

全国煤炭高职高专（成人）“十一五”规划教材

工程图学

王宪军 主编



Gongcheng Tuxue

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

工 程 图 学

主 编	王宪军		
副主编	李光煜	宋志君	彭国军
主 审	罗凤利		

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书在简要介绍本课程的性质、任务和学习方法以及制图基本知识的基础上,较为详细地介绍了几何元素及立体的投影、轴测投影图、组合体三视图及尺寸标注、机件表达、零件图、装配图等方面的基本知识和基本技能,并就 AutoCAD 2006 的应用技术进行了简要介绍。

本书可作为高职高专及成人院校工科各专业“工程制图”课程的教材,亦可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学/王宪军主编. —徐州:中国矿业大学出版社,
2008.6(2009.1重印)

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 81107 - 463 - 5

I. 工… II. 王… III. 工程制图—高等学校;技术学校—
教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 084667 号

书 名 工程图学

主 编 王宪军

责任编辑 何 戈 耿东锋

责任编辑 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 18 字数 448 千字

版次印次 2008 年 6 月第 1 版 2009 年 1 月第 2 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主 任:李增全

副 主 任:刘咸卫 胡卫民 刘发威 仵自连

委 员:(按姓氏笔画为序)

牛耀宏 王廷弼 王自学 王宪军

王春阁 石 兴 刘卫国 刘景山

张 军 张 浩 张贵金 李玉文

李兴业 李式范 李学忠 李维安

杜俊林 陈润叶 周智仁 荆双喜

贺丰年 郝巨才 唐又驰 高丽玲

彭志刚

秘 书 长:王廷弼 李式范

副秘书长:耿东锋 孙建波

煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 矿山机电专业编审委员会成员名单

主 任:刘卫国

副主任:黄小广 陈 标 孙茂林

委 员:(按姓氏笔画为序)

王任远 王昌田 王金国 王宪军

李福固 李虎伟 张建国 陈官兴

郝虎在 陶 昆 梁南丁

前 言

本书是按照 2006 年第十五届全国图学教育研讨会会议精神的基本要求,结合编者十几年的教学经验编写的。在编写过程中打破了传统教材的内容体系,将传统的手工绘图与计算机绘图有机地融合在一起,增加了构形设计内容,较好地处理了经典内容与现代技术、继承与创新的关系。

本书具有如下特点:

(1) 阐述了绘图基本知识,引入了目前最新版的 AutoCAD 绘图软件的使用方法,并将计算机绘图贯穿于全书。

(2) 精选传统内容。本书以工程实践应用为主,大量削减了画法几何内容,对线面、面面相对位置,截交线,相贯线的内容选材以基本型为主。

(3) 加强手工绘制草图能力和计算机绘图能力的培养,相应减少了用仪器绘图的绘图量。

(4) 内容新颖,深入浅出,图文并茂。

(5) 全书采用最新国家标准。

本书由黑龙江科技学院从事本学科及相关学科教学多年、具有丰富教学经验的教师编写。其中第一、第二章由王宪军编写;第三、第四章由罗凤利编写;第五章由李光煜编写;第六章由彭国军编写;第七章由宋志君编写;第八章由于克强编写;第九章由陈国辉编写。全书由王宪军统稿、定稿,罗凤利审核。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,衷心希望读者不吝赐教。

编 者

2008 年 3 月

目 录

绪论	1
第一章 几何元素的投影	3
第一节 点的投影	3
第二节 直线的投影	6
第三节 平面的投影	14
第四节 直线与平面以及两平面之间的相对位置	19
第二章 立体的投影	30
第一节 立体及其表面上的点与线	30
第二节 平面与回转体表面相交	36
第三节 两回转体表面相交	41
第三章 轴测投影图	46
第一节 轴测图的基本知识	46
第二节 正等测	47
第三节 斜二测	51
第四章 制图基本知识	55
第一节 制图基本规格	55
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	65
第三节 几何作图	69
第四节 平面图形的尺寸标注和线段分析	76
第五节 绘图方法和步骤	78
第五章 组合体三视图及尺寸标注	80
第一节 画组合体三视图	80
第二节 读组合体三视图	87
第三节 组合体的尺寸标注	91
第四节 组合体的构型设计	95
第五节 第三角投影法简介	98

第六章 机件的表达方法	100
第一节 视图.....	100
第二节 剖视图.....	103
第三节 断面图.....	108
第四节 其他表达方法.....	110
第五节 机件表达方法综合举例.....	115
第七章 AutoCAD 应用技术简介	117
第一节 入门.....	117
第二节 绘图基础.....	121
第三节 绘制平面对象.....	126
第四节 精确绘图.....	134
第五节 图形编辑.....	137
第六节 显示控制.....	148
第七节 文字.....	152
第八节 表格.....	158
第九节 图块和属性.....	161
第十节 尺寸标注.....	168
第八章 零件图	182
第一节 零件图的内容.....	182
第二节 零件图的视图选择和尺寸标注.....	185
第三节 零件上的常见结构及其画法.....	188
第四节 零件图中的技术要求.....	198
第五节 标准件和常用件简介.....	205
第六节 读零件图.....	218
第七节 零件测绘.....	220
第九章 装配图	224
第一节 装配图的内容.....	225
第二节 装配图的表达方法.....	226
第三节 螺纹紧固件的连接和装配画法.....	227
第四节 键、销、弹簧的装配画法.....	230
第五节 装配图的尺寸标注.....	232
第六节 装配图中的零、部件序号及明细栏	233
第七节 装配结构的合理性简介.....	234
第八节 部件测绘简介.....	235
第九节 由零件图画装配图.....	236
第十节 读装配图及由装配图拆画零件图.....	240

目 录

附录.....	245
附录 A 简化表示法	245
附录 B 标准结构	248
附录 C 标准件	251
附录 D 技术要求	267
参考文献.....	277

绪 论

一、本课程的性质、任务和学习方法

工程图学是专门研究绘制和阅读各种工程图样的学科,所研究的内容包括投影的理论和应用,绘制图样的方法和规则。

本课程是高等工科学校中一门重要的技术基础课,学习本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影的基本理论及应用;
- (2) 培养学生图示、图解应用几何问题的能力;
- (3) 培养学生的空间构思和空间想像能力;
- (4) 培养学生的机械创新意识;
- (5) 培养学生绘图、读图的能力;
- (6) 培养学生严谨、细致的工作作风。

虽然本课程与初等几何学有一定的联系,但在研究方法、目标及深度、广度上有很大差异,同学们在学习本课程时,要掌握正确的学习方法,并注意:

- (1) 充分发挥并培养空间思维和想像能力;
- (2) 在实际生活中,注意观察形体,建立起形—图之间的对应关系,善于多看、多想、多画;
- (3) 注意正确运用传统绘图工具和现代计算机绘图工具;
- (4) 严格遵循国家《机械制图》标准及计算机绘图标准绘图;
- (5) 作业要认真、正确和规范。

二、投影的基本知识

(一) 投影法的基本概念

在自然界中,人和物体在日光或灯光的照射下,会在地面或墙上出现影子,如图 0-1 所示。人们通过对上述现象长期观察和总结后进行科学抽象,即形成了现在用于表达工程物体的投影法则。这里,我们设想把电灯光源视为一点 S ,称为投影中心;由光源发射出来的光线,即由投影中心 S 经空间物体上 A 、 B 、 C 各点所作的直线 SA 、 SB 、 SC ,称为投影线;地面视为一平面 P ,称为投影面;各投影线与投影面的交点 a 、 b 、 c 称为投影。这样一种用投影表示空间物体的方法,称为投影法。

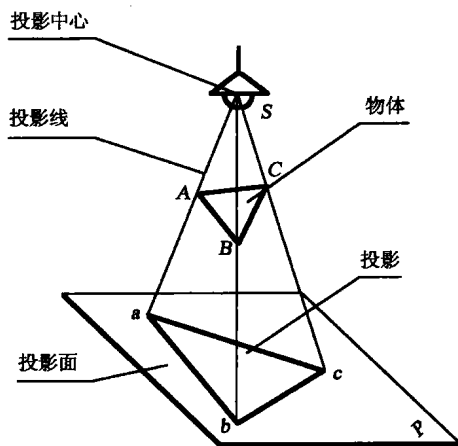


图 0-1 中心投影法

(二) 投影法的分类

投影法可分为中心投影法和平行投影法两大类。

1. 中心投影法

如图 0-1 所示的这种投影方法,是由出自一点 S (投影中心)的投影线来获得空间物体投影的,故称为中心投影法。用中心投影法所得到的空间物体的投影大小与该物体、投影中心、投影面之间的相对位置有关,常用于绘制建筑图样。

2. 平行投影法

当投影中心移向无穷远时,所有投影线变成相互平行,如图 0-2 所示,其中 S 为投影方向。这种由相互平行的投影线来获得空间物体投影的方法,称为平行投影法。

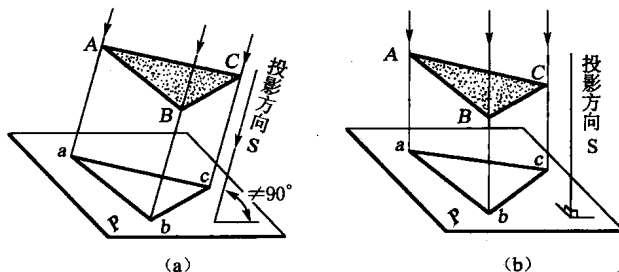


图 0-2 平行投影法

(a) 斜投影法; (b) 正投影法

平行投影法按投影方向又可分为:

(1) 斜投影法——投影方向倾斜于投影面,如图 0-2(a)所示。

(2) 正投影法——投影方向垂直于投影面,如图 0-2(b)所示。

由于正投影法容易表达物体的真实形状和大小,便于度量,作图简便,是绘制工程图样的基础,因此本书将主要介绍正投影法。

第一章 几何元素的投影

第一节 点的投影

一、点的投影及其投影规律

点是构成空间物体最基本的几何元素,如图 1-1 所示物体上的 A 、 B 、 C 等点。为讨论方便,将点 A 单独取出,置于三投影面体系中分别向各投影面进行投影,就得到了它的三个投影,分别用 a 、 a' 、 a'' 表示^①,如图 1-2(a)所示。

沿 Y 轴方向剪开,并按图示方向旋转 90° ,将三个投影展平在同一平面上,见图 1-2(b)。去除投影面的框线和标记后(保留投影轴),得到 A 点的三面投影图,见图 1-2(c)。

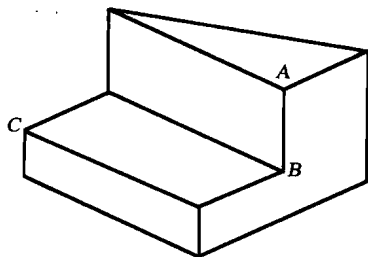


图 1-1 物体上的点

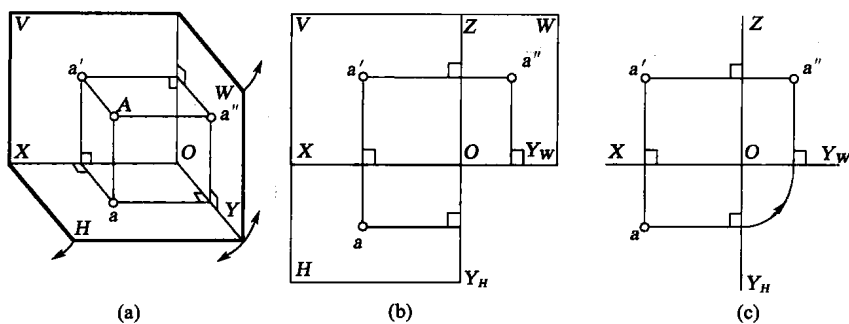


图 1-2 一点的三面投影

从上述点的三面投影分析,可分别得出如下的投影规律:

(1) 点的两个投影的连线必垂直于相应投影轴,即: $\overline{aa'} \perp X$ 轴; $\overline{a'a''} \perp Z$ 轴; $\overline{aa''} \perp Y$ 轴 (因 Y 轴分成两侧,故分别垂直于 Y_H 轴和 Y_W 轴)。

(2) 点的投影到相应投影轴的距离,反映空间该点到相应投影面的距离,即:

① 水平投影 a 到 X 轴的距离 = A 点到 V 面的距离,水平投影 a 到 Y_H 轴距离 = A 点到 W 面的距离;

^① 空间点用大写字母表示,投影用小写字母表示。 H 面上的投影不加撇, V 面上的投影加一撇, W 面上的投影加两撇。

② 正面投影 a' 到 X 轴的距离 = A 点到 H 面的距离, 正面投影到 Z 轴距离 = A 点到 W 面的距离;

③ 侧面投影 a'' 到 Y_W 轴的距离 = A 点到 H 面的距离, 侧面投影到 Z 轴距离 = A 点到 V 面的距离。

由此可以看出, 只要知道空间点的任何两个投影就可知道该点与各个投影面的距离, 即可确定它在空间的位置。因此已知空间点的两个投影后, 根据上述规律就可以方便地作出点的第三个投影。

例 1-1 已知 B 点的正面投影和水平投影, 见图 1-3(a), 试求其侧面投影。

解 (1) 从 b' 作 Z 轴的垂线, 并延长之, 见图 1-3(b);

(2) 从 b 作 Y_H 轴的垂线得 b_{Y_H} , 用 45° 分角线或圆弧将 b_{Y_H} 移到 b_{Y_W} (使 $Ob_{Y_H} = Ob_{Y_W}$), 然后过 b_{Y_W} 作 Y_W 轴的垂线, 同 b' 与 z 轴的垂线相交, 得到 b'' , 见图 1-3(c)。

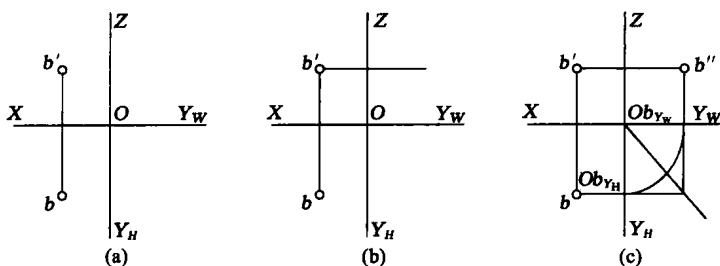


图 1-3 由点的两个投影求第三投影

二、点的三面投影和坐标的关系

若将相互垂直的三投影面体系看成是笛卡尔直角坐标系, 则 V 、 H 、 W 三个投影面就分别成为坐标面, X 、 Y 、 Z 三条投影轴则对应为坐标轴, 三轴的交点 O 为坐标原点, 如图 1-4 所示。空间点 A 的坐标值在投影图上的正方向规定为: X 坐标自 O 向左, Y 坐标自 O 向前, Z 坐标自 O 向上。由此空间点 A 的位置, 亦可用 $A(x, y, z)$ 来确定。

点 A 的三面投影与坐标有如下关系:

- (1) 水平投影 a 反映 A 点的 X 和 Y 坐标;
- (2) 正面投影反映 A 点的 X 和 Z 坐标;
- (3) 侧面投影反映 A 点的 Y 和 Z 坐标。

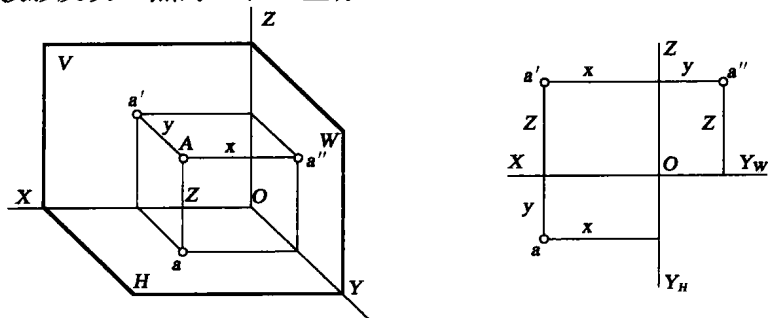


图 1-4 点的三面投影与坐标的关系

从中可以看出,由于点的任何两个投影必包含该点的三个坐标,也就确定了点的空间位置。因此,已知空间点的坐标 (x, y, z) ,即可作出该点的三个投影;反之,按点的两面投影图就可测得点的坐标值。

例 1-2 已知空间点 C 的坐标为 $(12, 10, 15)$,试作其三面投影图。

解 (1) 作 X, Y, Z 轴得原点 O ,然后在 OX 轴上自 O 向左量取 $x=12$,再由该点向前沿 Y_H 轴量取 $y=10$,即得 C 点的 c ,见图 1-5(a);

(2) 由 OZ 轴向上量取 $z=15$,沿 OX 轴向左量取 $x=12$,求得 C 点的正面投影 c' 见图 1-5(b);

(3) 由 OZ 轴向上量取 $z=15$, OY_W 轴向右量取 $y=10$,得 C 点的侧面投影 c'' ,见图 1-5(c)。

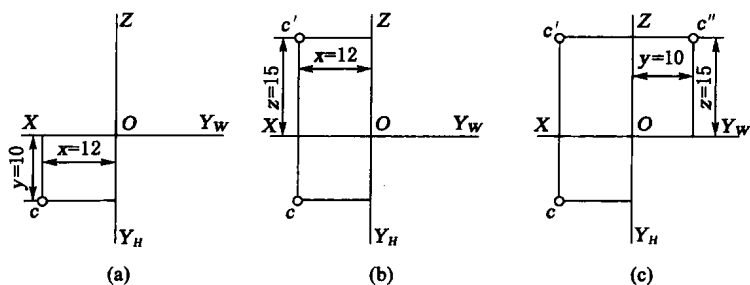


图 1-5 根据坐标作点的三面投影

在作点的第三个投影时,亦可在两个投影的基础上,利用点的投影规律作图求出,参见图 1-5。

三、两点的相对位置及重影点

空间两点(如图 1-1 中的 A, C 两点)处于同一个三投影体系时,两点的相对位置可以用两点同一方向的坐标差来反映,见图 1-6。从图 1-6(b)的投影图上,两个点的投影分别沿 Y, X, Z 轴的三个方向就能判别出:

(1) C 点在 A 点之后,距离为 Δy ;

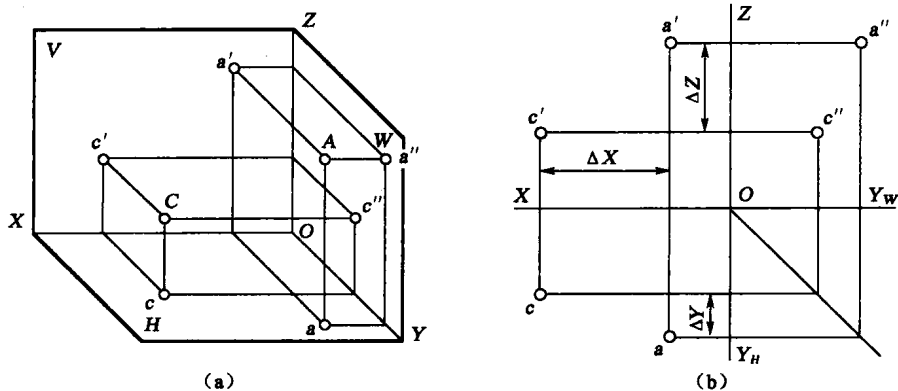


图 1-6 两点的相对位置

- (2) C 点在 A 点之左, 距离为 Δx ;
- (3) C 点在 A 点之下, 距离为 Δz 。

当空间两点(如图 1-7 中的 A、B 两点)某两个坐标值相同时, 它们的同面投影会重合为一点, 该重合投影称为重影点。如图 1-7 中 A、B 两点的水平投影重合为一点, 说明该两点的 X 和 Y 坐标相同, 但 Z 坐标不同。所以在投影图上可根据正面投影 Z 坐标的大小, 判别出空间 A、B 点的高低位置, 从而确定重影点的可见性, 即投影图中 A 点的 Z 坐标值大。所以重影点 A、B 中, A 点离观察者近, 为可见; 而 B 点的 Z 坐标值小, 在 A 之下, 不可见其投影, 故“b”加括号表示。

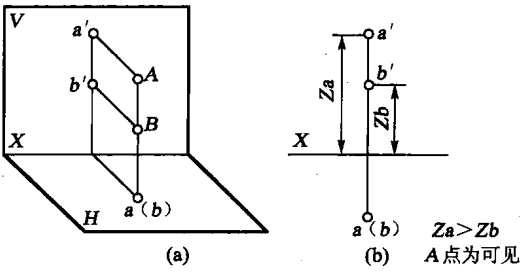


图 1-7 点的重影

空间点对其他两投影面的投影为重影点时, 可以用类似的方法判别其可见性。

第二节 直线的投影

一、直线投影的基本特性

除特殊情况外, 直线的投影仍然是直线。

由初等几何可知, 两点定一直线, 所以只要决定直线上两点的各个投影后, 将同面投影相连, 那么直线的各个投影也就随之确定。

二、各种不同位置直线的投影特征

在三投影面体系中, 直线与投影面的相对位置可以分为三种情况: 垂直、平行和倾斜。下面分别讨论它们的投影特征。

(一) 投影面垂直线

凡垂直于某一投影面, 同时平行于另两个投影面的直线, 统称为投影面垂直线, 其中垂直于正立投影面的称为正垂线; 垂直于水平投影面的称为铅垂线; 垂直于侧立投影面的称为侧垂线。

表 1-1 列出了各种投影面垂直线的投影特征。

表 1-1 投影面垂直线的投影特征

	正垂线	铅垂线	侧垂线
物体表面上直线举例			

续表 1-1

	正垂线	铅垂线	侧垂线
视图			
投影图			
投影特征	1. $a'b'$ 积聚成一点。 2. $ab \parallel OY_H, a'b' \parallel OY_W$, 都反映真长	1. ac 积聚成一点。 2. $a'c' \parallel OZ, a''c'' \parallel OZ$, 都反映真长	1. $d''c''$ 积聚成一点。 2. $d''c'' \parallel OX, d'c' \parallel OX$, 都反映真长

它们的共同投影特征可归纳为两点:

- (1) 直线在其所垂直的投影面上的投影, 积聚为一点。
- (2) 直线的其余两个投影, 均平行于相应的投影轴, 且反映该直线的实长。

(二) 投影面平行线

凡平行于某一投影面, 同时倾斜于另两个投影面的直线, 统称为投影面平行线, 其中: 平行于正立投影面的称为正平线; 平行于水平投影面的称为水平线; 平行于侧立投影面的称为侧平线。

表 1-2 列出了各种投影面平行线的投影特征。

表 1-2

投影面平行线的投影特征

	正平线	水平线	侧平线
物体表面上直线举例			
视图			
投影图			
投影特征	1. 正面投影 $a'b'$ 反映实长及其对 H 面的真实夹角 α, 对 W 面的真实夹角 γ。 2. 水平投影 $ab \parallel OX$ 轴, 侧面投影 $a''b'' \parallel OZ$ 轴	1. 水平投影 cb 反映实长及其对 V 面的真实夹角 β, 对 W 面的真实夹角 γ。 2. 正面投影 $cb' \parallel OX$ 轴, 侧面投影 $c''b'' \parallel OY_W$ 轴	1. 侧面投影 $c''a''$ 反映实长及其对 H 面的真实夹角 α, 对 V 面的真实夹角 β。 2. 正面投影 $c'a' \parallel OZ$ 轴, 水平投影 $ca \parallel OY_H$ 轴

它们共同的投影特征可归纳为两点:

(1) 直线在其平行的投影面上的投影, 反映直线实长, 同时还反映该直线与另两个投影面之间的真实倾角^①。

(2) 直线的其余两个投影均分别平行于相应的投影轴。

(三) 一般位置直线

凡同时倾斜于三投影面的直线, 称为一般位置直线。如图 1-8(a) 所示三棱锥上的 SA 棱线即为一般位置直线的实例。

^① 空间线、面与投影面的夹角称倾角。其与 H 面的倾角用 α 表示; 与 V 面的倾角用 β 表示; 与 W 面的倾角用 γ 表示。