

画法几何及工程制图

学习指导书

(机械类适用)

洪 钧 编



中央广播电视大学出版社

画法几何及工程制图 学习指导书

(机械类适用)

洪 钧 编

中央广播电视大学出版社

画法几何及工程制图

学习指导书

(机械类适用)

洪 钧 编

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京顺义县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 5 千字125

1986年1月第1版 1986年7月第2次印刷

印数 47,001 - 57,000

书号 13300·34 定价0.75元

前 言

本书是为广播电视大学画法几何及工程制图(机类)课程的面授教师和学生编写的。

本书与中央广播电视大学一九八六年秋季教学用书——陕西科学技术出版社出版、西安交通大学工程制图教研室编写的《画法几何及工程制图》上、下册(以下简称“教材”)和《画法几何及工程制图习题集(机类)》(以下简称“习题集”)配套使用。

本书内容的编排顺序与电视课讲课顺序完全相同。本课程学习期限为一学年,分两个学期。第一学期为20周,每周9学时。其中电视课2学时,面授课3学时,课外4学时;第二学期为20周,每周12学时。其中电视课1学时,面授课3学时,课外8学时。

本书的编写方式是:第一学期以每周所学课程为一个学习单元,第二学期则按课程内容划分学习单元;本书第一章~第十九章为第一学期的内容,第二十章~二十四章则为第二学期的内容。每个学习单元中均包括目的要求、提问、举例和学习方法提示等内容,此外还附有期中检查题、阶段检查题和补充题。

面授课教师在教学过程中可以自己选编例题,也可利用本书的例题。

学生只要认真学习教材中的基本内容,注意系统地、完整地掌握知识,独立完成规定的作业和本书的补充题,及时总结、复习,就能达到本课程的基本要求。若有精力,也可再阅读其它参考材料。但不要耗费很多时间到处购买学习资料,反而忽略了基本教材的学习。

承蒙清华大学陆瑞新副教授详细审阅本书,提出许多宝贵意见,并提供了编写材料。在此谨表诚挚的感谢。

编者水平有限,疏漏不足之处请读者批评指正。

编 者

1985年10月

目 录

第一学期教学进度计划表·····	(1)
第二学期教学进度计划表·····	(3)
一、制图基本知识·····	(4)
二、几何作图·····	(5)
三、投影基本知识、点·····	(6)
四、直线·····	(7)
五、平面·····	(10)
六、直线与平面、平面与平面的相对位置 I ·····	(12)
七、直线与平面、平面与平面的相对位置 II ·····	(15)
八、投影变换 I ·····	(18)
九、投影变换 II·····	(20)
十、测验·····	(27)
十一、曲线、曲面·····	(29)
十二、基本体、组合体·····	(33)
十三、尺寸注法·····	(37)
十四、轴测图·····	(40)
十五、平面与立体相交 I ·····	(40)
十六、平面与立体相交 II·····	(45)
十七、组合体的截交线·····	(46)
十八、两曲面立体相交 I ·····	(49)
十九、两曲面立体相交 II·····	(56)
二十、视图表达方法·····	(60)
二十一、螺纹与螺纹连接件·····	(62)
二十二、齿轮、键、弹簧、滚动轴承 ·····	(64)
二十三、零件图·····	(67)
二十四、装配图·····	(72)

第一学期教学进度计划表

课程名称：画法几何及工程制图

适用专业：机械类专业

第 一 学 期 学 时 分 配			
电 视 讲 课	面 授 习 题 课	课 外	总 计
40	60	80	180

电视讲课节次	学 习 内 容	面授习题课时数	复习内容	作 业	备 注
1	绪论	3	绪论		
2	制图基本标准		§ 1-1 § 1-2	第 5 页	
3	几何作图	3	§ 1-3	第 6、8、9 页	
4	平面图形的分析和尺寸注法		§ 1-4	续上	
5	两投影面体系中中点的投影	3	§ 2-1	第10页	
6	三投影面体系中中点的投影		§ 2-2	第11页	
7	直线的投影 直线对投影面的相对位置 一般位置线段的实长及其对投影面的倾角 直线与点的相对位置	3	§ 3-1 § 3-2 § 3-3 § 3-4	第12页 第13页 3-5、6 题	
8	二直线的相对位置 一边平行于投影面的直角投影		§ 3-5 § 3-6	第 13、14 页	
9	平面在投影图上的表示法 平面对投影面的相对位置 平面内的直线和点	3	§ 4-1 § 4-2 § 4-3	第 15 页 第 16 页 4-5、7 题	
10	平面内的特殊位置直线 圆的投影		§ 4-3 § 4-4	第 16 页 4-6、8 题 第 17 页 4-9、10、11、12 题	
11	直线与平面平行 二平面相互平行 利用积聚性求线面交点、面面交线	3	§ 5-1 § 5-2	第 18 页 第 19 页 5-5、6 题	
12	利用辅助面求线面交点、面面交线		§ 5-2	第 19 页 5-7、8 题	
13	直线与平面垂直 二平面相互垂直	3	§ 5-3	第 21 页	
14	点、线、面综合性作图题		§ 5-4	第 20 页	

续表

电视讲 课节次	学 习 内 容	面授习题 课时数	复习内容	作 业	备 注
15	投影变换概述 变换投影面法(点、线)——一次	3	§ 6-1 § 6-2	第23页6-1、2题	
16	变换投影面法(平面)——一次		§ 6-2	第23页6-3、4题 第24页	
17	变换投影面法——二次	3	§ 6-2	第25页	
18	旋转法		§ 6-3	第27页	
复习一		3			
19	曲线、曲面概述 回转曲面	3	§ 7-1 § 7-3 § 7-4	第31页	
20	直线面 螺旋面(一)		§ 7-2 § 7-4 § 7-5	第54页 第55页9-3题 第56页9-6题	
21	螺旋面(二)	3	§ 7-5	第55页9-4题 第56页9-5题	
22	基本几何体		§ 8-1	第29、30、32页	
23	组合体	3	§ 8-2 § 8-3	第34页	
24	尺寸注法		§ 12-6	第33、35、36页	
25	正等测——平面立体	3	§ 11-1 § 11-2	第60页11-1(a)题	
26	正等测——曲面立体		§ 11-2	第60页11-1(b)题 第61页11-2题 第62页	
27	斜二测	3	§ 11-3 § 11-4	第61页11-3题	
28	组合体读图		§ 8-4	第37、38、39页	
29	平面与圆柱相交	3	§ 9-1	第40、41页	
30	平面与圆锥相交		§ 9-1	第42页	
31	平面与球体相交 平面与环体相交	3	§ 9-1	第43、63页	
32	组合体的截交线		§ 9-1	第44、45页	
33	两曲面立体相交利用积聚性作图	3	§ 9-2	第46、64页	
34	利用辅助面作图——辅助平面法		§ 9-2	第48、49页	
35	利用辅助面作图——辅助球面法 相贯线的特殊情况	3	§ 9-2	第47、51页	
36	综合相交		§ 9-2	第50页 第53页8-44题	
复习二		3			
37	视图	3	§ 12-1	第65、66、67页	
38	全剖视、半剖视	3	§ 12-2	第68页	

第二学期教学进度计划表

课程名称：工程制图

适用专业：机械类专业

第 二 学 期 学 时 分 配			
电 视 讲 课	面 授 习 题 课	课 外	总 计
20	60	160	240

电视课节次	学 习 内 容	面授习题 课时数	复习内容	作 业	备 注
39	局部剖视、斜剖视、阶梯剖视、旋转剖视	3	§ 12-2	第70-73页	
40	复合剖视、规定画法、简化画法、剖面	3	§ 12-2 § 12-3	第69、74、75页	
41	小结、综合举例、第三角投影	3	§ 12-4 § 12-5	第76左、77页	
42	螺纹	3	§ 13-1	第78页 第53页上	
43	螺栓连接、螺钉连接、双头螺柱连接	3	§ 13-2	第79、80页	
44	键连接、弹簧、滚动轴承	3	§ 13-3 § 14-2、3	第81、83页 第76页右	
45	齿轮的基本知识、圆柱齿轮的画法	3	§ 14-1	第82页	
46	零件图的内容及视图选择	3	§ 15-1、2、8	第86、89页	
47	零件结构	3	§ 15-4	第90页上	
48	零件图的尺寸注法	3	§ 15-3		
49	零件图的技术要求	3	§ 15-5、7	第84页左	
50	零件图读法	3	§ 15-9、10	第95、96页	
51	装配图的内容、视图表达方法及画法	3	§ 16-1、2、5		
52	装配图的尺寸注法、编号、明细表、结构	3	§ 16-3、4、6		
53	公差与配合（一）	3	§ 15-6	第84页右	
54	公差与配合（二）	3	§ 15-6		
55	读装配图的方法	3	§ 16-7	第97页	
56	根据装配图拆画零件图	3	§ 16-7		
复习三		3			
	总复习	3			

一、制图基本知识

(一) 目的要求

1. 熟练掌握国家标准中有关图纸幅面代号、比例、字体、图线的规定及其画法、剖面符号和尺寸注法等制图基本标准。(采用 85 年实行的机械制图国家标准。)

2. 熟悉常用绘图工具和仪器, 并掌握其正确的使用方法。逐步学会运用仪器作图的技能。

3. 掌握常用几何图形(例如正六边形、四心圆弧画近似椭圆)的作图方法。

4. 掌握圆弧连接的作图原理、几种基本情况及其作图步骤。

(二) 面授课说明

由于学生初次学习本课程, 教师应讲授以下内容:

1. 图纸幅面 要求学生记住 A 3 号和 A 2 号图纸的幅面大小及图框尺寸。

2. 比例 要求学生会运用 1:1、1:2 和 2:1 的比例作图。

3. 字体 教师应讲明写长仿宋体字的要领, 并在黑板上作书写示范。学生练字的作业应持续数周, 每次上课前由教师检查, 给予评定。

4. 铅笔 向学生说明, 铅芯的软、硬分别以字母 B 和 H 来表示; 在绘图前应准备哪几种铅笔。

5. 平面图形的尺寸注法 教师应结合实例说明注意事项。如数字的方向和位置, ϕ 和 R 的用法, 尺寸界线不能太长, 尺寸线与轮廓线之间的距离应大于 6 毫米, 数字大小应一致等。

(1) 图 1-1 中, 虽 $\Delta = O + 2R$, $\Delta_1 = O_1 + 2R$, 但仍应分别注出。又图中 $4-\phi$ 的注法是正确的, 而 $4-R$ 的注法是错误的。

(2) 两端轮廓线为圆弧时一般不必注出总长(图 1-2)。

(3) 圆周上均布小圆的中心线是一段圆弧和过大圆圆心的辐射线, 确定这些小圆圆心位置时, 必须注出这些均布小圆圆心的分布圆直径 ϕ 。辐射线的角度可不注(图 1-3), 有特殊位置要求时, 则应注出。

6. 学生作业中常见的问题

(1) 点划线模糊不清, 没有加深。

(2) 各类线型不符合标准, 同类线型粗细不一致。

(3) 加深后, 圆和圆弧的浓度低于直线(圆规内的铅芯应比画直线铅笔软些)。

(4) 先加深直线后加深圆弧, 以至直线与圆弧相切处不能光滑连接。

(5) 画连接圆弧时, 未求出圆心位置与切点, 凑合作图, 连接圆弧起始不明确, 连接不光滑。

(6) 将顶尖上的锥度 1:15 画成斜度 1:15。

(7) 注尺寸时, 全图数字、箭头大小不一致。

(8) 图面布置不匀称、不合理。

在面授课内, 教师还应作下述示范:

1. 常用绘图工具和仪器: 丁字尺、三角板、圆规、分规的正确使用和维护。

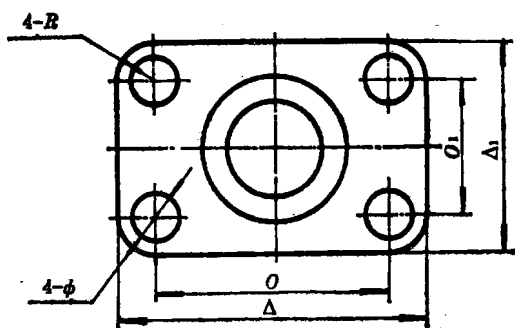


图 1-1

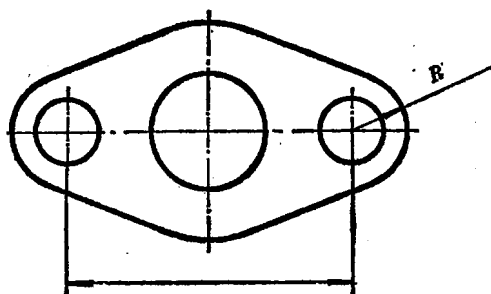


图 1-2

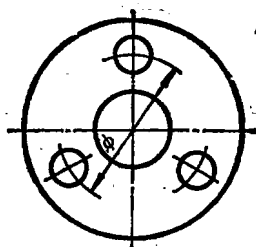


图 1-3

2. 如何固定图纸、画图框线、留标题栏、合理布置图面、画底稿以及加深等。
3. 数字、拼音字母和长仿宋体字的书写要领。
4. 铅笔硬度的选择、铅笔的正确削法和磨法。
5. 实线、虚线和点划线的画法。
6. 圆弧与直线相切的画法。
7. 实线圆和虚线圆的画法。

(三) 辅导内容

指导学生正确使用绘图仪器，使他们掌握画各类直线及圆的绘图技能。教师应重视此种基本功的训练，不合格的作业要退回重做。

二、几 何 作 图

(一) 目的要求

1. 掌握斜度、锥度的作图方法。
2. 掌握平面图形的线段分析和尺寸注法。
3. 学会正确的绘图步骤和方法。
4. 培养认真细致的工作作风。所绘图样应做到作图准确，线型分明，字体工整，图面整洁，符合机械制图国家标准。

(二) 面授课说明

1. 为使学生明确作业的要求,应展出底稿图和按作业要求完成的示范图各一张,供学生参考。

2. 讲解习题集第6页和第8页中平面图形的线段分析和尺寸注法。

3. 为保持图纸整洁,作图前要求学生两手清洁,图板、丁字尺、三角板等擦拭干净。

4. 在作图过程中,教师对学生一定要从严要求,要求学生必须正确地使用绘图工具和仪器,按照绘图步骤进行作图,必须在完成底稿图后才能加深。为了使学​​生养成正确的绘图习惯,必须从开始抓起。学生作业应全部批改。仪器图上应写上成绩。对于不及格的作业,应退给学生重画,直至合格通过为止。

(三) 辅导内容

在学生完成习题集第8页的作业过程中,教师要抓图面布置和审阅底稿两个环节。在普遍巡视过程中,对布图不恰当者随时予以指导。要求学生将底稿画全、画准确,底稿图须经教师审阅、签字后方能加深。

三、投影基本知识、点

(一) 目的要求

1. 了解投影的基本知识。

2. 掌握两面和三面投影图中点的投影规律。

3. 熟练掌握根据点的两个投影求作第三投影的方法。

4. 掌握点的投影与坐标的关系。

5. 掌握根据点的轴测图作出投影图和根据点的投影图画出轴测图的方法。

其中以三面投影图中点的投影规律和根据点的两投影求作第三投影为重点内容。

(二) 面授课说明

1. 介绍画法几何部分面授课的进行方式。提醒学生在面授课上要认真听讲,积极参加课堂讨论,不要忙于赶做习题。

2. 简单介绍象角的概念。扼要复习重点内容。

3. 提问

(1) 什么叫正投影法?

(2) 两面和三面投影图中点的投影规律是什么?

(3) 点 $A(0, 15, 10)$ 是在空间还是在投影面内? 在哪个投影面内?

通过上述提问,使学生进一步掌握(一)目的要求中列出的各项要点。

4. 举例

例1 已知各点的两个投影,求作第三投影(图3-1)。

例2 已知点 A 的坐标为 $(20, 15, 15)$, 点 B 在 A 之左 20 mm, A 之前 15 mm, A 之下 15 mm, 点 C 在 A 之左 10 mm, A 之后 15 mm, A 之上 15 mm, 请画出点 A 、 B 和 C 的投影图(图3-2)。

5. 课堂讨论题

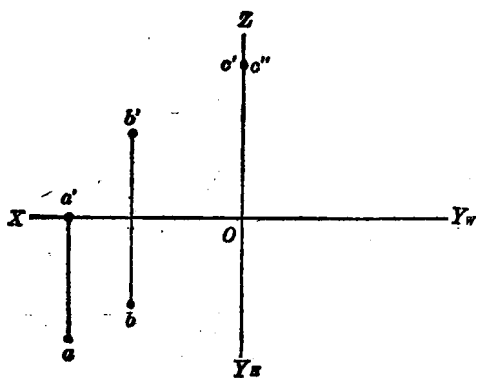


图 3-1

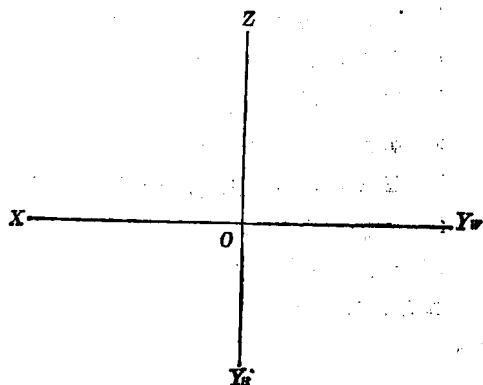


图 3-2

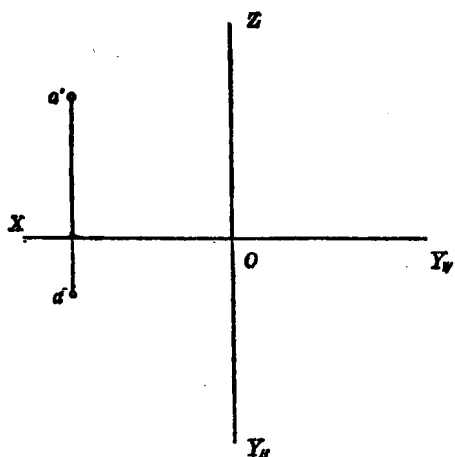


图 3-3

已知点 A 的两投影, 并知 B 点在空间和 A 点垂直对称于 V 、 W 两面的分角面。求作 B 点三投影及 a'' (图 3-3)。

(三) 学习方法提示

1. 点的投影是全书的核心内容之一, 应予以重视。点是最基本的几何元素, 研究其它几何元素的投影时, 均从点的投影入手, 故要熟记点的投影规律。
2. 在画投影图时, 应想象出所画几何元素在空间的相对位置。经常如此练习可培养空间想象能力。

四、直 线

(一) 目的要求

1. 熟练掌握与投影面处于各种相对位置直线的投影特性, 并能根据直线的投影特性较快识别其空间位置。
2. 掌握运用直角三角形法求线段实长及其对各投影面倾角的方法。

3. 学会灵活应用直角三角形法求线段投影或两端点坐标差的作图方法。

4. 掌握直线上点的投影特性,了解直线迹点的求法。

5. 掌握各种相对位置两直线的投影特性。

6. 掌握一边平行于投影面的直角的投影特性。

7. 掌握重影点的概念及判别其可见性的方法。

8. 熟悉两点相对坐标的概念及直线无轴投影图的作法。

(二) 面授课说明

本章内容较多,并且重点内容较集中。面授课不必完全按电视课的顺序,可参照下述方案进行:

一条直线的投影:

投影面平行线

投影面垂直线

利用模型来讲解。学生要掌握三点:投影面平行线和垂直线的投影特性;它们的实长以及与投影面的夹角;它们二者的区别。

一般位置直线

对于一条一般直线所要研究的主要问题,是求线段的实长及其与各投影面的夹角。教师要画出轴测图,详细讲解如何用直角三角形法求出线段的实长及其与投影面的夹角。要求学生记住直角三角形各边的意义。

1. 提问

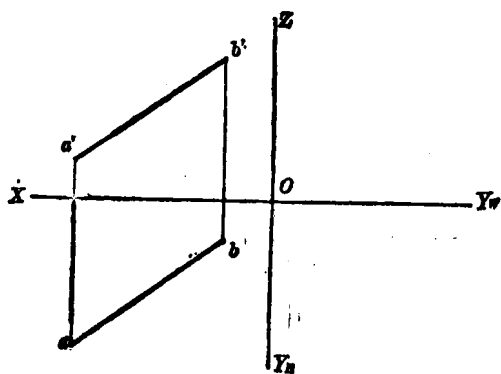


图 4-1

(1) 根据直线对投影面的相对位置,直线可分为几类?请分别画出它们的投影图。

(2) 水平线的投影特性是什么?

(3) 如何求正平线的 α 角?

(4) 如何求一般位置直线的 α 、 β 角?

2. 举例

例 1 点 K 在 AB 线上, $AK=10\text{ mm}$ 。

求 AB 实长及其 β 角,并画出 K 点各投影(图 4-1)。

分析 先求出 AB 实长,在 AB 线上找 K 点,再求 K 点的投影。

例 2 已知直线 AB 的水平投影,其 α 角为 30° ,试完成其正面投影(图 4-2)。

两条直线的投影:

主要研究两条直线之间的相互关系,即平行、相交和交叉。平行和交叉关系可用模型和挂图一讲就过,重点是相交关系,要着重讲解。垂直相交是相交的一种特殊情况,应该弄清此种相交的空间情况与投影之间的关系。

1. 提问

(1) 两直线的相对位置有几种?用投影图说明。

(2) 什么叫重影点?怎样判别重影点的可见性?

(3) 什么是直角定理?

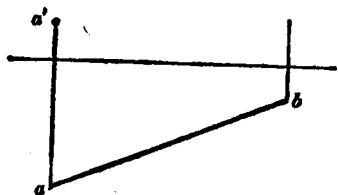


图 4-2

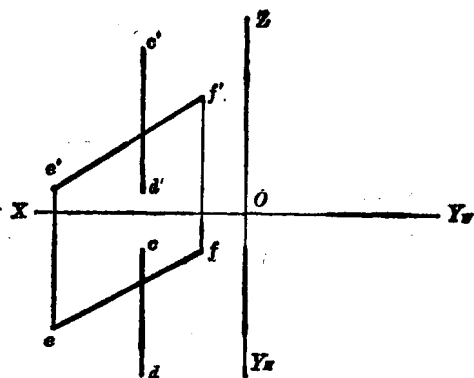


图 4-3

2. 举例

例 3 用两种方法判别重影点的可见性:

(1) 不画出侧面投影; (2) 画出侧面投影 (图 4-3)。

分析 不画出侧面投影时, 可利用点分线段成比例的规律, 分别求出一对重影点的另一投影, 再判明其可见性。

例 4 直线 AB 与 AC 垂直, AC 长 20 mm, 求作 AC 的投影。有几解 (图 4-4)?

例 5 已知 $\beta = 30^\circ$ 求直线 AB 的正面投影 (图 4-5)。

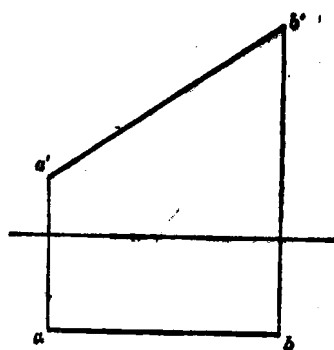


图 4-4

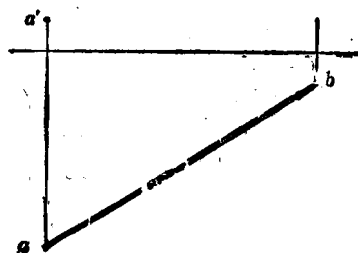


图 4-5

(三) 学习方法提示

1. 利用直角三角形法不仅能求出线段实长及其对投影面的倾角, 而且还能解决一般位置直线的作图问题。直角三角形包含四个参数: 斜边(实长)、直角边(投影长及坐标差)和锐角(倾角)。只要给定两个参数, 便可作出此直角三角形, 从而求出其它参数。

2. 当两直线相互垂直时, 只有在其中一直线为投影面平行线的情况下, 才可以应用直角定理。

3. 要熟记各类直线的投影图, 以便于今后学习的顺利进行。

五、平 面

(一) 目的要求

1. 熟悉平面在投影图上的表示法。

2. 熟练掌握与投影面处于各种相对位置平面的投影特性, 并能根据平面的投影特性较快识别其空间位置。

3. 熟练掌握平面内取点、取线的作图方法, 并能注意作图技巧。

4. 掌握平面内最大斜度线的概念及应用最大斜度线求平面 α 、 β 倾角的作图方法。

5. 熟悉平面内圆的投影——椭圆的正确画法及连线方法。

上述各项中, 重点为平面内取点、取线。

(二) 面授课说明

1. 平面内最大斜度线的概念和求平面 α 、 β 倾角的作图方法, 是本章的难点。应通过提问、看模型及作图举例反复讲解。

2. 必须使学生明确: 在一般位置平面内可作出水平线、正平线和侧平线; 在水平面内只能作水平线而不能作正平线; 在正垂面内只能作正平线。

3. 提问

(1) 平面在投影图上的表示法有几种? 它们是怎样相互转换的?

(2) 三棱锥(图 5-1)上哪个面是投影面垂直面? 哪个面是投影面平行面? 哪个面是一般位置平面? 这些平面各具有哪些投影特性?

(3) 在平面内取点、取线的几何条件是什么?

(4) 过直线 AB (图 5-2)可作几个铅垂面和水平面?

(5) 平面内的最大斜度线有什么投影特性? 如何求出平面的 α 、 β 倾角(图 5-3)?

4. 举例

例 1 完成五边形 $ABCDE$ 的水平投影(图 5-4)。

例 2 完成 $ABCDEF$ 平面的正面投影(图 5-5)。

5. 课堂讨论题

请判断下列投影图是否正确(图 5-6)。

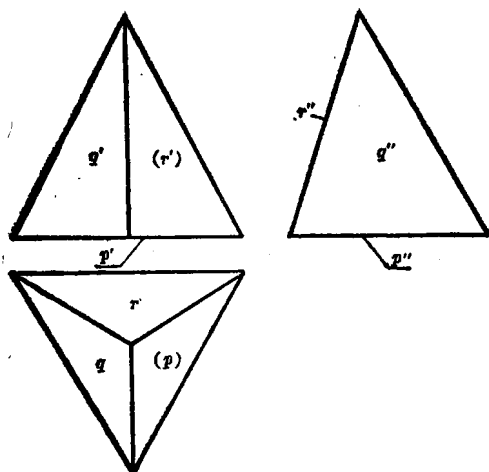


图 5-1

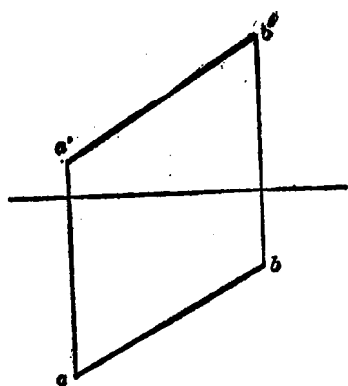


图 5-2

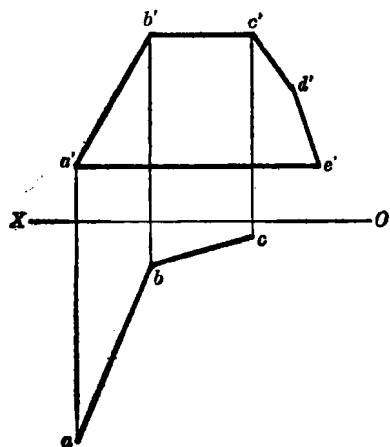


图 5-4

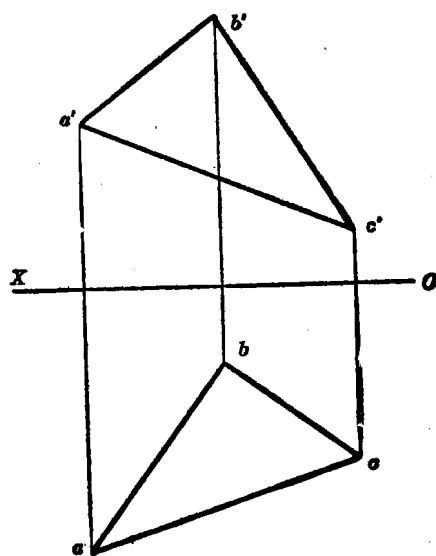


图 5-3

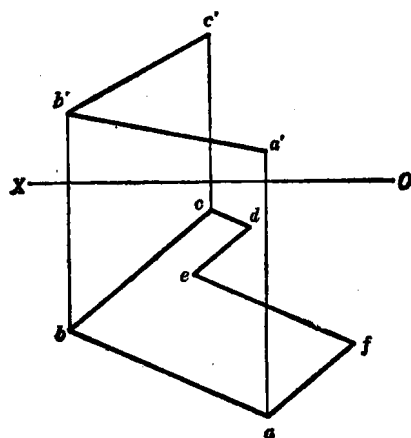


图 5-5

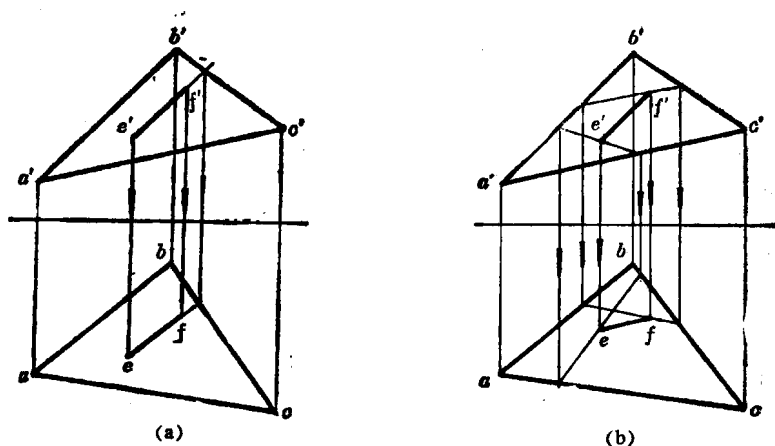


图 5-6

(三) 学习方法提示

1. 平面内取点、取线问题实际上是点、线、面之间从属关系的推理问题。例如点在平面内的条件便是点在直线上和在平面内取直线这两个条件的合成；而在平面内取直线则又须从平面内取两个点(或一点和一已知方向)。又如平面内的投影面平行线必定同时满足既在平面内,又与投影面平行这两个条件。在解题过程中要注意分析和推理,这是解题的基本方法。

2. 学完本章后应作一阶段小结。小结内容见(二)面授课说明中的 1、2 两项。

六、直线与平面、平面与平面的相对位置 I

(一) 目的要求

1. 熟悉直线与平面平行及两平面相互平行的几何定理和作图方法。
2. 熟练掌握求作直线与平面相交、两平面相交之交点、交线的方法及可见性的判别方法。这是本章之重点。

(二) 面授课说明

1. 讲述平行问题之前,应先对整个相对位置部分作简单介绍。
2. 二直线的平行关系在直线的投影中已讲过,在这里重新提出是为了通过对比,说明二直线平行的投影分析和作图方法是整个平行问题中最基本的分析方法和作图方法。
3. 讲述过程,可以先对直线与直线、直线与平面以及平面与平面三种平行关系进行分析对比,找出它们的内在联系和共同点。也可以对各种平行问题分别研究,然后再进行归纳。但一定要使学生掌握各种平行问题之间的区别和联系。
4. 讲述直线与平面相交、平面与平面相交问题时,应以一般位置相交为主,特殊位置相交的例子则不必多举。求解相交问题实质上就是求作共有点(线)问题,求解的一般方法是辅助面法。

5. 提问

(1) 直线与平面平行,两平面相互平行的几何定理是什么?

(2) 直线 AB 、 CD 、 EF 、 GH 的正面投影及水平投影均相互平行,直线 AB 是否平行于 EF 、