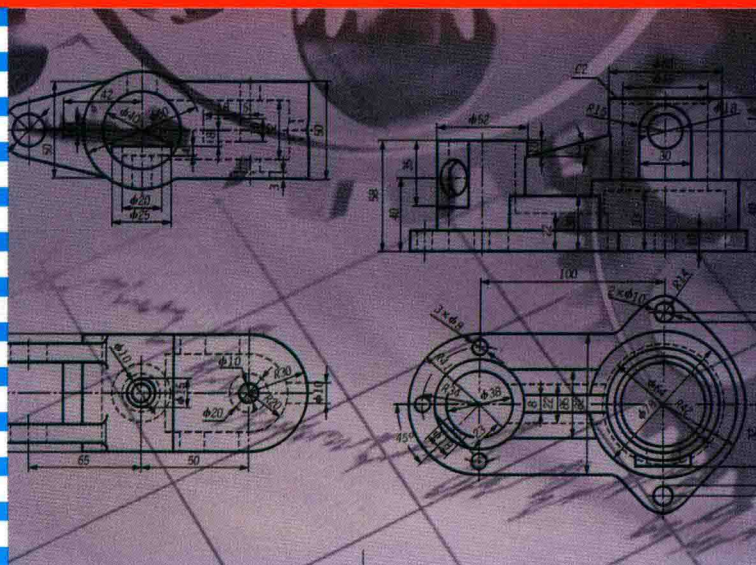


应用型人才培养“十三五”规划教材

机械制图

JIXIEZHITU



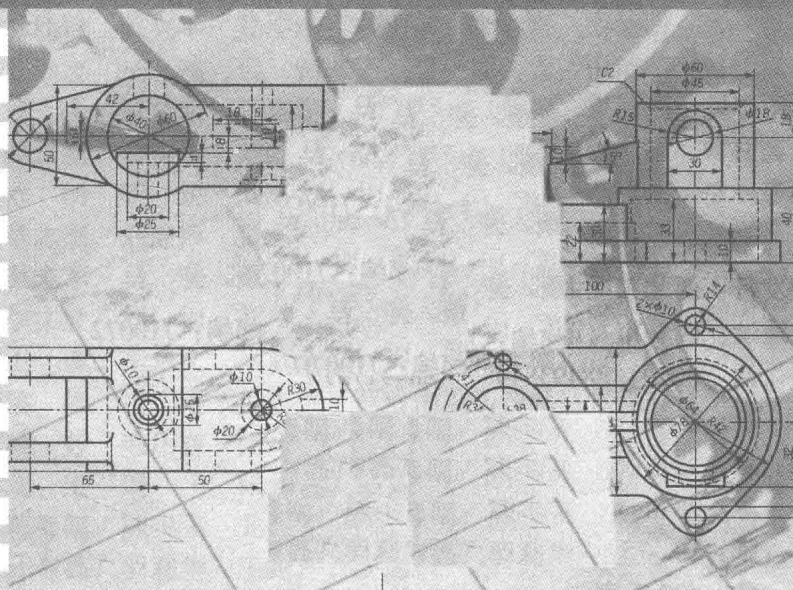
主编 吴志军 翟彤

西北工业大学出版社
全国985、211大学出版社

世纪应用型人才培养“十三五”规划教材

机械制图

JIXIEZHITU



主 编 吴志军 翟 彤
副主编 余 群 胡江萍

湖北工业大学出版社
全国985、211大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图: 含习题集 / 吴志军, 翟彤主编. -- 西安: 西北工业大学出版社, 2017. 7
ISBN 978-7-5612-4257-5

I. ①机… II. ①吴… ②翟… 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 (2015) 第 008702 号

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029) 88493844 88491757

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 北京俊林印刷有限公司

开 本: 787mm×1 092mm 1/16

印 张: 18. 75

字 数: 420 千字

印 次: 2017 年 7 月第 2 次印刷

总 定 价: 66. 00 元

本书定价: 39. 00 元

高等院校教育教材研究与编审委员会

主 任：丁红朝

副主任：（排名不分先后顺序）

魏 力	黄群瑛	郭福琴	陈丽佳	潘邦贵	黄爱科	武跃春	黄超平
周 洁	吴让军	宋君远	周 宇	郭 波	张 莉	王 力	庄小将
田 君	仲 蓬	林光友	刘智勇	肖 湘	耿喜则	程文明	邓 恩
胡景煌	李金伟						

委 员：（排名不分先后顺序）

王汝志	仲崇高	邓光明	王 玲	李青阳	柯晶莹	刘秀峰	梁 珺
郑 聰	颜 伟	冉恩贵	邓景泉	刘恽凡	王东坡	靳炜伟	何春华
马 毅	顾晨婴	周瑞强	李 飞	陈桂平	殷志文	余 鹏	陈力攀
陈 辉	石莉萍	洪 歧	刘春景	李元杰	李建清	李良霄	吴智勇
吴剑锋	熊勇权	何志昂	包耀东	梁 锐	杨荣军	朱纪红	陈晓川
喻建晖	陈瑞霞	朱 飞	王喜荣	徐 霞	马海祥	叶大萌	石敦岗
尹渔清	张雪佳	郑连弟	董 慧	叶 凡	张翠华	游春华	芦书荣
林金兰	李素云	曾晓文	杨子武	谭筱南	禹 青	李 莉	朱增峰
韩俊强	杨保香	张文洲	将 平	刘仁芬	李奇志	陈晓川	廖秀珍
徐仁旭	郝兴武	徐 磊	黄方正	毛光峰	齐佳敏	马世新	冯方友
周 箭	郑小平	孔德元	郑 艳	胡智斌	刘德华	赵 越	高启明
林幼斌	陈兴平	马小红	李 东	李 富	韦家明	张 萍	李秀菊
刘助忠	杨 迪	钱 钊	王 莹	周 庆	白洁宇	封 岚	王玉勤
罗 勇	张建新	杨志学	王希晶	李立辉	夏同胜	刘小军	张秀芳
谭目发	黄宏彬	刘劲志	王 荣	陈田国	周 南	韩在霞	邱惠芳
刘 明	李 锐	刘 舟	张家荣	刘炳康	刘可夫	徐顺志	杨安宁
章志杰	刘静萍	黄 芸	胡久江	王少英	张文华	张崇友	张 莉
吴志军	马 骏	戴小波	韩 芳	陈晓霞	何 方	李 炳	王永照
李文胜	刘 羽	欧 雅	肖莉贞	王焕毅	张 琛	柳志刚	徐 莉
王 彦	李东文	米双红	容 莉	张 薇	黄 健	杨勇军	付宏华
银 峰	卢 瑜	王志强	范玲俐	杨俊峰	张俊峰	吴青松	朱志辉
韩 芳	毛用春	何 辛	朱 琴	吴德永	王 涛	童广印	赵华玮
刘 宏	刘 飞	张元越	罗晓军	李传健	向佐春	岳文忠	于 淼
蒋粤闽	陈飞飞	龙 游	李 凯	谭 波	喻靖文	刘丽霞	陶晓峰
邱春高	罗利华	王艳芹	罗志明	徐明川	宋长昆	杨 艳	苏 华
阳玉秀	文英兰	卢 竹	任春茹	张永红	刘 晖	蔡传柏	李 虹
李永华	陈金洪	候学刚	邱漠河	唐荣林	高彩霞	周 冲	邓嘉燕
张福霞	孙建超	沈恒昶	朱玉萍	袁战军	董建利	王绍光	岳士凯
蒋国宏	桑莉琳	范飞飞	夏清明	谢晓杰	张红丽	梁燕燕	王德礼
李芙蓉	马晓明	张艳平	熊义成	程元清	任郁楠	张小亚	黄永强
郭美斌	钟祥荣	覃晓康	张琳茜				

前 言

机械制图是高等学校工科类学生必须学习的一门技术基础课。本书作者根据教育部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”及最新制图方面的国家标准，结合工程图学课程当前的课程改革方案及发展趋势，在总结多年的教学实践经验的基础之上编写而成。

本书包含制图基础、投影理论、投影制图、机械图等方面共 11 个章节的理论内容，并配有与主要理论内容相配套的课外练习习题集。在保留经典、传统的制图课程教学内容体系的同时，针对目前制图课程的教学需要将课程的内容进行了提炼、精简，是一本适用于普通高等院校工科机械类、非机械类各专业制图课程的教材，也可作为其它类型院校相关专业和工程技术人员学习、培训的教材及参考书。教师可根据不同专业的教学需要，对内容进行针对性选择并组织教学。

本书由吴志军、翟彤任主编，余群、胡江萍任副主编。各章节的具体编写情况如下：吴志军编写第 4、6 章、8.1、9.3、9.5 节和附录；翟彤编写绪论、第 1、2、3 章；余群编写第 7、10 章和 9.1、9.2、9.4、9.6 节；胡江萍编写第 5、11 章和 8.2、8.3、8.4 节。

本书在编写过程中参阅了有关教材和文献，在此对这些资料的作者表示感谢。本书在编写中难免有错误与不足之处，希望广大读者批评指正。

编者

2017 年 7 月

C 目录 Contents



绪论	(1)
0.1 本课程的性质和任务	(1)
0.2 本课程的学习方法	(1)
第1章 制图的基本知识和技能	(3)
1.1 《机械制图》国家标准的基本规定	(3)
1.2 尺规绘图工具及其使用	(14)
1.3 尺规基本几何绘图	(18)
1.4 平面图形的尺寸分析及画法	(25)
1.5 绘图的一般方法和步骤	(27)
第2章 点、直线、平面的投影	(31)
2.1 投影法概述	(31)
2.2 点的投影	(33)
2.3 直线的投影	(38)
2.4 平面的投影	(50)
2.5 几何元素的投影变换	(56)
第3章 几何元素间的相对位置	(63)
3.1 平行问题	(63)
3.2 相交问题	(66)

3.3	垂直问题	(70)
3.4	相对位置问题综合举例	(73)
第4章	基本体及其表面交线	(76)
4.1	平面立体	(76)
4.2	曲面立体	(80)
4.3	立体表面的截交线	(87)
4.4	立体表面的相贯线	(103)
第5章	轴测图	(117)
5.1	轴测图的基本概念	(117)
5.2	正等轴测图	(119)
5.3	斜二轴测图	(124)
5.4	轴测图的尺寸标注和画轴测草图	(126)
第6章	组合体	(130)
6.1	组合体三视图	(130)
6.2	组合体的组合形式和分析方法	(131)
6.3	画组合体视图	(134)
6.4	读组合体视图	(138)
6.5	组合体的尺寸标注	(148)
第7章	机件的表达方法	(154)
7.1	视图	(154)
7.2	剖视图	(158)
7.3	断面图	(170)
7.4	局部放大图	(173)
7.5	简化画法和规定画法	(174)
7.6	表达方法综合举例	(177)
7.7	第三角画法简介	(179)
第8章	标准件和常用件	(182)
8.1	螺纹及螺纹紧固件	(182)

8.2	键和销	(196)
8.3	齿轮	(199)
8.4	滚动轴承	(207)
8.5	弹簧	(210)
第 9 章	零件图	(214)
9.1	零件图的内容	(215)
9.2	零件的工艺结构	(215)
9.3	零件的技术要求	(219)
9.4	零件图的视图表达	(234)
9.5	零件图中的尺寸标注	(238)
9.6	读零件图	(242)
第 10 章	装配图	(246)
10.1	装配图的内容	(247)
10.2	装配图的表达方法	(248)
10.3	装配图的尺寸标注和技术要求	(251)
10.4	装配图中的零件序号、明细栏、标题栏	(252)
10.5	装配结构简介	(253)
10.6	部件测绘和画装配图	(256)
10.7	读装配图并拆画零件图	(263)
第 11 章	表面展开图	(270)
11.1	平面立体的表面展开	(271)
11.2	可展曲面的表面展开	(273)
11.3	不可展曲面的展开	(275)
附录	常用知识图表	(277)
参考文献		(290)

绪 论

0.1 本课程的性质和任务

本课程主要研究工程图样的表达、绘制和阅读。工程图样是工程技术部门的重要技术文件，它按规定的方法表达出工程对象的形状、大小、材料和技术要求，是表达和交流技术思想的重要工具，同时也是机械制造、工程施工、电子电工线路连接等的主要依据。因此，工程图样是工程界的技术语言，每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

本课程在研究工程图样的表达、绘制和阅读过程中，注重培养学生的形象思维能力，是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课，它包括制图基础、投影基础、机械图三个部分。

本课程的主要任务：

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用，培养图解简单空间几何问题的能力。
- (2) 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。
- (3) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (4) 培养学生手工绘图、尺规绘图的能力。
- (5) 培养学生自学能力，分析问题和解决问题的能力，以及严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

0.2 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程，坚持理论联系实际的风气是必要的。在学习本课程时，必须做到：

- (1) 正确使用制图工具和仪器，按照正确的工作方法和步骤来画图，使所绘制的图样内容正确、图面整洁。
- (2) 认真听课，按时完成作业，弄懂基本原理和基本方法。
- (3) 注意画图和看图相结合，物体与图样相结合。要多看、多画、多想，注意培养空间想象能力和空间构思能力。

课堂笔记

(4) 严格遵守国家标准有关制图等方面的规定,学会查阅并使用标准和有关资料。

(5) 不断改进学习方法,提高独立工作能力和自学能力。

第1章 制图的基本知识和技能

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料，是产品调研、论证、设计、制造加工、安装及维修过程得以顺利进行的必备技术资料，具有严格的规范性。为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流，国家制定并颁布了一系列标准，简称“国标”，它包括三个标准：强制性国家标准（代号为“GB”）、推荐性国家标准（代号为“GB/T”）和指导性国家标准（代号为“GB/Z”）。国家标准《技术制图》是基础技术标准，国家标准《机械制图》是机械专业制图标准。

本章将摘要介绍国家标准《机械制图》中对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定，并介绍绘图的基本方法和常用几何作图法等内容。

1.1 《机械制图》国家标准的基本规定

1.1.1 图纸幅面及标题栏

1. 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图画。为了便于图样的保管和使用，绘制技术图样时应优先采用表 1-1 中规定（GB/T 14689—2008）的基本幅面。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸 单位：mm

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

必要时，可以按规定加长图纸的幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。如图 1-1 所示，粗实线所示为基本幅面（第一选择），细实线和细虚线所示为加长幅面（第二选择和第三选择）。

课堂笔记

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上，必须在图纸内用粗实线绘制出图框，格式有留装订边和不留装订边两种，其周边尺寸如表 1-1 所示；具体格式如图 1-2、图 1-3 所示。装订时可采用 A4 两种幅面竖装或 A2、A3 幅面横装。

注意：同一种产品的图样只能采用一种格式。

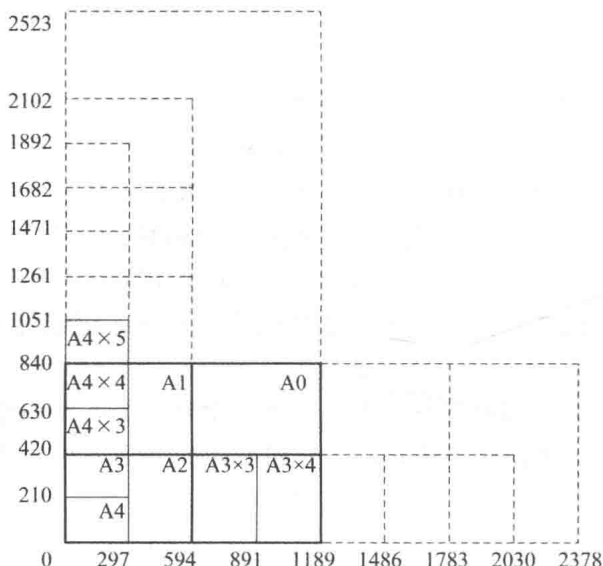


图 1-1 图纸幅面尺寸

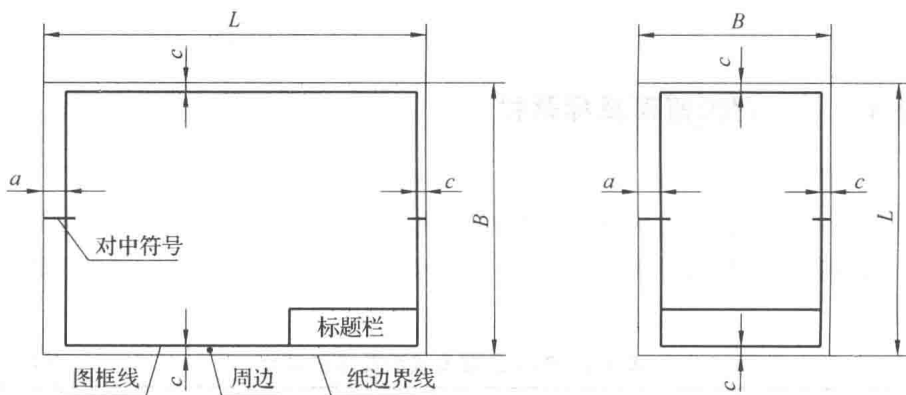


图 1-2 留有装订边的格式

3. 标题栏

标题栏是由名称与代号区、签字区、更改区和其它区组成的栏目，反映了一张图样的基本综合信息，是图样上的重要组成部分，如图 1-2 和图 1-3 所示。标题栏的格式及尺寸，要按国家标准（GB/T10609.1—2008）规定绘制和填写，如图 1-4 所示。标题栏一般放置在图纸的右下角。标题栏中的文字通常与看图的方向保持一致。标题栏表达了零（部）件的多种信息，是工程图样中不可缺少的内容。

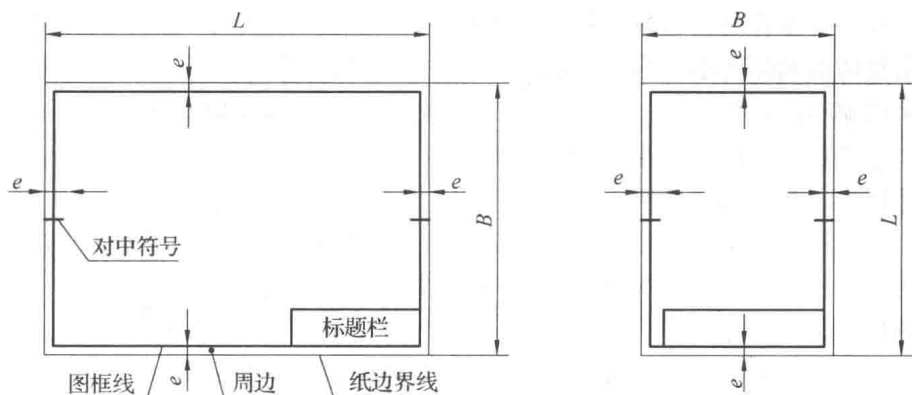


图 1-3 不留装订边的格式



图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

学生在学习时可使用简化了的标题栏,如图 1-5 所示。标题栏的外框是粗实线,其右边和底边与图框线重合。

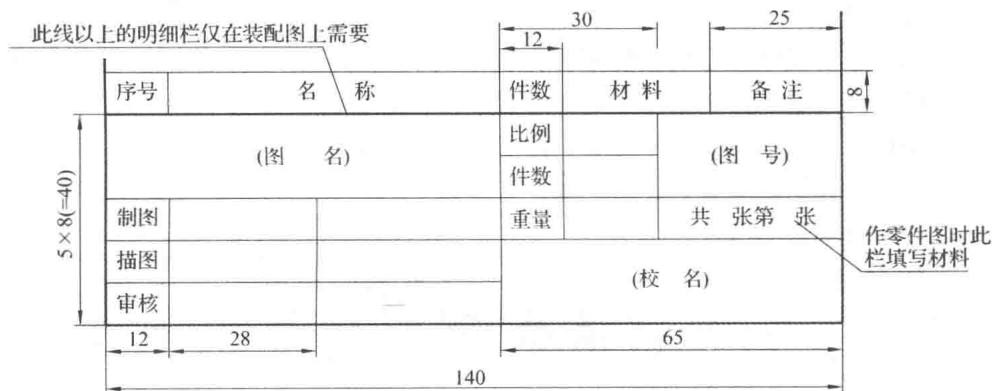


图 1-5 教学中简化了的标题栏格式

1.1.2 比例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称之为比例。国家标准(GB/T 14690—1993)对比例作了如下规定。

在绘制图样时,尽量按物体的实际大小(1:1)画出,便于直接从图中看出物体的实际大小。但由于物体的大小和结构复杂程度不同,对大物体可以采用缩小的比例(如1:5),对较小物体可以采用放大的比例(如2:1)。

不管绘制机件时所采用的比例是多少,标注尺寸时,仍应按机件的实际尺寸标注,与绘图的比例无关。

绘制同一机件的各个视图时,应尽可能采用相同的比例,并填写在标题栏的比例栏中。当某个视图必须采用不同比例时,可在该视图名称的下方或右侧标注。

绘图时,应从表1-2规定的比例系列中选择适当的比例。

表 1-2 比例系列

原值比例	1:1
缩小比例	$(1:1.5)$ $1:2$ $(1:2.5)$ $(1:3)$ $(1:4)$ $1:5$ $(1:6)$ $1:1\times 10^n$ $(1:1.5\times 10^n)$ $1:2\times 10^n$ $(1:2.5\times 10^n)$ $(1:3\times 10^n)$ $(1:4\times 10^n)$ $1:5\times 10^n$ $(1:6\times 10^n)$
放大比例	$2:1$ $(2.5:1)$ $(4:1)$ $5:1$ $1\times 10^n:1$ $2\times 10^n:1$ $(2.5\times 10^n:1)$ $(4\times 10^n:1)$ $5\times 10^n:1$

注:优先选用没有括弧的比例, n 为正整数。

1.1.3 字体

字体包括汉字、数字和字母。国家标准(GB/T 14961—1993)对字体的正确书写作了规定。字体的书写要做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。其次,字体的大小要选择适当。字体的高度 h 系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20, 单位为mm。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,汉字高度一般应大于3.5mm,这样既便于阅读,又可避免由于字体不清而造成生产上的错误。

字体的书写要领:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

长仿宋体的基本笔划:点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等8种。

汉字示例:

10号字:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字:

横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

5号字:

技术制图 机械制图 食品 水产 饲料 学院 班级

3.5号字:

投影基础 截交线 组合体 螺纹 齿轮 轴承 弹簧 零件图



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 $1/10$ 。同一张图样上只能选用一种型式的字体。

字体的书写分成直体和斜体, 斜体字头向右倾斜, 与水平线成 75° 。

B 型斜体字母和数字的写法示例:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
R3 C2 M24-6H Φ60H7 Φ30g6

 1.1.4 图线

工程图样是由不同的图线组成, 不同的图线代表着不同的含义, 可以通过图线识别图样的结构特征。

1. 线型及应用

国家标准 (GB/T17450—1998) 中规定了绘制机械图样的基本线型的结构、尺寸、标记和绘制规则, 国家标准 (GB/T4457.4—2002) 是对本部分的补充。常用图线的代码、线型和应用示例如表 1-3 所示, 各种图线及其应用如图 1-6 所示。

表 1-3 常用线型及应用

图线名称	线 型	宽 度	主要应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$0.5d$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 辅助作图线
波浪线 (细)		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线 (细)		$0.5d$	断裂处的边界线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线
细点画线		$0.5d$	轴线 对称中心线 分度圆 (线) 孔系分布的中心线
双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 轨迹线



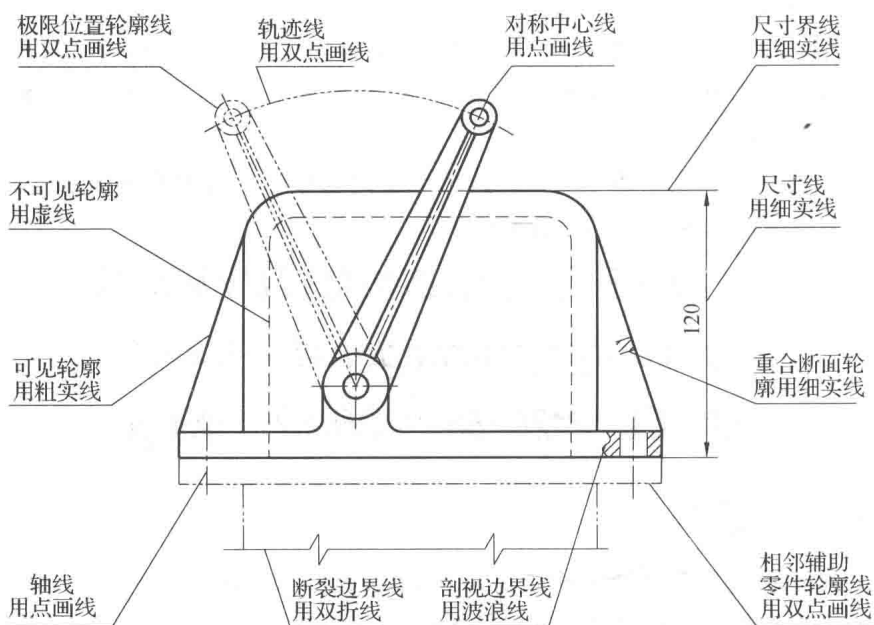


图 1-6 图线的应用示例

根据国家标准 (GB/T4457.4—2002) 规定, 机械图样中只采用粗细两种线宽, 其比例为 2 : 1。图线宽度和图线组别如表 1-4 所示。

表 1-4 图线宽度和组别

单位: mm

图线组别	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗线宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
细线宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

绘图时, 优先采用图线的组别为 0.5mm 和 0.7mm。为了保证图样清晰易读, 便于复制, 图样上尽量避免出现宽度小于 0.18mm 的图线。

图样中各类线素 (如点、间隔、画等) 的长度应符合国家标准规定, 如表 1-5 所示。

表 1-5 线素长度

线素	长度	线素	长度
点	$\leq 0.5d$	画	$12d$
短间隔	$3d$	长画	$24d$

注: d 为图线的宽度。

2. 画图线时注意事项

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应该保持一致。

(2) 细虚线、细点画线、细双点画线等线素的线段长度间隔应大致相等, 并符合国家标准规定, 如表 1-5 所示。实际作图时, 通常细虚线画长 4~6mm, 短间隔 1mm; 细点画线画长 15~25mm, 两画短间隔约 3mm; 细双点画线画长 15~25mm, 两画短间隔约 5mm。

(3) 对称中心线或轴线，应超出轮廓线外 2~5mm；图线相交应为画与画相交，不应该为点或间隔。在较小的圆上（直径小于 12mm）绘制细点画线或细双点画线时，可用细实线代替。

(4) 图线的末端应是画，不应是点。

(5) 当虚线是粗实线的延长线时，在连接处应留出空隙。细虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧与实线相交应留出空隙，如图 1-7 所示。

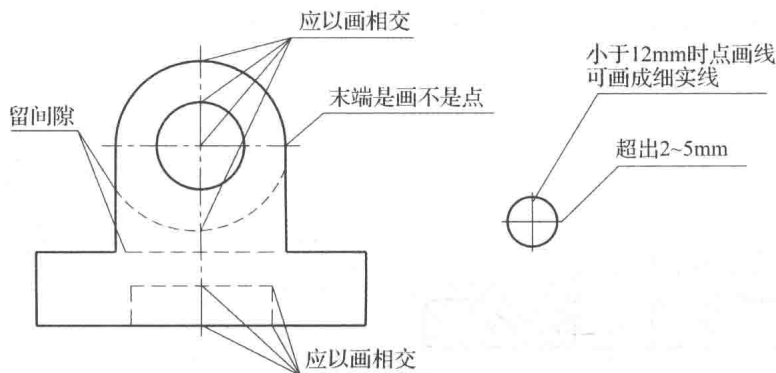


图 1-7 图线画法



1.1.5 尺寸标注

国家标准 (GB/T 4458.4—2003) 对尺寸标注作了严格的规定。

1. 尺寸标注的基本规则

- (1) 尺寸数值为机件的真实大小，与绘图比例无关；
- (2) 图样中的尺寸以 mm 为单位，当采用其他单位时，必须注明单位名称；
- (3) 图中标注尺寸应为零件完工后的尺寸，否则应另加说明；
- (4) 每个尺寸一般只标注一次，并应标注在最能清晰地反映结构特征的视图上。

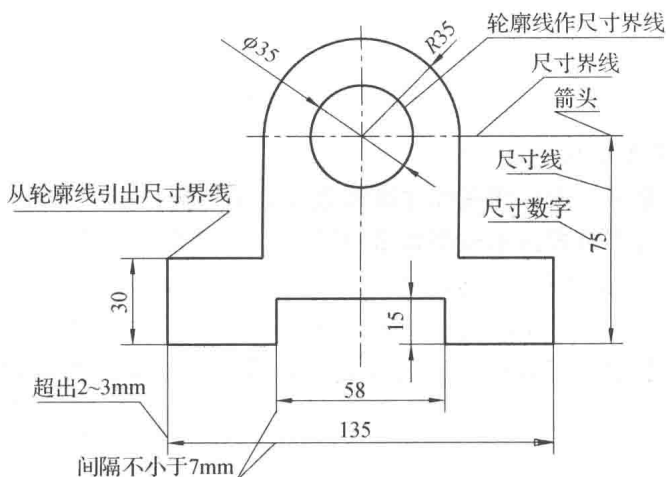


图 1-8 尺寸的组成