



普通高等院校机械类应用型规划教材

# 工程图学

主编 赵静静 窦艳涛



GONGCHENG  
TUXUE



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

普通高等院校机械类应用型规划教材

# 工 程 图 学

主 编 赵 静 静 窦 艳 涛



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

## 内 容 简 介

本书内容包括制图基本知识、投影基础、常见立体表面交线、组合体、轴测投影、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图等。

本书可作为高等学校机械类、近机类等专业的教材,也可作为高等教育考试等相关考试人员、相关领域的工程人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程图学/赵静静,窦艳涛主编.--北京:北京邮电大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-5635-2689-5

I. ①工… II. ①赵…②窦… III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 146048 号

---

书 名: 工程图学

作 者: 赵静静 窦艳涛

责任编辑: 刘 颖

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京联兴华印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 17.5

字 数: 409 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷



---

ISBN 978-7-5635-2689-5

定 价: 32.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

# 前 言

本书根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”和高等学校工科制图课程教学指导委员会提出的“画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革建议”以及近年来新发布的与机械制图有关的国家标准,并结合工科各专业的实际,吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见编写的。

本书具有以下特点:

(1) 内容上体现理论与应用相结合,以应用为主。既精选了传统的工程制图内容,又使计算机绘图占有相当的篇幅。

(2) 以增强学生的工程意识,培养工程文化素质和树立创新设计的思维为出发点,强调启发学生的空间逻辑思维和形象思维的潜能和悟性,提高学生图形表达能力、空间思维能力和创新能力。

(3) 本书采用最新国家标准,根据课程内容需要选择,并分别编排在正文或附录中,以利于学生树立贯彻最新国家标准的意识和培养查阅国家标准的能力。

(4) 加强立体的投影分析,按基本体、截切体、组合体的顺序,由浅入深地分析立体的投影规律及作图方法。在组合体一章分别强调了形体分析法和线面分析法,使读者逐渐掌握分析问题、解决问题的正确方法。

(5) 在机械制图部分,突出了对读图能力的培养。

(6) 本书以常用绘图软件 AutoCAD 2010 内容为素材,以加强绘图基本技能与软件基本操作能力为重点,通过适当的实例介绍了绘制二维图(含零件图)及三维实体造型的基本方法与技巧,便于读者掌握。

(7) 与本书配套使用的《工程图学习题集》由北京邮电大学出版社同时出版,可供选用。

在本教材的编写过程中,参考了部分教材、习题(见书后参考文献),在此谨向文献的作者致谢。

由于学术水平和能力有限,错误或不当之处在所难免,恳请读者及同仁不吝赐教,批评指正。

作 者

# 目 录

第 0 章 绪论 .....	1
第 1 章 制图的基本知识 .....	3
1.1 制图的基本规定 .....	3
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993) .....	3
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993) .....	5
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993) .....	6
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998 及 GB/T 4457.4—2002) .....	7
1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003 及 GB/T 16675.2—1996) .....	9
1.2 常用手工绘图工具及其使用方法简介 .....	13
1.2.1 图板、丁字尺和三角板 .....	13
1.2.2 绘图铅笔 .....	13
1.2.3 圆规和分规 .....	15
1.3 几何作图 .....	15
1.3.1 正六边形的画法 .....	15
1.3.2 斜度与锥度 .....	17
1.3.3 椭圆与渐开线的画法 .....	17
1.3.4 圆弧连接 .....	19
1.4 平面图形的分析与作图步骤 .....	20
1.4.1 尺寸分析 .....	20
1.4.2 线段分析 .....	21
1.5 平面图形的尺寸标注 .....	22
第 2 章 投影基础 .....	24
2.1 投影法基本知识 .....	24
2.2 三视图 .....	26
2.3 几何元素的投影 .....	29
2.3.1 点的投影 .....	29
2.3.2 直线的投影 .....	32
2.3.3 平面的投影 .....	38
2.3.4 平面的投影 .....	42
2.4 基本几何体的三视图 .....	48

<b>第3章 基本立体表面交线</b> .....	59
3.1 平面与平面立体相交 .....	60
3.2 平面与回转体表面相交 .....	61
3.3 两回转体的表面相交 .....	67
3.4 多个立体相交相贯线的画法 .....	73
3.5 相贯线的简化画法 .....	75
<b>第4章 组合体</b> .....	76
4.1 组合体的形体分析 .....	76
4.1.1 组合体的组合形式及其表面连接关系 .....	76
4.1.2 画组合体的视图 .....	78
4.2 组合体的尺寸标注 .....	81
4.2.1 几何体的尺寸 .....	81
4.2.2 组合体的尺寸 .....	82
4.2.3 标注组合体尺寸的步骤 .....	84
4.3 读组合体的视图 .....	85
4.3.1 读组合体视图的要点 .....	85
4.3.2 读组合体视图的基本方法 .....	87
<b>第5章 轴测图</b> .....	92
5.1 轴测投影的基本知识 .....	92
5.1.1 轴测图的形成 .....	92
5.1.2 轴测图的投影特性 .....	93
5.1.3 轴测图的分类 .....	93
5.2 正等轴测图的画法 .....	93
5.2.1 轴间角和轴向伸缩系数 .....	93
5.2.2 平面立体的正等测图 .....	94
5.2.3 回转体的正等测图 .....	95
5.2.4 组合体正等测图的画法 .....	97
5.3 斜二测图的画法 .....	98
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数 .....	98
5.3.2 平行于坐标面圆的斜二测图画法 .....	98
5.3.3 组合体斜二测图的画法 .....	99
<b>第6章 机件的常用表达方法</b> .....	100
6.1 视图 .....	100
6.1.1 基本视图 .....	100

6.1.2 向视图 .....	101
6.1.3 局部视图 .....	102
6.1.4 斜视图 .....	103
6.1.5 旋转视图 .....	104
6.2 剖视图 .....	104
6.2.1 剖视图的概念和画剖视图的方法步骤 .....	104
6.2.2 剖切面的种类及方法 .....	110
6.3 断面图 .....	112
6.3.1 基本概念 .....	112
6.3.2 断面图的种类 .....	113
6.3.3 断面的标注 .....	116
6.4 其他规定画法和简化画法 .....	116
6.4.1 局部放大图 .....	116
6.4.2 断裂画法 .....	117
6.4.3 其他习惯画法和简化画法 .....	117
<b>第7章 标准件和常用件 .....</b>	<b>121</b>
7.1 螺纹及其连接 .....	121
7.1.1 螺纹的形成及其要素 .....	121
7.1.2 螺纹的规定画法 .....	124
7.1.3 螺纹的标记及标注 .....	126
7.2 螺纹紧固件及其连接的画法 .....	129
7.2.1 螺纹紧固件的种类、标记及其画法 .....	129
7.2.2 螺纹紧固件连接的画法 .....	132
7.3 键、销及其连接 .....	137
7.3.1 键的分类及标记 .....	137
7.3.2 普通平键、半圆键、钩头楔键的连接画法 .....	138
7.3.3 销的标记及其连接 .....	139
7.4 齿轮及其画法 .....	140
<b>第8章 零件图 .....</b>	<b>144</b>
8.1 零件图的内容 .....	144
8.2 典型零件的视图与尺寸 .....	144
8.2.1 轴套类零件 .....	144
8.2.2 轮盘类零件 .....	145
8.2.3 叉架类零件 .....	146
8.2.4 箱体类零件 .....	147
8.3 零件上的常见结构 .....	148

8.3.1 铸造零件的工艺结构 .....	149
8.3.2 零件加工的工艺结构 .....	151
8.4 零件图的技术要求 .....	153
8.4.1 表面结构的表示法 .....	153
8.4.2 公差与配合 .....	156
8.4.3 形状和位置公差 .....	163
8.5 零件的测绘 .....	165
8.5.1 徒手绘图的方法 .....	166
8.5.2 画零件草图的方法和步骤 .....	167
8.5.3 画零件工作图的方法和步骤 .....	168
8.5.4 零件测绘时的注意事项 .....	168
8.6 读零件图 .....	168
8.6.1 读零件图的要求 .....	168
8.6.2 读零件图的方法 .....	168
<b>第9章 装配图</b> .....	<b>171</b>
9.1 装配图的作用和内容 .....	171
9.1.1 装配图的作用 .....	171
9.1.2 装配图的内容 .....	171
9.2 装配图的规定画法和特殊画法 .....	173
9.2.1 规定画法 .....	173
9.2.2 特殊画法 .....	173
9.3 装配图的尺寸标注 .....	176
9.3.1 性能(规格)尺寸 .....	176
9.3.2 装配尺寸 .....	176
9.4 装配图中的零件序号、明细栏和标题栏 .....	177
9.4.1 零件序号 .....	177
9.4.2 明细栏和标题栏 .....	177
9.4.3 技术要求 .....	178
9.5 常见的装配工艺结构 .....	178
9.5.1 两零件接触面的数量 .....	178
9.5.2 接触面转角处的结构 .....	179
9.5.3 密封装置的结构 .....	179
9.5.4 零件在轴向的定位结构 .....	180
9.5.5 考虑维修、安装、拆卸的方便 .....	180
9.6 画装配图的方法和步骤 .....	181
9.6.1 了解和分析装配体 .....	181
9.6.2 拆卸装配体 .....	182



9.6.3 画装配示意图 .....	183
9.6.4 画零件草图 .....	183
9.6.5 画装配图 .....	184
9.7 读装配图 .....	186
9.7.1 读装配图的一般要求 .....	186
9.7.2 读装配图的方法和步骤 .....	186
9.7.3 由装配图拆画零件图 .....	189
<b>第 10 章 计算机绘图简介 .....</b>	<b>194</b>
10.1 AutoCAD 2010 基本知识 .....	194
10.1.1 概述 .....	194
10.1.2 AutoCAD 2010 中文版的启动与退出 .....	194
10.1.3 AutoCAD 2010 用户界面及菜单 .....	195
10.1.4 “CAD 工程制图规则”摘录 .....	199
10.1.5 AutoCAD 绘图基础 .....	200
10.2 基本绘图命令 .....	209
10.3 基本修改命令 .....	213
10.4 尺寸标注 .....	217
10.5 使用文字和表格 .....	220
10.6 应用实例 .....	223
10.7 操作技巧及其他 .....	239
10.8 三维实体建模简介 .....	241
<b>附录 .....</b>	<b>249</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>268</b>

### 1. 课程的性质和任务

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件,是工程界的技术语言。在现代工业中,不论是设计、制造、安装还是使用各种机械、电器,以及采矿、冶金、化工都需要工程图样。因此,每个工程技术人员都应该掌握这门语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。对培养学生绘制和阅读工程图样的能力,掌握科学思维方法,增强工程和创新意识有重要作用。为了适应计算机图形学的发展,也应对计算机制图技术有所了解。本课程的主要内容包括:

#### (1) 画法几何部分

用正投影法研究图示空间几何元素和形体以及图解空间几何问题的基本原理和方法。

#### (2) 制图基础部分

国家标准《技术制图》、《机械制图》的有关规定,计算机绘图和使用仪器绘图的基本方法和技能,绘制和阅读投影图的基本方法。

#### (3) 机械制图部分

绘制和阅读零件图和装配图的基本方法,以阅读零件图和装配图为重点。

本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (3) 培养空间逻辑思维能力 and 形象思维能力;
- (4) 培养计算机绘图的初步能力;
- (5) 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

### 2. 课程的学习方法

本课程研究具有较强的实践性,因此在学习过程中要非常重视实践环节的练习,只有当绘制和阅读图样的数量达到一定要求后,才能掌握它的内容,并达到相应的水平。也就是说,在本课程的学习过程中,不仅要理解基本原理、基本概念,而且要通过大量题目的练习来印证、加深和巩固,从而提高空间想象能力、空间逻辑思维能力和创新能力,从真正意义上掌握本课程的内容,并达到相应的水平。

根据《工程图学》课程的学习要求及各部分内容的特点,这里简要介绍一下学习

方法：

(1) 准备一套合乎要求的制图工具,并认真完成作业。按照正确的制图方法和步骤来画。

(2) 认真听课,及时复习,要掌握形体分析法、线面分析法和投影分析方法,提高独立分析和解决看图、画图等问题的能力。

(3) 注意画图与看图相结合,物体与图样相结合,要多画多看,逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力。

(4) 严格遵守机械制图的国家标准,并具备查阅有关标准和资料的能力。

## 第1章

## 制图的基本知识

图样是工程技术界的共同语言,是产品或工程设计结果的一种表达形式,是产品制造和工程施工的依据,是组织和管理生产的重要技术文件。在各个工业部门,为了便于技术信息交流以及科学地进行生产和管理,对图样必须作出统一规定,为此,国家标准《机械制图》统一规定了在绘制图样过程中应共同遵守的绘图规则。国家标准简称“国标”,代号“GB”,“GB/T”表示推荐性国家标准,是 GUOJIABIAOZHUN(国家标准)和 TUIJIAN(推荐)的缩写,如果“GB”后没有“/T”表示强制性国家标准。字母后的两组数字分别表示标准顺序号和批准年份,例如 GB 4458.4—2003,GB/T 4457.4—2002。

本章将分别就“国标”中规定的图纸的幅面及格式、比例、字体、尺寸注法、图线等内容作摘要介绍。为了提高绘图质量和速度,本章也将对绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等基本技能作摘要介绍。

## 1.1 制图的基本规定

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸宽度  $B$  与长度  $L$  所组成的图面。绘图时,图纸可以横放(长边  $L$  水平放置)或竖放(长边  $L$  垂直放置)。

##### (1) 基本幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面,其代号为  $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4$ , 尺寸为  $B \times L(\text{mm} \times \text{mm})$ , 这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

幅面代号	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
$a$	25				
$c$	10			5	
$e$	20		10		

##### (2) 加长幅面

必要时,允许选用由基本幅面的短边成整数倍增加后所得的加长幅面(第二选择和第三选择),如图 1-1 中细实线(第二选择)和虚线(第三选择)。

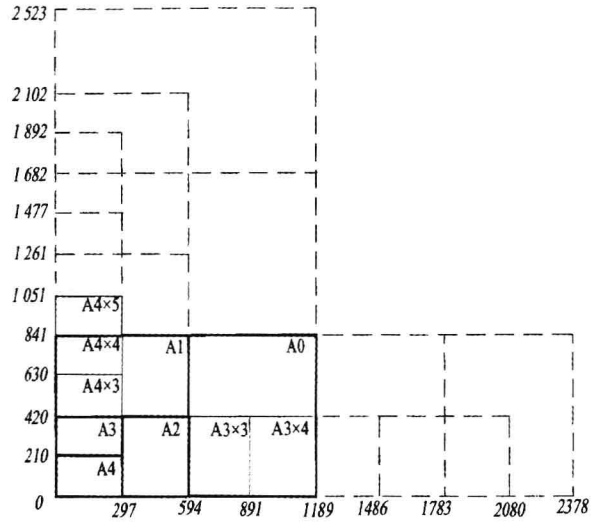


图 1-1 图纸幅面

## 2. 图框格式

每张图样均需有粗实线绘制的图框。

要装订的图样,应留装订边,其图框格式如图 1-2 所示。不需要装订的图样其图框格式如图 1-3 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式,图样必须画在图框之内。

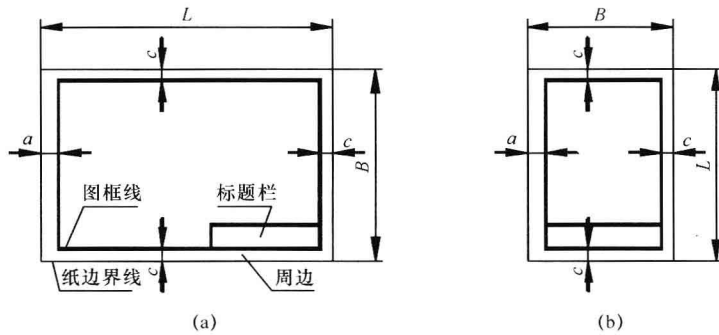


图 1-2 需要装订图样的图框格式

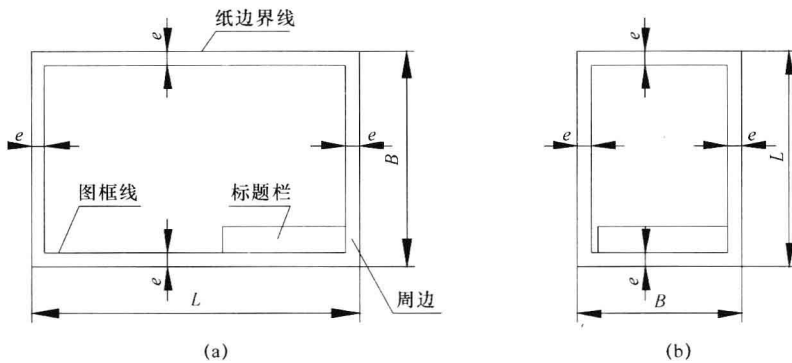


图 1-3 不需要装订图样的图框

### 3. 标题栏及其方位

标题栏提供图样信息、图样所表达的产品信息以及图样管理信息等内容。每张图纸都必须画出标题栏,其基本要求、内容格式和尺寸按 GB 10609.1—1989 的规定绘制,如图 1-4 所示。

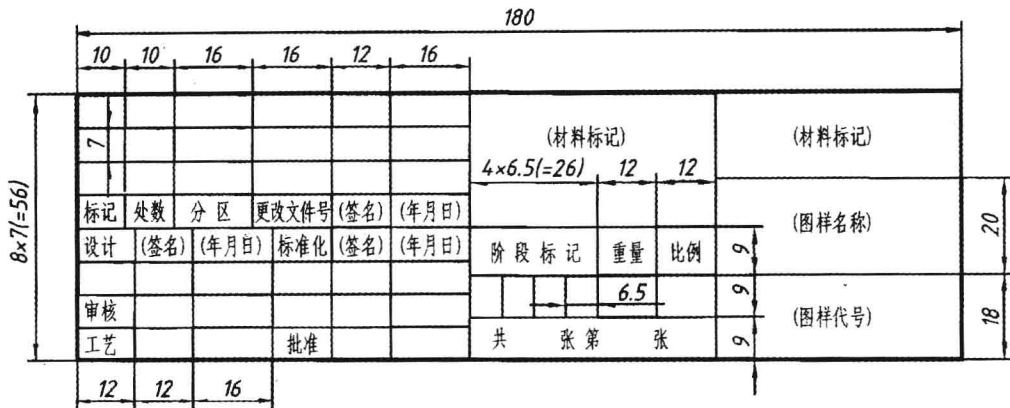


图 1-4 标题栏的尺寸和格式

在校学习制图作业中,常把上述标题栏的格式加以简化可采用图 1-5 所示的简化标题栏或教师指定格式的标题栏。

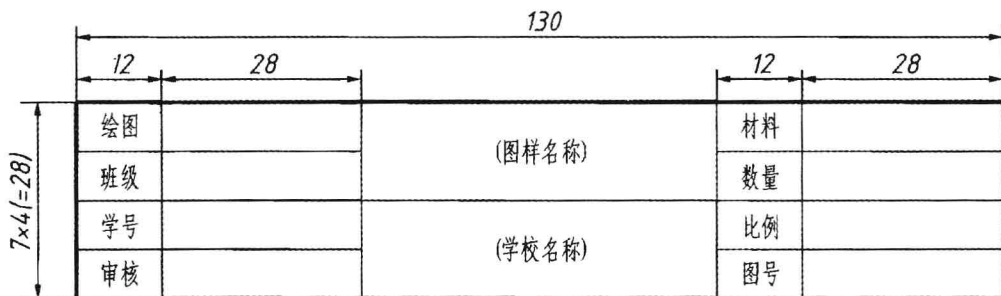


图 1-5 简化标题栏的尺寸和格式

标题栏一般应位于图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)和图 1-3(a)所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)和图 1-3(b)所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致,即标题栏中的文字方向为看图方向。

#### 1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

绘制图样时所采用的比例,是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。简单地说,图样上所画图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称做比例。比值为 1 的比例,即 1:1,称为原值比例;比值大于 1 的比例,如 2:1 等,称为放大比例;

比值小于 1 的比例,如 1:2 等,称为缩小比例。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图,如果机件太大或太小,则可用表 1-2 中所规定的第一系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表 1-3 第二系列的比例。

表 1-2 第一系列的比例

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	2:1, 5:1, $1.1 \times 10^n$ , $1.2 \times 10^n$ , $1.5 \times 10^n$ :1
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, $1:1 \times 10^n$ , $1:2 \times 10^n$ , $1:5 \times 10^n$

表 1-3 第二系列的比例

种类	比例
放大比例	2.5:1, 4:1, $2.5 \times 10^n$ , $4 \times 10^n$ :1
缩小比例	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 1:6, $1:1.5 \times 10^n$ , $1:2.5 \times 10^n$ , $1:3 \times 10^n$ , $1:4 \times 10^n$ , $1:6 \times 10^n$

绘制同一机件的各个视图时应尽量采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例。

### 1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

国家标准《技术制图》GB/T 14691—1993 中关于字体的规定,规定了汉字、字母和数字的结构形式。

书写字体的基本要求如下。

(1) 图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

(2) 字体的大小以号数表示,字体的号数就是字体的高度(单位为 mm),字体高度(用  $h$  表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用做指数、分数、注脚和尺寸偏差的数值,一般采用小一号字体。汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

(3) 字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用  $d$  表示。A 型字体的笔画宽度  $d=h/14$ , B 型字体的笔画宽度  $d=h/10$ 。字母和数字可写成斜体和直体。

(4) 斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ 。绘图时,一般用 B 型斜体字。在同一图样上,只允许选用一种字体。

图 1-6, 1-7 所示的是图样上常见字体的书写示例。

字体端正笔画清楚  
排列整齐间隔均匀

图 1-6 长仿宋字

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-7 数字书写示例




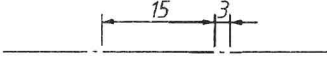

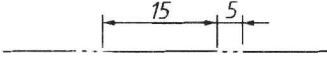


### 1.1.4 图线(GB/T 17450—1998 及 GB/T 4457.4—2002)

绘制技术图样时,应遵循国标《技术制图》关于图线的规定。

所有图线的图线宽度  $b$  应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择:0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

基本图线适用于各种技术图样。表 1-4 列出的是机械制图的图线型式及应用说明,除粗实线、粗虚线和粗点画线以外均为细线,粗细线的线宽比为 2:1。图 1-8 所示为常用图线应用举例。

表 1-4 图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主要应用
粗实线		$b$	可见轮廓线
细实线		$b/2$	尺寸线与尺寸界线、剖面线、引出线、螺纹的牙底线、重合断面的轮廓线
细虚线		$b/2$	不可见轮廓线
细点画线		$b/2$	轴线、对称线、中心线、齿轮的节圆
粗点画线		$b/2$	有特殊要求的表面表示线
细双点画线		$b/2$	相邻件的轮廓线、极限位置轮廓线、假想投影轮廓线、中断线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线

注:1. 表中虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔的数值可供参考。

2. 粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取,一般取 0.5 mm。



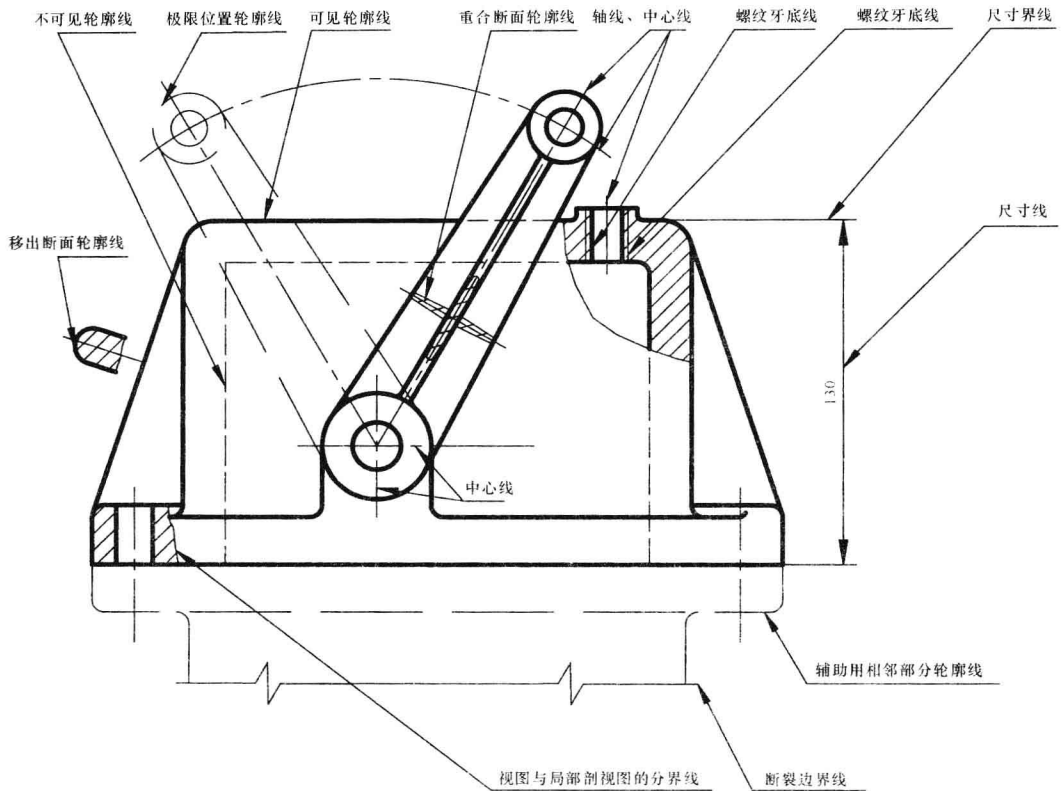


图 1-8 常用图线应用举例

绘制图样时,应注意:

(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短间隔应大致相等。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

(3) 虚线及点画线与其他图线相交时,都应与线段相交,不应在空隙或短画处相交;当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙;当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,而虚线直线需留有空隙,如图 1-9(a)所示。

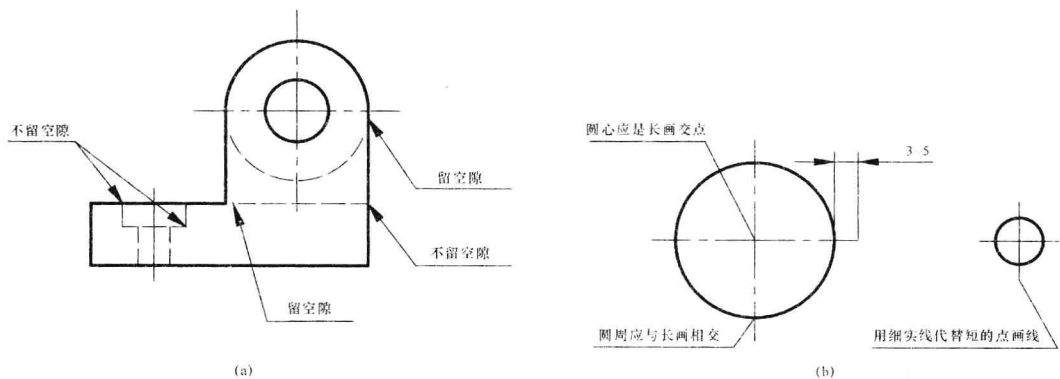


图 1-9 虚线连接处的画法