

机械制图及计算机绘图

张振歧 卢桂华 乔德俊 主编

天津大学出版社

机械制图及计算机绘图

张振歧 卢桂华 乔德俊 主编

天津大学出版社

(津)新登字 012 号

机械制图及计算机绘图

张振歧 卢桂华 乔德俊 主编

*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

天津市宝坻县第二印刷厂照排印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:22 $\frac{1}{4}$ 字数:552 千字

1994 年 8 月第一版 1994 年 8 月第一次印刷

印数:1-8000

ISBN 7-5618-0622-1

TH·27

定价:15 元

序

工程图学是高等工科院校的传统学科,其教材内容多年来变化不大,计算机图学的迅速发展,为工程图学教材内容的现代化开辟了道路。

当代,国际上工业发达国家,CAD技术已进入实用阶段,大有以计算机绘图取代传统的人工绘图之趋势。我国CAD技术的研究与应用虽起步较晚,但也已在大、中型企业及科研单位不同领域采用。由于CAD技术具有传统的设计方法所不可比拟的优越性,它必将在产品激烈竞争的环境中得到迅速普及与发展。

面对高科技迅速发展的形势,在有限的教学时间内,如何处理好新、旧知识的更替是一个重要课题。计算机绘图是CAD技术的重要基础之一,是工科院校本科生必须掌握的图学基础之一。工程图学的教学内容必须与社会的人才需求合拍,教学内容必须体现超前意识。为此,我们编撰了“机械制图及计算机绘图”教材。本教材分画法几何、机械制图、计算机绘图三篇,为高等工科院校本科机械类或近机类100~140学时的教科书。对画法几何、机械制图传统内容的处理,指导思想如下:

- (1) 投影理论以图示为主,图解为辅,确保投影能力的培养。
- (2) 绘图技能(如制图工具的使用、测绘方法等)在教材中不作过多叙述。
- (3) 删减与后续课相重的内容,如工艺结构、形位公差、非圆柱齿轮、轴承等。
- (4) 不再编入展开图、焊接图、建筑图、诺模图等选学内容。

本教材计算机绘图部分以被动绘图和交互绘图并重,使初学者较好地掌握二维图形的程序设计和交互构图的基本技能。

本教材主编:张振歧 卢桂华 乔德俊

编委:(按所撰章次排序)

卢桂华(一、二、三章)

乔德俊(四、五章)

刘秀苗(六、八章)

刘振华(七章)

郭月娥(九、十章)

关玉明(十一章)

张振歧(十二、十三、十四章)

张顺心(十五、十六章)

本教材主审:杨文坛 贾忠皓

由于我们水平所限,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

河北工学院机械制图教研室教材编写组

1993年10月

绪 论

本课程是由三门学科,即画法几何、机械制图和计算机绘图组成。内容包括投影的基本理论和基本作图方法、机械图样的绘制和阅读方法,以及计算机绘图的原理和方法等。它是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课,为工程技术各专业学生所必修。

本课程的首要任务是:一、研究空间几何元素(点、线、面)及其相对位置和几何形体在平面上的表示法;二、研究在平面上解决空间几何问题的作图方法。简言之,即研究空间几何问题的图示法和图解法。

在科学技术和工业生产中,需用图样准确地表达各种物体的形象和人们的设计要求,图样在工程技术领域的设计、制造、施工、安装、检验等过程中,是必不可少的技术文件。因此,图样中的图形必须准确且唯一地反映所表达对象的形状,并且图样还应尽可能有较好的直观性和度量性。直观性是指图形要能逼真的显示物体的形象;度量性是指图形能直接反映物体各部分的尺寸比例,以便于标注尺寸。这就是研究图示法的目的。

用图解法解决空间几何问题,在科学技术中是一种重要手段。例如可用图解法研究空间机构各构件之间的相对关系,在排除相互干涉的前提下,使它占有最小的空间,得到最佳的设计方案。在各种加工工艺中也常用图解法确定工件和刀具之间的相对位置,从而设计夹具和样板,以简化工艺过程和提高加工精度。由于作图技术和绘图仪器工具的限制,图解法较之计算法在图形的尺寸精度上有一定的局限性。但在一定的精度要求范围内,它又比计算法来得简便迅速,且具有明确显示几何形象的优点。

其次,本课程要研究绘制和阅读机械图样的方法和培养训练画图的基本技能。在现代的机械、电子、化学等工程中,设计者要通过图样表达设计对象和设计意图,制造者要通过图样来了解设计对象并按图样要求进行生产。人们进行科学技术交流同样离不开图样。因此,工程图样(机械图是工程图样的一部分)被喻为“工程界的技术语言”。

工程技术人员必须掌握这种技术语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。还应学会正确地使用绘图仪器和工具,掌握合理的画图方法和步骤。

随着计算机技术的迅猛发展,计算机辅助设计(CAD)已经和即将进入工程技术的各个领域,作为它的重要组成部分的计算机绘图,无疑需要工程技术人员了解和掌握。为此,本课程将就计算机绘图系统的组成,计算机绘图的编程方法和交互式绘图软件包(AutoCAD)的使用等作初步介绍,为进一步学习计算机辅助设计打下基础。

学习本课程的主要要求是:

- (1)能用正投影法并遵照国家标准《机械制图》等有关规定绘制机械图。
- (2)根据国家标准《机械制图》的规定,并初步考虑结构和工艺的要求,能在图样上标注尺寸。
- (3)培养和发展空间想象能力和空间构思的初步能力,能阅读机械图。
- (4)具备用图解法解决空间几何问题的初步能力。
- (5)掌握用绘图仪器和工具画仪器图的方法和初步掌握徒手画图的方法。
- (6)了解计算机绘图的基本知识,初步掌握交互绘图软件的应用。

内容简介

本书由画法几何、机械制图、计算机绘图三部分内容组成。其中对传统的画法几何及机械制图内容作了必要的删减,加大了计算机绘图内容的比重,以适应工程图学学科教学改革的需要。本书可作为机械类或近机类 100~140 学时高等工科院校本科生工程图教科书。

目 录

绪 论	
第一篇 画法几何	(1)
第一章 点、直线、平面的投影	(1)
§ 1-1 投影法的基本知识	(1)
§ 1-2 点的投影	(2)
§ 1-3 直线的投影	(10)
§ 1-4 平面的投影	(21)
§ 1-5 直线与平面的相对位置和两平面的相对位置	(32)
第二章 投影变换	(43)
§ 2-1 概述	(43)
§ 2-2 换面法	(44)
§ 2-3 绕垂直于投影面的轴的旋转法	(52)
第三章 曲线与曲面	(58)
§ 3-1 曲线概述	(58)
§ 3-2 平面曲线	(59)
§ 3-3 空间曲线	(62)
§ 3-4 曲面概述	(64)
§ 3-5 常见的回转面	(65)
§ 3-6 螺旋面	(68)
第四章 立体的投影	(71)
§ 4-1 基本形体的投影	(71)
§ 4-2 平面与立体相交	(80)
§ 4-3 两曲面立体相交	(88)
第五章 轴测投影	(100)
§ 5-1 概述	(100)
§ 5-2 正等测图的画法	(103)
§ 5-3 正面斜二测图的画法	(111)
§ 5-4 轴测剖视图的画法	(113)
第二篇 机械制图	(116)
第六章 制图的基本知识	(116)
§ 6-1 制图的一般规定	(116)
§ 6-2 几何作图	(125)
§ 6-3 平面图形的尺寸分析及绘图步骤	(129)

§ 6-4 绘图的一般步骤.....	(132)
第七章 组合体	(134)
§ 7-1 组合体及形体分析.....	(134)
§ 7-2 画组合体视图.....	(137)
§ 7-3 读组合体视图.....	(140)
§ 7-4 组合体视图注尺寸.....	(145)
第八章 机件的表达方法	(150)
§ 8-1 视图.....	(150)
§ 8-2 剖视图.....	(153)
§ 8-3 剖面图.....	(161)
§ 8-4 局部放大图和简化画法.....	(164)
§ 8-5 机件表达的综合举例.....	(168)
§ 8-6 第三角画法简介.....	(171)
第九章 标准件与常用件	(173)
§ 9-1 螺纹.....	(173)
§ 9-2 螺纹紧固件.....	(179)
§ 9-3 键和销.....	(185)
§ 9-4 齿轮.....	(188)
§ 9-5 弹簧.....	(191)
第十章 零件图	(196)
§ 10-1 零件图的内容.....	(196)
§ 10-2 零件图的视图选择及尺寸标注.....	(196)
§ 10-3 零件结构工艺性简介.....	(206)
§ 10-4 表面粗糙度代号及其标注.....	(209)
§ 10-5 公差与配合.....	(213)
§ 10-6 读零件图.....	(220)
第十一章 装配图	(222)
§ 11-1 概述.....	(222)
§ 11-2 装配图的内容.....	(222)
§ 11-3 机器或部件的表达方法.....	(224)
§ 11-4 装配图上的尺寸标注和技术要求.....	(226)
§ 11-5 装配图上零部件的序号和明细栏.....	(227)
§ 11-6 装配结构的工艺性简介.....	(229)
§ 11-7 机器或部件的测绘.....	(230)
§ 11-8 装配图的画法.....	(231)
§ 11-9 读装配图.....	(234)
§ 11-10 由装配图拆画零件图.....	(236)
第三篇 计算机绘图	(240)
第十二章 计算机绘图概论	(240)

§ 12-1	计算机绘图的发展概况	(240)
§ 12-2	计算机绘图在 CAD 中的地位	(240)
§ 12-3	计算机绘图系统	(241)
§ 12-4	自动绘图软件	(243)
第十三章	图形程序的设计	(247)
§ 13-1	机械图样的图形特点	(247)
§ 13-2	绘图程序的设计方法	(247)
§ 13-3	几何交、切子程序设计	(250)
§ 13-4	零件结构图形子程序设计	(256)
§ 13-5	零件图形的程序设计	(261)
第十四章	图形变换	(263)
§ 14-1	点的向量表示法及变换矩阵	(263)
§ 14-2	二维图形变换	(263)
§ 14-3	二维齐次坐标变换	(267)
§ 14-4	二维图形变换子程序	(268)
第十五章	数据文件	(271)
§ 15-1	概述	(271)
§ 15-2	顺序文件的建立和输入、输出	(271)
§ 15-3	随机文件的建立和输入、输出	(276)
第十六章	交互式自动绘图	(280)
§ 16-1	概述	(280)
§ 16-2	AutoCAD 绘图软件包的使用方法	(280)
§ 16-3	AutoCAD 常用命令	(284)
§ 16-4	图层	(300)
§ 16-5	块及形文件	(303)
§ 16-6	尺寸标注、剖面线	(306)
§ 16-7	高级语言与 AutoCAD 的连接	(312)
附录	.....	(315)
一、标准尺寸	.....	(315)
二、公差与配合	.....	(316)
三、螺纹	.....	(324)
四、常用标准件	.....	(329)
五、标准结构	.....	(340)
六、螺孔、销孔、沉孔的旁注法	.....	(342)
参考书目	.....	(343)

第一篇 画法几何

第一章 点、直线、平面的投影

§ 1-1 投影法的基本知识

在光线的照射下,物体在给定的平面上产生影象,这就是投影法的原型。工程上常用的投影法有中心投影法和平行投影法两类。

一、中心投影法

如图 1-1a,设在空间以平面 P 为投影面,以不在投影面上的点 S 为投影中心,则平面 P 和点 S 即构成中心投影法的投影条件。投影条件确定之后,在空间任取点 A ,连接 SA ,若直线 SA 与平面 P 相交于点 a ,则点 a 就称为空间点 A 在以 S 为投影中心,在投影面 P 上的投影。同样,点 b 为空间点 B 在投影面 P 上的投影。 SA 、 SB 称为投射射线。投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法。

图 1-1b 中 $\triangle abc$ 为三角形 ABC 的中心投影。

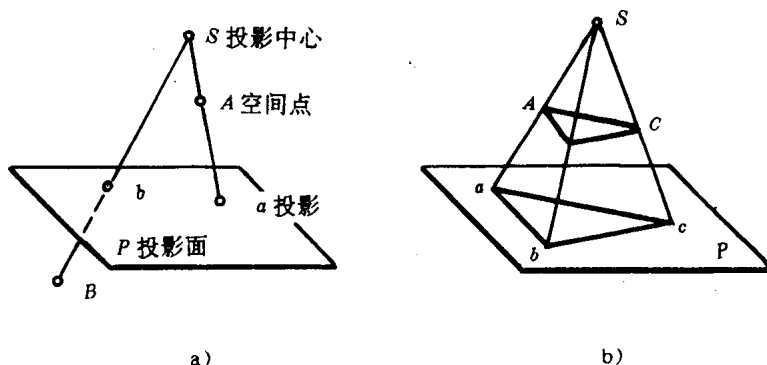


图 1-1 投影法

中心投影法的特点是投影中心 S 选定在空间的有限范围内,且所有的投射射线均通过投影中心 S 。利用中心投影法绘制的图形称为透视图。透视图符合人们视觉映象的规律,直观性强,但作图复杂,度量性差。故在工程中,一般只用作辅助图样,如建筑物的外观图和机械设备的外观图等。随着计算机绘图软件的发展,利用计算机绘图系统绘制各种透视图已不再象手工绘图那样困难,因此,中心投影法必将被广泛地应用于诸多领域。

二、平行投影法

假设将图 1-1b 中的投影中心 S 移至无穷远,则所有投射射线将彼此平行,如图 1-2 所示。这种投射射线相互平行的投影法称为平行投影法。

平行投影法按其投射射线(投射方向 S)与投影面夹角的不同又分为两种:

(1)斜投影法。投射射线与投影面相倾斜的平行投影法,如图 1-2 所示。

(2)正投影法。投射射线与投影面相垂直的平行投影法,如图 1-3 所示。

平行投影法的特点是作图方便、度量性好。当空间平面与投影面平行时,其投影将反映

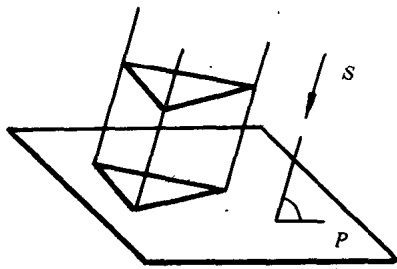


图 1-2 斜投影法

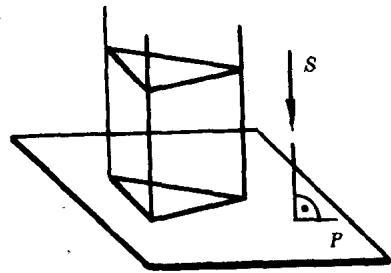


图 1-3 正投影法

该平面图形的真实形状和大小。工程制图中应用的正投影图就是利用正投影法分别向几个相互垂直的投影面投影而获得的,如图 1-4a 所示。此外,用平行投影法还可绘制直观性较好的多种轴测投影图,作为工程上的辅助图样而被较广泛应用,如图 1-4b 所示。

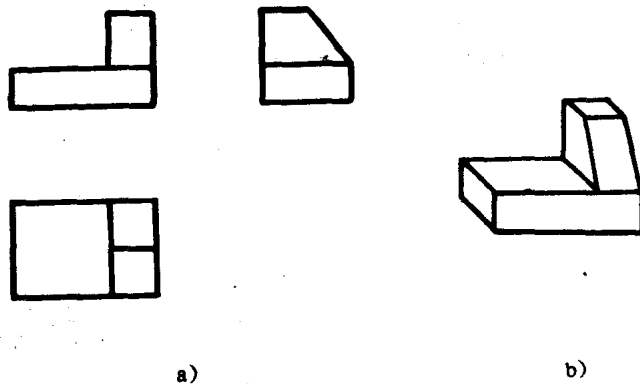


图 1-4 正投影图与轴测投影图

§ 1-2 点的投影

点是最基本的几何元素,直线、平面乃至一切几何形体都可视为点的集合。因此,首先从点开始说明正投影图的建立和基本原理。

在一定的投影条件下,空间的一个点有其唯一确定的投影。但点的一个投影不能确定该点的空间位置。如图 1-1a 所示,投射线 SA 、 SB 与投影面 P 相交,各只有一个交点,因此空间的一个点的投影具有唯一性。反之,如图 1-5,点的一个投影 d 给定,在给定的投影条件下,在投射线上可有无数个点 D_1 、 D_2 ... 与点 d 对应,因此,点的空间位置不具有唯一性。

正投影图则根据点的投影,能够唯一地确定点的空间位置。

一、两投影面体系中点的投影

两投影面体系由相互垂直的水平投影面 H 和正立投影面 V 所组成。它们的交线 OX 称为投影轴;简称为 X 轴。两投影面体系将空间分为四个区域,称为四个角,如图 1-6 所示,它们分别称为第一、二、三、四角。

(一) 点在两投影面体系中的投影

如图 1-7a 所示,将空间点 A 置于第一角中,然后过点 A 分别作垂直于投影面 V 和投影

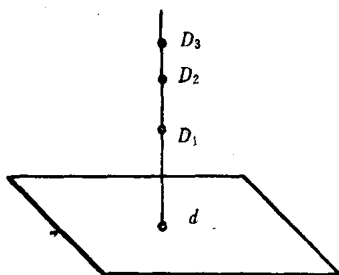


图 1-5 点的空间位置不能确定

面 H 的投射射线 Aa' 和 Aa , 得到点 A 的正面投影 a' 和水平投影 a ^①。此时, 若移去点 A , 则由点的两个投影 a' 和 a 完全可以确定该点在空间的位置。即过 a' 作直线垂直于投影面 V , 过 a 作直线垂直于投影面 H , 则两条直线的唯一的交点即为空间点 A 。

为了使两面投影 a' 和 a 画在同一平面(图纸)上, 让 V 面不动, 令 H 面绕 X 轴按图示箭头方向旋转 90° , 使它与 V 面重合为一个平面。此时 a' 和 a 将同处一平面, 这样就得到如图 1-7b 所示的点 A 的两面投影图。投影面的大小与

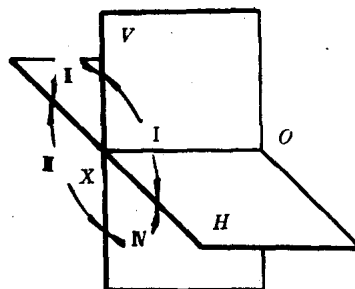


图 1-6 四个角

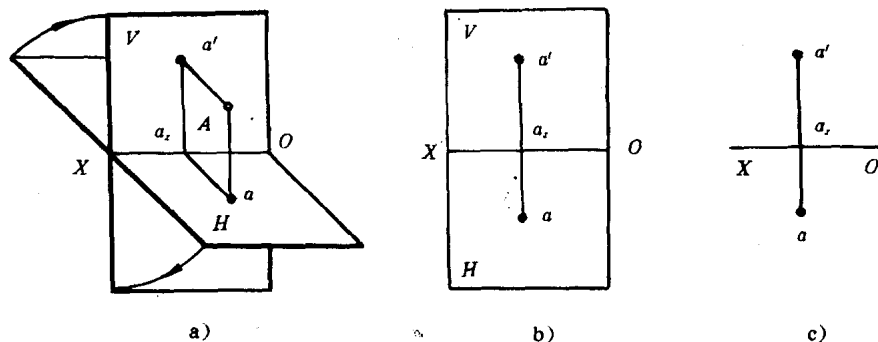


图 1-7 点在两投影面体系中的投影

投影无关。为了作图简便, 在投影图上不必画出投影面的边界线, 也不标注它们的名称, 如图 1-7c 所示。投影图上用细实线画出的 $a'a$ 的连线称为投影连线; 投影连线与 X 轴的交点标记为 a_x 。

(二) 点在两投影面体系中的投影特性

(1) 同一点的水平投影和正面投影的连线垂直于投影轴 ($a'a \perp OX$)。

证: 如图 1-7a 所示, 过点 A 的投射射线 Aa 和 Aa' 确定了一个平面 Aaa_xa' , 由于该平面同时垂直于 H 面和 V 面, 因而必垂直于 H 面和 V 面的交线 X 轴。所以平面 Aaa_xa' 上的直线 aa_x 和 $a'a_x$ 必垂直于 OX , 即 $aa_x \perp OX$ 和 $a'a_x \perp OX$ 。当水平投影 a 随着 H 面旋转而与 V 面

^① 本书规定, 空间点用大写拉丁字母, 如 $A, B, C \dots$ 表示; 水平投影用相应的小写拉丁字母 $a, b, c \dots$ 表示; 正面投影用相应的小写拉丁字母加一撇 $a', b', c' \dots$ 表示。

重合时, $aa_x \perp OX$ 的关系不变, 投影图上的 a, a_x, a' 三点在一直线上, 因此, $a'a \perp OX$ 。

(2) 一点的水平投影到 X 轴的距离反映该点到 V 面的距离 ($aa_x = Aa'$); 正面投影到 X 轴的距离反映该点到 H 面的距离 ($a'a_x = Aa$)。

由图 1-7a 可知, 平面 Aaa_xa' 为一矩形, 根据矩形的几何性质可得 $aa_x = Aa'$, $a'a_x = Aa$ 。

上述投影特性具有普遍性, 对于各角中各种位置点的两面投影都是适用的。只是由于点的空间位置不同, 其投影又会有各自的特点。

(三) 第一角中各种位置点的投影

1. 处于角中的点

如图 1-8a 中的点 A 即为此种点, 它处于 H 面之上, V 面之前, 其投影图见图 1-8b。投影性质如前所述。

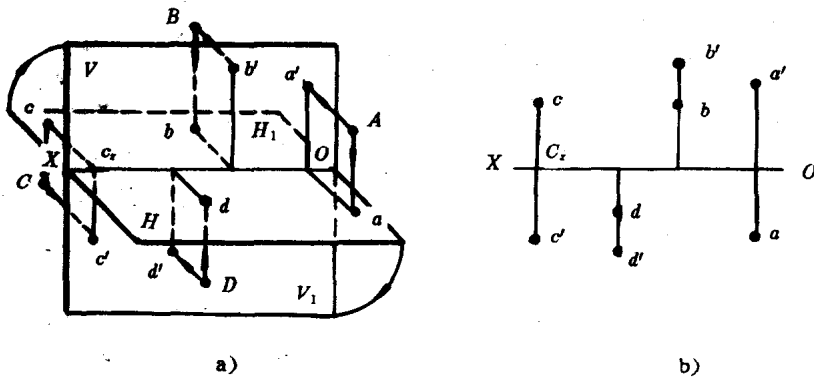


图 1-8 点在各角中

2. 处于投影面上的点

如图 1-9 中的点 M 和点 N 即为分别处于 H 面和 V 面上的点, 它们的投影特点是:

(1) 点的一个投影与空间点本身重合。

(2) 点的另一个投影在 X 轴上。

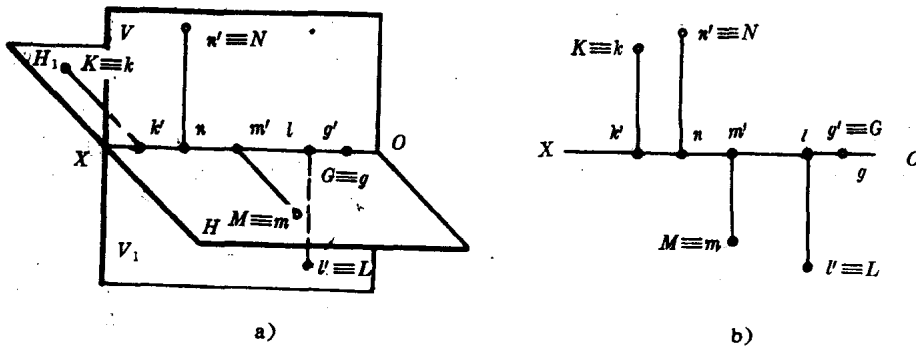


图 1-9 点在投影面及投影轴上

3. 处于投影轴上的点

图 1-9 中点 G 为处于投影轴上的点, 其投影特点是两个投影均在 X 轴上, 且与空间点本身重合。

(四) 其它角中各种位置点的投影

1. 处于各角中的点

如图 1-8a 中的点 B 、 C 、 D 即为分别处于第二、三、四角中的点。它们的投影图如图 1-8b 所示。

在画投影图时,因规定 V 面不动, H 面的前半向下旋转,而后一半向上旋转与 V 面重合,故得出如下投影特点:

(1)若点的正面投影在 X 轴的上方,则表示该点处于 H 面的上方;反之,若点的正面投影在 X 轴的下方,则表示该点处于 H 面的下方。

(2)若点的水平投影在 X 轴的下方,则表示该点处于 V 面的前方;反之,若点的水平投影在 X 轴的上方,则表示该点处于 V 面的后方。

从图 1-8b 可以看出:处于第一、三角中点的两面投影分别处于 X 轴的两侧;处于第二、四角中点的两面投影则处于 X 轴的同侧。显然,前者画出的图形清晰。因此,在绘制工程图样时,我国和欧洲一些国家采用第一角投影法,而美、日等国家则采用第三角投影法。

2. 处于投影面上的点

图 1-9 中除了处于 H 面、 V 面上的点 M 、 N 外,还有处于 H_1 面和 V_1 面上的点 K 和 L ,其投影特点与前述相同。

掌握了各种位置的点在投影图中的投影特性和特点,才能正确地根据给定的空间点画出它的投影图和根据点的投影图想象出该点的空间位置。

二、三投影面体系第一角中点的投影

如前所述,一点的空间位置由它的两个投影能唯一确定,但进一步研究复杂的几何问题和形体时,两面投影往往不能满足需要,为此,在原两投影面体系的基础上,再加上一个同时与 H 面和 V 面垂直的侧立投影面 W ,这样就形成三投影面体系,图 1-10a 为三投影面体系第一角。

在三投影面体系中, H 面与 V 面的交线称为 X 轴; H 面与 W 面的交线称为 Y 轴; V 面与 W 面的交线称为 Z 轴。由于三个投影面互相垂直相交,所以三个投影轴也互相垂直且交于一点 O ,该点称为原点。

(一) 点在三投影面体系中的投影

将点 A 置于三投影面体系中,并分别得到三个投影 a 、 a' 和 a'' ^① (侧面投影),如图 1-10a 所示,然后再将各投影面重合为同一平面(图纸)而形成投影图。重合时,规定 V 面不动,令 H 面绕 X 轴向下方旋转至与 V 面重合; W 面绕 Z 轴向右后方旋转至与 V 面重合,如图中箭头所示,即得到如图 1-10b 所示的三面投影图(不画投影面的边界)。其中 Y 轴一分为二,在 H 面上的记为 Y_H ,在 W 面上的记为 Y_W 。同理,点 a_y 在 Y_H 上记为 a_{yH} ,在 Y_W 上记为 a_{yW} ,图中用以 O 为圆心的圆弧表示 a_{yH} 与 a_{yW} 的对应关系,即 $Oa_{yH} = Oa_{yW}$ 。图 1-10c 是另一种表示方法,它是利用过原点 O 的 45° 斜线(细实线)作为辅助线,以显示 a_{yH} 与 a_{yW} 的对应关系。

点在三投影面体系中的投影特性是:

(1)一点的水平投影与正面投影的连线垂直于 X 轴;侧面投影与正面投影的连线垂直于 Z 轴,即 $aa' \perp OX$ 、 $a''a' \perp OZ$ 。 $aa' \perp OX$ 已在两投影面体系中证明。因侧面与正面也构成一个两投影面体系,同理可证明 $a''a' \perp OZ$ 。

① 点的侧面投影用相应的小写拉丁字母加两撇 a'' 、 b'' 、 c'' ...表示。

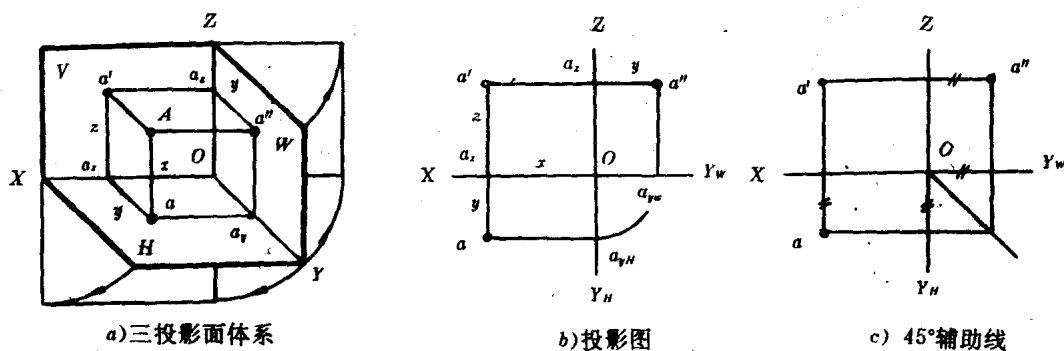


图 1-10 三投影面体系

(2)点的水平投影到 X 轴的距离和侧面投影到 Z 轴的距离相等,且都反映该点到 V 面的距离,即 $aa_x = a''a_z = Aa'$ 。

掌握了点的上述投影特性,就能完成点在三投影面体系中的作图。

例 1-1 已知点 B 的两个投影 b 和 b' ,求作侧面投影 b'' 。(图 1-11a)

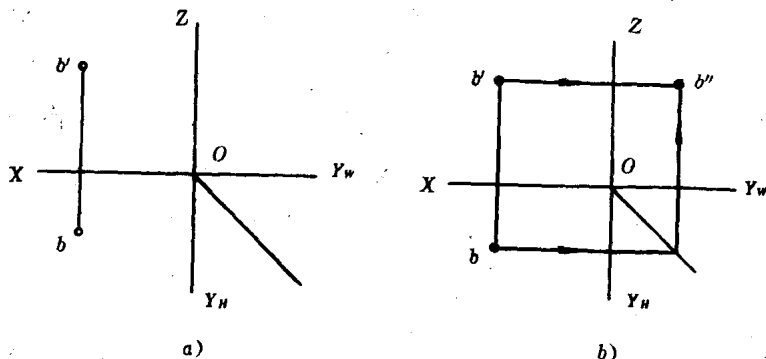


图 1-11 求点的第三投影

解:由于 b' 和 b'' 的连线垂直于 Z 轴,故 b'' 一定在过 b' 且垂直于 Z 轴的直线上。又点的水平投影到 X 轴的距离和侧面投影到 Z 轴的距离相等,因此,可过 b 作 Y_H 的垂线与 45° 辅助线相交,然后过其交点作 Y_W 的垂线与上述过 b' 的水平直线交于一点 b'' 。该点 b'' 即所求。作图过程及结果见图 1-11b。

例 1-2 已知点 C 的两个投影 c' 和 c'' ,求点的投影 c 。(图 1-12a)。

解:此题分析方法同上例,具体作图步骤如下:(图 1-12b)

(1)过 c' 作 X 轴的垂线;

(2)过 c'' 作 Y_W 轴的垂线且与 45° 辅助线相交,再过其交点作 Y_H 轴的垂线,与过 c' 所作 X 轴的垂线相交,则交点 c 即为所求。

(二)点的投影与坐标

若将三投影面体系当作空间直角坐标系,以其原点 O 为坐标系的原点,投影轴为坐标轴,投影面为坐标面,并规定采用右手坐标系,即 X 轴由 O 向左为正向; Y 轴由 O 向前为正向; Z 轴由 O 向上为正向。则空间一点 A 至三投影面的距离就可用坐标 (x, y, z) 表示。 Oa_x 定义为点 A 的 x 坐标,它是过点 A 所作的坐标面 $O-YZ$ 的平行面截得的 OX 轴的长度。

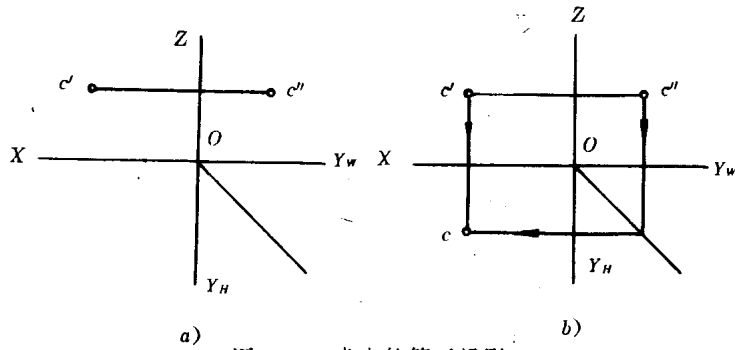


图 1-12 求点的第三投影

$Oa_{yH} = Oa_{yW}$ 定义为点的 y 坐标,它是过点 A 所作的坐标面 $O-XZ$ 的平行面截得的 OY 轴的长度。 Oa_z 定义为点 A 的 z 坐标,它是过点 A 所作的坐标面 $O-XY$ 的平行面截得的 OZ 轴的长度。显然,给定空间点 A ,有唯一的一组数 (x, y, z) 与之对应;反之,给定一组数 (x, y, z) 则有唯一的空间点与之对应。这样,就可根据空间点的坐标 (x, y, z) 在投影图上作出该点的三个投影,也可根据点的投影图量得它的坐标。

图 1-10a 中点 A 的坐标、点到投影面之距和点的投影到投影轴之距三者的对应关系如下:

$$x_A = Oa_x = Aa'' \text{ (点 } A \text{ 到 } W \text{ 之距)} = aa_{yH} = a'a_z$$

$$y_A = Oa_{yH} = Oa_{yW} = Aa' \text{ (点 } A \text{ 到 } V \text{ 之距)} = aa_x = a'a_z$$

$$z_A = Oa_z = Aa \text{ (点 } A \text{ 到 } H \text{ 之距)} = a'a_x = a''a_{yW}$$

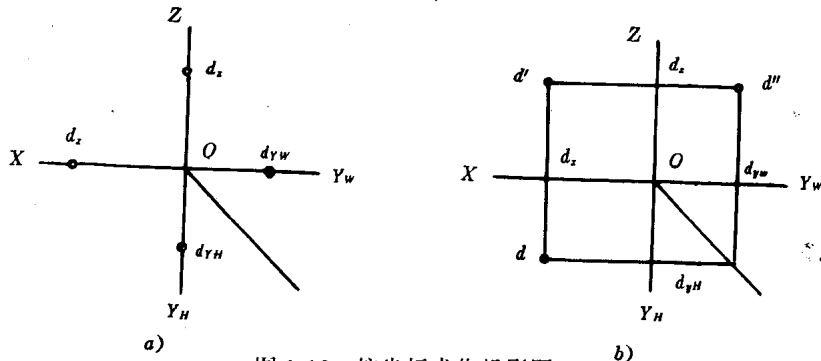


图 1-13 按坐标求作投影图

例 1-3 已知点 D 的坐标为 $(20, 10, 15)$ ^①, 求作其三面投影图。(图 1-13)

解:可按如下步骤作出点 D 的三面投影图:

(1)画出投影轴及 45° 辅助线。

(2)按点的 x, y, z 坐标值分别在投影轴 X, Y_H, Y_W, Z 上量取并标出 dx, d_{yH}, d_{yW}, dz 。

(3)过 dx 作 X 轴的垂线,过 dz 作 Z 轴的垂线,过 d_{yH} 作 Y_H 的垂线,过 d_{yW} 作 Y_W 轴的垂线,即可分别得出 d', d 和 d'' 。作图时也可利用投影特性,根据求出的点 D 的两个投影求作第三投影。

(三)点与投影面的各种相对位置

在三投影面体系第一角中,点的位置可有以下四种情况:

① 本书中凡未作标注的计量单位均为 mm。

1. 点处于第一角中

图 1-10 所示的点 A 即属于此种位置。

2. 点处于某一投影面上

点在投影面上, 则点在该投影面上的投影与点本身重合, 它的另外两个投影必在相应的投影轴上。如图 1-14 中的点 N 处于 V 面上, 它的正面投影 n' 与点 N 本身重合; 水平投影 n 在 X 轴上, 侧面投影 n'' 在 Z 轴上。图 1-15 中, 点 S 处于 W 面上, 则其侧面投影 s'' 和点 S 重合, 水平投影 s 和正面投影 s' 分别在 Y_H 轴和 Z 轴上。

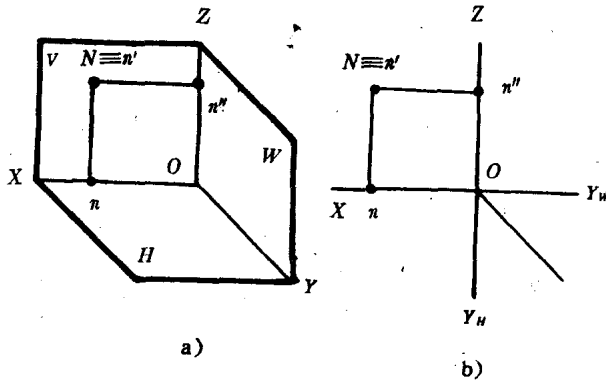


图 1-14 点在投影面 V 上

3. 点处于某一投影轴上

点在投影轴上时, 点的两个坐标为零, 这时它的两个投影(在形成该投影轴的两个投影面上的投影)与点本身重合, 另一个投影与原点 O 重合。如点 E 在 X 轴上, 它的正面投影 e' 和水平投影 e 重合于 X 轴上点 E 处, 而侧面投影 e'' 与原点重合。请读者自己动手画出它的投影图。

4. 点处于原点

点处于原点, 点的三个坐标均为零, 它的三个投影均重合于原点 O 。

三、两点的相对位置

在投影体系中, 空间两点的相对位置是由该两点对各投影面的距离差, 即各坐标差决定的。因此, 比较它们相应的坐标即可确定其相对位置。图 1-16 给出了空间两点 $A(x_A, y_A, z_A)$ 和 $B(x_B, y_B, z_B)$ 。在 X 方向, 由于 $x_A - x_B > 0$, 所以点 A 在点 B 的左方, 其距离等于 $|x_A - x_B|$; 在 Y 方向, 由于 $y_A - y_B < 0$, 所以点 A 在点 B 的后方, 其距离等于 $|y_A - y_B|$; 在 Z 方向, 由于 $z_A - z_B < 0$, 所以点 A 在点 B 的下方, 其距离等于 $|z_A - z_B|$ 。因此, 若以点 B 为基准来说明两点的相对位置, 则可以说点 A 处于点 B 的左后下方。反之, 可以说点 B 处于点 A 的右前上方。

当两点处于某一投影面的同一投射线上时, 则它们在该投影面上的投影重合, 此两点称为对该投影面的重影点。

如图 1-17 所示, 点 A 与点 B 在同一垂直于 H 面的投射线上, 故它们的水平投影 a 与 b 重合, 它们称为对 H 面的重影点。

对于重影点应研究它们的可见性问题。重影点的两点中, 对观察者来说, 距投影面远的一点是可见点, 另一点则为不可见点。如图 1-17 中对 H 面的重影点 A 和 B , 点 A 较点 B 为高(离 H 面远), 故点 A 可见, 点 B 不可见。在投影图中规定: 重影点在重合的两投影之中, 不可见点的投影加圆括号表示, 用以区别两点的可见性。

• 8 •