

程荣庭 编著
汪文俊 主审

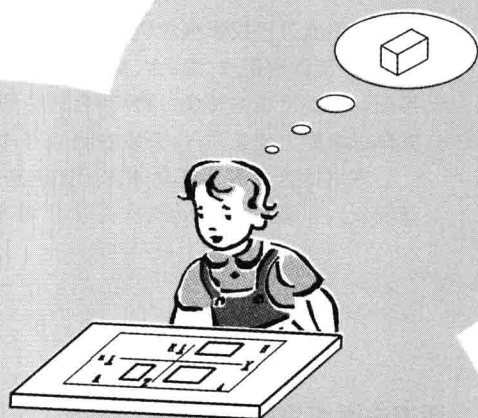


激发右脑智力

拓展空间思维

—— 青少年投影作图训练

中国科学技术大学出版社



激发右脑智力 拓展空间思维

—— 青少年投影作图训练

程荣庭 编著
汪文俊 主审

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书通过正投影概念引入了三视图的形成,详细介绍了三视图的画图、读图方法步骤,让读者利用点、线、面、基本几何体和组合体三视图的画图、读图训练,灵活掌握平面与空间思维的转换,培养和启迪空间想象能力、动手能力、相对性意识和全方位立体思考能力或素质等,开发右脑智力,提升理解能力。

本书适合具有计算立体体积知识基础的读者,最佳读者对象为小学五年级第二学期及六年级的学生,也可作为学习“机械制图”投影作图部分的辅导用书。

图书在版编目(CIP)数据

激发右脑智力,拓展空间思维:青少年投影作图训练/程荣庭编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2014. 4

ISBN 978-7-312-03387-2

I. 激… II. 程… III. 青少年—逻辑思维—思维训练 IV. B80

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 010957 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 安徽辉隆农资集团瑞隆印务有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710 mm×1000 mm 1/16
印张 15.5
字数 223 千
版次 2014 年 4 月第 1 版
印次 2014 年 4 月第 1 次印刷
定价 25.00 元

前 言

亲爱的青少年朋友们,当你们接触到这本书时,一定会感到很惊讶,在书中有很多图形,这是一门什么样的课程?其实,这也是一门“语言”,不过,表达意思的时候不是用文字,也不是用声音,而是用图形。有句俗话说“图的力量是无穷的”,说明了图形所具有的魅力。用语言不能表达的东西,图形却能使人一目了然。

根据科学家的研究发现,人的左脑操纵语言,具有逻辑思维功能,而右脑具有非逻辑思维功能,产生直觉、形象、想象思维,注重对右脑的使用和开发,能进一步开发人的潜能。爱因斯坦认为:“想象力比知识更重要,它可以包括世界上的一切。”学习本书的目的之一就是培养青少年的想象能力。

有的科学家和教育家认为,21世纪教育的一个重要原则是:学校传授给下一代的将不只是知识,更重要的是技能。几何学具有较强的直观效果,有助于提高学生认识事物的能力。

因目前国内还没有适合青少年学习的“投影作图”方面的书,同时基于以上的原因,编者经过近30年的教学研究编写了这本青少年可用于自学的书。编者希望通过对“投影作图”的学习,能使青少年实现以下的目标:

- (1) 利用投影原理建立平面与空间的对应关系;
- (2) 培养空间思维能力、想象能力,手、脑并用的本领,激发右脑智力;
- (3) 培养动手能力、模仿能力,这也是一种潜在的技能训练;
- (4) 培养直观判断、逆向思维能力;
- (5) 培养耐心细致的学习作风和严肃认真的学习态度;
- (6) 培养相对性意识、转换方位处理问题的思维能力;
- (7) 培养先整体后局部、思维缜密、互助协作的意识。

为了达到以上目标,请青少年朋友们要认真看书,勤于思考。对书

中的图形要模仿着画,习题必须独立完成,在完成习题的过程中,就能不知不觉地达到我们所希望的目标。

另外,对于学习“机械制图”的读者,本书也可作为“投影作图”部分的辅导读物。

最后,预祝青少年朋友们能通过对“投影作图”的学习,真正起到打开空间思维与作图思路和培养良好素质的效果,在今后的学习中取得更好成绩。

本书由江苏省常州技师学院的程荣庭编著,并由汪文俊担任主审。

程荣庭

2013年12月

目 录

前言	(i)
“投影作图”对青少年素质的培养——写给老师和家长的话	(1)
第一章 预备知识	(8)
第一节 数轴	(8)
第二节 有向线段及直线上的坐标系	(10)
第三节 平面直角坐标系	(12)
第四节 空间直角坐标系	(15)
习题	(18)
第二章 投影作图基础	(21)
第一节 图线	(21)
第二节 三视图画法及读法	(23)
第三节 轴测图的画法	(49)
习题	(61)
第三章 线面分析法基础	(73)
第一节 点的三视图	(73)
第二节 直线段的三视图	(82)
第三节 平面形的三视图	(93)
习题	(104)
第四章 形体分析法基础	(108)
第一节 平面立体的三视图	(109)
第二节 曲面立体的三视图	(123)
习题	(138)

第五章 组合体的三视图	(141)
第一节 组合体表面相对位置及视图画法	(141)
第二节 组合体平面与平面交线的视图画法	(145)
第三节 组合体平面与曲面交线的视图画法	(149)
第四节 组合体曲面与曲面交线的视图画法	(167)
第五节 组合体的三视图	(183)
习题	(189)
第六章 读组合体的视图	(200)
第一节 读图的基本方法	(202)
第二节 补视图	(213)
第三节 补缺线	(223)
习题	(233)

“投影作图”对青少年素质的培养

——写给老师和家长的话

“投影作图”给人的印象就是画图和读图，其实不仅仅局限于此，它还有更深刻的作用，即对青少年的素质启迪与培养起着潜移默化的作用。编者在多年的“机械制图”教学中，对学生在校的学习、表现等反馈信息进行收集、总结后，体会到学生在“投影作图”的学习中，渗透着如下九个方面的技能与意识素质。

一、培养动手能力

当今社会需要复合型人才，动手能力强的人必然会受到用人单位的欢迎，反之，将被淘汰，因为几乎任何工作都离不开一双灵巧的手。动手能力的培养可以从多方面进行，那么，在“投影作图”的学习过程中如何进行动手能力的启迪与培养呢？

学习“投影作图”的两个重要内容是画图（空间到平面）和读图（平面到空间）。画图过程即是动手能力的培养，因为画任何一个图形都需要动手才行。读图时为了更详细、真实地反映物体空间形状，可以从两方面加强动手能力的训练：一是徒手画立体草图；二是根据图形切制实物模型。两者持之以恒，就能起到培养动手能力的作作用。另外，通过切制模型，能同时激发青少年的学习兴趣性和积极性；切制模型还能增强青少年对实物的感性认识，特别是对各种表面交线的认识，也能达到使手脑并用的效果。

具体训练时，青少年应首先准备好泡沫塑料或橡皮泥、小刀，然后对照图样边想象边动手切割，最后将切制的模型按投影原理进行投射，检查模型是否正确。

二、培养模仿能力

动手能力和模仿能力是一个人立足于社会的基本要求,别人会的你也要尽量会,别人能做到的你也要尽量做到。这就需要学习,而学习的最起码要求是先会模仿,然后才能青出于蓝而胜于蓝,因此,模仿能力的培养是至关重要的。从幼儿开始的描红、画画,实际上就是在锻炼一个人的模仿能力,以后逐步得到提高。但由于各种原因,初中毕业的学生的模仿能力并非个个都非常强。

如果学生连模仿都不会,更不用说让他去创新了,这样的学生接受能力很差,这就给学习带来了很大的困难。而在“投影作图”的学习过程中,怎样来启迪与培养青少年的模仿能力呢?

具体来讲,如果有老师上课,则要求青少年在课堂上跟着老师学画。不论是画平面图形还是画轴测图(立体图)时,都要求青少年跟着老师画,不要让学生失去每一次的模仿机会,特别是轴测图的画法。如果自学,则要求青少年对书中的图形模仿着进行徒手画,这在培养模仿能力的同时也培养了他们的画图能力。

三、培养模拟能力、逆向思维能力

模拟能力也是一个人不可缺少的,它超越了时间和空间,根据所得到的有关信息能模拟出未来的结果,是一个具有预见性的前提条件。模拟过程需要很清晰的层次性,需要全方位、立体交叉进行。假如一个人缺乏空间思维能力,那他就没有办法进行模拟,而学好“投影作图”需要空间思维能力,以建立空间概念。

众所周知,“投影作图”的学习过程实际上就是在逐步培养青少年的空间概念。培养青少年的空间思维和逆向思维能力,从基本的点、线、面视图到补画相应视图、补画缺线的过程,就是根据已有视图的信息,不断进行假想、修正的过程,每一次的假想,也即是对模拟能力和逆向思维能

力的启迪与培养;通过大量的练习,就能得到无数次的模拟锻炼。

四、培养直观判断能力

直观判断能力强的人能更准确地发现问题。在学习点线面视图、基本几何体视图、补画视图和缺线时,都离不开直观判断。如在补画缺线时,在根据已知条件模拟或想象出物体形状后,就要直观判断答案的图形,并在另外两个视图上,直观判断每条线的定位(相对位置)尺寸、定形(形状大小)尺寸,然后利用投影规律进行画图。通过大量的练习,就能得到直观判断能力的锻炼。

五、培养思维缜密、互助协作意识

思维缜密、互助协作意识是素质教育中的一个重要组成部分,那么,又如何在“投影作图”学习过程中实施这一素质教育呢?这是一个潜移默化的过程,可以从读图和画表面交线中来启迪与培养青少年这方面的意识,最后形成其良好素质。

(1) 读图时,要求青少年必须具有将两个视图结合起来看的意识,三视图合起来是一个整体,这需要缜密的思维。补画视图、补画缺线中所画线的定位尺寸、定形尺寸,必须在另外两个视图上量,如果不利用另外两个视图及投影规律,则不能正确地进行补图、补线。每补一条线需要考虑到空间位置和三个视图位置,还要考虑尺寸关系,即需要立体全方位的思考,因此青少年在不断地做题过程中,实际上就是在不断地启迪与培养其思维缜密、互助协作的意识。

(2) 画表面交线视图时,为了得到表面交线的视图,我们首先要分析表面交线是两面共有的线,画图时必须同时考虑两个面的视图,明确表面交线是两面的分界线、共有线。不断练习的过程,就是在不断地启迪和加深青少年临界状态的意识,使他们具有一种良好的心理素质,多角度多方面考虑、分析问题,实现互助协作素质的启迪与培养。

六、培养具有相对性意识

“变与不变”是在学习“投影作图”的过程中必须分清的一个重要概念。在“投影作图”的学习过程中,青少年就要明确什么是不变的,什么是变的。一般认为,某一物体的空间形状是不变的,而它对投影面的相对位置及其对投影面的视图是变的,因此,每一次的画图、读图练习,就是在锻炼学生如何去认识不变与变的相对性,从不同的角度看待不变的形体,会得到不同的图形,这种需要不断改变看图方位的训练过程,就是在不断启迪与培养他们的相对性意识的素质,减少绝对性意识,潜移默化地影响着他们对人生问题、矛盾的看法和处理的方法。当他们遇到困难时,就很容易转换角度来看待同一问题,从而采取不同的方法解决,避免钻牛角尖,使青少年具有“通向广场的路不止一条”的心理素质。

七、培养先整体后局部意识

“先整体后局部,先主要后次要”这种工作方式是每个人都必须遵守的,只有这样,才能从大局出发,兼顾个别,把工作做好,这种素质的启迪与培养在“投影作图”学习过程中得到了完美的体现,可以从画图和读图两方面得到训练。

(1) 画图时,我们要求“先主后次,先易后难”,这里的“主”即是关键的形体,是大局,只有将主要形体的视图画好后,其他结构的视图才能正确画出。如图 0.1,应先将圆柱体的视图画出后,才能画长方体的视图;否则,就很难画,甚至画不出。

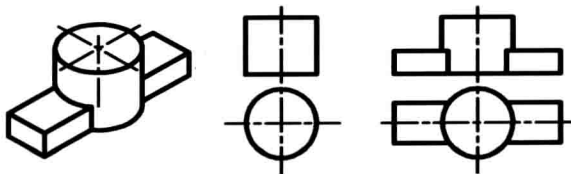


图 0.1

(2) 读图时,一般先用形体分析法看图,再用线面分析法看图,这种一次次的补画视图、补画缺线的读图训练过程,其实就是“先整体后局部,先主要后次要”的意识不断得到启迪、培养和加深的过程。如图 0.2,先要想象四棱柱(整体),然后分析每一条线的含义(局部),如果先分析线的含义,那就很难明确交线的位置,有点“皮之不存,毛将焉附”的感觉。

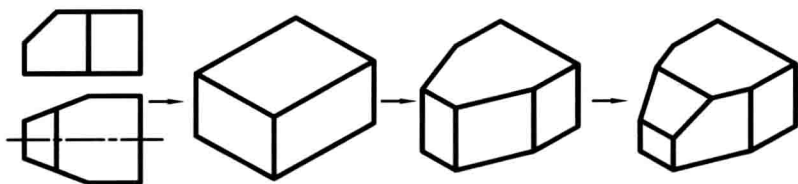


图 0.2

因此,教师在画图和读图的教学过程中,应要求青少年始终不渝地贯彻“先整体后局部,先主要后次要”的意识,使之成为青少年的自觉意识,成为他们的良好素质。

八、培养认真负责、耐心细致的态度

学习“投影作图”十分有利于培养青少年认真负责、耐心细致的良好素质。

(1) 由于生产零件是按图加工的,因此,要求青少年明确图样必须正确,既不能多画线,也不能少画线;否则,就会生产出不合格零件。

(2) 国家标准对每一种图线的画法含义都作了要求,在画图时,假如一张图上线型粗细不分、虚实不分,可想而知画图人是何等马虎、不负责任,因此每一次画图都要求青少年必须按标准画。

(3) 通过补画视图、补画缺线的练习,特别是补画缺线,可以进一步培养青少年耐心细致的良好素质,因为每一结构都要投射三次,每一条线都不能遗漏或多画。

具有了认真负责、耐心细致的素质,对青少年今后的学习将有所帮

助,有助于其减少学习中的错误,对其今后的人生也会有深刻的影响,可为事业的成功奠定必要的基础。

九、培养勤奋好学(激发右脑智力)的品质

是否勤奋好学与一个人智力的高低有关,而“投影作图”学习过程实际上就是在开发青少年的智力。

按脑功能分工的理论来看,左脑操纵语言,具有逻辑思维功能;右脑具有非逻辑功能,产生直觉、形象、想象思维。随着计算机的普及,左脑的有些功能将被计算机取代,青少年就特别需要在计算机无能为力的领域发展自己的思维,即注意右脑的使用和开发,使自己更聪明。而“投影作图”中的画图、读图就需要直觉、想象,需要平面思维、空间思维、形象思维等多种思维的综合,这对开发右脑智力极为有利。另外,学习“投影作图”所得到的信息是一个个图形,或平面的,或立体的,因此,还能培养青少年用图来记忆的能力。掌握了用图记忆的方法,有助于提高学生认识事物的能力、提高理解力,这无疑是开启智慧的一把金钥匙。有的科学家和教育家认为,21 世纪的教育应当把几何学放在头等重要的地位,这是很有道理的。因此,日本在小学教育中就进行“图学”方面的教学,这样做既考虑到了学生智力的开发,也考虑到了有关素质的启迪与培养,具有深远的意义。笔者曾经给五位六年级学生上过“投影作图”课,其中三位空间思维好的学生进入了重点高中,选择了理科,而两位空间思维一般的学生进入高中后选择了文科。

综上所述,“投影作图”学习是极其重要的,它不仅传授青少年画图和读图的知识,更重要的是起到了培养多方面的技能、意识等素质的作用。从启迪与培养技能、意识等素质方面来看,将“投影作图”放在初中以后(技校、职中、大学)进行教学,笔者认为为时已晚,初中也许是一个人一生中的第一个转折点,一生中的关键期,那么,为什么不能将这些素质的启迪与培养放在转折点之前进行呢?

目前国内还没有适合青少年学习“投影作图”方面的书,编者经过近

30 年的教学研究编写了这本青少年能自学的书——《激发右脑智力,拓展空间思维——青少年投影作图训练》,希望在最佳的时间段内(小学五年级第二学期和六年级,一方面,此阶段数学课上开始计算体积,进行空间概念的教学;另一方面,具有了较好的空间思维能力,可提高青少年在初中、高中阶段的学习中对各科的理解能力,特别是对物理的学习)能“激发青少年右脑智力,拓展空间思维能力”,启迪与培养良好素质。

第一章 预 备 知 识

本章主要介绍数轴、有向线段、平面直角坐标系、空间直角坐标系的基本概念,使读者初步具有能将数或一组有序的数用图形的形式表达出来的能力。

第一节 数 轴

- 本节目标:1. 掌握数轴的概念和应用;
2. 能将数在数轴上直观表示。

在我们进入初中学习后,数的概念将得到扩充。我们将在自然数、零、分数的基础上,引进负数,把数集扩充为有理数,进而引进无理数,把数集扩充到实数。如何用图形来表示有理数等的大小呢?下面我们就来学习数轴的概念。

一、数轴的概念

在日常生活中,常常用一条直线上的刻度来表示量的大小,例如用尺上的刻度表示物体的长度大小,用温度计上的刻度表示温度的高低,等等。同样,有理数也可以用直线上的点表示出来,即用图形来表示某个数的大小。

画一条直线,规定一个方向为正方向(通常把直线画成水平的,规定从左到右的方向为正方向),并用箭头来表示。在直线上取一点 O ,叫做原点。再取一条适当长度的线段作为度量单位。像这样规定了方向、原点和度量单位的直线叫做数轴,如图 1.1 所示。原点、长度单位和方向

是构成数轴的三个要素。

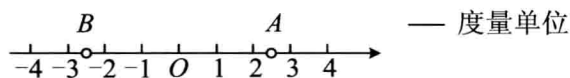


图 1.1 数轴

二、数轴的应用

任何一个有理数都可以用数轴上一个确定的点表示出来,并作如下规定:

(1) 任一正数,即大于 0 的数,用原点右边的一个点来表示,如图 1.1 中的 A 点。

(2) 任一负数,即小于 0 的数,用原点左边的一个点来表示,如图 1.1 中的 B 点。

(3) 数零用原点 O 来表示,如图 1.1 所示。

在数轴上,表示一个数的点,叫做这个数的对应点。

利用数轴,可以揭示数与图形之间的内在联系。有理数的一些概念,可以在数轴上直观地反映出来。数轴上右边的数总比左边的数大。

例 【1.1】 在数轴上标出数: -5 , $-3\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, 5 等四个对应点。

解 用自己设定的长度单位将数轴画出,并标上数: $\cdots, -2, -1, 0, 1, 2, \cdots$, 如图 1.2 所示。

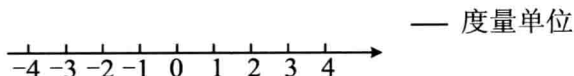


图 1.2 画出数轴

在数轴上,用原点右边 3.5 个度量单位的点 A 表示数 $3\frac{1}{2}$;用原点右边 5 个度量单位的点 B 表示数 5;用原点左边 3.5 个度量单位的点 C

表示数 $-3\frac{1}{2}$;用原点左边 5 个单位的点 D 表示数 -5 ,如图 1.3 所示。

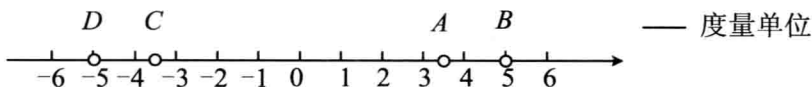


图 1.3 数 $-5, -3\frac{1}{2}, 3\frac{1}{2}, 5$ 对应点

例 【1.2】 比较 $-2\frac{1}{2}$ 和 $-3\frac{1}{2}$ 的大小。

解 在数轴上,用原点左边 2.5 个度量单位的点 A 表示 $-2\frac{1}{2}$,用原点左边的 3.5 个度量单位的点 B 表示数 $-3\frac{1}{2}$,如图 1.4 所示。

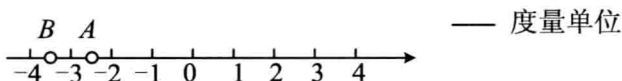


图 1.4 数 $-2\frac{1}{2}$ 和 $-3\frac{1}{2}$ 的对应点 A 和 B

从数轴上可看出, A 点在 B 点之右,所以 A 点的数大于 B 点的数,即 $-2\frac{1}{2}$ 大于 $-3\frac{1}{2}$ 。

第二节 有向线段及直线上的坐标系

本节目标:1. 理解轴及有向线段的概念;

2. 初步具有相对性的概念;

3. 掌握用坐标来表示点的标记方法。

在初等数学里,几何以研究空间形式为主,代数以研究数量关系为主,它们的研究对象各不相同,研究方法在本质上也是没有联系的。

解析几何则是用代数的方法去研究某些几何图形的性质,将代数和