

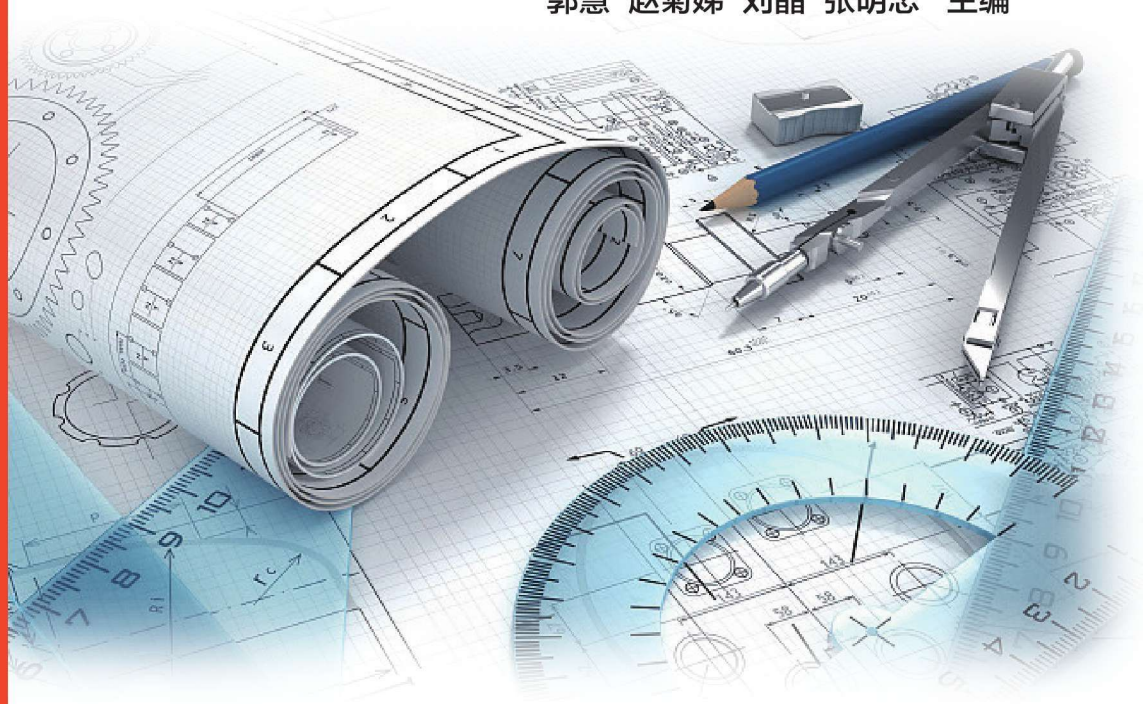


AXUE GONGCHENG ZHITU YINANTI JIEXI ZHIDAO

大学工程制图

疑难解析指导

郭慧 赵菊娣 刘晶 张明忠 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

大学工程制图疑难题解析指导

郭 慧 赵菊娣 刘 晶 张明忠 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

大学工程制图疑难题解析指导 / 郭慧等主编. —上海: 华东理工大学出版社, 2018.12

ISBN 978-7-5628-5586-6

I. ①大… II. ①郭… III. ①工程制图—高等学校—题解 IV. ①TB23-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 276236 号

策划编辑 / 徐知今

责任编辑 / 徐知今

装帧设计 / 徐 蓉

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: 021-64250306

网址: www.ecustpress.cn

邮箱: zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 上海展强印刷有限公司

开 本 / 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 / 15

字 数 / 324 千字

版 次 / 2018 年 12 月第 1 版

印 次 / 2018 年 12 月第 1 次

定 价 / 46.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

工程制图是工科类各专业的一门必修的技术基础课,其主要任务是培养学生具有一定的空间想象和思维能力,掌握按标准规定表达工程图样的实际技能,为学习后继的机械设计系列课程打下基础。同时它在培养学生形象思维、科学研究和创新能力等综合素质的过程中起着重要的作用。

为了帮助同学们学好工程制图,掌握绘制和阅读机械工程图样的能力,同时为了培养学生实现从平面图样(二维)与空间实体(三维)的相互转换的空间思维能力,以及自觉遵守国家标准的习惯和能力,华东理工大学工程图学与 CAD 技术研究室从教学实际和基本要求出发,结合近年来教学研究和教学改革的实践经验,编写了本书。本书针对学习工程制图中碰到的疑难问题,通过大量解题实例,帮助学生尽快培养空间思维能力,总结解题方法。本书既可作为工科类各专业学生学习工程制图课程的辅助教材,也可帮助教师归纳课程教学重点和思路,也是教师的教学参考书。

本书由郭慧、赵菊娣、刘晶、张明忠主编。全书共分 10 章,每章分为内容提要、解题要领、解题指导、自测题四个部分。参加编写的老师有郭慧(第 4 章、第 9 章、第 10 章)、赵菊娣(第 7 章)、刘晶(第 3 章)、张明忠(第 5 章、第 8 章)、马惠仙(第 2 章)、张纯楠(第 6 章)、傅琴(第 1 章)。

华东理工大学林大钧教授认真审阅了本书,提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,参考了一些同类书籍,在此向作者表示感谢。由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者

2018.8

目 录

1 基本几何元素的投影	1
1.1 内容提要	1
1.2 解题要领	1
1.3 解题指导	2
1.3.1 点的投影	2
【问题一】 已知点的空间位置(三维坐标),怎样绘制(二维)投影图?	2
【问题二】 已知点的相对坐标,怎样绘出点的投影图?	2
【问题三】 已知各点的两面投影怎样求第三面投影?	3
【问题四】 已知点的三个坐标,怎样求点的三面投影?	4
1.3.2 直线的投影	5
【问题五】 怎样根据定比定理,求直线上的点?	6
【问题六】 如何判断空间点是否在直线上?	6
【问题七】 怎样运用直角三角形法求直线的实长以及对投影面的倾角?	8
【问题八】 怎样利用已知条件,根据直角三角形法求其他未知投影?	8
【问题九】 根据两直线平行条件,且已知某坐标的求解。	10
【问题十】 怎样应用直角投影定理来解题?	11
1.3.3 平面的投影	12
【问题十一】 怎样根据菱形条件和垂直投影定理解题?	12
【问题十二】 怎样根据直线与平面平行条件解题?	13
【问题十三】 怎样根据重影点判别可见性?	14
【问题十四】 怎样利用辅助平面法求一般位置直线与平面的交点、交线?	15
【问题十五】 怎样根据直角投影定理,运用直角三角形法,求线段的实长?	16
【问题十六】 怎样作直线的垂直面?	17
【问题十七】 怎样根据已知条件,进行综合解题思路训练?	19
1.3.4 换面法	21
【问题十八】 怎样利用换面法求直线实长与夹角?	22

【问题十九】 怎样利用换面法求平面实形?	22
【问题二十】 怎样利用换面法求空间两直线的距离?	24
【问题二十一】 怎样利用换面法求两平面之间夹角?	27
1.4 自测题	29
2 平面与立体、立体与立体相交交线的投影	31
2.1 内容提要	31
2.2 解题要领	31
2.3 解题指导	34
2.3.1 立体的投影及表面上取点、取线	34
【问题一】 如何求棱柱体表面点的投影?	34
【问题二】 怎么求棱锥体表面点、线的投影?	34
【问题三】 怎样求曲面立体投影及表面点、线的投影?	35
2.3.2 平面与立体表面相交,求截交线的投影	37
【问题四】 什么是截交线,怎样求平面立体被截切后的截交线?	37
【问题五】 圆柱被切割可分几种形式,交线形状是什么,怎样求截交线?	38
【问题六】 圆锥被切割可分几种形式,截交线形状分别是什么,怎么求截交线?	41
【问题七】 圆球被切割的形式有几种,截交线形状分别是什么,怎样求截交线?	44
2.3.3 立体与立体表面相交,求相贯线的投影	46
【问题八】 什么是相贯线,怎样求平面立体和平面立体、平面立体和曲面立体相交 产生的交线?	46
【问题九】 圆柱和圆柱相交可分几种情况,怎样求它们之间相交产生的相贯线?	48
【问题十】 分析圆柱和圆锥、圆柱和圆球相交的情况,怎样求它们之间相交产生的 相贯线?	51
【问题十一】 立体相交时,如果没有相贯线的已知投影,怎样求相贯线?	53
2.4 自测题	55
3 组合体	58
3.1 内容提要	58
3.2 解题要领	58
3.3 解题指导	59
3.3.1 绘制组合体三视图	59
【问题一】 如何根据立体图绘制基本三视图?	59
3.3.2 组合体的尺寸标注	62
【问题二】 已知两个基本视图,如何标注尺寸?	62
【问题三】 如何查找并更正错误的尺寸标注?	64

【问题四】 根据轴测图如何标注尺寸?	65
3.3.3 补全视图中所缺的图线	68
【问题五】 如何补画视图中漏画的图线?	68
3.3.4 根据两视图补画第三视图	73
【问题六】 如何根据主视图和左视图补画俯视图?	73
【问题七】 如何根据主视图和俯视图补画左视图?	75
【问题八】 如何根据俯视图和左视图补画主视图?	77
【问题九】 如何绘制两个直径相等的圆柱相贯和两个直径不等的圆柱相贯?	78
【问题十】 对于拱形柱及键槽,如何读图和绘图?	79
【问题十一】 如何利用形体分析法读图和绘图?	80
【问题十二】 以堆积组合方式形成的组合体,如何补画视图?	81
【问题十三】 以相交组合方式形成的组合体,如何补画视图?	82
【问题十四】 以相切组合方式形成的组合体,如何补画视图?	83
【问题十五】 拱形槽与圆柱相交,如何绘制视图?	84
【问题十六】 如何绘制组合形体中的三角肋板的视图?	86
【问题十七】 如何绘制复杂组合形体中的视图?	87
3.4 自测题	88
4 制图的基本规定和技能	91
4.1 内容提要	91
4.2 解题要领	93
4.3 解题指导	97
【问题一】 国家标准对图纸图幅的大小有何规定?	97
【问题二】 国家标准对标题栏有何规定?	97
【问题三】 国家标准对绘图比例有何规定?	97
【问题四】 国家标准对字体有何规定?	97
【问题五】 国家标准对绘图图线有何规定?	97
【问题六】 什么叫已知线段,什么叫连接圆弧?	98
4.4 自测题	98
5 轴测投影图	99
5.1 内容提要	99
5.2 解题要领	99
5.3 解题指导	103
【问题一】 怎样绘制正等测图?	103
【问题二】 正等测图的轴向伸缩系数和轴间角是多少?	105

【问题三】 斜二测图的轴向伸缩系数和轴间角是多少?	105
5.4 自测题	105
6 机件常用的表达方法	107
6.1 内容提要	107
6.2 解题要领	107
6.3 解题指导	108
6.3.1 视图	108
【问题一】 六个基本视图之间的对应关系是怎样的?	108
【问题二】 分析向视图与基本视图的关系。向视图读图关键是什么?	110
【问题三】 斜视图是局部视图吗?	110
【问题四】 斜视图与局部视图有何区别?	111
6.3.2 剖视图	112
【问题五】 全剖视图中,怎样区别剖面线和剖切后部结构?	112
【问题六】 如何绘制台阶处常出现的各种相切及相交产生的交线?	113
【问题七】 将基本视图改画为全剖视图的作图步骤是什么?	114
【问题八】 半剖视图的作图步骤是什么?	116
【问题九】 剖视图中肋板画法及注意事项。	117
【问题十】 复杂组合体的剖视图画法。	119
【问题十一】 局部视图画法及注意事项。常见错误有哪些?	120
【问题十二】 几个平行的平面剖切的标注特点是什么?	121
【问题十三】 如何合理确定局部剖切区域?	122
【问题十四】 如何绘制几个相交平面剖切剖视图?	123
【问题十五】 投影面垂直面如何剖切?	124
6.3.3 断面图	126
【问题十六】 移出断面图的标注要注意什么?	126
【问题十七】 怎样区别肋板的移出断面图和重合断面图?	127
【问题十八】 肋板的移出断面图和重合断面图可以采用局部视图或全剖视图来 表达吗?	127
6.3.4 视图综合表达	128
【问题十九】 什么叫外形图,怎么画机件的外形图?	128
6.4 自测题	131
7 零件图	132
7.1 内容提要	132
7.2 解题要领	133

7.3 解题指导	134
7.3.1 由轴测图画零件图	134
【问题一】 怎样根据零件的内外结构形状、特征及它们之间的相对位置用恰当的表达式完整、清楚地表达零件的所有结构形状及特征?	134
【问题二】 怎样进行主视图的选择、视图数量的确定以及表达方案的选择,使看图方便,画图简便?	134
【问题三】 如何合理选择基准,如何做到正确、完整、清晰、合理地标注零件的尺寸?	134
【问题四】 如何正确标注零件图上的技术要求?	134
7.3.2 表面结构的表示法	140
【问题五】 怎样正确标注零件的表面粗糙度?	140
【问题六】 如何避免常见的标注错误?	140
7.3.3 极限与配合	142
【问题七】 怎样正确理解配合代号的含义? 配合种类有哪些?	142
【问题八】 怎样根据配合尺寸查出偏差值并标注在零件图上?	142
7.3.4 读零件图	143
【问题九】 怎样正确读懂零件图的结构和形状?	144
【问题十】 怎样正确理解零件尺寸的基准?	144
【问题十一】 如何正确理解零件的尺寸大小、制造和检验的技术要求?	144
7.4 自测题	159
8 标准件与常用件	160
8.1 内容提要	160
8.2 解题要领	161
8.3 解题指导	161
8.3.1 螺纹与螺纹紧固件	161
【问题一】 如何通过查阅国家标准获得螺纹大径、螺距、导程等数据?	161
【问题二】 如何标注螺纹尺寸?	162
【问题三】 绘制螺纹时常会出现哪些错误?	165
8.3.2 齿轮	168
【问题四】 绘制齿轮时齿顶圆、齿根圆、分度圆的绘制有何规定?	168
8.3.3 轴承	170
【问题五】 如何按规定画法绘制轴承?	170
8.3.4 键连接	171
【问题六】 绘制键连接图时应注意什么问题,如何查表绘制键连接图?	171
【问题七】 绘制键、螺栓、紧定螺钉和销连接时通常容易犯哪些错误?	173

8.4 自测题	174
9 装配图	176
9.1 内容提要	176
9.2 解题要领	178
9.3 解题指导	179
9.3.1 由零件图拼画装配图	179
【问题一】 由零件图拼画装配图有哪些步骤,如何选择主视图及其表达方案?	179
【问题二】 如何分析装配体上装配线的结构,绘制装配图时有哪些要注意的 问题?	179
【问题三】 装配关系的表达方法有哪些规定?	179
9.3.2 阅读装配图和由装配图拆画零件图	185
【问题四】 如何阅读装配图;怎样由装配图拆画零件图;拆画零件图一般有 几个步骤?	185
【问题五】 如何从装配图中分离各个零件,综合想象部件整体结构有哪三个 原则?	185
9.4 自测题	197
10 模拟试卷及参考答案	199
工程制图(2学分、3学分)期终考试试卷	199
工程制图机械类(上)期终考试试卷	204
工程制图机械类(下)期终考试试卷	209
工程制图(2学分、3学分)期终考试试卷答案	213
工程制图机械类(上)期终考试试卷答案	218
工程制图机械类(下)期终考试试卷答案	224
参考文献	228

1 基本几何元素的投影

1.1 内容提要

本章要求学生根据正投影的原理,掌握正投影的投影特性和投影规律,为绘制工程图样提供基础理论知识。通过实例论述了空间几何元素点、直线、平面的投影及有关投影的几个重要性质、定理;讨论了点、直线、平面之间的相对位置及其投影规律。

要求熟练掌握以下基本概念:

投影特性	{	正投影的平行性、真实性、积聚性和类似性;
		点、直线、平面的投影特点;
		直角三角形法求直线实长和倾角;
		直角三角形法求平面实形和倾角。
相对位置 (平行、相交、垂直)	{	两点间的相对位置、重影点概念;
		点在直线上的从属性、定比性;
		两直线平行、相交、交叉的投影特点及判别;
		两直线垂直的投影特点及判别(直角投影定理);
		平面上取点和直线的方法(从属性);
		直线与平面平行、相交、垂直的投影作图;
	{	平面与平面平行、相交、垂直的投影作图。

本章主要通过作图方法,解决以下问题:

- (1) 求空间点 $A(x, y, z)$ 在三面投影体系的投影 $A(a, a', a'')$;
- (2) 求一般位置直线的实长和倾角;
- (3) 根据直线上点的从属性和定比性,在直线上取点;
- (4) 在已知平面上取点和直线;
- (5) 求直线与平面相交的交点、两平面相交的交线;
- (6) 求解直线与平面平行、平面与平面平行的基本作图问题;
- (7) 求解直线与平面垂直、平面与平面垂直的基本作图问题。

1.2 解题要领

首先必须掌握正确的思维方法——空间思维(包含逻辑思维和形象思维)。基本概念和基本原理要理解透彻,灵活应用。应从题给条件及要求出发,根据投影的基本理论、性

质、定理,充分运用平面几何、立体几何知识,分析题给条件的几何要素在空间的位置,几何要素之间的相对位置关系以及它们在投影图上的反映,确定解题方法及步骤。解题时要求题目理解准确,理论运用熟练,解题思路清晰,作图步骤清楚。

要注重训练和提高自己的空间想象、空间分析和空间构思能力,要多做题,多画图,多读图,多想象,通过由物到图、由图到物、物图对照等方法,逐步培养空间想象能力,能从二维图形想象出三维形状,将物体的三维形状正确表达出二维图形。

1.3 解题指导

1.3.1 点的投影

【问题一】 已知点的空间位置(三维坐标),怎样绘制(二维)投影图?

1-1 已知点的空间位置,试作投影图(以 mm 为单位)。

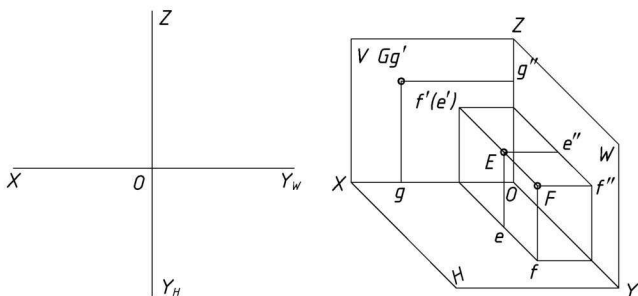


图 1-1(a)

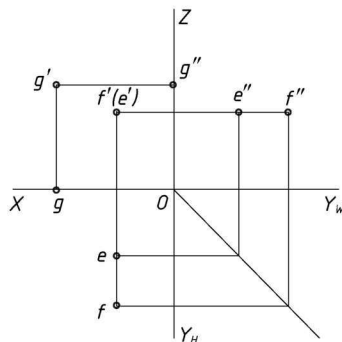


图 1-1(b)

【解题分析】

图 1-1(a)已知点的空间位置,点 E、点 F 为一般位置点,沿着 X、Y、Z 轴的方向量取各点的坐标值,即可作出各点的投影。点 E、点 F 为 V 面的重影点,重影点还需判别可见性, $F_y > E_y$, e' 不可见。点 G 的 y 坐标为 O,因此该点在 V 面上。

【作图步骤】

- (1) 沿着 X, Y, Z 轴的方向,分别量取各点的坐标值,即可作出各点的投影。
- (2) $F_y > E_y$, e' 不可见,应加括号,即 (e') 。
- (3) 作图时,可先做 45° 辅助作图线。

答案如图 1-1(b)所示。

【问题二】 已知点的相对坐标,怎样绘出点的投影图?

1-2 已知点 B 在点 A 左方 5 mm、下方 15 mm、前方 10 mm,点 C 在点 A 正前方 15 mm,试作点 B、点 C 的三面投影。

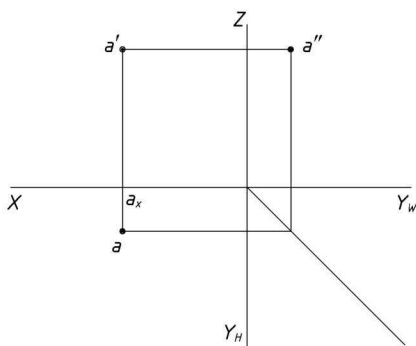


图 1-2(a)

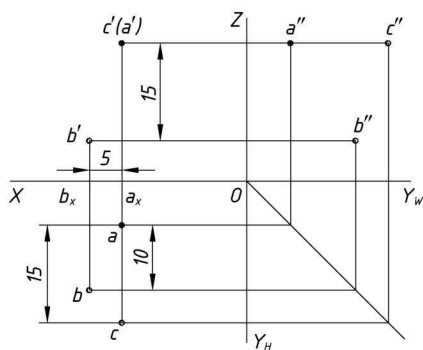


图 1-2(b)

【解题分析】

图 1-2(a) 已知点 A 的三面投影, 根据题意可知, 点 A 、点 B 、点 C 均为一般位置点, 空间位置点 B 在点 A 左、下、前方。点 C 在点 A 正前方, 其与点 A 的 x 、 z 坐标重合, $C_y > A_y$, C 、 A 两点在 V 面上形成重影点。

【作图步骤】

- (1) 从 a_x 沿 X 轴的方向向左量取 5 mm, 得 b_x , 过 b_x 作 X 轴垂线;
- (2) 过 a 在 aa' 的向下延长线上量取 10 mm, 作 aa' 垂线, 与过 b_x 所作的垂线相交, 得 b ;
- (3) 同理, 过 a' 向下量取 15 mm 作 aa' 的垂线, 与过 b_x 所作的垂线相交, 得 b' ;
- (4) 过 b 和 b' , 分别向侧面(W 面)作投影连线, 其相交的交点, 就是所求的 b'' ;
- (5) 过 a 沿 $a'a$ 的延长线量取 15 mm, 得 c , 过 a' 作 Z 轴的垂线, 得 c'' 。 c' 与 a' 是重影点, 对重影点还需判别可见性。至于 a' 、 c' 可见性的判别, 由于 $y_c > y_a$, 故 a' 不可见, 应加括号, 即 (a') 。

答案如图 1-2(b) 所示。

【问题三】 已知各点的两面投影怎样求第三面投影?

1-3 已知图 1-3(a) 各点的两面投影, 试画出第三面投影。

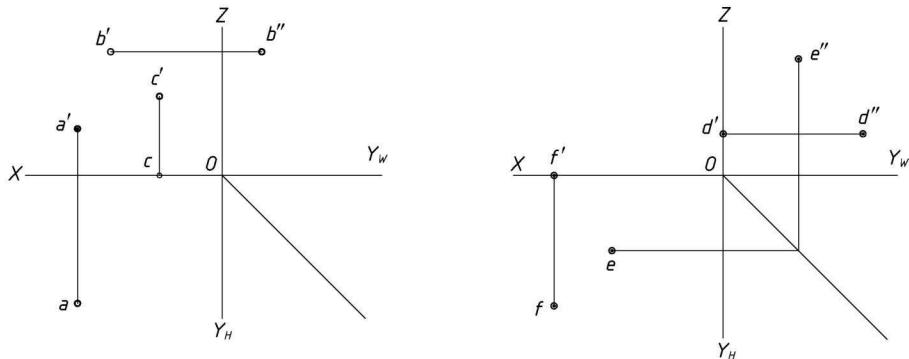


图 1-3(a)

【解题分析】

图 1-3(a) 已知点的两面投影, 可分析出点的空间位置, 点 A 、 B 、 E 为一般位置点; 点 C 、 D 、 F 为特殊位置点。点 C 在 V 面上, 它的 Y 坐标为 0, c'' 在 Z 轴上; 点 D 在 W 面上, 它的 X 坐标为 0, d' 在 Z 轴上; 点 F 在 H 面上, 它的 Z 坐标为 0, f'' 在 Y_w 轴上。

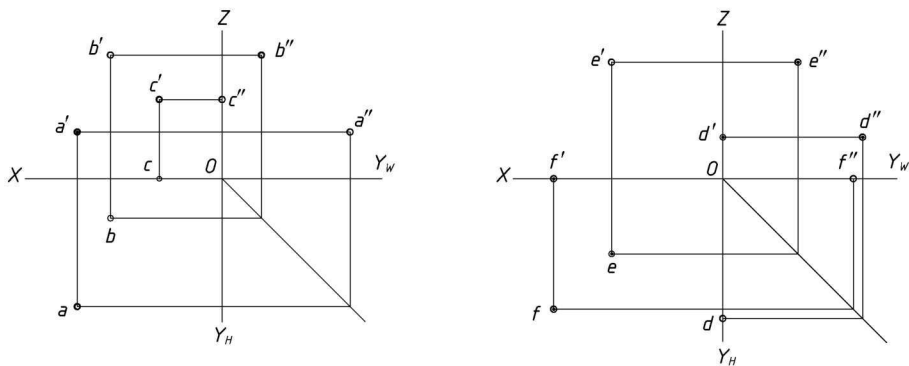


图 1-3(b)

【作图步骤】

(1) 按点的投影规律, 知二求三, 作出一般位置点 A 、 B 、 E 的另一投影;

(2) 对于特殊点 C 、 D 、 F 的求法: 过 c' 作 Z 轴的垂线, 垂线与 Z 轴的交点即为 c'' ; 过 d'' 作 Y_w 轴的垂线并延伸至 45° 斜线, 再从交点处作平行于 Y_w 轴的直线, 与 Y_H 轴的交点即为 d ; 过 d'' 作 Z 轴的垂线, 与 Z 轴的交点即为 d' ; 同理, 再分别求得 f' 和 f'' 。答案如图 1-3(b) 所示。

【问题四】 已知点的三个坐标, 怎样求点的三面投影?

1-4 已知点 A 的坐标为 $(30, 15, 20)$, 点 B 的坐标为 $(30, 0, 10)$, 试在图 1-4(a) 上作它们的投影图。

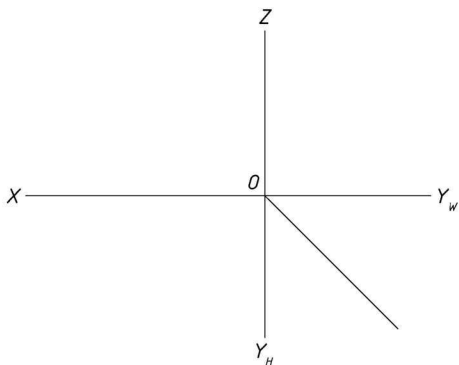


图 1-4(a)

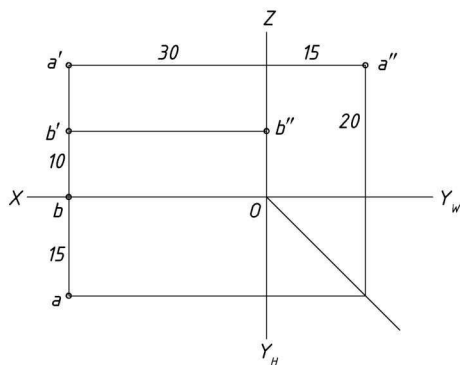


图 1-4(b)

【解题分析】

空间点及投影与点的坐标的关系为: $A(x, y, z)$, $a(x, y, 0)$, $a'(x, 0, z)$, $a''(0,$

y, z)。所以,已知空间点的三个坐标可以得到三投影面体系的唯一一组投影,由已知点的一组投影即可确定该点在空间的坐标值以及该点的空间位置。

【作图步骤】

(1) 过点 O 作 45° 辅助作图线。

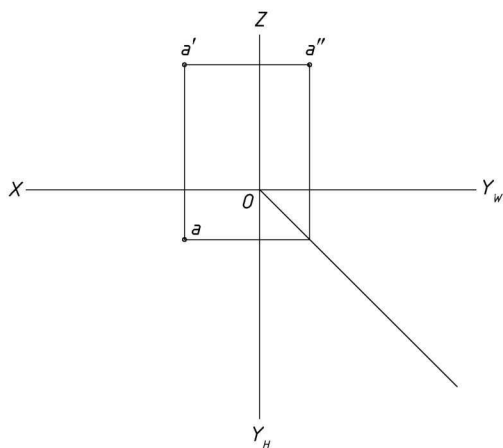
(2) 分别在 X 、 Z 轴上量取 $(30, 15, 20)$, 根据投影规律, 可得到 $A(a, a', a'')$ 。

(3) 点 B 的坐标 Y 为 0, 点 B 在 V 面上, b 在 X 轴上, b'' 在 Z 轴上, b' 在 V 面上。

答案如图 1-4(b) 所示。

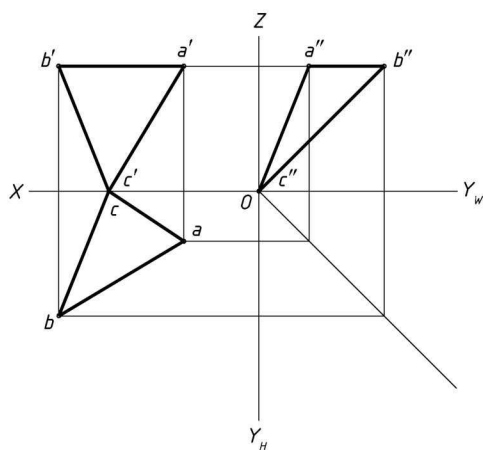
1.3.2 直线的投影

1-5 已知图 1-5(a) 点 $A(15, 10, 25)$ 的三面投影, 点 B 的坐标为 $(40, 25, 25)$, 点 C 在点 B 下方 25 mm、后方 25 mm、右方 10 mm, 作出 B 、 C 两点的三面投影, 并连接 AB 、 BC 、 AC , 判别其空间位置。



AB 是 _____ 线, BC 是 _____ 线, AC 是 _____ 线,
点 C 在空间位于 _____ 上。

图 1-5(a)



AB 是 水平 线, BC 是 一般位置 线, AC 是 一般位置 线,
点 C 在空间位于 OX 轴 上。

图 1-5(b)

【解题分析】

两点即可确定一条直线, 解题前必须弄清各种位置直线的投影特性, 并画出直线的三面投影图。即可确定该直线的空间位置。

【作图步骤】

(1) 根据点 B 的坐标 $(40, 25, 25)$, 作出点 B 的三面投影图。

(2) 根据点的相对位置的投影规律, 作出点 C 的三面投影图。

(3) 分别将上述三点的同面投影相连, 得出直线的三面投影图。

(4) 判别三条直线的空间位置。答案如图 1-5(b) 所示。

【问题五】 怎样根据定比定理,求直线上的点?

1-6 在已知线段 AB 上求一点 C ,使 $AC:CB=1:2$,并作出点 C 的投影。

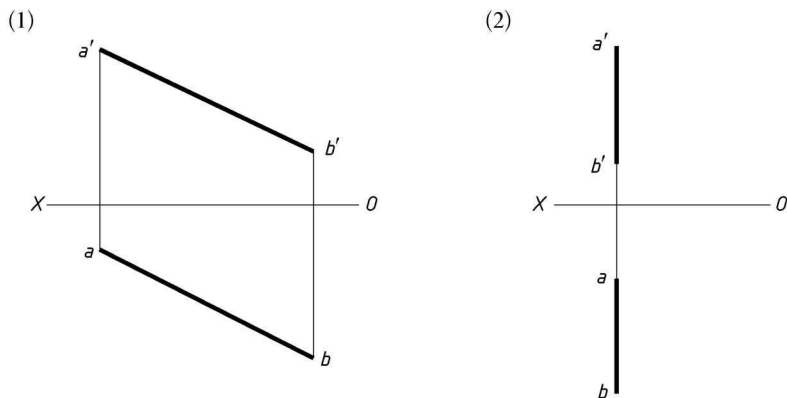


图 1-6(a)

【解题分析】

该题应根据点的从属性和点分割线段成比例的定比定理作图,(1) AB 为一般位置直线,可以用射线法在一面投影上求点 C 的投影,用点在直线上的从属性求另一投影;(2) AB 为特殊位置直线,是侧平线,因此,两面投影图上都要用射线法作图。

【作图步骤】

(1) 利用分割线段成比例的定比分割法作图(射线法),过 a 作一射线 B_1 ,将其分为 3 段,连接 B_1b ,过点 C_1 作 B_1b 的平行线得 c ,过 c 作 OX 轴垂线,与 $a'b'$ 的交点 c' 即为所求。

(2) 两投影均可由定比分割法作图,作图方法同上。

答案如图 1-6(b)所示。

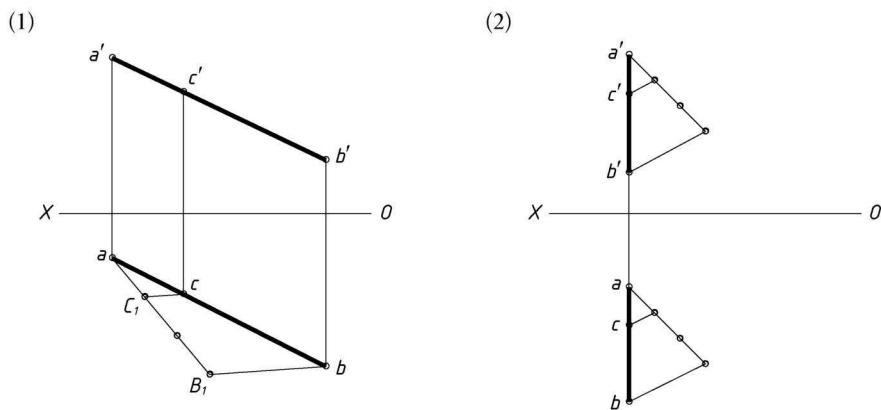


图 1-6(b)

【问题六】 如何判断空间点是否在直线上?

1-7 (1) 求一属于直线 AB 的点 K 的其他两投影, (2) 判断点 Q 是否属于直线 CD 。

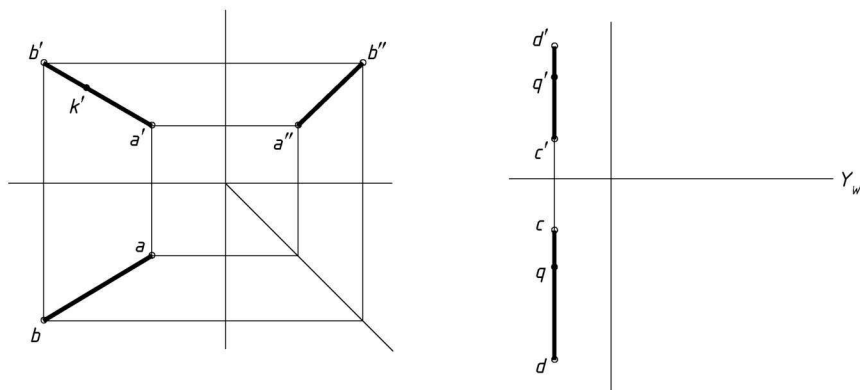


图 1-7(a)

【解题分析】

根据点的从属性,点 K 在直线上,则点 K 的各个投影必定在该直线的同面投影上;反之,若该点的各个投影均在直线的同面投影上,则该点一定在直线上。根据投影规律,作点 K 在直线 AB 的投影即可。

由于 CD 为特殊位置直线,是侧平线,则需要作出第三面投影来判断点 Q 是否属于直线 CD (另一种方法,用定比定理也可以进行判断)。

【作图步骤】

(1) 过已知 k' 分别作 X 轴、 Z 轴的垂线,交 ab 上得 k ,交 $a''b''$ 上得 k'' 。

(2) 作直线 CD 的第三面投影 $c''d''$,假定点 Q 在已知直线 AB 上,故在 $c''d''$ 上求得 q'' ,据 q 、 q' 与 q'' 的投影,判别点 Q 是否符合直线上点的投影规律。根据作图结果,可判别出点 Q 不属于直线 CD 。答案如图 1-7(b) 所示。

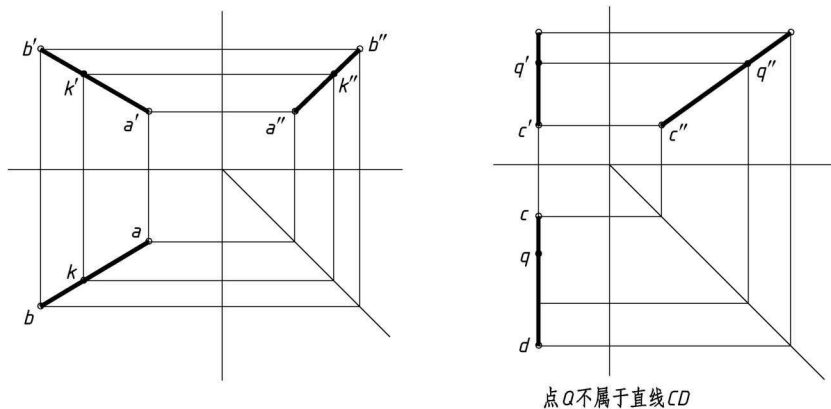


图 1-7(b)