



“十三五”普通高等教育规划教材

工程图学

GONG CHENG TU XUE

主 编 石 娟



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



“十三五”普通高等教育规划教材

工程图学

主 编 石 娟



教育“九斗”APP 操作说明

北京邮电大学出版社
· 北京 ·

内 容 提 要

本书是高等院校理工科机械制图、工程制图教材,是根据作者多年教学经验编写而成的。内容上共分为五篇,包括投影基础、制图基础、零件图与装配图、专业图样的表达与阅读、计算机绘图基础。其主要特点为:投影、制图部分注重基础;在工程图样阅读方面专业针对性强;采用最新绘图标准;编入适量的计算机绘图内容,介绍计算机绘图及建模的基本方法和思路,方便在学时不足情况下,学生可以通过自学在较短时间内掌握 AutoCAD 绘图、SolidWorks 三维设计的基本要领。

本书适用于机械类、非机械类机械制图不同学时各专业的师生使用。编者还编写了《工程图学习题集》,以配合本书使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学/石娟主编. —北京:北京邮电大学出版社,2018.8

ISBN 978-7-5635-5537-6

I. ①工… II. ①石… 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(2018)第 169022 号

书 名	工程图学
主 编	石 娟
责任编辑	韩 霞
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
网 址	www.buptpress3.com
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	中煤(北京)印务有限公司
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	17
字 数	432 千字
版 次	2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-5537-6

定 价: 45.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

前 言

该《工程图学》教材是为适应机械类、非机类不同学时如机械类专业、轮机工程、港口及航运管理、交通运输、电气工程及自动化、电子信息工程、通信工程等专业的制图课程教学要求而编写的。本书以国家教委关于《画法几何及机械制图课程教学基本要求》为依据,采用最近几年修改、制定并颁布的机械制图最新标准,总结多年的教学经验,根据现有教学时数的要求,同时又考虑了不同专业的特殊需求而编写的。

本书共分为五篇,内容包括投影基础、制图基础、零件图与装配图、专业图样的表达与阅读和计算机绘图基础等,其主要特色如下。

● 内容精简,注重基础,强调紧密结合教学要求。投影基础内容包括点、直线、平面、立体的基本投影原理与方法;制图基础内容主要包括制图的基本知识、组合体及机件的常用表达方法;零件图与装配图内容注重基本知识的掌握与应用。

● 在工程图样阅读方面专业针对性强,反映不同专业的要求。教材编入了标高投影、管路图,介绍了这些专业图样的基本知识,为今后专业图样的绘制与阅读打下初步的基础。

● 编入适量的计算机绘图基础内容,使学生掌握初步的 AutoCAD 绘图、SolidWorks 三维设计的基本方法和技能。

本书为“互联网+”立体化教材,通过广益教育“九斗”APP 扫描书中的二维码,可以查看对应图形的三维模型。具体资源使用说明,请扫描扉页中的二维码查看。

为配合教材的使用,还编写了与之配套的习题集。

在使用教材时,第 1 章至第 10 章为各专业必修内容范围,可根据不同学时进行选择。交通运输管理、港口及航运管理等专业可加修第 11 章,轮机工程、电气工程及自动化、电子信息工程、通信工程等专业可加修第 12 章。各专业可根据实际情况选修第 13 章和第 14 章。

本书由石娟任主编,参加编写的还有黄嘉慧、张攀、单葆郁等,全书的审校工作由单葆郁担任。本书编写过程中,王国梁、李国伟、张川、唐刚、王海珊、顾邦平等给予了许多帮助,在此表示衷心的感谢。

希望广大读者对本书继续予以关心和支持,并提出宝贵意见和建议。

编 者
2018 年 5 月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 投影基础

第 1 章 点、直线、平面的投影	3
1.1 投影的基本知识	3
1.1.1 投影法	3
1.1.2 工程上常用的投影图	4
1.2 点的投影	5
1.2.1 点在两投影面体系中的投影	5
1.2.2 点在三投影面体系中的投影	6
1.2.3 点的投影与坐标的关系	7
1.2.4 点的相对位置及重影点的投影	8
1.3 直线的投影	9
1.3.1 直线的投影特性	9
1.3.2 直线上的点	12
1.3.3 两直线的相对位置	13
1.3.4 直角投影定理	15
1.3.5 一般位置直线实长及其对投影面的倾角	16
1.4 平面的投影	18
1.4.1 平面的表示法	18
1.4.2 平面的投影特性	19
1.4.3 平面上的点和直线	22
1.5 直线与平面、两平面之间的相对位置	24
1.5.1 平行问题	24
1.5.2 相交问题	26
1.5.3 垂直问题	30
第 2 章 投影变换	34
2.1 投影变换基本概念与变换规律	34
2.1.1 投影变换概念	34
2.1.2 换面法	34
2.1.3 点的投影变换规律	35

2.1.4	直线的投影变换	36
2.1.5	平面的投影变换	38
2.2	投影变换的综合应用	39
2.2.1	点到平面的距离	39
2.2.2	点到直线的距离	40
2.2.3	两平行线间的距离	41
2.2.4	两交叉直线间的距离	41
2.2.5	两相交直线的夹角	42
2.2.6	两相交平面的夹角	43
第3章	立体的投影	44
3.1	基本立体的投影	44
3.1.1	平面立体的投影	44
3.1.2	曲面立体的投影	46
3.2	平面与立体相交	51
3.2.1	平面与平面立体相交	52
3.2.2	平面与曲面立体相交	54
3.3	两曲面立体相交	58
3.3.1	辅助平面法求相贯线	58
3.3.2	相贯线的特殊情况	61
第4章	轴测投影图	62
4.1	轴测图的基本知识	62
4.1.1	轴测图的分类	62
4.1.2	轴测图的基本特征	63
4.2	正等测	64
4.2.1	正等测的形成及参数	64
4.2.2	平面立体正等测的画法	64
4.2.3	曲面立体正等测的画法	67
4.3	斜二测	71
4.3.1	斜二测的形成及参数	71
4.3.2	斜二测的画法	72

第二篇 制图基础

第5章	制图的基本知识	75
5.1	制图的基本规定	75
5.1.1	图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)	75
5.1.2	比例(GB/T 14690—1993)	76
5.1.3	字体(GB/T 14691—1993)	77
5.1.4	图线(GB/T 4457.4—2002)	78

5.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T16675.2—1996)	80
5.2 常用尺规绘图工具及使用方法	84
5.3 几何作图	86
5.3.1 等分线段及正多边形	86
5.3.2 斜度和锥度	87
5.3.3 圆弧连接	88
5.4 平面图形的尺规绘图	91
5.4.1 平面图形的尺寸分析	91
5.4.2 平面图形的线段分析	92
5.4.3 尺规绘图操作步骤	92
5.5 徒手绘图方法	94
5.5.1 徒手绘图基本方法	94
5.5.2 徒手画形体的投影图	96
5.5.3 徒手画形体的轴测图	97
第6章 组合体	98
6.1 组合体的视图	98
6.1.1 三视图的形成及其投影规律	98
6.1.2 画组合体的视图	99
6.1.3 相贯线的简化画法	101
6.2 组合体的尺寸标注	101
6.2.1 基本形体的尺寸标注	101
6.2.2 带切口形体的尺寸标注	102
6.2.3 组合体的尺寸标注	102
6.2.4 标注尺寸时应注意的问题	103
6.3 看组合体视图	104
6.4 组合体构型分析	107
6.4.1 构型原则	107
6.4.2 构型基本方法	107
第7章 机械零件常用表达方法	109
7.1 视图	109
7.1.1 基本视图和向视图	109
7.1.2 局部视图和斜视图	110
7.2 剖视图	112
7.2.1 概述	112
7.2.2 剖视图的种类	113
7.2.3 剖切面的种类	115
7.3 断面图	118
7.3.1 基本概念	118
7.3.2 断面图种类	119

7.4 局部放大图和简化画法	120
7.4.1 局部放大图	120
7.4.2 简化画法	120
7.5 表达方法综合应用举例	121
7.6 第三角投影法	123
7.6.1 基本概念	123
7.6.2 第三角投影	124

第三篇 零件图与装配图

第8章 标准件和常用件	126
8.1 螺纹和螺纹紧固件	126
8.1.1 螺纹的形成、要素和结构	126
8.1.2 螺纹的规定画法	128
8.1.3 螺纹的种类和标注	130
8.1.4 螺纹紧固件	131
8.1.5 常用的螺纹连接及画法	132
8.2 齿轮	136
8.2.1 直齿圆柱齿轮各部分名称和代号	136
8.2.2 圆柱齿轮的画法	138
8.3 键与销	140
8.3.1 键	140
8.3.2 销	141
8.4 滚动轴承	141
8.4.1 滚动轴承的结构与种类	142
8.4.2 滚动轴承的画法	142
8.4.3 常见滚动轴承的类型和代号	143
8.5 弹簧	145
8.5.1 弹簧的类型和作用	145
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的参数与规定画法	146
第9章 零件图	149
9.1 零件图的内容	149
9.2 零件图的视图表达和尺寸标注	150
9.2.1 零件图的视图选择	150
9.2.2 零件图的尺寸标注	150
9.2.3 典型零件的视图表达和尺寸标注	150
9.2.4 零件上常见结构的尺寸注法及常用的工艺结构	154
9.3 零件图的技术要求	158
9.3.1 表面结构	158

9.3.2 尺寸公差与配合	162
9.3.3 几何公差	166
9.4 零件图读图方法	167
9.4.1 看标题栏,了解零件基本内容	169
9.4.2 粗读视图,了解表达方法及零件结构特点	169
9.4.3 分析视图,想象零件结构形状	169
9.4.4 分析尺寸,读懂尺寸标注的含义	170
9.4.5 读技术要求,并综合看懂全图	171
第 10 章 装配图	172
10.1 装配图的内容	173
10.2 装配图的表达方法	175
10.3 装配图的尺寸标注和技术要求	177
10.4 装配图的序号和明细栏	177
10.5 装配图的画法	179
10.6 看装配图的方法	182
第四篇 专业图样的表达与阅读	
第 11 章 标高投影	184
11.1 点的标高投影	184
11.1.1 基本概念	184
11.1.2 点的标高投影	184
11.2 直线的标高投影	185
11.2.1 两定点确立直线的标高投影	185
11.2.2 一定点和一方向确立直线的标高投影	185
11.3 平面的标高投影	186
11.3.1 平面上的等高线和坡度线	186
11.3.2 平面的标高投影的表示法	186
11.3.3 两平面交线的标高投影	187
11.4 平面立体和曲面立体的标高投影	188
11.4.1 平面立体的标高投影	188
11.4.2 曲面立体的标高投影	189
11.5 标高投影的实际应用	190
11.5.1 地形面等高线	190
11.5.2 建筑物与地面的交线	191
第 12 章 管路图	193
12.1 管路图示符号	193
12.1.1 管线图示符号	194
12.1.2 管件与阀件符号	194
12.1.3 管路的连接符号	195



12.1.4 管路物料代号.....	195
12.2 管路图示.....	195

第五篇 计算机绘图基础

第 13 章 AutoCAD 绘图基础	197
13.1 AutoCAD 用户界面	197
13.2 AutoCAD 基本操作与设置	200
13.2.1 命令的输入方法.....	200
13.2.2 命令的终止、取消和撤销操作	201
13.2.3 坐标系与点的输入方法.....	202
13.2.4 从样板文件开始图形绘制.....	203
13.2.5 绘图环境的设置.....	204
13.2.6 视图显示控制.....	209
13.3 AutoCAD 基本命令	209
13.3.1 绘图命令.....	209
13.3.2 修改命令.....	212
13.3.3 标注与注释命令.....	215
13.4 AutoCAD 工程图绘制基本方法	216
第 14 章 SolidWorks 三维设计基础	221
14.1 SolidWorks 用户界面	221
14.2 SolidWorks 设计基本方法	226
14.2.1 零件建模.....	227
14.2.2 装配体.....	231
14.2.3 工程图.....	234

附录

附录 1 极限与配合	238
附录 2 螺纹	242
附录 3 螺栓	246
附录 4 双头螺柱	247
附录 5 螺钉	248
附录 6 螺母	251
附录 7 垫圈	252
附录 8 平键	254
附录 9 销	255
附录 10 紧固件通孔及沉孔尺寸	257
附录 11 滚动轴承	258
参考文献	261

绪 论

一、本课程的研究对象

本课程的研究对象是工程图样。图样是用来表达物体的形状、大小和技术要求的图形技术文件,而工程图样主要用来表达设计意图、进行技术交流以及指导生产实践,是现代工业产品的设计、加工、安装、使用及维修等全过程的重要依据。随着工程图样的国际标准化,工程图样已成为国际技术交流的重要技术工具。因此,人们常将工程图称为工程界的语言,每一个工程技术人员必须掌握这种语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

二、本课程的主要内容及要求

本课程是一门研究用投影法的基本原理绘制和阅读工程图样的技术基础课,主要培养学生的仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图以及读图的基本能力。从专业的需要出发,本课程主要内容如下。

1. 投影基础

主要包括投影的基本知识,介绍点、直线、平面的投影、投影变换及立体的投影。

要求熟悉正投影的基本理论,掌握绘制工程图样的基本原理与方法。直线、平面的投影部分侧重于特殊位置的情况,立体部分要求掌握基本立体的投影、立体简单截切后的投影和两立体正交的投影,具有一定的空间思维能力。

2. 制图基础

主要包括制图的基本知识,介绍组合体的投影和机件常用表达方法。

要求熟悉国家标准关于机械制图的基本规定,能运用形体分析的方法表达组合体视图;具有运用国标规定的常用表达方法表达机械零件的基本技能,表达方法中重点介绍视图、剖视图和断面图部分。

3. 零件图与装配图

主要包括标准件和常用件,以及零件图和装配图。

要求掌握国标关于螺纹、螺纹紧固件及其连接的规定画法,以及圆柱齿轮工作图和圆柱齿轮啮合画法,熟悉查表获取标准件和常用件有关参数的方法。了解零件的加工精度,明确零件图与装配图的内容,特别注意零件图与装配图中视图表达与尺寸标注内容的区别。要求能绘制和阅读一般难易程度的零件图与装配图。

4. 专业图样的表达与阅读

主要包括标高投影的基本原理,以及管路布置图的画法与识图。

这部分内容可根据专业的不同选择讲授,要求学生能初步阅读与专业有关的其他工程图样。

5. 计算机绘图基础

包括 AutoCAD 绘图基础、SolidWorks 三维设计基础。

以 AutoCAD 软件为基础,掌握 AutoCAD 绘图的基本方法,熟悉绘图命令、编辑命令,了解辅助命令、图层、图形显示与控制、阴影填充、文本与尺寸标注的使用方法,通过实例介绍学习计算机绘制完整的零件图的基本方法。

以 SolidWorks 软件为基础,掌握三维设计的基本思路,通过实例介绍学习三维零件建模的基本方法。

三、本课程的学习方法

(1)正确认识本课程与专业课程的关系。本课程是一门专业基础课,对后续专业课程的学习起着至关重要的作用。后续有许多专业课程中,必将出现大量机械图样和其他工程图样;在工作实践中,不仅从事工程设计、制造方面的技术人员要能绘制和阅读工程图样,技术管理人员也要和图样打交道。所以学好本课程,能为今后的学习以及工作打下良好的基础。

(2)本课程实践性很强,必须通过画图实践来掌握投影原理和绘图技术,也只有在一定量的画图基础上才能看懂图样。同时,要在画图和看图过程中,主动进行由物体想图形、由图形想物体的三维与二维相互之间的反复对照联想,才能提高绘图和看图能力。

(3)自觉培养工程技术人员必备的良好素质。在画图时必须严格遵守国家标准中有关图样的各种规定,不可擅自编造或随意改动;一旦图样的形状和尺寸发生错误,必将在生产中造成损失。因此,始终要把图形表达的正确性放在第一位,在平时练习中就要做到有错必究,发现错误及时修改,养成良好的作图习惯,以及认真、细致、一丝不苟的工作作风。

(4)在绘图过程中还应具有一定的审美意识。《大英科技百科全书》关于工程制图的词目中,认为应把工程图样视为一种艺术。在绘图时,对于图形布置、线形与箭头的画法、文本与数字的书写等都要考虑整体协调。

第一篇 投影基础

第1章 点、直线、平面的投影

1.1 投影的基本知识

1.1.1 投影法

光线照射空间的物体会在地面上留下影子,这种自然界普遍存在的现象称为投影现象。将物体置于光源和预设平面之间,利用该原理,将光投射物体在预设平面上得到的图像称为该物体的投影。通过光源中心向物体引投射线,在预设平面上作出物体投影的方法称为投影法。

常见的投影法有中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

所有投射线交于一点的投影方法称为中心投影法。如图 1.1 所示,空间投射线交汇点 S 称为投影中心,预设平面 P 称为投影平面,简称投影面;从投影中心点 S 向空间平面 $\triangle ABC$ 分别引三条投射线 SA 、 SB 和 SC ,延长投射线分别交投影面 P 于 a 、 b 和 c 三点,连接三点所得图形 $\triangle abc$ 称为空间形体 $\triangle ABC$ 在平面 P 上的投影。

2. 平行投影法

所有投射线互相平行的的投影法称为平行投影法。当投影中心移到距投影面无穷远处时,所有的投射线趋于平行,所得投影与空间要素距离投影面的远近无关,与投射线与投影面的夹角有关。根据投射线是否与投影面垂直,平行投影法又分为斜投影法和正投影法,如图 1.2 所示。其中,斜投影法为投射线与投影面倾斜;正投影法为投射线与投影面垂直。

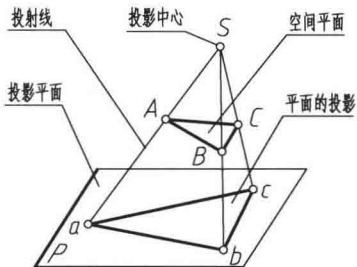


图 1.1 中心投影法

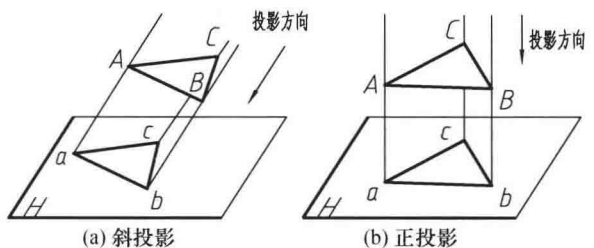


图 1.2 平行投影法

1.1.2 工程上常用的投影图

1. 多面正投影图

多面正投影图是用正投影法,将空间形体分别向两个或两个以上互相垂直的投影面进行投影后,再将投影面按规律展开得到的图形,如图 1.3 所示。投影时,一般将物体的主要平面与相应的投影面平行,使投影图能反映这些平面的实形及尺寸。虽然其立体感差,但度量性好,作图简便,在工程上得到了广泛应用。机械图样一般采用多面正投影法表达,在以后章节中主要介绍正投影法,如不特别说明,则将正投影简称为投影。

2. 轴测投影图

轴测投影图是用平行投影法,将形体连同其参考直角坐标体系一起向不平行于任一坐标平面方向进行投影绘制的单面投影图,如图 1.4 所示。其特点为能同时反映物体三维形体特征,立体感强,但作图复杂,度量性差,常用于产品外观表达。

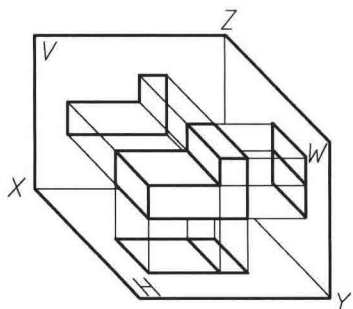


图 1.3 多面正投影图



图 1.4 轴测投影图

3. 透视投影图

透视图是用中心投影法绘制的单面投影图,如图 1.5 所示。透视投影原理与照相成影相似,接近人的视觉习惯。其特点是作图复杂,但富有逼真感,直观性很强。适用于建筑外观、工艺美术、宣传广告等。

4. 标高投影图

标高投影图是用正投影法,将物体等高平面上的轮廓绘制在水平投影面上,再用数字标出该轮廓平面到投影面距离的单面投影图,如图 1.6 所示。工程中常用于表达不规则曲面,如船舶、飞行器、汽车曲面及地形图等。

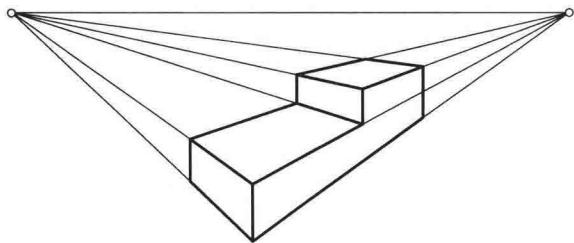


图 1.5 透视投影图

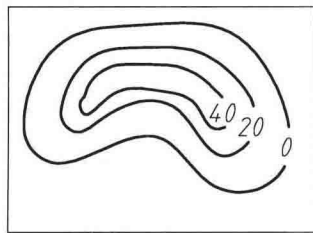


图 1.6 标高投影图

1.2 点的投影

1.2.1 点在两投影面体系中的投影

点、线、面是组成空间形体的基本几何元素。在画法几何中,定义空间的形体是由面围成的,而面由线确定,线则由点构成。要讨论空间形体的投影,首先要从点的投影入手。

由空间一点可以确定该点在某一投影面上的投影,而由点的一个单面投影不能唯一确定该点的空间位置。如图 1.7 所示,已知空间点 A 和投影面 P ,过点 A 引投射射线垂直于投影面 P ,交投影面 P 于一点 a , a 即为点 A 在 P 平面上的投影,空间点在指定投影面上有其唯一的投影。反之,已知 A 点的单面投影 a ,由点的这个单面投影 a 不能唯一确定该点的空间位置。为此,常采用增加投影面的方法,组成多面投影体系来解决。为了便于理解,先讨论两投影面体系及其投影规律。

1. 两投影面体系

两投影面体系由空间两个互相垂直的投影面组成,如图 1.8 所示。直立的称为正立投影面,简称正面或 V 面;水平的称为水平投影面,简称水平面或 H 面; H 面与 V 面的交线 OX 称为投影轴 X 。

为了方便起见规定:空间点用大写字母表示,点的水平投影用小写字母表示,点的正面投影用小写字母加一撇表示。

由空间点 A 向两投影面引投射射线即作垂线,垂足点 a 、 a' 分别称为点 A 的水平投影、正面投影。

2. 点的两面投影图

在图 1.8 所示的两面投影系中,正立投影面保持不动,水平投影面绕投影轴 X 向下旋转 90° ,使 H 面与 V 面位于同一平面内,由于投影面大小不影响空间形体的投影,去掉边框就得到点的两面投影图,如图 1.9 所示。投影连线与投影轴的交点用 a_x 表示。

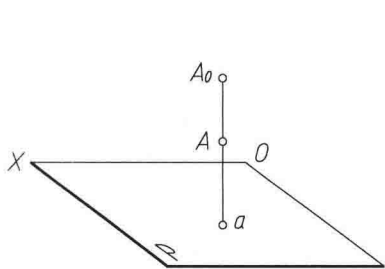


图 1.7 点的单面投影

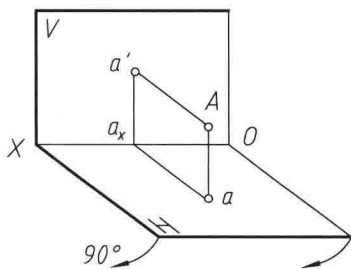


图 1.8 点的两投影面体系

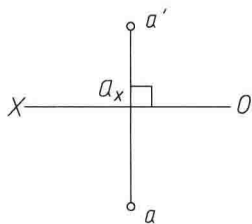


图 1.9 点的两面投影图

3. 点在两投影面体系中的投影规律

对照分析图 1.9 与图 1.8 得到,空间点 A 到投影面的距离与点的投影到投影轴的距离存在对应关系,而在图 1.8 中,因为矩形 $Aaa_xa' \perp X$ 轴,当 H 面绕 X 轴向下旋转 90° 以后,在投影图上点 A 的水平投影 a 与正面投影 a' 的连线位于同一条连线上,由此得出点在两投影面体系中的投影规律如下:

(1)点的正面投影与水平投影的连线垂直于投影轴 X ,即 $aa' \perp X$ 。

(2)点的正面投影到投影轴 X 的距离等于空间点到 H 面的距离,即 $a'a_x = Aa$;点的水平投影到投影轴 X 的距离等于空间点到 V 面的距离,即 $aa_x = Aa'$ 。

1.2.2 点在三投影面体系中的投影

1. 三投影面体系

在两投影面体系中,增加一个与 H 面和 V 面都垂直的侧立投影面,就形成了三投影面体系,如图 1.10 所示,所构成的三投影面体系与大家熟悉的三维坐标系是一致的。侧立投影面简称为侧面或 W 面, W 面与 H 面、 V 面的交线分别称为投影轴 Y 、 Z ,三条投影轴 X 、 Y 、 Z 的交点称为原点 O 。由空间点 A 向 W 面作垂线,垂足 a'' 称为点 A 的侧面投影。

同时规定:点的侧面投影用小写字母加两撇表示。

2. 点的三面投影图

在图 1.10 所示的三面投影系中, V 面保持不动,水平投影面与侧立投影面沿 Y 轴分开, H 面绕 X 轴向下旋转 90° , W 面绕 Z 轴向右旋转 90° ,使 H 面、 W 面与 V 面位于同一平面,去掉边框就得到点的三面投影图,如图 1.11 所示。 H 面、 W 面上的 Y 轴分别用 Y_H 、 Y_W 表示,投影连线与投影轴的交点分别用 a_x 、 a_y 、 a_z 表示。

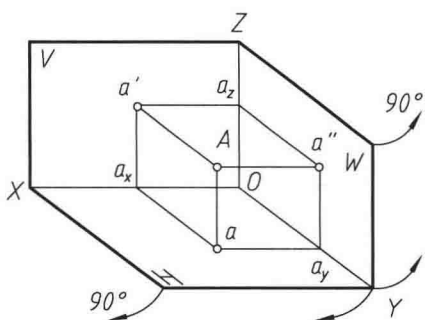


图 1.10 点的三投影面体系

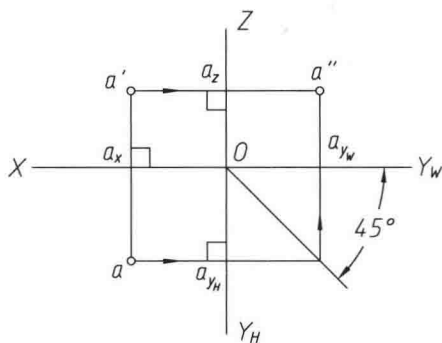


图 1.11 点的三面投影图

3. 点在三投影面体系中的投影规律

在三投影面体系中,点的投影到投影轴的距离分别对应空间点到投影面的距离,找出其中的对应关系,就可以从投影图推断点的空间位置。对照分析图 1.10 与图 1.11,总结点在三面投影体系中的投影规律如下:

(1)点的正面投影与水平投影的连线垂直于投影轴 X ,即 $aa' \perp X$;点的正面投影与侧面投影的连线垂直于投影轴 Z ,即 $a'a'' \perp Z$ 。

(2)点的正面投影到 X 轴的距离等于点的侧面投影到 Y 轴的距离,也等于空间点到 H 面的距离,即 $a'a_x = a''a_{y_w} = Aa$;点的水平投影到 X 轴的距离等于点的侧面投影到 Z 轴的距离,也等于空间点到 V 面的距离,即 $aa_x = a''a_z = Aa'$;点的正面投影到 Z 轴的距离等于点的水平投影到 Y 轴的距离,也等于空间点到 W 面的距离,即 $a'a_z = aa_{y_h} = Aa''$ 。

利用点的投影规律,已知点的两面投影,很容易求出第三面投影。由于 H 面与 W 面共 Y 轴, $aa_x = a''a_z$,为了便于作图,可过点 O 作一条 45° 分角线,将水平投影与侧面投影联系起来,如图 1.11 所示。

投影图的作图与读图是从三维空间到二维平面投影图的互逆思维过程。以点为例,如果已知点的空间位置求点的投影图,是一个从三维到二维的作图过程;反之,已知点的投影图,要推断点的空间位置,则是一个从二维到三维的读图的过程,所以说作图与读图的过程也就是二维与三维互逆的图形思维的过程。无论是作图还是读图,都是工程技术人员需要熟练掌握的基本技能。

【例 1.1】 已知点 A, B 的两面投影,求作第三面投影 a'', b'' (见图 1.12)。

解题分析:已知点的两面投影,点的空间位置可以确定;只要根据点在三面投影体系中的投影规律,先引投影连线确定第三投影的方向,再根据对应关系确定第三投影到投影轴的距离。

(1)求 a'' 的作图步骤:

- ①过 a' 向右作一条垂直于 Z 轴的投影连线;
- ②取 $a''a_z = aa_x$,或利用 45° 分角线,即可求得侧面投影 a'' 。

(2)求 b'' 的作图步骤:

- ①过 b' 向下作一条垂直于 x 轴的投影连线;
- ②取 $bb_x = b''b_z$,或利用 45° 分角线,即可求得水平投影 b 。

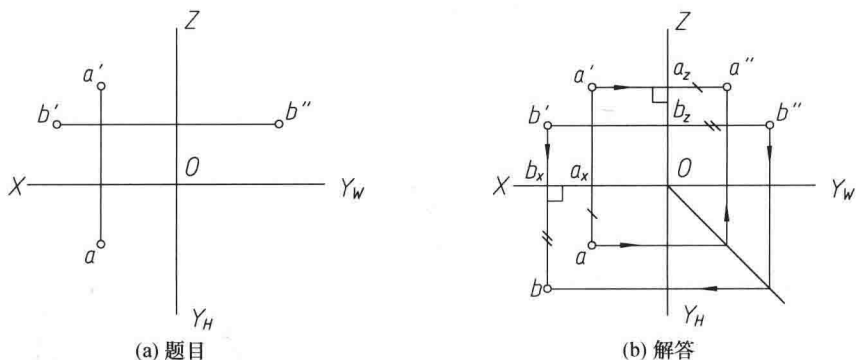


图 1.12 已知点 A, B 的两面投影,求作第三面投影 a'', b''

1.2.3 点的投影与坐标的关系

如果把三投影面体系中的三个投影面当作坐标面,将投影轴看作坐标轴,则点到 W 面、 V 面、 H 面的距离分别对应点的 X, Y, Z 坐标,如图 1.13 所示。

【例 1.2】 已知点 $A(15, 10, 8)$,求点 A 的三面投影(见图 1.14)。

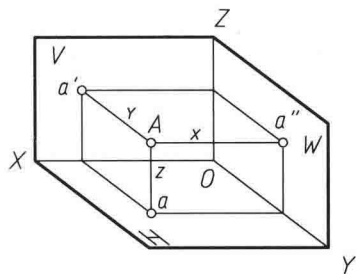


图 1.13 点的投影与坐标的关系

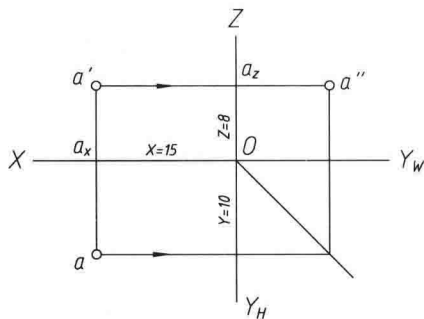


图 1.14 已知点 $A(15, 10, 8)$,求点 A 的三面投影

解题分析:先画投影轴构建投影体系,再根据点的 X 坐标值确定 a_x 的位置,画一条过 a_x