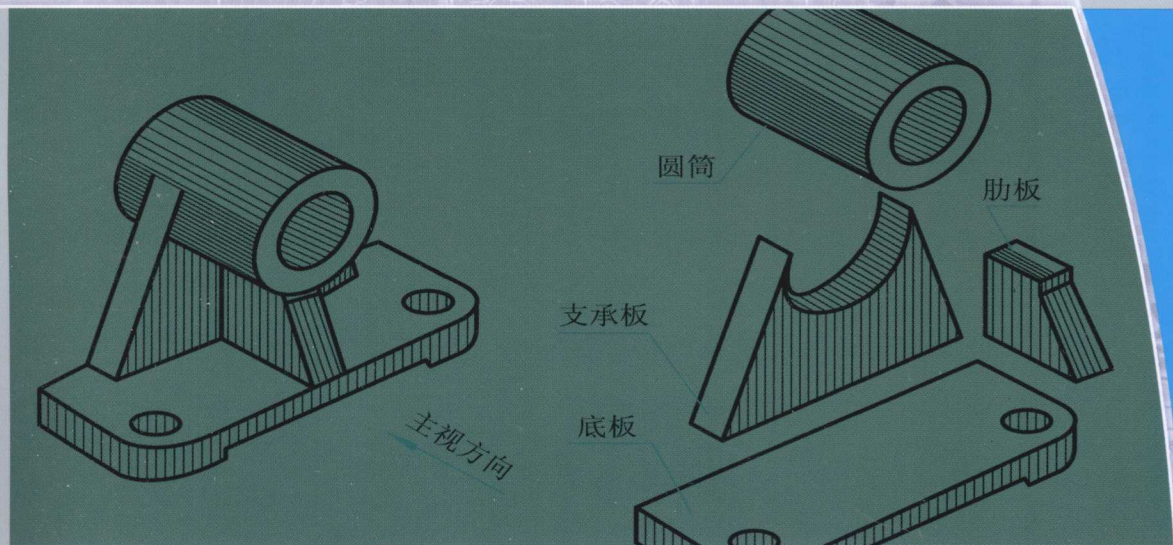





高等职业教育示范专业规划教材



机械制图与CAD

黄洁 主编
王爱民 刘孝燕 副主编
茂正新 主审

- 采用国家最新制图标准
- 双色印刷突出知识重点
- 增加测绘以及CAD实训
- 适用近机和非机类专业

 科学出版社
www.sciencep.com


免费提供电子课件
网址: www.abook.cn

高等职业教育示范专业规划教材

机械制图与 CAD

	黄 洁	主 编
王爱民	刘晓燕	副主编
董胜利	张 芸	参 编
	茅正新	主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材依据教育部高职高专院校“机械制图”课程教学基本要求,采用最新技术制图和机械制图国家标准,按50~90学时编写。主要内容包括:制图的基本知识与技能,投影基础,立体表面的交线,轴测图,组合体,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,零部件测绘,AutoCAD绘图基础与实训及附录。

本教材紧密结合高职高专教育特点,以应用为目的,以必需、够用为度,对画法几何、图样表达方法、标准件和常用件等内容适当压缩优化;在组合体部分增加构形设计,强化了形体分析;增加了零部件测绘和CAD绘图实训指导。CAD绘图部分的教学和实训结合,采用案例教学法,简单易学,学生上手快。

本教材既适用于高职高专院校非机类各专业的制图教学,也可供非机类、近机类专业成人教育使用或工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与CAD/黄洁主编. —北京:科学出版社,2009

(高等职业教育示范专业规划教材)

ISBN 978-7-03-025479-5

I. 机… II. 黄… III. ①机械制图-高等学校:技术学校-教材②机械制图:计算机制图-高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第156430号

责任编辑:赵丽欣 李 军 李太铎 / 责任校对:赵 燕

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009年8月第一次印刷 印张:17 3/4

印数:1-3 000 字数:415 880

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新蕾))

销售部电话:010-62136131 编辑部电话:010-62135763-8220

版权所有,侵权必究

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

前 言

本教材依据教育部高职高专院校“机械制图”课程教学基本要求编写，充分考虑高职高专教育的特点，以掌握基本理论、强化实际应用、培养基本技能为重点，重视提高学生整体素质与综合能力。

本教材按 50~90 学时编写，主要内容包括：制图的基本知识与技能；投影基础；立体表面的交线；轴测图；组合体；机件常用的表达方法；标准件和常用件；零件图；装配图；零部件测绘；AutoCAD 绘图基础与实训及附录。本教材既适用于高职高专院校非机类各专业的制图教学，也可供非机类、近机类专业成人教育使用或工程技术人员参考。

本教材在编写中注重体现以下特点：

1. 科学优化教材结构，更新教材内容，采用了最新技术制图和机械制图国家标准。
2. 以应用为目的，以必需、够用为度，对画法几何、图样表达方法、标准件和常用件等内容适当压缩优化；在组合体部分增加构形设计，强化了形体分析；增加了零部件测绘和 CAD 绘图实训指导。
3. 文字叙述简明扼要、通俗易懂；图例选择典型，难易适中。此外，对一些学生绘图时易犯的错误，给出正误对比图例，并进行分析和强调。
4. 针对非机类学时少的特点，减少尺规作图，突出对学生看图能力和 CAD 绘图能力的培养。
5. CAD 绘图部分教学和实训结合，采用案例教学法，简明易学，学生上手快。重在绘图技能与作图技巧的培养，以满足不同层次、不同专业 CAD 教学的需要。

本教材由黄洁主编并统稿。其中，黄洁编写绪论、第 3 章、第 9 章、第 10 章和第 11 章 1~6 节，王爱民编写第 2 章、第 6 章、第 8 章，刘晓燕编写第 4 章、第 5 章，董胜利编写第 1 章、第 7 章和附录，张芸编写第 11 章第 7 节和部分插图。

本教材由西安空军工程大学理学院茅正新教授审阅，他对教材提出了很多建设性的修改意见，对提高教材质量起了重要作用，在此表示衷心的感谢。

本教材在编写过程中还得到了西安工程大学曹敏副教授、安徽工程科技大学王立涛教授的大力帮助，以及单位领导和同事的热心支持，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，加之时间较紧，错漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

目 录

前言

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识与技能	3
1.1 制图国家标准的基本规定	4
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T14689—1993)	4
1.1.2 比例(GB/T14690—1993)	6
1.1.3 字体(GB/T14691—1993)	6
1.1.4 图线(GB/T4457.4—2002)	7
1.1.5 尺寸标注(GB/T4458.4—2003)	8
1.2 常用绘图工具的使用方法	11
1.3 几何作图	12
1.3.1 等分圆周及正多边形作法	12
1.3.2 圆弧连接	12
1.3.3 斜度和锥度	15
1.3.4 椭圆的近似画法(四心圆法)	16
1.4 平面图形的画法	16
1.5 徒手画草图的方法	18
第 2 章 投影基础	21
2.1 投影法的基本知识	22
2.1.1 投影法	22
2.1.2 正投影的基本特性	23
2.2 物体的三视图及对应关系	24
2.2.1 三投影面体系的建立	24
2.2.2 三视图的形成	24
2.2.3 三视图的对应关系	25
2.3 点的投影	27
2.3.1 点的三面投影	27
2.3.2 点的投影与直角坐标的关系	28
2.3.3 两点的相对位置和重影点	30
2.4 直线的投影	32
2.4.1 直线的三面投影	32
2.4.2 各种位置直线的投影	32
2.4.3 直线上的点	35



2.4.4	两直线的相对位置	36
2.5	平面的投影	38
2.5.1	平面的表示法	38
2.5.2	各种位置平面的投影	38
2.5.3	平面内的直线和点	42
2.6	基本体的投影	43
2.6.1	平面立体的三视图	44
2.6.2	回转体的三视图	46
第3章	立体表面的交线	51
3.1	截交线	52
3.1.1	截交线的性质	52
3.1.2	求截交线的方法和步骤	53
3.2	相贯线	58
3.2.1	相贯线的性质	58
3.2.2	求相贯线的方法和步骤	58
3.2.3	相贯线的特殊情况	62
3.2.4	相贯线的简化画法	63
第4章	轴测图	65
4.1	轴测图的基本知识	66
4.1.1	轴测图的形成	66
4.1.2	轴间角和轴向变形系数	66
4.1.3	轴测图的基本性质	67
4.1.4	轴测图的分类	67
4.2	正等轴测图简介	67
4.2.1	正等测的形成	67
4.2.2	正等测的轴间角和轴向变形系数	67
4.2.3	平面立体的正等测画法	68
4.2.4	回转体的正等测画法	69
4.3	斜二测图简介	71
4.3.1	斜二测的形成	71
4.3.2	轴间角和轴向变形系数	71
4.3.3	斜二测的画法	72
第5章	组合体	74
5.1	组合体的形体分析	75
5.1.1	组合体的形体分析	75
5.1.2	组合体的组合形式	75
5.1.3	表面之间的连接形式	76
5.2	组合体三视图的画法	77



5.2.1	画组合体三视图的步骤	77
5.2.2	画图举例	78
5.3	组合体的尺寸标注	80
5.3.1	尺寸标注的基本要求	80
5.3.2	基本体的尺寸标注	81
5.3.3	尺寸基准	82
5.3.4	尺寸的种类	83
5.3.5	带有截交线、相贯线的组合体尺寸标注	83
5.3.6	组合体尺寸标注的方法和步骤	84
5.3.7	常见结构的尺寸标注	85
5.4	组合体的读图方法	86
5.4.1	组合体读图的基本要领	86
5.4.2	读图的构思方法	89
5.4.3	提高读图能力的方法	92
5.5	空间形体设计	93
5.5.1	构型设计的基本原则	94
5.5.2	构思方法	94
5.5.3	组合构形	96
第 6 章	机件常用的表达方法	98
6.1	视图	99
6.1.1	基本视图	99
6.1.2	向视图	100
6.1.3	斜视图	101
6.1.4	局部视图	101
6.2	剖视图	102
6.2.1	剖视图的基本概念	102
6.2.2	剖视图的画法	103
6.2.3	剖视图的标注	105
6.2.4	画剖视图应注意的几个问题	105
6.2.5	剖视图的种类	106
6.2.6	剖视图的剖切方法	109
6.2.7	剖视图中肋板和轮辐的规定画法	112
6.3	断面图	114
6.3.1	断面图概念	114
6.3.2	断面图的种类	114
6.4	局部放大图和简化画法	117
6.4.1	局部放大图	117
6.4.2	常用的简化画法	118



6.5	综合应用举例	120
6.6	第三角投影法简介	122
第7章	标准件和常用件	125
7.1	螺纹和螺纹紧固件	126
7.1.1	螺纹的基本知识	126
7.1.2	螺纹的规定画法	129
7.1.3	螺纹的标记和标注方法	130
7.1.4	螺纹紧固件及联接画法	132
7.2	齿轮	136
7.2.1	直齿圆柱齿轮的各部分名称和尺寸关系	137
7.2.2	直齿圆柱齿轮的规定画法(GB/T4459.2—2003)	138
7.2.3	齿轮零件图	140
7.3	键与销	140
7.3.1	键联接	141
7.3.2	销联接	142
7.4	滚动轴承	142
7.4.1	滚动轴承的分类和代号	143
7.4.2	滚动轴承的画法	144
7.5	弹簧	145
7.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸关系	145
7.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法(GB/T4459.4—2003)	146
7.5.3	装配图中弹簧的画法	146
第8章	零件图	148
8.1	零件图的作用和内容	149
8.2	零件图的视图选择	150
8.2.1	主视图的选择	150
8.2.2	其他视图的选择	150
8.2.3	典型零件的图例及表达方法	151
8.3	零件图的尺寸标注	154
8.3.1	零件图尺寸标注的要求	154
8.3.2	尺寸基准的选择	155
8.3.3	尺寸的配置形式	156
8.3.4	合理标注尺寸的基本原则	157
8.4	零件图的技术要求	161
8.4.1	表面结构的表示法	161
8.4.2	极限与配合	165
8.4.3	形状公差和位置公差	172
8.5	零件上常见的工艺结构	175



8.5.1	铸造工艺结构	175
8.5.2	机械加工工艺结构	177
8.6	读零件图	179
第9章	装配图	181
9.1	装配图的作用和内容	182
9.2	装配图的表达方法	183
9.2.1	规定画法	183
9.2.2	特殊表达方法	185
9.3	装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号	186
9.3.1	装配图的尺寸标注	186
9.3.2	装配图的技术要求	186
9.3.3	装配图的零件序号和明细栏	186
9.4	装配结构简介	187
9.4.1	接触面与配合面的结构	187
9.4.2	相邻两零件转角处的结构	188
9.4.3	紧固件联接结构	188
9.4.4	螺纹防松装置	188
9.4.5	密封防漏装置	189
9.5	读装配图和拆画零件图	189
9.5.1	读装配图的要求	189
9.5.2	读装配图的方法和步骤	189
9.5.3	由装配图拆画零件图	192
第10章	零部件测绘	195
10.1	测绘前的准备工作	196
10.1.1	了解和分析零部件	196
10.1.2	拆卸零部件	197
10.1.3	画装配示意图	197
10.2	画零件草图	198
10.2.1	零件测绘的方法和步骤	198
10.2.2	零件测绘的注意事项	200
10.2.3	常用的测量工具及测量方法	200
10.2.4	技术要求的确定	201
10.3	画装配图	202
10.3.1	画装配图的方法和步骤	202
10.3.2	画装配图的注意事项	205
10.4	画零件工作图	205



第 11 章 AutoCAD 绘图基础及实训	207
11.1 AutoCAD 2007 基本知识	208
11.1.1 AutoCAD 2007 工作界面	208
11.1.2 文件管理	210
11.2 常用命令及基本操作	211
11.2.1 命令和数据的输入	211
11.2.2 显示命令	213
11.2.3 对象选择方式	213
11.2.4 辅助作图工具	215
11.3 绘图环境及图层的设置	218
11.3.1 设置绘图环境	218
11.3.2 图层的设置	219
11.3.3 利用图层绘制样板图	220
11.4 绘制平面图形的方法	223
11.4.1 绘制图形	223
11.4.2 标注尺寸	227
11.5 图块与属性	230
11.5.1 块	230
11.5.2 属性	231
11.6 AutoCAD 绘图实训	232
11.6.1 零件图的绘制	233
11.6.2 绘制等轴测图	237
11.6.3 绘制装配图	241
11.7 三维实体造型	243
附录 1 螺纹	251
附录 2 螺纹紧固件	255
附录 3 键与销	262
附录 4 滚动轴承	267
附录 5 极限与配合	268
附录 6 常用材料	271
参考文献	272

绪 论

一、本课程的地位、性质

图样与文字、语言一样，是人类表达和交流思想的重要工具，在工程技术上得到广泛的应用。在现代生产中，无论是机器的设计、制造，还是安装，都要根据图样进行。因此，图样被喻为工程界的共同语言，所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

本课程是一门研究三维形体的形状与二维平面图形之间关系的学科，是理工科高职高专院校一门必修的技术基础课。旨在培养学生的空间思维能力和绘图技能，也是学习后续课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。

本课程主要内容包括制图基本知识、投影基础、机械制图和 CAD 绘图四部分。

二、本课程的主要任务和要求

本课程的主要任务是培养学生画图和读图的能力。通过学习应达到如下基本要求：

1. 掌握正投影法的基本原理及其应用，具有空间想像能力和思维能力。
2. 掌握绘制和识读机械图样的基本方法和技能，具有绘制和识读一般复杂程度的零件图和较简单的装配图的能力。
3. 学习制图国家标准及其有关规定，初步具有查阅标准和技术手册的能力。
4. 掌握正确使用仪器画图和徒手画图的技能，具有 CAD 绘图的基本能力。
5. 具有认真负责的工作态度和耐心细致、一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

1. 强调实践性。要在理解基本理论和基本概念的基础上，着重于实践练习。要求每次课后进行复习，认真、及时、独立地完成布置的作业和练习，这是掌握所学内容，提高画图和读图能力的重要手段。

2. 重视空间想像能力的培养。本课程着重研究的是“由物到图，由图到物”的转化问题。因此，要把投影分析与空间想像紧密地结合起来，注重直观教学，坚持多画、多看、多想，不断提高空间想像与空间思维能力。

3. 掌握正确的分析问题的方法。在学习本课程时，要多注意基本概念、基本理论、基本画图步骤与分析问题的方法。学会了正确的分析方法，将会收到事半功倍的效果。



4. 重视学习制图国家标准。要认真学习并严格遵守制图国家标准，熟悉常用的标准并能熟练地运用。

5. 树立严谨的科学学风。图样是制造、安装和检验产品的依据，在生产中起着重要的作用。画图时必须认真细致、一丝不苟，否则将会给生产带来影响和损失。因此，在学习过程中，要养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第1章

制图的基本知识与技能

教学提示

本章主要介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关的基本规定；常用的几何作图方法；平面图形的尺寸分析、线段分析和作图步骤；绘图工具、仪器的使用方法。

通过本章学习，熟悉制图国家标准有关的基本规定、掌握常用的几何作图法。能正确地进行线段分析，掌握平面图形的绘制方法。



图样是现代化工业生产和技术交流的重要技术文件，其规范性要求很高。因此，为了便于组织生产、管理及技术交流，对于图样格式、尺寸注法和表达方法等必须有统一规定，这个规定就是《技术制图》和《机械制图》中国标准的有关规定。每个工程技术人员都必须掌握并遵守这些国家标准。国家标准简称为国标，用 GB 或 GB/T 表示。“GB/T14689—1993”的含义：GB 是国家标准的缩写，T 是推荐的缩写，14689 是该标准的编号，1993 表示标准颁布的时间。

本章主要介绍国家标准中对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等有关规定，并介绍常用的绘图工具、仪器的使用，几何作图方法及平面图形的画法。

1.1 制图国家标准的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸的宽度和长度组成的图面。在绘图时，应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面尺寸。必要时，也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸必须按基本幅面的短边成整数倍增加后得出。表 1-1 中 B 、 L 、 a 、 c 、 e 表示的意义参见图 1-1 和图 1-2。

表 1-1 图纸基本幅面代号和尺寸 (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		

2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。图框线为粗实线，其格式分为不留装订边和留装订边两种，如图 1-1、图 1-2 所示。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

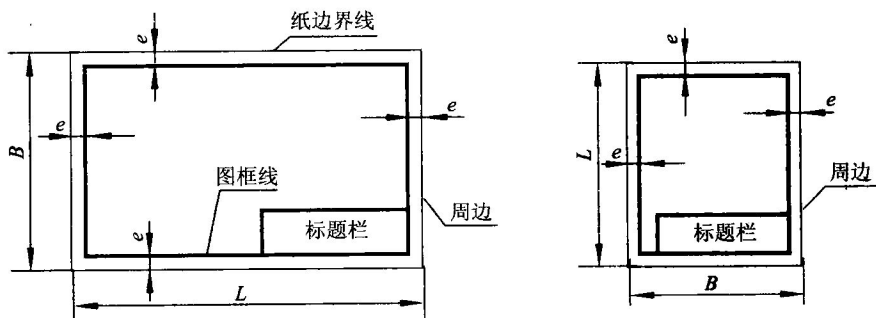


图 1-1 不留装订边的图框格式

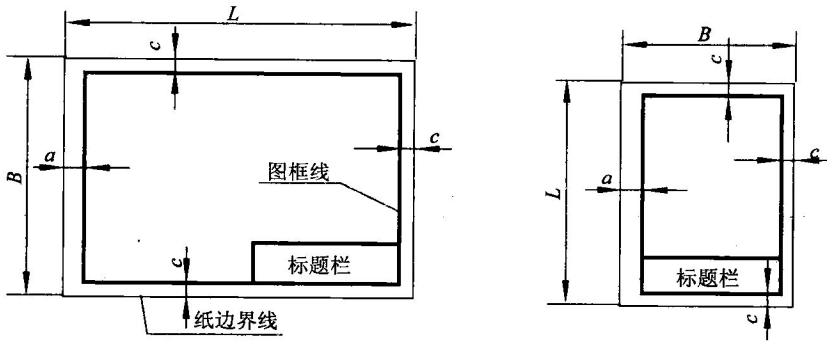
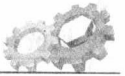


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏的方位与格式

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏一般画在图纸的右下角，如图 1-1 和图 1-2 所示。标题栏中的文字方向应与看图方向一致。

标题栏的格式在国家标准中已有明确的规定，比较复杂。在制图作业中，为了简化作图，建议采用图 1-3 所示的简化标题栏。

注意：标题栏的外框线用粗实线绘制，其右边和底边与图框重合，标题栏内的分格线均用细实线绘制。

(零件名称)			比例	数量	材料	(图号)
			(校名、班级)			
制图	(姓名)	(日期)	(校名、班级)			
审核	(姓名)	(日期)				

(a) 用于零件图

140						
8						
8						
8	序号	(零件名称)	数量	材 料		备 注
16	(装配体名称)		比例	数量	第 张	(图号)
					共 张	
8	制图	(姓名)	(日期)	(校名、班级)		
8	审核	(姓名)	(日期)			
	15	25	20	15	15	30

(b) 用于装配图

图 1-3 标题栏的格式

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

比例是指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

表 1-2 中给出了国家标准规定的绘制工程图样优先选用的比例。

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	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	
缩小比例	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

为了反映机件的真实大小, 应尽量采用原值比例。当机件过大或过小时, 可分别采用缩小或放大的比例。图 1-4 表示同一物体采用不同比例绘制的图形。

注意: 不论是采用缩小还是放大的比例, 在标注尺寸时都必须标注机件的实际尺寸。

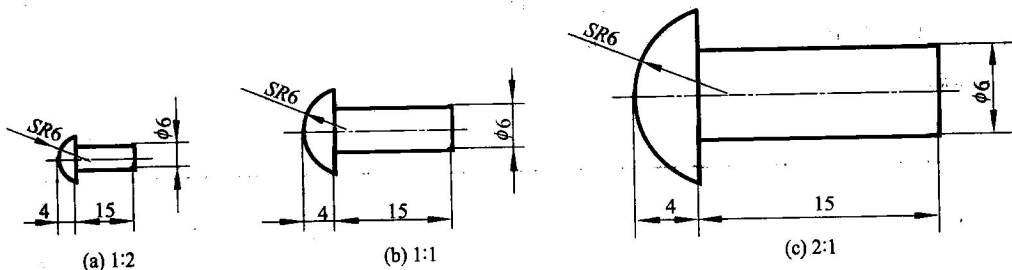


图 1-4 采用不同比例绘制的图形

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

工程图样中, 除了图形外, 还要用数字及文字来标注尺寸和说明各项技术要求。在图样中书写字体时, 必须做到: 字体工整, 笔划清楚, 间隔均匀, 排列整齐。

字体的号数, 即字体的高度 (用 h 表示, 单位 mm), 分 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 八种。如需书写更大的字, 其字体的高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

图样中的汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 (h) 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (即约等于字高的 $2/3$)。长仿宋体的书写要领是: 横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度为字高的 $1/14$, B 型字体的笔划宽度为字高的 $1/10$ 。

在同一图样中, 只允许采用一种形式的字体。数字和字母可写成斜体或直体, 斜体字头向右倾斜, 与水平线成 75° 。



汉字、数字和字母的书写示例,见表1-3。

表1-3 字体

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10号	学好制图课, 培养和发展空间想像能力
	7号	长仿宋体字书写要领: 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5号	徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图都是工程技术人员必须具备的绘图技能
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNO PQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0123456789</i>
罗马数字	斜体	<i>IIIIIVVVVIIIIIXX</i>

1.1.4 图线 (GB/T4457.4—2002)

1. 图线型式及应用

在绘制图样时,应采用国标规定的图线。图线分为粗、细两种,两者之间的线宽比例为2:1。粗线的宽度(d),应根据图样的大小和复杂程度在0.5~2mm之间选择。图线宽度的推荐系列为0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。学生作业中建议粗线宽度(d)选用0.7mm,细线的宽度为 $d/2$ 。

国标规定在机械图样中使用9种图线,其中常用图线的名称、型式及应用见表1-4。

2. 图线的画法

(1) 在同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度。

(3) 绘制圆的中心线时,圆心应为线段相交,而不得画成点或间隔。中心线的两端应是线段而不是短画,且超出轮廓2~5mm。小圆(一般直径 ≤ 12 mm)的中心线,小图形的细点画线、细双点画线均可用细实线代替,如图1-5所示。