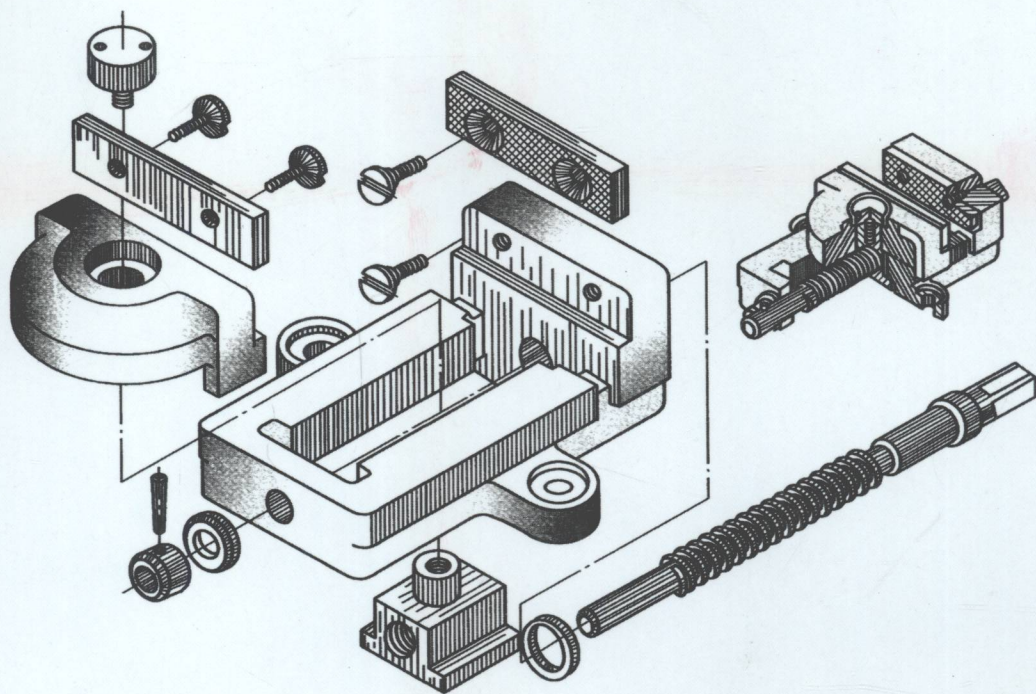




高职高专“十一五”规划教材

机械制图

主编 李秀娟



航空工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械制图

主 编 李秀娟

副主编 高红波

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

全书共分 10 章,涵盖了高职高专机械制图课程中所要求的全部知识。全书的内容包括机械制图基础、投影的基础知识、基本体的投影、切割体和相贯体、组合体视图、轴测图、机件的表达方法、常用件与标准件、零件图与装配图等。

本书视角新颖,信息量大,内容翔实,并且集理论性、实用性和科学性为一体,可作为高职高专机械类和近机类专业的机械制图课程教材,也可供其他相关人员作自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 李秀娟主编. —北京: 航空工业出版社,
2010. 1

ISBN 978-7-80243-428-8

I. 机… II. 李… 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 (2010) 第 003306 号

机械制图 Jixie Zhitu

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2010 年 1 月第 1 版

2010 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 18.25

字数: 456 千字

印数: 1—3000

定价: 28.00 元



《机械制图》作为高职高专学校中机械类和近机类各专业的核心课程之一，对学生职业技能的培养，起到了基础性和关键性的作用。因此，每个机械类和近机类专业学生都应该学好这门课程。

为此，根据教育部“高职高专机械制图课程教学基本要求”和最新《技术制图》与《机械制图》国家标准，按照高职高专教育的培养目标和特点，并在充分考虑到教师和学生实际需求的基础上编写了《机械制图》这本教材。

本教材具有以下几个鲜明的特点：

1. 全新理念。本教材在编写中，注重了“实用为主，够用为度，以应用为目的”的指导思想，突出了“以强化应用、培养画图与识图技能为教学重点”的原则，注重培养学生的机械制图能力。
2. 结构合理。本教材在进行章节安排时遵循了循序渐进的原则，从基础知识开始，逐步对整个机械制图课程的相关内容进行讲解。讲解综合实例时，同样也按照了从易到难的顺序，慢慢地提高图样的难度，以帮助学生由浅入深地学习。
3. 内容翔实。本教材中所述内容涵盖了国家教学大纲中所要求的全部知识点，并对其中的重点知识进行了详尽地叙述。
4. 图示丰富。本教材在对相关理论知识进行阐述时，配有大量的图示，以便学生能更好更快地理解书中所述知识点。
5. 实例丰富。本教材在理论讲解的过程中配以丰富的实例，且每个实例都有详细的解答过程，旨在提高学生的制图能力和自学能力，同时也利于学生理解教材中讲述的知识点。
6. 实践性强。本书所举实例都与工程应用相结合，旨在培养学生分析和解决实际工程问题的能力。

在编写本教材的过程中，编者翻阅了大量的有关于机械制图的资料、教材，在此，对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促，加之编者水平有限，书中不尽如人意之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010年1月

目 录

绪 论	1
第 1 章 机械制图基础	3
1.1 机械制图国家标准的一般规定	3
1.1.1 图纸的幅面和格式	3
1.1.2 标题栏	4
1.1.3 比例和字体	5
1.1.4 图线	6
1.1.5 尺寸标注	8
1.2 绘图工具及用品的使用	11
1.2.1 常用绘图工具	11
1.2.2 常用绘图用品	13
1.3 几何作图	13
1.3.1 等分直线段的画法	13
1.3.2 圆弧连接的画法	14
1.3.3 等分圆周和正多边形的画法	15
1.3.4 椭圆的画法	16
1.3.5 斜度与锥度的画法	17
1.4 平面图形画法	18
1.4.1 尺寸分析	18
1.4.2 线段分析	19
1.4.3 平面图形的绘图步骤	19
1.4.4 徒手画平面图形	20
1.5 综合实例——绘制吊钩	21
本章小结	25
思考与练习	25
第 2 章 投影的基础知识	27
2.1 投影法的基础知识	27
2.1.1 投影法的概念和种类	27
2.1.2 正投影的基本性质	28
2.2 三视图的投影规律及画法	29
2.2.1 投影体系的建立	29
2.2.2 三视图的形成和展开	30
2.2.3 三视图间的投影关系	31



2.2.4 三视图的作图方法和步骤	31
2.3 点的投影	32
2.3.1 点的三面投影	33
2.3.2 点的投影规律	33
2.3.3 点的投影与直角坐标的关系	33
2.3.4 两点的相对位置	34
2.4 直线的投影	36
2.4.1 直线的三面投影	36
2.4.2 各种位置直线的投影规律	37
2.4.3 直线上点的投影	40
2.4.4 两直线的相对位置	41
2.5 平面的投影	44
2.5.1 平面的表示方法	44
2.5.2 各种位置平面的投影规律	44
2.5.3 平面内点和直线的投影	47
2.6 综合实例——绘制弯板的三视图	49
本章小结	52
思考与练习	53
第3章 基本体的投影	54
3.1 平面立体	54
3.1.1 棱柱	55
3.1.2 棱锥	56
3.2 回转体	58
3.2.1 圆柱	58
3.2.2 圆锥	60
3.2.3 圆球	62
3.3 综合实例——绘制旋钮的三视图	63
本章小结	66
思考与练习	67
第4章 切割体和相贯体	68
4.1 切割体	68
4.1.1 截交线的基本性质	68
4.1.2 平面切割体的投影	68
4.1.3 回转体切割体的投影	70
4.1.4 切割体尺寸标注	76
4.2 相贯体	76
4.2.1 相贯体的概念和分类	76
4.2.2 相贯线的基本性质	77
4.2.3 求相贯线的方法	77



4.2.4 相贯体尺寸标注	82
4.3 综合实例——绘制连杆头的三视图	82
本章小结	86
思考与练习	87
第 5 章 组合体视图	88
5.1 概述	88
5.1.1 组合体的组合形式	88
5.1.2 组合体的表面结合形式	89
5.1.3 形体分析法	90
5.2 组合体三视图的画法	90
5.2.1 叠加式组合体的画法	90
5.2.2 切割式组合体的画法	93
5.3 标注尺寸	95
5.3.1 组合体尺寸标注的基本要求	95
5.3.2 组合体尺寸的标注步骤	98
5.4 综合实例——绘制轴承座的三视图	98
5.5 组合体的读图方法	102
5.5.1 读组合体视图的要点	102
5.5.2 读图的基本方法	104
5.5.3 根据已知视图补视图或缺线	107
5.6 综合实例——读支架的三视图	109
本章小结	111
思考与练习	111
第 6 章 轴测图	112
6.1 轴测图的基础知识	112
6.1.1 轴测图的形成	112
6.1.2 轴测图的分类	113
6.1.3 轴测图的基本性质	114
6.2 正等轴测图	114
6.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	114
6.2.2 平面立体的正等轴测图的画法	115
6.2.3 回转体的正等轴测图的画法	116
6.2.4 组合体的正等轴测图	118
6.3 综合实例——绘制端盖的正等轴测图	121
6.4 斜二等轴测图	124
6.4.1 斜二等轴测图的投影特点	124
6.4.2 斜二等轴测图的画法	124
6.4.3 轴测草图画法	126
6.5 综合实例——绘制端盖的斜二等轴测图	126



本章小结	129
思考与练习	130
第7章 机件的表达方法	131
7.1 视图分类	131
7.1.1 基本视图	131
7.1.2 向视图	132
7.1.3 局部视图	132
7.1.4 斜视图	134
7.2 剖视图	134
7.2.1 剖视图的概述	135
7.2.2 剖视图的种类	138
7.2.3 剖切面的种类	141
7.3 综合实例——绘制套圈的剖视图	144
7.4 断面图	147
7.4.1 断面图的概念	147
7.4.2 断面图的种类	147
7.5 简化画法和其他表达方法	150
7.5.1 简化画法	150
7.5.2 局部放大法	154
7.5.3 第三角画法	155
7.6 综合实例——绘制轴的断面图	157
本章小结	159
思考与练习	159
第8章 标准件与常用件	161
8.1 螺纹	161
8.1.1 螺纹的形成	161
8.1.2 螺纹的要素	163
8.1.3 螺纹的种类	164
8.1.4 螺纹的画法	165
8.1.5 螺纹的标记及标注	167
8.2 螺纹紧固件	170
8.2.1 螺纹紧固件的基本知识及其规定标记	170
8.2.2 螺纹紧固件连接形式及其装配画法	171
8.3 齿轮	176
8.3.1 齿轮的概念和分类	176
8.3.2 圆柱齿轮	176
8.3.3 圆锥齿轮	179
8.3.4 蜗轮和蜗杆	181
8.4 键和销	183



8.4.1 键及其连接	183
8.4.2 销及其连接	186
8.5 弹簧	187
8.5.1 弹簧的分类	187
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称和尺寸计算	187
8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	188
8.6 滚动轴承	189
8.6.1 滚动轴承的组成及分类	189
8.6.2 滚动轴承的代号	190
8.6.3 滚动轴承的画法	192
本章小结	193
思考与练习	194
第9章 零件图	196
9.1 零件图的作用和内容	196
9.1.1 零件图的作用	196
9.1.2 零件图的内容	197
9.2 零件图的视图选择	198
9.2.1 主视图的选择	198
9.2.2 其他视图的选择	199
9.3 零件图的尺寸标注	200
9.3.1 尺寸基准的选择	200
9.3.2 尺寸的合理标注	201
9.3.3 零件上常见孔的尺寸标注	203
9.4 综合实例——绘制四通管的零件图	204
9.5 零件图的技术要求	208
9.5.1 表面粗糙度	208
9.5.2 极限与配合	213
9.5.3 形状和位置公差	219
9.6 零件的工艺结构	223
9.6.1 铸造工艺结构	223
9.6.2 机械加工工艺结构	224
9.7 读零件图	226
9.8 综合实例——读固定钳身零件图	227
本章小结	229
思考与练习	229
第10章 装配图	231
10.1 装配图的作用与内容	231
10.1.1 装配图的作用	231
10.1.2 装配图的内容	231



10.2 装配图的规定画法和特殊画法	232
10.2.1 规定画法	233
10.2.2 特殊画法	234
10.3 装配图的尺寸标注和技术要求	237
10.3.1 装配图的尺寸标注	237
10.3.2 装配图中的技术要求	237
10.4 装配图中零、部件的序号和明细栏	238
10.4.1 零、部件的序号	238
10.4.2 零、部件的明细栏	239
10.5 装配结构的合理性	239
10.5.1 接触面与配合面的结构	239
10.5.2 螺纹紧固件连接结构	240
10.5.3 密封结构	241
10.5.4 装拆方便的合理结构	241
10.6 装配图的绘制步骤	242
10.7 综合实例——绘制千斤顶的装配图	242
10.8 读装配图	248
10.8.1 读装配图的要求	248
10.8.2 读图方法和步骤	248
10.9 由装配图拆画零件图	250
10.9.1 从装配图中分离出零件	250
10.9.2 构思零件的完整结构	250
10.9.3 重新选择表达方案	251
10.9.4 确定零件的尺寸	251
10.9.5 确定零件的技术要求	251
10.10 综合实例——根据千斤顶的装配图拆画零件图	252
本章小结	256
思考与练习	257
附 录	258

绪 论

0.1 本课程的研究内容

在工程技术中,为了准确地表达工程对象的形状、大小、相对位置和技术要求,通常用一定的投影绘图方法和有关技术规定将工程对象表达在图纸上,得到工程图样(简称图样)。机械图样是表达机器零、部件或整机机器的形状、结构和制造要求的图样,是加工和检测零件,装配、检验和调试机器的依据,也是《机械制图》的研究内容。

机械图样和文字、数字一样,是人们借以表达、构思、分析和交流的基本工具之一。在现代化的工业生产中,各种机床、设备、仪器的设计、制造、维修和使用都离不开机械图样。设计者靠它来表达思想;制造者通过它和技术要求来了解设计要求并组织生产;使用者通过它来了解机械对象的结构和性能。因此,每一个从事机械技术的人员都要掌握绘制和阅读机械图样的基本理论和技能。

0.2 本课程的学习任务

机械制图的基本要求是能用机械图样表达机件的形状,并能由已画好的图样想象出机件的形状。因此,本课程具有很强的实用性,在学习时,学生应完成以下几个学习任务:

1. 学习和掌握《机械制图》国家标准的一般规定

《机械制图》国家标准就是机械图样的语法规则,它是机械图样的绘制规范,为机械技术人员进行技术交流提供了一个统一的平台。

2. 学习正投影的基本理论及其应用

正投影法的作用是将物体的空间结构转化为平面图样。因此,正投影法是机械制图课程中最基本的理论基础,也是本课程的核心内容。只有在掌握了正投影法的基础上,才能更好地学好以后的内容。

3. 培养绘制和阅读物体三视图的基本方法

三视图能完整地表达出零件各个方向上的结构与尺寸,掌握物体三视图的绘制和阅读方法,是读懂和绘制机械图样的基础。

4. 能运用所学知识阅读和绘制中等复杂程度的零件图和装配图

零件图和装配图是机械图样中两种最主要的图样,通过本课程的学习,我们应该能够阅读和绘制中等复杂程度的零件图和装配图,并具有一定程度的工程实践能力。

0.3 本课程的学习方法

本课程是理论与实践相结合的一门课程,应用技术要求高,在学习过程中应注意以下几点:



1. 在学习过程中不断地进行由物画图, 由图想物的训练, 以逐步提高空间想象能力和空间思维能力。
2. 认真学习和遵守本教材中所述的机械制图国家标准, 以保证绘制出符合规范的机械图样。
3. 掌握绘图仪器和工具的正确使用方法, 以提高绘图质量和绘图速度。
4. 完成一定数量的作业与习题, 并保证作图正确和图面清洁, 这不但能巩固理论知识和提高绘图、读图的能力, 还能培养严谨细致的工作作风。

本书为机械制图教材 2.0

本书为机械制图教材 2.0

第 1 章 机械制图基础

【本章导读】

在学习机械制图之前，我们应掌握机械制图国家标准的一般规定，绘图工具和用品的使用，以及绘制平面图形的方法。

【学习目标】

- ◆ 掌握国家标准的一般规定
- ◆ 熟练掌握绘图工具及用品的使用方法
- ◆ 掌握规范绘制几何图形的方法
- ◆ 能绘制简单的平面图形

1.1 机械制图国家标准的一般规定

机械图样是现代工业生产中的重要技术文件。为了便于管理和技术交流，国家制定了技术制图和机械制图标准，对图样的内容、格式、表达方法都做了统一的规定。

1.1.1 图纸的幅面和格式

1. 图纸的幅面

绘图时首先要选取图纸，图纸幅面（简称图幅）由图纸宽度 B 和图纸长度 L 确定。如果按照尺寸来划分，标准图幅有 5 种规格，其代号分别为 A0、A1、A2、A3 和 A4，其尺寸如表 1-1 所示，表中 a 、 c 、 e 代表周边，即图框距图纸边界的距离。在绘制图样时，应优先采用标准幅面尺寸，必要时，可将标准幅面的短边乘整数来加长幅面。

表 1-1 图纸幅面及尺寸

幅面代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1119	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594		5	10
A3	297 × 420			
A4	210 × 297			

2. 图框格式

绘图时，必须在图纸上用粗实线画出图框，其格式分为留有装订边和不留装订边两种，



同一产品的图样只能采用一种格式，如图 1-1 和图 1-2 所示。

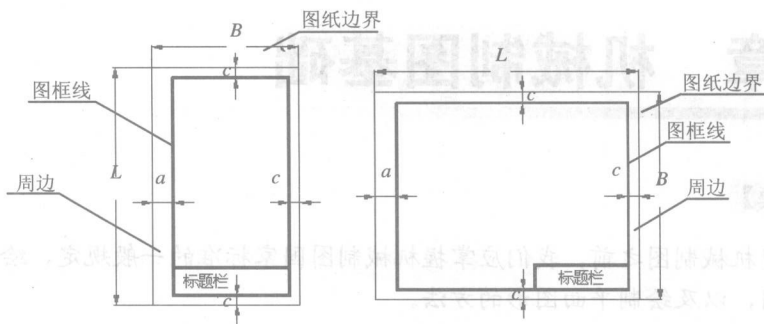


图 1-1 留有装订边的图框格式

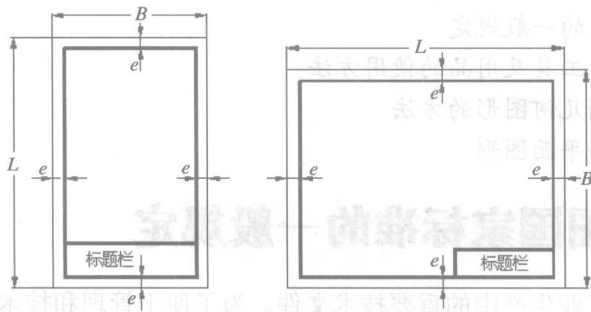


图 1-2 不留装订边的图框格式



注意

以短边作水平边的图纸为立式幅面，如图 1-2 左图所示；以短边作竖直边的图纸为横式幅面，如图 1-2 右图所示。一般来说，A0~A3 图纸宜用横式。

1.1.2 标题栏

绘图时必须在每张图纸的右下角都画出标题栏，其右边和底边均需与图框线重合。常用标题栏有两种格式：一种是国家规定的标题栏，如图 1-3 所示；另一种是学校制图作业中使用的简化标题栏，如图 1-4 所示。

180											
10				10				16			
10				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			
16				16				12			

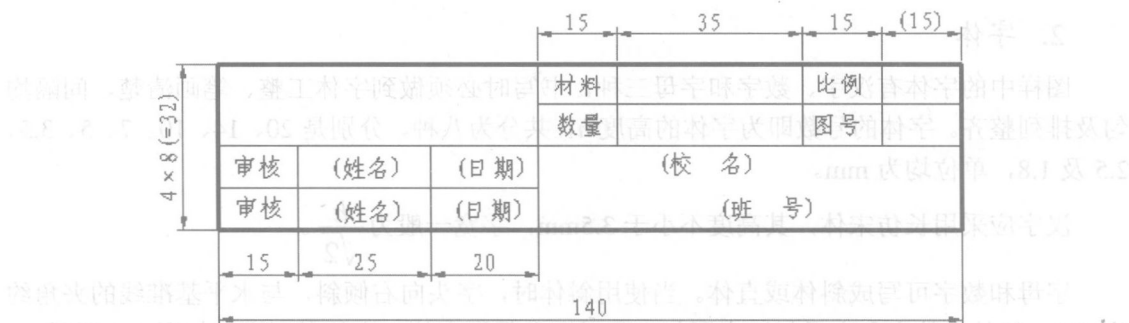


图 1-4 制图作业推荐使用的标题栏格式

1.1.3 比例和字体

1. 比例

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时,应尽量采用 1:1 的比例绘制,如需缩放图形时,应首先考虑表 1-2 中第一系列的比例,必要时也可以采用第二系列的比例。

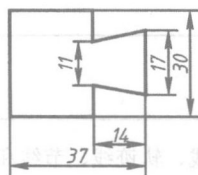
表 1-2 比例系数

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	——
放大比例	2:1, 5:1, $1 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, $5 \times 10^n:1$	4:1, 2.5:1, $4 \times 10^n:1$, $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2, 1:5, $1:2 \times 10^n$, $1:5 \times 10^n$, $1:10 \times 10^n$	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 1:6, $1:1.5 \times 10^n$, $1:2.5 \times 10^n$, $1:3 \times 10^n$, $1:4 \times 10^n$, $1:6 \times 10^n$

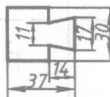


注意

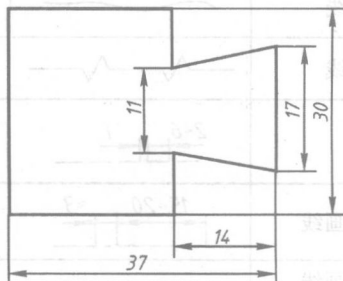
无论采用缩小或放大的比例绘图,图样中标注的尺寸应为物体的实际大小,而与所用的比例无关,如图 1-5 所示。绘制图样时,比例一般应标注在标题栏中的比例栏内,必要时,可在视图下方或右侧标注比例。



(a) 1:1



(b) 1:2



(c) 2:1

图 1-5 用不同比例画出的图形



2. 字体

图样中的字体有汉字、数字和字母三种,书写时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀及排列整齐。字体的号数即为字体的高度 h ,共分为八种,分别是20、14、10、7、5、3.5、2.5及1.8,单位均为mm。

汉字应采用长仿宋体,其高度不小于3.5mm,字宽一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ 。

字母和数字可写成斜体或直体。当使用斜体时,字头向右倾斜,与水平基准线的夹角约为75°。但是当数字和字母与汉字同句出现时则必须用直体。字体书写实例如图1-6所示。



图 1-6 字体书写实例

1.1.4 图线

1. 线型

绘制图样时,必须采用国家标准所规定的图线,各类图线的名称、形式、宽度及应用如表1-3所示。

表 1-3 图线的基本线型及其应用

图线名称	图线形式	图线宽度	图线常用应用举例
粗实线		$d=0.5\sim 2\text{mm}$	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线和尺寸界线、剖面线、重合剖面的轮廓线,可见过渡线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节线和节圆
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线



提示

节线是指两齿轮连心线上的啮合接触点留下的运动轨迹；当齿轮传动为定传动比时，节线为圆形，称为节圆。

图线分粗细两类，粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择，细线的宽度为粗线宽度的一半。图线宽度的推荐系列有 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1mm 、 1.4mm 及 2mm 七种。图线的具体应用实例如图 1-7 所示。

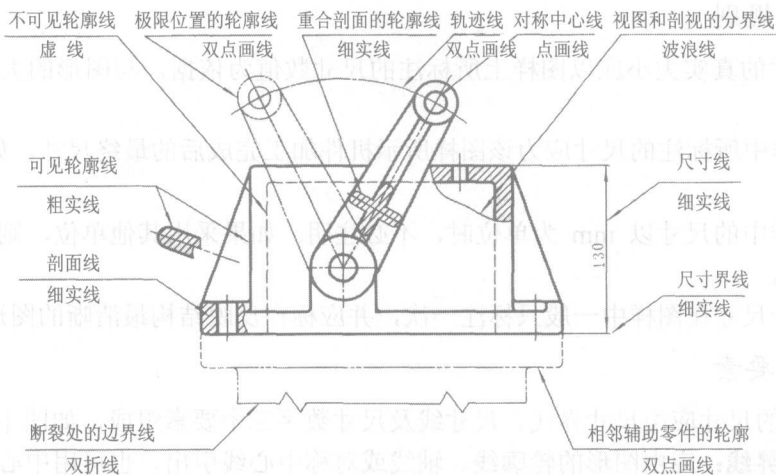


图 1-7 图线应用举例

2. 图线的画法及其注意事项

绘图时，图线的画法如图 1-8 所示。画图线时应注意以下事项：

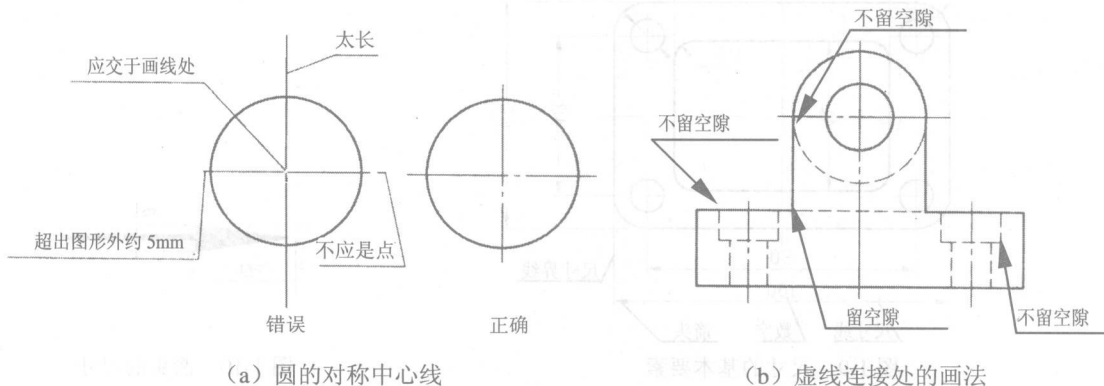


图 1-8 图线画法示例

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1mm 的一横，而不是圆点。

(2) 绘制圆的对称中心线时，圆心处应为线段的交点，且对称中心线的两端应超出圆