各主要表面达到图样规定的质量要求。

4) 光整加工阶段。对于精度要求很高、表面粗糙度参数值很小（标准公差 6 级及 6 级以上，表面粗糙度 $R_a \leq 0.32 \mu\text{m}$ ）的零件，还要有光整加工阶段以提高加工的尺寸精度和降低表面粗糙度。光整加工阶段一般不用以提高位置精度和形状精度。

(3) 划分加工阶段的理由

1) 粗加工阶段中切除金属较多，产生的切削力和切削热都较大，夹紧力也较大，使工件产生的内应力和变形也大，由此产生的加工误差可通过半精加工及精加工逐步得到纠正，从而保证加工质量。同时各阶段之间的时间间隔相当于自然时效，有利于消除工件的内应

力,使工件有变形的时间,以便在后道工序中加以修正。

2) 有利于合理使用设备。粗加工要求使用功率大、刚性好、生产率高、精度要求不高的设备。精加工则要求使用精度高的设备。划分加工阶段后,就可以充分发挥粗加工和精加工设备的特点,避免以精代粗,做到合理使用设备。

3) 便于安排热处理工序,充分发挥热处理的效果。粗加工后工件残余应力大,可进行时效处理,消除残余应力,热处理引起的变形也可在精加工中消除。

4) 便于及时发现毛坯缺陷。毛坯的各种缺陷如气孔、砂眼和加工余量不足等,在粗加工后即可发现,可及时修补或报废,以免继续加工后造成更大的浪费。

5) 精加工、光整加工安排在后道工序,可保护精加工和光整加工过的表面少受磕碰损坏。

应当指出上述阶段的划分不是绝对的。当加工质量要求不高、工件刚性足够、毛坯质量高、加工余量小时,则可不划分加工阶段,如在自动机床上加工的零件。有些重型零件,由于安装、运输困难,常不划分加工阶段,在一次安装下完成全部粗加工和精加工,或在粗加工后松开夹紧,消除夹紧变形,然后再用较小的夹紧力重新夹紧,进行精加工。但是,对精度要求高的重型零件,仍要划分加工阶段,并安排适当的热处理工序。这就需要根据具体情况而定。

(4) 工序的集中与分散

工序集中与分散是拟订工艺路线时确定工序数目(或工序内容多少)的两个不同的原则,它和设备类型的选择有密切的关系。

1) 工序集中。工序集中就是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。采用技术措施的集中称为机械集中,如多刃、多刀、多轴机床、自动机床、加工中心和柔性生产线等;采用人为的组织措施的集中称为组织集中,如在普通车床上进行顺序加工。

工序集中(指机械集中)的特点如下:

- ①采用高效专用设备和工装,生产率高。
- ②工件装夹次数减少,易于保证表面间的位置精度,减少工序间的运输量,缩短生产周期。
- ③工序数目少,可减少机床数量、操作工人及生产面积,简化生产计划和生产组织工作。组织集中也具有这一特点。
- ④采用结构复杂的专用设备及工艺装备,因而使投资增大,调整和维修复杂,生产准备工作量大,转换新产品比较费时。

2) 工序分散。工序分散就是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,最少时每道工序仅有一个简单工步。

工序分散的特点如下:

- ①设备及工艺装备比较简单,调整和维修方便,工人容易掌握,生产准备工作量少,易于平衡工序时间,适应产品更换。
- ②可采用最合理的切削用量,减少基本时间。
- ③设备数量多,操作工人多,占用生产面积大。

工序集中和工序分散各有特点,应根据生产类型、现有生产条件、工件情况等进行分析

后选用。

单件小批生产一般采用组织集中。成批生产使用高效设备,一般采用适当集中工序的方法。大批量生产使用较复杂的高效设备,多采用工序集中。结构简单的工件生产(如轴承),可采用工序分散。重型工件生产采用工序集中。精度高、刚性差的精密工件生产采用工序分散。

目前机械加工生产的发展趋势是倾向于工序集中。

(5) 加工顺序的安排

1) 切削加工顺序。切削加工顺序的安排要遵循以下原则:

①先粗后精。先安排粗加工,中间安排半精加工,最后安排精加工和光整加工。

②先主后次。先安排主要表面的加工,后安排次要表面的加工。主要表面指装配基面、工作表面等,次要表面指非工作表面。

③先基面后其他。加工一开始,总是先把基面加工出来,再加工其他表面。

④先面后孔。箱体、支架等工件应先加工平面后加工孔。平面大而平整,作为基面稳定可靠,容易保证孔与平面的位置精度。

为了保证加工质量,有些零件的最后精加工必须放在装配之后或在总装过程中进行。

2) 热处理工序。热处理工序主要用来改善材料的性能及消除内应力。一般可分为:

①预备热处理。应安排在机械加工之前,以改善切削性能、消除毛坯加工时的内应力。如含碳量超过0.5%的碳钢,一般采用退火,以降低硬度;含碳量不大于0.5%的碳钢,一般采用正火,以提高硬度,使切削时切屑不粘刀,表面较光滑。

②最终热处理。应安排在半精加工之后和磨削加工之前(但氮化处理应安排在精磨之后),主要用于提高材料的强度及硬度。如淬火一回火,由于淬火后材料的塑性和韧性很差,有很大的内应力,易于开裂,组织不稳定,材料的性能和尺寸会发生变化等原因,淬火后必须进行回火。其中调质处理能获得良好的综合机械性能,也常作为一些零件的最终热处理。

③去除内应力处理。最好安排在粗加工之后,精加工之前。如人工时效、退火处理。对于精度要求很高的零件,在粗加工和半精加工过程中要经过多次去除内应力退火处理,在粗精磨过程中还要经过多次人工时效处理。为了消除残余奥氏体,使尺寸稳定不变,还要采用深冷处理。如精密丝杠、精密轴承、精密量具、油泵油嘴偶件等。

3) 辅助工序。辅助工序安排不当或遗漏,会给后续工序和装配带来困难,从而影响产品质量,甚至不能使用。辅助工序包括检验、去毛刺、去磁、平衡、倒棱边、清洗、涂防锈油等。

4) 检验工序。检验工序是必不可少的,除各工序操作者自检外,下列情况还应单独安排检验工序:粗加工结束后,送外车间加工前、后,重要工序加工前、后,全部工序加工完成后。

3. 加工余量的确定

加工余量是指在加工过程中,切去的金属层厚度。工序余量是相邻两工序的工序尺寸之差。加工总余量(毛坯余量)是毛坯尺寸与工件设计尺寸之差,即各工序余量之和。

回转表面的加工余量是指双边余量,切削层厚度为加工余量的一半;回转表面加工余量如图1—6所示。平面的加工余量指单边余量,等于切削层厚度,平面加工余量如图1—7所示。