



专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

装配钳工

(初级技能 中级技能 高级技能)

劳动和社会保障部
中国就业培训技术指导中心组织编写



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

装 配 钳 工

(初级技能 中级技能 高级技能)

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

版权所有

翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

装配钳工: 初级技能 中级技能 高级技能/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, 2002.12

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-3734-9

I. 装… II. 劳… III. 安装钳工-技术培训-教材 IV. TG946

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 101243 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

国防工业出版社印刷厂印刷 北京助学印刷厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 437 千字

2002 年 12 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

印数: 10 100 册

定价: 31.00 元

读者服务部电话: 64929211

发行部电话: 64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

国家职业资格培训教程

装 配 钳 工

编审委员会

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 胡战伟

编 者 (以姓氏笔画为序)

杜百灿 胡战伟 郭学军

主 审 邓拥军

前 言

为推动装配钳工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在装配钳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——装配钳工》（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——装配钳工》（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》是针对装配钳工职业活动的领域，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——装配钳工（初级技能 中级技能 高级技能）》适用于对初级、中级、高级装配钳工的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由胡战伟、杜百灿、郭学军编写，胡战伟主编；邓拥军审稿。

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 初级装配钳工工作技能

第一章 工艺准备	(1)
第一节 读图	(1)
第二节 编制加工工艺过程	(6)
第二章 加工与装配	(17)
第一节 划线	(17)
第二节 钻孔、铰孔	(20)
第三节 刮削	(23)
第四节 研磨	(30)
第五节 矫正与弯曲	(34)
第六节 铆接、焊接、粘结	(38)
第七节 装配与调整	(45)
第八节 常用起重设备及安全操作规程	(66)
第九节 钳工常用设备的使用与维护	(68)
第三章 精度检验	(70)
第一节 量具的使用	(70)
第二节 机床外观检验	(74)
第三节 机床试车及精度检验	(79)
第四章 钻床的操作规程和维护保养	(88)

第二部分 中级装配钳工工作技能

第五章 工艺准备	(90)
第一节 读图与绘图	(90)
第二节 编制装配工艺	(100)
第六章 加工与装配	(105)
第一节 划线	(105)
第二节 钻孔	(111)
第三节 刮削	(126)
第四节 研磨	(131)
第五节 旋转体的静平衡	(132)

第六节 装配与调整·····	(135)
第七章 精度检验 ·····	(148)
第一节 常用量仪的结构、工作原理和使用方法·····	(148)
第二节 机床精度检验·····	(153)
第八章 钻床及故障排除 ·····	(168)
第一节 钻床·····	(168)
第二节 立式钻床常见故障及排除方法·····	(169)

第三部分 高级装配钳工工作技能

第九章 工艺准备 ·····	(172)
第一节 读图与绘图·····	(172)
第二节 编制加工、装配工艺·····	(179)
第十章 加工与装配 ·····	(183)
第一节 划线·····	(183)
第二节 钻(铰)高精度孔系·····	(189)
第三节 刮削·····	(192)
第四节 研磨·····	(194)
第五节 旋转体的动平衡·····	(195)
第六节 装配与调整·····	(198)
第十一章 精度检验 ·····	(256)
第一节 装配质量检验·····	(256)
第二节 机床空运转试验中出现的故障及排除方法·····	(266)
第三节 机床加工试件中常见故障及解决方法·····	(269)

第一部分 初级装配钳工工作技能

第一章 工艺准备

第一节 读图

一、读端盖零件图 (如图 1—1 所示)

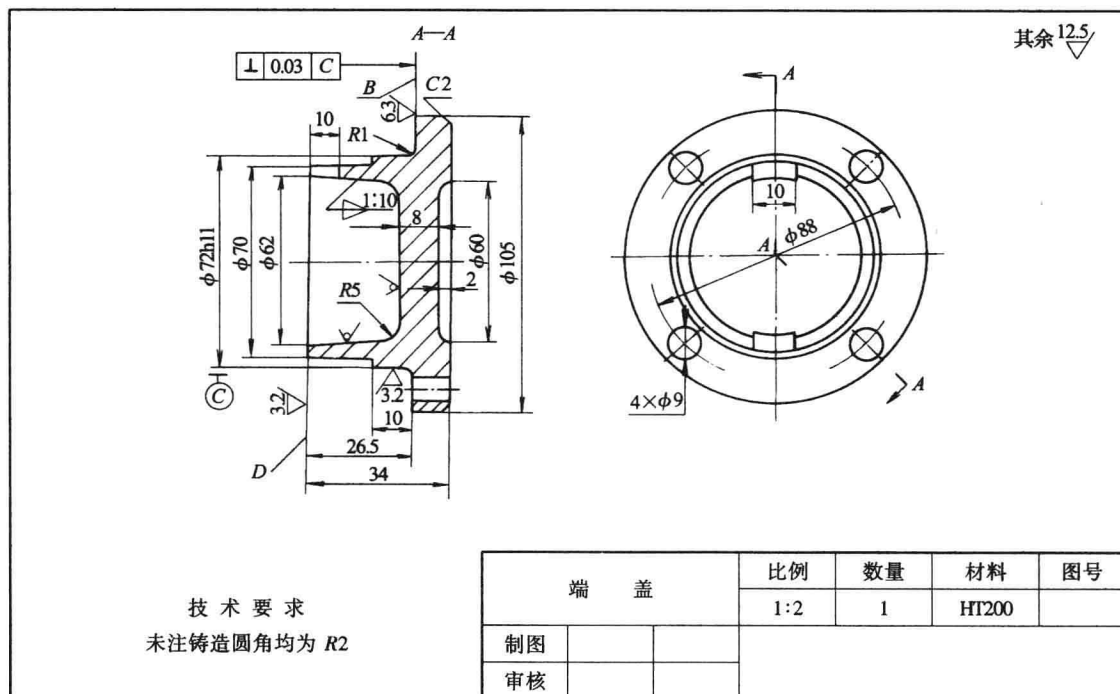


图 1—1 端盖零件图

1. 看标题栏

从标题栏可知,零件名称是“端盖”,材料是灰铸铁 HT200,比例为 1:2 (表示零件的实际大小是图形的 2 倍)。

2. 视图分析

端盖采用两个基本视图表达——主视图和左视图。主视图按加工位置投射,轴线水平放

置，并作旋转剖的全剖视，以表达端盖上孔及槽的内部结构。左视图表达端盖的基本外形和4个圆孔、2个方槽的分布情况。端盖右端有与主体同轴、深为2 mm的沉孔 $\phi 60$ mm；左端圆柱内铸有大端直径为 $\phi 62$ mm、锥度为1:10的锥孔；盖圆盘上均布有4个 $\phi 9$ mm的通孔；垂直方向有对称的长、宽均为10 mm的方槽2个。

3. 尺寸分析

径向尺寸的基准是轴线，长度方向尺寸的主要基准是 $\phi 105$ mm端盖左端的配合面 B， $\phi 70$ mm左端面 D 为长度方向尺寸的辅助基准，以确定总长为34 mm。

4. 看技术要求

图中 $\phi 72h11$ 是配合尺寸。为满足端盖的配合要求， $\phi 70$ mm左端面和 $\phi 72h11$ 圆柱面的表面粗糙度 R_a 值为 $3.2\mu\text{m}$ ， $\phi 105$ mm圆柱左端面表面粗糙度 R_a 值为 $6.3\mu\text{m}$ ；锥坑内表面为铸造毛坯面；其余加工面 R_a 值均为 $12.5\mu\text{m}$ 。此外，对 $\phi 105$ mm左端面对 $\phi 72h11$ 轴线的垂直度公差为 0.03 mm。未注铸造圆角均为R2 mm。

二、读车床尾座空心套零件图（如图 1—2 所示）

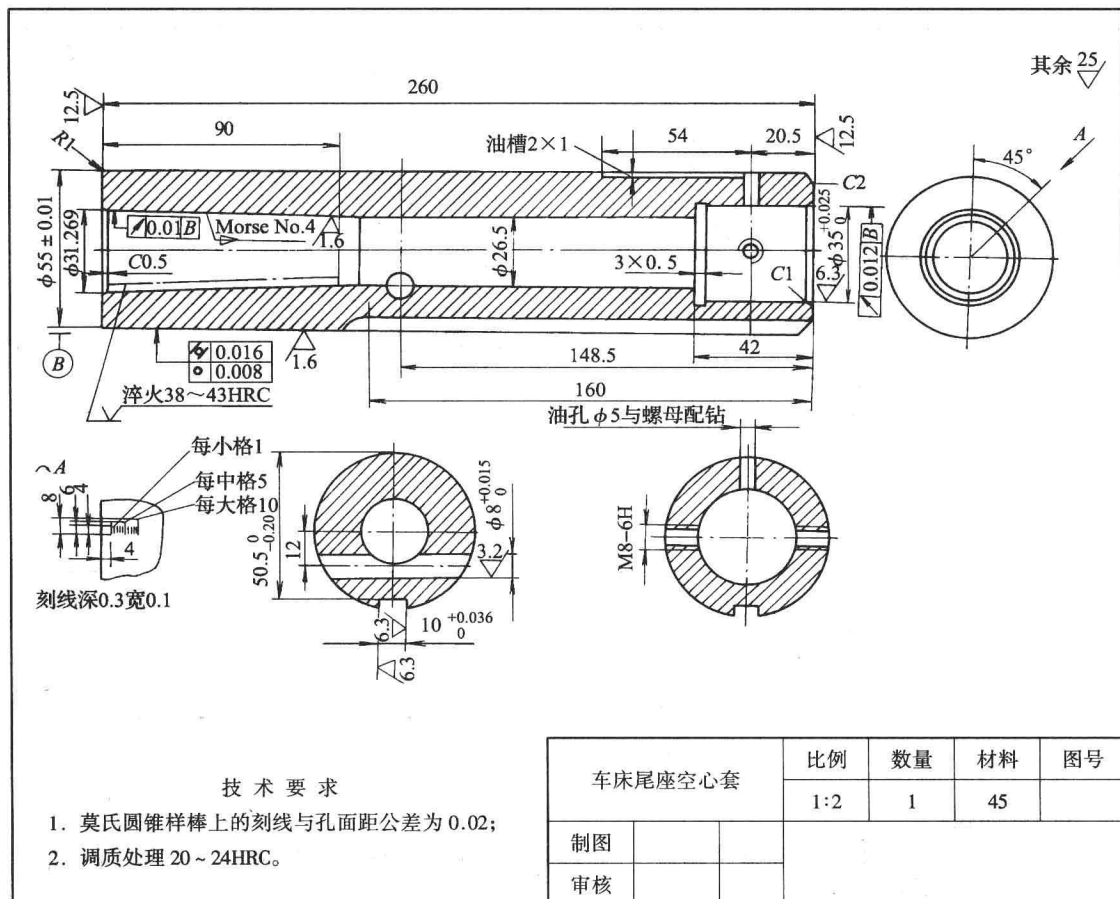


图 1—2 车床尾座空心套零件图

1. 看标题栏

从标题栏可知,零件名称为车床尾座空心套,材料为45优质碳素结构钢,比例为1:2。

2. 视图分析

采用一个主视图、一个左视图、一个A向斜视图和两个移出剖面图表示。主视图为全剖视图,表明了零件的内部基本形状。空心套的外形为圆柱体,外径为 $\phi 55\text{mm}$ 、长度为260mm,中间是由莫氏4号锥孔和 $\phi 26.5\text{mm}$ 、 $\phi 35\text{mm}$ 圆柱孔组成的通孔。A向斜视图表示空心套前上方外圆表面上的刻线情况。两剖面图表明键槽及空心套上油孔及螺孔的位置。

3. 尺寸分析

轴套类零件,其基本形状是同轴回转体,因此其轴线作为径向尺寸基准,以重要的端面作为长度方向尺寸基准。内孔的中段 $\phi 26.5\text{mm}$ 圆柱孔和左端莫氏4号锥孔,图中没有给出长度尺寸,表示这两段的长度可以自然形成。图中个别尺寸注有文字说明,例如:“油孔 $\phi 5$ 与螺母配钻”,表示这个孔是在装配时与相配螺母一起加工。

4. 看技术要求

图中注有极限偏差的尺寸都是重要尺寸。有3处形位公差的标注,分别表示外圆 $\phi 55\text{mm}$ 的圆度公差值为0.008mm,圆柱度公差值为0.016mm;两端锥孔及 $\phi 35$ 圆柱孔对轴线的圆跳动公差分别为0.01mm和0.012mm。

图1—2中所有表面都有表面粗糙度要求,其中外圆面和内锥面要求最高,表面粗糙度 R_a 值为 $1.6\mu\text{m}$ 。

此外,图1—2中还有文字说明的技术要求:第1条规定了锥孔加工时的检验误差;第2条是热处理要求,表面除左端90mm长的一段锥孔内表面要求淬火,达到硬度为38~43HRC外,零件整体要进行调质处理,要求硬度为20~24HRC。

三、读虎钳装配图(如图1—3所示)

1. 装配图的作用

装配图是表达设计意图和进行技术交流的重要工具。它在新产品设计、旧产品更新改造和对已有机器的仿造、维修等方面起着重要的作用。装配图是制定装配工艺规程和指导生产的技术依据。

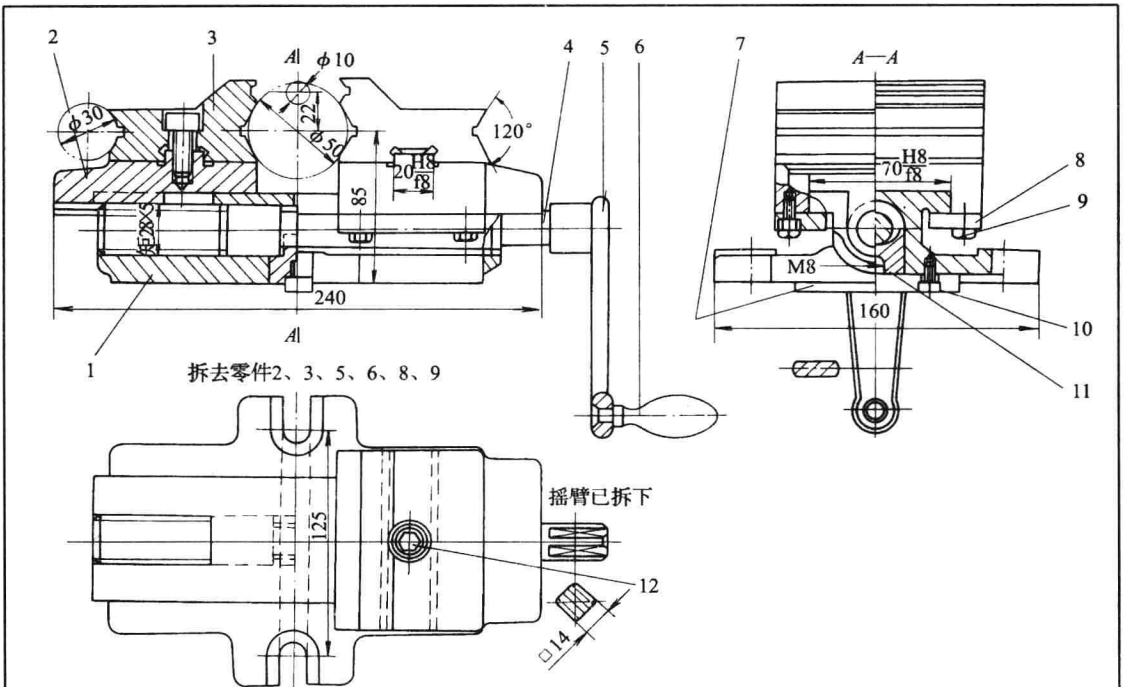
2. 装配图的内容

装配图主要有标题栏、明细表、零(部)件编号、一组视图、必要的尺寸和技术要求等内容。标题栏主要说明装配体的名称、比例、质量等。明细表主要说明组成装配体的各个零(部)件的名称、代号、材料、数量等。零件编号(或序号)主要便于看图时找到零件在装配体中的位置。一组视图用以表达装配体的结构特点、装配关系、零件之间的相对位置、运动传递以及主要零件的基本形状轮廓等。装配图上的尺寸不是用以表示定形和定位,而是从装配、安装、检验、运输等方面的需要标注必要的少量尺寸。技术要求用以说明装配体的性能和装配、检验、调试、安装、使用等须满足的技术条件。

3. 装配图的表达方法

(1) 装配图的规定画法(以图1—3为例)

1) 两相邻零件的接触面或配合面只画一条线。但当两相邻零件的基本尺寸不同时,即使间隙很小也要画两条线(如图1—3中螺钉10穿过螺钉孔)。



技术要求

1. 虎钳装配好以后应转动灵活;
2. 半螺母运动时无卡死现象。

12	GB 70—85	螺钉 M12 × 25	35	2	
11		挡块	Q235	1	
10	GB 65—85	螺钉 M5 × 5	35	2	
9	GB 70—85	螺钉 M6 × 20	35	8	
8		压板	45	4	
7		定位键	45	1	
6		手柄	Q235—A	1	
5		摇臂	Q235—A	1	
4		螺杆	45	1	
3		钳口	50	2	
2		半螺母	HT200	2	左右螺纹各 1 件
1		钳体	HT200	1	
序号	代号	名称	材料	数量	备注
绘图		轴用虎钳		比例	1:2
校核				质量	

图 1—3 轴用虎钳装配图

2) 两相邻零件的剖面线倾斜方向应相反(如图 1—3 中件 2 和件 3), 或方向相同但必须间隔不同。同一零件在各剖视图、剖面图中剖面线的方向、间隔应保持一致。

3) 在剖视图或剖面图中, 若剖面厚度小于或等于 2 mm 时, 可用涂黑代替剖面符号。若相邻两零件剖面均需涂黑时, 两剖面间应留一定间隙, 以示区别。

4) 对于紧固件(螺栓、螺母、垫圈、销等)和实心件(轴、手柄、连杆等), 当剖切平面通过其基本轴线或对称平面时, 均按不剖处理, 如图 1—3 中的螺钉、螺杆、手柄等。

(2) 装配图的特殊表达方法

1) 假想画法 即图中用双点划线表示的部分。主要用于在装配图中需要表示运动件的极限位置时, 可将运动件画在一个位置上, 用双点划线画出运动件运动极限位置; 或在装配图中当需要表达与装配体有装配关系的相邻零件时, 可用双点划线画出相邻件的轮廓线。

2) 简化画法 一是对某些复杂形体简化画出, 二是对相同零件省略画出。对于装配图中若干相同的零件组(如螺栓连接件零件组), 可以只画出一组零件的装配关系, 以便标注序号, 其余的只用细点划线画出中心位置即可。装配图中的滚动轴承的另外一边允许用交叉细实线表达。装配图中零件上的某些工艺结构, 如圆角、倒角、退刀槽等允许省略不画。

3) 拆卸画法 就是在装配图中, 可假想沿着某些零件的结合面, 选取剖切平面或假想把某些零件拆去后绘制, 需要说明时加标注“拆去……等”。如图 1—3 中的俯视图。

4) 展开画法 是为了表示传动机构的传动路线和装配关系, 可假想按传动顺序沿轴线剖开, 然后依次摊平在一个平面上, 向选定的投影面投影所画出剖视图的方法。

装配图一般除遵照规定画法表达外, 其他表达方法不一定同时都用到, 而是根据实际需要选取。

4. 读装配图的方法和步骤(以图 1—3 为例)

识读装配图的主要目的是: 了解机器或部件的名称、作用、性能和工作原理; 了解各零件间的装配关系、各零件的作用、结构特点; 了解机器或部件的技术要求等。

识读装配图的具体方法和步骤如下:

(1) 看标题栏和明细表, 作概括了解 从图 1—3 中标题栏可知, 装配图名称为轴用虎钳, 比例为 1:2。从明细表可知, 该部件由 12 种零件组成。

(2) 分析视图 装配图中共采用了 3 个基本视图表达装配关系, 即主视图、俯视图和左视图。

1) 主视图由于左右不对称, 左边用局部剖视表达钳口 3、半螺母 2、螺钉 12、钳体 1、挡块 11 和定位键 7 等零件的装配关系和连接方式; 主视图右边有两处采用了局部剖视, 以便看清手柄与摇臂、螺杆与钳体的装配关系。

2) 俯视图采用拆卸画法, 假想把左边的半螺母 2 与钳口 3 拆下, 以便反映钳体 1 和螺杆 4 的外形, 右边假想拆去摇臂, 以便看清螺杆 4 的头部形状, 并用了一个移出断面显示。

3) 左视图的图形对称, 采用半剖视, 既表达外形又表达钳体的内部结构, 以便看清挡块、螺钉、钳体、定位键的装配关系, 还采用局部剖视表示半螺母 2 的鞍形结构与钳体 1、压块 8、螺钉 9 的连接形式。为了表示摇臂的厚度, 图中移出断面表示其断面形状。

(3) 分析工作原理和装配关系 轴用虎钳的工作原理为：顺时针转动手柄，通过摇臂带动螺杆旋转；由于挡块限制螺杆沿轴向位移，因此螺杆只能做旋转运动，而与它相配合的半螺母沿轴向左右移动，带动钳口夹紧被加工零件。半螺母及钳口左右各 1 个，形状相同，但半螺母螺旋方向不同，左边的为右旋螺纹，右边的为左旋螺纹；与其相配合的螺杆的左端为右旋螺纹，右端为左旋螺纹。这样，当螺杆 4 旋转时，2 个半螺母才会同时前进或后退。它比一般虎钳操作方便、生产效率高，因为一般虎钳只靠 1 个钳口移动来工作。

钳口有 3 个 V 形槽，可夹持不同直径的零件。图示位置可夹持 10 mm 至 50 mm 直径范围内的零件；当直径在 30 mm 范围以内时，卸下螺钉 12，再安装钳口 3 即可。

(4) 分析零件 从明细栏中可看到各零件的序号、代号、名称、数量、材料等内容。轴用虎钳的作用是将螺杆的旋转运动变为钳口的轴向移动来夹持加工零件。为了使其工作可靠、移动平稳，半螺母的鞍形结构与钳体的导轨相配，并用螺钉 9 把压板 8 装在半螺母 2 上，使半螺母只能在钳体的导轨面上沿螺杆作轴向移动。在钳体的底座上装有定位键 7，它插入机床工作台的 T 形槽内，使轴用虎钳定位准确，并保证加工轴的轴线与工作台轴线平行或垂直。在钳体的底面上加工有方形孔，插入挡块 11，卡住螺杆的轴颈，从而限制螺杆的轴向移动，使螺杆只作旋转运动。底板上的 M8 孔是装拆零件用的工艺孔，当拆下定位键 7 后，用 M8 螺钉旋入螺孔中，方可顺利取出挡块 11。

(5) 分析尺寸 除了安装、外形等尺寸以外，还有配合尺寸，如钳口 3 与半螺母 2 相配合处采用 $20 \frac{H8}{f8}$ 的间隙配合，螺母和钳体间采用 $70 \frac{H8}{f8}$ 的间隙配合，以保证运动自如。

(6) 归纳小结 通过对装配图的上述分析，对该部件有了一个大致的了解。为了更全面、透彻地读懂装配图，还要对全部尺寸、技术要求及每个零件的装拆方法进行研究，进一步了解其设计意图和装配工艺等。

实际阅读装配图时，并非一定按上述先后顺序进行，而往往还要同时进行综合思考，以获得更好的看图效果。此外，对于复杂部件或机器的工作原理和结构特点，仅靠装配图还不能完全看懂，还要结合立体图、工作原理图以及相关专业知识（如力学、液压等）的学习和积累才行。

第二节 编制加工工艺过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。它包括：原材料的运输和保存、生产的准备工作、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、检验和试车，还有油漆和包装等。生产过程包括主要过程和辅助过程两部分。主要过程也叫工艺过程，是指改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程（如切削加工、装配、热处理、油漆等）。辅助过程是指将原材料转变为成品有关的间接过程（如检验、运输、机床修理、编制计划和工艺规程等）。而机械加工工艺过程是机械加工车间生产过程中的主要过程，它是直接改变毛坯的形状和尺寸，使之变成成品的一部分生产过程。

一、编制阶梯轴的加工工艺过程

如图 1—4 所示为一阶梯轴。因阶梯轴的精度和表面粗糙度要求不高，所以加工此阶梯轴的工艺过程包含以下的加工内容：

(1) 切一端面；(2) 打中心孔；(3) 切另一端面；(4) 打中心孔；(5) 车大外圆及切槽、倒角；(6) 车小外圆及倒角；(7) 铣键槽；(8) 磨小外圆；(9) 去毛刺。随着加工条件和生产批量的不同，可采取不同的方案来完成这一工件的加工。若是单件小批量生产，可按表 1—1 的方案加工；若是大批量生产，可按表 1—2 的方案加工。从表中可看出，随着生产规模的不同，工序的划分及每一个工序所包含的加工内容是不同的。这里再介绍一下工序、工步和走刀的概念。工序是指一个或一组工人，在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。工步是在加工表面（或装配时的连接表面）和加工（或装配）工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序。走刀是切削工具在加工表面上切削一次所完成的那部分工艺过程。

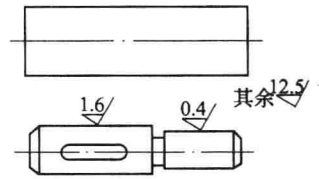


图 1—4 阶梯轴及毛坯

表 1—1 单件小批量生产的工艺过程

工 序 号	工 序 名 称	设 备
1	车端面，钻中心孔，车外圆，切槽，倒角	车床
2	铣键槽	铣床
3	磨外圆，去毛刺	磨床

表 1—2 大批量生产的工艺过程

工 序 号	工 序 名 称	设 备
1	铣端面，钻中心孔	铣端面和钻中心孔机床
2	粗车外圆	车床
3	精车外圆，倒角，切槽	车床
4	铣键槽	铣床
5	磨外圆	磨床
6	去毛刺	钳工台

整个工艺过程由若干个工序组成。每一个工序可包括一个工步或几个工步。每个工步通常包括一次走刀，也可包括几次走刀。如在单件小批量生产的工序 1 中，包括 9 个工步：两次车端面，两次打中心孔，两次车外圆及倒角，一次切槽。在工序 2 中包括 1 个工步。在大批量生产中，工序 1 由于采用了两面同时加工的方法，所以只有 2 个工步。

二、金属毛坯制造的基本知识

1. 铸造

铸造是制造机器零件毛坯的一种金属液态成形方法。在一般机械中，铸件占整个机械重量的40%~90%；在机床中占70%~90%；在农用机械中占40%~70%。因此，铸造生产在工业生产中应用非常广泛。铸造是指熔炼金属，制造铸型，并将熔融金属液体浇入铸型，待凝固冷却后获得一定形状和性能铸件的成形方法。

铸造生产工艺是指应用铸造有关理论和系统知识，通过金属熔炼、浇注、凝固与补缩、造型材料制备、造型造芯技术等，达到优质高效的铸件生产。

铸造生产的优点：1) 可制成形状复杂的铸件，如箱体、床身、机座等。2) 适应性强，工业生产中常用的金属材料都可以用来铸造，其中应用最广泛的是铸铁，它只能用铸造的方法获取毛坯。可生产质量从几克到数百吨，轮廓尺寸从几毫米到十几米的铸件。3) 铸件的加工余量小，因此可节约金属材料，减少切削加工的工作量。4) 成本较低，原材料来源广泛，其工艺设备投资较少。

但铸造生产存在工序多，质量不够稳定，废品率较高，力学性能不如锻件，劳动条件较差等问题，随着科学技术的进步和铸造新工艺的发展，这些缺点正逐步得到改善。

铸造按生产方法的不同，分为砂型铸造和特种铸造。

(1) 砂型铸造 砂型铸造是最常用的铸造方法，约占铸件总生产量的80%以上。它是用型砂紧实成形的铸造方法。其生产工艺流程如图1—5所示。

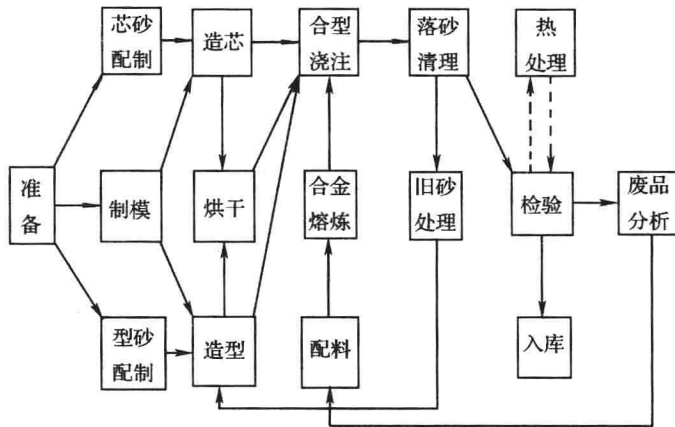


图1—5 砂型铸造生产工艺流程图示意图

1) 型(芯)砂应具备的性能

①强度 型(芯)砂抵抗外力破坏的能力。足够的强度可克服塌箱、冲砂和砂眼等缺陷，保证砂型不受损坏。

②透气性 紧实砂样的孔隙度。型砂应具备良好的透气性，否则，铸件易产生气孔等缺陷。

③韧性 型(芯)砂吸收塑性变形能量的能力。韧性差的型(芯)砂在造型起模(脱芯)时，砂型(芯)易损坏。

④耐火性 型(芯)砂具有在高温金属液的作用下不熔化、不软化和不烧结的性能。型

(芯)砂耐火性能不好,则容易使铸件产生粘砂等缺陷。

⑤退让性 型(芯)砂具有随着铸件的冷却收缩而被压缩其体积的性能。若退让性不好,则容易使铸件产生变形和开裂。

此外,还须考虑到型(芯)砂的耐用性、发气性、落砂性和溃散性等。在铸造过程中,芯砂处于金属熔液的包围之中,工作条件比型砂恶劣,因此芯砂应具有更高的强度及耐火性、透气性和退让性。

2) 砂型铸造生产的基本操作过程

①型(芯)砂的制备 型(芯)砂的制备是根据工艺要求对型(芯)用砂进行配料和混制的过程。包括对原砂的烘干和对旧砂的处理。型(芯)砂的制备过程为:备料——配料——混砂——静置回性——过筛松砂——试验——造型。

②制造模样和芯盒 模样是由木材、金属或其他材料制成的用来形成铸型型腔的工艺装备。其轮廓与零件相似,又称铸模或模。芯盒是制造砂芯或其他种类耐火材料芯所用的装备。其内腔与芯子的形状和尺寸相同。

③造型 造型是用型砂及模样等工艺装备制造铸型的过程。造型可分为手工造型和机器造型两大类。手工造型的劳动强度大、生产效率低,主要用于单件小批量生产,特别是重型铸件和形状复杂的铸件生产。机器造型的劳动条件好、生产效率高、铸件质量高,适于批量生产,是现代化铸造生产的基本方式。

④浇注 将熔融金属从浇包注入铸型的操作。经浇注、凝固和冷却后能否获得外形完整、尺寸准确、轮廓清晰、组织致密的合格铸件,都要受金属的铸造性能所影响。金属的铸造性能主要有流动性和收缩性等。金属的流动性越好,液态金属填充铸型的能力越强,越容易浇注出轮廓清晰、薄而复杂的铸件。收缩性是产生铸件各种缺陷(如缩孔、缩松、裂纹、变形、残余内应力等)的基本原因,因此在设计时须加以注意。浇注前,应把浇包中液体金属表面上的浮渣去掉。浇注过程中,应把握好浇注温度和速度,不允许断流浇注和飞溅。

⑤落砂和清理 落砂是用手工或机械使铸件和型砂、砂箱分开的操作。清理是落砂后从铸件上清除表面粘砂、型砂和多余金属(包括浇冒口、飞翅和氧化皮)等的过程。用落砂机与铸型之间的振动撞击实现落砂,是铸造生产应用最普遍的落砂方法。清理的工序及方法可根据铸件的材料特点、复杂程度、批量大小、技术要求以及铸造车间的规模等选定。一般采用各种清理机械和手工清理工具,如可用清砂滚筒、喷砂器和喷丸器等对铸件表面的粘砂予以清理;用铁锤、气割、锯割等去除铸件上的浇冒口等;用镊子、砂轮机、风铲等去除铸件毛刺等。

(2) 特种铸造 特种铸造是有别于砂型铸造的其他铸造方法。它可以提高铸件质量、劳动生产率,改善劳动条件和降低成本。常见的特种铸造方法有金属型铸造、熔模铸造、壳型铸造、低压铸造、压力铸造、离心铸造、连续铸造等。

1) 金属型铸造 金属型铸造是用重力浇注方法将熔融金属液体浇入金属铸型中获得铸件的方法。主要适用于大批量生产有色合金铸件,如铝活塞、汽缸体、汽缸盖、油泵壳体,以及铜合金轴瓦、轴套等。有时也可用于某些铸铁和铸钢件。

2) 熔模铸造 熔模铸造是用易熔材料(如蜡料)制成模样,在模样上包覆若干层耐火涂料制成型壳,熔出模样后经高温焙烧即可浇注的铸造方法,通常又称“失蜡铸造”。因它是一种精密铸造方法,也称为“精密铸造”。主要适用于生产形状复杂、精度要求高、难进

行切削加工的小型铸件，如涡轮发动机叶片，汽车、纺织机械、机床、计算机等的零件。

3) 壳型铸造 壳型铸造是用树脂砂作为造型材料，制出薄壳铸型来生产铸件的一种精密铸造方法。主要适用于生产小型薄壁铸件，如泵轮、阀门零件等。

4) 低压铸造 低压铸造是将熔融金属液体在低压（压力 0.04~0.07 MPa）下压入铸型，并在一定压力下凝固，从而获得铸件的方法。适用于铸造质量要求高的铝合金、镁合金铸件，如发动机汽缸盖、电器零件、箱体等。

5) 压力铸造 压力铸造是将熔融金属液体在高压下高速充型，并在压力下凝固的铸造方法。主要用于小型、复杂、薄壁的有色金属精密铸件的成批、大量生产。

6) 离心铸造 离心铸造是将熔融金属液体浇入水平、倾斜或立轴旋转的铸型内，使金属液在离心力的作用下，充填铸型并结晶凝固形成铸件的方法。一般用来铸造齿圈或管状铸件等。

7) 连续铸造 连续铸造是往水冷金属型腔（结晶器）中连续浇注金属液体，连续凝固成形的方法。主要用于生产钢、非铁合金铸锭和铸管。

(3) 铸件常见缺陷 铸件常见的缺陷有气孔、缩孔和缩松、热裂、冷裂、粘砂、冷隔、浇不到和未浇满等。

1) 气孔 表面一般比较光滑的梨形、圆形、椭圆形的孔洞称为气孔。气孔一般不在铸件表面露出，大孔常孤立存在，小孔则成群出现。气孔产生的原因一般为砂型（芯）的透气性差，或金属中溶解气体太多等。

2) 缩孔和缩松 缩孔是铸件在凝固过程中，由于补缩不良而产生的孔洞。形状极不规则，孔壁粗糙并带有枝状结晶，常出现在铸件最后凝固的部位。缩松是指分散而细小的缩孔。产生原因主要是浇冒口的位置不合理或浇注温度过高等。

3) 热裂 是指断面严重氧化，无金属光泽，沿晶粒边界产生外形曲折而不规则的裂纹。产生的主要原因是铸件壁厚薄很不均匀，或砂型（芯）的退让性差等。

4) 冷裂 是指容易发现的长条形且宽度均匀的裂纹。裂口常穿过晶粒延伸到整个断面。产生的原因主要是铸件内部的铸造应力过大。

5) 粘砂 有机械粘砂和化学粘砂两种。机械粘砂是铸件的部分或整个表面上，粘附着一层砂粒和金属的机械混合物。清理粘砂时可看到金属光泽。化学粘砂是铸件的部分或整个表面上牢固地粘附一层由金属氧化物、沙子和黏土相互作用而生成的低熔点化合物。化学粘砂硬度高，只能用砂轮磨去。粘砂的主要原因是型砂的耐火性差、浇注温度过高等。

6) 冷隔 在铸件上穿透或不穿透、边缘呈圆角状的缝隙称为冷隔。多出现在远离浇口的宽大上表面或薄壁处、金属流汇合处、激冷部位等。产生的主要原因是金属的化学成分不适当、流动性差，浇注温度过低或浇注时断流等。

7) 浇不到和未浇满 铸件残缺、轮廓不完整或虽完整但边角圆且光亮称为浇不到。常出现在远离浇口的部位及薄壁处。浇不到是由于金属液的流动性太差或流动阻力太大所造成的。未浇满是指铸件上部产生缺肉，其边角略呈圆形，浇冒口顶面与铸件平齐。未浇满是由于进入型腔的金属液不足而产生的，如浇包中的金属液不够或浇注中断等。

2. 锻造

锻造是金属塑性加工方法的一种。金属塑性加工习惯上分为两大类，一类是以生产原材料（如管、板、型、棒等）为主的加工，称为一次塑性加工；另一类是以生产零件及其毛坯（含锻件、冲压件等）为主的加工，称为二次塑性加工。二次塑性加工依所用原材料不同，