



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

机械制图

第四版

清华大学工程图学
及计算机辅助设计教研室

编

刘朝儒 彭福荫 高政一 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

机械制图

第四版

清华大学工程图学
及计算机辅助设计教研室

编

刘朝儒 彭福荫 高政一 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘朝儒, 彭福荫, 高政一主编. —4版. 北京: 高等教育出版社, 2001.8

普通高等教育“九五”国家级重点教材. 面向21世纪课程教材

ISBN 7-04-008635-2

I. 机… II. ①刘…②彭…③高… III. 机械制图—高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 031203 号

机械制图 第四版

清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室 编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 850 × 1168 1/16

版 次 1975 年 5 月第 1 版

印 张 43

2001 年 8 月第 4 版

字 数 1 070 000

印 次 2001 年 9 月第 2 次印刷

定 价 42.90 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

内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材,也是普通高等教育“九五”国家级重点教材。

本书是在 1990 年第三版的基础上,根据原国家教育委员会高等教育司 1995 年修订的“高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求(机械类专业适用)”修订而成的。

全书共 18 章,包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图基础四部分内容。

画法几何部分内容包括:投影的基本知识,点、直线和平面的投影,几何元素的相对关系,投影变换,基本体的投影,平面和直线与立体相交,立体与立体相交,组合体,曲线和曲面,表面展开,轴测图与透视图。

制图基础部分内容包括:制图基本知识,《国家标准 技术制图》的基本规定,尺规绘图和徒手绘图的基本技能,尺寸标注基础。

机械图部分内容包括:《国家标准 机械制图》的基本规定,零件图的绘制与阅读,螺纹、螺纹紧固件以及齿轮、轴承等常用件的绘制,装配图的绘制与阅读,零件构形设计。

计算机绘图基础部分内容包括:计算机绘图系统简介,编程绘图和二维图形矩阵变换的基本知识,AutoCAD 2000 软件使用的基本知识和计算机绘图技术在绘制机械图方面的具体应用。

本书附录摘编了螺纹和螺纹紧固件,键与销,滚动轴承,材料及热处理和极限与配合等方面的常用国家标准。

本书可作为高等学校工科机械类、近机类各专业画法几何、机械制图及机械设计基础系列课程的教材,也可供各专业师生和工程技术人员参考。



面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“九五”
国家级重点教材

第四版序

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果，是面向 21 世纪课程教材，也是普通高等教育“九五”国家级重点教材。

本书第三版自 1990 年出版以来，被全国高等院校广泛使用，受到使用者和专家的好评，并于 1995 年获第三届普通高等学校优秀教材国家教委一等奖。

本书是在第三版的基础上修订而成的。修订时，以原国家教育委员会高等教育司 1995 年修订的“高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求(机械类专业适用)”为依据，参考了高等学校工科制图课程教学指导委员会提出的“画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革建议”，展望了 21 世纪人才培养的需求，并吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家及广大使用者的意见。

本版具有以下特点：

1. 恰当、合理地处理计算机绘图基础知识是本书最显著的特点。

(1) 考虑到 21 世纪人才培养需求，加强和丰富了有关计算机绘图基础知识的内容，并牢牢把握住制图课中的计算机绘图教育应以学习、掌握使用典型交互绘图软件绘制立体的投影图和工程图样为主，兼顾学习编程绘图和了解计算机绘图理论知识的方向。

(2) 在计算机绘图内容与传统图学内容关系的处理上，改变了第三版在传统图学内容学习完毕后在教材最后介绍计算机绘图基础知识的“添加式”作法，采用在前面(第二章)学习必要的基本理论和最基本操作，在后续各相关章节以实用为重点，结合传统图学内容(如截断、相贯、组合体、机械图等)继续学习、贯彻始终的“结合式”作法。这一变化可使本课程各主要图示部分由单一手工绘图改变成为计算机绘图与手工绘图并用，并为进一步以计算机绘图为主体打下基础。这种结合也丰富和改进了传统内容，如截交线、相贯线、曲线和板金展开图的算法绘制等。

(3) 在介绍用计算机绘制工程图样时，注意与机械 CAD 方法和过程的结合，如绘制零件图的特征拼合法。

2. 增加了组合体构形设计和零件构形设计内容，使学习者在学习制图的同时，学习构思和设计的初步知识，使本课程在培养学生空间想象能力，几何体和机件表达能力以及创造性思维和创新意识、创新能力等方面发挥更大的作用。

3. 继续保持本书第三版重视图学基本理论的特点。既重视全面、系统、准确地论述基本投影理论、图解图示和表达理论，又注意对这些理论进行新的总结和提炼。重新明确了轨迹相交法、形体分析法、面形分析法、完整表面相交法和功能分析法等行之有效的读图、画图方法。力求总结出并教给读者规律性的东西。

在组合体的组合方式、表面关系，零件图的视图选择等方面提出了新的概念、新的观点。在零件的结构分析中提出了三个结构层次的分析方法。在轴测投影的基本理论推导中使用了新的方法。

重新改写了透视图的内容,使之简练并便于掌握作图规律。

4. 按照学科系统性和符合认识规律的原则对内容体系安排作了调整,如将第三版中的零件图、零件的技术要求和典型零件图例及读图方法三章合并为一章;增加了尺寸标注基础一章;将有关零件结构合理设计的内容移至零件构形设计部分等。

5. 全书采用最新国家标准,注重介绍简化表示法。

6. 对书中内容作出选学建议(用*表示),以适应不同层次学校及不同专业的需求。

与本书配套使用的高政一、许纪旻主编《机械制图习题集》(第三版)由高等教育出版社同时出版,可供选用。

参加本版修订工作的有刘朝儒(绪论、第一、十、十四、十五、十六、十七章、附录)、田凌(第二章、§9.6、§9.7、§10.8、§15.9、§16.6、§17.8)、彭福荫(第三、四、五、十一、十二、十八章)、高政一(第六、七、八、九、十三章、§10.9)、冯涓(§7.4、§8.3、§13.5、§14.6)和翟焱(Auto CAD 2000的部分内容)。由刘朝儒、彭福荫和高政一任主编。全书由刘朝儒负责统稿和定稿。

本书由西北工业大学刘荣光教授和重庆大学何玉林教授审阅。审阅人提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。本书经1999年6月召开的高等学校工科制图课程教学指导委员会工作会议审订通过,作为高等学校教材出版。

值此第四版出版之际,对教研室为本书前三版作出贡献的人员表示深情感谢。本书在编写过程中参考了一些同类著作,特向作者表示衷心感谢,具体书目作为参考文献列于书末。

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2000年12月于北京

责任编辑	肖银玲
封面设计	张楠
责任绘图	李维平
版式设计	周顺银
责任校对	康晓燕
责任印制	宋克学

目 录

绪论	1	§ 7.1 平面与平面体相交	162
第一章 制图的基本知识和基本技能	9	§ 7.2 平面与常用回转体相交	166
§ 1.1 制图基本规定	9	§ 7.3 直线与立体相交	175
§ 1.2 尺规制图工具及其使用	19	* § 7.4 编程绘制截交线	177
§ 1.3 尺规基本几何作图	23	第八章 立体与立体相交	185
§ 1.4 尺规绘图的一般操作步骤	35	§ 8.1 平面体与回转体的表面相交	185
§ 1.5 徒手绘图	36	§ 8.2 两回转体的表面相交	187
第二章 计算机绘图基础	41	* § 8.3 编程绘制相贯线	197
§ 2.1 计算机绘图系统	41	§ 8.4 多形体表面相交和不完整形 体表面相交	204
§ 2.2 交互式绘图及典型图形软件	44	§ 8.5 平面体与平面体表面相交	207
§ 2.3 AutoCAD 2000 使用初步(上)	45	第九章 组合体	213
§ 2.4 AutoCAD 2000 使用初步(下)	62	§ 9.1 组合体的形成方式及其表面间的 过渡关系	213
* § 2.5 编程绘图概述	71	§ 9.2 组合体视图的绘制	216
* § 2.6 二维图形的矩阵变换	73	§ 9.3 组合体视图的阅读	220
第三章 点、直线和平面的投影	80	§ 9.4 具有倾斜表面的组合体视图 的绘制	227
§ 3.1 点的投影	80	§ 9.5 组合体的构形设计	230
§ 3.2 直线的投影	85	§ 9.6 用 AutoCAD 2000 绘制组合 体视图	234
§ 3.3 平面的投影	91	* § 9.7 计算机三维几何造型简介	237
第四章 几何元素间的相对关系	104	第十章 轴测图与透视图	247
§ 4.1 几何元素间的平行问题	104	§ 10.1 轴测图概述	247
§ 4.2 几何元素间的相交问题	106	* § 10.2 正轴测投影的特性	249
§ 4.3 几何元素间的垂直问题	111	§ 10.3 正等轴测图	251
§ 4.4 平面上的最大斜度线	116	§ 10.4 正二等轴测图	265
* § 4.5 综合问题解题方法	117	§ 10.5 斜二等轴测图	267
第五章 投影变换	125	* § 10.6 轴测图的选择	268
§ 5.1 概述	125	§ 10.7 轴测草图的绘制	273
§ 5.2 换面法	125	§ 10.8 用 AutoCAD 2000 绘制轴测图	276
§ 5.3 旋转法	133	* § 10.9 透视图	280
* § 5.4 投影变换的综合应用	140	第十一章 曲线和曲面	295
第六章 基本体的投影	147	§ 11.1 曲线的基本概念	295
§ 6.1 平面立体	147	§ 11.2 螺旋线	299
§ 6.2 常用的回转体	150	§ 11.3 曲面的基本概念	308
§ 6.3 轴线倾斜的圆柱和圆锥	155	§ 11.4 回转面	309
* § 6.4 生成基本体三面正投影图的 矩阵变换方法	157		
第七章 平面及直线与立体相交	162		

* § 11.5 直纹曲面	313	§ 15.7 读零件图的步骤和方法	502
* § 11.6 圆纹曲面	317	§ 15.8 零件测绘	506
* § 11.7 螺旋面	318	§ 15.9 计算机绘制零件图	510
* § 11.8 复杂曲面	320	第十六章 标准件与常用件	520
* § 11.9 等值线图简介	323	§ 16.1 螺纹及螺纹紧固件	520
* § 11.10 曲面的切平面	324	§ 16.2 键、花键和销	536
* 第十二章 表面展开	330	§ 16.3 齿轮	540
§ 12.1 平面体的表面展开	331	§ 16.4 弹簧	552
§ 12.2 可展曲面表面的展开	333	§ 16.5 滚动轴承	556
§ 12.3 不可展曲面表面的近似展开	341	§ 16.6 工程图库的建立	563
§ 12.4 管道的设计与展开	344	* § 16.7 焊接结构图	567
§ 12.5 变形接头的设计与展开	347	第十七章 装配图	577
§ 12.6 绘制钣金件展开图时应注意 的问题	350	§ 17.1 装配图的内容	577
第十三章 表示机件的图样画法	352	§ 17.2 装配图的图样画法	579
§ 13.1 视图	352	§ 17.3 装配图的视图选择	584
§ 13.2 剖视图	354	§ 17.4 装配图中的尺寸标注和 技术要求注写	588
§ 13.3 断面图	366	§ 17.5 装配图中的明细栏和零、部 件序号的编排	590
§ 13.4 简化画法和其他规定画法	368	§ 17.6 画装配图的方法和步骤	591
§ 13.5 用 AutoCAD 绘制剖面符号	374	§ 17.7 读装配图和拆画零件图	595
§ 13.6 轴测剖视图的画法	378	§ 17.8 计算机绘制装配图	601
* § 13.7 第三角投影(第三角画法)	380	§ 17.9 轴测装配图	606
第十四章 尺寸标注基础	387	第十八章 零件构形设计	609
§ 14.1 尺寸标注的基本规定	387	§ 18.1 概述	609
§ 14.2 组合体的尺寸标注	394	§ 18.2 构形设计要保证零件实现功能	612
§ 14.3 尺寸的清晰布置	401	§ 18.3 构形设计要考虑工艺要求	617
§ 14.4 圆弧连接图形的尺寸标注	402	§ 18.4 构形设计要考虑材料的使用	628
§ 14.5 轴测图的尺寸注法	405	§ 18.5 构形设计要考虑零件的形象	630
§ 14.6 用 AutoCAD 进行尺寸标注	406	附录	637
第十五章 零件图	421	一、常用螺纹及螺纹紧固件	637
§ 15.1 零件的基本知识	421	二、常用键与销	649
§ 15.2 零件图的基本知识	426	三、常用滚动轴承	655
§ 15.3 零件的视图选择	431	四、常用材料及热处理	661
§ 15.4 零件的尺寸标注	443	五、极限与配合	667
§ 15.5 零件的技术要求	455	参考文献	677
§ 15.6 典型零件的图样画法	490		

绪 论

一、本课程的性质、任务和主要内容

图形和文字、声音、图像一样，是承载信息进行交流的重要媒体。以图形为主的图样是工程设计、制造和施工过程中用来表达设计思想的主要工具，被称为“工程界的语言”。工程图又是解决工程中的定位、度量、计算等问题及进行设计和构思的重要工具之一。

图学是人类重要的学习内容和研究内容之一。机械制图是其中的一部分。

本课程的任务是：

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能力和将工程技术问题抽象为几何问题的初步能力。
4. 培养绘制和阅读机械图样(主要是零件图和部件装配图)的基本能力。
5. 培养利用计算机绘制图形的初步能力。

6. 在教学过程中培养自学能力，分析问题和解决问题的能力以及创造性思维能力；培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风，提高学习者的素质。

本课程所学习的知识、培养的能力和工作态度与工作作风对工程技术人员来说都是必备的和十分重要的。本课程对它们的学习及培养也是初步的和基本的，在后续课程的学习中应进一步得到提高和加强。

本课程的主要内容包括五方面：

1. 用投影法在二维平面上表达三维空间几何元素和形体以及在二维平面上图解空间几何问题的基本理论和方法(图示法和图解法)。
2. 绘制和阅读一般机械零件图和部件装配图的理论、方法和图家标准的有关规定。
3. 计算机绘图基础知识。
4. 使用仪器绘图、徒手绘图和使用计算机绘图的基本方法和技能。
5. 初步的一般机械零件和部件的结构知识、技术要求和构型设计方法。

以上五方面内容在本课程和本教材中采用既集中独立又分散结合的方法由浅入深地使学习者逐步掌握。

二、投影法的基本概念

用投影法可以实现空间三维形体和平面上的二维图形的相互映射。

1. 投影的形成

如图1所示，空间有一平面 V ，一点 A ，过点 A 作一直线 L ，令其向 V 面投射，得交点 a' 。 a' 就是 A 在 V 面上的对应图形，通过空间点 A 的直线 L 称为投射线。

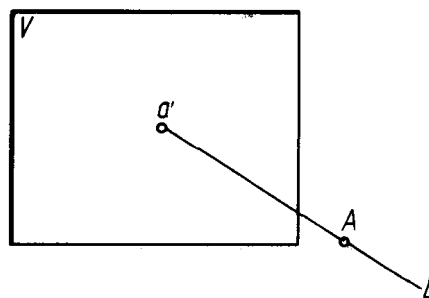


图1 投影的形成

线、面和几何体都可以看成是点的集合，对它们都可以使用同样方法得到相应的图形，此时，投射线应由一条换成一束。

这种利用投射线通过物体，向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法称为投影法；根据投影法所得到的图形称为投影(投影图)，在投影法中，得到投影的面称为投影面。

2. 平行投影法

投射线相互平行的投影法称为平行投影法。投射线与投影面相垂直的平行投影法称为正投影法，如图 2a。根据正投影法所得到的图形称为正投影(正投影图)。

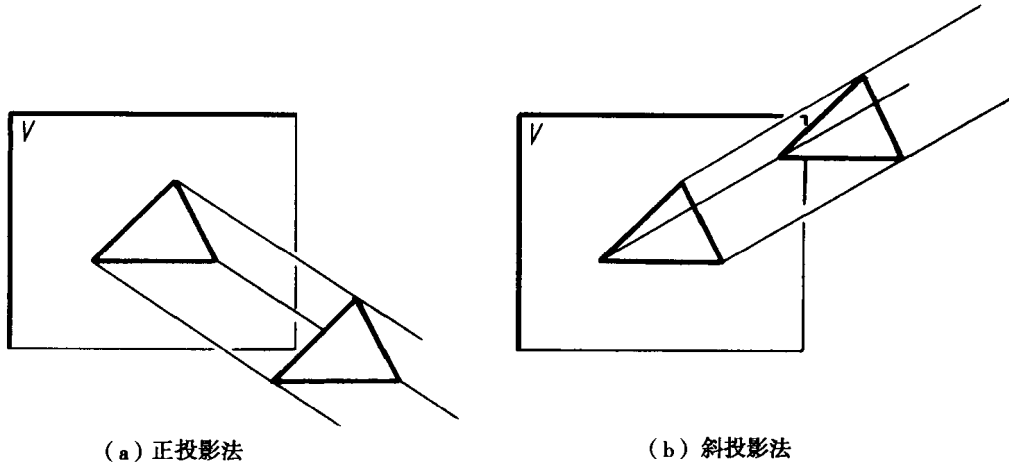


图 2 平行投影法

投射线与投影面相倾斜的平行投影法称为斜投影法，如图 2b。根据斜投影法所得到的图形称为斜投影(斜投影图)。

3. 中心投影法

投射线汇交一点的投影法称为中心投影法，如图 3。投射线汇交之点 S 也就是所有投射线的起源点称为投射中心。

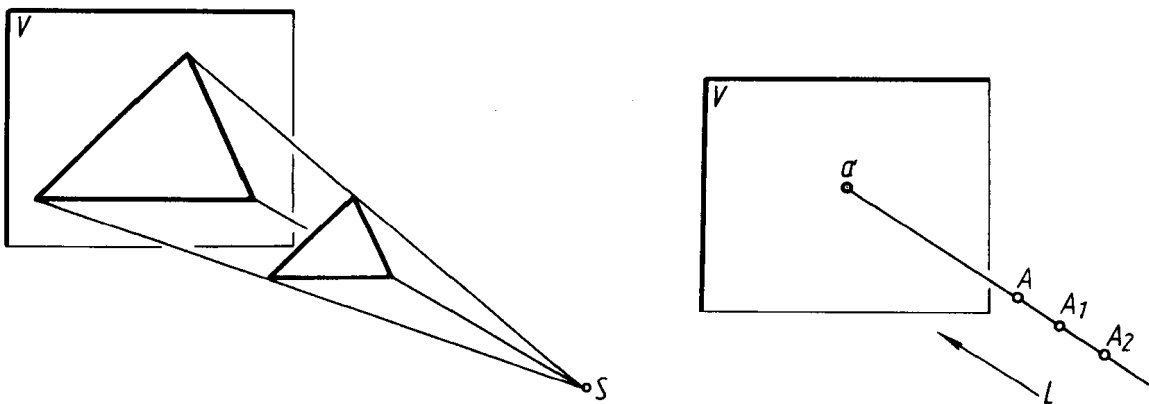


图 3 中心投影法

图 4 一个投影不能确定点的空间位置

4. 投影的可逆要求

从图 4 中可以看出：当空间一点 A 的位置及投射方向 L 已确定时，它在投影面上的投影

a' 是唯一确定的。但反过来, 根据 a' 却不能确定产生此投影的空间点是 A 还是 A_1 或 A_2 。

同样, 在图 5 中根据投影 $\triangle a'b'c'$ 也不能确定产生它的空间三角形是 $\triangle ABC$ 还是 $\triangle A_1B_1C_1$ 。

工程上的图示法和图解法是有可逆要求的, 既要求能根据空间几何元素和形体得到唯一确定的投影, 也要求根据投影能唯一确定空间几何元素和形体的形状与位置。显然, 只有物体的一个投影是不能确定该物体的。为此, 我们需要进行条件补充, 形成能满足可逆性要求的适用于工程技术上的投影图。

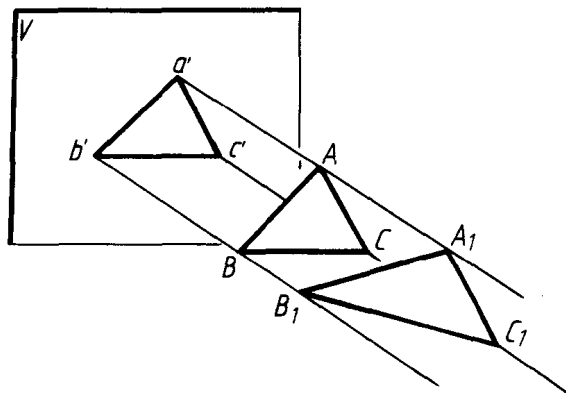


图 5 一个投影不能确定空间物体形状和位置

三、工程上常用的几种投影

工程上常用的投影有下列四种：多面正投影、轴测投影、透视投影和标高投影。

1. 多面正投影(多面正投影图)

这种方法所给的补充条件是增加投影面。它是由法国几何学家蒙日(G. Monge)于 1795 年首先提出并加以科学论证的, 所以也称蒙日法。

如图 6 所示, 令三棱柱棱线垂直于正立投影面 V , 对其用正投影法进行投射, 得到的投影是一个三角形。它反映了三棱柱端面实形, 但三棱柱棱长未能反映。而且不难想象, 和 V 面上的三角形相对应的空间形体也不只是一个三棱柱。

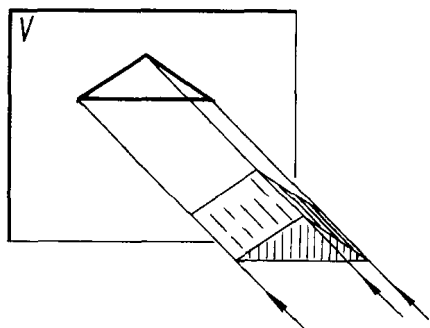


图 6 三棱柱的单面正投影

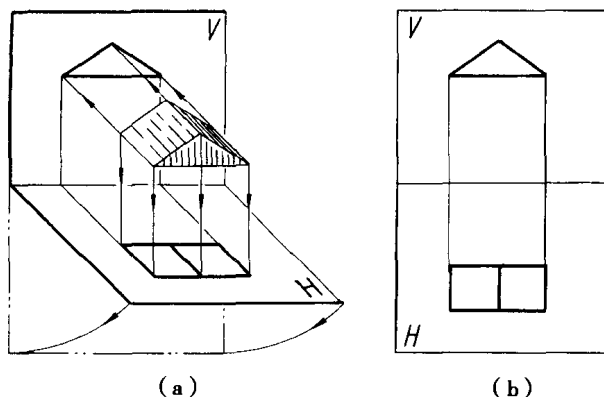


图 7 三棱柱的两面正投影

如图 7a 所示, 如果再增加一个水平投影面 H , 使它和 V 面垂直。将三棱柱再垂直地投射到 H 面上, 得到一个新的投影。这两个投影联系起来, 不仅确定了空间三棱柱的形状, 而且其三个方向的尺度也都表示出来。

为了使两个相互垂直的投影面变成一个平面, 将 H 面向下旋转, 使其与 V 面重合, 就得到了如图 7b 所示的有规则配置的、相互之间形成对应关系的平面图形, 这就是多面正投影(多面正投影图)。

由于多面正投影图具有物体上大部分面的投影可反映实形、度量性好、作图简便、利于图

示和图解等优点，所以它是工程中应用最广泛的一种图示法，也是本课程的学习重点。

多面正投影图的缺点是直观性和立体感差。当我们根据这种图样来研究物体时，必须把多个投影综合起来想象，才能得出完整的形象。这种想象能力是要经过一定的培养和训练才能具备的。

2. 轴测投影(轴测图)

产生轴测投影的补充条件是在物体上固结三根相互垂直的坐标轴，形成参考直角坐标系。将物体连同其参考直角坐标系，沿不平行于任一坐标平面的方向，用平行投影法将其投射在单一投影面上所得到的图形称为轴测投影(轴测图)。

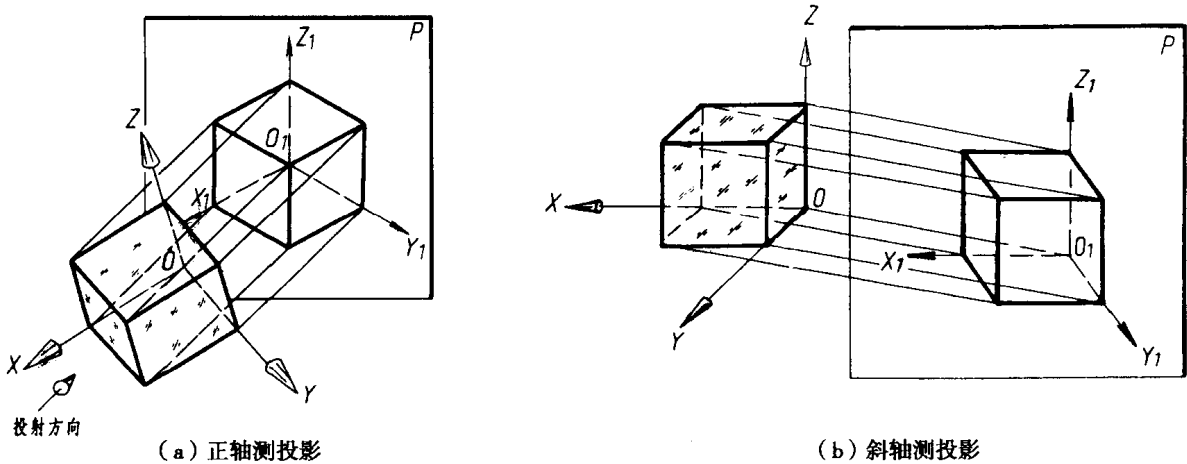


图 8 轴测投影法

用正投影法得到的轴测投影称为正轴测投影，如图 8a；用斜投影法得到的轴测投影称斜轴测投影，如图 8b。

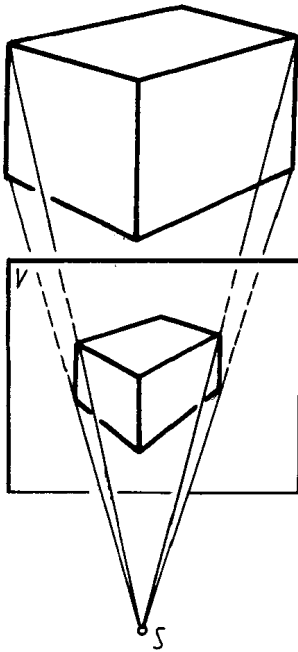


图 9 透视投影法

轴测投影图直观性和立体感较好，有一定的可度量性。其缺点是作图比较繁琐，其形象与人们观察物体所得结果尚有一定差距，显得不很自然。轴测投影在工程上常作为多面正投影的补充来使用。在进行机械零部件初步设计构思时，也常用徒手绘制的轴测投影草图来概略地表达设计思想。

3. 透视投影(透视图, 透视)

透视投影是用中心投影法将物体投射在单一投影面上所得到的具有立体感的图形。如图 9 所示， S 为投射中心，起源于点 S 的投影线可以在投影面 V 上得到长方体的透视投影。

这种投影有“近大远小”的特点，与人们日常眼见物体之形象基本相同，故其直观性和立体感很好。其不足之处在于绘制很繁琐且一般不能直接度量。

透视投影图在工程上常作为“效果图”使用，随着计算机图形显示和绘制技术的进步及应用的普及，透视投影图已日渐广泛地应用于工程技术各领域中。

4. 标高投影

标高投影主要用来表达形状较复杂的曲面。因为此种投影多用于在水利、土木工程中绘制地形图(如图10),其投影面和基准面均为水平面,所标数值为各截面高度,因此称为标高投影。

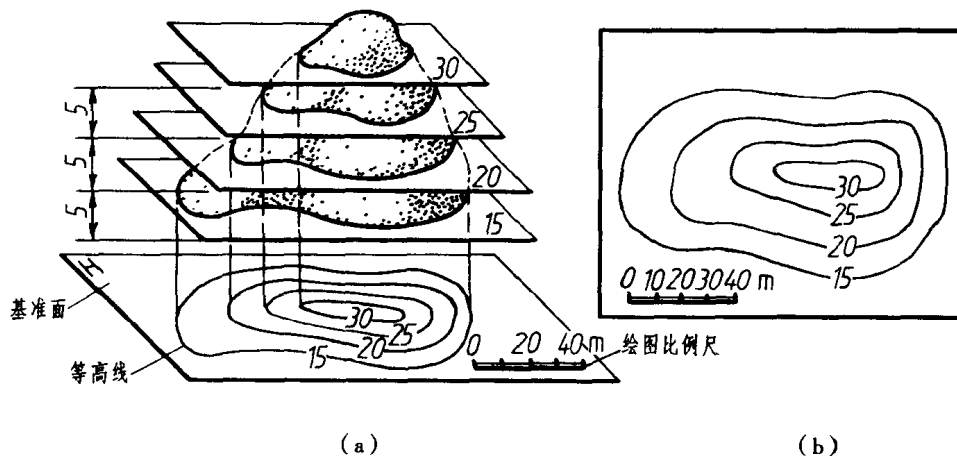


图10 标高投影

四、本课程的学习方法

本课程的学习方法有以下四个要点:

1. 空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合

本课程的核心内容是用投影法(主要是多面正投影法)在二维平面上表达空间几何元素以及在二维平面上图解空间几何问题。因此,在学习过程中必须随时进行空间想象和空间思维,并与投影分析和作图过程紧密结合。要不断地自问自答:“空间怎样,投影图怎样,怎样作图?投影图怎样,空间怎样?”在进行图解时,对于用二维投影图表达的已知条件,要先想象出其三维状况,在空间进行分析、构思、找出解决方法,再分析所得结果的投影状况,最后作图解。在设计、图示过程中也要先构造三维模型,再分析投影过程和结果,最后进行绘图表达。在阅读图样时,必须利用投影的逆过程,想象出与平面图形相对映的空间形体的形状和结构。在进行尺寸和技术条件的标注时,也必须有意识地自我强调“对象是三维物体”。

2. 理论联系实际,掌握正确的方法和技能

本课程实践性极强。在掌握基本概念和理论的基础上必须通过做习题和画图、读图实践才能学会和掌握运用理论去分析实际问题 and 解决实际问题的正确方法和步骤以及实际绘图(徒手绘图、尺规绘图和用计算机绘图)的正确方法、步骤和操作技能,养成正确使用尺规绘图工具和计算机软、硬件,按照正确方法、步骤作图的习惯。

由于工程图样是用于生产过程的重要技术文件,是技术语言,不仅要求其承载的信息正确,而且要求图样本身要规范、清晰、整洁、美观,这在很大程度上取决于认真负责的工作态度,严谨的科学作风以及对正确的绘图方法、步骤和技能的掌握。

3. 加强标准化意识和对国家标准的学习

为了确保图样传递信息准确无误,对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法都必须有严格、统一的规定,保证其正确与规范。

在我国,对工程技术图样重要的统一规定以“国家标准”形式作出。

国家标准简称“国标”，代号“GB”。第一个国家标准《机械制图》是1959年颁布的。第一个国家标准《建筑制图》是1965年颁布的。此后，随着科学技术的进步和国民经济的发展，国家标准也在不断地修订和制定，并按照需要制定了对各个技术领域和部门共同适用的统一的国家标准《技术制图》。

国家标准对投影方法、图样画法、尺寸注法、图纸幅面及格式、比例、字体、图线等很多方面都作了规定。每个学习者都必须从开始学习本课程时就树立标准化意识，认真学习并坚决遵守国家标准的各项规定，保证自己所绘图样的正确、规范。

4. 和工程实际相结合

本课程是服务于工程实际的工具课，因此，在学习中必须注意学习和积累相关工程实际知识，如机械设计知识、机械零件结构知识和机械制造工艺知识等。这些知识的积累对加强读图和画图能力都是很起作用的。

五、计算机绘图技术的应用

从古至今，人类一直在生产实践中使用图形。1795年法国几何学家蒙日完整系统地论述了画法几何学，提供了在二维平面上图示三维空间形体和图解空间几何问题的方法，奠定了工程制图的理论基础。此后，工程图样在各技术领域中广泛使用，在推动现代工程技术和人类文明发展中起了重要作用。

20世纪后期，伴随着计算机技术的迅猛发展，计算机图形学(Computer Graphics,简称CG)和计算机绘图技术也快速发展，并正在各行各业中得到日益广泛的应用。它将引起工程制图技术的一次根本性变革，我国的工程设计领域正处在从以手工绘图为主到以计算机绘图为主，甩掉手工绘图图板的转变之中。

用计算机可以绘制汽车、船舶、飞机的外形曲线图，如图11和图12所示；可以绘制机械零件图和部件图，如图13所示；可以绘制集成电路版图，如图14，

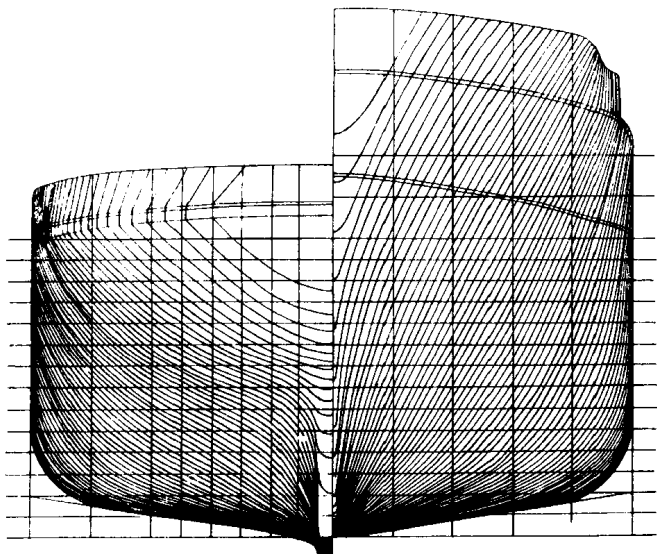


图 11 船体曲面型线图

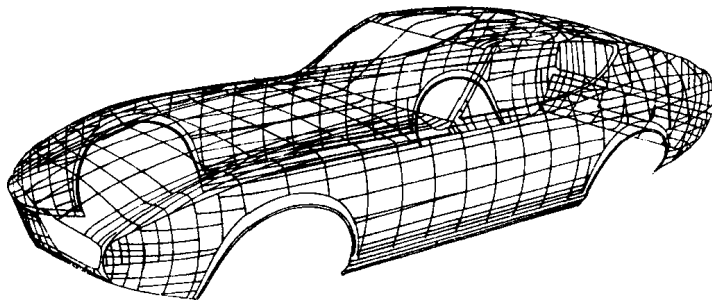


图 12 汽车车身透视图

可以绘制建筑透视图，如图 15；还可以绘制气象图、地形图、统计图表以及服装图样、艺术图案和动画片等。

计算机绘图的特点是作图精度高，出图速度快。特别是输出高精度集成电路板图以及人力

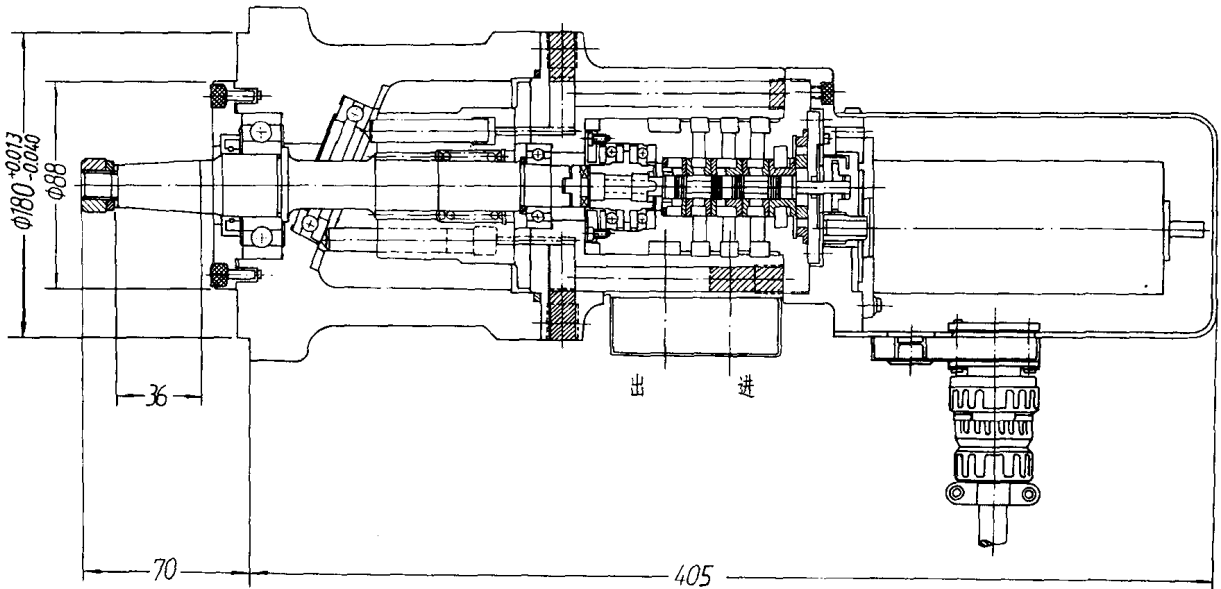


图 13 液压扭矩放大器装配图

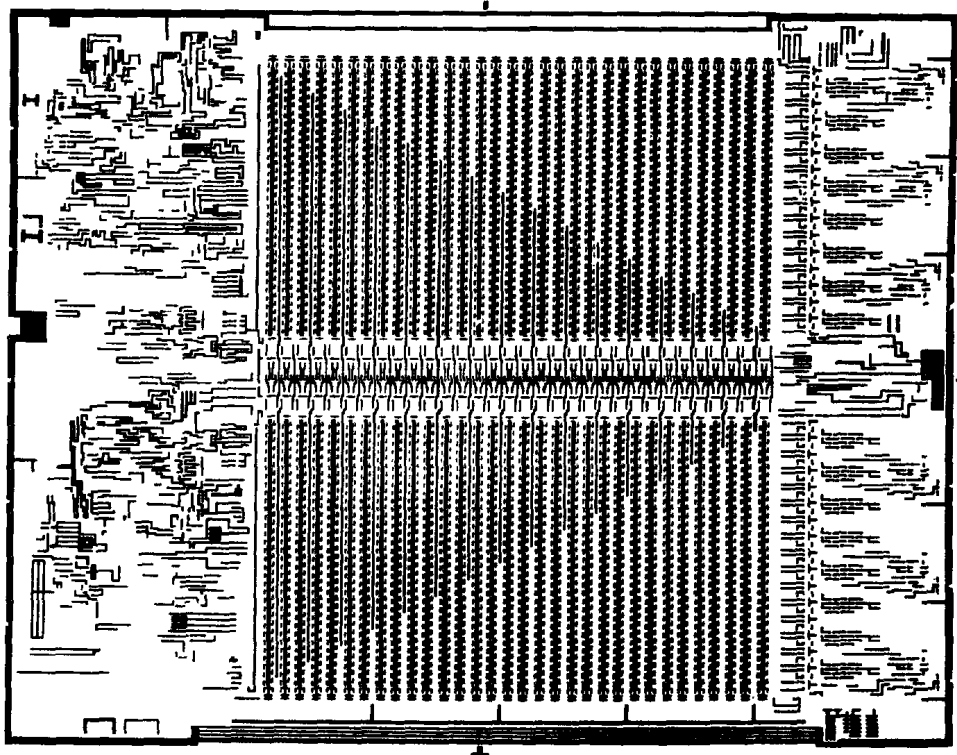


图 14 大规模集成电路掩膜总图