

普通高等教育规划教材

工程图学基础

主 编 张 轩 黄 薇

参 编 管殿柱 李玉佩

王嫦娟



机械工业出版社

本书是根据教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”及各类专业“画法几何及工程制图课程教学基本要求”的内容编写的。该书引用了国家标准 1998 年版《技术制图》的最新内容，是一本面向 21 世纪的课程教材。

本书内容包括：点、直线、平面的投影，投影变换，立体的投影，制图的基本知识和基本技能，组合体的视图及尺寸标注，机件常用的表达方法，轴测图，标准件和常用件，零件图和装配图等十三章内容。

与本书配套的书有：《工程图学基础习题集》、《AutoCAD 2000——机械工程绘图教程》，由机械工业出版社同时出版，可供选用。

本书可作为高等工业院校各专业“工程图学基础”课程的教材，也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程图学基础/张轩等主编. —北京：机械工业出版社，2001.9

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-08961-8

I.工... II.张... III.工程制图... IV.TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 030618 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：王霄飞 张树济

封面设计：方 芬 责任印制：付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2001 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 16 开 · 16.25 印张 · 398 千字

0 001—5 000 册

定价：23.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

本书是根据教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神，在充分认识工程制图课程体系必须改革的基础上，积累了长期的教学实践经验，规划了本课程体系改革的总方向后而编写的。新时期对人才的需求是知识、素质、能力的综合型人才。基于这一点，我们着重拓宽基础，把图形技术作为理工科大学公共知识平台的组成部分，将内容的深广度作了修正，使其定位于一般的工程图形处理技术。

本书引用了国家标准 1998 年版《技术制图》的最新内容。在编写本书的同时，编写了《工程图学基础习题集》和《AutoCAD 2000 机械工程绘图教程》的配套教材，使工程图学课程体系更加系统化。

本书由张轩、黄薇主编，参加编写的人员有管殿柱、李玉佩、王娟娟。承蒙徐元铠教授主审。

在本书的编写过程中，得到了青岛大学教务处、青岛大学机电工程学院和工程图学教研室的大力支持，在此表示衷心感谢。

编者

2000 年 10 月 31

目 录

前言

绪论 1

第一节 课程的研究对象、学习目的
和任务 1

第二节 投影的基本知识 1

一、投影的产生 1

二、投影法的分类 2

第一章 点的投影 3

第一节 点在三投影面体系中的投影 3

一、点的三面投影 3

二、点的坐标和三面投影规律 4

三、特殊投影点 5

第二节 两点的相对位置 6

一、两点的相对位置 6

二、重影点 7

第二章 直线的投影 9

第一节 直线的投影 9

一、直线投影的性质 9

二、直线投影的画法 9

第二节 各种位置的直线 10

一、一般位置直线 10

二、投影面的平行线 10

三、投影面的垂直线 10

第三节 一般位置直线的实长及

与投影面的倾角 12

一、几何分析 12

二、作图方法 12

第四节 直线上的点 13

一、直线上的点的投影 13

二、点分割线段成定比 14

第五节 两直线的相对位置 15

一、平行两直线 15

二、相交两直线 16

三、交叉两直线 17

第六节 互相垂直两直线的投影 18

一、垂直两直线的投影特性 18

二、作图 19

第七节 直线的迹点 20

一、迹点及投影性质 20

二、作图 20

第三章 平面的投影 21

第一节 平面的表示法 21

一、平面的投影 21

二、平面的迹线表示法 21

第二节 各种位置平面的投影及特性 22

一、投影面垂直面 22

二、投影面的平行面 23

三、投影面的倾斜面 24

第三节 平面上的点和直线 25

一、平面上取直线和点 25

二、平面上的投影面平行线 27

第四章 直线、平面的相对位置 28

第一节 平行 28

一、直线与平面平行 28

二、平面与平面平行 29

第二节 相交 30

一、特殊位置直线或平面的相交 30

二、特殊位置平面和一般位置平

面相交 31

三、一般位置直线和一般位置平

面相交 32

四、两一般位置平面相交 33

第三节 垂直 34

一、直线与平面垂直 34

二、两平面垂直 35

第五章 投影变换	36	四、椭圆的画法	79
第一节 变换投影面法	36	第四节 平面图形的尺寸分析和作图步骤	80
第二节 投影变换的规律	36	一、平面图形的尺寸分析	80
一、点的投影变换	36	二、平面图形的线段分析	80
二、直线的投影变换	38	三、平面图形的作图步骤	81
三、平面的投影变换	40	四、绘图的方法和步骤	82
第三节 应用实例分析	41	第八章 组合体的视图	83
第六章 立体的投影	44	第一节 三视图的形成与投影规律	83
第一节 立体的投影	44	一、三视图的形成	83
一、立体的分类	44	二、三视图的投影规律	83
二、平面立体的投影	44	第二节 组合体的形体分析	84
三、曲面立体的投影	46	一、组合体的组合形式	84
第二节 平面与立体相交	49	二、组合体各组合形式的投影分析	85
一、截交线的性质	49	三、组合体的形体分析	87
二、截交线的作图方法	49	第三节 组合体视图的画法	87
第三节 曲面立体与曲面立体相交	57	一、形体分析	88
一、相贯线的性质	57	二、选择主视图	88
二、相贯线的作图方法	57	三、画图步骤	88
三、常见相贯线的类型	61	第四节 组合体的尺寸注法	89
第七章 制图的基本知识和基本技能	63	一、基本形体的尺寸标注	89
第一节 《技术制图》国家标准简介	63	二、组合体的尺寸注法	91
一、图纸幅面和格式	63	第五节 看组合体视图	94
(GB/T14689—1993)	63	一、看图的基本要领	94
二、比例 (GB/T14690—1993)	65	二、看图的基本方法	96
三、字体 (GB/T14691—1993)	65	三、看视图步骤小结	103
四、图线 (GB/T17450—1998)	66	第九章 机件常用的表达方法	104
五、尺寸注法	69	第一节 视图	104
第二节 绘图工具、仪器简介	74	一、基本视图	104
一、图板与丁字尺	74	二、向视图	105
二、三角板	74	三、局部视图	106
三、三棱尺	75	四、斜视图	107
四、圆规	75	第二节 剖视图	108
五、分规	75	一、剖视图的形成及其画法	108
六、铅笔	75	二、剖切面的种类	109
七、曲线板	76	三、剖视图的种类	112
第三节 几何作图	77	四、剖视图选用举例	115
一、圆内接正五边形和正六边形	77		
二、斜度和锥度	77		
三、圆弧连接	78		

VI

第三节 断面图	117	一、常用滚动轴承的型式及其 规定画法	160
一、断面图的概念	117	二、滚动轴承的代号	162
二、断面图种类和画法	117	第六节 弹簧	162
第四节 局部放大图	120	一、圆柱螺旋压缩弹簧的参数 名称和尺寸计算	162
第五节 简化画法	121	二、螺旋压缩弹簧的规定画法	163
第十章 轴测图	125	三、螺旋压缩弹簧零件图示例	165
第一节 轴测图的基本知识	125	第十二章 零件图	166
一、轴测图的形成	125	第一节 零件图的作用和内容	166
二、轴间角及轴向伸缩系数	126	第二节 零件图的视图选择和尺寸 标注	167
三、轴测图的投影特性	126	一、零件图的视图选择	167
四、轴测图的分类	126	二、零件图的尺寸标注	167
第二节 正等测	126	三、零件图的视图选择和尺寸 标注示例	167
一、轴间角和各轴向伸缩系数	126	第三节 零件图上常见的工艺结构	177
二、平面立体正等测图的画法	127	一、铸造零件的工艺结构	177
三、回转体正等测图的画法	129	二、零件经机械加工的工艺结构	178
四、组合体的正等测图的画法	131	第四节 零件图上的技术要求	180
第三节 斜二测	132	一、零件图上技术要求的内容	180
一、斜二测的轴间角和轴向伸缩 系数	132	二、表面粗糙度	180
二、圆的斜二测	133	三、极限与配合和形位公差简介	185
三、斜二测图的画法	133	第五节 看零件图	193
第十一章 常用件和标准件	135	一、读标题栏	193
第一节 螺纹	136	二、分析视图, 想象形状	194
一、螺纹的形成、要素和结构	136	三、分析尺寸和技术要求	194
二、螺纹的规定画法	139	四、综合考虑	194
三、常用螺纹的种类和标注	140	第六节 徒手草图	195
第二节 螺纹紧固件	142	一、草图的概念	195
一、螺栓联接	143	二、草图的绘制方法	195
二、螺柱联接	145	第七节 零件的测绘	197
三、螺钉联接	146	一、零件测绘的方法和步骤	197
第三节 键和销	147	二、零件尺寸的测量方法	197
一、键联接	147	三、零件测绘时的注意事项	200
二、销联接	149	第十三章 装配图	201
第四节 齿轮	150	第一节 装配图的作用和内容	201
一、直齿圆柱齿轮	150	第二节 机器或部件的表达方法	201
二、斜齿圆柱齿轮	154	一、沿结合面剖切或拆卸画法	201
三、锥齿轮简介	156		
四、蜗杆和蜗轮简介	157		
第五节 滚动轴承	160		

二、假想画法	202	一、概括了解并分析表达方法	214
三、规定画法和简化画法	203	二、了解工作原理和装配关系	214
四、夸大画法	203	三、尺寸分析	216
第三节 装配图上的尺寸注法	203	四、总结归纳	216
一、性能尺寸(规格尺寸)	203	第八节 由装配图画零件图	216
二、装配尺寸	203	一、构思零件形状	216
三、安装尺寸	204	二、零件的视图	218
四、外形尺寸	204	三、零件的尺寸	218
五、其他重要尺寸	204	四、零件的表面粗糙度要求和 技术要求	218
第四节 装配图中的零、部件序号和 明细栏	204	附录	219
一、编写序号的方法	204	一、螺纹	219
二、明细栏	205	二、螺栓	221
第五节 由零件图画装配图	206	三、螺柱	222
一、了解部件的装配关系和工作 原理	206	四、螺钉	224
二、确定表达方案	209	五、螺母	227
三、画装配图	211	六、垫圈	228
第六节 装配结构的合理性简介	212	七、销	234
一、保证轴肩与孔的端面接触	212	八、轴承	236
二、两零件在同一方向不应有 两组面同时接触或配合	212	九、公差	239
三、必须考虑装拆的方便和可能	213	十、材料	244
第七节 看装配图	214	十一、热处理	249
		参考文献	250

绪 论

工程图学是一门研究绘制工程图样和图解空间几何问题的学科。“工程图学基础”就是一门讲授工程图学基本知识的课程，它是高等学校工科专业必修的一门技术基础课。

第一节 课程的研究对象、学习目的和任务

在人们的工程技术活动中，工程技术人员按一定的投影方法和有关标准及规定，通常将物体的形状用图的形式画在图纸上，并且用数字、文字和相应的符号，标注出物体的大小、规格、材料和有关制造的技术要求及说明，这称之为工程图样。在机械设计中，通过工程图样来表达设计思想和要求。在机械制造中，工程图样是加工、检验、装配、调试、使用和维修等方面的主要依据。因此，工程图样是工程技术部门的一项重要技术文件，它与语言、文字一样都是人类表达和交流思想的工具，常被喻为“工程界的语言”。画法几何是为绘制图形提供理论基础，而技术制图是研究绘制工程图样的方法和规定的科学。

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课，其主要任务是：

- 1) 学习正投影法的基本原理及应用；
- 2) 培养空间想象力和空间分析能力；
- 3) 培养空间形体的图示表达能力；
- 4) 培养基本的空间几何问题的图解能力；
- 5) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力；
- 6) 培养认真、严谨、细致的良好工作习惯。

本课程结束后，还需后继课程其他知识的学习和应用，才可能逐步具有绘制合格的机械图样的基本能力。

第二节 投影的基本知识

一、投影的产生

在自然界中，当物体在光线的照射下，就会在地面或墙壁上产生该物体的影子。人们对上述自然现象及其规律进行了科学和系统的总结研究，提出了利用投影来表达物体形状的方法。

如图 1 所示, 平面 P 为投影面, 不在投影面上的空间点 S 为光源, 称做投影中心, 在投影中心 S 和投影面 P 之间有一空间点 A , 连接 SA 并延长与投影面 P 相交于点 a , 直线 SA 称为投射射线, 点 a 称为空间点 A 在投影面 P 上的投影, Sa 称为投影方向。这种使空间物体在投影面上产生图象的方法, 称为投影法。

由图 1 可以看出, 直线 SA 只能与 P 相交于唯一点 a 。但是, 已知点的投影并不能确定点在空间的位置, 如已知投影点 b , 在投射射线上的 B_1 、 B_2 、 B_3 、 \dots , 各点投影均与点 b 重影, 也就是说点的一个投影不能确定该点的空间位置。

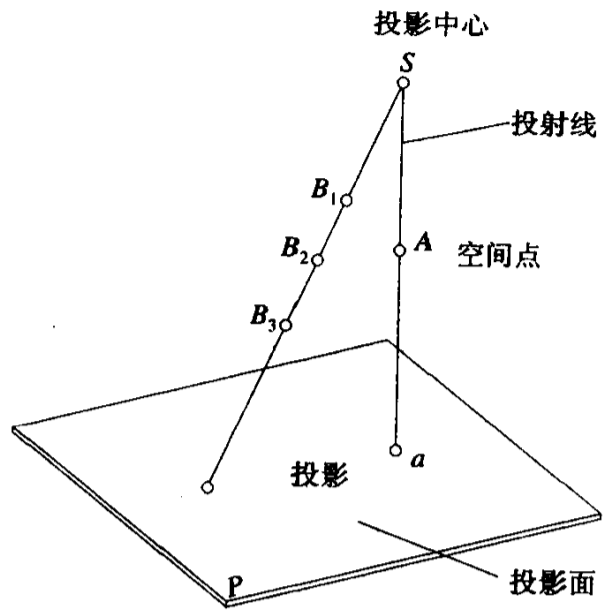


图 1 投影方法

二、投影法的分类

通常情况下, 投影法被分为中心投影法和平行投影法两类。

1. 中心投影法

投射射线都相交于投影中心的投影方法称为中心投影法。如图 2 所示。

2. 平行投影法

投射射线相互平行的投影方法称为平行投影法。

平行投影法可分为两种:

(1) 正投影法 投射射线垂直于投影面, 如图 3a 所示。

(2) 斜投影法 投射射线倾斜于投影面, 如图 3b 所示。

由于正投影法在投影面上的度量性好, 能较好地表达空间物体的形状和真实大小, 作图简便, 因此在工程图中得到广泛采用。

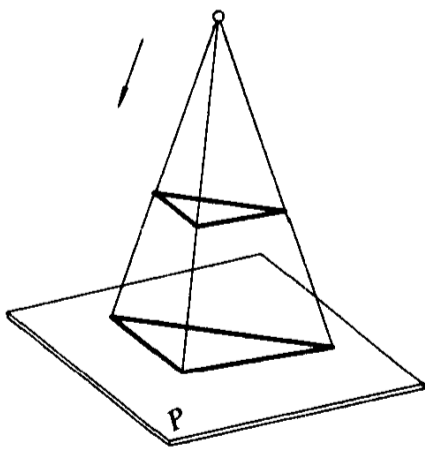
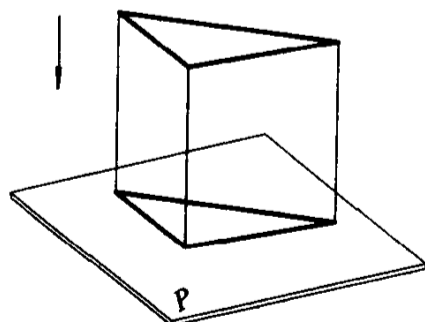
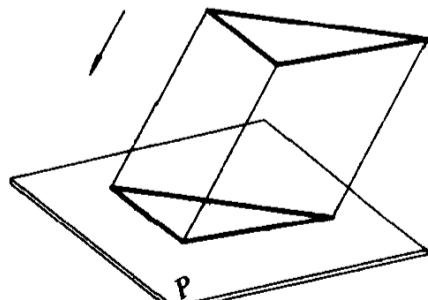


图 2 中心投影法



a)



b)

图 3 平行投影法

a) 正投影法 b) 斜投影影响

第一章 点的投影

点是构成几何形体最基本的几何要素，一切几何原形都可以看作是若干点的集合，点的投影是一切空间几何原形投影的基础。点在空间的位置可由三投影面体系中的投影确定。

第一节 点在三投影面体系中的投影

一、点的三面投影

首先在空间建立三个互相垂直的投影面 H 、 V 、 W 。 H 面为水平投影面， V 面为正立投影面， W 面为侧立投影面。每两个投影面的交线称为投影轴， H 投影面与 V 投影面的交线为 OX 轴， H 投影面与 W 投影面的交线为 OY 轴， V 投影面与 W 投影面的交线为 OZ 轴。三个投影面可简称为 H 面、 V 面、 W 面。三个投影轴亦可简称为 X 轴、 Y 轴、 Z 轴，三个轴的交点 O 为原点（图 1-1）。

由于 H 、 V 、 W 面相互垂直，所以 X 、 Y 、 Z 轴也相互垂直，由此而建立起笛卡尔坐标系。

一空间点 A ，它向 H 投影面投射得到投影为 a （称为 A 点的水平投影），向 V 投影面投射得到投影为 a' （称为 A 点的正面投影），向 W 投影面投射得到投影为 a'' （称为 A 点的侧面投影）。在这里我们规定空间点用大写字母表示， H 面投影用小写字母表示， V 面投影用小写字母加 “'” 表示， W 面投影用小写字母加 “''” 表示（图 1-2）。

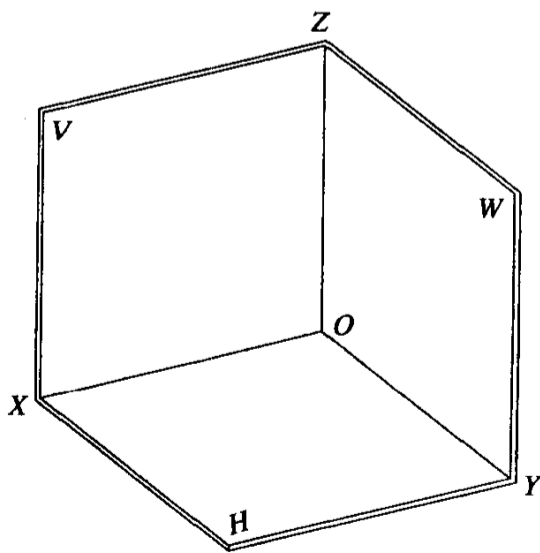


图 1-1 投影面和投影轴

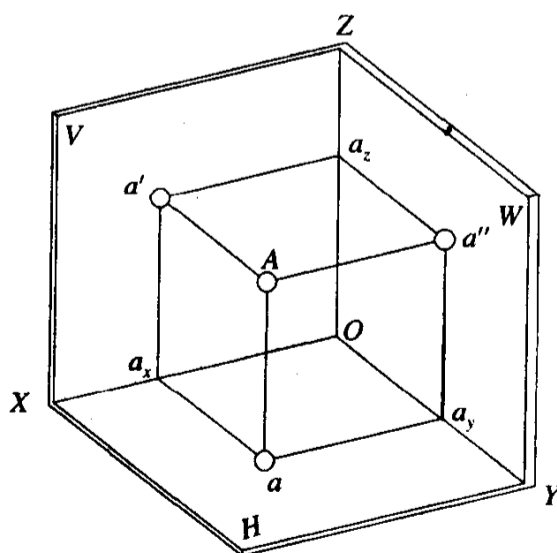


图 1-2 点的投影与坐标的关系

如图 1-3a 所示, V 面保持不动, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , 与 V 面重合, 将 W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° , 也与 V 面重合, 这样就得到了点 A 的三面投影图 (图 1-3b), 在投影图中, Y 轴随 H 面旋转时以 Y_H 表示; 随 W 面旋转时以 Y_W 表示。

在投影图中确定空间点的位置时, 点的投影只与投影轴有关, 而与投影面的大小无关, 因此, 投影面的边界省略不画, 通常只画出投影轴。为了作图方便, 过 O 点作一条 45° 辅助线平分 $Y_H O Y_W$ (图 1-3c)。

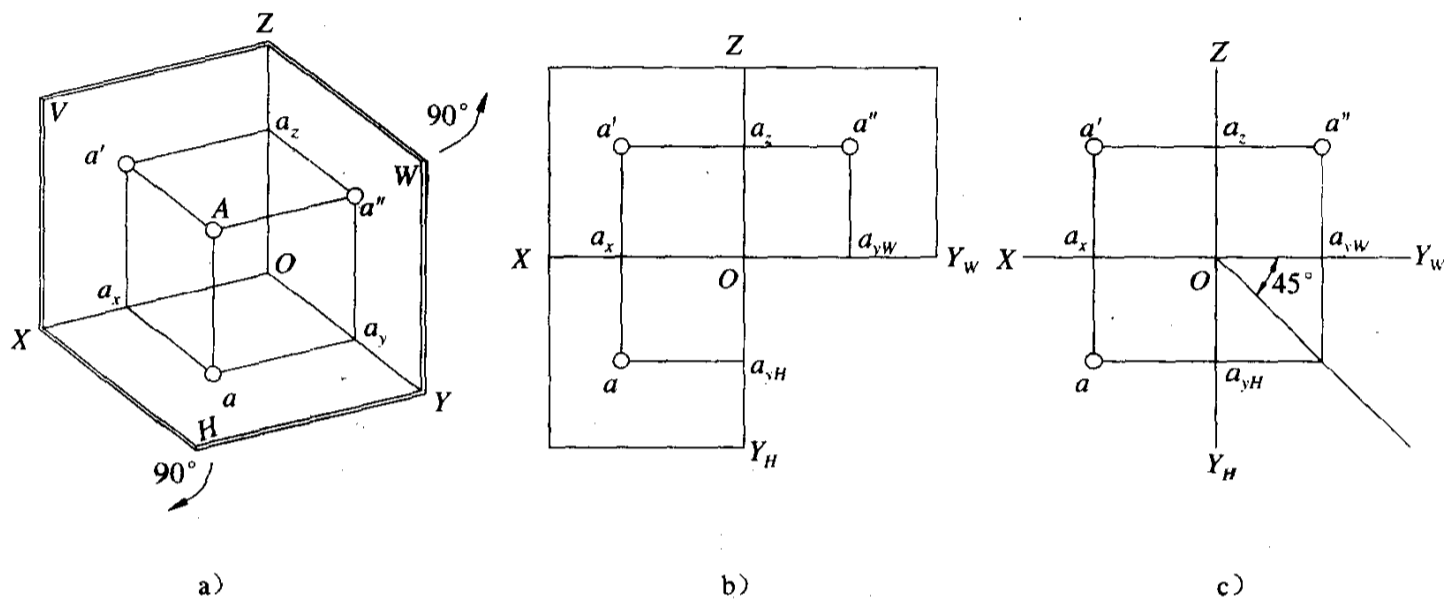


图 1-3 点的三面投影图的形成

二、点的坐标和三面投影规律

在三投影面体系中, H 、 V 、 W 面为坐标面, X 、 Y 、 Z 轴为坐标轴, O 点为坐标原点。

那么, A 点的直角坐标为 x_A 、 y_A 、 z_A , 也就是 A 点到 H 、 V 、 W 面的距离。由图 1-3a 可知:

$$Aa'' = a'a_z = aa_y = a_x O = x_A$$

$$Aa' = aa_x = a''a_z = a_y O = y_A$$

$$Aa = a'a_x = a''a_y = a_z O = z_A$$

因为 $Aaa_x a'$ 是一矩形, 且垂直于 X 轴, 所以 $a'a_x \perp OX$, $aa_x \perp OX$, 同理, $aa_y \perp OY$, $a''a_y \perp OY$; $a'a_z \perp OZ$, $a''a_z \perp OZ$ 。

又因为, 在投影图中, a 由 x_A 、 y_A 两坐标确定其位置; 同理 a' 由 x_A 、 z_A 确定; a'' 由 y_A 、 z_A 确定。

所以点 A 的空间位置可由一组投影 a 、 a' 、 a'' 确定该点的坐标值, 反之, 点 $A(x_A, y_A, z_A)$ 有唯一确定的一组投影 a 、 a' 、 a'' 。当投影面展开后, A 点的投影规律如下:

1. a' 和 a 的投影连线垂直于 OX 轴。 a 、 a' 都反映空间点 A 的 x 坐标, 即

$$a a' \perp OX, \quad a'a_z = a a_{y_H} = x_A$$

2. a'' 和 a' 的投影连线垂直于 OZ 轴。 a' 和 a'' 都反映空间点 A 的 z 坐标, 即

$$a' a'' \perp OZ, \quad a'a_x = a'' a_{y_W} = z_A$$

3. a 到 OX 轴的距离等于 a'' 到 OZ 轴的距离。 a 和 a'' 都反映空间点 A 的 y 坐标, 即

$$aa_x = a''a_z = y_A$$

【例 1】已知 $A(20, 15, 15)$ ，作出 A 点的三面投影（图 1-4）

作图：

1) 作互相垂直的 OX 、 OY 和 OZ 轴，并作 $\angle Y_H O Y_W$ 的角平分线 45° 线。

2) 自 O 点沿 OX 轴量取 20，即 $x_A = 20$ ，得点 a_x 。

3) 过 a_x 点作 OX 轴的垂线，在此垂线上沿 OY_H 轴方向量取 15，即 $y_A = 15$ ，得 a 点；在此垂线上沿 OZ 轴方向量取 15，即 $z_A = 15$ ，得点 a' 。

4) 由 a' 作 OZ 轴的垂线，交 OZ 轴于 a_z ，在此垂线上沿 OY_W 轴方向量取 $a_z a'' = a_x a = y_A = 15$ ，得点 a'' 。

【例 2】已知 B 点的投影 b' 和 b'' ，试求投影 b （图 1-5a）。

作图：

1) 过 b' 作 OX 轴的垂线 $b'l$ 。

2) 过 b'' 作 OY_W 轴的垂线 $b''b_{yW}$ 并延长交于 45° 辅助线，由交点作 OX 轴的平行线与 $b'l$ 相交，交点即为 b （图 1-5b）。

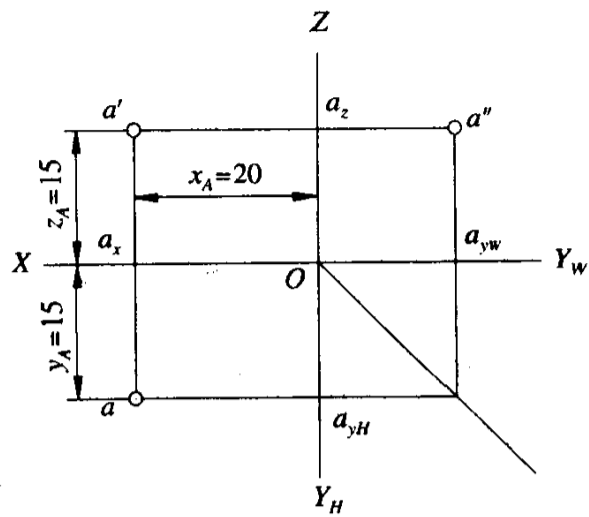


图 1-4 根据点的坐标作投影图

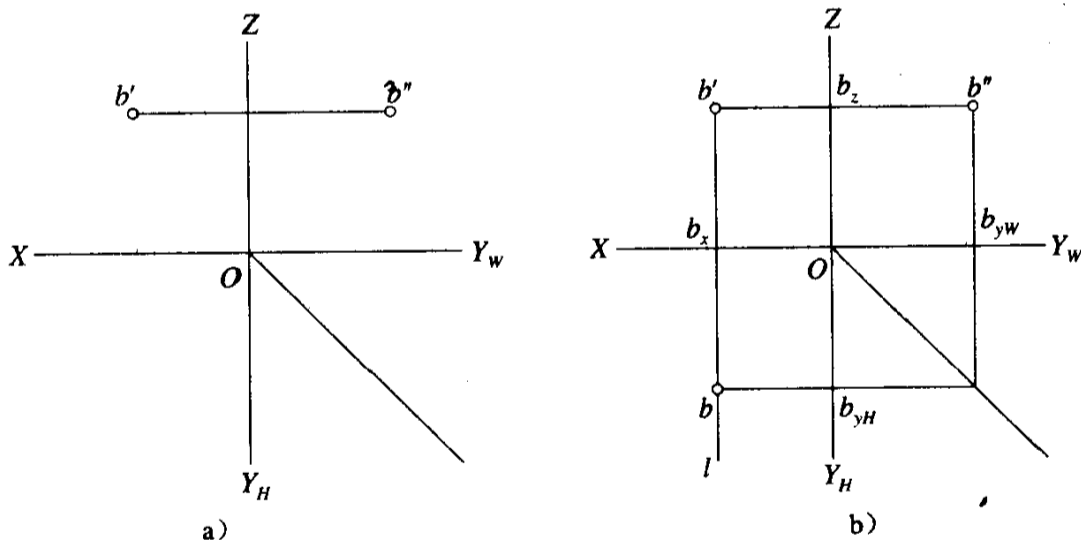


图 1-5 已知点的两投影求第三投影

三、特殊投影点

空间一点有三个坐标值 x 、 y 、 z ，三个坐标值为特殊值时会出现下列情况：

1) 三个坐标值中有一个坐标值为零时，则该点必定在投影面上，如图 1-6a 中， $S(x_s, y_s, 0)$ 点的 z 坐标值为零， S 点位于 H 面上。

由图 1-6b 中可以看出，点在投影面上的投影特点：

① 点在所在的投影面上的投影与其本身重合， S 与 s 重合。

② 其他两个投影分别在相应的投影轴上，如 s' 在 OX 轴上， s'' 在 OY_W 轴上。

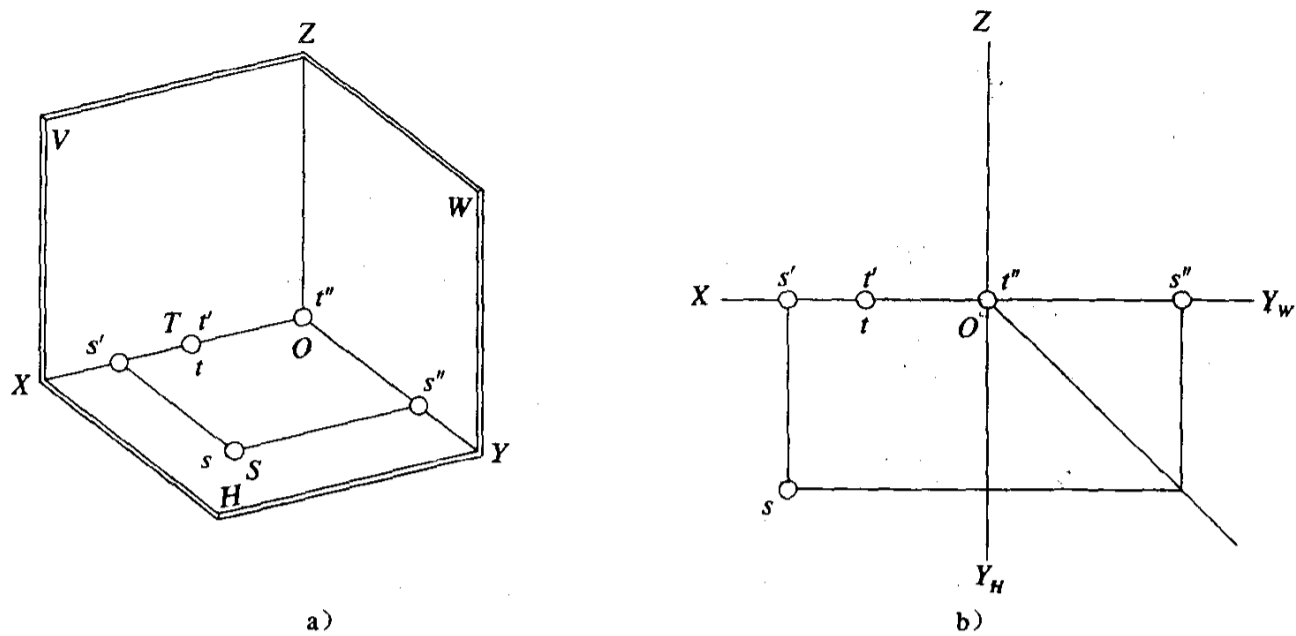


图 1-6 投影面和投影轴上点的投影

2) 三个坐标值中有两个坐标值为零时, 该点必定在其坐标值不为零的那个投影轴上。如 $T(x_T, 0, 0)$ 点的 z 、 y 坐标值为零, T 点在 X 轴上 (图 1-6)。

由图 1-6b 中可以看出, 点在投影轴上的投影特点:

① 点的两个投影与点的本身重合于坐标值不为零的那个投影轴上, T 与 t 、 t' 重合于 OX 轴上。

② 点的另一投影与原点 O 重合, t'' 重合于点 O 。

【例 3】已知 $M(20, 10, 0)$; $N(15, 0, 0)$, 作出点 M 和点 N 的三面投影 (图 1-7)。

分析:

1) 点 M 的 z 坐标为零, 则点 M 在水平投影面上。

2) 点 N 的 y 坐标和 z 坐标为零, 点 N 在 OX 轴上。

作图:

1) 沿 OX 轴量取 20, 得 m' 。

2) 过 m' 在水平投影面上作 OX 轴的垂线, 并沿 OY_H 轴方向量取 10, 得点 m 。

3) 沿 OY_W 轴量取 10, 得点 m'' 。

4) 沿 OX 轴量取 15, 得 n 、 n' , n'' 和点 O 重合。

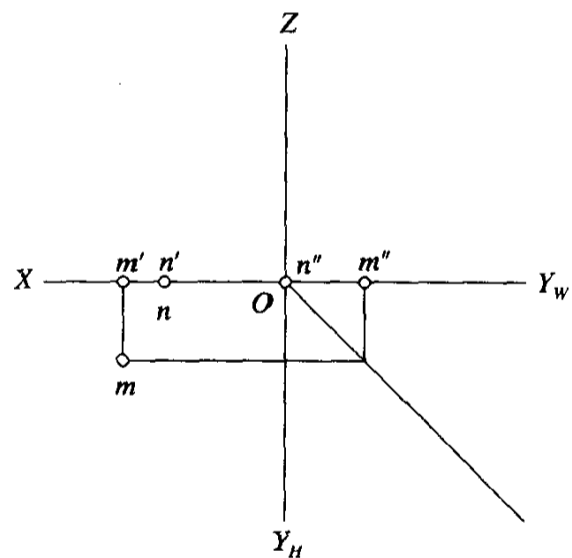


图 1-7 已知点的坐标作出各投影

第二节 两点的相对位置

一、两点的相对位置

空间一点的位置可以用绝对坐标来确定, 也可以用相对坐标来确定。空间两个点的相

对位置是用相对坐标来确定，即用两点的坐标之差决定。

如图 1-8，已知 $A(x_A, y_A, z_A)$ ； $B(x_B, y_B, z_B)$ ，分析 A 、 B 两点的相对位置。在 X 轴方向，相对坐标为 $\Delta x = x_B - x_A$ ，在 Y 轴方向，相对坐标为 $\Delta y = y_B - y_A$ ，在 Z 轴方向，相对坐标为 $\Delta z = z_B - z_A$ 。

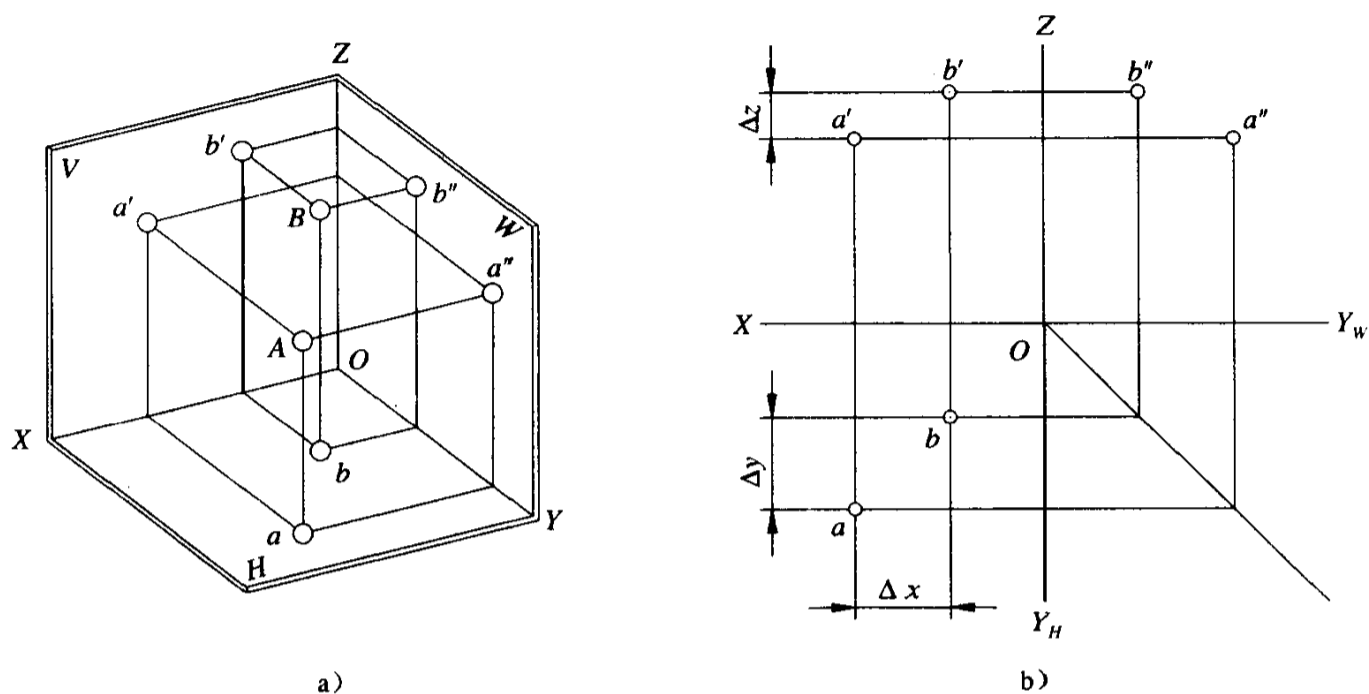


图 1-8 两点相对位置的确定

因为 $x_A > x_B$ ，则 Δx 为负值，点 B 在点 A 的右方； $y_A > y_B$ ，则 Δy 为负值，点 B 在点 A 的后方； $z_B > z_A$ ，则 Δz 为正值，点 B 在点 A 的上方。故点 B 在点 A 的右后上方。

二、重影点

当两个点的某两个坐标值分别相同时，该两点必处于同一投射线上，因此对这两个点而言，由其相同坐标值所决定的投影面上的投影具有重影性。如图 1-9 所示， A 点和 B 点的 X 、 Z 轴坐标值相同，即 $x_A = x_B$ ， $z_A = z_B$ ，它们的 V 面投影 a' 和 b' 重影为一点。

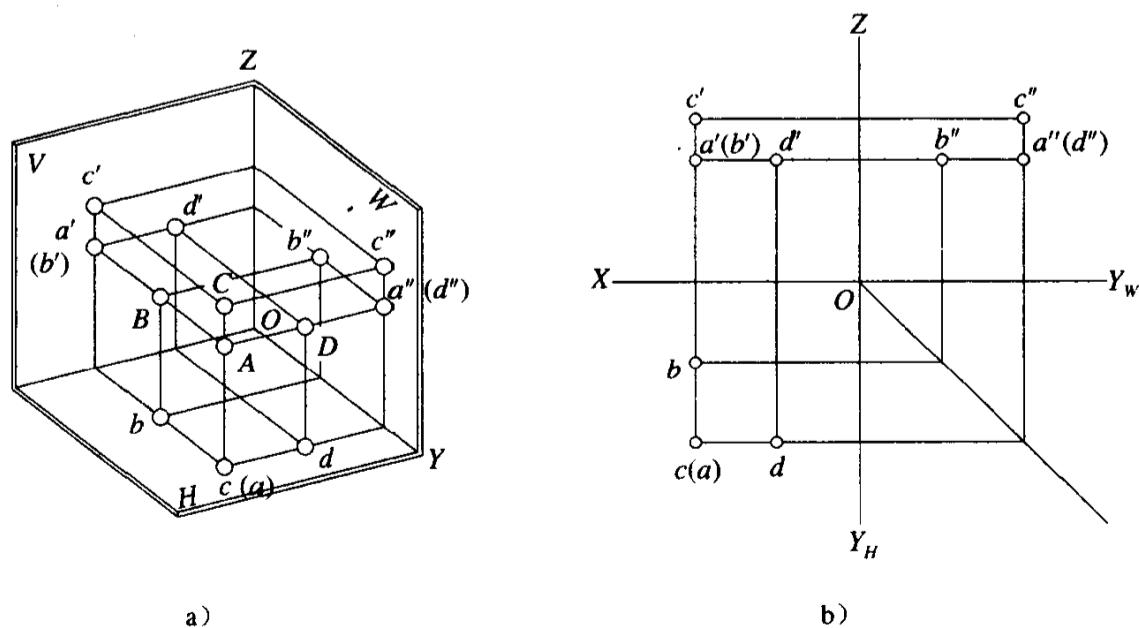


图 1-9 重影点的投影

从 H 面投影 a 和 b (或 W 面投影 a'' 和 b'') 可以看出 $y_A > y_B$, 所以点 A 在点 B 前方。当点 A 和点 B 向 V 面投射时, 则点 A 为可见点, 点 B 为不可见点。通常规定把不可见点的投影符号加注括号, 如 (b') 。同理, 点 C 和点 A , 由于 $x_A = x_C$, $y_A = y_C$, $z_C > z_A$, 所以在 H 面投影 a 和 c 重影为一点, 点 C 可见, 点 A 不可见。再如点 A 和点 D , 由于 $y_A = y_D$, $z_A = z_D$, $x_A > x_D$, 所以在 W 面投影 a'' 和 d'' 重影为一点, 点 A 可见, 点 D 不可见。

由于我们采用的是平行投影法中的正投影法产生的投影图。因此, 对正面投影、水平投影、侧面投影的重影点, 它们的可见性, 应该分别是前遮后、上遮下、左遮右。

第二章 直线的投影

直线的空间位置可由直线上任意两点的空间位置确定。直线的投影可由直线上任意两点的同面投影来确定。

第一节 直线的投影

一、直线投影的性质

直线的投影一般仍为直线，特殊情况下积聚为一点。图 2-1 中，直线 AB 在 H 面上的投影 ab 仍为一直线；直线 CD 与投射方向平行，投影 cd 积聚为一点。

二、直线投影的画法

直线的投影可由直线上任意两点的投影来决定。图 2-2 中，在作直线 AB 的三面投影图时，可分别作出点 A 和点 B 的三个投影 a 、 a' 、 a'' ， b 、 b' 、 b'' 。然后分别将同面投影 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ 连接起来，即得直线 AB 的三面投影图。

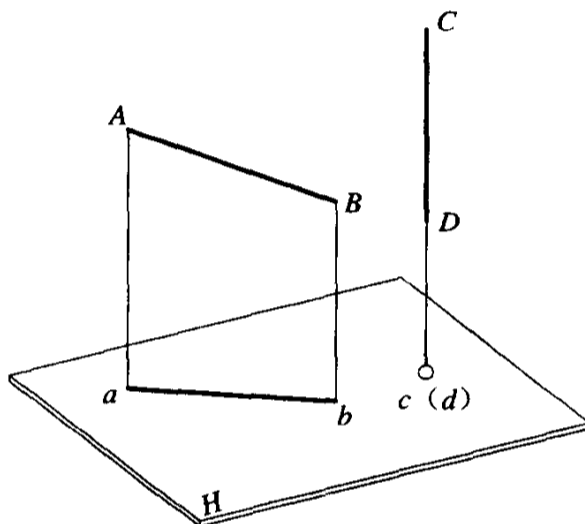


图 2-1 直线的投影

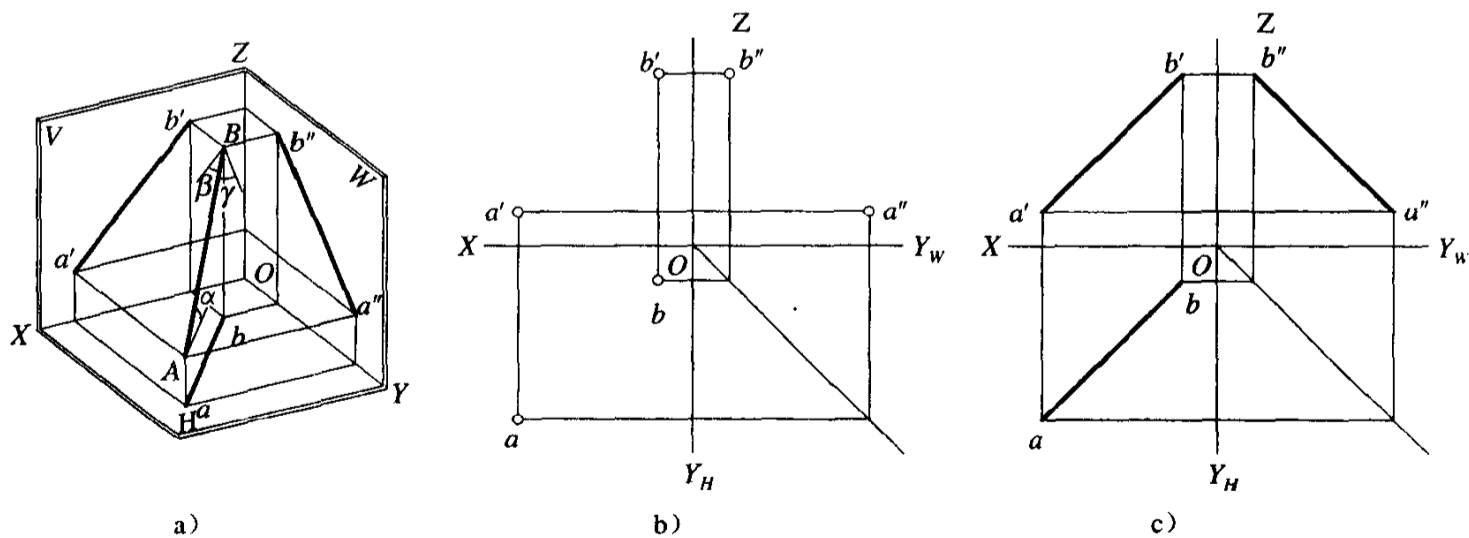


图 2-2 直线的投影

第二节 各种位置的直线

空间直线在三投影面体系中，相对于投影面的位置有垂直、平行和倾斜三种情况。对投影面垂直和平行的直线称作特殊位置直线，而对投影面倾斜的直线称作一般位置直线。它们在各投影面上的投影具有不同的投影特性。

一、一般位置直线

与 H 、 V 、 W 三个投影面都不平行也不垂直的直线，称为一般位置直线（或称为投影面倾斜线）。如图 2-2 所示，直线 AB 为一般位置直线，它对 H 、 V 和 W 三个投影面的倾角分别为 α 、 β 和 γ 。由于直线倾斜于 H 、 V 和 W 投影面，故：

$$ab = AB\cos\alpha \quad a'b' = AB\cos\beta \quad a''b'' = AB\cos\gamma$$

因为 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ； $0^\circ < \beta < 90^\circ$ ； $0^\circ < \gamma < 90^\circ$ ，所以 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ 均小于 AB ，也就是投影面上的投影小于直线的实长。

一般位置直线的投影特性：三个投影都与投影轴倾斜，且三个投影的长度都小于实长，各个投影与投影轴的夹角，均不反映直线对投影面的倾角。

二、投影面的平行线

平行于一个投影面，且与其他两个投影面倾斜的直线，称为投影面的平行线。平行于 H 面的直线叫水平线；平行于 V 面的直线叫正平线；平行于 W 面的直线叫侧平线。

以表 2-1 中水平线为例，其投影特性： H 面投影 ab 反映直线 AB 的实长，即 $ab = AB$ 。投影 ab 与 OX 轴的夹角反映直线 AB 与 V 面的倾角 β ，与 OY_H 轴的夹角反映直线 AB 与 W 面的倾角 γ ； V 面投影 $a'b' \parallel OX$ 轴， W 面投影 $a''b'' \parallel OY_W$ 轴， $a'b'$ 、 $a''b''$ 均小于实长 AB ，即 $a'b' = AB\cos\beta$ ， $a''b'' = AB\cos\gamma$ 。

因此，总结正平线和侧平线的投影情况。同理投影面平行线的投影特性：

- 1) 在平行投影面上的投影反映实长；它与投影轴的夹角，分别反映直线对其他两投影面的真实倾角。
- 2) 在其他两个投影面上的投影，平行于相应的投影轴，且小于实长。

三、投影面的垂直线

垂直于投影面的直线，称为投影面的垂直线。垂直于 H 面的直线叫铅垂线；垂直于 V 面的直线叫正垂线；垂直于 W 面的直线叫侧垂线。

以表 2-2 中铅垂线为例，其投影特性为： H 面投影 $a(b)$ 积聚为一点； V 面投影 $a'b' \perp OX$ 轴， W 面投影 $a''b'' \perp OY_W$ 轴。 $a'b'$ 、 $a''b''$ 反映实长，即 $a'b' = a''b'' = AB$ 。

正垂线和侧垂线的投影情况同理，因此总结出投影面垂直线的投影特性：

- 1) 与直线垂直的投影面上的投影，积聚为一点。
- 2) 在其他两个投影面上的投影，垂直于相应的投影轴，且反映实长。