



普通高等教育“十五”国家级规划教材

机械制图

第五版

大连理工大学工程画教研室 编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

机械制图

第五版

大连理工大学工程画教研室 编

高等教育出版社

内容提要

本修订版是在大连理工大学工程画教研室编《机械制图》(第四版)的基础上,总结近几年教学改革的经验,并参考国内外同类教材修订而成。

本修订版的内容包括:绪论、制图的基本知识、计算机绘图基础、组合体的视图、轴测图、机件的表示法、零件图、标准件和常用件、装配图以及附录。除绪论和附录外,每章之末均附有复习题。与本书配套的大连理工大学工程画教研室编《机械制图习题集》(第四版)同时出版,可供选用。

本修订版由教育部高等学校工程图学教学指导委员会委托北京理工大学董国耀教授、东北大学方昆凡教授审阅,并经教育部高等学校工程图学教学指导委员会审议通过,作为普通高等教育“十五”国家级规划教材出版。

本书可作为高等学校机械类各专业的教材,也可供其他类型学校有关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/大连理工大学工程画教研室编.—5版.—北京:
高等教育出版社,2003.8

ISBN 7-04-011932-3

I.机... II.大... III.机械制图-高等学校-教材
IV.TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 046762 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899
经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京中科印刷有限公司
开 本 850×1168 1/16
印 张 21.75
字 数 540 000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

版 次 1974年3月第1版
2003年8月第5版
印 次 2003年8月第1次印刷
定 价 25.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第五版序

本修订版是根据原国家教育委员会 1995 年印发的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”，总结近几年校内外教学改革的经验，并参照国内外同类教材，在大连理工大学工程画教研室编《机械制图》(第四版)的基础上修订而成。

本书历次版本理论体系严谨，制图基础训练扎实，语言叙述流畅，受到工程界的好评，并被许多院校选为教材。

本书第三版曾在 1987 年国家教育委员会举办的全国优秀教材评选中，获国家教委一等奖，本书第四版曾获教育部 1998 年科技进步三等奖。本次修订版为普通高等教育“十五”国家级规划教材。

近年来，制图课程的教学思想、教育理念发生了很大变化，未来对人才的素质需求、学生的智力开发都对图学教育提出了更新更高的要求。

本次修订除保留第四版的一些特点外，在内容安排上注意到培养学生空间思维能力、图样处理能力，调动学生的学习积极性，便于学生自学等要求，为学生创新能力和工程意识的培养打下较为坚实的基础。

经修订，本书具有以下特点：

1. 计算机绘图作为手段和绘图方式融入教材的始终。第二章简要介绍了使用较为广泛的 AutoCAD 新版本，并在以后各章中自然融合使用，使学生掌握一种较为成熟的计算机软件。

2. 强化投影与三维构形的训练。第三章组合体视图作为本书教学重点在本次修订中得到强化，将组合体的三视图纳入到机件六个基本视图系列中。第三章还给出创意构形的一些原则和方法，将对学生的创新能力培养、空间构思能力培养打下牢固的基础。

3. 第四章加强绘制草图的技能训练，特别是绘制轴测草图的训练。轴测草图既有助于培养学生创新构思和机件表达的能力，又可使绘图快捷。全书自始至终将草图绘制与尺规绘图、计算机绘图的三种方式并列。

4. 第五章机件表示法以及后面的章节中全面贯彻最新国家标准(截止到 2002 年年底)，突出介绍机件基本表示法，并适当介绍规定画法及简化画法。

5. 第六章零件图和第八章装配图两章中更换了部分图例，尽量采用简化画法，并力求做到图样清晰，文字简练，便于自学。考虑到教学时数的减少，适当降低了原书中机械图的难度，并对零件工艺结构和零件技术要求等内容予以适当地弱化。

6. 将原书第六章标准件、第七章常用件和第十章焊接图合并为一章，做到内容精练、标准全新，整章标准化意识突出。在保留传统内容的基础上反映了新的科技信息(例如弹性圆柱销和等顶隙锥齿轮等)。将螺纹与标准件剥离，作为零件典型结构纳入零件图一章，使教学内容的体系更加合理。

7. 考虑到教学时数的减少，取消了原书第十一章房屋建筑图的内容。

8. 附录中的内容均是最新标准的摘录或汇总，但只考虑到教学的适用性，因此作为标准是不完整的。国家标准以后还会被修订，当有更新标准发布时，应及时取代附录中所给的标准。

和本书配套使用的教材除大连理工大学工程画教研室编《机械制图习题集》(第四版)外,还有大连理工大学工程画教研室编《画法几何学》(第六版)和《画法几何习题集》(第四版),并配有电子教案和 CAI 课件等,有需要者请与我教研室或直接与高等教育出版社联系。上述三本教材均已由大连理工大学工程画教研室重新修订,并由高等教育出版社同时出版。本套教材可作为高等学校工科机械类各专业画法几何及机械制图课程的教材,也可作为其他专业的教学参考书。

参加本次编写工作的有:崔长德(绪论、第五章、附录)、戴恒震(第一、四章)、王丹虹(第二章)、胡青泥(第三章)、周勇(第六、八章)、高菲(第七章)。本书由崔长德主编,周勇为副主编。

本书所用插图采用计算机绘制,部分由吕其瑜和王丽手工描绘。

教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2002 年工作会议(大连)认真听取了本书修订情况说明的汇报,对本书的编写工作给予了有力的支持和指导,并委托北京理工大学董国耀教授和东北大学方昆凡教授审阅。审稿人对本书提出了许多宝贵意见,对此一并表示衷心感谢。

本书是多年教学经验的总结,是制图教学改革的成果,它凝聚了我教研室全体人员的智慧和心血。参加历次版本编写工作的各位老师对本书作出极大的贡献,在此表示衷心地感谢。

由于我们的水平有限,本书难免存在缺点甚至错误,欢迎读者批评指正。

编者

2002 年 12 月

策划编辑	肖银玲
责任编辑	肖银玲
封面设计	刘晓翔
责任绘图	朱 静
版式设计	陆瑞红
责任校对	杨雪莲
责任印制	宋克学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 82028899 转 6897 (010)82086060

传真：(010) 82086060

E-mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮编：100011

购书请拨打读者服务部电话：(010)64054588

目 录

绪论	1	§ 3-4 标注组合体尺寸的方法	98
第一章 制图的基本知识	2	§ 3-5 组合体的构形设计	107
§ 1-1 国家标准《技术制图》和 《机械制图》的有关规定	2	本章小结	112
§ 1-2 尺规绘图	11	复习题	112
§ 1-3 徒手绘图	21	第四章 轴测图	113
§ 1-4 计算机绘图简介	23	§ 4-1 轴测投影的基础知识	113
本章小结	26	§ 4-2 正等轴测图的画法	117
复习题	26	§ 4-3 轴测剖视图的画法	127
第二章 计算机绘图基础	27	§ 4-4 轴测图的尺寸标注	129
§ 2-1 熟悉 AutoCAD 系统工作 环境	27	§ 4-5 斜二测的画法	130
§ 2-2 AutoCAD 的基本操作及 辅助绘图功能	29	§ 4-6 轴测图的选择	130
§ 2-3 绘图前的准备工作	35	§ 4-7 用 AutoCAD 2000 画轴测 图	132
§ 2-4 二维绘图命令	38	本章小结	133
§ 2-5 图形编辑命令	45	复习题	134
§ 2-6 二维绘图综合举例	52	第五章 机件的表示法	135
§ 2-7 尺寸标注	56	§ 5-1 视图	135
§ 2-8 三维造型	61	§ 5-2 剖视图	138
§ 2-9 生成三维模型的二维投 影视图	69	§ 5-3 断面图	149
§ 2-10 图形输出	70	§ 5-4 其他规定画法和简化画法	152
本章小结	71	§ 5-5 机件各种表示法综合运 用举例	158
复习题	71	本章小结	162
第三章 组合体的视图	72	复习题	163
§ 3-1 形体分析法和线面分 析法	72	第六章 零件图	165
§ 3-2 画组合体视图的方法和 步骤	85	§ 6-1 零件图的内容	165
§ 3-3 看组合体视图的方法和 步骤	91	§ 6-2 零件的结构分析	166
		§ 6-3 零件上的螺纹结构	174
		§ 6-4 零件表达方案的选择	182
		§ 6-5 零件图中尺寸的合理 标注	190

§ 6-6 零件图上的技术要求	198	§ 8-1 装配图的内容	274
§ 6-7 看零件图的方法和步骤	213	§ 8-2 装配图的图形画法	274
§ 6-8 典型零件图例分析	216	§ 8-3 装配图中的尺寸标注和 技术要求	279
§ 6-9 零件的测绘	222	§ 8-4 装配图的零件序号及明 细栏、标题栏	279
本章小结	231	§ 8-5 装配结构	281
复习题	232	§ 8-6 部件测绘	286
第七章 标准件与常用件	233	§ 8-7 画装配图的方法和步骤	289
§ 7-1 螺纹紧固件	233	§ 8-8 看装配图的方法和步骤	299
§ 7-2 键	242	§ 8-9 由装配图拆画零件图	302
§ 7-3 销	244	本章小结	307
§ 7-4 滚动轴承	247	复习题	307
§ 7-5 弹簧	250	附录	308
§ 7-6 齿轮	253	附录 A 简化表示法	308
§ 7-7 花键件	265	附录 B 标准结构	311
§ 7-8 焊接件	267	附录 C 标准件	314
本章小结	272	附录 D 技术要求	330
复习题	273		
第八章 装配图	274		

绪 论

一、本课程的任务和要求

工程图样是工程信息的载体,它准确地表达工程对象的形状、尺寸及其技术要求。工程图样是制造机器、仪器和进行工程建筑施工、电子电工线路连接等的主要依据。在生产和科学实验活动中,设计者通过图样来表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求和制造设计对象,人们还通过图样来进行科学技术方面的交流。所以,图样是工程界的语言。

计算机绘图技术的普及和发展、设计制图工作的根本性转变,使得图样信息的产生、加工、存储和传递进入了新的阶段。随着科学技术的高速发展和国际交流的日益频繁,作为国际性技术语言的工程图样显得越来越重要。

工程技术人员必须掌握这种技术语言,具备画图 and 看图的能力。作为培养高级工程科学技术人员的高等工业学校,为适应创新人才的素质教育要求,在教学计划中都把“机械制图”列为一门重要的技术基础课程。

机械制图课程的任务和要求是:

1. 研究用正投影法并遵照国家标准的规定画出图样,以表达机器、部件和零件。
2. 培养学生具有工程图学思维方式、提高学生的工程图学素质,使学生具有看图能力、空间想象能力和空间构思能力,为创新能力的培养打下坚实的基础。
3. 学习与图样有关的机械设计和制造工艺方面的基本知识,加强构形训练,研究如何在图样上标注尺寸和注写“技术要求”,使学生的设计概念和工程意识得到培养和提高。
4. 掌握计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图的方法(包括画轴测图的方法),能快速、准确地绘制出工程图样,培养学生具有耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

二、本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,只有通过画图、看图实践才能掌握。因此,在学习本课程时,必须完成一系列的制图作业。要想把图样画得又快又好,必须做到:

1. 正确使用制图工具和仪器(包括计算机),按照正确的工作方法和步骤来画图,使所绘制的图样内容正确、图面整洁。
2. 认真听课,按时完成作业,弄懂基本原理和基本方法。
3. 注意画图和看图相结合,物体与图样相结合。要多看、多画、多想,注意培养空间想象能力和空间构思能力。
4. 严格遵守有关制图等方面的国家标准的规定,学会查阅并使用标准和有关资料的方法。
5. 不断改进学习方法,提高独立工作能力和自学能力。

第一章 制图的基本知识

工程图样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。本章将着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等有关规定,并简略介绍平面图形的基本画法、尺寸标注。

§ 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制订并颁布了一系列国家标准,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”)和指导性国家标准(代号为“GB/Z”)。本节摘录了有关《技术制图》和《机械制图》国家标准的基本规定。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

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。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1 189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420		5	10
A4	210 × 297			

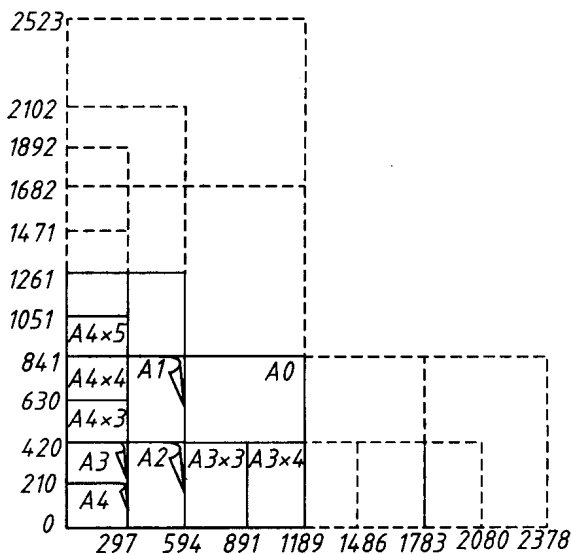


图 1-1 五种图纸幅面及加长边

图 1-1 中粗实线所示为基本幅面。必要时,可以按规定加长图纸的幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。细实线及虚线所示分别为第二选择和第三选择加长幅面。

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,见图 1-2。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

为了复制或缩微摄影的方便,应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从周边画入图框内 5 mm 的一段粗实线,如图 1-2b 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏内的部分予以省略。

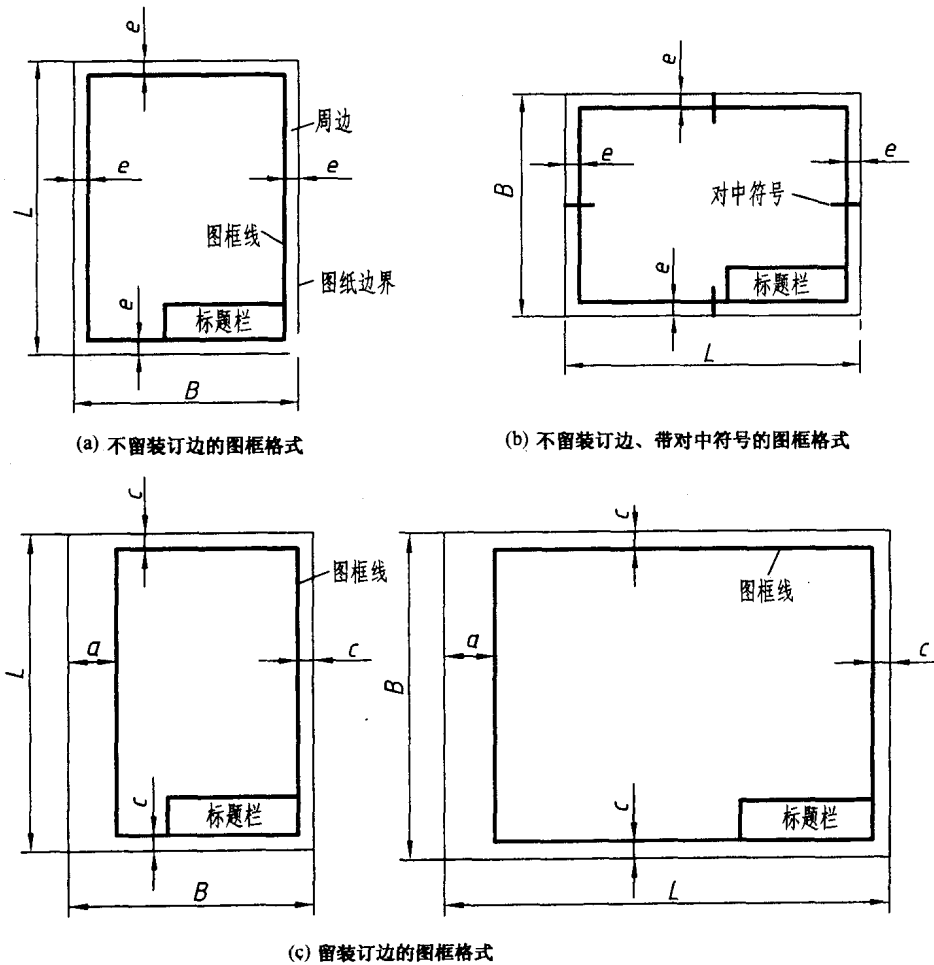


图 1-2 图框格式及标题栏方位

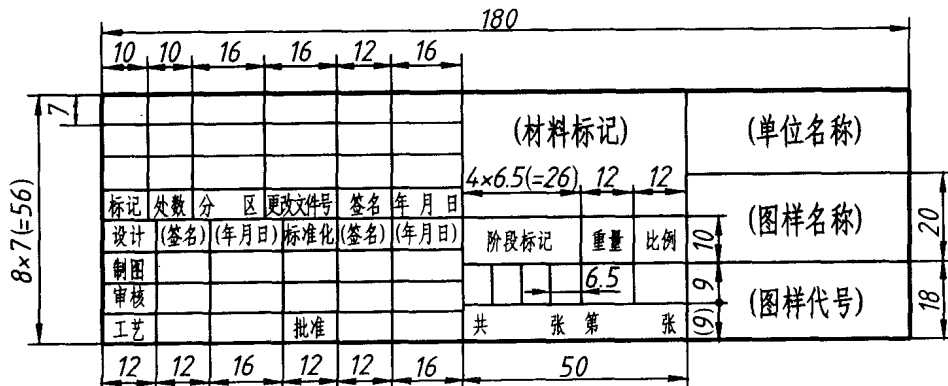
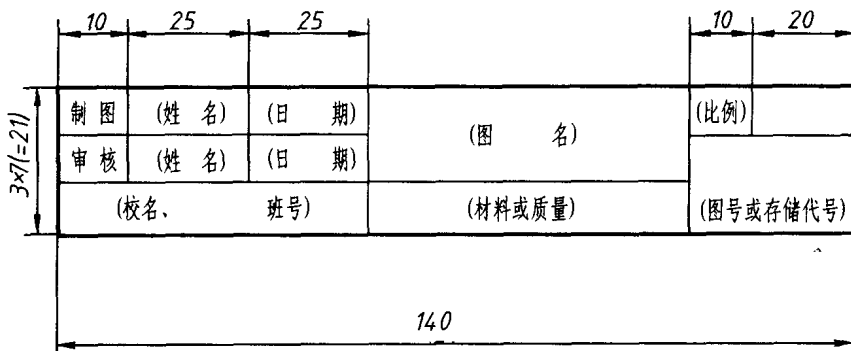


图 1-3 国家标准规定的标题栏格式

3. 标题栏

标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—1989 规定,图 1-3 是该标准提供的标题栏格式。

教学中推荐使用简化的零件图标标题栏和装配图标标题栏,如图 1-4 所示。



注:图中的“(材料或质量)”在零件图中为“(材料)”,在装配图中为“(质量)”。

图 1-4 教学中采用的标题栏格式

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。一般应尽量采用机件的实际大小(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。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。应注意,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。

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	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	1:1.5	1:2	1:1.25	1:3	1:4	1:5	1:6	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$				

注:1. n 为正整数;

2. 粗体字为优先选用比例。

三、字体(GB/T 14691—1993)

字体指的是图中汉字、字母、数字的书写形式。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。

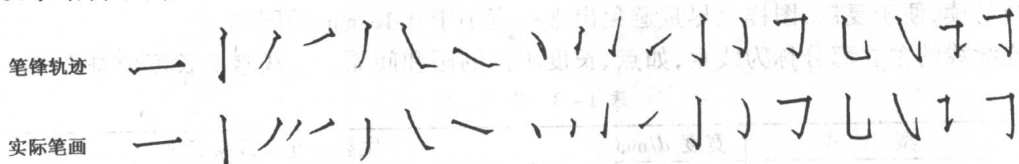
字体高度(用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

如需书写更大的字,其字体高度应按 $1:\sqrt{2}$ 的比率递增,字体高度代表字的号数。

1. 汉字

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 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

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。其基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种。汉字除单体字外,一般由上、下或左、右几部分组成,书写时各部分的比例要匀称,结构要紧凑。常见的结构有 1/2, 1/3, 2/3, 2/5, 3/5 等形式。其书写过程、实际笔画及汉字结构示例如下:

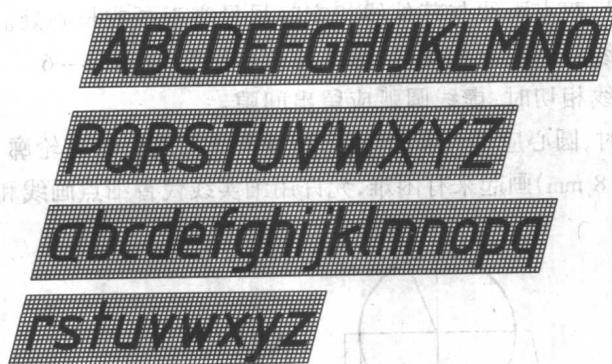


大中手分专左业向固图圆圈长系备要
 意级数仰侧测椭铆号审第箱共名盘密
 制封影设顶明院调校描旋钢锥滚螺键

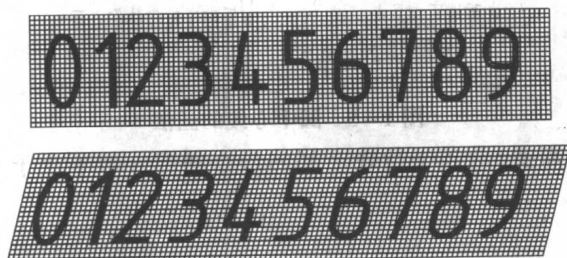
2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十四分之一; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一。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。

斜体字字母的书写示例:



阿拉伯数字的书写示例:



四、图线(GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

1. 图线形式

绘制机械图样使用 8 种基本图线(如表 1-3 所示),即:粗实线、细实线、双折线、虚线、细点画线、波浪线、粗点画线、双点画线。

机械制图中通常采用两种线宽,其比例关系为 2:1,粗线宽度优先采用 0.5,0.7。为了保证图样清晰易读,便于复制,图样上尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。

不连续线的独立部分称为线素,如点、长度不同的画和间隔。各线素的长度应符合表 1-3。

表 1-3 图 线

名称	型 式	宽度 d /mm		主要用途及线素长度	
粗实线	—————	0.7	0.5	表示可见轮廓线	
细实线	—————	0.35	0.25	表示尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓线	
波浪线	~~~~~	0.35	0.25	表示断裂处的边界线、局部剖视的分界线	
双折线	———			表示断裂处的边界线	
虚线	- - - - -			表示不可见轮廓线。画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$	
细点画线	- · - · - ·	0.7	0.5	表示轴线、圆中心线、对称线、轨迹线	长画长 $24d$ 、短间隔长 $3d$ 、点长 \leq
粗点画线	- · - · - ·				
双点画线	- · - · - ·	0.35	0.25	表示假想轮廓线、断裂处的边界线	$0.5d$
粗虚线	- - - - -	0.7	0.5	表示允许表面处理的表示线。画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$	

2. 图线的画法

(1) 虚线、细点画线、双点画线与其他线相交时尽量交于画或长画处。

(2) 虚线直接在实线延长线上相接时,虚线应留出空隙,如图 1-6。

(3) 虚线圆弧与实线相切时,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 2~5 mm;当细点画线、双点画线较短时(例如 < 8 mm)画起来有困难,允许用细实线代替细点画线和双点画线,如图 1-5。

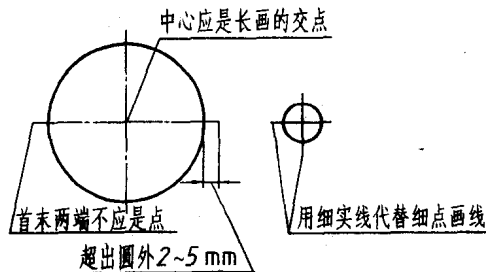


图 1-5 圆中心线的画法

(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 0.7 mm。

3. 图线的应用

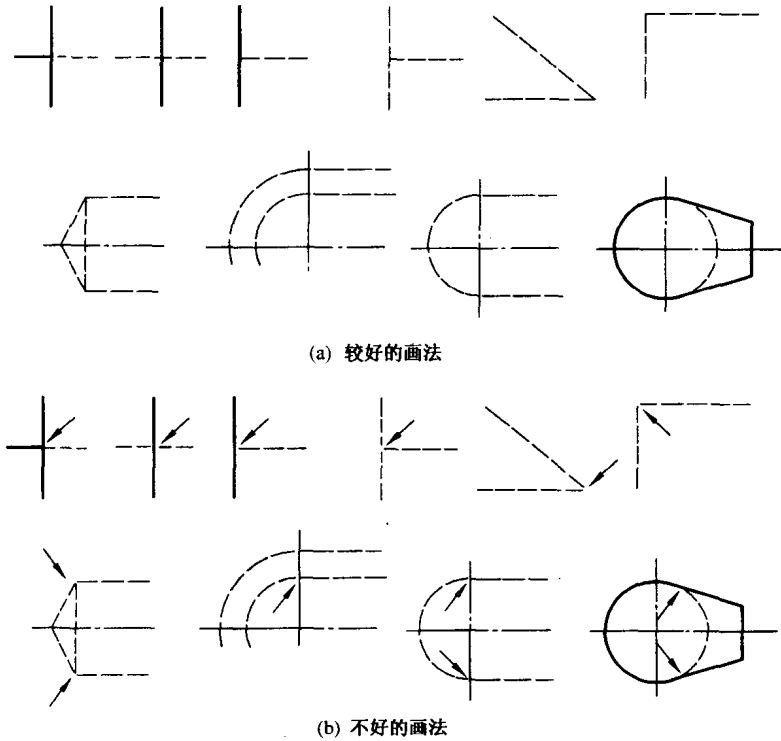


图 1-6 虚线的画

机械图样的图线应用规则见表 1-3, 具体示例如图 1-7 所示。

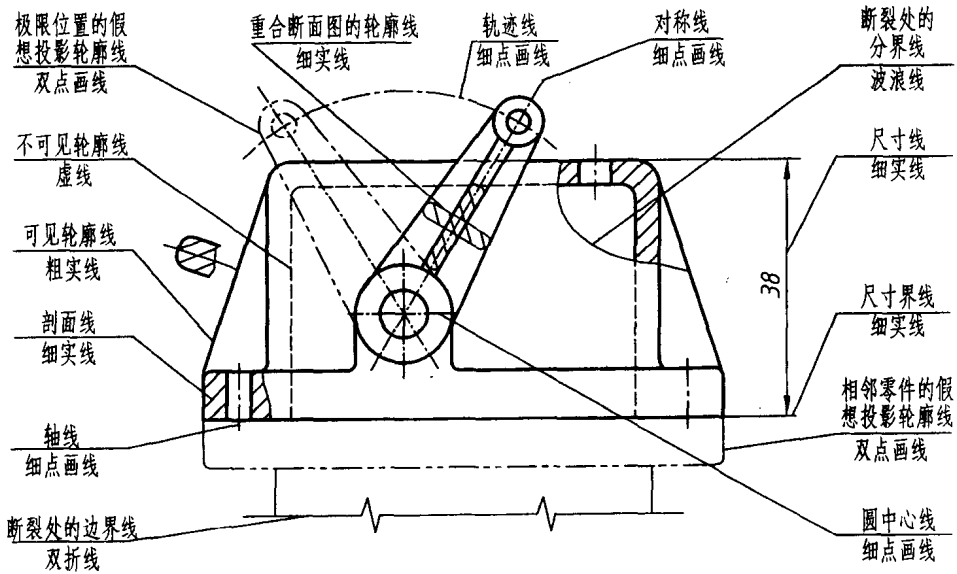


图 1-7 图线的应用

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—1984)

机件结构形状的大小和相互位置需用尺寸表示, 尺寸的组成见图 1-8。尺寸标注方法应符合

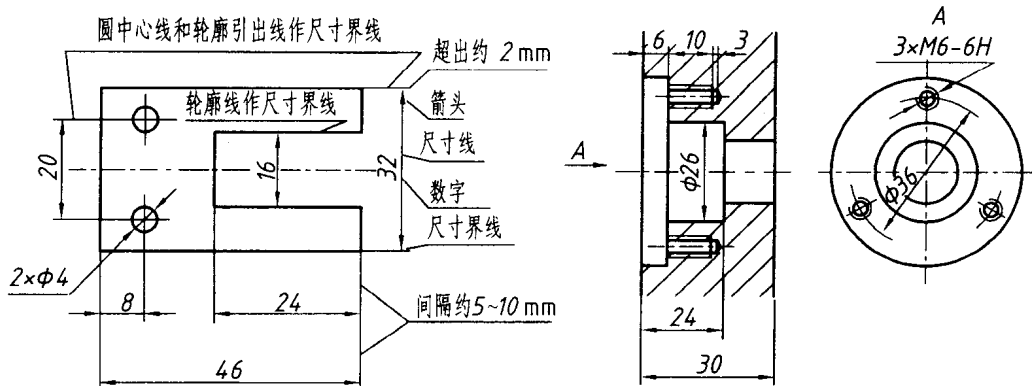


图 1-8 尺寸的组成

合国家标准的规定。

1. 基本规则

(1) 图样上所标注尺寸为机件的真实大小，且为该机件的最后完工尺寸，它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，以毫米为单位时，不需标注计量单位的名称或代号；若采用其他单位，则必须注明相应计量单位的名称或代号。

(3) 机件的每一个尺寸，在图样中一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 在保证不致引起误解和不产生理解多意性的前提下，力求简化标注。

2. 尺寸要素

(1) 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的起始和终止位置，用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称线引出。也可以直接利用轮廓线、轴线或对称线等作为尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 2~5 mm。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，相同方向各尺寸线之间的距离要均匀，间隔应大于 5 mm。尺寸线一般不用图上的其他线所代替，也不与其他图线重合或在其延长线上，并应尽量避免与其他的尺寸线或尺寸界线相交。

尺寸线终端可以有以下两种形式(见表 1-5)：

① 箭头 箭头适合于各类图样， d 为粗实线宽度，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出或离开。机件图样中的尺寸线终端一般均采用此种形式。

② 斜线 当尺寸线与尺寸界线垂直时，尺寸线的终端可用斜线绘制，斜线采用细实线。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头时，在位置不够的情况下，允许用圆点或斜线代替箭头，如表 1-5 所示“小尺寸的注法”的示例。

3. 尺寸数字及相关符号

表 1-4 表示不同类型的尺寸符号。

表 1-5 给出了尺寸标注示例。