

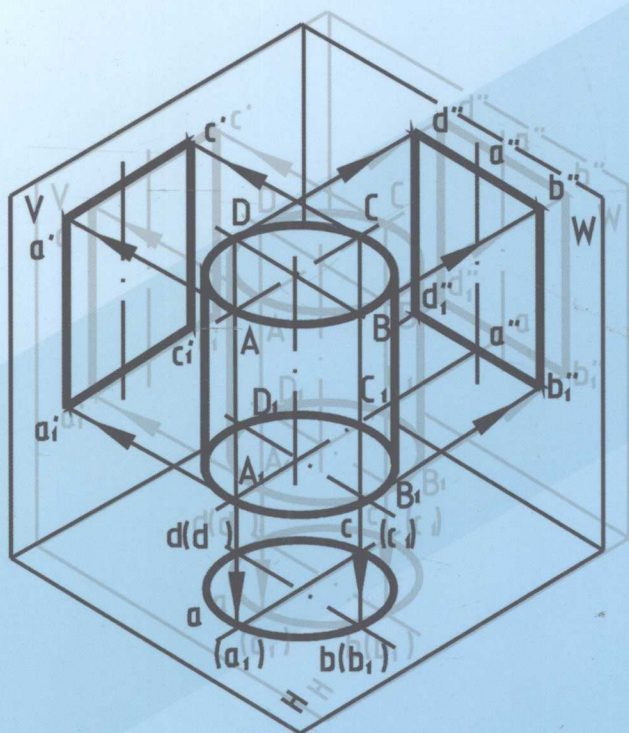


21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

21 SHI JI PU TONG GAO DENG ZHI YE JIAO YU JI XIE DIAN ZI XI LIE GUI HUA JIAO CAI

机械制图

主编 艾小玲 耿海珍



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

JIXIEZHITU

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

机械制图

主 编 艾小玲 耿海珍

副主编 姜 凌 江 华 孙玉芹

编 委 艾小玲 江 华 孙玉芹 张爱华

金 莹 郭佳俊 耿海珍

(编委排名以姓氏笔画为序)



同济大学出版社

TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部最新制定的《高职高专教育工程制图基本要求》，在总结“机械制图”课程教学经验及改革成果的基础上编写而成的。

全书除绪论和附录外，共分八章，其主要内容有：制图的基本知识，投影理论基础，组合体的投影，轴测投影图，机件常用表达方式，零件图，常用标准件和齿轮、弹簧的画法，装配图等。本书围绕制图课程的重点内容，适当降低了理论要求，以培养学生的空间想象能力和空间构思能力为主。书中机械图的举例都尽可能源于真实的机械产品实例，以增强教材的实用价值。

本书采用了国家最新发布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准，可作为高职高专院校机类、近机类及成人大专等相关专业用教材，也可供其他专业及工程技术人员参阅。为了使教学工作能更好地开展，与本书配套的《机械制图习题集》由同济大学出版社同时出版，可供广大读者使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/艾小玲,耿海珍主编. —上海:同济大学出版社, 2009. 4

ISBN 978 - 7 - 5608 - 3970 - 7

I. 机… II. ①艾…②耿… III. 机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 041203 号

机械制图

主 编 艾小玲 耿海珍

责任编辑 缪临平 责任校对 徐春莲 封面设计 晨 宇 潘向秦

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店
印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13.5

印 数 1—5100

字 数 379 000

版 次 2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5608 - 3970 - 7

定 价 23.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

编审委员会(第一批)

暨“普通高等职业教育机电专业 课程改革研究专家委员会”

总策划

张平官 宋 谨

总顾问/编委会主任

程大章(教育部高等学校高职高专机电设备技术类专业教学指导委员会委员)

编委会副主任(姓氏笔画为序)

马 彪 陈健巍 刘 骋 许立太 郭庆梁 艾小玲 耿海珍 康 力
张琳琳 张国庆 何克祥 万文龙 邵永录 董 霞 孙振强

编委会委员(姓氏笔画为序)

王文魁 牛 鑫 王 华 葛东霞 纪利琴 周 华 李代席 董 勇
马红奎 余佑财 张智芳 葛广军 汤银忠 刁统山 李虹飞 王晓华
孙玉峰 卜祥安 孙玉芹 梁 健 薛颖操 贾 磊 姜 凌 江 华
张爱华 金 莹 郭佳俊 李景龙 窦 涛 石 玉 尚庆宝 江桂荣
吉 庆 许西惠 吴承恩 滕旭东 姜 芳 童宏永 项 东 李汉平
葛乐清 孙春霞 姚 群 王宜君 王宏元 黄仕彪 胡才万 李艳菲

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 参编院校名录(第一批)

武汉职业技术学院(国家示范性高职院校)

兰州石化职业技术学院(国家示范性高职院校)

吉林工业职业技术学院(国家示范性高职院校)

大庆职业学院(国家示范性高职院校)

徐州建筑职业技术学院(国家示范性高职院校)

永州职业技术学院(国家示范性高职院校)

河南职业技术学院(国家示范性高职院校)

陕西工业职业技术学院(国家示范性高职院校)

常州机电职业技术学院(中国机械工业教育协会高职中专分会理事单位)

南京铁道职业技术学院(中国职教学会轨道交通专委会高职教育研究会理事单位)

台州职业技术学院

济南职业学院

辽宁信息职业技术学院

江西工程职业学院

德州科技职业学院

盐城纺织职业技术学院

贵州电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

山东胜利职业学院

咸宁职业技术学院

广州现代信息工程职业技术学院

贵州航天职业技术学院

济南工程职业技术学院

青岛滨海学院

抚顺职业技术学院

辽宁石油化工大学职业技术学院

连云港职业技术学院

商丘科技职业学院

咸阳职业技术学院

浙江工商职业技术学院

重庆城市职业学院

郑州工业安全职业学院

安徽新华学院

黑龙江工商职业技术学院

河南城建学院(原平顶山工学院)

永城职业学院

重庆交通科技职业学院

前 言

本教材是依据国家教育部制定的《高等高专教育工程制图课程教学基本要求》，按照高职、高专教育的培养目标和特点，融合多年的教学经验编写而成的。

在教材编写过程中，注意到降低学习起点，理论以够用为度，增强知识的可用性和实用性，加强动手能力及思维能力的培养及训练。本教材全部采用我国最新颁布的《技术制图》和《机械制图》等国家标准。全书共 8 章，授课时数在 100~120 学时，主要适用于高职、高专的机类、近机类及成人大专等相关专业学生使用。

本书由武汉职业技术学院艾小玲老师为第一主编（并撰写绪论，第 6 章，附录四、五），青岛滨海学院耿海珍老师为第二主编（并撰写第 1 章）。参加编写的还有贵州航天职业技术学院江华老师（第 2 章），咸阳职业技术学院金莹老师（第 3 章），贵州航天职业技术学院张爱华老师（第 4 章），青岛滨海学院孙玉芹老师（第 5 章），永州职业技术学院姜凌老师（第 7 章，附录一、二、三），商丘科技职业学院郭佳俊老师（第 8 章）。全书由艾小玲老师统稿。

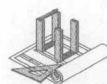
本教材配有由耿海珍、艾小玲老师主编的《机械制图习题集》。

本教材在编写过程中得到了同济大学出版社、武汉职业技术学院等各位同仁的关心和支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中缺点、错误在所难免，恳请使用本书的师生和广大读者批评指正。

编 者

2009 年 3 月



Contents

目 录

前 言
绪 论

第1章 制图的基本知识

- 1.1 机械 机械图国家标准 / 3
- 1.2 绘图工具和仪器的使用 / 14
- 1.3 几何作图与圆弧连接 / 17
- 1.4 平面图形的尺寸分析及画法 / 23
- 1.5 绘图的基本方法及步骤 / 25

第2章 投影理论基础

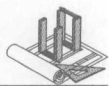
- 2.1 投影法及三面投影的形成 / 28
- 2.2 立体表面上的点、线、面的投影分析 / 32
- 2.3 平面立体的投影及其表面取点 / 43
- 2.4 回转体的投影及其表面取点 / 45

第3章 组合体的投影

- 3.1 组合体的形成及分析方法 / 49
- 3.2 平面与立体相交——截交 / 52
- 3.3 立体与立体相交——相贯 / 61
- 3.4 组合体三视图的画法 / 67
- 3.5 组合体三视图的尺寸标注 / 71
- 3.6 读组合体视图 / 79

第4章 轴测图

- 4.1 轴测图基本概念 / 86
- 4.2 正等轴测图的画法 / 87



4.3 斜二轴测图的画法 / 93

4.4 轴测剖视图的画法 / 95

第5章 机件常用表达方法 96

5.1 视图 / 96

5.2 剖视图 / 99

5.3 断面图 / 104

5.4 局部放大图及常用简化画法 / 106

5.5 表达方法的综合应用 / 110

第6章 零件图 113

6.1 零件图的作用及内容 / 113

6.2 零件表达方案的选择 / 114

6.3 零件的工艺结构 / 115

6.4 零件图的尺寸标注 / 119

6.5 零件图的技术要求 / 124

6.6 典型零件的分析 / 136

6.7 读零件图 / 140

6.8 零件测绘 / 142

第7章 常用标准件和齿轮、弹簧的画法 145

7.1 螺纹和螺纹紧固件 / 145

7.2 键联接和销联接 / 154

7.3 滚动轴承 / 156

7.4 齿轮 / 159

7.5 弹簧 / 164

第8章 装配图 167

8.1 装配图的作用和内容 / 167

8.2 装配图的表达方法 / 169

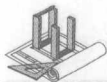
8.3 装配图的标注及技术要求、零件序号、明细栏及标题栏 / 171

8.4 装配图结构的合理性简介 / 173

8.5 部件测绘和装配图的画法 / 176

8.6 读装配图和由装配图拆画零件图 / 181

附录 / 185**参考文献** / 205



绪 论

01 本课程研究对象和内容

机械制图是研究用投影法绘制和阅读机械图样及解决空间几何问题的理论和方法的课程。在工程技术上,按一定的投影方法,准确地表达物体的形状、大小、相对位置及技术要求的图形称为图样,机械图样是其中一种。

在现代工业生产中,各种机器、工具、车辆、船舶、电子仪器的设计、制造以及各种工程施工都要以图样为依据。图样和语言、文字等一样,是承载信息进行交流的重要媒体。

在生产和科学实验活动中,设计者需要通过图样表达设计对象;制造者需要通过图样了解设计要求,依照图样制造设计对象;使用者需要通过图样了解设计、制造对象的结构及性能。因此,图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,是工程界共同的技术语言。

机械制图是研究用投影法绘制和阅读机械图样及解决空间几何问题的理论和方法的课程,它既有系统的理论,又有较强的实践性。是学生学习后续课程和完成课程设计或毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要内容:

正投影原理——投影法基本知识,点、线、面、体的投影规律和作图能力。

制图基础——国家标准《技术制图》和《机械制图》的介绍,制图基本知识与基本技能,机械形体的各种表达方法。

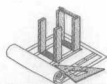
机械图——标准件、常用件的表达与标注,零件图、装配图的绘图、读图以及各种技术要求。

02 本课程的性质与任务

机械制图是高等职业技术教育和高等工程专科教育工程的一门实践性较强的技术基础课,是培养应用型人才的一门主干技术基础课。通过本课程的学习,使学生基本掌握绘制和阅读机械图样的基本理论和方法,掌握绘图技能,并具备相应的空间想象能力。

本课程的主要任务是:

- (1) 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。
- (2) 学习、贯彻《技术制图》和《机械制图》国家标准和其他有关规定。
- (3) 培养用仪器、徒手绘制(含零、部件测绘)的能力。



- (4) 阅读机械图样的基本能力。
- (5) 培养空间想象能力。
- (6) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

03 本课程学习方法和要求

(1) 本课程既有理论又是实践性很强的课程。在学习投影理论时不要只在平面上研究理论,而首先要弄清空间几何关系,然后按投影规律作图。

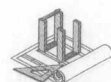
(2) 当根据投影图想象空间时,要根据投影规律进行分析,注意培养和发展空间的思维能力。

(3) 在学习过程中,要始终注意理论联系实际,注意画图和看图相结合,物体和图样相结合,多画多看,才能掌握基本理论和基本方法,才能不断提高画图和看图能力。

(4) 机械图样既然是工程界的技术语言,就应遵循国家标准。因此,在学习过程中,应严格遵守国家标准,贯彻执行国家标准,掌握正确查阅和使用相关手册。

(5) 由于工程图样在生产实际中有着重要的作用,任何一点差错都会给生产带来不应有的损失。因此,在学习过程中应培养自己认真细致、严格要求的工作作风。

总之,通过本课程的学习和训练,应为学生进一步提高绘图和看图能力打下坚实的理论和实践基础,为后续课程的学习作准备。



(mm)

机械制图国家标准

表 1-1

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸/mm	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

第1章

制图的基本知识

(mm)

为了绘制和阅读机械图样,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。本章将对上述内容作扼要介绍。

210×297	297×420	420×594	594×841	841×1189
---------	---------	---------	---------	----------

(mm)

1.1 机械 机械图国家标准

表 1-2

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸/mm	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

机械是人类在长期生产和生活实践中创造出来的重要劳动工具。它用以减轻人的劳动强度、改善劳动条件、提高劳动生产率 and 产品质量,帮助人们创造更多的社会财富,丰富人们的物质和文化生活。随着科学技术的进步和生产的发展,机械必将会达到更高的水平。

简单地说,机械是各种机器的通称。机器的基本组成要素是机械零件。

工程技术上根据投影原理,并遵照国家标准或有关规定绘制的表达工程对象的形状、大小及技术要求的图称为工程图样,简称图样。机械图样按表达对象来分,最常见的有零件图和装配图两种。表达零件的结构、大小及技术要求的图样称为零件图;表达产品及其组成部分的联接、装配关系的图样称为装配图。

机械图样是现代工业生产过程中设计和制造机器的重要技术资料,是交流技术思想的语言,因此对图样的画法、尺寸标注等均需作统一的规定,使读图和绘图都有共同的准则。这些统一规定由国家制定和颁布实施,每个工程技术人员都必须熟悉并严格遵守国家标准。

1.1.1 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,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

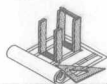


表 1-1

基本图纸幅面及图框尺寸

(mm)

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				

表 1-2

加长幅面尺寸

(mm)

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 $B \times L$	420 × 891	420 × 1 189	297 × 630	297 × 841	297 × 1 051

表 1-3

加长幅面尺寸

(mm)

幅面代号	A0×2	A0×3	A1×3	A1×4	A2×3	A2×4	A2×5
尺寸 $B \times L$	1 189 × 1 682	1 189 × 2 523	841 × 1 783	841 × 2 378	594 × 1 261	594 × 1 682	594 × 2 102
幅面代号	A3×5	A3×6	A3×7	A4×6	A4×7	A4×8	A4×9
尺寸 $B \times L$	420 × 1 486	420 × 1 783	420 × 2 080	297 × 1 261	297 × 1 471	297 × 1 682	297 × 1 892

必要时,也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

图 1-1 中粗实线所示为基本幅面(第一选择)。细实线所示为表 1-2 所规定的加长幅面(第二选择);虚线所示为表 1-3 所规定的加长幅面(第三选择)。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,用来限定绘图区域,其格式分为不留装订边(图 1-2)和留有装订边(图 1-3)两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

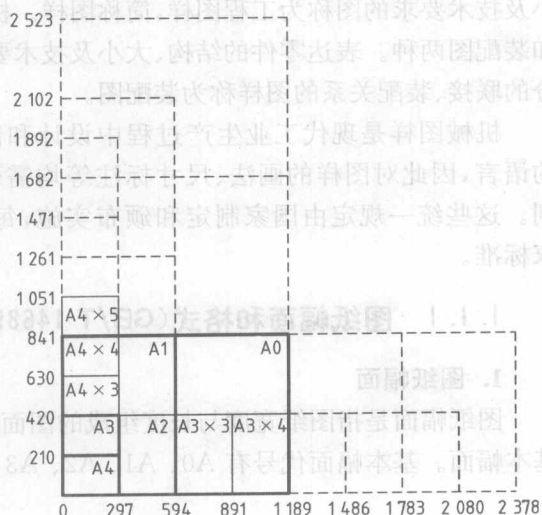


图 1-1 基本幅面及加长幅面的尺寸

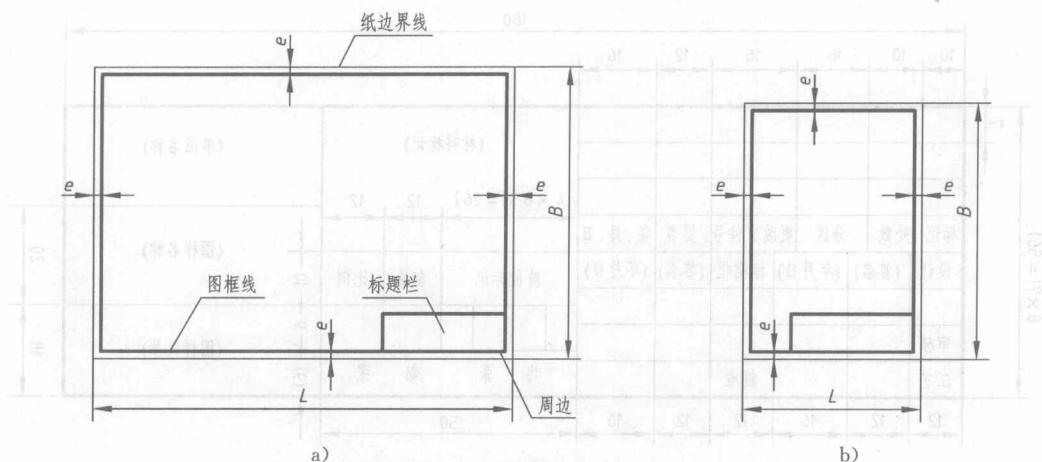
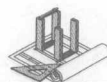


图 1-2 不留装订边的图框格式

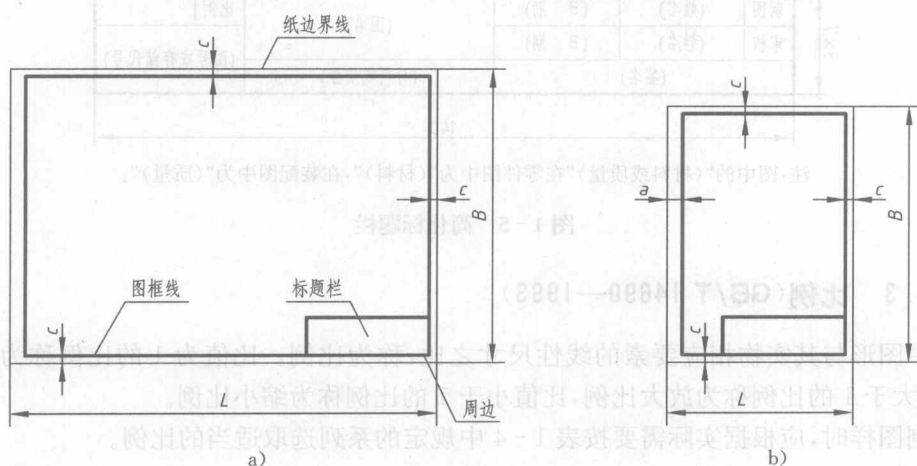


图 1-3 留装订边的图框格式

1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

每张图纸上都必须画出标题栏。根据视图的布置需要,图纸可以横放(长边位于水平方向)或竖放(短边位于水平方向)。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2a)、图 1-3a)所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2b)、图 1-3b)所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

标题栏的格式和尺寸如图 1-4 所示。教学中推荐使用简化的零件图标题栏和装配图标题栏,如图 1-5 所示。标题栏位于图纸的右下角,与图框线连接。

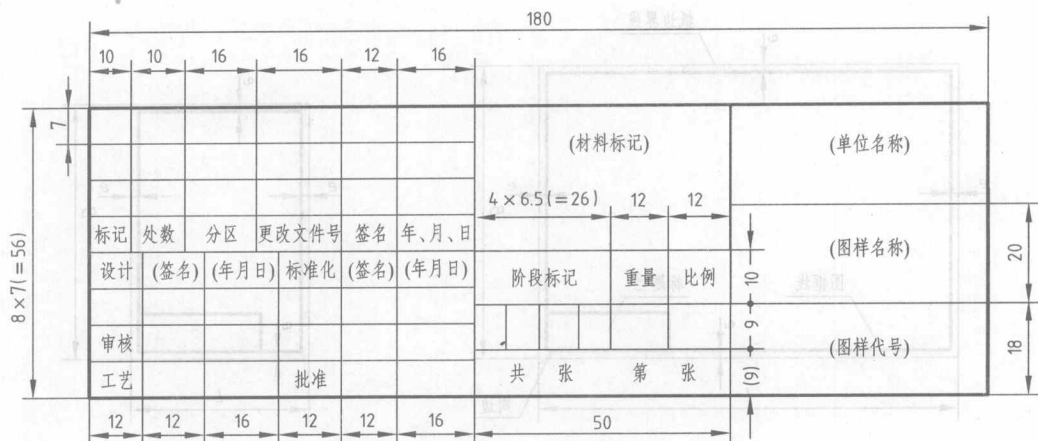
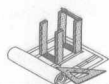
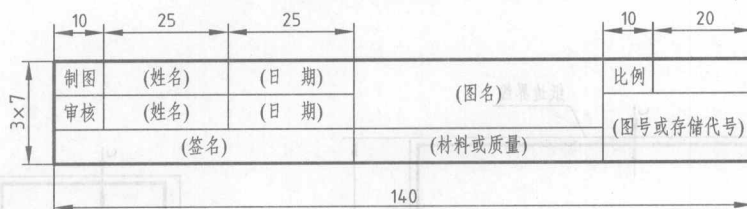


图 1-4 国家标准规定的标题栏格式



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 1-5 简化标题栏

1.1.3 比例(GB/T 14690—1993)

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的比例称为放大比例,比值小于1的比例称为缩小比例。

绘制图样时,应根据实际需要按表1-4中规定的系列选取适当的比例。

表 1-4

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	2:1 5:1 2×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ

注: n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并标注在标题栏中的比例栏内。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注出,如图1-6所示。

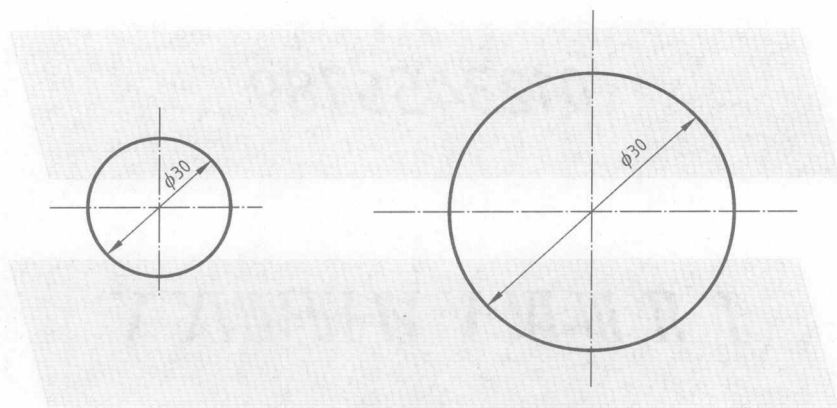
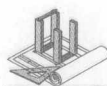


图 1-6 用不同比例绘制的图形

1.1.4 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了机件图形外,还需用文字、数字和字母说明机件的大小、技术要求等内容。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。

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 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,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 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体汉字的要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。字体示例如图1-7所示。

10号字			
字体工整	笔画清楚	间隔均匀	排列整齐
7号字			
横平竖直注意起落结构均匀填满方格			
5号字			
技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山纺织服装			
3.5号字			
螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤			

图 1-7 长仿宋体汉字示例

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 $1/14$,B型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式字体。数字和字母可写成斜体和直体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。数字和字母示例如图1-8所示。

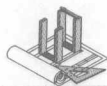


图 1-8 数字和字母示例

1.1.5 图线(GB/T 4457.4—2002)

国家标准规定绘制机械图样使用 9 种基本线型,如表 1-5 所示,即:粗实线、细实线、细虚线、细点画线、波浪线、双折线、细双点画线、粗虚线、粗点画线。

表 1-5

线型及应用

图线名称	图线型式	图线宽度/ mm	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹终止线、齿顶圆(线)
细实线		$0.5d$	尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线、过渡线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线、分度圆(线)
波浪线		$0.5d$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线; 在一张图样上一般采用一种线型,即采用波浪线或双折线
双折线		$0.5d$	
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
粗点画线		d	限定范围表示线



图线宽度(d)应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求,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。在同一图样中,同类图线的线宽,宽度应一致。

在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比例为 2 : 1,粗线线宽优先采用 0.5 mm、0.7 mm。

图 1-9 所示为线型的应用示例。

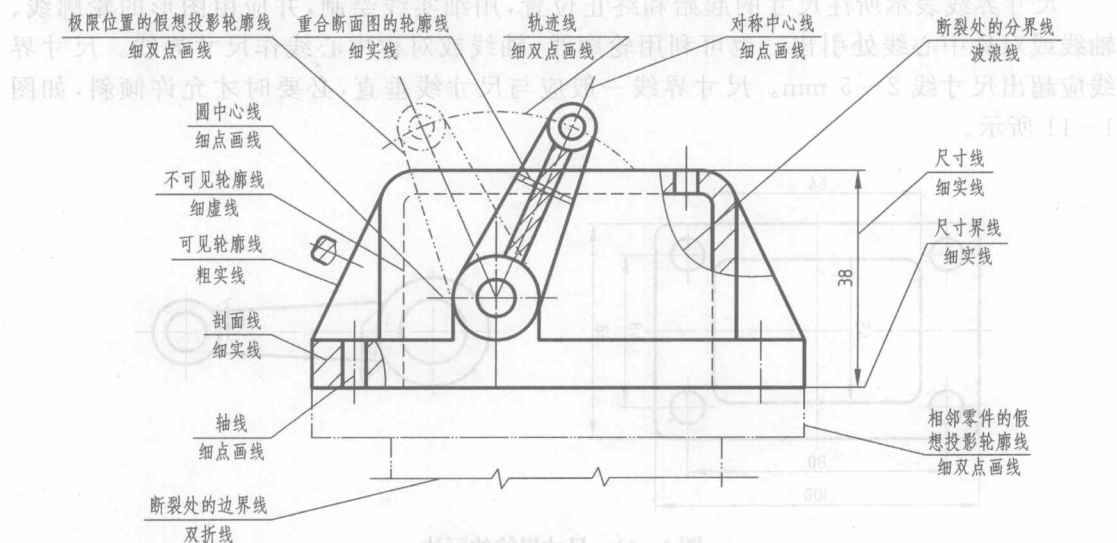


图 1-9 线型应用示例

绘制图线时应注意以下几点:

(1) 各种图线相交时,应是线段相交,不应在间隙处相交,如图 1-10 所示。

(2) 当虚线在粗实线的延长线上时,在虚线和粗实线的分界处,虚线应留出间隙。

(3) 点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是点。

(4) 画圆的对称中心线时,圆心应是长画的交点;点画线两端应超出轮廓 2 ~ 5 mm。

(5) 在较小的图中画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

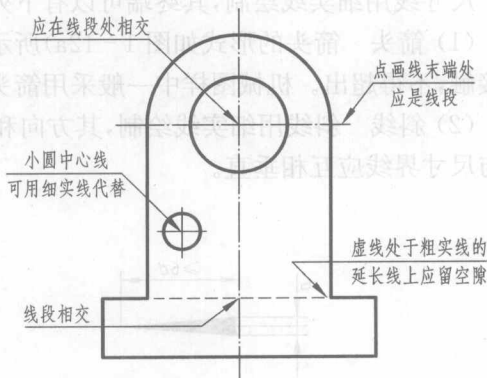


图 1-10 图线画法示例

1.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(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,不需标注单位符号或