

高等学校教材

机械设计基础 学习方法及习题解答 (画法几何及机械制图)

刘静华 潘柏楷 编著



科学出版社
www.sciencep.com

22

China

(TP-2217,0101)

机械设计基础
学习方法及习题解答
(画法几何及机械制图)

ISBN 7-03-012352-2



9 787030 123527 >

科学出版社 技术分社
<http://www.abook.cn>

ISBN 7-03-012352-2
定价: 17.00 元



高等学校教材

机械设计基础 学习方法及习题解答

(画法几何及机械制图)

刘静华 潘柏楷 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本习题解答与《机械设计基础习题集》(科学出版社出版,刘静华、潘柏楷主编)配套使用。《机械设计基础习题集》是北京航空航天大学机械设计基础系列课程教学改革成果(该成果获2001年国家教学成果二等奖)的配套教材,也是面向新世纪课程的教材。

本书作者结合多年的教学实践经验,从培养学生综合设计和创新能力角度出发,将全书分为四部分,即学习方法、解题方法、习题解答和参考试卷。学习方法与解题方法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,并教会学生几种解题的具体方法,每种方法都举出了足够的例子,帮助学生开阔眼界,提高能力。习题解答与配套教材一一对应,通过大量题解图例使学生大大提高解题能力。在内容上,本书从投影基础、平面图形、组合体、零件图到装配图都设计了构形习题,并配有丰富、新颖且实用性较强的经典实例,使读者学习后,能用构形观点进行图形表达,并运用所学知识进行创新设计。

本书可供高等院校机械及相关专业学生使用,也可供函授大学、电视大学、成人高校学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础学习方法及习题解答/刘静华,潘柏楷编著. —北京:科学出版社, 2003

(高等学校教材)

ISBN 7-03-012352-2

I. 机... II. ①刘... ②潘... III. 机械设计—高等学校—教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第093210号

责任编辑:王淑兰 陈晓萍 / 责任校对:赵慧玲

责任印制:吕春珉 / 封面设计:三函设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年10月第一次印刷 印张:12 1/4

印数:1-5 000 字数:272 000

定价:17.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

随着教学改革不断深入,计算机图形学的快速发展,特别是教育创新和创新人才培养等问题的提出,使得画法几何与机械制图课程无论在内容、体系、要求和学时方面都发生了较大改变,但是本课程的核心部分和最基本的内容仍应加强,即培养同学的空间想像力、投影作图能力和构形表达能力。为此我们编写了本书,它包含四部分内容:第一部分,画法几何的学习方法

根据画法几何的课程特点阐述本课程的重要性、学什么、如何学、要注意哪些问题,甚至连听课、记笔记、复习等都做了介绍,这对刚步入大学的学生无论从思想上或心理上都会有很大帮助。

第二部分,解题方法

这门课学习的难点在于不会做题,这里讲述多种解题方法,列举大量实例,使学生大开眼界、开阔思路,并大大地提高学生的解题能力,亦即投影作图能力和解决空间问题的能力。

第三部分,习题解答

这部分内容通过大量解题实例,使学生真正学会如何解题,这里的题完全与《机械设计基础习题集》(科学出版社出版的,刘静华、潘柏楷主编)配套对应,因此,每题后面都注明(P××),表明该题在习题集里的页码。大部分题目还附有解题思路方法说明,对于某些较难理解的题目还附有工程素描,以帮助理解。对于标注尺寸和零件表达,都从构形观点进行解题说明。

第四部分,参考试卷

这里给出几套试卷,目的在于使学生了解考试的大致方式、内容、出题范围,帮助学生检验学习情况,还要向何方面努力。有些题目可能有多种解法,学生可以自己做一遍,然后相互讨论或找老师答疑。

本书是作者多年教学经验的总结,也是多年教学改革研究的成果,书中总结的学习方法和解题思路会使学生在学习中节省大量时间和精力。本书一定能成为学生的良师益友。

本书由刘静华、潘柏楷教授编著,参加相关工作的还有王运巧、杨光、马金盛、王玉慧、肖立峰、宋志敏、汤志东,郝国舜、秦双、郭皓明、朱艳菊、陈学文、唐黎参加了部分习题的计算机绘制工作。限于编者水平,书中缺点和错误在所难免,恳请批评指正。

编 者

2003年9月29日

目 录

第一部分 画法几何部分的学习方法.....	1
1. 总的学习方法.....	3
2. 有关本课程各学习环节特点具体的指导性意见.....	3
3. 关于听课、复习和做题.....	6
第二部分 画法几何部分的解题方法.....	9
1. 直接作图法.....	11
2. 辅助作图法.....	14
3. 逼近法.....	22
4. 反推法.....	26
5. 换面法.....	28
6. 轨迹法和交轨法.....	32
7. 形体分析法与线面分析法.....	41
第三部分 习题解答——与《机械设计基础习题集》配套.....	47
平面图形注尺寸.....	49
点的投影.....	52
直线的投影.....	55
平面的投影.....	64
平行问题.....	71
相交问题（一）——平面与平面相交.....	73
相交问题（二）——直线与平面相交.....	76
垂直问题.....	78
综合问题（一）——点线面综合Ⅰ.....	82
综合问题（二）——点线面综合Ⅱ.....	84
综合问题（三）——点线面综合Ⅲ.....	86
投影变换.....	88
基本几何体（一）.....	93
平面立体.....	94
相交问题（三）——平面与平面立体相交.....	105
基本几何体（二）.....	108
简单组合体.....	110
相交问题（四）——平面与曲面立体相交Ⅰ.....	112

相交问题(五)——平面与曲面立体相交II	113
相交问题(六)——平面与曲面立体相交III	115
综合问题(四)——平面与组合体截交I	116
综合问题(五)——平面与组合体截交II	119
相贯线	120
综合问题(六)——复合相贯	129
综合问题(七)——复合相贯	131
综合问题(八)——剖视与断面I	132
综合问题(九)——剖视与断面II	134
综合问题(十)——剖视与断面III	136
综合问题(十一)——剖视与断面IV	138
用CSG分析空间形体	139
三维绘图与实体造型	142
轴测图	144
标注轴类零件尺寸	150
标注组合体尺寸	153
组合体投影	154
图形标注练习	156
图形表达改正	158
投影制图	165
绘制零件图	170
计算机绘制零件图	171
螺纹的标记	172
螺纹的画法	173
螺纹紧固件连接	174
拼画轴系装配图	175
绘制装配图	176
读齿轮泵装配图	177
读风窗除冰器装配图	179
第四部分 参考试卷	181
参考试卷(一)	183
参考试卷(二)	184
参考试卷(三)	185
参考试卷(四)	186
参考试卷(五)	187
参考试卷(六)	188

第一部分

画法几何部分的学习方法

1. 总的学习方法

画法几何部分主要讲述空间几何形体的形状表达和抽象的点、线、面相对位置的表达。这种表达是有一定难度的，一般采用投影表达法。它要求学生能用一些二维图形来表达三维形体的空间形状或空间关系，这就是这门课的最大难点。由一些二维图形想像出它们所表达的是什么样的一种空间形状或空间关系，就是培养同学的空间想像力，这对培养未来的工程师或科技工作者是非常重要的，特别是当前提出的要求学生具备一定的创新能力更是非常关键的。试想，不具备较强的空间想像力怎么能作出富有创新的设计呢？

本门课的最大难度之一是：多数同学反映，上课听得明白，但做不了习题，或要花很多时间才能做出一道题。原因很多，但有一点是肯定的——同学缺乏空间想像力。因此该课程的学习方法主要有以下几点。

① 重视空间想像力的培养。从学习最简单的几何元素开始就要重视对空间想像力的培养。点或直线，二维投影图上的一个点和直线，它们的空间是什么样的，反过来，空间的一个点或直线，它们在二维图上又是什么样的，反复思考，反复想像。有些同学轻视前面简单的空间想像过程，到后面内容复杂时，甚至连课都听不懂了，所以这点应该引起读者足够的重视。

② 多数同学会按照听课、做笔记、课后复习、做习题这样一种模式来学习，如果能把握好每一个环节，认真听课、认真做笔记、认真复习，那么学习效果还是不错的。当然最好能够不断地总结出适合自己的学习方法，如怎样听课，怎样记笔记，怎样复习等。

③ 有些同学总感到上课听不懂，而有些同学又想学得更深些，更超前些，他们常会采用预习的办法，即在老师讲课之前先预习一下要讲的内容，然后再去听课。对部分同学来说，这样做有一定的困难，因为可能看不懂，不过这也有一定的好处，可以知道哪些地方看不懂，带着问题去听课。学习效率提高了，课后复习的时间就省下了，更重要的是，这样做能提高学生的自学能力，这对于终身学习来说是很好处的。

④ 在可能情况下，可以看一些课外书、解题方法等，多做一些课外题，特别是一些难题，也会有很大帮助的。

⑤ 在可能的情况下，应该带着平常思考的问题或难题，甚至于学习方法的问题找老师答疑，老师的指导是很重要的。有些同学有一种错误的想法，害怕老师知道他学得不好，不愿意去答疑或者说不敢去答疑，这对学习是不利的。

2. 有关本课程各学习环节特点具体的指导性意见

(1) 讲课模式

由于本课程的特点，每位老师在讲课时，一般都遵循这样一种模式，即提出问题→分析空间关系→找到投影作图方法→总结出投影规律→应用投影规律解题（举例）。这其中，空间分析是最核心的问题，只要分析清楚，投影作图方法是其必然的结果，而投影规律则是对方法的概括和提高，下面的问题就是要记住这些规律并熟练地掌握与应用。从上面的分析说明中可以看到，在听课中必须特别注意老师讲述的空间分析。这个问题

清楚了, 其它问题就会迎刃而解。有时同学不会做题是因为不会或没有进行空间分析的结果。

(2) 举一反三

画法几何常用多个投影去表达空间关系。老师在讲述中, 没有必要重复讲述每一种情况的投影过程, 而应重点讲述其中一种情况的投影过程, 其它的留给学生自己去分析和补充。这就要求学生在学习中, 举一反三, 多多琢磨, 把不同情况的投影弄明白, 搞透彻, 以求完全掌握。

(3) 正向思维和反向思维

在讲述投影作图时, 老师多着重讲述正向思维, 例如已知直线的投影, 可以求出其实长; 已知一点和一直线的投影, 可以求出其间的距离等。但在多数工程实际问题中, 常需要由已知直线的实长反求其投影, 已知距离求投影, 已知真形求投影等。这就是反向思维, 即已知 A 可以求得 B, 反过来, 已知 B, 亦可反求得 A, 只不过是要习惯于作这种反向思维。

(4) 画法几何特有的思维方式和习惯

画法几何在解决空间问题时, 常会采用一些有别于其他学科的思维方式和习惯, 了解并熟悉这种思维方式和习惯, 对于学习本课程甚至解决空间问题都是极有帮助的。

画法几何之所以要采用一些独有的思维方式和习惯, 皆因投影会有重影和变形的缘故, 如图 1 所示, 空间一三角平面 P、点 A、直线 L, 它们在水平面 H 上的投影分别为 p、l、a, 显然, A 和 L 均不在 P 面上, 但其投影却在三角形里面, 因此如果要在 P 面上任取一个点或一条直线, 其投影应如何作呢?

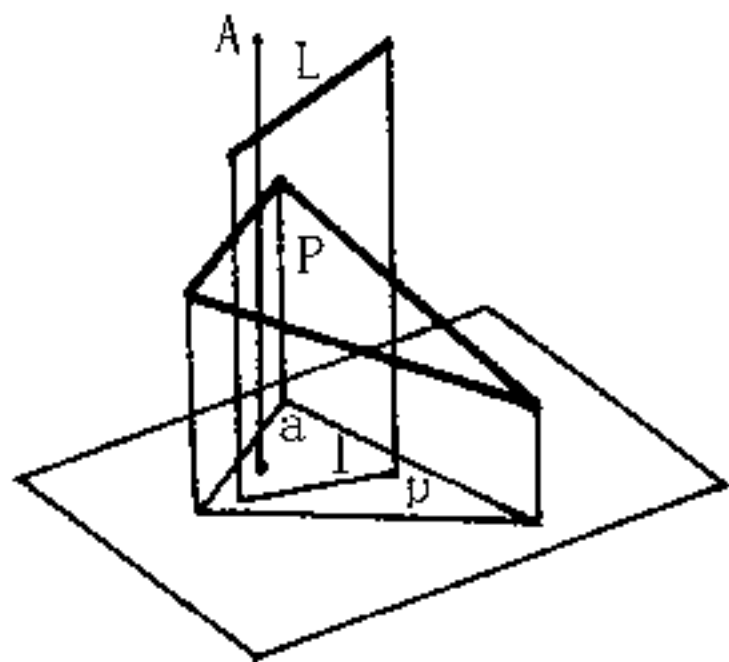


图 1

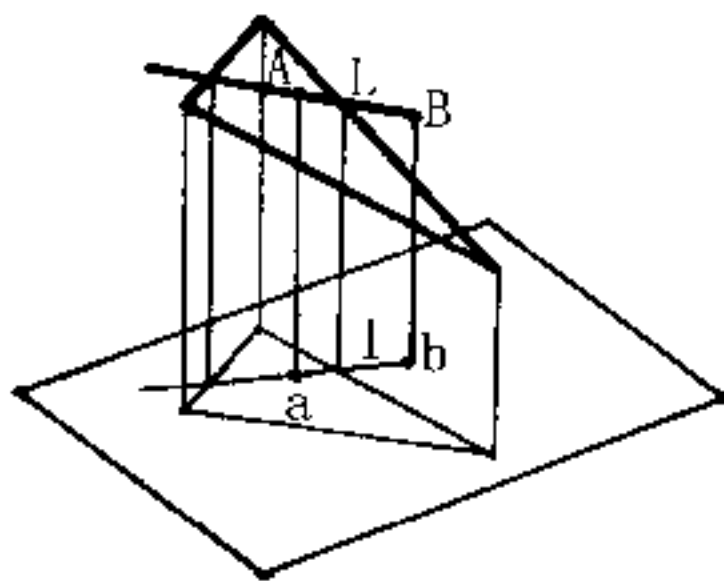


图 2

画法几何的方法是这样的:

若要在面上取一个点, 则先在面上任取一条直线, 则直线上的任何一点都在 P 面上。如图 2 中 B 点, 它确是在 P 面上。

若要在 P 面上取一直线, 则先在面上取两个已知点, 则过此两点的直线必在面上, 如图 3 所示。例如为在面上画直线 L, 先在面上找两个已知点 A 和 B, 则过 A、B 两点的直线必在 P 面上。

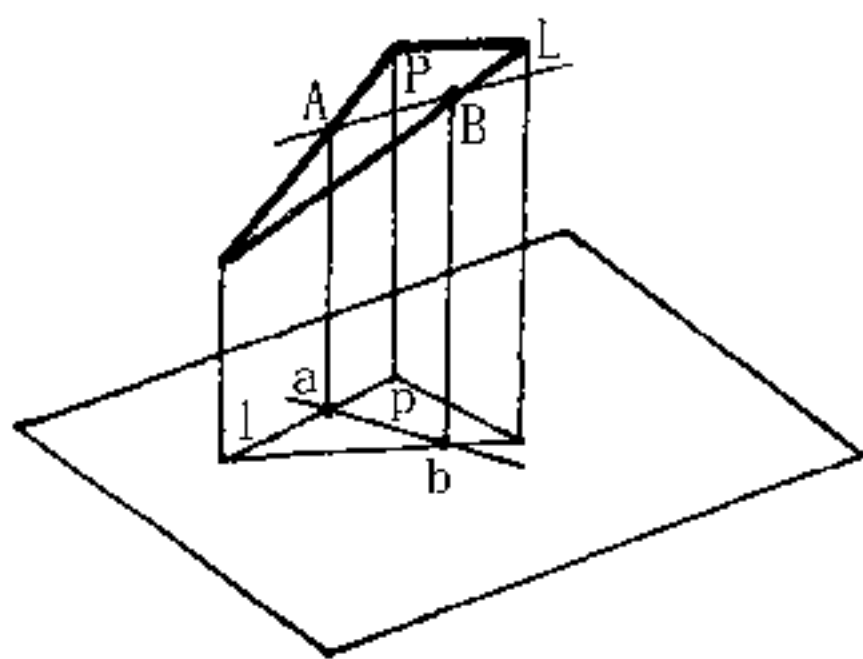


图 3

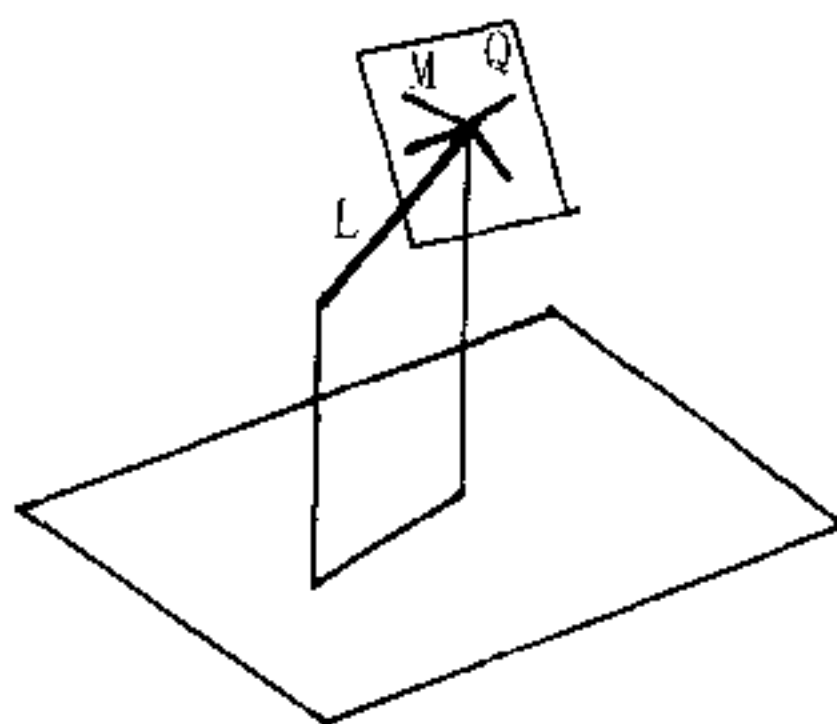


图 4

又如要求作一直线和另一已知直线相交并垂直，由于在投影中角度是变量，则空间两直线成 90° ，投影之后就不是 90° 了，因此要作空间垂直的直线，其投影应如何作图呢？画法几何的思维习惯是，先作一半面 Q 和已知直线垂直，则 Q 平面上的任何直线，均与已知直线垂直，如图 4 所示。

像这样的思维方法和习惯还有许多，尽早学会这种独特的模式是很重要的。它常常是解题的必然过程，是学好本课程的关键所在，有些同学恰恰缺乏这样的模式，所做的题，往往不是空间概念的错误，而是投影概念的错误，面对简单的问题却束手无策。

(5) 动和运动的概念

在学习本课程时，经常需要从二维投影图想像出其空间形象，或从三维形状想像出其二维投影图来，为了帮助初学者，或为了说明问题，教师常采用模型或画立体图的方法，但从长远的角度看，应该尽可能培养学生的空间想像力，依靠想像来解决问题。在想像过程中，把空间关系想像成运动的状态是有好处的，举例如下。

例 1，由投影图像空间，就是一个动的过程，如图 5 所示。

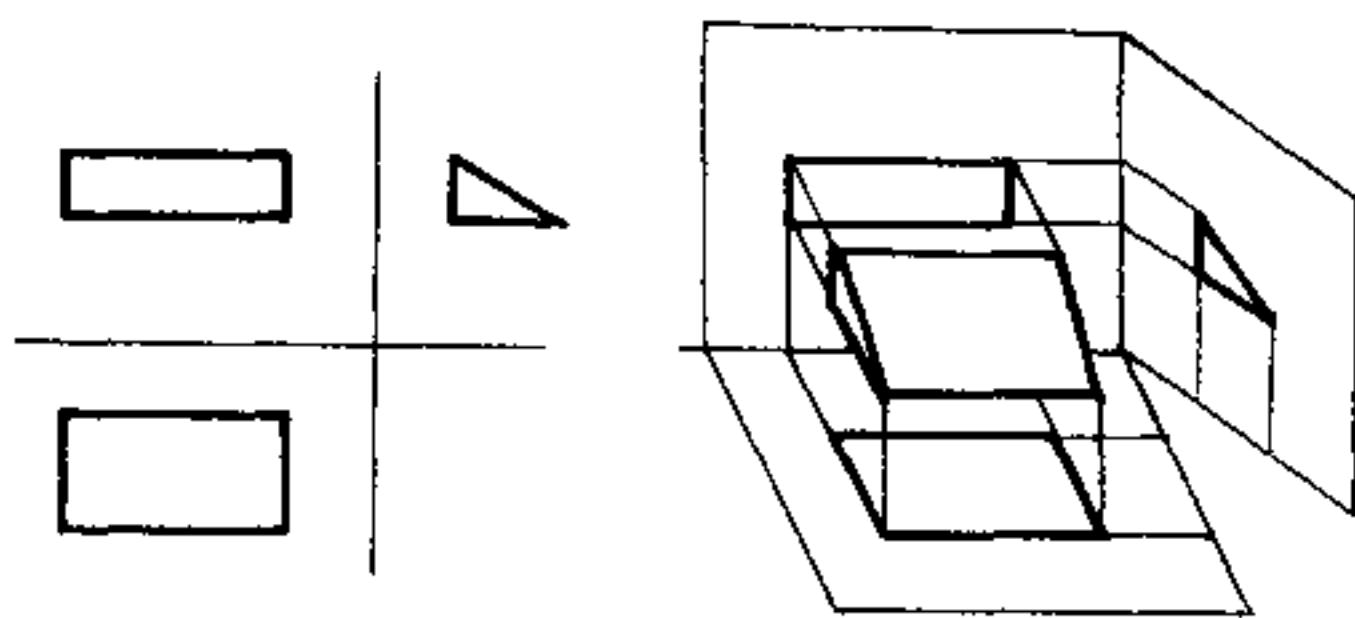


图 5

例 2，由一般位置的点，想像出水平投影面上的点的投影应该是什么样。这个问题可以用动的概念来想像，即如果将点 A 降低，及至其 Z 坐标等于零，即很容易得出图 6 的正确结论来，右图是常见的错误。

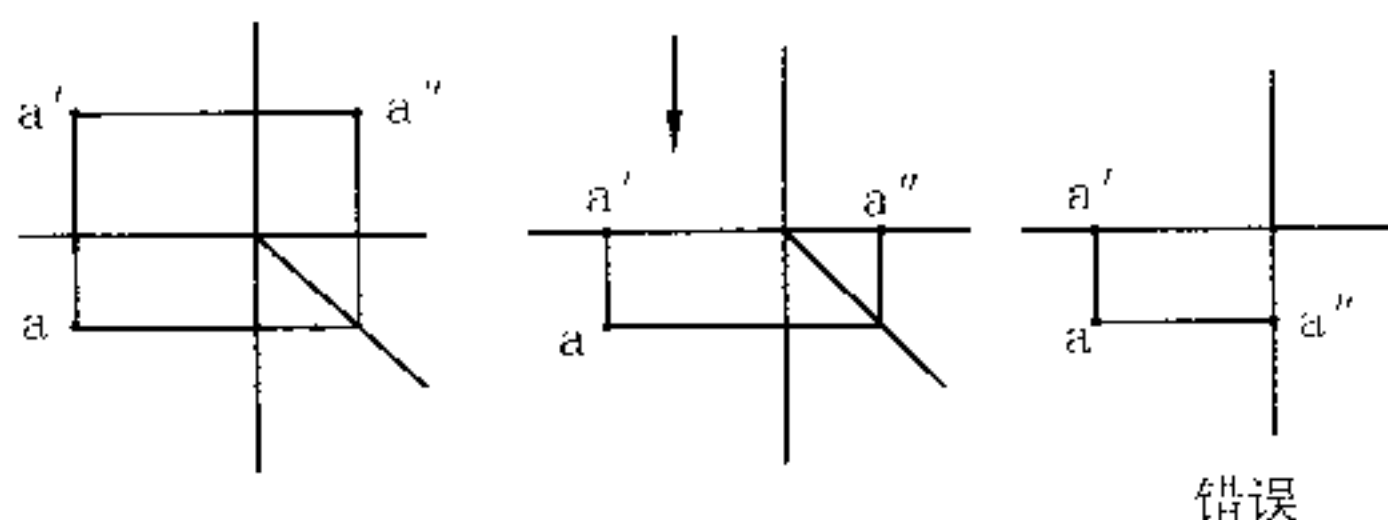


图 6

例 3, 由一般位置直线想像其它特殊位置直线的投影。如图 7 所示, AB 为一般位置的直线, 想像一下, 如果直线平行于 V 面, 其投影会是怎样的。显然这个问题也可以用动的概念来想像。如果将点 B 向后移动, 移到其 y 坐标 $y_B = y_A$, 则直线 AB 就平行于 V 面了。

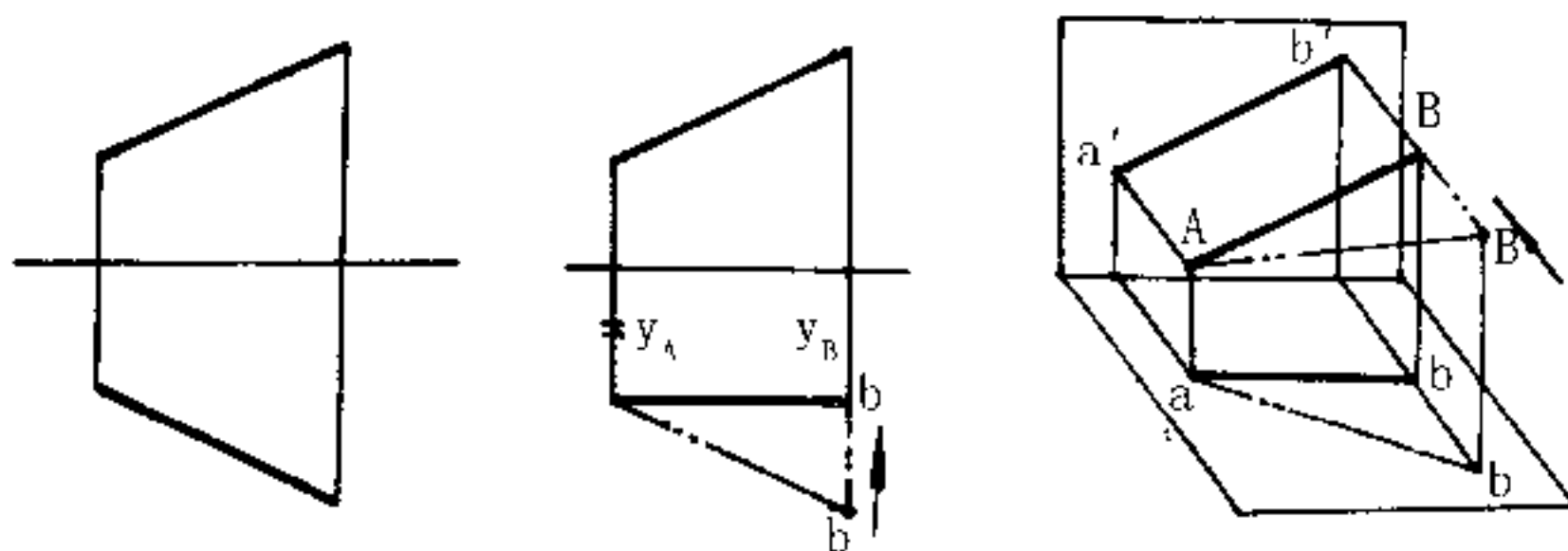


图 7

如果将平行于 V 面的直线再移动一下就可以成为垂直线了如图 8 (a) 所示; 如果是将直线绕点 A 旋转也可让它成为垂直线, 如图 8 (b) 所示。

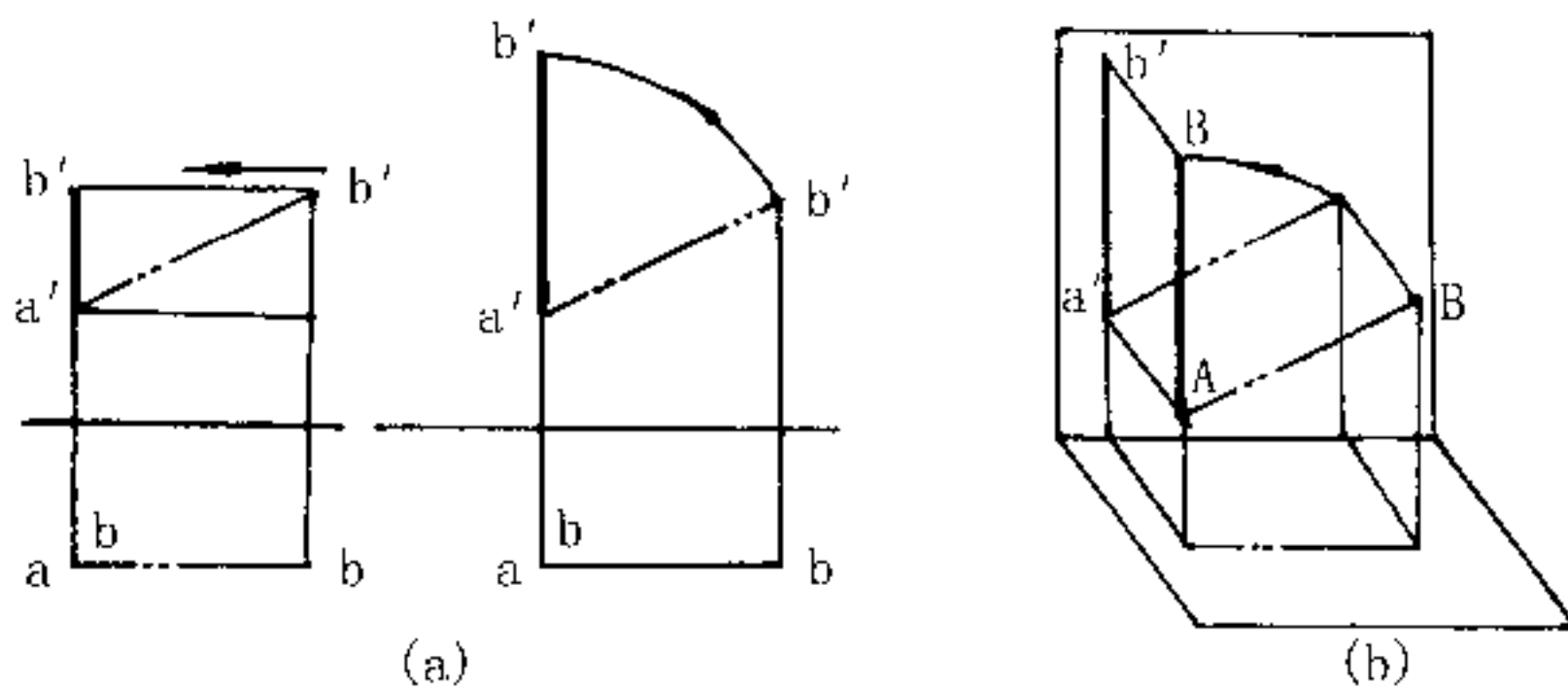


图 8

3. 关于听课、复习和做题

(1) 听课和记笔记

首先应集中精力, 听清老师讲的空间分析, 这一般是揭示问题的实质, 教会你空间思维方法, 也包含着重要的空间概念。其次要记住由空间分析导出的投影作图方法、投影概念, 更重要的是老师总结出的投影规律以及老师如何用这些规律去解题的过程。

如果一时来不及记笔记, 那就专心听讲, 或记住最主要部分, 下课后再做补充, 甚至可用些符号来记笔记。如 $A \in L$, 即点 A 在线 L 上; 如过点 A 作线 L, 令 L 与 M 的相交, 求其交点 K, 可记为 $A \in L, L \times M = K$; 又如与铅垂线 L 垂直的线一定是一条水平线, 可记

为 if $L \perp H$, $M \perp L$, 则 $M \parallel H$ 。

此外还有一点也是非常重要的, 应该记下这节课哪些地方没听清楚, 或有疑问, 甚至完全听不懂。有时老师下课问同学, 这节课听得怎样? 他们说不知道。这样老师就无法帮助他们了。其实他们不是全部没听懂, 而是没记下哪一点没听懂。

(2) 复习

首先应该把上课没听懂的部分想办法弄明白, 如可以借同学的笔记, 与同学讨论, 或看教科书相关部分。

传统的复习方法是把讲课内容相关部分学习一遍, 并补充或充实自己的笔记。还有一种方法值得去试一试, 就是将老师上课画的投影图, 按作图步骤再画一遍。这样可以起到牢固和加深理解的作用, 特别是对学习有些困难的同学会有更大的好处。因为他们有时以为自己听懂了, 但在重画过程中就画不下去了, 或不知道为什么要这样画, 再回忆上课是的情景, 或自己仔细思考, 弄清楚, 这就等于复习了课堂上讲过的最基本的和最重要的部分了。

(3) 做题

要特别提醒大家注意的一点是“做题只是一种手段, 而不是目的”。做题可以帮助消化、巩固、加深最后掌握上课讲过的内容和理论。因此一定要先复习再做题。有些同学不是这样做, 而是不复习就做题, 这就有点本末倒置了。

部分同学有另一种欠妥的做法, 就是抄做别人做好的习题, 显然这种做题的目的只是为了交作业, 达不到做题的目的。据说有些同学是时间来不及才这样做的, 其实若真的是这种情况, 和老师讲明白缓交一段时间, 老师肯定会同意的, 因为老师更需要的是你自己的作业, 而不是抄的作业。

当然, 还应该明确地指出, 对于这门课, 只听课不做题是不行的, 是不能掌握所学内容的。习题是经过精心设计的。对内容的掌握有很大帮助, 而且也是学好这门课的捷径。

有些同学做题不够认真, 特别表现在审题上, 所以有时答非所问, 例如要求直线对 V 面夹角, 却作成对 H 面的夹角; 要求平面对 H 面的倾角, 却作成对 V 面的倾角。特别是考试时还作错了, 这就令判分造成很大困难, 是概念上错误, 还是疏忽呢? 其实审题还有更高的要求, 即应该注意题目中隐藏着的已知条件, 一般情况下, 不直接给出, 例如:

给出直线的一个投影, 就等于给出直线两端的坐标差了。规定是等腰三角形就是给出其高垂直于底边, 或表示高是底边的中垂线。

要求作矩形 $ABCD$, 就等于给出 $AB \perp BC$ 。

要求作菱形 $ABCD$, 就等于给出菱形对角线 $AC \perp BD$, 且边 $AB=AD=BC=BD$, 求任意两直线的距离, 就等于要求两直线的公垂线。

最后还要说明一点的是, 部分同学或个别同学做题太不认真, 非常不严肃, 不负责任, 所做的题、所画的图几乎没有质量, 如只用一根铅笔, 也不削细些, 所有线条都那么粗; 该垂直的线不垂直, 该平行的不平行; 线的长短也不讲究; 大写、小写字母也不按规定写。整张图显得非常脏, 总之从图上看, 就是一张不合格的作业。要知道, 学校培养的是工程技术人员、未来的工程师, 每个人都应该从低年级开始就培养一种一丝不苟严肃认真的工作作风和态度, 写一个字, 画一根线, 作一个图, 写个报告、总结都应该是高质量的, 这对将来的工作甚至一生都会有好处的。

第二部分

画法几何部分的解题方法

1. 直接作图法

所谓直接作图法,即题目比较简单,给定条件足够,无需更多地分析就可作题。设计这类题目主要是为了加深学生对某一概念或规律的认识,以便其巩固和掌握所学知识和理论。多数题目都是为这种带有明显目的和要求而设计的,下面举例说明。

例 A-1 在直线 L 上找出一个点,令其与 V 、 H 面等距。

这个题要求加深对点的坐标意义的认识,显然它要求直线的某一点,其 z 坐标等于 y 坐标,例为点 A ,即 $Z_A=Y_A$,显然通过 W 投影,画一条 45° 线与 l'' 相交的点则为所求,本题也可以用平面几何的方法,如图 A-1 (b) 所示,连两端投影连线的中点,即求得解答。

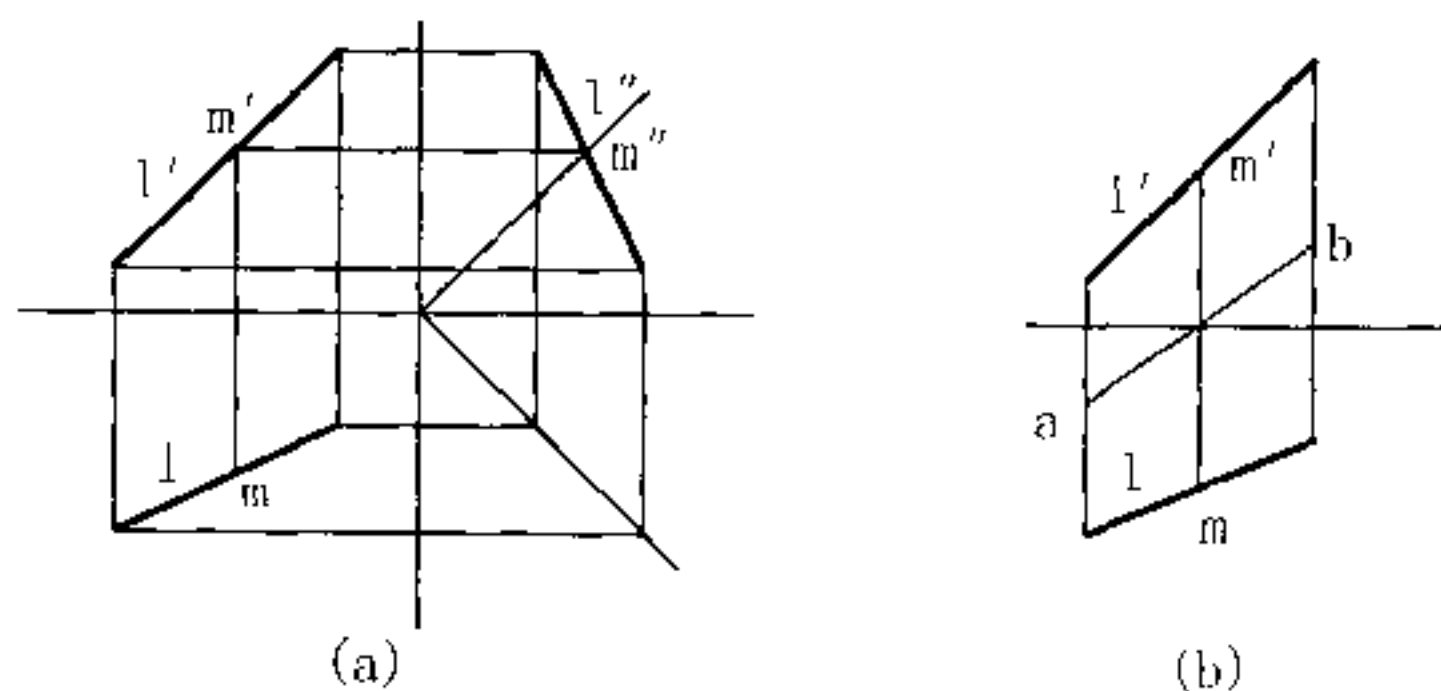
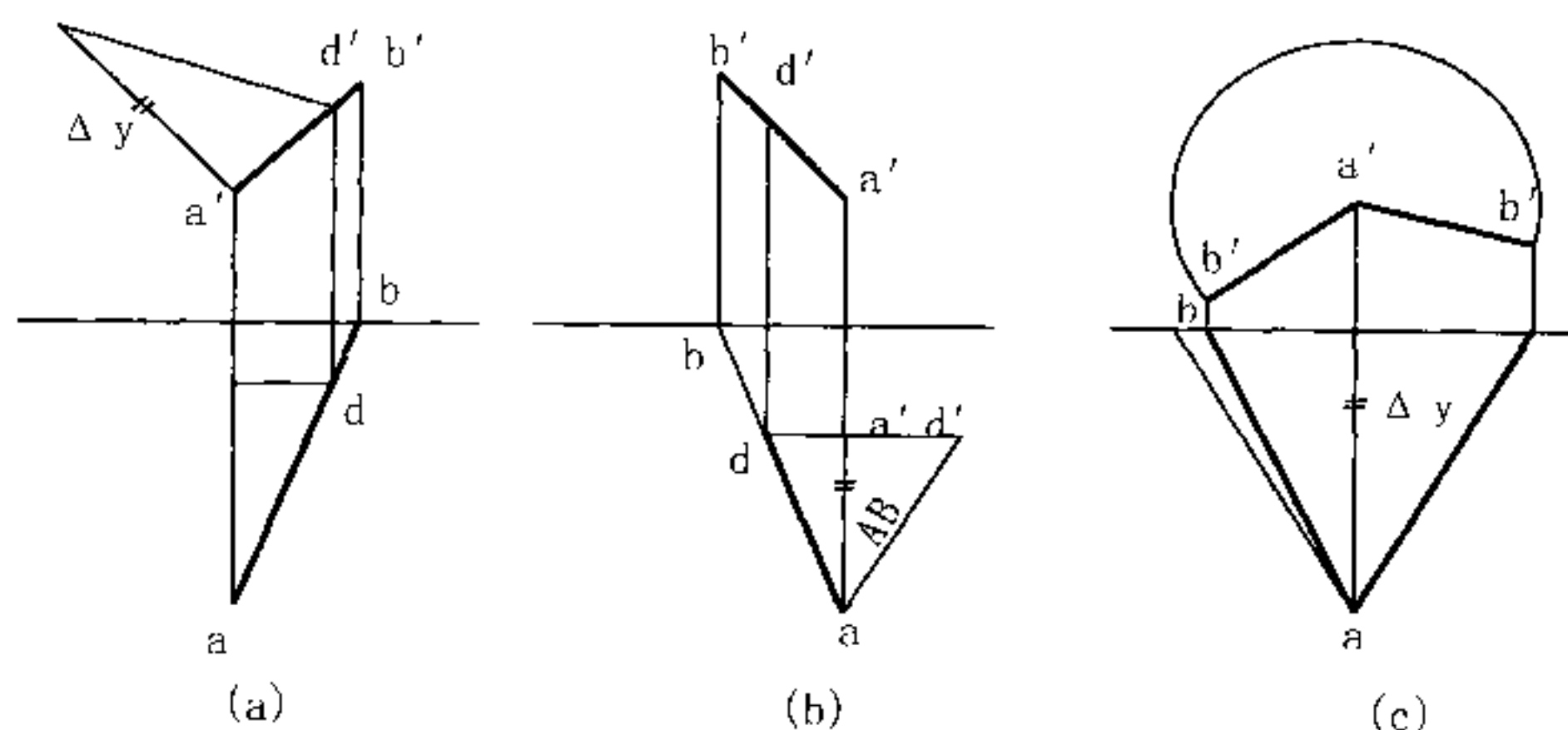


图 A-1

例 A-2 过点 A 作一直线,令其 $\beta = 60^\circ$, 且 $B \in V$ 。

本题给定条件较少,只给出点 A , ab 和 $a'b'$ 均未给出,故有无穷多解,显然本题的目的在于加深对直角三角法的认识,图 A-2 所示是三种作法, (a) 是任设 $a'b'$, (b) 是任设 ab , (c) 是直接利用直线 AB 的 Δy 。



- 任取 $a'b'$ 利用已知 β , 求得 Δy
- 由 Δy 求得 d
- 连 ad 至 ab , 并求得 $a'b'$ 即为所求

- 任取一段 ad
- 利用 Δy 和 β 求得 $a'd'$
- 延长 ad 至 ab , 并求得 $a'b'$, 即为所求

图 A-2

- 已知 $\beta \in V$, 所示 AB 的 Δy 已知
- 以 a' 为中心, $a'b'$ 为半径画圆, 圆上任何点都可是 b' , 且可画出 ab , 故本题有无穷多解

例 A-3 已知正方形 ABCD 的对角线 AC 如图 A-3 所示, 另一对角线 BD 平行于 V 面, 完成其投影。

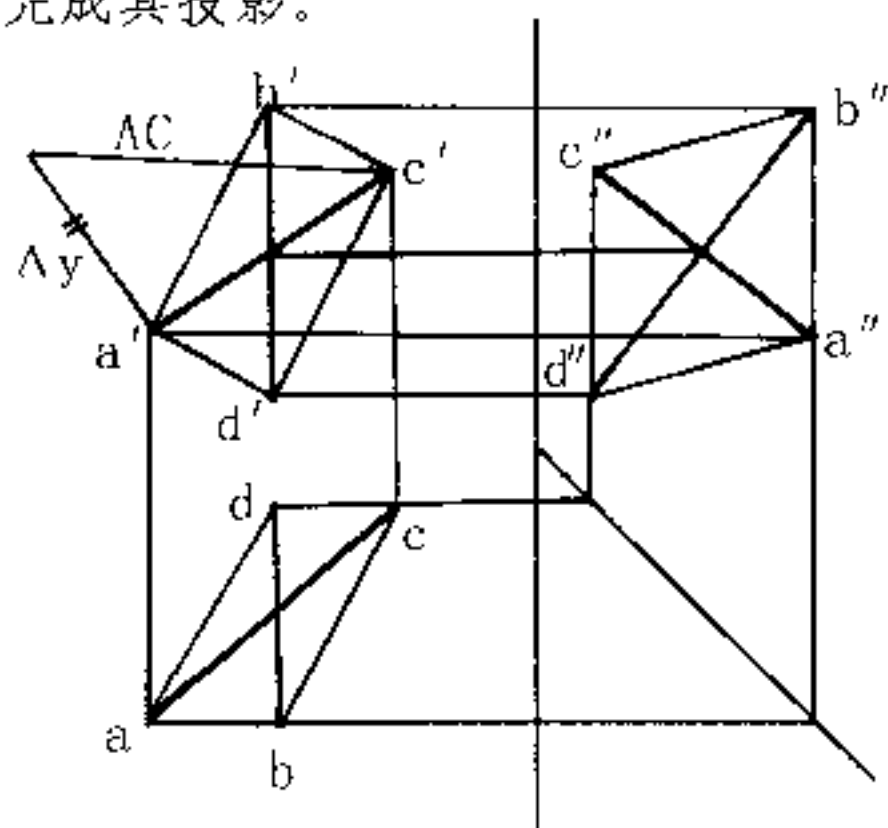


图 A-3

本题的目的在于训练对直角投影定理的认识, 显然 W 投影中 $b''d'' \perp a''c''$, 且 $b''d'' = AC$, 故此题作图步骤为

- 求 $a''c''$
- 求 AC 真长
- 作 $b''d'' \perp a''c''$, 且令 $b''d'' = AC$
- 由 $b''d''$ 求 $a'b'$ 和 ab
- 连 ABCD, 完成正方形的投影。

例 A-4 求 $\triangle ABC$ 的垂心和其真形。

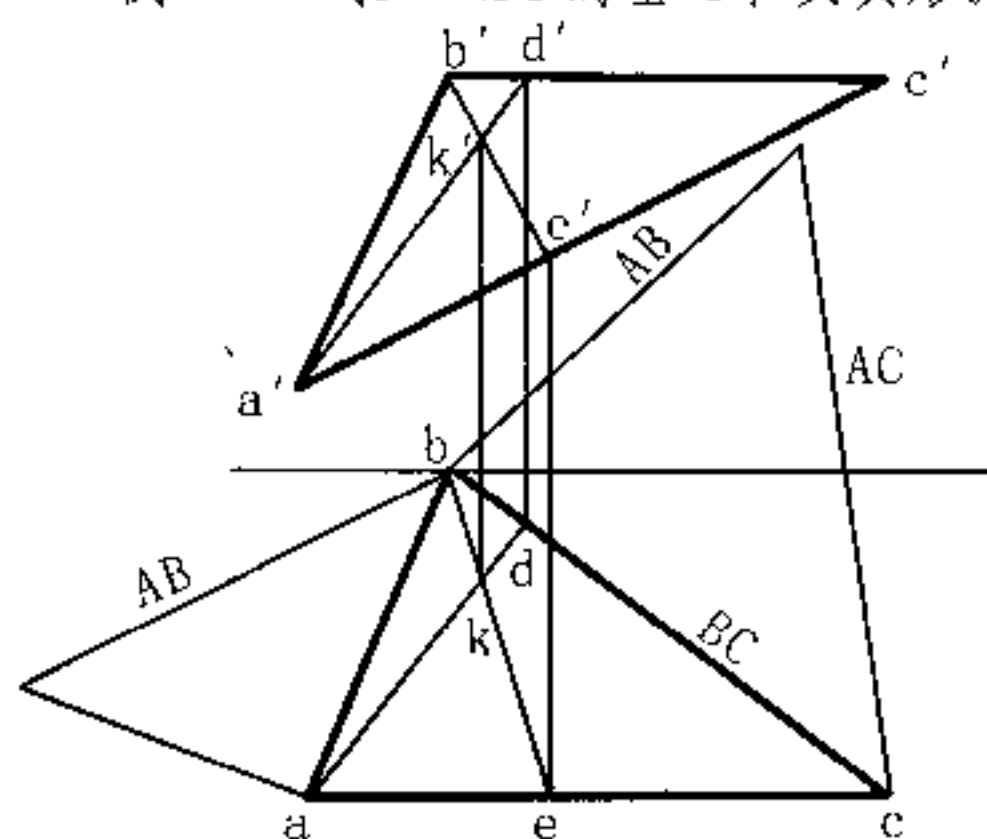


图 A-4

本题要求巩固对直角投影的认识, 对直角投影定理的认识, 题目给定 $AB \parallel H$, $BC \parallel V$, 故只要画出 $AD \perp BC$, $BE \perp AC$, 则它们的交点 K 即 $\triangle ABC$ 的垂心, 又因 $bc=BC$, $a'c'=AC$, 则只要再求出 AB 真长, 即可以 bc 为边画出 $\triangle ABC$ 真形, 如图 A-4 所示。

例 A-5 已知平面 p 经过 x 轴, 完成其投影。

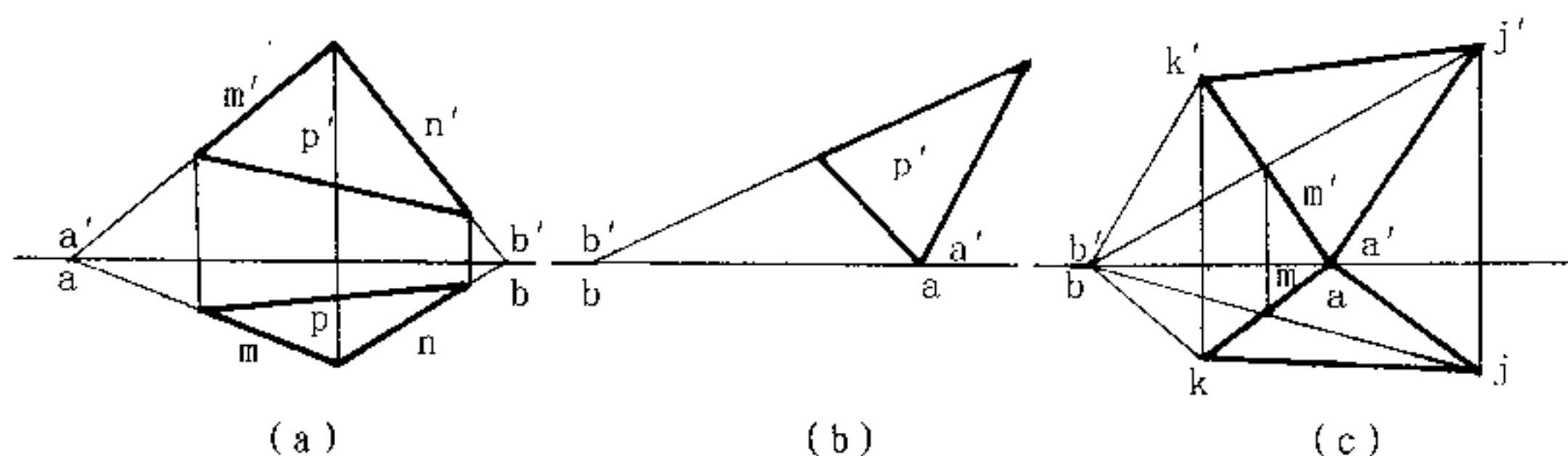


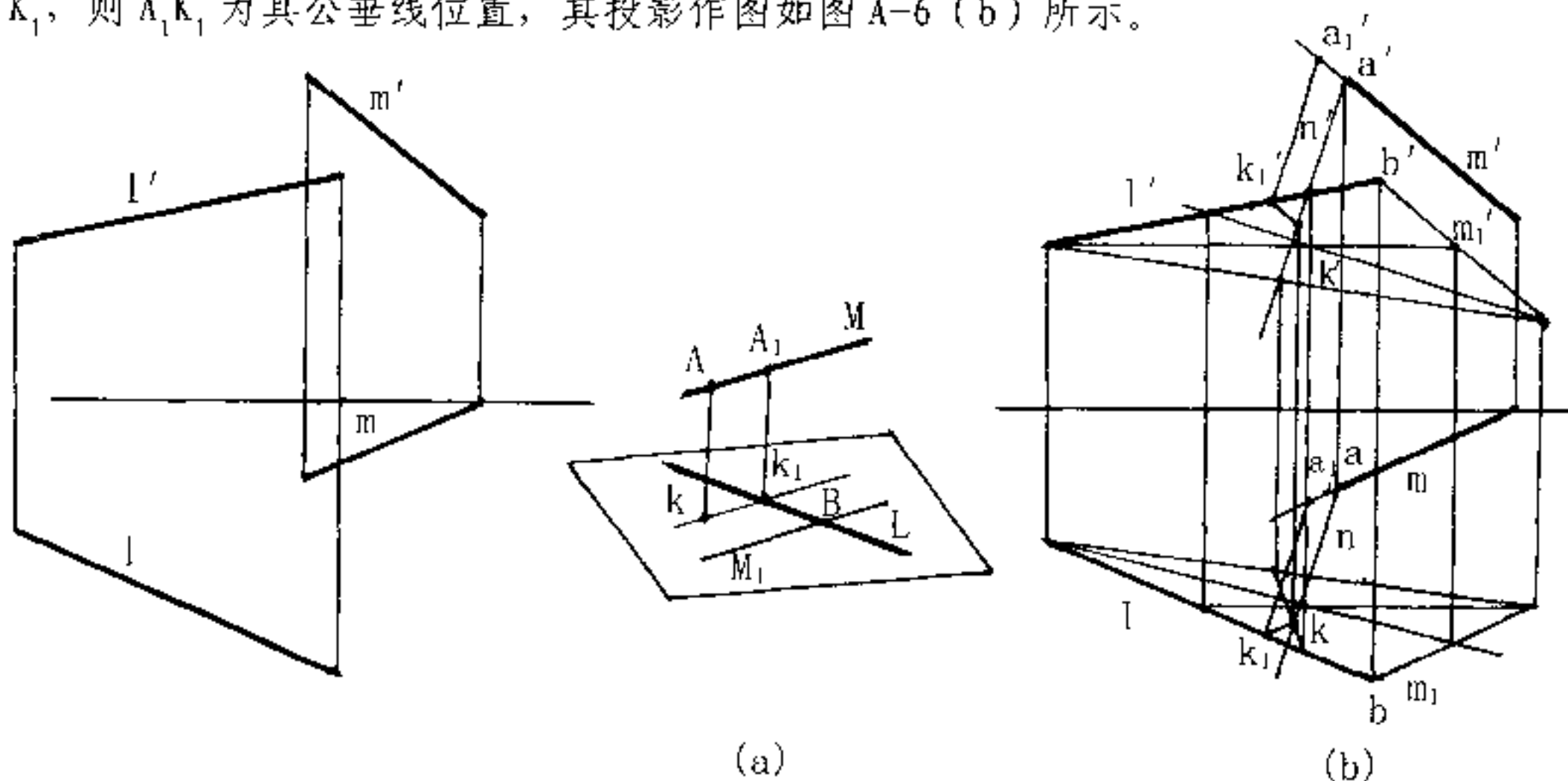
图 A-5

经过 x 轴的平面, 其特点是, 面上任何一个直线, 其两个投影延长后必交于 x 轴, 如图 A-5 (a) 中的 m' 和 m 交于 a' 、 a , n' 和 n 交于 b' 、 b 。

本题只给出 p' , 从理论上讲, 相当于水平投影已给出 a 、 b 两点, 如图 A-5 (b) 所示, 本题有无穷多解, 只要再给出一个点就可得到惟一的解了。如图 A-5 (c) 中, 给出 k' 、 k 则可通过 j' 求得 j 。

例 A-6 求交叉二直线 L 和 M 的距离、位置和真长。

本题的空间分析见图 A-6 (a) 所示, 求两直线距离的作法可以如下进行: 过其中一直线如 L 上任取一点 B, 作直线 $M_1 \parallel M$, 即 $L \times M_1$ 组成一平面, 它应平行于直线 M。在 M 上任取一点 A, 过 A 作直线 $\perp$ 于平面 $(L \times M_1)$ 并求出穿点 K, AK 则为两直线的距离, 但不是两直线的公垂线位置。如果将 K 点沿 M 或 M_1 方向移动, 直到它与 L 线相交, 其交点为 K_1 , 则 A_1K_1 为其公垂线位置, 其投影作图如图 A-6 (b) 所示。



(a)
图 A-6

其作图步骤为:

- 在 L 上任取一点 B, 过点 B 作 $M_1 \parallel M$
- 在 M 上任取一点 A, 过点 A 作线 $\perp$ 平面 $(L \times M_1)$
- 求垂线与平面穿点 K
- 连 AK 即为二直线的距离
- 过 K 作线 $\parallel M_1$, 它与 L 线交点 $K_1 (K_1' K_1)$
- 过 K_1 作线 $\parallel AK$, 求得 A_1K_1 , 显然 $A_1K_1 = AK$
- A_1K_1 即两直线公垂线的距离和位置, 则为所求

例 A-7 已知矩形 ABCD 的一条边 AB, 其对角线 AC 与平面 P 垂直, 求 ABCD 的 V、H 投影。(P28)

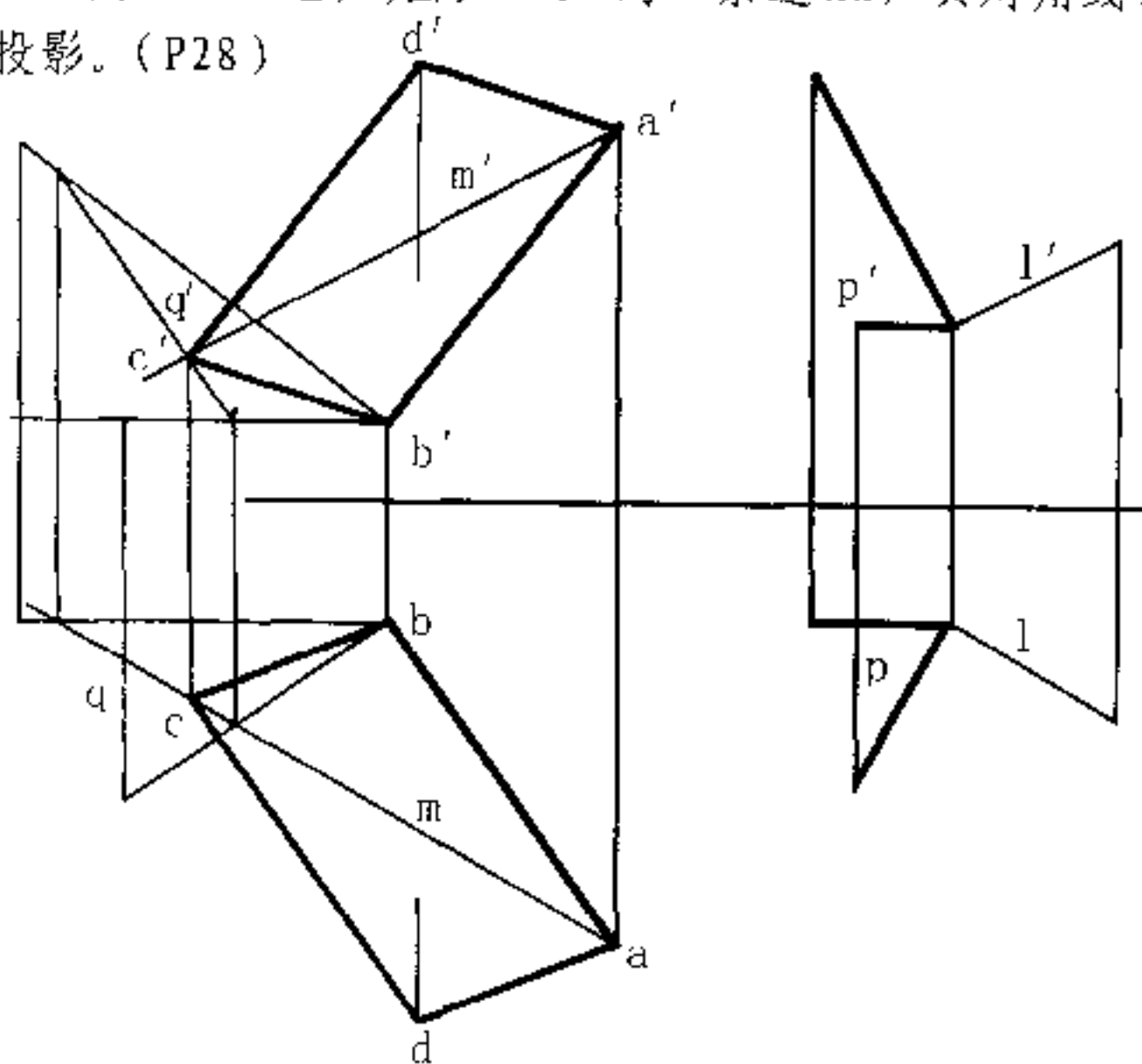


图 A-7

此题也可直接作图, 无需任何辅助作图或要求, 其解题步骤如下:

- 在 P 面上任取一点, 作其垂线 L
- 过 A 作 $M \parallel L$
- 过 B 作 Q 面 $\perp$ 于 AB
- 求直线 M 与 Q 的穿点, 此穿点即为矩形的顶点 C
- 作 $CD \parallel AB$, 作 $AD \parallel BC$, 完成 ABCD 的投影

2. 辅助作图法

所谓辅助作图法，即在解题时利用辅助作图才能求得问题的解答，有些情况下，利用辅助作图可以使解题更容易，简单下面是几个用辅助作法解题的例子。

例 B-1 求作一等边三角形 ABC，AB 为底边，高 CD，已知 $\beta_{cd}=30^\circ$ ，完成其投影。

本题隐含一个概念，等边三角形的高垂直于底边，即 $CD \perp AB$ ，现 AB 为正平线，所以可容易地画出 $CD \perp AB$ ，但 CD 长度必须通过辅助作图先求出，方能作图。

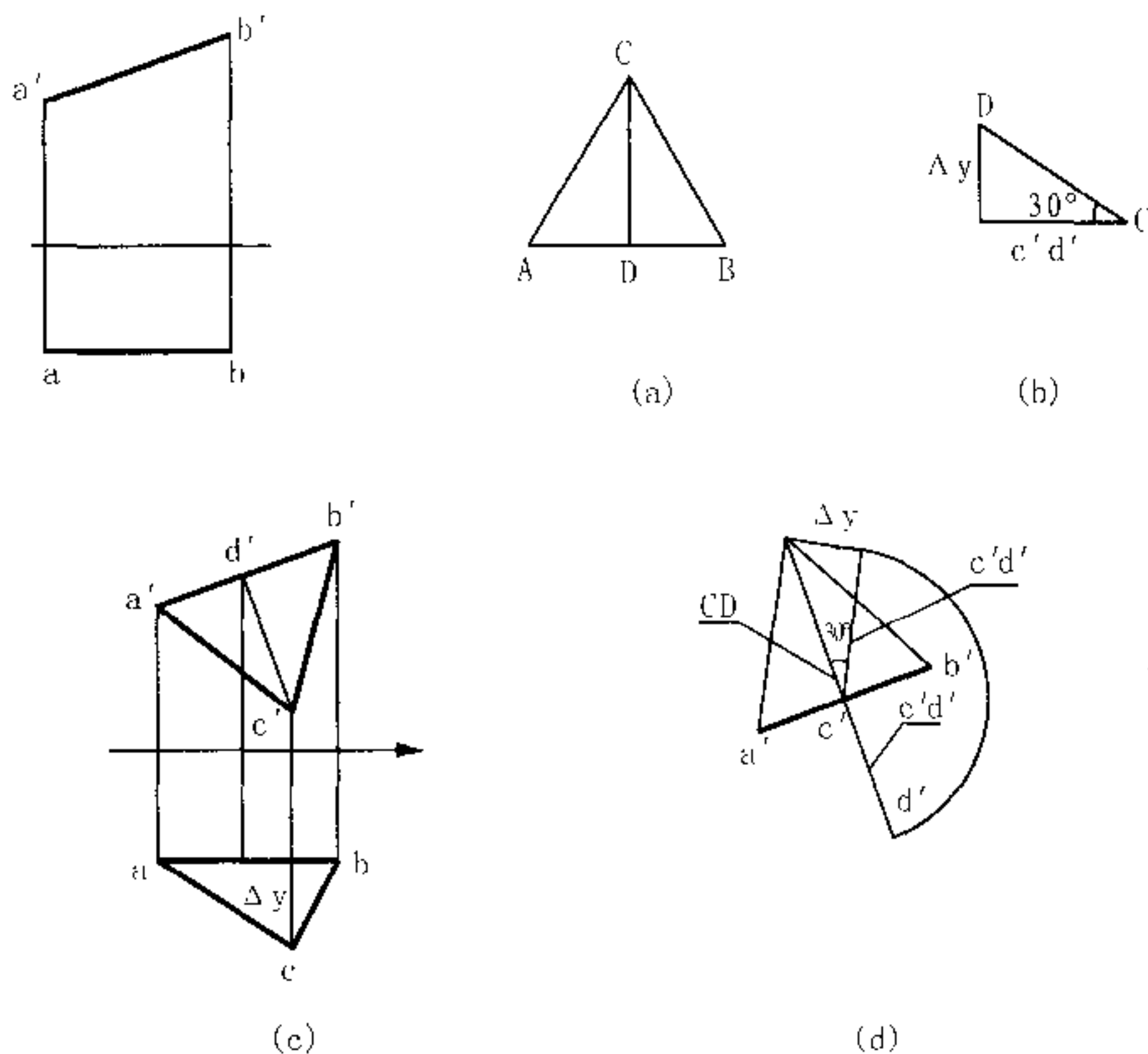


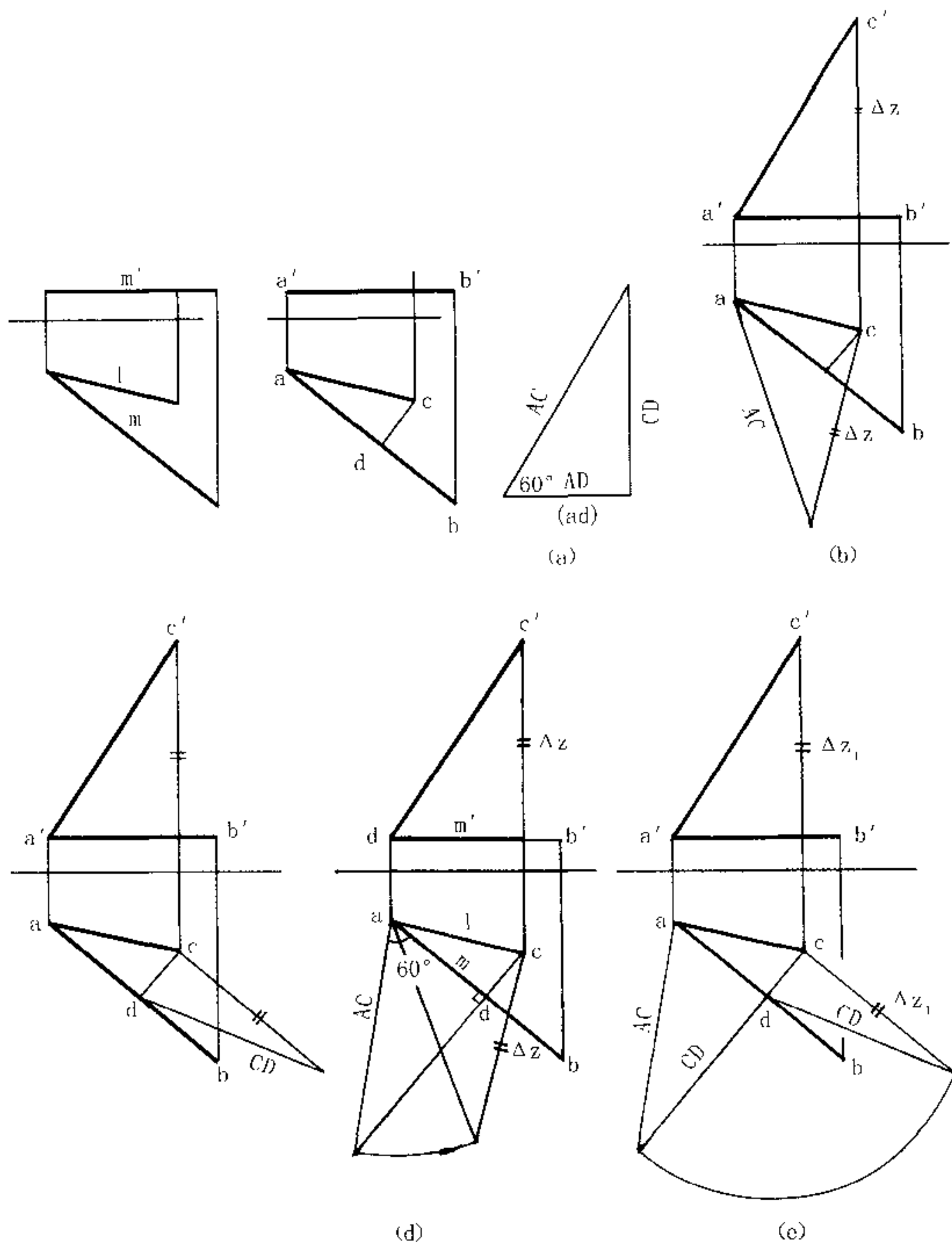
图 B-1

在图 B-1 中，图 (a) 是求 CD 真长，图 (b) 是利用直角三角形法求 $c'd'$ ，图 (c) 则是其解题结果。有时可将辅助作图直接作在给定图上，使作图简单，如图 B-1 (d) 所示。

如果将 Δy 向后取值，又可得另一解；如果 $c'd'$ 向上取值，又可得另两解，故本题有四解。

例 B-2 已知直线 L 与 M 夹角为 60° ，完成其投影。

本题特点是 M 为水平线，所以可以利用直角三角形法作出辅助作图，如图 B-2 (a) 所示。求 AC 或 CD 真长，然后由 AC 真长及其水平投影 ac，可求出其 c' ，如图 B-2 (b) 所示。亦可以由 cd 及其真长 CD，求出 c' ，如图 B-2 (c) 所示。为作图简便起见，可将辅助作图直接作在图上，如图 B-2 (d) 和图 B-2 (e) 所示。



图B-2

例B-3 求作一直线AB, 令 $\alpha_{AB}=45^\circ$, $\beta_{AB}=30^\circ$ 。

这是个典型的辅助作图的例题, 先任取一段AB, 用直角三角形法作两个辅助作图, 如图B-3(a)和(b)所示, 然后在投影图上任取一点A(a' a), 再根据辅助作图里的a' b'、ab、 Δy 和 Δz 作图, 如图B-3(c)所示, 实际上在作图过程中, 上述四个参数只需三个就够了, 有时可将两个辅助作图合并成一个, 如图B-3(d)所示。

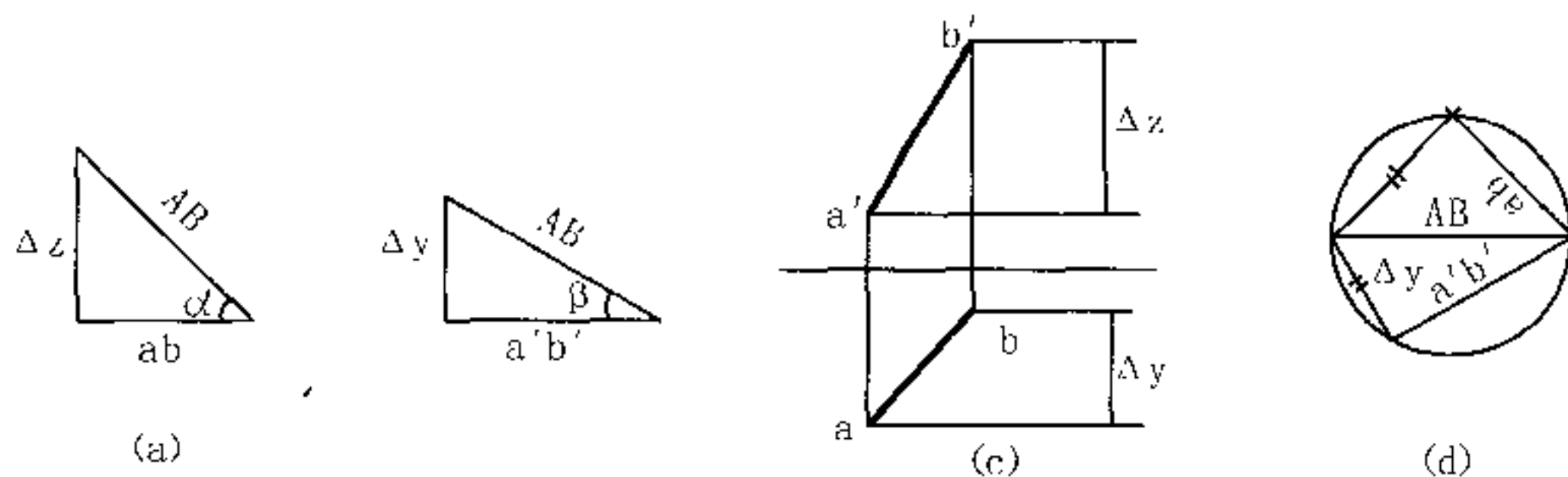


图 B-3

因为 Δz 可以向下, Δy 可以向上, 显然本题有多个解。

例 B-4 求直线 L 上取一点 K, 令点 K 到点 A 距离为 20mm。

本题的最佳作法是利用轨迹法, 当然也可以巧妙地利用辅助作图法求解, 但因为这种方法较麻烦, 所以用辅助作图法解答本题不是最好的办法。

由于本题解答的惟一性, 所以不能在 L 线上直接取点作图, 而必须利用辅助作图, 如图 B-4 所示, B 点可以通过 20 和 K 求得, 图 B-4 是平面图形, 但可以把它扩大到空间的求解方法, 其步骤如下:

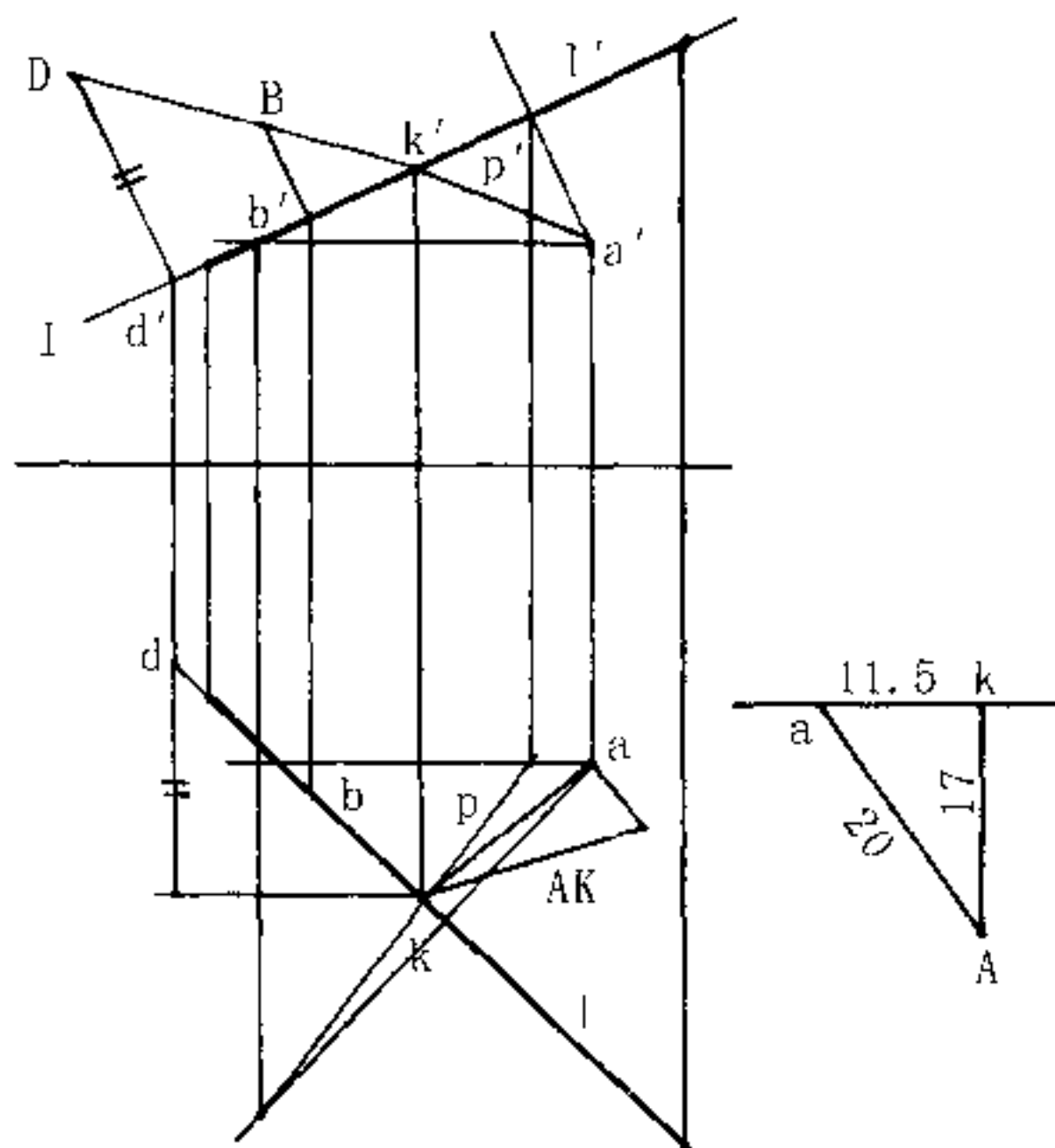


图 B-4

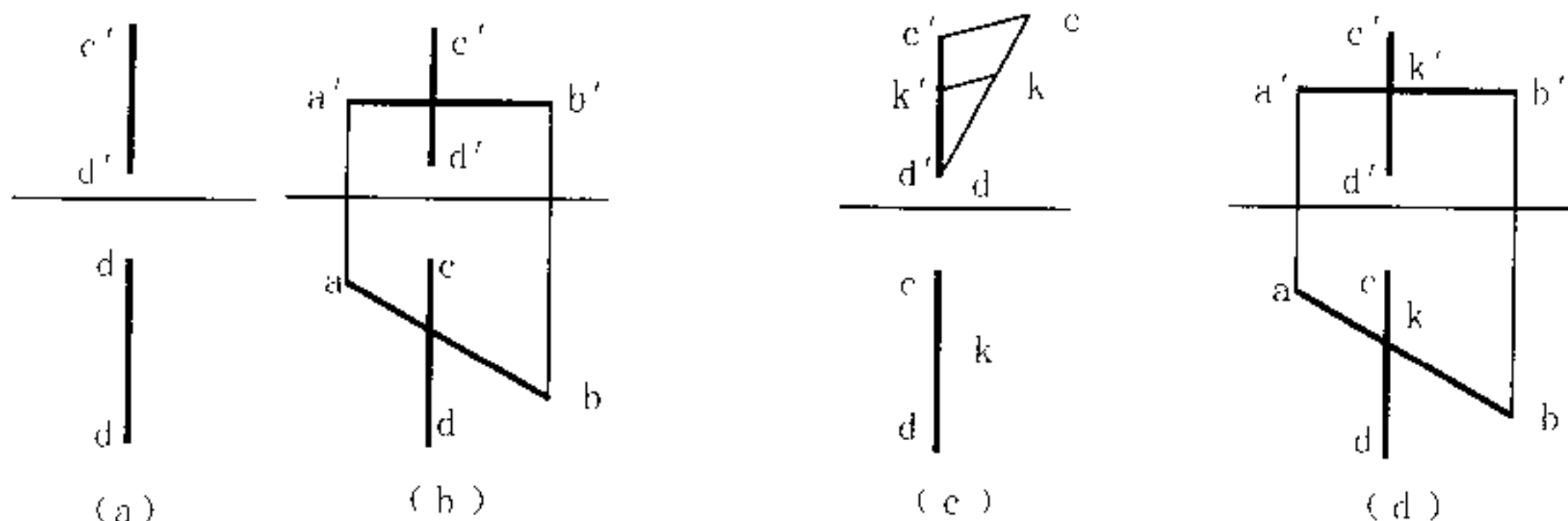
- 过 A 作 $P \perp L$
- 求 L 与 P 穿点 K
- 求 AK 真长
- 作辅助作图, 求出 BK
- 在 L 线上取点 B, 令 BK 等于所求长度, 即点 B 为所求

本题解题可参考后面用轨道法解题 (例 F-1) 以便比较两种方法的优缺点。

例 B-5 作一水平线 AB 与直线 CD 相交, 且已知 $\beta_{AB} = 30^\circ$ 。

(注: 不允许利用侧面投影)

因为 CD 为侧平线, 所以如果任意作直线 AB, 就会出现严重错误, 则投影相交空间不一定相交, 这是因为重影的关系。正确作法应该是利用定比性辅助作图, 先在直线 CD 上任取一点 K, 由 k' 求 k , 过点 K 作 AB, 则 AB 肯定与 CD 相交, 为此应如图 B-5 所示作图。



AB 与 CD 不一定相交, 在 $c'd'$ 上任取一点 k' , 过 d' 过 k' 作水平线 $a'b'$,
(多数情况下不相交) 任作一斜线, 并取其长度为 过 k 作 $\beta_{ab} 30^\circ$ 的 ab ,
故为错误作法 cd , 连 $c'e$, 由 k' 求出 k 即为所求

图 B-5

显然本题有无穷多解。

例 B-6 已知四边形 ABCD 共面, 且 $CD \parallel V$, 完成其投影。

本题是面上取点的问题, 根据三点确定一平面, 水平投影应至少给出三个点的投影, 现题目中水平投影仅给出 ab 两点, 尚缺一条件, 但题目又给定 $CD \parallel V$ 的条件, 所以要利用这个条件辅助作图才能求得解答, 解法有多种。

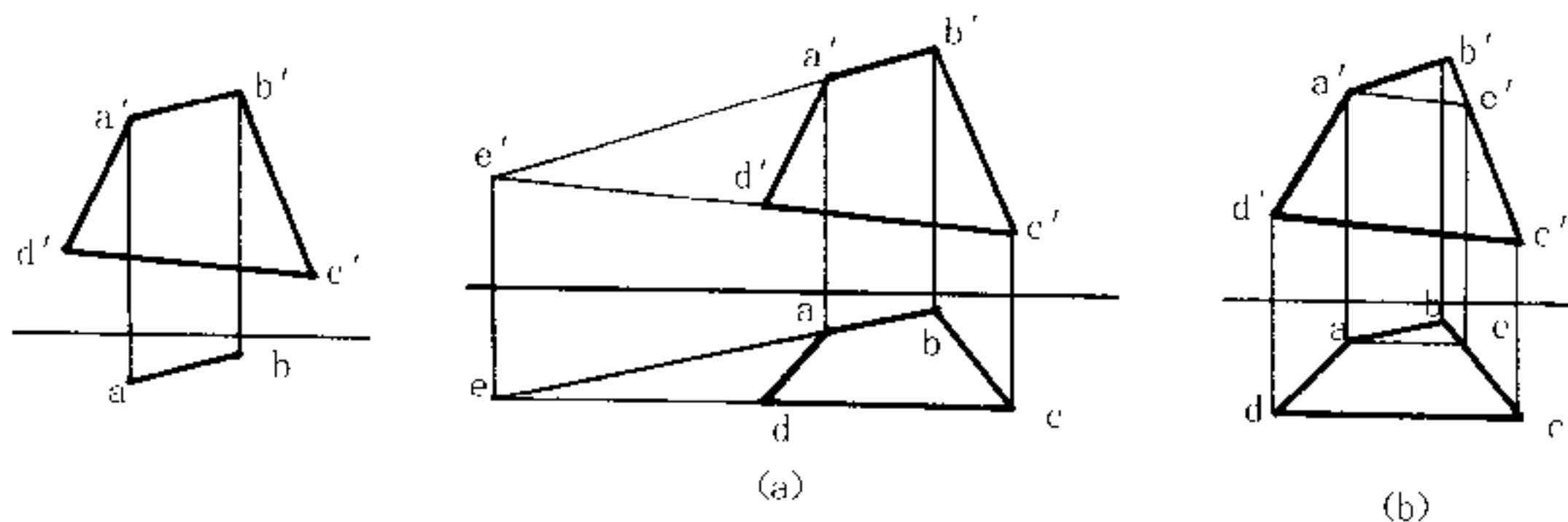


图 B-6

解法 1 利用共面条件, $a'b'$ 和 $c'd'$ 必相交, 故将它们延长后交于 e' , 由 c' 和 ab 可求得点 e , 又因 $CD \parallel V$, 所以过 c 画直线 $\parallel x$ 轴, 可求得 cd , 连 ac 和 bd , 即可完成 $abcd$ 的投影, 如图 B-6 (a) 所示。

解法 2 利用平行性, 过 a' 作直线 $a'e' \parallel c'd'$, 又因 AE 为正平线, 所以过点 a 作 $ae \parallel$ 投影轴, 即可求出点 e , 由 abc 则可求得 cd , 最后求得解答, 如图 B-6 (b) 所示。

例 B-7 已知平面图形 ABCD, 又已知 CD 真长为 32, 完成其 H 投影。

与上例相同, 仍可利用 AB 与 CD 相交求得点 K 的两个投影, 但关键是如何利用已知条件 $CD=32$ 。

可以巧妙地利用 $c'd'=32$ 作三角形, 求出 c 、 d 两点水平投影的坐标差 Δy , 如图 B-7 中的辅助作图所示, 然后过点 k 作直线 $\parallel$ 图 B-7 中的辅助作图中的 cd , 由 $d'c'$ 向下投影可求出 cd , 至此 H 投影即已完成。

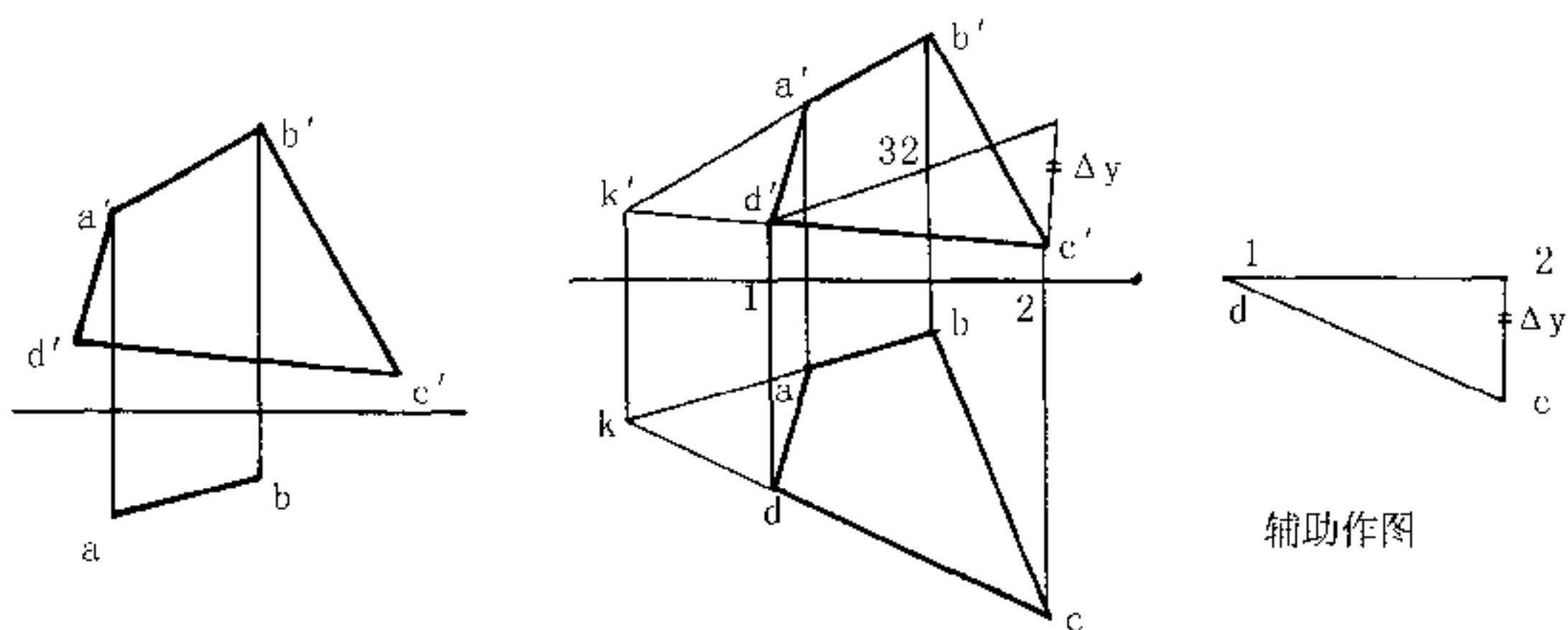


图 B-7

例 B-8 已知 $\triangle ABC$ 和直线 L , 求直线 L 与 $\triangle ABC$ 的夹角 θ_l , 如图 B-8 (a) 所示。

本题传统解法应该是 (参阅图 B-8 (b)):

- 求 L 与 $\triangle ABC$ 穿点 K_1 (利用辅助面 I)
- 在 L 线上任取一点 E , 过 E 作线 $\perp \triangle ABC$
- 求该垂线的穿点 K_2 (利用辅助面 II)
- 至此 $\angle EK_1K_2$ 即为 θ_l
- 求 $\triangle K_1EK_2$ 真形
- 在真形图中, $\angle EK_1K_2$ 即为所求, 如图 B-8 (b) 所示

从上面分析可见, 解法相当复杂, 要求两次穿点, 要求三角形真形, 下面用辅助作图法求得, 省去求穿点作图。

在图 B-8 (a) 中, 由于 EK_1K_2 为直角三角形, 所以 $\theta_l = 90^\circ - \phi$, ϕ 即两直线夹角, 所以只要求出 ϕ 角就等于求到 θ_l , 也即把线对面的夹角问题转化为线对线的夹角问题。为了求得 ϕ 角, 只要在 L 线上任取点 E , 过点 E 作直线 $M \perp P$, 无需求 L 与 M 的穿点, 只要在 $L \times M$ 平面上任作一水平线 K_1K_2 , 即 $\triangle EK_1K_2$ 中, $\angle E$ 即 ϕ , $\theta_l = 90^\circ - \phi$, 求出 EK_1 和 EK_2 实长, 通过辅助作图, 可求出 ϕ 角进而求出 θ_l , 如图 B-8 (c) 所示。

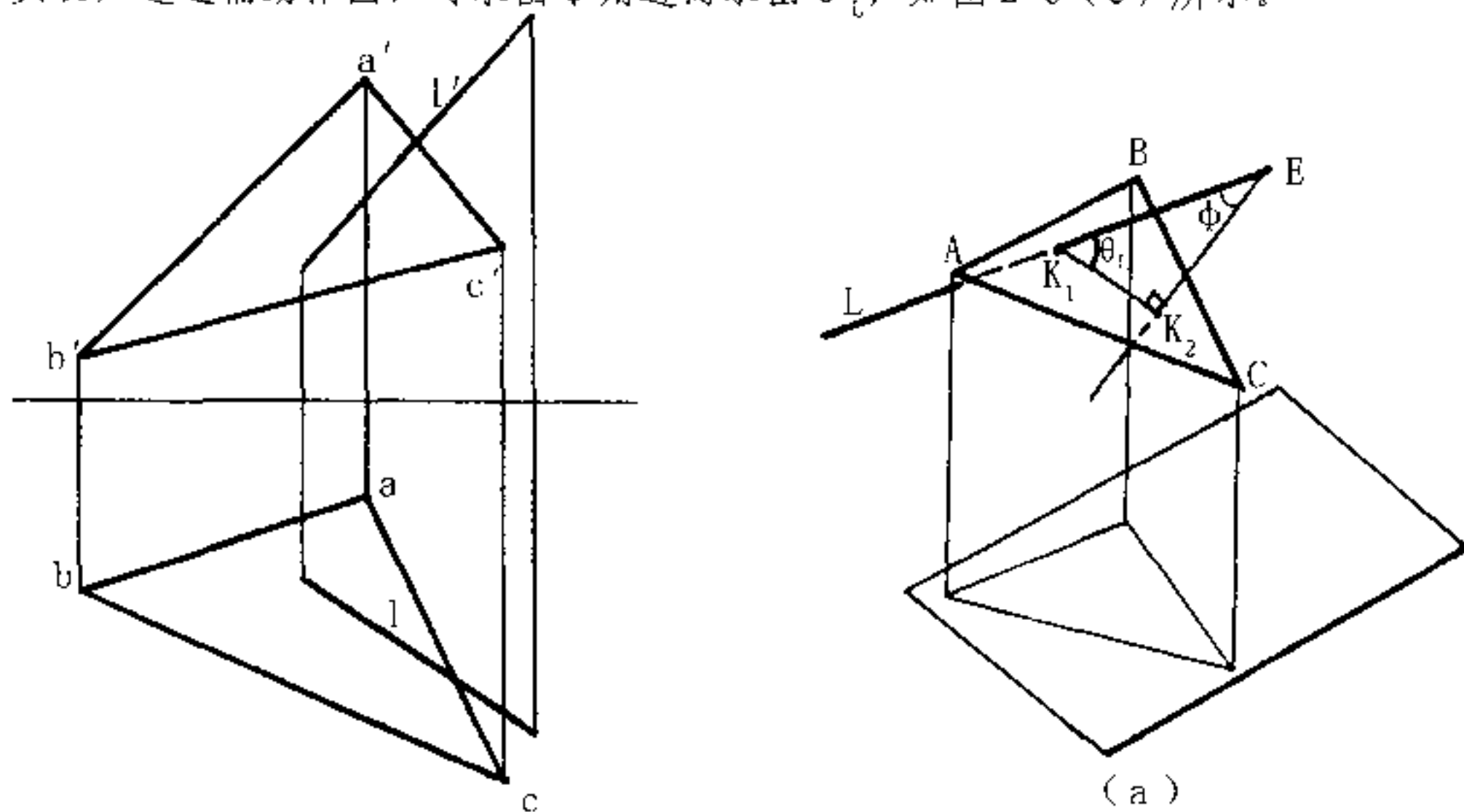
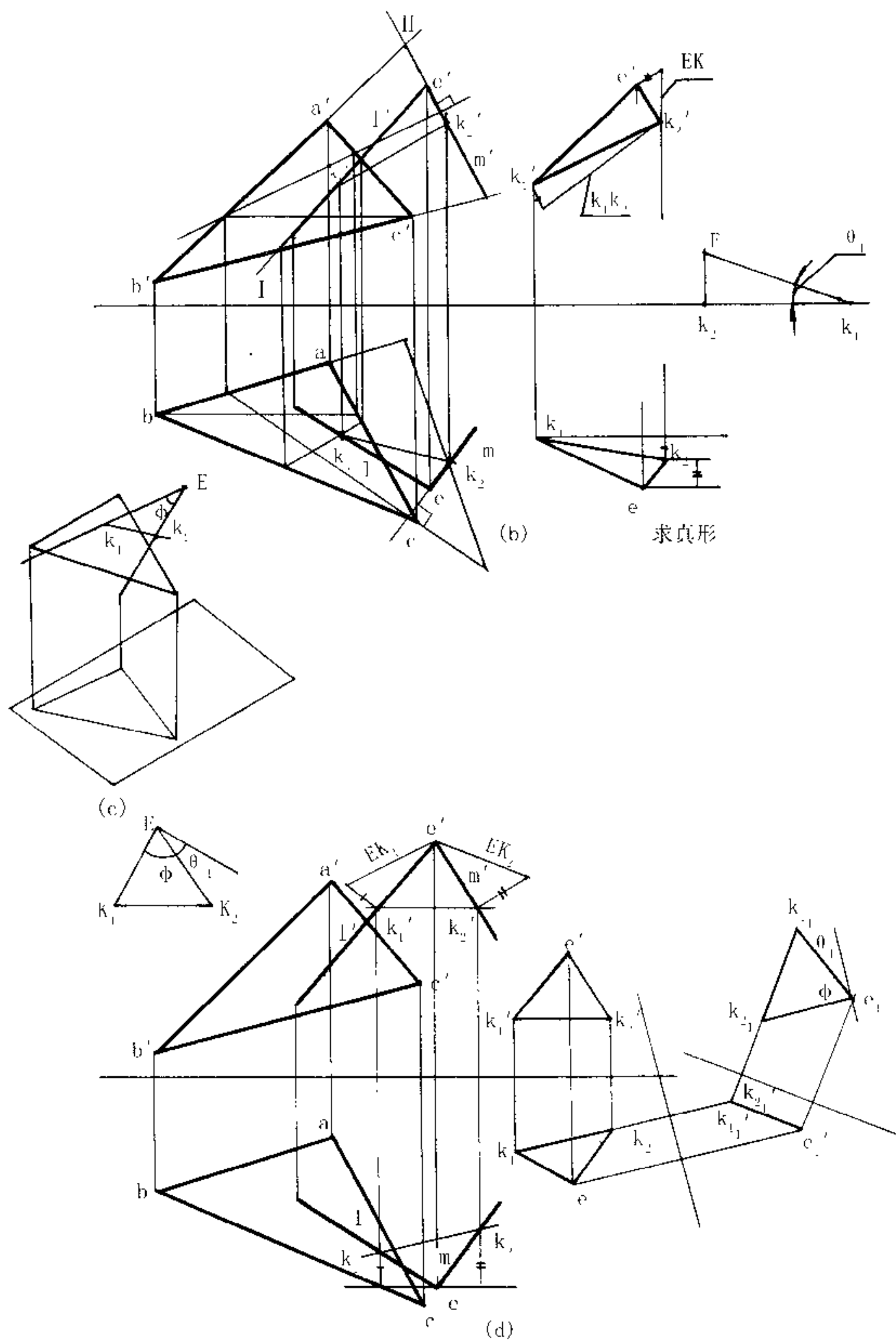
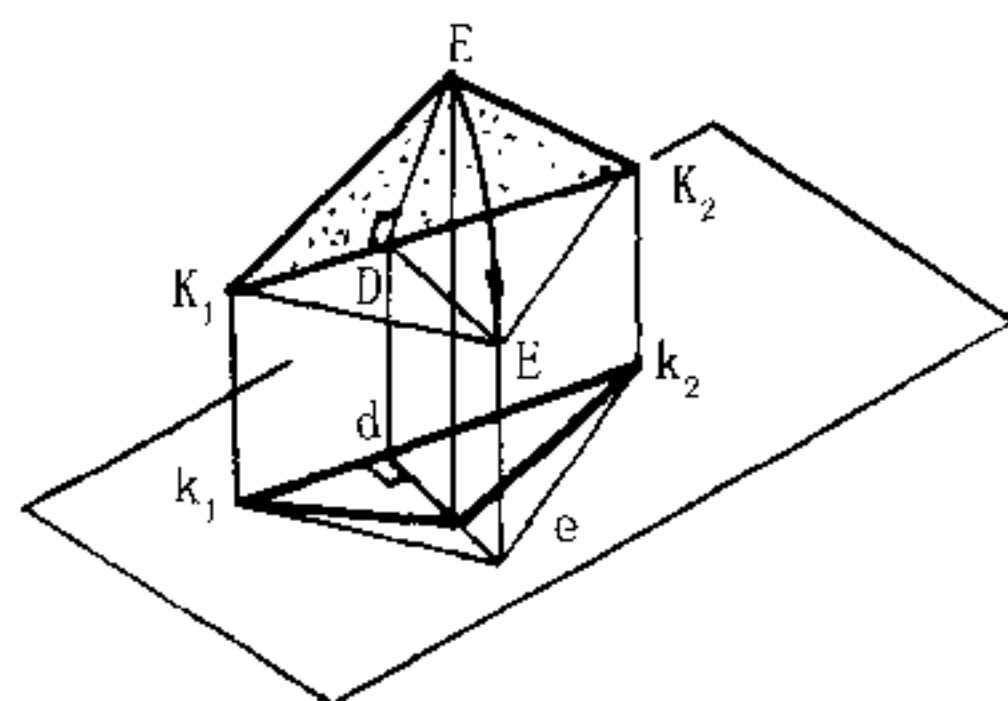
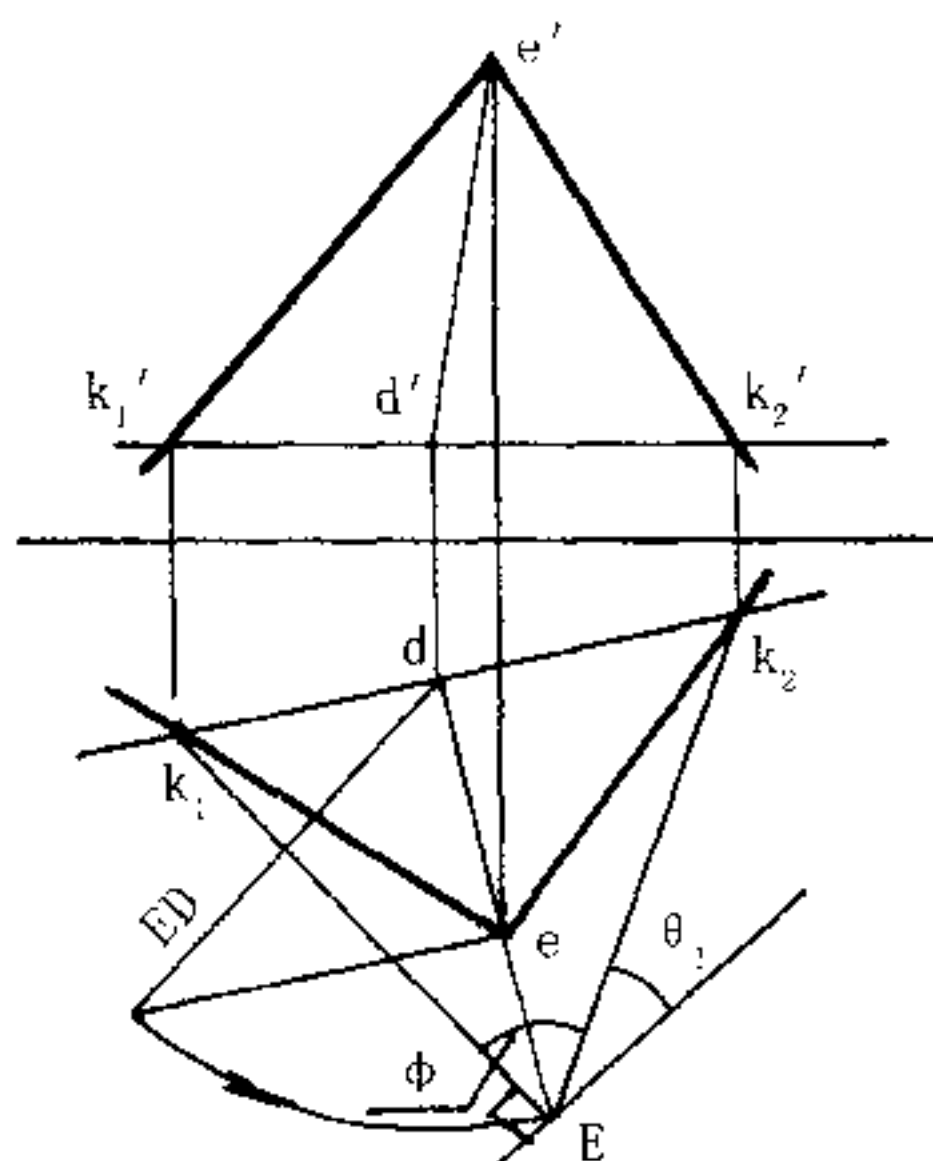


图 B-8



图B-8(续)



(e)

图 B-8(续)

作图过程如下 (图 B-8 (d)):

- 在 L 线上任取点 E
- 过 E 作直线 $M \perp \triangle ABC$
- 在 L 与 M 组成的平面上, 任取一水平线 K_1K_2
- 求 EK_1 和 EK_2 实长
- 由 $\triangle EK_1K_2$ 的辅助作图 (图中左上角) 中求得 ϕ 角
- 利用余角关系, 求出 θ_L

此题的解法还可用一种更有效更简单的作法, 如图 B-8 (c) 所示, 如直观图上所见, 过点 E 作 $ED \perp K_1K_2$, 则只要求出 ED 实长, 即可求得 $\triangle EK_1K_2$ 的实形, 具体作图非常简单。

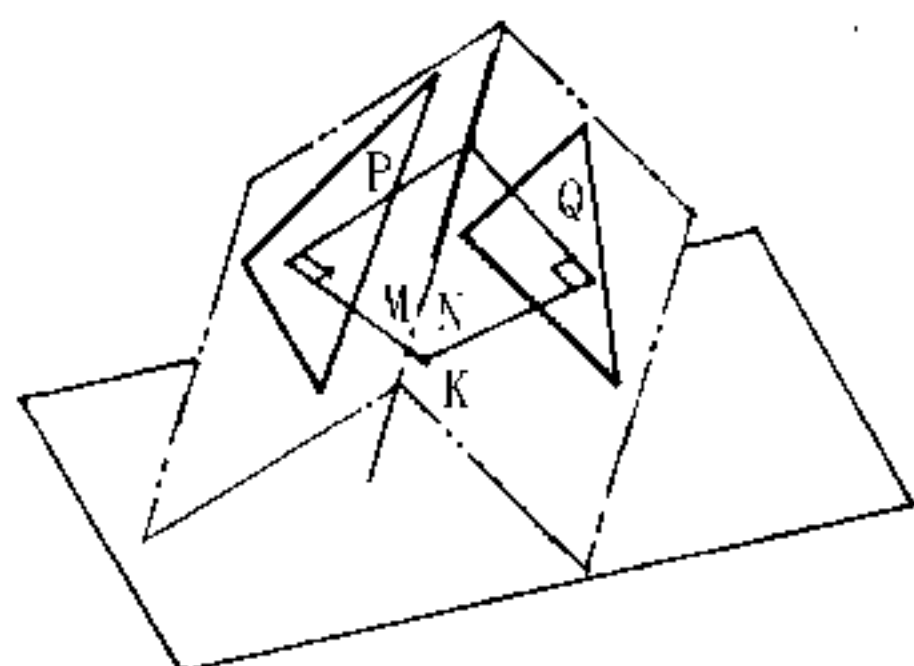
- 过 e 作 $ed \perp K_1K_2$
- 求 ED 实长, 利用 Δz
- 在 ed 延长线上取 $de = DE$
- 连 EK_1K_2 得 ϕ , 利用余角关系可求得 θ_L

例 B-9 求平面 P、Q 的夹角。

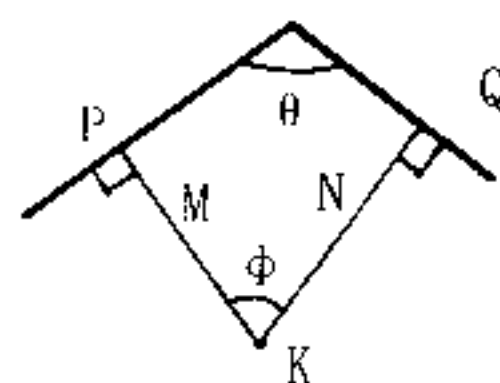
求余角这种方法也可扩大到求两平面的夹角问题, 如图 B-9 (a) 所示。传统作法是先求两平面交线, 然后作交线的垂面, 求此垂面与两平面交线, 两平面交线的夹角即为两平面夹角, 可以用换面法作, 使解题简单些, 但是本题最简单的作法, 也是最佳解法是用辅助作图法。从例 B-9 (a) 空间分析可以看出, 若在空间任取一点 K, 过 K 作两平面的垂线 M 和 N, 则它们之间的夹角为 ϕ , 两平面夹角 θ 与 ϕ 互为补角, 见图 B-9 (b), 因此求出 ϕ 角, 则 θ 角也可求出, 即 $\theta = 180^\circ - \phi$ 。这就是利用补角求两平面夹角的方法, 即将两平面夹角问题, 转化为求两直线夹角问题, 求 ϕ 角仍可用上一题的方法, 具体作图如下 (见图 B-9 (c)):

- 任取一点 K

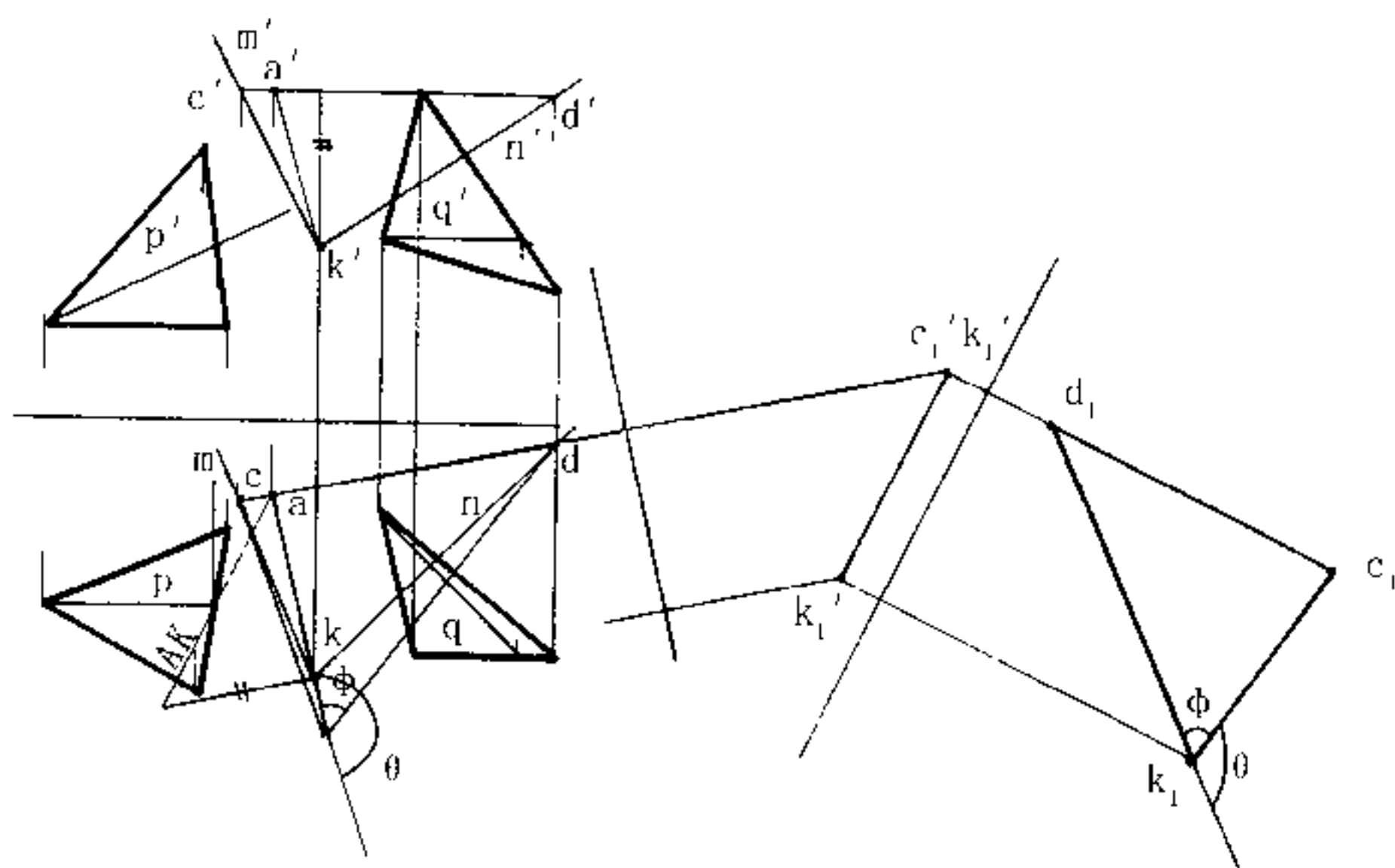
- 过点 K 作 P 面的垂线 M
- 过点 K 作 Q 面的垂线 N
- 在 MN 所组成的平面上任取一水平线 L (即图中的直线 CD)
- 过 k 作 $ka \perp cd$, 求 ka 真长 KA, 在 ak 线上延长至 $ak = Ak$
- 连 ck 和 dk, 即 $\angle ckd$ 为 ϕ 角, 其补角即为 θ
- 也可以用换面法求 $\triangle CKD$ 真形



(a)



(b)



(c)

图 B-9

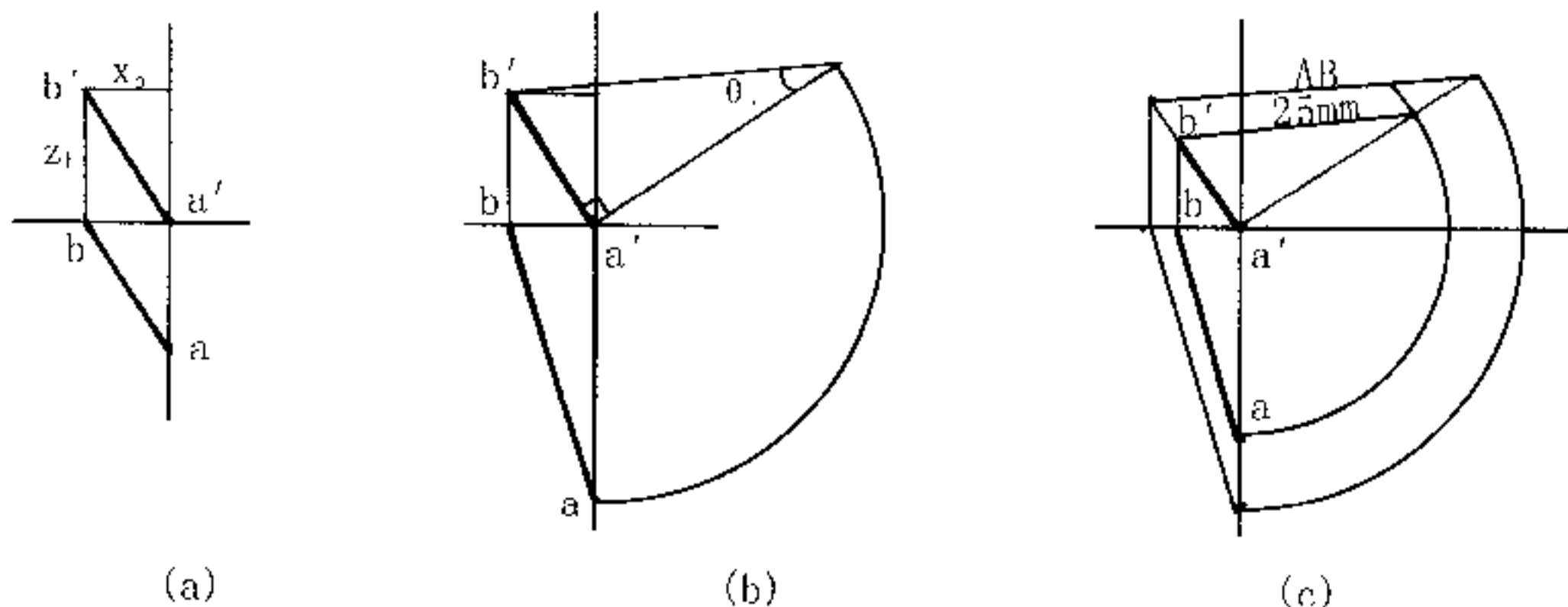
3. 逼近法

有些题目给定的约束条件比较多, 显得比较复杂, 实际上, 条件越多, 解越少, 多数情况下只有一解, 且解题方法越容易, 因为只要一个条件一个条件地满足题目要求, 就可以找到答案, 也就是说一步一步地去接近答案, 所以称这种方法是逼近法。下面介绍几个典型例题。

例 C-1 已知直线 AB, 点 A 在 Y 轴上, 点 B 在 V 面上, 且点 B 到 H 面的距离是其到 W 面距离的 1.5 倍, 又已知直线 AB 与 Y 轴的夹角为 30° , AB 真长为 25mm, 完成其投影。

本题的约束条件比较多, 最适于用逼近法来完成它, 下面是解题过程。

- 分别画出 A、B 两点的投影, 满足点 A 和点 B 的条件, $z_b = 1.5x_b$
 - 利用 a' 、 b' 作直角三角形, 满足 $\theta_y = 30^\circ$, 修改水平投影 a , 满足第二个条件
 - 利用直角三角形, 满足其长为 25, 修改 b 和 a
- 至此所有条件均满足了, 解题完毕。



满足第一条条件 $z_b = 1.5x_b$, $A \in Y$

满足第二条条件 $\theta_y = 30^\circ$

满足第三条条件 $AB = 25\text{mm}$

图 C-1

例 C-2 已知直线 L, 作一直线 AB, 令 AB 距 Z 轴 20mm 且垂直于直线 L, 且已知直线 AB 与 H 面倾角为 30° ($\alpha_{AB} = 30^\circ$), 又点 A 在 L 直线上, 完成其投影。

本题给定三个条件, 即 AB 距 Z 轴 20mm, $AB \perp L$ 且与 L 相交, $\alpha_{AB} = 30^\circ$, 因此可逐个满足求得解答。

- 因为 Z 轴可视为铅垂线, 所以与其距离为 20 的直线, 可以看成是以 Z 轴为轴线, 半径为 20 的圆柱的切平面上的任何直线, 如图 C-2 (d) 所示。图中 L、M、N 三直线均与 Z 轴距离 20, 本题具体作图如图 C-2 所示
- 因 L 为水平线, 所以 $AB \perp L$, 只要 $ab \perp l$ 即可满足与 L 相交的条件, 如图 C-2 (a) 所示
- 以点 O 为圆心, 半径 $r = 20\text{mm}$ 画圆, 令 ab 与圆相切则满足了 AB 距 Z 轴 20mm 的条件, 如图 C-2 (b) 所示
- 利用直角三角形法作图, 如果 $\alpha_{AB} = 30^\circ$, 即 a' 、 b' 的坐标差必须等于 Δz , 修正 b' , 则为所求解答

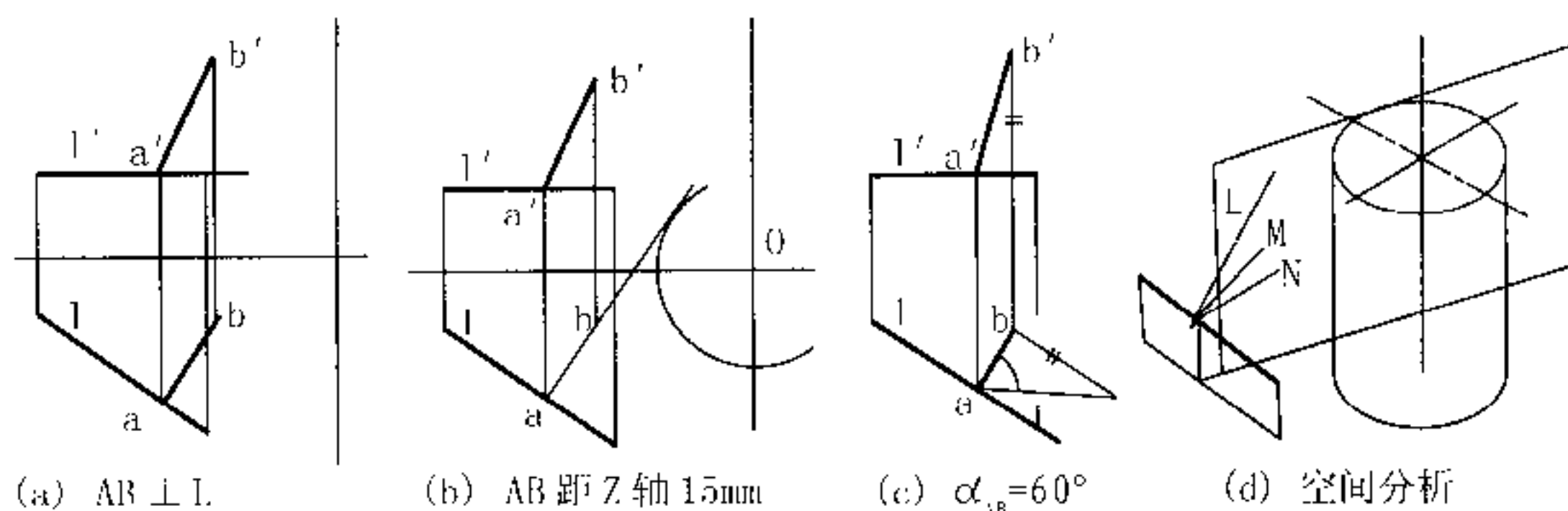


图 C-2

例 C-3 过点 A 作平面 P, 使 P 面垂直于面 Q, 且要求 $\alpha_P=45^\circ$ 。

本题只要求满足两个条件, 即与 P 面垂直, 与 H 面成 45° 倾角, 又因 P 面为铅垂面, 故解题显得很容易, 因此本题解法步骤如下:

- 过 A 点作水平线 $L \perp P$, 则包含 L 的任一平面均垂直于 P 面, 如图 C-3 (b) 所示。
- 过点 A 作直线 M, 令 $M \perp L$, $\because L$ 为水平线, $\therefore M$ 即为对 H 面的最大斜度线, 如图 C-3 (c)。
- 令 $\alpha_M=45^\circ$ (只要 $m=\Delta z$), $L \times M$ 组成的平面即为所求, 如图 (d) 所示。

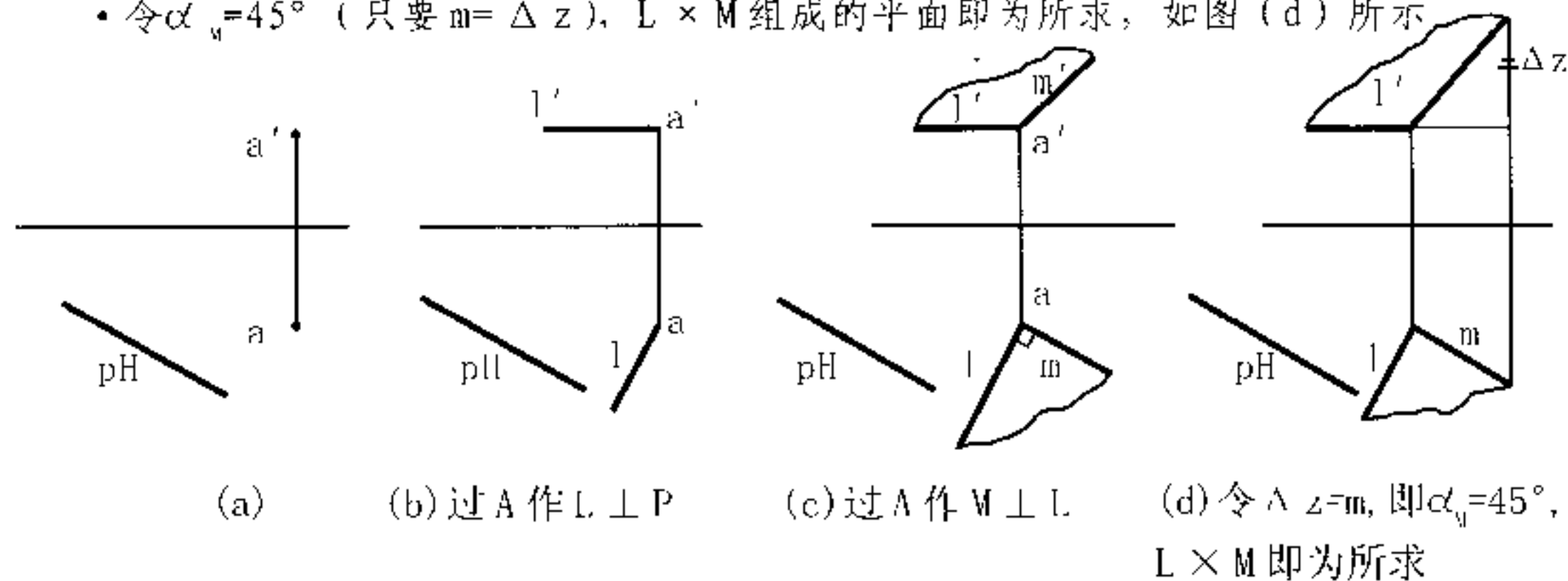
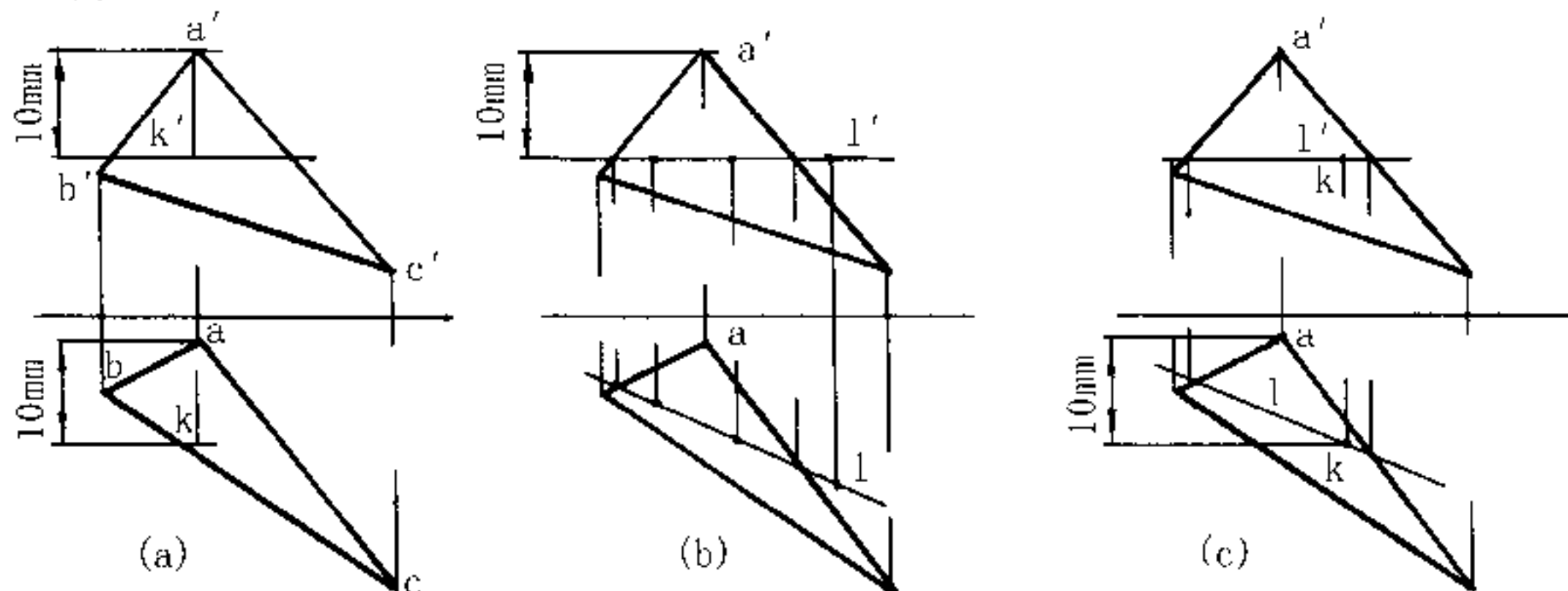


图 C-3

例 C-4 在 $\triangle ABC$ 平面上找一点 K, 令点 K 比点 A 低 10mm, 又点 K 在点 A 前 10mm。



错误的解法, 概念上的错误

满足第一个条件, 只要是 L 线上的点, 均比点 A 低 10mm

满足了第二个条件, 在点 A 前 10mm, 所以点 K 即为所求

图 C-4

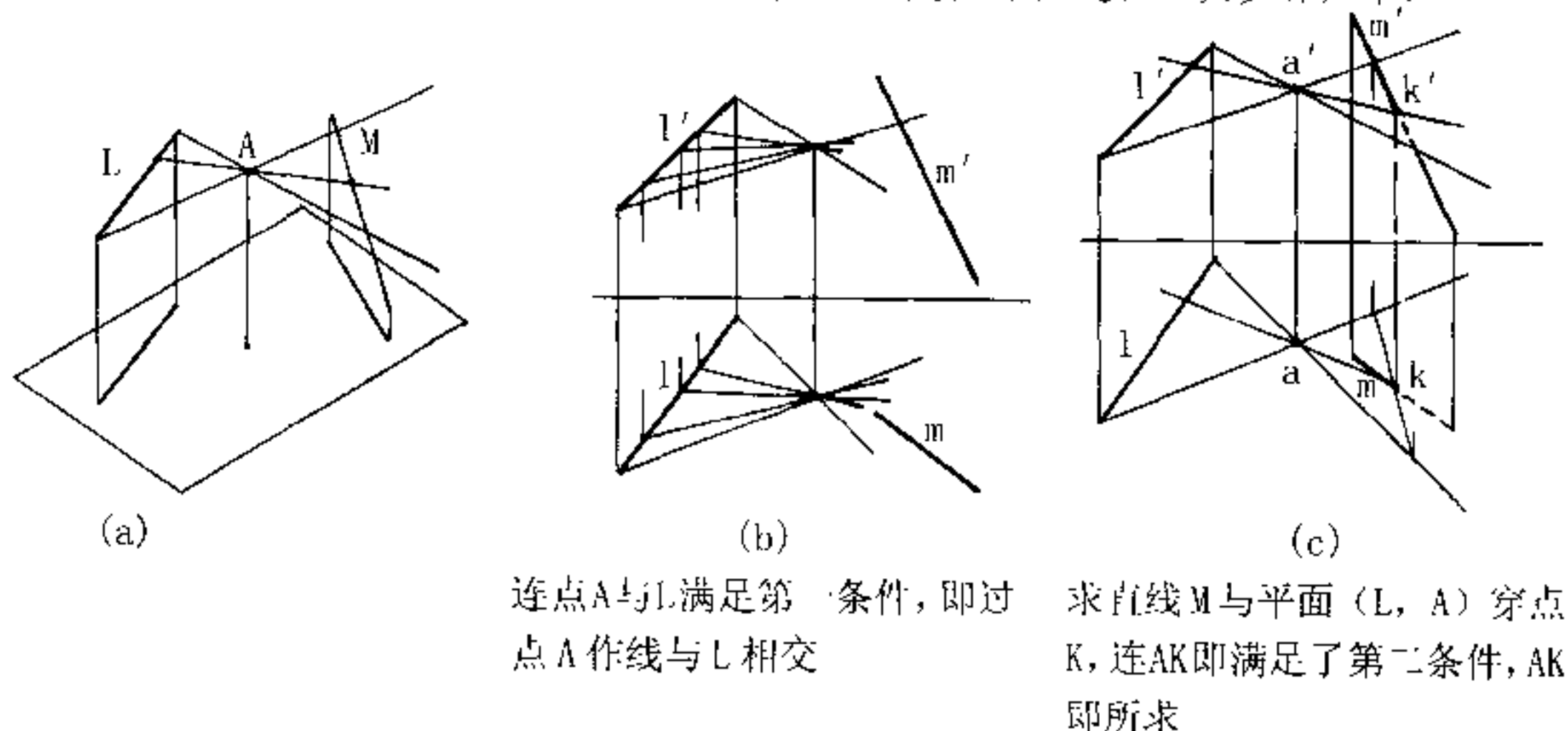
本题的关键是点K必须在 $\triangle ABC$ 上, 所以它必须是面上某一直线的点, 而且要满足两个条件, 即在点A之下10mm, 在点A前10mm, 图C-4(a)是错误作图, 图C-4(b)和图C-4(c)是正确解题过程。

从上面作图可以看出, 点K不是正好在点A的正下方和正前方, 而是在 $\triangle ABC$ 上, 甚至在 $\triangle ABC$ 图形之外。

例C-5 过点A作直线与M、N均相交。

本题适于用逼近法求解。可先过点A作一直线与L相交, 这可有无穷多解, 再令直线与M相交, 这时就只有一解了。

图C-5(a)是空间分析, 图C-5(b)和(c)是其作图过程。其步骤如下:



图C-5

- 将点A与直线L连成一平面, 则平面上过点A的直线均满足过点A而与直线L相交
- 求直线M与平面(L, A)的穿点K, 则点K在平面上
- 过点K与点A连成的直线即为所求

下面这道题仍可用逼近法来作, 只是它有无穷多解。

作一直线与三条直线L、M、N均相交, 显然只要在M直线上任取一点A, 过点A作直线与L、N直线均相交。那么本题的解法就与前题完全一样。因为点A是任意取的, 故本题有无穷多解。

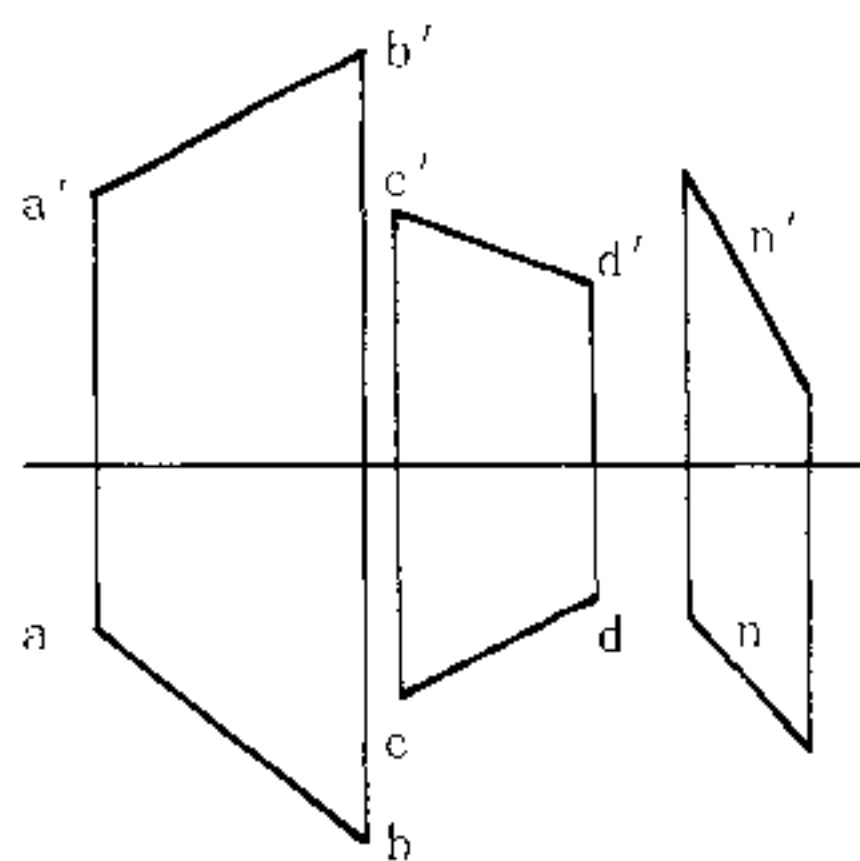
例C-6 作一直线M与另两直线AB与CD均相交, 且与另一直线N平行。

本题要求直线M满足三个条件, 即与AB相交、与CD相交、与N平行, 只要满足这三个条件, 就完成了解答。因此本题仍适用逼近法。图C-6(b)是其空间分析, 由空间分析, 可得出作图步骤:

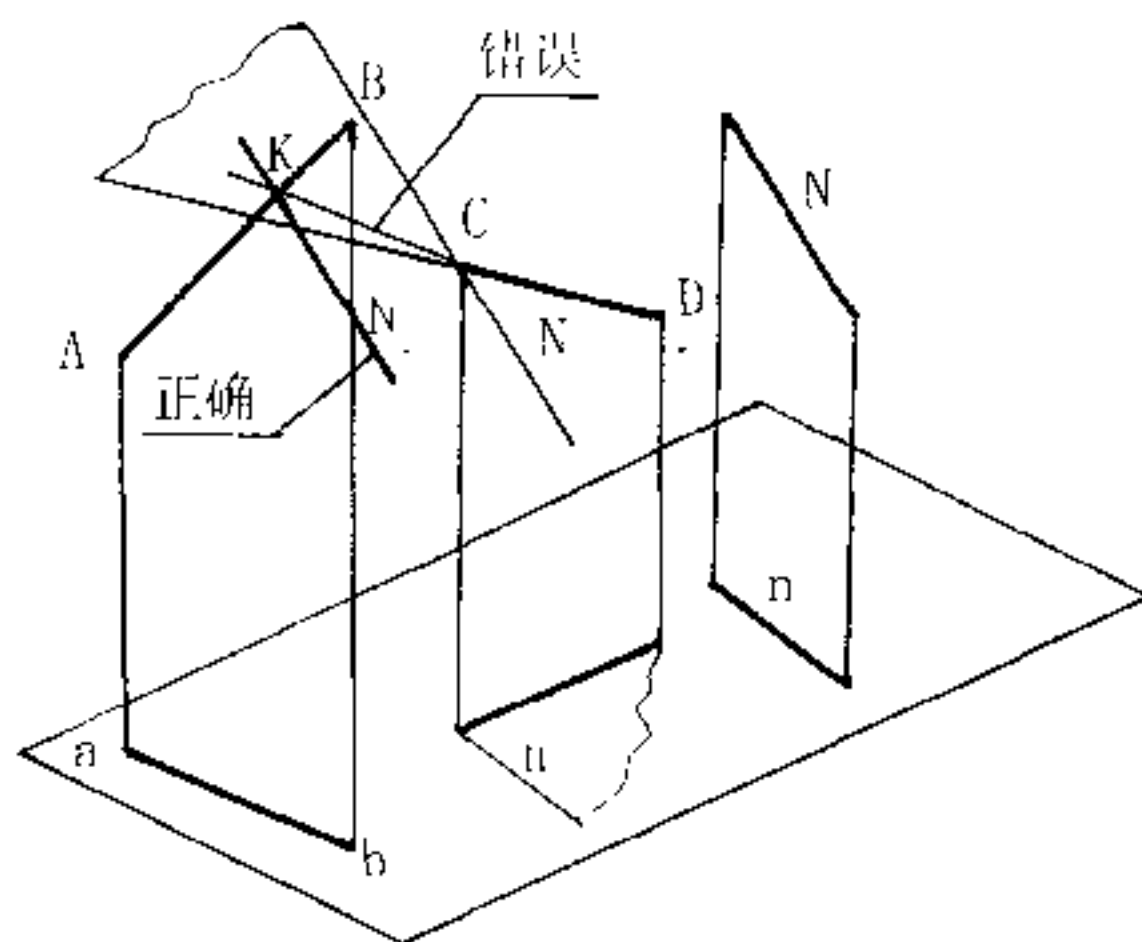
先作一直线与N平行又与AB或CD中任一直线组成一个平面, 设与AB组成一个平面, 即在此平面上可以画出众多满足两个条件的直线, 即与AB相交, 与直线N平行。

如果要使这样的直线再与CD相交, 显然只要求出CD与平面(N $\times$ AB)的穿点, 然后过穿点画一条直线与N平行, 即得所求。这个题目最容易出现的错误是, 求完穿点, 随意画一条线, 即认为是答案。故从空间分析看, 解答步骤是:

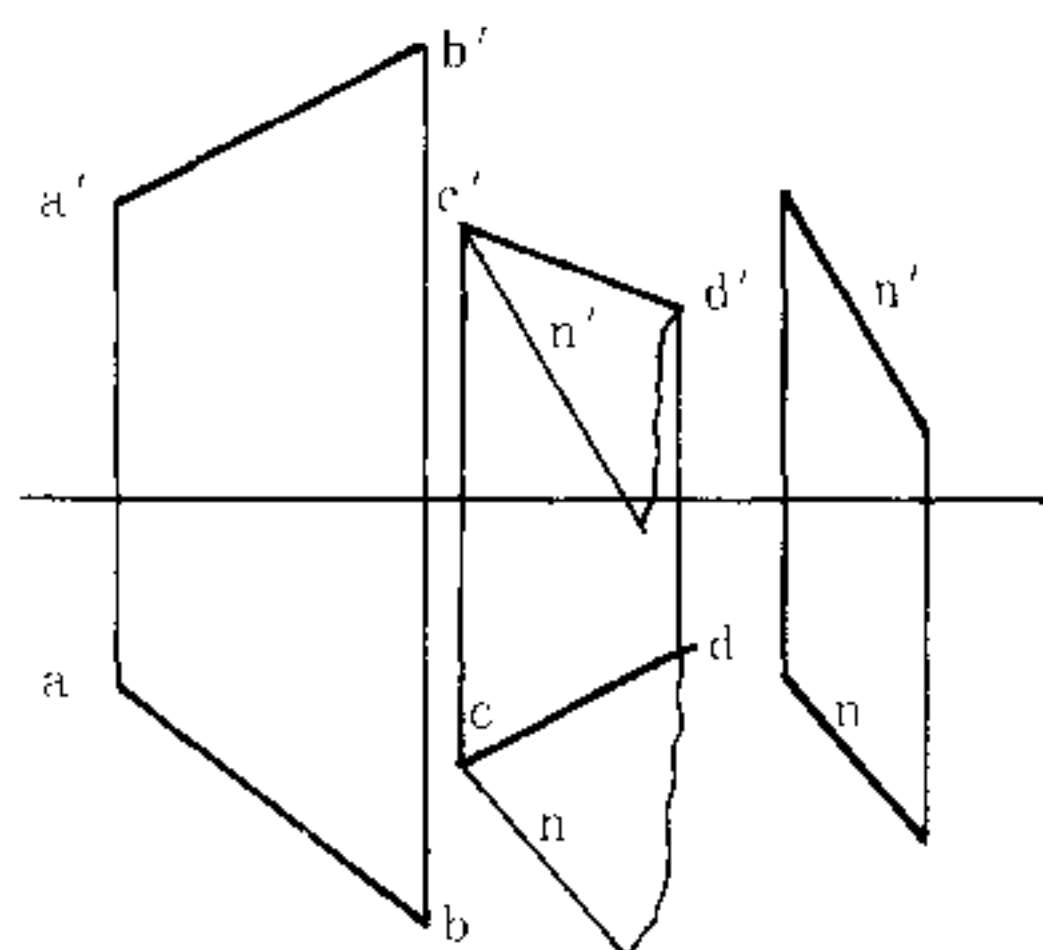
- 在CD线上任取一点c, 过点c作一直线与N平行, 也可理解把直线N平移到点C。这样构成一个平面(CD $\times$ N), 满足两个条件, 如图C-6(c)所示



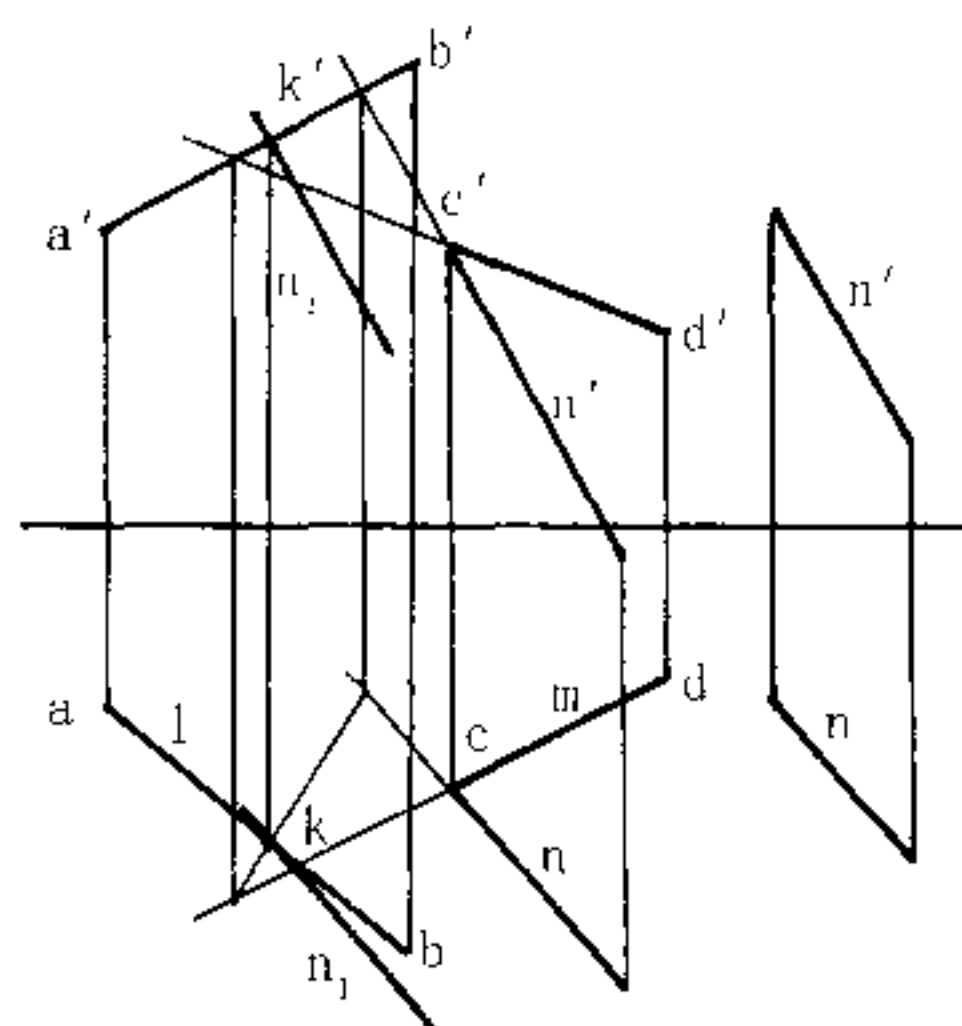
(a)



(b)



(c)



(d)

在平面 $(CD \times N)$ 上，可作无数直线满足两个条件，即与 CD 相交、与 N 平行

求 AB 与平面 $(N \times CD)$ 的穿点 K ， $\because K$ 在平面 $(CD \times N)$ 上，故过 K 画 $N_1 // N$ ，即 N_1 为所求。注意，连 CK 是错误的解答

图 C-6

• 求 AB 与平面 $(CD \times N)$ 的穿点 K 如图 C-6 (d) 所示

• 过 K 画直线 $N_1 // N$ ， N_1 即为所求如图 C-6 (d) 所示

下面两题与上题作法完全一样，但题目出法却不一样，如

① 作一直线与 AB 、 CD 均相交，与 P 面垂直。

② 作一直线与 AB 、 CD 均相交，与 V 、 H 、 W 面成等角。

显然，只要作一直线 N 与 P 面垂直，作一直线 N 与三个面成等角即可解出这两道题，即这两题与前一题解法完全相同。

4. 反 推 法

读者在解题时有时会觉得题目比较难,无从下手,此时可以试用反推法,即将题目的结果先画出来,然后再往回推论,看如何作才能得到这样的结果。反推法与逐步逼近法正好相反,逼近法是由前向后逐步逼近,而反推法是由后向前逐一吻合,对于某些难题,某种场合,它不失为一种良策,下面是几个典型图例。

例 D-1 在直线 M 上取一点 K, 令点 K 到直线 L 的距离为 20mm。

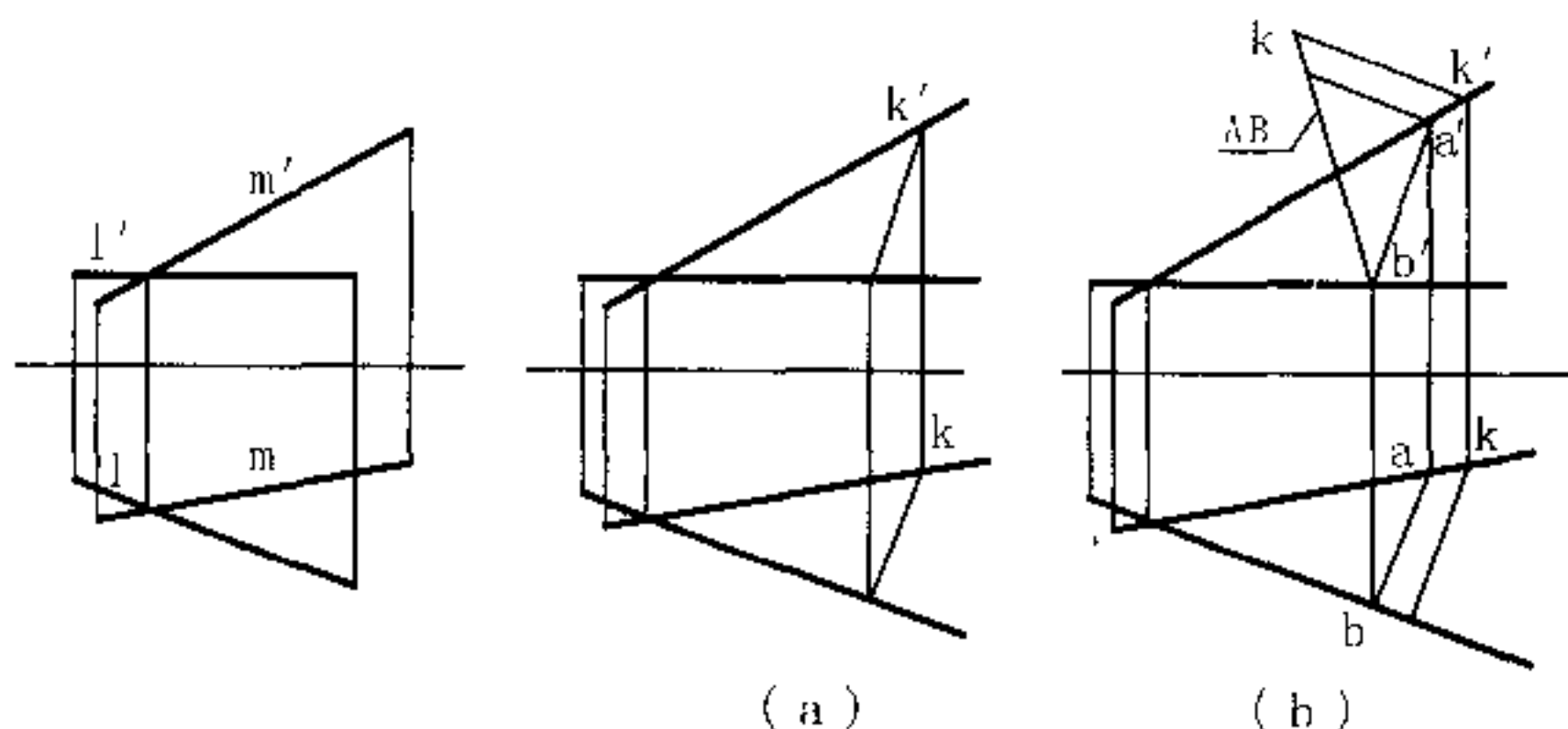


图 D-1

本题的实质问题是点到直线的距离问题,亦即垂直问题,即在直线 M 上找一点 K,过 K 作直线与直线 L 垂直相交,如图 D-1 (a) 所示。因为直线 L 为水平线,故垂线可很容易画出,只是点 K 应如何取才能符合 20mm 的要求,无从下手,实际上可用反推法作题。如图 D-1 (b) 所示,先在直线 M 上任取一点 A,将结果 AB 画出来,如图中点 A 和垂足 B,然后求 AB 真长,再由真长上量取 20mm 反求符合条件的点 K 即可。

例 D-2 过 L 作 P 面, 令 $\beta_p = 45^\circ$ 。

作平面与 V 面成 45° 角,其思路应该是先画一条与 V 面成 45° 角的直线,并以它为最大斜度线,而对 V 面的最大斜度线应该与正平线垂直,故此题作法可以用反推法。先将其结果画出来如图 D-2 (a) 所示,图中直线 $M \parallel V$, $AB \perp M$,只是此时平面 $(L \times M)$ 的 β 角如图 D-2 (b) 所示,不符合题目要求。从上述分析可以看出,用反推法其作图步骤应如下:

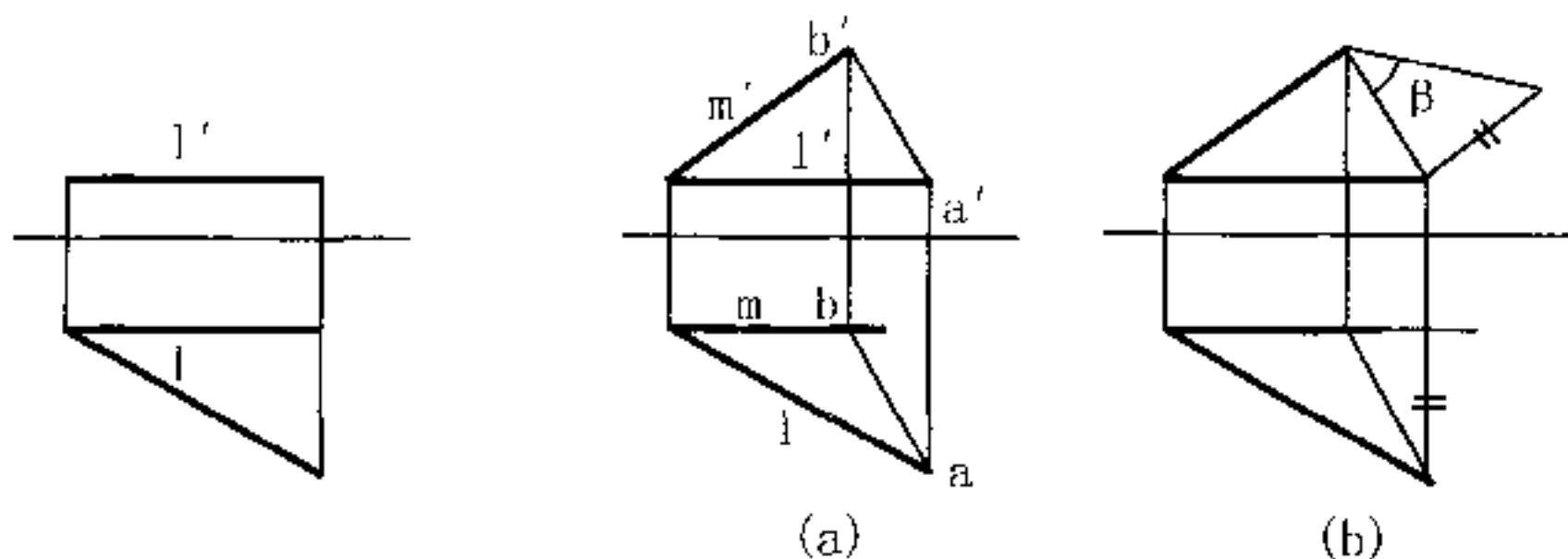
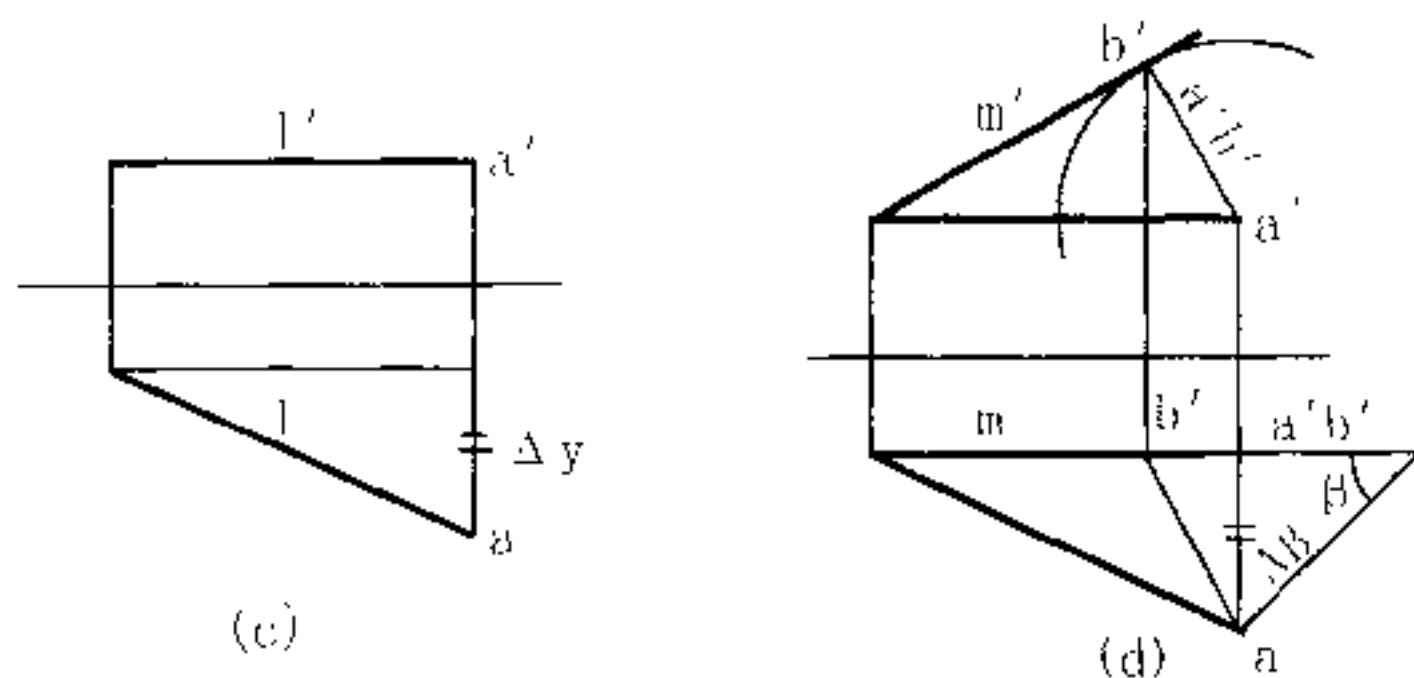


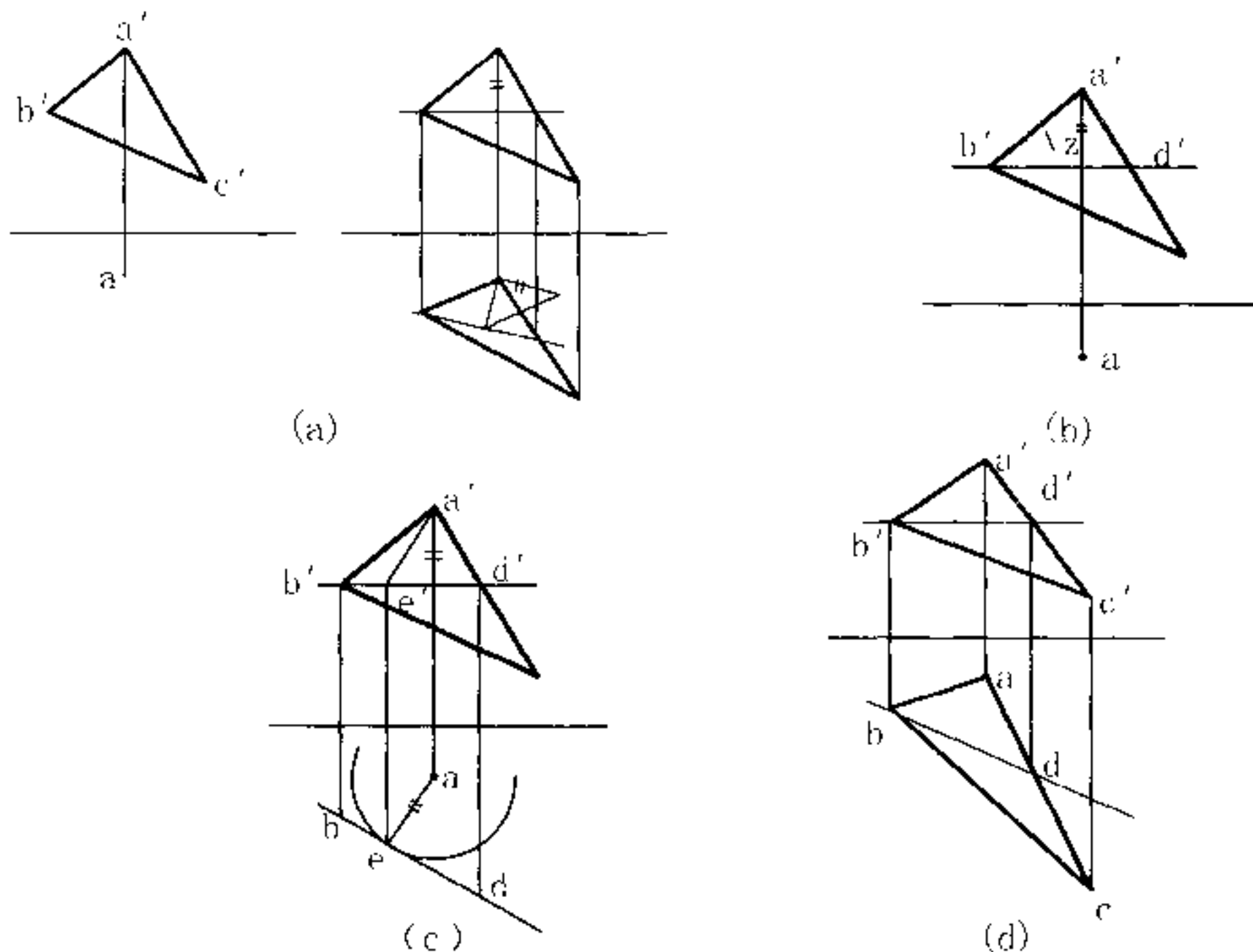
图 D-2



图D-2(续)

- 在L线上任取一点A, 此时 Δy 已知, 如图D-2(c)所示
- 利用点A的 Δy , 求出 $a'b'$, 即 $a'b' = \Delta y$ ($\because \beta = 45^\circ$)
- 以 a' 为中心, $a'b'$ 为半径画弧
- 画 $a'b'$ 的切线 m' , 切点 b' 即为所求, 如图D-2(d)所示

例D-3 已知 $\alpha_p = 45^\circ$, 完成其投影.



图D-3

本题水平投影只给出一个点的投影, 无其它约束, 故可推论本题有无穷解, 图D-3(a)是先将结果画出来, 显然过点A应可画一条与H面成 45° 角的对H面的最大斜度线M, 而此斜线应垂直于该平面上的一条水平线, 设此水平线的V投影经过 b' , 故根据反推法, 此题解法可以如下作图:

- 过 b' 先画水平线的V投影 $b'd'$, 得该水平线与点A的坐标差 Δz , 如图D-3(b)
- 以a点为圆心, Δz 为半径画圆 ($\because \alpha_p = 45^\circ$), 如图D-3(c)所示
- 任作一直线与圆相切, 由 $b'd'$ 求得bd, bd与圆的切点为e, ae即为最大斜度线的水平投影, 如图D-3(c)所示
- 延长ad至c (由 c' 求得), 则 $\triangle ABC$ 为所求平面, 如图D-3(d)所示
- 由于bd方向是任意画的, 故本题有无穷多解

5. 换面法

可以看出, 当几何元素处于特殊位置时, 解题容易得多, 相反当题目中几何元素处于一般位置时, 解题会麻烦得多, 特别是求距离、求真形等问题。换面法则变换投影体系, 使新的投影处于便于解题的位置, 即平行或垂直的位置。这种方法使解题变得容易、方便, 是解题良策, 工程上应用甚多, 应该熟练掌握。下面举几个图例说明。

例 E-1 求点 A 到直线 L 的距离。

本题解法属简单的两次换面, 但应注意两点。

第一, 对 $\frac{V_1}{H_1}$ 体系, L 线是铅垂线, 所以

必须通过 $a_1' b_1' \parallel x_1$ 轴求得 b_1' 。

第二, 一般情况下应该画出 b' 、 b , 亦即求完 b_1 、 b_1' 后, 应将其返回。这是必须注意的, 有时没有返回被认为没有作完题, 当然也就不完全正确。

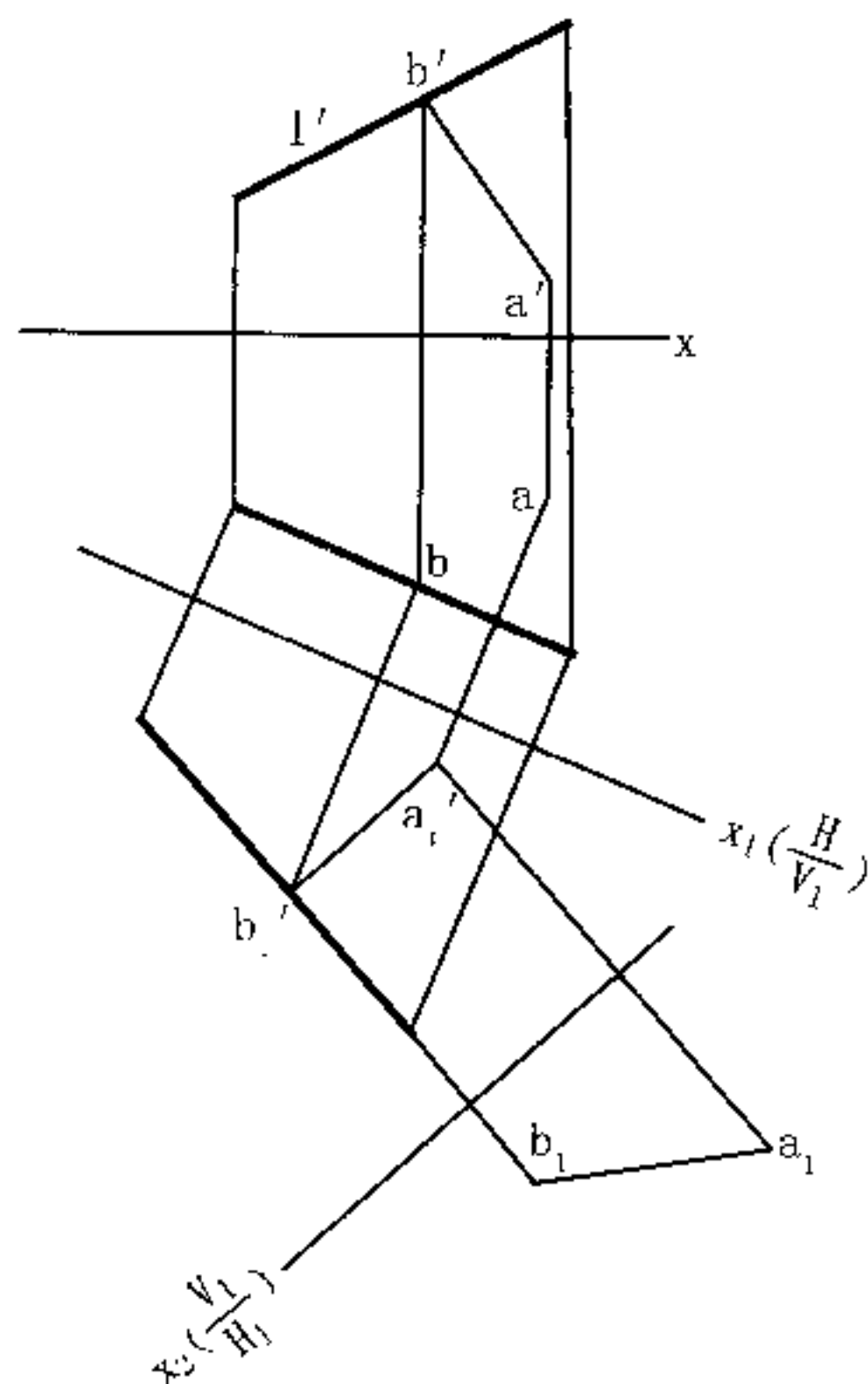


图 E-1

例 E-2 已知 $AB \perp BC$ 完成其投影。

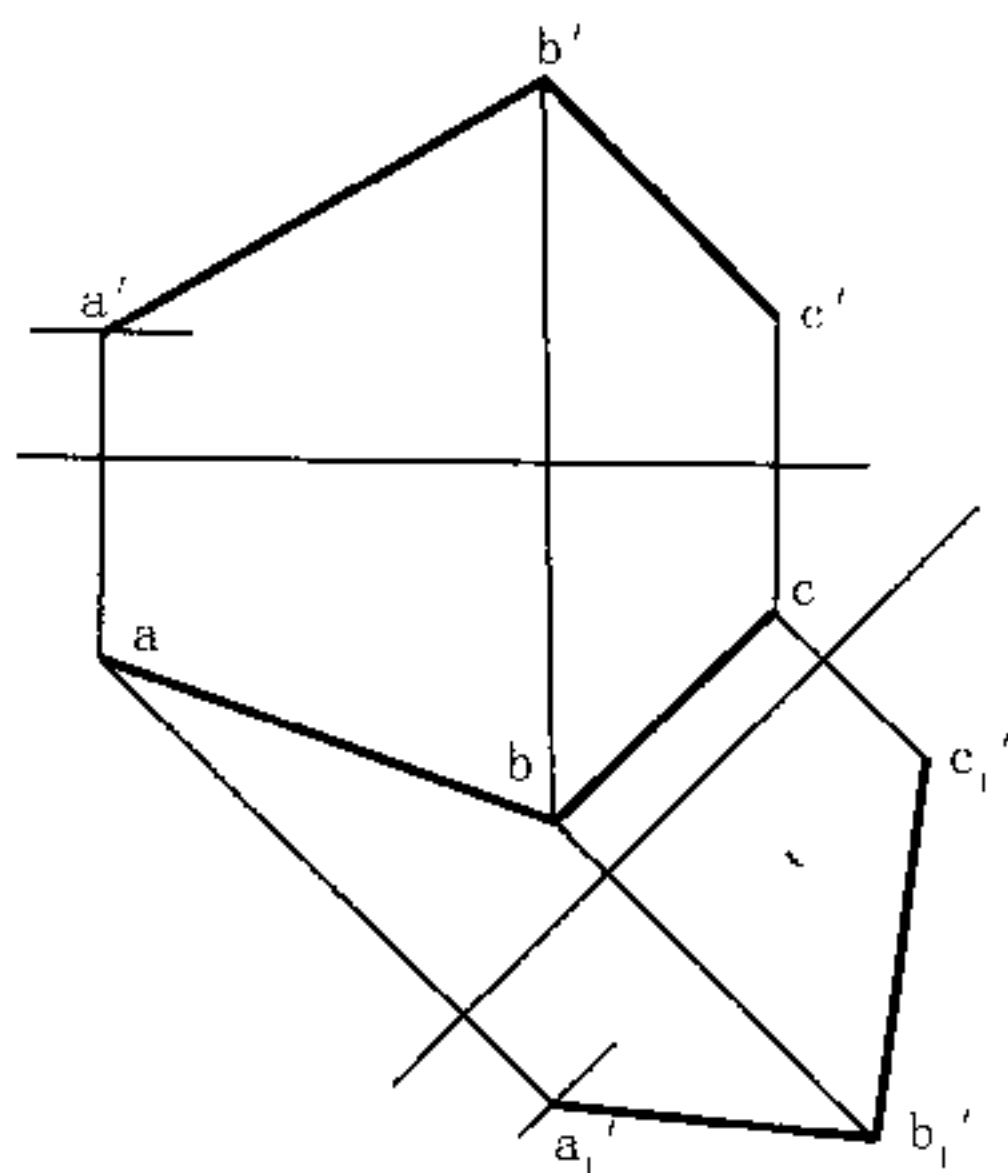
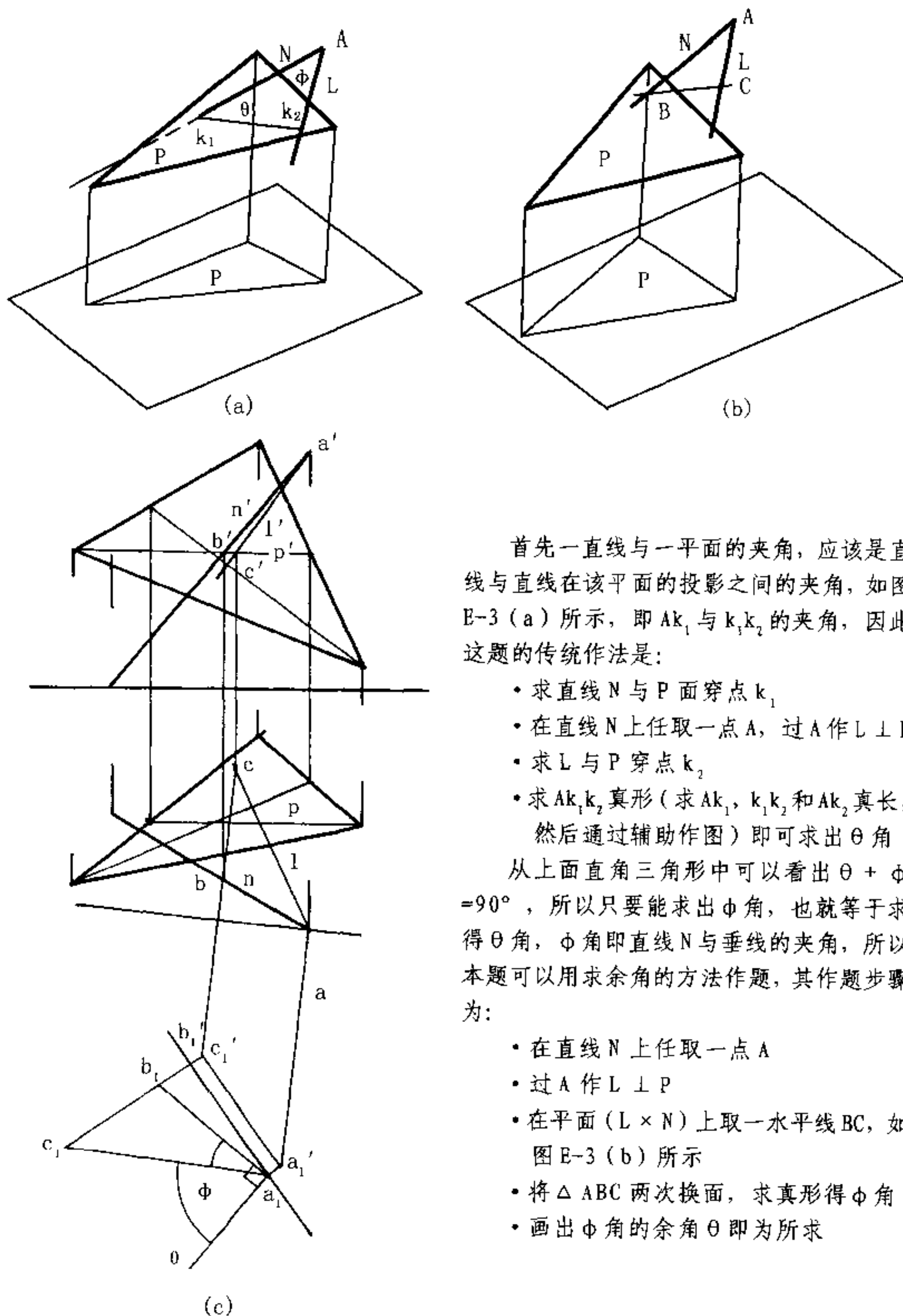


图 E-2

AB 应在 BC 的垂面上, 只要将 BC 进行一次换面, 点 A 就在垂面上了。

例 E-3 求直线 N 与 P 面夹角 θ 。



首先一直线与一平面的夹角，应该是直线与直线在该平面的投影之间的夹角，如图 E-3 (a) 所示，即 Ak_1 与 k_1k_2 的夹角，因此这题的传统作法是：

- 求直线 N 与 P 面穿点 k_1
- 在直线 N 上任取一点 A，过 A 作 $L \perp P$
- 求 L 与 P 穿点 k_2
- 求 Ak_1k_2 真形（求 Ak_1 ， k_1k_2 和 Ak_2 真长，然后通过辅助作图）即可求出 θ 角

从上面直角三角形中可以看出 $\theta + \phi = 90^\circ$ ，所以只要能求出 ϕ 角，也就等于求得 θ 角， ϕ 角即直线 N 与垂线的夹角，所以本题可以用求余角的方法作题，其作题步骤为：

- 在直线 N 上任取一点 A
- 过 A 作 $L \perp P$
- 在平面 $(L \times N)$ 上取一水平线 BC，如图 E-3 (b) 所示
- 将 $\triangle ABC$ 两次换面，求真形得 ϕ 角
- 画出 ϕ 角的余角 θ 即为所求

图 E-3

例 E-4 求 P 与 Q 的夹角。

此题传统作法为先求两平面交线，再作一平面垂直于交线，然后求此平面与两平面的交线，这两交线之间的夹角即为所求夹角。

此题可利用补角的关系来解，其解题步骤是：

- 在空间任取一点 A
- 过 A 作 P、Q 的垂线 (L 和 M)
- 求两垂线之间的夹角 ϕ (通过二次换面)
- 即 $\theta = 180^\circ - \phi$ 为所求

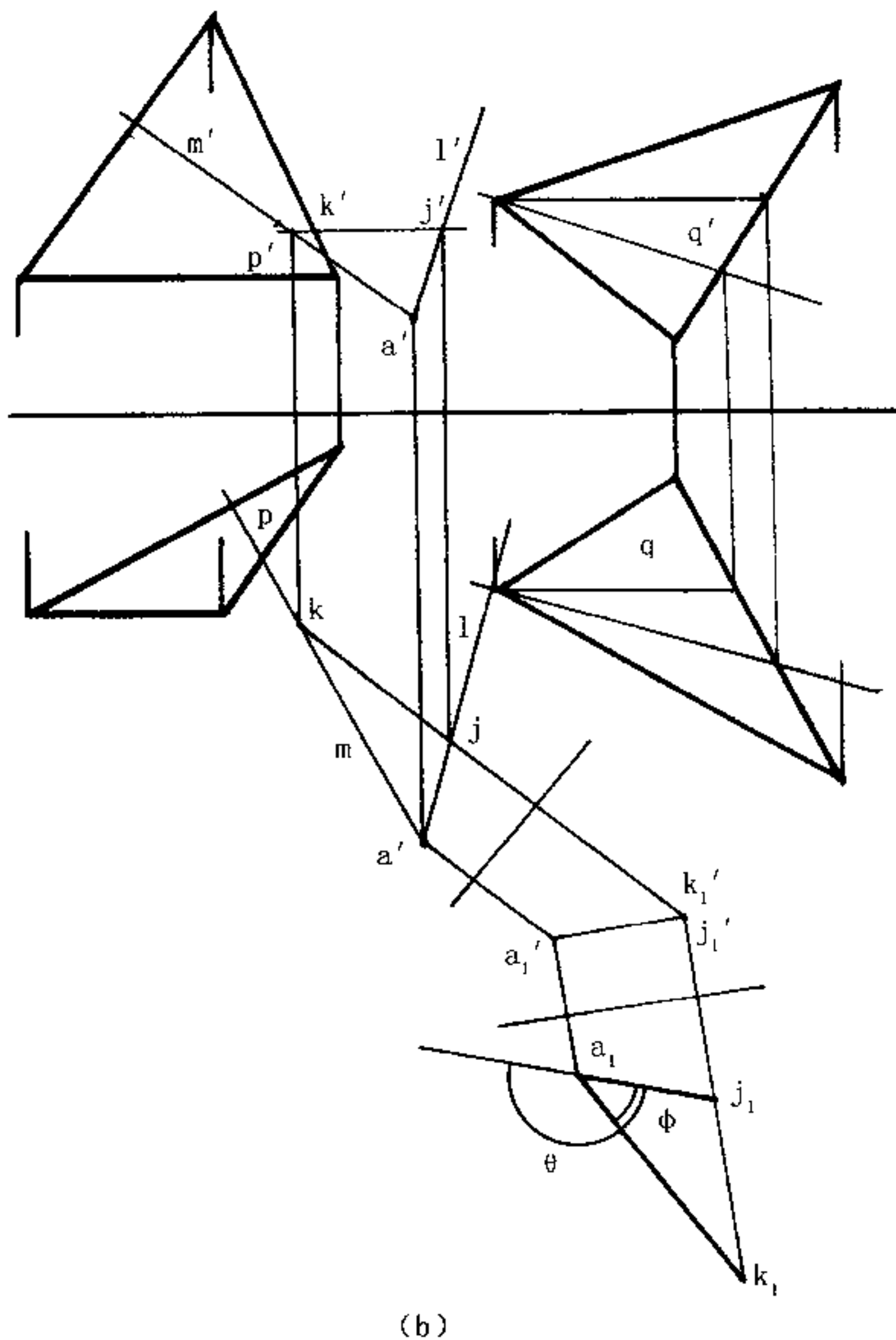
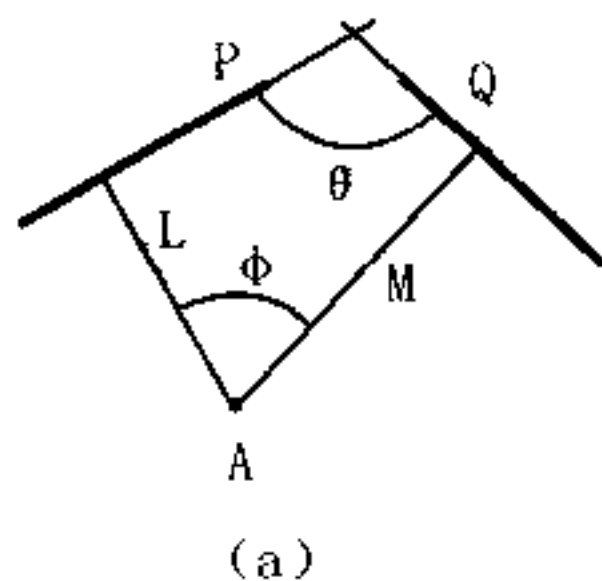


图 E-4

例E-5 求四棱锥两侧面间的夹角。

此题即换面法的工程应用，求四棱锥两侧面之间夹角，实即作一平面与其棱线垂直，然后求此平面与四棱锥相交后图形，即可求 θ 角真形。在作立体的换面时，可不画投影轴，如图E-5中画出换面的投影方向A，即使 $a''b''$ 换面后成为平行线 $a_1'b_1'$ ，再作一次换面，即作平面与 $a_1'b_1'$ 垂直，求此交线的图形，只是把图形画在垂线的延长线上。

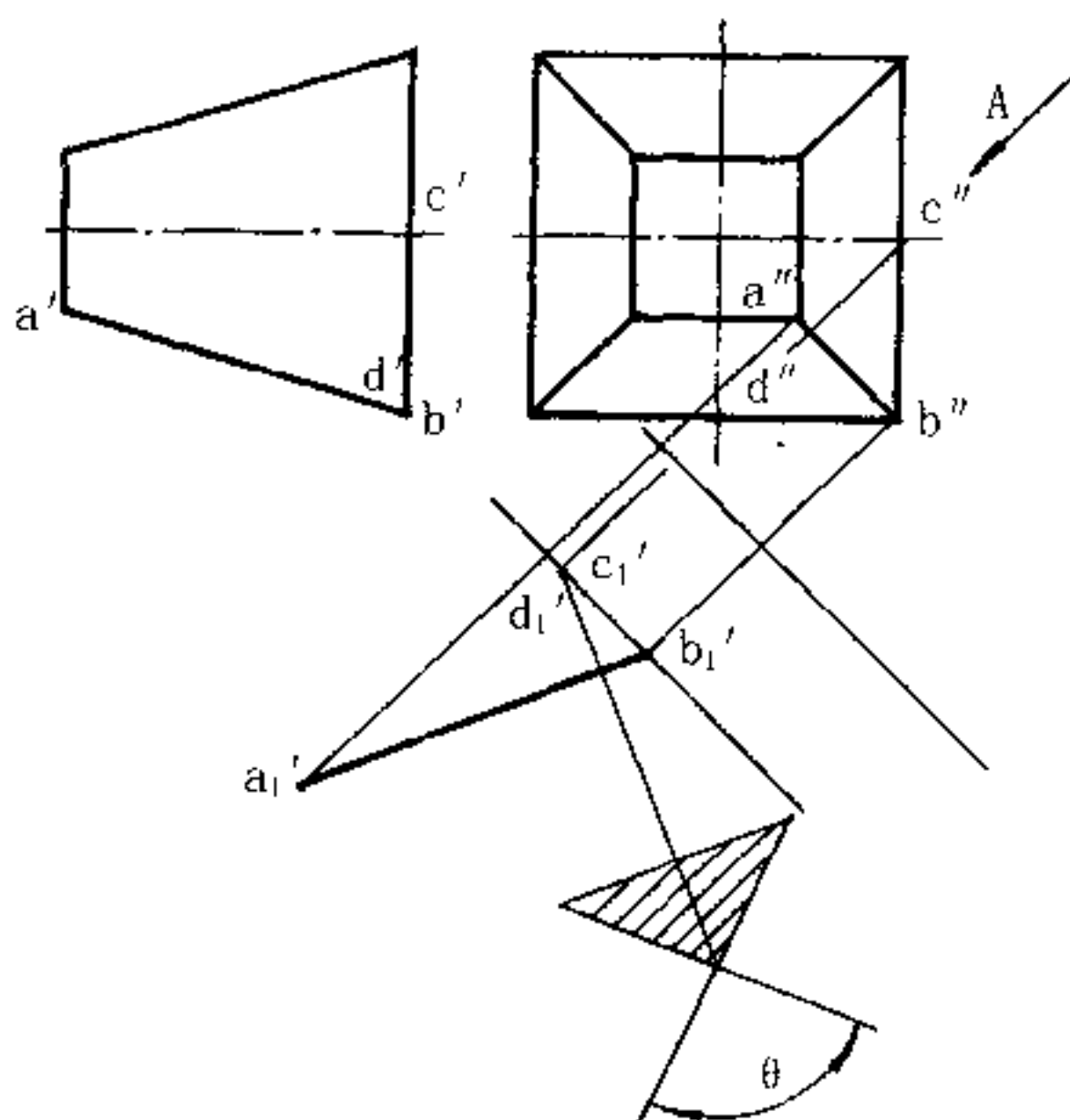


图 E-5

例 E-6 求平面 ABC 与平面 ABD 的夹角 θ 。

与例 E-5 相似，只是在换面时要把整个立体换面，注意换面时圆柱的轴线要与 A 向平行，为了要画交线的图形，应将交点 1、2、3、4 返回 W 投影求得各点位置（即宽度），然后画出图形，如图 E-6 所示。

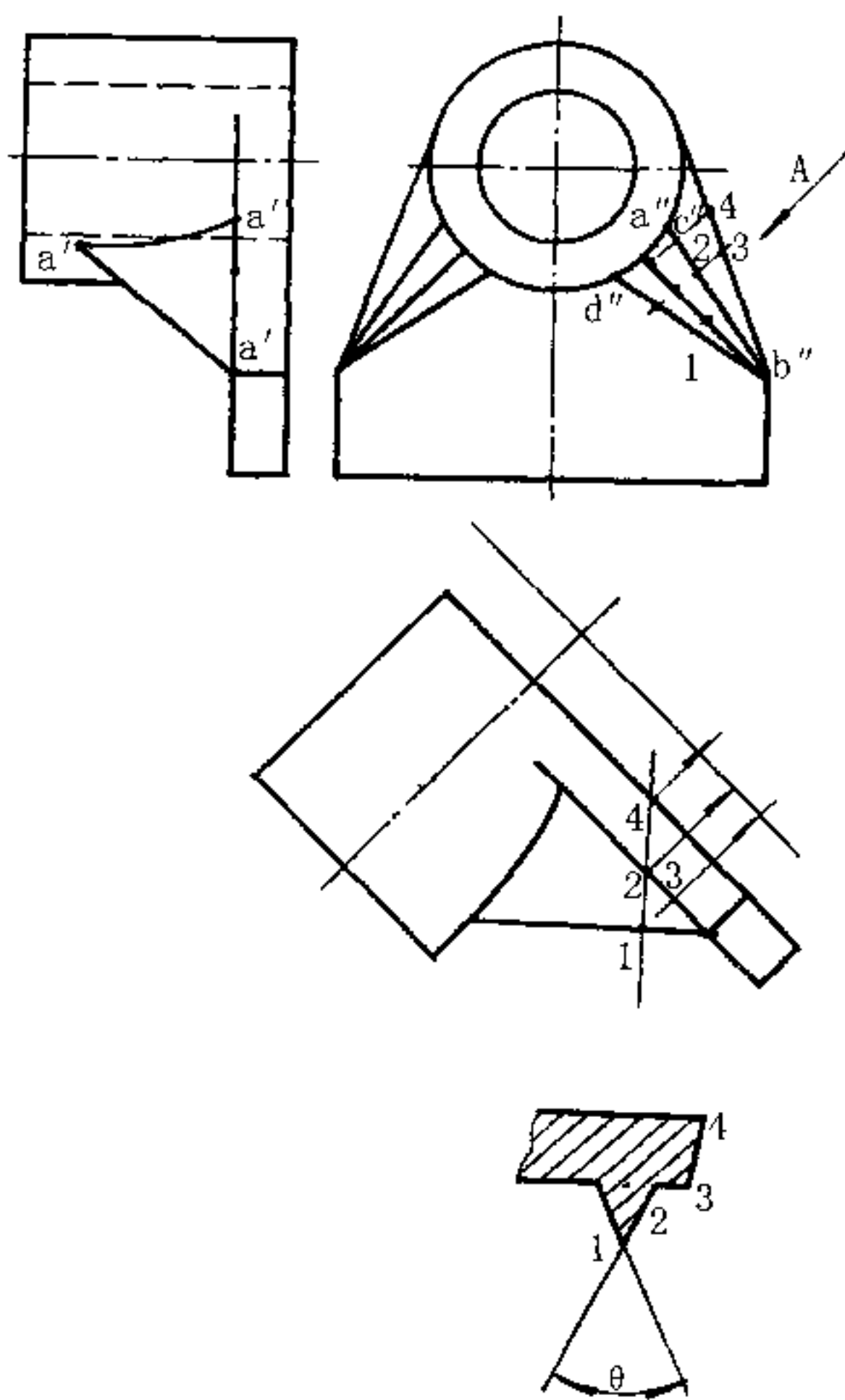


图 E-6

6. 轨迹法和交轨法

在较为复杂的题目中,有些题目与轨迹有关,只要把轨迹分析清楚后,按照轨迹的概念与思路去作图,就可以求得题目的解答。有些题目,不用轨迹的概念也能求解,但如果用轨迹分析方法求解,就会对题目的解答了解得更透彻,这就是所谓“站得高看得远”;有时题目比较复杂,其实就是复杂在它是两个或几个轨迹相交或相切的问题,只要能求得几个轨迹的交线或交点,甚至几个轨迹相切的切线或切平面,问题就可以得到解决。当然轨迹的投影作图比较复杂,所以在解题过程中,常要采取换面的方法。

在解轨迹题目之前,下面这些常见轨迹分析与作图应该预先了解。

- 与一已知点成定距的点的轨迹是球面。
- 与已知直线相交并成定倾角的直线的轨迹是圆锥面。
- 与投影面成定角的直线,其轨迹是一轴线与投影面垂直的圆锥面。
- 过已知点与投影面成定倾角的平面的轨迹是与圆锥面相切的切平面族(该圆锥的轴线与投影面垂直)。
- 与一已知平面成定距的直线的轨迹是与该平面成定距的平面。
- 与一直线成定距的平面是以该直线为轴线,以距离为半径的圆柱的切平面族。
- 与两已知点成等距的点的轨迹,是连接该已知点的直线的中垂面。

(1) 用轨迹法

用轨迹法解题是更好的方法。

下面几个例题,不用轨迹作图也可以解答,但很复杂,如果用轨道作图就会很简单。

例 F-1 在 L 线上取一点 K,令点 K 到点 A 距离为 20mm,如图 F-1 所示。

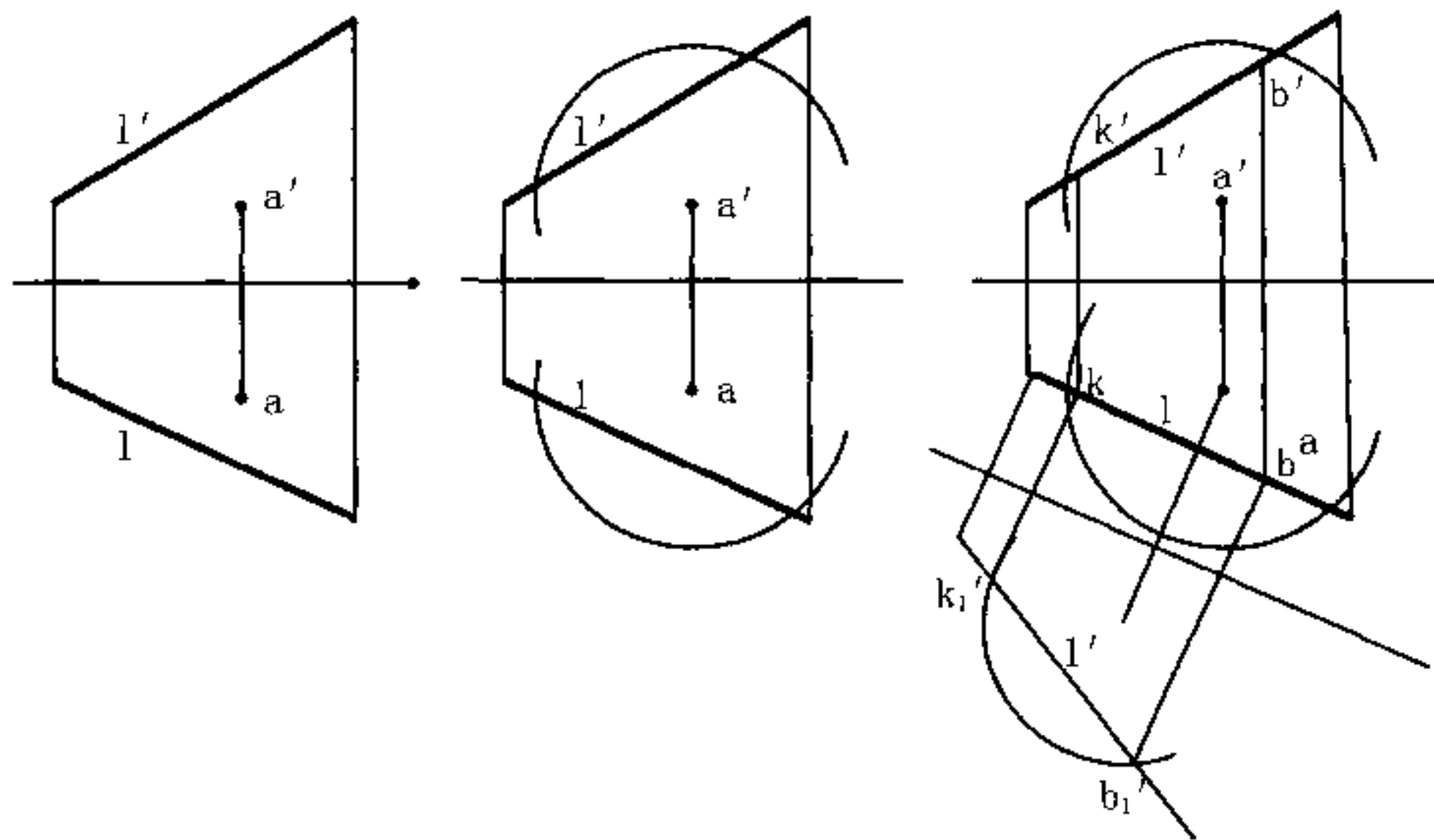


图 F-1

此题实则求直线 L 与以点 A 为中心 20mm 为半径的球的交点,故作图步骤很简单:

- 以点 A 为中心,作半径为 20mm 的球

- 将L线换面, 使L线成平行线 l_1' , 经过1作铅垂面I, 它与球的交线是圆, 此圆的V₁投影反映真形。
- 将 l_1' 与圆的交点 k_1' 、 b_1' 返回求得 k 、 k' , b 、 b' , 即为所求, 故本题有两解。

例 F-2 过点A作直线与H面成 45° , 与W面成 30° , 如图 F-2 所示。

根据轨迹分析, 此题解法是求两圆锥的交线如图 F-2 所示。为便于求解, 特意将两圆锥的母线设计成等长。解题步骤如下:

- 过点A作两圆锥底角为 α 与 γ
- 两圆锥底圆交点 k' 即为两圆锥的一个交点
- 连 $a'k'$ 即所求交线的V投影
- 利用底圆的水平投影, 可以很容易地求得交线的另一投影 ak

利用轨迹作图可以很清楚地看出, 当

$\alpha + \gamma > 90^\circ$ 时, 此题无解

$\alpha + \gamma = 90^\circ$ 时, 此题单解

$\alpha + \gamma < 90^\circ$ 时, 进此题有解 (此题有几解)

本题虽然是用轨迹求解, 似具有普遍性, 但仍略显特殊性, 如果将其扩展成下题则更具普遍性。

例 F-3 过点A作一直线, 与直线L成 θ 角与M直线成 ϕ 角, 如图 F-3 所示。

从轨迹分析看, 此题解答仍是两圆锥交线, 只不过是解法更具一般性。具体解题步骤如下:

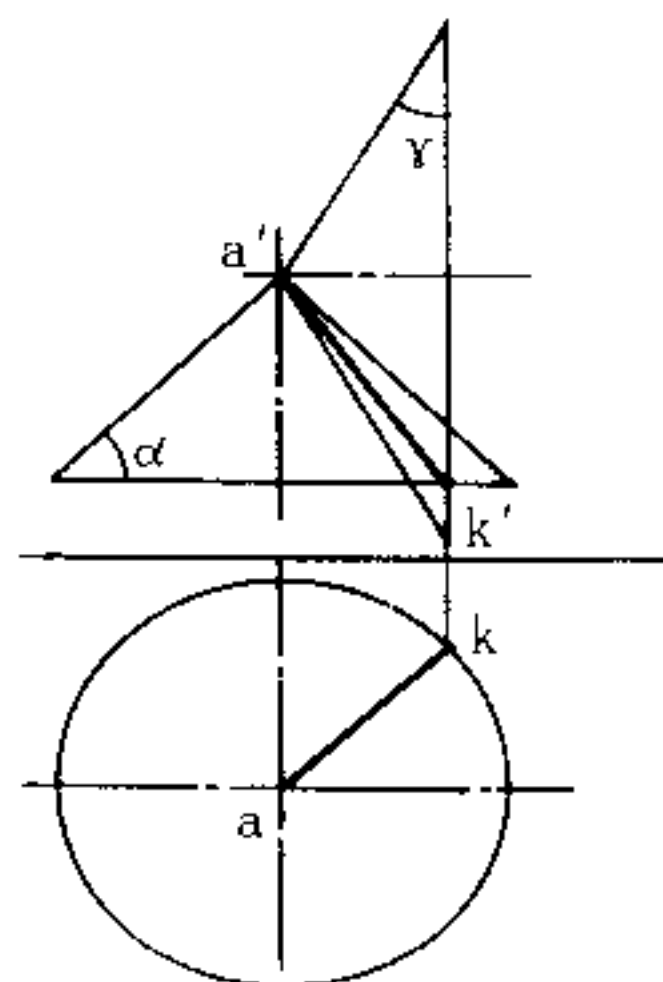


图 F-2

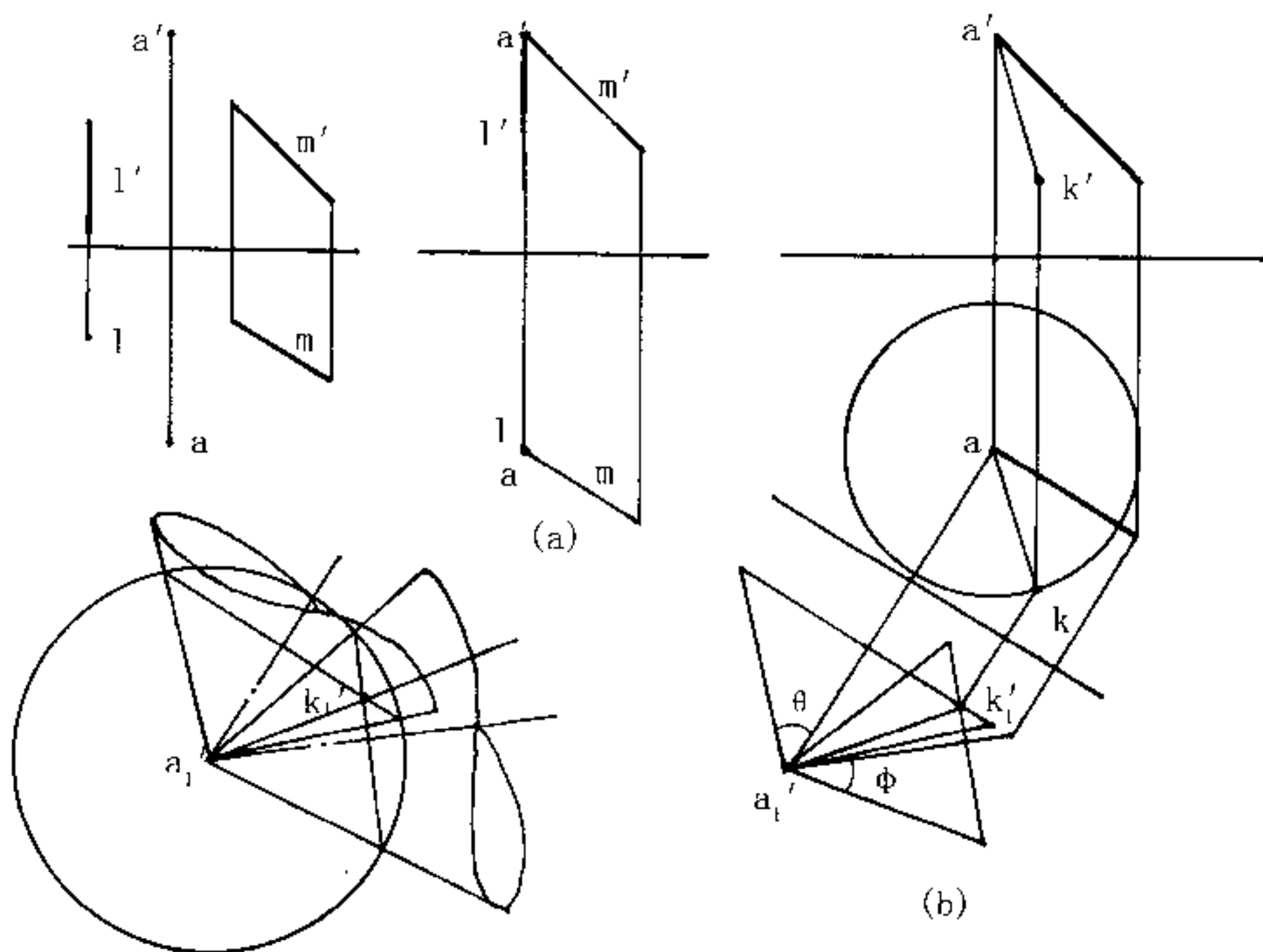


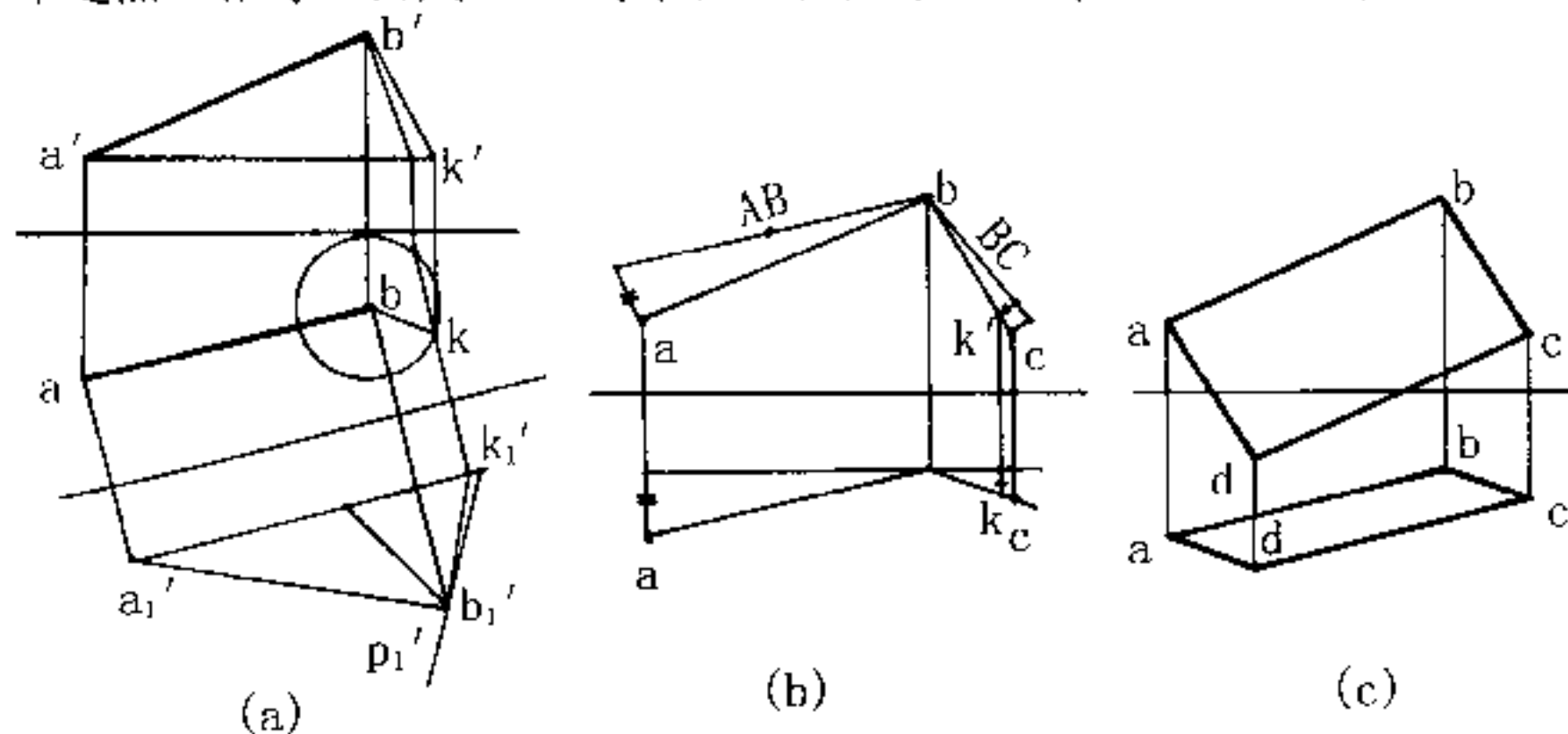
图 F-3

- 将L与M直线平移至A点,如图F-3(a)所示
- 将L线M线组成的铅垂面换面,如图F-3(b)所示
- 在 V_1' 投影上画出两圆锥,为便于求解仍使两圆锥母线等长
- 两圆锥底圆交点 k_1' , $a_1'k_1'$ 即所求直线
- 将 $a_1'k_1'$ 返回求得 ak 和 $a'k'$

在求两圆锥交线时,有时亦可不用等长母线的作法,如用辅助球面的方法。即作一任意半径辅助球,其与圆锥交线仍为圆,投影为直线,故两交线的交点 k_1' 即所求交点。

例F-4 已知ABCD平面图形为矩形,且已知 $\alpha_{AB}=60^\circ$, $BC=\frac{1}{2}AB$,完成其V、II投影,如图F-4所示。

此题解法是作AB的垂面P,在P面上找一条与H面成 60° 的直线BC即所求解答。用轨迹作图即过点B作与H面成 60° 的锥面,然后求P面与锥面交线。其具体作图如下:



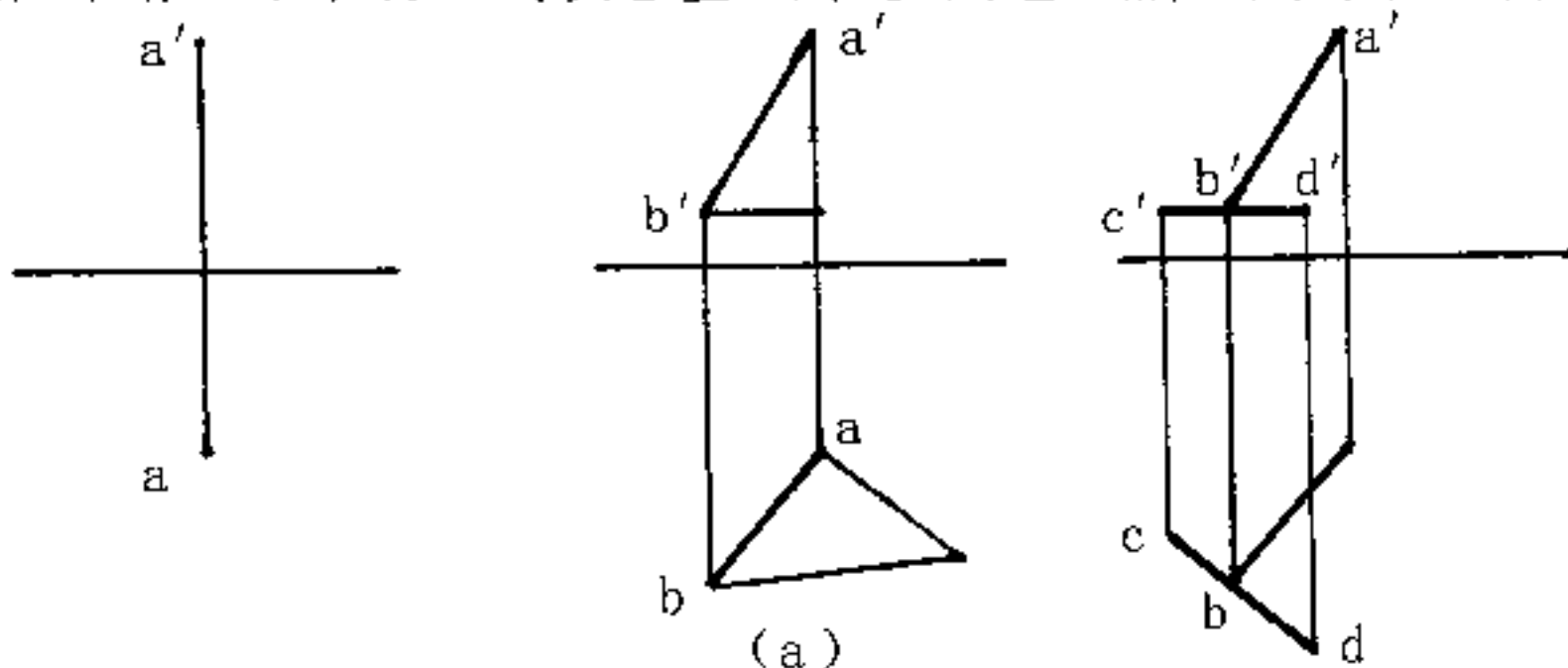
图F-4

- 将直线AB换面成平行线 $a_1'b_1'$
- 过点 b_1' 画底角为 60° 的圆锥,过点 b_1' 作直线AB的垂面 p_1' ,如图F-4(a)
- 利用积聚性 $b_1'k_1'$ 即圆锥与垂面交线的 V_1 投影
- 将 k_1' 返回得 bk , $b'k'$,在BK上任取一点C,令 $BC=\frac{1}{2}AB$,如图F-4(b)所示
- 利用平行性即可画出平面图形ABCD,如图F-4(c)所示

从轨迹角度来看,此题的空间关系更清楚透彻,当AB的 α 角给得不合适时,圆锥与垂面没有交线。显然, $\alpha_{AB} + \beta_{BC}$ 必须小于 90° ,否则本题无解。

例F-5 过点A作一平面P,令 $\alpha_p=45^\circ$,如图F-5所示。

不用轨迹法,本题的作法是,过点A先作一直线AB,令 $\alpha_{AB}=45^\circ$,以它为最大斜度线,再过点B任作一水平线CD与其垂直,则这两条直线所组成的平面即为所求。



图F-5

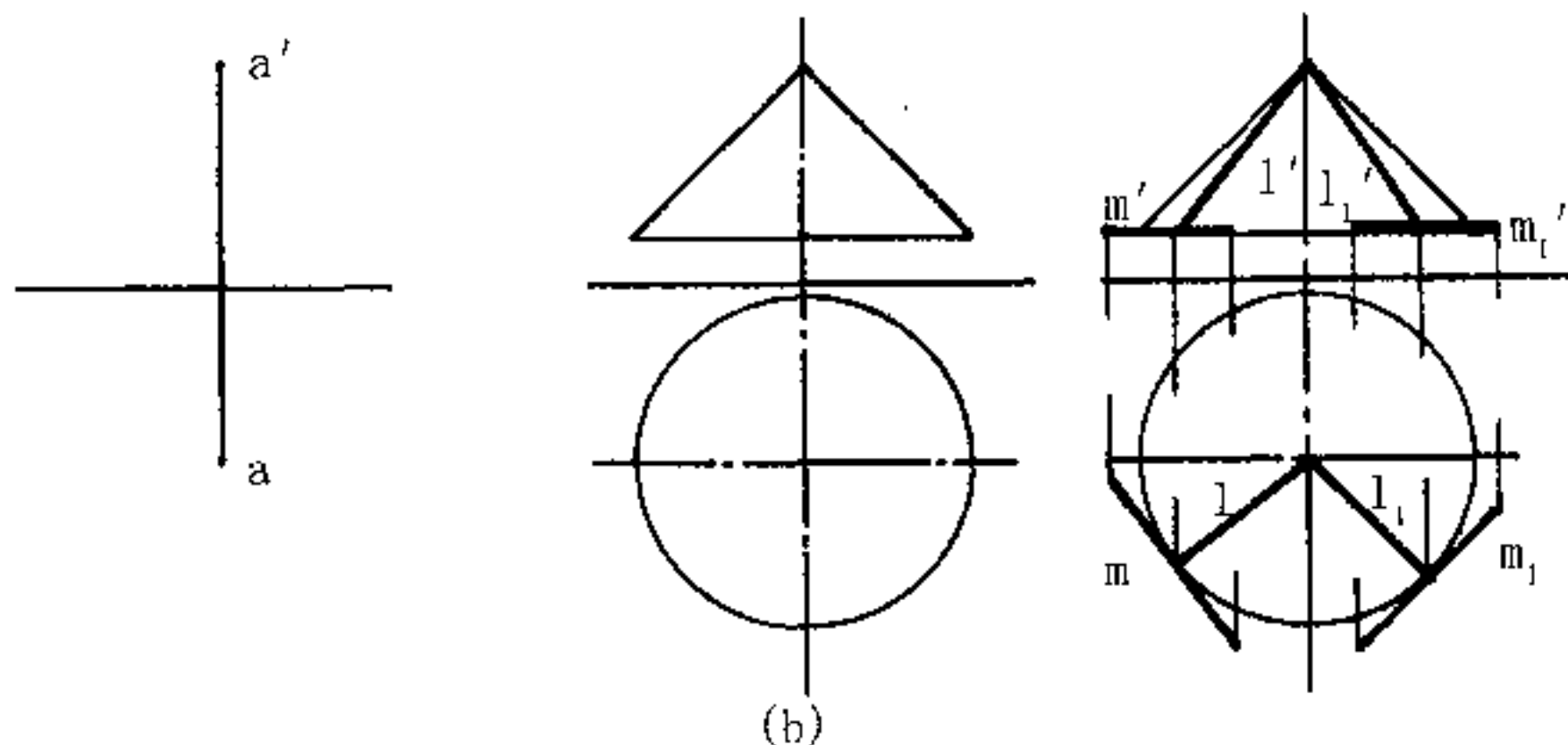


图 F-5(续)

用轨迹作法, 本题的作法是过点 A 作一个与 H 面成底角为 45° 的圆锥, 即圆锥上的任一素线均与 H 面成 45° 角, 故以任一素线 L 和与其垂直的一条水平线 M 构成的平面则为本题目的解答。故本题为无穷多解, 其作图简单明了。

从轨迹的角度看, 本题的解答实为作圆锥的切平面 ($L \times M$ 则为切平面)。下面的例题只有用切平面的概念才能更方便地解题。

例 F-6 过点 A 作一平面与 H 面成 60° 角, 且与直线 N 平行, 如图 F-6 所示。

本题解答实为作圆锥的切平面, 但切平面有无数解, 若还要与 L 线平行, 则解答仅一解或二解, 其具体作图步骤如下:

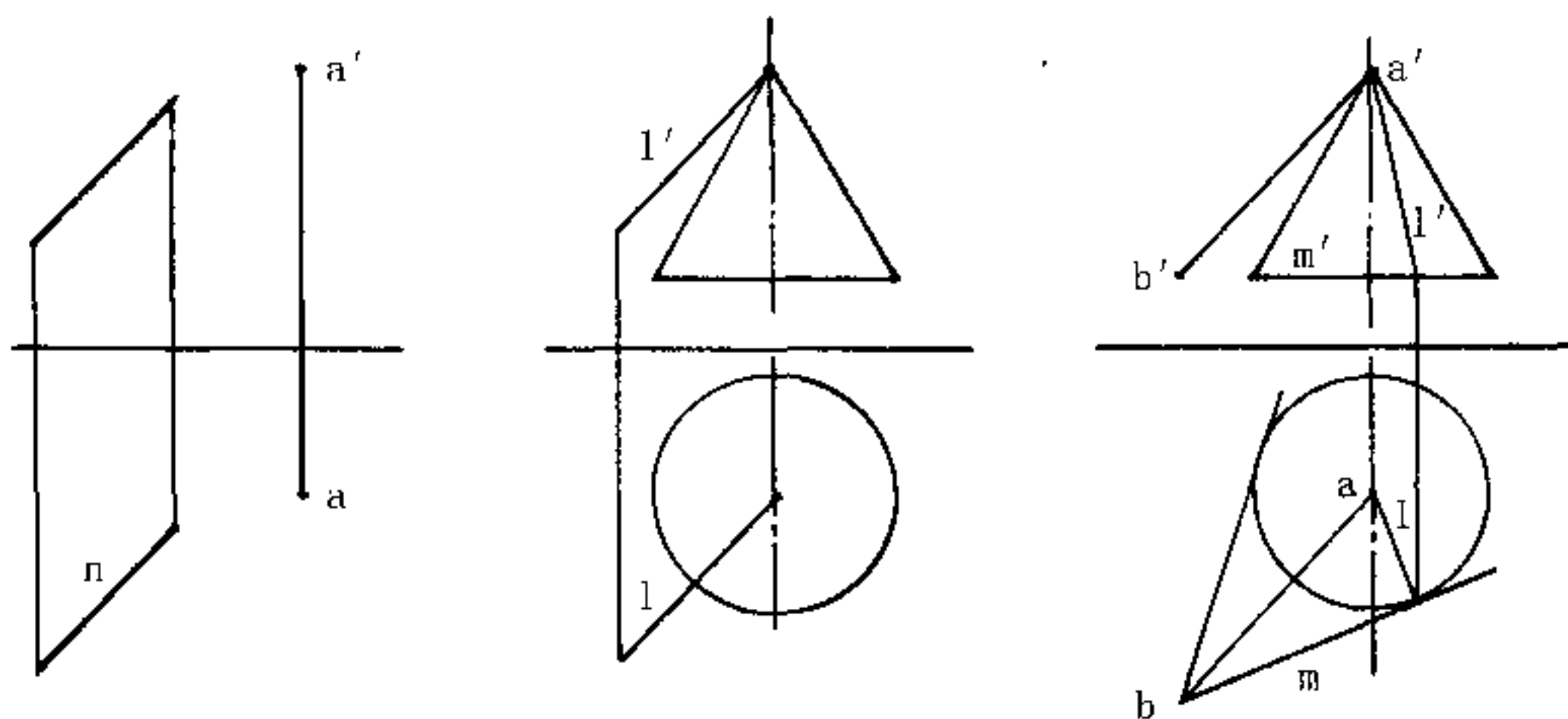


图 F-6

- 将直线 N 平移至点 A, 过点 A 作一底角为 60° 的圆锥
- 为使所平面包含直线 N, 将 N 延长至与圆锥底圆同高的 b'
- 过点 b 作圆的切线, 过切点画 L 线
- $L \times M$ 为所求平面 (圆锥切平面), 其 α 角为 60°
- 因 A 与 B 均在 ($L \times M$) 的平面上, 故 ($L \times M$) 平面过直线 AB

(2) 轨迹切平面法

有些题目, 只要能把轨迹分析清楚, 就不难求得解答, 不至于无从下手, 不知如何作图。

例 F-7 已知直线 AB 距 P 面 20mm, 完成其投影, 如图 F-7 所示。

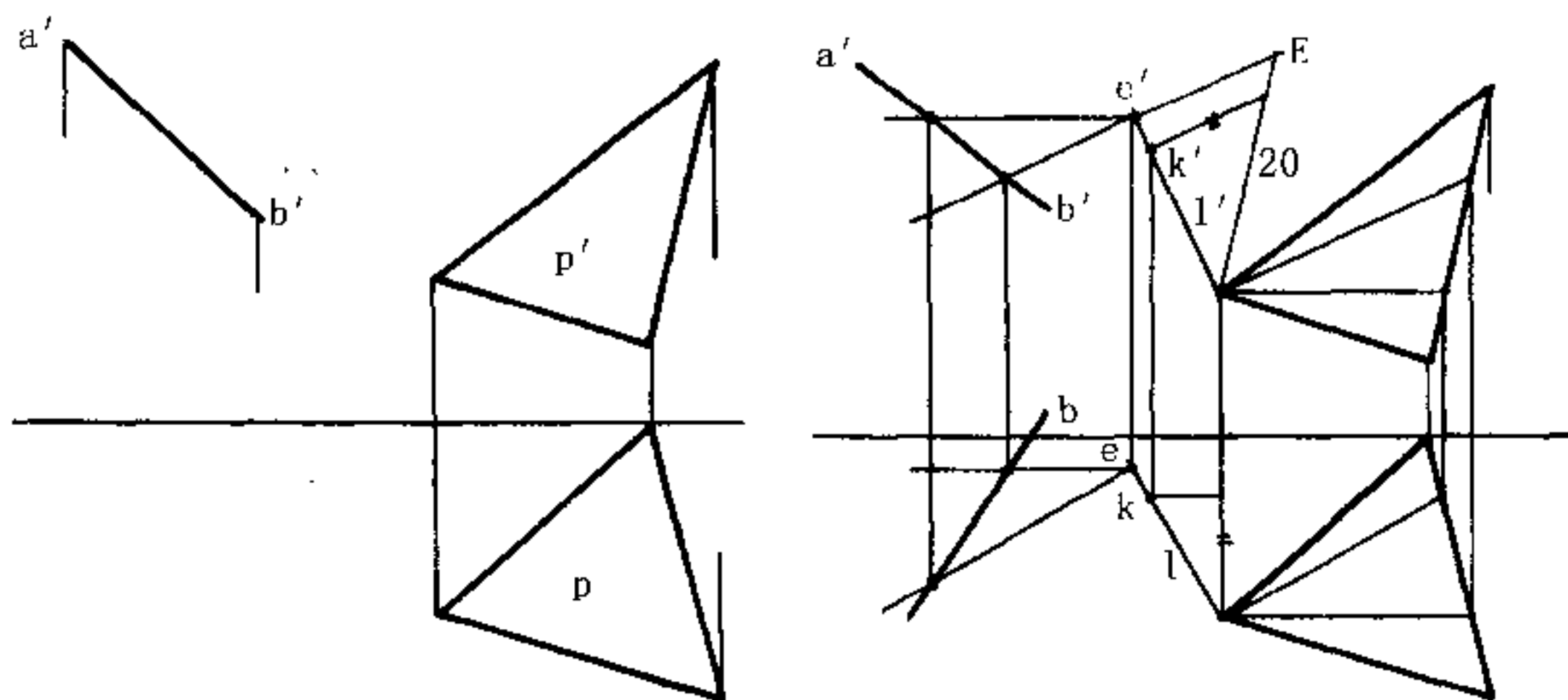


图 F-7

本题只要分析出 AB 位于与 P 面平行且距离为 20 的平面上就不难作图，其解题作图步骤如下：

- 在 P 面上任取一点，作 P 面的垂线 L
- 在 L 线上任取一点 K，求真长，在真长上取 20mm 得点 E，返回投影 $e' e$
- 过点 E 作平面 Q 平行于 P，在 Q 面上，已知 ab 求 $a' b'$ 即为所求

下面几个题目均与轨迹有关，只要分析清楚就不难作图。

例 F-8 过点 A 作直线 M，令 $M \parallel P$ ，且与 L 线相交，如图 F-8 所示。

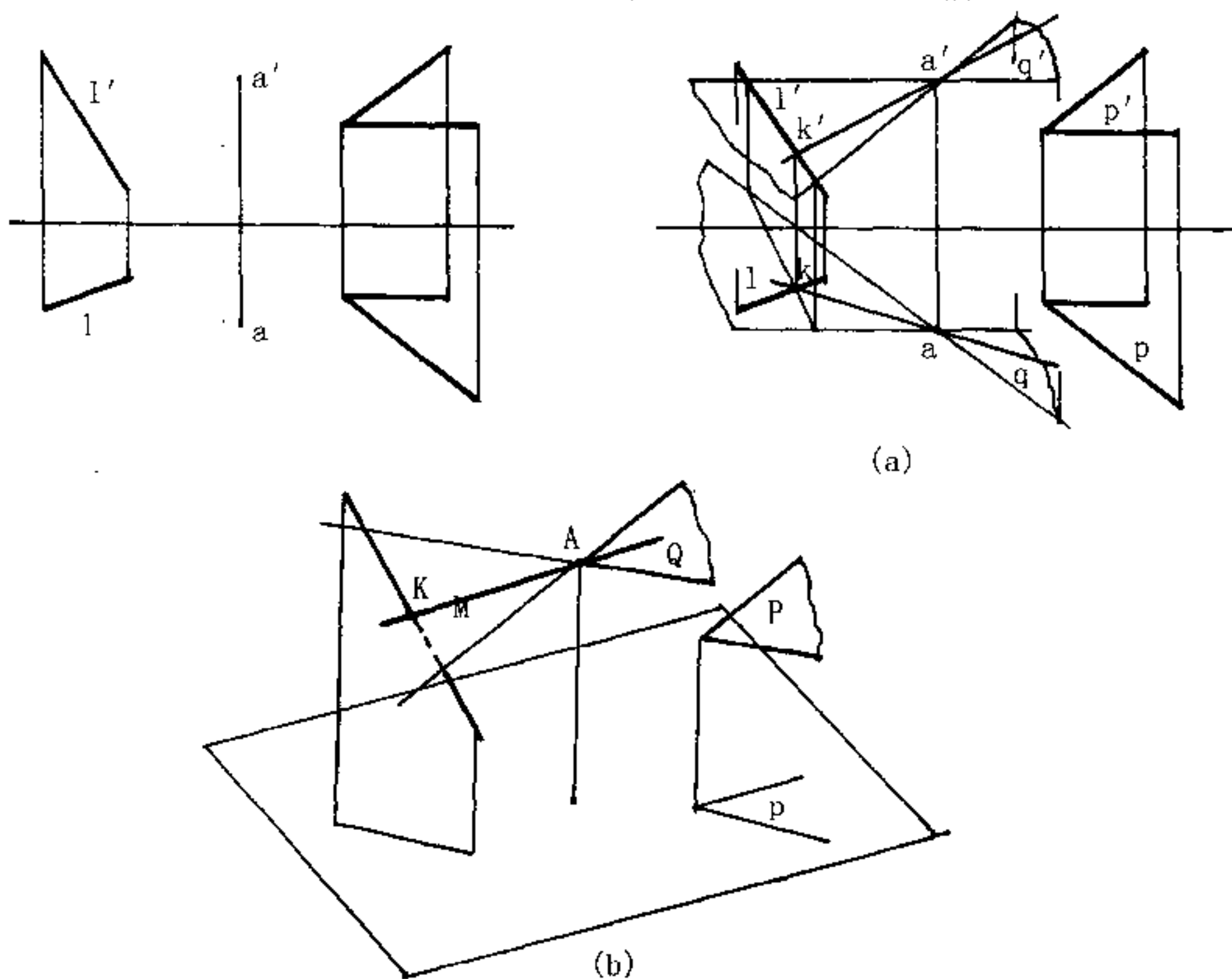


图 F-8

如图 F-8 所示, 从轨迹分析可知, 直线 $M \parallel P$, 故其轨迹应在过点 A 且与 P 面平行的 Q 面上。又直线 M 要与 L 线相交, 故只要求出 L 与 Q 面穿点 K, 连 AK 即为所求直线, AK 即直线 M, 故其作图步骤为:

- 过点 A 作 $Q \parallel P$
- 求 L 与 Q 穿点 K
- 连 AK 即为所求

例 F-9 已知菱形 ABCD 的一边 AD 在直线 AE 上, 另一边平行于 $\triangle LMN$, 点 B 在直线 FG 上, 完成菱形的 V、H 投影, 如图 F-9 所示。

本题似乎很难, 但如果用轨迹分析来解就很简单。即 AB 边应在过 A 点与 $\triangle LMN$ 平行的平面上, 设该平面为 Q, 而点 B 不仅在 Q 面上, 而且还在 FG 上。故点 B 应为 FG 与 Q 面的穿点, 菱形另一边 AD 在 AE 上, 因菱形的对角线应相互垂直, 边应相等。所以先求 AB 真长, 然后取 $AD=AB$, 利用平行性即可完成作图, 故本题作图步骤如下:

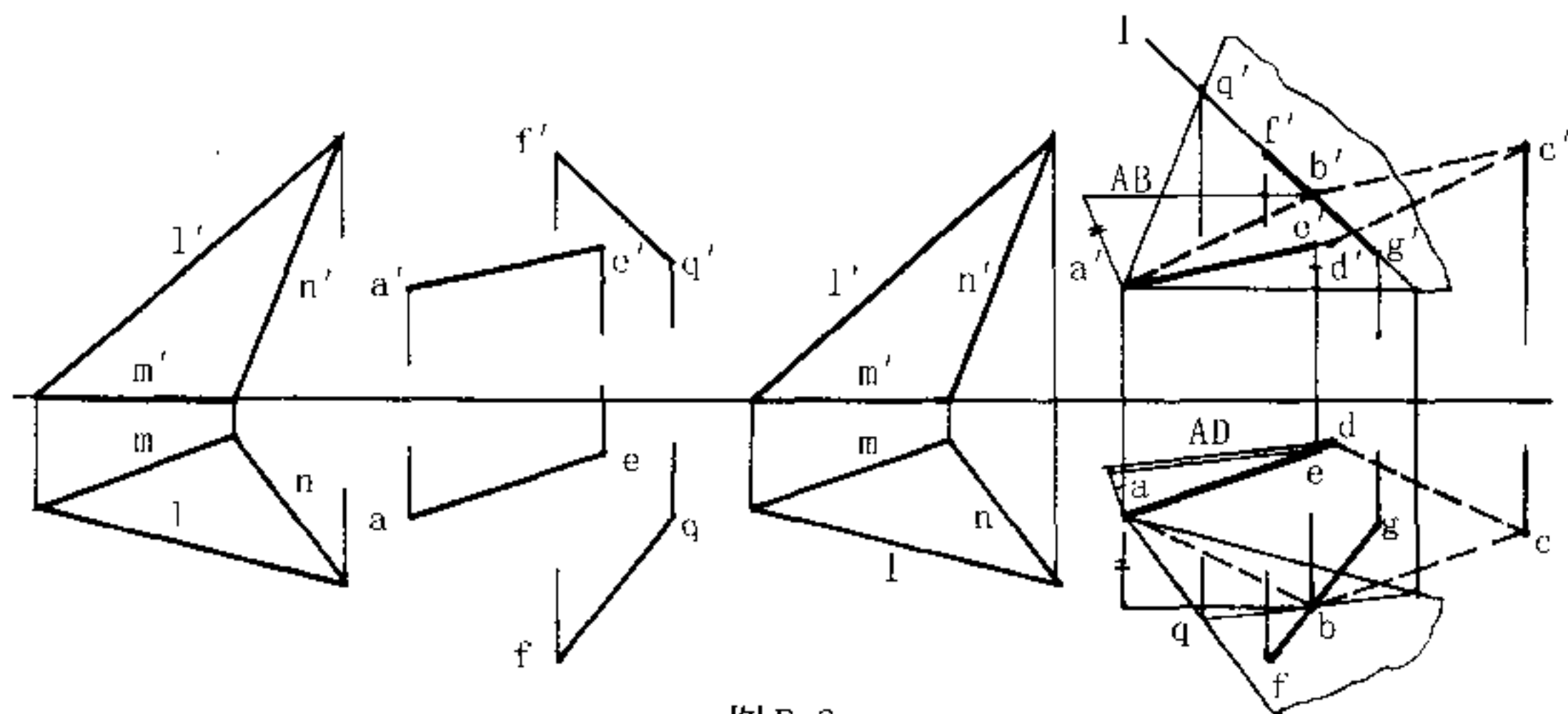


图 F-9

- 过点 A 作 $Q \parallel \triangle LMN$
- 求 FG 与 Q 面穿点 B (利用辅助面 I)
- 求 AB 真长
- 求 AE 真长, 取 AE 真长上的一段 AD, 令 $AD=AB$
- 利用平行性即可完成 ABCD 的投影 (为使图形清晰, 将 ABCD 用虚线表示)

(3) 交轨法

有些题目是明显的几个轨迹相交的交线或交点问题, 因此只要将几个轨迹画出来, 然后求交, 就能很快求得解答。

下面是几个这类题目的图例。

例 F-10 在 P 面上求与点 A、B 等距的点, 且要求该点距 H 面 10mm, 如图 F-10 所示。

与 AB 等距点的轨迹即 A、B 两点连线的中垂面, 要在 P 面上求这样的点, 只要求出 P 面与中垂面的交线 M, 然后在 M 直线上找 $z=10\text{mm}$ 的点 K 即可, 点 K 即为所求。故本题作图并不难, 其解题步骤如下:

- 将 A、B 两点连线
- 作 AB 中垂面 Q ($L \times N$)

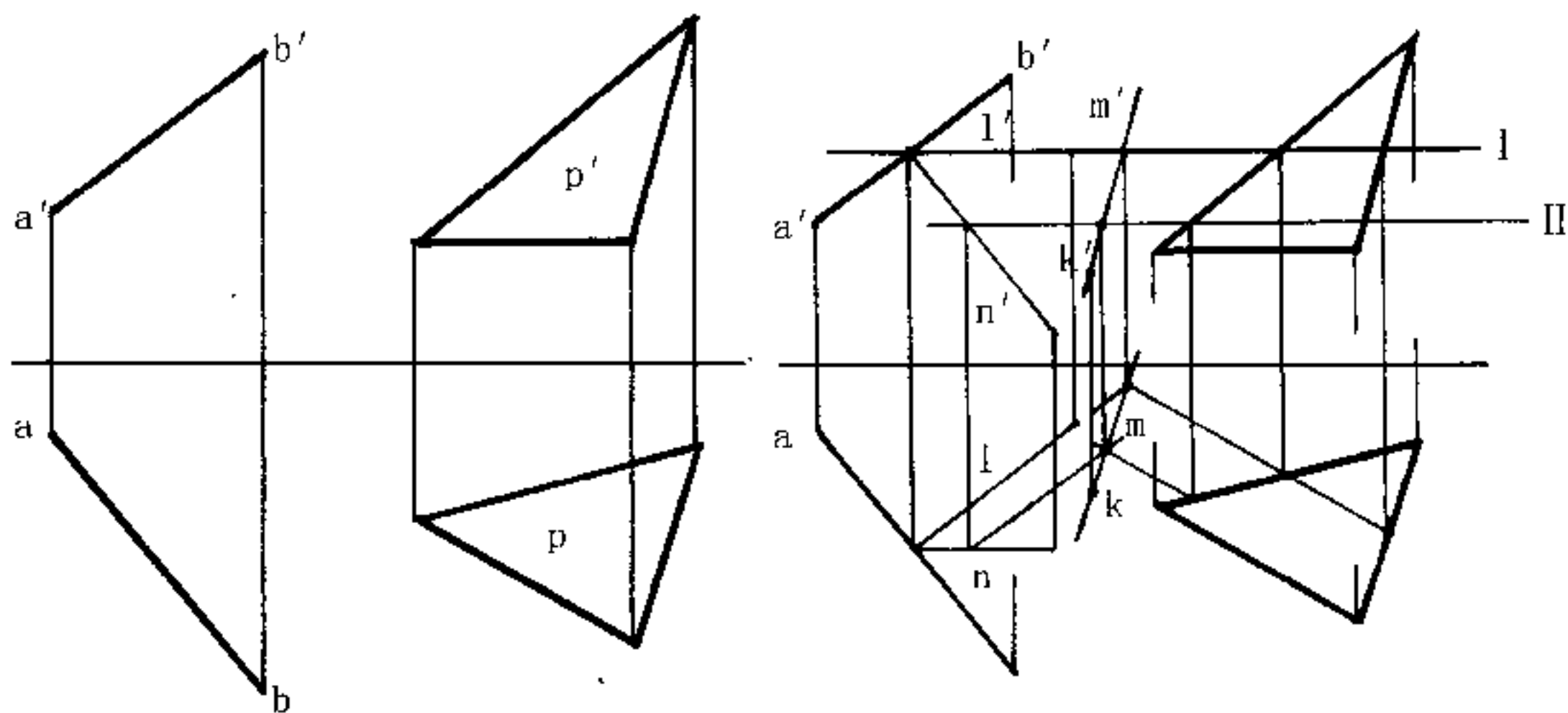


图 F-10

- 求 P 与 Q 的交线 M (利用辅助面 I、II), 即直线 M 上的任意点与 A、B 等距
- 在直线 M 上找 $z=10\text{mm}$ 的点 K
- 点 K 即所求轨迹交点

例 F-11 过点 A 作直线 M, 令 $M \perp L$, 且 $M \parallel P$; 如图 F-11 所示。

从轨迹分析看, 若 $M \parallel P$, 则其轨迹为过点 A 与 P 面平行的 Q 面上; 若 $M \perp L$, 则其轨迹为过点 A 与 L 线垂直的垂面 R 上。若要同时满足上述两个条件, 则所求直线必为上述两轨迹平面的交线, 其作图相当简单。图中 AK 即为所求直线。作图步骤如下:

- 过点 A 作 $Q \parallel P$
- 过点 A 作 $R \perp L$
- 作辅助平面 I, 求得交点 K
- 连 AK 即为所求直线

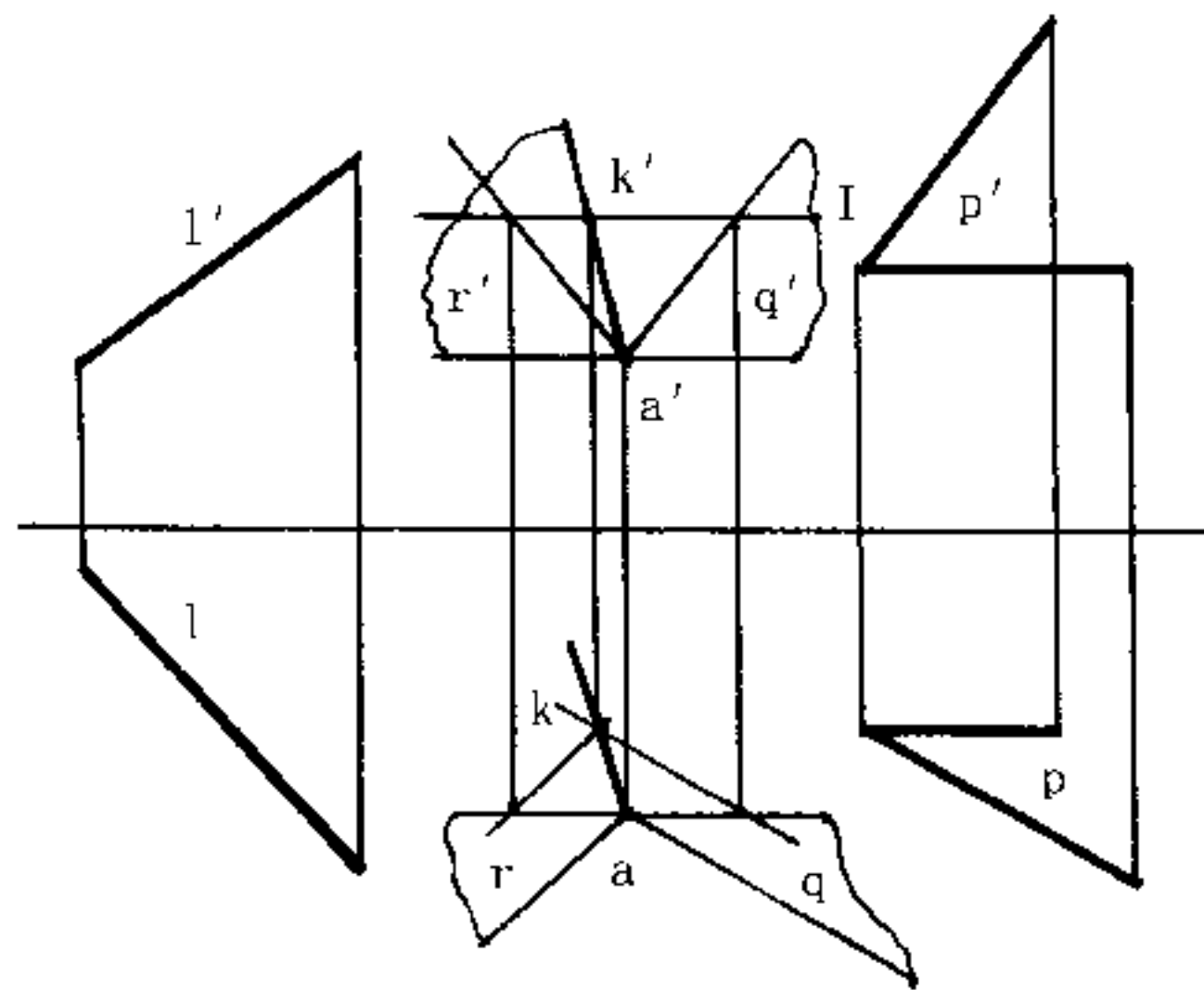


图 F-11

例 F-12 过点 A 作直线与直线 L 和 M 都垂直 (交叉垂直), 如图 F-12 所示。

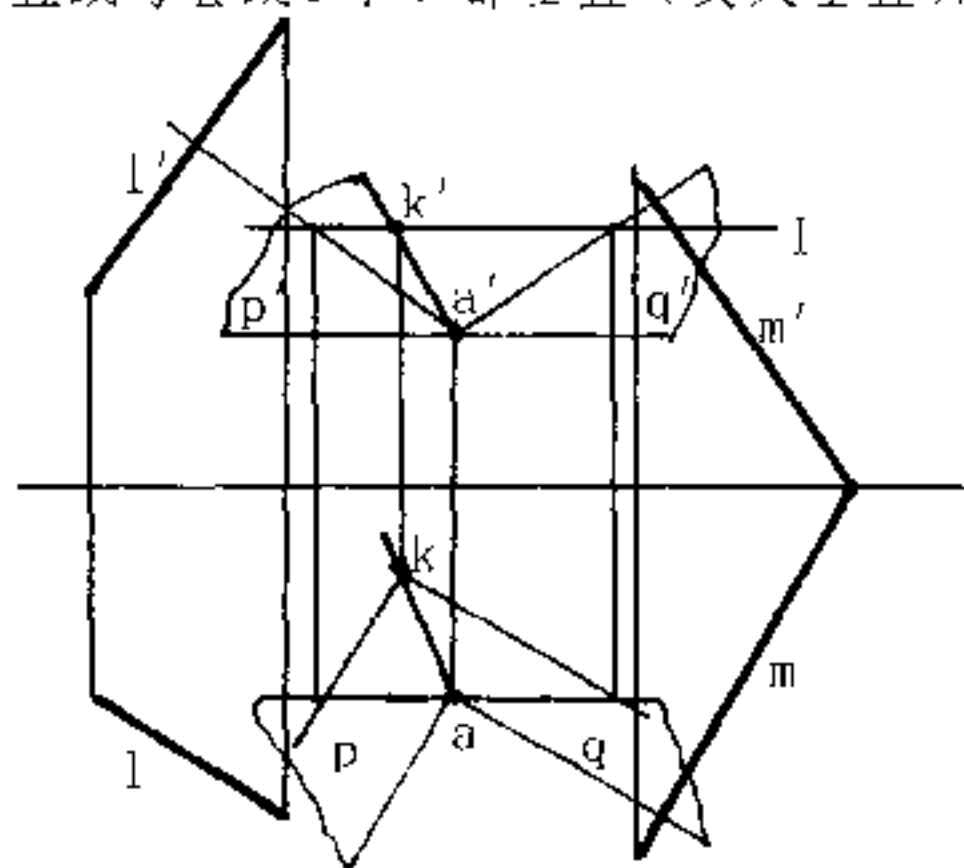


图 F-12

过点 A 与 L 线垂直的直线的轨迹在过点 A 所作与 L 线的垂面上, 这个垂面上的任何直线都和 L 线交叉垂直。同理, 过点 A 与 M 线交叉垂直的线也在 M 线的垂面上。因此过点 A 作 L 线的垂面 P, M 线的垂面 Q, P 和 Q 的交线 AK, 即为两轨迹的交线, 即为所求解答, 其作图相当简单, 如图 F-12 所示。

(4) 轨迹与切平面问题

有些问题, 经简单分析亦可解答, 但只是就事论事, 应付作题, 对问题理解不透。如果作详细空间分析就可发现, 其实是空间轨迹切平面问题, 下面的题就是这样一个例题。

例 F-13 作一平面 P 距点 A 15mm, 且与直线 L 平行, 如图 F-13 所示。

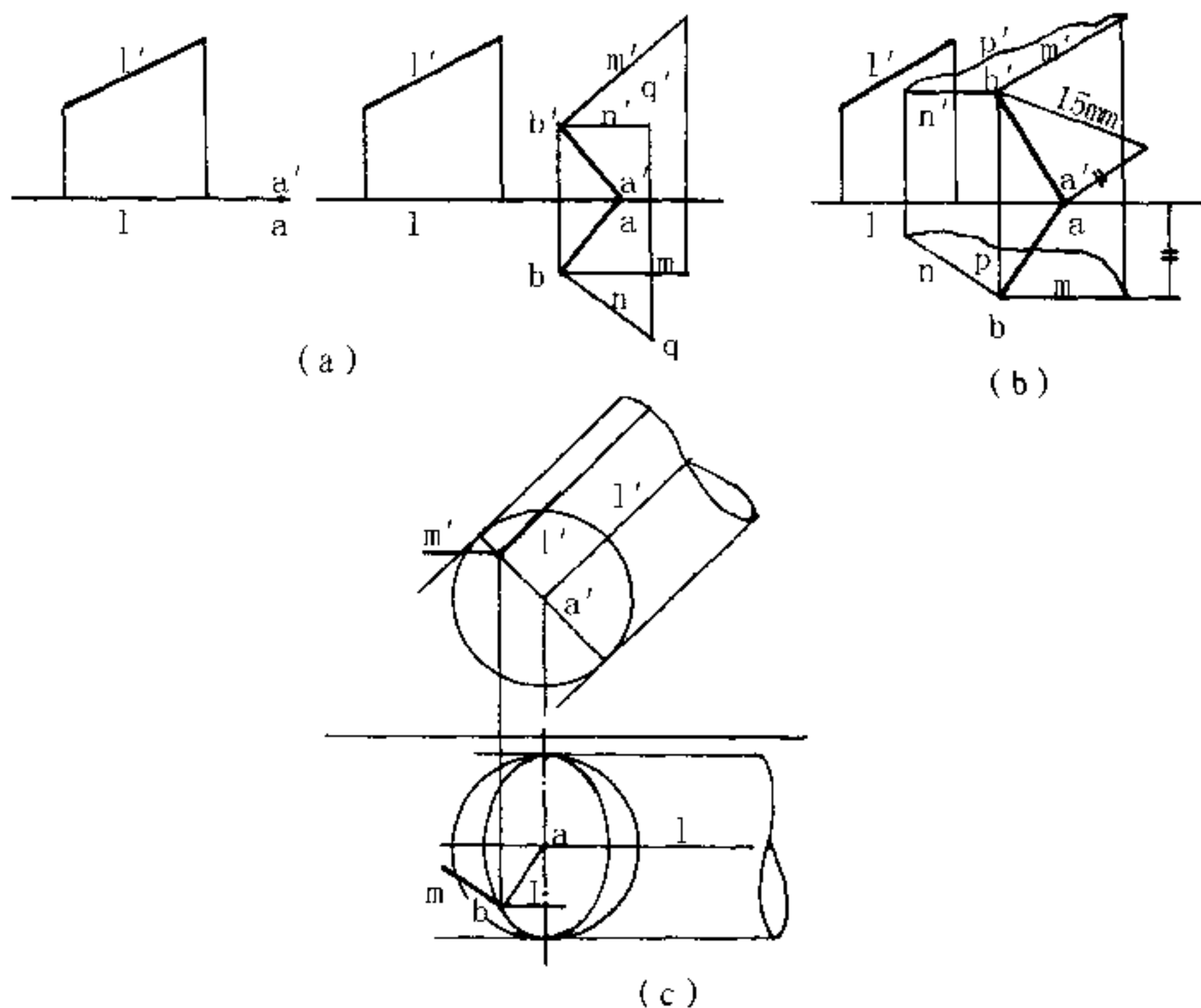
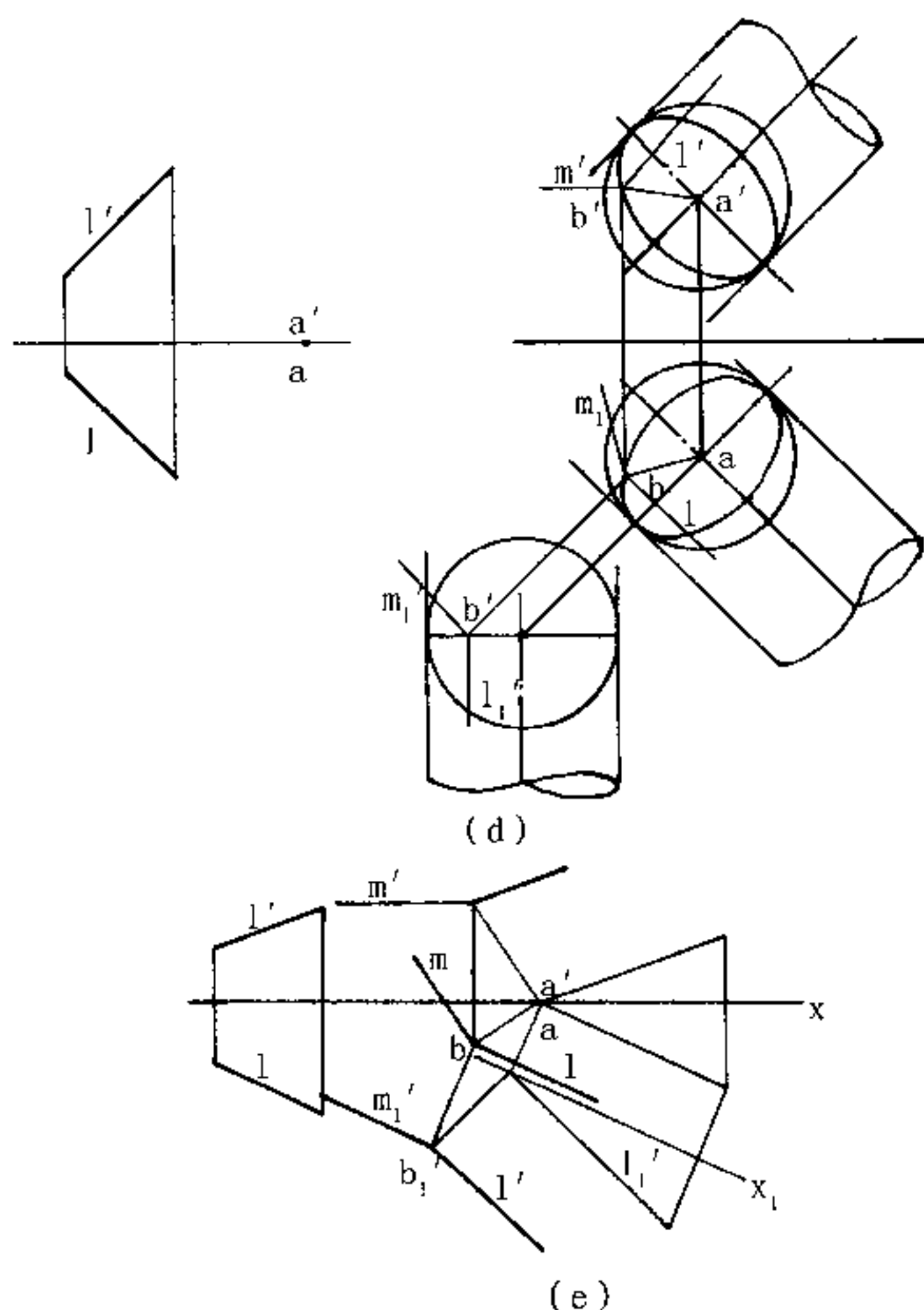


图 F-13



图F-13(续)

此题用反推法或逼近法均可简单解题，如图F-13(a)所示，作直线AB，然后过点B作Q面与AB垂直，则Q面距点A为长度AB，现在的问题是如何使 $Q \parallel L$ ，所以通过反推法，其解题步骤已经形成，如图F-13(b)所示。

- 取 $a'b' \perp l'$ ，只要 $a'b' < 15\text{mm}$ 即可
- 由 $a'b'$ 和真长15mm可求出ab
- 过点B作平面 $P \perp AB$ ，此时平面P(M × N)中的直线M与L平行，故 $P \parallel L$ ，即为所求平面

如果L是一个一般位置直线，问题就难以解决，因为 $a'b' \perp l'$ 已经不能满足要求，AB不垂直于L，故本题应通过轨迹分析来解决。

与点A距离15mm的平面的轨迹是，以点A为圆心，半径为15mm的球面的切平面，这样的切平面有无数个，如果该切平面还要与直线L平行，则其轨迹为过球心作直线 $\parallel L$ （或将L平移至球心），以L为轴线作一圆柱与球相切，显然其切线为一个与球相切的圆，如图F-13(c)所示，在这个圆上任何一点所作的球的切平面均满足要求，故本题有无穷多解，因为点 b' 可以是任意的。

如果L是一般任意直线，就必须用换面法来解决，如图F-13(d)所示。换面以后， $\frac{V_1}{H}$ 与图F-13(c)中的 $\frac{V}{H}$ 就完全相同，可以用图F-13(c)的作法将其返回，即为所求。图F-13(e)是当点A在x轴上时的作法。

7. 形体分析法与线面分析法

对于立体部分，既要求能够从投影图中想像出立体的形状，又要求能用投影图表达一个复杂的立体，如立体间的堆集、相交、被切割，特别是中室的形体，总之要求具备有较强的空间想像力。立体部分的习题通常采用二求三的形式，即给定两个投影，求作第三个投影，这就要求读者必须首先会看图，即从已知的两个投影想像出它们表达空间什么样的形体及其相互关系（相交、切割、实或空等），最后根据投影原理补作第三个投影，即正确地表达。

形体分析法即处理立体问题的方法，它是将复杂的立体分解成几个简单的几何体，然后逐个画出每个几何体的投影，最后画出它们的交线，并判断它们的可见性等。有时一个复杂的形体，可以看成是由一个简单的形体通过几次切割形成的，所以画图时，可以将它恢复成切割前的简单几何体，然后按切割的顺序来画图。

线面分析法强调立体是由面包围组成的，所以读者看图时应着重考虑该立体由哪些面组成，面与面有否交线，哪些面是可见的，哪些面是不可见的等，然后画每个投影图时，特别是二求三的，即考虑从这个方向看过去，能看到几个面，将它们的投影画出来。

当然，形体分析法与线面分析法是不能截然分开的，它们是相互联系的，只是解题时要灵活运用。下面是几个图例。

例 G-1 求 W 投影。

这个题可用形体分析法解题，即可看成是由一简单四棱柱体被切割两次形成的，故可按切割顺序画图，最后完成 W 投影，如图 G-1 (a) 和 (b) 所示。图 G-1 (c) 是本题最常见的错误答案。图 G-1 (d) 采用线面分析法解题，从该图中已能得出结论，W 投影能看出三个面，即侧平面 S'' ，正垂面 P'' 和铅垂面 Q'' 。

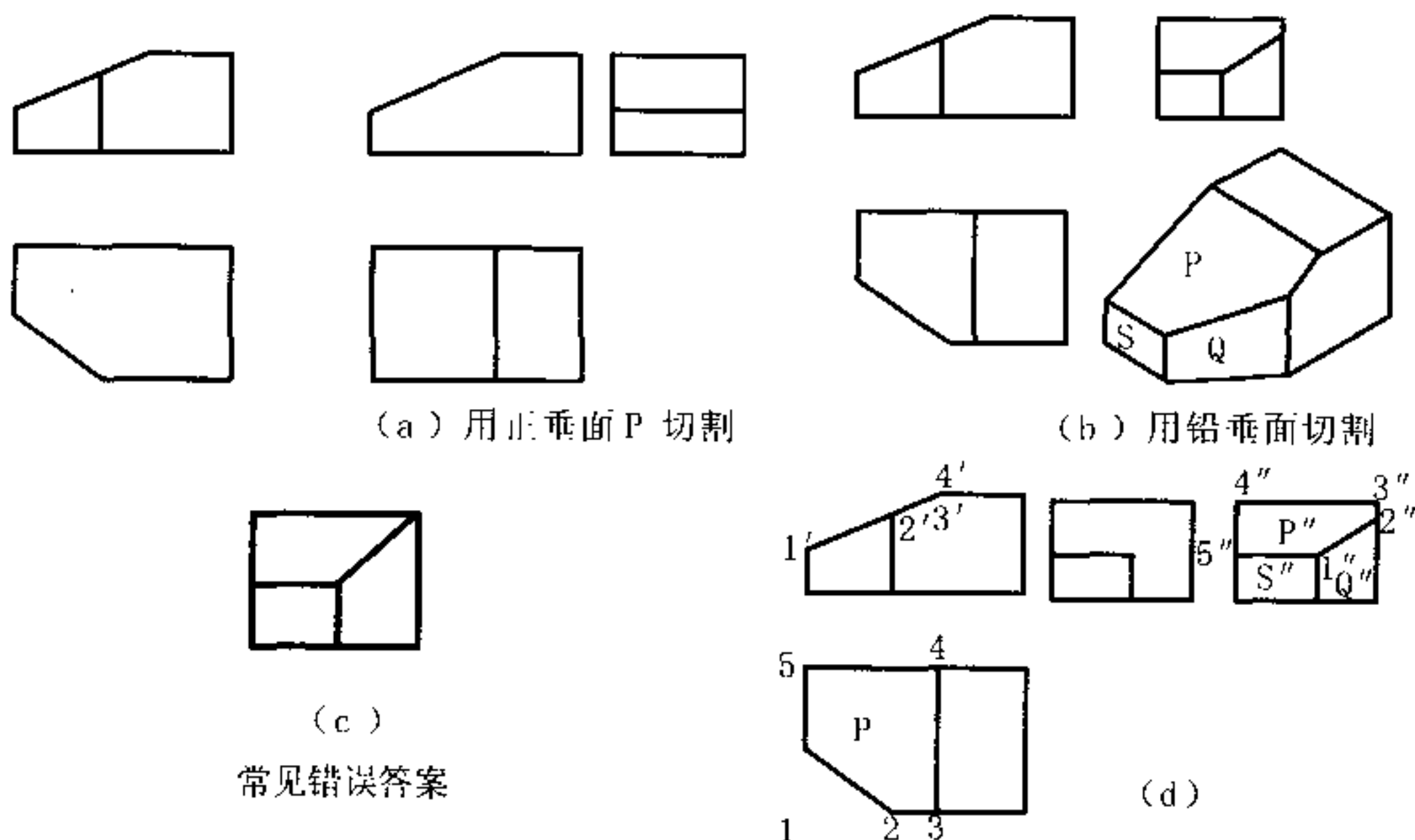


图 G-1

例 G-2 求 H 投影。

读图分析可看出, 此题有关键的三个平面: 正垂面 P, 它是个四边形; 侧垂面 Q, 它比较复杂 (图中的 q'), 是个十边形; 和右边的 R 平面, 它也是正垂面。所以本题用线面分析法作比较简单, 其画图顺序是, 先画顶面 (水平面, 矩形), 其次画 P 面, 其水平投影 P 和 P'' 亲似, 然后画 Q 面的水平投影 q, 它应和 q' 亲似, 接着画 R 平面, 最后画出不可见的面, 用虚线表示。

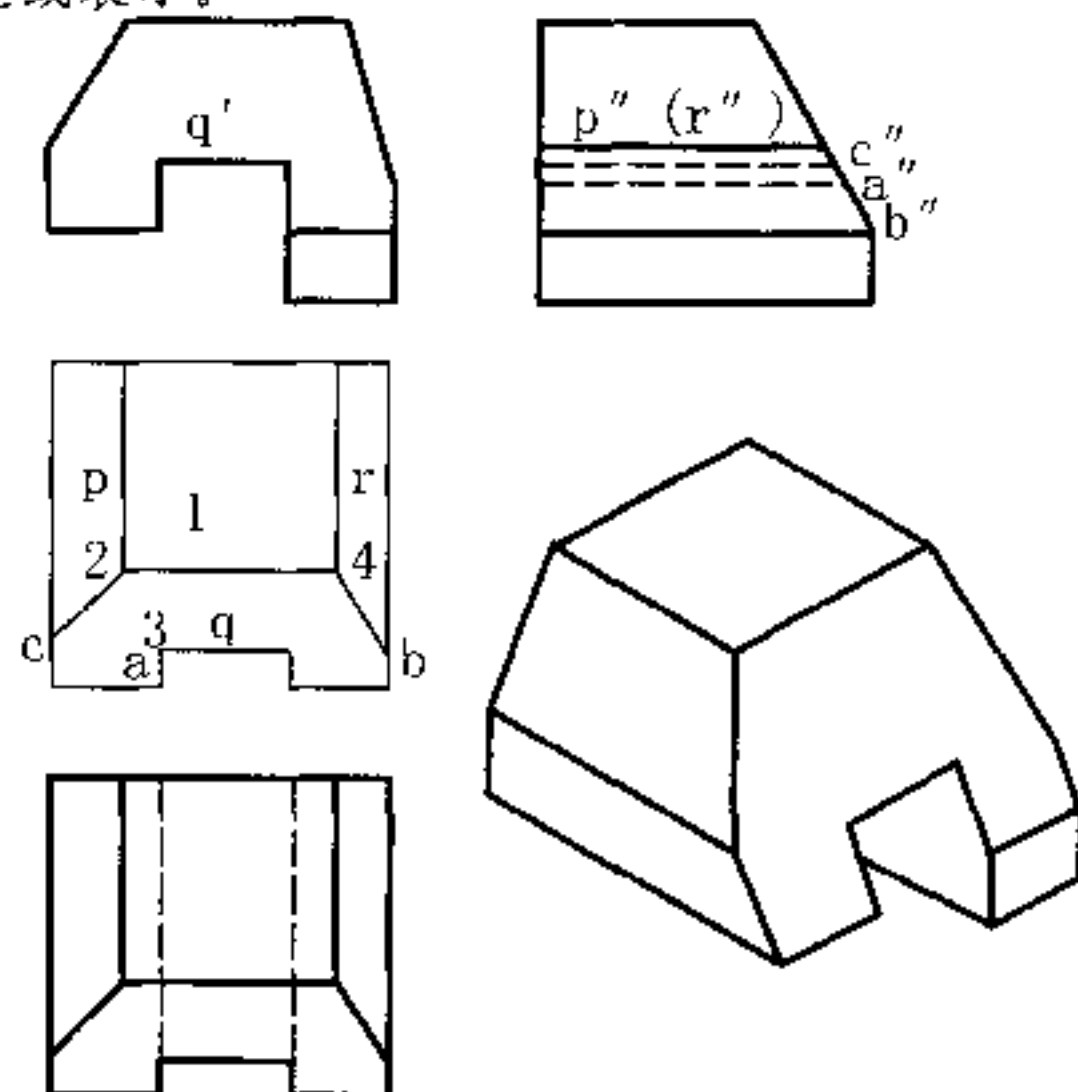


图 G-2

例 G-3 求 H 投影。

用形体分析法作, 从 V 投影看, 它有三个线框 (即三个封闭图形), 可能就代表三个形体, 从侧面投影可看出三个形体的形状, 所以画图时, 先画形体 1, 再画形体 2, 然后画形体 3, 最后再画上不可见部分, 如图 G-3 (a) 所示。

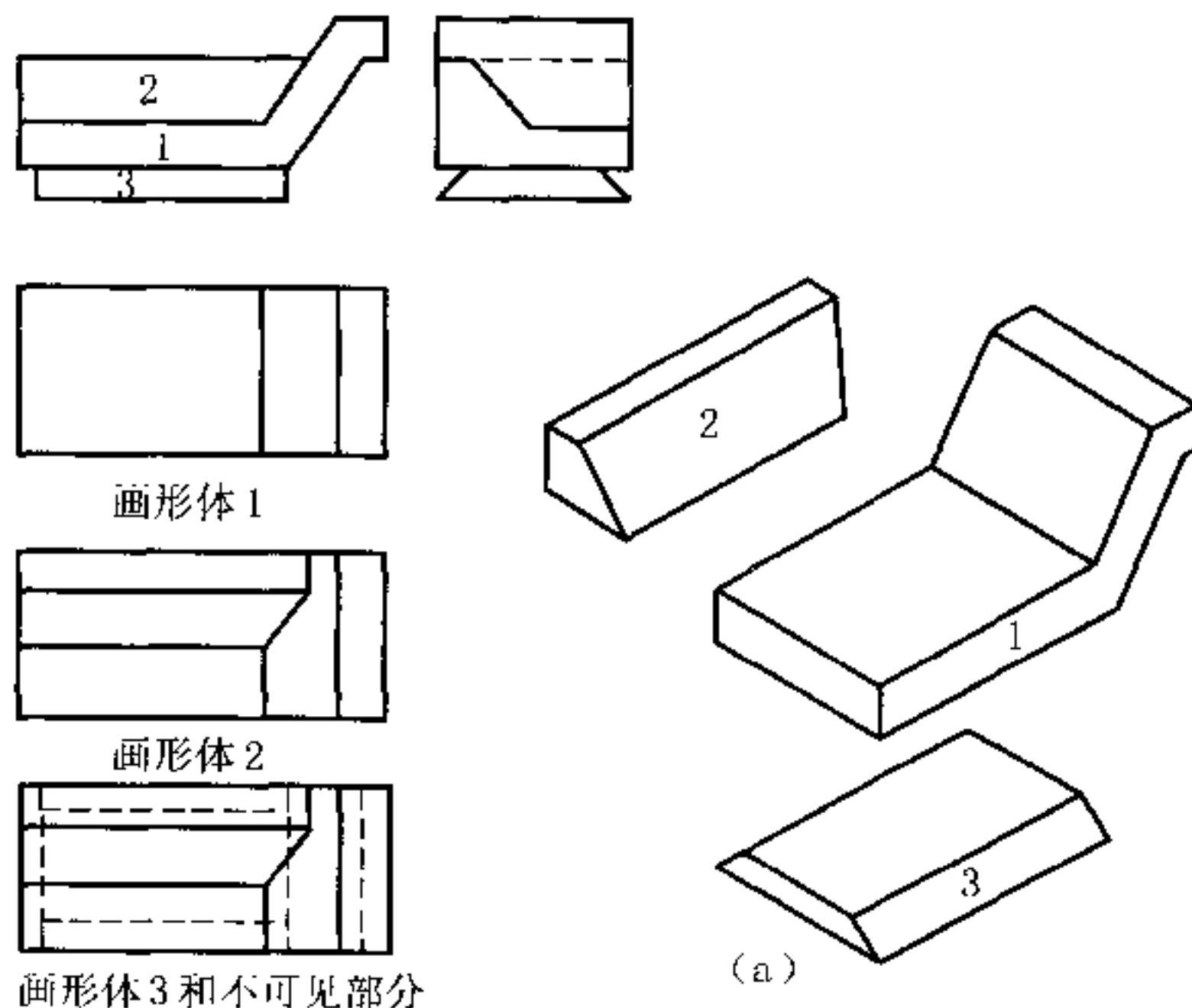


图 G-3

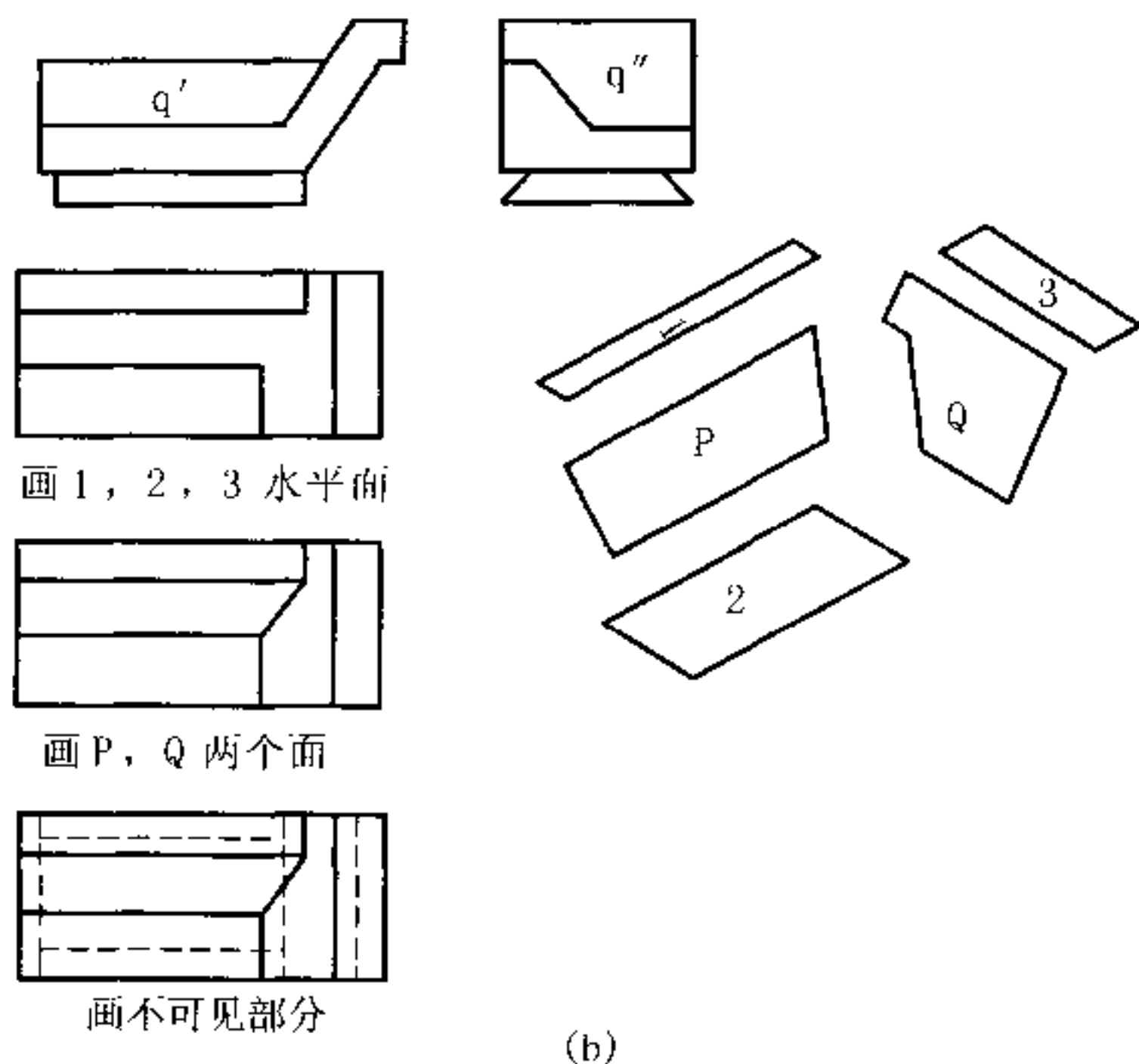


图 G-3(续)

此题也可用线面分析法作, 从读图分析上可以看出此题关键是两个垂直面, 即 P 面 (正垂面) 和面 Q (侧垂面), 另外还有三个水平面, 所以 H 投影能看到这五个面, 按顺序画出五个面, 再加上不可见面, 即可完成解题, 如图 G-3 (b) 所示。

例 G-4 求 V 投影。

此题是个四棱柱体横向切割一梯形槽, 然后垂直向下开一四棱柱孔, 所以外形很简单; 内部四棱柱与梯形槽相交, 其交线也很简单, 但因为是空的孔, 所以较难想像。作题时, 可先恢复原形, 然后先作横向梯形槽, 形成一个不可见面 1-2-3-4-1, 然后再作垂直向下的四棱柱孔, 其与 12341 面相交, 从 H 投影看其相交部分为 5、6、7 三个点, 求出它们的 V 投影, 即完成作图。

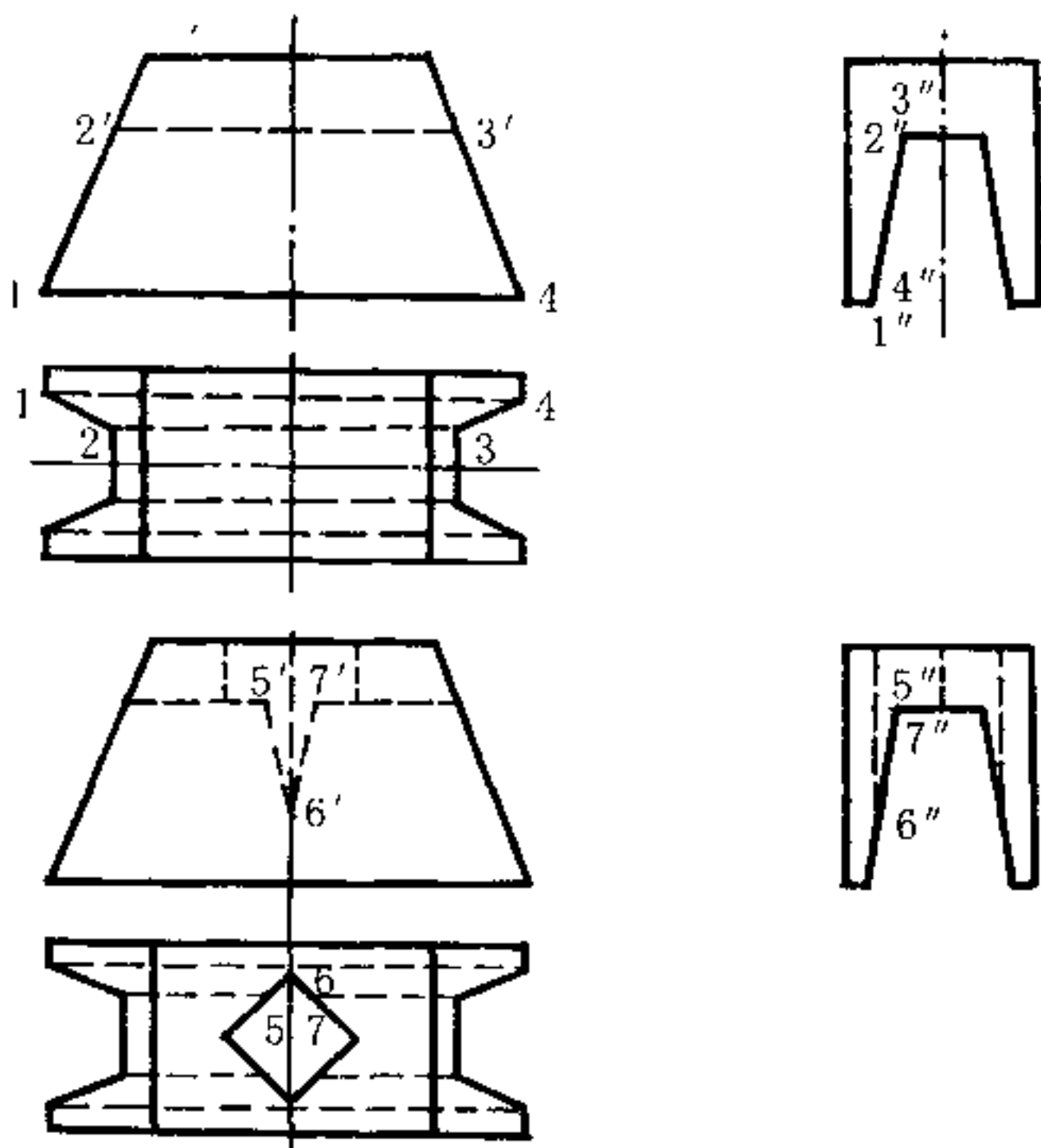


图 G-4

例 G-5 求 V 投影。

此题是圆柱被简单切割形成的，要注意切割平面位置不同，切割后所得矩形也不同，要注意投影对应，图 G-5 (a) V 投影外形线未被切割，图 G-5 (b) 因为是中间开槽，V 投影外形线被切割，如图中的 ab，图中最下面的图是本题最常见的错误。

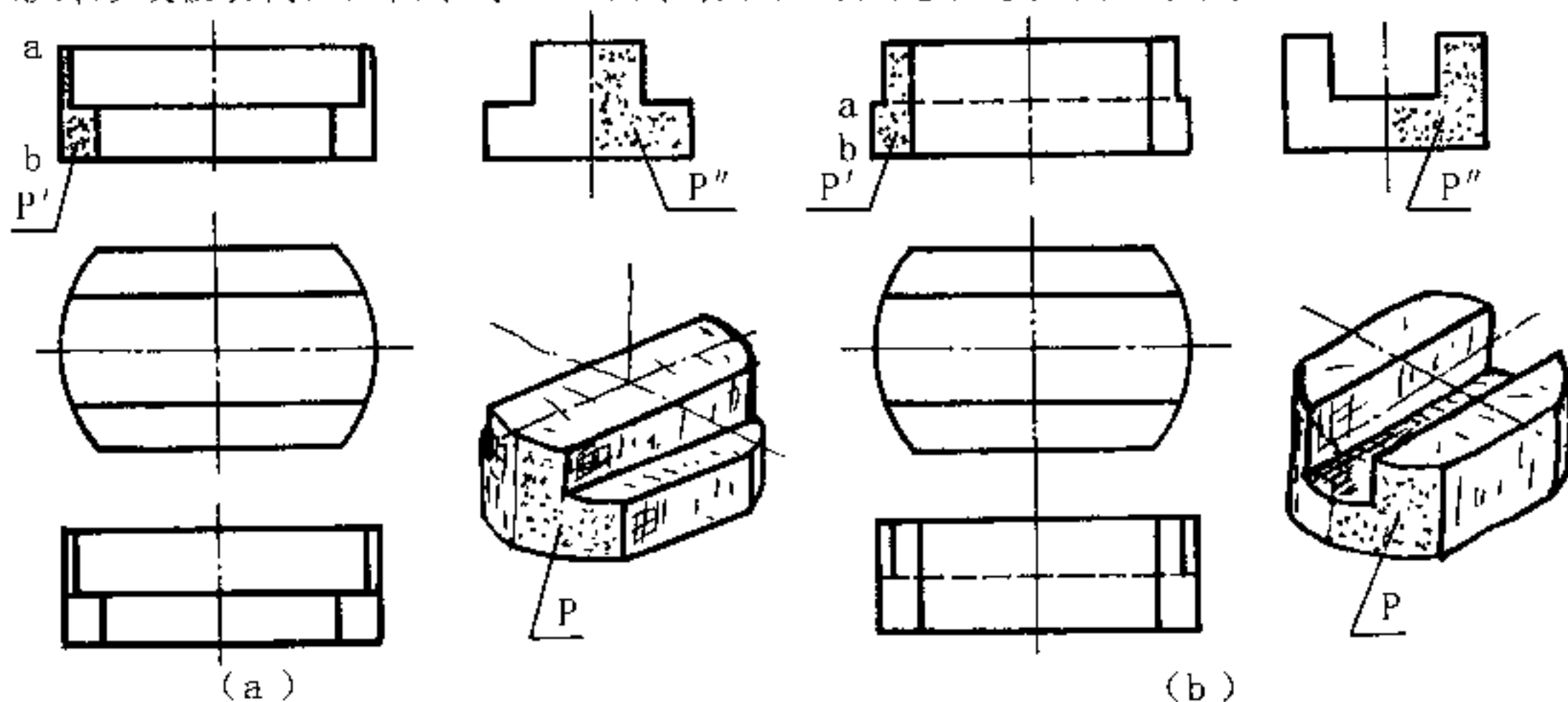


图 G-5

如果把圆柱面也当成垂直面看待，即可看出 p' 与 p'' 也要亲似（如图 G-5 中所示），这可帮助读者查出作图上的错误。

例 G-6 求 W 投影。

此题是求相贯线的题目，必须在看图时弄清楚是什么形体相交，然后逐一求出相贯线。本题作题顺序是，先分析出各形体分界点，然后再去求相贯线，在画图时，先将 W 投影各形体画出来，然后再添出相贯线，擦去不要的线。

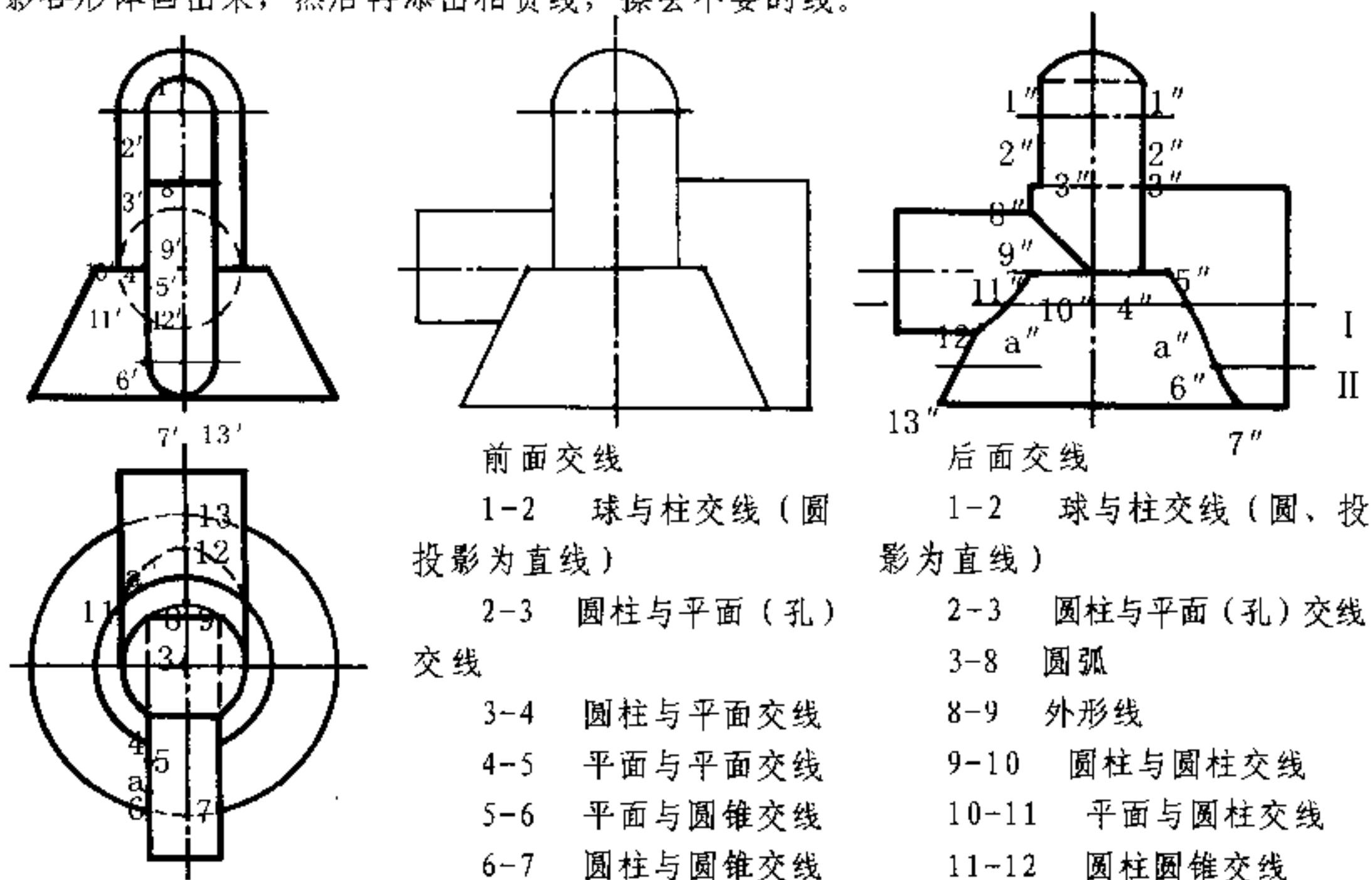


图 G-6

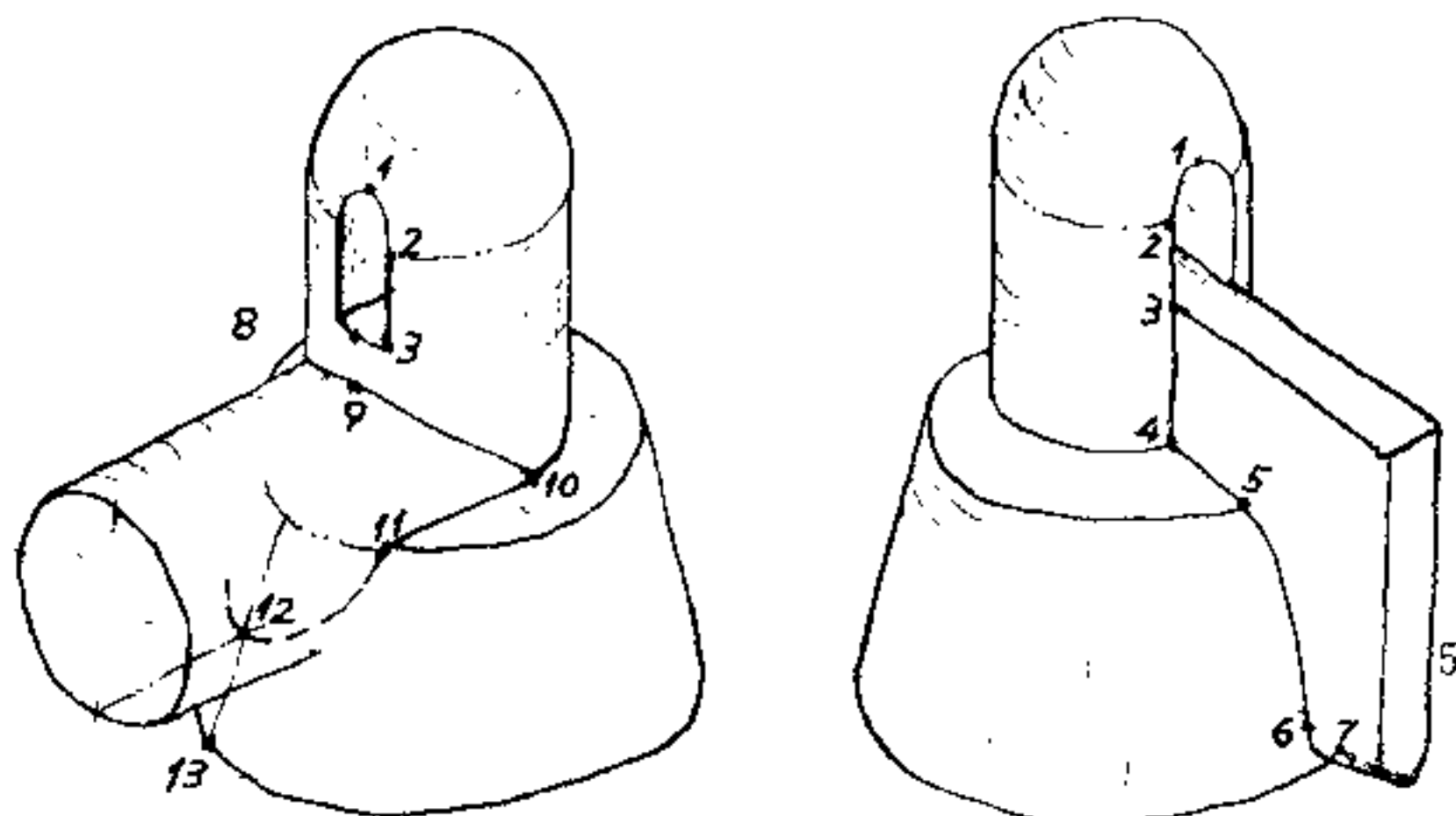
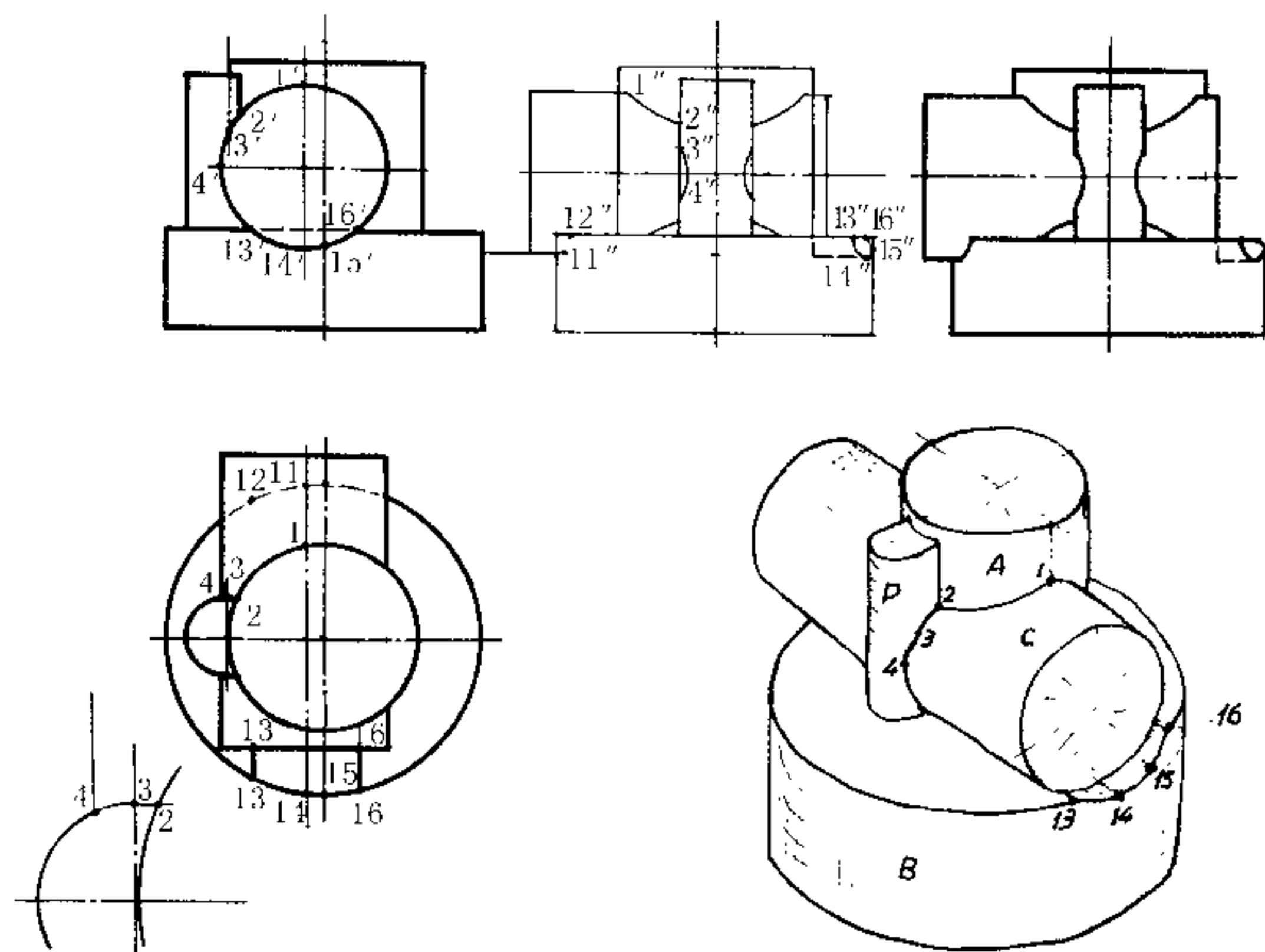


图 G-6(续)

例 G-7 求 W 投影。

此题是几个圆柱相贯，但因为是偏贯所以较复杂。再加上前后不对称，后面的圆柱为凸出的，而前面的圆柱较短，是内凹的，它把下面的圆柱挖去一个缺口，所以更增加了本题难度。其实只要在 V、H 投影找出各分界点，就不难求得 W 投影。



- 1-2 圆柱与圆柱交线（偏贯）
- 2-3 平面与圆柱交线
- 3-4 圆柱与圆柱交线
- 11-12 圆柱与圆柱交线（偏贯）

- 13-14-15-16 圆柱与圆柱交线（偏贯）
- 13-13 圆柱与平面交线
- 16-16 圆柱与平面交线

图 G-7

第三部分

习题解答

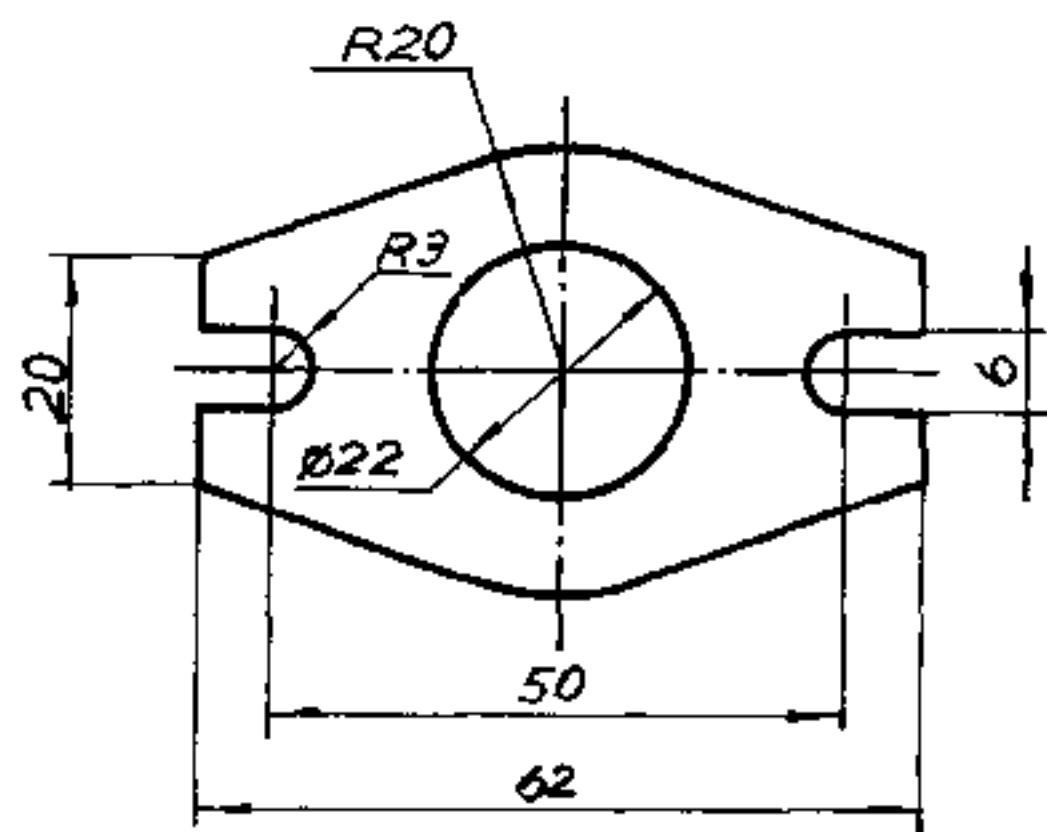
——与《机械设计基础习题集》配套

平面图形注尺寸

对下面这 12 个平面图形标注尺寸练习，要求尺寸标注得清晰易认，完全，不遗漏，为此，一定要严格按构形分析方法，有序地标注尺寸，只有这样，才能保证一个不漏地标注完每个图形的尺寸。当然，每标注完一个图形的尺寸后，一定要重新仔细检查一遍，查找是否有遗漏尺寸，然后才算完成。这项工作很重要，即便是一位有经验的设计师，在标注尺寸时他也会这样做的。

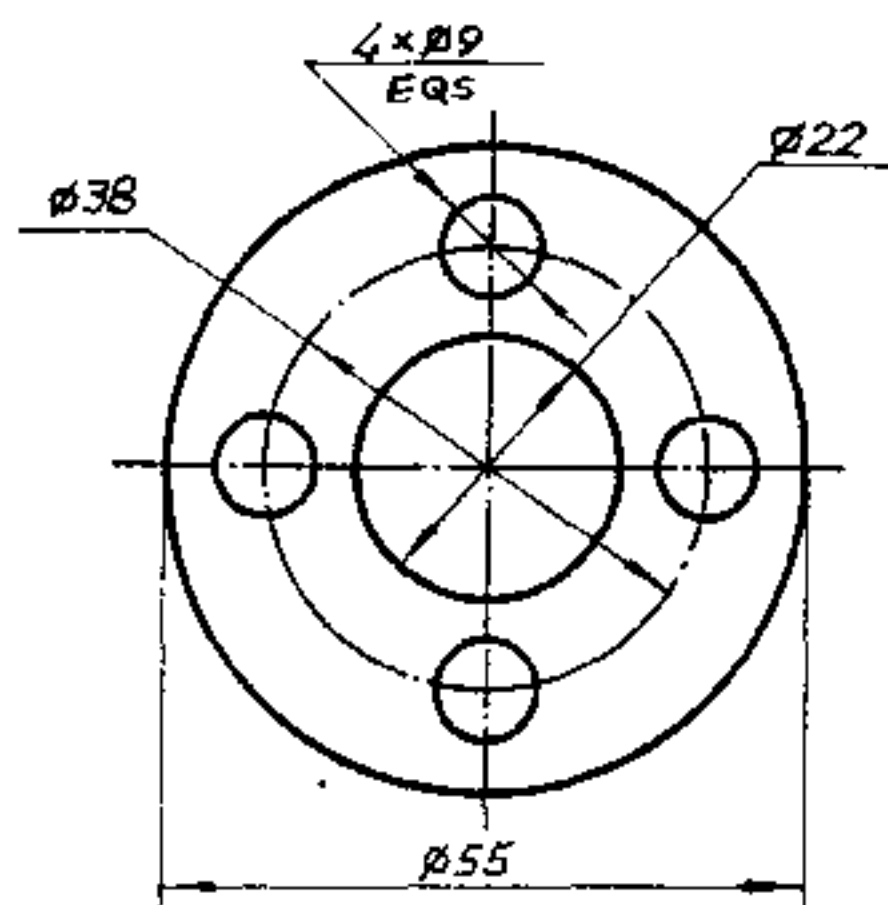
尺寸练习：分析平面图形，标注尺寸（尺寸大小直接在图上量取，并圆整为整数）。

1. (P2)



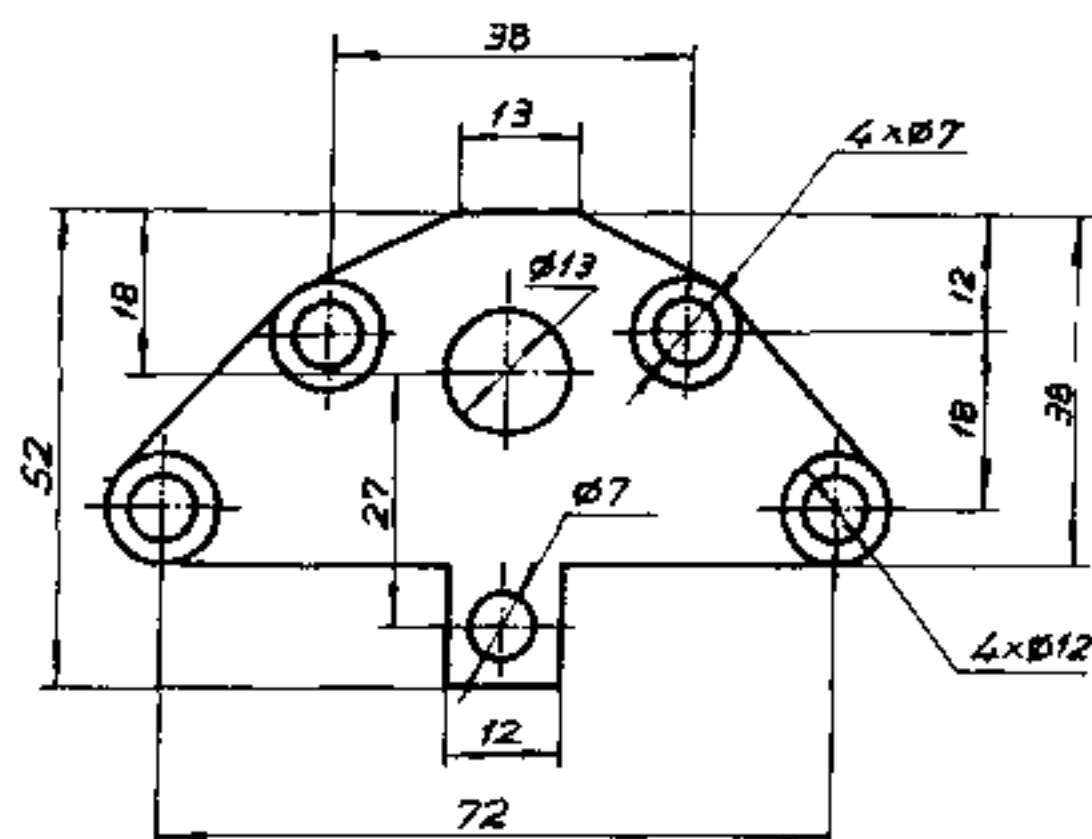
此图为对称图形，所以应先标注 $\phi 22$ 、 $R3$ 、宽度 6 和定位尺寸 50，然后标注外形尺寸 $R20$ 、宽 20 和总长 62。

2. (P2)

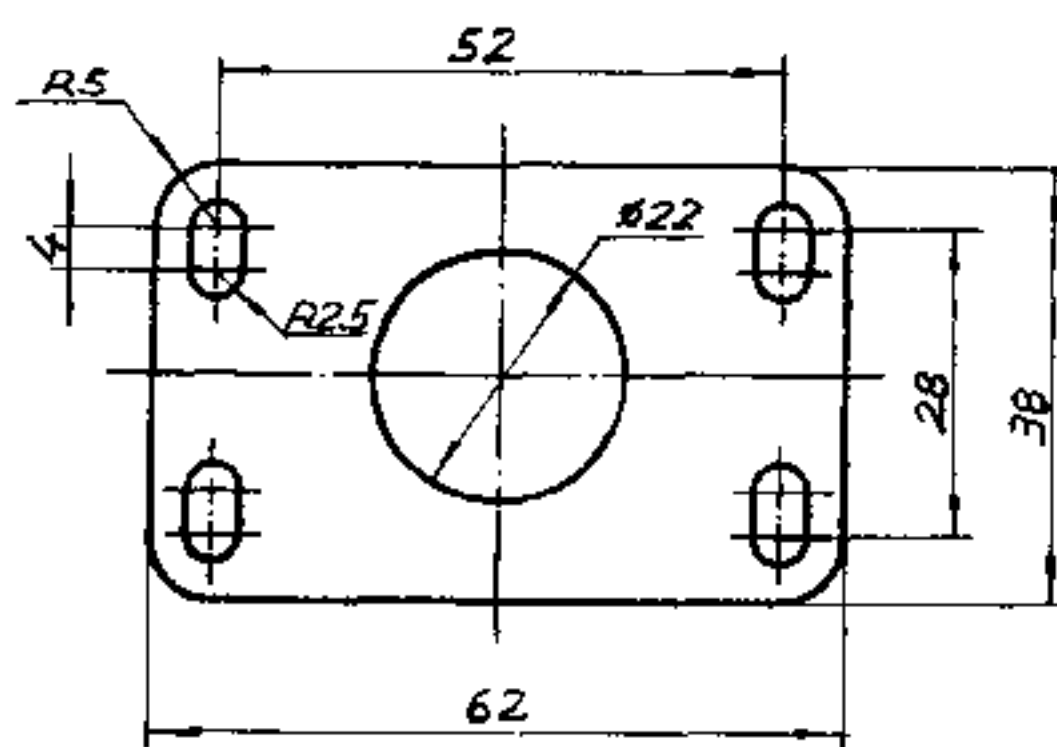


此图应注意标注 ϕ 而不标注 R ，4 个孔可写成 $4 \times \phi 9$ ，“EQS”表示沿圆周均匀分布的意思。

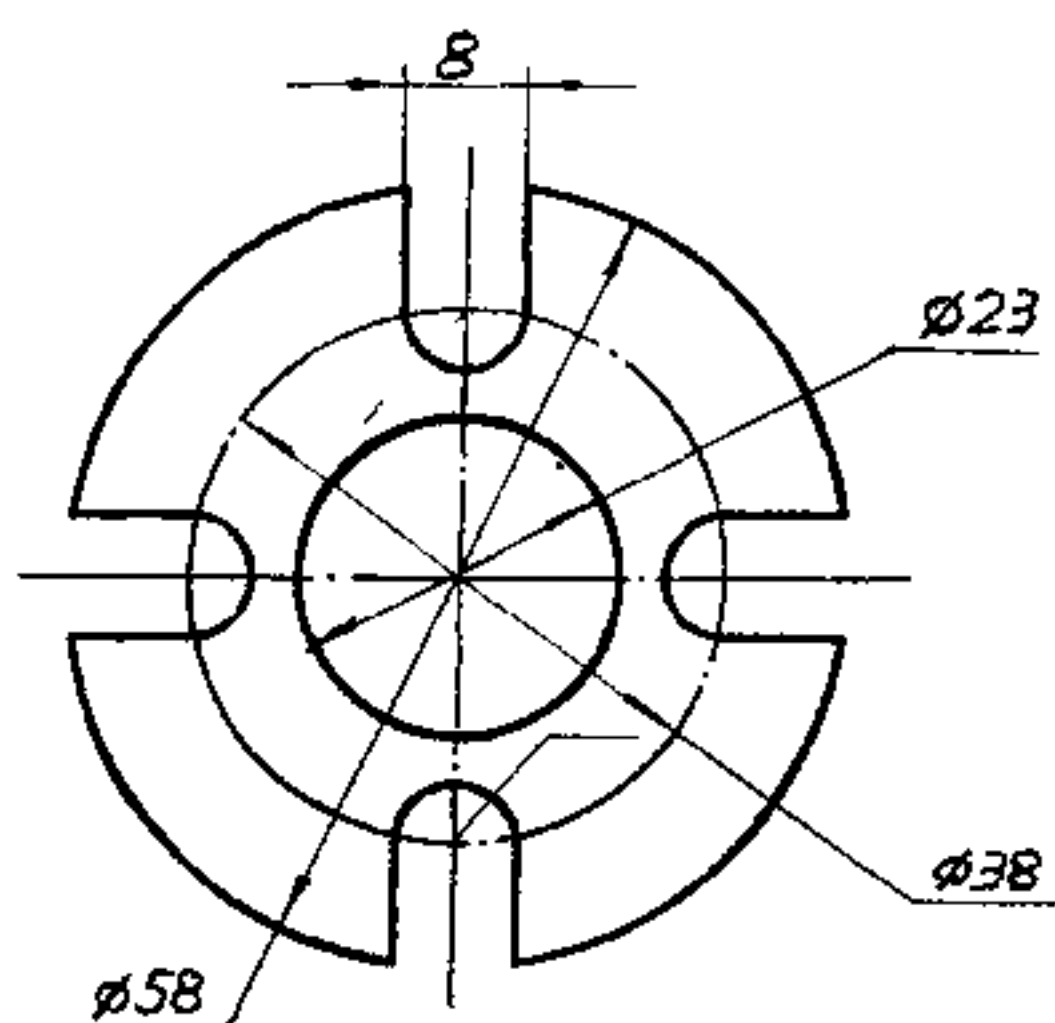
3. (P2)



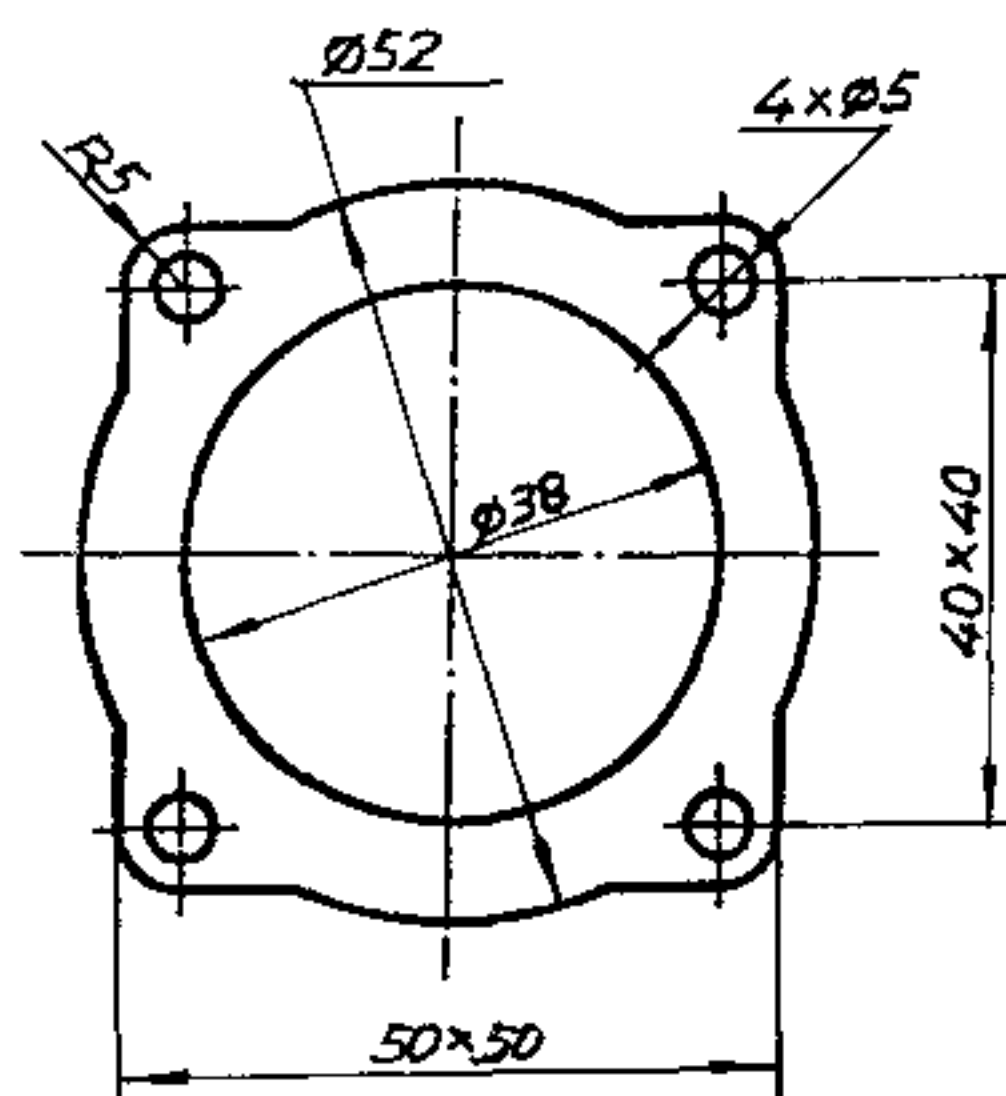
4. (P2)



5. (P2)

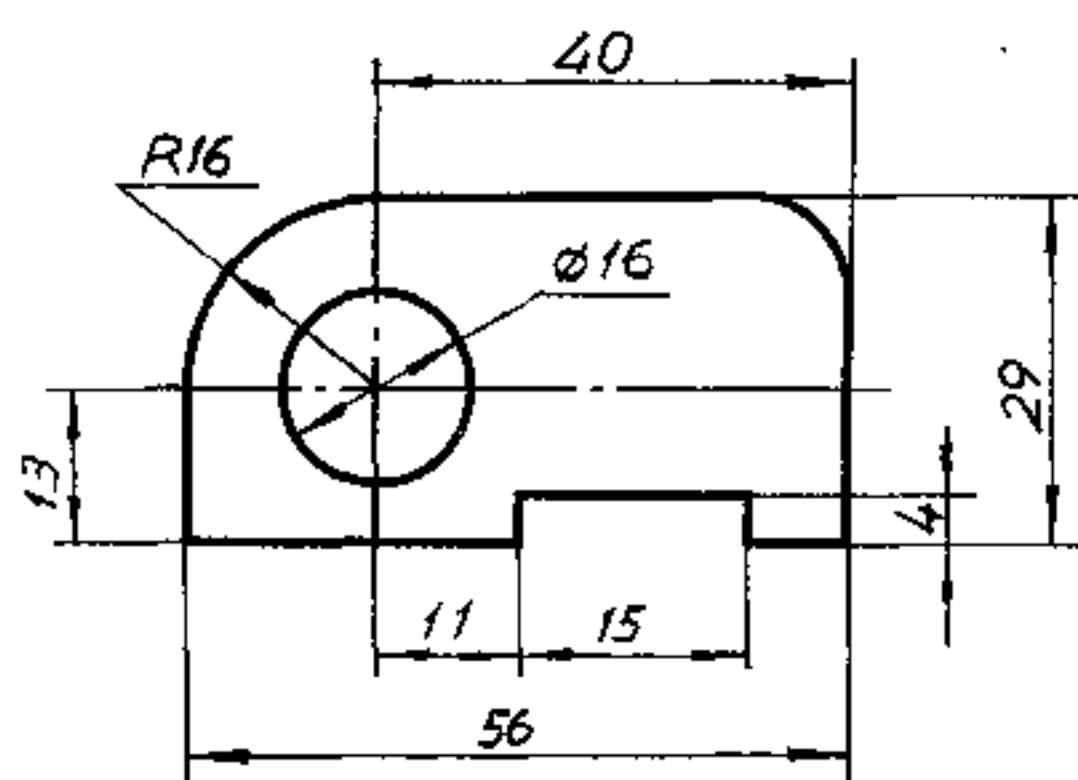


6. (P2)



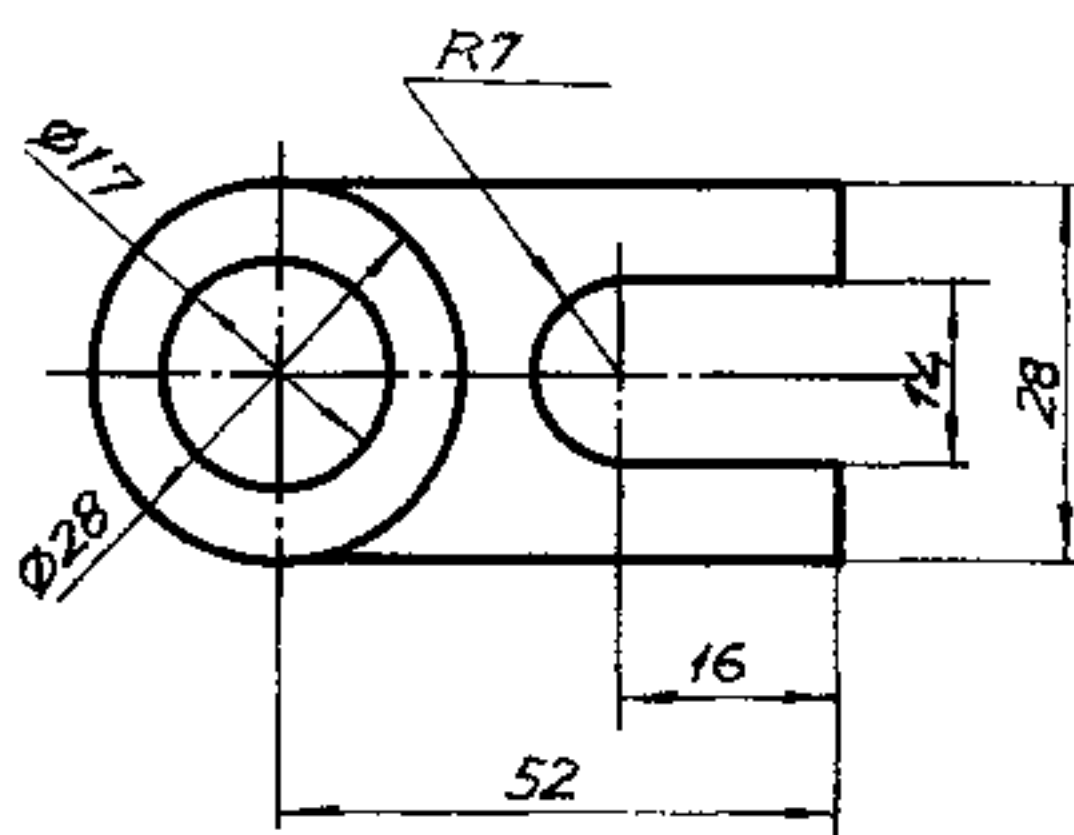
本图对称图形，标注孔的定位尺寸时，必须标注 40 (x 方向) 和 40 (y 方向)。尽管尺寸相同，但必须标注两次，这里采用国家标准允许的注法，即写成 40 × 40。

7. (P3)



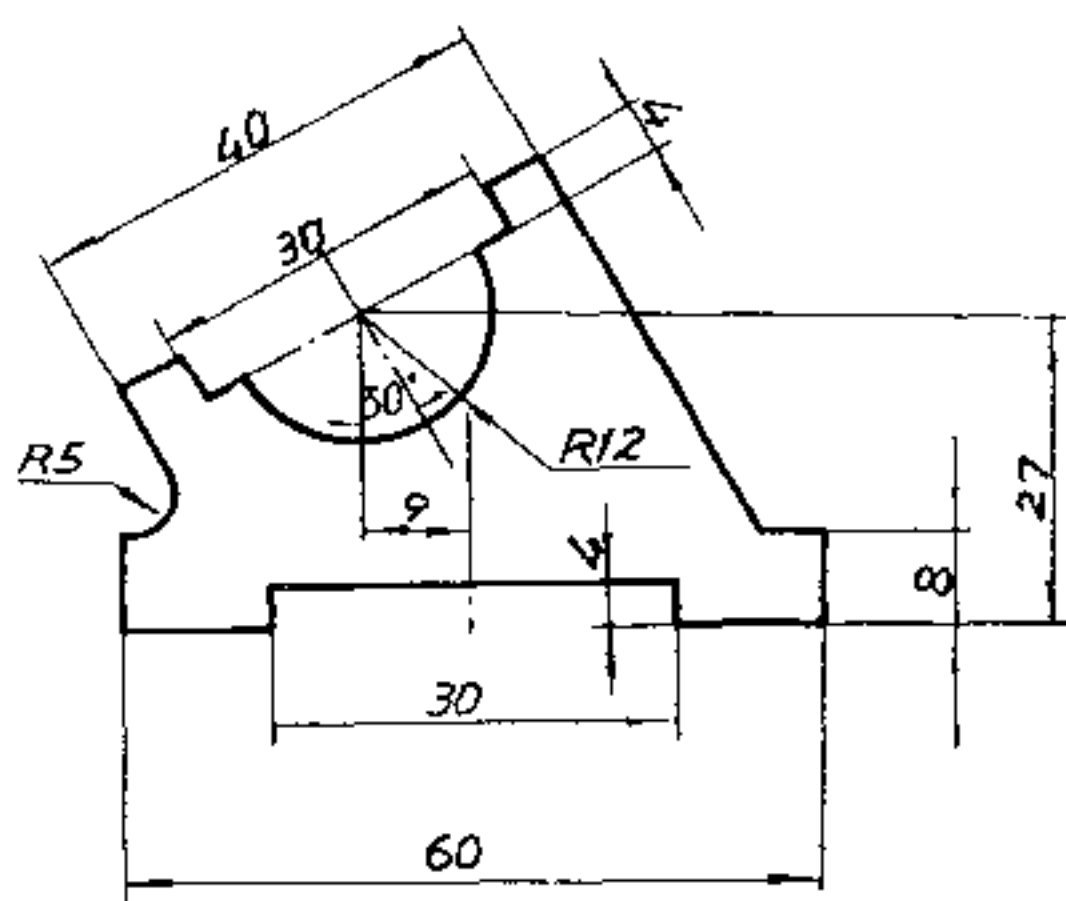
先标注槽的尺寸 15 和 4，然后标注其定位尺寸 11。标注 $\phi 16$ 孔及其定位尺寸 40 和 13，最后标注外形尺寸 R16、56 和 29。

8. (P3)



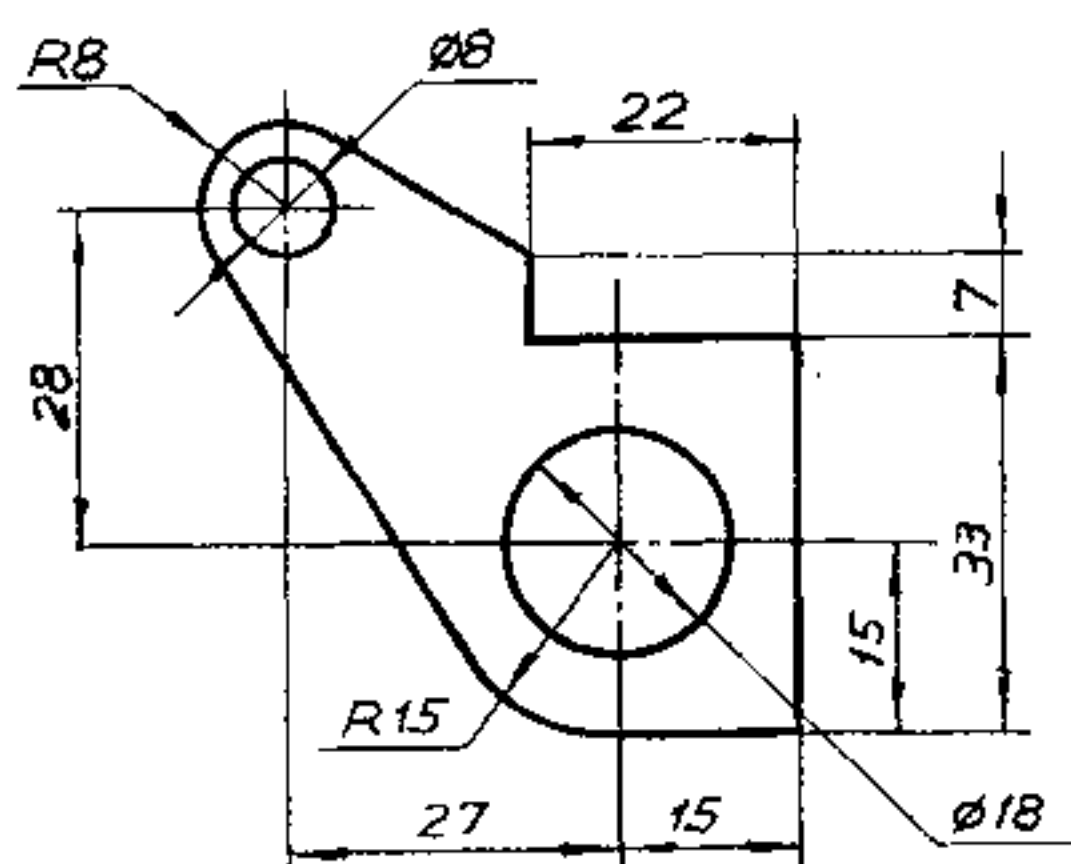
先标注 $\phi 17$ 和其定位尺寸 52，其次标注槽的尺寸 R7、16 和 14，最后标注外形尺寸 $\phi 28$ 和图形总宽 28。

9. (P3)



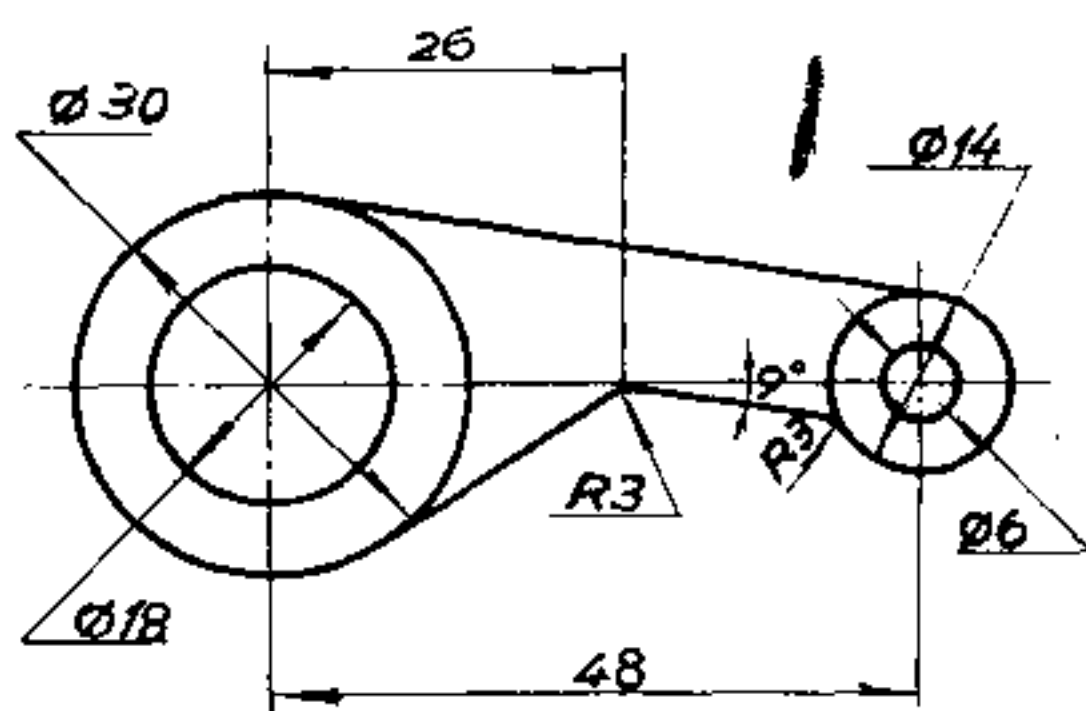
这是个歪斜平面图形，先标注上部尺寸，以其局部对称中心为基准标注 30、40、4 和半径 R12，然后还要标注其相对于下部对称中心的相对位置尺寸，即 9、27 和 30°，最后标注下部对称图形尺寸 30、4、60 和高度 8，以及 R5。

10. (P3)



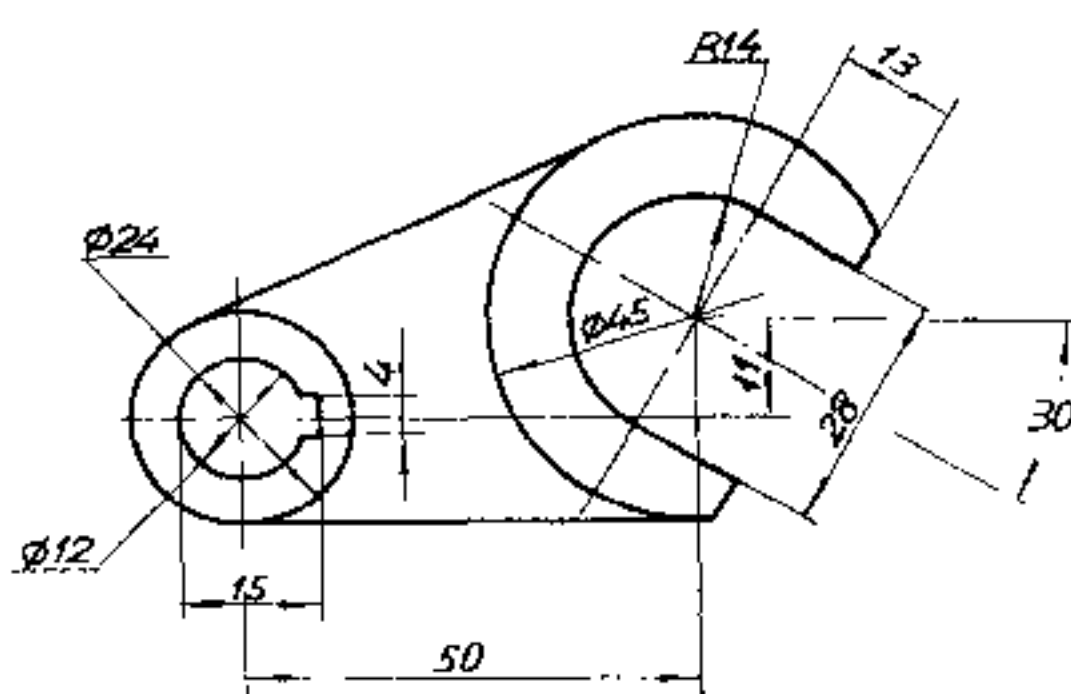
本图形可认为是内定外构形，所以应先标注 $\phi 8$ 、 $\phi 18$ 、定位尺寸 27 和 28 及 $\phi 18$ 的定位尺寸 15、15，最后标注其外形尺寸 R8、R15、33、7 和 22。

11. (P3)



先标注内孔尺寸 $\phi 18$ 、 $\phi 6$ 和定位尺寸 48，再标注外形尺寸 $\phi 30$ 、 $\phi 14$ 、R3 及两直线交点位置尺寸 26，最后还要标注另一直线斜度的尺寸 9° 和 R3。

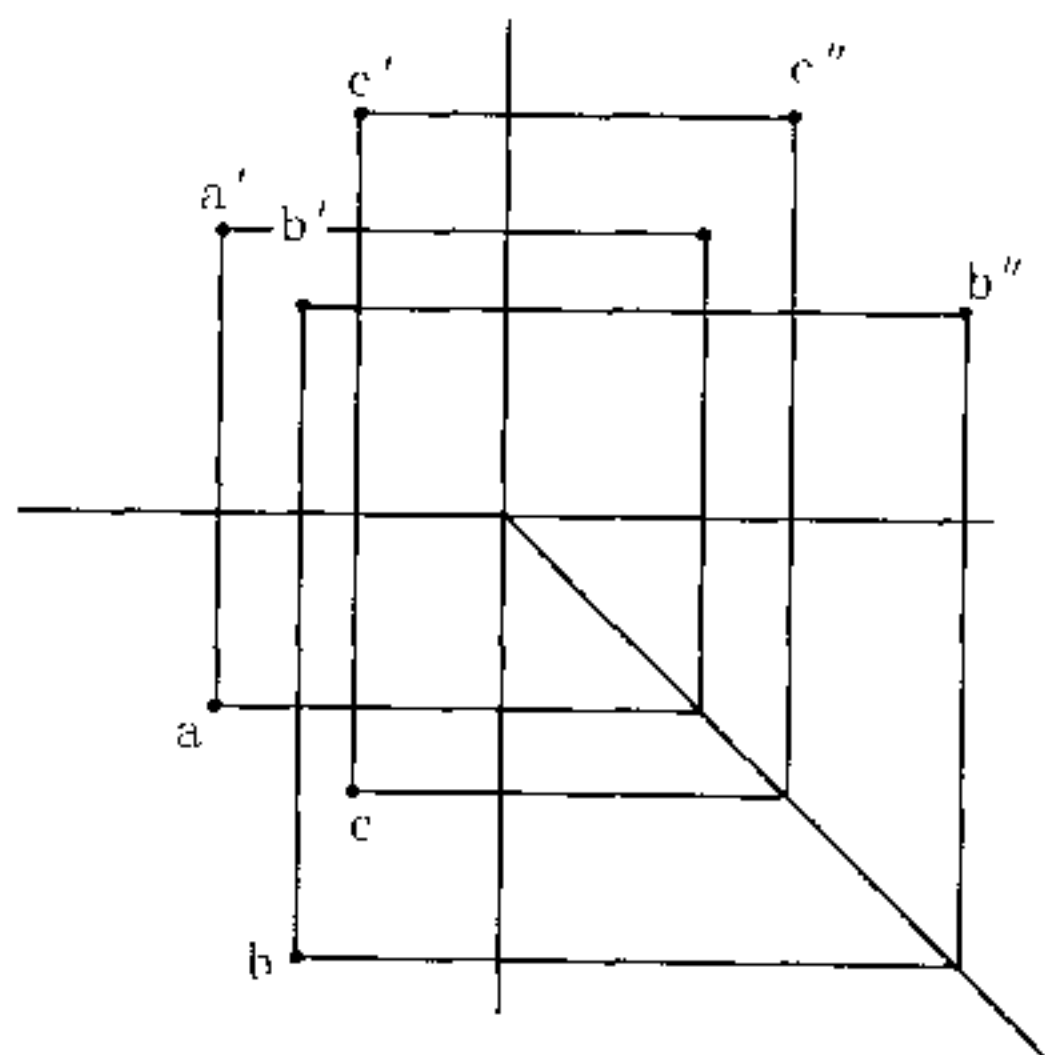
12. (P3)



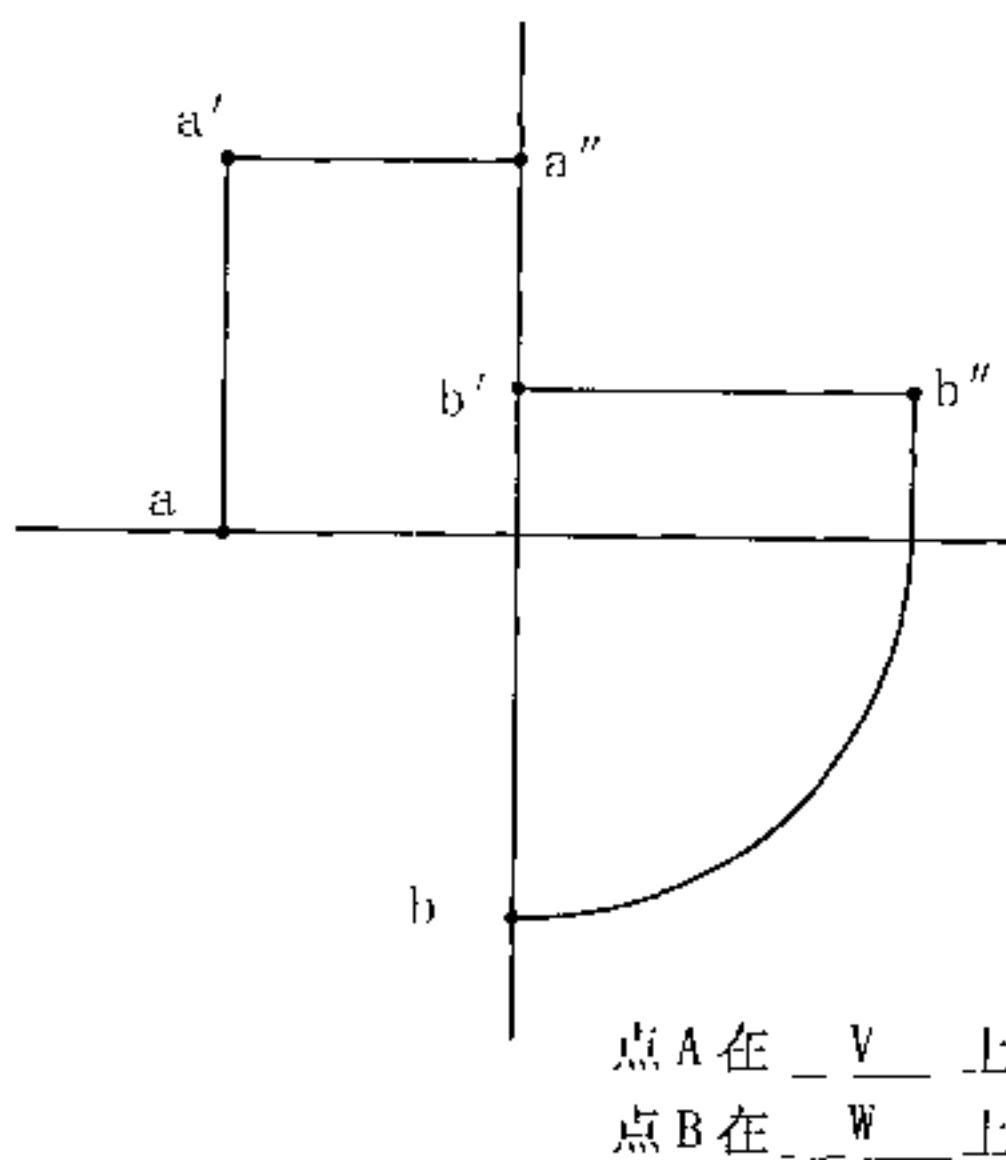
先标注 $\phi 12$ 、15、4 和 R14、宽 28，还要标注它们的定位尺寸 50 和 11，最后标注外形尺寸 $\phi 24$ 、 $\phi 45$ 、13 和歪斜角度 30°。

点的投影

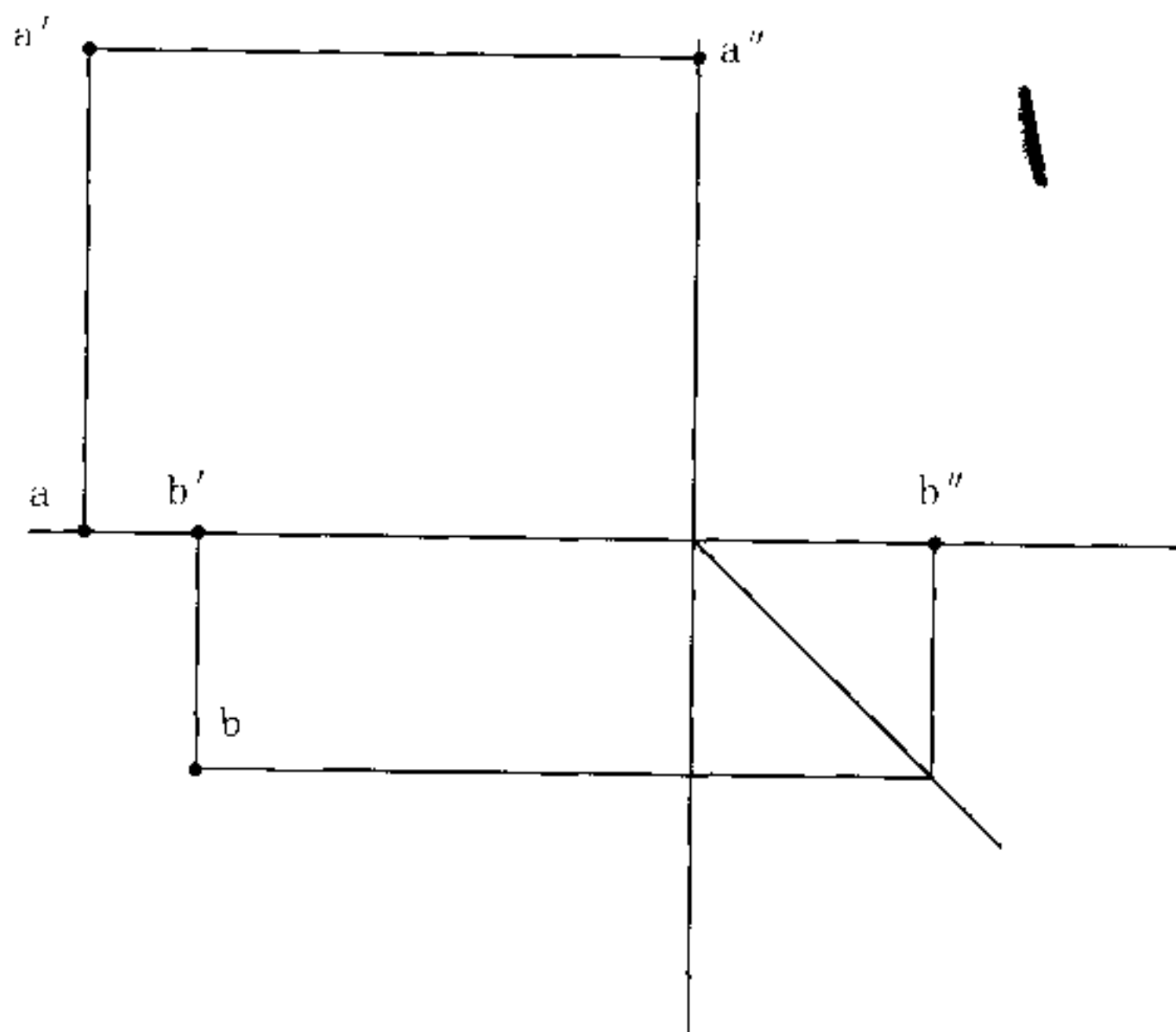
1. 求作各点的第三个投影。(P9)



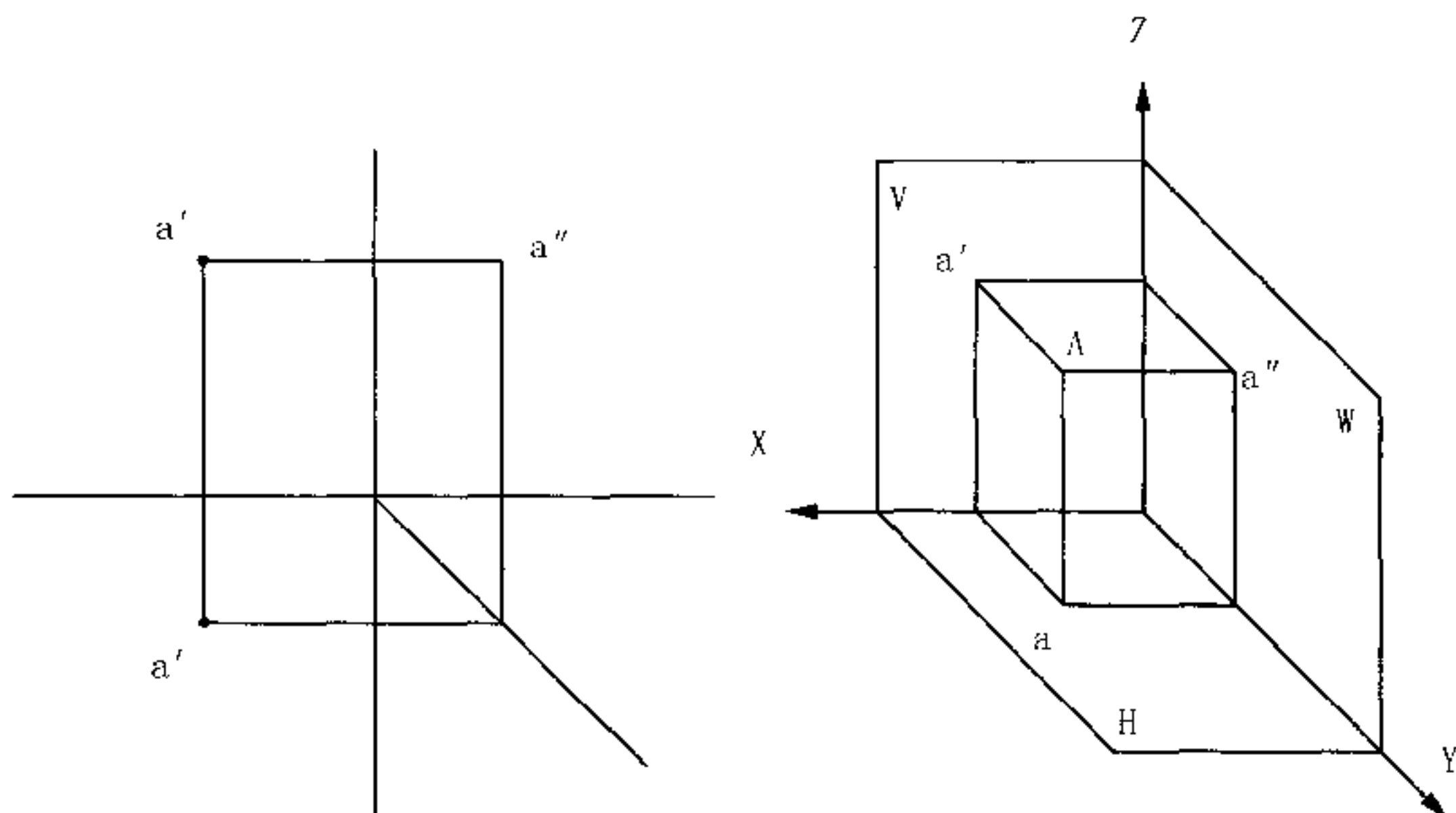
2. 求 A、B 两点的第三投影, 并说明 A、B 两点的空间位置。(P9)



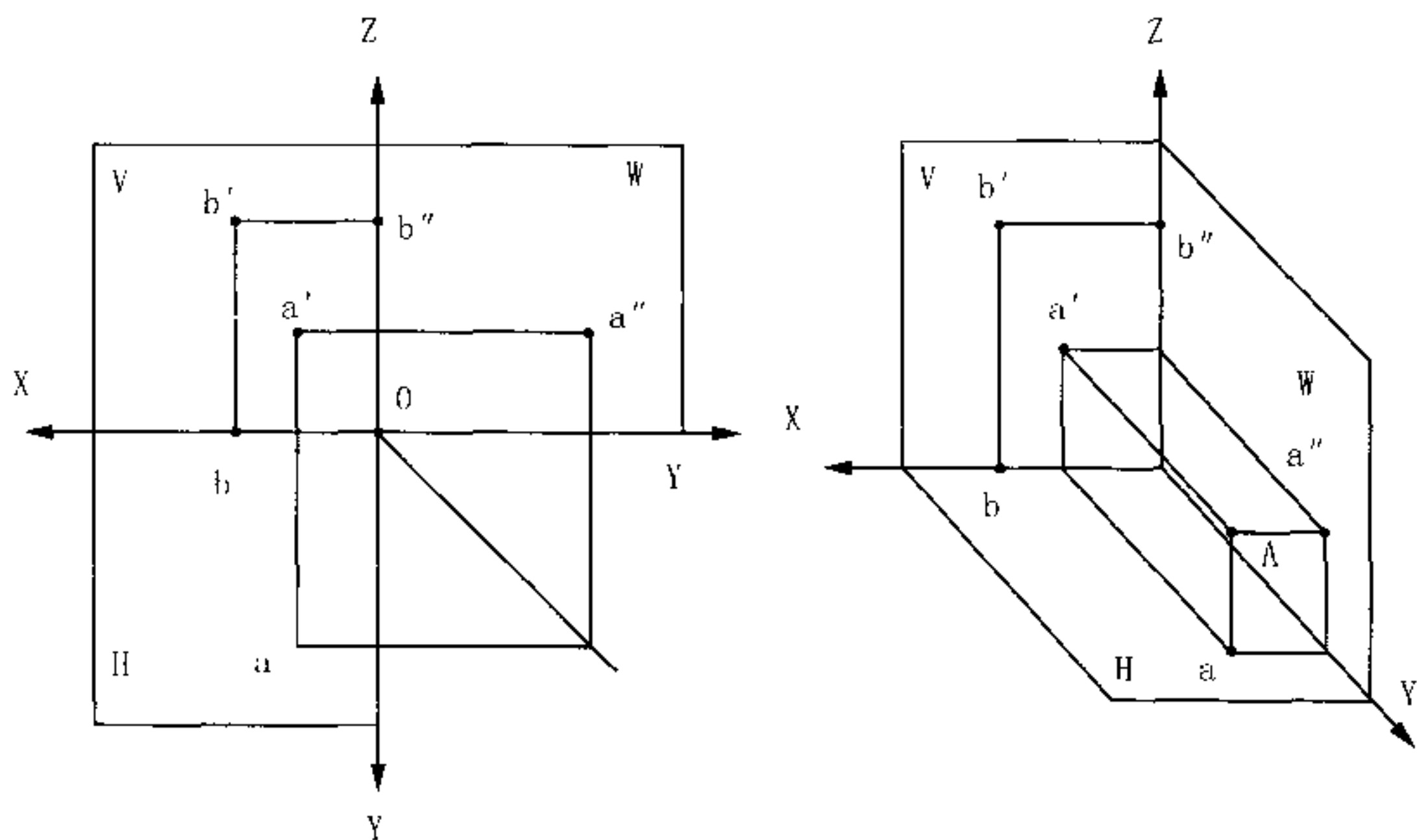
3. 已知 $A \in V$, 距 H 面 30° ; $B \in H$, 距 W 面 30, 且点 A 在点 B 左方, 完成其三面投影。(P9)



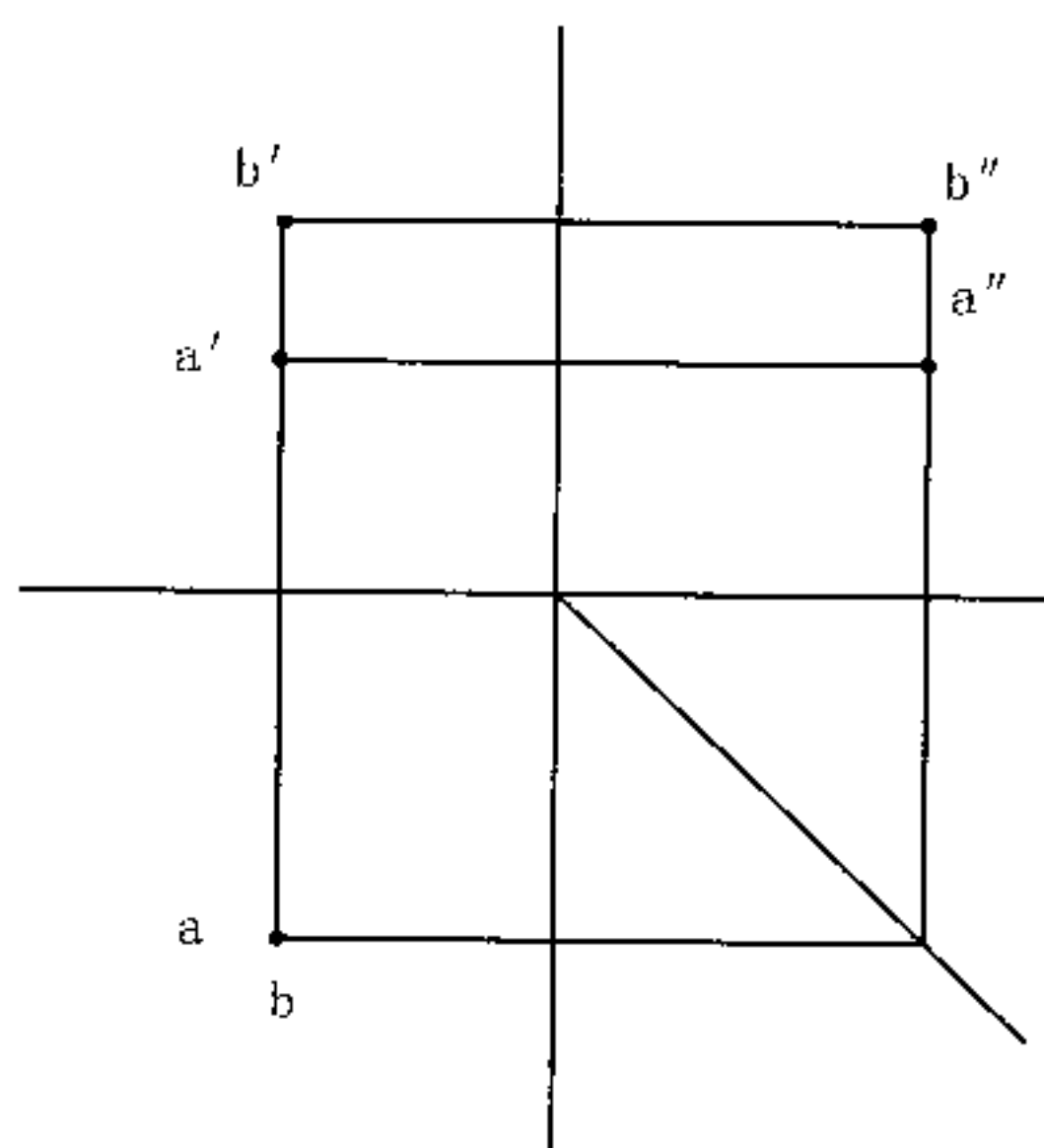
4. 求 a'' , 在直观图上画出点 A 及其投影 a, a', a'' 。(P9)



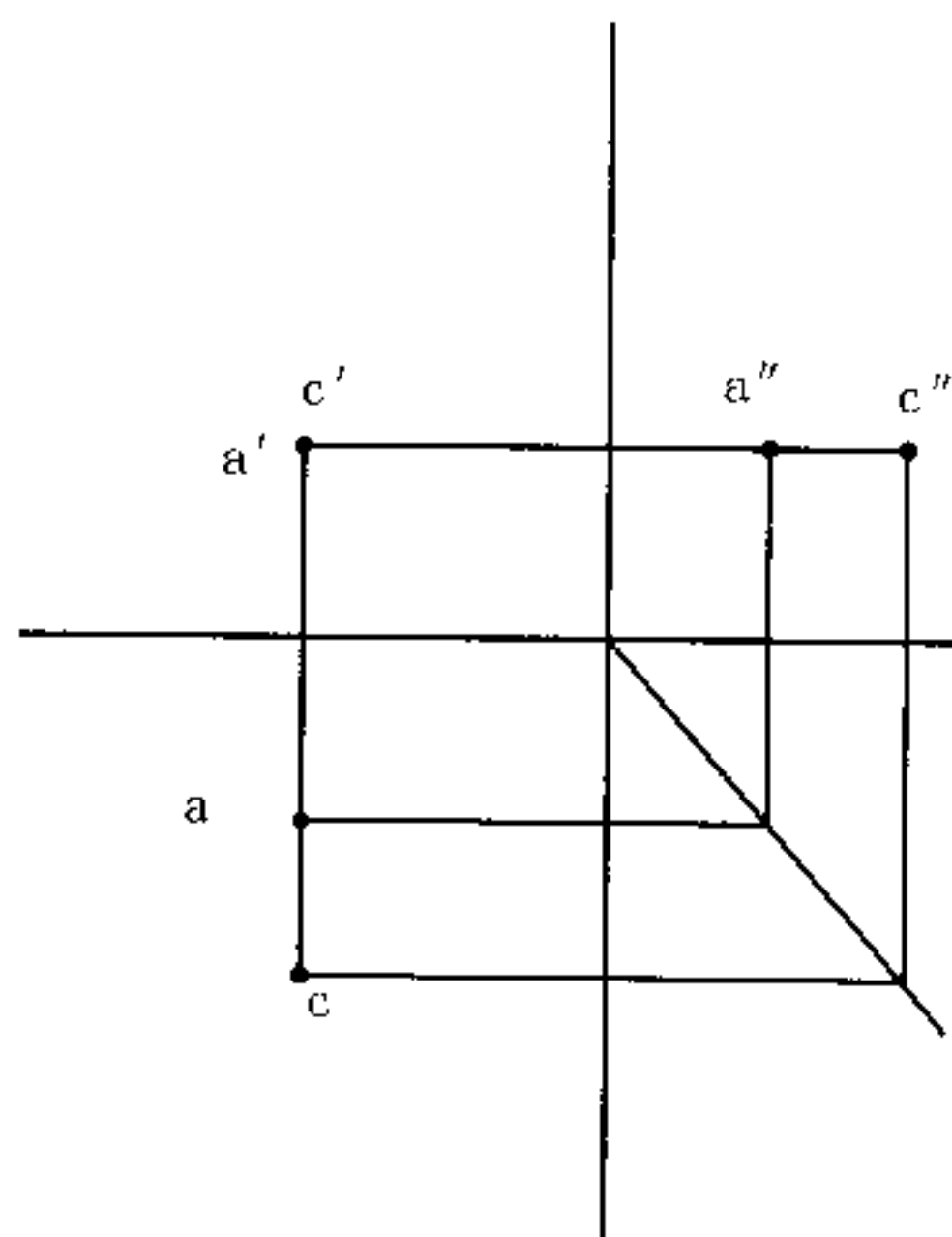
5. 在投影图上画出点 A 和点 B 的三面投影, 尺寸由直观图上量取。(P9)



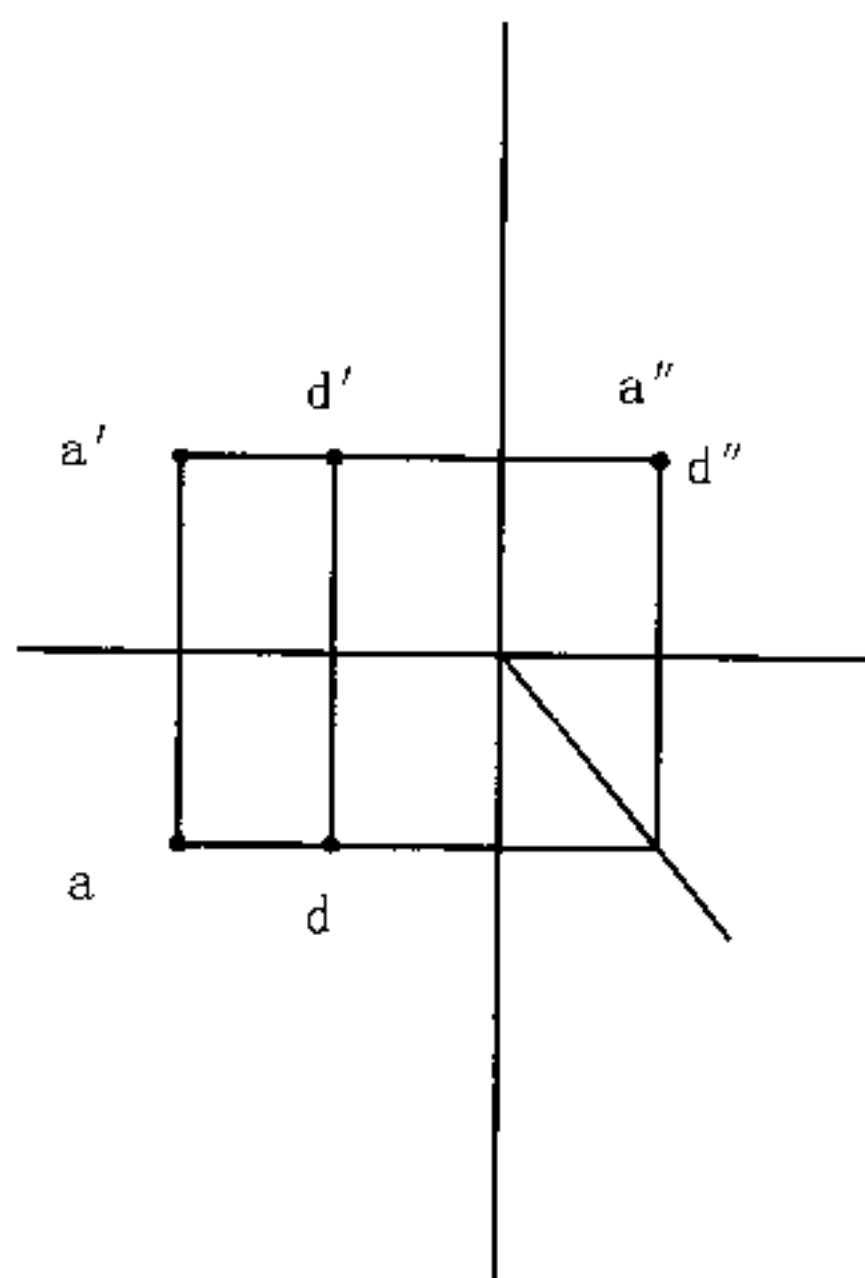
6. 点 B 在点 A 正上方 10mm。(P10)



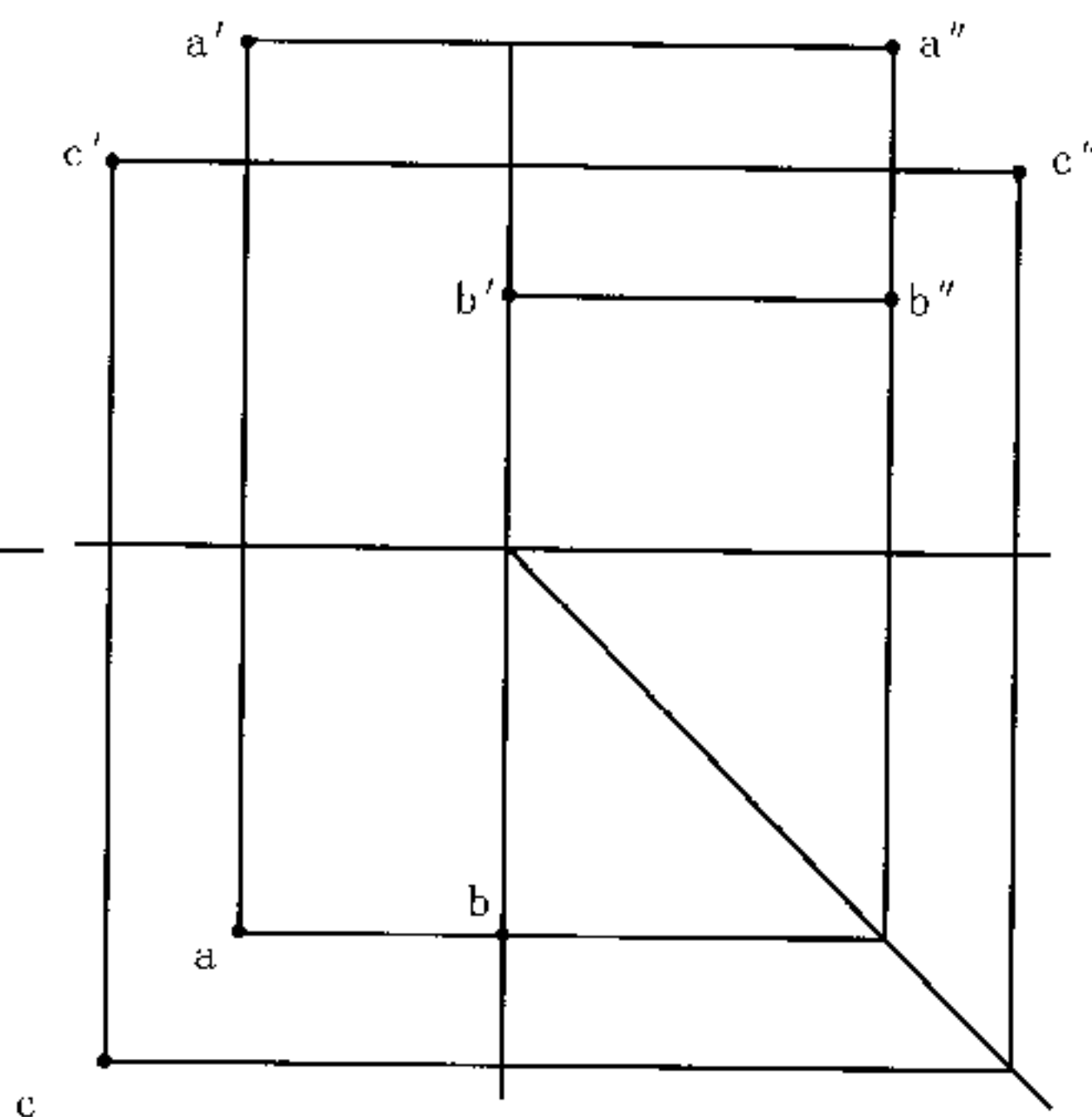
7. 点 C 在点 A 正前方 10mm。(P10)



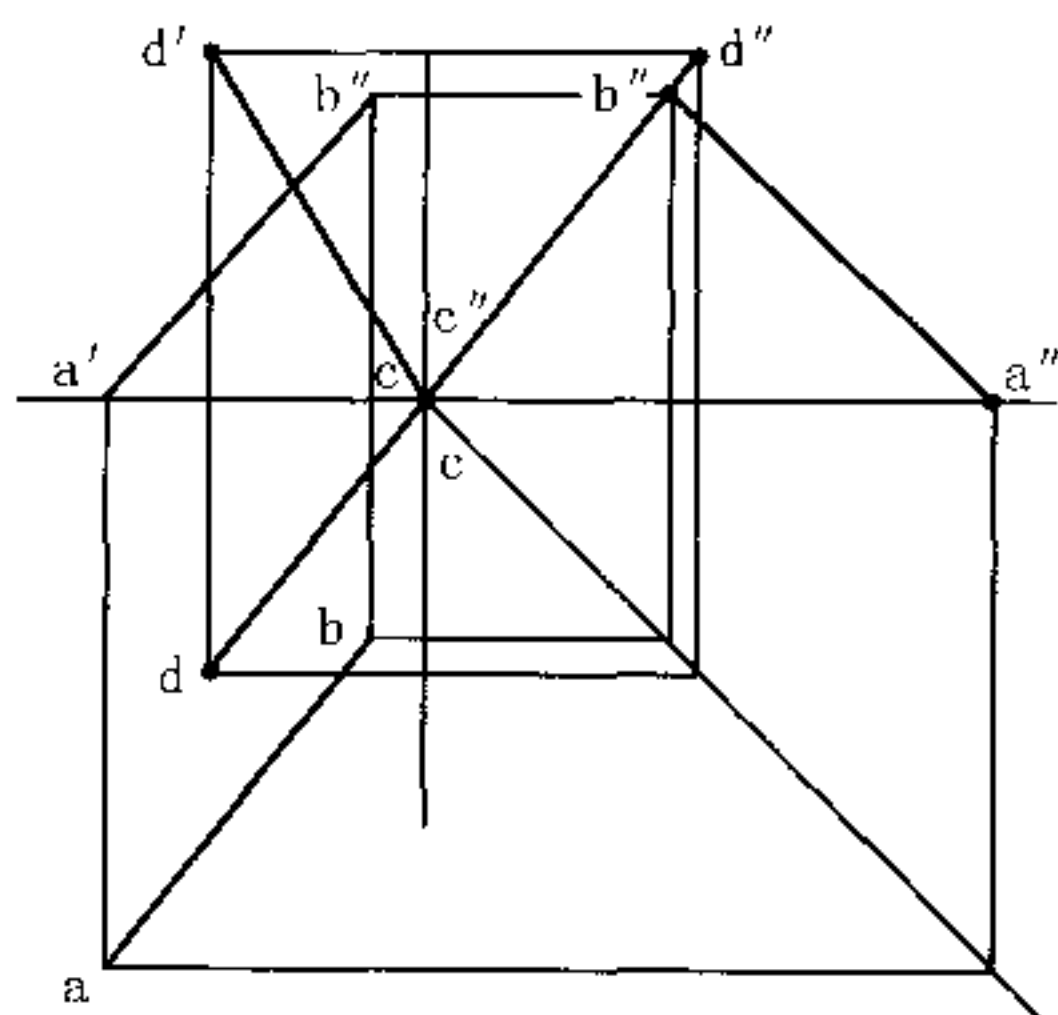
8. 点 D 在点 A 正右方 10mm。(P10)



9. 已知 A(20, 30, 40)、B(0, 30, 20) 和 C(30, 40, 30), 完成其三面投影。(P10)

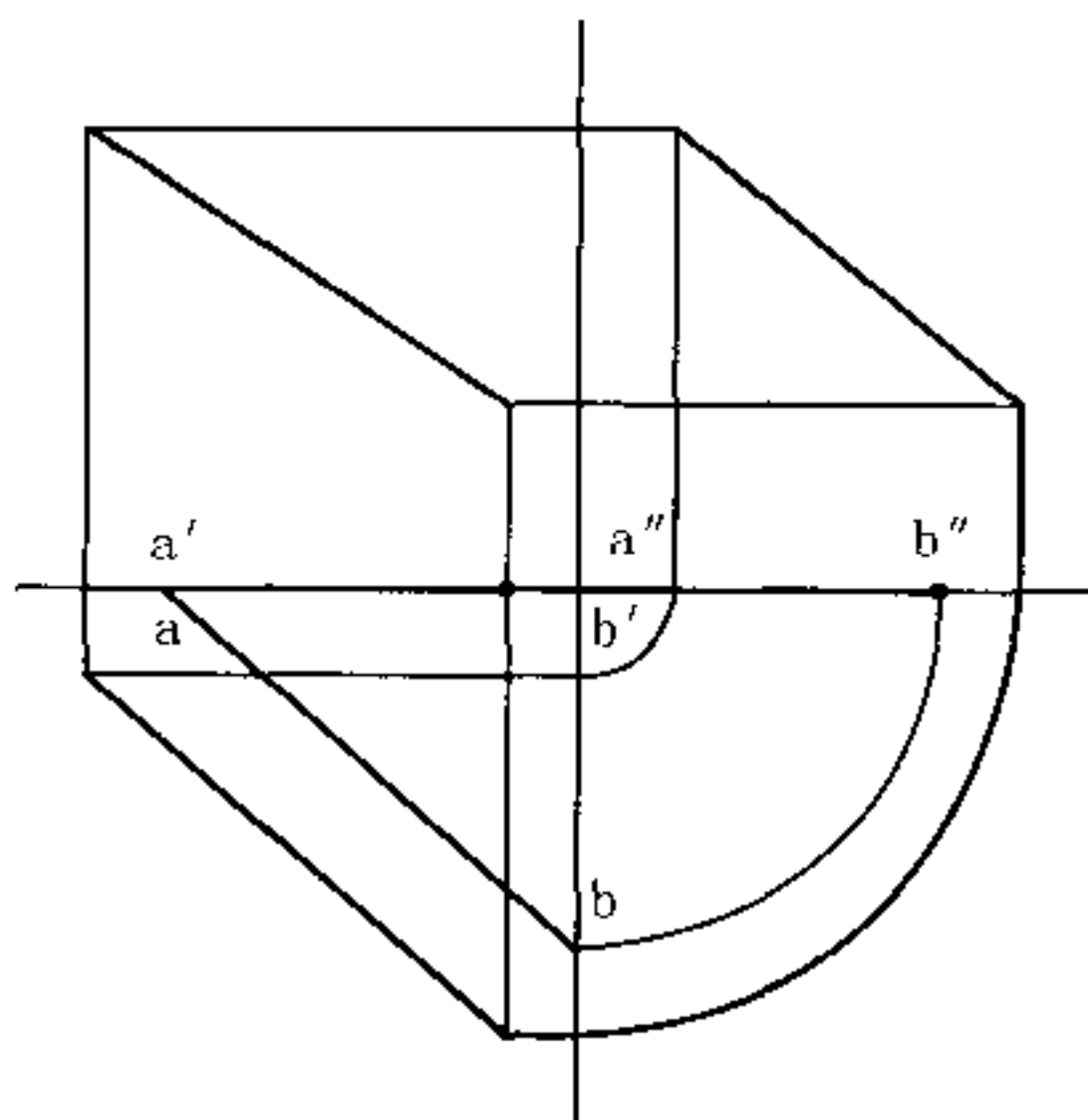


(b) (P11)



直线 CD 的方向是
由 右 向 左
由 后 向 前
由 低 向 高

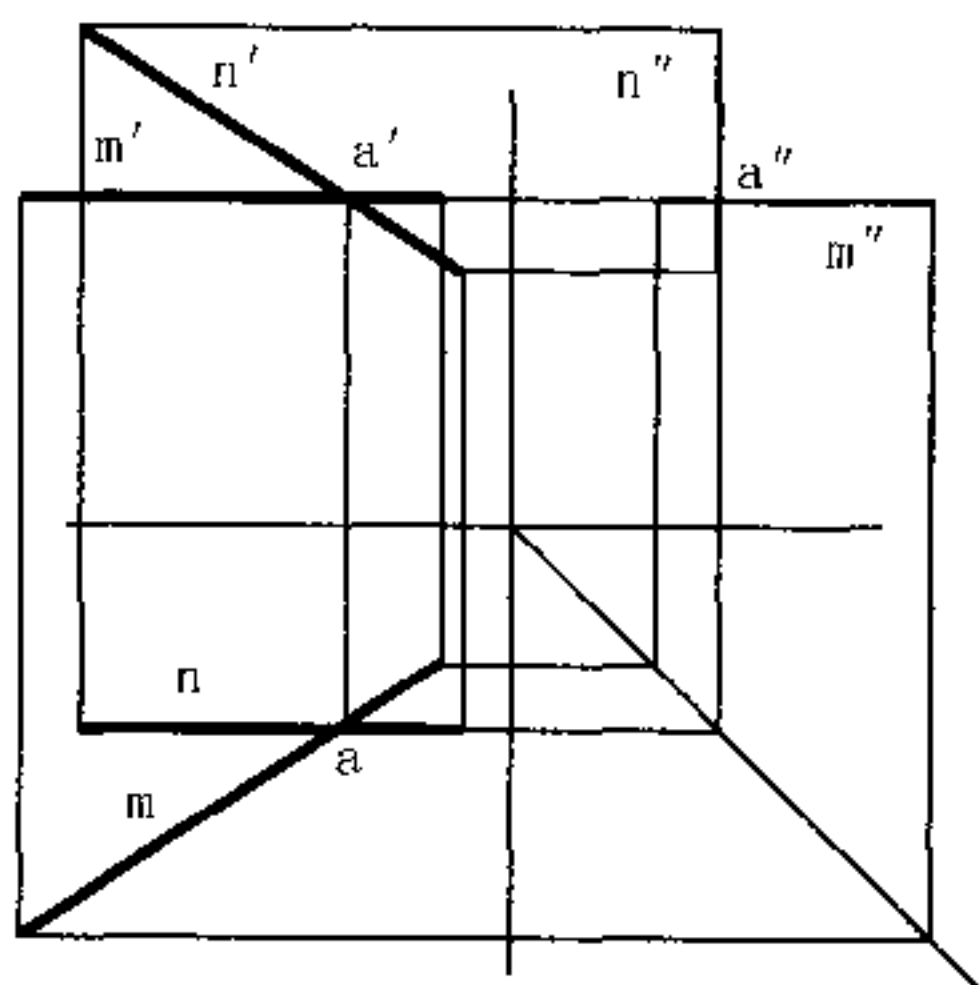
(c) (P11)



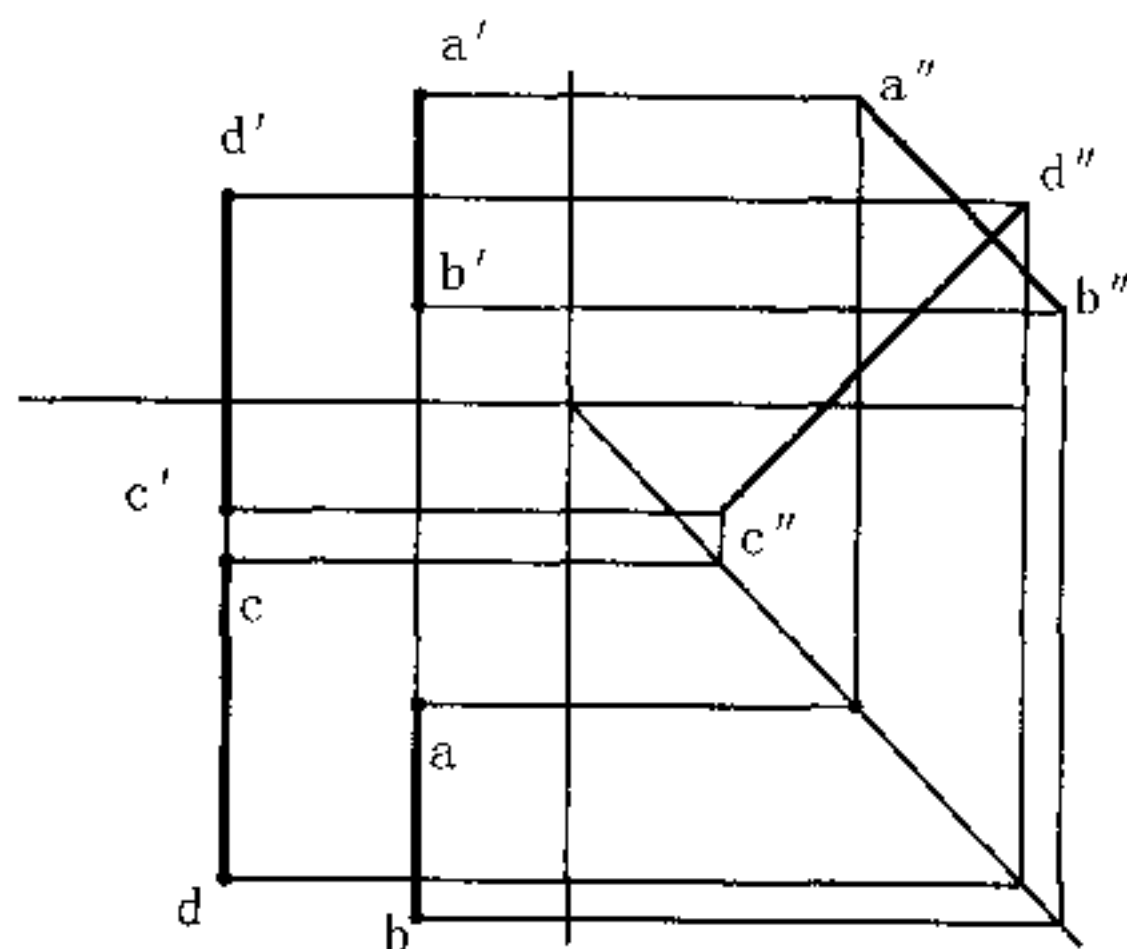
说明直线 AB 的空间位置
AB 在 H 面上
点 A 在 X 轴上
点 B 在 Y 轴上

2. 求作下列各题直线的三面投影。

(a) 已知直线 M 和 N 经过点 A, 且 $M \parallel H$, $N \parallel V$, 完成其三面投影。(P11)



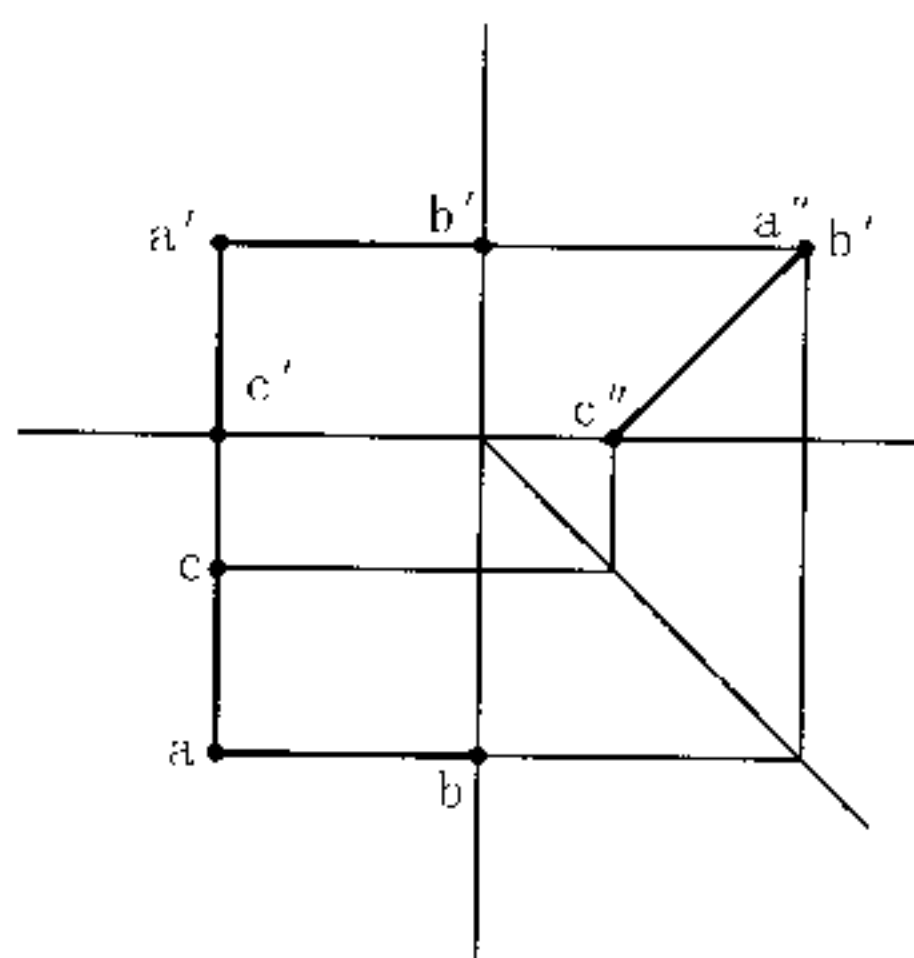
(b) 已知直线 AB, CD 均为侧平线, 且 $\alpha_{AB} = 45^\circ$, 完成其三面投影。(P11)



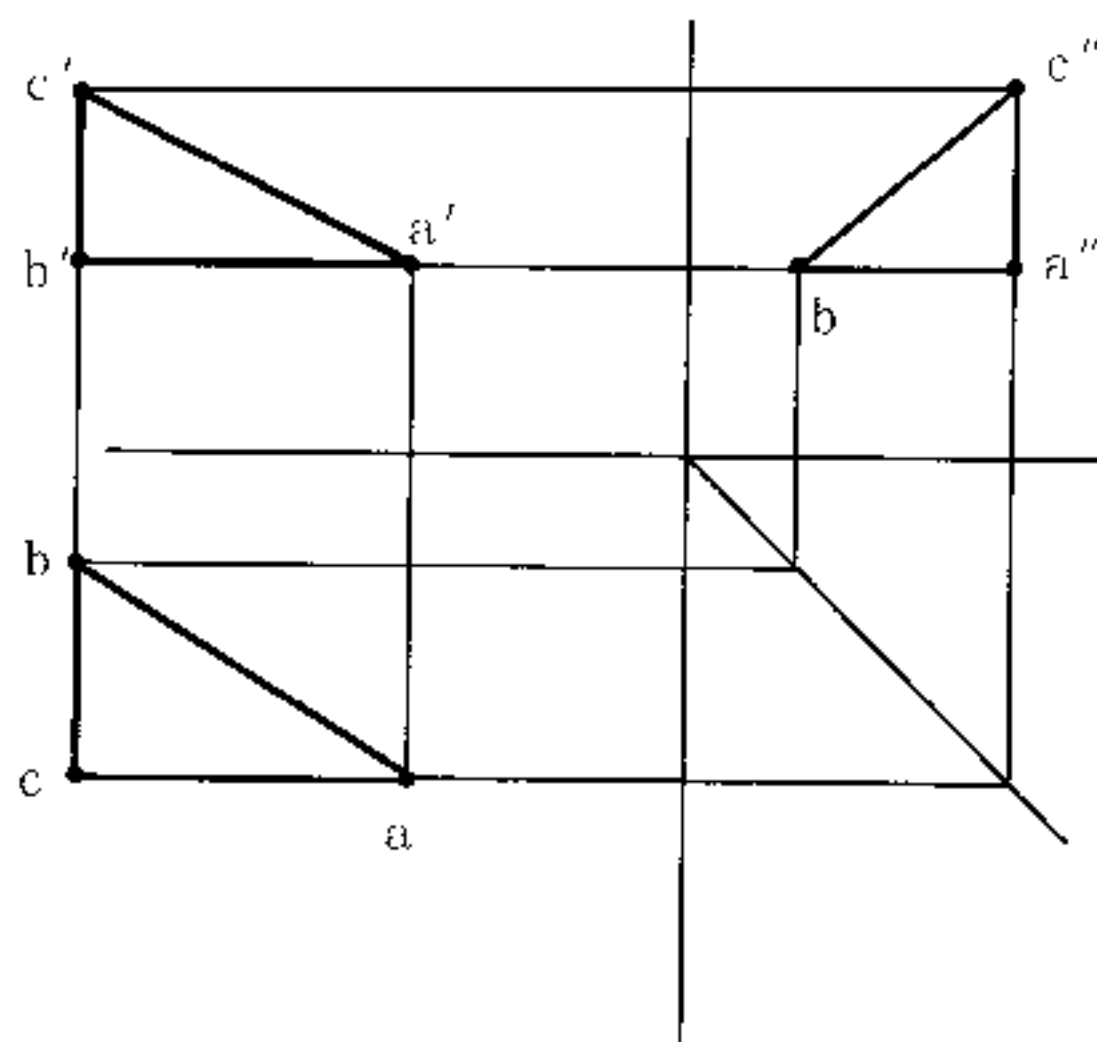
如果不利用 W 投影, 可利用定比性,

$$\text{则 } \frac{a'b'}{ab} = 1, \frac{c'd'}{cd} = 1$$

(c) 过点 A 作直线 $AB \perp W$, $AC \parallel W$, 且已知点 $B \in W$, 点 $C \in H$, 完成其三面投影。(P11)

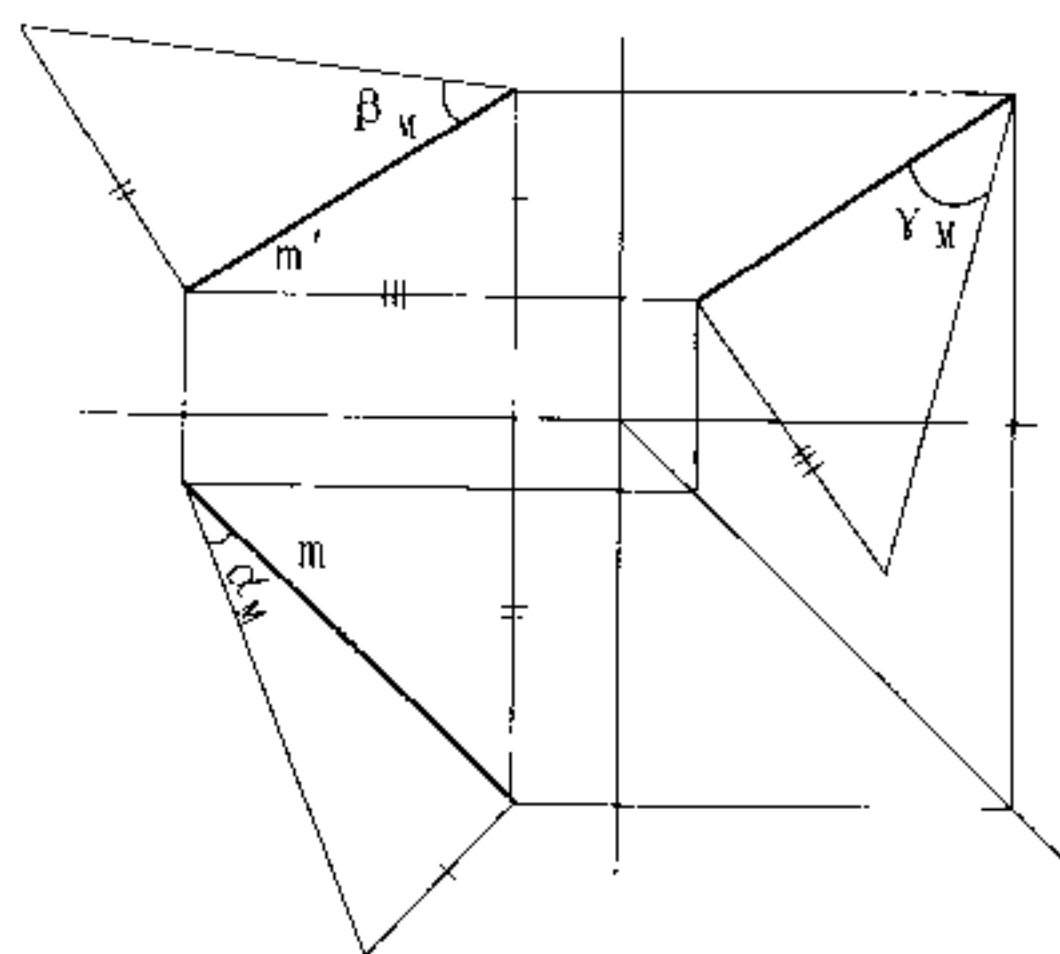


(d) 过点 A 作一个三角形 ABC, 已知直线 $AB \parallel H$, $AC \parallel V$, $BC \parallel W$, 完成其三面投影。(P11)

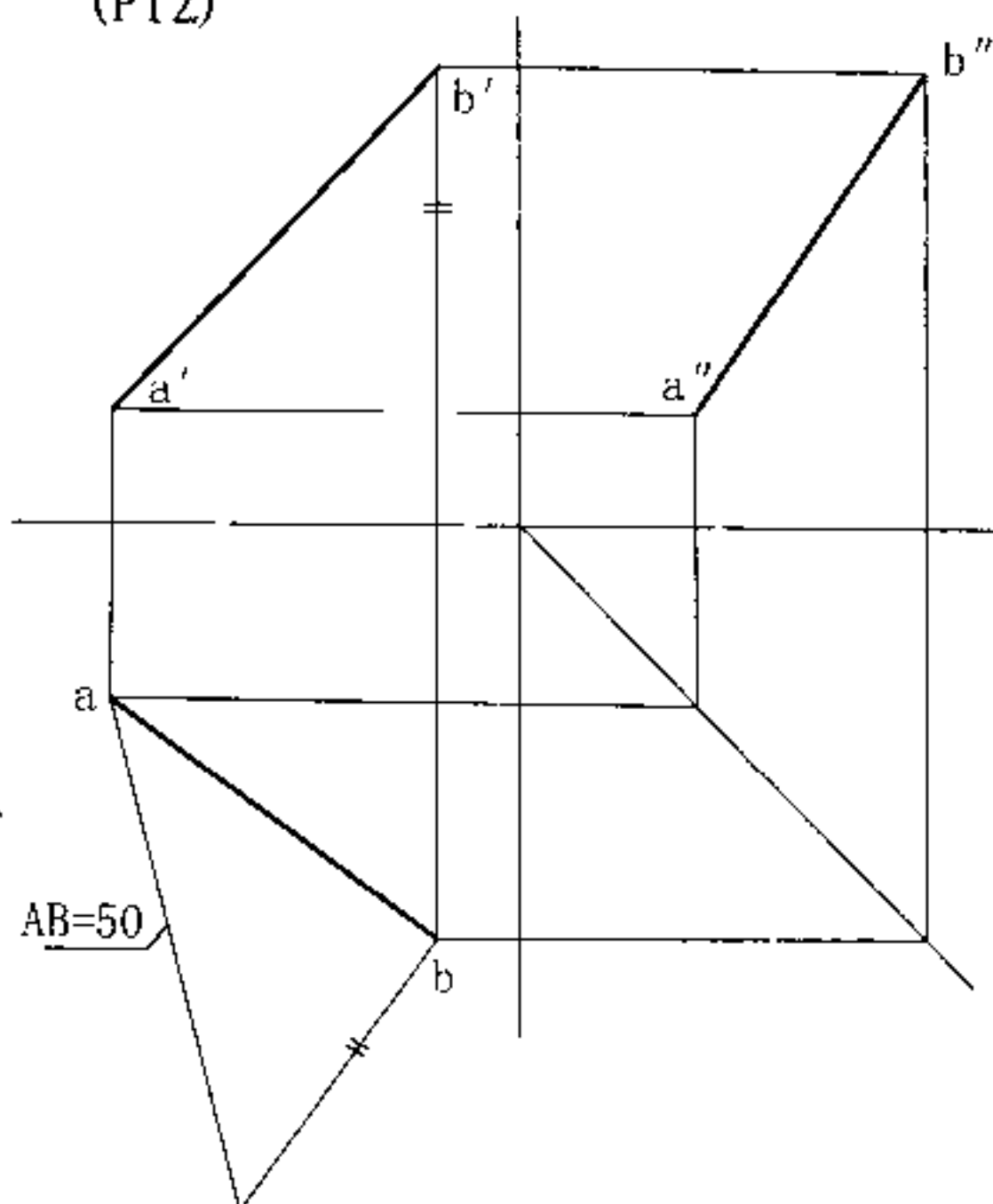


$\triangle ABC$ 不是直角三角形。

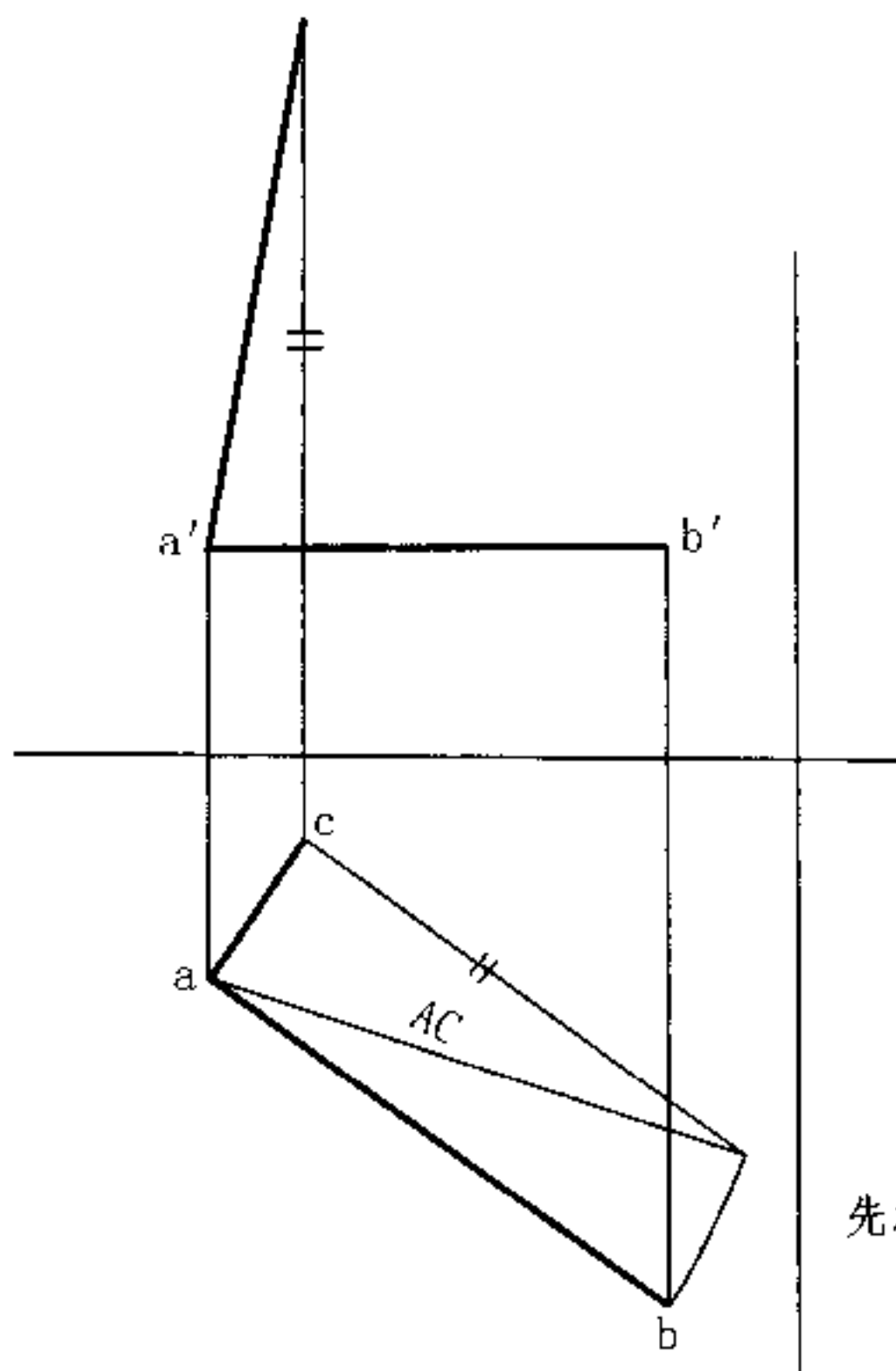
3. 求直线对三个投影面夹角 α_H , β_V , γ_W 。(P12)



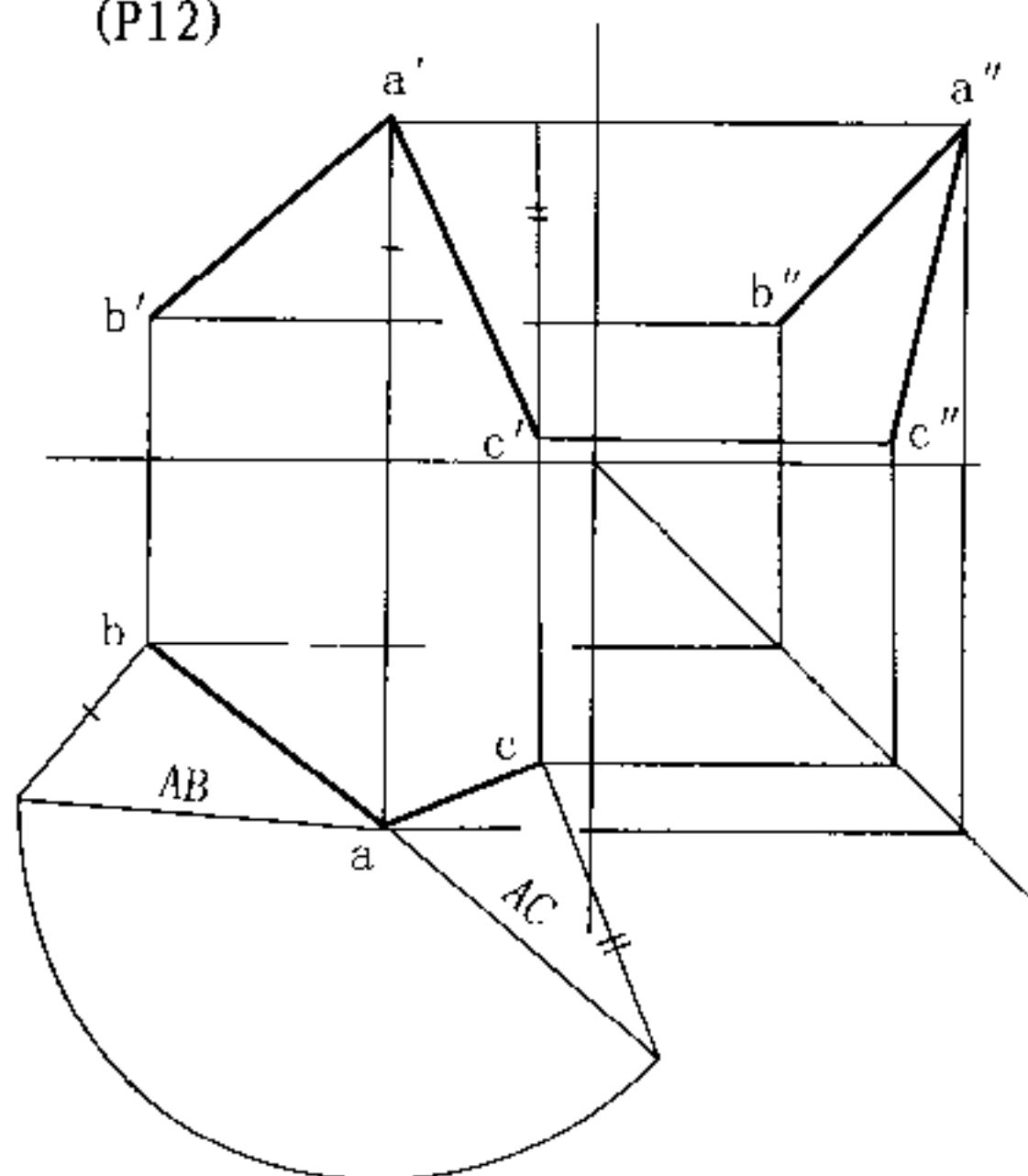
4. 已知直线 $AB=50\text{mm}$, 完成其三面投影。(P12)



5. 已知直线 $AB=AC$, 求 C' 。(P12)

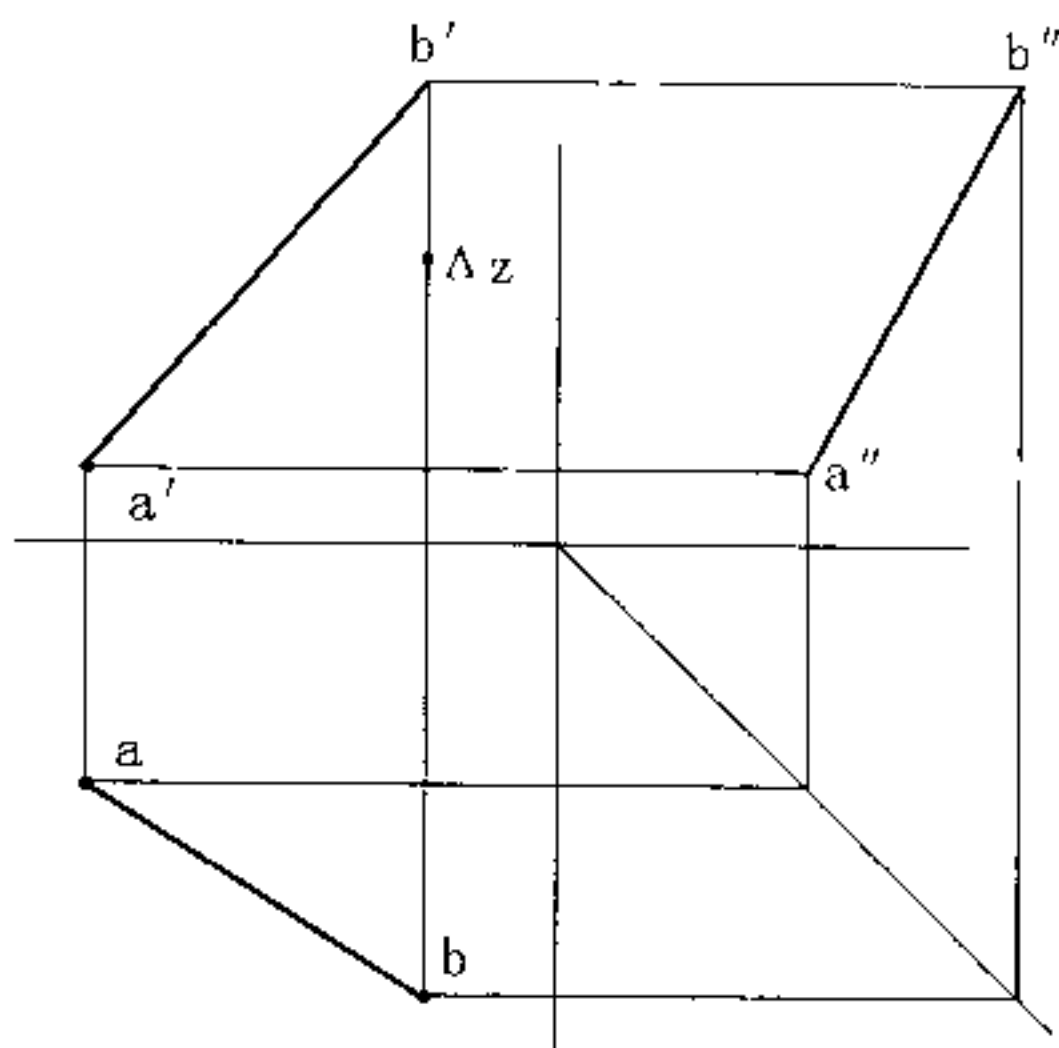


6. 已知直线 $AB=AC$, 完成其三面投影。(P12)



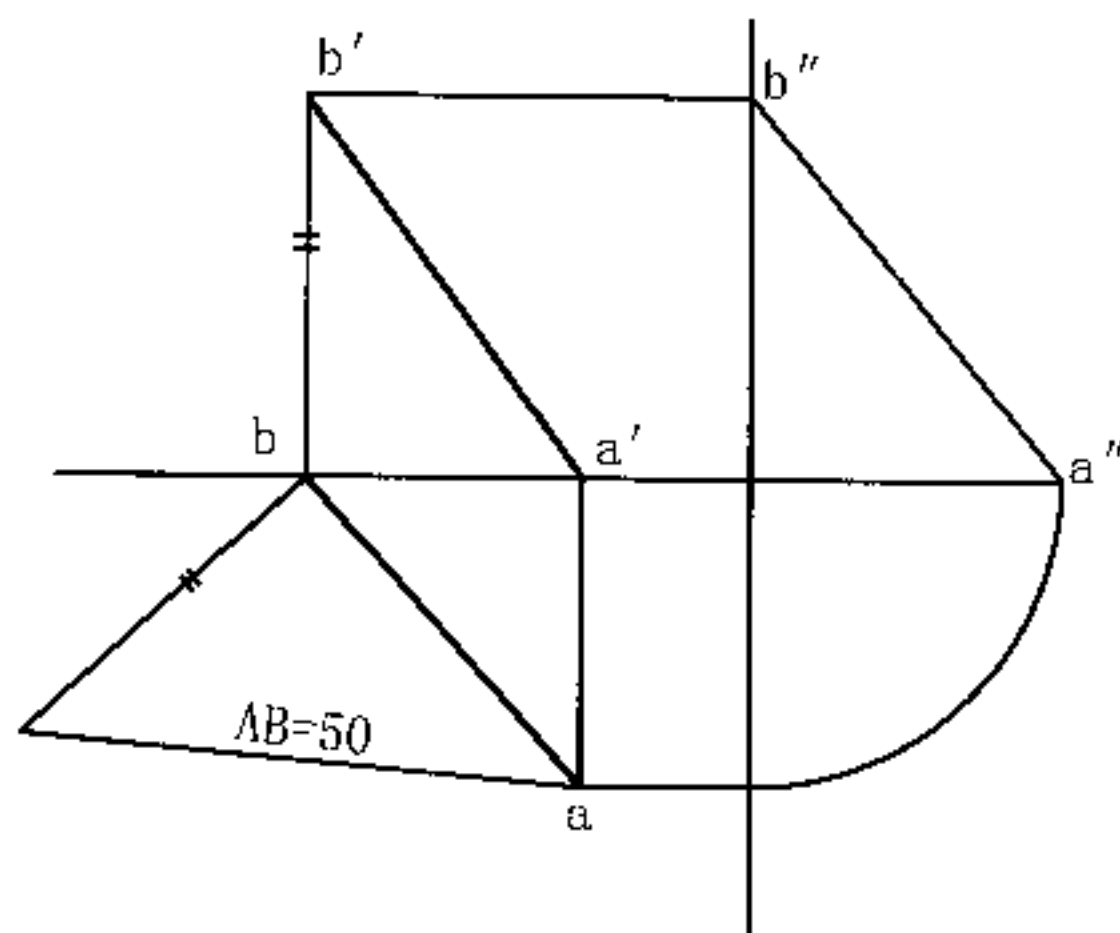
先求 AB 实长, 因为 $AB=AC$, 故可以由 AC 和 ac 求 C' 。

7. 已知 $\alpha_{AB}=45^\circ$, 完成直线 AB 的三面投影。(P12)

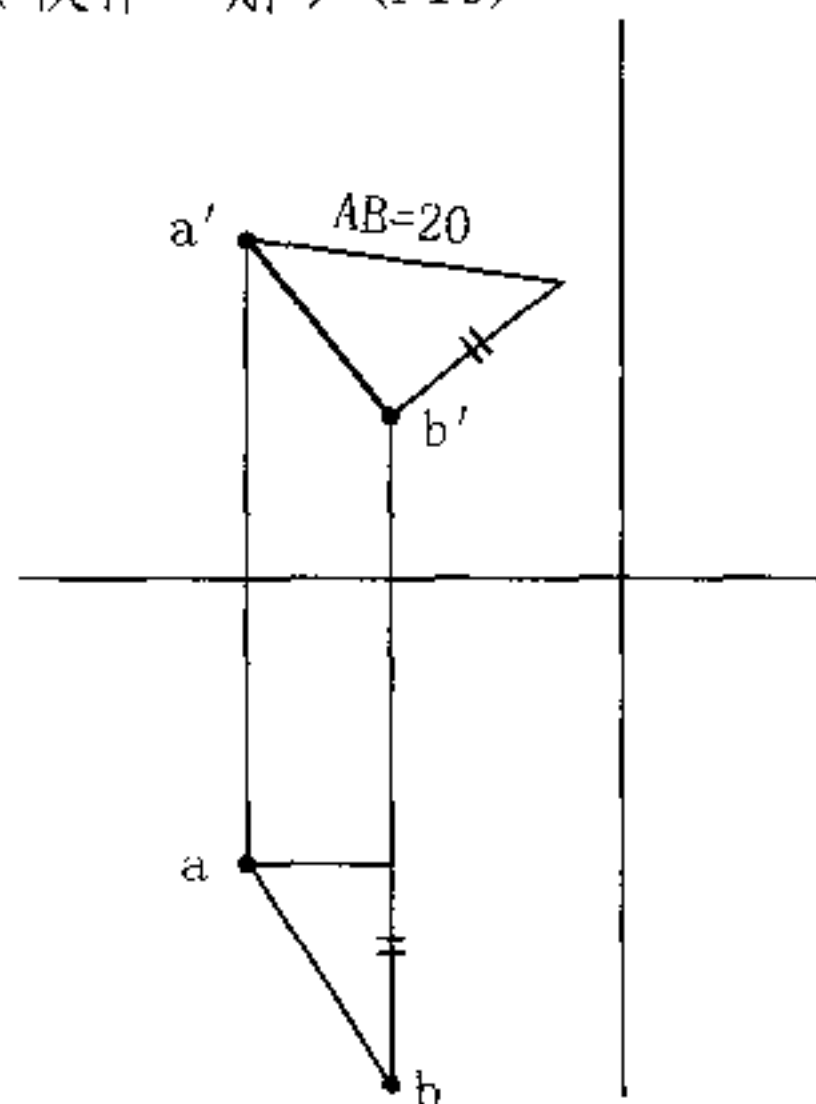


$\because \alpha_{AB}=45^\circ, \therefore \Delta z=ab$, 故可直接作图求得 b' 。

8. 已知直线 $AB=50\text{mm}$, $B \in V$, 完成其三面投影。(P12)

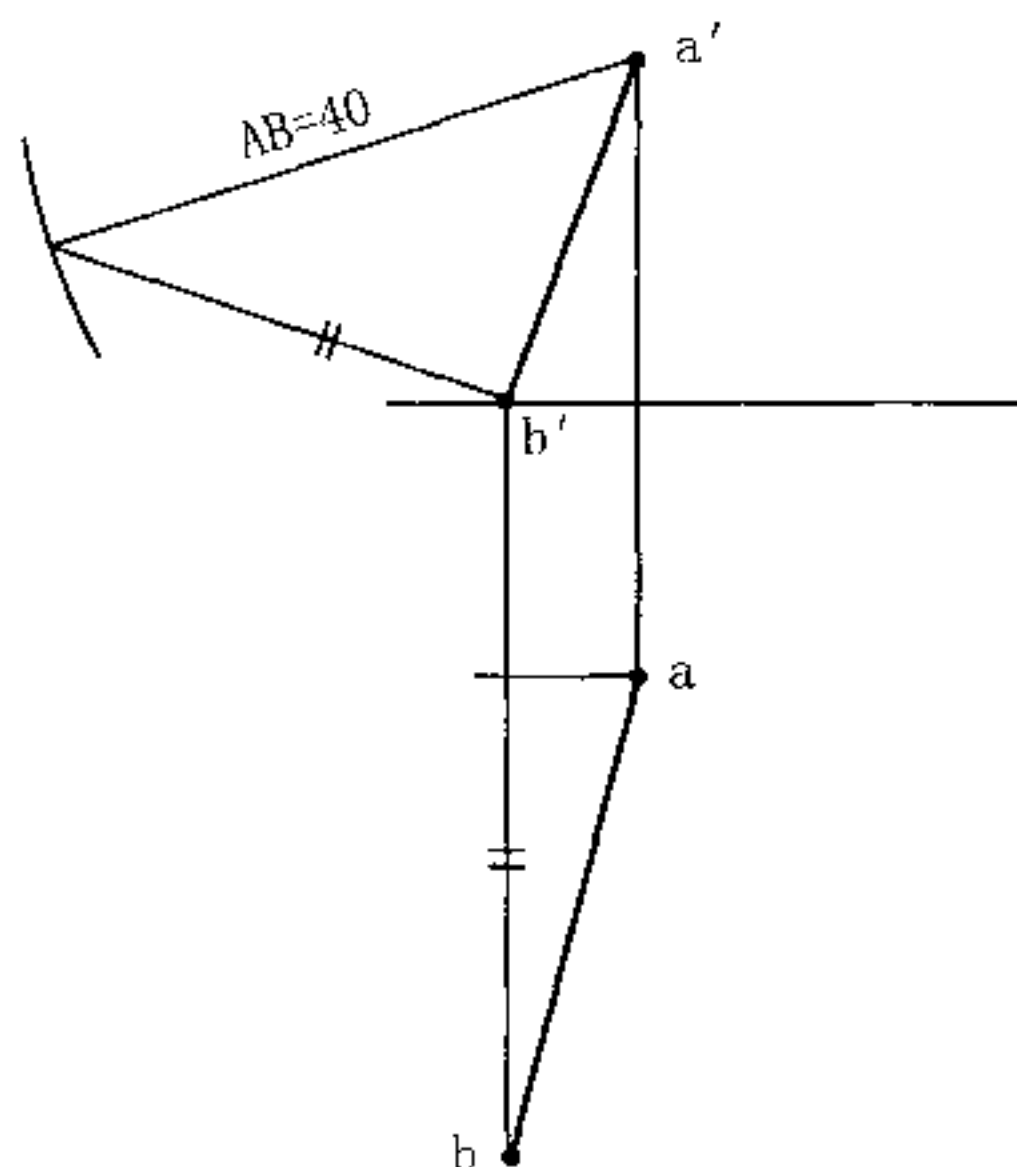


9. 已知点B距点A 20mm, 完成其投影。
本题有多少解, 其轨迹是什么?
(仅作一解) (P13)



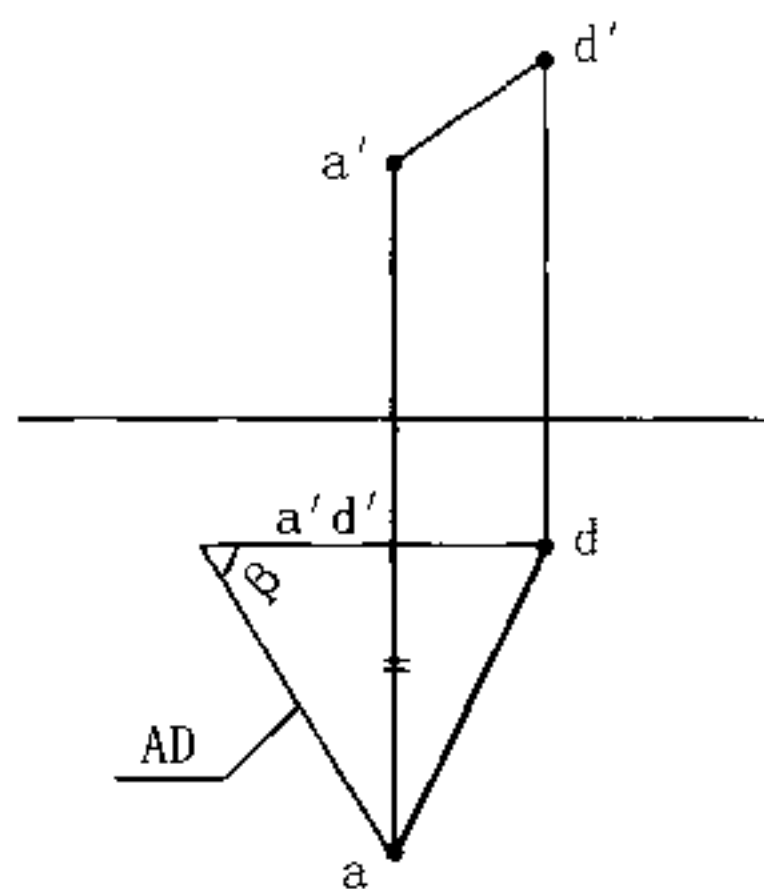
任取一点 b' , 连 $a'b'$, 只要 $a'b' < 20$, 此题则有解, 由 $a'b'$ 和 $AB=20$, 可求出 Δy , 最后可求得 ab , B点的轨迹是以点A为中心, 半径为20mm的球面上, 则本题为无穷多解。

10. 已知直线 $AB=40\text{mm}$, 且点 $B \in H$, 完成其V、H投影。(P13)



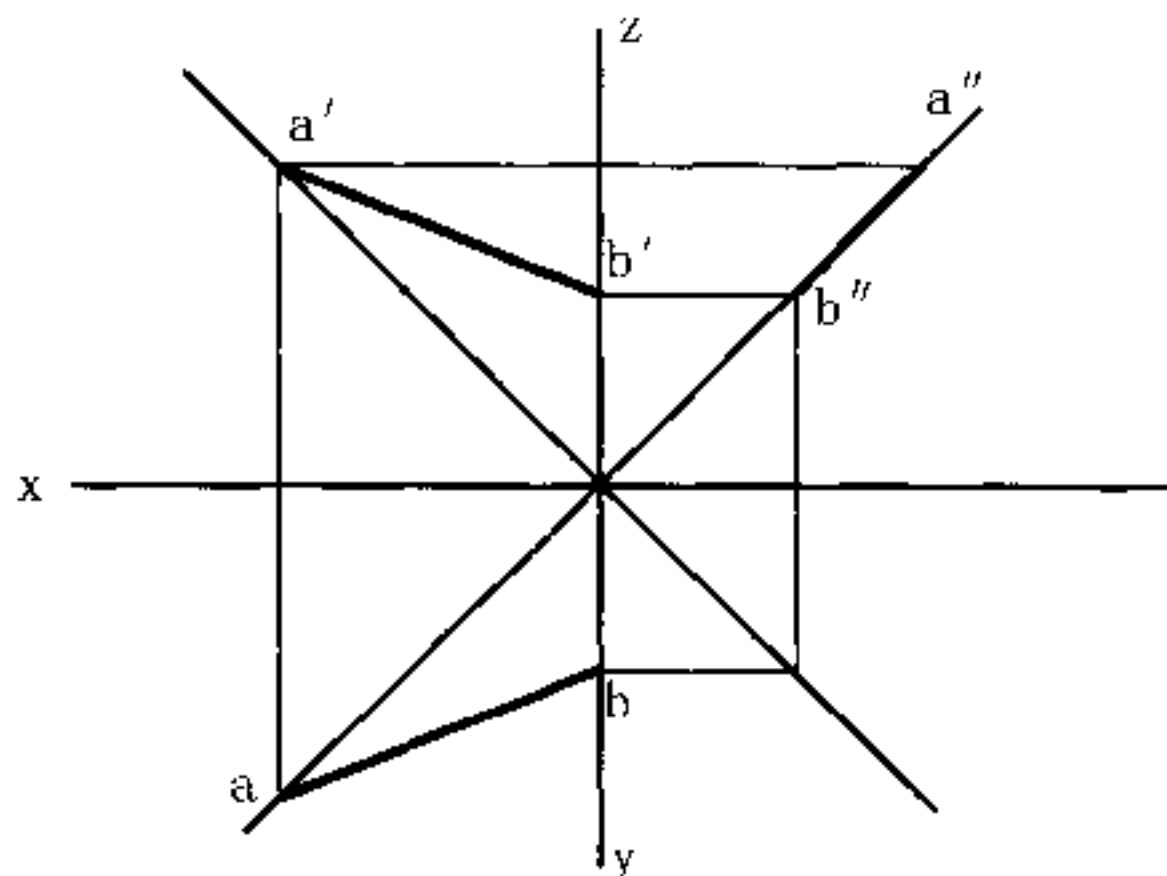
在x轴上任取一点B, 只要 $a'b' < 40$, 以 $a'b'$ 为底边作直角三角形求得 Δy , 即可求得 ab 。本题AB的轨迹是圆锥面, B点的轨迹是圆。

11. 已知直线AD, 其 $\beta_{AD}=60^\circ$, 且点 $D \in V$, 完成其V、H投影。(P13)



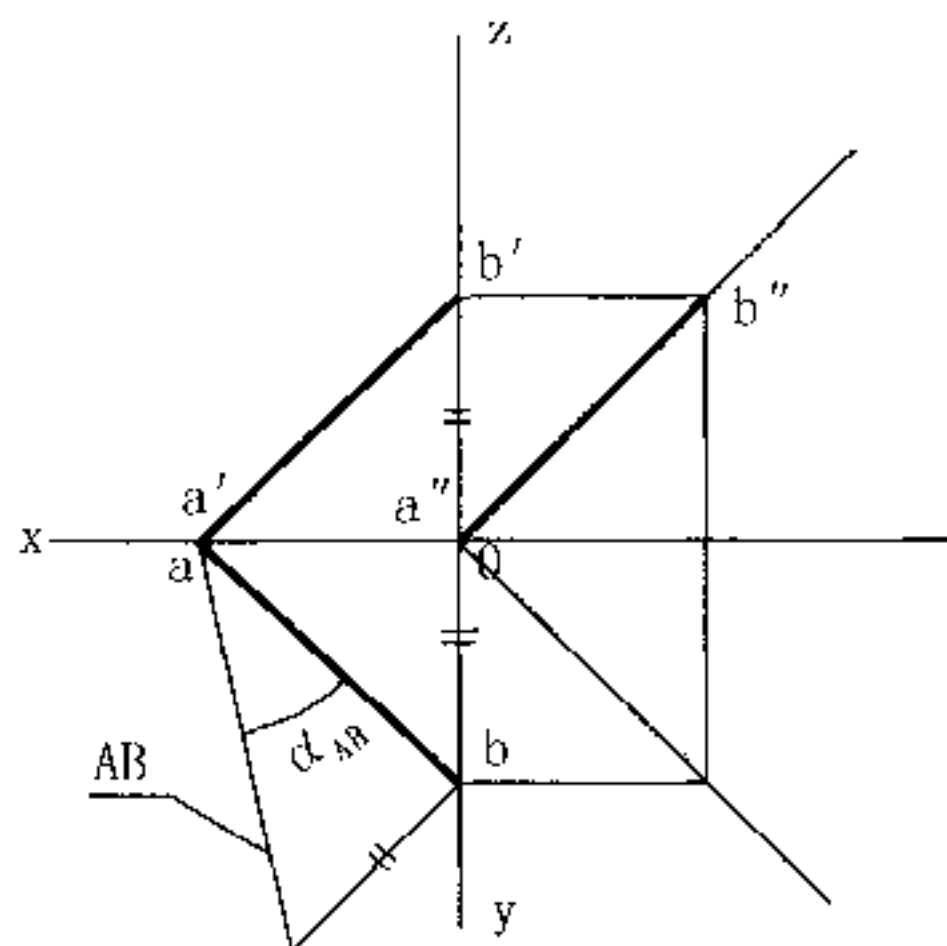
本题解答见例A-2。

12. 已知点A与V、H、W等距, 点B与V、H等距, 且点 $B \in W$, 完成其投影, 并问 α_{AB} 与 β_{AB} 有何关系? (P13)



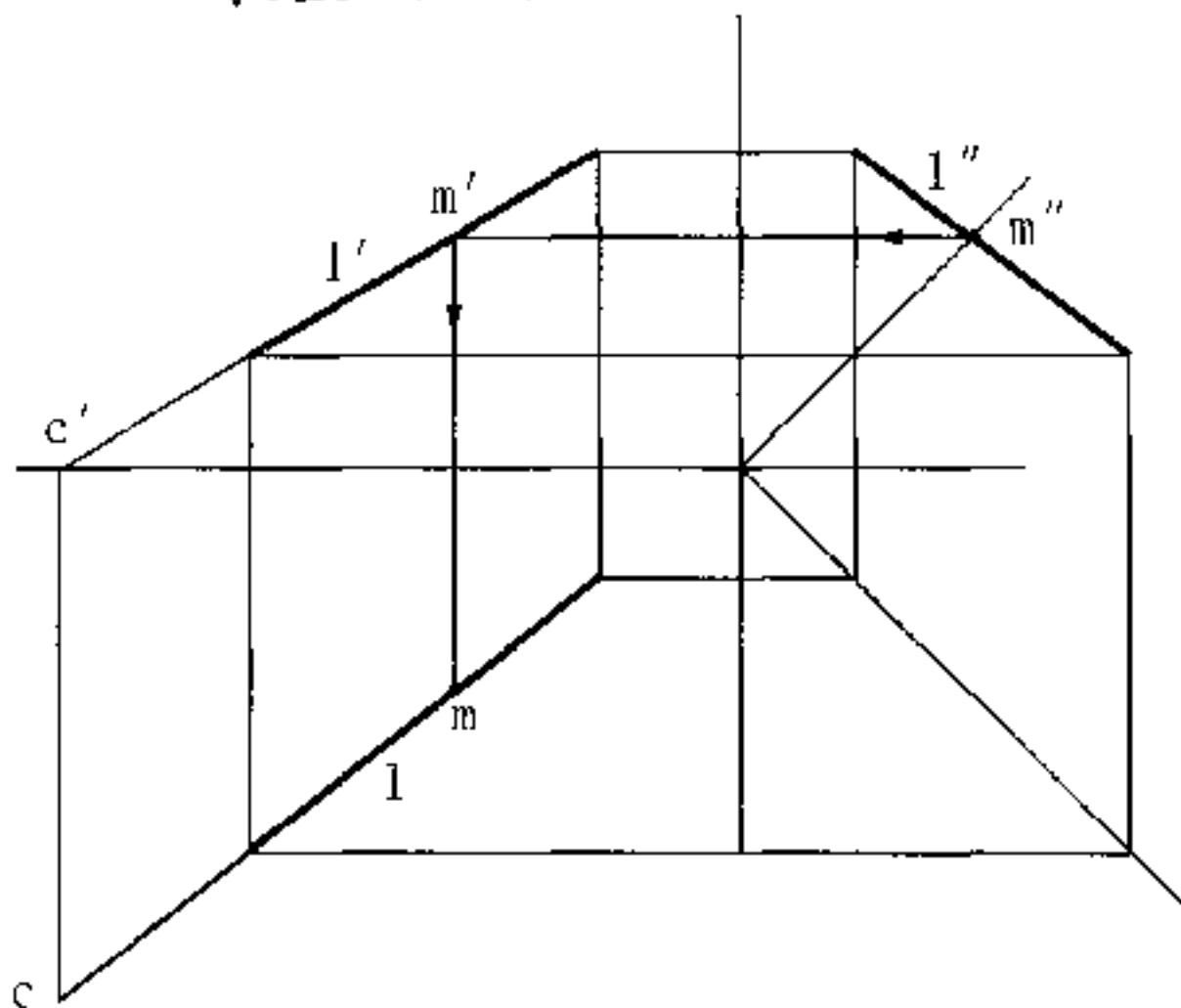
与三投影面等距的点, 其三面投影均在 45° 斜线上, 从图上可明显看出, $a'b' = ab$, 且AB直线两端点的 $\Delta y = \Delta z$, 所以直线AB的 $\alpha_{AB} = \beta_{AB}$ 。

13. 已知直线AB, $A \in X$ 轴, $B \in W$, 且点B与Y轴和Z轴等距, 完成其三面投影, 并求AB真长和 α_{AB} 。(P13)



因为B与Y、Z轴等距, 则其 $z_b = y_b$ 。又知点B在W面上, 故可画出 b' 、 b'' 和 b , 然后求其 α_{AB} 。

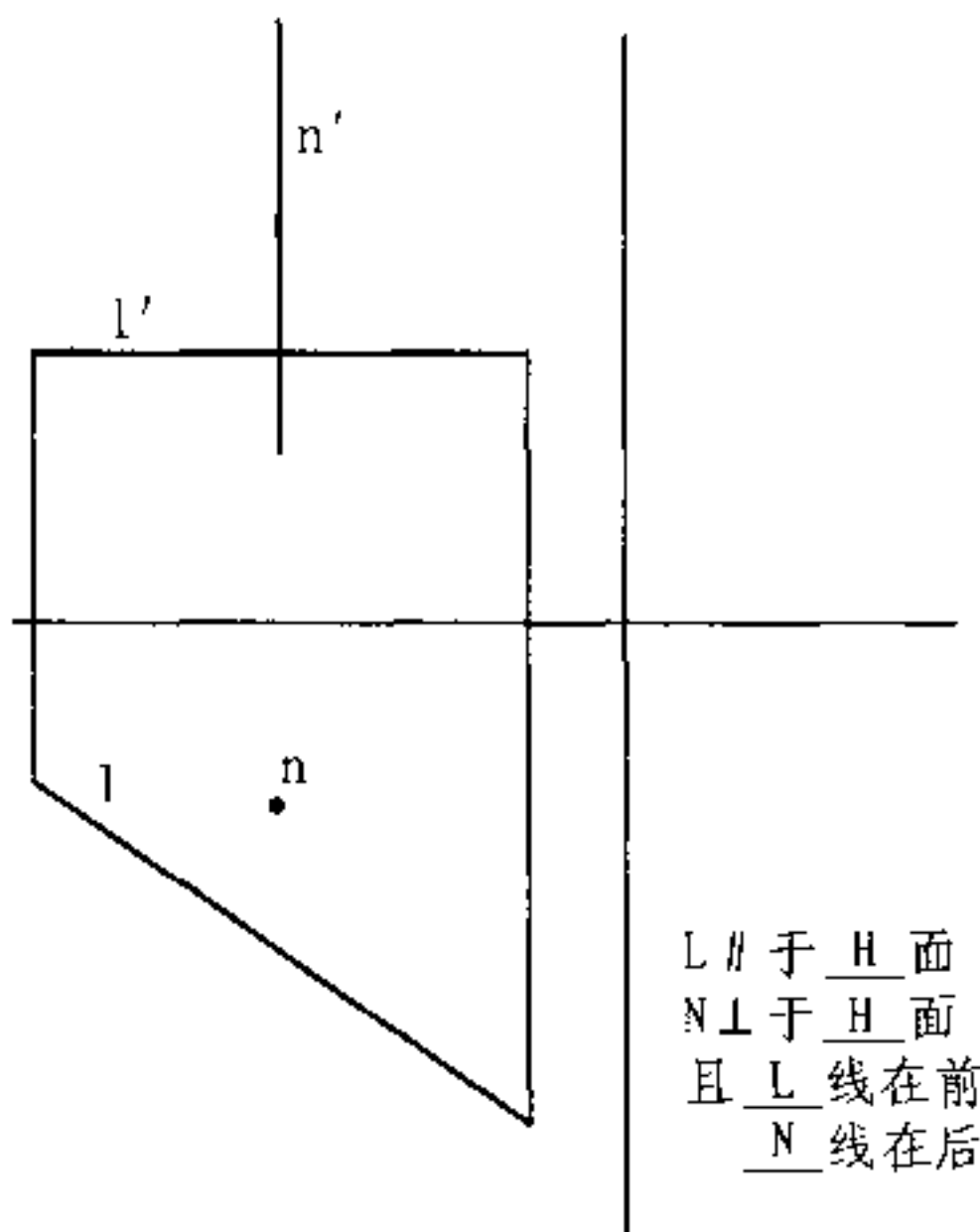
14. 在直线L上找一点C, 使点C的Z坐标为0, 另找一点K, 使点K距H面和V面等距。(P13)



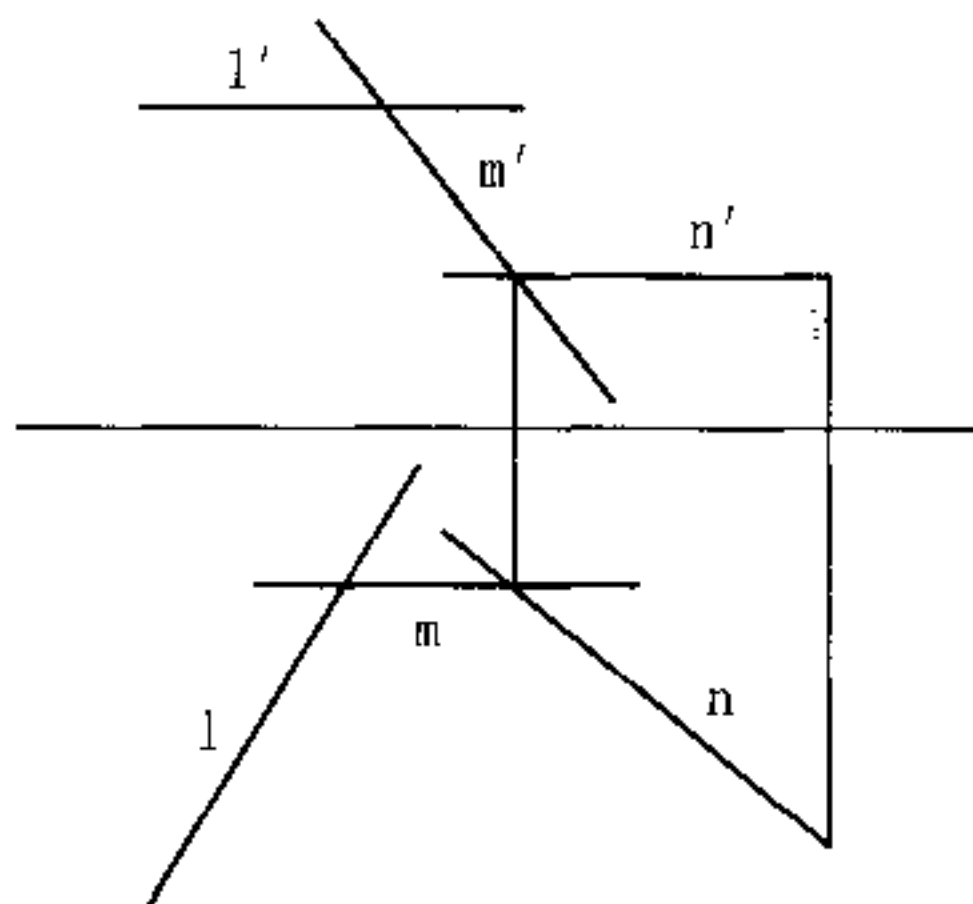
Z坐标为0的点, 其 c' 在x轴上。与H面与V面等距的点即该点z坐标等于y坐标。故可利用侧投影 l'' , 然后过原点作一条 45° 斜线, 它与 l'' 交点 m'' 即满足此条件。

15. 求直线L、M和N的第三投影, 并说明它们空间位置。(P13)

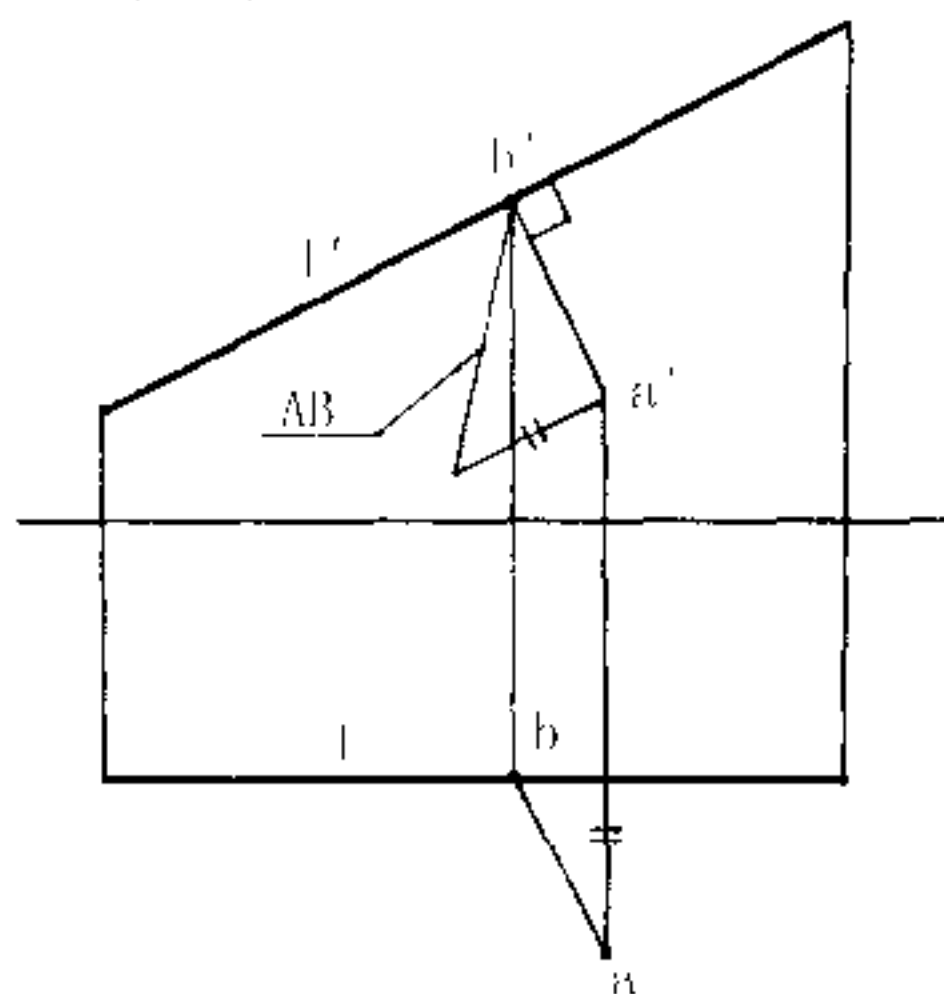
(a)



(b) 判断 L 与 M (相交, 交叉)
 M 与 N (相交, 交叉)

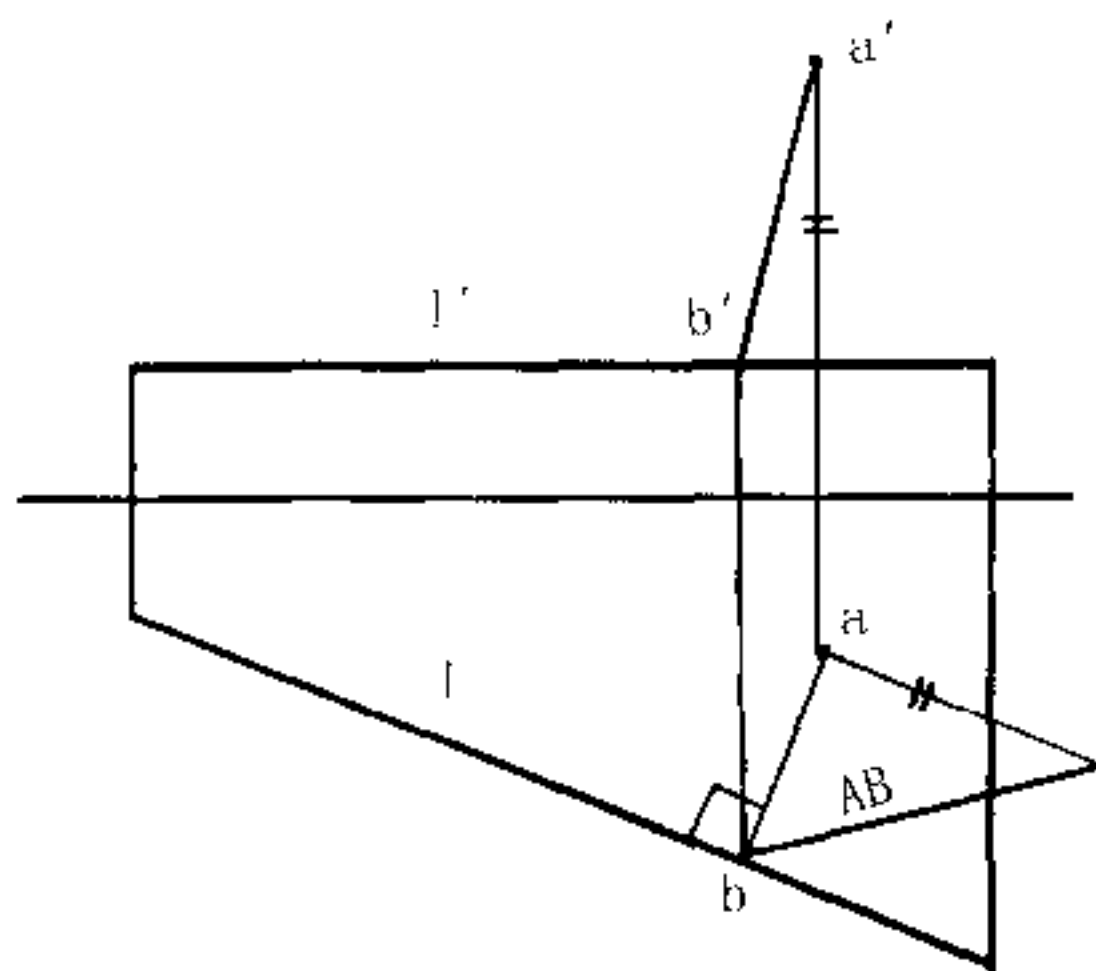


16. 求点A到直线L的距离(真长)。(P14)



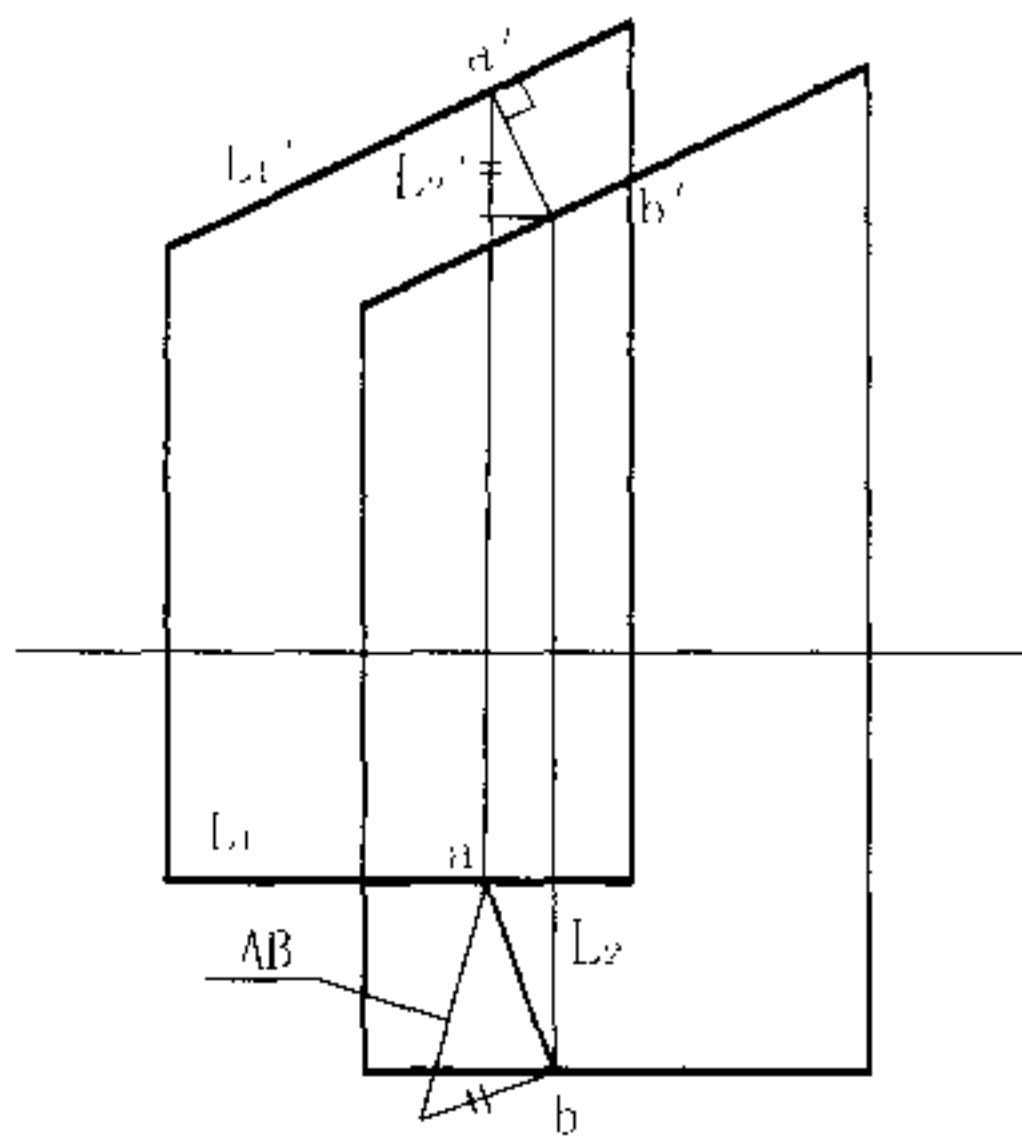
因为 $L \parallel V$, 故作 $AB \perp L$, AB即点到L距离, 然后求AB实长, 作图时, 先画 $a'b' \perp l'$, 然后求得b

17. 求点A到直线L的距离(真长)。(P14)



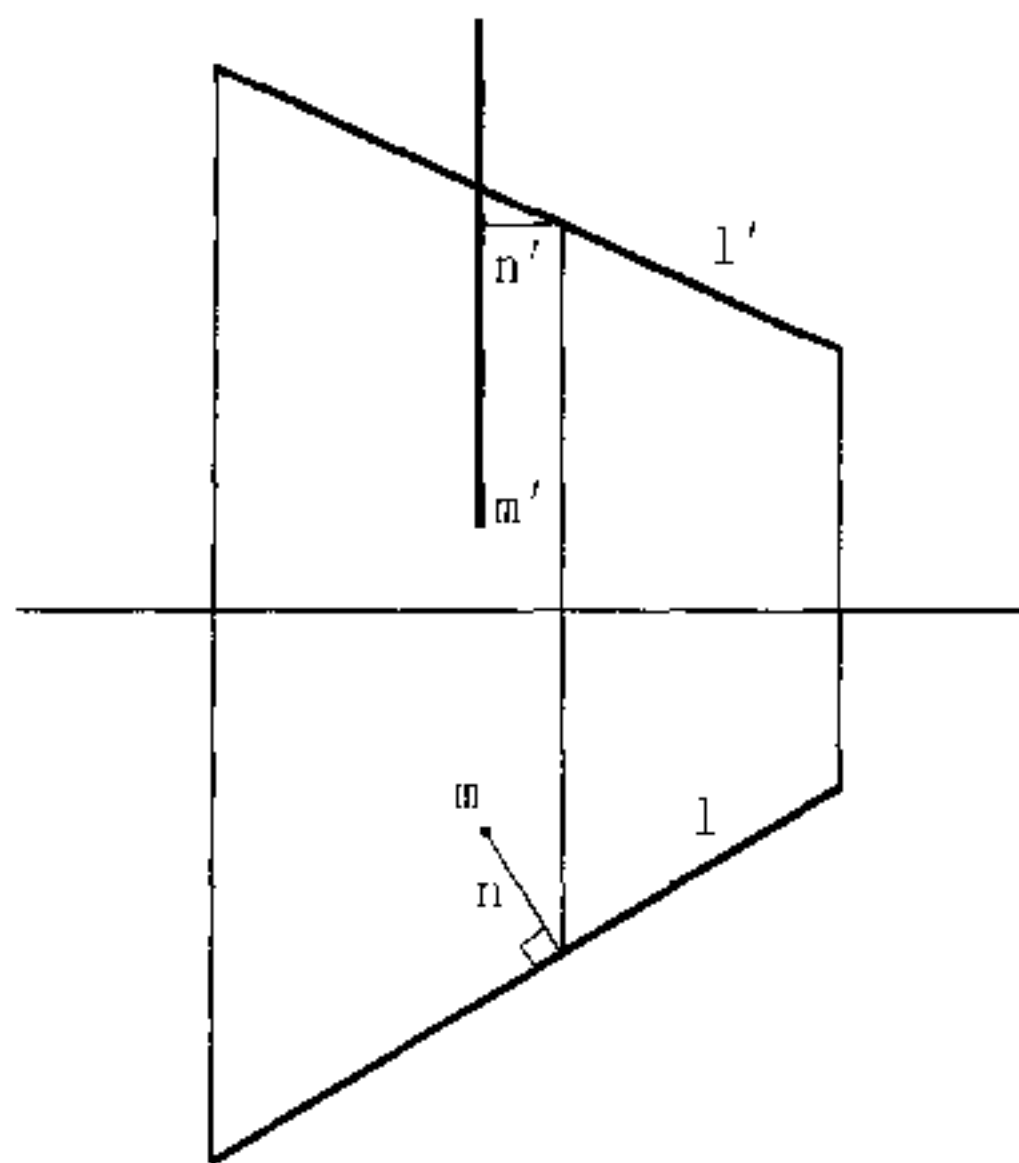
因为 $L \parallel H$, 故作 $AB \perp L$, AB即点到L距离, 然后求AB实长, 作图时, 先画 $ab \perp l$, 然后求得 b' 。

18. 求两直线 L_1 和 L_2 的距离(真长)。(P14)



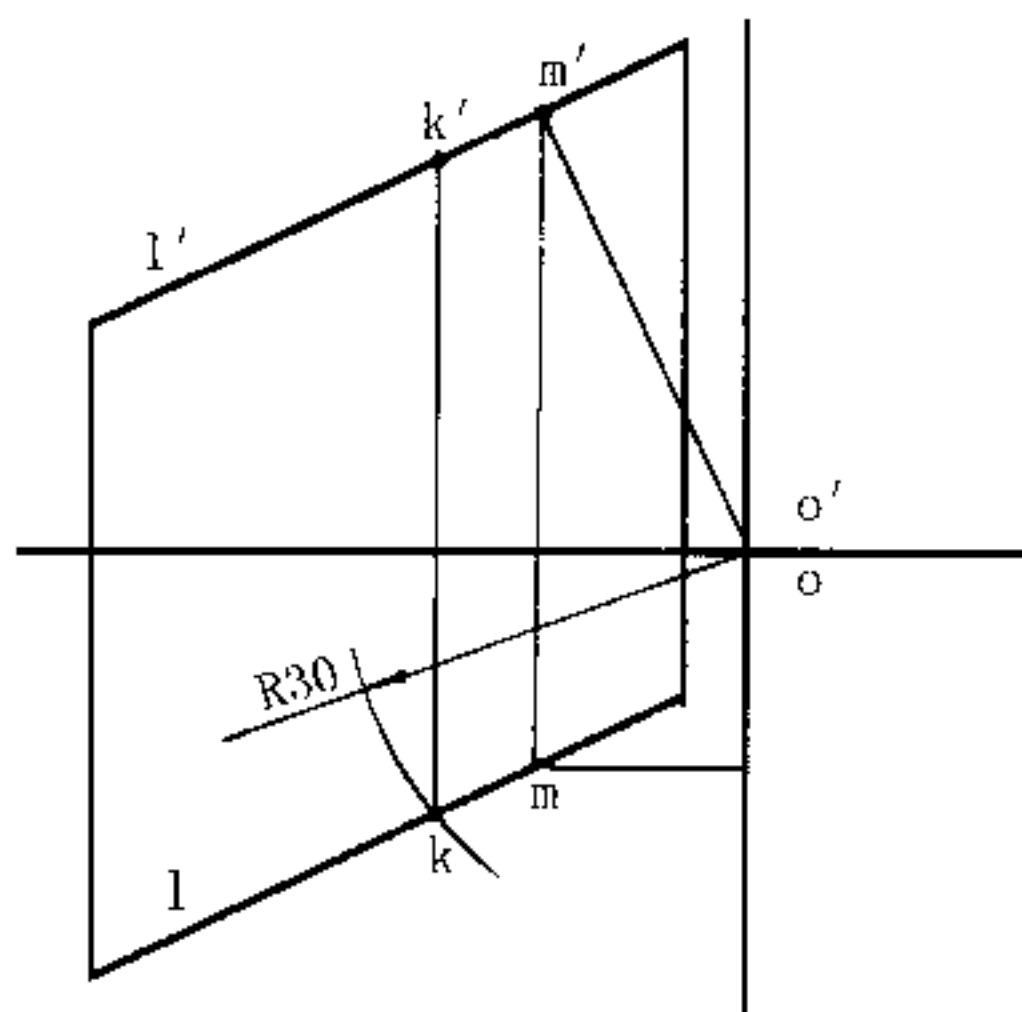
因为 L_1, L_2 均平行于V, 故作 $AB \perp L_1, L_2$, AB即两直线距离, 然后求AB实长。

19. 求两直线L和M距离(画出距离的V、H投影)。(P14)



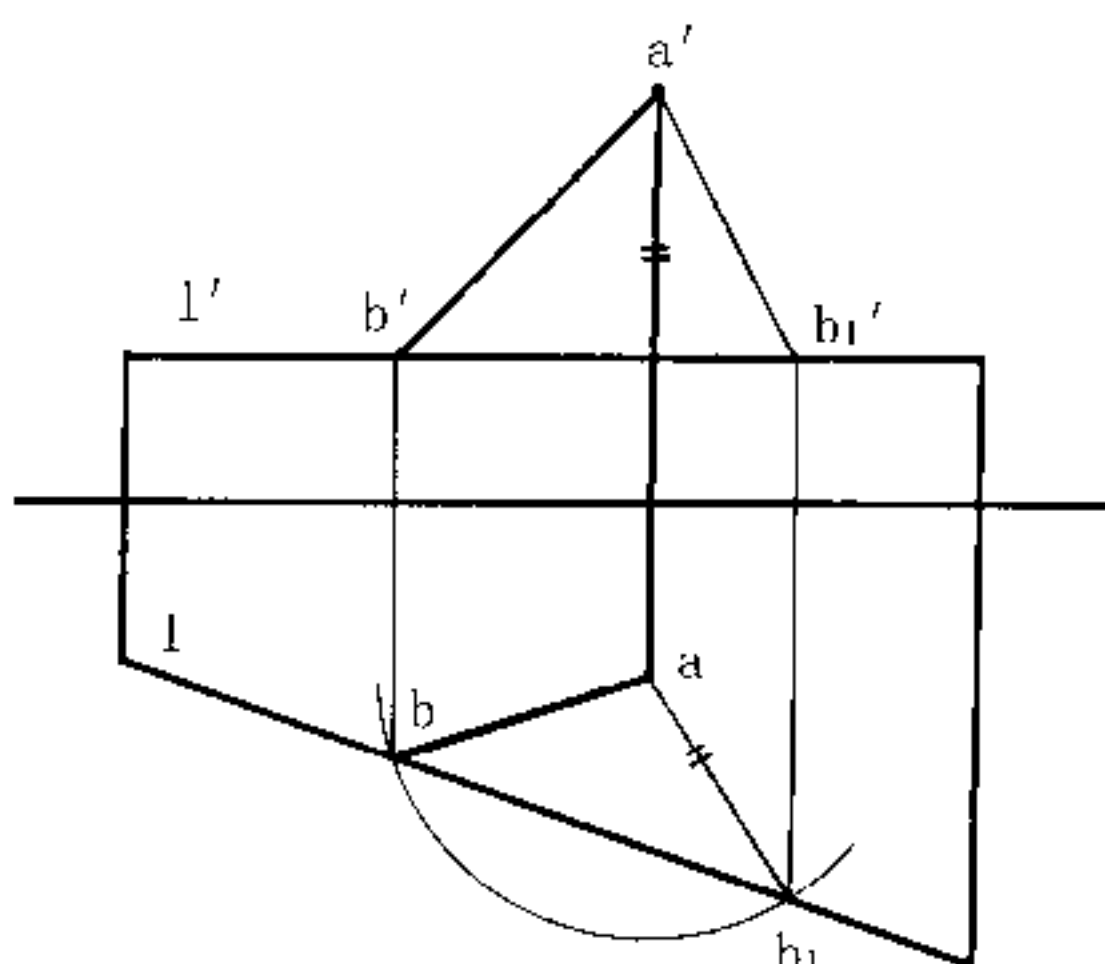
两直线距离即求公垂线, 因为与铅垂线M垂直的线必为水平线, 若该水平线还要与L线垂直, 即其水平投影应垂直, 故此题作图是过m作 $n \perp l$, 由交点向上投影得 n' ($n' \parallel x$ 轴), n即距离实长。

20. 在直线L上找一点K, 令点K到Z轴距离为30mm, 并问直线L与y轴距离是多少? (P14)



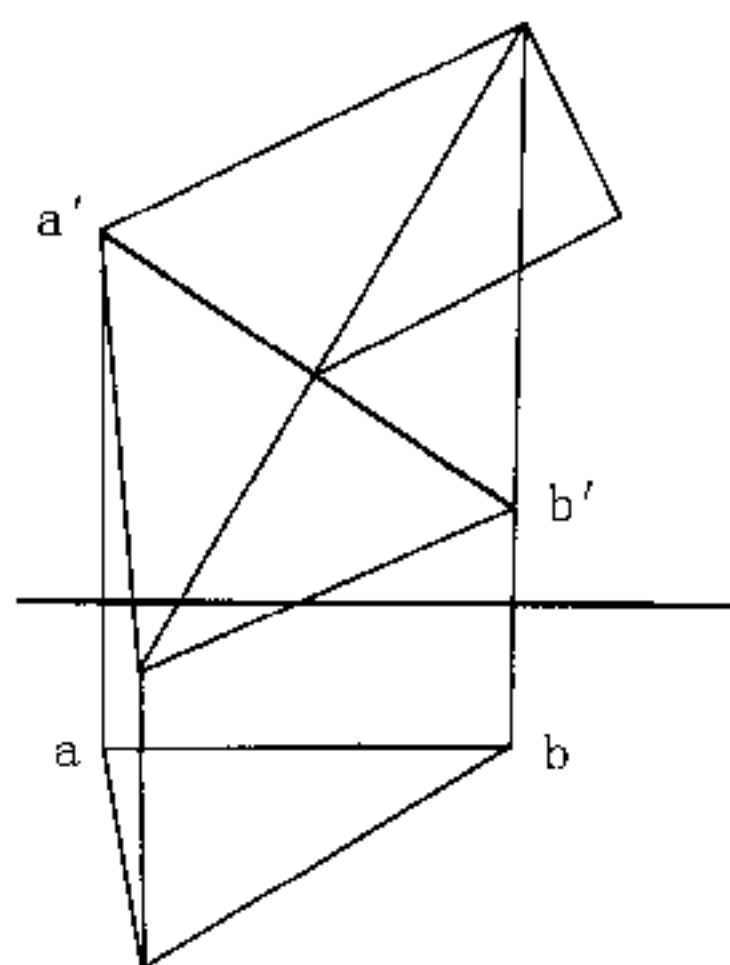
Z轴相当于一铅垂线, 所以以O为圆心, 30为半径作圆与l交于点k, 点k即所求, 同理y轴等同于正垂线, $\therefore$ 过O'作线垂直于l'得交点m', $O'm'$ ($O'm' = OM$) 为正平线的V投影, 即所求距离。

21. 过点A作直线AB与L线相交, 且 $\alpha_{AB} = 45^\circ$ 。(P14)



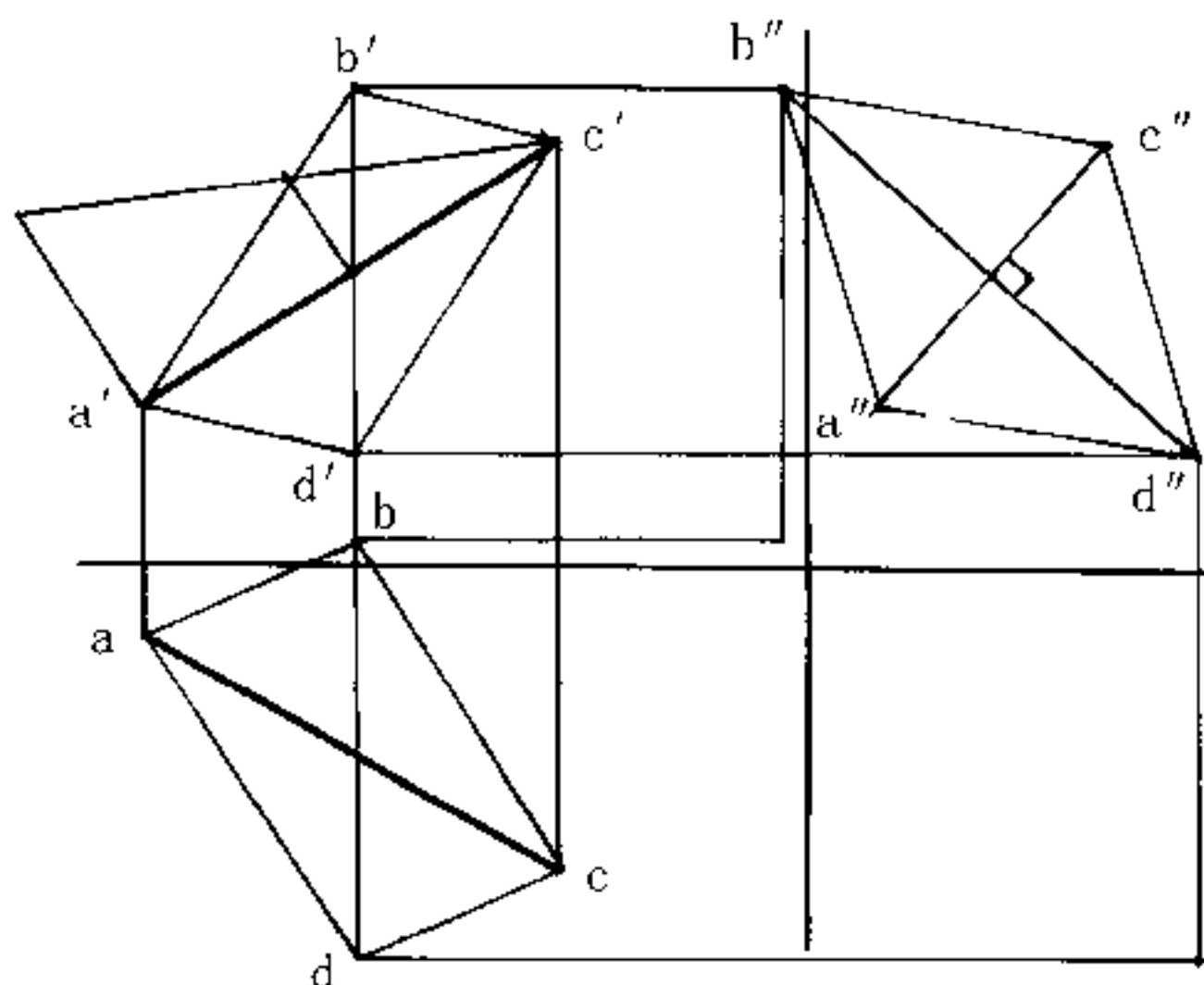
$\because$ L为水平线, $\therefore$ 直线AB的 Δz 为已知, 又因为 $\alpha_{AB} = 45^\circ$, $\therefore ab = \Delta z$, 故本题有两解AB和AB₁。

22. 以直线AB为底边作正三角形, 其高CD与V面成 30° 角。(P15)



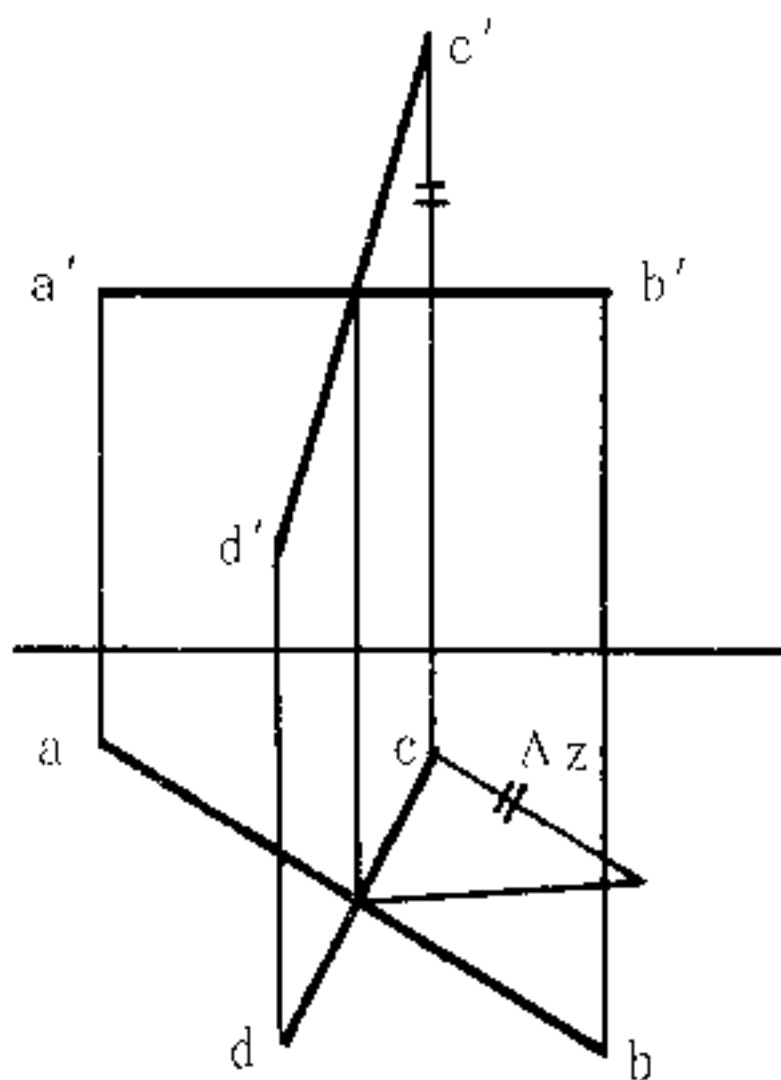
本题用辅助作图法解题, 详细分析与作图见例B-1。

23. AC为正方形的一条对角线, 另一对角线为侧平线, 画出正方形的V、W投影。(P15)



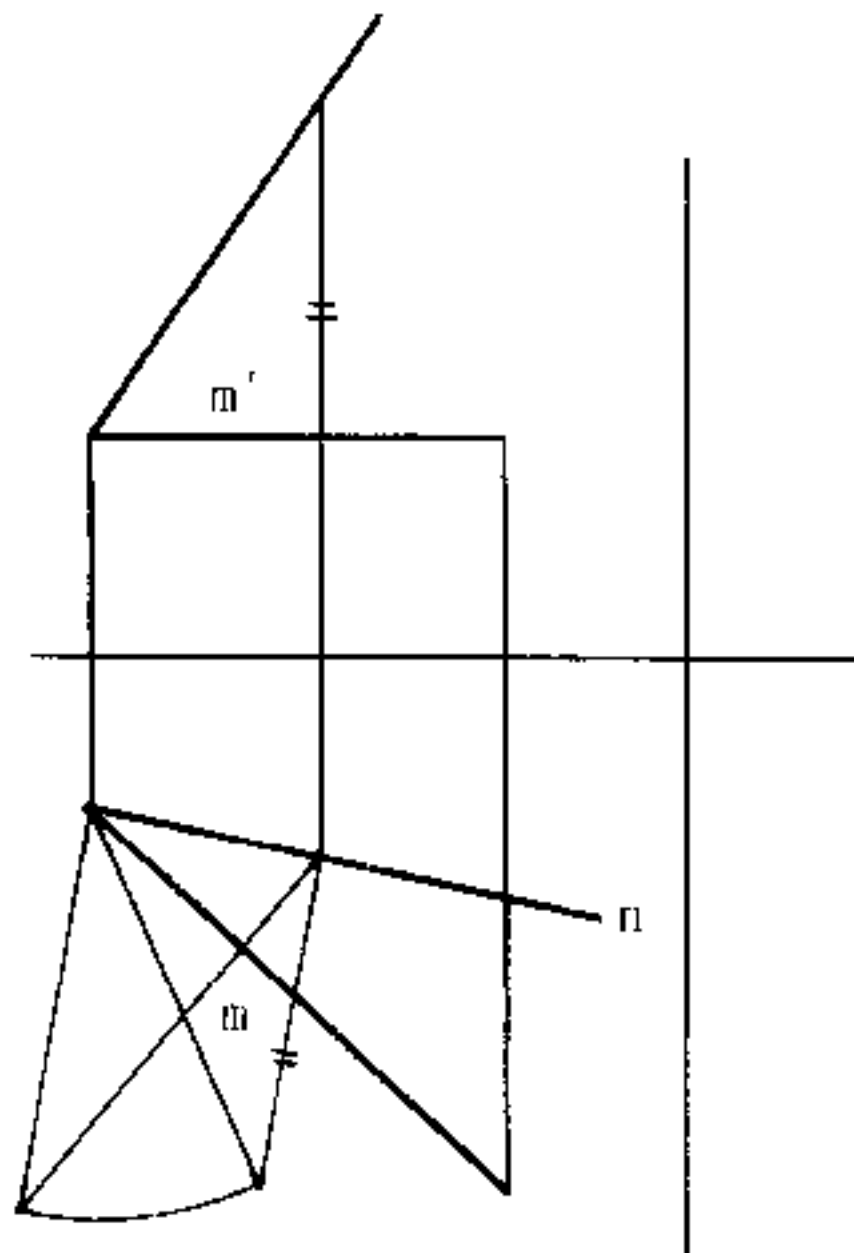
本题解答说明见例A-3。

24. 求作直线AB的中垂线CD, 令CD为一般位置直线, 且CD与AB等长。(P15)



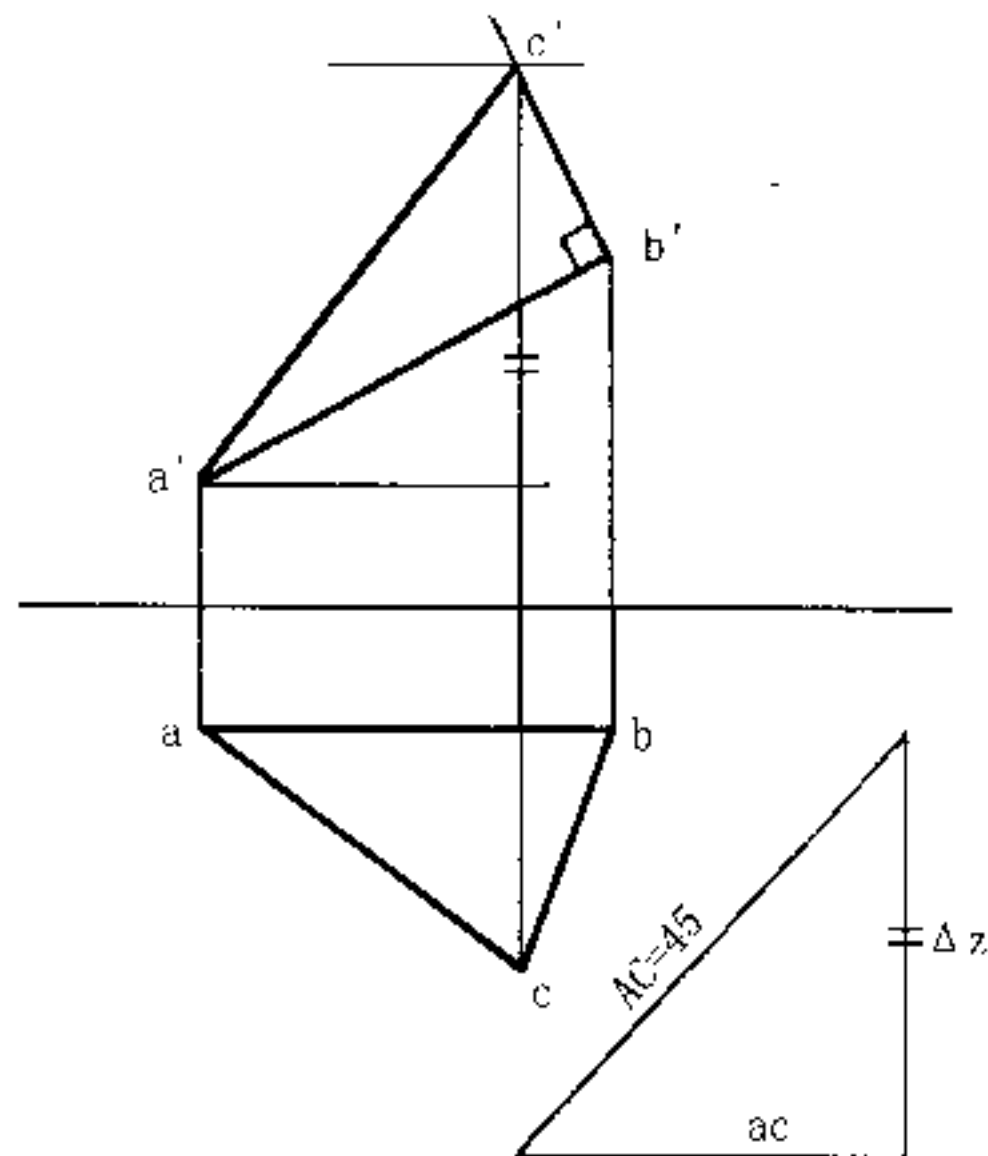
本题有无穷多解, 只要先在水平投影上任意画出 $cd \perp ab$ 即可, cd 可取任意长度, 但 $cd < ab$, 然后由 cd 和真长 CD 求出 Δz , 最后画出 $c'd'$ 。

26. 已知相交二直线M、N的交角为 60° , M为水平线, 求N的V投影。(P15)



本题为辅助作图法, 详细解题和另一解法见例B-2。

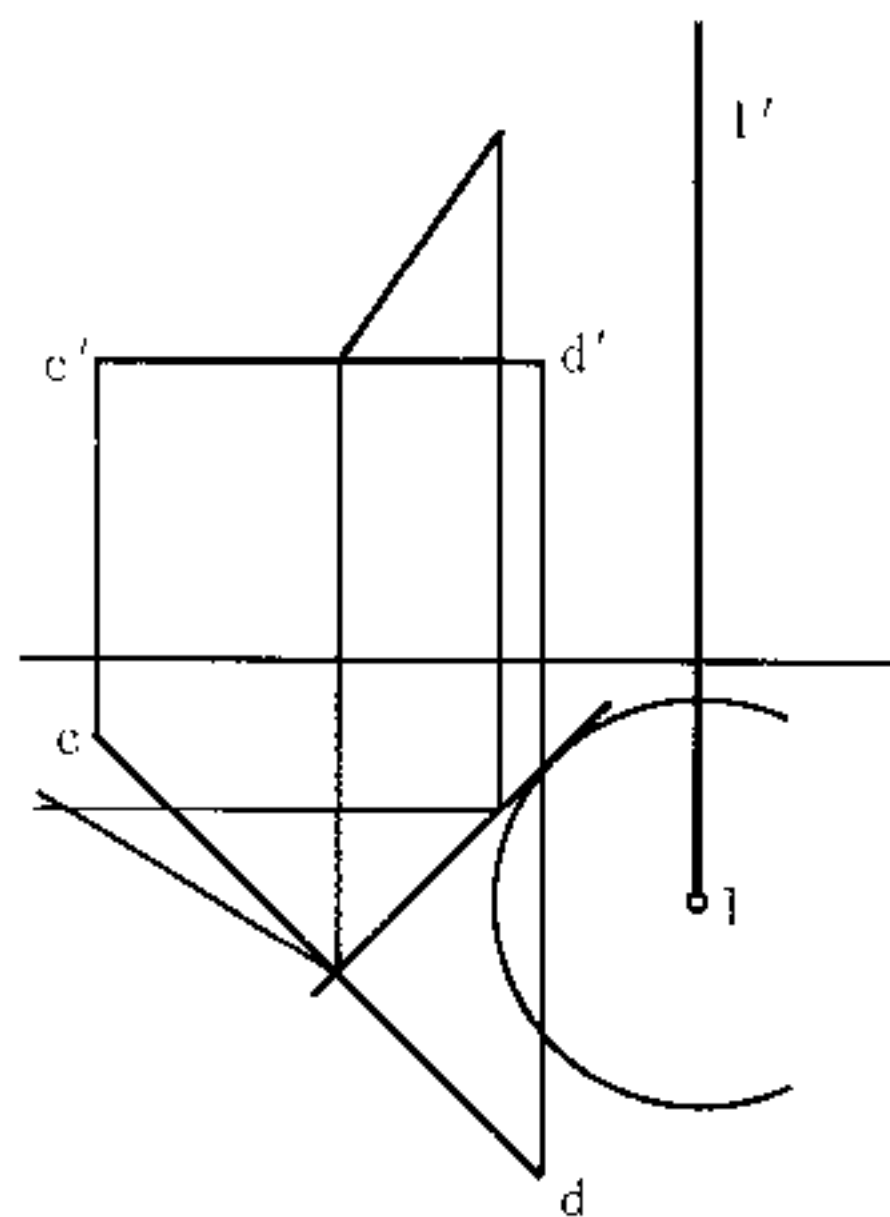
25. 已知AB为直角三角形的一条直角边, 斜边AC实长为45mm, 且与H面成 45° 角, 完成 $\triangle ABC$ 的V、H投影。(P15)



通过辅助作图求得AC的水平投影 ac 和 Δz , 因为 $b'c' \perp a'b'$, 所以作图时, 先过点 b' 作垂线, 与 Δz 的水平线交于 c' , 再由 c' 求得 c , 最后画出 $\triangle ABC$ 。

27. 与求作一直线AB, 令

- (1) AB与直线CD相交 (2) $\beta_{AB} = 30^\circ$
(3) $AB \perp CD$ (4) AB距L直线为15mm (P15)

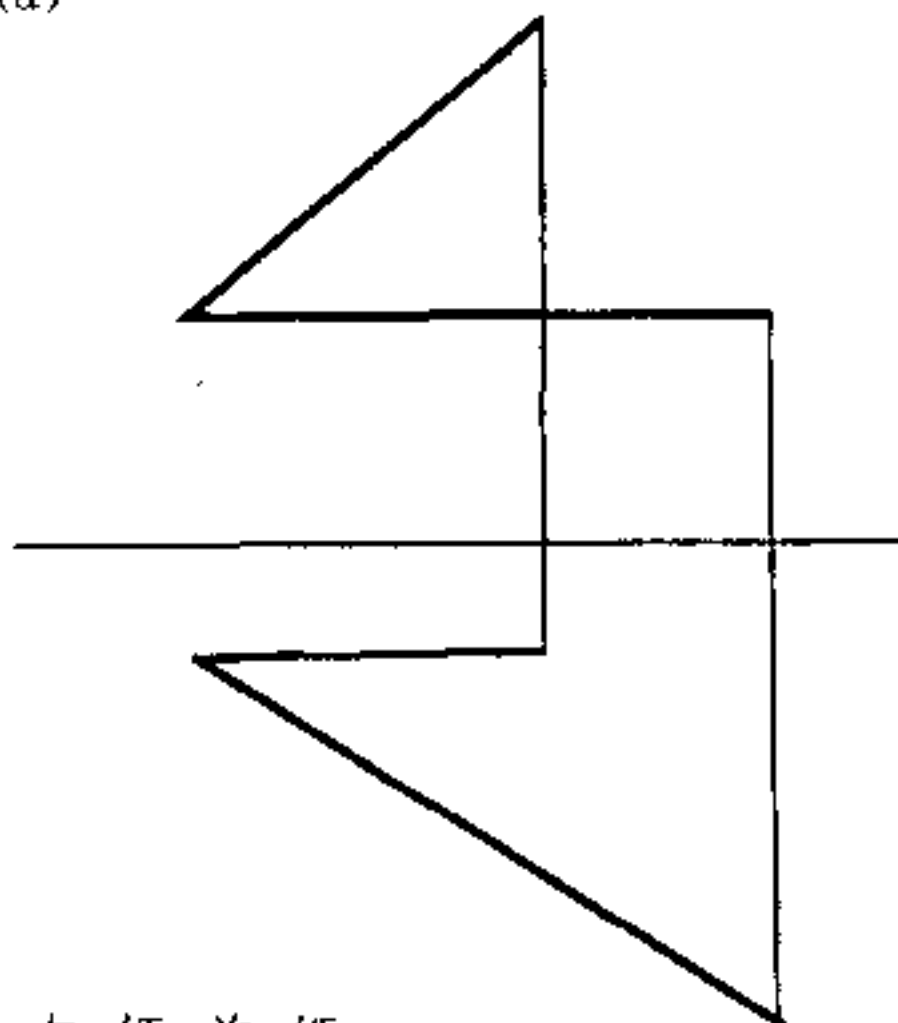


本题用逐步逼近法解题, 详见例C-2。

平面的投影

1. 说明下列各平面的空间位置(前倾,后倾,左倾,右倾)。(P16)

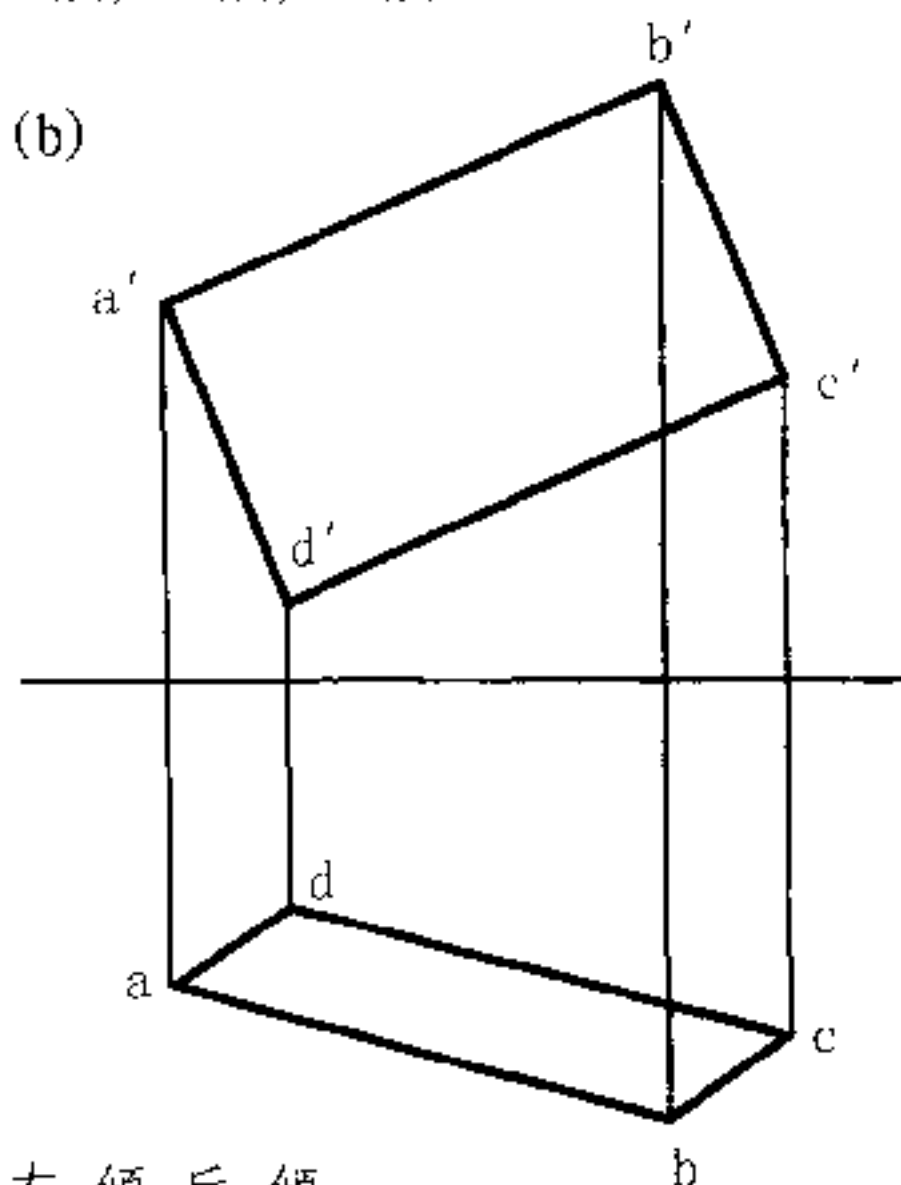
(a)



左倾 前倾

此平面为主直线平面,水平线在前且低,故为前倾平面。正平线左低右高,故为左倾平面。

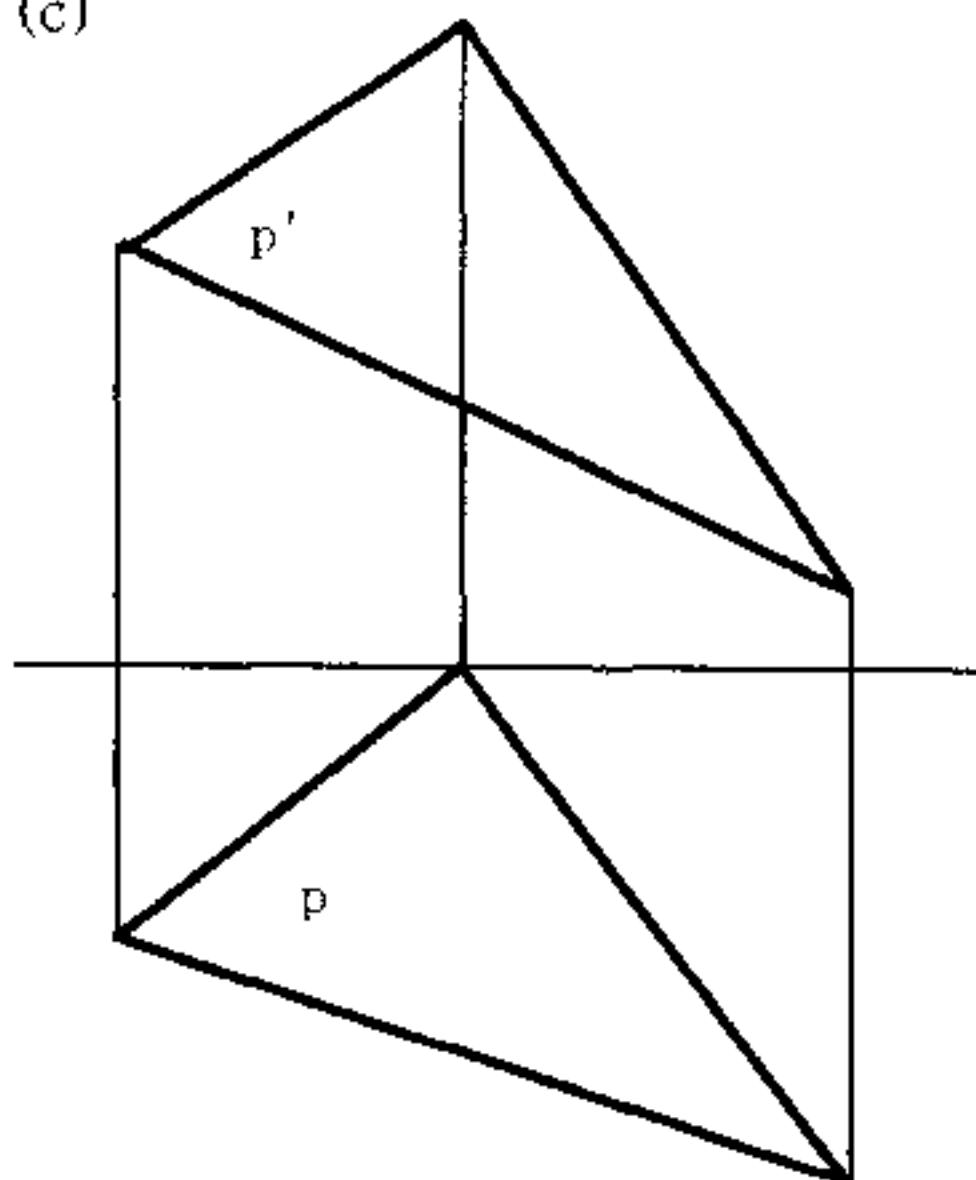
(b)



左倾 后倾

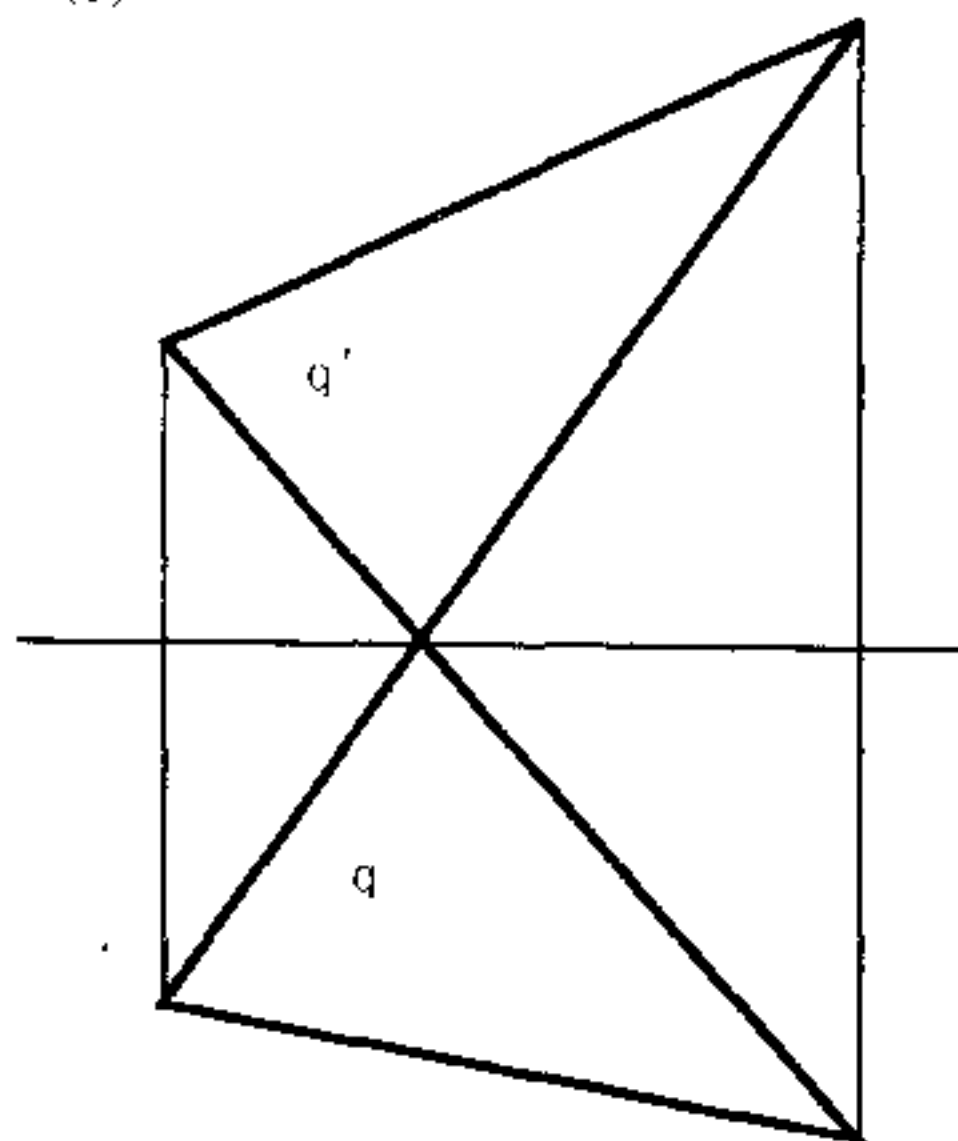
此平面点B最高,点D最低,且点D在右,故为后倾平面。又A、D比B、C低,故为左倾平面。

(c)



前倾 右倾

(d)

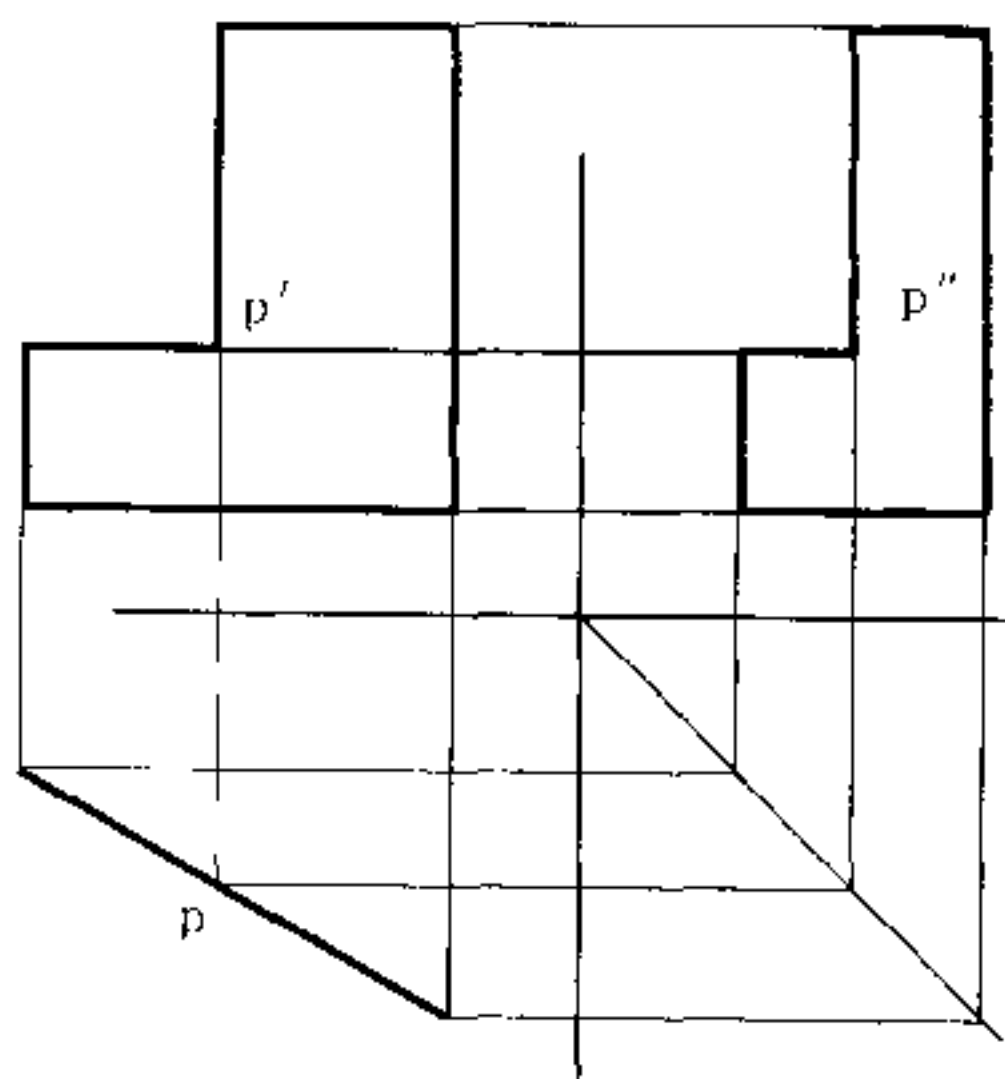


后倾 / 倾

此平面通过X轴,无所谓左、右倾,故为后倾平面。

2. 下列各图 P 面均为立体上的一个面, 求其第三个投影, 并说明 P 面是什么位置平面。(P16)

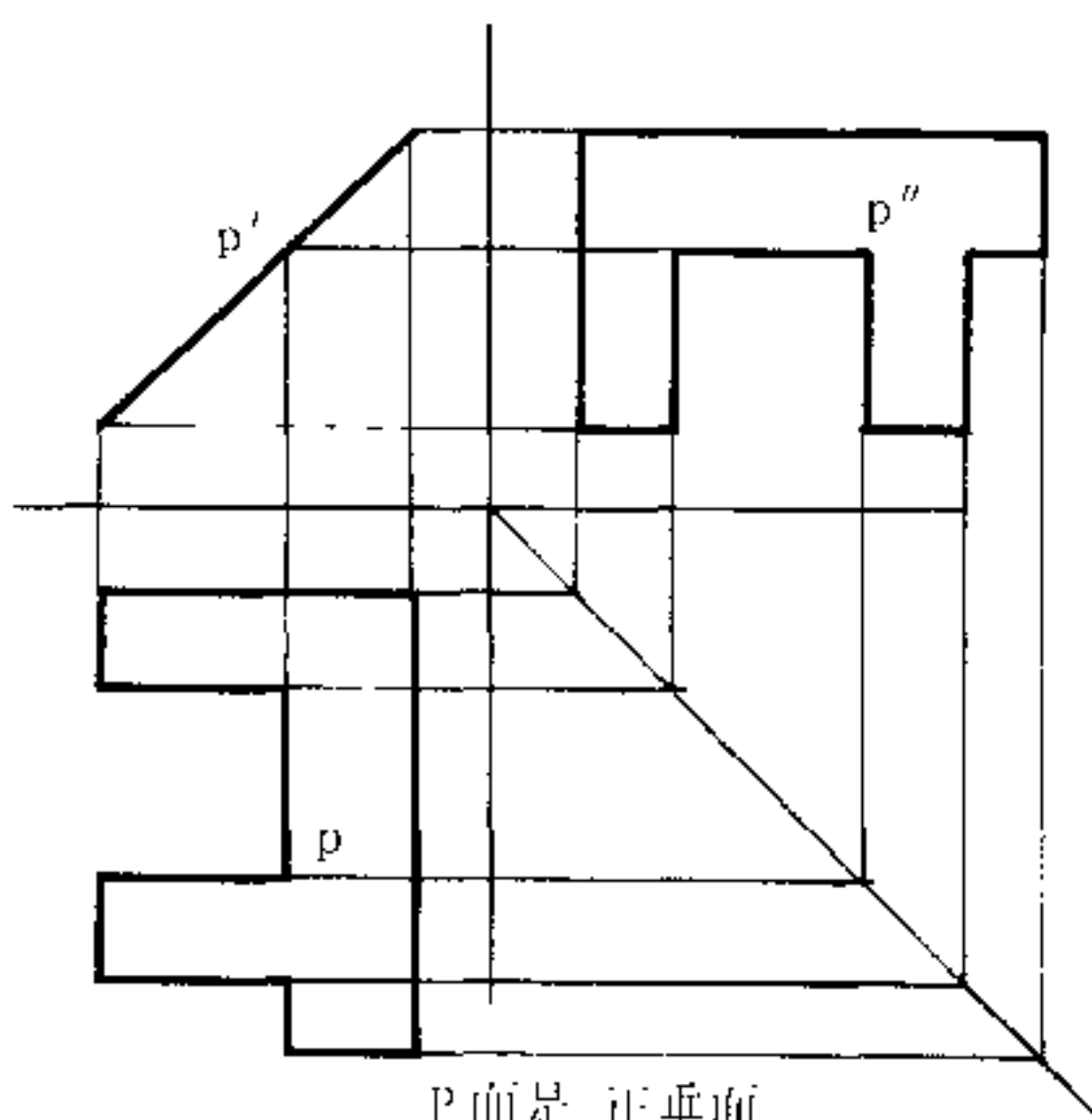
(a)



P 面是 铅垂面

因为水平投影积聚成一条直线, 所以 $P \perp H$, $\therefore p'$ 与 p'' 成类似形。

(b)

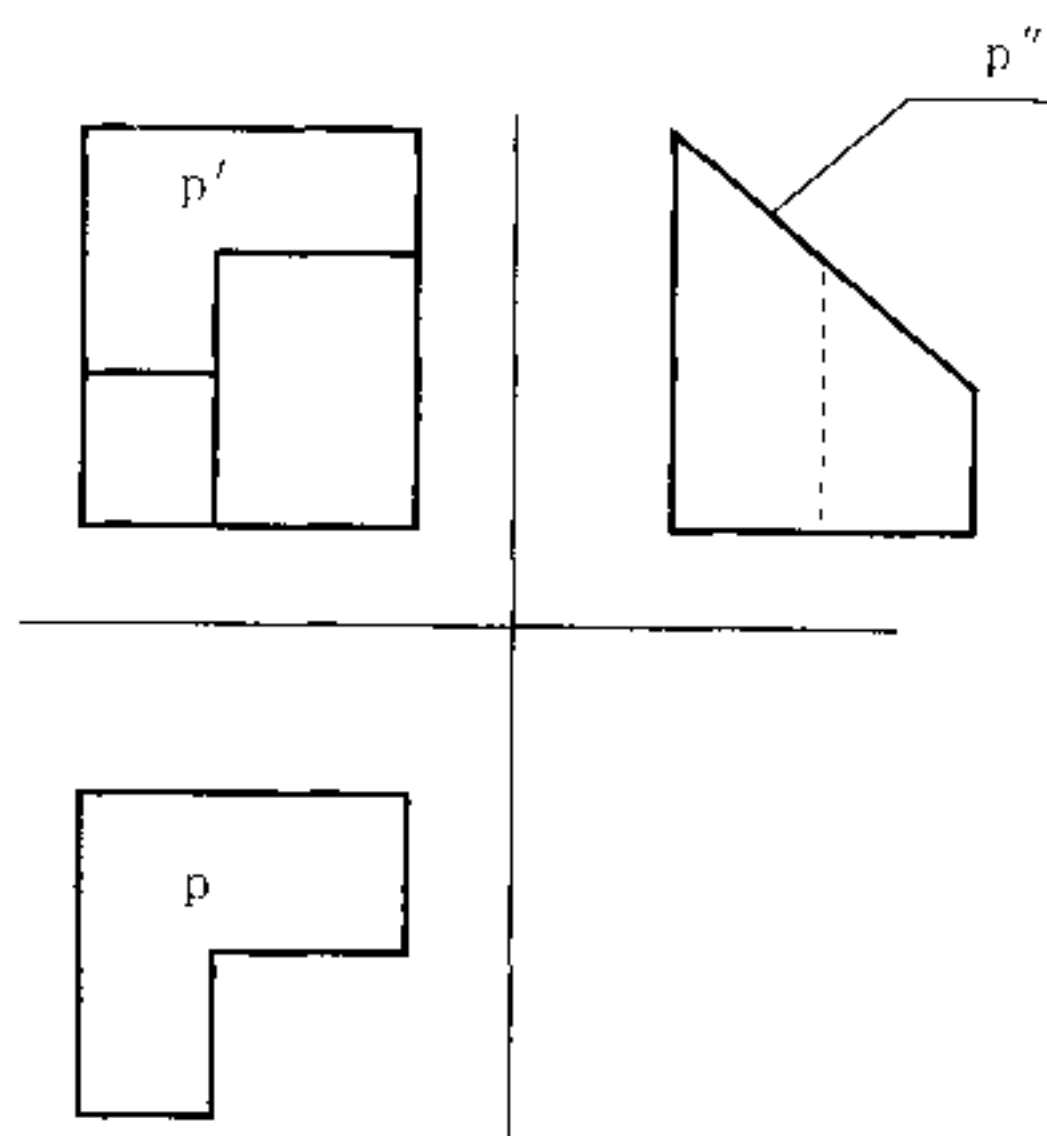


P 面是 正垂面

因为 V 投影积聚成一条直线, 所以 $P \perp V$, p 与 p'' 成类似形。

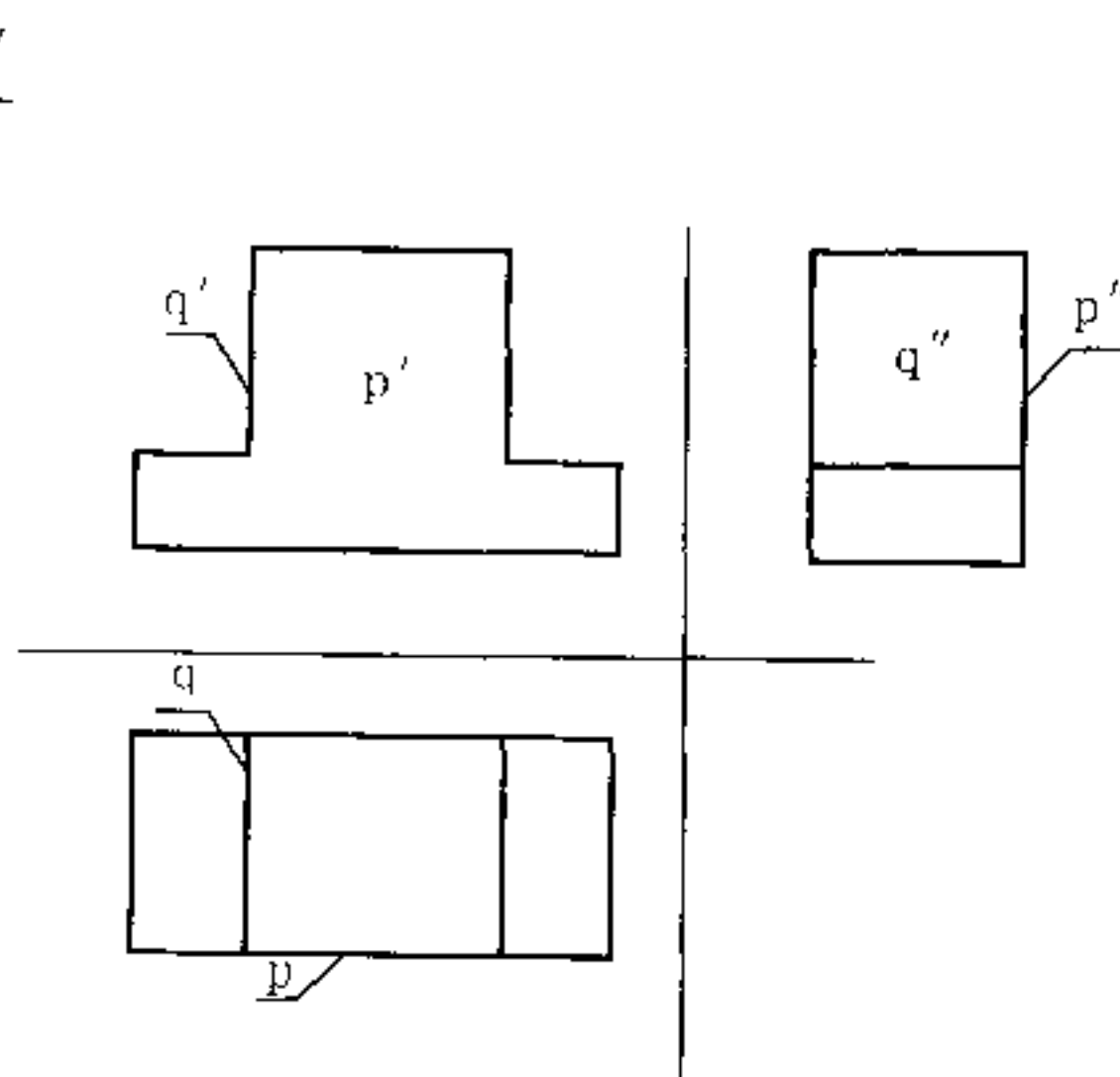
3. 对照轴侧图在投影图上找到相应平面并加以标注, 且说明该平面是什么位置平面。(P17)

(a)



P 面是 侧垂面

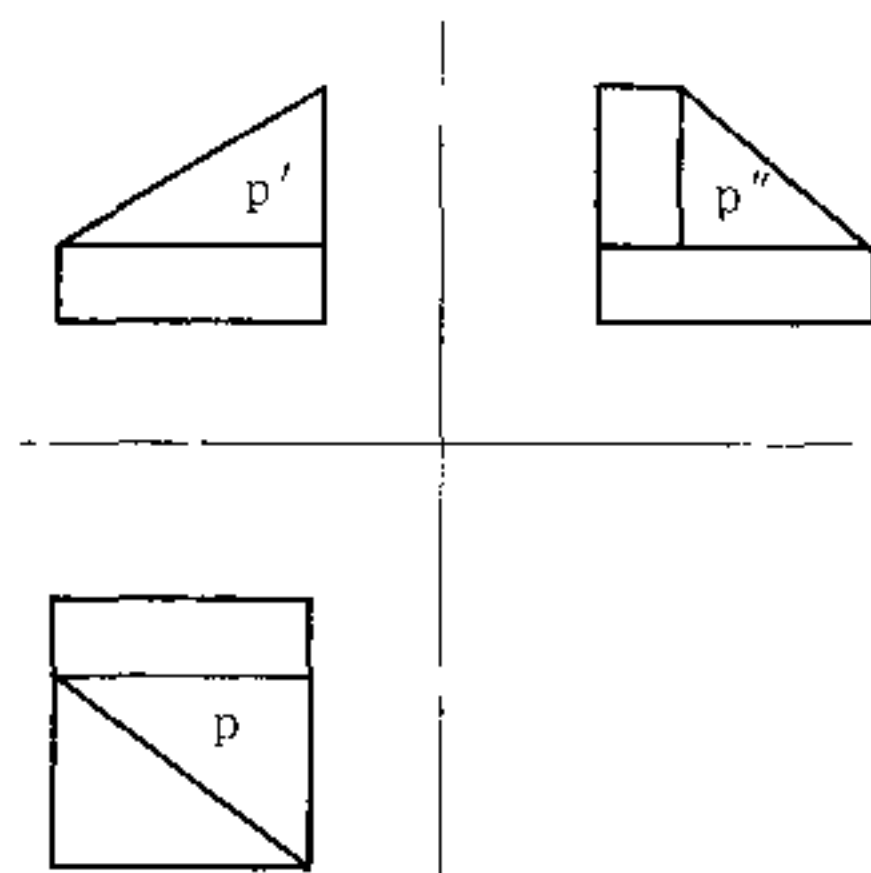
(b)



P 面是 正平面

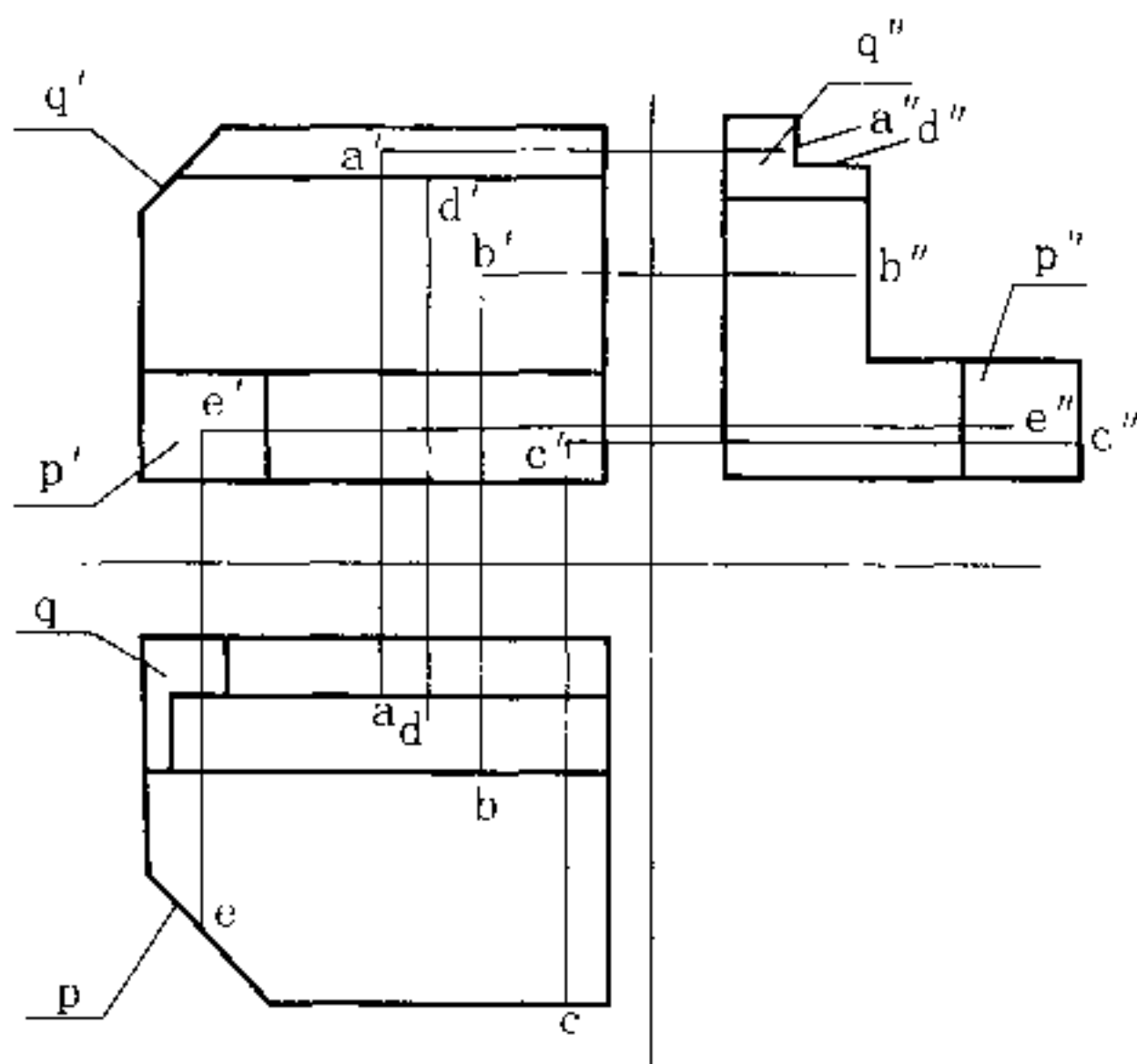
Q 面是 侧平面

(c) 求W投影, 并分别在三个投影标注 p' 、 p'' 和 p 。



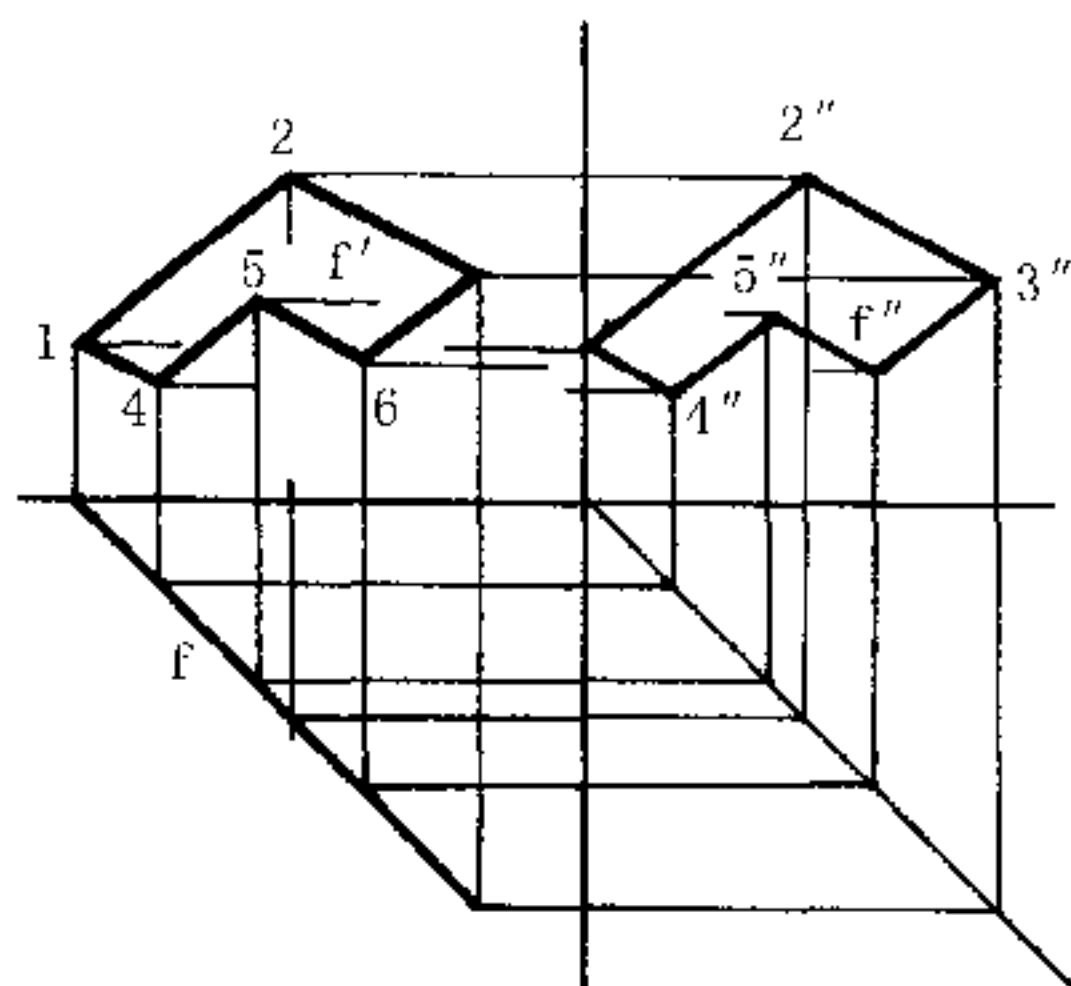
P 平面是一般位置平面

(d) 完成P、Q两平面的标注, p' 、 p 、 p'' 和 q' 、 q 、 q'' , 并完成各点的三面投影和标注。



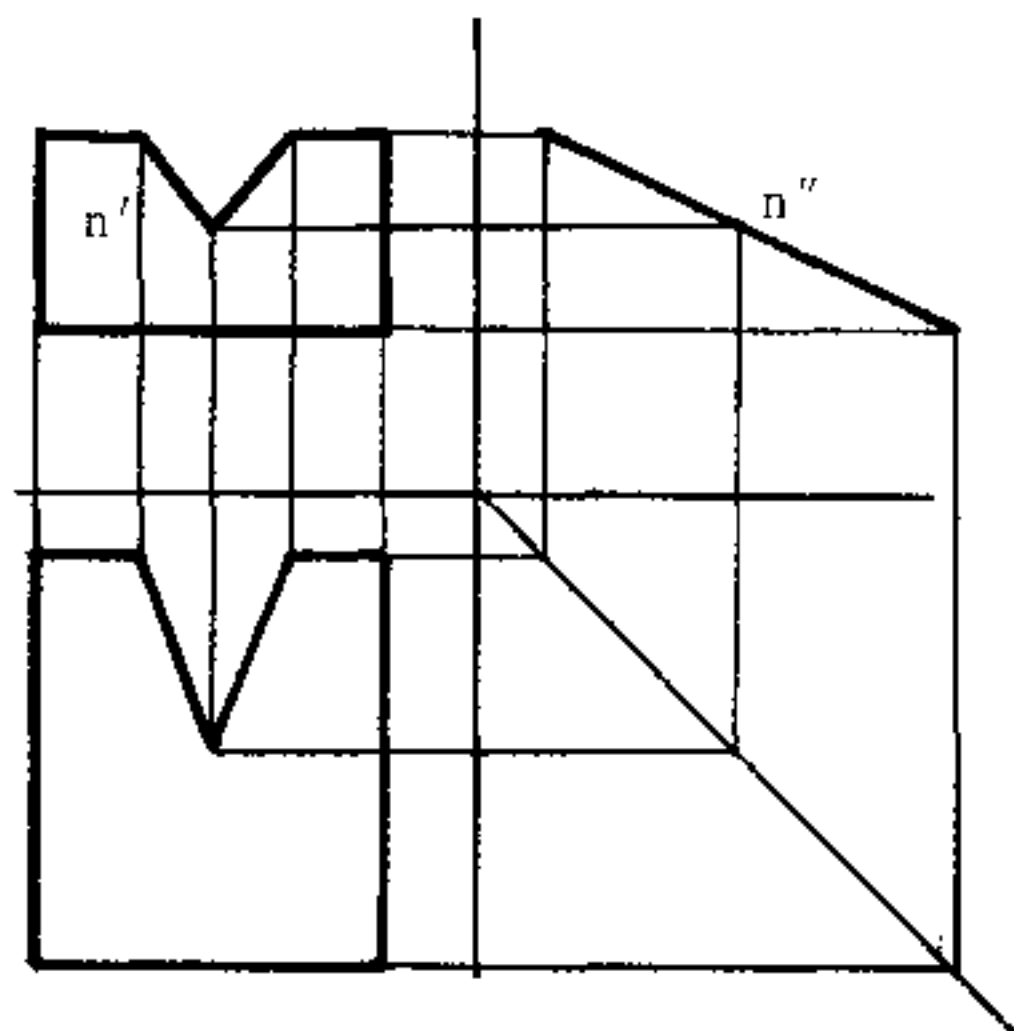
4. 完成下列各题的第三投影 (需加标注, 如 $(f'$ 、 f 、 f'')). (P18)

(a) F 面为铅垂面。



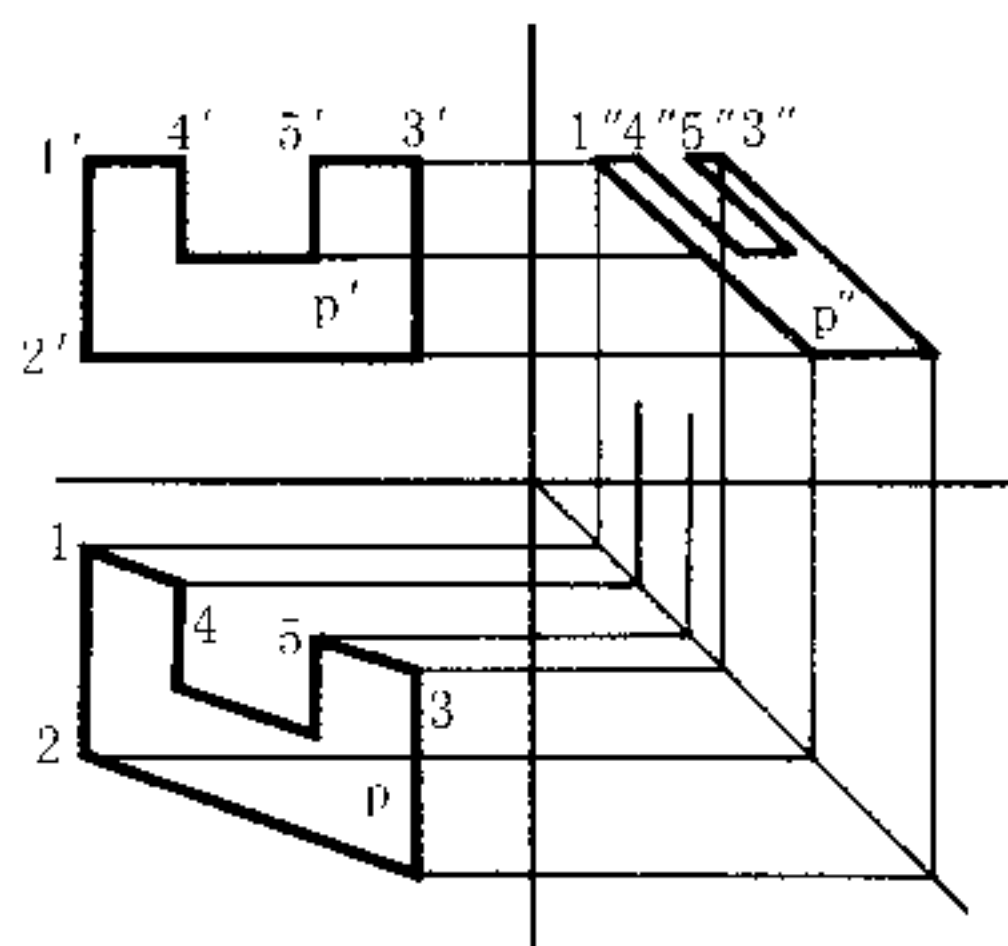
因为 F 为铅垂面, 故水平投影积聚成一直线, 为使 f'' 清晰可见, 将 f 画得长一些, 然后画出各点的水平投影 1-6, 然后由 V、II 投影求得 W 投影。

(b) N 面为侧垂面。



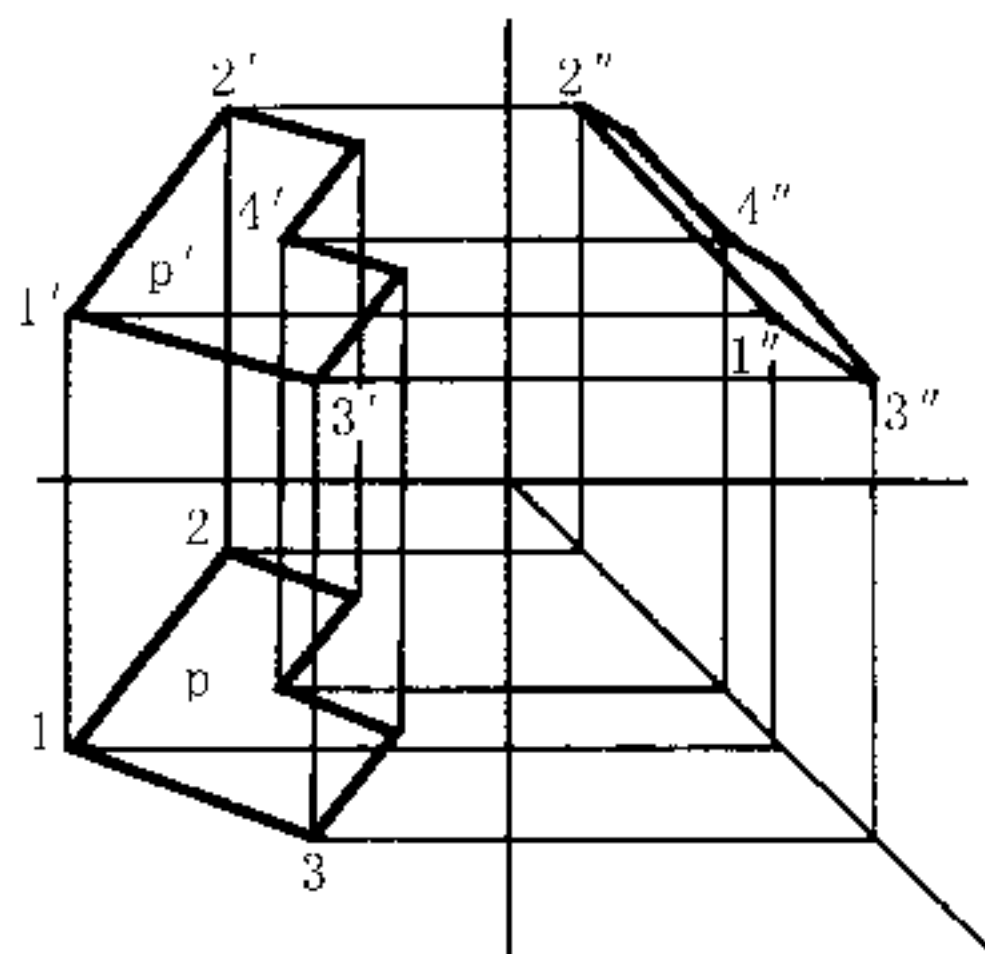
因为 N 为侧垂面, 故 n'' 积聚成一直线, 只要如图中所示, 利用三个点, 就可以完成其水平投影, 因为 n 与 n' 要相似。

(c) 求 W 投影。



平面为一般位置平面，故其三个投影 p' 、 p 、 p'' 应类似，只要利用 1、2、3、4、5 五个点，即可完成 W 投影。

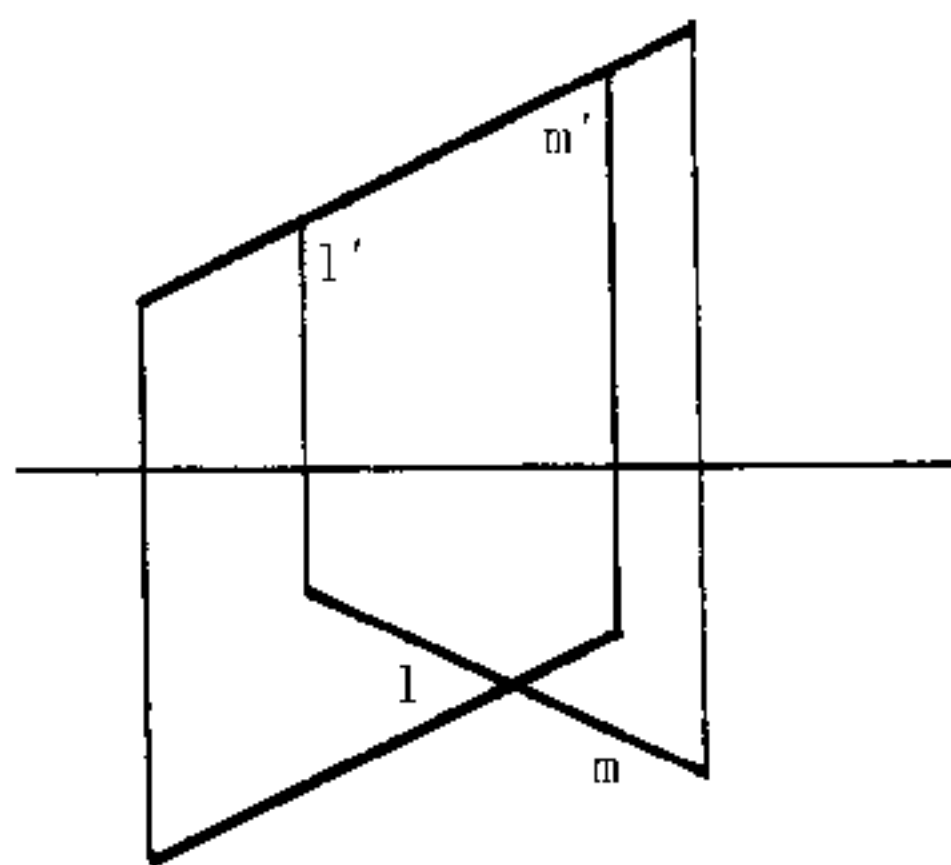
(d) 求 W 投影。



因为 p'' 要与 p' 、 p 类似，故只需利用 1-2、1-3 和 4 即可完成 W 投影，因为过 4 画线平行 1-2，与过 2 画线与 1-3 平行，其交点即一个顶点，再由 4 作直线平行 1-3，与过 3 画直线平行 1-2 相交，则又得另一顶点，即 p'' 完成。

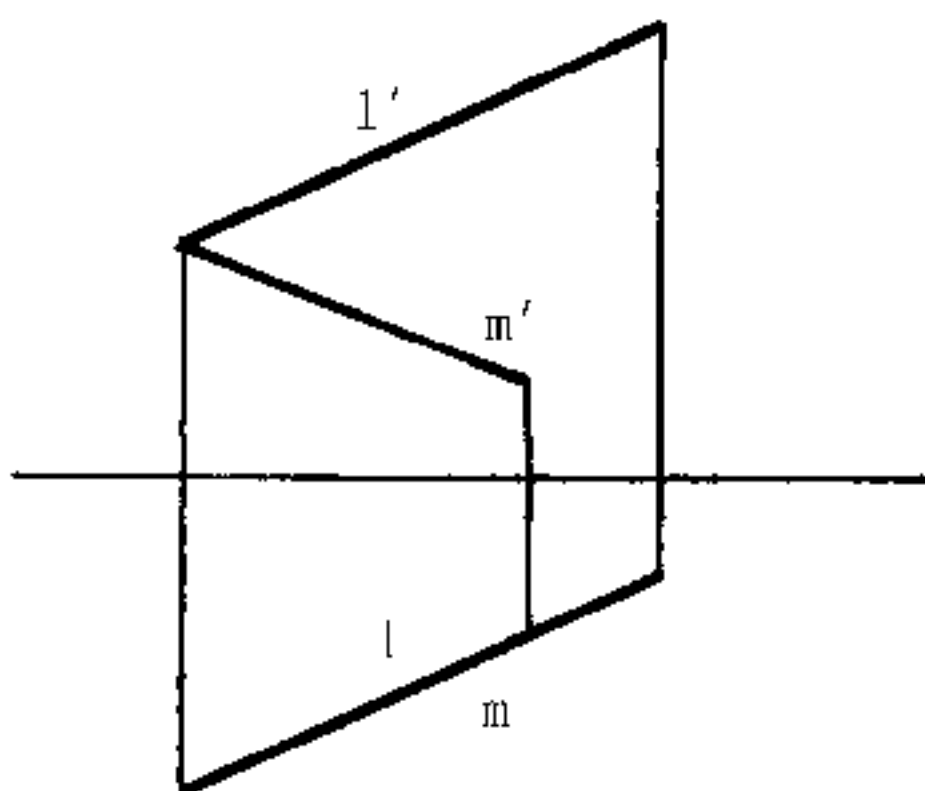
6. 过直线 L 作下列各种面。(P19)

(a) 作平面 $Q \perp V$ 。



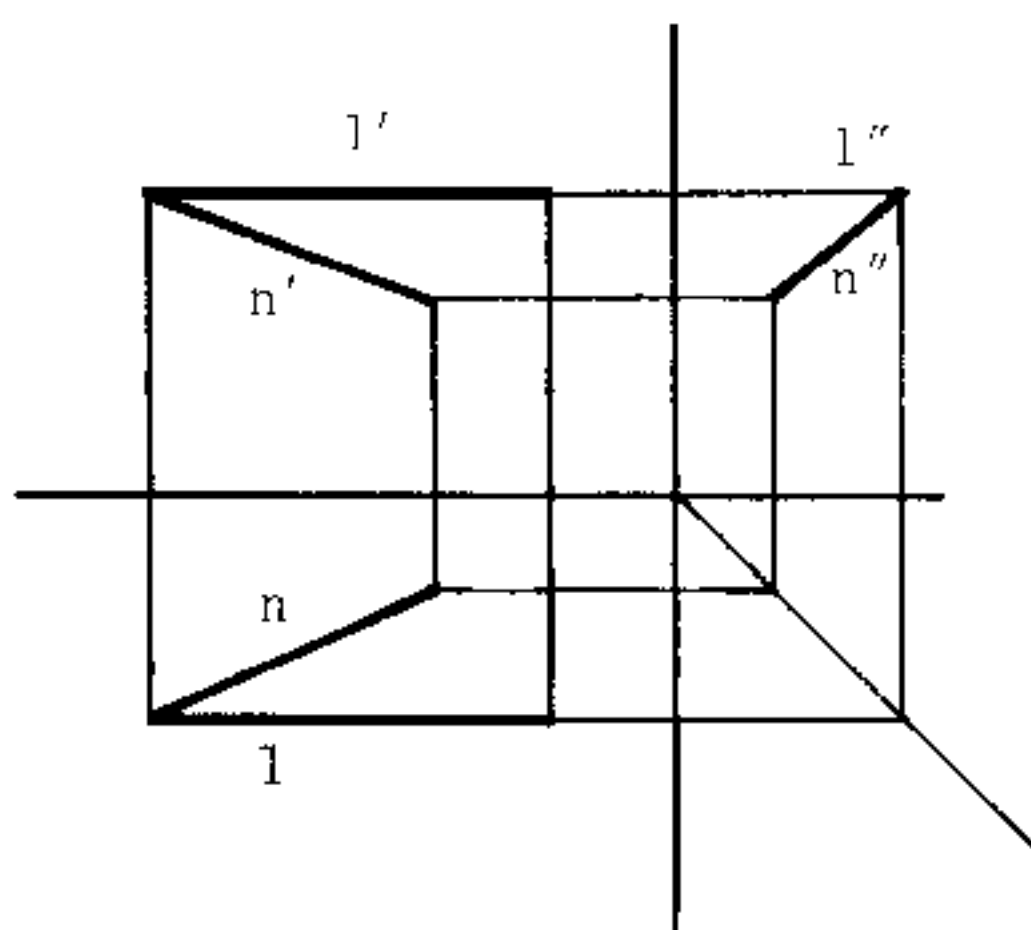
再任作一直线 M，只要其 m' 与 l' 重合，即可表示 L 与 M 共面，且积聚成一直线，即 $P(L \times M) \perp V$ 。

(b) 作平面 $P \perp H$ 。

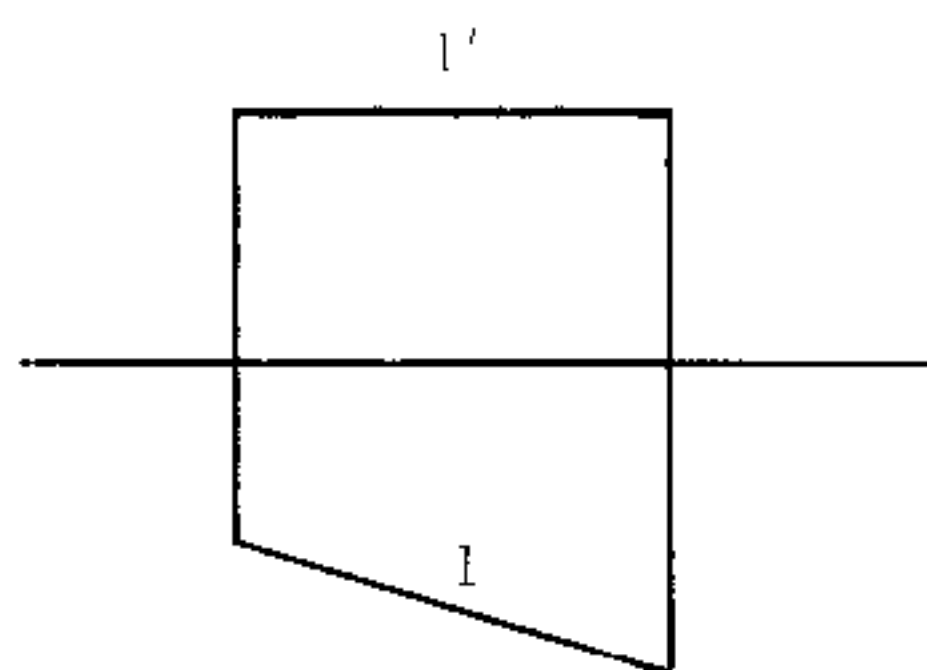


任作一直线 M，且令 m 与 l 重合，即表示 L 与 M 共面，且 $P(L \times M) \perp H$ 。

(c) 作平面 $P \perp W$ 。



(d) 过直线 L 可以作什么位置平面, 可以的打 $\checkmark$, 不可以的打 $\times$ 。

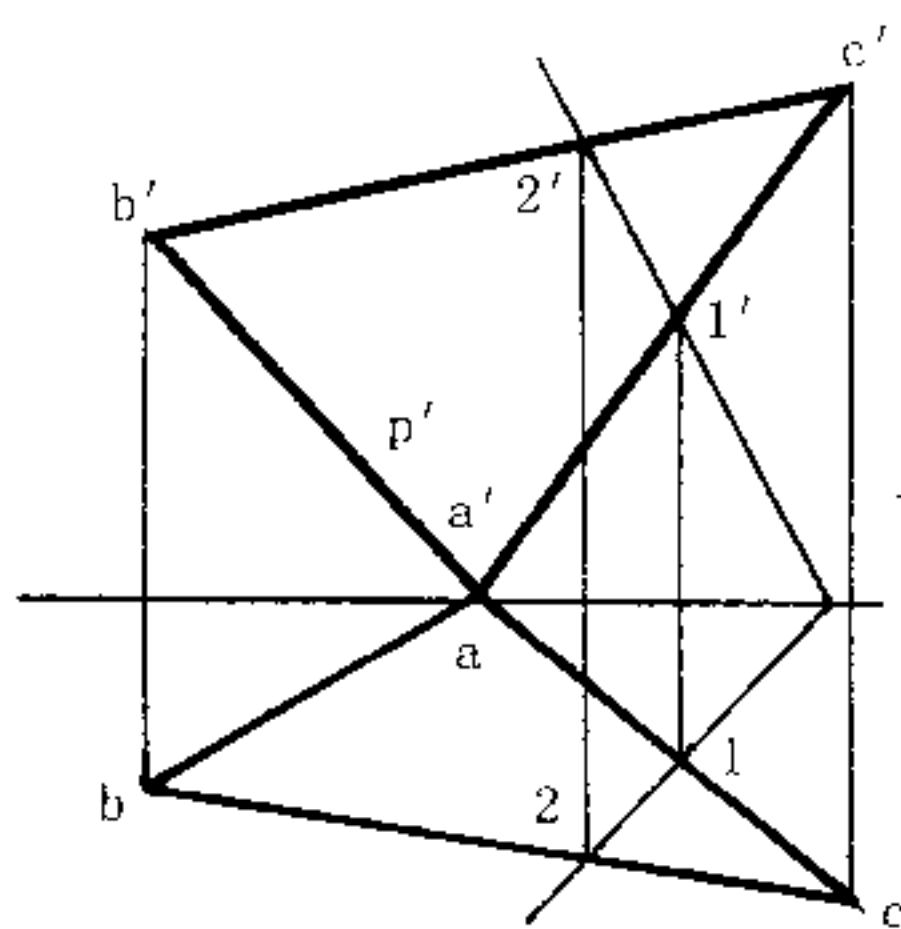


水平面($\checkmark$) 正垂面($\times$)
正平面($\times$) 铅垂面($\checkmark$)
侧平面($\times$) 侧垂面($\times$)
一般位置平面($\checkmark$)

因为 L 为侧垂线, 包含它可作无穷多侧垂面, 故任作一直线 N 即可。

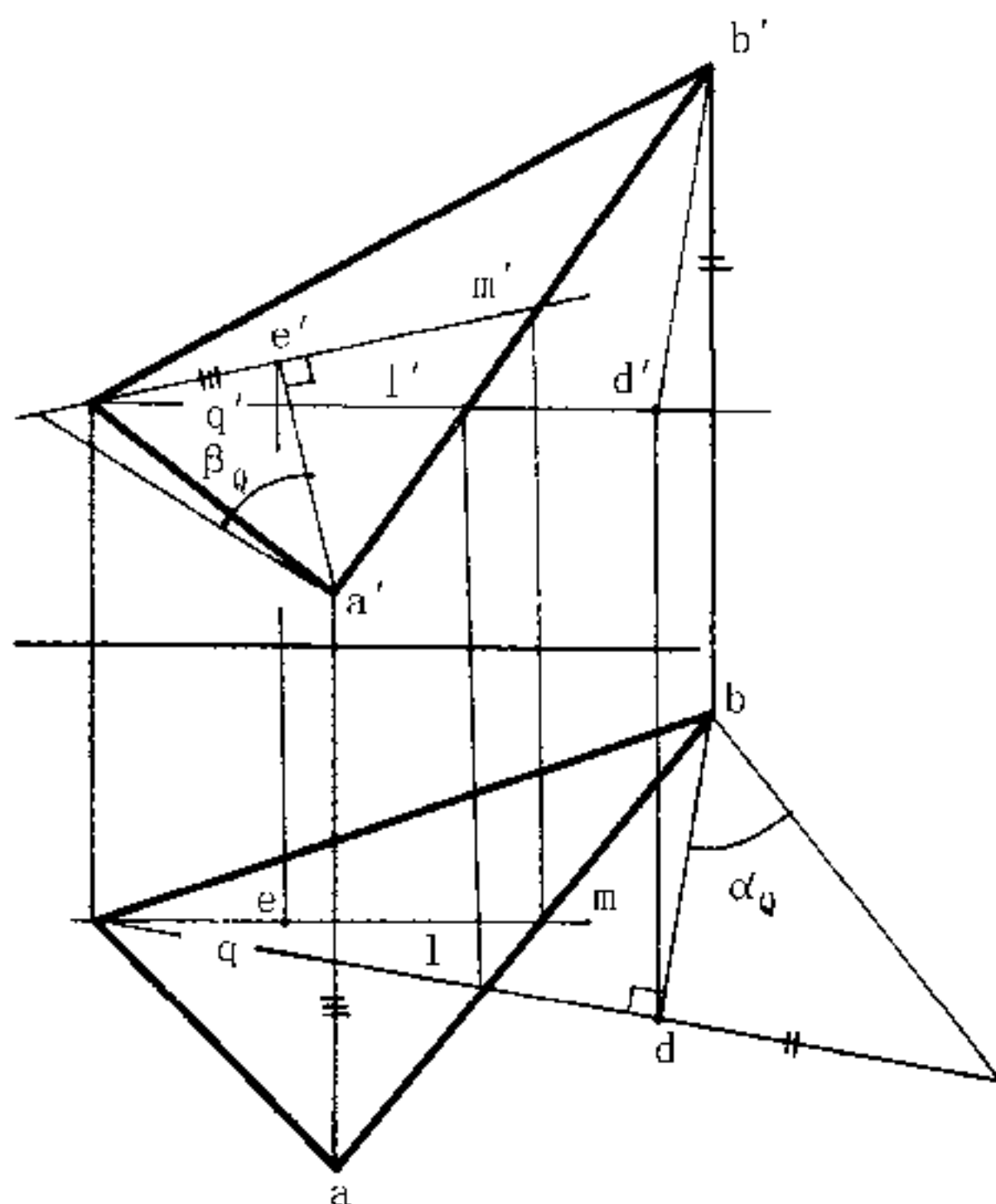
因为 L 是水平线, 故过 L 只能作水平面、铅垂面和一般位置平面。

7. 已知平面 P 经过 X 轴, 完成其 H 投影。(P19)



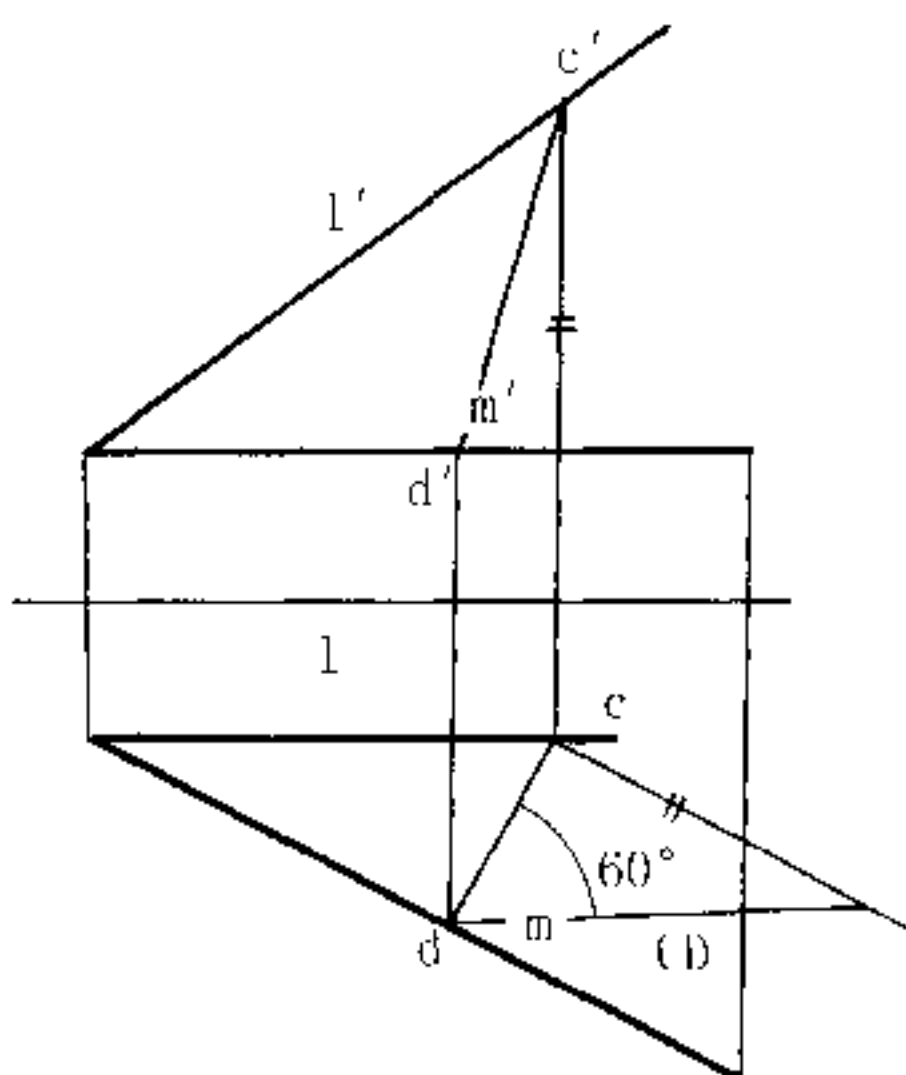
本题解答详见例A-5。

8. 求平面 Q 的 α_Q 、 β_Q 。(P19)



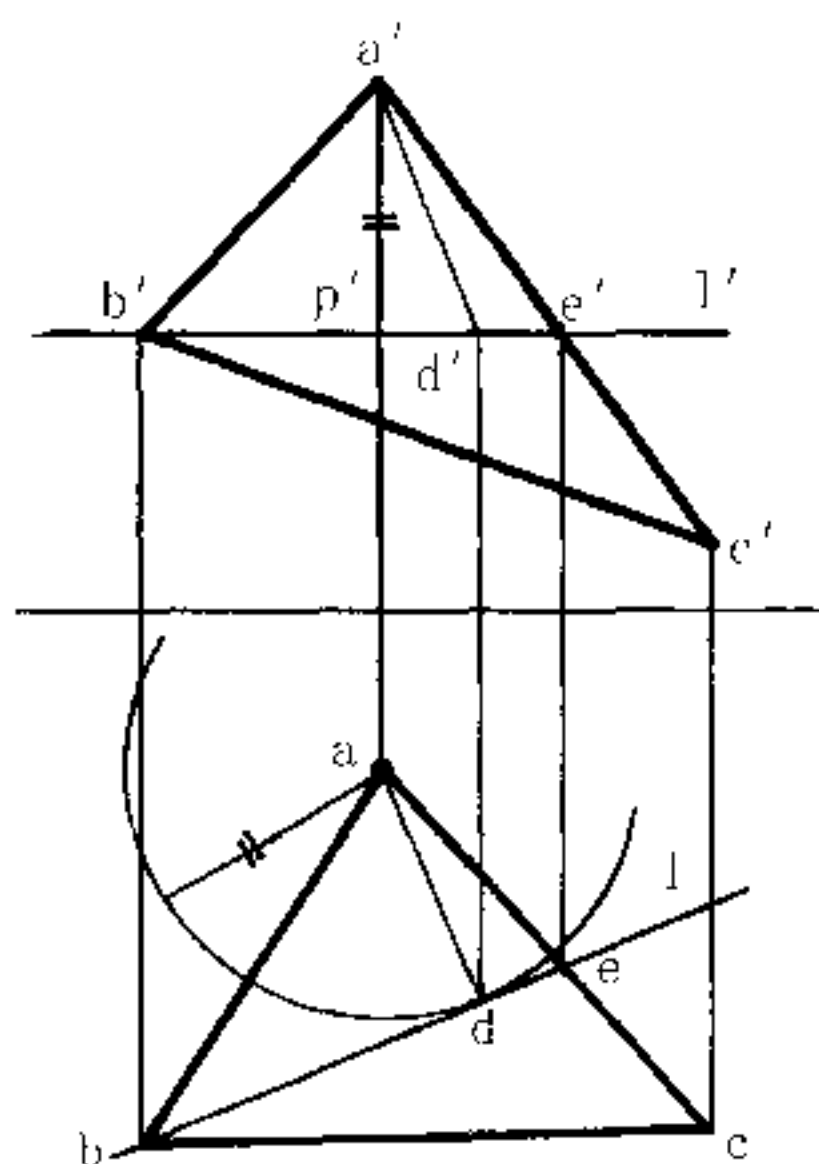
9. 求下列平面的投影。(P19)

(a) 已知 $P(L \times M)$ 面的倾角 $\alpha_p = 60^\circ$,
完成 V 投影。



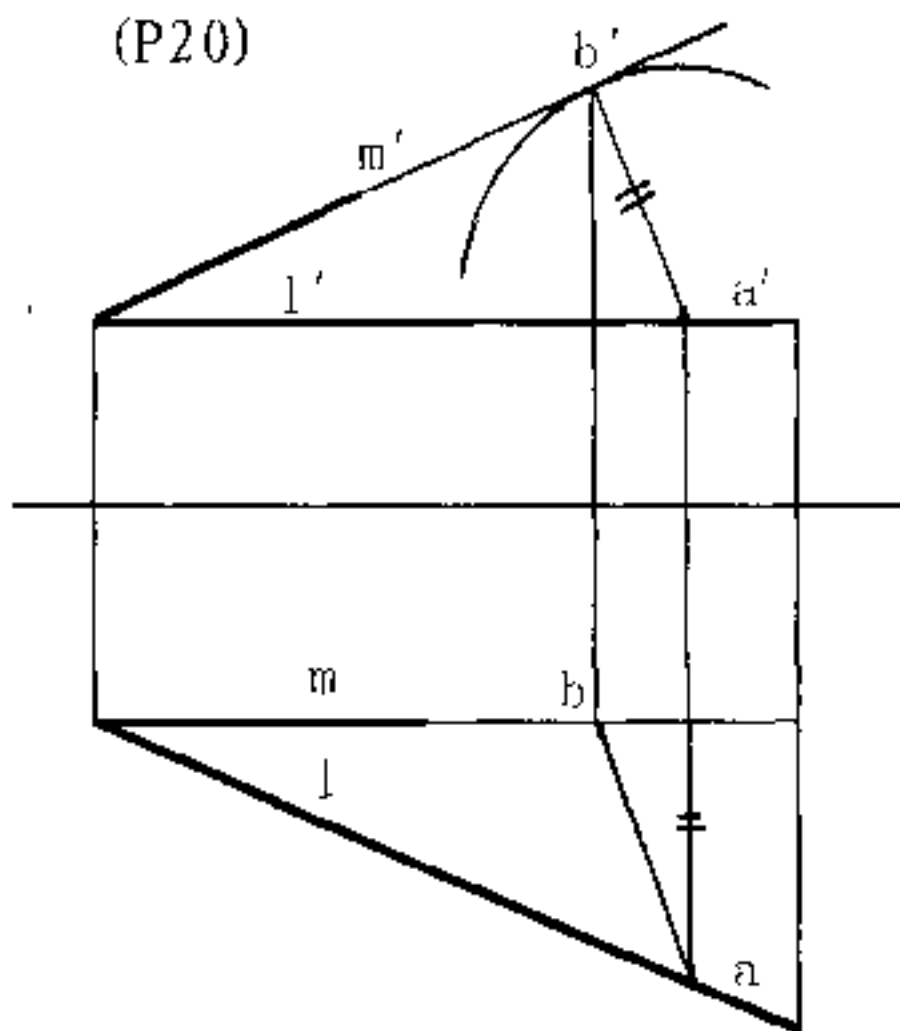
因为M为水平线,故只要作一直线与其垂直,且 α 角为 60° ,即解题完成,如图中CD所示。

(b) 已知平面P的 $\alpha_p=45^\circ$, 完成其H投影(提示: 用反推法)。



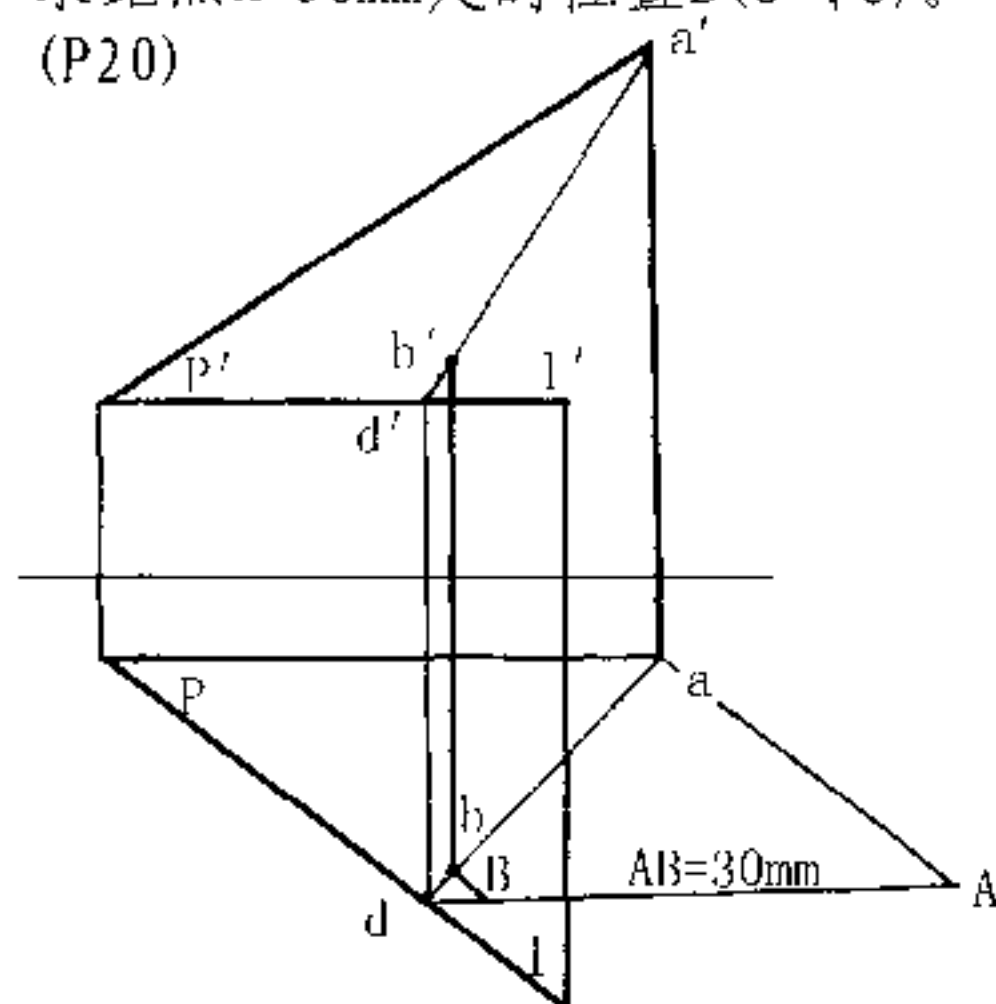
本题解答详见例D-3。

10. 过直线L平面P, 已知 $\beta_p = 45^\circ$ 。
(P20) 



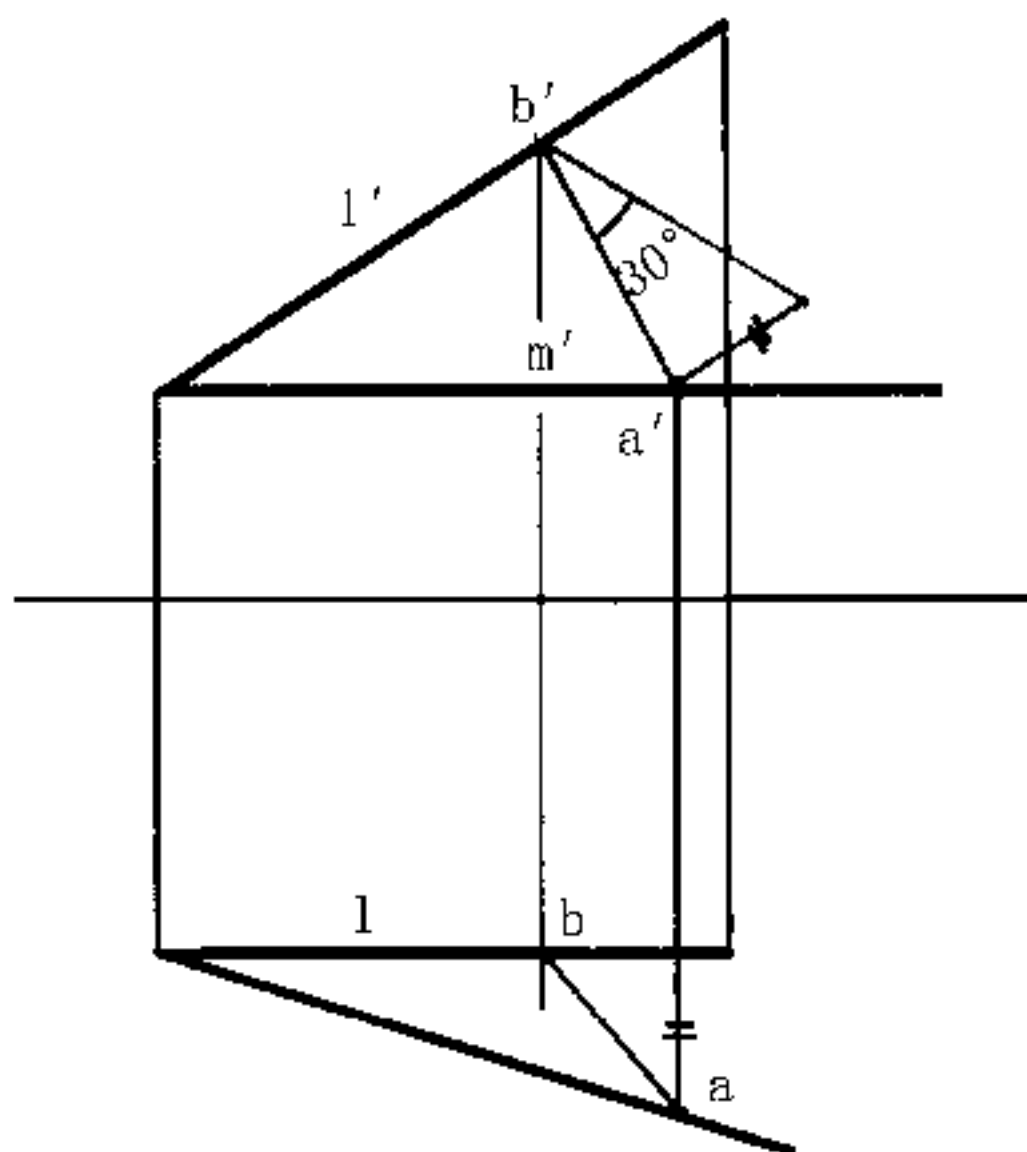
先画一条与L相交的正平线M的水平投影 m ，在L上任取一点 a ，若 $B \in M$ ，即 a 、 b 两点的坐标差 Δy 为定值，由于 $\beta_p = 45^\circ$ ，即 $\beta_{AB} = 45^\circ$ ，亦即 $a'b' = \Delta y$ ，又因为AB为对V面的最大斜度线，故 $ab \perp m'$ ，通过作图可求得切点 b' ，进而画出 m' 。

11. 有一小球自点A沿P平面自由滚下, 求距点A 30mm处的位置B(b' , b)。
(P20)



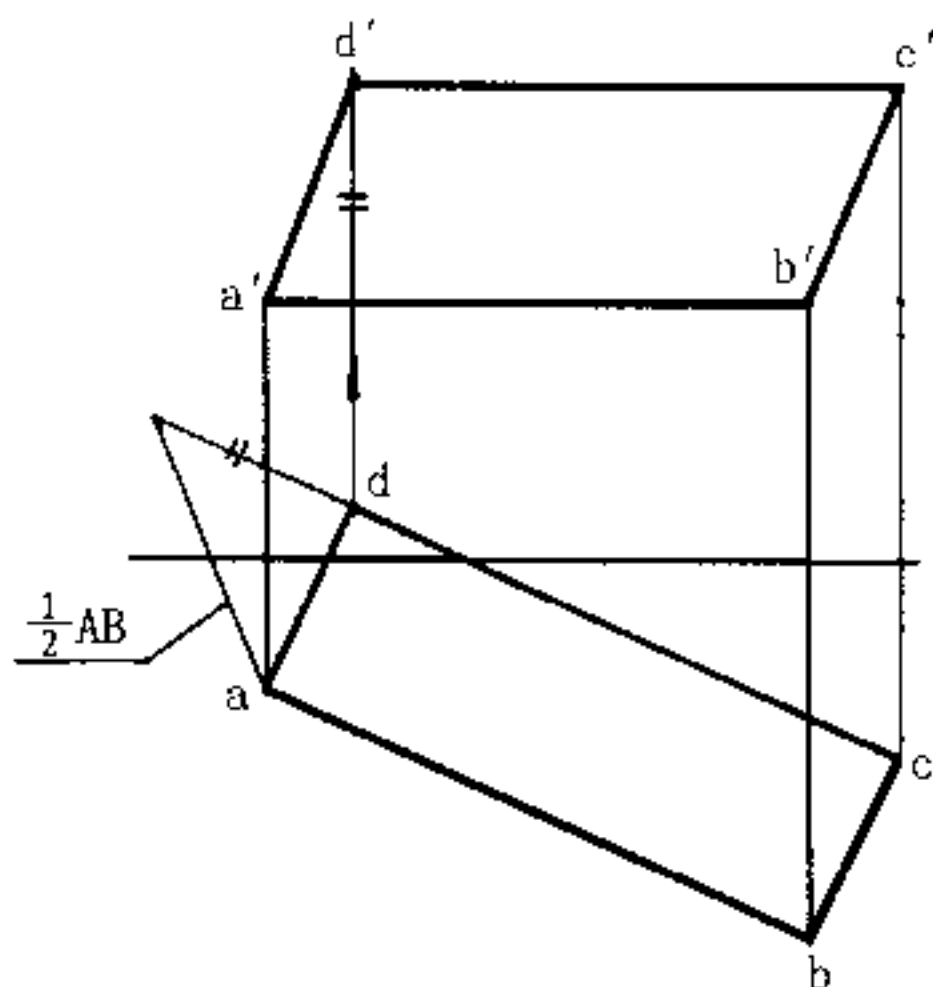
∵P面为主直线平面，其中L为水平线，
∴小球必沿过点A与L线垂直的线AD滚线，故
本题的解答为，过点A作直线 $AD \perp L$ ，求AD真
长，在真长上量取 $AB=30\text{mm}$ ，再将点B返回，
即所求解答。

12. 已知平面P(L×M)的 $\beta_p=30^\circ$, 完成其水平投影。(P20)



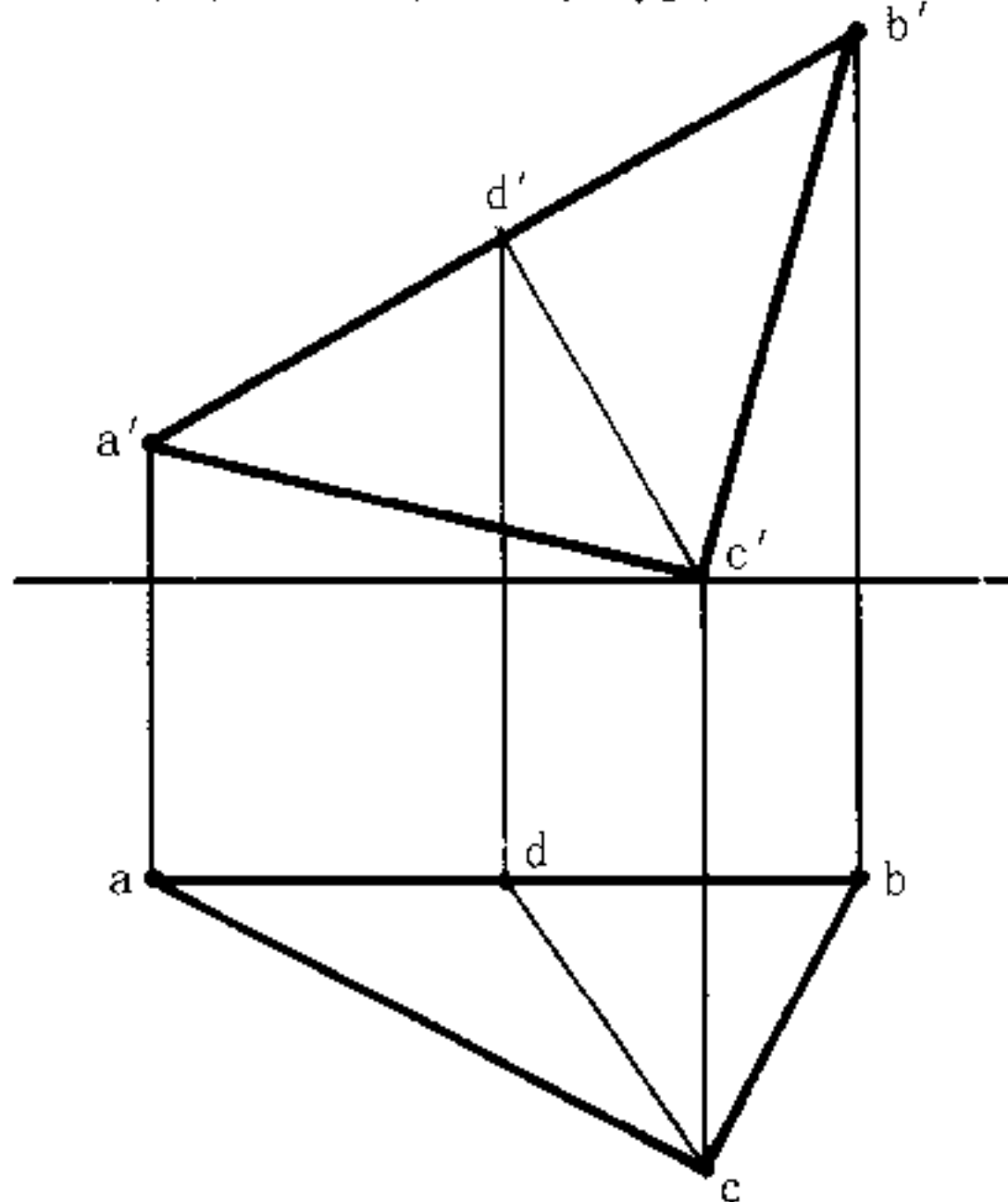
因为L为正平线, 故任作一直线 $AB \perp L$, 即AB为对V面的最大斜度线, 又因要 $\beta_p=30^\circ$, 即 $\beta_{AB}=30^\circ$, 所以由 $a'b'$ 和 30° 可作直角三角形, 求得 Δy , 进而求得点a, 过点a画直线M的水平投影m。

14. 已知矩形ABCD, 其边 $AD=0.5AB$, 完成其投影。(P20)



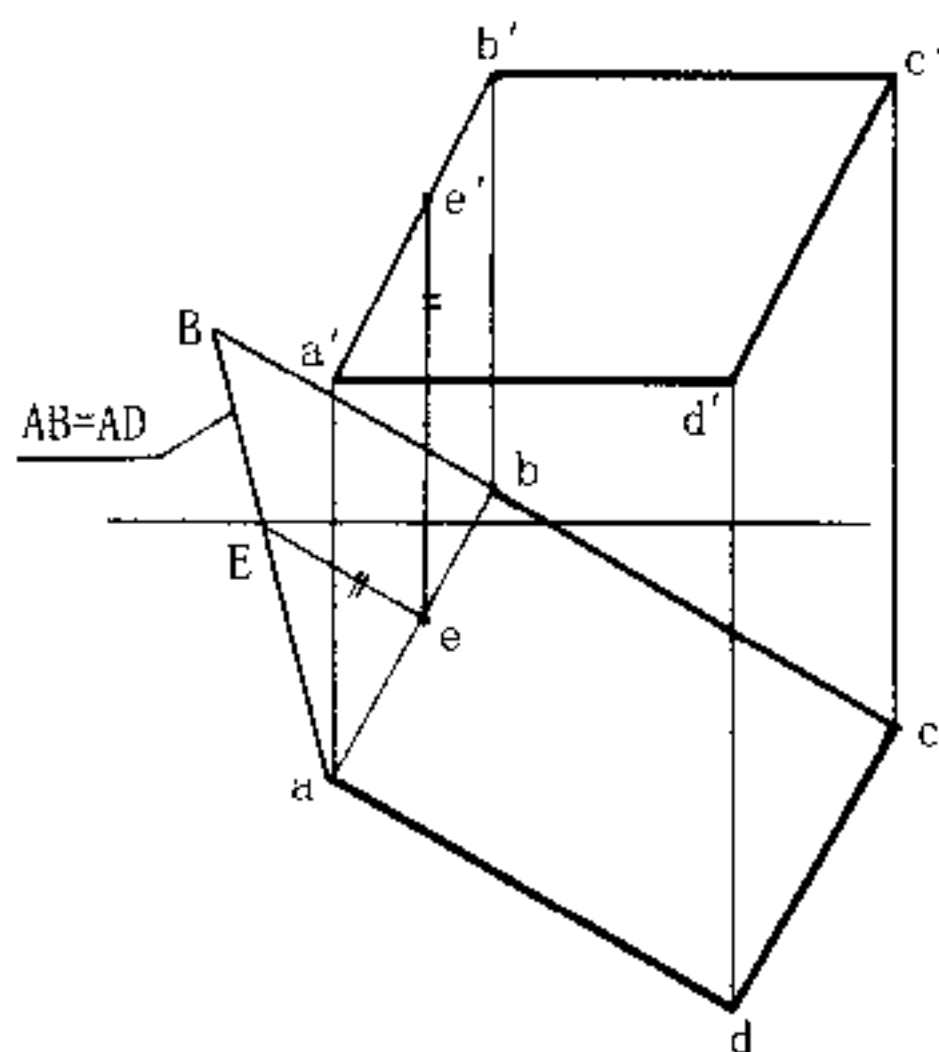
本题为无穷多解, 因为矩形平面ABCD与投影面的夹角 α 、 β 均无要求, 故只要过点A任画一直线ad(只要 $ad < \frac{1}{2}AB$), 然后以ad为底作直角三角形, 且令其斜边为 $\frac{1}{2}AB$, 即可求得A、D两点的V投影坐标差 Δz , 即 d' 可求得, 利用平行性可画出整个矩形的V、H投影。

13. 已知等腰三角形ABC, AB为底, CD为高, 点C在H面上, 完成其投影。(P20)



求 $a'b'$ 中点 d' , 过 d' 作直线垂直 $a'b'$, 垂线与x轴交点即 C' , 因为C点在H面上, 其z坐标为0, 由 c' 可求得C(点C位置任意), 因为CD真长, β 、 α 均无要求。所以本题为无穷多解。

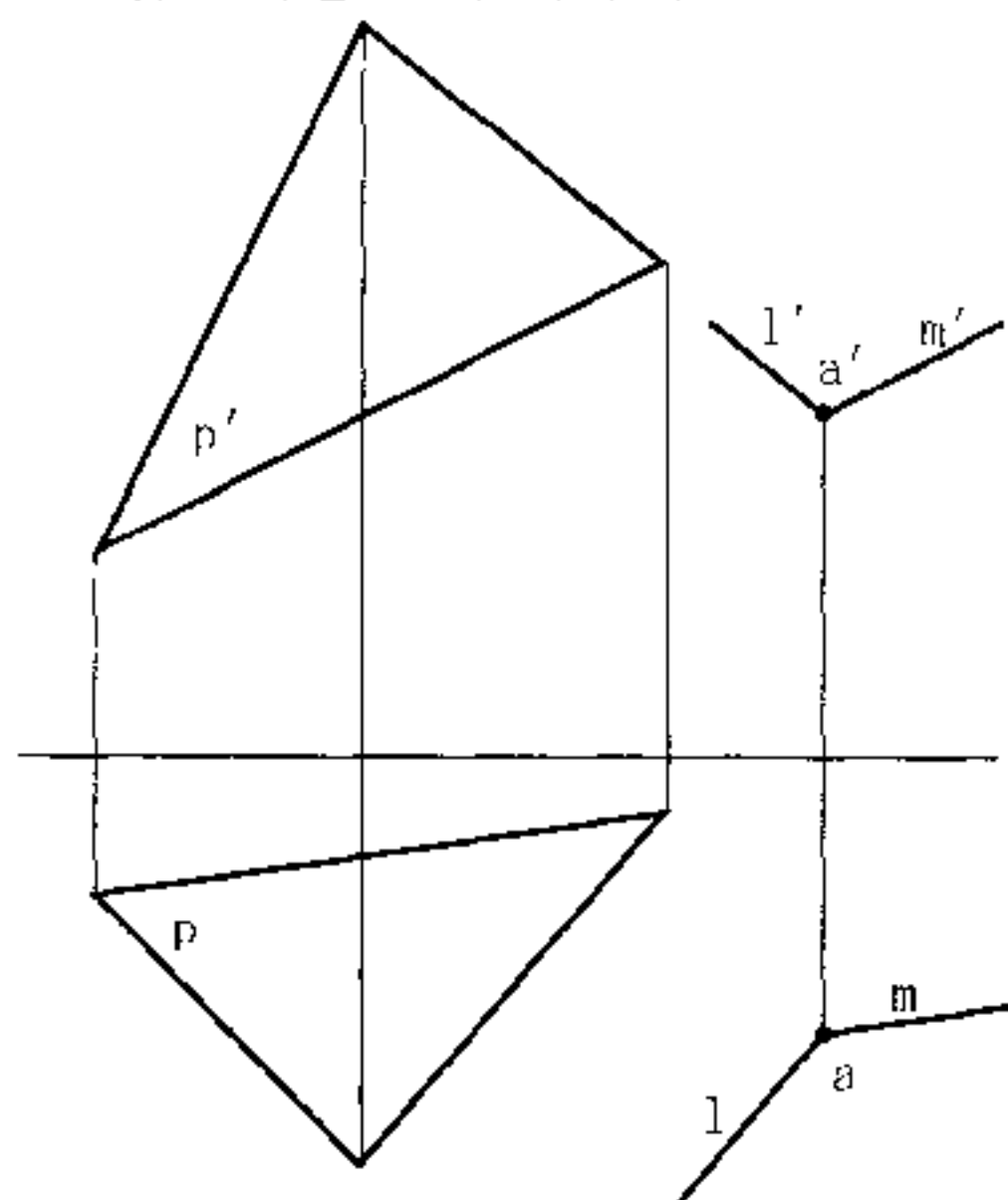
15. 已知正方形ABCD, 又知正方形面与H面倾角为 45° , 完成其投影。(P20)



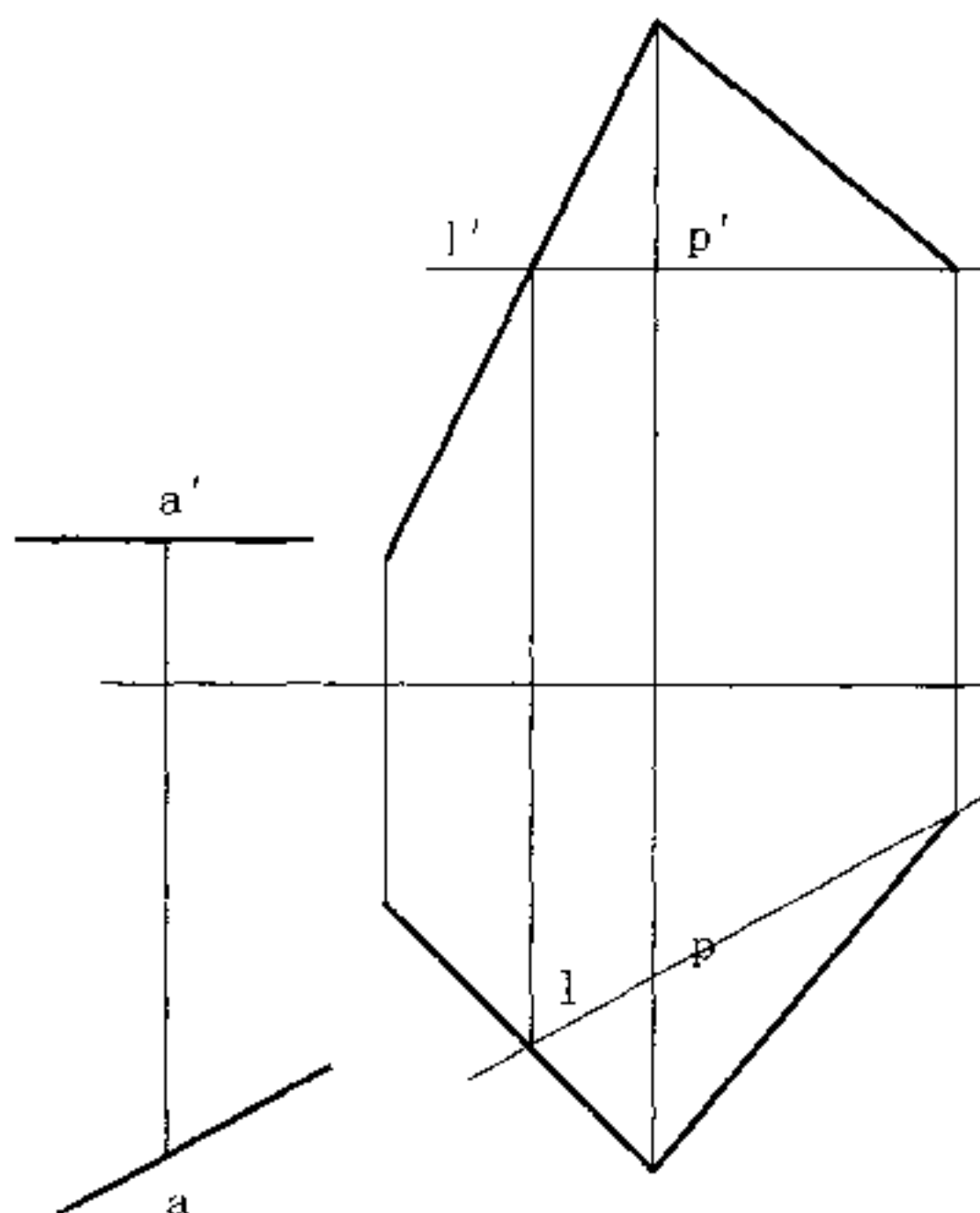
本题因为给出正方形平面的 α 角, 故本题不能是无穷解, 作图时, 任作 $ae \perp ad$, 因为 $\alpha_{AE}=45^\circ$, 故由直角三角形求得 Δz , 即 e' 可求得, 且延长AE至AB($AB=AD=ad$)即b、b'可求得, 利用平行性, 完成正方形的投影。(为清晰起见, 图中 $a'b'$ 和ab未用粗线)

平行问题

1. 过点A作直线平行于平面P。(P21) 2. 过点A作直线平行于P面和H面。(P21)

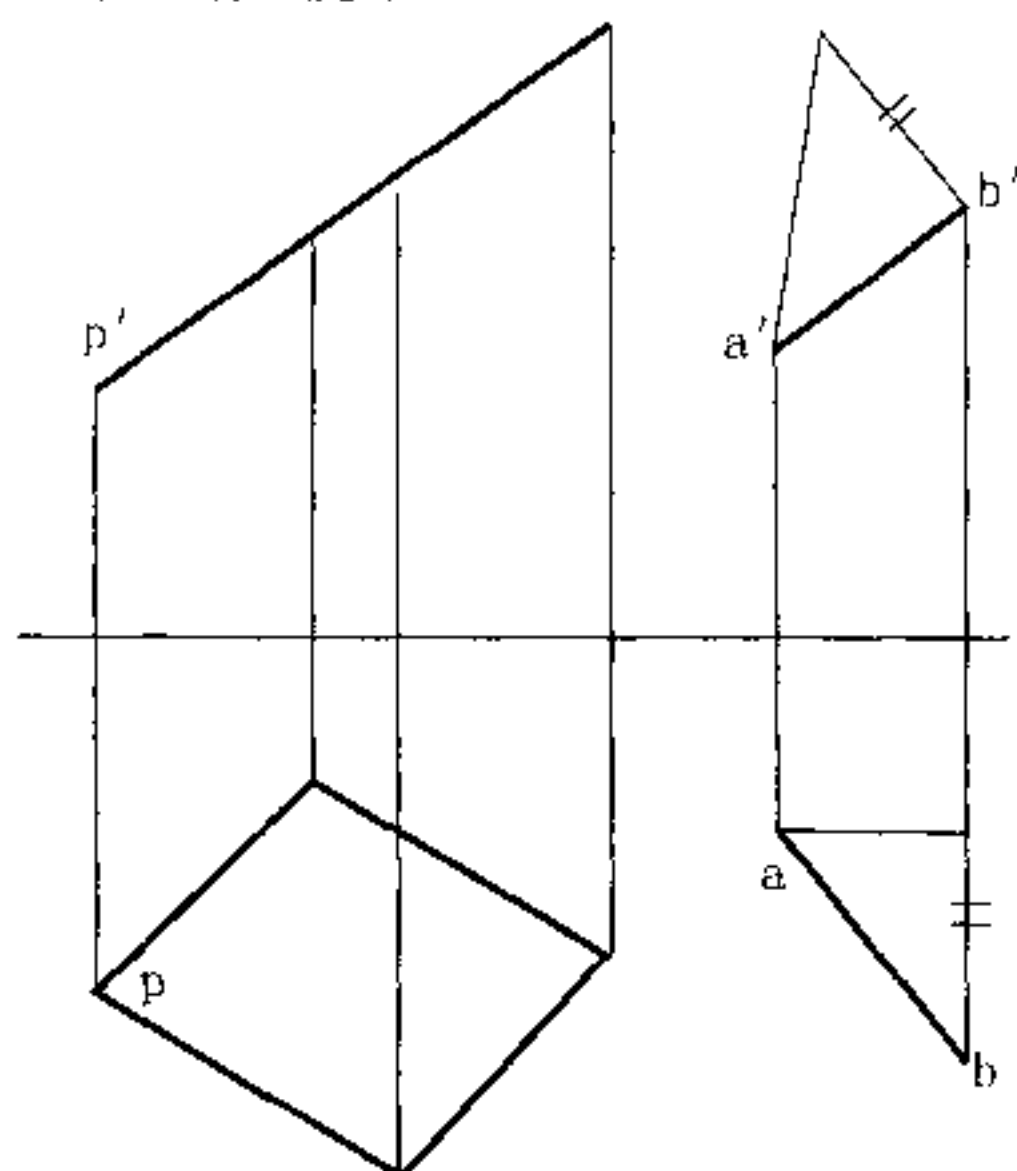


L和M均平行于P面



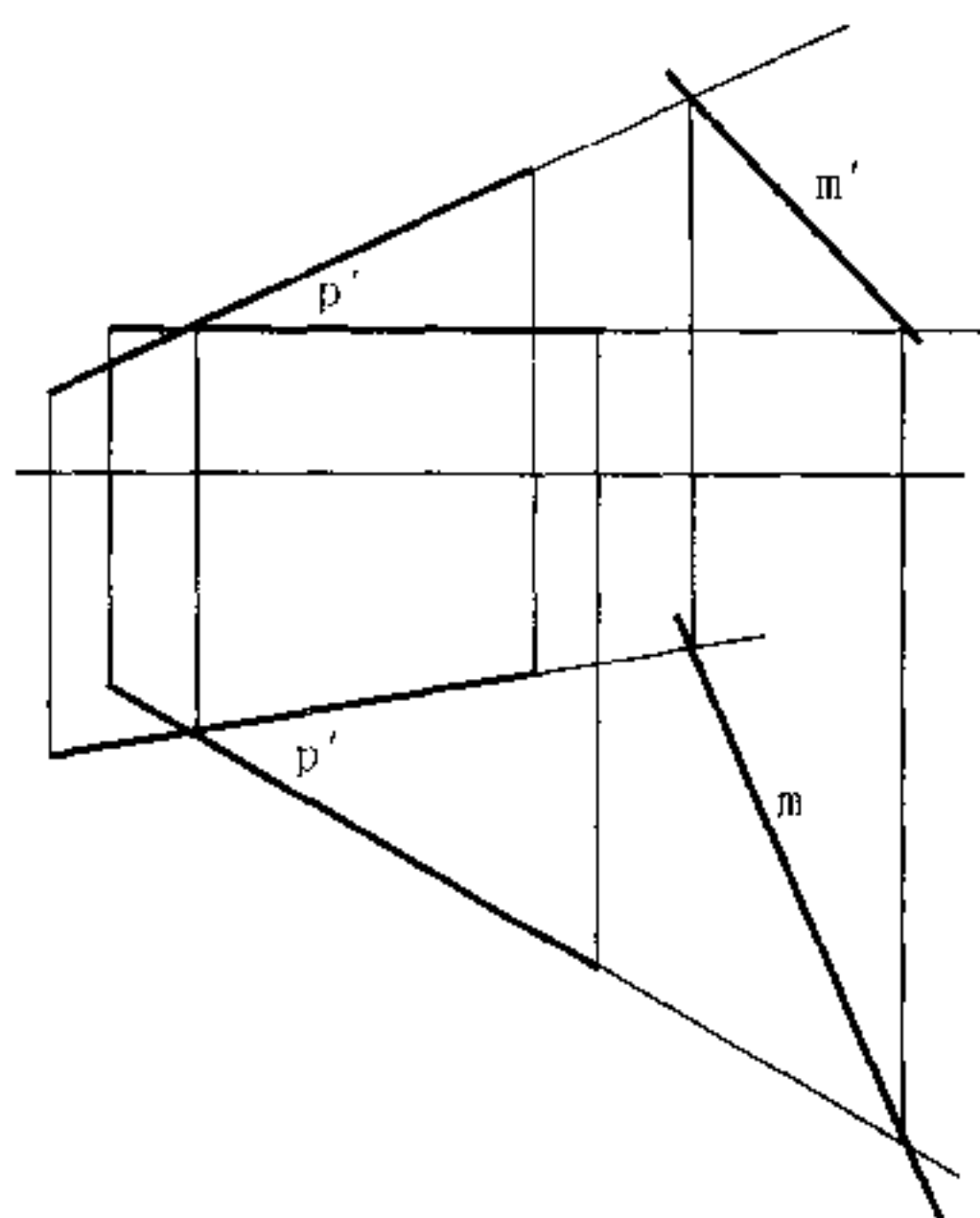
先在P面上找一条水平线L，然后过点A作直线平行于L，则该直线既平行于P面，也平行于H面。

3. 已知直线AB // P，且 $\beta_{AB} = 45^\circ$ ，完成其投影。(P21)

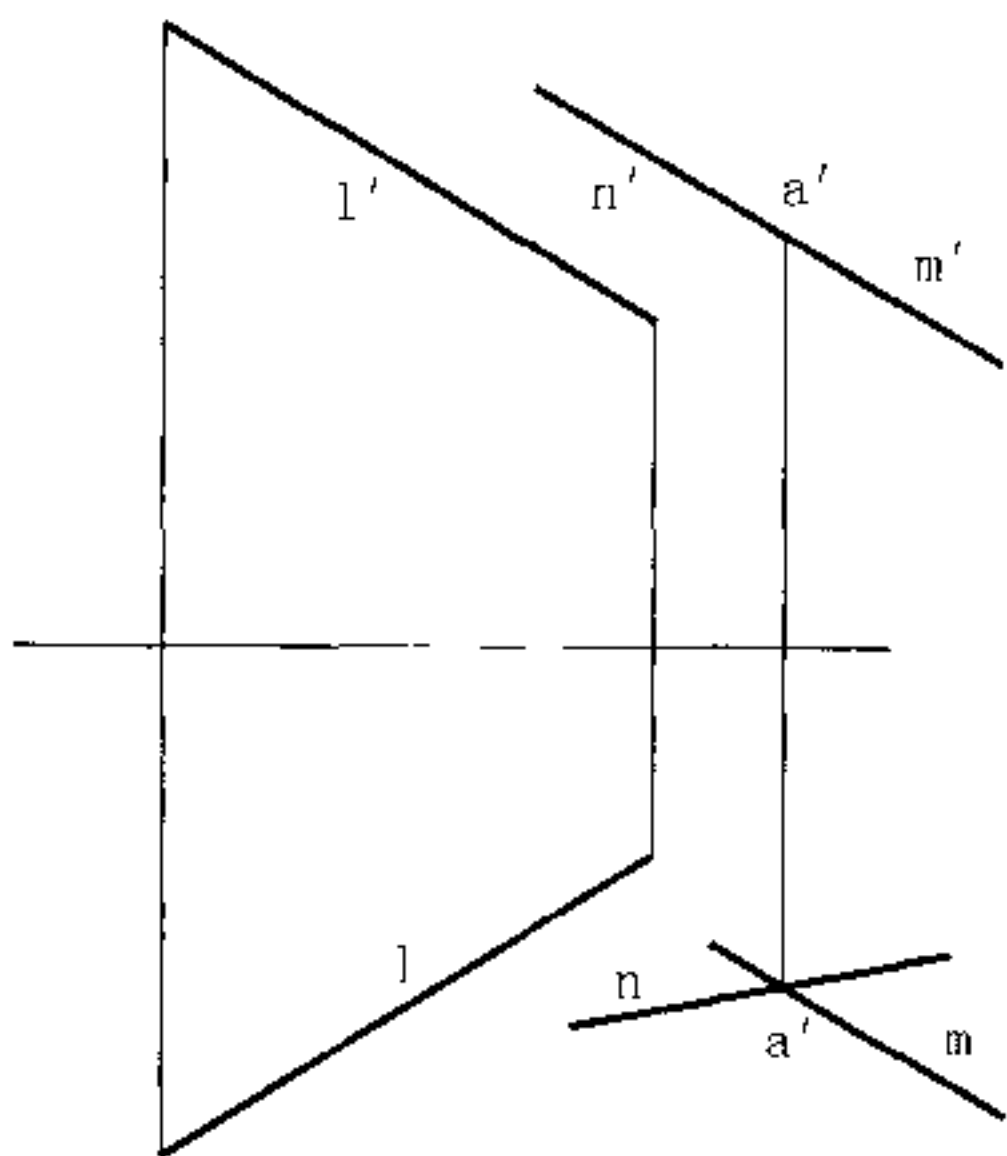


因为AB要平行于P，所以 $a'b' \parallel P'$ ，然后由直角三角形法，求得ab的 Δy ，就可以由 $a'b'$ 求得ab。

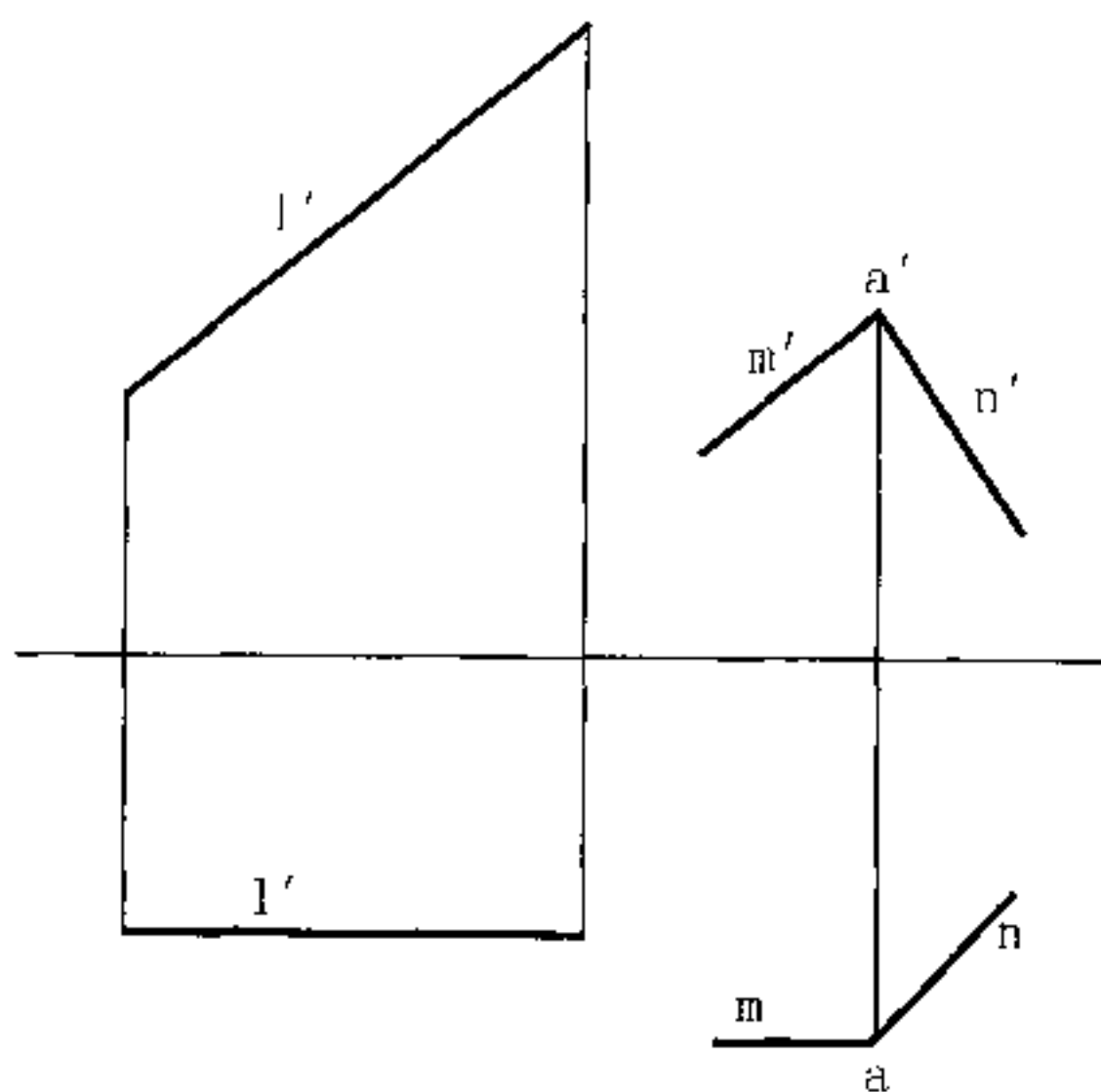
4. 已知直线M // P面，求m。(P21)



5. 过点A作平面 $P \parallel L$, 且要求P为正垂面。(P21)

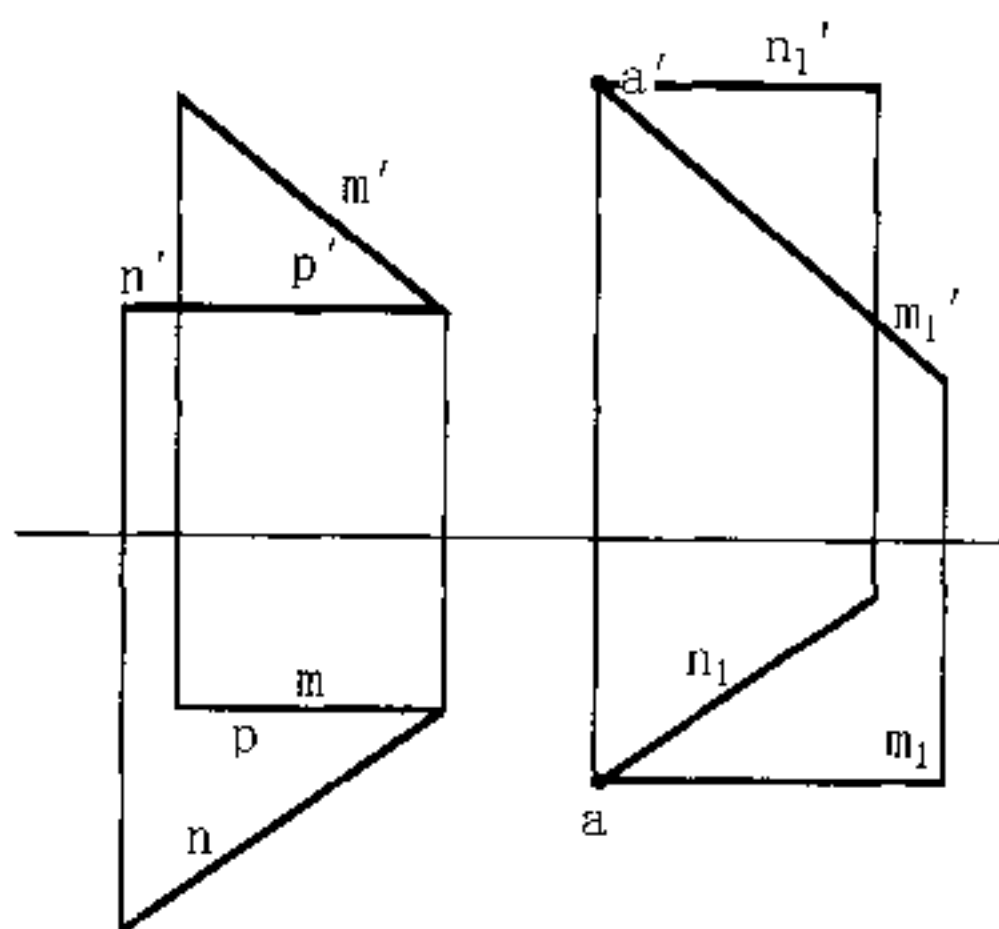


6. 过点A作一般位置平面 P , 且令 $P \parallel L$ 。(P21)



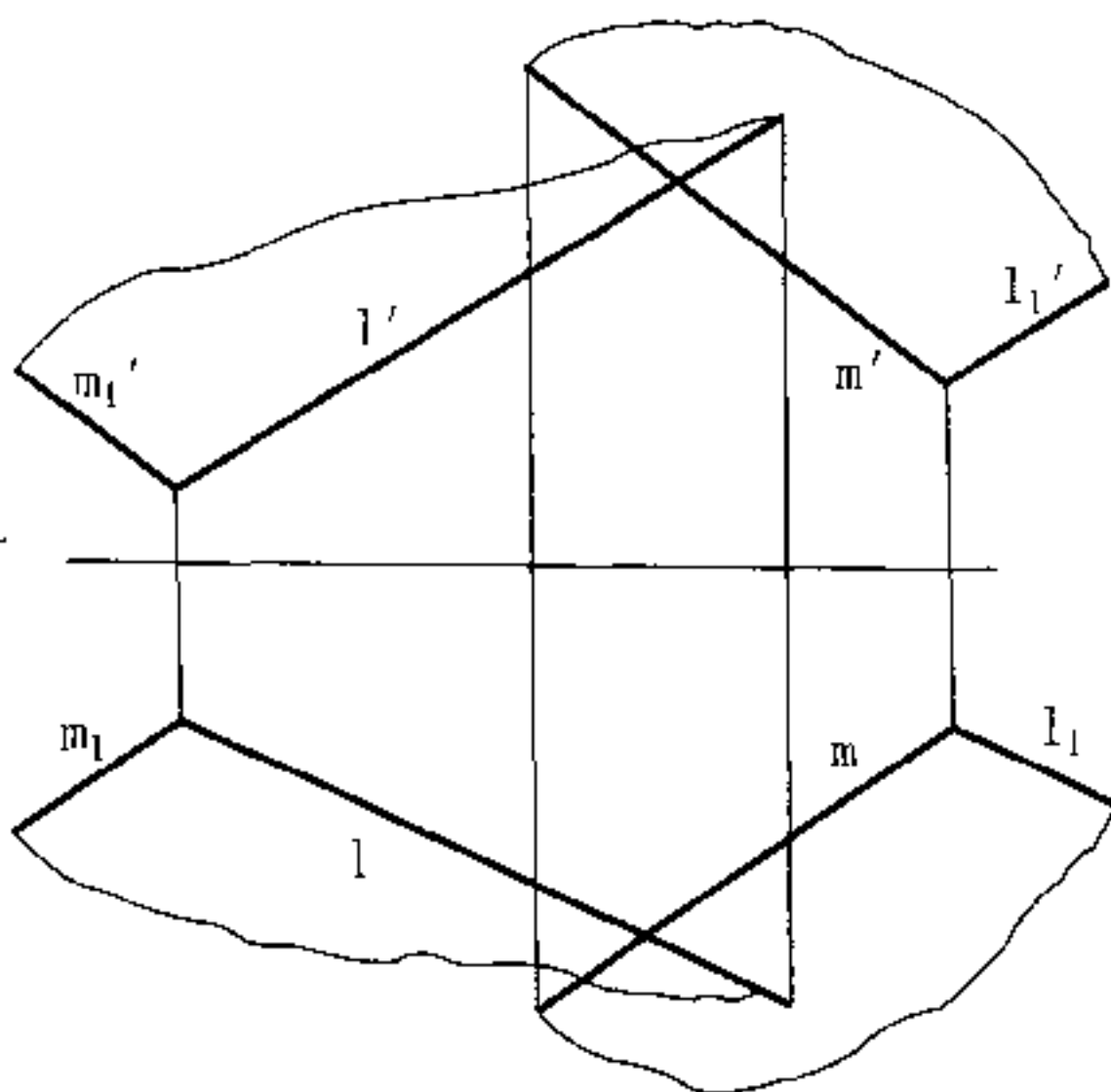
只要过点A先作一直线M平行于L, 过点A再任作一直线N, 则平面 $P(M \times N)$ 必平行于L。

7. 过点A作平面与已知平面P平行。(P21)



只要过点A作一对直线分别与P面的主直线平行即可。图中, $M_1 \parallel M$, $N_1 \parallel N$ 。

8. 过交叉二直线作两平行平面。(P21)

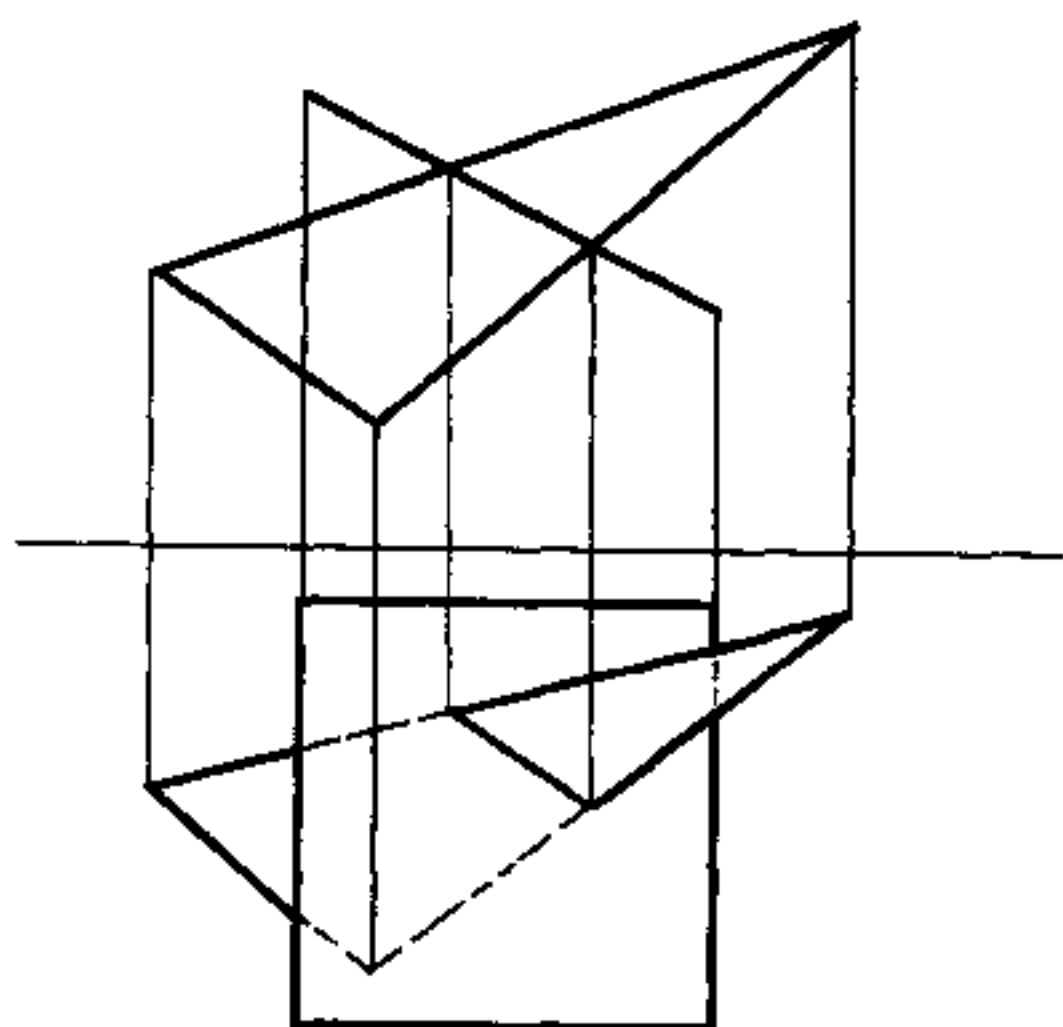


过M作 $L_1 \parallel L$, 过L作 $M_1 \parallel M$, 即平面 $(L_1 \times M) \parallel$ 平面 $(L \times M_1)$ 。

相交问题(一)——平面与平面相交

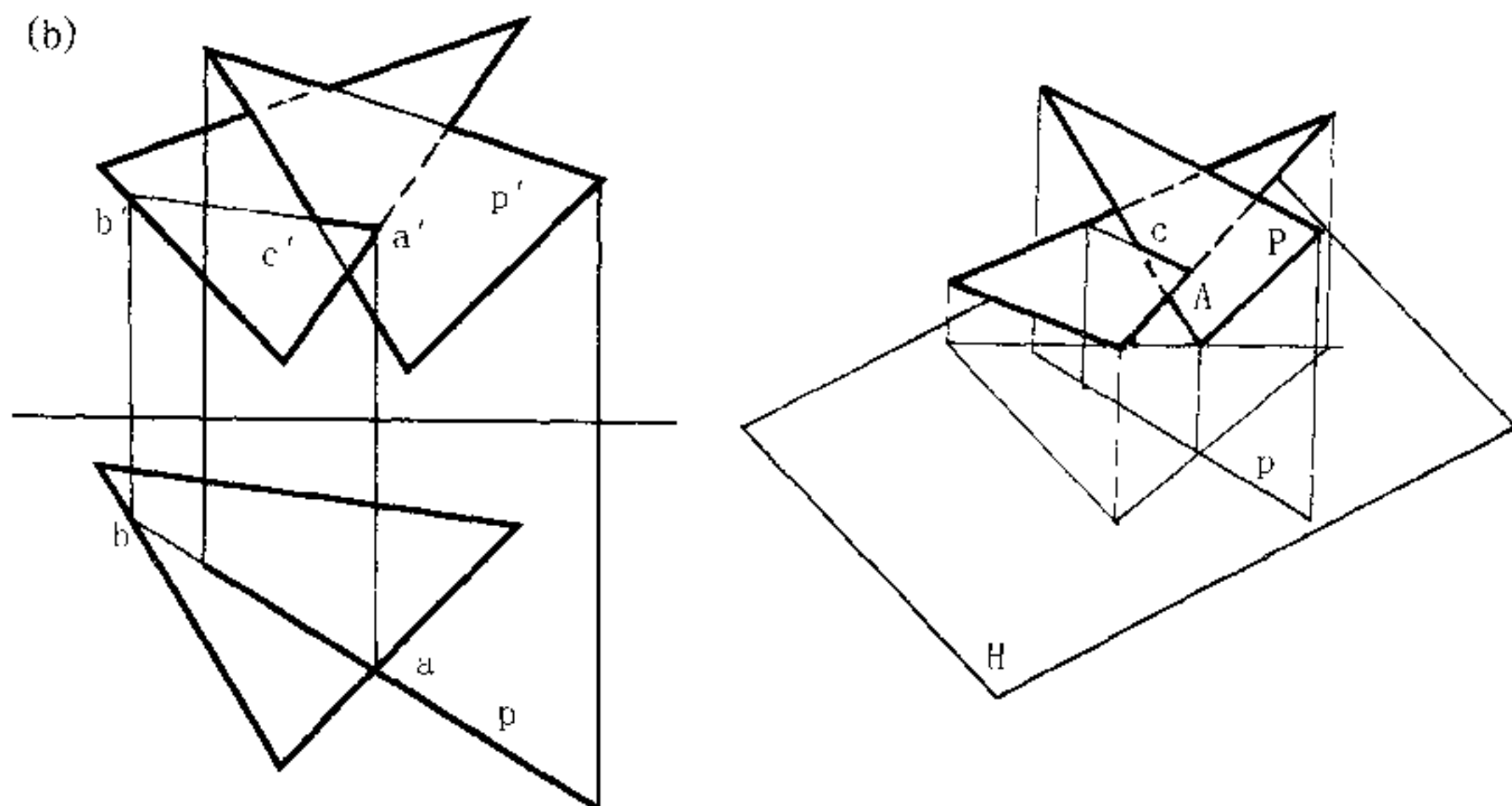
1. 求两平面交线并判断可见性。(P22)

(a)



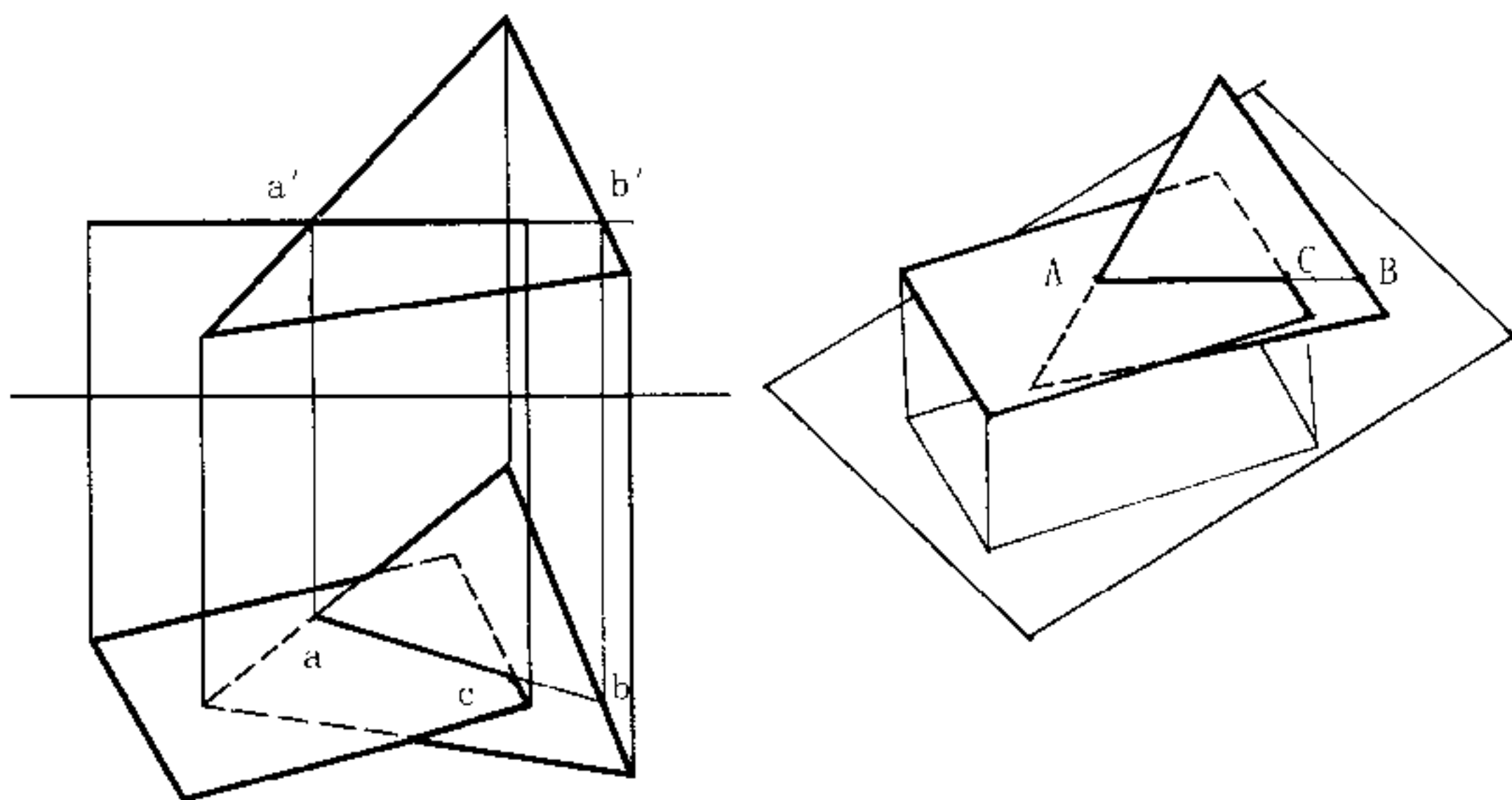
因为矩形平面为正垂面，故利用积聚性交线很容易可求出，且矩形上部的三角形可见，下部为不可见。

(b)



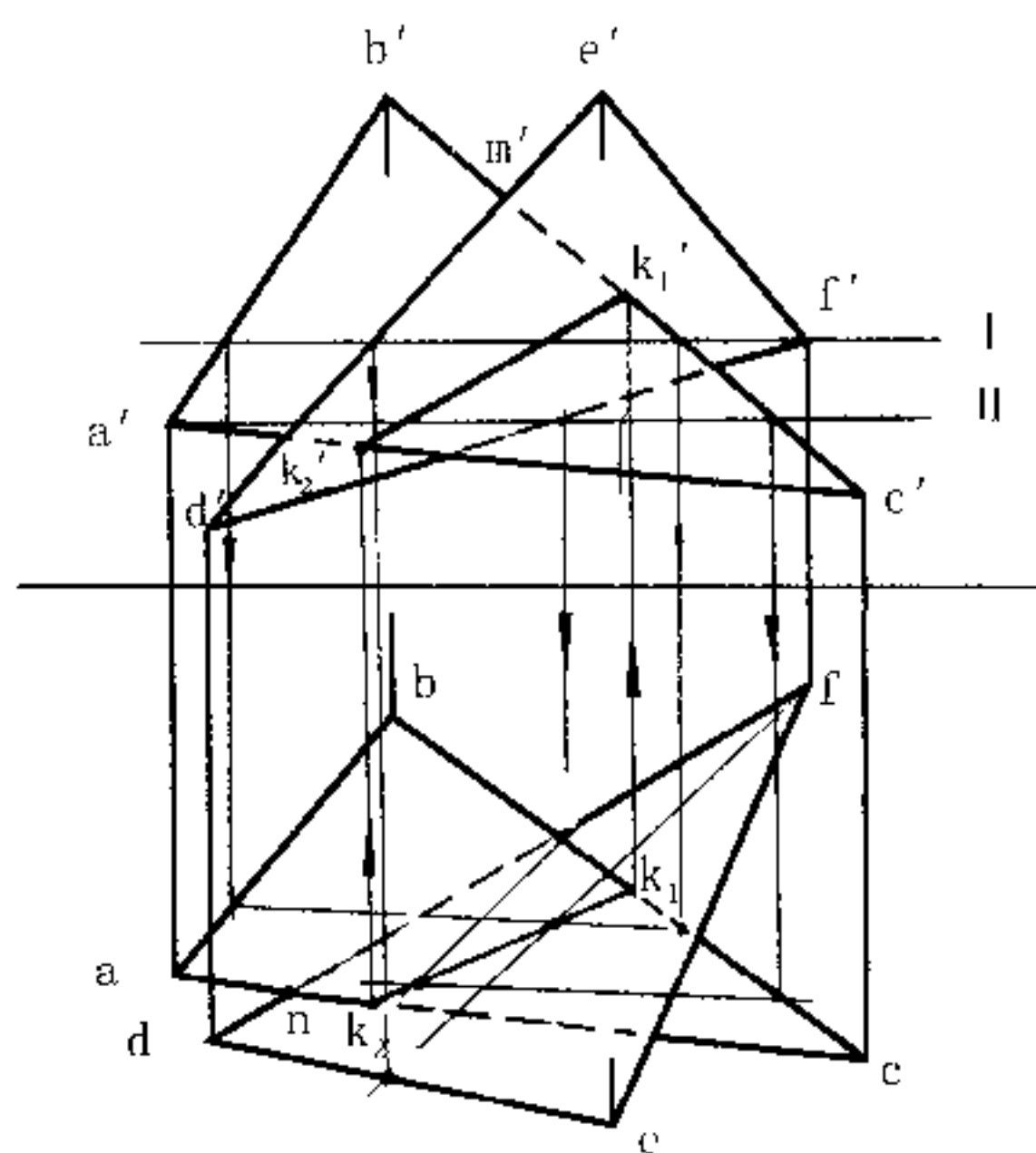
本题中两个三角形为互交，但P面为铅垂面，作题时可先将水平投影p延长，求得其交线AB，然后取其有效部分AC，由c'确定，最后根据P面前部为可见，后部为不可见，不难画出正确解答如图所示。

(c)



此题两平面亦为互交，因矩形平面为水平面，故仍将V投影延长，得交线AB，再取其有效部分AC，由水平投影C确定，并很容易可判断其可见性，即三角平面AC以上可见，以下不可见，如图所示。

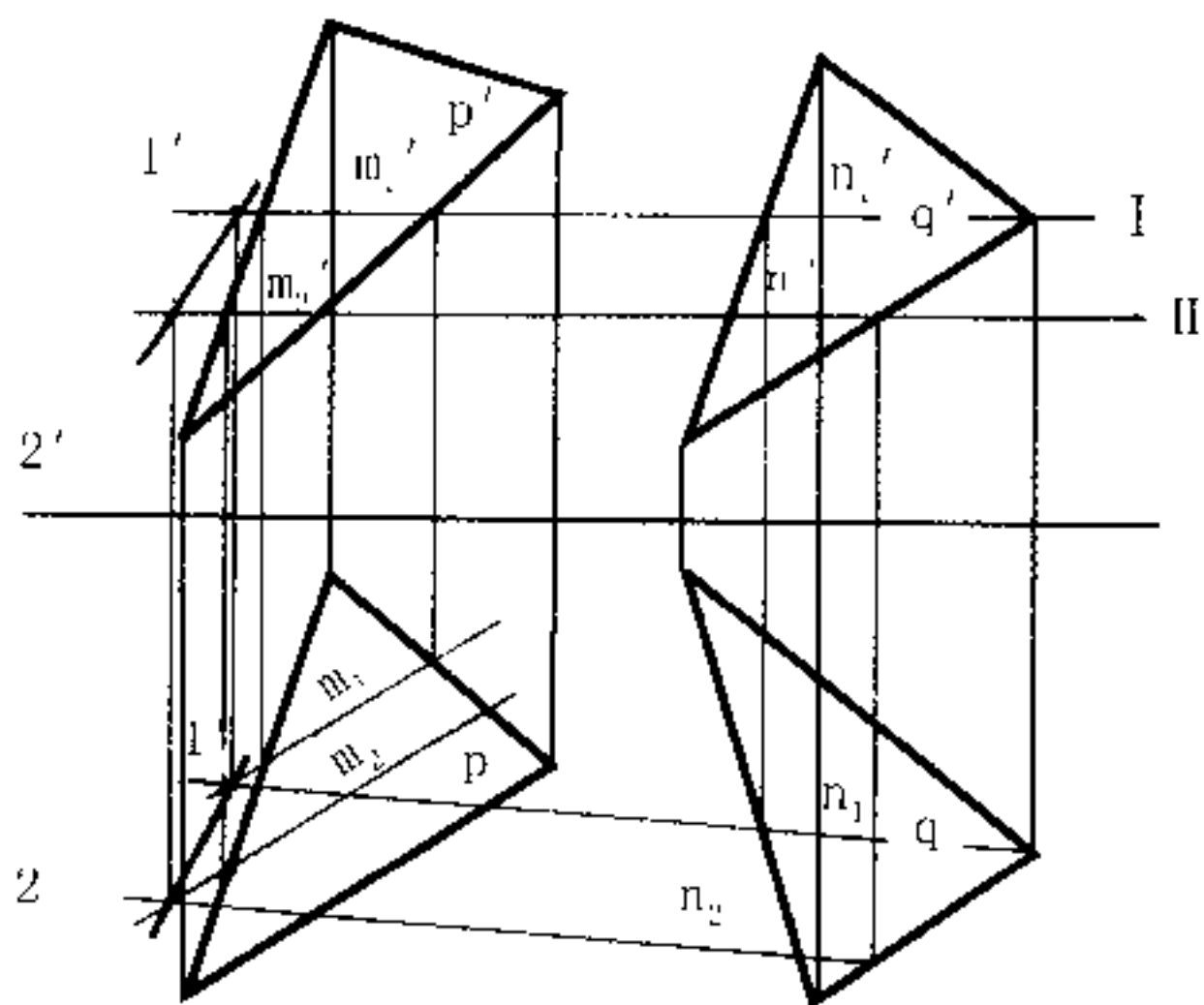
(d)



此题可用辅助面法，例如作I、II两水平辅助面求得交线 a_1b_1 ，然后将其延长，求得实际交线 K_1 、 K_2 。V投影可见性用重影点 m' 判断，显然DE在前、BC在后，水平投影由重影点 n 判断其可见性，显然AC在上、DF在下，最后完成正确求交线及可见性判断，如图所示。

2. 求两平面交线。(P22)

(a)



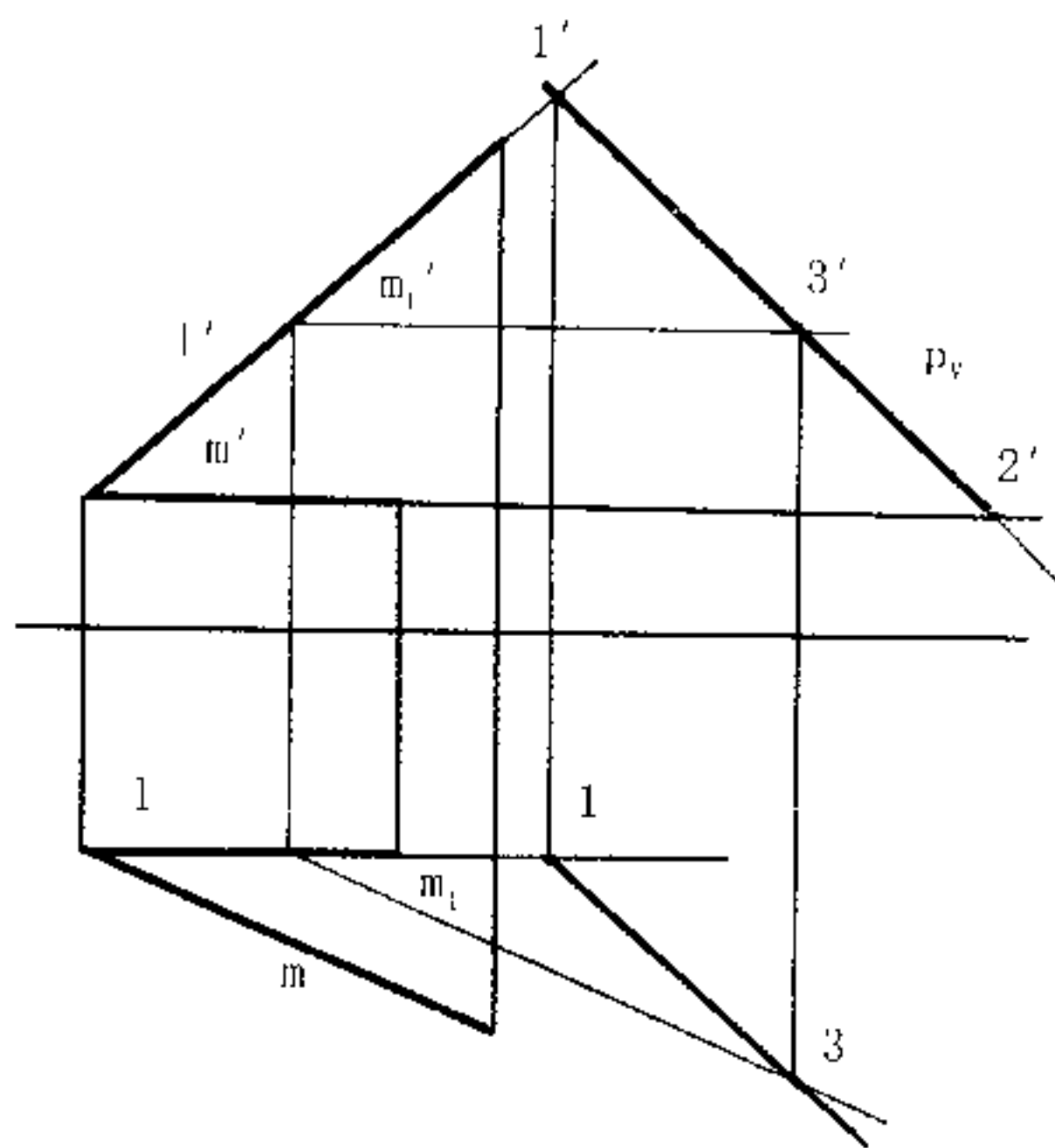
本题只能用传统的辅助平面法求交。

作辅助面 I，与 P 面交线为 M_1 ，与 Q 面交线为 N_1 ，它们的交点为 $1'$ 、 1 。

作辅助面 II，利用平行性，与 P 面交线为 M_2 ，与 Q 面交线为 N_2 ，它们的交点为 $2'$ 、 2 。

连接 $1'-2'$ ， $1-2$ 两点即交线求得。

(b)

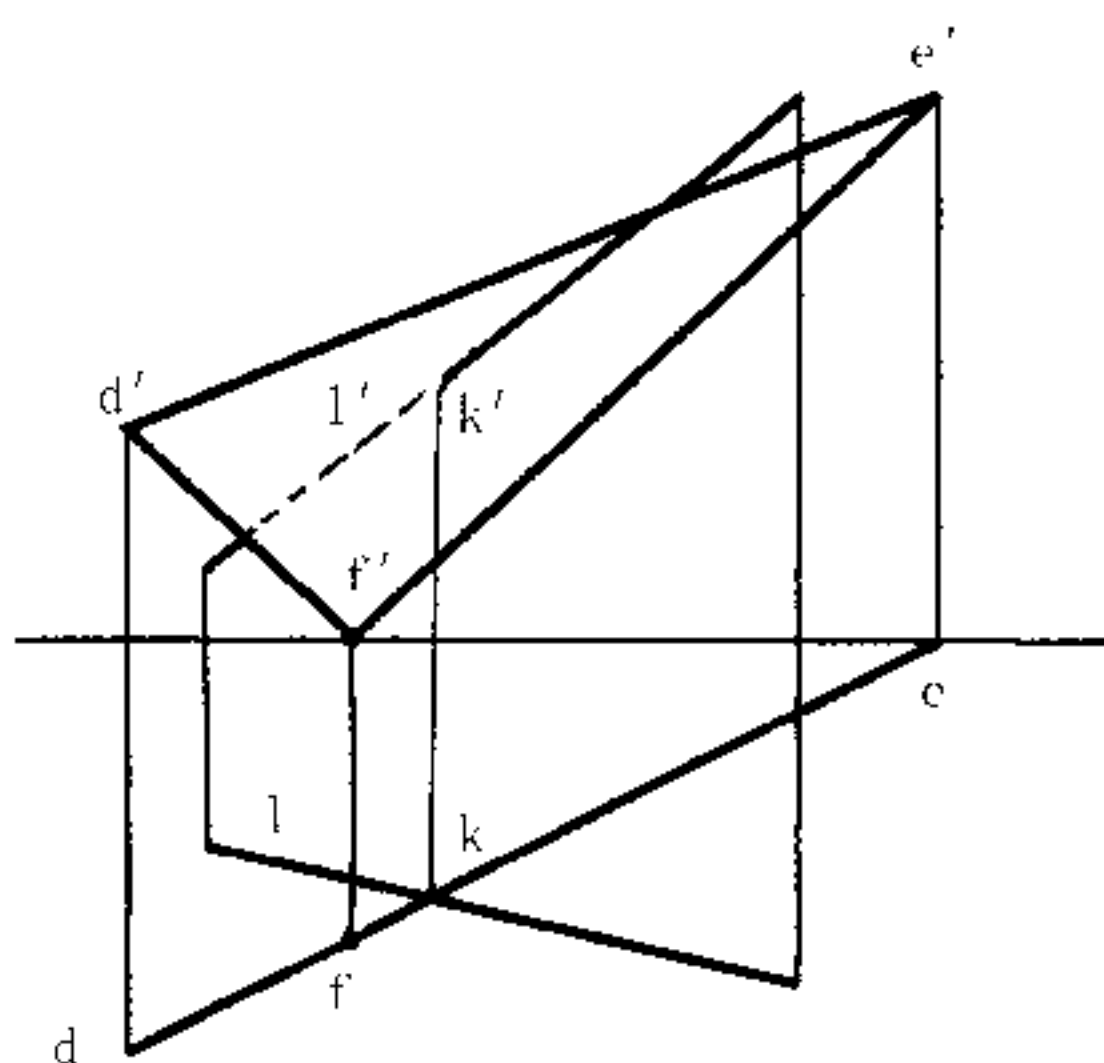


因为 P 面为正垂面，根据积聚性，所以其交线的 V 投影 $1'$ 、 $2'$ 很容易求得，但水平投影 2 可能会在图纸之外，此时可将 $L \times M$ 平面改用 $L \times M_1$ 表示，即交点 3 在图纸之内，便于作图，故其交线用 $1'-3'$ 、 $1-3$ 表示。

相交问题(二)——直线与平面相交

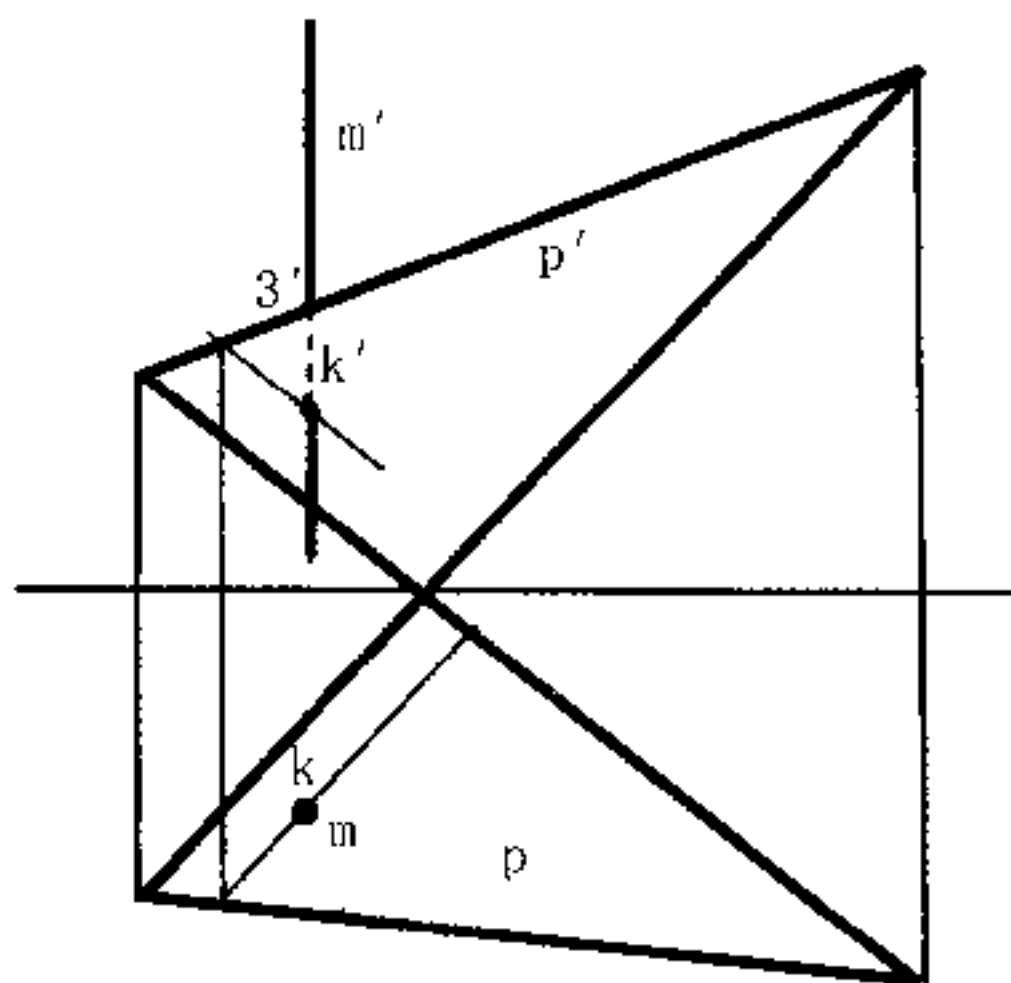
3. 求下列各题穿点K, 并判断可见性。(P23)

(a) 直线与平面。

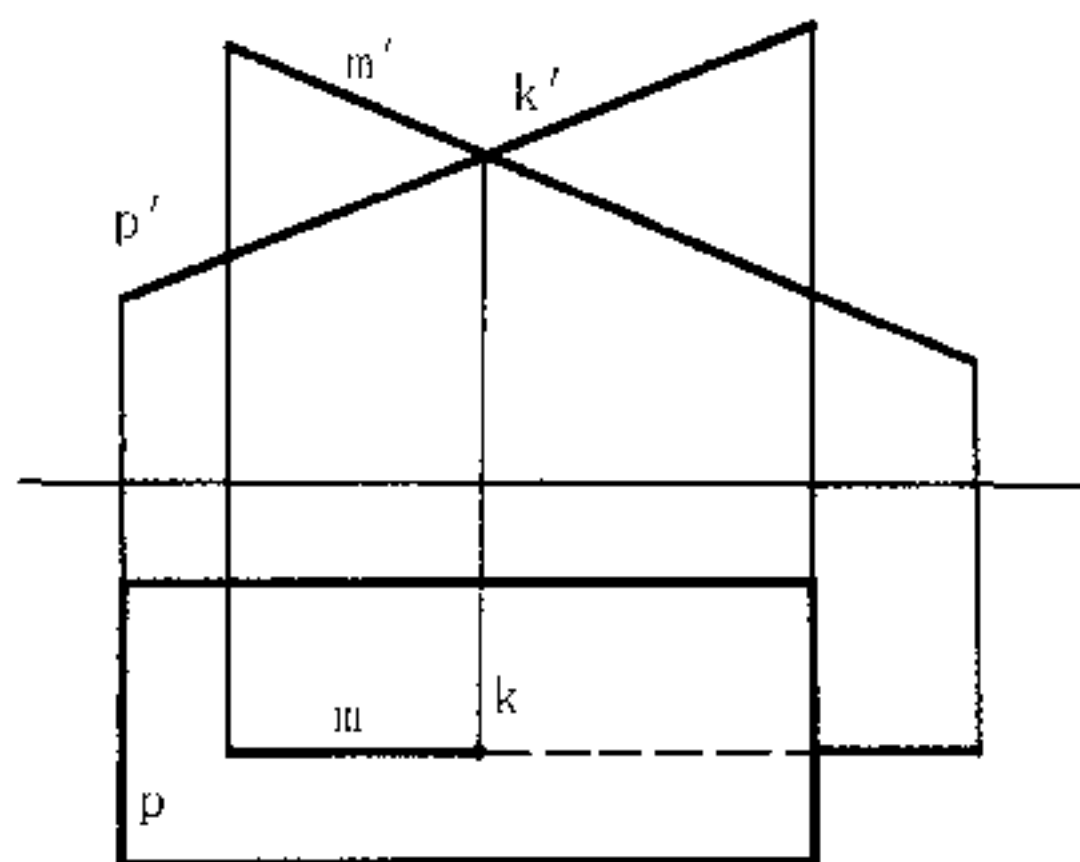


因为平面DEF为铅垂面, 则利用积聚性, 其交点即公共点的水平投影k为已知, 由k求得 k' , 又从水平投影直接看出直线L自点K向右部分在平面之前故属可见, 另一半则属不可见。

(c) 直线与平面。



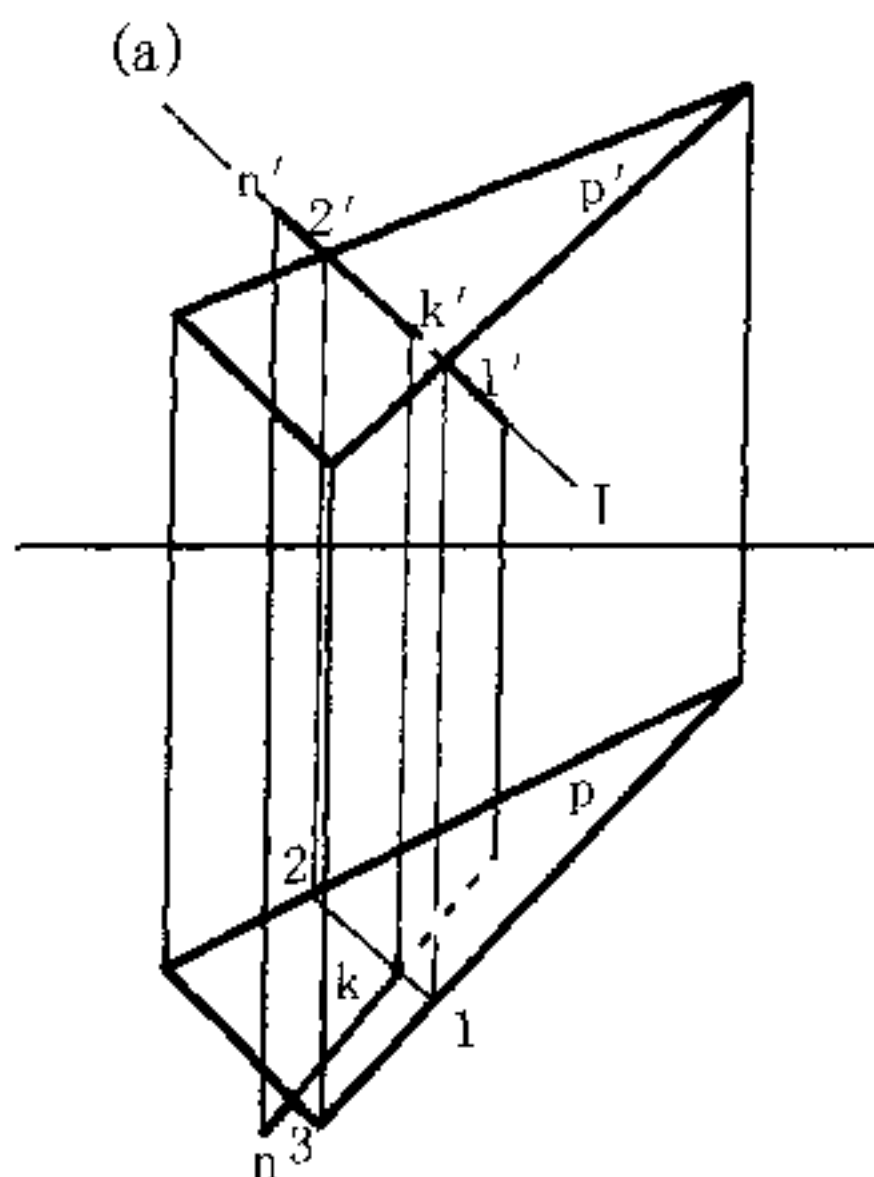
(b) 直线与平面。



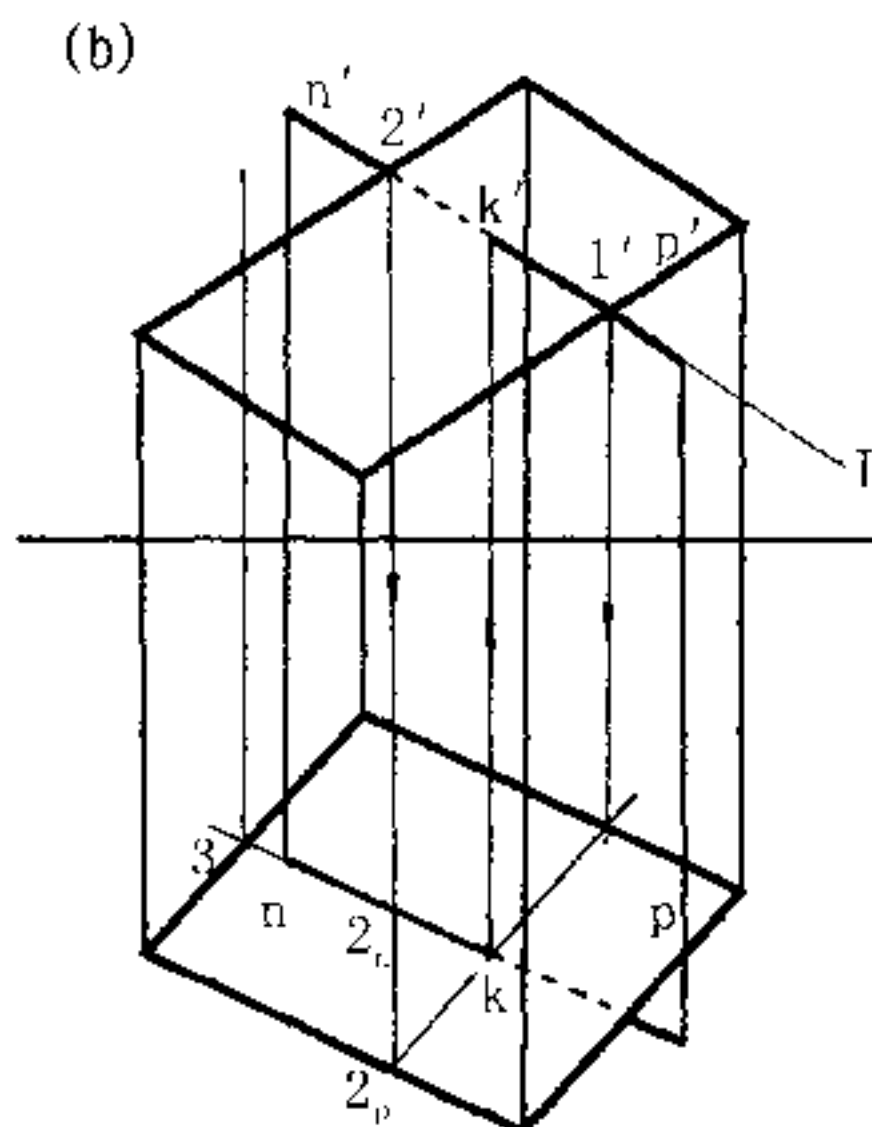
因为P为正垂面, 故先求得 k' 为穿点的V投影, 再由 k' 求得K, 并判断可见性。

此题有些特殊性, 直线M为铅垂线, 平面P经过x轴, 故利用积聚性即穿点的水平投影k为已知, 由k求 k' 要采用在P面作辅助线的方法, V投影可见性则利用重影点3'判断, 显然从水平投影看, 面在前, 线在后, 故 k' 以上部分直线不可见。

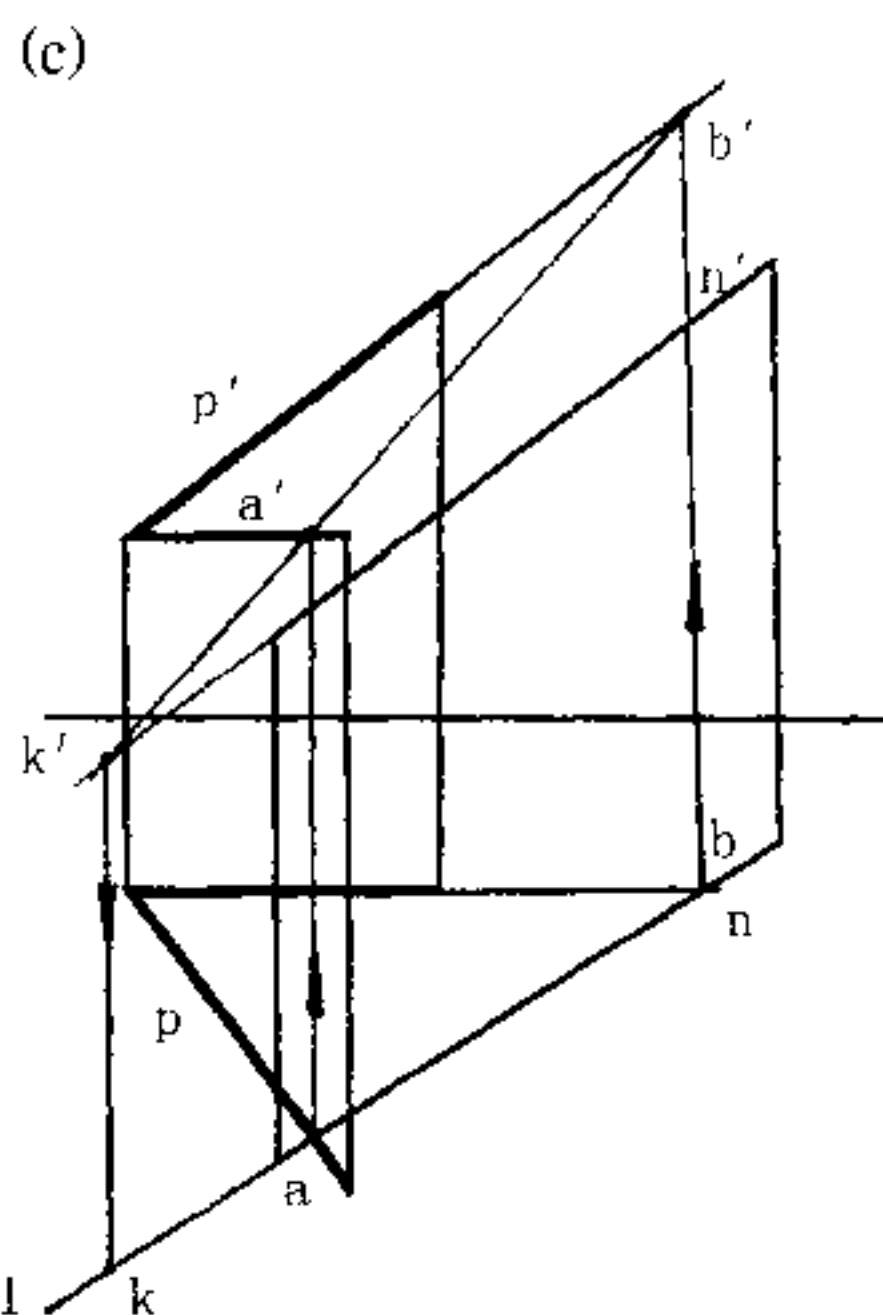
4. 求直线N与P面的穿点, 并判断可见性。(P23)



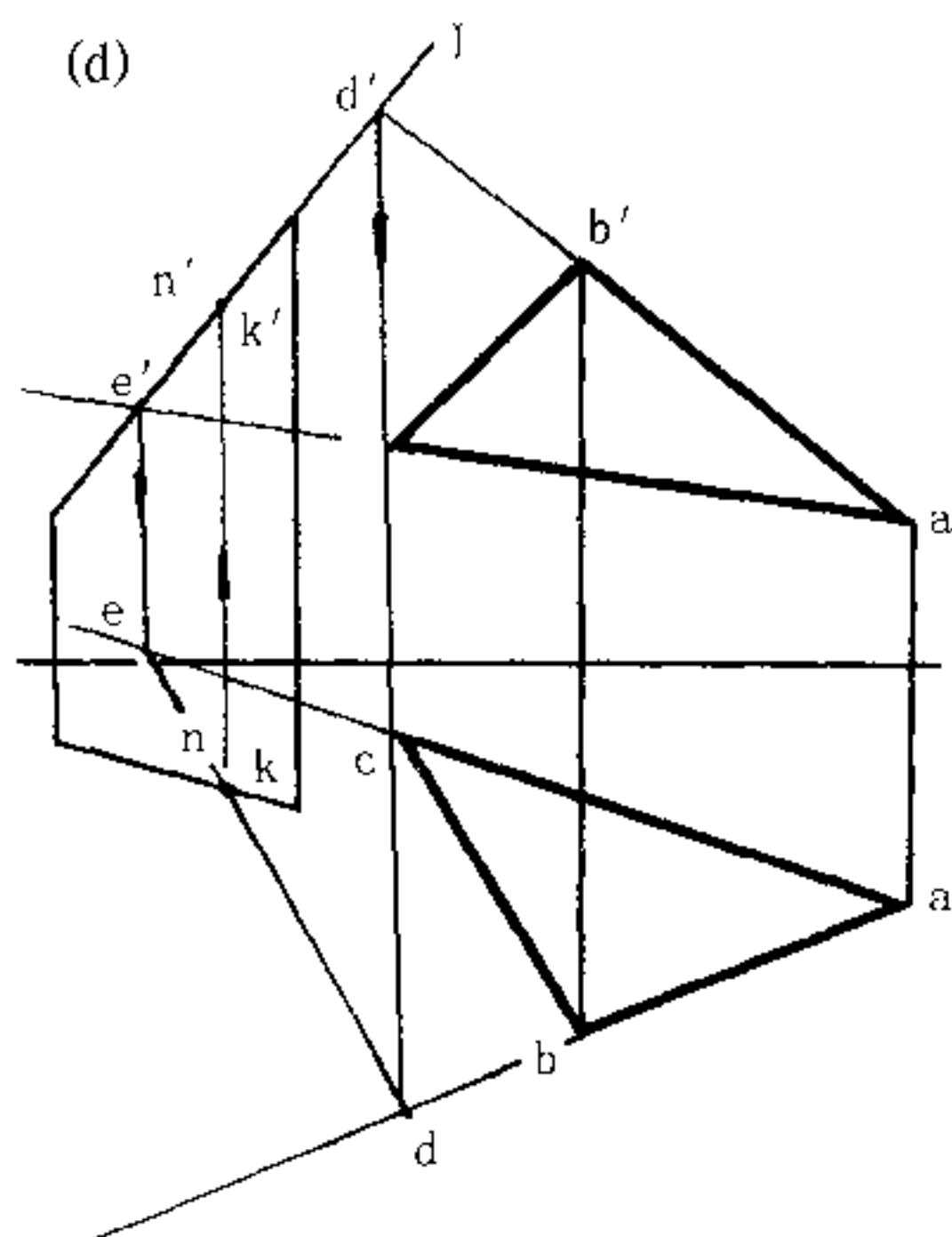
作正垂面 I 辅助平面, 可求得穿点 k, V 投影以 2' 为重影点判断可见性, 显然 N 线在前、P 面在后, 水平投影以点 3 为重影点判断其可见性, 显然直线在上、平面在下, 故直线 N 可见性如图所示。



与 (a) 题作法相同, 只是以 1' 作为 V 投影可见性判断的重影点, 水平投影以点 3 为重影点判断。



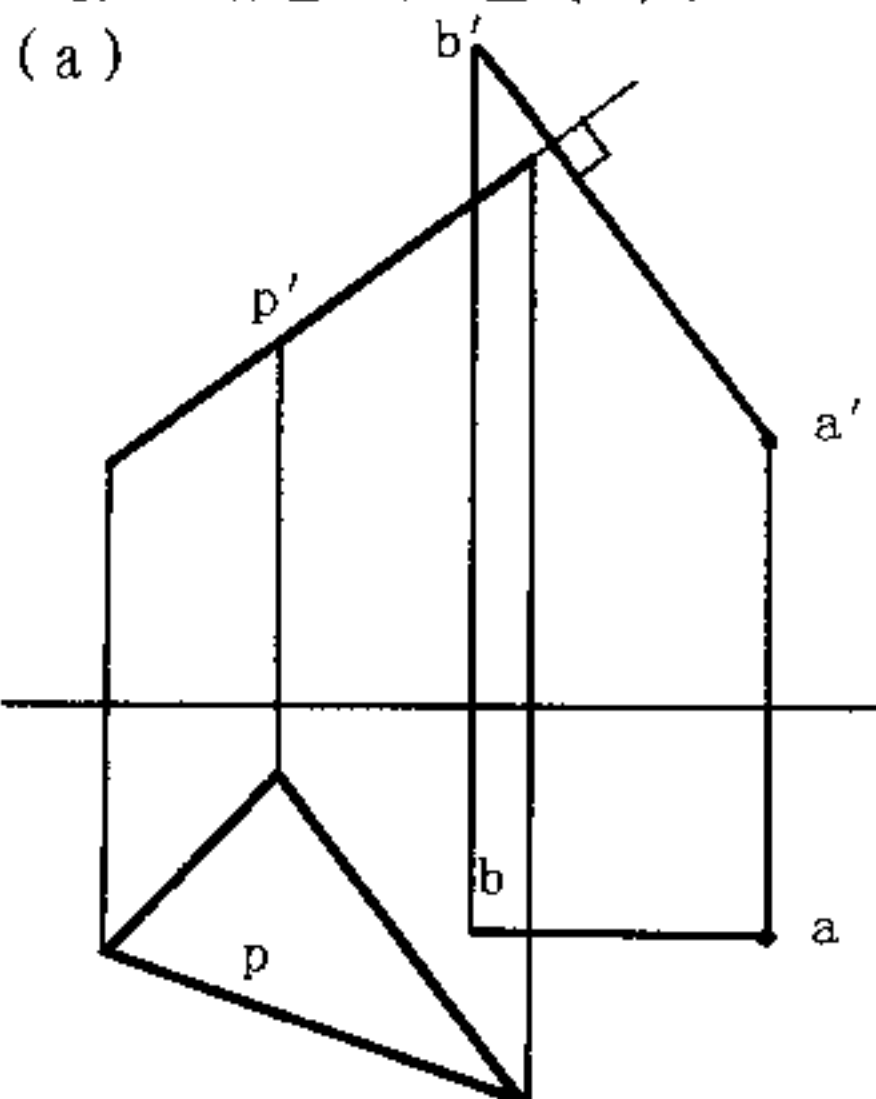
用辅助面法, 过 n 作铅垂面 I。它与 P 面交线为 AB, 由 a'b' 与 n' 交于 k', 即穿点的 V 投影, 再由 k' 求得 k。



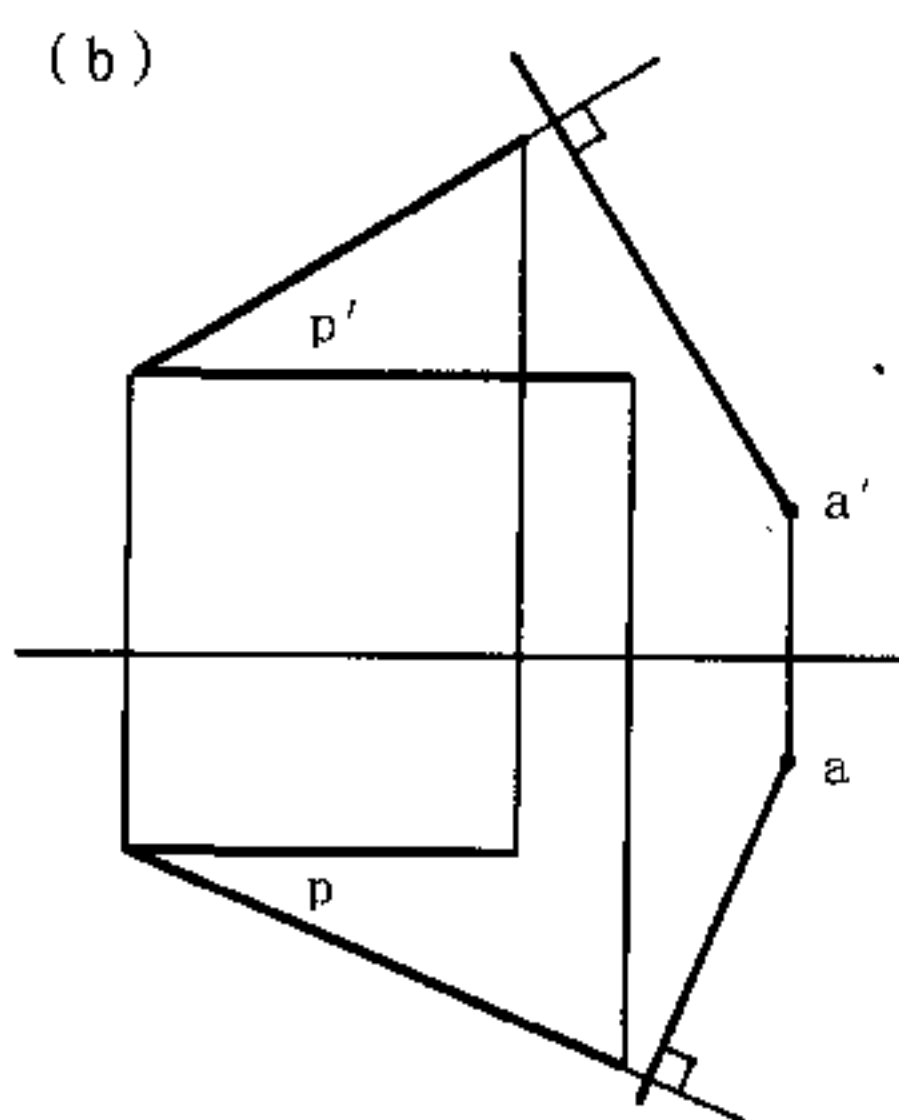
过 n' 作正垂面 I。它与 $\triangle ABC$ 平面交线为 DE, 其水平投影 dc 与 n 的交点 k, 即穿点的水平投影, 再由 k 求 k'。

垂直问题

1. 过点 A 作直线垂直于平面 P。(P24)

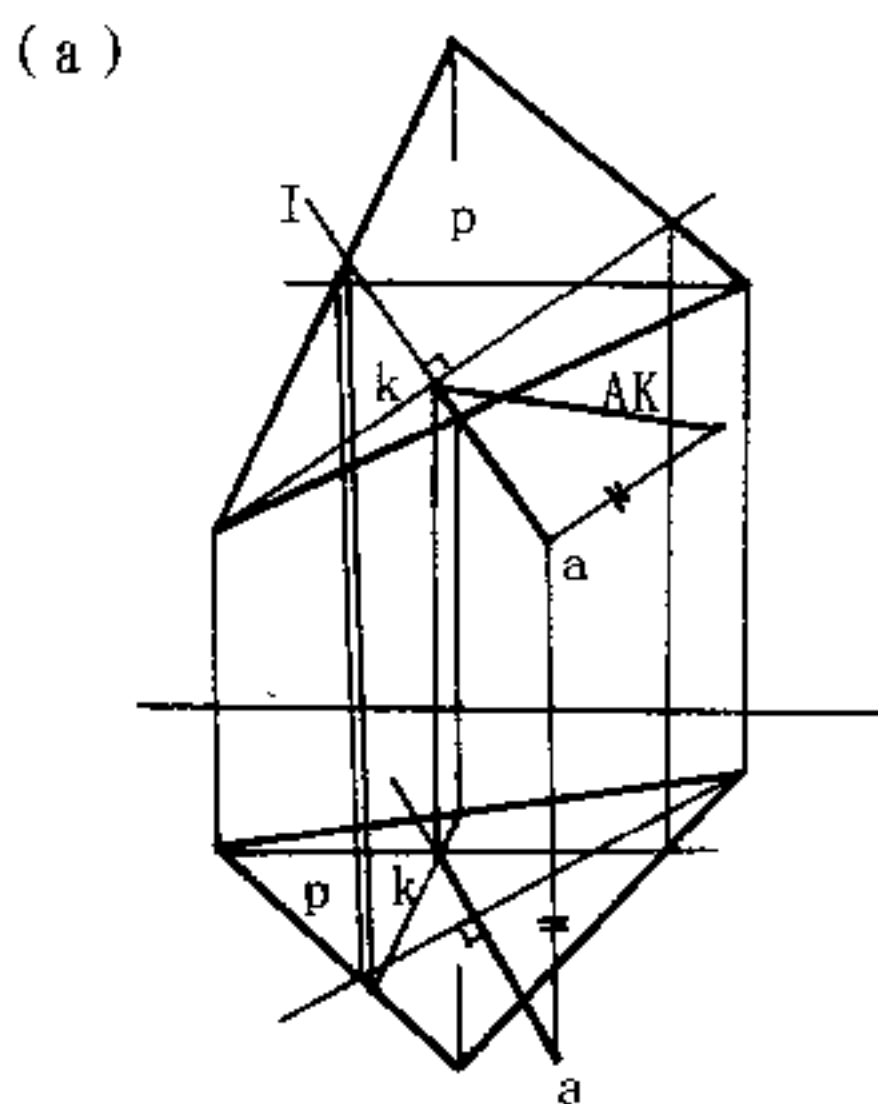


因为 $P \perp V$, 所以与其垂直的线必为正平线, 故过 A 作正平线 $L \perp P$ 即为所求。



因为 P 面以主直线表示, 故解题就简单了, 过 A 作 $L \perp P$ 。

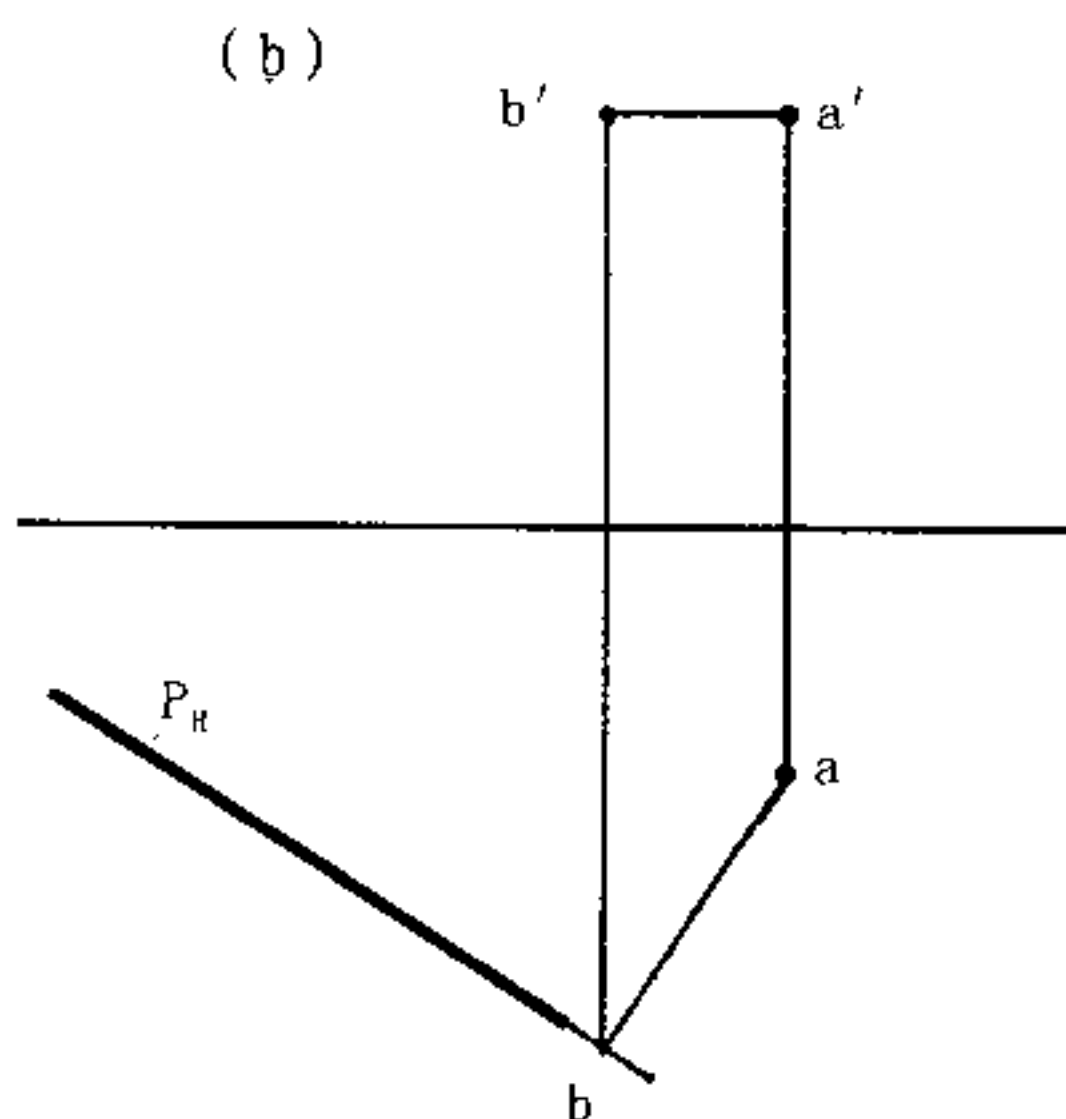
2. 求点 A 到 P 面的距离 (投影和实长)。(P24)



本题为典型的垂直问题, 求点 A 到 P 面的距离, 实际上由三步组成:

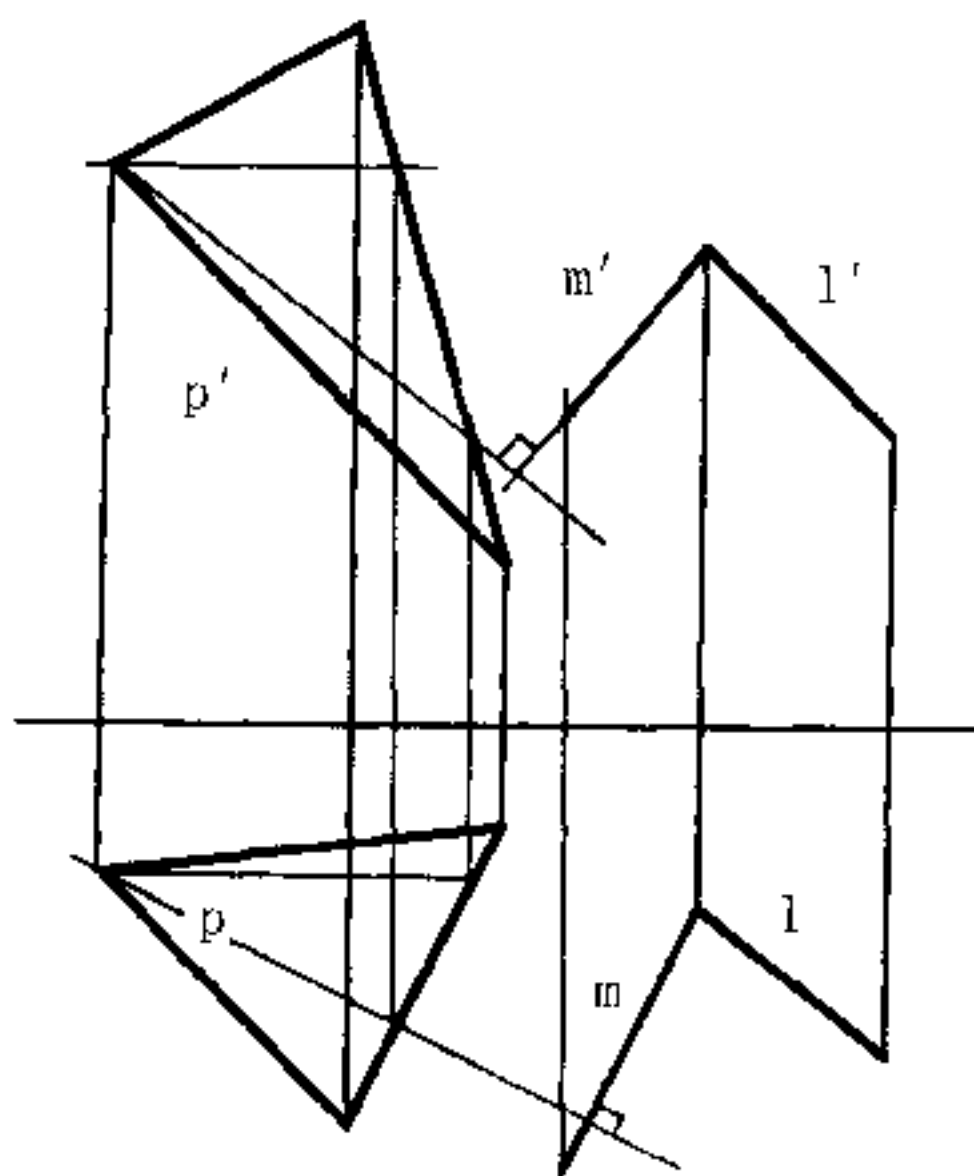
- 过点 A 作直线垂直于 P
- 求该垂线与 P 面穿点 K
- 求 AK 真长

在求穿点时利用了正垂面 I 作辅助平面。



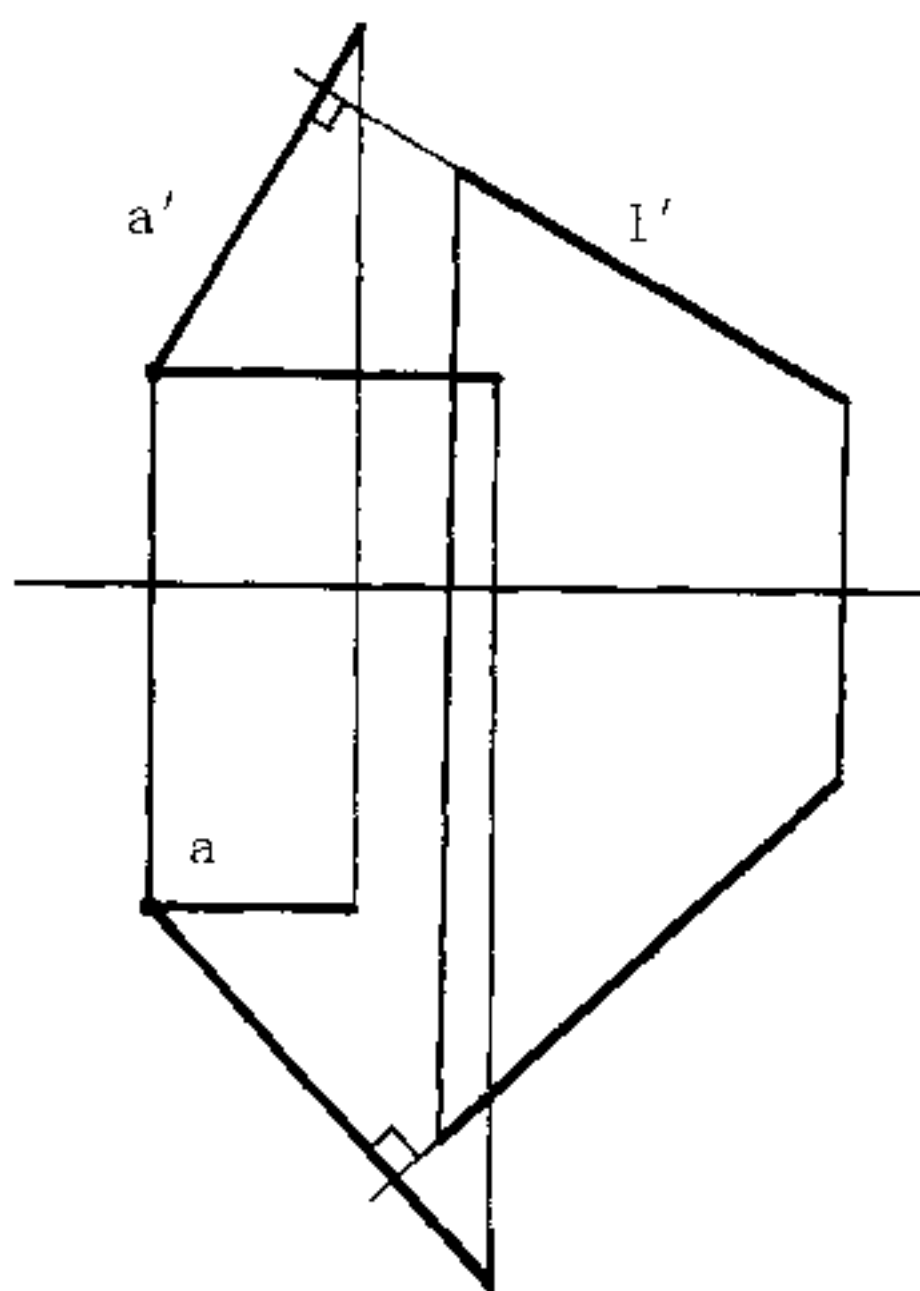
因为 P 面为铅垂面, 故与其垂直的线必为水平线, 过 A 作水平线 $AB \perp P$, ab 即实长, 亦即所求距离。

3. 过直线 L 作平面 $Q \perp P$ 。(P24)



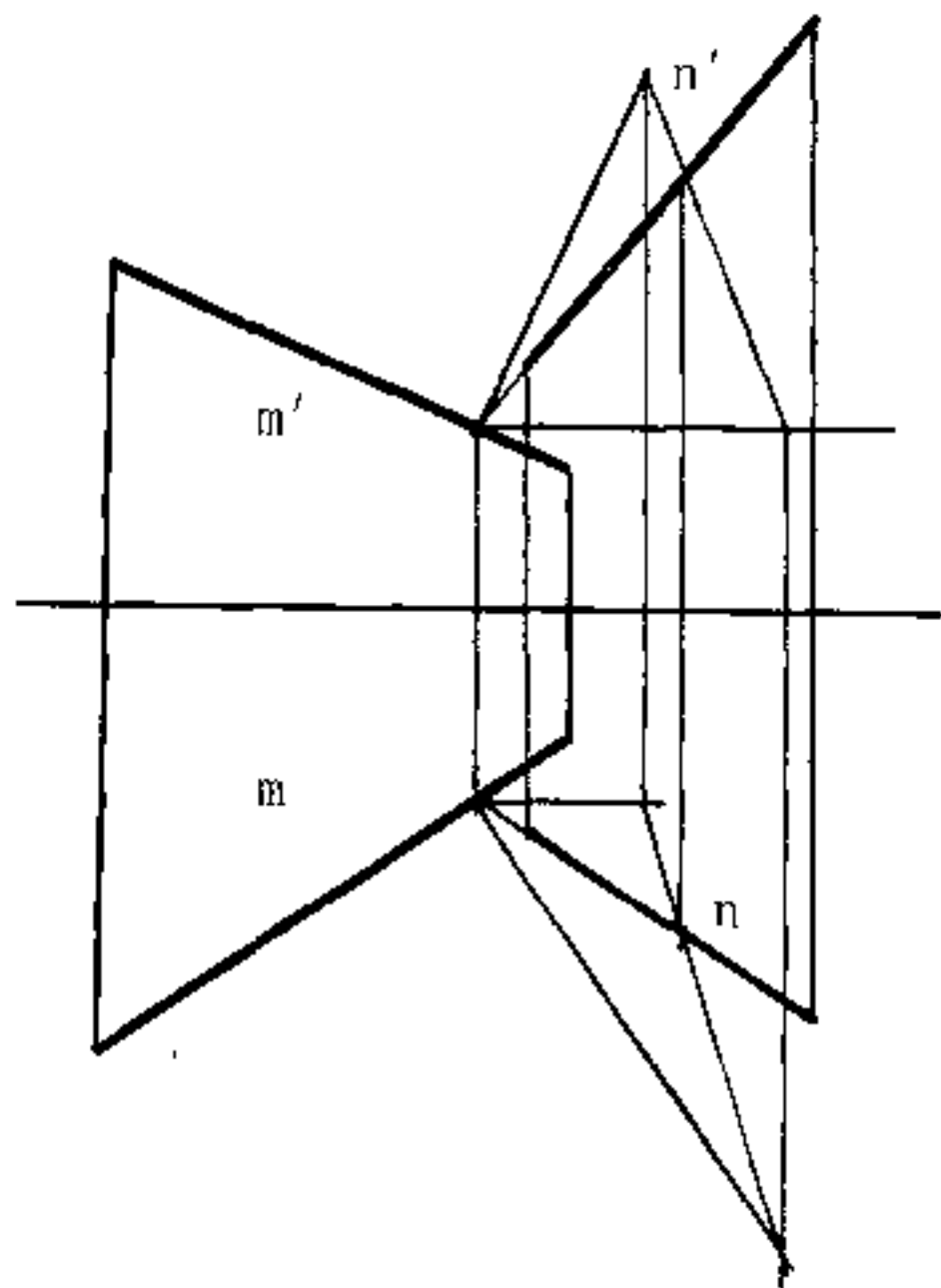
只要过直线 L 作另一直线 M 与 P 面 $\perp$ ，即 L 与 M 组成的平面 Q 必与 P 面垂直。

4. 过点 A 作平面 $Q \perp L$ 。(P24)



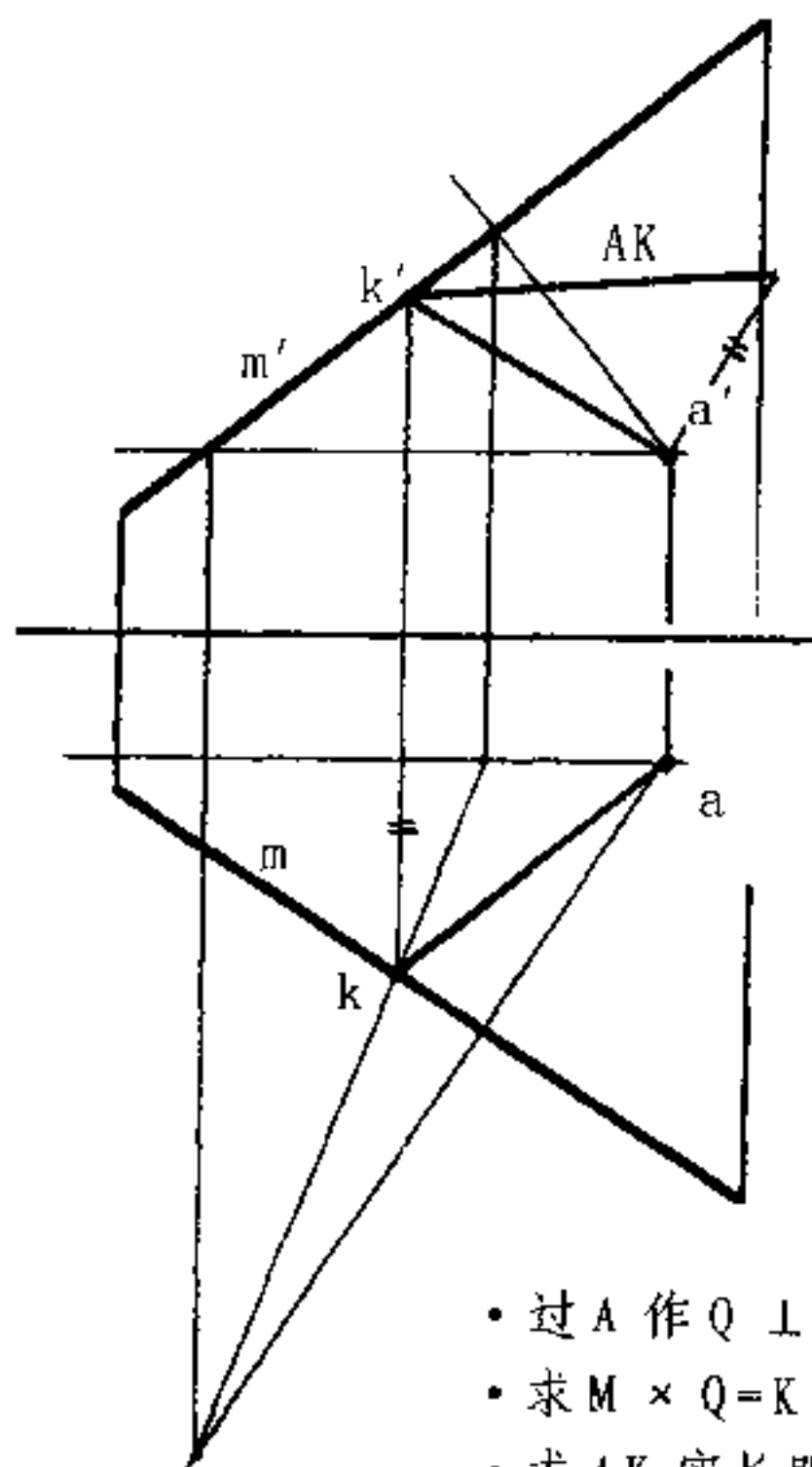
只要过点 A 作一对相交线分别与 L 线垂直，即这两条直线组成的平面与 L 垂直。

5. 已知直线 $N \perp M$ ，求 n。(P24)



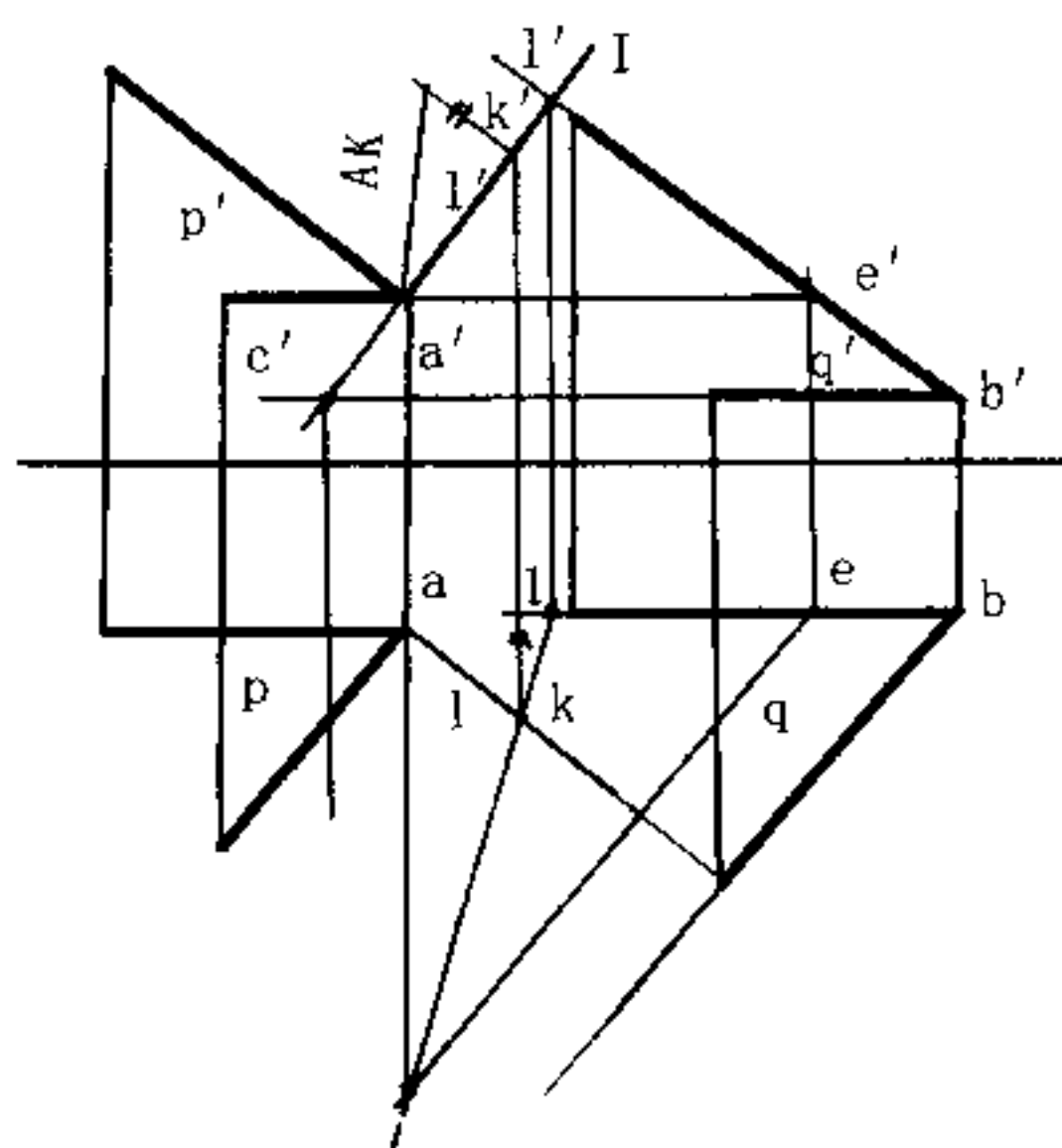
直线 N 必在 M 线的垂面上，故先作一平面与 M 垂直，然后利用面上取线的方法由 n' 求出 n。显然此题也可以是交叉垂直。

6. 求点 A 到直线 M 的距离 (实长)。(P24)

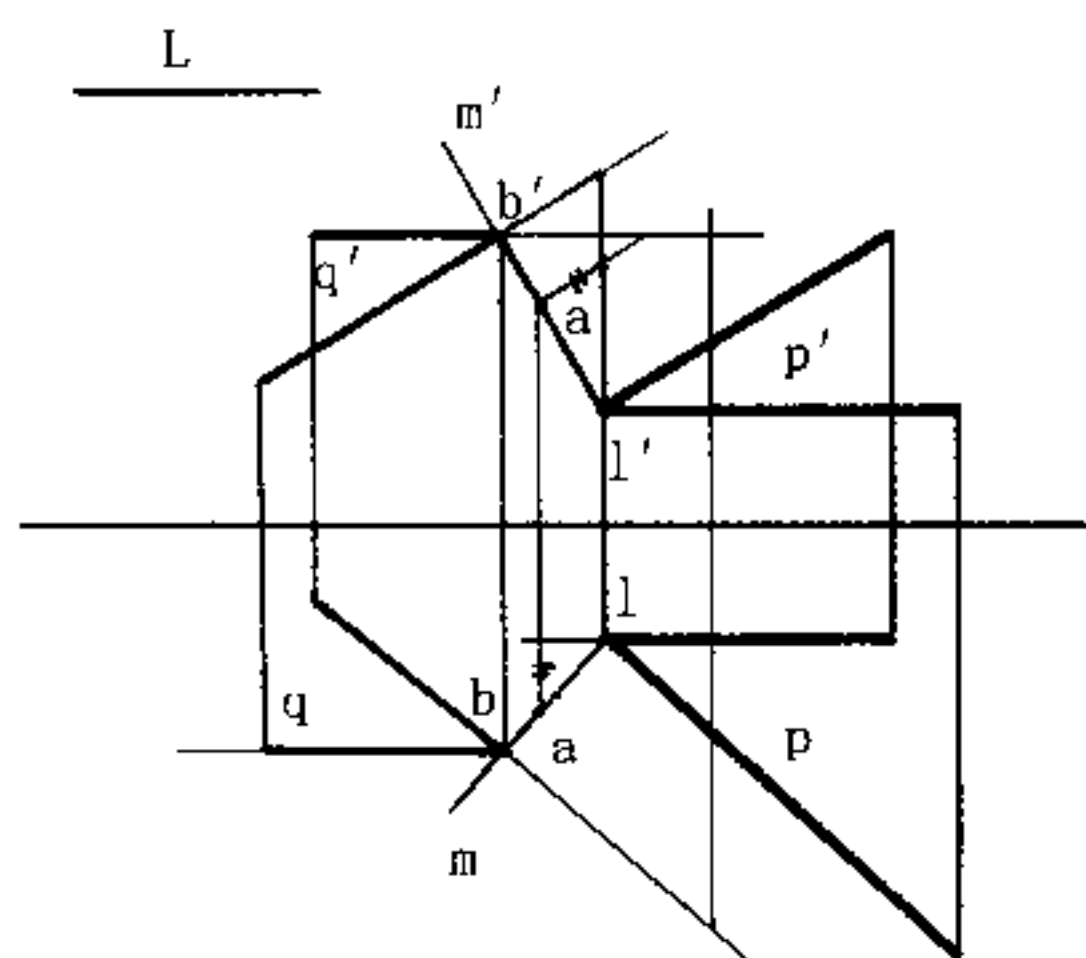


- 过 A 作 $Q \perp M$
- 求 $M \times Q = K$
- 求 AK 实长即所求距离

7. 求二平行平面距离的投影及实长。 (P25)
8. 求作一平面Q与已知平面P成定距L。 (P25)

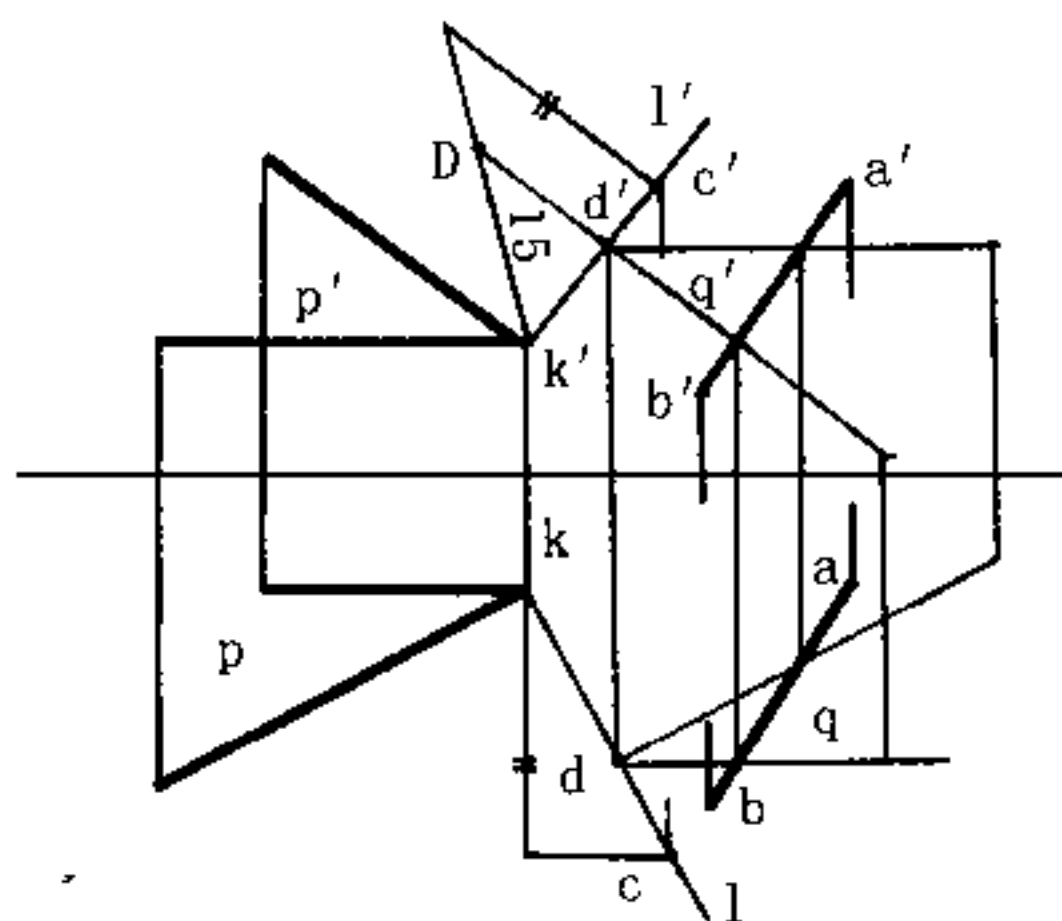


此题可分析为任作一直线与P、Q两平面垂直，然后分别求该直线与P、Q面的穿点 K_1 、 K_2 ，最后求出 K_1K_2 的真长，即两平面的距离，为使作图简单，通常先在一平面（如P面）上任取一点（如点A），过点A作垂线L，然后求L线与Q面的穿点K，最后求AK真长即所求解答。



本题与上题相反，在P面上任取一点I，过点I作 $M \perp P$ ，在M上任取一点A，求IA真长，在真长上量取L，得点B，过点B作 $Q \parallel P$ ，即所求解答。

9. 已知直线AB距P平面15mm，求 $a'b'$ 。(P25)

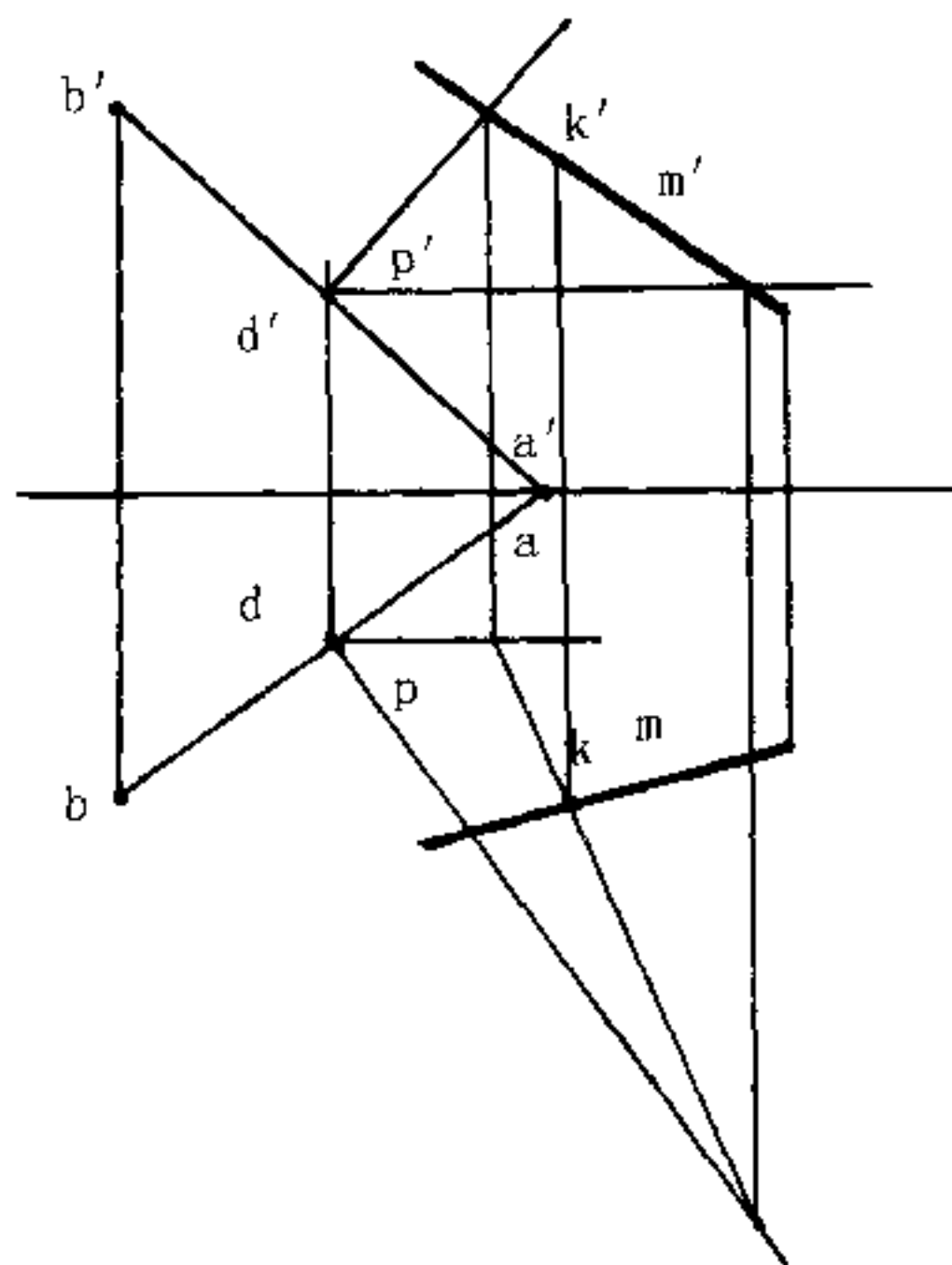


本题作图步骤如下：

在P面上任取一点K，过K作直线 $L \perp P$ ，在L线上任取一点C，求KC真长，在真长上取一段15mm的点D，过点D作平面 $Q \parallel P$ 。

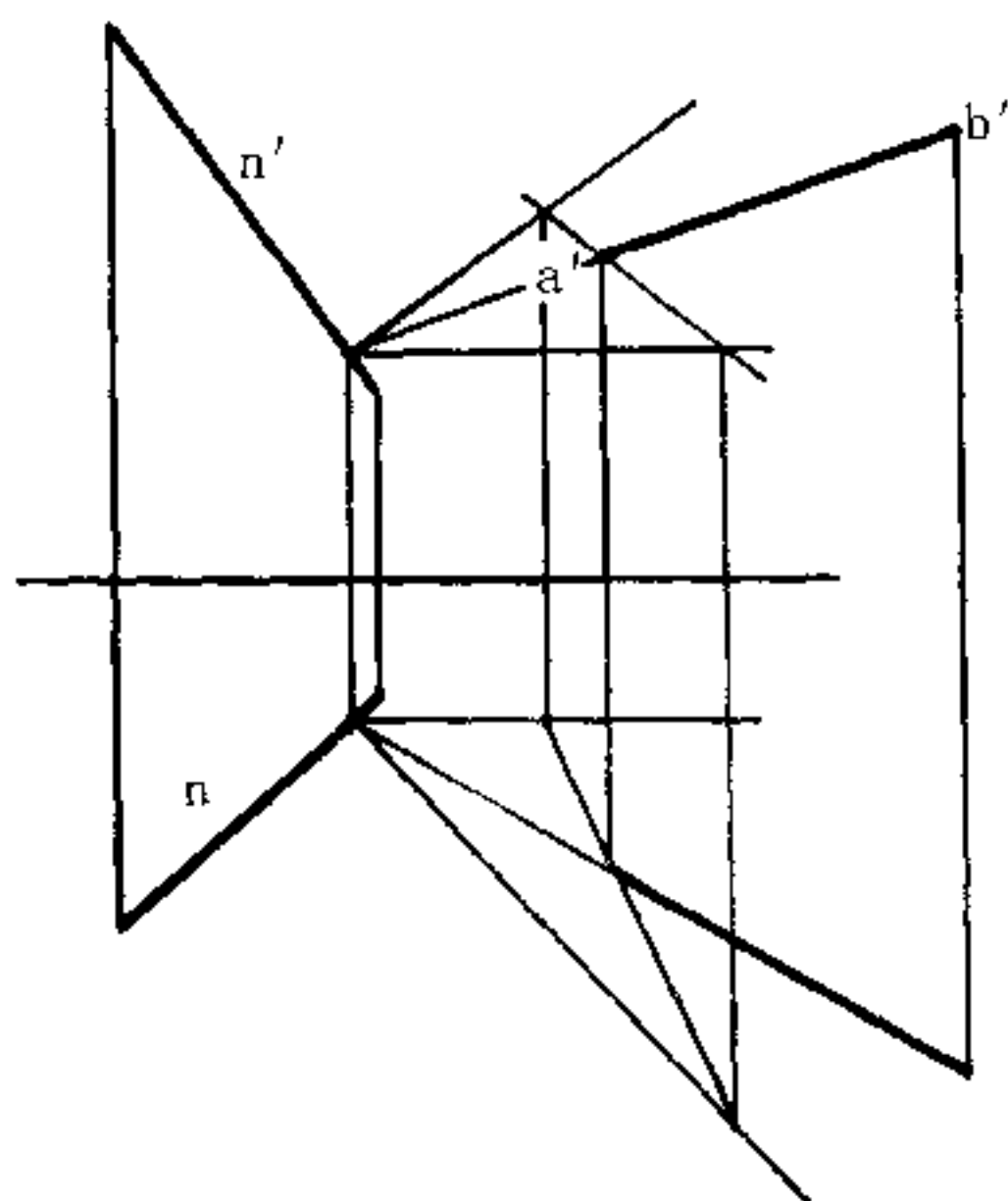
AB在Q面上， $a'b'$ 可求得。

10. 在M线上找一点K, 使其与已知点A、B等距离, 求 k' 、 k 。(P25)



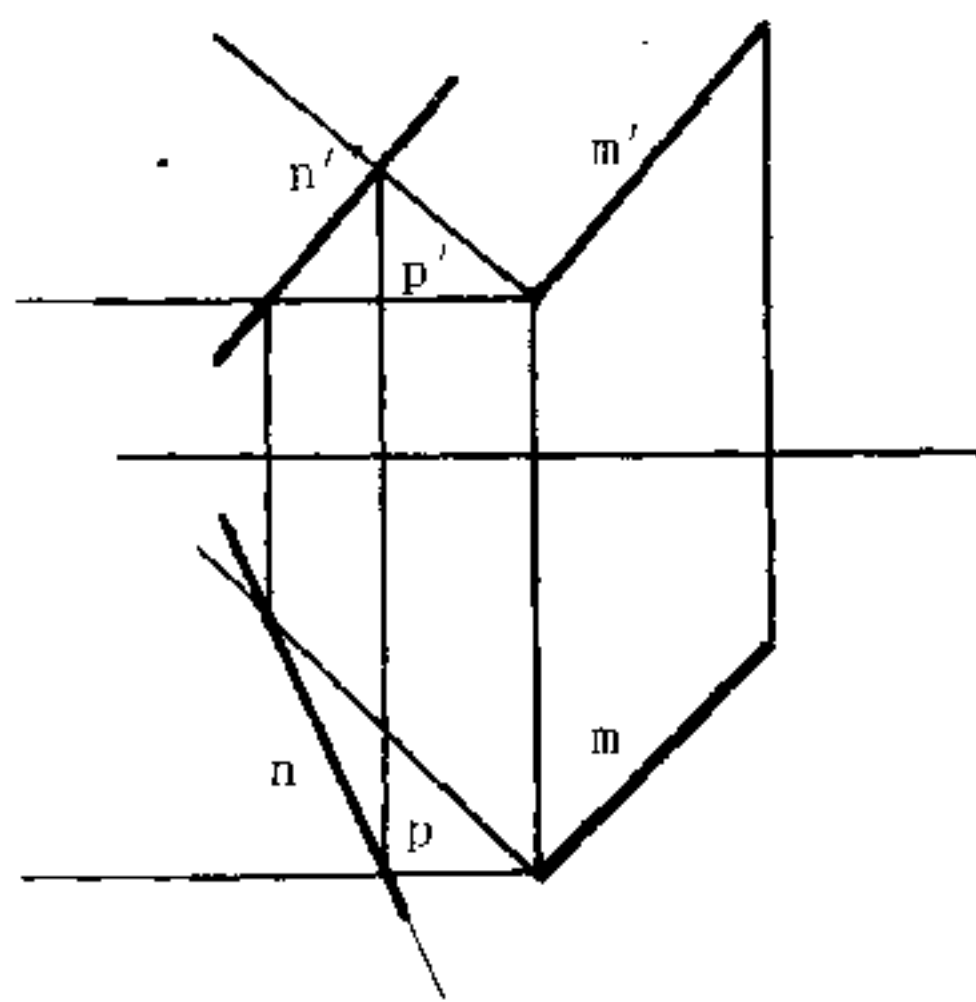
点 k 必在 AB 的中垂面上, 故本题解答为连 AB 求得其中点 D , 过点 D 作 $P \perp AB$, 求 M 线与 P 穿点 K , 则点 k 为所求。

11. 已知直线 $N \perp AB$, 完成其投影 ab 。(P25)



AB 与 N 可以是交叉垂直, 亦可以是相交垂直, 此题仍按相交垂直作图, 即过 $a'b'$ 与 n 的交点作垂面。

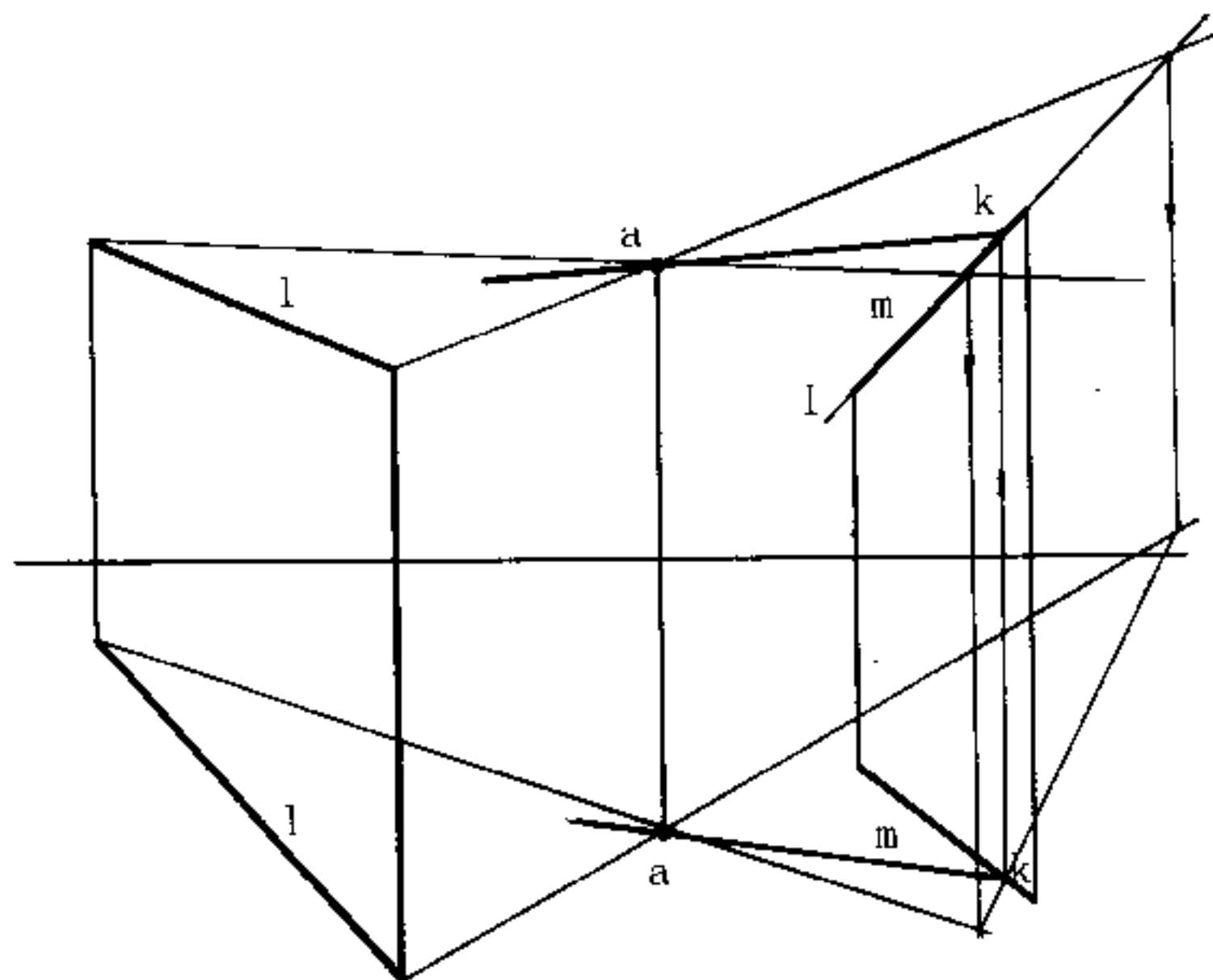
12. 已知直线 N 与直线 M 交叉垂直, 完成其投影。(P25)



显然直线 N 必位于直线 M 的垂面上, 故在 M 线上任取一点, 过该点作垂面 P , 即 N 线必在 P 面上。显然, 此题有无穷多解。

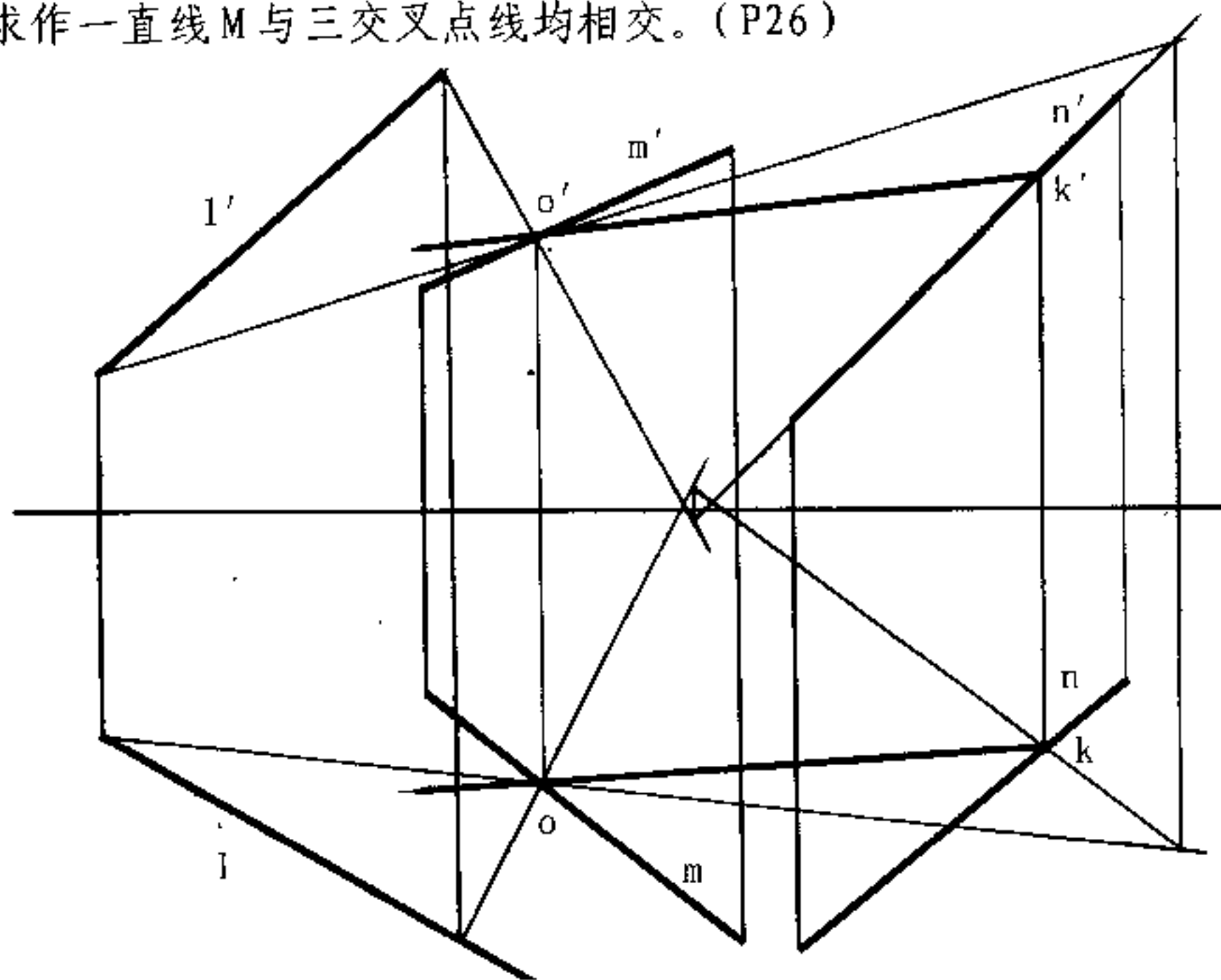
综合问题(一)——点线面综合 I

1. 过点 A 作直线与交叉直线 L, M 相交。(P26)



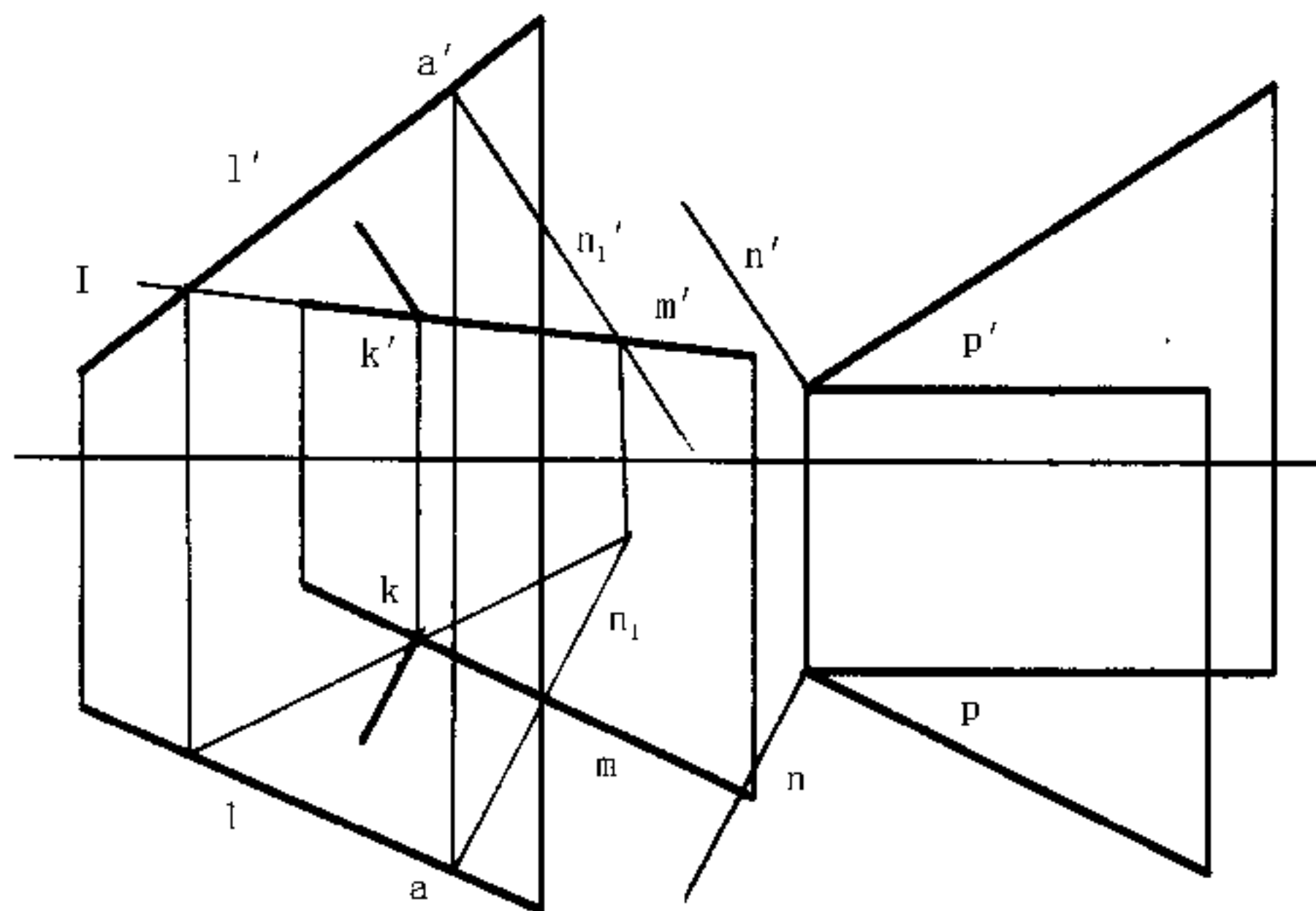
本题用逐步逼近法解题，详见例 C-5。

2. 求作一直线 M 与三交叉点线均相交。(P26)



本题用逼近法解题详见例 C-6，显然此题有无穷多解，即可作无穷多直线与三个异面直线相交，换句话说，三个异面直线可以构成一个曲面。

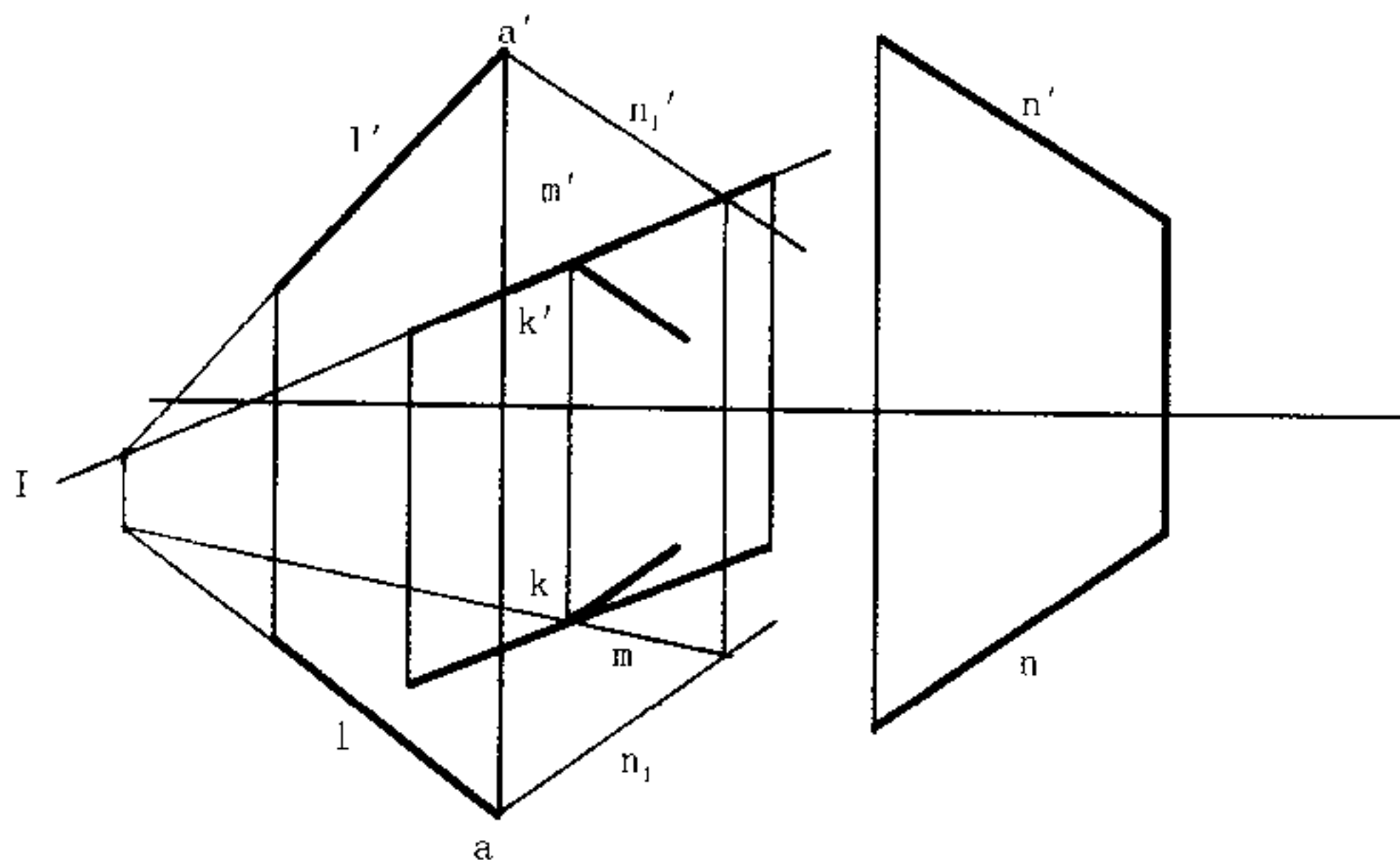
3. 求作一直线与 P 平面垂直, 与 L, M 两直线相交。(P26)



本题用逼近法解答，解题步骤如下：

- 在 P 面上任取一点并作其垂线 N
- 在 L 线上任取一点 A，过点 A 作线 $N_1 \parallel N$
- 求直线 M 与平面 $(L \times N_1)$ 穿点 K
- 过点 K 作线平行 N 即为所求

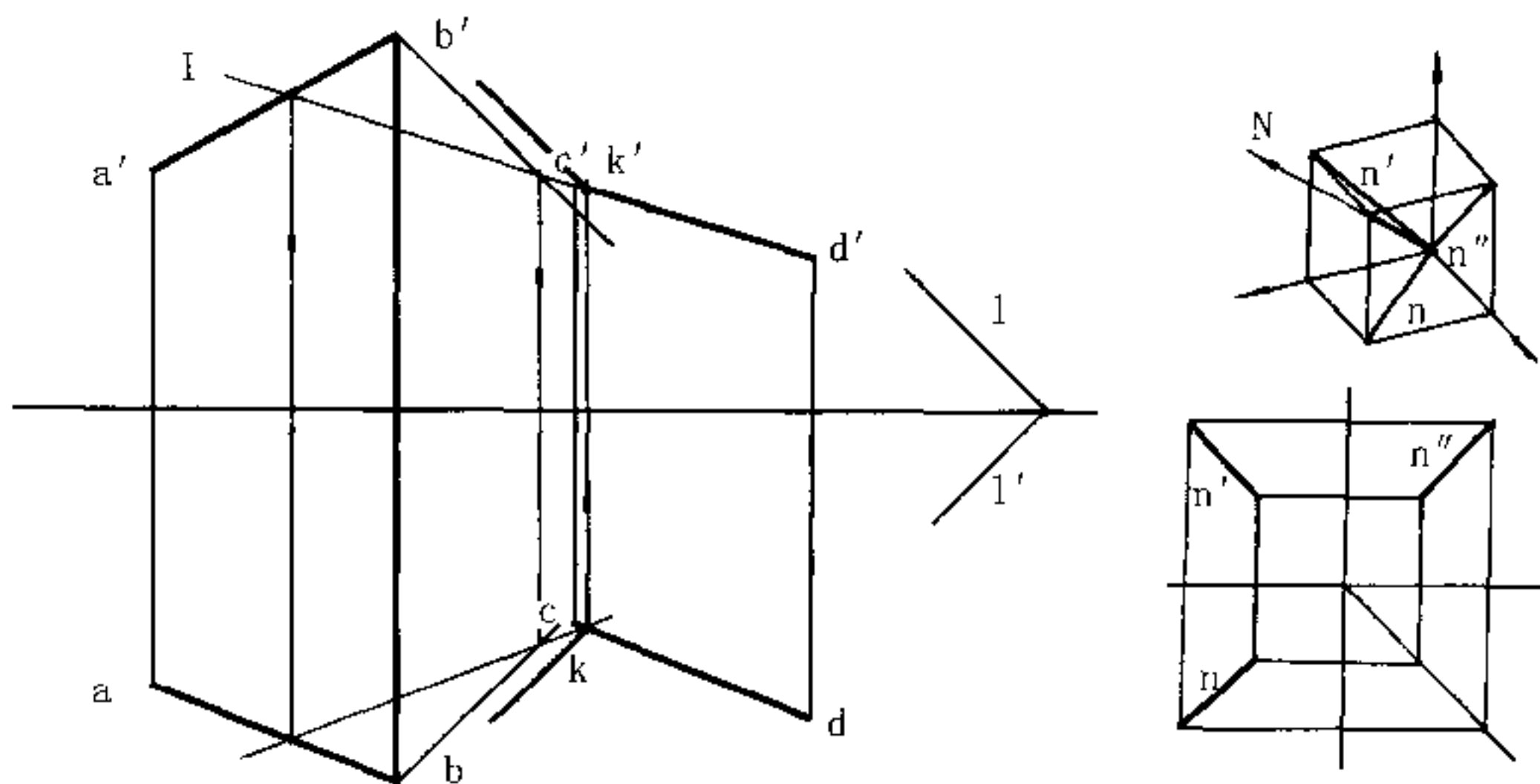
4. 求作一直线与 L, M 相交, 且与直线 N 平行。(P26)



此题解法与上题完全相同。

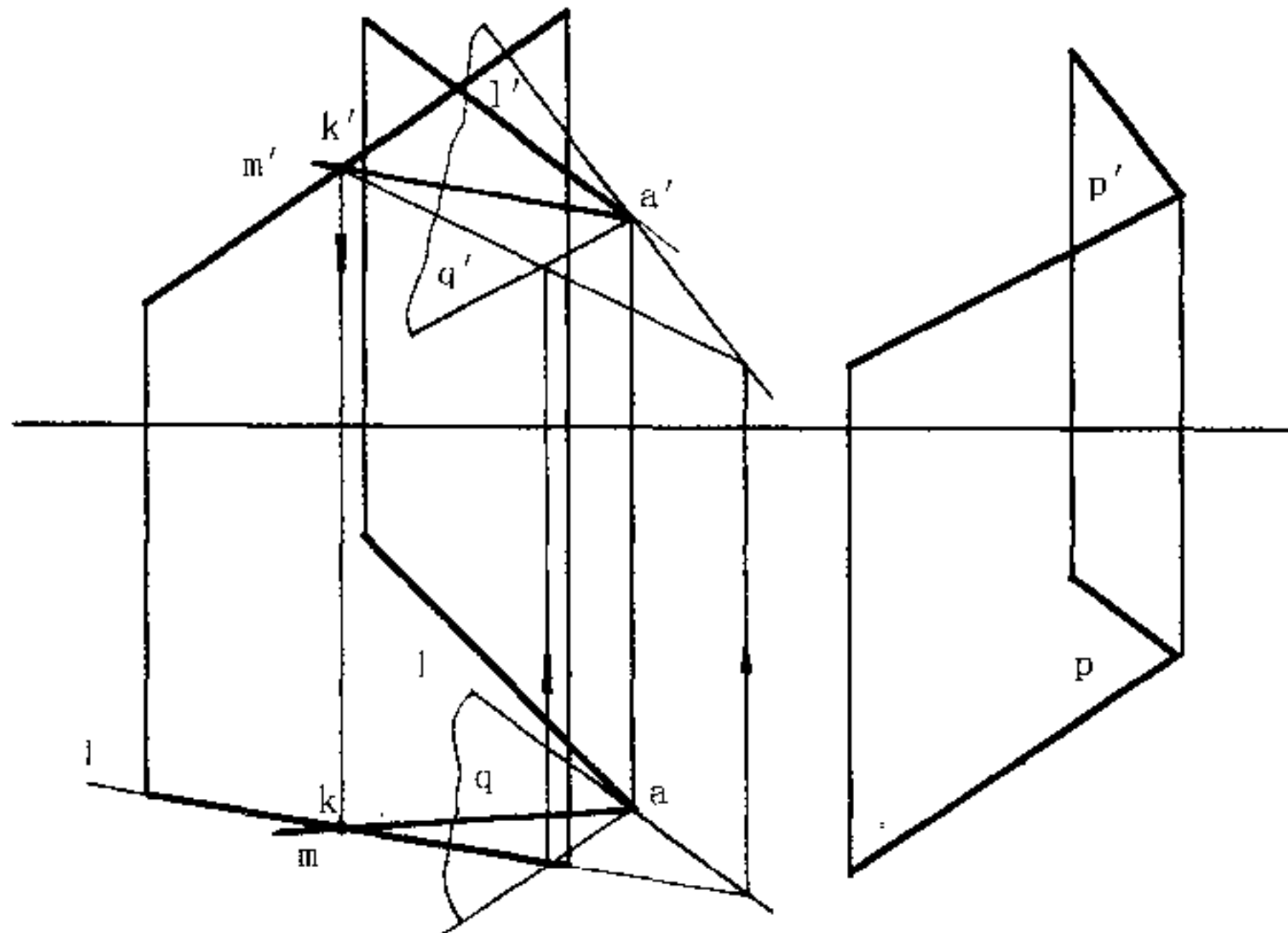
综合问题(二)——点线面综合 II

5. 求作一直线与 AB, CD 相交, 并与三投影面成等角。(P27)



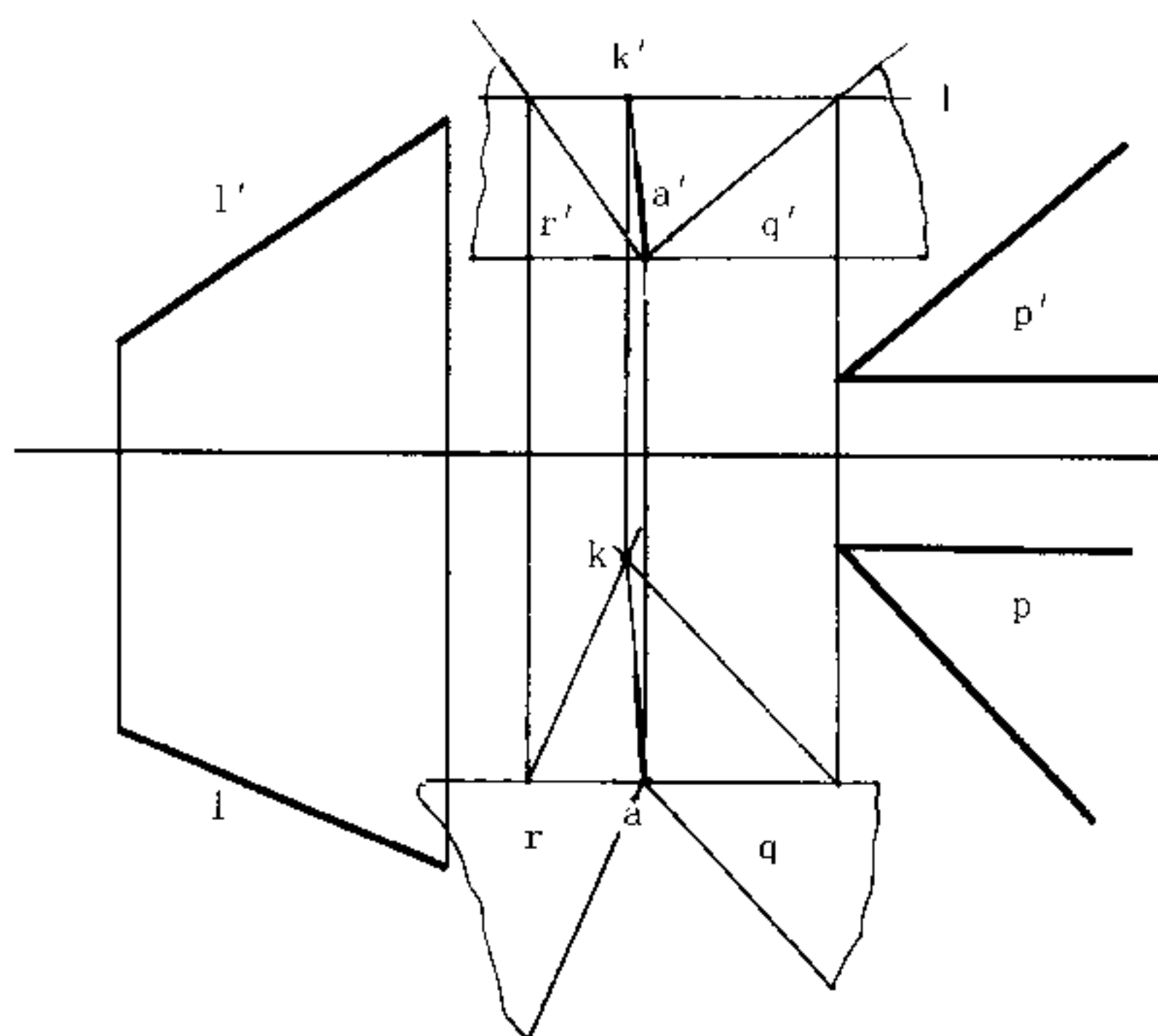
此题只要能画出与三个投影面成等角的直线, 则其解法与上题完全相同, 与三投影面成等角的直线, 其三个投影均与投影轴成 45° , 如图中的直线 N 所示。

6. 求作一直线与交叉二直线相交, 与 P 面平行。(P27)



本题有无穷多解, 因为任作一个平面 Q, 令 $Q \parallel P$, 就能求出 L 与 M 和 Q 面的两个穿点 K_1 、 K_2 , 连 K_1 、 K_2 即为所求解答。通常为作图方便, 先在直线 M 上任取一点 A, 过 A 作 $Q \parallel P$, 然后求 M 与 Q 的穿点 K, 连 AK 即所求, 这样作可少求一次穿点。为求穿点, 这里采用铅垂面 I 作辅助平面, 求得 k' , 再求 K。

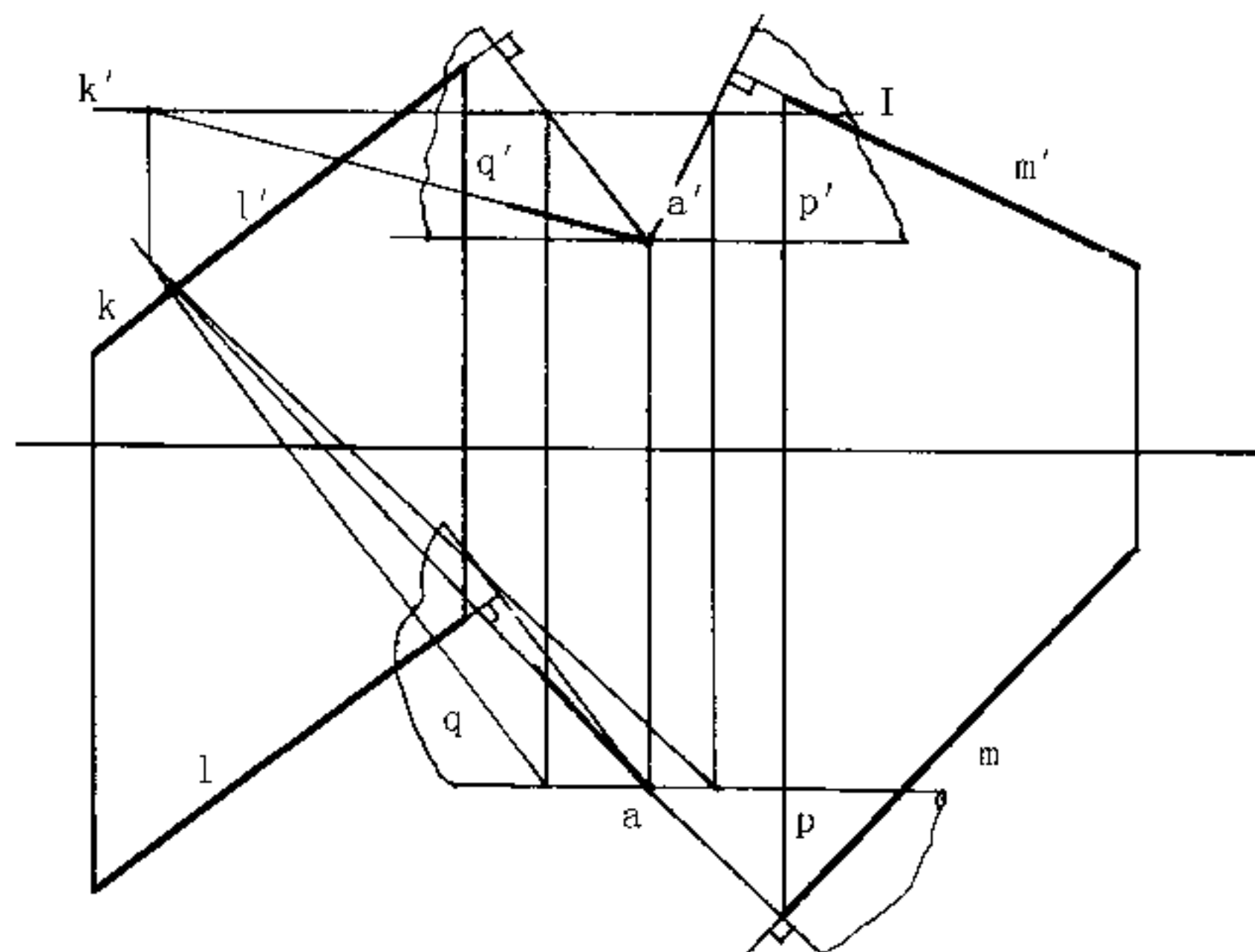
7. 过点 A 作一直线 AB 与 P 平面平行，与 L 线垂直。(P27)



本题用交轨法解题，与 P 面平行的线，必位于与其平行的平面 Q 上，与 L 线垂直的线必位于其垂面上，能同时满足以上两条件，必为其轨迹相交处，故此题解法也很简单。

- 过 A 作 $Q \parallel P$
- 过 A 作 $R \perp L$
- 作水平辅助面 I，求 $R \times Q$ 的一个交点 k
- 连 AK 即所求

8. 过点 A 作直线与二直线 L, M 交叉垂直。(P27)

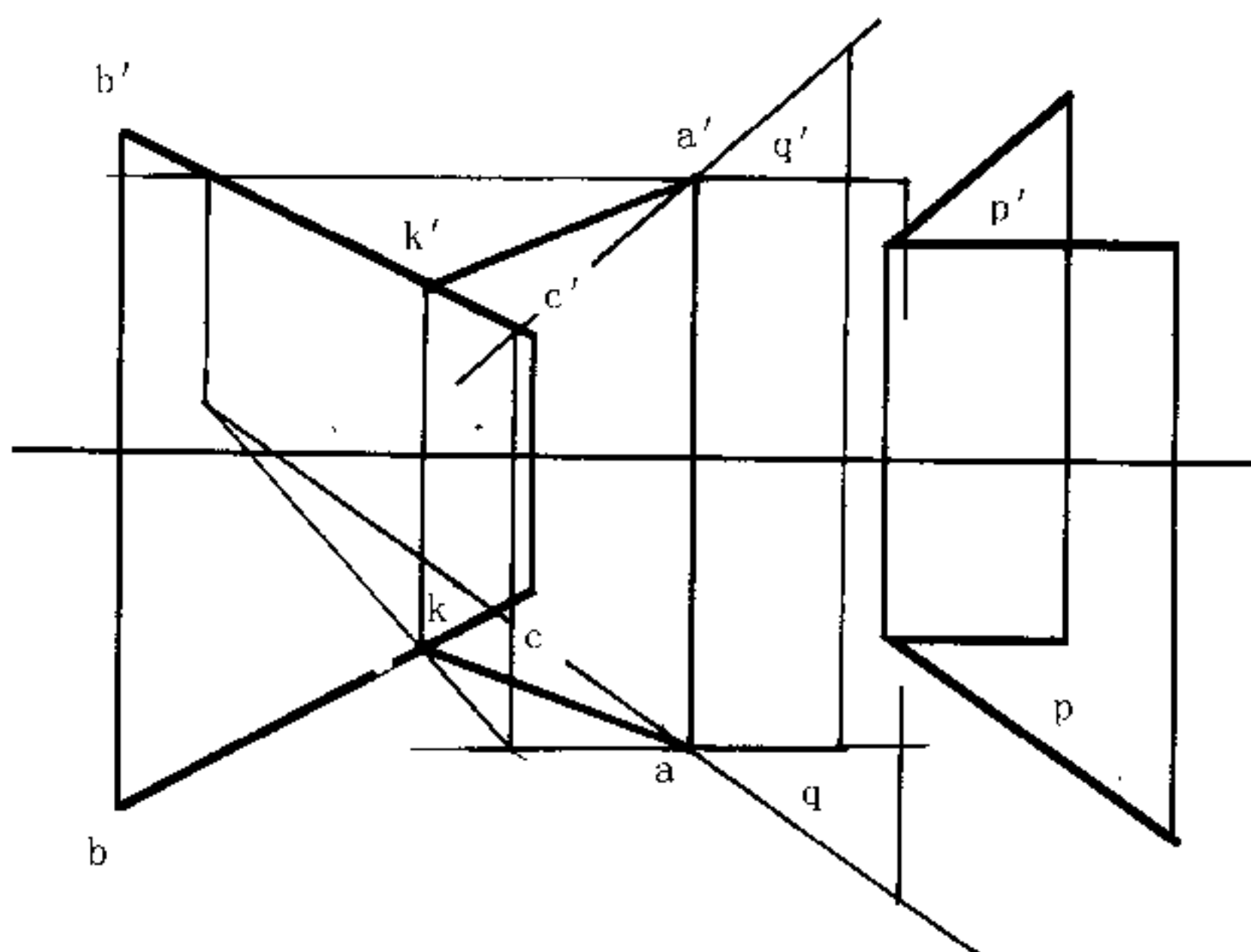


本题也用交轨法解题，只要分别作平面 P、Q 垂直于直线 L 和 M，即 P、Q 交线 AK 为所求解答。

在用辅助面 I 求交线时，一定要注意 P、Q 两平面的主直线对应关系，否则会求出错误的结果。

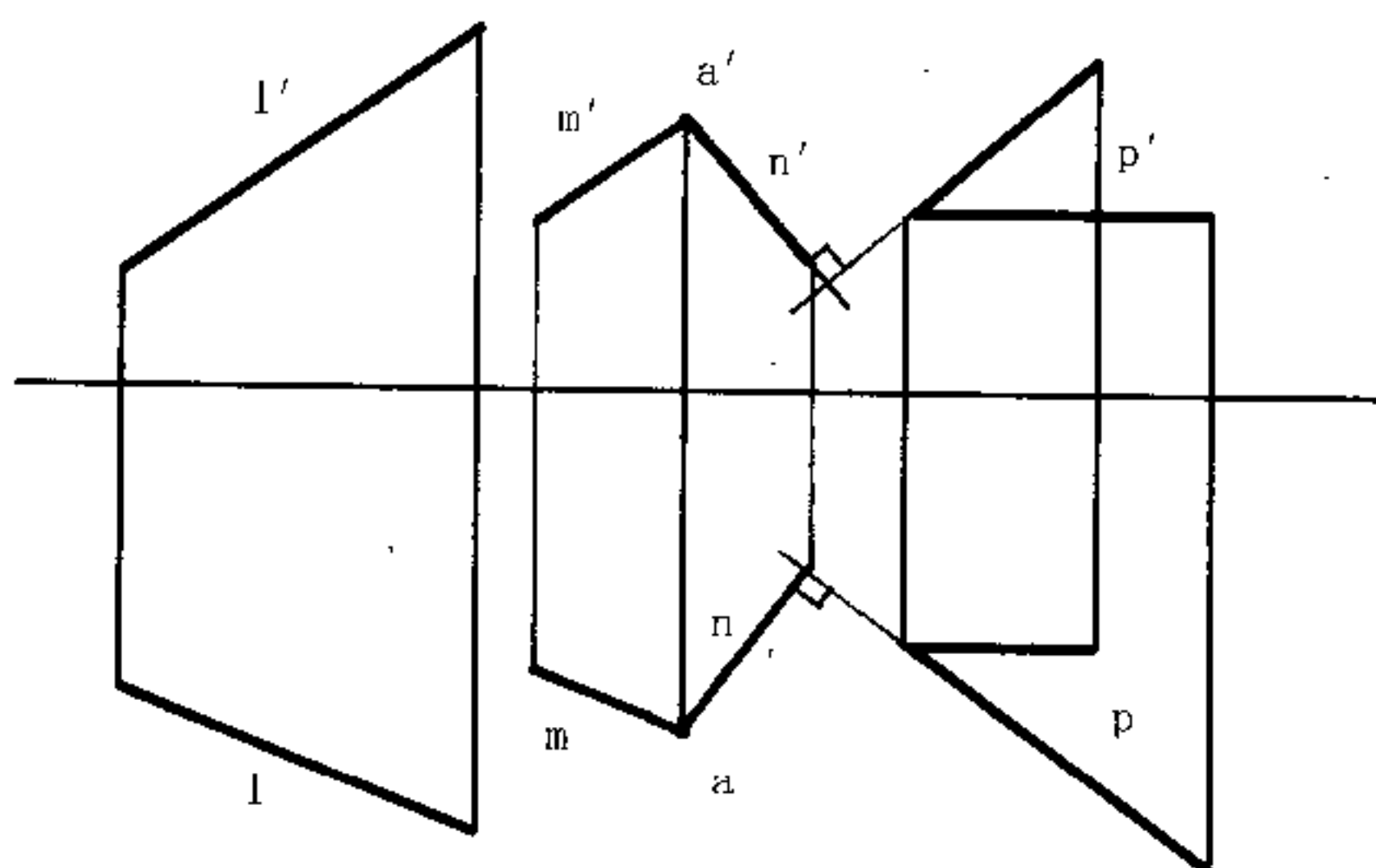
综合问题(三)——点线面综合III

9. 过点 A 作直线令其与 P 平面平行且与直线 BC 相交。(P28)



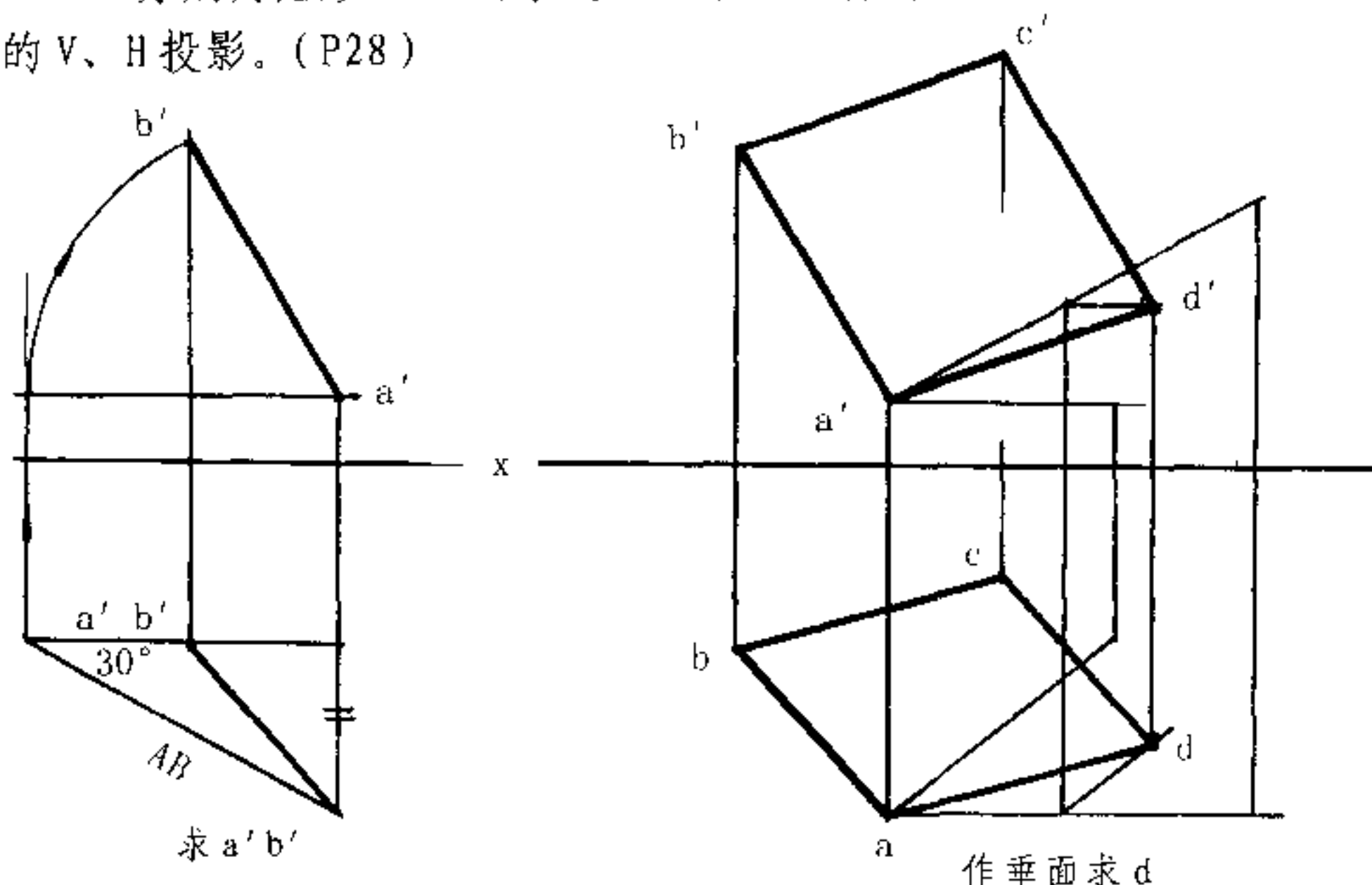
过点 A 作 $Q \parallel P$, 则 Q 面内的任何直线均与 P 平行, 如若要求 Q 面内的直线与 BC 相交, 则只要求 BC 与 Q 面穿点 K, 连 AK 即所求直线, 因 AK 在 Q 面内, AK 与 BC 相交。

10. 过点 A 作一平面, 令其垂直于已知平面 P 且平行已知直线 L。(P28)



只要平面内有一条直线与 L 平行, 则该平面与 L 平行, 故过点 A 作直线 $M \parallel L$, 则过 M 线的任何平面均与 L 平行。只要有一条直线与 P 面垂直, 则过该直线的任何平面均与 P 面垂直, 则过点 A 作 $N \perp P$, 这样平面 $M \times N$ 必平行于 L 且垂直于 P。

11. AB、AD分别为矩形ABCD两条边，AB与V面的夹角为 30° ，试完成矩形ABCD的V、H投影。(P28)

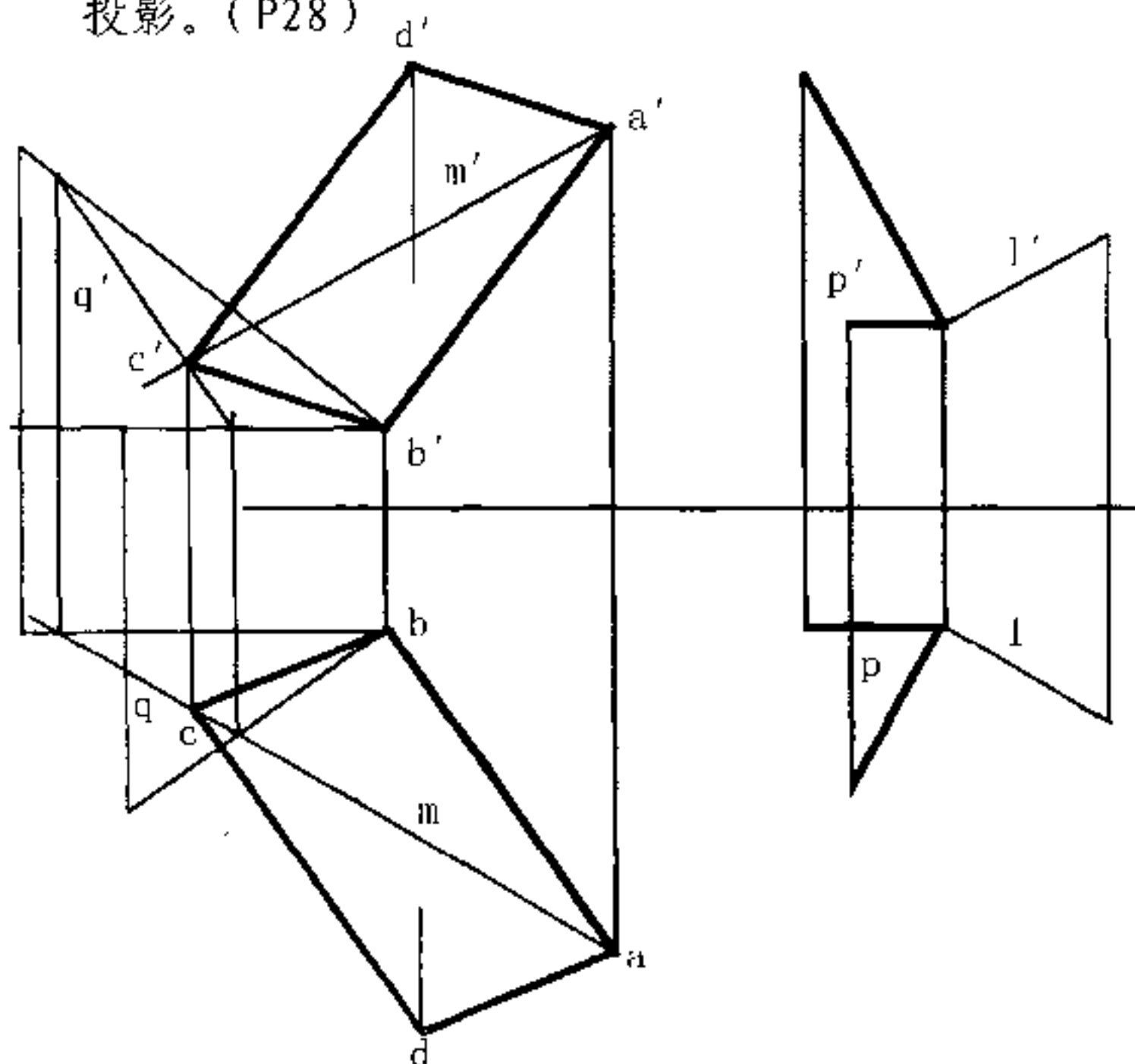


此题仍为典型垂直问题，AB或AD只要有一条直线是已知，则另一条直线必在其垂面上，因而可求得解答。令 β_{AB} 已知，则直线AB的 Δy 已知，利用 Δy 和 β_{AB} 可画直角三角形，则 $a'b'$ 已知。

过点A作AB垂面，点D必在垂面上，过D作水平线，水平投影 d 可求得。

利用平行性作 $CD \parallel AB$ ， $BC \parallel AD$ ，完成ABCD的投影，作图应力求准确，否则 c' 和 c 不在同一连线上。

12. 已知矩形ABCD的一条边AB，其对角线AC与平面P垂直，求ABCD的V、H投影。(P28)

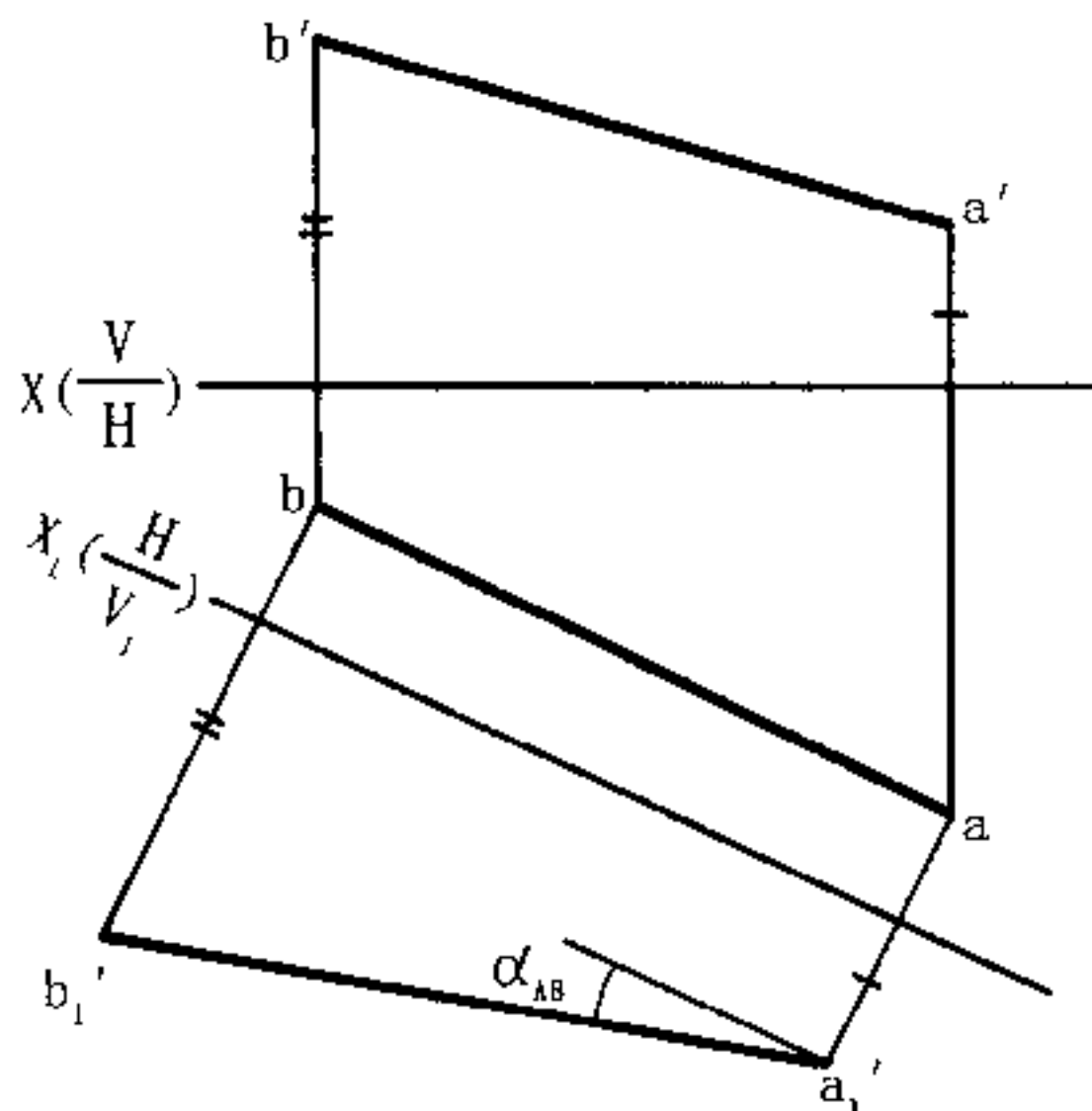


此题也可直接作图，无需任何辅助作图或要求，其解题步骤如下：

- 在P面上任取一点，作其垂线L
- 过A作 $M \parallel L$
- 过B作 $Q \perp AB$
- 求直线M与Q的穿点，此穿点则为矩形的顶点C
- 作 $CD \parallel AB$ ， $AD \parallel BC$ ，完成ABCD的投影

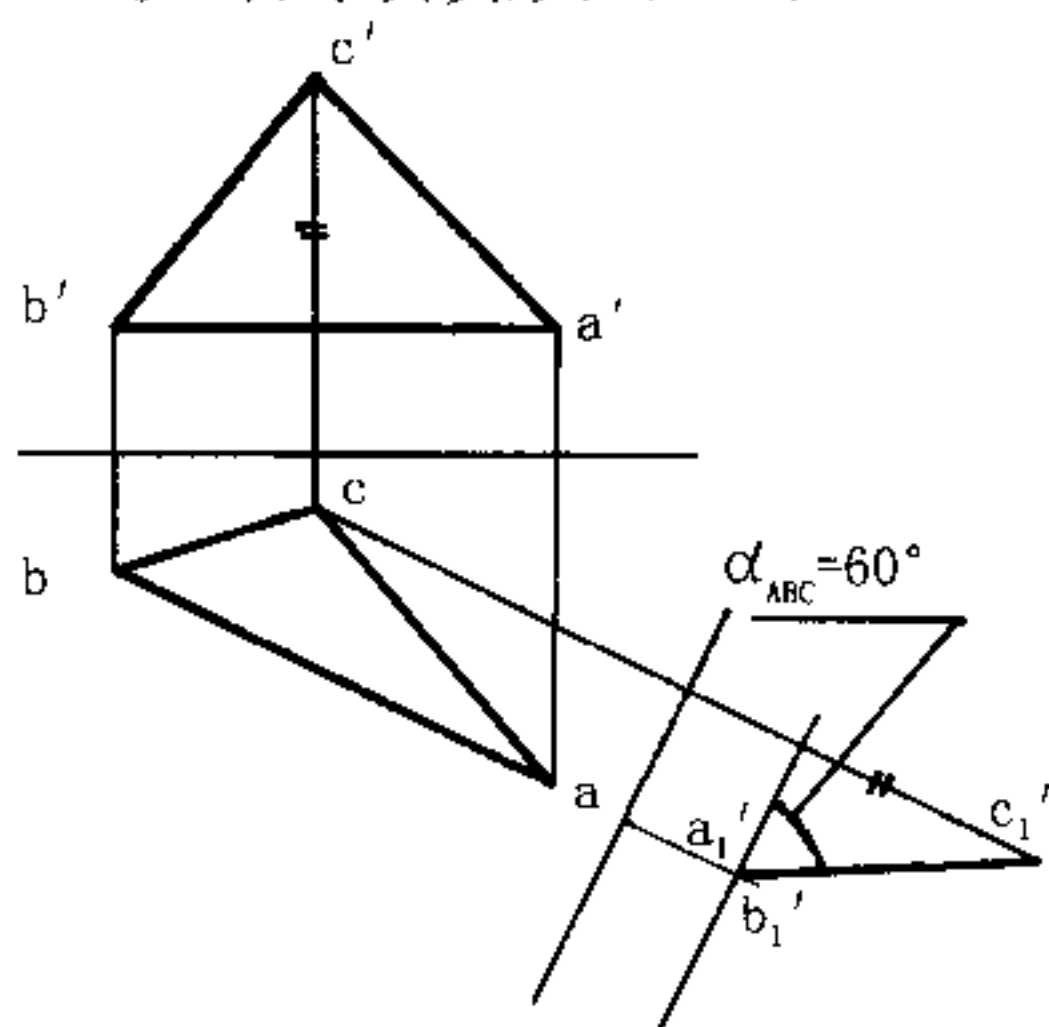
投影变换

1. 求作辅助面 V_1 , 使 $AB \parallel V_1$, 求 AB 实长, 并问 $\alpha_{AB}=?$ (P29)
2. 用辅助面 H_1 , 使 $M \parallel H_1$, 求直线 M 的真长, 并问 $\beta_{AB}=?$ (P29)

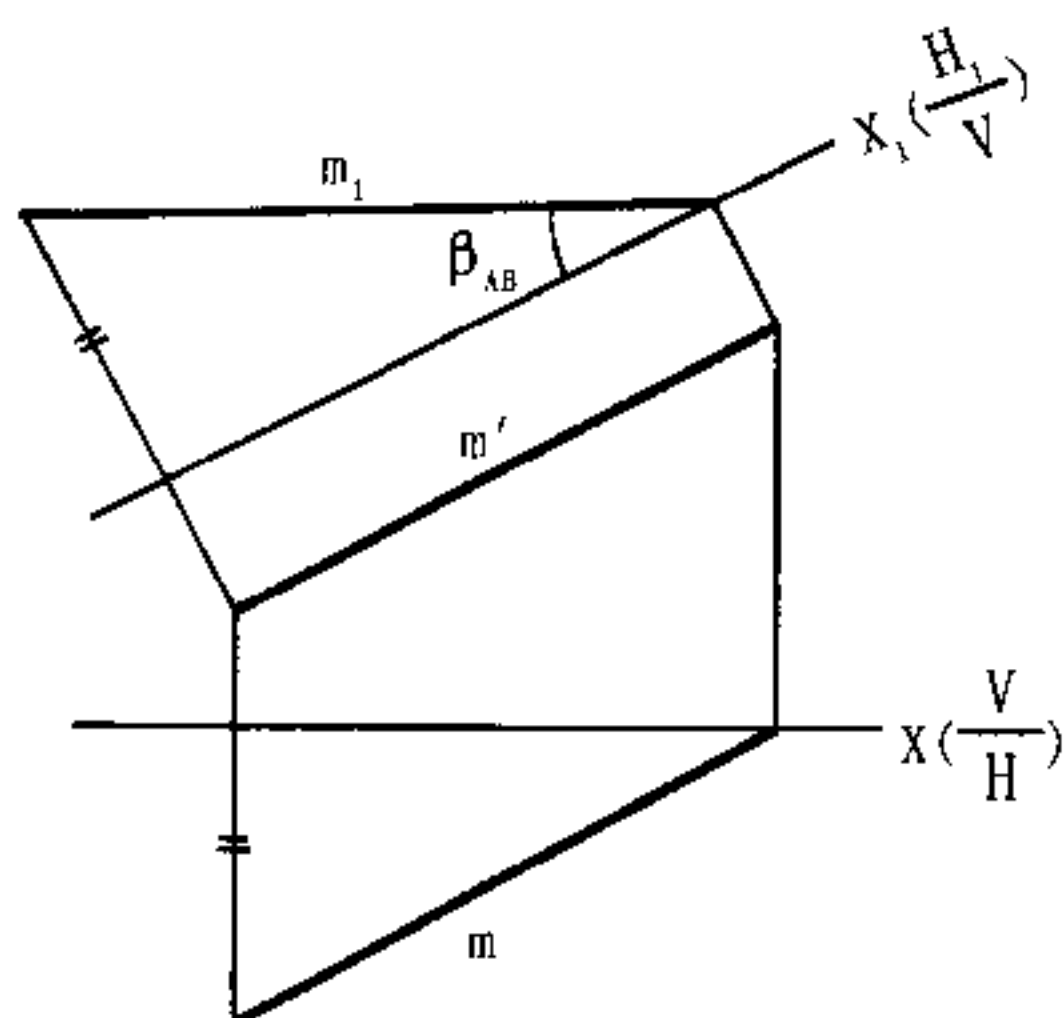


为求 α_{AB} , 应该使 AB 成为正平线, 故应换一个新的 V_1 平面, 则 $AB \parallel V_1$.

3. 已知 $\triangle ABC$ 中, $AB \parallel H$, 且 $\alpha_{ABC}=60^\circ$, 点 C 距 H 面 25mm , 完成 $\triangle ABC$ 的投影, 并求其实形。(P29)

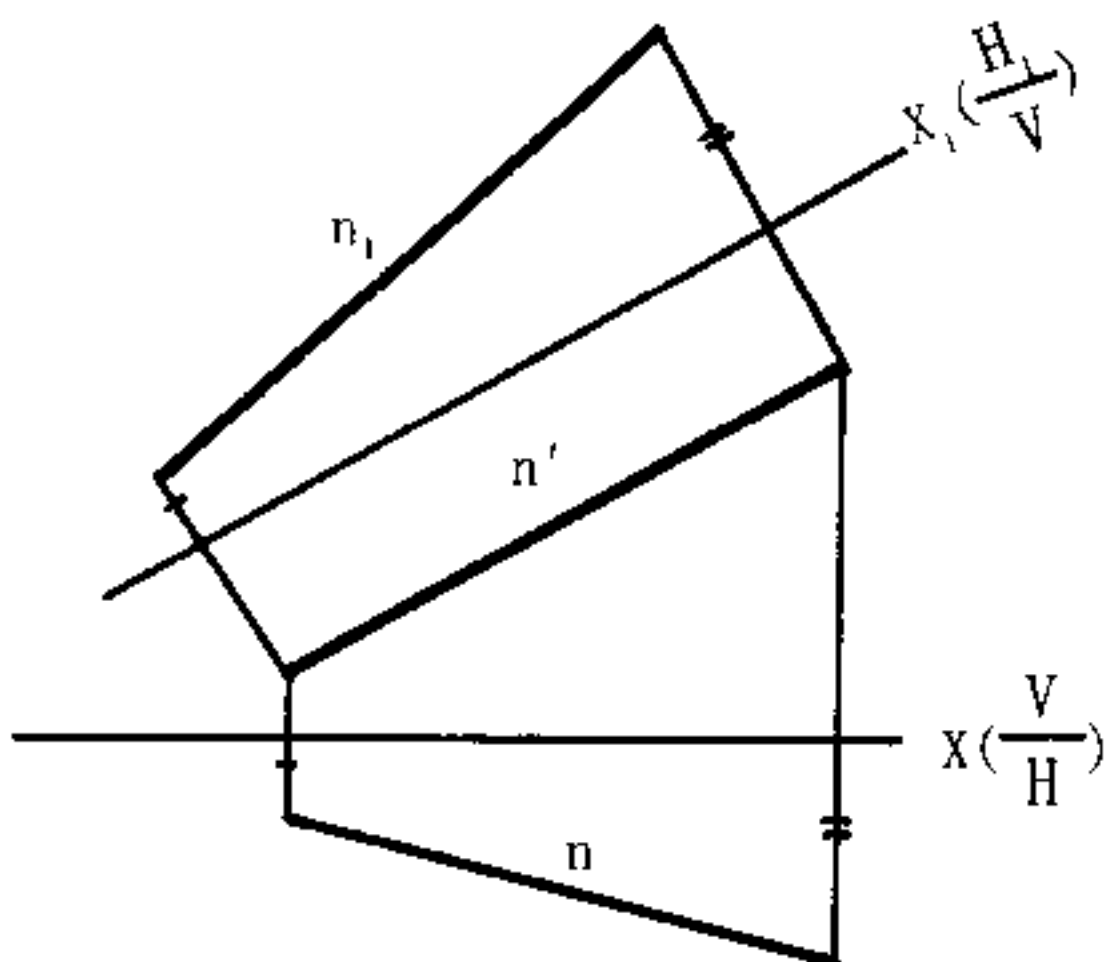


换 V_1 面, 使 $\triangle ABC$ 成积聚性平面, 令其 α 角为 60° , 则点 C 的位置可以是任意的, 只要 V 与 V_1 的坐标差相等即可。当然, $\triangle ABC$ 也可以是后倾平面, 图上画的是前倾平面。

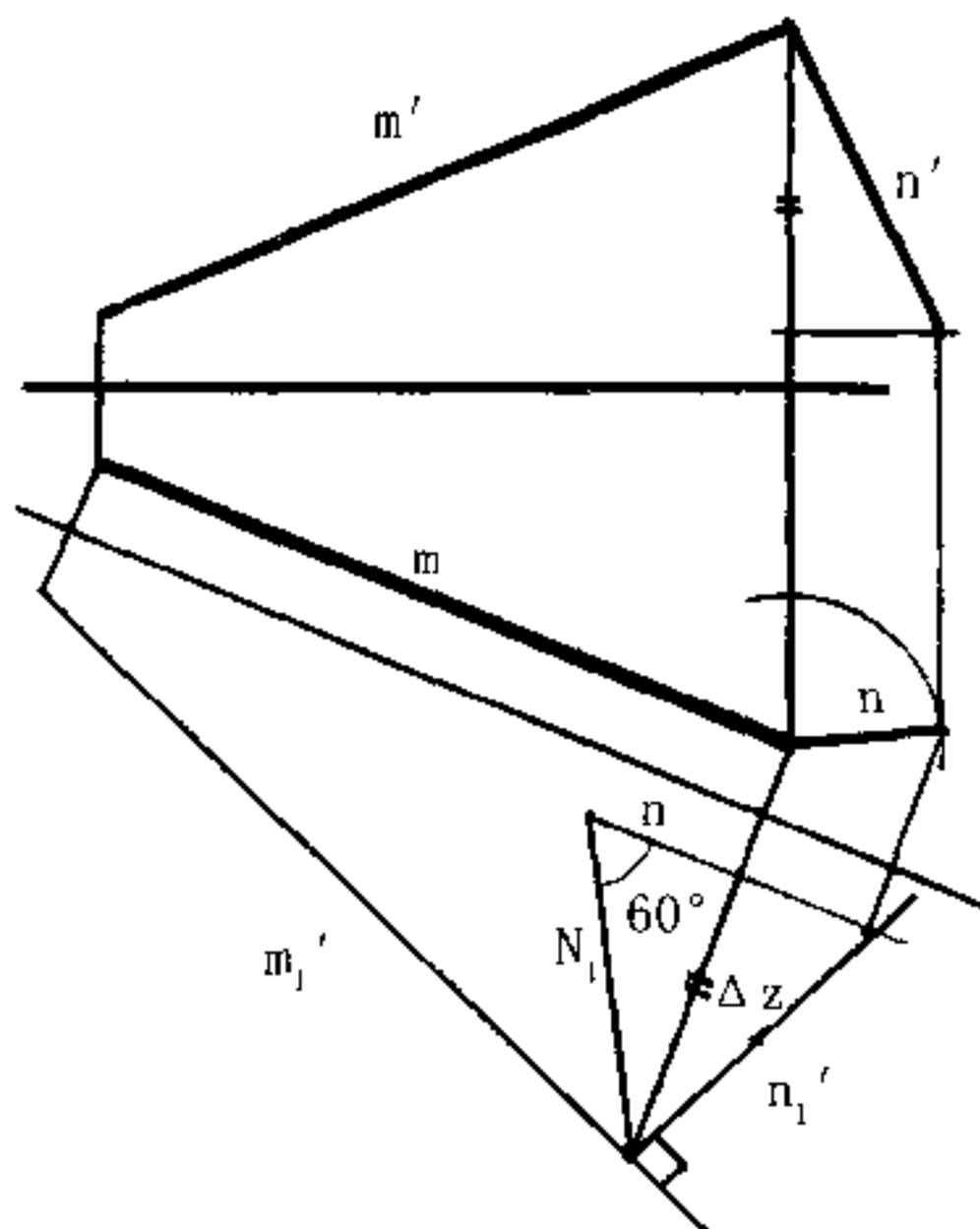


为求 β 角, 应使直线成水平线, 故应换一个新的 H_1 面, 使 $AB \parallel H_1$, 则 β 角可求。

4. 已知直线 N 的真长 ($N=n_1$), 求其水平投影。(P29)

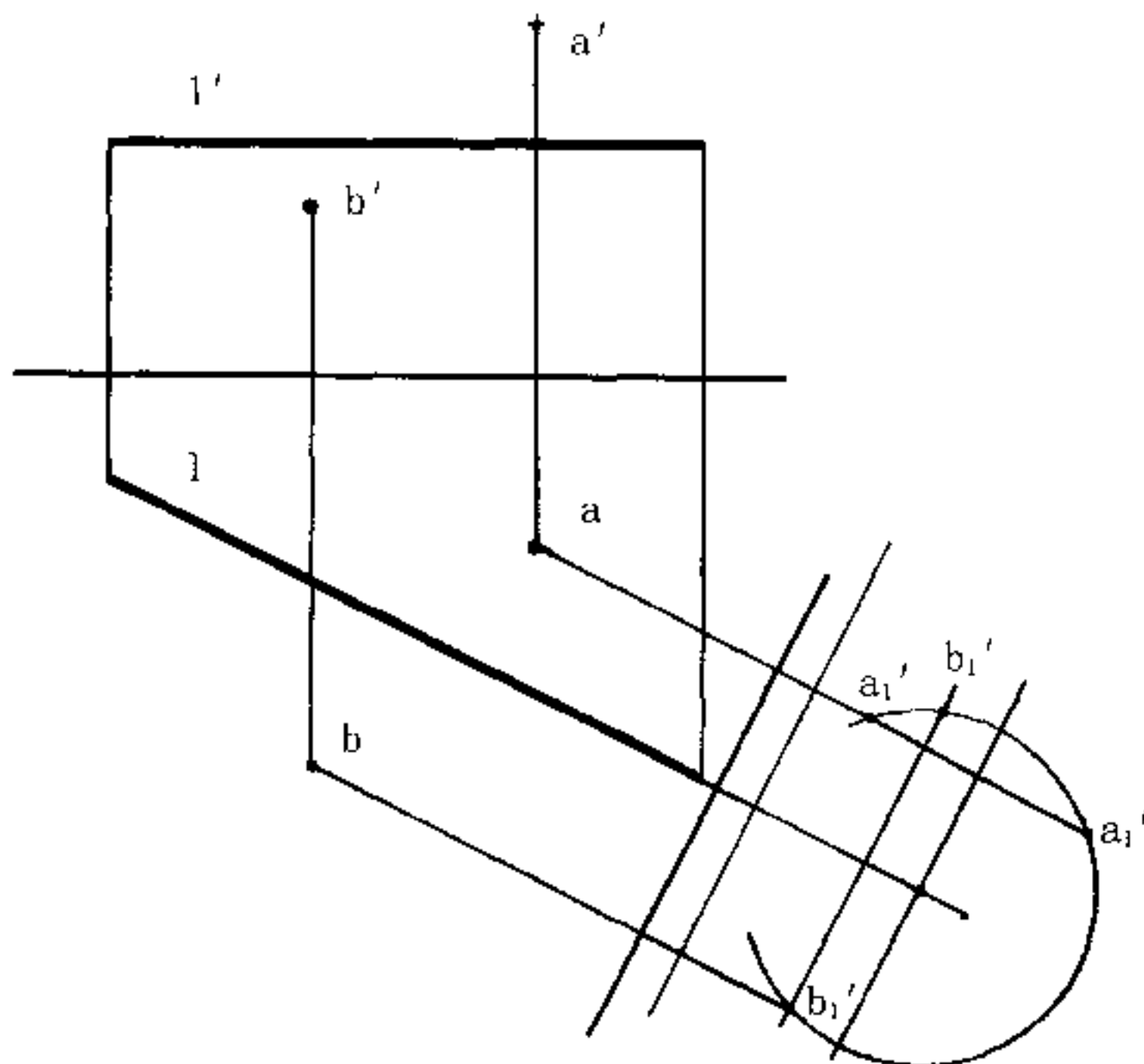


5. 求作一直线 N , 令 $N \perp M$, 且 $\alpha_M = 60^\circ$, 完成其投影。(P29)



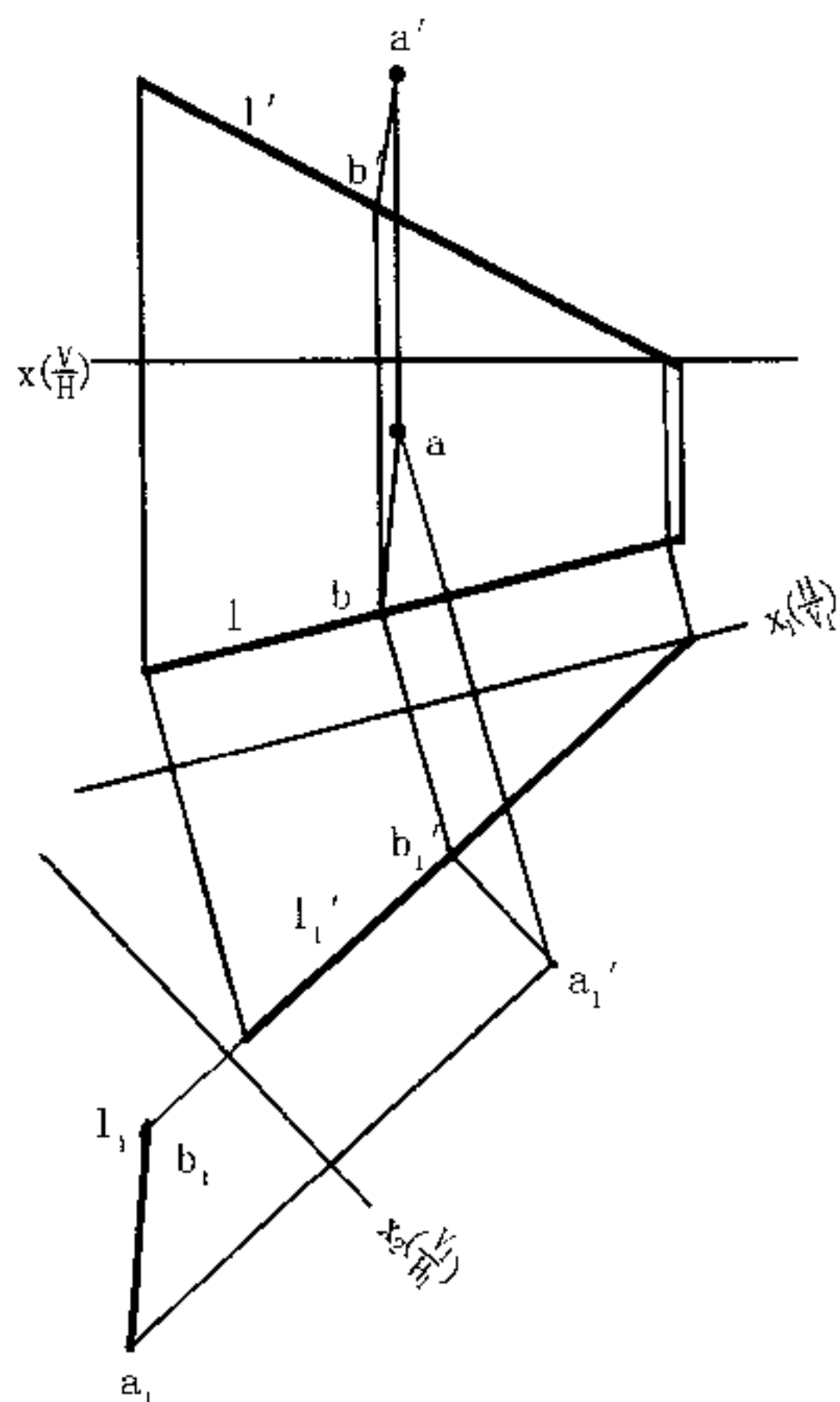
换 V_1 平面使 $M \parallel V_1$, $\because N \perp M$, $\therefore$ 在 V_1 面上 $n_1' \perp m_1'$, 由 Δz 、真长 N_1 和 60° , 可画出直角三角形, 因三角形中 n 为已知, 故由 n_1' 画出 n , 再由 n 和 n_1' 求得 n' 。

6. 点 A 和点 B 到直线 L 的距离皆为 15mm , 求 a' 和 b 。(P29)



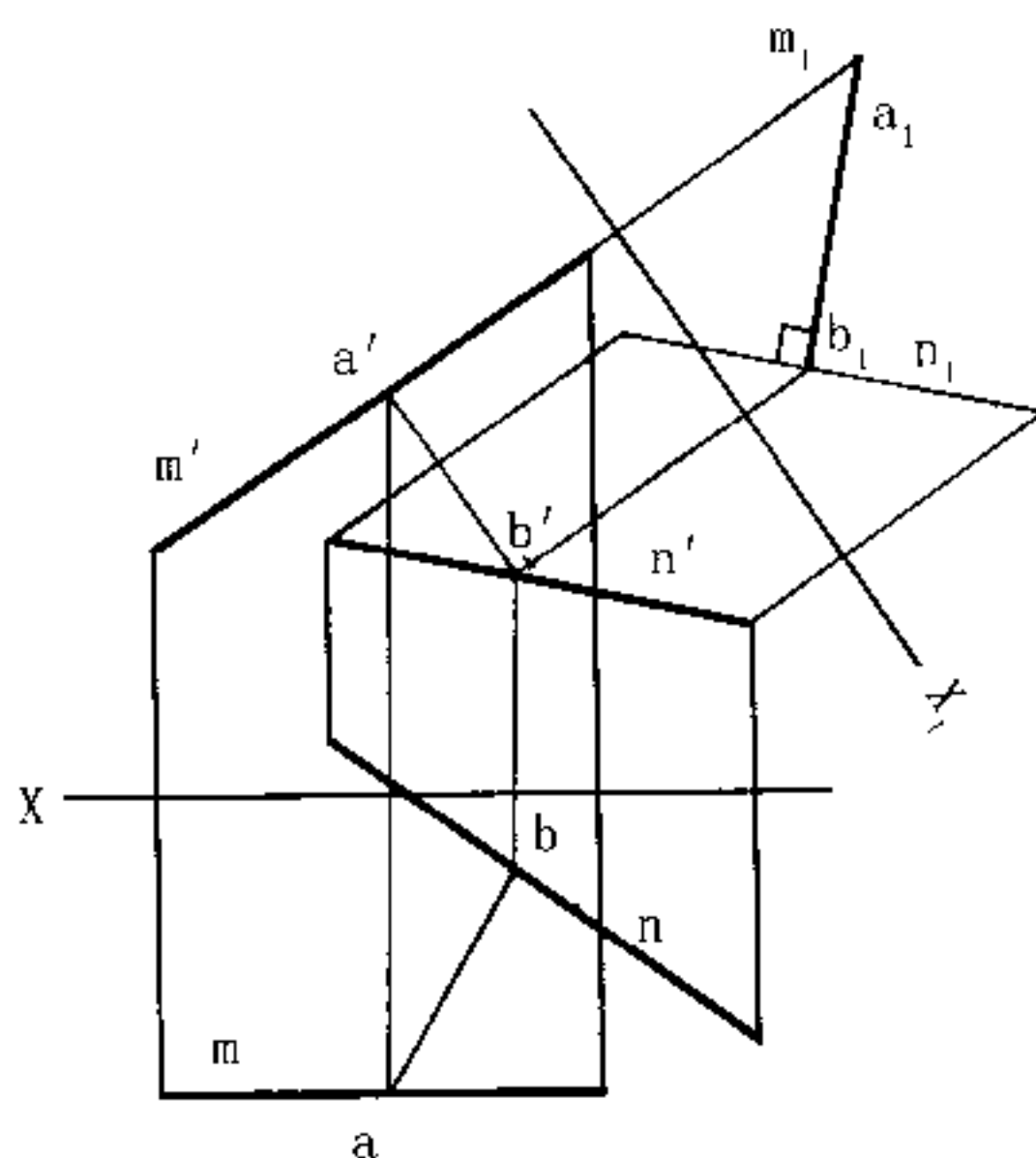
选一新的 V_1 使直线 L 成垂直线, 且以它为圆心, 15mm 为半径画圆, 则 A 、 B 两点 V_1 投影必在圆上。显然, 由它们的 V_1 投影可求得 V 或 H 投影。且从 V_1 投影中可以看出 a' 和 b 均可有两解, 图中仅画出一解。

7. 求点 A 到直线 L 的距离及其投影。
(P30)



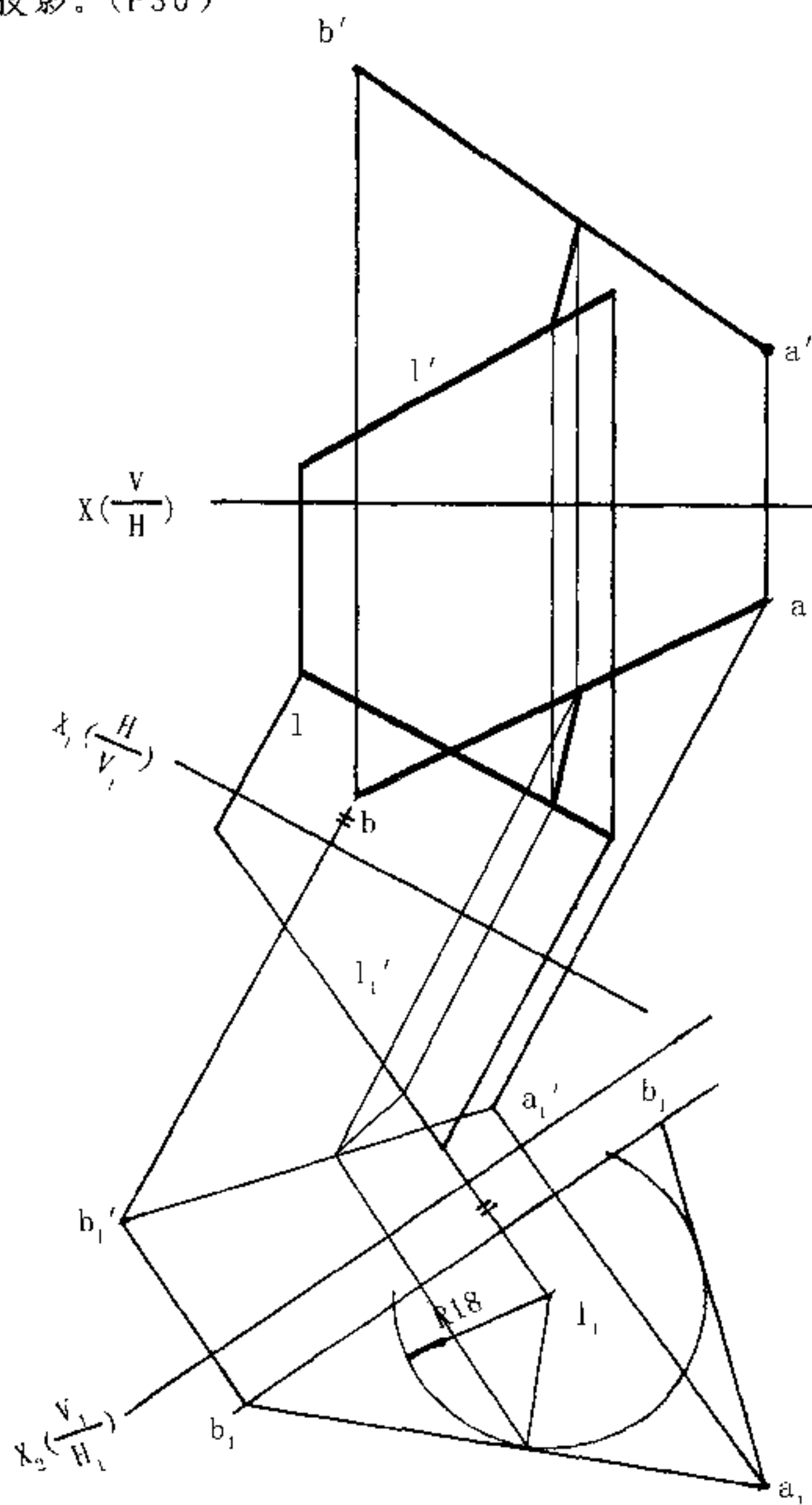
这是个典型求距离的题，只要将直线 L 通过两次换面使其成为垂直线，即可直接求到点和直线的距离，但应记住，通常需要将 a_1b_1 或 $a_1'b_1'$ 返回画出 $a'b'$ 和 ab ，否则不算完全正确。注意： $a_1'b_1' \parallel X_2$ 。

8. 求二交叉直线 M、N 的距离及其投影。(P30)



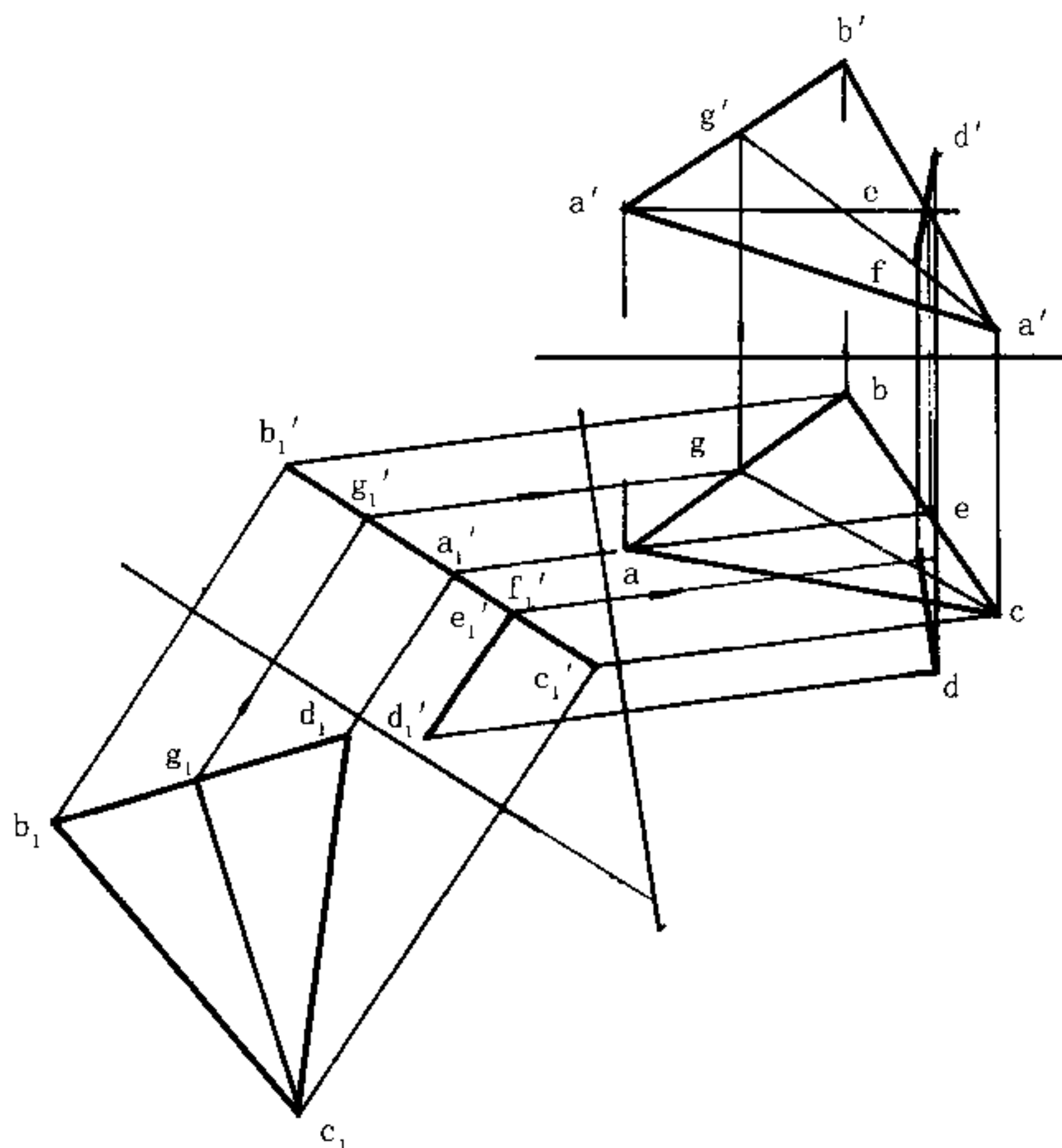
因为直线 M 为正平线，故经一次换面可成铅垂线，这样两直线距离则为水平线，过点 m_1 作直线 a_1b_1 垂直于 n_1 即两直线距离的真长，由于 $a_1b_1 \parallel X_1$ 轴，故可求得 ab ，即距离 AB 的投影。

9. 已知交叉二直线 AB 与 L 的距离为 18mm, 求作 AB 的 V 投影, 并画出距离的 V、H 投影。(P30)



一般题目是已知投影通过换面求距离, 但本题是个反向思维的题, 即已知两直线距离 18mm, 求投影 $a'b'$ 。因为直线 L 和直线 ab 投影已知, 故仍可先将 L 经两次换面成垂直线, 如图中的 l_1 , 再以它为中心作半径 R 为 18mm 的圆, 再过点 a_1 作圆的切线, 显然此题可有两解。再由 H_1 和 H 坐标相等的原理求出 b_1 , 然后由 b_1 和 b 求出 b_1' , 由 b_1' 可返回求得 b' , 连 $a'b'$ 即为所求。

10. 求 $\triangle ABC$ 与 V 面倾角 β_{ABC} 和点 D 到 $\triangle ABC$ 平面的距离 DK , 且作 $\angle C$ 的角平分线。(P31)



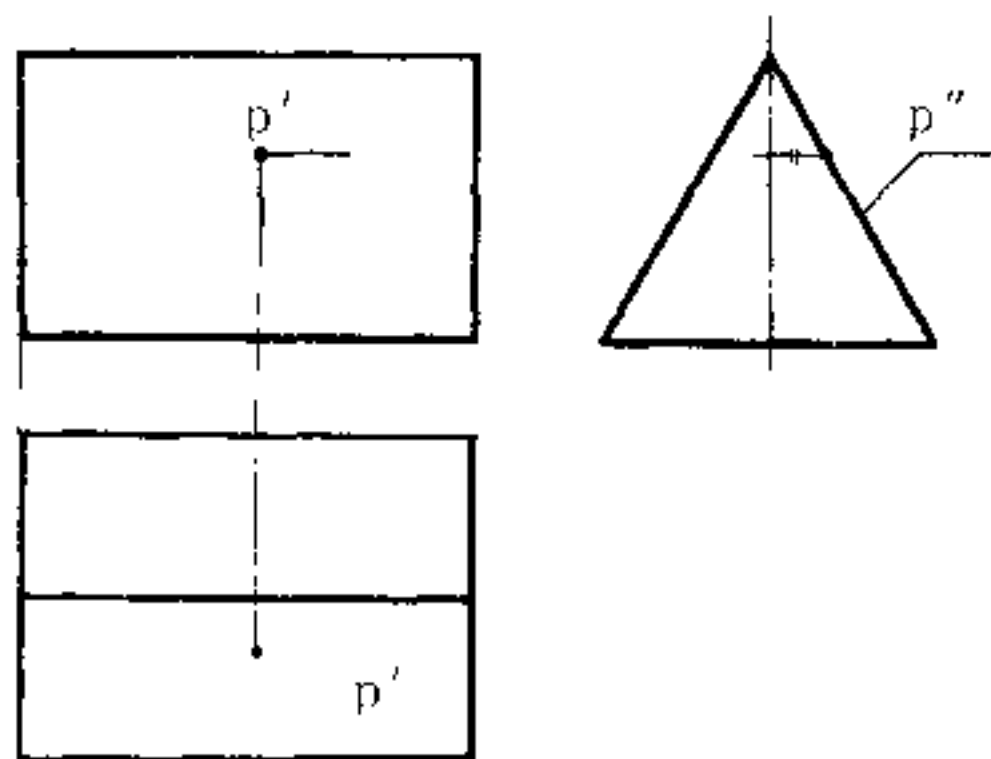
为求距离, 只要经一次换面使 $\triangle ABC$ 变成垂直面, 为求 $\angle C$ 角平分线, 就必须将 $\angle ABC$ 两次换面, 从真形上画出角平分线, 再将其返回, 具体作图如下:

在 $\triangle ABC$ 上取水平线 AE , 换 V_1 使 $AE \perp V_1$, 即 $\triangle ABC \perp V_1$, 距离 $DF \parallel V_1$, 将 $d_1 f_1$ 返回, 求出 df , $d' f'$ 。取新的 H_1 使 $a_1' b_1' c_1'$ 成为平行面, 求出真形 $a_1 b_1 c_1$, 画出其角 C 平分线得 $c_1 g_1$, 由 g_1 返回得 g_1' 、 g 、 g' , $c' g'$ 、 cg 即所求。

11、12 两题解答见前面例 E-3, E-4。(P31)

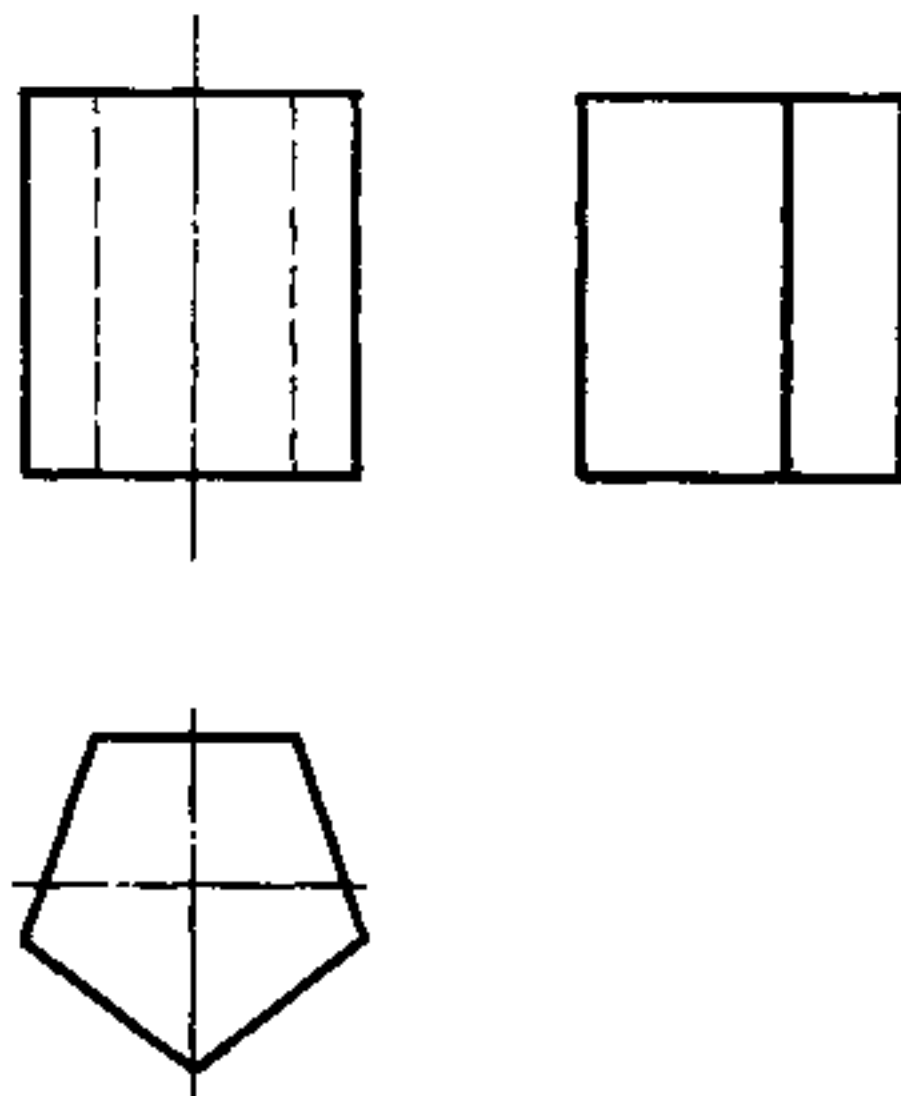
基本几何体(一)

1. 已知一横放的三棱柱体, 完成其 H 投影, 标出 P'' 和 P , 说明 P 面为何种位置平面。(P32)

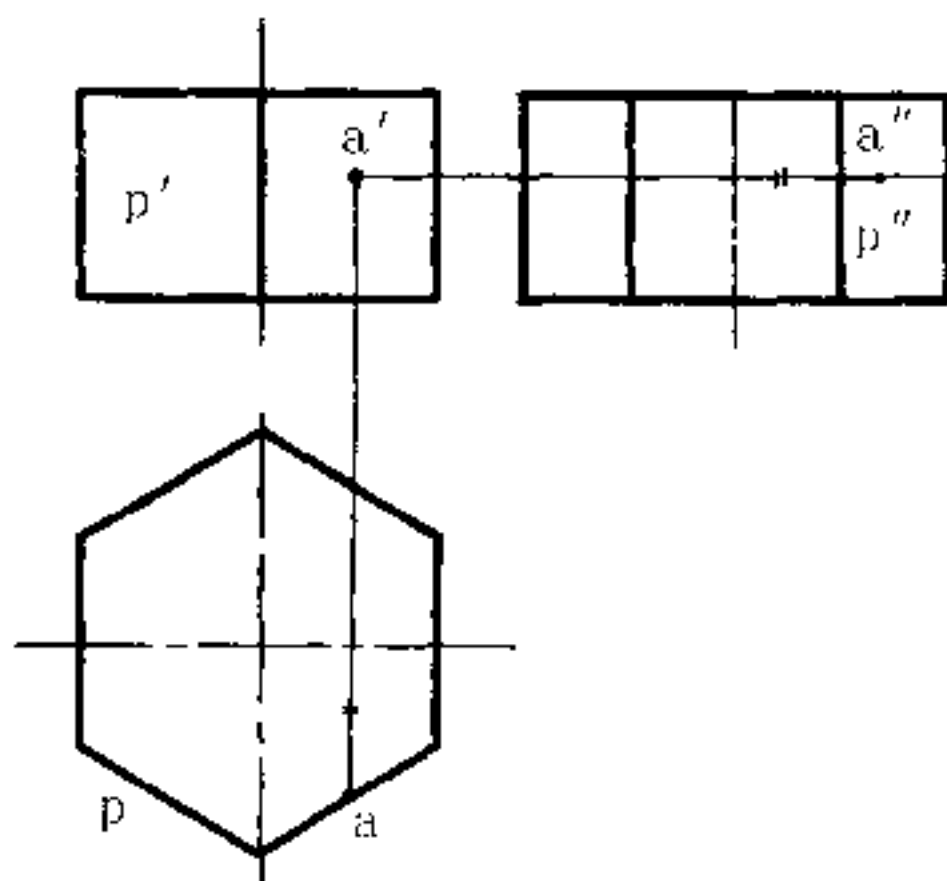


P 面为侧垂面

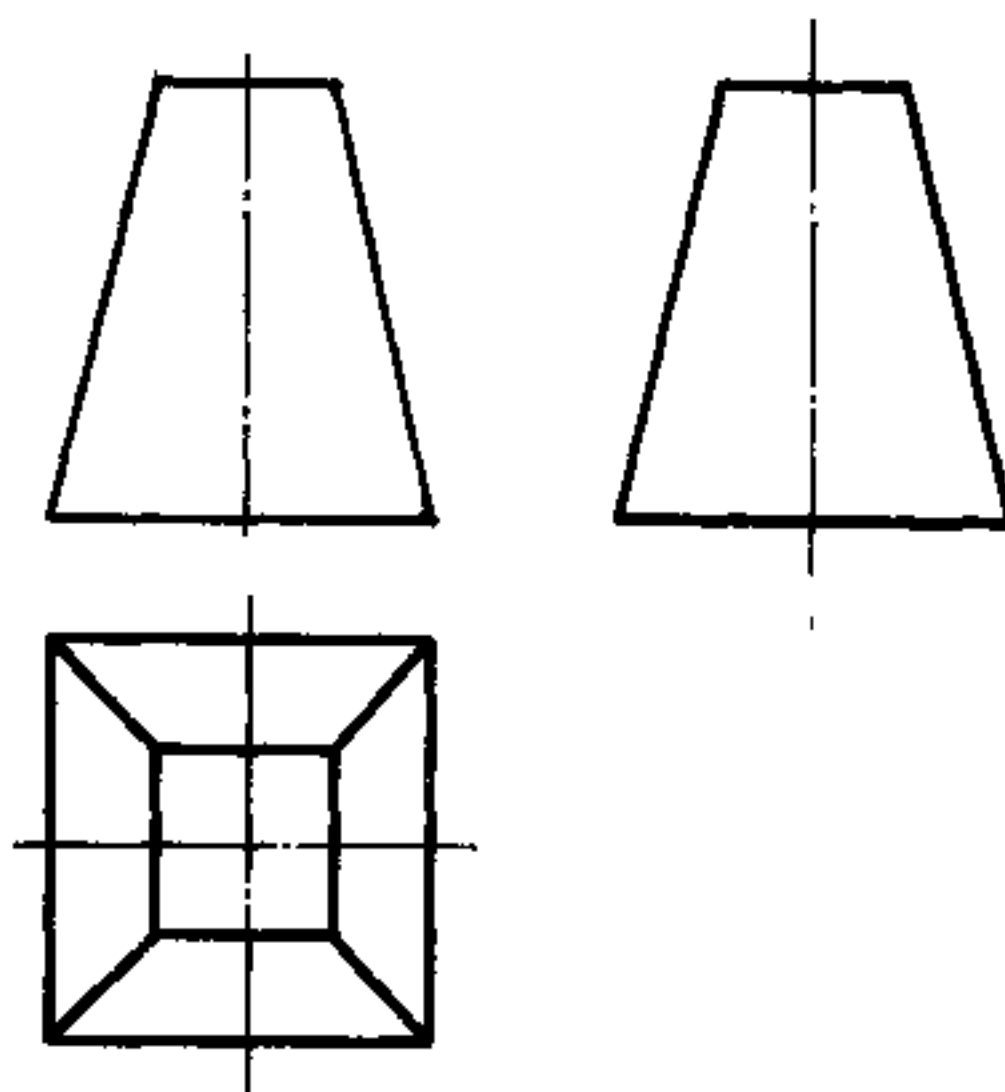
2. 已知五棱柱的 H 投影, 柱高 30mm, 求 V, W 投影。(P32)



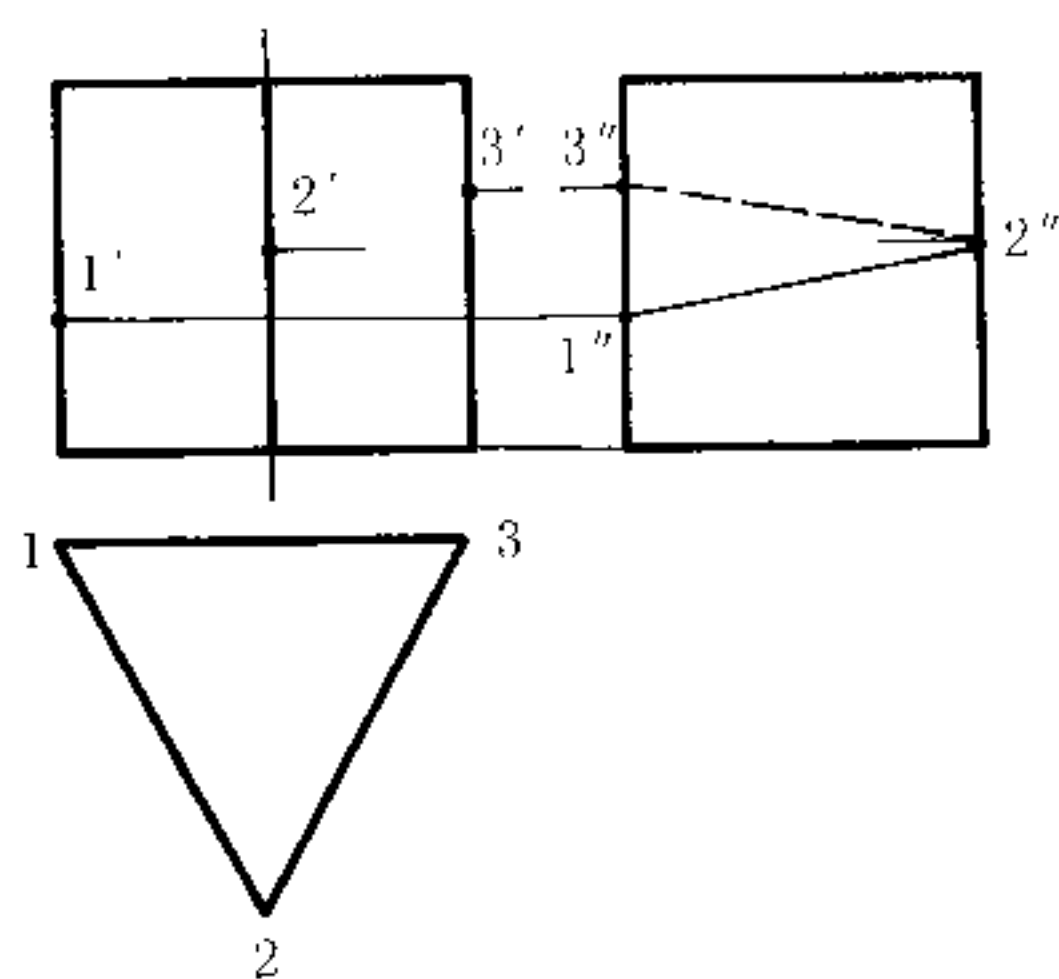
3. 完成六棱柱 W 投影, 标注 P 平面的另两个投影 p' , p'' , 求 a 点的 H 和 W 投影。(P32)



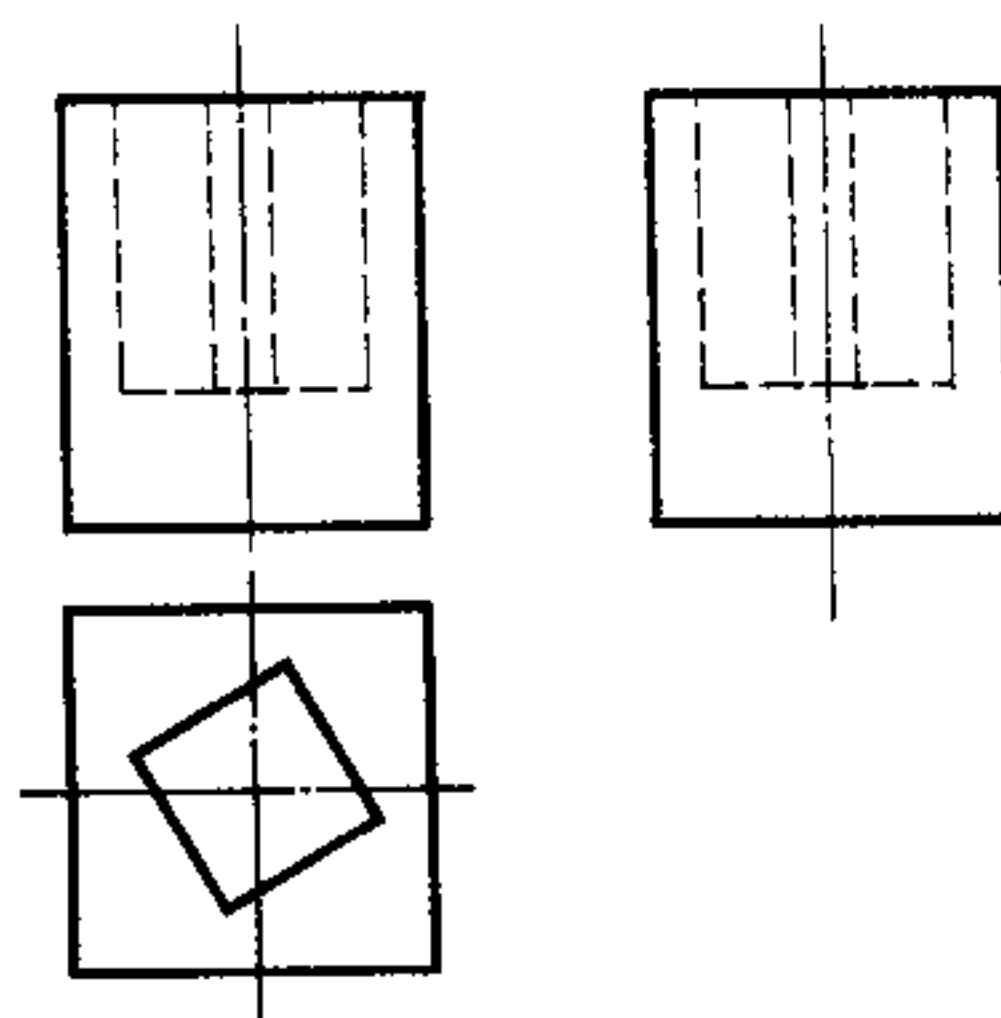
4. 已知正四棱锥台的 H 投影, 锥台高 30mm, 求 V, W 投影。(P32)



5. 求作W投影, 并将 $1''$, $2''$, $3''$, $1''$ 连成图形, 且判断可见性。(P32)

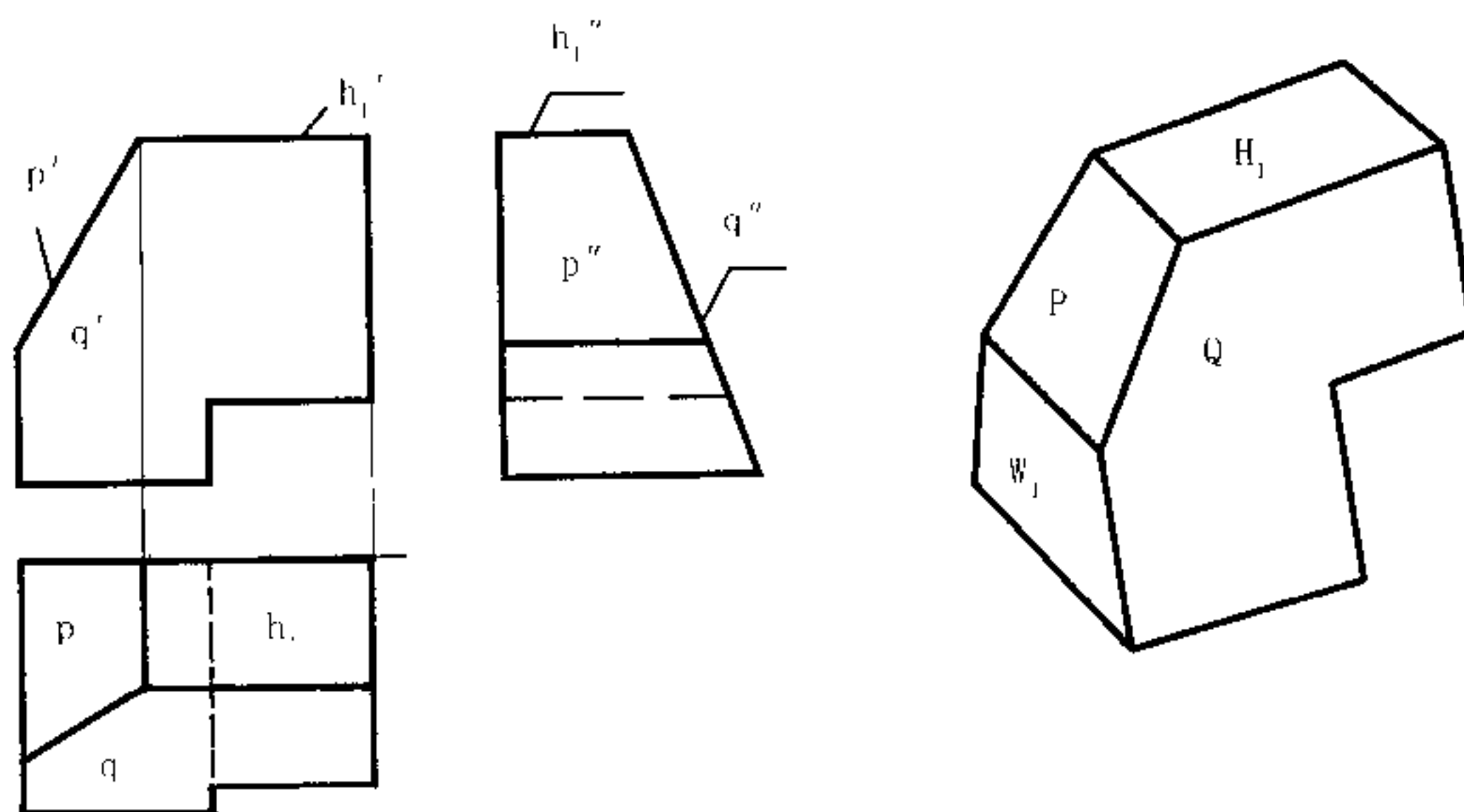


6. 四棱柱高 30mm, 中有一方孔深 20mm。已知上端面的H投影, 求V, W的投影。(P32)



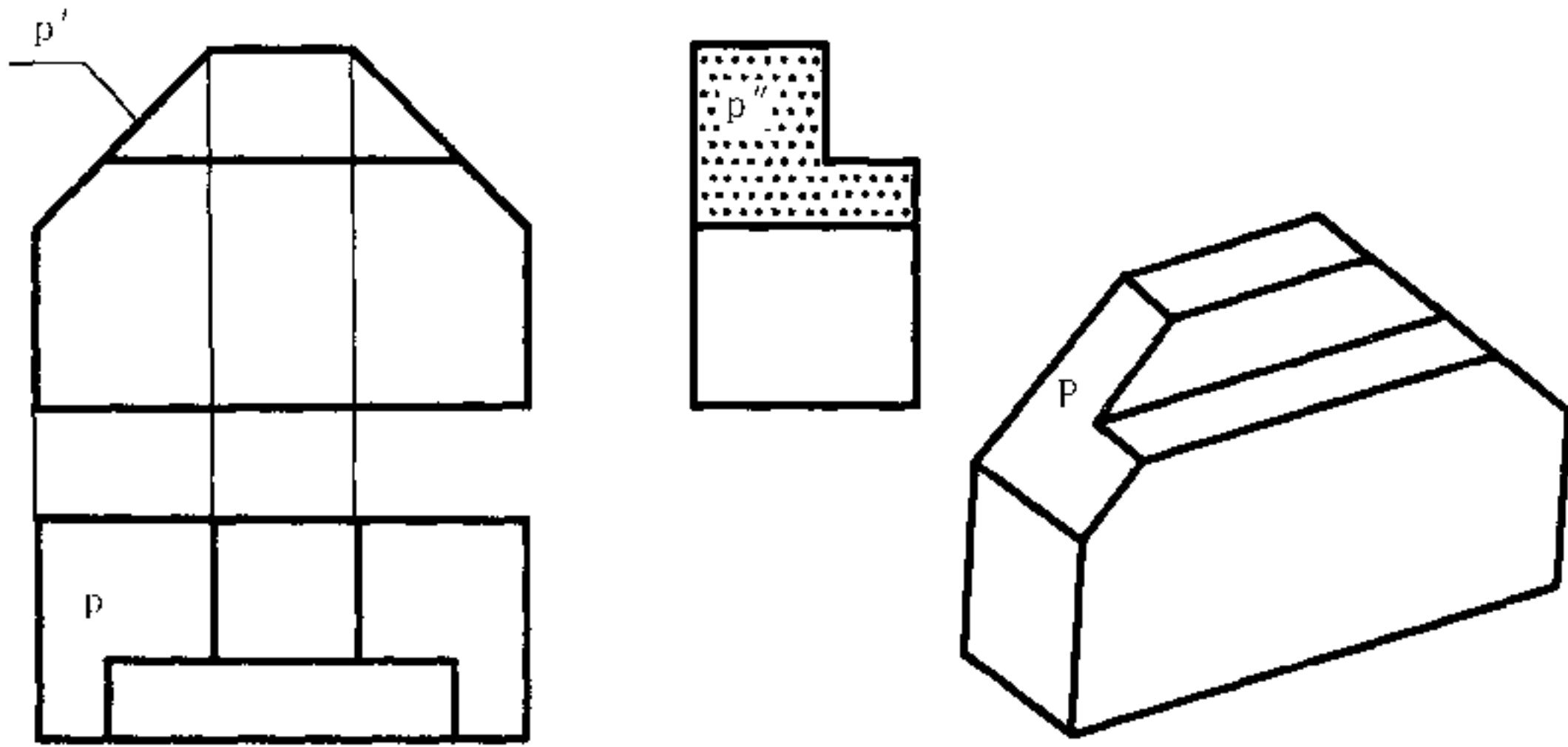
平面立体

1. 求H投影。(P33)



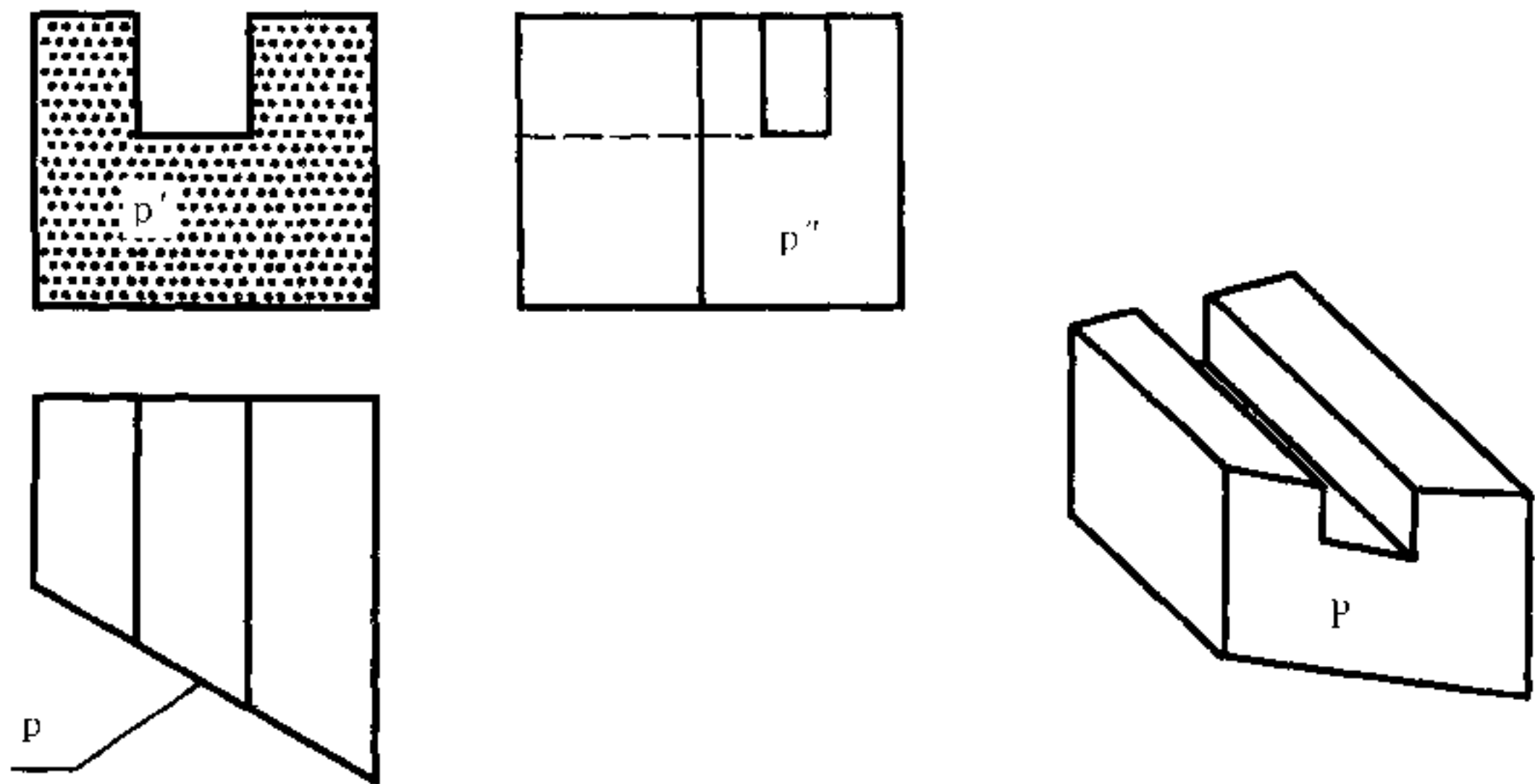
由线面分析可知, 由上向下看, 可看到三个面, 即 h_1 、 p 和 q , 先画 h_1 (矩形), 再画 p , 最后画 q , 再加上不可见线。

2. 求 H 投影。(P33)



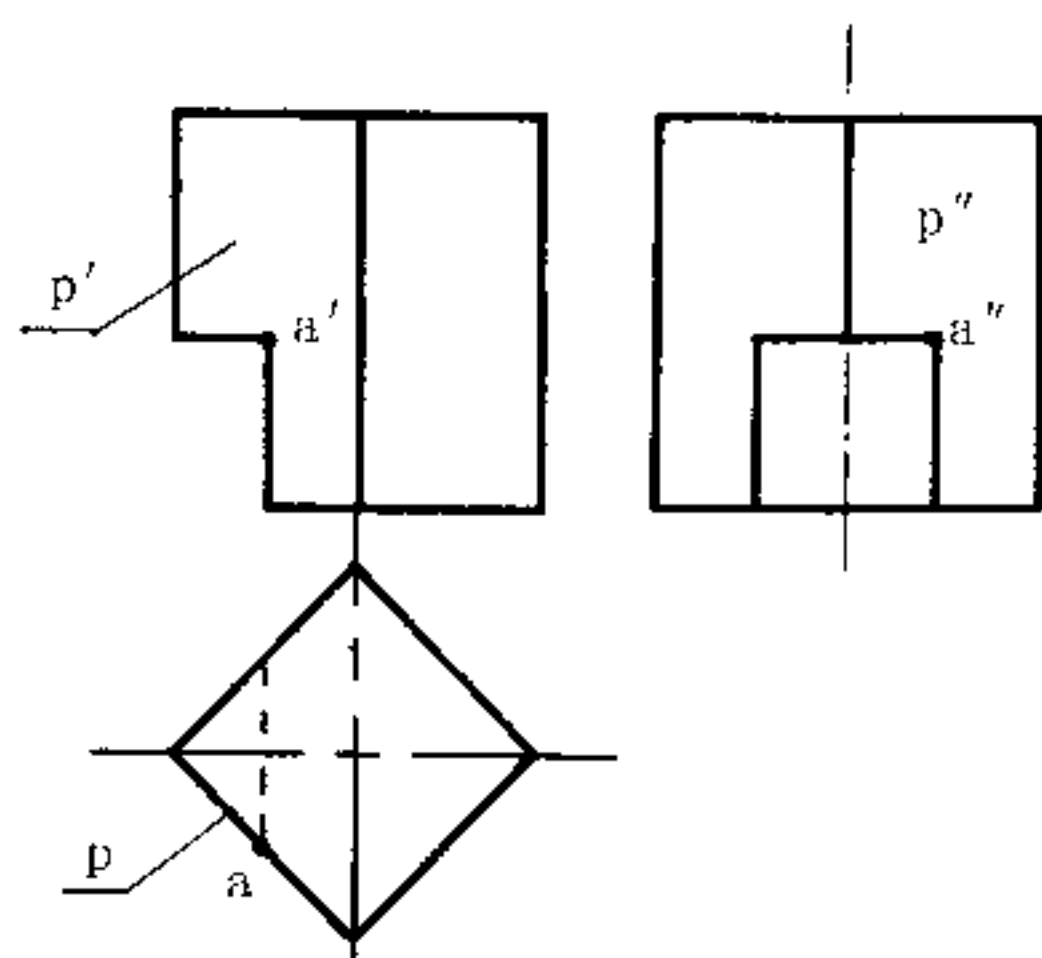
因为 P 面为正垂面，所以 p 与 p'' 应亲似。

3. 求 W 投影。(P33)

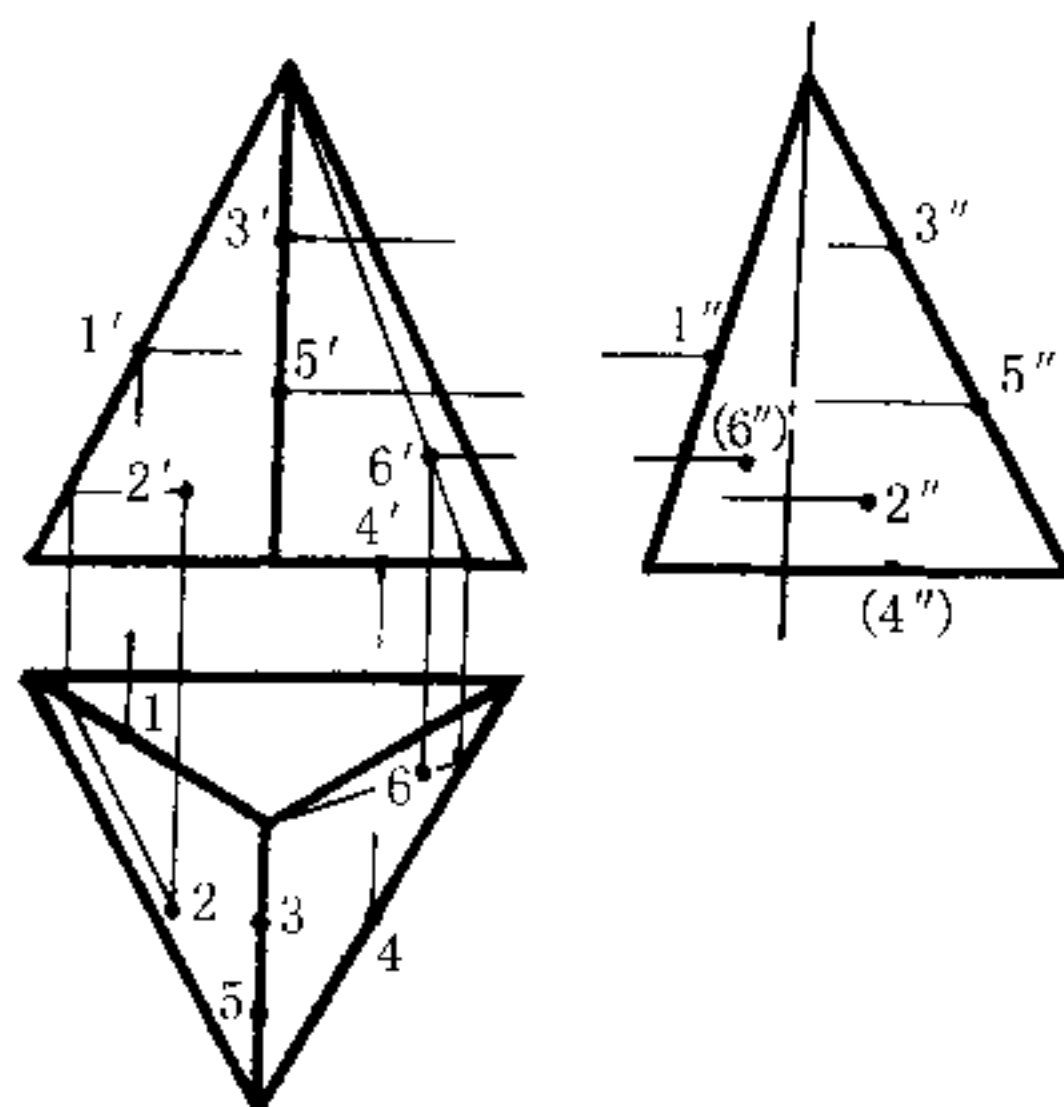


$\because P \perp H, \therefore p''$ 与 p' 亲似。

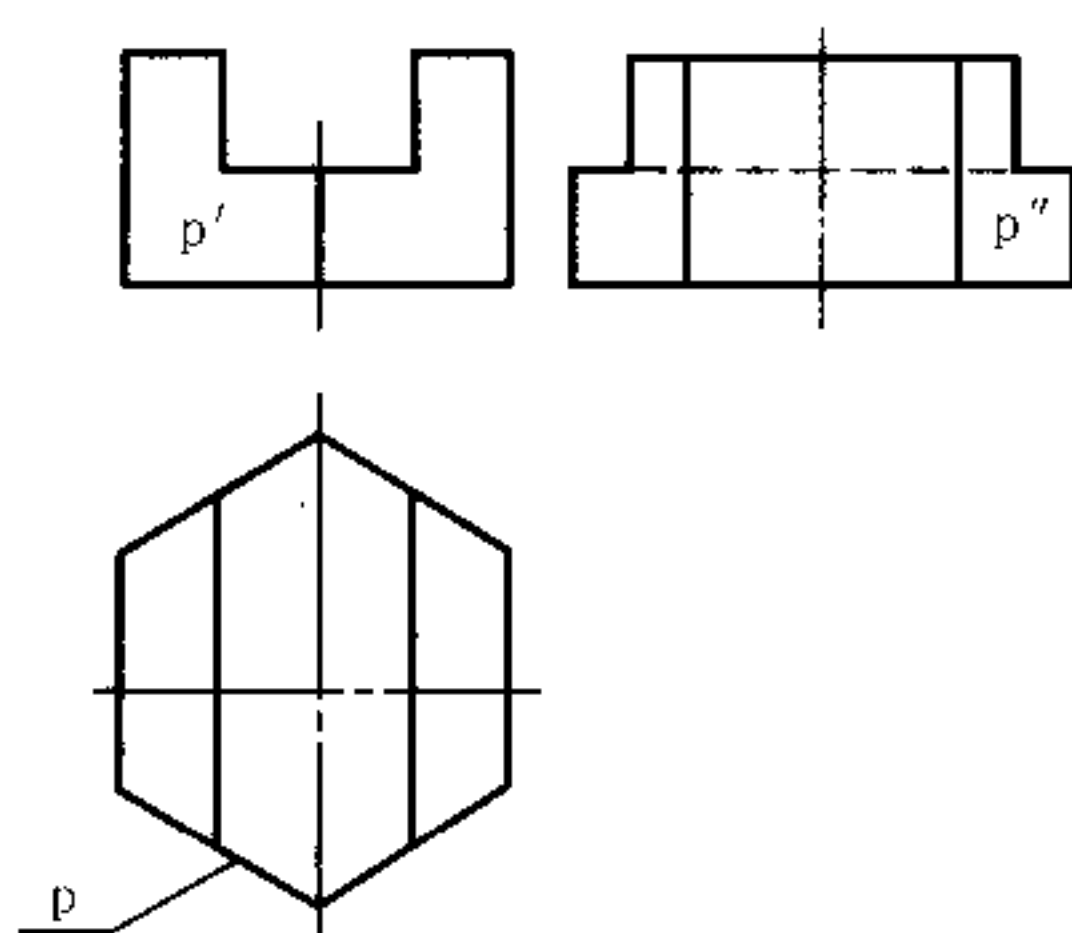
4. 求作W投影(提示: 先作完整四棱柱的W投影, 再作点A的投影。利用平行性作出W投影, 删去多余的线)。(P34)



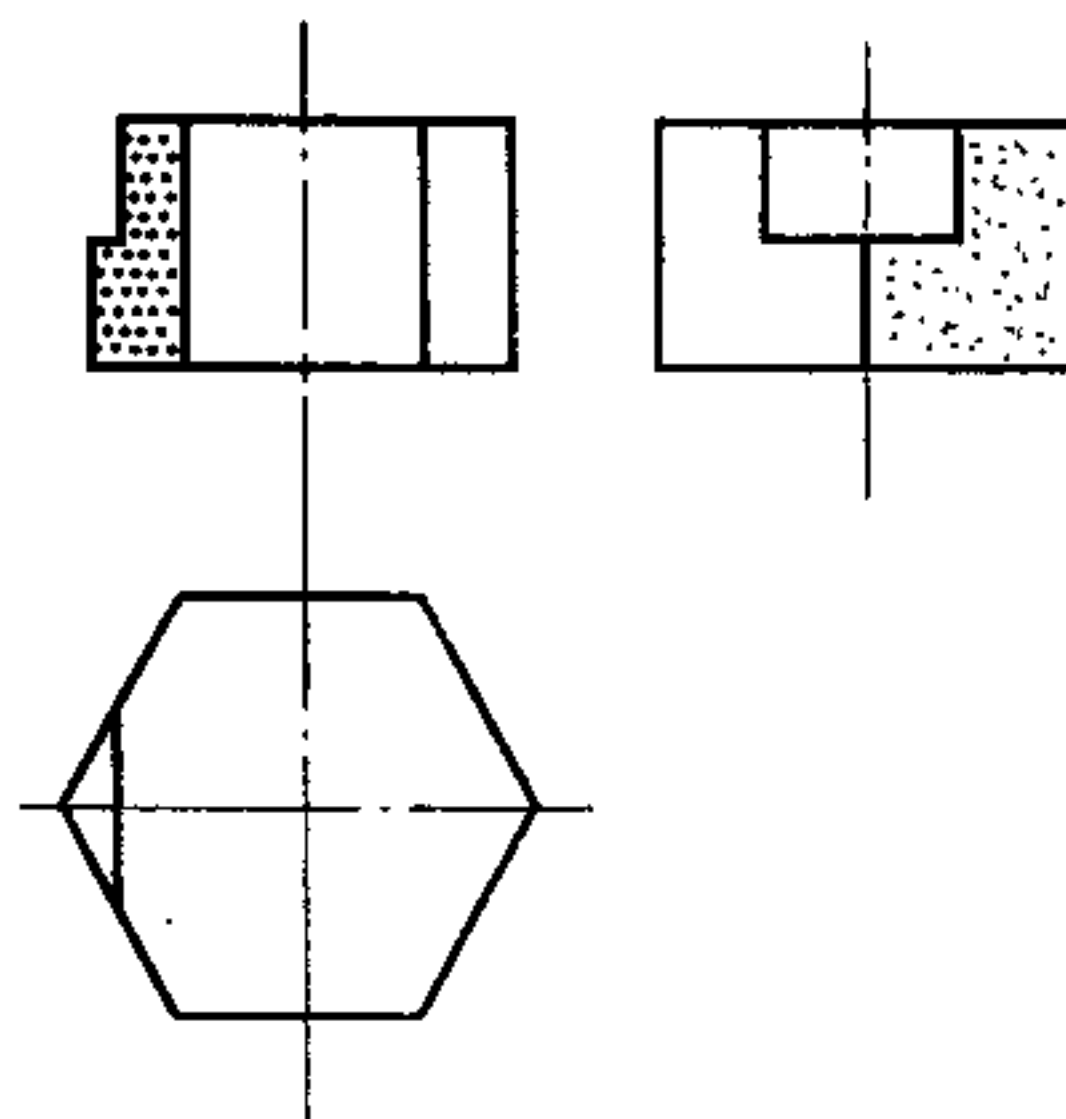
5. 求作W投影, 并求各点的另两个投影。(P35)



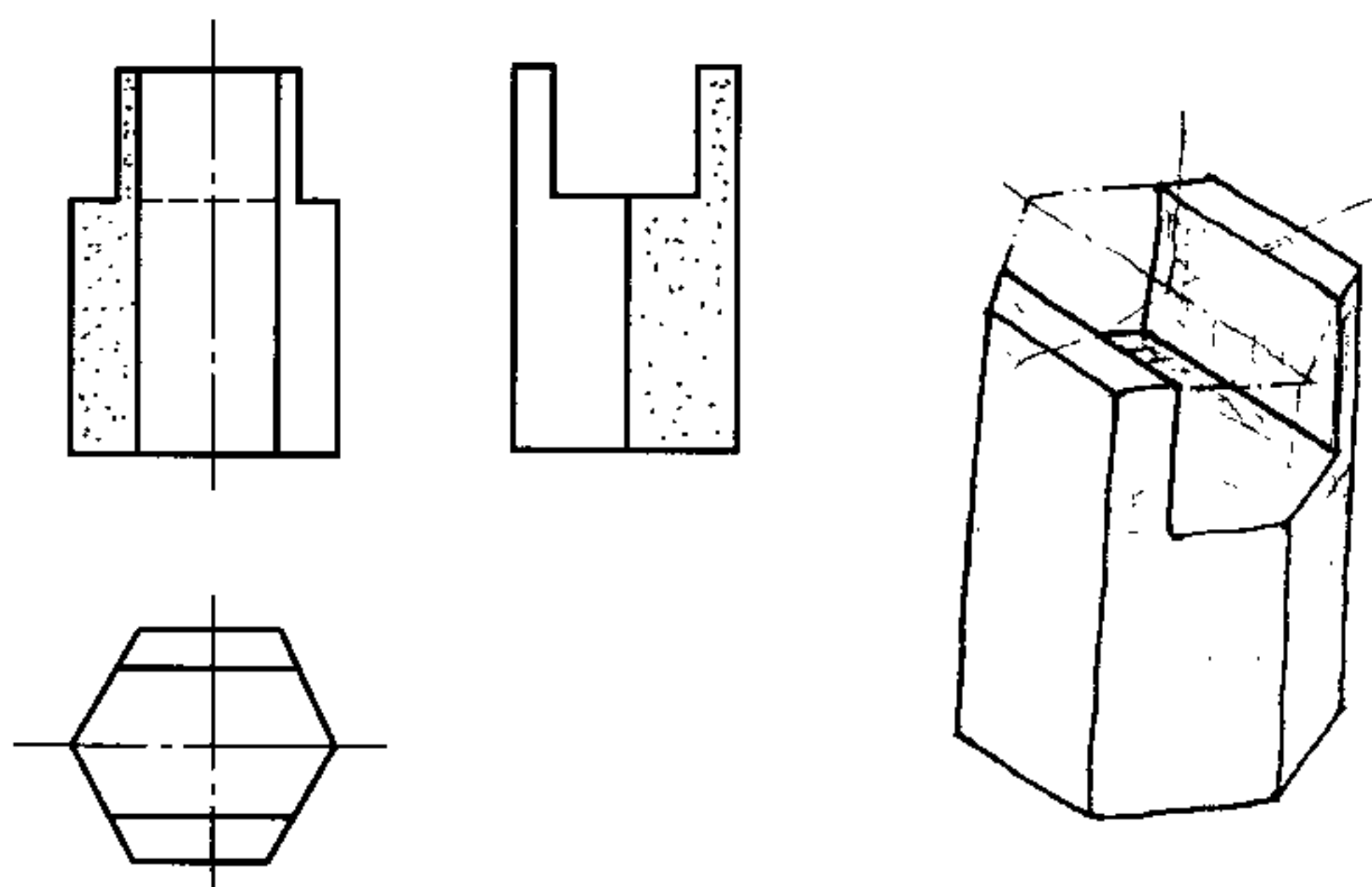
6. 求作W投影(提示: 分析一下从左向右看, 能看到几个面, 仍然利用平行性, 作W投影, 注意亲似性)。(P34)



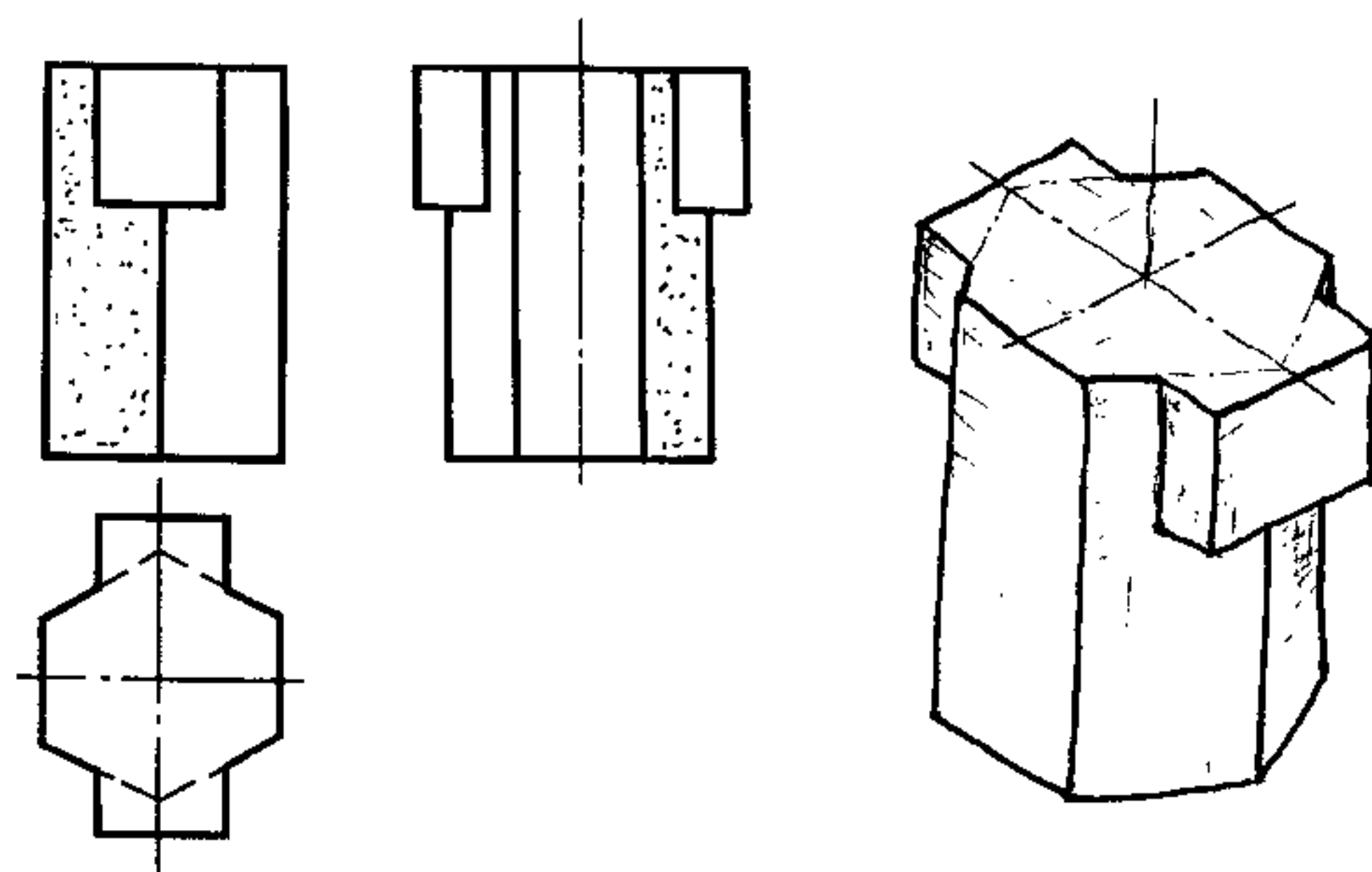
7. 求作W投影(提示同前一题)。(P34)



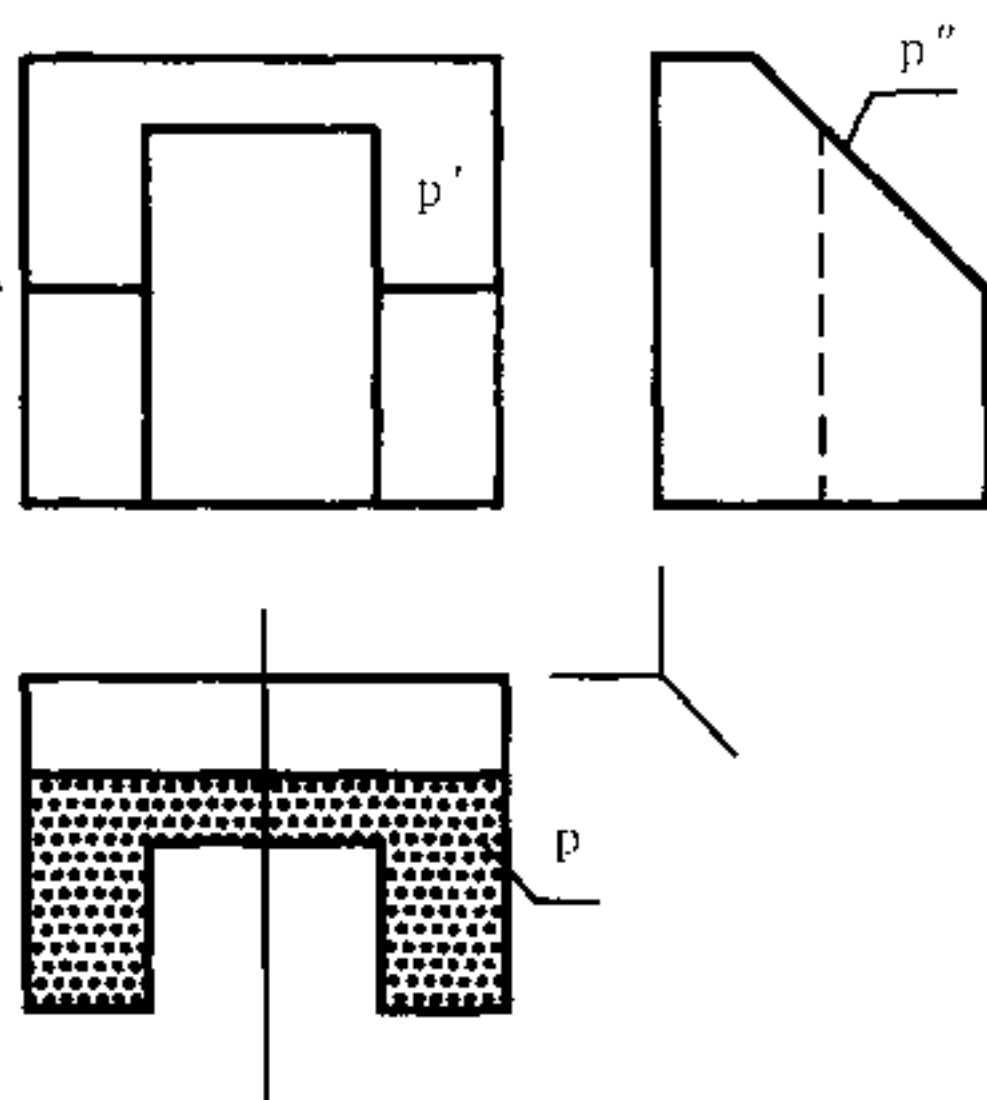
8. 完成 V 投影。(P34)



9. 完成 W 投影。(P34)

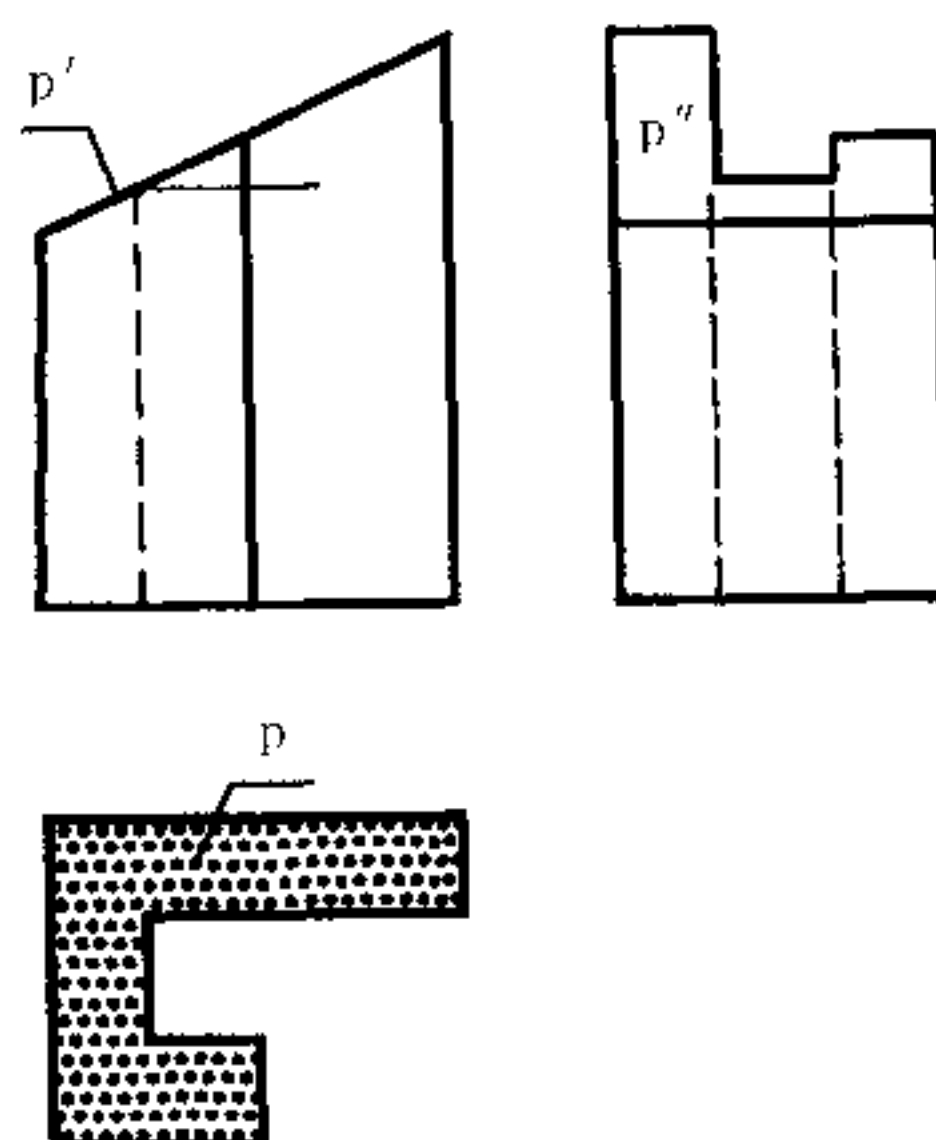


10. 求 V 投影 (注意 P 面投影间的亲似性)。(P35)



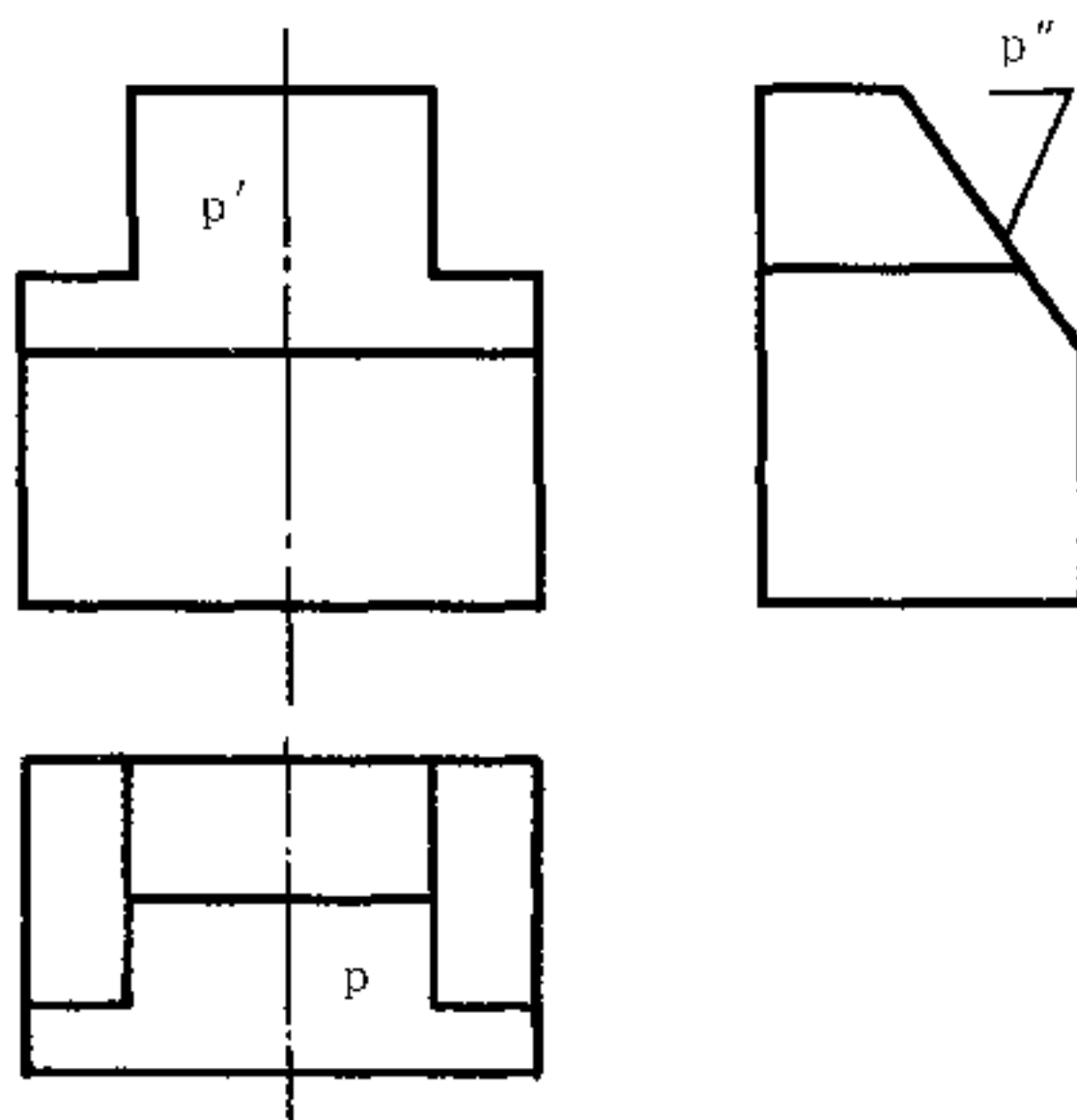
$\because P \perp W, \therefore p$ 与 p' 应亲似。

11. 求 W 投影 (同第 10 题)。(P35)



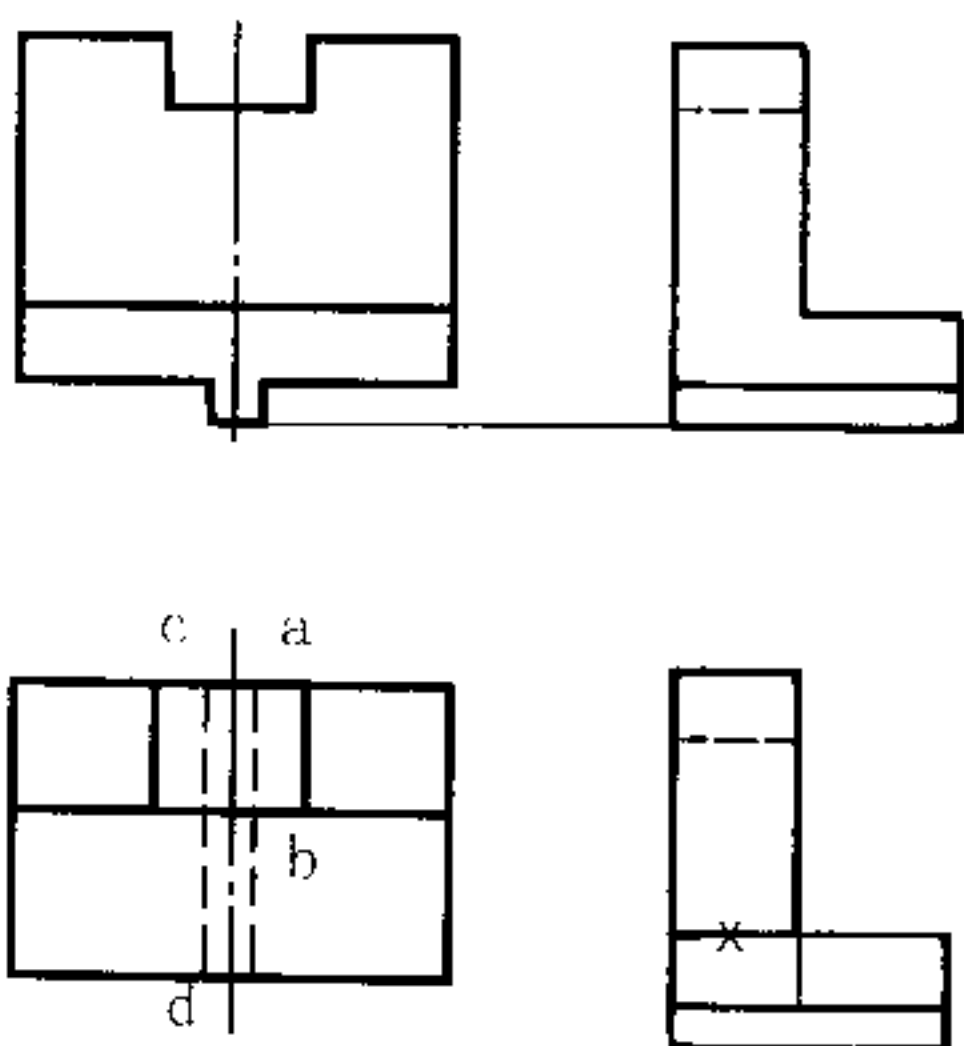
$\because P \perp V, \therefore p$ 与 p'' 为亲似性。

12. 求 H 投影 (同第 10 题)。(P35)



p 与 p' 亲似。

13. 求第三面投影。(P35)

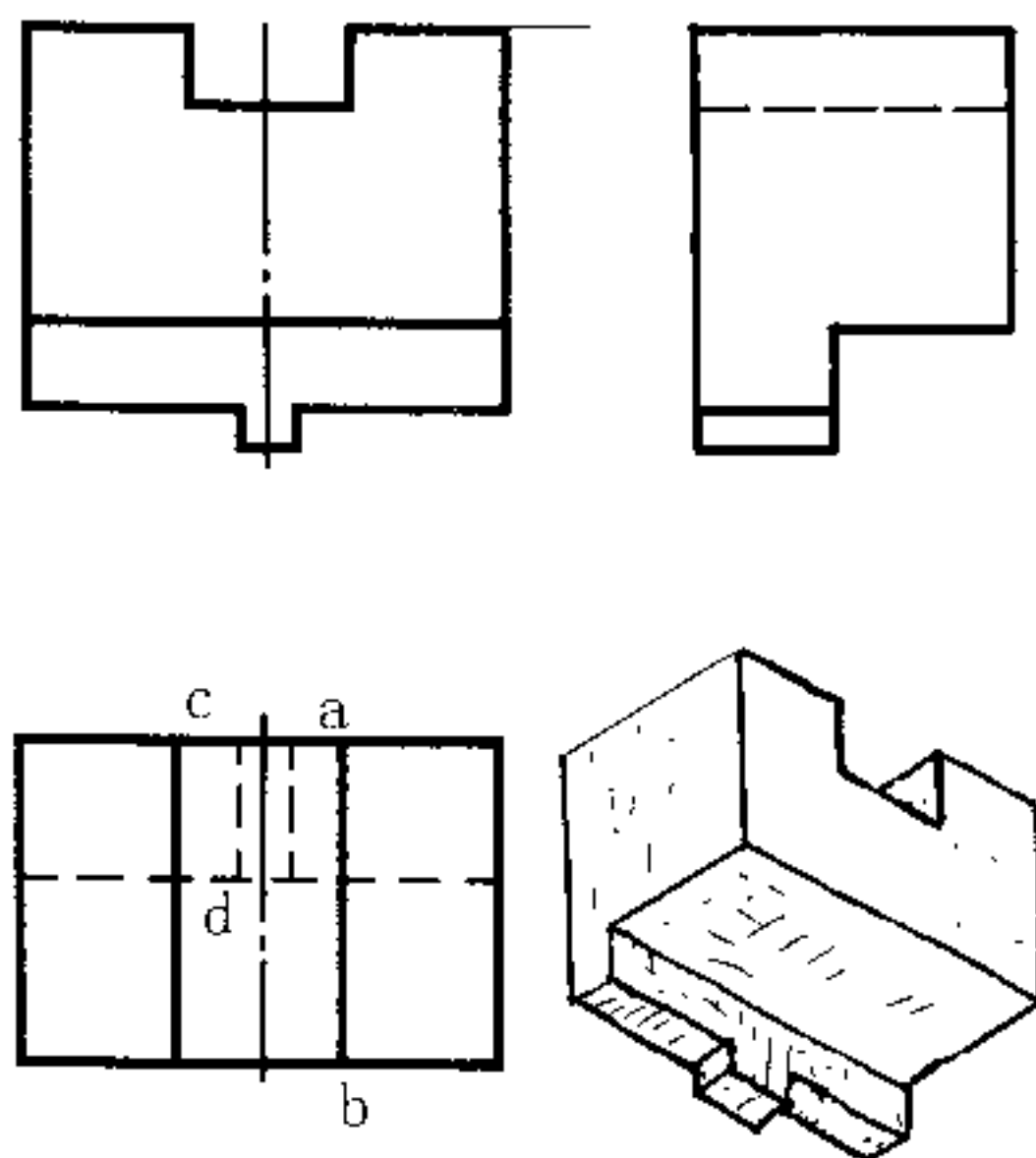


这三个题最容易的错误如图所示。

《机械设计基础习题集》的P35中13~15这三个题的V投影均相同，而H投影均不相同，读图时，V投影由两个线框（或封闭图形）组成，两个线框可看成是两个平面，而每个平面常可看成代表一个形体，所以下面的问题是从水平投影能否知道每个形体的宽度。

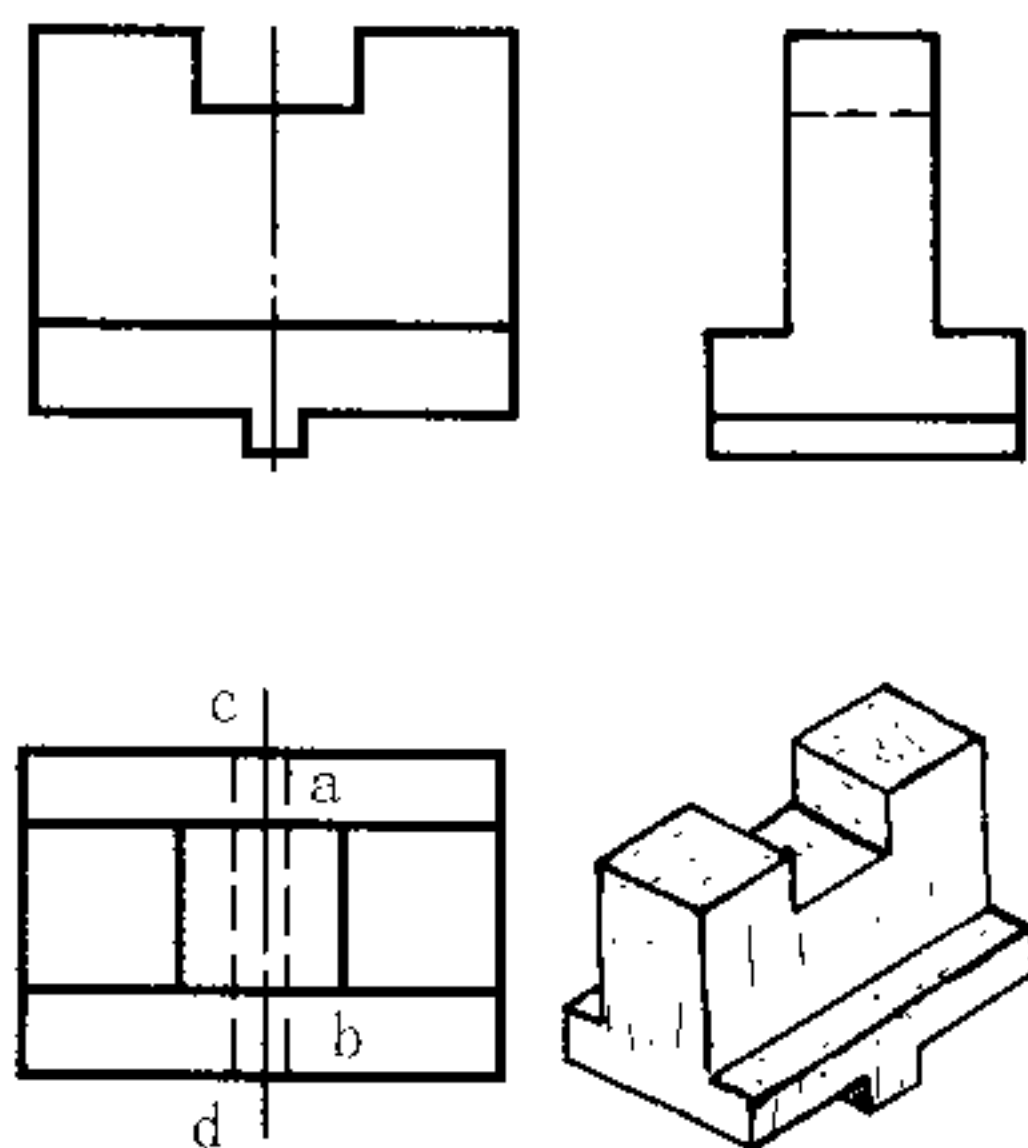
水平投影中，ab的长度表示上部形体的宽度，而虚线cd给出了下部形体宽度的信息。故读图的结论是该立体上部较窄、下部较宽，所以其W投影如图所示。

14. 求第三面投影。(P35)



此题水平投影 $ab > cd$ ，且ab可见，又通过点d有一条水平虚线，即给出信息该立体上部较宽、下部较窄，故其W投影应如图所示。

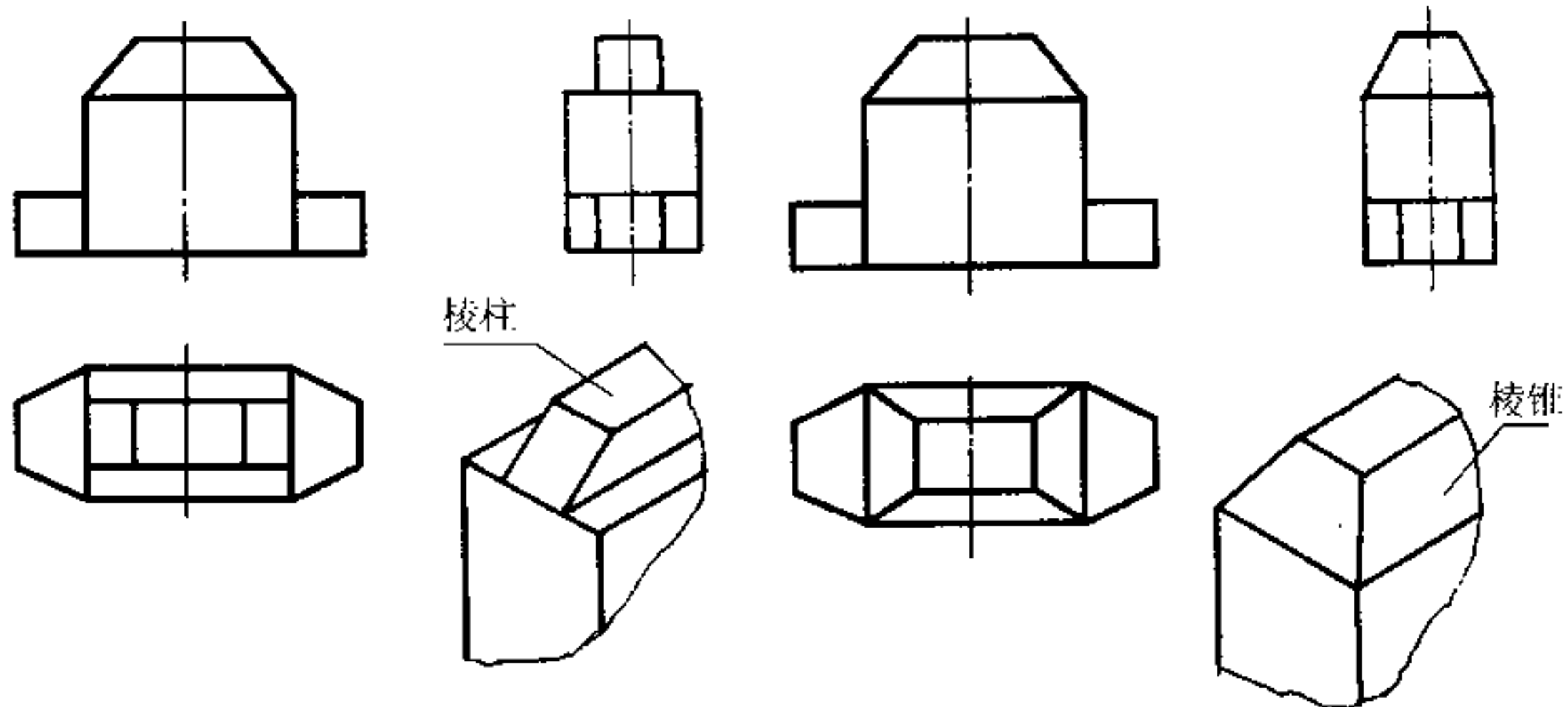
15. 求第三面投影。(P35)



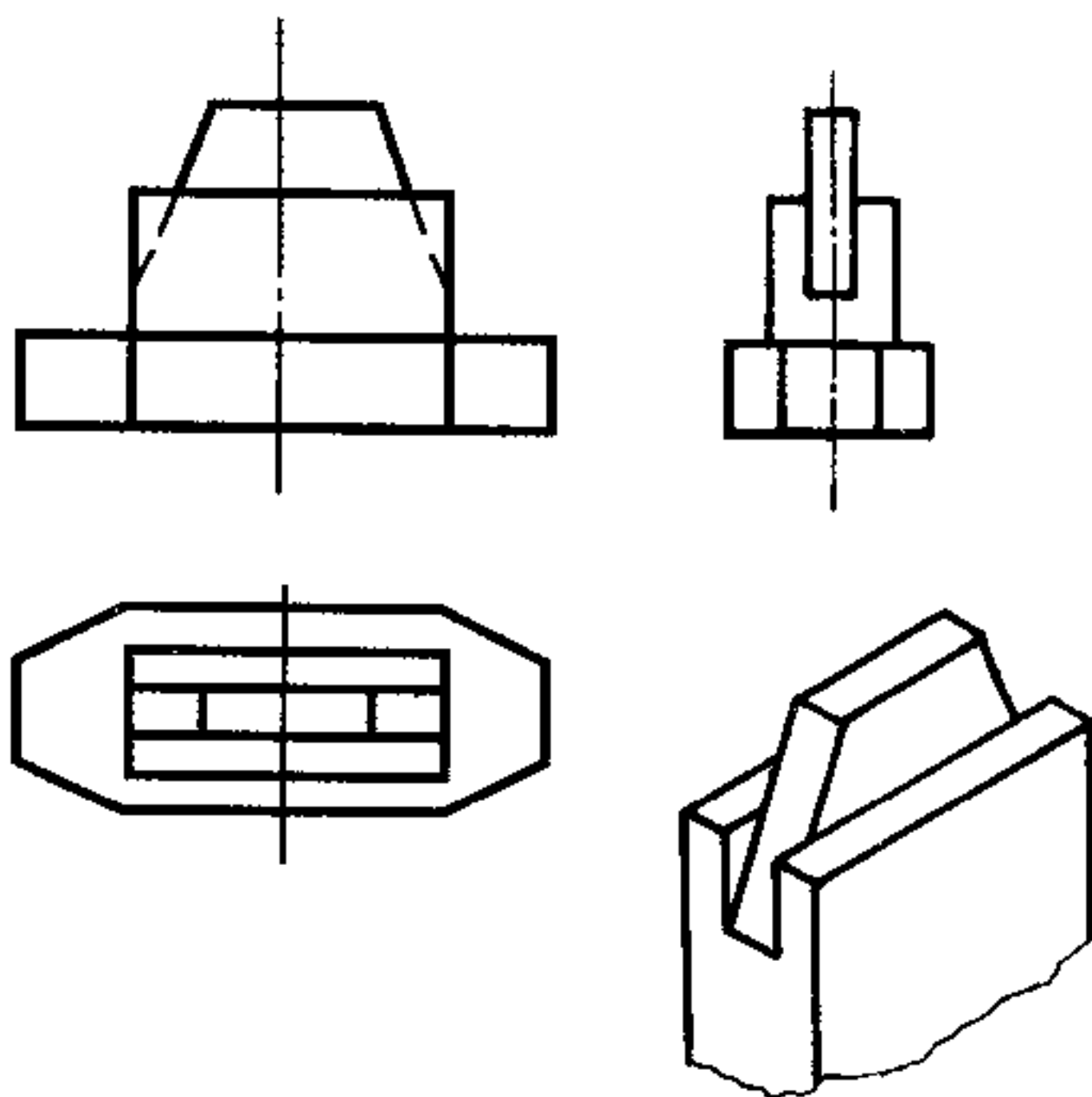
此题ab在中间，cd是全长，且为虚线，故该立体上部较窄且在中间，下部较宽，故两者均可见。

16. 求第三面投影。(P36)

17. 求第三面投影。(P36)

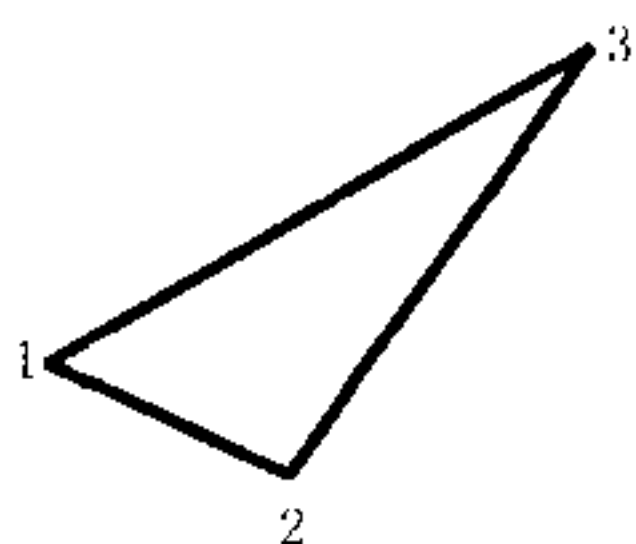
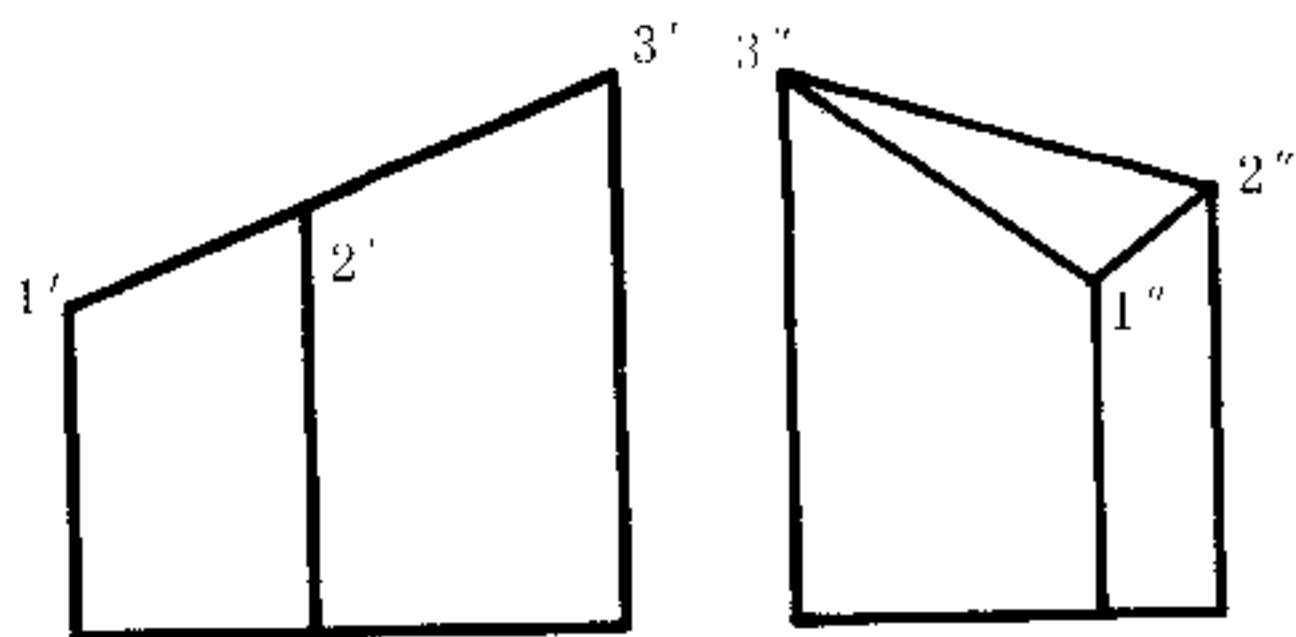


18. 求第三面投影。(P36)



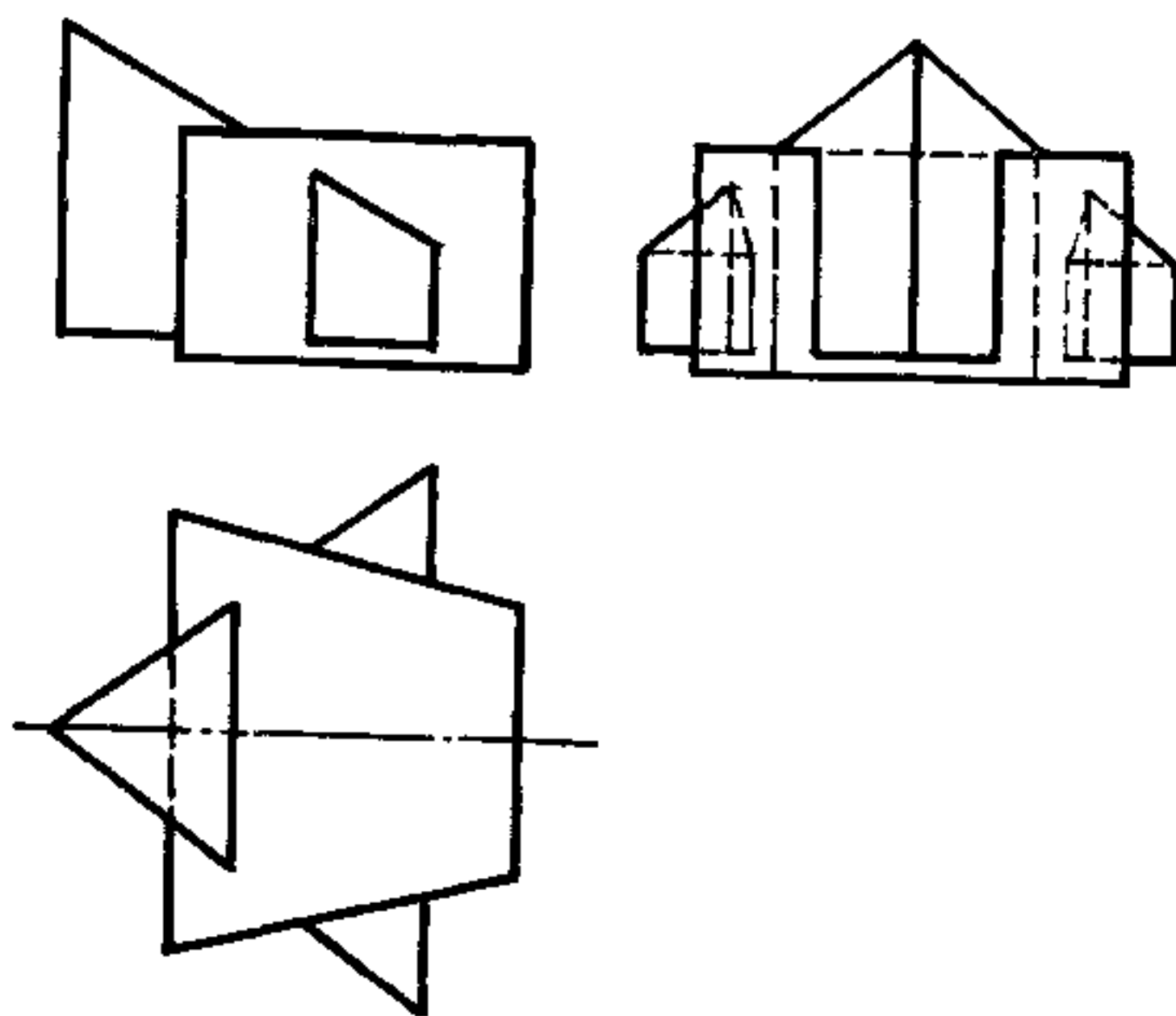
《机械设计基础习题集》的P36中16~18,这三个题投影很类似,但是却表示不同形状的形体,应该能从投影的差别分析其形状,这是通过看图想出空间形状的基本能力,应该注意培养。图16上部为棱柱,图17上部为棱锥,图18上部为棱柱,有部分已深入到下部形体,形成凹槽。

19. 求第三面投影。(P36)



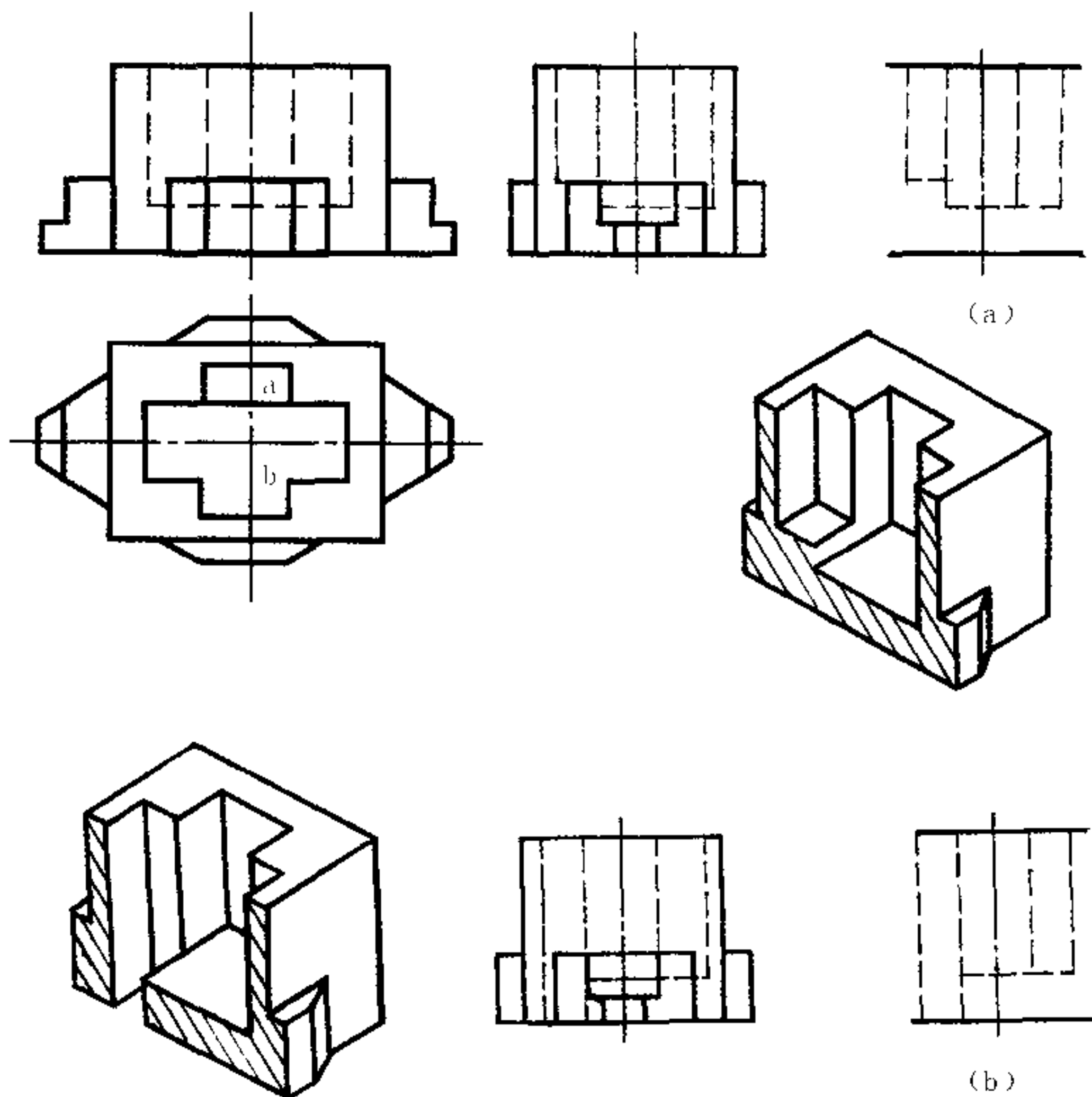
这是个不对称的三棱柱体, 投影时注意标出 1、2、3 各点, 点 3 最高, 点 1 最低。

20. 求第三面投影。(P36)



这是个三棱柱与四棱柱互贯的题目, 注意由一个立体贯到另一立体内部去的线不画, 而又穿出来的线则要画, 这就要求要很好地想像。此外, 看不见的线需要用虚线表示。

21. 求第三面投影。(P36)



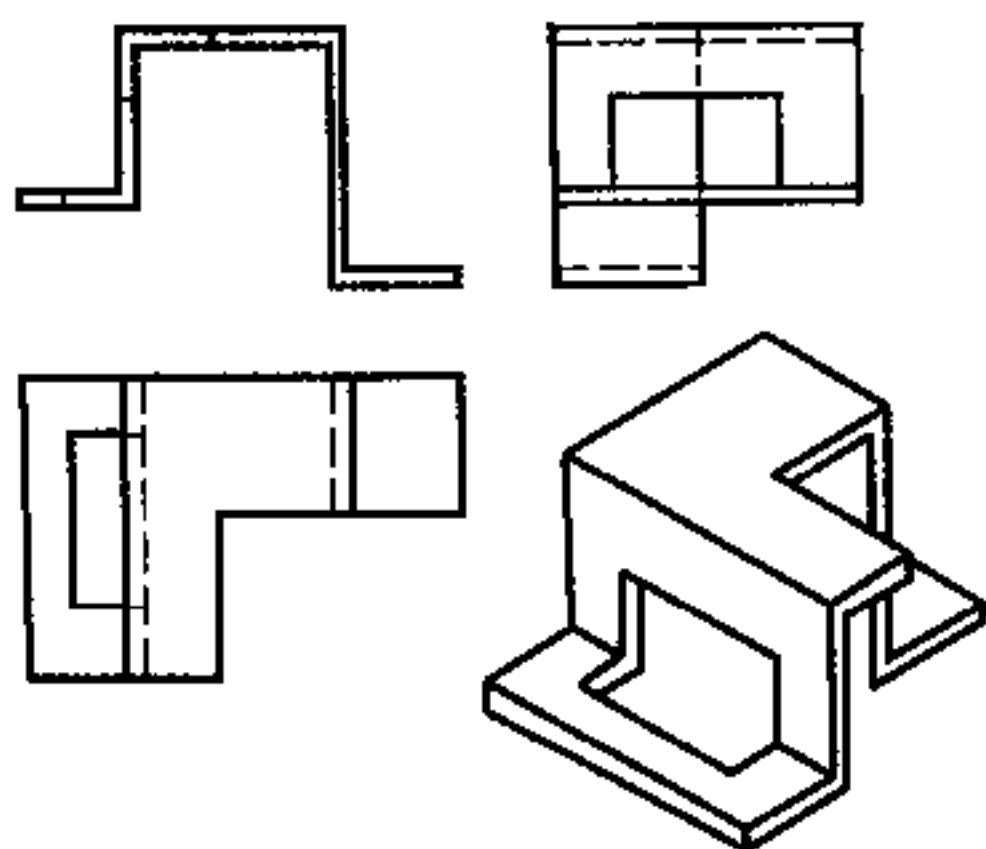
本题仍为一个四棱柱与一个多棱柱体互贯，画其W投影时要注意这一特点：其内部形状虽用虚线表示，但因虚线与外部形状的实线重影，故此题可以有两解。在H投影中，点B所在平面的高度，在V投影中已表示出来，但点A所在平面的高度在V投影中却未确切表示，因此存在着两种可能性。

第一，点A所在平面高度与外部多棱柱的高度相同，故反映不出来了，如图(a)中所示（这里仅画出内部形状）。

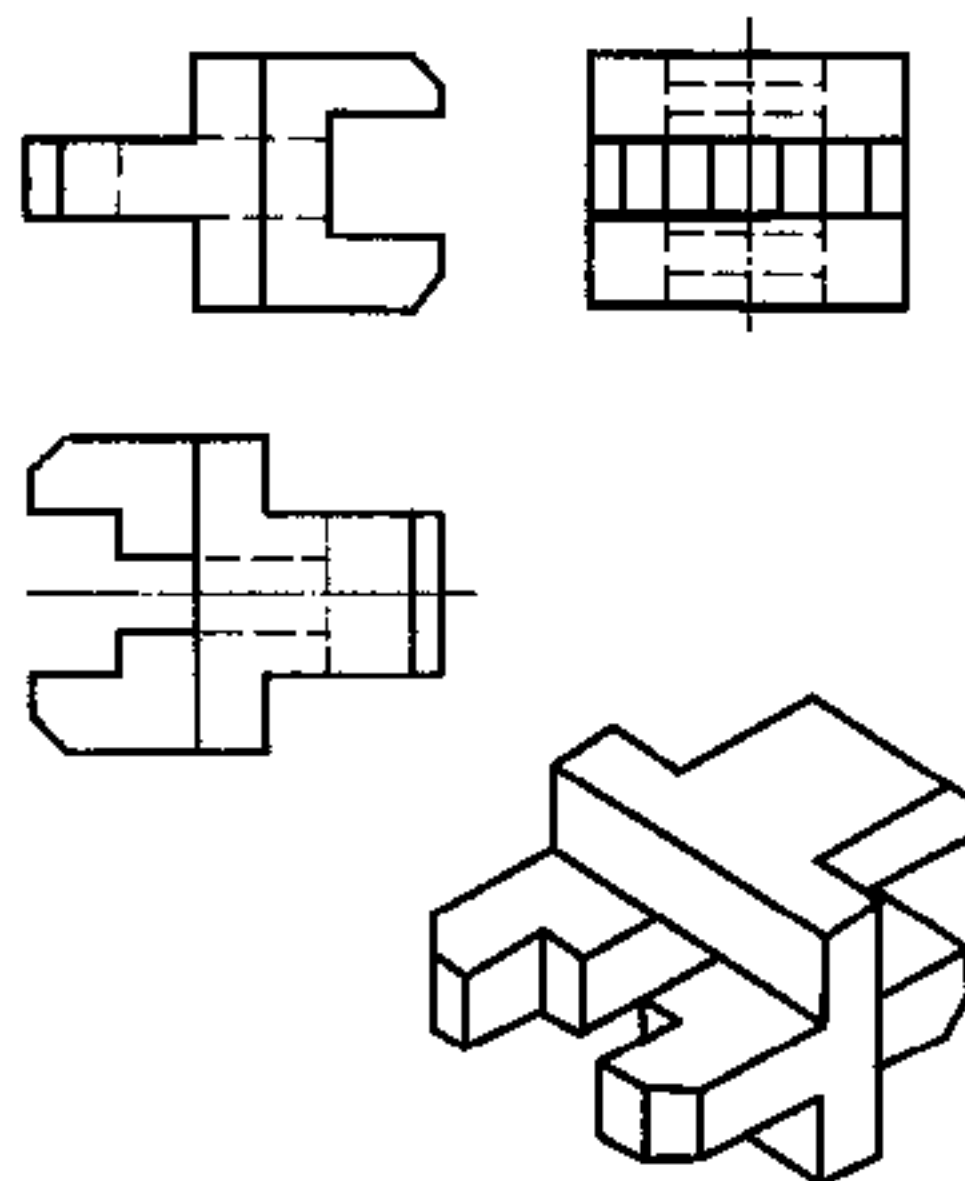
第二，点A所在的平面并不存在，它是个通孔，如图(b)中所示。

故本题给出两种可能的答案（不同的W投影），学会画这种严格的投影分析能力是必须的。

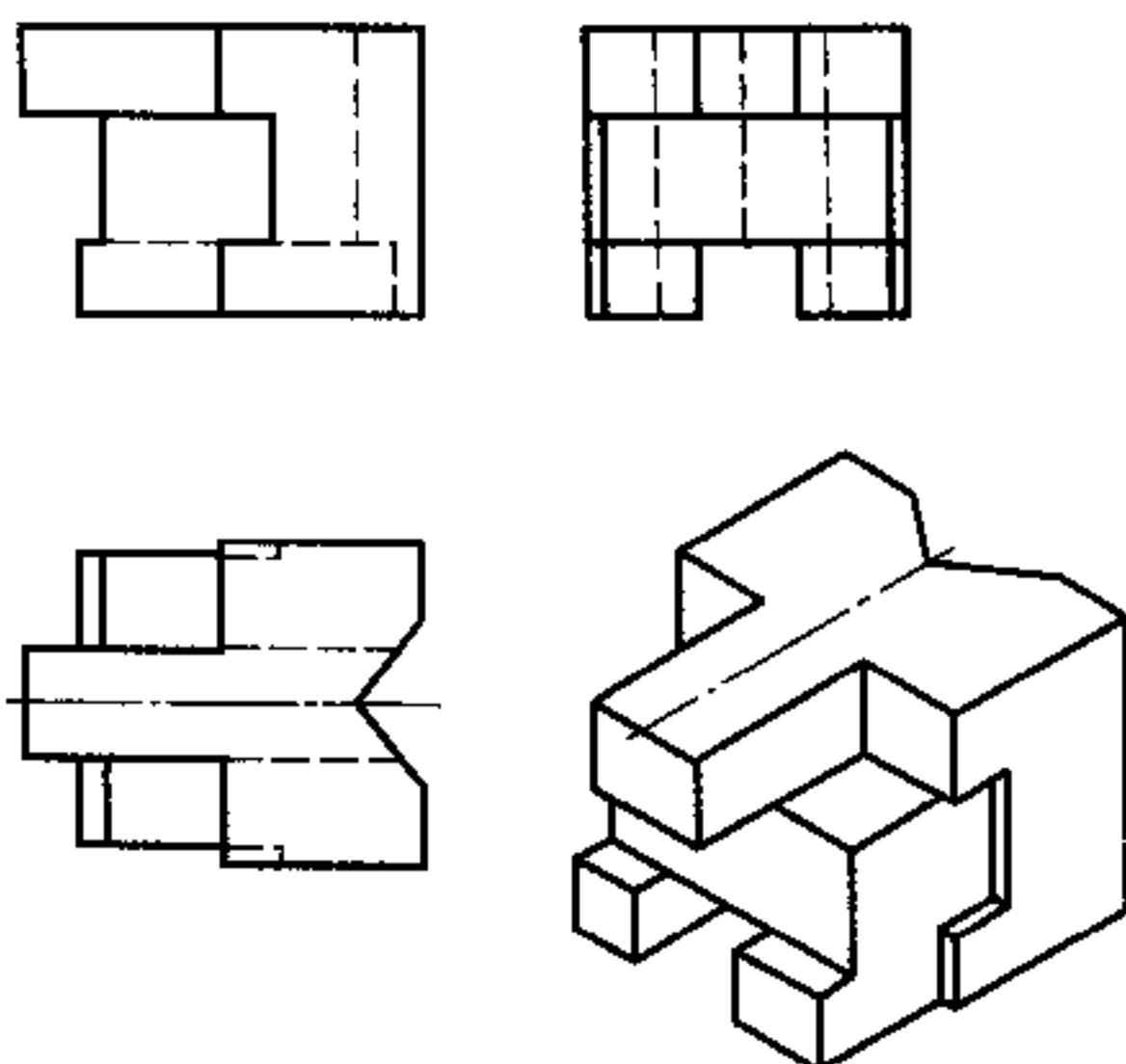
22. 求 W 投影。(P37)



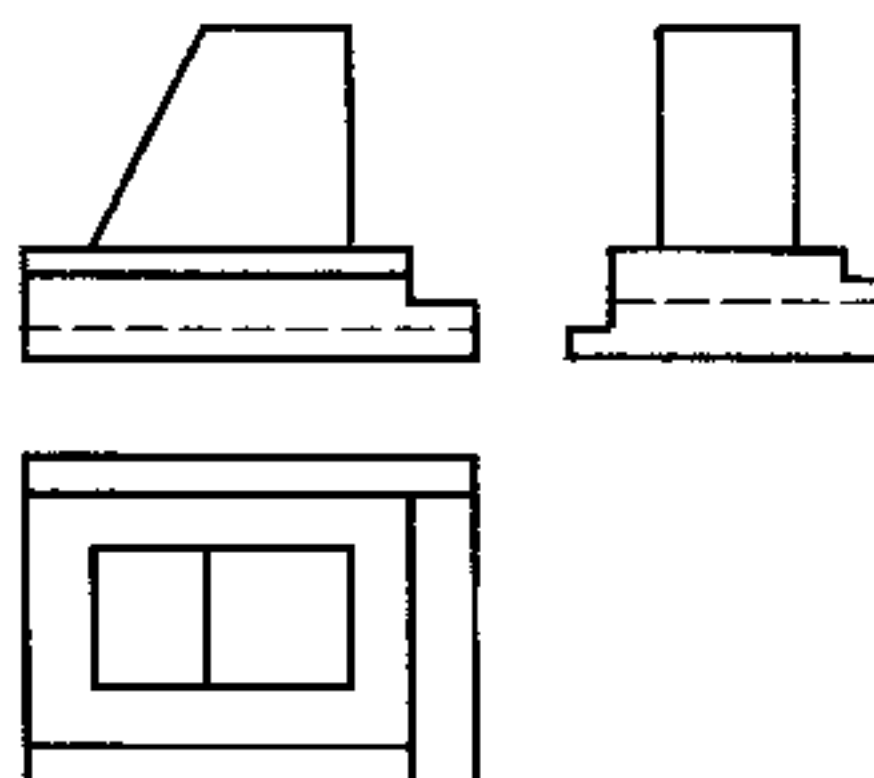
23. 求 H 投影。(P37)



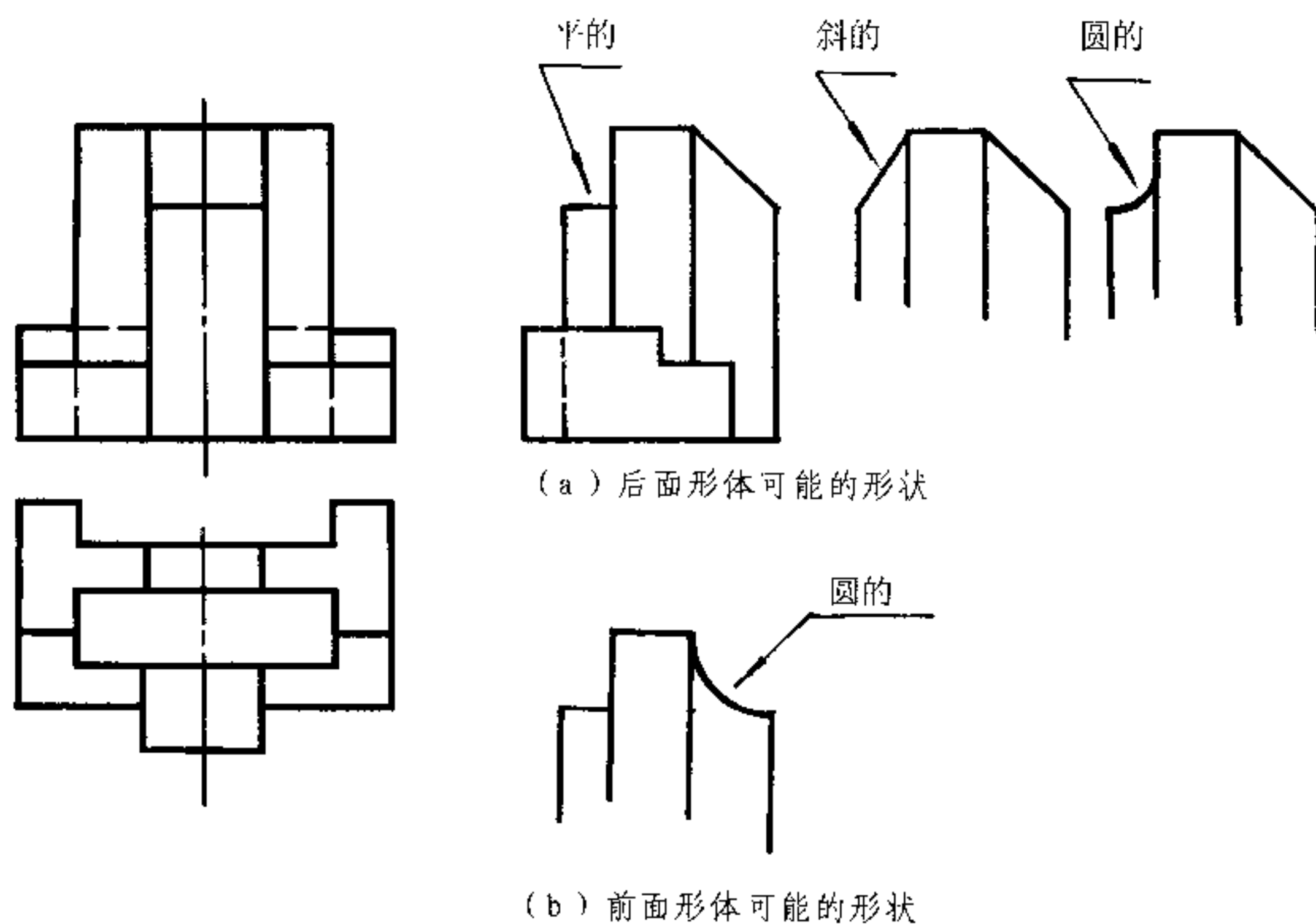
24. 求 W 投影。(P37)



25. 求 W 投影。(P37)

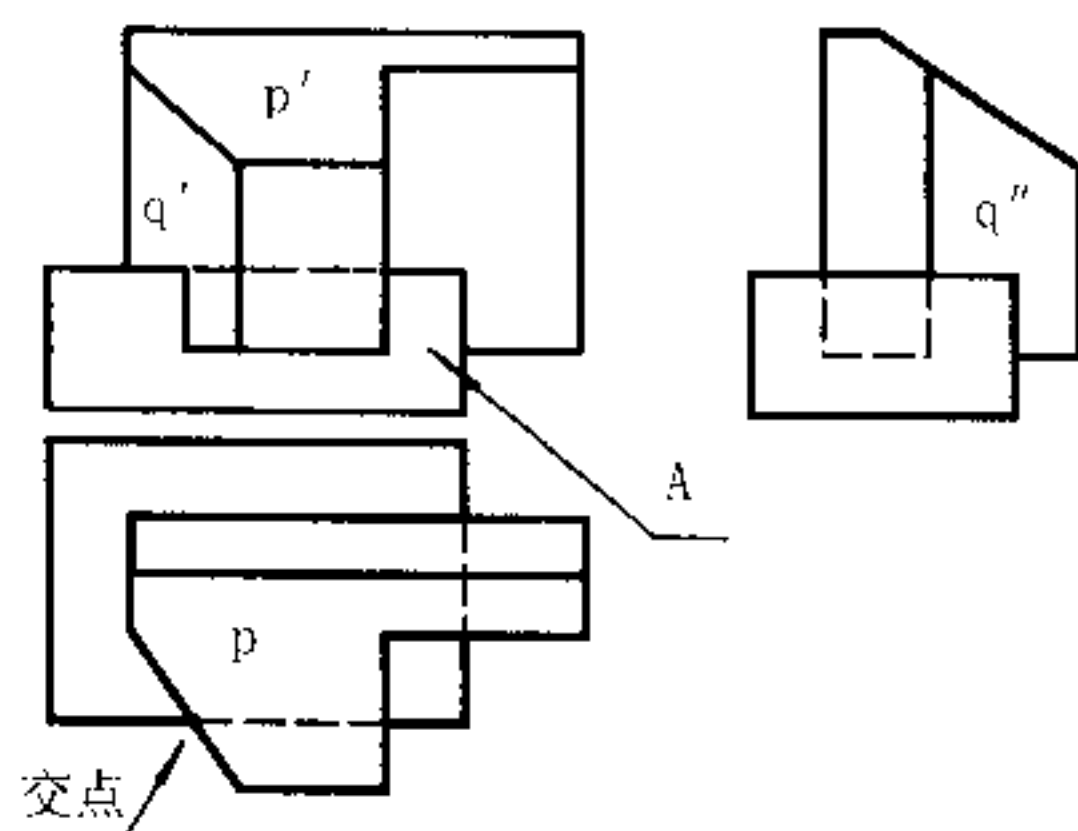


26. 求 W 投影。(P37)



本题由于前后形体重影，故可能有多种解释，后面形体可能有斜的平的和圆角等，如图(a)，前面形体可能有斜的，或圆角等。如图(a)和(b)所示，但它不能是平的。

27. 求 V 投影。(P37)



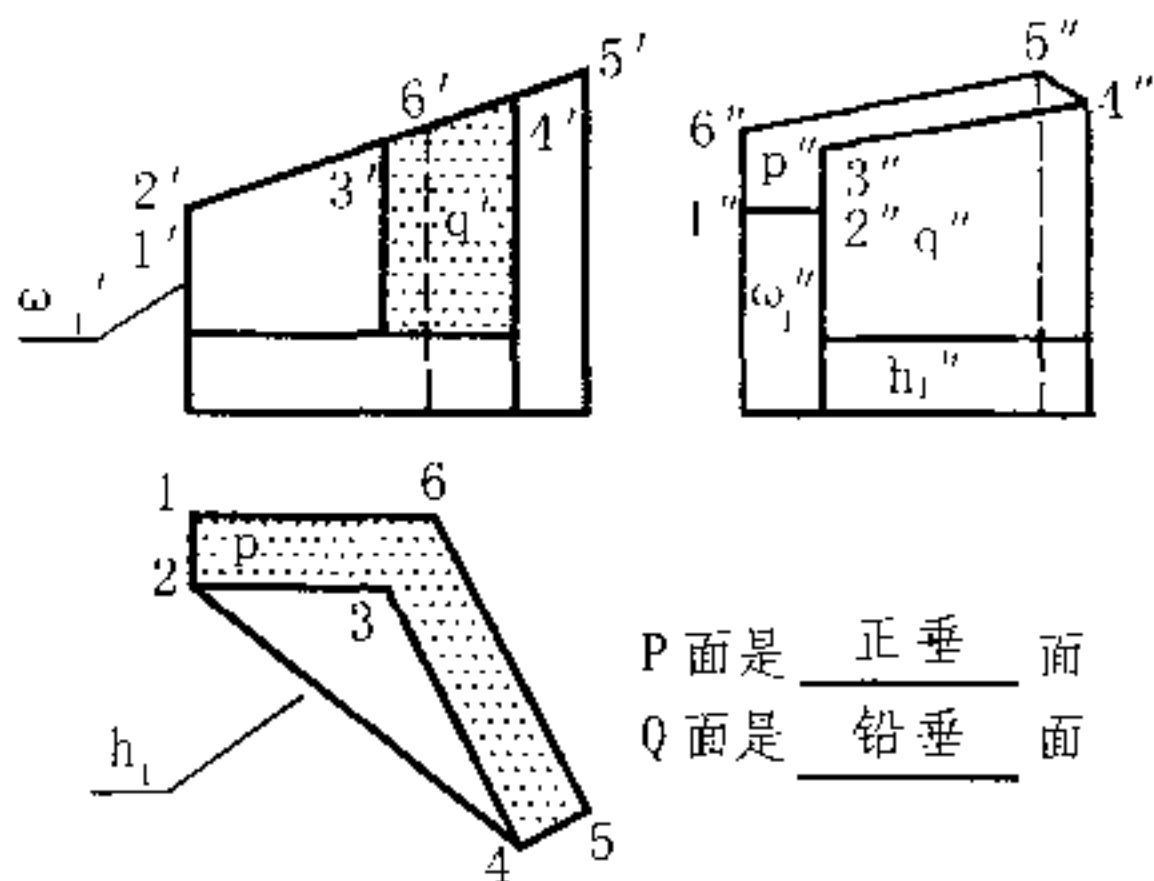
此题仍为两形体互贯，求 V 投影时需注意：

1. V 投影中 p' 要与水平投影 p 亲似。
2. 注意水平投影交点，即两平面交线，所以 q' 要与 W 投影的 q'' 亲似。
3. 由于是互贯，所以 A 处不能连线。
4. 不要忘记画水平面后面部分的虚线。

相交问题(三)——平面与平面立体相交

5. 求下列立体被平面切割(平面与立体交线)后的第三投影。(P38)

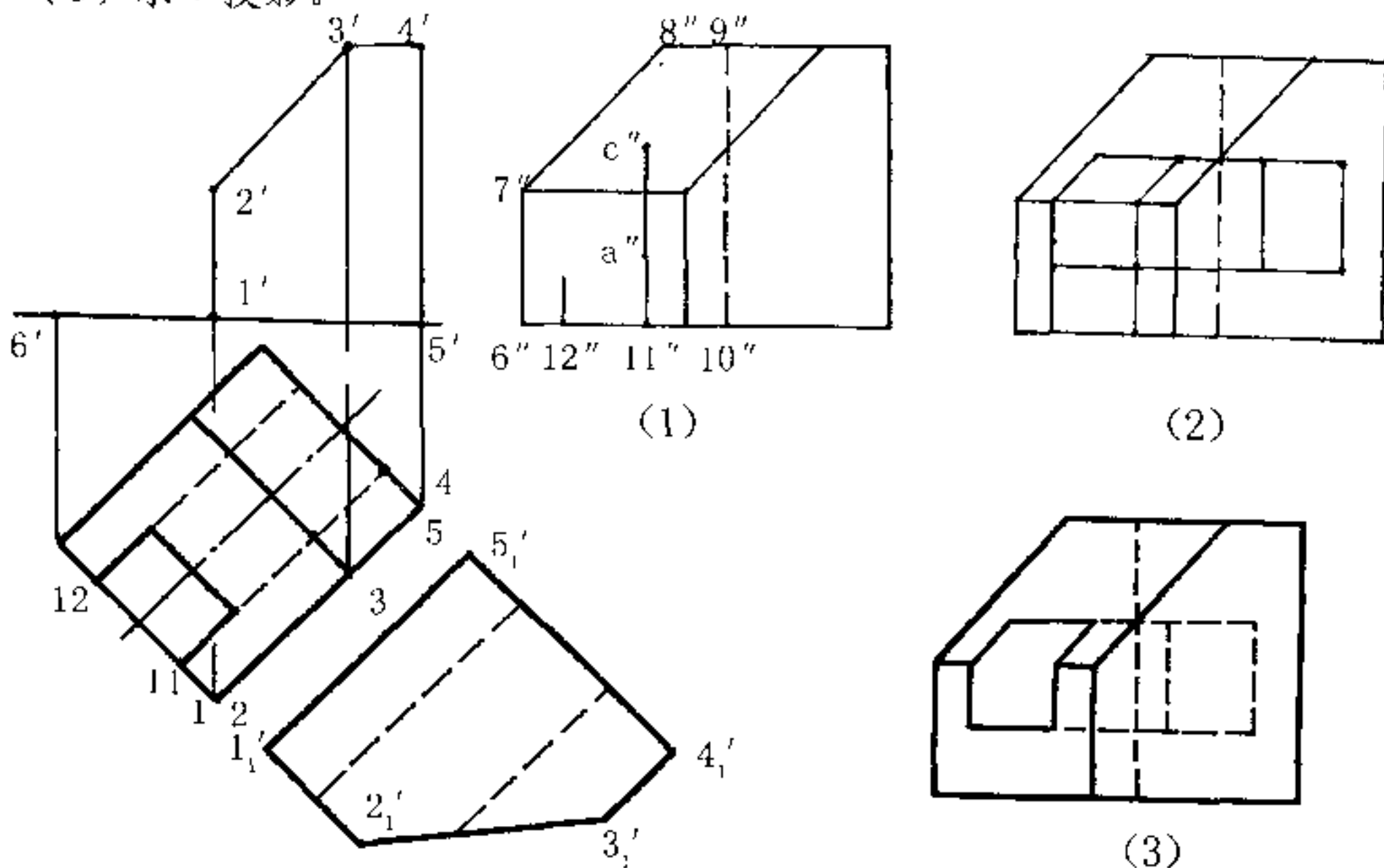
(a) 求W投影。



读图后可得出结论,从侧投影能看出4个平面,即侧平面 W_1 、铅垂面 H_1 、P(正垂面)和Q(铅垂面)。

画图可先画 ω_1'' ,再画 h_1'' ,在画 p'' 时,可先将其图形进行编号即1~6,然后由两个投影求第三个投影,这是很容易作到的,但是由于投影误差,应特别注意直线3-4应平行于5-6,将点4向下连线,即 q'' 正形成,最后还应注意过点5垂直的下画一虚线表示后面的棱线不可见。

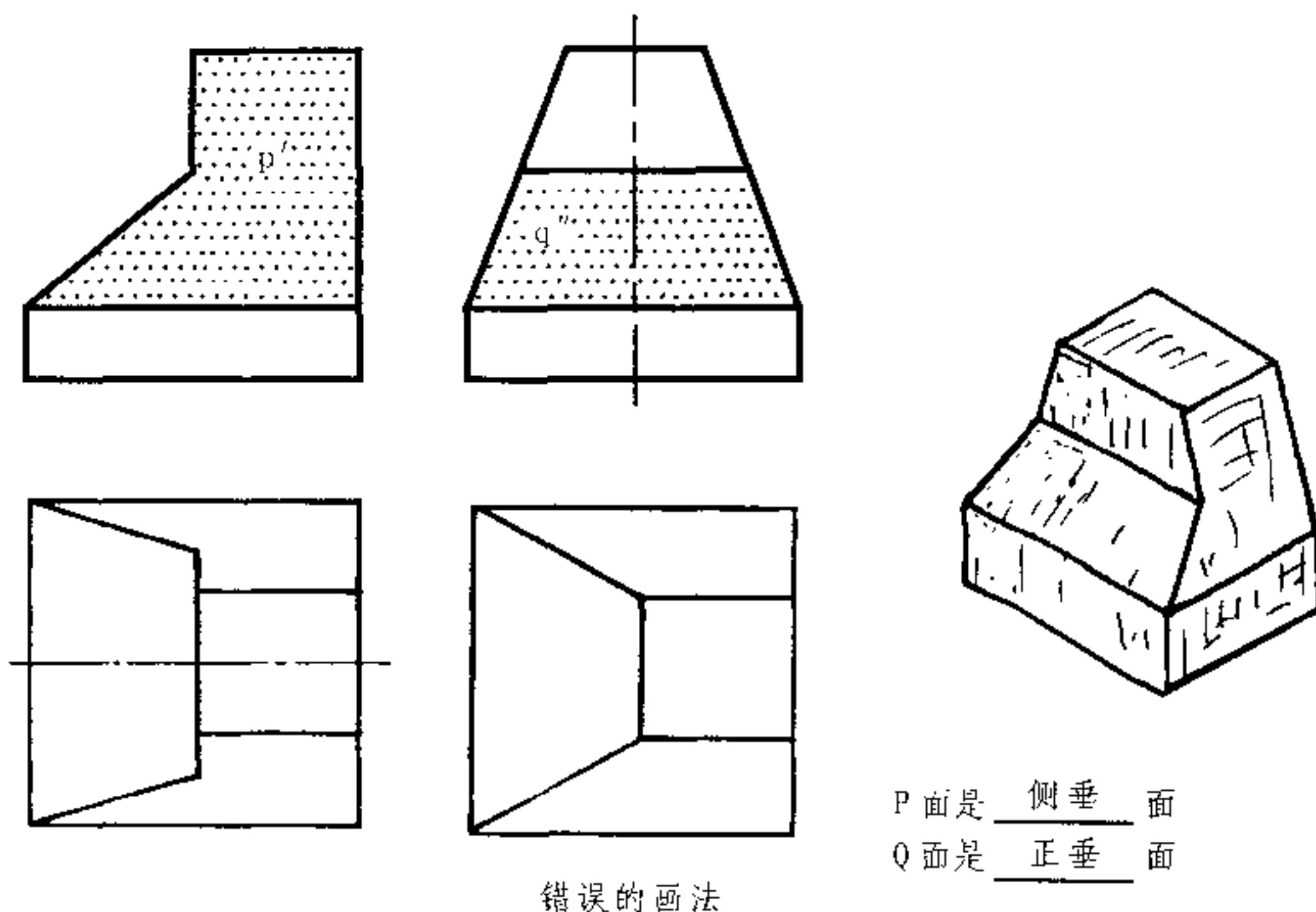
(b) 求V投影。



本题为一个五棱柱,中间穿一个方洞孔,已知换面 V_1 后的真形,欲求其V投影,作题的思路是利用平行性。

- 将立体的前平面的五个点1、2、3、4、5画出,由 V_1 和H,求得V,如图(1)所示
- 将后平面的第一个点6的投影画出,然后利用平行性画出6、7、8、9、10
- 为了画出中间的方孔,先将方孔前、后平面的位置11、12投影画出来,如图(1)所示,再量取方孔的最低位置 a' 和最高位置 c' 画出来,如图(1)所示
- 利用平行性,结合H和 V_1 投影,将方孔的前平面画出来,如图(2)所示
- 利用平行性,由12开始,画出方孔的后平面,如图(2)所示
- 擦去作图线,并判断可见性,将图形描粗,不可见用虚线表示,如图(3)所示

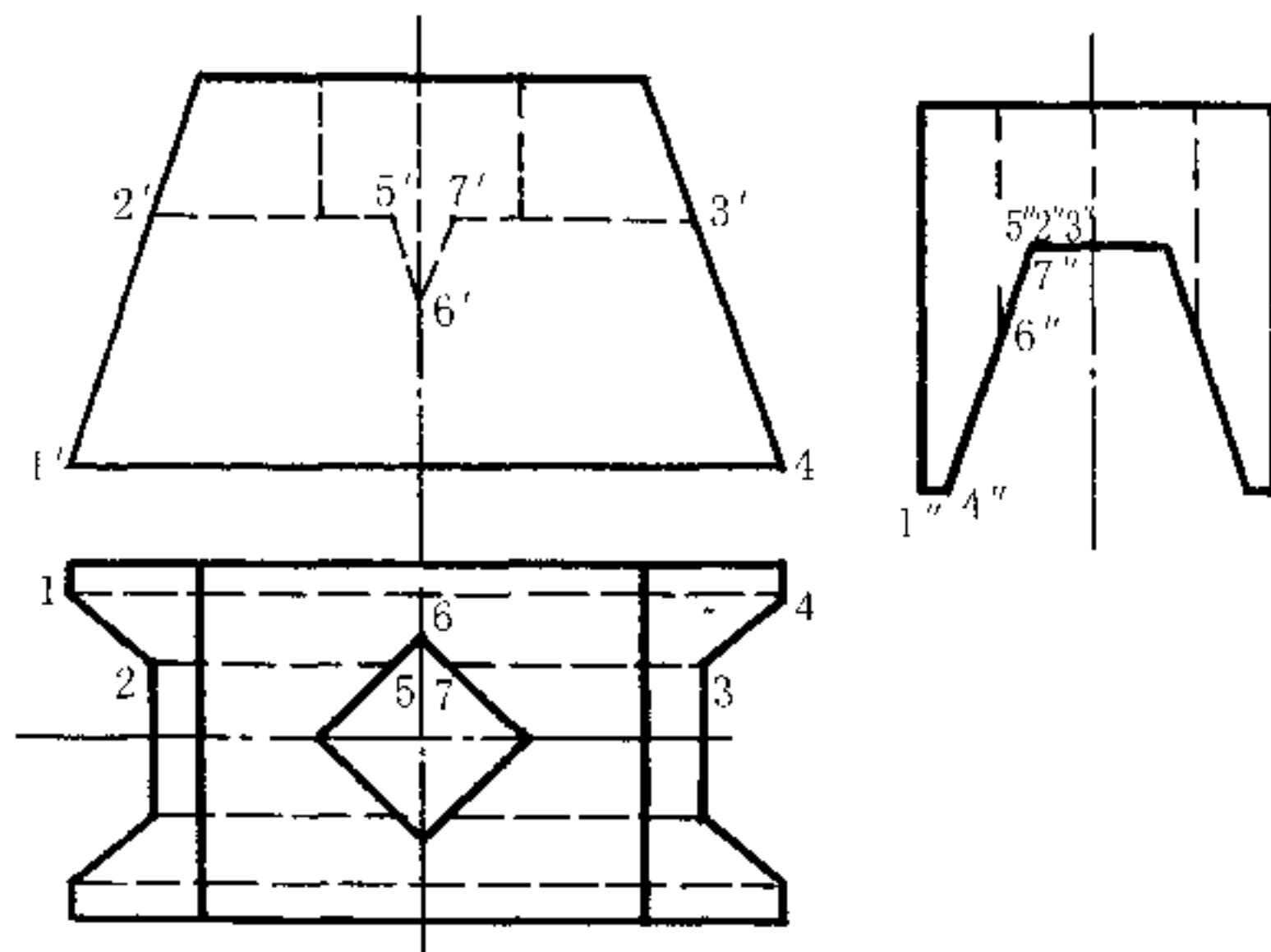
(c) 求 H 投影。



本题前后对称、只要注意一下 P 面和 Q 面（因为都是垂直面）投影的亲似性，就能画出正确解答，右下图为错误画法，显然少画了一个点，破坏了投影的亲似性，因而是错误的。所以亲似性可作检查投影正确与否的一个有效手段。

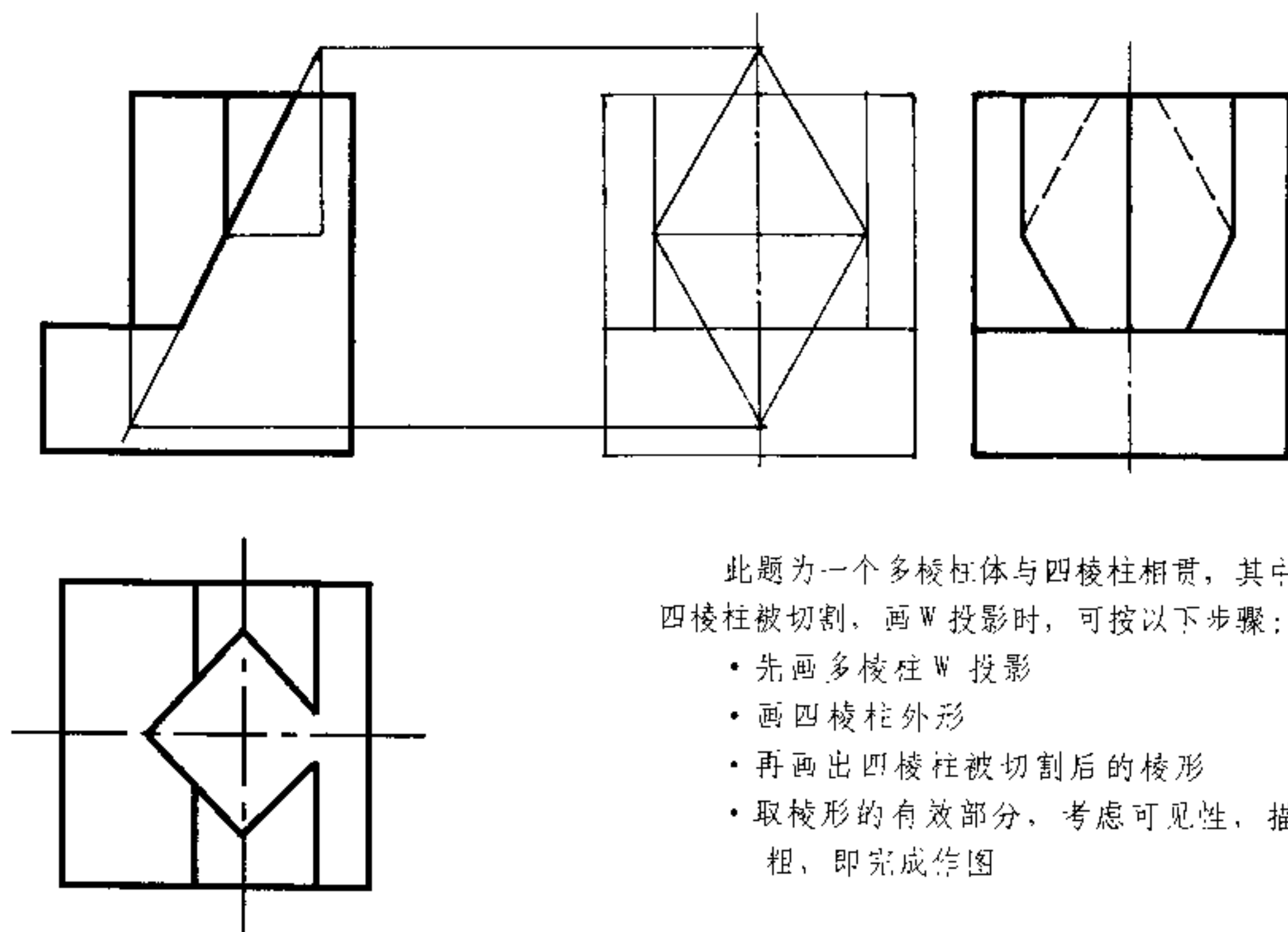
6. 求下面各题的第三个投影（立体与立体交线）。(P38)

(a) 完成 V 投影。

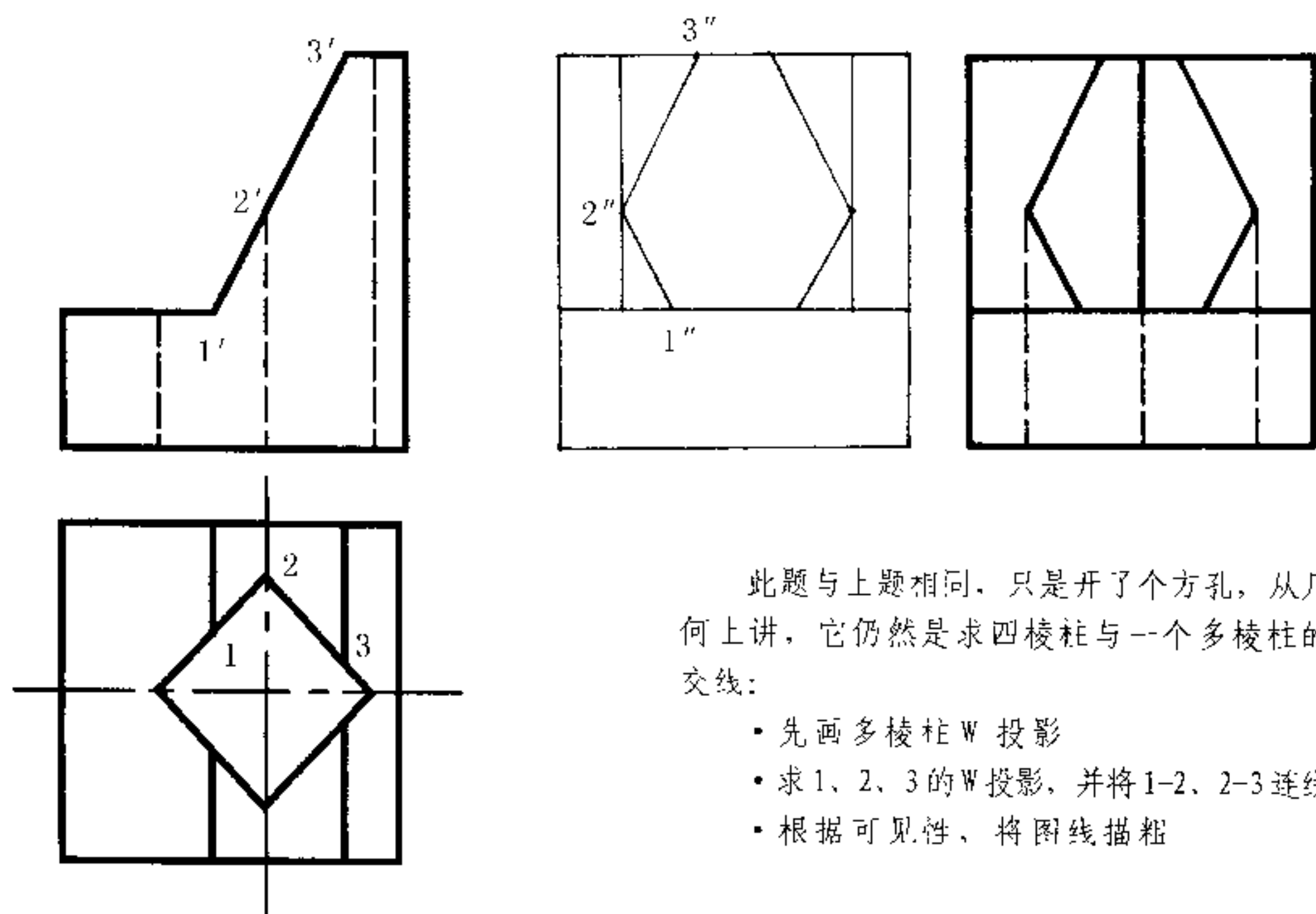


本题解答说明可参看例 G-5。

(b) 求W投影。

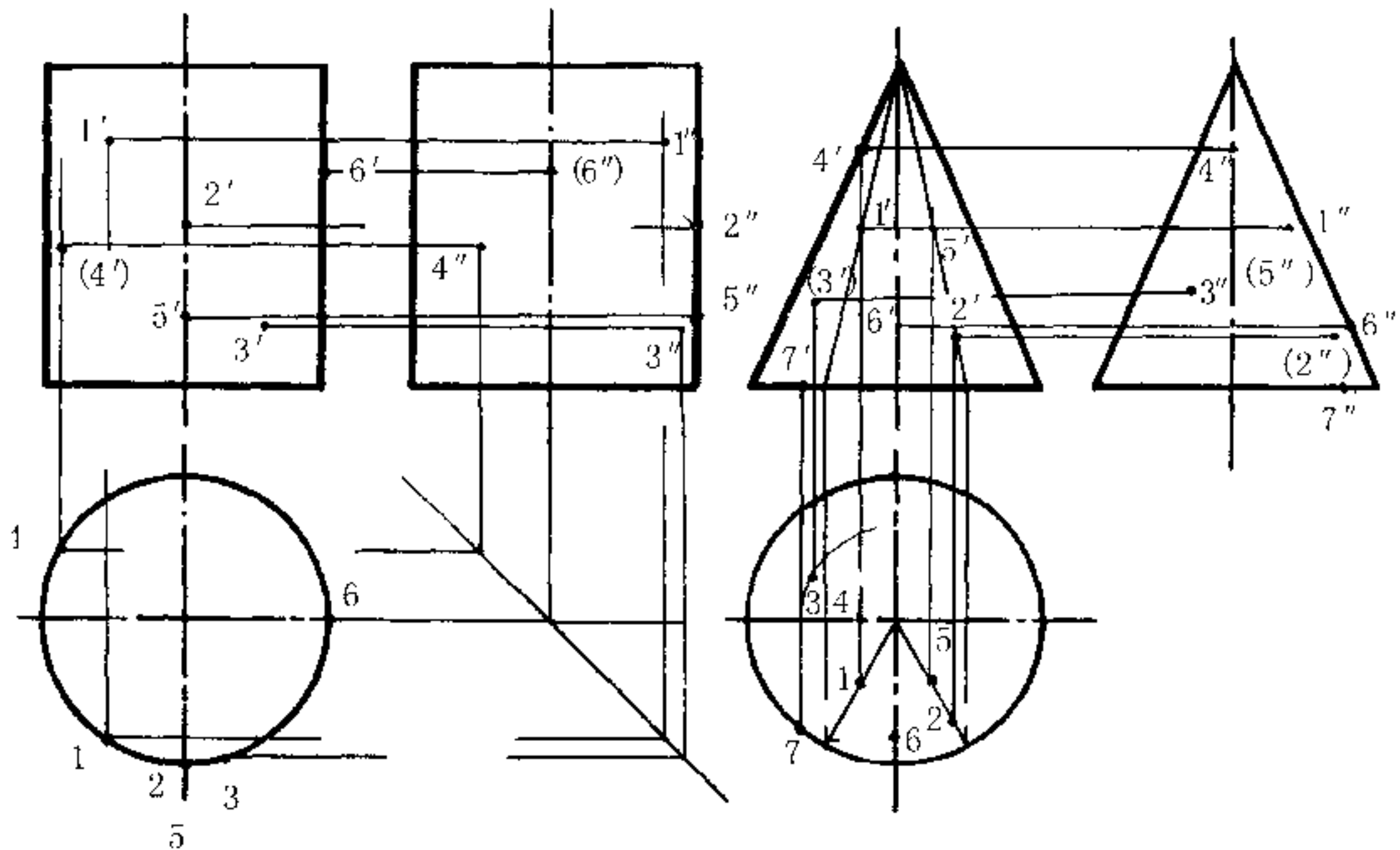


(c) 求W投影。



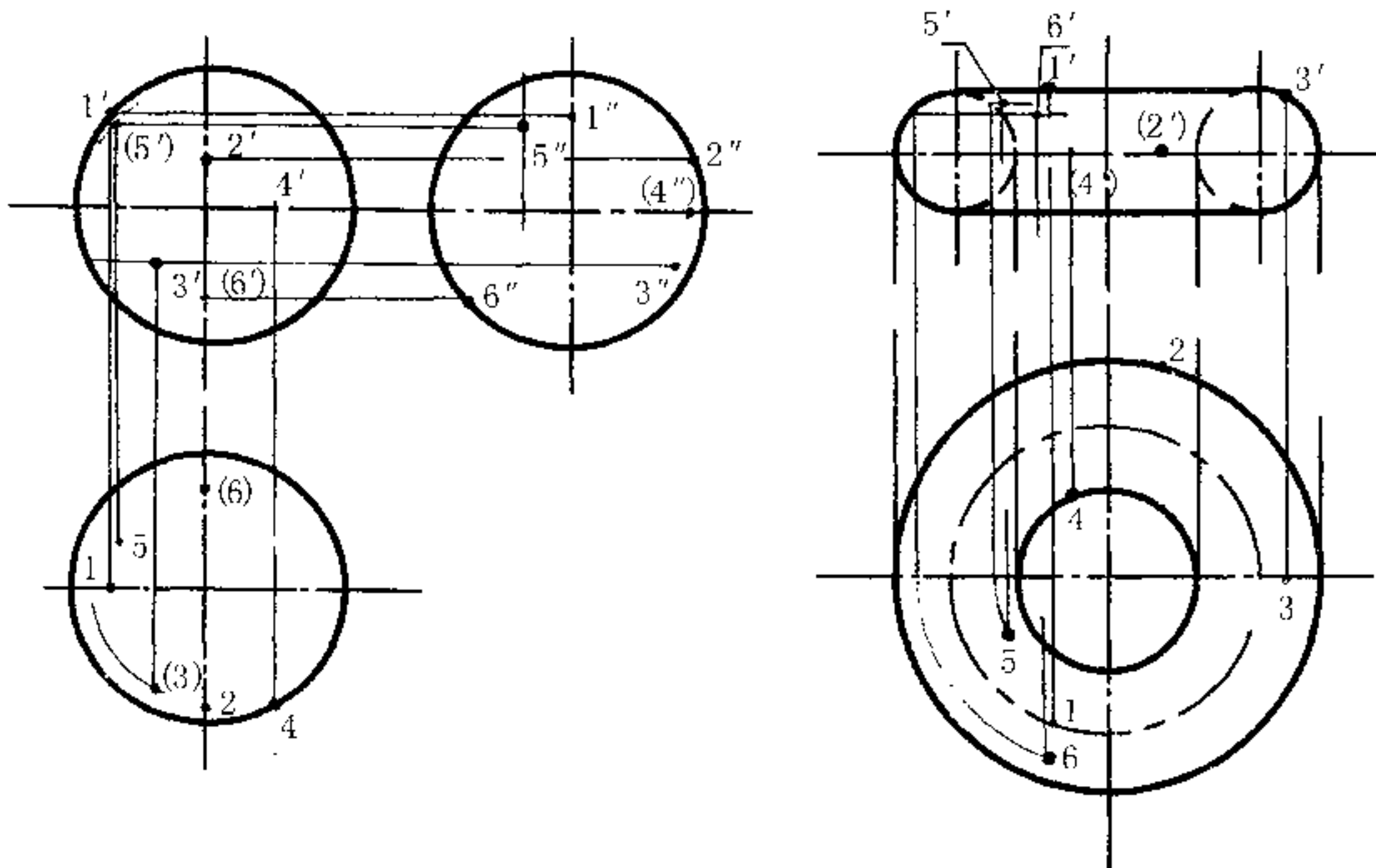
基本几何体(二)

7. 求各点的另两个投影(不可见点的投影符号用括号表示)。(P39)

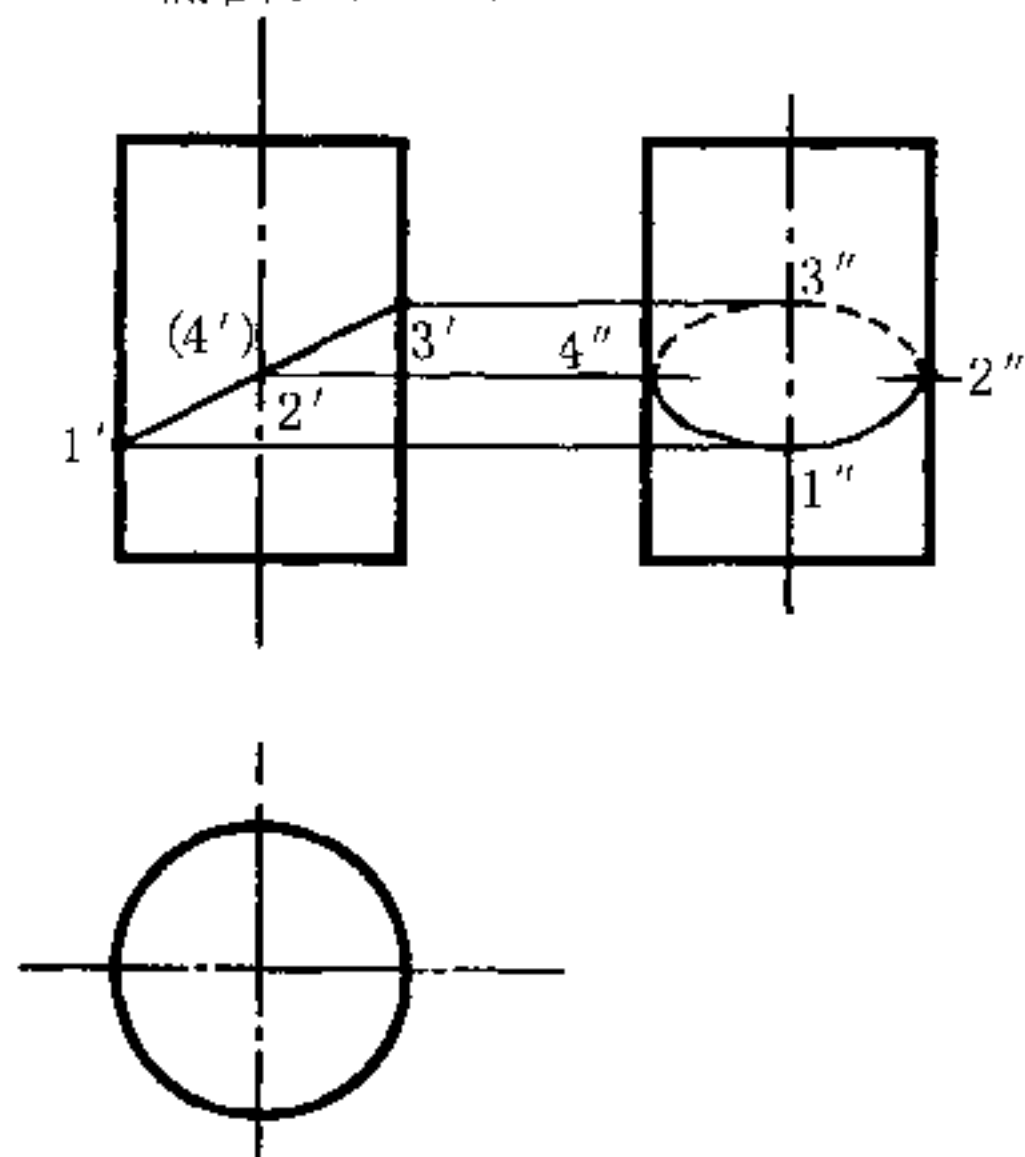


8. 求出各点的另两个投影。(P39)

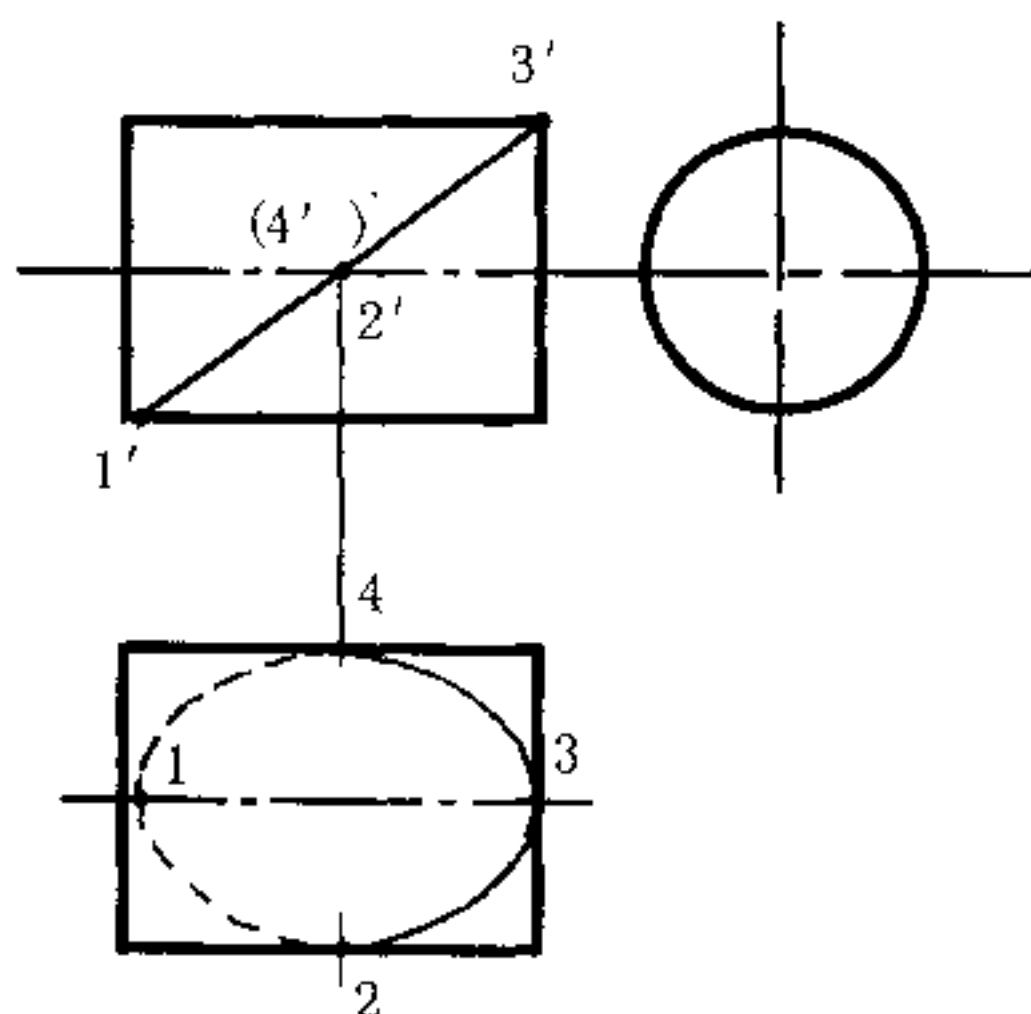
9. 求出各点的另一个投影。(P39)



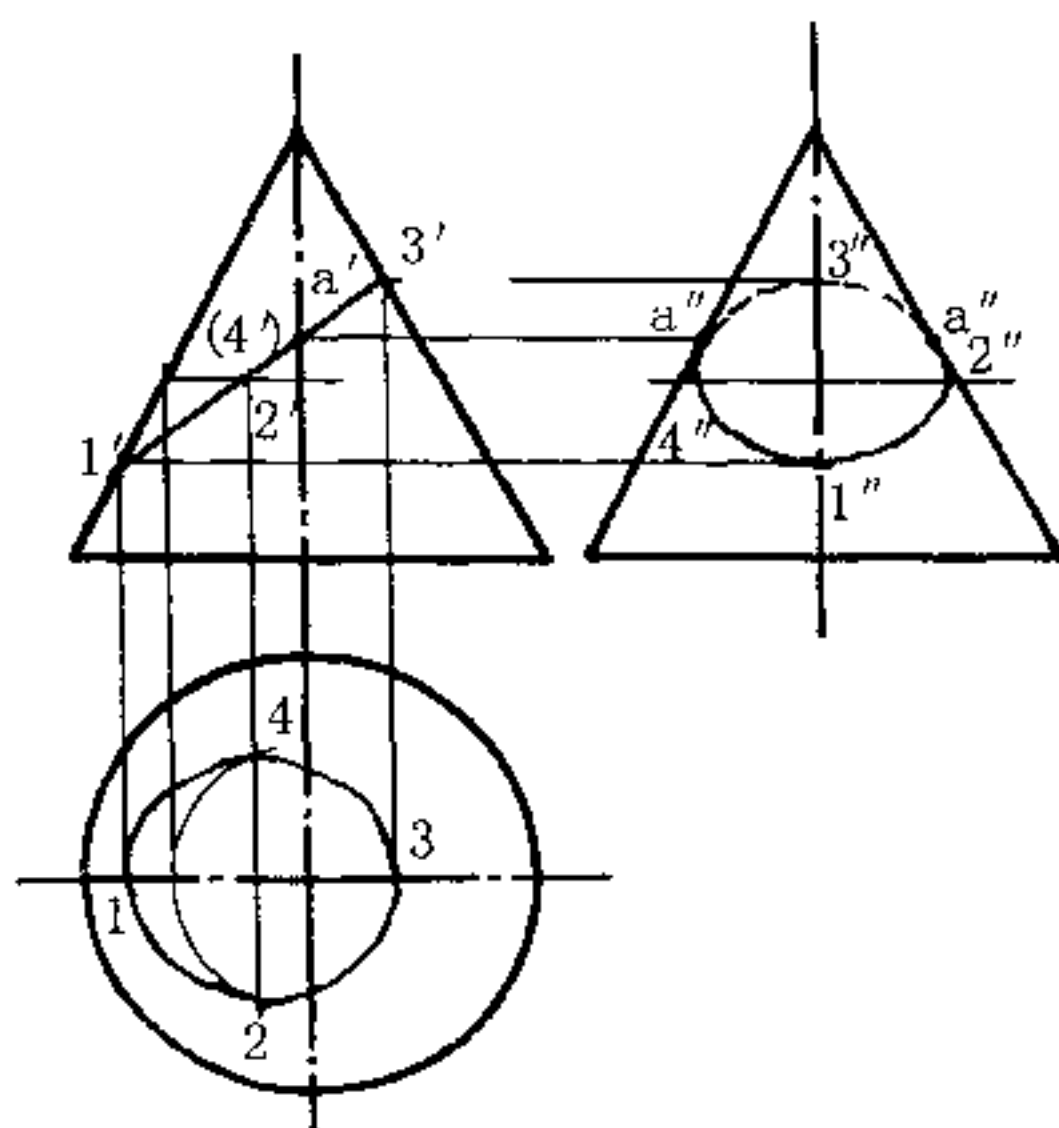
10. 求 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 各点的 W 投影，并以 $2''$ 、 $4''$ 为长轴，徒手画出椭圆。(P39)



11. 求 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 各点的 H 投影，并以 1 、 3 为长轴，徒手画出椭圆。(P39)

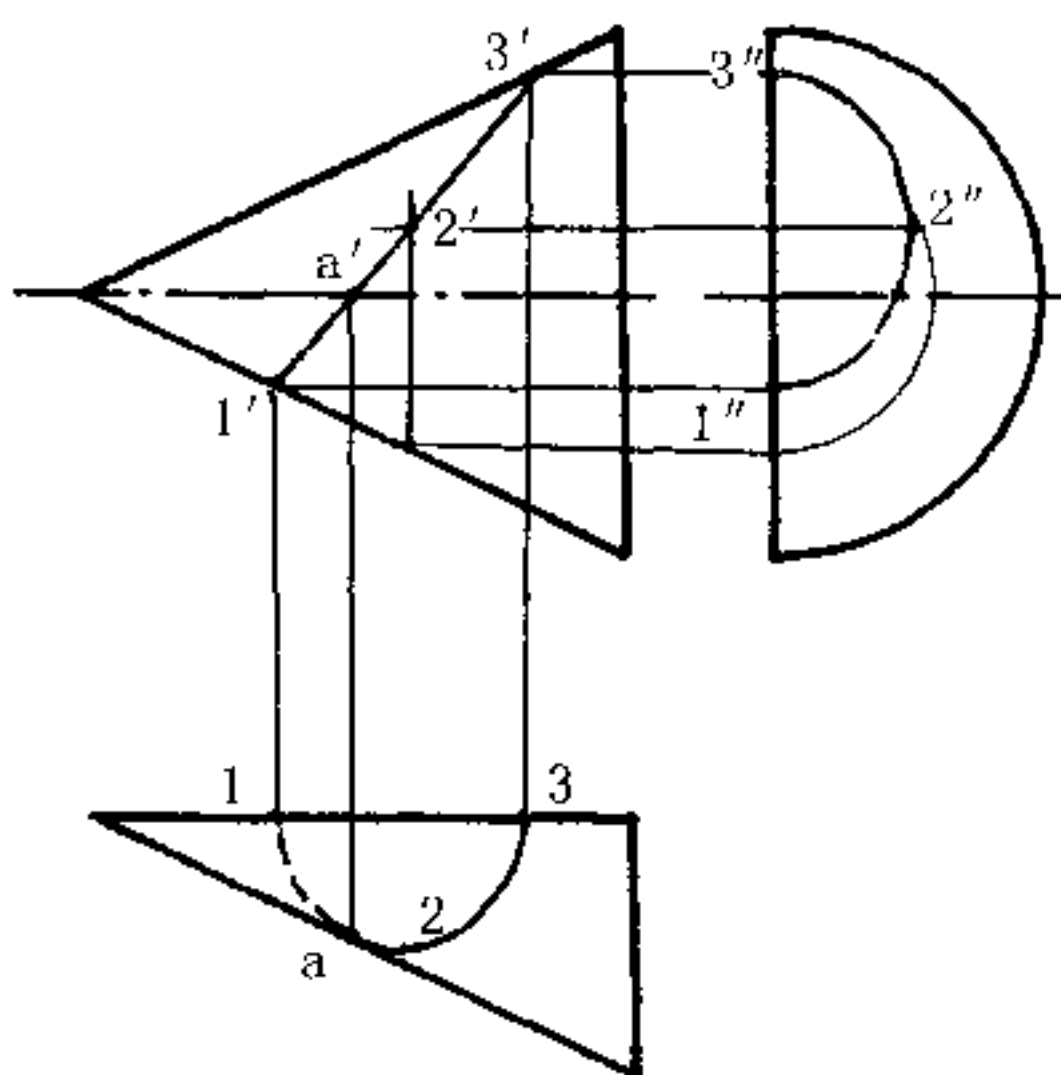


12. 求 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 各点的 H 和 W 投影，并将它们连成椭圆， $2'$ 、 $4'$ 为 $1'$ 、 $3'$ 的中点。(P39)



a'' 为椭圆与外形线相切的切点。

13. 题目要求与第12题相同。(P39)

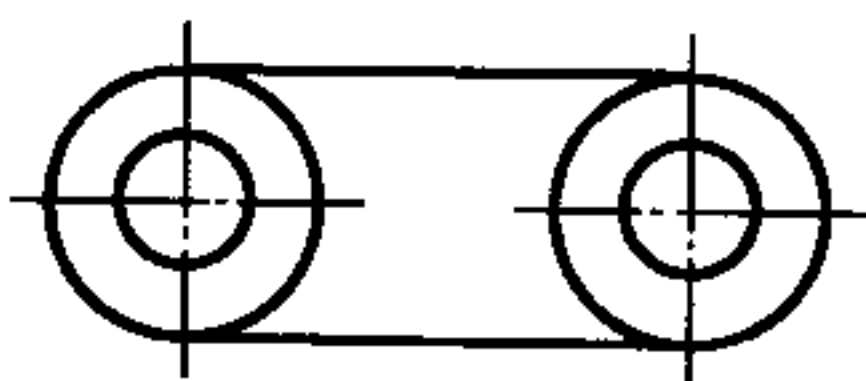
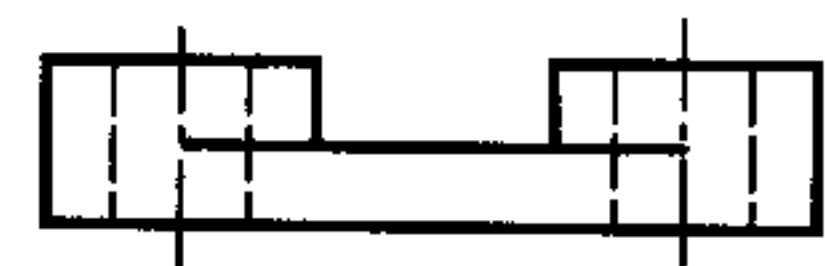


a 为椭圆与外形线的切点。

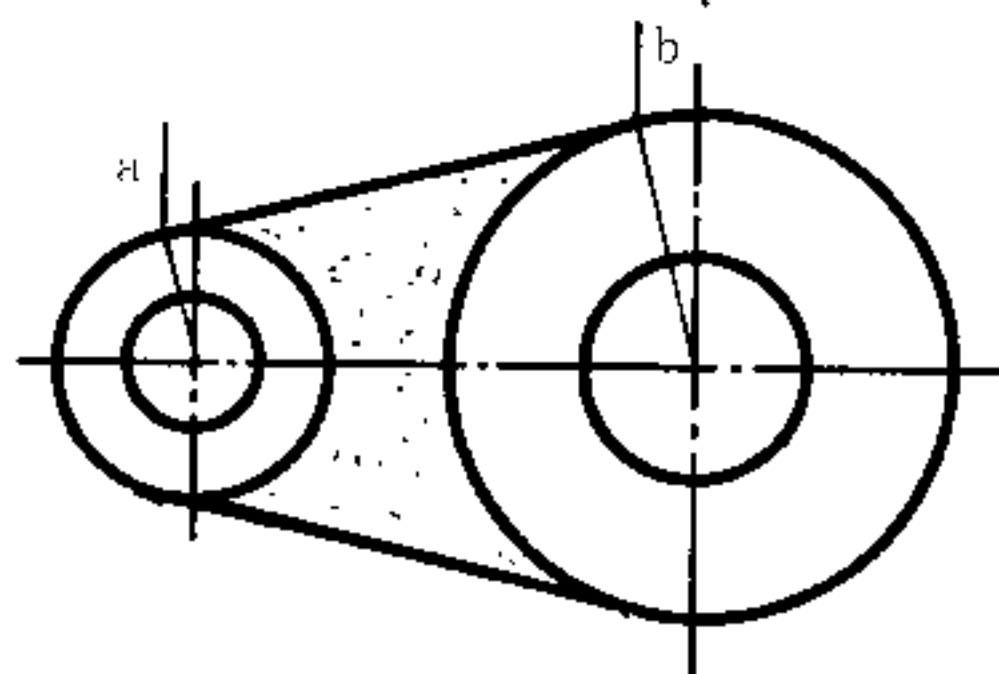
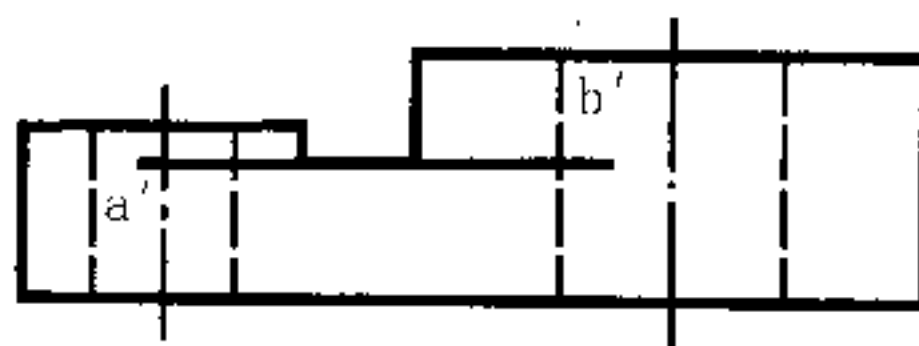
简单组合体

1. 补全 V 投影中所缺的线。(P40)

(a)

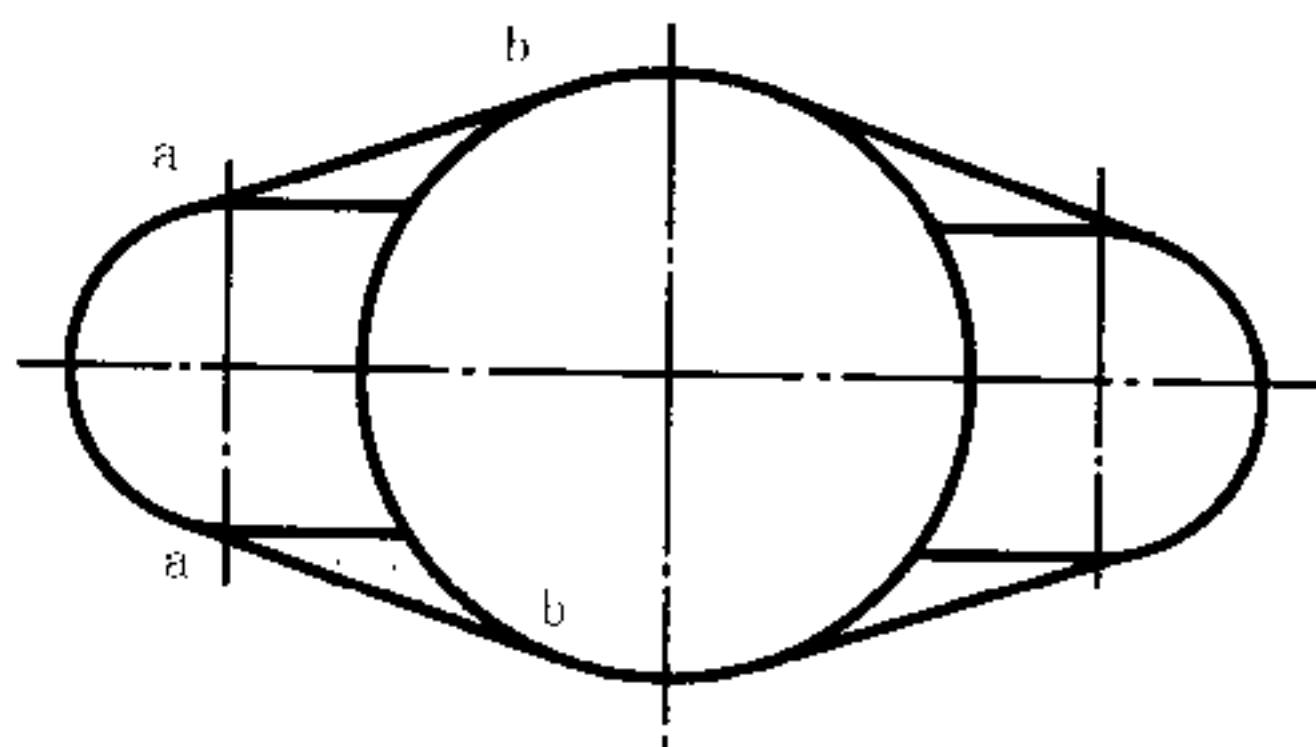
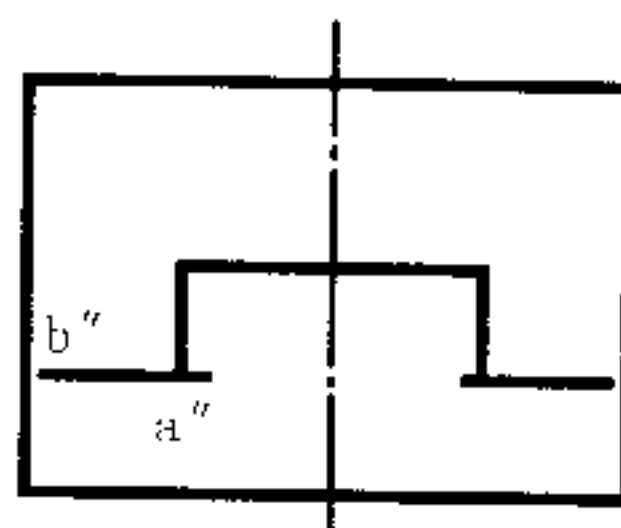
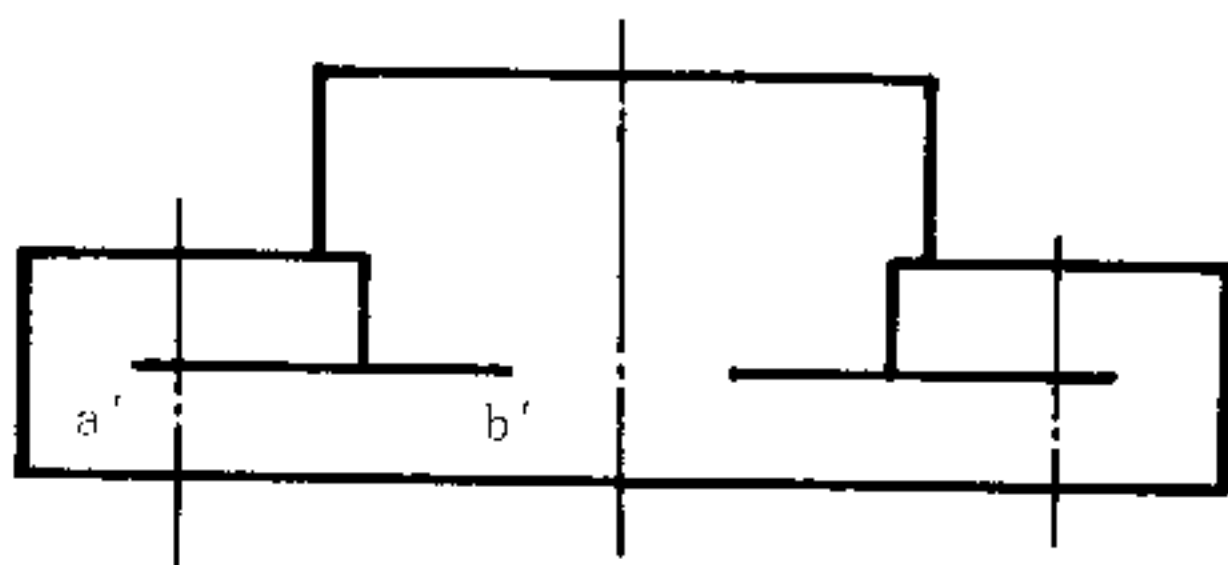


(b)



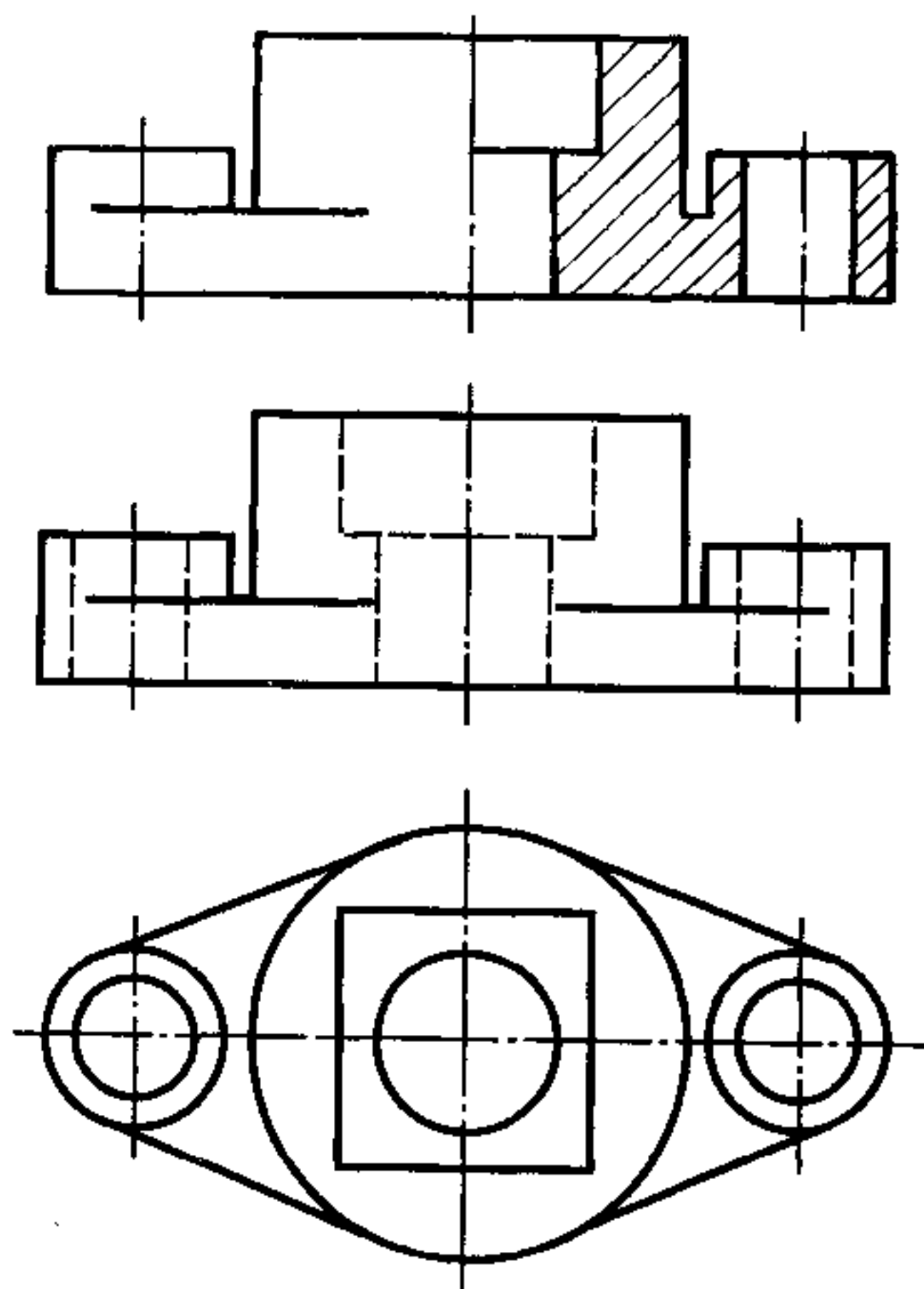
a、b 均为直线与圆的切点，a-b 的长度表示平面的长度范围。

2. 画出 V 投影。(P40)



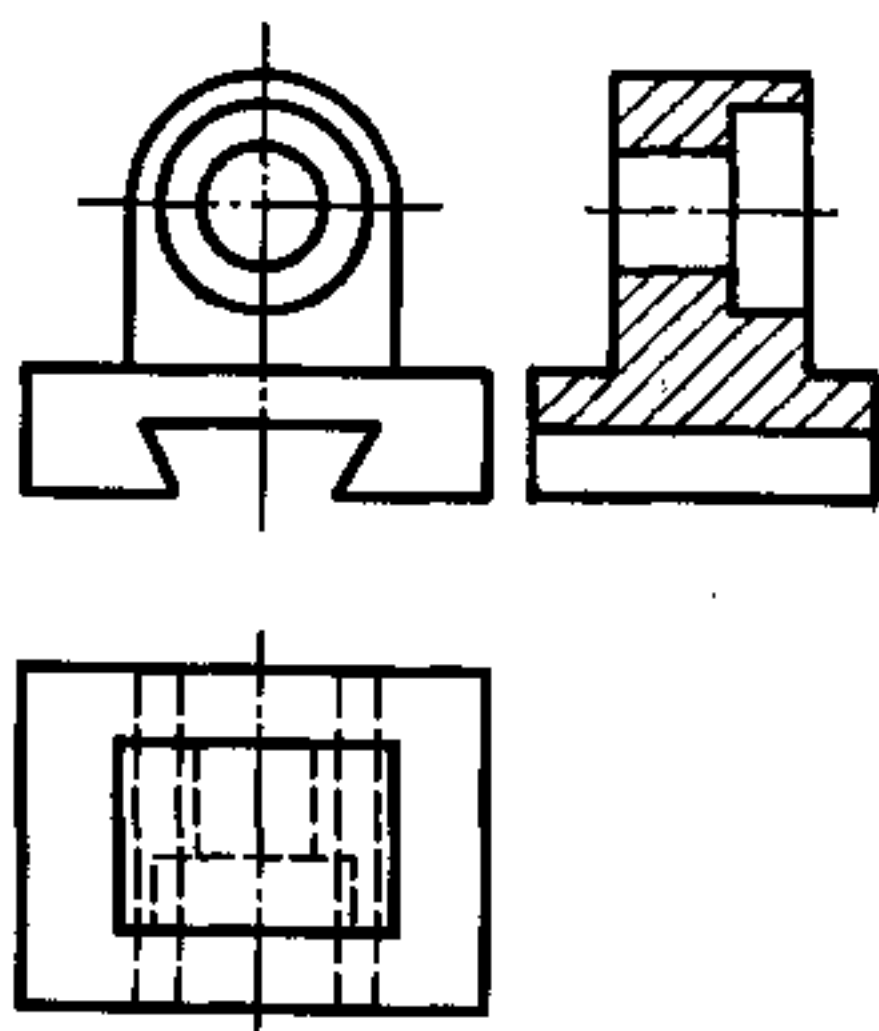
投影长度 a b 表示平面的长度范围。

3. 把主视图改画成半剖视图。(P40)

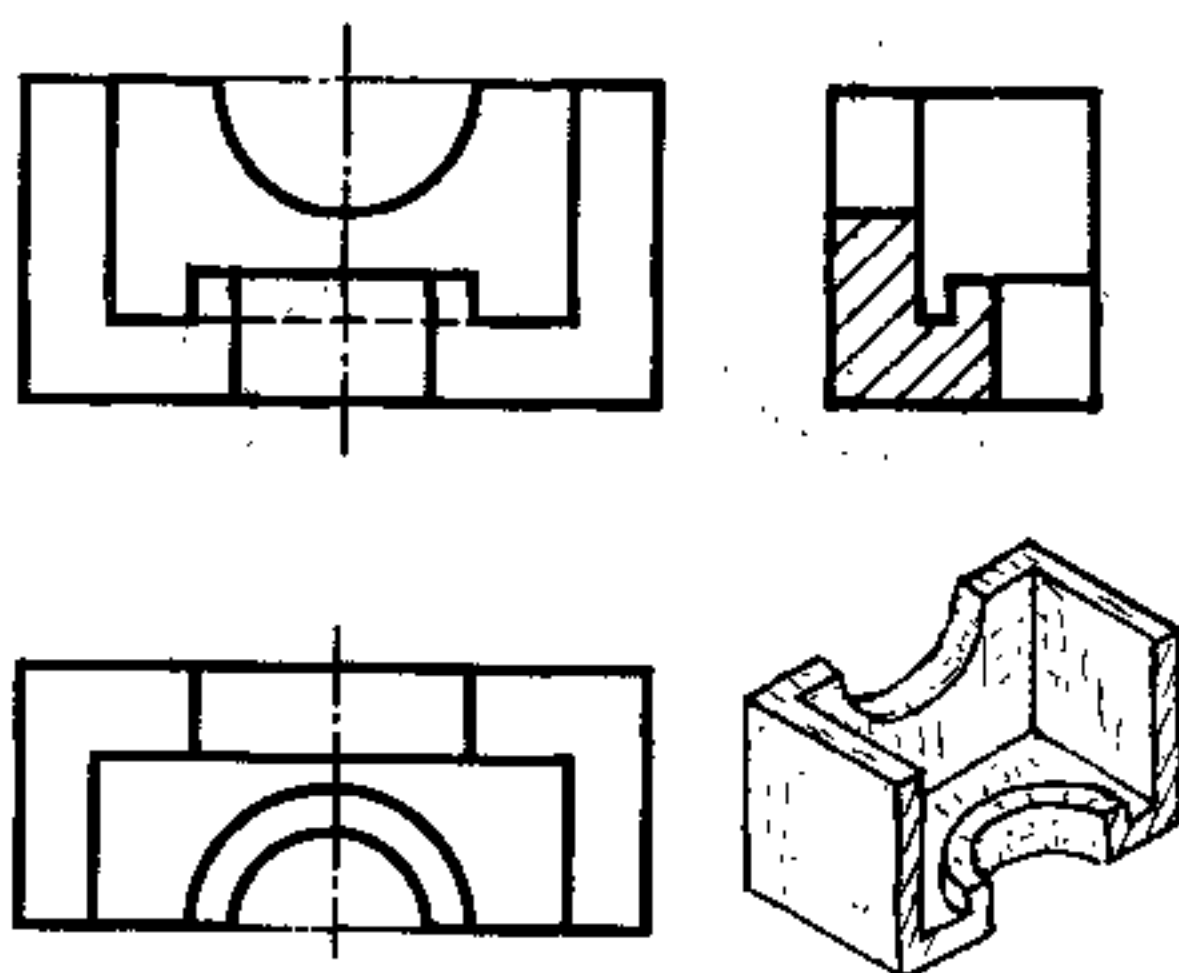


4. 在 W 投影上作出全剖视图。(P40)

(a)

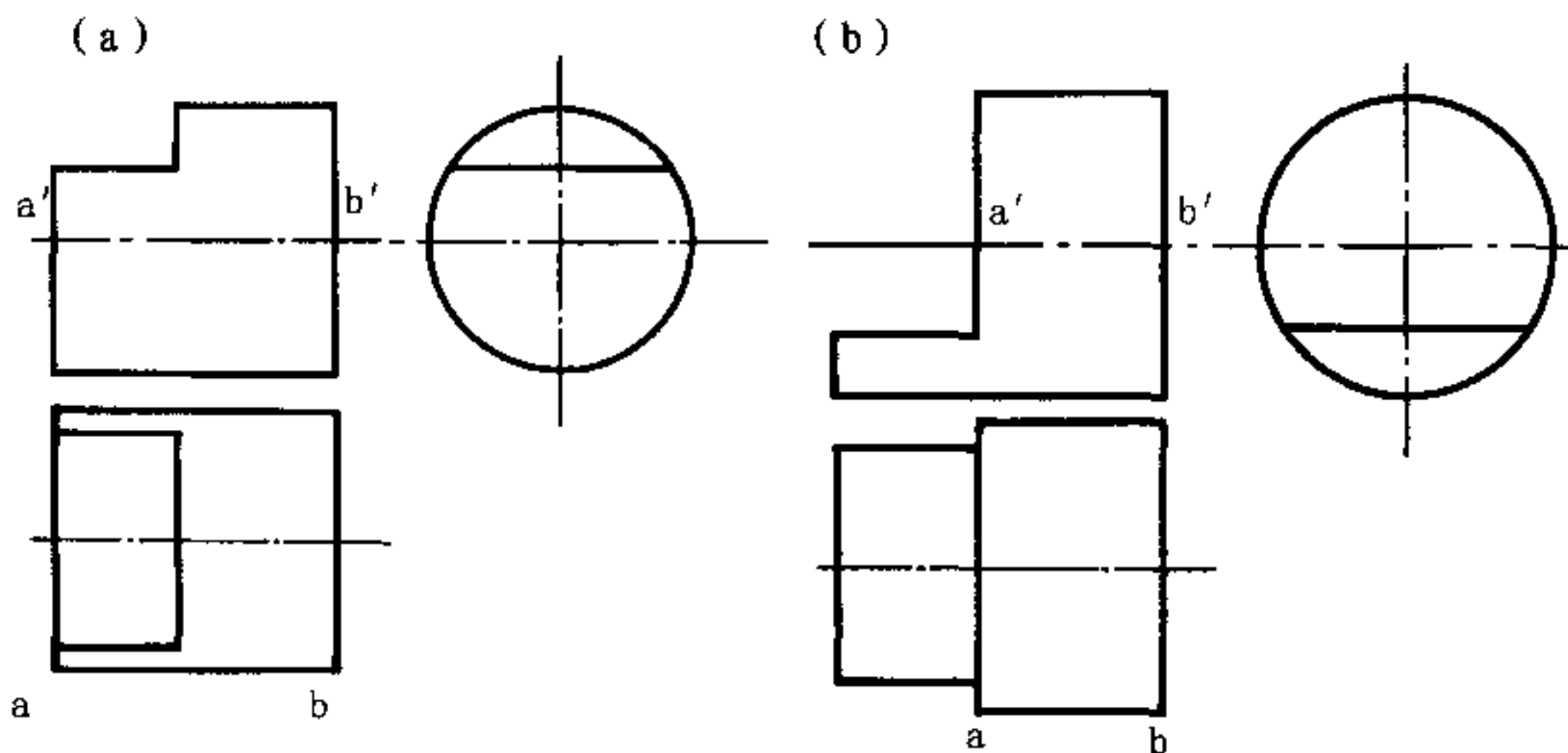


(b)



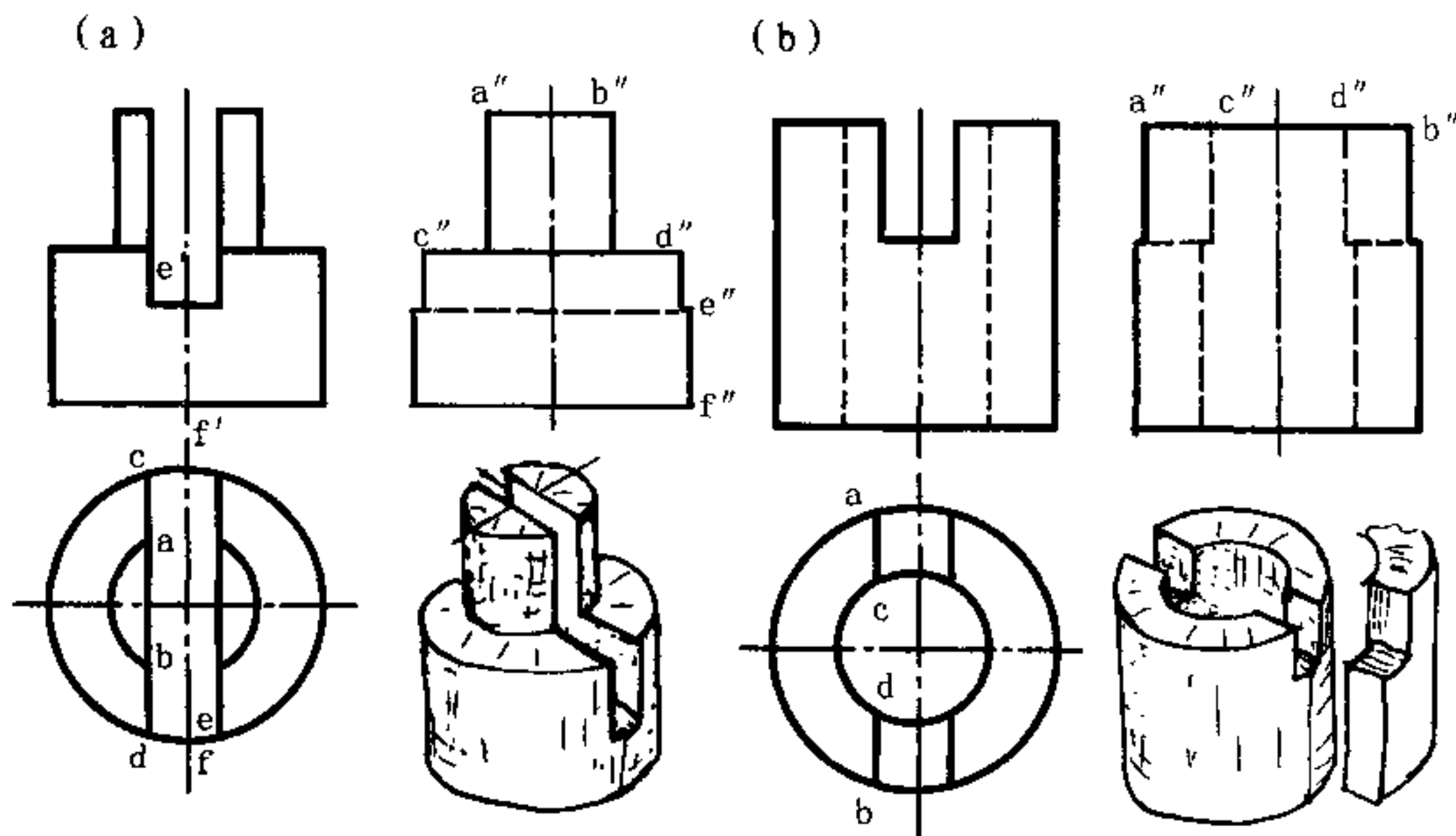
相交问题(四)——平面与曲面立体相交 I

7. 求 H 投影 (注意外形投影对应和亲似性)。(P41)



这两道题都是圆柱被平行于其轴线的平面切割, 切割后所得图形为矩形, 但是其差别是题(a)水平投影外形线 ab 仍存在, 而题(b)外形线已被切割只剩下 ab 部分。

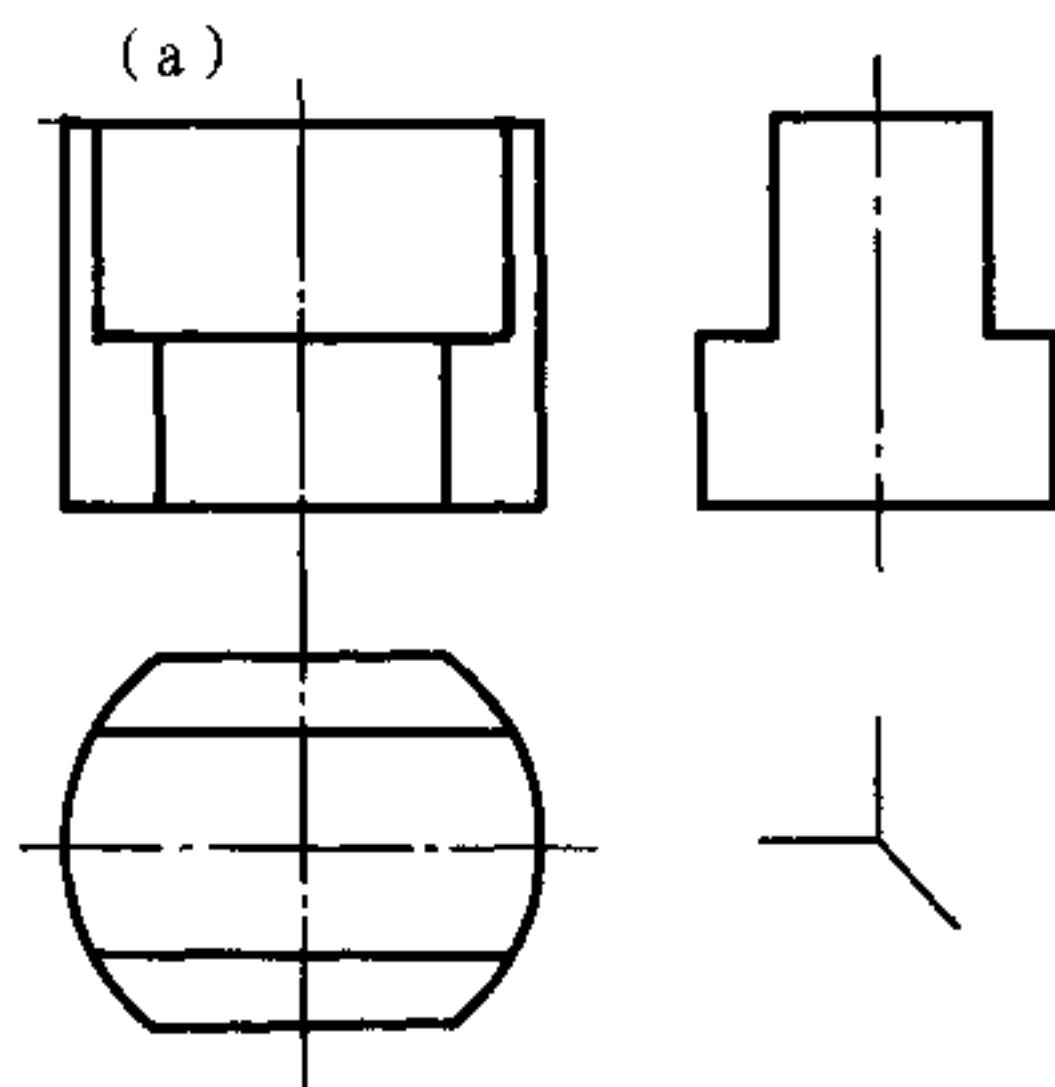
8. 求 W 投影 (注意外形投影对应和亲似性)。(P41)



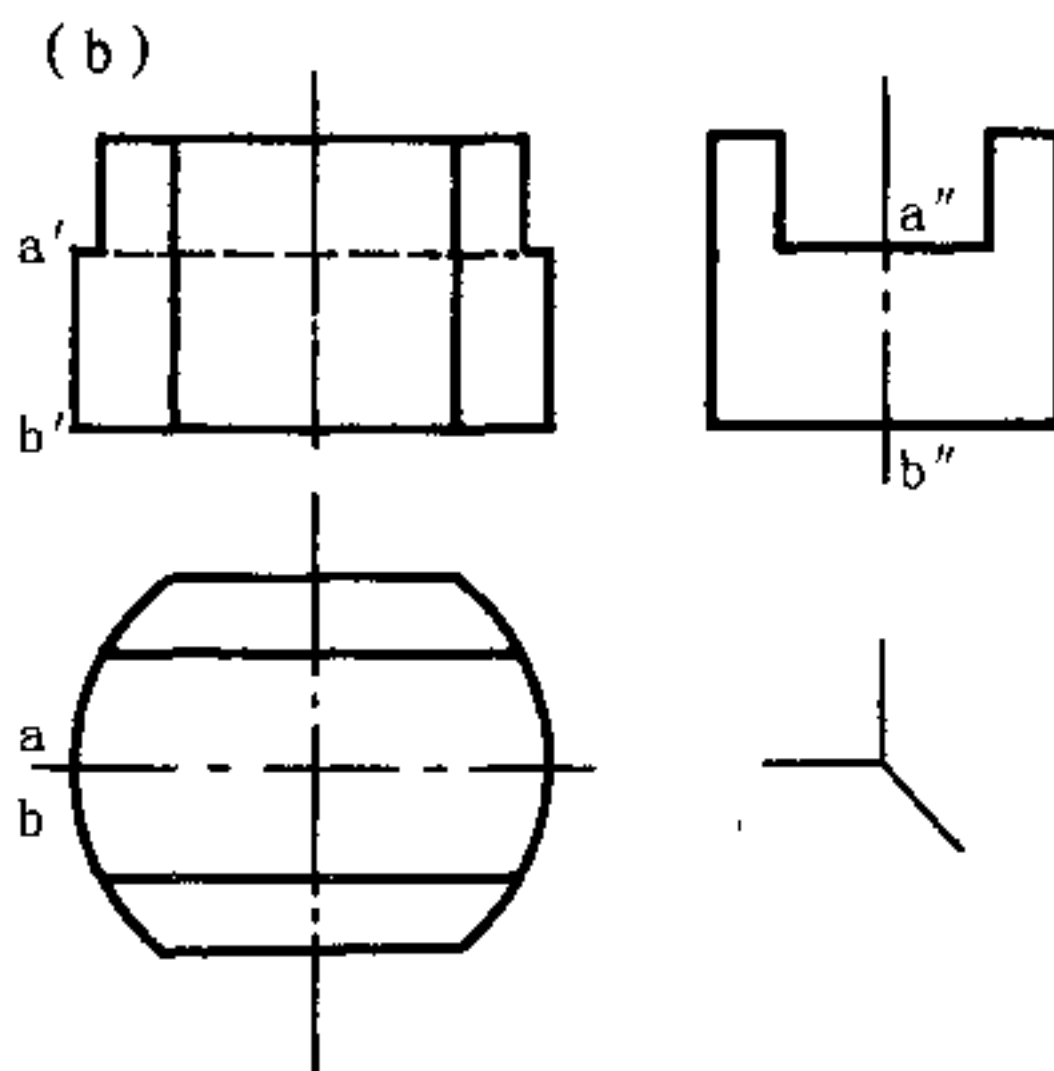
此题为圆柱中间开槽, 即被平面切割, 切割后分别得矩形平面 ab 和 cd , 即外形线退缩。W 投影外形线就剩下 $e''f''$, 上部已被切断, 注意槽的底面已看不见了, 用虚线表示。

与(a)题相同, 外形线均退缩成 ab 、 cd , 需注意的是里孔外形线也要退缩, 但表示槽底部的虚线应中间断开, 因为中间已是空的了。

9. 求 V 投影。(P41)



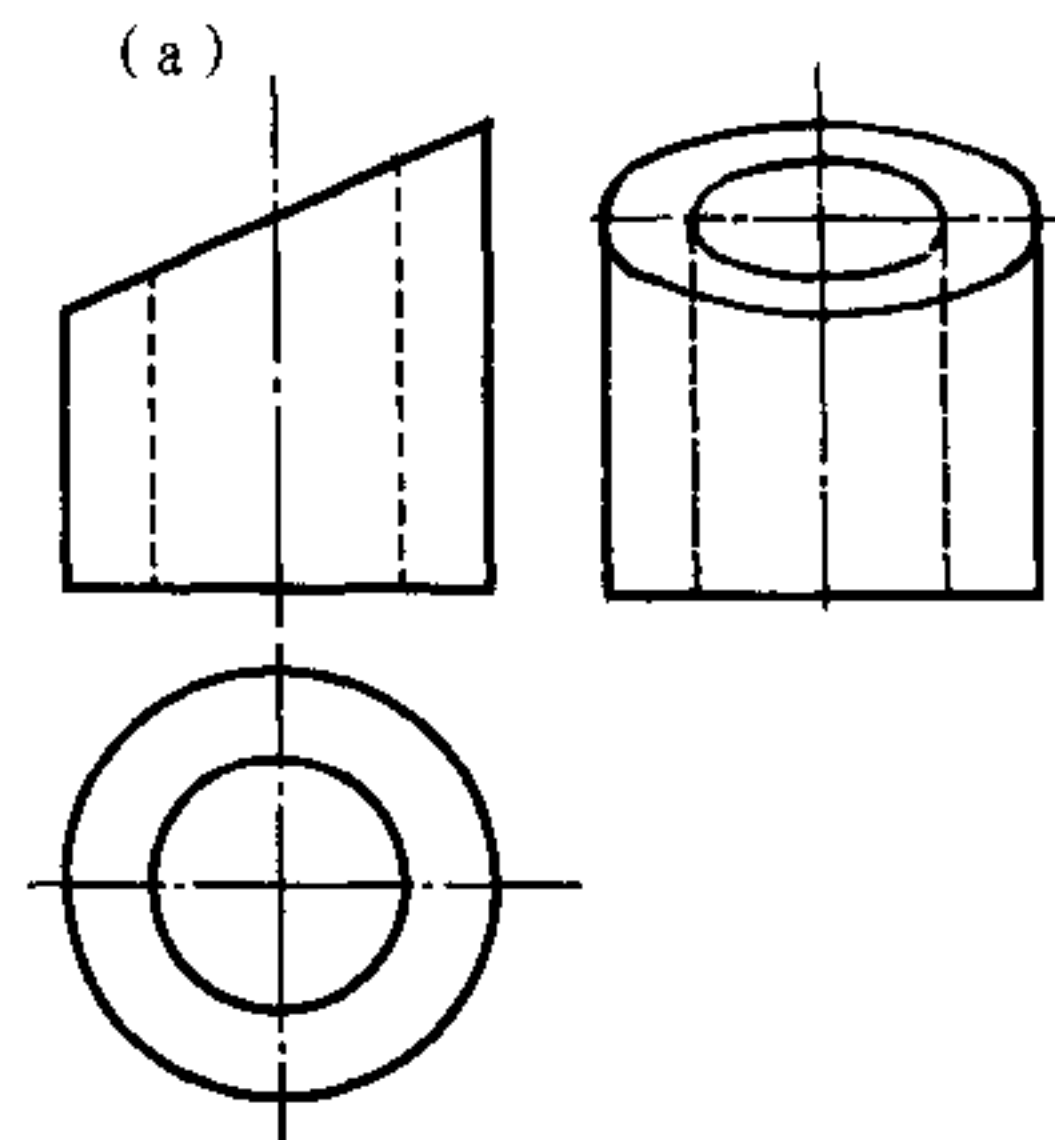
此题圆被正平面切割, 由于切割位置不同, 故矩形宽度不同。



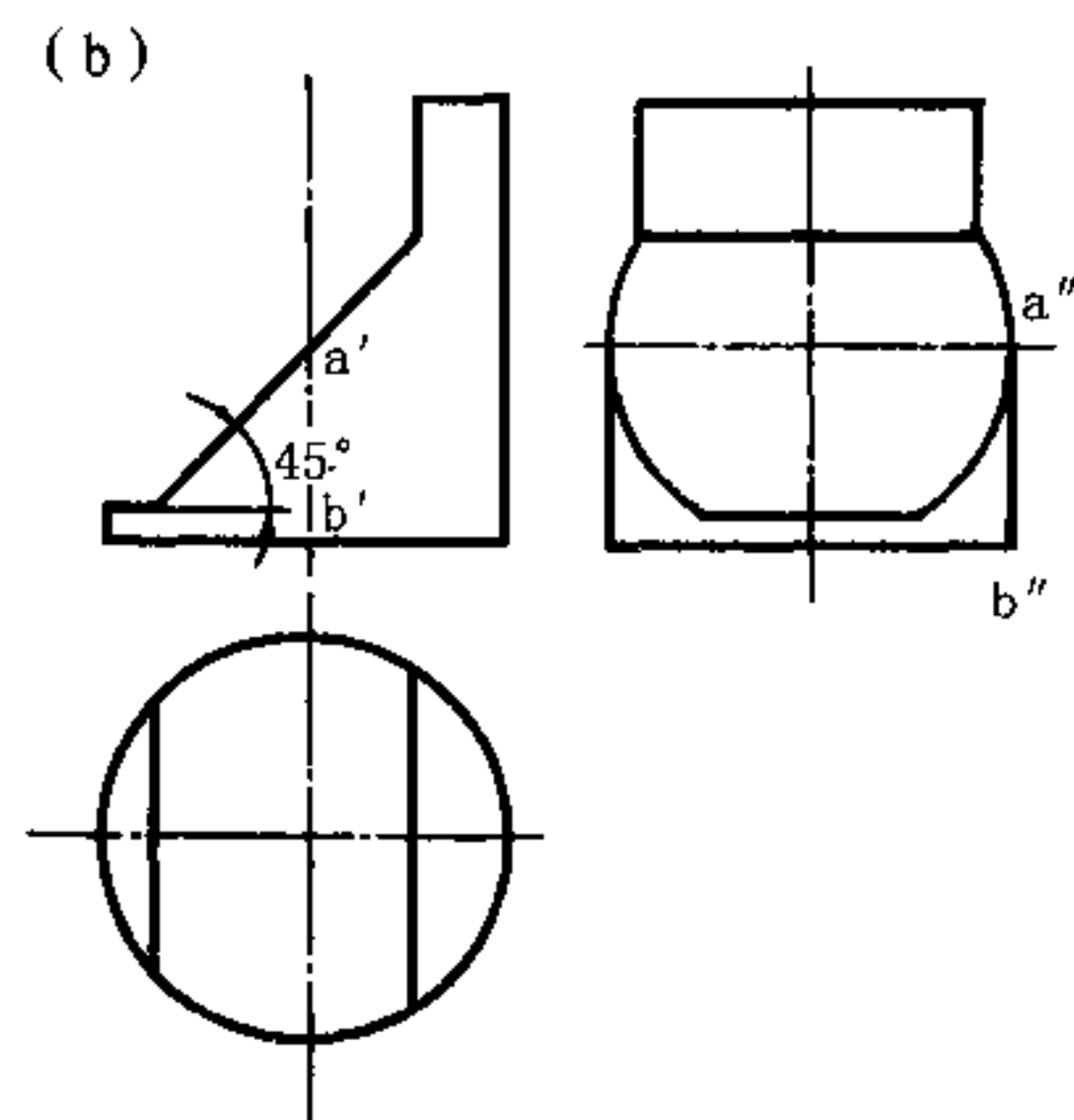
此题与 (a) 题相同, 但由于中间开槽, 故 V 投影外形线部分被切断。

相交问题 (五) —— 平面与曲面立体相交 II

10. 求下列各题的第三投影。(P42)



此题空心圆柱被斜切割, 空间为两椭圆, 投影后仍为椭圆, 可以很容易求得椭圆的长短轴, 然后用近似法绘制。

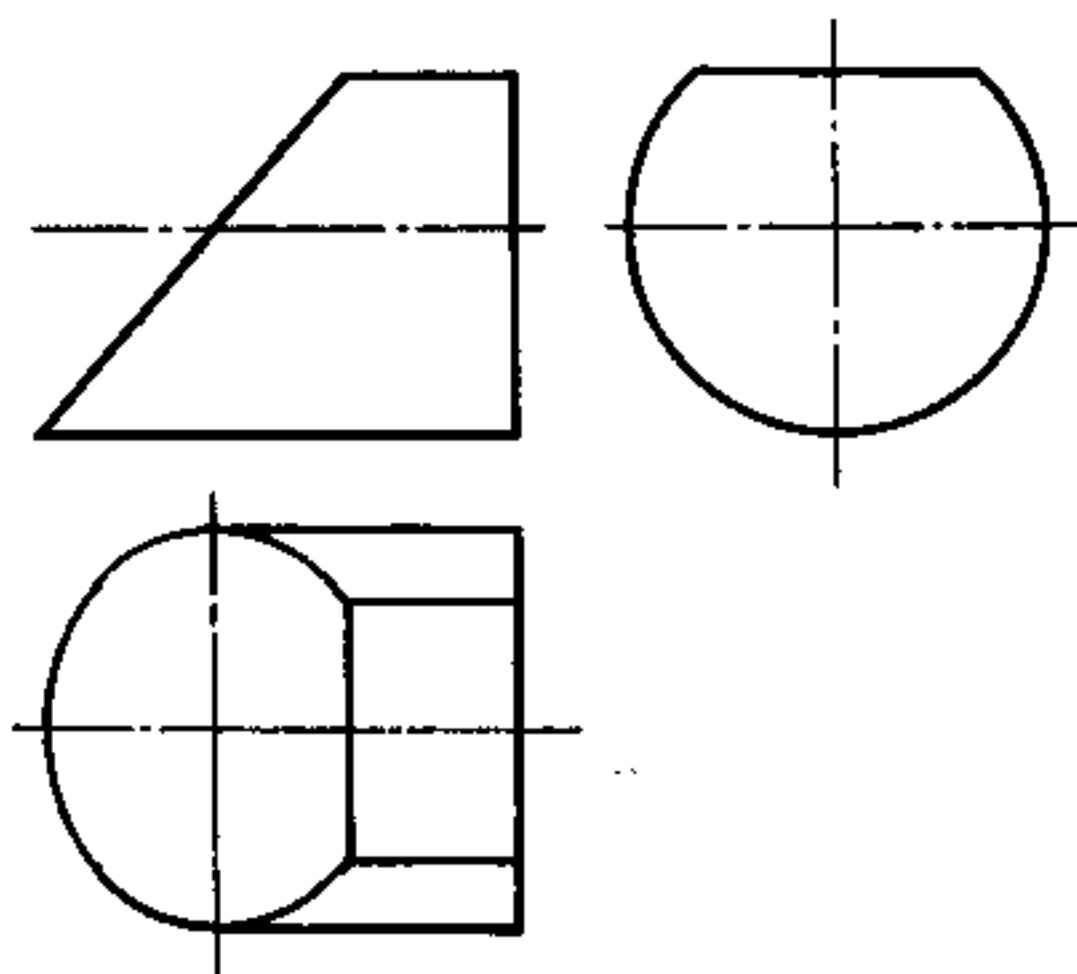


此题为圆柱被三个平面切割, 三个平面分别为:

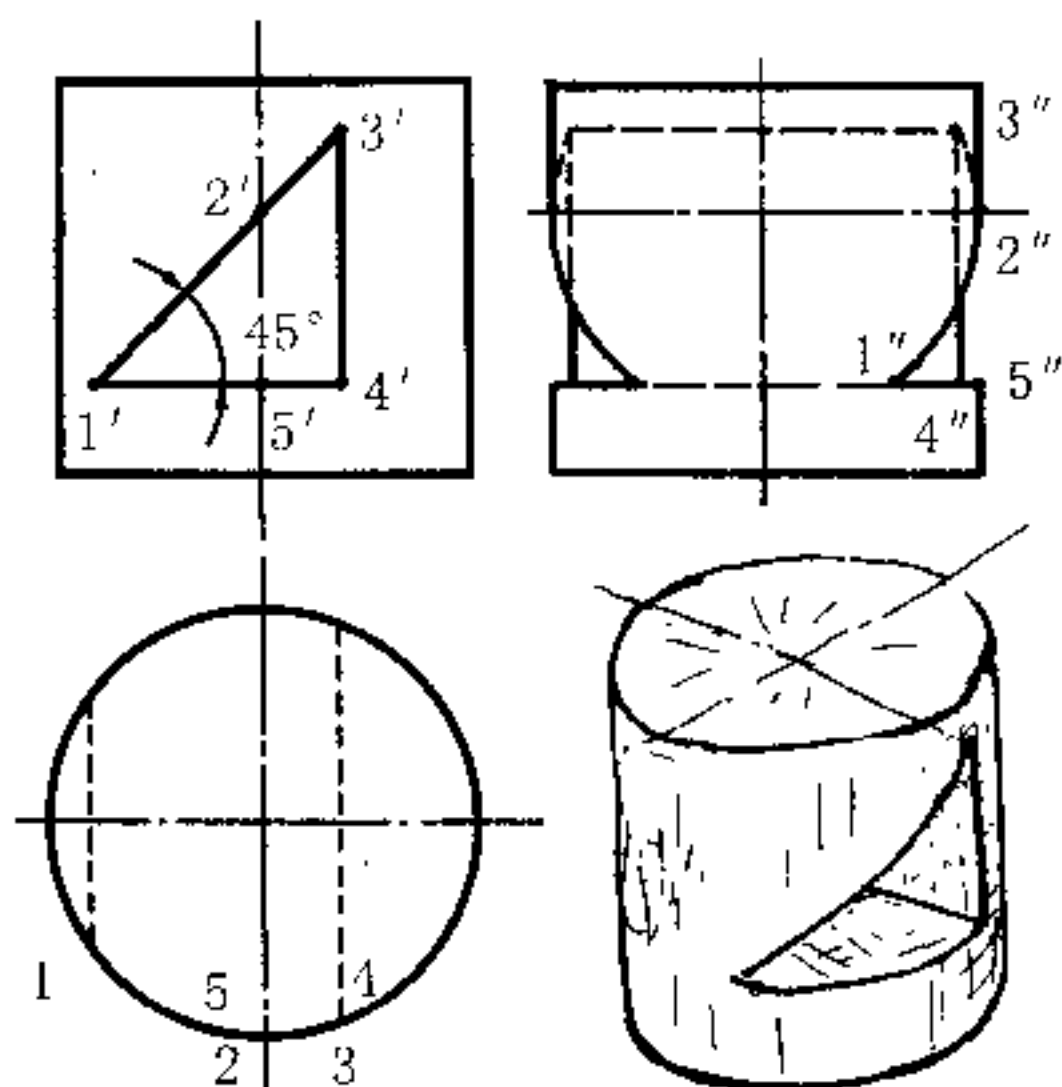
- ⊥ 于圆柱轴线——交线为部分圆
 - ∠ 于圆柱轴线且为 45° ——交线为椭圆但其投影为圆
 - ∥ 于圆柱轴线——交线为矩形
- 注意 W 投影外形线只剩下 $a''b''$ 。

11. 完成下列各题 V, W 投影。(P42)

(c)

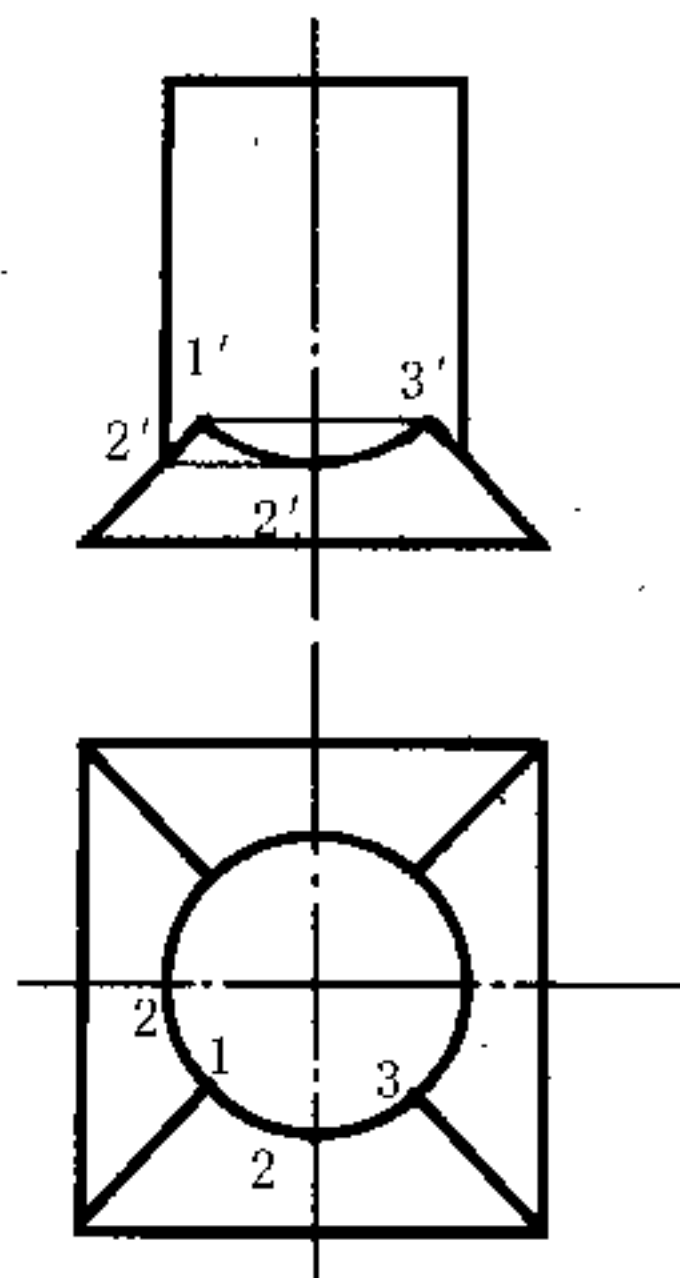


(a)



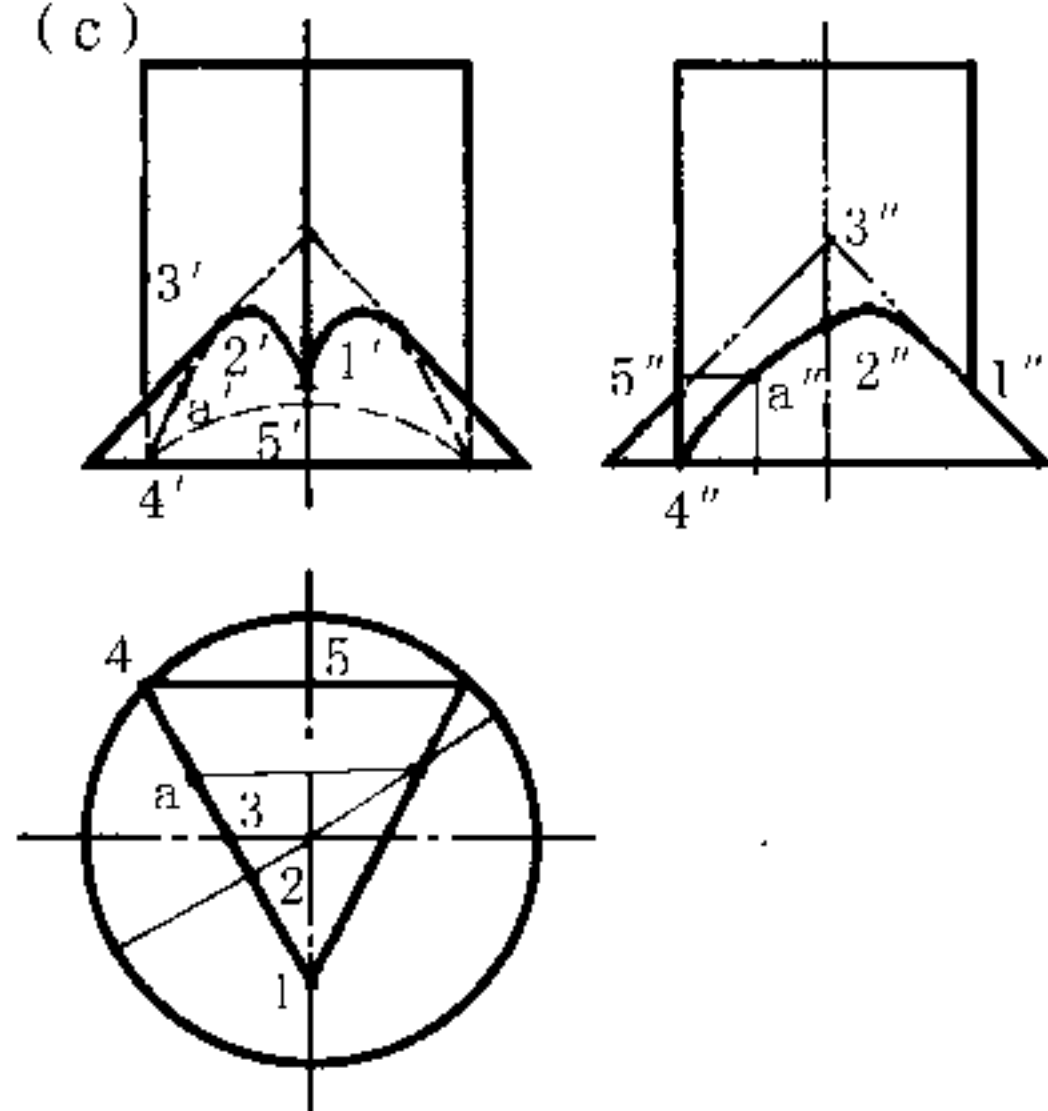
1' 2' 3' 为椭圆, 但其 W 投影为圆, 应注意 2'' 3'' 在右半圆柱, 故为不可见。3'' - 4'' 有一段被挡住不可见, 注意外形 2'' - 5'' 已被切断。

(b)



此题为圆柱与四棱锥相交, 或者说圆柱被斜面切割, 其交线为椭圆, 其中最高点为 1、3, 最低点为 2, 利用积聚性由 1 求出 1', 由于四边椭圆均相同, 故由 2 可求得 2'。此题 W 投影与 V 投影完全相同。

(c)



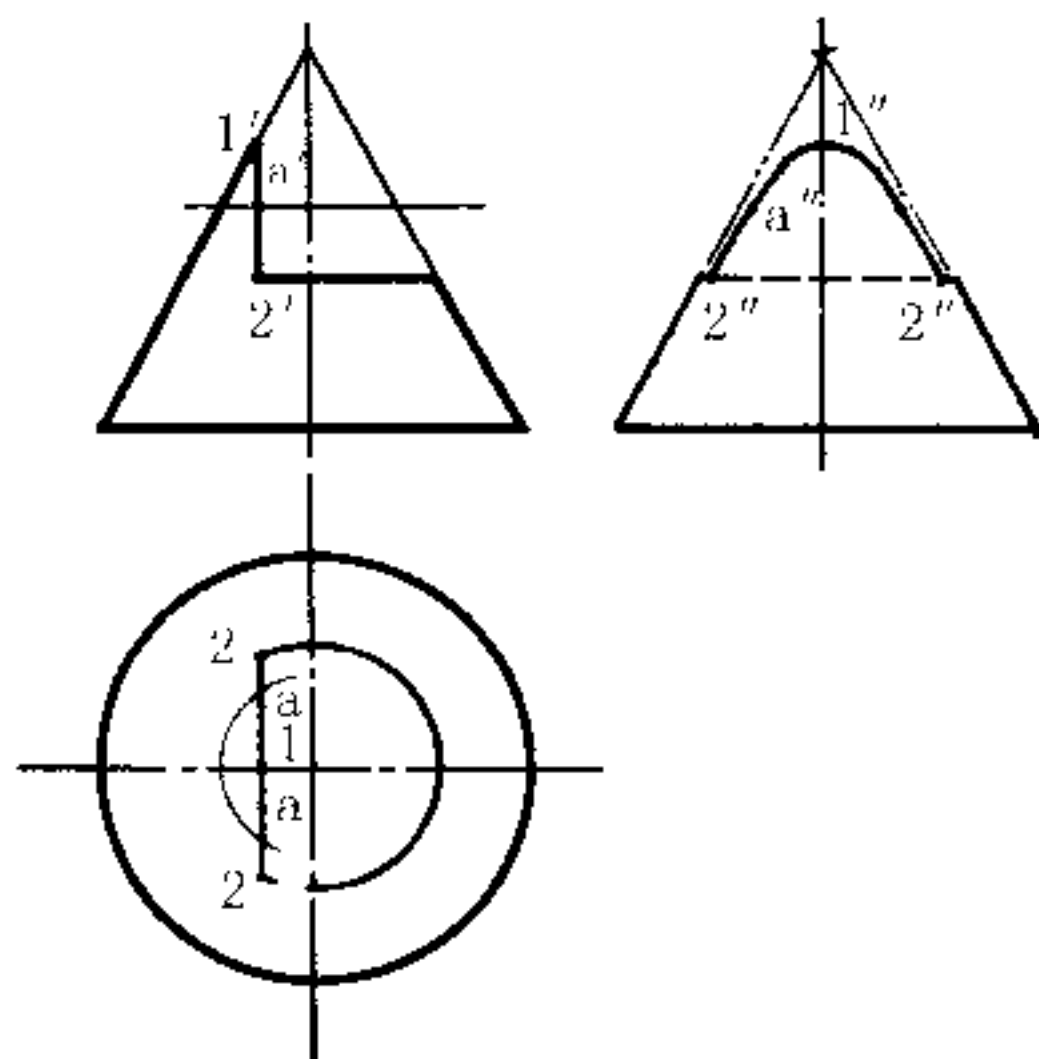
这是三棱柱与圆锥相贯, 即求三个平面与圆锥交线 (均为双曲线)。

- 利用积聚性先在水平投影上确定特殊点, 1、2 (最高点)、3 (可见性分界点)、4 (最低点) 和一般点 a
- 利用圆锥面取点办法分别求出 V、W 投影, 其 1'、3'、4' 可直接求得, 2' 要用辅助线
- 后平面的交线 4' 5', 如图所示

相交问题(六)——平面与曲面立体相交III

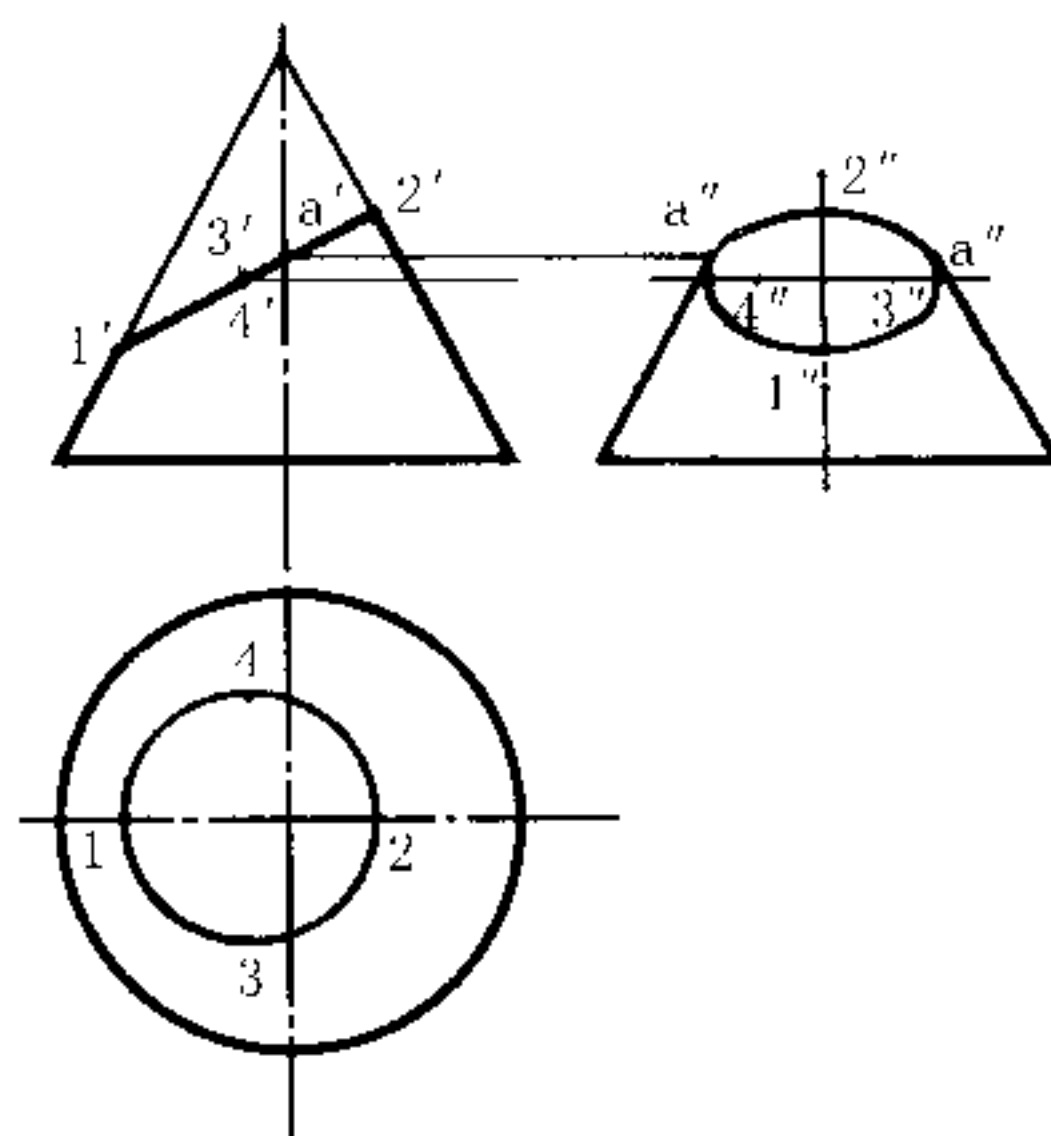
12. 完成下列各题的水平投影, 并画出 W 投影。(P43)

(a)



交线的 W 投影是双曲线, 1、2 为特殊点, 再利用锥面上的圆, 求得点 a, 然后连接 1-a-2 即可。

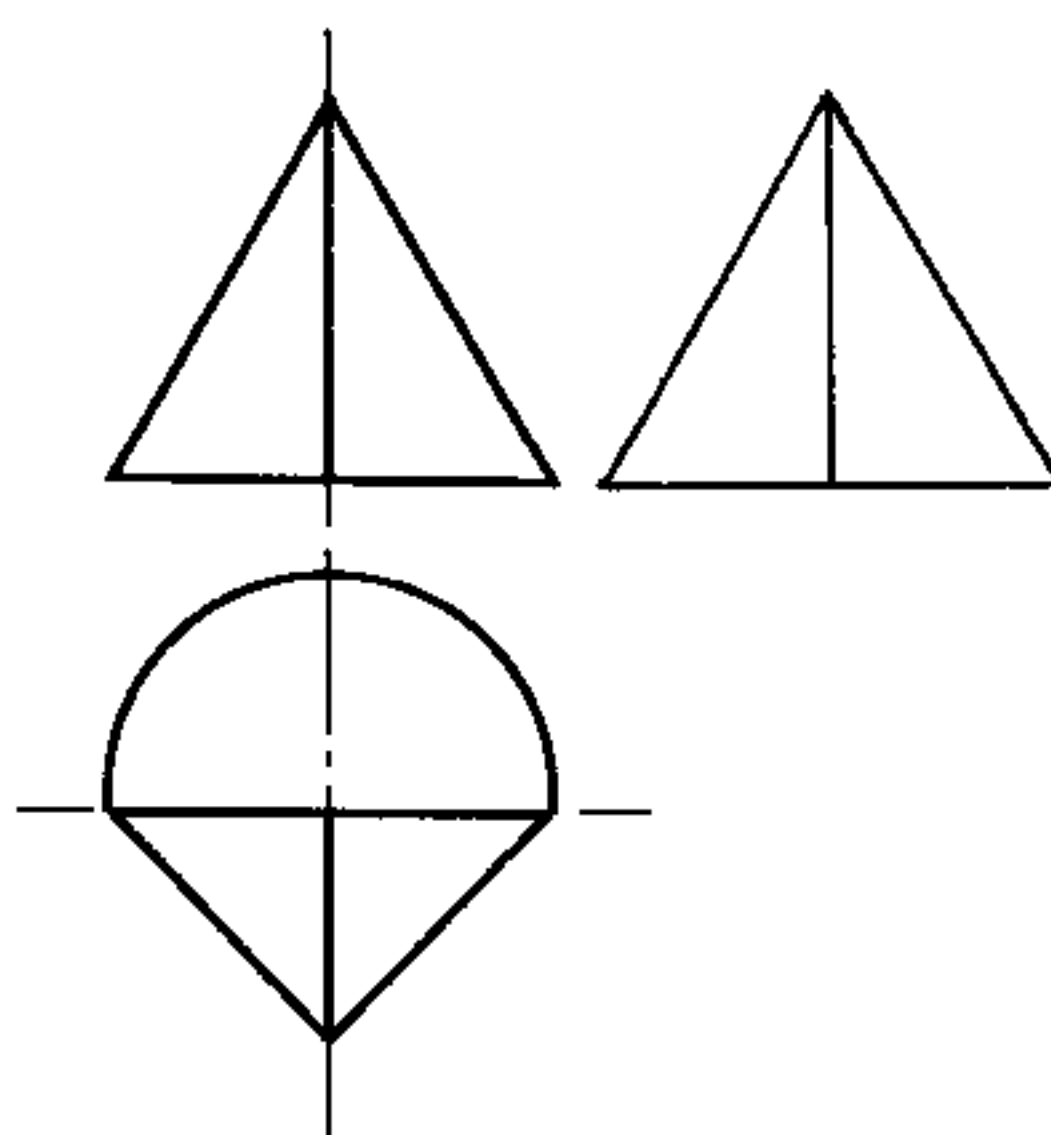
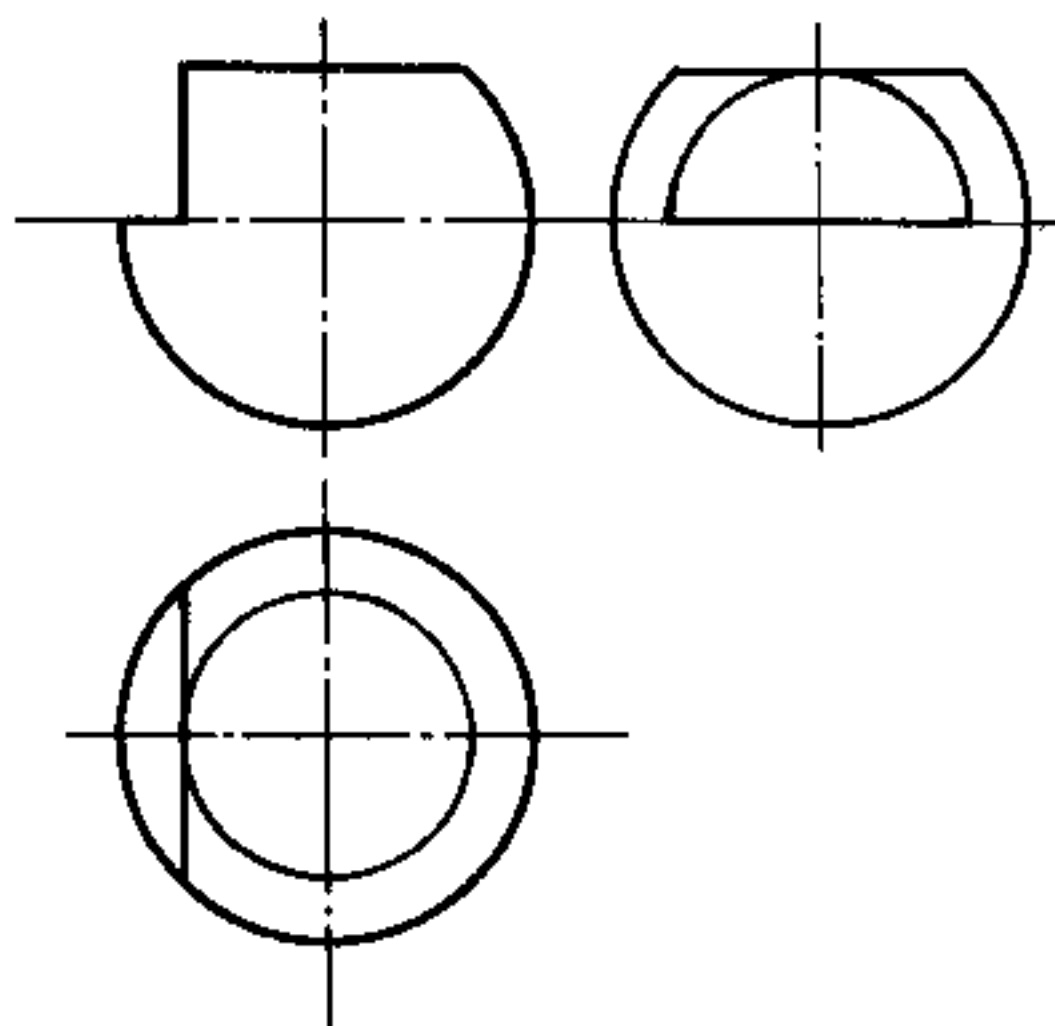
(b)



圆锥被斜切后为椭圆, 求出长短轴上的四个点, 注意 V 投影上 3、4 为 1-2 的中点, 在侧投影上椭圆与外形线相切于 a 点。

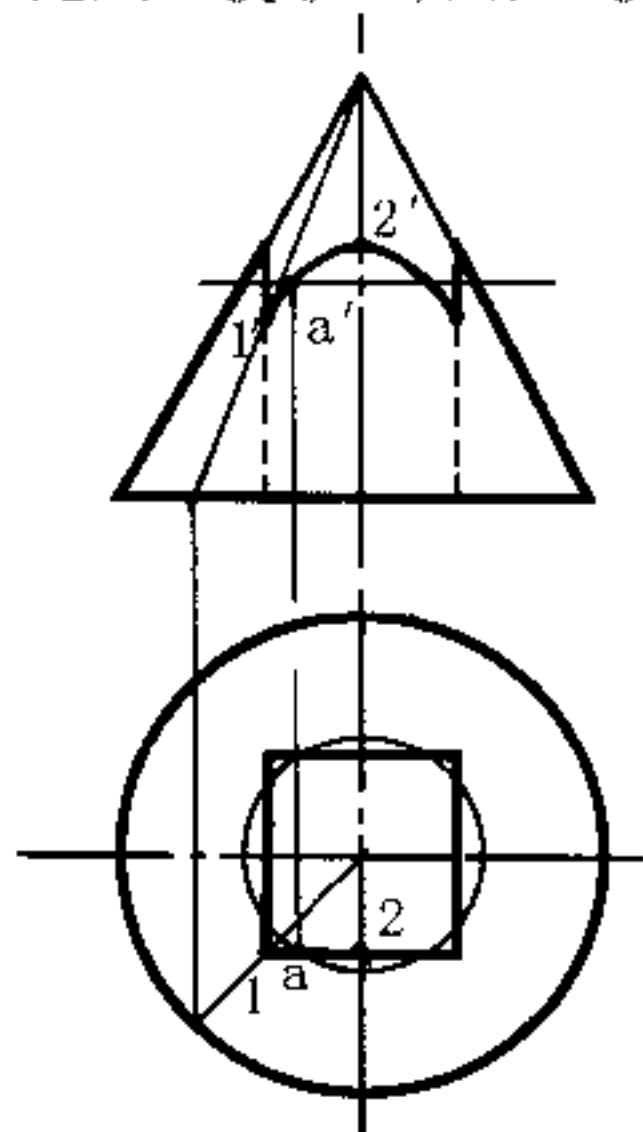
13. 完成下列各题的投影。(P43)

(a) 作 W 投影。



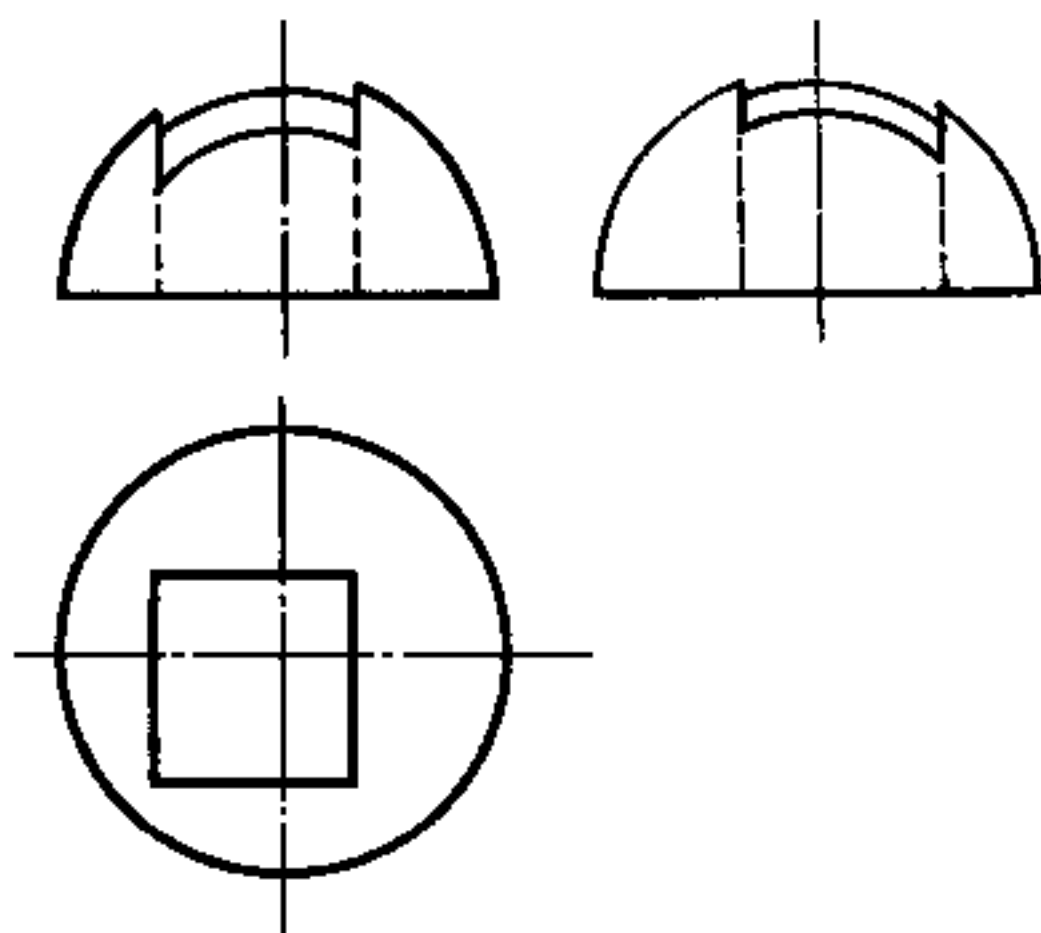
此题前半为棱锥, 后半为圆锥。

(b) 完成 V 投影, 并作 W 投影。



此题为圆锥打一中空的方洞, 其交线为 4 段双曲线, 求出其最高点 2、最低点 1 和一般点 a 即可近似连线, 其 V、W 投影完全相同。

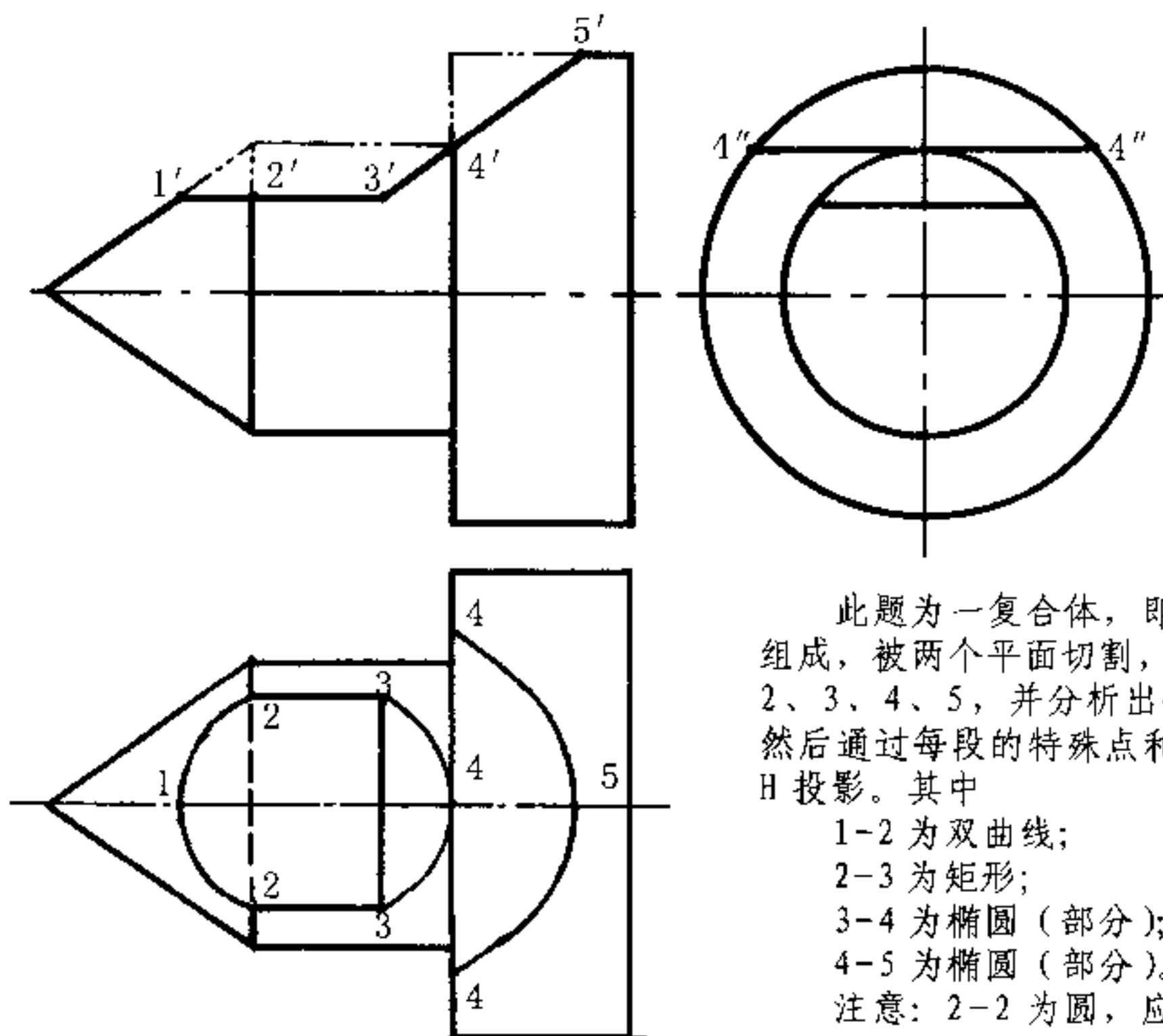
(c) 完成 V 投影, 并作 W 投影。



圆球被平面切割, 其交线为圆。

综合问题(四)——平面与组合体截交 I

13. 完成 W 投影并画出 H 投影。(P44)

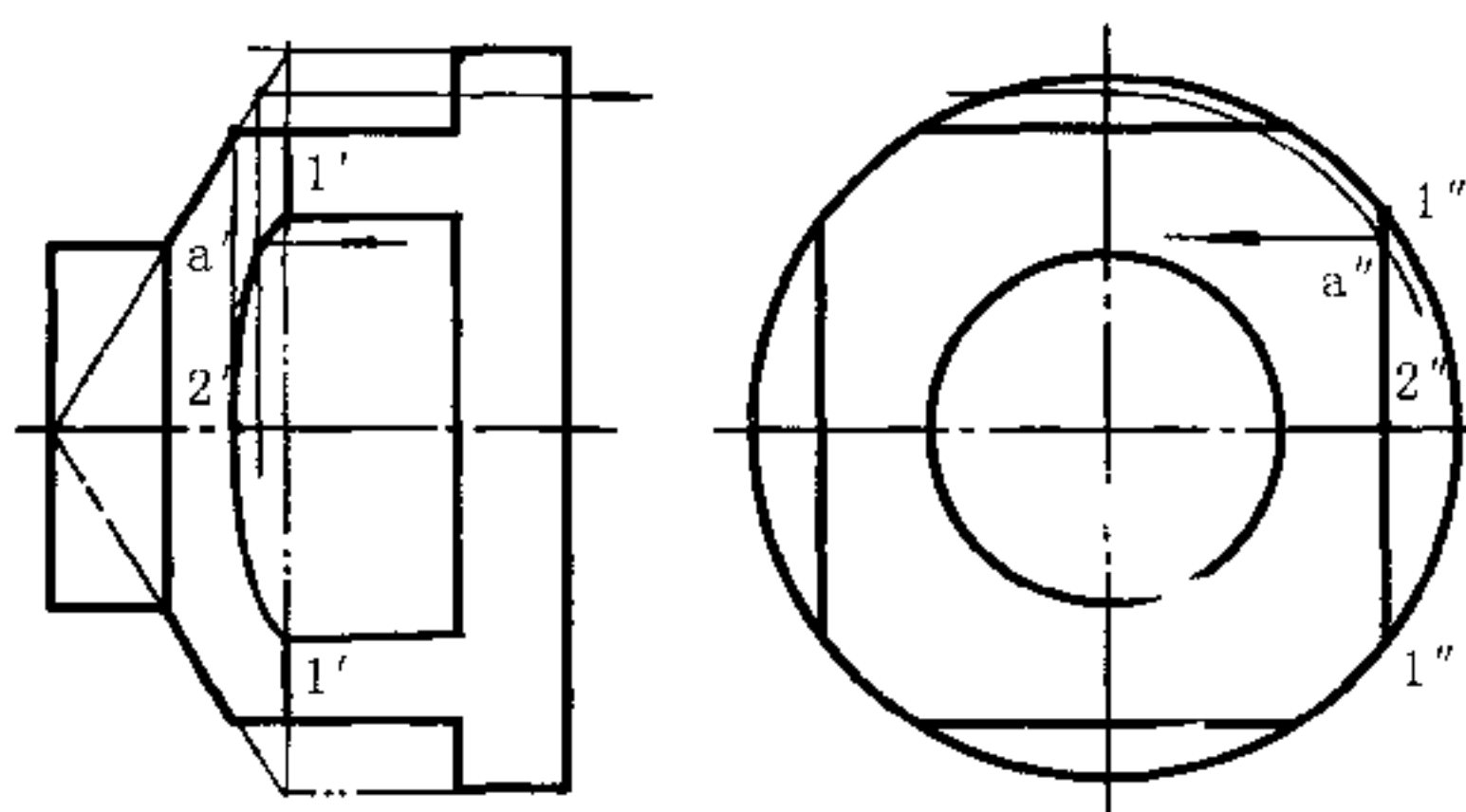


此题为一复合体, 即由圆锥和两个圆柱组成, 被两个平面切割, 只要找到分界点 1、2、3、4、5, 并分析出每段交线是什么线, 然后通过每段的特殊点和一般点, 最后完成 H 投影。其中

- 1-2 为双曲线;
- 2-3 为矩形;
- 3-4 为椭圆(部分);
- 4-5 为椭圆(部分)。

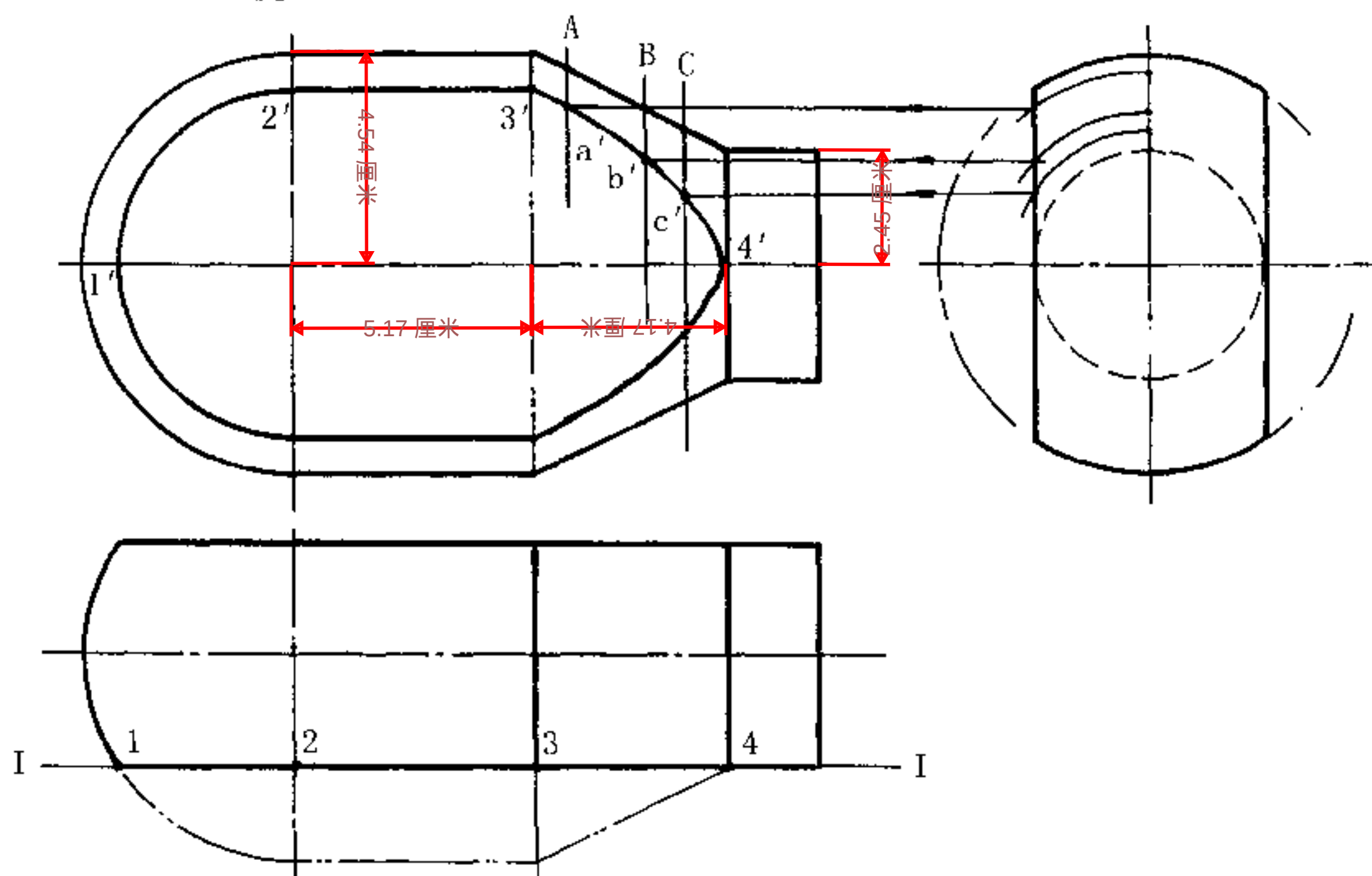
注意: 2-2 为圆, 应画出不可见线。

14. 补全 V 投影。(P44)



本题是个圆锥和圆柱被切去四角(平面), 其交线为矩形和双曲线, 其矩形宽度为 1-1, 2 为双曲线最高点。1, 1 为双曲线最低点, 只要再求一般点 a 即可连成双曲线如图所示。

15. 补全 V 投影。(P44)



此题为一复合体(球、柱、锥、柱)被一平面 I-I 切割, 很容易分析出交线的形状:

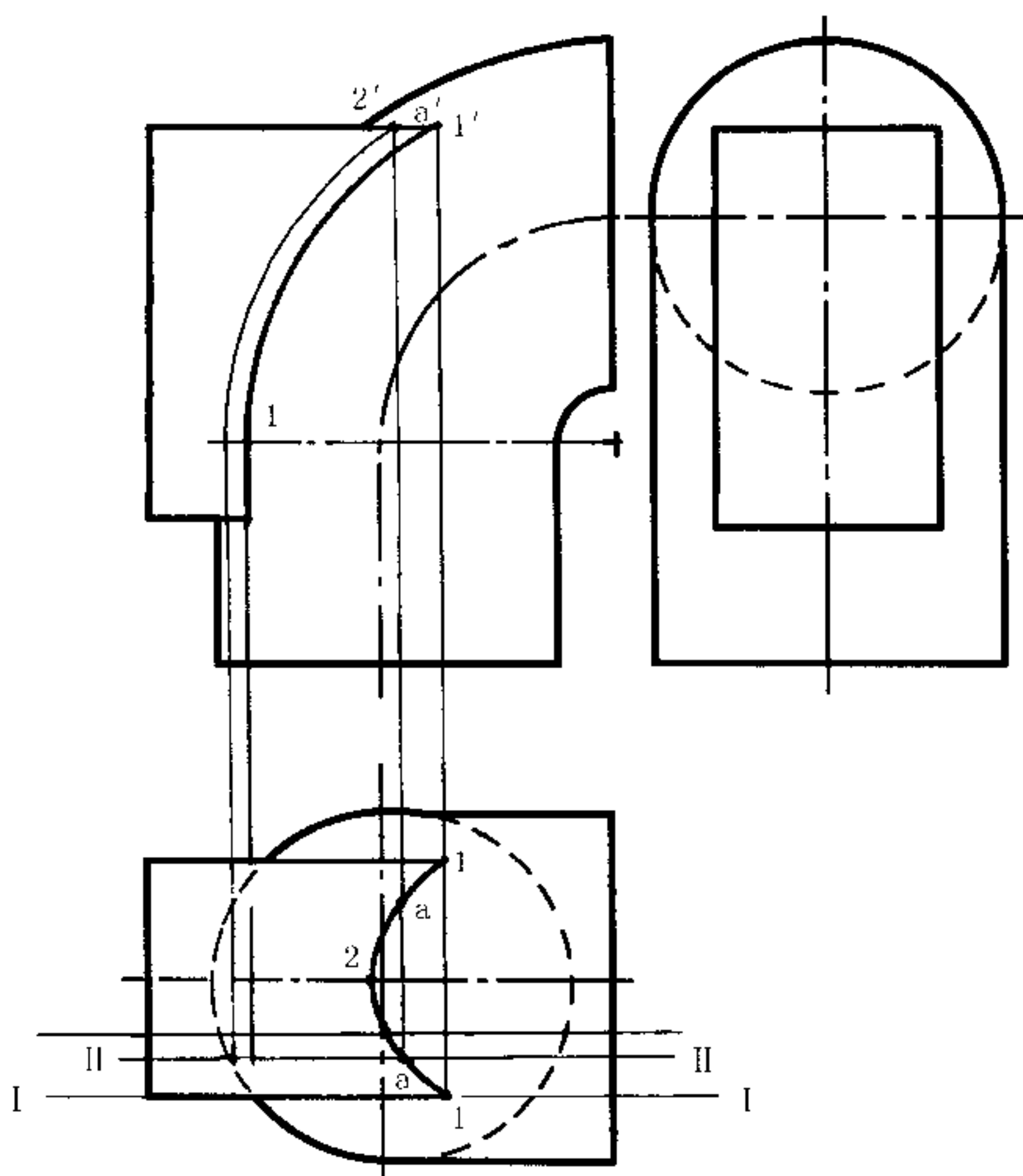
1-2 球被切割, 交线为圆;

2-3 柱被切割, 交线为矩形;

3-4 锥被切割, 交线为双曲线。

为求得双曲线, 作辅助面 A-A、B-B、C-C, 得 a、b、c, 连接 3-a-b-c-4 得双曲线。

16. 补全 V、H 投影。(P44)



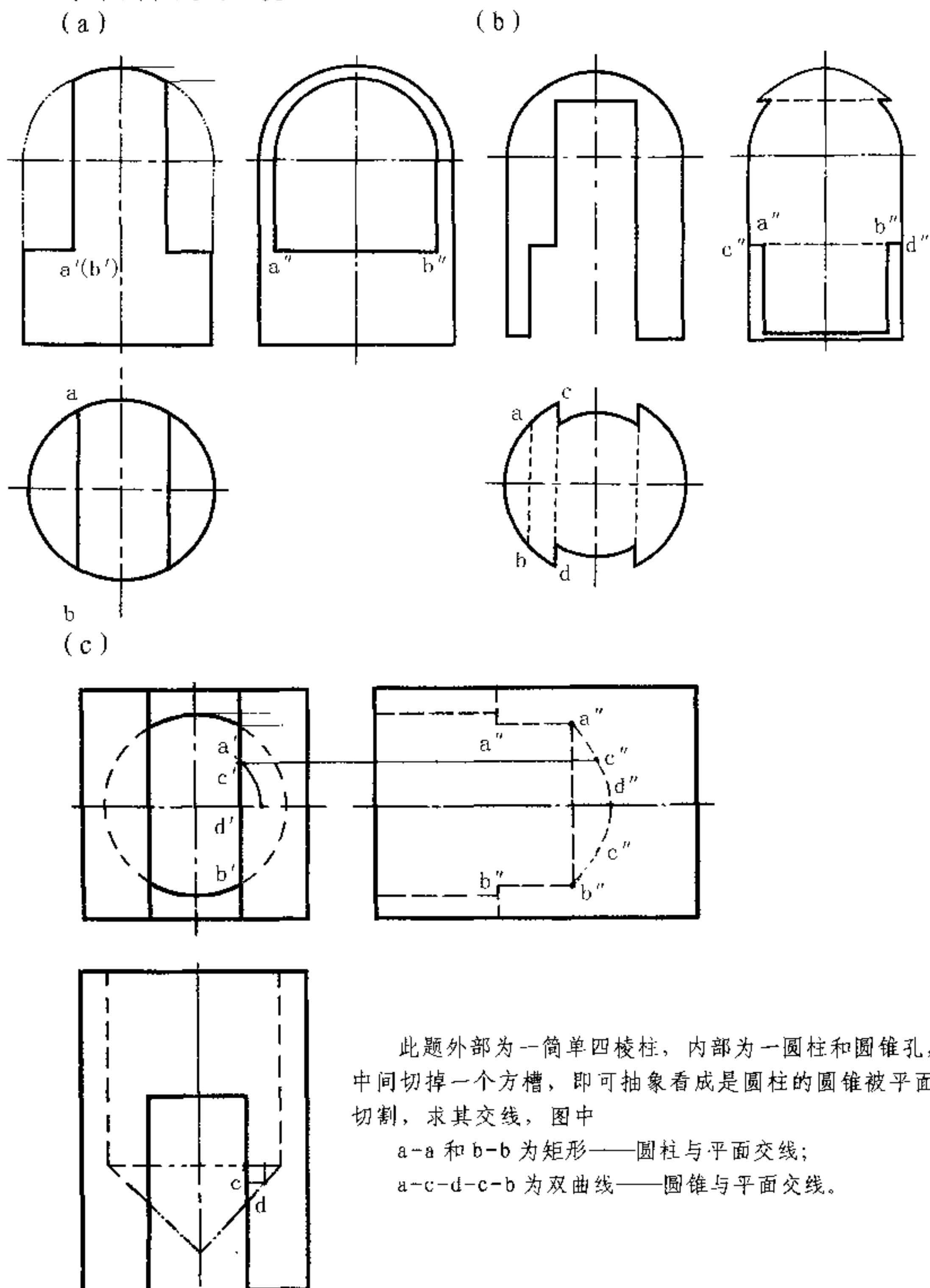
此题为一个复合体（1/4 圆环和圆柱）被一个四棱柱相贯，实则求四棱柱平面与复合体交线。

V 投影交线比较简单，相当于用 I - I 平面与复合体交线，其交线为圆弧 1-1 和直线。

H 投影为曲线，其特殊点为 1、2，为求一般点 a，作 II - II 辅助面，最后求得交线为 1-a-2-a-1。

综合问题(五)——平面与组合体截交 II

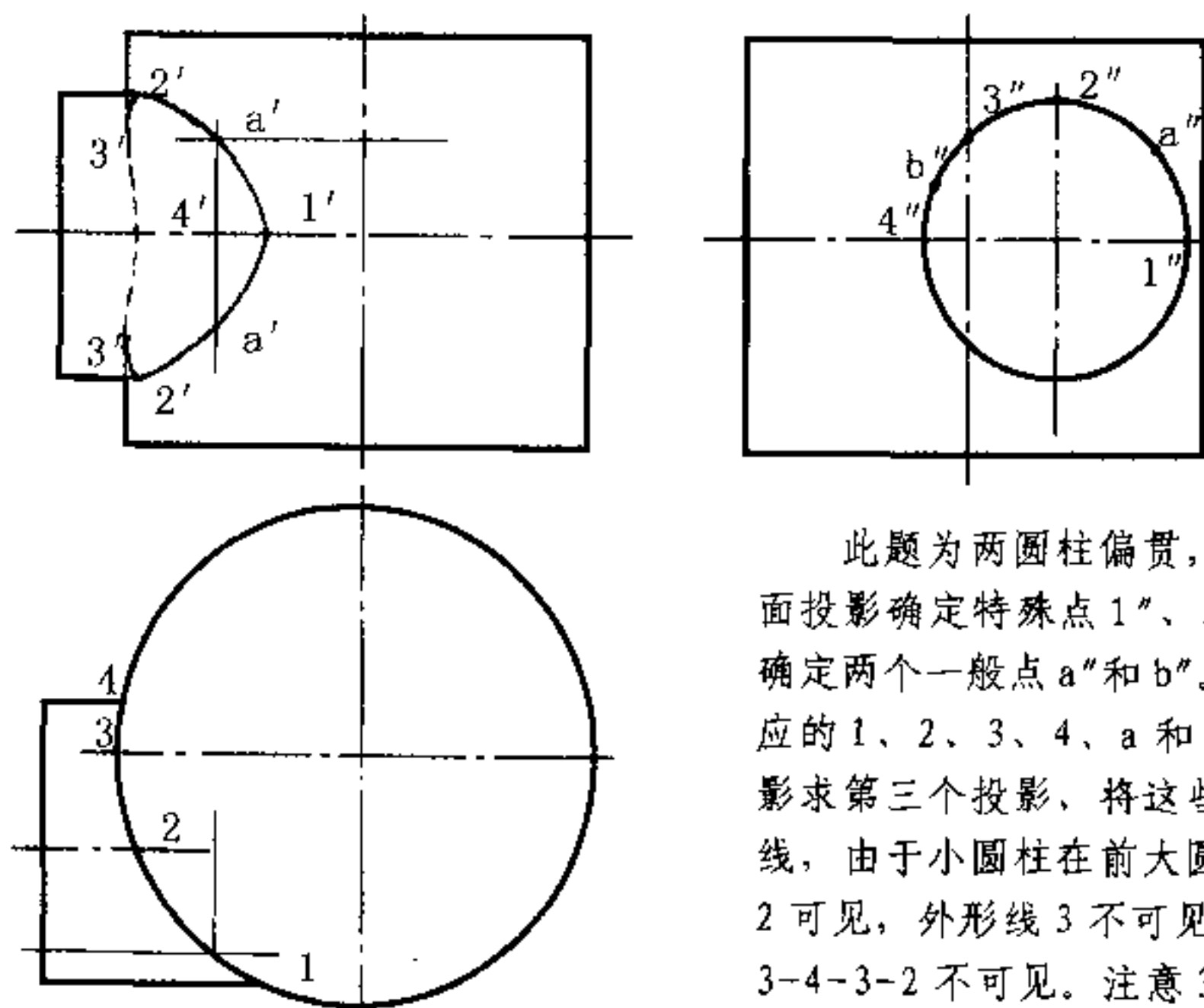
17. 求下列各题的 W 投影。(P45)



相贯线

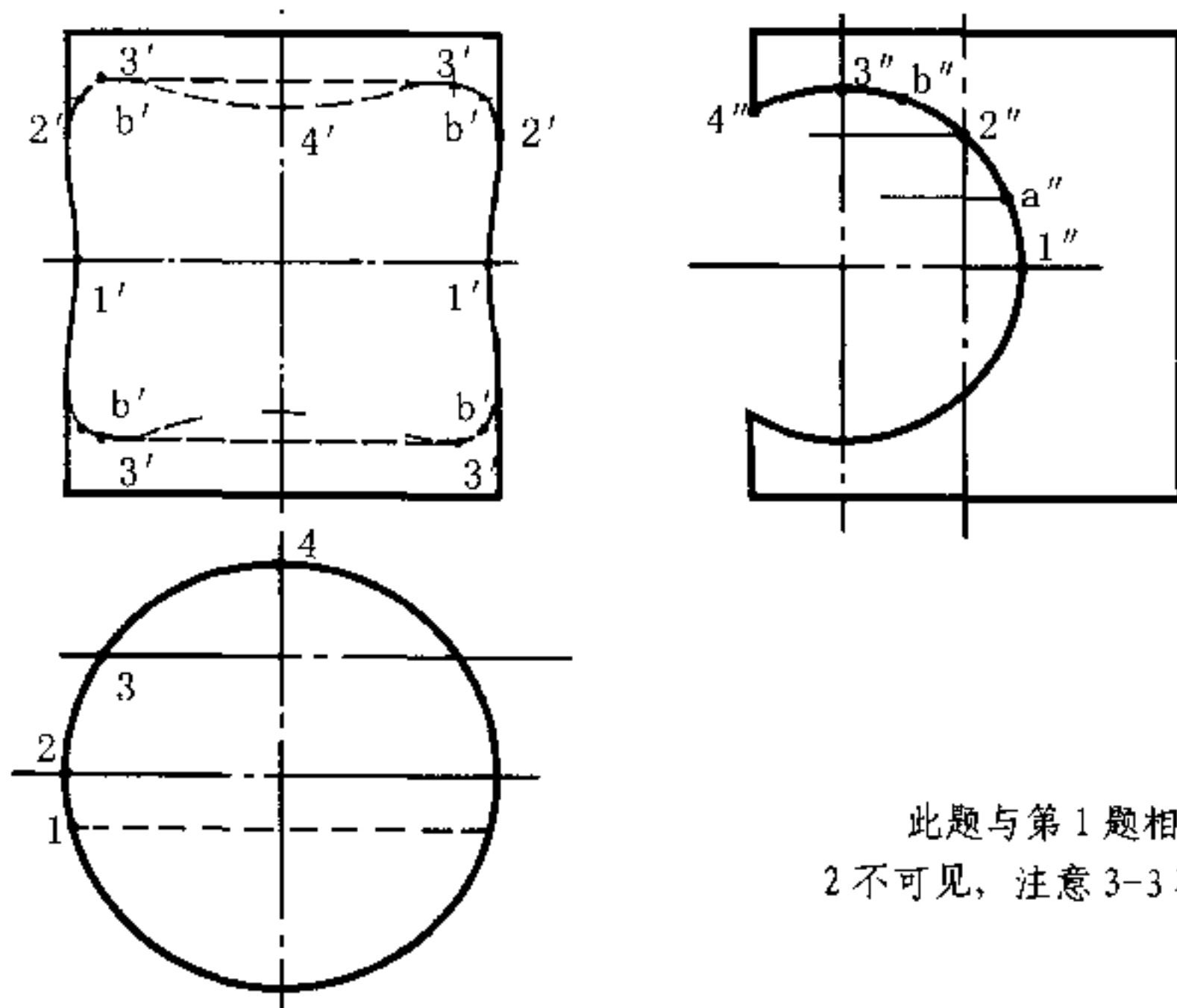
1. 补全 V 投影 (画出虚线)。(P46)

(提示: 先求出各点的 H 投影, 然后由两个投影求出第三个投影, 1、2、3、4 为特殊点, A、B 为一般点, 注意判断可见性。)



此题为两圆柱偏贯, 利用聚积性在侧面投影确定特殊点 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 和 $4''$, 再确定两个一般点 a'' 和 b'' 。在 H 投影找到相应的 1、2、3、4、a 和 b, 然后由两个投影求第三个投影, 将这些点光滑连接成曲线, 由于小圆柱在前大圆柱后, 故外形线 2 可见, 外形线 3 不可见, 所以相贯线 2-3-4-3-2 不可见。注意 3-3 不能连线。

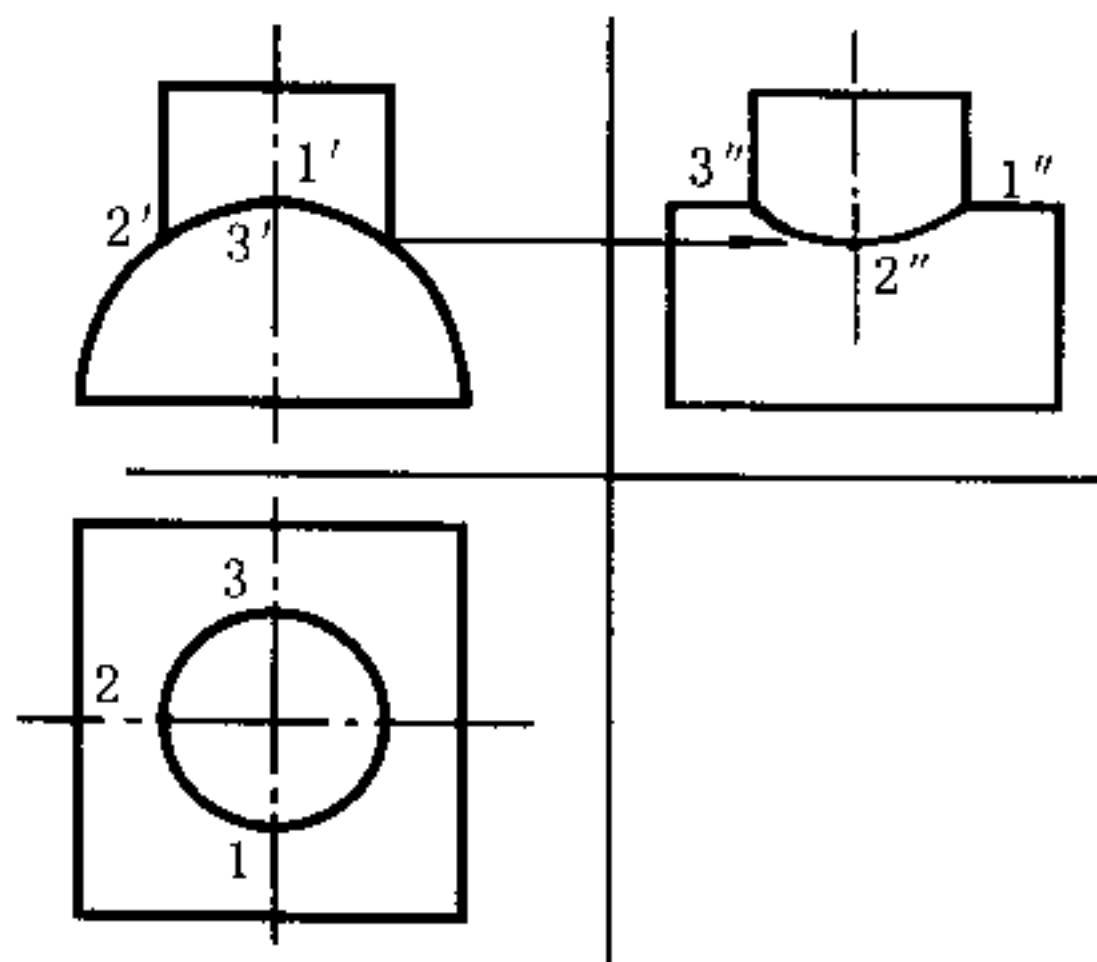
2. 求 V 投影 (画出虚线)。(提示: 同第 1 题)(P46)



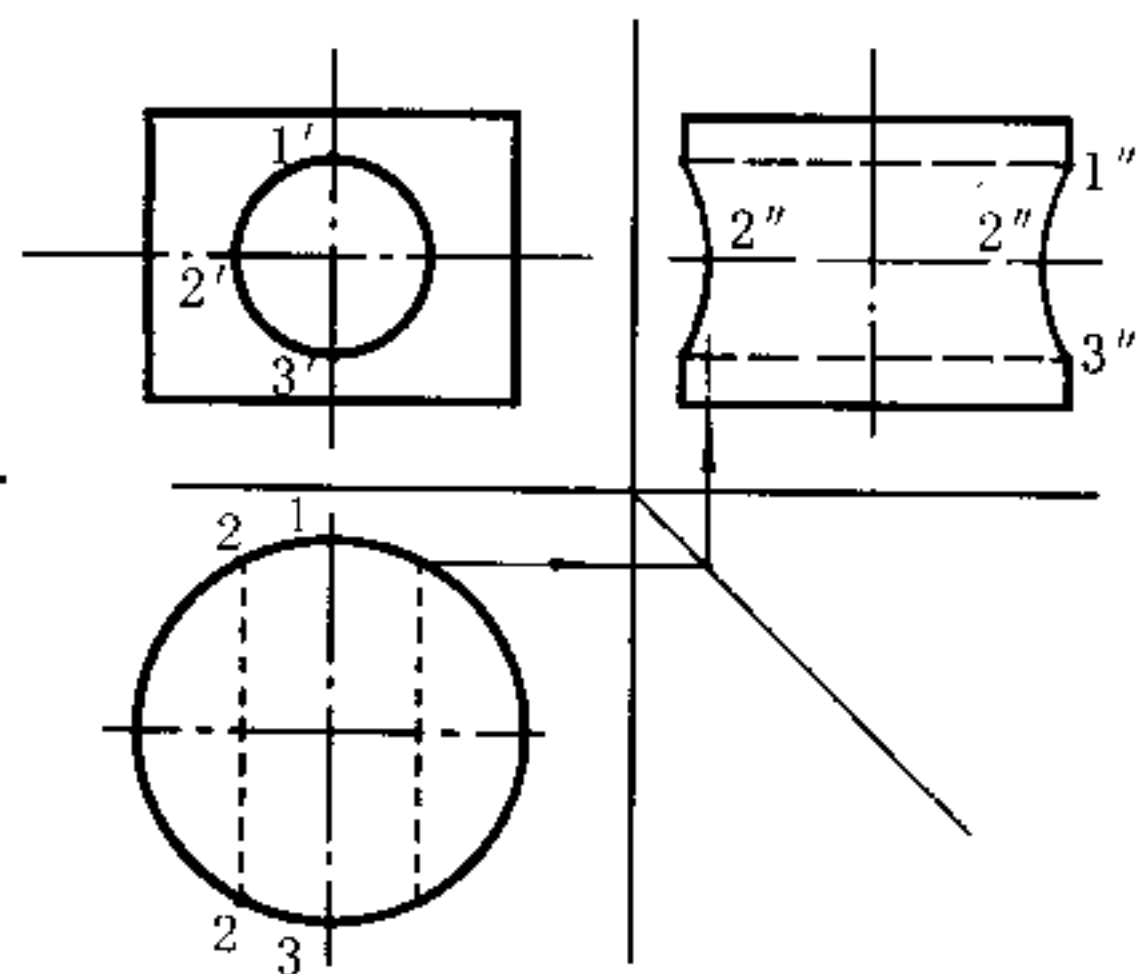
此题与第 1 题相仿, 只是 2-3-4-3-2 不可见, 注意 3-3 不可见, 应该画出。

3. 画出 W 投影。(P47)

(a)

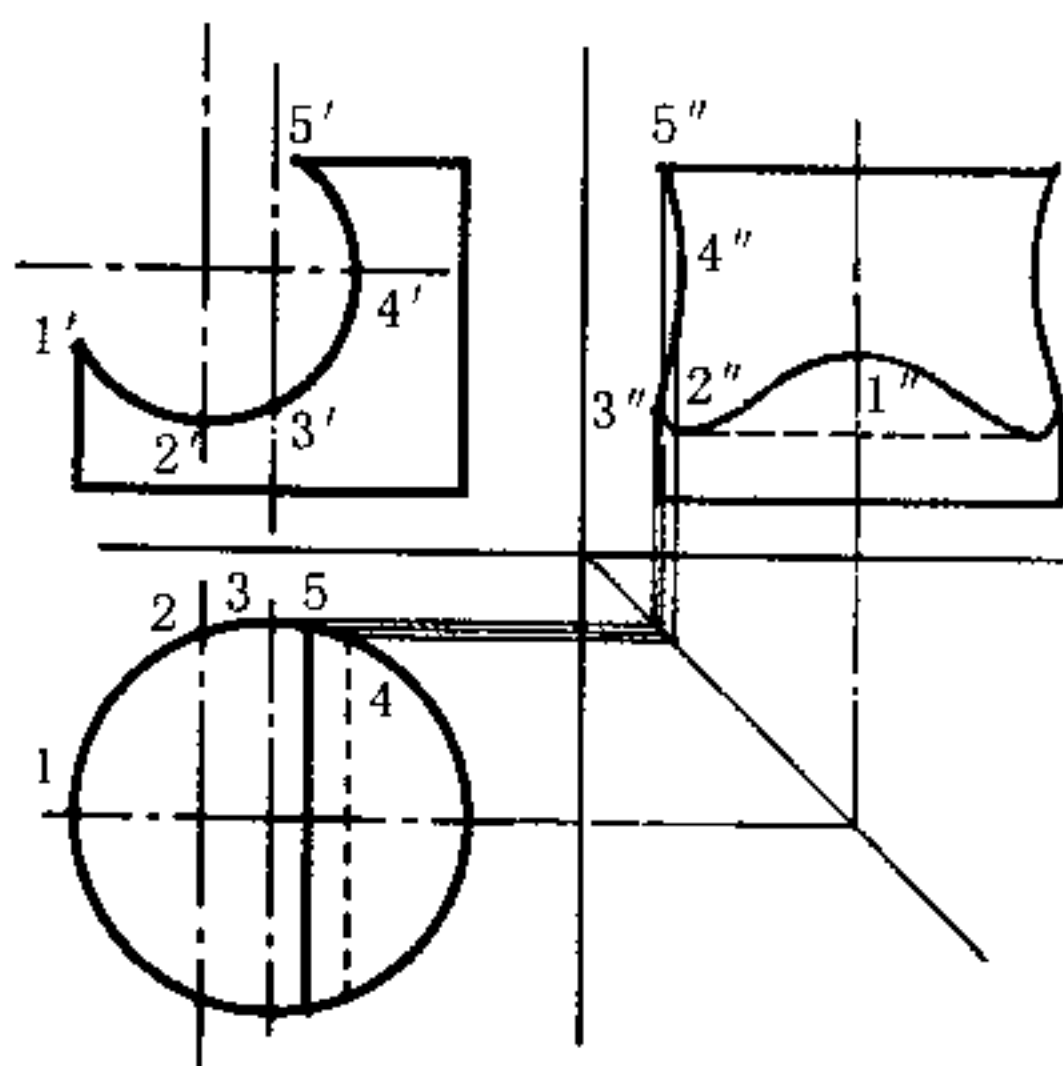


(b)

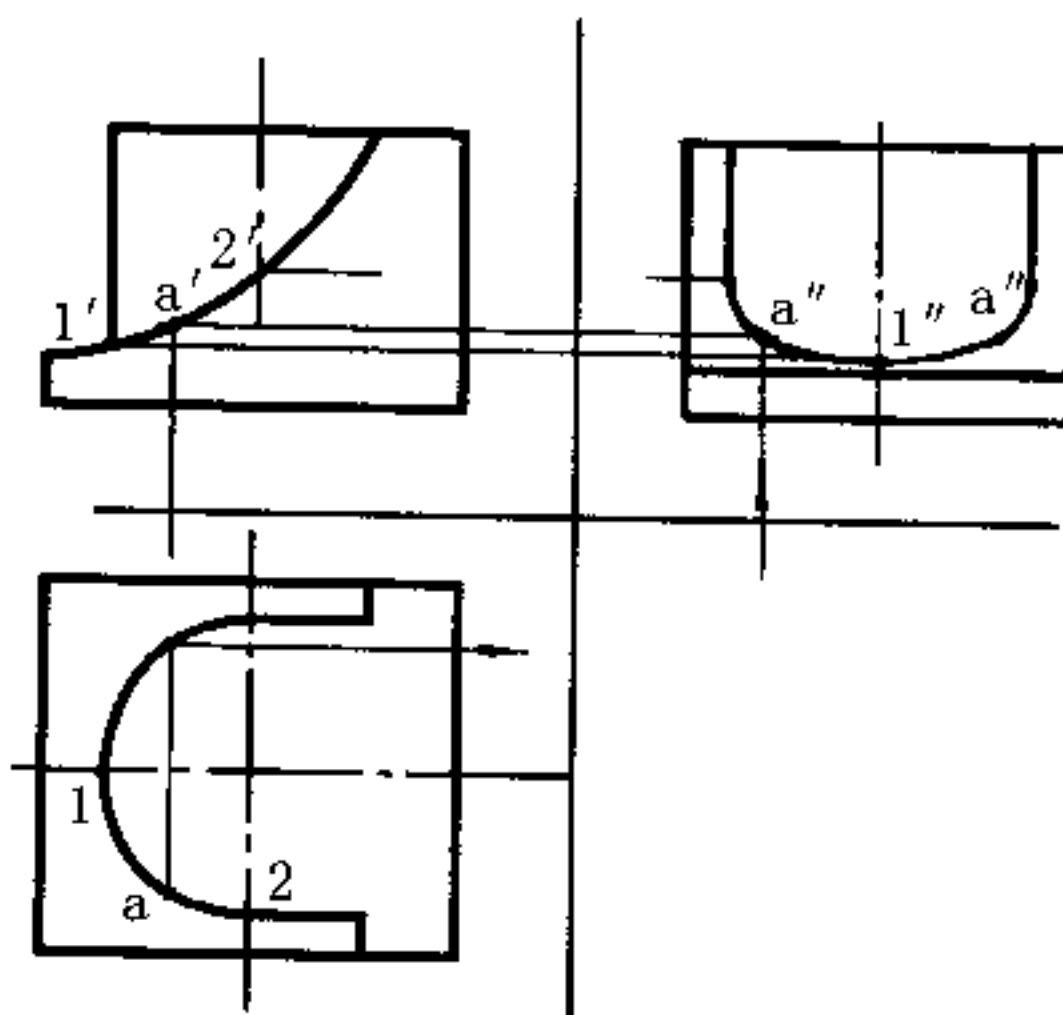


这两道题只要找到特殊点，即可近似画出相贯线。

(c)

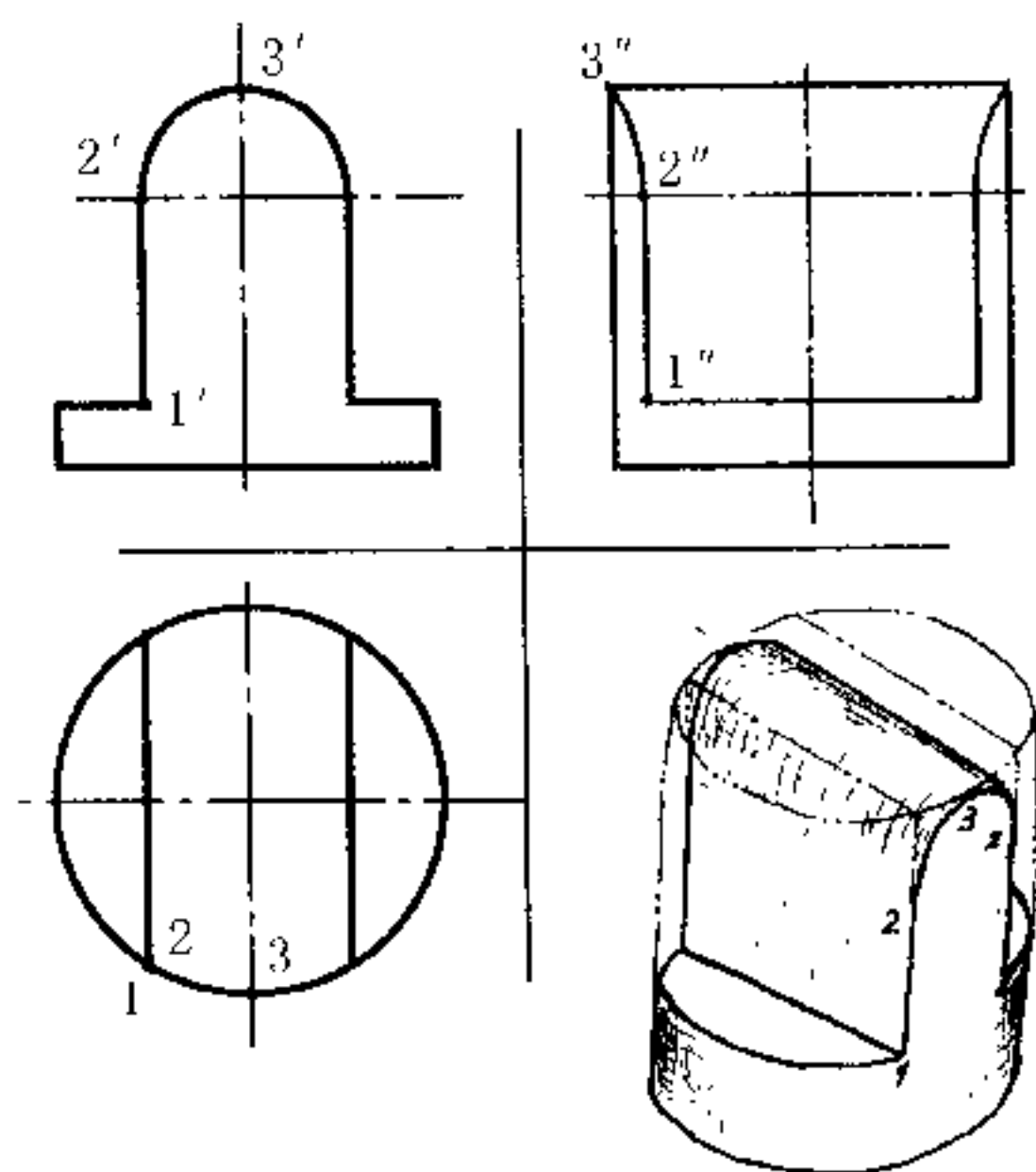


(d)



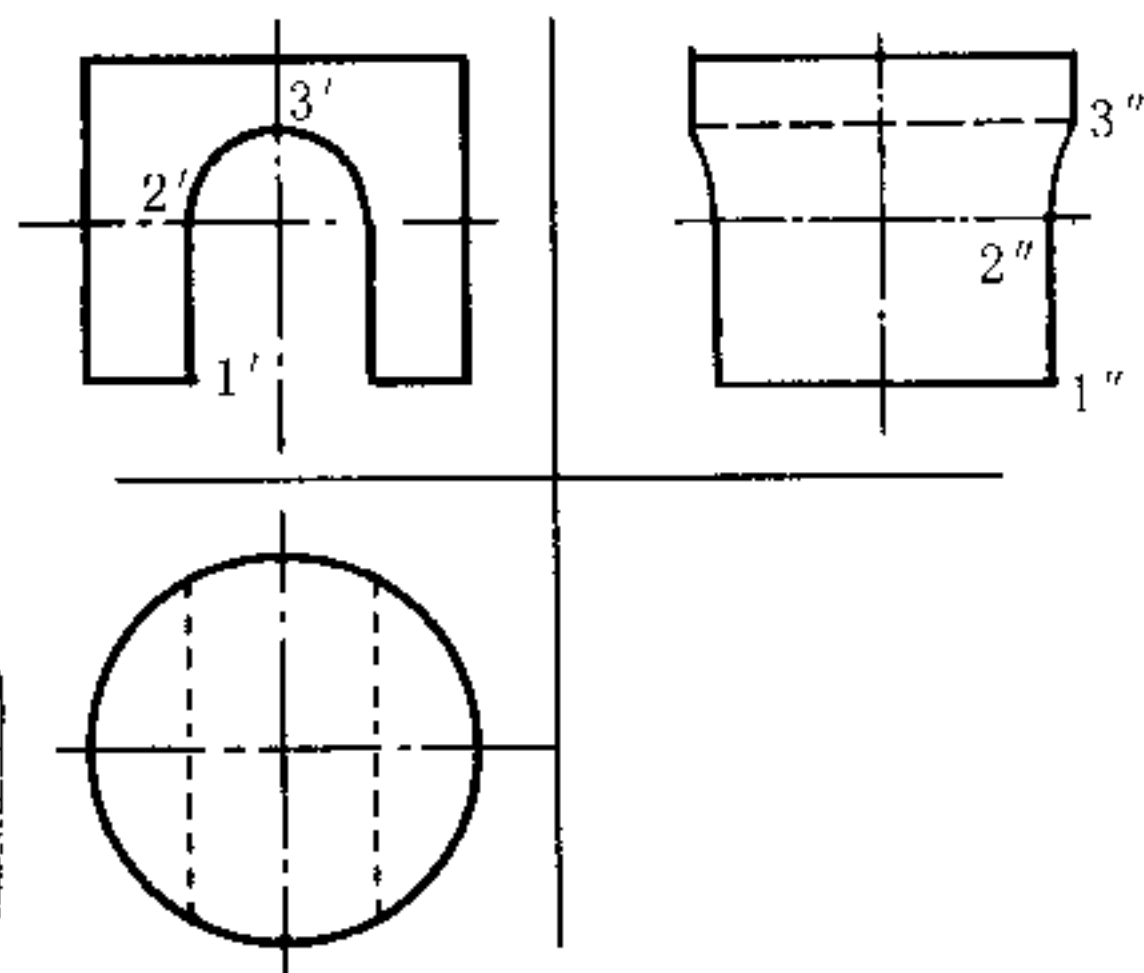
本题与第 2 题类似。

(e)



1-2 为平面与圆柱交线 (矩形)。
2-3 为相贯线, 圆柱与圆柱相贯。

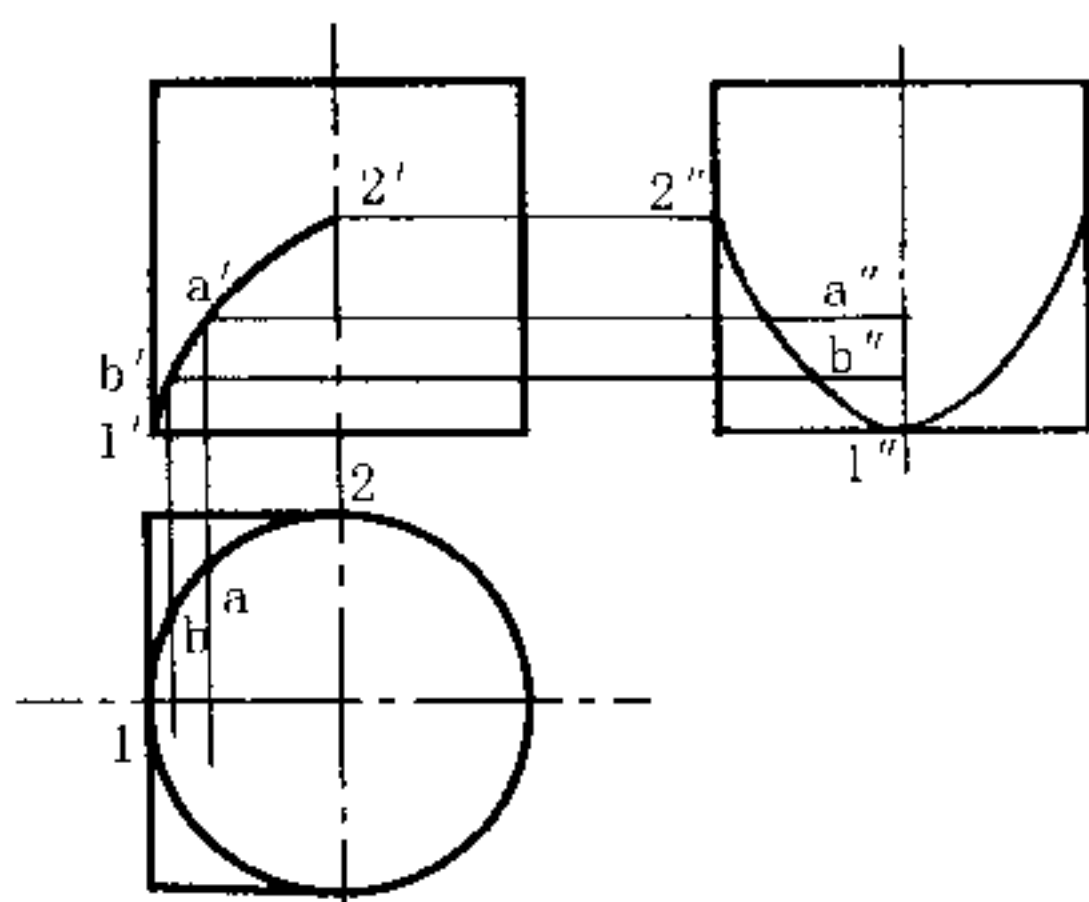
(f)



与前一题相同, 只是中间开个孔, 从几何上讲, 交线是完全相同的。

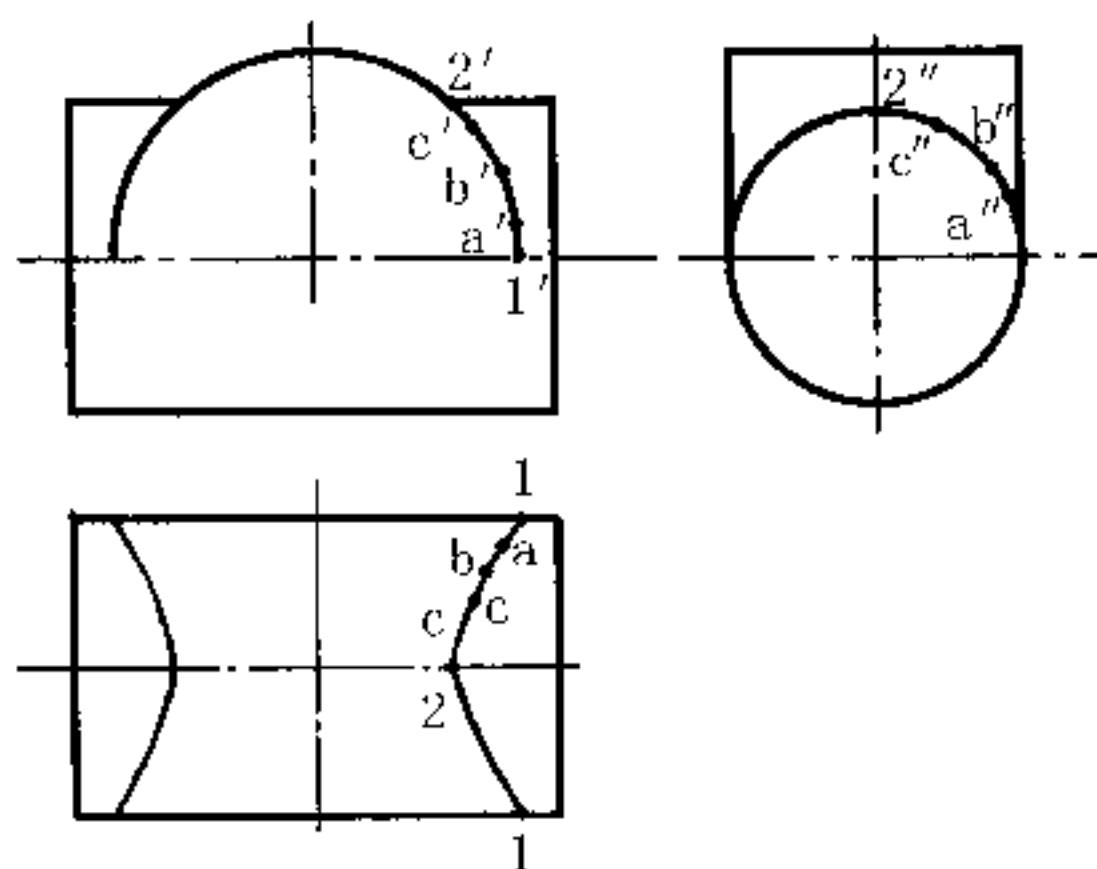
4. 补全下列投影。(P48)

(a) 求 W 投影。



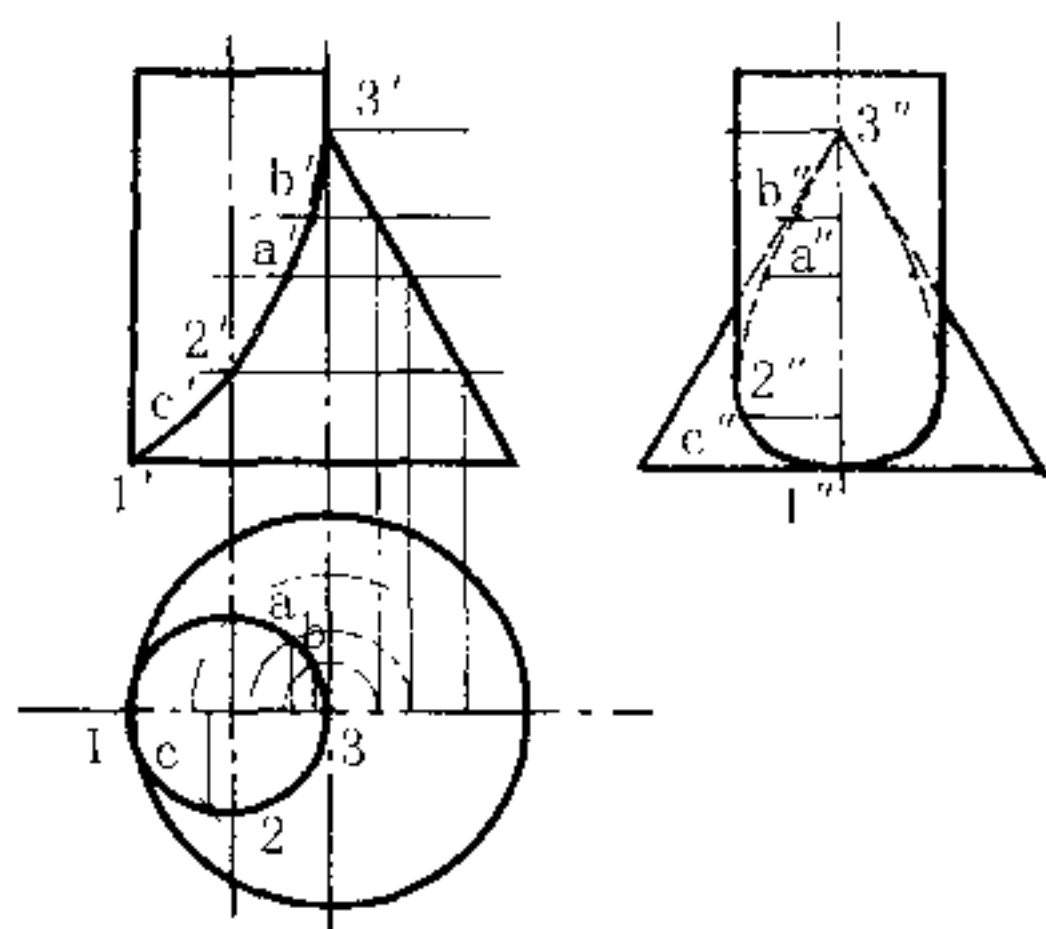
1、2 为特殊点, a、b 为一般点, 利用积聚性, 不难求出 W 投影。

(b) 求 H 投影。



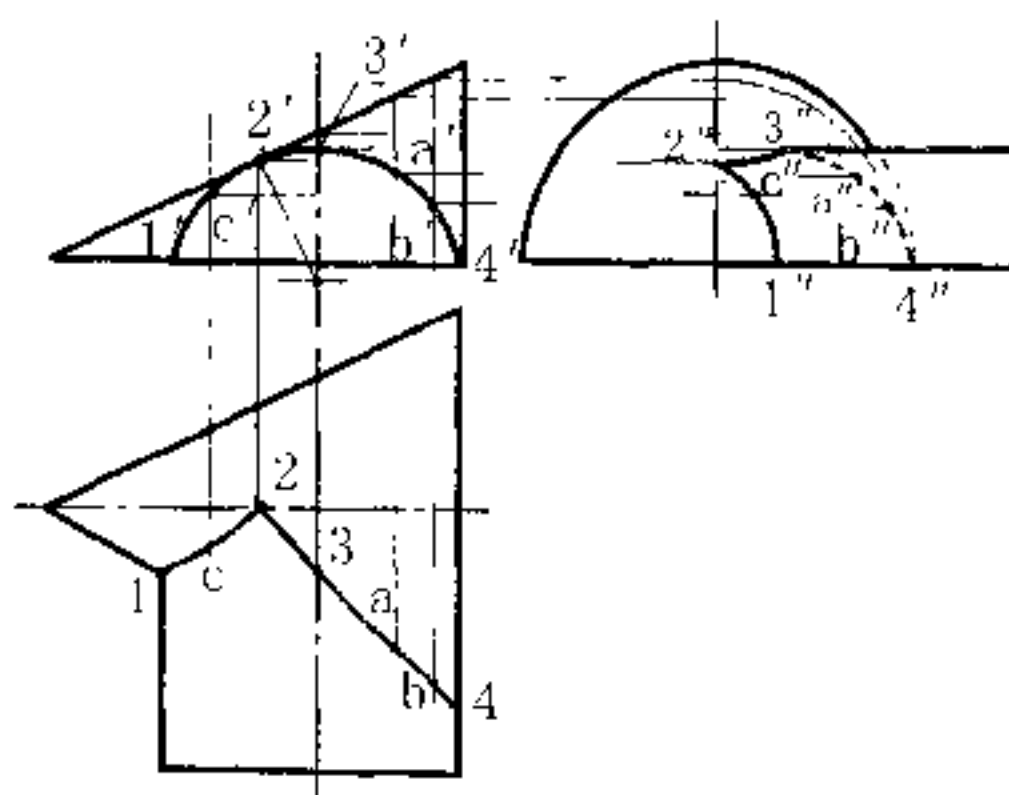
1、2 为特殊点, a、b、c 为一般点, 利用积聚性, 不难求出 H 投影。

(c) 完成 V 投影，并作 W 投影。



在水平投影上，利用圆柱的积聚性，确定特殊点 1（最低点）、3（最高点）、2（W 投影外形线上的点），再确定一般点 a、b 和 c，利用辅助面法（先在水平投影画圆，再找到 V 投影的高度）求得 abc 和 2 的投影，连 1-c-2-a-b-3，由 V、H 投影各点求得 W 投影各点的投影，然后连线。注意可见性，点 2 以下可见，以上不可见。

(d) 完成 H 投影，并作 W 投影。

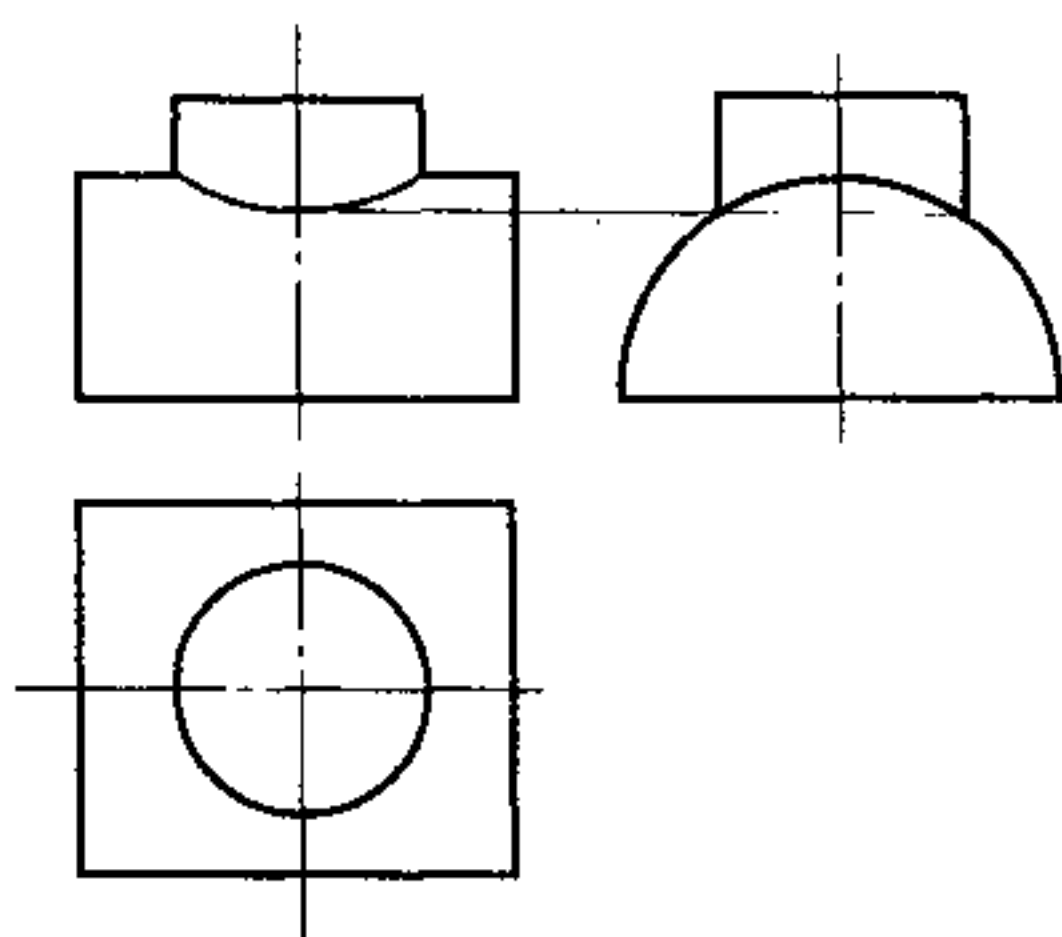


本题要注意的是圆柱中心不在圆锥轴线上。如果在的话，相贯线会蜕变成平面曲线（椭圆），水平投影成直线如《机械设计基础习题集》的 P51 第 7(c) 所示。

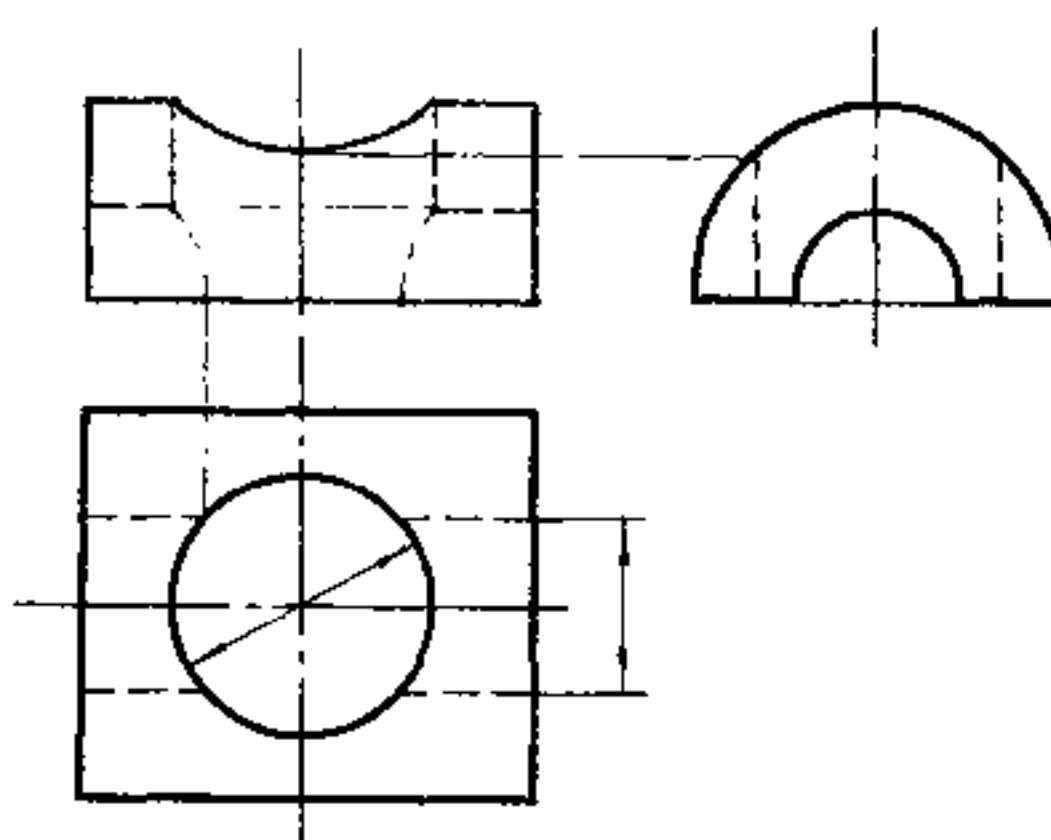
所以本题仍需采用一般作法，利用圆柱积聚性确定特殊点和一般点，然后求出各点的 W 投影，最后连线，如图所示。

5. 补全 V 投影。(P49)

(a)

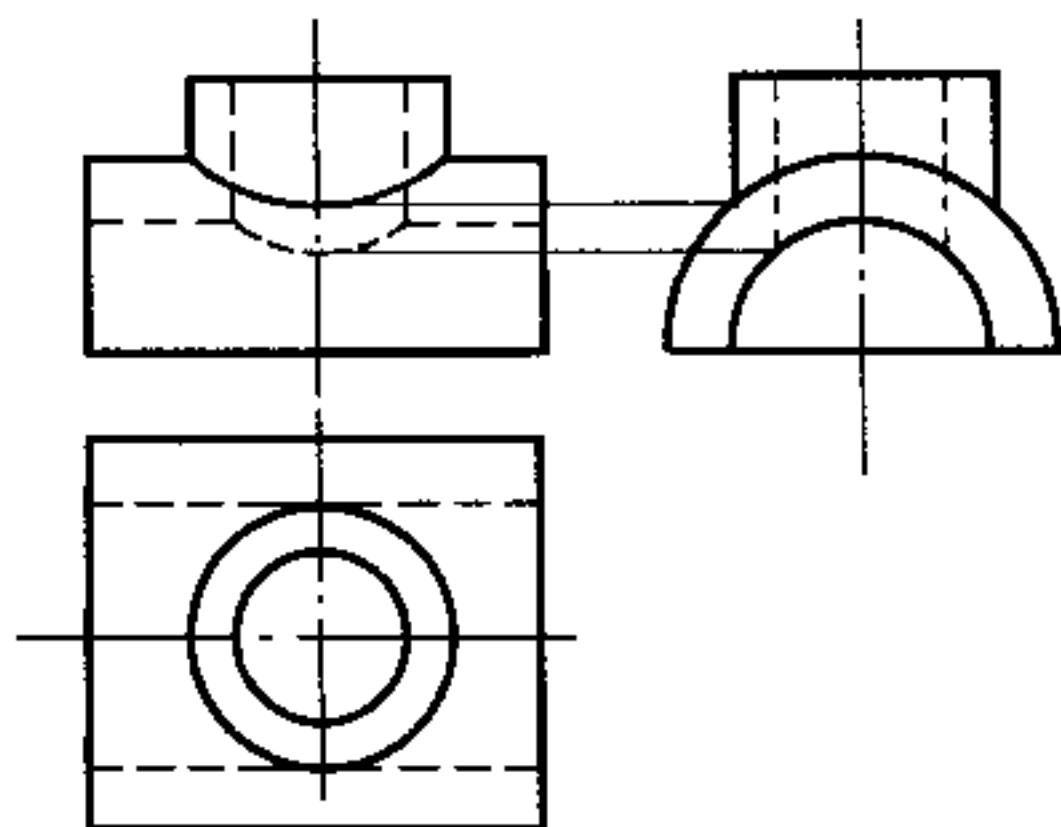


(b)



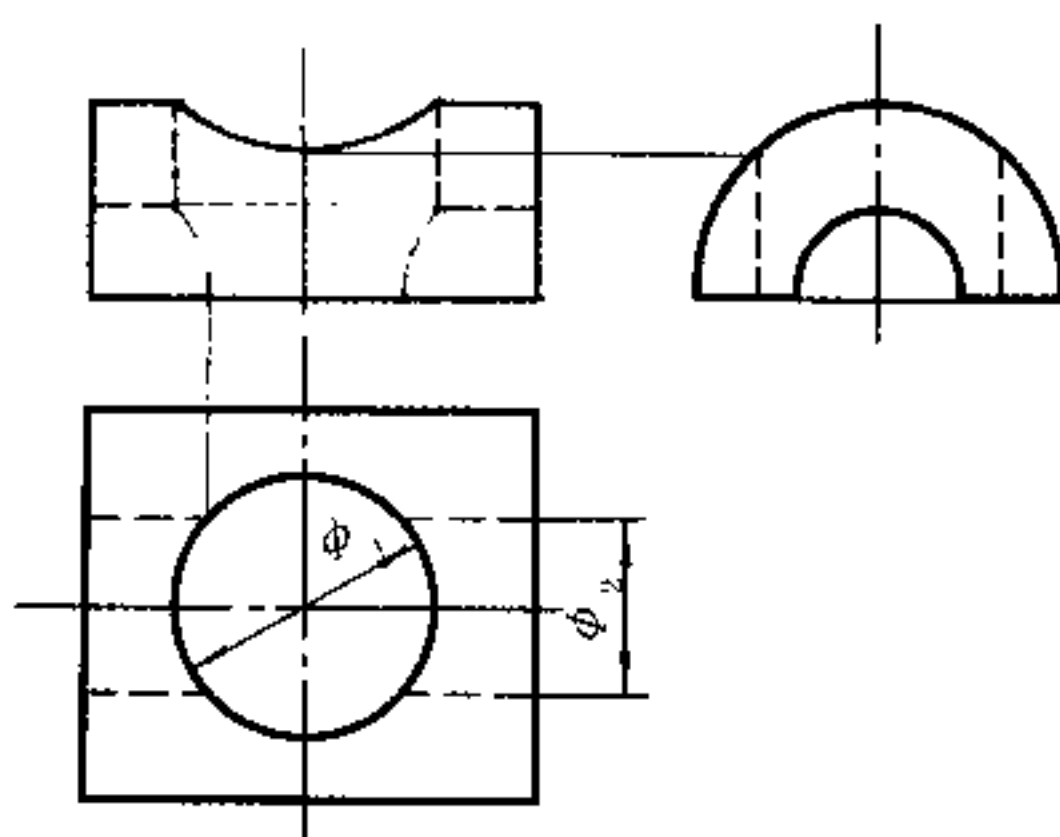
要注意的是此题不仅外表面有相贯线，内表面也有相贯线。

(c)



此题要注意内表面，即两个内孔（都是虚线）也应有相贯线。

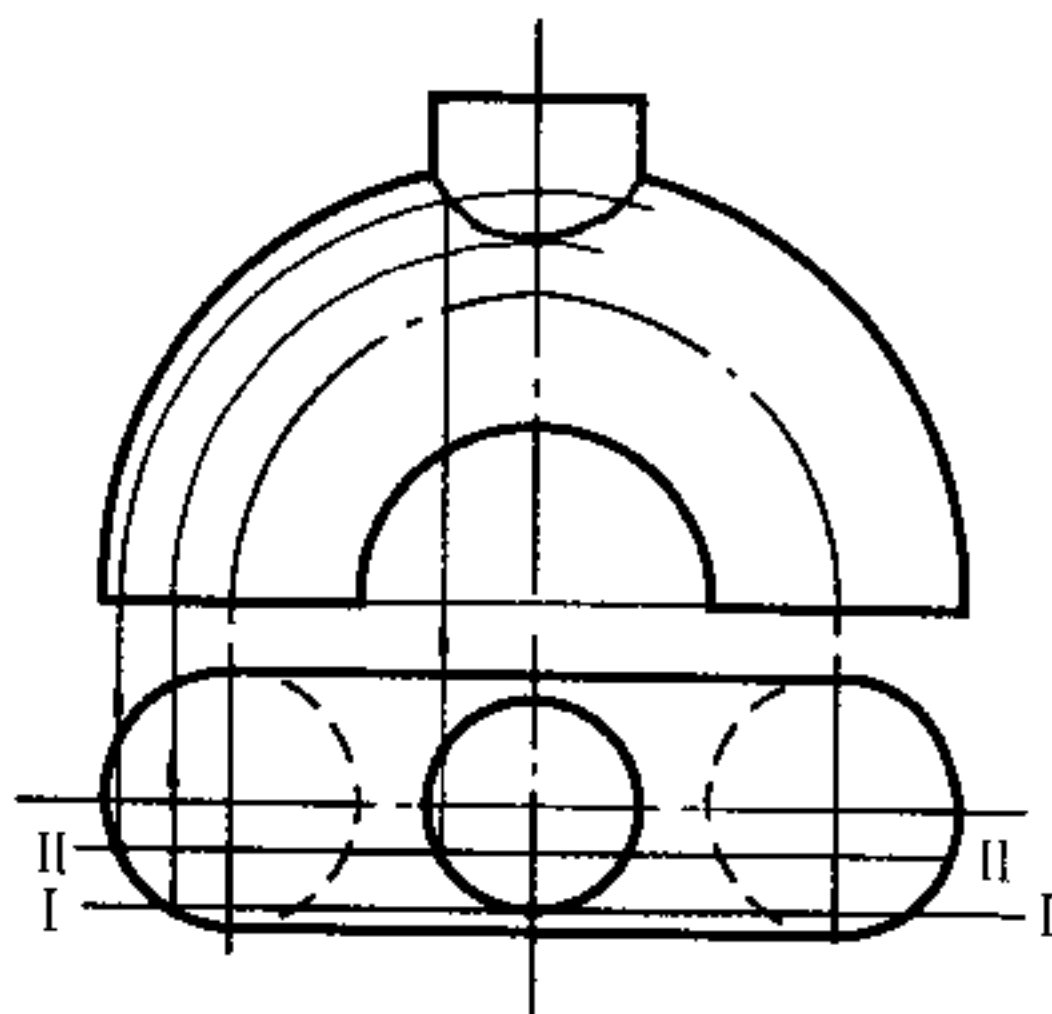
(d)



此题要注意的是内孔的相贯线，注意相贯线总是由小贯大，因为 $\phi_1 > \phi_2$ ，所以相贯线向里弯曲，如图所示。

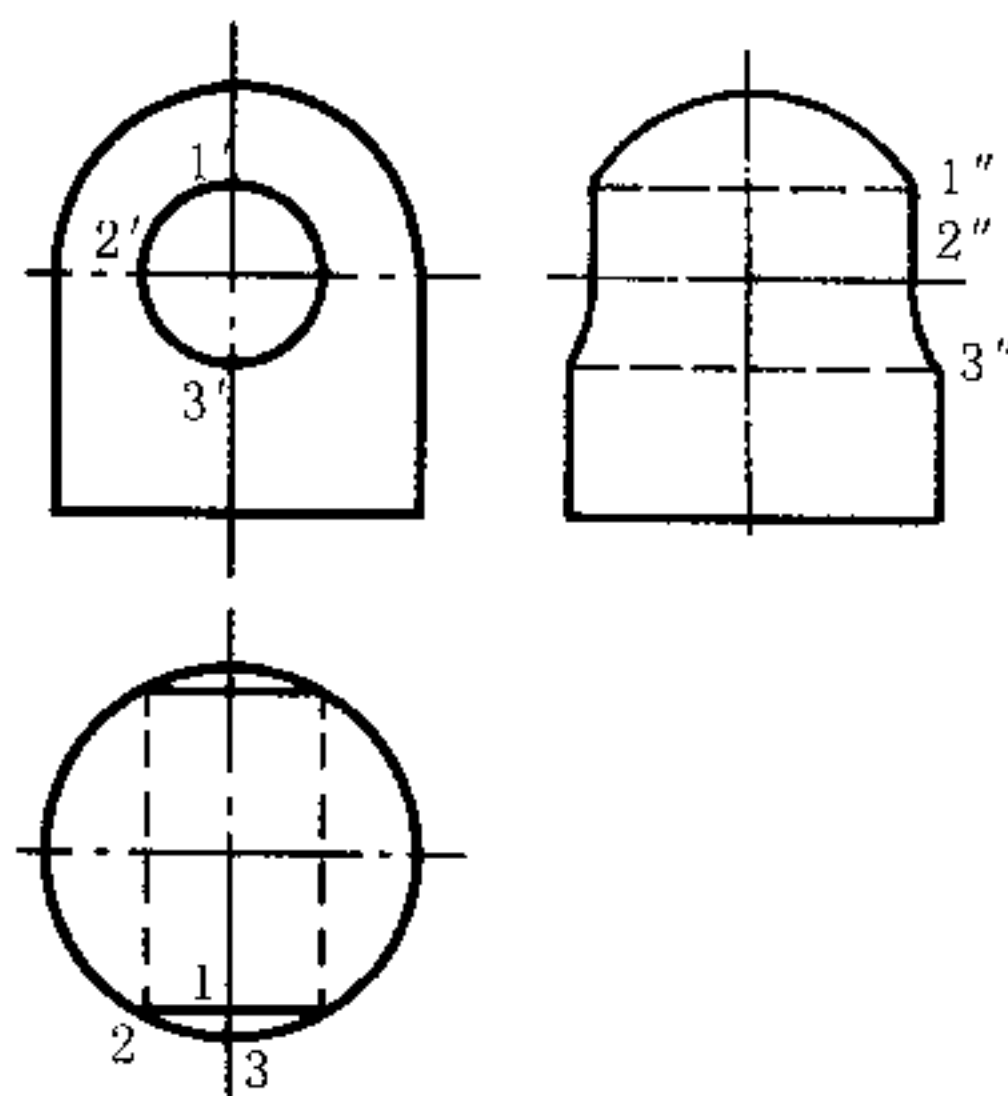
6. 按要求完成下列各题的投影。(P50)

(a) 完成 V 投影。



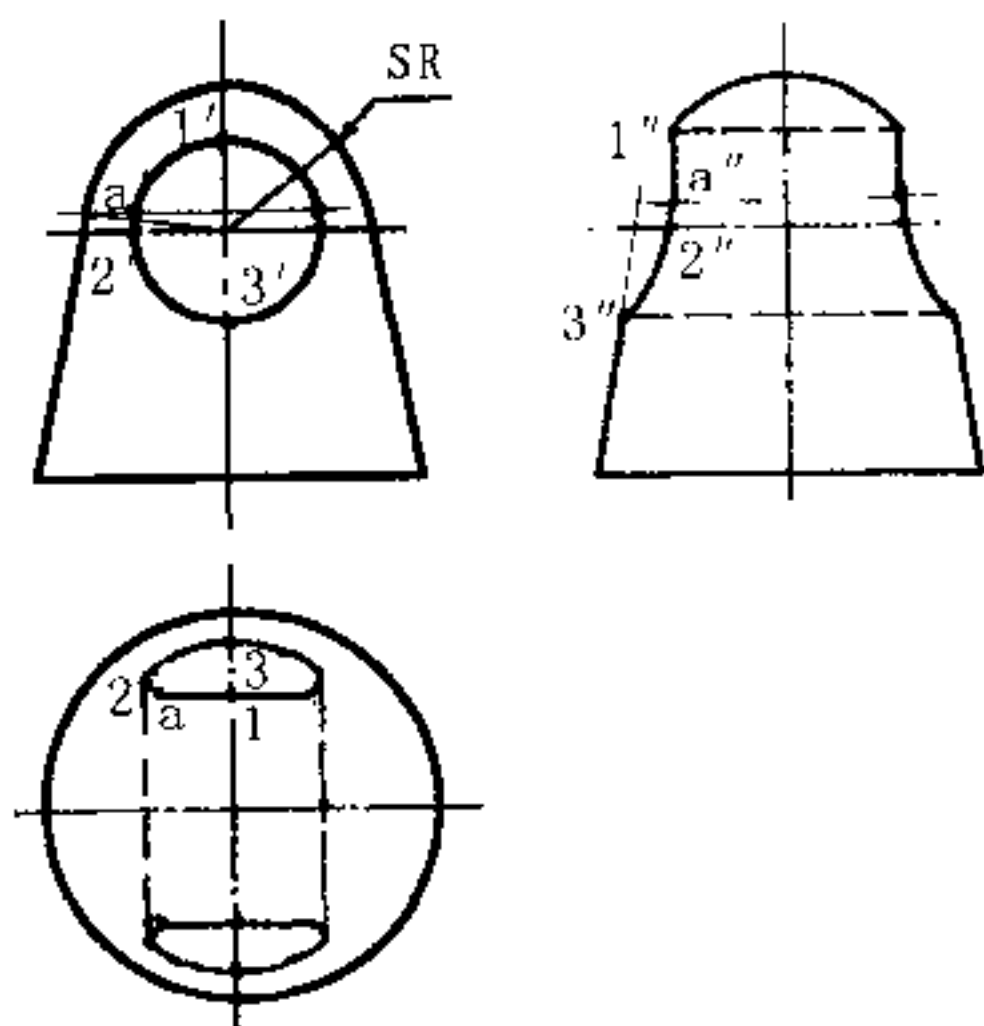
此题为圆柱与圆环相贯，只能用正平面作辅助面求交点的方法，为求最低点采用 I - I 辅助面。

(b) 完成 H 投影并作 W 投影。



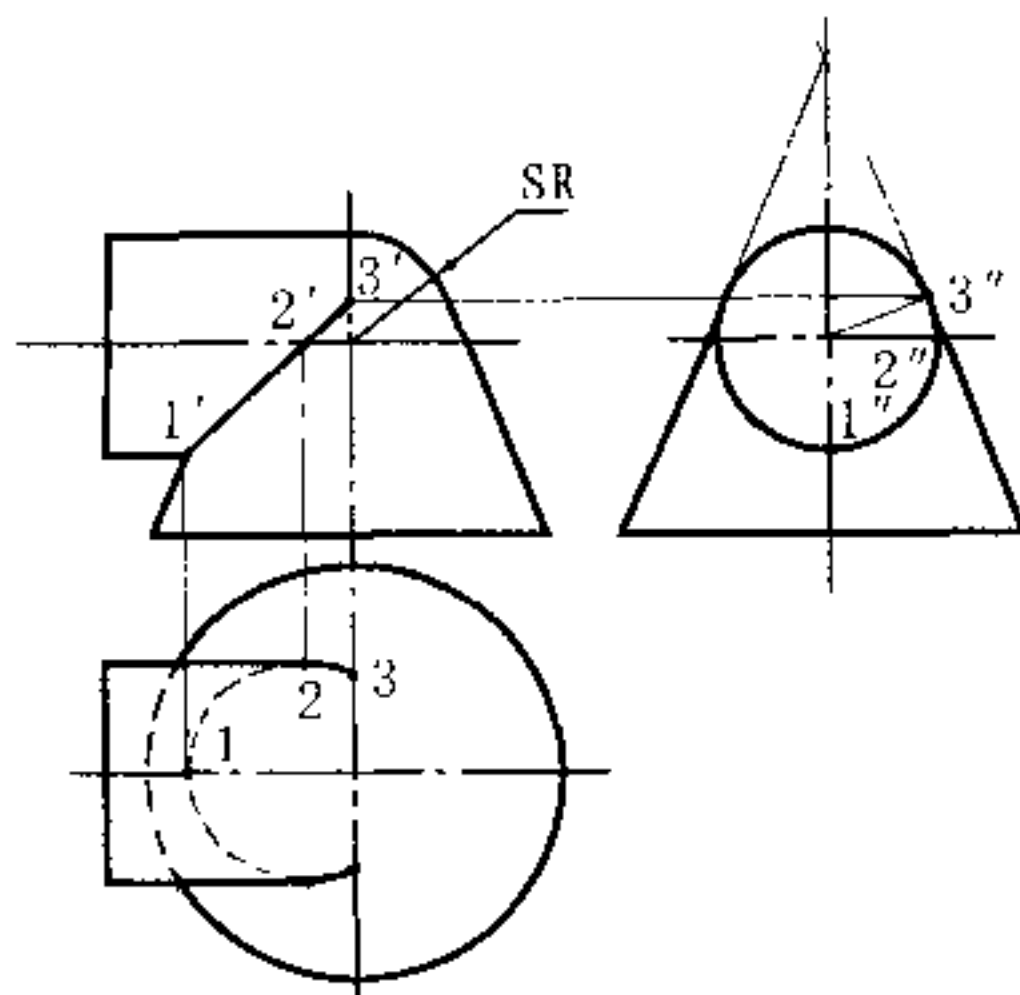
本题上部为球和柱相贯，下部为柱和柱相贯，因为球心在圆柱轴线上，故其交线为圆，投影为直线，即 1-2 的 V 投影为半圆，但 W、H 投影都投影为垂直于圆柱轴线的直线。2-3 部分为空间曲线，投影为双曲线。

(c) 完成 H 投影并作 W 投影。



本题上部为球和柱相贯，下部为柱和锥相贯，但必须先求出锥和球的分界点 A，为此，过球心作线与圆锥外形线垂直，过垂足再作水平线与圆相交即得 a 点，这样，1-a 为球柱相贯，交线为圆，投影为直线，a-2-3 为圆柱和锥相贯，如图所示。

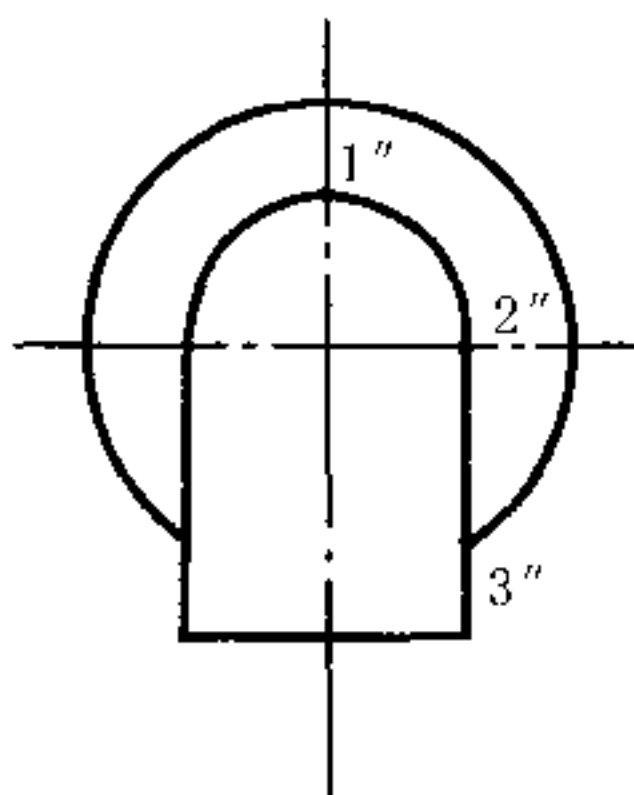
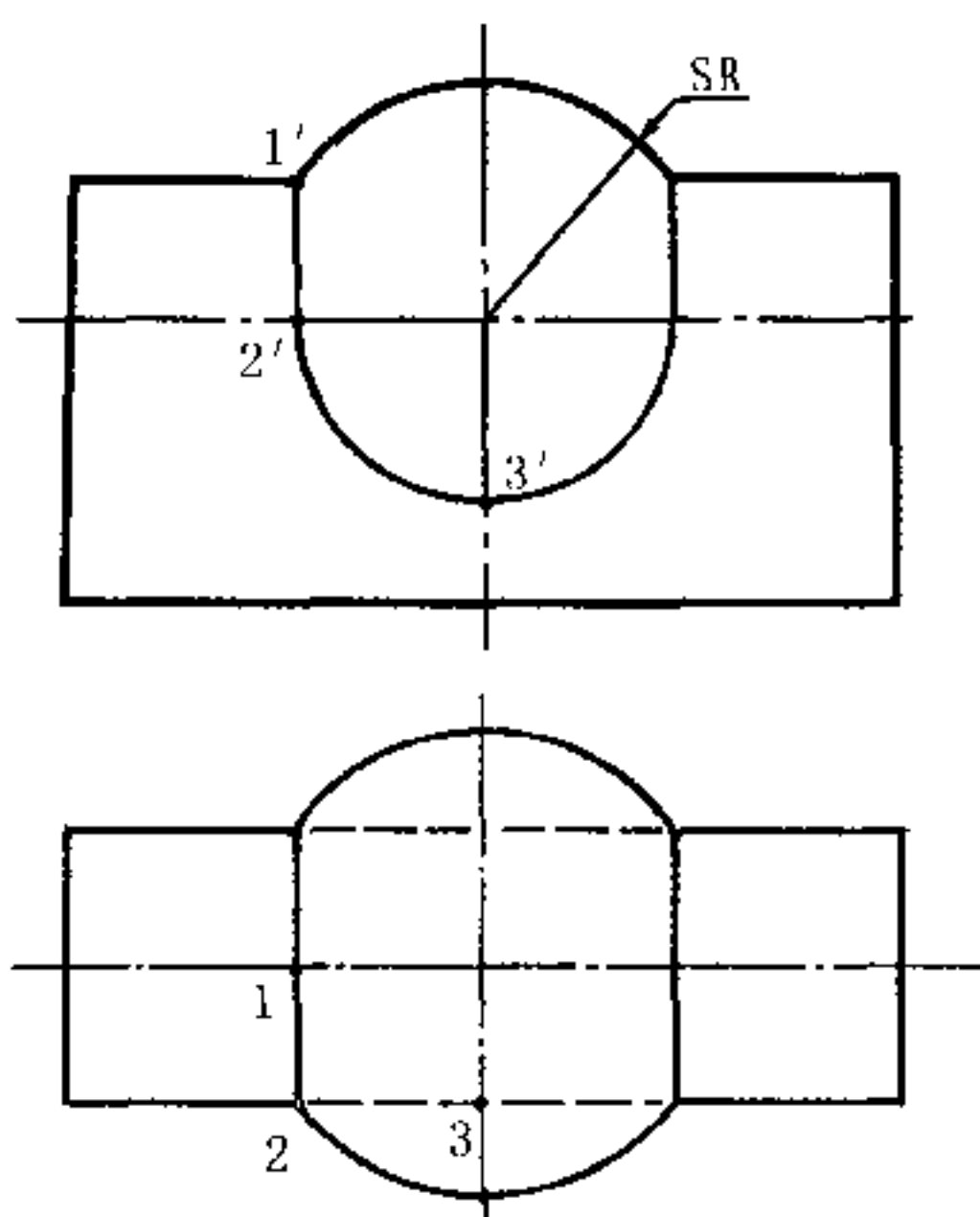
(d) 完成 V 投影和 H 投影。



从 W 投影看，此题为圆柱与圆锥相切，且圆锥上部的球与圆柱和圆锥均相切，亦即是它们的公切球，由于圆柱与圆锥存在有公切球，故它们的交线退化成二次曲线（椭圆），投影为直线。

在 W 投影，过球心作圆锥外形线的垂线得垂足 3，将点 3 投影到 V 投影，连 1-3 即相贯线的 V 投影，其中点 2 在外形线上，相贯线的 H 投影 1-2-3 为椭圆。

(e) 完成 V 投影并作 H 投影。

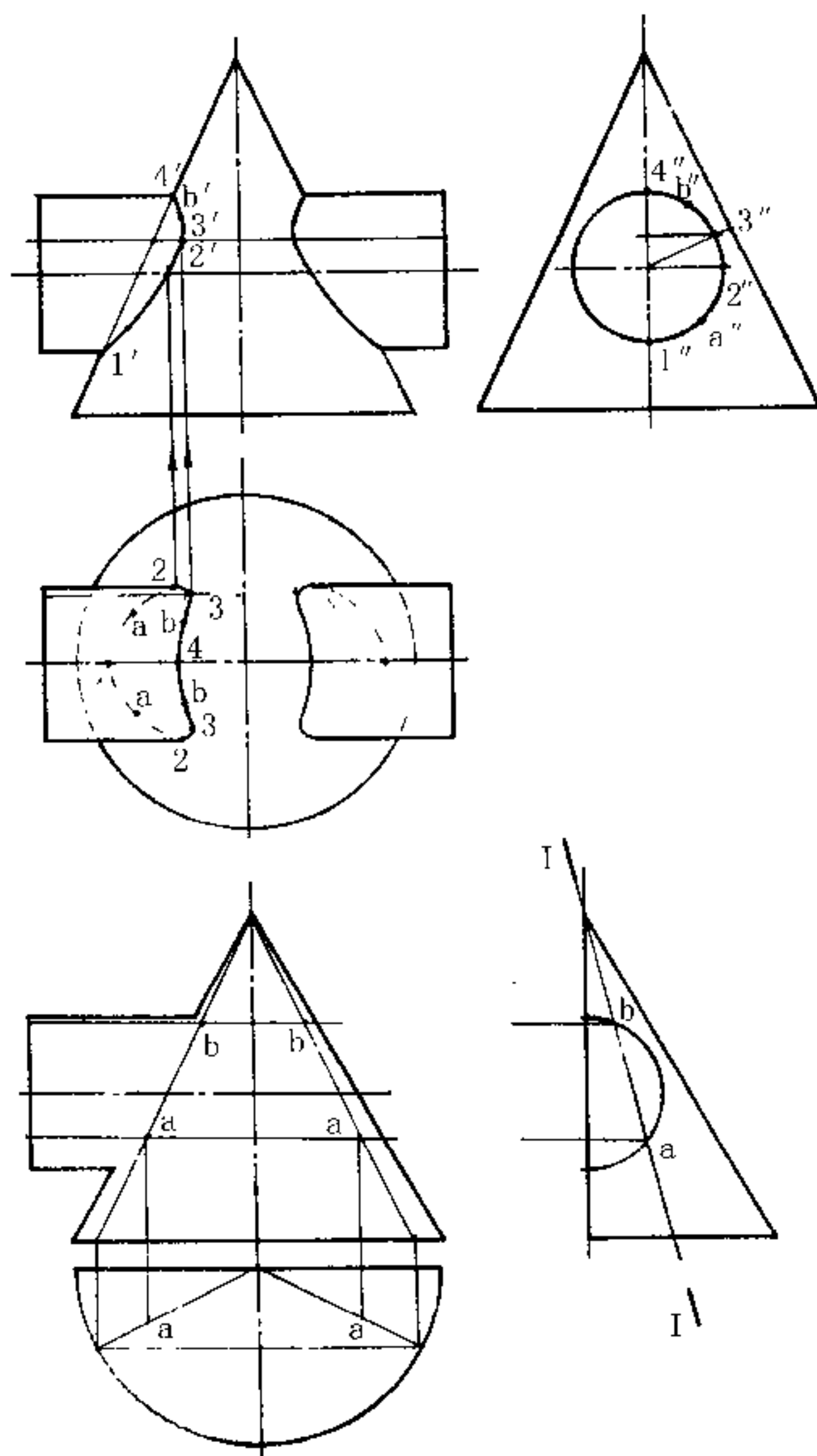


1-2 为球和柱相贯，相贯线为圆，V、H 投影均为直线；

2-3 为平面和球相交，交线为圆。

7. 求轴线正交时圆柱和圆锥的相贯线。(P51)

(a)



先在W投影上确定特殊点1、2、3和4，其中，1为最低点，4为最高点，2为水平投影外形上的点，3为在V投影上距圆锥轴线最近的点。

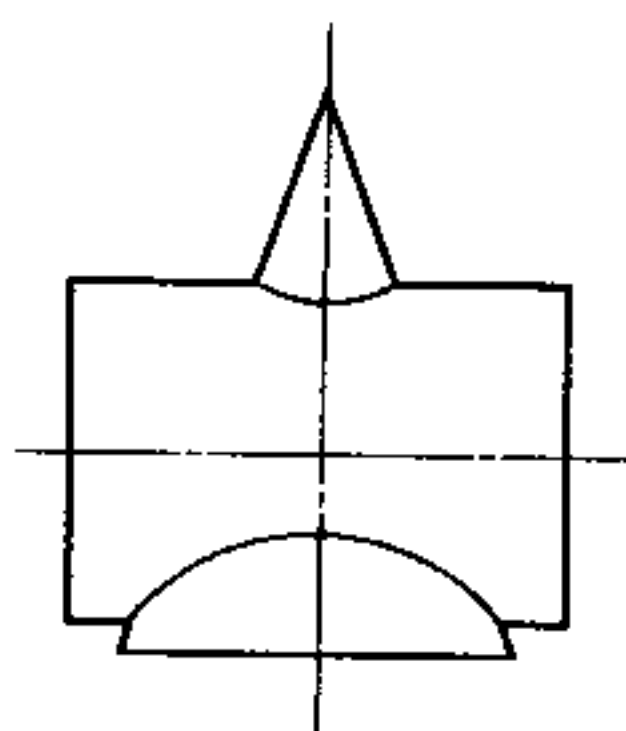
再在1-2中取a和在3-4中取b作为一般点。

用在锥面上取点的方法分别求上述各点的V、H投影，然后按顺序连点。

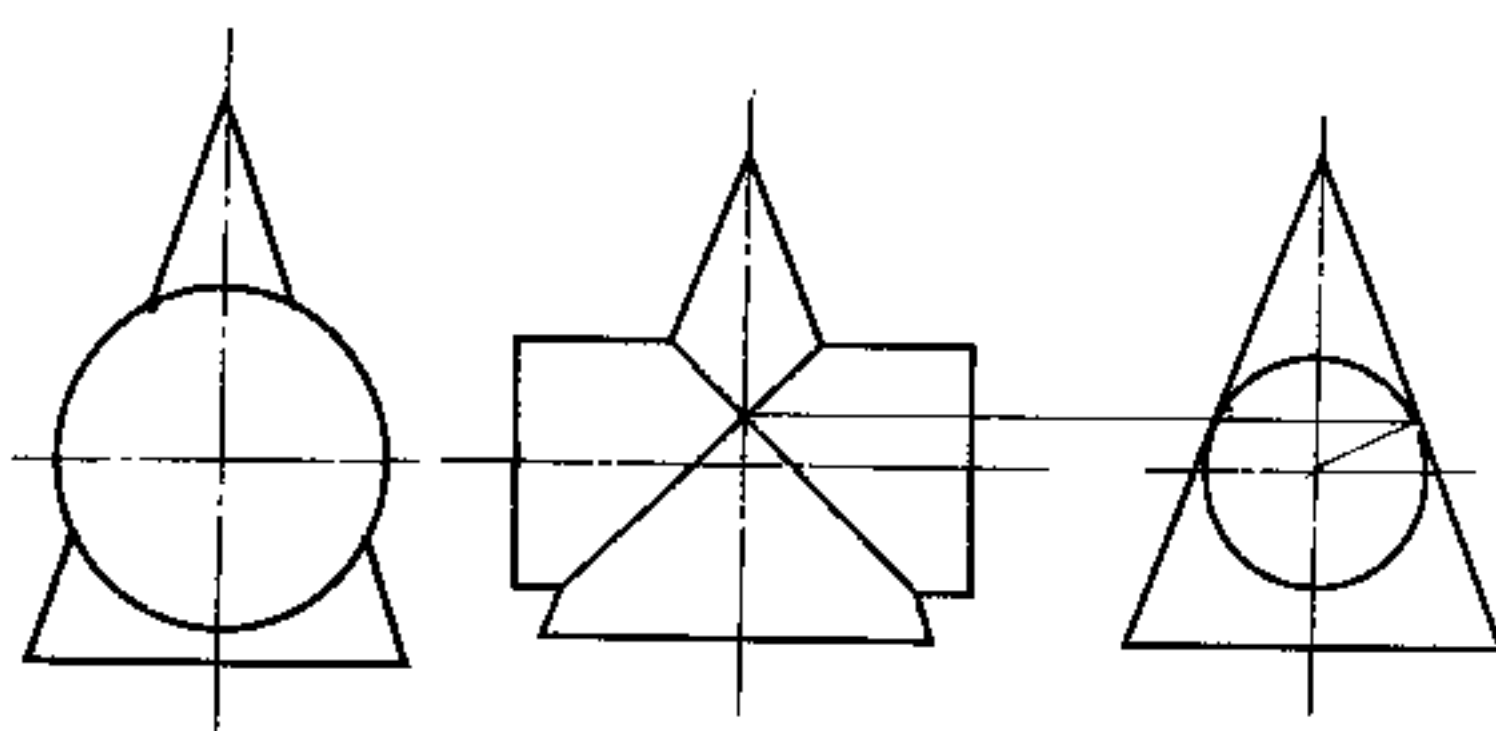
在水平投影中，注意4在里、3在外，故相贯线至两边凸、中间凹，则相贯线1-a-2-3-b-4-b-3-2-a-1呈肾状线，连线时注意不要出现尖点，且2-1-2为不可见。

求相贯线点的时候，也可以用过顶面方法，如图中的1-1辅助平面，它与锥交线为三角形，与柱交线为矩形，它们的交点a、a，b、b即为相贯线上的点。

(b)



(c)

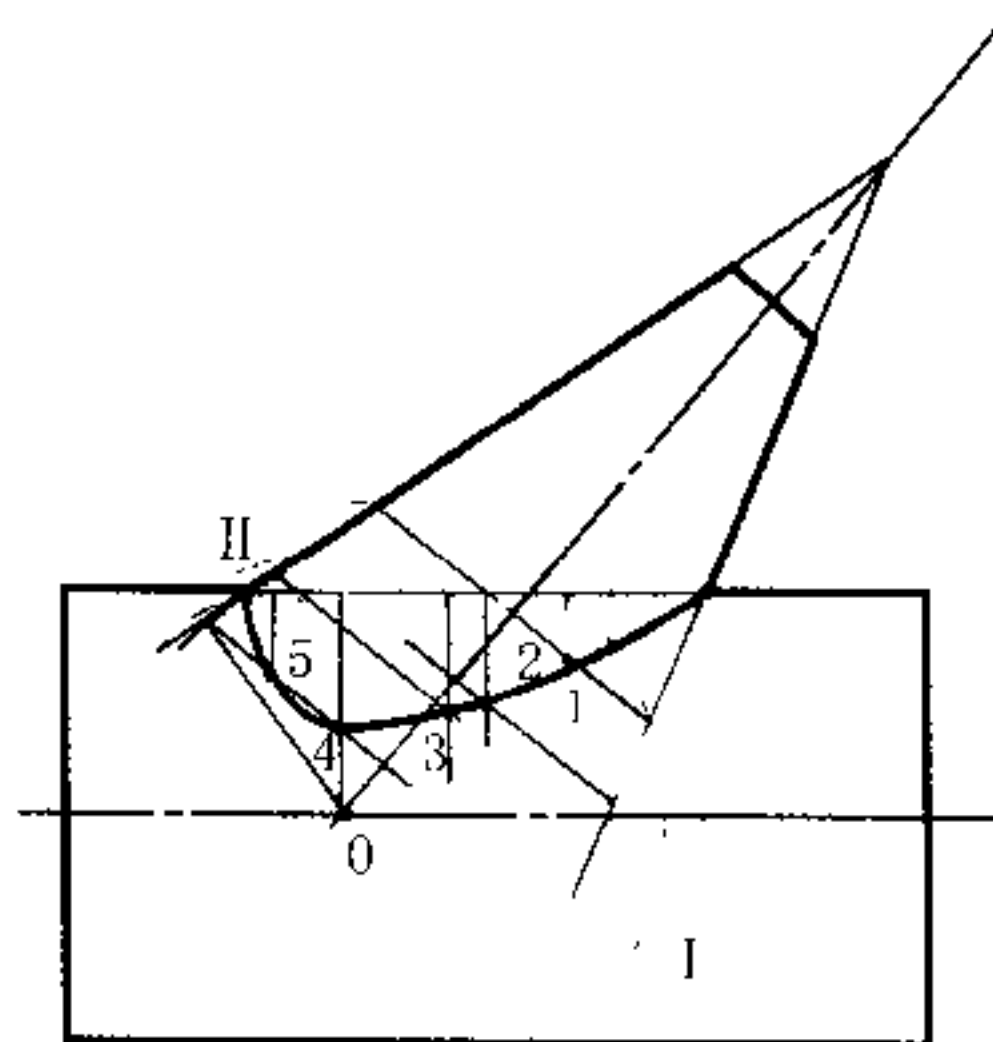


从侧投影看，圆柱大，圆锥小，故相贯线由圆锥贯向圆柱，只要找出特殊点，就能把握住相贯线的去向。

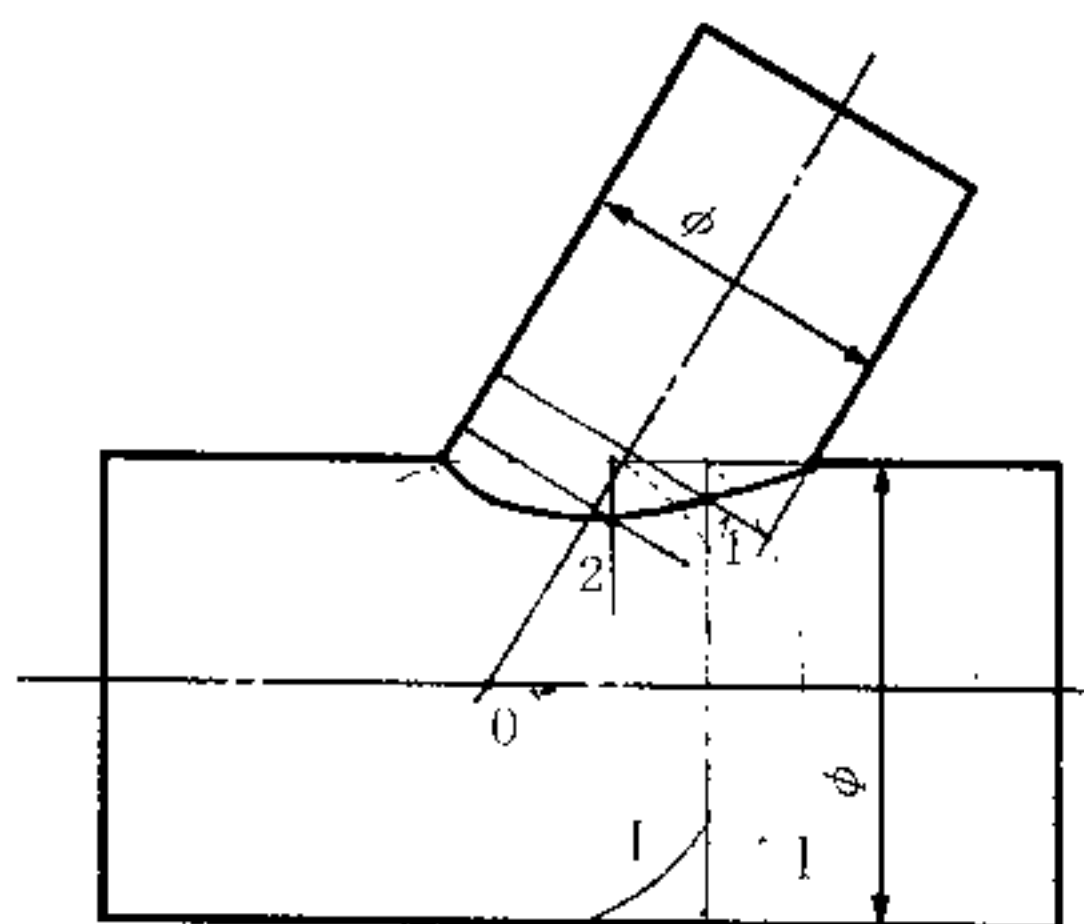
由于圆柱与圆锥存在有内公切球，故其相贯线投影成直线。

8. 完成交线的投影（不利用其它视图）。(P52)

(a)



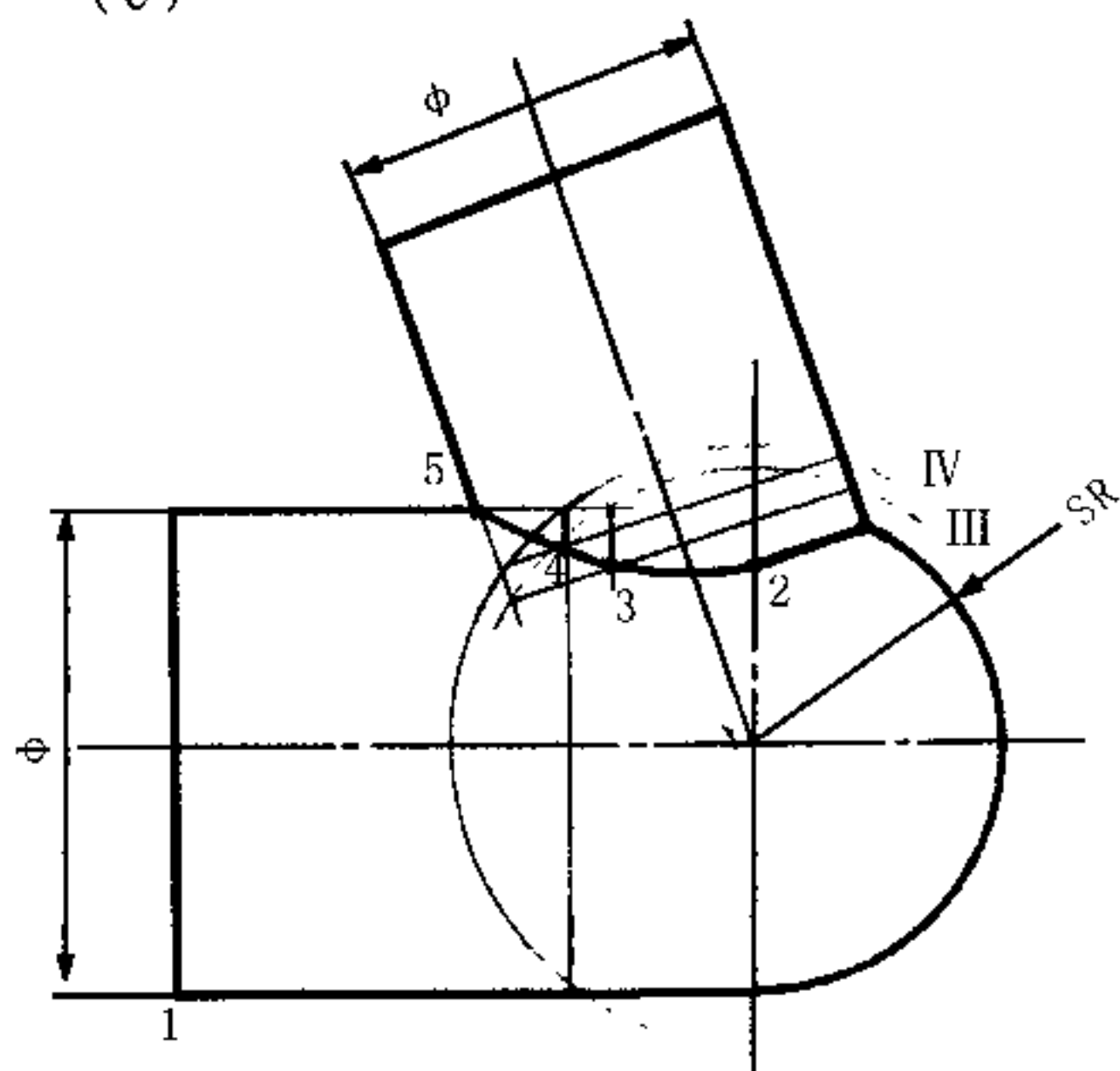
(b)



本题为圆柱与圆锥斜贯，只能用辅助球面法求相贯线，球心为两轴线交点0，分别作辅助球I，II，…，求得交点1，2，…，顺序连点，即求得相贯线。

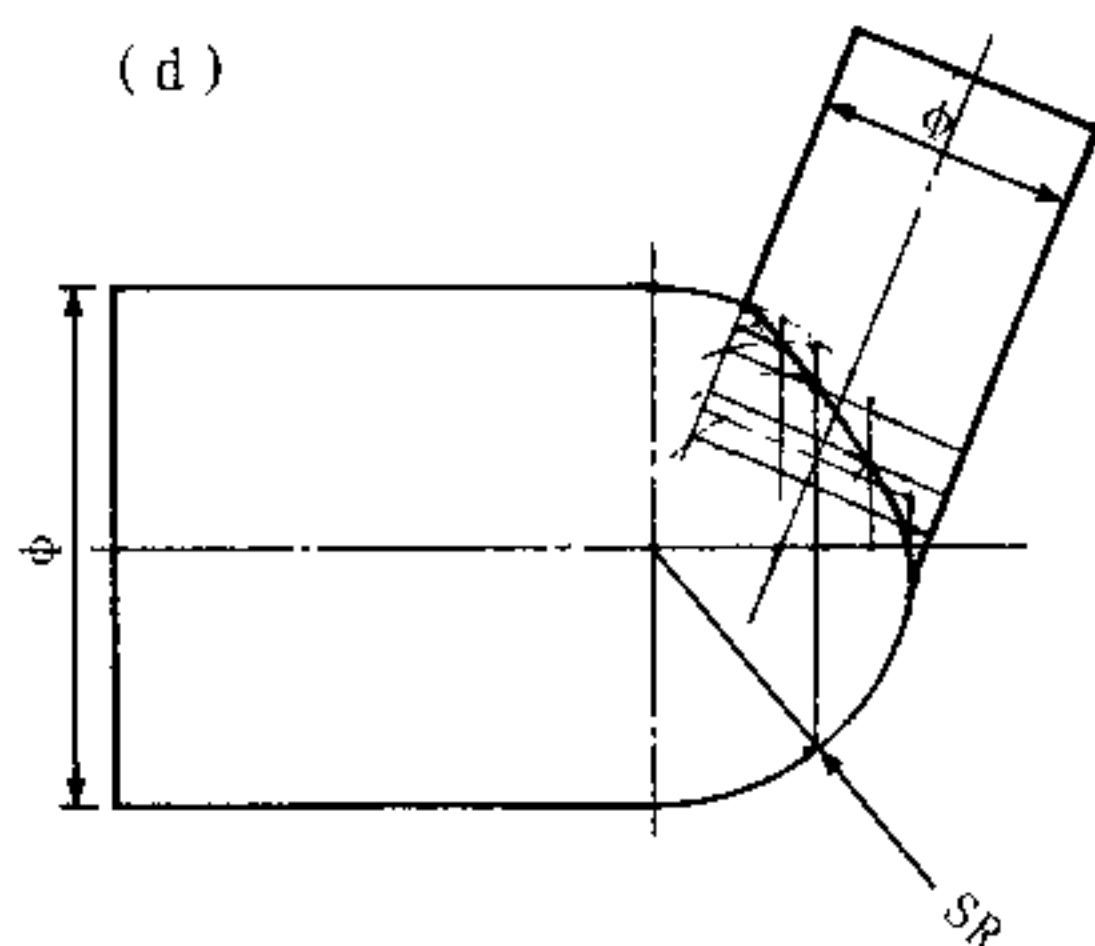
以点0为球心作辅助球，求得交点1、2、3，即可连出相贯线。当然，此题也可用辅助平面法作题。

(c)



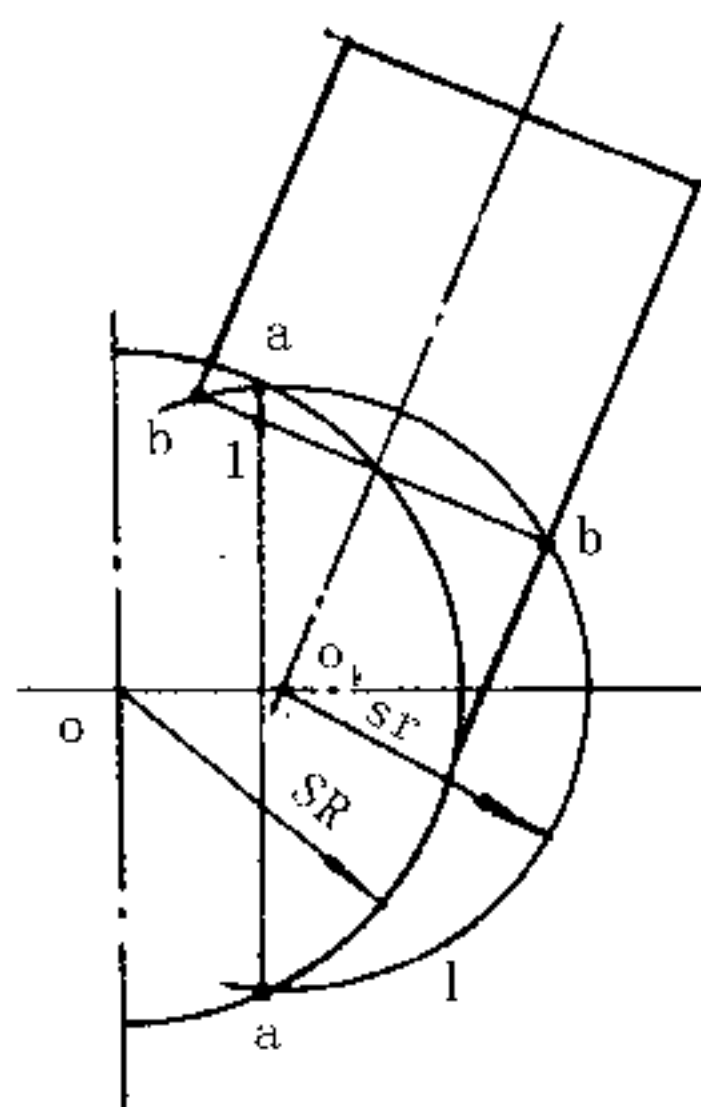
此题特点是斜柱与球相贯，且其相贯线投影为直线，此直线垂直于圆柱轴线，故图中1-2为斜柱与球交线，2-3-4-5为斜柱与横柱交线，用辅助面法求得3、4，如图所示。

(d)



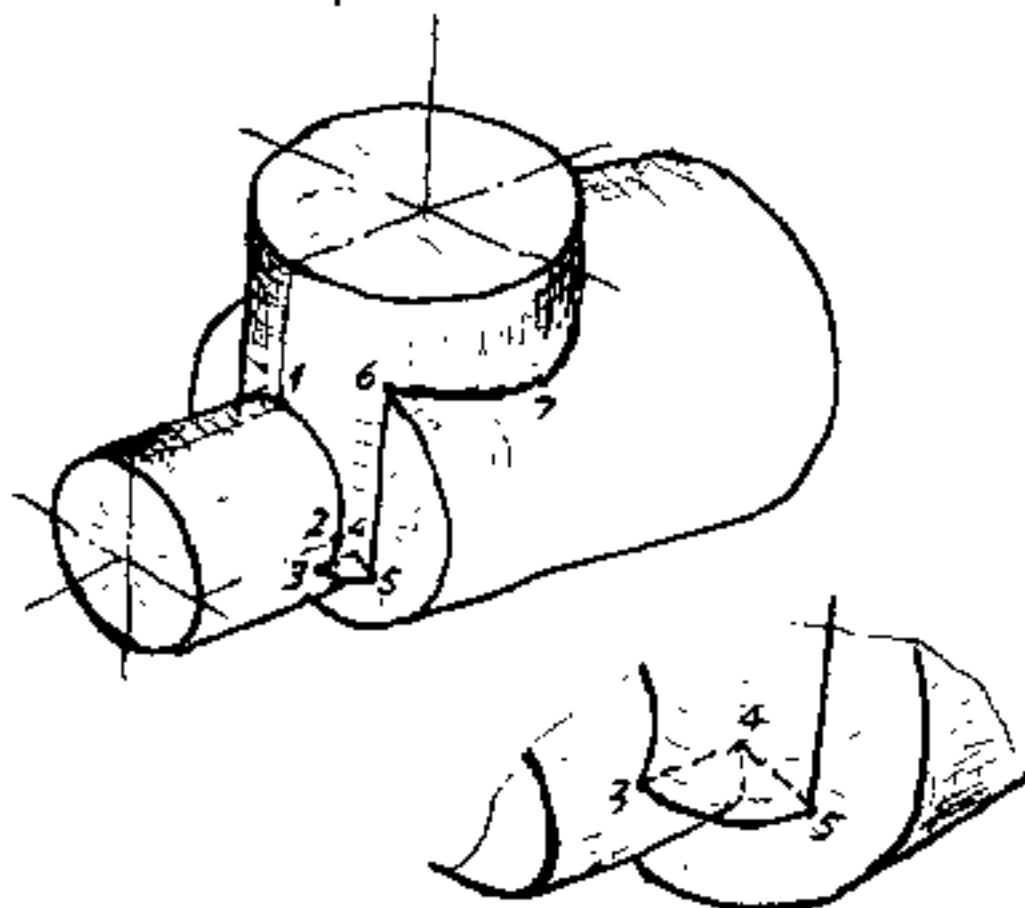
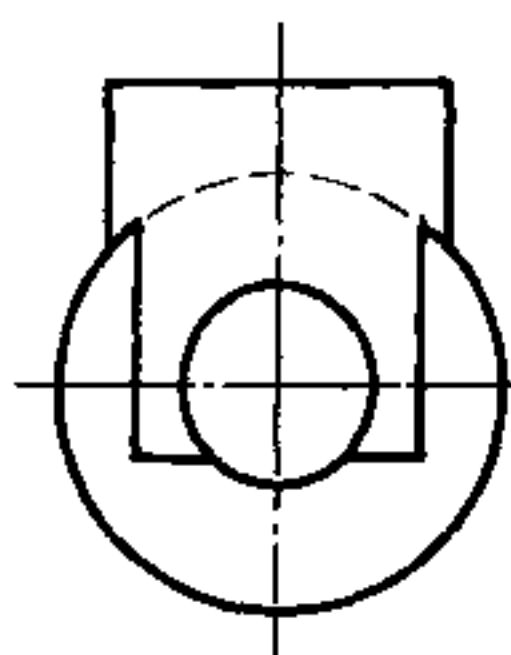
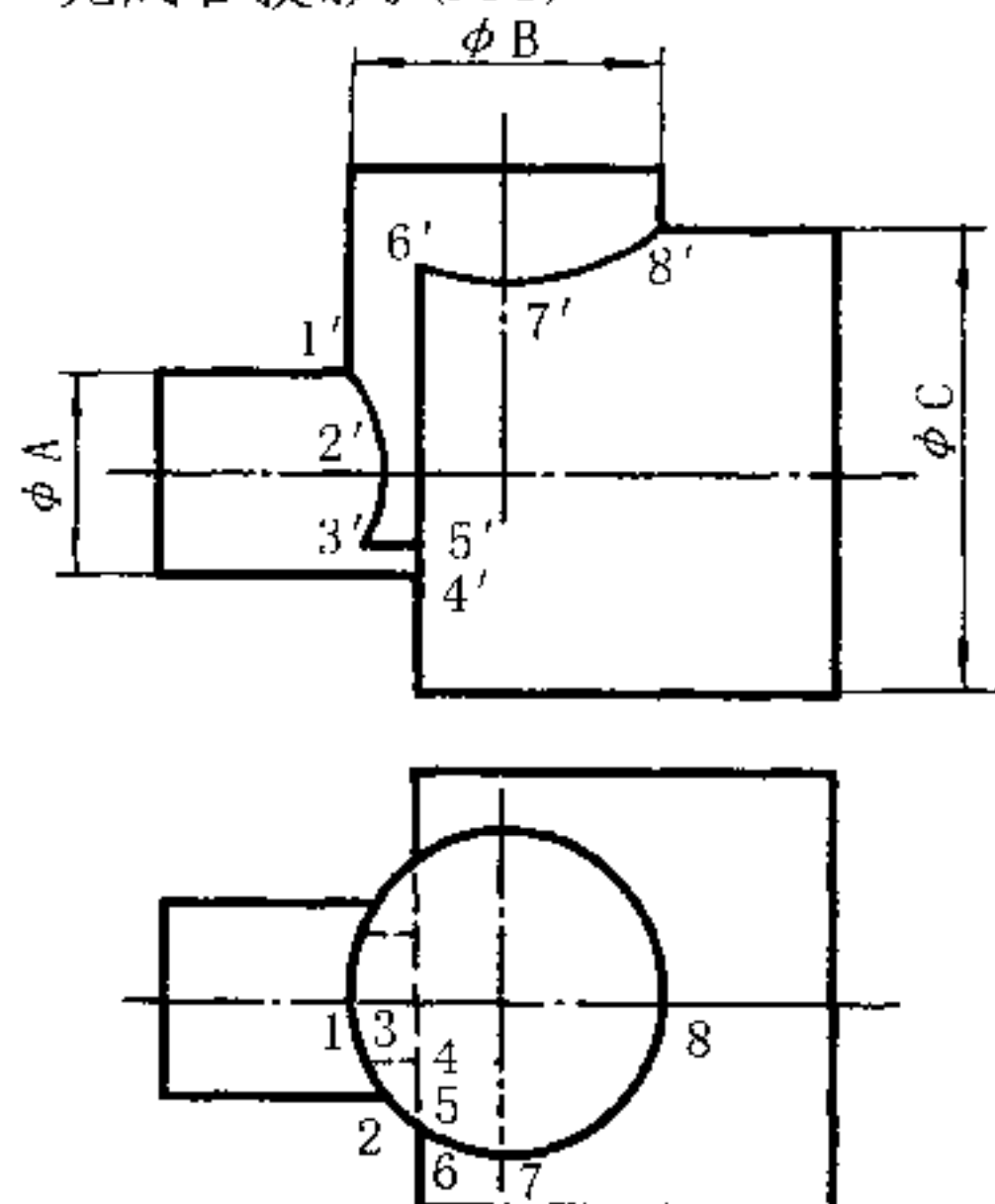
此题亦为圆柱与球斜贯，但其特点是，圆柱轴线不通过球心，但在这种情况下仍可用球面法，这是因为两球交线总是圆，其投影是直线，且垂直于两球连线。

下图说明如何求得相贯线的一个点，设作辅助面I，半径 s_r ，其与SR球相交，其线为a-a，显然 $a-a \perp o-o$ ，又 s_r 球与圆柱交线为b-b，a-a与b-b交点1即相贯线的一个点，再作不同 s_r 的球，就可求得足够的点，为图所示的相贯线。



综合问题(六)——复合相贯

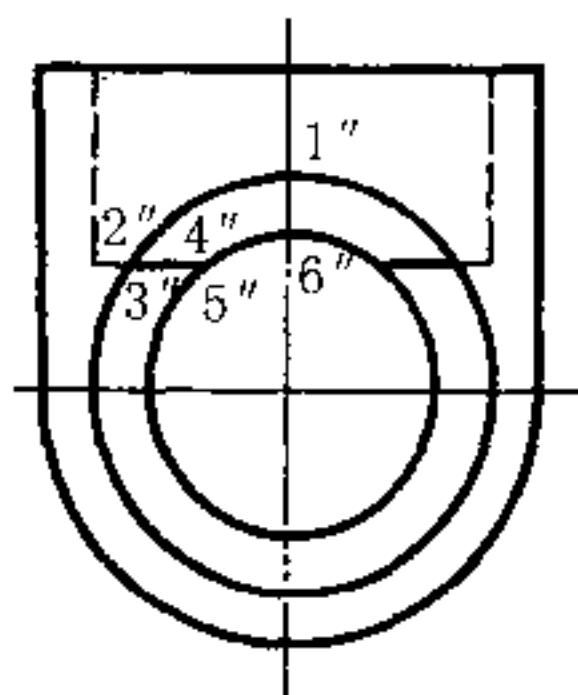
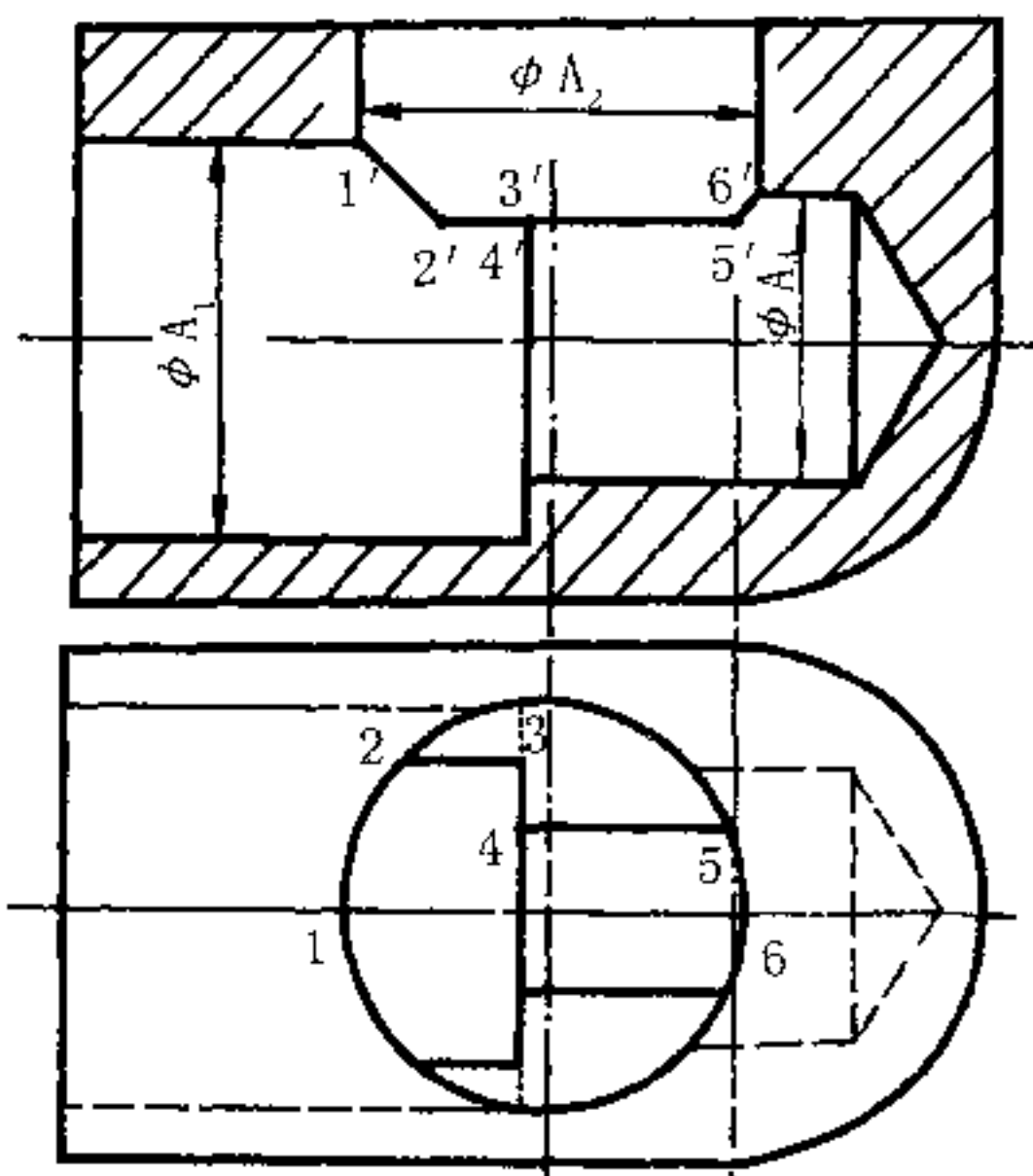
18. 完成各投影。(P53)



从投影分析可以看出:

- 1-2-3 ϕA 圆柱与 ϕB 圆柱相贯线;
- 3-4 为 ϕB 底面(平面)与 ϕA 交线;
- 4-5 为 ϕB 底面与 ϕC 左端面(平面)交线;
- 5-6 为 ϕC 左端面与 ϕB 交线(直线);
- 6-7-8 为 ϕB 与 ϕC 的交线。

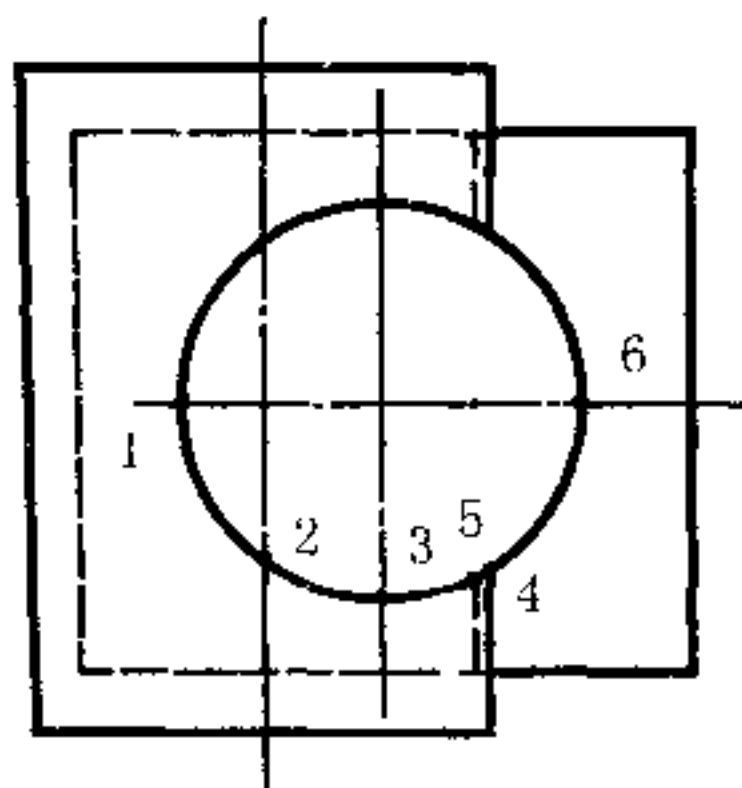
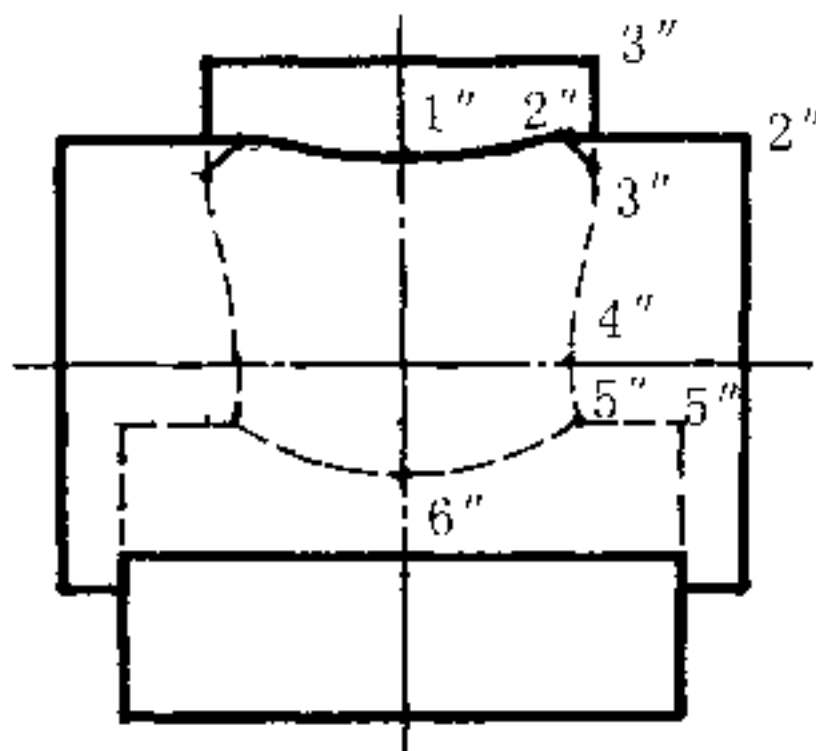
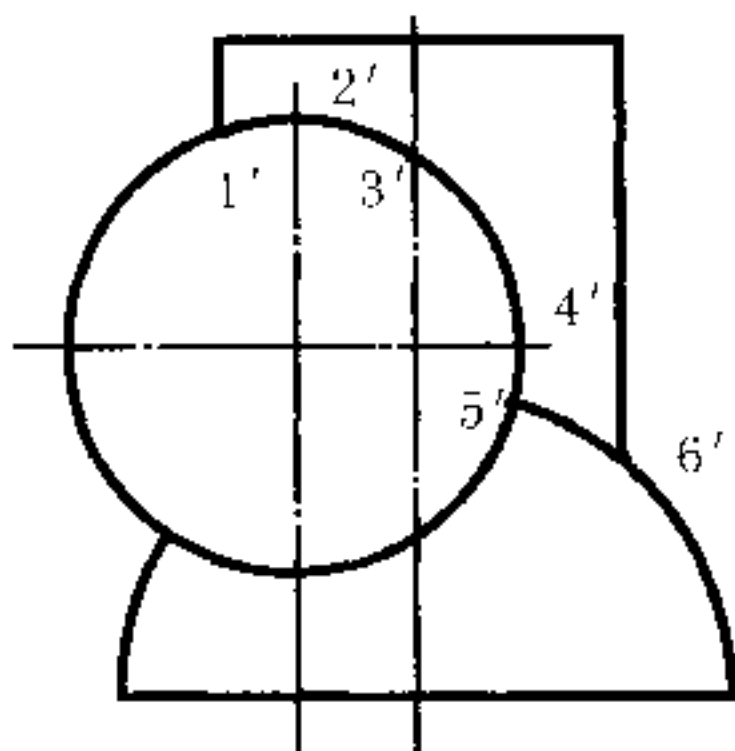
19. 完成 V, II 投影。(P53)



此题所求均为形体内部交线, 从投影分析可看出:

- 1-2 为 ϕA_1 与 ϕA_2 相贯线, 因为直径相等, 所以相贯线投影为直线;
- 2-3 为 ϕA_2 底面(平面)与 ϕA_1 交线;
- 3-4 为 ϕA_2 底面与 ϕA_1 底面的交线;
- 4-5 为 ϕA_2 底面与 ϕA_3 交线;
- 5-6 为 ϕA_2 与 ϕA_3 相贯线。

20. 补全H投影, 并画出W投影。(P53)



此题为复杂的复合相贯, 而且是偏贯, 不过利用聚积性, 不难从V、H投影分析出各段相贯线, 作题时应将三个圆柱的W投影先画出, 然后填画相贯线并判断可见性。

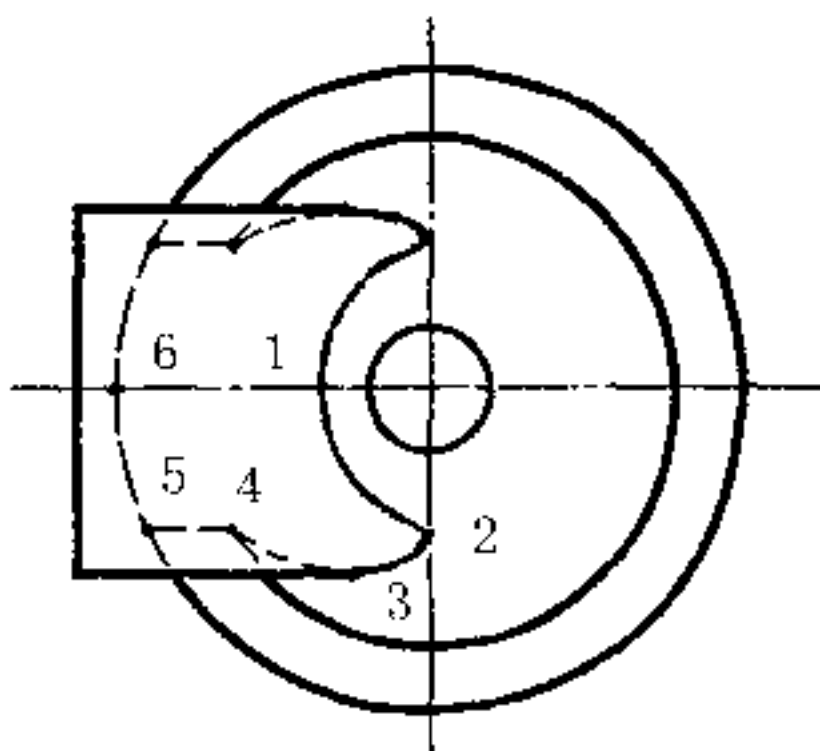
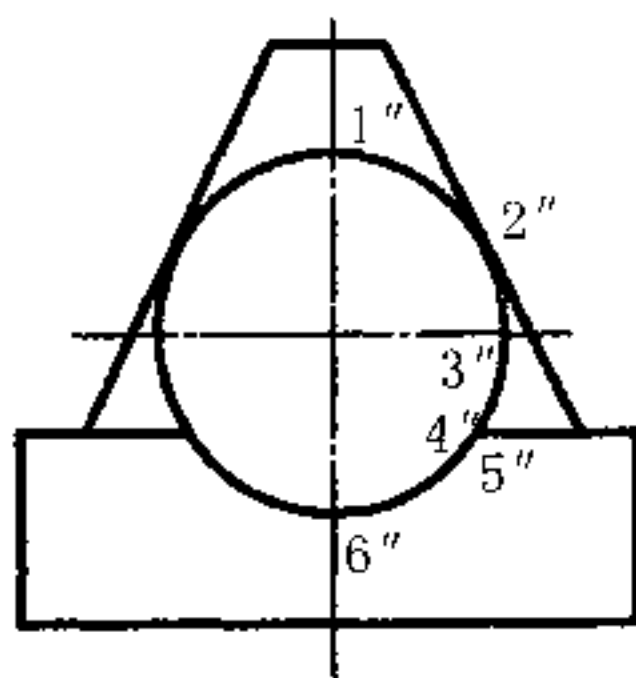
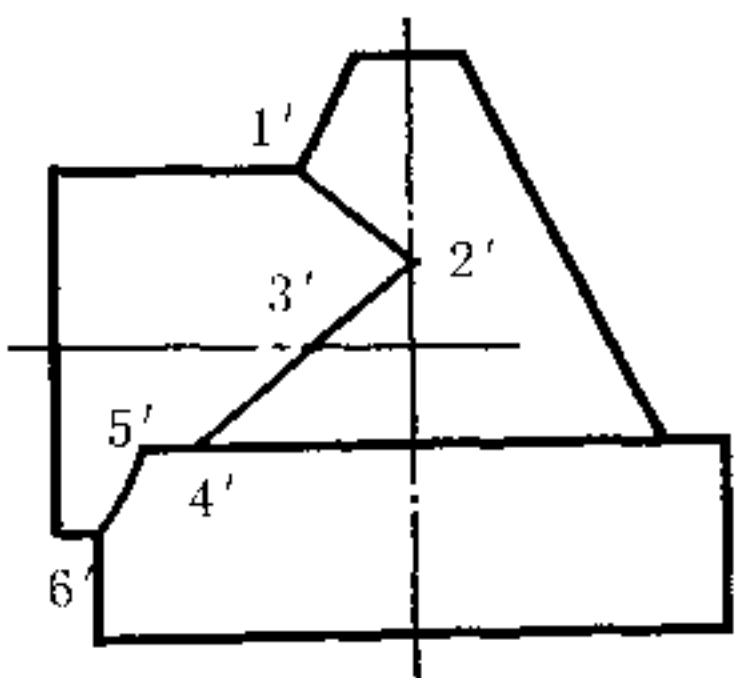
1-2 为上圆柱与横圆柱相贯线(可见);

2-3-4-5 为上圆柱与横圆柱相贯线(不可见);

5-6 为上圆柱与下圆柱相贯线。

此外还要注意5-5 为横圆柱与下圆柱交线, 横圆柱外形线在前, 故2-2 可见, 而上圆柱外形线在后, 故3-3 部分可见, 部分不可见。

21. 完成V、H投影。(P53)



此题由于圆锥与圆柱相切, 即有公切球, 故其相贯线为椭圆(水平投影为椭圆), V投影为直线, 从投影分析可看出:

1-2 为锥和柱相贯线;

2-3-4 为锥和柱的另一段相贯线水平投影为椭圆, 其中2-3 可见、3-4 不可见;

4-5 是平面与圆柱交线(直线), 这是最容易被忽略的, 要特别注意;

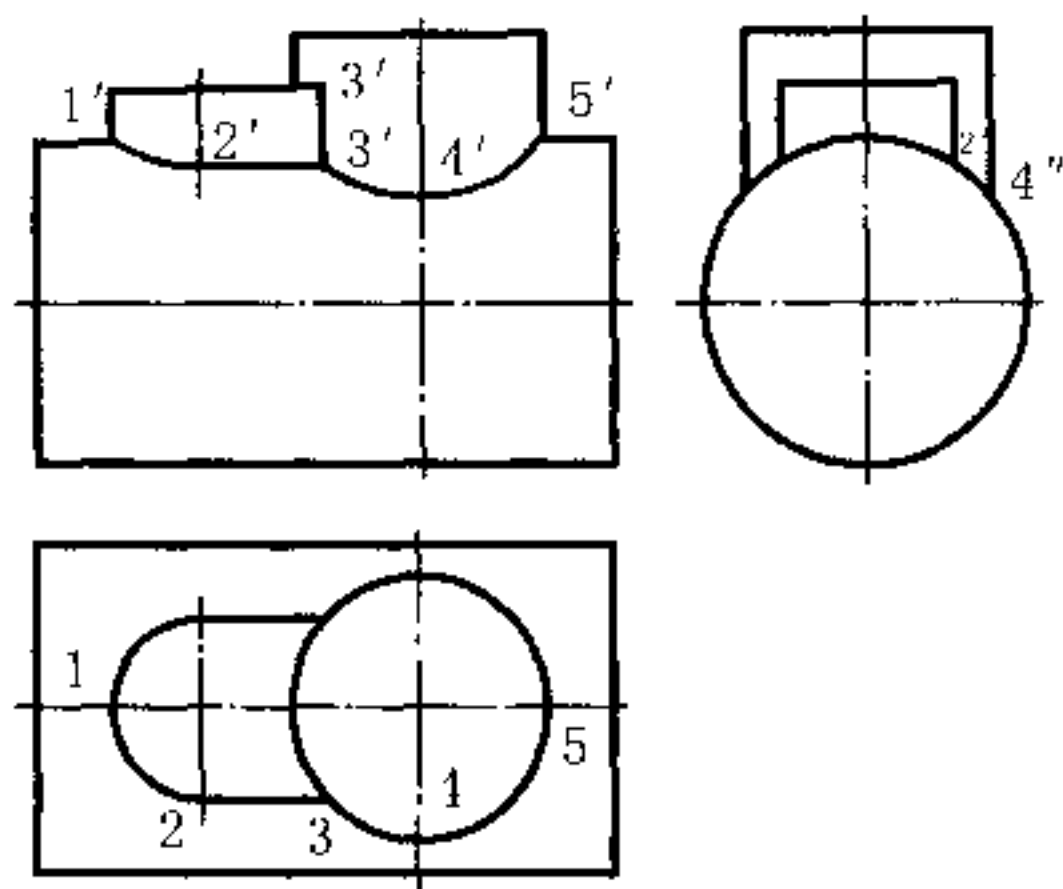
5-6 为圆柱与圆柱的相贯体。

注意水平投影中3-4-5-6 为不可见。

综合问题(七)——复合相贯

22. 补全 V 投影中的交线。(P54)

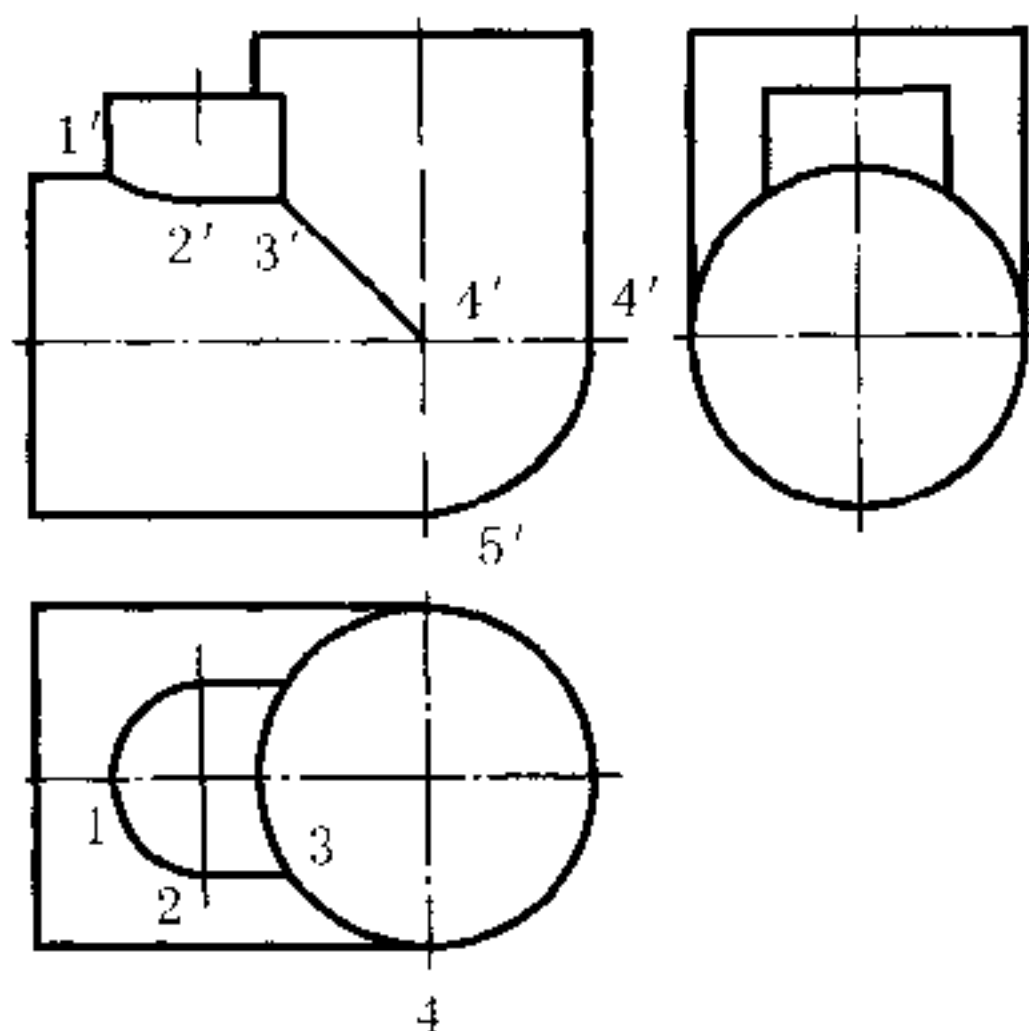
(a)



从 II 投影中可以看出:

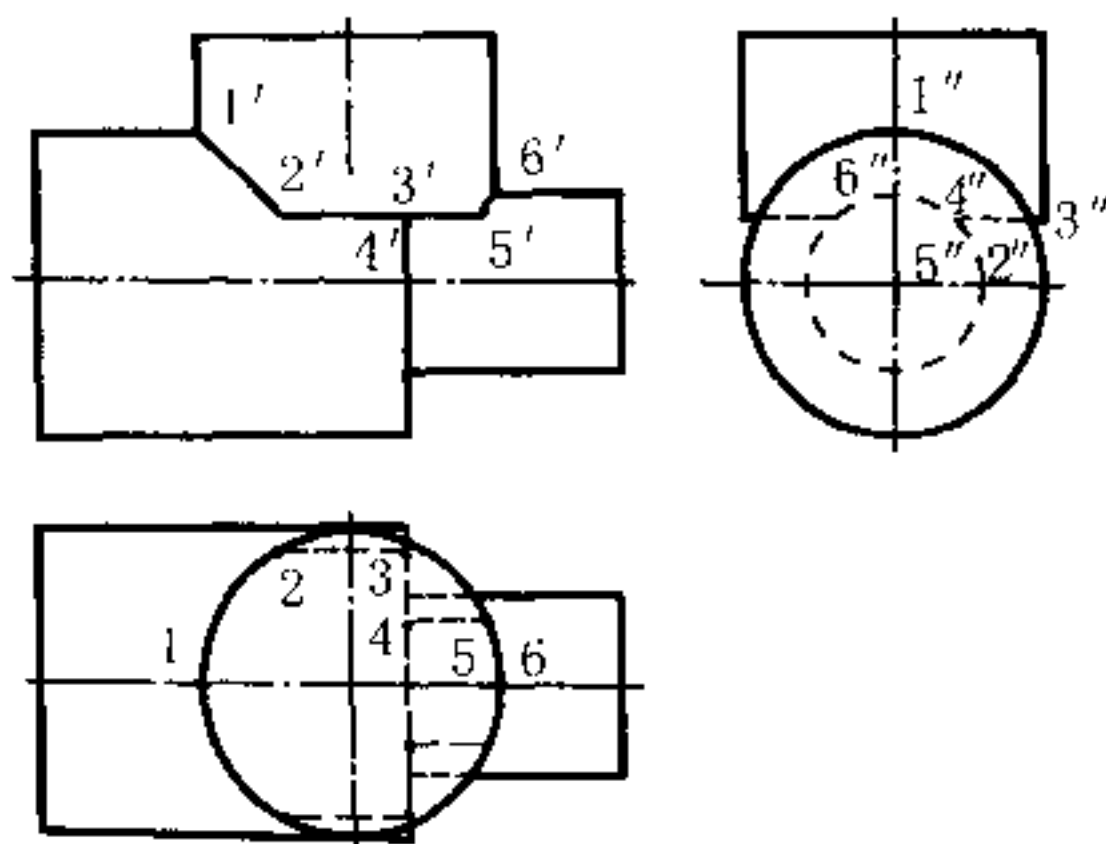
- 1-2 为圆柱和圆柱相贯;
- 2-3 为平面与圆柱交线;
- 3-4-5 为圆柱与圆柱相贯;
- 3-3 为平面与圆柱交线。

(b)

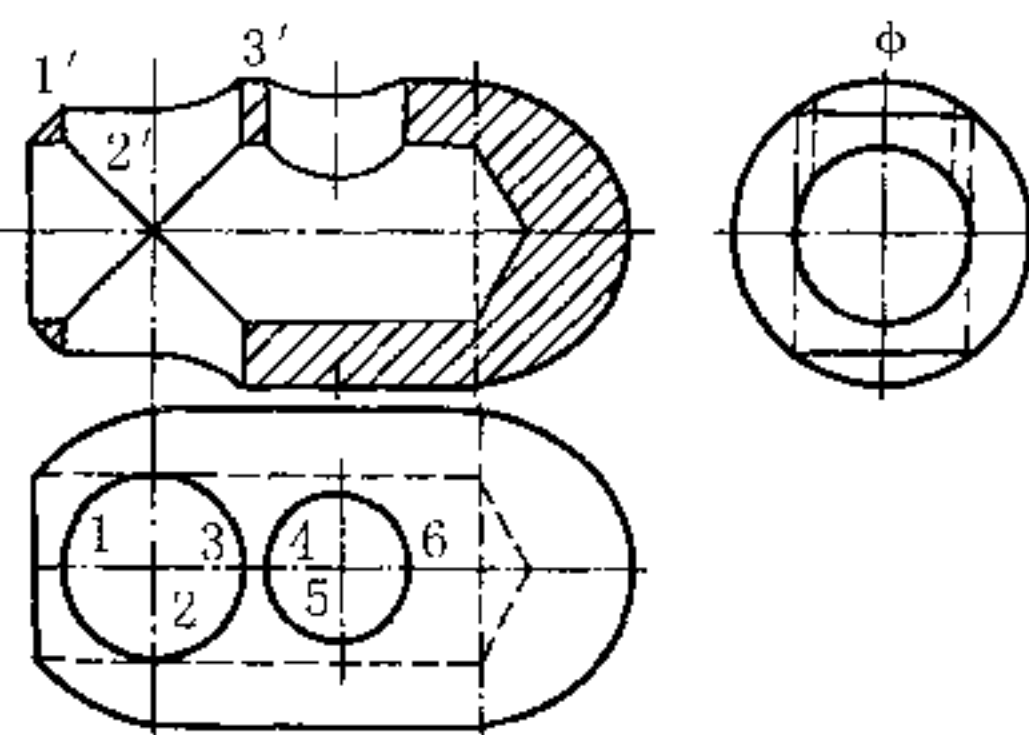


与前一题类似, 所不同的是两圆柱直径相等, 故 3-4 为直线, 此外应注意右下角有一 1/4 球面, 由于与圆柱相切, 故 4-4 和 4-5 为切线 (也是分界线), 一般都不画出。

23. 补全 V, H 投影中的交线。(P54)



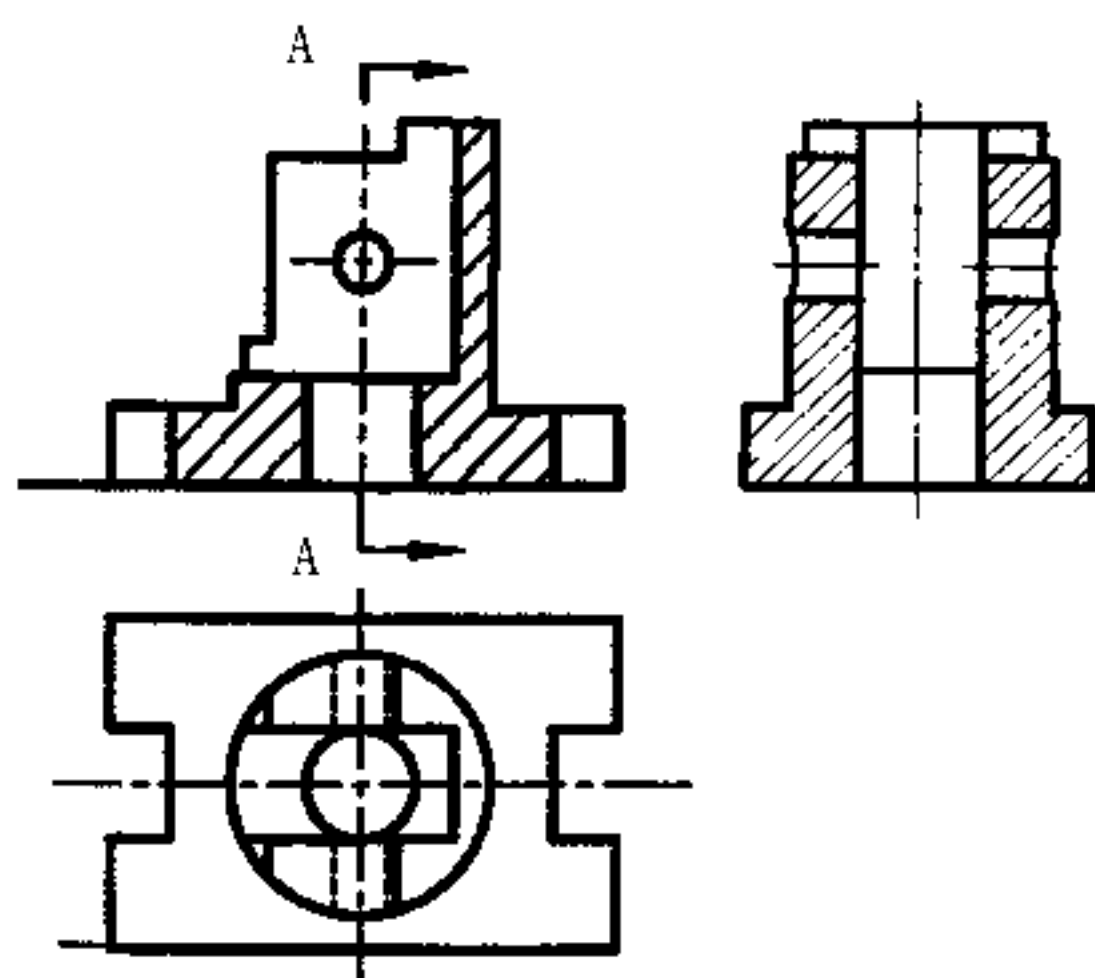
24. 按全剖视画出 V 投影。(P54)



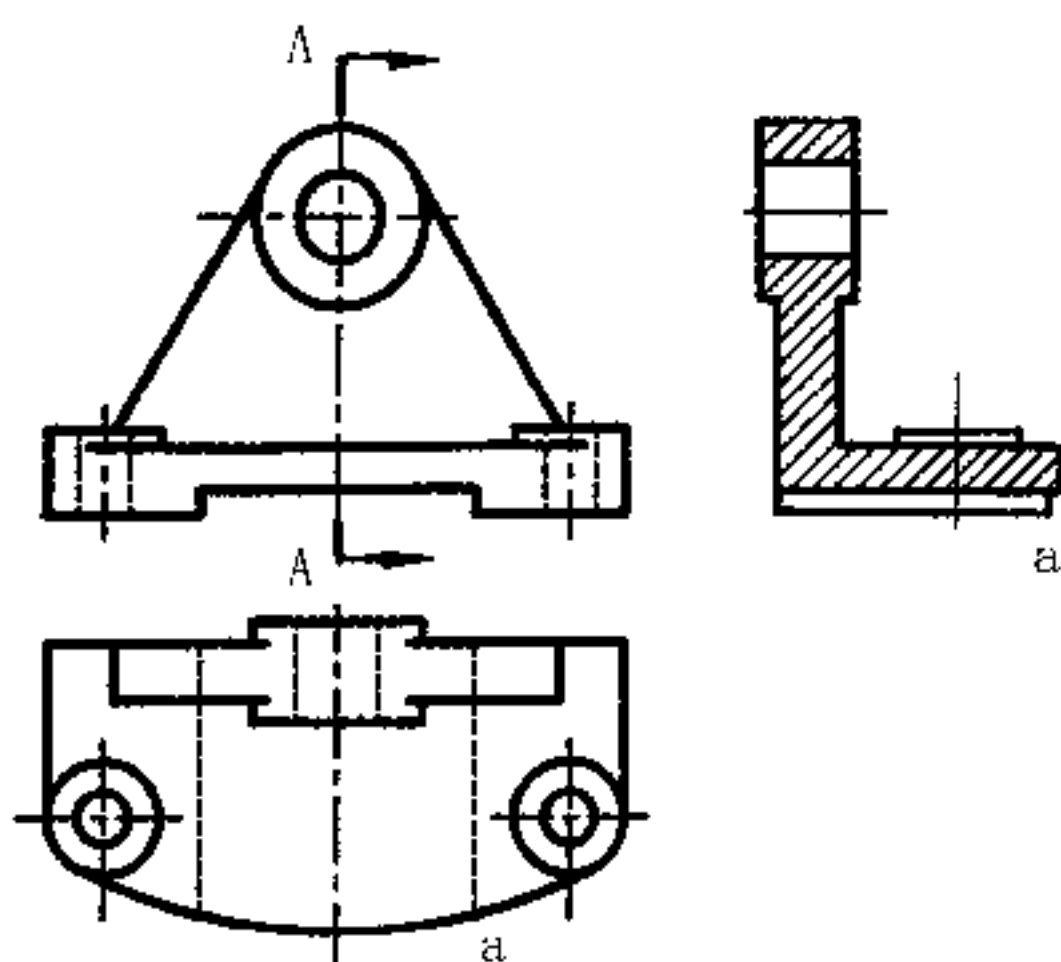
此题与《机械设计基础习题集》的 P53 第 18 题类似。

综合问题(八)——剖视与断面 I

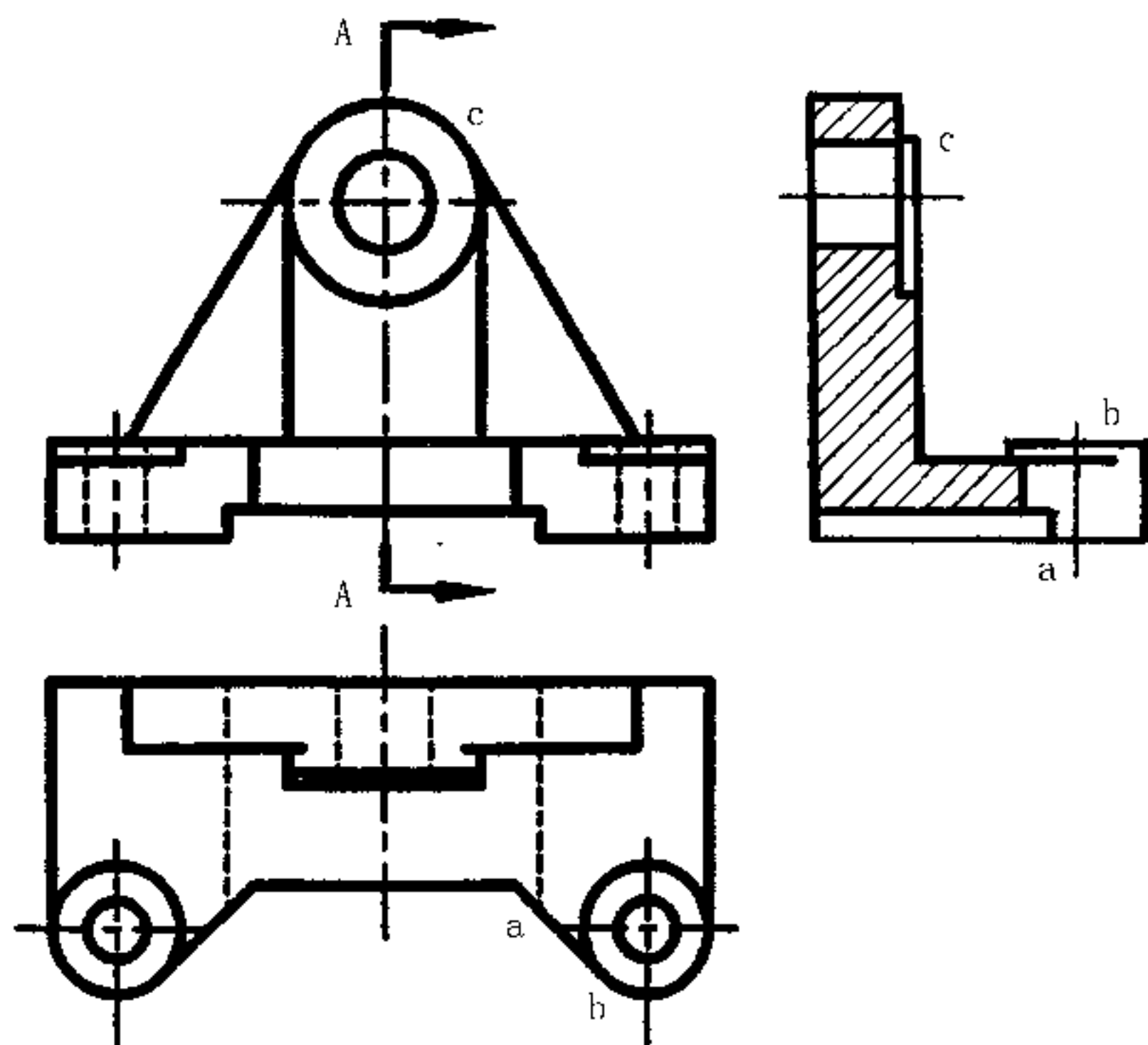
25. 作 A-A 半剖视图。(P55)



26. 作 A-A 的剖视图。(P55)

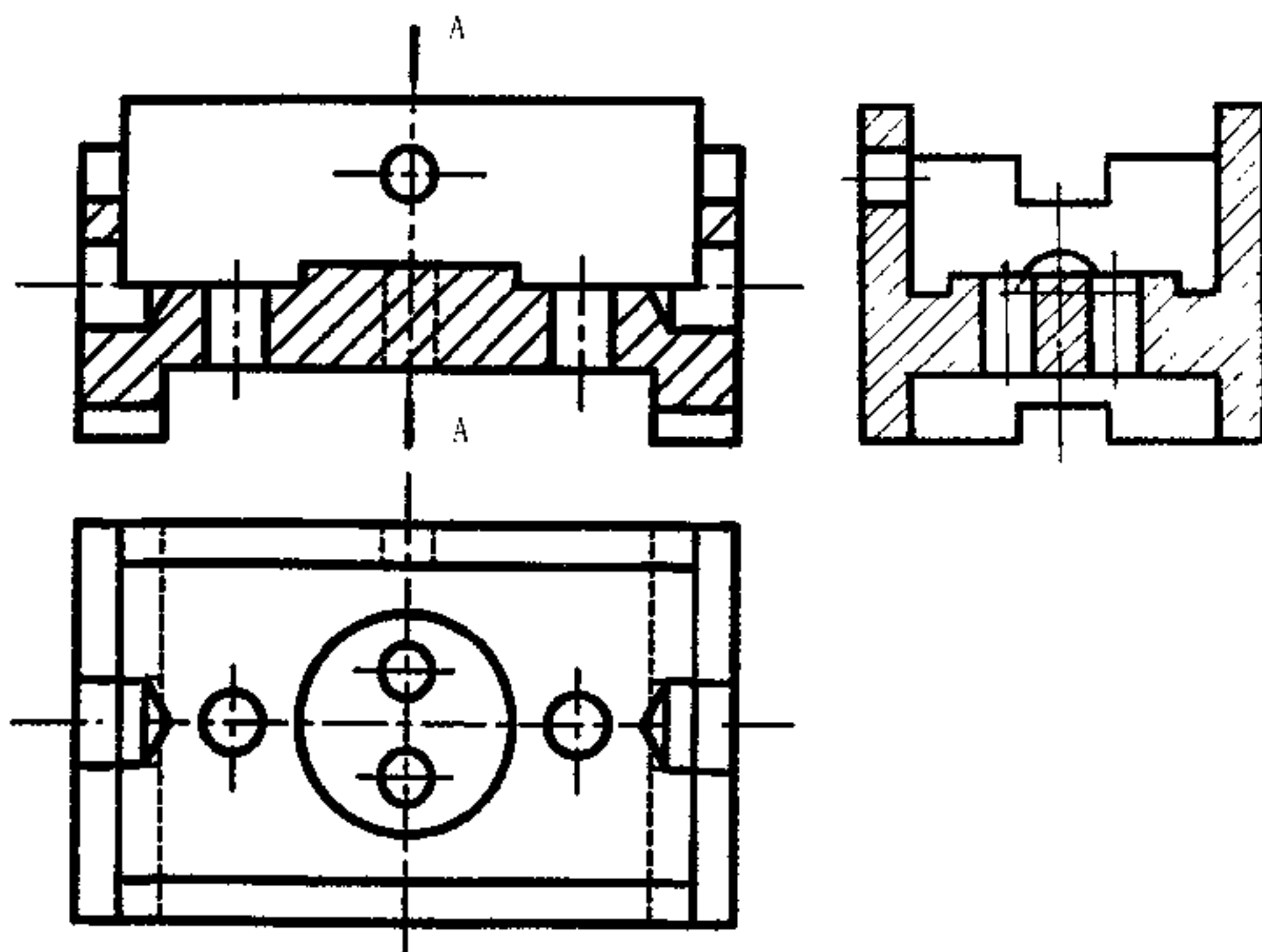


27. 作 A-A 的剖视图。(P55)

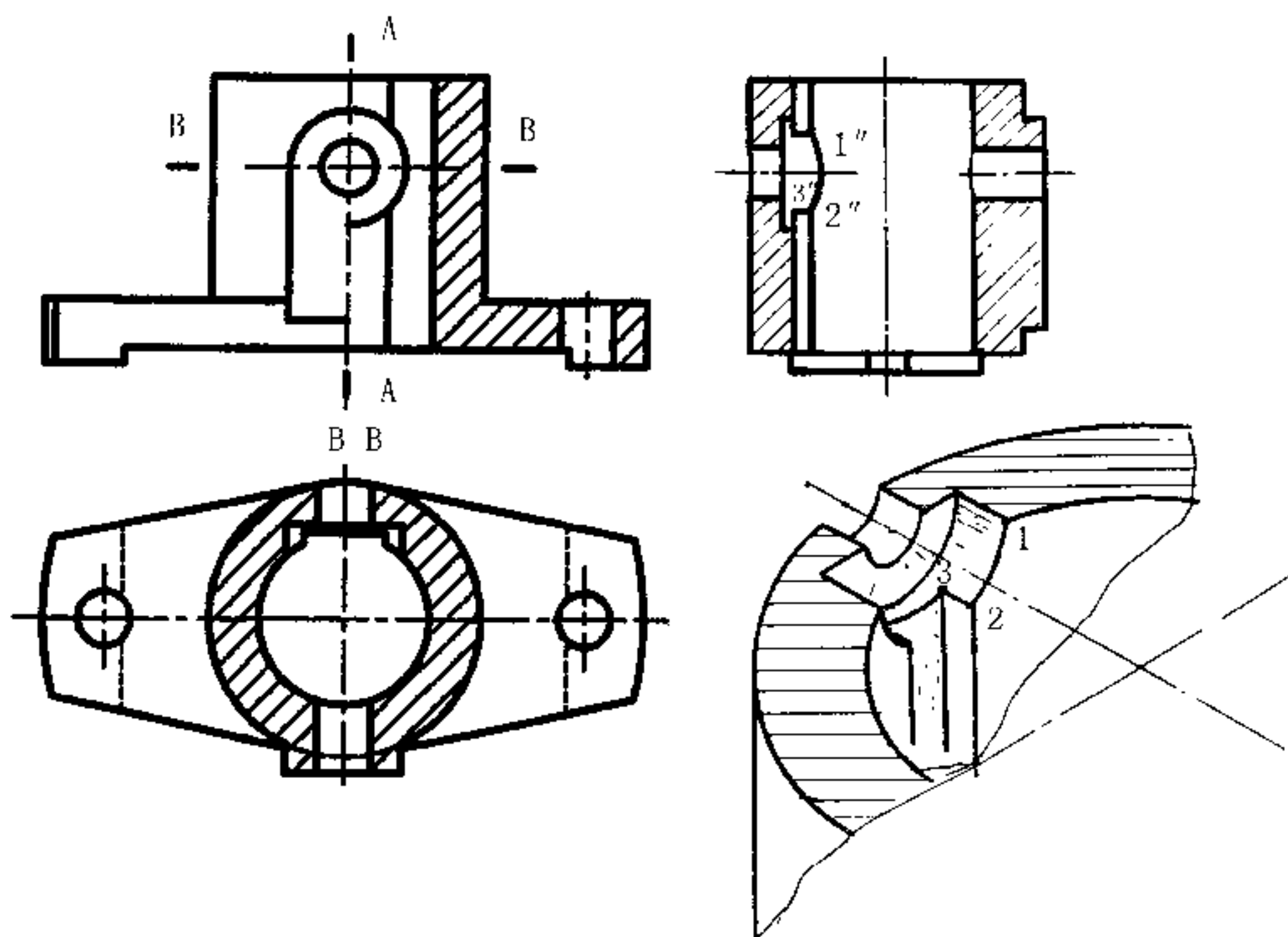


注意 a b c 的投影对应。

28. 在侧视图上作 A-A 的剖视。(P55)



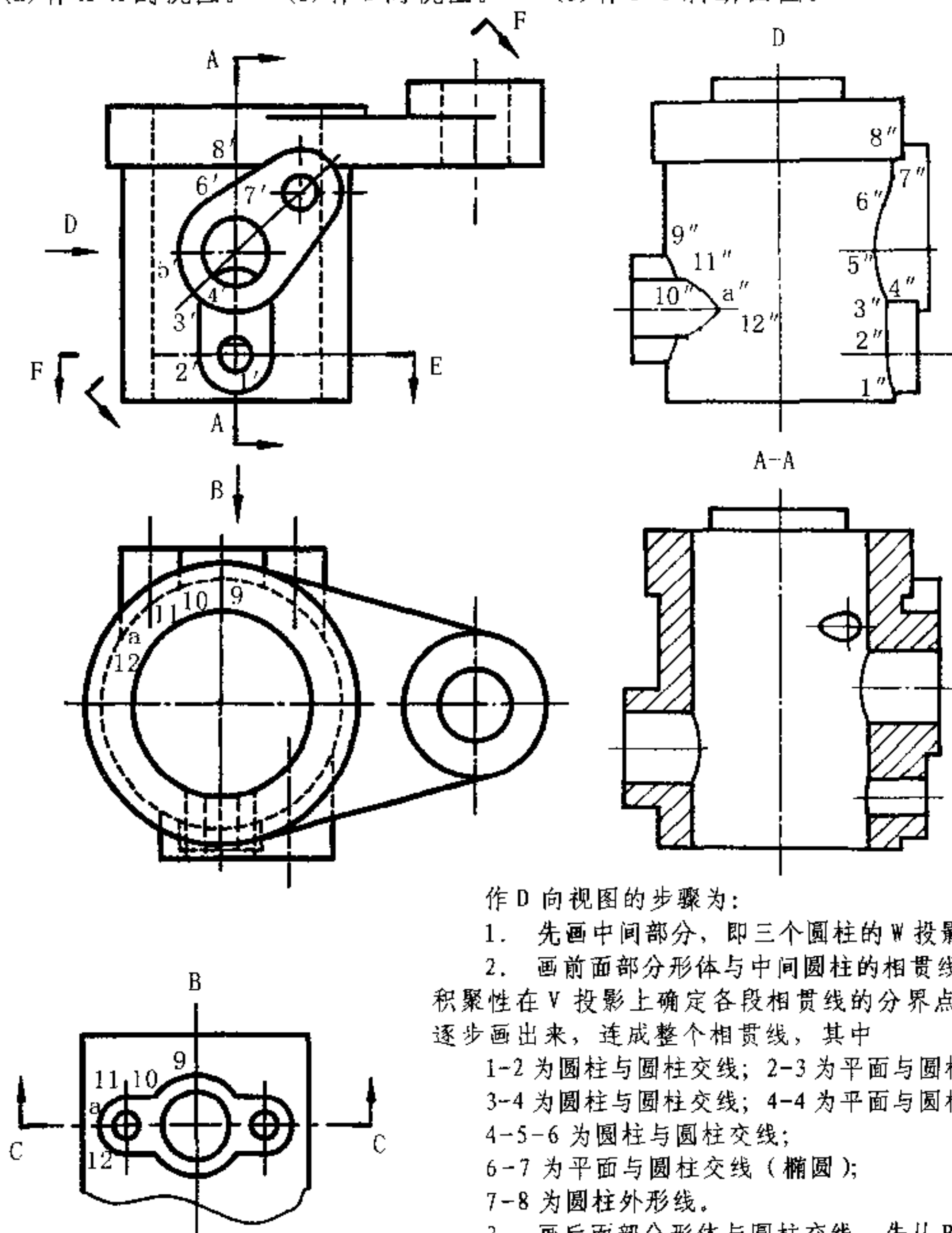
29. 在侧视图上作 A-A 剖视。(P55)



综合问题(九)——剖视与断面 II

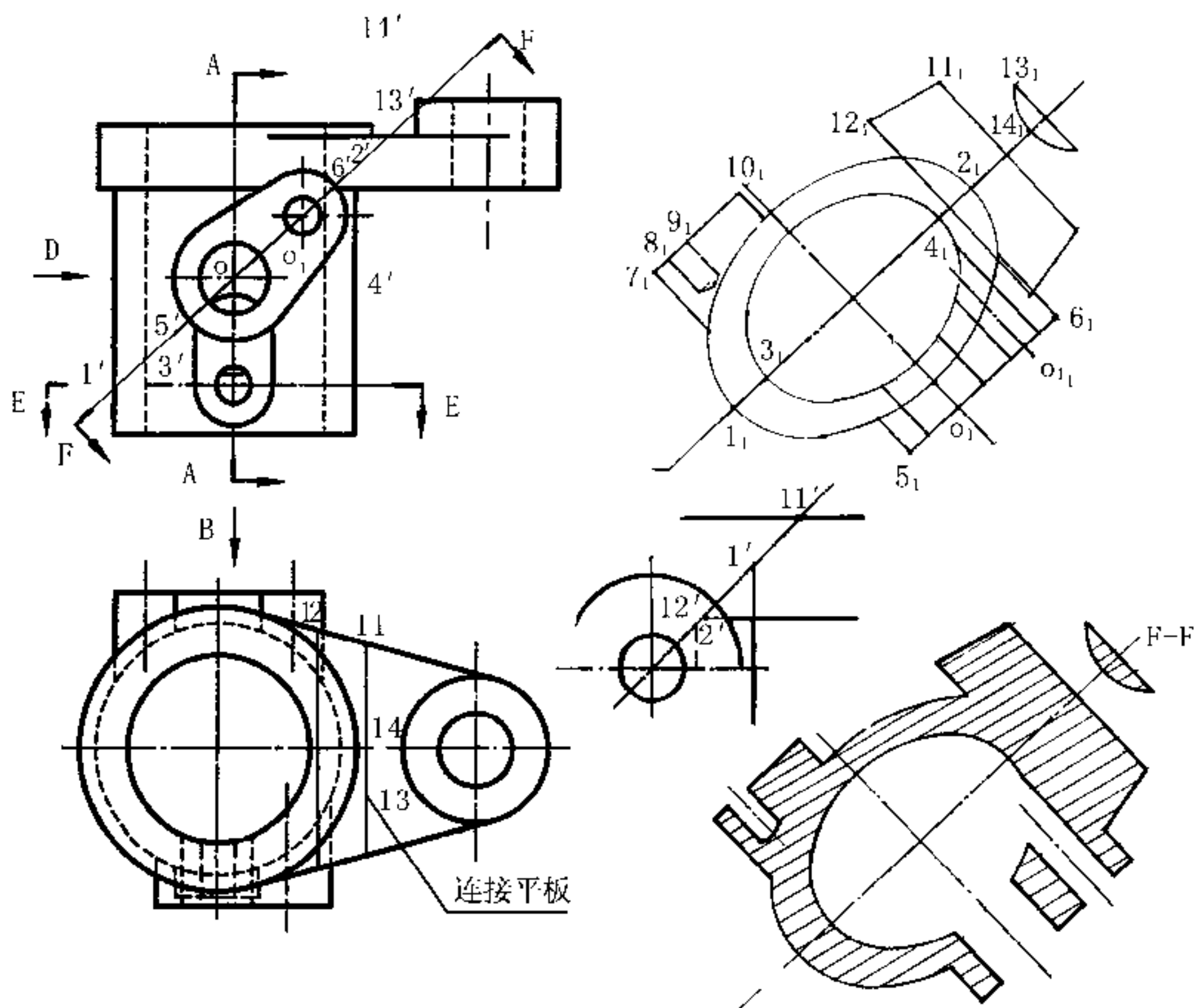
30. (P56)

(a) 作 A-A 剖视图。 (b) 作 D 向视图。 (c) 作 F-F 斜断面图。



作 D 向视图的步骤为:

1. 先画中间部分, 即三个圆柱的 W 投影。
2. 画前面部分形体与中间圆柱的相贯线, 利用积聚性在 V 投影上确定各段相贯线的分界点, 然后逐步画出来, 连成整个相贯线, 其中
 - 1-2 为圆柱与圆柱交线; 2-3 为平面与圆柱交线;
 - 3-4 为圆柱与圆柱交线; 4-5 为平面与圆柱交线;
 - 4-5-6 为圆柱与圆柱交线;
 - 6-7 为平面与圆柱交线 (椭圆);
 - 7-8 为圆柱外形线。
3. 画后面部分形体与圆柱交线, 先从 B 向视图和水平投影上确定相贯线各分界点, 然后求它们的投影, 最后完成 W 投影的相贯线, 其中:
 - 9-10 为圆柱与圆柱交线;
 - 10-11 为平面与圆柱交线;
 - 11-12 为圆柱与圆柱交线, 点 a 为一般点。



作 F-F 斜断面图的方法为:

画 F-F 斜断面图, 可采用叠加的方法, 先分别求出 F-F 与各部分形体的交线。然后再将它看成是个整体, 去掉多余的线, 就完成了整个斜断面图。

1. 任作一直线与 F-F 平行, 在直线上任取一点 O, 作为整个图形的基准点。

2. 以点 O 为中心量取 F-F 与外圆柱外形线交点 1、2, 与内圆柱外形线交点 3、4, 以 1、2 和 3、4 为长轴, 圆柱直径为短轴, 画两个椭圆。

3. 画 F-F 与前面形体的交线, 量取 5、6, 再与 o 、 o_1 为中心量取直径画出中间两孔。

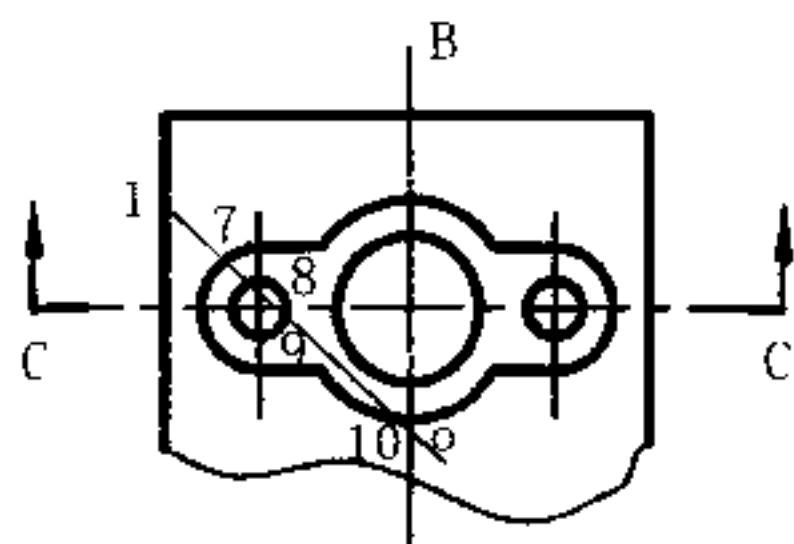
4. 画后面部分形体与 F-F 交线, 在 B 向视图画出 F-F 的位置, 即 1-o, 确定交点 7、8、9、10, 其中

8-9 为 F-F 与小孔交线;

7-10 为 F-F 与外形交线。

5. 画 F-F 与连接平板 (柱体) 交线, 其交线为梯形, 由 V 投影确定 11 和 12 (参看局部放大图) 两点, 由水平投影求其宽度。按同样方法求 13、14。

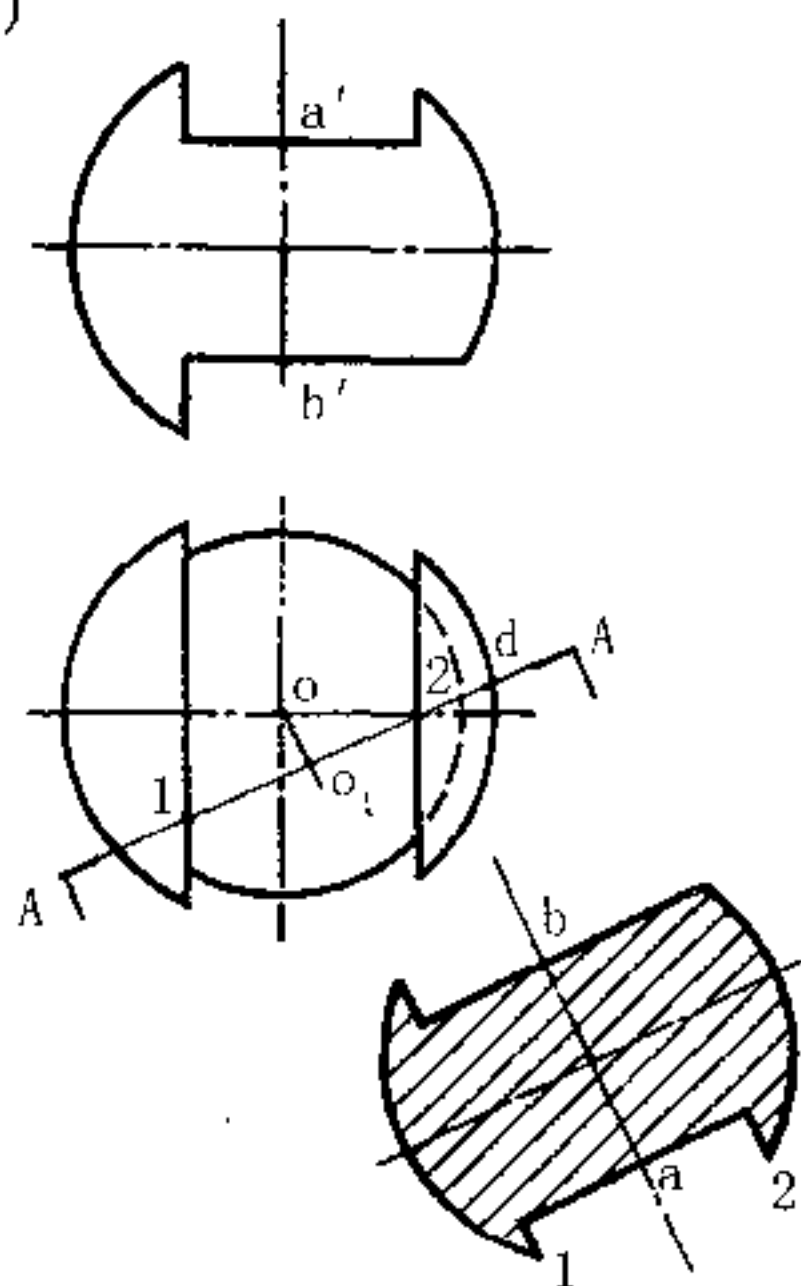
6. 将所有交线连成整个图形, 擦去多余的线, 描粗并画出 45° 细剖面线。



综合问题(十)——剖视与断面III

31. 画出下列各题的斜面断面图。(P57)

(a)



球被任何平面切割后都是圆，过球心 O 向剖切位置线作垂直线交于 O_1 ， O_1 即切割后交线（圆）的圆心，作图时可任作一直线与 $A-A$ 平行，在直线上任取一点 O_1 ，画半径为 O_1d 的圆，并量出高度 a 、 b ，表示上、下均被切去，再量取宽度 1 、 2 ，即可完成切割后的截面真形，再在真形里画出 45° 的细、斜剖面线。

此题是斜三锥体被斜切，故稍复杂，解题时可先将其 4 个顶点编号，即 S 、 1 、 2 、 3 ，标在投影图上，然后将剖切位置的剖切线与各棱线的交点 a 、 b 、 c 、 d 确定下来（水平投影），再求它们的 V 投影，然后进行分析：

$a-b$ 为剖切面与平面 $S-1-2$ 的交线；

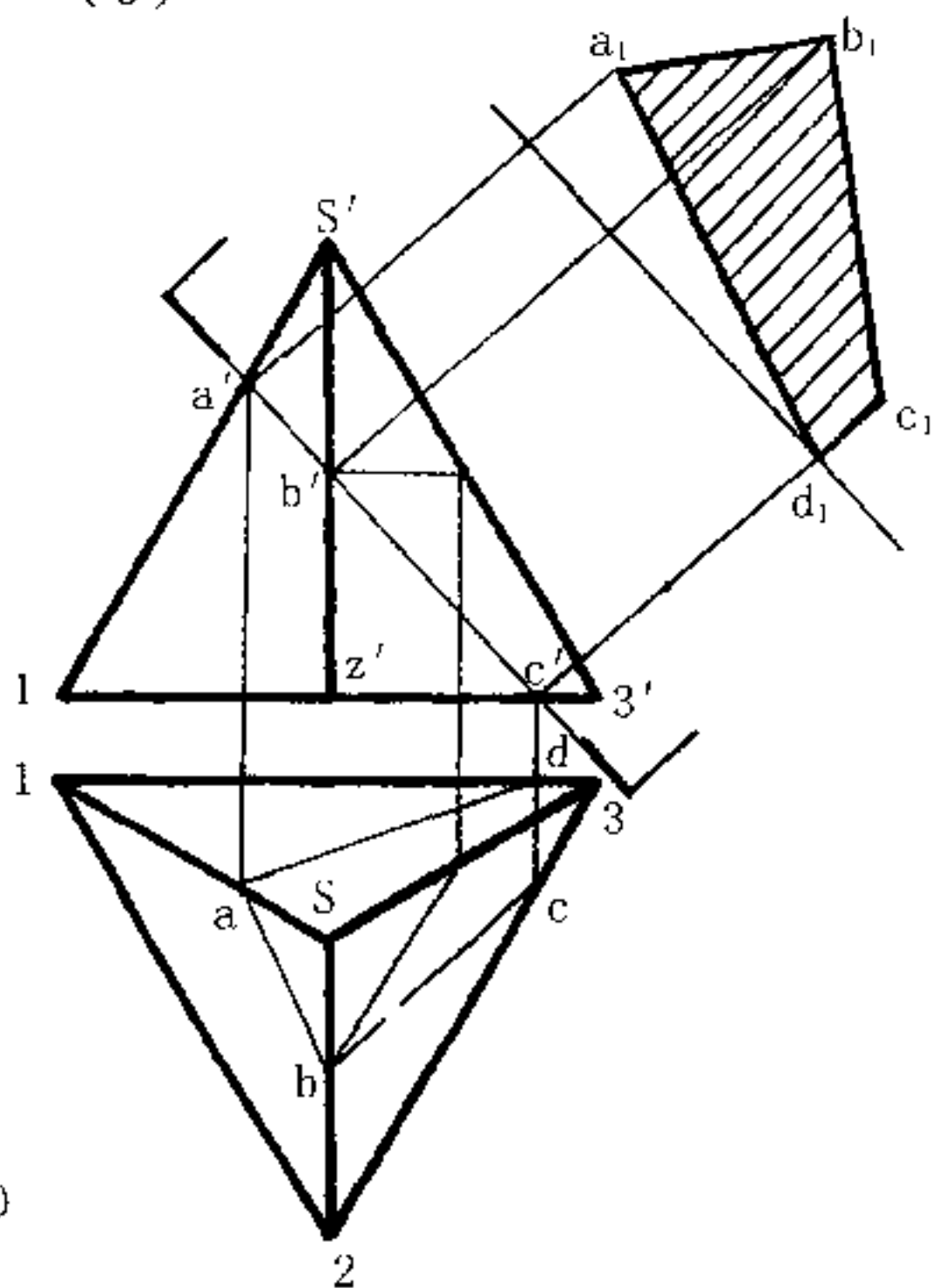
$b-c$ 为剖切面与平面 $S-2-3$ 的交线；

$c-d$ 为剖切面与平面 $S-3-1$ 的交线；

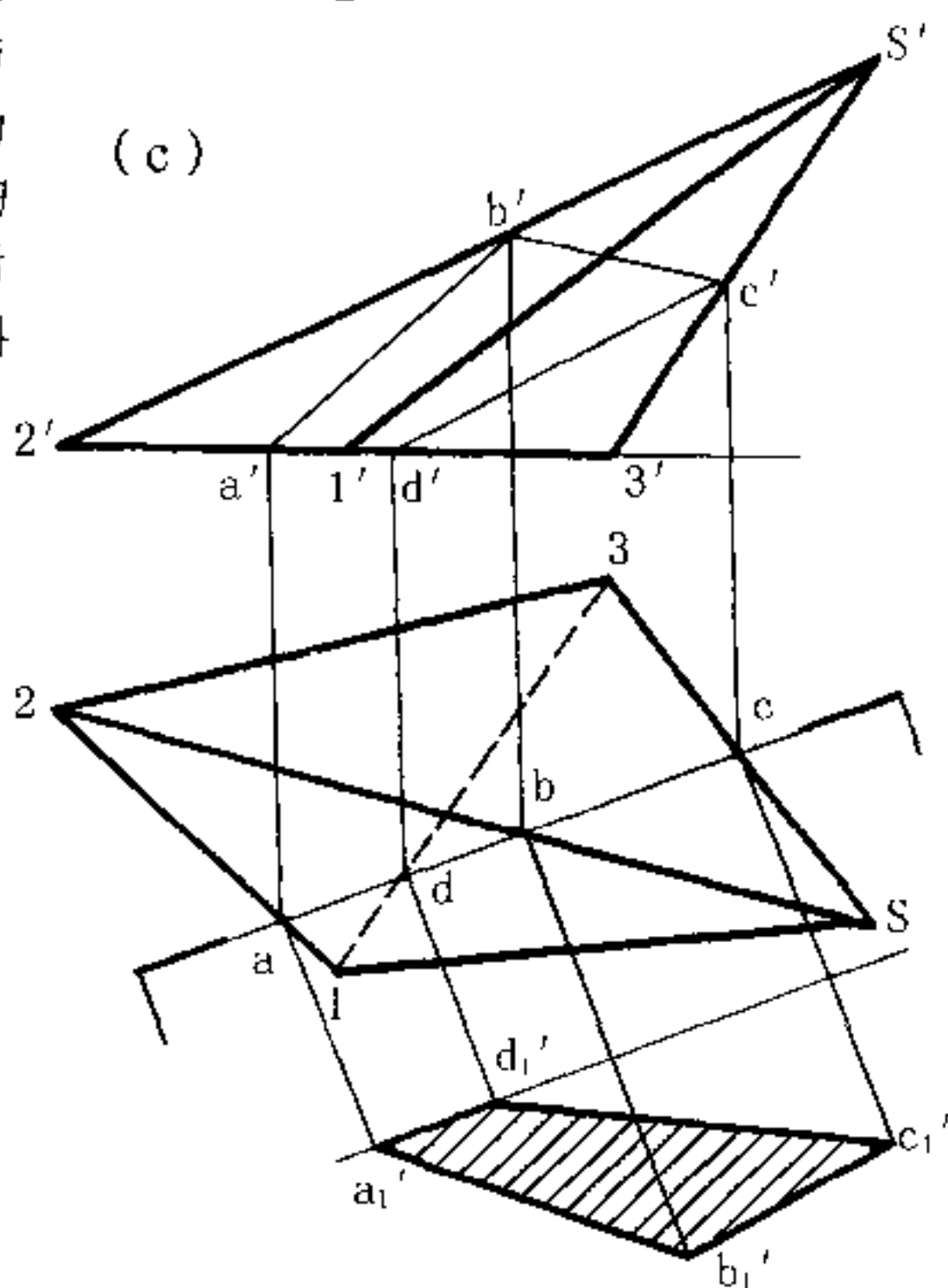
$d-a$ 为剖切面与底面 $1-2-3$ 的交线。

利用换面原理很容易求得 $a-b-c-d-a$ 的形状。

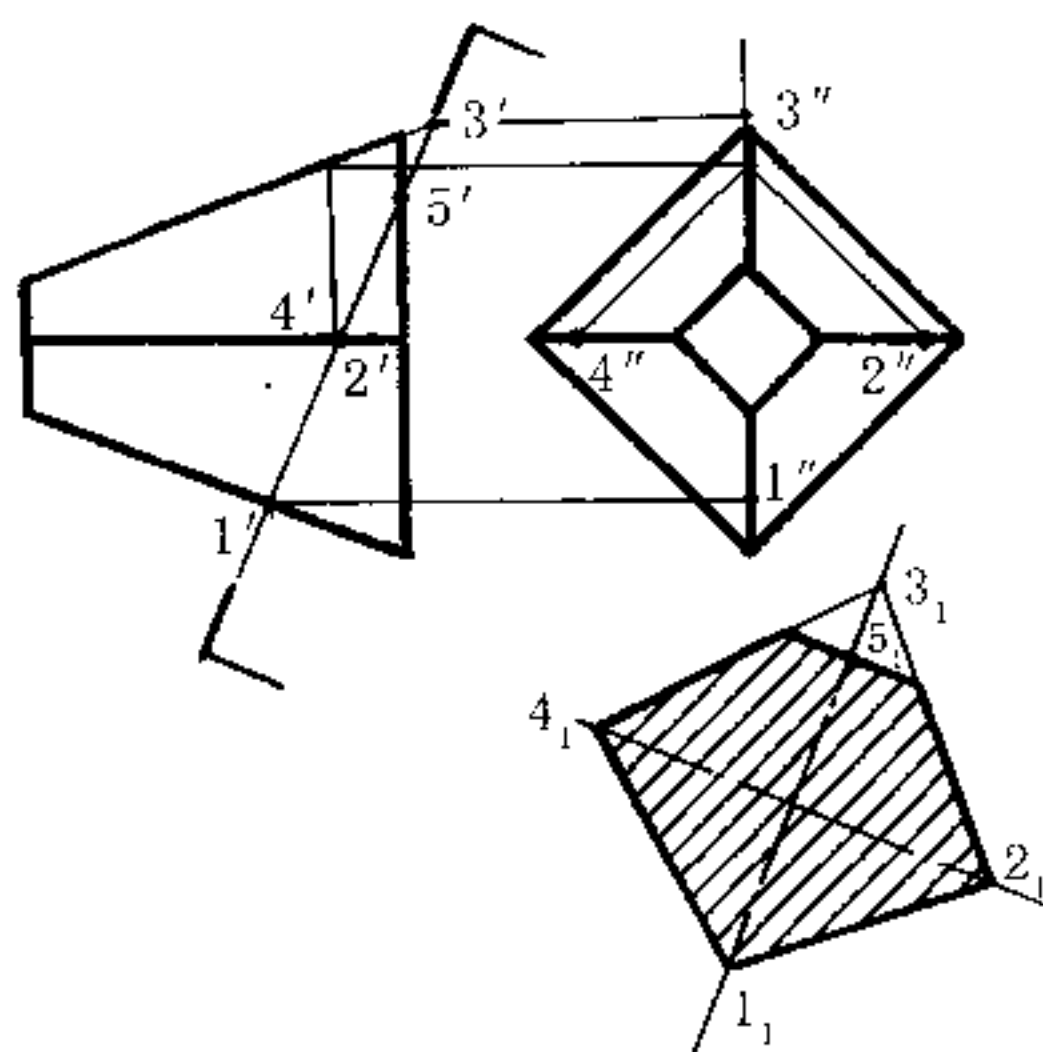
(b)



(c)

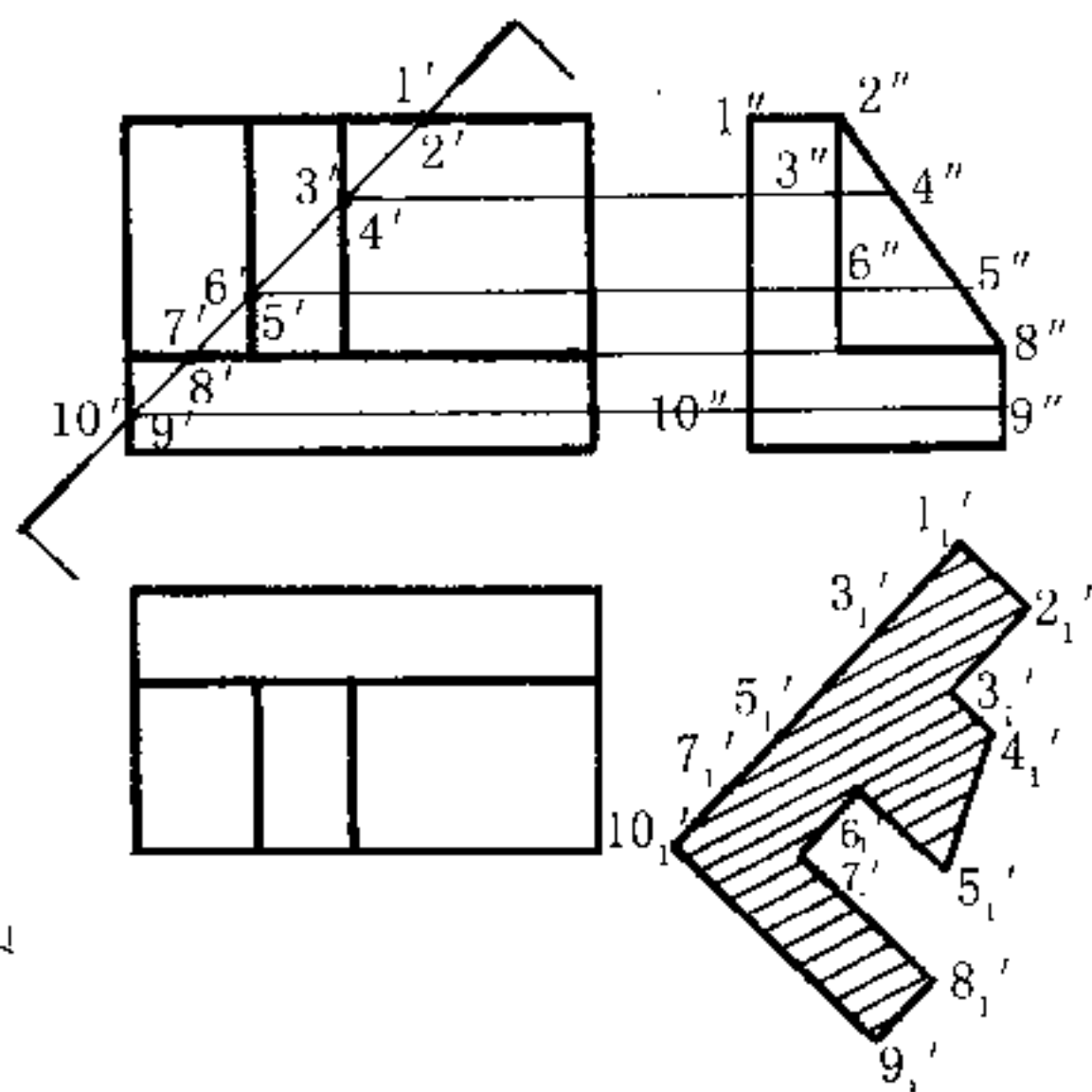


(d)



此题为正四棱锥被斜切求真形，四棱锥被斜切后必为四边形，作题时可将其延长，由1、2、3、4画出其四边形，再将其切点5以上部分去除，剩下部分即其真形。作题时，应先将各点的W投影求出，利用辅助线求W投影2''、4''两点，整个图形即可完成。

(e)



此题作法：

1. 先确定剖切平面与立体各棱线交点，如图中的1、2、3、4、5、6、7、8、9、10，然后求出各点W投影。

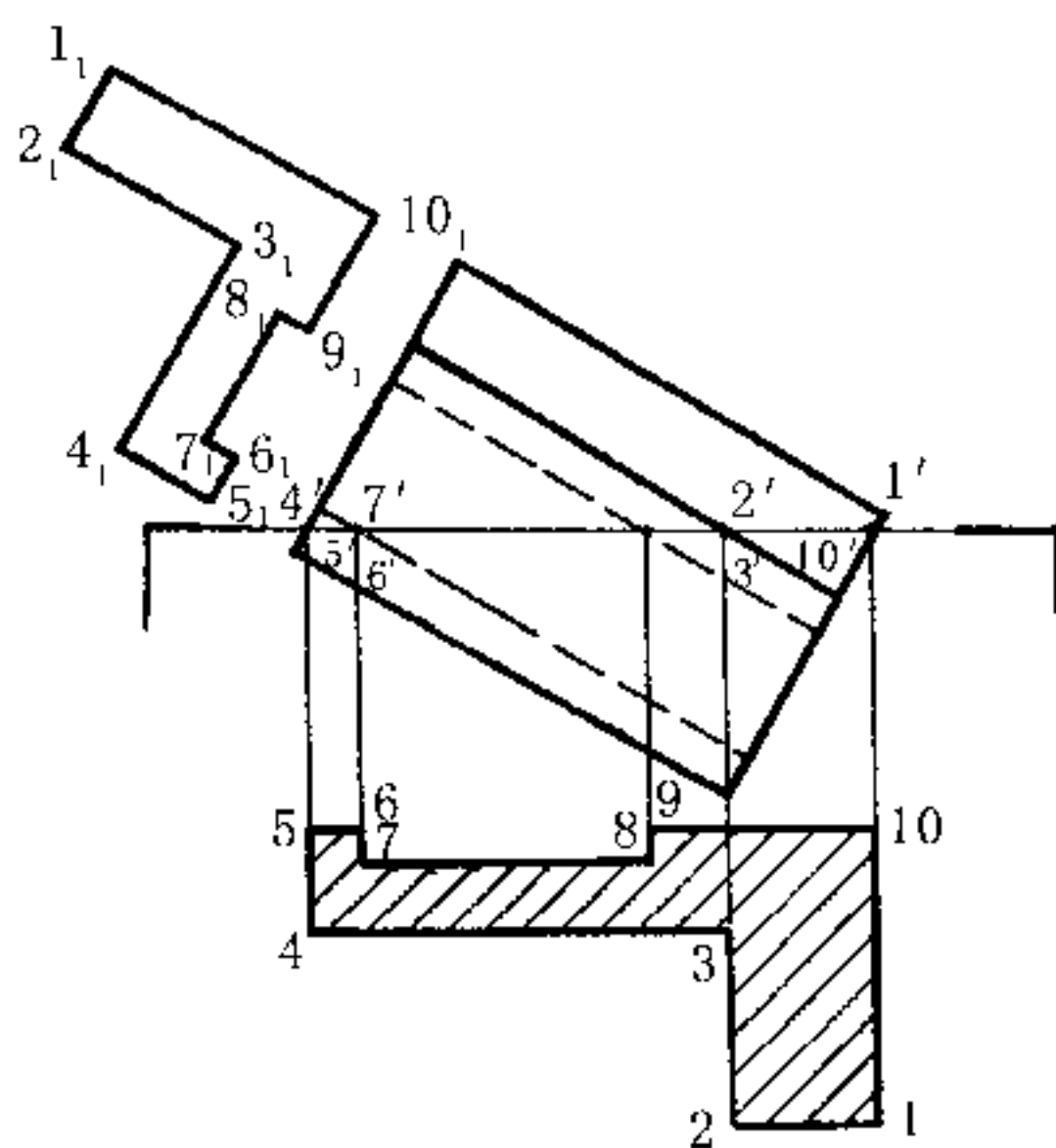
2. 任作一直线与剖切位置平面平行，并在其上画出1、3、5、7、10五个点。

3. 过这几个点作垂线，从W投影中量取各点的高度。

4. 顺序连点成断面图形。

5. 画45°剖面线。

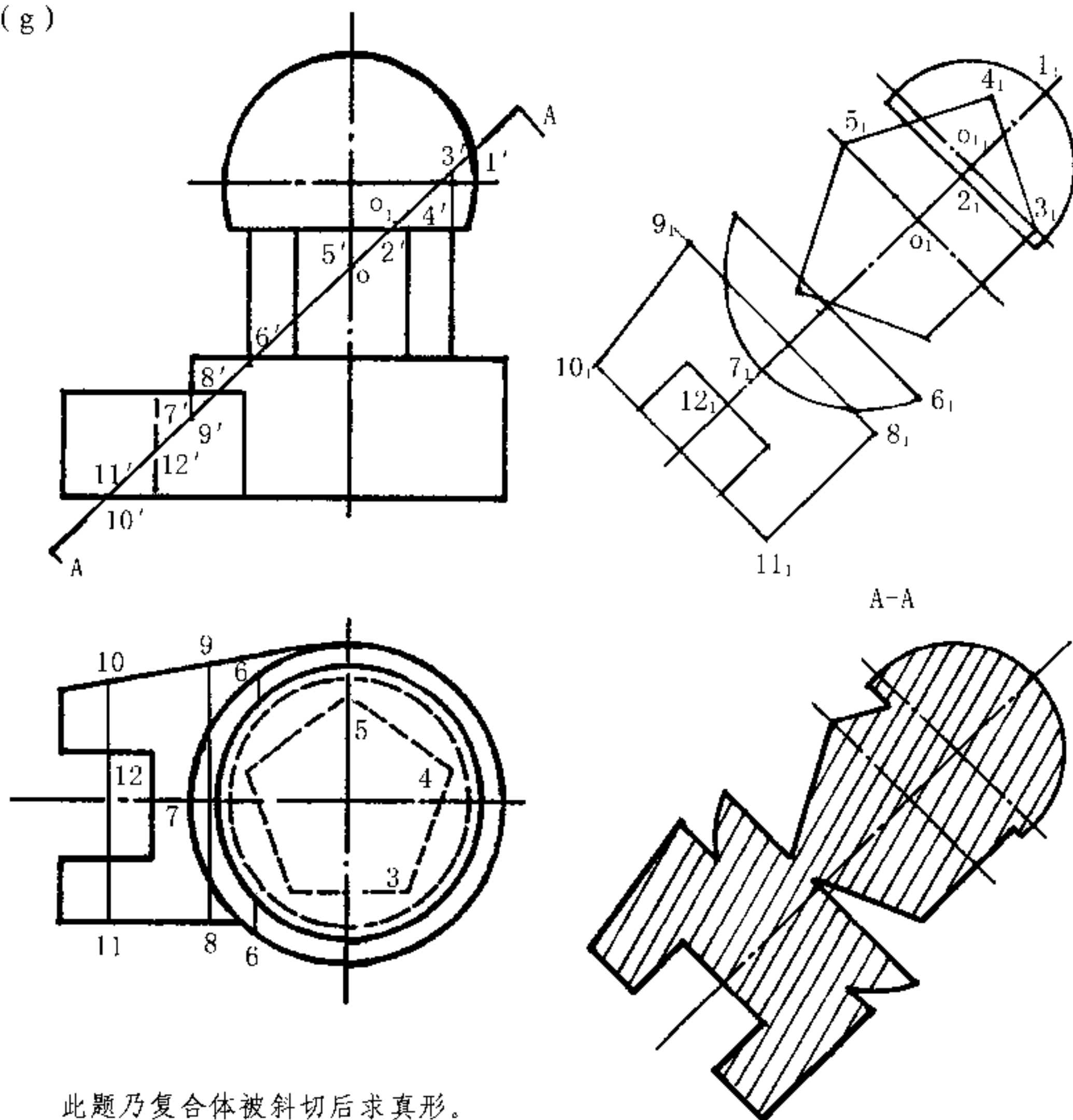
(f)



由V和V₁投影确定剖切平面与各棱线交点，注意每一个交点应包含两点，即上、下各一点，如图中的2、3、4、5、…，最后不难完成其断面真形，如图所示。

综合问题(十一)——剖视与断面IV

(g)



此题乃复合体被斜切后求真形。

它由球体、五棱柱、圆柱和多棱柱组成，作图时，仍可分别求剖切平面与几个形体的交线，然后将它们合成即可，作图步骤为：

1. 先画一直线与剖位置 A-A 平行，取点 o 为基准点，过球心作 A-A 垂线求得 o_1 。
2. 以 o_1 为圆心， $o_1 1_1$ 为半径画圆，过点 2_1 画直线作为圆的边界。
3. 以 o_1 点为中心画五边形，五边形右半部的顶点 3、4、5 由 V、H 投影求出（左右对称）。
4. 以 6-7-6 画部分椭圆，要注意 6-6 为圆柱顶面与剖切面的交线。

5. 画下部多棱柱与剖切平面的交线，它由 8-9-10-11-8 组成，中间开缺口由 12 确定。

6. 将它们连成一体，擦去多余的线，成一封闭图形，描粗并画上剖面线，即得所求断面图（为不使剖面线与图形轮廓线平行，剖面线采用 60° 斜线）。

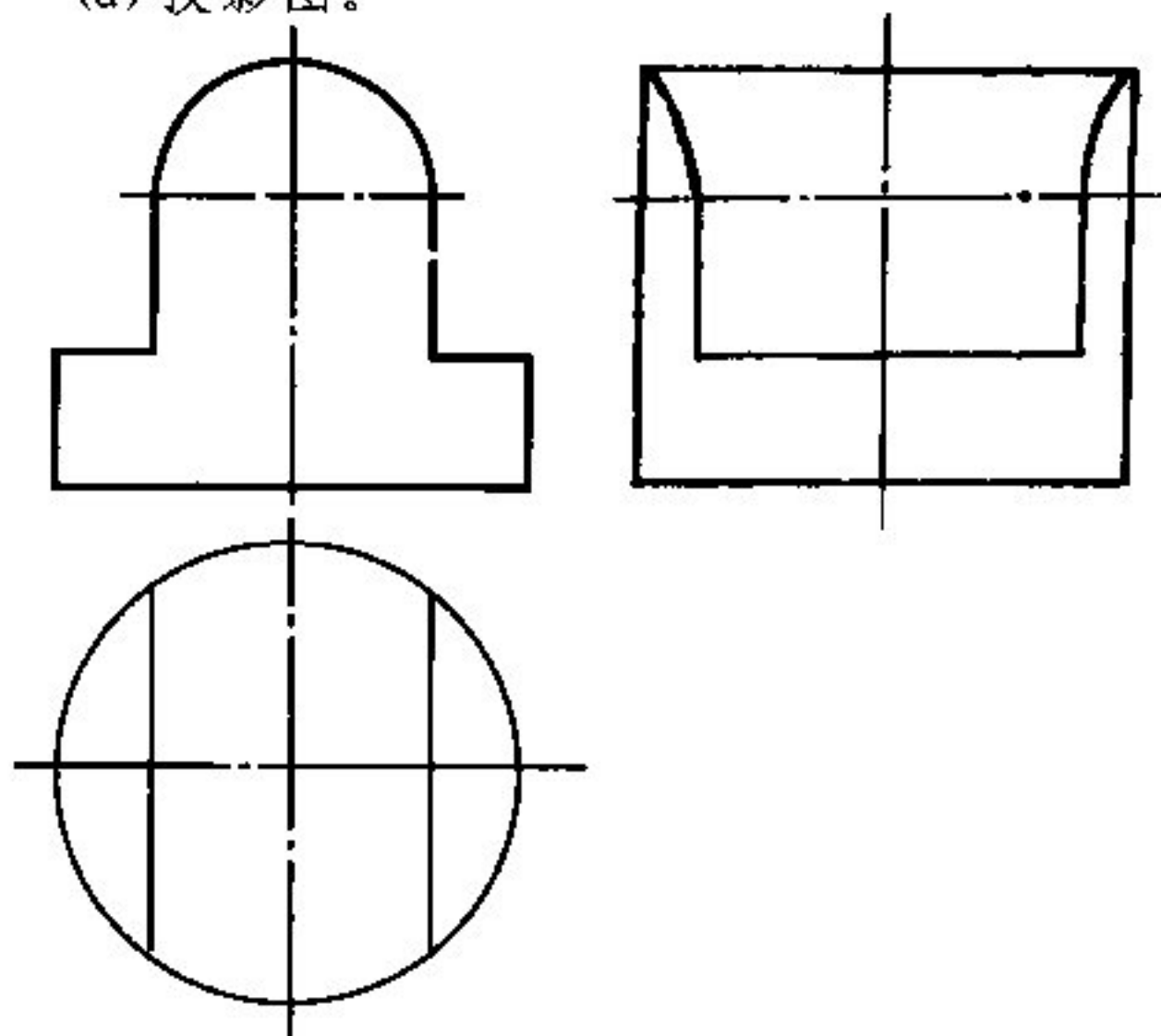
32. 求平面 ABC 与平面 ABD 的夹角 θ （真形）。(P58)

本题解答见前面例 E-5 和例 E-6。

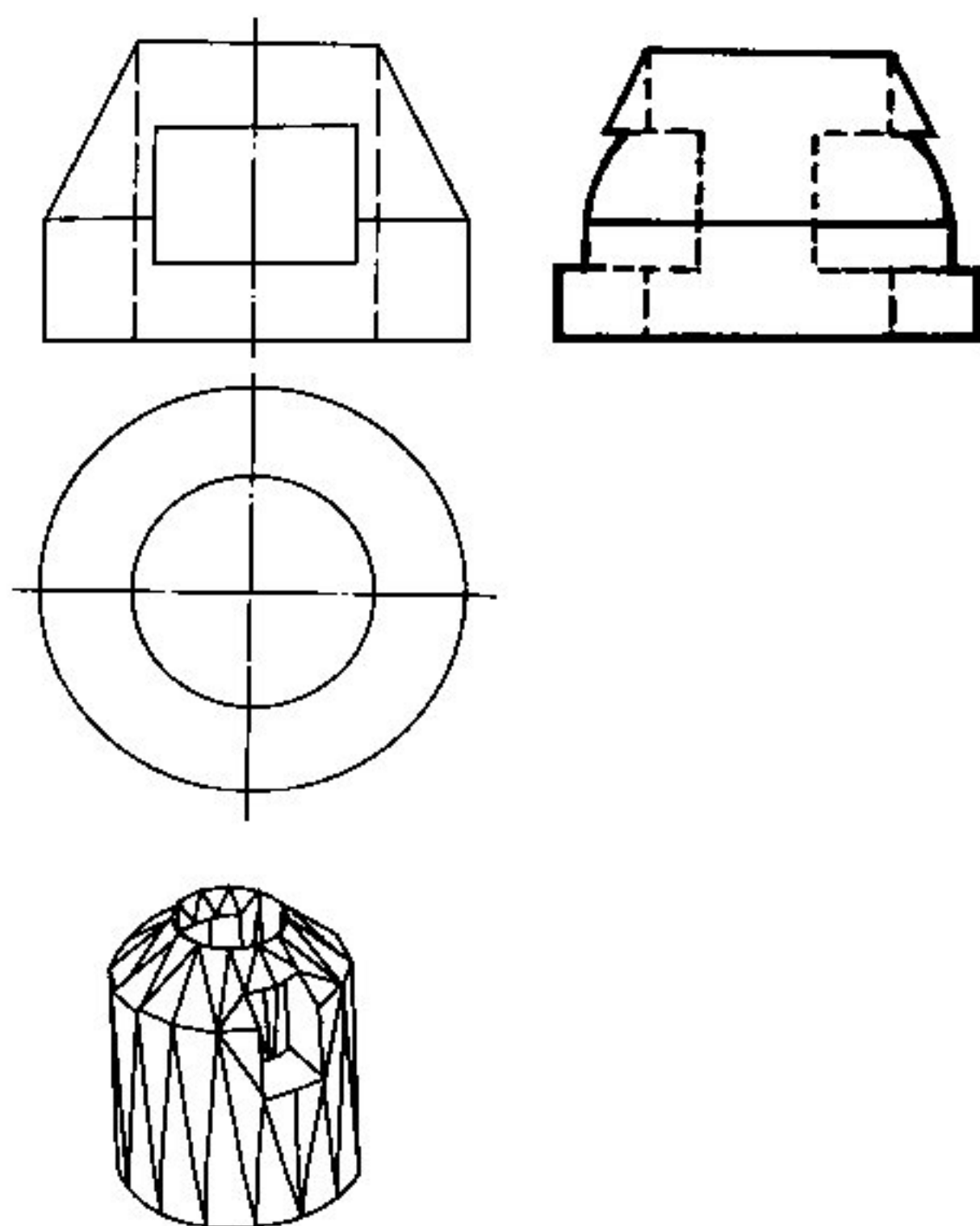
用 CSG 分析空间形体

1. 由给定组合体的 V、H 投影、分解与形成过程及其 CSG 树，画出组合体的 W 投影。(P59)

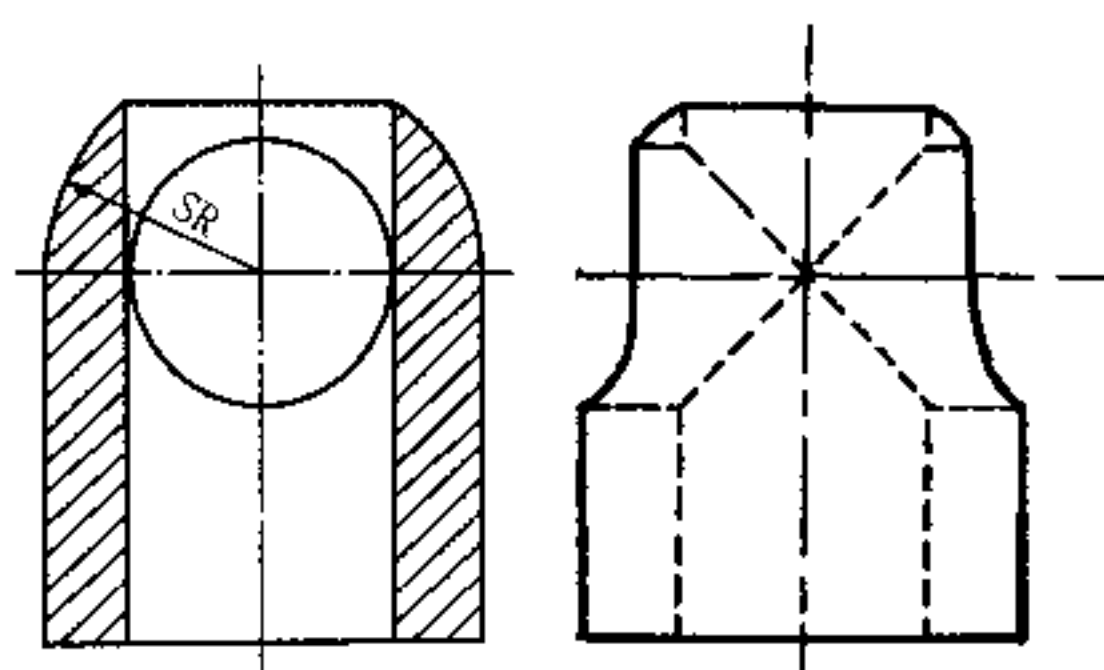
(a) 投影图。



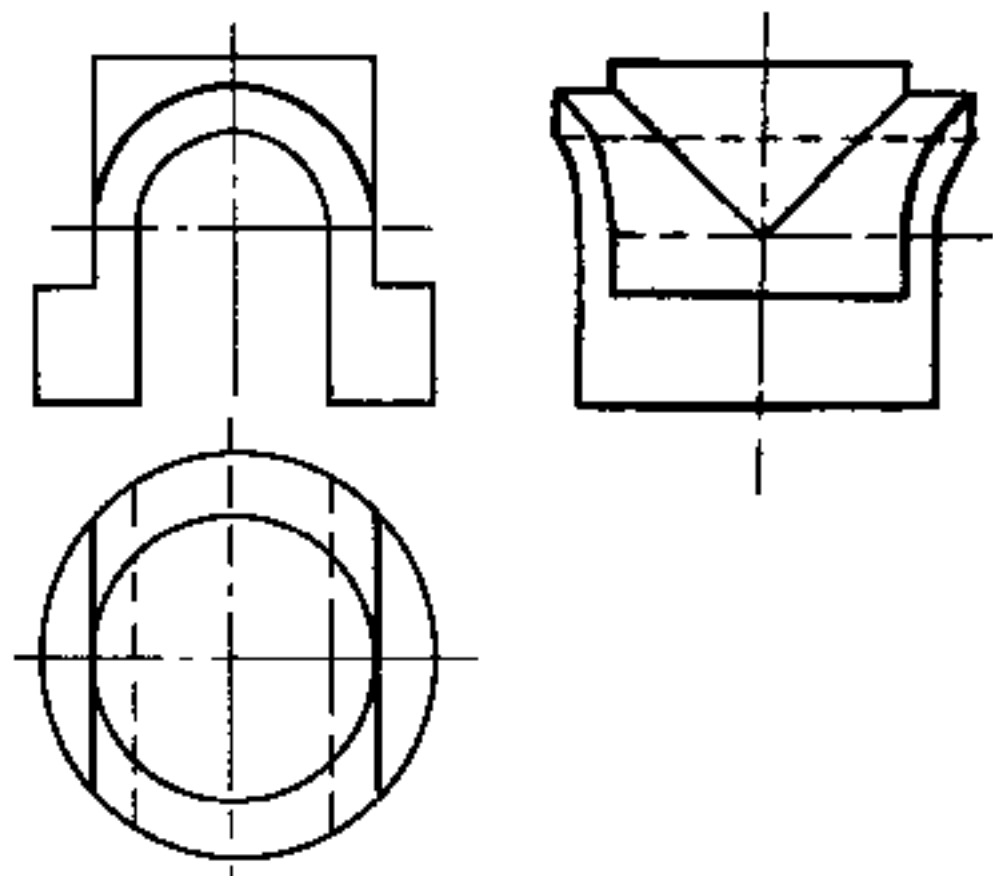
3. 由给定组合体的 V、H 投影及其 CSG 树，构形分析组合体截交线的生成并完成 H、W 投影。(P59)



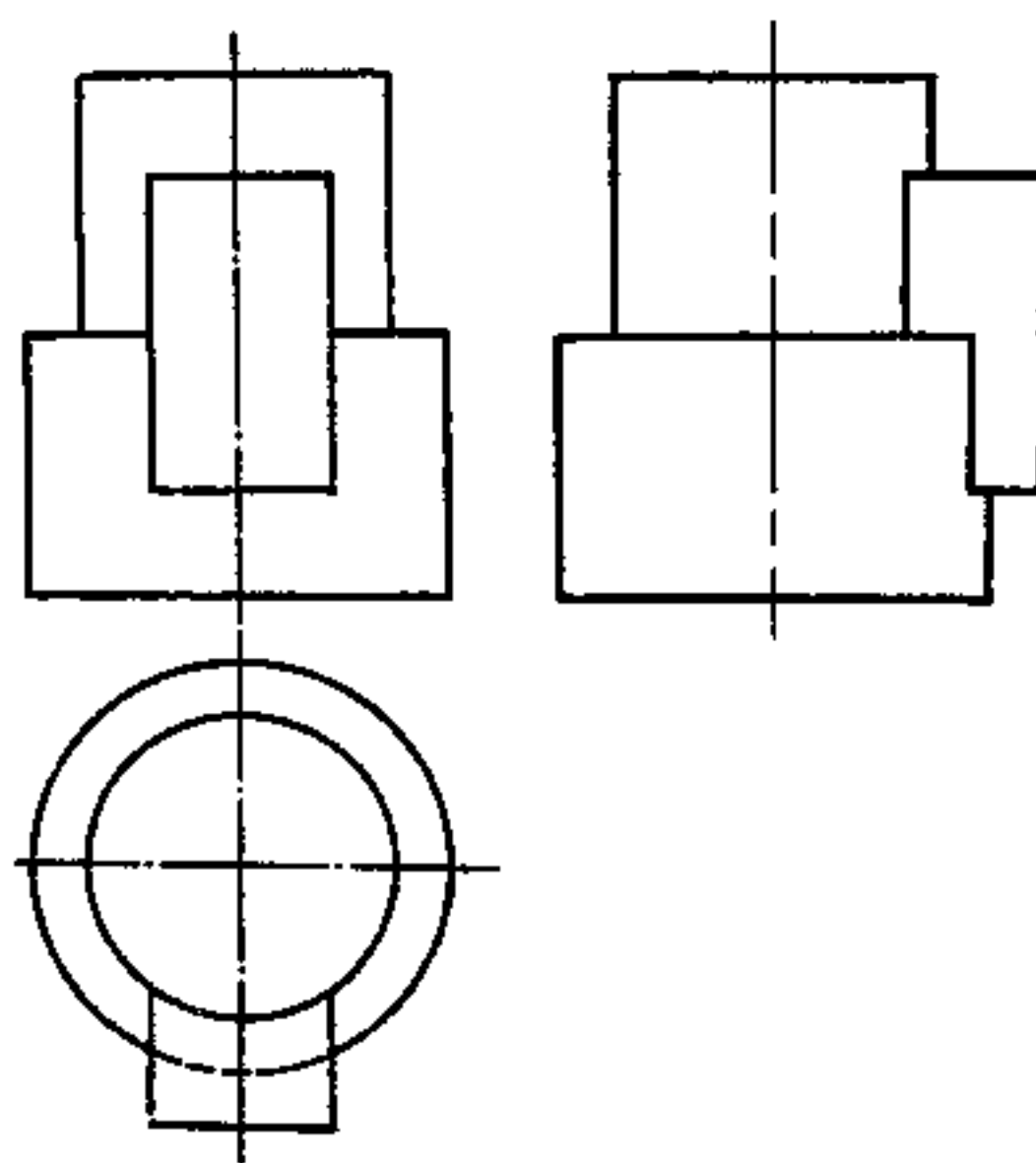
4. 已知的组合体投影和 CSG 树, 构形分析组合体的形成过程及其交线, 最后完成 H、W 投影。(P60)
5. 由已知投影, 构形分析画出组合体的 CSG 树, 并想像其空间形状, 最后完成 W 投影 (包含虚线)。(P60)



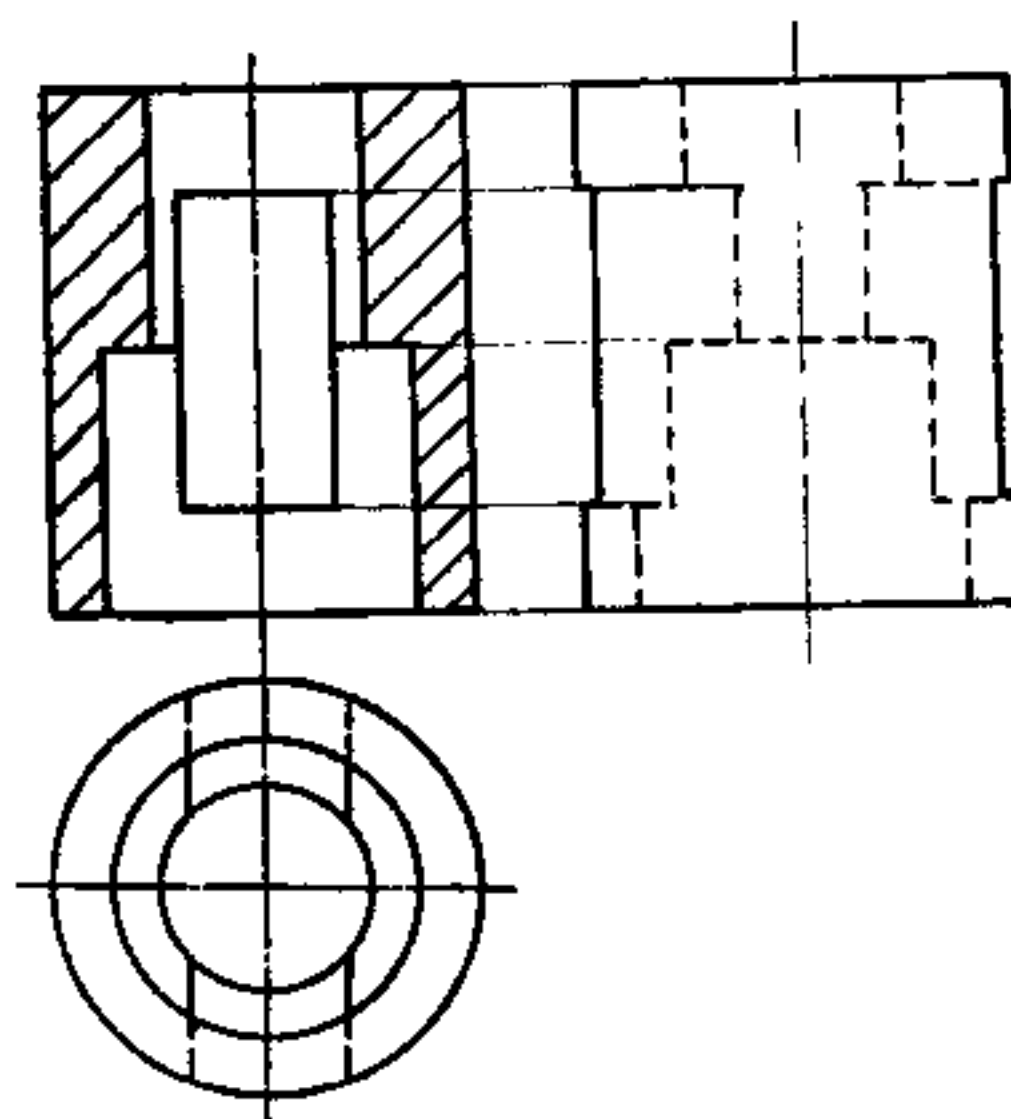
(b)



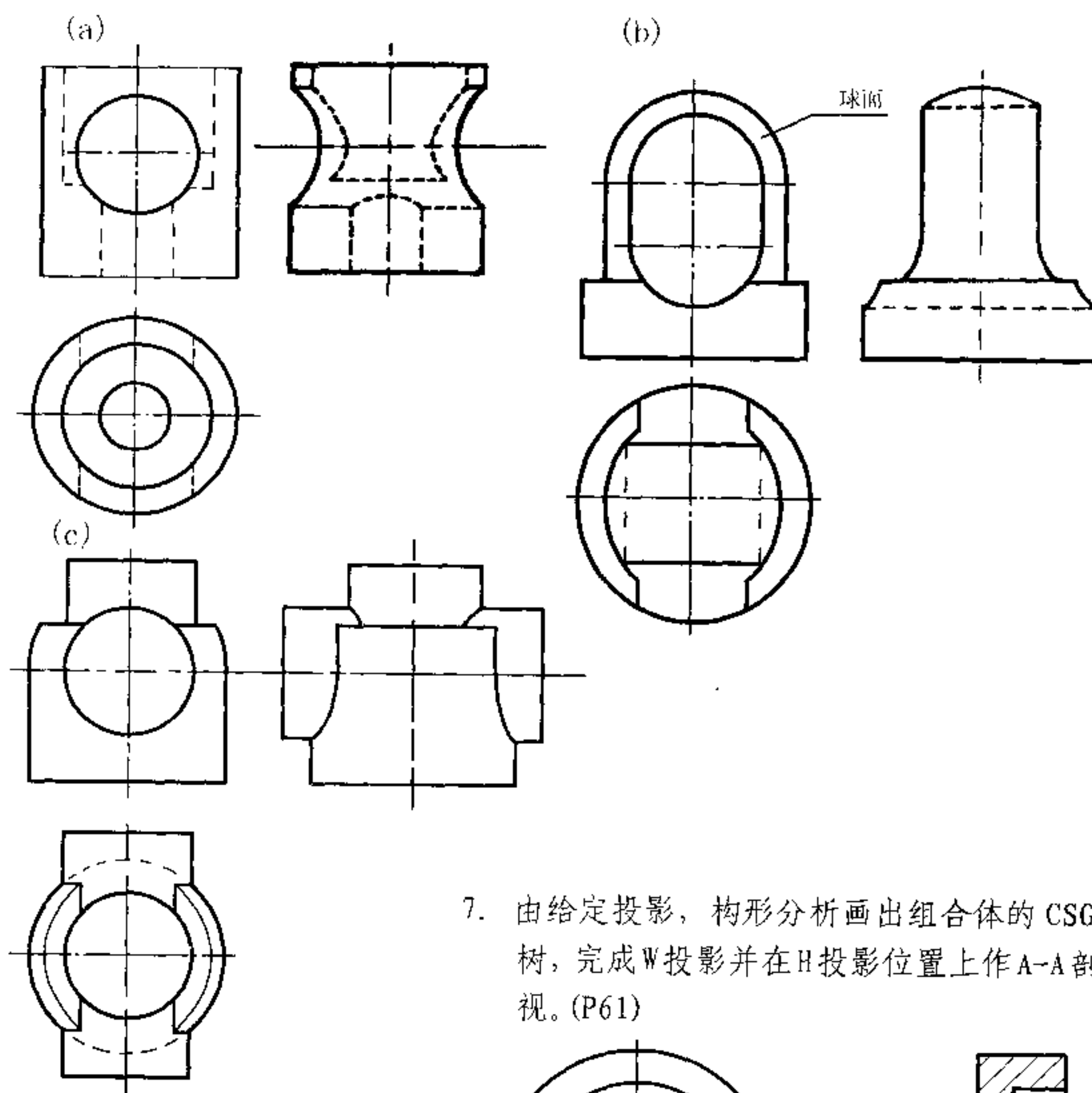
(a)



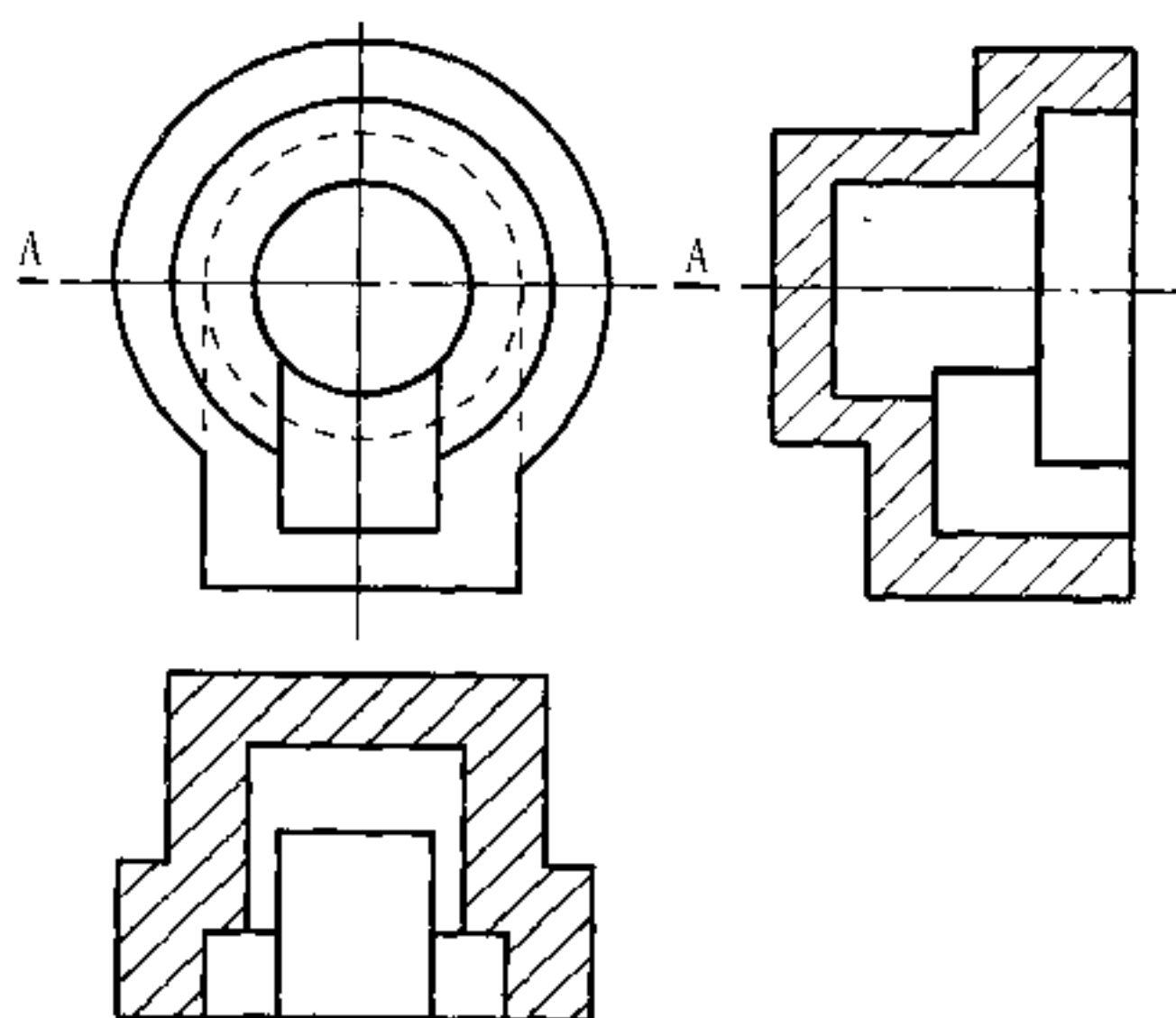
(c)



6. 由已知投影, 构形分析画出组合体的 CSG 树, 最后完成 H、W 投影 (包含虚线)。(P61)



7. 由给定投影, 构形分析画出组合体的 CSG 树, 完成 W 投影并在 H 投影位置上作 A-A 剖视。(P61)

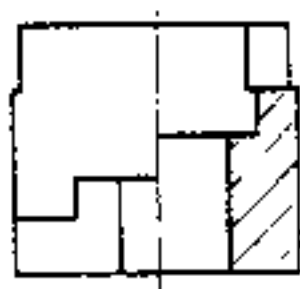
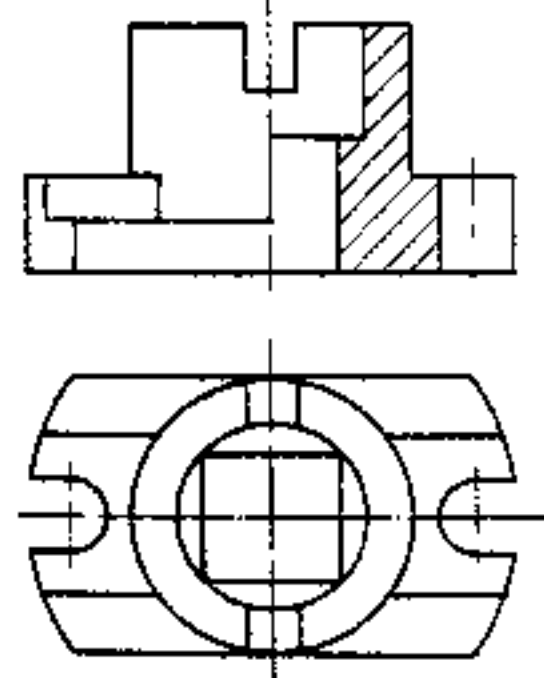


三维绘图与实体造型

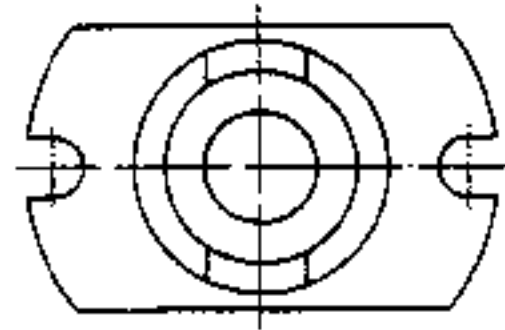
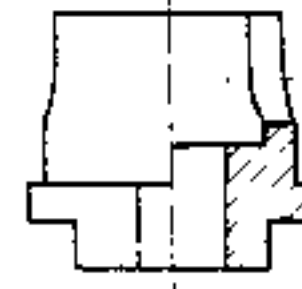
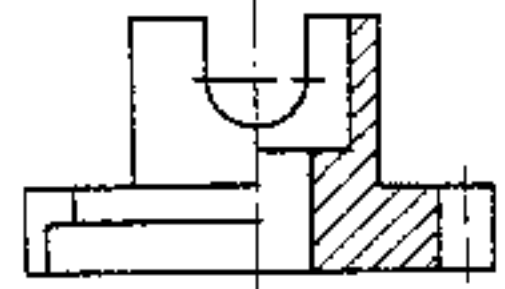
4. (1) 补画主视图外形和左视图半剖视。

(2) 画出给定视图的三维实体模型 (尺寸按图中 1:1 量取), 并对三维实体模型进行剖切, 再将其转换成二维投影的三视图, 对照检查所补画的主视图外形和左视图半剖视的正确性。(P62)

(a)



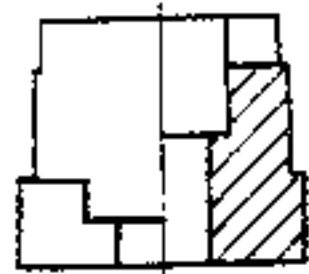
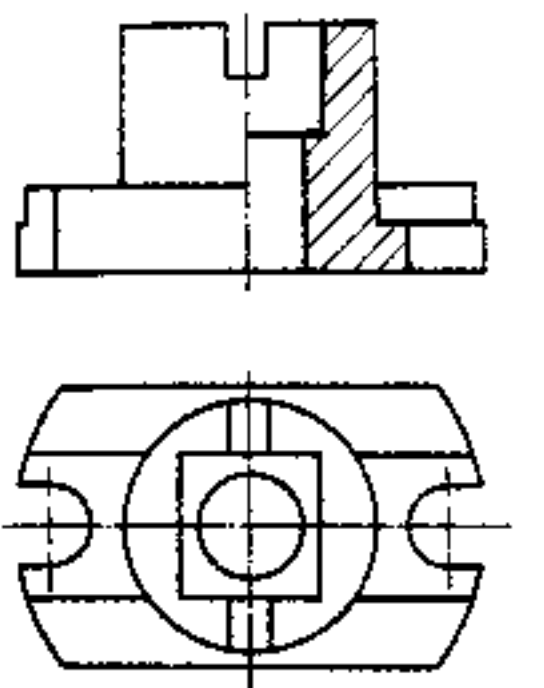
(b)



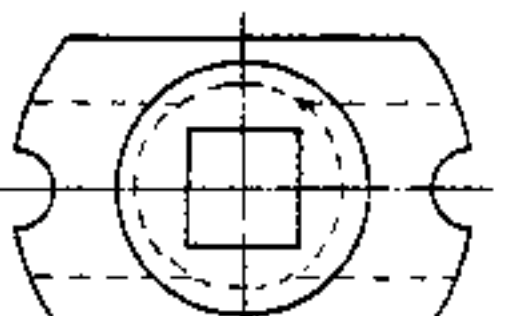
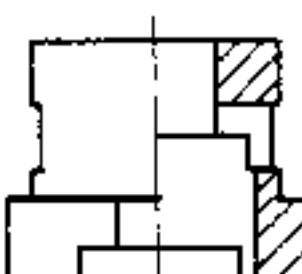
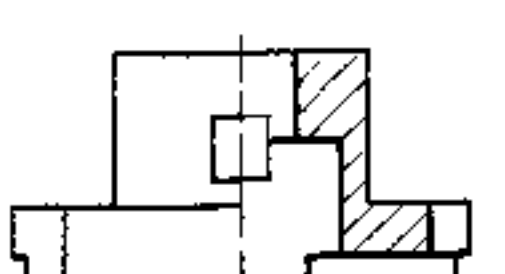
5. (1) 补画主视图半剖视和左视图外形。

(2) 画出给定视图的三维实体模型 (尺寸按图中 1:1 量取), 并对三维实体模型进行剖切, 再将其转换成二维投影的三视图, 对照检查所补画的主视图半剖视图和左视图外形的正确性。(P63)

(a)



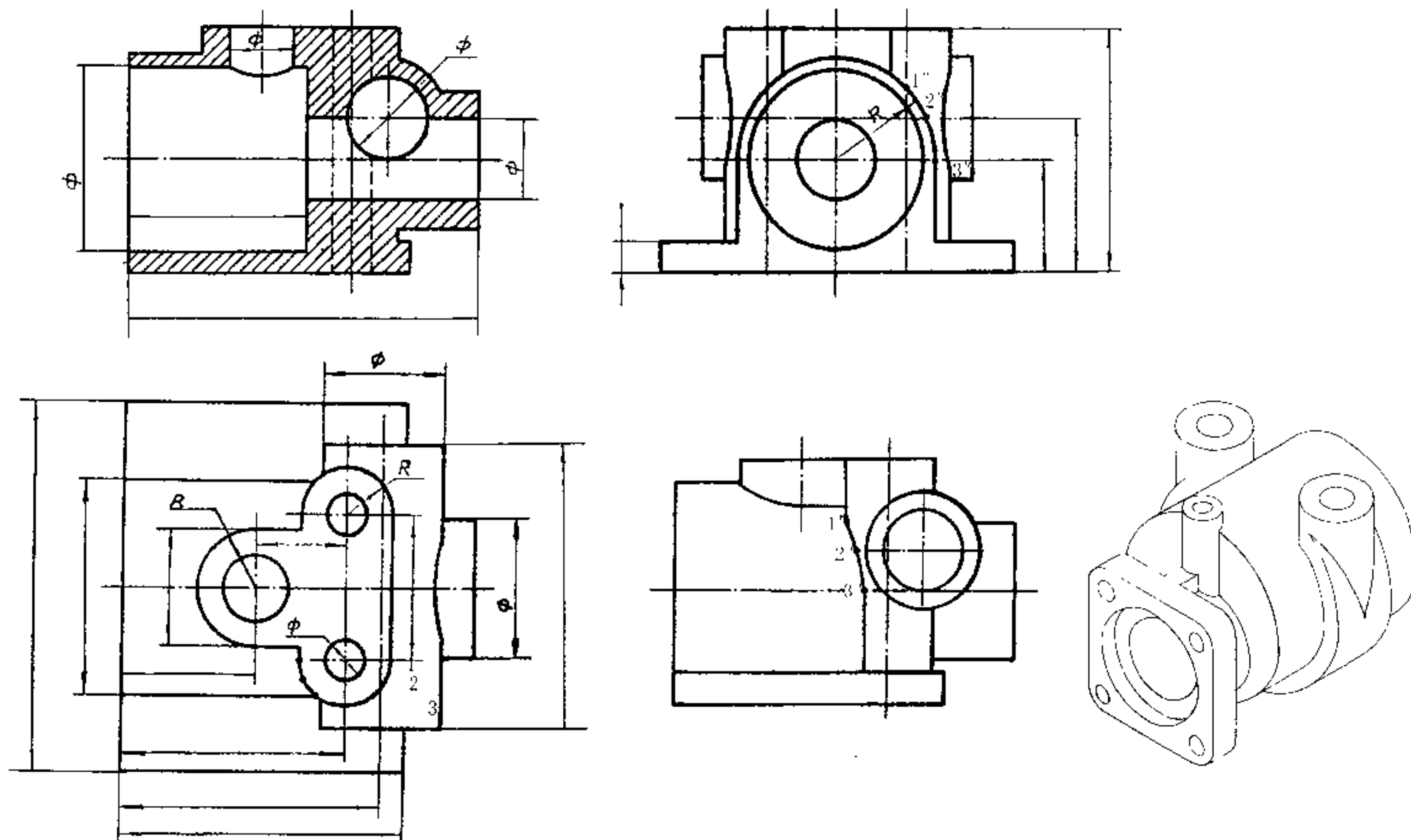
(b)



7.

(1) 画主视图的外形图。

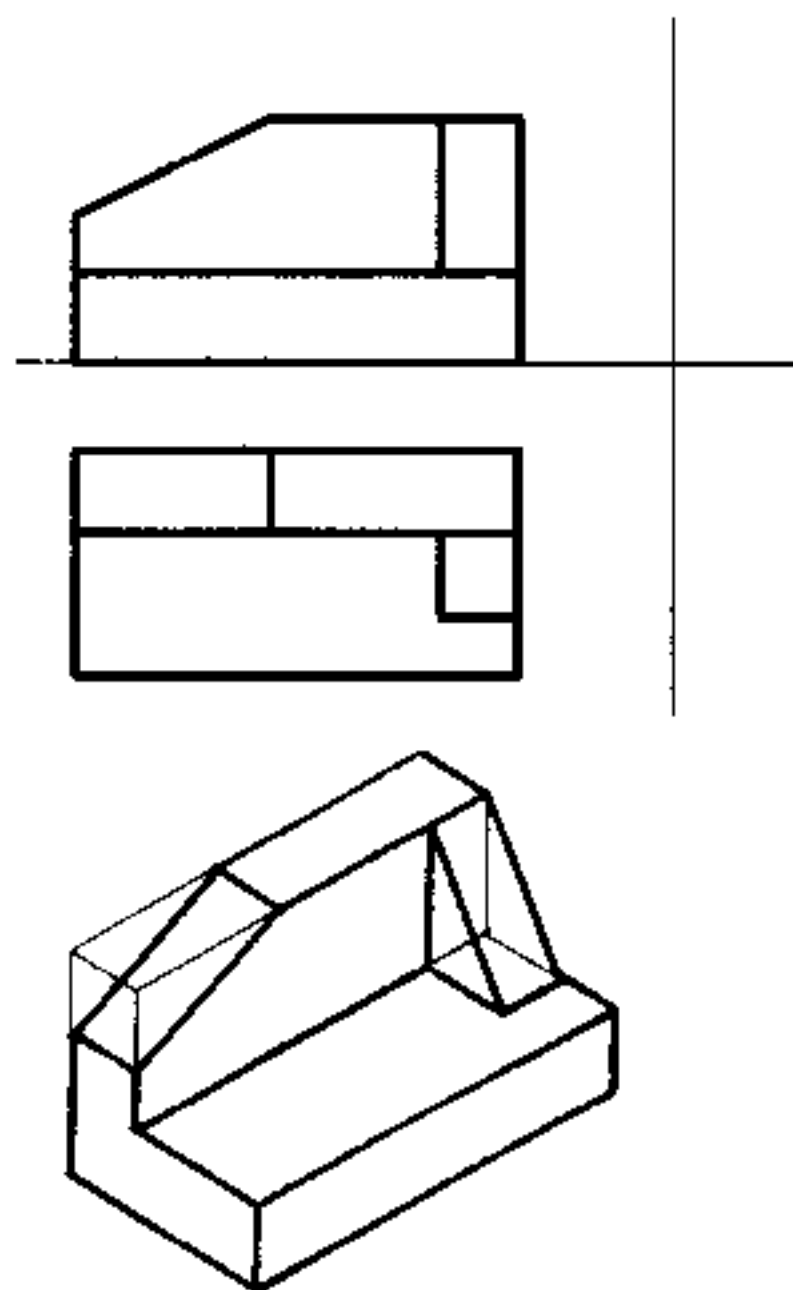
(2) 计算机绘制三维图形(1:1), 并将三维转换成二维投影的三视图以验证所求主视图外形的正确性。(P64)



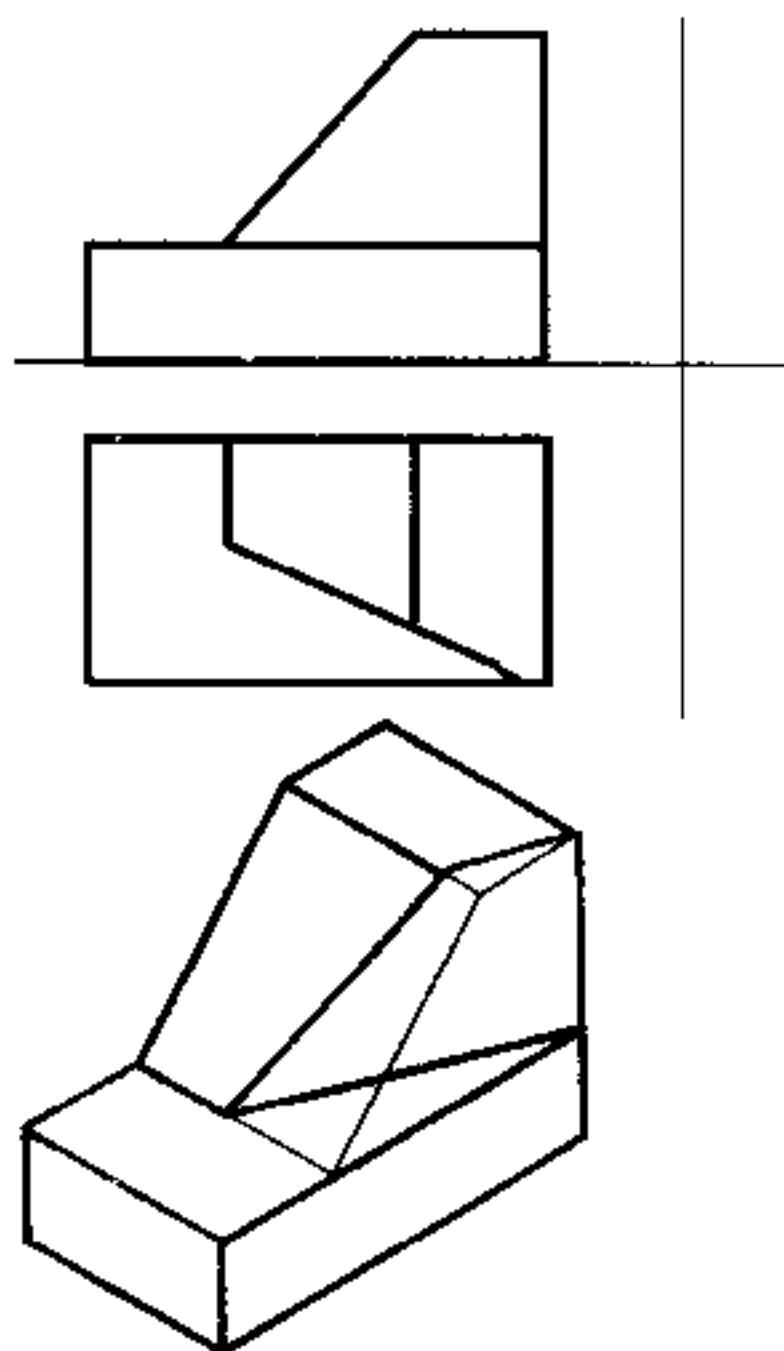
轴测图

对照投影图完成下列各题 (1~16) 的轴测图 (将需要的线加粗绘制)。

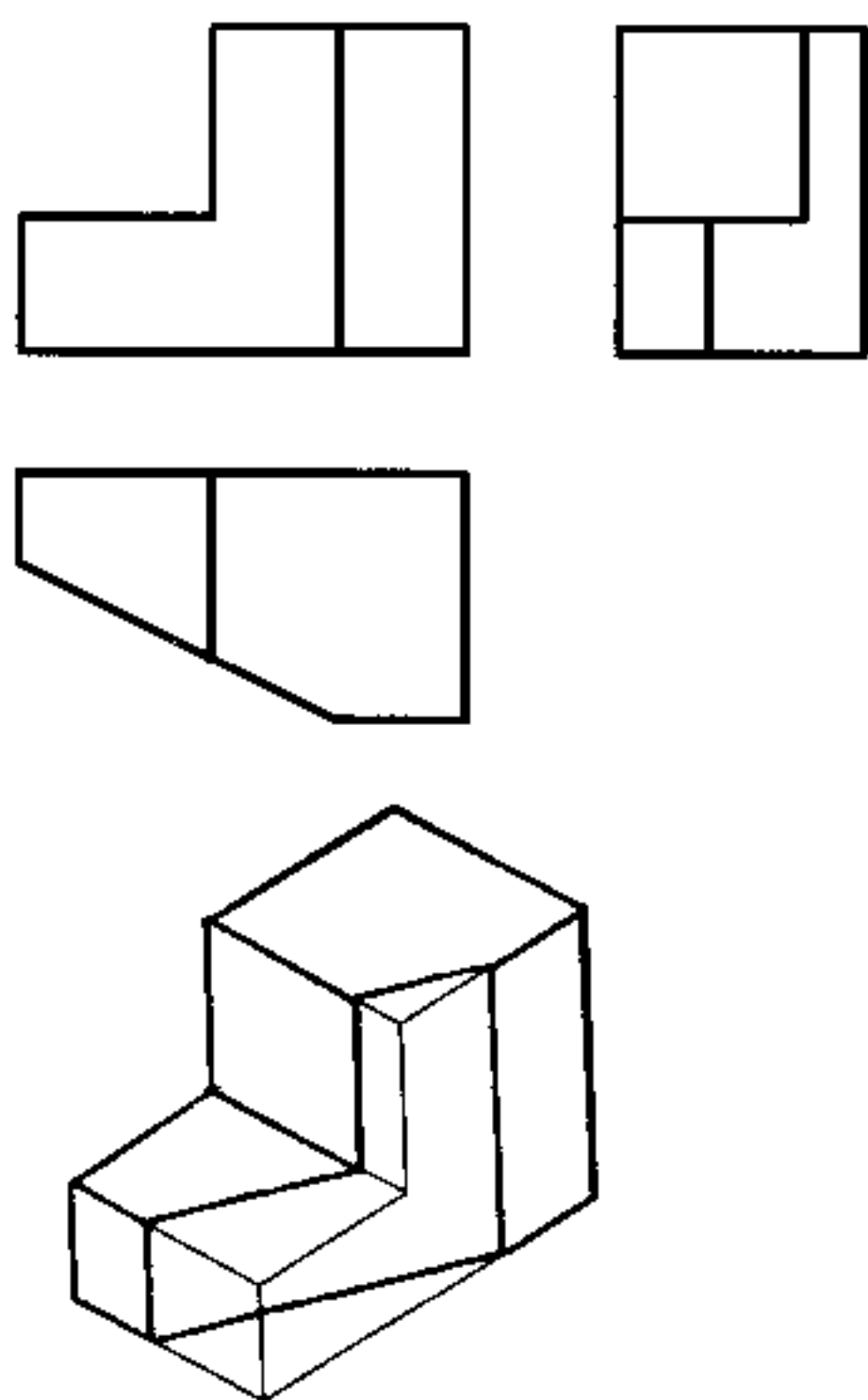
1. (P65)



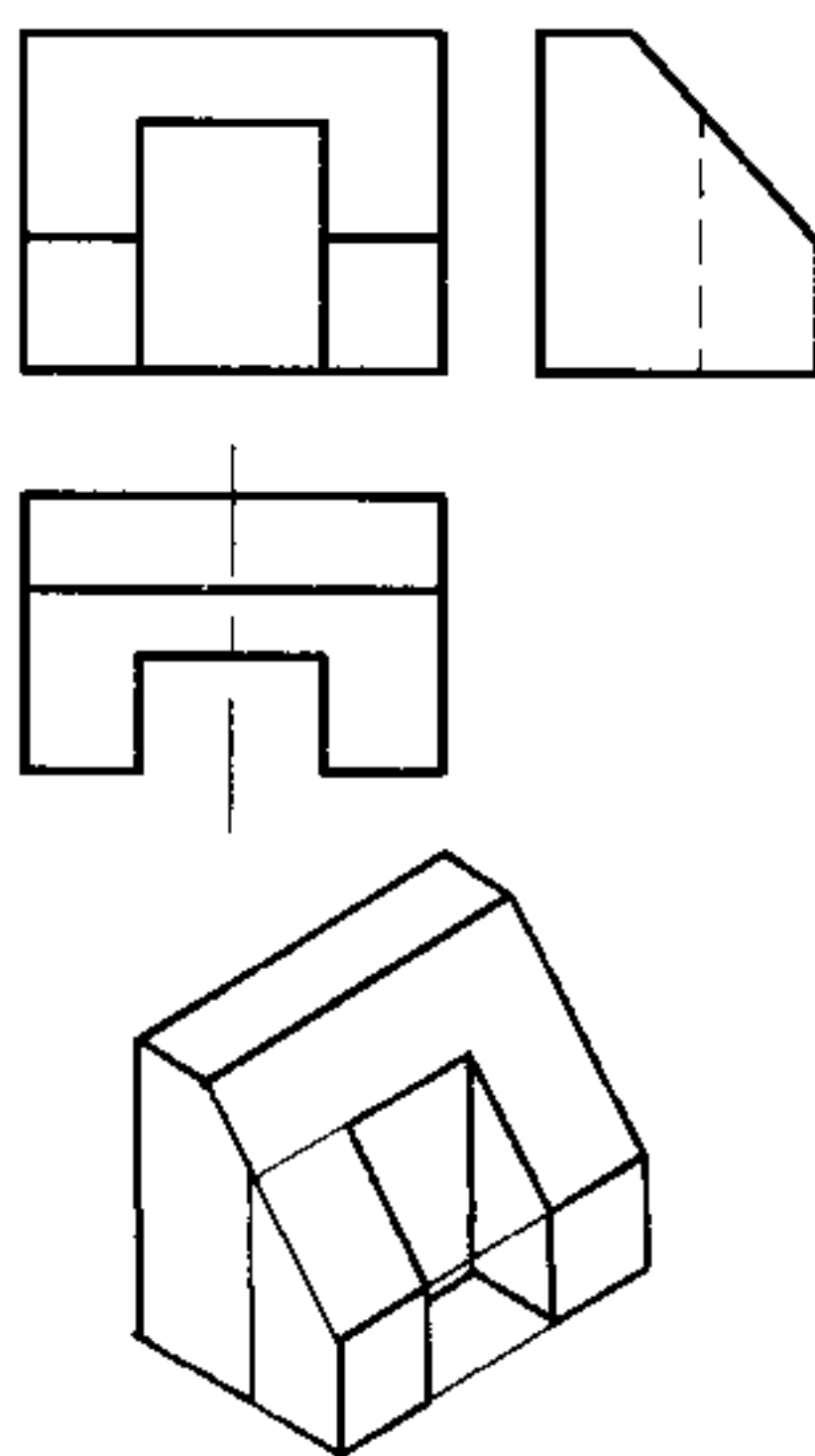
2. (P65)



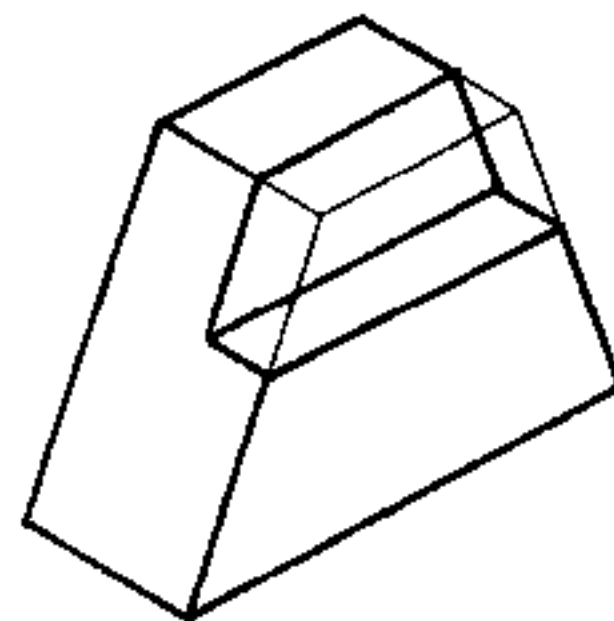
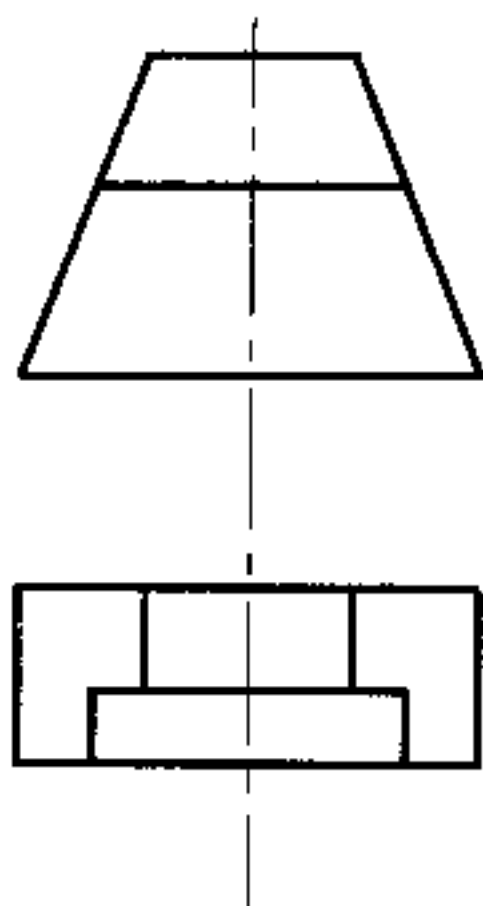
3. (P65)



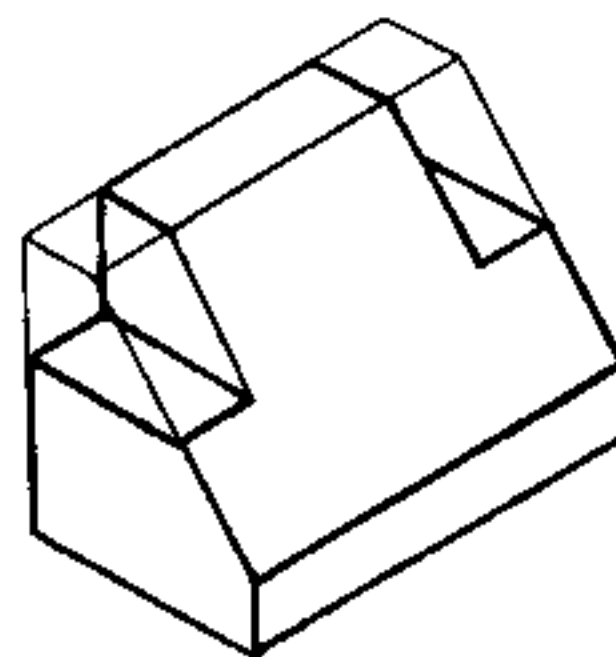
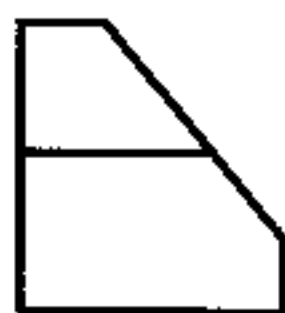
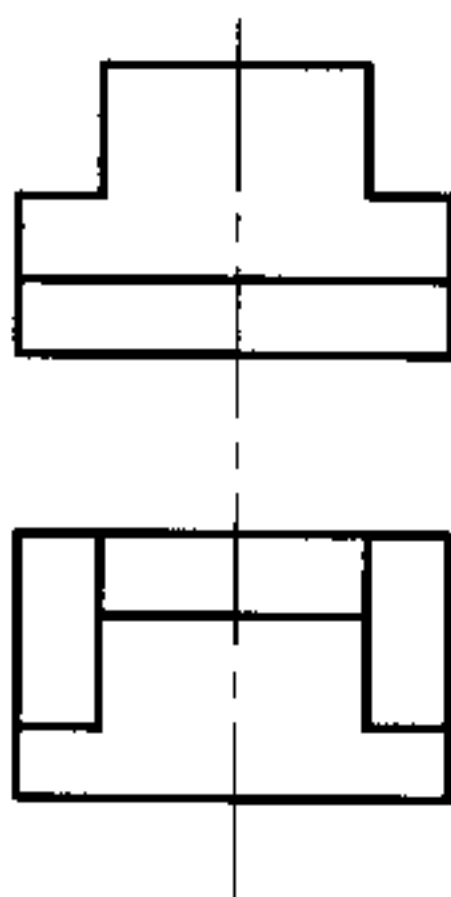
4. (P65)



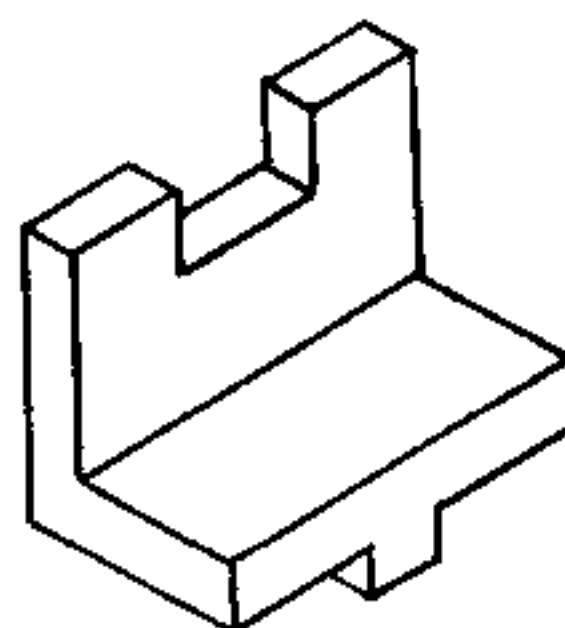
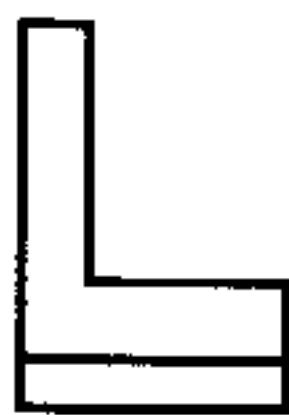
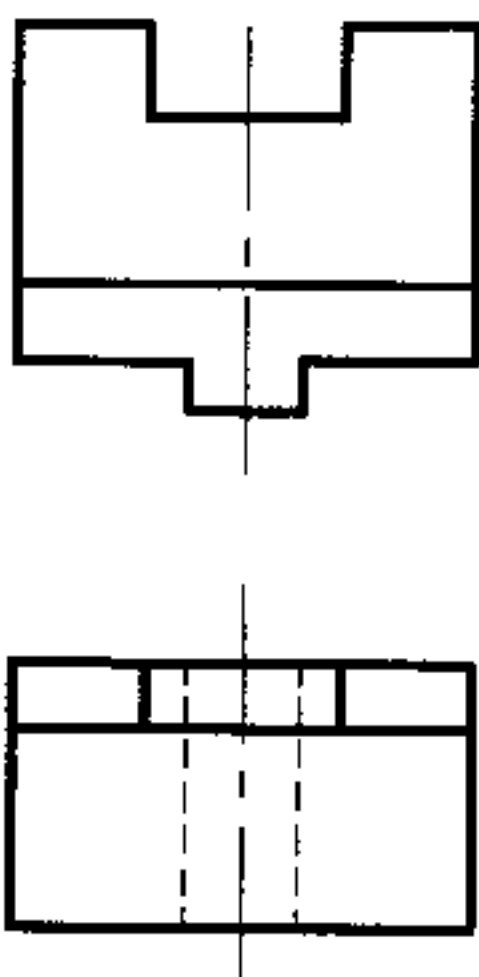
5. (P66)



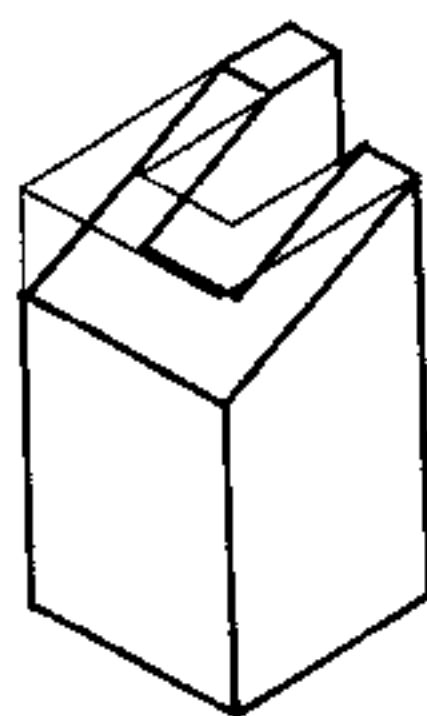
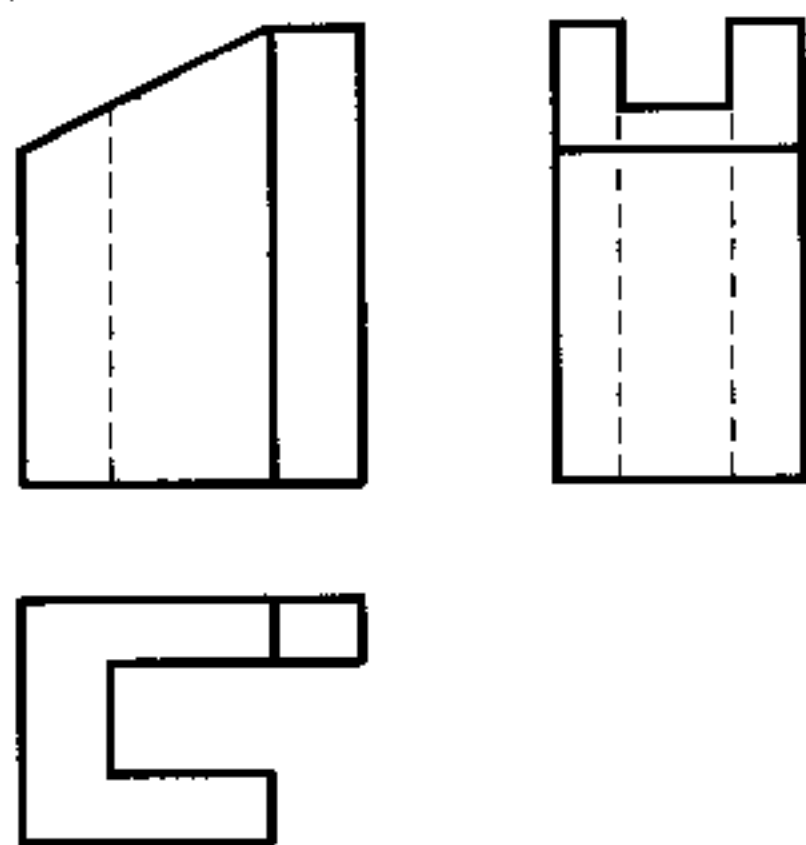
6. (P66)



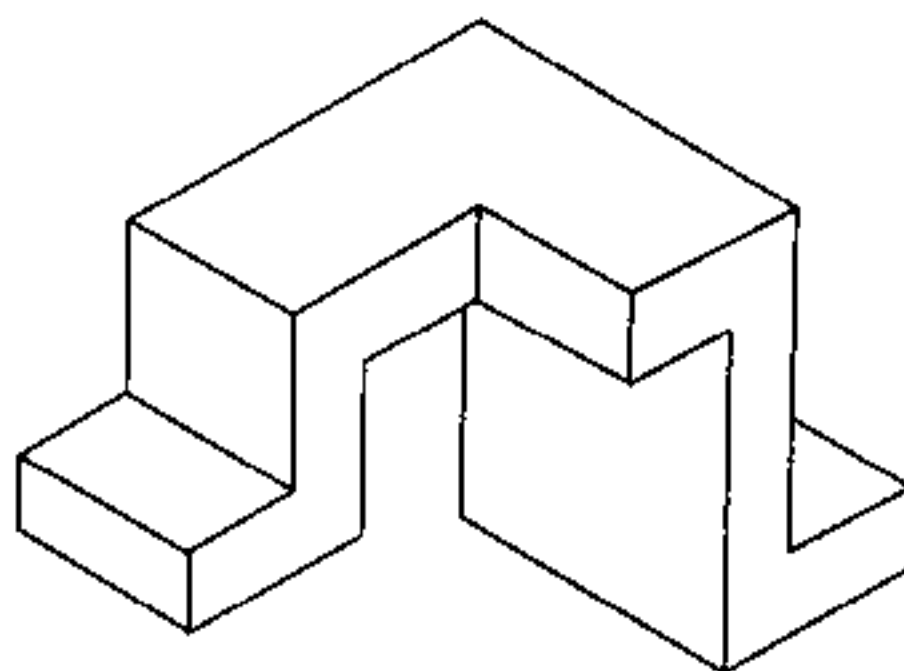
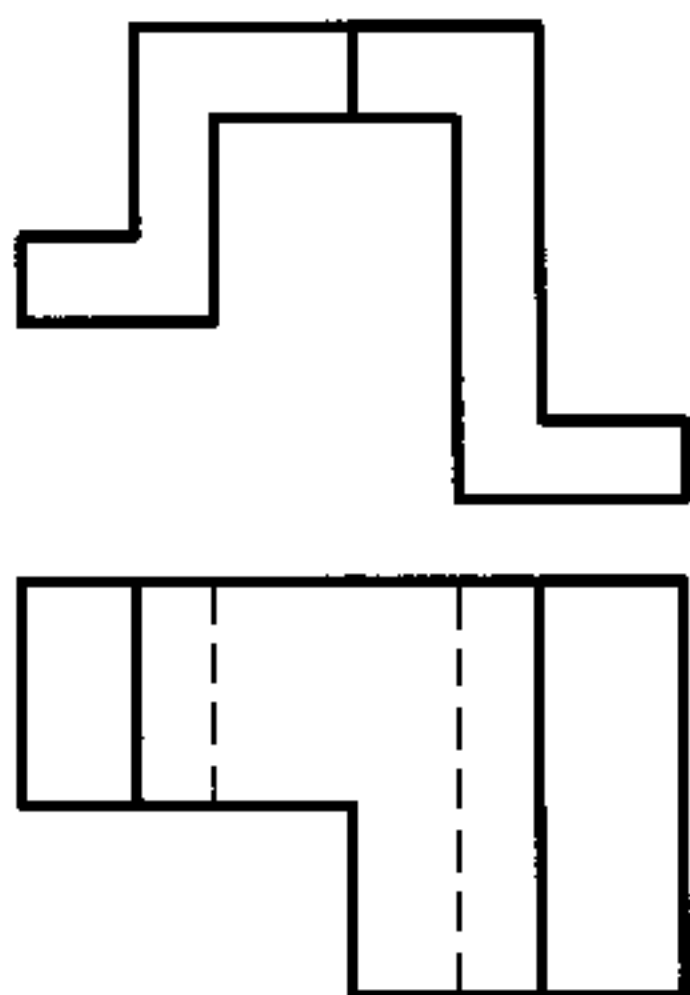
7. (P66)



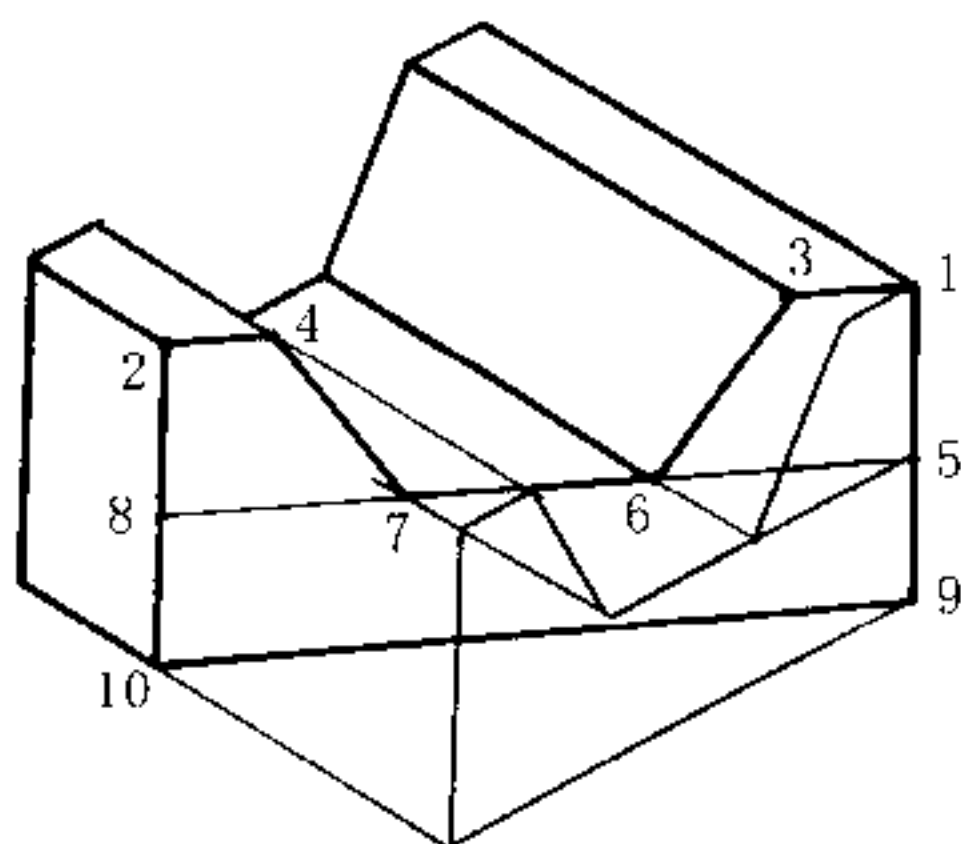
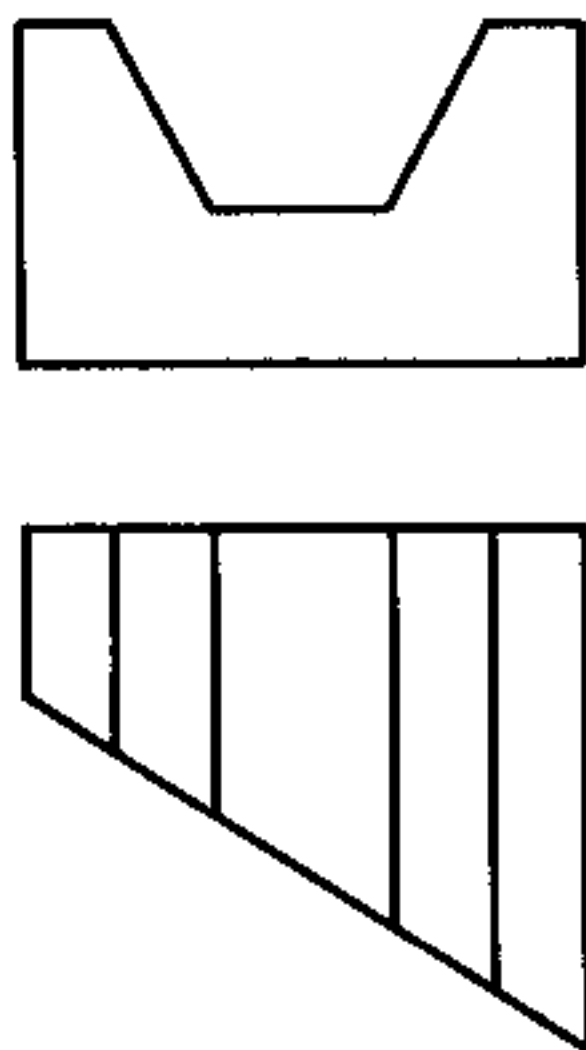
8. (P66)



9. (P67)

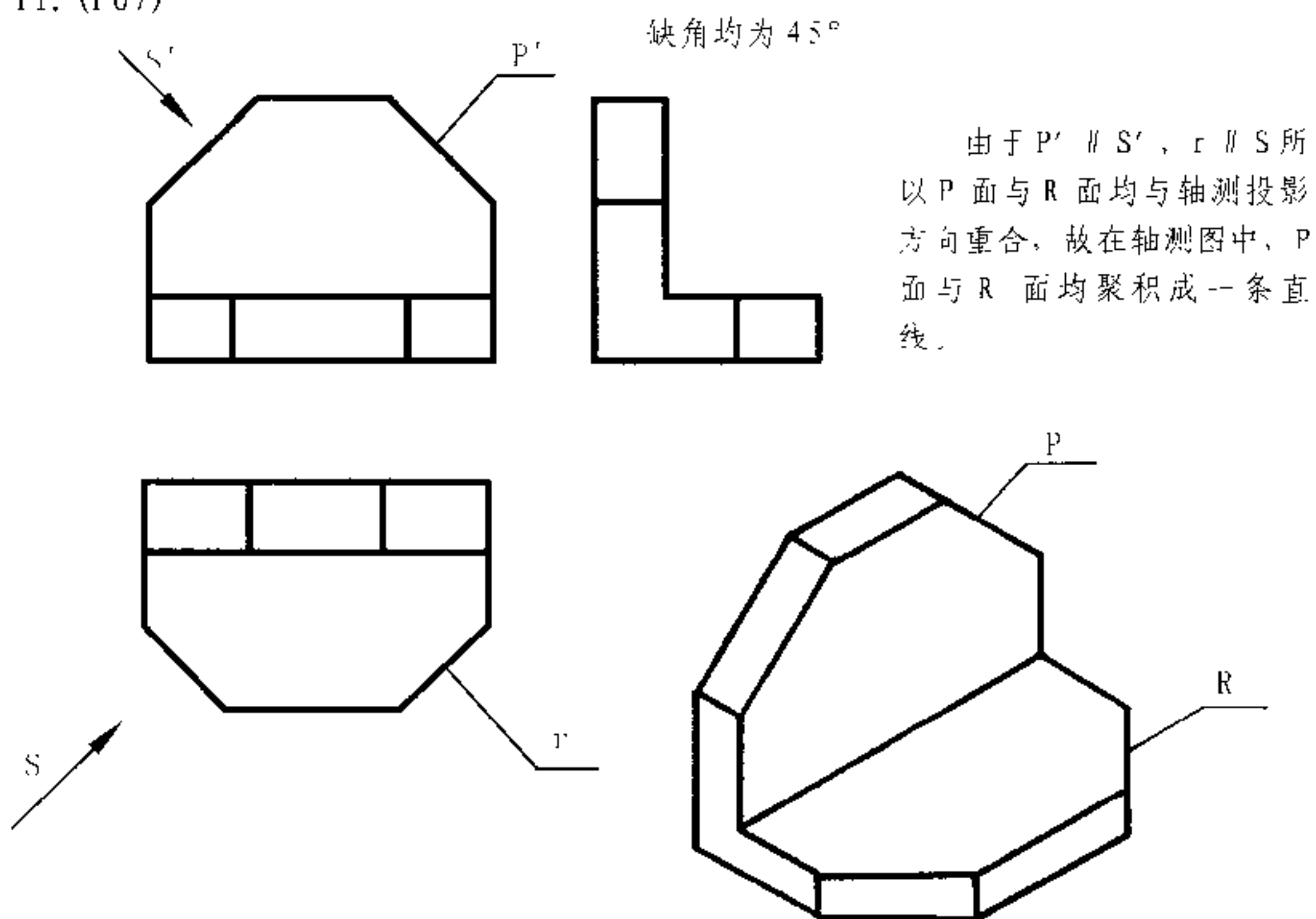


10. (P67)

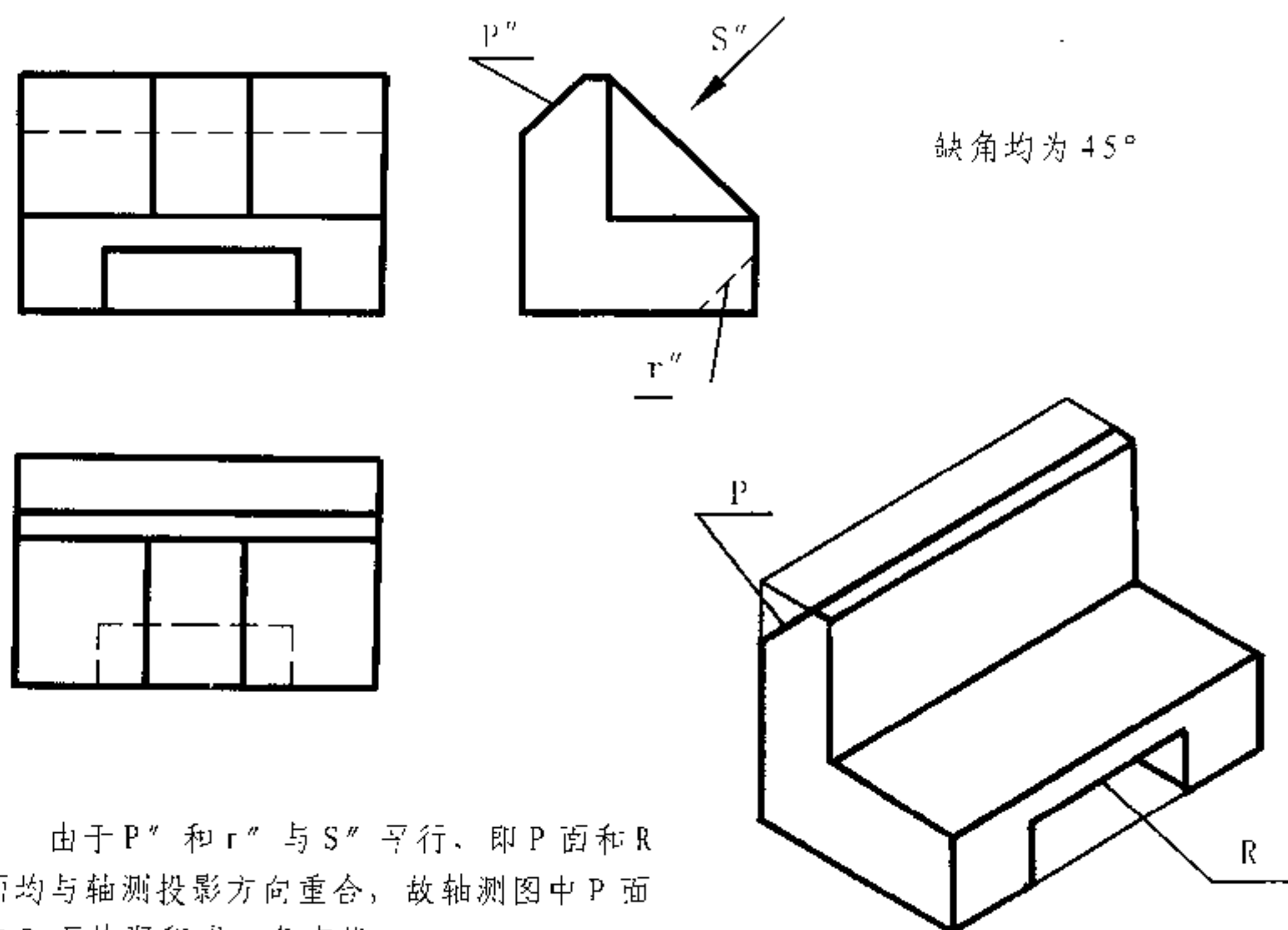


利用平行性，可以容易地画出未切割时的轴测图，然后画出1-2斜线，并求得3、4，再利用平行性画5-8平行于1-2，求得点6和7，连3-6、4-7，再画出9、10，即完成轴测图。

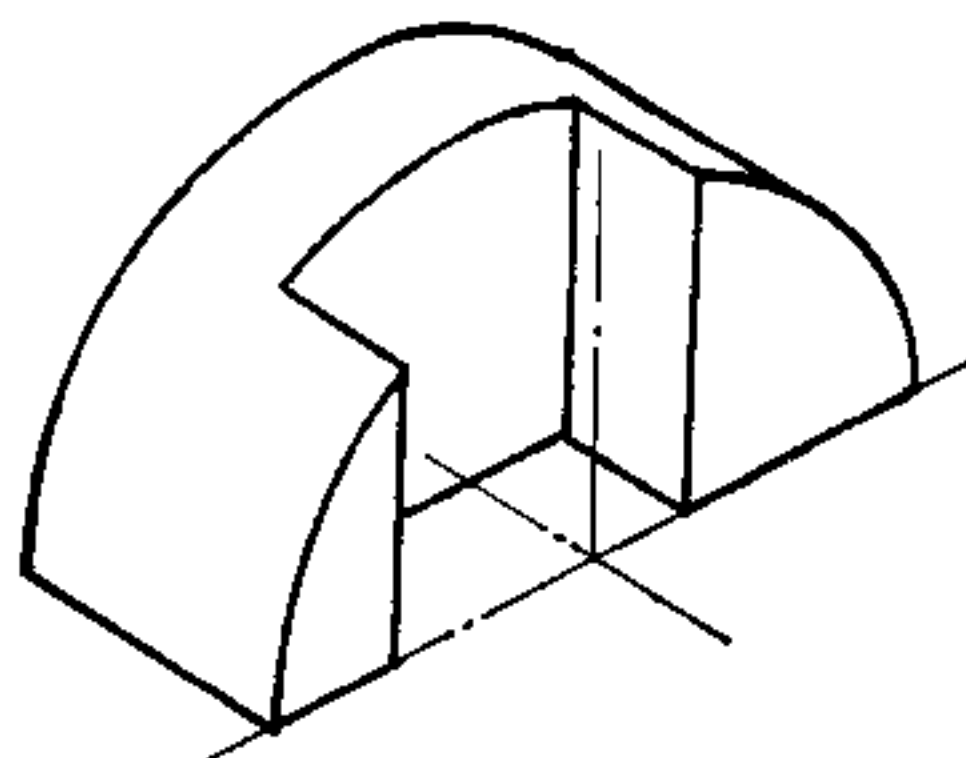
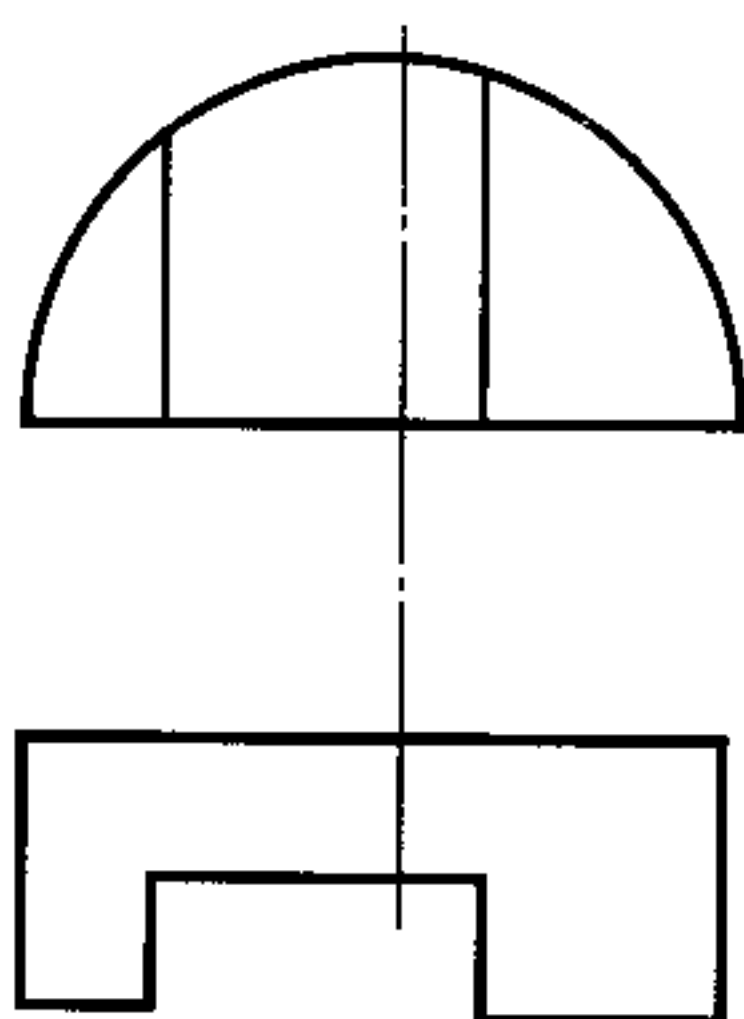
11. (P67)



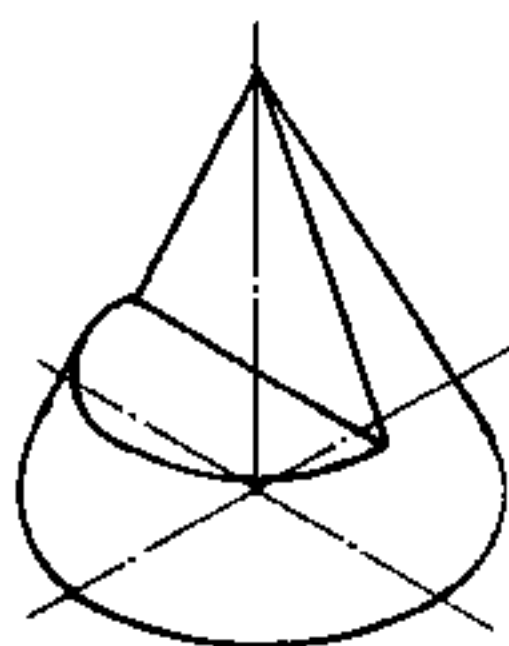
12. (P67)



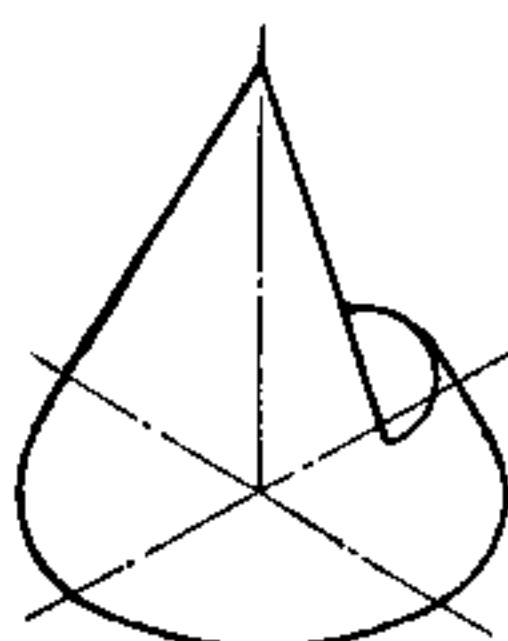
13. (P68)



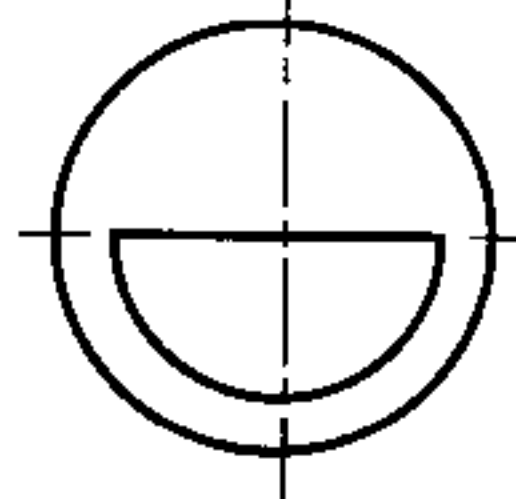
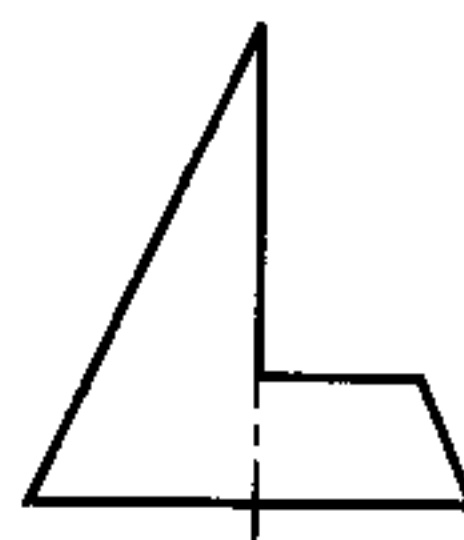
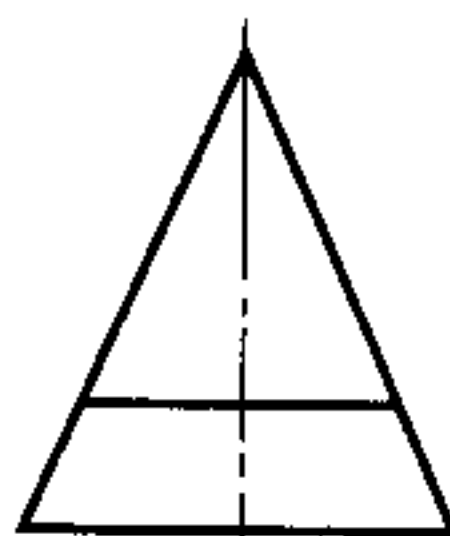
14. (P68)



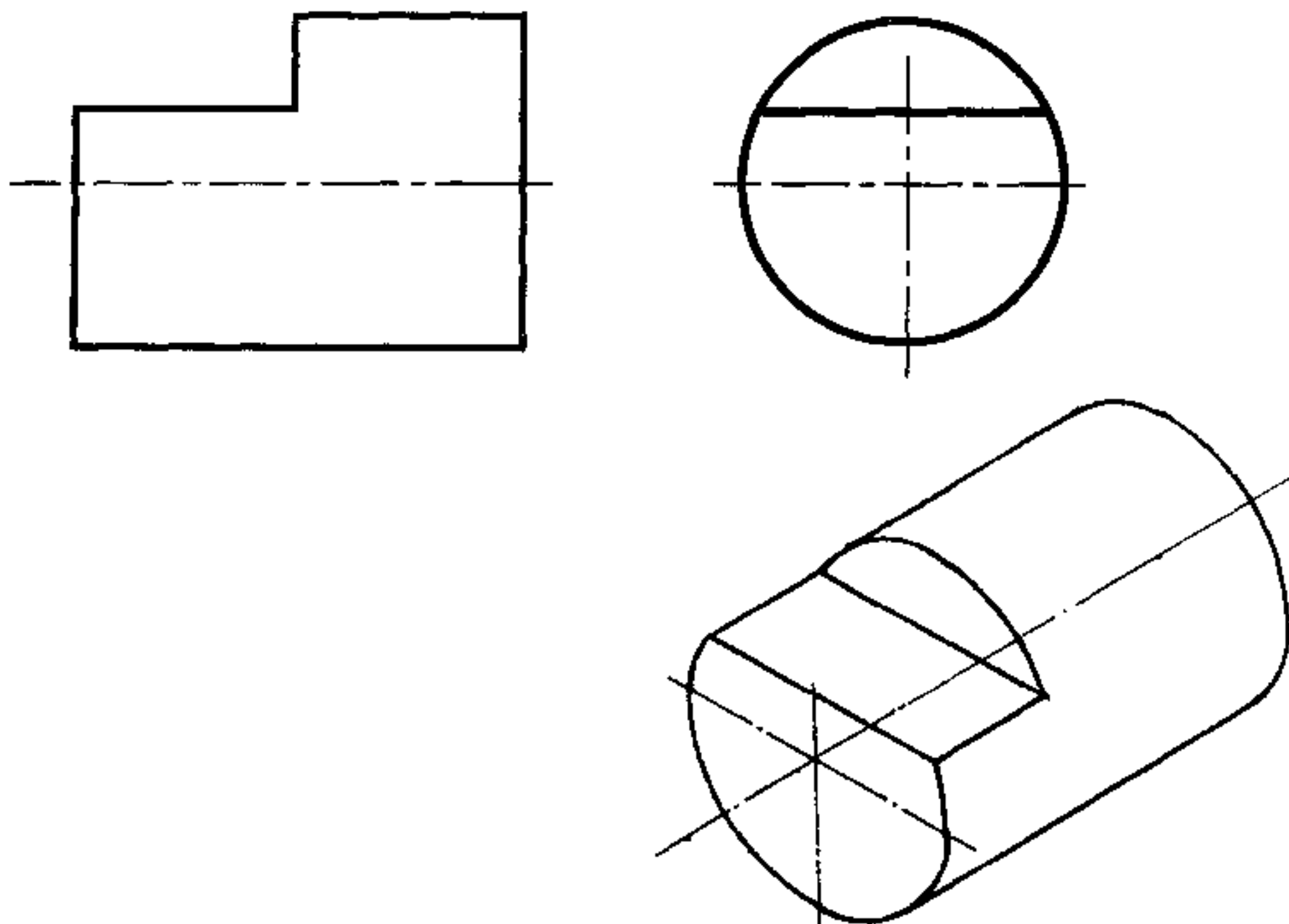
正确的



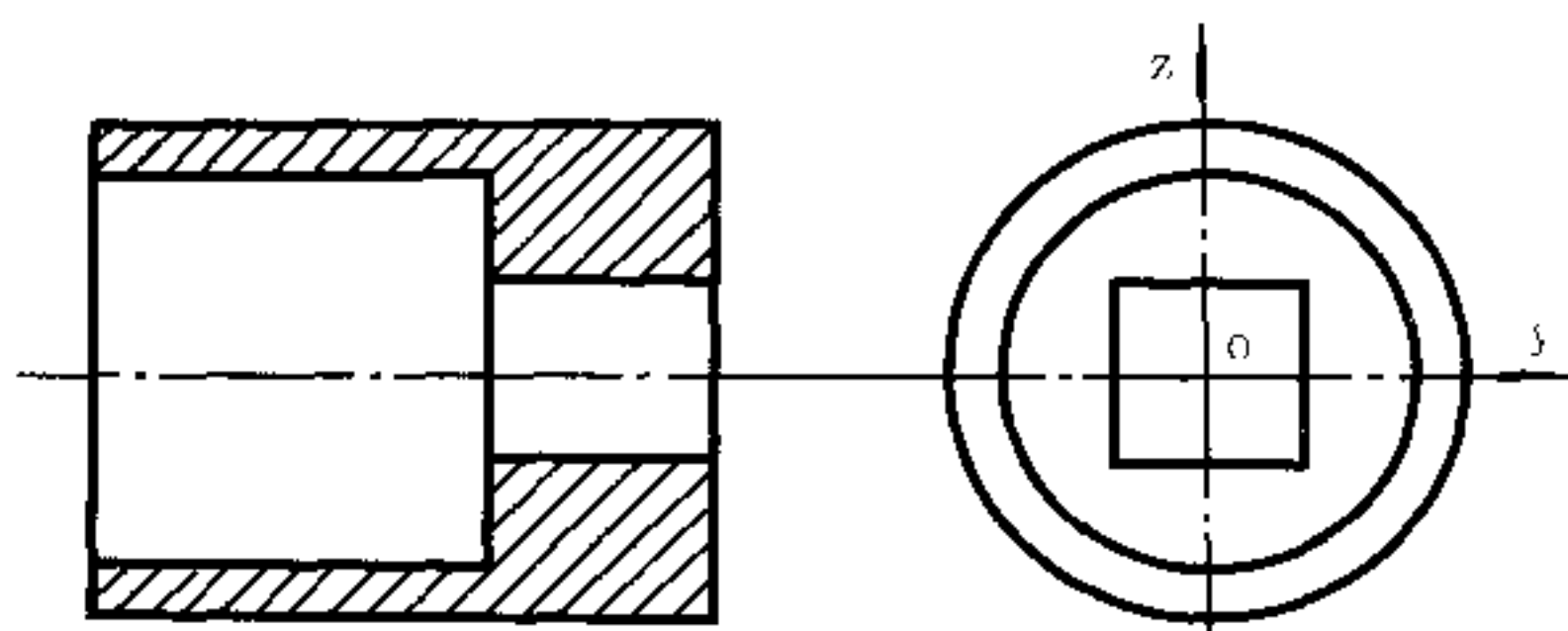
错误的



15. (P68)

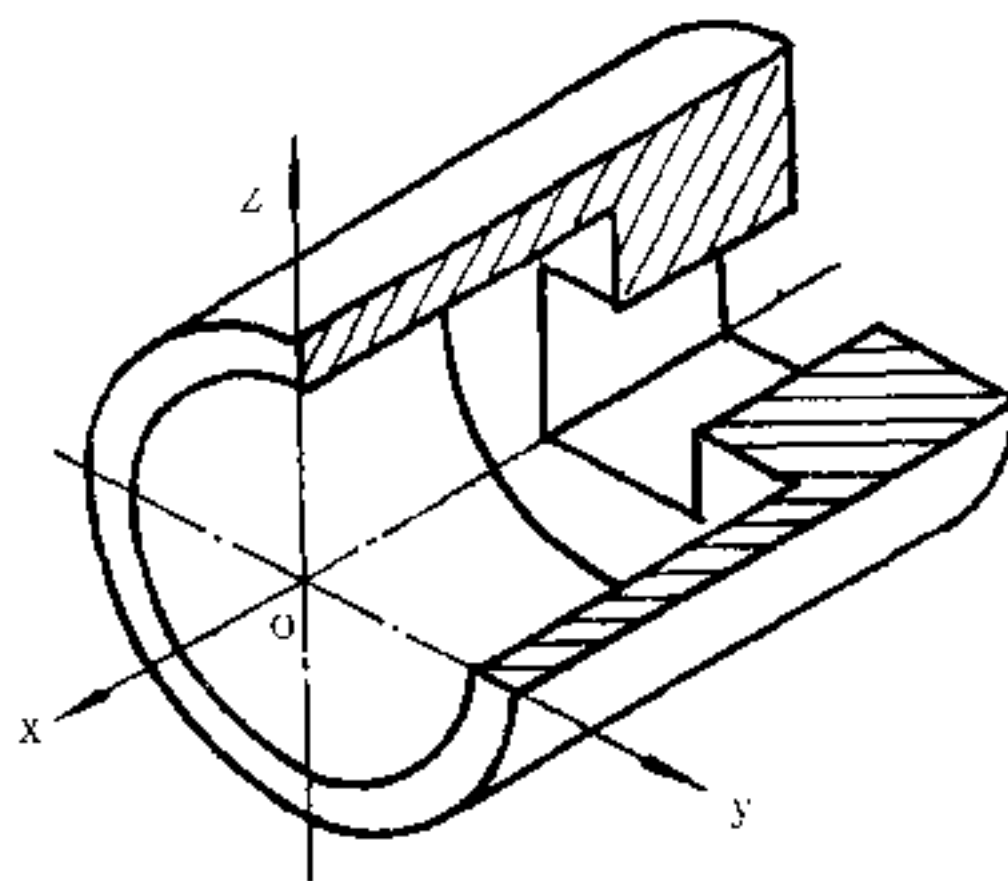


16. 完成剖切后的轴测图。



在画剖切轴测图时，要注意剖切面的方向，即 xoz 平面与 xoy 平面。可以采用先画剖切面的图形，然后加画后面看得见的线的作法，这样画的好处是省去画出许多多余的线，然后还要将它们再擦去的麻烦。

注意图中剖面线的方向。

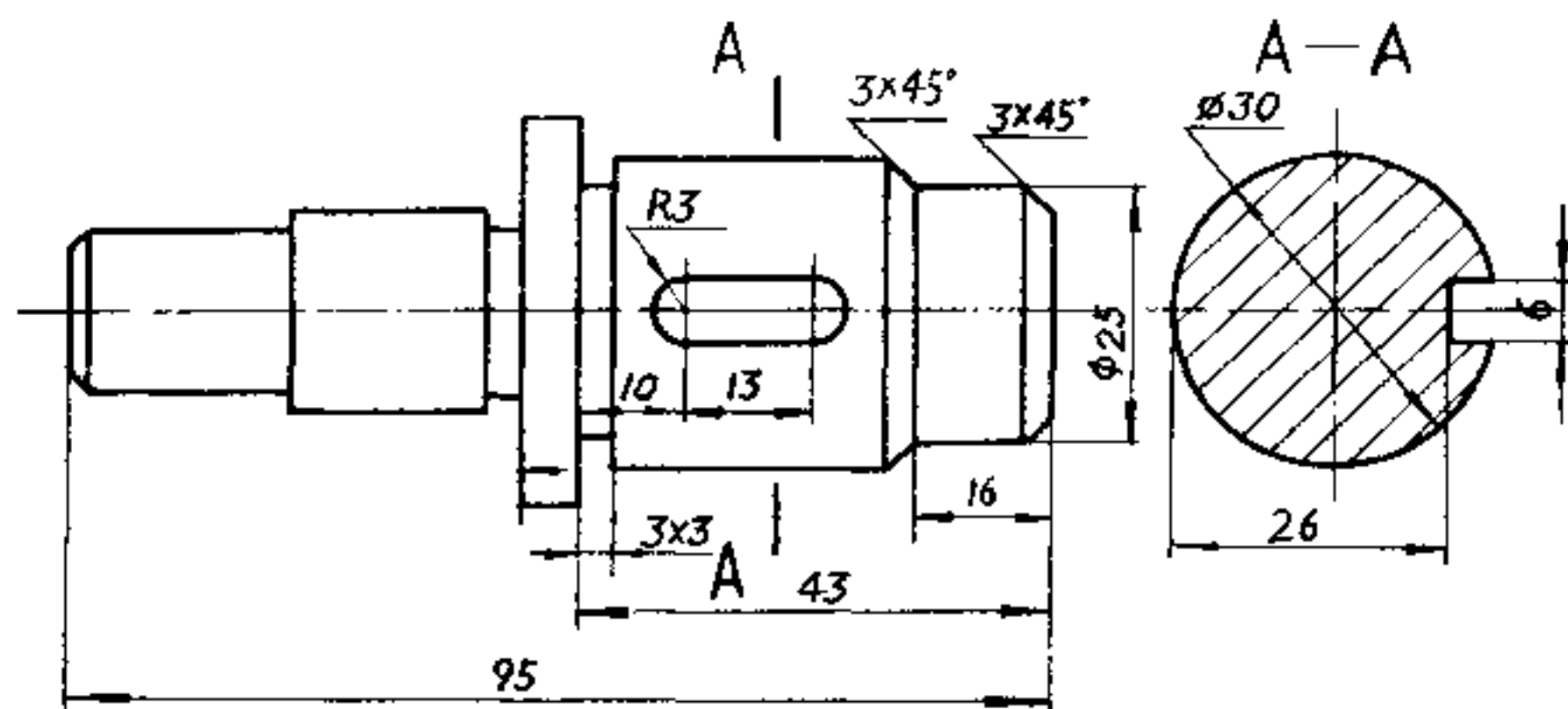


标注轴类零件尺寸

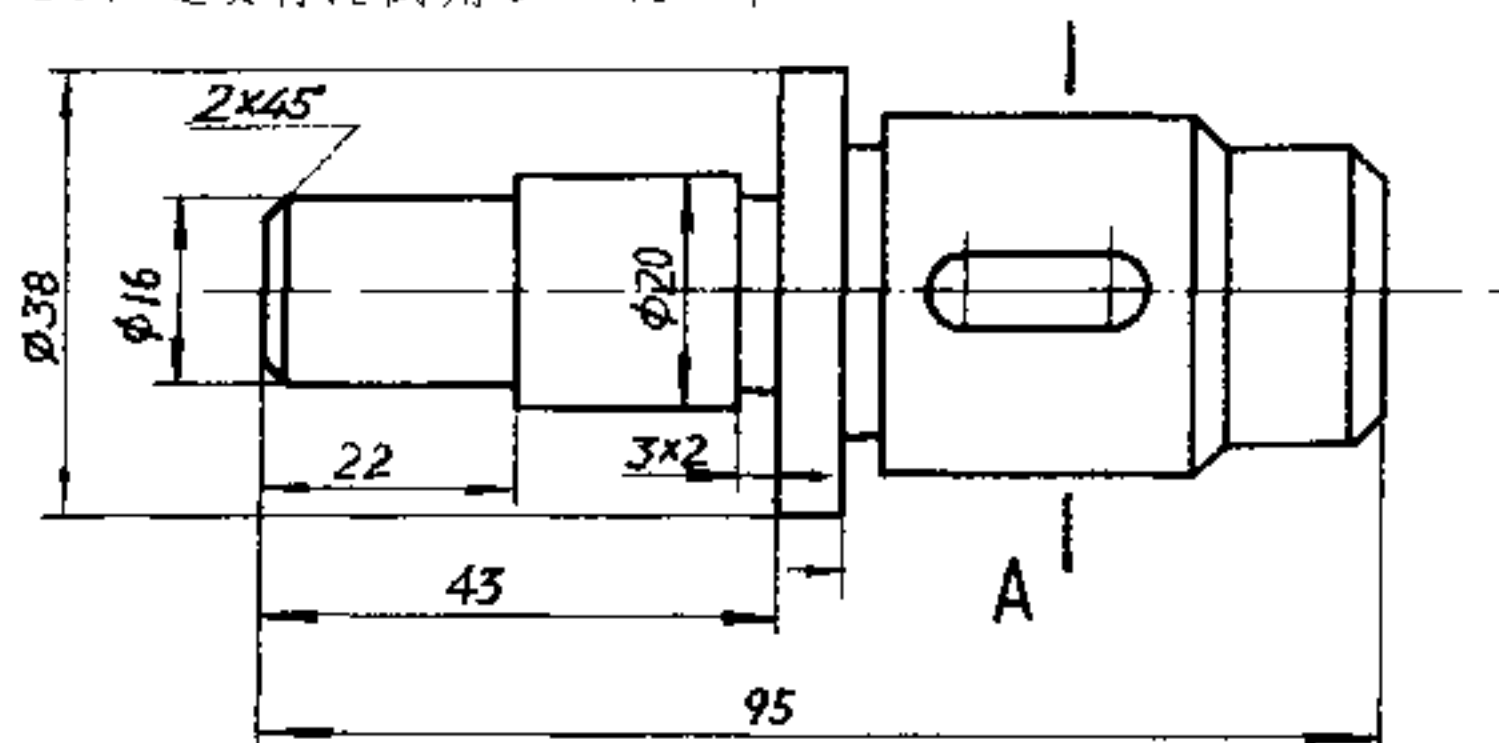
标注轴类零件的尺寸（尺寸大小直接在图上量取，并圆整为整数）。

这4个图形都表示是一个实心轴或一空心轴套，一般情况下如果不考虑设计要求，都应按加工要求（加工顺序，尺寸测量等）标注尺寸。

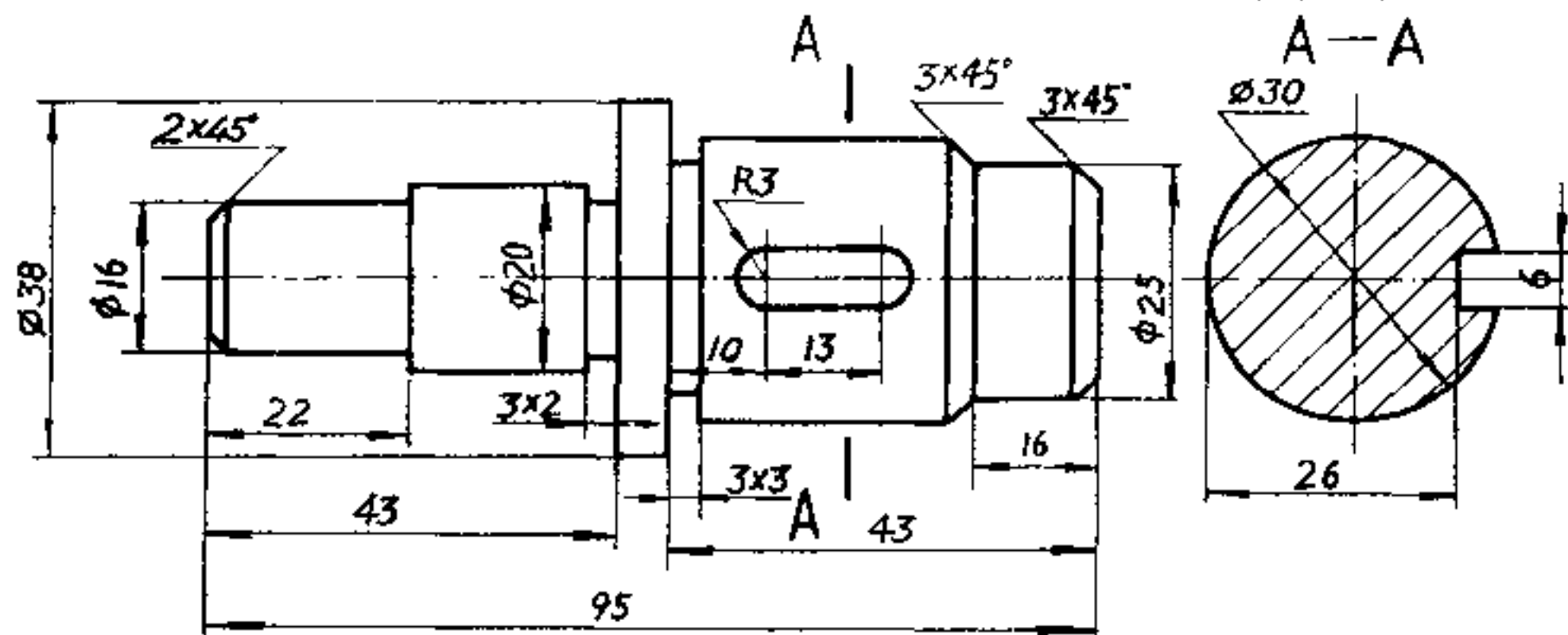
1. (P69)



先标注 $\phi 38$ ，总长95，然后以右边为基准标注 $\phi 30$ ，长43， $\phi 25$ ，长16，标注槽的尺寸 3×3 ，先示宽度3深3，标注键槽尺寸R3, 13, 定位尺寸10，槽宽6和表示深度的尺寸26，还要标注倒角 $3 \times 45^\circ$ 。

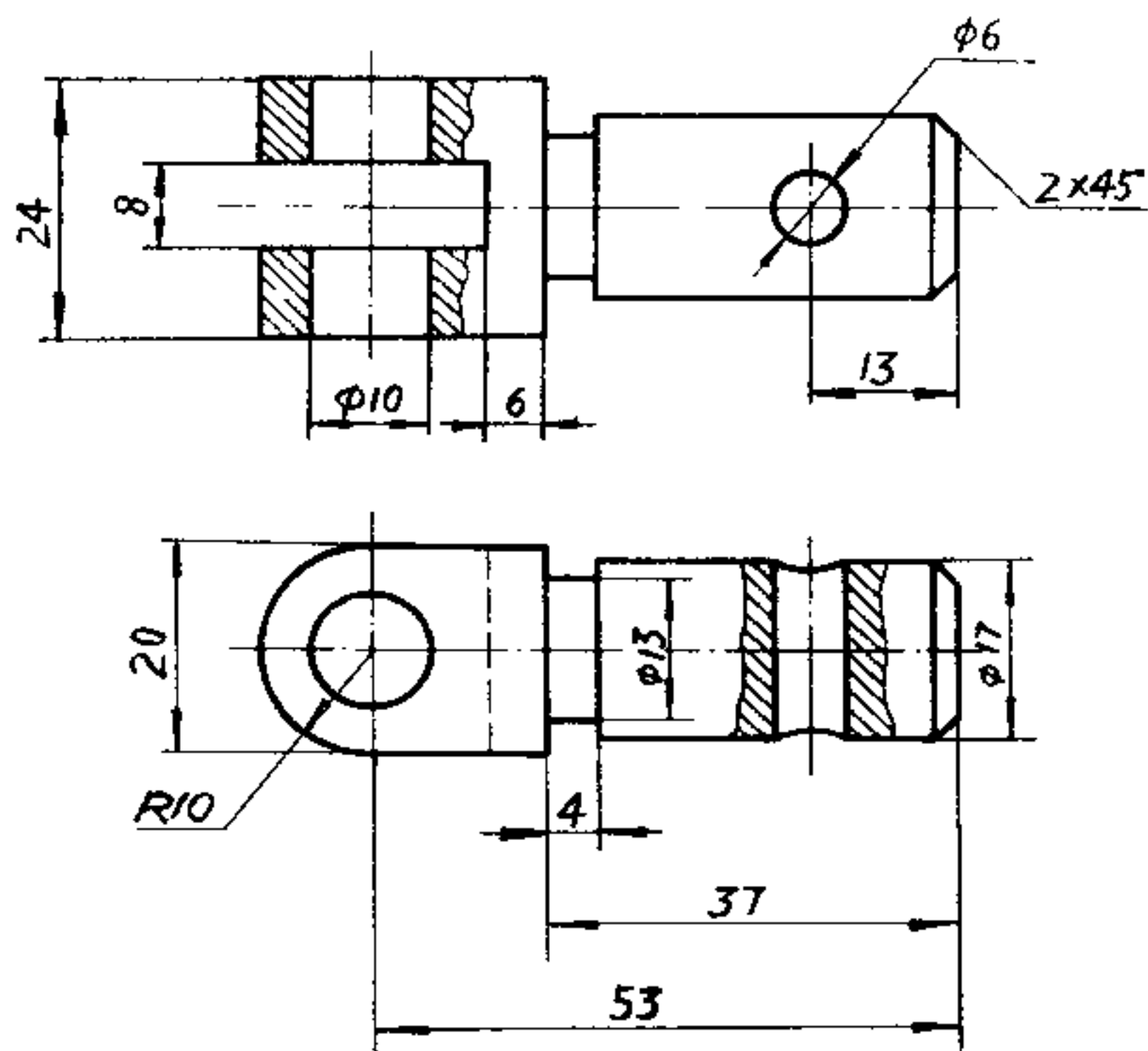


以左端面为基准标注 $\phi 20$ 、43， $\phi 16$ 、22，槽尺寸 3×2 和倒角尺寸 $2 \times 45^\circ$ 。

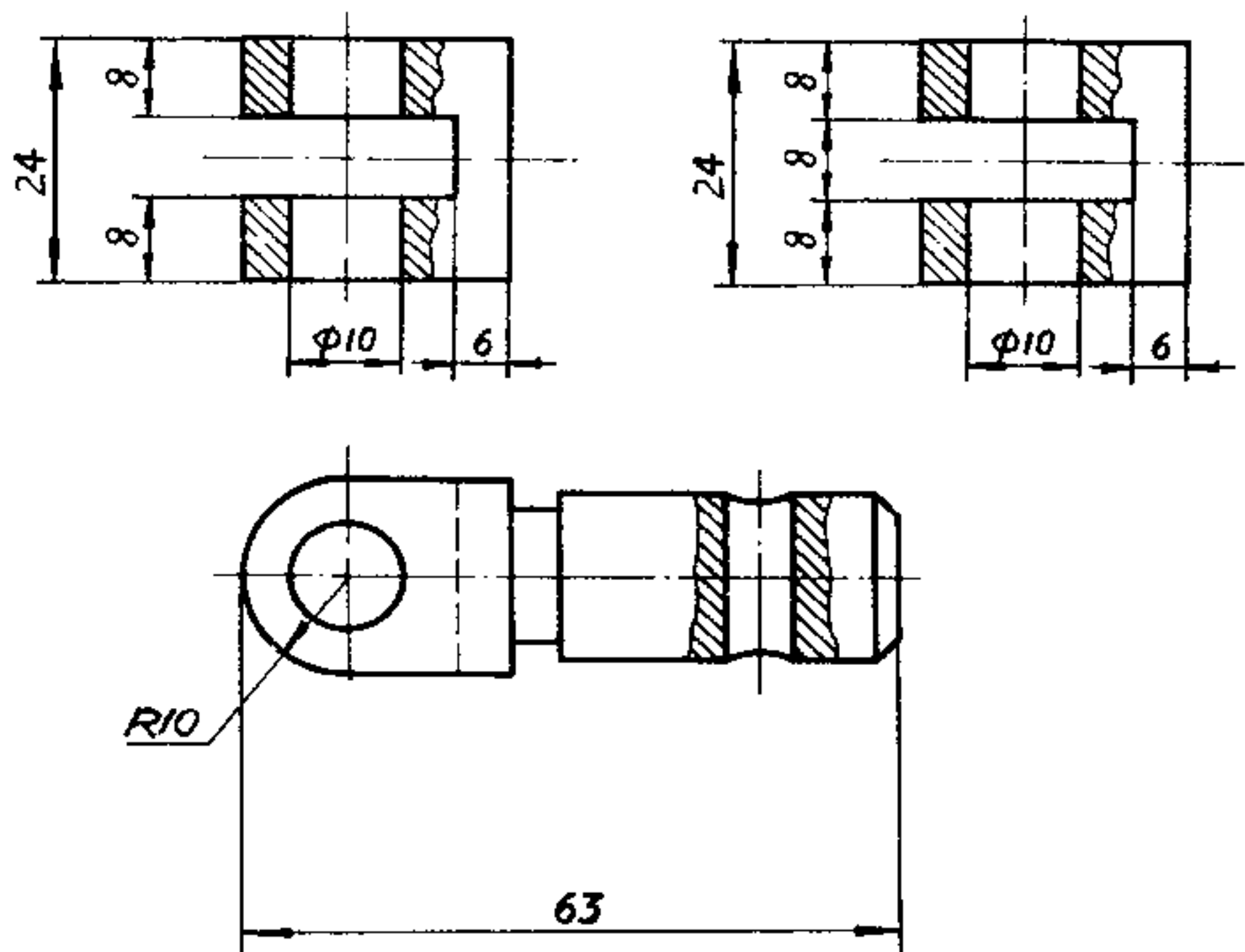


全部尺寸，标注清晰易认，层次分明。

4. (P69)



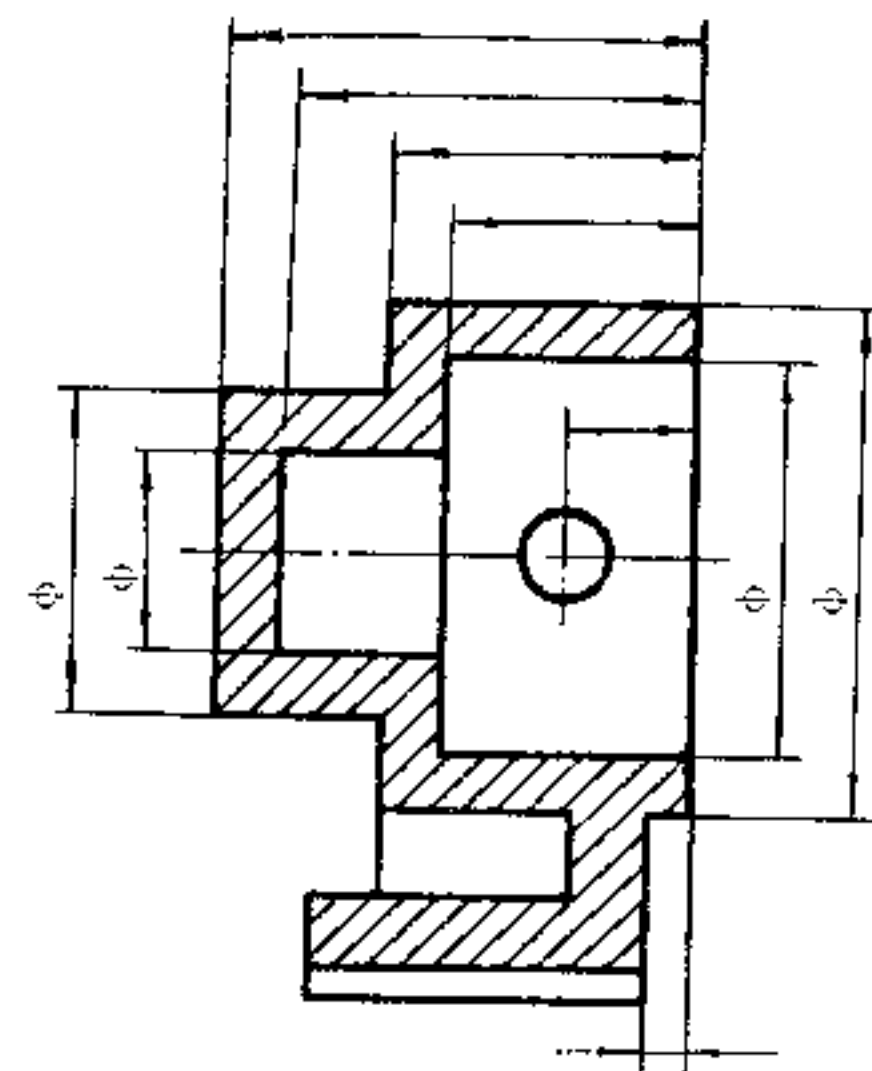
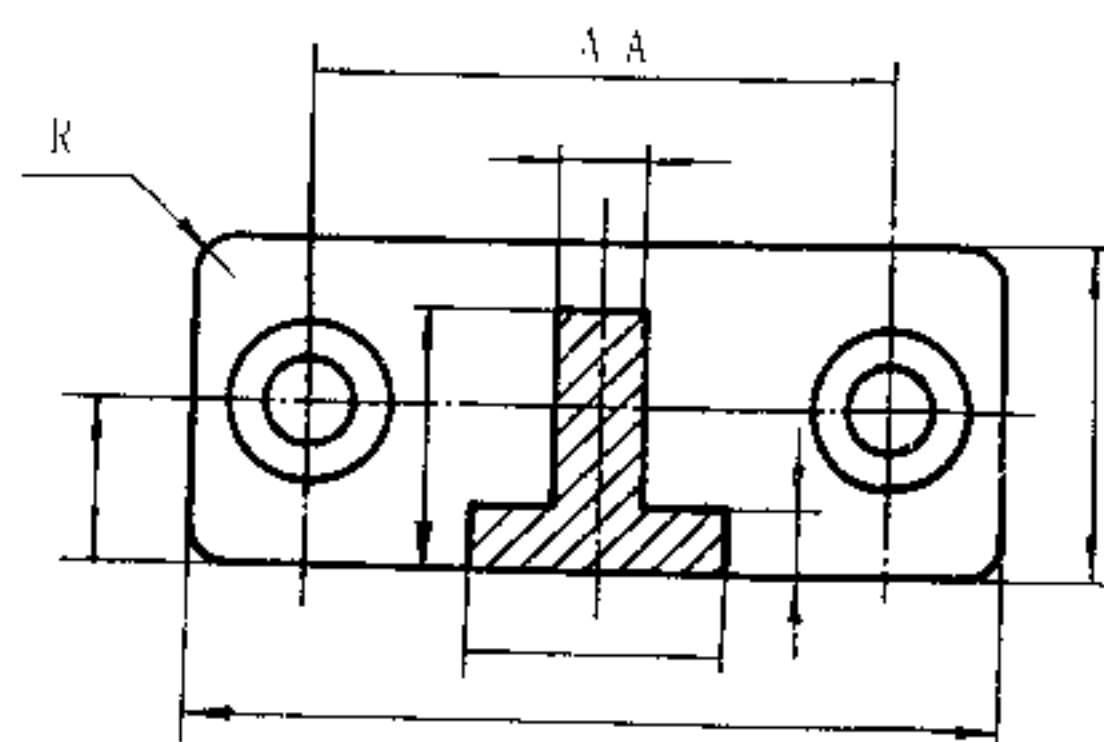
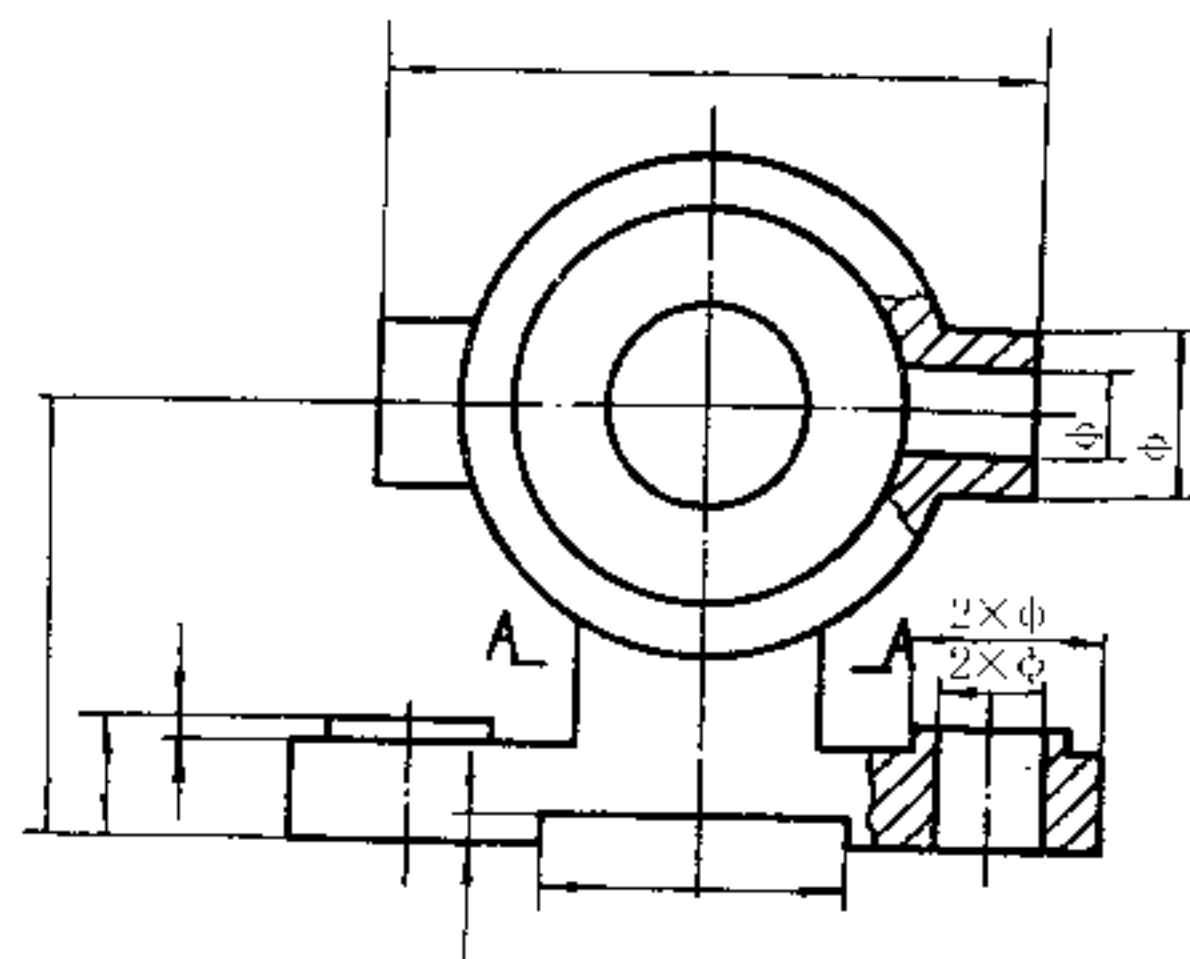
下面图例均为错误注法。



标注这个轴的尺寸时要注意两点，第一，在这种情况下不能标注总长尺寸 63，而应标注 53 和 $R10$ 。第二，槽的尺寸应标注 24 和 8，而不应该如上图所示错误标注方法。

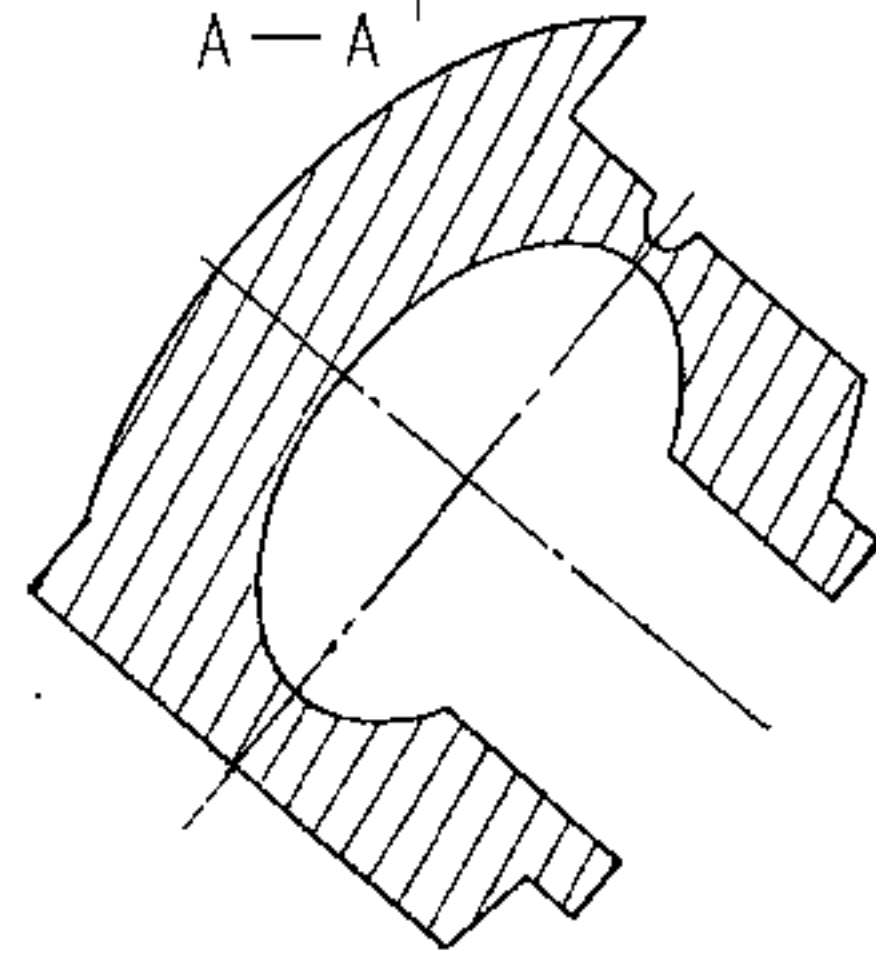
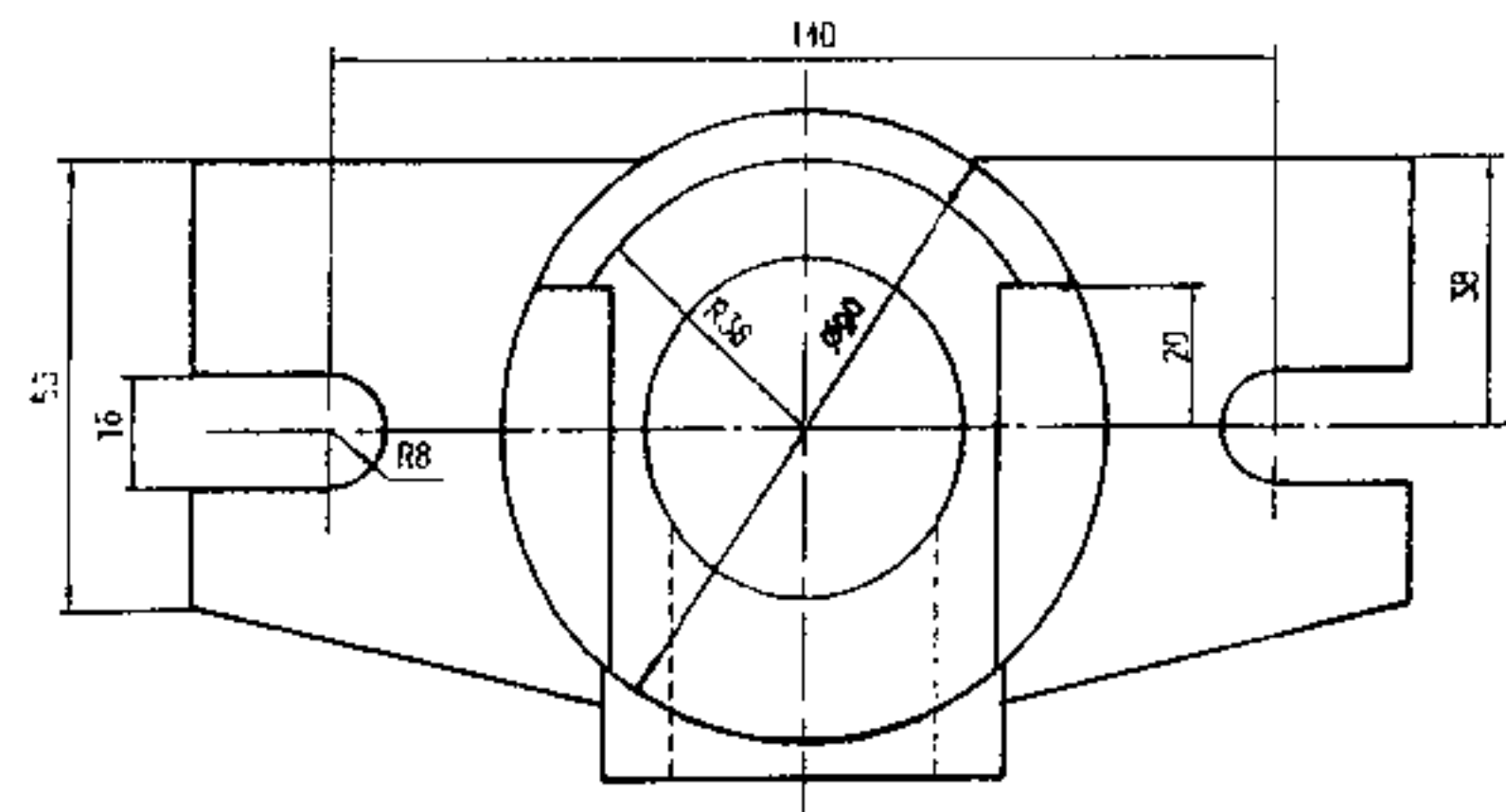
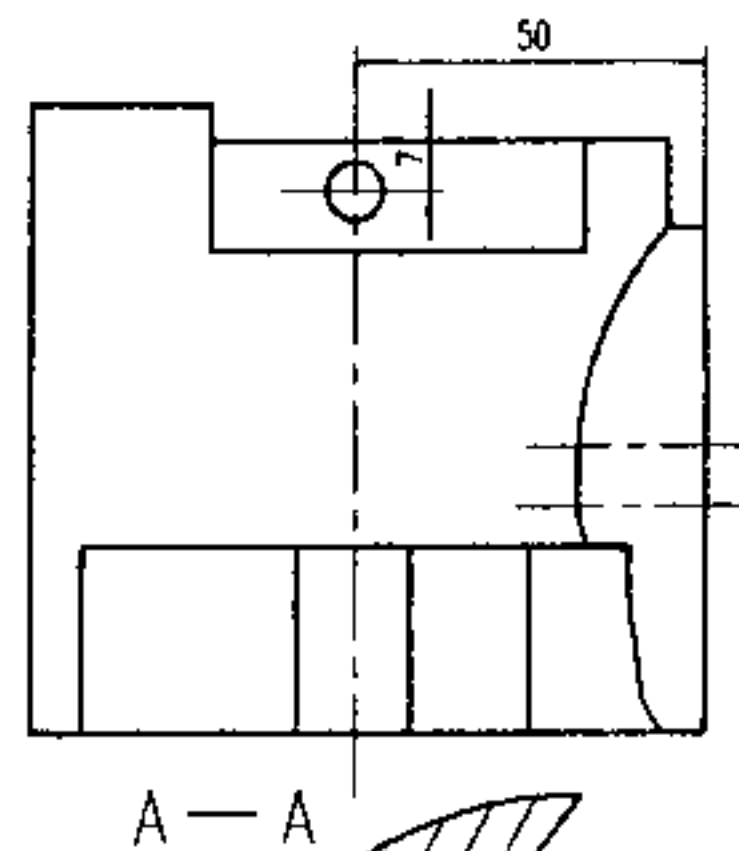
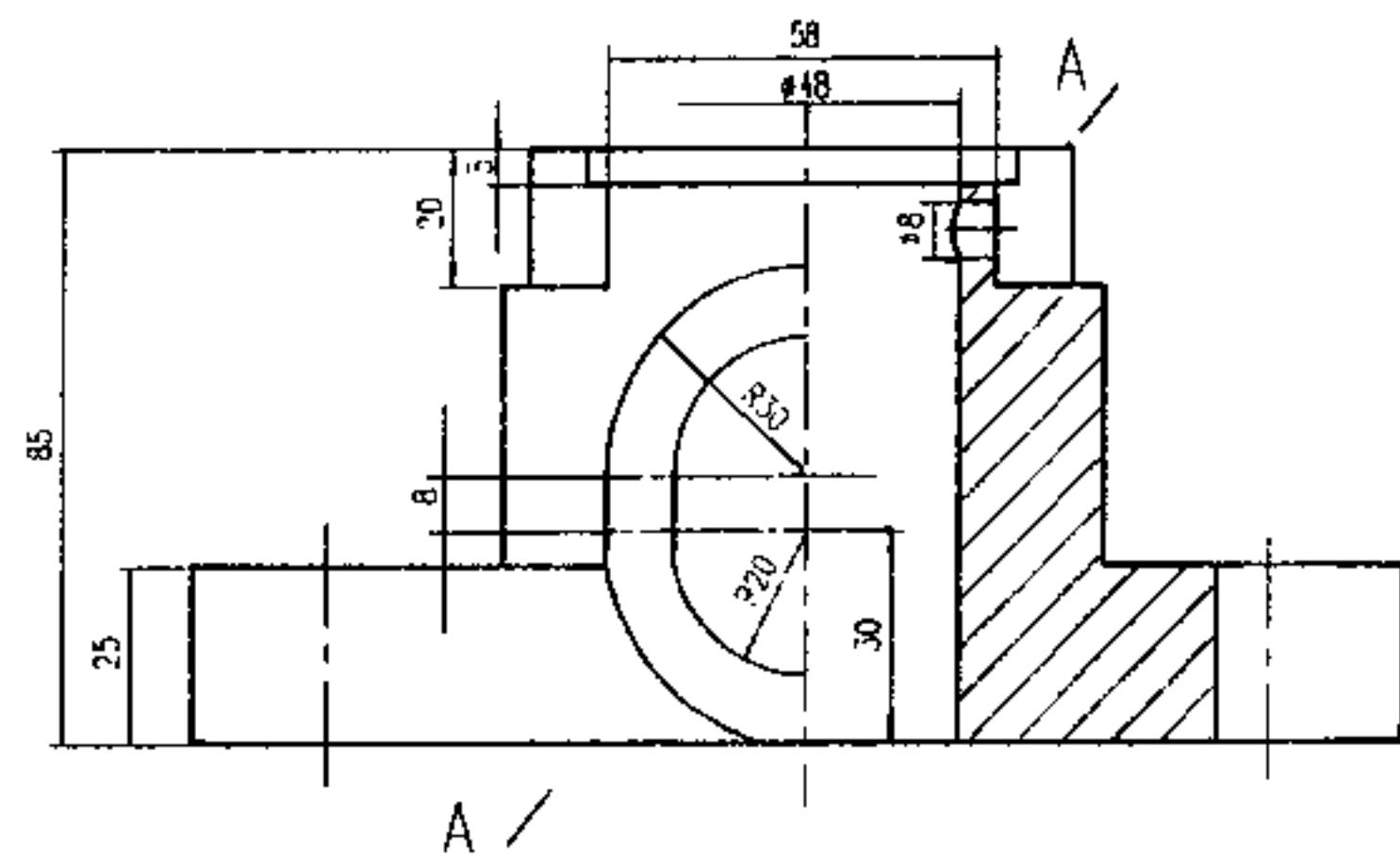
标注组合体尺寸

5. (P70)

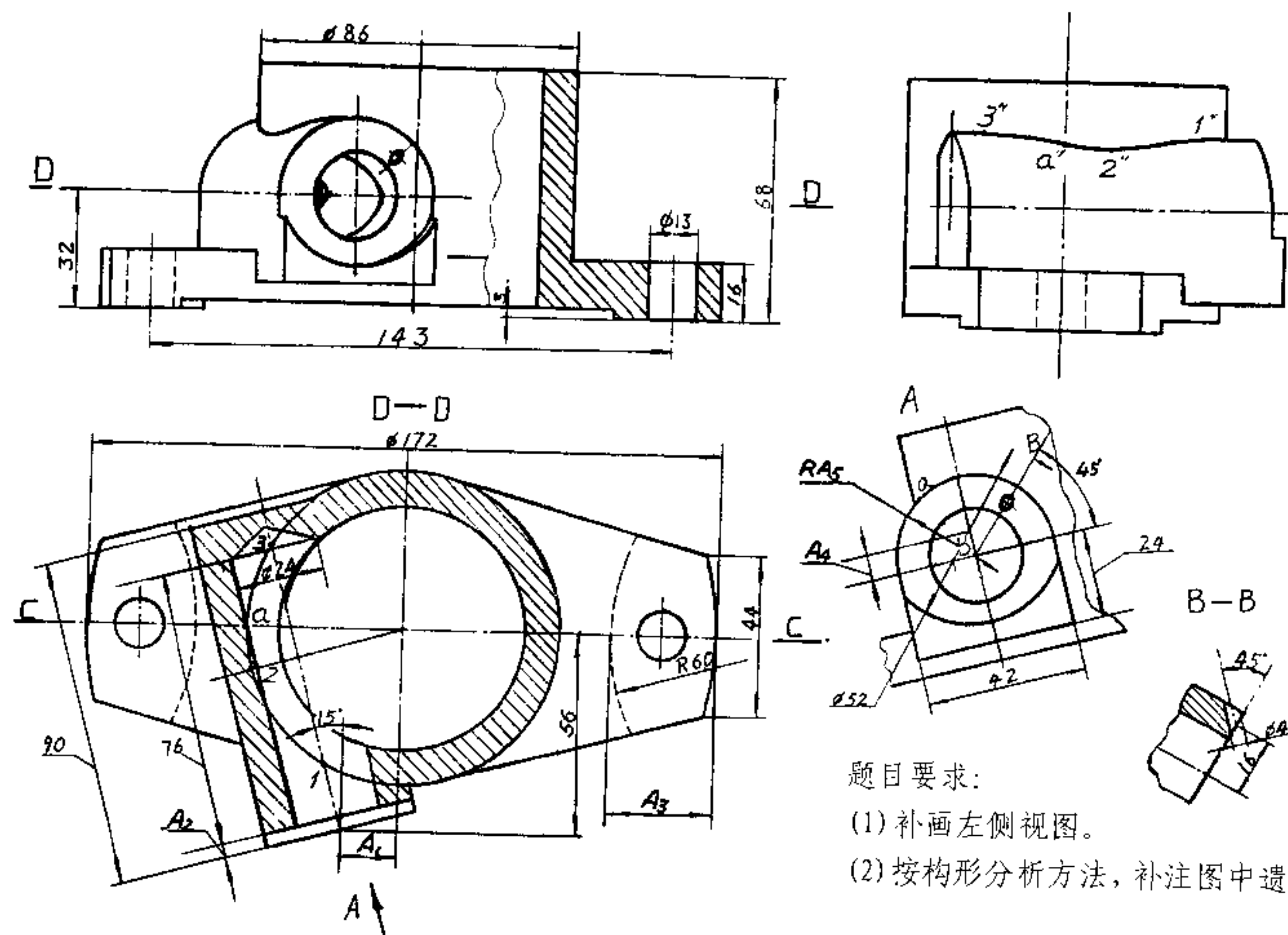


组合体投影

(P72)



(P73)



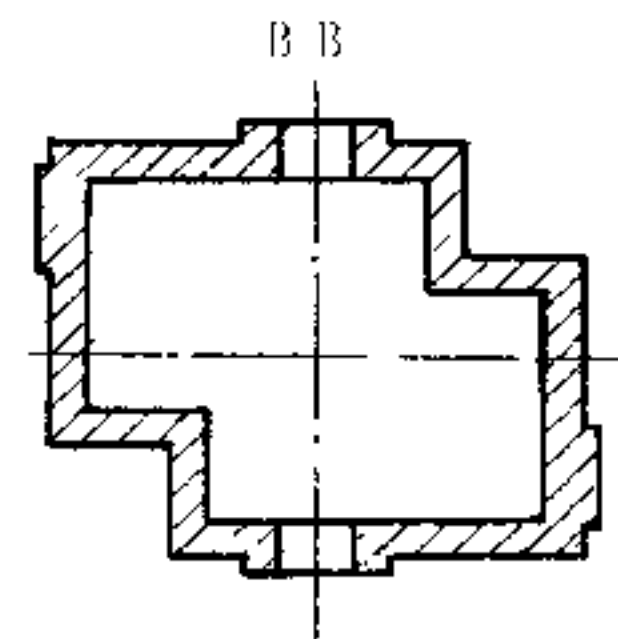
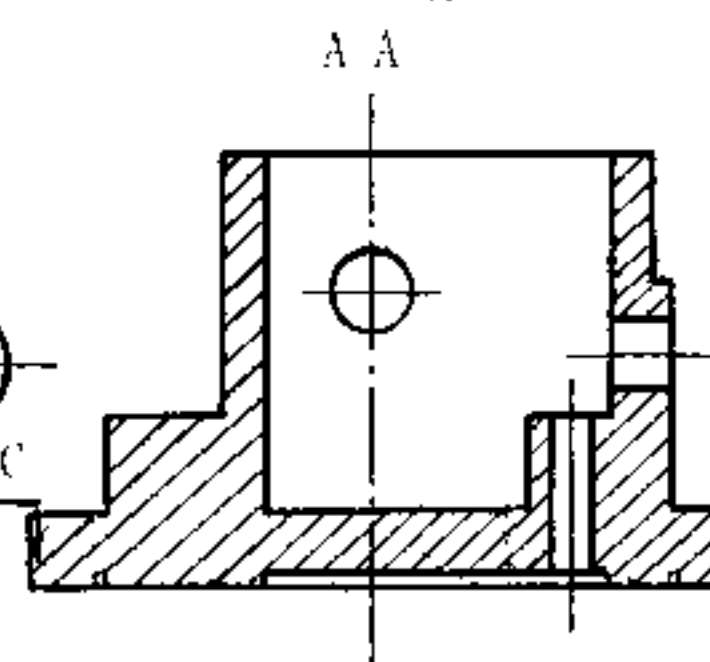
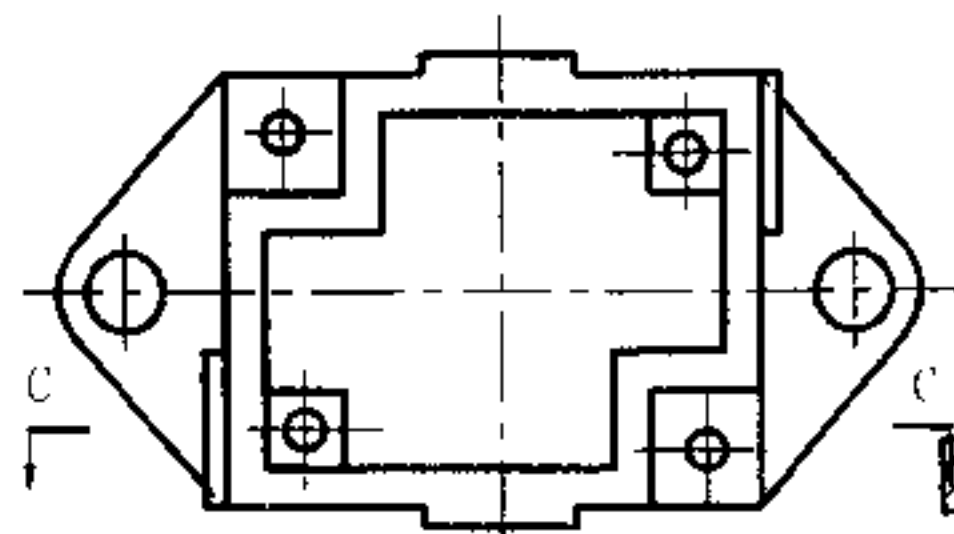
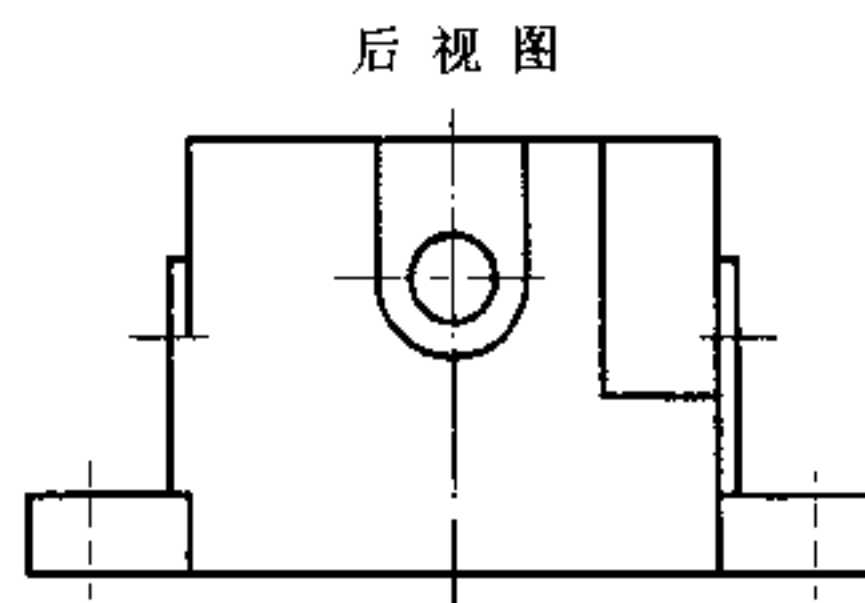
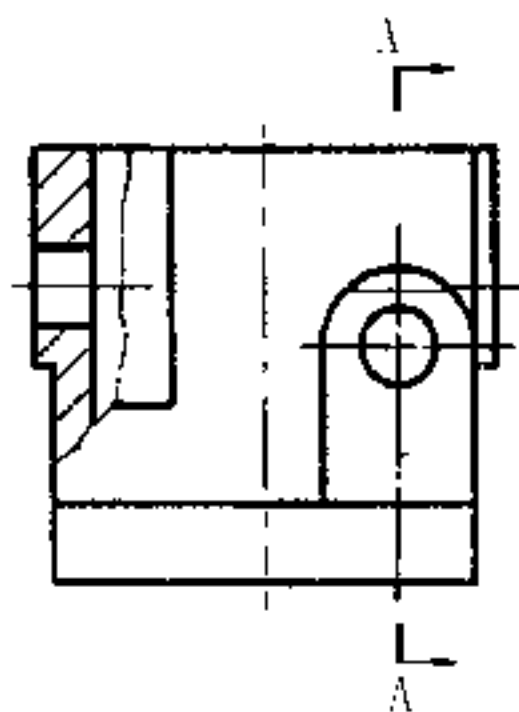
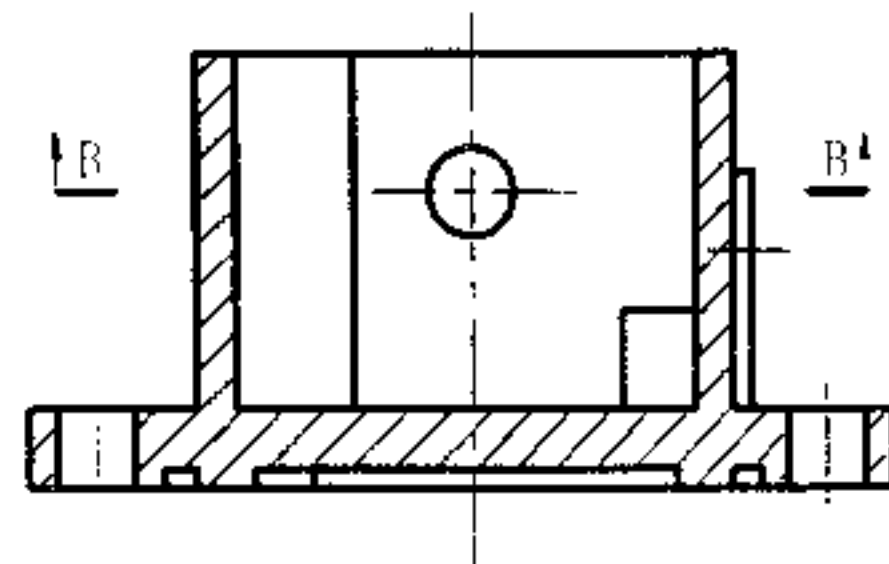
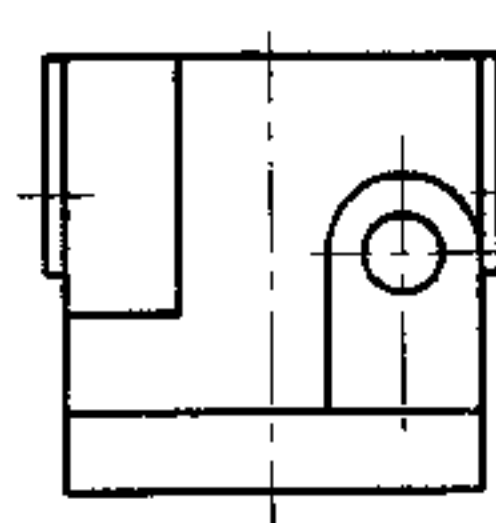
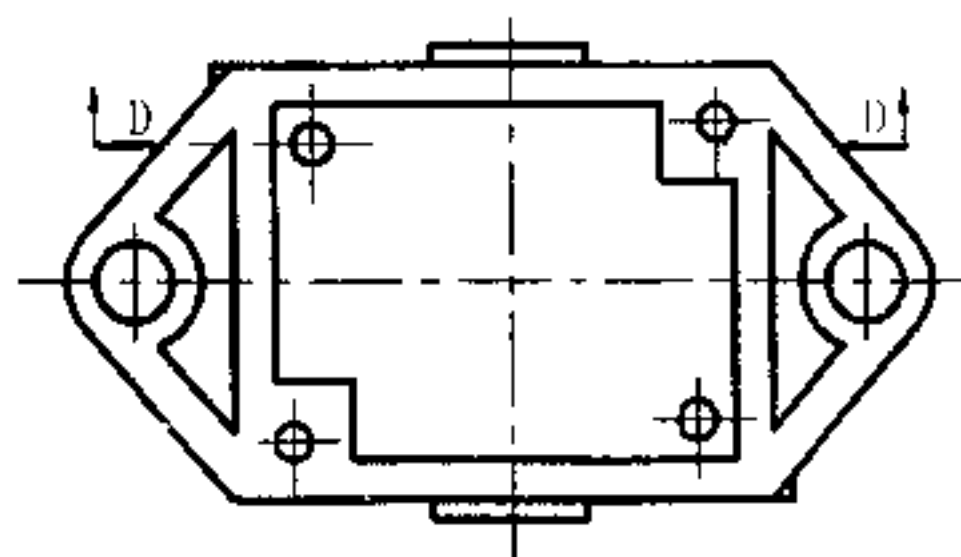
题目要求:

- (1) 补画左侧视图。
- (2) 按构形分析方法, 补注图中遗漏(缺少)的尺寸。

说明:

A₁~A₅ 为遗漏的尺寸。

图形标注练习



1. (P74)

题目要求:

- (1) 按构形分析读图。
- (2) 作 A-A 和 B-B 剖视。
- (3) 说明 C-C 和 D-D 剖视图与 A-A 剖视图的异同。

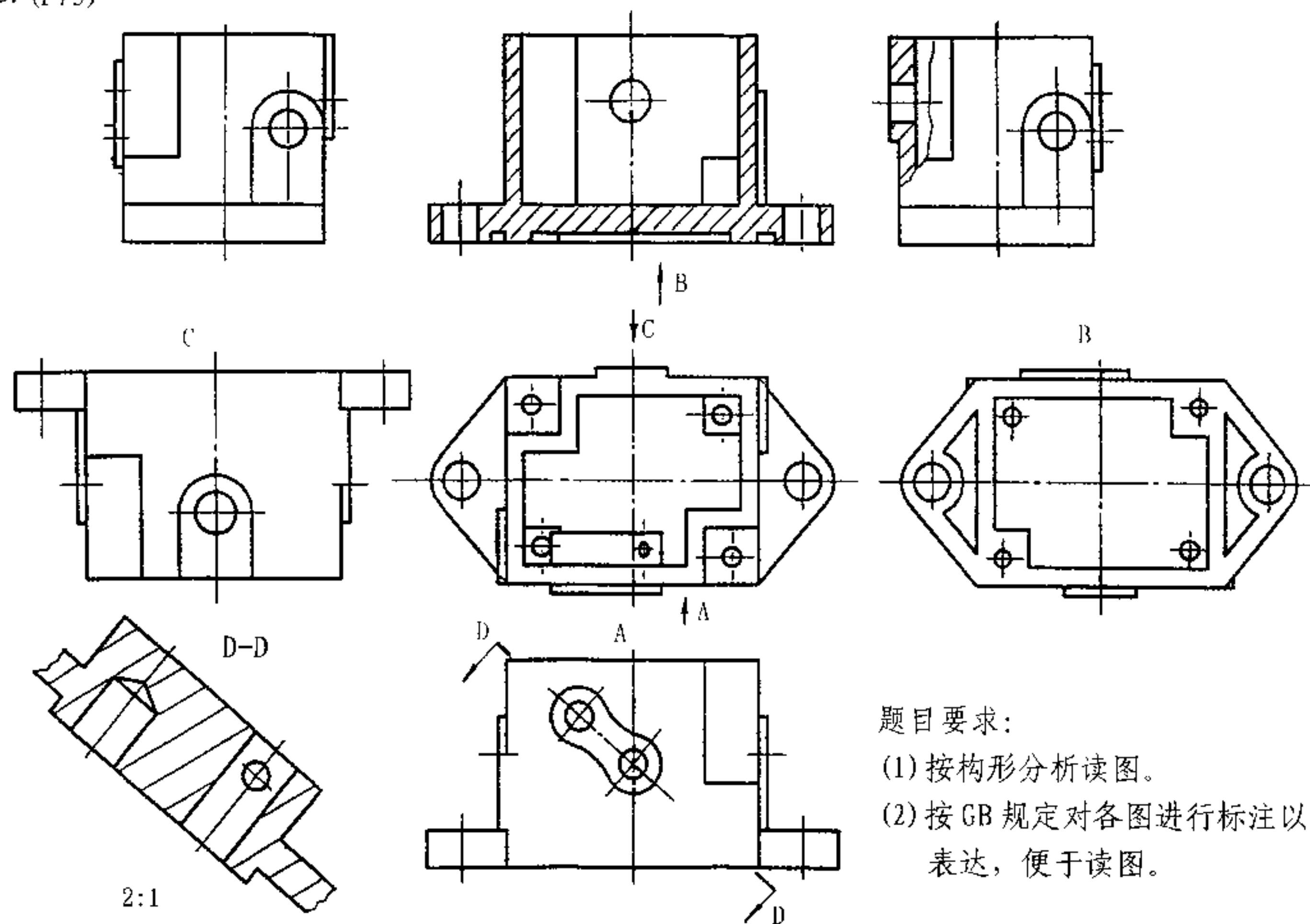
说明:

C-C 剖视与 A-A 剖视图相同;

D-D 剖视与 A-A 剖视图旋转 180° 相同。

后视图

2. (P75)



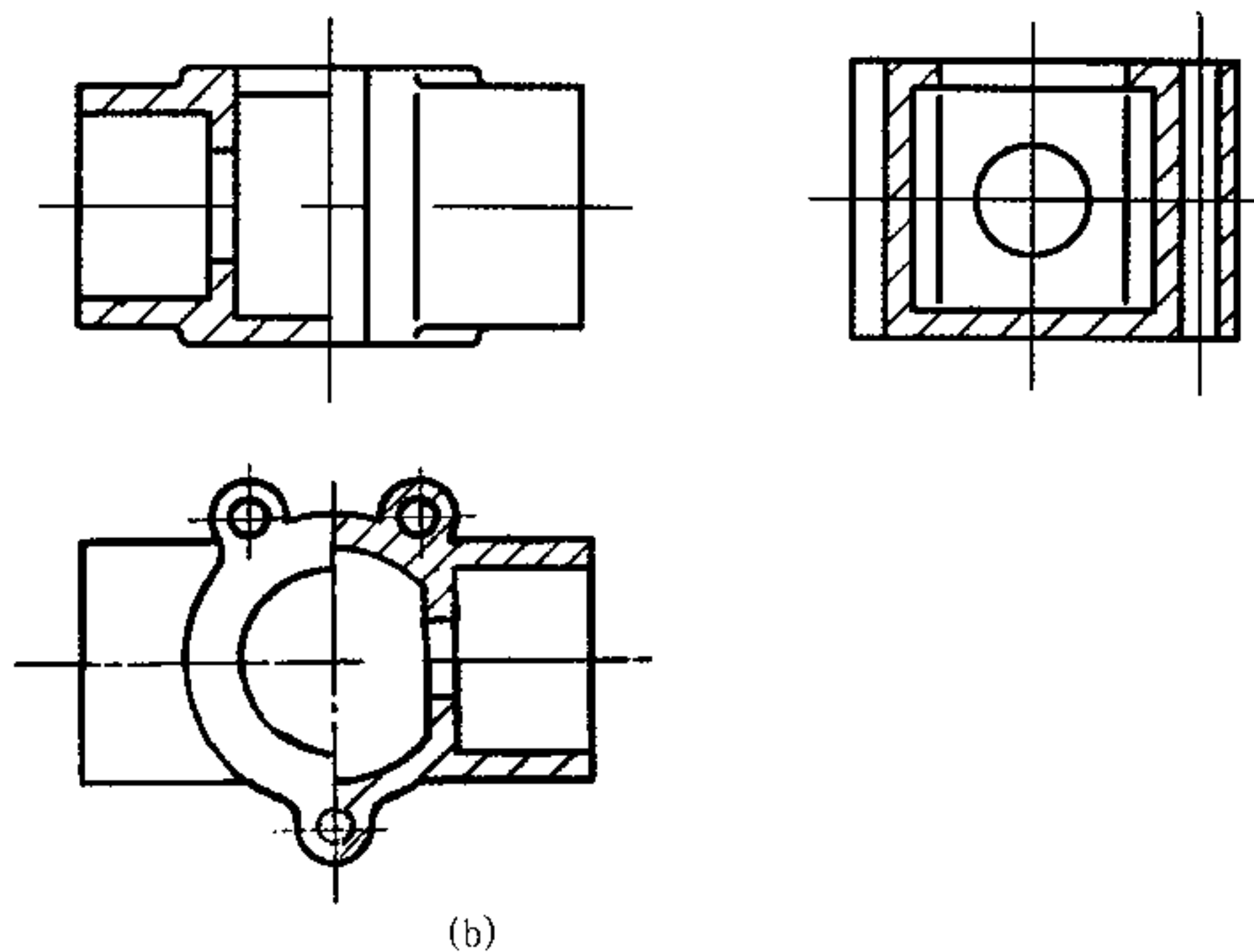
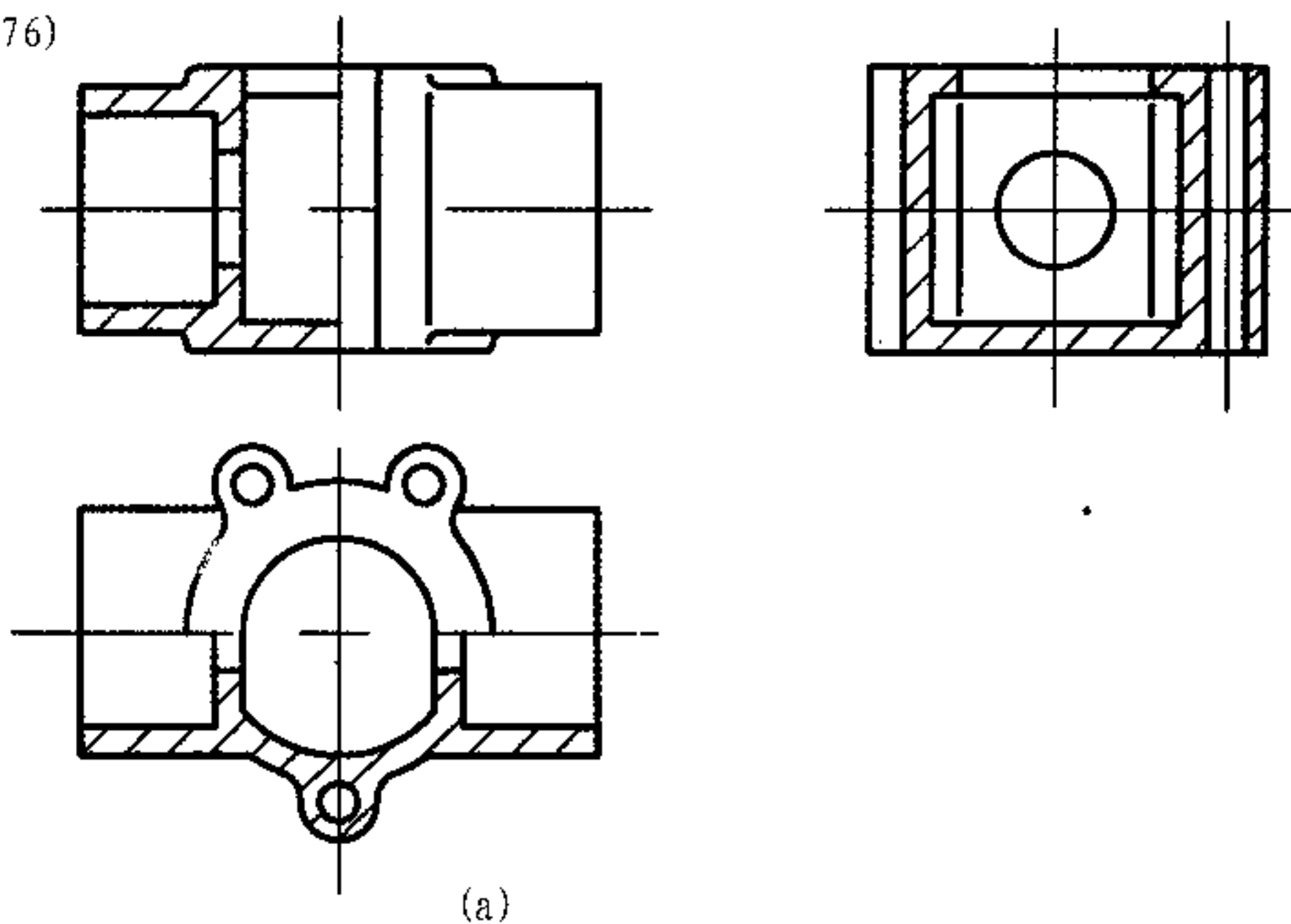
题目要求:

- (1) 按构形分析读图。
- (2) 按 GB 规定对各图进行标注以便准确表达, 便于读图。

图形表达改正

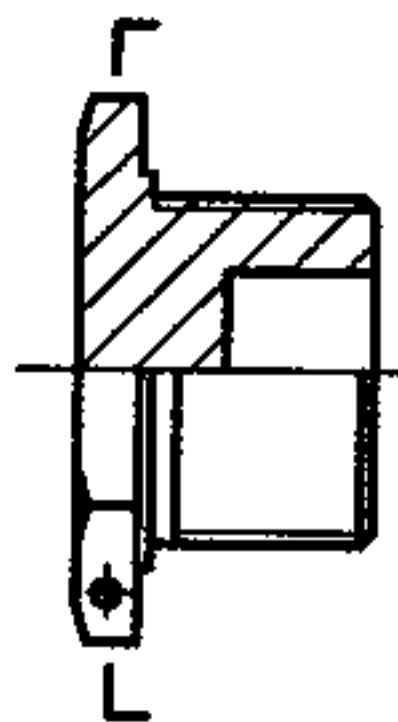
改正下列各题中投影表达上的缺点和错误。

1. (P76)

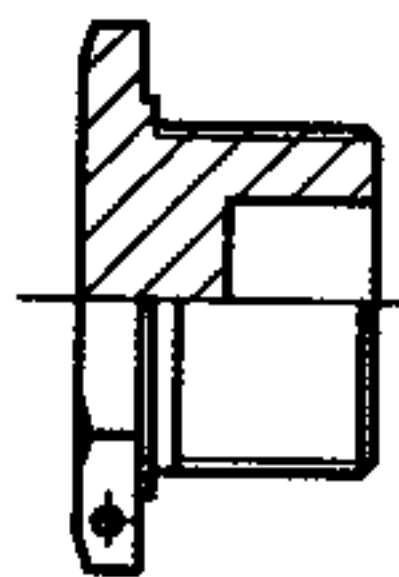
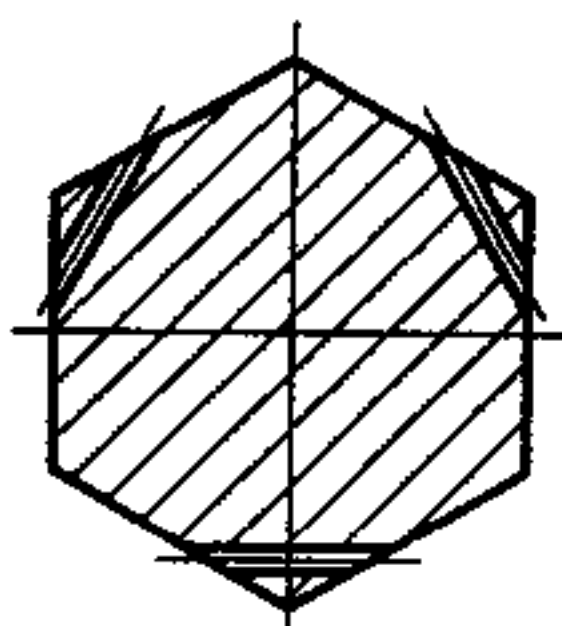


俯视图上下不对称，但左右对称，所以这样作半剖视不妥，应如图(b)所示为妥，右边作半剖视。

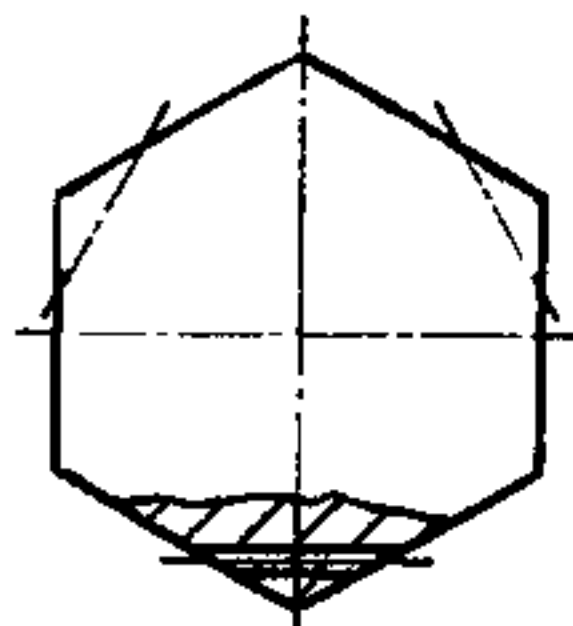
2. (P76)



(a)

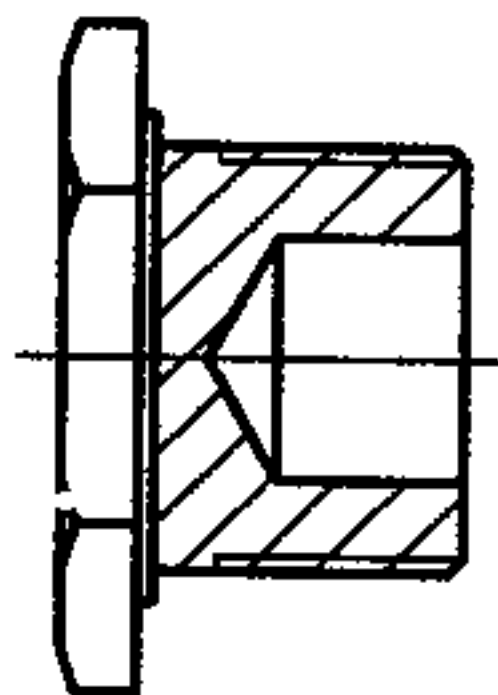


(b)

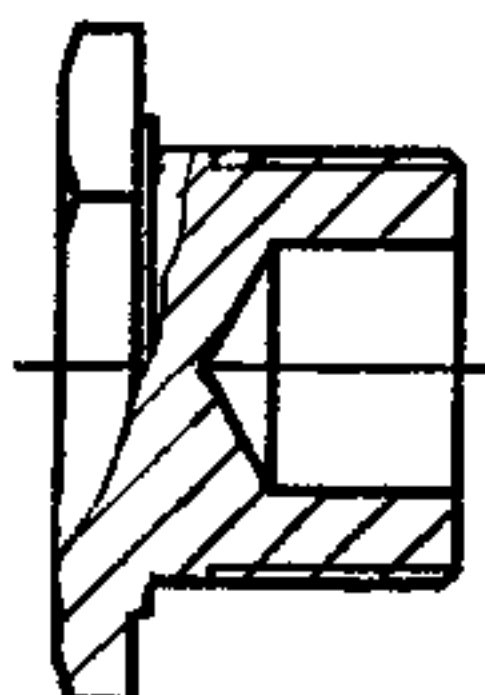


此图宜用局部剖视，画出三孔的中心线即可，还可标尺寸 $3 \times \phi 2EQS$ ，更明确为三个孔，沿 360° 均匀分布，因此图(b)为正确表达。

3. (P76)



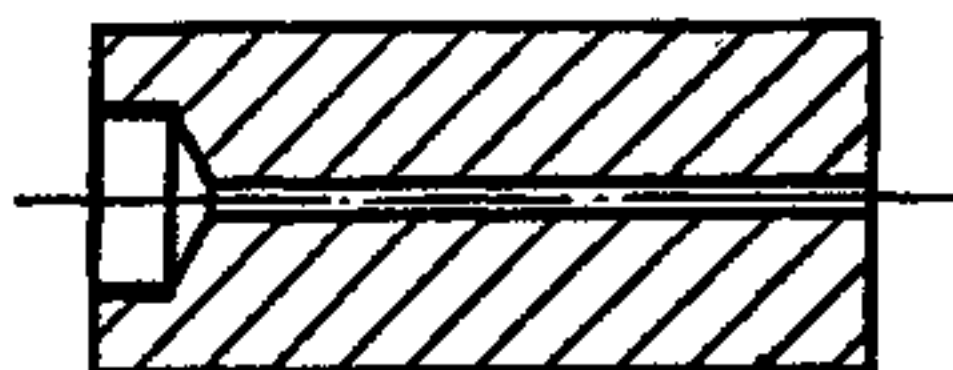
(a)



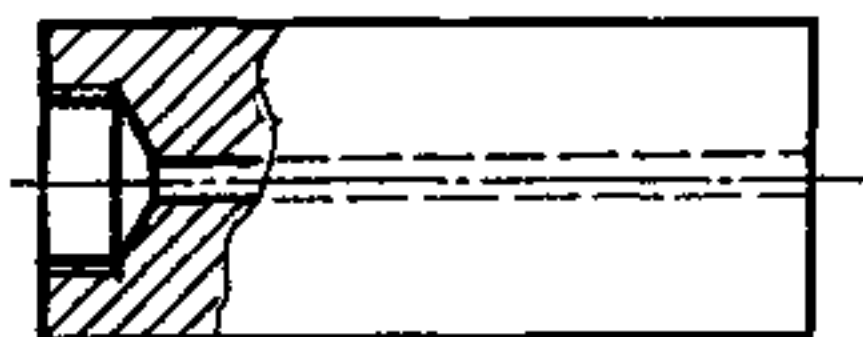
(b)

图(a)不应该以零件的某一轮廓线作为断裂线，而应该画出断裂线，图(b)为正确表达法。

4. (P77)



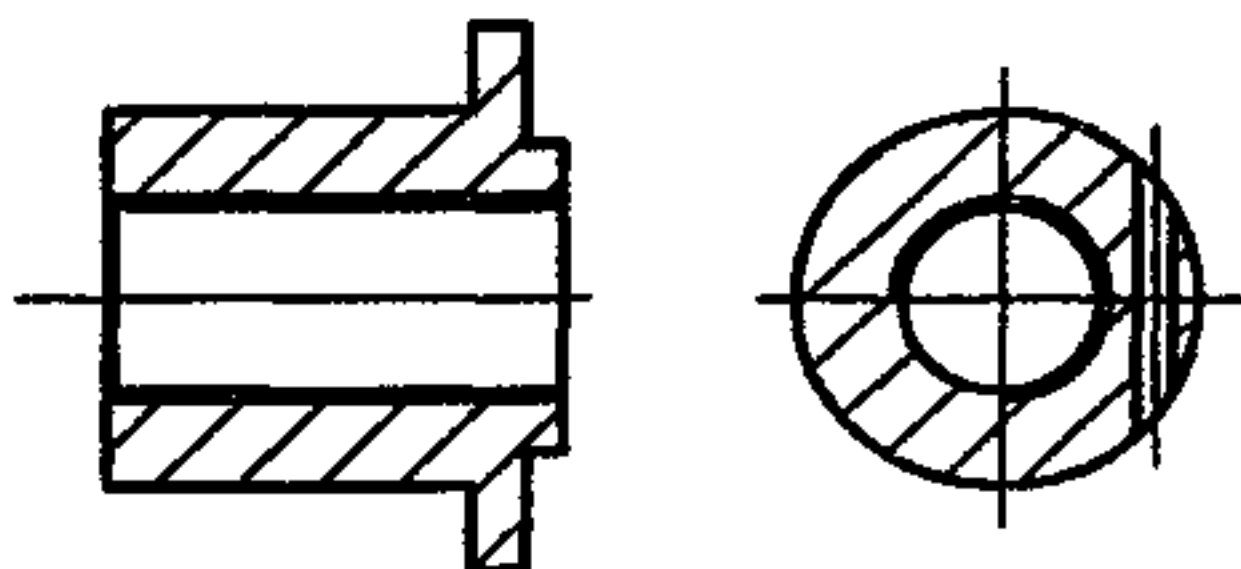
(a)



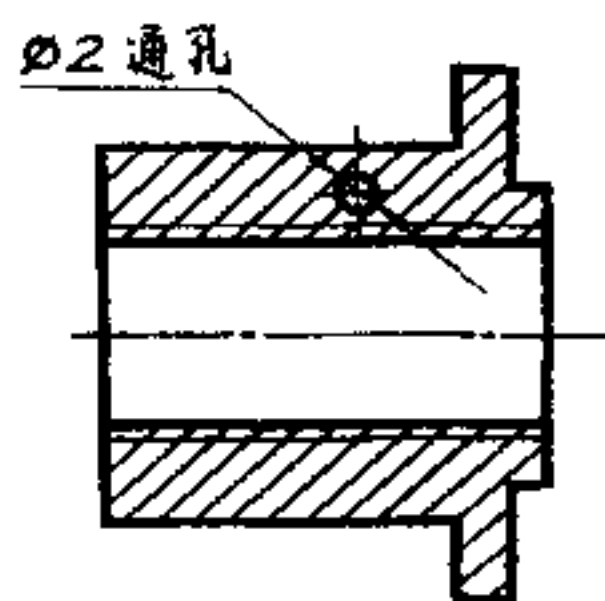
(b)

本题用图(a)表达并无错误, 但用图(b)表达更好, 即采用局部剖视。

5. (P77)



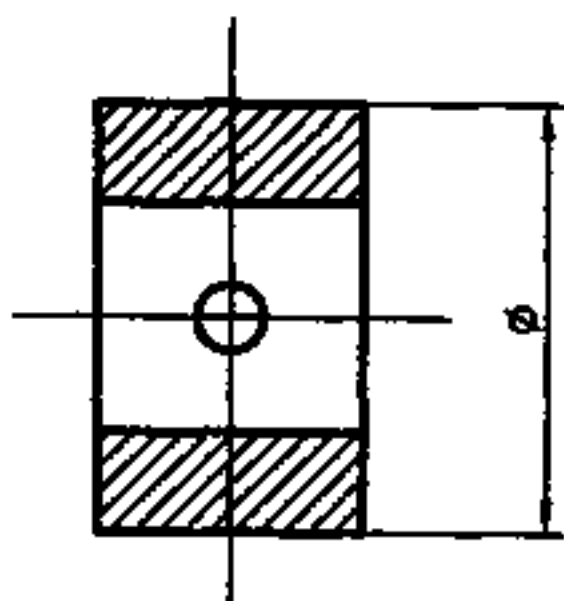
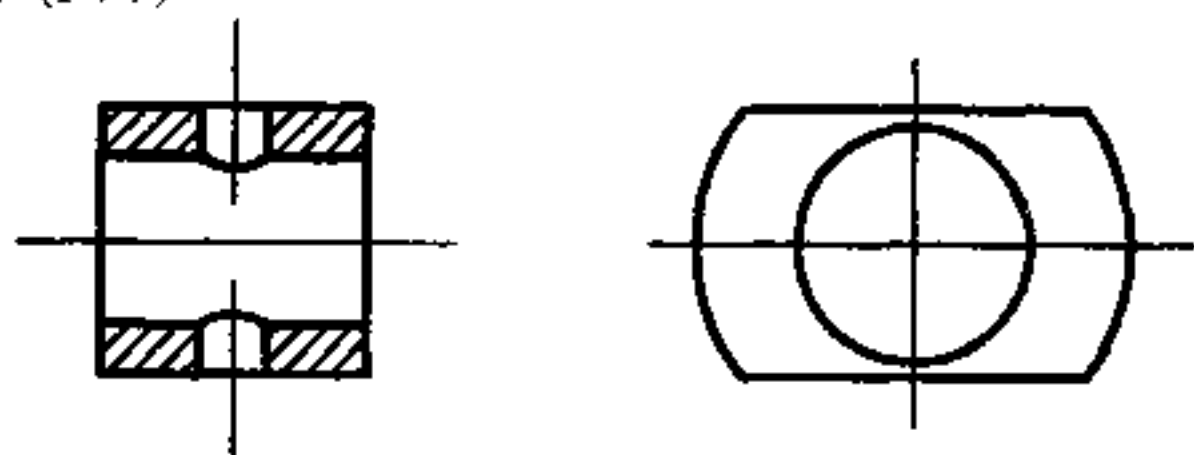
(a)



(b)

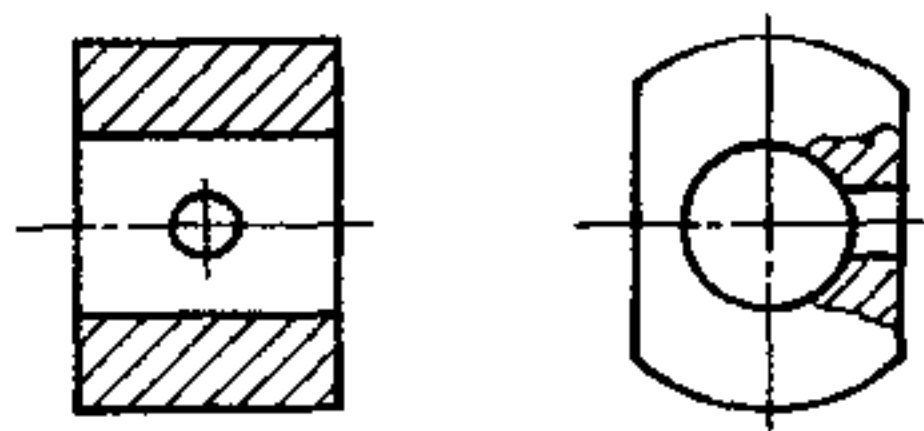
本题图(a)表达有误, 因为小孔的位置并不知道, 所以应该将零件旋转 90° , 如图(b)表达才为正确, 但最好标注通孔更为明确, 这样用一个视图即可, 无需再画断面图。

6. (P77)



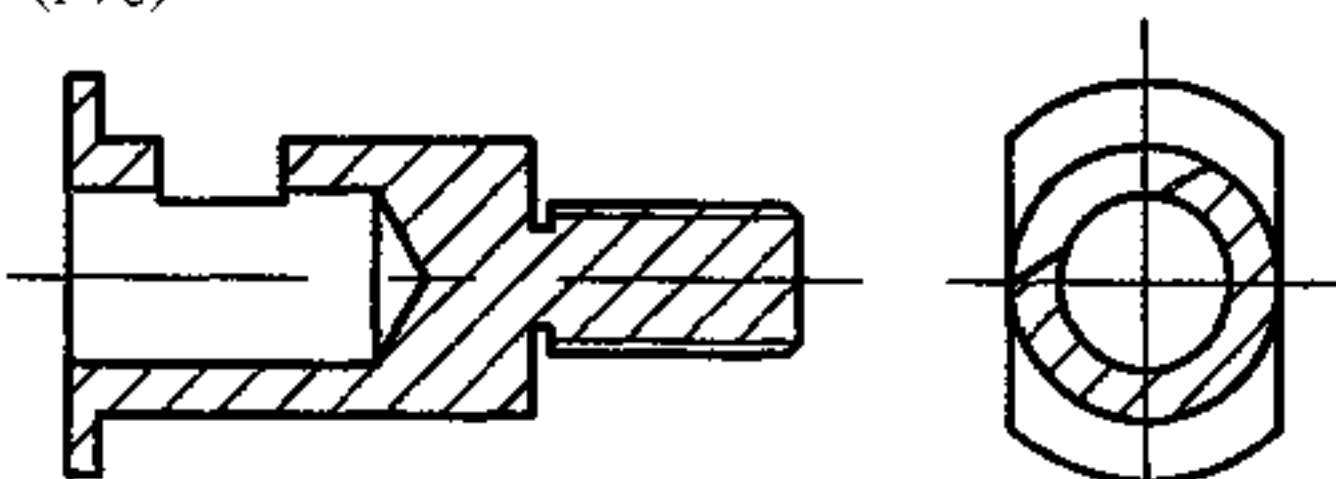
(a)

此题图(a)表达虽然没有错误,但是略显笨拙,若改用图(b)的表达方式,不仅省略一个视图,且表达简单、明确、易认。

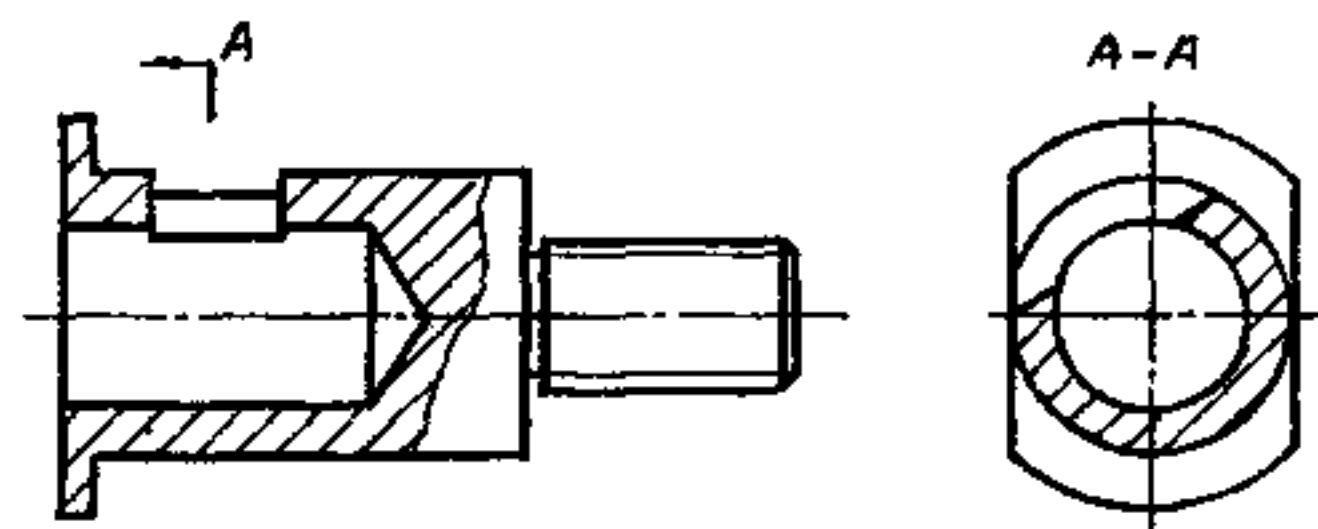


(b)

7. (P78)



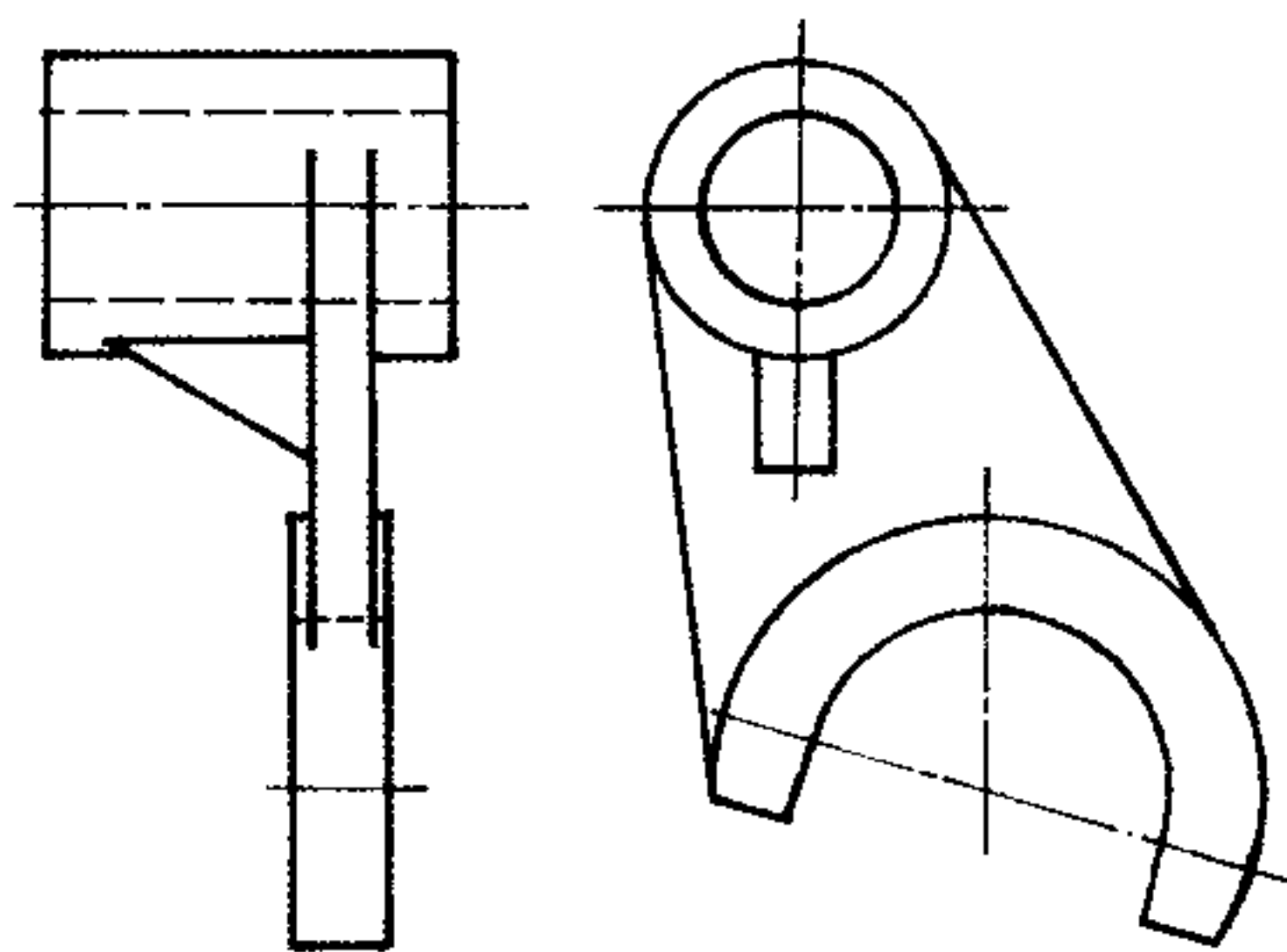
(a)



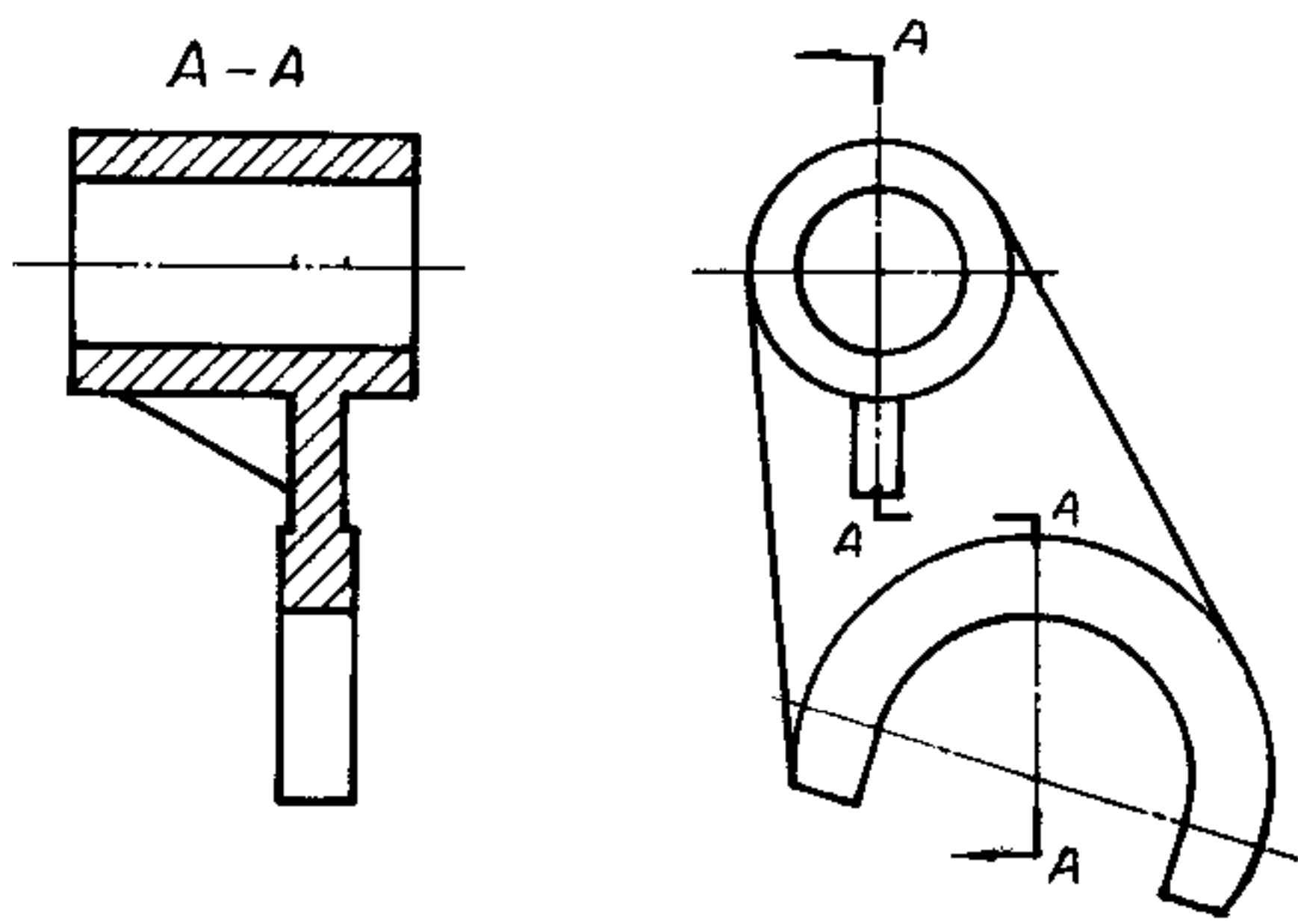
(b)

此题表达的错误的在于:第一,不该采用全剖视;第二,左视图的剖视应加标注。故图(b)表达为正确的。

8. (P78)



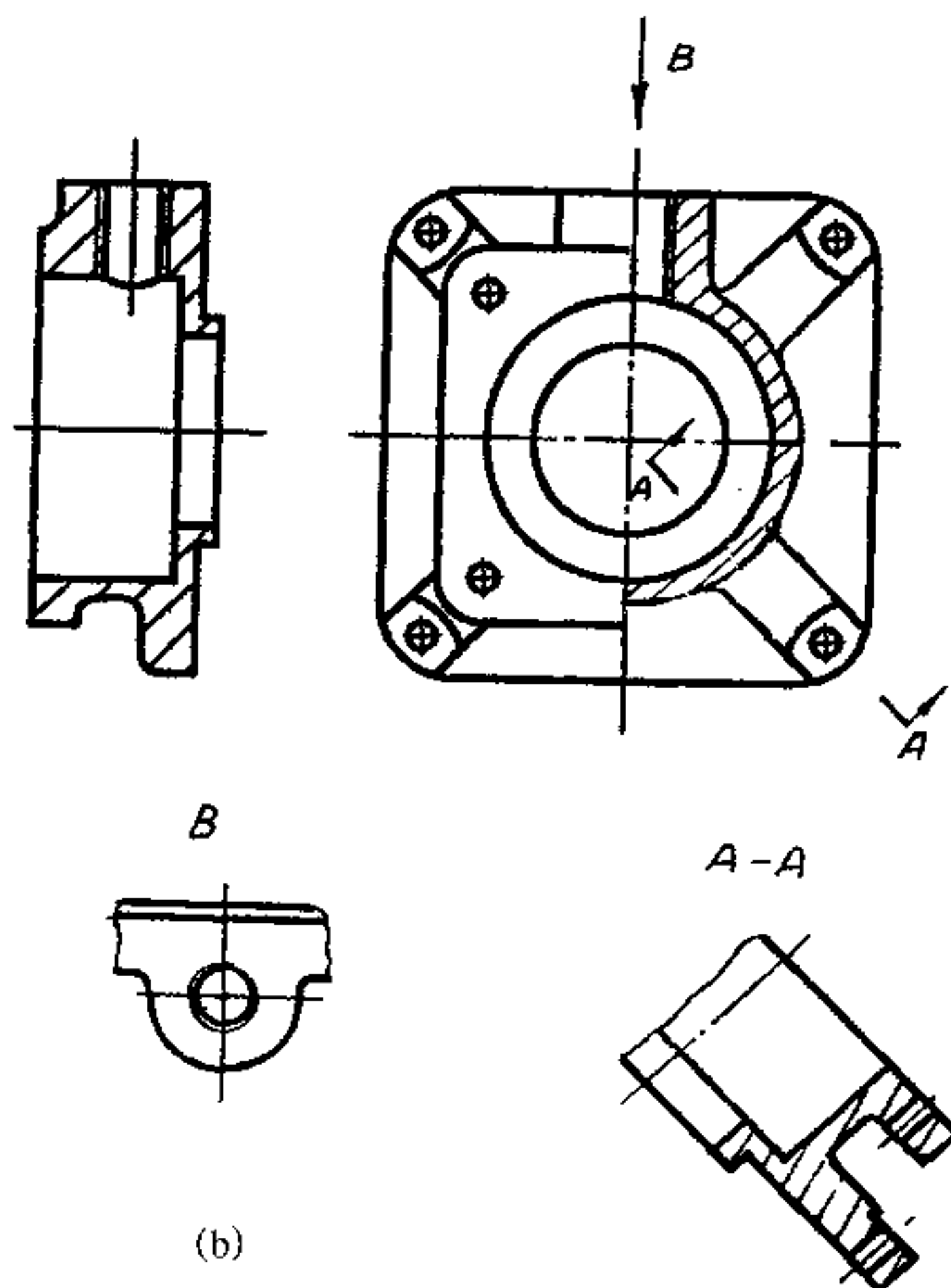
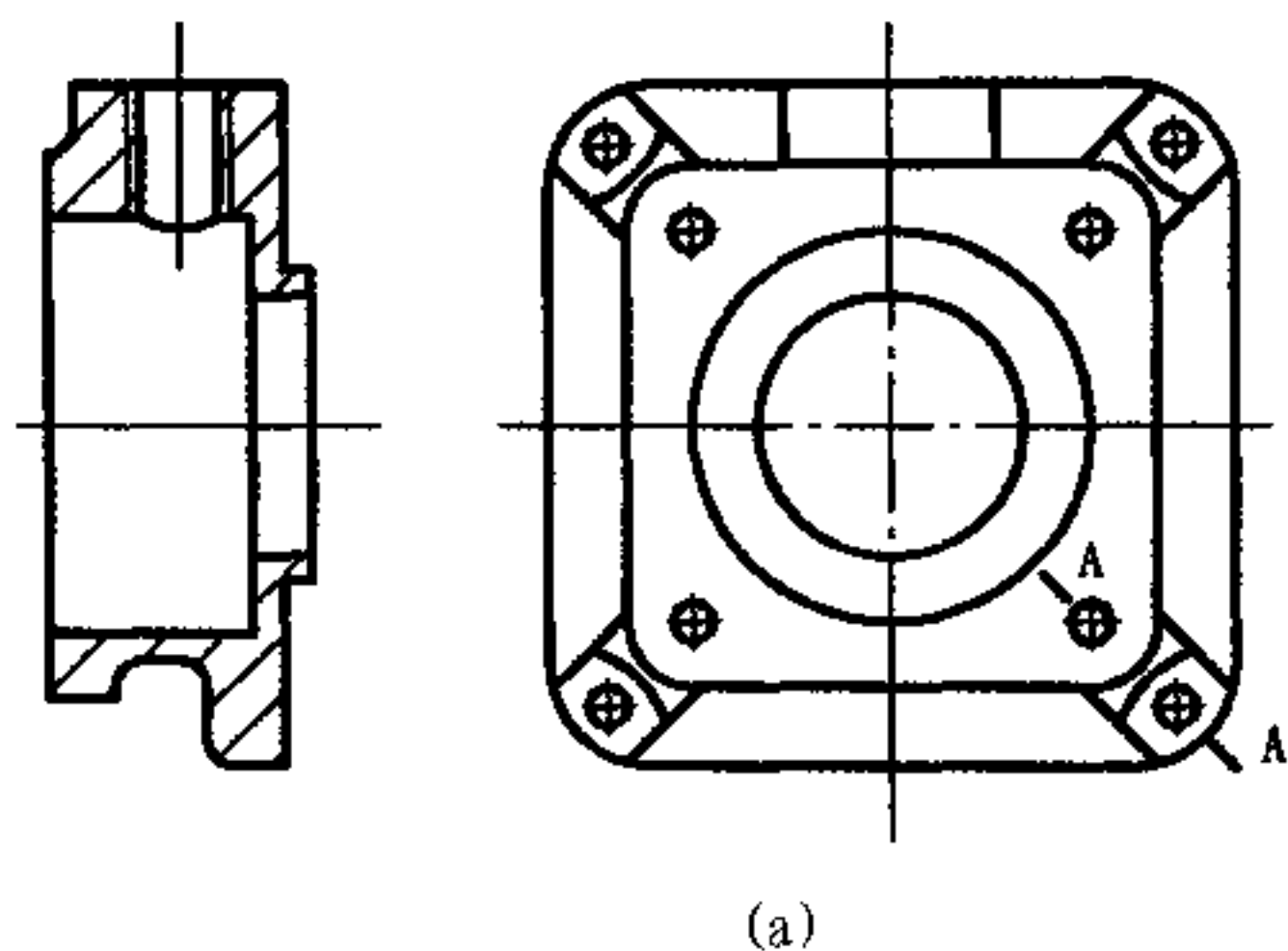
(a)



(b)

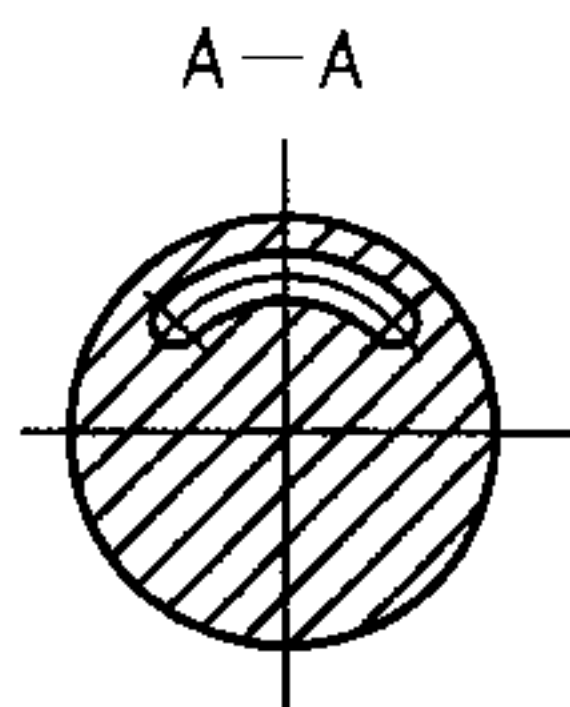
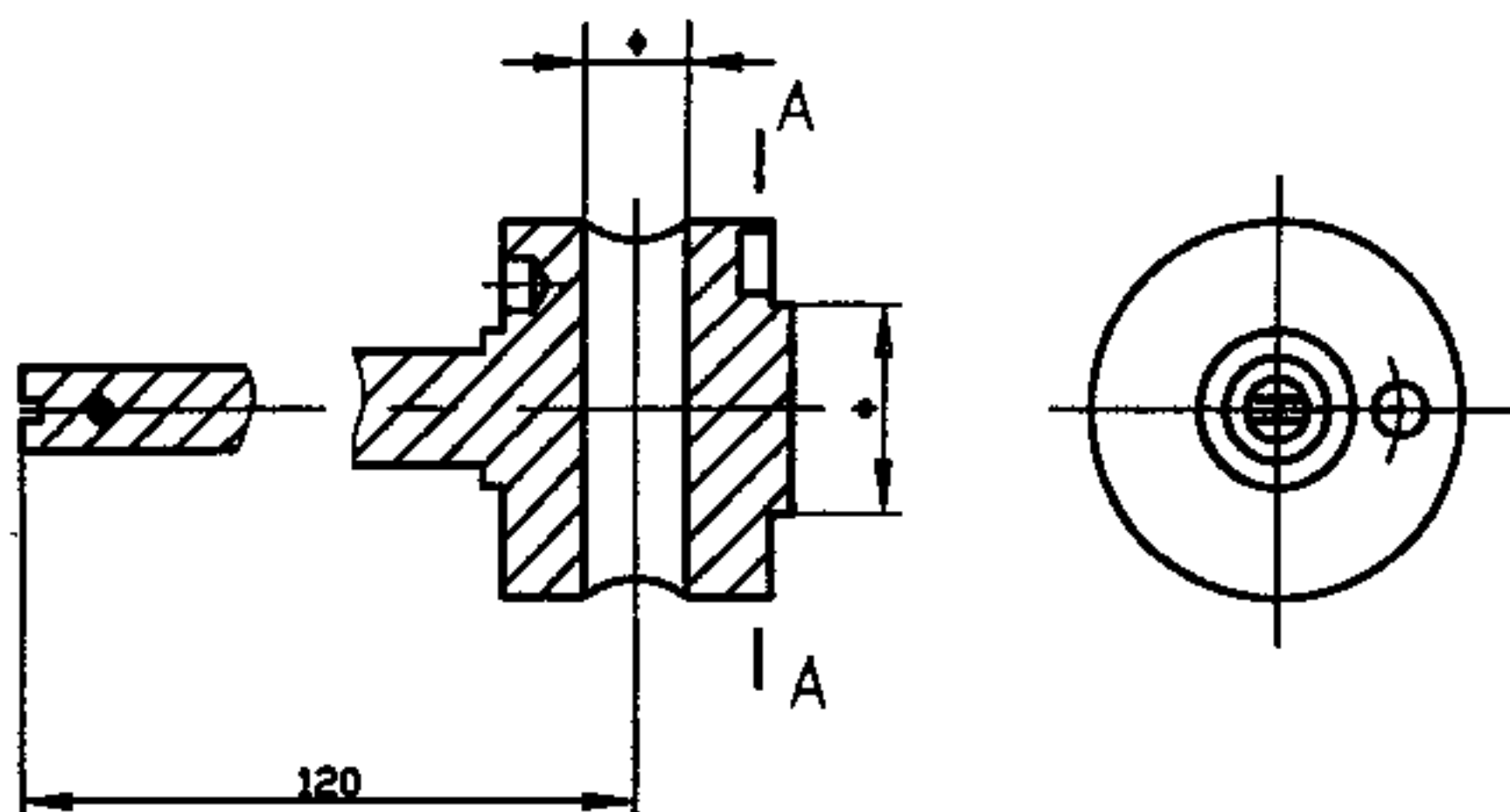
此题表达虽无错误，但不甚好，图(b)为正确表达，采用复合剖视，且应如图(b)所示标注 A-A。

9. (P78)

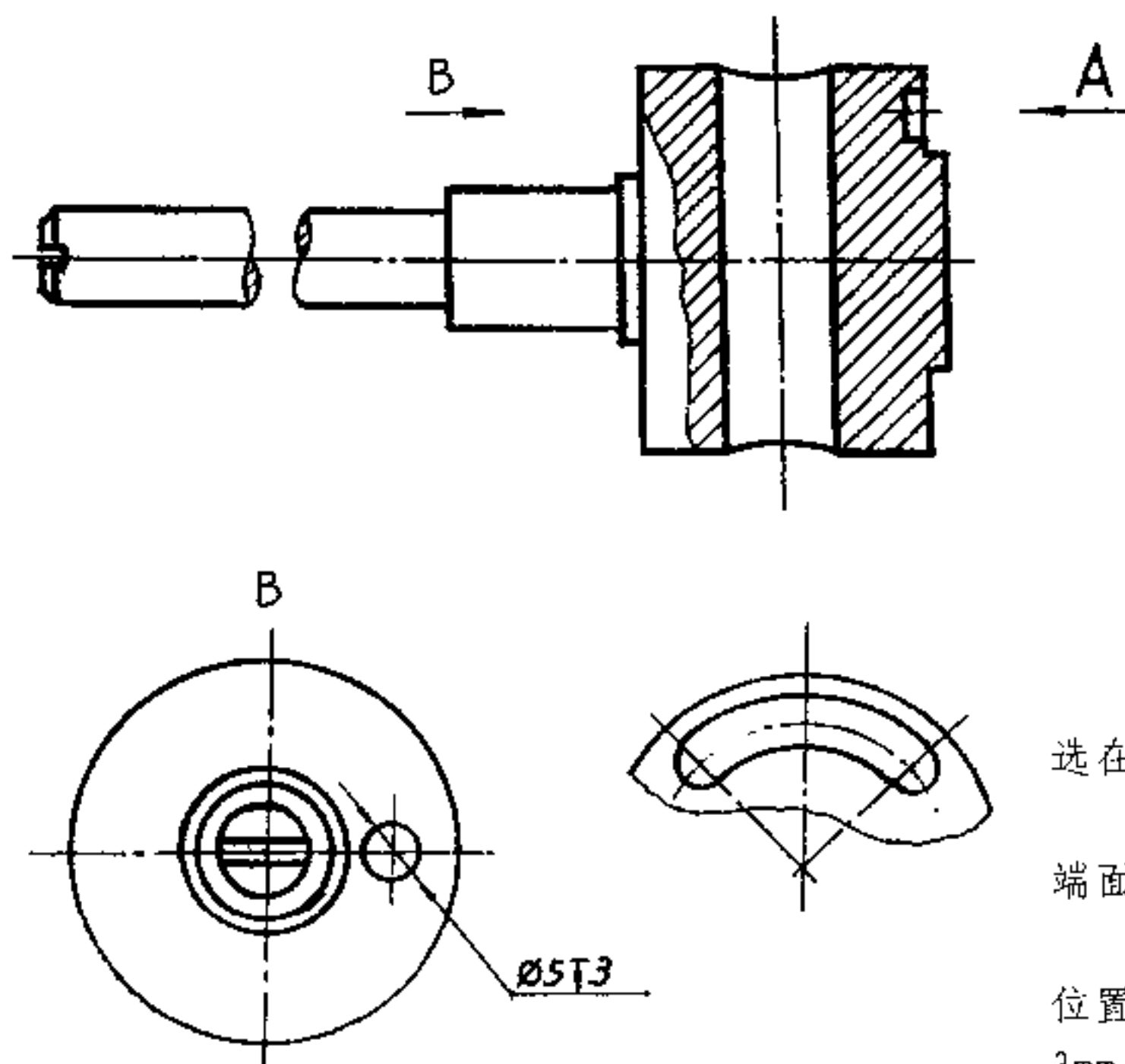


此题表达的错误在于没有惟一确定零件的形状。

为了充分表达零件的构形，侧视图应作半剖视，以清楚表达安装底板的形状并作 A-A 斜剖视图，以表示安装孔及安装板厚度，画 B 向局部视图以表示连接部分的形状。



下图为正确表达

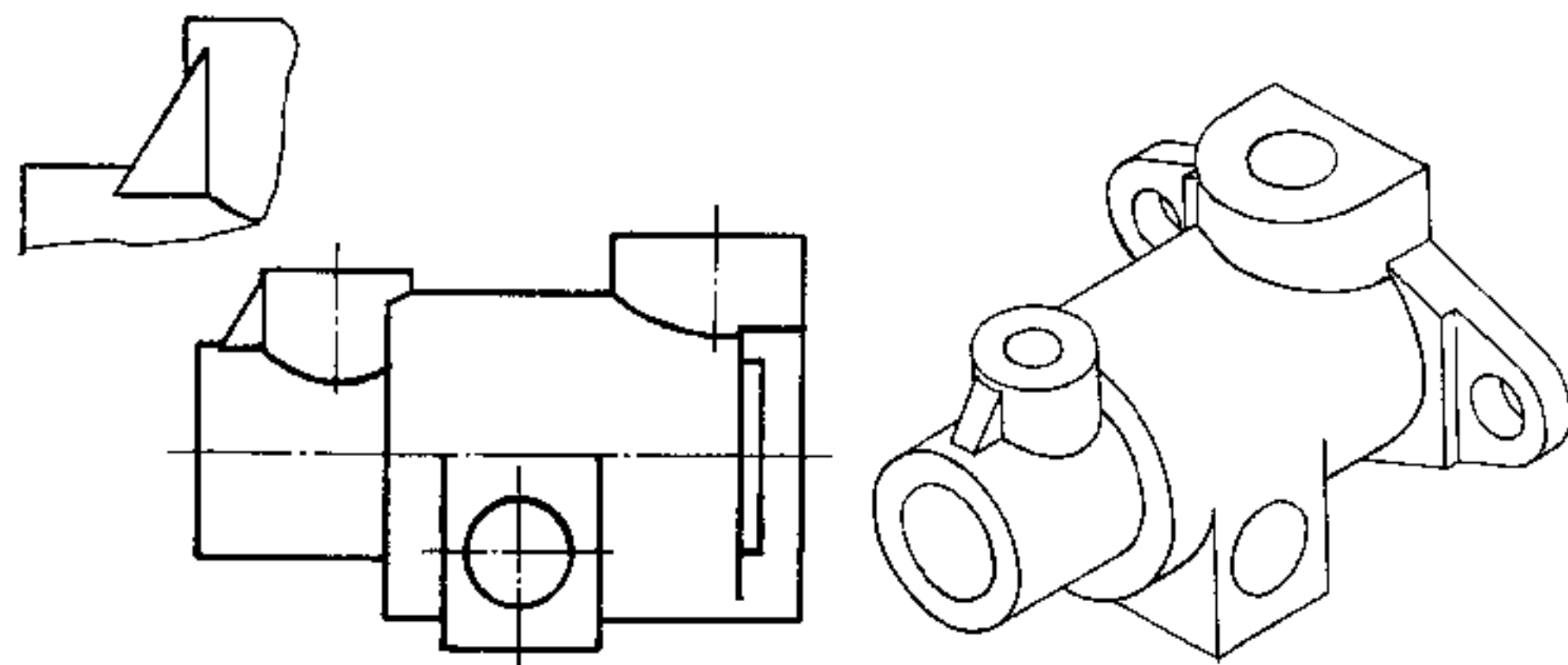
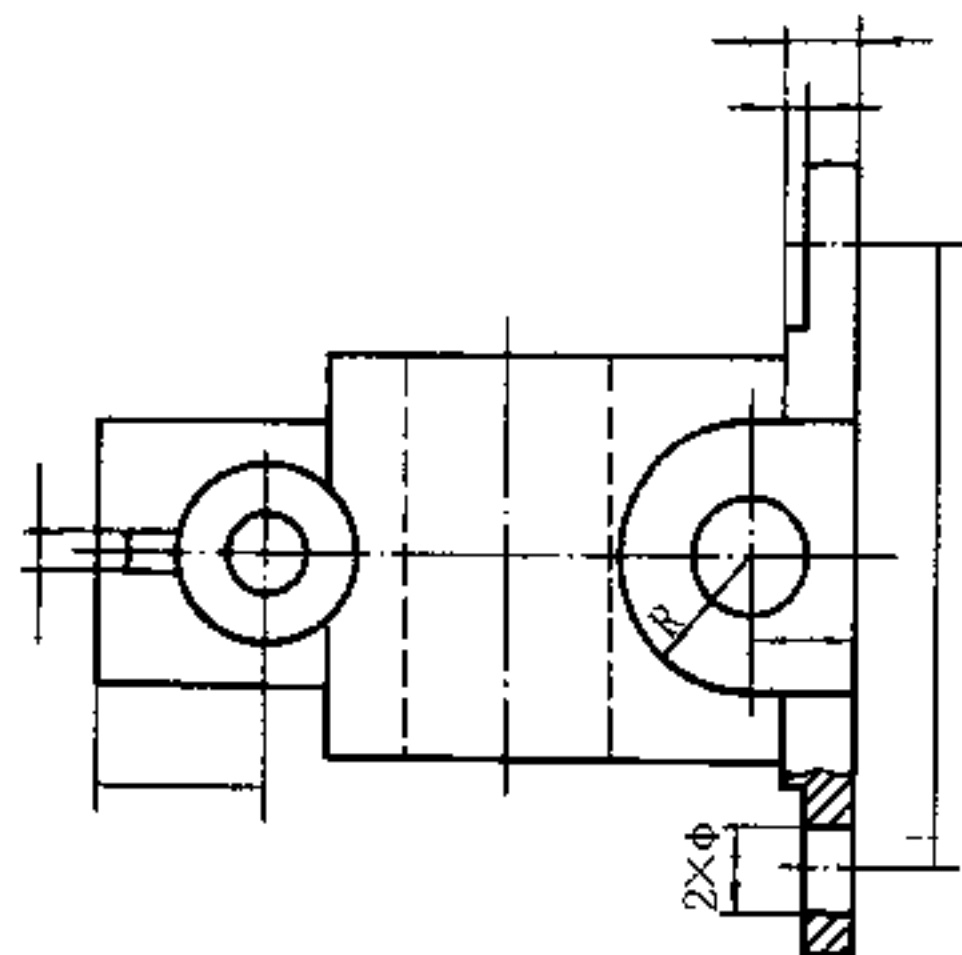
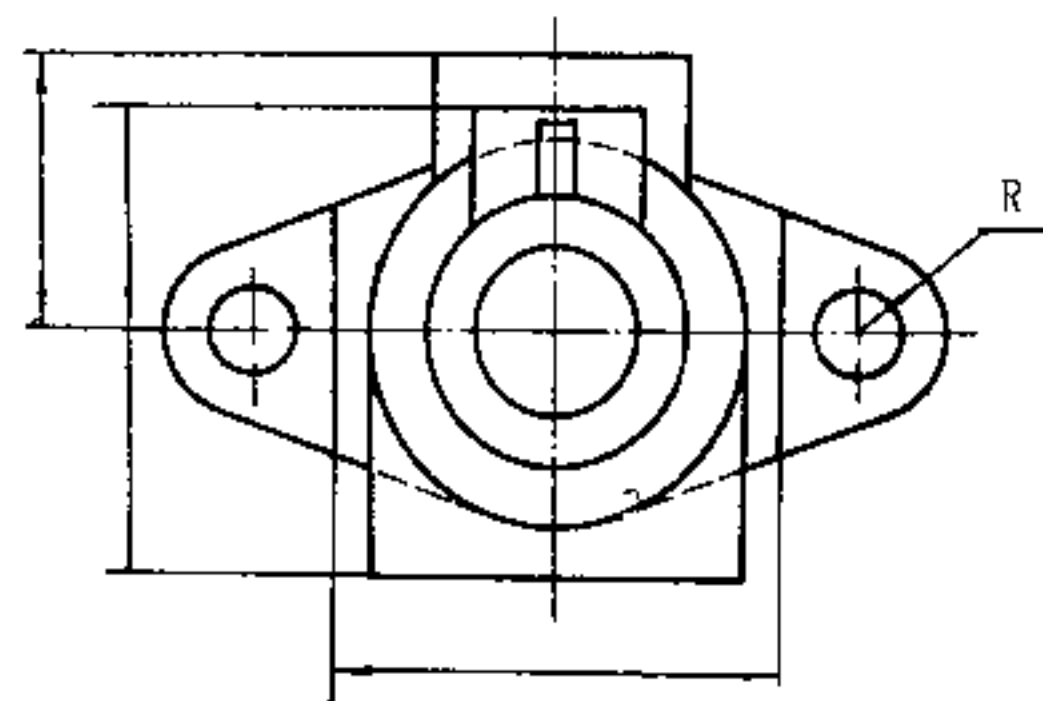
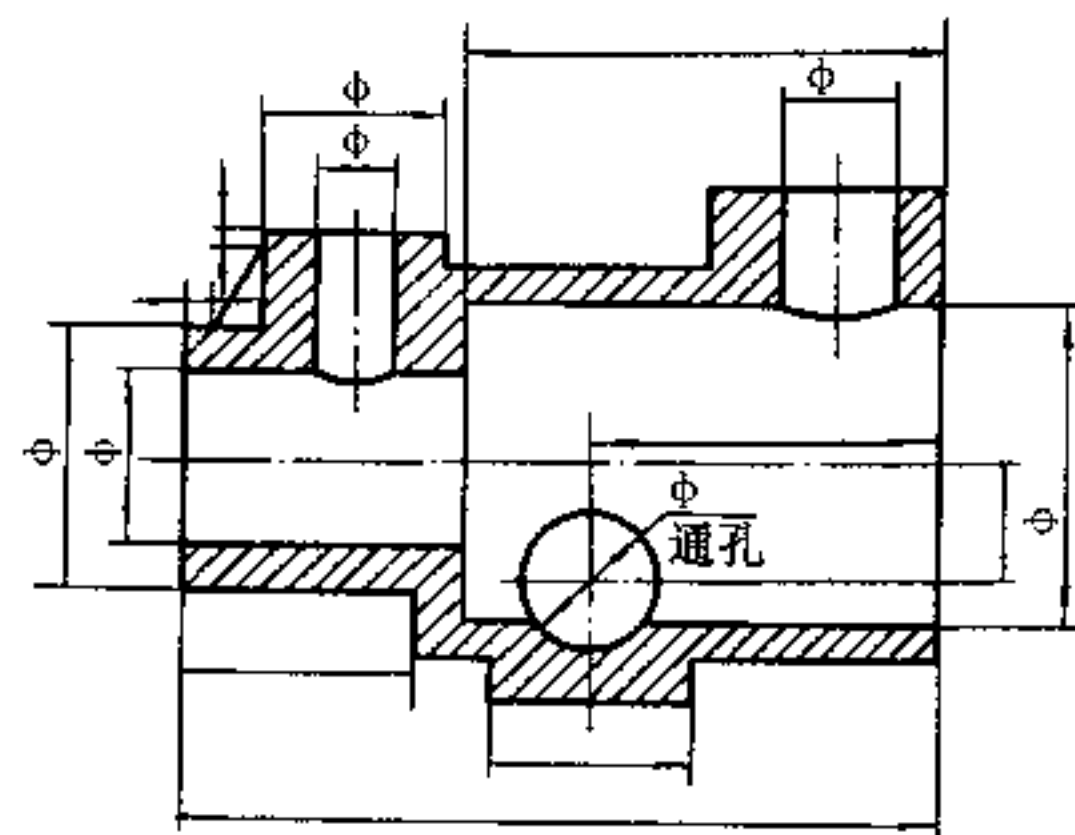


表达特点:

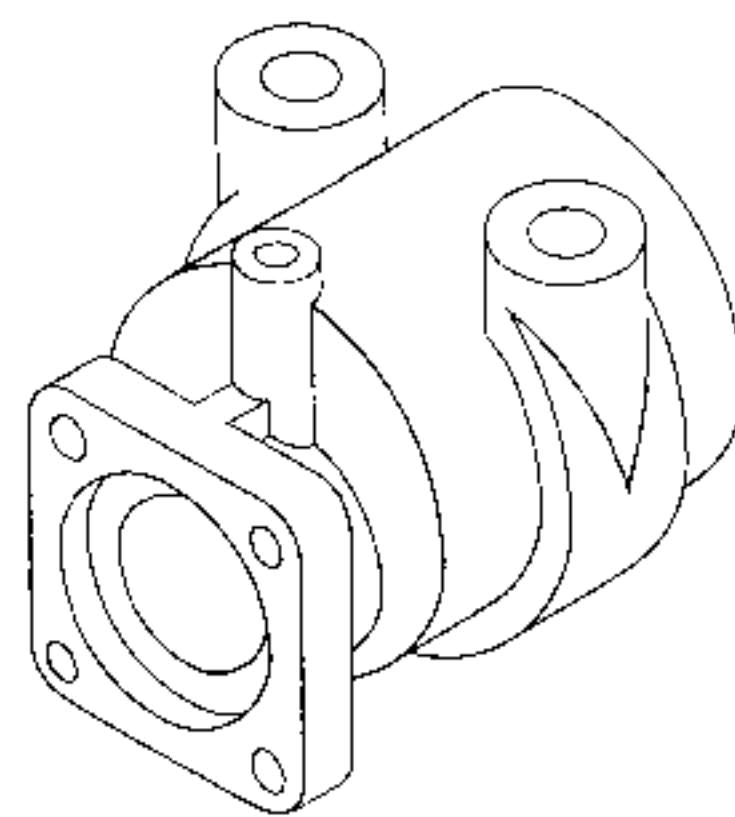
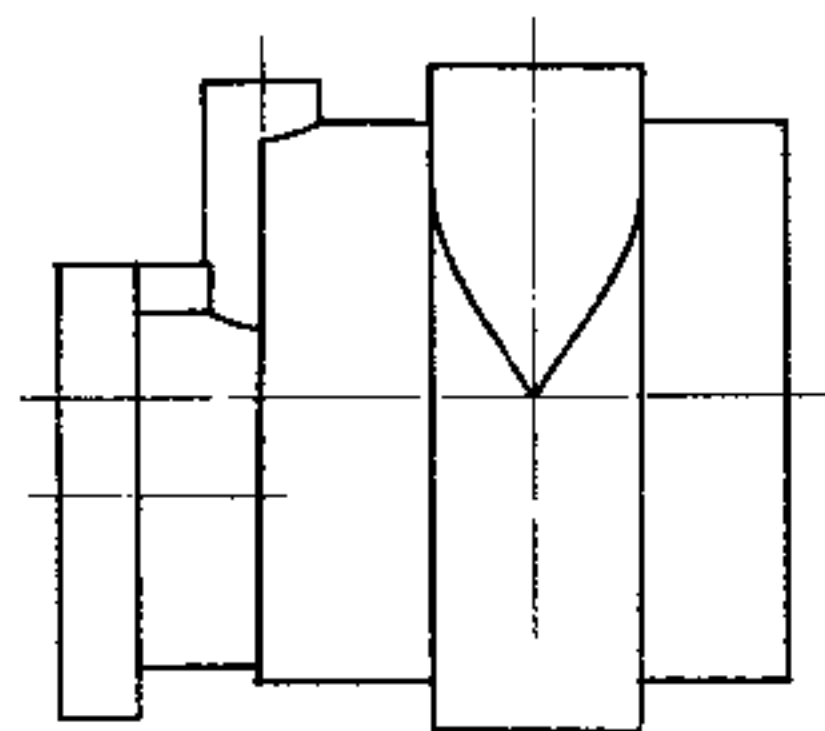
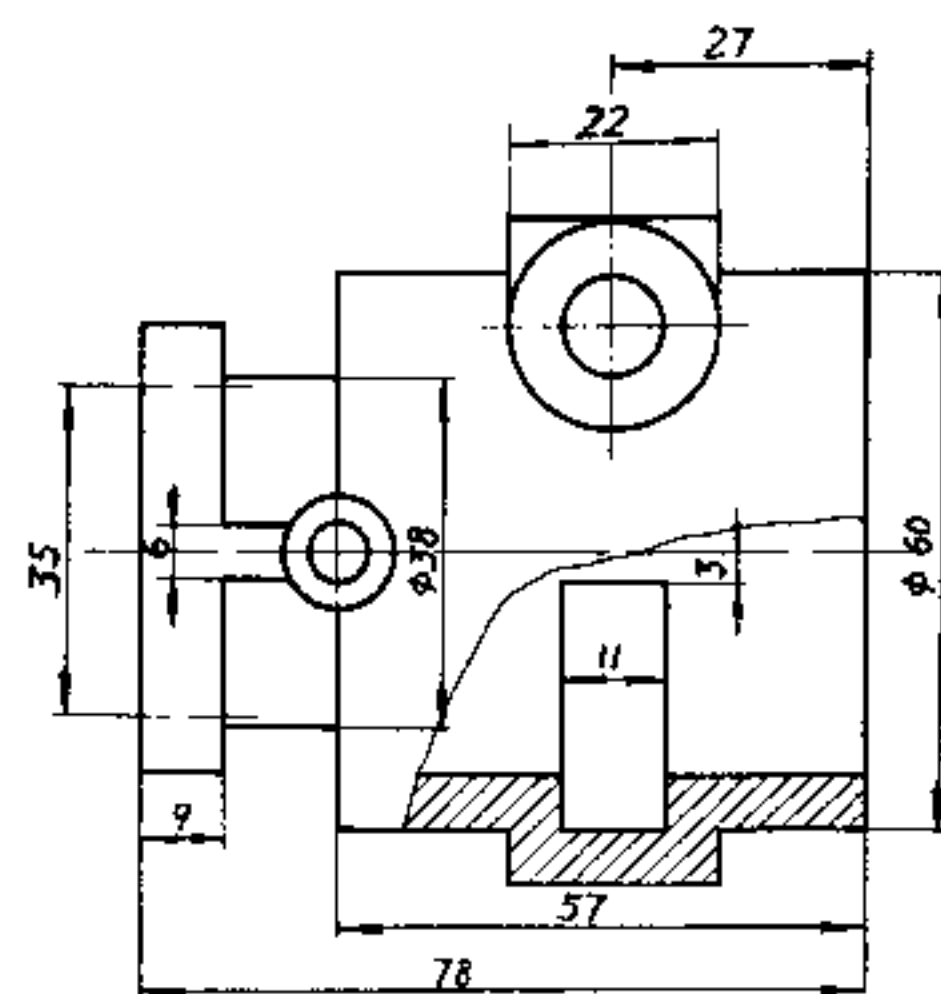
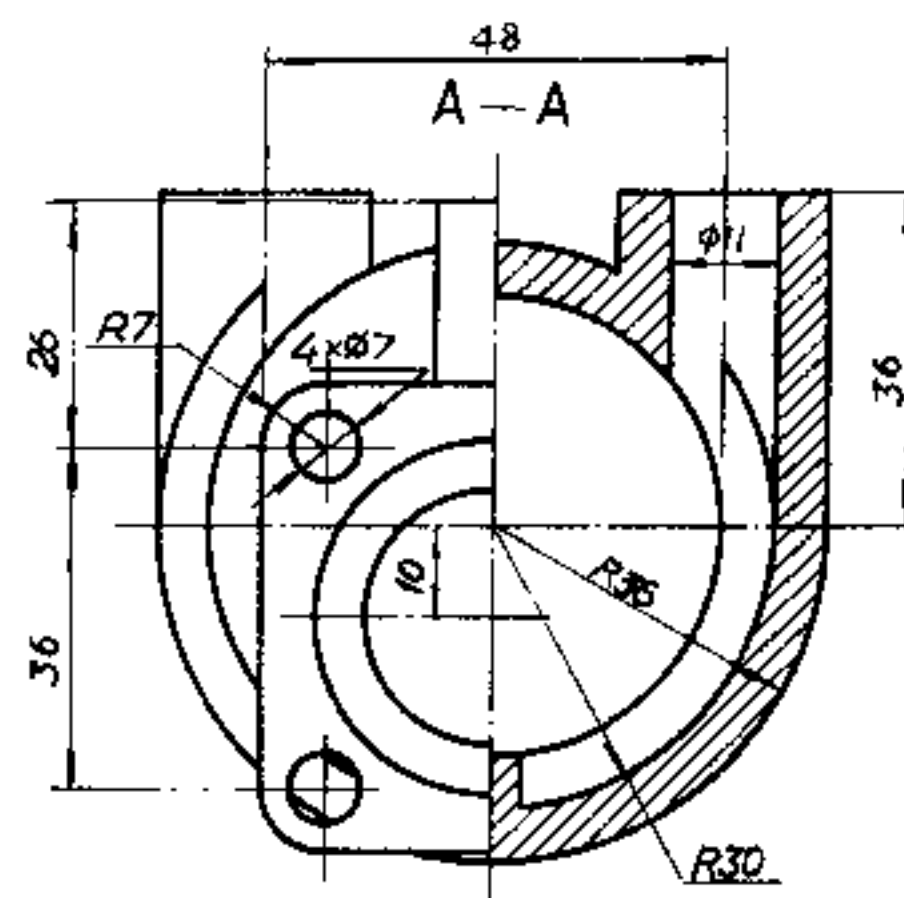
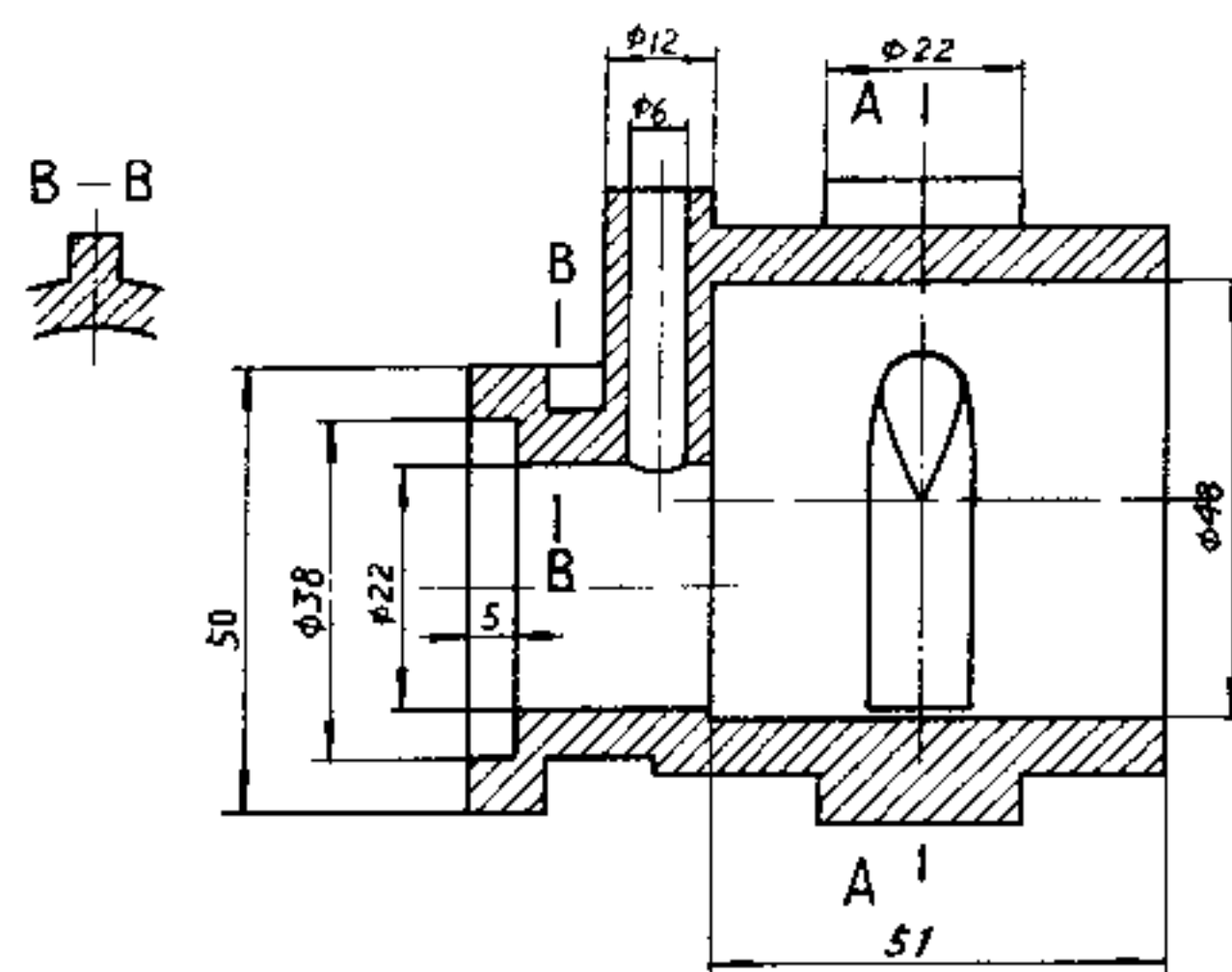
1. 采用局部剖视, 断裂部分选在小轴部分。
2. 采用 A 向局部视图表示右端面的环形槽。
3. 用 B 面视图表示小圆孔的位置, 并用符号标注表示孔深为 3mm。

投影制图

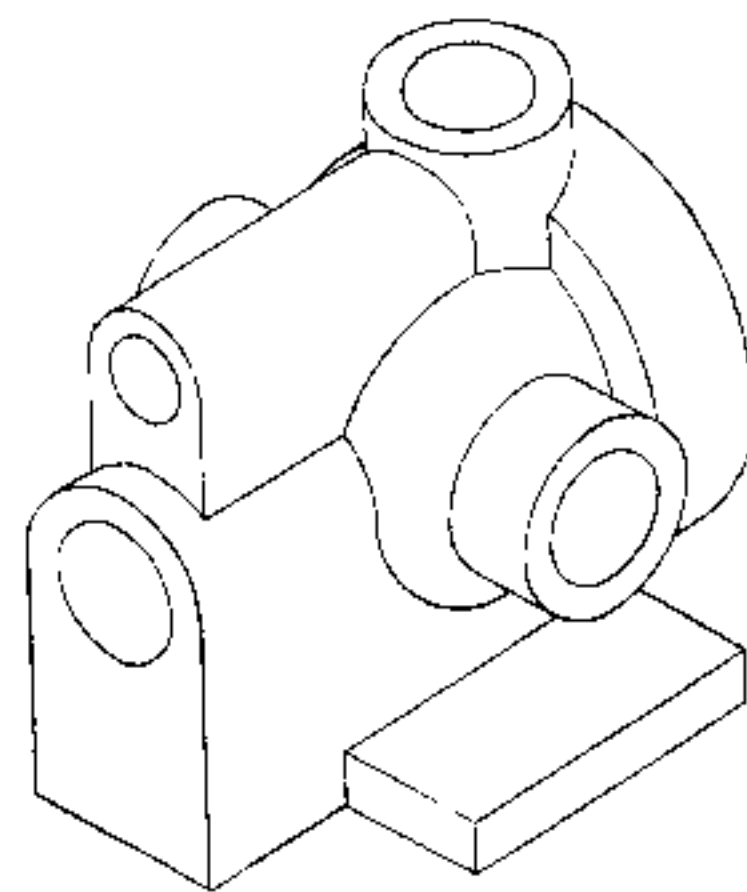
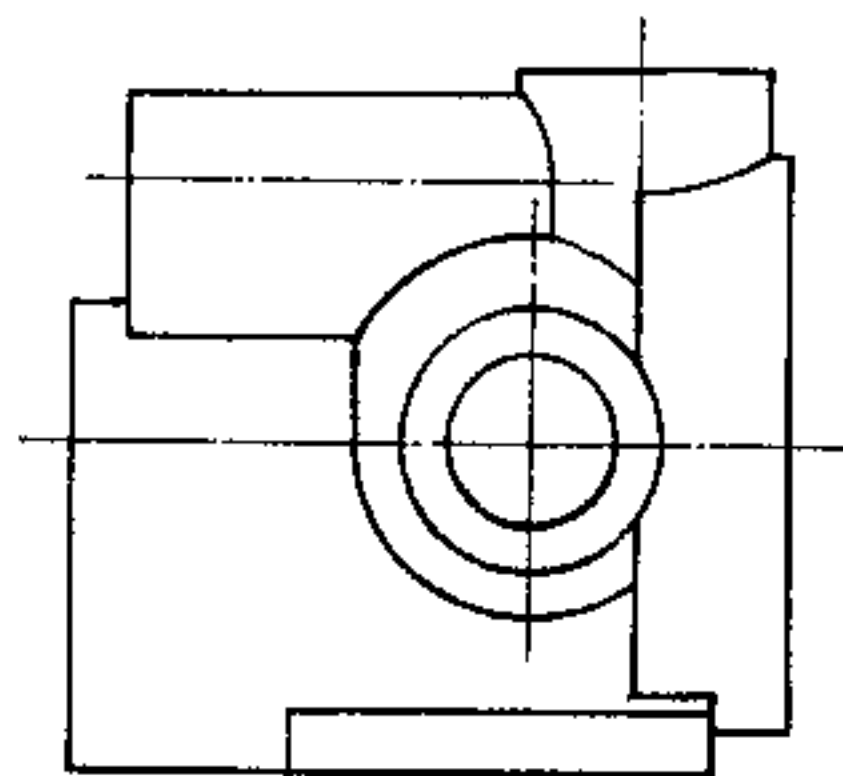
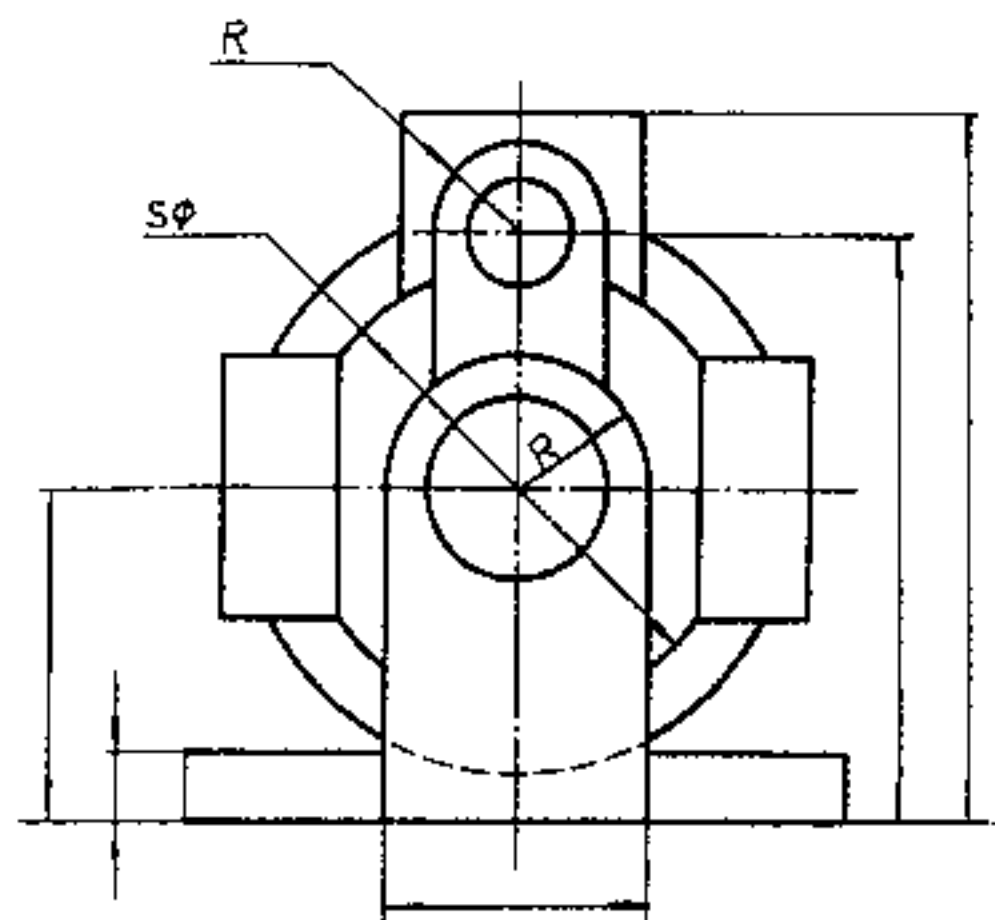
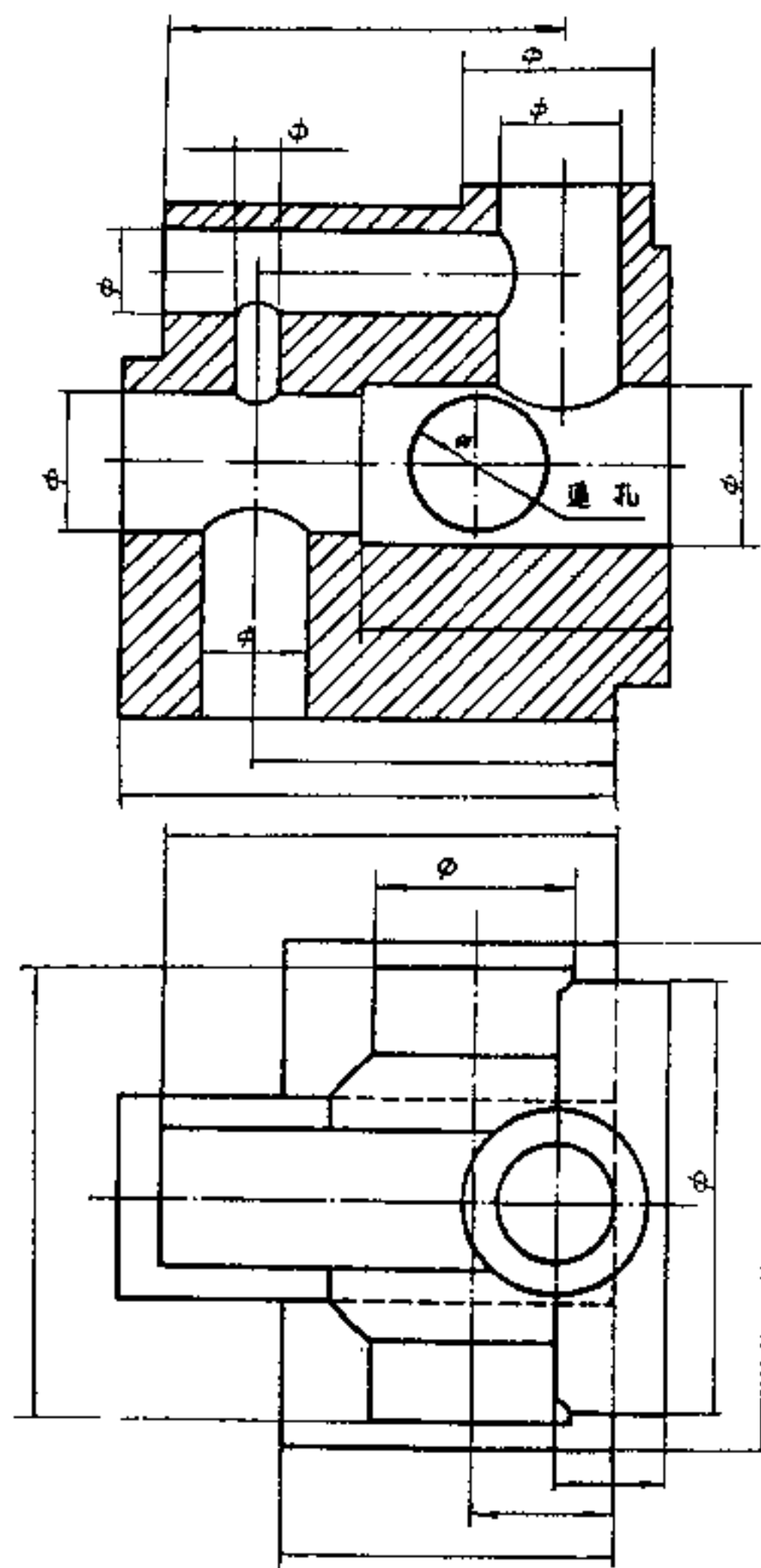
1. 形体分析：标注组合体的尺寸，并画主视图外形图和指定的斜断面图。(P80)



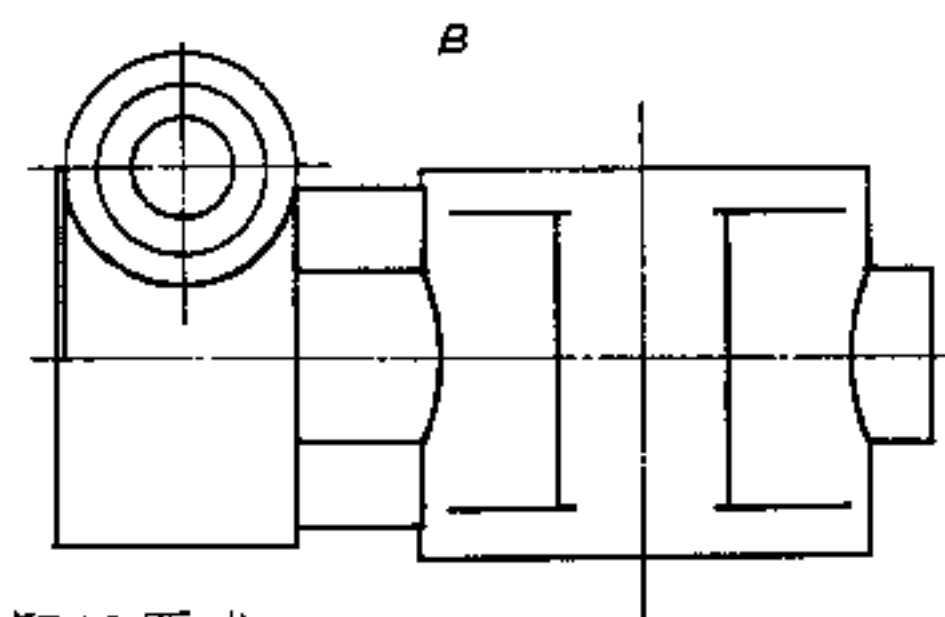
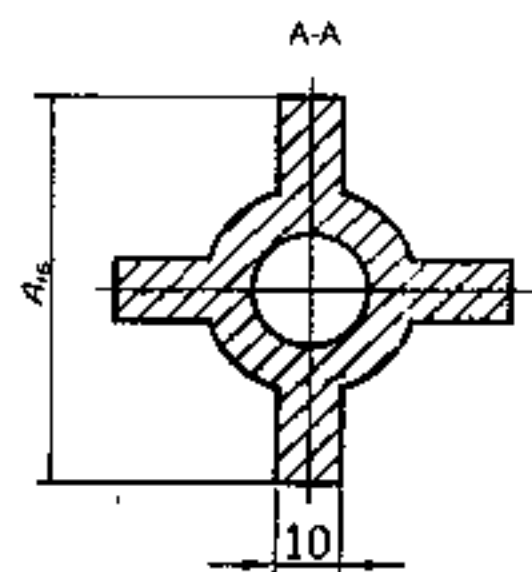
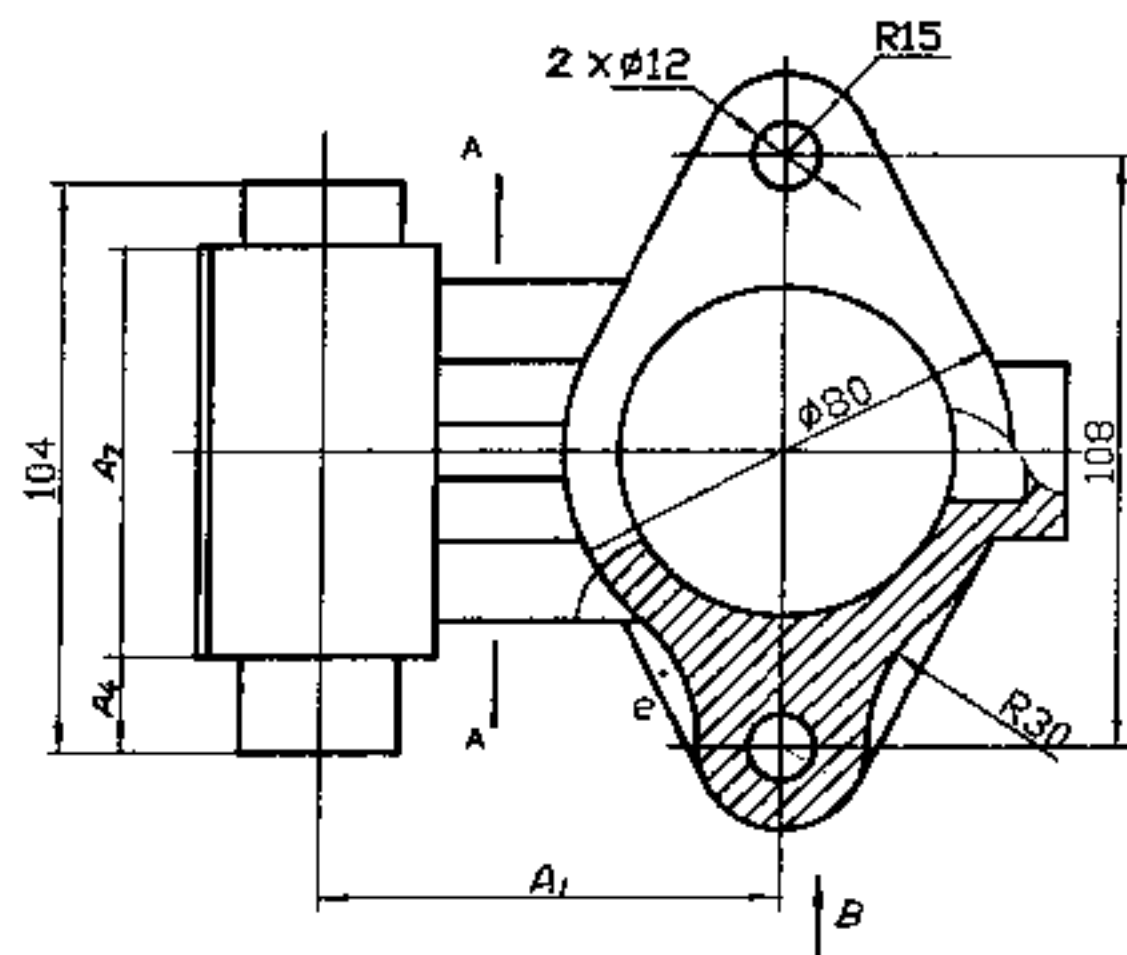
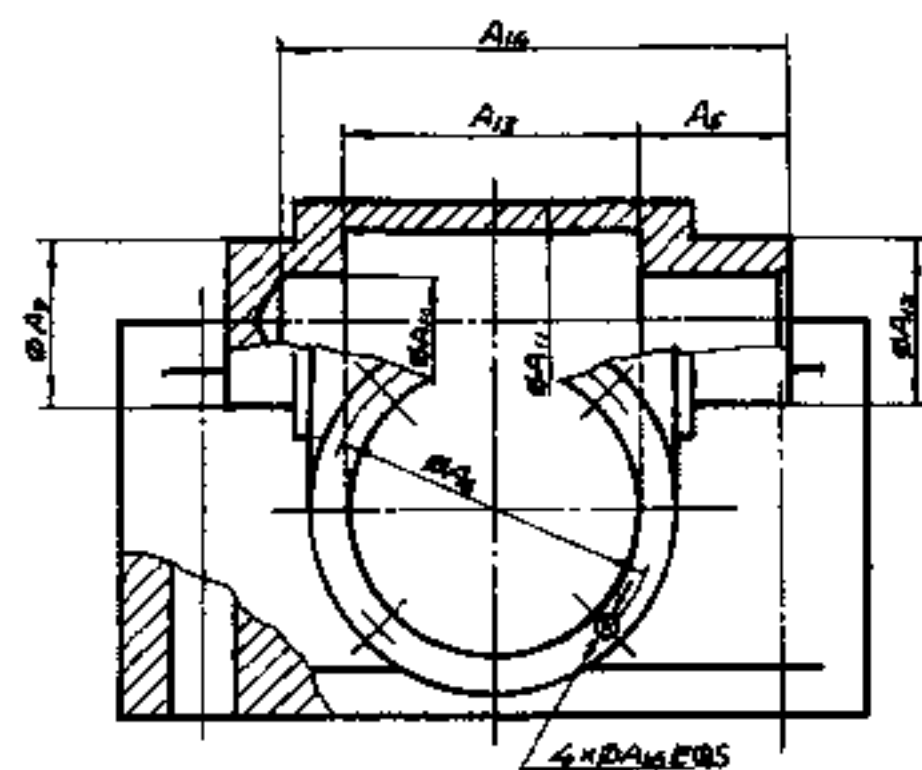
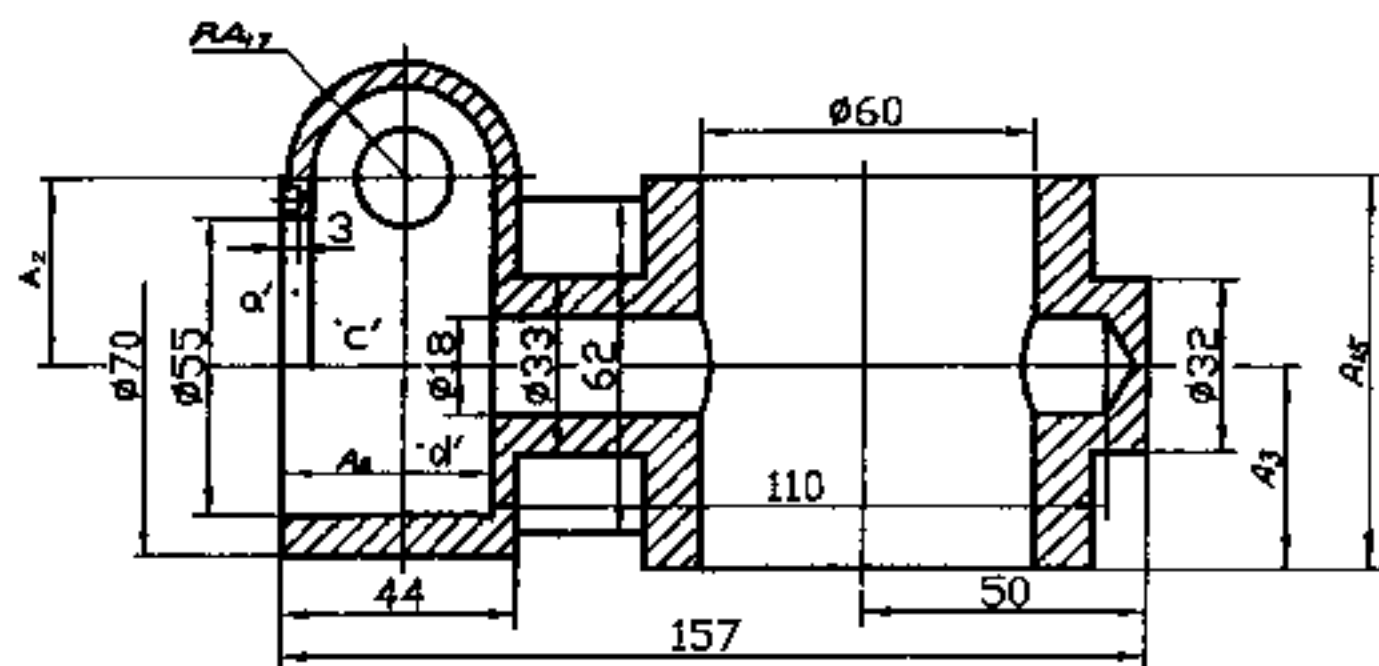
2. 形体分析：标注组合体的尺寸，画主视图的外形图。(P81)



3. 形体分析组合体的尺寸, 画主视图的外形图。(P82)



4. (P83)



题目要求:

1. 补全遗漏的尺寸。
2. 画 A、C、D、E 各点的 W 投影和 B 点的 H 投影。
3. 补全主视图外形图。

说明:

$A_1 \sim A_{17}$ 为遗漏的尺寸。

其中 $A_1 \sim A_6$ 为定位尺寸, 其余为定形尺寸。

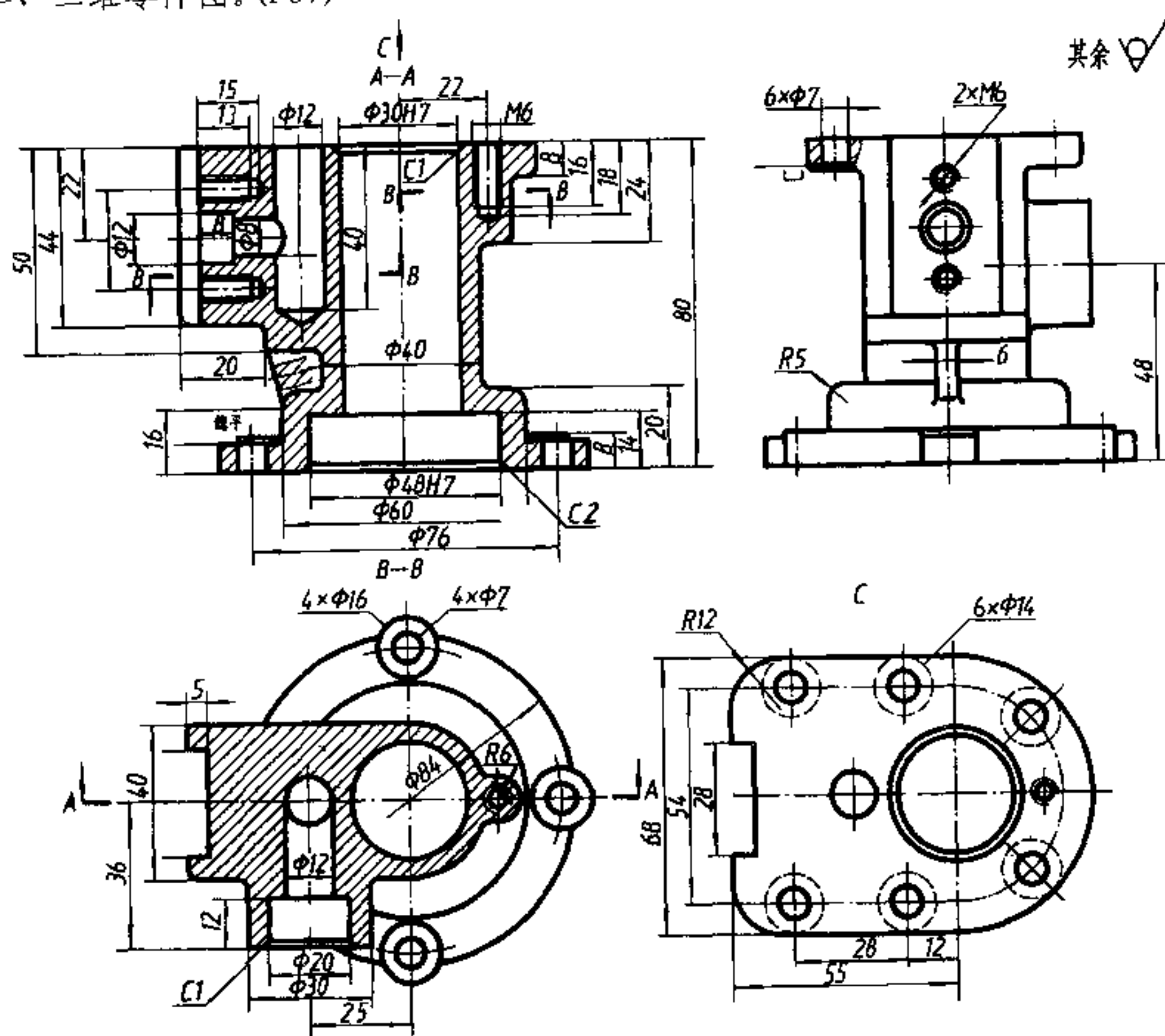
绘制泵体的零件草图。(P86)

绘制泵体的零件草图。(P86)



计算机绘制零件图

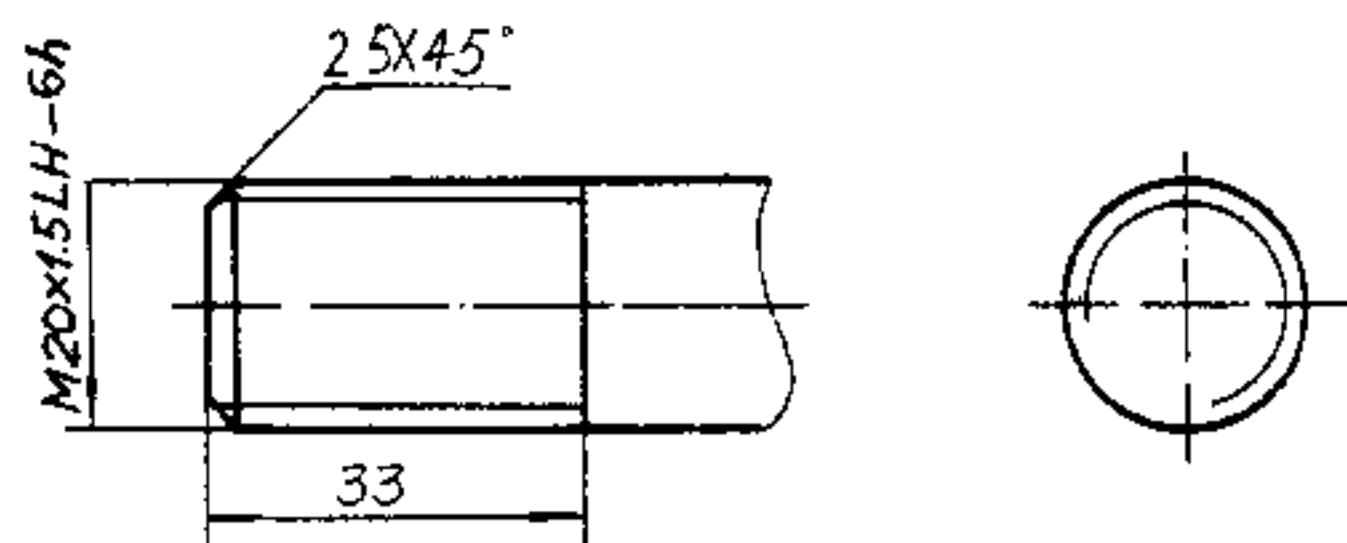
计算机绘制壳体二、三维零件图。(P87)



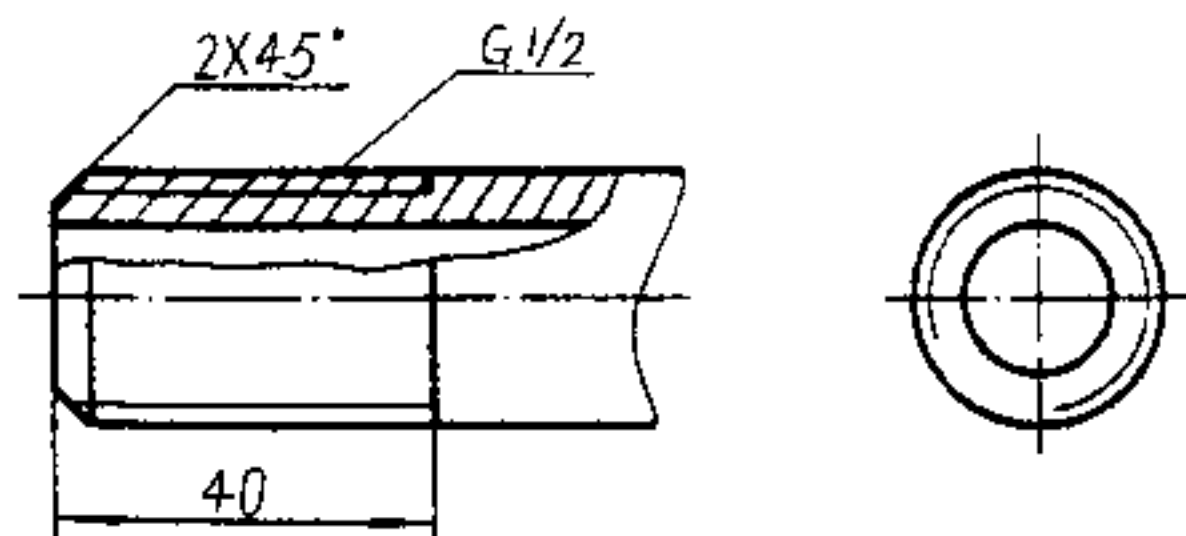
螺纹的标记

2. 标出螺纹代号、倒角尺寸、螺纹长度。(P97)

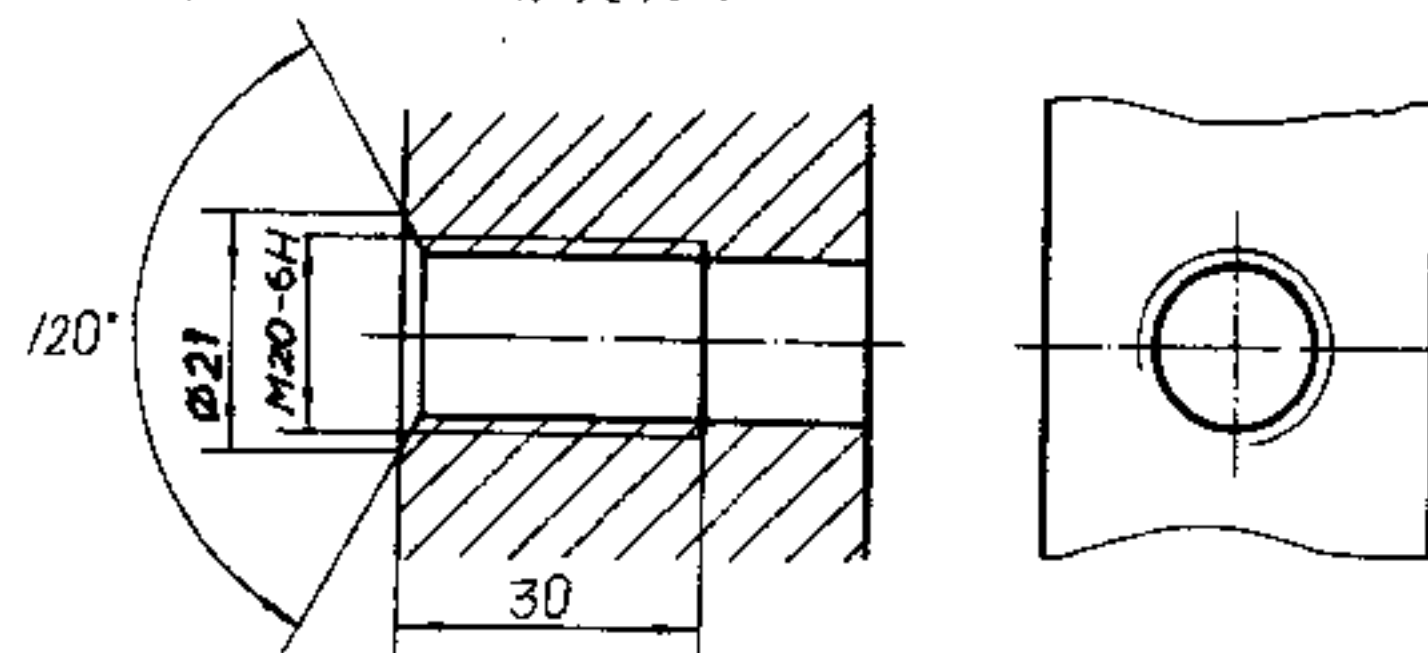
(1) M20 × 1.5-6h, 左旋, 螺纹长度为 33mm。



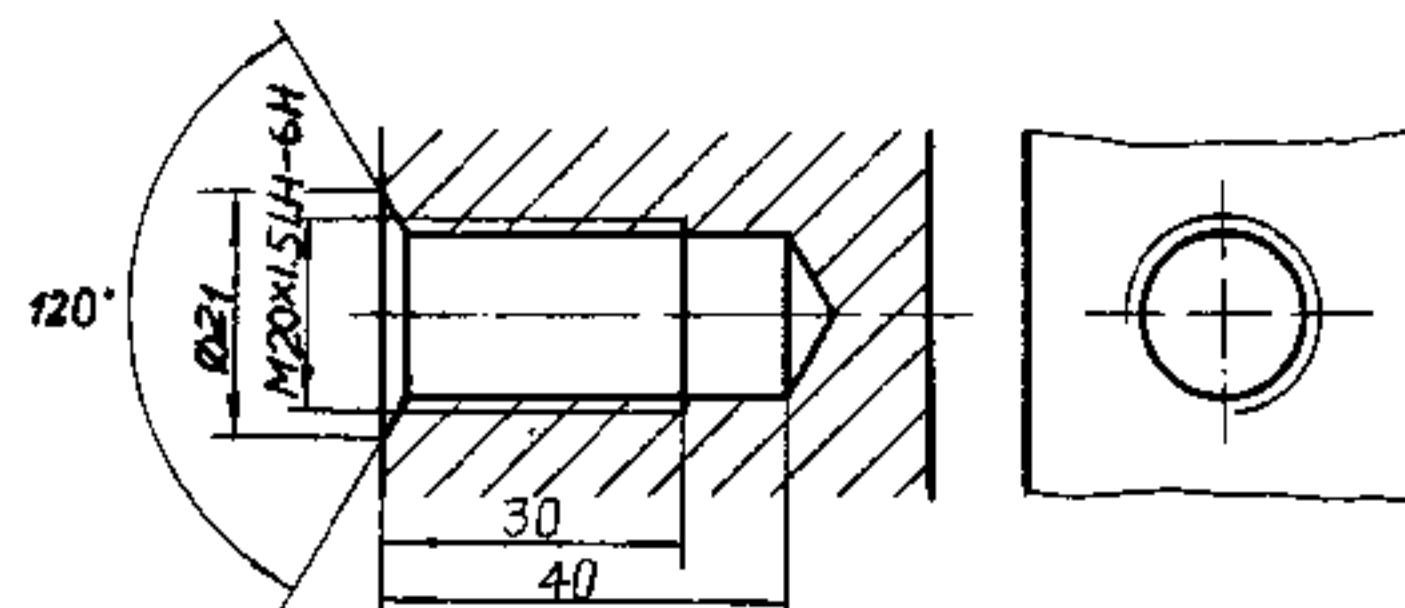
(2) G 1/2 倒角 2 × 45°, 螺纹长度为 40mm。



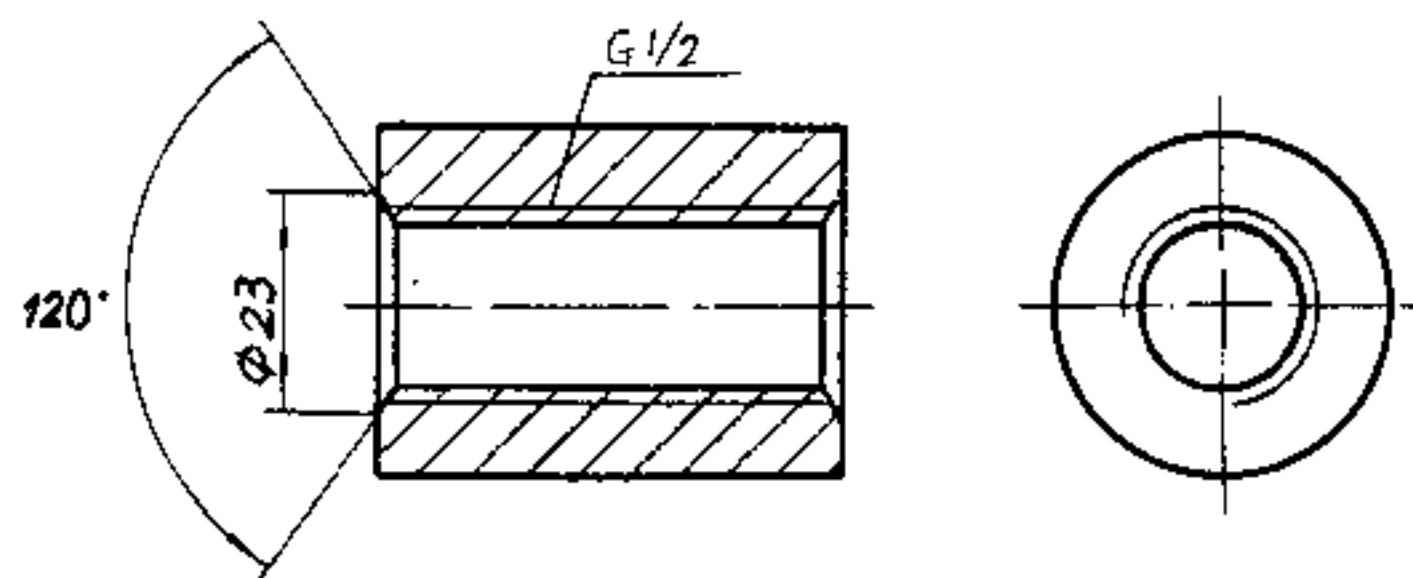
(3) M20-6H, 螺纹孔深 30mm。



(4) M20 × 1.5-6H, 左旋, 螺纹孔深 30mm, 光孔深 40mm。

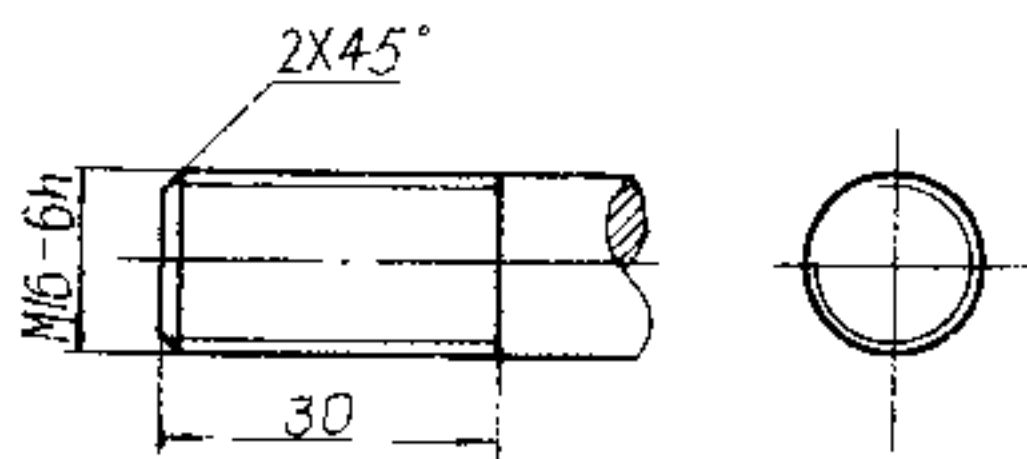


(5) G 1/2, 倒角 $d_{\max} = 1.05d$, 120°。

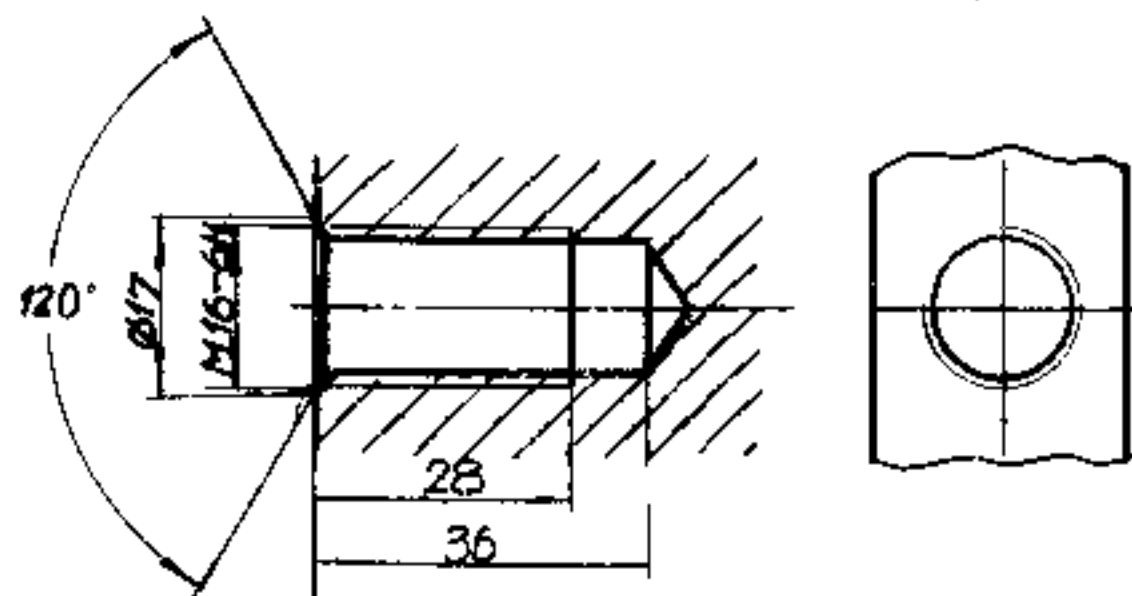


螺纹的画法

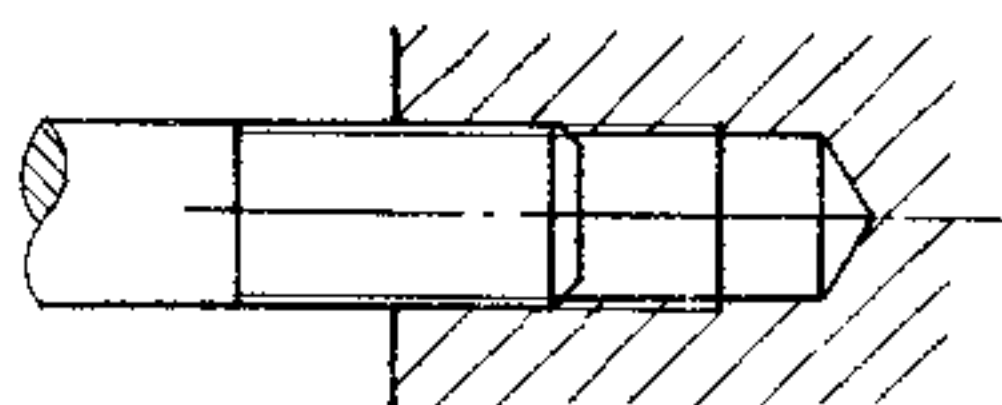
1. 画螺杆的主视图。并标注全部尺寸: M16-6h、螺纹长度为30mm, 倒角 $C \times 45^\circ$ (查表定C)。(P98)



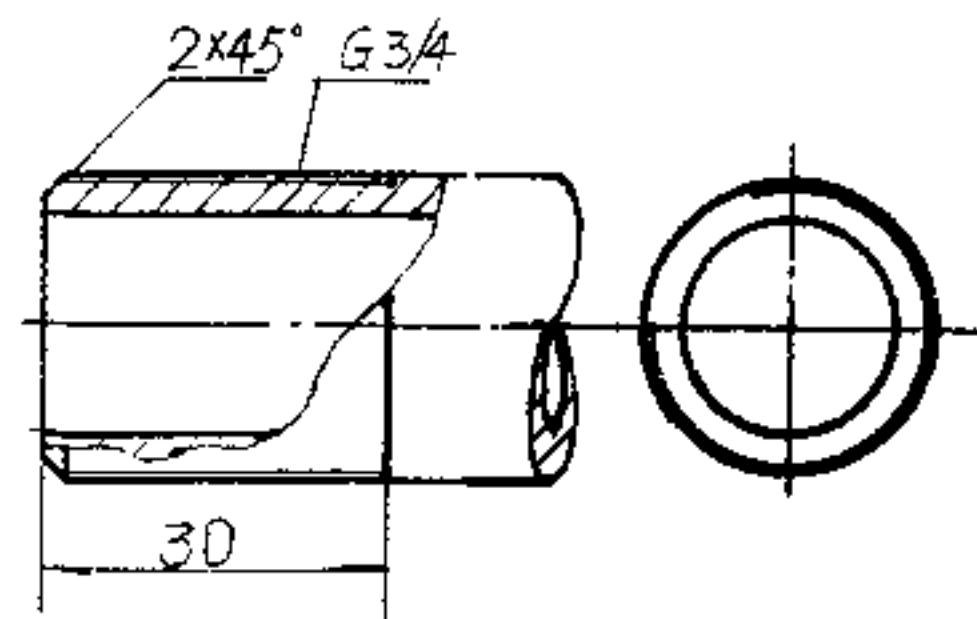
2. 在铸铁块上加 $\perp$ M16-6H的螺纹孔, 倒角 $d_{\text{外}}=1.5d$, 120° 。画螺纹的主视图 (全剖视)、左视图, 并标注全部尺寸。(P98)



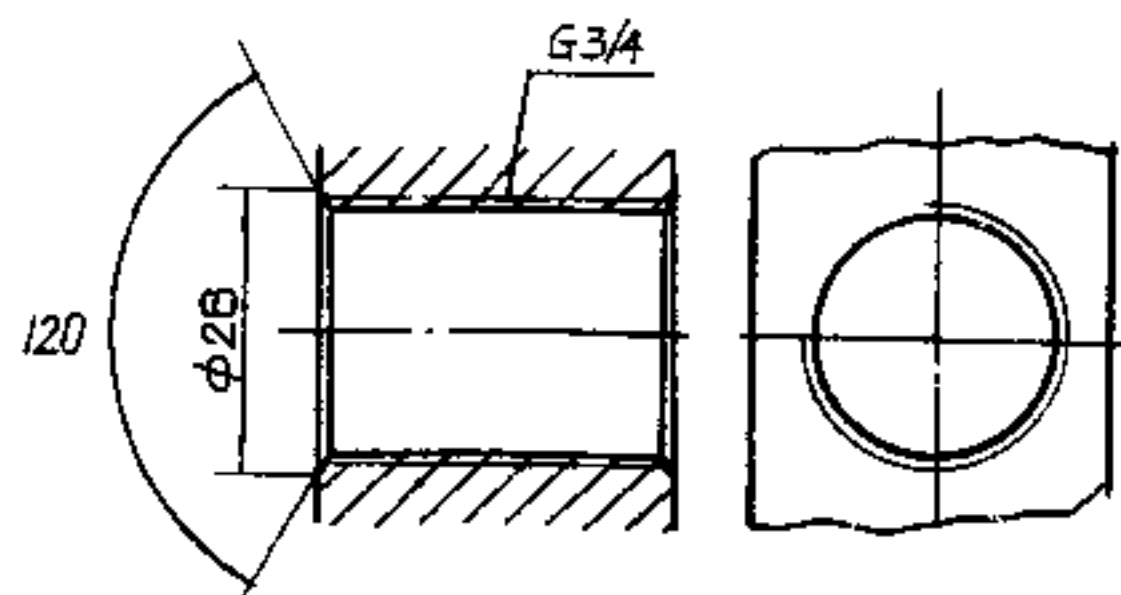
3. 画螺杆与螺纹孔 (连接) 的主视图 (全剖视): 螺杆从左边旋入螺纹孔内, 旋入长度为16mm, 其余尺寸按1、2题所给, 不标注尺寸。(P98)



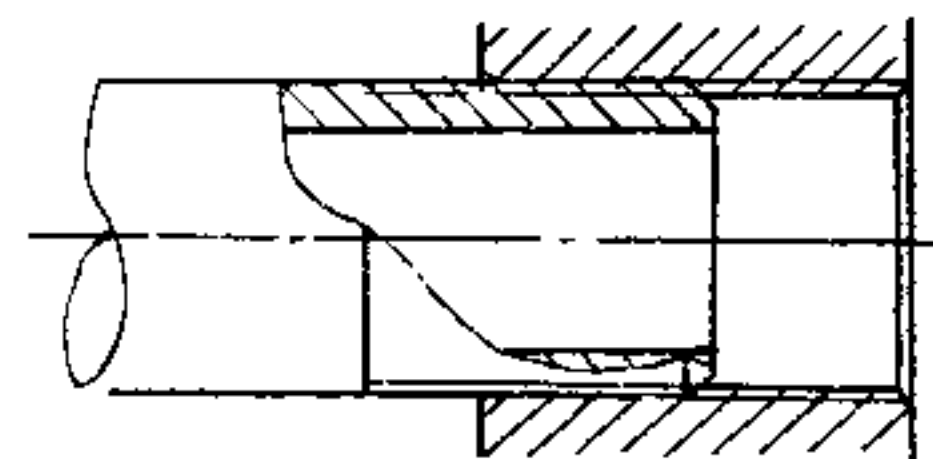
4. 画圆柱管子的主视图 (局部剖视)、左视图, 并标注全部尺寸: G 3/4 倒角 $2 \times 45^\circ$, 螺纹长度为30mm (P98)



5. 画圆柱管接头的主视图 (全剖视)、左视图, 并标注全部尺寸: G 3/4 通孔, 倒角 $d_{\text{外}}=1.5d$, 120° 。(P98)



6. 画圆柱管子与圆柱管接头装配 (连接) 的主视图 (全剖视): 圆柱管子 (作局部剖视) 由左边旋入圆柱管接头内旋入长度为20mm, 其余尺寸按第4、5题所给, 不标注尺寸。(P98)

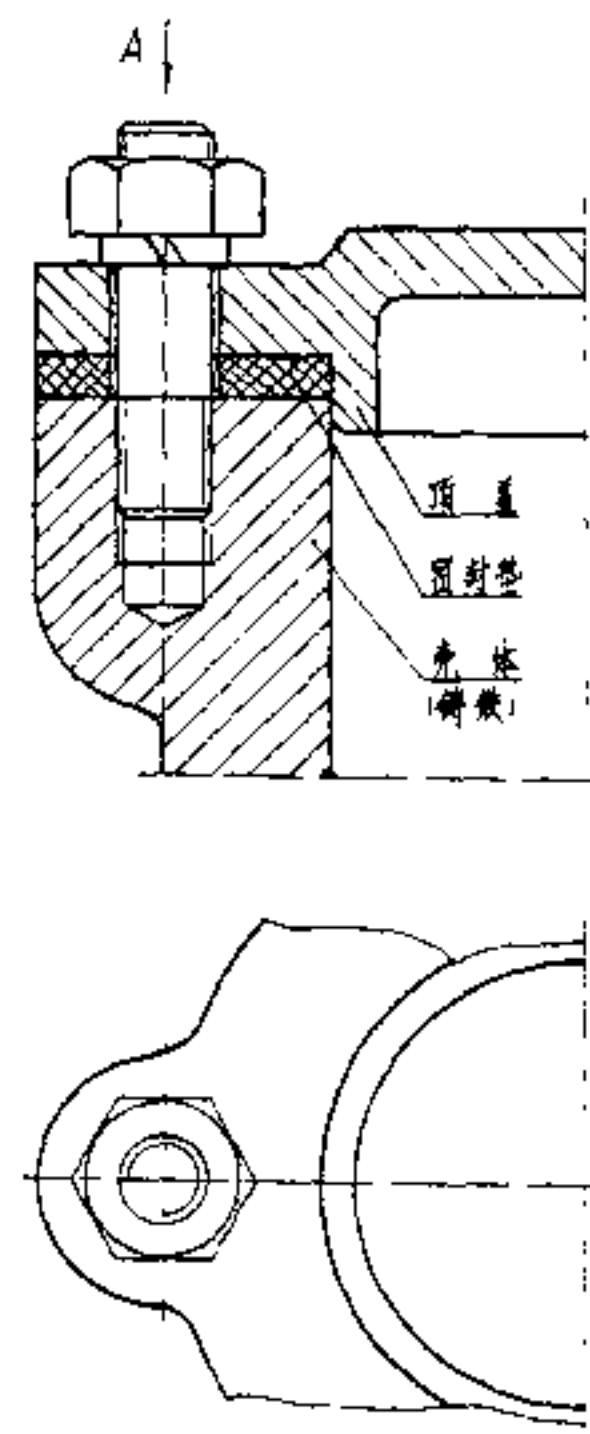
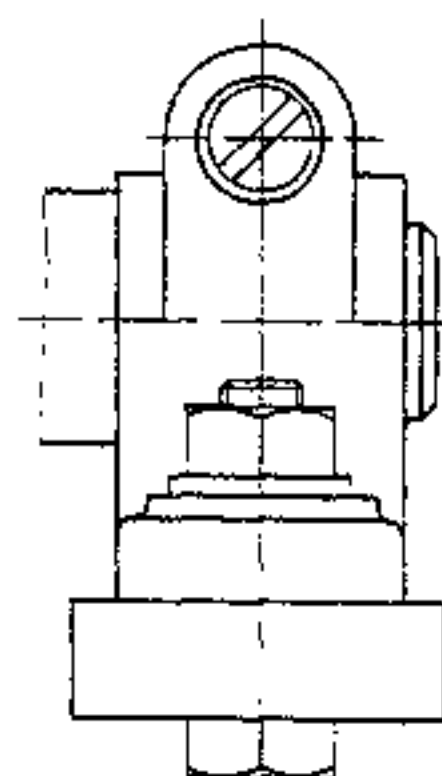
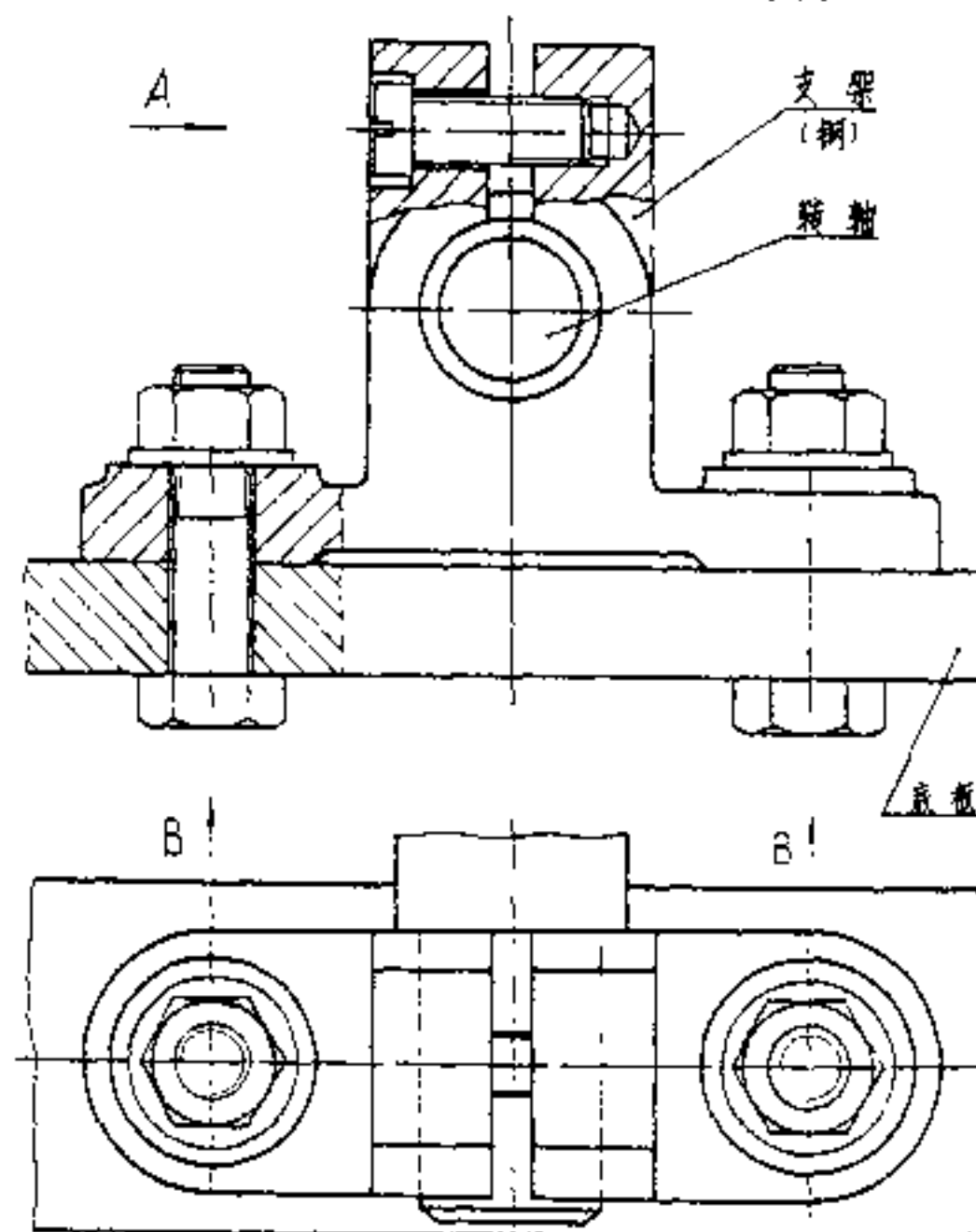


螺纹紧固件连接

1. 用两个 M10 的螺栓按 B 向穿入孔内, 用垫圈、螺母将支架紧固在底板上。再用一个 M8 的圆柱头螺钉沿 A 向拧入支架内 (材料为钢), 将轴夹紧。(P99)

(1) 按比例画法画出指定紧固件装配 (连接) 的三视图, 比例 1:1。

(2) 在右下方注写螺栓、螺钉紧固件的规定标记。



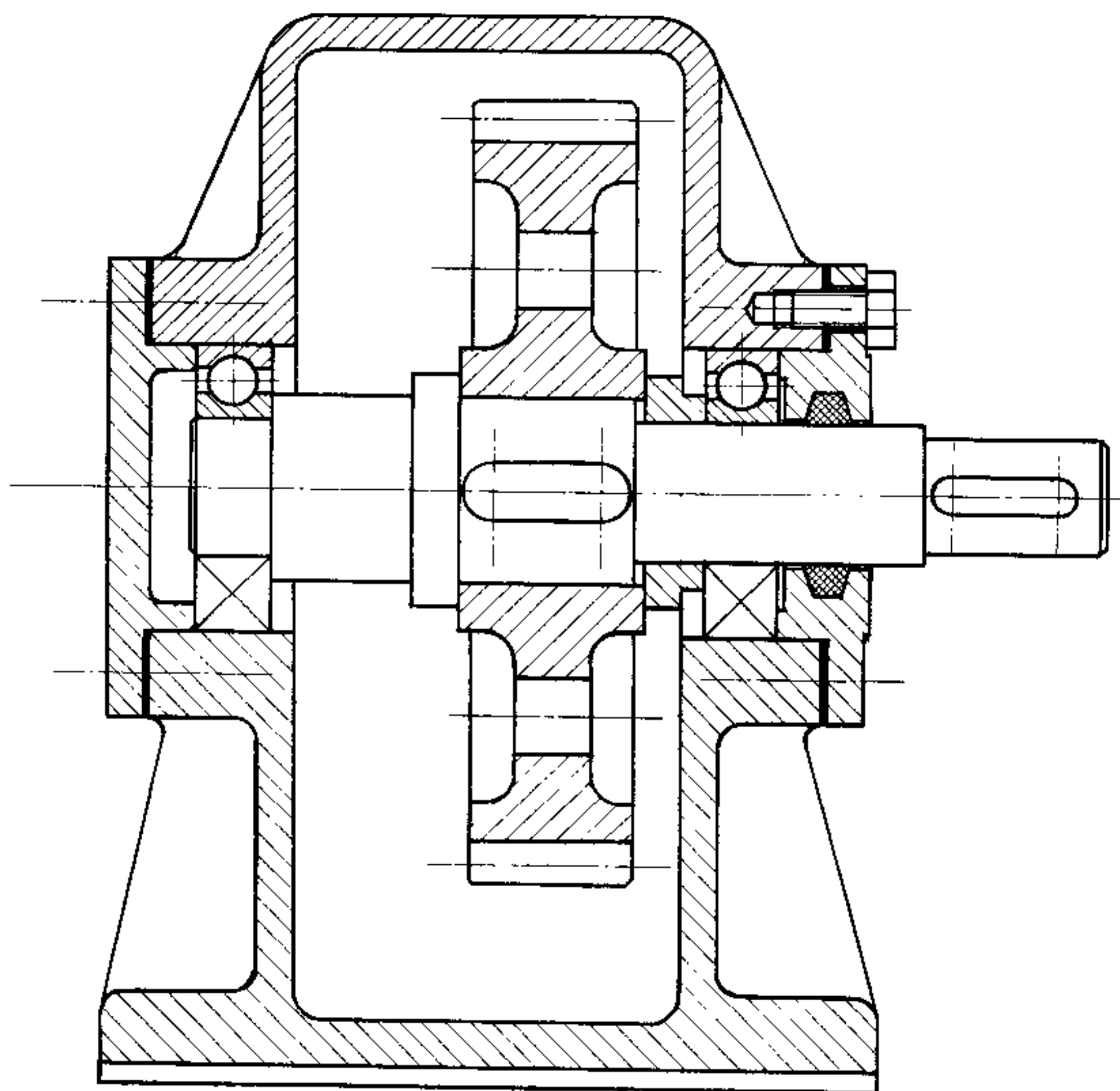
2. 用四个 M6 的双头螺栓沿 A 向旋入壳体的孔内 (材料为铸铁), 用垫圈、螺母将顶盖紧固在壳体上。(P99)

(1) 按比例画法画出螺栓紧固件装配 (连接) 的二视图, 比例 2:1。

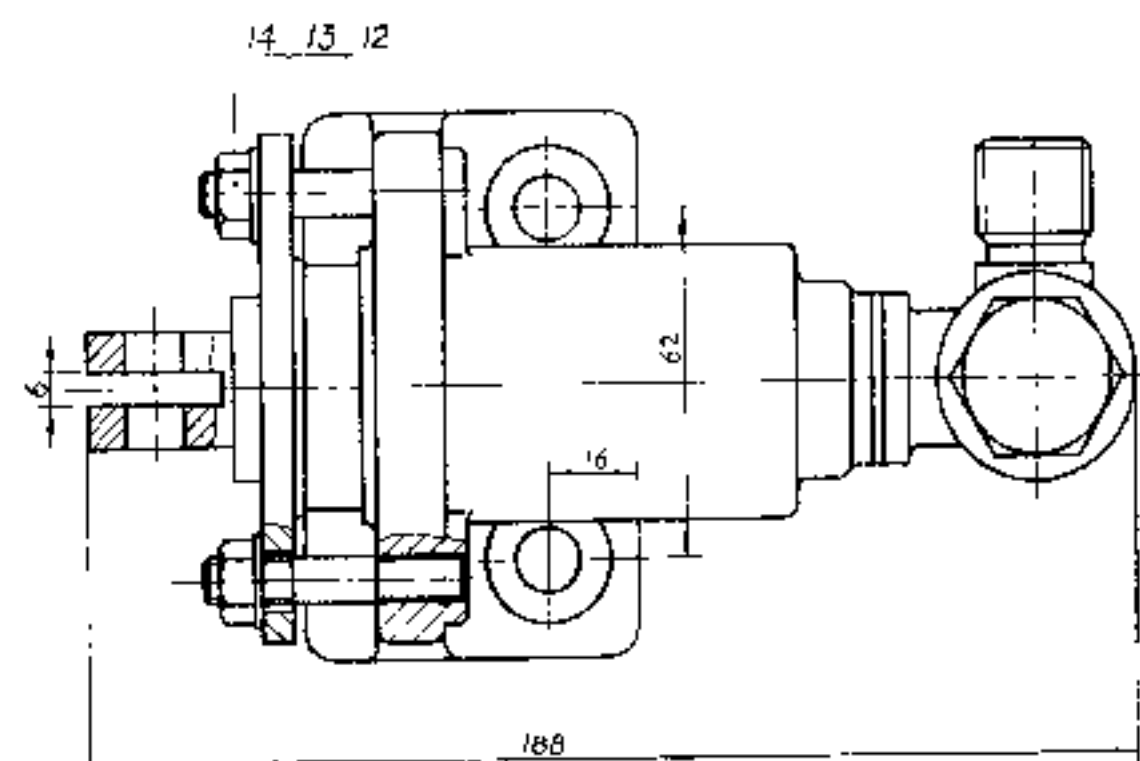
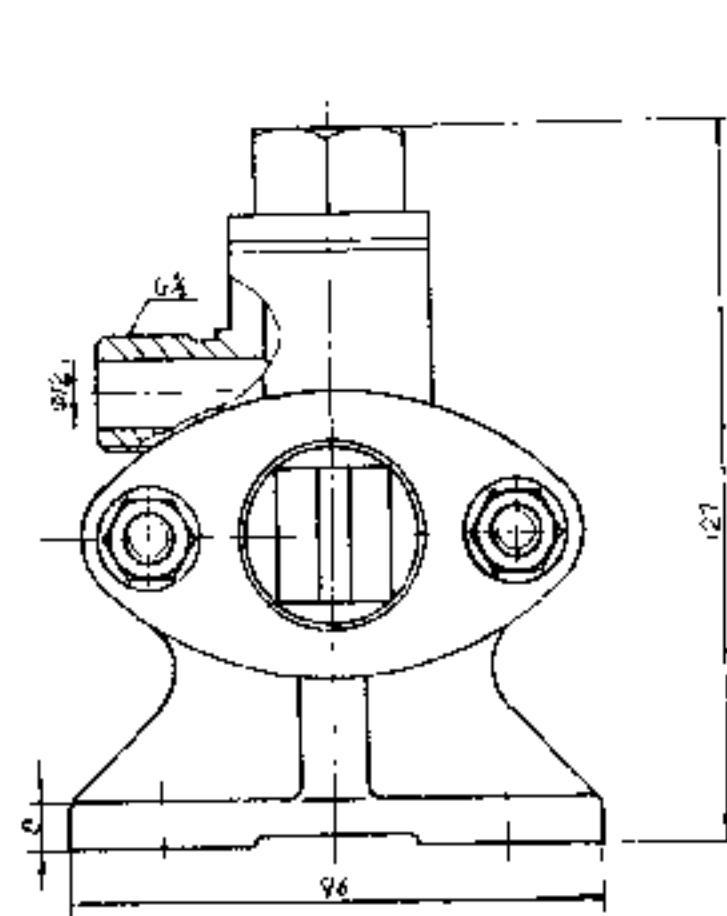
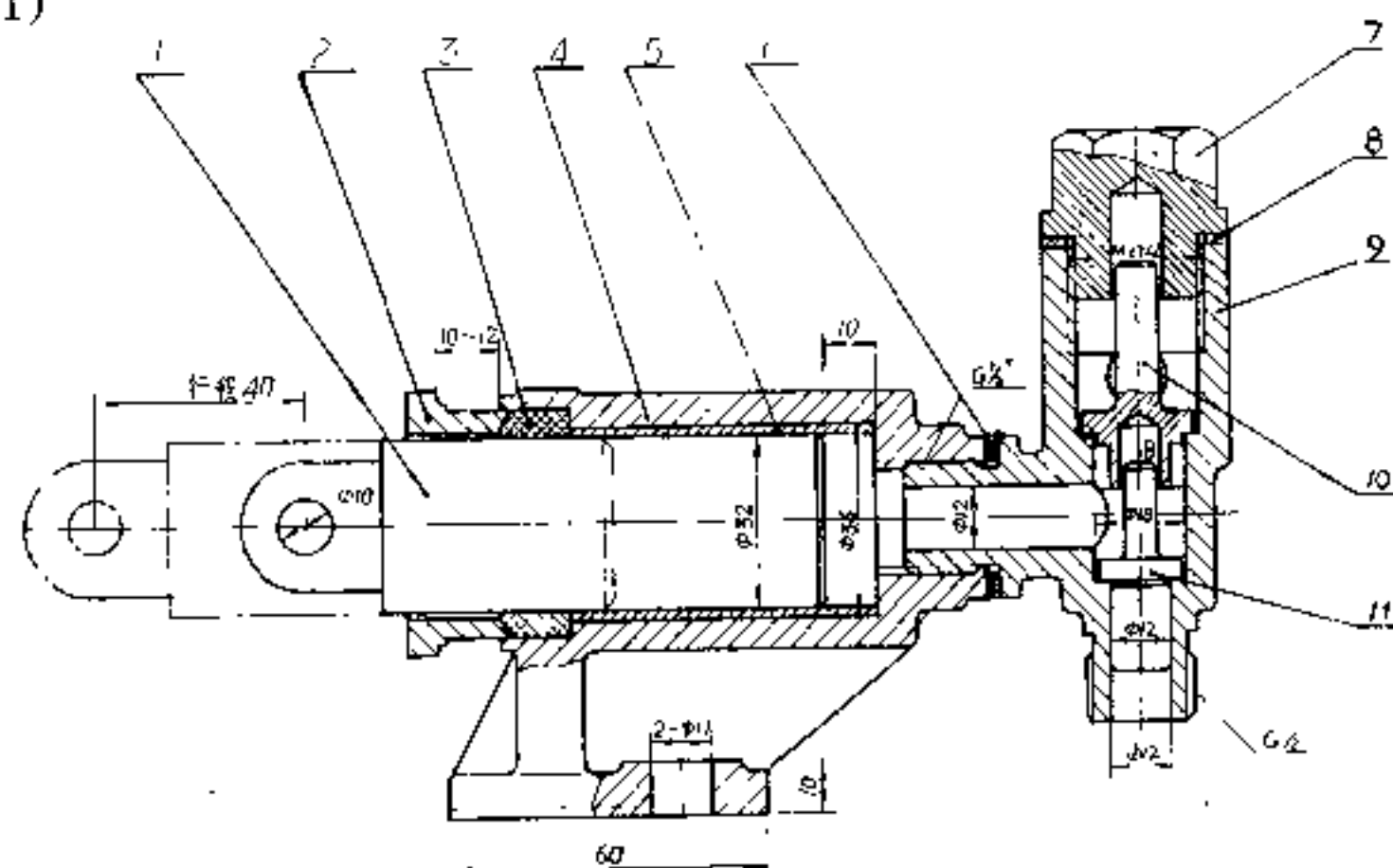
(2) 在左下方注写螺栓紧固件的规定标记。

拼画轴系装配图

(P100)



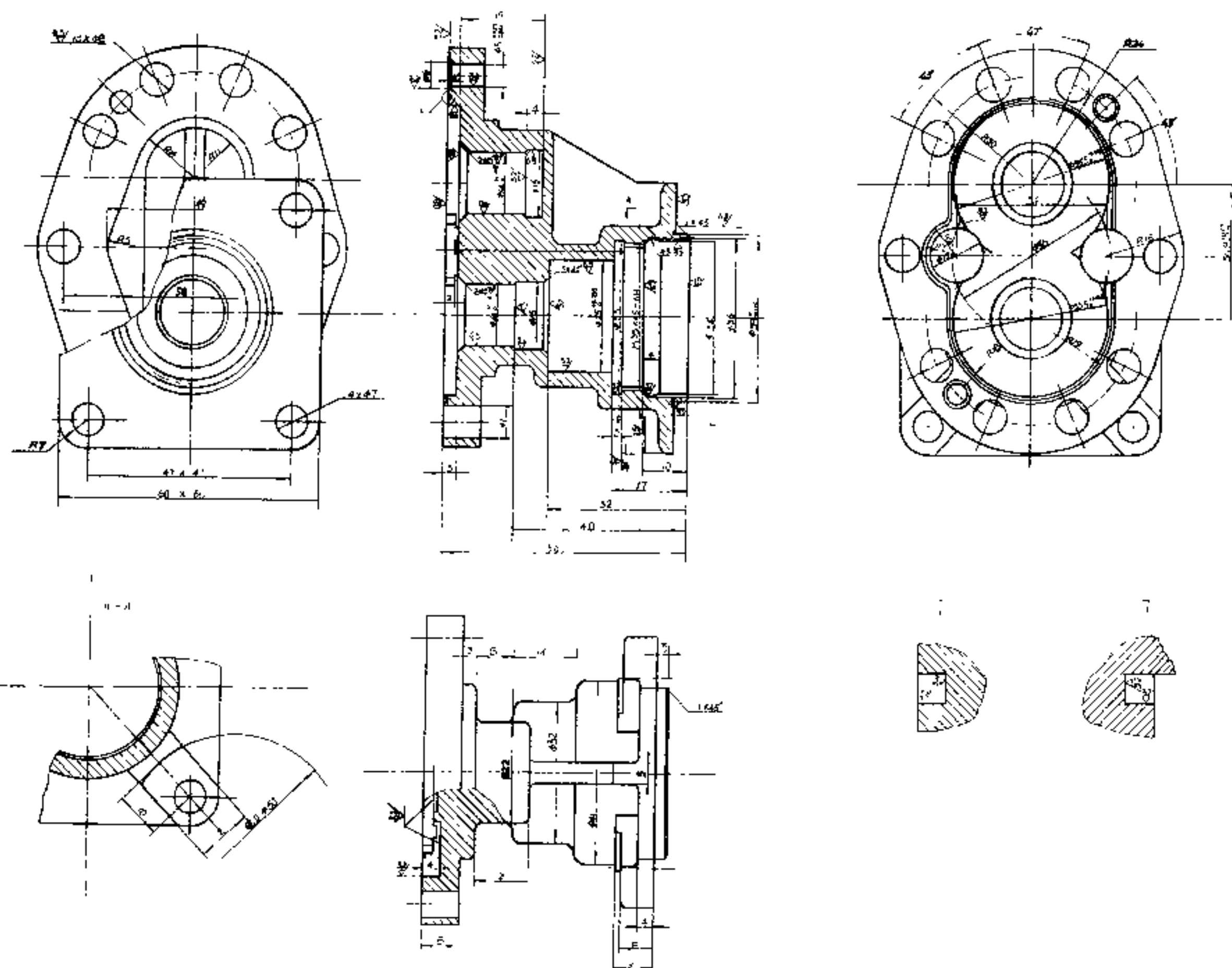
(P101)



14	GB52-76	螺母 M8	2	A3		
13	GB97-76	垫圈 8	2	A3		
12	GB900-76	螺栓 8×35	2	A3		
11	ZC-2001	下 阀 瓣	1	H68		
10	ZC-2003	上 阀 瓣	1	H68		
9	ZC-2001	阀 体	1	ZL12		
8	ZC-2005	垫 片	1	橡皮		
7	ZC-2002	阀 盖	1	ZL12		
6	ZC-1005	垫 片	1	橡皮		
5	ZC-1004	衬 套	1	GS4 4 25		
4	ZC-1001	泵 体	1	ZL12		
3		填 料		石棉		
2	ZC-1002	填料压盖	1	ZL12		
1	ZC-1003	柱 塞	1	45		
序号	代号	名称	数量	材料	备	注
制 图						
校 核						
审 定						
柱 塞 泵				ZC-0000		

读齿轮泵装配图

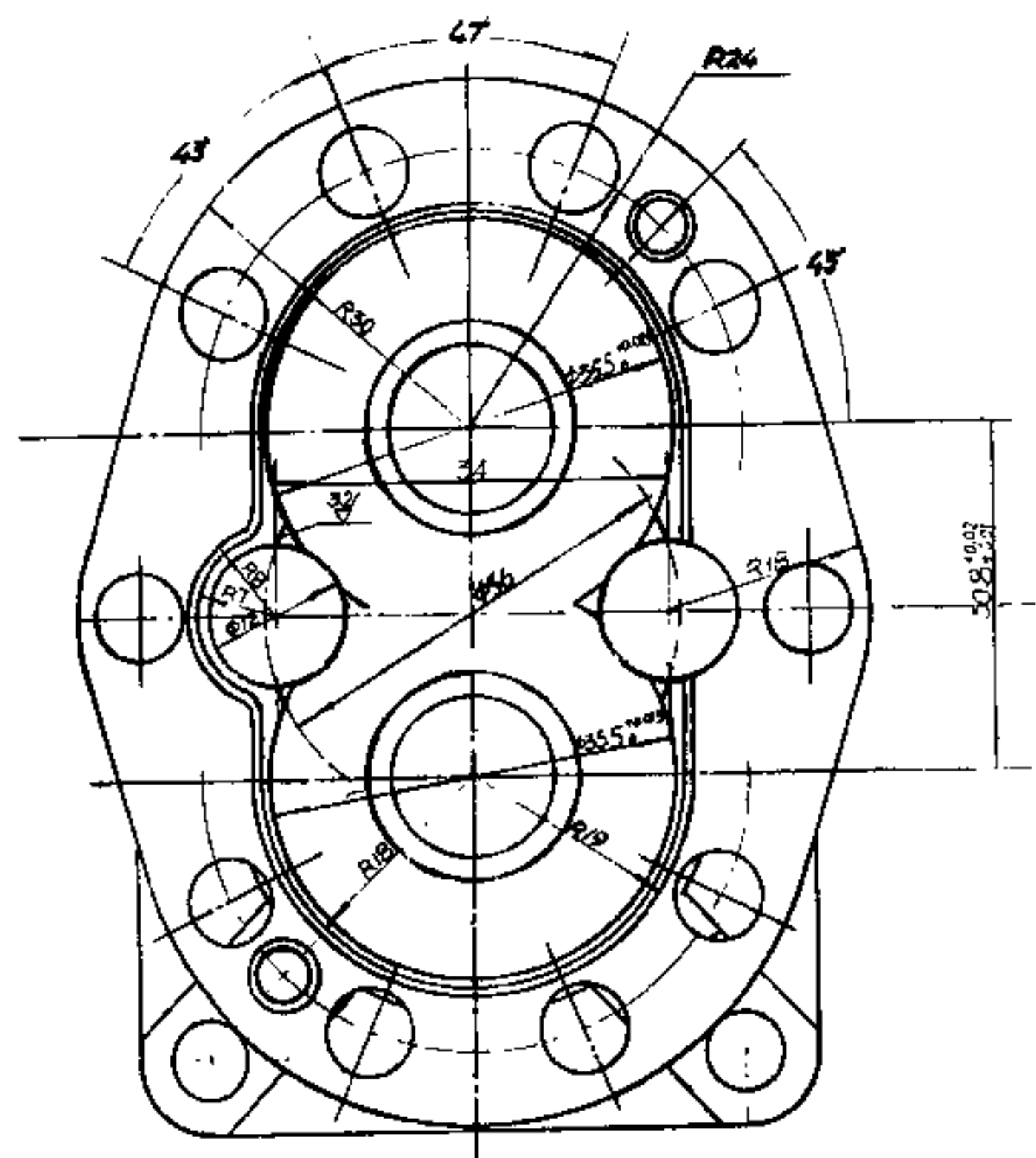
(P111)



Technical drawing of a mechanical part, likely a pump housing or valve body, showing a cross-section with various dimensions and features. The drawing includes a main view and a detail view 'A'.

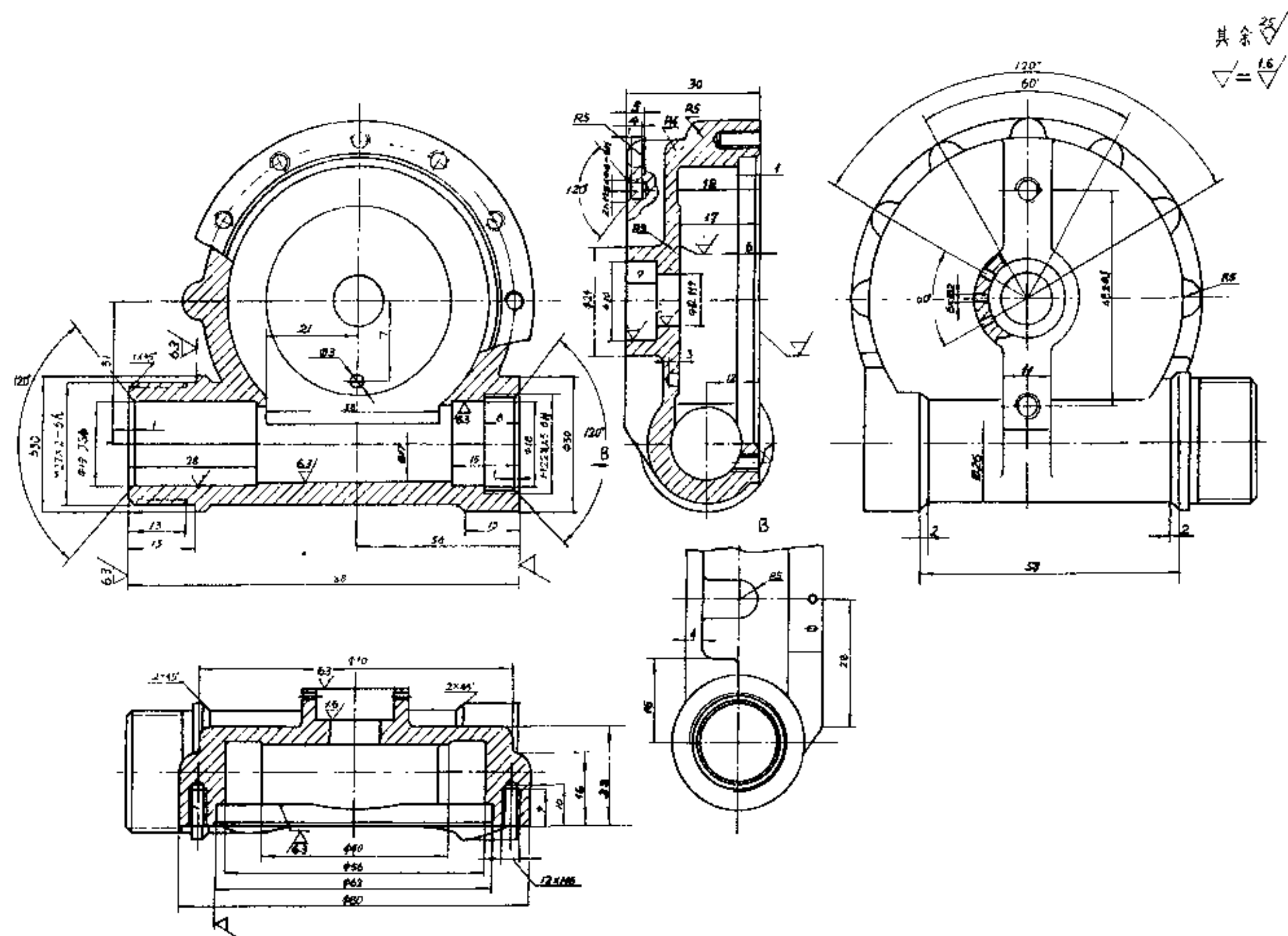
Dimensions and Features:

- Overall width: 56
- Main body width: 40
- Central bore diameter: $\phi 25$
- Thread: M35 x 1.5 - 6H
- Flange diameter: $\phi 35$
- Base diameter: $\phi 30$
- Internal diameters: $\phi 15$, $\phi 14$, $\phi 12$, $\phi 10$
- Chamfers: 1.5x45, 10x45
- Surface finish symbols: 32, 63, 12.5, 6.3
- Detail view 'A' shows a cross-section of the central bore with a diameter of $\phi 25$ and a thread of M35 x 1.5 - 6H.



读风窗除冰器装配图

(P112)

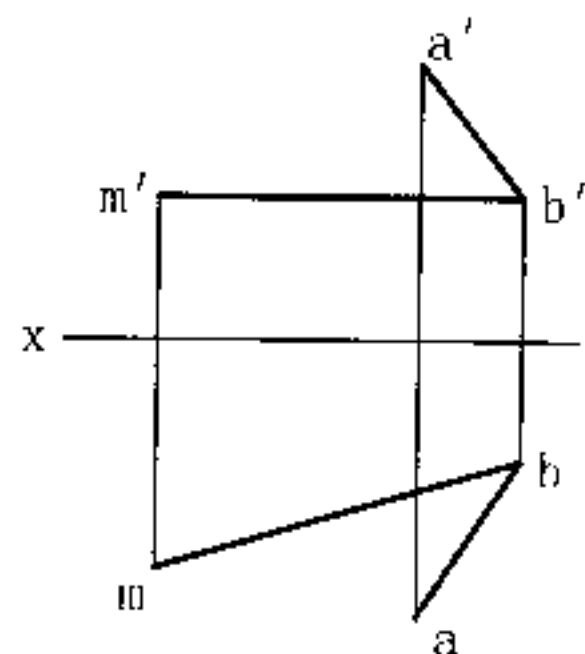


第四部分

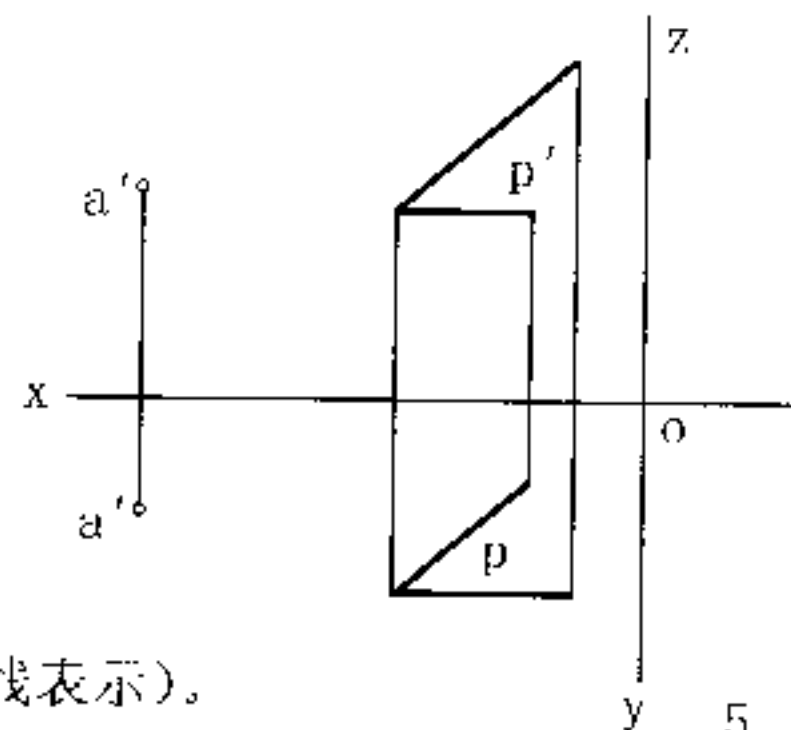
参 考 试 卷

参 考 试 卷 (一)

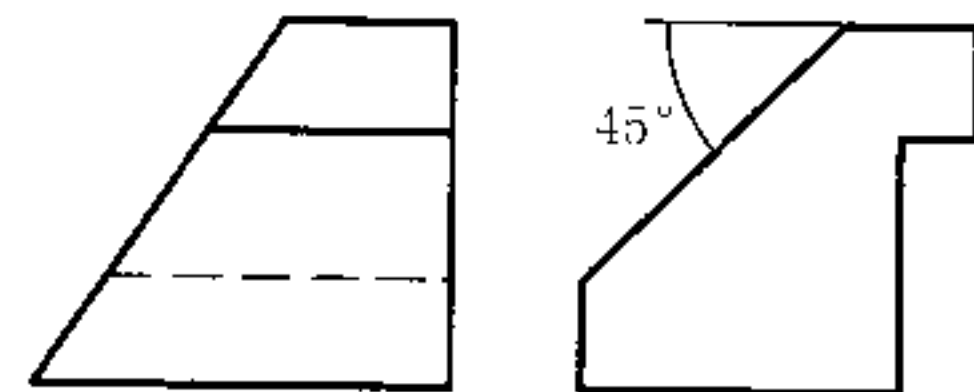
1. AB 为一直角三角形 ABC 的直角边, 其斜边 BC 在 BM 上, 作此直角三角形。



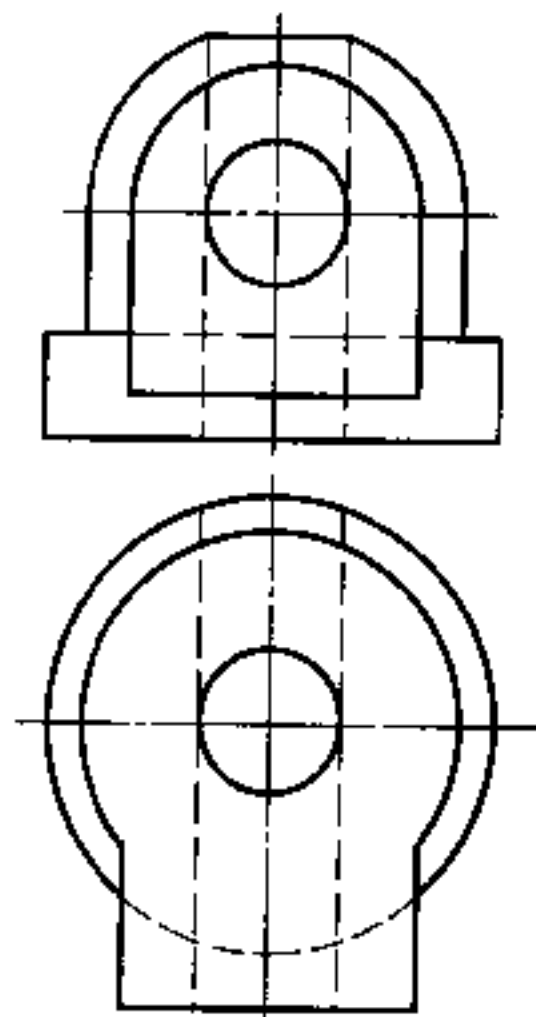
2. 过点 A 作一直线 L, 并要求 L 平行于 P 面, 而与 Z 轴的距离为 30mm, 试求 L 线的 V、H 投影 (只作一解)。



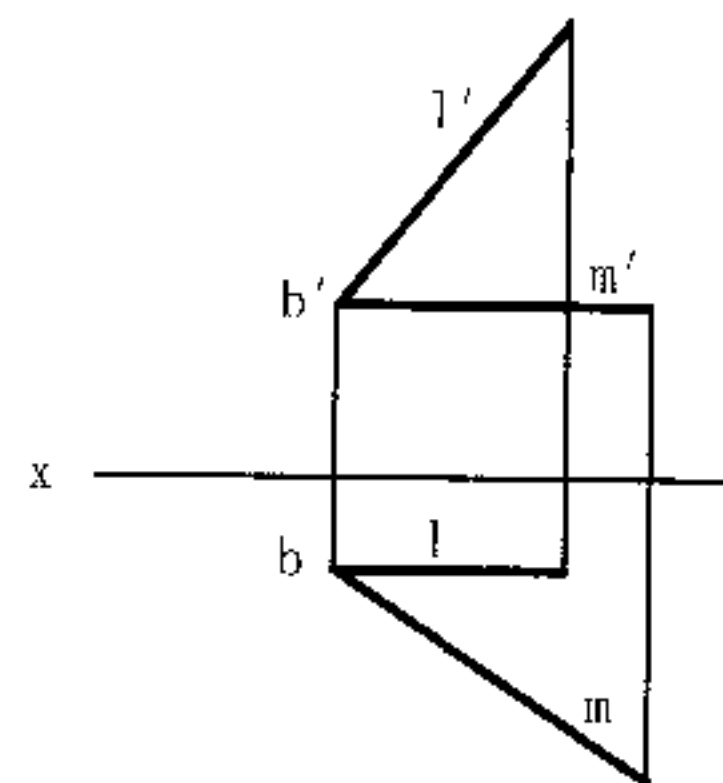
3. 完成 H 投影 (不可见部分用虚线表示) 及正等轴测投影。



4. 补全 H 投影, 并画出 W 投影 (不可见的部分用虚线表示)。

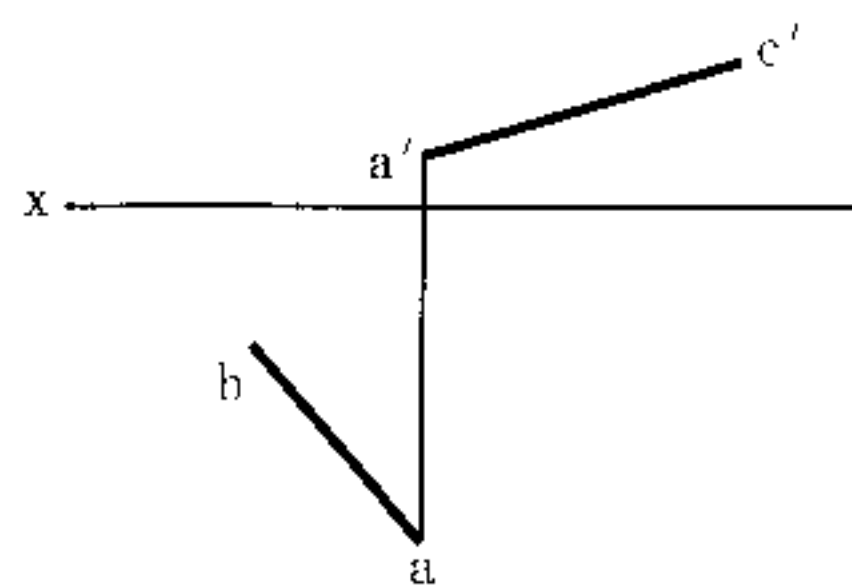


5. 已知平面 P (L × M), 试过点 B 作直线, 使其与 P、H 面的夹角皆为 30° , 并作出该直线在 P 面上的正投影 (V、H)。

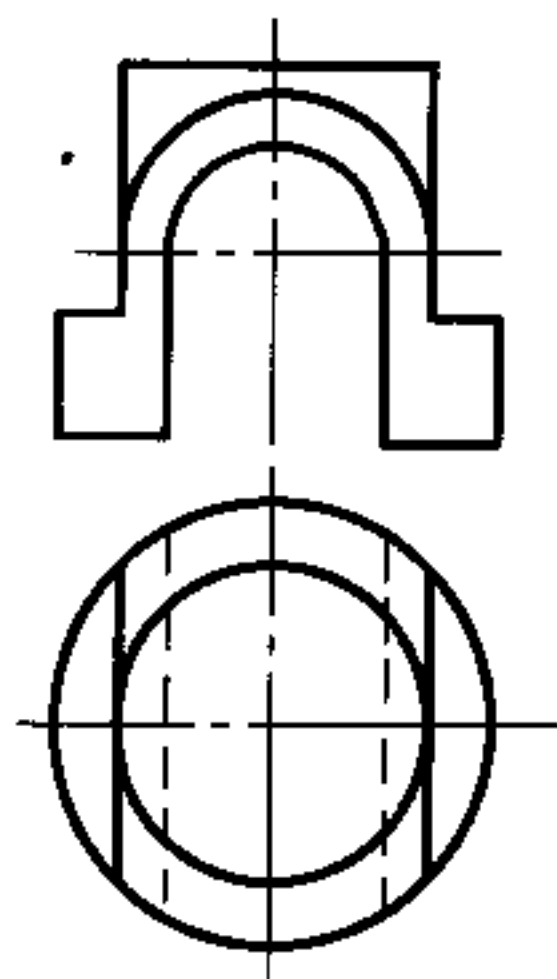


参 考 试 卷 (二)

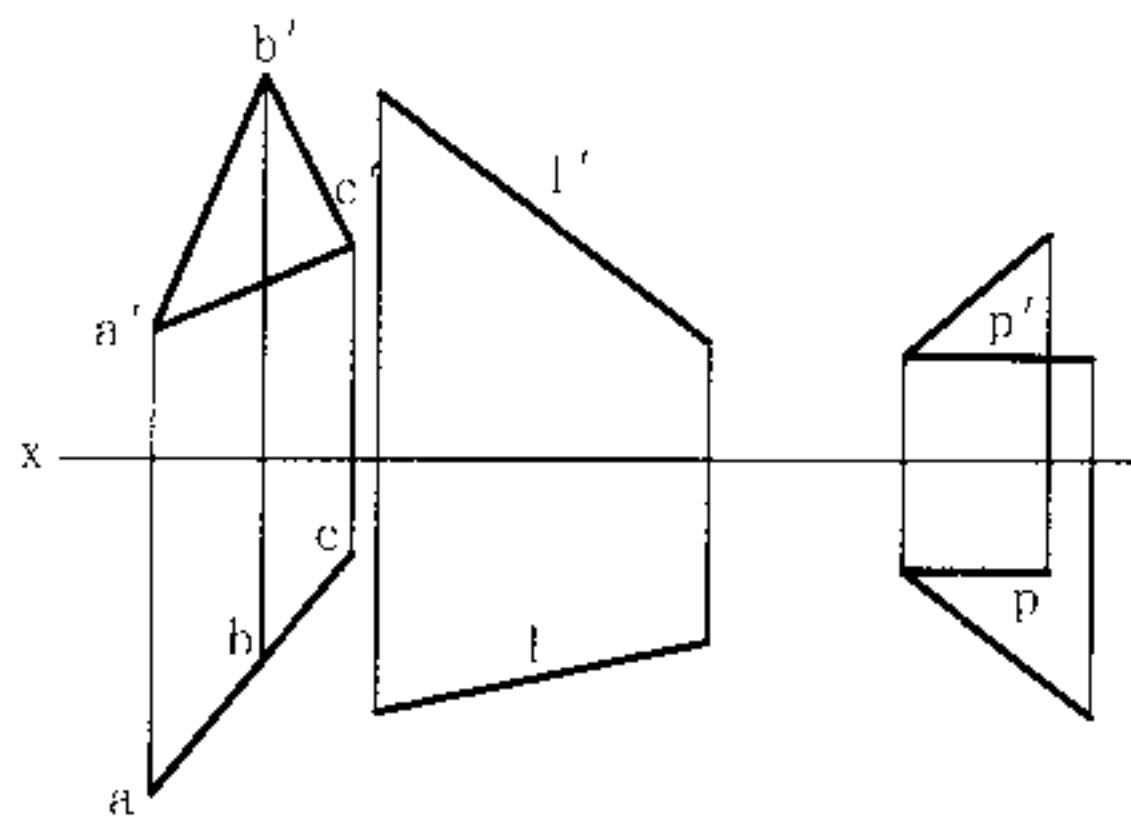
1. AB、AC 分别为直角三角形的两条直角边，AB 与 y 轴夹角为 60° ，试完成 $\triangle ABC$ 的 V、H 投影。



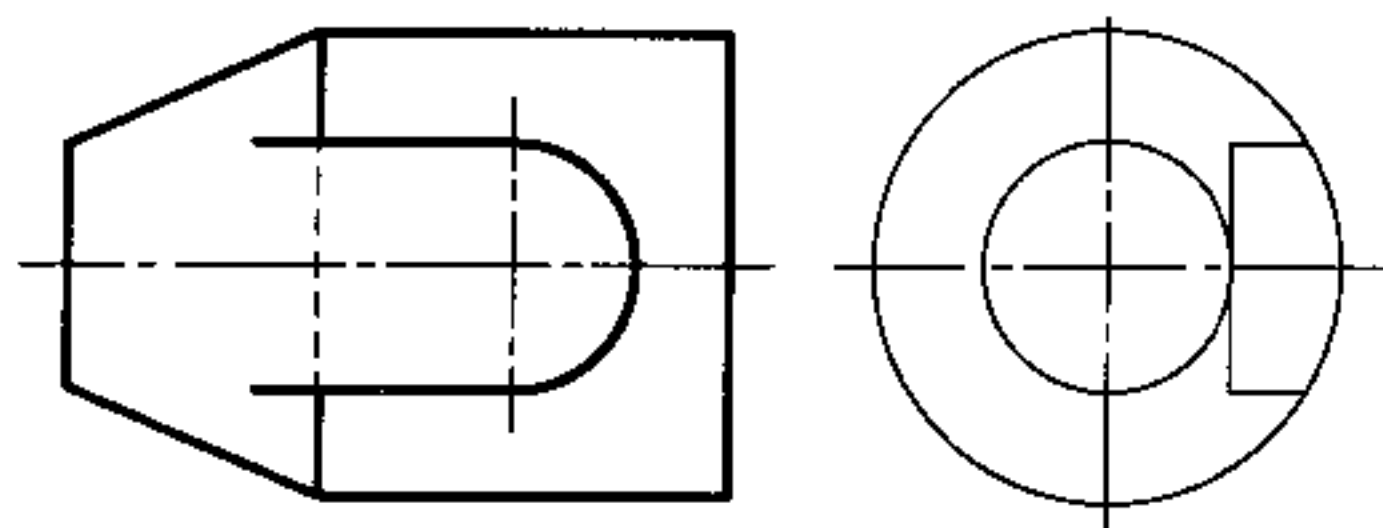
4. 完成 W 投影（包含虚线）并画出 CSG 树。



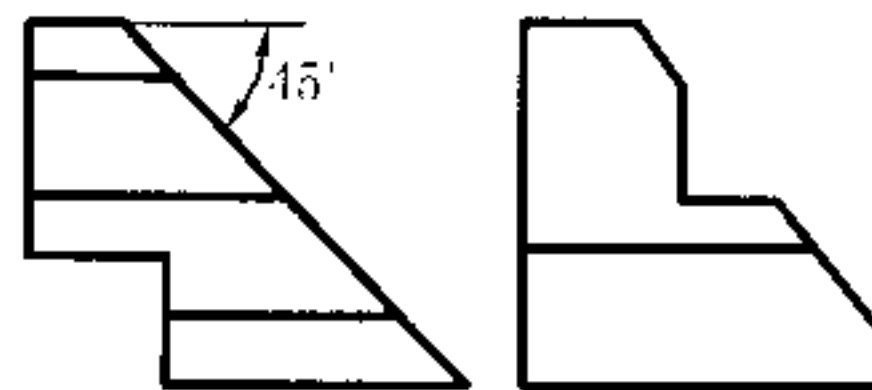
2. 求作一直线，使其与 l 线相交、与 $\triangle ABC$ 平行，并距 P 面为 40mm 。



5. 完成 V、H 投影（包含虚线）。

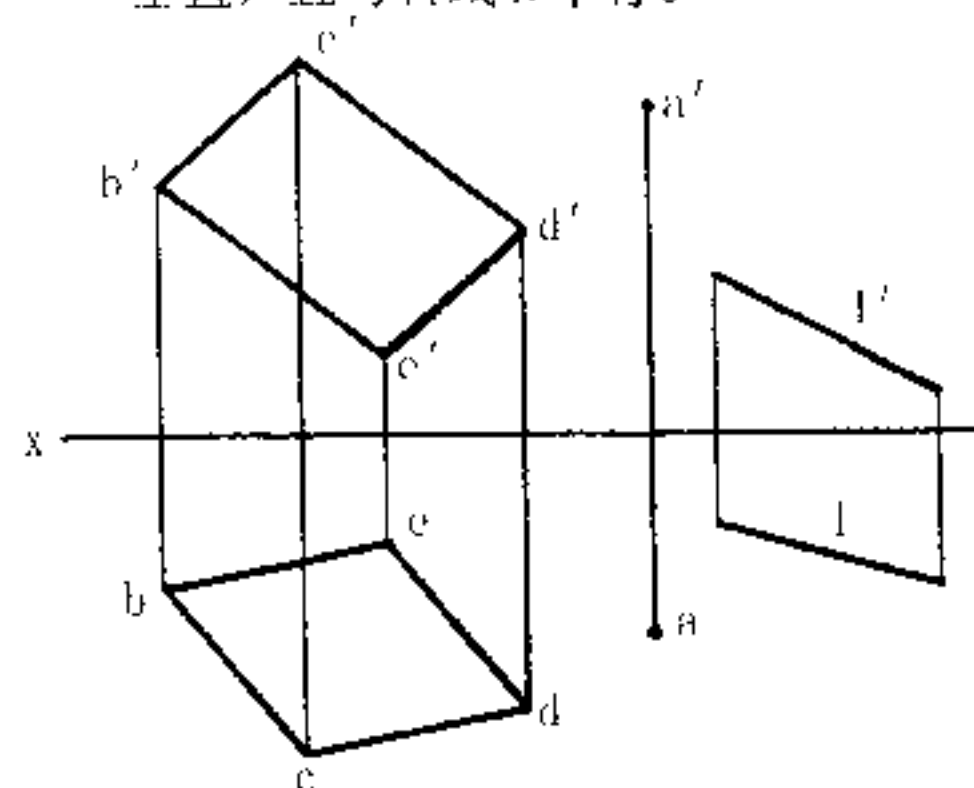


3. 完成立体的 H 投影（包含虚线）及其正等轴测图。

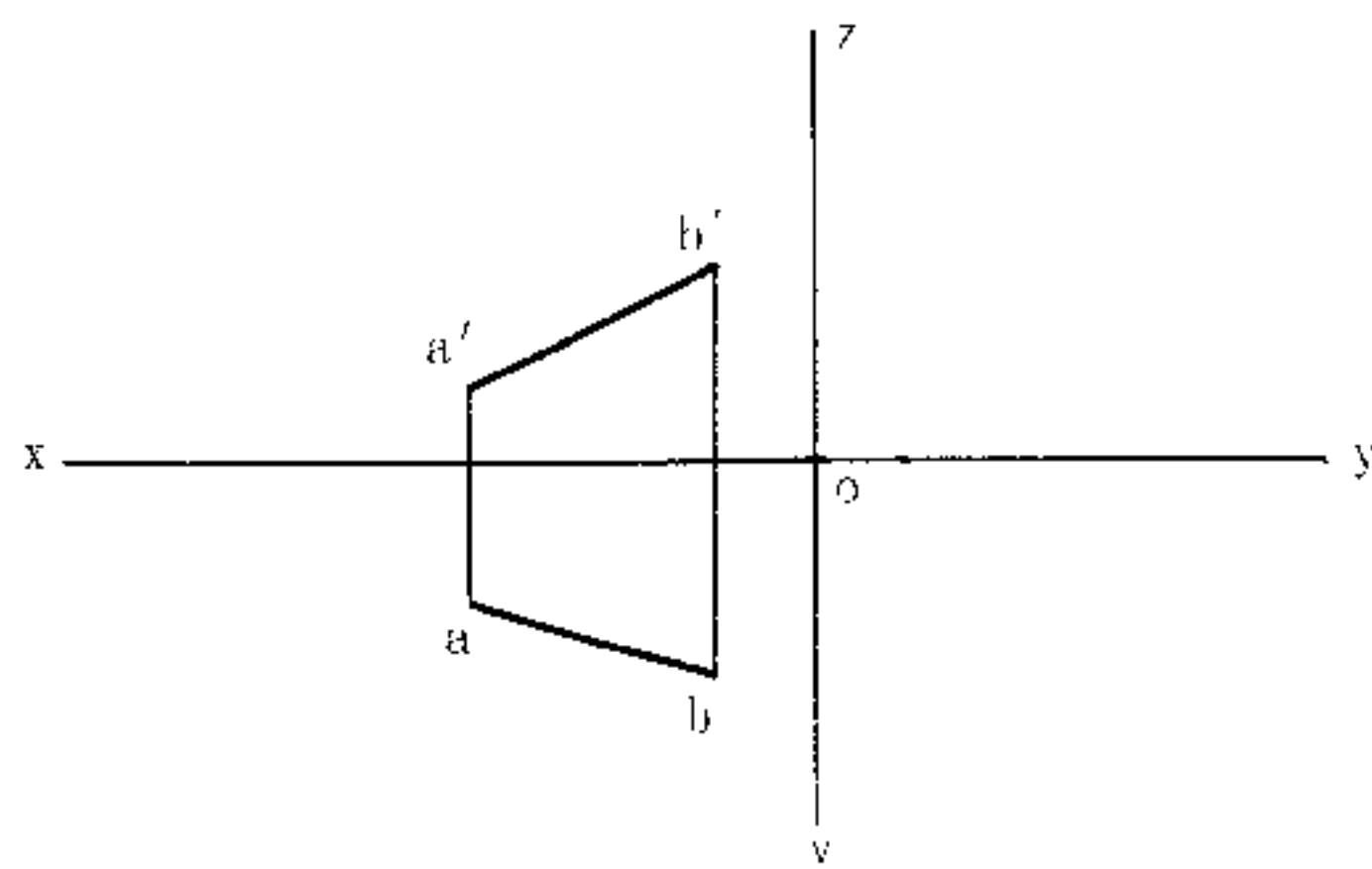


参 考 试 卷 (三)

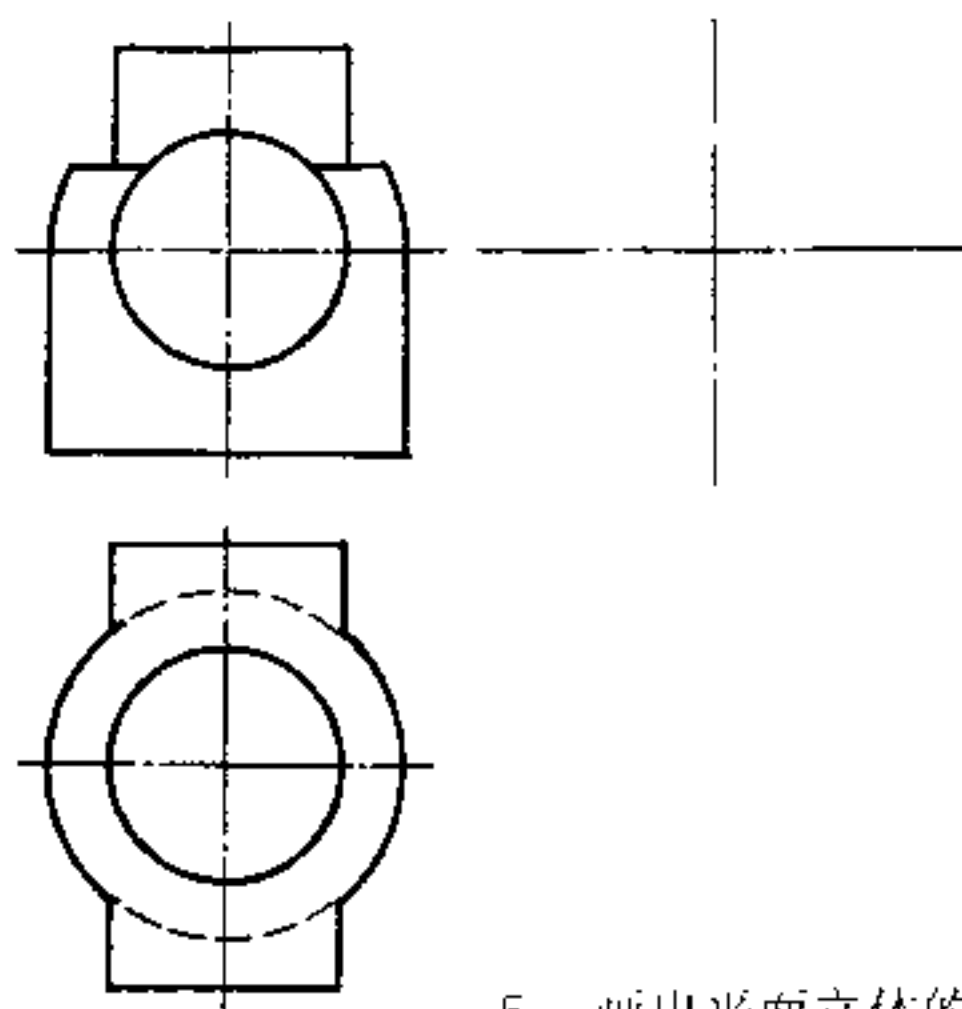
1. 过点A求作平面P, 使P与平行四边形BCDE垂直, 且与直线l平行。



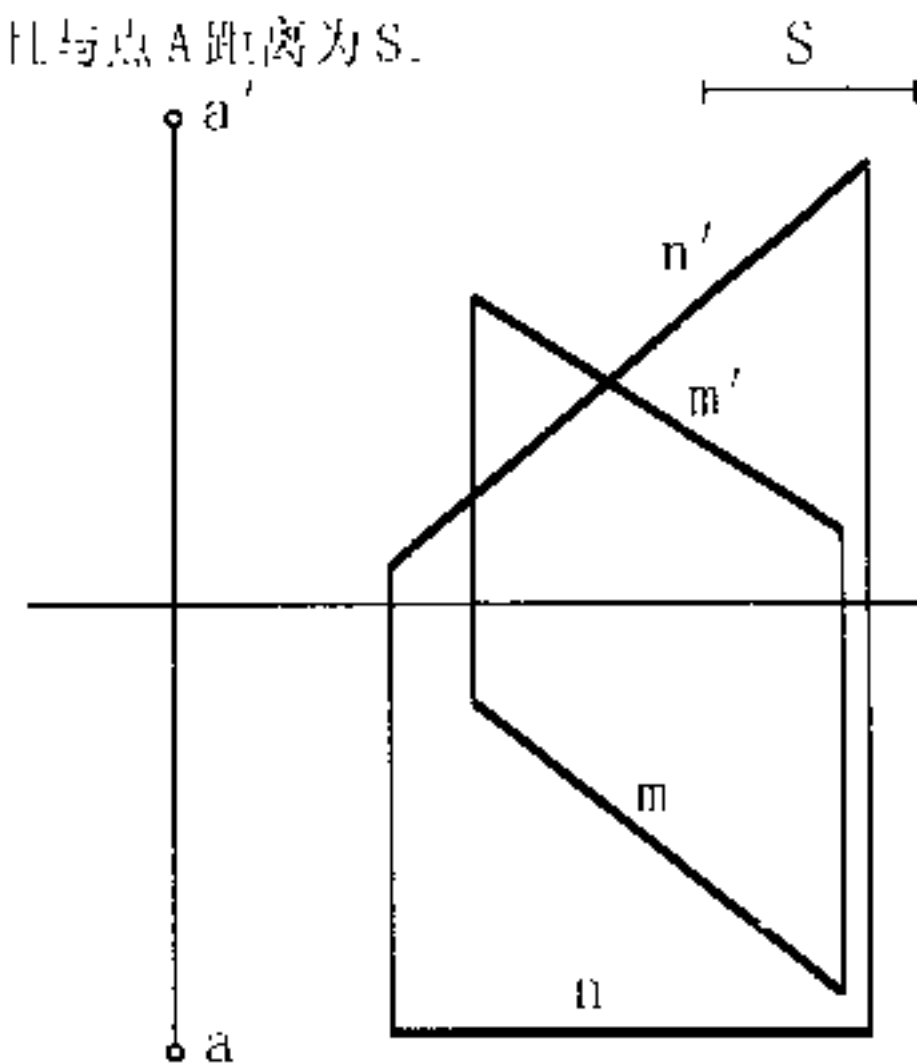
4. 过直线AB求作平面P, 使P分别与y轴、z轴相交, 且在y轴与z轴上有相等的截距。



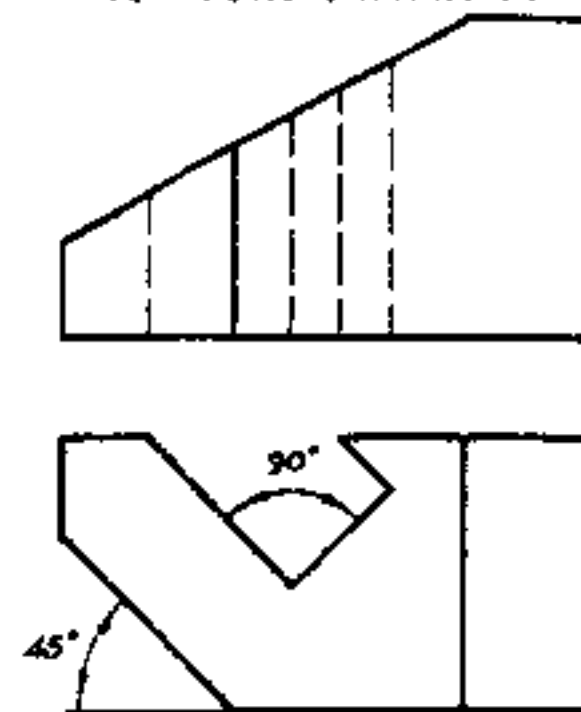
2. 补全H投影, 并画出W投影(包含虚线)。



3. 做一平面P平行M、N(N线平行V面)且与点A距离为S。

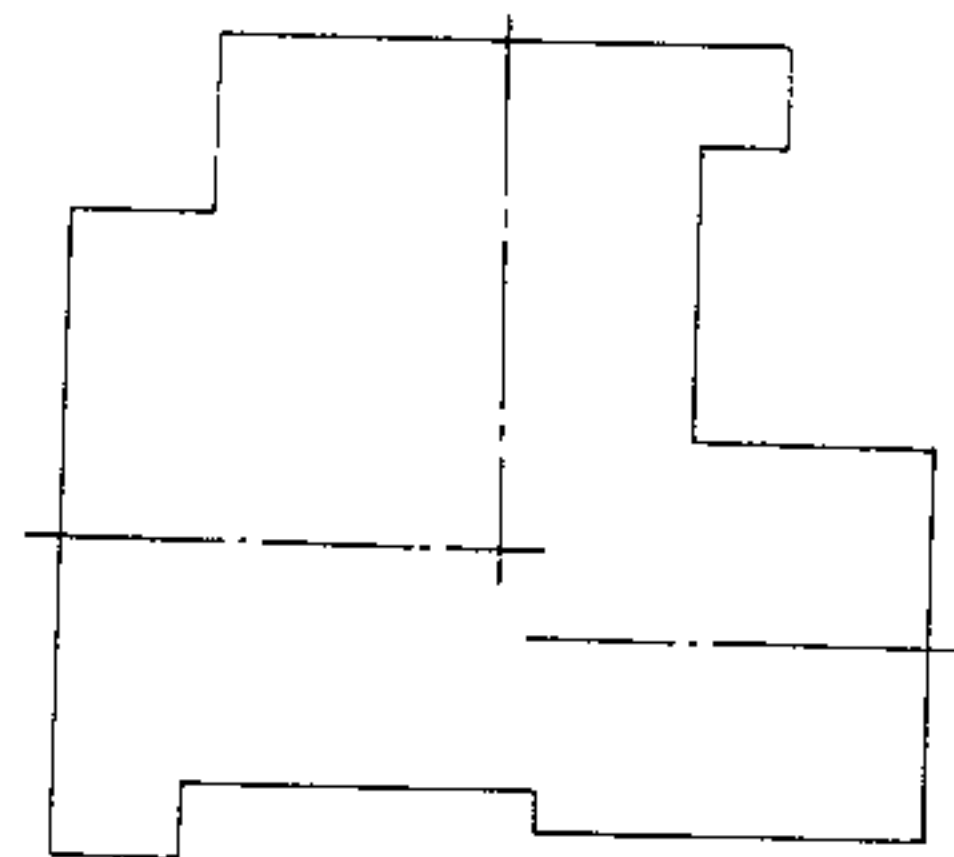
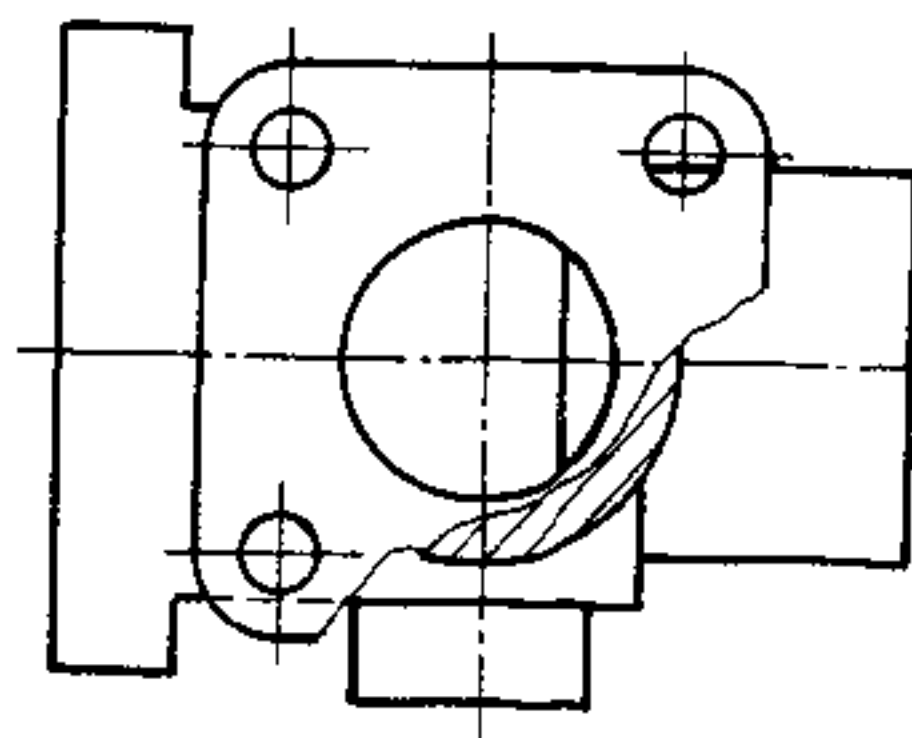
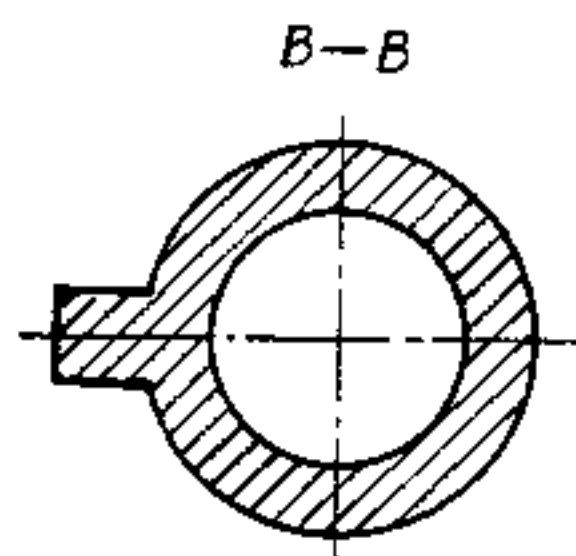
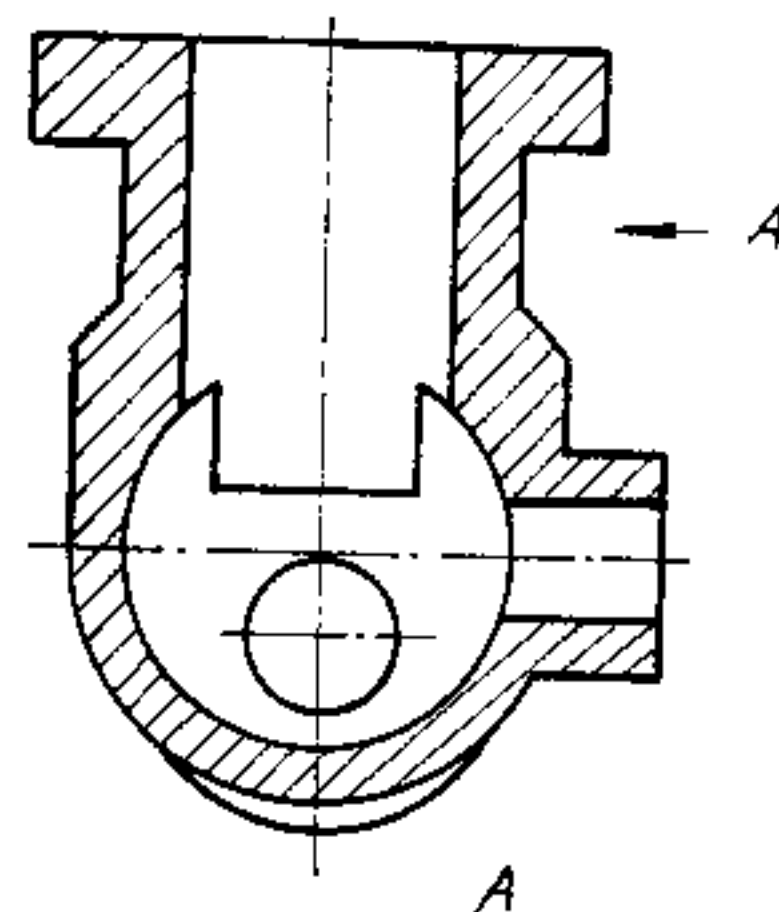
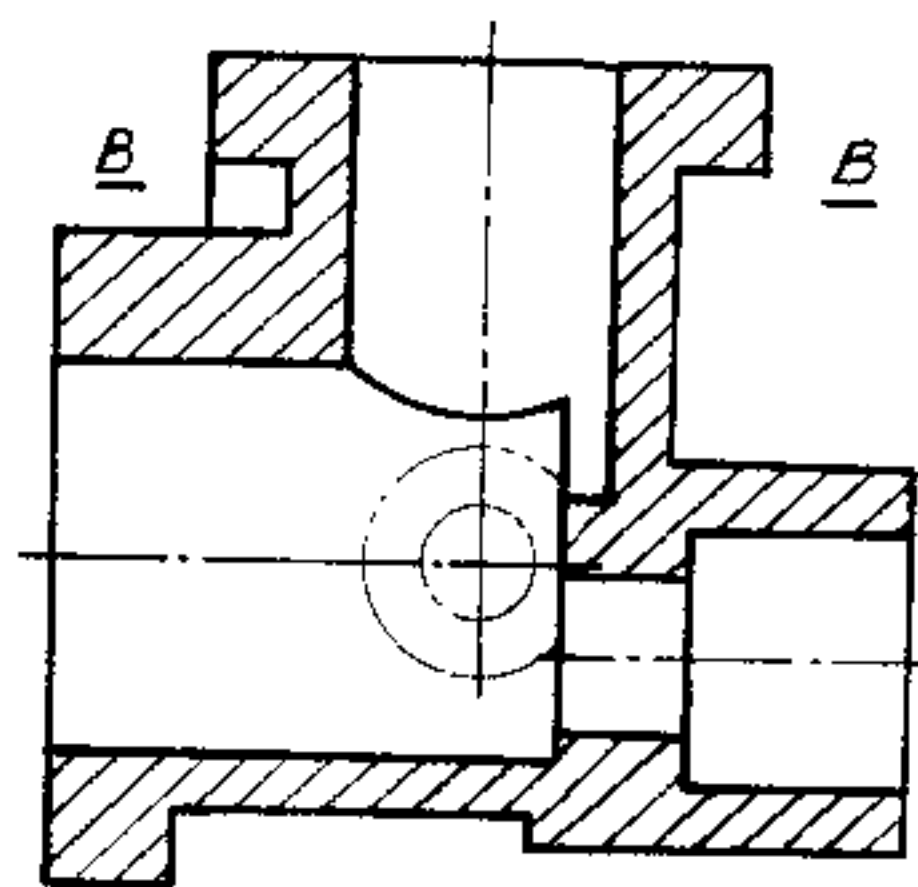
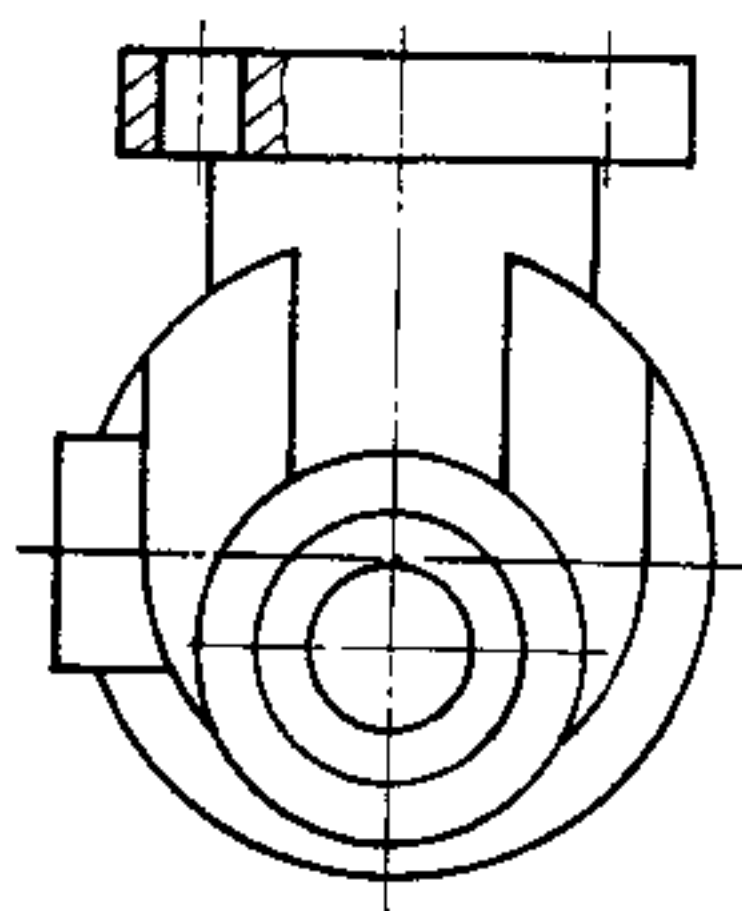


5. 画出平面立体的W投影(包含虚线)及正等轴测投影。



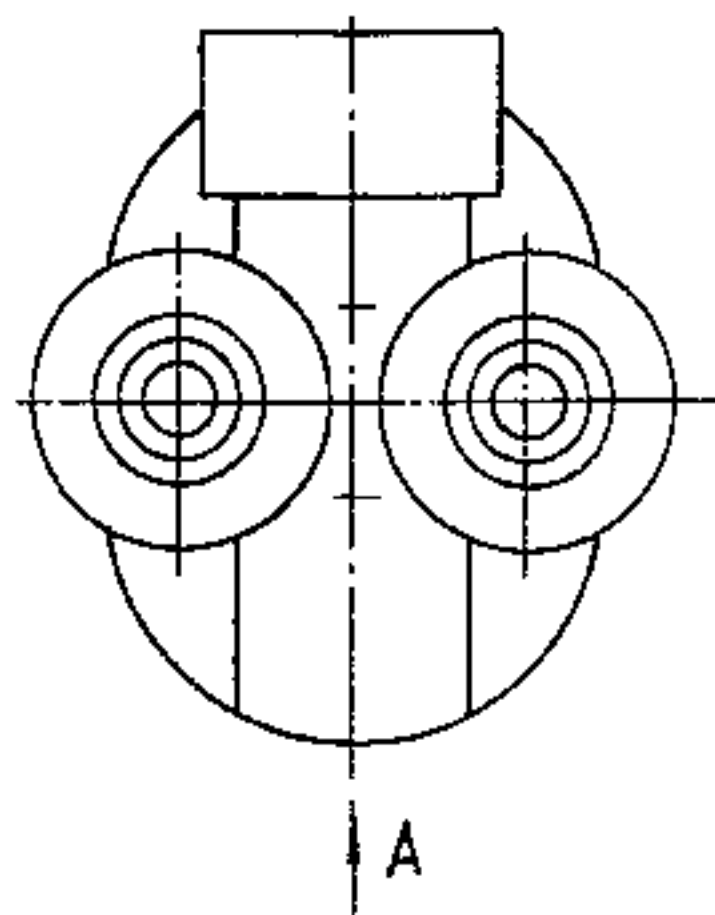
参 考 试 卷 (四)

1. 画零件A向视图。 2. 标注全部尺寸。

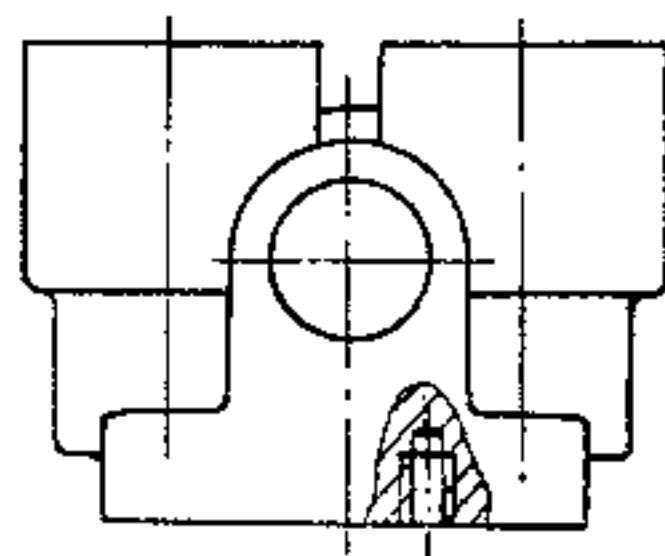


参 考 试 卷 (五)

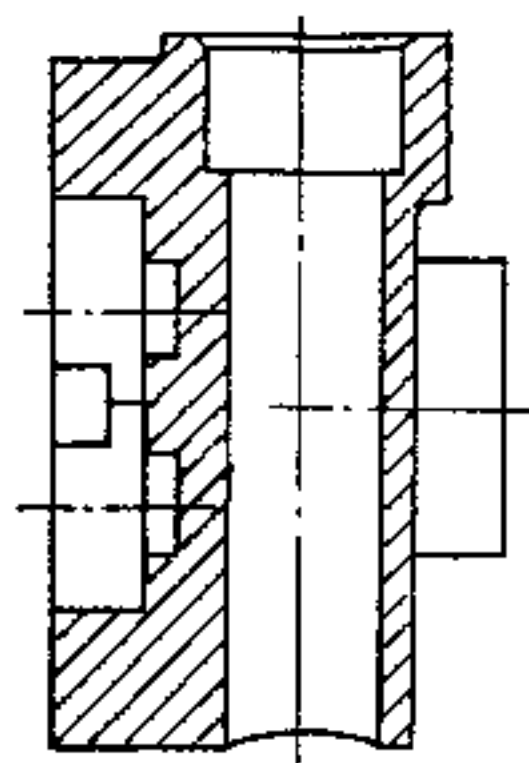
1. 画主视图外形图。 2. 标注全部尺寸。



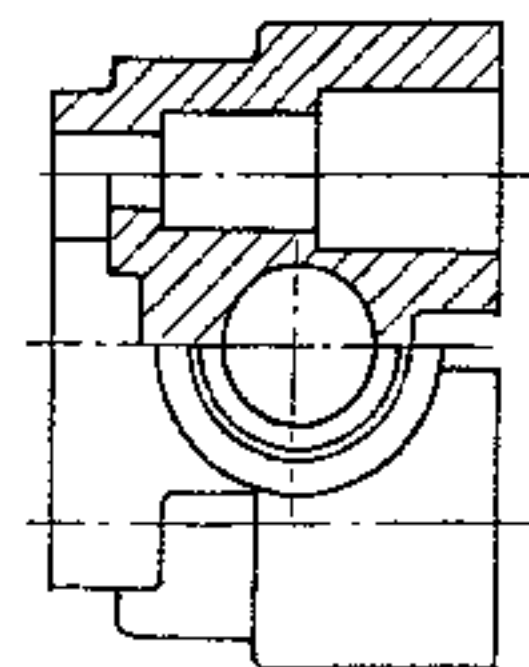
A



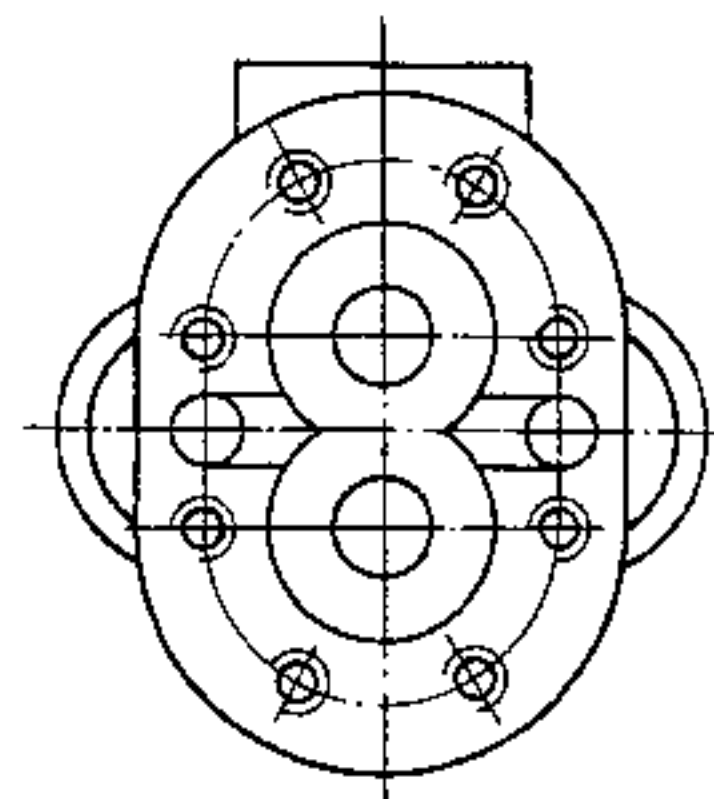
B



B — B



B



参 考 试 卷 (六)

在右下角线框内画主视图的外形图并标注尺寸。

