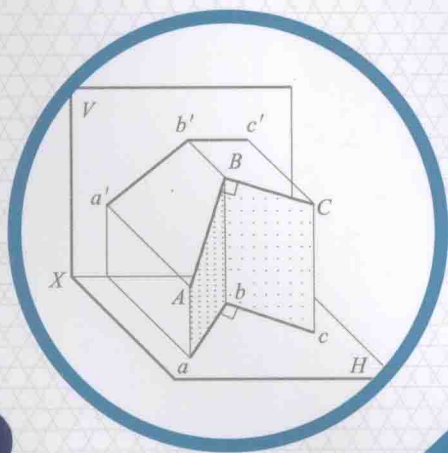




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

机械制图



主编◎ 睦满仓 耿家源 刘丽梅



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



高等院校机械类应用型本科“十二五”创

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

机械制图

主 编 睦满仓 耿家源 刘丽梅
副主编 梁汉优 胡珍珍 刘怀海 史振灵
孙 娜 杨 琳 范 毅
参 编 张香云 肖 雪 罗金妮 李鹏祥

JIXIE ZHITU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是一本适用于机类和近机类各专业的工程制图教材,其内容符合高等学校工科制图课程教学指导委员会制订的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》。本书是作者在总结多年教学改革实践经验的基础上,结合多位教师的研究成果和机械及非机械类学生综合制图基础能力现状编写的,它包含了空间思维与想象和形体表达的基本理论与方法,融入了三维模型,帮助学生建立从二维到三维及从三维到二维的转换,也涉及工程机械设计制图内容,并结合最新国家制图标准。本书在计算机绘图内容的编写上有其突出之处,加入了三维 CAD 造型内容,全书编写格式也有一定创新。

本书具有思路清晰、内容先进、分类合理、适应专业方面宽等特点,可以作为培养应用型人才教育的各类高校教材使用,适用学时为 40~96 学时,也可以供其他各类学校有关师生和相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/眭满仓,耿家源,刘丽梅主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.6
高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材
ISBN 978-7-5680-1014-6

I. ①机… II. ①眭… ②耿… ③刘… III. ①机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 148202 号

机械制图

眭满仓 耿家源 刘丽梅 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:陈 静

责任校对:张 琳

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.75

字 数:500 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:42.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

编市委员会

潘毓学	长春大学光华学院	李杞仪	华南理工大学广州学院
王宏甫	北京理工大学珠海学院	王龙山	浙江大学宁波理工学院
魏生民	西北工业大学明德学院		

邓 乐	河南理工大学万方科技学院
卢文雄	贵州大学明德学院
王连弟	华中科技大学出版社
刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
孙树礼	浙江大学城市学院
吴小平	南京理工大学紫金学院
张胜利	湖北工业大学商贸学院
陈富林	南京航空航天大学金城学院
张景耀	沈阳理工大学应用技术学院
范孝良	华北电力大学科技学院
胡夏夏	浙江工业大学之江学院
孟文霞	烟台南山学院
黄健求	东莞理工学院城市学院
曲尔光	运城学院
范扬波	福州大学至诚学院
胡国军	绍兴文理学院元培学院
容一鸣	武汉理工大学华夏学院
宋继良	黑龙江东方学院
李家伟	武昌工学院
张万奎	湖南理工学院南湖学院
李连进	北京交通大学海滨学院
张洪兴	上海师范大学天华学院

秘 书 俞道凯 华中科技大学出版社

总 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机电专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本

专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

前 言

近年来,应用型人才的培养成了普通高校热名词,高校教育越来越重视培养学生的实际动手能力和独立解决问题的能力,因此,在教学内容上也做了相应的调整,即弱化理论教学、增强实践教学。机械类工程制图课程教学也不例外地加入了改革的行列,表现为理论学时减少、内容压缩,但质量要求不降低,并随着计算机技术的发展,CAD在制图教学中的分量越来越大,因此,课程教学难度越来越大。编写一本适用于课堂教学与自学的教材就是本书的初衷。本书的编写理念:在大的原则方面,以增强工程制图课程在人才培养方面的作用,努力使工程图学教育从知识、技能、方法的孤立教学,向能力、素质的综合培养转化,全面落实原国家教委1995年修订的《高等学校工科本科画法几何及机械制图教学基本要求》,以及教育部工程图学教学指导委员会2004年提出的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》;在小的细节方面,尽量满足教学与自学两个方面的需求,增强易读性,并在关键点上安排教师指导性提示或注意语,让读者有教师亲身指导的感觉。

本书是一本专业适应性较强的工程制图教材,内容通俗易懂,突出了现代制图技术的介绍。本书特点可归纳如下。

(1) 突出教学重点,删减次要内容。

本书在内容编排上,弱化了画法几何,增强了机械制图。在保证工程制图基本内容的基础上,重点保证立体投影理论与制图的内容,包括第2、3、5、6章都是比较完整保留机械类制图教材的基本内容。根据目前制图技术发展迫切需要,增加了“CAD三维造型”,使本书更加“现代”化。

(2) 基本内容完整,案例典型精练。

本书虽然在多处进行了删减,但从总体内容上看,依然是基本内容齐全与完整的。在有限的篇幅内,各位编写教师精心选择案例,以保证每个例题都具有典型性。

(3) 采用最新制图标准。

全书采用了最新的国家质量监督检验检疫总局颁布的《技术制图》、《机械制图》等标准,根据课程内容的需要,分别选择并编排在正文、插图或附录中,以增强贯彻最新国家标准意识,培养学生查阅国家标准的能力。

本书由长江大学工程技术学院睦满仓、耿家源,宁夏理工学院刘丽梅任主编,参加编写的还有:黄河科技学院杨琳,长江大学工程技术学院张香云、梁汉优、胡珍珍、史振灵、刘怀海、肖雪,长江大学文理学院范毅,宁夏理工学院罗金妮、李鹏祥、孙娜。全书由睦满仓统稿把关。本书编写过程中得到杜镰、刘世禄、孙良臣、杨勤的许多宝贵建议和支持,在此表示感谢。

书中参考了国内一些同类教材和文献,在此一并向出版者和著作者表示衷心的感谢!

由于作者水平所限,书中难免存在一些不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2015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》简介	(1)
1.2 常用绘图工具及仪器的使用方法	(12)
1.3 几何制图	(15)
1.4 平面图形的分析及画图方法	(20)
1.5 绘图的方法和步骤	(22)
第 2 章 正投影法基础	(24)
2.1 投影方法概述	(24)
2.2 三视图的形成及其投影关系	(26)
2.3 点的投影	(29)
2.4 直线的投影	(34)
2.5 平面的投影	(43)
2.6 投影变换简介	(48)
本章小结	(55)
思考题	(55)
第 3 章 立体的投影	(57)
3.1 平面立体投影	(57)
3.2 平面与平面立体相交	(61)
3.3 曲面立体投影	(68)
3.4 平面与曲面立体相交	(74)
3.5 立体和立体相交	(84)
本章小结	(93)
思考题	(94)
第 4 章 组合体	(95)
4.1 组合体的形成和表面连接关系	(95)
4.2 组合体视图的绘制	(97)
4.3 组合体视图的阅读	(101)
本章小结	(113)
思考题	(113)
第 5 章 轴测图	(114)
5.1 轴测图的基本知识	(114)
5.2 正等测图的画法	(116)
5.3 斜二测图的画法	(120)

本章小结·····	(122)
思考题·····	(122)
第6章 机件形状的表达方法 ·····	(123)
6.1 视图·····	(123)
6.2 剖视图·····	(126)
6.3 断面图·····	(133)
6.4 局部放大·····	(136)
6.5 简化画法及其他规定画法·····	(138)
本章小结·····	(141)
思考题·····	(141)
第7章 标准件及常用件 ·····	(143)
7.1 螺纹及螺纹紧固件·····	(143)
7.2 键与销·····	(157)
7.3 齿轮·····	(161)
7.4 滚动轴承·····	(166)
7.5 弹簧·····	(169)
本章小结·····	(174)
思考题·····	(174)
第8章 零件图 ·····	(175)
8.1 零件图的作用、内容和画图步骤·····	(175)
8.2 零件上的常见结构与尺寸·····	(177)
8.3 零件的视图选择·····	(183)
8.4 零件图上的技术要求·····	(193)
8.5 看零件图·····	(208)
本章小结·····	(214)
思考题·····	(214)
第9章 装配图 ·····	(215)
9.1 装配图的作用和内容·····	(215)
9.2 装配图的表达方法及合理结构·····	(217)
9.3 装配图的尺寸标注及技术要求·····	(222)
9.4 装配图的零(部)件序号和明细栏·····	(223)
9.5 画装配图的方法和步骤·····	(224)
9.6 读装配图及拆画零件图·····	(228)
本章小结·····	(236)
思考题·····	(237)
第10章 计算机二维绘图基础 ·····	(238)
10.1 AutoCAD 基础知识·····	(238)
10.2 绘图与编辑·····	(251)

10.3	标注	(260)
10.4	图形输出	(270)
第 11 章	CAD 三维造型	(273)
11.1	CAD 三维造型技术的发展	(273)
11.2	常用三维软件概述	(275)
11.3	SolidWorks 三维建模基础	(276)
附录		(297)
附录 A	极限与配合	(297)
附录 B	常用材料的牌号及性能	(300)
附录 C	常用热处理和表面处理	(302)
附录 D	螺纹	(304)
附录 E	常用螺纹紧固件	(305)
附录 F	键	(312)
附录 G	销	(313)
附录 H	轴承	(315)
附录 I	零件倒圆、倒角与砂轮越程槽	(318)
参考文献		(320)

第1章 制图的基本知识和基本技能

工程图样是现代工业生产中的主要技术文件之一,用来指导生产和进行技术交流,具有严格的规范性。为了方便交流,图样的画法已经标准化。掌握制图的基础知识,可为以后读图、绘图打好坚实的基础。为了正确地绘制和阅读机械图样,必须了解有关机械制图的规定。本章重点对国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定,如图纸规格、图样常用的比例、图线及其含义等进行介绍,还对绘图工具和仪器的使用方法、几何作图、尺寸注法和线段分析、平面图形的画法等内容进行简要介绍。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》简介

图样是“工程界的语言”,为了便于生产和进行技术交流,必须对图样的内容、格式、画法、尺寸注法,以及所采用的符号等建立一个统一的标准。由国家标准化主管机构批准并颁布的国内统一标准就称为国家标准(简称国标),代号为“GB”,推荐性标准代号加“/T”。《技术制图》与《机械制图》国家标准起到了统一工程语言的作用。每一个工程技术人员,都必须树立标准化的概念,严格遵守,认真贯彻执行。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的尺寸范围,其幅面代号为:A0、A1、A2、A3、A4。在绘制图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时,可按规定加长幅面,其尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

表 1-1 基本幅面及边框尺寸 (单位:mm)

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

2. 图框格式

在图纸上,根据规格尺寸绘制的用于限定绘图区域的线框称为图框。图框必须用粗实线画出,图框内画图。图框有两种格式的画法,即:不留装订边(见图 1-1)和留装订边(见图 1-2)。图边界线与图框线之间有一个边界区间,称为周边,周边内是不能画图的。同一产品的图样只能采用一种格式。装订时可采用 A4 幅面竖放或 A3 幅面横放。另外,若较大图纸画完后需要折叠,折叠后的图纸幅面一般应为 A4 或 A3 规格的幅面。

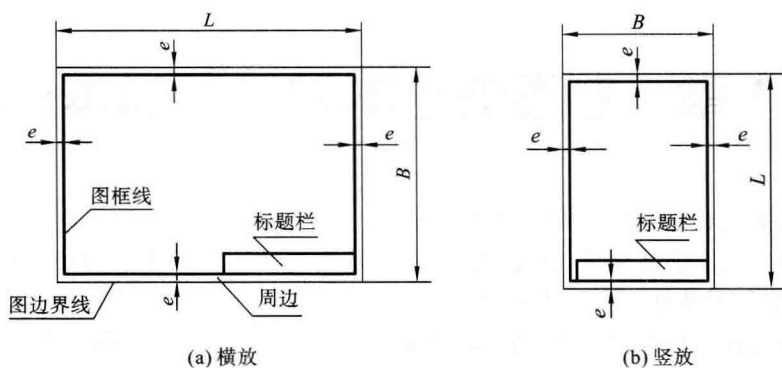


图 1-1 不留装订边的图框格式

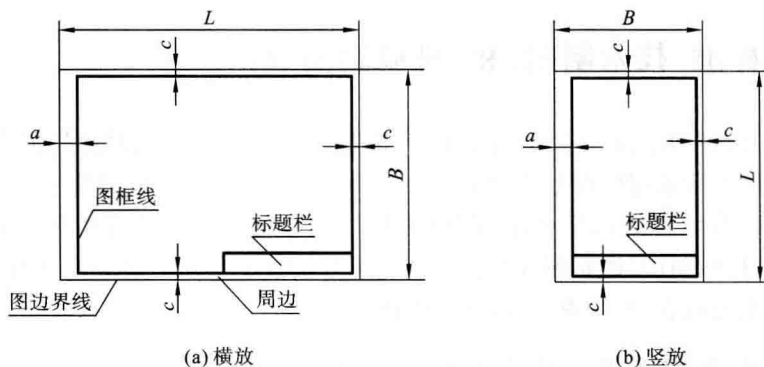


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏

为了绘制出的图样便于管理及查阅,每张图都必须添加标题栏。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—2008 的规定。标题栏一般位于图纸的右下角。标题栏中的文字方向通常为看图方向。可根据需要增减标题栏和明细栏的内容。《技术制图 标题栏》规定了两种标题栏的格式,前一种为推荐使用的国家标准规定的标题栏及明细栏,如图 1-3 所示,一

101016161216												
7												
标记处数分区更改文件号(签名)年、月、日						4×6.5(=26)1212						
设计(签名)年、月、日标准化(签名)年、月、日						阶段标记质量比例			10		18	
制图(签名)									9			
审核									9		21	
工艺批准						共张第张			9			
121216121216						50						
						180						

般学校制图作业建议用简化的标题栏(见图 1-4 和图 1-5)。



图 1-4 简化的零件图标题栏

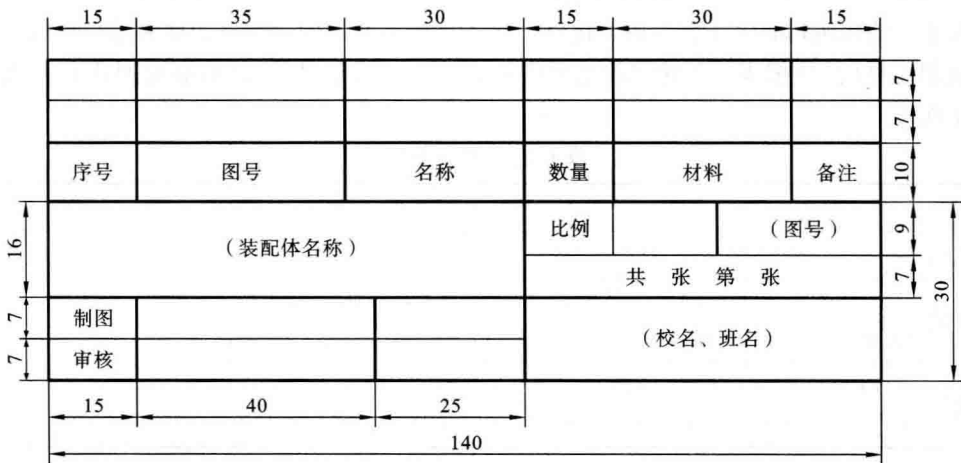


图 1-5 简化的装配图标题栏

根据视图的布置需要,图纸可以横放或竖放。如图 1-6 所示,可使用两种附加符号:一个符号是方向符号——细实线的等边三角形,用于预先印制的水平放图纸垂直使用或将垂直放图纸水平使用,方向符号画在图框下边的中间位置,明确看图方向;另一个符号是对中符号,用于图样复制和微缩时定位,应在图纸各边长的中点处,分别用粗实线画出,线宽不小于 0.5 mm,长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5 mm 处。

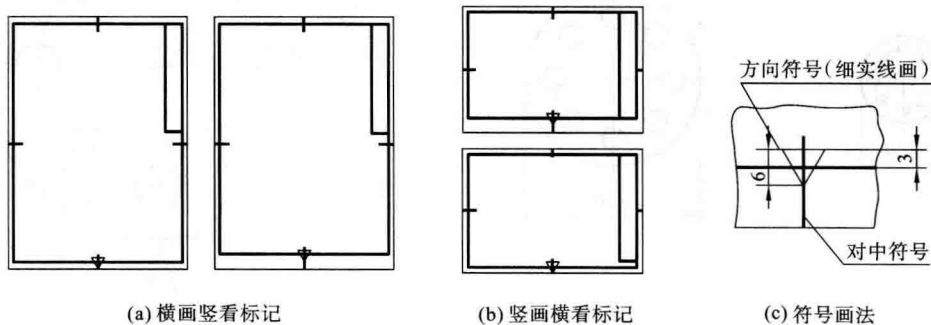


图 1-6 方向符号与对中符号的使用

两种符号可以分开使用,也可以在一起使用。

【注意】

(1) 标题栏右下角应与粗实线的图框右下角重合。

(2) 画标题栏时应注意规定线框的粗细实线的变化。一般标题栏外框为粗实线,不要将标题栏全用粗实线或全用细实线画出。

(3) 填写标题栏时,一般图名用 10 号字,图号、校名用 7 号字,其余都用 5 号字书写。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

1. 比例分类

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例称为原值比例。比值大于 1 的比例,如 2 : 1 称为放大比例。比例小于 1 的比例,如 1 : 2 称为缩小比例。

绘制图样时,应按表 1-2 规定的系列中优先选取不带括号的比例,必要时也可采用带括号的比列。

表 1-2 绘图的比例

种 类	比 例							
原值比例	1 : 1							
放大比例	2 : 1	(2.5 : 1)	(4 : 1)	5 : 1	10 : 1			
	$2 \times 10^n : 1$	$(2.5 \times 10^n : 1)$	$(4 \times 10^n : 1)$	$5 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$			
缩小比例	(1 : 1.5)	1 : 2	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	1 : 5	(1 : 6)	1 : 10
	$(1 : 1.5 \times 10^n)$	$1 : 2 \times 10^n$	$(1 : 2.5 \times 10^n)$	$(1 : 3 \times 10^n)$	$(1 : 4 \times 10^n)$	$1 : 5 \times 10^n$	$(1 : 6 \times 10^n)$	$1 : 10 \times 10^n$

注: n 为正整数。

为了方便读图,建议尽可能按工程形体的实际大小 1 : 1 画图,如机件太大或太小,则采用缩小或放大比例。不管采用哪种比例,图中的尺寸均应按照实际大小进行标注,与图形大小无关,图 1-7 所示的为不同比例绘图的效果。

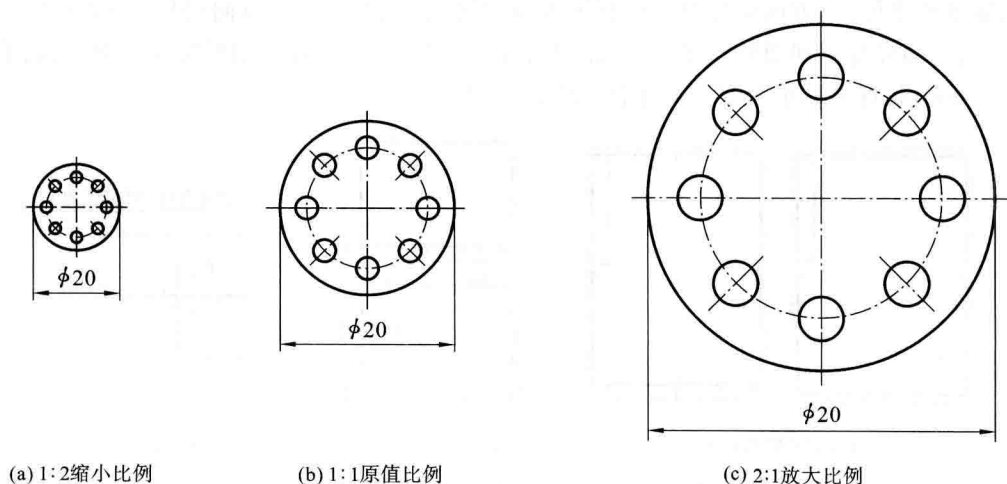


图 1-7 不同比例绘制的图形尺寸数值不变

【注意】

绘图是不允许采用非标准比例的。如放大比例 3:1 在表 1-2 中没有列出,则认为是非标准比例,不能在标准工程图样中使用。

2. 比例标注方法

比例一般应标注在标题栏的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如: $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5:1}$ 、 $\frac{\text{墙板位置图}}{1:200}$ 、平面图、1:100。

1.1.3 字体(BG/T 14691—1993)

字体是技术制图中的一个重要组成部分。国家标准规定了图样上汉字、字母、数字的书写规范。书写字体的基本要求与原则是:字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。

1. 字高

字体的高度(h)代表了字体的号数,其公称尺寸系列有:1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如果需要更大,其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字示例如图 1-8 所示。

字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
技术制图机械长江大学工程技术学院

图 1-8 长仿宋汉字示例

3. 字母和数字

字母和数字可写成直体与斜体两种。斜体字头向右倾斜,与水平线成 75° ,分 A 型(笔画宽为 $h/14$)和 B 型(笔画宽为 $h/10$)等两种。A 型字体用于机器书写,B 型字体用于手工书写。在同一图样上只允许选用一种形式的字体。其书写字体的示例如图 1-9 所示。

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmno pqrstuvwxyz
1234567890 I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII $10^3 S^{-1} D_1 T_d$
 $\phi 40 R30 2 \times 45^\circ Q235 HT200 M20-6H \phi 20 \begin{smallmatrix} +0.010 \\ -0.023 \end{smallmatrix} \frac{3}{5}$

图 1-9 B 型斜体字母、数字及字体示例

【注意】

“ ϕ ”常用来表示直径,如 $\phi 40$ 表示直径为 40 mm。同理,“R”用来表示半径,如 R30 表示

半径为 30 mm。用做指数、分数、注脚等的数字及字母应采用小一号的字体。

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002)

1. 基本线型

绘制机械工程图样常使用八种图线,即:粗实线、虚线、细实线、波浪线、细点画线、双点画线、双折线、粗点画线(见表 1-3)。

表 1-3 图线及其应用

图线名称	图线形式	线宽	线素/长度		一般应用
粗实线		d	画	不限	可见轮廓线 可见过渡线
虚线		$d/2$	画 短间隔	$12d$ $3d$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细实线			画	不限	尺寸及尺寸界线 剖面线、引出线 重合剖面的轮廓线
波浪线					断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
细点画线			点 短间隔 长画	$\leq 0.5d$ $3d$ $24d$	轴线、对称中心线、轨迹
双点画线			点 短间隔 长画	$\leq 0.5d$ $3d$ $24d$	相邻辅助零件的轮廓线 运动机件在极限位置的轮廓 线和轨迹线 假想投影轮廓线、中断线
双折线					断裂处的边界线
粗点画线		d	点 短间隔 长画	$\leq 0.5d$ $3d$ $24d$	有特殊要求的线 表面的表示线

注:表中所注线型、线素的计算式为手工绘图时使用,在 GB/T 14665—2012 中规定。这些公式也便于使用 CAD 系统绘制的各种图样。

2. 图线的宽度

机械工程图样采用两种图线宽度,分别称为粗线与细线。粗线的宽度为 d ,细线的宽度约为 $d/2$,线宽 d 的尺寸系列为 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm,在同一图样中,同类图线的宽度应一致。本书优先采用 0.5 mm 或 0.7 mm 两种线宽。

3. 图线的应用

图 1-10 所示的为图线的应用举例。

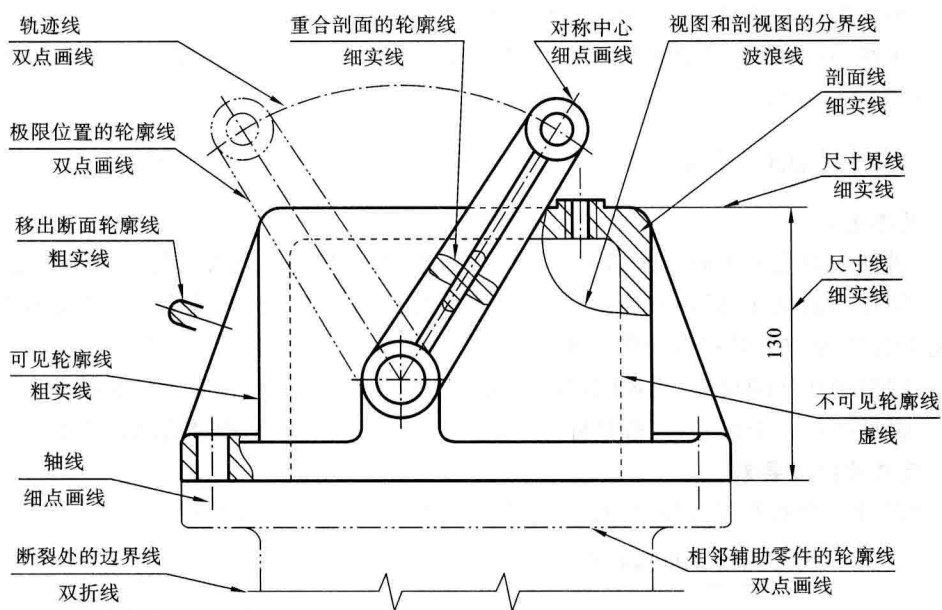


图 1-10 图线应用示例

4. 图线画法(见图 1-11)

(1) 画图线要做到:清晰整齐、均匀一致、粗细分明、交接正确。

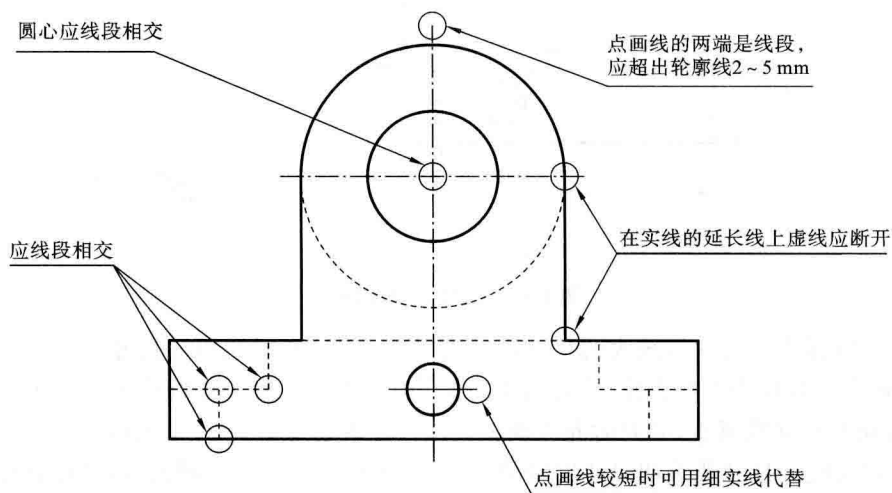


图 1-11 图线画法

(2) 除非有特殊规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(3) 在同一图样中,同类线段宽度应一致。同一条虚线、点画线、双点画线中的短画、短间隔、长画和点的长度应各自大致相同。

(4) 点画线、双点画线首末两端应是长画,并超出轮廓线 2~5 mm;当该图线较短时,可用细实线代替。