



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

数控车工

SHUKONG CHEGONG

(高级)

中国就业培训技术指导中心组织编写



NLIC2970791524



中国劳动社会保障出版社



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

数控车工

SHUKONG CHEGONG

(高级)

编审委员会

主 任
副 主 任
委 员

刘 康
陈 李
陈 翔
宋 蕾
胡 放
庞 之
晨

原 淑 炜
张 伟
杨 伟 群

熊 军 权
王 小 芳

张 超 英
周 维 泉

编写人员

主 编
编 者

张 超 英
张 璐 清
李 海 霞

陈 云 海
周 新 阳

甄 雪 松
冯 秀 泉

崔 永 波
鄢 福 超



NLIC2970791524



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车工：高级/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，2011

国家职业资格培训教程

ISBN 978 - 7 - 5045 - 9051 - 0

I. ①数… II. ①中… III. ①数控机床：车床-车削-技术培训-教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 101383 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 三河市华东印刷装订厂装订
787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.75 印张 248 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定价：32.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211/64921644/84643933

发行部电话：010 - 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010 - 80497374

前 言

为推动数控车工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在数控车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·数控车工》（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，编写了数控车工国家职业资格培训系列教程。

数控车工国家职业资格培训系列教程紧贴《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；结构上针对数控车工职业活动领域，按照职业功能模块分级别编写。

数控车工国家职业资格培训系列教程共包括《数控加工基础》《数控车工（中级）》《数控车工（高级）》《数控车工（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”，是各级别数控车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”。

本书是数控车工国家职业资格培训系列教程中的一本，适用于对高级数控车工的职业资格培训，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书，也是高级数控车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北京斐克科技有限公司、山特维克可乐满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 工件的装夹与定位	(12)
第三节 刀具准备	(28)
第四节 加工工艺的制定	(54)
第二章 数控编程	(71)
第一节 宏程序的编制	(71)
第二节 计算机辅助编程	(94)
第三节 数控加工程序的仿真	(131)
第三章 零件加工	(150)
第一节 低刚度工件——细长轴类零件加工	(150)
第二节 低刚度工件——薄壁零件的加工	(167)
第三节 深孔加工	(177)
第四节 螺纹加工与检测	(188)
第五节 零件精度的检验	(197)
第六节 典型零件的综合加工	(204)
第四章 数控车床的日常维护与故障诊断	(227)
第一节 数控车床日常维护	(227)
第二节 数控车床故障诊断	(230)
第三节 数控车床精度检验	(241)

第一章

加工准备

第一节 读图与绘图

一、培训目标

1. 了解测绘的用途和一般过程。
2. 掌握零件的测绘方法和步骤。
3. 掌握零件的拆绘方法和步骤。
4. 能由装配图拆画零件图。

二、相关知识

1. 零件的测绘方法

零件测绘就是根据实际零件，画出它的图形，测量并标注尺寸，给定必要的技术要求等的过程。在机器设备维修和技术革新中常常要进行这一工作。

(1) 零件测绘的一般过程

1) 全面了解测绘对象。分析、弄清零件的名称、用途；确定零件的材料、热处理和表面处理的情况；分析零件结构形状和各部分的作用；查看零件有无磨损和缺陷；了解零件的制造工艺过程等。

对测绘对象了解和分析，是做好零件测绘的基础；测绘虽然不是设

计，但必须正确领会原设计的意图，使测绘的结果正确、合理。

2) 绘制零件草图。在对零件进行认真分析的基础上，目测比例，根据零件表达方案的选择原则徒手绘出零件草图。

3) 根据零件草图，绘制零件工作图。对零件草图必须认真检查核对，补充完善，画出正规的零件图。

(2) 画零件草图的要求

1) 内容要齐全。零件草图是绘制零件图的依据，有时也直接用以制造零件。因此，它必须包括零件图的全部内容，即一组图形、完整的尺寸、技术要求和标题栏。

2) 目测徒手相结合。不使用绘图工具，只凭目测实际零件形状、大小和大致比例关系，用铅笔徒手画出图形，然后集中标注尺寸和技术要求，切不可边画边标注。

3) 图形不潦草。草图不能理解为潦草之图。应做到：图形正确，比例适当，表达清楚，尺寸完整清晰，线型分明，字体工整。为提高绘图质量和速度，应在方格纸上画零件草图。

(3) 画零件草图的步骤

画零件草图主要包括以下几个步骤：

- 1) 了解分析零件。
- 2) 确定表达方案。
- 3) 画零件草图。

2. 拆画零件图的方法

由装配图拆画某个零件的零件图，不仅是机械设计的重要环节，也是考核读装配图效果的重要手段。拆画零件图的方法如下：

(1) 零件的分类处理

拆画零件图前，要对机器或部件中的零件进行分类处理，以明确拆画对象。

(2) 看懂装配图，分离零件

看懂装配图，弄清机器或部件的工作原理、装配关系，各零件的主要结构形状及功用，在此基础上将所要拆画的零件从装配图中分离出来。

(3) 确定零件视图的表达方案

装配图的表达方案是从整个机器或部件的角度考虑的，重点是表达工作原理和装配关系；而零件图的表达方案是从对零件的设计和工艺要

求出发,并根据零件的结构形状来确定的。零件图必须把零件的结构形状表达清楚。在装配图所体现的视图方案不一定适合零件图的表达要求,所以,拆画零件图时不宜机械地照搬零件在装配图中的表达方案,而应重新考虑。

1) 主视图的选择。箱体类零件主视图应与装配图一致;轴套类零件应按加工位置选择主视图;支架类零件应按工作位置或摆正后选择主视图。

2) 其他视图的选择。根据零件的结构形状、复杂程度和特点,按零件图的原则和方法来确定。

3) 关于零件未示结构的补充。由于装配图不侧重表达零件的全部结构形状,因此,某些零件的个别结构在装配图中可能表达不清或未给出形状,又由于零件上的标准结构要素在装配图中允许省略不画,所以在拆画零件图时,对这些在装配图中未表示出的零件结构,应结合设计和工艺要求,将其补画出来,以满足零件图的要求。

(4) 确定零件图上的尺寸

要按照正确、完整、清晰、合理的要求,标注所拆画的零件图上的尺寸。其尺寸来源可从以下几方面来考虑:

1) 抄注。凡是装配图上已注出的尺寸都是比较重要的尺寸,这些尺寸可直接抄注到相应的零件图上。

2) 查取。零件上一些标准结构的尺寸数值,应从有关标准中查取、核对后标注,螺孔、键槽可通过明细栏中与其配合的另一标准件规定的标记来确定。

3) 计算。零件的某些尺寸数值,需根据装配图所给定的有关参数,经过必要的计算或校核来确定,并且不许圆整。如齿轮分度圆直径,可根据模数和齿数或齿数和中心距计算确定。

4) 量取。装配图中没有标出的其余尺寸,应按装配图的比例在装配图上直接量取后算出,并按标准系列适当圆整,使之尽量符合标准长度或标准直径的数值。

(5) 确定零件图上的技术要求

根据零件的使用,结合设计要求,查阅有关手册或参阅同类、相近产品的零件图,来确定所拆画零件图上的表面粗糙度、公差配合、形位公差等技术要求。

三、操作技能

1. 零件的测绘

以图 1—1 所示齿轮泵泵盖为例,完成零件的测绘。

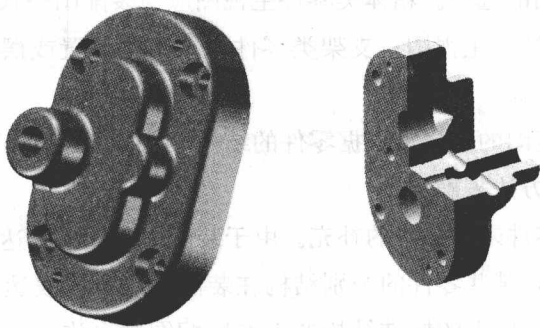


图 1—1 齿轮泵泵盖

(1) 分析零件的特征

1) 了解零件的名称、功用以及它在部件或机器中的位置和装配连接关系。泵盖在齿轮泵中起密封和支撑主、从动齿轮的作用,位于齿轮泵泵体一侧,加垫片后用内六角圆柱头沉头螺钉与泵体连接,并用两个圆柱销定位。

2) 鉴别零件的材料。可参照类似的图样和有关资料判别。铸件较容易鉴别;钢件可直接或取样用火花鉴别,但注意不要损伤零件。泵体材料为 HT200。

3) 对零件进行形体分析和结构分析。泵盖属盘类零件,其上有两个直径与主、从动齿轮轴径相同的不通孔,以支撑两轴;还有四个带沉孔的螺钉孔和两个销孔;有油孔与泵体油腔相通,与油孔相通的螺孔是供安装调节螺钉用的。

4) 对零件进行工艺分析,了解其制造方法。泵盖的接合面、两个支撑孔需要车削加工;两个支撑孔有配合公差要求,其两轴线与端面应有垂直度要求;螺钉孔及油孔需要钻削加工,为了钻制油孔后使端部密封,应加闷头;螺孔钻后需要攻螺纹;销孔在装配时配钻。除接合面、螺孔端面外,泵盖的其余外表面不需机械加工。铸件需要进行时效处理。

(2) 确定表达方案

1) 选择主视图。泵盖主视图按工作位置安放,考虑形状特征,其投影方向选择为与齿轮轴孔轴线垂直的方向,这样可使主视图所反映的外形和各部分相对位置比较清楚。

2) 选择其他视图。主视图表达外形之后,可再选俯、左视图并用剖视表达内部形状。俯视图可用全剖视,左视图可用几个相交剖切平面的剖视;为表达安装闷头处的凸缘端面形状,可用局部视图。

(3) 画零件草图

1) 根据零件的总体尺寸和大致比例确定图幅;画边框线和标题栏;布置图形定出各视图的位置,画主要轴线、中心线或作图基准线,如图 1—2 所示。布置图形应考虑各视图有足够的位置标注尺寸。

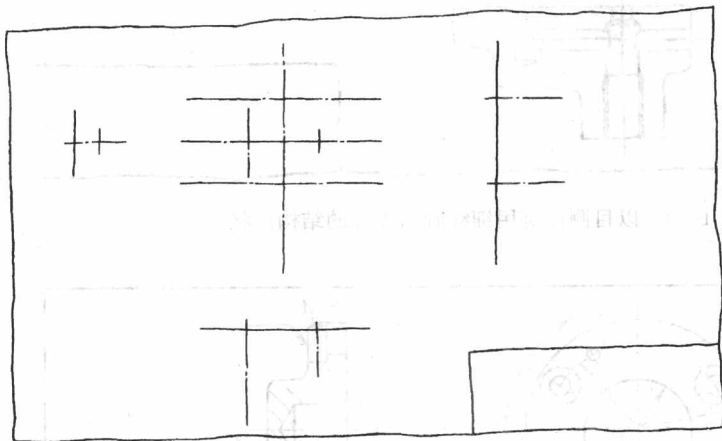


图 1—2 确定基本布局

2) 徒手画图形。先画零件主要轮廓,再画次要轮廓,每部分应几个视图对应起来画,以对准投影关系,逐步画出零件的全部结构形状,如图 1—3 所示。线条应细而轻,以便修改,然后加深。

3) 仔细检查,擦去多余的线,再按规定线型加深;画剖面线;确定尺寸基准,依次画出所有尺寸界线、尺寸线和箭头,如图 1—4 所示。泵盖长度方向基准为过两支撑孔轴线的中心平面;宽度方向基准为后端面,高度方向基准为两支撑孔的轴线。

4) 测量尺寸,协调联系尺寸,查有关标准校对要素尺寸,填写尺寸数值和必要的技术要求,填写标题栏,完成零件草图的全部工作,如图 1—5 所示。

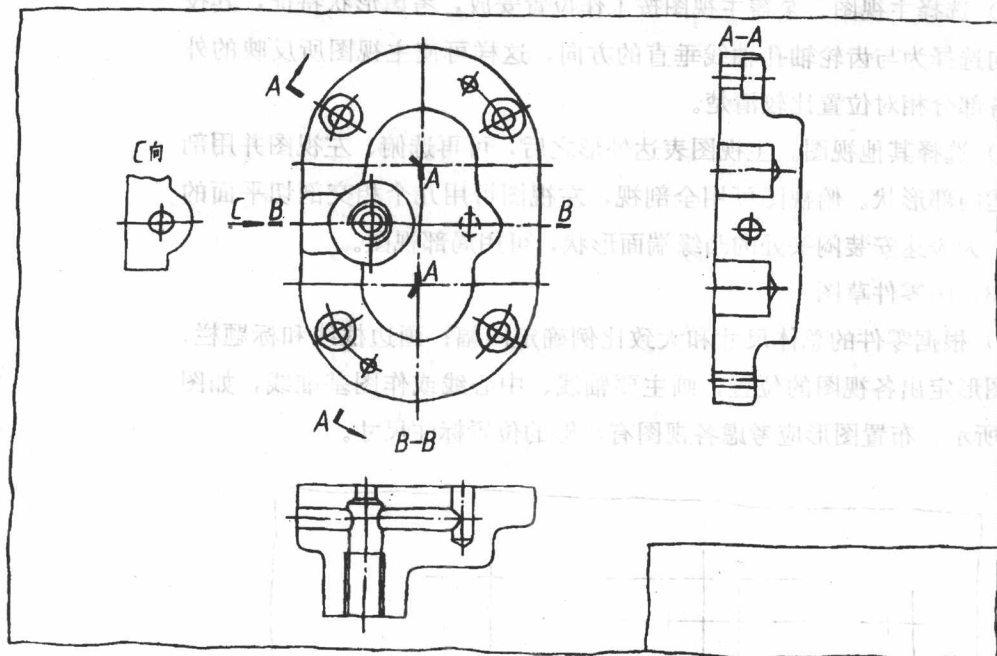


图 1—3 以目测比例用细线画出零件的结构形状

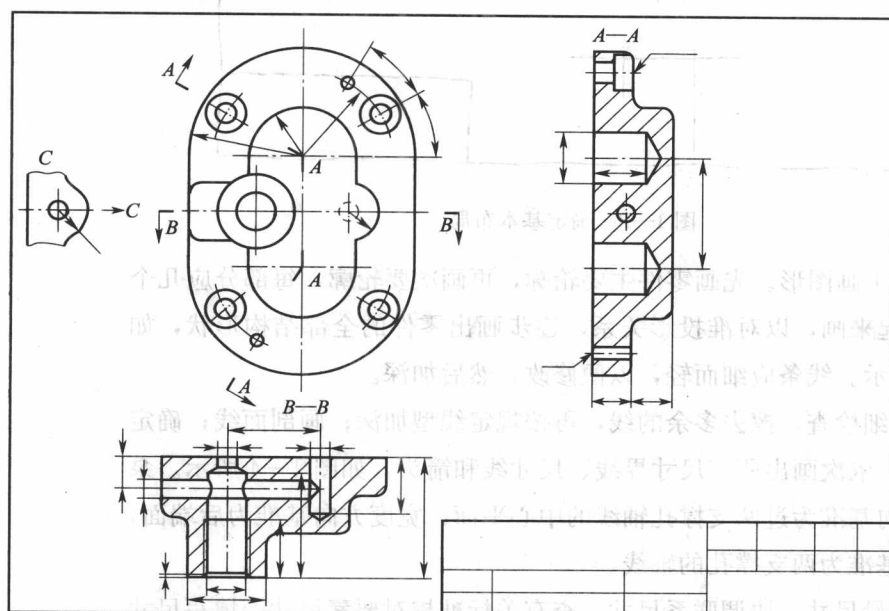


图 1—4 画出剖面线、尺寸界线、尺寸线等

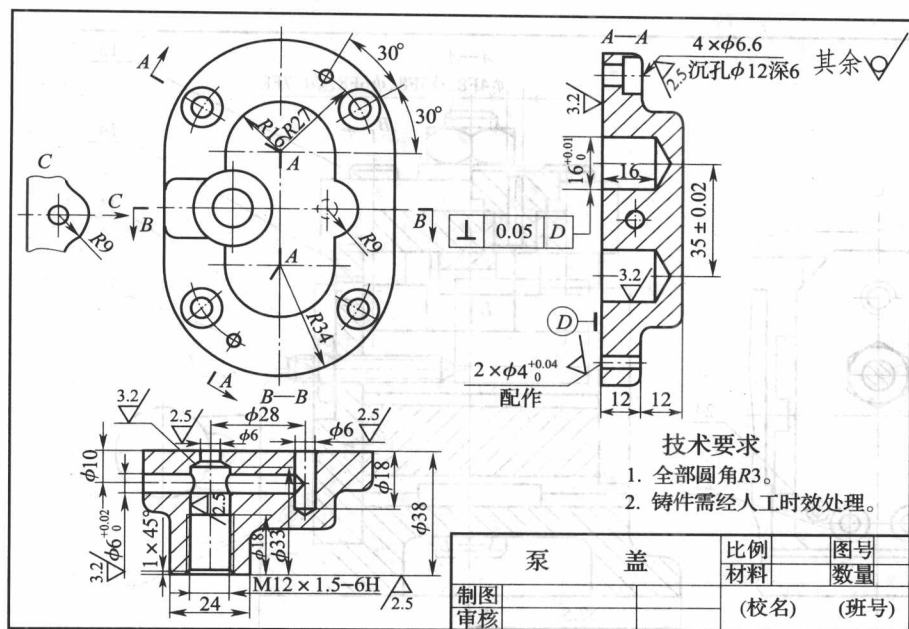


图 1—5 量注尺寸与注写技术要求

2. 拆画零件图

拆画图 1—6 所示钻模装配图中的模板的零件图。

(1) 分离零件

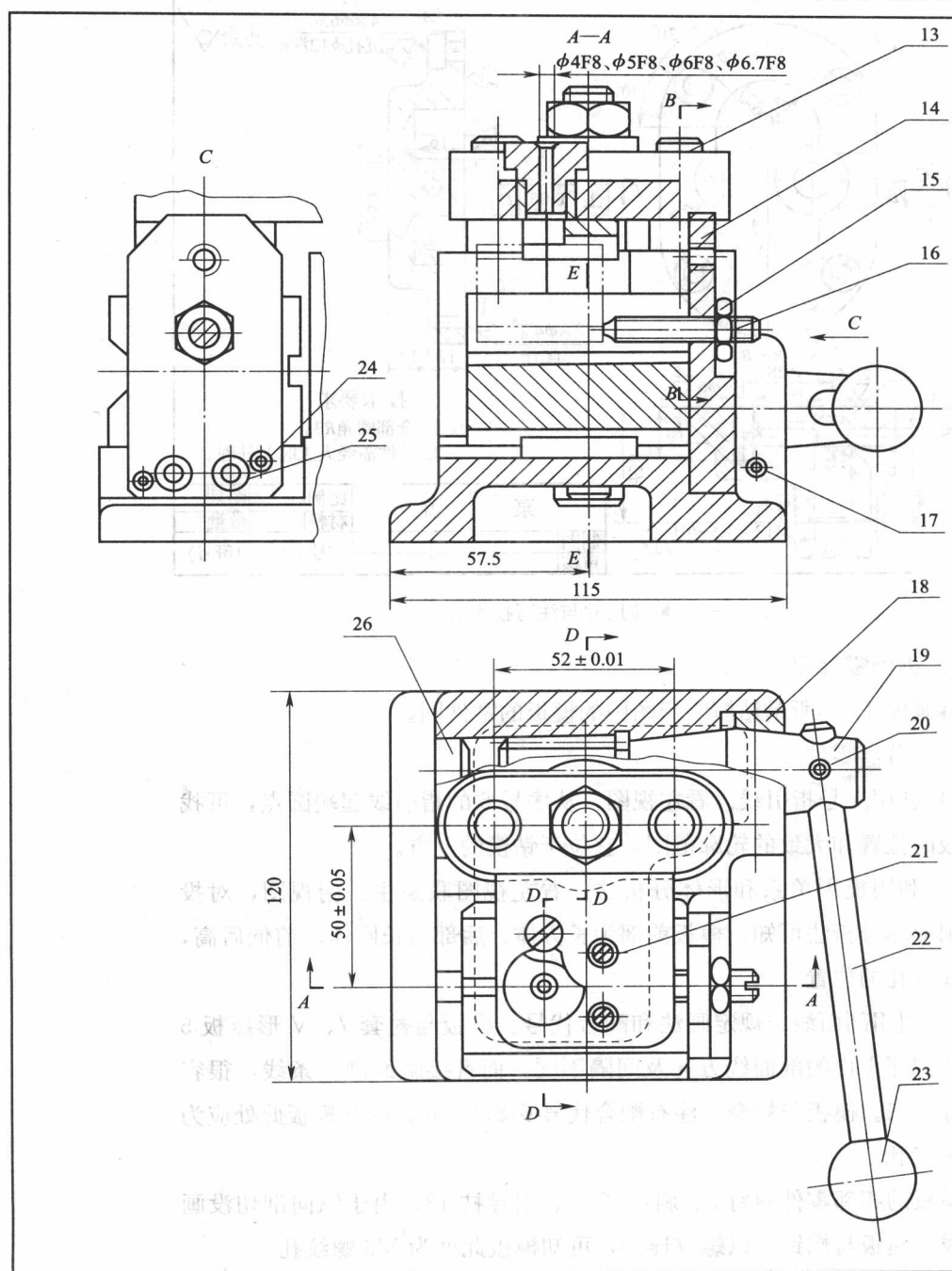
1) 利用序号指引线。看左视图，从序号 6 的指引线起端圆点，可找到模板的位置和大致的轮廓范围，它位于钻模的上方。

2) 利用投影关系和形体分析法。看左视图联系主、俯视图，对投影，用形体分析法可知，模板前部为长方体，后部为长圆体，前低后高，并可知各孔的位置。

3) 利用剖面线、规定画法和配合代号。模板与衬套 7、V 形压板 5 这两个相邻零件的剖面线方向及间隔不同，而且接触面画一条线，很容易区分出来。模板与衬套 7 注有配合代号 $\phi 18H7/n6$ ，因此模板此处应为 $\phi 18H7$ 光孔。

模板的相邻零件螺钉 9、斜齿杆 10、引导柱 13，由于纵向剖切没画剖面线。模板与螺钉 9 以螺纹连接，可知模板此处为 M6 螺纹孔。

模板与斜齿杆 10 连接处下压斜齿杆轴肩，上有螺母、垫圈紧固。斜齿杆与模板光孔处不接触，画两条线，可知模板此处为直径稍大于斜齿杆直径或上部螺纹大径的光孔。



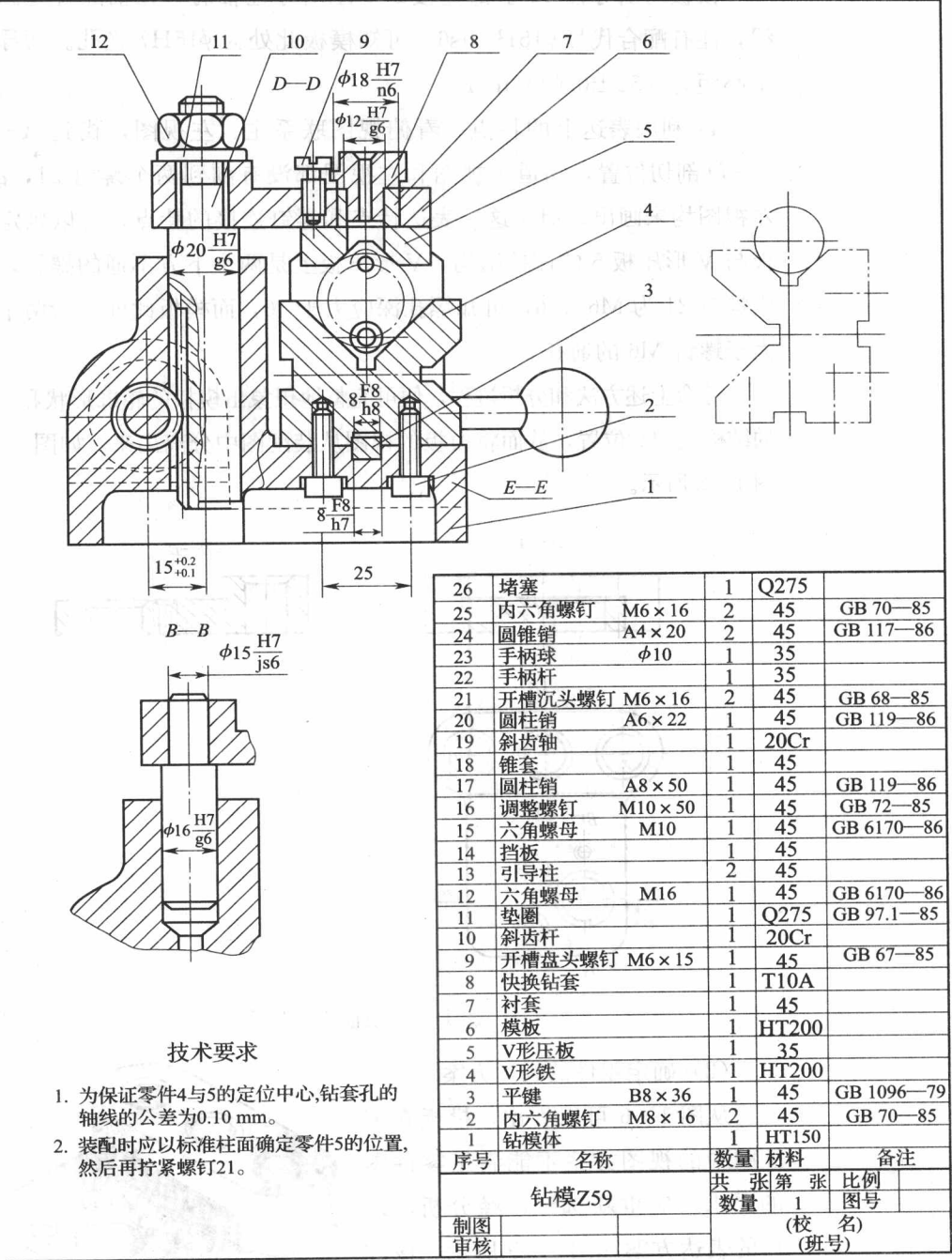


图 1—6 钻模装配图

模板与引导柱 13 上部连接处下压引导柱轴肩, 孔轴配合处画一条线, 注有配合代号 $\phi 15H7/js6$, 可知模板此处为 $\phi 15H7$ 光孔。两导柱孔中心距为 $(52 \pm 0.01) \text{ mm}$ 。

4) 利用表达上的特点。看俯视图联系主、左视图, 找到 A—A 和 D—D 剖切位置, 知道主视图和左视图都没有剖到两个螺钉 21, 故主、左视图均未画出。但从这一表达特点和螺钉连接的特点, 可以判定出模板与 V 形压板 5 的连接结构, V 形压板上是两个下方不通的螺孔, 因沉头螺钉 21 为 $M6 \times 16$, 可知螺孔深应大于 16, 而模板此处应为两个直径大于螺钉 M6 的通孔。

综合上述方法和分析过程, 便可完整地想象出模板的轮廓形状和 7 个孔的结构及相对位置, 从而将模板的视图从装配图中分离出来, 如图 1—7 和图 1—8 所示。

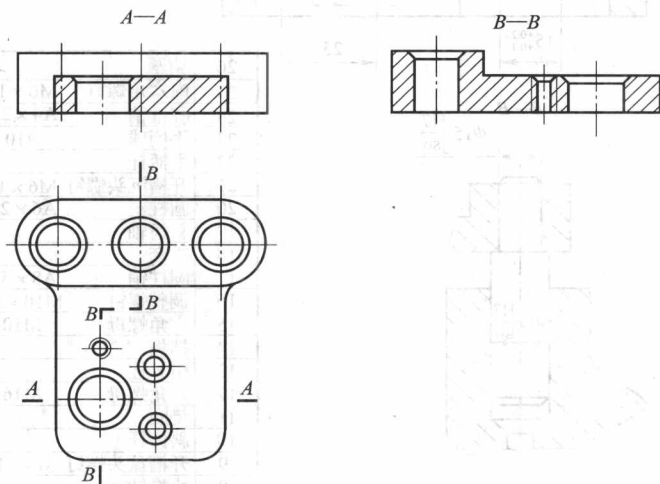


图 1—7 模板的三视图

(2) 确定零件的表达方案

从图 1—6 可以看出, 模板在装配图中的视图方案不能满足零件图的要求, 应重新选定, 经分析, 最后的表达方案如图 1—9 所示。该方案主视图重新放置并采用几个平行平面的剖切, 表达了除 $2 \times \phi 6.6 \text{ mm}$

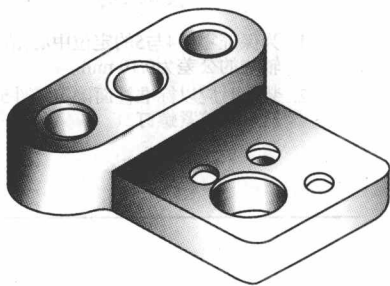


图 1—8 模板的轴测图

孔外的各孔结构；俯视图表达了外形， $2 \times \phi 6.6$ mm 孔虽然在主视图中未剖到，但可在俯视图中注以 $2 \times \phi 6.6$ mm 通孔的形式加以弥补。被省略的倒角、圆角也都补画齐全。这样就完整、清楚、简练地表达了模板的结构形状。

(3) 确定零件图上的尺寸

抄注：配合尺寸应分别按孔、轴的公差带代号或查出偏差数值注在相应的零件图上，其他已知尺寸也照抄无误，如 (50 ± 0.05) mm、 (52 ± 0.01) mm、 $\phi 18H7$ 、 $\phi 15H7$ 。

查取：模板零件图中属于查取的尺寸有 $R5$ mm、 $R8$ mm、 $M6$ 、 $C1$ mm。

量取：除抄注和查取的尺寸外，其余由装配图中量出。

(4) 确定零件图上的技术要求

模板的技术要求如图 1—9 所示。

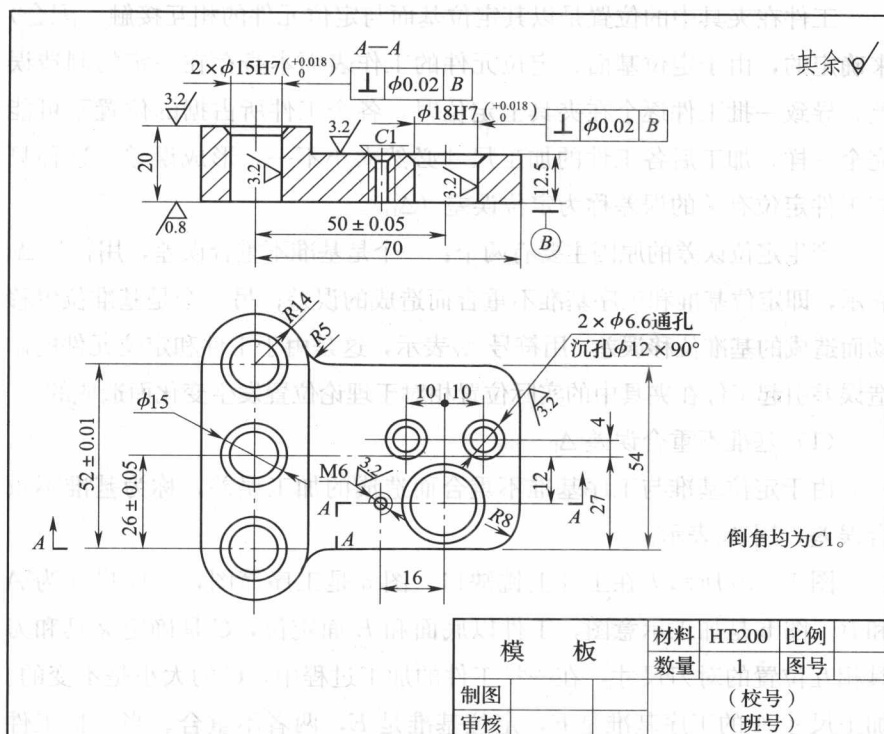


图 1—9 模板零件图

第二节 工件的装夹与定位

一、培训目标

1. 掌握数控车床组合夹具和专用夹具的使用、调整方法。
2. 会进行夹具定位误差的分析并能计算；能选择和使用数控车床组合夹具和专用夹具；能分析并计算车床夹具的定位误差。
3. 能够设计与自制装夹辅具（如心轴、轴套、定位件等）。

二、相关知识

1. 定位误差的概念

工件在夹具中的位置是以其定位基面与定位元件的相互接触（配合）来确定的，由于定位基面、定位元件的工作表面本身存在一定的制造误差，导致一批工件逐个在夹具上定位时，各个工件所占据的位置不可能完全一样，加工后各工件的加工尺寸必然大小不一，形成误差。这种只与工件定位有关的误差称为定位误差（ Δ_D ）。

产生定位误差的原因主要有两个：一个是基准不重合误差，用符号 Δ_B 表示，即定位基准和工序基准不重合而造成的误差；另一个是基准位置移动而造成的基准位移误差，用符号 Δ_Y 表示，这是由于工件和定位元件的制造误差引起工件在夹具中的实际位置相对于理论位置发生变化而造成的。

(1) 基准不重合误差 Δ_B

由于定位基准与工序基准不重合而造成的加工误差，称为基准不重合误差，用 Δ_B 表示。

图 1—10 所示为在工件上铣缺口。图 a 是工序简图，工序尺寸为 A 和 B 。图 b 是加工示意图，工件以底面和 E 面定位， C 是确定夹具和刀具相互位置的对刀尺寸，在一批工件的加工过程中， C 的大小是不变的。加工尺寸 A 的工序基准是 F ，定位基准是 E ，两者不重合。当一批工件逐个在夹具上定位时，受定位基准与工序基准间的距离尺寸 S 的影响，工序基准的位置是变动的。 F 的变动影响 A 的大小，给 A 造成误差，这个误差即为基准不重合误差。显然，基准不重合误差的大小等于因定位