

普通高等教育“十三五”规划教材
北京市高等教育精品教材

机械制图 与计算机绘图

(第3版)

JIXIE ZHITU YU JISUANJI HUITU



王建华 郝育新 © 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育“十三五”规划教材
北京市高等教育精品教材

机械制图与计算机绘图

(第3版)

王建华 郝育新 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是在第2版基础上,根据教育部普通高等学校工程图学课程教学指导委员会2015年5月制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”及最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准编写而成。由北京市优秀教学团队、北京市精品课程“工程制图”的主讲教授和骨干教师担任主编,并针对技术基础学科的特点,汲取了在工程图学教学中长期积累的丰富经验,体现了十余年教学研究及改革的成果,力求满足新的人才培养目标对图学教育的新要求。

全书分为两篇,共14章。第一篇为机械制图,内容包括机械制图的基本知识、投影基础、基本体的投影、组合体、轴测图、图样画法、标准件和常用件、零件图、装配图。第二篇为计算机绘图,内容包括计算机绘图技术概述、AutoCAD 二维基本绘图、AutoCAD 三维实体建模、AutoCAD 绘制工程图样、Pro/E 机械设计基础。

与本书配套出版的还有《机械制图与计算机绘图习题集(第3版)》(王建华、郝育新主编)。

本书附录摘编了螺纹、螺纹紧固件、键、销、常用滚动轴承、零件的标准结构、极限与配合、几何公差标注示例、常用材料及热处理名词解释和机械工程 CAD 技术制图规则方面的常用国家标准。

本书及配套习题集可作为高等工科院校机械类、近机类各专业工程制图课程的教材,也可作为其他相关专业或继续教育、职工大学等同类课程教材及有关工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/王建华,郝育新主编.—3版.

—北京:国防工业出版社,2016.8

ISBN 978-7-118-11044-9

I. ①机… II. ①王… ②郝… III. ①机械制图—
高等学校—教材 ②计算机制图—高等学校—教材
IV. ①TH126 ②TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 203055 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 26¼ 字数 608 千字

2016 年 8 月第 3 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 58.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《机械制图与计算机绘图(第3版)》
编委会

主 编 王建华 郝育新
副主编 刘令涛 杨 莉
参 编 戴丽萍 吕 梅 张 函

前 言

本书第2版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、北京市高等教育精品教材立项项目,并于2011年获北京市精品教材奖。本书自2004年出版以来,被多所高等院校使用,受到读者和专家好评。

本修订版根据教育部普通高等学校工程图学课程教学指导委员会2015年5月制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”及最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准编写而成;由北京市优秀教学团队、北京市精品课程“工程制图”的主讲教授和骨干教师担任主编,并针对技术基础学科的特点,汲取了在工程图学教育中长期积累的丰富教学经验,体现了十余年教学研究及改革的成果,力求满足新的人才培养目标对图学教育的新要求。

本书具有以下特点:

(1) 注重建立科学严谨的工程制图知识体系,采用模块化结构,全书分为两篇,共14章。第一篇为机械制图,以工程图学基本理论知识为主,按照学科系统性和符合认识规律的原则,对工程制图的基础知识、基本理论和基本方法进行了深入的研究和优化,对核心内容进行了梳理与凝练,力求更加准确、简明、清晰地表达基本概念和典型方法。第二篇为计算机绘图,以AutoCAD 2015和Creo Parametric 3.0绘图软件为平台,重点介绍计算机绘图基础知识,突出应用,并注重知识的内在联系,使师生在教学的过程中有更加明确的思路和目标。本书既适用于目前大多数院校计算机绘图集中开课,又方便机械制图和计算机绘图结合在一起上课的需要。

(2) 在编写过程中,以掌握基本概念、培养技能和提高学生的工程素养为指导,坚持基础理论与应用密切结合。在内容的组织上,突出本课程的现代工程设计应用背景,删除了部分传统的图解法内容,重点突出了投影的基本理论、立体的表达方法及机械图样的画法与阅读。在例题的选择上既注重由浅入深,具有典型性,又注重贴近实际应用,具有实践性,便于开展研究型和实践型教学活动。在介绍手工绘图和仪器绘图方法的同时,更注重将计算机绘图作为现代设计的技术支持加以介绍,使课程内容与相关领域的技术发展同步。

(3) 本次修订在保持原有特色的基础上,对其内容的组成作了精心的调整和充实,删除了超“课程基本要求”的简易机械的构形设计内容;增加了轴测图尺寸注法,将“零件的构形过程及要求”调整为“零件构形设计及结构的

工艺性”等,以进一步完善课程内容,加强课程的工程性和应用性。自2009年以来,又有一些新的国家标准颁布实施,如GB/T 13361—2012、GB/T 4459.7—2013、GB/T 14665—2012等,本次修订全书采用最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准。

(4) 另对与本书配套使用的习题集也进行了修订。《机械制图与计算机绘图习题集(第3版)》内容全面,题目是结合多年的教学经验而精心挑选的,具有典型性、代表性和多样性。所选题目数量与难度适中,并留有挑选的余地,可根据教学要求进行选择。

(5) 为满足多媒体教学的需要,我们对与本套教材配合使用的“机械制图与计算机绘图教学辅助系统”也进行了修订,该电子教学辅助系统包含PPT格式的教学课件(可自由修改和选用)、习题的答案和3D模型。该教学辅助系统凝聚了一线教师多年积累的丰富教学经验和先进的教学理念,是青年教师和学生自学的得力助手。

(6) 本书及配套习题集可作为高等学校机械类和近机类专业工程制图课程的教材使用,也可作为其他相关专业或继续教育、职工大学等同类课程的教材,还可供有关工程技术人员参考。

本书由北京信息科技大学机电学院王建华、郝育新教授主编,参加编写工作的有:王建华(前言、绪论、第五章、第八章、第九章、附录五、附录六、附录七),郝育新(第一章、第四章、第六章),杨莉(第二章),吕梅(第三章),戴丽萍(第七章、附录一、附录二、附录三、附录四),刘令涛(第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、附录九),张函(附录八)。

本书在修订和编写过程中还得到了许多同仁、读者的支持和帮助,毕万全、李晓民、张志红老师曾为本书的前期工作做出了突出贡献,在此表示衷心的感谢。

本书在修订和编写过程中参考了一些兄弟院校同类著作,在此特向有关作者致敬!一直以来得到国防工业出版社的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 机械制图

第一章 机械制图的基本知识	3
---------------	---

第一节 国家标准《机械制图》与《技术制图》中的基本规定	3
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	14
第三节 几何作图	18
第四节 平面图形的尺寸注法及画图步骤	21
第五节 绘图技能	23

第二章 投影基础	27
----------	----

第一节 投影的形成与常用的投影方法	27
第二节 点的投影	28
第三节 直线的投影	33
第四节 平面的投影	44
第五节 直线与平面、平面与平面之间的相对位置	52
第六节 换面法	63

第三章 基本体的投影	73
------------	----

第一节 平面立体的投影	73
第二节 曲面立体的投影	75
第三节 平面与立体相交——截交线	81
第四节 两回转体相交——相贯线	92

第四章 组合体	100
---------	-----

第一节 三视图的形成及特性	100
第二节 组合体视图的画法	101
第三节 组合体的读图	106
第四节 组合体的尺寸标注	112
第五节 组合体构形设计	119

第五章 轴测图	124
第一节 轴测图的基本知识	124
第二节 正等轴测图的画法	125
第三节 斜二等轴测图的画法	134
第四节 轴测剖视图的画法	135
第五节 轴测图尺寸注法	136
第六节 轴测草图的画法	138
第六章 图样画法	140
第一节 视图	140
第二节 剖视图	143
第三节 断面图	152
第四节 其他规定画法和简化画法	155
第五节 表达方法综合应用举例	160
第六节 第三角画法简介	163
第七章 标准件和常用件	165
第一节 螺纹的规定画法和标记	165
第二节 螺纹紧固件的画法和标记	173
第三节 键、销	181
第四节 滚动轴承	184
第五节 齿轮画法	186
第六节 弹簧	192
第八章 零件图	196
第一节 零件图的作用和内容	196
第二节 零件构形设计及结构的工艺性	197
第三节 零件图的视图选择	205
第四节 零件图的尺寸标注	209
第五节 零件图上的技术要求	214
第六节 零件图的阅读	232
第七节 零件测绘	235
第九章 装配图	240
第一节 装配图的作用和内容	240
第二节 装配图的画法	241
第三节 装配图的视图选择及画图步骤	244
第四节 装配图的尺寸标注	246

第五节	装配图中零、部件序号和明细栏	247
第六节	装配图结构的合理性	250
第七节	部件测绘	253
第八节	读装配图及由装配图拆画零件图	254

第二篇 计算机绘图

第十章	计算机绘图技术概述	263
第一节	计算机绘图技术简介	263
第二节	AutoCAD 绘图基础	265
第十一章	AutoCAD 二维基本绘图	271
第一节	绘图命令	271
第二节	显示命令	276
第三节	修改命令	276
第四节	对象特性	285
第五节	文字注释	289
第六节	图案填充	290
第七节	尺寸标注	291
第八节	平面图形绘制实例	300
第十二章	AutoCAD 三维实体建模	302
第一节	AutoCAD 三维建模环境	302
第二节	AutoCAD 三维实体建模	304
第十三章	AutoCAD 绘制工程图样	319
第一节	图块的使用	319
第二节	建立图形样板	322
第三节	模型到投影图的转换	325
第四节	绘制工程图	329
第十四章	Pro/E 机械设计基础	332
第一节	Pro/E 基础知识	332
第二节	草绘工具	335
第三节	Pro/E 实体建模	341
第四节	综合实例	361
附录一	螺纹	368
附录二	螺纹紧固件	371

附录三	键、销	378
附录四	常用滚动轴承	383
附录五	零件的标准结构	387
附录六	极限与配合	389
附录七	几何公差标注示例	401
附录八	常用材料及热处理名词解释	404
附录九	机械工程 CAD 技术制图规则	408
参考文献		410

绪 论

一、本课程的研究对象

机械制图与计算机绘图课程的主要内容是:研究用正投影法阅读和绘制机械图样、解决空间几何问题的基本理论,介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准的基本内容,研究和阐述手工与计算机绘制机械图样的基本方法。

在现代工业生产中,工程图样是机械工程产品信息的载体。它在工程实践中具有语音、文字、实物模型等其他载体不可替代的作用,是人们在生产活动和科学研究中表达和交流设计思想的一种重要工具,是指导生产的重要技术文件,所以人们把它比喻为“工程界的技术语言”。由于计算机技术的迅速发展,制图技术已经实现根本性转变,使得机械图样信息的产生、加工、存储和传递进入了新的阶段。计算机绘图技术已经成为许多部门用于设计、生产和管理工作的工具,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机械工程图样显得更加重要。

工程技术人员必须掌握绘制机械图样的基本理论,掌握手工绘图和计算机绘图的方法,具有较强的空间想象能力和阅读、绘制机械图样的能力,以适应当前和将来生产、设计及管理发展的需要。

二、本课程的性质和任务

本课程是工科院校学生必修的一门工程技术基础课。通过学习培养学生的形象思维能力、空间想象能力、形体设计和图样表达能力。这种能力是学生学习后续课程的必要基础,也是工程技术人员所应具备的基本素质。

本书的主要内容包括机械制图的基本知识、投影基础、基本体的投影、组合体、轴测图、图样画法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图等。主要研究图示形体、图解空间几何问题的理论方法;介绍国家有关制图标准;研究阅读和绘制机械工程图样的基本理论;研究利用绘图软件绘制机械图样的方法,培养手工和计算机绘图技能。

学习本课程的主要任务是:

- (1) 掌握正投影法的基本理论方法和应用,培养空间想象能力。
- (2) 掌握立体、零件、部件的各种表达方法,培养绘制和阅读机械图样的能力。
- (3) 学习、贯彻《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定。
- (4) 培养计算机绘图、徒手绘图和仪器绘图并重的综合绘图能力。
- (5) 培养分析问题和解决问题的能力及工程意识,为创新能力的培养打下坚实的基础。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,使学生初步具备从事工程设计的基本科学素质。

三、学习方法

该课程的特点是:既有系统的理论性,又有较强的实践性,所以在学习中应认真听课,及时复习,坚持理论联系实际学风。认真学习投影理论,在理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列绘图和读图实践,不断地分析和想象空间形体与图样上图形之间的对应关系,学会形体、线面和构形等分析问题的方法,逐步提高空间想象能力和分析能力,掌握正投影的基本作图方法。

认真完成习题和作业,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤绘制图样。养成正确使用绘图工具(仪器和计算机)的习惯,熟悉制图的基本知识,遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定,学会查阅有关标准和资料手册的方法。并使制图作业达到投影正确、视图表达恰当、尺寸标注齐全、字体工整、图面整洁、符合国家标准等要求。通过作业练习、讨论、研究实验、课题设计等方式,培养读图和绘图能力,不断改进学习方法,提高独立工作能力和自学能力。

工程图样在设计和生产中起着重要的作用,在读图和绘图中,任何疏漏和差错都会造成经济上的损失。所以,培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风也是学习本课程的一项重要任务。

第一篇 机械制图

第一章 机械制图的基本知识

第一节 国家标准《机械制图》与《技术制图》中的基本规定

机械图样是设计和生产过程中的重要文件之一,用来指导生产和进行技术交流,为了方便技术交流,对图样进行科学的管理,国家制定并颁布了一系列有关《机械制图》与《技术制图》的国家标准,简称“国标”,其代号为“GB”(“GB/T”为推荐性国标),字母后面的两组数字,分别表示标准顺序号和标准批准的年份,例如“GB/T 17451—1998《技术制图图样画法 视图》”表示图样画法的视图部分,顺序号为 17451,批准发布年份为 1998。每个工程技术人员均应熟悉并严格遵守有关国家标准。下面简要介绍国标中关于图纸幅面及格式、比例、字体、图线等的有关规定。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)

(一) 图纸幅面尺寸(表 1-1)

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸

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

(二) 图框格式

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的幅面尺寸,必要时也允许加长幅面,但应按基本幅面的短边的整数倍增加,表 1-1 中幅面代号意义如图 1-1 所示。

图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种,不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-1(a)所示,留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-1(b)所示。尺寸按表 1-1 的规定,同一产品的图样只能采用一种形式。

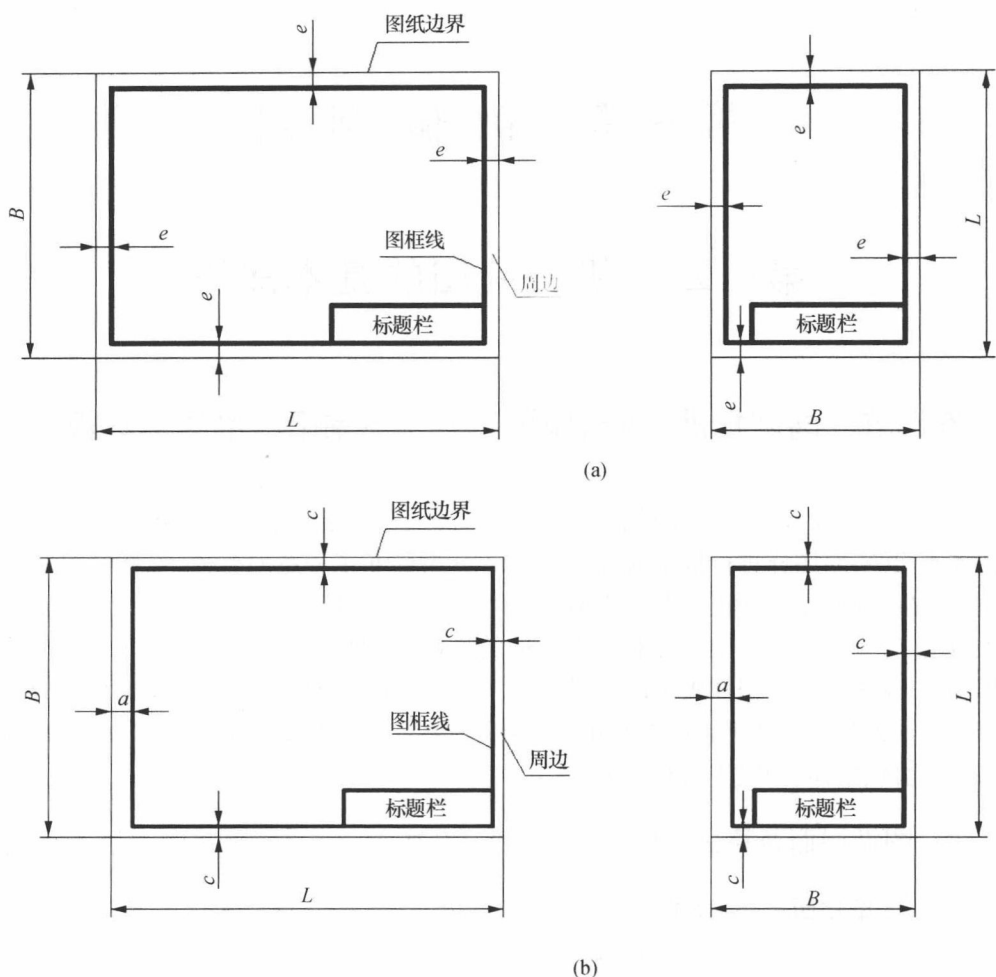


图 1-1 图框格式
(a)不留装订边的图框格式;(b)留装订边的图框格式。

(三) 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏在图框内的位置如图 1-1 所示。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定,如图 1-2(a)所示。为了识别第一和第三角画法,国家标准规定了相应的识别符号,如图 1-2(b)所示,一般标在标题栏上方或左方,当采用第一角画法时可省略。制图作业中的标题栏建议采用图 1-2(c)所示的格式,包含下列内容:图样的名称、制图者姓名(学生自己签名)、审核者姓名(老师签名)、制图日期、制图的比例、图号、审核日期等。“日期”的签署应该按照 GB/T 7408—2005 中规定的三种形式之一,其中,“年”用四位数,“月”“日”用两位数,之间由连字符分隔、间隔分隔或不分隔:2015-05-18(连字符分隔)、2015 05 18(间隔字符分隔)、20150518(不用符分隔)。

注意:标题栏的外框线一律用粗实线绘制,其右边和底边均要与图框线重合,内部分割横线需要用细实线绘制。

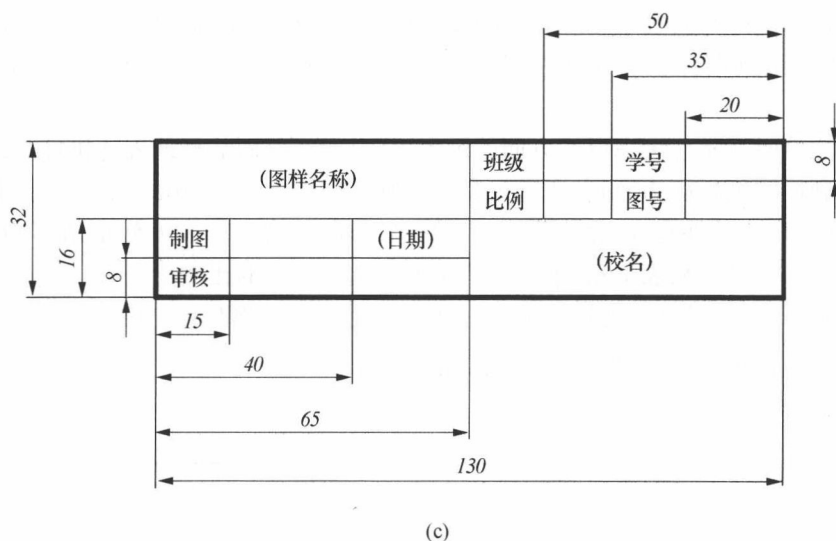
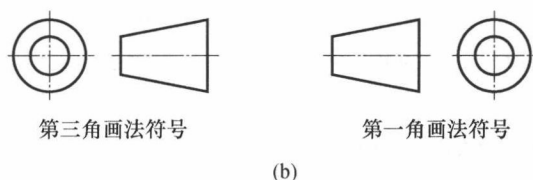
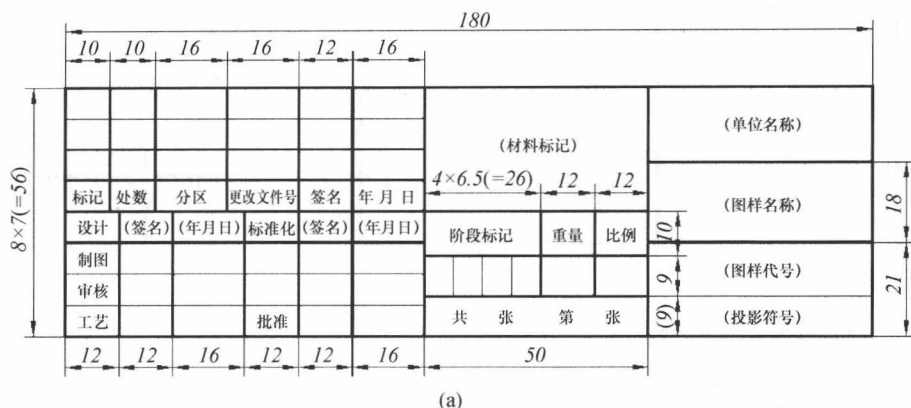


图 1-2 标题栏

(a) 国家标准规定的标题栏格式图; (b) 第一角与第三角画法识别符号; (c) 制图作业的标题栏。

标题栏的方位直接关系到图样装订后是否便于翻阅查找,还关系到如何确定看图的方向。看图方向的规定与标题栏的方向紧密联系在一起。目前对看图方向有两种规定:第一种是按照标题栏的方向看图,即以标题栏中的文字方向为看图方向,如图 1-1 所示;第二种是按方向符号指示的方向看图,如图 1-3(a)所示,即令画在对中符号上的等边三角形位于图纸下边后看图。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其尺寸如图 1-3(b)所示。

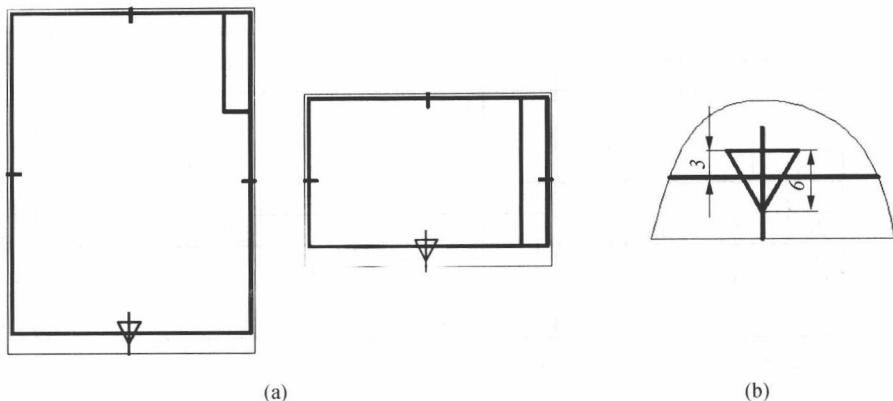


图 1-3 按符号指示方向看图
(a)带有方向符号的图纸;(b)方向符号。

二、比例(GB/T 14690—1993)

图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。原值比例即比值为 1:1 的比例;放大比例即比值大于 1 的比例,如 2:1 等;缩小比例即比值小于 1 的比例,如 1:2 等。

选用比例时通常应考虑以下方面的因素:应以能充分而清晰地表达机件的结构形状,又能合理利用图纸幅面为原则;在满足基本原则的前提下,所选用的比例应有利于采用较小幅面的图纸;若条件允许,优先采用 1:1 的比例画出,这样可以方便地从图中看出机件的真实大小。否则应从表 1-2 中规定的系列中选取适当的比例。

比例符号以“:”表示。比例一般应标注在标题栏的比例栏内;必要时,可以标注在视图名称的下方或右侧,如: $\frac{1}{2}:1$ 、平面图 1:10 等。

表 1-2 比例系列

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	2:1 4:1 5:1 $2 \times 10^n:1$ $4 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 1:2 1:3 1:4 1:5 1:6 $1:1 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$
注: n 为正整数。	

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样中除表达机件的形状之外,还应有必要的文字和数字以说明机件的大小、技术要求及其他。图样中的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

图样中各种字体的大小要适中,字体的高度系列分别为 20mm、14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm、2.5mm、1.8mm 八种,字体的号数即为字体的高度 h 。如果需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(1) 汉字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm, 其宽度 b 一般为 $\sqrt{2}h$ (即约等于字高的 2/3)。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。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。长仿宋体字示例如下:

技术机械制图工商管理计算机

(2) 数字和字母。数字和字母分 A 型和 B 型, A 型字体的笔划宽度为字高的 1/14, B 型字体的笔划宽度为字高的 1/10。同一张图样上, 只允许选用同一种形式的字体。字母和数字可以写成斜体或直体, 斜体字的字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。为了保证字体大小一致和整齐, 书写时可先画格子和横线, 然后写字。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般采用小一号字体。

A 型斜体拉丁字母示例:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

A 型斜体数字示例:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
I II III IV V VI VII VIII IX X

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

绘图时应采用国家标准规定的线型, 如表 1-3 所列。图线的宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数据中选择: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种。建筑图样上, 常采用三种线宽, 其比率为 4:2:1; 机械图样上采用两种线宽, 其比例关系为 2:1。同一图样中, 同类线型的宽度应一致。一般粗线和中粗线的宽度 d 在 0.5~2mm 之间选取, 优先采用 0.5mm 和 0.7mm, 应尽量保证图样中不出现宽度 d 小于 0.18mm 的图线。

表 1-3 图线及应用

序号	名称	线型	一般应用
01	粗实线		可见轮廓线、螺纹牙顶线、齿顶圆(线)
	细实线		尺寸线及尺寸界线、剖面线、分界线、范围线、指引线、辅助线、可见过渡线
	波浪线		断裂处边界线、视图和剖视图的分界线
	双折线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线