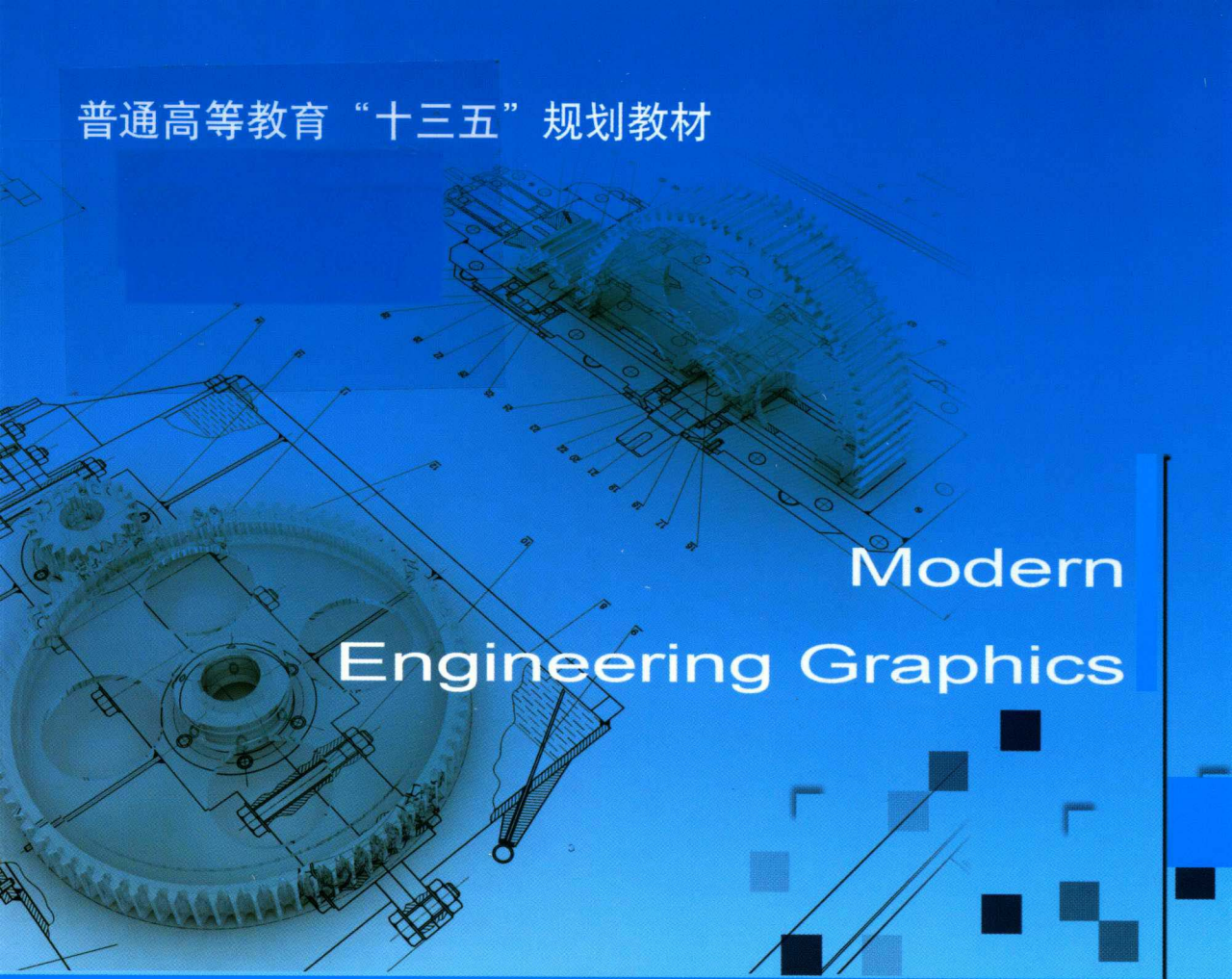


普通高等教育“十三五”规划教材



Modern
Engineering Graphics

现代工程图学

◎ 穆浩志 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

现代工程图学

主 副 参 主	编	穆浩志	张淑梅 徐 艳	王晓菲
	主 编	柴富俊		
	编	盖 青		
	审	董国耀		



机械工业出版社

本书是以 OBE (Outcome-Based Education, 产出导向教育或成果导向教育) 理念为指导, 结合教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》(2015 版), 依据现行的《技术制图》《机械制图》《CAD 工程制图规则》等国家标准和编者历次编写工程图学教材的经验, 总结多年教学成果编写而成的。

本书在编写过程中, 遵循国际工程教育通用的 12 条毕业要求, 以工程知识、问题分析、工程能力 (如使用现代工具)、通用能力等培养为引导, 在知识体系结构上进行了调整和创新, 体现了课程目标对毕业要求的支撑和教学内容对课程目标的支撑, 增强书中内容的针对性、实用性。此外, 本书的典型例题配有二维码教学视频, 便于读者在线学习。本书与机械工业出版社出版, 徐艳主编的《现代工程图学习题集》配套使用。

本书内容包括工程制图基础、专业制图基础两部分。工程制图基础部分包括制图基本知识及计算机 CAD 基础、投影理论基础、构形方法基础及 CAD 三维实体造型、表达技术基础。专业制图基础部分包括零件图、标准件与常用件、装配图, 并对展开图、焊接图和电路图做了简介。

本书可作为普通高等院校工科本科机械类、近机械类 56~96 学时各专业教学用书, 也可供工科其他专业和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程图学/穆浩志主编. —北京: 机械工业出版社, 2018. 12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-61387-9

I. ①现… II. ①穆… 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 (2019) 第 004572 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 舒 恬 责任编辑: 舒 恬 朱琳琳 王玉鑫

责任校对: 王 延 封面设计: 张 静

责任印制: 张 博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2019 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·24.75 印张·605 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-61387-9

定价: 58.90 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前言

本书是以 OBE (Outcome-Based Education, 产出导向教育或成果导向教育) 理念为指导, 结合教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》(2015 版), 依据现行的《技术制图》《机械制图》《CAD 工程制图规则》等国家标准和编者历次编写工程图学教材的经验, 总结多年教学成果编写而成的。

本书在编写过程中, 遵循国际工程教育通用的 12 条毕业要求, 以工程知识、问题分析、工程能力 (如使用现代工具)、通用能力等培养为引导, 在知识体系结构上进行了调整和創新, 体现课程目标对毕业要求的支撑和教学内容对课程目标的支撑, 增强书中内容的针对性、实用性。为配合本书的使用, 同时编写了《现代工程图学习题集》与教材一同出版。

本书的特点与创新:

1) 以工程教育 OBE 理念组织教学内容。在介绍知识的过程中有意识地强化目标导向教育。

2) 将现代工具——计算机绘图与二维图形和三维实体构形的知识相融合, 提升读者对所学知识综合运用能力。将基本立体、相贯立体、组合体的形成与计算机几何构形的概念相结合, 便于读者理解工程形体与投影图之间的关系, 提升读者运用现代工具解决工程实际问题的能力。

3) 注重专业绘图能力的培养。精简画法几何点、线、面投影综合问题的介绍, 将这部分的知识点与立体的投影相结合, 提升读者的实际应用能力; 在轴测图、组合体、剖视图表达、零件图、装配图等内容环节, 注重徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力的培养。将图学内容与现代设计思维相结合, 增强视觉思维和交流在工程中的重要作用; 增强多种视觉表达方式的综合应用; 强调与工程实际紧密结合, 增强学生的表达技能训练; 增强实践性教学和学生的自主学习。

4) 典型例题配有二维码教学视频, 指导学生在线学习。

本书内容包括工程制图基础、专业制图基础两部分。工程制图基础部分包括制图基本知识及计算机 CAD 基础、投影理论基础、构形方法基础及 CAD 三维实体造型、表达技术基础。专业制图基础部分包括零件图、标准件与常用件、装配图, 并对展开图、焊接图和电路图做了简介。

本书全部采用中华人民共和国现行的《技术制图》与《机械制图》国家标准, 并在附录中列出了相关国家标准, 以便读者查阅。

本书可作为普通高等院校工科本科机械类、近机械类 56~96 学时各专业的教学用书, 也可作为工科其他专业以及工程技术人员的参考用书。

目 录

前言	
绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)	3
1.2 标题栏及明细栏 (GB/T 10609.1—2008、 GB/T 10609.2—2009)	6
1.3 比例 (GB/T 14690—1993)	7
1.4 字体 (GB/T 14691—1993)	8
1.5 图线 (GB/T 4457.4—2002)	10
1.6 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)	12
第 2 章 绘图工具与制图基本技能	21
2.1 绘图工具和仪器的使用方法	21
2.2 AutoCAD 软件基本操作	25
2.3 AutoCAD 二维绘图与编辑命令	30
2.4 绘图技能	42
第 3 章 二维图形的构形	58
3.1 二维图形的作图方法	58
3.2 二维图形的构形方法	60
3.3 用 AutoCAD 绘制平面几何图形	68
第 4 章 点、直线、平面的投影	72
4.1 投影法	72
4.2 点的投影	75
4.3 直线的投影	80
4.4 平面的投影	89
4.5 直线与平面、平面与平面的相对 位置	98
第 5 章 CAD 三维构形基础与基本 立体投影	106
5.1 立体的构形方法	106
5.2 CAD 三维构形基础	108
5.3 基本立体概述	112
5.4 平面立体的投影及表面取点	113
5.5 曲面立体的投影及表面取点	116
第 6 章 截切几何体与相贯几何体的 构形及投影	121
6.1 平面几何体的截切构形及投影	121
6.2 曲面几何体的截切构形及投影	125
6.3 相贯几何体的构形及投影	140
第 7 章 组合体的构形及表达	156
7.1 组合体的构形	156
7.2 画组合体的投影图	159
7.3 组合体的读图	163
7.4 组合体的尺寸标注	168
7.5 利用 CAD 绘制组合体并标注尺寸	172
7.6 组合体的构形设计	182
第 8 章 轴测图	189
8.1 轴测图的基本知识	189
8.2 正等轴测图	192
8.3 斜二等轴测图	199
8.4 轴测图中的剖切画法	201
8.5 轴测图尺寸标注方法	202
第 9 章 机件的常用表达方法	204
9.1 视图	204
9.2 剖视图	208
9.3 断面图	222
9.4 其他表达方法	225
9.5 第三角投影简介	228
第 10 章 零件图	231
10.1 零件图的作用与内容	231
10.2 零件图的视图选择	233
10.3 零件图的尺寸注法	238
10.4 零件的工艺结构	241

10.5 零件图的技术要求	246	12.7 装配图中零件的序号和明细栏	322
10.6 利用 CAD 绘制零件图	260	12.8 装配图中合理的装配结构	323
10.7 读零件图	266	12.9 部件测绘和装配图的画法	326
10.8 零件测绘	268	12.10 用 AutoCAD 绘制机械装配图	330
第 11 章 标准件与常用件	274	12.11 读装配图及由装配图拆画零件图 ...	336
11.1 螺纹的基本知识	274	第 13 章 展开图、焊接图和电路图	343
11.2 螺纹紧固件的种类和规定标记	285	13.1 展开图	343
11.3 键的基本知识	287	13.2 焊接图	351
11.4 销的基本知识	289	13.3 电路图简介	356
11.5 滚动轴承表示法	290	附录	359
11.6 弹簧表示法	292	附录 A 螺纹	359
11.7 齿轮表示法	296	附录 B 螺纹紧固件	363
第 12 章 装配图	303	附录 C 螺纹连接结构	368
12.1 装配图概述	303	附录 D 键与销	370
12.2 装配图的表达方法	306	附录 E 滚动轴承	373
12.3 常见机械结构装配画法	308	附录 F 其他标准	375
12.4 装配图的视图选择	317	附录 G 极限与配合	377
12.5 装配图中的尺寸	318	参考文献	387
12.6 装配图的技术要求	319		

绪 论

本章目标要求

☆ 理解掌握课程的研究对象、性质和任务、学习方法。

1. 本课程的研究对象和性质

工程图学是研究工程图样表达与技术交流的一门学科。主要研究绘制、阅读工程图样的基本理论和方法；学习《技术制图》《机械制图》及《CAD 工程制图规则》国家标准的相关内容。

工程图样是根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象并有必要的技术说明的图，也称为图样。工程图样是设计与制（建）造中工程与产品信息的载体、表达和传递设计信息的主要媒介，在机械、土木、水利工程等领域的技术与管理工作中有着广泛的应用，被认为是工程界表达、交流技术思想的语言；在科学研究中，图形具有形象性、直观性和简洁性的特点，是人们认识规律、表达信息、探索未知的重要工具。工程图样可以用二维图形表达，也可以用三维图形表达；可以用手工绘制，也可以由计算机绘制生成。

工程图学课程的理论严谨，与工程实践联系密切，对培养空间逻辑思维能力和空间分析能力，掌握科学思维方法，绘制和阅读工程图样，提高工程素质，增强创新意识具有重要作用。它是普通高等学校本科工科专业重要的工程基础课程，是后续专业课程学习和实践的平台。

主要特性体现为：

基础性：作为工程图形技术基础课程之一的工程制图，是工程技术人员和科技工作者学习和掌握工程图形技术、培养创新思维的基础。

交叉性：它是几何学、投影理论、工程基础知识、基本规范及现代绘图技术多学科相结合的产物。

工程性：它是一门与工程中的形体构成、分析及表达紧密相连的课程。

实用性：它是一门理论与工程实践联系密切的课程。

方法性：它是培养空间逻辑思维能力和空间分析能力的课程，为工程和视觉想象力提供了一个方法。

通用性：它是工程界跨地域、跨行业的通用语言。工程图形作为工程与产品信息的载体，早已成为工程界表达与交流的技术语言。

因此,工程图学被广泛应用在机械、电子、航空航天、电气信息、农业、土木建筑、化工、运输、气象工程等领域。

2. 本课程的内容体系

工程图学的内容包括制图基本知识及计算机 CAD 基础、投影理论基础、构形方法基础及 CAD 三维实体造型、表达技术基础及零件图、标准件与常用件、装配图,并对展开图、焊接图和电路图进行了简介。

其任务是通过工程图学的基础理论学习,在知识能力上,掌握制图的基础知识和基本规定,掌握制图的操作技能和工程规范,会使用投影的方法用二维平面图形表达三维空间形状,或将三维形体平面化。学会徒手绘制图样,会使用绘图仪器及现代工具,如利用 CAD 绘图软件绘制工程图样及利用计算机进行三维造型设计,并具备阅读机械图样的能力。在素质能力上,培养对空间形体的形象思维能力和逻辑思维能力,提升创造性构形设计能力。

3. 学习方法

在学习过程中,注重基本概念和基本规律的掌握,注重实践,多观察、思考、研讨自己身边的所见产品,借助模型、轴测图、实物等增加生产实践知识和表象积累,培养和发展空间想象能力和思维能力。将物体和图样相结合,由浅入深,通过由空间到平面,由平面到空间的反复读、画、想的实践进行学习。同时要及时、认真地完成习题和作业。

通过典型的 CAD 软件的学习,掌握用计算机绘制二维图形和三维实体造型的基本方法和技能。在正确使用绘图工具和仪器的同时,应注重徒手绘图能力的培养。

在绘图过程中,培养工程和生产责任意识。图样是工程施工、产品生产的依据,关乎产品质量与生命安全,因此要遵守并执行《技术制图》和《机械制图》等国家标准及有关技术标准,要仔细认真、一丝不苟,写好每一个字,画好每一条线,必须认识国家制图标准的权威性和法制性。树立遵守国家标准意识,才能绘制和看懂符合标准的图样,掌握工程界的语言。

思考题

1. 什么是工程图学?其主要特征是什么?
2. 工程图样的概念、作用是什么?
3. 生成工程图样的方法有哪几种?
4. 简述应该以什么样的态度学习工程图学这门课程。

第1章

制图的基本知识

本章目标要求

☆ 理解掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定。

☆ 会将国家标准中关于图幅、字体、线型、尺寸基本规定应用到制图过程中，养成严谨、规范的绘图习惯。

工程图样作为科学技术领域中的一种通用“语言”，是工程上用以产品设计、制造、安装和检测等现代生产必不可少的重要技术资料，是工程技术人员表达设计思想，进行国内、外信息技术交流的工具。因此，必须对工程图样的内容、格式和表达方法等内容做出统一规范，这个统一的规范就是相关的国家标准。我国自 1959 年国家科学技术委员会批准发布 GB 122~141—1959《机械制图》。之后，对国家标准《机械制图》进行了不间断的制定和修订工作。到 2012 年，我国从技术制图国家标准、专业或行业制图标准、CAD 制图国家标准、CAD 文件管理国家标准四个方面修订了制图标准。标准是随着科学技术的发展和经济建设的需要而发展变化的，由国家标准化主管机构依据国际标准组织的标准，制定并颁布了与国际标准（ISO）接轨的我国《技术制图》和《机械制图》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 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》即表示机械制图尺寸注法标准的顺序号为 4458.4，2003 表示批准发布的年份为 2003 年。

现行的制图标准比较全面地反映了绘制机械图样常用的制图规范，消除了国与国之间的技术壁垒，促进了国与国之间的技术交流和贸易往来。所以，我们必须认识国家标准的严肃性、权威性和法制性，增强标准意识。在绘制工程图样时，必须自觉严格地遵守这些规定。《技术制图》是我国基础技术标准之一，包括机械制图、工程建设制图、电器制图和其他制图四类。

本节就国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图纸幅面和格式、标题栏及明细栏、比例、字体、图线、尺寸注法等有关规定做简要介绍，其他标准将在后面有关章节中叙述。

1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面尺寸和代号

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。表 1-1 中幅面尺寸的意义如图 1-2、

图 1-3 所示。

各号图纸基本幅面的关系如图 1-1 所示。它们之间的关系是沿某一号幅面的长边对折，即为下一号幅面的大小。必要时，也允许选用规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 基本幅面

(单位: mm)

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

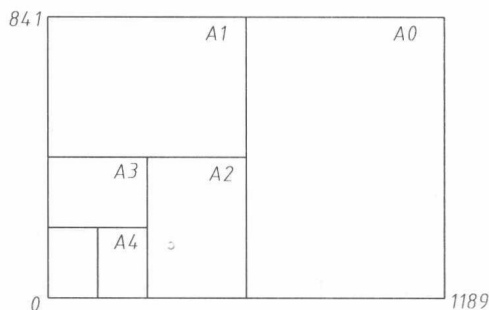


图 1-1 各号图纸基本幅面的关系

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。在图纸上必须用粗实线画出图框，图样画在图框内部。图框的格式分不留装订边（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。

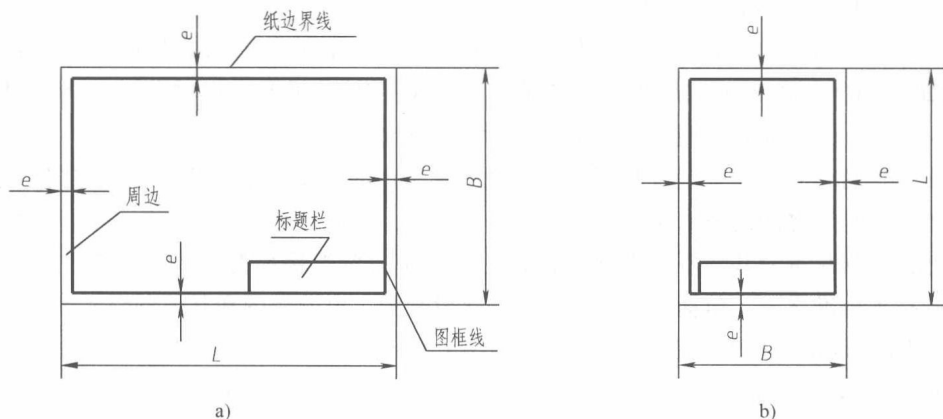


图 1-2 不留装订边的图框格式

3. 标题栏的方位

每一张图纸上都必须画出标题栏。标题栏应位于图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示。当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 和

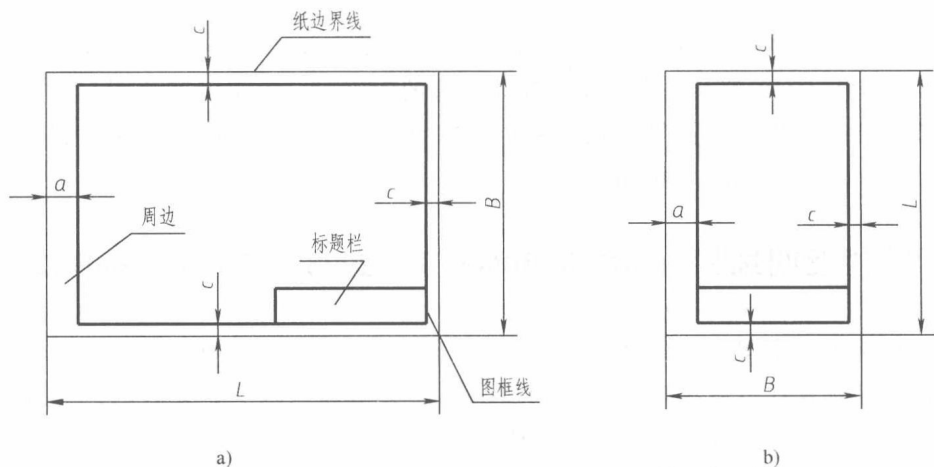


图 1-3 留有装订边的图框格式

图 1-3a 所示。当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 和图 1-3b 所示。在此情况下，看图的方向与标题栏的方向一致。为了充分利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用（如 A3 竖放），或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用（如 A4 横放），此时，看图的方向与标题栏中的文字填写方向不一致，其看图方向应以方向符号为准，如图 1-4 所示。

4. 附加符号

1) 对中符号。为使图样复制和缩微摄影时定位方便，对各号图纸均应在图纸各边长的

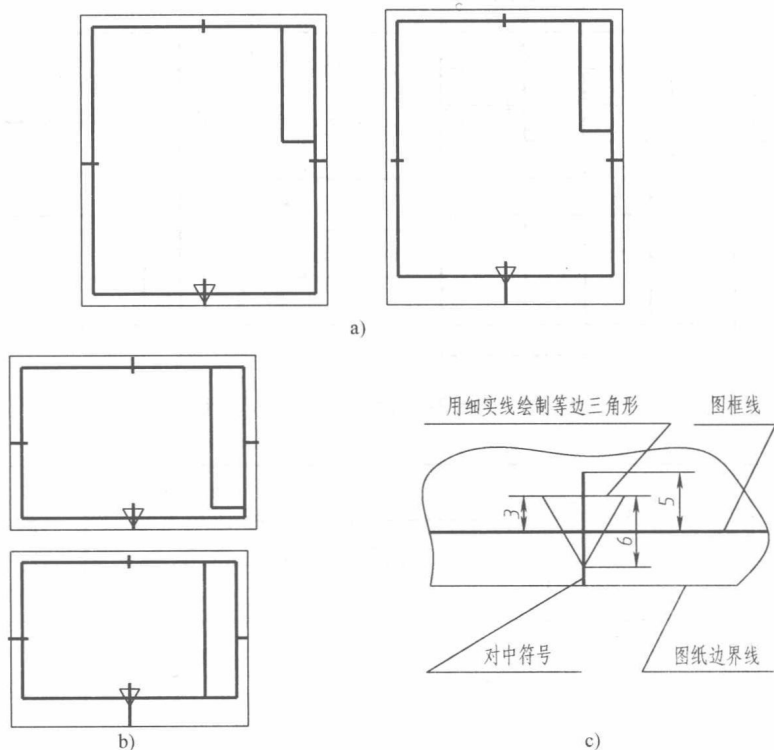


图 1-4 对中符号和方向符号

中点处画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从图纸边界开始画至图框内约 5mm，对伸入标题栏部分省略不画，如图 1-4a、b 所示。

2) 方向符号。方向符号是在使用预先印制好的图纸时，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号。该符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处位置如图 1-4c 所示。

1.2 标题栏及明细栏 (GB/T 10609.1—2008、GB/T 10609.2—2009)

标题栏反映了一张图样的综合信息，是图样的一个重要组成部分，一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，也可以按实际需要增加或减少。更改区：一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和年月日等组成；签字区：一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和年月日等组成；其他区：一般由材料标记、阶段标记、重量、比例、共 张 第 张和投影符号等组成；名称及代号区：一般由单位名称、图样名称、图样代号和存储代号等组成。国家标准 GB/T 10609.1—2008 对标题栏的内容、格式与尺寸做了规定，零件图的标题栏如图 1-5 所示。装配图标题栏的格式见国家标准 GB/T 10609.1—2008，明细栏的格式见国家标准 GB/T 10609.2—2009，此处略。

学校制图作业中零件图的标题栏推荐采用图 1-6 所示的简化格式和尺寸。学校制图作业中装配图的标题栏及明细栏推荐采用图 1-7 所示的简化格式和尺寸。

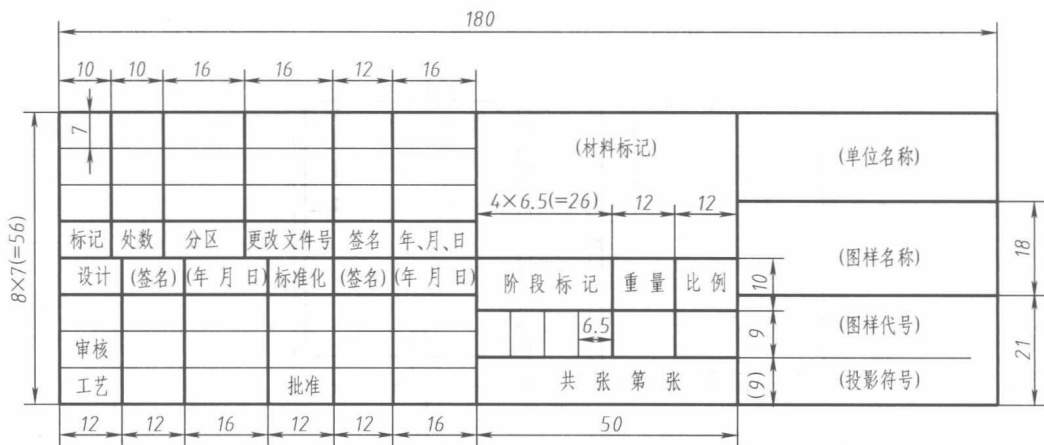


图 1-5 标题栏的内容、格式与尺寸

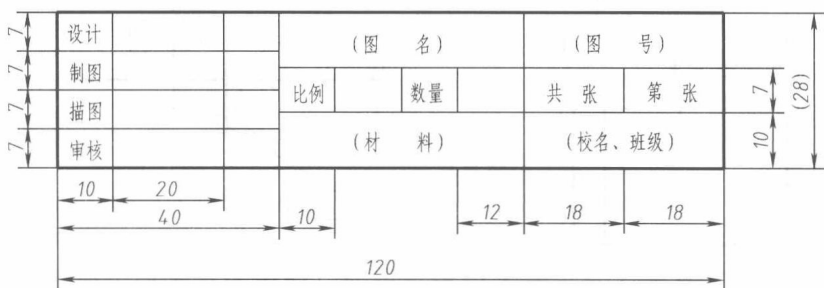


图 1-6 学校制图作业中零件图所用标题栏的格式和尺寸

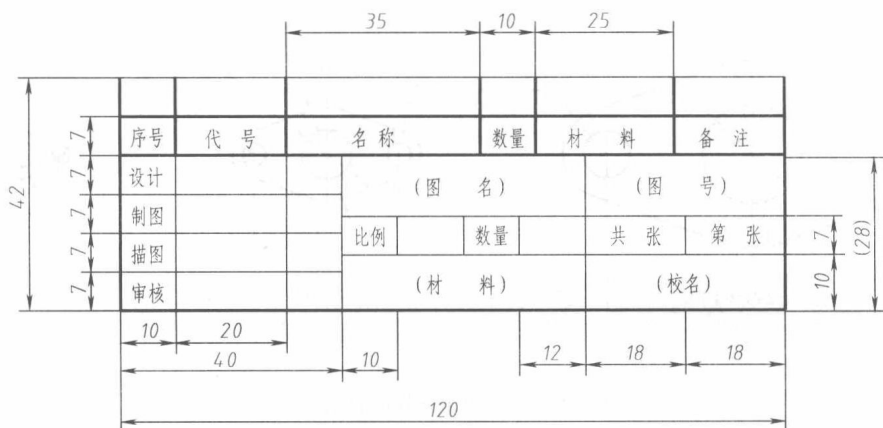


图 1-7 学校制图作业中装配图所用标题栏及明细栏的格式和尺寸

1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

1. 比例

图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为1的比例为原值比例，即1:1；比值大于1的比例为放大比例，如2:1；比值小于1的比例为缩小比例，如1:2等。

2. 比例的种类及系列

GB/T 14690—1993《技术制图 比例》规定了比例的种类及系列，见表 1-2。

表 1-2 比例的种类及系列

种类	比 例							
	优先选取			允许选取				
原值比例	1 : 1							
放大比例	5 : 1	2 : 1		4 : 1	2.5 : 1			
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

设计中需按比例绘制图样时,应在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。最好选用原值比例。根据机件的大小和复杂程度也可以选取放大或缩小比例。无论放大或缩小,标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图 1-8 所示。对同一机件的各个视图应采用相同的比例。当机件某部位上有较小或较复杂的结构需要用不同的比例绘制时,则必须另行标注,如图 1-9 所示,图中的比例 2:1 是指该局部放大图与实物之比。

3. 比例的标注方法

比例的符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:500、20:1 等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:

$\frac{I}{2:1}$ $\frac{A}{1:100}$ $\frac{B-B}{2.5:1}$ 平面图 1:10

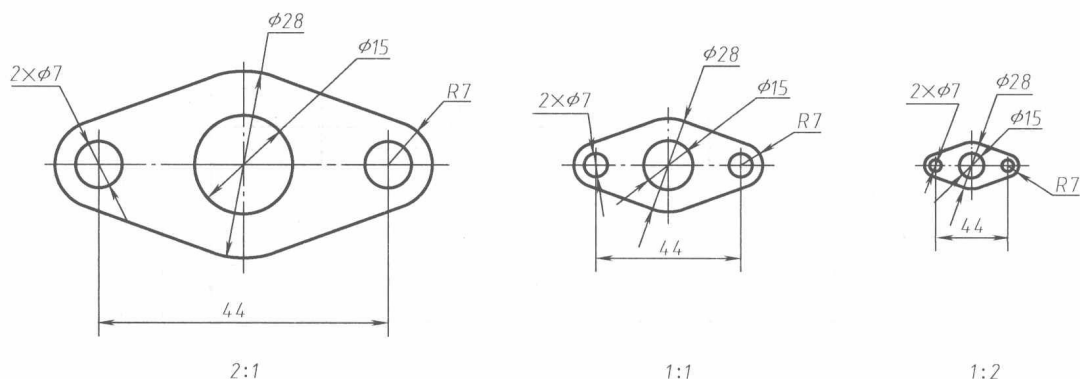


图 1-8 用不同比例画出的图形

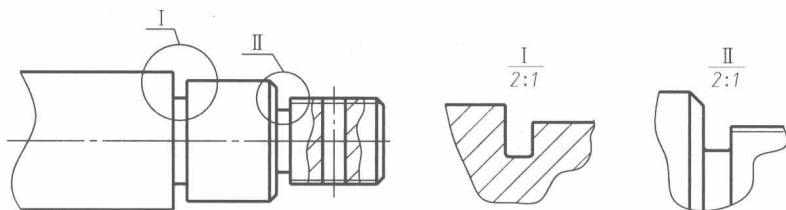


图 1-9 较小或较复杂结构的另行标注

1.4 字体 (GB/T 14691—1993)

字体是指图样中汉字、字母和数字的书写形式。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。字体的高度用 h 表示的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20（单位均为 mm）。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，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 3.5mm。其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字示例如图 1-10 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井坑港口纺织服装

3.5号字

螺纹齿轮端子接线设计描图审核材料学校班级标题栏图框销子轴承螺母减速器球阀

图 1-10 长仿宋体汉字示例

长仿宋字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

2. 字母及数字

字母及数字有直体和斜体、A型和B型之分。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ；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 $1/10$ 。常用字母和数字的字形结构示例如图1-11所示。

A型拉丁字母大写斜体示例：



A型拉丁字母小写斜体示例：



A型斜体数字示例：



A型斜体小写希腊字母示例：

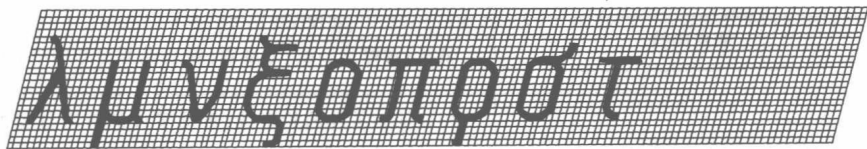


图1-11 常用字母和数字的字形结构示例

3. 综合应用规定

用作分数、指数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般应采用小一号的字体。综合应

用示例如下：

$$10JS \left(\pm 0.003 \right) \quad M24-6h \quad \phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1} \frac{A}{5:1}$$

1.5 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 图线及其应用

图线是指起点和终点间以任何方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。机械图样中常用的图线名称、线型及应用见表 1-3。各种线型在图样上的应用如图 1-12 所示。

表 1-3 图线名称、线型及应用

代码 No.	线型及名称	一般应用
01.2	粗实线 	可见棱边线；可见轮廓线；相贯线；螺纹牙顶线；螺纹长度终止线；齿顶圆（线）；表格图、流程图中的主要表示线；模样分型线；剖切符号用线
01.1	细实线 	过渡线；尺寸线；尺寸界线；剖面线；指引线和基准线；重合断面的轮廓线；短中心线；螺纹牙底线；尺寸线的起止线；表示平面的对角线；零件形成前的弯折线；范围线及分界线；重复要素表示线（如齿轮的齿根线）；锥形结构的基面位置线；叠片结构位置线（如变压器叠钢片）；辅助线；不连续同一表面连线；成规律分布的相同要素连线；投影线；网格线
01.1	波浪线 	断裂处的边界线；视图与剖视图的分界线
01.1	双折线 	断裂处的边界线；视图与剖视图的分界线
02.1	细虚线 	不可见棱边线；不可见轮廓线
04.1	细点画线 	轴线；对称中心线；分度圆（线）；孔系分布的中心线；剖切线
05.1	细双点画线 	相邻辅助零件的轮廓线；可动零件的极限位置的轮廓线；重心线；成形前轮廓线；剖切面前的结构轮廓线；轨迹线；毛坯图中制成品的轮廓线；特定区域线；工艺用结构的轮廓线；延伸公差带表示线；中断线

注：1. 表中粗、细线的宽度比例为 2 : 1。

2. 代码中的前两位表示基本线型，最后一位表示线宽种类，其中“1”表示细，“2”表示粗。

3. 波浪线和双折线，在同一张图样中一般采用一种。

所有线型的宽度（ d ）系列为：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2（单位均为 mm）。一般粗实线宜在 0.5~2mm 之间选取。

2. 图线画法

1) 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。细虚线、细点画线、细双点画线的线段长

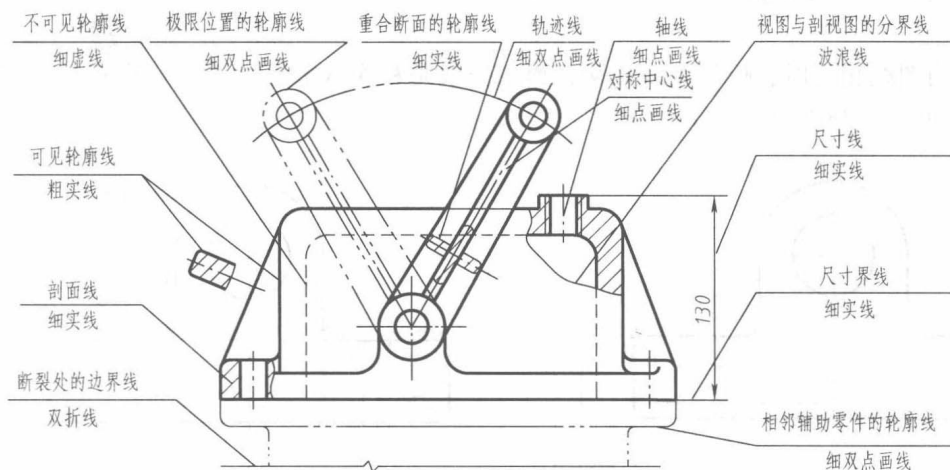


图 1-12 图线应用举例

度和间隔应各自大致相等。一般在图样中应保持图线的均匀一致，如图 1-13 所示。

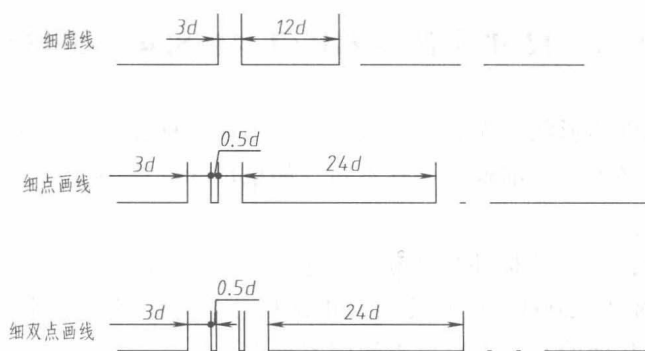


图 1-13 图线规格

2) 两条平行线之间的最小距离不得小于 0.7mm。

3) 绘制点画线的要求是：以画为始尾，以画相交，而不应是点或间隔，按绘图习惯一般超出图形轮廓 2~5mm。在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时，可用细实线代替，如图 1-14 所示。

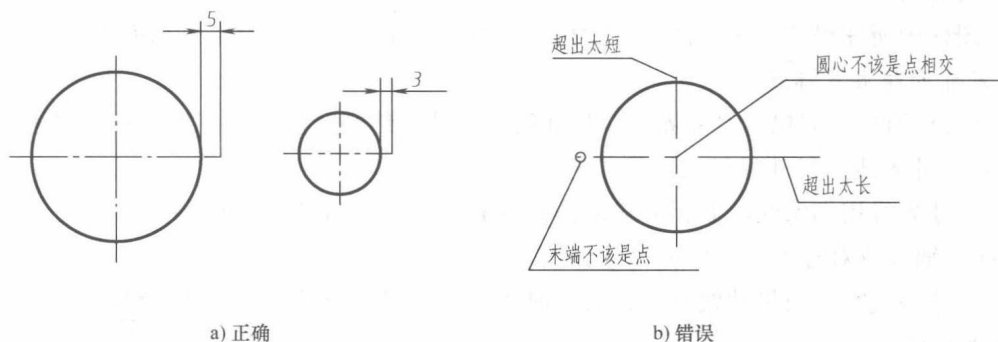


图 1-14 中心线的画法