

普通高等院校“十二五”规划教材

画法几何 及机械制图

HUAF A JIHE
JI JIXIE ZHITU

主编 葛艳红 黄海
主审 陈定方



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校“十二五”规划教材

画法几何及机械制图

主 编	葛艳红	黄 海	
副主编	陈 云		
参 编	刘 宁	熊新红	黄 海
	陈 云	魏 军	杨 冰
	葛艳红	罗齐汉	胡晓燕
主 审	陈定方		

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

该教材是编者根据工程图学教学指导委员会制定的“画法几何及机械制图”课程教学基本要求以及高等院校培养高起点、高水平 and 高质量人才的教学要求,在总结多年教学改革成果和经验的基础上编写的。同时还编写了配套的《画法几何及机械制图习题集》。

除绪论和附录外,全书共分 10 章,主要知识点有:制图基本知识,点、直线和平面,基本立体,立体表面的交线,组合体,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,计算机绘图。

该教材采用了最新国家标准,以图为主,图文并茂,深入浅出。可以作为高校机械类、近机类各专业的制图课程的教材,也可作为高职高专等院校相应专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/葛艳红,黄海主编. —北京:国防工业出版社,2011.9
普通高等院校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-07562-5

I. ①画... II. ①葛...②黄... III. ①画法几何—高等学校—教材②机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 174415 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21¼ 字数 486 千字

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着高等教育教学改革的不深入,以及素质化教育和卓越工程师培养的提出,高等工科院校工程图学教育,无论是课程体系、教学内容,还是教学手段和方法都发生了深刻的变化。因此,我们根据教委制定的新的专业目录和高等学校工程图学教学指导委员会制定的画法几何及机械制图课程教学的基本要求,为满足机械类及近机械类教学之所需,在总结多年教学改革成果和经验的基础上编写了此书。同时还编写了与之配套使用的《画法几何及机械制图习题集》。

本教材采用模块化的层次结构,除绪论和附录外,其它内容以章为一个基本的模块。以基本理论为核心进行组织,若出现学时数减少的情况,只需对相关模块作局部调整,从而保证教材基本内容的完整性和系统性。

考虑各章的均衡以及内容上的联系,把“投影变换”的知识点编入“点、直线和平面”一章;“轴测投影图”作为一节编入“组合体”一章;“截交线”和“相贯线”的内容合为一章;“曲线”部分的内容只选与螺纹和弹簧有关的圆柱螺旋线放在螺纹部分;“标准件”和“常用件”合为一章。“齿轮”部分只介绍标准的直齿圆柱齿轮的一些基本概念和有关尺寸的计算方法,重点讲授画法;“公差”部分只讲最基本的概念,侧重标注。“计算机绘图”部分只讲交互式绘图软件的应用,以 AutoCAD 2010 为基础,把交互式图形系统作为主要的绘图工具使用。另外在内容的选取上充分考虑与其它课程的衔接,又避免过分重叠,编者作了精心的设计和安排。

总而言之,本教材主要有以下特点:

(1) 结构清晰紧凑,内容精练优化,适合于机械类、近机类以及高职高专等类型院校相应专业的教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

(2) 在突出基础知识、基本理论和基本技能的基础上,较好地处理了传统知识与新知识,理论教学与实践教学的关系。

(3) 文字精炼,以图为主,图文并茂,深入浅出,所选图例尽量做到既源于工程实际,又紧密结合专业需求。

(4) 采用了技术制图与机械制图的最新国家标准及与制图有关的其它标准。

(5) 充分考虑了与其它课程的重叠和衔接,注重理论和实际相结合,在内容的选取和侧重点上做了较好的协调和处理。

(6) 计算机绘图部分采用美国 AUTODESK 公司开发的交互式绘图软件 AutoCAD

的最新版本 2010 版。

表 1 给出了各部分内容的学时分配建议,供参考。

表 1 “画法几何及机械制图”课程教学时数分配建议

教 学 内 容	学 时 总 数	学 时 分 配			备 注
		讲课	制图课	上机课	
绪论、制图基本知识	6	4	2		大作业 3
点、直线和平面	14	10	4		习题课 4
基本立体	6	4	2		习题课 2
立体表面的交线	8	4	4		习题课 4
组合体	14	8	6		习题课 2、画模型视图 4
机件的各种表达方法	10	8	2		画模型剖视图 2
标准件常用件	8	6	2		大作业 2
零件图	12	8	4		测绘 2、大作业 2
装配图	10	6	4		测绘 2、大作业 2
计算机绘图	20	10		10	上机包括操作考试 2 学时
学时总计	108	68	30	10	

为了促进学生平时的学习,加强实践性环节和基本技能的训练,同时避免一考定胜负的偶然因素,建议各个教学环节在记入总成绩中要占合适的比例,建议比例如表 2。

表 2 “画法几何及机械制图”课程理论教学与实践环节成绩分配所占百分比建议

项目	第一 学 期			第二 学 期			
	考试	大作业	平时练习	考试	平时练习	计算机绘图大作业	计算机绘图操作考试
百分比(%)	70	10	20	60	20	10	10(时间 2 课时,按作图量和正确度评分)

本书由武汉理工大学陈定方教授审阅。参加本书编写工作的有刘宁(第 1 章)、熊新红(第 2 章)、黄海(第 3 章、第 4 章)、陈云(第 5 章)、魏军(第 6 章)、杨冰(第 7 章)、葛艳红(绪论、第 8 章和第 9 章)、罗齐汉(第 10 章)、胡晓燕(附录)。全书由葛艳红、黄海任主编,陈云任副主编。本书编写过程中,参考了一些国内著作,列于书末,在此谨向有关作者致谢。本书的编写得到教研室老师的大力支持,在此一并表示感谢。由于编者水平所限,书中难免会有某些缺点或错误,敬请读者批评指正。

编 者
2011.5.15

目 录

绪论	1
第1章 制图的基本知识	3
1.1 制图基本规格	3
1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)	3
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(GB/T 14665—1998、GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)	6
1.1.5 尺寸注法(GB/T 16675.2—1996、GB/T 4458.4—2003)	8
1.2 手工绘图工具及其使用方法	12
1.2.1 铅笔	13
1.2.2 图板、丁字尺和三角板	13
1.2.3 圆规和分规	14
1.2.4 曲线板	15
1.2.5 其它工具	16
1.3 几何作图	16
1.3.1 等分直线段	16
1.3.2 正多边形	16
1.3.3 斜度和锥度	17
1.3.4 圆弧连接	18
1.4 平面图形的线段分析和画图步骤	20
1.4.1 平面图形的尺寸分析	20
1.4.2 平面图形中线段分类和作图步骤	21
1.4.3 平面图形的尺寸标注	22
第2章 点、直线和平面	24
2.1 投影法	24
2.1.1 中心投影法	24
2.1.2 平行投影法	25
2.2 点的投影	26

2.2.1	点在两投影面体系中的投影	26
2.2.2	点在三投影面体系中的投影	27
2.3	直线的投影	33
2.3.1	直线的投影	33
2.3.2	直线上的点	34
2.3.3	直线相对于投影面的位置	35
2.3.4	两直线的相对位置	38
2.3.5	直角投影定理	41
2.3.6	直角三角形法求直线的实长及对投影面的倾角	41
2.4	平面	43
2.4.1	平面的表示法	43
2.4.2	平面对投影面的相对位置	44
2.4.3	属于平面的点和直线	49
2.5	直线与平面由一般位置向特殊位置的变换	53
2.5.1	换面法的原理和基本作图法	54
2.5.2	几种基本的变换	55
2.5.3	换面法解题举例	59
第3章	基本立体	63
3.1	平面立体	63
3.1.1	棱柱	63
3.1.2	棱锥	65
3.2	常见回转体	68
3.2.1	常见回转体的形成	68
3.2.2	圆柱	69
3.2.3	圆锥	71
3.2.4	圆球	74
3.2.5	圆环	76
3.2.6	一般回转体	77
第4章	立体表面的交线	79
4.1	概述	79
4.1.1	表面交线作图的一般方法与步骤	80
4.1.2	求作一般点的方法	80
4.2	平面与回转体表面的交线	81
4.2.1	单一平面与回转体相交	81
4.2.2	用一组平面截单一回转体	86

4.2.3 单一平面截一组共轴的回转体	89
4.3 两回转体表面的交线	90
4.3.1 求作两回转体的相贯线	90
4.3.2 特殊相贯线	97
4.3.3 组合相贯线	98
第5章 组合体	101
5.1 组合体三视图的画法	101
5.1.1 组合体三视图的形成及其投影特征	101
5.1.2 组合体的组合方式	102
5.1.3 组合体的表面连接形式	103
5.1.4 典型结构的画法	105
5.1.5 切割与穿孔的画图方法	106
5.1.6 画组合体三视图的方法步骤	106
5.2 组合体的读图	111
5.2.1 读图时应注意的问题	111
5.2.2 运用形体分析法读图	113
5.2.3 运用线面分析法读图	115
5.2.4 画图与读图的综合训练	118
5.3 组合体的尺寸标注	121
5.3.1 组合体尺寸标注的要求	121
5.3.2 基本体的尺寸注法	123
5.3.3 组合体尺寸标注的步骤	123
5.3.4 组合体尺寸标注的几点说明	126
5.4 轴测投影图	127
5.4.1 轴测图的基本知识	127
5.4.2 正等轴测图	128
5.4.3 斜二等轴测图	134
5.5 组合体草图画法	135
5.5.1 基本图形元素画法	136
5.5.2 根据组合体模型画三视图	136
5.5.3 轴测草图的画法	137
第6章 机件的表达方法	139
6.1 视图	139
6.1.1 基本视图	139
6.1.2 向视图	140

6.1.3 局部视图	140
6.1.4 斜视图	140
6.2 剖视图	142
6.2.1 剖视图的概念和画法	142
6.2.2 剖视图的种类	145
6.2.3 剖切面和剖切方法	149
6.3 断面图	154
6.3.1 断面图的概念	154
6.3.2 断面图的种类及画法	154
6.4 局部放大图和简化画法	156
6.4.1 局部放大图	156
6.4.2 简化画法和其它规定画法	157
6.5 各种表达方法综合举例	159
6.6 第三角画法介绍	161
6.6.1 投影面、机件与观察者的相对位置关系	161
6.6.2 视图的配置	162
6.6.3 第三角画法的标志	162
第7章 标准件和常用件	165
7.1 螺纹及螺纹紧固件	165
7.1.1 螺纹	165
7.1.2 螺纹的规定画法	168
7.1.3 螺纹的标注	170
7.1.4 螺纹紧固件及连接画法	172
7.2 其它标准件(部件)及标准要素	177
7.2.1 键	177
7.2.2 销	179
7.2.3 滚动轴承	180
7.3 齿轮	184
7.3.1 圆柱齿轮	184
7.3.2 圆锥齿轮	188
7.4 弹簧	188
7.4.1 弹簧的参数	188
7.4.2 螺旋弹簧的规定画法	189
第8章 零件图	192
8.1 零件图的作用和内容	192
8.2 零件的结构分析	194

8.2.1	零件的结构分析方法	194
8.2.2	零件结构的合理性	195
8.3	零件图表达方案选择	198
8.3.1	零件的表达方案选择	198
8.3.2	典型零件的表达方案	199
8.3.3	表达方案分析	204
8.4	零件图的尺寸标注	208
8.4.1	主要尺寸和非主要尺寸	208
8.4.2	尺寸基准	208
8.4.3	尺寸链	209
8.4.4	尺寸的合理标注	209
8.4.5	典型零件的尺寸注法	213
8.5	零件图的技术要求	214
8.5.1	技术要求的内容	215
8.5.2	表面粗糙度的概念及注法	215
8.5.3	极限与配合的概念及注法	220
8.5.4	形状与位置公差	226
8.6	读零件图	228
8.6.1	读标题栏	228
8.6.2	分析视图、想象零件的结构形状	229
8.6.3	分析尺寸和技术要求	230
8.7	零件测绘与绘制零件图	230
8.7.1	概述	230
8.7.2	零件测绘的方法和步骤	230
8.7.3	绘制零件图	233
第9章	装配图	234
9.1	装配图的作用和内容	234
9.2	装配图的表达方法	236
9.2.1	规定画法	236
9.2.2	特殊表达方法	237
9.3	装配图中的尺寸标注和技术要求	237
9.3.1	装配图中的尺寸标注	237
9.3.2	装配图中的技术要求	238
9.4	装配图中零、部件序号与明细栏	238
9.4.1	序号的标注	238
9.4.2	明细栏和标题栏	240
9.5	装配结构的合理性简介	240

9.5.1	接触面与配合面的结构	242
9.5.2	常见装配结构	242
9.6	部件测绘	242
9.7	由零件图画装配图	247
9.7.1	了解部件的装配关系和工作原理	247
9.7.2	拟定表达方案	247
9.7.3	画装配图	247
9.8	读装配图和由装配图拆画零件图	249
9.8.1	读装配图	249
9.8.2	由装配图拆画零件图	252
第 10 章	计算机绘图	256
10.1	概述	256
10.1.1	AutoCAD2010 简介	257
10.1.2	AutoCAD 的发展	257
10.1.3	AutoCAD 的工作界面	258
10.1.4	AutoCAD 的基本操作	262
10.1.5	文件的基本操作	263
10.1.6	绘图基本设置	265
10.1.7	帮助系统	267
10.1.8	AutoCAD 常用快捷键	268
10.2	二维图形绘制方法	268
10.2.1	直线的绘制	269
10.2.2	曲线的绘制	271
10.2.3	点的绘制	273
10.3	二维图形修改方法	274
10.3.1	对象的选择	274
10.3.2	删除与复制	275
10.3.3	移动与变形	277
10.3.4	修剪与延伸	278
10.3.5	剪贴板	278
10.3.6	夹点	279
10.4	文字标注方法	279
10.4.1	文字	279
10.4.2	表格	280
10.4.3	尺寸标注	282
10.5	图形的显示控制	286
10.5.1	图形的缩放	286

10.5.2 图形的平移	287
10.6 工具的运用	287
10.6.1 图层特性的运用	287
10.6.2 图案填充	289
10.6.3 图块	289
10.6.4 实用工具	291
10.7 绘图技巧	292
10.7.1 点的输入方法	292
10.7.2 绘图方法	292
10.7.3 编辑方法	293
附录	294
参考文献	328

绪 论

1. 本课程的性质和任务

本课程是研究表达工程图样的理论、方法和技巧的一门技术基础课。阅读和绘制图样是本课程的根本任务。所谓图样,即按一定的投影方法,准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形,它是产品设计、制造、组织生产的主要依据。设计人员通过图样表达设计思想,生产人员根据图样加工制造,管理人员则通过图样实现对生产过程的组织、管理与质量控制。图样是信息的载体,是科技人员技术交流和信息传递的工具,因此,图样也形象地被比喻为“工程界的语言”。作为未来的工程师,必须掌握这门语言才能在工程界进行交流和沟通。因此,“画法几何及机械制图”这门课程为同学们提供了打开技术之门的钥匙,是今后从事科学研究、工程设计、组织生产的奠基,也是学好后续其它课程必备的理论基础和专业基础。

本课程包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图等几个部分。画法几何部分是用正投影的原理解决空间几何问题的图示法和图解法;制图基础是国家标准关于工程制图部分的一些规范和要求,是训练用仪器或徒手绘图的操作技能和方法;机械制图部分是研究怎样用画法几何部分的原理和方法绘制和阅读机器或部件的零件图和装配图,并培养同学们阅读和绘制图样的能力;计算机绘图部分则以交互式计算机绘图软件为工具代替传统的仪器或手工绘图,实现无纸化绘图。

本课程的主要任务是:

- (1) 研究投影的基本原理和方法。
- (2) 研究空间几何元素及空间几何体的平面表示方法。
- (3) 培养空间想象能力、构思能力和创造能力。
- (4) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (4) 培养用计算机绘图软件绘制图样的能力。
- (5) 培养工程意识,坚决贯彻执行国家标准,以及认真负责、严谨细致的工作态度。

2. 本课程的学习方法

由于本课程是一门理论性较强,实践性也很强的技术基础课,所以学习本课程应坚持理论联系实际,首先掌握画法几何部分的基本原理和方法,然后灵活应用,由浅入深,由简到繁地多画、多练、多想,不断地由物画图,由图想物,反复联系空间形体与平面图形的对应关系,掌握基本和典型结构画法,逐步提高空间想象能力和分析能力,从而提高看图和画图的能力。

学好本课程必须完成一定数量的作业和练习。只有通过实践练习,才能巩固所学的理论知识,才能将三维对象和二位平面图有机地结合起来,才能积累各种典型结构和表达,从而为快速读图和绘图奠定基础。

工程图样有统一的格式和要求,国家颁布了《机械制图》国家标准,因此,平日里就要养成严格贯彻落实国家标准的习惯。图样应做到:投影正确,视图选择和配置合理,尺寸完整,字体工整,图面整洁。

工程图样绘制和阅读中的错误都会导致巨大的经济损失,所以一定要养成耐心细致、认真负责和严谨的工作态度和学风。

第 1 章 制图的基本知识

本章主要内容

- (1) 机械制图中有关图纸幅面尺寸及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等基本内容。
- (2) 绘图工具及其使用。
- (3) 几何作图。
- (4) 平面图形的尺寸注法和线段分类,绘图的方法和步骤。

1.1 制图基本规格

图样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,是“工程技术界的共同语言”。为了便于交流技术思想,国家标准对图样作出统一的规定。国标《技术制图》(如:GB/T 14691—1993 和 GB/T 14689—2008)是基础技术标准,国标《机械制图》(如:GB 4457. 4—2002 和 GB 4458. 4—2003)是机械专业制图标准,它们是图样绘制和使用的准绳。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

图纸可以横放或竖放。图纸无论装订与否,均用粗实线画出图框线和标题栏框线。需要装订的图样,其图框格式如图 1-1 所示,一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。不需装订的图样,只需将图 1-1 中的尺寸 a 和 c 均改为表 1-1 中的尺寸 e 即可。必要时,可加长图纸幅面,加长量请参阅相关标准。

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置应按图 1-1 所示的形式配置。必要时,也可采用图 1-2 所示的格式。看图的方向一般与看标题栏的方向一致。

国家标准对标题栏的格式、内容和尺寸作了统一规定。制图作业的标题栏可采用图 1-3 所示的简化格式。

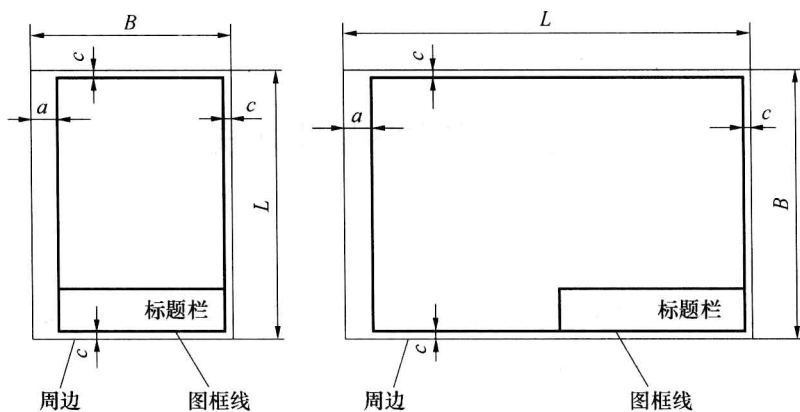


图 1-1 需要装订的图框格式

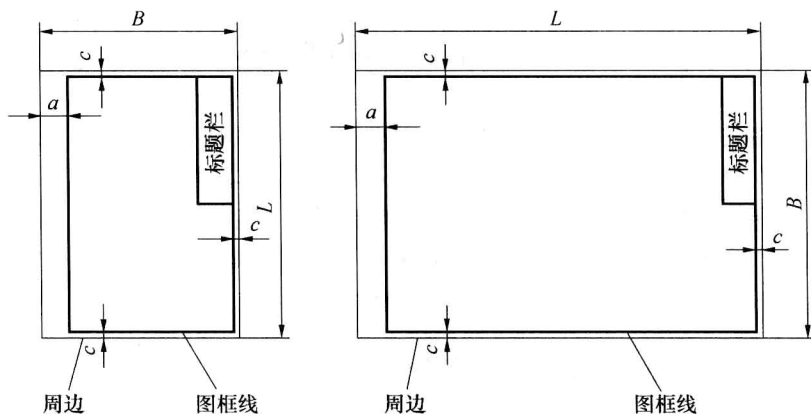


图 1-2 标题栏配置方式

		(图 名)		30		(图 号)	
				12	12		
40				比例			
				件数			
8	8	制图	(日期)	重量		材料	
8	8	描图	(日期)	(校 名)			
8	8	审核	(日期)	系 班			
12				65			
40							
				130			

图 1-3 简化标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小采用 1:1 的比例画出。如需要放大或缩小比例绘制图样,应从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的合适比例,必要时也可选取表中带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例

与实物相同	1:1
缩小的比例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) 1:10 ⁿ (1:1.5×10 ⁿ) 1:2×10 ⁿ (1:2.5×10 ⁿ) (1:3×10 ⁿ) (1:4×10 ⁿ) 1:5×10 ⁿ (1:6×10 ⁿ)
放大的比例	2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 (2.5×10 ⁿ :1) (4×10 ⁿ :1) 5×10 ⁿ :1
注: <i>n</i> 为正整数	

图样所采用的比例,应填写在标题栏的“比例”栏内。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

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

字体的号数,即字体的高度,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm,其宽度约为高度的 2/3。为了保证字体大小一致和整齐,书写时最好先按所选字号的高宽尺寸画好长方形格子。

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不宜小于 3.5mm。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 1-4 所示,长仿宋体基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折,汉字示例如图 1-5 所示。



图 1-4 汉字的基本笔画

图样中的汉字、数字和字母必须写得

字体端正 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-5 长仿宋体汉字示例

数字和字母有斜体和直体两种,通常采用斜体,斜体字头向右倾斜,与水平线成 75° 倾角。数字和字母分为 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。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号的字体;图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其它符号应符合国家有关法令和标准的规定。数字及字母的示例如图 1-6 所示。