

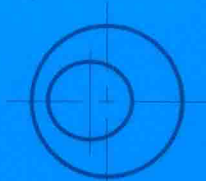
依据教育部《高等学校工程图学课程教学基本要求》编著

工程制图

基础理论及实训

(图文版)

陈志新◎著



中国发展出版社
CHINA DEVELOPMENT PRESS

依据教育部《高等学校工程图学课程教学基本要求》编著

工程制图

基础理论及实训

(图文版)

陈志新◎著



中国发展出版社
CHINA DEVELOPMENT PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图基础理论及实训 / 陈志新著. —北京: 中国发展出版社, 2018.4
ISBN 978-7-5177-0648-9

I. ①工… II. ①陈 III. ①工程制图 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第031621号

书 名: 工程制图基础理论及实训

著作责任者: 陈志新

出版发行: 中国发展出版社

(北京市西城区百万庄大街16号8层 100037)

标准书号: ISBN 978-7-5177-0648-9

经 销 者: 各地新华书店

印 刷 者: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 710mm × 1000mm 1/16

印 张: 20.5

字 数: 360千字

版 次: 2018年4月第1版

印 次: 2018年4月第1次印刷

定 价: 49.80 元

联系电话: (010) 68990625 68990692

购书热线: (010) 68990682 68990686

网络订购: <http://zgfcbs.tmall.com/>

网购电话: (010) 88333349 68990639

本社网址: <http://www.developress.com.cn>

电子邮件: 121410231@qq.com

版权所有 · 翻印必究

本社图书若有缺页、倒页, 请向发行部调换

前 言

工程图样被喻为工程技术界共同的“语言”，《工程制图基础理论及实训》这门课程是各高校机械类和近机类以及物流工程、物流管理和采购管理等专业的重要基础课。

本教材根据教育部制定的“高等学校工程图学课程教学基本要求”及近年来发布的《机械制图》《技术制图》等国家标准编写而成，总结了一线教师在工程制图教学中积累的长期经验以及近年来教学研究及改革的成果，同时汲取了同类教材的优点，力求满足二十一世纪人才培养目标对工程制图的新要求。

本课程理论严谨，实践性强，与工程实际有密切联系，对培养学生掌握科学的思维方法、树立工程和创新意识有重要作用。目前市面上类似教材在“CAD上机实训”方面的内容偏少，且几乎都只有AutoCAD而没有SolidWorks和AutoCAD Plant 3D的培训；在绘制立体图方面多强调零件的三维图即零件体的三维建模。而本书在此基础上还增加了整个设备的三维图即装配体（如设备和仓库的三维建模），这些对机械、物流工程、物流管理和采购管理等专业都是需要的。

本教材由两部分内容构成：

1. 工程制图。包括点、线、面的投影，基本几何体、截切体与相交立体的视图，制图的基本知识、组合体的视图及尺寸标注、轴测图、图样的常用表示法、常用标准件的表示法、零件图和装配图。

2. CAD上机实训。主要介绍AutoCAD、SolidWorks、AutoCAD Plant 3D这三款软件对工程图、零件体和装配体的绘制。AutoCAD是目前绘制二维视图功能最强大和应用最广泛的绘图软件之一，掌握它是工程和机械等专业技术人员必备的基本技能；AutoCAD Plant 3D是一款专门面向三维工厂设计的软件，非常适合物流管理和物流工程专业人员设计仓库，能够创建先进的工厂或仓库布局的三维设计；SolidWorks软件是世界上第一个基于Windows开发的三维CAD系统，有易

用、稳定和创新三大优势，能方便地绘制三维设备的装配体，还能自动生成爆炸图和三视图。这三款绘图工具均通过具体实例进行了详细介绍，并给出了完整的绘图操作步骤。

本教材可供高等院校机械类和近机类尤其是物流工程、物流管理和采购管理等专业使用，亦可供职业院校有关师生及工程技术人员参考使用。

本书在编写过程中得到了学院领导、同事的热情支持和帮助，研究生刘鑫、卢成林、侯忠剑、张志浩、陈歌和郝宇楠亦给予了诸多协助，在此一并表示感谢。此外，本书还从网上引用了很多内容，无法一一注明，在此一并致谢！

由于时间仓促，加之作者水平和精力有限，许多内容未能完善和进一步深入，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。作者Email: zxchencrocodile@hotmail.com。

目 录

绪论	1
----	---

第一部分 工程制图

第一章 点、直线、平面的投影	7
第一节 点的投影	7
第二节 直线的投影	13
第三节 平面的投影	21
练习	29
第二章 立体的投影	32
第一节 平面基本体的投影	33
第二节 曲面基本体的投影	36
第三节 截切体的投影	41
第四节 相交立体的投影	57
练习	64
第三章 制图的基本知识	67
第一节 制图的基本规范	67
第二节 基本的尺寸注法	74
第四章 组合体的视图及尺寸标注	81
第一节 组合体的画图和读图	81
第二节 组合体的尺寸标注	93
练习	103

第五章	轴测图	105
第一节	轴测图的基本知识	105
第二节	正等测	107
第三节	斜二测	112
第六章	图样的常用表示法	114
第一节	视图	114
第二节	剖视图	118
第三节	断面图	125
第四节	局部放大图	128
第五节	常用简化画法	129
	练习	133
第七章	常用标准件的表示法	136
第一节	螺纹和螺纹紧固件	137
第二节	齿轮	150
第三节	其他常用件、标准件	153
	练习	160
第八章	零件图与装配图	161
第一节	表面粗糙度、公差与配合	161
第二节	零件图	177
第三节	装配图	188
	练习	197

第二部分 CAD 上机实训

第九章	AutoCAD二维视图和三维立体图绘制	201
第一节	制图前的准备	202
第二节	AutoCAD的基本操作	206

第三节	平面视图的绘制	216
第四节	三维立体建模	222
第五节	三维立体图生成三视图	239
第六节	物流设备三维建模示例	249
练习	252
第十章	AutoCAD Plant 3D货架生成	259
第十一章	SolidWorks装配图绘制	269
第一节	创建一个手推车装配体	269
第二节	生成手推车爆炸图	293
第三节	生成手推车平面装配图	293
第四节	合页的绘制	298
CAD上机综合练习	314
参考文献	318

绪 论

工程图样是工程界的“语言”。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的一项重要技术文件。本课程研究绘制和阅读图样的基本原理和基本方法，培养学生的识图能力和制图能力，学习和贯彻机械制图的国家标准和有关规定。

本课程是研究用正投影法阅读和绘制工程图样的技术基础课，专业性、技术性较强。

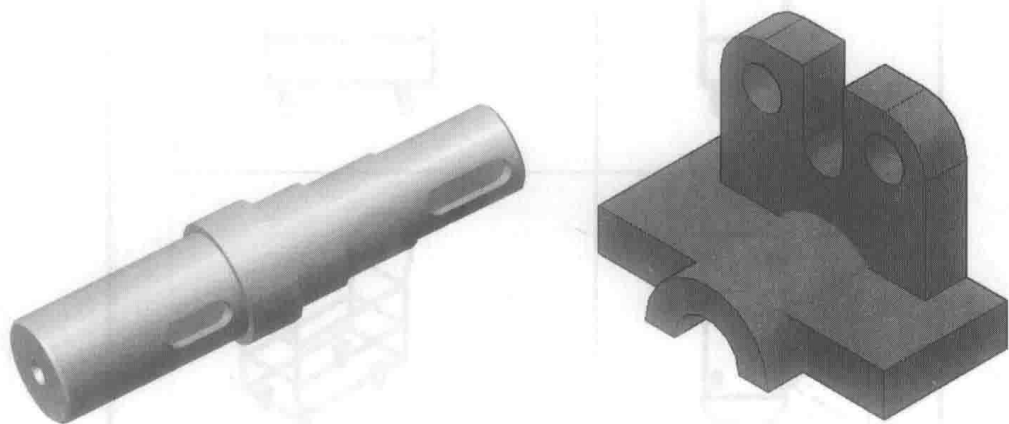
本课程的主要内容：

- ①画法几何；
- ②制图基础；
- ③工程制图与计算机绘图。

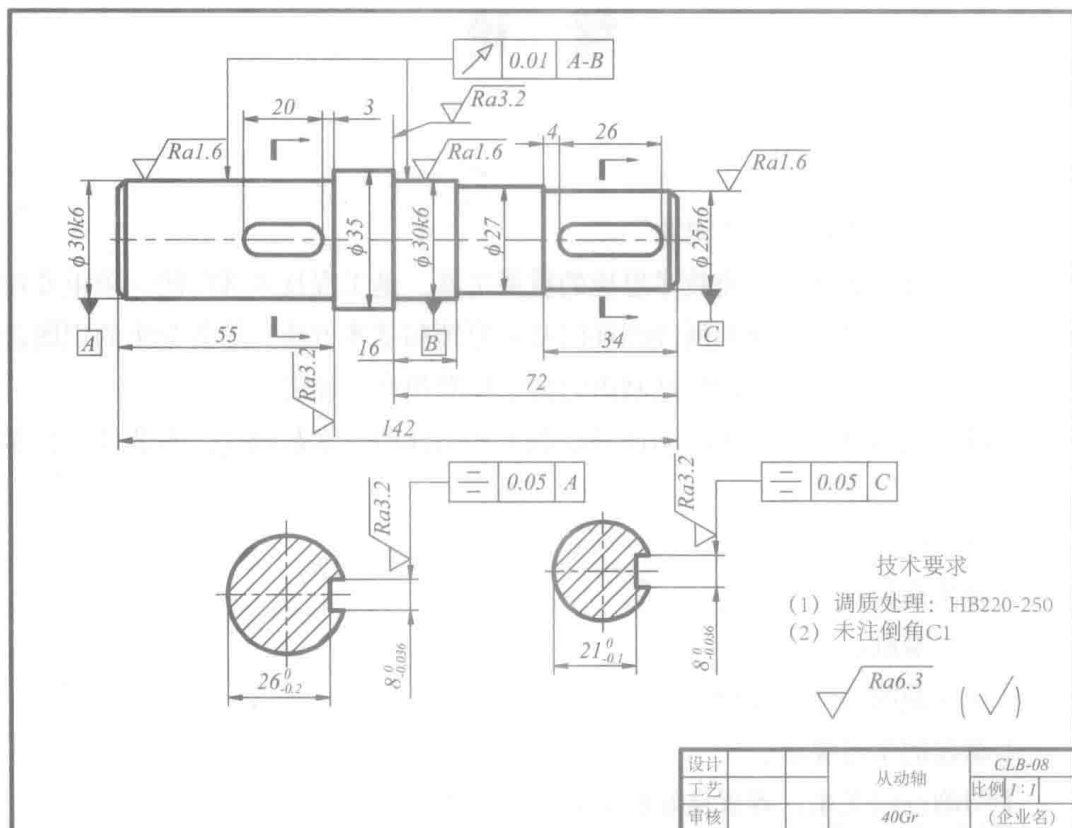
本课程的学习要求：

- ①明确空间关系，养成良好的空间思维习惯；
- ②多做练习，认真作图，及时、独立、认真完成课内外作业；
- ③稳扎稳打，培养一丝不苟的绘图作风；
- ④严格遵守国家标准。

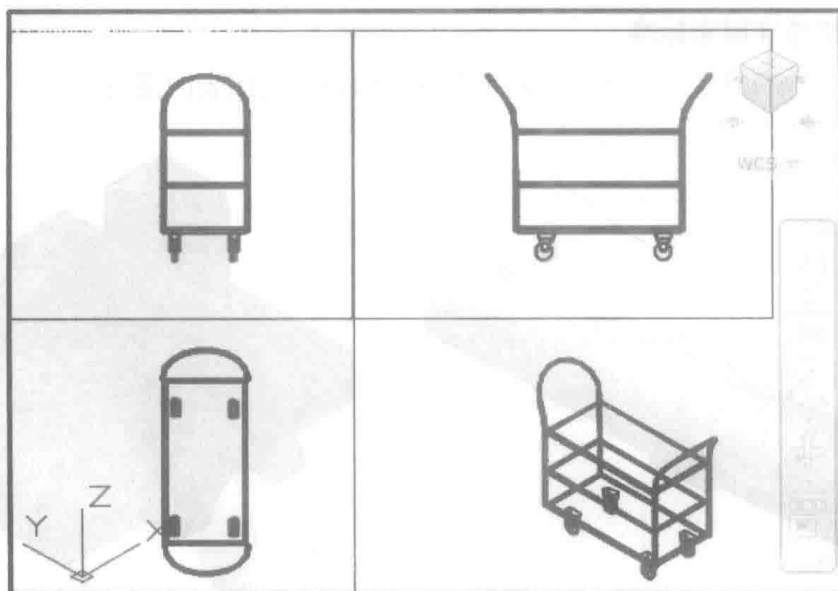
通过一学期的学习，学生将具备看懂并绘制下列图表的能力。



零件的三维图



机械零件图样



手推车三维图及其三视图

为了提高学习兴趣，有必要简单介绍一下画法几何的历史。

1103年，中国宋代李诫所著的《营造法式》中的建筑图，基本上符合几何规则，但在当时尚未形成关于画法的理论。

1763年，法国里昂学院年轻的物理学教授G.蒙日到梅济耶尔的军事学校工作。学校常规课程中有一部分很重要的内容叫筑城术，其中的关键是把防御工事设计得十分隐蔽，没有任何部分直接暴露在敌方的火力之下。而要做到这点，往往需要没完没了的数学运算。有时为了解决问题，甚至需要把已经建成的工事拆毁，再从头开建。精通几何的蒙日在思考如何简化这项军事工程的过程中发明了画法几何（Descriptive Geometry）。按照他的方法，空间的立体或其他图形可以由两个投影描画在同一个平面上。这样，有关工事的复杂计算就被作图方法所取代。经过短期训练，任何制图员都能胜任这种工作。这种技法受到极大重视。蒙日被要求宣誓不得泄露他的方法，画法几何也因此被作为一个军事秘密小心翼翼地保守了15年之久。直到1794年，蒙日才被允许在巴黎师范学院将画法几何公诸于世。没有蒙日最初为军事工程作的发明，19世纪机器的大规模出现也许是不可能的。画法几何是使机械工程成为现实的全部机械制图图解方法的根源。

1799年蒙日发表《画法几何》一书，提出用多面正投影图表达空间形体，为画法几何奠定了理论基础。以后各国学者又在投影变换、轴测图以及其他方面不断提出新的理论和方法，使这门学科日趋完善。



第一部分

工程制图

本部分实质上包含了画法几何和工程制图基础理论的相关内容。

画法几何 (Descriptive Geometry) 是研究在平面上用图形表示形体和解决空间几何问题的理论和方法的学科。在工程和科学技术方面,经常需要在平面上表现空间的形体。例如,需要在纸上画出设备或建筑物的图样,以便根据这些图样加工制造或施工建造。但是平面是二维的,而空间形体是三维的,为了使三维形体能在二维的平面上得到正确地显示,就必须规定和采用一些方法,这些方法就是画法几何的研究对象。

画法几何是机械制图的投影理论的基础,它应用投影的方法研究多面正投影图、轴测图、透视图和标高投影图的绘制原理,其中多面正投影图是主要研究内容。画法几何的内容还包含投影变换、截交线、相贯线和展开图等。

点、直线和平面是组成几何体的基本元素,了解它们的投影性质和规律能够为我们学习物体投影打下良好的基础。投射射线通过物体,向选定的面进行投射,并在该面上得到图形的方法,称为投影法。所有投射射线的起源点,称为投射中心。自发射中心且通过被表示物体上各点的直线,称为投射射线。在投影法中得到投影的面,称为投影面。根据投影法所得到的图形,称为投影或者投影图。

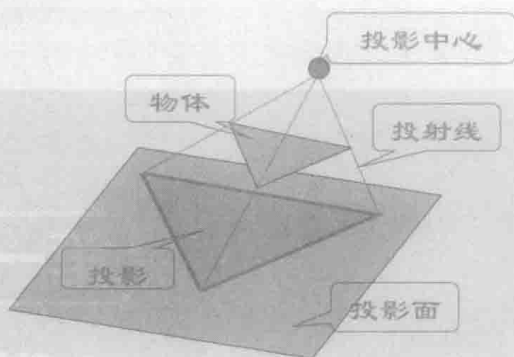
投影法分为两类:中心投影法和平行投影法。

先介绍一下中心投影法。

投射中心位于有限远处，投射射线汇交于一点的投影法，称为中心投影法，所得到的投影称为透视投影、透视图或者透视。

中心投影法的投影特性：投射中心、物体、投影面三者之间的相对距离对投影的大小有影响；度量性较差。

右图是利用中心投影法做的投影。

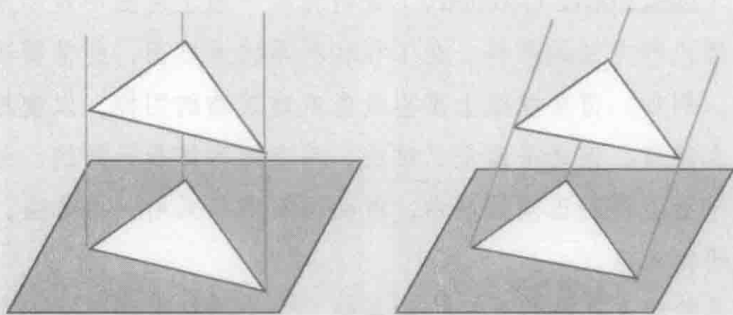


再介绍一下平行投影法。

平行投影法是一种投射射线相互平行的投影法，又分为正投影法和斜投影法。正投影法是投射射线与投影面相垂直的平行投影法，所得到的投影称为正投影；斜投影法是投射射线与投影面相倾斜的平行投影法，所得到的投影称为斜投影。

平行投影法的投影特性：投影大小与物体和投影面之间的距离无关；度量性较好。

下图是利用平行投影法做的投影。其中左图是正投影，右图是斜投影。



本课程主要用到的就是平行投影法。

工程制图就是按照画法几何的投影原理，遵循国标规定的制图规范，利用绘图工具软件如AutoCAD等，进行工程设备设施的图样绘制。

任何设备及其构件的形状、大小和做法，都不是用普通语言或文字能表达清楚的，必须按照一个统一的规定画出它们的图样，作为加工制造、装配施工、工程技术人员交流的依据和设计师表达构思的手段。这个统一的规定就是国标，众多的相关国标就构成了工程制图的基础理论。

第一章 点、直线、平面的投影

学过高中《立体几何》即可知道，任何一个空间的点，必须要有三维坐标才能确定其空间位置。本课程的实质就是把这个三维坐标用图形形式画出来。

本章必须掌握的内容有：投影的原理，即长对正、宽相等、高平齐；点、直线、平面的投影，尤其是特殊位置直线、特殊位置平面的投影，及它们之间的相互位置关系的表达。

第一节 点的投影

一、点在一个投影面上的投影

过空间点A的投射线与投影面P的交点即为点A在P面上的投影。如图1.1(a)、(b)所示。

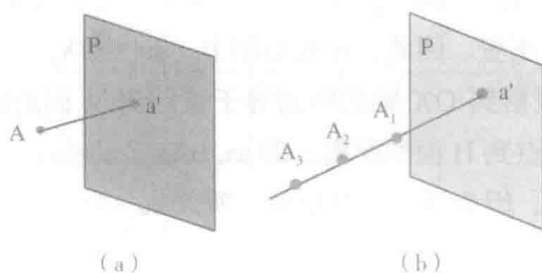


图1.1 点在一个投影面上的投影

从图1.1中可以看出：点在一个投影面上的投影不能确定点的空间位置。那这个问题怎么解决呢？答案是采用多面投影。

二、点在两投影面体系的投影

两投影面体系由互相垂直相交的两个投影面组成，其中一个为水平投影面（简称水平面），以 H 表示，另一个为正立投影面（简称正面），以 V 表示。两投影面的交线称为投影轴，以 OX 表示。如图1.2所示，按正投影法将空间点A向正面和水平面投射，即由点 A 向正面作垂线，得垂足 a'，则 a'称为空间点 A 的

正面投影；由点 A 向水平面作垂线，得垂足 a ，则 a 称为空间点 A 的水平投影。画出点 A 的正面投影射线 Aa' 和水平投影射线 Aa 所确定的平面 Aaa' 与 V、H 面的交线 $a'a_x$ 和 aa_x 。

以上需要注意的是注写规定：空间点用大写字母表示，如 A、B、C……；点的水平投影用相应的小写字母表示，如 a、b、c……；点的正面投影用相应的小写字母加一撇表示，如 a' 、 b' 、 c' ……。

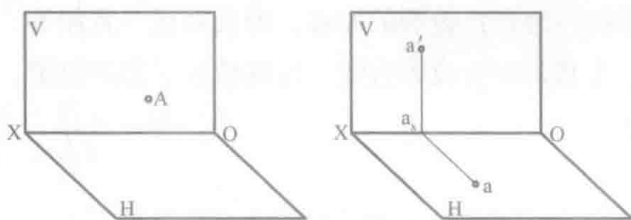


图1.2 点在两投影面体系中的投影

点的两面投影特性主要有5个。

①一点的水平投影和正面投影的连线垂直于 OX 轴。

在图1.3 (a) 中，点 A 的正面投影射线 Aa' 和水平投影射线 Aa 所确定的平面 Aaa' 垂直于 V 和 H 面。根据初等几何知识，若三个平面互相垂直，其交线必互相垂直，所以有 $aa_x \perp a'a_x$ 、 $aa_x \perp OX$ 和 $a'a_x \perp OX$ 。当 a 随 H 面旋转重合于 V 面时， $aa_x \perp OX$ 的关系不变。因此，在投影图上， $aa' \perp OX$ 。

②一点的水平投影到 OX 轴的距离等于该点到 V 面的距离；其正面投影到 OX 轴的距离等于该点到 H 面的距离，即 $aa_x = Aa'$ ， $a'a_x = Aa$ 。

在图1.3 (a) 中，因为 $Aaa_x a'$ 是矩形，所以 $aa_x = Aa'$ ， $a'a_x = Aa$ 。

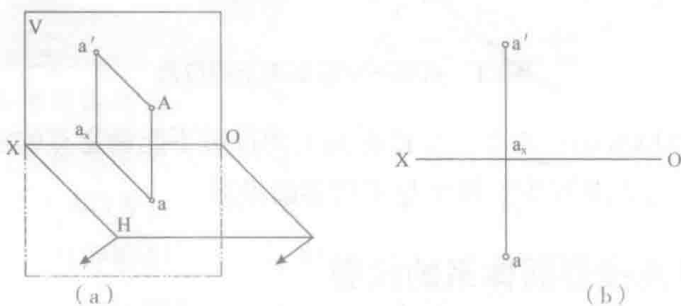


图1.3 点在两投影面体系中的投影规律

③空间点 A，其水平投影 a 在 OX 轴下方，正面投影 a' 在 OX 轴上方。如图 1.3 (b) 所示。

④点在各投影面内的投影情况如下：

1) H 面内点 M, 其水平投影 m 与该点 (M) 重合, 正面投影 m' 在 OX 轴上。

2) V 面内点 L, 其水平投影 l 在 OX 轴上, 正面投影 l' 与该点 (L) 重合。

如图1.4所示, 投影面内点的投影特点为: 点在其所在的投影面上的投影与该点重合; 点的另一投影在OX轴上。

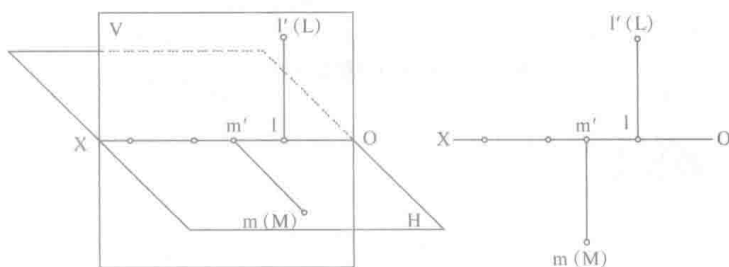


图1.4 投影面内点的投影

⑤点在投影轴上的投影情况如下：

点在投影轴上, 其水平投影和正面投影与该点重合。即 G 点在 OX 轴上, 其水平投影 g 和正面投影 g' 与点 G 重合于 OX 轴上。如图1.5所示。

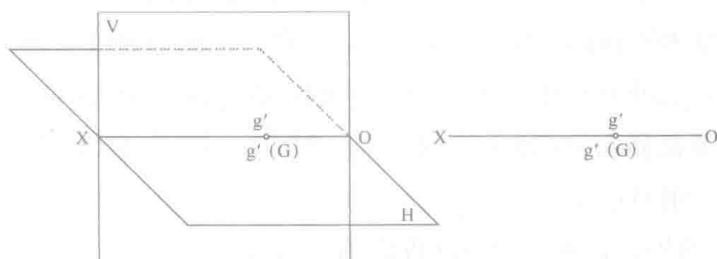


图1.5 投影轴上点的投影

三、点在三投影面体系的投影

1. 三投影面体系的建立

如图1.6所示, 三投影面体系是在 $V \perp H$ 两投影面体系的基础上, 增加一个与 V、H 投影面都垂直的侧立投影面 W (简称侧面) 组成的。三个投影面互相垂直相交, 其交线称为投影轴, V 面和 H 面的交线为 OX 轴, H 面和 W 面的交线为 OY 轴, V 面和 W 面的交线为 OZ 轴。OX、OY、OZ 轴垂直相交于一点 O, 称为原点。本章只在第一分角内研究各种问题。