

高 等 学 校 教 材

机械制图

▲ 主编 丁 一 钮志红

高等学校教材

机 械 制 图

Jixie Zhitu

主 编	丁 一	钮志红	
副主编	朱小飞	马永昌	王喜庆
	夏 红	张庆伟	



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会新制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，并结合编者多年机械制图课程建设和教学改革的经验编写而成的。

本书除绪论外共9章，包括制图的基本知识、平面体及其投影、回转体及其投影、组合体及其投影、轴测图、机件的常用表达方法、零件图、标准件与常用件的工程表达、装配图，书后附有附录。与本书配套的《机械制图习题集》、《机械制图实验教程》也同时出版，可供选用。

本书可作为普通高等学校机械类各专业的教材，也可供其他类型院校相关专业选用，亦可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制图 / 丁一, 钮志红主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2012. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 035109 - 5

I. ①机… II. ①丁…②钮… 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(2012)第 159612 号

策划编辑 宋 晓	责任编辑 宋 晓	封面设计 赵 阳	版式设计 杜微言
插图绘制 尹 莉	责任校对 刘 莉	责任印制 尤 静	

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400 - 810 - 0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京铭成印刷有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787 mm × 1092 mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	20.75	版 次	2012 年 8 月第 1 版
字 数	510 千字	印 次	2012 年 8 月第 1 次印刷
购书热线	010 - 58581118	定 价	32.50 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 35109 - 00

前言

本书是根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会新制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，并结合编者多年来机械制图课程建设和教学改革的经验编写而成的，适合机械类各专业选用。为方便使用，同时配套编写了《机械制图习题集》、《机械制图实验教程》。本套教材的编写特点是将机械制图课堂教学内容与该课程相应实验教学内容(计算机绘图、零部件测绘)分册编写，突出教材的系统性、条理性，方便不同学时、不同专业教学选用。

本书主要用于课堂教学，其内容组织紧扣本课程教学基本要求，同时注重高新技术的发展对机械类人才的要求，突出实用性，强调“标准化”意识的建立及图示能力、工程表达能力的培养。其编写特点如下：

1. 将点、线、面几何元素的投影融入立体投影分析，以体为主线展开教材的编写，突出本课程的重点是立体投影、机械工程图样的绘制与阅读。点、线、面几何元素的投影只是立体投影的基础，是为立体投影服务的。

2. 精简部分画法几何内容(如删除线、面相交、求相贯点等内容)，并根据高新技术的发展、成图技术的变革适当降低部分画法几何难度(如截交线、相贯线的求解)。

3. 全书图例丰富，并将基本理论融入例题，有利于学习者理解、掌握。

4. 全书采用套色印刷，使文字与图例的对应一目了然，以图代言，易于阅读，有利于培养学习者自学能力。

5. 全书采用最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准。

本书由丁一、钮志红任主编，朱小飞、马永昌、王喜庆、夏红、张庆伟任副主编。参加本书编写工作的有：重庆大学丁一(绪论、第二章、第三章、第九章)、钮志红(第七章7-1~7-4、7-6节)、朱小飞(第八章)、王喜庆(第五章、第七章7-5节及附录)、夏红(第六章)、张庆伟(第一章)，西南大学马永昌(第四章)。

北京理工大学董国耀教授认真审阅了本书，并提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者提出宝贵意见。

编者

2012年2月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目录

绪论	1	第六章 机件的常用表达方法	143
第一章 制图的基本知识	3	§ 6-1 视图	143
§ 1-1 绘图工具及其使用	3	§ 6-2 剖视图	147
§ 1-2 《技术制图》与《机械制图》国家 标准中的一些规定	6	§ 6-3 断面图	160
§ 1-3 几何作图	15	§ 6-4 其他表达方法	163
§ 1-4 平面图形的尺寸分析及 画图步骤	25	§ 6-5 表达方法的综合应用实例	168
§ 1-5 徒手绘图的基本技能	28	§ 6-6 第三角画法简介	171
第二章 平面体及其投影	31	第七章 零件图	174
§ 2-1 投影法基本知识	31	§ 7-1 零件图的作用与内容	174
§ 2-2 点、直线、平面的投影	36	§ 7-2 零件的结构分析	175
§ 2-3 平面体的投影	56	§ 7-3 零件图表达方案选择	179
第三章 回转体及其投影	65	§ 7-4 零件图的尺寸标注	187
§ 3-1 曲线、曲面的投影	65	§ 7-5 零件图的技术要求	196
§ 3-2 回转体的投影	74	§ 7-6 阅读零件图	216
§ 3-3 平面与回转体相交	83	第八章 标准件与常用件的工程表达 ..	221
§ 3-4 回转面与回转面相交	98	§ 8-1 螺纹	221
第四章 组合体及其投影	109	§ 8-2 螺纹紧固件及其连接	230
§ 4-1 组合体的组成分析	109	§ 8-3 键、销连接	237
§ 4-2 画组合体视图	113	§ 8-4 齿轮	241
§ 4-3 读组合体视图	117	§ 8-5 弹簧	246
§ 4-4 组合体的尺寸标注	127	§ 8-6 滚动轴承	250
第五章 轴测图	133	第九章 装配图	254
§ 5-1 轴测图的基本知识	133	§ 9-1 装配图的作用与内容	254
§ 5-2 正等轴测图	135	§ 9-2 部件的表达方法	257
§ 5-3 斜二轴测图	141	§ 9-3 常见装配结构	260
		§ 9-4 装配图的尺寸标注、零部件 序号和标题栏	264
		§ 9-5 装配图的绘制	266
		§ 9-6 读装配图及由装配图	

拆画零件图	271	附录五 常用金属材料及热处理和 表面处理	313
附录	282	附录六 几何公差带的定义、标注 示例及解释	318
附录一 螺纹	282	参考文献	322
附录二 标准结构尺寸	286		
附录三 常用标准件	287		
附录四 极限与配合	303		

绪 论

一、本课程的地位、性质和任务

在工程技术领域，产品的设计与制造包括大量的信息。正确表达这些信息是设计和制造过程中必须解决的信息传递和交换问题。设计师要表达自己的设计意图，就要画出图来，工人要加工出符合要求的产品，依据的就是设计师提供的图。在工程技术领域中用以准确表达产品的形状结构、尺寸大小以及技术要求的图称为工程图样。近代一切机器、仪器和工程建筑都是根据图样进行制造和建设的，如人们乘坐的汽车、火车以及学生上课用的教室，无一不是按照一定的工程图样制造出来的。

在工程技术领域，设计者通过工程图样来描述设计对象，表达设计意图；制造者通过工程图样来了解设计要求，组织制造和施工；使用者通过工程图样来了解使用对象的结构和性能，进行保养和维修。工程图样是现代工业生产中必不可少的技术文件，在工程上起着类似文字语言的表达作用，因此人们把工程图样称为“工程技术语言”，这种语言是人类语言的补充，也是人类的智慧和语言在更高发展阶段上的具体体现。

在工程技术领域，绘制与阅读工程图样是工程技术人员必须具备的基本技能。机械制图是一门研究如何绘制与阅读机械工程图样的学科，是高等学校机械类各专业学生必修的一门既有理论又有实践的重要技术基础课，其主要任务如下：

1. 学习用正投影图示空间物体的基本理论和方法，培养空间思维能力、形象思维能力及创新思维能力。
2. 学习徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图的方法和技术，培养绘制和阅读机械工程图样的能力。
3. 学习《技术制图》与《机械制图》国家标准的有关规定，培养标准化意识，正确表达设计意图。
4. 初步了解与机械工程图样有关的机械设计和制造工艺方面的知识。
5. 培养严谨的工作作风和认真负责的工作态度。

二、本课程的内容和要求

本课程包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图基础四个部分。

1. 画法几何主要研究用正投影图示空间物体的基本理论和方法，研究三维空间点、线、面及物体在二维平面上表达的问题，培养空间思维能力和形象思维能力。
2. 制图基础主要介绍绘制工程图样的基本方法和基本技能。掌握常用的几何作图方法，能正确使用绘图工具绘图，做到作图准确、图线分明、字体工整，图面整洁；掌握运用形体分析法、线面分析法进行物体的画图、读图和尺寸标注；掌握《技术制图》与《机械制图》国家标准对物体表达的各种规定。通过学习和实践，培养绘图技能及图示能力。

3. 机械图主要介绍标准件、常用件、零件、部件的工程表达。掌握标准件、常用件的规定画法及标记；了解零件图的作用、内容，掌握零件的视图选择及尺寸标注，学习公称尺寸、几何公差、表面粗糙度等内容，初步了解有关零件结构设计和加工工艺的知识；了解装配图的作用、内容，掌握部件表达的规定画法、特殊表达法及简化画法，掌握装配图的序号编写及尺寸标注等内容。通过学习与绘图实践，培养绘制和阅读机械工程图样的能力。

4. 计算机绘图基础介绍典型的 CAD 软件。对于二维图形的绘制，介绍 AutoCAD 的绘图环境设置、二维图形绘制及编辑、尺寸标注、图块定义及插入等，这一部分要求能用 AutoCAD 绘制机械工程图样；对于三维造型，初步介绍 SolidWorks 的草图绘制及零件造型。计算机绘图是实现计算机辅助设计一项新技术，它与仪器绘图、徒手绘图一样，都是工程技术人员必须熟练掌握的绘图方法。这部分内容在《机械制图实验教程》中讲述，本书不做介绍。

三、本课程的学习方法

机械制图是一门实践性很强的技术基础课。本课程自始至终研究空间形体与平面图形之间的对应关系，绘图和读图是反映这一对应关系的具体形式，因此在学习过程中要注意以下几点：

1. 本课程与中学基础知识联系不大，但需要较强的空间思维能力，在学习过程中应注意将投影分析(平面图形的分析)与空间想象结合起来，经常想象空间情况，自觉训练空间思维能力。

2. 本课程实践性较强，在掌握基本概念和理论的基础上，必须通过做作业及大量的绘图、读图实践，不断地由物画图、由图想物，才能逐步掌握本课程的基本内容。因此，本课程每次课后都有绘图作业，做作业时应注意遵循正确的作图方法和步骤，注意绘图基本技能和良好绘图习惯的培养。

3. 工程图样是工程技术语言，《技术制图》与《机械制图》国家标准是绘制工程图样的重要依据，是规范性的制图准则。因此，在学习和绘图实践中要严格执行国家标准的相关规定。

4. 工程图样是产品生产和工程建设中表达设计意图的重要技术文件，绘图和读图的差错都会给工程带来损失。因此，学习本课程时就应该注意培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

通过本课程的学习和训练，可为绘制和阅读机械工程图样以及后续专业课程的学习打下必要的理论基础及实践基础。

第一章 制图的基本知识

工程图样是设计者设计意图的具体体现,是工程技术领域交流信息的共同语言,具有严格的规范性。掌握制图基本知识与技能,是正确绘制和阅读工程图样的基础。本章首先介绍对保证工程图样质量起重要作用的主要绘图工具及其使用;接下来摘要介绍《技术制图》与《机械制图》国家标准对图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注的有关规定;最后介绍基本的几何作图方法及平面图形的绘制与尺寸标注。

§ 1-1 绘图工具及其使用

正确地使用和维护绘图工具,既能保证图样质量,又能提高绘图速度,而且还能延长其使用寿命。一般绘图工具有铅笔、图板、丁字尺、三角板、比例尺和绘图仪器等。

一、绘图铅笔的选择和使用

绘图铅笔的铅芯有软硬之分。符号 B 表示铅芯的软度,号数越大,铅芯越软;H 表示铅芯的硬度,号数越大,铅芯越硬;HB 的铅芯软硬程度适中。根据不同的使用要求,准备以下几种硬度不同的铅笔:

B 或 2B——画粗线用;HB 或 H——画细线用;2H——画底稿用。

其中用于画粗线的铅笔应磨成凿形,其余的用于画细虚线或细实线的铅笔磨成圆锥形(图 1-1)。

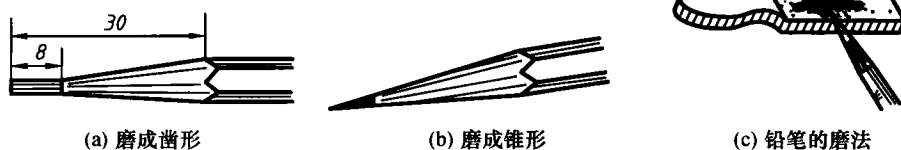


图 1-1 铅笔的削法

二、图板和丁字尺

图板用于铺放图纸,它的表面必须平坦、光滑,左边为导边,必须平直,这样当与丁字尺尺头配用时能保持准确性。图板的大小视所绘图样的幅面大小分为 A0 号、A1 号和 A2 号三种,其中 A1 号图板最常用。

丁字尺由尺头和尺身组成,与图板配合使用(图 1-2)。绘图时,尺头内侧紧贴图板左导边上下移动,与之相互垂直的尺身工作边用于画水平线(图 1-3a)。丁字尺与三角板配合使用时,可画垂直线(图 1-3b)。

丁字尺质量的好坏,直接影响画图质量。为此,必须严加保护,如不能受热受潮等。丁字尺不用时应竖挂,而不是平放。

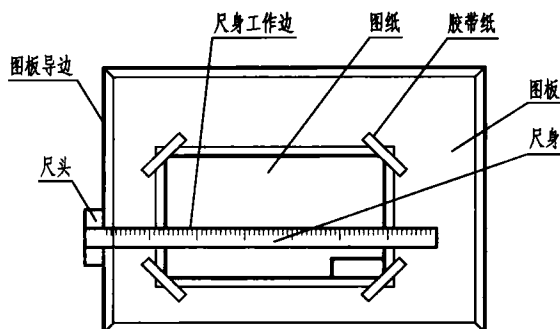


图 1-2 图板和丁字尺

如图 1-3 所示,从左往右画水平线,从下往上画竖直线。画线时,铅笔向画线前进方向倾斜约 60° 。当画粗实线时,因用力较大,倾斜角度可小些。画线时用力均匀,匀速前进。

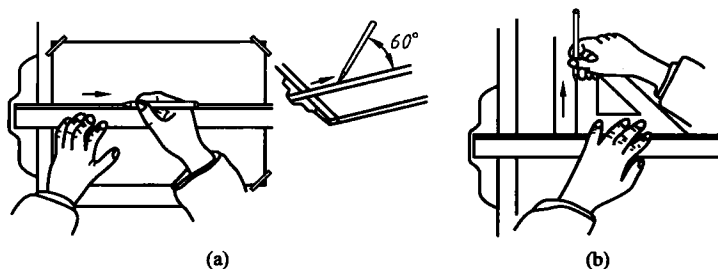


图 1-3 用丁字尺画水平线和用丁字尺与三角板画垂直线

三、三角板

一副三角板有 45° 和 $60^\circ-30^\circ$ 组成的直角三角板各一块。三角板常与丁字尺配合使用,可画垂直线和 15° 倍角的斜线(图 1-4)。

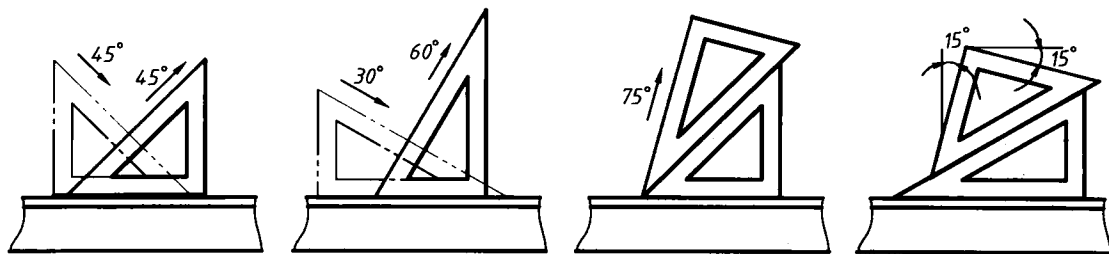


图 1-4 三角板配合丁字尺画特殊角度的线

两块三角板配合使用,可画任意斜线的平行线或垂直线。三角板的配置和画线时的运笔方向如图 1-5 所示。

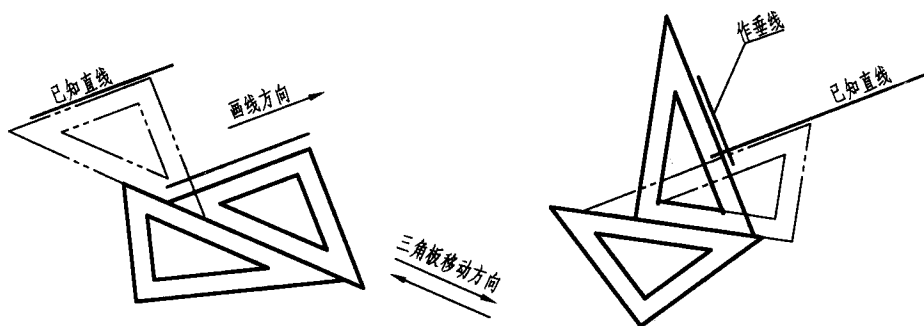


图 1-5 两块三角板配合使用, 画已知直线的平行线或垂直线

四、圆规、分规

圆规用来画圆和圆弧。附件有钢针插脚、铅芯插脚和延伸杆等(图 1-6)。圆规的钢针有两个尖端, 一端是画圆定心用, 另一端作分规用。定心针尖略比铅芯尖长。圆规中铅芯要比画线用铅笔的铅芯软一级。

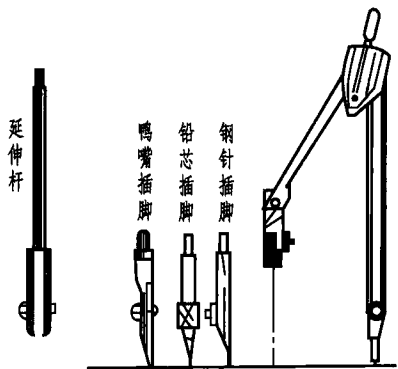


图 1-6 圆规及附件

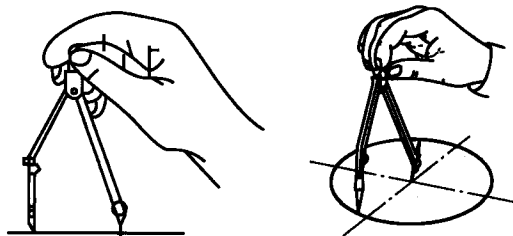


图 1-7 圆规的使用方法

圆规的使用方法如图 1-7 和图 1-8 所示。不论所画圆的直径多大, 针尖和插脚应尽可能垂直纸面, 然后铅芯插脚沿画线方向保持适当倾斜, 作匀速转动。

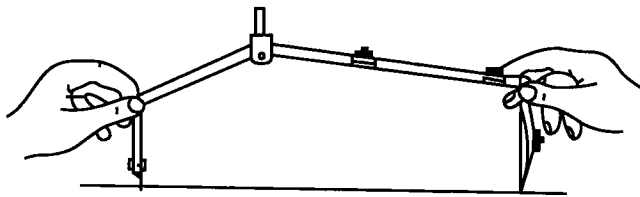


图 1-8 用延伸杆画较大半径的圆

分规是用来量取线段和等分线段的工具。两针尖伸出应一样齐, 作图才能准确。注意用分规量取尺寸时, 不应把针尖扎入纸面。分规的使用如图 1-9 所示。

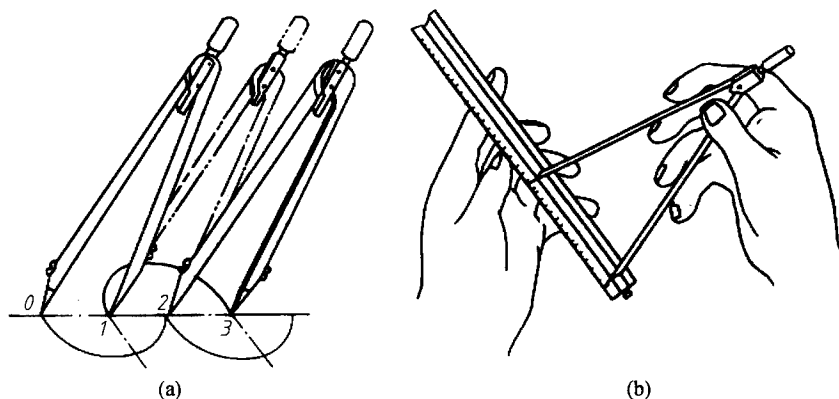


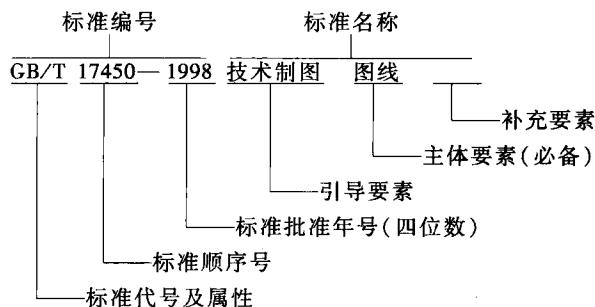
图 1-9 分规的使用

§ 1-2 《技术制图》与《机械制图》国家标准中的一些规定

为了统一图样的画法,便于技术管理和技术交流,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会批准发布了《技术制图》与《机械制图》国家标准,对图样作了统一的技术规定。这些规定是绘制和阅读技术图样的准则和依据。《技术制图》国家标准是指导各行各业制图的通则性的基本规定,《技术制图》国家标准一经发布,机械等各专业制图原则上必须遵循。但是为适应各专业领域自身的特点,相应的《机械制图》等标准在不违背《技术制图》国家标准中的基本规定的前提下,作出必要的、技术性的具体补充。

本节摘要介绍《技术制图》与《机械制图》国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注的有关规定。国家标准中的其他内容将在后面有关章节中介绍。

以 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》为例说明标准编号和名称的构成。



标准代号“GB”表示国家标准,“GB/T”意指推荐性国家标准。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸 $B \times L$ 。

表 1-1 图 纸 幅 面 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				

必要时，也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-10 中的细虚线部分。

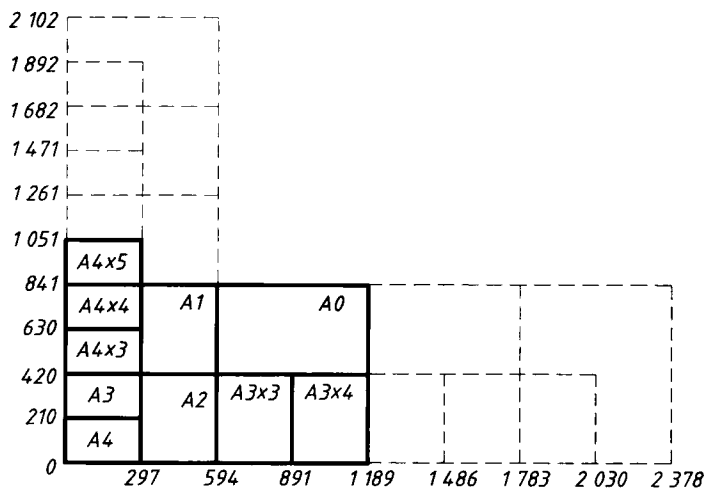


图 1-10 图纸的基本幅面和加长幅面

2. 图框格式

无论图样是否装订，均应在图幅内画出图框，图框尺寸见表 1-1，图框线用粗实线绘制。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-11 所示，周边尺寸 e 见表 1-1。需要装订的图纸，其

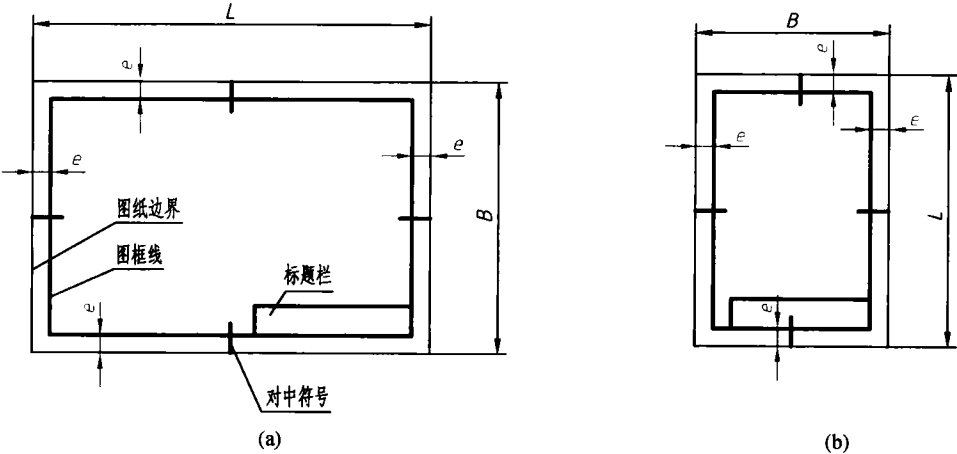


图 1-11 不留装订边的图纸

格式如图 1-12 所示, 周边尺寸 a 和 c 按表 1-1 的规定。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

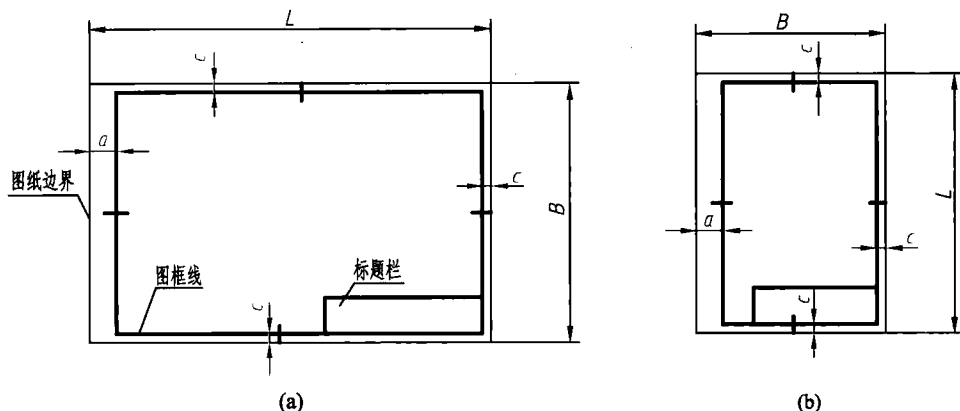


图 1-12 留装订边的图纸

3. 标题栏的方位

每张图样上必须画出标题栏。标题栏的位置应按图 1-11 和图 1-12 所示的方式配置, 即标题栏位于图纸右下角。标题栏中的文字方向为看图方向。

为了利用预先印制的图纸, 当图纸按“标题栏在右下角”放置会给绘图带来不便时, 允许将图纸逆时针转动以使图纸中的标题栏位于右上角, 即可按图 1-13 所示的方式配置。这时应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号, 以明确绘图或看图的方向。方向符号为等边三角形, 用细实线绘制, 其尺寸如图 1-14 所示。

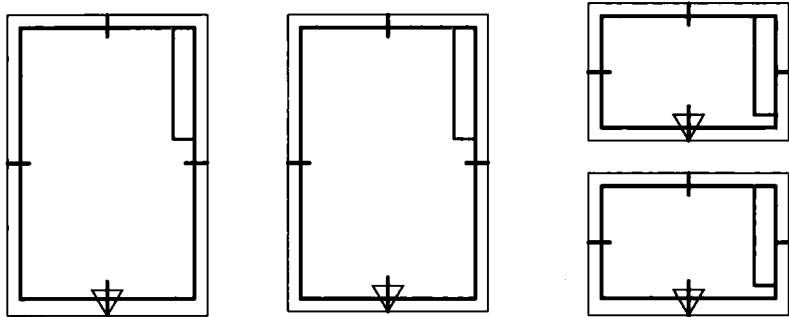


图 1-13 标题栏另一方式配置

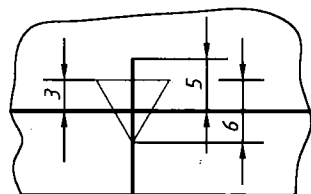


图 1-14 方向符号的画法

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

《技术制图》国家标准推荐标题栏的格式、内容和尺寸如图 1-15 所示。标题栏中的字体, 除图样名称、单位名称及图样代号用 10 号字体, 其余皆为 5 号字。

标题栏中的投影符号用细实线绘制。第一角画法或第三角画法的投影识别符号如图 1-16

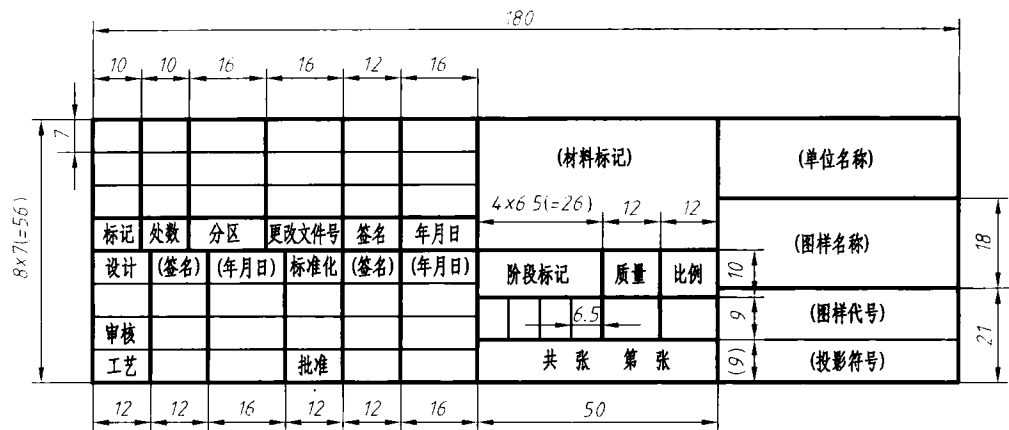


图 1-15 标题栏的格式、内容和尺寸

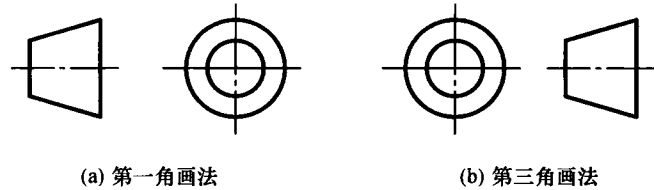


图 1-16 第一角画法和第三角画法的投影识别符号

所示。如采用第一角画法时，在标题栏中可省略不画。

明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方，其内容、尺寸与格式如图 1-17 所示。填写时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，可紧靠标题栏的左边自下而上延续。

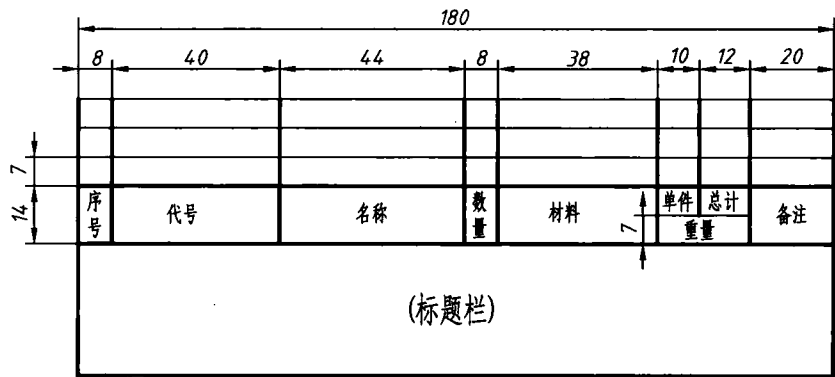


图 1-17 明细栏的格式和尺寸

当装配图中不能在标题栏的上方配置明细栏时，可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出。

三、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘制技术图样时,应优先选择表 1-2 中不带括弧的比例。在绘制机械图样时,为了从图形中直接反映实物大小,绘图时尽可能采用 1:1 的比例。

表 1-2 比例的类型

原值比例	1:1
放大比例	2:1, (2.5:1), (4:1), 5:1, $1 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, ($2.5 \times 10^n:1$), ($4 \times 10^n:1$), $5 \times 10^n:1$
缩小比例	(1:1.5), 1:2, (1:1.25), (1:3), (1:4), 1:5, (1:6), $1:1 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$, (1:1.5 $\times 10^n$), (1:2.5 $\times 10^n$), (1:3 $\times 10^n$), (1:4 $\times 10^n$), 1:5 $\times 10^n$, (1:6 $\times 10^n$)

注: n 为正整数。

四、字体(GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

在图样中书写的字体必须做到:字体工整,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀。

2. 字体高度

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。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体的号数(单位:mm)。

3. 字体格式

图样上的汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不小于 3.5 mm,其字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10。在同一图样上,只允许选用一种类型的字体。

字母和数字有直体、斜体之分。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

4. 字体示例

汉字示例:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

A 型字体字母示例:

