

工程制图

邢 蕾 主编



清华大学出版社

工程制图

邢 蕾 主编

于泳红 王海祥 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据国家教育部制定的高等工科类学校本科“工程制图课程教学基本要求”和最新颁布的有关国家标准,参考同类教材和相关文献,在总结多年的教学经验和教学改革成果的基础上编写而成的。

全书共9章,主要内容包括制图的基本知识和基本技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,轴测图,机件的图样画法,零件图,标准件与常用件及装配图。本书突出反映了现代科学技术的新内容及新知识。

本书与同时出版的《工程制图习题集》配套使用。本套教材可供高等院校机械类、近机类本科学生学习,也可作为其他专业教师、学生及工程技术人员的参考用书。

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

工程制图/邢蕾主编. —北京:清华大学出版社,2017

ISBN 978-7-302-48098-3

I. ①工… II. ①邢… III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 202057 号

责任编辑:吴梦佳

封面设计:何凤霞

责任校对:袁芳

责任印制:宋林

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>, 010-62770175-4278

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16.75

字 数:407千字

版 次:2017年9月第1版

印 次:2017年9月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:39.00元

产品编号:076656-01

前 言

本书是根据国家教育部制定的高等工科类学校本科“工程制图课程教学基本要求”和最新颁布的有关国家标准,参考同类教材和相关文献,在总结多年的教学经验和教学改革成果的基础上编写而成的。本书是佳木斯大学教育教学研究项目《“线上+线下融合式”工程图课程建设与教育研究》(2017LGL-006)的研究成果。

全书共9章,主要内容包括制图的基本知识和基本技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,轴测图,机件的图样画法,零件图,标准件与常用件及装配图。本书突出反映了现代科学技术的新内容及新知识。

1. 本书的主要特点

(1) 精选画法几何学部分内容,调整深度,降低点、线、平面综合问题和立体表面交线的求画难度,使内容更加紧凑。

(2) 加强组合体内容,增加各种典型图例的分析,以加强培养学生对三维形体与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。

(3) 制图与设计紧密结合,零部件结构介绍与构形设计紧密结合,注重徒手绘制草图的方法与技能训练,为学生在今后的工作中构思和创意设计打下坚实的基础。

(4) 本书内容科学、准确,文字精练、逻辑性强。采用国家最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准及制图有关的其他标准。

2. 本课程的研究对象、性质和任务

本课程是工科各专业必修的一门学科基础课,主要研究工程图样绘制和识读的原理和方法,培养学生的空间想象能力和空间构思能力。

工程图样是工程与产品信息的载体,是工程界表达、交流设计思想的语言。在机械、建筑、土木、水利和园林等领域的技术和管理工作中有着广泛的应用。因此,工程技术人员必须掌握这种技术语言,具备画图和看图的能力。

本课程的任务如下。

(1) 研究用正投影法并遵照国家标准的规定绘制图样,以表达机器、部件和零件。

(2) 根据国家标准的规定,并初步考虑工艺和结构要求,研究如何在图样上标注尺寸。

(3) 使学生掌握仪器绘图和徒手绘图的方法,培养学生掌握空间形体的形象思维能力和创造性的构型设计能力。

(4) 培养学生耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

3. 本课程的学习方法

本课程是实践性很强的技术基础课,要学好本课程的主要内容,只能通过画图和看图实践才能掌握。

(1) 正确使用绘图工具和仪器,按照正确的工作方法和步骤画图。

(2) 在学习中要坚持理论联系实际,注意画图与看图相结合、物体与图样相结合。要多画多看,注意培养空间想象能力和空间构思能力。

(3) 认真听课,及时复习。学习中积极、主动思考,独立完成作业。

(4) 不断改进自学方法,准确地使用制图有关资料,提高独立工作能力和自学能力。

本书的编写分工:邢蕾编写第2章、第3章、第7章、第8章,于泳红编写第1章、第4章、第6章,王海祥编写第5章、第9章、附录。本书由邢蕾主编,于泳红、王海祥为副主编,主审魏天路,参编刘向东,全书由邢蕾统稿。

本书与同时出版的《工程制图习题集》配套使用。本套教材可供高等院校机械类、近机械类本科学生学习,也可作为其他专业教师、学生及工程技术人员的参考用书。

由于编者水平有限,书中的疏漏之处在所难免,恳请使用本书的广大师生和读者批评、指正。

编 者

2017年4月

目 录

第 1 章 制图的基本知识和基本技能	1
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	1
1.1.1 图纸幅面和图框格式	1
1.1.2 比例	3
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线	5
1.1.5 尺寸注法	7
1.2 尺规绘图	11
1.2.1 尺规绘图的工具及其使用	11
1.2.2 几何作图	13
1.2.3 平面图形的尺寸分析及画图步骤	18
1.2.4 尺规绘图的操作步骤	20
1.3 徒手绘图	21
1.3.1 徒手绘图的方法	21
1.3.2 目测的方法	23
第 2 章 点、直线、平面的投影	24
2.1 投影法概述	24
2.1.1 中心投影法	24
2.1.2 平行投影法	24
2.1.3 平行投影法的投影特性	25
2.1.4 工程上常用的几种投影图	25
2.2 点的投影	27
2.2.1 两投影面体系的建立	27
2.2.2 三投影面体系的建立	28
2.2.3 两点的相对位置与重影点	30
2.3 直线的投影	32
2.3.1 一般位置直线	32
2.3.2 投影面平行线	33
2.3.3 投影面垂直线	34
2.3.4 一般位置线段的实长及其对投影面的倾角	35

2.3.5	点与直线的相对位置	36
2.3.6	两直线的相对位置	38
2.4	平面的投影	42
2.4.1	平面的表示法	42
2.4.2	各种位置平面的投影	43
2.4.3	平面上的点和直线	46
2.4.4	直线与平面、平面与平面的相对位置	48
第3章	立体的投影	57
3.1	立体的三面投影及其投影规律	57
3.2	平面立体	58
3.2.1	平面立体的投影及其表面上的点	58
3.2.2	平面与平面立体相交	61
3.3	曲面立体	62
3.3.1	常见回转体的投影及其表面上的点	63
3.3.2	平面与回转体相交	68
3.4	两回转体表面相交	75
3.4.1	表面取点法	75
3.4.2	辅助平面法	78
3.4.3	相贯线的特殊情况	80
3.4.4	复合相贯	81
第4章	组合体	83
4.1	组合体的三视图	83
4.1.1	三视图的形成	83
4.1.2	三视图的投影规律	84
4.2	组合体的构形和分析方法	84
4.2.1	组合体的构形和形体分析法	84
4.2.2	线面分析法	87
4.2.3	恢复原形法	89
4.3	画组合体视图	90
4.3.1	形体分析法画组合体三视图	90
4.3.2	线面分析法画组合体三视图	92
4.4	读组合体视图的方法和步骤	94
4.4.1	读图的基本要领	94
4.4.2	读图的基本方法	96
4.5	组合体尺寸的标注	98
4.5.1	标注尺寸要正确	99
4.5.2	标注尺寸要完整	99

4.5.3	标注尺寸要清晰·····	102
4.5.4	标注组合体尺寸的方法和步骤·····	103
第5章	轴测图·····	106
5.1	轴测图的基础知识·····	106
5.1.1	基本概念与基本特性·····	106
5.1.2	轴测图的种类·····	107
5.2	正等测·····	107
5.2.1	平面立体的正等测画法·····	108
5.2.2	曲面立体的正等测画法·····	110
5.2.3	组合体的正等测画法·····	112
5.3	斜二测·····	116
5.4	正等轴测草图的画法·····	116
5.5	轴测剖视图的画法·····	117
5.5.1	剖切平面的位置·····	117
5.5.2	剖面线的画法·····	117
5.5.3	组合体轴测剖视图的画法·····	118
5.6	轴测图的尺寸标注·····	119
5.7	轴测图的选择·····	120
第6章	机件的图样画法·····	121
6.1	视图·····	121
6.1.1	基本视图·····	121
6.1.2	向视图·····	122
6.1.3	局部视图·····	123
6.1.4	斜视图·····	123
6.2	剖视图·····	124
6.2.1	剖视图的概念·····	124
6.2.2	剖视图的画法·····	125
6.2.3	剖视图的种类·····	127
6.3	断面图·····	133
6.3.1	移出断面图·····	133
6.3.2	重合断面图·····	135
6.4	简化画法和局部放大图画法·····	136
6.4.1	简化画法·····	136
6.4.2	局部放大图·····	139
6.5	机件各种表示法综合运用举例·····	140

第7章 零件图	141
7.1 零件图的内容	141
7.2 零件的结构	142
7.2.1 零件上的铸造工艺结构	143
7.2.2 零件上的机械加工结构	144
7.3 螺纹	146
7.3.1 螺纹的形成	146
7.3.2 螺纹的要素	147
7.3.3 螺纹的种类	148
7.3.4 螺纹的规定画法	149
7.3.5 螺纹的标记	151
7.4 零件视图的选择	153
7.4.1 零件图的视图的选择	153
7.4.2 主视图的选择	153
7.4.3 其他视图的选择	154
7.5 零件图中尺寸的合理标注	155
7.5.1 基准的选择	155
7.5.2 合理标注尺寸的一些原则	155
7.5.3 合理标注零件尺寸的方法和步骤	160
7.6 零件图上的技术要求	161
7.6.1 表面粗糙度	161
7.6.2 极限与配合	166
7.6.3 几何公差	173
7.7 读零件图	175
7.7.1 读零件图的要求	175
7.7.2 读零件图的方法和步骤	175
7.7.3 典型零件图例分析	176
7.8 零件的测绘	182
7.8.1 画零件草图的步骤	182
7.8.2 画零件图的方法和步骤	184
7.8.3 测量尺寸的工具和方法	185
第8章 标准件与常用件	188
8.1 螺纹紧固件	188
8.1.1 螺纹紧固件的种类	188
8.1.2 螺纹紧固件的标记	189
8.1.3 螺纹紧固件的画法	190
8.1.4 螺纹紧固件连接的画法	190

8.2	键	196
8.2.1	概述	196
8.2.2	键的画法和标记	196
8.3	销	197
8.3.1	概述	197
8.3.2	销的画法和标记	198
8.4	滚动轴承	199
8.4.1	滚动轴承的标记	199
8.4.2	滚动轴承的画法	200
8.5	弹簧	202
8.5.1	概述	202
8.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的参数	203
8.5.3	圆柱螺旋压缩弹簧的标记	203
8.5.4	圆柱螺旋压缩弹簧的画法	203
8.6	齿轮	205
8.6.1	圆柱齿轮的基本参数和公称尺寸之间的关系	206
8.6.2	圆柱齿轮的规定画法	207
第9章	装配图	210
9.1	装配图的作用和内容	211
9.1.1	装配图的作用	211
9.1.2	装配图的内容	211
9.2	装配图的图样画法	211
9.2.1	规定画法	212
9.2.2	特殊表示法	212
9.3	装配图中的尺寸标注和技术要求	215
9.3.1	装配图中的尺寸标注	215
9.3.2	装配图中的技术要求	216
9.4	装配图的零件序号及明细栏、标题栏	216
9.4.1	编写零部件序号	216
9.4.2	标题栏和明细栏	217
9.5	装配结构的合理性	218
9.5.1	接触面与配合面的合理结构	218
9.5.2	螺纹连接的合理结构	219
9.5.3	轴向零件的固定结构	220
9.5.4	防松的结构	220
9.5.5	密封防漏的结构	221
9.6	部件测绘	221
9.6.1	全面了解和分析部件	222

9.6.2	拆卸零件·····	222
9.6.3	画装配示意图·····	223
9.6.4	画零件草图·····	223
9.7	画装配图的方法和步骤·····	224
9.7.1	拟订表达方案·····	224
9.7.2	画装配图的步骤·····	224
9.7.3	以球阀为例,介绍绘制装配图的方法和步骤·····	224
9.8	读装配图的方法和步骤·····	226
9.8.1	读装配图时要了解的内容·····	226
9.8.2	读装配图的步骤·····	226
9.9	由装配图拆画零件图·····	228
9.9.1	拆画零件图要注意的几个问题·····	228
9.9.2	拆画零件图举例·····	229
参考文献·····		231
附录·····		232
附录 A	螺纹·····	232
附录 B	标准件·····	236
附录 C	极限与配合·····	251

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

本章重点介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的有关规定和基本的几何作图方法,以及平面图形的基本画法、尺寸标注、手工绘图工具的使用技能和徒手绘图的技能。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

工程图样是工程技术界的通用语言,是现代工业生产中必不可少的技术资料,具有严格的规范性。为保证规范性,适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制定并颁布了一系列相关的国家标准,简称“国标”。它包括强制性国家标准(代号为“GB”)、推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号为“GB/Z”)。本节摘录了有关《技术制图》和《机械制图》国家标准中关于图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸标注的基本规定。

1.1.1 图纸幅面和图框格式

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时,应该遵守国家标准《技术制图 图纸幅面和规格》(GB/T 14689—2008),采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时可采用由基本幅面的短边成整数倍增加后的幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

单位: mm

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

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出,图样绘制在

图框内部。其格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-1 和图 1-2 所示。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

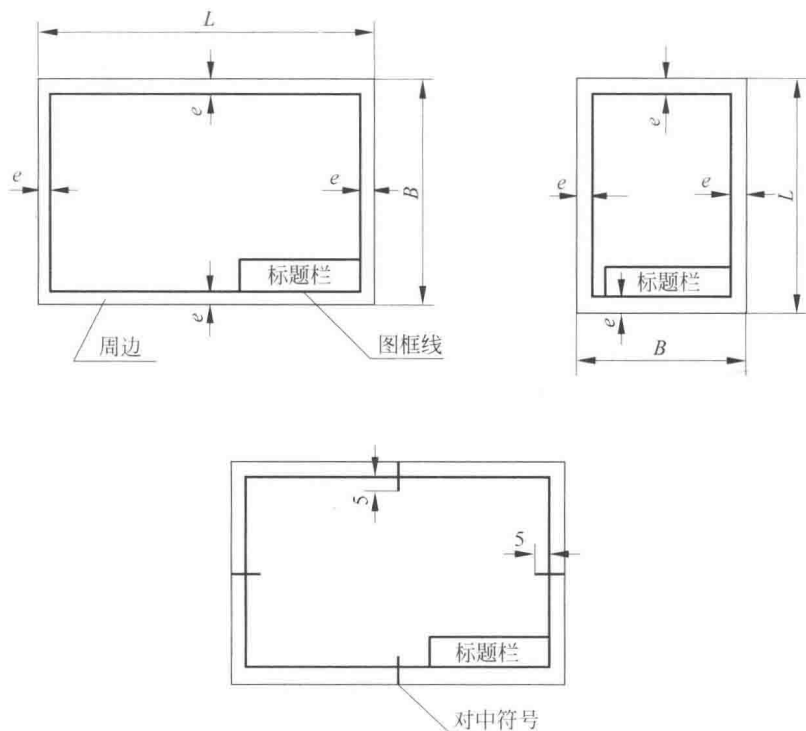


图 1-1 不留装订边图框格式

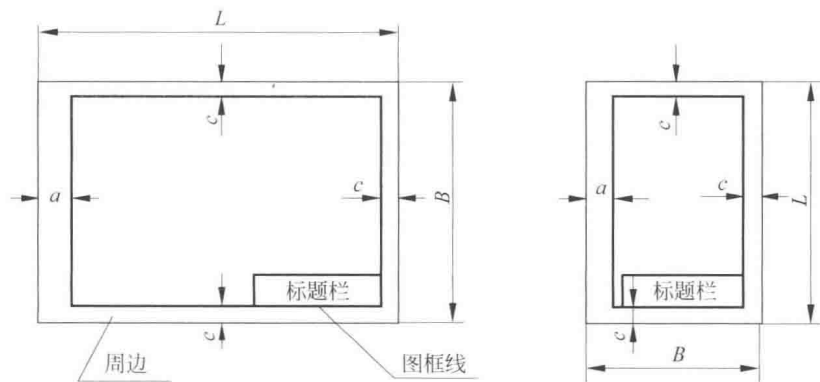


图 1-2 图框格式及标题栏方位

为复制或缩微摄影时方便定位,应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从图纸边界画入图框内 5mm 的一段粗实线。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画。

3. 标题栏

标题栏位于图纸的右下角。标题栏是由名称及代号区(单位名称、图样名称及图样代号

等)、签字区、更改区和其他区(材料、比例、数量等)组成的栏目。其格式和尺寸由国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)规定,图 1-3 是该标准提供的标题栏格式。

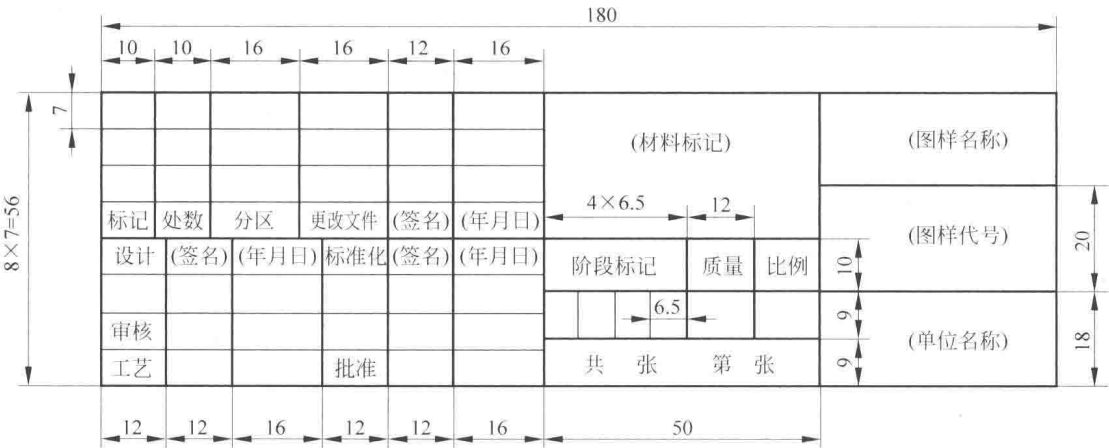


图 1-3 国家标准规定的标题栏格式

教学中可使用简化的零件图标题栏和装配图标题栏,如图 1-4 所示。

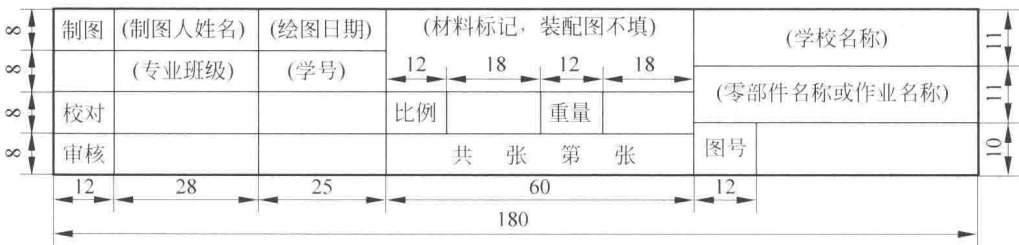


图 1-4 教学中采用的标题栏格式

1.1.2 比例

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,应遵守国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)的规定,根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。一般应尽量按机件的实际大小采用 1 : 1 画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明。

表 1-2 绘图比例

种 类		比 例								
原值比例		1 : 1								
放大比例	优先使用	5 : 1	2 : 1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$				
	允许使用	4 : 1	2.5 : 1	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$					
缩小比例	优先使用	1 : 2	1 : 5	1 : 10	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$			
	允许使用	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$
					$1 : 6 \times 10^n$					

注: n 为正整数。

绘制图样时,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,均按机件的实际尺寸大小注出,如图 1-5 所示。

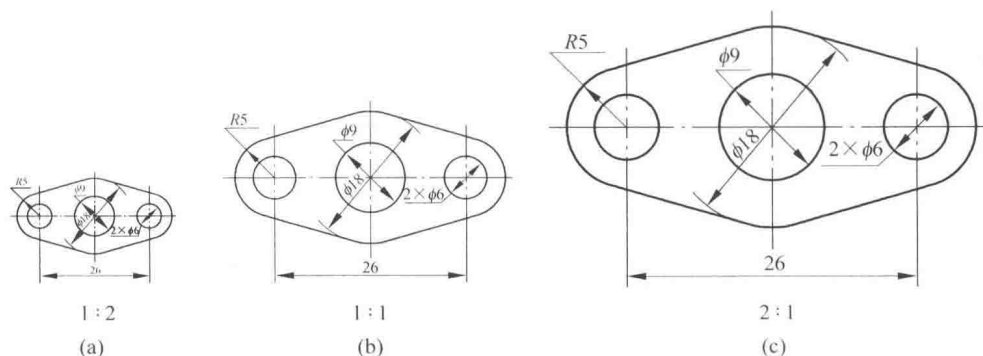


图 1-5 用不同比例画出的同一机件的图形

1.1.3 字体

工程图样中,字体是指汉字、数字、字母的书写形式。主要用它们来说明机件的大小、技术要求及其他内容。在工程图样中书写时应遵守国家标准《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)中的规定。

1. 基本要求

图样中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字号(即字体高度,用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。若需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋体字,并应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,其字宽一般约为 $0.7h$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字书写示例如图 1-6 所示。

3. 数字和字母

数字和字母分为 A 型(笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/4$)和 B 型(笔画宽度 d 为字高的 $1/10$)两种。数字和字母有斜体和直体之分,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。汉字、数字、字母书写示例如图 1-6 所示。

用作指数、分数、极限偏差、脚注等的数字及字母,一般采用小一号的字体,各种符号、代号要遵守国家有关标准的规定。书写示例如图 1-7 所示。

横平竖直，注意起落，结构均匀，排列整齐

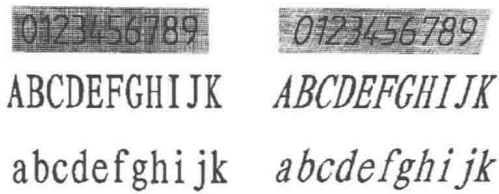


图 1-6 汉字、数字、字母的书写示例

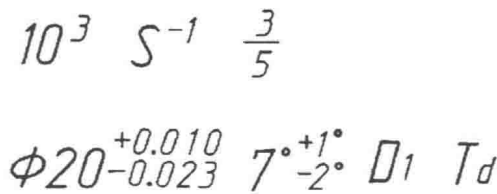


图 1-7 指数、分数、极限偏差、脚注的书写示例

1.1.4 图线

1. 图线形式及其应用

绘制工程图样使用 9 种基本图线(见表 1-3),即粗实线、细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线、粗虚线、粗点画线。

表 1-3 图线及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	应用举例
粗实线		$d=0.5\sim 2\text{mm}$	可见轮廓线；可见过渡线
细实线		约 $d/2$	尺寸线；尺寸界线；剖面线；引出线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的分界线；视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线；不可见过渡线
点画线		约 $d/2$	轴线；对称中心线；轨迹线
双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线；假想投影轮廓线；极限位置的轮廓线；成形前轮廓线
粗虚线		$d=0.5\sim 2\text{mm}$	允许表面处理的表示线
粗点画线		$d=0.5\sim 2\text{mm}$	限定范围表示线

注：表中除粗实线、粗虚线和粗点画线外，其他图线均为细线。

图线宽度应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求,应该遵守国家标准《机械制图 图样画法图线》(GB/T 44574—2002)和《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)的规定,推荐系类:0.13mm,0.18mm,0.25mm,0.35mm,0.5mm,0.7mm,1mm,1.4mm,2mm。粗线宽度 d 优先采用0.5mm或0.7mm,细线的线宽约为 $d/2$ 。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。为保证图样清晰易读、便于复制,图样上尽量避免出现线宽小于0.18mm的图线。

2. 图线的画法

- (1) 细虚线、细点画线、细双点画线与其他图线相交时,应交于画或长画处。
- (2) 细虚线在粗实线延长线上与粗实线相接时,细虚线应留出间隙,如图 1-8 所示。

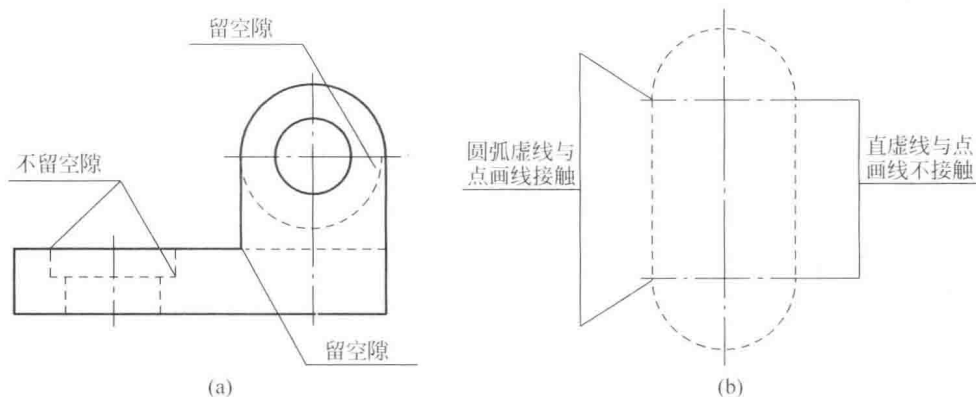


图 1-8 虚线的画法

- (3) 细虚线圆弧与粗实线相切时,细虚线圆弧应留出间隙。

(4) 画圆的中心线时,圆心应是长画的交点,细点画线两端应超出轮廓 2~5mm;当细点画线、细双点画线较短时(如 $<8\text{mm}$)画起来有困难,允许用细实线代替细点画线和细双点画线,如图 1-9 所示。

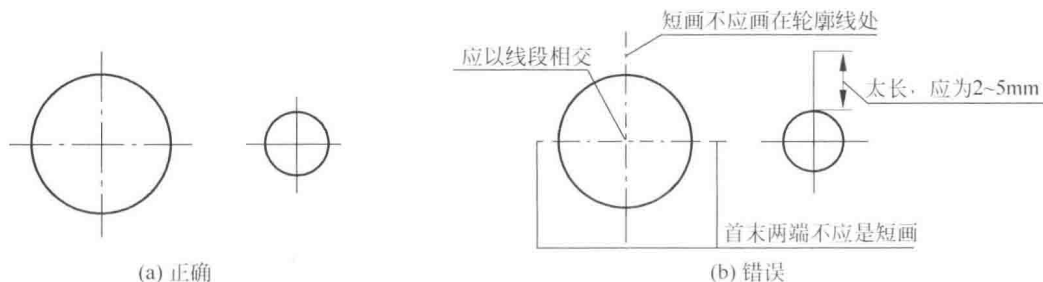


图 1-9 圆中心线的画法

- (5) 考虑缩微制图的需要,两条平行线之间的最小间隙一般不小于0.7mm。

3. 图线的应用

工程图样的图线应用规则如表 1-3 所示,具体示例如图 1-10 所示。