

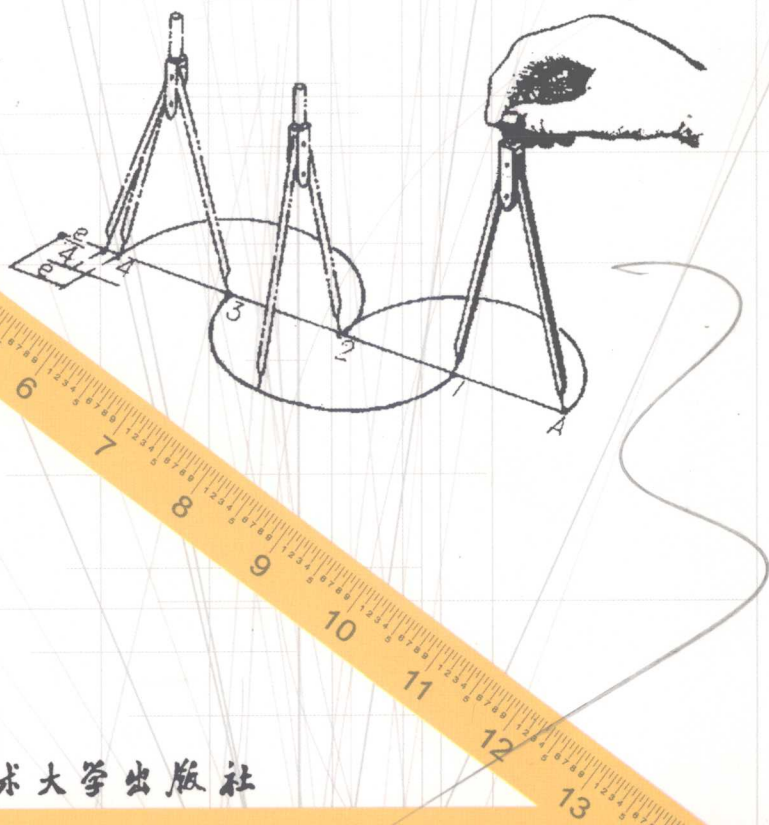
21世纪高等院校规划教材·工程图学系列

工程制图解题分析

Gong Cheng Zhi Tu Jie Ti Fen Xi

主 编: 黄皖苏

副主编: 黄笑梅



中国科学技术大学出版社

TB23/158C

2008

21 世纪高等院校规划教材 · 工程图学系列

工程制图解题分析

主 编 黄皖苏

副主编 黄笑梅

中国科学技术大学出版社

2008 · 合肥

内 容 简 介

本书是“工程图学系列教材”之一。与《现代工程图学(上)》、《现代工程图学(下)》、《工程图学应用教程》和《工程制图基础》配套,作为学习“工程图学”课程的辅助教材。

全书共分 12 章,即点、直线和平面的投影;投影变换及综合题解;曲线、曲面的投影;立体、截交线和相贯线;组合体;机件的表达方法;标准件和常用件;零件图;装配图;轴测图;计算机绘图;试题范例和试卷分析等。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图解题分析/黄皖苏主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2008.8
(工程图学系列教材)
ISBN 978-7-312-02373-6

I. 工… II. 黄… III. 工程制图-高等学校-解题 IV. TB23-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 089425 号

中国科学技术大学出版社 出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 787×1092/16 印张: 15.375 字数: 370 千

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—7000 册

ISBN 978-7-312-02373-6 定价: 26.00 元

前言

根据《高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求》的精神,吸收多所院校“工程图学”教材的精华,总结我室多年来“工程图学”课程的教学经验,为方便“工程图学”课程的教学,合肥工业大学工程图学教研室组织编写了“工程图学系列教材”,主要包括:《现代工程图学(上)》及《现代工程图学(下)》(机械类)、《工程制图基础》(非机械类)、《工程图学应用教程》(电子及应用理科类)、《工程制图解题分析》(各类)、《计算机绘图》(各类)、《画法几何与阴影透视》及《画法几何与阴影透视习题集》(建筑学类等)、《土木工程制图》及《土木工程制图习题集》(土建类)等。

本书是“工程图学系列教材”之《工程制图解题分析》。与《现代工程图学(上)》、《现代工程图学(下)》和《工程图学应用教程》配套,作为学习“工程图学”课程的辅助教材。

“工程图学”是工科院校学生必须掌握的一门技术基础课。作业练习、模型测绘、零部件测绘等实践教学环节是学好本门课程的重要手段和方法,也是学生在学习的过程中所遇到的最大的问题。常听到学生抱怨:“课能听懂、书也能看明白,但一拿起题目就无从下手。”究其原因,用一组平面投影图形表达三维几何形体的理论,对学生来说是一个全新的概念。只有具备了很强的空间思维、空间分析能力,才能熟练运用本门课程的理论去解决问题。而这一点,正是初学本门课程的学生所欠缺的。再加上作图的基本技能和技巧也不具备,使得本课程的学习效果不佳。针对这一问题,我们在总结多年的教学经验、参考现行的多种版本教材的基础上,并参照最新的《国家标准》,编写了这本《工程制图解题分析》,以期对需要学习本课程的学生或其它工程技术人员能尽快掌握所学知识有所帮助。

编写时,选题的原则是博采众长、由浅入深、由易而难。全面考虑了各类专业应掌握的工程图学知识和要求,尽量覆盖所有的知识点。解题的指导思想是,注重培养空间思维、空间分析以及灵活运用所学知识解决实际问题的能力。例题的求解方法是作者根据多年的教学经验,尽量贴近学生的思维方式而给出,力求总结出一套符合读者认识规律的解题技巧。

任何事物都是有利有弊,如在习题中给出解题提示或习题解答类的书籍常常会在无意中限制了读者的思路,本书也不例外。由于解题思路不同,几乎所有的基础理论及除国家标准规定画法外的实际应用例题,都有两个或两个以上的解题方法和解。虽然本书作者在编写的过程中已充分考虑到这一点,但仍然建议读者在阅读本书每个例题时,应多换几个思路,想一想是否还有其它的解题方法和解,以达到开阔思路的目的。如果在读完本书后,你对本书中多数例题均给出了两个或两个以上的解题方法或解,则说明你已经真正掌握了工程图学的基本理论,并能灵活运用它解决在工程中需要用图样来表达的问题。

全书共分十二章,即点、直线和平面的投影;投影变换及综合题解;曲线、曲面的投影;立体、截交线和相贯线;组合体;机件的表达方法;标准件和常用件;零件图;装配图;轴

测图；计算机绘图；试题范例和试卷分析。

本书由黄皖苏主编、黄笑梅任副主编。各章编写人员（按章节顺序）：屈新怀（第1章，第7章，第9章，第10章）、黄皖苏（第2章，第3章，第5章、第11章）、黄笑梅（第4章，第6章、第8章、第12章），最后由主编黄皖苏审校定稿。

本书由李学京审阅。在编写及出版过程中，合肥工业大学工程图学教研室、合肥工业大学教材科和中国科学技术大学出版社给予了大力支持，在此谨致谢忱。

限于我们水平有限，书中难免有缺点甚至错误，恳请读者批评指正。

编 者
2008年5月

目 录

前 言	(I)
第1章 点、直线和平面的投影	(1)
1.1 内容要点	(1)
1.2 解题要领	(1)
1.3 习题与解答	(2)
1.3.1 点的投影	(2)
1.3.2 直线的投影	(4)
1.3.3 平面的投影	(11)
1.3.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	(17)
第2章 投影变换及综合题解	(30)
2.1 内容要点	(30)
2.2 解题要领	(30)
2.3 习题与解答	(31)
2.3.1 换面法	(31)
2.3.2 旋转法	(40)
第3章 曲线、曲面的投影	(45)
3.1 内容要点	(45)
3.2 解题要领	(45)
3.3 习题与解答	(46)
3.3.1 曲线的投影和实长	(46)
3.3.2 曲面的投影	(46)
3.3.3 圆的投影	(49)
3.3.4 螺旋线的投影	(51)
第4章 立体、截交线和相贯线	(52)
4.1 内容要点	(52)
4.2 解题要领	(52)
4.3 习题与解答	(54)
4.3.1 立体的投影及表面取点取线	(54)
4.3.2 平面与立体表面相交, 求截交线的投影	(58)
4.3.3 直线与立体表面相交, 求交点的投影	(64)
4.3.4 两立体相交, 求相贯线的投影	(65)

第5章 组合体.....	(76)
5.1 内容要点.....	(76)
5.2 解题要领.....	(76)
5.3 习题与解答.....	(77)
5.3.1 组合体三视图的画法及尺寸标注.....	(77)
5.3.2 补画视图中所缺的图线.....	(81)
5.3.3 根据两视图补画第三视图.....	(90)
第6章 机件的表达方法.....	(104)
6.1 内容要点.....	(104)
6.2 解题要领.....	(104)
6.3 习题与解答.....	(104)
6.3.1 视图.....	(104)
6.3.2 剖视图.....	(108)
6.3.3 断面图及规定画法.....	(126)
6.3.4 机件表达方法的综合应用.....	(130)
第7章 标准件和常用件.....	(138)
7.1 内容要点.....	(138)
7.2 解题要领.....	(138)
7.3 习题与解答.....	(138)
7.3.1 螺纹及螺纹联接件.....	(138)
7.3.2 键连接.....	(144)
7.3.3 轴承与弹簧.....	(145)
7.3.4 齿轮.....	(146)
第8章 零件图.....	(149)
8.1 内容要点.....	(149)
8.2 解题要领.....	(149)
8.3 习题与解答.....	(150)
8.3.1 由轴测图画零件图.....	(150)
8.3.2 表面粗糙度.....	(156)
8.3.3 极限与配合.....	(157)
8.3.4 读零件图.....	(159)
第9章 装配图.....	(170)
9.1 内容要点.....	(170)
9.2 解题要领.....	(170)
9.3 习题与解答.....	(171)

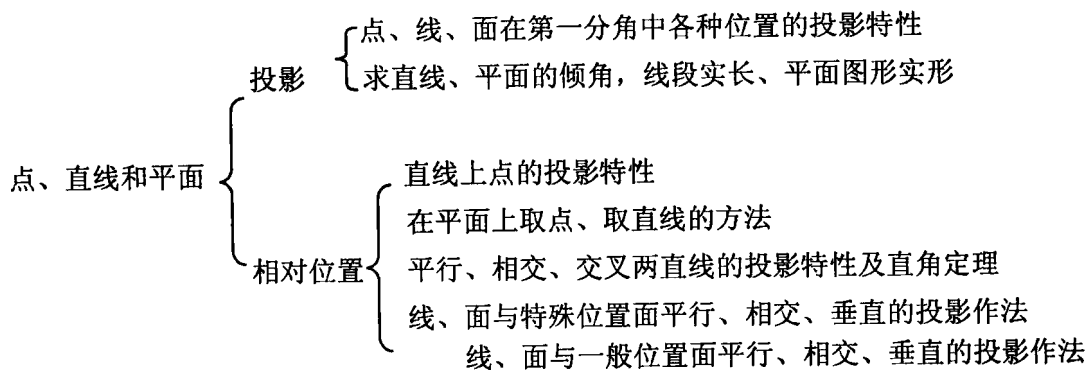
9.3.1 拼画装配图.....	(171)
9.3.2 拆画零件图.....	(177)
第10章 轴测图.....	(190)
10.1 内容要点.....	(190)
10.2 解题要领.....	(190)
10.3 习题与解答.....	(191)
10.3.1 基本体的正等轴测图.....	(191)
10.3.2 组合体的正等轴测图.....	(192)
10.3.3 斜二等轴测图.....	(195)
10.3.4 轴测剖视图.....	(196)
第11章 计算机绘图.....	(198)
11.1 内容要点.....	(198)
11.2 解题要领.....	(198)
11.3 习题与解答.....	(201)
11.3.1 工程图样的计算机绘制.....	(201)
11.3.2 尺寸标注.....	(204)
11.3.3 工程图样中的文本注释.....	(208)
第12章 考题范例和试卷浅析.....	(211)
12.1 机械类：现代工程图学(上)及现代工程图学(下).....	(211)
12.1.1 考题范例.....	(211)
12.1.2 试卷浅析.....	(213)
12.1.3 参考答案.....	(214)
12.2 机械类：现代工程图学(下).....	(216)
12.2.1 考题范例.....	(216)
12.2.2 试卷浅析.....	(220)
12.2.3 参考答案.....	(220)
12.3 非机械类和电器类：工程制图基础.....	(224)
12.3.1 考题范例.....	(224)
12.3.2 试卷浅析.....	(227)
12.3.3 参考答案.....	(228)
12.4 管理类及电子类：工程图学应用教程.....	(230)
12.4.1 考题范例.....	(230)
12.4.2 试卷浅析.....	(233)
12.3.4 参考答案.....	(234)

第1章 点、直线和平面的投影

1.1 内容要点

本章基于正投影的原理,从三面投影体系的建立开始,论述了空间几何元素点、线、面的投影及有关投影的几个重要性质、定理。讨论了点、线、面之间的相对位置及其在投影图上的反映。

知识结构图:



本章习题围绕上述内容设置,主要包括:

- 1) 求一般位置线段的实长和倾角、平面图形的实形。
- 2) 在已知直线上取点的作图法(直线上的点的投影具有从属性和定比性)。
- 3) 在已知平面上取点和直线的投影作法(利用点和直线在平面上的几何条件作图)。
- 4) 求直线和平面相交的交点、两平面相交的交线的投影并判别可见性。
- 5) 直线与平面平行、平面与平面平行的基本作图法。
- 6) 直线与平面垂直、平面与平面垂直的基本作图方法(利用直角投影定理及直线与平面垂直的几何条件)。
- 7) 点、直线、平面之间的定位问题及度量问题。

1.2 解题要领

在解答本章习题时应从题给条件及要求出发,根据投影的基本理论、性质、定理,充分运用平面几何、立体几何知识分析题给条件的几何要素在空间的位置,几何要素之间的相对位置关系及它们在投影图上的反映,确定解题方法及步骤。解题时要求题目理解准确,理论运用熟练,解题思路清晰,作图步骤清楚。

在学习本章内容时,既要注重理论知识的学习又要注重空间想象力的培养。一般地,我们研究的对象与我们生活周围的常见模型有关,在学习初期,要注意利用生活空间中的一些常见模型(如墙面、地面可看做投影面)来思考问题,以此来锻炼自己的空间想象、空间分析和空间构思能力。其次,对书本上已经归纳起来的投影规律、定理等应认真地领会,并结合平面几何、立体几何知识,通过着重研究各种图例,达到能够灵活运用这些投影规律和定理的能力,在学习的过程中还应养成良好的作图习惯,勤作图、作好图。

1.3 习题与解答

1.3.1 点的投影

1-1 第一分角点 A 与 H 面的距离等于其与 V 面的距离,并知 a' ,试画出其他两面投影。

分析: 点 A 在 I 分角的角平分面上,故其 Z 坐标值等于 Y 坐标值,据此可求出 a, a'' 。

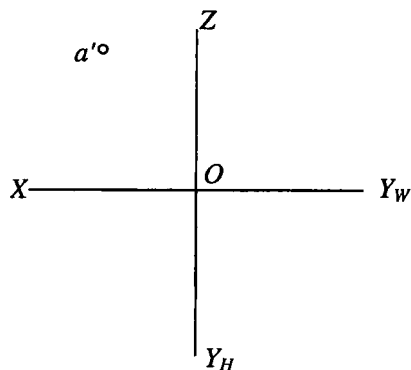


图 1-1 题

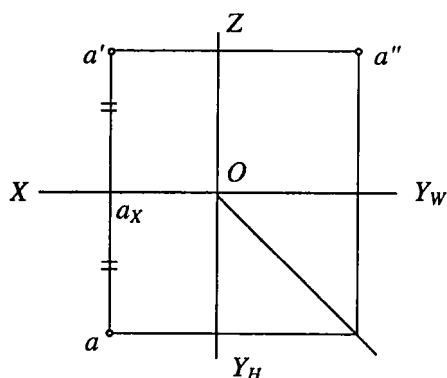


图 1-1 解

作图过程或作图要点说明:

- 1) 由 a' 作 OX 轴的垂线, 垂足为 a_x , 并延长。
- 2) 在该延长线上量取 $aa_x = a'a_x$ 得 a 。
- 3) 利用 45° 辅助线作出 a'' 。

1-2 指出下列各图中的错误,并改正。

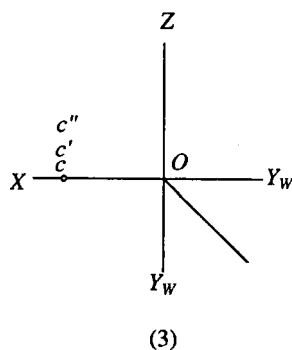
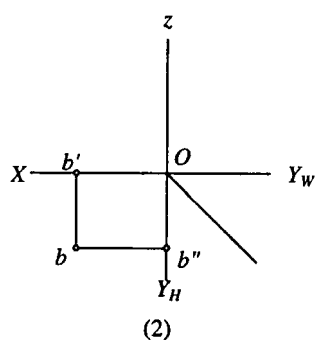
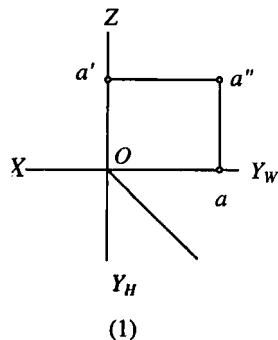


图 1-2 题

分析: 由 a 、 a'' 可知空间点 A 在 W 面上, a 应同时在 Y 轴及 H 面上, 所以 a 应在 Y_H 轴上。空间点 B 在 H 面上, b'' 应同时在 Y 轴及 W 面上, 所以 b'' 应在 Y_W 轴上。由 c 、 c' 可知空间点 C 在 X 轴上, 故 c'' 应画在原点处。

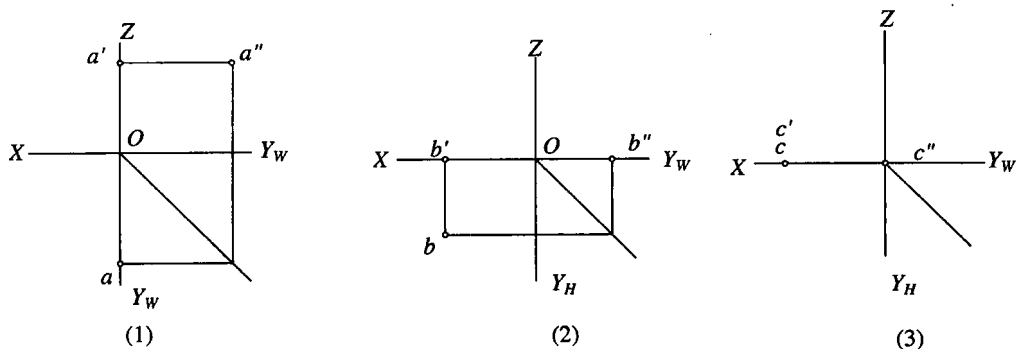


图 1-2 解

作图过程或作图要点说明: 略。

1-3 点 B 在点 A 之左 10mm、之上 15mm、之后 7mm, 点 C 在点 A 的正后方且距 A 点 7mm, 求作 B 、 C 两点的三面投影, 重影点需判别可见性。

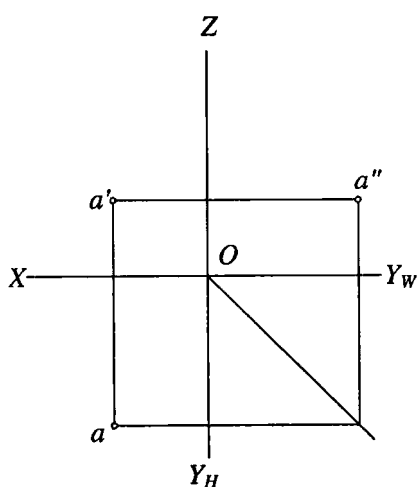


图 1-3 题

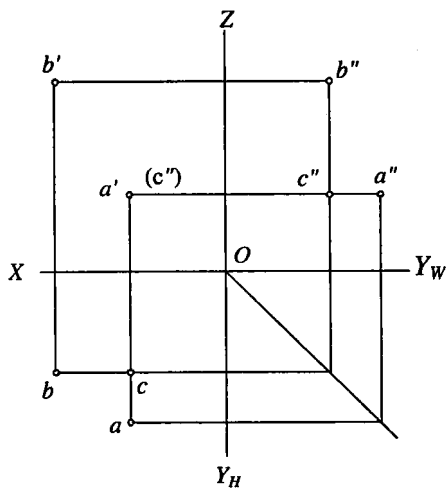


图 1-3 解

分析: 在 OX 轴下方距 OX 轴越近表明该点越靠后, 其 Y 坐标值越小。据题意可知 B 、 C 两点的 Y 坐标值都比 A 点小 7mm, 点 B 在点 C 的左边。 A 、 C 两点为 V 面的重影点, A 在 C 的正前方, 故 a' 可见, c' 不可见。

作图过程或作图要点说明: 略

1-4 点 A 与点 $B(12,10,15)$ 对称于 OX 轴, 作出点 A 与点 B 的直观图及投影图。

分析: 点 A 与点 B 对称于 OX 轴表示空间点 A 与点 B 的连线垂直相交于 OX 轴, 故点 A 的坐标应为 $(12, -10, -15)$, 即点 A 在第三分角内。

作图过程或作图要点说明:

1) 按坐标数值作点 B 的投影。

2) 在同一条投影连线上, 在 OX 轴的上方量取 10mm 得 a , 在 OX 轴的下方量取 15mm 得 a' 。

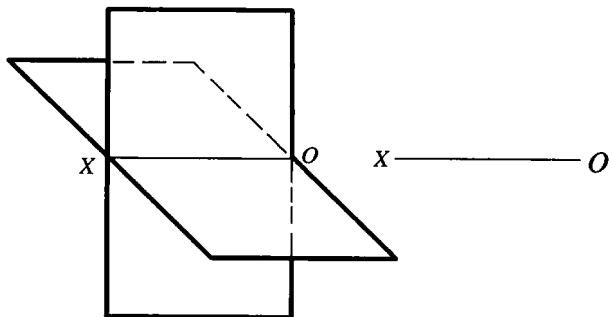


图 1-4 题

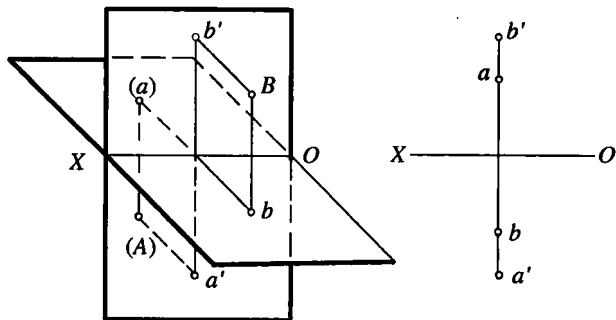
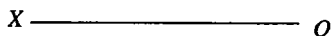


图 1-4 解

1.3.2 直线的投影

1-5 已知 A 点的水平投影 a , 并知 AB 为铅垂线且 A 点在 B 点上方, $AB=BC=25\text{mm}$, BC 为水平线, C 点距 V 面为 20mm , 距 H 面为 10mm , 试完成 AB 、 BC 、 AC 的两面投影。



a

图 1-5 题

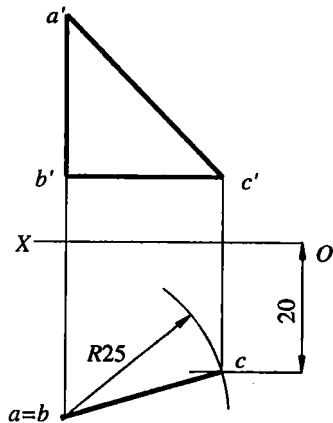


图 1-5 解

分析: 因为 BC 为水平线, 所以其水平投影 $bc=25\text{mm}$, 正面投影 $b'c'$ 平行于 OX 轴, 又知 c 、 c' 距 OX 轴分别为 20mm 、 10mm , 这样可先求出 C 点的两面投影, 再求出 b' 。因为 AB 是正垂线, 所以水平投影为一点, 正面投影垂直于 OX 轴且 $a'b'=25\text{mm}$, 由此求出 a' 。

作图过程或作图要点说明:

- 1) 以 a 为圆心, 25mm 为半径画弧, 由 OX 轴向下量 20mm , 交所画弧线于 c 点。
- 2) 由 c 作投影连线, 并在该线上从 OX 轴向上量 10mm 得 c' 。
- 3) 过 c' 作 $c'b'$ 平行于 OX 轴, 得 b' 。
- 4) 由 b' 竖直向上量 25mm , 得 a' 点。

1-6 在已知线段 AB 上求一点 $M(m', m)$, 使其将 AB 分成 $1:3$, 再求一点 $N(n', n)$, 使 $AN=25\text{mm}$ 。

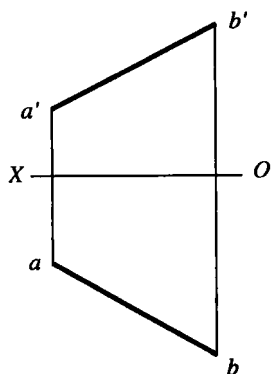


图 1-6 题

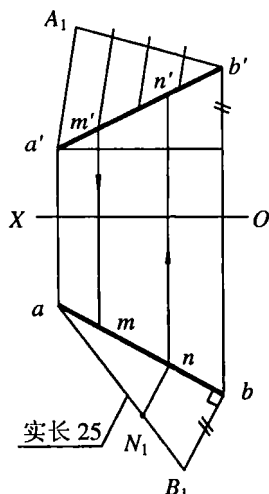


图 1-6 解

分析: M 点将 AB 分为 $1:3$, 可先把 AB 四等分即可求得 M 。 AB 上的 N 点是决定 $AN=25\text{mm}$ 的一点, 因此先要利用直角三角形法则求出 AB 的实长才能决定 N 。

作图过程或作图要点说明:

1) 由 b' 任引一斜线, 将其四等分, 端点 A_1 与 a' 相连, 由第三点作 A_1a' 的平行线得 m' ; 再作出 m 。

2) 在水平投影上作直角三角形求得 $AB=aB_1$, 量取 $aN_1=25$ 作出 N_1 , 返回投影上得 n, n' 。

1-7 已知线段 AB 的两投影, 求 AB 上与 H 、 V 面等距的点 C 的面两投影。

分析: 解法一: 点 C 与 H 、 V 面等距, 即 $Y_C=Z_C$, 故利用平面几何原理作 $a'b'$ 对称于 OX 轴的线段 a_1b_1 , 则 a_1b_1 与 ab 的交点即为 c 点的水平投影。

解法二: 因点的侧面投影能同时反映其 Y 、 Z 两坐标, 故也可以借助侧面投影作图。

作图过程或作图要点说明:

解法一: 1) 作出 a' 点对称于 OX 轴的点 a_1 及 b' 点对称于 OX 轴的点 b_1 。

2) 连接 a_1b_1 交 ab 与 c , 由 c 作出 c' 。

解法二：1) 求出线段 AB 的侧面投影 $a''b''$ 。

2) 过原点作 ZOY_W 的分角线 OM ，交 $a''b''$ 于 c'' ，由 c'' 作出 c' 及 c 。

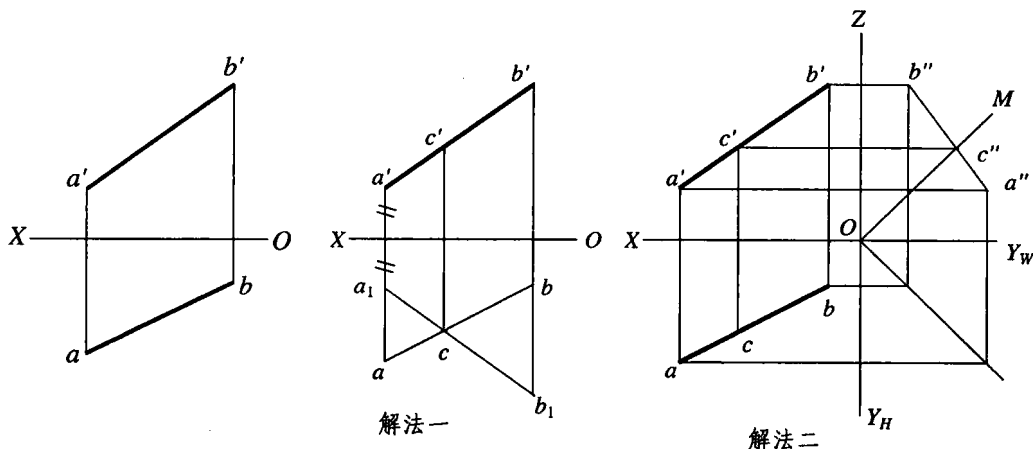


图 1-7 题

图 1-7 解

1-8 已知直线 AB 及点 C ，作直线 DC 交 AB 于点 D ，交点 D 距 OX 轴 30mm。

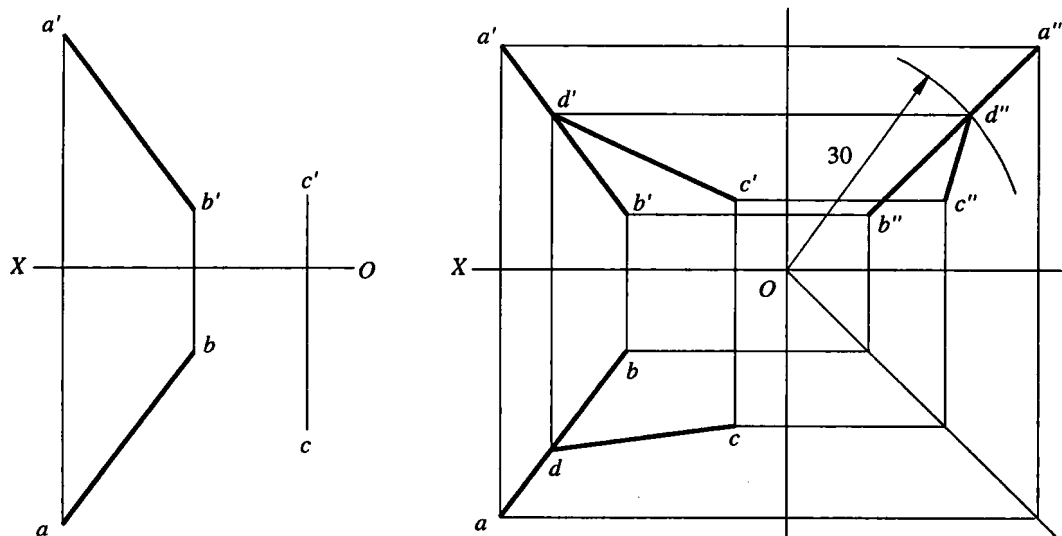


图 1-8 题

图 1-8 解

分析：本题作图要点是在直线 AB 上确定距 OX 轴为 30mm 的点 D ，由于 OX 轴在侧面投影中积聚为一点 O ，因此空间一点与 OX 轴的距离可以在侧面投影中得以反映。

作图过程或作图要点说明：

- 1) 求出 AB 及 C 的侧面投影 $a''b''$ 、 c'' ；
- 2) 以 O 为圆心，半径 30mm 画弧交 $a''b''$ 于 d'' ，由 d'' 作出 d' 及 d ；
- 3) 连接 cd 、 $c'd'$ 、 $c'd''$ 即为所求。

1-9 求 AB 线段的 α 角； CD 线段的 β 角。

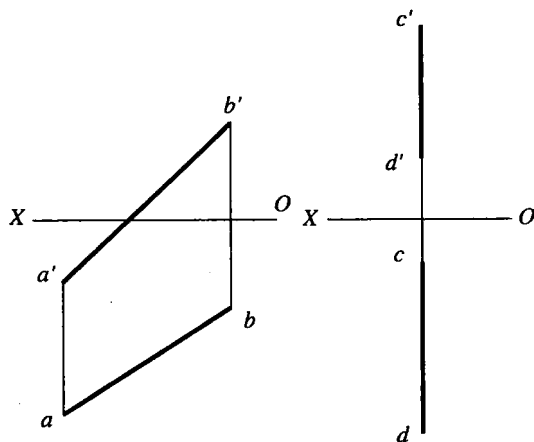


图 1-9 题

分析：求 AB 的 α 角须用 AB 的水平投影和 AB 两点的 Z 坐标差组成直角三角形（注意 Z 差不受线段端点在 OX 轴上或下的位置影响），水平投影长和斜边的夹角为 α ；求 CD 的 β 角，须用 CD 的正面投影长和 CD 两点的 Y 坐标差组成三角形，这里的 Y 差就等于 cd ，正面投影长和斜边的夹角为 β 。

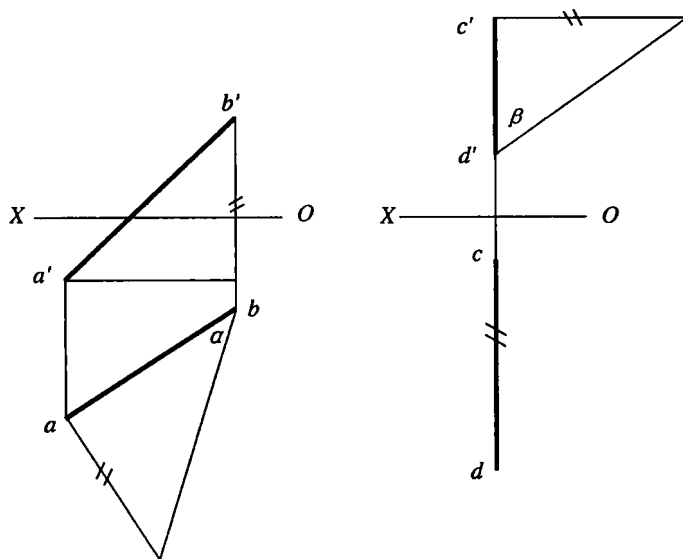


图 1-9 解

作图过程或作图要点说明：略。

1-10 已知线段 AB 实长等于 38mm ，其 $\beta=30^\circ$ ，且已知 $a'b'$ 的部分投影，试补全线段 AB 的两投影。

分析：由线段 AB 的部分正面投影和 β 角可组成直角三角形，利用 AB 实长已知可求 A 、 B 两点的 Y 坐标差，由此可作出 b 和 b' 点。

作图过程或作图要点说明：

- 1) 在 $a'b'$ 的部分投影上任取一点 c' , 作投影连线 $c'C_0$, 过 a 作 $aC_0 \perp c'C_0$, 并在其延长线上截取 $C_0A_0 = a'c'$, 以 C_0A_0 为一直角边作 30° 的直角三角形定出 c 点。
- 2) 延长 A_0c 到 B_0 , 使 $A_0B_0 = 38\text{mm}$, 过 B_0 作 aC_0 的平行线, 在 ac 的延长线上定出 b 。
- 3) 延长正面投影 $a'c'$ 至 b' 。

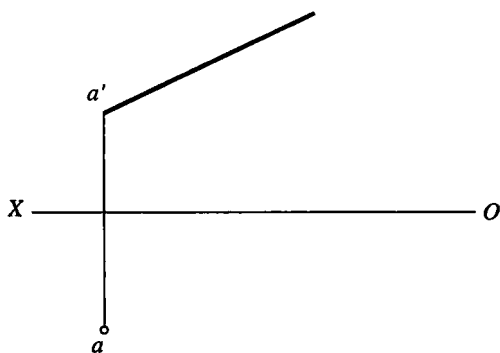


图 1-10 题

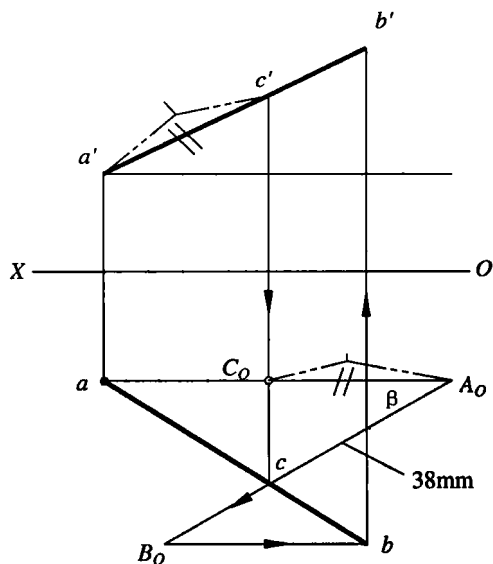


图 1-10 解

1-11 作一直线平行于线段 EF , 且与 AB 、 CD 两线段都相交。

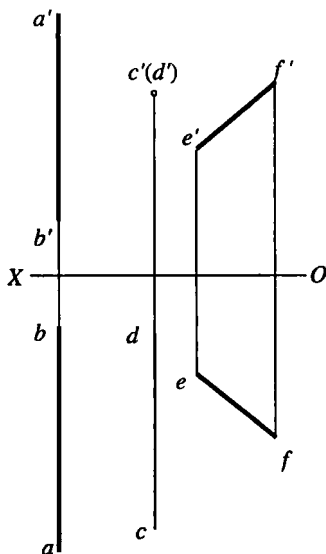


图 1-11 题

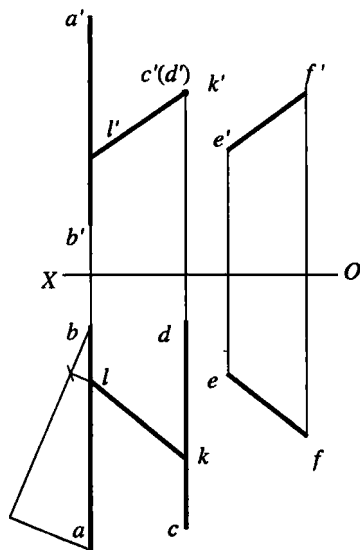


图 1-11 解

分析: 所给线段 EF 为一般位置线, 线段 CD 为正垂线, 因此, 在正面投影中过 $c'(d')$ 且与 $e'f'$ 平行即得直线 KL 的正面投影 $k'l'$; 线段 AB 是侧平线, 要确定其上的点 L 的水平投影 l , 则要用点分线段成比例的特性引比例线段求得。

作图过程或作图要点说明：略。

1-12 作直线 MN 与直线 EF 正交，且与 AB 、 CD 两直线都相交。

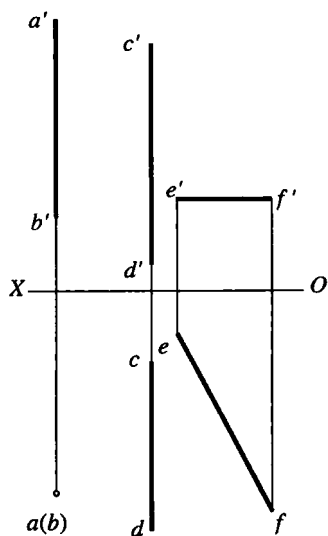


图 1-12 题

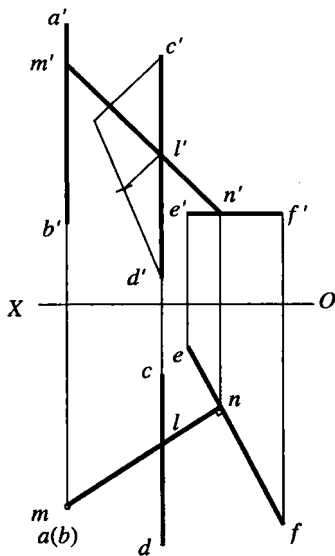


图 1-12 解

分析：直线 MN 与 EF 正交，且 EF 为水平线，由直角投影定理可知其水平投影上成直角，而 AB 为铅垂线，交线 MN 的水平投影 mn 必过 $a(b)$ ，由此可先作出水平投影。

作图过程或作图要点说明：

- 1) 过 $a(b)$ 作 mn 垂直于 ef ，垂足为 n ，过 n 引投影连线交 $e'f'$ 于 n' 。
- 2) 再确定 MN 与 CD 的交点 L 的正面投影 l' ，连 n' 、 l' 并延长至 $a'b'$ 得 m' 。

1-13 作两交叉直线的公垂线 EF ，分别与 AB 、 CD 交于 E 、 F ，并标出 AB 、 CD 间的真实距离。

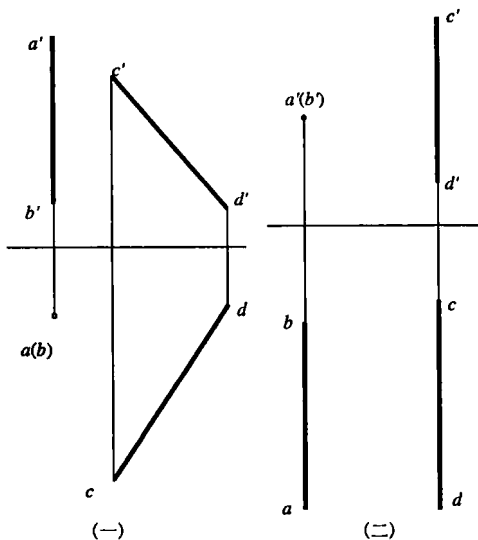


图 1-13 题