


大 学 生 学 习 指 导 丛 书



工程制图 与计算机绘图

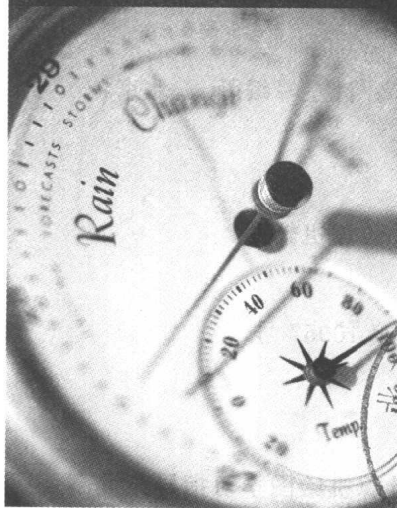
学习指导与提高

肖立峰 编著

 北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

大学生学习指导丛书

工程制图与 计算机绘图



学习
指导
与
提高

肖立峰 编著



北林图

A00168152

北京航空航天大学出版社

486146

内 容 简 介

本书根据作者多年的工程制图和 AutoCAD 的教学经验,探讨了现代工程制图的学习方法和能力培养,并探索了 AutoCAD 在工程制图中的应用方法。对学生学习时遇到的各种重点难点之处给以详细阐述,还介绍了相关知识内容的学习体会,对所提供的大量典型例题或典型实例进行解剖分析,巩固所学知识,使其融会贯通。

全书内容包括工程制图的学习方法、空间几何元素的投影、空间立体的投影、工程制图方法、零件的图样画法和装配图的绘制。计算机绘图主要以 AutoCAD 2000 为版本,介绍如何绘制工程图样和各种使用技巧。

本书实例丰富,适用面宽,内容编排新颖,可作为高等工科院校学生、各类工程设计人员和高校教师进行学习和教学研究参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与计算机绘图学习指导与提高/肖立峰编著. —北京:
北京航空航天大学出版社,2002.1

ISBN 7-81077-049-7

I. 工… II. 肖… III. ①工程制图②计算机辅助
设计—应用软件, Auto CAD IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 10957 号

工程制图与计算机绘图学习指导与提高

肖立峰 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083), 发行部电话 010-82317024

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:24 字数:538 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-049-7/TH·001 定价:32.00 元

前 言

工程制图是工科院校学生必须学习的专业基础课程。该课程理论和实践相结合,画法几何是理论部分,主要包括空间几何元素的投影和立体的投影作图;实践部分以机械制图为主,介绍工程图样绘制的工程要求和国家标准,以及零件图和装配图的绘制方法等。画法几何是机械制图的理论基础,机械制图是画法几何在工程实践中的具体应用。

长期以来,工程制图从一门以训练工程绘图的技能为主的课程,逐步发展成为具有明确课程体系的学科,凝聚了无数高校教师的教学经验和工程人员的设计经验。随着计算机图形学的出现,计算机对工程制图的发展起到了巨大的推进作用。工程制图的教学也随之不断进行着改革。

以前,画法几何和机械制图是分成两个不同的课程进行教学或教材编写的,内容广泛,学时也多,工程训练量也非常大,对培养高素质的人才起到了积极的作用。

近年来,由于计算机绘图的出现,许多高校都在探索将画法几何、机械制图和计算机绘图进行融合为一体的教学,出现了相互融合的趋势,并编写了大量新的教材。在这种积极有益的探索中,教师和学生面临着内容多、学时少的压力,如何在比以前更少的时间单元内掌握课程要求的内容,并达到课程一直追求的能力培养目标,成为广大教师和学生需要解决的问题。

本书在当前课程体系改革的大背景下,积极探索创新,配合当前教学改革的需要,以培养学生工程素质和学科能力为目标,以学为核心组合课程知识体系,重点介绍相应学习方法,加强对知识点的理解和综合,对实践经验进行归纳总结,便于学生建立广泛的知识联系,通过典型例题或从典型实例的分析中加深概念的理解和知识的应用。希望本书能对学生学习工程制图提供有益的帮助,为教师教学和研究提供相关的参考。

中国航空工业第609研究所鲍世平参与编写了本书的计算机绘图部分内容,北京航空航天大学刘树春和王运巧分别参与第一、二部分的编写工作。北京航空航天大学佟国治教授对全书进行了审阅,并为本书提出了许多中肯的意见。在此,非常感谢他们为本书的完成所作的工作,另外,也特别感谢北京航空航天大学机械学院工业设计系及王玉惠、罗群、宋子敏等教师为本书提供的相关协助。

由于时间仓促,各章学习内容提要部分主要以文字的形式予以总结归纳,限于篇幅已省去了相应图形,请读者在学习时根据文字对照有关教材。由于作者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,希望广大读者予以批评指正。

作 者

2001年6月

出版者序

出版的起因

随着我国高等教育改革和高等院校招生数量的不断增长,越来越多的青年学子踏入了大学的校门,开始了人生中最为绚丽多彩的大学生活。面对扑面而来的浓郁的学习气氛,置身于美丽幽静的大学校园,伴随着朗朗的读书声,无数满怀豪情的学子们意气风发,憧憬着美好的未来。当然,莘莘学子主要还是往返于教室和寝室之间,遨游于书海之中。毋庸置疑,大学的生活是浪漫美好的,但也是相当艰辛的,充满了成功的喜悦和失败的沮丧。理工类大学的学习任务相当繁重,加上现在不断压缩学时,使许多学生疲于奔命,且很少答疑,对所学的知识难以深入理解,整体上表现出一种浮躁状态。这一切都给不少同学带来了新的困惑和烦恼。为了使学生真正掌握所学知识的内涵,把握知识点,了解重点、难点和解题思路,达到事半功倍的效果,同时为帮助所有学生顺利通过各门功课,尤其是大学基础课程的考试,使他们能够不致过于艰辛地学完所有的课程。这便是我们推出这套丛书的出发点,也是我们组织出版这套丛书的主要目的所在。书中的个别地方难度略大,主要是为部分学生日后考取研究生而做的铺垫性工作,并不是对所有学生的要求。

同类书的现状和推出本丛书的着眼点

面对五彩缤纷的同类图书,如果我们仔细观察,就会发现这些图书一直沿用着教材→辅导书→习题解答的老路在循环往复地进行。而所谓的辅导也仅是把教材中的内容加以重复而已。这就使学生有意无意间掉进了某个教材的旋涡,而不能真正抓住大纲所要求的知识点,从而导致了学生的视野狭窄,在以后的研究生入学等考试时陷于茫然不知所措的地步。

实际上,对于学生来说,必须明白的是,教材只是教学大纲的一种体现形式,日后的研究生入学考试等并不会测定学生对某种教材的掌握程度,而是要测定对大纲中所要求的知识的掌握程度。这就要求在学习时,紧扣教材,但不拘泥于教材,要在教材的基础上适当扩展视野,以大纲为主线进行学习。这是大学学习与中小学学习的最大区别,而且对于在读的天之骄子来说,掌握了方法和明确了学习的思路后,实现起来并不困难。

从学习的角度来看,一个人对新知识的学习过程一般是“学习→理解→模糊和淡忘→再学习(复习)→再理解→…→与自身已有的知识融合”。这种规律是客观存在的,也是学校实行“讲课→作业→考试”模式的重要依据。无疑,这种教与学过程的模式化是必要的,关键是如何灵活地运用这种模式,不使学生因遵循这种模式而僵化了思路。从这一点上看,我们推出这套紧扣大纲而超越某一版本教材的辅导书,正是这样一种尝试。

编写的风格和宗旨

在本丛书策划启动时,我们与有关作者反复讨论,确定了本套丛书所要遵循的原则如下:

1. **强化大纲要求,摆脱具体教材的束缚。**如前所述,大学教学的主要目的是让学生掌握大纲所要求的知识,而不是某一个版本的教材,本丛书内容安排均是依照教学大纲而进行的,包括了教学大纲所要求的全部知识要点,而且绝大部分教材的内容也是依此安排的。这样本丛书的总体布局,甚至章节设置都与大部分教材是一致的,可使学生在学习的过程中,同步使用我们的学习指导书。

2. **强调学习和做题的技巧,减少习题的数量。**做习题,实际上是对所学知识的巩固,但在一定程度上又要综合运用各方面的知识,超过了巩固知识的基本要求,而是在此基础上有所提高。于是,有些学生增加了做题的数量,力求面面俱到。这其实是不可能的,也是不必要的。大学教学的主要要求是掌握教学大纲所要求的基本知识点,并不要求学生能够求解超级难题。因此,只要掌握一定的解题技巧,能够求解中等难度的习题即可。本丛书的例题讲解多,目的是要介绍更多的技巧;习题数量有限,是既要达到复习巩固的目的,又要避免陷入茫茫题海,浪费宝贵的时间。

3. **着眼日常学习,突出应试能力。**从学校考核角度来看,考试是衡量学生是否达标的基本方式。从学习角度来看,考试是促进学生把本阶段所学的知识与自身已有的知识融合起来、达到综合提高的目的。因此,应该从两方面着手:一是临场的做题能力;二是综合提高的能力。基于这种考虑,我们在书中增加了期中和期末考试模拟题。一则是给学生多提供一个自我检测的机会,另则是促进学生全面理解所学的内容。

我们的期望

一个新生命的诞生是可以由父母控制的;而一旦诞生,其成长和发展却是其父母所无法完全控制的,也是不以任何人的意志而转移的;每个生命都依照其自身的规律成长、发展,是惟一的、个性化的。本丛书是我们一手策划的,其影响和作用却不是我们能够完全左右的,它的成败最后取决于读者的认可程度。我们期望,它能够对所有选用它的学生提供一些必要的帮助,使他们顺利学完该课程,并为日后的学习和工作打下坚实的基础。当然,学习是一个复杂的过程,并不是一套丛书能够完全解决的。同时,我们也期望读者在通过我们的图书得到知识之际,能够培养出勤奋、严谨的学习态度和坚韧顽强、不屈不挠的意志。这是所有成功人士必须具备的个人素质!

最后,向所有选用我们这套丛书的读者致意。你们的支持是我们的动力,你们的成绩也是我们的骄傲!

北京航空航天大学出版社

目 录

第一章 工程制图的学习方法

1.1 概 述	1
1.2 工程图学的教学目标	2
1.3 学习方法的一般性问题	2
1.4 画法几何的学习特点及学习方法	4
1.5 机械制图的学习特点及学习方法	6
1.6 关于空间想像能力	8
1.7 关于计算机绘图	10

第二章 空间几何元素的投影

2.1 学习内容提要	12
2.1.1 投影的基本概念	12
2.1.2 点和直线的投影	13
2.1.3 平面的投影	15
2.1.4 几何元素的相对位置关系	17
2.1.5 投影变换	19
2.2 重点难点分析	20
2.2.1 空间几何形体与二维投影图的关系	20
2.2.2 平行投影几何不变性中的亲似性理解	21
2.2.3 三面投影的对应规律	22
2.2.4 各分角内点的投影确定方法	23
2.2.5 直角三角形法的应用	24
2.2.6 点分割线段成定比的应用	26
2.2.7 直角投影定理及其逆定理的应用	27
2.2.8 迹点与迹线的理解	28
2.2.9 平面内的主直线和最大斜度线的应用	30
2.2.10 一般位置时圆平面的投影画法	32
2.2.11 积聚性在综合投影作图中的应用	34
2.2.12 法线与主直线平面在综合作图中的应用	37
2.2.13 空间几何元素可见性的判断方法	38

2.2.14	换面法求一般位置直线的实长及对投影面的倾角	41
2.2.15	换面法求一般位置平面对投影面的倾角(坡角)	42
2.2.16	综合投影作图的求解方法	43
2.2.17	利用换面法进行综合投影作图	45
2.3	典型例题分析	46
2.4	练习与提高	79

第三章 空间立体的投影

3.1	学习内容提要	90
3.1.1	平面立体的投影	90
3.1.2	曲面立体的投影	92
3.1.3	两立体面的相交	94
3.1.4	轴测投影	95
3.2	重点难点分析	96
3.2.1	直线与平面立体的贯穿	96
3.2.2	平面与平面立体的截交及其截面真形的求法	98
3.2.3	利用线面分析法进行平面立体投影分析	99
3.2.4	形体分析法在平面立体投影中的应用	102
3.2.5	平面立体组合体的读图方法	103
3.2.6	曲面立体外形线的理解	103
3.2.7	曲面立体上点的投影分析	105
3.2.8	曲面立体的截交线	108
3.2.9	直线与曲面立体的贯穿	111
3.2.10	曲面立体的相贯线	113
3.2.11	曲面立体相贯线的投影作图方法	117
3.2.12	复杂组合体投影的分析方法	120
3.2.13	平面立体的正等轴测图画法	122
3.2.14	正等轴测投影中 45° 积聚平面	124
3.3	典型例题分析	125
3.4	练习与提高	149

第四章 工程制图方法

4.1	学习内容提要	155
4.1.1	工程制图国家标准的基本规定	155

4.1.2	绘图工具的使用	157
4.1.3	计算机绘图软件 AutoCAD 2000	158
4.1.4	平面图形的绘制	164
4.1.5	常用视图表达方法	168
4.1.6	尺寸标注方法	169
4.2	重点难点分析	173
4.2.1	AutoCAD 2000 的图层管理	173
4.2.2	AutoCAD 2000 常用命令的使用方法	176
4.2.3	AutoCAD 2000 的目标捕捉功能	180
4.2.4	用 AutoCAD 2000 绘制平面图形的方法	180
4.2.5	平面图形的作图基准选择	184
4.2.6	平面图形中连接线段的轨迹求交画法	185
4.2.7	局部视图、斜视图和旋转视图的使用方法	188
4.2.8	剖视图与断面图的使用方法	189
4.2.9	用 AutoCAD 2000 进行剖面线的填充	193
4.2.10	图样中常用的特殊视图表达方法	195
4.2.11	尺寸标注的基准选择	197
4.2.12	平面图形的尺寸标注方法	198
4.2.13	组合体的尺寸标注方法	201
4.2.14	用形体分析标注尺寸的方法	204
4.2.15	用 AutoCAD 2000 标注尺寸的方法	206
4.2.16	复杂组合体视图的读图方法	209
4.2.17	由轴测图绘制三视图	209
4.3	典型例题分析	210
4.4	练习与提高	224
第五章 零件的图样画法		
5.1	学习内容提要	232
5.1.1	零件的构形	232
5.1.2	零件的图样画法	233
5.1.3	特殊零件的结构与规定画法	238
5.2	重点难点分析	243
5.2.1	壳体零件的构形	243
5.2.2	与工艺有关的零件常见构形	245

5.2.3	零件视图的选择方法	247
5.2.4	零件尺寸链中各环尺寸的处理	250
5.2.5	零件尺寸的配合与协调	251
5.2.6	与工艺有关的尺寸标注分析	253
5.2.7	复杂零件的尺寸标注方法	255
5.2.8	公差与配合的概念分析	256
5.2.9	标准公差与基本偏差的概念分析	258
5.2.10	零件图的读图方法	260
5.2.11	用 AutoCAD 2000 标注表面粗糙度的方法	262
5.2.12	用 AutoCAD 2000 标注尺寸公差与形位公差的方法	266
5.2.13	用 AutoCAD 2000 绘制零件三维图形的方法	268
5.3	典型例题分析	277
5.4	练习与提高	299

第六章 装配体的图样画法

6.1	学习内容提要	304
6.1.1	装配体的图样画法	304
6.1.2	标准件和常用件的装配画法	307
6.1.3	读装配图拆画零件图	312
6.2	重点难点分析	313
6.2.1	装配图的表达方法	313
6.2.2	装配图中装配结构合理性的考虑	314
6.2.3	装配图绘制时各零件轴向定位面的确定	316
6.2.4	螺栓连接件的查表画法	318
6.2.5	双头螺柱连接件的查表画法	319
6.2.6	螺钉连接件的查表画法	321
6.2.7	装配图的读图方法	322
6.2.8	由装配图拆画零件图的方法	323
6.3	典型例题分析	325
6.4	练习与提高	345

附录 工程制图模拟测试题

工程制图模拟测试题之一(画法几何部分).....	359
工程制图模拟测试题之二(画法几何部分).....	363

工程制图模拟测试题之三(机械制图部分)..... 368

参考文献

第一章

工程制图的学习方法

1.1 概 述

工程制图是以工程图样为研究对象,包含了工程设计中的投影理论基础和各种设计方法。经过长期的工程与教学实践,该课程从纯粹介绍工程绘图技能演变为比较系统的课程体系,成为工程设计领域不可缺少的专业基础课程。从内容组成上看,工程制图包括画法几何和机械制图两部分,前者是以投影几何为核心,后者则是以图样表达为中心,两部分内容相辅相成。从设计与制造的角度看,绝大多数理论分析、设计构思都要落实到图样表达上。此外,有许多三维乃至多维的复杂关系,也常需借助于图形的直观性来加深理解。从设计交流的角度看,工程制图就像一门图形语言,如果大家遵循这种语言的内在联系和规定的语法,设计思想就可以通过图形为人们所理解并得到交流。画法几何表达的投影理论,以及工程制图中的各种国家标准实际就是这种图形语言的语法。可见,通过课程的学习培养具有工程特点的图形意识,加强对工程图样的理解,是提高工程设计与制造效率的重要保证。

近年来,随着计算机技术的迅猛发展,工程图样的绘制手段也产生了巨大的变化。计算机绘图已经对传统手工绘图方法产生了猛烈的冲击,并对工程制图的内容体系也产生了很大的影响。从当前国内外科技生产的发展形式,以及近来国内社会人才需求看,计算机辅助图形技术已是当代工科大学生必须掌握好的基本内容。现代工程制图的内容也越来越多地将计算机绘图的思想 and 内容融入进去。同时,由于计算机技术的介入,工程制图与其他学科领域的联系大大加强。其理论发展依赖各种图形几何学的发展,如 Fractal(分数维、分形)是在二维、三维乃至多维的形状与空间关系之外,研究非整数维的图形关系;又如飞机、舰船、汽车等各种曲面设计,以前的方法是采用三向平行截面来确定曲面,在给定截线所形成的四边形中,曲面并未完全确定,而现代的曲面设计却可以确定到曲面内任一点上。计算机绘图已深入到工程实践的各个环节,如 CAD/CAM/CAPP 和 CIMS(计算机集成制造),甚至存在于各种工程管理中,如 MRP II(制造资源计划)和 ERP(企业资源计划)等。可见,工程制图正成为工程设计与自动化的重要基础。过去长年累月绘制的图纸,现在只需要几天、几小时、乃至几十分钟即可完成,使设计人员的精力能更多地用于创造性的构思上。

通过以上分析,可以很清楚地把握工程制图在理论发展和工程应用所处的位置及其所体现的重要意义。这样在学习时,才能具备良好的学习指导思想,采取合适的学习方法。计算机

绘图技术与工程制图的结合,使画法几何与机械制图对于图形分析与处理的要求更高了。从宏观上看,要求工程设计人员能很好地运用计算机绘图这一现代化手段进行创新思维,以便把精力与智慧更多地应用在创造工作上。

1.2 工程图学的教学目标

工程制图的目标是培养三个方面的能力:

- ① 几何抽象能力;
- ② 投影作图能力;
- ③ 构形表达能力。

工程制图所体现的三项能力的含义如下:

几何抽象能力是指将工程问题抽象成几何关系而予以解决的能力。这是学习的根本,它反应着智能的核心在于抽象思维。

投影作图能力是指利用投影规律来实现图与形的二维或三维之间的转换能力。它是体现几何抽象思维最后结果或中间结果的手段,同时也是帮助思维的一种手段。

构形表达能力是指能够对工程对象不仅有几何上的理解,还有工程背景方面的总体掌握,即对形状所体现的结构与工艺的内涵有所理解。反之,也可以根据各种设计与工艺要求设计出各种几何形状。

为什么要把课程的目标说成是培养某种能力呢?这是由于科学技术的迅猛发展,有关知识成倍增长的周期已由数十年缩至六七年。知识老化周期已由20世纪上半叶的15~20年加快到20世纪70年代以后的5~10年。过去看来不甚相关的学科,今天却相互交叉走向一体化。因此,心理学和教育学理论都极为重视能力的培养。学习时了解这一点,就可以主动地把注意力放在能力的培养上。由于长期以来应试教育的影响,虽然开始注意到能力,特别是智能的培养,但一时难以做到彻底的转变。所以,要求同学们在学习时自觉地认识能力培养的重要性。

与其他课程相比,工程制图既具有逻辑分析、几何思维的内容,又具有工程实践的内容。所以,工程制图的学习不能仅限于学习规定的内容,更需要体会到贯穿这些知识中的各种思维方法和分析能力。正是由于内容上体现了多种能力的培养,使工程制图成为一门培养学生创新能力的重要基础课程。

1.3 学习方法的一般性问题

一门课程的学习方法,固然有它本身的特点,但主要的还是一般方法的具体化。工程制图的学习,在一般性的学习方法上与中学很不相同,甚至与大学里的其他课程也有明显的差异。

以下列出的几点,都是多年来同学们在学习本课程时体现的一般性问题。

1. 关于听课

从工程制图所传授的内容和能力目标来看,除吸收新的知识外,听课更本质的意义是在老师引导下进行思维。有的时候是老师引导不好,甚至并未引导,但多数情况是同学们在听课时不善于思考,甚至并未进入积极思维状态。工程制图的许多内容逻辑性很强,知识的关联非常广泛,老师按照知识的内在联系组织内容讲解,实际上在强化知识的联系。可以想像,听课的过程就像一棵知识树生长的过程,新的知识和旧的知识以各种方式连接起来,有的体现在思维方式上,有的则体现在分析方法上,当然更多的是以内在的规律得到联系。所以听课时,思路的流畅非常重要。许多同学都抱怨自己中间某部分一耽搁,后面整个内容听起来一直存在着障碍,显然无法理解老师对内容的这种联系的组织。

有的同学有着记课堂笔记的习惯,而有的同学则抱怨记笔记使自己跟不上老师的讲课。很多大学生干脆光听不“记”,这种结果很可能既未留下文字记录,又未印在脑海中。可见没有良好的课堂笔记方法,听课效率是不高的。工程制图的课程以图形为主,作课堂笔记不能像记流水账,正确的方法是在记录老师的讲课要点和强调文字说明的同时,画出反映内容的草图,并在草图中注明关键的文字说明。通过听课,帮助自己熟悉工程制图的各种图形及其体现的内涵,在提高听课效率的同时,使学习效果也得到提高。

2. 关于复习

复习的作用不仅是加深印象,更重要的是在于提供信息加工的机会。拿原先储存的信息结构去加工新输入的信息,使它融入到符合自己所理解的知识体系中。不少同学轻视甚至忽视这一重要环节而径直去做习题,致使能力增长缓慢,掌握的东西零散、片面、肤浅。

工程制图的课后学习是一个非常关键的过程,在听课过程中记录下来的要点和草图,需要在复习时补充完善,同时,确定各要点内容在教材中的位置。通过这一过程消除自己在听课时可能产生的模糊概念,并将新的知识和学过的内容关联起来,从整体理解并把握新的内容。如果发现问题,也可以通过与同学讨论或答疑获得问题的及时解决。

3. 关于练习

能力是在知识和技能的运用中培养起来的。心理学家说:“能力不是表现在知识和技能本身上,而是表现在掌握知识和技能的动态上;所谓动态是指操作的速度、深度、难度和巩固程度”。

练习的中心仍然是思维。工程制图的作业与其他课程有相同的地方,但更多的是不同,因为其作业的内容主要以绘图为主,要求图形表达正确、符合工程规范。一方面,许多内容实际上是经验的体现,而这些知识与经验表面上显得比较琐碎。所以,应该将练习看成是提高能力的训练过程,通过练习,积累解决问题的经验。另一方面,作业过程是一个美的创造过程,应有足够的耐心,使自己绘制的图形中的图线符合标准的规定,以培养良好的工程素养。

另外,练习应该具有层次,因为能力发展过程是有层次的,浅层的重复不易形成跨越。只

有通过不同类型的作业和训练,使自己的思维处于创造状态。

4. 关于理解的错误

错误认识有它的顽固性,这在技巧训练方面是大家熟知的,思维上也有类似之处。可以说,重做错误的题往往强于做几个新题。工程制图中,综合投影作图的错误往往体现在对几何元素和空间形体的投影表达的错误;而工程图样表达的错误往往体现在对表达的合理性和规范了解的缺乏。由于工程制图的学习实际上是一个经验积累的过程,所以通过对错误的积累,对课程的学习将起到更有效的作用。为此,在学习过程中不妨培养一种专记错误笔记的习惯。

下面从工程制图的三个方面具体介绍内容特点和学习方法:画法几何、机械制图和计算机绘图。

1.4 画法几何的学习特点及学习方法

画法几何是几何学的一个分支,它的系统性很强,概念与定理紧密地建立在传统几何学的概念与定理上。它的原理与方法不多,但应用极其灵活,此外它还要求有一定的空间想像能力。

1. 画法几何内容的基本结构

(1) 综合作图问题。讨论点、直线、平面、简单曲面等基本几何元素的相对关系和真实形状问题,可以看成是立体几何与投影作图的结合。

立体几何研究几何关系的逻辑解,但不能准确作图。投影作图是利用投影规律在二维的平面上准确表示三维的空间关系,是一种新的能力。例如四点定一球,在立体几何中做逻辑分析,可以利用两点连线的中垂面获得球心,但无法作图。画法几何的投影作图则可利用两个投影得出球心准确位置,投影作图的方法有十余种,投影变换是它们的变化形态。

(2) 最简单的平面和曲面立体的投影表达。曲面内容包括曲面上定点、立体的投影、曲面求交等,核心内容是曲面上定点问题。

(3) 立体图的绘制,主要是轴测投影的表达。内容包括立体图的形成,投影关系和作图方法。核心内容是点在轴测坐标系中的确定。

2. 学习方法上的相应特点

画法几何部分可以粗略地看成是“投影作图+立体几何”。同学们可以就这两方面来考虑自己的情况:主动还是被动,具体表现是什么,原因是什么。立体几何是学过的东西,但自己掌握得如何?够不够用?怎样发展或弥补?投影作图是实现逻辑分析的手段。仍以前述四点定一球为例:

作中垂面:在线段上取定比分点(中点),过点作线的垂面。

确定球心:平面与平面相交(两中垂面交线),直线与平面相交(交线与另一中垂面的穿点)。

投影作图是新学的内容,应该总结一下究竟有哪些基本投影作图问题,体现了哪些投影特性,其作图方法是怎样的。如果确实掌握了这些内容,解决综合投影作图问题就没有什么困难了。

如果再进一步掌握它们在不同情况下的变化,解决问题时就更容易了。点、线、面基本作图方法可参考下列思路考虑。

- 先分析给定的几何条件,将其转化为立体几何中熟悉的几何关系和逻辑关系,即在空间中获得问题的解。
- 将空间分析中的每一个基本过程与二维投影作图相对应,并用投影作图表达出解的过程和结果。这些空间几何关系如下:

从属关系:过……作……

位置关系:作……平行于……

作……垂直于……

作……相交于……

可见,对基本几何关系的投影作图的熟练是非常重要的。以上的例子说明如何抓住图形的几何本质,使一般方法论的原则具体体现在一门课的学习方法上。关于几何本质的分析还可以举另一个例子,如曲面交线的投影作图问题(相贯线)。求交线的实质是求公共点,而公共点一般是不能直接找到的,实际上是通过辅助截面找到辅助交线,从而获得公共点。有的同学常从形式上去概括,总结出有多少种辅助截面,各适用于哪些情况,更好的思路是从几何性质考虑。公共点只有通过两条共有线才能得到,而这两条共有线只有是圆或直线时,才能准确作图。这样就可以从二曲面本身的性质去寻求能产生圆或直线的公共截面了。

上述思路不但能使同学们在学习过程中学得深入,并且在若干年后,一些具体的定理、构图都遗忘之后(这是不可避免的),留下的少数本质概念和运用方法仍会帮助我们分析和解决所遇到的有关问题,体现了课程能力培养的本质。

进入立体投影的学习阶段后,又增加了以空间形体为对象的空间想像问题。这在后面还要作稍详细的讨论。

3. 关于解题思路

有些同学反映解画法几何习题时往往抓不住思路。其实在学习过程中或是研究新问题的过程中,一般的思路起初都是零散、片段的;经过不断的肯定、否定、联系、整理后才逐渐明朗,逐渐系统起来。思路的出发点不外三个方面:问题的已知条件、问题可求的结果和有关规律。可以从已知条件开始,联系有关原理顺序向下推论。也可能要由所求结果逆推,多数是两者结合。现以图 1-1 为例说明解题思路:

如图 1-1(a)所示,已知 L, M 是一平面图形的两个边, L 线的两投影已给出, M 线只给出了 H 投影,但知 $M // H$ 面,求其 V 面的投影 m' 。

可能的思路如下:

(1) 由于已知 $M \parallel H$ 面, 可知 M 的 V 面投影 $m' \parallel OX$ 。问题是将 m' 画在哪里, 即只要能找到一个 M 必须通过的点就解决了。另外, 可知道的条件又只有 L , 所以这个点只能与 L 有关。这样就可以推论出需先求二直线交点。

(2) 先求二直线交点这个想法, 还可以从另一个角度想到。例如先想到如果任作 M 的一个 V 面投影 $m' \parallel OX$ 会有什么结果, 与题意相一致还是相矛盾? 题目规定 L, M 属于同一平面图形, 由于在 H 投影上已看出不是相互平行的, 那么应该是相交的。而任作 m' 的话, 一般与 L 是异面的, 为保证相交, 需从 L, M 上先求出交点。

(3) 从性质与原理出发来考虑。题目中提到 L 与 M 同属一个平面图形。那么, 这个图形所在的无限延展的平面, 在空间的位置是否已确定了呢? L 毫无疑问是确定的, 从 $M \parallel H$ 以及 M 水平投影 m 的给定可以看出 M 的方向也是确定的, 从而也就确定了所讨论的平面。这从图 1-1(b) 中可以看出, 图线 K 是与 M 平行又过 L 上一点的, 由图可以看出本题实质上是一个平面上取直线的问题。

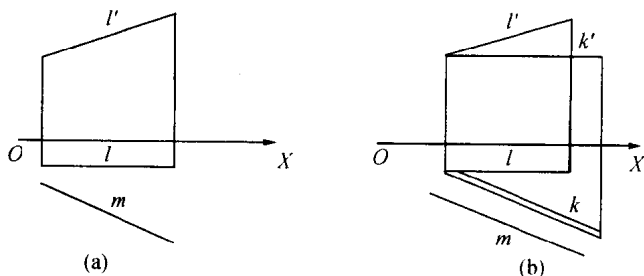


图 1-1 解题思路分析

第(1)、(2)的思路较为直接, 作图也简单。后一思路是否笨一些呢? 是的。但是它却获得了更多的一般性。例如题目中 M 的给定如果再平一些, 即与 OX 轴的夹角再小一些, 则在图纸的有限幅面内得不到 L, M 的交点, 这时, 后一思路的分析就显出作用了。

1.5 机械制图的学习特点及学习方法

机械制图部分与画法几何部分虽然是同一课程体系的内容, 但学习内容和方法上却存在比较大的跨度。画法几何部分是机械制图部分的理论基础, 内容体系比较严谨; 而机械制图与机械设计等专业课程有一些共同的特点, 内容相对比较散, 实践性强, 特别是约定或规定的内容多, 对知识的运用更强调设计的经验积累、知识的广泛联系和思维的创造性。例如, 机械零件的构形设计方法不仅需要投影理论的支持, 还需要对大多数零件的构形特点的了解, 并符合当前的相关工艺特征, 甚至还应考虑工业造型的需要等。显然, 不像理论课的内容体系那样容易掌握, 许多同学, 尤其是实践能力比较弱的同学, 在学习时会感到很不适应。