

高级技工学校教材



# 机械制图

与

# 计算机绘图

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心  
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

中央广播电视大学出版社

高级技工学校教材

# 机械制图与计算机绘图

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心 组织编写  
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会



中央广播电视大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心,全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织编写. —北京:中央广播电视大学出版社,2005.3

高级技工学校教材

ISBN 7-304-03168-9

I. 机… II. ①劳… ②全… III. 机械制图—技工学校—教材 ②自动绘图—技工学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 016507 号

版权所有,翻印必究。

## 机械制图与计算机绘图

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心  
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

---

出版·发行:中央广播电视大学出版社

电话:发行部:010-68519502 62529338 总编室:010-68182524

网址:<http://www.crtvup.com.cn>

地址:北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编:100039

经销:新华书店北京发行所

---

策划编辑:苏 醒

封面设计:樊 琳

责任编辑:谷春林

版式设计:张 彦

责任印制:赵联生

责任校对:汪宝明

---

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

印数:0001—3000 册

版本:2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:20.5 插页:1 字数:460 千字

---

书号:ISBN 7-304-03168-9/TH·68

定价:35.80 元

---

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

# 高级技工学校教材

## 机电类专业编审工作委员会

主任：陈 宇 郝广发

副主任：孙长庆 张永麟 杨黎明

委员：(按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 于 平 | 王 军 | 王兆山 | 王洪琳 | 王晓君 |
| 付志达 | 付元胜 | 冯振君 | 刘大力 | 刘亚琴 |
| 许炳鑫 | 孙国庆 | 李 涛 | 李长江 | 李木杰 |
| 李鸿仁 | 李超群 | 杨耀双 | 杨君伟 | 杨柳青 |
| 何阳春 | 张 斌 | 张仲民 | 张跃英 | 陈 蕾 |
| 林 青 | 林爱平 | 周学奎 | 单渭水 | 郝晶卉 |
| 赵杰士 | 贾恒旦 | 董桂桥 | 甄国令 |     |

# 《机械制图与计算机绘图》编写人员

主 编：郑伟华

主 审：杨君伟

编 者：郑伟华 陈立群 程荣庭

## 序

为实施人才强国战略,加快高技能人才培养,劳动和社会保障部组织实施了国家高技能人才培养工程。为配合这项工程实施,我部委托中国就业培训技术指导中心、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会,组织专家编写了高级技工学校机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修5个专业的配套教材。

高级技工学校是我国培养高技能人才的重要基地。这次编写的5个专业的配套教材,是高级技工学校多年教学实践经验的积累和总结。教材依据《国家职业标准》和《高级技工学校专业教学计划》,瞄准经济发展对技能人才的要求,以职业技能为核心,注重教学内容的科学性、先进性和规范性,突出实践创新能力的培养。本套教材在编写中特别注意了中、高级技能人才培养的衔接,教材的适用范围为具备中级职业资格水平的读者。本套教材同时可作为相关职业(工种)高级工、技师等企业职工培训教材,也可作为相关专业高职院校的课程教材,还可作为相关专业技术人员的参考用书。

本套教材的编写得到了学校、企业等有关方面的大力支持,30多所高级技工学校和企业的专家参加了教材的编审工作,他们付出了辛勤的劳动,在此向所有参与教材编审工作的同志和给予大力支持的学校、企业表示衷心的感谢。

劳动和社会保障部培训就业司

# 前言

本书是根据劳动和社会保障部最新颁布的《高级技工专业目录教学计划》(试行)中机床切削加工专业教学计划的内容要求编写的。

本书主要内容包括:点、直线、平面的投影、直线与平面、平面与平面的相互关系、投影变换、AutoCAD 2000 基础、用 AutoCAD 绘制平面图形、立体的投影、零件图、用 AutoCAD 标注文字、尺寸及技术要求、用 AutoCAD 绘制零件图、装配图等。

本教材主要有以下特点:

1. 教材内容的选择既有传承性,又增添新内容、新知识。力求以基本概念和基本原理为主,突出针对性和实用性。在深入研究投影理论的基础上,注重培养学生的创造性思维能力。并注重处理好中级工与高级工所用机械制图教材的衔接,还注入了计算机绘图的新教学模式。

2. 教材在编写上,结构严谨、层次分明、言简意赅、图文并茂。贯彻执行了1998年以来最新颁布的技术制图与机械制图国家标准。每一章都配有一定数量的复习题。

3. 创立新的制图课程新体系。运用 AutoCAD 软件,将机械制图内容与 AutoCAD 绘图融为一体,把 AutoCAD 命令灵活运用到制图各单元之中,从而为实现甩图板工程和向设计制造现代化迈出了重要的一步。

本教材适用的教学学时为100学时。本教材可作为高级技工学校机床切削加工专业的教材,也可作为企业高级工培训和工人自学用书。

本书绪论、第一章、第二章、第三章、第六章、第七章、第十章由郑伟华编写,第四章、第五章由陈立群编写,第八章、第九章、第十章第五节由程荣庭编写。全书由杨君伟主审。

由于编者的学识水平有限,书中难免有缺点、错误之处,恳请读者批评指正。

编者

# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 绪 论                  | 1   |
| 第一章 点、直线、平面的投影       | 2   |
| 第一节 点的投影             | 2   |
| 第二节 直线的投影            | 4   |
| 第三节 平面的投影            | 14  |
| 第二章 直线与平面、平面与平面的相互关系 | 21  |
| 第一节 平行关系             | 21  |
| 第二节 相交关系             | 24  |
| 第三节 垂直关系             | 28  |
| 第三章 投影变换             | 32  |
| 第一节 变换投影面法           | 32  |
| 第二节 旋转法              | 38  |
| 第四章 AutoCAD 2000 基础  | 46  |
| 第一节 AutoCAD 2000 简介  | 46  |
| 第二节 初始绘图环境设置         | 54  |
| 第三节 设置坐标系及坐标值        | 57  |
| 第四节 图层及对象设置          | 60  |
| 第五节 有关约定             | 68  |
| 第五章 用 AutoCAD 绘制平面图形 | 70  |
| 第一节 基本绘图命令           | 70  |
| 第二节 基本编辑(修改)命令       | 78  |
| 第三节 辅助绘图命令           | 97  |
| 第四节 绘制平面图形           | 105 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第六章 立体的投影 .....                  | 116 |
| 第一节 切割体的投影 .....                 | 116 |
| 第二节 相贯体的投影 .....                 | 123 |
| 第七章 零件图 .....                    | 137 |
| 第一节 零件图概述 .....                  | 137 |
| 第二节 零件图的表达方法 .....               | 142 |
| 第三节 标准件与常用件的画法 .....             | 149 |
| 第四节 零件图上常见的工艺结构 .....            | 159 |
| 第五节 零件图识读 .....                  | 161 |
| 第六节 零件测绘 .....                   | 167 |
| 第八章 用 AutoCAD 标注文字、尺寸及技术要求 ..... | 178 |
| 第一节 文字输入及其编辑 .....               | 178 |
| 第二节 尺寸标注及其编辑 .....               | 187 |
| 第三节 表面粗糙度的标注 .....               | 219 |
| 第四节 形状与位置公差标注 .....              | 221 |
| 第九章 用 AutoCAD 绘制零件图 .....        | 227 |
| 第一节 图块的创建与插入 .....               | 227 |
| 第二节 剖视图的绘制 .....                 | 236 |
| 第三节 绘制零件图 .....                  | 241 |
| 第四节 图形打印输出 .....                 | 248 |
| 第十章 装配图 .....                    | 257 |
| 第一节 装配图概述 .....                  | 257 |
| 第二节 常见装配工艺结构和装置 .....            | 259 |
| 第三节 装配图识读 .....                  | 263 |
| 第四节 部件测绘和装配图的画法 .....            | 266 |
| 第五节 用 AutoCAD 绘制装配图 .....        | 280 |
| 附 录 .....                        | 293 |

# 绪 论

## 一、本课程的研究对象

本课程是培养学生识图能力和画图技能的一门技术基础课，是一门以研究空间几何问题的图示法和图解法、绘制和识读机械工程图样及以计算机辅助绘图为主要内容的课程。画法几何学为机械制图中用图形表达机件提供了基本原理和基本方法，计算机绘图为机械制图创造了更快、更准确的绘图环境。

## 二、本课程的基本任务

- (1) 培养学生形象思维和抽象思维能力及创造性学习的能力。
- (2) 运用所掌握的识图与画图的基本知识、技能，识读复杂零件图和装配图，绘制复杂的零件图和中等复杂零件的装配图。
- (3) 掌握计算机绘图及徒手绘制机械图样的方法、技能和技巧，用 AutoCAD 绘制复杂的零件图。

## 三、本课程的学习方法

- (1) 本课程是一门既有理论又有实践的技术基础课，应注意坚持理论联系实际的基本原则。学习时必须掌握好基本内容、基本原理及基本方法，并通过大量的练习、上机操作等巩固好所学的知识，逐步培养和发展空间想像力和空间构思能力。
- (2) 鉴于画法几何与机械制图的密切关系，在学习中应注意画法几何与机械制图的联系与配合，通过空间到平面、平面到空间的反复训练，培养图示能力与形体构思能力。
- (3) 在看图和画图过程中，严格执行和遵守《技术制图与机械制图国家标准》规定，培养严肃认真、一丝不苟的工作作风。

# 第一章 点、直线、平面的投影

任何形体都是由点、直线、平面几何元素构成的。要研究空间形体的图示法、图解法，必须首先掌握点、直线、平面的投影特性。本章主要介绍这些元素的投影特性、投影规律及投影图的画法。

## 第一节 点的投影

### 一、点在三投影面体系中的投影

如图 1-1 所示为点在三投影面体系及投影图中的投影。

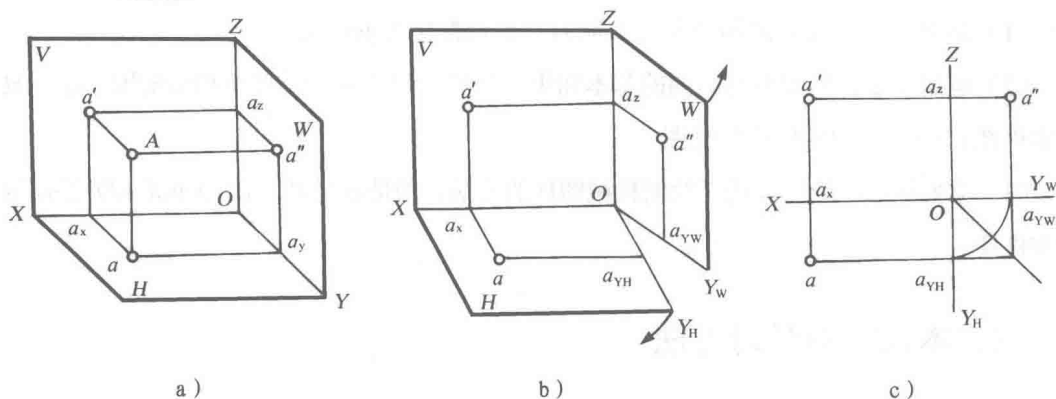


图 1-1 点在三投影面体系中的投影

通过图 1-1，可得出点的三面投影规律如下：

(1) 点的正面投影和水平投影的连线垂直于  $OX$  轴，即

$$a'a \perp OX \quad a'a_z = aa_y = X_A$$

(2) 点的正面投影和侧面投影的连线垂直于  $OZ$  轴，即

$$a'a'' \perp OZ \quad a'a_x = a''a_y = Z_A$$

(3) 点的水平投影到  $OX$  轴的距离等于侧面投影到  $OZ$  轴的距离，即

$$aa_x = a''a_z = Y_A$$

显然，点的投影规律与“长对正、高平齐、宽相等”是一致的。

## 二、点的三面投影与直角坐标的关系

若将三投影面体系看作空间直角坐标系,以  $O$  为原点,  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  为坐标轴,  $H$ 、 $V$ 、 $W$  面为坐标面,则空间一点  $A$  至 3 个投影面的距离可以用直角坐标  $X_A$ 、 $Y_A$ 、 $Z_A$  表示。

如图 1-2 所示,  $A$  点的直角坐标  $X_A$ 、 $Y_A$ 、 $Z_A$  与其 3 个投影面的关系如下:

- (1) 点到  $W$  面的距离:  $Aa'' = Oa_x = a'a_z = aa_y = X$  坐标。
- (2) 点到  $V$  面的距离:  $Aa' = Oa_y = aa_x = a''a_z = Y$  坐标。
- (3) 点到  $H$  面的距离:  $Aa = Oa_z = a'a_x = a''a_y = Z$  坐标。

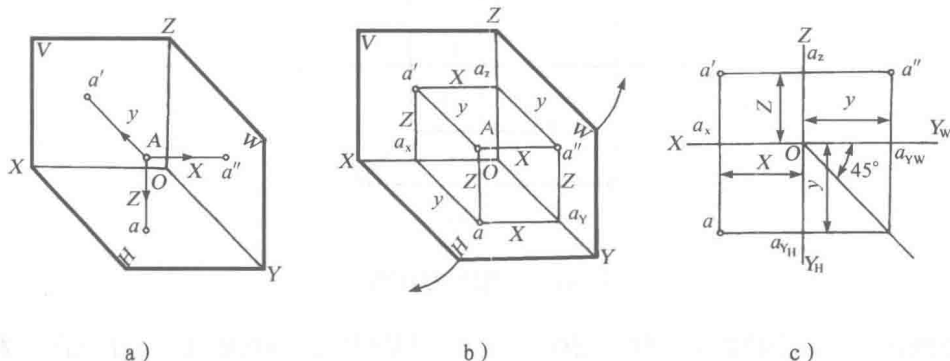


图 1-2 点的三面投影与直角坐标的关系

由图 1-2b 可知,空间  $A$  点在某一投影面的投影由两个坐标值确定,即  $a(X_A, Y_A)$ ,  $a'(X_A, Z_A)$ ,  $a''(Y_A, Z_A)$ 。用坐标来表明空间点的位置写作  $A(X_A, Y_A, Z_A)$ 。

**【例 1-1】** 已知点  $A(9, 8, 11)$ , 求作  $A$  点的三面投影图。

作图步骤:

(1) 在  $OX$  轴上自原点  $O$  向左量取 9mm 定出  $a_x$ , 并过  $a_x$  作  $OX$  轴垂线。

(2) 自  $a_x$  向上量取 11mm 定出  $a'$ , 向下量取 8mm 定出  $a$ , 再利用  $45^\circ$  线定出  $a''$ 。其效果如图 1-3 所示。

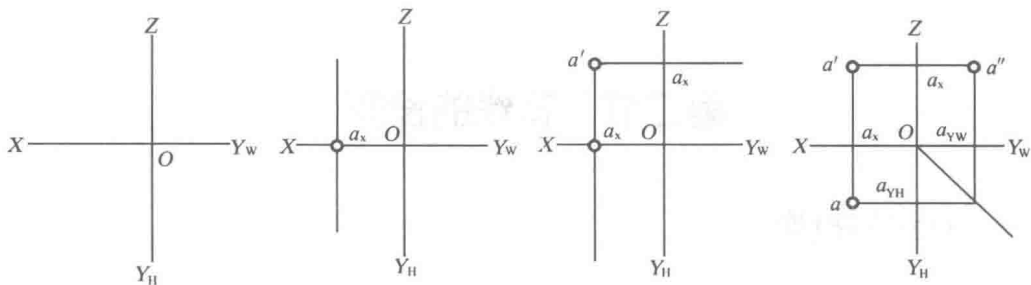


图 1-3 作点的三面投影图

### 三、两点的相对位置

空间两点的相对位置在投影图中是通过两点的坐标差来确定的。如图 1-4 所示,  $x_A > x_B$ , 说明点  $A$  在左, 点  $B$  在右;  $y_A > y_B$ , 说明点  $A$  在前, 点  $B$  在后;  $z_A > z_B$ , 说明点  $A$  在上, 点  $B$  在下。

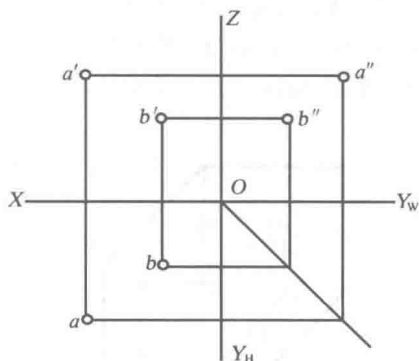


图 1-4 两点的相对位置

当空间两点有一个投影重合时, 则称这两点是对某投影面的重影点。为了在图上表示可见性, 对不可见的点的投影要加括号, 如图 1-5 所示。重影点可用来判断可见性。

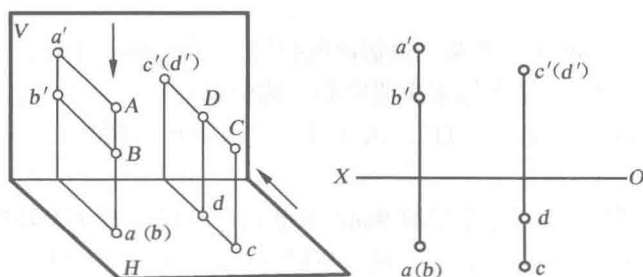


图1-5 重影点的投影

## 第二节 直线的投影

### 一、直线的投影

#### 1. 两点决定一直线

直线的投影可由直线上任意两点的投影所决定, 如图 1-6a 所示。直线  $AB$  对  $H$ 、 $V$ 、 $W$  三投影面所组成的角度, 分别用  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  表示, 如图 1-6c 所示。

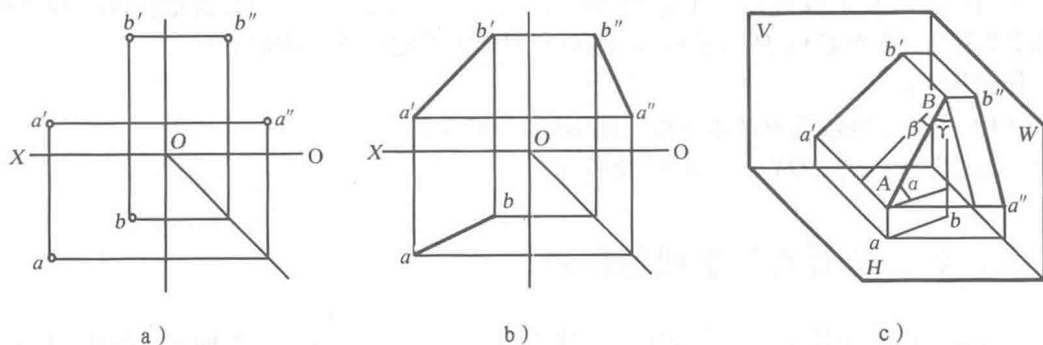


图 1-6 两点决定一直线

## 2. 直线上的点

由初等几何可知, 属于直线上的点, 其投影属于直线的同面投影; 空间两线段的比为其投影的比。反之, 如果点的投影属于直线的同面投影, 则点必属于直线, 且点分线段之比等于点的投影分线段的同面投影之比。

如图 1-7a 中,  $C$  点在  $AB$  直线上,  $c$  和  $c'$  也分别在  $a'b'$  和  $ab$  上, 且  $a'c':c'b'=ac:cb$ 。图 1-7b 中,  $K$  点不在  $AB$  直线上。

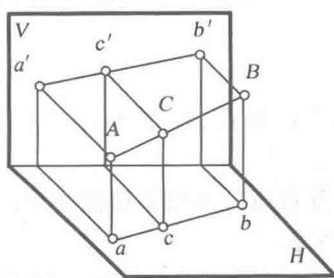
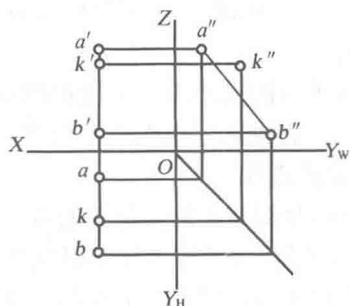
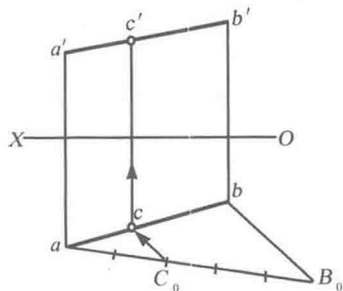
a)  $C$  点在  $AB$  直线上b)  $K$  点不在  $AB$  直线上

图 1-7 点线从属

【例 1-2】 已知直线  $AB$  的投影, 试将  $AB$  分成  $AC:CB=2:3$ , 求分点  $C$  的投影 (图 1-8)。

图 1-8  $AC:CB=2:3$

分析：分点  $C$  的投影必在直线  $AB$  的同面投影上。用几何作图的方法先将  $ab$ （或  $a'b'$ ）分成  $2:3$  得到分点  $C$  的  $H$  面投影  $c$ ，然后利用分点的定比性，求出  $c'$ 。

作图步骤：

- (1) 用等分线段的方法求  $c$  点，使  $ac:cb=2:3$ 。
- (2) 过  $c$  作  $cc'\perp OX$  轴与  $a'b'$  交于  $c'$ 。

## 二、各种位置直线的投影特性

直线在三投影面体系中的位置分为 3 种情况：投影面平行线、投影面垂直线和一般位置直线。前两种也称特殊位置直线。

### 1. 投影面平行线

平行于一个投影面而与另外两个投影面倾斜的直线称为投影面平行线。共有 3 种位置：正平线、侧平线和水平线。其投影特性如下：

(1) 在所平行的投影面上的投影反映实长，该投影与轴线的夹角反映直线对另外两投影面的夹角。

(2) 另外两面投影分别平行于相应的轴，且长度缩短，如表 1-1 所示。

### 2. 投影面垂直线

垂直于一个投影面的直线称为投影面垂直线。共有 3 种位置：正垂线、侧垂线和铅垂线。其投影特性如下：

(1) 在所垂直的投影面上的投影积聚为一点。

(2) 另外两面投影分别垂直于相应的轴且反映实长，如表 1-1 所示。

### 3. 一般位置直线

与 3 个投影面都处于倾斜位置的直线称为一般位置直线。其投影特性如下：

(1) 3 个投影都与投影轴倾斜且投影小于线段的实长。

(2) 各个投影与投影轴的夹角都不反映直线与投影面夹角的真实大小，如表 1-1 所示。

表 1-1 各种位置直线的投影特性

| 投影面平行线 | 正平线                                                                                  | 水平线                                                                                      | 侧平线                                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                      |                                                                                          |                                                                                      |
|        |                                                                                      |                                                                                          |                                                                                      |
|        | (1) $cd // OX$ $c''d'' // OZ$<br>(2) $c'd' = CD$<br>(3) 反映 $\alpha$ 、 $\gamma$ 实角    | (1) $a'b' // OX$ $a''b'' // OY_W$<br>(2) $ab = AB$<br>(3) 反映 $\beta$ 、 $\gamma$ 实角       | (1) $e'f' // OZ$ $ef // IOY_H$<br>(2) $e''f'' = EF$<br>(3) 反映 $\alpha$ 、 $\beta$ 实角  |
| 投影面垂直线 | 正垂线                                                                                  | 铅垂线                                                                                      | 侧垂线                                                                                  |
|        |                                                                                      |                                                                                          |                                                                                      |
|        |                                                                                      |                                                                                          |                                                                                      |
|        | (1) $c' (d')$ 积聚为一点<br>(2) $cd \perp OX$ $c''d'' \perp OZ$<br>(3) $cd = c''d'' = CD$ | (1) $a (b)$ 积聚为一点<br>(2) $a'b' \perp OX$ $a''b'' \perp OY_W$<br>(3) $a'b' = a''b'' = AB$ | (1) $e'' (f'')$ 积聚为一点<br>(2) $ef \perp OY_H$ $e'f' \perp OZ$<br>(3) $ef = e'f' = EF$ |
|        |                                                                                      |                                                                                          |                                                                                      |

续表

|        |  |                              |
|--------|--|------------------------------|
| 一般位置直线 |  | <p>在 3 个投影面上的投影均为小于实长的斜线</p> |
|--------|--|------------------------------|

### 三、一般位置直线的实长及对投影面的倾角

一般位置直线的三面投影都不反映实长，且与投影轴的夹角也不反映该直线对投影面的倾角（见表 1-1）。在实际应用中，往往要求出直线的实长及对投影面的倾角。下面介绍一种用直角三角形法求一般位置直线的实长。

如图 1-9a 所示，在二投影面体系中，过  $A$  作  $AB_1 \parallel ab$ ，则  $\triangle ABB_1$  是一直角三角形，直角边  $AB_1=ab$ 、 $BB_1=Z_B-Z_A$ （ $A$ 、 $B$  两点的  $Z$  坐标差）， $\angle BAB_1=\alpha$  角，斜边  $AB$  即线段的实长。

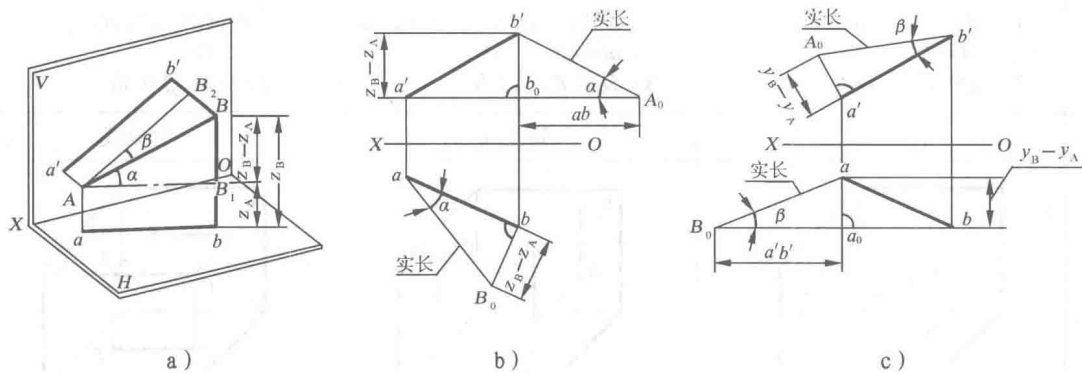


图 1-9 用直角三角形法求直线的实长及倾角

作图步骤（图 1-9b）：

- (1) 过  $b$  作  $ab$  垂线。
- (2) 在垂线上量取  $B_0b=Z_B-Z_A$ 。
- (3) 连接  $aB_0$ ，即为直线的实长，且  $\angle B_0ab$  为所求  $\alpha$  角。

同理，亦可用直线的正面投影和两端点的  $Y$  坐标差，求直线  $AB$  的实长及  $\beta$  角（图 1-9c）。

综上所述，可知直角三角形法的作图要领如下：

- (1) 以直线一投影的长度为一直角边。
- (2) 以直线的两端点相对于该投影面的距离差为另一直角边，该距离差可由直线的另