

高等工程应用型教育“行为导向”模式系列教材 |

机械制图

王谟金 宗荣珍 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高等工程应用型教育“行为导向”模式系列教材

机械制图

王谟金 宗荣珍 主 编

中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS
· 北 京 ·
BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

机械工程制图/王谟金,宗荣珍主编. —北京:中国科学技术出版社,2009.3

高等工程应用型教育“行为导向”模式系列教材

ISBN 978-7-5046-5395-6

I. 机… II. ①王… ②宗… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第020633号

自2006年4月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

内 容 提 要

本书是21世纪高等工程应用型教育机电类专业机械制图课程教学改革成果教材。本书按照“行为导向”课程模式,以为教学提供“简明、精练、实用、好用”的教材为目标,在广泛吸取各院校机械制图课程教学改革成功经验的基础上编写而成。

本教材适用于80~120学时的高等学校应用型本科教育、高等职业教育、中等职业教育机电类专业,特别是机械制造、数控、机电一体化、模具等专业机械制图课程教学,也可作为中高级职业资格认证与就业培训用书。

本书的配套教材《机械工程制图综合训练》与本书同时出版。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081

策划编辑 林 培 孙卫华 责任校对 林 华

责任编辑 孙卫华 责任印制 安利平

发行部电话:010-62103210 编辑部电话:010-62103181

<http://www.kjpbbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京蓝空印刷厂印刷

*

开本:787毫米×1092毫米 1/16 印张:18.75 字数:456千字

2009年4月第1版 2009年4月第1次印刷

ISBN 978-7-5046-5395-6/TH·49 定价:33.80元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

本书是 21 世纪高等工程应用型教育机电类专业机械制图课程教学改革成果教材, 基于“行为导向”课程模式, 以为教学提供“简明、精练、实用、好用”的教材为目标, 在广泛吸取各院校机械制图课程教学改革成功经验的基础上编写而成。

行为导向模式即突出学习行为的一种模式, 强调学习的目的和动机: 学了干什么, 为什么这样学, 本书以行为导向构筑了机械制图课程教材的新体系。书中还设计了一些行为导向题目, 这些题目一般都是日常生活和工作中常常碰到的, 主要目的是刺激学生的学习兴趣, 提高其学习热情和主动参与意识, 提高学习效果。

行为导向教学模式可以实现理论教学与实践技能培养两方面的最好衔接, 并使之统一起来, 特别适用于高等工程学院培养应用型、技能型人才。同时, 由于目标明确, 可以适应不同教育层次应用型、技能型人才培养的要求, 这对于各类教育课程互认的学分制教学改革具有重要意义。

本教材充分体现了行为导向特色, 文字叙述力求简明扼要, 通俗易懂。

本教材每一单元都提出了知识要点和能力要求, 使学习者一开始就知道学什么, 最后要达到什么目标。

本教材采用了最新《机械制图》国家标准。

本教材适用于 80 ~ 120 学时的高等学校应用型本科教育、高等职业教育、中等职业教育机电类专业, 特别是机械制造、数控、机电一体化、模具等专业机械制图课程教学, 也可作为中高级职业资格认证与就业培训用书。

本书由王谟金、宗荣珍任主编, 王浩、庄竞、赵亮任副主编。参加编写工作的有: 王谟金(内容简介、前言、单元三中 3.3)、宗荣珍(单元一、二及单元五)、王浩(单元四及附录)、庄竞(单元三中 3.4、3.5)、陈虎(单元六)、张宏(单元三中 3.1、3.2)、赵亮(教材体系框架、各单元部分素材及编辑整理)。

本教材由北京德立世文化发展有限公司策划, 设计“行为导向”课程模式。全书由王谟金统稿, 由北京石油化工学院赵增惠老师及北京德立世文化发展有限公司赵亮经理主审, 蔡旻先生审定。

在编写过程中得到编者所在学校领导及许多老师的支持与帮助, 在此表示衷心的感谢!

由于编者水平及现有教学资源所限, 不妥之处在所难免, 欢迎广大读者提出宝贵意见, 以便修订时加以改进。

编者
2008 年 6 月

目 录

单元一 认识机械工程语言——机械图样	1
1.1 机器与机械图样	2
1.2 机械制图的作用与意义	7
1.3 本课程的学习目标、任务及学习方法	7
单元二 机械图样的绘制原理与基本绘图训练	9
2.1 机械图样的绘制原理	10
2.2 机械图样的绘制方法及手工绘图工具的使用	15
2.3 机械制图国家标准简介	20
2.4 绘图基本技能训练——平面几何作图	34
2.5 平面图形的尺寸注法及分析	37
2.6 机械图样的绘制程序及应注意的几个问题	41
单元三 机械零件形体的图样表达	44
3.1 基本体的视图表达	45
3.2 切割体、相贯体的视图表达	61
3.3 组合体的视图表达	77
3.4 轴测图	95
3.5 常用表达方法及应用	107
单元四 零件图的绘制与阅读	126
4.1 零件图的主要内容及表达方案	127
4.2 零件上的工艺结构及其画法	134
4.3 标准件、常用件的绘制方法	139
4.4 零件图的尺寸标注	176
4.5 零件图的技术要求及相关标注	188
4.6 零件图的绘制与阅读	204
4.7 零件测绘及零件草图绘制	211
单元五 装配图的绘制与阅读	220
5.1 装配图的作用和内容	220
5.2 装配图的表达方法	221
5.3 常见装配工艺结构	225
5.4 装配图的尺寸标注及技术要求	228
5.5 装配图的序号及明细栏	229
5.6 装配图的绘制方法及实例——齿轮油泵	230
5.7 读装配图和拆画零件图的方法及实例——球阀	235

单元六 用第三角投影法绘制机械图样	240
6.1 第三角投影法原理	240
6.2 第三角投影画法举例	242
附 录	250
附录一 常用螺纹及螺纹紧固件	252
附录二 常用标准件	268
附录三 零件结构要素	277
附录四 极限与配合	279
附录五 常见机构运动简图符号	293
参考文献	294

单元一 认识机械工程语言——机械图样

在日常生活和工作中，我们会经常看到或用到各种各样的机械设备，无论是哪种类型的机器设备，都是由若干零件与部件（部件也是由若干零件组装而成的，在整台机器中起一定独立作用的零件组合，它还可以与其他部件和零件再组成更大的部件）组装而成，零件是构成机器的基本单元。而任何机械零件的形状不论多么复杂，都可以看作是由一些基本几何体经切割（或不切割）组合而成的。表达零件的形状可以用立体图表示，如图 1.1 所示。这种图形与照片差不多，立体感很强，但是不能反映物体的真实形状和大小，例如物体上的圆形在图上变成了椭圆形，正方形和长方形都变成平行四边形，特别是物体的内部结构如孔、槽等很难表达清楚，因此立体图因不能精确地表达物体结构及尺寸大小，因而不能直接用于生产制造。

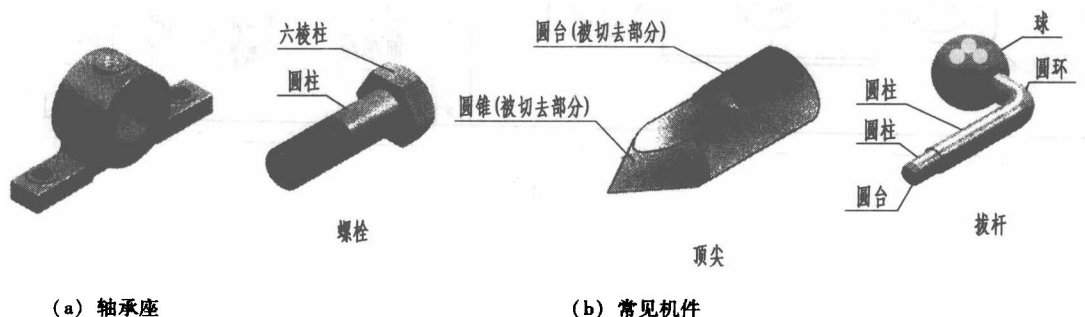


图 1.1 轴承座及常见机件立体图

图 1.2 是将上述中的轴承座以另一种图形的形式来表达。这种图形的绘制方法是我们正对着物体，从不同的方向（前方、上方、左方）看物体而获得的图样，称为视图的方法。依据这种方法绘制的图样就能把零件加工出来。利用一组视图完整地表达零件的结构、形状，在视图上标注的尺寸正确地确定零件的大小，用文字和符号等说明制造零件的技术要求，这就是机械制图。表达零件的图样称为零件图，表达部件（包括整台机器）的图样称为装配图。

在工程实践中，无论是机器设备的设计、制造、安装还是使用，都离不开机械图样。机械图样是机械设计、制造、修配过程中的重要技术资料，也是表达及交流设计思想、设计意图的重要工具，由此被称为工程界的通用语言和特殊文字。

本课程是研究绘制与阅读机械图样的方法与技术的一门技术基础课。本单元主要介绍机械图样的初步知识。

单元要点

1. 初步认识机械图样。
2. 机械图样的作用和意义。
3. 本课程的学习目标、任务及学习方法。

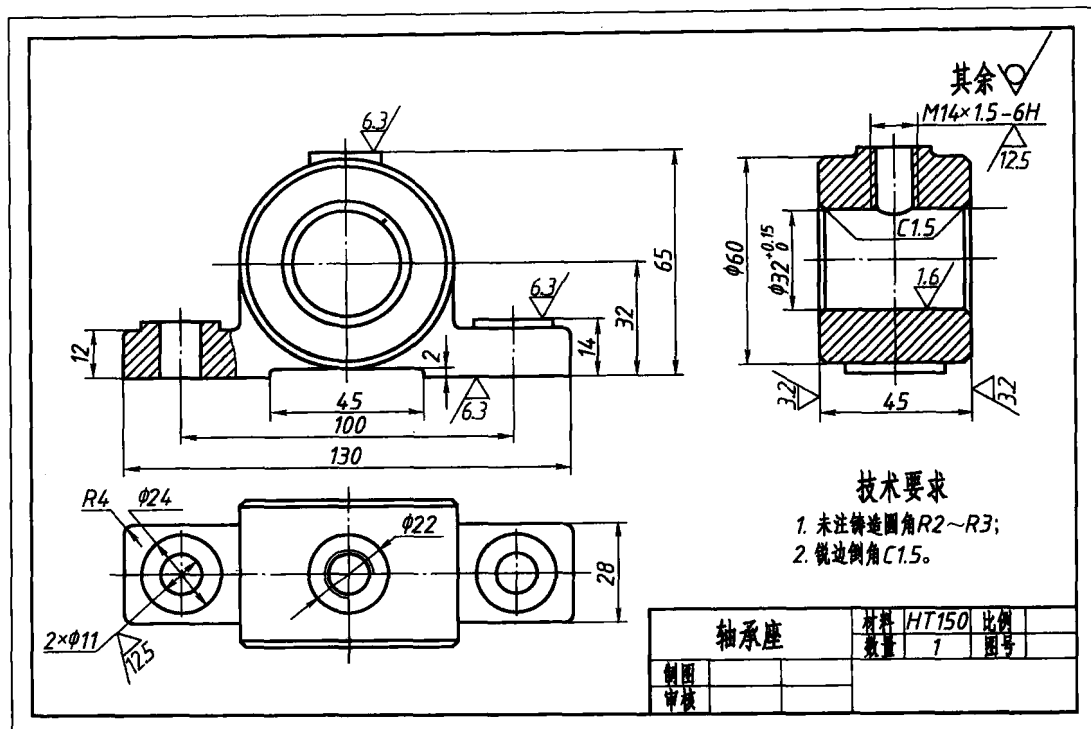


图 1.2

1.1 机器与机械图样

我们在日常生活和实际工作中经常见到的各种机器和生活用品，它们有的小巧（如手电筒）、有的庞大（如汽车、飞机）；有的简单实用（如起瓶器），有的精密复杂（如数控机床）；有的与我们的日常生活密切相关（如自行车、缝纫机等），有的则是我们工作中必不可少的工具（如千斤顶、油泵等）。那么，它们是如何设计制造出来的呢？

机器的设计过程一般都比较复杂，要实现机器预期的功能，一般要经过方案设计、草图设计直至绘出详细的图样，有时要经过大量的计算甚至试验，设计结束，还要依据设计加工制造出来，之后要进行调试，有问题时还要对原设计进行修改，直到达到设计要求，因此，机器设计的过程也是机械图样绘制并完善的过程。而机器的制造是依靠图样进行的，按照零件图样加工出零件，按照装配图将零件组装起来，从而完成一台机器的制造。机器制造出来了，还要依据图样进行机器的调试，看是否运行正常，是否达到了预期的设计目的。另外，同类设备我们如何比较他们的优劣呢，有的说实际运行一下不就知道了吗？确实如此，但是如让我们分析一下为什么这台机器好用，而另一台机器不好用，光靠运行一下是不行的，这时就要分析一下机器的结构、工作原理及其制造的技术条件，最好的办法就是找到机器的设计图样进行分析。不只是机器的设计制造、机器运行分析中需要图样，在机器的安装调试、使用维护及机器的革新改造中也需要图样。有了图样，我们就能知道机器是由哪些零件组成的，各零件是如何装配在一起的，才能清楚机器的结构、工

作原理及工作性能。人们常说，机械图样是机械工程的语言，而熟练准确地绘制及阅读机械图样是机械工程师必备的素质，我们就不难理解了。

让我们认识一下机械图样。如图 1.3 所示是千斤顶的三维立体模型图，图 1.4 是其装配图，图 1.5 ~ 1.9 是组成千斤顶的零件图。从中我们可以有以下基本的认识：

1. 三维立体模型图反映了机器的空间形状，具有直观特征；装配图表达了机器的大小及组成机器的各零件的装配关系；零件图则反映了零件的精确结构尺寸。

2. 不论装配图还是零件图，都是由一组标注着各种尺寸数据的图形（视图）组成的，这些包含着各种尺寸数据的图形一定是根据设计要求，按确定的规则（图样绘制原理及机械制图国家标准等）绘制的。零件的结构形状用图形（视图）来表达，零件结构尺寸的大小则通过图上标注的数字、字母和符号来确定，在有些尺寸数字的后面带有正负小数或零，这是对零件加工尺寸的精度要求。此外，图上还有一些特殊符号，这是说明零件形状和位置精度要求的。

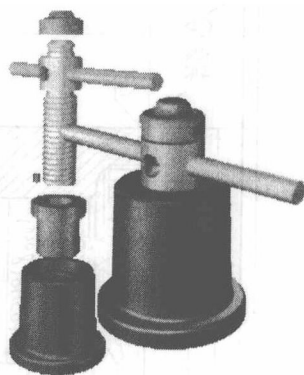


图 1.3 千斤顶立体模型

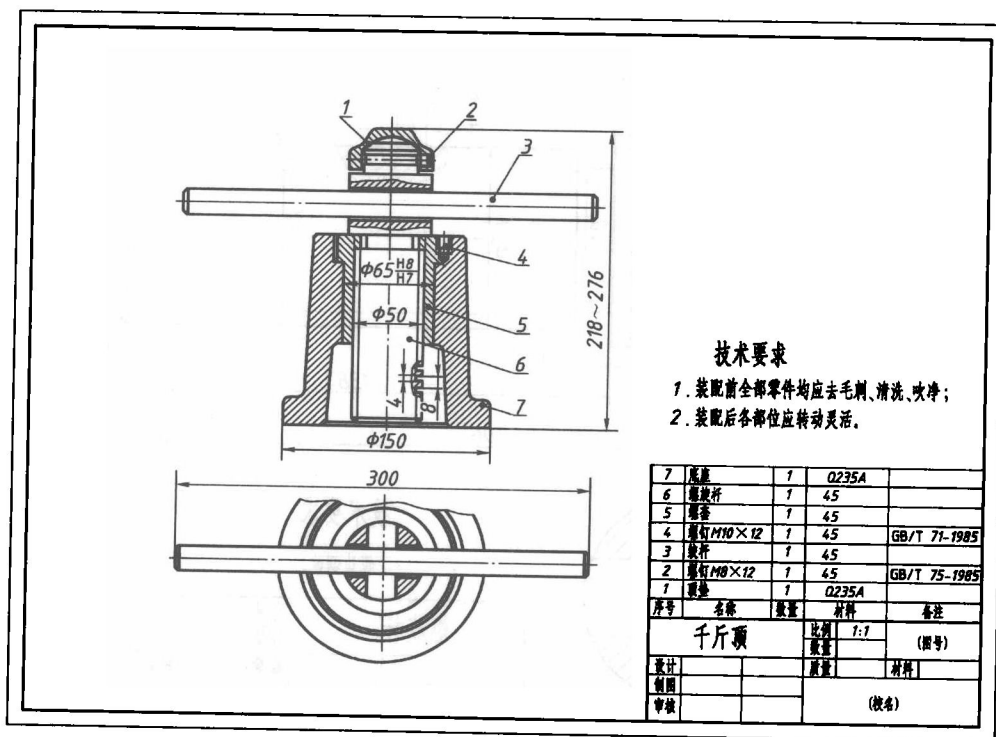


图 1.4 千斤顶装配图

3. 图中的技术要求反映设计者对所设计机器的方方面面的要求, 对机器的制造及使用至关重要。

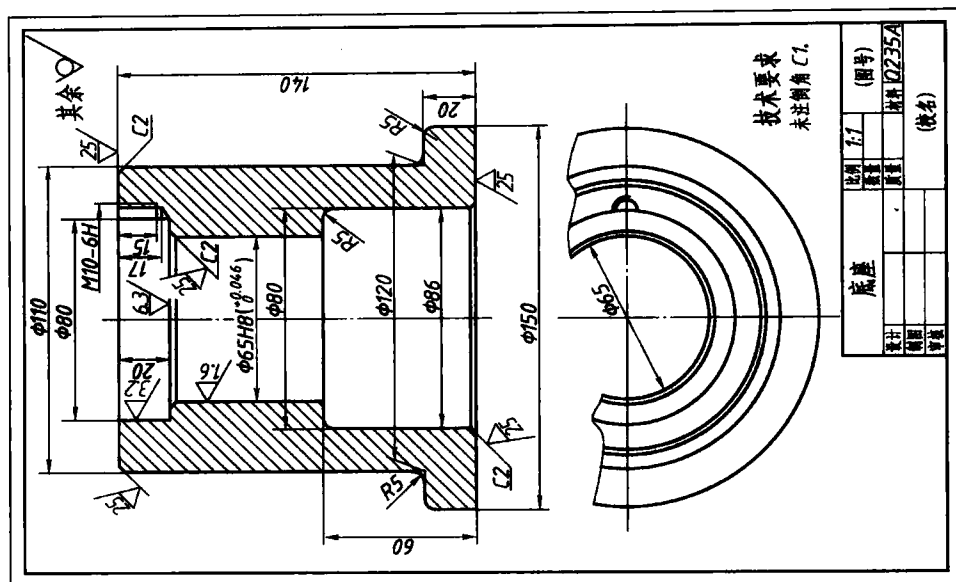


图1.5 千斤顶零件图——底座

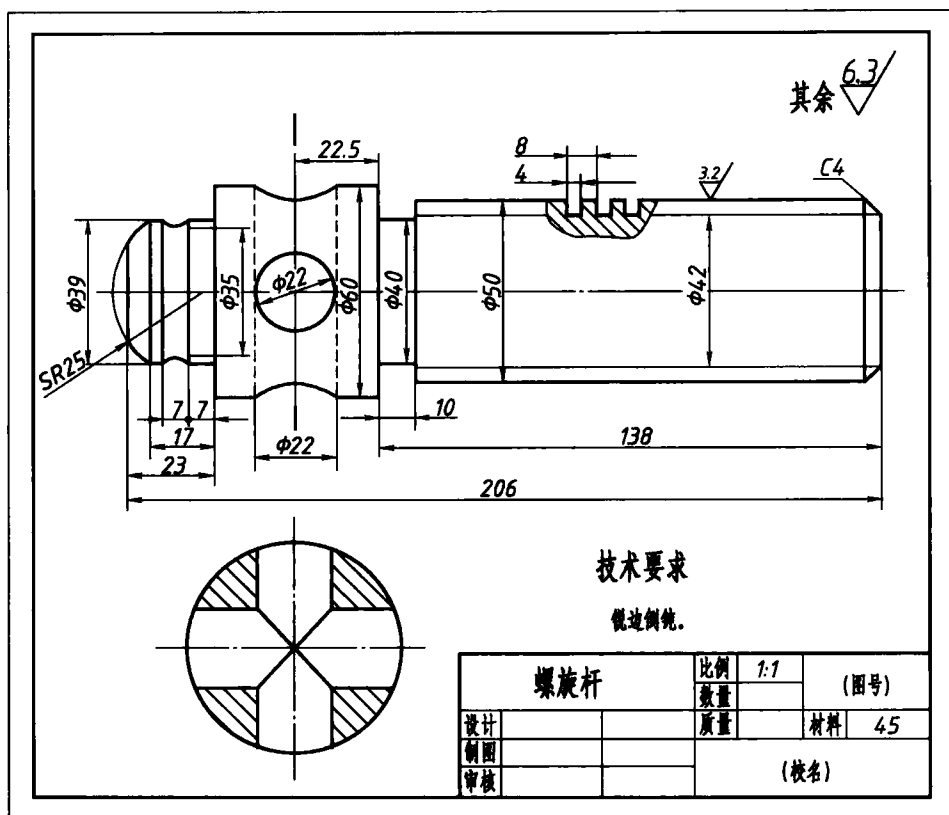


图 1.6 千斤顶零件图——螺旋杆

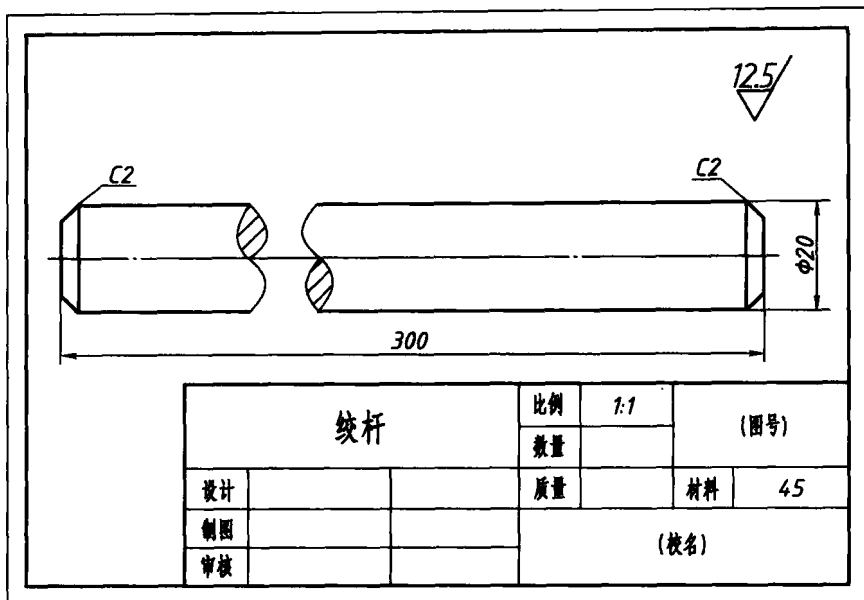


图 1.7 千斤顶零件图——绞杆

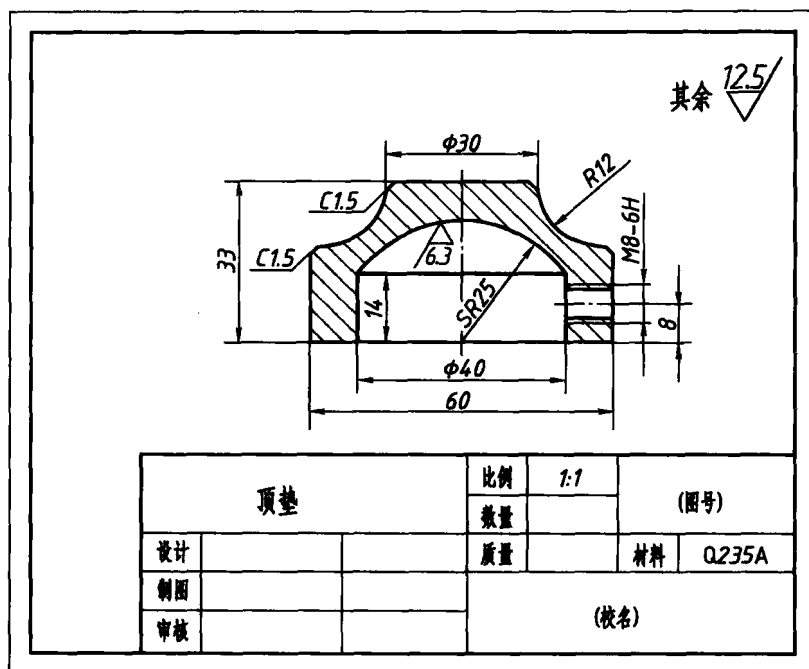


图 1.8 千斤顶零件图——顶垫

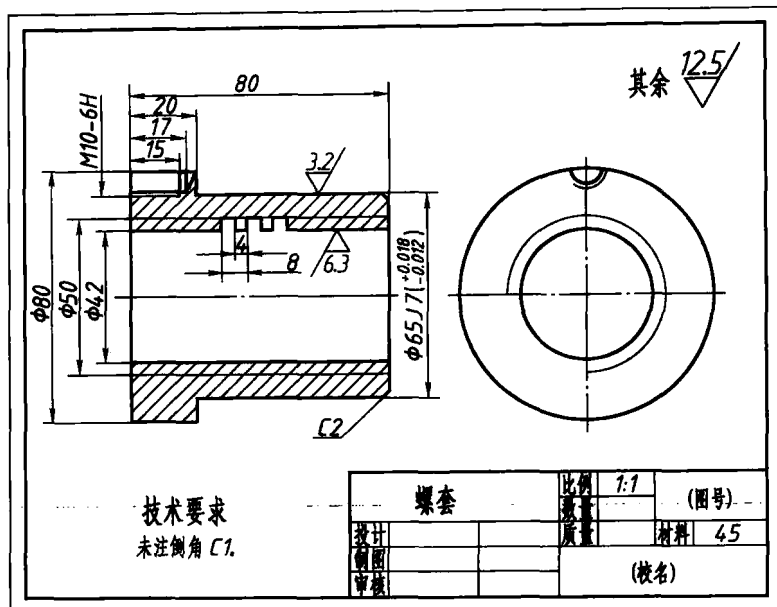


图 1.9 千斤顶零件图——螺套

想一想:

对照上述图例分析

1. 千斤顶三维立体模型图有什么特点, 从中我们能知道这台机器的什么信息?
2. 千斤顶装配图有什么特点, 从中我们能知道这台机器的什么信息?
3. 千斤顶零件图有什么特点, 从中我们能知道这台机器的什么信息?

装配图: 表达机器或部件的图样称为装配图。机器或部件都是由若干零件按一定的关系和技术要求组装而成的, 装配图用来表达机器或部件的构造、性能、工作原理, 各组成零部件之间的装配关系、连接方式以及主要零部件的结构形状, 外形大小等。在机器制造过程中需要按照装配图所表达的装配关系和技术要求, 把零件组装成部件或机器。在使用机器时, 通过阅读装配图来了解机器或部件, 从而便于机器的安装、检验、调试以及维护。因此, 装配图是机器设计、装配、检验、安装、调试和维修时所必需的技术文件。

在机器或部件拆卸过程中常需要绘制装配示意图, 主要是为了记录组成机器或部件的零件间的连接关系、传动关系等, 避免零件拆卸后可能产生的错乱, 它是重新装配和绘制装配图的依据。画装配示意图时, 有些零件如轴、轴承、齿轮、弹簧等, 应按国家标准《机械制图 机构运动简图符号》(GB/T 4460—1984) 中规定的符号表示, 常见机构运动简图符号见附录五附表 5.1。

零件图: 表达单个零件形状、结构、大小及技术要求的图样称为零件图。零件图是设计和生产部门的重要技术文件, 是制造和检验零件的依据。从零件的毛坯制造、机械加工工艺路线的制订、工序图的绘制、工夹具和量具的设计到加工检验等, 都要根据零件图来

进行。

三维立体图：富有立体感，但不能精确反映零部件形体的尺寸与大小。三维立体图的绘制方法很多，特别是目前市场上有很多的计算机绘图软件都具有三维绘图功能。本书主要介绍具有三维立体感的轴测图的绘制方法。

思考与尝试：找一个经常见到的用品，如文具盒，看看它是由哪些零件组成的，这些零件的作用是什么，是由什么材料做成的，有什么特点，用其他材料是否更好，是如何装到一起的，安装最佳的顺序是什么。如果文具盒打不开，分析一下可能是什么原因引起的。试着画图表达一下各个零件的结构形状及大小。

1.2 机械制图的作用与意义

机械制图就是根据设计目的、设计要求绘制机械图样的过程。机械工程中，准确、快速、合理地绘制及阅读机械图样是机械工程技术人员必备的基本素质。

1. 机械图样是机械产品设计与制造过程中不可缺少的技术资料。

机械设计与制造一般要经过如下过程：

设计规划→方案计划图设计→装配图设计→零件图设计→零件加工（依据零件图、工序图）→装配（依据装配图）→检验调试（依据装配图）。

其中，设计规划、方案计划图设计、装配图设计、零件图设计属机械设计阶段，之后是机械制造阶段。可见，不论是机械设计阶段还是机械制造阶段都离不开机械图样。

2. 机械图样是设计的成果，加工、装配、检验的依据。

3. 机械图样是机械工程的语言。

通过机械图样，可以交流设计思想和设计意图。因此，机械图样是技术交流的工具。

4. 机械图样是生产管理的重要技术文件。

机械设备的安装调试、使用与维护以及革新改造都离不开机械图样。

因此，我们必须掌握正确的绘制及阅读机械图样的方法。

1.3 本课程的学习目标、任务及学习方法

1.3.1 本课程的学习目标与任务

本课程是工科院校机电类专业的一门重要技术基础课，其目标是培养学生具备绘图、看图能力和空间想象能力。

主要任务是：

- (1) 掌握用正投影法绘制机械图样的基本理论和方法；
- (2) 培养尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图的三种绘图能力；

- (3) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
 - (4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力 (培养空间想象能力和空间构思能力);
 - (5) 培养初步查阅和应用技术资料的能力;
 - (6) 培养自学能力、分析问题和解决问题的能力;
 - (7) 培养事实求是的科学态度、认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
- 此外,在学习过程中必须有意识地培养自己的创新能力和一定的审美能力,使绘制的图样既有一定的使用价值,又予人以美感。

1.3.2 本课程的学习方法

机械制图是一门实践性很强的技术基础课。本课程自始至终研究的是空间几何元素及形体与其投影之间的对应关系,绘图和读图是反映这一对应关系的具体形式,因此在学习过程中,应注意如下几点:

(1) 应掌握基本概念、基本理论和基本方法,由浅入深地进行绘图和读图的实践,多画、多读、多想,不断地由物画图,由图想物,逐步提高空间逻辑思维能力和形象思维能力,这是学好本课程的基本点。

(2) 本课程实践性极强。在掌握基本概念和基本理论的基础上,必须通过做习题、绘图和读图实践,才能掌握运用理论去分析和解决实际问题的正确方法和步骤,养成正确使用尺规绘图工具或计算机绘图软件,按照正确的方法、步骤绘图的习惯。

(3) 机械图样既然是机械工程界的交流语言,就应遵循《技术制图》、《机械制图》国家标准,因此,在学习过程中,应树立“严格遵守标准”的观念,贯彻执行国家标准。

(4) 由于工程图样在生产实际中起着很重要的作用,其中任何一点差错都可能会给生产带来不应有的损失。因此作图时要认真细致,严格要求,树立对生产负责的思想,严格遵守工程制图的国家标准,培养良好的工作作风。

活动:在教师引导下,参观机加工车间,观察机械加工的工作过程,了解机械图样在机械加工过程中的作用及意义,写出自己的感想。

单元二 机械图样的绘制原理与基本绘图训练

机械图样的绘制要遵循一定的原理和规范，要有正确的绘制方法，只有这样才能使绘制的图样简洁科学、易懂规范，成为工程技术人员进行技术交流的语言。

机械零件、部件甚至整台机器是按照什么样的原理和规范，怎样以视图的形式画到平面图纸上去的，根据平面上的图形，又是怎样想象出机械零、部件或机器的结构形状呢？前者是从立体到平面，而后者是从平面到立体。这就要用正投影的方法，正投影法是我们识读和绘制机械图样的理论基础。

在日常生活中，我们常常会看到这样的自然现象，将物体放在灯光或日光下，由于光线照射，物体会在墙上或地面产生影子，物体离光源越近，影子就越大，离光源越远，影子就越接近物体的实际大小。人们对这一自然现象进行了几何抽象，根据物体与其影子的关系总结出投影法原理。

本单元主要介绍这方面的内容。

单元要点

1. 投影基本知识、中心投影、平行投影、正投影简介。
2. 三视图的形成及投影规律。
3. 常用绘图仪器的使用方法。
4. 常用《机械制图》国家标准。
5. 平面图形的尺寸分析、线段分析以及圆弧连接的画法。
6. 绘图方法和步骤。

能力要求

1. 了解投影的基本知识。
2. 牢固掌握三视图的形成及投影规律。
3. 掌握常用手工绘图工具的正确使用方法，并能运用绘图工具正确绘制各种图线。
4. 掌握国家标准《技术制图》与《机械制图》中图纸幅面及格式、比例、字体、图线及画法、尺寸标注等标准中的部分规定。
5. 会分析和标注平面图形的尺寸，熟练掌握圆弧连接的画法。
6. 初步训练徒手作草图的技能。
7. 初步了解机械图样的绘制程序。

2.1 机械图样的绘制原理

思考与尝试：如图 2.1 是一个托座零件的立体图，请同学们按自己的理解另画一张图，要求你所画的图能准确表达这个零件的形状和大小。分析一下你画的图有什么不足？

工程技术图样（包括机械图样）与艺术家所画的画是不同的，它至少要满足以下要求：

（1）确定性：准确表达出物体的形状和大小，不能模棱两可，既像这个物体又像那个物体。

（2）易读性：能够容易看懂表达的内容，提高读图效率。这可以反映一名机械工程技术水平的高低。

（3）可度量性：图样能精确、完整地反映物体各部分的尺寸和比例。

（4）容易绘制：提高绘图效率。

要满足上述要求，机械图样必须依据一定的原理和规范进行绘制。下面我们将逐步介绍这些原理和规范。先介绍绘制机械图样的基本原理——投影法和视图。

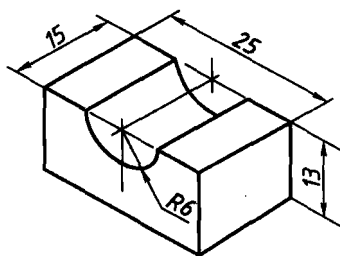


图 2.1 托座零件的立体图

2.1.1 投影法

观察：将一块三角板（或其他日常用品）水平放置在灯光或日光下，看地上影子的形状，改变三角板放置姿态，看地上影子的形状有何改变。

用灯光或日光照射物体，在地面或墙面上便会产生物体的影子。人们从这一现象中得到启示，并经过科学的抽象，概括出用物体在平面上投影表示其形状的投影方法。

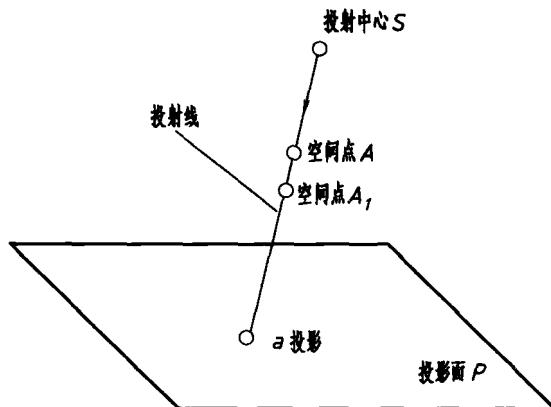


图 2.2 投影法

如图 2.2 所示建立一个平面 P 和不在该平面内的一点 S ，在平面 P 和点 S 之间放一空间点 A 。过点 S 发射一光线 SA ， SA 与平面 P 的交点 a 称为空间点 A 在平面 P 上的投影。这种产生图像的方法，叫做投影法。空间点用大写字母表示，其投影用相应的小写字母表示。投影法是绘制工程图样的基础。

注意：当投射方向和投影面确定后，点 A 在投影面上的投影是唯一的。相反，由点 A 的一个投影 a 却不能确定点 A 在空间的位置。图 2.2 中 A 和 A_1 的投影都是 a 。

投影法可以分为两类：中心投影法和平行投影法。

一、中心投影法

投射射线都从投射中心发出的投影法，称为中心投影法，所得的投影称为中心投影，如图 2.3 所示。

这种投影法与人眼看东西得到的映像相似，所以它具有较强的直观性，立体感好，厂房、建筑物常采用这种投影法绘制透视图。但用这种投影法绘制的图形不能反映物体的真实形状和大小。如改变图 2.3 中的 $\triangle ABC$ 与投射中心 S 和投影面 P 的相对位置和距离，所得到的图形大小和形状便会改变。

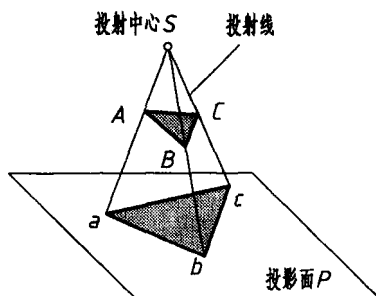


图 2.3 中心投影法

二、平行投影法

投射射线相互平行的投影法，称为平行投影法。根据投射射线与投影面的相对位置，平行投影法又分为：

1. 斜投影法

投射射线倾斜于投影面的平行投影法，如图 2.4 (a) 所示。

2. 正投影法

投射射线垂直于投影面的平行投影法，如图 2.4 (b) 所示。

用平行投影法绘制空间物体的投影图直观性差，但其度量性好。如图 2.4 (b) 所示正投影，当三角板平行于投影面时，即使改变三角板与投影面之间的距离，其图像仍反映三角板的真实形状和大小，所以机械图样多采用正投影法绘制。本课程主要研究正投影法，为叙述简便，本书中如未加说明，所述投影均指正投影。

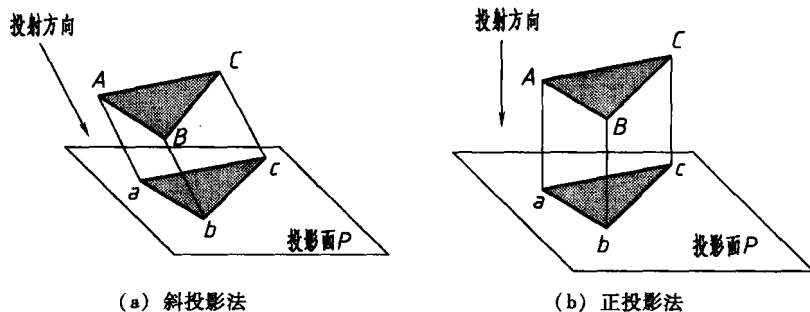


图 2.4 平行投影法的种类

三、正投影法的基本特性

如图 2.5 所示，分析图中物体的投影，可以得出正投影法具有如下特性：