



普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等院校工程图学类规划教材

画法几何及机械制图

葛艳红 黄海 陈云 主编



清华大学出版社

普通高等院校工程图学类规划教材

画法几何及机械制图

葛艳红 黄海 陈云 主编

刘宁 王晓娟 杜艳迎 魏军 胡楷雄 胡晓燕 参编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材是在原有教材的基础上,根据工程图学教学指导委员会制定的关于画法几何及机械制图课程教学的新要求以及高等院校本科教学质量和教学方式的改革方向,融入新思想、新理念、新要求修订编写的。同时还修订编写了配套的《画法几何及机械制图习题集》。

除附录外,全书共分9章,主要知识点有:①制图的基本知识和技能;②点、直线和平面;③立体及其表面交线;④组合体;⑤轴测投影图;⑥机件的表达方法;⑦标准件与常用件;⑧零件图;⑨装配图。

本教材从内容的增删到教材主线的梳理都进行了精心改编。内容选编上摒弃了一些简单理论的赘述,加强了知识应用案例和实例。重新编排后的教材结构更紧凑,脉络更清晰,内容更优化,文字更精炼。从前到后,内容层层递进,步步深入,层次分明。

本教材修订后的最大特色是将计算机绘图和三维造型融入各章节,贯通全书。并且分别采用的是较新版的软件 AutoCAD2016 和 SolidWorks2016。另外,以知识点为细分结构组织全书,更便于当前流行的在线课程制作和学生的自学、复习管理。

本教材采用了最新国家标准,以图为主、图文并茂、深入浅出,既可以作为普通高等学校机械类、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。

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

画法几何及机械制图/葛艳红,黄海,陈云主编. —北京:清华大学出版社,2019
(普通高等院校工程图学类规划教材)
ISBN 978-7-302-53362-7

I. ①画… II. ①葛… ②黄… ③陈… 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(2019)第 168274 号

责任编辑:冯 昕
封面设计:傅瑞学
责任校对:赵丽敏
责任印制:丛怀宇

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

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:19.75

字 数:477千字

版 次:2019年8月第1版

印 次:2019年8月第1次印刷

定 价:49.80元

产品编号:084051-01

前 言

高等教育改革不断深入,素质化教育、卓越工程师培养、混合式教学等改革理念层层递进。高等工科院校工程图学教育作为基础教育,其课程体系、教学内容、教学手段和方法必须与时俱进。因此,我们根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的“高等学校工程图学课程教学基本要求”及近年来发布的机械制图、技术制图等最新国家标准,为满足机械类及近机类教学之所需,在原有教材使用的反馈意见基础上重新修订编写了此书。同时还修订编写了与之配套使用的《画法几何及机械制图习题集》。

本教材在内容的选择上充分考虑图学发展的现状、知识结构的内在关联性,结合工程实际需求,对原版教材内容进行了增删。另外,在内容的编排上也作了精心设计,在以传统章节为基本结构的基础上细化了知识点,以便于混合式教学中在线 MOOC 的制作组织和学生的自学管理。同时也能很好地适应学时数或增或减的随机变动,只需对相关模块或知识点作局部调整和增删,可以保证教材基本内容的完整性和系统性。

总而言之,修订后的教材比较于原版教材主要有以下特点:

(1) 重新编排后的结构更紧凑,逻辑更清晰,内容更优化,既适合于机械类、近机类以及高职高专等其他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) 全书文字更精炼,对一些重点和难点,增加了新的图例,力求所选图例尽量做到既源于工程实际,又紧密结合专业需求。

(3) 全书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他标准。

(4) 本书修订后的最大特色是将计算机绘图技能和三维造型技能的训练贯通始终,和尺规绘图技能的训练并驾齐驱,融入各章节,并且分别采用的是较新版的软件 AutoCAD2016 和 SolidWorks2016。

下表给出了全书章节安排顺序和各部分内容的学时分配建议,供参考。

《画法几何及机械制图》课程教学学时数分配建议

教学内容	学时总数	学时分配			备注
		讲课	操练	上机	
制图的基本知识和技能	8	4	2	2	大作业 2
点、直线和平面	6	6	—	—	
立体及其表面交线	16	8	4	4	习题课 4
组合体	14	6	4	4	习题课 2、大作业 2
轴测投影图	2	2	—	—	
机件的表达方法	16	8	4	4	习题课 2、大作业 2
标准件与常用件	12	8	2	2	大作业 2
零件图	18	6	8	4	测绘 4、大作业 4
装配图	20	8	8	4	测绘 4、大作业 4
学时总计	112	56	32	24	

为了促进学生平时的学习,加强实践性环节和尺规绘图、计算机绘图、三维造型等基本技能的训练,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,建议比例如下表。

《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

学期安排	第一学期			第二学期			
	项目	考试	计算机绘图、大作业	平时练习	考试	平时练习	测绘、大作业
百分比/%	70	10	20	60	20	10	10

本书是一线教师在总结多年教学改革成果及长期从事图学教学中积累的丰富经验的基础上修订编著的。参加本书编写工作的有刘宁(第1章)、王晓娟(第2章)、黄海(第3章)、陈云(第4章)、杜艳迎(第5章)、魏军(第6章)、葛艳红(第7、8、9章)、胡楷雄(第8、9章)、胡晓燕(附录)。全书由葛艳红、黄海、陈云任主编。

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

2019年6月

目 录

第 1 章 制图的基本知识和技能	1
1.1 制图国家标准简介	1
1.1.1 图纸幅面与格式(GB/T 13361—2012、GB/T 14689—2008、 GB/T 10609.1—2008)	1
1.1.2 比例(GB/T 13361—2012、GB/T 14690—1993)	2
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	3
1.1.4 图线(GB/T 14665—2012、GB/T 17450—1998、 GB/T 4457.4—2002)	3
1.1.5 尺寸注法(GB/T 16675.2—2012、GB/T 4458.4—2003)	6
1.2 绘图的主要方式	10
1.2.1 徒手绘图	10
1.2.2 仪器绘图	11
1.2.3 计算机绘图	14
1.3 平面图形分析与绘制	16
1.3.1 几何作图	16
1.3.2 平面图形的尺寸分析和线段分类	19
1.3.3 平面图形的画图步骤和尺寸标注	20
1.3.4 平面图形的计算机绘制	21
小结	24
思考题	24
第 2 章 点、直线和平面	25
2.1 投影法	25
2.1.1 投影法的概念及分类	25
2.1.2 正投影法的基本性质	26
2.2 点的投影	26
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	26
2.2.2 两点的相对位置	29
2.3 直线的投影	30
2.3.1 七种位置直线的投影及其投影特性	31
2.3.2 直线上的点	35
2.3.3 两直线的相对位置	37
2.3.4 直角投影定理	39

2.4	平面的投影	40
2.4.1	平面的表示法	40
2.4.2	七种位置平面的投影及其投影特性	40
2.4.3	平面上的点和线	44
2.5	换面法	47
2.5.1	换面法的变换规则	47
2.5.2	四种基本变换	50
2.5.3	换面法解题举例	53
	小结	55
	思考题	56
第3章	立体及其表面交线	57
3.1	基本立体的投影	57
3.1.1	平面立体	57
3.1.2	曲面立体	60
3.2	平面与立体相交	69
3.2.1	平面与平面立体相交	69
3.2.2	平面与回转体相交	71
3.3	立体与立体相交	81
3.3.1	平面立体与回转体相交	81
3.3.2	回转体与回转体相交	83
3.4	立体表面交线的计算机实体建模	94
3.4.1	常见立体的计算机实体建模	94
3.4.2	截交线的计算机实体建模	98
3.4.3	相贯线的计算机实体建模	102
	小结	104
	思考题	104
第4章	组合体	105
4.1	组合体概述	105
4.1.1	组合体三视图的形成及其投影特性	105
4.1.2	组合体的组合方式	105
4.1.3	组合体的表面连接形式	106
4.2	组合体三视图的画法	108
4.2.1	画组合体三视图的方法与步骤	108
4.2.2	三视图画图举例	109
4.2.3	典型结构的画法	111
4.3	组合体读图	113
4.3.1	组合体读图的要领	113

4.3.2	形体分析法读图	117
4.3.3	线面分析法读图	118
4.3.4	画图与读图的综合训练	121
4.4	组合体的尺寸标注	123
4.4.1	组合体尺寸标注的要求	123
4.4.2	简单形体的尺寸注法	125
4.4.3	组合体的尺寸注法和步骤	126
4.4.4	组合体尺寸标注的几点说明	128
4.5	计算机绘制组合体三视图	130
4.5.1	AutoCAD 绘制组合体三视图	130
4.5.2	SolidWorks 创建组合体三视图	132
	小结	135
	思考题	135
第5章	轴测投影图	136
5.1	轴测图的基本知识	136
5.1.1	轴测图的基本概念	136
5.1.2	轴测图的投影特性	137
5.1.3	轴测图的分类	137
5.2	正等轴测图	137
5.2.1	平面立体的正等测画法	138
5.2.2	回转体的正等测画法	140
5.2.3	圆角的正等测画法	142
5.3	斜二等轴测图	143
5.3.1	轴间角与轴向伸缩系数	143
5.3.2	斜二等轴测图的画法	143
	小结	145
	思考题	146
第6章	机件的表达方法	147
6.1	视图	147
6.1.1	基本视图	147
6.1.2	向视图	148
6.1.3	局部视图	148
6.1.4	斜视图	149
6.2	剖视图	150
6.2.1	剖视图的概念和画法	150
6.2.2	剖视图的种类	152
6.2.3	剖切面和剖切方法	156

6.3	断面图	160
6.3.1	断面图的概念	160
6.3.2	断面图种类及画法	161
6.4	局部放大图和简化画法	163
6.4.1	局部放大图	163
6.4.2	简化画法和其他规定画法	164
6.5	表达方法综合应用实例	166
6.6	计算机绘制剖视图	168
	小结	169
	思考题	170
第7章	标准件与常用件	171
7.1	螺纹及螺纹紧固件	171
7.1.1	螺纹的形成、定义和要素	171
7.1.2	螺纹的画法及标注	174
7.1.3	螺纹紧固件及连接画法	178
7.2	其他标准件及标准要素	184
7.2.1	键及键连接	184
7.2.2	销及销连接	185
7.2.3	滚动轴承	187
7.3	齿轮	191
7.3.1	圆柱齿轮	191
7.3.2	圆锥齿轮	195
7.4	弹簧	196
7.4.1	弹簧的参数	196
7.4.2	螺旋弹簧的规定画法	197
	小结	198
	思考题	199
第8章	零件图	200
8.1	零件图的作用和内容	200
8.2	零件的表达方案选择	200
8.2.1	零件表达方案选择的一般方法	200
8.2.2	典型零件表达方案的选择	202
8.2.3	表达方案的分析比较	207
8.3	零件图的尺寸注法	211
8.3.1	尺寸基准的选择	211
8.3.2	零件图尺寸标注的要点	212
8.3.3	零件图上常见结构的尺寸注法	214

8.4 零件图的技术要求	216
8.4.1 表面粗糙度的概念及注法	216
8.4.2 极限与配合	220
8.4.3 形状与位置公差	226
8.5 零件的工艺结构简介	228
8.5.1 铸造工艺结构	228
8.5.2 机械加工工艺结构	230
8.6 零件测绘与绘制	231
8.6.1 零件测绘的方法与草图绘制	231
8.6.2 零件尺寸的测量	233
8.6.3 根据零件草图绘制零件工作图	234
8.6.4 计算机绘制零件图	234
8.7 读零件图	238
小结	240
思考题	240
第9章 装配图	241
9.1 装配图的作用和内容	241
9.2 装配图的表达方法	243
9.2.1 装配图的规定画法	243
9.2.2 装配图的特殊表达方法	244
9.3 装配图的尺寸注法和技术要求	244
9.3.1 装配图的尺寸注法	244
9.3.2 装配图的技术要求	245
9.4 装配图的零部件序号、标题栏和明细栏	245
9.4.1 零部件序号	246
9.4.2 标题栏和明细栏	247
9.5 装配结构的合理性简介	248
9.6 部件测绘和装配图的画法	249
9.6.1 部件测绘的方法和步骤	249
9.6.2 装配图的画法	254
9.6.3 计算机绘制装配图	256
9.7 读装配图并由装配图拆画零件图	264
9.7.1 读装配图	264
9.7.2 由装配图拆画零件图	266
小结	270
思考题	271

附录 常用机械制图国家标准.....	272
附录 A 螺纹	272
附录 B 常用的标准数据和标准结构.....	275
附录 C 常用的标准件.....	277
附录 D 滚动轴承.....	290
附录 E 极限与配合.....	293
附录 F 表面粗糙度.....	302
参考文献.....	303

第 1 章 制图的基本知识和技能

1.1 制图国家标准简介

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,对图样必须作出统一的规定。技术制图国家标准(如: GB/T 13361—2012 和 GB/T 14689—2008)是基础技术标准,机械制图国家标准(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 图纸幅面与格式(GB/T 13361—2012、GB/T 14689—2008、GB/T 10609.1—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

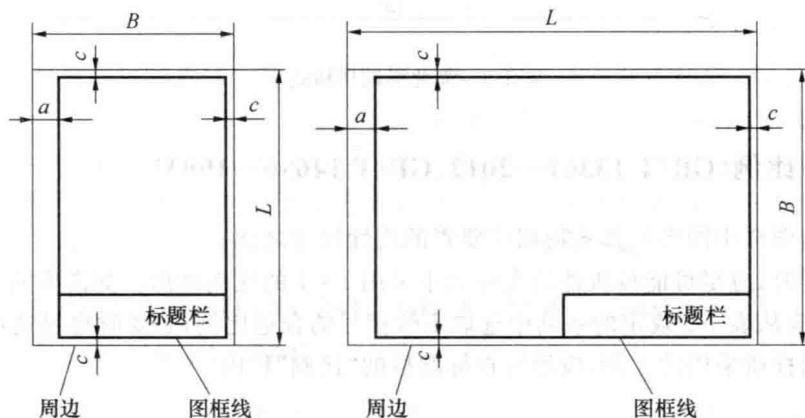


图 1-1 需要装订的图框格式

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： n 为正整数。

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，锐角分明，结构匀称，高宽足格。长仿宋体基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折，如图 1-4 所示，汉字示例见图 1-5。



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、计量单位符号及其他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。

1.1.4 图线(GB/T 14665—2012、GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

绘制机械工程图样时，应采用规定的各种图线。表 1-3 及图 1-7 列出了各种形式图线的名称、型式、宽度及主要用途，其他的用途可查国家标准。

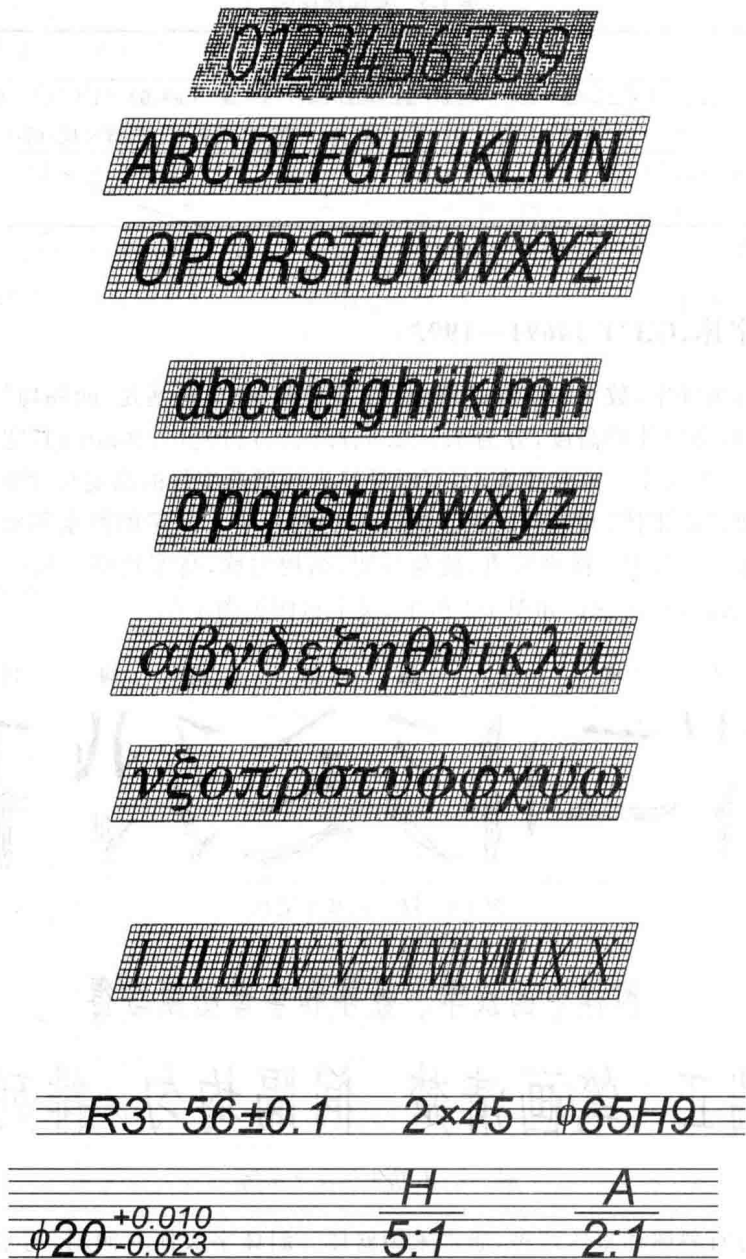





图 1-6 数字、字母及其综合示例

表 1-3 图线的名称、型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		$b/2$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线, 重合剖面的轮廓线, 螺纹的牙底线, 齿轮的齿根线, 分界线, 范围线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
双折线		$b/2$	断裂处的边界线
虚线		$b/2$	不可见轮廓线,不可见过渡线
细点画线		$b/2$	轴线,对称中心线,轨迹线,节圆及节线
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$b/2$	相邻辅助零件的轮廓线,极限位置的轮廓线,假想投影轮廓线,中断线

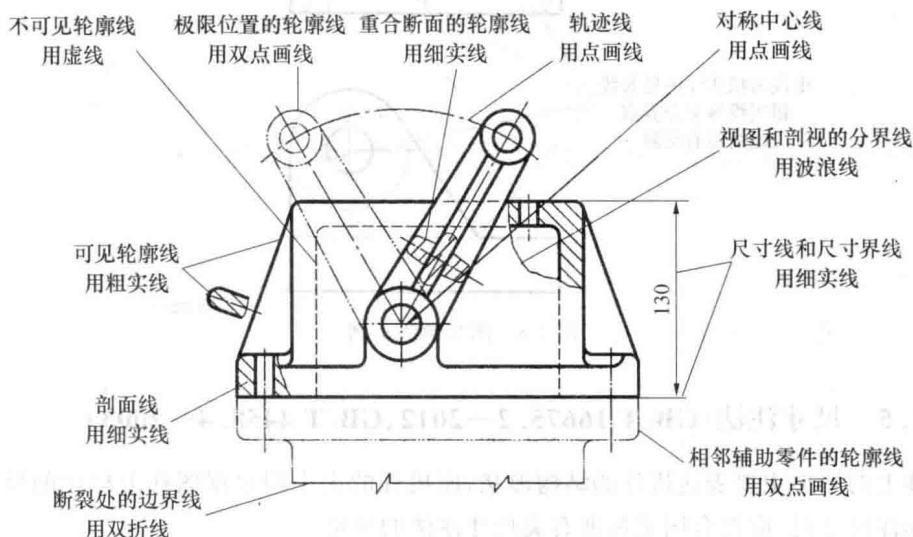


图 1-7 图线的应用示例

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度确定,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/2$ 。图线宽度的推荐系列为: $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.1, 2\text{mm}$,其中 0.18mm 应避免采用。在本课程的制图作业中粗线一般以选用 0.7mm 为宜。

绘图时通常应注意以下几点:

(1) 同一图样的同类图线宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1mm 的短画,点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画。

(2) 两条平行线间的距离应不小于粗实线宽度的两倍,其最小距离不得小于 0.7mm 。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应是线段的交点。

(4) 绘制轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点画线时,宜超出轮廓线约 2mm 。

(5) 在较小的图形上绘制点画线时,可用细实线代替。

(6) 当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,虚线应留有空隙。当虚线与粗实线或虚线相交时,不应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画至切点,虚线直线则应留有空隙。

(7) 粗实线与虚线或点画线重叠,应画粗实线。虚线与点画线重叠,应画虚线。

图 1-8 所示为图线画法的图例。

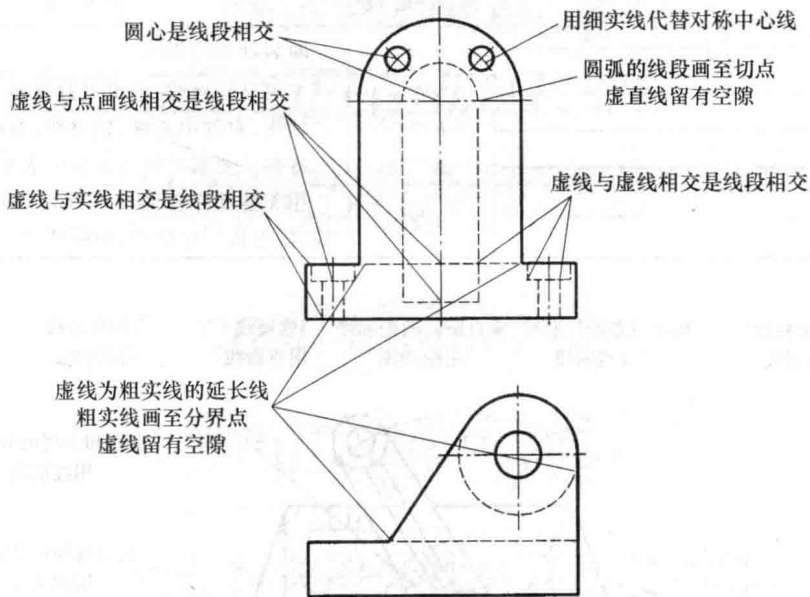


图 1-8 图线画法示例

1.1.5 尺寸注法(GB/T 16675.2—2012、GB/T 4458.4—2003)

图样上的图形主要表达机件的结构形状,而机件的大小则根据图样上标注的尺寸数值确定。标注尺寸时,应符合国家标准有关尺寸注法的规定。

1. 基本规则

- (1) 图样上所标注的尺寸为机件的真实大小,与图形的比例和绘图的准确度无关。
- (2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以 mm 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,否则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- (3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。
- (4) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

如图 1-9 所示,一个完整的尺寸包括尺寸线、尺寸界线、尺寸终端和尺寸数字。

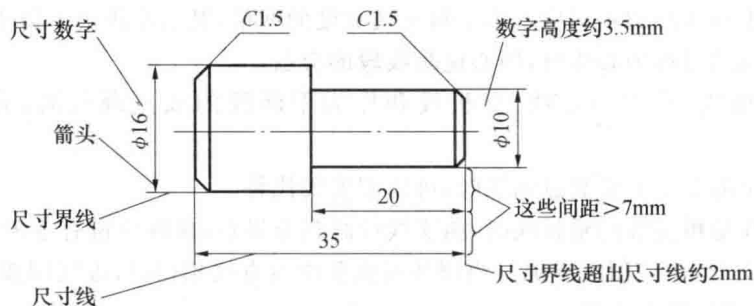


图 1-9 尺寸的组成及标注示例