



高职高专“十二五”规划教材

机械制图

JIXIE ZHITU

主编◎徐剑锋 周青 王芄



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高职高专“十二五”规划教材

机械制图

主 编 徐剑锋 周 青 王 芃

副主编 文 颖 刘花兰 杨瑛华

王国阳

合肥工业大学出版社

内容提要

本教材是根据机械制图课程教学基本要求和国家标准局最新发布的新标准,在充分总结各院校机械制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的。内容包括机械制图的基本知识、正投影的基础知识、立体的投影、轴测图、组合体、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和相关附录,全书以培养学生读图和绘图能力为主,精选制图内容与例题,力求适时、精练、实用。

本教材涵盖面广,适用范围全。为适应机械类、近机械类及非机械类各专业的不同教学需求,本书在内容编排、实例插图上具有一定的收缩性和灵活性,并力争涵盖各专业需求,以便教师、学生能够后根据自身需求加以取舍。

本教材可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校、应用型本科院校和中专学校机类和近机类专业教材,也可供有关的工程技术人员参考。

442805

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/徐剑锋,周青,王芃主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2013. 1
ISBN 978 - 7 - 5650 - 0882 - 5

I. ①机… II. ①徐… III. ①机械制图—高等职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 193086 号

机 械 制 图

徐剑锋 周 青 王 芃 主编

责任编辑 马成勋

出 版 合肥工业大学出版社

地 址 合肥市屯溪路 193 号

邮 编 230009

电 话 总 编 室:0551—62903038

市场营销部:0551—62903198

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版 次 2013 年 1 月第 1 版

印 次 2013 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 21.75

字 数 502 千字

印 刷 合肥现代印务有限公司

发 行 全国新华书店

ISBN 978 - 7 - 5650 - 0882 - 5

定价: 42.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

随着我国高等职业教育教学改革的深入, 高职高专《机械制图》课程的教学内容和教学模式发生了相应的变化。本书根据《高职高专工程制图课程教学基本要求(机械类专业)》组织编写, 以最新颁布的有关国家标准《技术制图》和《机械制图》为依据, 由多年从事高职高专机械制图课程教学的教师编写而成, 融入了编者多年的教学经验和典型实例, 吸收了编者机械制图课程教学的教学经验、教学成果, 内容上由浅入深, 循序渐进。在本书的编写过程中, 充分地考虑到高职高专的教学目标和教学特点, 以强化应用、培养技能为教学重点, 突出培养扎实的读图能力和必备的绘图能力。

本书具有以下特点:

(1) 全部采用最新国家标准《技术制图》与《机械制图》及与制图有关的其他标准。

(2) 突出读图、绘图能力的培养。这是本课程的教学重点, 也是贯穿本书的主线。将读图和绘图结合在一起, 并配与习题训练, 强化学生的读图和绘图能力。

(3) 以“够用”、“实用”为原则, 以应用为宗旨, 对传统教学体系进行了结构调整。教材内容的选择及体系结构, 适应高职高专教育教学特点, 体现高职高专特色。

(4) 力求文字通俗、精练, 图例丰富。

(5) 重视培养学生形象思维能力、空间想象力和表达创新设计思想的能力。

(6) 涵盖面广, 适用范围全。为适应机械类、近机械类及非机械类各

专业的不同教学需求,本书在内容编排、实例插图上具有一定的收缩性和灵活性,并力争涵盖各专业需求,以便教师、学生能够后根据自身需求加以取舍。

本书可作为高职高专院校的机械类、近机类各专业及非机械类的通用教材,也可作为应用型高等院校及中等职业学校相近专业的教材或参考书,还可供工程技术人员参考。与本书配套的《机械制图习题集》由合肥工业大学出版社同时出版,可供选用。

本教材由江西航空职业技术学院徐剑锋、江西科技学院周青、江西航空职业技术学院王芃担任主编;江西工业工程职业技术学院文颖,江西航空职业技术学院刘花兰、杨瑛华、王国阳担任副主编。全书由徐剑锋修改、统稿。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免存在不足和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013年1月

绪 论

机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科。图样由图形、符号、文字和数字等组成,是表达设计意图和制造要求以及交流经验的技术文件,常被称为工程界的语言。

有史以来,人类就试图用图形来表达和交流思想,从远古的洞穴中的石刻可以看出在没有语言、文字前,图形就是一种有效的交流思想的工具。考古发现,早在公元前 2600 年就出现了可以成为工程图样的图,那是一幅刻在泥板上的神庙地图。直到公元 1500 年文艺复兴时期,才出现将平面图和其他多面图画在同一幅画面上的设计图。1795 年,法国著名科学家加斯帕·蒙日将各种表达方法归纳,发表了《画法几何》著作,蒙日所说明的画法是以互相垂直的两个平面作为投影面的正投影法。蒙日方法对世界各国科学技术的发展产生巨大影响,并在科技界,尤其在工程界得到广泛的应用和发展。

我国在两千多年前就有了正投影法表达的工程图样,1977 年冬在河北省平山县出土的公元前 323~309 年的战国中山王墓,发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,这也是世界上罕见的最早工程图样。该图用 1:500 的正投影绘制并标注有尺寸。中国古代传统的工程制图技术,与造纸术一起于唐代同一时期(公元 751 年后)传到西方。公元 1100 年宋代李诫所著的雕版印刷书《营造法式》中有各种方法画出的约 570 幅图,是当时的一部关于建筑制图的国家标准、施工规范和培训教材。在这本书中已具有正投影法的画法了。

此外,宋代天文学家、药学家苏颂所著的《新仪象法要》,元代农学家王桢撰写的《农书》,明代科学家宋应星所著的《天工开物》等书中都有大量为制造仪器和工农业生产所需要的器具和设备的插图。清代和民国时期,我国在工程制图方面有了一定的发展。

新中国成立后,随着社会主义建设蓬勃发展和对外交流的日益增长,工程制图学科得到飞快发展,学术活动频繁,画法几何、射影几何、透视投影等理论的研究得到进一步深入,并广泛与生产、科研相结合。与此同时,由于生产建设的迫切需要,由国家相关职能部门批准颁布了一系列制图标准,如技术制图标准、机械制图标准、建筑制图标准、道路工程制图标准、水利水电工程制图标准等。

20 世纪前,图样都是利用一般的绘图用具手工绘制的。20 世纪初出现了机械结构的绘图机,提高了绘图的效率。20 世纪 70 年代,计算机图形学、计算机辅助设计(CAD)、计算机绘图在我国得到迅猛发展,除了国外一批先进的计算机辅助设计软件如 AutoCAD、Catia、Pro/E 和 UG 等得到广泛使用外,我国自主开发的一批国产绘图软件,

如 CAXA、中望 CAD、开目 CAD、凯图 CAD 等也在设计、教学、科研生产单位得到广泛使用。随着我国现代化建设的迫切需要,计算机技术将进一步与机械制图结合,计算机绘图和智能 CAD 技术将进一步得到深入发展。

一、机械制图课程的研究对象

在工程技术中,准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图纸,称为工程图样。其中用于各种机器的设计和制造的图样称为机械工程图样,简称机械图样。图样是制造机器、仪器和进行工程施工的主要依据。在机械制造业中,设计者通过图样表达设计意图、描述设计对象;生产者依据图样了解设计要求,组织和指导生产;使用者通过图样了解机器的结构和性能进行使用和维修。例如要生产一部机器,首先必须画出表达该机器的装配图和所有零件的零件图,然后根据零件图制造出全部零件,再按装配图装配成机器。

图样不单是指导生产的重要技术文件,而且是进行技术交流的重要工具。因此,图样被称为“工程界共同的技术语言”,是每一个工程技术人员和管理人员必须掌握的一种工具。

机械制图是一门研究如何运用正投影法绘制和阅读机械图样的技术基础课。主要内容是正投影理论和国家标准“技术制图”、“机械制图”的有关规定。

二、机械制图课程的学习目标

- (1)掌握正投影法的基本理论及其应用。
- (2)掌握用仪器绘图和手工绘制草图的能力。
- (3)学习和严格遵守机械制图的国家标准,具备查阅有关标准和手册的能力。
- (4)能根据国家标准有关规定及所学的投影知识,具备绘制和阅读中等复杂程度的机械图样的能力。
- (5)具备一定的空间想象的能力。
- (6)具有认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
- (7)具备形象思维能力、空间想象力和表达创新设计思想的能力。
- (8)本课程主要学习机械制图相关理论知识,也为学习后续计算机绘图课程打下良好基础。

三、机械制图课程的特点和学习方法

机械制图课程是一门既有系统理论,又比较注重实践的技术基础课。本课程的各部分内容既紧密联系,又各有特点。在本课程的学习过程中,应注意:

(1)准备一套符合要求的制图工具,并认真完成作业。

(2)理论联系实际,提高“两个能力”。

要理论与实践相结合,多看、多想、多画,不断地“由物画图,由图想物”,将投影分析

与空间分析相结合,逐步提高空间想象能力和投影分析能力。

(3)重视和强化实践环节

对习题和作业应高度重视,要认真、按时、优质地完成。在学习本课程时独立完成一定数量的制图作业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。养成正确使用绘图仪器和工具的习惯,按正确的方法和步骤作图,逐步熟练并提高水平。

(4)严格遵守国家标准

从开始学习时就要强化标准化意识,认真学习并严格贯彻国家标准的各项规定。

(5)与工程实际相结合

本课程最终要服务于工程实际,因此,学习和积累相关工程实际知识,对于提高读图和绘图能力可以起到重要的作用。

(6)在学习过程中必须养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

目 录	
绪论	(1)
第 1 章 机械制图的基本知识和技能	(4)
1.1 制图国家标准的基本规定	(4)
1.2 绘图工具的使用	(18)
1.3 几何作图	(23)
1.4 平面图形的画法	(28)
本章小结	(34)
第 2 章 正投影的基本知识	(36)
2.1 投影法和三视图的形成	(36)
2.2 点的投影	(38)
2.3 直线的投影	(42)
2.4 平面的投影	(50)
2.5 几何元素间的相对位置	(54)
本章小结	(66)
第 3 章 基本体	(67)
3.1 基本体	(67)
3.2 基本体的截交线	(77)
3.3 两立体表面的相贯线	(87)
本章小结	(100)
第 4 章 组合体	(102)
4.1 三视图的形成及其投影规律	(102)
4.2 组合体的组合形式及其形体分析	(103)

4.3 画组合体三视图的方法和步骤	(106)
4.4 组合体的尺寸注法	(111)
4.5 组合体读图	(124)
本章小结	(128)
第5章 轴测投影图	(129)
5.1 基本概念	(129)
5.2 正等轴测图	(130)
5.3 斜二测轴测图	(139)
5.4 轴测图草图画法	(141)
本章小结	(143)
第6章 机件常用的表示法	(144)
6.1 视图	(144)
6.2 剖视图	(150)
6.3 断面图	(163)
6.4 其他表达方法	(167)
6.5 读剖视图	(173)
6.6 各种表达方法的综合应用	(174)
6.7 轴测剖视图	(175)
6.8 第三角投影	(176)
本章小结	(181)
第7章 标准件和常用件	(183)
7.1 螺纹和螺纹连接	(183)
7.2 键、销连接	(201)
7.3 齿轮的画法	(207)
7.4 滚动轴承和弹簧的画法	(217)
本章小结	(223)
第8章 零件图	(224)
8.1 零件图的作用与内容	(224)
8.2 零件表达方案的确定	(225)
8.3 零件图的尺寸标注	(233)

8.4 零件图上的技术要求	(241)
8.5 零件工艺结构简介	(256)
8.6 识读零件图	(261)
8.7 零件测绘	(265)
本章小结	(265)
第9章 装配图	(271)
9.1 装配图概述	(271)
9.2 装配图的画法	(272)
9.3 装配图中的尺寸标注和技术要求	(278)
9.4 装配图上零、部件的序号和明细栏	(279)
9.5 绘制装配图的方法和步骤	(281)
9.6 读装配图和由装配图拆画零件图	(289)
本章小结	(293)
附录	(295)
参考文献	(339)

绪 论

机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科。图样由图形、符号、文字和数字等组成,是表达设计意图和制造要求以及交流经验的技术文件,常被称为工程界的语言。

有史以来,人类就试图用图形来表达和交流思想,从远古的洞穴中的石刻可以看出在没有语言、文字前,图形就是一种有效的交流思想的工具。考古发现,早在公元前 2600 年就出现了可以成为工程图样的图,那是一幅刻在泥板上的神庙地图。直到公元 1500 年文艺复兴时期,才出现将平面图和其他多面图画在同一幅画面上的设计图。1795 年,法国著名科学家加斯帕·蒙日将各种表达方法归纳,发表了《画法几何》著作,蒙日所说明的画法是以互相垂直的两个平面作为投影面的正投影法。蒙日方法对世界各国科学技术的发展产生巨大影响,并在科技界,尤其在工程界得到广泛的应用和发展。

我国在两千多年前就有了正投影法表达的工程图样,1977 年冬在河北省平山县出土的公元前 323~309 年的战国中山王墓,发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,这也是世界上罕见的最早工程图样。该图用 1:500 的正投影绘制并标注有尺寸。中国古代传统的工程制图技术,与造纸术一起于唐代同一时期(公元 751 年后)传到西方。公元 1100 年宋代李诫所著的雕版印刷书《营造法式》中有各种方法画出的约 570 幅图,是当时的一部关于建筑制图的国家标准、施工规范和培训教材。在这本书中已具有正投影法的画法了。

此外,宋代天文学家、药学家苏颂所著的《新仪象法要》,元代农学家王桢撰写的《农书》,明代科学家宋应星所著的《天工开物》等书中都有大量为制造仪器和工农业生产所需要的器具和设备的插图。清代和民国时期,我国在工程制图方面有了一定的发展。

新中国成立后,随着社会主义建设蓬勃发展和对外交流的日益增长,工程制图学科得到飞快发展,学术活动频繁,画法几何、射影几何、透视投影等理论的研究得到进一步深入,并广泛与生产、科研相结合。与此同时,由于生产建设的迫切需要,由国家相关职能部门批准颁布了一系列制图标准,如技术制图标准、机械制图标准、建筑制图标准、道路工程制图标准、水利水电工程制图标准等。

20 世纪前,图样都是利用一般的绘图用具手工绘制的。20 世纪初出现了机械结构的绘图机,提高了绘图的效率。20 世纪 70 年代,计算机图形学、计算机辅助设计(CAD)、计算机绘图在我国得到迅猛发展,除了国外一批先进的计算机辅助设计软件如 AutoCAD、Catia、Pro/E 和 UG 等得到广泛使用外,我国自主开发的一批国产绘图软件,

如 CAXA、中望 CAD、开目 CAD、凯图 CAD 等也在设计、教学、科研生产单位得到广泛使用。随着我国现代化建设的迫切需要,计算机技术将进一步与机械制图结合,计算机绘图和智能 CAD 技术将进一步得到深入发展。

一、机械制图课程的研究对象

在工程技术中,准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图纸,称为工程图样。其中用于各种机器的设计和制造的图样称为机械工程图样,简称机械图样。图样是制造机器、仪器和进行工程施工的主要依据。在机械制造业中,设计者通过图样表达设计意图、描述设计对象;生产者依据图样了解设计要求,组织和指导生产;使用者通过图样了解机器的结构和性能进行使用和维修。例如要生产一部机器,首先必须画出表达该机器的装配图和所有零件的零件图,然后根据零件图制造出全部零件,再按装配图装配成机器。

图样不单是指导生产的重要技术文件,而且是进行技术交流的重要工具。因此,图样被称为“工程界共同的技术语言”,是每一个工程技术人员和管理人员必须掌握的一种工具。

机械制图是一门研究如何运用正投影法绘制和阅读机械图样的技术基础课。主要内容是正投影理论和国家标准“技术制图”、“机械制图”的有关规定。

二、机械制图课程的学习目标

- (1)掌握正投影法的基本理论及其应用。
- (2)掌握用仪器绘图和手工绘制草图的能力。
- (3)学习和严格遵守机械制图的国家标准,具备查阅有关标准和手册的能力。
- (4)能根据国家标准有关规定及所学的投影知识,具备绘制和阅读中等复杂程度的机械图样的能力。
- (5)具备一定的空间想象的能力。
- (6)具有认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
- (7)具备形象思维能力、空间想象力和表达创新设计思想的能力。
- (8)本课程主要学习机械制图相关理论知识,也为学习后续计算机绘图课程打下良好基础。

三、机械制图课程的特点和学习方法

机械制图课程是一门既有系统理论,又比较注重实践的技术基础课。本课程的各部分内容既紧密联系,又各有特点。在本课程的学习过程中,应注意:

- (1)准备一套符合要求的制图工具,并认真完成作业。
 - (2)理论联系实际,提高“两个能力”。
- 要理论与实践相结合,多看、多想、多画,不断地“由物画图,由图想物”,将投影分析

与空间分析相结合,逐步提高空间想象能力和投影分析能力。

(3)重视和强化实践环节

对习题和作业应高度重视,要认真、按时、优质地完成。在学习本课程时独立完成一定数量的制图作业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。养成正确使用绘图仪器和工具的习惯,按正确的方法和步骤作图,逐步熟练并提高水平。

(4)严格遵守国家标准

从开始学习时就要强化标准化意识,认真学习并严格贯彻国家标准的各项规定。

(5)与工程实际相结合

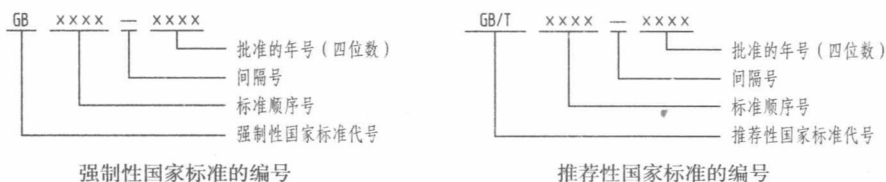
本课程最终要服务于工程实际,因此,学习和积累相关工程实际知识,对于提高读图和绘图能力可以起到重要的作用。

(6)在学习过程中必须养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第1章 机械制图的基本知识和技能

机械图样是机械产品设计、加工、装配和检验的重要依据,是交流技术思想的语言,因此其画法必须作统一的规定。国际标准化组织(ISO)制定了有关机械制图标准,但是,由于各个国家或地区的技术发展水平各不相同,所以几乎每个国家都在国际标准的基础上制定了符合本国特点的国家标准。比如,ANSI 为美国国家标准的缩写;BSI 英国国家标准的缩写;DIN 为德国国家标准的缩写;JIS 为日本国家标准的缩写等。GB 是《中华人民共和国国家标准》的缩写,是由国标两字的第一大写拼音字母组成的。机械图样是按照国家标准的规定和投影原理绘制的,用于表达机器和机械零件的结构形状和技术要求,它是制造机器和加工零件的依据。现行的国家标准《技术制图》和《机械制图》是阅读和绘制机械图样的准则和依据。

我国标准编号是由标准代号、标准顺序号和批准的年号构成的。国家标准分强制性国家标准(代号是“GB”)和推荐性国家标准(代号是“GB/T”)。



要正确地绘制出机械图样,除了熟悉国家标准的有关规定外,还要能正确地使用绘图工具,掌握几何作图的方法和技巧,并通过绘图技能的训练以保证绘图质量,提高绘图速度。

1.1 制图国家标准的基本规定

我国由 1959 年首次颁布国家标准《机械制图》,后来又作了多次修订。随着科学技术的高速发展和相互渗透,出现了各专业制图范畴内基础部分重复和矛盾的现象。因此,自 1998 年起,我国开始制订并陆续颁布了《技术制图》国家标准。《技术制图》国家标准在技术内容上打破以前的机械、土木建筑、电气、造船等行业间的界限,尽可能使基础部分达到统一。对于一些专业画法、注法、代号和符号等不能统一的部分,均同时纳入专业标准。如《机械制图》标准就是在贯彻执行《技术制图》标准的前提下,作为机械行业的

制图标准发布的。

本节仅简要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸注法等基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

为了便于图纸的装订和保管,国家标准“技术制图”对图纸幅面尺寸和图框格式、标题栏及附加符号作了统一规定。

1. 图纸的幅面及选用

(1) 图纸的基本幅面

基本幅面代号由字母“A”和相应的幅面号组成,分别为 A0、A1、A2、A3、A4 共 5 种,其尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面的代号及尺寸(第一选择) (单位:mm)

基本幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

注: B 是英文 Breadth 的第一个字母,表示图纸宽度; L 是英文 Length 的第一个字母,表示图纸长度。

基本幅面面积 $A0=1\text{m}^2$, $B/L=1/\sqrt{2}$, 由此可计算出 A0 幅面的尺寸。此外, $A1=0.5\text{m}^2$, $A2=0.25\text{m}^2 \dots$, 各图幅面积之间成倍数关系。

(2) 图纸幅面的选用

绘图时,一般应优先选用图 1-1 中粗实线所示的 5 种基本幅面(第一选择);必要时也允许选用图 1-1 中细实线所示(第二选择)或细虚线所示(第三选择)的规定加长幅面。

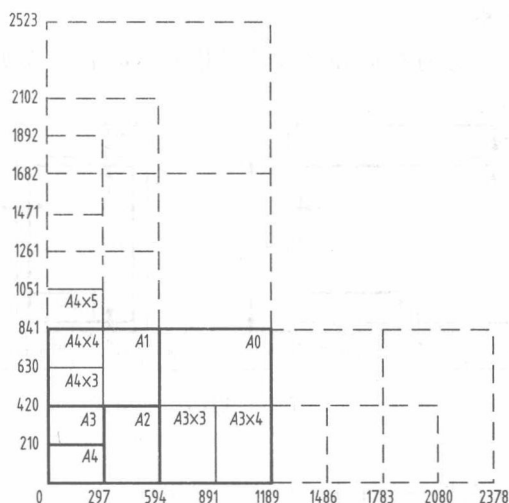


图 1-1 图纸各种幅面的相互关系

2. 图框格式和尺寸

在图纸上必须用粗实线绘制图框线,图框线与纸边界线之间的区域称为周边,其尺寸如表 1-2 所示。对于加长幅面的图框,一般应按比所用基本幅面大一号的周边尺寸绘制。

图框的格式分为保留装订边和不留装订边两种,一般同一产品的图样只能采用一种格式。

表 1-2 图框周边尺寸

(单位:mm)

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
周边尺寸	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

(1) 保留装订边的图框

当图样需要装订时,可采用这种方式。图纸的装订形式一般采用 A3 幅面横装(X 型)或 A4 幅面竖装(Y 型),两种格式如图 1-2 所示。

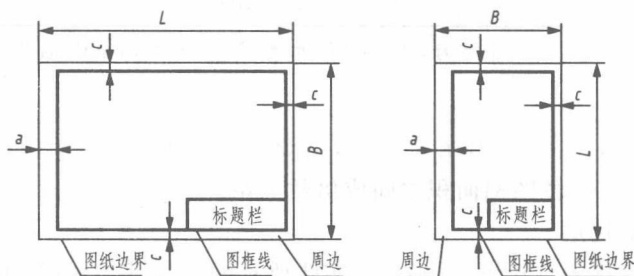


图 1-2 保留装订边的图框格式

(2) 不留装订边的图框

用于不需装订的图样,也有横放和竖放两种格式,如图 1-3 所示。

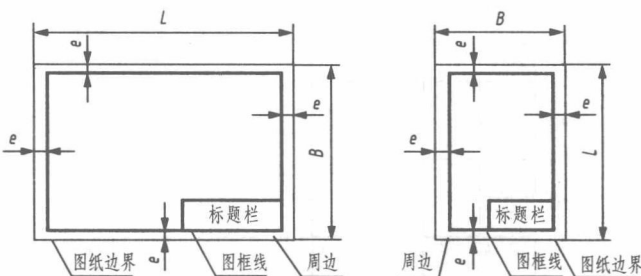


图 1-3 不留装订边的图框格式

3. 标题栏的格式

(1) 标题栏的内容和格式(GB/T 10609.1—2008)

国家标准规定了标题栏的格式,一般由更改区、签字区、名称及代号区等组成,各区所处的位置如图 1-4 所示。在正规的图纸上,标题栏的格式和尺寸应按国家标准的规定