

普通高等教育“十三五”规划教材

# 工程制图与CAD

辽宁石油化工大学制图教研室

柳青 何延东 等编著

奚文 主审

GONGCHENG ZHITU YU CAD



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

# 工程制图与CAD

辽宁石油化工大学制图教研室

柳青 何延东 等编著

奚文 主审



化学工业出版社

·北京·

本书是普通高等教育“十三五”规划教材，是在近年制图课程改革与探索的实践中总结而来的，同时还配套了《工程制图与CAD习题集》以及电子版答案。

为了将学生的制图理论和计算机绘图实践技能有效地结合起来，本书包含两部分内容，分上、下篇列出，分别讲述制图理论和计算机绘图软件。上篇包括制图的基本知识和基本技能，点、直线、平面、立体的投影，组合体的视图以及尺寸标注，轴测图，机件的常用表达方法，标准件、常用件，零件图和装配图，专业图样；下篇主要叙述 AutoCAD 软件绘图、编辑、尺寸标注等功能以及专业图样的绘制指导；此外，本书还包含绪论和附录、参考文献。

本书可供高等院校各理工专业师生作为教材使用，还可供相关工程技术人员参考阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图与 CAD/辽宁石油化工大学制图教研室, 柳青等编著; 奚文主审. —北京: 化学工业出版社, 2017.9  
普通高等教育“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-122-30121-5

I. ①工… II. ①辽… ②柳… ③奚… III. ①工程制图-AutoCAD 软件-高等学校-教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 157569 号

责任编辑: 满悦芝  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 吴开亮  
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司  
装 订: 三河市宇新装订厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{1}{4}$  字数 525 千字 2017 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

工程制图是工科类大学的专业技术基础课之一，计算机辅助设计作为一种现代化的设计手段已经应用到了工程设计的各个领域。按照高等工科教育的培养目标和特点，结合制图的教学改革和实践，本教材在加强画图、读图能力训练的同时，强化计算机绘图的教学与实践，以适应应用型人才的培养需要。教材的编写有如下几个特点：

1. 制图理论部分讲授内容以必需、够用为度；
2. 增大计算机绘图部分理论与实践内容；
3. 书中引入实例讲解，侧重专业图样的绘制和阅读；
4. 计算机绘图部分的内容集中编排在下篇，有利于知识点的集中与查阅，授课时可根据进度安排将工程制图与计算机绘图融于一体；
5. 本书文字叙述力求简洁，重点突出；
6. 全书引用的标准均采用全新国家标准。

本书由辽宁石油化工大学制图教研室组织编著。参加本书编著的有：柳青、佟洪波（前言、绪论、第9章、附录），奚文（第1、4、15章），郭玉泉、闫伟（第2、6章），李萍（第3、7章），何延东（第5、8章），杜娟（第10、11章），孙宏宇（第12~14章）。常东超和贾敏参与了书中部分图形的绘制工作。全书由柳青总体负责，奚文担任主审。

本编著组同时还编著了与本书配套的《工程制图与CAD习题集》，供广大学生使用。由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

作者

2017年6月

# 目 录

绪论 .....	1
----------	---

## 上 篇

第 1 章 制图的基本知识 .....	2
1.1 制图相关规定 .....	2
1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏 .....	2
1.1.2 比例 .....	3
1.1.3 字体 .....	4
1.1.4 图线 .....	6
1.1.5 尺寸标注 .....	7
1.2 平面图形的画法 .....	10
1.2.1 几何作图 .....	10
1.2.2 平面图形分析 .....	14
1.2.3 绘图的方法和步骤 .....	15
第 2 章 点、直线、平面的投影 .....	17
2.1 投影法 .....	17
2.2 点的投影 .....	18
2.2.1 点的三面投影 .....	18
2.2.2 点的投影与直角坐标之间的关系 .....	18
2.2.3 两点的相对位置 .....	19
2.3 直线的投影 .....	20
2.3.1 直线的三面投影 .....	20
2.3.2 各种位置直线的投影 .....	20
2.3.3 直线上的点 .....	22
2.3.4 两直线的相对位置 .....	23
2.4 平面的投影 .....	26
2.4.1 平面的表示法 .....	26
2.4.2 各种位置平面的投影 .....	26
2.4.3 平面上的点和直线 .....	28
第 3 章 立体 .....	30
3.1 平面立体 .....	30

3.1.1	棱柱	30
3.1.2	棱锥	31
3.2	回转体	33
3.2.1	圆柱	33
3.2.2	圆锥	34
3.2.3	球	36
3.2.4	圆环	37
3.3	拉伸体	38
3.4	平面与立体相交	39
3.4.1	平面与平面立体相交	40
3.4.2	平面与回转体相交	41
3.5	两回转体相交	48
3.5.1	积聚性法求相贯线	48
3.5.2	相贯线的特殊情况	51
<b>第4章 组合体</b>		<b>53</b>
4.1	三视图的形成	53
4.1.1	三视图的形成	53
4.1.2	三视图的投影规律	54
4.2	画组合体视图	54
4.2.1	组合体的形体分析	54
4.2.2	组合体视图的画法	55
4.2.3	相贯线的简化画法	58
4.3	读组合体视图	58
4.3.1	读组合体视图的要点	59
4.3.2	读图的方法和步骤	59
4.4	组合体的尺寸标注	63
4.4.1	尺寸种类	64
4.4.2	标注尺寸基本要求	65
4.4.3	标注尺寸的方法和步骤	66
<b>第5章 轴测图</b>		<b>68</b>
5.1	轴测图的基本知识	68
5.1.1	定义	68
5.1.2	特性	68
5.1.3	轴测图的分类	69
5.2	轴测图的画法	69
5.2.1	正等测	69
5.2.2	斜二测	73

<b>第 6 章 机件的常用表达方法</b> .....	76
6.1 视图 .....	76
6.1.1 基本视图 .....	76
6.1.2 向视图 .....	77
6.1.3 局部视图 .....	77
6.1.4 斜视图 .....	78
6.2 剖视图 .....	79
6.2.1 剖视图的概念 .....	79
6.2.2 剖视图的画法 .....	79
6.2.3 剖视图的标注 .....	81
6.2.4 剖视图的分类 .....	81
6.3 断面图 .....	86
6.3.1 断面图的概念 .....	86
6.3.2 断面图种类 .....	87
6.4 局部放大图和简化画法 .....	89
6.4.1 局部放大图 .....	89
6.4.2 简化画法 .....	89
<b>第 7 章 标准件和常用件</b> .....	92
7.1 螺纹 .....	92
7.1.1 螺纹的形成及螺纹要素 .....	92
7.1.2 螺纹的规定画法 .....	94
7.1.3 螺纹的分类和标注 .....	95
7.2 螺纹紧固件 .....	98
7.2.1 螺纹紧固件的标记 .....	98
7.2.2 螺纹紧固件连接画法 .....	100
7.3 键、销、滚动轴承和弹簧 .....	104
7.3.1 键连接 .....	104
7.3.2 销连接 .....	105
7.3.3 滚动轴承 .....	106
7.3.4 弹簧 .....	108
7.4 齿轮 .....	110
7.4.1 直齿圆柱齿轮的各几何要素及尺寸关系 .....	111
7.4.2 直齿圆柱齿轮的规定画法 .....	112
<b>第 8 章 零件图</b> .....	114
8.1 零件图概述 .....	114
8.2 零件图的视图选择 .....	115
8.2.1 视图选择过程 .....	115

8.2.2 典型零件视图表达 .....	116
8.3 零件图的尺寸标注 .....	117
8.4 零件的技术要求 .....	120
8.4.1 尺寸公差与配合 .....	120
8.4.2 表面粗糙度 .....	127
8.4.3 几何公差的代号及标注 .....	131
8.4.4 零件的常用材料及其表示法 .....	134
8.4.5 表面处理和热处理 .....	134
8.5 零件结构的工艺性 .....	135
8.5.1 铸造工艺对零件结构的要求 .....	135
8.5.2 机械加工工艺对零件结构的要求 .....	135
8.6 读零件图 .....	138
8.6.1 要求 .....	138
8.6.2 方法和步骤 .....	138
8.6.3 读零件图举例 .....	139
<b>第9章 装配图</b> .....	<b>142</b>
9.1 装配图的内容 .....	142
9.2 装配图的视图表达方法 .....	143
9.2.1 规定画法 .....	143
9.2.2 沿零件结合面剖切和拆卸画法 .....	143
9.2.3 夸大画法 .....	144
9.2.4 假想画法 .....	144
9.2.5 简化画法 .....	144
9.3 装配图的尺寸标注及零、部件序号和明细栏 .....	144
9.3.1 装配图中的几类尺寸 .....	144
9.3.2 装配图中零、部件序号和明细栏 .....	145
9.4 装配结构的合理性简介 .....	146
9.5 装配图的画法 .....	148
9.6 读装配图及由装配图拆画零件图 .....	149
9.6.1 读装配图的方法与步骤 .....	149
9.6.2 读装配图举例 .....	149
9.6.3 由装配图拆画零件图 .....	150
9.6.4 由装配图拆画零件图应用实例 .....	151
<b>第10章 其他图样</b> .....	<b>153</b>
10.1 典型化工专业图样 .....	153
10.1.1 化工设备图 .....	153
10.1.2 化工工艺图 .....	157
10.2 电气工程图 .....	162



10.2.1	电子元器件的图样特点 .....	162
10.2.2	常用电子元器件的外形图及图形符号 .....	163
10.2.3	系统图 .....	167
10.2.4	电路图 .....	168
10.2.5	逻辑图 .....	168
10.2.6	流程图 .....	168
10.2.7	其他电气工程图 .....	169
10.3	焊接图 .....	169
10.3.1	焊缝图示法 .....	169
10.3.2	焊缝符号 .....	170
10.3.3	焊缝的表达方法及焊接图示例 .....	173

## 下 篇

第 11 章	AutoCAD 基础知识 .....	176
11.1	AutoCAD 的基本功能 .....	176
11.2	启动、退出 AutoCAD .....	177
11.2.1	启动 AutoCAD .....	177
11.2.2	退出 AutoCAD .....	177
11.3	AutoCAD 的界面和工作空间 .....	177
11.3.1	AutoCAD 界面的组成 .....	178
11.3.2	AutoCAD 的工作空间 .....	179
11.4	图形文件基本操作 .....	180
11.5	设置绘图环境 .....	180
11.6	命令的使用 .....	182
11.7	坐标系 .....	184
11.7.1	世界坐标系与用户坐标系 .....	184
11.7.2	坐标的表示方法 .....	184
11.7.3	坐标系中点与距离的输入方法 .....	185
11.8	图形对象的选择 .....	185
11.9	观察图形文件 .....	186
11.10	辅助功能 .....	186
11.11	使用 AutoCAD 软件的技巧 .....	188
第 12 章	平面图形的画法 .....	190
12.1	绘图前的准备 .....	190
12.2	平面图形的绘制与编辑 .....	192
12.2.1	直线 (L) .....	192
12.2.2	多段线 (PL) .....	193
12.2.3	圆与圆弧 (C&ARC) .....	193

12.3	平面图形绘制实例	194
12.3.1	平面图形绘制实例 1——圆弧连接	194
12.3.2	平面图形绘制实例 2——三视图绘制	198
<b>第 13 章</b>	<b>尺寸标注、创建文字与表格</b>	<b>201</b>
13.1	尺寸标注样式设置	201
13.1.1	设置“线”选项卡	201
13.1.2	设置“符号和箭头”选项卡	202
13.1.3	设置文字选项卡	202
13.1.4	设置“调整”选项卡	203
13.1.5	设置“主单位”选项卡	203
13.1.6	设置“换算单位”选项卡	203
13.1.7	设置“公差”选项卡	203
13.2	尺寸标注	205
13.2.1	线性标注	205
13.2.2	对齐标注	205
13.2.3	角度标注	205
13.2.4	圆和圆弧的标注	206
13.2.5	坐标标注	206
13.2.6	尺寸公差标注	206
13.2.7	形位公差标注	207
13.2.8	标注实例	208
13.3	创建文字	209
13.3.1	创建文字样式	209
13.3.2	输入单行文字	210
13.3.3	输入多行文字	210
13.4	表格样式及创建表格	211
13.4.1	新建表格样式	211
13.4.2	创建表格	212
<b>第 14 章</b>	<b>块操作、外部参考及图纸打印</b>	<b>213</b>
14.1	块操作	213
14.1.1	定义块	213
14.1.2	插入块	214
14.1.3	存储块	214
14.1.4	块属性定义	214
14.1.5	块应用实例	215
14.2	外部参照	215
14.2.1	附着外部参照	216
14.2.2	绑定外部参照	216

14.2.3	编辑外部参照 .....	217
14.2.4	管理外部参照 .....	218
14.3	图形的打印与输出 .....	219
14.3.1	页面设置 .....	219
14.3.2	打印图形 .....	219
14.3.3	输出图形 .....	220
<b>第 15 章</b>	<b>典型专业图样 .....</b>	<b>222</b>
15.1	化工专业图样 .....	222
15.1.1	工艺流程图 .....	222
15.1.2	化工设备图样 .....	223
15.2	机械专业图样绘制 .....	224
15.2.1	零件图图样绘制 .....	224
15.2.2	装配图图样绘制 .....	225
15.3	电气工程专业图样 .....	227
15.3.1	常用电子元器件图形符号 .....	227
15.3.2	电子电路图样 .....	227
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>229</b>
1	螺纹 .....	229
1.1	普通螺纹直径与螺距 (GB/T 193—2003) .....	229
1.2	普通螺纹基本尺寸 (GB/T 196—2003) .....	229
1.3	管螺纹 .....	230
1.4	梯形螺纹 (GB/T 5796.2—2005, GB/T 5796.3—2005) .....	231
2	常用标准件 .....	232
2.1	螺钉 .....	232
2.2	螺栓 .....	237
2.3	双头螺柱 .....	242
2.4	螺母 .....	243
2.5	垫圈 .....	245
2.6	键 .....	246
2.7	销 .....	249
2.8	滚动轴承 .....	250
2.9	弹簧 .....	253
3	常用机械加工一般规范和零件结构要素 .....	254
3.1	标准尺寸 (摘自 GB/T 2822—2005) .....	254
3.2	砂轮越程槽 (摘自 GB/T 6403.5—2008) .....	254
3.3	零件倒圆与倒角 (摘自 GB/T 6403.4—2008) .....	255
3.4	普通螺纹倒角和退刀槽 (摘自 GB/T 3—1997)、螺纹紧固件的螺纹倒角 (摘自 GB/T 2—2016) .....	255

3.5	紧固件通孔（摘自 GB/T 5277—1985）及沉头座尺寸（摘自 GB/T 152.2—2014， GB/T 152.3—1988，GB/T 152.4—1988）	256
4	公差与配合	257
4.1	优先配合中轴的上、下极限偏差数值（从 GB/T 1801—2009 和 GB/T 1800.2—2009 摘录后整理列表）	257
4.2	优先配合中孔的上、下极限偏差数值（从 GB/T 1801—2009 和 GB/T 1800.2—2009 摘录后整理列表）	258
5	常用材料名词解释	260
5.1	金属材料	260
5.2	非金属材料	262
<b>参考文献</b>		<b>263</b>

# 绪 论

## 1. 本课程的性质和任务

本课程包含工程制图与计算机绘图两部分的内容。工程制图是高等教育工科各相关专业的重要技术基础课，主要讨论从空间到平面的表达，以及从平面到空间图物的转换过程；计算机绘图作为工程图样绘制的一种方法，以其高效性、高精度、便于管理、检索和修改的突出优点，逐渐被应用到现代工业中，计算机绘图部分主要介绍 AutoCAD2016 软件的绘图方法和技能。

本课程主要是培养学生的空间分析与创新能力，培养学生在工程技术领域的图形表达和形象思维能力，同时培养学生工程图样的绘制与阅读的基本技能。

## 2. 本课程的主要任务

- ① 学习和掌握投影制图的基本理论和作图方法，熟悉相关的国家标准，熟悉图和物的转换过程，掌握绘制和阅读工程图样的基本方法与规律。
- ② 培养用仪器绘图、计算机绘图和手工绘制草图的能力。
- ③ 培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- ④ 培养分析问题和解决问题的能力。
- ⑤ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 3. 本课程的学习方法

- ① 认真听课，及时复习，认真完成作业，按照正确的制图方法和步骤完成作图，严格遵守相应的国家标准。
- ② 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，多画多看，逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- ④ 加强计算机绘图的应用实践。

# 第1章 制图的基本知识

工程图样是产品设计与制造中的重要技术文件，是工程技术人员相互交流的一种语言工具。为便于各个行业的生产和技术交流，以及适应国内外科技发展的需要，对工程图样必须有统一的要求和规定。本章重点介绍国家标准中对制图方面的相关规定、常见几何图形和平面图形的绘图方法与步骤等。

## 1.1 制图相关规定

国家标准简称为“国标”，其代号为“GB”，工程制图中常用代号为“GB/T”，其中 T 表示推荐性的。国家标准与制图相关的规定有很多，本节只重点介绍制图国家标准中关于图幅、比例、字体、图线及尺寸标注等方面的基本规定。

### 1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏

图纸幅面是指由图纸宽度  $B$  与长度  $L$  所组成的图面。根据国标 GB/T 14689—2008 的规定，绘制技术图样时，应优先按表 1-1 规定的五种基本幅面尺寸选用图纸，其代号为 A0、A1、A2、A3、A4，尺寸为  $B \times L$  (mm $\times$ mm)。

表 1-1 图纸幅面格式及尺寸

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

图纸格式分为不留装订边和留装订边两种，均用粗实线画图框线。当图纸不需要装订时，图纸幅面格式如图 1-1、图 1-2 所示；当图纸需要装订时，图纸幅面格式如图 1-3、图 1-4 所示。其中图框与图幅间距尺寸详见表 1-1 中对应数值。

标题栏是图纸提供图样信息、图样所表达的产品信息及图样管理信息等内容的表格，绘制在图框的右下角。标题栏的基本要求、内容、格式和尺寸按国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008) 的规定绘制，如图 1-5 所示。制图作业中推荐采用简化标题栏，如

图 1-6 所示。绘制标题栏时，注意标题栏的外框用粗实线绘制，内部的框线用细实线绘制。标题栏内校名、图样名称、图样代号、材料用 7 号字书写，其余都用 5 号字书写。

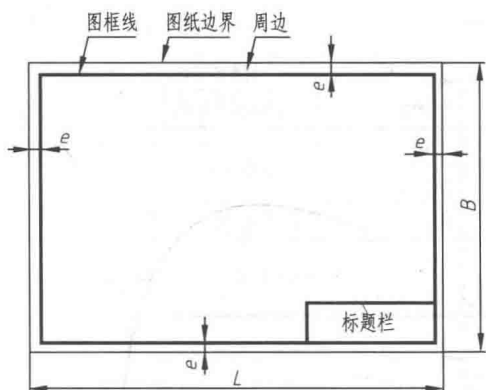


图 1-1 不留装订边，横放

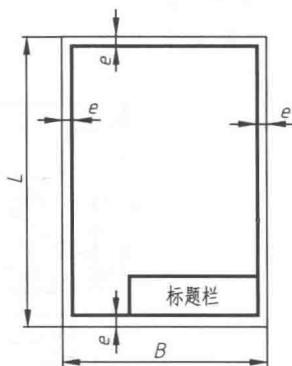


图 1-2 不留装订边，竖放

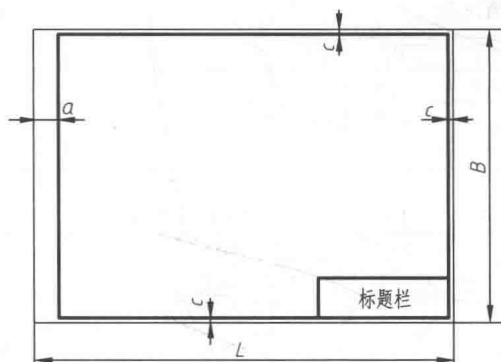


图 1-3 留装订边，横放

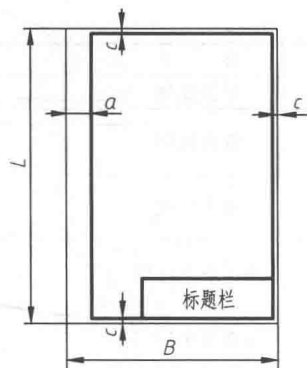


图 1-4 留装订边，竖放

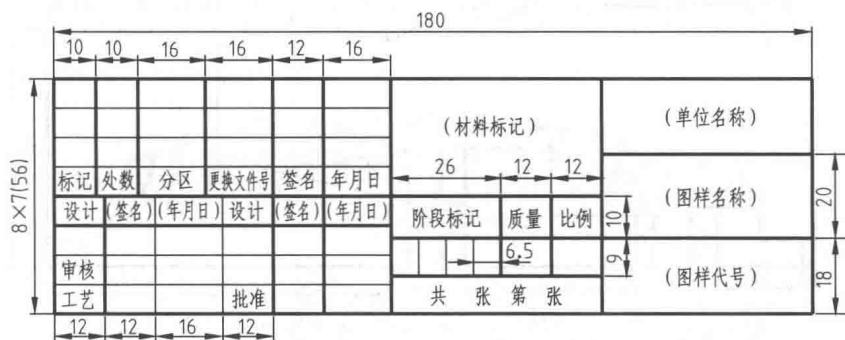


图 1-5 国家标准标题栏的尺寸与格式

### 1.1.2 比例

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。通常比例用符号“1:n”或“n:1”表示，注写在标题栏中。

绘图时，要根据所画物体的大小和结构特点选用适当比例。为了方便画图 and 读图，一般优先选用 1:1 比例，称为原值比例。如果绘制图形比实物小，即为缩小比例；如果绘制图形比实物大，即为放大比例。不管绘制物体时采用的比例是多少，在标注尺寸时，仍应按物

体的实际尺寸标注，与绘图的比例无关，如图 1-7 所示。

表 1-2 列出了国家标准 GB/T 14690—1993 中规定的比例值，可根据绘图需要选择合适比例。

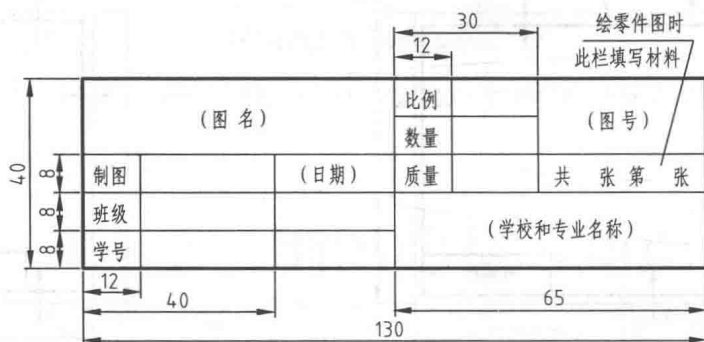


图 1-6 制图作业采用的标题栏

表 1-2 绘图比例

种 类	比 例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 <sup>n</sup> : 1 2 × 10 <sup>n</sup> : 1 1 × 10 <sup>n</sup> : 1				
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 <sup>n</sup> 1 : 5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 10 × 10 <sup>n</sup>				
特殊放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 <sup>n</sup> : 1 2.5 × 10 <sup>n</sup> : 1				
特殊缩小比例	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 3 × 10 <sup>n</sup> 1 : 4 × 10 <sup>n</sup> 1 : 6 × 10 <sup>n</sup>				

注：n 为整数。

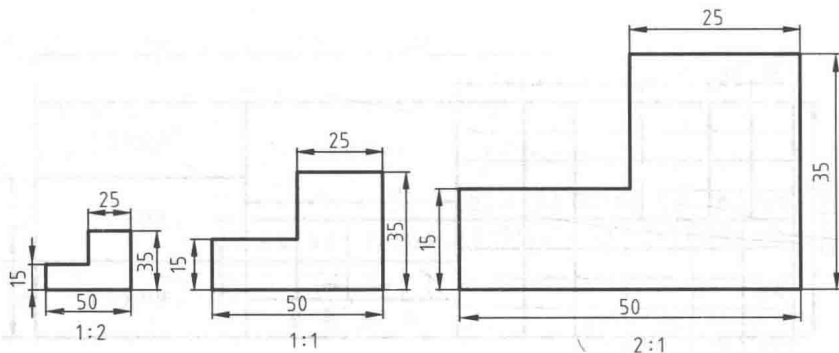


图 1-7 不同比例绘制的图

### 1.1.3 字体

图样中除了有表达形状的图形外，还有文字、字母和数字，用来说明技术要求和尺寸等。国家标准 (GB/T 14691—1993) 对字体的书写作出如下具体规定。

- ① 图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- ② 字体的号数即为字体的高度  $h$ ，其公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 等。



③ 汉字应为长仿宋体，采用中华人民共和国国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5mm，其宽度约为字高  $h$  的  $2/3$ 。

④ 字母和数字根据宽度不同分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的  $1/14$ ，B 型字体笔画宽度为字高的  $1/10$ 。字母和数字可写成斜体或直体，工程图样通常写成斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成  $75^\circ$ 。

在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。字体具体写法如图 1-8 所示。

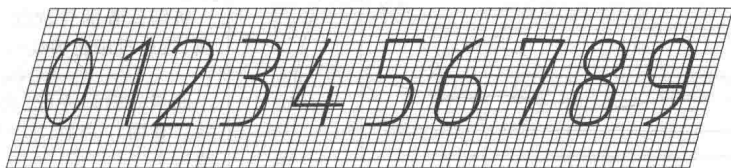
### 10号字：长仿宋体注意书写要领图框标题栏比例

7号字：字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐书写标题栏校名与图号

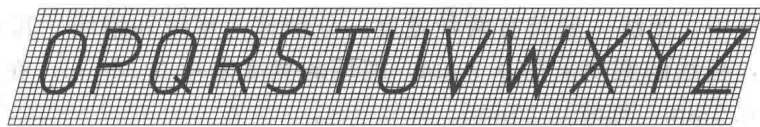
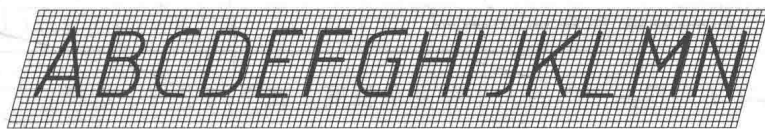
5号字：横平竖直注意起落结构均匀填满方格书写标题栏中其他文字

3.5号字：国家标准机械制图技术工程图样中标注代号

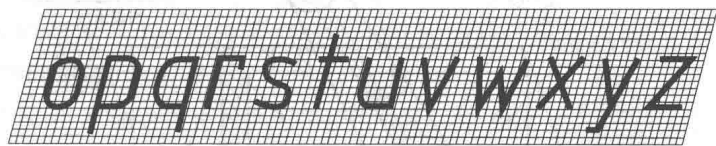
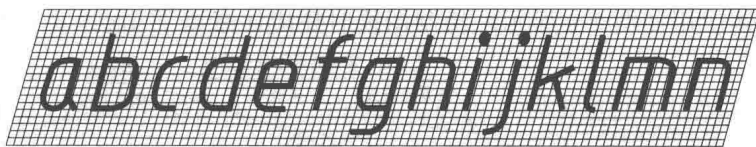
(a) 长仿宋体汉字



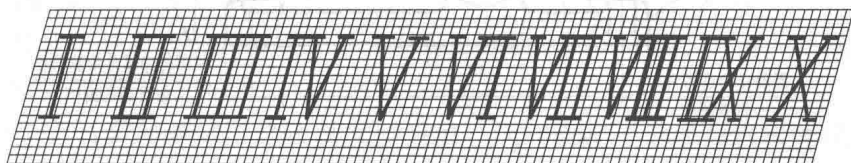
(b) 阿拉伯数字



(c) 大写拉丁字母



(d) 小写拉丁字母



(e) 罗马数字

图 1-8 制图字体示例