



专用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

ZHUANYONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

铣工

XI GONG

(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

 中国劳动保障出版社



专用于国家职业
国家职业资格培训教程

ZHUANYONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

铁 工

(技师技能 高级技师技能)

编审委员会

主 任	陈 宇				
委 员	李 玲	陈 蕾	袁 芳	葛 玮	王宝金
	沈照炳	应志梁	楼一光	秦克本	宋安祥
	马剑南	焦恒昌	吕一飞	徐文彦	陈寿龙
	朱庆敏	李智康	吴伟年	何春生	朱初沛
	张海英	吴以平	王一飞	应国强	

本书编审人员

主 编	周炳章			
编 者	孙小波	宋忠妹	周清磊	黄建康
主 审	李士瑾			



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

铣工: 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, 2004

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-4605-4

I. 铣… II. 劳… III. 铣削-技术培训-教材 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 069018 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

北京地质印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 10.75 印张 1 插页 267 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

印数: 4000 册

定价: 19.00 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

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,在铣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——铣工》(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——铣工》(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》是针对铣工职业活动的领域,按照模块化的方式,分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容涵盖《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——铣工(技师技能 高级技师技能)》适用于对铣工技师、高级技师的培训,是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书第一、第四章由孙小波、宋忠妹编写,第二、第三、第五、第六章由周炳章、周清磊编写,全书的数控铣床部分均由黄建康编写,周炳章主编;李士瑾主审。

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 读图与绘图	(1)
第二节 制定加工工艺	(8)
第三节 工件定位与装夹	(30)
第四节 刀具准备	(41)
第五节 设备使用及维护保养	(53)
第二章 工件加工	(62)
第一节 垂直孔系加工 (普通铣床)	(62)
第二节 精密槽类工件加工 (普通铣床)	(63)
第三节 平面精铣 (普通铣床)	(66)
第四节 等螺旋角、等前角圆锥形刀具齿槽加工 (普通铣床)	(68)
第五节 复杂工件加工 (数控铣床)	(73)
第三章 精度检验与误差分析	(79)
第一节 工件的检测及质量分析	(79)
第二节 检验工具	(84)
第三节 铣削加工误差产生的原因及消减措施	(87)

第二部分 高级技师技能

第四章 工艺准备	(90)
第一节 读图与绘图	(90)
第二节 制定加工工艺	(99)
第三节 工件定位与夹紧	(115)
第四节 刀具准备	(121)
第五节 设备使用及维护保养	(130)
第五章 工件加工	(134)
第一节 高精度、高难度工件的加工	(134)
第二节 仿形加工的误差分析及消减措施	(142)
第三节 扩大铣床的使用范围	(144)
第四节 在铣镗床上加工工件	(150)
第五节 技术攻关和工艺改进	(152)
第六节 国内外铣削工艺的发展和应	(154)
第六章 精度检验与质量分析	(159)

第一部分 技师技能

第一章 工艺准备

第一节 读图与绘图

一、零件的测绘

零件的测绘,就是根据已有零件的实物绘制出零件的草图,测量并标注尺寸,最后完成零件的工作图,为机器设计或机器维修提供技术资料。零件的测绘是一项十分重要的技术工作,对培养实际工作能力具有重要意义。

现以图 1—1 所示的支架零件为例,说明零件测绘的方法与步骤。

1. 分析零件,确定视图的表达方案

图 1—1 中的支架是由支持固定部分的带螺孔的凸台、工作部分的圆筒体以及连接部分组成。主视图应按其工作位置画出,再配置带局部剖视的左视图表达即可。

2. 画零件草图

(1) 画草图

画草图可先画出图框和标题栏,其格式如图 1—2 所示。然后目测零件各部分的比例关系,画出各视图外形,视图间注意留出标注尺寸及注写其他说明的位置,如图 1—2a 所示。

根据选定的视图表达方案,画全视图、剖视图等。擦去多余图线,校对后描深,如图 1—2b 所示。

(2) 标注尺寸

根据零件的使用条件,先选择尺寸基准,再按标注定位、定型尺寸的方法,画出全部尺寸界线和尺寸线,如图 1—2c 所示。然后测量零件尺寸并填写尺寸数值。测量尺寸时,应力求准确。

图 1—2d 所示为完成后的支架零件图。

(3) 填写技术要求、标题栏。

3. 画零件工作图

根据零件草图绘制零件工作图时,对草图的表达方案、尺寸标注、技术要求等要进行再考虑、调整或查看相关资料,最后完成零件工作图。

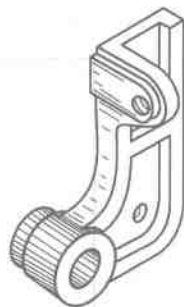
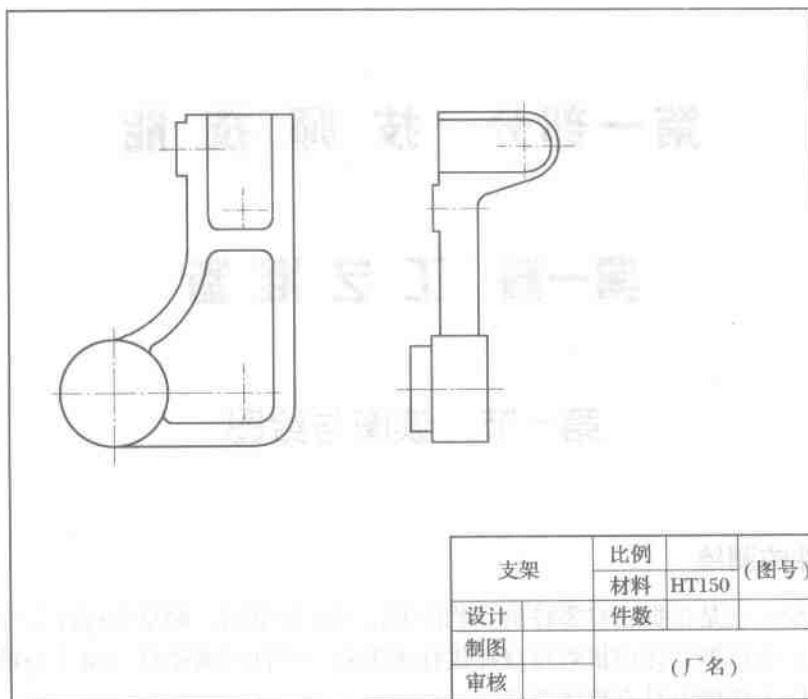
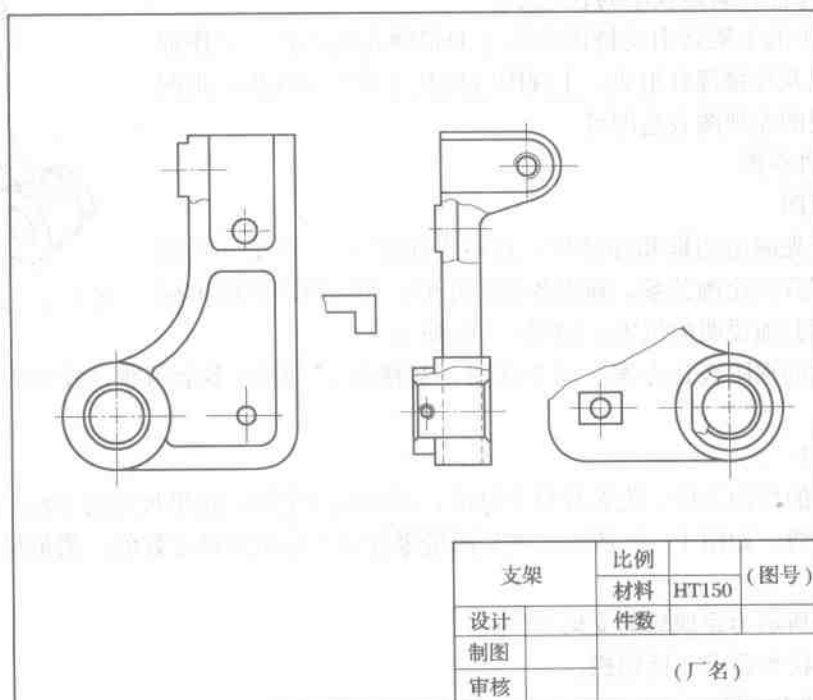


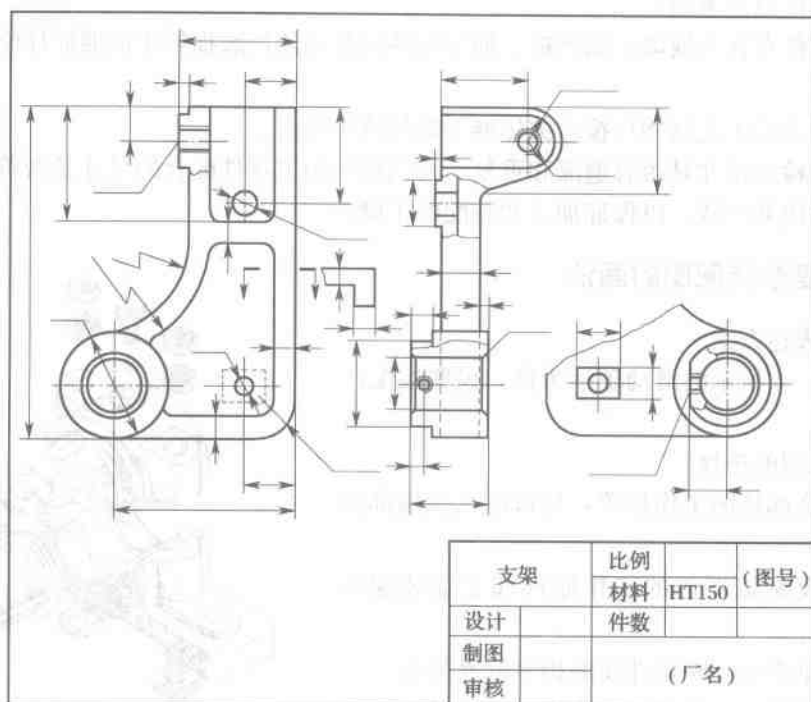
图 1—1 支架立体图



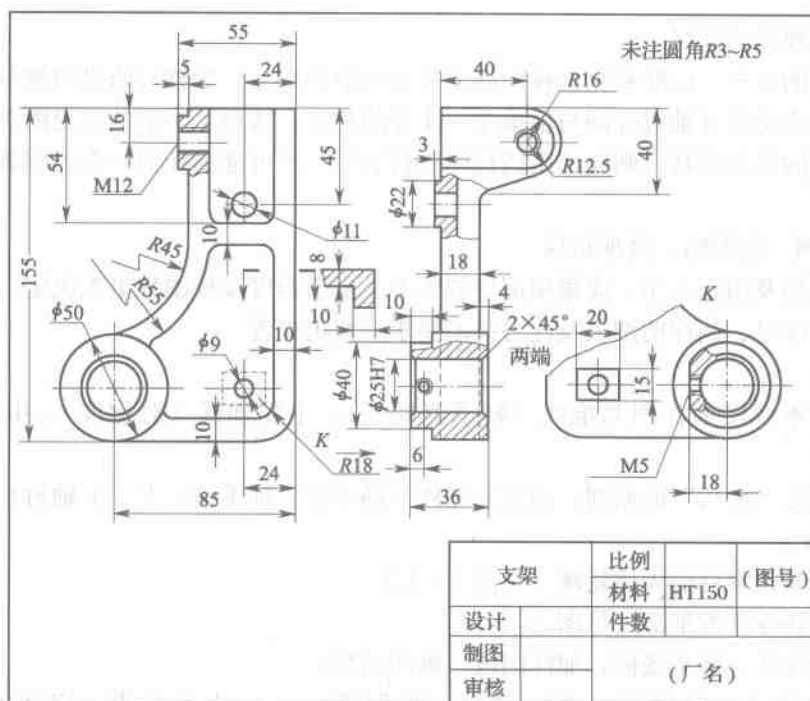
a)



b)



c)



d)

图 1—2 支架的测绘方法和步骤

测绘时应注意的事项:

(1) 对零件存在的缺陷,如铸造、加工时的问题和使用磨损等不能照原样绘制,应进行适当的修正。

(2) 零件上的工艺结构应按有关标准手册的规定画出。

(3) 仔细检查尺寸是否有遗漏和重复,特别是与相关零件配合的尺寸是否符合工作要求并与相关零件协调一致,以保证加工和装配的正确性。

二、较复杂装配图的画法

1. 选择表达方案

现以图 1—3 所示的滑动轴承为例,说明装配图的画法。

(1) 主视图的选择

1) 应符合部件的工作位置,尽可能反映该部件的结构特征;

2) 应能反映该部件的工作原理和主要装配基准;

3) 应尽量多地反映零件间的相对位置关系。

如图 1—4 所示,其主视图既表示了该部件的工作位置,又反映出它的结构形状特征及零件间的配合和连接关系。

(2) 其他视图的选择

其他视图的选择,应能补充主视图尚未表达清楚的部分。如轴衬凸缘内侧与轴承盖、座凸台端面的配合关系及轴衬外圆与轴承盖、座孔的配合,选用了半剖的左视图予以表达;对于轴承盖、座的结构形状,则应选用俯视图进行表达。不可遗漏任何一个表明装配关系的细小内容。

2. 定比例、选图幅、合理布局

画图的比例及图幅大小,应根据部件的大小、复杂程度及视图数量来决定。要为标注尺寸、编写零件序号、制作明细表及注写技术要求等留出位置。

3. 画图

(1) 画基本视图的作图基准线(轴承座底面)、主要轴线(对称线)、中心线(见图 1—5a);

(2) 按“先主后次”的原则,画主要零件(轴承盖、轴承座,上、下轴衬)的大体轮廓(见图 1—5b);

(3) 画出其他零件的大体轮廓(见图 1—5c);

(4) 画出各零件的细部(见图 1—5d);

(5) 检查校核,修正底稿,加深图线,画剖面线;

(6) 标注尺寸,编序号,画标题栏、明细栏,注写技术要求,完成全图(见图 1—4)。

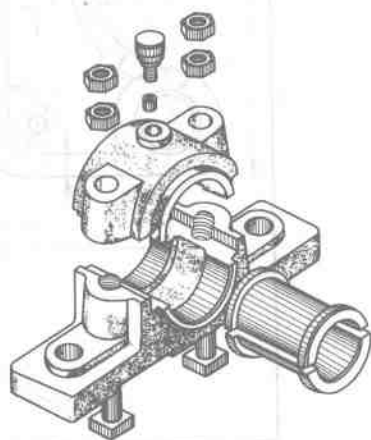


图 1—3 滑动轴承的分解轴测图

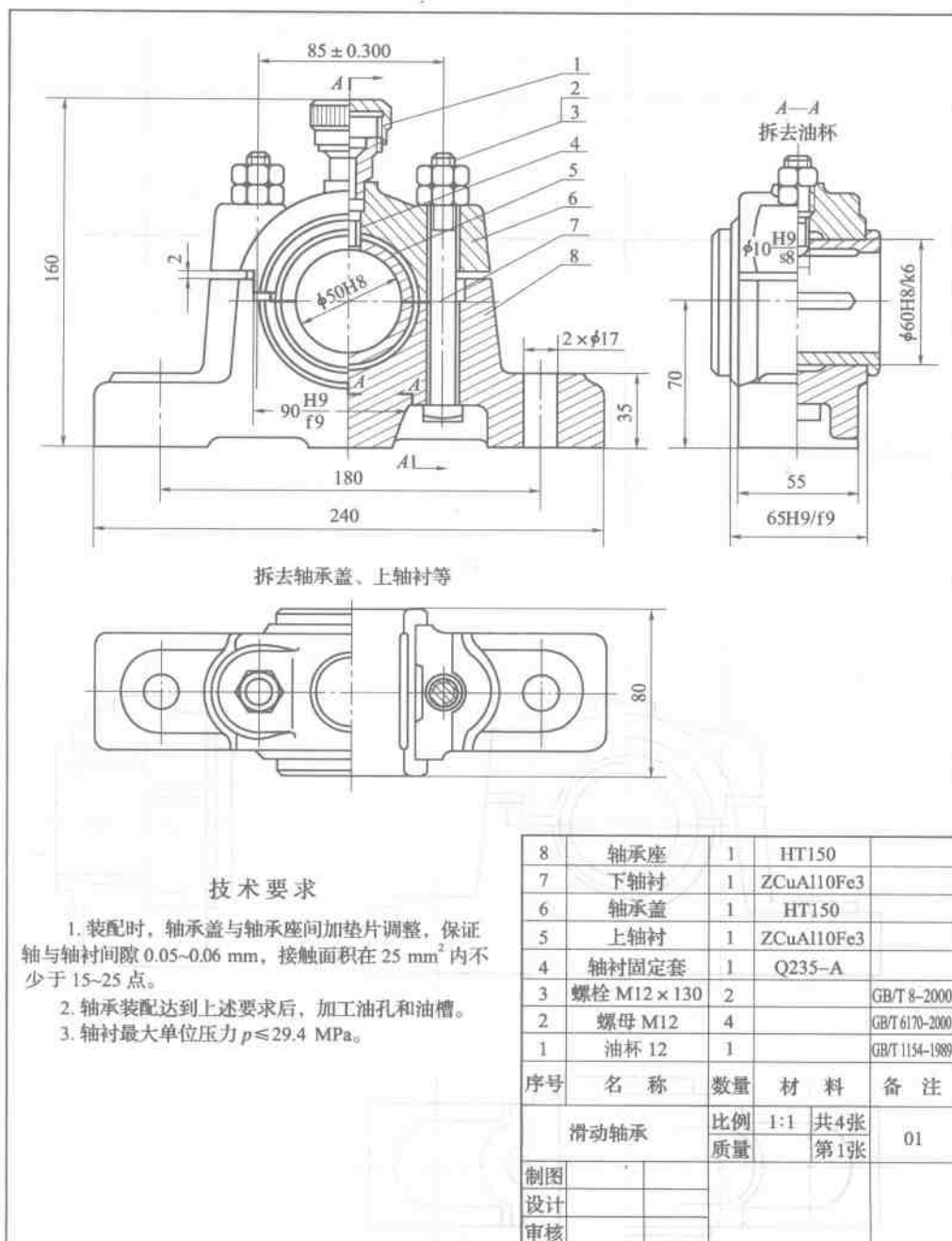
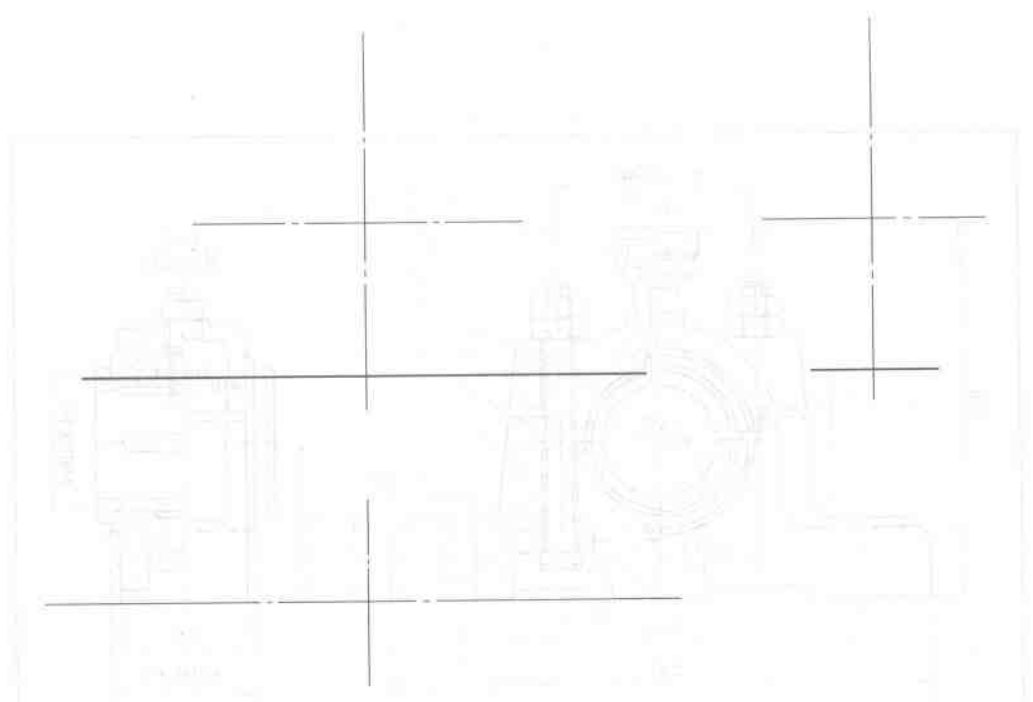
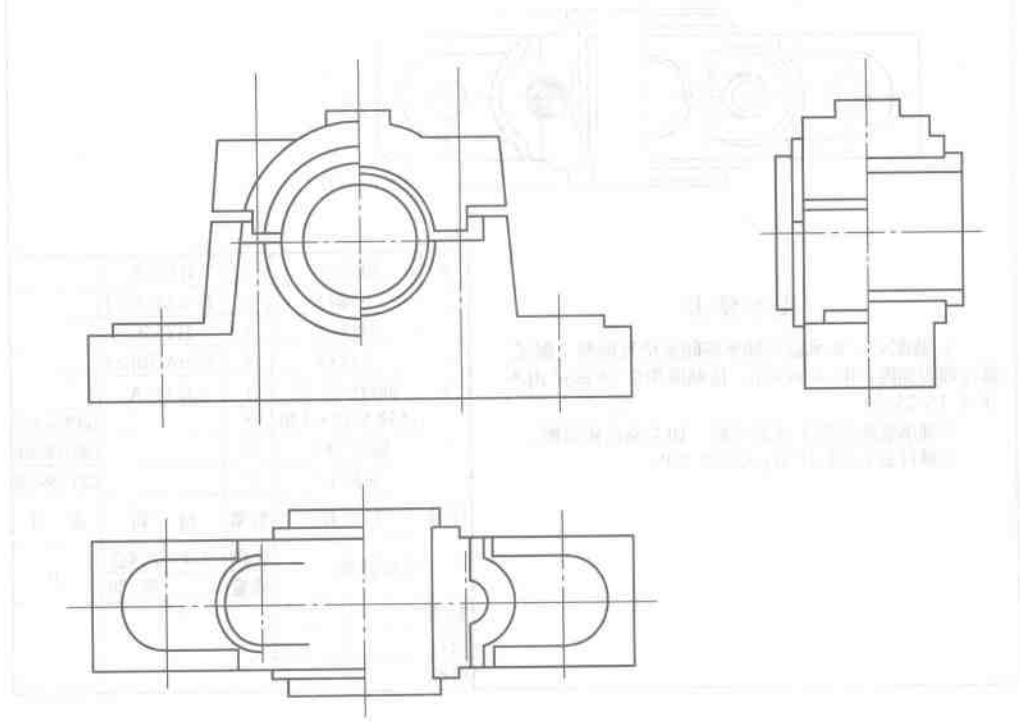


图 1—4 滑动轴承装配图



a)



b)

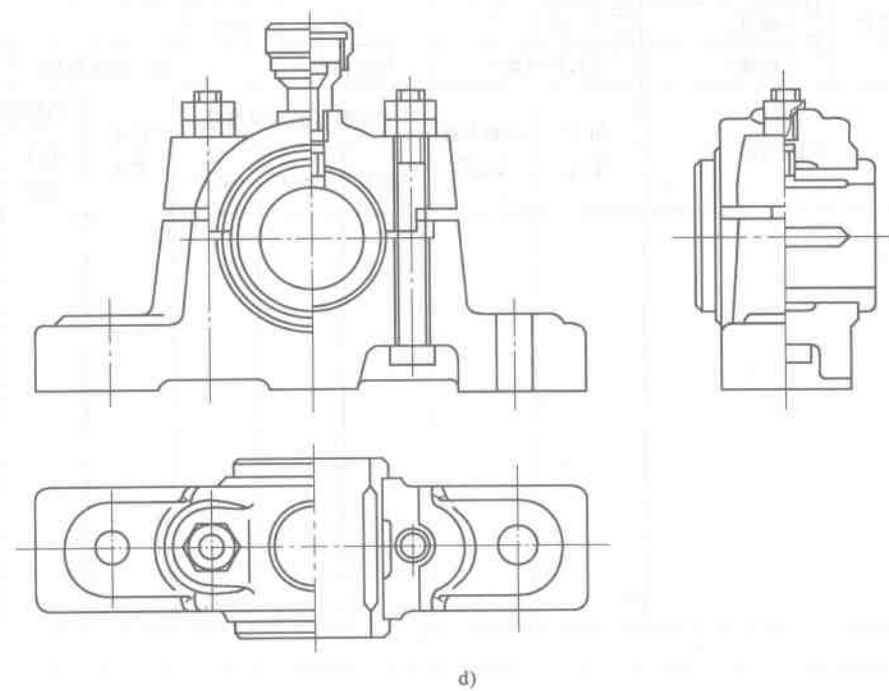
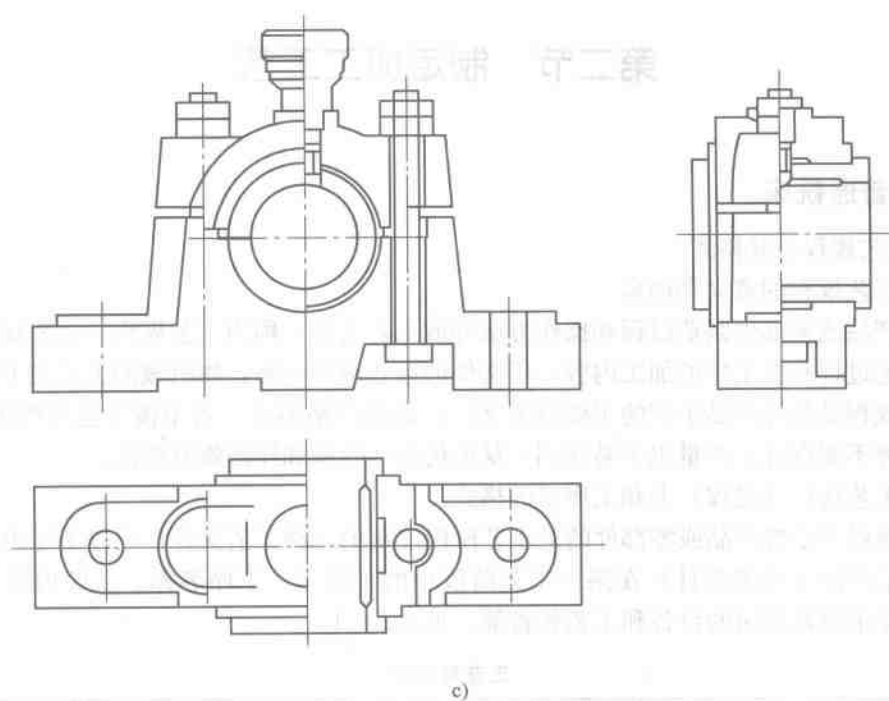


图 1—5 滑动轴承画图步骤

第二节 制定加工工艺

一、普通铣床

1. 工艺规程及其格式

(1) 工艺规程的意义和内容

规定产品或零部件制造过程和方法等的工艺文件，称为工艺规程。工艺规程就是把零件的工艺过程和各工序的加工内容，用文件的形式确定下来，如机械加工工艺卡、工序卡等。工艺规程是指导产品生产的主要技术文件，必须严格遵守。若不按工艺规程进行生产，产品质量将不能保证，产量也不易达到，从而使生产效率和经济效益降低。

(2) 工艺规程（过程）卡和工序卡的格式

工艺规程卡是按产品或零部件的某工艺阶段编制的一种工艺文件，它以工序为单位，详细地说明了产品（或零部件）在某一工艺阶段中的工序号、工序名称、工序内容、工艺参数、操作要求以及采用的设备和工艺装备等，见表 1—1。

表 1—1

工艺规程卡

(厂名)	工艺 规程卡	产品名称及型号			零件名称			零件图号		第 页 共 页	
		材 料	名称	毛 坯	种类	零件重量 (kg)	毛重				
			牌号		尺寸		净重				
			性能		每件料数		每台件数				每批件数
工序号	工序内容			加工 车间	设备名称 及编号	工艺装备名称及编号			技术 等级	时间定额 (min)	
						夹具	刀具	量具		单件 工时	准备与 终结时间
更改 内容											
编制		抄写		校对		审核		批准			

工序卡是在工艺过程卡的基础上，按每道工序所编制的一种工艺文件，一般具有工序简图，并详细说明该工序的每个工步的加工（或装配）内容、工艺参数、操作要求以及所采用的设备和工艺装备等，见表 1—2。

表 1—2

工 序 卡

共 页，第 页

(厂名)	工序卡				产品名称			零件名称			零件图号					
加工工序简图及技术条件																
材料牌号					硬 度			净 重			每台件数					
机床名称					型 号			资产编号			切削液					
夹具名称					夹具编号											
批 量					同时加工件数		准备与终结时间 (min)		单件工时 (min)				班产件数			
									机动时间		辅助时间		附加时间		单件时间	
工步	工步内容	工具名称与编号			直径或长度 (mm)	加工计算长度 (mm)	工序余量 (mm)	行程次数	切削深度 (mm)	进给量 (mm/r) 或 (mm/min)	切削速度 (m/min)	每分钟转数或行程数	工时 (min)			
		刀具	量具	辅具									机动时间	辅助时间		
编制		校对				审核			会签			批准			日期	

2. 机械加工工艺过程

(1) 典型表面加工方案的选择

对于零件的各种表面有不同的加工方法，同一种表面随着具体条件的变化，其加工方法也可以不同。具体选择时应注意以下几点：

1) 所选的加工方法的经济精度和表面粗糙度应与所加工表面的要求相符合。

加工经济精度是指在正常加工条件下所能保证的加工精度。表 1—3 至表 1—5 是几种典型表面各种加工方案的经济精度和表面粗糙度值，供选用时参考。

表 1—3

平面加工方案

序号	加工方案	经济精度公差等级 (IT)	表面粗糙度 R_a (μm)	适用范围
1	粗车→半精车	8~9	12.5~3.2	端面
2	粗车→半精车→精车	6~7	3.2~0.8	
3	粗车→半精车→磨削	7~9	1.6~0.2	
4	粗铣(或粗刨)→精铣(或精刨)	7~9	12.5~1.6	一般不淬硬平面(端面的表面粗糙度可较小)
5	粗铣(或粗刨)→精铣(或精刨)→刮研	5~6	1.6~0.1	精度要求较高的不淬硬平面 批量较大的宜采用宽刃精刨方案
6	粗铣(或粗刨)→精铣(或精刨)→宽刃精刨	6	1.6~0.4	
7	粗铣(或粗刨)→精铣(或精刨)→磨削	6	1.6~0.2	精度要求较高的淬硬平面或不淬硬平面
8	粗铣(或粗刨)→精铣(或精刨)→粗磨→精磨	5~6	0.8~0.025	
9	粗铣→拉	6~9	1.6~0.2	大量生产较小的平面(精度视拉刀的精度而定)
10	粗铣→精铣→磨削→研磨	5	0.2~0.012	高精度平面

表 1—4

外圆柱面的加工方案

序号	加工方案	经济精度公差等级 (IT)	表面粗糙度 R_a (μm)	适用范围
1	粗车	11 以下	50~12.5	适用于淬火钢以外的各种金属
2	粗车→半精车	8~10	6.3~3.2	
3	粗车→半精车→精车	7~8	1.6~0.8	
4	粗车→半精车→精车→滚压(或抛光)	7~8	0.2~0.025	
5	粗车→半精车→磨削	7~8	0.8~0.4	主要用于淬火钢,也可用于未淬火钢,但不宜用以加工有色金属
6	粗车→半精车→粗磨→精磨	6~7	0.4~0.1	
7	粗车→半精车→粗磨→精磨→超精加工	5	0.1~0.02 (或 $R_z 0.1$)	
8	粗车→半精车→精车→金刚石车	6~7	0.4~0.025	主要用于要求较高的有色金属
9	粗车→半精车→粗磨→精磨→超精磨或镜面磨削	5 以上	0.025~0.01 (或 $R_z 0.05$)	极高精度的外圆加工
10	粗车→半精车→粗磨→精磨→研磨	5 以上	0.1~0.01 (或 $R_z 0.05$)	

表 1—5

孔的加工方案

序号	加工方案	经济精度公差等级 (IT)	表面粗糙度 R_a (μm)	适用范围
1	钻	11~12	12.5	加工未淬火钢及铸铁的实心毛坯； 也可用于加工有色金属（孔径小于 15~20 mm）
2	钻→铰	9	6.3~1.6	
3	钻→铰→精镗（或精铰）	7~8	3.2~0.8	
4	钻→扩	10~11	2.5~6.3	加工未淬火钢及铸铁的实心毛坯； 也可用于加工有色金属（孔径小于 15~20 mm）
5	钻→扩→镗（或铰）	8~9	6.3~1.6	
6	钻→扩→粗铰→精镗（或精铰）	7	3.2~0.8	
7	钻→扩→精镗（或机铰→手铰）	6~7	1.6~0.2	
8	钻→扩→拉	7~9	3.2~0.2	大批量生产（精度由拉刀的精度而定）
9	粗车（或扩孔）	11~13	2.5~6.3	除淬火钢外的各种材料，毛坯有铸出的孔或锻出的孔
10	粗车（粗扩）→半精车（精扩）	8~9	6.3~1.6	
11	粗车（扩）→半精车（精扩）→精车（铰）	7~8	3.2~0.8	
12	粗车（扩）→半精车（精扩）→精车→浮动铰刀精铰	6~7	1.6~0.4	
13	粗车（扩）→半精车→磨孔	7~8	1.6~0.2	主要用于淬火钢，也可用于未淬火钢，但不宜用于有色金属
14	粗车（扩）→半精车→粗磨→精磨	6~7	0.4~0.1	
15	粗车→半精车→精车→金刚车	6~7	0.8~0.05	主要用于精度要求高的有色金属
16	钻→扩→粗铰→精铰→珩磨 钻→扩→拉→珩磨 粗车→半精车→精车→珩磨	6~7	0.4~0.025	用于精度要求很高的孔
17	以研磨代替上述方案中的珩磨	6级以上	0.2~0.012	

2) 所选择的加工方法应与工件材料的性能相适应。例如，淬火钢宜采用磨削加工；有色金属则因磨削困难，一般宜采用高速精细车削和铣削或采用金刚石刀具。

3) 在大批量生产中可采用专用的高效率机床和工艺装备来满足加工要求，并通过提高生产率取得较好经济效益。例如，活塞销孔可在专用镗床上用立方氮化硼或金刚石镗刀来镗削；曲轴则可采用半自动曲轴磨床在一次装夹后，自动完成所有连杆轴颈的磨削。

4) 要根据本厂、本车间的设备情况以及技术条件，对现有各种加工方法的特点加以分析，力求通过对比，结合实际，创造条件，扬长避短，灵活运用。例如，大型汽轮机转子的轴颈部分的终结加工，破例采用高速钢宽刃样板刀，通过无纵向进给低速微量切

削法，避开机床导轨直线度的扭曲误差及热变形，以及磨损对加工精度的影响，达到了预期的技术效果。

(2) 加工阶段划分

当零件表面的加工质量要求较高时，应该将加工过程划分成粗加工、半精加工和精加工等阶段进行，各个阶段在保证加工质量和提高生产效率上有着不同的着重点，这一原则对保证零件各个表面的尺寸、形状位置精度和表面粗糙度要求是非常重要的。其理由如下：

1) 可以减少各种变形因素对加工质量的影响。粗加工时，工序余量大而且分布不均匀，切削力和切削功率大，切削温度高，因而工艺系统受力变形、热变形也较大。此外，工件的内应力也会由于毛坯表面层的切除而重新分布，从而产生变形。这些情况会随着以后的半精加工、精加工等阶段工序余量的逐次减小而得到修正。

2) 可以合理使用机床和工艺装备。粗加工可在功率大、刚性好而精度低的机床上进行，而精加工则可安排在精度较高的机床上进行，使精密机床能较长期地保持其精度。

3) 粗精加工分阶段进行，还有利于及时发现毛坯的各种缺陷（如气孔、裂缝和余量的不足等），减小工时的浪费。

4) 适应热处理安排的需要。如有的零件需要在粗加工后进行人工时效或自然时效处理，有的需要半精加工后淬火等。

5) 合理安排操作工人。粗加工可安排技术水平较低的工人操作，精加工则安排技术水平较高的工人完成，有利于降低废品率。

加工分阶段进行的原则也不能绝对化，当工件加工质量要求不高或工件刚性足够、毛坯质量高、工序余量较少时，可以不划分。有些较重零件，搬运、吊装及装卡、调换都感到困难，则不宜分阶段进行加工。

(3) 加工顺序的安排

为了保证零件各表面尺寸和位置精度，必须正确安排加工顺序，正确安排加工顺序应遵循前工序为后续工序准备基准的原则，具体如下：

1) 先基准后其他。此基准包括定位基准和测量基准。要优先考虑位置公差较小的基准要素。作为基准的表面应在工艺过程一开始就进行加工，因为后续工序中加工其他表面时要用它来定位和测量尺寸。

2) 先粗后精。整个零件的加工工序应是粗加工在前，半精加工、精加工、光整加工相继在后。

3) 先主后次。要求较高的表面应先加工，以便尽早发现毛坯缺陷，停止加工，减小工时浪费。沟槽、螺纹、倒角等可随后加工。

4) 先大后小。如加工阶台轴时，应先加工直径较大的外圆或大平面，以保证工件加工时的刚性。

5) 先平面后其他。如先加工平面，后加工台阶和沟槽等。

(4) 工序集中与分散

工序集中与工序分散是拟定工艺规程的两个不同原则。所谓工序集中是工艺过程中所安排的工序数较少，而每道工序中所包括的工步数则较多，集中到极限程度时，仅一道工序就把工件加工到符合图样的各项技术要求；与此相反，工序分散则是工艺过程所包括的工序数