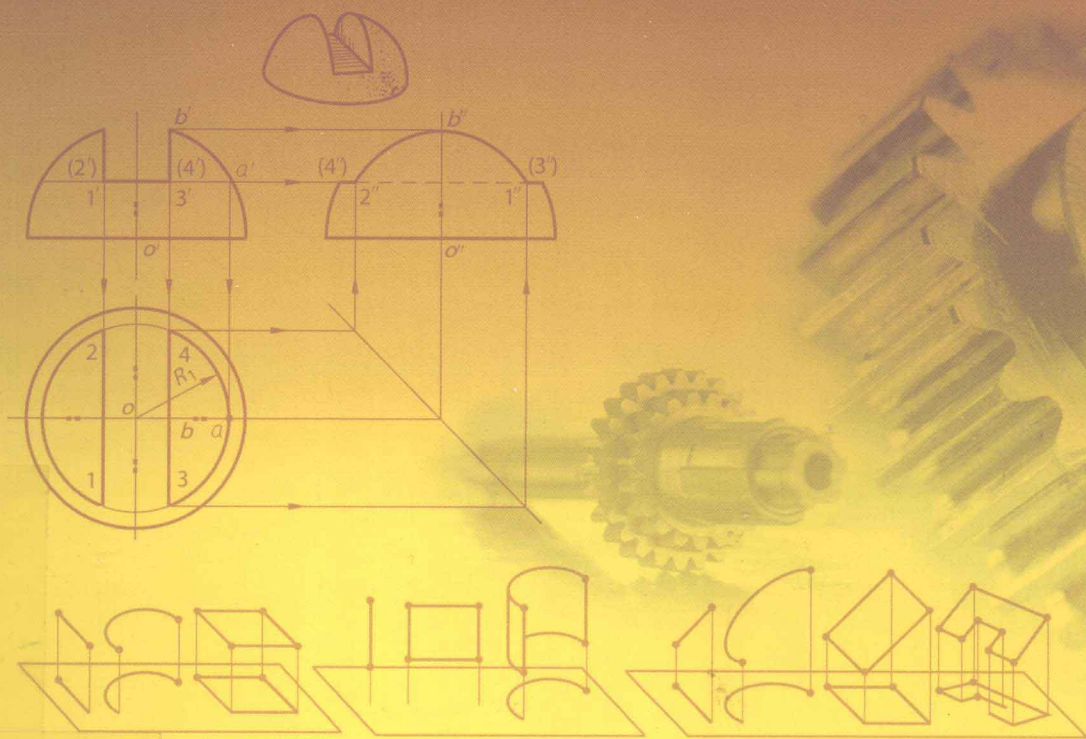


职业教育规划教材

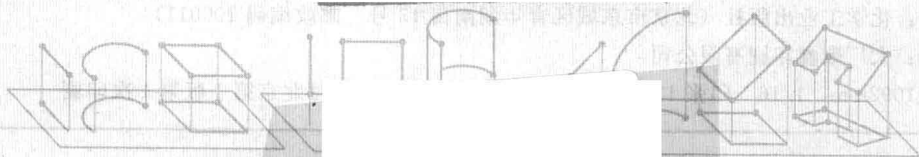
化工机械制图

陈锡峰 主编



化学工业出版社

化工机械制图



· 北 京 ·

本教材以投影原理为基础,以最新国家标准《机械制图》为依据,结合生产中常见的零部件实例,全面阐述了绘制、识读机械图样的原理和方法,并在此基础上对化工设备图、工艺流程图、设备布置图和管道布置图等化工图样作了较详细的介绍。

本教材依据人力资源和社会保障部颁发的《高级技工学校教学计划》和《国家职业标准》编写,包含《国家职业标准》中化工检修工种初、中、高级工所涵盖的制图内容,兼顾化工工艺中、高级工《化工制图》课程的基本要求。

本教材是化工类技工学校、职业技术学院、技师学院化工机械专业和工艺专业的优选教材,也是相关专业中、高级技术工人在职培训、考评的理想教材,还可供从事化工机械行业的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工机械制图/陈锡峰主编. —北京:化学工业出版社, 2009.12

职业教育规划教材

ISBN 978-7-122-06874-3

I. 化… II. 陈… III. 化工机械-机械制图-专业学校-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 190145 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:张绪瑞

责任校对:李 林

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 320 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材依据人力资源和社会保障部颁发的《高级技工学校教学计划》和《国家职业标准》编写，包含《国家职业标准》中化工检修工种初、中、高级工所涵盖的制图内容，兼顾化工工艺专业中、高级工《化工制图》课程的基本要求。

本教材以投影原理为基础，以最新国家标准《机械制图》为依据，结合生产中常见的零部件实例，全面阐述了绘制、识读机械图样的原理和方法，并在此基础上对化工设备图、工艺流程图、设备布置图和管道布置图等化工图样作了较详细地介绍。

本教材在结构和内容上相对传统教材进行了大胆的改革与探索，克服了传统教材开篇就抽象、生硬地讲授国家标准的做法，按照“随用随讲，有机结合”的原则，把国家标准的相关规定分散到具体内容中讲授，以便于学生理解、记忆和接受；而把其它标准和部分几何作图内容则以附录的形式体现出来，以备查阅。这样处理使所编教材的内容更加系统化、条理化、科学化。

本教材在选用图例时尽可能贴近生产实际，如按照现行的施工图例来讲解化工工艺图的特点和读图方法等，使教材更加具有实用性；在例题安排上突出了技工培养目标中以识图为主、以实用为目标的要求，并尽可能体现化工生产中零部件结构的特点，使教学目的更加明确。

本教材是化工类技工学校、职业技术学院、技师学院化工机械专业和工艺专业的优选教材，也是相关专业中、高级技术工人在职培训、考评的理想教材，也可供从事化工机械行业的技术人员参考。

本教材第一、二章由刘海东编写，第三、四章由冯存涛编写，第五章由李爱民编写，第六、七、八、九章由陈锡峰编写并全书统稿（主编）。全书由山东化工技师学院王传普主审，周仕安、匡兆中参审。在编写过程中，参阅借鉴了相关教材、资料和文献，在此对有关专家、学者和作者表示衷心感谢。

由于水平有限，故不足之处恳请广大读者批评指正。

编者

2009年8月

目 录

绪论	1
第一章 投影和视图	3
第一节 投影的基本概念	3
第二节 三视图及其投影规律	4
第三节 点、直线、平面的投影	7
第四节 基本形体的视图及尺寸标注	17
第五节 基本形体的截割与相贯	26
第二章 轴测图	35
第一节 正等测图的画法	36
第二节 斜二测图的画法	39
第三节 轴测草图的画法	40
第三章 组合体的三视图	43
第一节 组合体的组合形式	43
第二节 组合体视图的画法及尺寸标注	45
第三节 读组合体视图	54
第四章 零件的表达方法	62
第一节 视图	62
第二节 剖视图	64
第三节 断面图	71
第四节 其它表达方法	73
第五章 标准件和常用件	78
第一节 螺纹和螺纹连接件	78
第二节 齿轮的画法	87
第三节 键、销连接	93
第四节 螺旋件	95
第五节 滚动轴承的规定画法	98
第六节 金属焊接图	99
第六章 零件图	105
第一节 零件图的作用和内容	105
第二节 零件图的视图选择	106
第三节 零件图的尺寸标注	109
第四节 零件图的技术要求	115
第五节 零件图的阅读	121
第六节 零件测绘	126

第七章 装配图	132
第一节 装配图的作用和内容	132
第二节 装配图的表达方法	134
第三节 装配图的其它内容	135
第四节 读装配图和拆画零件图	137
第五节 装配体测绘	140
第八章 化工设备图	145
第一节 化工设备及常用零部件简介	145
第二节 化工设备图的表达方法和特点	149
第三节 化工设备图的识读	155
第九章 化工工艺图	162
第一节 工艺流程图	162
第二节 设备布置图	168
第三节 管路布置图	172
附录	178
附录 I 国家标准《机械制图》摘录	178
附录 II 各种尺寸的标注方法	182
附录 III 常见的平面几何作图方法	183
附录 IV 常用标准件	184
附录 V 化工设备的常用标准化零部件	193
参考文献	200

绪 论

一、本课程在生产中的重要作用

行驶的汽车、火车，航行的轮船、军舰，飞行的飞机以及工厂、矿山中的各种机械或设备等，都是由许多零件组成的。这些零件在结构形状上都很复杂，如果用语言或文字来描述它们的形状、大小等内容，是很难表达清楚的，更无法表达清楚一整台机器或设备。为此，人们在长期的生产实践中，逐步总结出了一种既简便又准确表达物体形状、大小及制造要求等内容的方法，即用图样来表达。图样也就是通常所说的图纸。

图样包含了零件制造、装配，设备安装和使用等方面的全部内容，表达了设计者的意图，可直接用来指导生产和交流技术思想，因而图样在生产中得到了广泛的运用，并有着无法替代的作用，为此人们把图样称为工程技术界的共同语言，它是厂与厂、国与国之间进行技术交流的工具。任何工程技术人员，如果缺乏绘图和读图的能力，都将成为工程上的“文盲”。我国目前正处于社会主义现代化建设的新时期，科学技术的飞速发展，生产能力的急速扩张，迫切需要数以万计的高技能人才，而学好各种技术必须首先要学好制图这门专业基础课。

二、本课程的主要任务和要求

制图是研究用正投影原理，按照国家相关标准规定，用几何作图的方法来绘制和阅读图样的一门科学。

本课程的主要任务是使学生掌握绘制一般零件、机器或设备图样的方法和技能，具有一定的制图能力；掌握熟练阅读各种有关图样的技巧，具有熟练的读图能力；学习在平面图样上用几何作图的方法来研究和解决实际空间几何问题的方法，具有初步的图解能力；同时培养学生严肃认真的工作态度、耐心细致的工作作风和科学的工作方法。具体要求达到如下要求。

- ① 掌握正投影法的基础理论和空间形体投影的方法，培养和发展空间思维能力。
- ② 明确制图国家标准及图样的相关知识，具有查阅手册和技术资料的能力。
- ③ 掌握绘制平面图形的技能，能够绘制中等复杂程度的零件图、装配图及化工图样；掌握读图的方法和技巧，能够熟练阅读常见的零件图、装配图及化工图样，具备一定的实际应用能力。
- ④ 培养学生认真负责的工作态度和严谨科学的工作作风。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课，多画、多看是建立空间概念、认识空间形体，将空间形体投影成平面图形、再将平面图形抽象为空间形体，达到读图目的，用来指导生产的唯一途径。因而学好本课程必须独立地完成足够数量的练习和作业，结合生产，多看多画，反复实践，才能学好本课程。

画图是读图的基础，画图又需要基本理论为支撑，因而在学习过程中，既要很好地学习画图、读图的技巧，又要学习必需的制图基本理论。学习中应善于对基本理论进行归纳和总结，用基本理论推动空间概念的建立，同时又要细心地琢磨画图的技能和读图的技巧，做

到：明确基本理论、建立空间概念、打牢作图基础、掌握读图技巧。

由于本课程的学时有限，只能为学生学习画图、读图打下初步基础。但工程图样是技术内容的综合表达，涉及工程实际和多方面的专业知识，所以要达到较高的制图水平，还应在后续课程和生产实践中继续地学习、积累和提高。

跨入 21 世纪的今天，计算机辅助设计技术推动了几乎所有领域的设计革命；计算机绘图技术、数控机床技术从根本上改变了手工绘图、按图组织生产的管理方式，使生产技术水平和劳动生产率大大提高，是今后制图技术发展的方向。

第一章 投影和视图

第一节 投影的基本概念

一、投影法的概念

在日常生活中,人们经常看到太阳光或灯光照射物体时会在地面或墙壁上出现物体的影子,这就是投影现象,把影子称为投影。如果从几何的观点来研究物体与其投影之间的对应规律,就产生了投影法。

投射光线通过物体,向选定的平面投射并在该平面上得到投影的方法称为投影法。如图 1-1 所示。在投影法中,用以投射的光线称为投影线;得到投影的平面称为投影面。

二、投影法的分类

投影法分为中心投影法和平行投影法两类。

1. 中心投影法

投影线由一点发出得到投影的方法称为中心投影法,如图 1-1 所示。

中心投影法不能真实地反映物体的形状和大小,不适用于绘制机械图样。但由于采用中心投影法绘制的图形具有立体感并符合人的视觉习惯,工程上常用这种方法绘制建筑物的透视图。

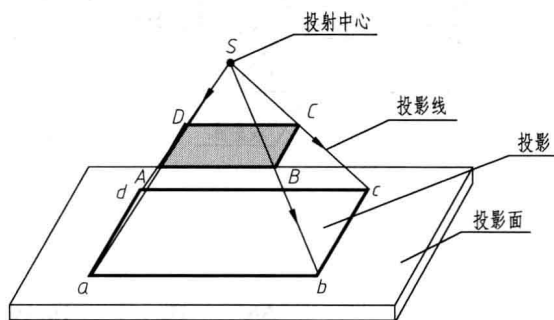
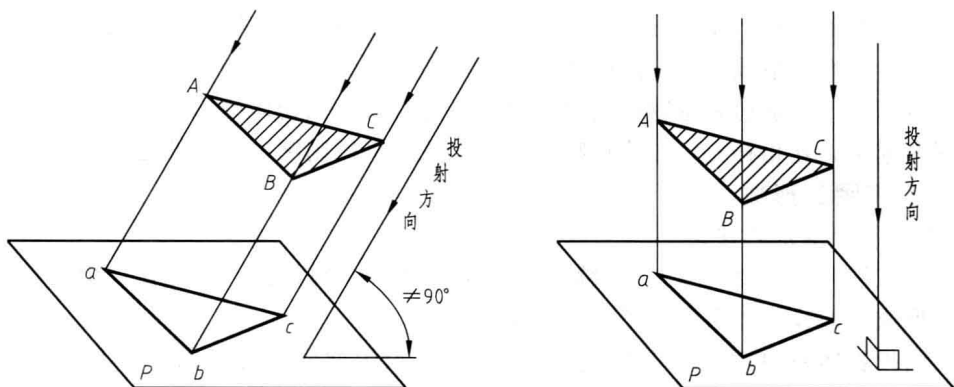


图 1-1 中心投影法

2. 平行投影法

当光源距投影面无穷远时,此时投影线可看成是互相平行的。这种用相互平行的投影线照射物体,在投影面上得到投影的方法称为平行投影法,如图 1-2 所示。

平行投影法根据投影线与投影面是否垂直,又可分为斜投影法和正投影法两种。



(a) 斜投影法

(b) 正投影法

图 1-2 平行投影法

(1) 斜投影法 投影线与投影面相倾斜的平行投影法, 如图 1-2(a) 所示。

(2) 正投影法 投影线与投影面相垂直的平行投影法, 如图 1-2(b) 所示。

由正投影法得到的投影称正投影。正投影能完整准确地表达空间物体的真实形状, 并有画图简单、便于度量等特点, 为此, 正投影法在各类工程中得到了广泛的应用。

三、正投影的基本特性

1. 真实性

当直线、曲线或平面平行于投影面时, 直线或曲线的投影反映实长, 平面的投影反映真实形状, 如图 1-3(a) 所示。

2. 积聚性

当直线或平面、曲面垂直于投影面时, 直线的投影积聚成一点, 平面或曲面的投影积聚成直线或曲线, 如图 1-3(b) 所示。

3. 类似性

当直线、曲线或平面倾斜于投影面时, 直线或曲线的投影仍为直线或曲线的类似形, 但长度小于实长; 平面图形的投影与真实图形类似, 但小于真实图形的大小。像这种投影与实物相类似, 但长短与大小均小于实物的性质称为类似性, 如图 1-3(c) 所示。

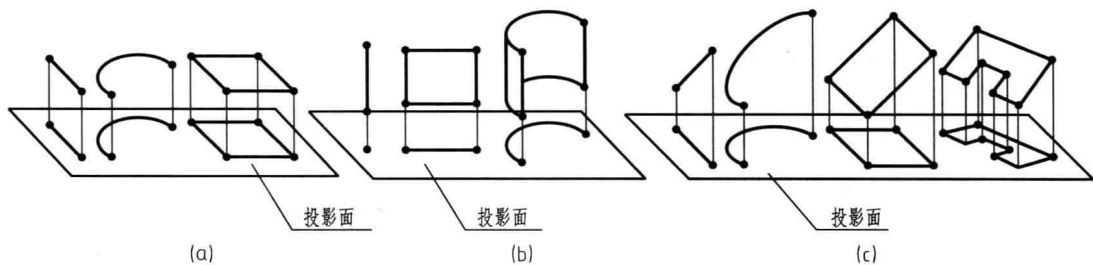


图 1-3 正投影的基本特性

第二节 三视图及其投影规律

在机械制图中, 可以根据正投影的原理, 用人的视线代替投影线去看物体, 在纸面上画出物体的图形, 这样得到的图形称为视图。

一个物体有前、后、左、右、上、下六个面, 一般情况下, 物体六个面的视图是不可能完全相同的; 而有些情况下, 不同的物体还会得到相同的视图, 如图 1-4 所示。因而仅靠物体的一个视图是不能确切表达物体真实形状的, 这就需要从物体的不同方向进行投影, 由几个视图联合起来, 互相补充, 才能将物体表达清楚。机械制图中常用的是三视图。

一、三视图的形成

1. 三投影面体系的建立

要得到三视图, 就要设立三个投影面。国家标准《机械制图》规定, 三个投影面必须互相垂直, 形成三面投影体系。如图 1-5 所示。

在三面投影体系中, 三个投影面分别为: 正立投影面简称为正面, 用 V 表示; 水平投影面简称为水平面, 用 H 表示; 侧立投影面简称为侧面, 用 W 表示。

三个投影面的交线 OX 、 OY 、 OZ 也相互垂直, 分别代表物体的长、宽、高三个方向, 称为投影轴。

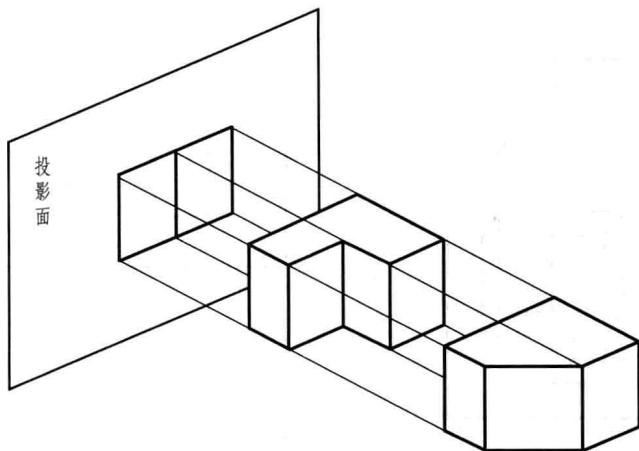


图 1-4 一个视图不能确定物体的形状

2. 三面视图的形成

将物体放在三面投影体系中，然后用正投影法进行投影，这样就把物体的前面投射到了 V 面上，把顶面投射到了 H 面上，把左面投射到了 W 面上，得到三个视图，如图 1-6(a) 所示。

主视图：从前往后投影，在正立投影面（ V 面）上所得到的视图。

俯视图：从上往下投影，在水平投影面（ H 面）上所得到的视图。

左视图：从左往右投影，在侧立投影面（ W 面）上所得到的视图。

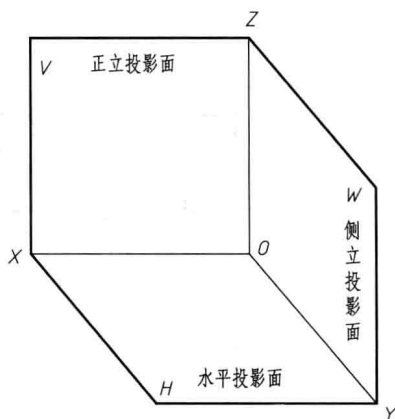


图 1-5 三面投影体系

3. 三投影面摊平展开

在实际作图中，需要将三个视图画在一张图纸上，这样需要把互相垂直的三个投影面摊平展开。摊平时， V 面不动， H 面绕 OX 轴向下旋转 90° 与 V 面在一个平面上， W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° 与 V 面在一个平面上，这样就得到了在同一平面上的三视图，如图 1-6(b) 所示。可以看出，俯视图在主视图的下方，左视图在主视图的右方。

应该注意的是：同一条 OY 轴旋转后一分为二，一半留在了 H 面，称为 Y_H ；一半留在了 W 面，称为 Y_W 。初学者在作图时应画出这些投影轴，但投影面的边框不必画出，如图 1-6(c) 所示。由于画三视图时主要依据投影规律，所以投影轴也可以进一步省略，如图 1-6(d) 所示（实际作图时各视图的名称也不需标注）。

二、三视图与物体方位的对应关系

物体有长、宽、高三个方向的尺寸，有上下、左右、前后六个方位关系，如图 1-7(a) 所示。六个方位在三视图中的对应关系如图 1-7(b) 所示。

主视图反映了物体的上下、左右四个方位关系，俯视图反映了物体的前后、左右四个方位关系，左视图反映了物体的上下、前后四个方位关系。

由三投影面摊平的方法可知，俯视图、左视图靠近主视图的一侧为物体的后面，远离主视图的一侧为物体的前面。也可以简单记为“外前里后”。

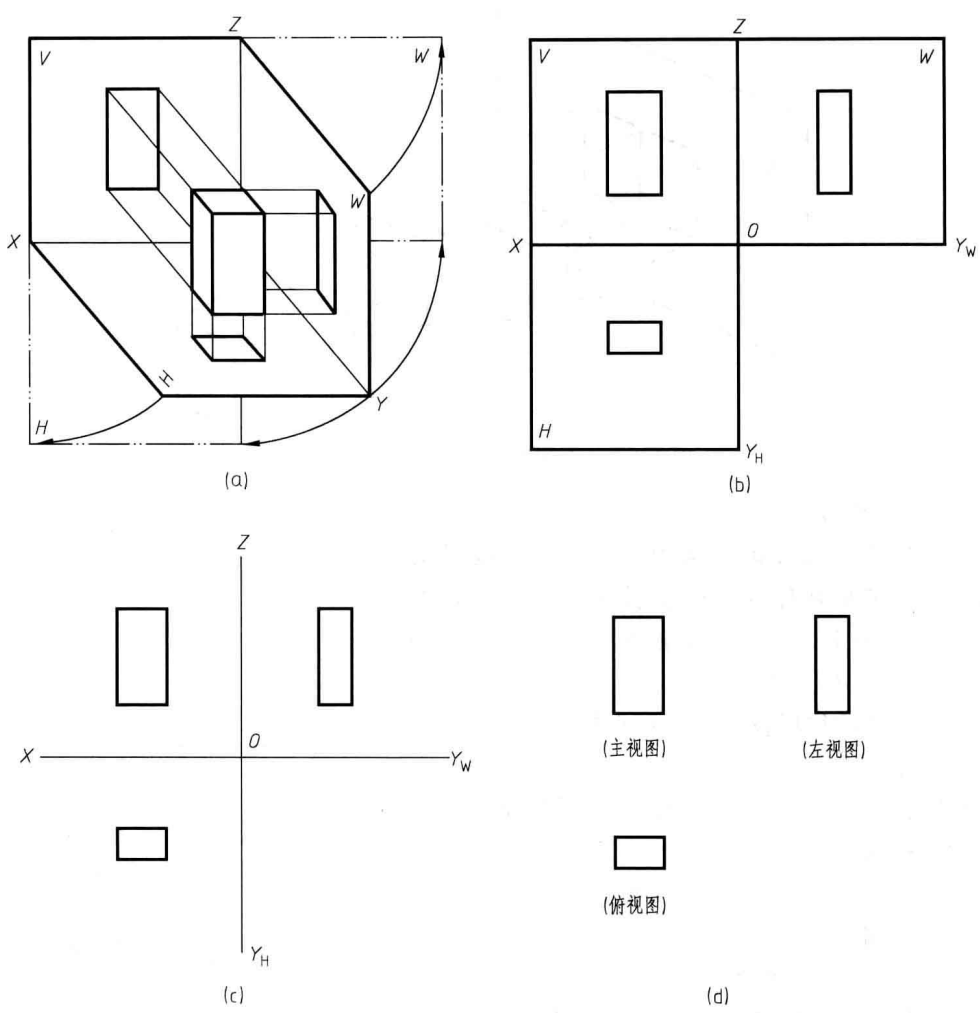


图 1-6 三视图的形成与展开

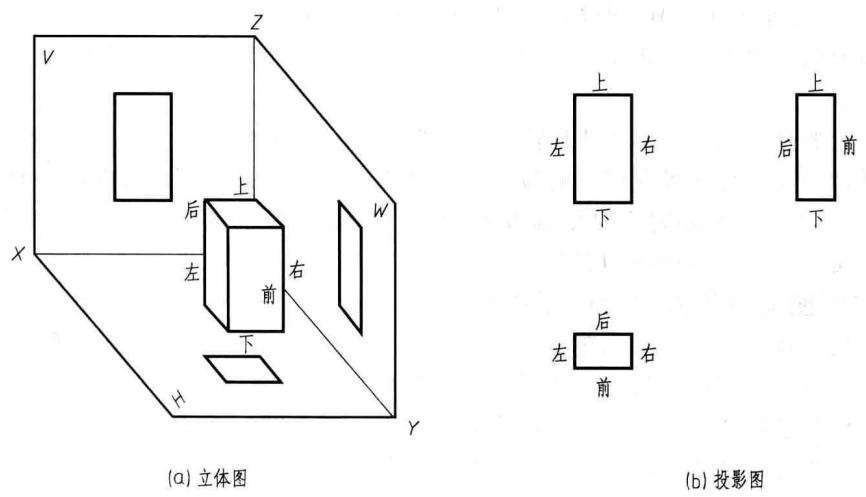


图 1-7 三视图的方位关系

三、三视图的投影规律

从图 1-8 可以看出, 一个视图只能反映物体两个方向的尺寸, 两个视图能反映物体三个方向的尺寸。主视图、俯视图共同反映了物体的长度, 且长度对正; 主视图、左视图共同反映了物体的高度, 且高度平齐; 俯视图、左视图共同反映了物体的宽度, 且宽度相等。由此可以归纳出三视图的投影规律为:

主、俯视图“长对正”(即等长);

主、左视图“高平齐”(即等高);

俯、左视图“宽相等”(即等宽);

三视图的投影规律反映了三视图的重要特性, 是画图、读图的重要依据。无论是整个物体还是物体的局部, 它们的三面投影都必须符合这一规律。

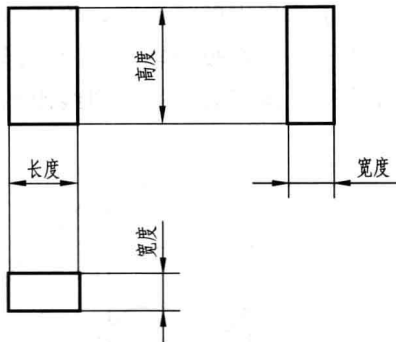


图 1-8 视图间的“三等”关系

四、画三视图所用的图线

国家标准《机械制图》专门对制图中的图线画法作了具体的规定, 画图时, 物体的轮廓线应画成粗实线(宽度在 0.5~0.7mm 之间), 标注尺寸等用的辅助线画成细实线(宽度在 0.25~0.35mm 之间)。各种图线的具体要求见附录 I (五、图线)。

第三节 点、直线、平面的投影

点、线、面是构成空间物体最基本的几何元素。要完整、准确地绘制物体的视图, 就必须熟悉和掌握点、线、面的投影特性和投影规律。

一、点的投影

1. 点的三面投影

(1) 点的投影和点的坐标 点的三面投影仍然是三个点, 如图 1-9(a) 所示。投影时空间点用大写字母标记(如图中的 A), 水平面投影用相应的小写字母标记(如图中的 a), 正面投影用小写字母加一撇标记(如图中的 a'), 侧面投影用小写字母加两撇标记(如图中的 a'')。过点 A 分别向 H 面、 V 面和 W 面作垂线, 可得到三个垂足 a 、 a' 、 a'' , 便是点 A 在三个投影面上的投影。

为了确定点在三投影体系中的空间位置, 分别过 a 、 a' 作 OX 轴的垂线 aa_X 和 $a'a_X$ 交 OX 轴于 a_X (Aa 、 Aa' 确定的平面同时垂直于 H 面和 V 面, 故该平面与 V 、 H 面的交线必然垂直于 OX 轴, 交点为 a_X); 同理, 分别过 a 、 a'' 作 OY 轴的垂线 aa_Y 和 $a''a_Y$ 交 OY 轴于 a_Y ; 分别过 a' 、 a'' 作 OZ 轴的垂线 $a'a_Z$ 和 $a''a_Z$, 交 OZ 轴于 a_Z 。这时点 A 、 a 、 a' 、 a'' 和 a_X 、 a_Y 、 a_Z 及原点 O 就构成了一个长方体, 如图 1-9(a) 所示。根据长方体的几何性质可知:

点 A 到 W 面的距离 $Aa''=Oa_X=a'a_Z=aa_Y$;

点 A 到 V 面的距离 $Aa'=Oa_Y=aa_X=a''a_Z$;

点 A 到 H 面的距离 $Aa=Oa_Z=a'a_X=a''a_Y$ 。

如把三面投影体系当作坐标系, 可以看出: 坐标 x 和 z 决定点的正面投影 a' 的位置, 坐标 x 和 y 决定点的水平投影 a 的位置, 坐标 y 和 z 决定点的侧面投影 a'' 的位置, 若用坐标表示, 则为 $a(x, y)$, $a'(x, z)$, $a''(y, z)$ 。于是空间点位置可以写成 $A(x, y, z)$ 的形式。

可见,点的每个投影都包含两个坐标,点的两个投影则包含三个坐标,所以知道了点的两个投影就可确定点在三面投影体系中的位置。

为了作出点的投影图,将图 1-9(a) 中的 A 点移走,按规定将投影面摊平展开,去掉投影面边框,保留投影轴,画出投影作图线及各面投影标记,便可得到如图 1-9(c) 所示的三面投影图。画图时投影作图线用细实线绘制。

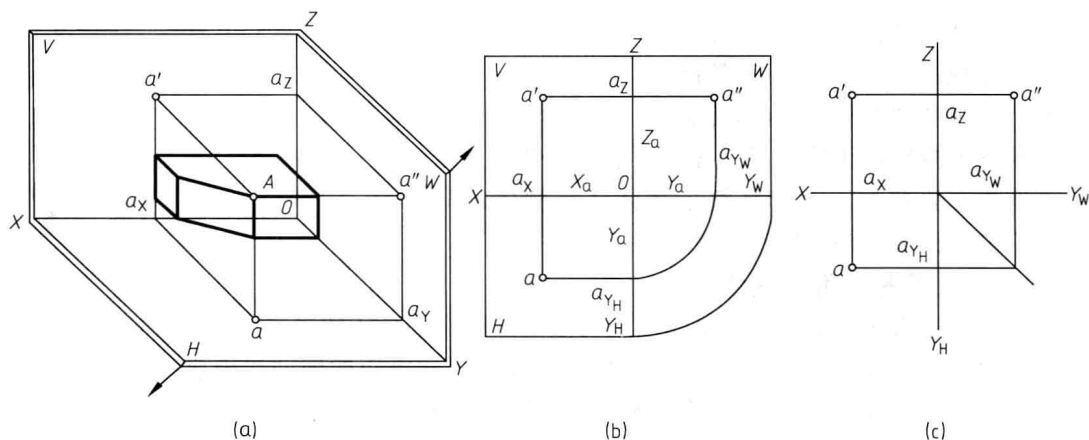


图 1-9 点的投影

(2) 点的投影规律 根据上述对空间点 A 的投影分析可知,点的三个投影不是孤立的,而是彼此之间有一定的位置关系。而且这个关系不因空间点的位置改变而改变,因此可以把它概括为普遍性的投影规律。

- ① 点的正面投影和水平投影的连线垂直 OX 轴,即 $a'a \perp OX$,则 $a'a_z = aa_{Y_H}$;
- ② 点的正面投影和侧面投影的连线垂直 OZ 轴,即 $a'a'' \perp OZ$,则 $a'a_x = a''a_{Y_W}$;
- ③ 点的水平投影到 OX 轴的距离等于侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离,即 $aa_x = a''a_z$ 。

显然,点的投影仍然符合“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

(3) 点的投影作图 根据点的投影规律,可由已知点的三个坐标求作点的三面投影图或由点的两面投影求作第三面投影。

【例 1-1】 已知点 A 的坐标 $(20, 10, 18)$, 作点的三面投影。

解 作图步骤如下:

- ① 画出投影轴,并作 $\angle Y_H O Y_W$ 的 45° 分角线;
- ② 在 OX 轴上取 $Oa_x = 20$;
- ③ 过 a_x 作 $a'a \perp OX$,并使 $aa_x = 10$, $a'a_x = 18$;

④ 过 a 作 OY_H 垂线使其与分角线相交,自交点作 OY_W 的垂线,与过 a' 所作的 OZ 轴的垂线相交即得 a'' 。如图 1-10 所示。

【例 1-2】 已知点的正面投影和侧面投影 [图 1-11(a)], 求作第三面投影。

解 分析: 由于空间点的任一投影均反映点的两个坐标,点的两个投影反映点的三个坐标,故可作出第三面投影。

作图: 如图 1-11(b) 所示,过已知点的两面投影分别作相应轴的垂线(箭头所示),两垂线的交点即为所求的第三面投影。

事实上,空间点与投影面的相对位置共有四种情况:在空间、在投影面内、在投影轴内

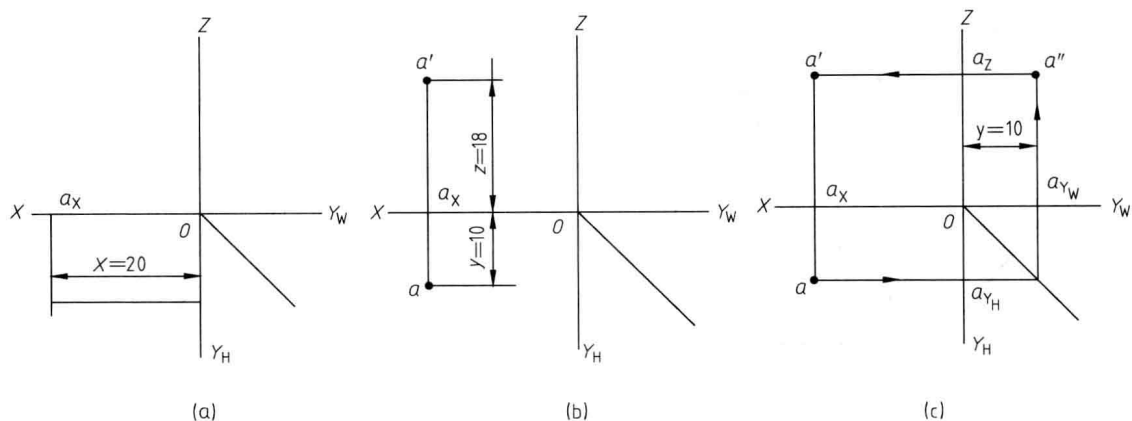


图 1-10 由点的坐标作点的三面投影

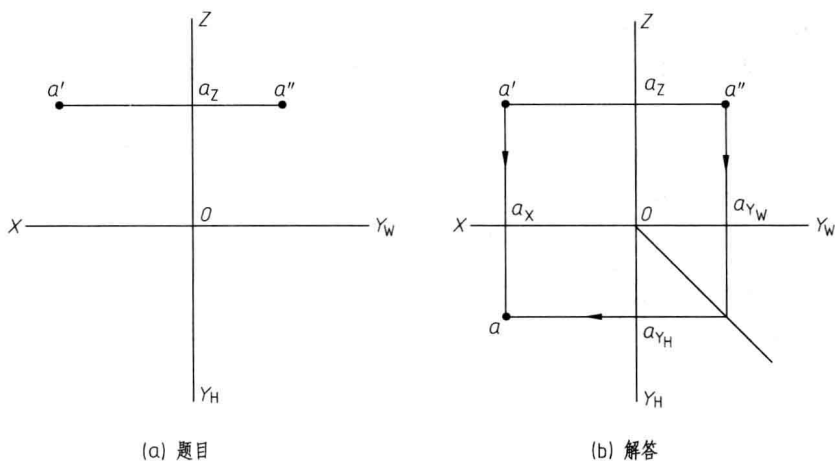


图 1-11 已知点的两个投影求第三个投影

和在原点上。仅对第一种情况作了分析，后三种情况的投影特性将在习题中进行练习。

2. 空间两点的相对位置

(1) 空间两点相对位置的确定

① 由于点的 x 坐标表示点到 W 面的距离，则点距 W 面远者在左 (x 坐标大)；近者在右 (x 坐标小)；

② 由于点的 y 坐标表示点到 V 面的距离，则点距 V 面远者在前 (y 坐标大)；近者在后 (y 坐标小)；

③ 由于点的 z 坐标表示点到 H 面的距离，则点距 H 面远者在上 (z 坐标大)；近者在下 (z 坐标小)。

如图 1-12 所示，若已知空间两点的投影，即点 A 的三个投影 a 、 a' 、 a'' 和点 B 的三个投影 b 、 b' 、 b'' ，用 A 、 B 两点同面投影坐标差就可判别 A 、 B 两点的相对位置。由于 $a_x > b_x$ ，表示 B 点在 A 点的右方； $a_y > b_y$ ，表示 B 点在 A 点的后方； $b_z > a_z$ ，表示 B 点在 A 点的上方。总起来说，就是 B 点在 A 点的右、后、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，则这两点是该投影面的重影点。这时，空间两点的某两个坐标相同，并在同一投影线上。

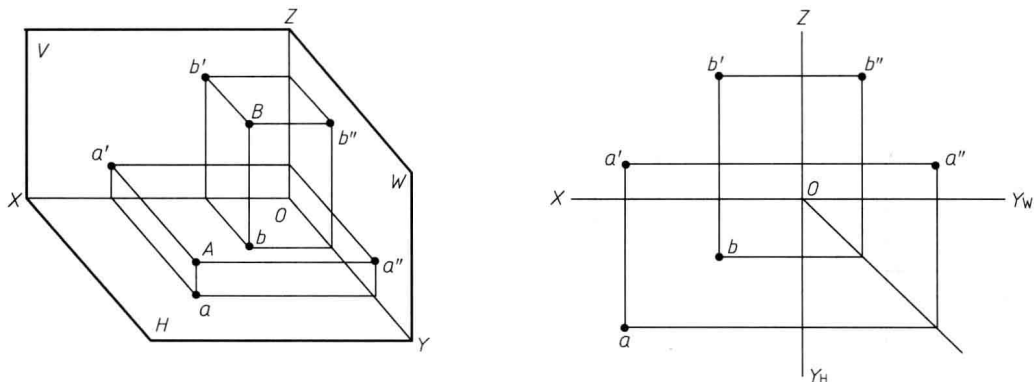


图 1-12 两点的相对位置

当两点的投影重合时,就需要判别其可见性。应注意:对 H 面的重影点,从上向下观察, Z 坐标值大者可见;对 W 面的重影点,从左向右观察, X 坐标值大者可见;对 V 面的重影点,从前向后观察, Y 坐标值大者可见。在投影图上不可见的投影加括号表示,如 (a') 。

如图 1-13 中, C 、 D 两点位于垂直 H 面的投影线上, c 、 d 重影为一点,则 C 、 D 为对 H 面的重影点, z 坐标值大者为可见,图中 $c_z > d_z$,故 c 为可见, d 为不可见,分别用 $c(d)$ 表示。

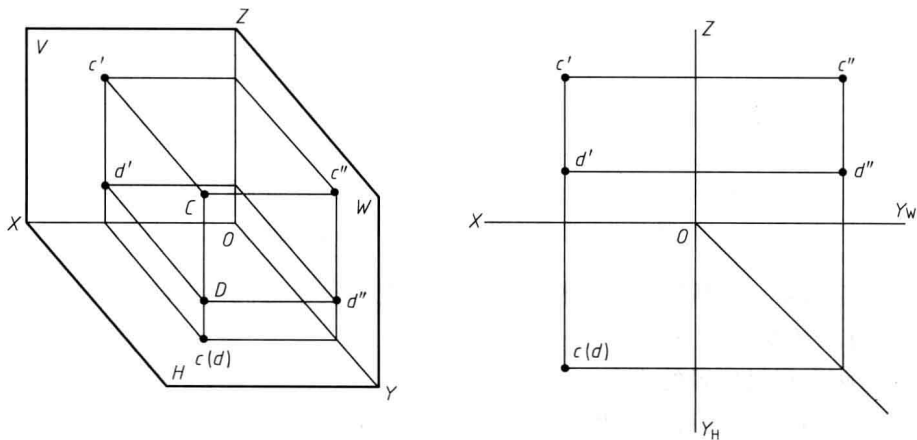


图 1-13 重影点

总之,空间两点有两对坐标相等时,则两点重影。重影点的可见性由不相等的坐标值决定:坐标值大者可见,小者不可见。

二、直线的投影

空间直线段(以下简称为直线)的投影可由直线上的两个端点的同面投影来确定,作图时只要画出两个点的投影,用粗实线连接起来,即得直线的投影。

1. 直线对一个投影面的投影特性

空间直线相对于一个投影面的位置有平行、垂直、倾斜三种,三种位置有不同的投影特性。

- ① 真实性 当直线与投影面平行时,则直线的投影反映实长。如图 1-14(a) 所示。
- ② 积聚性 当直线与投影面垂直时,则直线的投影积聚为一点。如图 1-14(b) 所示。

③ 收缩性 当直线与投影面倾斜时，则直线的投影小于直线的实长。如图 1-14(c) 所示。

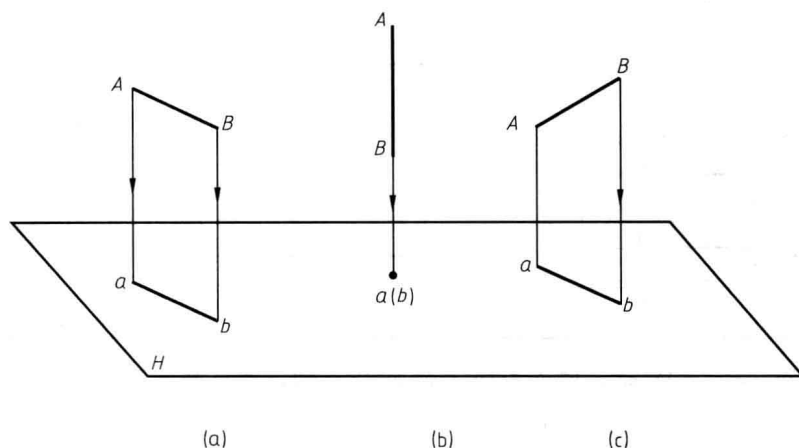


图 1-14 直线的投影

2. 直线对三个投影面的投影特性

根据直线在三投影面体系中的位置可分为投影面垂直线、投影面平行线、投影面倾斜线三类。前两类直线称为特殊位置直线，后一类直线称为一般位置直线。

(1) 投影面垂直线 垂直于一个投影面且同时平行于另外两个投影面的直线称为投影面垂直线。垂直于 V 面的称为正垂线；垂直于 H 面的称为铅垂线；垂直于 W 面的称为侧垂线。

下面以铅垂线 CD 为例（见表 1-1）说明投影面垂直线的投影特性。由定义可知 CD 垂直于 H 面，同时平行于 V 、 W 面，它的投影具有如下特性。

表 1-1 投影面垂直线的投影特性

名称	直观图	投影图	投影特性
正垂线			① 正投影面 $a'(b')$ 积聚为一点 ② $ab \perp OX$ 轴； $a''b'' \perp OZ$ 轴； $ab = a''b'' = AB$
铅垂线			① 水平投影 $c(d)$ 积聚为一点 ② $c'd' \perp OX$ 轴； $c''d'' \perp OY_W$ 轴； $c'd' = c''d'' = CD$