

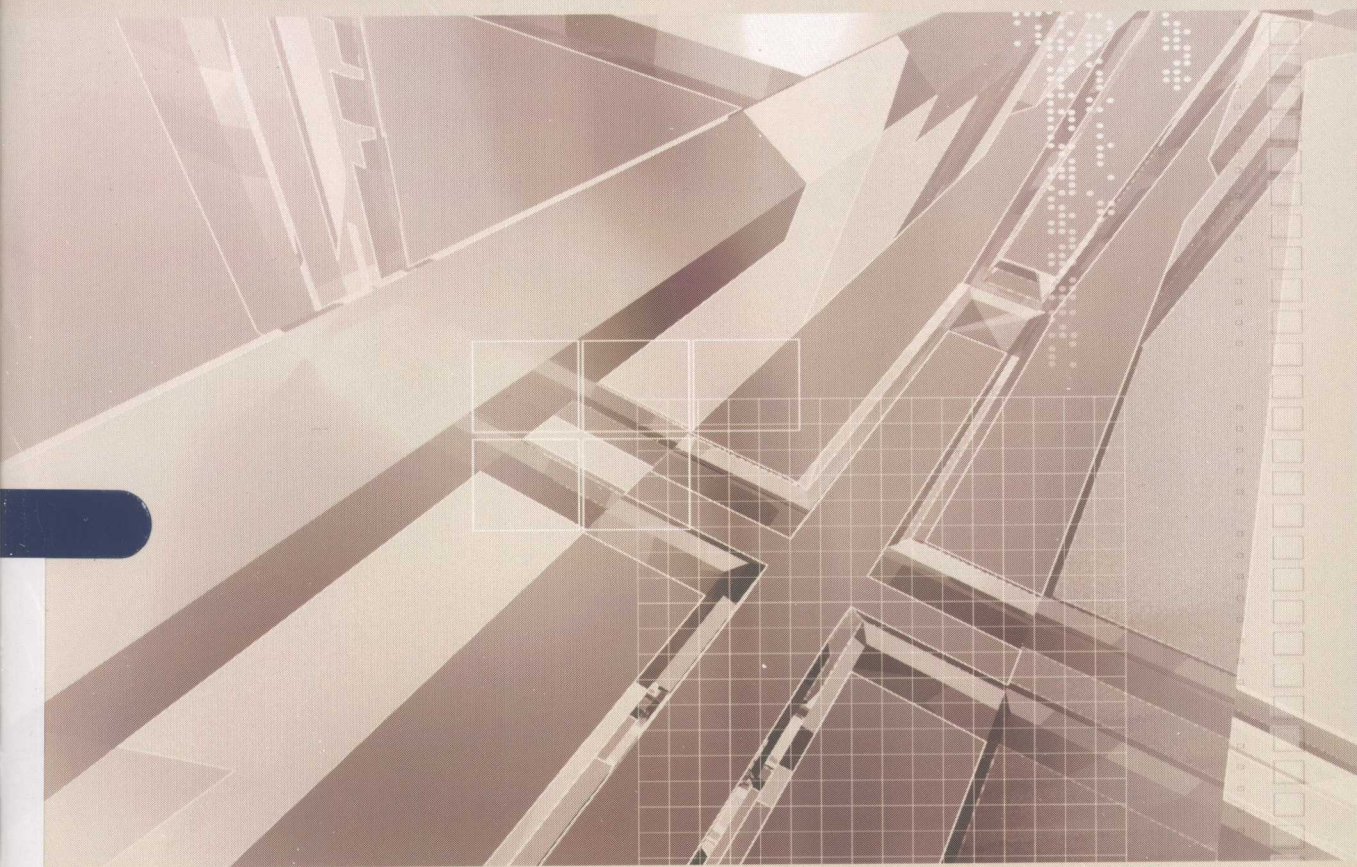


全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

陶 冶 王 静 何扬清 主编



工程制图 第二版



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

014007312

TB23-43

61

2

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

工程制图

Gongcheng Zhitu

第二版

陶冶 王静 何扬清 主编



TB23-43

61-2

P



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航

C1694251

518500410

内容提要

本书是在2008年第一版的基础上,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2010年修订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》修订而成的。

本书内容以培养学生徒手绘图、尺规绘图、计算机绘图三种能力为重点,突出工程图学基础。主要内容包括工程图学基础(包括制图基本知识、投影基础、基本立体的投影、组合体的投影、轴测图、机件的表达方法等),专业绘图基础(包括标准件与常用件、零件图、装配图、电气制图),计算机绘图基础等。不同专业可根据需求对教学内容进行取舍。

本书后附有光盘,包括多媒体课件及习题解答两部分内容,便于教师进行多媒体教学和学生自学。

与本书配套的王静、陶冶、李季成主编《工程制图习题集》(第二版)亦由高等教育出版社同时出版,可供选用。

本书可作为高等学校近机类、非机类等专业的教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/陶冶,王静,何扬清主编.--2版.--
北京:高等教育出版社,2013.9

ISBN 978-7-04-038379-9

I. ①工… II. ①陶…②王…③何… 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(2013)第198994号

策划编辑 肖银玲
版式设计 马敬茹

责任编辑 肖银玲
责任校对 刘丽娴

特约编辑 姜笑天
责任印制 田甜

封面设计 于文燕

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 100120
印 刷 廊坊市科通印业有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 16
字 数 390千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2008年6月第1版
2013年9月第2版
印 次 2013年9月第1次印刷
定 价 31.70元(含光盘)

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
物 料 号 38379-00

第二版前言

本书是在 2008 年第一版的基础上,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年修订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》修订而成的。本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。

本次修订除对第一版中的错误进行更正外,根据各兄弟院校反馈的信息,为了更好地适应课程改革发展趋势和工程应用的实际需要,在保持第一版特色和基本构架的基础上,做了一些相应的修改和调整。本书的主要特点如下:

1. 强化理论联系实际。将投影理论与工程实际应用相结合,强化工程素质的培养;在教学内容中融入现代教育理论和方法论的研究成果,使学生在工程制图知识的同时,培养科学的思维方法,从而提高创新能力。

2. 难度适宜,重点突出。内容紧扣《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,重点突出教学基本要求中规定的必学内容,主次分明、深浅恰当、详略适度,同时在知识体系上遵循由浅入深、由简到繁的循序渐进过程。为此,特别加强了第三章和第四章的修订。

3. 图文并茂,言简意赅。本书在文字详细描述的基础上,配备了大量的图、表。在复杂事物的表述上,图、表的表达更加直接、更加具体、更加完善。工程制图本身就是一门用图形代表语言的学科,因而在教材的编排上面,多采用图、表描述相关基本知识,增加学生对知识理论的把握,而且在学习的过程中可潜移默化地培养学生使用图形的能力,为后续的工程应用奠定良好的基础。

4. AutoCAD 软件的使用自成一章,凸显计算机绘图在实际工程应用中的重要性,同时专门开辟一节来阐述如何应用 AutoCAD 绘制专业图,使学生在工程制图过程中更加具有针对性。受限于应用型人才培养模式和教学时数的制约,计算机绘图只是介绍 AutoCAD 软件的基本使用,不涉及编程绘图等高级应用。本版采用 AutoCAD 2010 版本。

5. 本书在编写中力求术语准确,符合国家标准;语言严谨并易于自学,图题明确;论述着眼于分析问题、解决问题的科学思维方法的训练,培养学生吸纳新知识和解决新问题的能力。

6. 本书中的插图、例图、附图基本在 AutoCAD 的统一环境下绘制。

7. 书中涉及的技术要求及规范均全部采用近年来最新颁布的国家标准和行业规范。

8. 为了培养应用型和综合型人才,在编写中充分考虑了各工程类专业的需求,可应用本书作为教材的工程类专业较广。

与本书配套的王静、陶冶、李季成主编《工程制图习题集》(第二版)亦由高等教育出版社同时出版,可供选用。

本书后附有光盘,包括多媒体课件及习题解答两部分内容,便于教师进行多媒体教学和学生自学。多媒体课件为 PowerPoint 文档,巧妙地融合了编者的教学理念和讲解思路,其中插入了大量动画,依次播放使知识体系的展示更具有层次感,解题思路一目了然。习题解答课件不仅提供答案,而且通过 PPT 播放,给出详细的解题过程,在课后复习中能够帮助学生掌握知识点和理清

解题的思路,可使学生在不断累积知识的同时有效地训练学生的思维能力和掌握知识重点的能力。

参加本书修订工作的有华南农业大学陶冶、高瑞涛、文晟、吴慕春、罗菊川,东北农业大学李季成、李红艳,三峡大学王静、曾祥锋、周祥曼,中国农业大学张彦娥,东华理工大学易素君、谢来福,南京农业大学何扬清,北京石油化工学院丁乔,昆明技师学院周世华。由陶冶、王静、何扬清任主编。

重庆大学丁一教授认真审阅了本书,提出了许多宝贵的意见;北京理工大学董国耀教授为本套书的编写提出了很多宝贵的建议,并认真审阅了与本书配套的《工程制图(第二版)多媒体课件与习题解答》;齐鲁工业大学李华教授认真审阅了本书各章内容提要的英文部分。在此一并致以深深的谢意。

由于水平有限,本书难免存在缺点和错误,欢迎读者批评指正。

编者

2013年7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进行严厉打击。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 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120



北航

C1694251

目 录

绪论	1	6.4 局部放大图及常用 简化画法	110
第1章 制图基本知识	3	6.5 表达方法的综合应用	114
1.1 国家标准的基本要求	3	6.6 第三角投影简介	115
1.2 绘图工具及其使用	14	第7章 标准件与常用件	118
1.3 几何作图	16	7.1 螺纹及螺纹紧固件	118
1.4 徒手作图	19	7.2 键和销	130
第2章 投影基础	21	7.3 齿轮	134
2.1 投影的形成	21	7.4 滚动轴承	138
2.2 投影体系的形成	22	第8章 零件图	141
2.3 点的投影	24	8.1 零件图的内容	141
2.4 直线的投影	27	8.2 零件图的视图选择	142
2.5 平面的投影	34	8.3 零件图的尺寸标注	145
2.6 直线与平面、平面与平面 的相对位置	39	8.4 零件结构的工艺性设计	149
第3章 基本立体的投影	47	8.5 零件图的技术要求	152
3.1 平面立体的投影	47	8.6 读零件图	166
3.2 曲面立体的投影	49	第9章 装配图	170
3.3 基本几何体投影小结	55	9.1 装配图的作用和内容	170
3.4 平面与立体表面相交	56	9.2 装配图的表达方法	171
3.5 两回转体表面相交	64	9.3 装配图中的尺寸标注	173
第4章 组合体的投影	71	9.4 装配图的零件序号和 明细栏	174
4.1 组合体的形成	71	9.5 常见的合理装配结构	175
4.2 组合体视图的画法	76	9.6 画装配图的步骤	177
4.3 读组合体的视图	78	9.7 读装配图及由装配图 拆画零件图	183
4.4 组合体的尺寸标注	83	第10章 电气制图简介	189
第5章 轴测图	86	10.1 框图	189
5.1 轴测图的基本知识	86	10.2 电路图	190
5.2 正等轴测图的画法	88	10.3 接线图	192
5.3 斜二轴测图的画法	92	10.4 线扎图	195
第6章 机件的表达方法	95	10.5 印制电路板	196
6.1 视图	95	第11章 计算机绘图基础	199
6.2 剖视图	99		
6.3 断面图	107		

11.1 AutoCAD 2010 绘图	11.5 AutoCAD 二维绘图实例	223
软件简介	199	
11.2 AutoCAD 常用绘图命令	210	
11.3 AutoCAD 常用修改命令	216	
11.4 参数化绘图工具	221	
	11.6 AutoCAD 三维绘图	
	功能简介	225
	附录	231
	参考文献	249

绪 论

Preface

一、学习本课程的目的和意义

在工程技术中,为了正确地表示出机器、设备等的形状、大小等内容,通常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上。这些方法就是工程制图课程所研究的内容,这种图纸称为工程图样。工程技术人员通过工程图样来表达和交流技术思想。因此,工程图样通常被称为是工程界的技术语言,每个工程技术人员都必须掌握这种语言。

对于工程类的学生来说,通过本课程的学习不仅是掌握这种语言,同时还能够使学生的空间思维能力和创新能力得到进一步的提升,为后继相关课程的学习打下坚实的基础。

二、本课程的学习内容和学习目标

本课程的学习内容包括:

(1) 制图的基本知识。包括与工程制图有关的国家标准、绘制工程图样的基本技能。

(2) 正投影法的原理和应用。正投影法是工程制图的基础。

(3) 标准件的介绍以及各种表达方法在零件图和装配图中的应用。熟悉并了解螺纹、键、销、轴承等标准件常用参数和应用,为简化后续的产品设计和加工流程奠定基础。理解并掌握机件的各类表达方法及其在零件图和装配图中的合理使用,使零件图和装配图更加清晰、简洁、一目了然,减少工程交流中可能存在的误解。

(4) 计算机绘图知识,主要是 AutoCAD 软件操作技能。

本课程的学习目标包括:

(1) 正确使用绘图仪器和工具,熟练掌握绘图技巧,学会通过目测、尺量来估计物体各组成部分,然后按比例徒手绘制草图的技能。

(2) 掌握正投影的基本原理,培养阅读和绘制工程图样的基本能力,形成并逐渐提升由点、线、面等要素组成的平面图形通过空间思维转换形成几何立体的形体表达能力,以及将几何立体通过合理的思维和绘图技能表达成平面图形的能力。

(3) 掌握并合理运用各种表达方式来表达物体形状和特点,掌握工程图样的主要内容和特点,熟悉各种规定画法、简化画法及其应用。

(4) 培养利用计算机绘制图形的基本能力,能熟练利用 AutoCAD 绘制简单的工程图样。

(5) 培养严谨细致的工程习惯、贯彻和执行国家标准的意识;培养学生形象思维能力、分析问题和解决问题的能力;树立创新意识,努力提高工程素质。

三、本课程的学习方法

(1) 从制图国家标准着手,从整体上把握工程制图的技术标准和要求,理清工程制图要求的整体脉络。

(2) 重点掌握点、线、面、体的投影规律和基本作图,理解运用形体分析,把握空间几何要素之间的位置关系和形体表达特点,经过图物反复转换,多想、多画,逐步培养空间思维能力,并熟练掌握绘图和读图的方法。

(3) 坚持理论联系实际,在专业图的学习过程中学会运用点、线、面、体的投影规律分析几何要素间的相对位置关系,了解专业图表达的特点,使专业图的表达更加合理、简洁、完整。

第 1 章 制图基本知识

Chapter 1 Fundamental Knowledge of Engineering Drawings

内容提要:本章主要介绍现行国家标准《技术制图》和《机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等部分内容,并介绍绘图工具及仪器使用、常用几何作图法等内容。

Abstract: This chapter mainly deals with the basic knowledge of *Technical Drawings* and *Mechanical Drawings*, including sheet sizes and layouts, scales, lettering, types of lines, dimensioning, introduction to geometric construction and the usage of drawing tools.

1.1 国家标准的基本要求

[Fundamental Requests of National Drafting Standards]

技术图样是设计和制造机械过程中的重要技术资料,是“工程界的语言”,国家标准对图样的画法、尺寸的标注等各方面作了统一的规定,每一个工程技术人员都应严格遵守国家标准的相关规定。

1.1.1 图纸幅面和格式 [Sheet Sizes and Layouts]

技术制图《图纸幅面和格式》的国家标准代号为 GB/T 14689—2008,贯彻该标准的目的是为了统一,便于图样的使用和管理。

1. 图纸幅面

绘制技术图样时应优先采用代号为 A0、A1、A2、A3、A4 的五种基本幅面,基本幅面的尺寸见表 1.1。在五种基本幅面中,各相邻幅面的面积大小均相差一倍,如 A0 为 A1 幅面的两倍,以此类推。

表 1.1 基本幅面的代号及尺寸

mm

基本幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

幅面尺寸中, B 表示短边, L 表示长边。对各种幅面的 B 和 L 均表示为一常数关系,即 $L = \sqrt{2}B$ 。必要时允许选用加长幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面尺寸的短边成整数倍增加后得出,具体尺寸可参看国标规定。表示图幅大小的纸边界线(即图幅线)用细实线绘制,如图 1.1 所示。

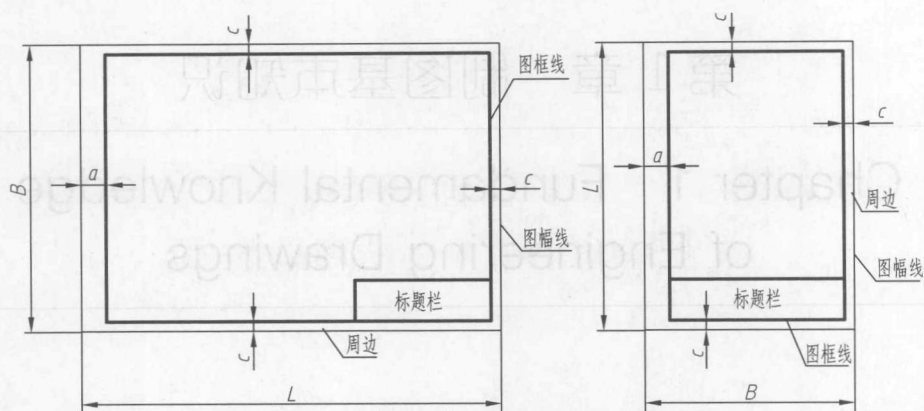


图 1.1 留有装订边的图框格式

2. 图框格式

图框格式有两种:一种是保留装订边的图纸,用于需要装订的图样,其图框格式如图 1.1 所示。

图框线用粗实线绘制,图框线与图幅线之间的区域称为周边,各周边的具体尺寸与图纸幅面大小有关,见表 1.2。当图样需要装订时,一般采用 A3 幅面横装, A4 幅面竖装。

表 1.2 周边尺寸

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

另外一种是指图纸不留装订边的图框格式,用于不需装订的图样,如图 1.2 所示。注意:同一产品的图样应采用同一种图框格式。

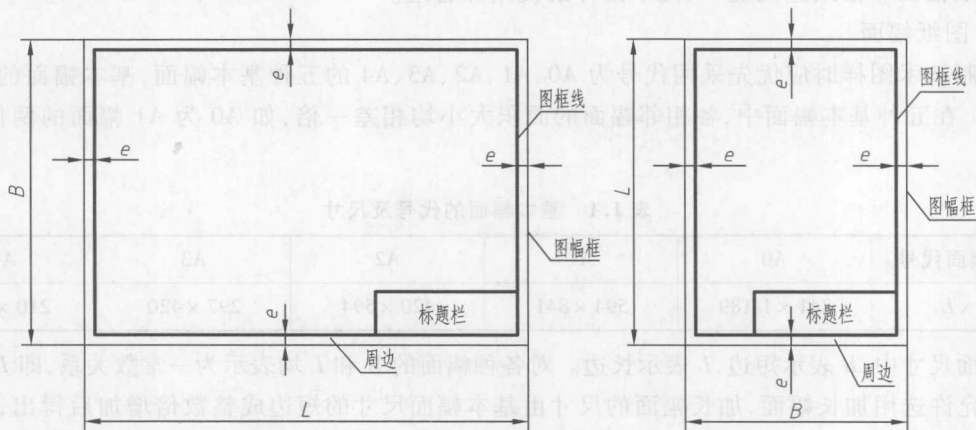


图 1.2 不留装订边的图框格式

在图框上、图纸周边上,还可按需画出附加符号,如对中符号、方向符号、剪切符号等,这些内容不详细介绍,需要时可查阅国标。

3. 标题栏及明细栏

(1) 标题栏的格式

在每张技术图样上,均应画出标题栏,标题栏位于图纸的右下角,其外框线用粗实线绘出。标题栏的格式由国家标准 GB/T 10609.1—2008 规定,如图 1.3 所示。学校制图作业中使用的标题栏可以简化,建议采用图 1.4 的格式。



图 1.3 国家标准规定的标题栏格式

(2) 明细栏的格式

技术制图《明细栏》的国家标准编号为 GB/T 10609.2—2009。在装配图中,除了标题栏外,还必须具有明细栏。明细栏描述了组成装配体的各种零、部件的数量、材料等信息。明细栏配置在标题栏上方,按自下而上的顺序填写,如图 1.4 所示。当空间不够时,可紧靠在标题栏的左侧自下而上延续。

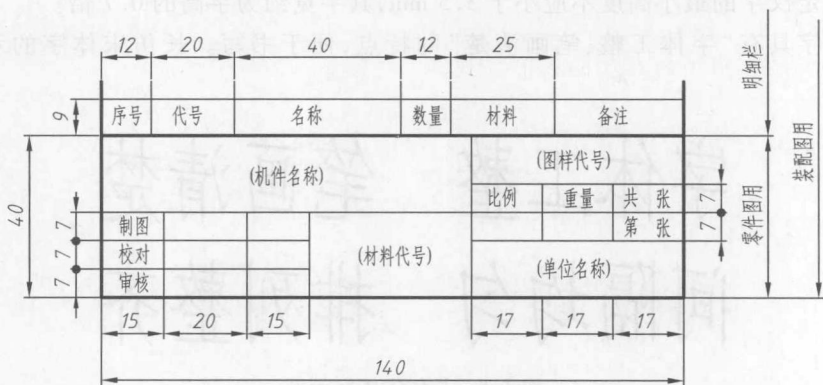


图 1.4 制图作业的标题栏、明细栏格式

1.1.2 比例 [Scales]

国家标准规定:图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。比值为 1 的比例称

为原值比例,比值大于1的比例为放大比例,比值小于1的比例为缩小比例。技术制图《比例》的国家标准编号为 GB/T 14690—1993。

绘制技术图样时应优先在表 1.3 左半部规定的系列中选取适当的比例,必要时也允许选用此表右半部的比例。

表 1.3 标准比例系列

种类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 5×10 ⁿ :1 2:1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1	4:1 4×10 ⁿ :1 2.5:1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:2×10 ⁿ 1:5 1:5×10 ⁿ 1:10 1:1×10 ⁿ	1:1.5 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5 1:2.5×10 ⁿ 1:3 1:3×10 ⁿ 1:4 1:4×10 ⁿ 1:6 1:6×10 ⁿ

注: n 为正整数。

图样不论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。在同一张图样上的各图形一般采用相同的比例绘制,并应在标题栏的“比例”一栏内填写比例,如“1:1”或“1:2”等。

1.1.3 字体[Lettering]

国家标准规定图样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。技术制图《字体》的国家标准编号为 GB/T 14691—1993。

各种字体的大小要选择适当。字体高度(h)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 等 8 种。若需书写更大的字,则字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。由于汉字的笔画较多,所以国家标准规定汉字的最小高度不应小于 3.5 mm,其字宽约为字高的 0.7 倍。

长仿宋体字具有“字体工整、笔画清楚”的特点,便于书写。长仿宋体字的示例如图 1.5 所示。

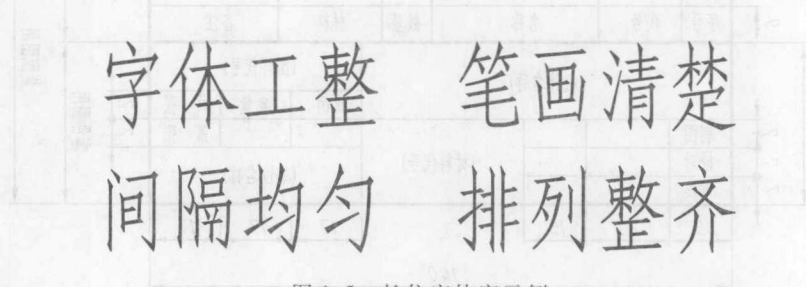


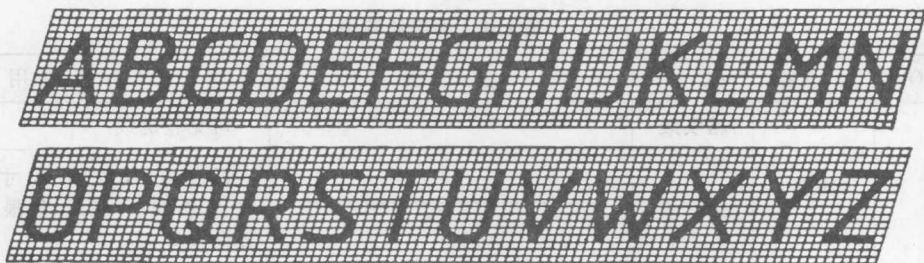
图 1.5 长仿宋体字示例

2. 拉丁字母

拉丁字母有大写和小写,在书写方法上又分为直体和斜体两种,一般情况下采用斜体字。其字形以直线为主,辅以少量弧线。

汉语拼音字母与拉丁字母的书写方法完全相同。拉丁字母的示例如图 1.6 所示。

大写斜体



小写斜体

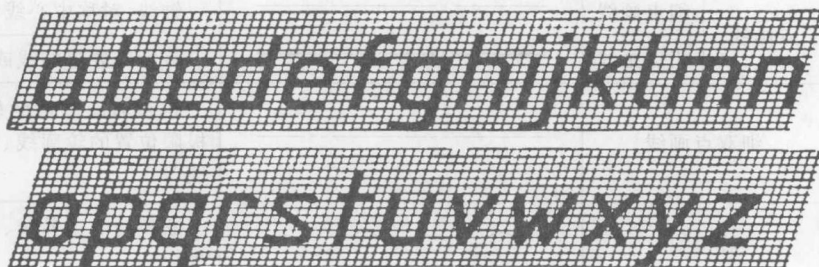


图 1.6 拉丁字母字体示例

3. 数字

在图样中标注尺寸数值,要用阿拉伯数字注写,要求其字形能明显区分,容易辨认。阿拉伯数字的示例,如图 1.7 所示。

斜体阿拉伯数字



图 1.7 阿拉伯数字字体示例

在局部放大图的标注中,还可能要应用罗马数字,罗马数字的示例,如图 1.8 所示。

斜体罗马数字



图 1.8 罗马数字字体示例

1.1.4 图线 [Types of Lines]

GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002 规定了图样中图线的线型、尺寸和画法。

1. 线型

国标 GB/T 17450 中规定了 15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。表 1.4

中仅列出常用的四种基本线型、一种基本线型的变形——波浪线和一种图线组合——双折线。

表 1.4 常用的图线

代码 NO.	名 称	线 型	一 般 应 用
01	实线	粗实线	可见轮廓线
		细实线	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
02	细虚线	细虚线	不可见轮廓线
04	点画线	细点画线	轴线、对称中心线、齿轮节线等
		粗点画线	有特殊要求的线或表面的表示线
05	细双点画线	细双点画线	相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
基本线型的变形	波浪线	波浪线	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
图线的组合	双折线	双折线	断裂处的分界线

2. 图线的画法

在同一图样中,同类图线的宽度应保持基本一致,所有线型的图线宽度应在下列数系中选择: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。优先采用0.5 mm或者0.7 mm。此数系的公比为 $\sqrt{2}$ (≈ 1.4)。在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的宽度比例为2:1。

在绘制虚线和点(双点)画线时,其线素(点、画、长画和短间隔)的长度如图1.9所示。图1.10为常见图线的用途示例。

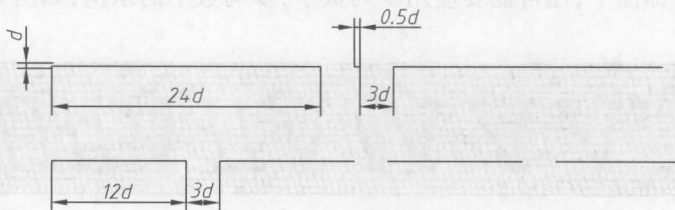


图 1.9 虚线和点(双点)画线画法

图线的画法有如下要求:

- (1) 在同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线、细双点画线、双折线等的画长和间隔长度应各自大致相同,点画线与双点画线的首尾两端应是长画而不是点。
- (2) 画圆的对称中心线(细点画线)时,圆心应为长画的交点,不能以点或间隔相交,点画线

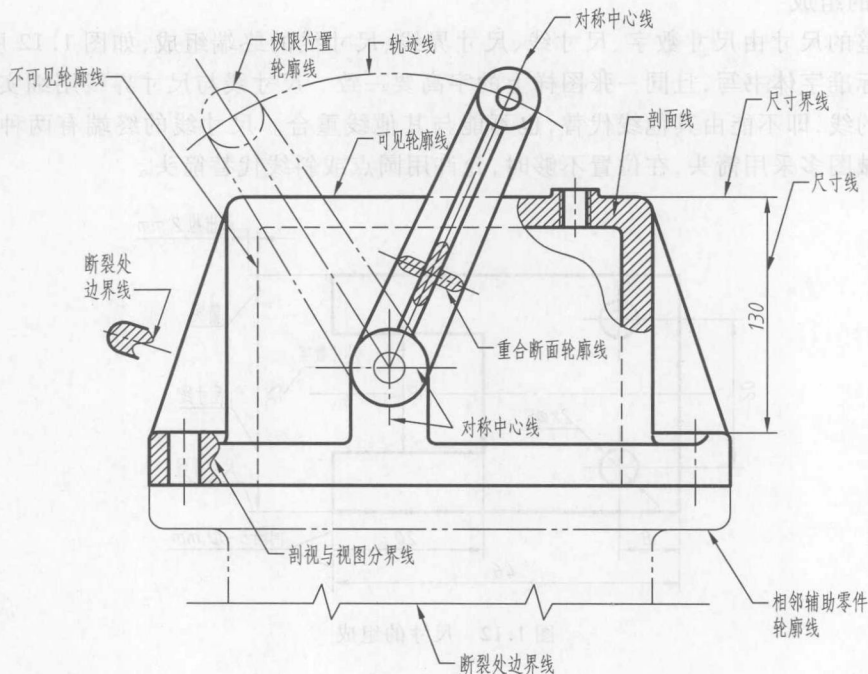


图 1.10 图线的应用示例

两端应超出圆弧或相应图形轮廓 3 ~ 5 mm。若图形较小, 不利于绘制细点画线、细双点画线时, 可用细实线代替, 如图 1.11a 所示。

(3) 当图线相交时, 应是画线相交。但当细虚线位于粗实线的延长线上时, 在细虚线和粗实线的分界点处, 细虚线应留出间隔。如图 1.11b 所示。

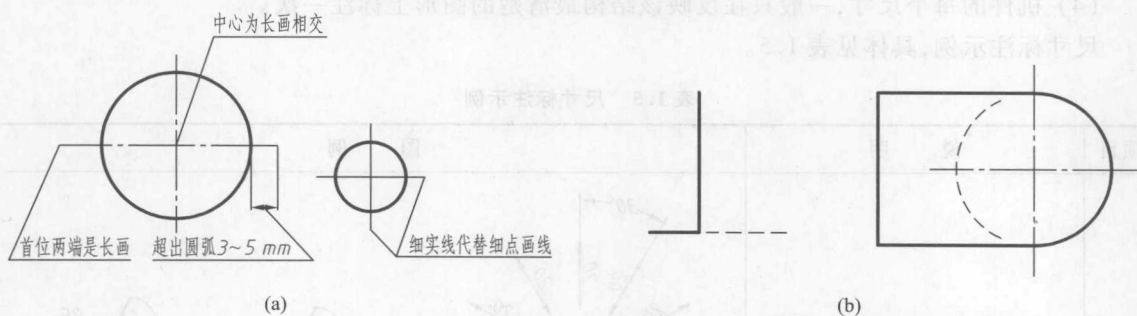


图 1.11 图线画法

1.1.5 尺寸标注 [Dimensioning]

《机械制图 尺寸标注》(GB/T 4458.4—2003) 对机件的尺寸标注作了相关规定。机件的大小是通过图样上标注的尺寸来表示的, 同时尺寸也是机件制造和检验的依据, 所以必须遵循国标规定的规则和方法。