

高等学校教材

工程制图与实训

张雯娟 吴龙 黄国饶 主编

高等教育出版社

T1323-2
1

高等学校教材

工程制图与实训

Gongcheng Zhitu yu Shixun

张雯娟 吴 龙 黄国饶 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是“海峡两岸应用型人才培养”系列教材之一,依据最新发布的国家标准《机械制图》《技术制图》以及台湾地区工程图学的制图特点编写而成。在“机械制图”课程的基础上,增加有关汽车零部件的制图实训以及台湾地区绘图使用的第三角画法,使得学生在掌握第一角画法的基础上,能够熟悉第三角画法的基本理论和实践。

全书除绪论外共分四篇共 11 章,包括工程制图基本知识和技能,工程制图投影法,点、直线和平面的投影,基本立体投影,组合体,轴测图,图样画法,第三角画法,标准件及常用件,零件图,装配图等内容,且书后附有附录。

本书可作为高等学校机械类、近机类以及车辆工程类专业少学时或学时数为 80~124(选用部分章节)的工程制图课程的教材,也可供中等及高等职业学校的教师和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与实训 / 张雯娟, 吴龙, 黄国饶主编. --
北京: 高等教育出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-04-044187-1

I. ①工… II. ①张… ②吴… ③黄… III. ①工程制
图-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 263543 号

策划编辑 杜惠萍
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 杜惠萍
责任校对 窦丽娜

封面设计 李小璐
责任印制 田 甜

版式设计 马敬茹

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 固安县铭成印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 19.5
字 数 480 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 2015 年 12 月第 1 版
印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷
定 价 33.00 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

物 料 号 44187-00

前言

本书是为适应海峡两岸高层次应用型人才的培养以及机械类、近机类、车辆类专业教育的需要,在原有“机械制图”课程基础上,增加部分汽车零部件图样实训和台湾地区图样视角画法内容编写而成。

本书基于应用型人才培养的教学体系,强调实践性,并融入台湾地区工程制图的相关内容。本书旨在继续深化应用型人才培养,针对海峡两岸高校人才培养的教学要求,强调理论与实训并存。编写过程中,编者依据多年教学经验和教学期间的知识积累,继承良好的理论基础,并开拓创新,将汽车部分零件融入制图教学中。本书通俗易懂,图文并茂,便于自学。

本书除绪论之外,共四篇分11章,内容包括工程制图基础理论、几何形体投影图的绘制、机件表达方法、工程图绘制,在部分章节基础理论后配有相应的实训小节,以提高学生的实际绘图读图能力。

本书具有以下特点:

1. 突出海峡两岸合作。目前,随着汽车行业国内外合资企业、台资企业大规模发展,对于汽车零件图样的识读,不能仅限于第一视角,还需了解台湾地区或者一些国家或地区采用的第三角投影法。本书中加强了第三角画法的讲解,并结合实例,比较分析第一角画法与第三角画法的不同。

2. 采用实训式教学法。本书将实际汽车零部件的案例融入到工程制图的教学,配有相应的实训项目,针对具体的章节内容进行实际演练,以此加深学生绘图读图能力和空间构型分析能力。将设计图纸引入实际工厂车间生产,能够根据实际生产情况灵活进行视角的转变及图样设计绘制。实训式教学法采用步骤式图解教学,简单易懂,便于学生理解掌握和自学。在初学者了解理论基础之上,加强实践性教学环节,达到培养高层次应用型人才工程实际能力的目的。

3. 采用企业中的实际案例。本书引用的图样均采用实际汽车生产企业的图样,同时将台湾地区高校教学图样融入其中。结合实际企业的案例可以让学生深入了解机械结构。

4. 在教材内容编排上,保证教材内容精炼、全面的同时,适当缩减了部分内容。比如截交线和相贯线的绘制,只要求学生掌握常用的图解法,并根据实际授课情况,加强对于相贯线的理解。

本书由张雯娟、吴龙、黄国饶担任主编。参加本书编写工作的有:福建三明学院吴龙(前言、绪论、第10章)、张雯娟(第3、7、9、10、11章)、魏剑(第4、5、6章)、刘建军(第7章)、武蕾(第1、2章和附录),重庆科技学院刘敏(第4、5章),台湾中华大学黄国饶(第8章)。黄国饶老师还提供了本书中涉及第三角画法的内容。

本书在编写过程中,得到了机械和汽车相关行业专家、同行的建议以及三明学院机电工程学院机械工程和车辆工程专业教师的热心帮助和关心。卢隆辉老师和郑飞杰老师对教材中部分

II 前言

形体建立立体模型和部分平面图绘制提供了帮助,使得本书的内容更加丰富。在此一并致谢。

北京科技大学窦忠强教授和重庆科技学院陈洁教授认真审阅了全书,提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示诚挚谢意。

本书在编写过程中还参考了一些国内及台湾地区的同类著作,在此特向有关作者表示谢意!

由于水平所限,书中难免会存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2015年7月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 工程制图基础理论

1 工程制图基本知识和技能	5	2.2 工程常用投影图	34
1.1 国家标准制图基本规定	5	2.3 空间象限划分	36
1.2 绘图工具使用	17	3 点、直线和平面的投影	40
1.3 平面图形几何作图	21	3.1 点的投影	40
1.4 平面图形分析和尺寸标注	26	3.2 直线的投影	45
1.5 实训 汽车起重吊钩平面图形绘制	28	3.3 平面的投影	52
2 工程制图投影法	32	3.4 几何元素间相互位置关系	58
2.1 投影法基础知识	32	3.5 换面法	63

第二篇 几何形体投影图的绘制

4 基本立体投影	71	5.3 读组合体视图	108
4.1 立体的三视图及投影规律	71	5.4 组合体尺寸标注	115
4.2 立体及其表面上的点与线	73	5.5 形体构型基础	120
4.3 平面与立体相交	82	6 轴测图	122
4.4 立体和立体相交	91	6.1 轴测图的基本知识	122
5 组合体	101	(GB/T 4458.3—2013)	122
5.1 组合体形成方式	101	6.2 正等轴测图	124
5.2 实训 轴承座三视图的画法	103	6.3 斜二等轴测图	131

第三篇 机件表达方法

7 图样画法	135	GB/T 4458.6—2002)	155
7.1 视图(GB/T 17451—1998、 GB/T 4458.1—2002)	135	7.4 其他规定画法	158
7.2 剖视图(GB/T 17452—1998、 GB/T 4458.6—2002)	139	7.5 实训 汽车活塞视图表达	166
7.3 断面图(GB/T 17452—1998、 GB/T 4458.6—2002)	139	8 第三角画法	169
		8.1 第三角画法简介	169
		8.2 第一角画法和第三角画法比较	170

第四篇 工程图绘制

9 标准件及常用件	177	9.3 实训 螺纹紧固件连接画法	185
9.1 螺纹结构及规定画法	177	9.4 键连接与销连接	189
9.2 螺纹紧固件	183	9.5 滚动轴承和弹簧	194

II 目录

9.6 齿轮	200	10.9 实训四 箱体类零件图绘制	244
10 零件图	207	10.10 零件图读图	246
10.1 概述	207	11 装配图	248
10.2 零件表达方案的选择	209	11.1 装配图的作用与内容	248
10.3 零件工艺结构	211	11.2 装配图的表达方法	249
10.4 零件图的尺寸注法	215	11.3 装配图的尺寸标注和技术要求	255
10.5 零件图技术要求	222	11.4 装配图中的零(部)件序号及其 编排方法	257
10.6 实训一 轴套类零件绘制	237	11.5 实训 汽车活塞连杆装配图绘制	258
10.7 实训二 轮盘类零件绘制	239	11.6 装配图读图和拆画零件图	263
10.8 实训三 叉架类零件绘制	242	附录	267
附录	267	附录 A 螺纹	267
附录 A 螺纹	267	附录 D 标准结构	296
附录 B 常用标准件	271	附录 E 常用材料	299
附录 B 常用标准件	271		
附录 C 极限与配合	285		
附录 C 极限与配合	285		
参考文献	305		

绪 论

一、本课程性质和内容

工程图样被誉为“工程界的语言”，是工业生产中的重要技术文件，是工程界表达和交流技术思想、信息的重要媒介和工具。工程制图是工科专业的一门技术基础课程，主要研究和解决空间几何问题以及讲解绘制和阅读工程图样的理论和方法。

本课程是一门用所学知识表达工程设计理念、进行形体设计的学科。它是在工程制图的基础知识之上，通过绘制和阅读工程图样，培养学生绘图和读图的实践能力，能够使用绘图仪器和工具正确、完整、清晰地表达零件和装配体，为今后专业课程的学习及设计夯实基础，进一步提高和发展阅读与绘制机械图样的能力。

本课程主要内容分为四篇：

第一篇是工程制图基础理论，主要包括工程制图基本知识和技能，工程制图投影法，点、直线和平面投影。

第二篇是几何形体投影图的绘制，主要包括基本立体投影、组合体、轴测图。

第三篇是机件表达方法，主要包括图样画法、第三角画法。

第四篇是工程图绘制，主要包括标准件及常用件、零件图、装配图。

本书引入部分汽车零件讲解其视图表达方案确定和典型零件绘制，采用步骤教学图解法进行实例讲解，使学生将理论知识与实际应用相结合，通过实训案例巩固理论知识，自主训练引导学生自学分析。

二、本课程的主要任务

1) 学习投影法的基本理论，应用正投影法绘制零件图和装配图，严格遵照国家标准规定正确绘制图样。

2) 培养学生空间逻辑思维和形象思维能力。加强空间思维练习，能够不断地由物画图，由图想物，分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系。

3) 培养学生运用图解法知识，能够将空间几何问题转换为平面图解的能力。

4) 培养学生正确运用绘图仪器和工具绘图的能力，严格遵守国家标准的规定，建立良好的绘图习惯，掌握正确查阅专业工具、手册的方法。

5) 培养学生树立认真负责、严谨细致的工作态度和工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程是一门理论性和实践性相结合的课程，绘制和阅读机械图样是本课程的主要内容。学习中，首先应注意掌握正投影法的投影特性，并运用该规律去解决绘图和读图中的实际问题。认真做习题、实训，由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践，逐步提高形体空间分析能力，不断加强形象思维的训练。

掌握正确的零部件表达方法和尺寸标注方法，需做到以下几个方面：

- 1) 掌握正确的思维方法，对物体形体分析要准确，表达方案要正确。
- 2) 能够多画、多看、多想，将空间和平面联系起来进行转换。
- 3) 要严格遵照国家标准规定绘图，不能随心所欲，绘图时建立良好的制图习惯，能够查阅相应的工程师手册。
- 4) 工程图样是工程类重要的技术文件，任何差错的产生都会给生产带来影响和损失，教师要培养学生养成严谨的科学学习习惯，树立认真负责的工作态度。
- 5) 注重手工绘图的重要性，只有具备扎实的绘图功底和严谨的绘图态度，才能保证使用现代化计算机辅助设计软件技术的高效性。
- 6) 全书采用了国家技术监督局发布的《技术制图》和《机械制图》等有关最新国家标准，按照课程内容的需要，将有关国家标准编排在正文或附表中，培养学生贯彻最新国家标准的意识以及查询国家标准的能力。

四、国际或地区标准代号

现代工业的发展带动了国际间企业的交流，因此不仅要掌握我国的国家标准，还要熟悉国际上其他国家和地区的标准代号。

要做到通过图样清晰准确地表达设计理念，就必须对工程图样的画法进行统一的规定，各国或其他地区根据本国(本地区)设计要求和生产要求，对规定略有差异。表 0-1 列出一些国家和地区的标准代号。

表 0-1 一些国家和地区的标准代号

国家或地区	标准代号	国家或地区	标准代号	国家或地区	标准代号	国家或地区	标准代号
中国	GB	德国	DIN	波兰	PN	瑞典	SIS
美国	ANSI	丹麦	DS	国际标准	ISO	瑞士	SNV
澳大利亚	AS	日本	JIS	中国台湾地区	CNS	意大利	UNI
英国	BS	法国	NF	韩国	KS	南非	SABS

第一篇 工程制图基础理论

机械图样是设计和制造机械过程中的重要资料，工程设计中，工作量比重较大的为制图工作，指导制图工作的核心内容就是制图标准。本篇以国家技术产品文件标准汇编中的国家标准《技术制图》和《机械制图》为依据，凡在国家标准《机械制图》中有所规定的，都应遵守执行；无明文规定的，则应遵守执行国家标准《技术制图》的有关规定。本篇介绍工程制图基本知识和技能，工程制图投影法，点、直线和平面的投影。

工程制图基本知识和技能

技术图样作为“工程界交流语言”，对图样的表达方法、尺寸注法及内容格式等各方面都应有统一规定。工程技术人员在作图样时必须严格遵守、认真执行。本章介绍国家标准中对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸注法等有关规定，绘图工具使用，平面图形几何作图及汽车起重吊钩实训练习。

1.1 国家标准制图基本规定

标准代号有具体含义，如 GB/T 14689—2008，GB 指中国国家标准（见绪论表 1），T 表示推荐性，14689 指国家标准编号，2008 指发布年份。如果“GB”后没有“/T”，则表示强制性国家标准。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面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 中图纸基本幅面尺寸。基本幅面代号为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1 图纸幅面与图框格式尺寸

mm

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

必要时，也允许选用图 1-1 所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图 1-1 中粗实线所示为基本幅面（第一选择），细实线所示为规定的加长幅面（第二选择），虚线所示为规定的加长幅面（第三选择）。

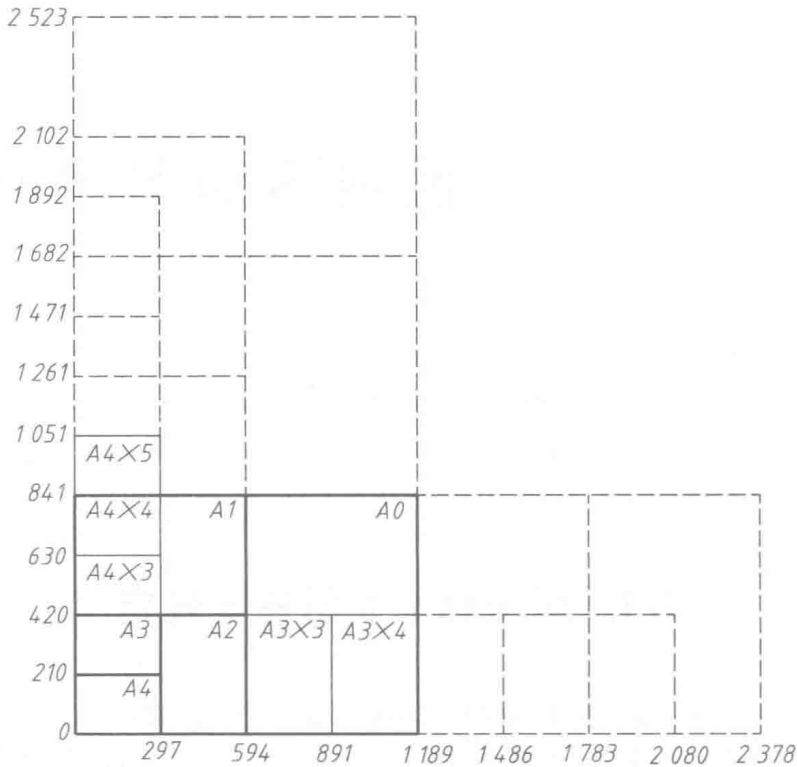


图 1-1 基本幅面及加长幅面尺寸

2. 图框

图框是指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，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。尺寸按表 1-1 规定取值。

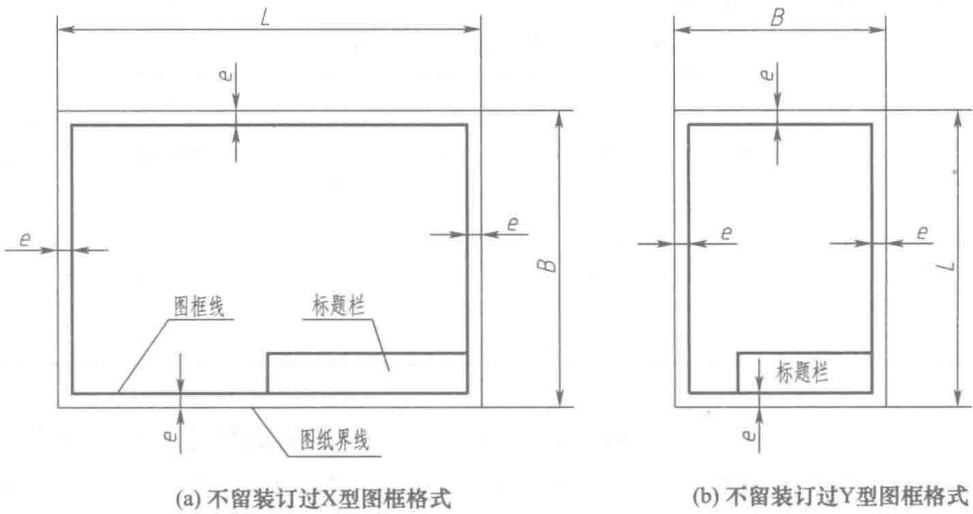


图 1-2 不留装订边的图框格式

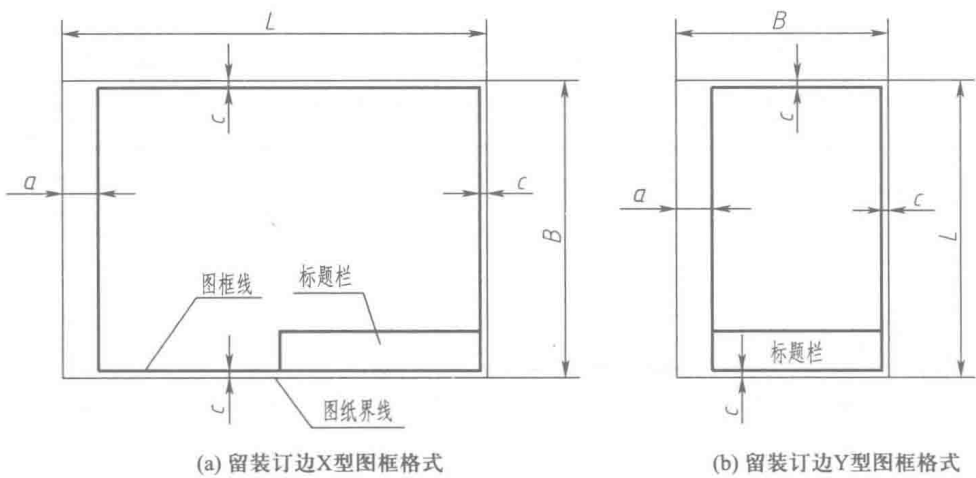


图 1-3 留有装订边的图框格式

3. 标题栏、明细栏的方位与格式

每张技术图样中均应有标题栏，标题栏格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定绘制。标题栏一般画在图框的右下角，外框为粗实线，其右边和底边与图框重合，内部分栏用细实线绘制。

GB/T 14689—2008 规定：标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行，则构成 X 型图纸（图 1-2a,图 1-3a）；若标题栏的长边与图纸的长边垂直，则构成 Y 型图纸（图 1-2b,图 1-3b）。

GB/T 10609.2—2009 规定：明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方，按由下而上的顺序书写，其格数应根据需要而定。当由下而上延伸位置不够时，可紧挨标题栏左侧自下而上继续书写。标题栏、明细栏格式尺寸如图 1-4 所示。本书将标题栏进行简化，建议在作业中采

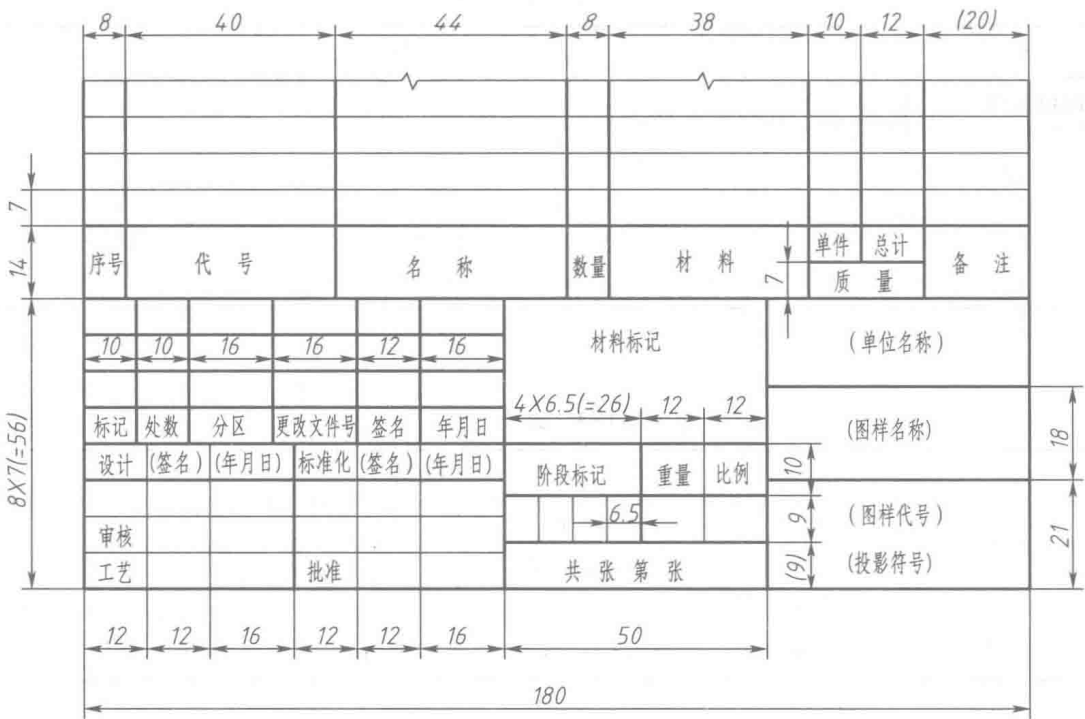


图 1-4 标题栏、明细栏格式尺寸

用，如图 1-5 所示。

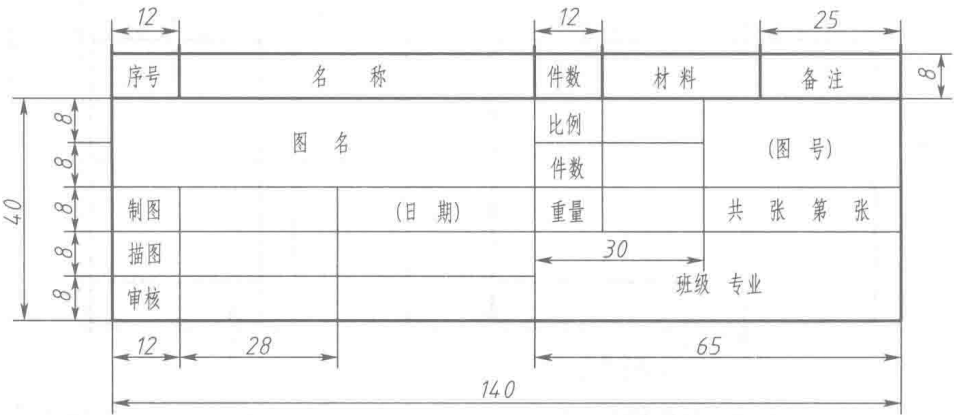


图 1-5 本书制图标题栏、明细栏格式尺寸

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时，也允许选取表 1-3 中的比例。

比例分原值比例、放大比例和缩小比例三种：

原值比例：比值为 1 的比例，即 1 : 1。

放大比例：比值大于 1 的比例，如 2 : 1 等。

缩小比例：比值小于 1 的比例，如 1 : 2 等。

表 1-2 比 例

种类	比例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 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

注：n 为正整数。

表 1-3 比 例

种类	比例
放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	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图形应采用相同的比例,并将所采用的比例填入标题栏。若某个图形采用了另外一种比例,则应另加标注。不论按照哪种比例绘制图样,标注尺寸时一律按照实际尺寸大小标出,如图 1-6 所示。

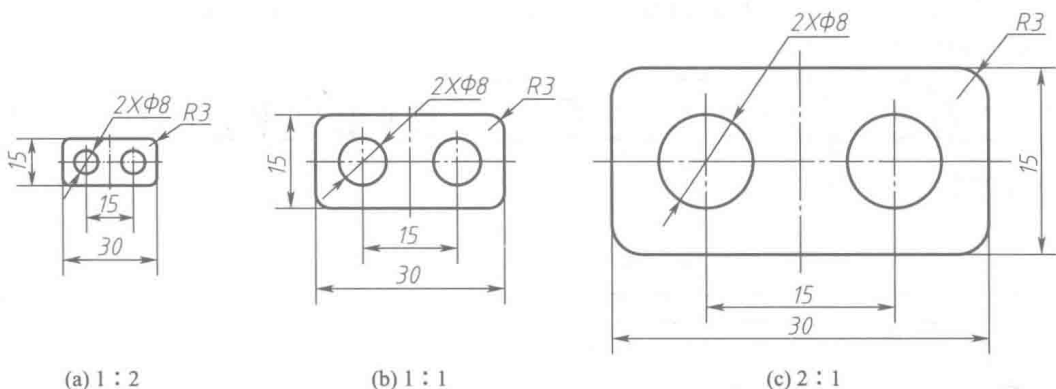


图 1-6 采用不同比例绘制的垫片图形

三、字体(GB/T 14691—1993)

GB/T 14691—1993 规定了汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸。书写字体必须做到: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,字体高度代表字体的号数。如果要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字字体为长仿宋体,并采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写要求:横平竖直,起落有锋,结构均匀,宽度适宜。在同一个图样中,只允许选用一种形式的字体。

如: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 土建

2. 数字和字母

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的十四分之一, B 型字体的笔画宽度为字高的十分之一。但在同一个图样中,只允许选用一种形式的字体。

字母和数字可写成直体或斜体。如果是斜体字,字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

字母书写示例:

A 型大写斜字体

A B C D E F G H K L M O P Q R S T U V W X Y Z

A 型小写斜体字

a b c d e f g h k l m o p q r s t u v w x y z

阿拉伯数字书写示例:

A 型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A 型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

罗马数字书写示例:

A 型斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

3. 综合应用规定

1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体,如:

10^3 S^{-1} D_1 T_d $\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $\frac{3}{5}$

2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家的有关法令和标准的规定,如:

l/mm m/kg 460r/min 220V 5MΩ 380kPa

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

1. 图线的类型及应用

图样中的图形由各种不同线型的图线组成,不同线型的图线代表不同的含义。在绘制图样时,要遵守国家标准规定,正确运用不同的图线来表达物体形状。表 1-4 列出了常用线型及应用。线型的应用同样适用于按第三角画法绘制的图形。

表 1-4 线型及应用

名称	线型	线宽	一般应用
细实线		0.5d	尺寸线、尺寸界线、剖面线、短中心线、辅助线、投影线、过渡线等