



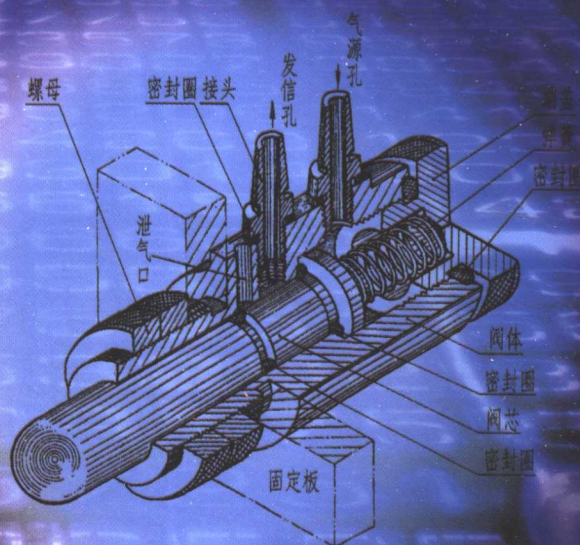
电气信息、管理科学与工程等类专业适用

普通高等教育“十五”国家级规划教材

工程制图

第二版

高俊亭 毕万全 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

工 程 制 图

(电气信息、管理科学与工程等类专业适用)

第二版

高俊亭 毕万全 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是在1995年第一版使用实践的基础上,依据教育部批准印发的《高等学校工科本科工程制图基础课程教学基本要求》,以及最新国家制图标准等修订而成的。

本书内容包括制图基本知识和技能、AutoCAD 基础、正投影法基础、轴测投影、组合体、图样画法、标准件及常用件、零件图、装配图、其他工程图(展开图、房屋建筑图、电子线路图)。

本书的特点是以正投影基础和读图为重点,以“体”为主阐述投影规律和画法,将计算机绘图融入始终,并贯彻了最新的相关国家标准。

本书适用于高等工科院校电气信息、管理科学与工程等类专业(约40~60学时),也可供其他类型学校的有关专业选用,并可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/高俊亭,毕万全主编. —2版—北京:
高等教育出版社,2003.8

ISBN 7-04-011925-0

I.工... II.①高...②毕... III.工程制图
—高等学校—教材 IV.TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第038843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 中国青年出版社印刷厂

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>

开 本	850×1168 1/16	版 次	1995年5月第1版
印 张	17.25		2003年8月第2版
字 数	430 000	印 次	2003年8月第2次印刷
		定 价	20.60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

第一版序

本书是根据国家教委于1987年批准印发的《高等学校工科工程制图基础课程教学基本要求》编写而成,在内容体系、叙述方法和图例选用等方面都具有新意,适用于高等工业学校中的电子与信息类、管理工程类专业,也可供电视大学、函授大学、职工大学及其他有关专业选用。

本书的编写主导思想是:依据少学时的需要,重点放在正投影法基础以及读图能力的培养上;力求联系实际,精选内容,使教材的内容和体系具有科学性、启发性和实用性。全书共9章,其中4章重点阐述了正投影法的基本知识和立体的投影规律,另有2章叙述了有关机械图的绘制和阅读方法。

本书具有以下特点:

(1) 从“体”出发阐述正投影的基本规律,把空间几何元素的投影特性融合在立体的投影作图中,在读者初步掌握物体投影的“三等”规律的基础上,再将点、线、面几何元素抽象出来分析,得到的投影特性又归宿到体的投影作图中,经过从立体—抽象—立体的思维深化过程,加强了正投影法基本理论的学习。

(2) 加强了立体的投影分析,为绘制和阅读工程图样打好牢固的基础。立体的分析是按基本体、叠加体、截切体、相贯体、组合体这样的顺序,由浅入深,由此及彼,科学地系统地进行投影理论分析和作图方法的阐述,逐步培养读者空间想象能力和投影分析能力。在组合体一章还强调了形体分析法、线面分析法和层次分析法,培养读者具备科学的分析方法。

(3) 机械图部分依据培养读图为主,并能绘制常见的机器或部件的零件图和装配图的初步能力的教学要求,将零件图和装配图有机地结合起来,使读者有一个全局观点,即零件图的内容离不开装配图,零件的结构形状、尺寸标注和技术要求都要从装配图的有关内容中得到,故本教材中所用到的零件图都来源于本书中的装配图。但为了便于教学,使之符合认识规律,教材内容的安排上仍从零件图开始,逐步深入到装配图。

机械图部分选用了较多的图例,为提高读图能力创造了有利的条件。同时,由于这些图例多数来自工厂实例,既结合专业又符合教学基本要求,具有强烈的专业针对性和教学实用性。

(4) 为适应不同专业的需要,在第八章“其他工程图”中叙述了展开图、房屋建筑图、电子线路图等等的绘图方法和读图方法。

(5) 在重点章节之后都附有“复习题”,供读者复习和巩固教学的基本内容。

(6) 在计算机绘图一章,附有典型的绘图程序,供读者上机操作演示,使读者对计算机绘图的基本知识有初步的了解。

此外,在本书的编写过程中,凡能收集到的最新国家标准,都予以贯彻,例如“技术制图 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)”,“技术制图 比例(GB/T 14690—1993)”,“技术制图 字体(GB/T 14691—1993)”,“技术制图 投影法(GB/T 14692—1993)”,“机械制图 表面粗糙度符号、代号及其注法(GB/T 131—1993)”等。由于新老标准的交替,未能更新本书插图中的字体。但学生在完成习

题或作业时,所有的字体均应按新国家标准的规定书写。

与本书配套使用的《工程制图习题集》(高俊亭、王德文编)同时出版,可供选用。

本书由高俊亭、董克强、朱冬梅主编,参加编写的人员还有马全明、李明和、田其玉、徐梅芬、钟立国、鄢毅等。全书的插图设计和描图,由鄢毅完成。

本书经高等学校工科画法几何及工程制图课程教学指导委员会委托西安交通大学徐伯康教授初评,并在1992年10月召开的课委会扩大会议上评审,最后由清华大学石光源教授复审。审稿人在审稿过程中提出了极为宝贵的意见和建议,在此表示深切的谢意。由于编者水平有限,书中难免出现缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

1994年7月

第 二 版 序

本书是在第一版基础上,根据教育部批准印发的《高等学校工科本科工程制图基础课程教学基本要求》和近年来教学改革的经验修订而成的。本版保持了第一版的内容、思路和风格,是一本面向 21 世纪的新型教材。本书为普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书在修订中,对投影基础部分基本上未作变动,仅取消了第一版第二章中有关“叠加体”投影的内容,精练了对基本体投影的论述,轴测图和物体的图样画法相应进行了修订,删去了各章中的复习题。对机械图部分作了较大的改动,为了讲授方便,把原第一版中第七章机械图分为两章,即第八章零件图和第九章装配图,图例作了适当调整和取舍,重新编写了零件结构的工艺性、尺寸注法,使教材更加精练和系统、合理。删掉了零件测绘内容,装配图绘图步骤与“用 AutoCAD 绘制装配图”一节融在一起,以实例说明。

本次修订把 AutoCAD 绘图融入传统的内容中,既培养了投影能力,又提高了计算机绘图水平。

修订后的特点如下:

(1) 根据少学时时的要求,本书重点放在正投影法基础方面,培养读图能力和计算机绘图的基本能力,内容精练、联系实际、体系科学,具有启发性和实用性。

(2) 从“体”出发阐述正投影基本规律,把空间几何元素的投影融入立体的投影作图中。在掌握“三等”投影规律的基础上,将点、线、面等几何元素抽象出来分析,进而将其投影特性再归宿到“体”的投影作图中。经过从立体—抽象—立体思维深化,强化了对正投影法基本理论的学习。

(3) 加强了投影分析方法,按基本体—截切体—相贯体—组合体,由浅入深、由此及彼地分析,并强调形体分析和线面分析方法,培养读者的科学分析方法和空间想像力。

(4) 机械图部分以读图为主,并能绘制简单的零、部件图。读图实例大多来自电子类各专业工厂,有很强的针对性和实用性。

(5) 第二章集中阐述 AutoCAD 基础,其余各章节都揉进了 AutoCAD 绘图方法,把传统内容和现代绘图技术联系在一起,可极大地调动和提高读者的学习积极性和兴趣。

本书采用最新《技术制图》和《机械制图》国家标准及其他相关国家标准。

本书适用于高等工科院校电气信息、管理科学与工程等类专业,也可供其他类型学校的有关专业使用。

参加本书修订的人员有:马全明(第一、六、七章)、李晓民(第二章、附录)、李明和(第三、四章)、朱冬梅(第五章)、高炬(第八章)、毕万全(除第二章外的其他各章中 AutoCAD 绘图部分)、高俊亭(绪论和第九、十章),由高俊亭、毕万全任主编。

与本书配套使用的李晓民、马全明、高俊亭主编《工程制图习题集》同时修订出版,可供选用。为满足多媒体教学的需要,同时研制了与本套教材配置的电子教案、习题解答。

本书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焦永和教授审阅,审阅人提出了许多宝贵意见和建议。本书经 2002 年 8 月召开的教育部高等学校工程图学教学指导委员

会工作会议审订通过,同意作为高等学校教材出版。

在本书编写过程中,还得到了清华大学许纪旻教授、重庆大学何玉林教授、北京理工大学董国耀教授的支持,并对书稿提出了许多宝贵意见,在此一并表示诚挚的谢意。

本书自 1995 年印刷发行以来,得到了各方读者的关怀和帮助,在此表示衷心感谢。限于水平,修订中还会有不尽如人意的地方,恳请读者批评指正。

编 者

2003 年 5 月

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) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真:(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn 或 chenrong@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

购书请拨打电话:(010)64014089 64054601 64054588

策划编辑	肖银玲
责任编辑	肖银玲
封面设计	李卫青
责任绘图	朱 静
版式设计	马静如
责任校对	刘 莉
责任印制	韩 刚

目 录

绪论	1	§ 6-1 视图	125
第 1 章 制图基本知识和技能	3	§ 6-2 剖视图	128
§ 1-1 制图基本规定	3	§ 6-3 断面图	134
§ 1-2 绘图工具及其使用	14	§ 6-4 其他常用表达方法	136
§ 1-3 几何作图	16	§ 6-5 表达方法综合应用举例	139
§ 1-4 平面图形的尺寸分析和绘图步骤	20	§ 6-6 第三角投影法简介	141
§ 1-5 徒手绘制草图的方法	22	§ 6-7 用 AutoCAD 实现物体的表达方法	143
第 2 章 AutoCAD 基础	25	第 7 章 标准件和常用件	146
§ 2-1 工作界面	25	§ 7-1 螺纹及螺纹紧固件	146
§ 2-2 基本操作	29	§ 7-2 键和销	156
§ 2-3 基本绘图命令	31	§ 7-3 滚动轴承	158
§ 2-4 尺寸标注	46	§ 7-4 齿轮、蜗轮蜗杆	161
§ 2-5 绘制平面图形举例	49	§ 7-5 弹簧	166
第 3 章 正投影法基础	51	§ 7-6 用建块的方法绘制螺栓图	169
§ 3-1 投影法的基本概念	51	第 8 章 零件图	171
§ 3-2 三视图的形成及其投影规律	54	§ 8-1 零件图内容	172
§ 3-3 立体表面几何元素的投影分析	56	§ 8-2 零件图的视图	172
§ 3-4 基本体的投影分析	65	§ 8-3 零件图的尺寸标注	177
§ 3-5 轴测投影	72	§ 8-4 零件图上的技术要求	180
§ 3-6 AutoCAD 三维建模的基本方法	76	§ 8-5 零件结构的工艺性简介	192
第 4 章 截切体与相贯体的投影	82	§ 8-6 用 AutoCAD 绘制零件图	195
§ 4-1 截切体的投影	82	第 9 章 装配图	200
§ 4-2 相贯体的投影	91	§ 9-1 装配图的内容	200
§ 4-3 用 AutoCAD 实现截切体和相贯体 投影	97	§ 9-2 装配图的规定画法和特殊画法	202
第 5 章 组合体	101	§ 9-3 装配图的尺寸标注、零件编号、 明细表及技术要求	203
§ 5-1 组合体的组合形式和形体之间的 过渡关系	101	§ 9-4 装配结构的合理性	205
§ 5-2 组合体画图	103	§ 9-5 装配图读图	206
§ 5-3 组合体读图	106	§ 9-6 用 AutoCAD 绘制装配图	210
§ 5-4 组合体的尺寸注法	111	第 10 章 其他工程图	220
§ 5-5 组合体的轴测图	116	§ 10-1 展开图	220
§ 5-6 用 AutoCAD 画组合体	119	§ 10-2 房屋建筑图	226
第 6 章 图样画法	125	§ 10-3 电子线路图	232
		附录	240
		参考文献	267

绪论

一、本课程性质

本课程是一门研究绘制和阅读工程图样的技术基础课,主要内容是以正投影法和国家标准中的规定画法为基础,研究工业生产中产品图样的绘制和阅读问题。

在工程技术中,用于工程施工和制造的图样称为工程图,包括装配图、部件图、零件图等。如生产某台机器,首先绘出表达该机器的总装配图和部件图、零件图,然后根据零件图制造出全部零件,再按装配图组装成机器。电器仪表、化工设备等都需要用这种工程图样来指导施工与生产。

工程图样可用手工绘制或用计算机生成。由于计算机绘图方便、准确、效率高,所以越来越多地被采用。图样是技术人员设计思想的直接反映,一个具有创造性的优秀设计,可为社会带来极大的生产效益,也可以改变人们的生存环境、丰富人们的物质财富。因此,掌握绘制和阅读工程图样的基本知识,是每一个工程技术人员必须具备的。人们通常把工程图样称为“工程语言”。

工程图样的内容主要是表达机器设备零、部件结构的形状、尺寸、材料和各种技术要求等,但这些内容都涉及工程设计、制造工艺等有关专业知识。本课程主要是学习图样的表达方法和画法,关于设计和制造工艺知识需在后续有关课程中深入学习。

二、学习目的和任务

工程制图是高等工科院校学生必须掌握的一门技术基础课,对于电气信息类、管理科学与工程类专业,学习本课程的目的主要是培养对一般工程图样的绘制和阅读能力以及空间想象能力,并为后续课程和未来从事的工程技术工作打下良好的基础。

本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影法基本原理,培养空间想像力。
- (2) 学习零、部件的表达方法,培养绘制和阅读简单零件图及简单部件图的能力。
- (3) 了解和遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准中的有关规定。
- (4) 学习使用 AutoCAD 软件绘制工程图样。

三、学习方法

(1) 重视基本理论,掌握平行投影法中正投影法的特性,注意视图投影规律的对应关系,对于学好本课程具有决定意义。

(2) 掌握立体上的线、面分析和形体分析方法,提高投影分析能力和空间想像力,为培养解决绘图和读图中的问题能力打下基础。

(3) 培养耐心、细致、严肃、认真的学风,在完成作业中加深和理解、消化理论知识,建立空间想像力,这是本门课区别于其他课程的重要方面。

(4) 注意结合实际,多看多画。

第 1 章

制图基本知识和技能

为了绘制和阅读工程图样,要具备制图的一些基本知识,包括国家标准中的一般规定、绘图工具的使用方法、某些几何图形的作图方法和技能等。本章将对上述内容做扼要介绍。

§ 1-1 制图基本规定

机械图样是设计和制造机器的重要资料,也是进行技术交流的工程语言,因此必须有一个统一的标准,从而对科学地进行生产和图样管理工作起到重要的作用。每个工程技术人员均应熟悉并严格遵守有关国家标准。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

(1) 绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的幅面尺寸,必要时也允许按规定的尺寸加长幅面,这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如幅面代号为 A0×2 时,尺寸 $B \times L = 1189 \times 1682$; A3×3 时,尺寸 $B \times L = 420 \times 891$; A4×5 时,尺寸 $B \times L = 297 \times 1050$ 等。

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
宽(B)×长(L)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边 框	c	10			5	
	a	25				
	e	20		10		

(2) 在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品

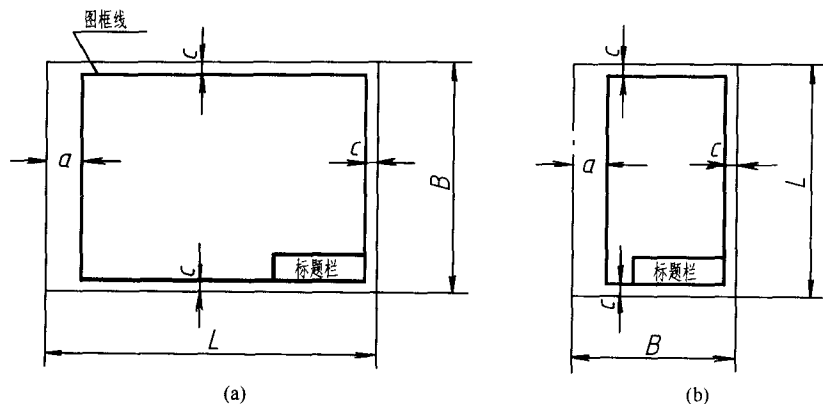


图 1-1 留装订边的图框格式

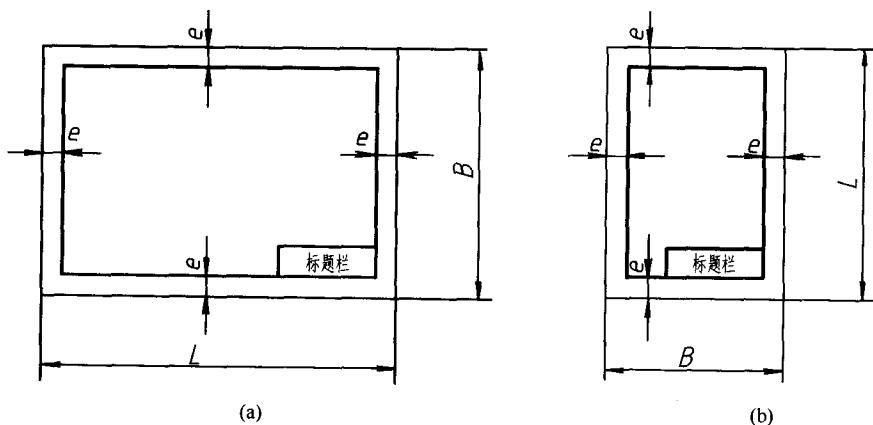


图 1-2 不留装订边的图框格式

的图样只能采用一种格式。图 1-1 为留有装订边的图框格式,图 1-2 为不留装订边的图框格式。

二、标题栏(GB/T 10609.1—1989)

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸在 GB/T 10609.1—1989 中作了规定,如图 1-3 所示。标题栏的位置应在图样的右下角,与图框线连接,线型按图 1-3 规定的粗实线和细实线画出。学生在学习为了提高手工绘图效率,本教材推荐简化标题栏,仅供参考使用,见图 1-4。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时称为 X 型图纸,如图 1-1a、图 1-2a。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则称为 Y 型图纸,如图 1-1b、图 1-2b。看图方向与看标题栏的方向应一致。

三、比例(GB/T 14690—1993)

绘制图样时一般应按表 1-2 中所列的比例选取绘图比例,必要时,也允许选用表 1-3 中的比

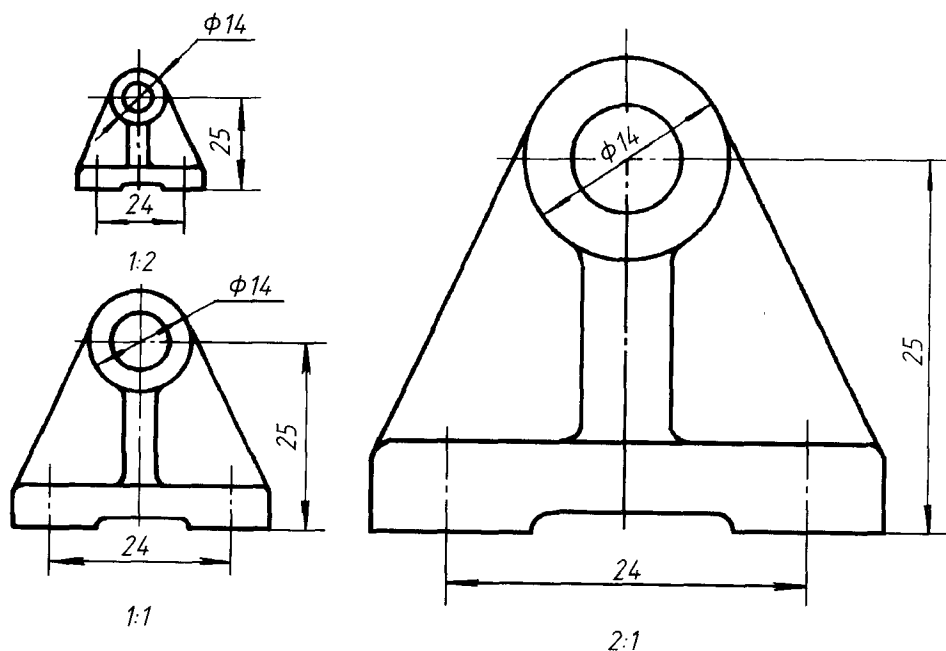


图 1-5 用不同比例绘制的图形

中书写的字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体号数。汉字应书写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (见图 1-6 汉字示例)。书写仿宋字的要求是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图

向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
 检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其
 余未注明按全部倒角

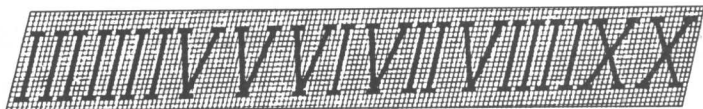
图 1-6 汉字示例

为了保证字体大小一致和排列整齐,书写前可先打好格子,然后书写。

字母和数字分 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。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,见图 1-7。



(a) 阿拉伯数字(A型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$)



(b) 罗马数字(A型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$)



(c) 大写斜体拉丁字母(B型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$)



(d) 小写斜体拉丁字母(B型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$)

图 1-7 数字、字母示例

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

国家标准中规定了 15 种基本线型、基本线型的变形和图线的组合。

标准规定所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择,共九种: 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。图线的宽度分粗线、中粗线、细线,三种线的宽度比率为 4:2:1。在机械图中采用粗细两种线宽,它们之间的比例为 2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。机械图样中粗线线宽优先采用 0.5 mm、0.7 mm。

绘制机械工程图样时常用的线型、线宽、主要用途见表 1-4。

绘图时,各线素的长度应符合表 1-5 的规定。

图 1-8 为各种图线用途举例。

绘图时还应注意以下几点:

- (1) 各种图线相交时,应在画线处相交,不应在间隔处相交,见图 1-9。
- (2) 当虚线处于粗实线的延长线上时,虚实线间应留有空隙。
- (3) 点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是点。
- (4) 圆的对称中心线应超出圆外 $2 \sim 5$ mm。

表 1-4 机械图的常用图线型式、宽度和主要用途

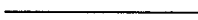
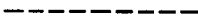
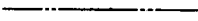
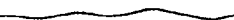
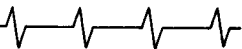
图线名称		图线型式	图线宽度	主要用途
基本线型	粗实线		粗	可见轮廓线
	细实线		细	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线, 过渡线
	虚线		细	不可见轮廓线、不可见过渡线
	粗虚线		粗	允许表面处理的表示线
	细点画线		细	轴线, 对称中心线
	粗点画线		粗	限定范围表示线
	双点画线		细	假想投影轮廓线, 相邻辅助零件的轮廓线
基本线型变形	波浪线		细	断裂处的边界线, 视图与剖视的分界线
图线的组合	双折线		细	断裂处的边界线

表 1-5 图线的构成

线 素	线 型	长 度
点	点画线、双点画线	$\leq 0.5d$
短间隔	虚线、点画线、双点画线	$3d$
短画	虚线	$12d$
长画	点画线、双点画线	$24d$

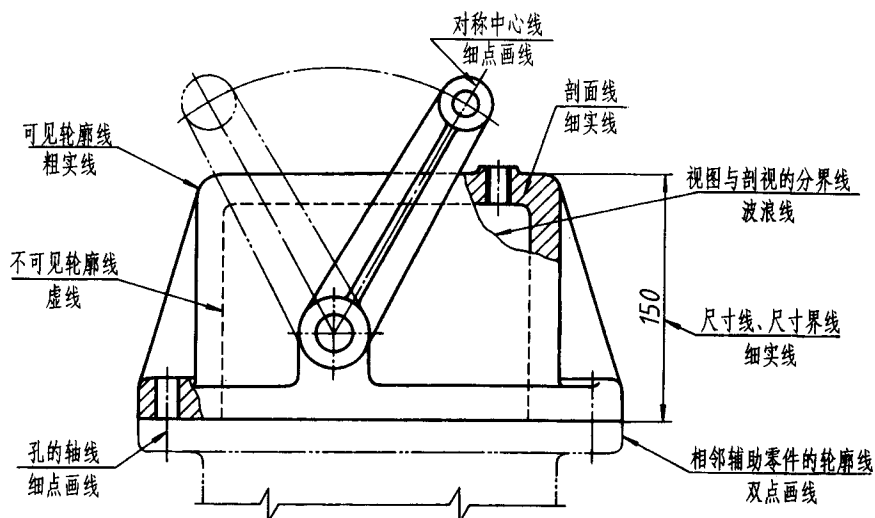


图 1-8 各种线型应用示例