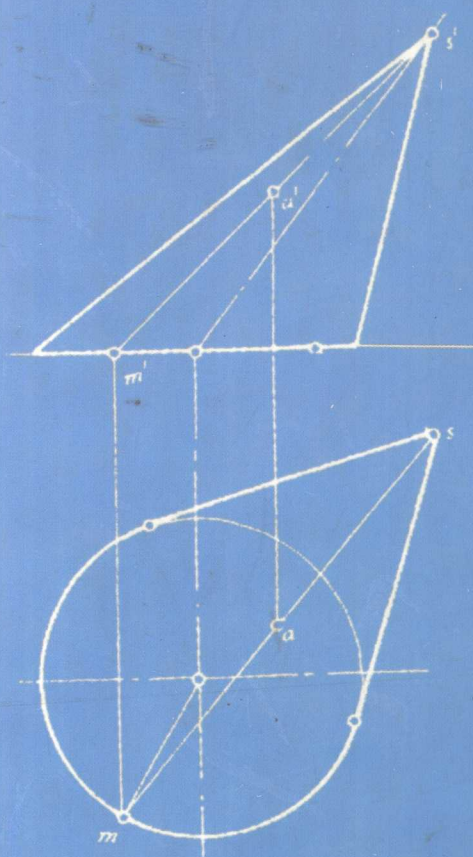


现代

工程图学

XIANDAI GONGCHENG TUXUE
XIANDAI GONGCHENG TUXUE

● 周良德 朱泗芳 等编著



现代工程图学

XIANDAI GONGCHENG TUXUE

周良德 朱泗芳 董承明
谢海波 罗益宁 朱中喜
杨世平 周述璋 邱爱江 / 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

湖南科学技术出版社

现代工程图学

编 著:周良德 朱泗芳等

责任编辑:徐 为

出版发行:湖南科学技术出版社

社 址:长沙市展览馆路 66 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系:本社直销科 0731-4441720

印 刷:核工业中南三〇六印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址:衡阳市黄茶岭光明路 12 号

邮 编:421008

经 销:湖南省新华书店

出版日期:2000 年 9 月第 1 版第 1 次

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:36.25

字 数:906000

印 数:1-6065

书 号:ISBN 7-5357-3047-7/TU·97

定 价:38.00 元

(版权所有·翻印必究)

内 容 提 要

本书由“基础篇”、“提高篇”和“计算机绘图篇”三部分组成，并全部采用国家技术监督局最新公布的国家标准。

基础篇分为 12 章。主要内容有制图的基本知识与方法，投影法及工程上常用的投影图，点、线、面的投影，基本形体的投影，平面、直线与立体相交，立体表面相交，组合体，机件的表达方法，标准件、常用件，零件图和装配图。

提高篇分为 8 章。主要内容有曲线曲面，用图解法求解空间问题，用形数结合的方法求解空间问题，构形设计，零部件的测绘，焊接图、展开图，房屋建筑图和透视图。

计算机绘图篇分为 4 章。主要内容有 AutoCAD 的基本知识，平面图形的绘制，零件图的绘制和装配图的绘制。

本书是高等院校机械类、近机类和其它工程类使用的《现代工程图学》教材。对于近机类和其它工程类专业在保证基础篇和计算机绘图篇内容的基础上，可按各专业类型的特点和教学的需要选学提高篇的内容，以便因专业、因学时和因材施教，以保证我们培养出来的学生基础扎实，知识面广，创新能力强，综合素质高，且独具个性。

本书也可供高等院校的教师和工程技术人员参考。

与本书配套的《现代工程图学习题集》也同时出版。

序

科学技术迅猛地发展，因此 21 世纪的经济建设必须有高素质的人才，迫使各门学科的体系内容做适应性的重大改革。计算机图形学的兴起，使工程图学的发展进入了崭新的阶段。因此，对作为工科院校技术基础课的《工程制图》，各有关单位都在不断地探讨实践各种更新和改进。教材是教学内容的主要载体，编著适应性强的高质量教材，是教学改革的重任。

工程制图对培养人才的知识素质、思想道德素质和处事能力都有重大的影响。教材应该既注重基本理论，又适当地拓宽知识面，既注意培养观察、分析和解决问题的逻辑思维能力，又应与经济观、艺术观和法制观有适度的联系。

随着课程的内涵和外延日益丰富，教材就应不断地更新，重点有所转移，起点有所提高，浅显陈旧繁琐的内容应该删除，计算机图形处理应该是当今工程图学的重头内容。

“工程师创造未来的世界”，任何新建筑和工程不可能完全一模一样地模仿已有的旧建筑。创新才有生命力，创新才有发展。教材应特别注意创新素质的培养。

经济建设对人才的需要是多层次的，在培养各个层次的人才方面，教材应使其便于选择和满足需要。

自然科学无不遵守哲学的普遍规律，教育学与哲学息息相关。教材内容的组织和文字阐述应该符合哲理。

提高篇的某些内容在计划学时内也许无条件学习，但在日后工作岗位上可能用到和有进一步自学的必要。

博采众长，本教材力求达到上述要求和特点。然而任何事物没有最好，只有更好。春风催得万花开，值此改革的大好形势，同仁们一定会撰写出各具特色的优秀教材。“红杏一枝春意闹”，本教材作为闹春的一枝红杏，能否如此，有待实践检验，并希望同仁们斧正。

艾运钧

2000 年 6 月 30 日

前 言

为了深化高等教育的改革,提高高等学校的教学质量,培养适应 21 世纪经济建设和社会发展所需要的高素质人才,我们特在新世纪开元之际,编著此书奉献给读者。为 21 世纪培养高素质创造性人才和我国高等教育教材体系建设作出我们的一点贡献。

教学改革的关键在于教材的改革,而教材改革除必须立足于培养适应 21 世纪所需要的高素质人才外,还立足于高速发展的工程技术,特别是计算机技术。教材是教学内容的主要载体。因此,改革教材内容,更新知识结构,拓宽知识面,加大信息量,提高课程起点,加强能力与素质的培养是编著此书的宗旨。

湘潭大学、中南大学、南华大学等高等院校的老师根据自己和国内若干单位多年来丰富的图学教学经验以及研究所取得的教学改革成果和科研成果编著而成。

全书由“基础篇”、“提高篇”和“计算机绘图篇”三部分组成,并全部采用国家质量技术监督局最新公布的国家标准。

基础篇是学生必须要掌握的本课程最基本的理论、方法与技能。重点培养学生运用投影理论与方法,正确表达空间形体的能力(图示能力),绘制和阅读机械图样的基本能力,以及空间想象能力和徒手绘图的能力等。

提高篇是在此基础上进一步加深有关理论(如曲线曲面、曲线拟合、形数结合、构形设计等理论)、拓宽知识面、加大信息量、提供多种解决空间几何问题的方法;并引入最新科学技术成果,进一步强化空间想象能力、逻辑思维能力、形象思维能力和徒手绘图的能力;重点培养学生独立分析问题、解决问题的能力、构形设计能力、创新能力以及零部件测绘等的实际应用能力,提高综合素质。

计算机绘图是适应现代化建设的新技术。掌握计算机绘图这一新技术已成为 21 世纪工程技术人员的基本素质之一,更是本课程发展的一个重要方向。计算机绘图篇重点培养学生对二维图形的生成和处理的初步能力,掌握一种典型的绘图软件(如 AutoCAD)的操作与应用方法;并能通过综合运用前两篇所学的知识,获得在计算机上绘制工程图样以及进行形体的构形设计与产品造型设计的初步能力。为掌握基本的二次开发技术、计算机辅助设计与计算机集成制造等打下良好的基础。

本书强调重基础理论,重基本方法与技能的掌握;重独立分析问题、解决问题的能力;重实际应用和掌握新技术的能力以及创新能力与综合素质的培养。使我们培养出来的学生基础扎实、知识面广、创新能力强、综合素质高,且独具个性。

本书对教学内容、学科系统、教学系统与编排方法等进行了一系列的重大改革,正确处理好了学科系统与教学系统之间的关系,在保证学科系统的前提下,从教学实际和培养学生能力与素质出发,充分考虑到学生的知识结构和接受能力,使教学内容与编排尽量符合学生的认识规律,循序渐进,顺理成章,可接受性好,而又科学性强。这样既有利于学生接受、理解、掌握和学以致用,又有利于培养学生的能力与综合素质的提高,使理论和实践紧

密相结合。有利于教师组织教学和因材施教。

因此,本书具有基础性、实用性、科学性、先进性和明显的针对性,且反映当代科学技术的新水平。

参加本书编著的作者是湘潭大学周良德(前言,绪论;基础篇第4,8章;提高篇第13至第16章和附录)、董承明(基础篇第11,12章)、朱中喜(基础篇第3,5章)、罗益宁(计算机绘图篇第21章)、杨世平(计算机绘图篇第24章)、周述璋(计算机绘图篇第23章)、邱爱红(计算机绘图篇第22章);中南大学朱泗芳(基础篇第1,7,9和10章;提高篇第18,20章);南华大学谢海波(基础篇第2,6章;提高篇第17,19章)。最后由周良德统一整理定稿。书中插图由湘潭大学谢鸿燕绘制。

本书由全国图学界理论图学专家、中南大学铁道校区艾运钧教授主审并作序。在此特表示衷心的感谢!

本书的编著与出版得到了湘潭大学、中南大学、南华大学等院校领导的高度重视和鼎力相助,在此特向关心和支持我们的各级领导表示衷心的感谢!

特别感谢湖南科学技术出版社徐为主任对本书的写作与出版的大力支持!

在写作过程中还得到了中南大学铁道校区唐红娥教授、周咏翎副教授、李兵老师;南华大学李天宝副教授;株洲工学院邱丽萍副教授及湖南工程学院刘小年副教授、缪华副教授等图学界同仁的大力支持和帮助。在此一一致谢!

与本书配套的《现代工程图学习题集》也同时出版,供广大读者练习使用。

由于作者水平所限,书中缺点、错误在所难免,敬请广大读者及图学界同仁予以批评指正。

编著者

2000年2月于湘潭大学

目 录

绪论	(1)
----------	-----

基础篇

第 1 章 制图的基本知识和方法	(3)
§ 1-1 国家标准《技术制图》《机械制图》的一般规定	(3)
§ 1-2 手工绘图工具、仪器及其使用	(15)
§ 1-3 几何作图	(18)
§ 1-4 平面图形的分析及画图步骤	(23)
§ 1-5 绘图的方法和步骤	(25)
第 2 章 投影法及工程上常用的投影图	(32)
§ 2-1 投影法的基本概念	(32)
§ 2-2 工程上常用的投影图概述	(34)
§ 2-3 物体三视图的基本知识	(35)
§ 2-4 轴测图的基本知识	(40)
第 3 章 点、直线和平面的投影	(44)
§ 3-1 点在三面体系中的投影	(44)
§ 3-2 直线的投影	(48)
§ 3-3 直线上的点	(51)
§ 3-4 一般位置线段的实长及对投影面的倾角	(52)
§ 3-5 两直线的相对位置	(54)
§ 3-6 直角的投影	(57)
§ 3-7 平面的投影	(59)
§ 3-8 平面上的点和直线	(64)
§ 3-9 点、直线和平面的轴测图的画法	(67)
第 4 章 直线与平面、平面与平面的相对位置	(71)
§ 4-1 平行问题	(71)
§ 4-2 相交问题	(73)
§ 4-3 垂直问题	(76)
第 5 章 基本形体	(80)
§ 5-1 平面立体	(80)

§ 5-2 曲面立体	(84)
§ 5-3 基本形体的轴测图及其草图的画法	(89)
第 6 章 平面、直线与立体相交	(100)
§ 6-1 平面与立体相交概述	(100)
§ 6-2 平面与平面立体相交	(102)
§ 6-3 平面与曲面立体相交	(105)
§ 6-4 直线与立体相交	(112)
第 7 章 立体表面相交	(114)
§ 7-1 两曲面立体相交	(114)
§ 7-2 交线的特殊情况	(122)
第 8 章 组合体	(124)
§ 8-1 组合体及其形体分析法	(124)
§ 8-2 组合体视图的画法	(127)
§ 8-3 组合体的尺寸标注	(128)
§ 8-4 看组合体视图	(135)
§ 8-5 组合体的轴测图及其草图的画法	(144)
第 9 章 机件的表达方法	(147)
§ 9-1 视图 (GB/T 17451—1998)	(147)
§ 9-2 剖视图 (GB/T 17452—1998)	(151)
§ 9-3 断面图 (GB/T 17452—1998)	(163)
§ 9-4 其它表达方法	(165)
§ 9-5 表达方法的综合应用	(173)
§ 9-6 轴测剖视图的画法	(176)
§ 9-7 第三角画法简介	(178)
第 10 章 标准件和常用件	(181)
§ 10-1 螺纹的规定画法和标注	(181)
§ 10-2 螺纹紧固件的规定画法和标注	(189)
§ 10-3 键与销	(192)
§ 10-4 滚动轴承	(194)
§ 10-5 弹簧 (GB/T 4459.7—1998)	(197)
§ 10-6 齿轮和蜗轮、蜗杆	(199)
第 11 章 零件图	(205)
§ 11-1 零件图的内容	(205)
§ 11-2 零件图的视图选择及其表达方法	(206)
§ 11-3 零件图的尺寸标注	(214)
§ 11-4 零件的工艺结构及尺寸标注	(218)

§ 11-5 零件图的技术要求	(223)
§ 11-6 极限与配合和形位公差	(229)
§ 11-7 看零件图的方法和步骤	(237)
§ 11-8 典型零件图例分析	(240)
第 12 章 装配图	(246)
§ 12-1 装配图的作用和内容	(246)
§ 12-2 装配图的表达方法	(246)
§ 12-3 装配图的画法	(250)
§ 12-4 装配图的尺寸标注、明细栏和零件编号	(260)
§ 12-5 常见装配结构的画法与合理性	(262)
§ 12-6 看装配图和由装配图拆画零件图	(273)
§ 12-7 轴测装配图及轴测分解图简介	(280)

提高篇

第 13 章 曲线与曲面	(282)
§ 13-1 概述	(282)
§ 13-2 曲线的基本概念、投影及其性质	(282)
§ 13-3 工程上常用的曲线	(284)
§ 13-4 曲线的拟合	(290)
§ 13-5 曲面的基本概念	(294)
§ 13-6 直纹面	(296)
§ 13-7 螺旋面	(301)
§ 13-8 曲纹曲面	(305)
§ 13-9 曲面的骨架给定法	(306)
§ 13-10 曲面的切平面	(308)
第 14 章 用图解法求解空间问题	(312)
§ 14-1 图解法概述	(312)
§ 14-2 线面法	(314)
§ 14-3 变换投影面法(换面法)	(319)
§ 14-4 旋转法——绕投影面垂直轴旋转	(328)
§ 14-5 旋转法——绕投影面平行轴旋转	(333)
§ 14-6 斜投影法	(335)
§ 14-7 图解法在工程上的应用	(338)
第 15 章 用形数结合的方法求解空间问题	(345)
§ 15-1 概述	(345)
§ 15-2 坐标变换及其数学表达式	(345)
§ 15-3 代数回转面的方程及其重要定理	(347)

§ 15-4	用形数结合的方法研究曲面	(348)
§ 15-5	用形数结合的方法求截交线	(351)
§ 15-6	用形数结合的方法求两曲面的相贯线	(356)
§ 15-7	图解与计算联合求解空间问题	(363)
第 16 章	构形设计	(368)
§ 16-1	平面图形的构形设计	(368)
§ 16-2	组合体的构形设计	(376)
§ 16-3	计算机实体模型的构造方法简介	(389)
§ 16-4	零部件构形设计	(393)
第 17 章	零部件的测绘	(409)
§ 17-1	测绘的意义、方法和程序	(409)
§ 17-2	现场测绘方法和测量工具的使用	(412)
§ 17-3	尺寸协调、公差与配合、表面粗糙度的选择与处理	(414)
§ 17-4	材料处理方法及鉴别	(415)
第 18 章	焊接图、展开图	(416)
§ 18-1	焊接图	(416)
§ 18-2	展开图	(423)
第 19 章	房屋建筑图	(434)
§ 19-1	房屋建筑图概述	(434)
§ 19-2	房屋建筑图的有关规定	(435)
§ 19-3	工业厂房施工图的阅读	(440)
§ 19-4	结构施工图的阅读	(442)
第 20 章	透视图	(446)
§ 20-1	透视图的基本知识	(446)
§ 20-2	点的透视	(447)
§ 20-3	直线的透视	(448)
§ 20-4	平面的透视	(451)
§ 20-5	透视图的画法	(452)
§ 20-6	透视图的分类	(457)
§ 20-7	视点、画面和建筑物之间相对位置的处理	(459)

计算机绘图篇

第 21 章	初识 AutoCAD	(462)
§ 21-1	AutoCAD 简介	(462)
§ 21-2	AutoCAD 硬件软件配置	(463)
§ 21-3	启动 AutoCAD	(463)
§ 21-4	AutoCAD R14 的工作界面	(463)

§ 21-5 绘图环境设置——建新图	(465)
§ 21-6 命令输入	(465)
§ 21-7 AutoCAD 的数据输入	(465)
§ 21-8 常用命令	(467)
§ 21-9 基本绘图命令	(468)
§ 21-10 基本编辑命令	(478)
§ 21-11 主谓式编辑	(491)
§ 21-12 样板图	(491)
第 22 章 平面图形的绘制	(493)
第 23 章 零件图的绘制	(500)
§ 23-1 齿轮油泵泵体视图的绘制	(500)
§ 23-2 齿轮油泵泵体的尺寸标注	(506)
§ 23-3 齿轮油泵泵体技术要求的标注	(508)
第 24 章 装配图绘制	(513)
§ 24-1 图形元件库的建立	(513)
§ 24-2 绘制齿轮油泵的装配图	(516)
附录	(526)
参考文献	(566)

绪 论

一、本课程的地位、性质和任务

《现代工程图学》是高等工科院校培养高级工程技术人才的一门必修的技术基础课。它是一门研究解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论与方法的课程。由于生产和科学研究对计算机图形技术提出了更多更迫切的要求，因此，本课程又成为掌握这类新技术的一个重要基础。

在现代工业生产中，无论是设计和制造各种机器、设备、仪器仪表，还是各项建筑工程都离不开工程图样。设计者通过图样表达设计对象，制造者通过图样制造出符合设计要求的產品。因此，工程图样是工程信息的有效载体；是工程技术部门的重要技术文件；是表达和交流技术思想的重要工具；它被喻为工程界的“技术语言”。

工程图样在整个国民经济、文化、艺术、医学、生物工程等各个领域占有极其重要的地位。

1991年美国《机械设计》杂志刊登的“关注工程图”的文章中，以醒目的副标题报道“美国的工程师们每天要处理的图样达20亿张”。在我国，仅京九铁路的建设工程一项，就要用大量的工程图样，地形、道路、建筑、隧道、涵洞、桥梁、机械、电气设备等等，恐怕要用到若干亿张图纸。由此可见，越是现代化，需要绘制和处理的工程图样就越多。

随着工程建设和科学技术，特别是计算机技术的不断发展与进步，对本课程的要求也就越来越多，越来越高。因此，伴随着现代化的进程，本课程就越来越重要。

本课程的主要任务是：

1. 学习投影法的基本理论及其应用。
2. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
3. 培养空间几何问题的图解与解析的能力。
4. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
5. 培养利用计算机生成和处理图形的初步能力。
6. 培养创新能力和构形设计能力。

此外，在教学过程中还必须要有意识地培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力，以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，以全面提高学生的综合素质。

二、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论而又实践性很强的课程。其最大特点就是一个“图”字。因此，在学习时应紧紧抓住这个“图”字不放，对图进行认真的分析研究。搞清楚图的来历及其空间几何关系，分析图与空间问题的对应关系，以及由图想象出空间形体。

在学习过程中，应特别注重空间几何关系的分析，掌握空间几何元素和形体的投影特性。培养从三维（空间）到二维（平面）的思维方法。在课堂上要特别注意老师对这些问题的透彻分析；作笔记时应以图为主，辅以适当的文字说明；课后应及时复习，要理论联系实

实践，多画、多看、多想，要画与看相结合，图与物相结合。只有这样不断地由物画图或由图想物，即多次地“从空间到平面，再由平面返回到空间”的反复思维和分析研究的过程，才能真正掌握所学的知识，这就是学习本课程最有效的学习方法。

对于计算机绘图的内容，则需要通过上机操作，不断实践，才能逐步掌握。在上机操作过程中逐步掌握二维绘图软件的一些最基本的概念和使用方法，特别是通过对 AutoCAD 绘图软件的使用，以便能熟练地运用这一软件进行二维工程图的绘制；完成习题中一定量的图形绘制，逐渐培养熟练运用计算机生成和处理图形的能力。

应当指出：除掌握本课程知识以外，还应努力掌握数学、空间解析几何和计算机基础知识，以便更好地运用图解法、解析法和形数结合的方法，并利用计算机技术去解决空间种种工程几何问题，为振兴中华民族作出自己的贡献。

第 1 章 制图的基本知识和方法

§ 1-1 国家标准《技术制图》《机械制图》的一般规定

机械图样是机器制造过程中的主要依据,绘制时必须严格遵守国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定。下面摘要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线及其画法、尺寸标注等。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—93)

1. 图纸幅面

(1) 绘制技术图样时,应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基 本 幅 面 单位: 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				

(2) 必要时也允许选用表 1-2 中的加长幅面。

表 1-2 加 长 幅 面 (一) 单位: mm

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
$B \times L$	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留装订边两种,同一产品的图样只能采用一种格式。

- (1) 不留装订边的图样,其图框格式如图 1-1 所示,尺寸按表 1-1 中的规定。
- (2) 需要装订的图样,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸按表 1-1 的规定。
- (3) 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。

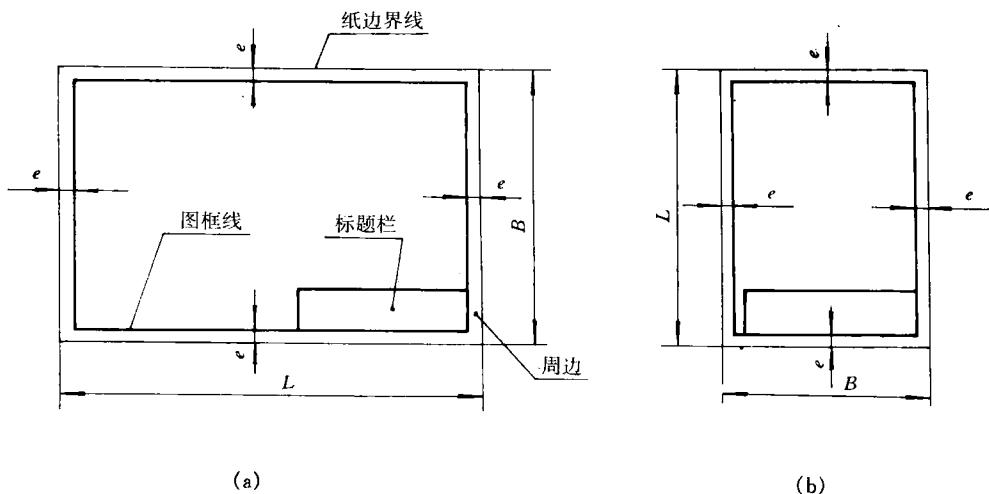


图 1-1 不留装订边的图框格式

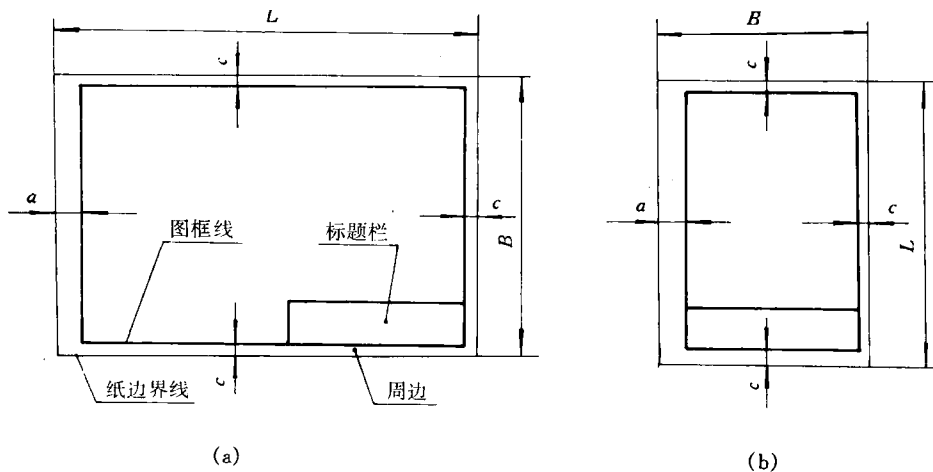


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏 (GB10609.1—89)

图纸右下角必须画出标题栏。标题栏长边与图纸长边平行时，构成 X 型图纸如图 1-1 (a) 和图 1-2 (a)。标题栏长边与图纸长边垂直时，构成 Y 型图纸如图 1-1 (b) 和图 1-2 (b)。此时，看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印刷好的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置来使用，如图 1-3 (a)；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置来使用如图 1-3 (b)。此时，标题栏的位置必须在图纸的右上角，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸下边对中符号处画出方向符号 (图 1-3)。对中符号是用粗实线在图纸各边长的中点处绘制，长度从纸边界线画起，伸入图框内约 5mm。方向符号是用细实线绘制的等边三角形 (图 1-4)。

标题栏的格式及尺寸如图 1-5 所示。

4. 明细栏 (GB/T10609.2—89)

装配图中一般应有明细栏，并且一般配置在标题栏的上方，按由下而上的顺序填写，其格数应根据需要而定，当由下而上延伸位置不够时，可紧靠在标题栏左边自下而上延续。

当装配图中不能在标题栏上方配置明细栏时，可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出，其顺序应是由上而下延伸，还可继续加页，但应在明细栏下方配置标题栏，并在标题栏中填写与装配图相一致的名称或代号。

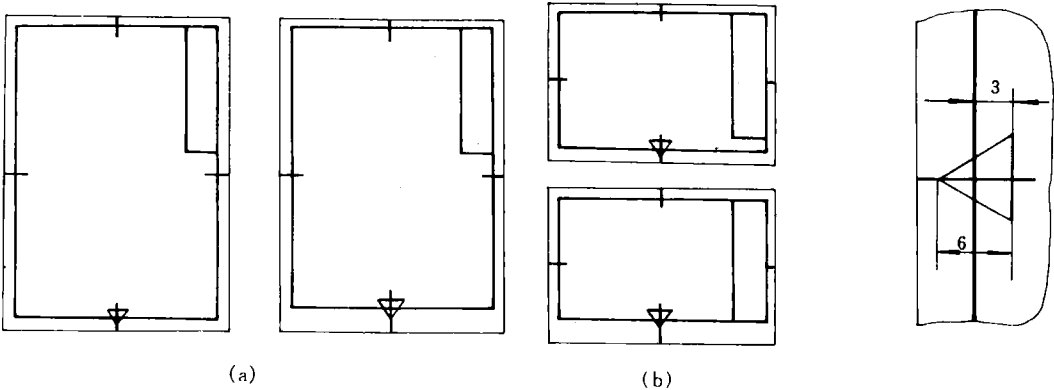


图 1-3 图纸的另一种配置形式

图 1-4 方向符号的画法

180												
10		10		16		16		12		16		
7 × 8 (= 56)	7							(材料标记)			(单位名称)	
								4 × 6.5 (= 26)			12	12
	标记	处数	分 区	更改文件号	签名	年 月 日				(图样名称)		
	设计	(签名) (年月日)			标准化	(签名) (年月日)						
	审核											