

中等职业学校机电类专业规划教材

机械制图

主 编 刘 健

副主编 王晓莉

电子科技大学出版社

内 容 提 要

本书是中等职业学校机电类专业的机械制图课教材。为培养和训练学生以读图为主、读图与绘图相结合的能力，本书介绍了：制图的基本知识与技能，点、直线、平面的投影，立体的投影，组合体，轴测图，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图和计算机辅助绘图的相关知识。

本书适用性、操作性强，可供中等职业学校的学生作教材使用，也可作为相关行业人员的培训用书。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图/刘健主编. —成都：电子科技大学出版社，
2007.2

ISBN 978-7-81114-404-8

I. 机... II. 刘... III. 机械制图—专业学校—教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 020200 号

机械制图

主 编 刘 健

副主编 王晓莉

出 版：电子科技大学出版社（成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编：610051）

责任编辑：张 鹏

发 行：新华书店经销

印 刷：四川墨池印务有限公司

成品尺寸：185mm×260mm 印张 14.375 字数 349 千字

版 次：2007 年 2 月第一版

印 次：2007 年 2 月第一次印刷

书 号：ISBN 978-7-81114-404-8

定 价：20.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话：（028）83202323，83256027

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。

◆ 课件下载在我社主页 www.uestcp.com.cn “下载专区” 电子邮箱：uestcp@uestcp.com.cn

前 言

近年来，在党和国家领导的支持下，我国的职业教育取得了重大发展，培养了大量高素质的劳动者和技能型专门人才。为了贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，全面落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，我们组织本专业领域的骨干教师精心编写了这本《机械制图》教材。

本书着重培养和训练学生以读图为主、读图与绘图相结合的能力，从实际出发，重点放在机械制图的基本知识、基本理论、基本技能以及分析问题的思路、解决问题的方法上，并通过对典型例题的细致讲解，力求使学生能较快地掌握该课程的基础知识，并能灵活运用。

本书在课程内容的安排上，始终贯彻“必需、够用为度”的方针，正确处理知识的广度和深度，注重实用性，便于培养学生理论联系实际的工作能力和技术应用能力。本书还根据学科的新发展，更新了相关内容，采用了新的国家标准。

本书的编写人员均来自教学第一线，有着丰富的教学经验，了解学生的心理，吸取了现行教材之所长，在叙述方面深入浅出，注重分析和解决问题的思路和方法。

本书由成都电子机械高等专科学校的刘健老师和王晓莉老师共同编写而成。其中，绪论、第一章、第二章、第三章、第四章、第五章和第十章为刘健老师编写，第六章、第七章、第八章、第九章和附录为王晓莉老师编写。全书由刘健老师担任主编，王晓莉老师任副主编。

本书在编写过程中，得到了多位本专业教师的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2007 年 1 月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识与技能	3
1.1 制图的基本规定	3
1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)	3
1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)	5
1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)	7
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)	8
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003)	10
1.2 常用绘图工具、仪器和用品	15
1.2.1 常用绘图工具及其使用方法	15
1.2.2 手工绘图的方法与步骤	18
1.2.3 图样的复制	19
1.3 几何作图	19
1.4 平面图形的分析与画法	23
1.4.1 平面图形的尺寸分析	23
1.4.2 平面图形中线段性质的分析	24
1.4.3 平面图形的画图步骤	24
1.4.4 平面图形的尺寸标注	25
1.5 徒手画图的方法	26
第 2 章 点、直线、平面的投影	30
2.1 投影的基本知识	30
2.1.1 投影法的概念	30
2.1.2 投影法的种类	30
2.1.3 形体三面视图的形成与投影规律	31
2.2 点的三面投影	34
2.2.1 点的三面投影面图	34
2.2.2 点的三面投影规律	35
2.2.3 两点的相对位置	36
2.2.4 重影点及其可见性	37
2.3 直线的投影	38
2.3.1 直线的三面投影	38



2.3.2	各种位置直线的投影特性	38
2.3.3	点与直线的相对位置	41
2.4	平面的投影	44
2.4.1	平面的表示法	44
2.4.2	平面的各种位置	44
2.4.3	平面上的直线和点	47
第3章	立体的投影	49
3.1	平面立体	49
3.1.1	棱柱	49
3.1.2	棱锥	51
3.1.3	棱台	53
3.2	曲面立体	54
3.2.1	圆柱	54
3.2.2	圆锥	55
3.2.3	圆锥台	56
3.2.4	圆球	57
3.3	平面与立体表面的交线——截交线	58
3.3.1	平面体的截交线	58
3.3.2	曲面体的截交线	60
3.3.3	圆柱的截交线	60
3.3.4	圆锥的截交线	62
3.3.5	圆球的截交线	63
3.3.6	同轴复合回转体的截交线画法	64
3.4	两立体相交的表面交线——相贯线	65
3.4.1	表面取点法求相贯线	65
3.4.2	辅助平面法求相贯线	67
3.4.3	相贯线的特殊情况	68
3.4.4	两圆柱体轴线正交时相贯线的近似画法	69
3.5	基本体及其截断体、相贯体的尺寸标注	69
3.5.1	基本体的尺寸标注	69
3.5.2	截断体与相贯体的尺寸标注	71
第4章	组合体	72
4.1	组合体的组合形式	72
4.1.1	组合体的构成方式	72
4.1.2	表面连接关系	72
4.1.3	形体分析法	74

4.2	组合体三视图的画法	74
4.2.1	形体分析	74
4.2.2	视图选择	75
4.2.3	投影特点	75
4.2.4	绘图步骤	76
4.3	组合体的尺寸标注	76
4.3.1	组合体尺寸的基本要求	76
4.3.2	组合体尺寸的种类	77
4.3.3	尺寸布置的要求	78
4.3.4	组合体尺寸标注的方法	78
4.4	组合体的看图方法	79
4.4.1	看图的要点	79
4.4.2	看图的基本方法	80
第 5 章	轴测图	83
5.1	轴测图基本知识	84
5.1.1	轴测图的形成及投影规律	84
5.1.2	轴测投影的性质	84
5.1.3	轴测图的种类	85
5.2	轴测图绘制方法和步骤	85
5.2.1	正等轴测图	85
5.2.2	斜二测图	90
第 6 章	机件常用的表达方法	91
6.1	视图	91
6.1.1	基本视图	91
6.1.2	向视图	92
6.1.3	斜视图	92
6.1.4	局部视图	93
6.2	剖视图	93
6.2.1	基本概念	93
6.2.2	剖面符号	94
6.2.3	剖视图的画法	94
6.2.4	剖视图的种类	96
6.2.5	剖切面的种类	97
6.3	断面图	100
6.3.1	基本概念	100
6.3.2	断面图的种类	100



6.4	其他表达方法	102
6.4.1	局部放大图	102
6.4.2	简化画法与规定画法	102
第7章	标准件和常用件	105
7.1	螺纹及螺纹紧固件	105
7.1.1	螺纹	105
7.1.2	螺纹的规定画法 (GB/T4459.1—1995)	107
7.1.3	螺纹的标注	109
7.2	螺纹紧固件及其连接画法	111
7.2.1	螺栓连接装配图的画法	111
7.2.2	双头螺柱连接	113
7.2.3	螺钉连接	113
7.2.4	紧定螺钉	113
7.3	键连接与销连接	114
7.3.1	键连接	114
7.3.2	销连接	115
7.4	齿轮	116
7.4.1	直齿圆柱齿轮各部分的名称及参数	116
7.4.2	直齿圆柱齿轮的规定画法	118
7.5	滚动轴承	120
7.5.1	滚动轴承的结构和类型	120
7.5.2	滚动轴承的代号 (GB/T 272—93)	120
7.5.3	滚动轴承的画法 (GB/T4459.7—1998)	122
7.6	弹簧	123
7.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸计算	124
7.6.2	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	124
7.6.3	圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	125
7.6.4	装配图中弹簧的简化画法	126
第8章	零件图	127
8.1	零件图的内容	127
8.2	零件图的视图选择	128
8.2.1	选择主视图	128
8.2.2	其他视图的选择	129
8.2.3	常见零件的视图选择	129
8.3	零件图上的尺寸标注	131
8.3.1	零件图上标注尺寸的要求	131

8.3.2	零件的尺寸基准	132
8.3.3	在零件图上标注尺寸应注意的几个问题	133
8.3.4	零件上常见结构的尺寸注法	135
8.4	零件图上的技术要求	136
8.4.1	表面粗糙度代号及其标注	136
8.4.2	极限与配合	140
8.4.3	公差与配合的标注及查表	143
8.4.4	形状公差和位置公差简介	144
8.5	零件结构的工艺性简介	146
8.5.1	铸造零件的工艺结构	146
8.5.2	零件机械加工工艺结构	147
8.6	看零件图	148
第 9 章	装配图	151
9.1	装配图的内容及一般规定	151
9.1.1	装配图的内容	151
9.1.2	装配图的零件序号和明细表	152
9.2	装配图的尺寸标注和技术要求	153
9.2.1	装配图的尺寸标注	153
9.2.2	装配图的技术要求	153
9.3	装配图的表达方法	153
9.3.1	装配图的规定画法	154
9.3.2	装配图的特殊表达方法	154
9.4	常见装配工艺结构	155
9.5	装配图的画法	155
9.5.1	了解部件的装配关系和工作原理	156
9.5.2	视图选择	156
9.5.3	画装配图的步骤	157
9.6	读装配图和拆画零件图的方法	157
9.6.1	读装配图的方法	157
9.6.2	由装配图拆画零件图	159
第 10 章	计算机辅助绘图简介	161
10.1	AutoCAD 2005 的基础知识	161
10.1.1	AutoCAD 2005 的启动	162
10.1.2	AutoCAD 2005 工作接口	163
10.1.3	AutoCAD 2005 的文件管理	168
10.1.4	AutoCAD 2005 的图形显示控制	171



10.1.5 AutoCAD 2005 的坐标输入方式	173
10.1.6 AutoCAD 2005 的图层管理	174
10.1.7 精确绘图辅助工具	175
10.2 AutoCAD 2005 的常用绘图命令	176
10.3 AutoCAD 2005 的常用图形修改与编辑命令	183
10.4 AutoCAD 2005 的尺寸标注	189
10.5 AutoCAD 2005 的绘图实例	191
附录	195
参考文献	219

第 1 章 制图的基本知识与技能

国家标准《机械制图》是国家制定的一项基础性的技术标准。为了便于进行广泛的技术交流、生产管理、档案保存，促进科学技术水平的不断提高，《机械制图》国家标准对图样的画法、图线、尺寸注法等作了统一规定，绘制机械图样时，必须严格遵守。国家标准代号为“GB”，简称“国标”。

本章就《机械制图》国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定作简要介绍，还将介绍一些机械制图中常用的基本制图知识、绘图工具和仪器的使用方法等。

1.1 制图的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T14689—1993）

1. 图纸幅面

图纸幅面包括基本幅面和加长幅面两种。为方便绘制、使用、保管图样和技术交流，在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸，必要时也允许加长幅面。基本幅面的各号图纸幅面间的关系是：将前一号幅面的图纸沿长边对折裁开，即为后一号幅面的图纸，如将一张 A0 号幅面的图纸沿长边对折裁开，即为两张 A1 号幅面的图纸，其余以此类推。

表 1-1 图纸幅面基本尺寸

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

《机械制图》国家标准规定：必要时允许加长图纸幅面，但应按其尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

各种基本幅面和加长幅面如图 1-1 所示。其中粗实线部分为基本幅面；细实线部分为第一选择的加长幅面；虚线为第二选择的加长幅面。

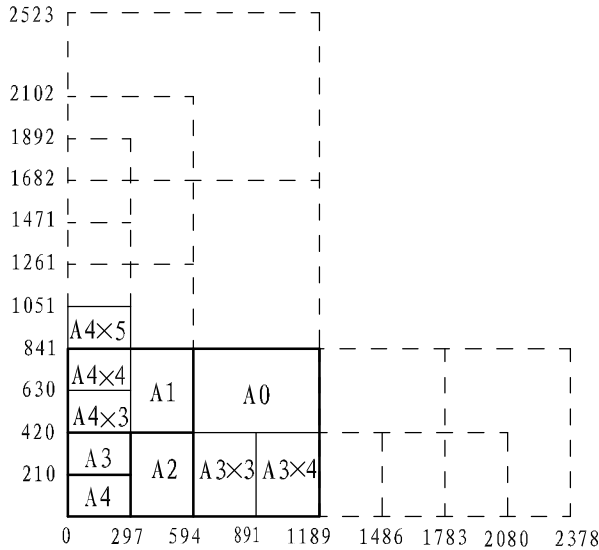


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面

2. 图框格式和尺寸

在图纸上必须用粗实线绘出图框，图框内为绘图区域，图线不得超出图框粗实线。图框格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-2 所示，其尺寸见表 1-1。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。同一产品中所有图样均应采用同一种格式。

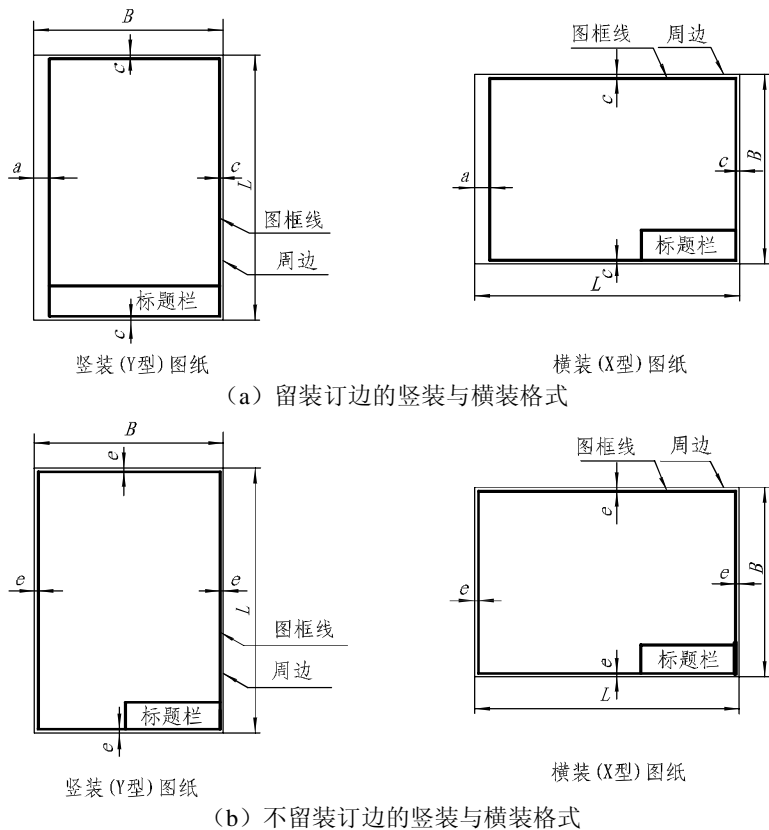


图 1-2 图框格式及尺寸

3. 标题栏格式及配置 (GB/T10609.1—1989)

为了使绘制的图样便于管理及查阅，每张图样上都必须画出标题栏。国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—1989)对标题栏的基本要求、格式、尺寸和内容做出明确规定，如图 1-3 所示。学校使用的标题栏可采用如图 1-4 所示的简化形式。标题栏外框用粗实线，内框用细实线绘制；标题栏的位置通常位于图纸的右下角；标题栏中的文字方向即为看图方向。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时，则构成横装 (X 型) 图纸；若标题栏的长边垂直于图纸长边时，则构成竖装 (Y 型) 图纸，如图 1-2 所示。

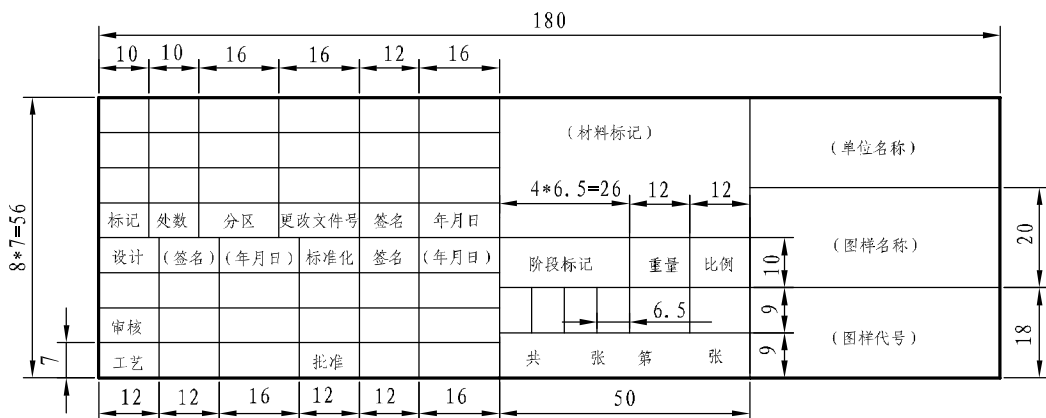


图 1-3 标题栏的格式及尺寸

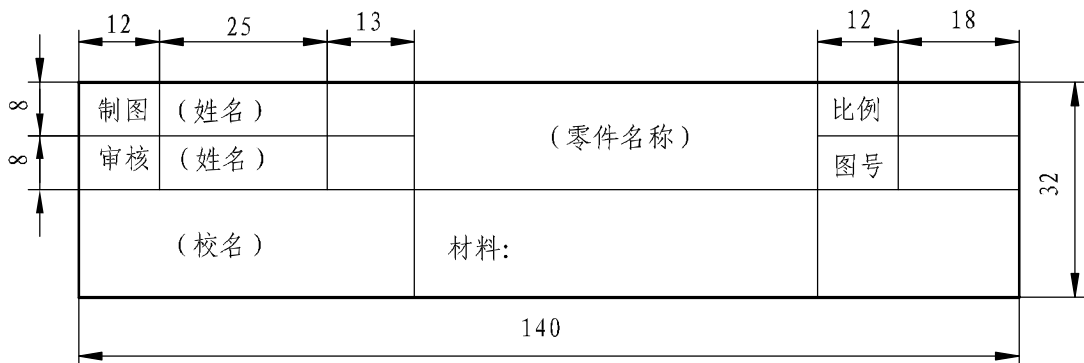


图 1-4 推荐的学校用标题栏

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)对适用于技术图样和技术文件的绘图比例及其标注方法作了明确的规定。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，称为比例。绘制图样时，一般应采用表 1-2 中规定的比例。

比例分为原值、缩小、放大三种。当表达机件的尺寸适中时，可采用原值比例；当表达机件的尺寸较大时，可采用缩小比例；当表达机件的尺寸较小时，可采用放大比例。

选择比例时，应结合图纸幅面、机件表达是否清晰、图面的美观等因素综合考虑，选择最佳比例。为了便于读图时从图样上直接反映出机件实物的大小，在绘图时应尽可能地选用原值比例。



表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	5 : 2 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 10 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 1 : 6 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

无论采用哪种比例，图样中标注的尺寸数值必须是机件设计要求的实际大小，而与图形的大小和比例无关，如图 1-5 所示。

绘制同一机件的图样中各视图应采用同一比例，并在标题栏的比例栏中填写，如 1 : 1。当一张图样中某一个视图需单独采用不同比例时，则必须在该视图的上方注明其单独采用的比例数值，如图 1-6 所示。

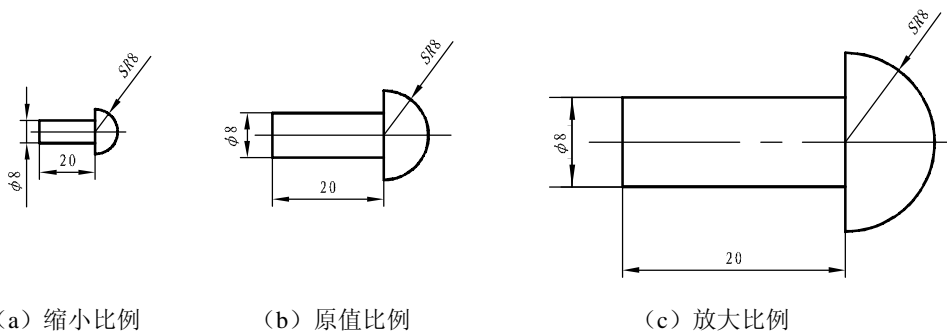


图 1-5 用不同比例绘制的同一机件的 3 种图样

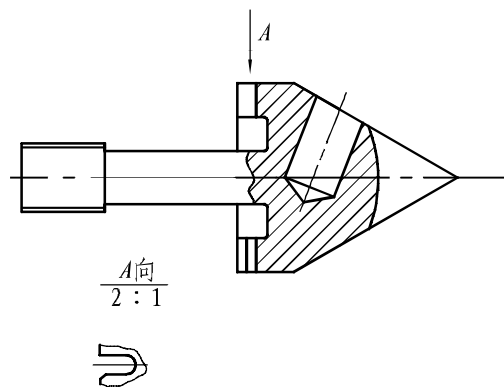


图 1-6 采用不同比例的标注示例

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

图样上注写的汉字、数字、字母必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀，这样做的目的是使图样清晰、文字准确，给生产带来方便。

字体按其大小可分为若干号。国家标准规定有 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 等。字体的号数即为字体的高度 h (单位 mm)，字体的宽度约等于字高的 $2/3$ 。

1. 汉字

图样上的汉字应采用长仿宋体字，并采用国家公布推行的简化字。字的大小应按字号规定，字体号数代表字体的高度。汉字的高度一般不应小于 3.5 mm。

长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格，如图 1-7、图 1-8 所示。

10号汉字

字体工整笔划清楚间隔均匀排列整齐

7号汉字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号汉字

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

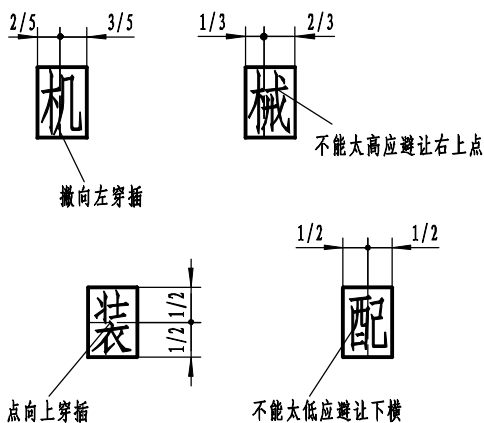


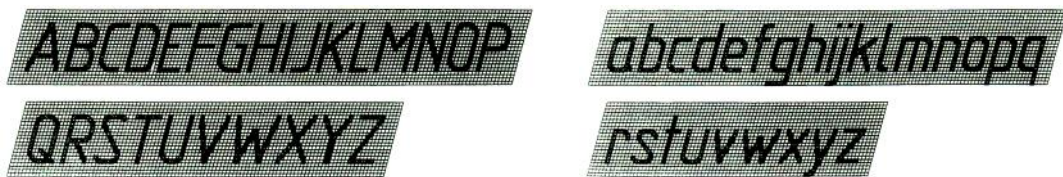
图 1-7 长仿宋字汉字示例

图 1-8 长仿宋体字结构匀称示例

2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型两种。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 $1/10$ ，B 型的笔画宽度比 A 型宽，我国采用 B 型，在同一图样上，只允许选用同一种形式的字体。

图样中，数字、字母书写时有直体和斜体两种，斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ，在技术文件中字母和数字一般写成斜体。用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母，一般应采用小一号字体。数字和字母常用字体示例如图 1-9 所示。



(a) 大写字母斜体

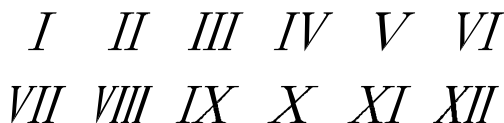
(b) 小写字母斜体



(c) 阿拉伯数字斜体



(d) 阿拉伯数字直体



(e) 罗马数字斜体

10JS5 (± 0.003) M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{H}{2:1} \frac{A}{5:1}$

$6.3 \sqrt{\quad}$ R8 5% $2 \times 45^\circ$

(f) 图样中数字及字母的常用标注

图 1-9 数字和字母常用字体示例

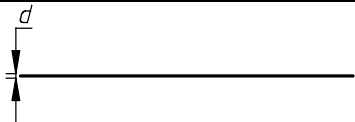

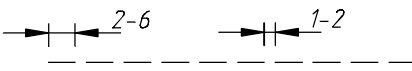
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的种类

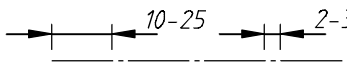
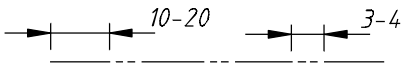

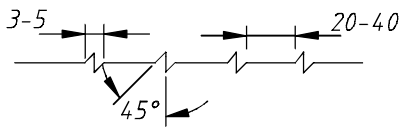
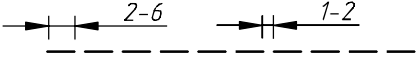
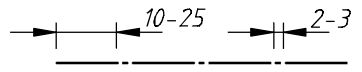
绘制图样时应遵循国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)和国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)的规定。《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)是根据《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)的规定具体确定了绘制机械图样常用的 9 种不同线型及其应用,如表 1-3 所示。图线的宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选取:

0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。

表 1-3 图样中图线型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		$d/2$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、引出线、重合剖面的轮廓线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线、分界线及范围线、弯折线、辅助线、不连续的同—表面的连线、成规律分布的相同要素的连线
虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
细点划线		$d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线、假想投影轮廓线、试验或工艺用结构（成品上不存在）的轮廓线、中断线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
粗点划线		d	有特殊要求的线或表面的表示线

各类图线在图形中都有一定的含义，其应用举例如图 1-10 所示。

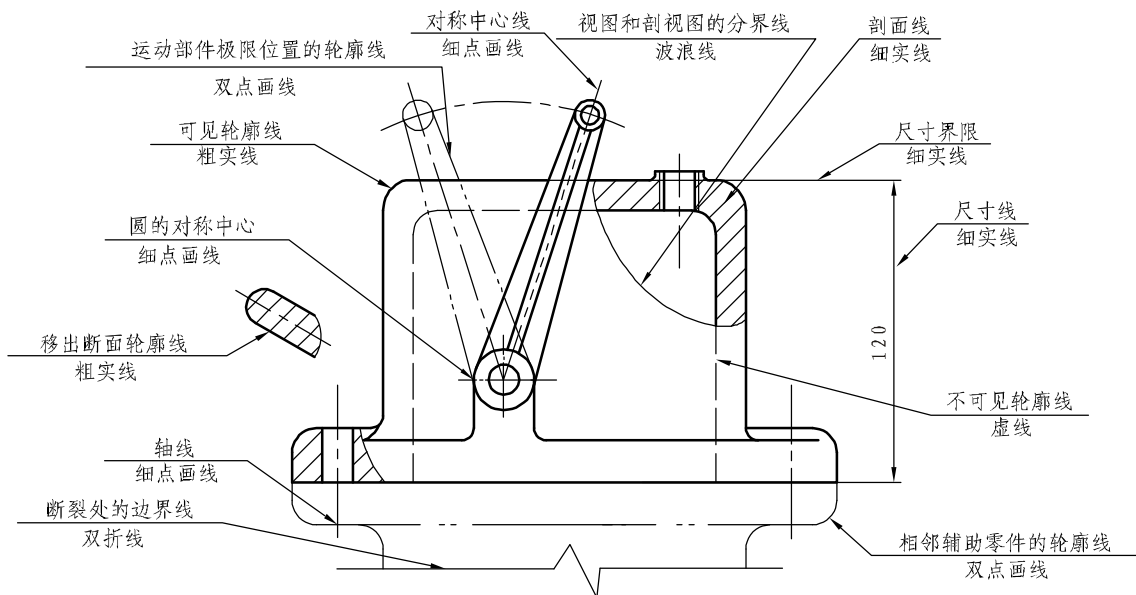


图 1-10 图线应用示例



2. 图线画法的注意事项

粗实线的宽度 b 应按图形的大小和复杂程度, 在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选择, 当 b 值一经确定, 同一张图样中的同类图线的宽度应基本一致。

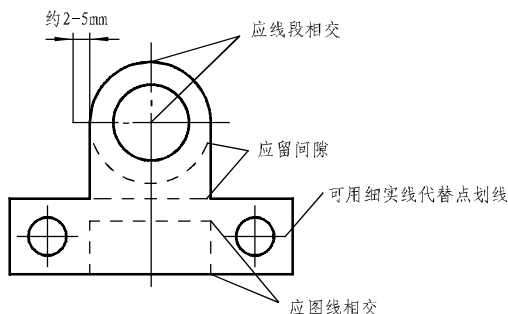


图 1-11 图线画法的注意事项

虚线、点划线和双点划线的线段长度、间隔应各自大致相等, 如表 1-3 所示。点划线和双点划线中的点是极短的一横 (长约 1mm), 不能画成圆点, 且应点、线一起绘制, 而线的首末两端应该是长划, 而不能画成点, 如图 1-11 所示。

当虚线为粗实线的延长线时, 在分界处应稍留间隙。除此之外, 两图线相交应画成线段相交, 如图 1-11 所示。

绘制圆的中心线时, 圆心应为线段的交点。点划线、双点划线的首尾是线段而不应该是短划。当点划线、双点划线较短时, 可用细实线代替, 如图 1-11 所示。

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003)

1. 基本要求

在机械图样中, 图形只反映机件的形状结构, 而机件的真实大小应以图样上标注的尺寸来确定。图样上所标注的尺寸 (包括线性尺寸和角度尺寸) 是机械图样中的重要内容, 是制造机件的直接依据, 也是图样中指令性最强的部分, 不但会直接影响到机件的产品质量, 而且是加工、检验机件最重要的依据。因此, 机械图样的尺寸标注是一项极为重要和严谨的工作, 标注时必须严格遵守国家标准的规定, 认真负责、一丝不苟地进行标注。

对机械图样中标注尺寸的基本要求如下:

- ① 正确。所注尺寸必须严格遵守国家标准 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003) 的相关规定。
- ② 完整。依据机件的使用和加工要求, 标注生产机件所需的全部尺寸, 做到既不遗漏、也不重复。
- ③ 清晰。所注尺寸应在图形中显眼处, 同一结构的尺寸要尽量集中标注。尺寸布置要整齐、清晰、便于阅读。
- ④ 合理。所注尺寸要符合设计要求及工艺要求, 不但要满足机件在使用时的质量要求, 而且应有利于机件的加工、检验和测量。

做到上述四方面的要求, 才算标注好了机件的尺寸。本节仅以满足正确要求为前提, 介绍国家标准规定中的有关内容, 其他方面的要求将在以后的章节中逐步介绍。

2. 基本原则

机械图样中标注尺寸的基本原则如下:

- ① 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据, 与图形的大小 (即采用的比例) 和绘图的准确度无关。
- ② 图样中的尺寸以毫米 (mm) 为单位时, 不需标注计量单位或名称。若采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位或名称。