

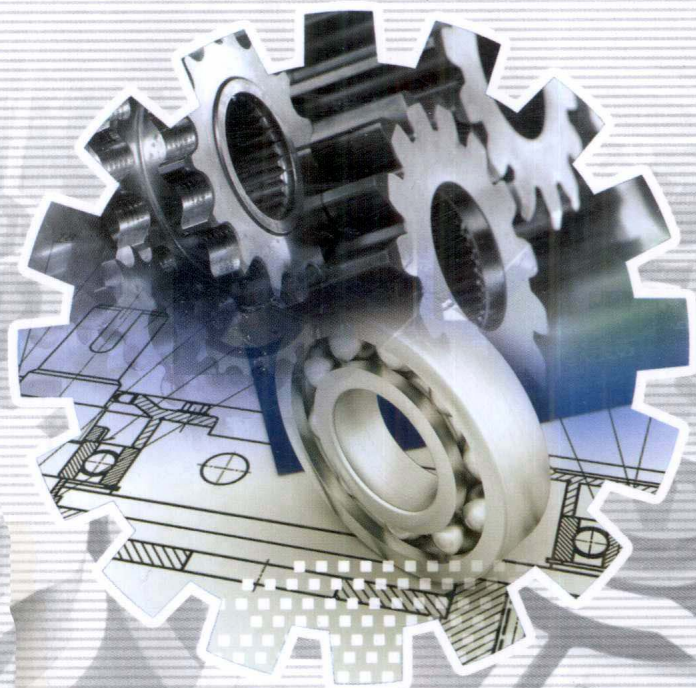


国家示范性高职院校课程建设项目成果
面向“十二五”高等职业教育规划教材

| 基于“校企合作、工学结合”人才培养模式 |

机械制图

◎主 编 邓祖才 刘祖萍 张维兰



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

国家示范性高职院校课程建设项目成果
面向“十二五”高等职业教育规划教材

机 械 制 图

主 编 邓祖才 刘祖萍 张维兰
副主编 魏良庆 黄 琴

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/邓祖才, 刘祖萍, 张维兰主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2011. 8 (2011. 9 重印)

ISBN 978-7-5640-5020-7

I. ①机… II. ①邓…②刘…③张… III. ①机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 168165 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 405 千字

版 次 / 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 9 月第 2 次印刷 责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 2 001 ~ 5 000 册 责任校对 / 周瑞红

定 价 / 35.00 元 责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

机械制图编写委员会

主 编：邓祖才（四川职业技术学院）

刘祖萍（四川职业技术学院）

张维兰（达州职业技术学院）

副 主 编：魏良庆（重庆科创职业学院）

黄 琴（成都农业职业技术学院）

编写人员：游代乔（四川职业技术学院）

包 佳（成都农业职业技术学院）

陈建国（成都农业职业技术学院）

刘海琼（四川职业技术学院）

赵 鹏（四川职业技术学院）

毛 俊（四川职业技术学院）

赵鹏展（重庆科创职业学院）

钟 展（四川航天职业技术学院）

前 言

本书是根据教育部制定的高职高专教育工程制图课程教学基本要求编写的，在编制过程中，针对高职高专教育的特点，在总结吸取兄弟院校近年来的教改经验和成果的基础上，力求做到以下几点：

1. 遵循基础理论教学以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念，强化应用为教学重点的原则，教材内容的选择和体系结构，适应高职高专的教学需要，体现高职高专特色。
2. 全书文字力求通俗，精练，图例丰富，适应机械类特别是数控技术应用及模具设计与制造专业对制图教学内容的要求。
3. 加强工程图学构型设计中有关构型设计的理论、原则、方法等内容，其训练贯穿全课程。
4. 为加强实践性教学，培养学生分析和解决实际工程问题的能力，本书增加了实体测绘及徒手绘制草图方面的内容。
5. 全部采用技术制图与机械制图最新国家标准及与制图有关的其他标准。

本书由邓祖才、刘祖萍、张维兰任主编，魏良庆、黄琴为副主编。具体分工如下：邓祖才和张维兰（前言、绪论、第四章、附录）、刘祖萍（第一章）、游代乔（第二章）、黄琴（第三章）、包佳（第五章）、陈建国（第六章）、刘海琼（第七章）、赵鹏（第八章）、毛俊（第九章）、赵鹏展（第十章）、钟展（第十一章）、魏良庆（第十二章）。

由于编者水平有限，时间仓促，恳请使用本书的师生和有关人员对书中的缺点和错误批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 机械制图的基本知识与技能	3
1.1 国家标准关于机械制图的基本规定	3
1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)	3
1.1.2 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)	4
1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)	5
1.1.4 字体 (GB/T 14691—1993)	7
1.1.5 图线及其画法 (GB/T 17450—1998)	10
1.2 绘图的基本方法	12
1.3 常用几何作图方法	15
1.3.1 等分直线段	15
1.3.2 等分圆周及画正多边形	16
1.3.3 斜度和锥度	18
1.3.4 圆弧连接	19
1.3.5 椭圆的画法	22
1.4 尺寸标注	23
1.4.1 尺寸标注的基本原则	23
1.4.2 尺寸的组成	24
1.4.3 常用尺寸的标注方法	25
1.5 平面图形的分析与绘图方法	27
1.5.1 平面图形的分析	27
1.5.2 绘制平面图形的的基本方法与步骤	30
1.5.3 徒手画图	30
第2章 正投影	32
2.1 投影法的基本知识	32
2.1.1 投影法的分类	32
2.1.2 正投影的基本性质	33
2.2 三视图	34
2.2.1 视图的基本概念	34
2.2.2 三视图的形成过程	34
2.2.3 三视图之间的对应关系	36
2.3 点的投影	36

2.3.1	点的三面投影	37
2.3.2	点的投影与直角坐标的关系	38
2.3.3	两点的相对位置	38
2.4	直线的投影	39
2.4.1	直线的三面投影	39
2.4.2	各种位置直线	39
2.4.3	直线上的点	41
2.4.4	两直线的相对位置	41
2.5	平面的投影	43
2.5.1	平面的投影	43
2.5.2	各种位置平面的投影特性	44
2.5.3	属于平面的直线和点	45
2.6	基本体的三视图	47
2.6.1	平面体的三视图	47
2.6.2	回转体的三视图	47
2.6.3	基本体表面取点	48
第3章	立体表面的交线	52
3.1	截交线	52
3.1.1	概述	52
3.1.2	求画截交线的一般方法和步骤	52
3.1.3	平面立体的截交线	53
3.1.4	回转体截交线	56
3.2	相贯线	63
3.2.1	表面取点法	63
3.2.2	相贯线的近似简化画法	66
3.2.3	辅助平面法求相贯线	67
第4章	组合体	70
4.1	组合体的组合形式	70
4.1.1	组合体的构成方式	70
4.1.2	组合体上相邻表面的连接关系	70
4.1.3	两基本体表面相切	71
4.2	组合体的视图画法	71
4.2.1	叠加型组合体的视图画法	71
4.2.2	切割型组合体的视图画法	74
4.3	组合体视图的识读	74
4.3.1	读图的基本要领	75
4.3.2	读图的基本方法	76

4.3.3 综合训练	78
4.4 组合体的尺寸标注	80
4.4.1 组合体的尺寸标注的基本要求	80
4.4.2 尺寸标注要完整	80
4.4.3 尺寸标注要清晰	82
4.4.4 组合体尺寸标注示例	84
4.5 组合体的构型设计	85
4.5.1 构型原则	85
4.5.2 构型的基本方法	86
4.5.3 构型设计举例	87
第5章 轴测图	89
5.1 轴测图的概述	89
5.1.1 轴测图的形成	89
5.1.2 轴测图的投影特性	89
5.1.3 常用术语	90
5.1.4 轴测图的分类	90
5.2 正等轴测图	90
5.2.1 轴间角、轴向伸缩系数	90
5.2.2 基本作图方法	91
5.2.3 正等轴测图的画法	91
5.3 斜二轴测图	94
5.3.1 斜二轴测图基本知识	94
5.3.2 斜二轴测图的画法	94
5.4 轴测图草图画法	96
5.4.1 徒手画轴测轴	96
5.4.2 画轴测草图的一般步骤	97
第6章 机件的基本表示法	98
6.1 视图 (GB/T 17451—1998 和 GB/T 4458.1—2002)	98
6.1.1 基本视图	98
6.1.2 向视图	99
6.1.3 局部视图	99
6.1.4 斜视图	101
6.2 剖视图 (GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.7—2002)	101
6.2.1 剖视图的形成	101
6.2.2 剖视图的画法	102
6.2.3 剖视图的标注	103
6.2.4 画剖视图应注意的问题	103

6.3	剖视图的分类	104
6.3.1	剖视图的分类	104
6.3.2	剖切面的种类	108
6.4	断面图 (GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.7—2002)	112
6.4.1	断面图的基本概念	112
6.4.2	断面图的分类	112
6.4.3	剖切位置与标注	113
6.5	其他表达方法	114
6.5.1	局部放大图	114
6.5.2	有关肋板、轮辐等结构的画法	114
6.5.3	相同结构的简化画法	116
6.5.4	较长机件的折断画法	116
6.5.5	较小结构的简化画法	117
6.5.6	某些结构的示意画法	117
6.5.7	对称机件的简化画法	117
6.5.8	允许省略剖面符号的移出断面	118
6.6	机件表达方法综合运用举例	118
6.6.1	机件各种表达方法小结	118
6.6.2	选用原则	119
6.6.3	综合运用举例	119
第7章	标准件和常用件	121
7.1	螺纹	121
7.1.1	螺纹的形成、要素和结构	121
7.1.2	螺纹的规定画法	123
7.1.3	螺纹的种类及其在图样上的标注	124
7.2	螺纹紧固件及其连接	126
7.2.1	常见螺纹紧固件及其标记和画法	126
7.2.2	螺纹紧固件的连接	128
7.2.3	螺纹测绘	130
7.3	齿轮	130
7.3.1	圆柱齿轮	131
7.3.2	圆锥齿轮	134
7.4	键与销及其连接	136
7.4.1	键及其连接	136
7.4.2	花键及其连接	137
7.4.3	销连接	139
7.5	滚动轴承	140

7.5.1	滚动轴承的构造、类型和代号	140
7.5.2	滚动轴承表示法	142
7.6	弹簧	143
7.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及其尺寸计算	143
7.6.2	普通圆柱螺旋压缩弹簧的标记	144
7.6.3	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	144
7.6.4	压缩弹簧零件图示例	145
第8章	零件图	147
8.1	零件图的作用与内容	148
8.2	零件图的视图选择	149
8.2.1	分析零件结构形状	149
8.2.2	零件主视图的选择	149
8.2.3	其他视图的选择	151
8.3	零件图的尺寸标注	151
8.3.1	零件图尺寸标注的基本要求	151
8.3.2	尺寸基准	152
8.3.3	合理标注尺寸应注意的问题	154
8.3.4	零件图上常见要素的尺寸标注	156
8.4	零件图的技术要求	157
8.5	极限与配合	163
8.6	零件的常见工艺结构	172
8.6.1	零件的铸造工艺结构	172
8.6.2	零件上的机械加工工艺结构	173
8.7	典型零件的图例分析	175
8.7.1	轴套类零件	175
8.7.2	轮盘类零件	177
8.7.3	叉架类零件	178
8.7.4	箱体类零件	179
8.8	读零件图	180
8.8.1	读零件图的方法和步骤	180
8.8.2	读图举例	181
第9章	装配图	183
9.1	装配图的作用和内容	183
9.1.1	装配图的作用	183
9.1.2	装配图的内容	185
9.2	装配图的表达方法	185
9.2.1	规定画法	185

9.2.2 特殊表达方法	187
9.3 装配图的尺寸标注	189
9.3.1 性能和规格尺寸	189
9.3.2 装配尺寸	189
9.3.3 安装尺寸	189
9.3.4 外形尺寸	189
9.3.5 其他重要尺寸	189
9.4 装配图的技术要求	190
9.5 装配图中的零、部件序号和明细栏	190
9.5.1 零、部件序号	190
9.5.2 明细栏	191
9.6 常见的装配工艺结构	191
9.6.1 接触面与配合面结构	192
9.6.2 接触面转角处的结构	192
9.6.3 密封结构	193
9.6.4 销配合处结构	193
9.6.5 紧固件装配结构	193
9.6.6 安装与拆卸结构	194
9.7 装配图的绘制	196
9.7.1 全面了解和分析所画的机器或部件	196
9.7.2 画装配示意图	199
9.7.3 确定装配图的表达方案	199
9.7.4 画装配图的步骤	200
9.8 看装配图及由装配图拆画零件图	203
9.8.1 看装配图的方法和步骤	203
9.8.2 由装配图拆画零件图	206
9.8.3 画装配图的步骤	207
第10章 第三角投影法	209
10.1 第三角投影法的基本概念	209
10.2 第三角投影法的视图名称和配置	209
10.3 第一角投影法与第三角投影法的区别	210
10.4 第三角画图举例	211
第11章 立体的表面展开	213
11.1 展开图概述	213
11.2 平面体的展开	213
11.2.1 棱柱制件的表面展开	214
11.2.2 棱锥制件的表面展开	214

11.3 可展曲面的表面展开.....	215
11.3.1 圆管制件的表面展开.....	215
11.3.2 锥管制件的表面展开.....	218
11.3.3 变形接头的表面展开.....	220
第12章 焊接图	222
12.1 焊缝的表达方法.....	222
12.1.1 焊接接头及焊缝的形式.....	222
12.1.2 焊缝的画法.....	222
12.2 焊缝的标注方法.....	224
12.2.1 基本符号.....	224
12.2.2 指引线.....	225
12.2.3 基本符号相对基准线的位置.....	227
12.2.4 坡口、焊缝尺寸及尺寸符号.....	227
12.2.5 辅助符号.....	227
12.2.6 补充符号.....	228
12.2.7 尺寸符号.....	229
12.2.8 焊缝的标注示例.....	230
附录	233
附录 A 螺纹.....	233
附录 B 常用标准件.....	237
附录 C 极限与配合.....	248
附录 D 标准结构.....	257
附录 E 常用材料.....	259

绪 论

一、图样及其用途

在工程技术领域中，根据投影原理及国家标准有关规定绘制的、能准确反映被表达对象的形状、大小及它们在施工或制造中所需要的若干技术要求的资料称为工程图样，简称图样。

不同性质的生产部门，对图样有不同的要求，它们的名称也不一样，如机械图样、建筑图样、水利工程图样等。图样是现代化生产中重要的技术文件，设计者用它表达设计思想，生产者以它为依据加工产品，技术同行之间用它进行技术思想交流。可以说，图样是工程界中人们表达设计意图和交流技术思想的一种特殊工具——工程语言。

机械图样是机械行业中设计、制造、检验、装配产品的依据。对工科学生而言，学好机械制图这门“工程语言”，既是后续课程学习的基础，也是将来作为工程技术人员应具备的基本能力之一。

二、本课程的主要内容和基本要求

1. 本课程的主要内容

制图基本知识与技能、正投影基本原理、基本的表达方法、零件图和装配图的绘制与识读、展开图的画法、焊接图的画法等。

2. 本课程的基本要求

学习本课程后应达到以下具体要求：

- (1) 掌握绘图工具和仪器的正确使用，具有较高的绘图能力和技巧。
- (2) 掌握正投影原理和基本作图方法。
- (3) 能绘制出中等复杂程度的、符合国家标准规定的零件图和装配图。
- (4) 培养和发展学生的空间想象能力和分析能力。
- (5) 培养学生耐心细致的工作作风、严肃认真的工作态度和高度的责任感。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是工科院校中一门实践性较强的技术基础课。因此，在本课程的学习过程中，不仅要很好地掌握投影理论和基本概念。而且还要认真学习国家标准，通过不断地绘图和读图的实践，逐步提高空间想象能力并增强工程意识。学习时应该注意：

1. 认真学习基本理论知识。牢固掌握投影原理和图示方法，透彻理解基本概念，还要不断地由物画图，由图想物，多想、多画、多看，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。
2. 完成一定数量的作业和习题是巩固基本理论和培养画图读图能力的保证，必须高度

重视。做作业和习题时,要善于分析已知条件,明确做题要求,按照正确的方法、步骤作图,养成正确使用绘图仪器和工具的习惯,逐步熟练并提高水平。

3. 熟悉制图的基本知识,严格遵守《机械制图》等有关国家标准,学会查阅有关手册,培养认真负责的工作态度和踏实的工作作风。

四、我国工程图学的发展简史

工程图学也和其他学科一样,是在长期社会生产劳动中不断总结而发展起来的,是伴随着机械制造业、建筑工程等学科的发展而发展的。我国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史。

早在三千年前的春秋战国时代的技术著作《周礼考工记》中,就已有了关于“规、矩、绳、墨、悬、水”等绘图及测绘工具的记载。两千年前的数学名著《周髀算经》中,也有关于勾股弦和方圆相切的几何作图问题的记载。宋代建筑学家李诫所著《营造法式》中,不仅记载了我国传统使用的轴测图,而且还大量采用平面图、立体图、透视图等,对建筑图样的规格、营造技术、工料估算等阐述详尽,堪称世界之最。明代宋应星所著《天工开物》中的大量图例正确运用了轴测图表示工程结构。明末成书的《武备志》(公元1640年)中的九尾战车图,不仅有外形图,而且还有各个零件的零件图。清代程大为所著《算法统筹》一书的插图中,有丈量步车的装配图和零件图。这些资料都表明我们的祖先在工程图学方面有过杰出的创造和伟大的成就,但在新中国成立前由于半封建半殖民地的统治,致使我国工程图学的发展长期停滞不前,制图标准和制图异常混乱。

新中国成立后,随着生产的恢复和科学技术的发展,国家十分重视工程图学的发展。1957年我国颁布了国家标准《机械制图》,并于1970年、1974年、1984年重新修订了《机械制图》国家标准。进入20世纪90年代之后,为了与国际接轨,我国先后发布了《技术制图》与《机械制图》国家标准。随着我国加入世界贸易组织(WTO),2008年国家标准委员会对《技术制图》与《机械制图》国家标准进行了修订和完善,进一步向国际标准化组织(ISO)标准靠拢,更有利于工程技术的国际交流。这标志着我国的工程图学走入了崭新的发展阶段。

20世纪40年代发明了电子计算机,50年代出现了平台式电算绘图机。随着科学技术发展的突飞猛进,计算机得到了广泛的应用,特别是以计算机图形学为基础的计算机辅助设计(Computer Assistant Design,简称CAD)技术推动了所有工业领域的设计革命。计算机绘图(Computer Assistant Drawing)将逐步以其高精度、高效率、智能化取代传统仪器的手工绘图,随着科学技术的进一步提高,工程图学在图学理论、图学应用、图学教育、计算机图学、制图技术和制图标准等方面必将得到更快的发展。

第 1 章 机械制图的基本知识与技能

工程图样是工程技术人员之间表达设计意图、交流技术思想的一种技术语言，是机械设计和制造过程中组织和指导生产的重要资料与重要工具，是现代工业生产中必不可少的技术指导性文件。因此，在设计与绘制工程图样时，必须严格遵守国家标准《技术制图》《机械制图》和有关的技术标准。本章主要介绍最新颁布的国家标准对图纸幅面和格式、标题栏、比例、字体和图线的一些规定以及几何作图、尺寸标注和平面图形的绘制方法。

1.1 国家标准关于机械制图的基本规定

国家标准（简称国标），代号是“GB”，例如：“GB/T 14689—1993”，G 是“国家”中“国”的第一个字母，B 是“标准”中“标”的第一个字母，T 是“推荐性”中“推”的第一个字母，无 T 时表示强制性标准。“14689”表示该标准的编号，“1993”表示该标准发布的年份。本章内容所涉及机械制图国家标准的制定、修改动态如表 1-1 所示。

表 1-1 机械制图国家标准的制定、修改动态

1985 年起实施的国家标准		现行标准编号	现行标准名称
分类	标准编码		
基本规定	GB/T 4457. 1—1984	GB/T 14689—2008	技术制图 图纸幅面及格式
	GB/T 4457. 2—1984	GB/T 14690—1993	技术制图 比例
	GB/T 4457. 3—1984	GB/T 14691—1993	技术制图 字体
	GB/T 4457. 4—1984	GB/T 17450—1998	技术制图 图线
		GB/T 4457. 4—2002	机械制图 图样画法 图线
	GB/T 4457. 5—1984	GB/T 4457. 5—1984	机械制图 剖面符号
	GB/T 10609. 1—1989	GB/T 10609. 1—2008	技术制图 标题栏
基本表示法	GB/T 4458. 4—1984	GB/T 4458. 4—2003	机械制图 尺寸标注

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

绘图时，应优先采用表 1-2 中所规定的 5 种基本幅面。必要时，可按基本幅面的短边整数倍加长。

表 1-2 图纸基本幅面尺寸

单位: 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				
注： a 、 c 、 e 为图框与图纸边缘之间的留边宽度。					

图纸的 5 种基本幅面中, 把 A0 号图纸沿它的长边 (L 边) 对折就成为两张 A1 号图纸。同理, 把 A1 号图纸沿它的长边 (L 边) 对折就成为两张 A2 号图纸, 其余图纸幅面类推, 如图 1-1 所示。

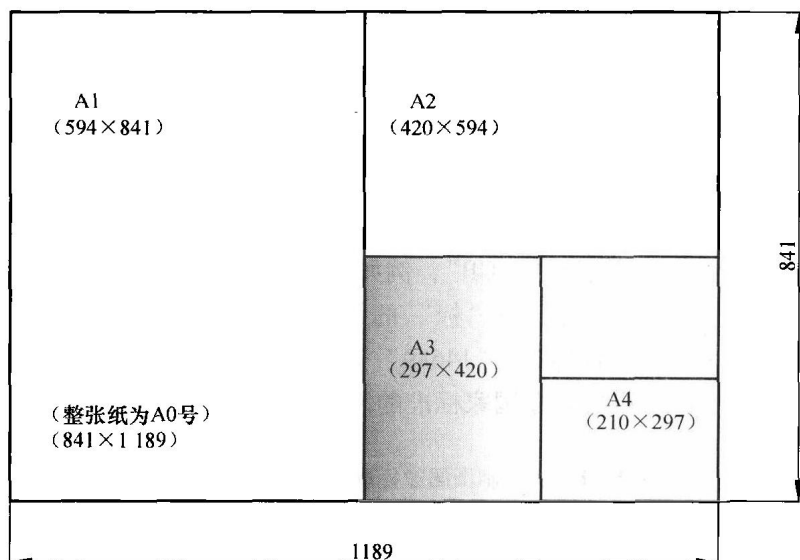


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

2. 图框格式

在绘图之前必须用粗实线画出图框。图框的格式分为不留装订边和留装订边两种, 但是同一产品的所有图样只能采用一种格式。

(1) 不留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-2 (a)、(b) 所示, 尺寸按表 1-1 中的规定。

(2) 留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-3 (a)、(b) 所示, 尺寸按表 1-1 中的规定。

1.1.2 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张技术图样中均应有标题栏, 用于填写相关信息。一般情况下, 标题栏位于图框的右下角。国家标准规定的标题栏格式如图 1-4 (a) 图所示, 制图作业中使用的标题栏格式如图 1-4 (b) 图所示。

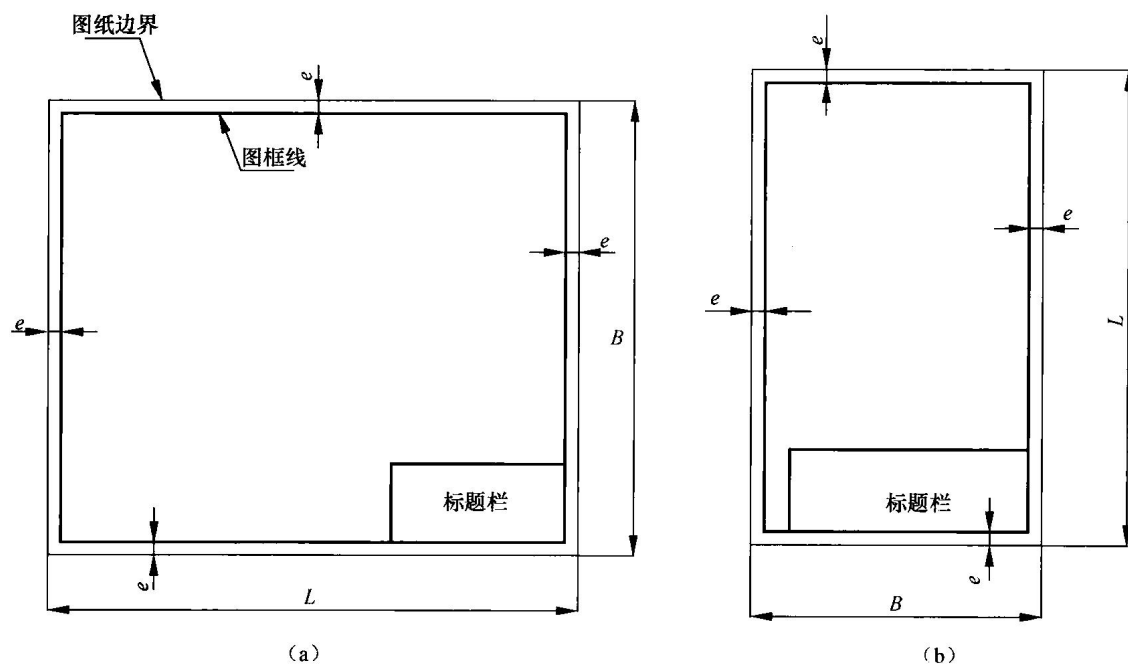


图 1-2 不留装订边的图框格式

(a) 图纸横放; (b) 图纸竖放

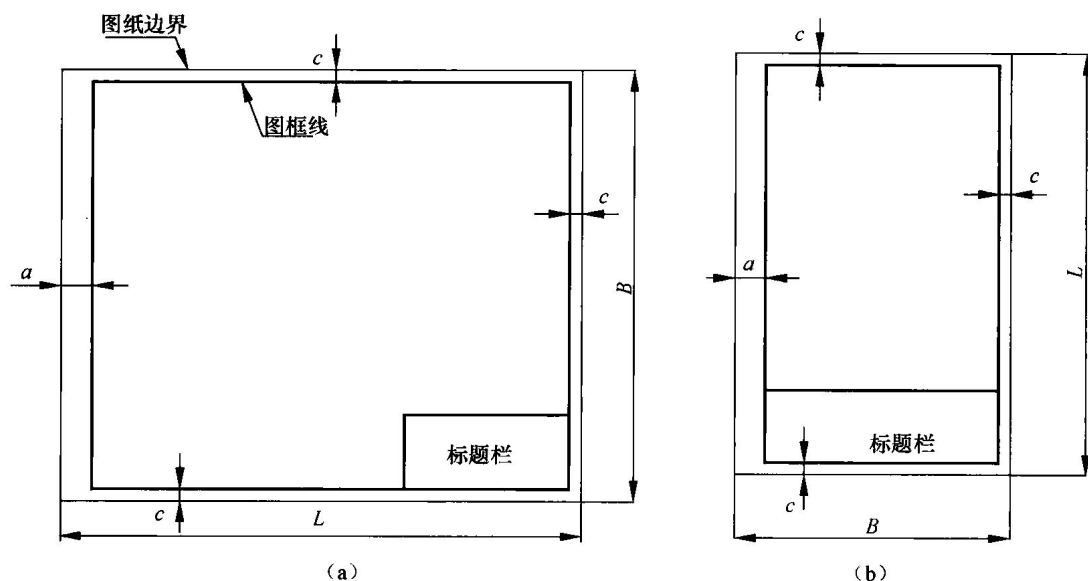


图 1-3 留装订边的图框格式

(a) 图纸横放; (b) 图纸竖放

1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

1. 术语

(1) 比例: 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(2) 原值比例: 比值为 1 的比例, 即 1 : 1。