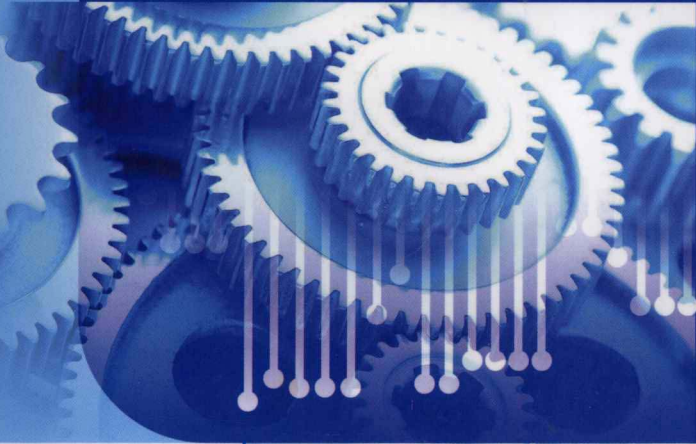


21 世纪高职高专机械类实训教材

机械制图

JIXIE ZHITU



主 编 张 洲 王技德
参 编 王志慧 何育慧 郝利梅
杨新田 王 艳
主 审 王永仁



 中国人民大学出版社

21 世纪高职高专机械类实训教材

机械制图

主 编 张 洲 王技德

参 编 王志慧 何育慧

郝利梅 杨新田

王 艳

主 审 王永仁

中国人民大学出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/张洲, 王技德主编
北京: 中国人民大学出版社, 2010
21 世纪高职高专机械类实训教材
ISBN 978-7-300-11548-1

I. ①机…
II. ①张…②王…
III. ①机械制图-高等学校: 技术学校-教材
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 222209 号

21 世纪高职高专机械类实训教材 机械制图

主 编 张 洲 王技德
参 编 王志慧 何育慧
郝利梅 杨新田
王 艳
主 审 王永仁

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京宏伟双华印刷有限公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2010 年 5 月第 1 版
印 张	29.5	印 次	2010 年 5 月第 1 次印刷
字 数	450 000	定 价	39.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

前 言

《机械制图》是一本面向工科类各专业的工程素质教育的基础性教材。本书按照“项目教学”的思想，以“理论够用、注重实践”的原则编写而成。在教材编写过程中，编者认真总结长期课程教学的实践经验，广泛吸取兄弟院校同类教材的优点，力求突出以下特点：

1. 强调学以致用，突出实践。本书共设计了投影基础、基本体、组合体、机件的表达方法、常用件与标准件、零件图、装配图、零部件测绘八个单元，每个单元中均增加了技能训练项目。通过技能训练来贯彻《机械制图》与《技术制图》国家标准，增强学习者的实践能力，激发学习者的学习兴趣。

2. 按照项目教学的思想优化教学内容。本书将立体的投影、平面与立体的截交线、立体与立体的相贯线、轴测图及尺寸标注等内容整合成了棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、球体、基本体尺寸标注六个小项目进行讲解，将制图的基本规定，整合到了各个技能训练之中，这样既保证了每个项目的完整性，又使学习者在应用知识的过程中记住制图的相关规定。

3. 重视学习者的认知规律。本书在每个小项目的内容安排上，首先通过典型实例引出问题，然后针对问题对理论知识进行深入浅出的讲解，随后安排技能训练使学生实际能力得到提高，这不仅贯彻了国家教育部“高教〔2004〕1号”文件中高职教育的改革思想，而且符合当今高等职业教育的发展方向，符合学习者的认知规律。

4. 本教材与《机械制图习题集》配套使用，可以使理论与实际紧密结合，并实现由易到难，由浅入深，由简至繁的教学过程。

本书考虑到教材的完整和参考的方便，在内容上有着适当的裕量，教师可根据教学时数和教学条件按一定的深度、广度进行取舍，可作为高职高专模具、数控、机制、机电等各专业的教材，也可供有关工程技术人员参考使用。

本教材编写人员由来自企业一线的高级工程师和长期从事制图教学的副教授、讲师等担任，由兰州职业技术学院张洲、王技德担任主编。王志慧编写第1单元，王技德编写绪论与第2单元，何育慧编写第3单元，郝利梅编写第4单元，杨新田编写第5单元，张洲编写第6、7单元，王艳编写第8单元及附录。王技德、张洲负责全书内容的组织和统稿。

本教材由兰州职业技术学院汽车机电工程系主任王永仁副教授审阅，提出了许多宝贵意见，在此谨表感谢。

尽管我们在探索《机械制图》教材特色建设的突破方面做了很多努力，但因作者水平有限，疏漏错误之处难以尽免，恳请读者批评指正。

编 者
2010.02

目 录

绪论	1
第 1 单元 投影基础	4
1.1 正投影与三视图	4
1.2 点的投影	8
1.3 直线的投影	12
1.4 平面的投影	19
1.5 技能训练——线型练习	27
第 2 单元 基本体	34
2.1 棱柱	35
2.2 棱锥	40
2.3 圆柱	45
2.4 圆锥	61
2.5 圆球	69
2.6 基本体及其截切体、相贯体的尺寸标注	76
2.7 技能训练	86
第 3 单元 组合体	93
3.1 组合体三视图的画图方法与步骤	93
3.2 组合体尺寸标注	98
3.3 读组合体视图的方法	103
3.4 技能训练	111
第 4 单元 机件的基本表示法	114
4.1 视图	115
4.2 剖视图	121
4.3 断面图	150
4.4 局部放大图与简化画法	154
4.5 技能训练	160
第 5 单元 常用件和标准件的特殊表示法	165
5.1 螺纹及螺纹紧固件	165
5.2 键及其连接	179
5.3 销及其连接	184

5.4 滚动轴承	185
5.5 弹簧	191
5.6 齿轮表示法	194
5.7 技能训练	205
第6单元 装配图	208
6.1 装配图的表达内容	209
6.2 国家标准对装配图画法的要求	211
6.3 读装配图的方法	215
6.4 技能训练	217
第7单元 零件图	220
7.1 零件图包含的内容	220
7.2 零件图中尺寸标注及技术要求的合理性	222
7.3 国家标准对零件图的要求	222
7.4 读零件图的方法	227
7.5 技能训练	229
第8单元 零部件测绘	232
8.1 零部件的测量	232
8.2 画测绘图的步骤和应注意事项	240
附录	253
参考文献	278

绪论

1. 课程的重要性

(1) 图样是工程界的技术语言。

准确表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图，称为图样。图样是制造机器、仪器和进行工程施工的主要依据。在机械制造业中，机器设备是根据图样加工制造的。如果要生产一部机器，首先必须画出表达该机器的装配图和所有零件的零件图，然后根据零件图制造出全部零件，再按装配图装配成机器。由此可知，在工程技术中，图样不但是设计者表达设计意图、生产者指导生产的重要技术文件，而且是他们进行技术交流的重要工具。因此，图样是每一个工程技术人员必须掌握的“工程技术语言”。

(2) 本课程是后续课程的基础。

对工科类学生来说，后续课程的学习和毕业设计都离不开阅读和绘制图样，因此，本课程是工科类学生学习后续专业基础课、专业课和进行课程设计的基础。

(3) 本课程的研究对象。

在机械工程中使用的图样称为机械图样。“机械制图”是以机械图样作为研究对象的，即研究如何运用正投影的基本原理，绘制和阅读机械图样。

(4) 课程的性质与地位。

“机械制图”是一门研究绘制和阅读机械图样的理论和方法的基础课程，是工科类学生必修的基础课程、主干课程。

综合上述，“机械制图”对工科类学生来说非常重要，是每一个工程技术人员必须掌握的基础课程。

2. 课程的定位

根据课程的性质与地位，本课程定位于为后续课程奠定基础，适应工业企业发展需求，满足机械加工、制造岗位的绘图与读图能力要求的专业基础课程。

3. 课程的目标

通过课程学习和训练，学生在理论知识方面应掌握正投影法的基本理论及其应用、国家制图标准及其有关规定；在专业技能和素质方面应具有绘图与阅读工程图样的基本能力，培养空间思维与想象能力，为后续课程的学习作好铺垫，为毕业后从事机械加工、制造岗位的技术工作和工程图样的绘制与管理工作打下牢固的基础。同时通过 CAD 课程的学习，力争达到中、高级制图员的职业能力要求。

4. 课程的任务和要求

(1) 学习正投影的基础理论及其应用。

(2) 贯彻《机械制图》与《技术制图》国家标准及其有关规定。

- (3) 培养绘制机械图样的基本能力。
- (4) 培养空间思维与构思能力。
- (5) 培养阅读机械图样的能力。
- (6) 培养分析问题和解决问题的能力。
- (7) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

5. 课程的内容

- (1) 制图基础：投影基础、基本体、组合体、机件的基本表达方法。
- (2) 机械制图：常用件和标准件、零件图、装配图。
- (3) 技能训练：课外练习题、技能训练、零部件测绘。

6. 课程的重点与难点及其解决办法

(1) 课程重点：点线面的投影、基本体及其表面交线的投影、组合体投影的画法及尺寸标注和读图方法、机件的各种表达方法、标准件及常用件的规定画法、零件图与装配图的绘制与阅读方法。

(2) 课程难点：基本体各种交线的投影、读组合体视图、机件的综合表达方法、零件图与装配图的绘制与阅读。

(3) 解决办法。针对课程重点，主要采取的教法和手段：课堂教学尽可能多的采用模型及实物教具与平面图形对照讲解，以便于学生建立正确的空间概念，对所学内容加强理解和记忆；加强课后习题的布置、答疑和辅导，及时解决学生的疑问；及时批改作业并进行作业讲评，以检查和督促学生紧跟教学进程；充分应用多媒体教学手段进行辅助教学。

针对课程难点，主要采取的教法和手段：按照认识规律，整合教材内容，适当调整教学顺序，由浅入深、由易到难、由具体到抽象循序渐进，逐渐突破；充分应用多媒体课件和实物、模型等辅助教学手段，将抽象难懂的内容直观化、形象化、具体化，便于学生理解；选择典型实例，精讲多练，帮助学生消化和掌握难点知识；利用习题课和大作业有目的性的训练学生的绘图与读图能力，使学生逐步掌握绘图与读图的基本方法与基本技能。

7. 课程的学习方法

本课程既有系统理论又有很强的实践性，因此，学习时应特别注意以下几点：

(1) 贯彻一个“严”字。因为图样是工程界的技术语言，对于图样的幅面、比例、字体、图线、画法和标注方法及图样中涉及的各种技术要求均有标准可循，所以在学习本课程时，要严格贯彻《机械制图》与《技术制图》国家标准及其有关规定。

(2) 突出一个“练”字。因为本课程的实践性很强，其主要内容必须在学习基础理论的基础上，通过大量的绘图、读图练习才能逐步掌握。练习时，首先要准备一套合乎要求的制图工具，按照正确的制图方法和步骤来画；其次要注意画图与看图相结合，物体与图样相结合，多画多看，并认真完成作业，逐步建立平面图形和空间形体间的对应关系。

(3) 贯穿一个“勤”字。古人说：“书山有路勤为径”，“业精于勤荒于嬉”所强调的就是这个“勤”字。同样，要掌握正确的画图和看图方法：形体分析法、线面分析法和投影分析法，提高独立分析和解决看图、画图等问题的能力，也离不开勤于思考、勤于学

习、勤于实践、勤于合作探究、勤于利用丰富的网上教学资源进行学习。

(4) 加强一个“记”字。因为本课程的国标和规定画法较多，所以离不开记忆。

(5) 强化一个“细”字。因为画图或读图的任何差错都会给生产造成损失，所以在学习本课程时，必须注意培养细心、认真、严谨的职业素养。

投影基础

第 1 单元

◎ 本单元学习内容

- (1) 正投影的方法及投影特性。
- (2) 三视图的形成与对应关系。

在工程技术中，人们常用到各种图样，如机械图样、建筑图样等。这些图样都是按照不同的投影方法绘制出来的，而机械图样是用正投影法绘制的，如图 1—1 所示。所以学习本门课程，第一步就要求熟练地掌握正投影法的投影原理和作图方法。

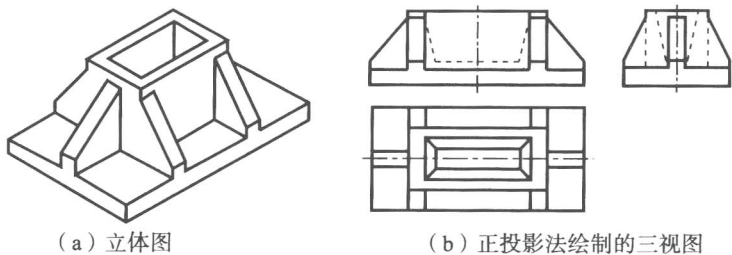


图 1—1 机械图样

1.1 正投影与三视图

问题导入

- (1) 如何根据正投影法作出图 1—2 所示实体的三视图？
- (2) 三视图的投影规律是什么？

1.1.1 正投影

1. 立体图

机械零件都是三维实体的，大致形状可以使用立体图表示，便

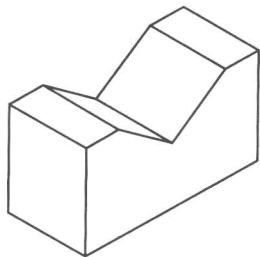


图 1—2 实体的立体图

于观察和理解。但立体图是从一个方向、用一个图形来表达物体的形状,如图1—1a所示,只能看见物体的前面、上面和左面,后面、下面和右面则无法看清,尤其是尺寸无法精确测量。如果对此立体图做进一步分析,则会发现,方槽挖切的深度,物体前后是否对称,在立体图中也表达不清楚。

立体图的缺点归纳如下:

- (1) 发生变形;
- (2) 物体内部和后面等看不见部分的结构表达不清楚;
- (3) 不方便标注尺寸和技术要求。

可见,立体图不能反映出物体的真实形状,不能直接应用在生产上。但是,立体图也有优点——立体感强,可以作为生产图样的辅助性说明。

2. 正投影

简单地说,在物体后面放一张图纸,眼睛正对着图纸看物体,把看到的物体形状在图纸上反映出来所得到的图形就是正投影。这里把平行的视线当作投影线,把图纸看作投影面,画在纸上的图形就是物体的投影。

在机械制图中,通常假设人的视线为一组平行的且垂直于投影面的投影线,这样在投影面上所得到的图形称为正投影。

正投影的基本特性:

- (1) 真实性。当直线或平面平行于投影面时,直线的投影反映实长,平面的投影反映实形。
- (2) 积聚性。当直线或平面垂直于投影面时,直线的投影积聚成点,平面的投影积聚成直线。
- (3) 类似性。当直线或平面倾斜于投影面时,直线的投影仍为直线,但小于实长,平面的投影是真实图形的类似形,如图1—3所示。

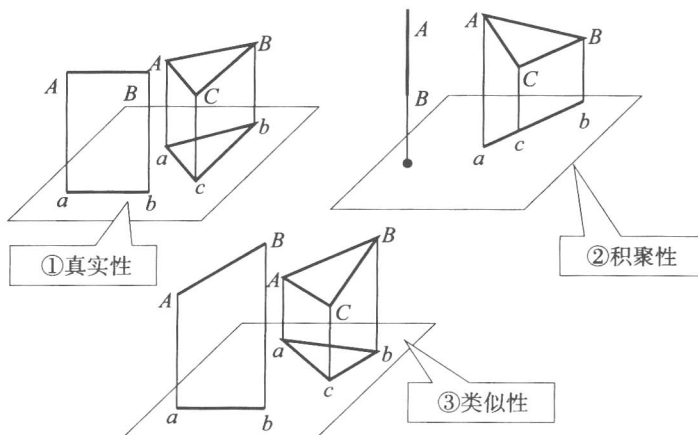


图1—3 投影特性

实际生产中广泛采用的图样是用正投影法绘制的。

1.1.2 三视图的形成及其对应关系

一般情况下,一个视图不能确定物体的形状。如图 1—4 所示的两个形状不同的物体,但它们在投影面上的投影都相同。因此,要反映物体的完整形状,必须增加由不同投影方向所得到的几个视图,互相补充,才能将物体表达清楚。工程上常用的是三视图,如图 1—1b 所示。

1. 三投影面体系

三投影面体系由三个相互垂直的投影面组成,如图 1—5 所示。其中 V 面称为正立投影面,简称正面; H 面称为水平投影面,简称水平面; W 面称为侧立投影面,简称侧面。在三投影面体系中,两投影面的交线称为投影轴, V 面与 H 面的交线称为 OX 轴, H 面与 W 面的交线称为 OY 轴, V 面与 W 面的交线称为 OZ 轴。三根投影轴的交点为原点,记为 O 。

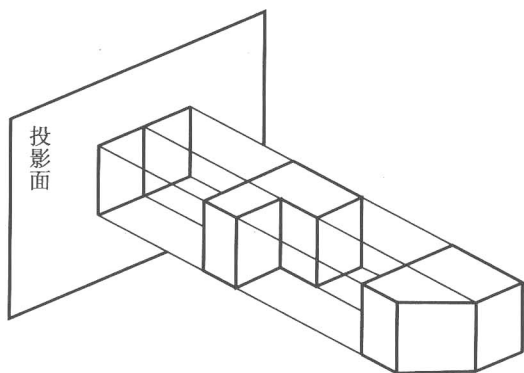


图 1—4 单面投影

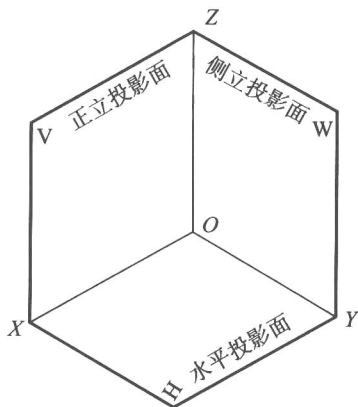


图 1—5 三投影面体系

2. 三视图的形成

如图 1—6 所示,将物体放在三投影面体系内,采用正投影法分别向三个投影面投影。为了使所得的三个投影处于同一平面上,使 V 面保持不动,将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° ,使与 V 面处于同一平面上,如图 1—7a 所示。这样便得到物体的三个视图。 V 面上的视图称为主视图, H 面上的视图称为俯视图, W 面上的视图称为左视图,如图 1—7b 所示。在画视图时,投影面的边框及投影轴不必画出,三个视图的相对位置不能变动,即俯视图在主视图的下边,左视图在主视图的右边,三个视图的配置如图 1—7c 所示,不必标注三个视图的名称。

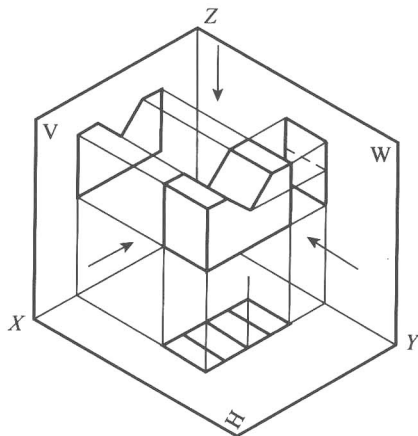


图 1—6 三视图的形成过程

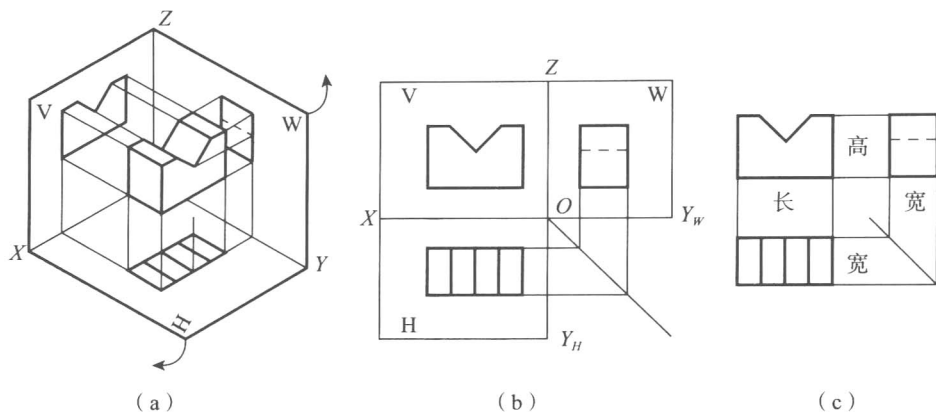


图 1—7 三视图的展开

3. 三视图之间的对应关系

(1) 投影关系。如图 1—7c 所示，三视图之间的投影规律为：主、俯视图长对正；主、左视图高平齐；俯、左视图宽相等。简言之：长对正、高平齐、宽相等。

(2) 方位关系。物体在三投影面体系内的位置确定后，它的前后、左右和上下的位置关系也就在三视图上明确地反映出来，如图 1—8 所示。

主视图——反映物体的上下和左右位置关系；

俯视图——反映物体的左右和前后位置关系；

左视图——反映物体的上下和前后位置关系。

俯、左视图靠近主视图的一边（里边），均表示物体的后面，远离主视图的一边（外边），均表示物体的前面。

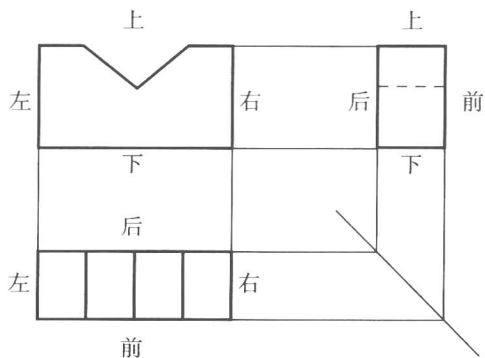


图 1—8 三视图中的物体的方位关系

一般将三视图中任意两视图组合起来看，才能完全看清物体的上、下、左、右、前、后 6 个方位的相对位置，其中物体的前后位置在左视图中最容易弄错。左视图中的左、右反映了物体的后面和前面，不要误认为是物体的左面和右面。

1.2 点的投影

问题导入

- (1) 如何作出图 1—9a 所示点 A 、 B 、 C 、 D 的三面投影?
- (2) 如何根据上题判断出点 A 与点 D 、点 C 与点 B 的位置关系?
- (3) 如何根据图 1—9b 判断哪点是投影面的特殊点?

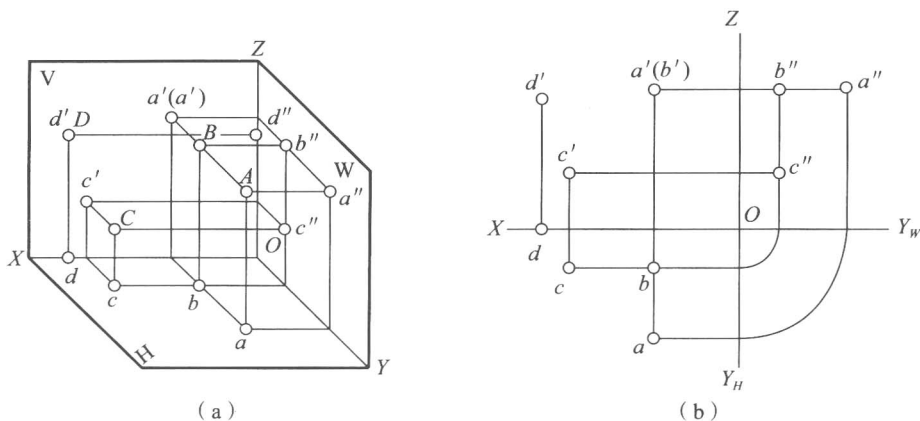


图 1—9 点的三面投影图

任何物体都是由点、线、面等几何元素构成的，只有学习和掌握了几何元素的投影规律和特征，才能透彻理解机械图样所表示物体的具体结构形状。本节先来学习点的投影。

1.2.1 一般位置点的投影

1. 点的单面投影

点的投影仍然是点，而且是唯一的。如图 1—10 所示，空间点 A 、 B 的单面投影重合为一点，说明点的单面投影不能确定点的唯一性。

2. 点的两面投影

建立两个投影面 H 及 V ，取一空间点 A ，用正投影法过点 A 向两个投影面作垂线，与投影面的交点即为该点的两面投影，如图 1—11 所示。点 A 在水平面上的投影用 a 表示，正面上的投影用 a' 表示。

将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° ，使它与 V 面重合，这样就得到如图 1—11b 所示点 A 的两面投影图。通常投影面被认为是任意大的，在投影

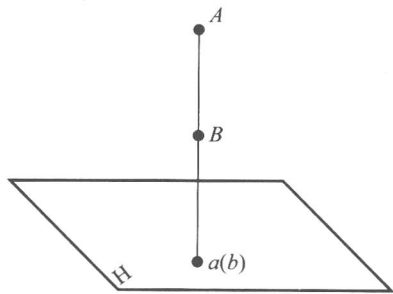


图 1—10 点的单面投影图

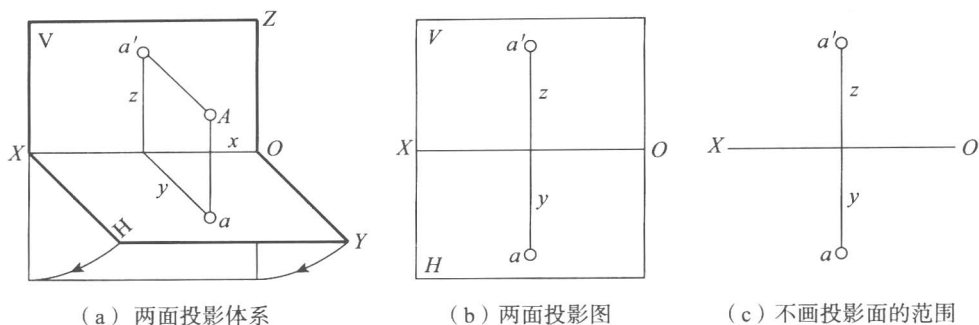


图 1—11 点的两面投影图的画法

图上不画它们的范围,如图1—11c所示。投影图上细实线 aa' 称为投影连线。

从投影图中可知,点的两面投影存在以下性质:

- (1) 点的正面投影 a' 与水平投影 a 连线垂直于投影轴 ($a'a \perp OX$), 且到点 O 的距离为 X 坐标。
- (2) 点的水平投影到 OX 轴的距离反映该点到 V 面的距离, 反映 Y 坐标; 其正面投影到 OX 轴的距离反映该点到 H 面的距离, 为 Z 坐标。

3. 点的三面投影

点的三面投影是空间点向三个投影面进行投影, 在侧立投影面上的投影用小写字母加两撇 (如 a'' 、 b'' 、 $\dots$) 表示。

从图 1—12 可知点的三面投影性质为: 两垂直三相等。即:

- (1) 点的侧面投影 a'' 与正面投影 a' 的连线垂直于 OZ 轴 ($a'a'' \perp OZ$), Z 坐标相等。
- (2) 点的水平投影 a 与正面投影 a' 的连线垂直于 OX 轴 ($a'a \perp OX$), X 坐标相等。
- (3) 点的水平投影 a 与侧面投影 a'' 的 Y 坐标相等。

为作图方便, 一般自点 O 作 45° 辅助线, 以实现这个关系, 如图 1—12b 所示。

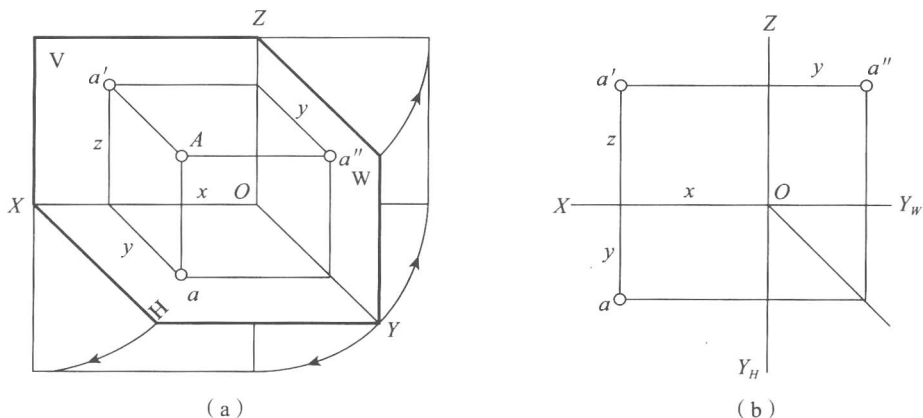


图 1—12 点的三面投影性质和画法

根据上述投影规律, 若已知点的任何两个投影, 就可求出它的第三个投影。

1.2.2 特殊位置点的投影

1. 投影面上的点（一个坐标为 0）

投影面上的点有两面投影在投影轴上，第三面投影和其空间点本身重合，例如图 1—13 所示空间点 C 。

2. 投影轴上的点（两个坐标为 0）

投影轴上的点有一面投影在原点上，另两面投影和其空间点本身重合，例如图 1—13 所示在 OY 轴上的空间点 D 。

3. 在原点上的空间点（三个坐标都为 0）

在原点上的空间点，它的三个投影必定都在原点上，三面投影都和空间点本身重合。例如图 1—13 所示空间点 E 。

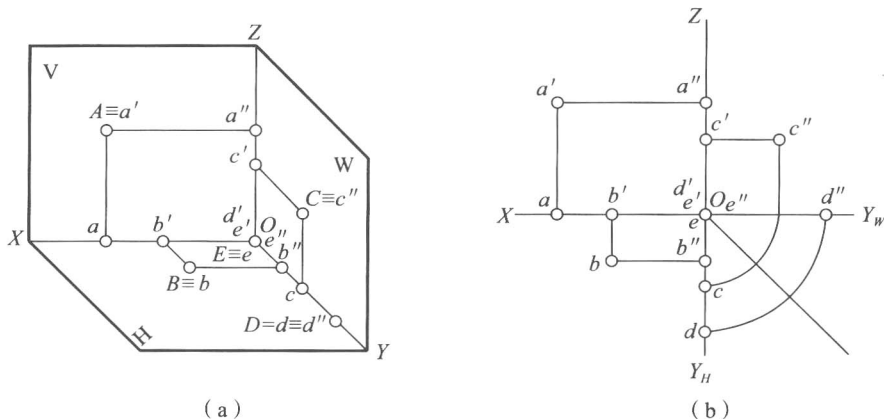


图 1—13 特殊位置点的投影

1.2.3 两点的相对位置及重影点

1. 两点的相对位置

空间两点在三面投影体系中存在上、下，前、后，左、右的位置关系。两点相对位置关系可用坐标的大小来判断， Z 坐标大者在上，反之在下； Y 坐标大者在前，反之在后； X 坐标大者在左，反之在右。如图 1—14 所示， A 、 C 两点的相对位置： $Z_A > Z_C$ ，因此点 A 在点 C 之上； $Y_A > Y_C$ ，因此点 A 在点 C 之前； $X_A < X_C$ ，因此点 A 在点 C 之右。结果是点 A 在点 C 的右前上方。

2. 重影点及可见性

若空间两点在某一投影面上的投影重合，则称两点是该投影面的重影点，这时，空间两点的某两坐标相同，并在同一投影线上。

在图 1—14 中， A 、 B 两点位于垂直于 V 面的同一条投影线上（ $X_A = X_B$ ， $Z_A = Z_B$ ），正面投影 a' 和 b' 重合。由水平投影可知 $Y_A > Y_B$ ，即点 A 在点 B 的正前方。因此点 B 的正

面投影 b' 被点 A 的正面投影 a' 遮挡, 是不可见的, 规定在 b' 上加圆括号表示该处点 B 的投影不可见。

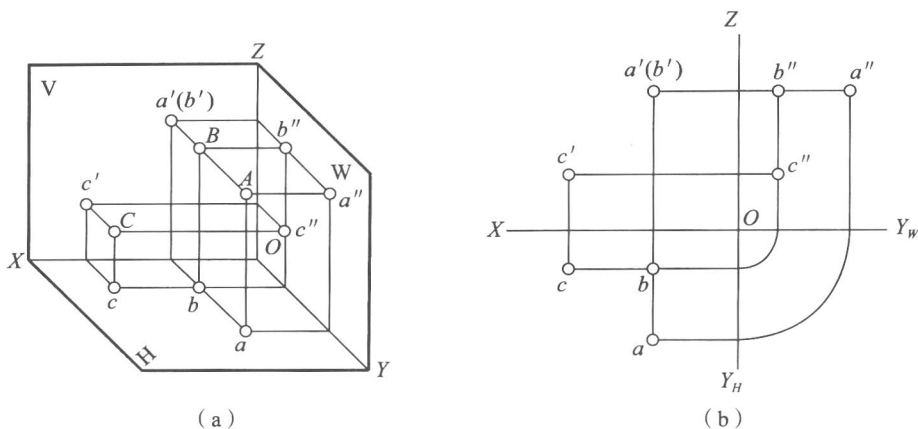


图 1—14 两点的相对位置及重影点

总之, 若投影面上出现重影点, 判别哪个点可见, 应根据它们的第三个坐标的大小来确定, 坐标大的点是重影点中的可见点。

[例 1—1] 已知点 A 的正面投影 a' 及侧面投影 a'' , 试求其水平投影 a 。

分析: 根据点的三面投影的性质, 可以利用点 A 的正面投影和侧面投影求出点 A 的水平投影 a 。

作图: 由于 a 与 a' 的连线垂直于 OX 轴, 所以 a 一定在过 a' 而垂直于 OX 轴的直线上, 如图 1—15a 所示。又由于 a 至 OX 轴的距离必等于 a'' 至 OZ 轴的距离, 故而作图使 aa_X 等于 $a''a_Z$, 便定出了 a 的位置, 如图 1—15b 所示。

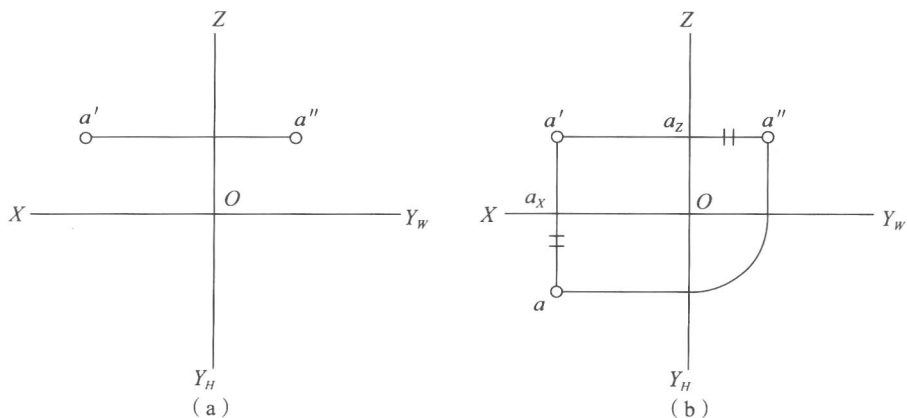


图 1—15 求点的第三投影

[例 1—2] 已知 $A(28, 0, 20)$ 、 $B(22, 10, 12)$ 、 $C(22, 24, 12)$ 、 $D(0, 0, 28)$ 四点, 试在三投影面体系中作出直观图, 并画出投影图。