



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等学校计算机基础教育教材精选

计算机辅助工程制图

(第3版)

孙力红 主编
王慧 梁军 副主编

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等学校计算机基础教材精选

计算机辅助工程制图

(第3版)



孙力红 主编
王慧 梁军 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 AutoCAD 2010 为典型的 CAD 软件,系统介绍了计算机辅助设计与绘图的方法、技术和实用技巧。全书共分 10 章,内容包括工程图的国家标准和投影基础、立体的投影、组合体、AutoCAD 绘图基础、AutoCAD 二维绘图实例、AutoCAD 三维实体造型实例、机件的表达方法、螺纹及螺纹紧固件、零件图、装配图的绘制。此外,附录中提供了常用螺纹、公差与配合,以及各章习题(第 4 章除外)。

本书将计算机绘图技术融于传统的工程制图中,依据现代化的设计理念,强调现代设计从三维构型到二维视图的设计思想,注重“知识+技能”的结合,具有很强的实用性和可操作性。

本书可作为普通高等学校“计算机绘图”“工程制图”“CAD 实用技术”等课程的教材,还可作为从事计算机辅助机械设计的工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助工程制图 / 孙力红主编,王慧,梁军副主编. —3 版. —北京:清华大学出版社,2018
(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 978-7-302-50662-1

I. ①计… II. ①孙… ②王… ③梁… III. ①工程制图—计算机制图—高等学校—教材
IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 156488 号

责任编辑:焦 虹

封面设计:常雪影

责任校对:徐俊伟

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22

字 数:536 千字

版 次:2005 年 9 月第 1 版

2018 年 9 月第 3 版

印 次:2018 年 9 月第 1 次印刷

定 价:59.00 元

产品编号:077463-01

出版说明

—— 高等学校计算机基础教材精选 ——

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战。这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次,即面向各高校开设的计算机必修课、选修课以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本、出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺毋滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是文字质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是 jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn;联系人:焦虹。

清华大学出版社

前言

计算机辅助工程制图(第3版)

“工程制图”是高等学校工科类各专业学生必修的一门技术基础课。随着科技的发展,知识的更新越来越快,传统的教学模式已不能适应现代社会对人才培养的要求。为适应 21 世纪工程图学教学改革的需要,编者在总结多年教学改革与教学实践经验的基础上,根据教育部制订的《高等学校画法几何与工程制图课程教学基本要求》,并参照最新的国际标准,编写了本书。

本书 2005 年 9 月出版了第 1 版,2010 年 1 月出版了第 2 版。作为教材,本书中先进的理念和内容拓宽了学生的视野,激发了学生的求知欲。本次再版进一步强化了计算机辅助绘图的功能,内容更加系统和实用;工程制图部分介绍了相关的最新国家标准。

本书基于新时期对人才的需求,定位于加强学生综合素质与创新能力的培养,体现现代高科技对设计与绘图的影响,将现代的设计方法与内容融入传统的教学之中,力求在不增加学生负担的前提下,充分利用教学资源,最大限度地调动学生学习的主动性和积极性。本书将制图基础与绘图应用密切结合,重点介绍了工程制图的基本知识和计算机辅助绘图的方法。在计算机辅助绘图部分,以实例组织教学内容,初学者可以结合实例,边学边用,逐步掌握绘图技术和读图方法。

本书在编写风格上保持了第 2 版的特色,并有所创新,主要有以下特点:

(1) 适用面较宽。将计算机绘图技术融于传统的工程制图中,依据现代化的设计理念,强调现代设计从三维构型到二维视图的设计思想;将三维建模的原理、方法和技能融入到“工程图学”课程中;采用通用绘图软件 AutoCAD 2010,强调三维构型设计,有助于学生了解 AutoCAD 先进的三维设计理念,为学习其他三维设计软件打下基础。

(2) 注重学习者的认知特点和认知规律。在教学内容的组织上更注重学生的认知规律,在教学内容的选取上更注重理论知识与实际应用的紧密结合,避免了大篇幅的技术性介绍,以应用为目的,以案例为引导,通过丰富的实例帮助学生理解、掌握所学内容。

(3) 注重对学生应用能力的培养。将实例与工程实践紧密联系,针对每个案例均有相应的“操作提示”,进一步引申讲解知识点和该命令所能实现的功能,并贯穿理论知识,避免常见操作错误,以利于培养学生应用计算机绘图软件解决实际问题的兴趣和能力。

(4) 图文并茂,简洁生动。提供了丰富的示例,对于每个实例,都有详细的图解和操作步骤。初学者可以结合实例,边学边用、学用结合。除第 4 章之外,本书各章都配有相应的习题,既便于教师教学,又便于学生学习。

(5) 知识系统、内容翔实,重点突出。介绍了工程制图的基本知识和计算机辅助绘图

的方法,计算机辅助绘图部分从基本二维绘图命令到三维实体生成,环环相扣,紧密相连,有助于提高学生绘图、读图的能力和利用计算机绘制工程图样及进行三维造型设计的能力。

使用本教材时,建议学时数为 32~64 学时,并安排不少于 16 学时的上机实践。

本书由孙力红主编,孙力红、梁军、王慧、乐娜、高润泉、郑坚、印平、邬葆苓共同编写,孙力红、梁军、王慧负责全书的统稿工作。

感谢读者选择使用本书。由于 CAD 技术发展迅速,编者水平和经验有限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

目录

计算机辅助工程制图(第3版)

第1章 工程图的国家标准和投影基础	1
1.1 制图的国家标准	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)	5
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线	6
1.1.5 尺寸标注(GB/T 4458.4—2003)	7
1.1.6 CAD制图标准	11
1.2 投影的基本知识	13
1.2.1 投影的基本概念	13
1.2.2 投影的分类	13
1.2.3 正投影的基本特性	13
1.3 几何要素的投影	15
1.3.1 点的投影	15
1.3.2 直线的投影	18
1.3.3 平面的投影	23
第2章 立体的投影	28
2.1 三视图的形成及其投影规律	28
2.2 基本体的三视图	29
2.2.1 平面立体及其表面上点的投影	30
2.2.2 回转体及其表面上点的投影	33
2.3 立体表面交线的画法	37
2.3.1 平面立体表面的截交线	38
2.3.2 曲面立体表面的截交线	39
2.3.3 两回转体表面的相贯线	44
第3章 组合体	48
3.1 组合体的组成形式及分析方法	48

3.1.1	组合体的组成形式	48
3.1.2	基本体之间表面连接关系	48
3.1.3	形体分析法和线面分析法	50
3.2	组合体的画图	50
3.3	组合体的读图方法	52
3.4	组合体的尺寸标注	54
3.5	组合体的构型设计	58
3.5.1	组合体构型设计的方法	58
3.5.2	组合体构型设计应注意的问题	60
第 4 章	AutoCAD 绘图基础	63
4.1	AutoCAD 的工作界面	63
4.2	系统环境设置	71
4.2.1	显示	72
4.2.2	用户系统配置	74
4.2.3	草图	77
4.3	图形文件管理	80
4.4	基本操作	83
4.4.1	命令的输入	83
4.4.2	数值的输入	86
4.5	图形显示控制	88
4.5.1	使用缩放和平移	89
4.5.2	使用鸟瞰视图	92
4.6	图层的作用与功能	93
4.6.1	图层的特性	93
4.6.2	图层的基本操作	94
4.6.3	用工具栏设置图层特性	97
第 5 章	AutoCAD 二维绘图实例	99
5.1	几何图形的绘制	99
5.1.1	几何图形的基本绘制方法	99
5.1.2	几何图形的基本修改方法	112
5.1.3	几何图形的绘制实例	127
5.2	三视图的绘制	132
5.2.1	三视图的绘制要点	132
5.2.2	三视图的绘制实例	133
5.3	绘制标题栏并输入文字	135
5.3.1	标题栏的绘制	135

5.3.2	标题栏的文字输入	136
5.4	尺寸标注与编辑	141
5.4.1	尺寸标注概述	141
5.4.2	尺寸标注命令	142
5.4.3	设置标注样式	148
5.4.4	编辑标注	151
5.5	图块与属性	153
5.5.1	内部块	153
5.5.2	块属性	155
5.5.3	外部块	158
5.6	图案填充	161
5.6.1	图案填充	161
5.6.2	编辑图案填充	163
第 6 章	AutoCAD 三维实体造型实例	164
6.1	三维绘图基础	164
6.1.1	工作空间	164
6.1.2	三维世界坐标系	165
6.1.3	三维用户坐标系	166
6.1.4	用户坐标系绘图实例	166
6.1.5	三维实体的视觉变换	169
6.2	基本形体的绘制	170
6.2.1	长方体	171
6.2.2	楔体	171
6.2.3	圆锥体	172
6.2.4	球体	173
6.2.5	圆柱体	173
6.2.6	圆环体	174
6.3	由二维图形创建三维实体	175
6.3.1	创建基本拉伸实体	175
6.3.2	创建沿路径拉伸实体	176
6.3.3	创建旋转实体	178
6.4	三维实体的编辑	180
6.4.1	布尔运算	180
6.4.2	常用实体编辑命令	182
6.4.3	常用三维操作命令	186
6.4.4	复合实体的创建实例	188
6.5	由三维实体转化为二维图	194

6.5.1	实体图生成三视图	194
6.5.2	实体图生成截面图	198
6.6	三维渲染	201
6.6.1	设置光源	201
6.6.2	创建并附着材质	204
6.6.3	渲染图形	206
第7章	机件的表达方法	207
7.1	表达机件外形的方法——视图	207
7.2	表达机件内形的方法——剖视图	210
7.2.1	剖视的基本概念	210
7.2.2	剖视图的种类和剖切面的分类	211
7.3	表达机件断面形状的方法——断面图	216
7.3.1	移出断面	216
7.3.2	重合断面	217
7.4	其他表达方法	218
7.5	剖视应用举例	221
第8章	螺纹及螺纹紧固件	223
8.1	螺纹的基本知识	223
8.2	螺纹紧固件	228
8.2.1	螺纹紧固件的种类及用途	228
8.2.2	螺纹紧固件的画法和标记	229
8.2.3	螺纹紧固件连接装配图的画法	230
第9章	零件图	233
9.1	零件图的作用和内容	233
9.2	零件图的表达方法	234
9.2.1	零件图的视图选择	234
9.2.2	零件图的尺寸标注	239
9.3	零件图的技术要求与标注	243
9.3.1	表面粗糙度	243
9.3.2	极限与配合	248
9.3.3	几何公差	254
9.4	零件图的读图	255
9.5	零件测绘	257
9.5.1	测绘零件的方法和步骤	257
9.5.2	零件尺寸的测量	259

9.6	AutoCAD 绘制零件图的实例	261
9.6.1	计算机绘制零件图的方法	261
9.6.2	计算机绘制零件图的具体步骤	262
第 10 章	装配图的绘制	266
10.1	装配图的基本内容与表达方法	266
10.1.1	装配图的基本内容	266
10.1.2	装配图的表达方法	268
10.2	装配图的绘制方法和步骤	270
10.2.1	对所画对象进行剖析	270
10.2.2	确定视图表达方案	270
10.2.3	计算机绘制装配图	271
10.3	装配图的读图	279
10.3.1	装配图的读图要求	279
10.3.2	装配图的读图方法和步骤	279
10.4	由装配图拆画零件图	282
10.4.1	由装配图拆画零件图的步骤	282
10.4.2	拆画零件图应注意的问题	282
附录 A	常用螺纹	284
附录 B	公差与配合	287
附录 C	习题	292
参考文献		339

本章主要介绍制图的国家标准和点、线、面的投影知识。通过本章的学习,应掌握以下内容:

- 国标中有关图幅、比例、字体和图线的规定;
- 尺寸标注的基本规定和方法;
- 投影的基本概念和正投影的基本特性;
- 点的投影规律及两点的相对位置;
- 各种位置直线的投影特性及两线的相对位置;
- 各种位置平面的投影特性。

1.1 制图的国家标准

工程图样是设计、生产、维护和使用中的重要技术文件。为正确绘制和阅读工程图样,必须熟悉和掌握有关的标准。我国从 1959 年首次颁布机械制图国家标准以来,已进行了多次修改。本书根据近年来最新颁布的有关国家标准,介绍其中有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸标注等内容的基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面即图纸的大小,以长 $\times$ 宽的尺寸确定。表 1-1 是国家标准 GB/T 14689—2008 中规定的基本幅面^①,绘制工程图样时应优先采用。必要时允许按规定加长幅面,可查阅 GB/T 14689—2008。

2. 图框格式

图框的格式分为留有装订边和不留装订边两种,图框线为粗实线,图纸可横放或竖放,如图 1-1 和图 1-2 所示。其周边尺寸见表 1-1。

^① GB 是国家标准的缩写,T 是推荐的缩写,14689 是该标准的编号,2008 是该标准颁布的年份。

表 1-1 图纸幅面

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

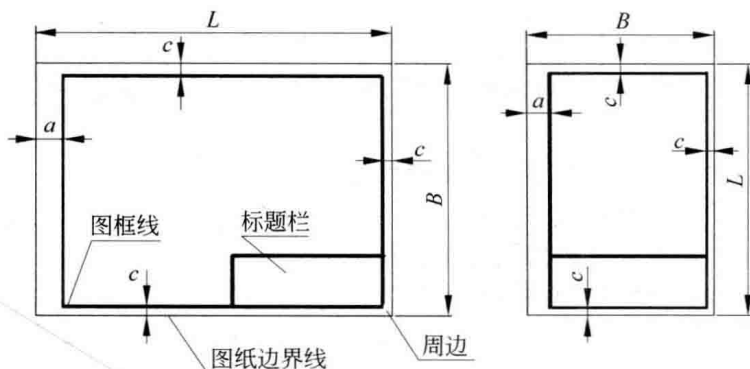


图 1-1 留有装订边的图框格式

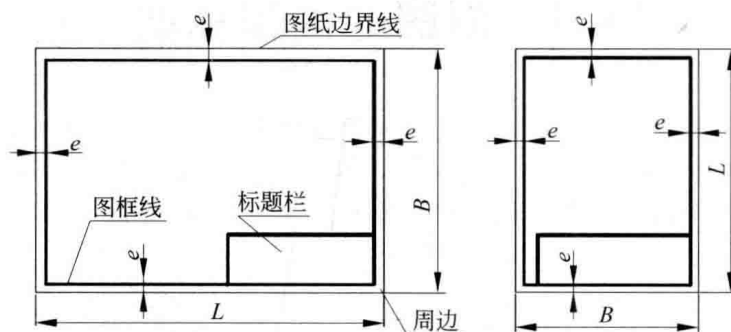


图 1-2 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

标题栏用以说明所表达机件的名称、比例、材料、图号、设计者、审核者等，一般位于图纸的右下角，如图 1-1 和图 1-2 所示。有时也可按图 1-3 所示的位置放置，但此时应采用方向符号。

正式的工程图样均需有标题栏。标题栏的格式和尺寸按照 GB/T 10609.1—2008 的规定执行，如图 1-4 所示。

装配图中一般应用明细栏。装配图的尺寸、格式配置及填写等按照 GB/T 10609.2—2009 的规定执行，如图 1-5 所示。

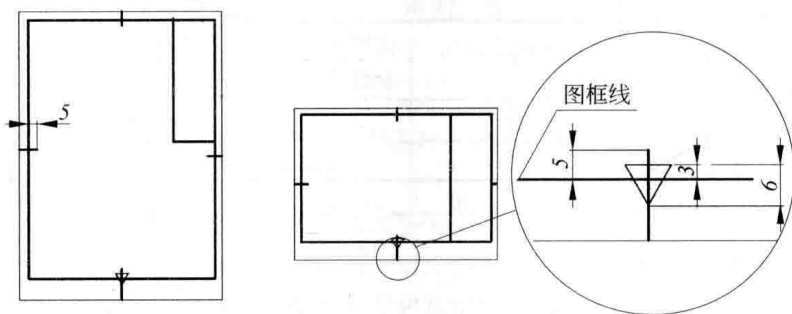


图 1-3 附加符号的应用

180										
10	10	12	20	12	16					
						(材料标记)			(单位名称)	
						4×6.5 (=26)		12	12	
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日					(图样名称)
设计						图标标记		重量	比例	8
校核										10
审核						6.5				10
工艺				批准		共 张		第 张		10
										(图样代号)
										(投影符号)
12	12	16	12							

图 1-4 装配图用标题栏格式和尺寸

180				
10	40	70	15	
10	7			
序号	代号	名称	数量	备注
(标题栏)				

图 1-5 装配图用明细栏格式

在学习本课程期间,制图作业可使用图 1-6 和图 1-7 所示的标题栏格式。

4. 附加符号

(1) 对中符号: 为了便于复制及缩微摄影,应在图纸各边的中点处分别画出对中符号,即从每边的中点画入图框内约 5mm 的一段粗实线,如图 1-3 所示。

	(零件图名称)			比例		数量	
				材料		图号	
	制图			(单位名称)			
	审核						
	15	25	20	15	25	15	140

(a) 学校制图作业用零件图标题栏格式 1

	15	35	20	15				
4×7.5 (=30)	设计		(日期)		(材料)		(单位)	
	校核							
	审核			比例		(图样名称)		9
	部门	学号		共 张 第 张		(图样代号)		9
		12				60		
				180				

(b) 学校制图作业用零件图标题栏格式 2

图 1-6 学校制图作业推荐零件图用标题栏格式

3					
2					
1					
序号	零件名称	数量	材料	备注	
(装配图名称)				比例	
				图号	
制图			(单位名称)		第 张
审核					共 张
15	25	20	15	15	25
140					

(a) 学校制图作业用装配图标题栏格式 1

10		40		70		15	
10		7					
序号		代号		名称		数量	
设计		(日期)		(材料)		(校名)	
校核				比例		(图样名称)	
审核				共 张 第 张		(图样代号)	
班级		学号					

(b) 学校制图作业用装配图标题栏格式 2

图 1-7 学校制图作业推荐装配图用标题栏格式

(2) 方向符号：当标题栏位于图纸右上角时(图 1-3)，为明确绘图与读图的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号。方向符号是用细实线绘制的等边三角形。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例的定义：图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应尽量采用 1 : 1 的比例，这样可从图形上获得机件的真实大小。由于物体的大小及结构的复杂程度不同，也可选择放大或缩小的比例，此时应选择表 1-2 中规定的比例，但标注尺寸时必须标注物体的实际尺寸。

表 1-2 国家标准规定的比例

种 类	比 例
与实物相同	1 : 1
放大的比例	2 : 1 5 : 1 2×10 ⁿ : 1 5×10 ⁿ : 1 (4 : 1) (2.5 : 1) (4×10 ⁿ : 1) (2.5×10 ⁿ : 1)
缩小的比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 ⁿ 1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ (1 : 1.5) (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) (1 : 6) (1 : 1.5×10 ⁿ) (1 : 2.5×10 ⁿ) (1 : 3×10 ⁿ) (1 : 4×10 ⁿ) (1 : 6×10 ⁿ)

说明：① *n* 为正整数。② 优先选用非括号内的比例。

应采用相同的比例绘制同一物体的各个视图，并在标题栏的比例一栏中填写，但当某个图形需要采用不同的比例绘制时(如局部放大图)，则要在图形的上方标注出该图形所采用的比例。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样和技术文件中的汉字、数字、字母等都必须按照国家标准的规定书写，做到字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字、字母及数字的示例见表 1-3。

表 1-3 汉字、字母及数字的示例

文 字 种 类	字 体 示 例	
汉字	字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀	
阿拉伯数字(斜体)	<i>1 2 3 4 5 6 7 8 9 0</i>	
罗马数字(斜体)	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>	
拉丁字母(斜体)	大写	<i>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</i>
	小写	<i>a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z</i>

1. 字号

字体的大小用字号表示，字体的高度(单位：mm)即为字号。字号有八种：20、14、

10、7、5、3.5、2.5、1.8。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体(直体),最小高度应不小于 3.5mm,字宽约为字高的 2/3。

3. 数字和字母

数字和字母可写成斜体或直体,一般采用斜体。斜体字的字头向右倾斜,与水平线成 75°。

数字和字母各有 A 型和 B 型两种字体。A 型字体的笔画宽度为其字高的 1/14,B 型字体的笔画宽度为其字高的 1/10。在同一图样中,只能选用一种类型的字体。

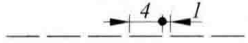
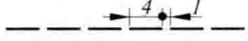
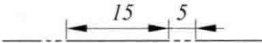
1.1.4 图线

图线是构成图样的基本要素之一。绘制工程图样时,应按照国家标准《机械制图图线》(GB/T 17450—1998)和《机械制图图样画法图线》(GB/T 4457.2—2002)中规定的图形进行绘制。

1. 线型及应用

绘制工程图样时常用的图线名称、线型及主要用途见表 1-4。

表 1-4 图线及其用途

图 线 名 称	图 线 线 型	图 线 宽 度	主 要 用 途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/2$	尺寸线、尺寸界限、剖面线、辅助线、重合剖面的轮廓线、引出线、过渡线等
虚线		$b/2$	不可见轮廓线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线
细点画线		$b/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		$b/2$	轨迹线、相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线
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