

普通高等教育“十三五”规划教材

Solutions Guide to Modern Mechanical
Engineering Graphics

现代机械工程图学 解题指导

第2版

◎ 刘虹 主编
◎ 黄笑梅 屈新怀 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

现代机械工程学 解题指导

(第2版)

主 编	刘 虹			
副主编	黄笑梅	屈新怀		
参 编	孟冠军	刘 炀	吕 堃	
主 审	董国耀			



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,有助于广大工科学子提高空间分析能力和创新能力。本书内容结合了作者多年的教学实践经验,并贯彻了现行的国家标准。全书共 11 章,内容包括点、直线和平面的投影,立体、截交线和相贯线,组合体,轴测图,机件常用的表达方法,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,考题范例和试卷分析等。

本书与刘炆主编、机械工业出版社出版的《现代机械工程图学》(第 2 版)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工程图学课程的重要辅助教材,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. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2017. 12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-58456-8

I. ①现… II. ①刘… 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 (2017) 第 276668 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:舒恬 责任编辑:舒恬 康承林 任正一

责任校对:潘蕊 封面设计:张静

责任印制:孙炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2018 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·426 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-58456-8

定价:39.80 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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

“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，其主要任务是解决平面图样（二维）与空间实体（三维）相互转换的问题。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，从培养学生解决问题能力和创新能力角度出发，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，如何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，通过大量的题解图例，使学生大大提高解题能力。本书作为指导高等学校工科各专业学生学习工程图学课程的重要辅助教材的同时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，是教师教学的有效参考书。

本书的编写原则是博采众长，由浅入深，由易到难，全面考虑工科各专业应掌握的工程图学的知识和要求，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结合，紧跟学科发展需要，在编写中引用现行的制图国家标准，特别是将三维实体造型技术引入书中，使学生在学习中尽快掌握计算机绘图的知识，提高计算机绘图水平，同时三维实体造型技术的引入还有利于培养学生的空间想象力和创新思维能力。

本书由刘虹任主编，黄笑梅和屈新怀任副主编。全书共11章，前10章中每章分为四部分，即内容要点、解题要领、习题与解答和自测题；第11章为考题范例和试卷分析。本书由刘虹（第3章3.3节，第8章）、刘炆（第3章3.1节、3.2节、3.4节）黄笑梅（第5章，第7章）、屈新怀（第4章，第6章）、吕堃（第1章，第11章）、孟冠军（第2章，

第9章,第10章)六人合作撰写,由北京理工大学董国耀教授担任主审。书中所选例题部分为作者自行设计,部分选自各类教材,有些是首次与读者见面。例题的求解方法是作者根据多年的教学经验,尽量贴近学生的思考方式而给出的,书中还为读者提供了大量立体图,为培养学生的解题能力抛砖引玉。

本书在撰写及成书过程中,得到了机械工业出版社、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),在此向相关作者表示感谢。

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



CONTENTS

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	41
2.3.1 立体的投影及表面取点、取线	41
2.3.2 平面与立体表面相交, 求截交线的投影	46
2.3.3 两立体相交, 求相贯线的投影	57
2.4 自测题	70
第 3 章 组合体	72
3.1 内容要点	72
3.2 解题要领	72
3.3 习题与解答	73
3.3.1 画组合体三视图及标注尺寸	73
3.3.2 补画视图中所缺的图线	76
3.3.3 根据两视图补画第三视图	86
3.3.4 构形设计	100

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	104
4.3.1 基本体的正等轴测图	104
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	138
5.3.4 机件表达方法的综合应用	141
5.4 自测题	145
第6章 标准件和常用件	146
6.1 内容要点	146
6.2 解题要领	146
6.3 习题与解答	146
6.3.1 螺纹及螺纹连接件	146
6.3.2 键连接	152
6.3.3 轴承与弹簧	153
6.3.4 齿轮	154
6.4 自测题	157
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	159
7.3.1 由轴测图画零件图	159
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 9 章 计算机绘图基础	207
9.1 内容要点	207
9.2 解题要领	207
9.3 习题与解答	209
9.3.1 工程图样的计算机绘制	209
9.3.2 尺寸标注	213
9.3.3 工程图样中的文本注释	216
9.4 自测题	219
第 10 章 Inventor 三维实体造型方法	222
10.1 内容要点	222
10.2 解题要领	223
10.3 习题与解答	224
10.3.1 截交体与相贯体	224
10.3.2 组合体模型	227
10.3.3 零件模型	231
10.3.4 装配模型	233
10.3.5 工程图和表达视图	235
10.4 自测题	238
第 11 章 考题范例和试卷分析	240
11.1 工程图学试卷 A 与分析	240
11.1.1 试卷 A	240
11.1.2 试卷 A 分析	244
11.1.3 试卷 A 参考答案	244
11.2 工程图学试卷 B 与分析	249
11.2.1 试卷 B	249
11.2.2 试卷 B 分析	253
11.2.3 试卷 B 参考答案	254
11.3 工程图学试卷 C 与分析	257
11.3.1 试卷 C	257
11.3.2 试卷 C 分析	262
11.3.3 试卷 C 参考答案	262
11.4 Inventor 上机测试样卷与分析	267

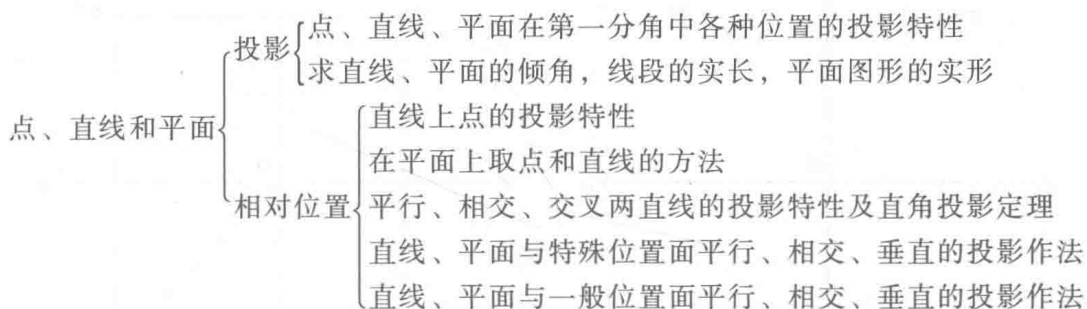
11.4.1 上机测试样卷	267
11.4.2 上机测试样卷分析	270
11.4.3 上机测试样卷参考答案	270
参考文献	272
读者信息反馈表	273

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' ,试画出点 A 的其他两面投影(图 1-1a)。

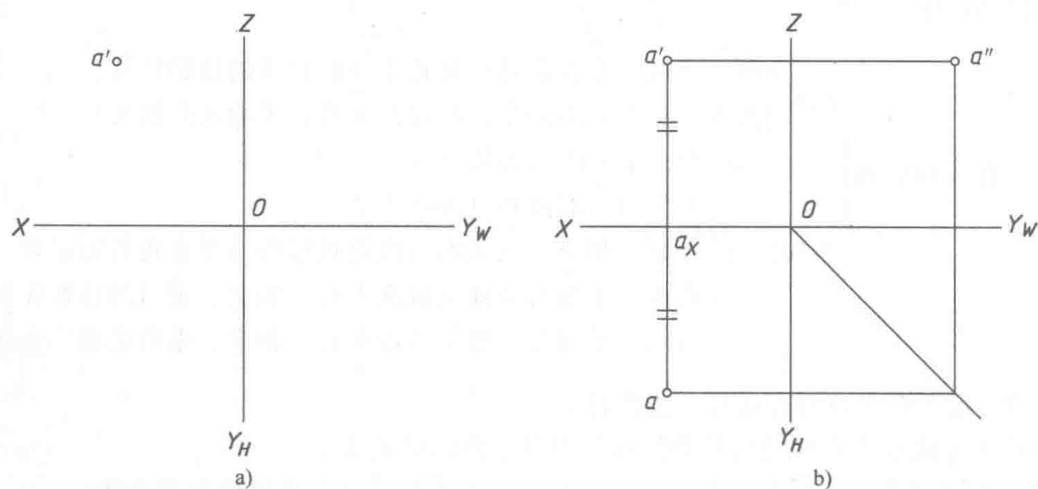


图 1-1

【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。

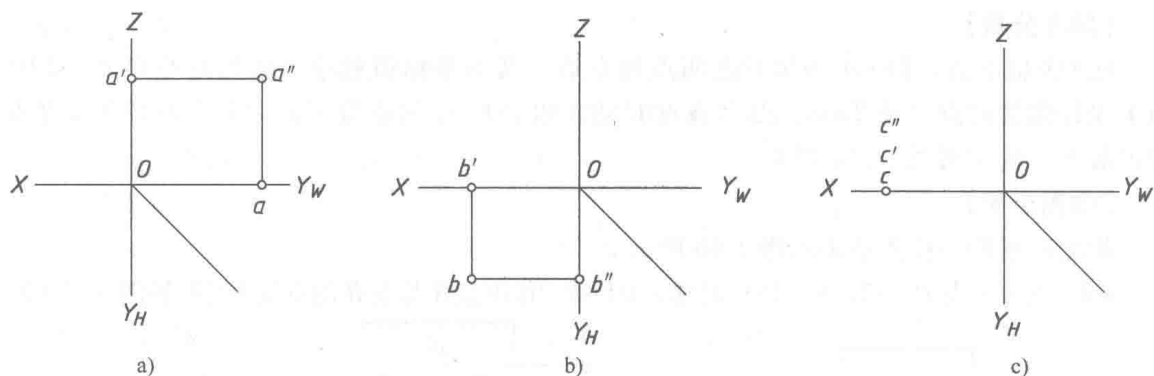


图 1-2

【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。

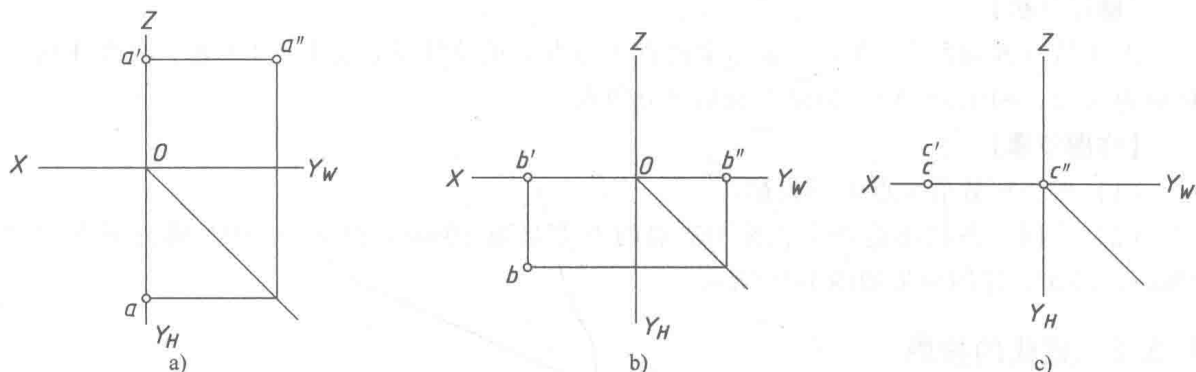


图 1-3

1-3 点 B 在点 A 之左 10mm、之上 15mm、之后 7mm, 点 C 在点 A 的正后方且距点 A 7mm, 求作 B 、 C 两点的三面投影, 重影点需判别可见性 (图 1-4a)。

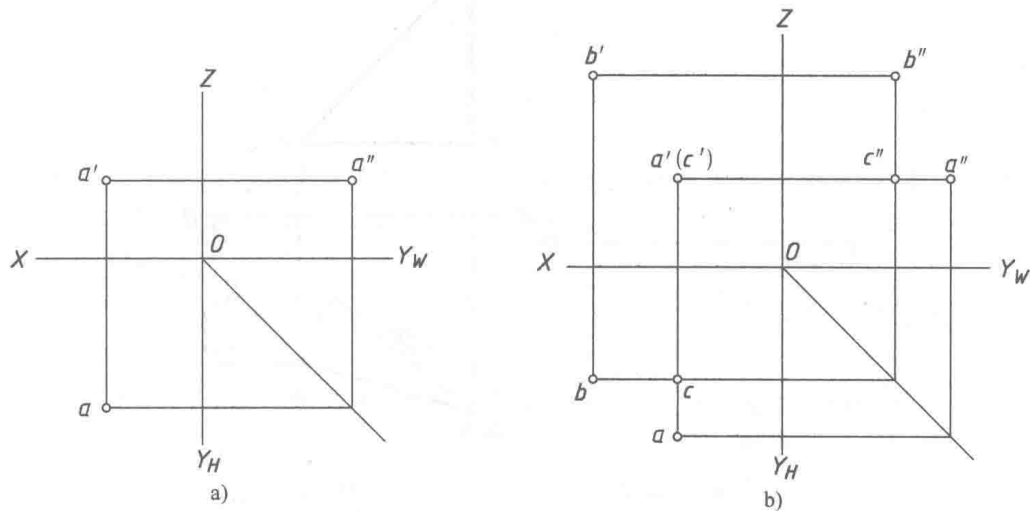


图 1-4

【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 坐标值都比点 A 小 7mm , 点 B 在点 C 的左边。 A 、 C 两点为 V 面的重影点, 点 A 在点 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)。

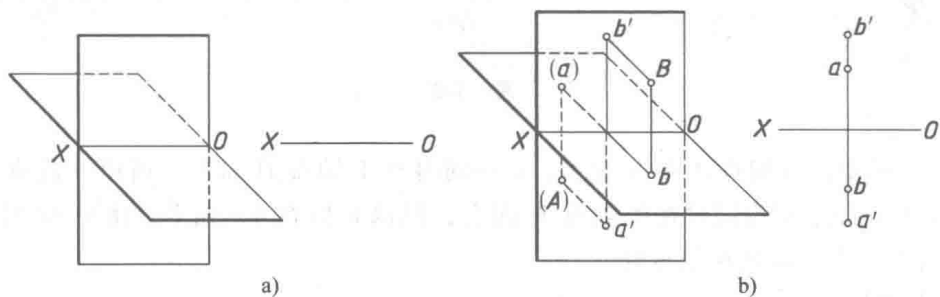


图 1-5

【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 已知点 A 的水平投影 a , AB 为铅垂线, 且点 A 在点 B 上方, $AB=BC=25\text{mm}$, BC 为水平线, 点 C 距 V 面为 20mm , 距 H 面为 10mm , 试完成 AB 、 BC 、 AC 的两面投影 (图 1-6a)。

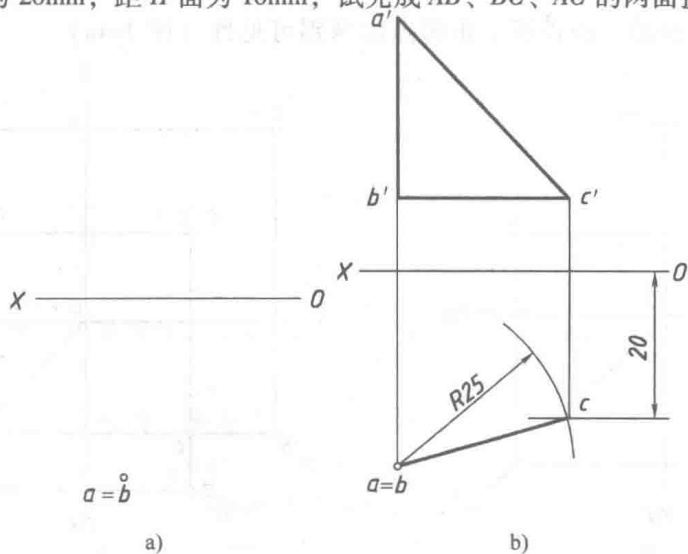


图 1-6

【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 , 这样可先求出点 C 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 , 交所画弧线于点 c 。
- (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 , 得点 a' 。

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)。

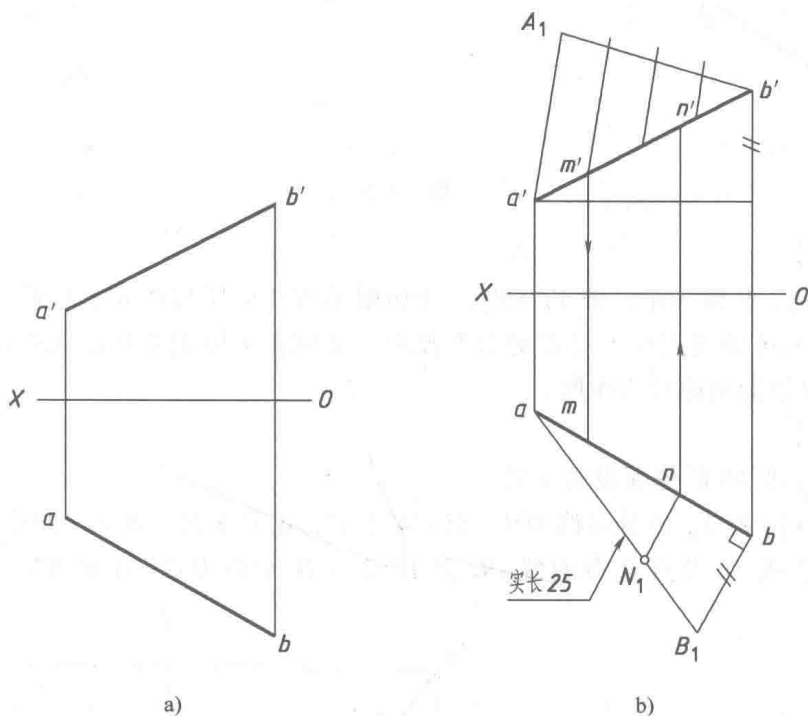


图 1-7

【解题分析】

点 M 将 AB 分为 $1:3$ 的两段, 可先把 AB 四等分, 即可求得点 M ; AB 上的点 N 是确定 $AN=25\text{mm}$ 的一点, 因此, 先要利用直角三角形法求出 AB 的实长才能确定 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 的两面投影, 求 AB 上与 H 面、 V 面等距的点 C 的两面投影 (图 1-8a)。

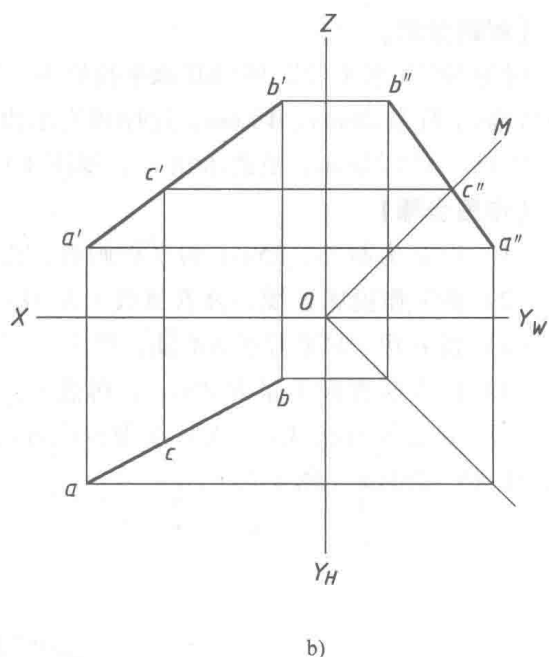
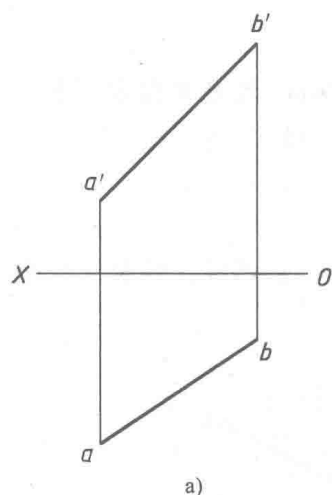


图 1-8

【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 的交点即为点 C 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)。

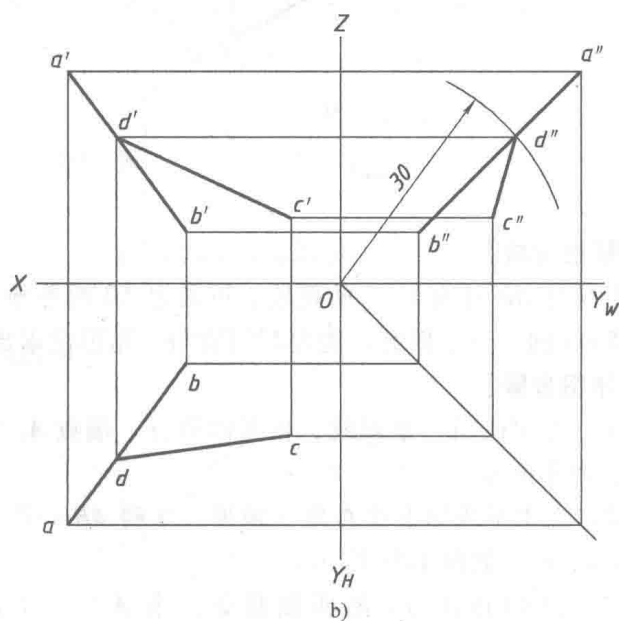
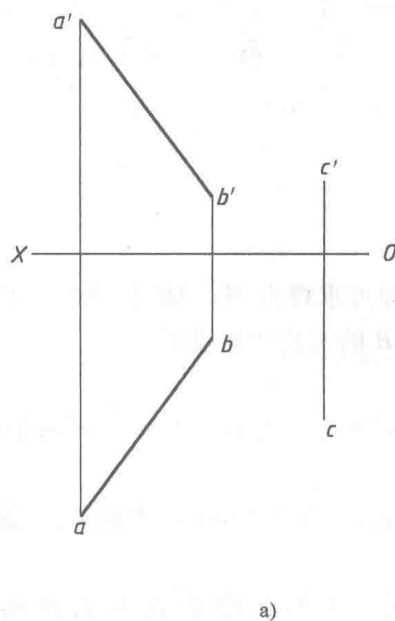


图 1-9

【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) 求出直线 AB 及点 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)。

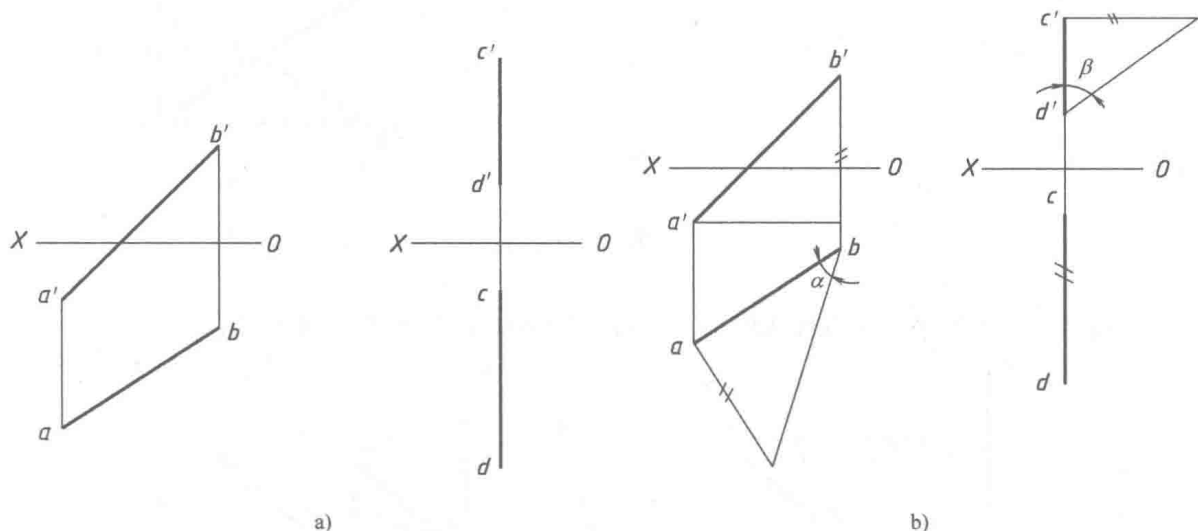


图 1-10

【解题分析】

求 AB 的 α 角，需用 AB 的水平投影和 A 、 B 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，需用 CD 的正面投影长和 C 、 D 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 的实长等于 38mm，其 $\beta = 30^\circ$ ，且已知 AB 的部分投影 (图 1-11a)，试补全直线 AB 的两面投影。

【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 的实长可求 A 、 B 的两点的 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。

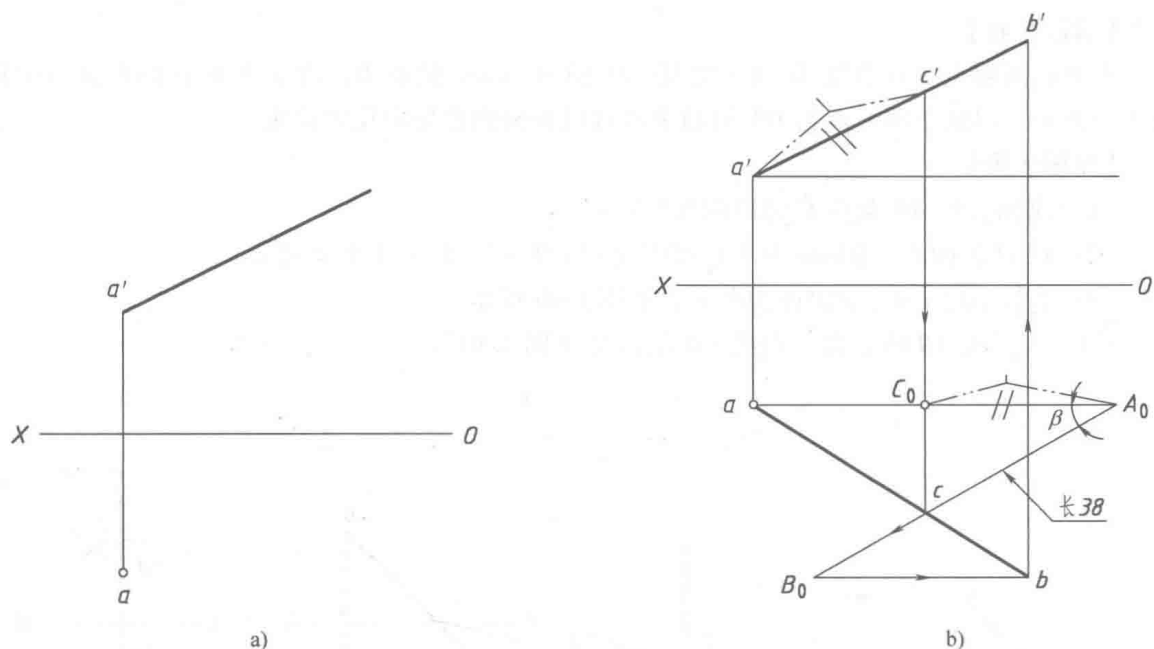


图 1-11

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)。

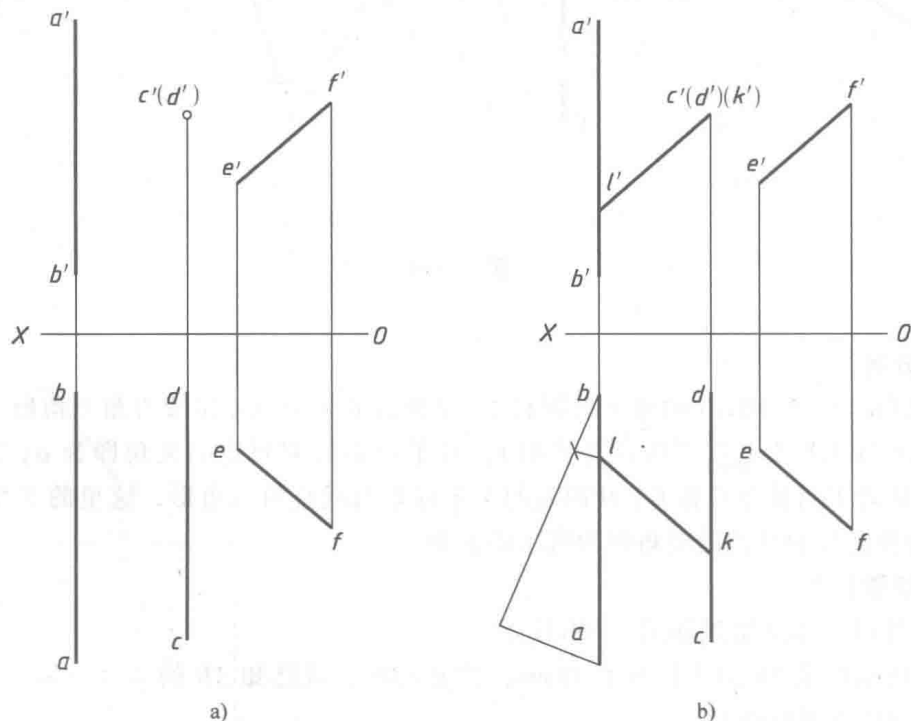


图 1-12

【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