

职业技能培训鉴定教材

数控铣工

(高级)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

SHUKONG
XIGONG



 中国劳动社会保障出版社

职业技能培训鉴定教材

数控铣工

SHUKONG
XIGONG

(高级)

主编 彭效润

编者 卫建平

陈云春

审稿 孙国新

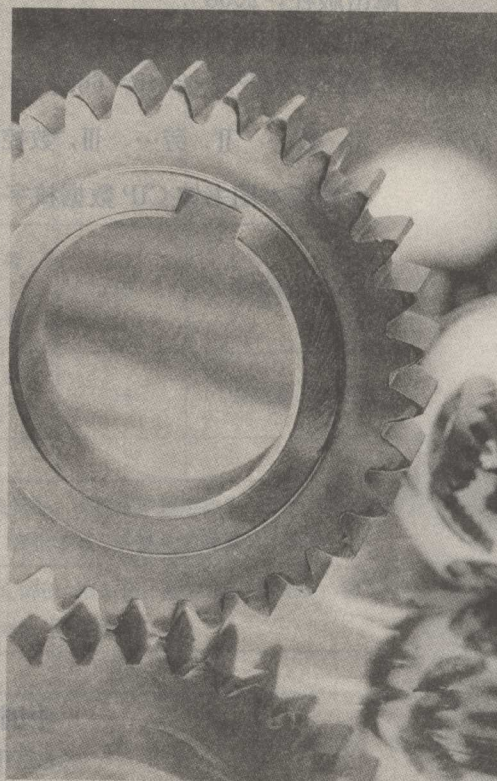
高霞



尚健书馆 甘卫华

乔向东 高红

张超英



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控铣工：高级/劳动和社会保障部教材办公室组织编写。—北京：中国劳动社会保障出版社，2008

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978-7-5045-6658-4

I. 数… II. 劳… III. 数控机床：铣床-职业技能鉴定-教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015067 号

数控铣工

(高级)

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

北京新华印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订
787毫米×1092毫米 16开本 14.75印张 318千字

2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷

定价：26.00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

内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室依据《国家职业标准——数控铣工》组织编写。本教材从职业能力培养的角度出发，力求体现职业培训的规律，满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材在编写中贯穿“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的理念，采用模块化的编写方式。全书按职业功能分为五个模块单元，主要内容包括加工准备、数控编程、数控铣床操作、零件加工、设备维护与故障诊断等。每一单元内容在涵盖职业技能鉴定考核基本要求的基础上，详细介绍了本职业岗位工作中要求掌握的最新实用知识和技术。

为便于读者迅速抓住重点、提高学习效率，教材中还精心设置了“培训目标”“考核要点”“特别提示”等栏目。每一单元后附有单元测试题及答案，全书最后附有知识和技能考核模拟试卷，供读者巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材可作为高级数控铣工职业技能培训与鉴定考核教材，也可供中、高等职业院校相关专业师生参考，或供相关从业人员参加在职培训、岗位培训使用。



前 言

1994年以来,劳动和社会保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动保障出版社组织有关方面专家,依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》,编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导200余种,作为考前培训的权威性教材,受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎,有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

劳动保障部从2000年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时,社会经济、技术不断发展,企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势,为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务,教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师,依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求,研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点:

在编写原则上,突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据,以企业需求为导向,以职业能力为核心”的理念,依据国家职业标准,结合企业实际,反映岗位要求,突出新知识、新技术、新工艺、新方法,注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能,均作详细介绍。

在使用功能上,注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求,教材力求体现职业培训的规律,反映职业技能鉴定考核的基本要求,满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

在编写模式上,采用分级模块化编写。纵向上,教材按照国家职业资格等级单独成册,各等级合理衔接、步步提升,为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上,教材按照职业功能分模块展开,安排足量、适用的内容,贴近生产实际,贴近培训对象需要,贴近市场需求。

在内容安排上,增强教材的可读性。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象,同时也便于培训对象迅速抓住重点,提高学习效率,在教材中精心设置了“培训目标”“考核要点”“特别提示”等栏目,以提示应该达到的



目标, 需要掌握的重点、难点、鉴定点和有关的扩展知识。另外, 每个学习单元后安排了单元测试题, 每个级别的教材都提供了知识和技能考核模拟试卷, 方便培训对象及时巩固、检验学习效果, 并对本职业鉴定考核形式有初步的了解。

本书在编写过程中得到北京市劳动和社会保障局、北京市工贸技师学院、北方工业大学、北京市工业技师学院、北京市汽车工业高级技工学校的大力支持和热情帮助, 在此一并致以诚挚的谢意。恳切希望各使用单位和个人对教材提出宝贵意见, 以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

1991年以来, 北京工贸技师学院、北方工业大学、北京市工业技师学院、北京市汽车工业高级技工学校, 以及北京市劳动和社会保障局、北京市工贸技师学院、北方工业大学、北京市工业技师学院、北京市汽车工业高级技工学校, 在教材编写过程中给予了大力支持, 为本书提供了大量的技术资料和数据。本书在编写过程中得到了北京市劳动和社会保障局、北京市工贸技师学院、北方工业大学、北京市工业技师学院、北京市汽车工业高级技工学校的领导和同志们的关心和帮助。本书在编写过程中得到了北京市劳动和社会保障局、北京市工贸技师学院、北方工业大学、北京市工业技师学院、北京市汽车工业高级技工学校的领导和同志们的关心和帮助。本书在编写过程中得到了北京市劳动和社会保障局、北京市工贸技师学院、北方工业大学、北京市工业技师学院、北京市汽车工业高级技工学校的领导和同志们的关心和帮助。



目 录

第1单元 加工准备/1—32

第一节 读图与绘图/2

- 一、零件的测绘
- 二、看装配图和由装配图拆画零件图

第二节 加工工艺的制定/13

- 一、数控铣床的铣削对象
- 二、加工中心的加工对象
- 三、加工工艺分析方法
- 四、零件结构工艺性
- 五、工艺路线设计

第三节 零件定位与装夹/19

- 一、工件在数控机床上的定位与装夹
- 二、定位基准的选择原则
- 三、数控机床夹具的种类
- 四、机床夹具的组成

第四节 数控铣床的刀具/27

- 一、组合(专用)刀具的形式、特点
- 二、难加工材料的刀具选择

单元考核要点/31

单元测试题/31

单元测试题答案/32

第2单元 数控编程/33—100

第一节 手工编程/34

- 一、数控编程中的数值计算
- 二、子程序(M98, M99)
- 三、固定循环指令
- 四、固定循环变量编程的规则和方法

第二节 计算机辅助编程/56

- 一、计算机绘图软件的使用——实体造型(CAD)



二、计算机绘图软件的使用——加工(CAM)

第三节 数控加工仿真/90

- 一、启动
- 二、选择机床类型
- 三、工件的使用
- 四、选择刀具

单元考核要点/97

单元测试题/97

单元测试题答案/100

第3单元 数控铣床操作/101—116

第一节 程序调试与运行/102

- 一、程序的调整(FANUC 0I-MA)
- 二、程序的运行(FANUC 0I-MA)

第二节 参数设置/110

- 一、参数说明
- 二、可编程参数输入G10(FANUC 0I-MA)
- 三、参数的应用

单元考核要点/115

单元测试题/115

单元测试题答案/116

第4单元 零件加工/117—196

第一节 平面加工/118

- 一、平面铣削的质量控制
- 二、可转位铣刀的使用
- 三、平面加工实例——台阶面的铣削加工

第二节 轮廓加工/126

- 一、刀具选择
- 二、转速和进给率
- 三、轮廓加工实例——凸轮的铣削加工

第三节 曲面加工/137

- 一、曲面的数值计算
- 二、铣削曲面类零件的加工路线
- 三、曲面铣削实例——盒型模具的铣削

第四节 孔类加工/146

- 一、孔加工工艺方案
- 二、孔加工实例——镗孔
- 三、影响数控镗孔加工精度的因素



四、调头镗孔
五、数控镗孔加工技巧
第五节 槽类零件加工/154
一、深槽、三维槽加工特点及方法
二、深槽加工实例——圆柱凸轮的数控加工
第六节 配合件加工/162
一、尺寸链的换算
二、配合件加工实例
第七节 精度检验/174
一、机械加工误差概述
二、工艺系统几何误差对加工误差的影响
三、工艺系统受力变形对加工误差的影响
四、工艺系统热变形对加工精度的影响
单元考核要点/193
单元测试题/193
单元测试题答案/196

第5单元 设备维护与故障诊断/197—212

第一节 数控铣床日常维护/198
一、数控铣床日常维护管理基本知识
二、数控铣床维护管理规程的制定
第二节 数控铣床故障诊断/200
一、数控铣床机械故障诊断的常见方法
二、数控铣床液压、气压、电气常见故障
第三节 机床精度检验/202
一、数控机床几何精度检验
二、数控机床切削(工作)精度检验
单元考核要点/210
单元测试题/210
单元测试题答案/212

知识考核模拟试卷/213
知识考核模拟试卷答案/221
技能考核模拟试卷/222



数控铣床加工准备

第 7

单元

加工准备

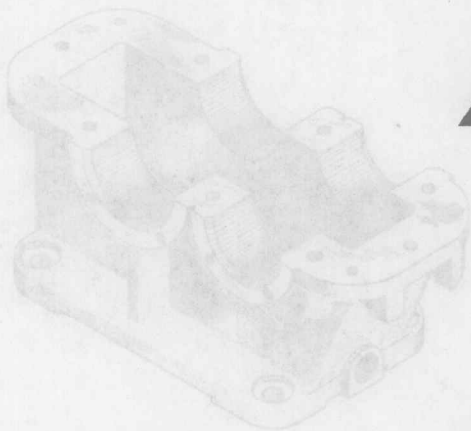


图 1-1 零件的 CAD 模型

- 第一节 读图与绘图/2
- 第二节 加工工艺的制定/13
- 第三节 零件定位与装夹/19
- 第四节 数控铣床的刀具/27





第一节 读图与绘图



- 能够读懂装配图并拆画零件图
- 能够测绘零件
- 能够读懂数控铣床主轴系统、进给系统的机构装配图

一、零件的测绘

1. 零件测绘的方法和步骤

下面以齿轮减速器上的箱体（见图 1—1b）为例，说明零件测绘的方法和步骤。

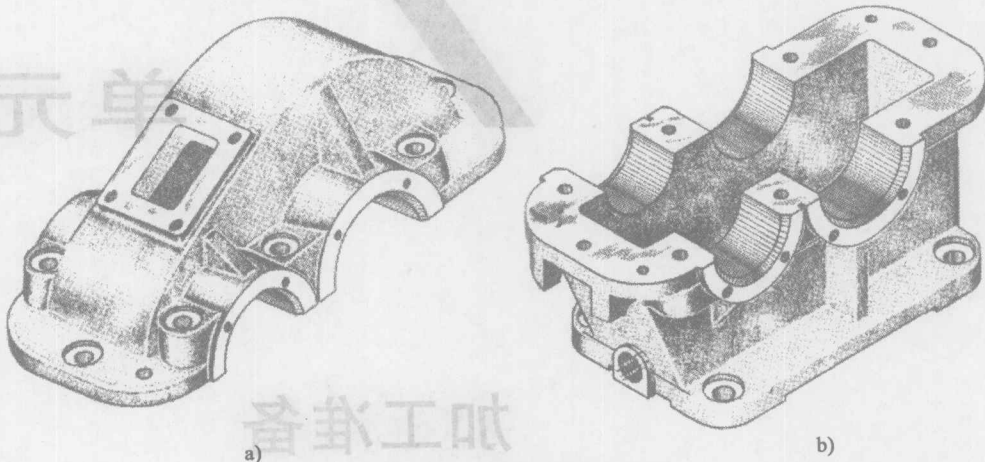


图 1—1 箱盖和箱体的轴测图

a) 箱盖 b) 箱体

(1) 了解和分析测绘对象。首先应了解零件的名称、材料以及它在机器（或部件）中的位置、作用和与相邻零件的关系，然后对零件的内外结构进行分析。

齿轮减速器是通过一对齿数不同的齿轮啮合传递转矩进而实现减速的一个部件。其工作原理是：动力从主动轴（即小齿轮轴）伸出箱外的一端传入，通过互相啮合的一对齿轮，传递到从动轴上，从而带动工作机械转动。由于从动齿轮的齿数比主动齿轮的齿数多，所以从动轴的转速下降，达到减速的目的。

该箱体为铸铁件，它是减速器上的一个主要零件，属于箱体类。其主要作用是容纳、支承轴和齿轮，并与减速器箱盖（见图 1—1a）连接，箱体的主要结构形状即由此而定，如：将该件做成中空的箱状，是为了容纳齿轮和存储润滑油；左下部的较大螺孔是更换润滑油的放油孔，底面的上表面具有斜面（斜度一般为 1：100）是为了将脏油放净；上部带有销孔和沉孔的连接板，是为了对准和连接箱盖；带有凸缘的两对大的半圆孔，是为了支承轴和滚动轴承，凸缘下的肋则起支承作用，以避免凸缘变形；底板上

单元
1



的四个沉孔,是安装、固定减速器用的;连接板左、右端的两组吊耳,是为了吊装方便;凸缘前端的小螺孔,是连接密封端盖用的。此外,箱体上的起模斜度、铸造圆角、倒角等,都是为了满足铸造、加工的工艺要求而设置的。至此,箱体的结构及其作用已基本分析清楚。

值得注意的是,在对测绘对象进行结构分析时,必须与相邻零件,特别是有配合、连接关系零件的结构分析联系起来(如箱体与箱盖相连接,二者有许多结构相匹配)。把握住这一点,并在视图表达,尤其是在尺寸标注、技术要求的注写等方面加以协调、对应,乃至达到一致,对提高零件的装配质量和部件运作质量都将起到至关重要的作用。

(2) 确定表达方案。箱体的结构虽然复杂,但比较常见且规整,许多结构又显露在外部,加之箱体前后对称,因此视图的选择并不困难,这里不再详述。箱体的表达方案如图 1—3 所示,请读者自行总结、归纳(最好与图 1—2 箱盖的零件图对照分析。图中的尺寸和技术要求也应对照分析)。

(3) 画零件草图

1) 绘制图形。根据选定的表达方案,徒手画出视图、剖视图、断面图等图形,作图步骤与画零件图相同。注意:

①零件上的制造缺陷(如砂眼、气孔等)以及由于长期使用造成的磨损、碰伤等,均不应画出。

②零件上的细小结构(如铸造圆角、倒角、倒圆、退刀槽、砂轮越程槽、凸台和凹坑等)必须画出。

2) 标注尺寸。先选定基准,再标注尺寸(详读图 1—3,在长、宽、高三个方向上找出重要尺寸,分析出尺寸基准)。注意:

①先集中画出所有的尺寸界线、尺寸线和箭头,再依次在零件上测量,逐个记入尺寸数值。

②零件上标准结构(如键槽、退刀槽、销孔、中心孔、螺纹等)的尺寸,必须查阅相应的国家标准予以标准化。

③与相邻零件的相关尺寸一定要一致(参见图 1—2 和图 1—3)。

3) 注写技术要求。零件上的表面粗糙度、极限与配合、形位公差等技术要求,通常可采用类比法给出。注意:

①重要尺寸要保证其精度。如箱体轴承孔的两轴间距离、轴线(上平面)与底面的距离以及有配合关系的尺寸都给出了公差,如图 1—3 所示。

②有相对运动的表面及对形状、位置要求较严格的线、面等要素,要给出既合理又经济的表面粗糙度或形位公差要求(读者可自行分析图 1—3 中的相应标注)。

③有配合关系的孔或轴,要查阅与其结合的轴或孔的相应资料(装配图或零件图),以核准配合制度和配合性质。

④考虑是否需要热处理等(箱体需经时效处理)。

只有这样,经测绘而制造出的零件,才能顺利地装配到机器上并达到其功能要求。

4) 填写标题栏。一般可写出零件的名称、材料及测绘者的姓名和完成时间等。



单元 1

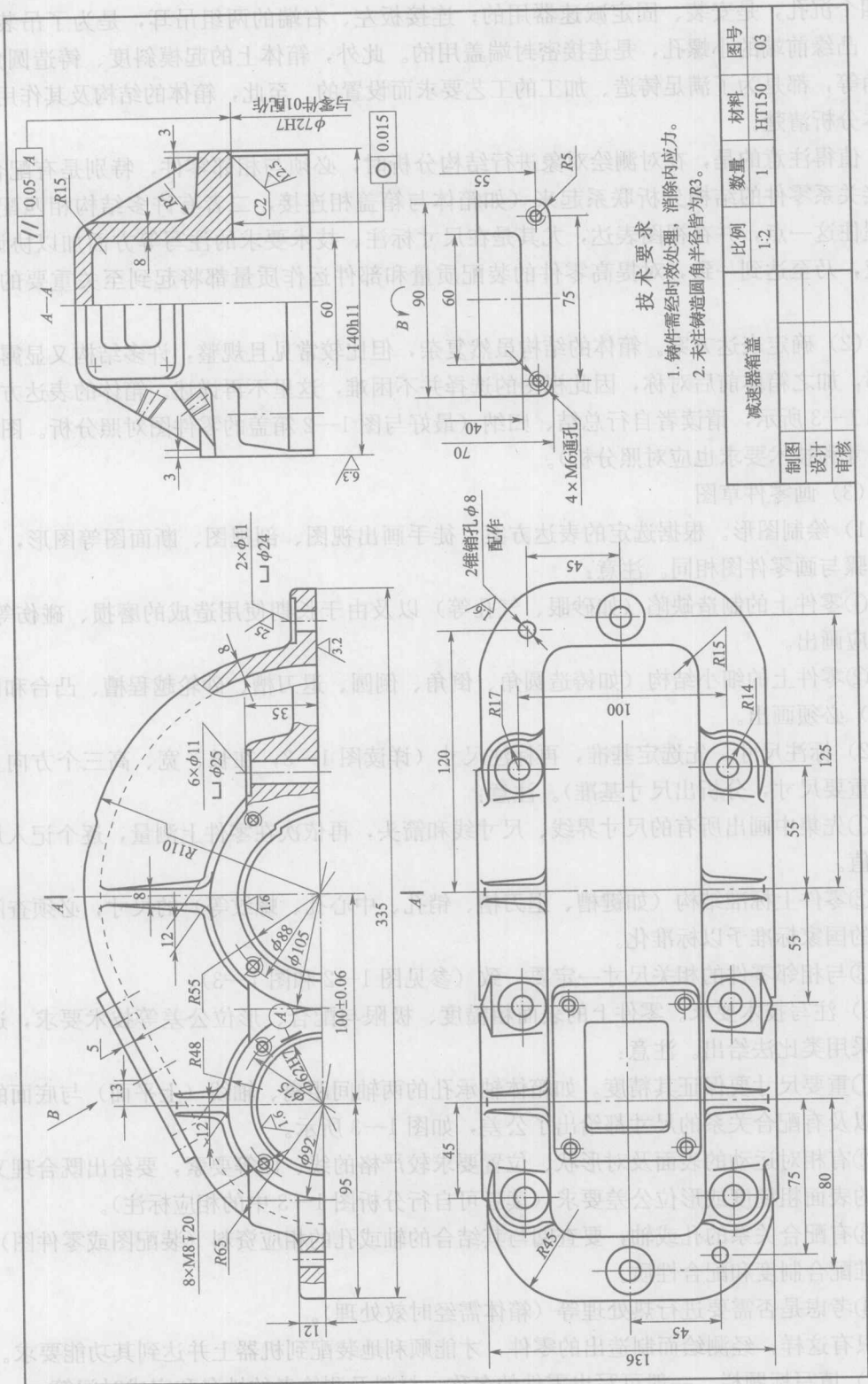


图 1-2 箱盖零件图

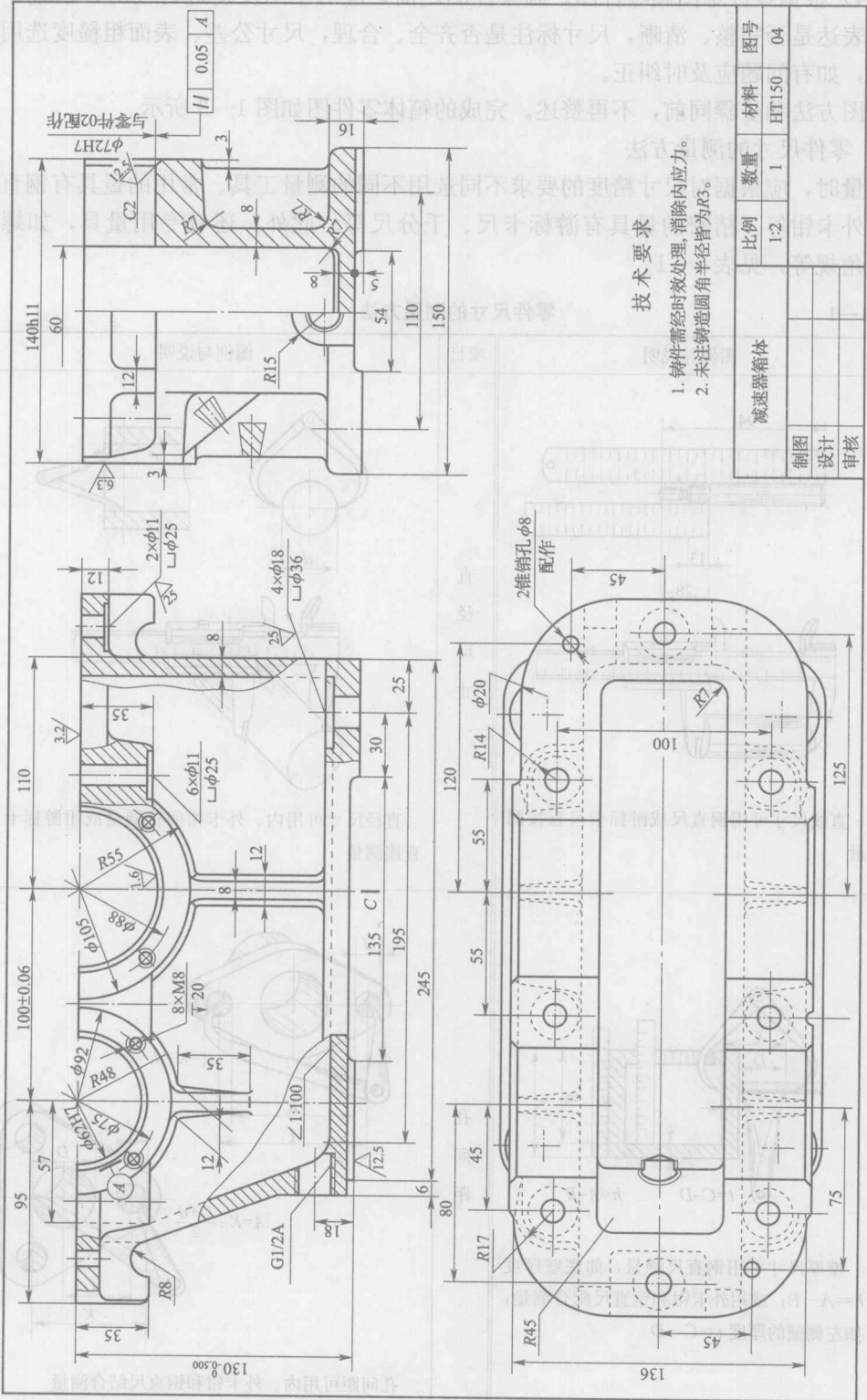


图 1—3 箱体零件图

单元
1



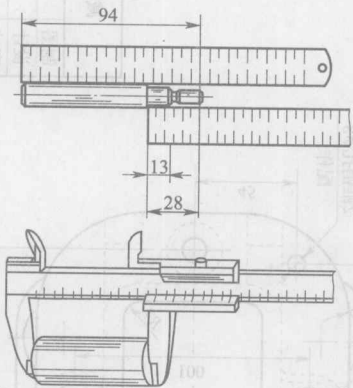
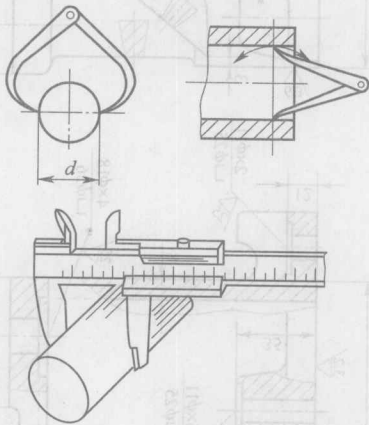
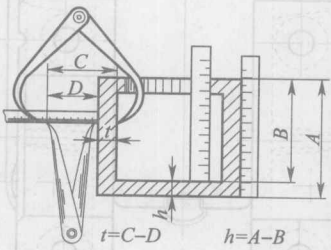
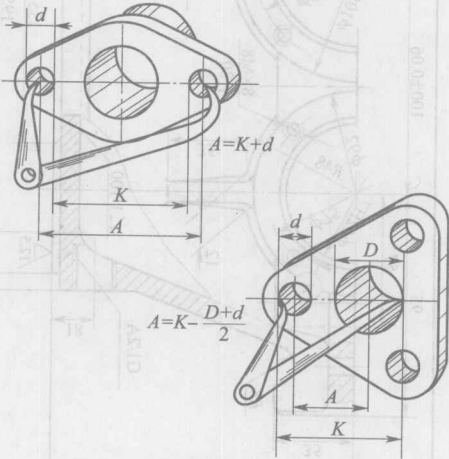
(4) 根据零件草图画零件图。画零件图之前，应对草图反复进行校对，检查零件的视图表达是否完整、清晰，尺寸标注是否齐全、合理，尺寸公差、表面粗糙度选用是否恰当，如有问题应及时纠正。

绘图方法和步骤同前，不再赘述。完成的箱体零件图如图 1—3 所示。

2. 零件尺寸的测量方法

测量时，应根据对尺寸精度的要求不同选用不同的测量工具。常用的量具有钢直尺和内、外卡钳等。精密的量具有游标卡尺、千分尺等。此外，还有专用量具，如螺纹规、圆角规等，见表 1—1。

表 1—1 零件尺寸的测量方法

项目	图例与说明	项目	图例与说明
直线尺寸	 <p>直线尺寸可用钢直尺或游标卡尺直接测量</p>	直径尺寸	 <p>直径尺寸可用内、外卡钳间接测量或用游标卡尺直接测量</p>
壁厚尺寸	 <p>壁厚尺寸可用钢直尺测量，如底壁厚度 $h=A-B$；或用外卡钳和钢直尺配合测量，如左侧壁的厚度 $t=C-D$</p>	孔间距	 <p>孔间距可用内、外卡钳和钢直尺结合测量</p>

项目	图例与说明	项目	图例与说明
中心高	<p>$H = A + \frac{d}{2}$</p>	曲面曲线的轮廓	
螺距	<p>$P = 1.5$</p> <p>$4 \times \text{螺距} P = L$</p>	曲面曲线的轮廓	
齿顶圆直径	<p>$\phi 59.8 (d_0)$</p>	曲面曲线的轮廓	
偶数齿齿轮的齿顶圆直径可用游标卡尺直接测得 (见上图); 奇数齿可间接测量 (见下图)		用坐标法测量非圆曲线	



二、看装配图和由装配图拆画零件图

1. 看装配图的方法和步骤

看装配图的目的是搞清机器或部件的性能、工作原理、装配关系和各零件的主要结构、作用以及拆装顺序等。下面以图 1—4 所示的齿轮油泵为例，说明看装配图的一般方法和步骤。

(1) 概括了解。看装配图时，首先通过标题栏和产品说明书了解部件的名称、用途。从明细栏了解组成该部件的零件名称、数量、材料以及标准件的规格。通过对视图的浏览，了解装配图的表达情况和复杂程度。从绘图比例和外形尺寸了解部件的大小。从技术要求看该部件在装配、试验、使用时有哪些具体要求，从而对装配图的大体情况和内容有一个概括的了解。

齿轮油泵是机器润滑、供油系统中的一个部件，其体积较小，要求传动平稳，保证供油，不能有渗漏，它由 17 种零件组成，其中有标准件 7 种。由此可知，这是一个较简单的部件。

(2) 分析视图。了解各视图、剖视图、断面图的数量和各自的表达意图及它们相互之间的关系，明确视图名称、剖切位置、投射方向，为下一步深入看图作准备。

齿轮油泵装配图共选用两个基本视图。主视图采用了全剖视 A—A，它将该部件的结构特点和零件间的装配、连接关系大部分表达出来。左视图采用了半剖视图 B—B（拆卸画法），它是沿左端盖 1 和泵体 6 的结合面剖切的，清楚地反映出油泵的外部形状和齿轮的啮合情况，以及泵体与左、右端盖的连接和油泵与箱体的装配方式。局部剖则是用来表达进油口。

(3) 分析传动路线和工作原理。一般可从图样上直接分析，当部件比较复杂时，需参考说明书。分析时，应从机器或部件的传动入手：动力从传动齿轮 11 输入，当它按逆时针方向（从左视图上观察）转动时，通过键 14 带动齿轮轴 3，再经过齿轮啮合带动齿轮轴 2，从而使后者作顺时针方向转动。传动关系清楚了，就可分析出工作原理，如图 1—5 所示，当一对齿轮在泵体内作啮合传动时，啮合区内前边空间的压力降低而产生局部真空，油池内的油在大气压力作用下进入油泵低压区内的进油口，随着齿轮的转动，齿槽中的油不断沿箭头方向被带至后边的出口口把油压出，送至机器中需要润滑的部位。

凡属泵、阀类部件都要考虑防漏问题。为此，该泵在泵体与端盖的结合处加入了垫片 5，并在齿轮轴 3 的伸出端用密封圈 8、轴套 9、压紧螺母 10 加以密封。

(4) 分析装配关系。分析清楚零件之间的配合关系、连接方式和接触情况，能够进一步了解为保证实现部件的功能所采取的相应措施，以更加深入地了解部件。如连接方式，从图中可以看出，它是采用以 4 个圆柱销定位、12 个螺钉紧固的方法将两个端盖与泵体牢靠地连接在一起。如配合关系，传动齿轮 11 和齿轮轴 3 的配合为 $\phi 14H7/k6$ ，属基孔制过渡配合。这种轴、孔两零件较紧密的配合，既便于装配，又有利于和键一起将两零件连成一体传递动力。 $\phi 16H7/h6$ 为间隙配合，它采用了间隙配合中间隙为最小的方法，以保证轴在孔中既能转动，又可减小或避免轴的径向跳动。尺寸 $(28.76 \pm$