



普通高等职业教育“十二五”规划教材



机械制图

刘 颖 主编

普通高等职业教育“十二五”规划教材

机械制图

刘颖主编

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/刘颖主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2011. 8

普通高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5019 - 8238 - 7

I. ①机… II. ①刘… 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 (2011) 第 087747 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 燕 杰 责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 19.25

字 数: 460 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 8238 - 7 定价: 36.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

110434J2X101ZBW

前 言

本书是普通高等职业技术教育高职高专机械类专业规划教材，是依据教育部《高等职业技术教育高职高专机械制图教学基本要求》、《制图员国家职业标准》及其他相关国家标准组织编写的。

在编写过程中，我们紧紧围绕教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（高职16号文）和《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》的总要求，本着从实际出发，依据以能力培养为主线，培养应用型技术专业人才为原则，服务于高职高专人才培养目标，紧密结合国家制图员职业资格认证，以读图能力的培养为宗旨，提高学生的职业能力。

本书的主要特点：

1. 体现最新《机械制图》国家标准。在现阶段新旧国标过渡的时期，本书特别设置了较为鲜明的标准对照，可以为制图员和机械专业从业人员提供一定的资料和参考依据；
2. 编写由简到繁、从基础到实际应用，符合人们的一般学习规律性，重点突出识读图能力和测绘能力的培养，体现职业教育特色；
3. 部分章节配有例题，可以引导和启发学生思考与归纳。本书另附配套习题集。

本书由辽宁石油化工大学职业技术学院刘颖主编，第1、6、10章由刘颖编写；第2章由王莹编写；第3章由王庆花编写；第4章由郭玲编写；第5章由高晶晶编写；第7、9章由郭庆梁编写；第8章由姜芳编写。全书由苏州职业技术学院吴卫荣主审。

由于作者水平有限，书中难免有不妥及错误之处，恳请读者与同行批评指正。

作者

2010.12

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 正投影及其特性	1
1.2 三视图及其相互关系	3
1.3 正等测图画图方法简介	5
1.4 本课程的任务和要求	7
1.5 本课程的学习方法	7
第2章 制图基本知识	9
2.1 制图的基本规定	9
2.2 几何作图	22
第3章 点、直线和平面的投影	31
3.1 点的投影	31
3.2 直线的投影	34
3.3 平面的投影	39
第4章 几何体及其表面交线的投影	46
4.1 基本几何体的投影	46
4.2 截断体及其表面交线的投影	56
4.3 相交立体表面交线的投影	69
4.4 几何体的尺寸注法	76
第5章 轴测投影图	80
5.1 轴测投影图的基本知识	80
5.2 正等轴测投影图	82
5.3 斜二等轴测投影图	91
第6章 组合体的视图	95
6.1 组合体的形体分析	95
6.2 组合体的视图表达	98
6.3 组合体的尺寸标注	106
6.4 组合体视图的识读	112

第7章 机件的表达方法	122
7.1 视图	122
7.2 剖视图	125
7.3 断面图	136
7.4 局部放大图和简化画法	139
7.5 表达方法综合举例	145
7.6 第三角画法简介	148
第8章 标准件和常用件的特殊表示法	152
8.1 螺纹及螺纹紧固件	152
8.2 齿轮	184
8.3 其他标准件和常用件	193
第9章 零件图	214
9.1 零件图的作用和内容	214
9.2 视图选择及典型零件的表达方法	216
9.3 零件图上的尺寸注法	224
9.4 零件图上的技术要求	229
9.5 零件图上常见的工艺结构	252
9.6 读零件图的方法	257
9.7 零件测绘	259
第10章 装配图	263
10.1 装配图的内容和表达方法	263
10.2 装配图的尺寸、技术要求、零部件序号和明细栏	268
10.3 常见的装配结构	270
10.4 零部件测绘和装配图的画法	272
10.5 读装配图和拆画零件图	288
参考文献	300

第 1 章 绪 论

本课程是为培训学生制图技能而开设的一门技术基础课。制图技能主要是指画图能力和读图能力两个方面。画图能力包含投影表达能力（如图 1-1 所示）、徒手画图能力、尺规仪器绘图能力和计算机辅助绘图能力等；读图能力是指根据工程图样感知机件的形状、大小和技术要求的能力。

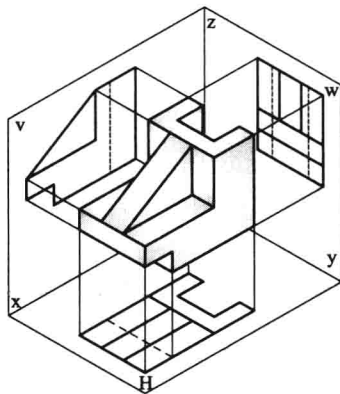


图 1-1 用三面正投影表达一个物体

1.1 正投影及其特性

在工程上，人们把需要表达的物体用某种投影方法投射到二维平面上作为工程图样。

1.1.1 投影法及其分类

在投影面上求作空间几何要素（点、线、面或立体）投影的过程叫做投影法。根据投影线之间的相对位子，投影法分为中心投影法和平行投影法两大类。

(1) 中心投影法

如图 1-2 所示，无数条投射线汇交于投影中心 S ，平面 $ABCD$ （约定空间几何要素是不透明的）在投射线的投射下，在投影面 H （平面）上产生投影 $abcd$ 。这种投射线汇交于一点的投影法就是中心投影法。

投影的实质就是通过空间点的投射线与投影面的交点的集合。投影采用边界表示法：可见轮廓线画粗实线（线宽 $=b$ ），不可见轮廓线画细虚线（线宽 $=b/2$ ）。

用中心投影法绘制的图样，符合人们的视觉映像，立体感较强，如图 1-3 所示。然而，若改变空间几何要素与投射中心之间的距离，其投影的大小会发生变化，并且中心投影作图比较复杂，因此机械图样一般不采用中心投影法。

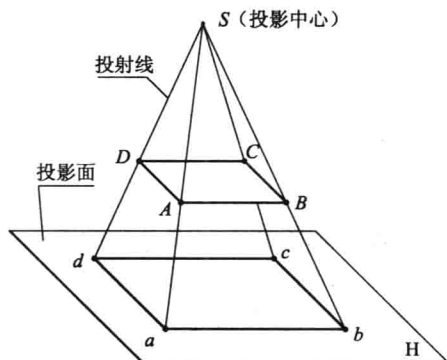


图 1-2 中心投影法



图 1-3 用中心投影法绘制的图样

(2) 平行投影法

如若将图 1-2 中的投射中心 S 向上移至无穷远处, 投射线之间就互相平行, 如图 1-4、图 1-5 所示。这种投射线相互平行的投影法, 叫作平行投影法。

投射线倾斜于投影面的平行投影法, 则称为斜投影法。用斜投影法绘制的图形, 叫作斜投影或斜投影图, 如图 1-4 所示。

投射线垂直于投影面的平行投影法, 则称为正投影法。用正投影法绘制的图形, 叫做正投影或正投影图, 如图 1-5 所示。

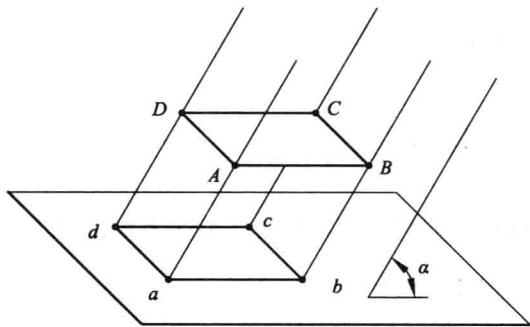


图 1-4 平行投影法——斜投影法

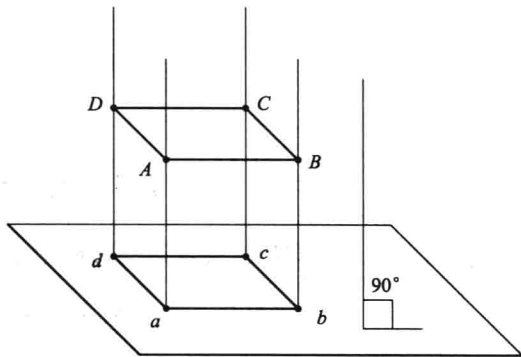


图 1-5 平行投影法——正投影法

1.1.2 正投影的基本性质

机械图样主要采用正投影法绘制, 以下将正投影简称投影。正投影有如下投影特性:

(1) 真实性 当直线或平面平行于投影面时, 其投影反映实长或实形, 如图 1-6、图 1-7 所示。

(2) 积聚性 当直线或平面垂直于投影面时, 其投影积聚为点或直线, 如图 1-6、图 1-7 所示。

(3) 类似性 当直线或平面倾斜于投影面时, 直线的投影小于实长, 平面的投影为面积缩小、边数相等、平行关系和所属关系均保持不变的类似形, 如图 1-7 所示。

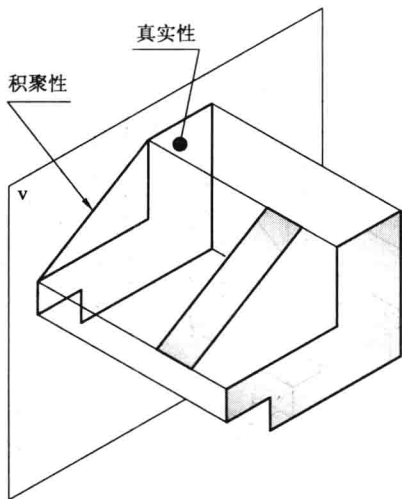


图 1-6 正投影的真实性和积聚性

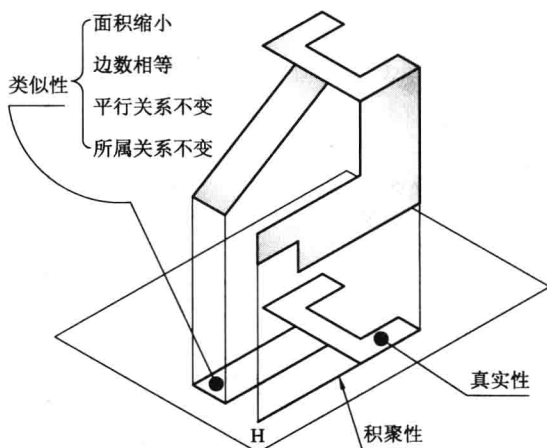


图 1-7 正投影的类似性

1.2 三视图及其相互关系

用正投影法绘制出的物体的投影图，在工程上又叫视图。在不加任何标注的情况下，一个视图不能唯一地确定物体的形状，如图 1-8 所示。因此，工程上常采用三视图来表达一个物体，如图 1-1 所示。

1.2.1 三视图的产生过程

(1) 设立三个互相垂直的投影面，如图 1-9 所示。

正立投影面，简称正面，用 V 表示。可以想象为黑板或与黑板平行的平面。

水平投影面，简称水平面，用 H 表示。可以想象为地面或与地面平行的平面。

侧立投影面，简称侧面，用 W 表示。可以想象为右墙面或与右墙面平行的平面。

(2) 物体在三个投影面上的投影，如图 1-10 所示。

将物体在三投影面体系之中放正，分别作出物体的三面投影。从前向后投射得到正面投影，称为主视图，反映物体的左右长度和上下高度；从上向下投射得到水平投影，称为俯视图，反映物体的左右长度和前后宽度；从左向右投射得到侧面投影，称为左视图，反映物体的上下高度和前后宽度。

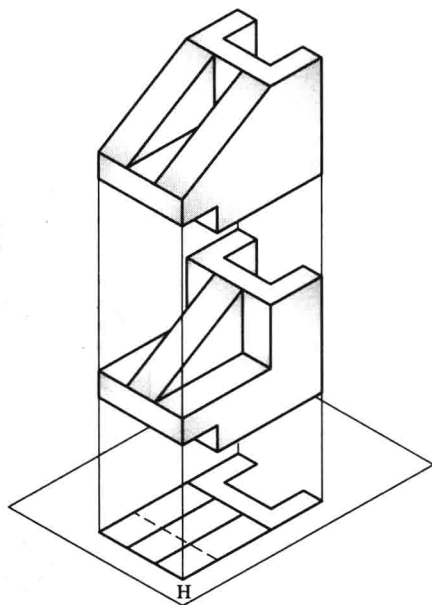


图 1-8 一个视图不能唯一地确定物体的形状

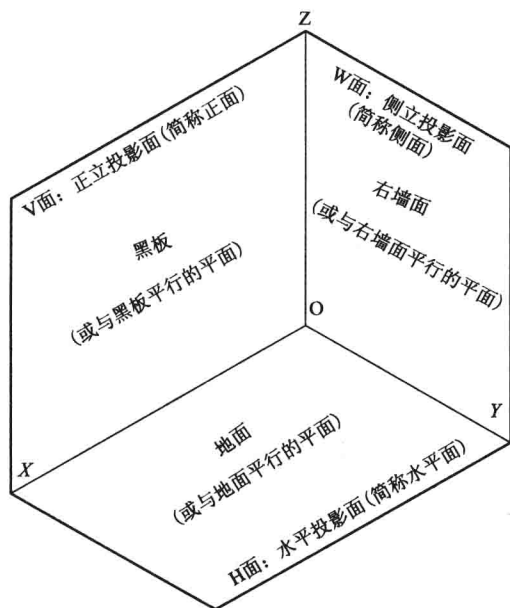


图 1-9 三个互相垂直的投影面

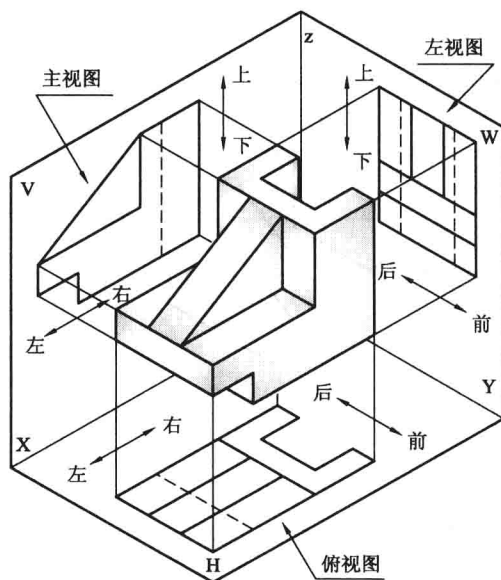


图 1-10 物体的三面投影

(3) 三个投影面的展开, 如图 1-11 所示。

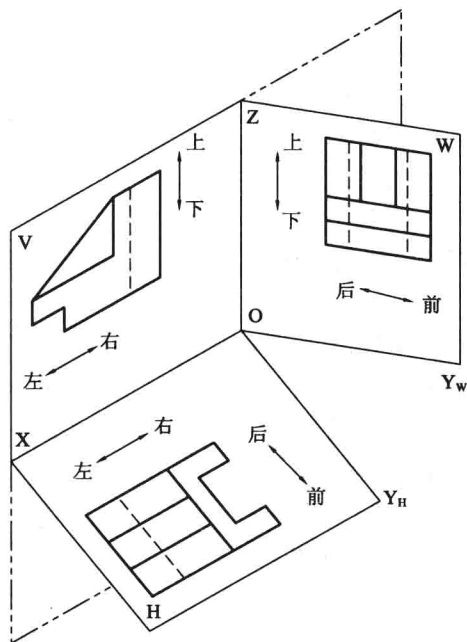


图 1-11 三投影面的展开

移去空间物体, 正立投影面不动, 水平投影面绕 OX 轴向下向后旋转 90° 展开, 侧面投影面绕 OZ 轴向右向后旋转 90° 展开。将三视图摊铺在一个平面上。

1.2.2 三视图之间的关系

从三视图的产生过程，可以得出三视图之间存在“三等”关系，如图1-12所示：

主、俯视图——长对正

主、左视图——高平齐

俯、左视图——宽相等

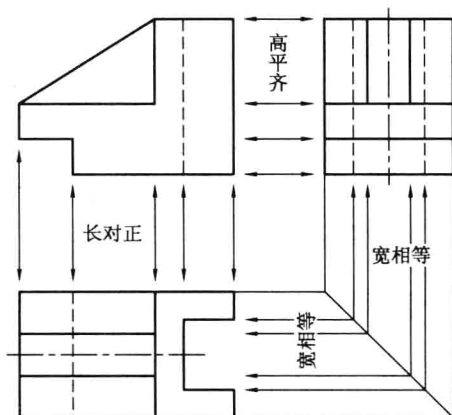


图1-12 三视图之间的“三等”关系

1.3 正等测图画图方法简介

读图——根据三视图想象物体的形状，是画图的逆过程。如图1-13所示，将图1-12中的主视图旋转归位到V面投影面上，向前拔出；如图1-14所示，结合旋转归位到H面投影面上的俯视图，想象通槽；综合三视图，根据“一般情况下，视图中每个封闭线框，

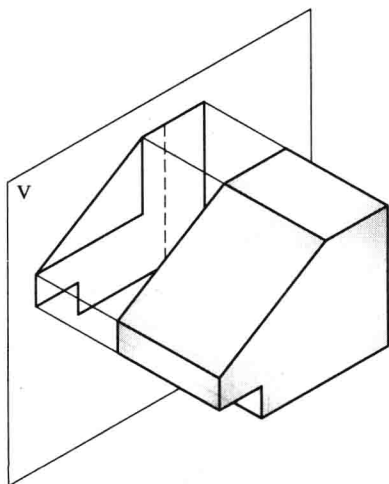


图1-13 将主视图拔出

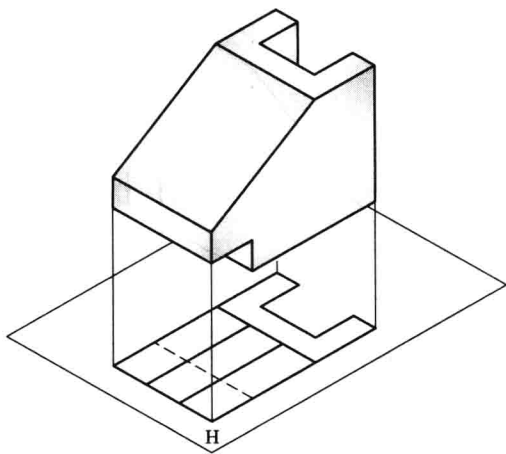


图1-14 结合俯视图想象通槽

代表物体的一个表面”的特点，想象出三角体。读图的过程及结果，可以用正等测图来表现（参见图 1-20）。

正等测图的特点是：①沿长、宽、高三个方向可以测量；②平行关系保持不变。其中上下高度方向，一般取垂直方向；左右长度方向和前后宽度方向均与水平方向成 30° ，如图 1-15 所示。

根据已知三视图（图 1-16）画正等测图的方法和步骤：

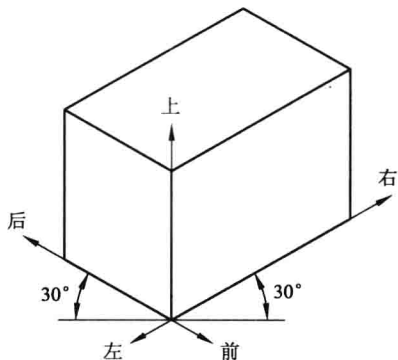


图 1-15 正等测图三个方向

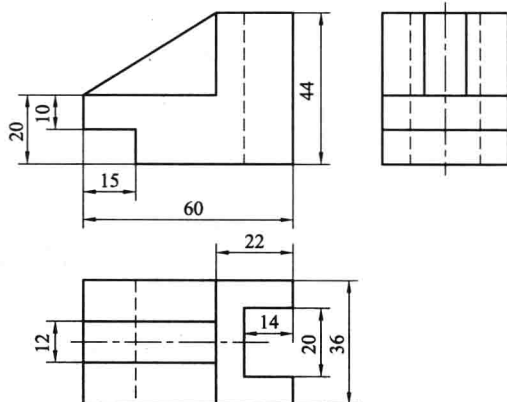


图 1-16 已知三视图

1) 画前表面的正等测，如图 1-17 所示。上下高度方向保持不变，根据轴测性，尺寸可在主视图或左视图中直接量取；左右长度方向与水平线呈左下向右上倾斜的 30° 角，尺寸可以在主视图或俯视图中直接量取。

2) 将前表面向后拉出想象出八棱柱。通过前表面各个顶点，作出八棱柱上可见棱线的正等测。前后宽度方向与水平线呈右下向左上倾斜的 30° 角，尺寸可直接在棱线上测量 36mm，也可在俯视图或左视图中直接量取，如图 1-18 所示。

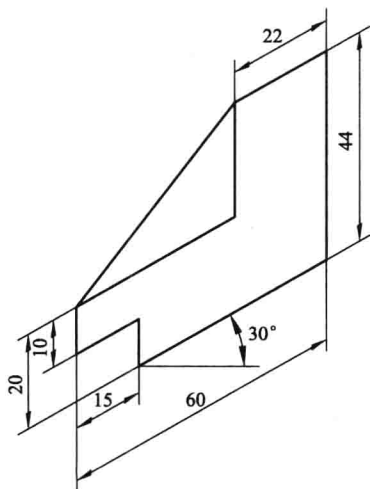


图 1-17 画前表面

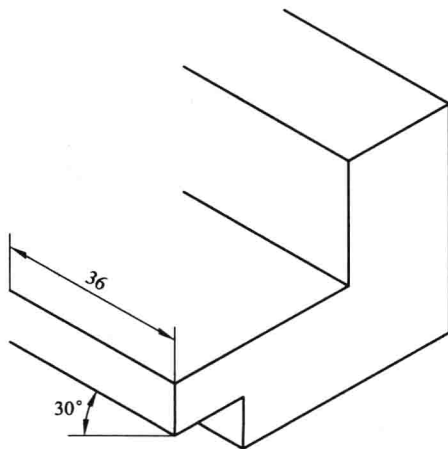


图 1-18 向后拉出

3) 根据轴测性沿宽度方向测量确定通槽和三角体的位置, 沿长度方向测量确定通槽的深度, 如图 1-19 所示。

4) 擦去不可见的棱线, 并根据轴测图平行关系保持不变的特性, 画出后面的可见轮廓线, 完成物体的正等测图, 如图 1-20 所示。

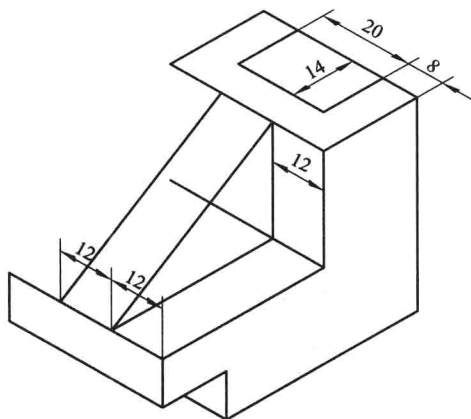


图 1-19 沿宽度和长度方向测量

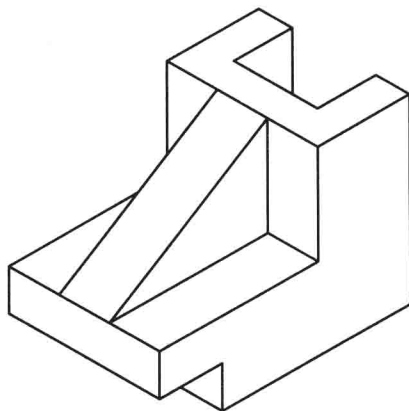


图 1-20 物体的正等测图

1.4 本课程的任务和要求

在了解了正投影及其投影特性, 了解了三视图及其相互关系等制图课基本内容之后, 我们已经有能力进一步明确本课程的任务和要求。本课程是服务于后续专业课和实际工作, 培训学生制图技能的一门技术基础课。其主要任务是培养学生具有一定水平的画图能力和读图能力, 其基本要求是:

- 1) 掌握正投影法的基本理论和作图方法;
- 2) 能正确使用常用的绘图工具, 并能绘制草图;
- 3) 能正确的执行国家标准及有关规定;
- 4) 具有认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风;
- 5) 具有较强的空间思维能力和空间想象力;
- 6) 能绘制和识读中等复杂程度的零件图和装配图。

1.5 本课程的学习方法

本课程是一门实践性非常强的课程。实践第一的观点, 动手能力第一的观点, 要贯彻课程的始终。在持续不断的, 大量的画图和读图练习过程中, 逐步达到本课程的基本要求, 最终圆满完成本课程的任务。因此, 第一次课, 就应该安排一个能够熟悉工程图样产生过程的大作业。具体步骤如下:

- 1) 准备 A4 图纸, 竖放, 图框留装订边, 如图 1-21 所示。
- 2) 按图 1-16 的尺寸绘制三视图, 不注尺寸。在考虑合理布局的前提下, 建议先画

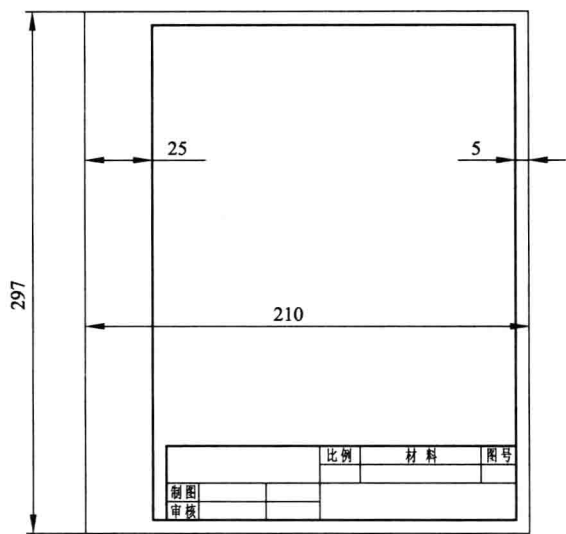


图 1 - 21 A4 图纸、图框

主视图，再按“长对正”画俯视图，最后按“高平齐”、“宽相等”画左视图。

- 3) 绘制正等测图。
- 4) 填写标题栏，完成作业，如图 1 - 22 所示。

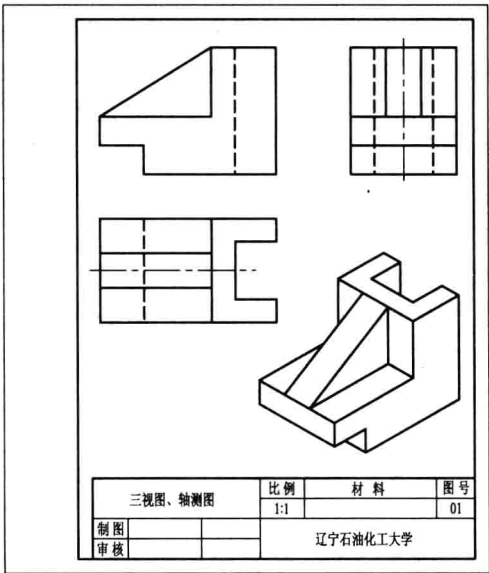


图 1 - 22 第一次大作业

第2章 制图基本知识

2.1 制图的基本规定

图样是工程上用以表达设计意图和交流技术思想的重要技术文件,因此必须对图纸的各个方面有统一的规定。我国在1959年首次颁布了国家标准《机械制图》对图样作了统一的技术规定。随后为了适应生产技术的发展,满足国际贸易往来和技术要求的需要进行多次的修改和补充。

国家标准简称“国标”,属性代号为“GB”。例如 GB/T14689—2008,其中“T”为推荐性标准,“14689”是标准序号,“2008”是标准颁布的年代号。

本节只介绍国家标准中有关“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸注法”等几项基本内容。

2.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)

(1) 图纸幅面

绘图时应优先采用表2-1中规定的基本幅面,必要时允许选用表2-2中规定的加长幅面,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的。

表2-1 基本幅面 (第一选择) (摘自 GB/T14689—2008) 单位: mm

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

表2-2 加长幅面 (摘自 GB/T 14689—2008) 单位: mm

第二选择		第三选择			
幅面代号	$B \times L$	幅面代号	$B \times L$	幅面代号	$B \times L$
A3 × 3	420 × 891	A0 × 2	1189 × 1682	A3 × 5	420 × 1486
A3 × 4	420 × 1189	A0 × 3	1189 × 2523	A3 × 6	420 × 1783
A4 × 3	297 × 630	A1 × 3	841 × 1783	A3 × 7	420 × 2080
A4 × 4	297 × 841	A1 × 4	841 × 2387	A4 × 6	297 × 1261
A4 × 5	297 × 1051	A2 × 3	594 × 1261	A4 × 7	297 × 1471
—	—	A2 × 4	594 × 1682	A4 × 8	297 × 1682
—	—	A2 × 5	594 × 2102	A4 × 9	297 × 1892

(2) 图框格式

图纸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，如图 2-1 和图 2-2 所示。图框周边尺寸按表 2-1 选取。同一产品的图样只允许采用一种格式。

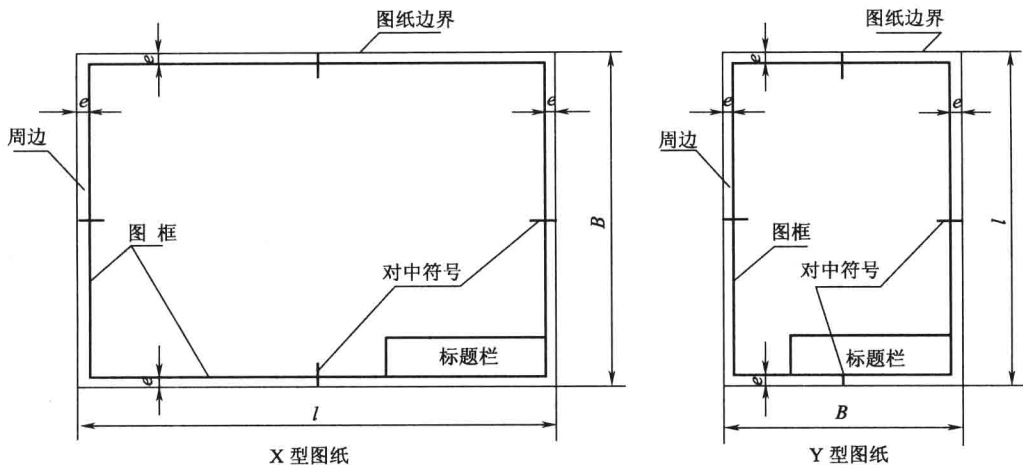


图 2-1 不留装订边的图框格式

(3) 标题栏及其方位

每张图纸都必须有标题栏。标题栏的内容、格式和尺寸应按《GB/T 10609.1—2008 技术制图 标题栏》的规定绘制。在学校的制图作业中可以从简采用图 2-3 所示的简化标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。

标题栏一般应置于图样的右下角。标题栏长边置于水平方向并与图纸的长边平行的为 X 型图纸，标题栏长边与图纸的长边垂直的为 Y 型图纸，见图 2-1 和图 2-2。

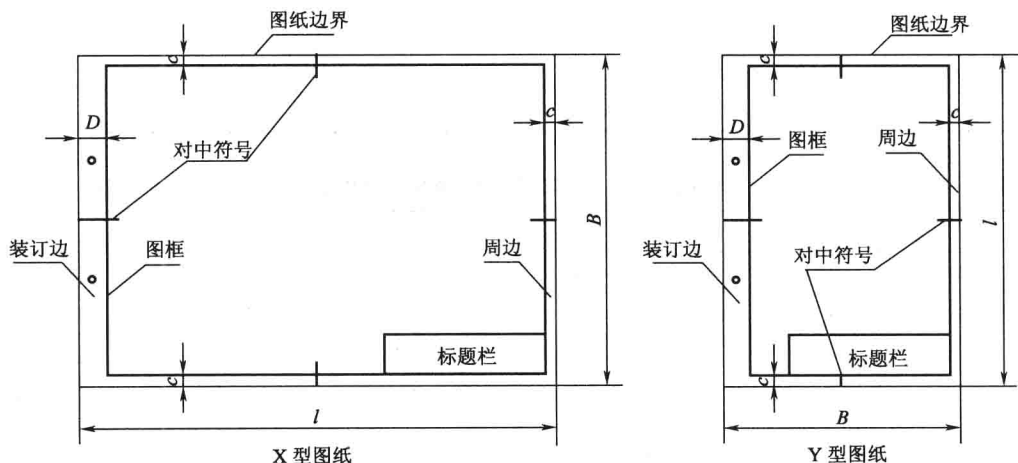


图 2-2 留装订边的图框格式



图 2-3 简化标题栏

(4) 对中符号及方向符号

1) 对中符号 为了便于图样复制和缩微摄影时定位，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，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm。当对中符号处于标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 2-1。

2) 方向符号 为了利用预先印制的图纸，允许 X 型图纸竖放 [见图 2-4 (a)] 和 Y 型图纸横放 [见图 2-4 (b)]，此时看图方向与标题栏中的文字方向不一致，要用方向符号指明看图和画图方向。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 2-4 (c) 所示。

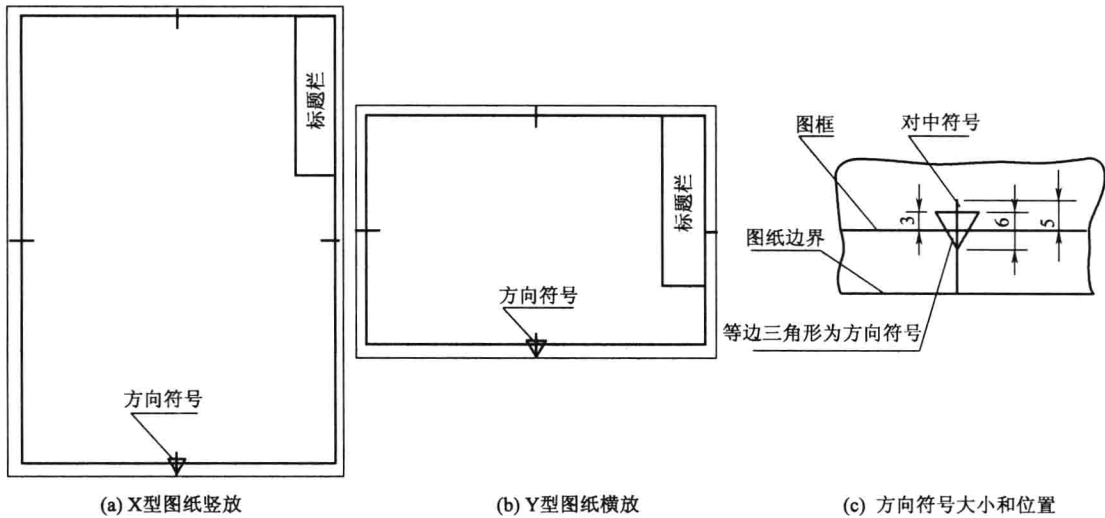


图 2-4 方向符号

2.1.2 比例（GB/T 14690—1993）

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。为了在图样上直接反映实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例，但因各种实物的大小与结构不同，绘图时也可根据