



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

加工中心 操作工

JIAGONG ZHONGXIN
CAOZUOGONG

第2版 (高级)

中国就业培训技术指导中心组织编写



内 容 简 介

本书由中国就业培训技术指导中心按照标准、教材、题库相衔接的原则组织编写，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书。书中内容根据《国家职业标准·加工中心操作工》（2005年版）要求编写，是高级加工中心操作工职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书介绍了高级加工中心操作工应掌握的技能要求和相关知识，涉及装配图识读、零件测绘、箱体加工工艺文件制定、零件定位与装夹、手工和计算机辅助编程、数控加工仿真、程序调试与运行、在线加工、平面加工、型腔加工、曲面加工、孔类加工、沟槽加工、配合件加工、精度检验、维护与故障诊断等内容。

国家职业资格培训教程——数控加工系列

- ◎ 数控加工基础
- ◎ 数控铣工（中级）
- ◎ 数控铣工（高级）
- ◎ 数控铣工（技师 高级技师）
- ◎ 数控车工（中级）
- ◎ 数控车工（高级）
- ◎ 数控车工（技师 高级技师）
- ◎ 加工中心操作工（中级）（第2版）
- 加工中心操作工（高级）（第2版）
- ◎ 加工中心操作工（技师 高级技师）（第2版）

策划编辑 / 高 文
责任编辑 / 邓小龙
责任校对 / 袁学琦
封面设计 / 王利民
版式设计 / 朱 姝

ISBN 978-7-5045-6841-0



9 787504 568410 >

定价：45.00元



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

加工中心 操作工

JIAGONG ZHONGXIN
CAOZUOGONG

第2版 (高级)

编审委员会

康翔 李翔
陈蕾 陈坤
申玉 尚山

主任委员
副主任委员

原淑炜 熊军权 杨伟群
张伟 宋放之 张超英
张庆立

本书编写人员

群辉 豪辅
伟朋 张军
张冯 张

主编 编者

王雷 申坤
杨伟群 林克伟 刘志东
李文

图书在版编目(CIP)数据

加工中心操作工：高级/中国就业培训技术指导中心组织编写. —2版.—北京：中国劳动社会保障出版社，2008

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5045-6841-0

I. 加… II. 中… III. 加工中心-操作-职业技能鉴定-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 062845 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 24 印张 440 千字

2008 年 6 月第 2 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定价：45.00 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

前 言

为推动加工中心操作工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在加工中心操作工从业人员中推行国家职业资格证书制度，中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准·加工中心操作工》（2005年版）（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，编写了加工中心操作工国家职业资格培训系列教程（第2版）。

加工中心操作工国家职业资格培训系列教程（第2版）紧贴《标准》要求，内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想，突出职业资格培训特色；结构上针对加工中心操作工职业活动领域，按照职业功能模块分级别编写。

加工中心操作工国家职业资格培训系列教程（第2版）共包括《数控加工基础》《加工中心操作工（中级）》《加工中心操作工（高级）》《加工中心操作工（技师 高级技师）》4本。《数控加工基础》内容涵盖《标准》的“基本要求”，是各级别加工中心操作工均需掌握的基础知识；其他各级别教程的章对应于《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”。

本书是加工中心操作工国家职业资格培训系列教程中的一本，适用于对高级加工中心操作工的职业资格培训，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书，也是高级加工中心操作工职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书在编写过程中得到斐克科技有限责任公司、大连机床集团、山特维克（可乐满）中国有限公司等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

中国就业培训技术指导中心

目 录

CONTENTS

国家职业资格培训教程

第一章 加工准备	(1)
第一节 读图与绘图	(1)
第二节 制定加工工艺	(18)
第三节 零件定位与装夹	(31)
第四节 刀具准备	(65)
第二章 数控编程	(100)
第一节 手工编程	(100)
第二节 计算机辅助编程	(127)
第三节 数控加工仿真	(176)
第三章 加工中心操作	(194)
第一节 程序调试与运行	(194)
第二节 大型程序在线加工	(214)
第四章 零件加工	(225)
第一节 平面加工	(225)
第二节 模具型腔加工	(238)
第三节 曲面加工	(252)
第四节 孔系加工	(266)
第五节 槽加工	(287)

第六节	配合件加工	(300)
第七节	精度检验	(325)
第五章	维护与故障诊断	(335)
第一节	日常维护	(335)
第二节	故障诊断	(341)
第三节	机床精度检查	(365)

第一节 读图与绘图

一、培训目标

1. 能够读懂装配图并拆画零件图。
2. 能够测绘零件。
3. 能够读懂加工中心主轴系统、进给系统的机构装配图。

二、操作技能

1. 从装配图拆画零件图

根据装配图拆画零件图（简称拆图），是产品设计过程中的一项重要工作。现以图 1—1 所示的 BT40 主轴装配图为例说明从装配图拆画拉杆 6 的一般步骤（图中某些尺寸数据、结构已作修改，此图仅供教学用途）。

（1）识读装配图

识读装配图的主要步骤包括：

- 1) 概括了解。先看标题栏和明细表，了解部件的名称、比例及零件的数量；由名称可略知该部件的用途，由比例可以想象部件的大小，由零件的数量可知该部件的复杂程度。

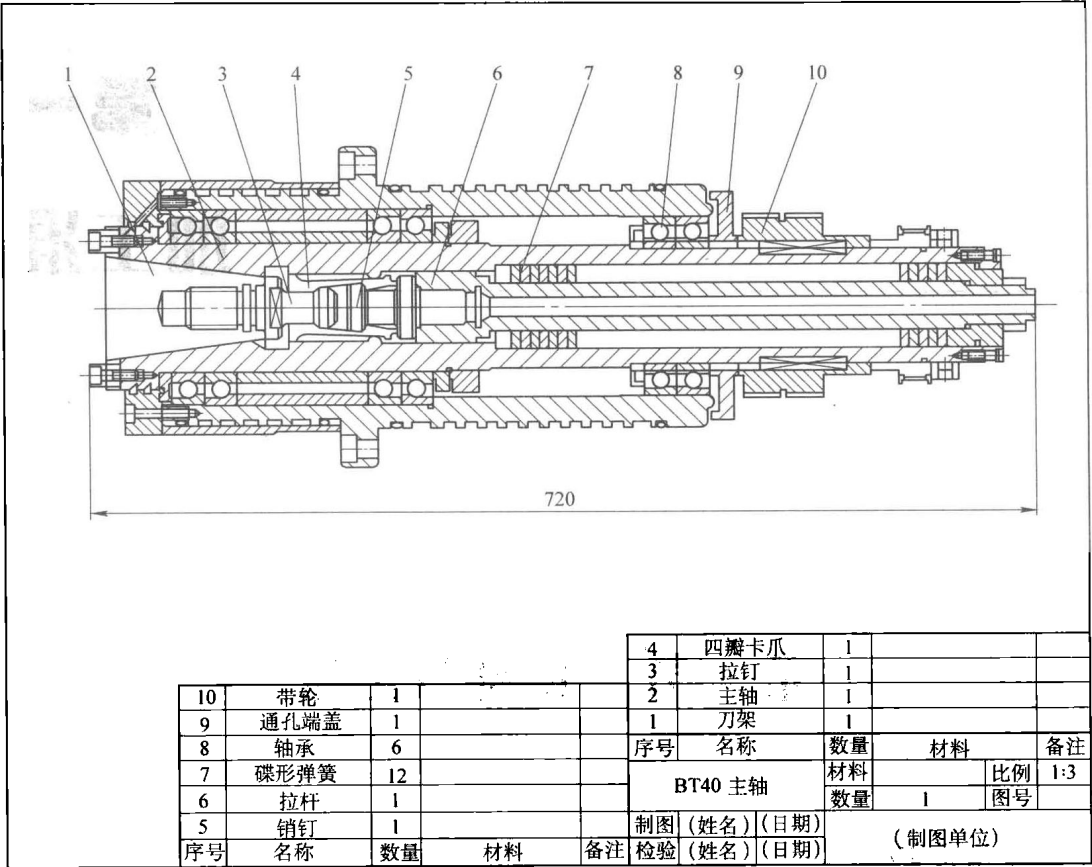


图 1—1 BT40 主轴装配图

2) 分析视图。弄清各个视图、剖视图、断面图的名称、数量，各自表达的主要内容及视图间的投影关系。

3) 了解装配体的工作原理。在前两个步骤的基础上，对照各视图仔细分析部件的装配关系和工作原理，分析各条传动路线，弄清各零件间的装配和连接关系以及零件的定位、密封等问题。这是识读装配图的一个重要环节，一般可以从反映装配关系比较明显的视图入手，沿装配干线或传动路线进行分析，但当部件比较复杂时，则需要参考说明书及有关技术资料。

4) 分析零件的形状和用途。为了深入了解部件，还应进一步分析零件的主要结构形状和用途。

①分析时要利用零件序号、不同方向或不同疏密的剖面线，划分出零件在各视图中的投影范围，找对投影关系，想象出各零件的结构形状。

②了解零件的作用及动作过程。当某些零件的结构表达不够完整时，要先分析相邻零件的结构形状，根据它们的关系及作用确定该零件的结构形状。

5) 分析尺寸。分析装配图中每个尺寸的作用,搞清楚哪些是规格尺寸,哪些是配合尺寸、总体尺寸及安装尺寸,对配合尺寸还应进一步分析是哪两个零件之间的配合,配合的性质及要求是什么。

6) 分析拆、装顺序。搞清楚部件的拆卸方法和顺序,为组装部件打好基础。在拆卸时要注意,对不可拆和具有过盈配合的零件要尽量不拆,以免影响其性能和精度。

将要拆画的零件轮廓在装配图的各个投影中分离出来。

从图 1—1 中可知该部件为 BT40 主轴,带轮 10 带动主轴 2 旋转,主轴 2 与刀架 1 以 7:24 锥孔配合实现刀具的定位,由碟形弹簧、拉杆、四瓣卡爪及销钉等零件组成的拉紧机构拉紧锥柄刀夹尾端的轴颈,实现刀具夹紧及精确定位。

该装配图只采用了全剖视图表达,拉杆 6 是轴类零件,在装配图中的投影如图 1—2 中加深部分所示。

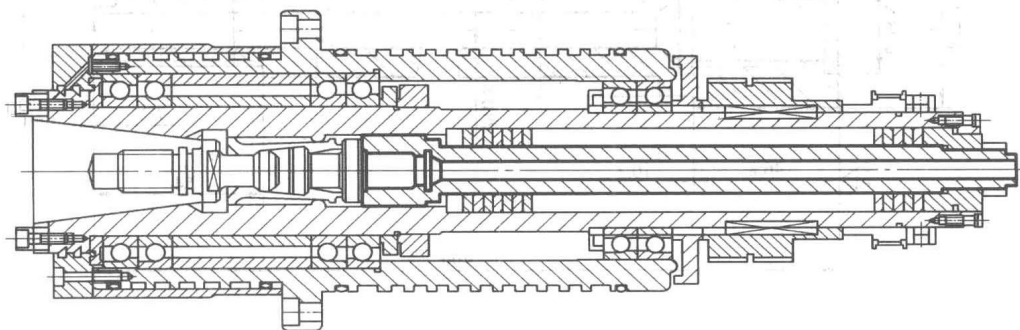


图 1—2 拉杆在装配图中的投影(加深部分)

(2) 分析零件的结构形状

从图 1—2 中可知拉杆 6 为中空轴类零件,右端有外螺纹,左端内孔有内螺纹。假想拆去相邻零件,补全轮廓线,并添加必要的工艺结构,如倒角、退刀槽、圆角、拔模斜度等,如图 1—3 所示。

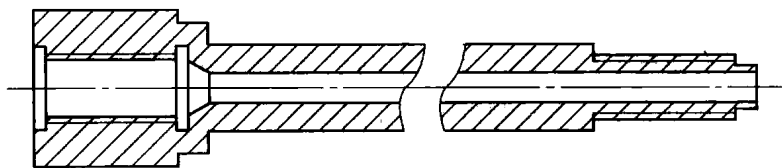


图 1—3 拉杆零件简图

(3) 选择零件图的表达方案

根据零件在装配图各视图中的投影想象零件的结构形状后,分析该零件在装配图中的表达方案是否可清楚、完全、正确地表达出该零件。根据实际情况,可利用原表达方案或在原表达方案的基础上加以修改,增加新视图以表达零件结构。如果原表达方案无

法表达该零件的结构形状，可采用新方案。

在本例中，拉杆零件结构简单，原表达方案已清楚、完全、正确地表达出其结构形状，因此仍采用原表达方案。

(4) 按要求画出零件图

完成后的零件图如图 1—4 所示。

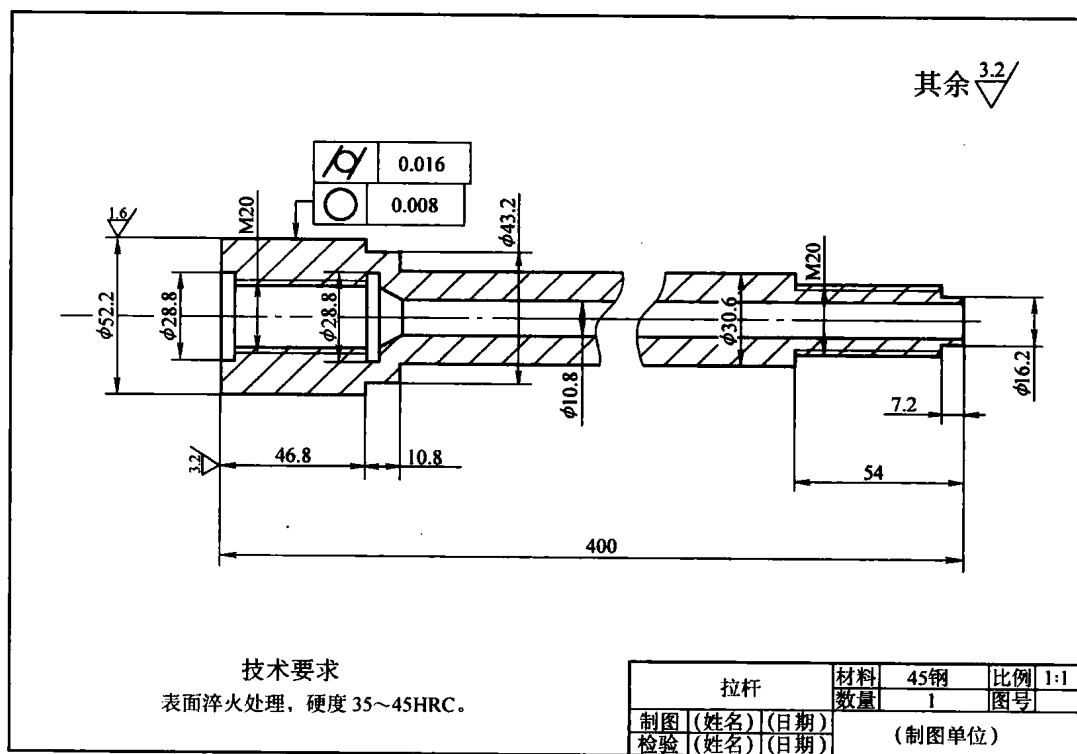


图 1—4 拉杆零件图

2. 零件测绘

(1) 箱体零件测量

常用测绘工具有游标卡尺、千分尺、高度仪、内外卡钳、圆弧规、螺纹规等。随着科学技术的发展，新型光学、电子测量工具在实际生产中得到了广泛应用，如三坐标测量机、BMM-1 箱体测量仪等。

如图 1—5 所示是箱体零件，四个侧面上都有轴孔或螺纹孔。从 A 向看，箱体零件前侧面上的轴孔 $\phi 40H7$ 和后侧面上的轴孔 $\phi 40H7$ 应具有一定同轴度，且都应以底面为基准测量。左侧面有轴孔 $\phi 50H7$ 和轴孔 $\phi 30H7$ ，此两孔需要安装两相互配合的齿轮轴，应具有较高的相对位置精度，因此 $\phi 50H7$ 应以底面及前侧面为测量基准，而轴孔 $\phi 30H7$ 应以轴孔 $\phi 50H7$ 为测量基准。具体测量步骤如下：

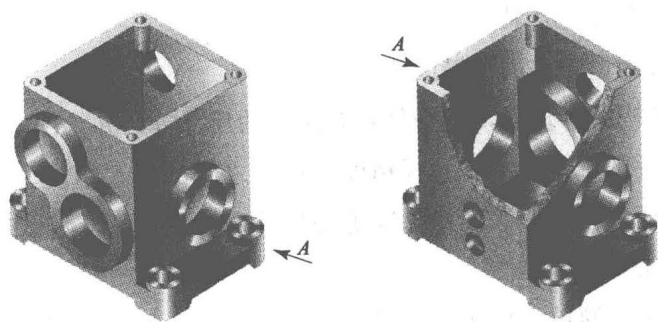


图 1—5 箱体立体图

- 1) 根据零件画出简图，以便后续测量标记，如图 1—6 所示。
- 2) 以底面为基准，使用高度仪或三坐标测量机测量箱体高度。
- 3) 以前侧面为基准，测量箱体及底板的宽度和长度，并测量上端面 4 个螺纹孔的位置及尺寸。

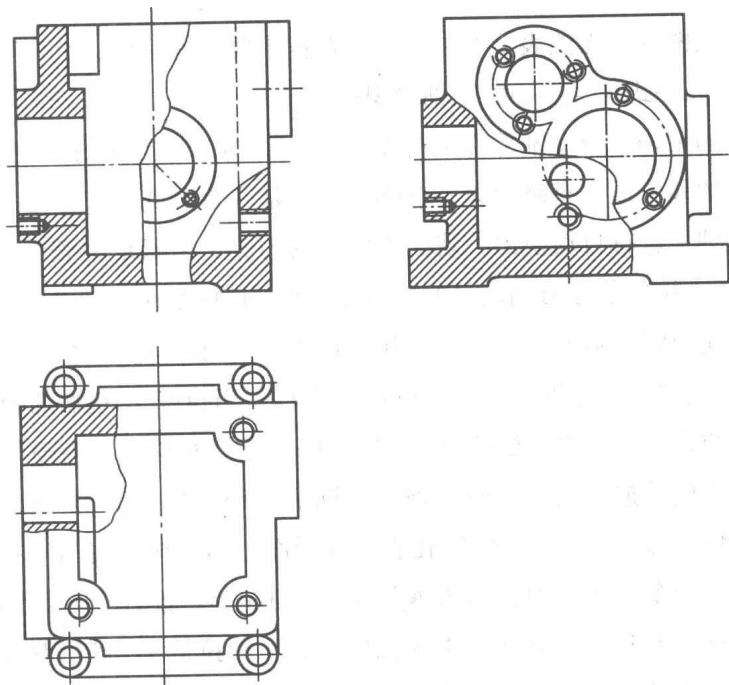


图 1—6 箱体零件简图

- 4) 以底面为基准，测量前后四个侧面轴孔位置，左侧面 $\phi 50H7$ 轴孔位置，并测量其直径尺寸。
- 5) 以左侧面 $\phi 50H7$ 轴孔为基准，测量轴孔 $\phi 30H7$ 的位置尺寸及其直径尺寸。
- 6) 测量壁厚、底板厚度、凸台尺寸等。

- 7) 测量各螺纹孔尺寸及其位置。
- 8) 用粗糙度规测量各表面粗糙度值。
- 9) 整体检查结构的合理性, 检查是否有漏测的尺寸等, 并绘图。

总之, 箱体零件的轴颈支承孔孔径精度及相互之间的位置精度、定位销孔的精度与孔距精度、主要平面的精度、表面粗糙度等是其重要技术指标, 测量时需要加以注意。

(2) 箱体零件绘制

箱体零件与轴类等简单零件相比, 其结构复杂、表达困难。因此, 绘制零件图时需要合理选择视图, 并辅以剖视图、局部视图等方法表达零件的结构。如图 1—7 所示箱体零件图, 采用了 3 个基本视图、两个局部视图及局部剖等表达方法。

箱体零件将机器中的轴、套、齿轮等相关零件连接成一个整体; 并使之保持正确的相互位置, 以传递转矩或改变转速来完成规定的运动, 是机器的基础零件, 具有结构复杂、壁薄且不均匀、加工部位多、加工难度大等特点。绘制箱体零件图时, 在表达清楚形体结构的同时, 对轴孔间的同轴度和垂直度、轴孔间的相对位置及轴孔表面的粗糙度等要标注清楚, 在图样上无法表示的内容, 可在技术要求中写出。

3. ZHS—K63 卧式加工中心的主轴箱识读

ZHS—K63 的主轴箱及主轴部件结构如图 1—8 所示。主轴箱中有个三联换挡齿轮, 通过变速液压缸的移位进行有级变速。ZHS—K63 是一台卧式加工中心, 刀库中的刀具通过机械手在主轴上进行自动换刀。装在主轴上的刀具, 由碟形弹簧 7 的弹力, 使拉杆 5 通过弹性卡爪 3, 拉住装在刀柄尾部的拉钉 1, 把刀具拉紧在主轴 2 上, 并以 $7:24$ 的锥面进行定位。换刀时, 由电控系统对液压系统发出指令, 将压力油通入液压缸 12 的右腔, 使推杆 11 左移并通过轴套 8 推动拉杆 5 左移。当拉杆 5 左端的弹性卡爪 3 进入较大的空间后, 便自动张开而放松拉钉 1。当拉杆 5 继续左移时, 由喷气嘴 4 的左端推松刀具。这时, 机械手把刀具从主轴上取下。随后, 经旋转接头 10 进入的压缩空气从喷气嘴 4 喷出, 将主轴 2 上的 $7:24$ 锥孔表面吹干净。当机械手将另一把刀具装入主轴后, 液压系统接受指令, 使压力油通入液压缸 12 的左腔, 推杆 11 随之右移回到原位。碟形弹簧 7 使拉杆 5 右移, 由弹性卡爪 3 拉住刀具上的拉钉 1。碟形弹簧 7 的拉力由螺母 9 调节, 保持以 20 kN 的拉力把刀具拉紧在主轴上。当切削加工需要冷却时, 由喷嘴 13 喷出切削液进行冷却。

三、相关知识

1. 根据装配图拆画零件图的方法

(1) 根据装配图拆画零件图的步骤和需注意的问题

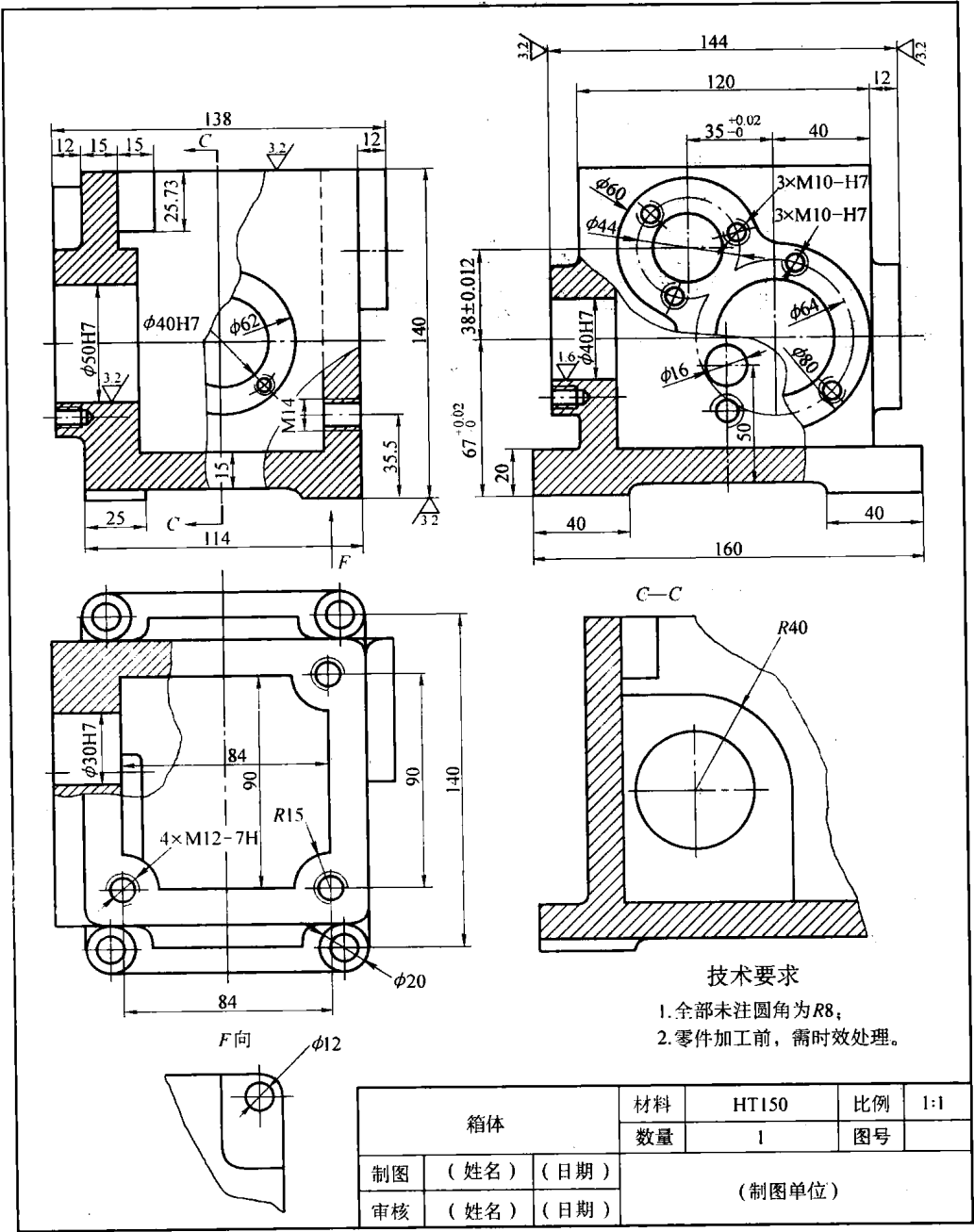


图 1—7 箱体零件图

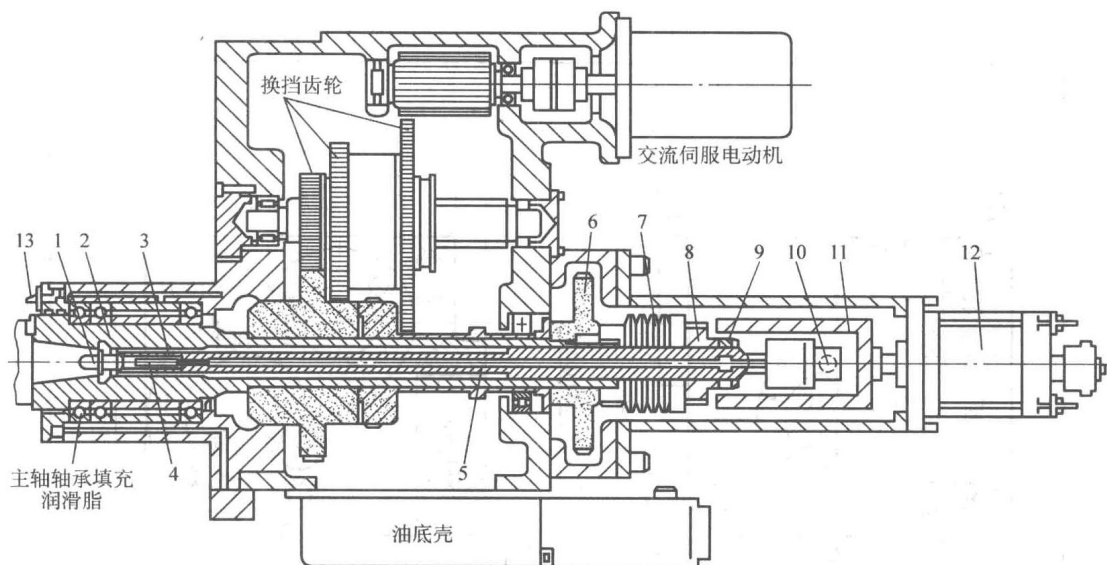


图 1—8 ZHS-K63 主轴箱及主轴部件结构

- 1—拉钉 2—主轴 3—弹性卡爪 4—喷气嘴 5—拉杆 6—定位凸轮 7—碟形弹簧
8—轴套 9—固定螺母 10—旋转接头 11—推杆 12—液压缸 13—切削液喷嘴

装配图是表示产品及其组成部分的连接装配关系的图样，是产品设计、加工装配、使用维修和技术交流的重要技术文件，是装配、检验、调试、安装、使用、维修时的重要依据。无论是在设计机器、装配产品，还是在使用和维修机器设备的时候，都会遇到读装配图的问题。

拆画零件图的步骤：

- 1) 看懂装配图，并将要拆画的零件轮廓从装配图的各个投影中分离出来。
- 2) 分析零件的结构形状。
- 3) 选择零件图的表达方案，先确定主视图，再确定其他表达方法。
- 4) 按要求画出零件图。

拆画零件图时，应注意以下几方面的问题：

1) 零件的视图和结构处理。主视图的选择和视图数量的确定；补充设计装配图上未确定的结构形状；增补装配图上省略的倒角、退刀槽、圆角、拔模斜度等工艺结构，这些结构在零件图上的表达要完整、清楚。

2) 零件的尺寸处理。零件图上的尺寸标注包括以下几项：

- ① 尺寸。将装配图上注出的与画图有关的尺寸直接抄到零件图上，不得随意改变。

对注有配合代号的尺寸,还应在零件图上注出其上、下偏差或公差代号。

②查尺寸。对于零件上已标准化和规格化的结构,如螺纹、键槽、倒角、退刀槽等的尺寸,应从有关标准和手册中查出数值。

③计算尺寸。有些尺寸是需要通过计算确定的。如齿轮的分度圆直径,应根据已知的模数、齿数等有关数值来计算确定后标注。

④测量尺寸。对零件上的一般结构尺寸,可以按装配图的画图比例直接从图中量取,将数值取为整数或取相近的标准数值(如标准直径、长度等)。

⑤统一尺寸。对有装配关系的零件,应特别注意使其有关尺寸和基准协调一致,以保证装配精度。

3) 技术要求和材料的确定。对于零件图上的表面粗糙度、形状和位置公差、材料、热处理和其他技术要求,可根据零件的工作条件、加工方法、检验和装配要求,查阅手册或参考有关图样资料确定。在拆图过程中,必须加强图样的校核,特别要把相关零件图联系起来校核,以检查有关的结构形状和尺寸是否协调一致。

(2) CAD 绘图软件的功能——图块与图层的应用

在使用 CAD 绘图软件绘制零件图样时,图块与图层是控制和组织图形的两种重要方法,如果能在由装配图拆画零件图时灵活运用图块和图层,可以简化图形的管理,减少重复劳动,提高工作效率。

1) 图块。图块是复合形式的图形实体,绘图软件把不同类型的图形元素(如直线、圆弧、样条、剖面线等)组合成图块,供用户进行操作,操作步骤主要包括:

①图块可以由用户定义,图块被定义生成以后,原来若干相互独立的实体形成统一的整体,对它可以进行类似于其他实体的移动、拷贝、删除等各种操作。

②图块可以被打散,即构成块的图形元素又成为可独立操作的元素。

③利用图块可以实现图形的隐藏和消隐,即在可见和不可见之间切换。

④利用图块可以存储与该块相联系的非图形信息,如块的名称、材料等,这些信息也称为块的属性。

⑤利用图块可以实现形位公差、表面粗糙度等的自动标注。

⑥利用图块可以实现图库中各种图符的生成、存储与调用。

⑦以 CAXA 电子图板绘图软件为例,属于图块的图形元素有图符、尺寸、文字、图框、标题栏、明细表等,这些图形元素均可用操作步骤①~⑥的方法操作。

2) 图层。图层也称为层,它是开展结构化设计不可缺少的软件环境。众所周知,一幅机械工程图样包含有各种各样的信息,有确定实体形状的几何信息,也有表示线型、颜色等属性的非几何信息,以及各种标注尺寸和各种图形符号。这么多的内容集中

在一张图样上,必然给设计绘图工作造成很大负担。如果能够把相关的信息集中在一起,或把某个零件、某个组件集中在一起单独进行绘制或编辑,当需要时又能够组合或单独提取,将使绘图设计工作变得简单而又方便。图层就具备了这种功能,可以采用分层的方式完成装配图向零件图的拆画。

可以把图层想象为一张没有厚度的透明薄片,图形元素及其信息就存放在这种透明薄片上。在CAXA电子图板中最多可以设置100层,但每一个图层必须有唯一的层名。不同的层上可以设置不同的线型和不同的颜色,也可以设置其他信息。层与层之间由一个坐标系(即世界坐标系)统一定位。所以,一个图形文件的所有层都可以重叠在一起而不会产生坐标关系混乱的问题。图1—9形象地说明了层的概念。

各图层之间不但坐标系是统一的,而且其缩放系数也是一致的。因此,层与层之间可以完全对齐。一个图层上的某一标记点会自动精确地对应在各图层的同一位置点上。

图层是有状态的,它的状态也是可以改变的。图层的状态包括层名、层描述、线型、颜色、打开与关闭以及是否为当前层等。每一个图层都对应一种由系统设定的颜色和线型。系统规定,启动后的初始层为“0”层,并被默认为当前层,线型为粗实线。可以通过系统主菜单中的“层编辑”菜单更改图层的属性和状态。

图层可以建立,也可以被删除。图层可以打开,也可以关闭。打开的图层上的实体在屏幕上可见,关闭的图层上的实体在屏幕上不可见。

2. 零件的手工测绘方法

所谓测绘,就是对现有零部件经过拆卸并测量、绘制出零件图及装配图的过程。机械产品的图样要么来源于设计,要么来源于测绘。测绘技术在现代机械制造及生产中起着重要作用,它是产品设计、仿造、修配等工作中不可缺少的一种技术手段。

(1) 零件测绘的一般方法

1) 分析零件。为了把被测零件准确完整地表达出来,应先对被测零件进行认真的分析,了解零件的类型、在机器中的作用、所使用的材料及大致的加工方法。

2) 确定零件的视图表达方案。零件的表达方案的选择,应本着能够完全、清楚、正确表达零件结构的原则,一个零件的表达方案并非是唯一的,可多考虑几种方案,并从中选择最佳方案。

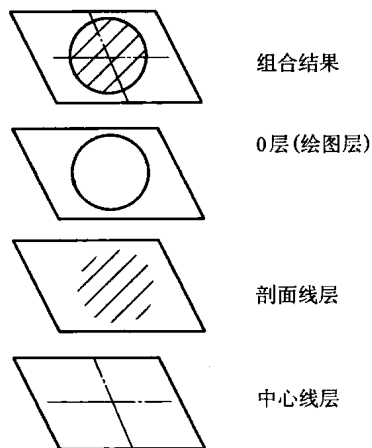


图1—9 图层的概念