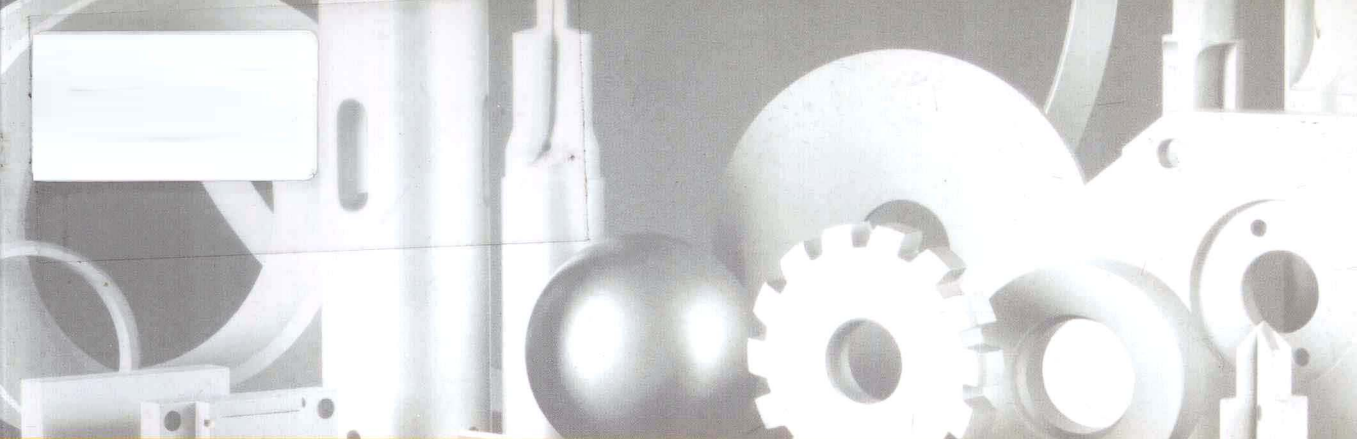
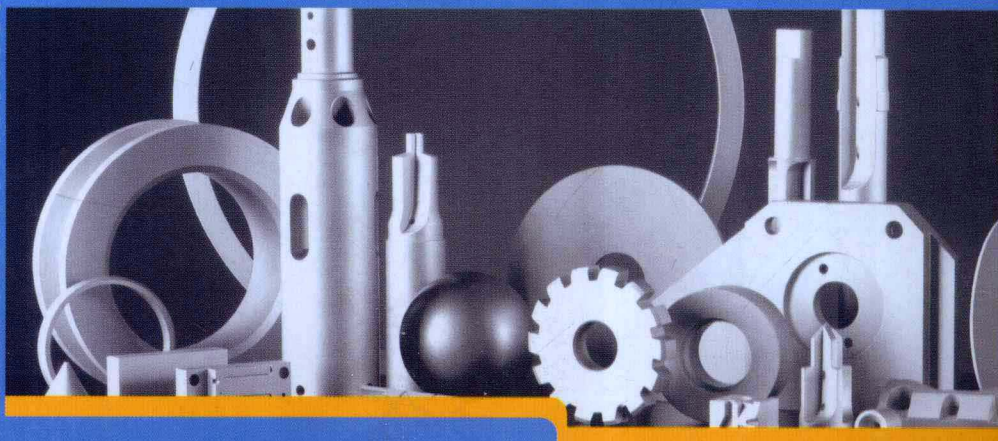




简明工程图学

Jianming Gongcheng Tuxue

主 编 胡延平
主 审 刘 炆



科学出版社

简明工程图学

主 编 胡延平
主 审 刘 炆

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是安徽省精品课程“工程图学”的配套教材,是根据“高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求”,并按照机械制图最新国家标准编写而成的。本书为高等工科院校本科制图教材,主要内容有:点、线、面的投影,立体的投影,制图基本知识和技能,组合体,轴测图,机件的常用表达方法,标准件,零件图,装配图,计算机绘图等。

本书可作为高等理工院校近机类、非机类专业 24~56 学时图学教材,也可作为高职高专院校相关专业教材,还可供有关工程技术人员和自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明工程图学/胡延平主编. —北京:科学出版社, 2012. 7
ISBN 978-7-03-035125-8

I. ①简… II. ①胡… III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 169010 号

责任编辑:邓 静 张丽花/责任校对:钟 洋
责任印制:闫 磊/封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

化学工业出版社印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2012 年 7 月第一次印刷 印张: 14 3/4

字数: 369 000

定价: 30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

为便于“工程图学”系列课程的教学,我们根据“高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求”的精神,吸收多所院校工程图学教材的精华,总结我们多年来“工程图学”课程的教学经验,参照高等工业学校《工程制图基础课程教学基本要求》(电子、应用理科类专业适用,24~56学时)编写了本书,供近机械类和非机械类的电子、通信、信息、资源与环境、管理等专业作为少学时“工程图学”课程教材使用。本书是省级工程图学精品课程的配套教材。

在本书的编写过程中,力求做到以下几点:

(1) 明确编写目的,确定编写体系。本课程在大学课程中属较难的一类,本书从引导学生空间思维出发,尽力做到一步一图,投影图配直观图,由浅入深,由详到略,图文并茂,循序渐进,突出重点,融化难点。

(2) 紧扣课程任务,合理选排内容。在编写本书时,我们贯彻了精选内容、打好基础、加强实践、培养能力的原则。内容的选排考虑尽可能适应教学的要求,在保持理论性和系统性的同时,力求简明、实用。

本书共10章。第1章“点、直线、平面的投影”和第2章“立体”,是绘图和看图的理论基础,内容以图示为主,配合适量的图解知识。第3章“制图的基本知识和技能”和第6章“机件的常用表达方法”部分,精选图例,全部采用新标准,力求贯彻技术制图及机械制图的最新国家标准。第4章“组合体”,以介绍形体分析法和线面分析法为主线,强化绘图与看图的练习,着重培养学生的空间构思能力。第5章“轴测图”,主要介绍正等测和斜二测的画法,教学中可安排与第4章内容相结合进行。第7章“标准件和常用件”、第8章“零件图”和第9章“装配图”为机械制图部分,图例均选自生产实际,凡涉及新修订的国家标准的内容,均做了更新,这部分内容以培养学生的读图能力为重点。第10章“计算机绘图”部分,主要介绍 AutoCAD 二维绘图的基本内容。

本书由胡延平任主编,何秀娟、李德宝任副主编。参加编写的有(按章节顺序):胡延平(绪论、第9章、附录),吕堃(第1章、第5章、第10章),李德宝(第2章),葛亮(第3章、第8章),何秀娟(第4章),赵小兰(第6章、第7章)。最后由主编统校定稿。

本书由刘炆主审。在编写和出版过程中,合肥工业大学工程图学系、合肥工业大学教材科和科学出版社给予了大力支持,在此谨致谢忱。特别对潘陆桃、林启迪老师的支持和帮助表示衷心感谢。

鉴于我们水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年3月

目 录

前言

绪论	1
第1章 点、直线、平面的投影	3
1.1 投影法的基本知识	3
1.1.1 中心投影法	3
1.1.2 平行投影法	3
1.2 点的投影	4
1.2.1 点的两面投影和三面投影	4
1.2.2 点的投影与该点的平面直角坐标的关系	6
1.2.3 两点的相对位置及重影点	7
1.3 直线的投影	8
1.3.1 直线对投影面的相对位置	8
1.3.2 直线上的点	11
1.3.3 两直线的相对位置	11
1.4 平面的投影	14
1.4.1 平面的几何元素表示法	14
1.4.2 平面对投影面的相对位置	14
1.4.3 平面上的点和直线	17
1.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	19
1.5.1 平行	19
1.5.2 相交	20
第2章 立体	22
2.1 平面立体	22
2.1.1 棱柱体	22
2.1.2 棱锥体	23
2.2 回转体	24
2.2.1 圆柱体	25
2.2.2 圆锥体	26
2.2.3 圆球体	27
2.3 平面与回转体相交	28
2.3.1 平面与圆柱相交	29
2.3.2 平面与圆锥相交	31
2.3.3 平面与圆球相交	33

2.3.4	平面与组合回转体相交·····	34
2.4	回转体表面相交·····	35
2.4.1	圆柱与圆柱表面相交(表面取点法)·····	36
2.4.2	圆柱与其他回转体表面相交(辅助平面法)·····	39
2.4.3	相贯线的特殊情况·····	42
第3章	制图的基本知识和技能 ·····	43
3.1	制图的一般规定·····	43
3.1.1	图纸幅面(GB/T 14689—1993)·····	43
3.1.2	比例(GB/T 14690—1993)·····	44
3.1.3	字体(GB/T 14691—1993)·····	44
3.1.4	图线(GB/T 4457.4—2002)·····	46
3.1.5	尺寸注法(GB/T 4458.4—2002)·····	47
3.2	几何作图·····	49
3.2.1	正六边形·····	49
3.2.2	斜度和锥度·····	49
3.2.3	圆弧连接·····	50
3.3	平面图形的尺寸分析及画图步骤·····	52
3.3.1	平面图形的尺寸分析·····	52
3.3.2	平面图形的线段分析及画图步骤·····	52
第4章	组合体 ·····	54
4.1	组合体的三视图·····	54
4.1.1	三视图的形成·····	54
4.1.2	三视图的投影规律·····	54
4.2	组合体的组合形式及其分析方法·····	55
4.2.1	组合体常见的组合形式·····	55
4.2.2	组合体表面连接关系和常用的分析方法·····	56
4.3	组合体三视图的画法·····	57
4.3.1	形体分析与线面分析·····	57
4.3.2	视图选择·····	57
4.3.3	画图方法·····	58
4.3.4	相贯线的简化画法·····	60
4.4	组合体的尺寸标注与布置·····	60
4.4.1	基本形体的尺寸标注·····	60
4.4.2	组合体的尺寸标注·····	61
4.4.3	尺寸的清晰布置·····	63
4.5	读组合体视图的方法和步骤·····	64
4.5.1	读组合体视图的基本要点·····	64
4.5.2	读图的方法和步骤·····	66
4.5.3	补视图和补漏线·····	69

第 5 章 轴测图	74
5.1 轴测图的基本知识	74
5.2 正等测的画法	75
5.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	75
5.2.2 平面立体的画法	76
5.2.3 回转体的画法	78
5.2.4 组合体的画法	80
5.3 斜二测的画法	82
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	82
5.3.2 斜二测的作图方法	82
第 6 章 机件的常用表达方法	84
6.1 视图	84
6.1.1 基本视图	84
6.1.2 向视图	85
6.1.3 局部视图	86
6.1.4 斜视图	87
6.2 剖视图	87
6.2.1 剖视图的概念及画法	88
6.2.2 剖视图的标注	90
6.2.3 剖视图的种类	91
6.2.4 剖切面的种类	94
6.3 断面图	99
6.3.1 断面图的概念	99
6.3.2 断面的种类	99
6.4 其他表达方法	101
6.4.1 局部放大图	101
6.4.2 简化画法和其他规定画法	102
6.5 表达方法综合运用举例	106
6.6 第三角画法简介	108
第 7 章 标准件和常用件	110
7.1 螺纹及螺纹紧固件	110
7.1.1 螺纹	110
7.1.2 螺纹紧固件	114
7.2 键、销和滚动轴承	120
7.2.1 键	120
7.2.2 销	122
7.2.3 滚动轴承	123
7.3 齿轮和弹簧	125
7.3.1 齿轮	125

7.3.2 弹簧	128
第8章 零件图	131
8.1 零件图的内容	131
8.2 零件图的视图选择和尺寸标注	132
8.2.1 零件图的视图选择	132
8.2.2 零件图的尺寸标注	134
8.3 零件上常见的工艺结构	139
8.3.1 铸造结构	139
8.3.2 机械加工结构	140
8.4 零件图的技术要求	142
8.4.1 表面结构的图样表示法	142
8.4.2 极限与配合	147
8.5 零件测绘	154
8.6 读零件图	157
8.6.1 读零件图的方法与步骤	157
8.6.2 读零件图举例	158
第9章 装配图	160
9.1 装配图的作用及内容	160
9.1.1 装配图的作用	160
9.1.2 装配图的内容	160
9.2 装配图的表达方法	160
9.2.1 装配图中的规定画法	162
9.2.2 装配图中的特殊画法	162
9.3 装配图的尺寸标注、技术要求、零件编号和明细栏	164
9.3.1 装配图的尺寸标注	164
9.3.2 装配图的技术要求	165
9.3.3 装配图的零件编号和明细栏	165
9.4 画装配图的方法和步骤	167
9.4.1 了解和分析装配体	167
9.4.2 分析零件图和画装配示意图	168
9.4.3 确定表达方案	169
9.4.4 画装配图	169
9.5 常见装配结构	172
9.6 读装配图和拆画零件工作图	175
9.6.1 读装配图	175
9.6.2 由装配图拆画零件图	177
第10章 计算机绘图	184
10.1 AutoCAD 绘图基础	184

10.1.1	AutoCAD 工作界面	184
10.1.2	AutoCAD 绘图环境	187
10.1.3	AutoCAD 辅助绘图功能	189
10.2	二维图形的绘制与编辑	192
10.2.1	平面图形的绘制	192
10.2.2	平面图形的编辑与修改	196
10.2.3	文本与尺寸标注	200
附录		204
一、螺纹		204
二、常用标准件		207
三、极限与配合		217
参考文献		225

绪 论

1. 本课程的研究对象和任务

本课程是研究绘制工程图样的理论、方法和技术的一门技术基础课。图样是二维的，机器和工程结构是三维的，因此解决三维与二维转换问题，绘制和阅读图样是本课程研究的对象。

工程图样是工程技术界的语言。

在工业生产中，从产品的设计到制造，都离不开工程图样。在使用各类工程设备以及作维护保养时，也必须通过阅读图样来了解产品的结构和性能，工程图样是极其重要的产品信息载体。

本课程的内容主要包括画法几何、工程制图、计算机绘图三个部分。画法几何研究用投影法图示和图解空间几何问题的基本原理，它是工程图学课程的理论基础。工程制图部分主要介绍制图的基本规则，贯彻有关制图的国家标准，培养绘制和阅读工程图样的能力。工程制图包括机械、土木等专业内容，其中的机械制图是一项重点，也是本书介绍的主要内容。计算机绘图是伴随计算机技术的飞速进步而诞生和发展起来的新技术领域，它代表了工程图学的发展方向，未来产品信息的数字化将引领工程图学进入一个全新的层次。作为工程图学基础课程的教材，本书仅对这部分内容作简要介绍，让读者对计算机绘图有初步认识。

2. 工程图学的学习任务

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，学习任务的关键在于能力培养，具体有以下几项内容：

- (1) 学习正投影法的基本原理，正确运用正投影法进行图示及图解。培养空间构思和想象的初步能力，掌握平面图样（二维）与空间形体（三维）之间的相互转换方法。
- (2) 学习有关制图的国家标准，培养绘制和阅读机械图样的初步能力。
- (3) 对计算机绘图有初步了解，为进一步学习计算机图形技术打下基础。
- (4) 培养遵守“国家标准”、认真细致的学风及严谨尽责的工作态度。

3. 本课程的学习方法

在明确了本课程的研究对象、内容和学习任务之后，学习中应该做到以下几点：

- (1) 学好投影理论，反复练习三维空间形体和二维平面图样之间的转化，把培养和提高空间构思及分析能力放在首要位置。
- (2) 实践性强是本课程的一个重要特点，因此学习中应重视实践环节的训练，通过作业及绘图训练，培养和提高绘图与看图的能力。在绘图实践中，学会查阅并严格遵守和运用相关国家标准。
- (3) 由于工程图样是重要的技术文件，任何细小的差错都可能导致生产中的重大损失，所以学习中一定要培养一丝不苟的严谨作风，作业要认真完成，绘制图样要做到投影正确、图线规范、尺寸齐全、字体工整、图面整洁。应该认识到，无论计算机绘图技术多么先进，

机器仍要根据人的指令完成作图，因此坚实的手工作图能力仍然是工程制图的重要基础。

本课程只能为培养学生的绘图与看图能力打下初步基础，通过后继课程的学习，以及在今后长期的学习和工作实践中，还要不断拓展空间构思及创新能力，提高绘图与读图的水平。

第 1 章 点、直线、平面的投影

在工程图样中，广泛采用投影的方法，在平面上表达空间物体的形状。本章介绍投影法的基本概念以及空间几何要素（点、直线和平面）的投影规律和作图方法。

1.1 投影法的基本知识

物体在光线的照射下，就会在地面或墙壁上产生一个物体的影子。人们根据光的投射成影这一自然物理现象，创造了用投影来表达物体形状的方法，即：光线通过物体向选定的面投射，并在该面上得到图形，这种现象称为投影。这种确定空间几何元素和物体投影的方法，称为投影法。

投影法通常分为中心投影法和平行投影法两种。

1.1.1 中心投影法

如图 1-1 所示，设一平面 P （投影面）与光源 S （投影中心）之间，有一个 $\triangle ABC$ （被投影物）。经投影中心 S 分别向 $\triangle ABC$ 顶点 A 、 B 、 C 各引一直线 SA 、 SB 、 SC （称为投射线），并与投影面 P 交于 a 、 b 、 c 三点。则 a 、 b 、 c 三点就是空间 A 、 B 、 C 三点在 P 平面上的投影， $\triangle abc$ 就是空间 $\triangle ABC$ 在 P 平面上的投影。

这种投射线汇交于一点的投影方法称为中心投影法。中心投影法的投影中心位于有限远处，该投影法得到的投影图形称为中心投影。

由于中心投影法得到的物体投影的大小与物体的位置有关，如果改变物体（ $\triangle ABC$ ）与投影中心（ S ）的距离，投影（ $\triangle abc$ ）的大小也随之改变，即不能反映空间物体的实际大小。因此，中心投影法通常不用于绘制机械图样，而用于建筑物的外观透视图等。

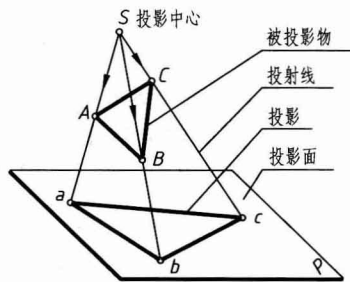


图 1-1 中心投影法

1.1.2 平行投影法

如图 1-2 所示，若将投影中心 S 沿一不平行于投影面的方向移到无穷远处，则所有投射线将趋于相互平行。这种投射线相互平行的投影方法，称为平行投影法。平行投影法的投影中心位于无穷远处，该投影法得到的投影图形称为平行投影。投射线的方向称为投影方向。

由于平行投影法中，平行移动空间物体，即改变物体与投影面的距离时，它的投影的形

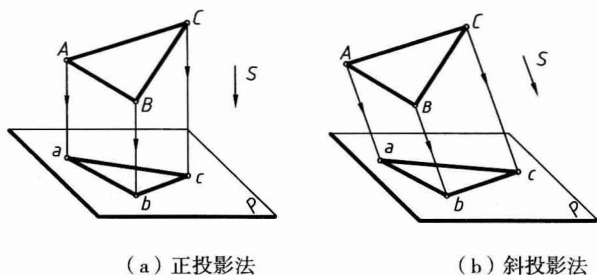


图 1-2 平行投影法

状和大小都不会改变。因此，机械图样通常采用平行投影法。

平行投影法按照投射线与投影面倾角的不同又分为正投影法和斜投影法两种：当投影方向（即投射线的方向）垂直于投影面时称为正投影法，如图 1-2a 所示；当投影方向倾斜于投影面时称为斜投影法，如图 1-2b 所示。正投影法得到的投影称为正投影，斜投影法得到的投影称为斜投影。

正投影法在工程图上应用广泛，机械图样主要采用正投影法绘制。本书后续章节中提及的投影，若无特殊说明，均指正投影。

1.2 点的投影

1.2.1 点的两面投影和三面投影

点是构成形体最基本的几何元素，一切几何形体都可看作是点的集合。点的投影是线、面、体的投影基础。

1. 点的两面投影

如图 1-3a 所示，设置两个互相垂直的平面为投影面，其中一个为正立投影面 V ，简称正面，另一个是水平投影面 H ，简称水平面，组成两投影面体系。两投影面的交线 OX 称为投影轴，简称 OX 轴。

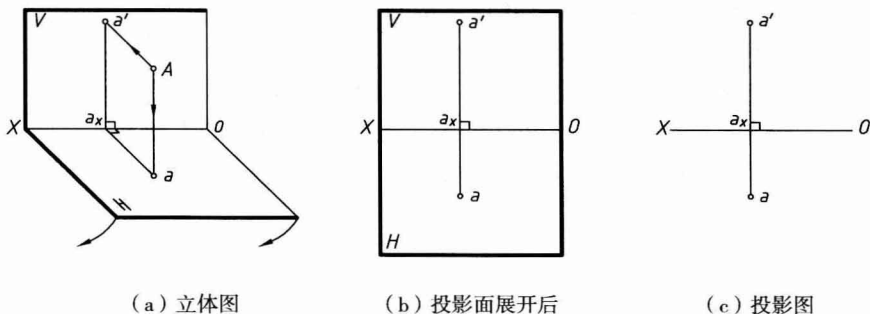


图 1-3 点在 V 、 H 两面体系中的投影

在两面投影体系中，设一空间点 A ，从 A 点分别向 H 面、 V 面作垂线（投射射线），其垂足就是点 A 的水平投影 a 和正面投影 a' 。由于 $Aa' \perp V$ 、 $Aa \perp H$ ，故投射面 $Aaa' \perp OX$ 轴并

交于点 a_x ，因此， $a'a_x \perp OX$ 、 $aa_x \perp OX$ 。

如图 1-3a 中 A 点投影 a 、 a' 分别在 H 面、 V 面上，要把两个投影表示在一个平面上，按照国家制图标准规定： V 面不动，将 H 面绕 OX 轴、按图 1-3a 所示箭头的方向，自前向下旋转 90° 与 V 面共面，如图 1-3b 所示，称为点的两面投影图。由于投影面是无限的，故在投影图上通常不画出它的边框线，这样便得到如图 1-3c 所示的点的两面投影图。

从图 1-3a 和图 1-3c，根据立体几何知识，可以知道平面 Aaa_xa' 为一矩形，展开后 aa' 形成一条投影连线并与 OX 轴交于点 a_x ，且 $aa' \perp OX$ 轴。同时， $a'a_x = Aa$ ，反映点 A 到 H 面的距离； $aa_x = Aa'$ ，反映点 A 到 V 面的距离。

这里需要说明的是：规定空间点用大写字母表示（如 A ），点的水平投影用相应的小写字母表示（如 a ），点的正面投影用相应的小写字母并在右上角加一撇表示（如 a' ）。

从上面可以概括出点的两面投影特性：

(1) 点的水平投影与正面投影的连线垂直于 OX 轴，即 $aa' \perp OX$ ；

(2) 点的正面投影到 OX 轴的距离等于点到 H 面的距离，点的水平投影到 OX 轴的距离等于点到 V 面的距离，即： $a'a_x = Aa$ ， $aa_x = Aa'$ 。

2. 点的三面投影

为了更清楚地图示几何形体，国家制图标准规定，采用三投影面体系图示几何形体。如图 1-4a 所示，设置三个互相垂直的平面为投影面，即在两投影面体系的基础上，再增加一个与 V 面、 H 面都垂直的侧立投影面，用 W 表示。三个投影面之间两两相交产生三条交线，即三条投影轴，分别用 OX 、 OY 、 OZ 表示，它们相互垂直并交于 O 点，形成三投影面体系。

在三面投影体系中，设一空间点 A ，从 A 点分别向 H 面、 V 面和 W 面作垂线（投影线），其垂足分别是点 A 的水平投影 a 、正面投影 a' 和侧面投影 a'' 。由于 $Aa' \perp V$ 、 $Aa \perp H$ 、 $Aa'' \perp W$ ，且投射面 Aaa' 、 Aaa'' 、 $Aa'a''$ 分别与三投影轴 OX 、 OY 、 OZ 交于点 a_x 、 a_y 、 a_z ，故投射面 $Aaa' \perp OX$ 轴并交于点 a_x ， $Aaa'' \perp OY$ 轴并交于点 a_y ， $Aa'a'' \perp OZ$ 轴并交于点 a_z ，因此， $a'a_x \perp OX$ 、 $aa_x \perp OX$ 、 $aa_y \perp OY$ 、 $a''a_y \perp OY$ 、 $a'a_z \perp OZ$ 、 $a''a_z \perp OZ$ 。

同样需要说明的是：点的侧面投影用相应的小写字母并在右上角加两撇表示（如 a'' ）。

如图 1-4a 所示， A 点的三面投影 a 、 a' 、 a'' 分别在 H 面、 V 面和 W 面上，要把三个投影表示在一个平面上，按照国家制图标准规定： V 面不动，将 H 面、 W 面按图 1-4a 中箭头所示方向分别绕 OX 轴自前向下旋转 90° 、绕 OZ 轴自前向右旋转 90° 。这样， H 面、 W 面与 V 面就重合成一个平面。这里投影轴 OY 被分成 Y_H 、 Y_W 两支，随 H 面旋转的 OY 轴用 OY_H 表示，随 W 面旋转的 OY 轴用 OY_W 表示，且 OY 轴上的 a_y 点也相应的用 a_{yH} 、 a_{yW} 表示，如图 1-4b 所示。由于投影面是无限的，故在投影图上通常不画出它的边框线，这样得到空

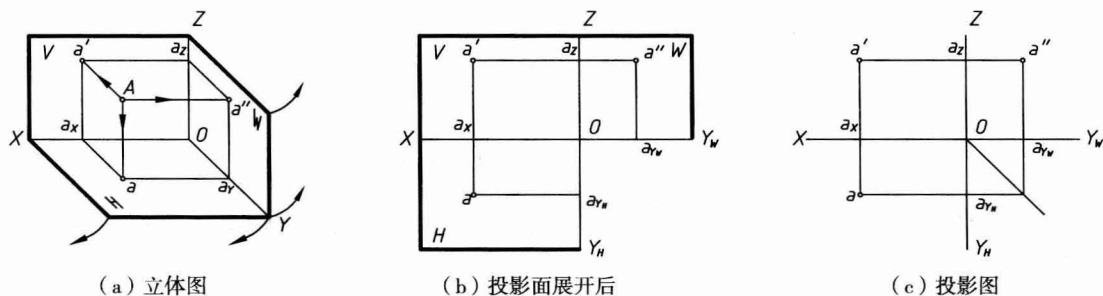


图 1-4 点在 V 、 H 、 W 三面体系中的投影

间点 A 在三投影面体系中的投影图, 如图 1-4c 所示。在投影图中, OY 轴上的点 a_Y 因展开而分成 a_{YH} 、 a_{YW} 。为了方便作图, 可以过 O 点作一条 45° 的辅助线, aa_{YH} 、 $a''a_{YW}$ 的延长线必与该辅助线相交于一点。

从图 1-4a 和图 1-4c, 根据立体几何知识, 可知: H 面和 W 面展开后 aa' 形成一条投影连线并与 OX 轴交于点 a_X , 且 $aa' \perp OX$ 轴; $a'a''$ 形成一条投影连线并与 OZ 轴交于点 a_Z , 且 $a'a'' \perp OZ$ 轴。同时, $a'a_X = a''a_{YW} = Aa$, 反映点 A 到 H 面的距离; $a'a_Z = aa_{YH} = Aa''$, 反映点 A 到 W 面的距离; $a''a_Z = aa_X = Aa'$, 反映点 A 到 V 面的距离。

从上面可以概括出点的三面投影特性:

(1) 点的投影连线垂直于相应的投影轴, 即 $aa' \perp OX$, $a'a'' \perp OZ$;

(2) 点的投影到相应投影轴的距离等于点到相应投影面的距离, 即: $a'a_X = a''a_{YW} = Aa$, $a'a_Z = aa_{YH} = Aa''$, $a''a_Z = aa_X = Aa'$ 。

利用点在三投影面体系中的投影特性, 只要知道空间一点的任意两个投影, 就能求出该点的第三面投影 (简称为“二求三”)。

1.2.2 点的投影与该点的平面直角坐标的关系

如图 1-5a 所示, 若将三投影面当作三个坐标平面, 三投影轴当作三坐标轴, 三轴的交点 O 作为坐标原点, 则三投影面体系便是一个笛卡儿空间直角坐标系。因此, 空间点 A 到三个投影面的距离, 也就是 A 点的三个直角坐标 X 、 Y 、 Z 。即, 点的投影与坐标有如下关系:

点 A 到 W 面的距离 $Aa'' = a'a_Z = aa_{YH} = Oa_X = X_A$;

点 A 到 V 面的距离 $Aa' = a''a_Z = aa_X = Oa_Y = Y_A$;

点 A 到 H 面的距离 $Aa = a'a_X = a''a_{YW} = Oa_Z = Z_A$ 。

由此可见, 若已知 A 点的投影 (a 、 a' 、 a''), 即可确定该点的坐标, 也就是确定了该点的空间位置, 反之亦然。从图 1-5b 可知, 点的每个投影包含点的两个坐标, 点的任意两个投影包含了点的三个坐标, 所以, 根据点的任意两个投影, 也可确定点的空间位置。

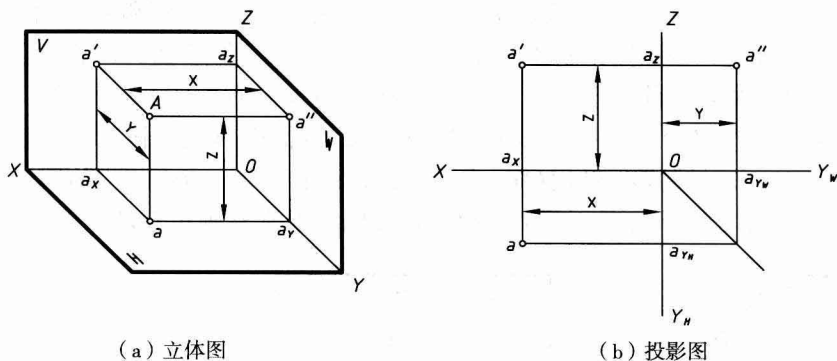


图 1-5 点的三面投影与直角坐标

【例 1-1】 已知 A 点的直角坐标为 $(15, 10, 20)$, 求点 A 的三面投影 (图样中的尺寸单位为 mm 时, 不需标注计量单位)。

【解】 作图步骤:

(1) 作相互垂直的两条细直线为投影轴, 并且过原点 O 作一条 45° 辅助线平分

$\angle Y_H OY_W$ 。依据 $X_A = Oa_x$ ，沿 OX 轴取 $Oa_x = 15\text{mm}$ ，得到点 a_x ，如图 1-6a 所示。

(2) 过点 a_x 作 OX 轴的垂线，在此垂线上，依据 $Z_A = Oa_z$ ，从 a_x 向上取 $a_x a' = 20\text{mm}$ ，得到点 A 的正面投影 a' ；依据 $Y_A = Oa_y$ ，从 a_x 向下取 $a_x a = 10\text{mm}$ ，得到点 A 的水平投影 a ，如图 1-6b 所示。

(3) 现已知点 A 的两面投影 a' 、 a ，可求第三投影。即：过 a 作直线垂直于 OY_H 并与 45° 辅助线交于一点，过此点作垂直于 OY_W 的直线，并与过 a' 所作 OZ 轴的垂线 $a' a_z$ 的延长线交于 a'' ， a'' 即为点 A 侧面投影，如图 1-6c 所示。（也可不作辅助角平分线，而在 $a' a_z$ 的延长线上直接量取 $a_z a'' = aa_x$ 而确定 a'' ）。

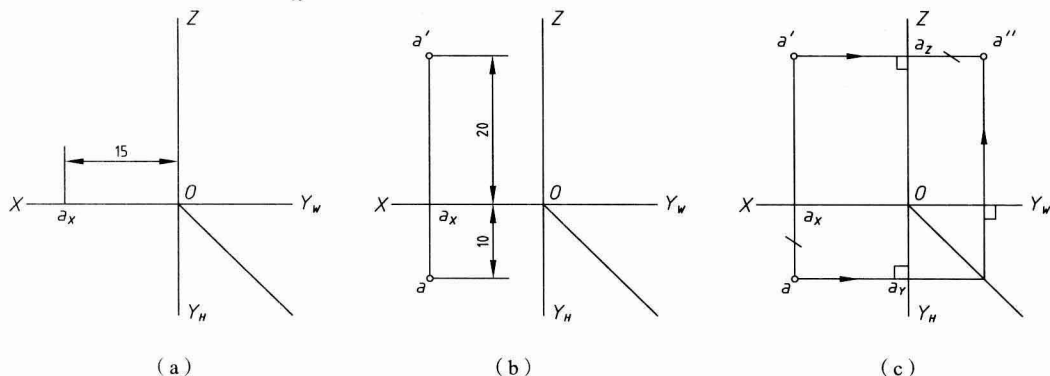


图 1-6 由点的坐标求其投影

1.2.3 两点的相对位置及重影点

1. 两点的相对位置

空间两点的相对位置，是指它们之间的左右、前后、上下的位置关系，可以根据两点的各同面投影之间的坐标关系来判别。其左右关系由两点的 X 坐标差来确定， X 值大者在左方；其前后关系由两点的 Y 坐标差来确定， Y 值大者在前方；其上下关系由两点的 Z 坐标差来确定， Z 值大者在上方。

在图 1-7a 中，可以直观地看出 A 点在 B 点的左方、后方、下方。在图 1-7b 中，也可从坐标值的大小判别出同样的结论。

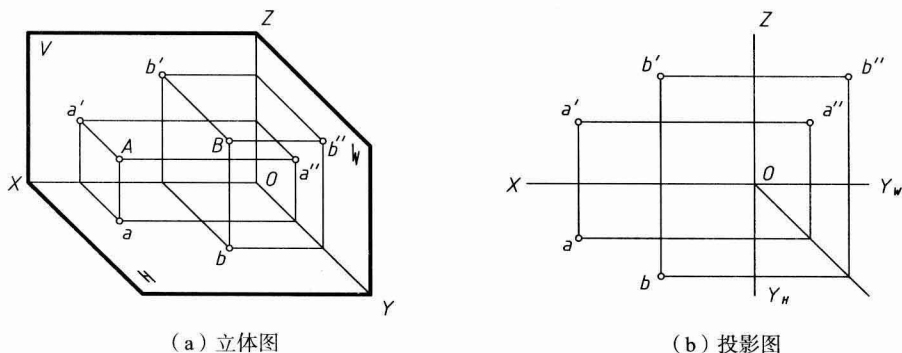


图 1-7 两点的相对位置

2. 重影点

若空间的两点位于某一个投影面的同一条投射线上，则它们在该投影面上的投影必重

合，这两点称为对该投影面的重影点。重影点存在着在投影重合的投影面上的投影有一个可见，而另一个不可见的问题。如图 1-8a 所示，A、B 两点的水平投影重合，沿水平投影方向从上往下看，先看见 A 点，B 点被 A 点遮住，则 B 点不可见。在投影图上若需判断可见性，应将不可见点的投影加圆括号以示区别，如图 1-8b 所示。需要指出的是空间两点最多只能有一个投影面的投影重合。重影点的可见性判断方法如下：

- (1) 若两点的水平投影重合，称为对 H 面的重影点，且 Z 坐标值大者可见；
- (2) 若两点的正面投影重合，称为对 V 面的重影点，且 Y 坐标值大者可见；
- (3) 若两点的侧面投影重合，称为对 W 面的重影点，且 X 坐标值大者可见。

上述三原则，也可概括为：前遮后，上遮下，左遮右。

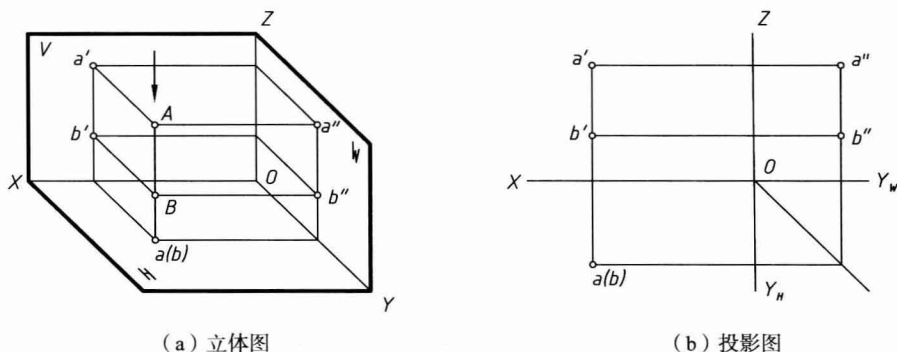


图 1-8 重影点及可见性

1.3 直线的投影

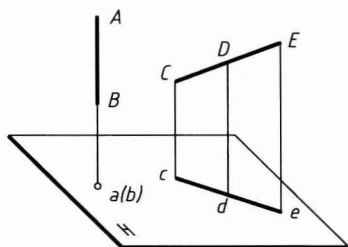


图 1-9 直线的投影

空间任意两点确定一条直线，因此，直线的投影就是直线上两点的同面投影（同一投影面上的投影）的连线。需要注意的是直线的投影线（空间直线在某个投影面上的投影）规定用粗实线画。

如图 1-9 所示，直线的投影一般仍为直线，如图中直线 CE；在特殊情况下，当直线垂直于投影面时，其投影积聚为一点，如图中直线 AB。

1.3.1 直线对投影面的相对位置

在三面投影体系中，直线相对于投影面的位置有三种：投影面的平行线、投影面的垂直线、一般位置直线。前两种又统称为特殊位置直线。

另外，根据国家标准规定：空间直线与投影面的夹角称为直线对投影面的倾角，且直线与 H、V、W 三个投影面的夹角依次用 α 、 β 、 γ 表示。

1. 投影面的平行线

平行于某一投影面而倾斜于另两投影面的直线，称为投影面的平行线。根据直线所平行