

普通高等教育“十三五”规划教材

Concise Tutorial of
Engineering Drawing

工程制图简明教程

◎ 董培蓓 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

工程制图简明教程

主 编	董培蓓				
副主编	穆浩志	柳 丹	徐 艳		
参 编	柴富俊	张淑梅	盖 青		
	王晓菲	薛立军			
主 审	董国耀				



机械工业出版社

本书是为满足普通高等院校非机械类专业少学时、高等工程专科学校以及成人教育制图课程教学的需要,根据最新颁布的《技术制图》《机械制图》及有关国家标准,本着内容通俗易懂、简明扼要的原则编写的。

本书以体为主,突出形体分析,注重读图训练。内容包括工程制图基本知识、正投影法基础、截切立体与相贯立体、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机辅助绘图等内容。

本书与机械工业出版社出版,柴富俊主编的《工程制图简明教程习题集》配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图简明教程/董培蓓主编. —北京:机械工业出版社,2015.8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-50643-0

I. ①工… II. ①董… 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(2015)第193572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 张丹丹 版式设计:霍永明

责任校对:肖琳 封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京玥实印刷有限公司印刷

2015年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.5印张·406千字

标准书号:ISBN 978-7-111-50643-0

定价:33.50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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

本书是根据最新颁布的《技术制图》《机械制图》及有关国家标准,以加强对学生综合素质及创新能力的培养为出发点,结合编者历次编写《工程制图》教材的经验,总结多年教学成果编写而成的。本书遵循“少而精”“简而明”的原则,在编写过程中,力求加强所编教材内容的针对性和实用性,并在体系结构上有所创新。为配合教材的使用,同时编写了《工程制图简明教程习题集》,可与本书配套使用。

本书具有以下特点:

精简了点、线、面投影的度量问题及综合图解部分的内容,使点、线、面的投影与体的投影紧密结合,从而达到学以致用、省时高效的目的。

减少仪器绘图方法的介绍,降低训练要求,降低装配图的复杂程度;以教材做载体,将以投影理论为核心内容的传统工程制图改变为以计算机图形学为核心内容的现代工程制图,使工程制图与计算机应用密切结合;较大幅度增加了计算机绘图的内容。

教材着重手工草图、仪器图和计算机绘图三种绘图能力的综合培养,以达到培养学生综合的图形处理能力与动手能力的目的。

教材所选图例尽量结合工程实际与专业要求。全书全部采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准;书末列出了必要的附录,以方便读者学习标准规范和查阅标准件及有关参考数据。

增加了配套习题集的综合性、复杂性、设计性和连续性,突出教师的指导作用,强化学生的主体地位。

本书可作为普通高等院校非机械类专业少学时、高等工程专科学校以及成人教育制图课程的教材。

本书由董培蓓任主编,穆浩志、柳丹、徐艳任副主编,董国耀任主审。参加编写的有董培蓓(第1、3章)、张淑梅(第2章)、盖青(第4章)、王晓菲(第5章)、柴富俊(第6、9章)、柳丹(第7章)、徐艳(第8章)、薛立军(第10章)、穆浩志(第11章)。

由于水平有限,本书难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 绪论 1

1.1 工程图的发展简史与作用 1

1.2 本课程的特点、任务和学习方法 2

第2章 工程制图基本知识 4

2.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》 中的若干基本规定 4

2.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008) 4

2.1.2 标题栏及明细栏 (GB/T 10609.1— 2008、GB/T 10609.2—2009) 6

2.1.3 比例 (GB/T 14690—1993) 6

2.1.4 字体 (GB/T 14691—1993) 8

2.1.5 图线 (GB/T 4457.4—2002) 9

2.1.6 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003) ... 11

2.2 绘图工具和仪器的使用方法 18

2.2.1 图板 18

2.2.2 丁字尺 18

2.2.3 三角板 18

2.2.4 曲线板 18

2.2.5 绘图仪器 19

2.3 几何作图 20

2.3.1 正六边形的画法 20

2.3.2 椭圆的画法 21

2.3.3 斜度与锥度 21

2.3.4 圆弧连接 22

2.3.5 平面图形的分析与作图步骤 25

2.3.6 平面图形的尺寸注法 26

2.4 徒手画草图的方法 27

2.4.1 草图的概念 27

2.4.2 草图的绘制方法 27

第3章 正投影法基础 29

3.1 正投影法 29

3.1.1 投影法 29

3.1.2 投影法分类 29

3.1.3 正投影法的投影特性 30

3.2 点的投影 31

3.2.1 点在三投影面体系中的投影 31

3.2.2 两点的相对位置及重影点 33

3.3 直线的投影 34

3.3.1 各种位置直线的投影特征 35

3.3.2 点与直线的相对位置 37

3.3.3 两直线的相对位置 38

3.4 平面的投影 41

3.4.1 平面的几何元素表示法 41

3.4.2 各种位置平面的投影特征 42

3.4.3 平面内的点和直线 44

3.5 基本立体的投影 47

3.5.1 平面立体的投影 48

3.5.2 平面立体的表面取点 50

3.5.3 回转体的投影 52

3.5.4 回转体的表面取点 55

3.5.5 基本体的尺寸标注 57

第4章 截切立体与相贯立体 59

4.1 截切立体的投影 59

4.1.1 基本概念 59

4.1.2 平面与平面立体相交 60

4.1.3 平面与回转体相交 62

4.1.4 截切立体的尺寸标注 70

4.2 相贯立体的投影 71

4.2.1 概念与术语 71

4.2.2 利用积聚性法求相贯线的投影 72

4.2.3 相贯线的特殊情况 74

4.2.4 多体相贯 75

4.2.5 相贯立体的尺寸标注 76

第5章 轴测图 78

5.1 轴测图的基本知识 78

5.1.1 多面正投影图与轴测图的比较 78

5.1.2 轴测图的形成 78

5.1.3 轴间角及轴向伸缩系数 79

5.1.4 轴测图的分类 79

5.1.5 轴测图的投影特征 79

5.1.6 轴测图的基本作图方法 79

5.2 正等轴测图 80

5.2.1 正等轴测图的轴向伸缩系数和 轴间角	80	7.3.1 断面图的基本概念	124
5.2.2 基本立体的正等轴测图画法	80	7.3.2 断面的种类	124
5.2.3 组合体正等轴测图画法	82	7.4 局部放大图及简化表示法	126
5.3 斜二等轴测图	84	7.4.1 局部放大图	126
5.3.1 斜二等轴测图的轴向伸缩系数和 轴间角	84	7.4.2 简化画法	126
5.3.2 组合体的斜二等轴测图的画法	85	7.5 表达方法综合举例	129
5.4 轴测图中的剖切画法	86	7.6 第三角投影简介	131
第6章 组合体	88	7.6.1 第三角投影的形成	131
6.1 概述	88	7.6.2 第三角投影的展开与配置	132
6.2 组合体的组合方式和形体间相邻 表面之间的关系	88	7.6.3 第三角画法与第一角画法的 比较	132
6.2.1 组合体的组合方式	88	第8章 标准件与常用件	133
6.2.2 形体间相邻表面的关系	89	8.1 概述	133
6.2.3 形体分析法	90	8.2 螺纹和螺纹紧固件	133
6.3 画组合体三面投影的方法和步骤	90	8.2.1 螺纹	133
6.3.1 叠加型组合体的画图方法和 步骤	90	8.2.2 螺纹紧固件	141
6.3.2 切割型组合体的画图方法和 步骤	92	8.3 键和销	147
6.4 组合体的读图	94	8.3.1 键	147
6.4.1 组合体读图的基本知识	94	8.3.2 销	149
6.4.2 组合体读图的基本方法	96	8.4 滚动轴承	149
6.5 组合体的尺寸标注	99	8.4.1 滚动轴承的结构及画法	150
6.6 组合体的构形设计	103	8.4.2 滚动轴承的标记	151
6.6.1 组合体构形设计的基本特征	103	8.5 弹簧	151
6.6.2 组合体构形设计的基本要求	104	8.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称、 代号及尺寸关系	151
6.6.3 组合体构形设计的基本方法	105	8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	152
第7章 机件的表达方法	110	8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧的零件图	153
7.1 视图	110	8.6 齿轮	154
7.1.1 基本视图	110	8.6.1 直齿圆柱齿轮各部分的名称及 尺寸代号	155
7.1.2 向视图	110	8.6.2 直齿圆柱齿轮的基本参数	155
7.1.3 局部视图	112	8.6.3 直齿圆柱齿轮的尺寸计算	155
7.1.4 斜视图	112	8.6.4 齿轮啮合参数	156
7.2 剖视图	113	8.6.5 直齿圆柱齿轮的规定画法	156
7.2.1 剖视的基本概念	114	8.6.6 直齿圆柱齿轮的零件图	157
7.2.2 剖视图的画法	115	第9章 零件图	159
7.2.3 剖视图的标注	116	9.1 零件图的作用	159
7.2.4 剖视图的分类及应用	117	9.2 零件图的内容	159
7.2.5 剖切面的种类	119	9.3 零件图的视图选择和尺寸标注	161
7.2.6 剖视图的尺寸注法	123	9.3.1 零件图的视图选择	161
7.3 断面图	124	9.3.2 零件图的尺寸标注	161
		9.3.3 各类典型零件的视图表达和尺寸 标注	161

9.4 常见的零件工艺结构	166	11.3 AutoCAD 二维绘图与编辑命令	195
9.5 零件图的技术要求	168	11.3.1 绘图基本命令	196
9.5.1 表面结构	168	11.3.2 选择与编辑图形	197
9.5.2 极限与配合	171	11.3.3 精确绘图工具	200
9.5.3 几何公差	176	11.4 设置绘图环境	201
9.6 读零件图	177	11.4.1 图层状态与设置	202
第 10 章 装配图	180	11.4.2 建立样板图	204
10.1 装配图的内容	180	11.4.3 在样板图中使用文字	207
10.2 装配图的表达方法	180	11.5 用 AutoCAD 绘制平面几何图形	209
10.3 装配图的尺寸	182	11.6 绘制组合体投影图	213
10.4 序号、明细栏和标题栏	183	11.6.1 尺寸标注	213
10.5 常见的装配结构	184	11.6.2 绘制组合体视图并标注尺寸	216
10.6 画装配图	186	11.7 用 AutoCAD 绘制剖视图及尺寸样式 设置	219
10.7 读装配图	187	11.7.1 绘制剖视图	219
10.7.1 读装配图的方法和步骤	187	11.7.2 尺寸样式设置	221
10.7.2 读装配图及由装配图拆画零件图 举例	187	11.8 三维实体构形设计	222
第 11 章 计算机辅助绘图	191	11.8.1 绘制基本立体	222
11.1 概述	191	11.8.2 通过二维图形构建三维立体	223
11.2 AutoCAD 基本操作	191	11.8.3 用实体编辑命令构建三维 实体	224
11.2.1 AutoCAD 的启动与操作界面 介绍	191	11.8.4 三维实体着色	227
11.2.2 AutoCAD 命令的启动及绘图 初始环境的设置	193	11.8.5 综合举例	228
11.2.3 坐标系与数据输入方法	194	附录	232
11.2.4 图形显示控制	195	参考文献	256

第 1 章 绪 论

1.1 工程图的发展简史与作用

1. 工程图的发展简史

人们在认识自然、描绘自然的过程中,常需要表示空间物体的形状和大小,图形则成为人们表达交流的主要形式之一。我国在很早以前就出现了象形文字,早有“上古仓颉造字”的传说,这种文字其实就是简化的单面正投影图,是人们根据对自然界的观察和生产实际的需要,把所观察到的形象抄绘于平面上,观察方向正对着物体,也正对着画面,于是就形成了单面正投影图。在 3000 年以前埃及也出现了象形文字。人们将象形文字称为“图画文字”或“文字画”。

具有 5000 年文明史的中国,在工程图发展的长河中有着辉煌的一页。春秋时代的《周礼考工记》中就记载了规矩、绳墨、悬锤等绘图、测量工具的使用情况。随着工程技术发展的需要,由单面正投影图逐渐发展成用两个正投影图配合表示物体长、宽、高的雏形。宋代李诫撰写的《营造法式》一书中,有不少插图属于正投影图,该书在公元 1103 年就已印刷,其中还有较多表示立体形状的轴测图,是建筑工程方面的一部经典著作。明代宋应星著的《天工开物》一书中,有大量图样表示舟、车、器械的形状和构造的插图,其中很多是轴测图。

到了 16 世纪至 17 世纪,由于航海的需要,人们在海图中用等高线表示各处海域的位置及深度,于是出现了标高投影图。标高投影图是用一个单面正投影图并附加数字,表示长、宽、高三个方向的投影图。在地图上常用标高投影图的方法画出等高线,以表示山脉和地形。随着生产的社会化,1795 年法国著名的几何学者加斯帕·蒙日发表了《画法几何学》一书,给正投影打下了坚实、系统的理论基础,使单面正投影图过渡到了多面正投影图,因而使多面正投影图在工程技术上得到了广泛的应用。直到目前,多面正投影图仍为工程图学中最基本、最主要的内容。

1829 年德国学者舒莱伯出版了画法几何教科书,备受人们重视,促使投影方法和作图方法得到了进一步地研究。谢瓦斯齐亚诺夫是俄国画法几何的创始人,古尔久莫夫等学者对画法几何学的研究与教学也都做出了贡献。19 世纪至 20 世纪前半叶,在多面正投影图方面,图示法和图解法得到充实和发展。清代数学家年希尧所著的《视学》一书中,也论述了两面正投影的内容。

前苏联学者切特维鲁新和弗罗洛夫等人对投影理论的研究及画法几何的普及都做出了贡献。我国工程图学界的前辈赵学田教授所总结的“长对正、高平齐、宽相等”这一通俗、简洁的三视图投影规律,已成为工程技术人员绘图、读图普遍运用的规律,并在各种工程制图教材中引用,使画法几何和工程制图知识易学、易懂。

计算机的广泛应用大大促进了图形学的发展,以计算机图形学为基础的计算机辅助设计

(CAD) 技术, 推动了各个领域的设计革命, 其发展和应用水平已成为衡量一个国家科学技术现代化和工业现代化水平的重要标志之一。在设计和制造领域里, CAD 技术引发了一场革命, 且产生了深远的影响, 也使图形学的领域变得无比宽阔。

2. 工程图学的作用

图学这一古老的学科在科学技术如此发达的今天, 其作用不但没有减弱, 反而由于图像处理技术的发展而得以不断增强, 其原因就在于图自身的特性。因为图具有形象性、直观性、准确性和简洁性的特点, 还具有审美性、抽象性等特性, 适于表达、交流信息, 也适于培养、形成形象思维, 它既可以是客观事物的形象记录, 又可以是人们头脑中想象形象的表现, 既可记录过去, 又可反映未来。可帮助人们认识未知, 探索真理, 以促进科学技术的不断发展, 乃至飞跃。这些特性决定了图学在人类社会中的不可替代性。

图以形为基础。就像文字和数字是描述人们思想和语言的工具一样, 图是描述形的工具, 也是形的载体。在工程上和数学上, 人们常用图来表达工程信息和几何信息, 把它作为信息的载体及描述和交流的工具, 但它又有不同于文字和数字的独特功能, 能够表达一些文字和数字难以表达或不能表达的信息。如今, 图已成为科学技术领域中一种通用“语言”, 在工程上用来构思、设计、指导生产、交换意见、介绍经验; 在科学研究中用来处理实验数据、图示和图解各种平面及空间几何元之间的关系、选择最佳方案等。可以说, 工农业生产、科研、国防等各行各业都离不开图形。

图形信息是人们交换、处理信息中极为重要的一种, 是人们获得信息的主要来源。人们一般凭视觉、听觉、嗅觉和味觉来获得信息, 据统计, 在获得的信息中, 有 80% ~ 90% 的信息量来自视觉。图形所含的信息量相当大, 有时候一大段文字所代表的信息也不如一幅简单的图形所描述的信息量大, 况且图形信息使人理解透彻, 给人以深刻的印象。但对它们的操作、处理比一般文字信息要复杂得多。因此, 人们非常重视图形信息的快速处理, 这种处理要求始终是推动图形理论和技术、硬件和软件以及图形系统体系结构不断向前发展的动力。

对理工科学生而言, 科学素质可谓是立业之本, 而构成科学素质的重要基础便是数学、几何学、物理学、化学等基础学科。这些基础学科与工程应用相结合, 便形成了培养人才工程素质的重要内容。如几何学与工程应用及工程规范相结合便形成了工程图学。由此不难看出, 工程图学并不是仅为某个特定专业提供基础, 而是作为工程教育的一部分, 为一切涉及工程领域的人才提供空间思维和形象思维表达的理论及方法。

1.2 本课程的特点、任务和学习方法

1. 本课程的特点

(1) 基础性 工程制图是作为一切工程和与之相关人才培养的工程基础课, 并为后续的工程专业课的学习提供基础。

(2) 学科交叉性 工程制图是几何学、投影理论、工程基础知识、工程基本规范及现代绘图技术相结合的产物。

(3) 工程性 工程制图的研究对象是工程中的形体构成、分析及表达, 需随时与工程规范、工程思想相结合。

(4) 实用性 工程制图除基础性之外,还具有广泛的实际应用性,是理论与实践相结合的学科。

(5) 通用性 工程图作为工程界的通用语言,具有跨地域、跨行业性。古今中外,尽管语言、文字不同,但工程图的表达方法都是相通的。

(6) 方法性 工程制图中处处蕴含着工程思维和形象思维的方法,可有效地培养学生的空间想象力和分析能力。

2. 本课程的任务

通过本课程的学习可以培养学生的工程素质,这主要包括工程概念的形成、工程思想方法的建立、工程人员基本识图、绘图能力及工作作风的培养和训练。

本课程的核心就是空间要素的平面化表现和平面要素的空间转化。正是通过这两种互相转化的训练,将学生固有的三维物态思维习惯提升到形象思维和抽象思维相融合的层次,从而使学生得到“见形思物”和“见物想形”的空间思维能力和空间想象能力的培养。进而提高学生的分析综合解决问题的能力 and 开拓创新的意识。

作为一名现代高级工程人员,不仅需要具有语言表达能力和文字表达能力,还需要具有图形表达能力。工程图样是工程界的通用技术语言,所有的创造发明、技术革新、设备改造,都需要用图样将设计构思表达出来。图形表达能力是工程人员必备的基本能力之一。因此,培养学生图形表达能力将是本课程的主要任务之一。

绘制工程图是工程设计的一个重要环节,熟练运用绘图工具及计算机,绘出符合国家标准要求的图样,将是工程人员动手能力的重要体现。本课程将致力于培养学生手工绘图及计算机绘图的能力,提高学生动手的能力。

3. 本课程的学习方法

为了帮助学生学好本课程,根据本课程的特点,提出以下学习方法供参考:

1) 本课程是实践性很强的技术基础课,在学习中除了掌握理论知识外,还必须密切联系实际,更多地注意在具体作图时如何运用这些理论。只有通过一定数量的画图、读图练习,反复实践,才能掌握本课程的基本原理和基本方法。

2) 在学习中,必须经常注意空间几何关系的分析以及空间几何元素与其投影之间的相互关系。只有“从空间到平面,再从平面到空间”反复研究和思考,才是学好本课程的有效方法。也只有这样,才能不断提高和发展空间想象能力以及分析问题和解决问题的能力。

3) 认真听课,及时复习,独立完成作业。同时,注意正确使用绘图仪器,不断提高绘图技能和绘图速度。

4) 画图时,要确立对生产负责的观点。严格遵守技术制图国家标准中的有关规定,认真细致,一丝不苟。

第 2 章 工程制图基本知识

本章学习指导

【目的与要求】 正确理解国家标准的作用，掌握并严格遵守国家标准的基本规定，掌握平面图形的基本作图及尺寸注法；掌握基本的绘图技能；培养平面图形构形设计能力。

【主要内容】 国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”“比例”“字体”“图线”“尺寸注法”等若干基本规定；平面图形的基本作图及尺寸注法；基本绘图技能。

【重点与难点】 重点掌握图幅的格式使用、图线、字体等基本规定和尺寸注法的规定；掌握平面图形的作图方法并能熟练运用平面构形原则进行设计。难点是正确理解尺寸注法的基本规定、平面图形的线段、尺寸的分析。

2.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》中的若干基本规定

工程图样作为科学技术领域中一种通用语言，要达到在工程上用来构思、设计、指导生产、交换意见、介绍经验的目的，就必须遵循统一的规范，这个统一的规范就是相关的国家标准。由国家标准化主管机构批准、颁布的国内统一标准称为国家标准，简称国标。它的代号为“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 14691—1993 技术制图 字体”中字母表示推荐性国家标准，标准顺序号为 14691，标准批准年份为 1993 年。

2.1 节就图纸幅面和格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸注法等制图国标的有关规定做简要介绍，其他标准将在后面有关章节中叙述。

2.1.1 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 2-1 中规定的图纸基本幅面尺寸。表中幅面代号意义如图 2-2和图 2-3 所示。

各号图纸基本幅面尺寸如图 2-1 所示。沿某号幅面的长边对折，即为某号的下一号幅面大小。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 2-1 图纸基本幅面尺寸

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

2. 图框格式

在图样上必须用粗实线画出图框线。图框的格式分不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式,如图2-2和图2-3所示。加长幅面的图框尺寸,按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。教学中推荐使用不留装订边的图框格式。

3. 标题栏的方位

标题栏应位于图纸的右下角(图2-2和图2-3)。此时看图的方向应与标题栏中的文字方向一致。学校作业用标题栏的外框是粗实线,里边是细实线,其右边线和底边线应与图框线重合。

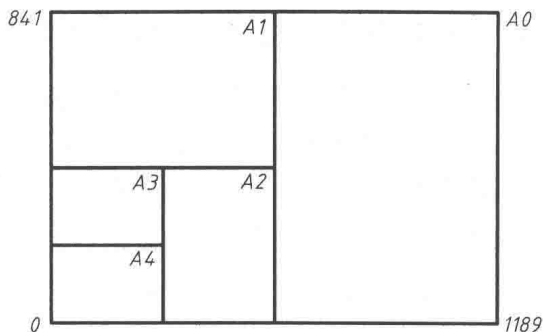


图 2-1 各号图纸基本幅面尺寸

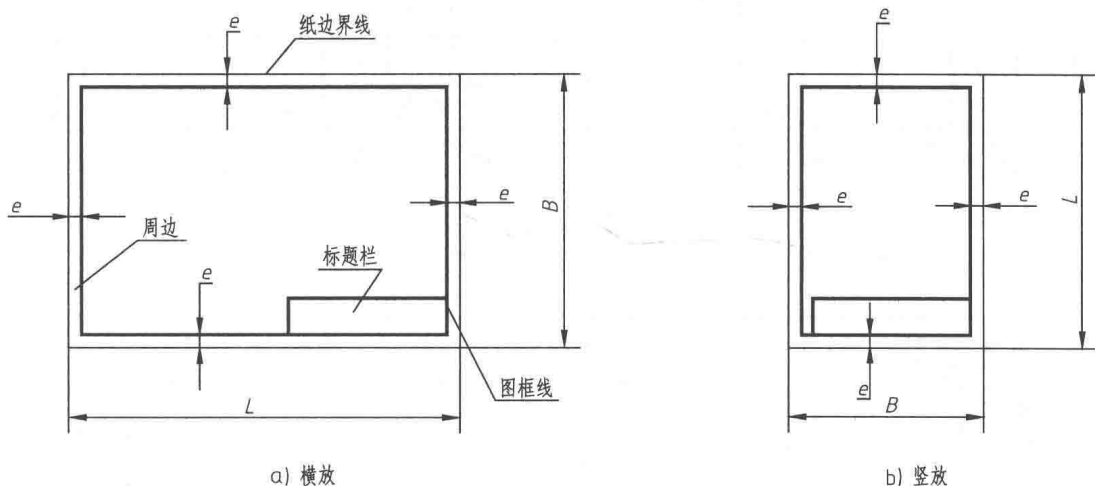


图 2-2 不留装订边的图框格式

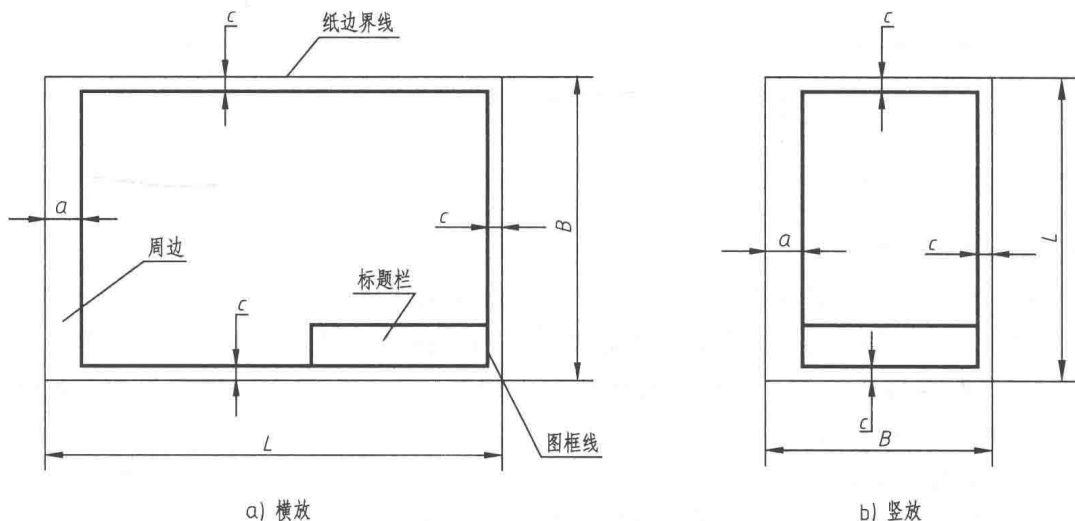


图 2-3 留有装订边的图框格式

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

每一张图样上都必须画出标题栏。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。GB/T 10609.1—2008 对标题栏的内容、格式与尺寸做了规定，如图 2-4 所示。学校制图作业中零件图的标题栏推荐采用图 2-5 所示的格式和尺寸。装配图的标题栏及明细栏推荐采用图 2-6 所示的格式和尺寸。

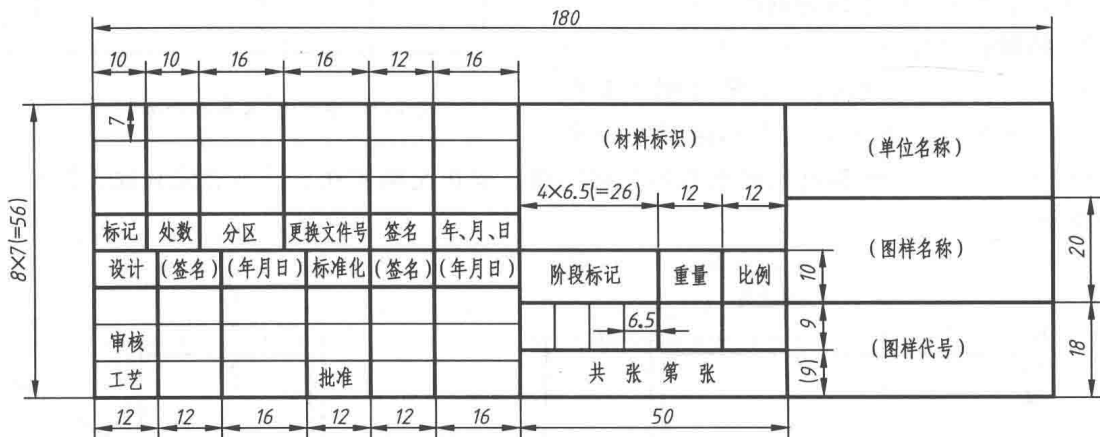


图 2-4 标题栏的尺寸与格式

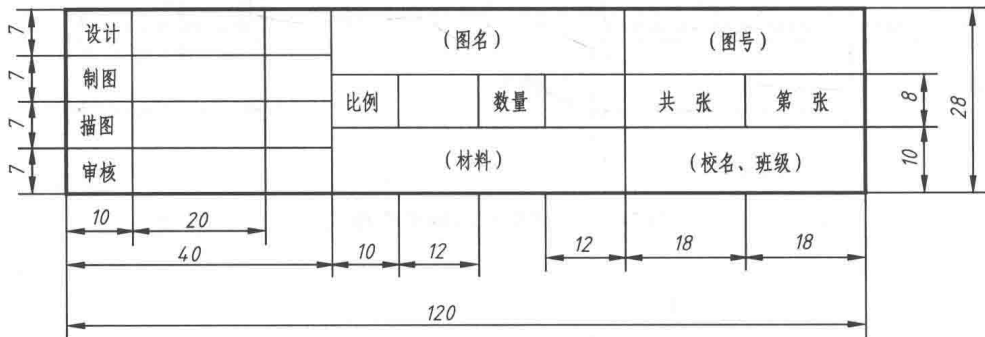


图 2-5 作业中零件图所用标题栏的尺寸与格式

2.1.3 比例（GB/T 14690—1993）

1. 比例及表示方法

图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比例用“:”表示，如 1:1、1:500、20:1 等。比例符号左边的数字表示图形，右边的数字表示物体，如比值为 1 的比例表示为 1:1，称为原值比例，即图形与物体大小相同；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。

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 2-2。

当设计中需按比例绘制图样时，应由表 2-2 规定的系列中选取适当的比例。绘图时首选

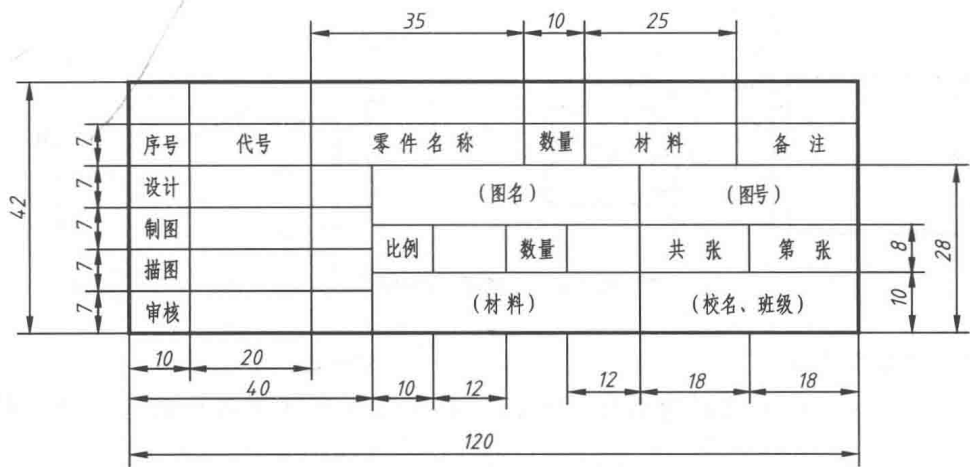


图 2-6 作业中装配图所用标题栏及明细表的尺寸与格式

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的比例。无论图形放大或缩小，标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸，如图 2-7 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 2-8 所示，图中 2:1 是该局部放大图的比例。

表 2-2 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 $5 \times 10^n:1$	2:1 $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 $1:2 \times 10^n$	1:1.5 $1:1.5 \times 10^n$

注：n 为正整数。

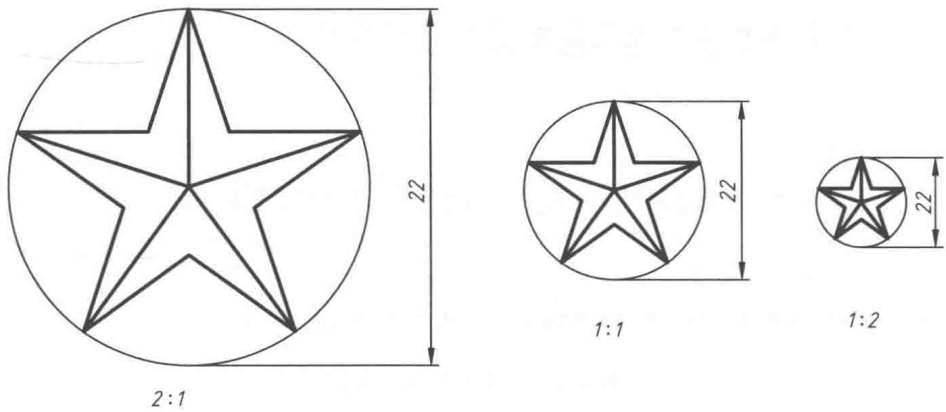


图 2-7 用不同比例画出的图形

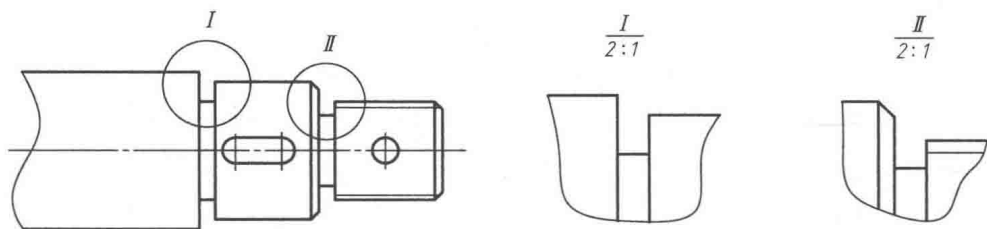


图 2-8 比例的另行标注

3. 比例的标注方法

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：

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

2.1.4 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。字体的号数，即字体的高度用 h 表示，字体的公称尺寸系列为：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。汉字的字高不应小于 3.5mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ，长仿宋体汉字示例如图 2-9 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制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 2-9 长仿宋体汉字示例

长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

2. 字母及数字

字母及数字有正体和斜体、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型字体的笔画宽度为字高（ h ）的1/14；B型字体的笔画宽度为字高（ h ）的1/10。常用字母和数字的字型结构示例如下：

(1) A型拉丁字母大写斜体示例



(2) A型拉丁字母小写斜体示例



(3) A型斜体数字示例



(4) A型斜体小写希腊字母示例



3. 综合应用规定

用做分数、指数、极限偏差、脚注等的字母及数字，一般应采用小一号的字体。综合应用示例如下：

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

2.1.5 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 图线及应用

图线是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，工程图样中常用的图线见表2-3。各种线型在图样上的应用，如图2-10所示。

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，应尽量保证在图样中不出现宽度小于0.18mm的图线。

表 2-3 图线名称、线型及应用

代码 No.	名称	线型	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、剖切符号用线等
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、表示平面的对角线等
01.1	波浪线		断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
01.1	双折线		断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
02.1	细虚线		不可见轮廓线、不可见棱边线
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、可动零件极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、中断线等

注：1. 表中粗、细线的宽度比例为 2:1。
2. 代码中的前两位数字表示基本线形，最后一位数字表示线宽种类，其中“1”表示细线，“2”表示粗线。
3. 波浪线和双折线在同一张图中一般采用一种。

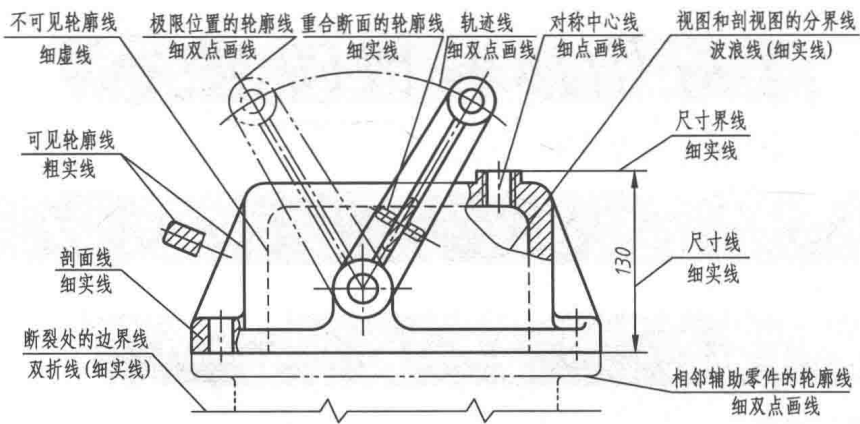


图 2-10 图线应用举例

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、细双点画线的画线长度和间隔如图 2-11 所示。

2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离最小不得小于 0.7mm。

3) 绘制点画线的要求是：以画相交，以画为始尾，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 2-12 所示。

4) 当某些图线重合时，应按粗实

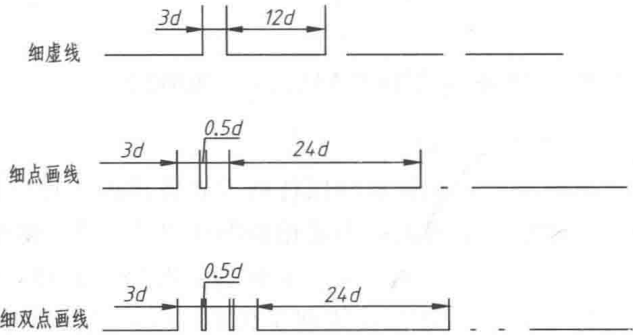


图 2-11 图线规格