

普通高等教育“十三五”规划教材

机械制图

郑爱云 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

机械制图

主 编 郑爱云
副主编 王 新 王进军
参 编 卢广顺 董小雷 刘久艳
王彦凤 郑怀东 霍 平
崔冰艳 于玉真 周 征
主 审 田绿竹



[本书资源，扫码观看]



机械工业出版社

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》编写的,内容包括机械制图国家标准简介,点、直线、平面的投影,换面法,基本立体,轴测图,组合体,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,焊接图,仪器绘图,徒手绘图,计算机绘图基础和附录。本书采用最新国家标准,理论知识系统、严谨,所选例题由浅入深。与本书配套的多媒体课件可供教师教学使用,需要者可登录机工教育服务网(www.cmpedu.com)下载。与本书配套的、由卢广顺主编的《机械制图习题集》同期出版。

本书可作为高等院校机械类、近机类和非机类等工科专业的工程制图教材,也可供成人教育院校及有关工程技术人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/郑爱云主编. —北京:机械工业出版社, 2017. 8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-57775-1

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第201823号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:蔡开颖 责任编辑:蔡开颖 杨璇 商红云

责任校对:刘岚 封面设计:张静

责任印制:常天培

北京振兴源印务有限公司印刷

2017年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·22.5印张·558千字

标准书号:ISBN 978-7-111-57775-1

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

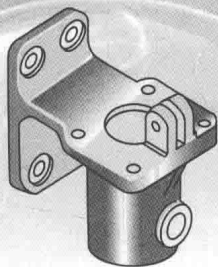
机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版



前言

本书为河北省省级精品课程配套教材,根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,结合编者多年来潜心教学所积累的经验以及积极进行教学改革所取得的成果,并借鉴国内外同类优秀教材编写而成。本书以“培养具有工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力的工科人才”为目标,在内容编排上突出基础性、实践性、创新性,以理论篇、应用篇和能力篇呈现给学生,既注重学生基础理论和方法的掌握,又强调实践能力、创新思维能力和综合技能的培养。

第一篇(理论篇——画法几何)是基础,从基本立体三视图、截交线、相贯线到组合体画图、读图,由浅入深,提高学生对复杂形体的认知能力,为机械制图部分的表达打下基础。第二篇(应用篇——机械制图)注重学生实践能力的培养,其中的组合体构形设计、视图“一求二”等创造性思维训练,拓展了学生的发散思维 and 创新能力。零件测绘、零件的构形及工艺结构、各种标准件和常用件的表示方法等,注重与机械类相关课程的联系和渗透,培养学生的工程素质。第三篇(能力篇)注重对学生的仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图三项技能的训练,使学生能够适应学习和今后工作的需要。

在教学中,根据专业不同,对书中内容可进行选择和变更。

本书编排有以下特点:

- 1) 每章开始有知识要点,对本章学习起到提纲挈领的作用。
- 2) 书中的典型例题有详细的解题过程,降低了学习难度。
- 3) 重点内容用黑体显示,使学生容易抓住重点,有助于预习和复习。
- 4) 每章结尾有实践与练习,以便学生能把所学知识应用到实践中去,再次加深对知识的理解。
- 5) 与本书配套的习题集有解题技巧和易错点总结,帮助学生深入掌握画图技能、提高画图速度。
- 6) 本书配套有教学课件,可方便教师的课堂教学。
- 7) 本书配有大量免费的动画资源,学生可以多角度观察立体的内外结构,有助于对知识的理解。手机扫描书中的二维码,即可观看(建议在WiFi环境下)。

本书共分12章,由郑爱云统稿并担任主编,王新、王进军担任副主编,编写人员有:



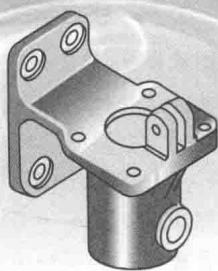
卢广顺（绪论、第1章）、刘久艳（第2章）、崔冰艳（第3章、附录）、董小雷（第4章）、周征（第5章）、王进军（第6章）、王彦凤（第7章）、郑怀东（第8章）、霍平（第9章）、郑爱云（第10章、第11章）、王新（第12章的12.1节和12.2节）、于玉真（第12章的12.3节）。

本书涉及的技术制图和机械制图标准均为最新国家标准。

田绿竹教授担任本书的主审并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中的不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



目录

前言

绪论 1

第1篇 理论篇——画法几何

第1章 机械制图国家标准简介	4	3.1 换面法概述	49
1.1 图纸幅面和标题栏	4	3.2 点的投影变换规律	51
1.2 比例	6	3.3 直线的投影变换规律	53
1.3 字体	7	3.4 平面的投影变换规律	54
1.4 图线及画法	9	3.5 综合举例	56
1.5 尺寸标注	11	第4章 基本立体	59
第2章 点、直线、平面的投影	16	4.1 基本立体三视图	59
2.1 投影法概述	16	4.2 截交线	72
2.2 点的投影	19	4.3 相贯线	85
2.3 直线的投影	24	4.4 立体表面交线综合举例	97
2.4 平面的投影	33	第5章 轴测图	101
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	40	5.1 轴测图的基本知识	102
第3章 换面法	49	5.2 正等轴测图	103
		5.3 斜二等轴测图	107

第2篇 应用篇——机械制图

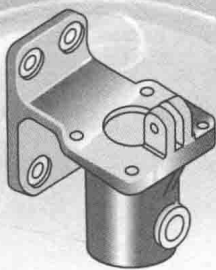
第6章 组合体	112	7.1 视图	143
6.1 组合体的构形	112	7.2 剖视图	147
6.2 组合体视图的画法	116	7.3 断面图	160
6.3 组合体读图	119	7.4 其他表达方法	163
6.4 组合体的尺寸标注	132	7.5 综合应用举例	168
6.5 组合体轴测图	137	第8章 标准件和常用件	170
6.6 第三角画法简介	141	8.1 螺纹及螺纹紧固件	171
第7章 机件常用的表达方法	143	8.2 齿轮	184



8.3 键、销	192	10.2 装配图的画法	250
8.4 滚动轴承	195	10.3 装配图的视图选择	252
8.5 弹簧	197	10.4 装配图的尺寸标注及技术要求	254
第9章 零件图	201	10.5 装配图中零件序号、明细栏和 标题栏	255
9.1 零件图的内容	201	10.6 装配图的画图步骤	256
9.2 零件的构形过程及要求	202	10.7 装配结构的合理性	259
9.3 零件视图的选择	209	10.8 读装配图、拆画零件图	261
9.4 零件图的技术要求	215	第11章 焊接图	270
9.5 零件图的尺寸标注	235	11.1 焊接的基本知识	270
9.6 零件图的阅读	240	11.2 焊接图中焊缝的表示法	271
9.7 零件测绘	243	11.3 焊接图例	274
第10章 装配图	249		
10.1 装配图的作用和内容	250		

第3篇 能力篇

第12章 仪器绘图、徒手绘图、 计算机绘图基础	278	附录	330
12.1 仪器绘图	278	附录 A 螺纹	330
12.2 徒手绘图	291	附录 B 常用标准件	333
12.3 计算机绘图基础	293	参考文献	354



绪论

1. 课程性质和任务

工程图样是工程技术部门的一项重要技术文件。在现代工业生产中,设计和制造各种金属切削机床、仪器仪表设备、采矿冶金设备、化工设备等都离不开工程图样。在使用这些机器和设备时,也常常要通过阅读图样来了解它们的结构、原理和性能。因此,工程图样成为指导生产和进行技术交流不可缺少的工具,被称为工程技术界的“语言”。绘制和阅读工程图样是工程技术人员必须具备的技能。

“机械制图”是高等工科院校重要的和必修的基础课程,既具有系统的理论性又具有较强的实践性,是培养学生仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图能力,表达工程设计思想、创造性形体设计能力的一门学科。

课程目的是通过理论学习以及实践环节,培养学生绘制和阅读工程图样的能力。

课程内容包括画法几何、机械图和绘图技能三部分。画法几何部分主要要求学生学习和掌握用正投影法表达空间几何形体和图解空间几何问题的基本原理和方法;机械图部分主要培养学生绘制和阅读常见机器和部件的零件图和装配图的能力;绘图技能部分培养三种绘图技能,仪器绘图要求学生熟练运用绘图仪器和工具,徒手绘图要求学生利用铅笔按目测比例快速作图,计算机绘图要求学生学习计算机绘图的基本知识和操作,掌握现代化的设计手段,提高绘图效率和质量。

课程学习的主要任务:

- 1) 掌握正投影法的基本原理及其应用。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- 3) 培养图解简单空间几何问题的能力。
- 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。
- 5) 培养计算机绘图技能。

2. 学习方法

1) 认真听课,掌握基本概念、基本作图方法,深刻领会正投影理论。注意由空间到平面,再由平面到空间的对应关系,能够举一反三。

2) 认真完成习题集中的作业。空间几何问题的图解能力,空间逻辑思维能力和形象思



维能力的培养，是通过完成一系列的由简到难的作业而得以实现的，所以，应坚持理论联系实际，进行多次反复练习，提高构思能力和空间问题的分析能力。

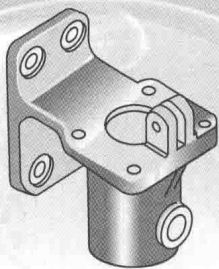
3) 认真绘制仪器图作业，养成正确使用绘图工具和仪器的习惯，按正确的方法和步骤绘图，遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定，努力培养绘制和阅读机械图样的能力。制图作业应该做到：投影正确，视图表达恰当，尺寸标注齐全，字体工整，图样整洁，符合国家标准。

工程图样在设计和生产中起着重要的作用，任何疏漏和差错，都会造成经济上的损失，因此，除了科学的学习方法之外，认真负责的学习态度和一丝不苟的精神是课程学习的重要保证。



第 1 篇

理论篇——画法几何



第 1 章

机械制图国家标准简介

知识要点

- 1) 掌握国家标准对工程图样的各项规定。
- 2) 充分理解并应用国家标准,使绘制的工程图样正确、清晰。

引言

工程图样是工程界的语言,是机械行业中设计和生产的重要技术文件。为了适应生产需要和便于技术交流,对图样的画法、图线、尺寸标注以及字体、符号等内容都应该有统一的规定。这些规定由国家制定和颁布实施,国家标准简称为“国标”,代号“GB”。

我国于 1959 年颁布了国家标准《机械制图》,其后经过多次修改,现为国家标准《技术制图》和《机械制图》。本节仅摘录了有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法等部分国家标准,绘图时应遵照执行。

1.1 图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

绘制工程图样时,应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。必要时,也允许(选用)按规定的方法加长、加宽幅面。

绘制工程图样时,图纸可横放,也可以竖放。需要装订的图样,其图框格式如图 1-1 所示,周边尺寸 a 、 c 数值见表 1-1。当图样不需要留装订边时,其图框格式如图 1-2 所示,此时周边尺寸均为 e ,其数值见表 1-1。图样中图框线要用粗实线绘制。

2. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

标题栏位于图样的右下角,每张图样中均应有标题栏。标题栏中的文字方向一般为看图方向。国家标准规定的标题栏格式如图 1-3 所示。制图作业中可根据图样种类采用图 1-4 所示的标题栏。

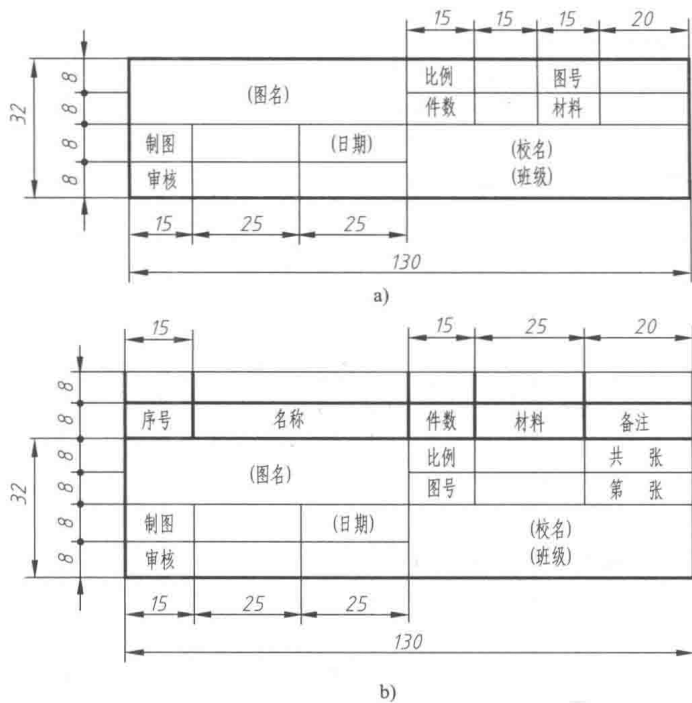


图 1-4 制图作业用标题栏

a) 零件图标题栏 b) 装配图标题栏及明细栏

1.2 比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

1) 绘制图样时应采用表 1-2 中的规定比例，必要时也允许选取表 1-3 中的比例。为了可以由图上得到实物大小的真实概念，应尽量用 1：1 原值比例画图。当机件不宜采用原值比例画图时，也可采用缩小或放大比例画出。

表 1-2 规定比例

种类	比 例		
原值比例	1：1		
	5：1	2：1	
放大比例	$5\times10^n：1$	$2\times10^n：1$	$1\times10^n：1$
	1：2	1：5	1：10
缩小比例	$1：2\times10^n$	$1：5\times10^n$	$1：1\times10^n$

注：n 为正整数。

表 1-3 允许比例

种类	比 例				
放大比例	4：1	2.5：1			
	$4\times10^n：1$	$2.5\times10^n：1$			
缩小比例	1：1.5	1：2.5	1：3	1：4	1：6
	$1：1.5\times10^n$	$1：2.5\times10^n$	$1：3\times10^n$	$1：4\times10^n$	$1：6\times10^n$

注：n 为正整数。



2) 图形无论采用放大或缩小比例画出, 在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸, 如图 1-5 所示。

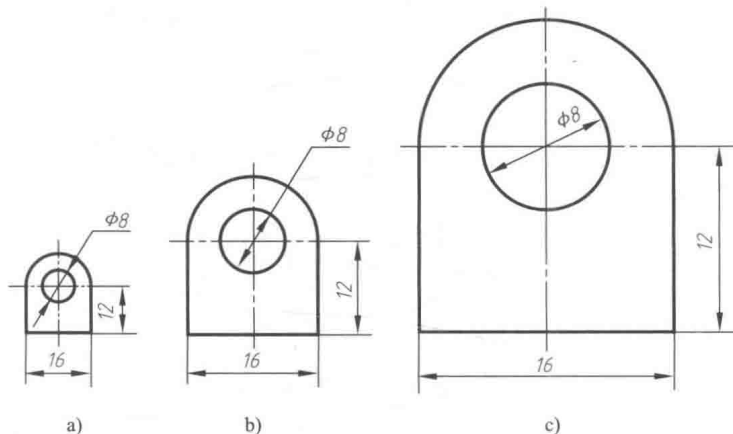


图 1-5 尺寸数字与画图比例无关

a) 1:2 b) 1:1 c) 2:1

3) 绘制同一机件的各个视图应尽量采用相同的比例, 并在标题栏的比例一栏中填写, 如 1:1。当某个视图需要采用不同的比例时, 必须另行标注, 如图 1-6 所示。

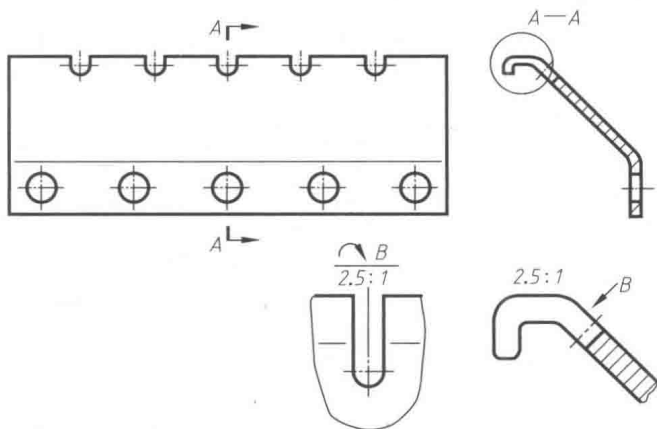


图 1-6 不同比例的视图应加标注

4) 当图形中孔的直径或薄片的厚度小于 2mm 以及斜度和锥度较小时, 可不按比例而夸大画出。

1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的汉字、字母和数字很重要, 写得潦草, 不仅会影响图样的清晰, 而且还可能给生产带来差错造成经济损失。因此, 图样中书写的字体必须做到: 字体工整, 笔画清楚, 间隔均匀, 排列整齐。

字体的号数, 即字体的高度 (用 h 表示), 分为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 8 种。



1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字基本笔画如图 1-7 所示。

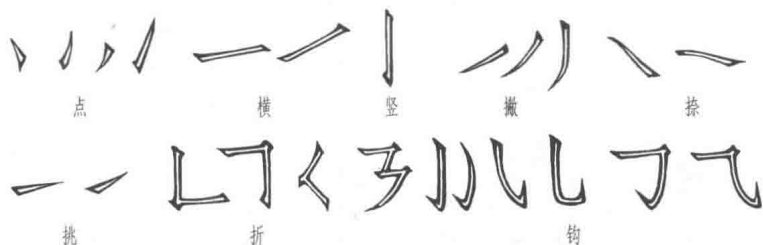


图 1-7 汉字基本笔画

汉字通常由几部分组成。为使书写的汉字左右均衡、上下协调，书写时应恰当地分配各组成部分的比例，布置合理，如图 1-8 所示。图 1-9 所示为长仿宋体字示例。

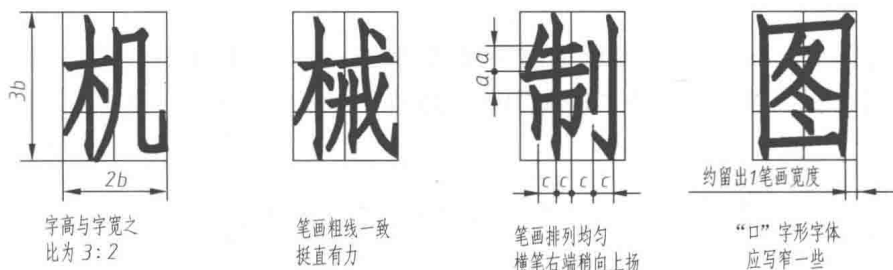


图 1-8 长仿宋体字的结构特点

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布平镀抛光研视图

向旋转前后表面展开图两端中心孔锥柱销

技术要求对称同轴度垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右

检验数值范围应符合于等级精度热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧

其余未注明按全部倒角

图 1-9 长仿宋体字示例

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。字母和数字有直体和斜体两种，常用的是斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平方向成 75° 。字母



及数字示例如图 1-10 所示。



图 1-10 字母及数字示例

a) 拉丁字母大小写 b) 希腊字母小写 c) 阿拉伯数字、罗马数字 d) 综合应用

1.4 图线及画法 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

为了使图样清晰、图线含义明确,国家标准对图线的形式及画法均做了必要的规定。

1. 图线的宽度

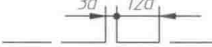
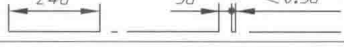
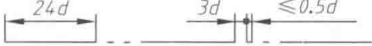
图线的宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)。图线分粗线和细线,其宽度比率为 2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

2. 工程图样中的图线形式及应用

在绘制图样时，应采用表 1-4 中所规定的图线。图线分粗细两种，粗线的宽度（ d ）应按图样的大小及复杂程度适当选择。

表 1-4 中列出了图线的形式、宽度及主要用途。由于图样复制中所存在的困难，应避免采用 0.18mm 以下宽度的图线。图 1-11 所示为图线应用举例。

表 1-4 图线的形式、宽度及主要用途

名称	形式	宽度	主要用途
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线等
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线等
双折线		$d/2$	断裂处的边界线等
细虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线等
细双点画线		$d/2$	可动零件的极限位置的轮廓线等

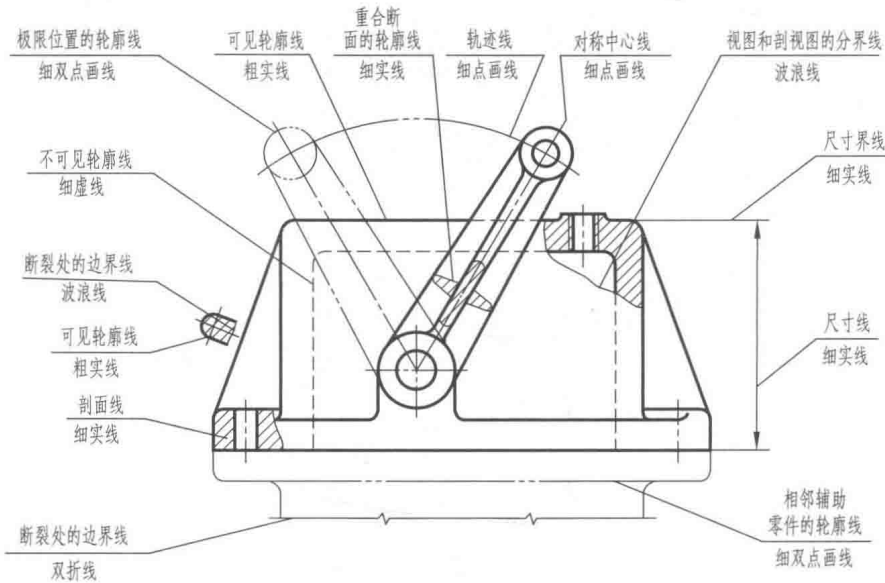


图 1-11 图线应用举例

3. 图线的画法

图 1-12 为图线的画法，应注意以下几个问题：

- 1) 同一图样中同类图线的宽度应一致。细虚线、细点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- 2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于图线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。
- 3) 绘制圆的对称中心线时，圆心处应为长画段的交点，其首末两端应是长画段。
- 4) 在较小的图形上，绘制细点画线困难时，可用细实线代替。