



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

机械制图

第五版

清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室 编

刘朝儒 吴志军 高政一 许纪旻 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

机械制图

第五版

清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室 编

刘朝儒 吴志军 高政一 许纪旻 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘朝儒等主编;清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室编.—5版.—北京:高等教育出版社,2006.12

ISBN 7-04-020064-3

I.机... II.①刘...②清... III.机械制图-高等学校-教材 IV.TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第127157号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 杜惠萍 封面设计 张楠 责任绘图 杜晓丹
版式设计 余杨 责任校对 金辉 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 40.5
字 数 1 000 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1975年5月第1版
2006年12月第5版
印 次 2006年12月第1次印刷
定 价 45.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20064-00

第五版序

本书是在第四版的基础上,根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“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》等相关国家标准,并总结近几年教学改革的经验修订而成的。本书第四版是教育部“普通高等教育‘九五’国家级重点教材”、“面向 21 世纪课程教材”,自 2001 年 8 月出版以来,多次重印,被多所高等院校使用,深受同行看重和使用者好评。第五版被列入普通高等教育“十五”国家级规划教材,并被列入高等教育出版社“高等教育百门精品课程教材建设计划精品项目”。

本书第四版有以下特点:

(1) 内容丰富,分析深入,论述详细,语言准确流畅。既便于自学,又有利于读者自主学习和自学能力的培养。

(2) 重视图学基本理论。既重视全面、系统、准确地论述基本投影理论、图解图示和表达理论,又注意对这些理论进行总结和提炼。明确了轨迹相交法、形体分析法、面形分析法、完整表面相交法和功能分析法等行之有效的图解、读图、画图方法。力求总结出规律性的东西,使读者易于理解,以至达到较高水平。

(3) 在组合体的组合方式、表面关系,尺寸基准,零件图的视图选择,零件的结构分析等方面提出了新的概念、新的观点。在轴测投影的基本理论推导中使用了新的方法。增加了零件构形设计内容。

(4) 采用最新国家标准,注重介绍简化表示法与简化标注。

(5) 部分内容作为选修处理(标有*的部分),以适应不同层次的学校、不同专业和不同层次读者的需求。

以上特点在本版中均继续保持。

与第四版相比,本版变化如下:

1. 对内容进行调整

(1) 大力加强计算机辅助三维实体建模内容,将计算机辅助绘图与计算机辅助三维实体建模知识系统化。本版第十章和第十一章较详细地叙述了二者各自的基础,第十二章又模仿机械 CAD 真实过程,将二者结合,以典型实例详细介绍了机械零部件的计算机辅助三维实体建模和二维工程图绘制的具体操作。这将使读者学习到有实用价值、可模仿操作的现代设计表达方法。

(2) 增加了机械制造常用材料和机械制造常用加工方法的内容,与表面粗糙度、极限与配合、形状与位置公差等技术条件合为“机械制造的基本知识”一章。此章的增加既适应了“机械设计基础系列课程改革”的教学需求,也解决了多年来普遍存在于多数院校的“先学制图,后学金工,制图学习无机械制造知识为基础”的矛盾现象。

(3) 删除了“曲线与曲面”、“表面展开”两章内容。将旋转法列为选修内容。

(4) 将“手工绘图工具的使用”、“常用尺规作图”、“徒手作图技能”、“零件测绘”、“组合体构形”等与绘图实践或习题绘制关系密切的内容移至配套习题集中。将国家标准摘录移至附

录中。

(5) 将“零件构形设计”内容并入“装配图”中,使之与根据装配图拆画零件图联系更加紧密。

(6) 全书内容整合为十二章,与教学进程密切配合。

2. 新的提法和新的概念

(1) 不再区分“截交线”和“相贯线”,统称为“表面交线”。

(2) 提出“标准结构”的概念,包括了螺纹、齿轮及花键等。将传统、流行的“标准件及常用件”扩展为“标准结构,标准件及常用件”。

3. 新的写法

与教学进程配合,对知识的小结和复习检查问题或按节给出,或按章给出,求实用效果,不拘泥于形式表面一致。

4. 使用最新国家标准和最新版本软件。

负责本版主编工作的有刘朝儒(绪论、第三、六、七、八、九章、附录)、吴志军(第十、十一、十二章)、高政一(第二、四章)和许纪旻(第一、五章)。参加本版修订工作的还有彭福荫、张学政、田凌和冯娟。全书由刘朝儒负责统稿和定稿。

值此第五版出版之际,对为本书前四版作出贡献的人员表示深情感谢。

本书在编写过程中参考了一些同类著作,特向作者表示感谢,具体书目作为参考文献列于书末。

本版书由中国工程图学学会图学教育专业委员会原主任委员、北京理工大学董国耀教授审阅,他给予了许多指正和建议,在此深情感谢。

由吴志军主编的《机械制图(第五版)图文演示系统》光盘为本书配套教学软件光盘。由许纪旻、高政一主编的《机械制图习题集》(第四版)为本书配套习题集,均由高等教育出版社同时出版,可供选用。

书中缺点、错误在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2006年10月于北京

目 录

绪论	1	* § 4.6 第三角投影(第三角画法)	185
第一章 点、直线和平面的投影	8	本章小结	189
§ 1.1 点的投影	8	复习检查问题	190
§ 1.2 直线的投影	12	第五章 尺寸标注基础	191
§ 1.3 平面的投影	20	§ 5.1 尺寸标注的基本规定	191
§ 1.4 直线与平面、平面与平面的相对 关系	27	§ 5.2 组合体的尺寸标注	198
§ 1.5 换面法	45	§ 5.3 尺寸的清晰布置	207
* § 1.6 旋转法	54	§ 5.4 圆弧连接图形的尺寸标注	208
本章小结	61	§ 5.5 轴测图的尺寸标注	210
复习检查问题	62	本章小结	212
第二章 立体的视图	63	复习检查问题	212
§ 2.1 基本体的视图	63	第六章 机械制造基本知识	214
§ 2.2 基本体表面交线的画法	74	§ 6.1 机械制造常用的材料	214
§ 2.3 组合体视图的绘制和阅读	106	§ 6.2 机械制造常用的加工方法	222
本章小结	123	§ 6.3 机械零件的技术要求	254
复习检查问题	124	本章小结	291
第三章 轴测图与透视图	125	复习检查问题	292
§ 3.1 轴测图概述	125	第七章 标准结构、标准件与常用件	294
§ 3.2 正等轴测图	127	§ 7.1 螺纹及螺纹紧固件	294
§ 3.3 正二轴测图和斜二轴测图	146	§ 7.2 键、花键和销	311
* § 3.4 轴测图的选择	150	§ 7.3 齿轮	315
* § 3.5 透视图	153	§ 7.4 弹簧	328
本章小结	158	§ 7.5 滚动轴承	332
复习检查问题	159	本章小结	339
第四章 表示机件的图样画法	160	复习检查问题	339
§ 4.1 视图	160	第八章 零件图	340
§ 4.2 剖视图	162	§ 8.1 零件图的基本知识	340
§ 4.3 断面图	175	§ 8.2 零件分析	346
§ 4.4 简化画法和其他规定画法	177	§ 8.3 零件的视图选择	350
§ 4.5 轴测剖视图	183	§ 8.4 零件尺寸和技术要求的标注	362
		§ 8.5 典型零件图例	374
		§ 8.6 读零件图的步骤和方法	387
		本章小结	391

复习检查问题	392	复习检查问题	507
第九章 装配图	394	第十一章 计算机辅助三维实体建模	
§ 9.1 装配图的基本知识	394	基础	508
§ 9.2 装配图的视图选择	402	§ 11.1 创建基本体	508
§ 9.3 装配图中的尺寸标注和技术要求		§ 11.2 创建复杂三维实体	513
注写	406	§ 11.3 三维实体显示控制	517
§ 9.4 装配图中的明细栏和零、组(部)件		§ 11.4 三维实体编辑	520
序号的编排	408	本章小结	532
§ 9.5 画装配图的方法和步骤	409	复习检查问题	533
§ 9.6 读装配图和拆画零件图	413	第十二章 机械零部件计算机辅助三维	
§ 9.7 零件构形设计	419	建模与工程图绘制	534
§ 9.8 轴测装配图	445	§ 12.1 机械零件三维建模实例	534
本章小结	446	§ 12.2 机械零部件三维装配实例	553
复习检查问题	448	§ 12.3 机械零部件二维绘图实例	564
第十章 计算机辅助绘图基础	449	本章小结	592
§ 10.1 AutoCAD 2006 绘图基础	449	复习检查问题	592
§ 10.2 二维图形绘制	456	附录	593
§ 10.3 绘图辅助工具	470	一、制图基本规定	593
§ 10.4 图层及其管理	477	二、常用螺纹及螺纹紧固件	604
§ 10.5 图形编辑	481	三、常用键与销	616
§ 10.6 图案填充(剖面线)	492	四、常用滚动轴承	623
§ 10.7 文本	495	五、极限与配合	629
§ 10.8 尺寸标注	498	参考文献	639
本章小结	507		

绪 论

机械是现代文明的重要组成部分,人类离不开机械。宏观分析,机械产品的生产分为两大过程:先设计,后制造。在这两大过程之间以及各小过程和各环节之间,都要进行产品信息传递。信息传递的主要方式是使用以图形为主,文字和符号为辅的图样——机械图。在其他若干工程领域,也以与其专业相关的工程图作为信息传递的主要工具。机械图只是工程图的一种。工程图被称为“工程界的语言”。

工程图学是研究各类工程图共同的基础理论及其应用的学科。机械制图是工程图学的分支,是研究如何绘制和阅读机械图的学科。

工程图学的最基本理论是实现空间中三维物体与平面上二维图形相互映射,用二维平面图形准确表示空间三维物体结构、形状的理论。在绘制工程图时是使用投影法实现空间中三维物体与平面上二维图形相互映射,用二维平面图形准确表示空间三维物体的结构、形状的。相应的基本理论称为投影理论。

一、初识投影理论

1. 投影法的基本概念

(1) 投影的形成 如图 1 所示,空间有一平面 V , 一点 A , 过点 A 作一直线 L , 令其向 V 面投影, 得交点 a' 。 a' 就是 A 在 V 面上的对应图形。通过空间点 A 的直线 L 称为投影线。

线、面和几何体都可以看成是点的集合, 对它们都可以使用同样方法得到相应的图形, 此时投影线应由一条换成一束。

这种利用投影线通过物体, 向选定的面投射, 并在该面上得到图形的方法称为投影法。根据投影法所得到的图形称为投影(投影图)。在投影法中, 得到投影的面称为投影面。

(2) 平行投影法 投影线相互平行的投影法称为平行投影法。投影线与投影面相垂直的平行投影法称为正投影法, 如图 2a 所示。根据正投影法所得到的图形称为正投影(正投影图)。

投影线与投影面相倾斜的平行投影法称为斜投影法, 如图 2b 所示。根据斜投影法所得到的图形称为斜投影(斜投影图)。

(3) 中心投影法 投影线汇交一点的投影法称为中心投影法, 如图 3 所示。投影线汇交之点 S 也就是所有投影线的起源点称为投影中心。

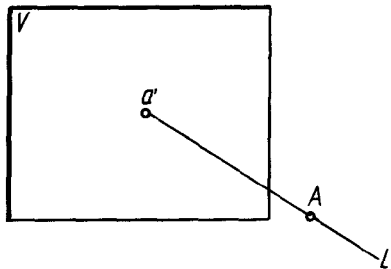


图 1 投影的形成

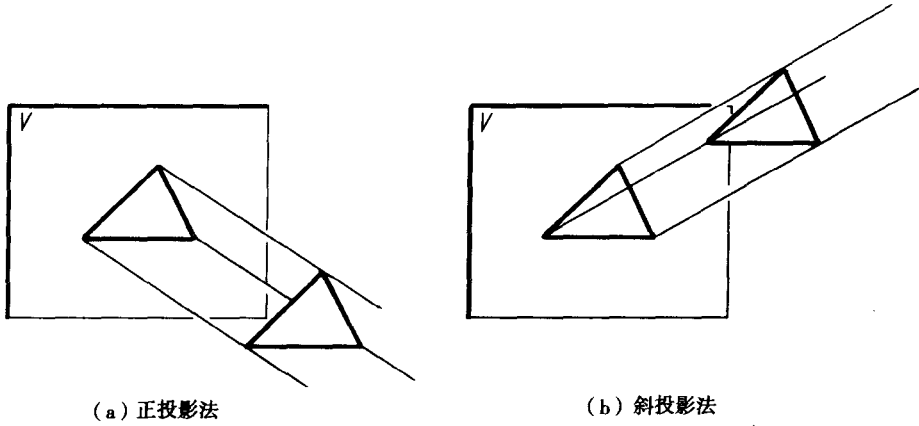


图 2 平行投影法

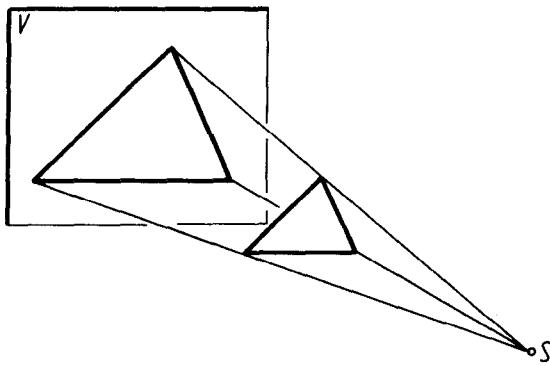


图 3 中心投影法

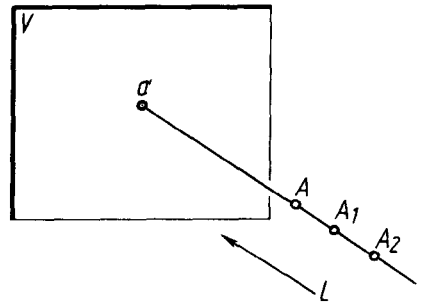


图 4 一个投影不能确定点的空间位置

(4) 投影的可逆要求 从图 4 中可以看出:当空间一点 A 的位置及投射方向 L 已确定时,它在投影面上的投影 a' 是唯一确定的。但反过来,根据 a' 却不能确定产生此投影的空间点是 A 还是 A_1 或 A_2 。

同样,在图 5 中根据投影 $\triangle a'b'c'$ 也不能确定产生它的空间三角形是 $\triangle ABC$ 还是 $\triangle A_1B_1C_1$ 。

工程上的图示法和图解法是有可逆要求的,既要求能根据空间几何元素和形体得到唯一确定的投影,也要求根据投影能唯一确定空间几何元素和形体的形状与位置。显然,只有物体的一个投影是不能确定该物体的。为此,我们需要进行条件补充,形成能满足可逆性要求的适用于工程技术上的投影图。

2. 工程上常用的几种投影

工程上常用的投影有下列四种:多面正投影、轴测投影、透视投影和标高投影。

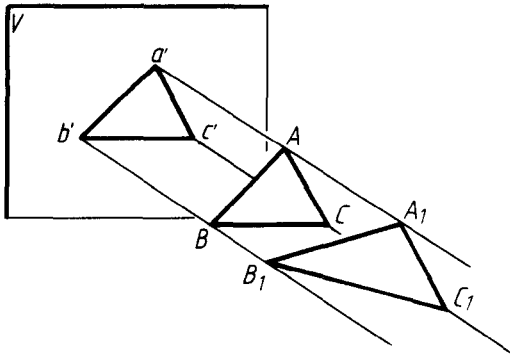


图5 一个投影不能确定空间物体

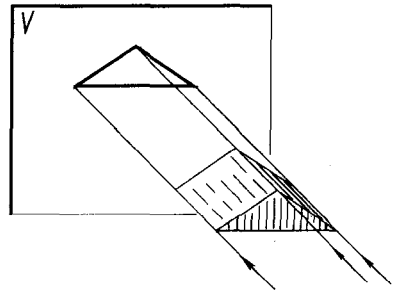


图6 三棱柱的单面正投影

(1) 多面正投影(多面正投影图) 这种方法所给的补充条件是增加投影面,增加投影。它是由法国几何学家蒙日(G. Monge)于1795年首先提出并加以科学论证的,所以也称蒙日法。

如图6所示,令三棱柱棱线垂直于正立投影面 V ,对其用正投影法进行投射,得到的投影是一个三角形。它反映了三棱柱端面实形,但三棱柱棱长未能反映。而且不难想象,和 V 面上的三角形相对应的空间形体也不只是一个三棱柱。

如图7a所示,如果再增加一个水平投影面 H ,使它和 V 面垂直。将三棱柱再垂直地投射到 H 面上,得到一个新的投影。这两个投影联系起来,不仅确定了空间三棱柱的形状,而且其三个方向的尺度也都表示出来。

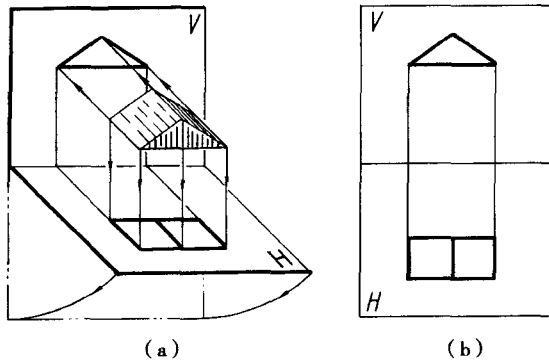


图7 三棱柱的两面正投影

为了使两个相互垂直的投影面变成一个平面,将 H 面向下旋转,使其与 V 面重合,就得到了如图7b所示的有规则配置的、相互之间形成对应关系的两个平面图形,这就是多面正投影(多面正投影图)。

由于多面正投影图具有物体上大部分面的投影可反映实形、度量性好、作图简便、利于图示和图解等优点,所以它是工程中应用最广泛的一种图示法,也是本课程的学习重点。

多面正投影图的缺点是直观性和立体感差。当根据这种图样来研究物体时,必须把多个投影综合起来想象,才能得出完整的形象。这种想象能力是要经过一定的培养和训练才能具备的。

(2) 轴测投影(轴测图) 产生轴测投影的补充条件是在物体上固结三根相互垂直的坐标轴,形成参考直角坐标系。将物体连同其参考直角坐标系,沿不平行于任一坐标平面的方向,用平行投影法将其投射在单一投影面上所得到的图形称为轴测投影(轴测图)。

用正投影法得到的轴测投影称为正轴测投影,如图 8a 所示;用斜投影法得到的轴测投影称斜轴测投影,如图 8b 所示。

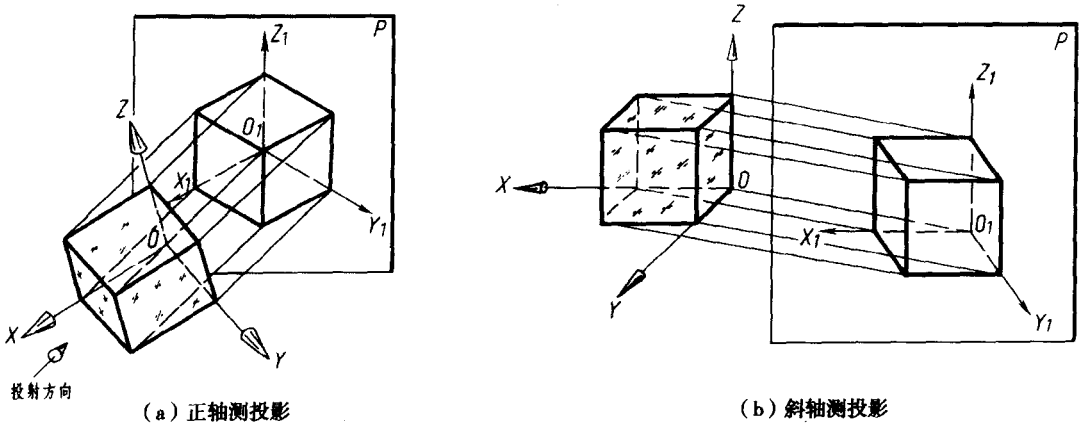


图 8 轴测投影法

轴测投影图直观性和立体感较好,有一定的可度量性。其缺点是作图比较繁琐,其形象与人们观察物体所得结果尚有一定差距,显得很不自在。轴测投影在工程上常作为多面正投影的补充来使用。在进行机械零部件初步设计构思时,也常用徒手绘制的轴测投影草图来概略地表达设计思想。

(3) 透视投影(透视图,透视) 透视投影是用中心投影法将物体投射在单一投影面上所得到的具有立体感的图形。如图 9 所示, S 为投射中心,起源于点 S 的投射线可以在投影面 V 上得到长方体的透视投影。

这种投影有“近大远小”的特点,与人们日常眼见物体的形象基本相同,故其直观性和立体感很好。其不足之处在于绘制很繁琐且一般不能直接度量。

透视投影图在工程上常作为“效果图”使用,随着计算机图形显示和绘制技术的进步及应用的普及,透视投影图已日渐广泛地应用于工程技术各领域中。

(4) 标高投影 标高投影主要用来表达形状较复杂的曲面。因为此种投影多用于在水利、土木工程中绘制地形图(图 10),其投影面

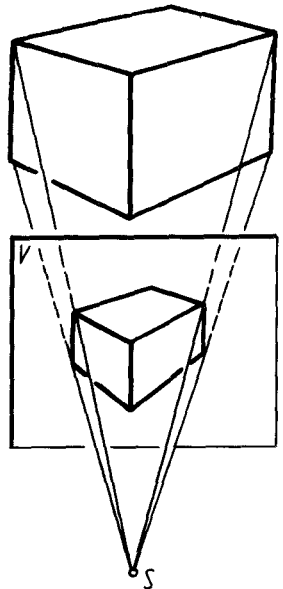


图 9 透视投影法

和基准面均为水平面,所标数值为各截面高度,因此称为标高投影。

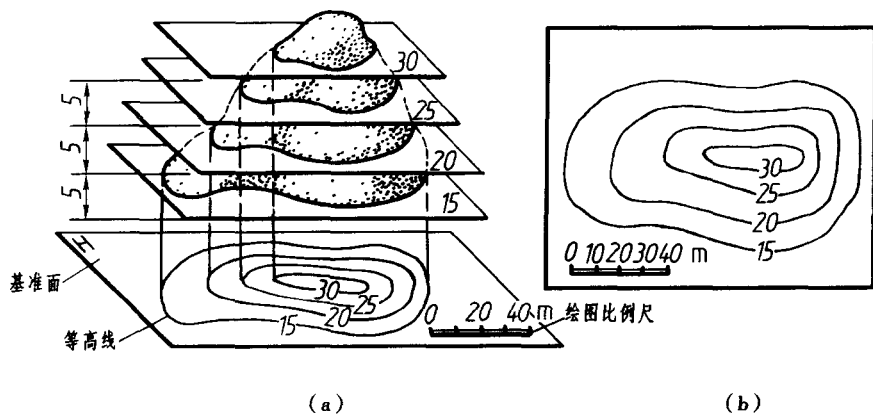


图 10 标高投影

二、机械制图课程的学习任务、学习内容和学习方法

本书和配套习题集是供“机械制图”课程使用的,因此必须了解课程的学习任务、学习内容和学习方法。

1. 课程的学习任务

“机械制图”课程的学习任务是:学习绘制和阅读机械图的基本知识;培养绘制和阅读机械图的能力;培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力;培养自学能力、分析问题和解决问题能力以及创造性思维能力;培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,提高学习者的素质。

本课程所学习的知识、培养的能力和工作态度与工作作风对工程技术人员来说都是必备的和十分重要的。本课程对知识的学习及能力的培养也是初步的和基本的,在后续课程的学习中应进一步得到提高和加强。

2. 课程的学习内容

本课程的学习内容主要有以下五个方面:

(1) 用以多面正投影为主的投影法在二维平面上表达三维空间几何元素和几何形体以及在二维平面上图解空间几何问题的基本理论和方法(图示法和图解法)。

(2) 绘制和阅读一般常用机械零件图和部件装配图的理论、方法和了解国家标准的有关规定。

(3) 与绘制和阅读机械图相关的机械制造基本知识和机械零件构形设计的基本知识。

(4) 计算机绘图和三维造型的基本知识。

(5) 使用绘图工具绘图、徒手绘图和使用计算机绘图及三维造型的基本操作方法和技能。

3. 课程的学习方法

本课程的学习方法有以下四个要点:

(1) 空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合。

本课程的核心内容是用投影法(主要是多面正投影法)在二维平面上表达空间几何元素以及在二维平面上图解空间几何问题。因此,在学习过程中必须随时进行空间想象和空间思维,并与投影分析和作图过程紧密结合。要不断地自问自答:“空间怎样,投影图怎样,怎样作图?投影图怎样,空间怎样?”在进行图解时,对于用二维投影图表达的已知条件,要先想象出其三维状况,在空间进行分析、构思、找出解决方法,再分析所得结果的投影状况,最后作图解题。在设计、图示过程中也要先构造三维模型,再分析投影过程和结果,最后进行绘图表达。在阅读图样时,必须利用投影的逆过程,想象出与平面图形相对应的空间形体的形状和结构。在进行尺寸和技术条件的标注时,也必须有意识地自我强调“对象是三维物体”。

(2) 理论联系实际,掌握正确的方法和技能。

本课程实践性极强。在掌握基本概念和理论的基础上必须通过做习题和画图、读图实践才能学会和掌握运用理论去分析实际问题 and 解决实际问题的正确方法和步骤以及实际绘图(徒手绘图、尺规绘图和用计算机绘图)的正确方法、步骤和操作技能,养成正确使用尺规绘图工具和计算机软、硬件,按照正确方法、步骤作图的习惯。

由于工程图样是用于生产过程的重要技术文件,是技术语言,不仅要求其承载的信息正确,而且要求图样本身要规范、清晰、整洁、美观,这在很大程度上取决于认真负责的工作态度,严谨的科学作风以及对正确的绘图方法、步骤和技能的掌握。

(3) 加强标准化意识和对国家标准的学习。

为了确保图样传递信息准确无误,对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法都必须有严格、统一的规定,保证其正确与规范。

在我国,对工程技术图样重要的统一规定以“国家标准”形式作出。

国家标准简称“国标”,代号“GB”。第一个国家标准《机械制图》是1959年颁布的。第一个国家标准《建筑制图》是1965年颁布的。此后,随着科学技术的进步和国民经济的发展,国家标准也在不断地修订和制定,并按照国家需要制定了对各个技术领域和部门共同适用的统一的国家标准《技术制图》。

国家标准对投影方法、图样画法、尺寸注法、图纸幅面及格式、比例、字体、图线等很多方面都做了规定。每个学习者都必须从开始学习本课程时就树立标准化意识,认真学习并坚决遵守国家标准的各项规定,保证自己所绘图样的正确、规范。

(4) 和工程实际相结合。

本课程是服务于工程实际的工具课,因此在学习中必须注意学习和积累相关工程实际知识,如机械设计知识、机械零件结构知识和机械制造工艺知识等。这些知识的积累对加强读图和画图能力都是很起作用的。

小 结

本课程内容中最核心的是投影法理论。投影法是工程技术领域中用二维平面图形表示三维空间几何元素和几何形体的位置、形状和相互关系以及图解空间几何问题的基本方法。对于平行投影法和中心投影法的形成要理解,对于工程中常用的投影种类要熟记。

要熟记本课程的学习任务、主要学习内容和学习方法。

在学习本课程的过程中,要注意把学习知识和技能、培养能力和提高素质有意识地结合起来。

复习检查问题

1. 什么是投影法? 中心投影法与平行投影法有何区别? 平行投影法又可分为哪几种?
2. 工程上常用哪几种投影? 各自的优缺点如何?
3. 机械制图课程的任务有哪些?
4. 机械制图课程的主要学习内容有哪些?
5. 学习机械制图课程在方法上有哪几个要点?

第一章 点、直线和平面的投影

本章是正投影法基本理论中最基础的部分,重点讨论点、直线和平面在三投影面体系中的投影规律及其投影图的作图方法。同时,引导初学者逐步培养起根据点、直线、平面的多面正投影图想象它们在三维空间的位置和相互关系的空间分析和想象能力,以便为学好本课程打好坚实基础。

§ 1.1 点的投影

一、点的三面投影

国家标准《技术制图 投影法》规定,用水平和铅垂的两个投影面将空间分成四个区域,每个区域称为一个分角,并按顺序编号,如图 1-1 所示。

我国和欧洲国家多采用第一角投影绘制工程图样,也有一些国家如美国和英国等采用第三角投影。在应用图解法时,常常会遇到需要把线或面延长的情况,很难使它们始终局限在第一分角中。为此对点、直线、平面等在其他分角的投影,尤其是在第三分角的投影规律亦应予以掌握。

再添加一个投影面,形成相互垂直的三个投影面分别用 V 、 H 、 W 表示,如图 1-2 所示。通常把 V 面称为正立投影面(简称正面),把 H 面称为水平投影面,把 W 面称为侧立投影面(简称侧面)。

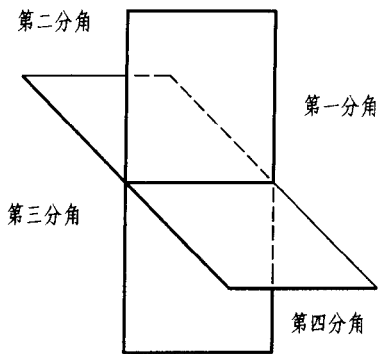


图 1-1 分角

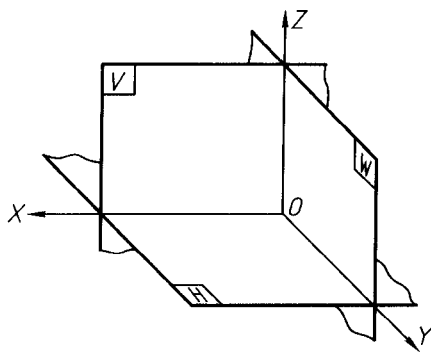


图 1-2 投影轴

投影法中,相互垂直的三个投影面之间的交线称为投影轴。 V 与 H 的交线称为 OX 轴, H 与 W 的交线称为 OY 轴, V 与 W 的交线称为 OZ 轴。三根投影轴垂直相交于一点 O ,称为原点,如图 1-2 所示。

对空间一点 A ,分别向 H 、 V 、 W 面用正投影法投射,就得出点 A 在各个投影面上的投影 a 、

a' 、 a'' 。

规定 V 面不动, 令 H 面绕 OX 轴向下旋转到与 V 面重合; 令 W 面绕 OZ 轴向右旋转到与 V 面重合(图 1-3a)就得到了点 A 的三面投影图(图 1-3b)。

在这里应该注意的是 OY 轴分成两支, 一支随着 H 面旋转到 OY_H 的位置, 另一支随着 W 面旋转到 OY_W 的位置, 如图 1-3b 所示。

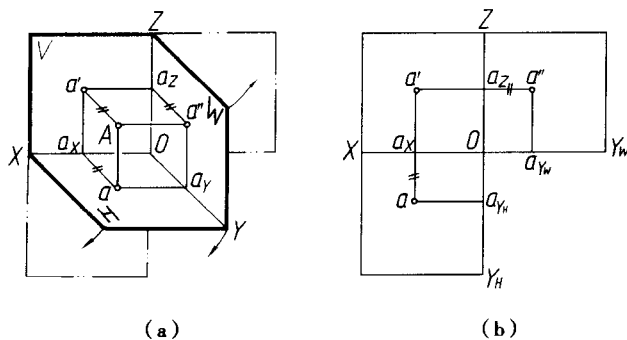


图 1-3 点的三面投影

从图 1-3 中可看出点在三投影面体系中的投影规律:

- (1) $a'a$ 连线必垂直 OX 轴, 即 $a'a$ 是一条竖直线。
- (2) $a'a''$ 连线必垂直 OZ 轴, 即 $a'a''$ 是一条水平线。
- (3) a'' 到 OZ 轴的距离等于 a 到 OX 轴的距离, 即 $a''a_z = aa_x$ 。

二、根据点的两个投影求第三投影

若已知一点的两个投影, 则该点在空间的位置就确定了, 因此它的第三投影也唯一确定。

如图 1-4a 所示, 设已知点 A 的正面投影 a' 和水平投影 a , 则点 A 的侧面投影 a'' 可以这样求出:

过 a' 作一水平线交 OZ 轴于 a_z 点, 再在该水平线上量取一段距离 $a_z a''$, 使它等于 aa_x , 即得 a'' 点。

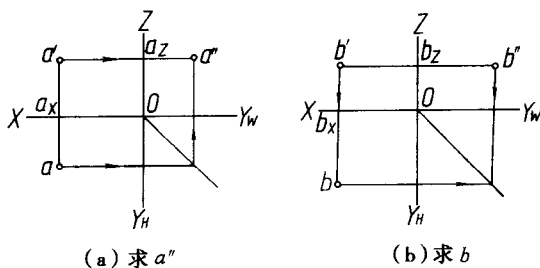


图 1-4 根据点的两个投影求第三投影

当投影图上的点比较多时, 为了作图方便和避免差错, 建议先过原点 O 作直角 $Y_H OY_W$ 的分