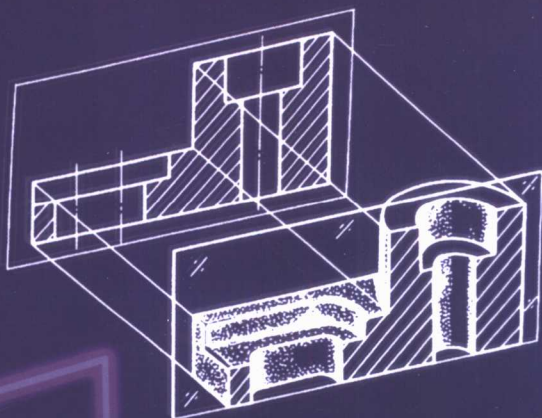


高职高专规划教材

机械制图

江会保 管文华 主编

(机电、化工机械类)



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



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”编写而成的。

本书的主要内容包括：制图的基本知识与技能、计算机绘图基础、投影基础、立体的表面交线、组合体、轴测图与三维实体造型、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、化工设备图等。

本书增加了黄金分割、平面图形构思等内容，有利于创造性思维和学生创新能力的培养；充实了第三角画法的内容，更好地满足对外开放的需要；在绘图技能方面，仪器、徒手、计算机绘图三种方式贯穿始终，使学生修完本课程后，能掌握一种绘图软件，并能独立操作。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校机电、化工机械类各专业机械制图课程的教材，也可供其他相近专业使用。与本教材配套使用的《机械制图习题集（机电、化工机械类）》（江会保主编）由机械工业出版社同时出版，可供选用。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图（机电、化工机械类）/江会保，管文华主编．—北京：机械工业出版社，2004.8

高职高专规划教材．

ISBN 7-111-15101-1

I. 机… II. ①江…②管… III. 机械制图—高等学校：技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 083114 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：刘小慧 宋学敏

责任编辑：宋学敏 版式设计：冉晓华 责任校对：刘志文

封面设计：张 静 责任印制：石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·25.5 印张·1 插页·635 千字

定价：36.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着知识经济和信息时代的到来,社会对人才的培养要求正在发生着巨大的变化。“基础扎实、知识面广、能力强、素质高”已成为 21 世纪对人才的基本要求。

高等职业教育是培养技术应用型人才,以适应社会需要为目的、注重实践能力和职业技能训练。因此,本教材在编写过程中注意了下列几点:

1. 基础理论不过分强调完整、系统,遵循以应用为目的、以必需和够用为度的教学原则。
2. 紧密联系化工工程实际,选择典型设备、流程作为图例,使教学更加贴近生产实际。
3. 增加了黄金分割、平面图形构思等内容,有利于提高学生的学习兴趣,有利于创造性思维和学生创新能力的培养。
4. 充实了“第三角画法”的内容,更好地满足对外开放的需要。
5. 在绘图技能培养上将仪器、徒手、计算机绘图三种方法贯穿始终,使学生修完本课程后,能掌握一种绘图软件,独立操作。
6. 本教材全部采用我国新颁布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准。

另外,还编写了《机械制图习题集(机电、化工机械类)》(江会保主编),由机械工业出版社同时出版,可与本教材配套使用。

参加本书编写工作的有:江会保(第一、十二章及附录)、曹秀鸽(第二章及其他章节的计算机绘图部分内容)、管文华(第四、五、七章)、季阳萍(第三、六、十章)、张李铁(第八、九章)、田义(第十一章)。本书由江会保、管文华任主编。

本书由杨若青任主审。主审仔细审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了部分同学科教材和习题集(见书后的参考文献),在此谨向有关作者致谢。

本书在编写过程中湖南化工职业技术学院、吉林工业职业技术学院、山西综合职业技术学院、兰州石油职业技术学院、兰州师范高等专科学校等兄弟院校给予了大力支持。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点、谬误之处,恳请读者批评。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图基本知识与技能	3
第一节 尺规绘图的工具及其使用	3
第二节 有关国家标准的基本规定	6
第三节 尺寸注法	16
第四节 几何作图	21
第五节 平面图形的画法	28
第六节 徒手画图的方法	32
第二章 计算机绘图基础	35
第一节 AutoCAD 2000 中文版的基本操作	35
第二节 绘图环境的设置	44
第三节 基本绘图	53
第四节 平面图形的画法	80
第三章 投影基础	85
第一节 投影法	85
第二节 物体的三视图	87
第三节 点的投影	91
第四节 直线的投影	94
第五节 平面的投影	101
第六节 立体的投影	105
第七节 轴测投影	111
第四章 立体的表面交线	122
第一节 截交线	122
第二节 相贯线	132
第五章 组合体	141
第一节 组合体的形体分析	141
第二节 组合体三视图的画法	143
第三节 组合体的尺寸标注	148
第四节 读组合体视图	152
第五节 组合体的轴测图画法	160
第六节 三维绘图简介	162
第六章 机件图样的画法	170
第一节 视图	170
第二节 剖视图	173
第三节 断面图	183
第四节 其他表达方法	185
第五节 轴测剖视图的画法	189
第六节 机件的表达方法小结及综合应用 举例	191
第七章 标准件与常用件	193
第一节 螺纹	193
第二节 常用螺纹紧固件	198
第三节 齿轮	202
第四节 键联接、销联接	210
第五节 滚动轴承	215
第六节 螺旋件的画法	218
第八章 零件图	223
第一节 零件图概述	223
第二节 零件图的视图选择	224
第三节 零件的工艺结构	230
第四节 零件图的尺寸标注	233
第五节 表面粗糙度	238
第六节 极限与配合	244
第七节 形状与位置公差	252
第八节 AutoCAD 中的工程标注	257
第九节 零件测绘	266
第十节 用 AutoCAD 绘制零件图	270
第十一节 零件图的阅读	271
第九章 装配图	274
第一节 装配图概述	274
第二节 装配图的表达方法	276
第三节 装配体的工艺结构	278
第四节 装配图的尺寸标注、技术要求、 零件编号及明细栏	281
第五节 部件测绘	283
第六节 读装配图和由装配图拆画零 件图	288
第十章 化工设备图	292
第一节 化工设备图的内容	293
第二节 化工设备图的表达特点	298
第三节 化工设备图中焊缝的表示法	304

第四节	化工设备常用的标准化零部件	309
第五节	化工设备图的画法	313
第六节	化工设备图的阅读	316
第十一章	化工工艺图	325
第一节	管道及仪表流程图简介	325
第二节	设备布置图	329
第三节	管道布置图	339
第四节	管道轴测图（管段图、空视	

图)	347
第十二章 其他作图方法和图样	353
第一节 换面法	353
第二节 展开图	361
第三节 第三角画法	367
附录	372
参考文献	400

绪 论

一、学习本课程的重要意义

自从劳动开创人类文明史以来,图形与语言、文字一样,是人们认识自然,表达和交流思想的基本工具。后来,经过不断的完善和发展,逐渐形成了一门独立的学科——工程图学。

在现代工业生产中,无论是机器、设备的制造、安装或者工艺流程的设计、施工,都离不开工程图样。这是因为机器、设备的形状、大小、管道的布置、安装都不是语言或文字所能表述清楚的,而工程图样则能够准确而详尽地表达清楚。因此,工程图样被誉为工程界的共同语言。工程技术人员,都必须掌握工程图样的绘制和识读方法,否则就无法表达自己的设计思想,也不能理解别人的设计意图。

本课程是研究图样绘制和识读规律的一门技术基础课,是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流、指导生产等必备的基本知识和基本技能。所以,《机械制图》是高等职业院校相关专业学生一门必修的专业基础课。

二、本课程的主要任务和要求

1. 培养和发展学生的空间思维能力。
2. 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
3. 掌握正确地使用绘图仪器和徒手画图的方法,掌握计算机绘图的方法。
4. 培养学生具有耐心细致的工作作风和严肃认真、一丝不苟的工作态度。

三、学习本课程的注意事项

1. 本课程是一门空间概念很强的课程。学习时,首先要努力掌握基本概念、基本原理和作图方法。在作图过程中,通过反复练习,着重掌握用平面图形正确地表达空间物体的形状,以及根据平面图形正确地想象出空间物体形状的基本原理与方法,提高空间想象力。

2. 本课程又是一门实践性很强的课程。学习有关制图理论是为了指导作图实践,通过作图实践又能更好地巩固和提高理论,更熟练地掌握有关的作图方法和技巧。在学习过程中,要联系实际,及时完成一定数量的练习和作业,要正确地使用绘图工具和仪器,认真画图,保证作业质量。

3. 本课程还是一门标准化很强的课程。在进行绘图实践时,必须根据国家标准的有关规定进行,树立标准化的思想。

4. 随着计算机技术的发展和普及,计算机绘图将逐步取代手工绘图。在学习本课程的过程中,除了掌握尺规绘图和徒手绘图的基本技能外,还必须学会一种绘图软件的操作,并能绘制一般的零件图、较简单的装配图和化工设备图。但必须指出,计算机绘图的出现,并不意味着可以降低绘图技能的重要性,正如计算器的应用不能否认珠算的作用一样。所以,只有掌握了绘图的基本技能,在使用计算机绘图时才能得心应手。

四、我国工程图学发展史简介

如前所述,劳动开创了人类文明,勤劳勇敢的中国人民为人类文明作出了杰出的贡献,

取得过卓越的成就。工程图学也不例外，远在二千多年以前，我国即有了工程图样。从战国时期的艺文类聚卷《三十二引说苑》，到汉书卷《二十五郊祀志》以及晋书卷《三十六列传》的历史记载中都可以证明这一点。

历史遗留下来的一些真迹，也充分显示了我国劳动人民在很早以前就能绘制相当完善的工程图样。宋代李诫（明仲）所著的《营造法式》一书，就是我国最早的一部关于建筑标准和图样的辉煌巨著。此书共有 36 卷，其中有 6 卷是图样。此书著成于宋元符三年（即公元 1100 年），刊印于宋崇宁二年（即公元 1102 年），是世界上最早的一部完善的建筑工程书籍。书中图样十分清晰地表示了相当复杂的结构。图 0-1 和图 0-2 是从该书中转载过来的两幅图，图 0-1 采用了正投影法绘制，图 0-2 则采用了轴测投影法绘制。这足以说明，远在 900 多年前，我国的工程制图已经达到很高的水平。

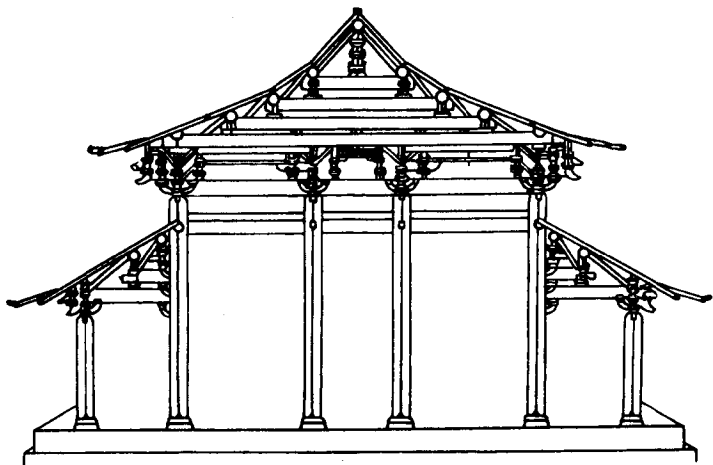


图 0-1 《营造法式图样》之一

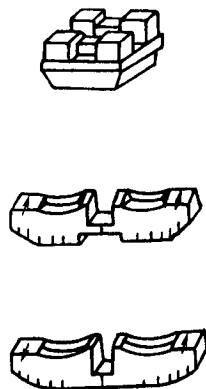


图 0-2 《营造法式》图样之二

中华人民共和国成立以后，特别是实行改革开放政策以来，我国经济建设步入了飞速发展的新阶段。不但陆续颁布了制图新标准，而且参加了国际标准化组织 ISO/TC10。尤为自豪的是，ISO/TC10 标准《技术制图 简化表示法》是依据我国提供的蓝本起草的，这充分表明我国的制图标准已达到国际标准的水平，这对我国的社会主义现代化建设必将起到积极的推进作用。

目前，计算机绘图已广泛应用于我国的制图领域，具有自主知识产权的绘图软件 CAXA 电子图版 2000 以及最新版的电子图版 CAXA-EB/V2，全部采用中文界面，符合我国的设计和制图标准。目前，该软件已在工程设计领域中得到了广泛的应用，并且被作为全国制图员职业技术鉴定计算机绘图技能考核的指定软件之一。

我国现已加入世界贸易组织，我们相信，随着经济的迅猛发展，必将使我国的制图技术向更高的水平迈进。

第一章 制图基本知识与技能

第一节 尺规绘图的工具及其使用

正确地使用绘图工具和仪器,是提高绘图质量和效率的前提。因此,必须熟练掌握绘图工具和仪器的使用方法。现将几种常用的绘图工具和仪器及其使用方法简介如下。

一、常用的绘图工具

1. 图板

图板是固定图纸用的矩形木板,如图 1-1 所示。一般用胶合板制成,板面要求平整光滑,左侧为导向边,必须平直。使用时,应保持图板的整洁完好。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成(图 1-1),主要用来画水平线。使用时,尺头内侧必须靠紧图板的导向边,用左手推动丁字尺上、下移动,移动到所需位置后,改变手势,左手压住尺身,用右手由左至右画水平线,如图 1-2 所示。

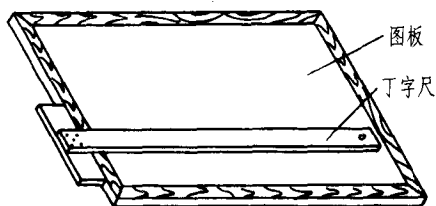


图 1-1 图板和丁字尺

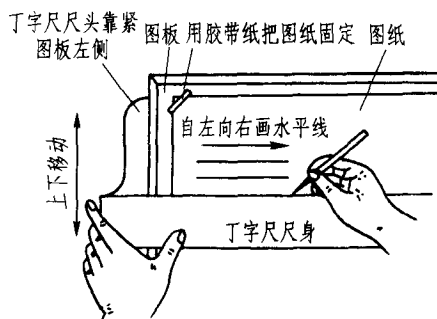


图 1-2 丁字尺的使用

3. 三角板

三角板由 30° (60°) 与 45° 两块合成为一副。将三角板与丁字尺配合使用,可画垂直线(图 1-3a)、倾斜线(图 1-3b)和一些常用的特殊角度(如 15° 、 75°)等。

二、常用的绘图仪器

1. 圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。圆规配有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等附件。画图时,应将圆规钢针有肩台的一端插入图纸,并使肩台与铅芯尖平齐。圆规上的铅芯应比画同类直线的铅笔芯软一号。

圆规的使用方法如图 1-4、图 1-5 所示。

2. 分规

分规主要用来截取尺寸、等分线段等。

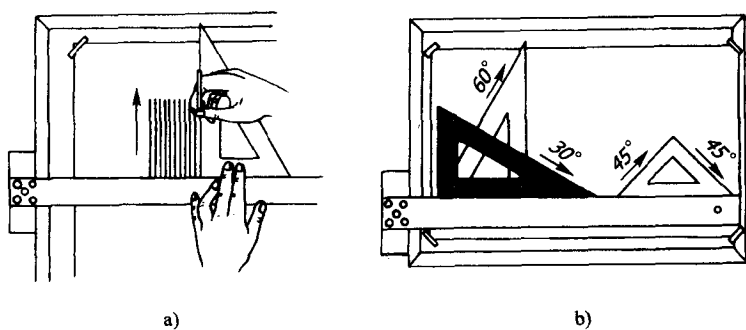


图 1-3 三角板与丁字尺配合使用

a) 垂直线的画法 b) 倾斜线的画法

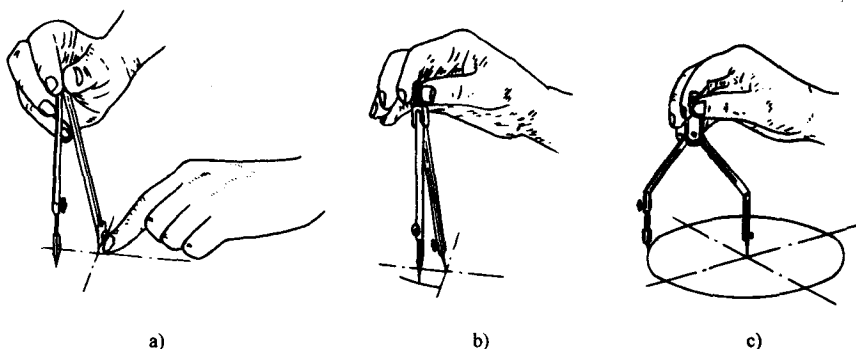


图 1-4 圆规的使用

a) 将针尖扎入圆心 b) 圆规向划线方向倾斜 c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

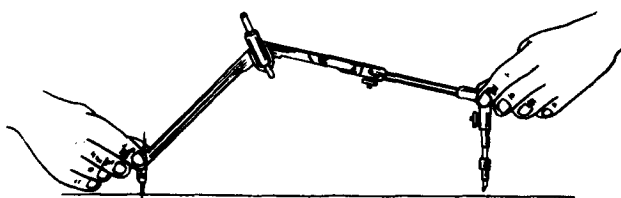


图 1-5 加入延伸插杆用双手画大圆的画法

分规的两个针尖并拢时应对齐，如图 1-6a 所示；调整分规两脚之间距离的手法如图 1-6b 所示；用分规截取尺寸的手法如图 1-6c 所示。

3. 比例尺

比例尺又称三棱尺，如图 1-7 所示。比例尺是供绘制不同比例的图形来使用的。使用时，可用分规在比例尺上量取不同比例的尺寸（图 1-6c）。必须注意，不要损坏尺面，并且，比例尺不可当作直尺画线用。

4. 曲线板

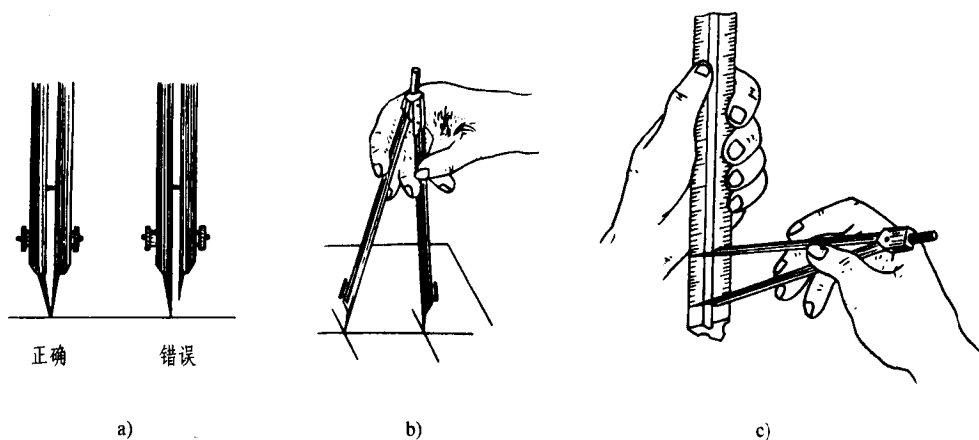


图 1-6 分规的用法

曲线板用于绘制由一系列已知点确定的不规则的非圆曲线。使用时，应徒手先将已知点轻轻地依次连成光滑的曲线；如图 1-8 所示，在曲线上找出足够的点，至少可使曲线板画线边通过 1、2、3 点；在连接 1、2、3 点后，再移动曲线板，使其重新与 3 点相吻合，并连接 3、4、5 点，依此类推，完成非圆曲线的作图。

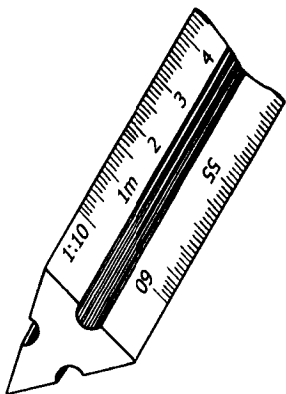


图 1-7 比例尺

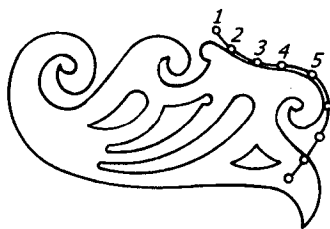


图 1-8 曲线板

三、常用的绘图用品

1. 铅笔

铅笔分硬、中、软三种。“H”表示硬性铅笔，H 前面的数字越大，表示铅芯越硬（淡）；HB 表示中性铅笔；“B”表示软性铅笔，B 前面的数字越大，表示铅芯越软（黑）。

绘制图形底稿时，建议采用 H 或 2H 铅笔，并将铅芯削成圆锥形；描黑底稿时，建议采用 HB 或 B 铅笔，并将铅芯削成扁铲形。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留标号，如图 1-9 所示。

2. 绘图纸

绘图纸要求质地坚实，用橡皮擦拭不易起毛。

此外，还有胶带纸、橡皮、砂纸、擦线板、小刀及软毛刷等用品。如果需要描图，还要用直线笔或针管笔等。

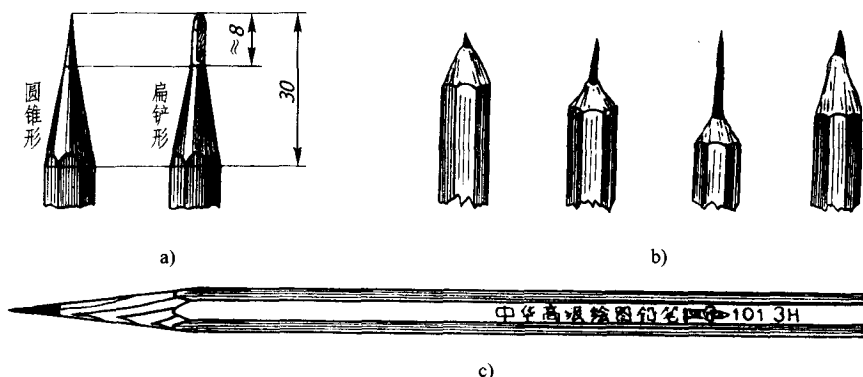


图 1-9 铅笔的削法

a) 正确 b) 不正确 c) 从无字端削起

第二节 有关国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准，国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准。它们是图样绘制与识读的准绳，必须认真学习和遵守这些标准。

本节只介绍《技术制图》(GB/T 14689 ~ 14691—1993 和 GB/T 16675.2—1996) 和《机械制图》(GB/T 4457.4—2002 和 GB/T 4458.4—2003) 中的主要的基本规定内容。

“GB/T”为推荐性国家标准的代号，一般可简称为“国标”。“14689”、“4457.4”为标准的批准顺序号，“1993”、“2002”、“2003”表示该标准发布的年份。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求，绘制技术图样时，应按以下规定选用图纸幅面。

1) 优先选用基本幅面 (表 1-1)。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-10 所示。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

代 号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420		5	10
A4	210 × 297			

2) 必要时，也允许选用加长幅面，但加长幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-11 所示。

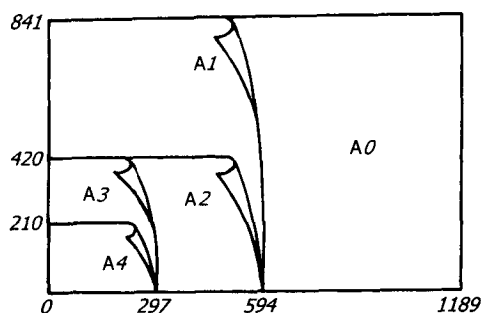


图 1-10 基本幅面的尺寸关系

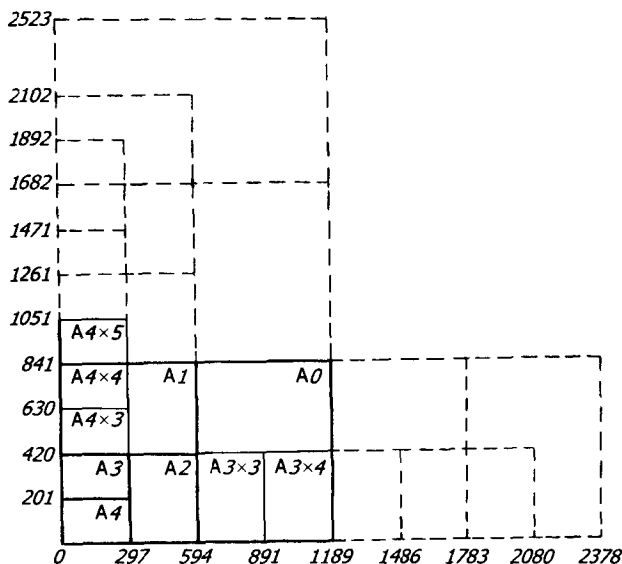


图 1-11 图纸幅面

2. 图框格式

1) 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有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

2) 不留装订边的图纸，图框格式如图 1-12 所示（其中， e 、 B 、 L 的取值见表 1-1）。

3) 留有装订边的图纸，图框格式如图 1-13 所示（其中， a 、 c 、 B 、 L 的取值见表 1-1）。

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)

1) 每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应符合 GB/T 10609.1—1989 的规定。一般位于图纸右下角（图 1-12、图 1-13），并使标题栏的底边与下图框线重合，使其右边与右图框线重合。标题栏中的文字方向通常为看图方向。各设计单位的标题栏格式可有所变化。在制图作业中，建议采用图 1-14 所示的格式。

对于装配图，除了标题栏外，还必须绘制明细栏。明细栏描述组成装配体的各种零、部件的数量、材料等信息。明细栏配置在标题栏的上方。作业中，装配图的标题栏及明细栏的参考尺寸及格式如图 1-15 所示。

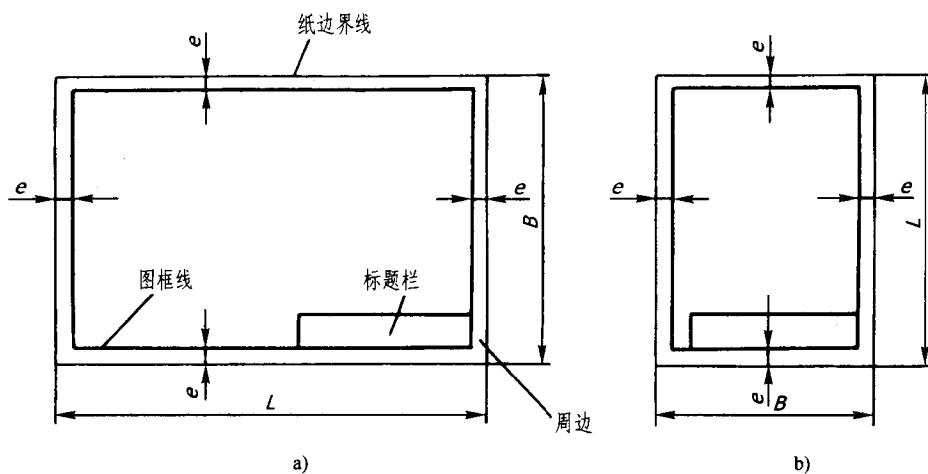


图 1-12 不留装订边的图框格式

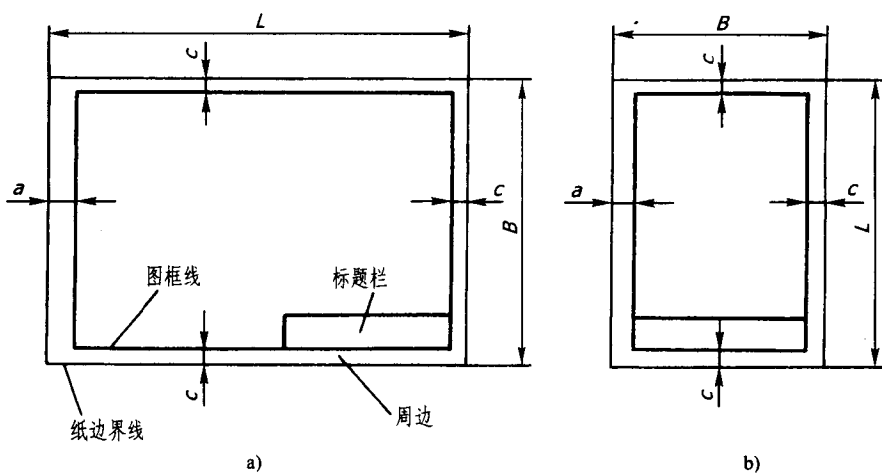


图 1-13 留有装订边的图框格式

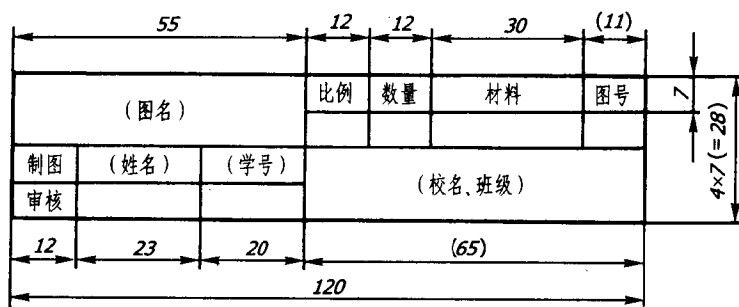


图 1-14 作业用标题栏格式

							7
序号	名 称		数量	材 料		备 注	14
(图名)			比例		共 张	(图号)	4×7 (=28)
			重量		第 张		
制图	(姓名)	(学号)	(校名、班级)				
审核							
12	23	20	12	12	18	(23)	
120							

图 1-15 装配图的标题栏与明细栏

2) 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 构成 X 型图纸, 如图 1-12a、图 1-13a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-12b、图 1-13b 所示。

4. 对中符号

为了使图纸复制和缩微摄影时定位方便, 对基本幅面 (含部分加长幅面) 的各号图纸, 均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制, 线宽不小于 0.5mm, 其长度是从图纸的边界开始至伸入图框内约 5mm, 如图 1-16 所示。

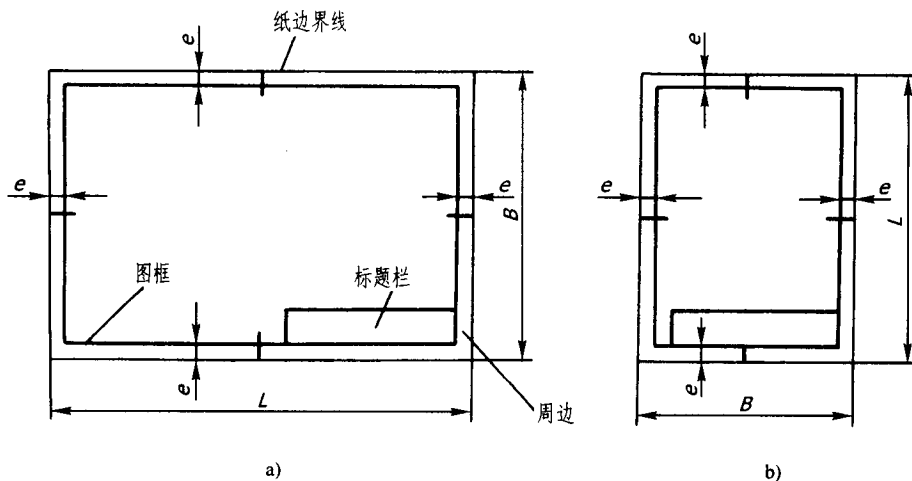


图 1-16 对中符号的画法

a) X 型图纸 b) Y 型图纸

对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

当对中符号处在标题栏范围内时, 则伸入标题栏部分省略不画, 如图 1-16b 所示。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

技术图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比, 称为图样的比例。

绘制图样时，应根据图样的用途与所绘图形的复杂程度，从表 1-2 规定的系列中选用适当的比例。

表 1-2 比例系列

种 类	定 义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1:1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	比值小于 1 的比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	1:1.5 1:2.5 1:3 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ 1:4 1:6 $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例比值为 1 的比例，即 1:1。

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:2、5:1 等。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-17 所示。

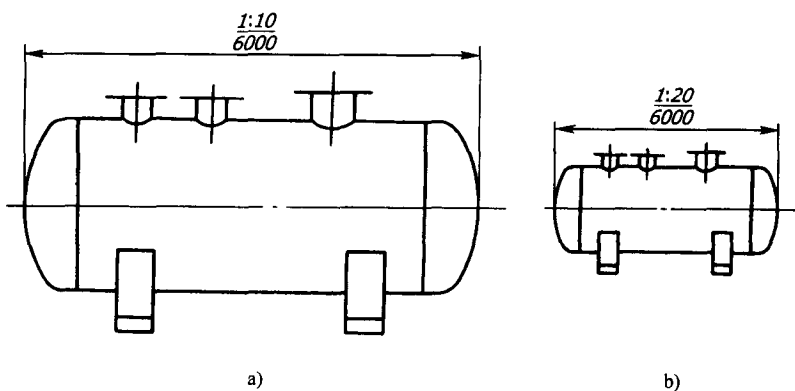


图 1-17 图形比例与尺寸数值

三、字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

1) 图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整，笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。”

2) 字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。

3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

4) 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) 为高 (h) 的 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

汉字的基本笔画如表 1-3 所示。

汉字示例如图 1-18 所示。

拉丁字母和数字示例如图 1-19 所示。

表 1-3 长仿宋体汉字的基本笔画和写法

丶 ㇏	一 丨	丿 ㇏	㇏ ㇏	㇏ ㇏	㇏ ㇏	㇏ ㇏	㇏ ㇏
心 江	于 中	厂 千	分 边	均 拉	牙 代	马 凸	
点 六	上	八	公 处		材 气		

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 技术制图石油化机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺

图 1-18 汉字字体示例

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体，如图 1-20 所示。

其他应用如图 1-21 所示。

四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

图样是用不同型式的图线画成的。为了便于画图和看图，国家标准对图线的名称、型式、尺寸等作了统一的规定。

1. 线型及其应用

参照国际标准 ISO128-20:1996，1998 年我国颁布了国家标准《技术制图图线》(GB/T 17450—1998)，规定了图线的基本线型 (表 1-4)。它适用于各种技术图样，如机械、电气、建筑和土木工程图样等。在实际应用时，各专业要根据该标准制定相应的图线标准。国家标准《机械制图 图线》(GB/T 4457.4—2002) 中规定的 8 种线型，基本符合 GB/T 17450—1998 的规定，是目前机械制图使用的图线标准 (表 1-5 和图 1-22)。

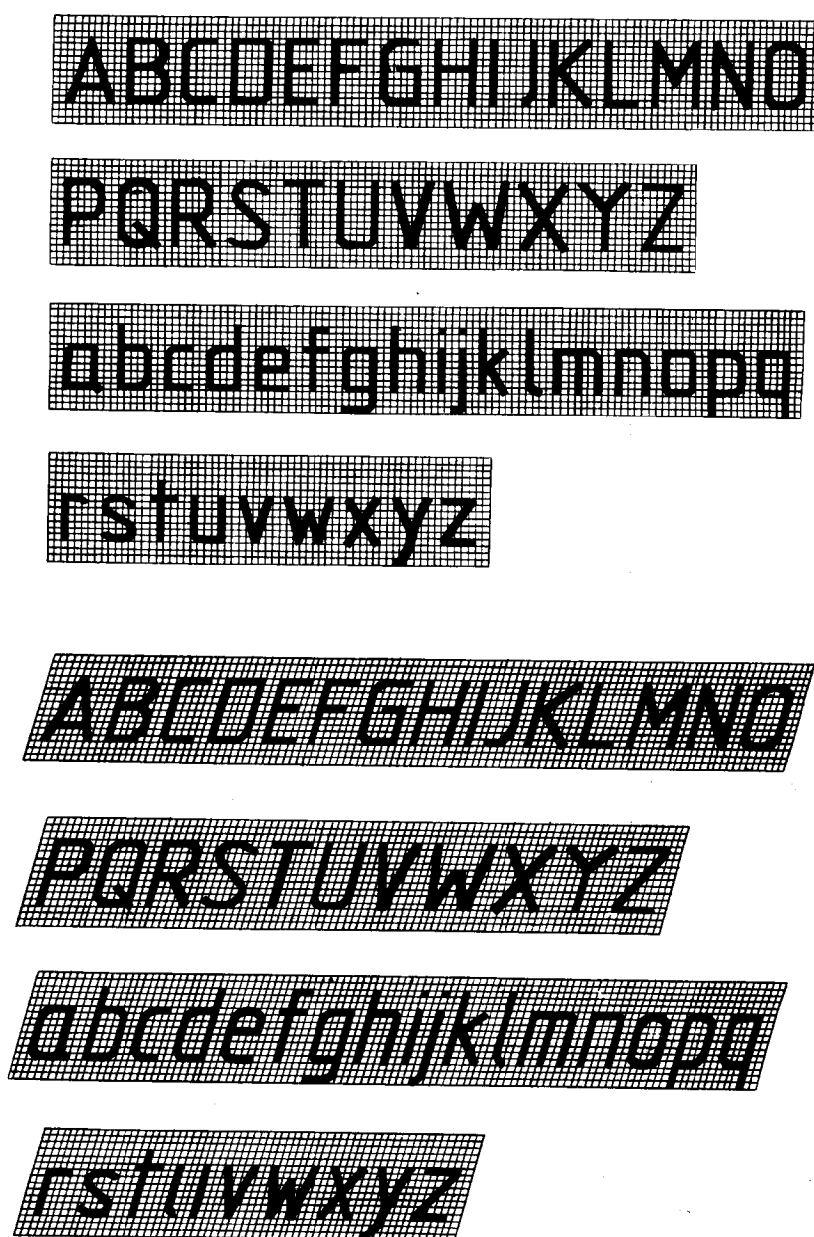


图 1-19 字母和数字写法示例