

机动车维修技术人员从业资格培训教材
(适用于机修人员)

发动机与底盘检修技术

(上册) (模块 D)

中国汽车维修行业协会 组织编写

人民交通出版社

机动车维修技术人员从业资格培训教材
审 定 委 员 会

徐亚华	翁 垒	蔡团结	孟 秋	王振军
王运祥	朱 军	刘春禄	张凤魁	佟浚洲
吴际璋	沈光辉	金守福	杨水阮	范 健
童孟曦	渠 桦	程玉光	蔡伟义	魏俊强

机动车维修技术人员从业资格培训教材
编 写 委 员 会

主 任：康文仲

副主任：郭生海 张京伟 徐通法

成 员：于开成 华双法 李东江 张湘衡

杨德华 姚震虞 殷晓辉 袁生林

魏世康 盖 方 袁洁仪

组织编写单位：中国汽车维修行业协会

编写组长：徐通法

机动车维修技术人员从业资格培训教材
发动机与底盘检修技术(模块 D)编写组

组 长：李东江

成 员：杨益明 李贵炎 万茂松 谢 剑

刘 阳 文爱民 张 辉 左付山

侯子平 易 翔 蔡康新

前 言

在交通部发布的《道路运输从业人员管理规定》中,规定了机动车维修技术负责人、质量检验人员及从事机修、电器、钣金、涂漆、车辆技术评估(含检测)作业的技术人员实行从业资格考试制度。从业资格考试应当按照交通部编制的考试大纲、考试题库、考核标准、考试工作规范和程序组织实施。

为配合交通部机动车维修技术人员从业资格考试,做好相关从业人员的培训工作的,受交通部公路司委托,由中国汽车维修行业协会组织业内专家、教授和长期从事政策研究、技术管理的有关人员,根据交通部印发的《中华人民共和国机动车维修技术人员从业资格考试大纲》的要求,编写了《职业道德和法律法规》、《技术质量管理》、《维修检验技术》、《发动机与底盘检修技术》(上、下册)、《电器维修技术》、《车身修复》、《车身涂装》和《车辆技术评估》8个模块的机动车维修技术人员从业资格培训教材。

本套教材是根据现代机动车维修服务的实际需要,按照理论和实践相结合的原则编写的。根据从业人员在职学习的特点,理论部分重点介绍与实际工作紧密相关的基础理论和适应机动车维修发展的前沿技术;实操部分重点突出检测诊断技能及综合分析能力的提高。

本套教材适用于机动车维修技术负责人、质量检验人员及从事机修、电器、钣金、涂漆、车辆技术评估(含检测)作业的技术人员的学习,它包含了这些人员实际工作中所应掌握的理论和实操的基本内容,是机动车维修技术人员从业资格考试的配套教材。

鉴于编写时间仓促和水平所限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请业内同行和使用者批评指正,以便教材再版时不断修改完善和提高。本书的编写是在交通部公路司、交通部职业技能鉴定指导中心悉心指导下完成的,在此表示衷心的感谢。

中国汽车维修行业协会

目 录

(上册)

第一篇 机修基础知识

第一章 机械基础知识	3
第一节 机械识图	3
一、零件图的识读	3
二、装配图	7
第二节 机械零件	13
一、公差与配合的基本术语及定义	13
二、典型零件的定位方式	17
三、常见机械传动形式	18
第三节 汽车常用材料	27
一、金属材料的性能	27
二、非金属材料的性能	30
第四节 汽车运行材料	33
一、润滑油	33
二、液力传动液	37
三、制动液	38
四、冷却液	39
五、汽车轮胎	41
第二章 电工电子基础	43
第一节 电子元件	43
一、汽车电子元件的种类	43
二、汽车电子元件的原理与特性	44
三、汽车电子元件的检测	47
第二节 基本电路	48
一、汽车电路的组成和作用	48
二、汽车电路的特点和分类	49
三、汽车电路的原理	50
四、汽车电路的检修	54
第三节 磁与电磁	56

一、磁和电磁的概念	56
二、磁和电磁在汽车中的应用	57
三、电磁兼容与干扰抑制	58
第四节 电路图识图	58
一、汽车电路图分类	58
二、电路图读图基本方法	63
三、电路图读图步骤	64
第三章 电子控制基础	68
第一节 汽车微机系统基础知识	68
一、数制	68
二、数制的转换方法	68
第二节 汽车微机系统的组成和工作	69
一、汽车微机系统的功能	69
二、ECU 的组成	69
三、汽车微机系统的工作	77
第三节 汽车电子控制系统的基本组成	79
一、发动机电子控制系统的控制内容和功能	79
二、信号输入装置及输入信号	81
三、输出装置及输出信号	83
四、电控单元(ECU)	83
第四节 汽车电子控制系统的控制方式	83
第四章 液压与气压传动基础	90
第一节 液压传动基础	90
一、液压传动的工作原理	90
二、液压传动系统的组成	91
三、液压传动系统图的图形符号	91
四、液压传动的特点	92
第二节 气压传动基础	92
一、气压传动的工作原理	93
二、气压传动系统的组成	93
三、气压传动的特点	94
第五章 汽车识别代码(VIN 码)与配件编码规则	95
第一节 汽车识别代码(VIN 码)	95
一、汽车识别代码(VIN 码)的组成及规定	95
二、VIN 码中各代码的含义举例	97
第二节 汽车配件编码规则	99
一、丰田汽车配件编码	100
二、广本汽车配件编码	101
三、一汽大众配件编码	101

第二篇 发动机结构与检修

第一章 发动机基本原理	105
第一节 发动机的分类和总体构造	105
一、发动机的分类	105
二、发动机的总体构造	107
第二节 发动机基本工作原理	108
一、发动机基本术语	108
二、发动机基本工作原理	109
第三节 发动机主要性能指标与特性	111
一、发动机性能指标	111
二、发动机特性	112
第二章 曲柄连杆机构结构与检修	114
第一节 机体组结构与检修	114
一、机体组零件的结构	114
二、机体组零件的检修	116
三、机体组常见故障检测分析	118
第二节 活塞连杆组结构与检修	119
一、活塞连杆组零件的结构	119
二、活塞连杆零件的检修	121
第三节 曲轴飞轮组结构与检修	123
一、曲轴飞轮组零件的结构	123
二、曲轴飞轮组零件的检修	124
第四节 曲柄连杆机构常见故障诊断与排除	127
一、曲轴主轴承响	128
二、连杆轴承响	128
三、活塞敲缸响	128
四、活塞销响	129
第三章 配气机构结构与检修	131
第一节 配气机构的组成和类型	131
一、配气机构的作用	131
二、配气机构的组成	131
三、配气机构的分类	131
四、配气机构的工作原理	132
第二节 气门组的结构与检修	133
一、气门组零件的结构和功用	133

二、气门组零件的检修	135
第三节 气门传动组结构与检修	138
一、气门传动组零件的结构	138
二、气门传动组零件的检修	141
第四节 配气相位与配气相位检测	142
一、配气相位	142
二、配气相位的检查与调整	143
第五节 气门间隙及气门间隙的调整	145
一、气门间隙	145
二、气门间隙的调整	146
第六节 可变气门正时机构与检修	146
一、本田可变气门正时机构与检修	147
二、大众/奥迪车系可变气门正时系统结构与检修	159
三、丰田汽车 VVT-i 系统	164
第七节 配气机构常见故障的诊断与排除	166
一、气门脚响	166
二、气门漏气	167
三、凸轮轴响	167
四、液力挺柱故障	167
第四章 汽油机燃料供给系统结构与检修	170
第一节 汽油喷射的基本概念、类型及基本组成	170
一、汽油喷射的基本概念	170
二、汽油喷射系统的分类	171
三、电控汽油喷射系统的基本组成及功能	178
第二节 进气系统主要部件结构与检修	182
一、进气测量装置结构与检修	182
二、进气量调节装置结构与检修	196
第三节 汽油系统主要部件结构与检修	229
一、电动汽油泵结构与检修	230
二、汽油压力调节器和汽油压力脉动减振器	236
三、喷油器结构与检修	237
四、冷起动喷油器结构与检修	249
五、油路故障诊断方法	251
第四节 电控系统主要部件结构与检修	254
一、传感器结构与检修	254
二、ECU 结构与检修	269
三、执行器结构与检修	274
第五节 电控汽油喷射系统主要元件的故障现象	274
第六节 电控汽油喷射发动机常见故障诊断与排除	276

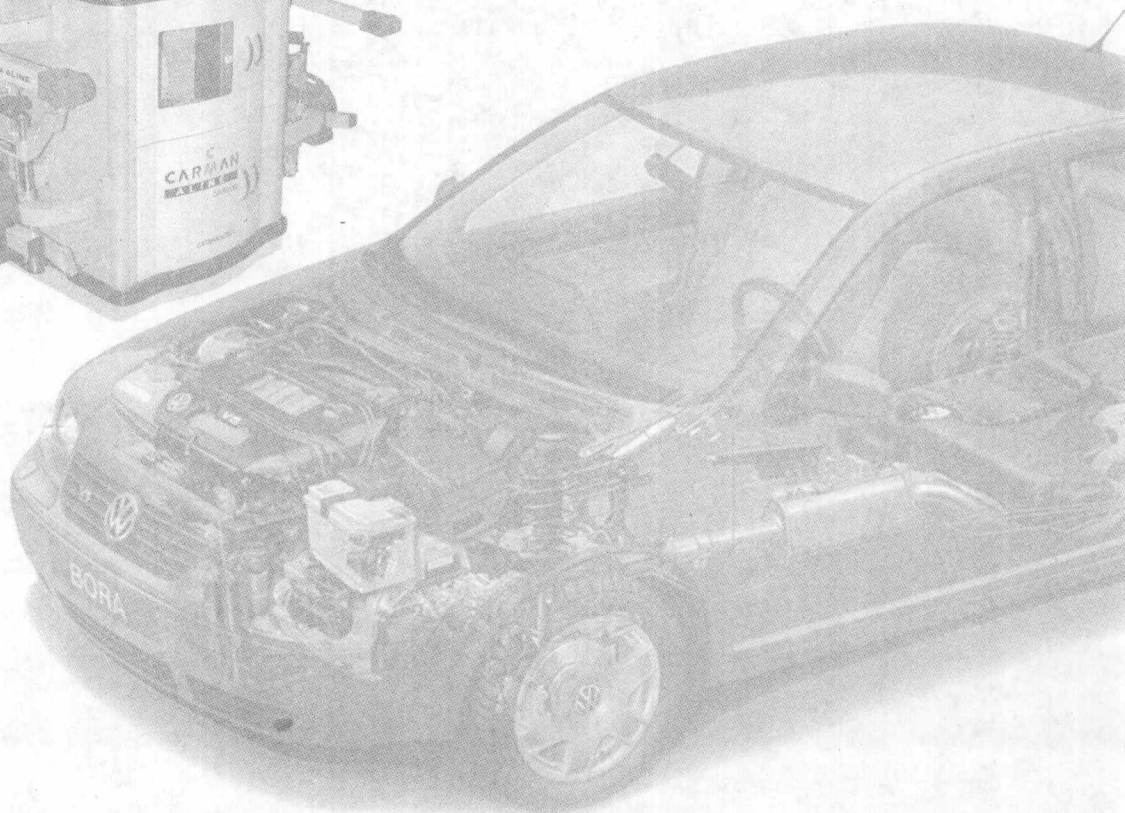
一、发动机不能起动	276
二、发动机起动困难	280
三、怠速不良	281
四、加速不良	286
五、动力不足	287
六、减速不良	288
七、油耗过大	288
八、发动机进气管回火	289
九、排气管放炮	290
十、发动机喘抖	291
十一、发动机间歇熄火	291
十二、发动机经常失速(转速忽高忽低)	292
第五章 柴油机燃油供给系统结构与检修	296
第一节 泵—管—嘴柴油供给系结构与检修	296
一、泵—管—嘴柴油机燃料供给系的功用与组成	296
二、喷油器结构与检修	297
三、喷油泵结构与检修	300
四、调速器	315
五、柴油机燃料系的辅助装置	322
六、泵—管—嘴电控系统	323
第二节 泵—喷嘴柴油供给系结构与检修	325
一、泵—喷嘴柴油供给系统的特点	325
二、泵—喷嘴柴油供给系统的组成	326
三、泵—喷嘴柴油供给系统主要构件的结构与工作原理	326
四、泵—喷嘴柴油供给系统的电子控制系统	330
第三节 P-T 柴油供给系结构与检修	332
一、P-T 柴油供给系统的组成和基本原理	332
二、P-T 柴油供给系统主要构件的结构与工作原理	334
三、P-T 燃油泵的检查与调整	338
第四节 共轨式柴油供给系结构与检修	340
一、电控共轨式柴油喷射系统的类型和基本组成	341
二、电控共轨式柴油喷射系统的喷射控制	343
三、电控共轨式柴油喷射系统主要部件的结构原理	345
第五节 柴油机燃料供给系故障诊断	351
一、发动机难起动	351
二、发动机动力不足	353
三、柴油机工作粗暴	356
四、发动机运转不稳	356
第六章 起动、点火系结构与检修	361

第一节 起动系结构与检修	361
一、起动系统的作用和组成	361
二、起动机的结构、工作原理和性能检测	362
三、典型发动机起动控制电路	370
四、起动系统常见故障的检测诊断	371
第二节 点火系结构与检修	373
一、触点式点火系结构与检修	373
二、电子点火系结构与检修	384
三、微机控制点火系的结构与检修	392
四、点火系统波形分析	402
五、点火系统故障诊断	406
第七章 冷却润滑系结构与检修	413
第一节 冷却系结构与检修	413
一、冷却系的结构	413
二、水冷系主要部件的构造	414
三、冷却系的检修	417
第二节 润滑系的结构与维修	422
一、润滑系的结构	422
二、润滑系的主要零部件	422
三、润滑系的检修	424
第八章 发动机排放控制系统结构与检修	430
第一节 发动机排放污染物的形成与控制原理	430
一、汽车排放物的形成与影响因素	430
二、排气净化的措施	431
第二节 三效催化转化器的结构与检修	432
一、三效催化转化器的结构与工作原理	432
二、三效催化转化器的检修	433
第三节 废气再循环系统的结构与检修	434
一、废气再循环阀的结构及工作原理	434
二、废气再循环的控制	435
三、废气再循环装置的检修	436
第四节 燃油蒸发排放控制系统的结构与检修	436
一、燃油蒸发排放控制系统的结构及工作原理	436
二、燃油蒸发排放控制装置的检修	437
第五节 二次空气喷射系统结构与检修	438
第九章 混合动力系统结构与检修	440
第一节 混合动力系统的概念和类型	440
一、混合动力汽车的概念	440
二、混合动力汽车的类型	440

第二节 混合动力汽车动力系统的组成和工作原理·····	443
一、混合动力汽车动力系统的组成·····	443
二、混合动力汽车的工作原理·····	443
第三节 丰田混合动力系统·····	444
一、THS-Ⅱ系统主要组件的结构·····	445
二、THS-Ⅱ系统基本工作模式·····	448
三、THS-Ⅱ系统控制·····	449
四、THS-Ⅱ系统的工作过程·····	452
五、Prius的运行模式·····	452
第十章 发动机防盗系统结构与检修·····	455
第一节 发动机防盗系统的基本类型·····	455
一、发动机防盗系统的分类·····	455
二、发动机防盗系统的基本结构和工作原理·····	456
第二节 典型汽车发动机防盗系统结构与检修·····	458
一、第二代发动机防盗系统的构成与故障检测方法·····	458
二、第三代发动机防盗系统的构成与故障检测方法·····	464
三、第四代发动机防盗系统的构成与故障检测方法·····	470

第一篇

机修基础知识



第一章 机械基础知识

本章要点

通过本章的学习：

- ★熟悉零件图的作用、内容和零件图中主视图的选择原则。
- ★熟悉零件图上的尺寸标注方法。
- ★掌握零件图的识读方法和步骤。
- ★熟悉装配图的作用、内容和装配图的表达方法。
- ★熟悉装配图的尺寸标注方法。
- ★掌握装配图的识读方法和步骤。
- ★熟悉公差与配合的基本术语及定义。
- ★熟悉典型零件的定位方式。
- ★熟悉常见的机械传动形式。
- ★了解金属材料的性能。
- ★了解汽车运行材料的性能、特点，熟悉汽车运行材料的选用方法。

第一节 机械识图

一、零件图的识读

(一) 零件图概述

1. 零件图的作用

每一台机器或部件都是由许多零件按一定的装配关系和技术要求装配起来的，在生产过程中，直接指导制造和检验零件用的图样称零件工作图(简称零件图)。在零件的制造过程中，先根据零件图上对该零件所要求的材料和数量进行备料；然后按图样上表示的形状、尺寸和技术要求进行加工；再根据图样上的全部要求检验加工完毕后的零件，是否达到规定的质量标准。因此，零件图是零件制造与检验的重要技术文件。在汽车维修过程中，常需要按照零件图来修复和制配零件。正确、熟练地识读零件图，是汽车维修技术人员必须掌握的基本功之一。

2. 零件图的内容

从图 1-1-1 所示的曲轴零件图中可以看出一张零件图应具备以下内容：

(1) 一组视图。用一组恰当的视图(包括基本视图、辅助视图、剖面图和其他表达方法)正

确、完整、清晰地表达出零件的内外结构和形状。

(2)完整的尺寸。正确、完整、清晰、合理地标出能满足制造、检验、装配所需要的全部尺寸。

(3)必要的技术要求。用规定的符号、数字或文字表达出零件在制造和检验时应达到的技术质量指标,如零件的尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差、热处理等要求。

(4)标题栏。标题栏中写明零件的名称、材料、比例、数量、重量和设计、校核者的姓名等(为节约幅面,图 1-1-1 的标题栏已简化)。

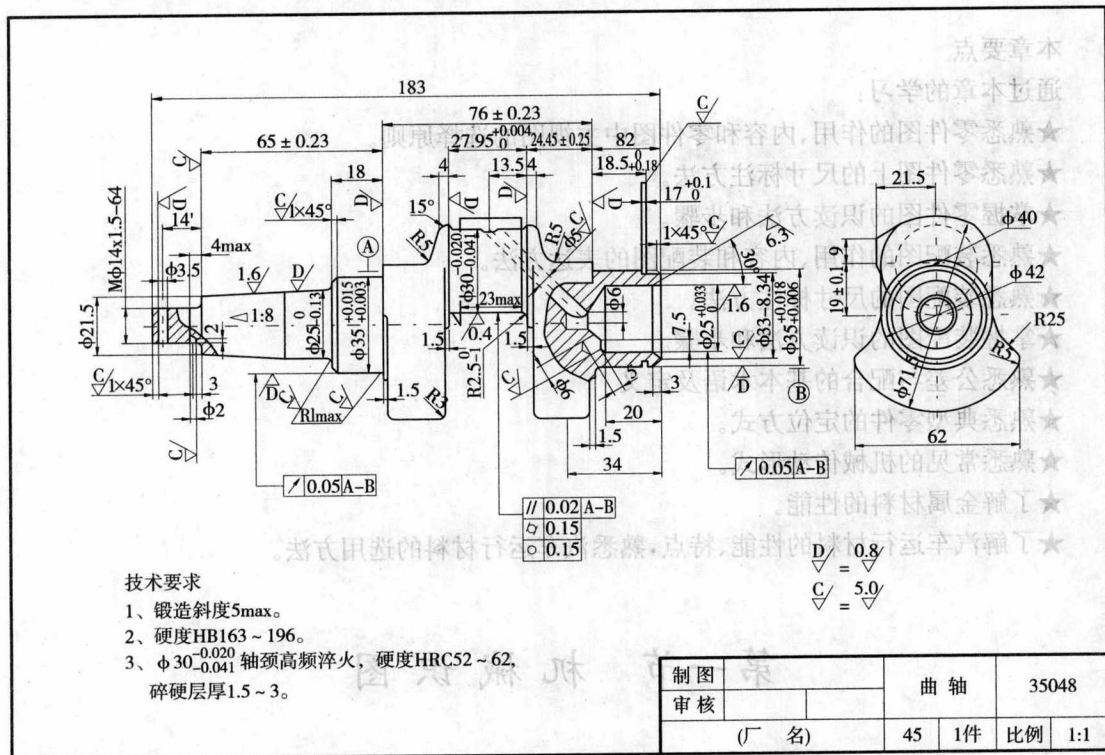


图 1-1-1 零件图的内容

(二)零件图的视图

看零件图,要根据各图形间的投影关系,想象出它的立体形状,所以要了解它的图形表达特点。

1. 主视图的选择原则

主视图是一组图形的中心内容。在看零件图时,一般总是从主视图开始的,所以,首先应了解主视图选择的原则:

(1)形状特征原则。一般把最能反映零件结构形状特征的一面作为主视图的投影方向。如图 1-1-2 所示的回转轴,可分别用 A、B、C 三个方向试作为主视图的投影方向来分析。A 向投影能反映出该轴各段的形状、大小和相互位置,突出表达轴类零件的形状特征;C 向投影只是一些重叠的同心圆和方框,不能表达零件的形状特征;B 向投影反映不出平面的形状。

(2)工作位置原则。尽量使主视图符合零件在机器上的工作位置,这样可以使看图的人较容易地想象出该零件工作时的情形,如图 1-1-3 所示。

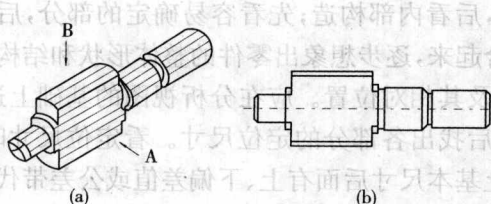


图 1-1-2 形状特征原则
(a)回转轴空件;(b)主视图

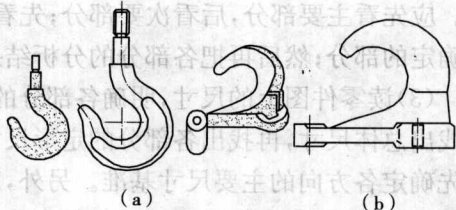


图 1-1-3 工作位置原则
(a)挂钩;(b)牵引钩

(3)加工位置原则。当零件的工作位置不易确定主视图时,尽量按零件在加工时所处的位置作为画主视图的投影方向,这样加工时看图方便,可减少加工中的差错。如图 1-1-4 中的滑动轴承,考虑到在车床上的加工位置,因而,主视图以图 1-1-4a 所示为合理(如果加工位置多变,则按自然位置确定)位置。

2. 其他视图的选择

其他视图中每一视图都各有其表达的重点,对于主视图未表达或未表达完全的结构,选择恰当的表达方法,将它们逐一不漏地表达清楚。在表达完整、清晰的前提下,尽量采用较少图形数量,以方便绘图和看图。

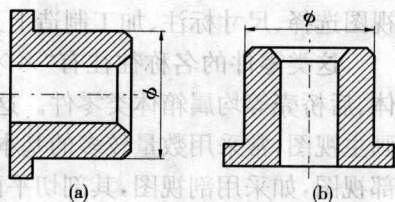


图 1-1-4 加工位置原则

(a)合理的主视图;(b)非合理的主视图

(三)零件图上的尺寸标注

零件图上标注的尺寸,是加工、度量和检验的依据。

因此,图样上所标注的尺寸,应达到标注准确、完整、清晰和合理的要求。尺寸标注的合理,是指所注的尺寸既能保证对零件使用性能的要求,同时又能满足制造加工、测量和检验简便、经济的要求。

1. 合理标注尺寸应注意的几个问题

(1)主要尺寸必须直接注出。零件上的主要尺寸,是确保其使用性能和互换性的重要尺寸,是设计、加工必须保证的,应该直接标注出来。重要的定位尺寸必须直接从设计基准标出,以免换算尺寸之弊,可以保证零件的精度。零件上的主要尺寸一般在基本尺寸后面有上、下偏差值或公差带代号,如图 1-1-1 中的尺寸 $\phi 30_{-0.041}^{-0.020}$ 和图 1-1-5 中的尺寸 $\phi 55H7$ 。

(2)不应标注成封闭的尺寸链。

(3)尽量按零件表面的加工顺序标注尺寸。

(4)根据加工方法标注尺寸,以便于测量。

2. 零件图上常见结构的尺寸标注

对零件图上常见螺孔、销孔、沉孔、倒角、退刀槽等结构的尺寸注法,国家标准 GB4458.4—84 均有具体的规定。画图时,这些结构的尺寸应按规定进行标注。看图时,应根据标注,正确理解这些结构的形状和大小。

(四)零件图的识读

1. 零件图的识读方法与步骤

识读零件图的一般步骤是:

(1)看标题。主要了解零件的名称、材料、数量及所采用的比例。

(2)分析视图,想象出零件的形状与结构。分析视图时,按看组合体视图的方法和步骤进

行。应先看主要部分,后看次要部分;先看外形,后看内部构造;先看容易确定的部分,后看难以确定的部分;然后再把各部分的分析结果综合起来,逐步想象出零件的整体形状和结构。

(3)读零件图上的尺寸,明确各部分的大小及其相对位置。应在分析视图的基础上进行。先找出总体尺寸,再找出各部分的定形尺寸,最后找出各部分的定位尺寸。看定位尺寸时,必须先确定各方向的主要尺寸基准。另外,对图上基本尺寸后面有上、下偏差值或公差带代号的尺寸应加以特别注意,这些尺寸都是有公差要求的重要尺寸。

(4)看技术要求,掌握技术质量指标。零件图上的技术要求除尺寸公差外,主要有表面粗糙度和形位公差。

2. 箱体类零件

按照零件的结构形状、加工制造上的特点以及零件的用途等,我们可以将零件分为几种类型,如轴套、盘盖、叉杆、箱体等。同一类零件的形状虽然是各种各样的,各有各的特点,但在视图选择、尺寸标注、加工制造上又往往有共同之处。以下介绍箱体零件的零件图。

这类零件的名称往往有“××壳”、“××体”、“××箱”等,如汽车上的变速器壳体、汽缸体、后桥壳等均属箱体类零件。这类零件的结构形状复杂,表达这类零件时,一般取工作位置画主视图,常采用数量较多的基本视图(为了同时表达内部的形状结构,通常画成剖视图)和局部视图,如采用剖视图,其剖切平面一般通过主要支承孔的轴线或对称平面,局部视图主要表达基本视图中尚未表达完整的部分的形状。下面以图 1-1-5 所示的零件图为例,说明读这类零件图的方法和步骤:

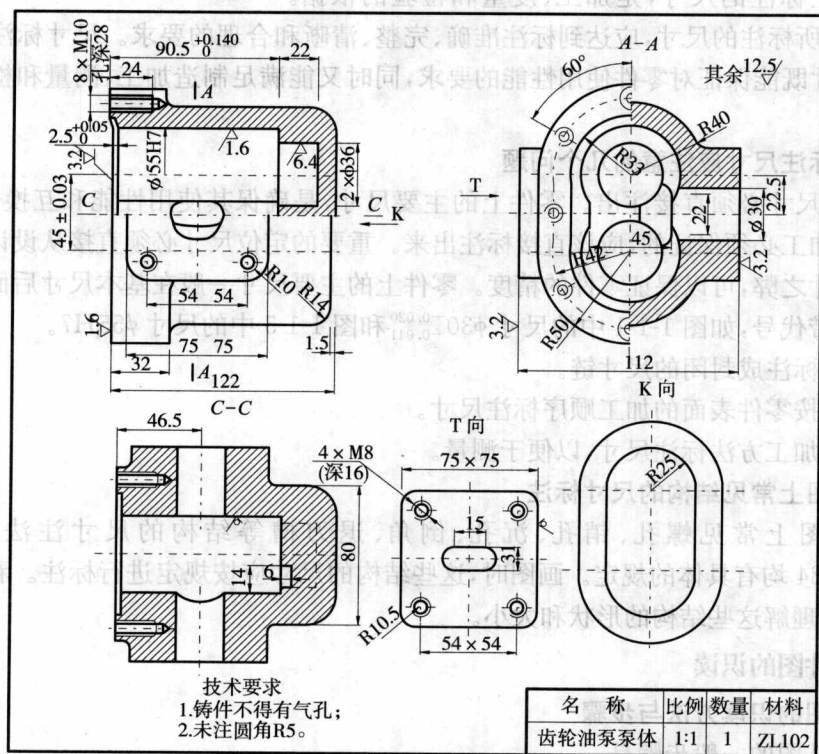


图 1-1-5 齿轮油泵泵体零件图

(1)看标题栏。从标题栏中可以了解到该零件的名称是齿轮油泵泵体,由 ZL102 材料制

成,图样采用 1:1 的比例。

(2)分析视图。该泵体的形状就采用了主、俯、左三个基本视图和 K、T 两个局部视图来表达,并且将主、左两个视图画成了半剖视图,将俯视图画成了全剖视图。半剖视的主视图既表达了泵体正面的外部形状,又表达了泵体的内部空腔的各部分的深度以及左端面上螺孔为不通孔。半剖视的左视图重点表达左端面的外形、左端面上 8 个螺孔的分布情况以及正面的进油孔(直径为 $\phi 30$ mm 的圆孔)、内部宽为 14 mm 深为 6 mm 的槽的外部形状。全剖视的俯视图表达了进、出油孔(背面的长圆孔)与中间空腔的关系和宽为 14 mm 深为 6 mm 的槽的断面形状以及泵体外形俯视方向的轮廓。T 向局部视图主要表达背面出油孔处凸台外形和上面的 4 个螺孔的相对位置;K 向局部视图用来表达泵体右端面的形状。经过上述分析,综合想象出来的齿轮油泵泵体如图 1-1-6 所示。

(3)看尺寸标注。由图上所标注的尺寸可知:泵体总长为 122 mm、总宽为 112 mm、总高 $= 45 + 50 \times 2 = 145$ mm;两轴孔的中心距为 45 ± 0.03 mm;长度方向,进、出油孔轴线到左端面的定位尺寸为 16.5 mm;高度方向上,到上轴孔的轴线的定位尺寸为 22.5 mm;哑铃形的空腔深 $90.5^{+0.140}_0$ mm,其中,长圆形的空腔深 $2.5^{+0.05}_0$ mm;哑铃形的空腔底部的两个轴孔的直径为 $\phi 36$ mm,深为 22 mm;其他尺寸不再赘述。泵体长度方向的主要尺寸基准是泵体的左端面(泵体与泵盖的结合面);高度方向的主要尺寸基准是上轴孔的轴线;宽度方向的主要尺寸基准是泵体的前后对称中心面。

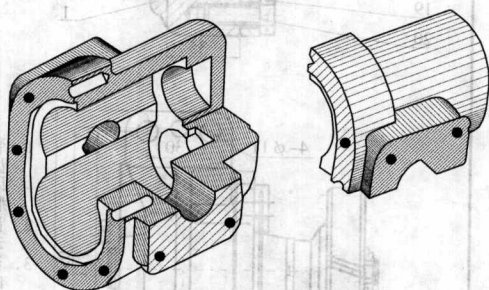


图 1-1-6 齿轮油泵体立体图

(4)技术要求。 $\phi 55H7$ 孔和左端面的表面粗糙度要求最高,其值为 1.6。进、出油孔端面的表面粗糙度值为 3.2,螺纹孔的表面粗糙度值按其余 12.5 确定。铸件不得有气孔,未注圆角 $R=5$ mm。

二、装配图

(一)装配图概述

1. 装配图的作用

装配图是表示机件或机器的工作原理、零件之间的装配关系和连接方式等要求的技术文件。在设计过程中,一般是先画出装配图,再根据装配图设计零件并绘制零件图。在生产过程中,装配图是制定装配工艺规程,进行装配、检验、安装及维修的技术依据。

2. 装配图的内容

图 1-1-7 所示为柴油机上的一个部件,6135G 齿轮油泵的装配图。从 6135G 齿轮油泵装配图中可以看出一张完整的装配图有下列内容:

(1)一组视图。用适当的视图、剖视图等表达方法和装配图有关的规定画法及特殊画法,表达出机器部件的形状、结构、装配关系和工作原理等。

(2)必要的尺寸。标注出机器或部件的性能或规格、装配、检验、安装等所需尺寸。

(3)技术要求。用文字或符号说明机器、部件在装配、调试、安装及使用时的要求和说明。

(4)零件序号和明细表。在装配图中,对每种零件都按顺序编有序号,并在标题栏上部标