

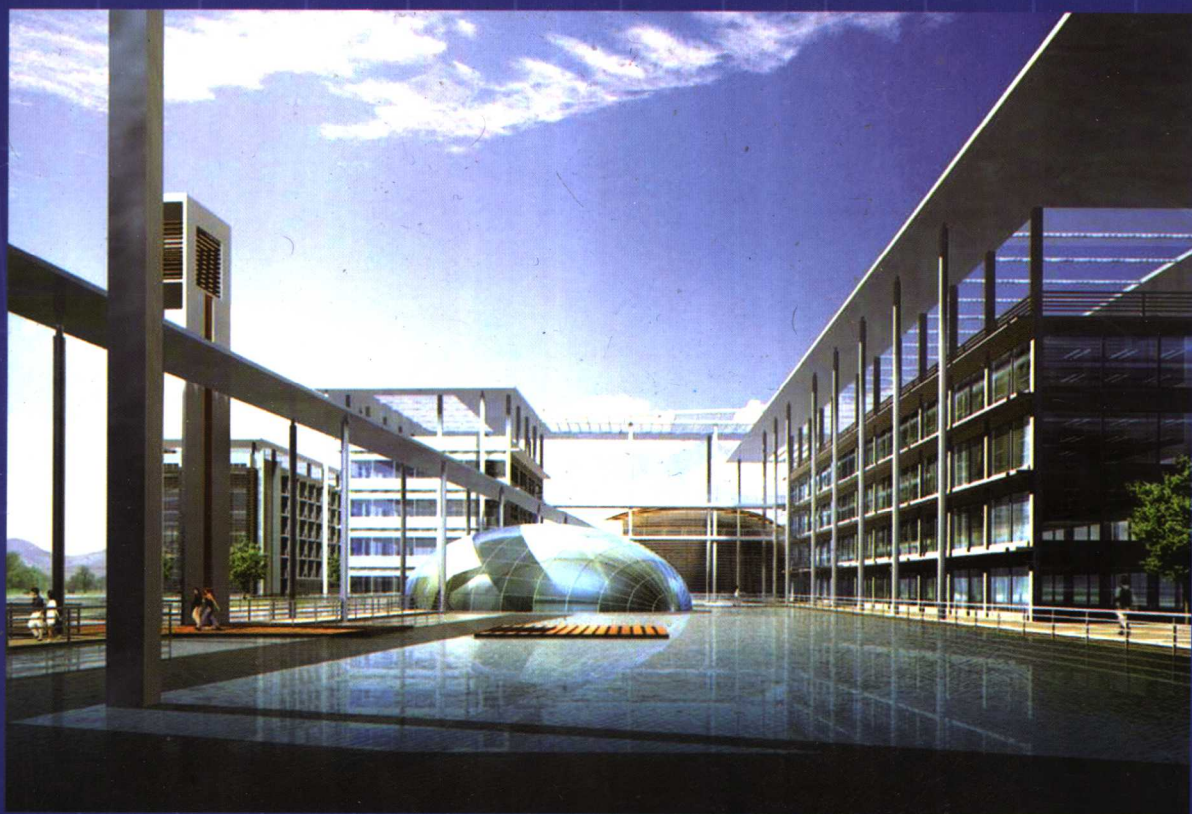
21世纪高等学校教材

# 现代工程图学

XIAN DAI GONG CHENG TU XUE

主编 孙靖立 吕 梅

上册



内蒙古大学出版社

● 21 世纪高等学校教材

# 现代工程图学

(上册、含习题集)

孙靖立 吕 梅 主编

内蒙古大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

现代工程图学.上册(含习题集)/孙靖立,吕梅主编.

—呼和浩特:内蒙古大学出版社,2005.4

ISBN 7-81074-807-6

I. 现… II. ①孙… ②吕… III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 032556 号

**现 代 工 程 图 学**

(上册、含习题集)

孙靖立 吕梅 主编

内蒙古大学出版社出版发行

内蒙古自治区新华书店经销

内蒙古军区印刷厂印刷

开本:787×1092/16 印张:9.25 字数:225 千

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-81074-807-6/TH·7

定价:30.00 (含习题集)

## 内 容 提 要

本书是高等工科院校土建类各专业工程图学教材之一,可与《机械制图》配套使用,亦可单独使用。

全书分为九章,主要内容有:投影的基本知识;基本几何体;几何元素的相对位置;投影变换;曲线、曲面的投影;平面、直线与立体相交;两立体相交;轴测投影;标高投影等。

本书除适作高等工科院校土建类各专业教材外,亦可作为相近的其他专业和职工业余大学、函授大学、电视大学、自学读者及有关工程技术人员的参考书。

此外,我们同时出版了与本书相配套的习题集,亦可供上述人员参考。

# 前 言

为了更好地适应当前我国高等教育改革和发展的需要,满足对高等学校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等要求,我们编写了这套《现代工程图学》(上下册)教材,并配有对应的习题集。

本套教材是参照教育部修订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”编写的,具有建筑类特色,并在继承原有课程体系的基础上有所创新。主要特点如下:

(1)〈上册〉,主要是“画法几何”。把抽象的点、直线和平面从立体中引出,将几何概念与立体紧密联系在一起进行分析,使抽象的问题变得形象,易于理解和掌握,对于培养和提高学生空间分析问题和空间想象能力起到了极好的作用。

(2)〈下册〉主要是“专业制图”针对建筑类各专业的要求,突出建筑类特色,除以房屋建筑制图为主外,还增设了给水排水工程图、电气工程图、道路路线工程图、桥隧工程图、涵洞工程图等,从而拓宽了教材的涵盖面,贯彻了“厚基础、宽专业”的培养理念。

(3)目前计算机绘图在工程设计和施工中已得到了普遍的应用,在一年级大学生中初步了解和掌握一种绘图软件的操作和应用是十分必要的,我们选择了 AutoCAD 绘图软件,在教师的指导下,学生可以通过学习掌握上机绘图的基本操作(注:计算机绘图内容未列入本书中)。

(4)本套教材力求做到:在文字叙述上尽可能简明扼要,通俗易懂;各章节的插图也尽量做到:清晰可读、便于教学。与教材配套的习题集,从选图到排序都力求做到:由浅入深、便于理解,降低了几何问题的解题难度,增加了近似建筑形体的工程实际图例的图样,以增加学生对所学专业和实际工程的了解。

本套教材在应用过程中采用多媒体教学,以三维动画的形式直观地向学生展示三维空间与二维平面的转换过程、立体的截交线、两立体的相贯线的产生和渐变过程,以及组合体的组合方式和形成等等,并可以实现用二维动画模拟教师授课的作图过程。其目的在于使教学内容直观化;使抽象问题形象化;使感性认识强烈化;使学习难点轻松化;使能力培养具体化。

本书由孙靖立、吕梅主编,参加编写的还有:王凤国、赵鸣。具体分工如下:吕梅——第六章、第七章;孙靖立——绪论、第一章、第二章、第五章、第九章;王凤国——第三章;赵鸣——第四章、第八章。最后由孙靖立统稿、定稿。

此书在编写、出版过程中得到了内蒙古大学出版社的支持和指导,在此表示深深的谢意。

由于编写水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者提出指正。

另外,目录中或书中带有※号的章节或内容,教师可根据专业特点及学时安排进行合理地取舍。

编 者

2005 年 5 月

# 目 录

|                  |      |
|------------------|------|
| 绪论               | (1)  |
| 第1章 投影的基本知识      | (4)  |
| 1.1 绘图的基本要求      | (4)  |
| 1.2 投影法          | (8)  |
| 1.3 三面投影的形成及特性   | (10) |
| 第2章 基本几何体的投影     | (13) |
| 2.1 基本几何体的投影     | (13) |
| 2.2 简单立体的投影      | (17) |
| 2.3 点的投影         | (20) |
| 2.4 直线的投影        | (25) |
| 2.5 平面的投影        | (30) |
| 第3章 几何元素的相对位置    | (35) |
| 3.1 点、直线、平面的从属关系 | (35) |
| 3.2 两直线的相对位置     | (42) |
| 3.3 平行关系         | (47) |
| 3.4 相交关系         | (50) |
| 3.5 垂直关系         | (55) |
| 第4章 投影变换         | (59) |
| 4.1 投影变换的目的和方法   | (59) |
| 4.2 换面法          | (62) |
| ※4.3 旋转法         | (73) |
| 第5章 曲线、曲面的投影     | (77) |
| 5.1 曲线           | (77) |
| 5.2 曲面           | (80) |
| 5.3 回转面的投影       | (82) |
| ※5.4 非回转面的投影     | (85) |
| 第6章 直线、平面与立体相交   | (89) |
| 6.1 平面与平面立体相交    | (89) |

|            |                   |              |
|------------|-------------------|--------------|
| 6.2        | 平面与曲面立体相交.....    | (93)         |
| ※6.3       | 直线与立体相交.....      | (99)         |
| <b>第7章</b> | <b>两立体相交.....</b> | <b>(103)</b> |
| 7.1        | 两平面立体相交 .....     | (103)        |
| 7.2        | 平面立体与曲面立体相交 ..... | (105)        |
| 7.3        | 两曲面立体相交 .....     | (107)        |
| <b>第8章</b> | <b>轴测投影.....</b>  | <b>(114)</b> |
| 8.1        | 轴测投影的基本知识 .....   | (114)        |
| 8.2        | 正轴测投影 .....       | (115)        |
| 8.3        | 斜轴测投影 .....       | (119)        |
| ※8.4       | 圆的轴测投影 .....      | (122)        |
| <b>第9章</b> | <b>标高投影.....</b>  | <b>(126)</b> |
| 9.1        | 点、直线和平面的标高投影..... | (126)        |
| 9.2        | 立体的标高投影 .....     | (133)        |
| 9.3        | 标高投影的应用举例 .....   | (137)        |



# 绪 论

## 工程图学课程的性质和内容

### 1. 课程的性质

工程图学课程是一门既有系统理论,又有较强实践性的专业技术基础课。随着我国社会主义现代化建设事业的全面发展,需要大批德智体全面发展、获得工程师基本训练的高级工程技术人员。工科院校的大学生必须掌握与本专业相关的自然科学基础知识和专业知识,同时还必须经过实验、计算机绘图等多方面的训练,掌握工程师应具备的基本能力。工程图学课程就是训练和培养学生的空间想象能力、空间分析能力以及实际绘图能力的课程,它包括画法几何、制图基础、专业制图、计算机绘图几部分。

语言文字是人们交流和表达思想、传递技术信息的工具,但是一幅图样是难以用语言或文字来表述清楚的。在建筑工程中,建筑形体的外部造型、内部分隔、结构特点、安装设施等都必须用相应的图样完整地表达出来,以便施工时使用。作为进行施工用的图样是建筑工程中必不可少的技术资料。

工程图样被成为工程界的技术语言,所有从事工程技术工作的人员都必须掌握这种语言,都必须具备手工绘图和计算机绘图的能力,并能够识读专业图样。因此,工程图学课程是学生在大学学习期间最重要的必修课之一。

### 2. 课程的内容

《现代工程图学(上册)》主要是画法几何部分,研究用投影法图示各种形体和图解空间几何问题的基本理论和方法。要求学生达到的学习目标:

- (1)掌握并应用正投影法的基本原理;
- (2)能够正确运用绘图仪器绘制或阅读工程图样;
- (3)经过学习具有较强的空间想象、空间构思和分析能力;
- (4)具有计算机绘图能力;
- (5)建立认真、细致、严谨、科学的作风。

## 工程图学课程的历史和现状

有史以来,人类就试图用图形来表达和交流思想,从远古的洞穴岩石上的石刻可以看出,在没有语言文字以前,图形就是一种有效的交流工具。

考古发现,早在公元前 2600 年距今 4600 年就出现了可以称为工程图样的图,那是刻在



古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。直到 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画面上的设计图。300 年之后,法国测量师古师塔夫·蒙日(Gaspard Monge, 1746~1818)将各种表达方法总结归纳写出《画法几何》一书,不仅当时在本国对工业革命起到了重大的作用,而且在今天对各国工程制图的发展也有着深远的影响。

我国在两千年前也有了用正投影法表达的图样,1997 年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、最早的工程图样。公元 1100 年的北宋的李诫总结了古代建筑方面的丰富经验,写成了世界上最早的一部建筑规范巨著《营造法式》,雕版印刷的《营造法式》有用各种方法绘制的图样约 570 幅。

300 年来,工程图学的理论——画法几何没有大的变化,仅在绘图工具方面有不断的改进。直到近 30 年来,随着计算机的硬件技术和外部设备的研制成功和不断发展,带来了绘图技术的重大变化。计算机绘图(Computer Graphics)和 CAD 计算机辅助设计绘图(Computer Aided Design 或 Computer Aided Drafting)技术大大改变了设计的方式。特别是近 10 年来三维设计迅猛发展,试图从设计开始就以三维入手,直接绘制三维实体,再根据三维实体绘制二维图形。目前,计算机绘图软件很多,诸如: CAXA 电子图板、开目 CAD、AutoCAD、T-FlexCAD 等等,可以产生三维实体渲染图和动画,还可运用于仿真和场景浏览绘制建筑制图、建筑效果图和机械制图。这些软件都符合制图国家标准,因此,更加方便实用。

现在,在工程设计制图中应用计算机绘图代替手工绘图已经普遍,在设计单位已经完全实现计算机出图。

## 工程图学课程的学习方法

初学画法几何部分都会感到有点难,原因是:学生在中学时代涉及的平面几何、立体几何、解析几何等需要绘制的图样均为单面图样,而对于用多面正投影来表达形体的形状很陌生,感觉很抽象。

其实,人们从直观的形象思维到理性的形象思维需要一个学习和转化的过程。另外,从大脑分工和智力构成角度来分析,现代科学研究证明,人们大脑的左右脑半球有着不同的分工,大脑的左半球主要起处理语言、逻辑、计算和次序的作用,称之为“学术性的”左半脑;大脑的右半球主要起处理节奏、旋律、音乐、图像和想象的作用,称之为“创造性”的右半脑。人们的右半脑相对地应用的少,没有同左半脑一起得到均衡的发展,因此,相对薄弱。

在学习时可以参考下列学习方法:

(1)在固有形象思维基础上,充分认识本课程对培养空间思维的重要性,树立学习信心,端正学习态度,循序渐进,“难”完全可以转化为“易”。

(2)在课程性质和教学目标的约束下,要求学习采取手工绘图和计算机绘图相结合的方式,每一部分的学习内容先以手工绘图为主,结合与教材相配的习题集,反复练习;然后用计算机绘图,逐步掌握计算机绘图操作程序。

(3)采用多媒体课件教学,师生互动,积极思维,精力集中,弄懂每一个知识要点,独立完成每一次作业和作图。



书山有路勤为径,柳暗花明又一村。只要在上课时认真听讲,专心刻苦学习,就没有攻克不下的难关。在掌握了形体想象、表达和设计、绘制和阅读能力之后,就为工程设计打下了坚实的基础,再经过进一步的专业基础和专业知识地学习和实践,你就一定会成为具有现代先进技术意识和能力的工程技术人才。



# 第1章 投影的基本知识



**本章要点:**介绍绘制工程图样的有关基本要求和规定。学习投影法、特别是正投影法的基本原理,初步了解正投影的投影特性及其三面投影图的形成,达到能够绘制简单形体的三面投影图的目的。

工程图样是工程建设的重要技术资料,是以图线、尺寸、符号等为表达要素来表示形体的形状、大小、相对位置的,绘图时必须遵守国家标准和绘图的有关法规,严格按要求去做,才能绘制出合乎标准的工程图样。

## 1.1 绘图的基本要求

### 1.1.1 绘图仪器

#### 1. 铅笔、橡皮、擦图片

手工绘图要求用铅笔来画。铅笔的铅芯硬度以标号来区别,B、2B…表示软铅芯;H、2H…表示硬铅芯;HB表示软硬适中铅芯。画底稿图样时通常用2H或H,加深图线时用HB或B。写字用HB的铅笔。

削木质铅笔时,笔尖铅芯的长度约为6~8毫米,应削成画线所需要的楔状,楔状断面的厚度即为画线的宽度。

用铅笔作画线时用力要均匀,保证图线轻重粗细一致,铅笔与纸面的倾斜角度 $80^{\circ}$ 左右为宜。由于铅芯在画线时要不断磨损,为保持线型一致应适时修磨笔芯。画图时应多备几支铅笔,削成不同粗细的铅芯,以方便作图。

橡皮用来擦去作图时的错线或多余的线,并保持图面整洁。橡皮宜选择质地柔软、浅色的。

擦图片用来擦去小范围内邻近的图线,保留应有的图线。擦图片有不锈钢、塑料薄片两种。

#### 2. 三角板

三角板是一副,用来画特殊角度的斜线;一副三角板配合可以画平行线;与丁字尺配合可以画垂直线。

带有量角器的三角板可以量取角度;带有曲线板的三角板可以画非圆曲线。

#### 3. 圆规、分规

圆规用来画圆或圆弧。圆规的铅芯一端与钢针合拢时应略比钢针长2毫米左右,画圆或圆弧时,用右手转动圆规手柄,顺时针方向画圆。需要加深圆弧图线时,应适当地增加对铅芯的压力。为了使图线一致,圆规上的铅芯应比画直线的铅笔软1~2号。

分规用来量取等分点比较精确。在没有分规的情况下,可以用圆规代替分规。



#### 4. 其他绘图仪器

还有很多绘图仪器,如:图板、丁字尺、曲线板、绘图笔等,均在使用时再做详细介绍。

### 1.1.2 图线

国家《房屋建筑制图统一标准》规定:图线分粗、中、细三种,基本粗线宽为 $b$ ,其在 $0.18 \sim 2.0\text{mm}$ 范围内;中线宽为 $b/2$ ;细线宽为 $b/4$ 。国家《机械制图》标准规定:图线宽度为 $d$ ( $d=0.13 \sim 2.0\text{mm}$ )。绘制图样时应采用表1-1中规定的图线。采用两种线宽绘图时,其比例关系为 $2:1$ 。

表 1-1 图线的规格及应用

| 图线名称   | 图线规格                                                                                | 图线宽度  | 一般应用                             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------|
| 粗实线    |    | $b$   | 可见的轮廓线、可见的棱边                     |
| 中实线    |    | $b/2$ | 专业制图中多用的图线,如:平面图的门开启线;立面图的门、窗口线等 |
| 细实线    |    | $b/4$ | 投影连线;投影轴线;作图辅助线;专业图中的用线等         |
| 细单点长画线 |    | $b/4$ | 图形的中心线;对称线;轴线                    |
| 细虚线    |    | $b/4$ | 不可见的轮廓线;不可见的棱边                   |
| 折断线    |    | $b/4$ | 部分或中断视图的分界线                      |
| 细双点长画线 |   | $b/4$ | 假想轮廓线;切割体的原始形状轮廓线                |
| 波浪线    |  | $b/4$ | 同折断线                             |

作图时绘制图线应注意的问题:

- (1)在同一图幅内,同一线型的图线应保持轻重、粗细均匀一致,直线和曲线轻重粗细一致。
- (2)虚线的每一画长为 $4 \sim 6$ 毫米,两画之间空隙为 $1$ 毫米左右,当虚线与其他图线相交时必须交在某一画上,不可交在空隙处。
- (3)单点长画线、双点长画线的每一长画为 $20 \sim 25$ 毫米,短画和两个空隙各为 $1$ 毫米左右,当与其他图线相交时也必须交在长画处,不要交在短画和空隙处。
- (4)折断线的折断符号长约为 $5$ 毫米,两端伸出各约为 $3$ 毫米。绘图需要应用折断线时,折断线的两端应超出所表达形体的轮廓线约 $5 \sim 7$ 毫米。
- (5)波浪线应徒手一次绘制而成,不可重复描绘。两端不可超出形体的轮廓线。

### 1.1.3 字体

在图样中书写各种符号、汉字、字母、数字时必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间



隔均匀。这是书写的基本要领。

字体的高度用字号来表示,常用系列为:20、14、10、7、5、3.5、2.5,共七种字号。字的宽度为字高的  $2/3$ 。

### 1. 汉字

汉字应采用长仿宋体,字高不应小于 3.5。字的笔画不可太粗,约为字高的  $1/10$ 。

长仿宋体字是介于宋体和楷体两种风格之间的字体。除了字体修长之外,其字体的结构特征与宋体字完全相同,而长仿宋体字的笔画却带有楷体字的特点。长仿宋体字横竖笔画的粗细基本一致,其横按写字的习惯可以略微左低右高,与宋体字的完全横平不同;长仿宋体笔画横竖都是直线,与楷体字笔画横竖略弯又不同;长仿宋体字的折角要写得刚健有力,与楷体字的折角有所不同。总之,这些差异形成了长仿宋体字独特的字体风格,书写时字体结构应匀称严谨、字型端正俊秀、笔画刚劲有力。示例如图 1-1。

土木工程采暖通风道路桥

14 号字

建筑形体设计方案门窗楼梯阳台墙壁材料

10 号字

基本结构雨篷钢筋混凝土梁柱板节点连接支撑耐火

7 号字

砖石瓦砾水泥砂浆机械零件齿轮轴承弹簧尺寸螺纹规范画法投影

5 号字

图 1-1 长仿宋体字示例

汉字是以笔画为基本构成元素的文字。要学好长仿宋体字的书写,首先要掌握长仿宋体字的基本笔画的写法。汉字近 30 种基本笔画中常用笔画是:横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折。其写法见表 1-2。

长仿宋体横竖笔画的粗细约为字宽的  $1/16$ 。横竖的起笔收笔都要顿笔,称为起落分明。但在具体字里还应注意区别位置,如“业”字的两竖下端与横相交,收笔无顿,“平”字竖上端与横相交,起笔无顿。平横应右上斜约为  $5^\circ$ ,字中平横都应保持相同斜度。“七、戈”等字中的横为斜横,斜度约为  $8^\circ$ 。竖要直,横平竖直才能使字体端正,但在“口、面”等字中横折中的竖向左偏斜,左侧的竖则需向右偏斜,“五”字的竖也向左偏斜。所以竖直是基本要求,但须注意一些字的特殊性。

撇、捺是斜线,也是曲线。撇起笔顿由重到轻形成笔锋,捺要由轻到重形成捺脚。撇是



顺时针弧,捺是逆时针弧。撇分斜撇、竖撇和横撇,如“人、厂、千”中的撇。捺分斜捺、横捺和顿捺,如“尺、超、八”中的捺。

点是短斜线,起笔轻而有锋,接着就是顿笔。点分斜点与垂点,如“小、冗”中的点。点的运笔也是顺时针方向。

表 1-2 仿宋体字的基本笔画

| 名称   | 横          | 竖          | 撇          | 捺          | 点          | 挑          | 钩                      | 折                  |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|--------------------|
| 笔画形状 | 一          | 丨          | 丿          | ㇏          | 丶          | ㇀          | 一 ㇏ ㇏                  | ㇏ ㇏ ㇏              |
| 笔法   | 一          | 丨          | 丿          | ㇏          | 丶          | ㇀          | ㇏ ㇏ ㇏                  | ㇏ ㇏ ㇏              |
| 字例   | 工 土<br>七 戈 | 中 上<br>口 五 | 人 形<br>厂 千 | 木 走<br>八 造 | 图 办<br>心 补 | 结 政<br>混 孙 | 预 制 家 线 几<br>与 仍 阶 化 思 | 见 出 以 又<br>论 要 建 运 |

挑是与撇相反方向的短画,是由顿笔到出锋的短斜线。分斜挑和横挑,如“沙、地”中的挑。

钩是带有笔画连带意味的收笔短锋。与横相连称为横钩,与竖相连称为竖钩,与弧线笔画相连称为弯钩,如“买、利、家、瓦”中的钩。

折是横与竖、横与撇、竖与横、竖与挑、撇与点、撇与挑等变向笔画的连笔书写,在转折处要顿笔形成折角。折的种类较多,如“马、又、口、比、山、女、及、鼎”等字中的折。

要把长仿宋体汉字写得优美匀称还要掌握各种字的结构特点。只以笔画构成的字称为**简构或独体字**,如“土、石、水、力”等。以笔画组成偏旁字件,再与汉字组成新字的称为**复构或合体字**,如“作、体、优”都含“单人旁”,“板、梯、桩”都含“木字旁”。合体又可按组成形式分左右结构、左中右结构、上下结构、上中下结构、包围结构和半包围结构以及品字形结构。每一笔画应在什么位置,每个偏旁占多大地方要心中有数。在笔画布局上的匀称指笔画分割字格空间为大致面积相等的若干部分,如“量”字所有横画的间距都基本相等。“土”字的竖居中使左右的空相等。借用围棋中“气”的概念,如果在字格中把量字上部横画间距拉大,下部必然过于紧凑。这样,字“气”的松紧不匀,直接影响了字体的美观。

学练长仿宋体字一定要按字格书写。基本上要满格书写才能使字体大小一致。笔画不许超格。邻近格边的横与竖都要与格有适当距离,这样才能使不同字形的字看起来大小一致。“口”字、“日”字要适当缩小,使字的“内气”与“外气”均衡。在仿照字例书写的过程中反复琢磨每类字的写法,如“切、都、部”的左高右低,“量、要”的中横宜长,“唯、砖、墙”的左小偏上,“动、政、除”的伸让融洽,“飞、厂、夕”的空灵生动等等。在书写中应严格对照标准字样,不断对存在的问题加以修正,久而久之,即可掌握长仿宋体的书写要领。练字要有耐心、有信心、有恒心,练成后就会很开心。



## 2. 字母和数字

字母和数字分为直体和斜体两种,如图 1-2,书写时多数人习惯用斜体。在专业图样中用到最多的是数字,尺寸标注时采用 3.5 或 5 号字。如遇有字母和符号组合时,通常也应采用相同的字号。如需作注脚标注时,则注脚的内容应比其主要字体小一号,如图 1-3。

直体: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

斜体: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

(1) 字母



(2) 数字

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \psi \omega \zeta \eta \theta \lambda \mu \xi \pi \rho \tau$

(3) 希腊字母

I II III IV V VI VII VIII IX X

(4) 罗马数字

图 1-2 字母和数字的直体和斜体

$\Phi 24-0.050$

$2 \times 45^\circ$

R 4、 $\Phi 50$ 、 $2-\Phi 8$ 、 $M 105 \times 1.5$

图 1-3 字母与数字的组合

## 1.2 投影法

投影法可以简称为投影。用投影来表达空间形体的形状是学习绘图的基本方法。

### 1.2.1 投影法

#### 1. 投影法的基本概念

投射光线通过空间物体,并向所选定的平面投射而在该面上得到的物体投影的方法称为投影法。按照投影法绘制的图样称为形体的投影图(简称投影),绘制图样的平面称为投影面,如图 1-4。

空间物体的标号用大写字母,其对应的投影用小写字母。

#### 2. 投影的分类



投射线汇交于一点所形成的投影称为**中心投影**,如图1-4(1);  
相互平行的投射线所形成的投影称为**平行投影**,如图1-4(2)、(3);  
投影线垂直于投影面所形成的投影称为**正投影**,如图1-4(2);

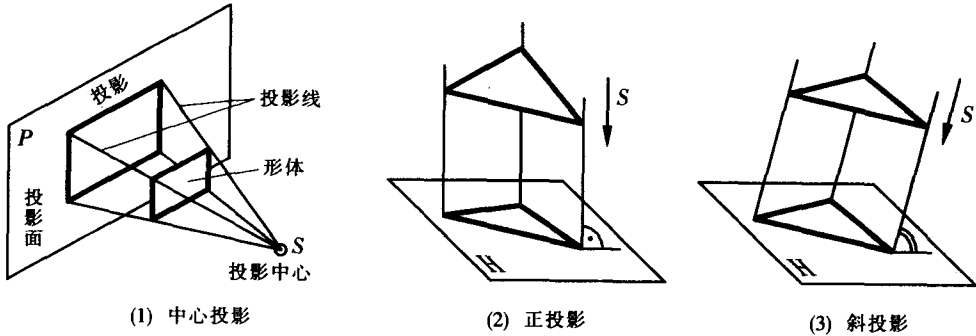


图1-4 投影的形成和分类

投射线倾斜于投影面所形成的投影称为**斜投影**,如图1-4(3)。工程图样一般都采用正投影,从现在开始以下所称的投影均为正投影。

### 1.2.2 正投影的特性

#### 1. 同素性

点的投影仍然是点,直线的投影一般情况下仍然是直线,平面的投影仍然是平面(特殊情况下例外,见“积聚性”),如图1-5。

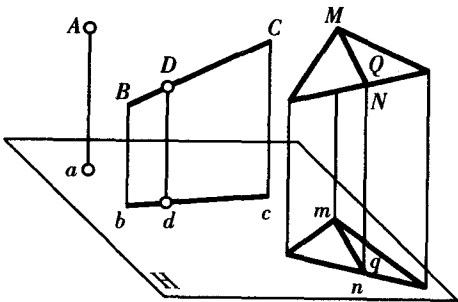


图1-5 同素性、从属性、定比性

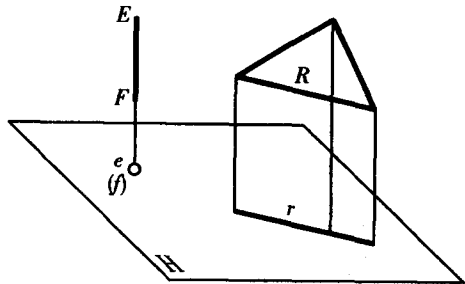


图1-6 积聚性

#### 2. 从属性

点如果在直线上,则点的投影一定在直线的同面投影上;点、直线如果在平面上,则点和直线的投影一定在平面的同面投影上。如图1-5,点D在直线BC上,则点d在直线的投影bc上;直线MN在平面Q上,则直线的投影mn一定在平面的投影q上。

#### 3. 定比性

直线上的某一点将直线分割成任意两段,其两段的比值经过投影后不变。如图1-5,即  $BD/DC = bd/dc$ 。



#### 4. 积聚性

直线如果垂直于投影面,则其在该投影面上的投影积聚为一点;平面如果垂直于投影面,则其在该投影面上的投影积聚为一直线。如图 1-6,直线  $EF$  在水平面上的投影  $ef$  积聚为一点,点  $E$  在上,为可见;点  $F$  在下,为不可见,点为不可见时,其投影的字母需加括号。

#### 5. 显实性

直线如果平行于投影面,则其在该投影面上的投影反映真实长度;平面如果平行于投影面,则其在该投影面上的投影反映真实形状和大小;如图 1-7。即直线的投影  $mn = MN$ ;  
 $\triangle abc \cong \triangle ABC$

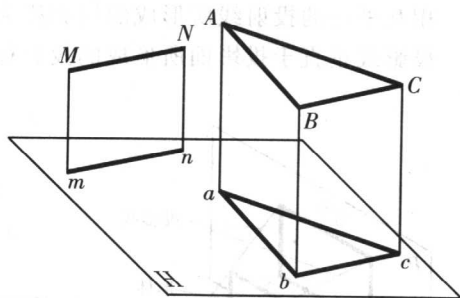


图 1-7 显实性

### 1.3 三面投影图的形成及特性

#### 1.3.1 三面投影图的形成

##### 1. 单面投影图

如图 1-8 所示,将不同的两个形体向同一投影面“ $H$ ”作投影,该投影面称为水平投影面(简称水平面),所得到的投影称为水平投影。从空间(三维)向平面(二维)作图是可行的,但是,反之则不可行,根据该投影面上的投影无法惟一地确定形体的实际形状。

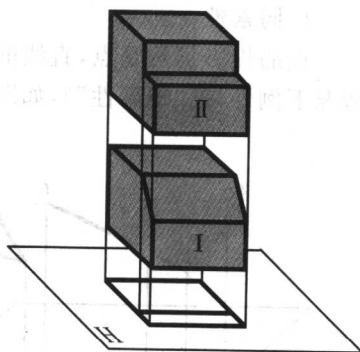
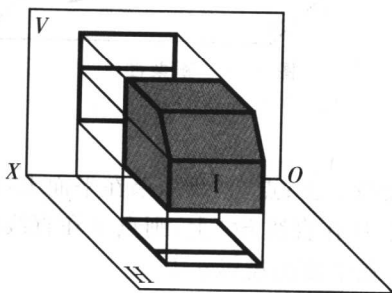


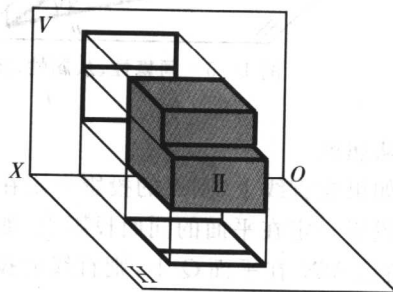
图 1-8 形体的单面投影

##### 2. 两面投影图

在图 1-8 的基础上再增加一个与水平面相互垂直的投影面“ $V$ ”,该投影面称为正立投影面(简称正面),所得的投影称为正面投影,如图 1-9。在两面投影体系中这两个形体的两面投影仍然完全相同,由此可见,对于某些形体仅仅依据两面投影也无法惟一地确定其实际形状。这样,就提出了三面投影体系。



(1) 物体 I



(2) 物体 II

图 1-9 形体的两面投影