



高等职业教育教材

现代机械制图 (第2版)

黄劲枝 程时甘 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等职业教育教材

现代机械制图

(第2版)

黄劲枝 程时甘 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材以国家教育部审定的高职高专《机械制图教学基本要求》为依据,以满足现代制造业对高职机械制图教学需求为目的,并结合教学改革的实践经验改编而成。

全书共 9 章,包括机械制图的基本知识及基本技能、机械图样绘制的基本原理、形体上几何元素的投影分析、常见形体的投影分析与作图、组合体的视图和尺寸注法、表达机件形状的常用方法、零件图、常用机件的表达方法和装配图。AutoCAD 2007 作为一种辅助绘图手段,已融于本教材的各有关章节,并以案例形式介绍其基本操作方法和一些常用命令。全书采取感性认知的教学方式构建教材体系,使教学内容浅显易懂。

全书采用最新的国家标准。另外,与本书配套的《现代机械制图习题集(第2版)》同时出版。

本书除作为高职院校机械类和近机械类各专业机械制图课程的教材外,也可供继续教育同类专业和有关工程技术人员使用或参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械制图/黄劲枝,程时甘主编. —2版. —北京:电子工业出版社,2008.8

高等职业教育教材

ISBN 978-7-121-07229-1

I. 现… II. ①黄… ②程… III. 机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 120708 号

策划编辑:李 玮

责任编辑:李 玮 特约编辑:刘 嘉

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:422.4 千字

印 次:2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:24.60 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前言



本书是在第1版的基础上,以国家教育部审定的高职高专《机械制图教学基本要求》为依据,以满足现代制造职业对高职机械制图教学需求为目的,结合高等职业教育教学的特点,同时全面总结并广泛吸纳了高职院校同类课程教学实践的经验改编而成。该版本对章节顺序作了适当的调整,充实了有关章节的内容,更新了部分图例,并将原教材 AutoCAD 2005 版本改为 AutoCAD 2007 版。本教材仍保持如下特点。

1. 构建“基本形体—简单形体—组合形体—工程形体”这种以“体”为主线的、由局部到整体的教材体系,为掌握绘图原理而编入必要的投影知识,并贯彻从感性认知(即“由物及图”)入手的教学方式。与传统的从点、线、面再到体的这种源于“画法几何”抽象的逻辑推理的教材体系比较,本教材内容简明通俗、形象直观、具体浅显。

2. 在教材内容及要求上,将“看图”作为贯穿全书的重点,并从对照实物讲图、对照实物看图入手,对物与图的联系建立感性认识,达到理性地看图构形的目的。全书采用文图并举、视图与实物立体图对照的表现手法,以使读者加深对教材内容的理解,从而有效地培养看图能力。

3. 轴测图作为三维形体二维表达、二维图形三维构思的重要手段,由浅入深地贯穿整个教材的有关部分,并注重徒手画轴测草图的训练,有助于学生将二维图形与三维实体相结合,有利于培养空间想象能力和看图能力,同时又能满足职业岗位实际工作过程的需要。

4. 在绘图技能培养上,将尺规、徒手和计算机绘图三种方法贯穿教材的始终。与传统的教学比较,淡化了尺规绘图的训练,加强了徒手绘图训练,以满足现代机械制图的需要。AutoCAD 2007 作为一种辅助绘图手段,已融于本教材的各有关章节,并围绕机械制图的主题内容,通过案例的形式介绍其基本操作方法和一些常用命令,使绘图的基本理论与先进的绘图手段有机地融合,其内容简明实用、浅显易学。

5. 本教材将绘图的基本知识寓于工程实例之中,以淡化教学内容的理论性、抽象性和复杂性。全书所选题例、图例力求源于生产实际,并使其具有典型性、针对性和实用性,以加强教材内容的工程背景,达到学以致用、学有所用的目的。

6. 采用国家最新制图标准,并采用 AutoCAD 2007 版本,以体现教材的先进性。

7. 本教材适应于 70~120 学时的教学,教师可针对不同专业和不同学时数的需要,以及计算机绘图教学条件的需要,对本书内容和顺序做适当的节选、删减和调整。本书配有与教材内容完全同步的习题集。

参加本书编写的有:顺德职业技术学院的丁红珍(第1、3、5章)、李会文(第2、4章)、黄劲枝(第6、7、8、9章)、程时甘(全书的 AutoCAD 2007 内容及附录),并由黄劲枝、程时甘担任主编。

由于编者水平所限，本书中存在不足之处诚请读者批评指正。

为了方便教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版）。请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn）免费注册后再进行下载，有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail: hxedu@phei.com.cn）。

编 者

2008 年 8 月



目 录



绪论	(1)
第1章 机械制图的基本知识及基本技能	(3)
1.1 国家标准有关制图的基本规定	(3)
1.1.1 图纸幅面及格式	(3)
1.1.2 比例	(4)
1.1.3 字体	(5)
1.1.4 图线	(6)
1.1.5 尺寸注法	(7)
1.1.6 仪器绘图	(11)
1.2 几何作图	(14)
1.2.1 等分圆周及正多边形的绘制方法	(14)
1.2.2 斜度和锥度	(15)
1.2.3 圆弧连接	(16)
1.2.4 椭圆的近似画法	(17)
1.2.5 平面图形的分析与绘制	(17)
1.2.6 平面图形的尺寸标注	(19)
1.3 计算机绘图基础	(19)
1.3.1 AutoCAD 2007 基础知识	(19)
1.3.2 创建图形样板文件实例	(34)
1.3.3 用 AutoCAD 2007 绘制平面图形实例	(43)
第2章 机械图样绘制的基本原理	(54)
2.1 三视图及其投影规律	(54)
2.1.1 正投影与视图	(54)
2.1.2 三视图的形成及对应关系	(55)
2.2 基本形体的三视图	(57)
2.2.1 基本形体及其三视图	(57)
2.2.2 对照实物看三视图	(60)
2.2.3 对照实物看图举例	(61)
2.3 基本形体的轴测图	(62)
2.3.1 轴测图的基本知识	(62)
2.3.2 基本形体的轴测图画法	(64)
2.3.3 轴测草图的画法	(67)

第3章 形体上几何元素的投影分析	(71)
3.1 正投影的基本性质	(71)
3.2 平面的投影分析	(73)
3.3 直线的投影分析	(76)
3.4 点的投影分析	(78)
3.5 综合分析举例	(79)
第4章 常见形体的投影分析与作图	(82)
4.1 平面体的投影分析与作图	(82)
4.1.1 棱柱	(82)
4.1.2 棱锥	(83)
4.1.3 平面切割体	(84)
4.2 曲面体的投影分析与作图	(87)
4.2.1 圆柱及其切割体	(87)
4.2.2 圆锥及其切割体	(92)
4.2.3 圆球及其切割体	(96)
4.2.4 综合实例分析	(98)
4.3 两个基本形体相交的投影分析与作图	(99)
4.3.1 相贯线的投影分析与作图举例	(99)
4.3.2 相贯线的特殊情况	(102)
4.4 常见形体的轴测图画法举例	(103)
第5章 组合体的视图和尺寸注法	(105)
5.1 组合体的形体分析及投影	(105)
5.1.1 形体分析法	(105)
5.1.2 形体表面间连接关系及投影特征	(105)
5.2 组合体的画法	(106)
5.2.1 组合体三视图的画法	(106)
5.2.2 组合体轴测图的画法	(109)
5.3 组合体的尺寸标注	(112)
5.3.1 简单形体的尺寸注法	(112)
5.3.2 组合体的尺寸注法	(114)
5.3.3 组合体尺寸的清晰布置	(116)
5.3.4 用 AutoCAD 2007 标注尺寸	(117)
5.4 组合体三视图的读法	(126)
5.4.1 整体构形法	(126)
5.4.2 形体分析法	(128)
5.4.3 线面分析法	(129)
5.4.4 由两视图补画第三视图	(131)
5.5 用 AutoCAD 2007 绘制三维图实例	(132)
5.5.1 相关基本知识	(132)

5.5.2 用 AutoCAD 2005 绘制三维图实例	(133)
第 6 章 表达机件形状的常用方法	(140)
6.1 视图	(140)
6.1.1 基本视图	(140)
6.1.2 向视图	(141)
6.1.3 斜视图	(142)
6.1.4 局部视图	(142)
6.1.5 第三角投影简介	(143)
6.2 剖视图	(144)
6.2.1 剖视图概述和画法	(144)
6.2.2 剖视图种类	(147)
6.2.3 剖切方法	(150)
6.3 断面图	(153)
6.3.1 移出断面	(153)
6.3.2 重合断面	(155)
6.4 轴测剖视图的画法	(155)
6.5 其他表达方法	(156)
6.5.1 局部放大图	(156)
6.5.2 简化画法	(157)
第 7 章 零件图	(160)
7.1 零件图的作用与内容	(160)
7.2 零件的类型和结构	(161)
7.2.1 零件的基本类型	(161)
7.2.2 零件的常见结构	(162)
7.3 零件表达方案的选择与尺寸标注	(170)
7.3.1 零件表达方案的选择	(170)
7.3.2 零件图中的尺寸标注	(171)
7.3.3 零件表达方案的选择和尺寸标注举例	(174)
7.4 零件的技术要求	(178)
7.4.1 表面粗糙度	(178)
7.4.2 极限与配合	(181)
7.4.3 形位公差简介	(186)
7.5 零件的测绘	(188)
7.5.1 零件测绘的一般过程	(188)
7.5.2 零件尺寸的测量和数据处理	(191)
7.5.3 零件测绘应注意的问题	(193)
7.6 看零件图	(194)
7.7 用 AutoCAD 2007 绘制零件图实例	(196)

第 8 章 常用机件的表达方法	(203)
8.1 螺纹紧固件及其连接	(203)
8.1.1 常用螺纹紧固件及其标记	(203)
8.1.2 螺纹连接及其画法	(204)
8.2 键和销	(207)
8.2.1 键连接	(207)
8.2.2 销连接	(209)
8.3 齿轮	(209)
8.3.1 齿轮各部分名称、代号及尺寸计算	(210)
8.3.2 圆柱齿轮的规定画法	(211)
8.4 滚动轴承	(212)
8.4.1 滚动轴承的结构及画法	(212)
8.4.2 滚动轴承的代号	(213)
8.5 弹簧	(214)
8.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称及尺寸关系	(214)
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	(215)
8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	(216)
第 9 章 装配图	(217)
9.1 装配图的作用与内容	(217)
9.1.1 装配图的作用	(217)
9.1.2 装配图的内容	(217)
9.2 装配图的表达方法	(220)
9.2.1 规定画法	(220)
9.2.2 特殊表达方法	(220)
9.3 装配图的画法	(221)
9.3.1 画装配图	(221)
9.3.2 标注装配图的尺寸及技术要求	(224)
9.3.3 编写零件序号与明细栏	(225)
9.4 装配结构的合理性简介	(226)
9.5 看装配图	(228)
9.6 装配体测绘	(231)
9.7 用 AutoCAD 2007 绘制装配图简介	(233)
附录 A 普通螺纹直径与螺距	(235)
附录 B 优先配合中轴的极限偏差	(236)
附录 C 优先配合中孔的极限偏差	(238)
附录 D 六角头螺栓	(240)
附录 E 双头螺栓	(241)

附录 F 螺钉	(242)
附录 G 普通平键	(244)
附录 H 销	(246)
附录 I 深沟球轴承	(247)
附录 J 圆锥滚子轴承	(249)
参考文献	(250)

绪论



1. 本课程的研究对象

机械图样是按照一定的绘图方法,把经过设计或改进的机器、设备、仪器、工具等的结构及其全部零件的形状用图形表示在图纸上,并用规定的数字、文字和符号标注出它们的大小、材料、有关制造技术要求及技术说明等。机械图样包括机械部件的零件图和装配图。通过机械图样,设计者可以表达设计对象和设计意图,制造者可以对产品进行加工、装配、检验及调试等操作,同时使用者还可以了解产品的结构、性能及使用和维护方法等。因此,机械图样是机械制造业用以表达和交流技术思想的重要工具,是技术部门设计、改进、制造产品的一项重要技术文件。可见,作为从事制造业工作的技术人员,如果缺乏绘制和识读机械图样的能力,将无法胜任本职工作。

“现代机械制图”就是研究机械图样图示原理、绘图和读图方法的课程,并贯彻有关国家标准,运用符合现代工业生产需要的手段进行绘图。

2. 本课程的性质和任务

机械制图是一门既有系统理论性又有较强实践性的重要技术基础课,是高职机械类、近机械类各专业必修的主干基础平台课之一。本课程的主要任务如下。

- ① 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。
- ② 学习和贯彻国家标准《技术制图》与《机械制图》及其有关规定。
- ③ 训练用工具和仪器的尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图的操作技能,并学会用 AutoCAD 这种典型的绘图软件绘制机械图样。
- ④ 培养绘制和阅读常见部件的零件图和装配图的基本能力,并以训练测绘简单装配实体的基本技能及培养读图能力为重点。

- ⑤ 培养对工程形体三维形状的空间想象力。

此外,通过学习本课程,培养学生的自学能力、分析和解决问题的能力及创新能力。同时,培养学生认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风及团队协作精神。

3. 本课程的学习方法

本课程以“图”为导学,以图示、图解贯穿课程的始终。画图和看图是本课程学习的两个方面,其具体的学习方法如下。

- (1) 建立“图”与“物”的联系。尽管本课程的基本理论和基本技能都反映在“图”上,但“图”所表达的对象是物体,因此不断地“由图想物、由物画图”才能掌握平面图形与空间物体间的转化规律,并逐步培养空间想象力。



(2) 重视课程内容的实践环节。学好本课程的关键是培养图形表达能力和空间思维能力,并掌握绘图的能力和技巧。如果只是满足于听好课是远远不够的,还需要通过一系列的绘图实践来实现,即完成各种类型的作业和各种形式的训练。

(3) 处理好绘图和读图的关系。读图过程主要是形象思维过程。它是学习的重点和难点,一定量的绘图训练可以加深对图和物间关系的理解,从而提高读图能力。轴测图的绘制也是培养读图能力的一个手段。

(4) 处理好计算机和手工绘图的关系。尽管工程上已基本实现“甩图板”,计算机绘图已作为辅助绘图手段融入本课程,但在培养构思能力、图形表达及读图能力等方面,手工绘图训练仍起着计算机绘图不可替代的作用;而且,徒手绘草图越来越被重视。因此,在学习过程中不可偏废手工绘图,但也要通过机械图样实例来熟悉计算机绘图操作。

(5) 严格遵守国家标准的规定。国家标准《技术制图》与《机械制图》及其有关的技术标准,是评价机械图样是否合格的重要依据,因此,在看图和画图的过程中,应熟悉制图的基本规定和基本知识,学会查阅和使用有关的手册和国家标准。



第 1 章 机械制图的基本知识 及基本技能



1.1 国家标准有关制图的基本规定

机械图样是机械设计和制造过程中必不可少的重要技术文件，是工程界进行技术交流的通用语言。国家标准《技术制图》和《机械制图》作为绘制和阅读机械图样的准则和重要依据。本节摘录了制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸标注等有关绘图的基本规定，绘图时必须严格遵守、认真执行。

1.1.1 图纸幅面及格式

国家标准（GB/T 14689—93）对图纸幅面及图框格式做出了规定。

1. 图纸幅面

在绘制技术图样时，首先应根据零件的大小选择一定的图纸幅面，国家标准规定优先采用基本幅面，共有 5 种，代号分别为 A0~A4，其尺寸如表 1-1 所示。如果所绘图样过长或过宽，可采用加长幅面，即将基本幅面的短边按整数倍加长，例如 A4×4，表示将 A4 图纸短边 210 加长至 4 倍，加长后图纸幅面尺寸为 297×841。

表 1-1 图纸幅面基本尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

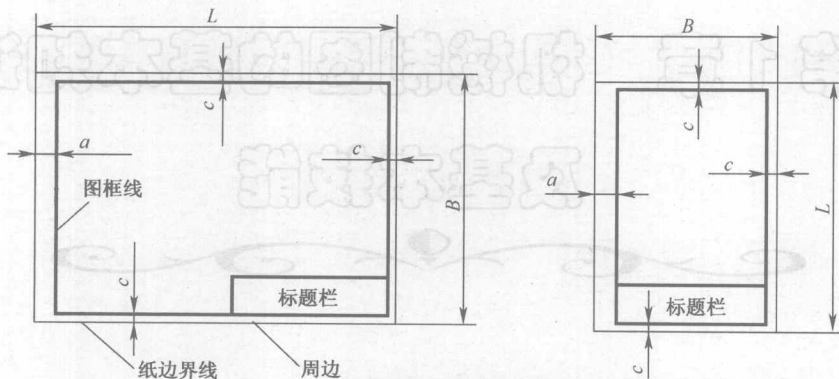
图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分留装订边和不留装订边两种，如图 1-1 所示，其尺寸按表 1-1 选取。同一产品所有图样的图框格式必须一致。

3. 标题栏

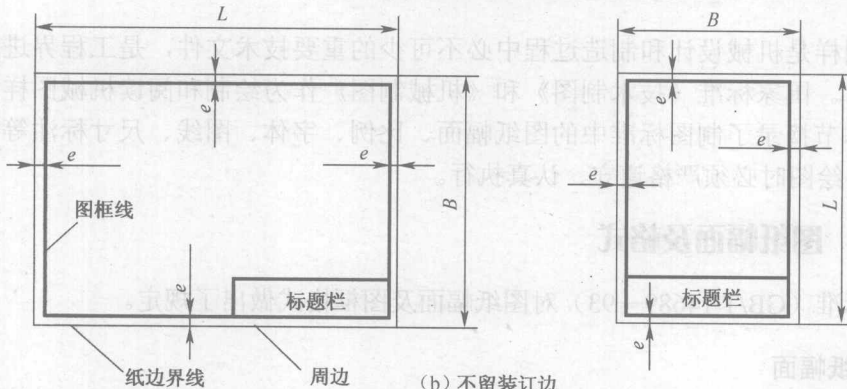
国家标准（GB/T 10609.1—89）对标题栏的基本要求、格式、内容与尺寸都做了规定。



其位置放置在图样右下角，标题栏中的文字方向代表看图方向。为了学生学习方便，平时制图作业中的标题栏建议采用如图 1-2 所示的格式。



(a) 留装订边



(b) 不留装订边

图 1-1 图框格式

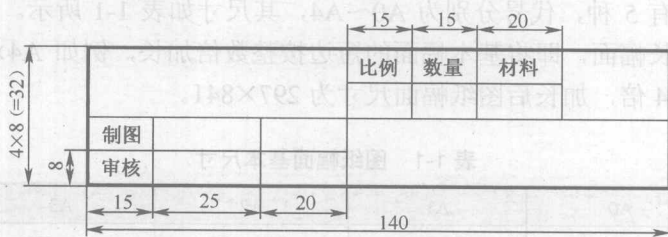


图 1-2 制图作业用标题栏

1.1.2 比例

图样中的图形与实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。绘制图样时，应采用表 1-2 中规定的比例，并尽可能按原值比例绘图，以反映机件的真实大小。

表 1-2 绘图比例（GB/T 14690—93）

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 $2 \times 10^n : 1$ ($2.5 \times 10^n : 1$) ($4 \times 10^n : 1$) $5 \times 10^n : 1$



续表

种 类	比 例
缩小比例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 1:10 (1:1.5×10 ⁿ) 1:2×10 ⁿ (1:2.5×10 ⁿ) 1:5×10 ⁿ

注：① 必要时，允许选用括号内的比例；

② n 为整数。

1.1.3 字体

图样中除了用视图表达零件形状外，图样中的图形尺寸、零件的技术要求及标题栏等则需要用汉字、数字及字母来书写，国家标准（GB/T 14691—93）做出了相应的规定。书写时必须做到字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 汉字

图样中的汉字一律写成长仿宋体，并应采用国家公布推行的简化字。字体大小用字号来表示，即字体的高度（单位：mm），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 共 8 种，字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ ，汉字的高度 h 应不小于 3.5mm。

汉字的基本笔画分为点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折。书写时要注意每一种基本笔画的写法，并注意字首、偏旁及笔画间的安排和比例关系。长仿宋体汉字示例如图 1-3 所示。

10 号字：字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀
7 号字：横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
5 号字：技术制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 港口纺织 服装

图 1-3 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

字母和数字有 A 型、B 型两种。A 型字体笔画的宽度是字高的 1/14；B 型字体笔画的宽度是字高的 1/10。字母和数字可写成直体和斜体，在同一个图样上，只允许选用一种形式的字体，斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75° 角。A 型斜体字母和数字书写示例如图 1-4 所示。



图 1-4 A 型斜体字母和数字书写示例



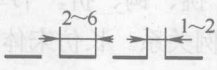
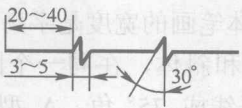
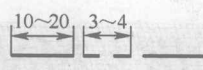
1.1.4 图线

国家标准 (GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002) 对图线线型及其画法做了规定。

1. 图线的线型及其应用

图样中的图形是由各种图线组成的, 其画法和使用方法应遵循国家标准的规定。常用图线的名称、线型、线宽及其应用如表 1-3 和图 1-5 所示。

表 1-3 图线的线型及应用

序 号	图线名称	线 型	线 宽	应 用
1	粗实线		约 0.5~2mm	A1 可见轮廓线
2	细实线		约 $b/2$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合断面的轮廓线 B4 辅助线 B5 引出线 B6 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
3	虚线		约 $b/2$	C1 不可见轮廓线
4	波浪线		约 $b/2$	D1 断裂处的边界线 D2 视图和剖视之间的分界线
5	细点画线		约 $b/2$	E1 轴线 E2 对称中心线 E3 剖切线 E4 分度圆 (线)
6	粗点画线		b	F1 限定范围的表示线
7	双折线		约 $b/2$	G1 断裂处的边界线
8	双点画线		约 $b/2$	H1 可动零件的极限位置的轮廓线 H2 相邻辅助零件的轮廓线 H3 轨迹线 H4 中断线

2. 图线宽度

图线宽度有粗细两种, 它们之间的比例为 2:1。线型宽度通常有 0.13mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2mm, 应根据图样类型、尺寸、比例来选用。粗线宽度优先使用 0.5 mm、0.7 mm 两种。

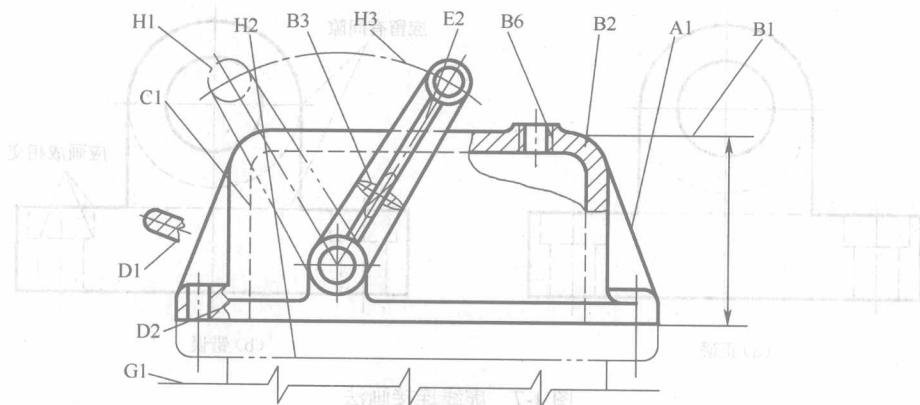


图 1-5 图线应用示例

3. 图线画法

① 同一图样中同类图线的宽度应一致，虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔宽度应大致相等。

② 两条平行线（包括剖面线）的间距应不小于粗实线宽度的两倍，其最小间距不得小于 0.7 mm。

③ 在绘制圆的中心线时，圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时，可用细实线代替，如图 1-6 所示。

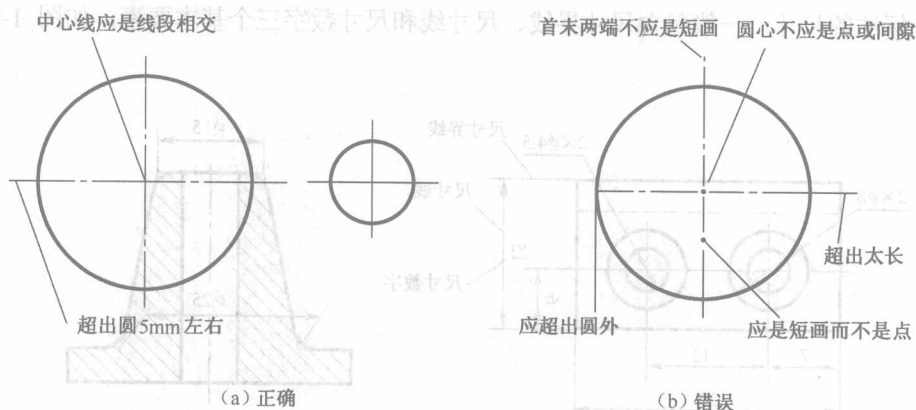


图 1-6 圆中心线画法

④ 当虚线与虚线相交、虚线与其他形式图线相交时，应画成线段相交。当虚线处于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线之间应留有间隙，如图 1-7 所示。

1.1.5 尺寸注法

零件的形状由图样中的图形来表达，但零件的大小及各部分相互间的位置必须由图样中所标注的尺寸来确定，所以尺寸标注是制图过程中的重要环节。在标注尺寸时，必须严格遵守制图标准（GB/T 16675.2—1996、GB/T 4458.4—2003）中的有关规定，做到认真细致、准确无误。