

普通高等教育“十二五”规划教材



现代机械工程学

解题指导

刘虹 主编
黄笑梅 副主编
屈新怀 主审
焦永和 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

现代机械工程图学 解题指导

主 编 刘 虹
副主编 黄笑梅 屈新怀
参 编 丁必荣 刘 炆 吕 堃
主 审 焦永和



机械工业出版社

本书根据国内工程图学教育发展的需求,将机械制图和计算机绘图及三维实体造型有机结合,为帮助广大工科学子提高空间分析能力和创新能力,作者在总结多年教学实践的基础上撰写而成,并贯彻了新的国家标准。全书共分11章,包括点、直线和平面的投影;立体、截交线和相贯线;组合体;轴测图;机件的常用表达方法;标准件和常用件;零件图;装配图;计算机绘图基础;Inventor三维实体造型方法;考题范例和试卷浅析等。

本书与《现代机械工程图学》教材相配套,既可作为高等工科院校及自学考试的学生学习现代机械工程图学课程的辅助教材,又可作为教师及工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械工程图学解题指导/刘虹主编;黄笑梅等编.
—北京:机械工业出版社,2011.8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-34227-4

I. ①现… II. ①刘…②黄… III. ①机械制图—高等学校—题解 IV. ①TH126-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第142933号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘小慧 舒恬

责任编辑:刘小慧 舒恬 程足芬 邓海平

版式设计:霍永明 责任校对:胡艳萍

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2011年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·17印张·418千字

标准书号:ISBN 978-7-111-34227-4

定价:31.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

“现代机械工程图学”是工科院校学生必须掌握的一门技术基础课，是一门立体形象思维很强的课程，要不断地由物画图、由图想物，它的主要任务是解决平面图样（二维）与空间实体（三维）相互转换的矛盾。我们在教学中常听到学生抱怨：“课能听懂，书也能看懂，但见到题目就无从下手”。为解决同学们的这一难题，使之尽快学好这门课程，掌握读图、绘图的方法。我们结合多年的教学实践经验，编写了本书。本书针对学生经常遇到的困难，从培养分析问题、解决问题的能力 and 创新能力角度出发，将各章节的知识点、重点和难点进行梳理；根据课程特点，讲述如何学好本课程，学习中应注意哪些问题，避免在学习上走弯路，并教会学生解题的具体方法。书中提供的解题方法尽量贴近学生的思维方式，力求总结出一套符合学生思维方式的解题技巧。全书还通过大量题解图例，使学生尽快提高解题能力。本书既可作为高等学校工科各专业学生学习现代机械工程图学课程的辅助教材，也可帮助教师归纳课程重点和解题思路，拓展与本课程紧密相关的学科知识，因此，也是教师教学的有效参考书。

本书在编写时，博采众长，由浅入深，由易到难，全面考虑了工科各专业应掌握的基本知识和要求，尽量覆盖所有的知识点。本书将机械制图和计算机绘图有机地结合，紧跟学科发展需要，特别是将三维实体造型技术引入书中，使学生尽快掌握计算机绘图知识，不断提高计算机绘图水平，同时三维实体造型还有利于培养学生的空间想象力和创新思维能力。书中所选例题部分为作者自行设计，有些是首次与读者见面。书中还为读者提供了大量立体图，有助于培养学生的解题能力。

本书由刘虹任主编，黄笑梅和屈新怀任副主编。全书共分11章，每章分为四部分，即内容要点、解题要领、习题与解答和自测题。参加本书编写的有刘虹（第3章3.3节，第8章）、刘炆（第3章3.1、3.2、3.4节）、黄笑梅（第5章，第7章）、屈新怀（第1章，第2章）、吕堃（第6章）、丁必荣（第4章，第9章，第10章，第11章），全书由刘虹审校定稿，北京理工大学的焦永和教授主审。

在撰写及成书过程中，得到机械工业出版社、合肥工业大学教材科及合肥工业大学工程图学系的大力支持和帮助，对此深表感谢。本书在撰写过程中，参考了一些同类书籍（具体书目作为参考文献列于书后），在此向作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，有些问题尚需深入探讨，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
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	12
1.3.4 换面法	31
1.4 自测题	38
第2章 立体、截交线和相贯线	39
2.1 内容要点	39
2.2 解题要领	39
2.3 习题与解答	40
2.3.1 立体的投影及表面取点、 取线	40
2.3.2 平面与立体表面相交, 求 截交线的投影	45
2.3.3 两立体相交, 求相贯线的 投影	55
2.4 自测题	66
第3章 组合体	68
3.1 内容要点	68
3.2 解题要领	68
3.3 习题与解答	69
3.3.1 画组合体三视图及标注 尺寸	69
3.3.2 补画视图中所缺的图线	73
3.3.3 根据两视图补画第三 视图	86
3.3.4 构形设计	99
3.4 自测题	102
第4章 轴测图	103
4.1 内容要点	103
4.2 解题要领	103
4.3 习题与解答	103
4.3.1 基本体的正等轴测图	103
4.3.2 组合体的正等轴测图	105
4.3.3 斜二等轴测图	107
4.3.4 轴测剖视图	109
4.4 自测题	110
第5章 机件常用的表达方法	111
5.1 内容要点	111
5.2 解题要领	112
5.3 习题与解答	112
5.3.1 视图	112
5.3.2 剖视图	117
5.3.3 断面图及规定画法	136
5.3.4 机件表达方法的综合应用	140
5.4 自测题	144
第6章 标准件和常用件	145
6.1 内容要点	145
6.2 解题要领	145
6.3 习题与解答	145
6.3.1 螺纹及螺纹联接件	145
6.3.2 键联接	151
6.3.3 轴承与弹簧	153
6.3.4 齿轮	153
6.4 自测题	156
第7章 零件图	158
7.1 内容要点	158
7.2 解题要领	158
7.3 习题与解答	158
7.3.1 由轴测图画零件图	158
7.3.2 表面结构的表示法	165
7.3.3 极限与配合	165
7.3.4 读零件图	166
7.4 自测题	183
第8章 装配图	184
8.1 内容要点	184
8.2 解题要领	184
8.3 习题与解答	185
8.3.1 由零件图拼画装配图	185
8.3.2 由装配图拆画零件图	193

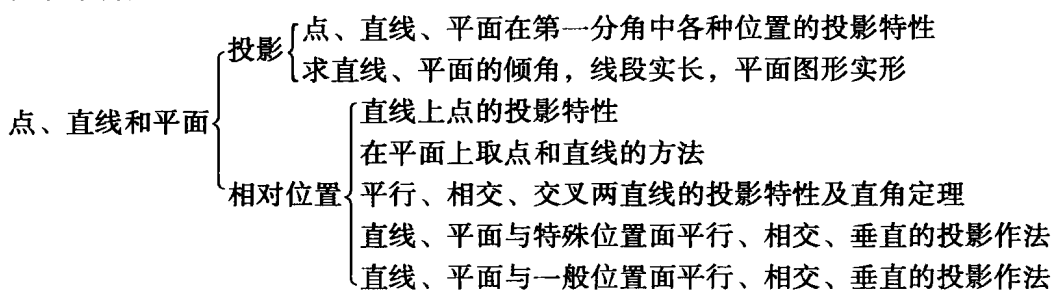
8.4 自测题	206	第 11 章 考题范例和试卷浅析	233
第 9 章 计算机绘图基础	207	11.1 工程图学试卷 A 与分析	233
9.1 内容要点	207	11.1.1 试卷 A	233
9.2 解题要领	207	11.1.2 试卷 A 浅析	236
9.3 习题与解答	209	11.1.3 试卷 A 参考答案	237
9.3.1 工程图样的计算机绘制	209	11.2 工程图学试卷 B 与分析	241
9.3.2 尺寸标注	213	11.2.1 试卷 B	241
9.3.3 工程图样中的文本注释	216	11.2.2 试卷 B 浅析	244
9.4 自测题	219	11.2.3 试卷 B 参考答案	245
第 10 章 Inventor 三维实体造型		11.3 工程图学试卷 C 与分析	249
方法	222	11.3.1 试卷 C	249
10.1 内容要点	222	11.3.2 试卷 C 浅析	252
10.2 解题要领	222	11.3.3 试卷 C 参考答案	253
10.3 习题与解答	224	11.4 工程图学试卷 D 与分析	256
10.3.1 草图的创建与编辑	224	11.4.1 试卷 D	256
10.3.2 特征的创建与编辑	226	11.4.2 试卷 D 浅析	260
10.3.3 部件装配	229	11.4.3 试卷 D 参考答案	260
10.3.4 工程图和表达视图	230	参考文献	263
10.4 自测题	231	读者信息反馈表	265

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、直线、平面的投影及有关投影的几个重要性质、定理；讨论了点、直线、平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) 求一般位置直线的实长和倾角，以及平面图形的实形。
- (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作图法（利用点和直线在平面上的几何条件作图）。
- (4) 求直线与平面相交的交点、两平面相交的交线的投影并判别其可见性。
- (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以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。一般来说，我们研究的对象与生活周围常见的模型有关，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、地面可看作投影面）来思考问题，以此来训练和提高自己的空间想象、空间分析和空间构思能力。其次，对书本上已经归纳的投影规律、定理等要认真地领

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。在学习过程中还应养成良好的作图习惯，要勤作图、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，并已知 a' ，试画出 A 点的其他两面投影（图 1-1a）。

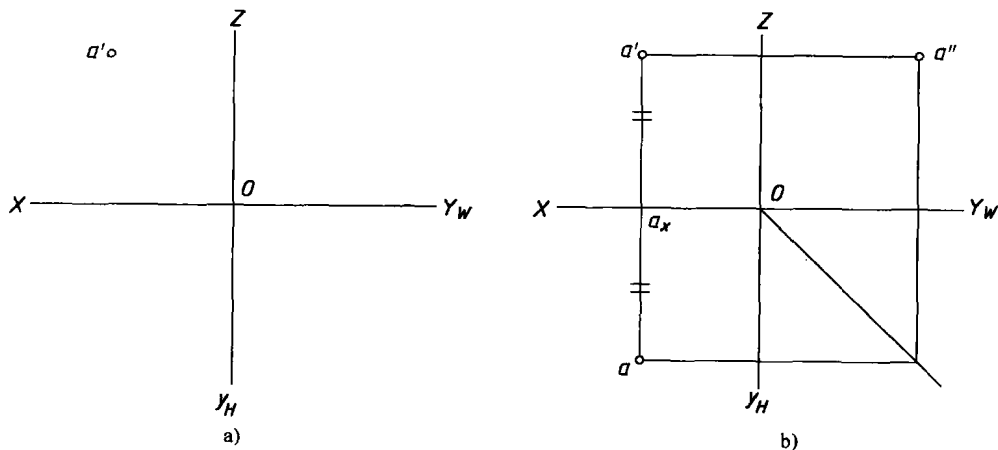


图 1-1

【解题分析】

点 A 在第 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 和 a'' 。

【作图步骤】

- (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'' ，作图结果如图 1-1b 所示。

1-2 指出图 1-2 中的错误，并改正。

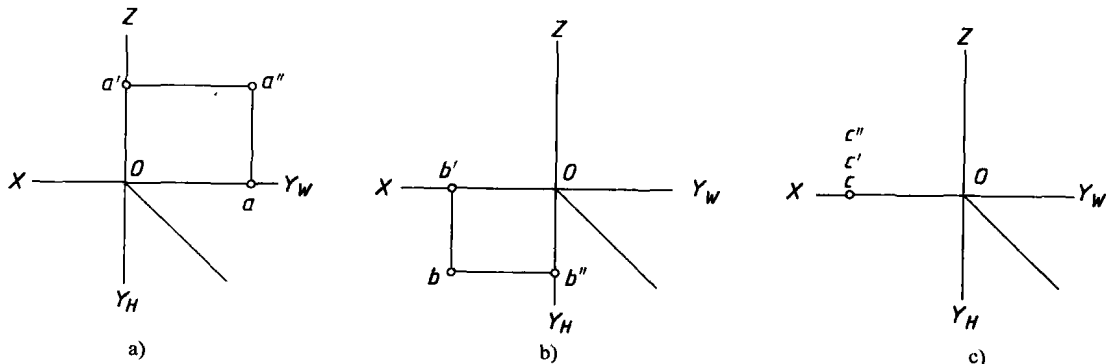


图 1-2

【解题分析】

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。

【作图步骤】

作图步骤略。作图结果分别如图 1-3a、b、c 所示。

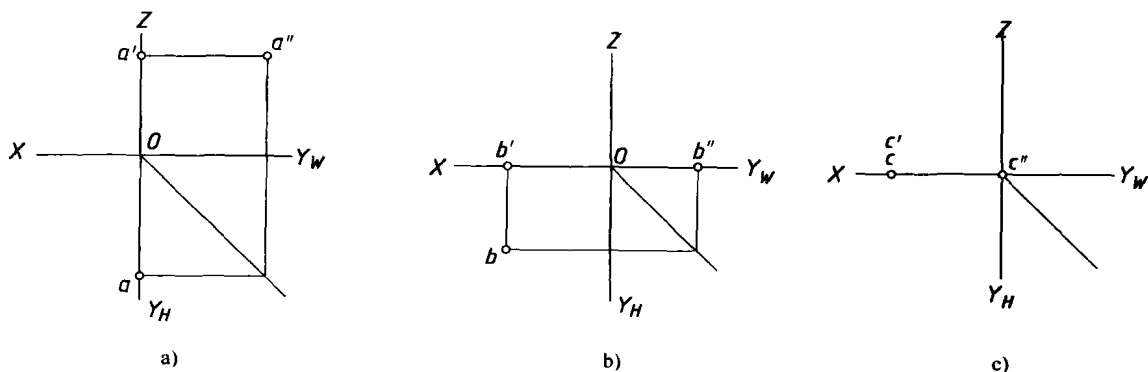


图 1-3

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 1-4a）。

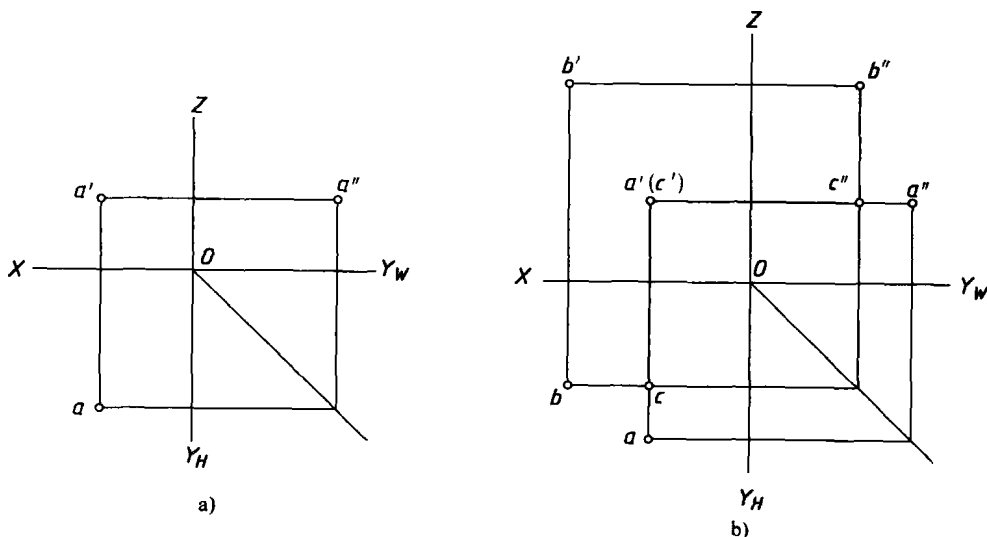


图 1-4

【解题分析】

在 OX 轴下方，距 OX 轴越近表明点越靠后，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。

【作图步骤】

作图步骤略。作图结果如图 1-4b 所示。

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 (图 1-5a)。

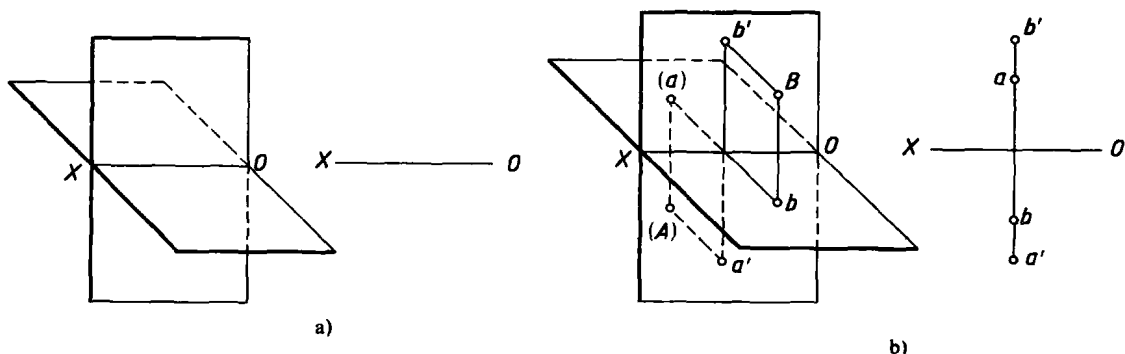


图 1-5

【解题分析】

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。

【作图步骤】

(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' , 作图结果如图 1-5b 所示。

1.3.2 直线的投影

1-5 已知 A 点的水平投影 a , 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 (图 1-6a)。

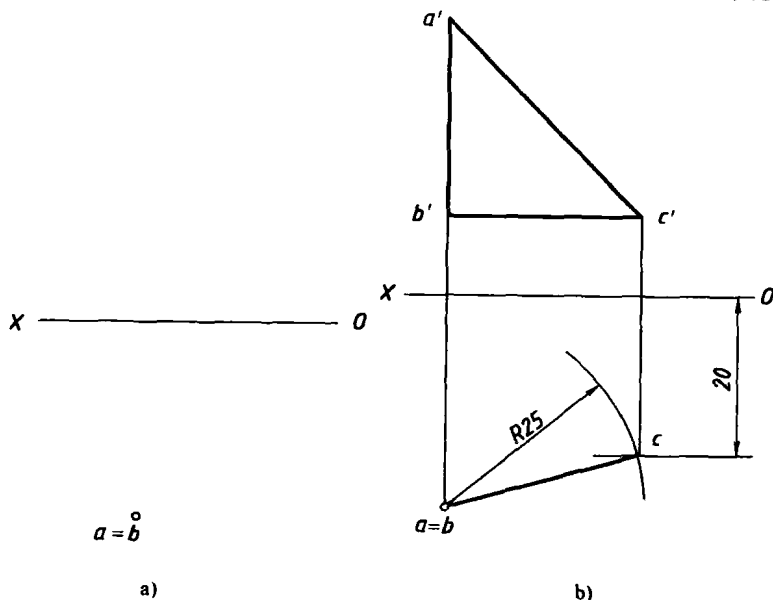


图 1-6

【解题分析】

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 是铅垂线, 所以 $a'b' = 25\text{mm}$, 由此求出 a' , 如图 1-6b 所示。

【作图步骤】

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

1-6 在已知直线 AB 上求一点 $M(m', m)$, 使其将 AB 分成 $1:3$ 的两段, 再求一点 $N(n', n)$, 使 $AN = 25\text{mm}$ (图 1-7a)。

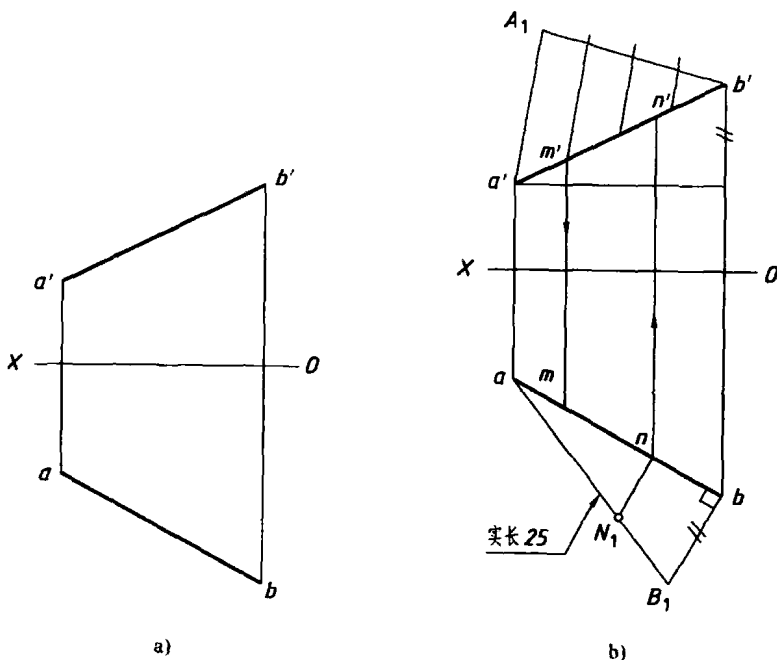


图 1-7

【解题分析】

M 点将 AB 分为 $1:3$ 的两段, 可先把 AB 四等分, 即可求得 M 点; 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求出 AB 的实长才能决定 N 。

【作图步骤】

(1) 由 b' 任引一条斜线, 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 $aN_1 = 25\text{mm}$, 作出 N_1 , 返回投影上得 n 、 n' , 如图 1-7b 所示。

1-7 已知直线 AB 的两投影, 求 AB 上与 H 面、 V 面等距的点 C 的面两投影 (图 1-8a)。

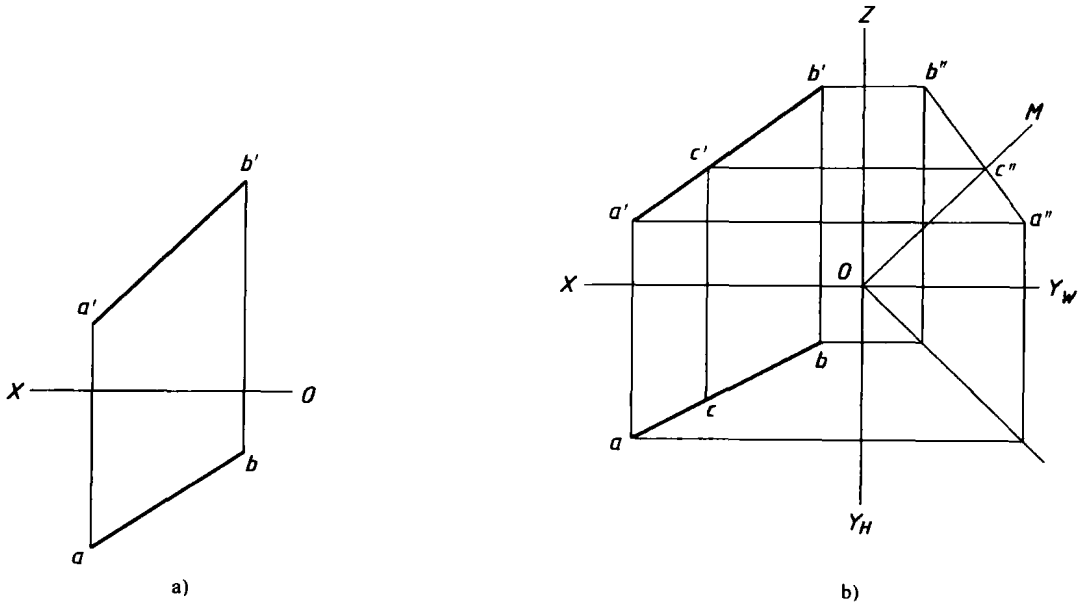


图 1-8

【解题分析】

点 C 与 H 面、 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 轴的直线 a_1b_1 , 则 a_1b_1 与 ab 的交点即为 C 点的水平投影。又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。

【作图步骤】

- (1) 求出直线 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 , 如图 1-8b 所示。

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 1-9a)。

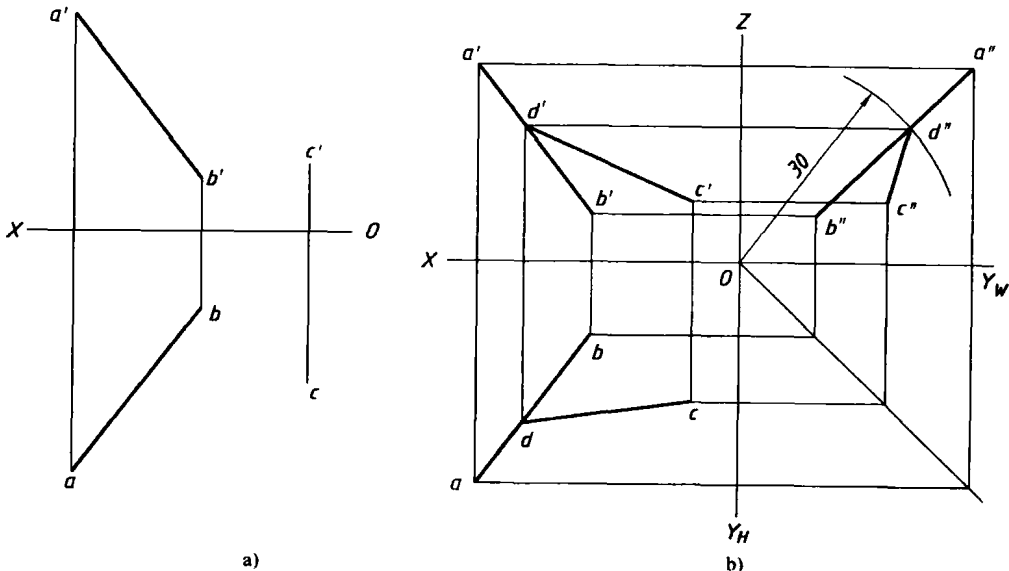


图 1-9

【解题分析】

本题作图要点是在直线 AB 上确定距 OX 轴为 30mm 的点 D ，由于 X 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反映出来。

【作图步骤】

- (1) 求出 AB 及 C 的侧面投影 $a''b''$ 、 c'' 。
- (2) 以 O 为圆心， 30mm 为半径画弧交 $a''b''$ 于 d'' ，由 d'' 作出 d' 及 d 。
- (3) 连接 cd 、 $c'd'$ 、 $c'd''$ 即为所求，如图 1-9b 所示。

1-9 求直线 AB 的 α 角、直线 CD 的 β 角 (图 1-10a)。

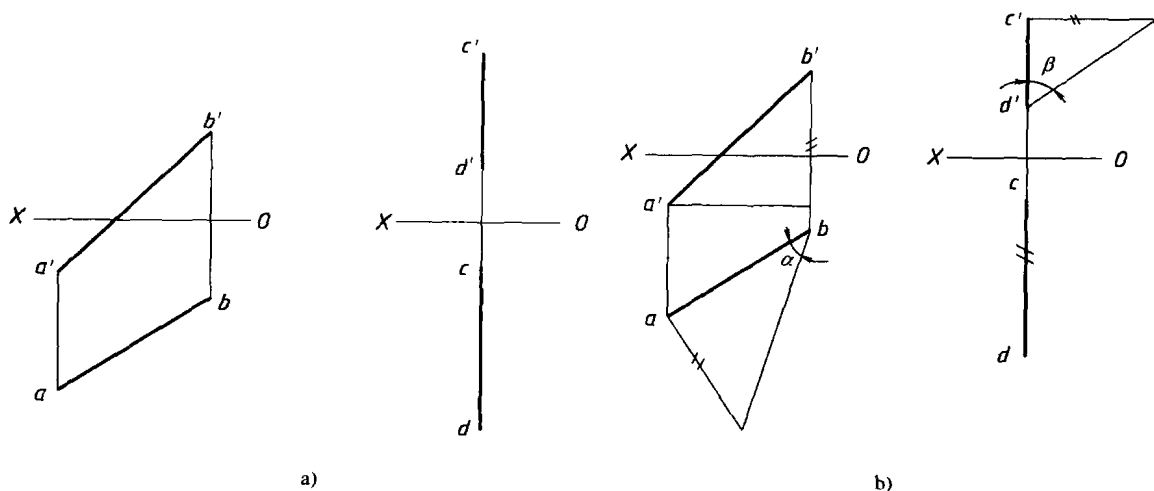


图 1-10

【解题分析】

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

【作图步骤】

作图步骤略。作图结果如图 1-10b 所示。

1-10 已知直线 AB 实长等于 38mm ，其 $\beta = 30^\circ$ ，且已知 $a'b'$ 的部分投影 (图 1-11a)，试补全直线 AB 的两投影。

【解题分析】

由直线 AB 的部分正面投影和 β 角可组成直角三角形，利用 AB 实长可求 A 、 B 两点的 Y 坐标差，由此可作出 b 和 b' 点。

【作图步骤】

作图步骤略。作图结果如图 1-11b 所示。

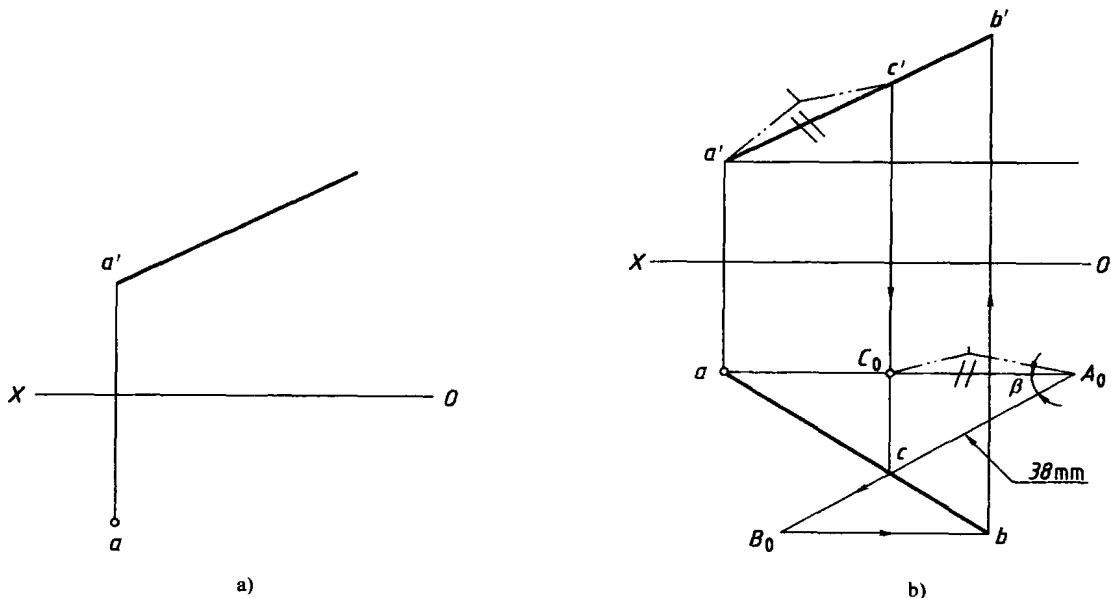


图 1-11

1-11 作一直线平行于直线 EF ，且与 AB 、 CD 两直线都相交（图 1-12a）。

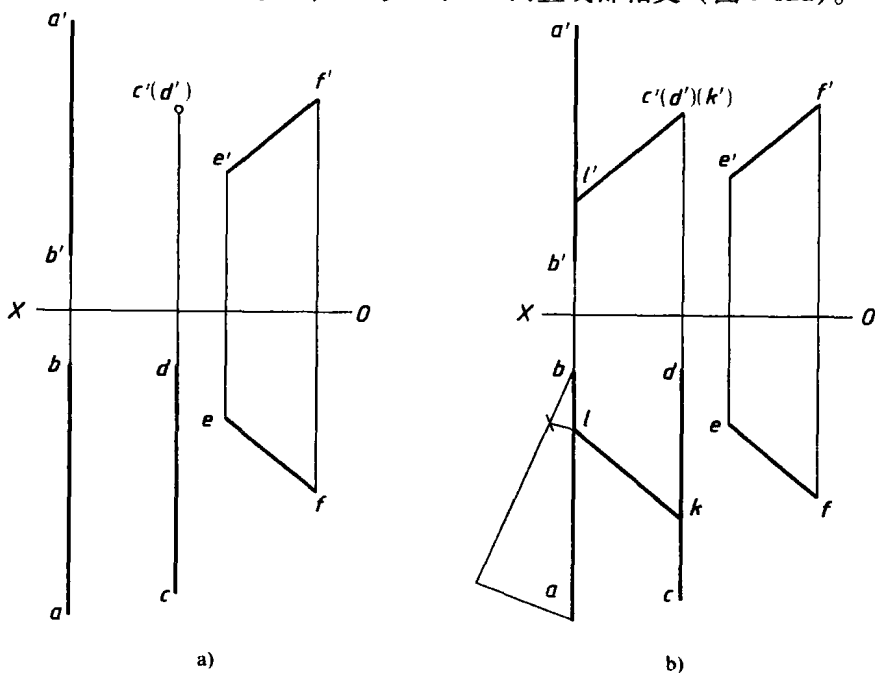


图 1-12

【解题分析】

所给直线 EF 为一般位置直线，直线 CD 为正垂线，因此，在正面投影中作过 $c'(d')$ 且与 $e'f'$ 平行的线段即得直线 KL 的正面投影 $k'l'$ ；直线 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。

【作图步骤】

作图步骤略。作图结果如图 1-12b 所示。

1-12 作直线 MN 与直线 EF 正交，且与 AB 、 CD 两直线都相交（图 1-13a）。

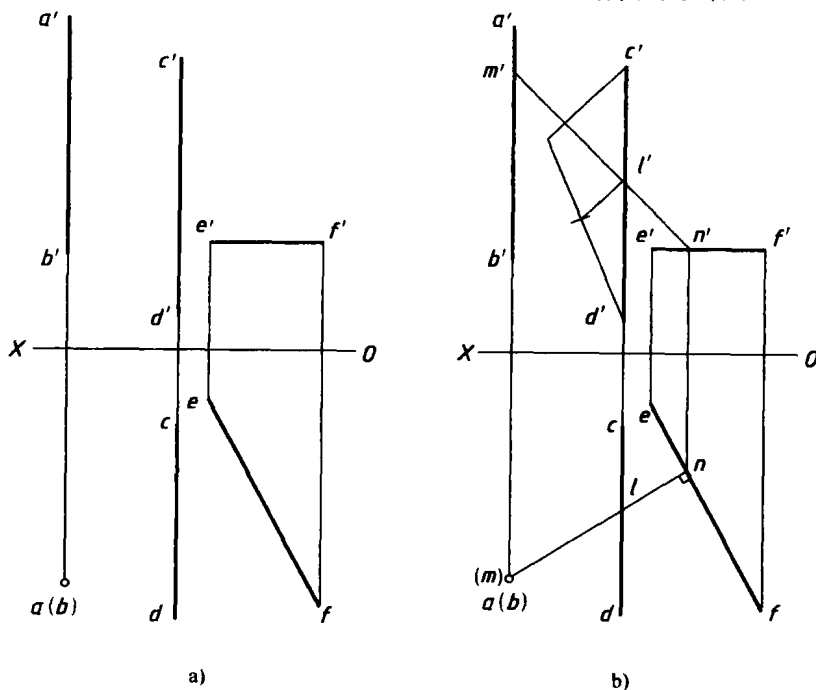


图 1-13

【解题分析】

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。

【作图步骤】

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' ；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' 。作图结果如图 1-13b 所示。

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 1-14b）。

【解题分析】

图 1-14a 中直线 AB 为铅垂线，与其垂直的直线必定是水平线； CD 为一般位置直线，但与之垂直的水平线可以在水平投影中表现为直角。图 1-14b 中 CD 为侧平线，与侧平线垂直的直线必定是侧垂线，而 AB 又是正垂线， EF 的正面投影必过 $a'(b')$ 。

【作图步骤】

在图 1-14a 中，过 $a(b)$ 作 cd 的垂线交 cd 于 f ，由 f 引投影连线交 $c'd'$ 于 f' ，过 f' 作 OX 轴的平行线交 $a'b'$ 于 e' ，即得 EF 的两面投影，作图结果如图 1-15a 所示。在图 1-14b 中，过 $a'(b')$ 作 OX 轴的平行线交 $c'd'$ 于 f' ，在 cd 上确定 f 点（利用点分线段成比例的特性作图），

过 f 作 OX 轴的平行线交 ab 于 e , 作图结果如图 1-15b 所示。

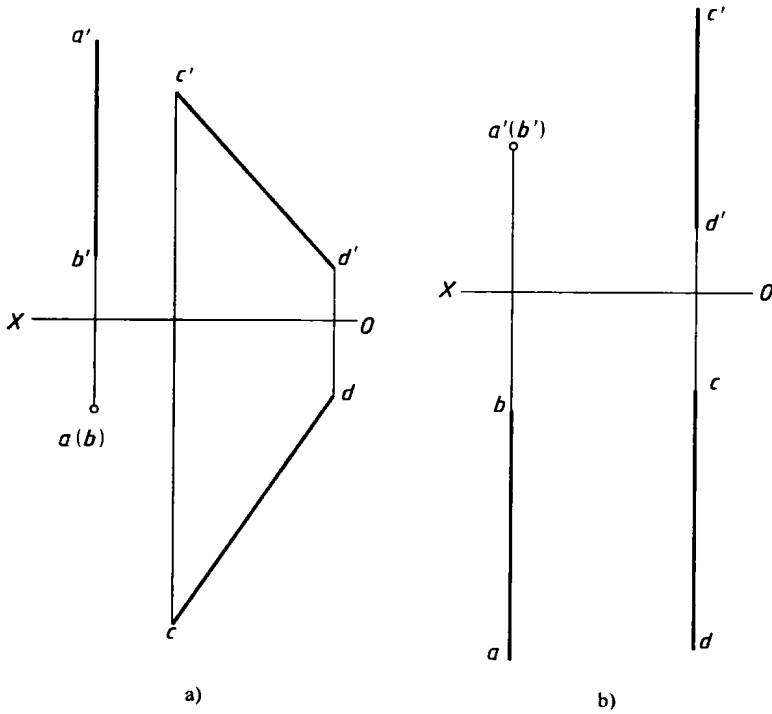


图 1-14

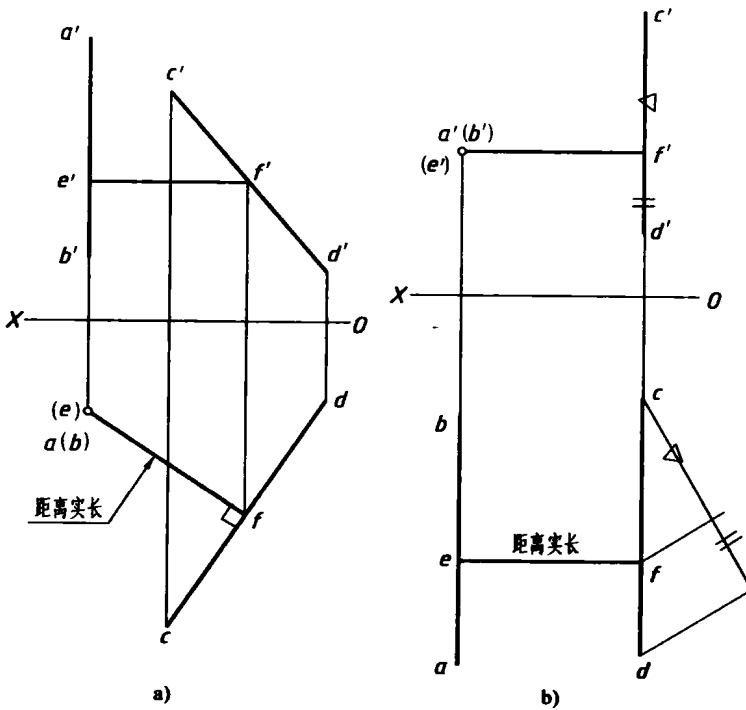


图 1-15

1-14 作直线 MN 的两面投影，其 α 角等于 30° ， N 点在直线 AB 上（图 1-16a）。

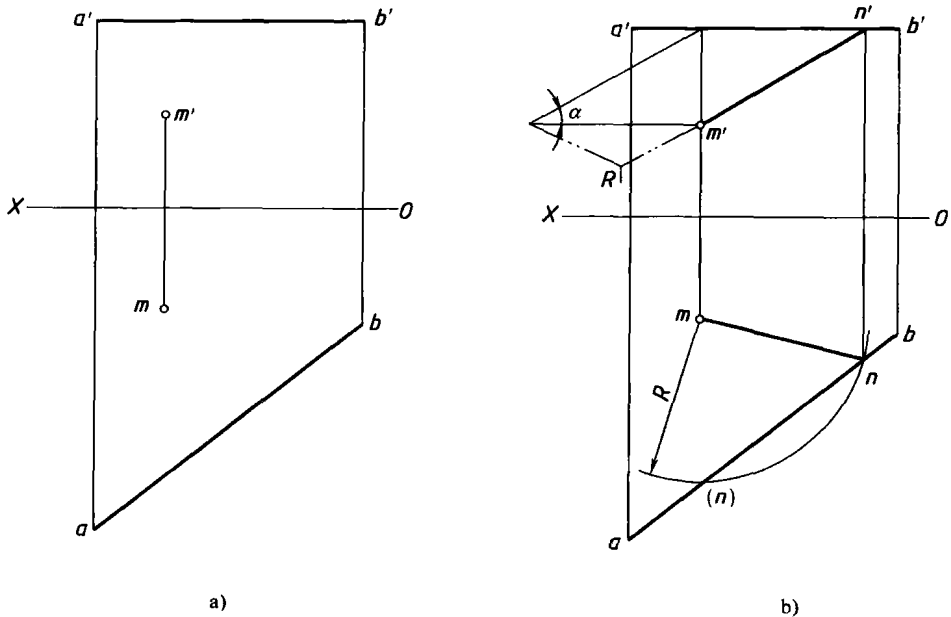


图 1-16

【解题分析】

N 点在水平线 AB 上，从正面投影可看出， MN 两端点的 Z 坐标差无论 N 点在 AB 的哪一处都是一样的。以该坐标差为一直角边，它和 α 角构成一直角三角形，另一直角边即为要求的 MN 的水平投影。

【作图步骤】

- (1) 由 m' 点引 $a'b'$ 的垂线，以此垂线为一直角边，它和 α 角构成直角三角形。
- (2) 以另一直角边的长为半径、以 m 为圆心作圆弧交 ab 于 n ，由 n 引投影连线交 $a'b'$ 于 n' ，作图结果如图 1-16b 所示。

1-15 作直线 CD 的垂直平分线 EF ，点 E 距 V 面 40mm ， $EF = CD$ 且同时也被 CD 平分（图 1-17a）。

【解题分析】

CD 为正平线， EF 的正面投影必在 CD 正面投影的垂直平分线上； E 点距 V 面 40mm ，则 E 点到 CD 中点 O 的 Y 坐标差是一定的，由于 $EF = CD$ ，且同时也被 CD 平分，则 $OE = OC$ 。由 OE 的 Y 坐标差和实长构造直角三角形，即可求得 OE 的正面投影。

【作图步骤】

- (1) 作 $c'd'$ 的中垂线得 o 点，并在 cd 上定出 o 点。
- (2) 过 o 引 cd 垂线并在其上截取到 OX 轴为 40mm 的一点，以 o 点到此点距离为一直角边， $o'e'$ 长为斜边作一直角三角形，则另一直角边为 $o'e'$ ，由 e' 得出 e 。
- (3) 由 $OE = OF$ 定出 f 和 f' ，如图 1-17b 所示。