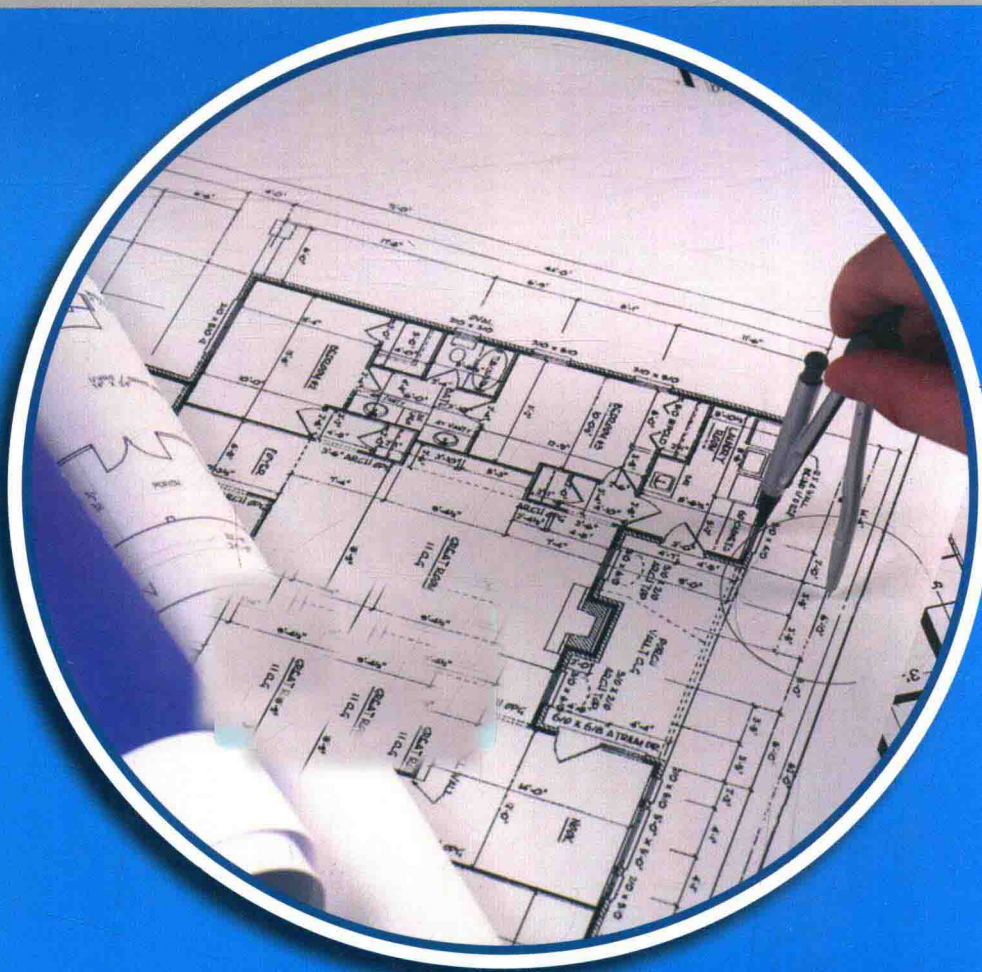




普通高等教育“十三五”规划教材
陕西省精品课程

画法几何 与工程制图

鲍泽富 主编



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材
陕西省精品课程

画法几何与工程制图

鲍泽富 主 编

王 萍 孙艳萍 孙 文 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制订的“工程图学课程教学基本要求”，以培养应用型人才为目标，结合应用型高等院校的教学特点，总结编者多年来工程图学教学改革和建设的经验编写而成。

本书共分 8 章，外加附录。主要内容有：制图基本知识与技能、投影的基本知识、立体的投影、机件形状表示方法、轴测图、零件图、装配图、立体表面的展开。

本书可供普通高校机械类专业和电气类等非机械类专业教学使用，还可供各类学校、工厂和自学人员学习机械制图时参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何与工程制图/鲍泽富主编. —北京: 科学出版社, 2016

(普通高等教育“十三五”规划教材)

ISBN 978-7-03-049750-5

I. ①画… II. ①鲍… III. ①画法几何②工程制图 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 208078 号

责任编辑: 李祥根 陈将浪 / 责任校对: 陶丽荣

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 10 月第一次印刷 印张: 16

字数: 380 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(骏杰))

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135927-2014

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制订的“工程图学课程教学基本要求”，以培养应用型人才为目标，结合应用型高等工科院校的教学特点，总结编者多年来工程图学教学改革和建设的经验编写而成。

本书的总体特点是：以画法几何及机械制图的基本理论且密切联系理论的例题作为教材的主要内容；以学生自学为主，教师指导为辅作为教材的主要指导思想；以培养学生的空间思维能力、图纸绘制和识读能力、开拓创新能力，以及理论联系工程实际能力为教材的主要目的。本书有以下几个突出特点：

一、本书的内容遵循“少而精”的原则，按教学要求对画法几何及机械制图的广度和深度，认真、准确地进行了控制和调整。重点在阐述制图课程的基本理论和基本知识，删减了一些超出本课程任务以外或者与本课程无关的内容，如画法几何部分，删除了换面法和透视投影的内容；对于涉及本学科却又偏难的内容只作了简明的介绍，如机械制图部分，在零件的尺寸标注和尺寸公差及几何公差等方面内容作了适当的调整。

二、为了便于学生自学，提高学习主动性，培养学生的开拓创新能力及理论联系工程实际能力，本书酌情考虑大部分学生的实际学习水平，有效、合理地调整了图例的复杂性和难度；注重图例的典型性，突出形体结构和实际零件的重点，并以大量的立体图和轴测图作为引导；注重理论联系实际，例如第 6~8 章，采用的大部分图例为工程或工厂所经常涉及的图纸。

三、本书注重课程之间的内在联系，遵循由简单到复杂、由易到难的原则对内容进行组织和安排。语言简练、叙述简明、思维严密、通俗易懂，经过内容的删减和学时的调整，可以从某种程度上满足不同专业和不同层次的学生对制图课程的需求。本书可供普通高校机械类专业和电气类等非机械类专业教学使用，还可供各类学校、工厂和自学人员学习机械制图时参考。

本书由鲍泽富担任主编，王萍、孙艳萍和孙文担任副主编，具体分工如下：第 1、5、7 章由鲍泽富编写；第 2、3 章以及附录由王萍编写；第 4 章由孙文编写；第 6、8 章由孙艳萍编写。在此对他们付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。

本书初稿由西安石油大学朱林教授、王江萍教授进行了详细审阅，并提出了许多宝贵的意见，在此致以衷心的感谢。

本书是制图教学改革的尝试，它凝聚了教研室全体老师多年从事制图教学的经验和智慧。本书的编写得到了西安石油大学的教改项目立项资助，编写过程中得到了西安石油大学机械工程学院和教务处有关老师的支持和帮助，在此致以衷心的感谢。

本书在体系和内容上作了较大的调整，由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中的疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2016 年 7 月

目 录

第 1 章 制图基本知识与技能	1
1.1 《技术制图》和《机械制图》系列标准的一般规定	1
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	4
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线及画法 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)	7
1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—2012)	8
1.2 制图工具及其用法	11
1.2.1 图板	12
1.2.2 丁字尺	12
1.2.3 三角板	12
1.2.4 绘图铅笔	13
1.2.5 绘图仪器	13
1.2.6 其他绘图工具	14
1.3 几何作图	14
1.3.1 等分已知线段	14
1.3.2 正多边形的画法	15
1.3.3 斜度与锥度的画法及标注	16
1.3.4 圆弧连接的画法	17
1.3.5 平面图形的画法	19
1.3.6 绘图的一般步骤	22
第 2 章 投影的基本知识	25
2.1 投影法及投影图	25
2.1.1 投影法	25
2.1.2 工程上常见的投影图	26
2.2 点的投影	28
2.3 直线的投影	35
2.3.1 各种位置直线的投影	35
2.3.2 一般位置直线的实长及其对投影面的倾角	38
2.3.3 点与直线、直线与直线的相对位置	41
2.3.4 直角投影定理	45

2.4	平面的投影	47
2.4.1	平面的表示法	47
2.4.2	各种位置平面的投影	47
2.4.3	属于平面的点和直线	50
2.5	直线与平面、平面与平面的相对位置	52
2.5.1	平行	53
2.5.2	相交	55
第3章	立体的投影	59
3.1	基本立体的投影	59
3.1.1	平面立体	59
3.1.2	回转体	62
3.2	组合体及其组合方式	68
3.2.1	组合体的组合方式	68
3.2.2	组合体表面间的关系	69
3.2.3	形体分析法	70
3.3	平面与立体相交的投影	70
3.3.1	平面与平面立体相交	70
3.3.2	平面与曲面立体相交	72
3.4	立体与立体相交的投影	81
3.4.1	利用积聚性法求相贯线	81
3.4.2	利用辅助平面法求相贯线	86
3.4.3	相贯线的特殊情况	88
3.4.4	立体表面交线的综合举例	89
3.5	组合体的画图	91
3.5.1	轴承座	91
3.5.2	支架	92
3.6	组合体的识图	93
3.6.1	识图的基本知识	93
3.6.2	识图的方法和步骤	94
3.7	尺寸标注	96
3.7.1	基本立体的尺寸注法	96
3.7.2	组合体的尺寸注法	99
第4章	机件形状表示方法	105
4.1	视图	105
4.1.1	基本视图和向视图	105
4.1.2	局部视图	107

4.1.3 斜视图	107
4.2 剖视	109
4.2.1 剖面图的形成	109
4.2.2 剖面图的配置和画法	109
4.2.3 剖面图种类	110
4.2.4 剖切面的种类及剖切方法	113
4.3 断面图	116
4.3.1 断面图	116
4.3.2 断面图与剖面图的区别	117
4.3.3 断面图的分类及其画法	117
4.4 局部放大图	118
4.5 简化画法	119
4.5.1 省略画法	119
4.5.2 规定画法	122
第5章 轴测图	124
5.1 轴测投影的基础知识	124
5.1.1 轴测图的形成	124
5.1.2 轴间角和轴向伸缩系数	125
5.1.3 轴测图的投影特性	125
5.2 正等轴测图	125
5.2.1 正等轴测图的特点	125
5.2.2 平面立体正等轴测图的画法	126
5.2.3 回转体正等轴测图的画法	128
5.2.4 截交线、相贯线的轴测图画法	132
5.2.5 组合体正等轴测图的画法	134
5.3 斜二轴测图	135
5.3.1 斜二轴测图的特点	135
5.3.2 斜二轴测图的画法	136
5.4 轴测剖面图	137
5.4.1 轴测图的剖切方法	137
5.4.2 轴测剖面图的画法	137
第6章 零件图	139
6.1 零件图的作用和内容	139
6.1.1 零件图的作用	139
6.1.2 零件图的内容	139

6.2	零件上的常见结构	139
6.2.1	螺纹	139
6.2.2	铸造零件的工艺结构	145
6.2.3	零件机械加工的工艺结构	146
6.3	零件图的视图选择	148
6.3.1	零件图的视图选择	148
6.3.2	零件图上一些简化画法和规定画法	150
6.3.3	典型零件的视图与表达方法	152
6.4	零件图中尺寸的合理标注	154
6.4.1	尺寸标注的原则	154
6.4.2	尺寸基准	155
6.4.3	标注尺寸应注意的问题	156
6.5	表面粗糙度	157
6.5.1	表面粗糙度的基本概念	157
6.5.2	表面粗糙度的代(符)号及其标注	158
6.5.3	表面粗糙度参数	158
6.5.4	表面粗糙度代号在图纸上的标注	158
6.6	极限与配合	159
6.6.1	极限与配合的基本概念	159
6.6.2	公差与配合的标注	162
6.7	零件测绘方法及画草图步骤	163
6.7.1	零件的测绘方法和步骤	163
6.7.2	零件尺寸的测量方法	165
6.7.3	测量注意事项	166
6.8	典型零件表达(齿轮、弹簧)	166
6.8.1	齿轮	166
6.8.2	弹簧	169
6.9	识读零件图	172
6.9.1	识读零件图的方法和步骤	172
6.9.2	识读举例	173
第7章	装配图	175
7.1	装配图的作用和内容	175
7.1.1	装配图的作用	175
7.1.2	装配图的内容	175
7.2	装配图的表达方法	177
7.2.1	规定画法	177
7.2.2	简化画法和特殊画法	178

7.3	装配图中的尺寸	179
7.4	装配图中的零(部)件序号、明细栏和标题栏	180
7.4.1	编写零件序号的一些规定	180
7.4.2	明细栏	181
7.5	装配图的画法	182
7.5.1	了解部件的装配关系	182
7.5.2	了解部件的工作原理	182
7.5.3	视图选择	183
7.5.4	画装配图的步骤	183
7.6	常用标准件(螺纹紧固件、键、销联接和滚动轴承)	187
7.6.1	螺纹紧固件	187
7.6.2	键、销联接和滚动轴承	192
7.7	装配图结构的合理性	197
7.8	识读装配图及拆画零件图的方法	198
7.8.1	识读装配图的步骤和方法	198
7.8.2	由装配图拆画零件图	200
第8章	立体表面的展开	203
8.1	表面展开图	203
8.2	可展表面的展开	204
8.2.1	平面立体的展开	204
8.2.2	可展曲面的展开	206
8.3	不可展表面的近似展开	210
8.3.1	圆球面的近似展开	210
8.3.2	圆环面的近似展开	212
8.4	变形接头表面的展开	212
附录		215
参考文献		243

机械工程图纸的质量,将直接影响产品的质量和经济性。因此,掌握绘制机械图纸的基本知识和技能是学习本课程的目的之一。

本章主要介绍《技术制图》和《机械制图》系列标准的一般规定、制图工具及其用法,以及几何作图。

《技术制图》和《机械制图》系列标准是我国基本技术标准之一,它起着统一工程界共同“语言”的重要作用。为了准确无误地交流技术思想,绘图时必须严格遵守《技术制图》和《机械制图》系列标准的有关规定。

学习本章内容应掌握《技术制图》和《机械制图》系列标准中关于图纸幅面、图框格式、比例、字体、图线和尺寸注法等基本规定,并在绘图时严格遵守;应能正确地标注常见平面图形的尺寸。在学习中应正确使用绘图工具和仪器;掌握几何作图的常用规律、方法,以及徒手绘制草图的技巧;掌握平面图形的线段分析方法,按正确的方法和步骤绘制图形,并做到作图准确、线型分明、字体工整、图面整洁美观。

1.1 《技术制图》和《机械制图》系列标准的一般规定

本节所介绍的标准一部分源自《技术制图》系列标准,例如《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008),其中“GB”为“国标”(国家标准的简称)两字的汉语拼音字头,“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头,“14689”为标准编号,“2008”为标准颁布的年号。另有部分标准源自《机械制图》系列标准,例如《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)。

1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)

图纸宽度(B)和长度(L)组成的图面称为图纸幅面。基本幅面图纸的尺寸特点是:长边和短边的尺寸比为 $\sqrt{2}:1$;大于A4图纸的每一号图纸,可以裁成两张比它小一号的图纸。

1. 幅面尺寸和代号

绘制技术图纸时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面尺寸 (第一选择)

(单位: 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
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

必要时, 也允许选用加长幅面, 加长幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出, 如图 1-1 所示。

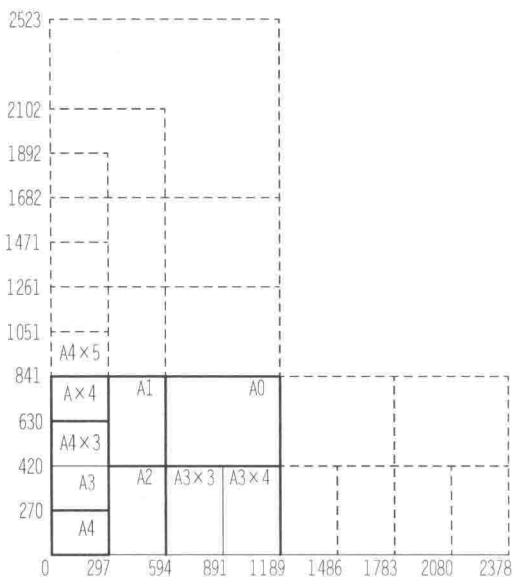


图 1-1 加长幅面

2. 图框格式

图纸上必须用实线画出图框, 其格式如图 1-2、图 1-3 所示, 分为留有装订边和不留装订边两种, 但同一产品的图纸只能采用一种格式。

3. 标题栏及其方位

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区及其他区组成。标题栏的格式和尺寸按《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008) 的规定, 如图 1-4 所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角, 如图 1-2、图 1-3 所示。

本书将标题栏作了简化, 如图 1-5 所示的格式, 建议在学生作业中采用。

4. 图幅分区

1) 必要时可以用细实线在图纸周边内画出分区, 如图 1-6 所示。

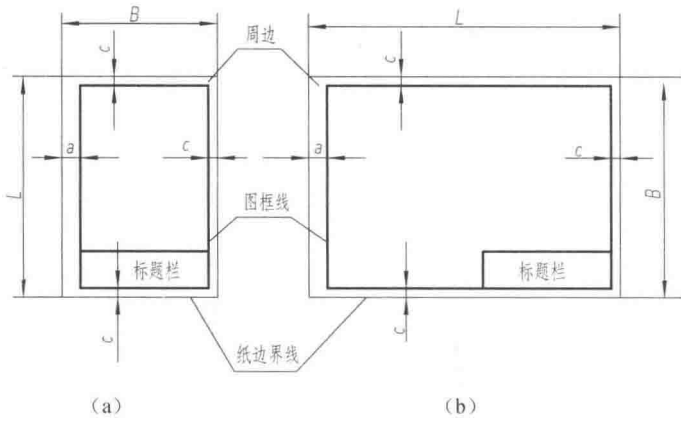


图 1-2 留有装订边的图框格式

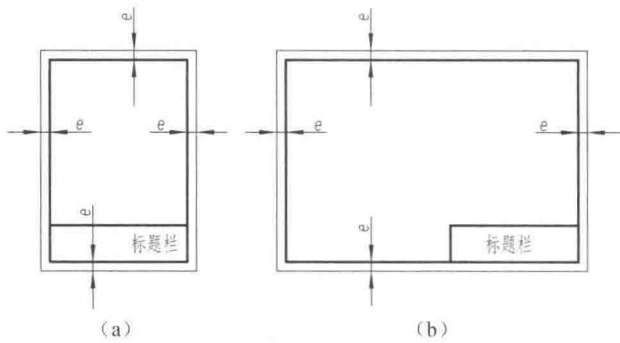


图 1-3 不留装订边的图框格式

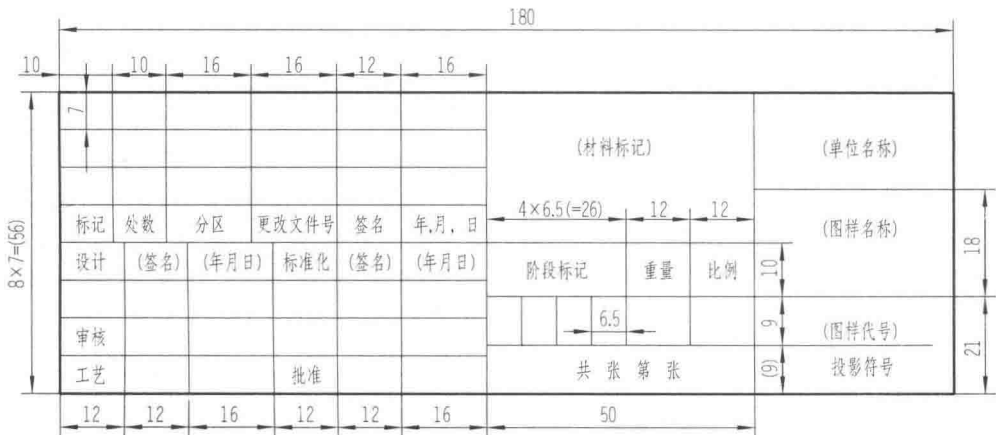


图 1-4 标题栏的格式和尺寸

2) 图幅分区数目按图纸的复杂程度确定，但必须取偶数。每一分区的长度应在 25~75mm 之间选择。

3) 分区的编号，沿上下方向（按识图方向确定图纸的上下和左右）用直体大写拉

丁字母从上到下顺序编写；沿水平方向用直体阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时，超过的各区可用双重字母编写，如 AA、BB、CC 等。拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。



图 1-5 学生作业中采用的标题栏格式

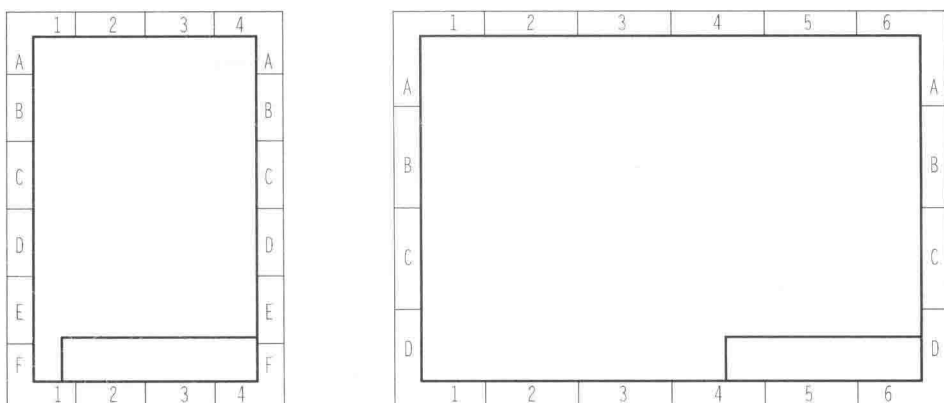


图 1-6 图幅分区

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

1) 图纸中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

2) 比值为 1 的比例称为原值比例，即 1 : 1；比值大于 1 的比例称为放大比例，如 2 : 1 等；比值小于 1 的比例称为缩小比例，如 1 : 2 等。绘图时应采用表 1-2 中规定的比例，最好选用原值比例，但也可根据机件的大小和复杂程度选用放大或缩小比例。

表 1-2 标准比例

种类	比例								
	优先选取			允许选取					
原值比例	1 : 1								
放大比例	5 : 1	2 : 1		4 : 1	2.5 : 1				
	$50 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$				
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6	
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$	

注：n 为正整数。

3) 同一机件的各个视图应采用相同比例,并在标题栏“比例”一项中填写所用的比例。当机件上有较小或较复杂的结构需用不同比例时,可在视图名称的下方标注比例,如图1-7所示。

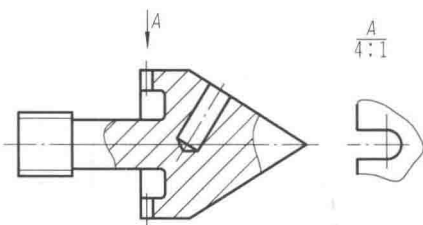


图 1-7 在视图名称的下方标注比例

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。此数系的公比为 $\sqrt{2}$,如果要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。图纸中字体可分为汉字、字母和数字(所示字号为GB/T 14691—1993中标准)。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体的要点为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字的示例如下(所示字号为GB/T 14691—1993中标准):

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井坑港口纺织服装

3.5号字:

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风用阀阀制棉麻化纤

2. 字母及数字

字母和数字分为A型和B型。A型字体的笔画宽度为字高的1/14;B型字体的笔

画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一图纸上，只允许选用一种字型。一般采用 A 型斜体字，斜体字字头与水平线向右倾斜 75° 。以下为拉丁字母的 A 型字体。

大写斜体：

ABCDEFGHIJKLMN OP

QRSTUVWXYZ

小写斜体：

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

大写直体：

ABCDEFGHIJKLMN OP

QRSTUVWXYZ

小写直体：

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

3. 字母组合应用示例

1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般采用小一号字体，其应用示例如下：

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{0+1^\circ}_{-2^\circ} \quad \frac{3}{5}$$

2) 图纸中的数学符号、计量单位符号，以及其他符号、代号应符合相关标准的规定。量的符号是斜体，单位符号是直体，如 m/kg ，其中 m 为表示质量的符号，应用斜体；而 kg 表示质量的单位符号，应是直体。示例如下：

$$l/mm \quad m/kg \quad 460r/min \quad 380kPa$$

3) 其他应用示例如下：

$$10Js5(\pm 0.003) \quad M24-6h$$




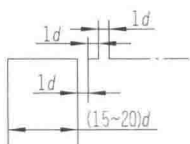

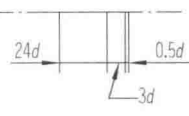

$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{A}{5:1} \quad \frac{6.3}{\nabla}$$

1.1.4 图线及画法 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

1. 图线

图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。机械图纸中常用的图线见表 1-3。

表 1-3 机械图纸中常用的图线

图线名称	形式	图线名称	形式
粗实线		细虚线	
细实线		细点画线	
波浪线		细双点画线	
双折线		—	—

所有线型的图线宽度 (d) 的系列为：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.50mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

2. 图线画法

1) 机械图纸中粗线和细线的宽度比例为 2:1。表 1-3 中,粗实线的宽度 d 通常选用 0.5mm 或 0.7mm,其他图线均为细线。在同一图纸中,同类图线的宽度应一致。

2) 除非另有规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

3) 细点画线和细双点画线的首末端一般应是长画而不是点,细点画线应超出图形轮廓 2~5mm。当图形较小难以绘制细点画线时,可用细实线代替细点画线,如图 1-8 所示。

4) 当不同图线互相重叠时,应按粗实线、细虚线、细点画线的先后顺序只画前面一种图线。人工绘图时,细点画线或细虚线与粗实线、细虚线、细点画线相交时,一般应以线段相交,不留空隙;当细虚线是粗实线的延长线时,粗实线与细虚线的分界处应留出空隙,如图 1-9 所示。

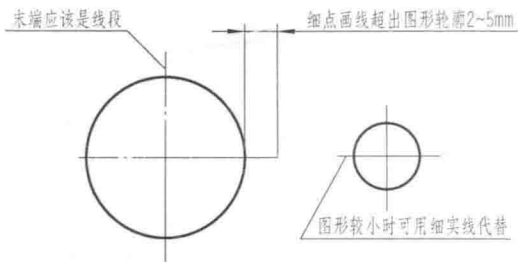


图 1-8 细点画线的画法

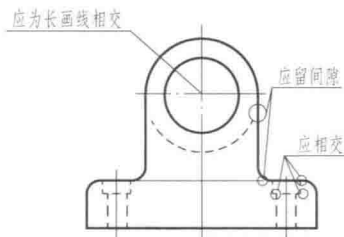


图 1-9 细点画线或细虚线与其他图线的关系

1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—2012)

图形只能表达机件的结构形状,其真实大小由尺寸确定。一张完整的图纸,其尺寸标注应做到正确、完整、清晰、合理。下面仅就尺寸的正确注法摘要介绍有关标注尺寸的一些规定,对尺寸标注的其他要求将在后续章节中介绍。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图纸上所注的尺寸数值为依据,与绘图的比例及绘图的准确度无关。

2) 图纸中的尺寸一般以毫米为单位。当以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位时,则必须注明相应计量单位的代号或名称。

3) 图纸中标注的尺寸应为该图纸所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

4) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字(包括必要的字母和图形符号)组成。