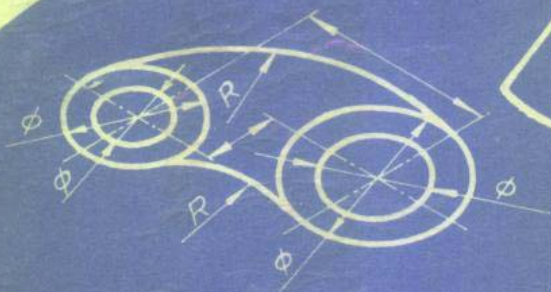


画法几何及工程制图 学习指导

主编 敖泌云 曹学云



机械工业出版社

0185-2

7

画法几何及工程制图 学习指导

主 编:敖泌云、曹学云
副主编:丁永康、王茂全、刘沛江
参 编:朱泽平、魏 莉、张志勤
主 审:刘葆兴、张森泉

机械工业出版社

(京)新登字 054 号

内 容 提 要

本书由点、线、面、投影变换、截交线、相贯线、组合体、轴测图、螺纹联接及零件表达的正、误剖析等七部分组成,各章对基本内容和解题方法都作了详细综述,并精心选编了一百多道习题。本书从理论体系、内容构成、题型设计都充分贯彻教学基本要求,是工科学生及自学者的参考资料。

画法几何及工程制图学习指导

主编 敖泌云 曹学云

*

责任编辑 孙祥根

封面设计 郭景云

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

大连鑫凌实业总公司印刷厂印装

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ * 印张 $5 \frac{1}{2}$ 字数 123 千字

1992 年 8 月北京第 1 版·1992 年 8 月北京第 1 次印刷

印数 0,001—8,000 * 定价:3.00 元

*

ISBN 7-111-03429-5/TH·383

前 言

画法几何及工程制图是工科院校学生一门必修的技术基础课。然而对初学者来说虽然学习了投影原理和作图规则,但在解题方面仍感到困难甚至无从下手,即使作完题目之后,也往往不能判断其正确性。因此为了指导学生学好这门课程,大连轻工业学院、齐齐哈尔轻工业学院、天津轻工业学院、山东轻工业学院、上海工程技术大学、大连理工大学化工学院等院校,在总结教学经验的基础上联合编写《画法几何及工程制图学习指导》一书。

本书由点线面、投影变换、截交线、相贯线、组合体、轴测图、螺纹联接及零件表达的正、误剖析。各章对基本内容和解题方法都作了综述,并按教学基本要求选编了习题和题解。对画法几何部分主要阐述基本原理和解题方法的空间分析,把作图和讨论有机地结合起来,以引导学生融会贯通,深刻理解投影原理和空间构思方法。对工程制图部分,采取正、误对照方法,通过清晰地解剖典型例题,使学生深刻地掌握画零件图的方法,起到事半功倍的效果。

本书是学习参考书,无论对教学还是复习都有直接地参考意义,既适用在校学生学习,更适合成人教育和自学成才者学习参考。

本书在编写过程中得到沈阳化工学院刘葆兴老师、沈阳空压机厂技校张森泉校长的鼎力相助,贵州省二轻校副校长欧阳苹也给予本书大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,难免错误,请广大读者给予批评指正。

编者

1992年8月

目 录

第一章 点、直线和平面

§ 1-1 内容提要 (1)

§ 1-2 解题方法及应注意的问题 (8)

§ 1-3 习题与题解 (14)

第二章 投影变换

§ 2-1 内容提要 (50)

§ 2-2 换面法与旋转法的特点及其选择 (54)

§ 2-3 解题方法的提示 (55)

§ 2-4 习题与题解 (56)

第三章 体及截交线

§ 3-1 内容提要 (71)

§ 3-2 解题方法及应注意的问题 (74)

§ 3-3 习题与题解 (77)

第四章 相贯体与相贯线

§ 4-1 内容提要 (97)

§ 4-2 解题方法及应注意的问题 (100)

§ 4-3 习题与题解 (102)

第五章 组合体

§ 5-1 内容提要 (129)

§ 5-2 解题方法及应注意的问题 (130)

§ 5-3 习题与题解 (133)

第六章 轴测投影

§ 6-1 内容提要 (141)

§ 6-2 正等轴测图 (142)

§ 6-3 斜二等轴测图 (152)

第七章 正、误剖析 (154)

参考文献

第一章 点、直线和平面

§ 1-1 内容提要

一、点

(一) 点的投影

1. 投影面体系

用两个互相垂直的正立投影面 V 和水平投影面 H , 将空间分成四个分角, 则这两个投影面所构成的投影体系称为两投影面体系; 用三个互相垂直的正立投影面 V 、水平投影面 H 和侧立投影面 W , 将空间分成八个分角, 则这三个投影面所构成的投影体系称为三投影面体系。

2. 点的投影过程

空间点在两投影面体系或三投影面体系中的投影过程, 是过空间点向投影面作投影线(投影线与投影面垂直), 则投影线与投影面的交点即为点的投影。点的投影图就是保持投影面 V 不动, 将另一个或两个投影面连同点的投影一起展开与 V 面成为一个平面后所得的图形。

3. 点的投影与坐标的关系

把投影面体系当作空间直角坐标面体系, 则点的空间位置可用 (X, Y, Z) 来确定, 点的投影就反映了坐标值, 即点的投影图与坐标值有着相互对应的关系。

4. 点的各种位置的投影

点的坐标值 (X, Y, Z) 均不为零, 则点的位置在空间; 点的某一坐标值为零, 则点在某一投影面上, 该点的一个投影与

投影面重合,其它的投影在投影轴上;点的两个投影值为零,则点在投影轴上,该点的两个投影在此投影轴上,另一投影在原点上;点的三个坐标值为零,则点在原点,该点的投影均在原点。

(二)点的投影规律

点的 V 面投影和 H 面投影的连线,必垂直于投影轴 OX ;点的 V 面投影和 W 面投影的连线必垂直于投影轴 OZ ;点的 H 面投影到 OX 轴的距离和点的 W 面投影到 OZ 轴的距离两者相等,均反映同一点的 Y 坐标。

点的三个投影互相关联,由已知点的两个投影便可确定其第三投影。

(三)重影点与可见性的判断

1. 重影点

两个点位于同一投影线上,则在该投影线所垂直的投影面上点的投影重合,并把这两点称为对某一投影面的重影点。重影点的三对坐标值中,有两对相等,一对不等。

2. 可见性的判断

由于两个点投影重合,按投影方向观看时,其中就必有一个点的投影被另一个点的投影遮住而不可见。对重影点可见性的判断需看重影点的另一投影图,然后通过比较这对重影点坐标值的大小来确定其是否可见。

二、直线

按照两点决定一直线,则将直线上的两个点分别向投影面投影,并将其同面投影连线就得到直线的投影。可把直线的投影看作是过空间直线的平面与投影面垂直相交的交线,所以直线的投影一般情况下仍是直线。

1. 直线与投影面的相对位置及其投影特性

直线与投影面的相对位置可分为三类：一般位置直线、投影面平行线、投影面垂直线。

一般位置直线与三个投影面均倾斜，它的三个投影都和投影轴倾斜，其投影均不反映实长，而且较空间的线段要短，其夹角也不反映与相应投影面的倾角。

投影面平行线（平行一个投影面）在它所平行的投影面上的投影反映实长，且反映直线与另两投影面的倾角；而在另两个投影面上的投影分别平行于相应的投影轴。

投影面垂直线（垂直于一个投影面）在它所垂直的投影面上的投影积聚成一点；而在另两个投影面上的投影分别垂直于相应的投影轴且反映实长。

2. 直线的迹点

迹点是直线与投影面的交点。它在直线上，又在投影面上，是直线与投影面的共有点，也是划分直线在各分角中的分界点。

3. 直线上的点

点在直线上，则该点的投影必在该直线的同面投影上。线段上的点分线段所成的比例，在各投影面上的投影仍保持不变。

(二) 两直线的相对位置和两直线成直角的投影

1. 两直线的相对位置

两直线的相对位置有平行、相交和交叉三种情况。

平行两直线的投影在各投影面上的同面投影都互相平行。在判断空间两直线是否平行时，一般位置的两直线只要有两对同面投影相互平行就可确定它们在空间是否平行；若为

投影面平行线时,则应由投影面平行线所在的投影面上的投影来确定其是否平行。

相交两直线的投影,在各个投影面上的同面投影均相交,其交点是两直线的共有点的投影,且符合点的投影规律。

不符合平行与相交投影特性的两直线称为交叉两直线,其投影图中的交点是两直线上两个不同点的重影点。用交叉两直线的重影点可判断在该处两直线的可见性。

2. 直线成直角的投影(直角投影定理)

垂直相交的两直线,且其中的一直线为投影面平行线时,则在直线所平行的投影面上的投影仍为直角。

垂直交叉的两直线也同样具有如上所述的投影特性。

(三)直角三角形法求一般位置线段的实长及其与投影面的倾角

1. 直角三角形法

用直线在一投影面上的投影为底边,再以直线两端点与这个投影面的距离差(坐标差)为高,所组成的直角三角形的斜边是该直线的实长,其斜边与底边的夹角是该直线对这个投影面的倾角。

2. 直角三角形法的四个参数

直角三角形法的四个参数即线段的实长、线段的投影长、坐标差及直线与投影面的倾角。当已知任意两个参数,便可确定其余参数。

三、平面

(一)平面的投影

1. 平面在投影图上的表示法

平面在投影图上的表示法分为用几何要素和用迹线两种

表示法。

用几何要素表示平面:不在同一直线上的三个点;一直线和不在该直线上的一点;相交两直线;任意平面图形。

用平面的迹线(平面与投影面的交线)表示平面。

用几何要素表示平面和用平面的迹线表示平面的这两种方法,相互间是可以转化的。

2. 平面与投影面的相对位置及其投影特性

平面与投影面的相对位置可分为三类:一般位置平面、投影面平行面、投影面垂直面。

一般位置平面分别与三个投影面倾斜,其三个投影均不反映实形,而是空间平面图形的类似形,也不反映平面与投影面的倾角。

投影面平行面(平行于一个投影面)在它所平行的投影面上的投影反映实形;而另两个投影积聚成一直线,且与相应的投影轴平行。

投影面垂直面(垂直于一个投影面)在它所垂直的投影面上的投影积聚成一直线,且反映平面与另两投影面的倾角;而另两个投影为空间图形的类似形。

轴平面(过投影轴的平面)是投影面垂直面的一种特殊情况。

(二)平面内的点和直线

1. 在平面内取直线和取点的作图

在平面上取直线可有两种方法:直线过平面内两已知点;直线过平面内的一个已知点,且平行平面内的某一直线。

在平面内取点应取在平面内的某一直线上。

在平面内取直线和取点的作图,实质上就是在平面内作

辅助线的问题。

2. 平面内的投影面平行线

平面内的投影面平行线,它是平面内的一种特殊位置的直线,而且又具有一般投影面平行线的投影特性。在一个平面内分别对 H 、 V 、 W 投影面有三组投影面平行线。

在平面内对某投影面成最大倾角的直线称为最大斜度线,它与该平面内投影面平行线垂直。在同一平面内有三组最大斜度线即对 V 面最大斜度线;对 H 面的最大斜度线;对 W 面的最大斜度线。

最大斜度线对投影面的倾角为该平面对投影面的倾角,即可用最大斜度线求一般位置平面的倾角。若已知平面的最大斜度线,则平面的空间位置就被确定,即可用最大斜度线补画出由最大斜度线所确定的平面。

四、直线与平面及两平面的相对位置

(一)平行

1. 直线与平面平行

平面外的一条直线同该平面内的一条直线平行(直线的投影与平面内某一直线的同面投影平行),则直线与该平面平行。因此,有如下作图:

过点作直线与已知平面平行;过点作平面与已知直线平行;判断直线与平面或平面与直线是否平行。

2. 平面与平面平行

一平面内相交两直线对应地平行于另一平面内的相交两直线(相交两直线的投影对应地平行于另一平面内的相交两直线的同面投影),则这两平面平行。因此,有如下的作图:

过点作平面平行于已知平面;判断两平面是否平行。

(二)相交

1. 直线与平面相交

直线与平面相交,其交点是直线与平面的共有点,它既在直线上又在平面内。求直线与平面相交的方法如下:

当直线或平面垂直于投影面时,由于它们在投影面上的投影具有积聚性,其交点的一个投影便可由积聚性的投影图来确定,然后再用在平面上取点、取线或在直线上取点的方法来确定交点的其它投影。

当直线和平面都处于一般位置时,应用辅助平面法求直线与平面的交点(包含直线作辅助平面;求辅助平面与已知平面的交线;已知直线与交线的交点即为所求直线与平面的交点)。

求出直线与平面的交点后,尚需利用重影点判断直线与平面的可见性。

2. 平面与平面相交

平面与平面相交,其交线是直线,它是两平面共有线。求两平面交线的一般方法是求直线与平面交点的方法即在投影图上求出两个共有点,然后将其连线即得所求两平面的交线。还可用三面共点方法求出两平面的两个共有点,然后分别连两共有点的投影,即得所求两平面的交线的投影。

当求出两平面的交线后,尚需判断两平面是互交还是全交,并利用重影点判断其可见性。

(三)垂直

1. 直线与平面垂直

直线与平面垂直,则该直线必垂直于平面内过垂足(不过垂足)的相交两直线,也必垂直于平面内的投影面平行线。按

照直角投影定理,则垂线的 V 面投影垂直于平面内正平线的 V 面投影;垂线的水平投影垂直于平面内水平线的 H 面投影;垂线的 W 面投影垂直于平面内侧平线的 W 面投影。反之亦然。

用作直线垂直于平面的方法,可确定点到平面的距离及点到直线的距离、两平面间的距离及两平行线间的距离等。

2. 平面与平面垂直

按照直线垂直于一平面,则包含此直线的一切平面都和该平面垂直这一几何条件即可确定两个平面的垂直问题,其基本作图就是以直线和平面垂直的作图为基础。通常两平面互相垂直的作图方法如下:

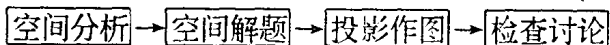
过点或直线作平面垂直于已知平面时,应过点作直线垂直于已知平面,然后再包含该垂线作平面;当判断两个平面是否垂直时,可取一平面内的某点向另一平面作垂线,然后判断所作的垂线是否在平面内。

§ 1-2 解题方法及应注意的问题

一、解题的步骤及方法

(一) 解题步骤

画法几何的定位和度量问题,往往都比较复杂,其解题步骤可概括为:



现将作图步骤说明如下:

1. 空间分析

按照给定题目的投影图,从局部到整体分析已知几何要

素的投影特性和所求几何要素的独立性和相关性,并进一步想象出它们的空间几何关系。

2. 空间解题

在空间分析的基础上,应用画法几何和初等几何的知识进行空间综合分析,从而确定空间解题的程序,并进行空间思维构图。

3. 投影作图

按照上述的空间分析及空间解题,用画法几何的图示法和图解法进行投影作图,并加以必要的文字说明。

4. 检查及讨论

作完题目之后,应对照题目的已知和所求条件检查具体作图过程的完整性和可靠性,并判断其结果是否正确,然后再对求出的题解(几个解答)和题目条件进行必要的讨论。

(二) 解题的基本方法

由于画法几何问题大都具有综合性,所以解答题目的方法也不仅是一种,则应针对不同类型的问题,选择不同的方法。现将解题的基本方法概述如下:

1. 轨迹法

轨迹是一些点的集合,而这些点的位置又满足某些特定的几何条件。作图时为满足一些几何条件,可首先将所求的几何要素限制在某一特定轨迹范围内,然后再作满足其中另一几何条件的轨迹,则这些轨迹相交所得到的几何要素就是满足所求几何条件的解答。

2. 逆推法

按照题目的几何条件,作图时首先假定所求几何要素已经作出,反过来分析和确定这些几何要素间所应具备的条件

及它和已知条件的相互关系,从而找到解题的途径与作图方法。

(三)基本作图方法

为顺利地解答题目,必须熟练地掌握下列基本作图方法:

- (1)过一点作各种位置的直线。
- (2)在直线上取点。
- (3)作一直线的迹点。
- (4)在平面上取点。
- (5)在平面上取一般位置直线。
- (6)在平面上取投影面平行线(正平线、水平线)。
- (7)过一点作一般位置平面。
- (8)过直线作正垂面或铅垂面。
- (9)作过投影轴的平面。
- (10)作一平面的迹线。
- (11)过一点作直线,平行于已知平面。
- (12)过一点作平面,平行于已知平面。
- (13)过一点作平面,平行于已知直线。
- (14)求作直线与平面的交点。
- (15)求相交两平面的交线。
- (16)由平面外一点,作平面的垂线。
- (17)过一点作平面,垂直于已知直线。
- (18)过一点作平面,垂直于已知平面。
- (19)用直角三角形法,求一般位置直线的实长及与投影面的倾角。
- (20)用最大斜度线,度量平面与投影面的倾角及用最大斜度线作平面。

(21)利用重影点判断可见性的方法。

(四)常用的轨迹作图

(1)与某一定点等距离的点的轨迹是以该定点为中心的球。一切与球相切的平面到球心的距离都等于球的半径。

(2)与两已知点等距离的各点的轨迹为一平面。该平面是连接两已知点线段的中垂面。

(3)与不在同一直线上三点等距离点的轨迹为一直线。该直线垂直于此三点所决定的平面,并通过此三点所画出的圆周中心。

(4)与一已知直线等距离点的轨迹为一圆柱面。

(5)与两已知平行线等距离点的轨迹为一平面。

(6)过已知直线上的一点且与该直线成一定倾角的直线,其轨迹为圆锥面。

(7)与一已知平面等距离点的轨迹为一对平面,这两平面按已知的距离在已知平面的两边,且平行于已知平面。

(8)与两相交平面等距离点的轨迹是这两相交平面所构成的两平面角的等分平面。

二、解题注意的问题

(一)两直线相对位置的判断

当所给两直线的投影图中,一直线为投影面平行线时,则可用直线所平行的投影面的投影或用点分线段成比例的方法来判断它们的相对位置。当所给两直线都平行某一投影面时,则应用它们在所平行的投影面上的投影或用“连线成面法”来判断它们的相对位置。

(二)求线段的实长及与投影面的倾角

1. 按照线段的投影图求线段的实长须注意 X 坐标差对

应于线段的 W 面投影; Y 坐标差对应于线段的 V 面投影; Z 坐标差对应于线段的 H 面投影。因此, 为求线段的实长可用任一坐标差及对应的线段的投影长组成直角三角形, 其斜边即为所求线段的实长。

求三角形的实形时, 一般可用直角三角形法分别求出构成三角形的三个边实长, 然后组成的三角形, 即为所求。当平面图形为多边形时, 则应将该多边形划分为几个三角形后, 再按上述的方法分别求三角形的实形, 然后再依次组成多边形, 即为所求。

2. 求线段与投影面的倾角

线段与它在投影面上的投影所组成的锐角为线段与该投影面的倾角(Z 坐标差所对的角是线段与 H 面的倾角; Y 坐标差所对的角是线段与 V 面的倾角)。

(三) 距离的度量

1. 两点间的距离

为求两点间的距离, 可将给定的两点用一直线连接起来, 然后分析该直线与投影面的相对位置。若直线是一般位置直线时, 则应用直角三角形法求其实长, 即得所求两点间的距离。

2. 点到直线间的距离

点到直线间的距离是给定点和由该点向直线作垂线的垂足(交点)之间的线段的实长, 其实质就是求两点间的距离问题。因此, 求由点向直线所作垂线的垂足就是解决这一问题的关键。若所给的直线是投影面的平行线, 则应用直角投影定理来确定过定点所作垂线的垂足; 若直线是一般位置直线, 则应过给定点作与直线垂直的平面, 然后用辅助平面法求其交点,