

工程图学“图感”形成过程分析及教学实践研究

伊 鹏 刘行聪 马晓丽 张 琳

摘要：图感思维和图感能力的培养和形成在工程图学课程学习中具有重要作用。对主要教学环节画图和读图过程中图感的形成过程进行了分析，在现有教学条件和课程设置的基础上引入图感培养环节，教学实践表明图感培养对于激发学生的学习自主性、提高学生成绩方面具有积极作用。

关键词：工程图学；图感；形成过程；教学实践

作者简介：伊鹏（1983-），男，山东东营人，中国石油大学（华东）机电工程学院，讲师；刘行聪（1962-），男，山东淄博人，中国石油大学（华东）机电工程学院，教授。（山东 青岛 266580）

中图分类号：G642.0

文献标识码：A

文章编号：1007-0079（2013）31-0084-02

工程图学思维是基于投影理论的形象思维和创新思维，其一系列的相关课程是提高大学生创新能力，构建创新型社会的重要工具，工程图学课程的培养目标应该是“面向素质培养，面向基础，面向后续课程”。^[1,2]细化来讲即：培养学生的空间和形象思维能力；培养学生空间与图形的转换能力；培养学生图形与模型的转换能力；培养学生图形绘制以及模型建立的能力。^[3]

长期以来，工程图学课程多以学生的画图和建模能力为出发点进行课程设计，或者在教学过程中侧重点略有倾斜，教师和学生间容易达成共识和默契，认为画图和建模更为实用，应作为教学和学习重点，从而忽略了工程图学中形象和创新素质的培养。面对这一问题，目前已经开展了一些教学研究和实践工作。^[3-5]在研究过程中发现，工程图学课程的前半部分的形象、空间思维能力与后半部分的画图能力之间是存在必然联系的。建立这一联系的基础除了严格的投影对应关系，另外一个发挥重要作用的因素就是“图感”，图感也可以很好地提高学生的学习兴趣和自主性，因此有必要进行有针对性的培养。

一、图感的形成过程

一般认为图感是人们对所看到图形的直观感觉，在对图学理论灵活应用基础上，以形象思维和抽象思维为依托，以丰富的画图和读图经验为前提条件，经过大量训练逐渐形成，以对各种图形的敏感程度为度量。^[3,4]工程图学的主要任务是引导学生自发、准确地完成画图和读图两个重要环节，因而主要针对这两个环节中对图感的形成过程进行分析。

1. 画图环节中图感的形成

画图是把看到的三维实体进行映射加工，并转换为二维平面图形并输出到图纸上的过程。在画图过程中，虽然有一定的规律可循，比如长对正、高平齐、宽相等以及点线面的投影特性等，但在大脑接收到三维实体映象的初期，实际是迫切想知道这个实体的主视、俯视、左视等视图是什么样的，因此学生会自然地将实体旋转各个角度以方便观察，充分熟悉之后再利用图学基本知识开始绘图。这个旋转实体或变换观察角度的过程就是寻找并加深图感的过程，它是大脑的下意识的

思维，如果教学中图感的概念没有明确的提出来，学生们则并没有主动意识。

经过多次充分的观察和思考，在图感的作用下，空间实体需要表达的各个视图已经在脑海中形成。此时，画图的快慢和准确与否就由图感能力的强弱和图学基本知识的熟练程度综合决定了，如图1所示。图感较强的学生基本可以摆脱对实体模型的依赖，三维实体已经在其脑中形成，并可以进行一定程度的视图转换，画图快速而准确；而图感较弱的学生则仍需要不断观察模型，很难对模型的形状特征进行全面的把握，画图缓慢而易出错。

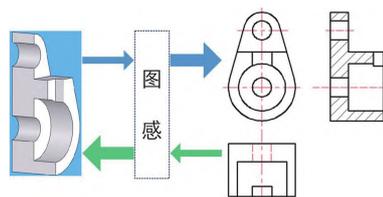


图1 图感在画图和读图中的作用关系

2. 读图环节中图感的形成

读图是画图的逆向过程，是由看到的二维平面视图到三维空间实体的一个转换过程。相对于画图，读图更为抽象。学生在看到二维平面视图时，下意识地将一个空间立体放置于大脑中，并将不同向视图根据图学基本知识，在虚拟空间立体的相应位置进行处理，空间形体逐渐形成，然后不断在脑中进行视图变换和联系，从而纠正错误，确定最终空间形状。如图1所示，相对抽象的形体也能较快反映出各结构表面的层次关系，这正是读图过程中图感的形成过程。

与画图不同，由于没有实物进行观察，读图环节中图感的形成更为困难，学生在进行不自觉的图感思维时会遇到较大阻力，此时读图的快慢和正确与否受图感的强弱影响更大一些。^[6]图感较强的学生会很快将平面视图特征进行空间对应，分清楚各个特征的层次关系，大脑中的虚拟形体迅速逼近真实形体，从而想清楚视图所表达内容；图感较弱的学生则要花费大量时

间和精力在几个视图的对应上,不能很快过渡到空间形体处理这个阶段上来,最后强行与虚拟形体进行联系,从而导致混乱,想不清楚视图所表达的内容。

由以上分析可以得出,图感思维的作用贯穿于画图 and 读图复杂过程的始终,而应用图感思维的同时,二维视图与三维空间形体之间不断进行转换和修正,两个过程相互影响,相互促进,最终得到统一从而得出了正确、完整的结果。另一方面来说,图感思维与人们常说的“熟能生巧”思维特征有些类似,感知、识记、分析、比较、综合、想象等复杂思维过程被图感思维所取代。^[7]在工程图学相关理论的指导下,配合图感思维的熟练运用,这些复杂的思维过程在大脑中快速而正确地完成。

二、图感培养的教学实践

工程图学相关课程对于培养学生的形象、空间思维和创新思维能力是极其重要的,而图感的有效运用则在课程学习过程中起到了巨大的推动作用。

1. 图感的培养方法

考虑到图感的重要作用,笔者结合工程图学课程安排,采取一定措施对图感能力进行有意识的培养,在所授的一个学期非机类课程中,开展了图感培养的对比实验。授课对象选择同专业的二年级本科生,共6个班189人。前三个班为A组,采用传统教学方案;后三个班为B组,在正常授课过程中穿插进行图感培养,不占用过多时间。四个主要课程环节安排如表1所示,所有班级的课程进度总体保持一致。

表1 AB组课程安排对比

课程环节	A组	B组
点线面 — 组 合 体	以点、线、面的投影规律和组合体截切、相交的作图方法为重点,分别针对不同位置点、线、面和基本空间形体的投影方法进行深入讲解,总结为几何关系和定理并加深印象	适当压缩几何关系和投影规律的推导,转而明确提出图感的概念,通过讲述,带领学生展开空间想象及形象思维,在脑中建立空间点、线、面和基本形体的虚拟模型,并积极进行对应和联系,进而建立起条件反射,此为图感的形成阶段
轴测图	讲述正等轴测和斜二等轴测图的作图方法,将其作为一种空间视图的表达手段(虽然这里没有强调轴测图可以作为后面课程中进行空间想象和分析的有力工具,有部分学生也会在画图、读图环节有意识的加以运用)	重点锻炼学生根据投影图绘制轴测图的能力,指出轴测图具有双重作用,训练学生快速绘制空间形体的轴测草图,如同模型在脑中一样,使用起来得心应手,由此进一步掌握典型形体结构及其特征,促进图感的逐渐建立,此为图感能力的辅助提升阶段
画图 — 读 图	深入分析空间形体上特殊和一般位置的线、面在各投影图上的对应关系,将其理论化、规律化以便与识记,按照课上讲述的分析和作图步骤,即便未能想清楚空间形状,也能通过作图进行辅助思考,并最终做出正确投影	大量使用实物模型,将模型与PPT中视图进行对比,旋转实物模型进行多视角观察、剖切,以此引导学生对脑海中虚拟模型进行转换思考,然后脱离模型继续思考,依托基本的投影规律,可以将空间形体想象清楚从而从容作图,此为图感的增强和运用阶段
表达方法 — 零 件 图	制作大量典型、特征分明的例题图片放于PPT中,利用不同视图间投影对应关系,以画图、读图能力为基础,将不同表达方法进行对比分析,进而开展零件图的绘制,至此,大多数学生的思维过程仍然是空间形体与平面视图直接对应	依托计算机3D建模软件,根据教学安排中的例题,对应制作零件的3D模型,以3D环境中零件模型的动态教学为主,PPT静态教学为辅,综合前面图感能力的培养,引导学生熟练运用图感进行零件图的绘制,此为图感的熟练、综合运用阶段

2. 教学实践结果对比

经过一个学期的教学实践,同专业二年级6个班的学生在课程学习过程中以及学期末成绩等方面均体现出了差别,分别在期

末成绩、课堂气氛和习题课答疑环节进行统计,如表2所示。

表2 教学实践结果对比

实践班级	课堂气氛	习题课答疑	总人数	< 60分人数	≥ 80分人数	平均分
A组			94	12	26	73.9
B组	较活跃	较积极	95	6	33	80.5

教学实践中发现,工程制图课程中学生普遍存在的一个困惑是,课上跟着老师的思路可以较为顺利想清楚空间形体并绘制出平面视图,但是自己在课下进行习题训练时,即使是与课上例题类似的题目,也常常很难顺利想得出来。这一问题或重或轻存在于大多数学生中,它的出现主要是因为空间形体与平面视图之间缺少一个有效的联系,而图感的提出、培养和有意识地运用将这一联系建立了起来。由表1中的统计可以看出,由于有意识进行了图感思维和能力的培养,B组学生的课堂气氛较为活跃,课上紧跟教师思路,能够自主思考,习题课答疑数量也更为积极。说明图感思维的运用和能力的具备,提高了学生学习工程图学的积极性,也发挥了他们的主观能动性;同时也反应在了考试成绩上,不及格人数较A组减少一半,而80分以上人数增多,达到了总人数的1/3,平均分也提高近7分。因此,这一学期的图感培养实践体现了良好的教学效果。

三、结束语

在工程图学的教学过程中,图感能力的培养和图感思维的具备对课程学习有较大的推动作用,是学生培养空间思维能力、创新意识的有效工具,应该作为一个重要教学环节加以引入。依托现有的教学方法和课程设置,图感教学的逐步开展是有条件的,目前已有一些切实可行的方法可以采用。然而,如何在控制总学时的前提下正确、系统地培养图感还不够明确,还需要进一步挖掘图感思维与图学基本理论和知识的内在联系,因此仍有大量教学研究工作需要进行。

参考文献:

- [1] 田凌,童秉枢,冯涓.机类机械制图新课程体系的研究及实践[J].工程图学报,2005,26(5):120-125.
- [2] 胡青泥,高菲,王雪飞,等.以学生全面发展为本的工程图学教育改革[J].工程图学报,2006,27(4):134-137.
- [3] 霍忠义,王晨曦.“图感”的思维过程及教学实践[J].工程图学报,2008,29(5):130-135.
- [4] 杨虹,王晓明.图感的理解与培养[J].开封大学学报,2005,19(2):90-94.
- [5] 许鑫.图感在制图教学中的应用[J].机械管理开发,2010,25(2):191-192.
- [6] Yancong LIU,Xiaoli MA,Peng YI,等.Analysis Sense of Drawing in Teaching of Engineering Drawing in the Figure Factor[A].15th International Conference on Geometry and Graphics[C]. Montreal,2012.
- [7] 王晨曦.形象思维与工程制图[J].西北纺织工学院学报,2000,14(3):322-324.

(责任编辑:王意琴)