

浅谈在工程图学教学中对学生能力的培养

杨淑芳 陆启鹏

(西北农学院农机系)

提 要

高等教育的改革和调整面临的一个新任务,就是在传授知识的同时,要重视对学生智力和能力的开发培养。这是关系到提高教学质量的一个关键问题。

本文阐述了培养学生能力的重要意义以及传授知识与培养能力之间的关系,并试图探讨如何培养学生具有三个主要方面的能力,这就是空间想象和思维、图示表达、以及绘图技能。

一、在画法几何部分着重培养学生的空间想象能力和空间思维能力

画法几何是以严谨的逻辑推理和抽象的方式研究“形”的一门科学,它把几何性、空间性、逻辑性、度量性紧密地结合在一起,因此,它在工院校诸课程中占有一个独特的地位。在培养学生空间想象能力和空间思维能力方面也起着其它课程所不能代替的特殊作用。

想象是最有价值的创造因素,它能激励人们勇敢地探索科学领域里的奥秘,作出新的科学发现。伟大的科学家爱因斯坦曾经给想象力以高度的评价,他说:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力概括着世界的一切,推动着进步,并且是知识进化的源泉,严格地说,想象力是科学研究中的实在因素。”由此可见,培养学生的想象力,对学生智力的发展和科学技术的进步都是十分重要的。

所谓空间思维能力,就是在观察获得感性认识的基础上,对空间问题进行分析、综合、抽象,从而取得对事物本质的、规律性的认识能力。空间思维能力在工程图学研究中起着极其重要的作用,所以培养空间思维能力也是本学科的一项基本要求。

(一) 教学的侧重点要立足于激发学生的积极思维

一切真知灼见都是积极思维的结果,而勤于思索的习惯、善于思索的能力,与教育训练有极大的关系。

1. 培养学生的想象力,关键是抓住一个“想”字。这就是说,在教学的各个环节中,都要围绕教学目的启发学生开动脑筋多想。要启发学生多想,首先教师必须多想,遵照从感性到理性的认识过程,想好讲解哪些基本概念、提问哪些问题、列举哪些典型例子、习作哪些基本练习,才能给学生起到启发诱导的作用,活跃他们的思想,使他们展开联想,以调动学生学习的积极性和主动性。

2. 知识的取得要通过思维, 思维活动是在一定的知识基础上进行的, 一个空洞的头脑是不能进行思维的。概念是思维的基本单位, 又是反映事物本质的一种思维形式, 它所反映的是事物的共性、本质、必然性。它的内容不仅来自客观, 而且是对客观存在的抽象和概括。学生掌握了科学的概念, 提高了知识的水平, 思维方能深, 认识事物才能准。知识越丰富, 思路越开阔。思维才能更灵活。所以只有使学生牢固地掌握科学概念, 才能为分析问题、解决问题、进行正确的思维打下良好的基础。反过来说, 一个判断如没有正确概念作为它的基础, 则只能得到不正确的结论, 现以图一为例说明。

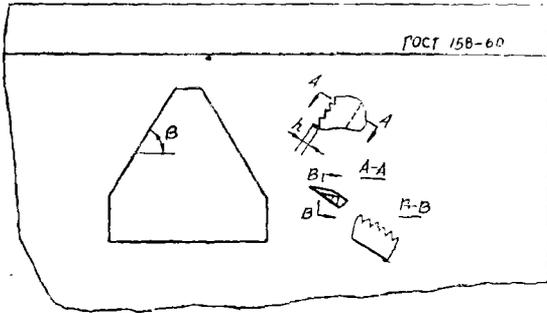


图 一

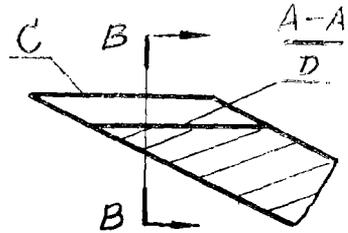


图 二

图一是苏联国家标准ГОСТ158—60表示齿刃刀片齿纹参数的图例(图二是其中A—A剖面的放大图), 它存在一些错误。现仅以其中之一加以分析。

图一中的A—A、B—B的作用是为了表示B—B剖面上的齿型角——构成齿纹齿槽的两相交平面的夹角。按画法几何有关空间两相交平面夹角的概念, B—B剖切符号所垂直相交的底棱D——相交两平面的交线(见图二), 应是表现为实长的投影。但是, A—A剖切符号垂直于刀口线, 而不是与刀口线呈“β”角(ГОСТ158—60规定β角=50°~60°), 所以A—A剖面上B—B剖切符号所垂直的底棱不是实长。显然, 这作为一个错误, 是由于它不符合两相交平面夹角的投影特性。

3. 讲课是教学环节的核心。教师必须把科学的概念讲清、讲透, 表达出概念的本质特征, 而且对概念下明确的定义, 并指导学生运用概念于实际, 使他们掌握得更加牢固。

启发式教学是激发学习兴趣的基本条件, 它能教给学生思维的方法, 引导学生质疑问难, 促进学生动脑、动手、动口, 积极探索知识。学生的知识离不开教师讲授, 但学生的真才实学并非完全是靠教师讲出来的, 而是在教师的启发引导下, 通过独立思考, 实际学练而发展形成的。所以, 教师讲课一定要精讲, 讲在要点上。在关键的地方一定要给学生讲清说透, 要言不繁, 就足以使学生“振动”。教师要善于引导学生运用已有的知识, 主动想象和思维, 来解决新问题。

4. 举例是教学的重要组成部分。一个教师手中如果没有丰富、典型、具有科学性、教育性和趣味性的教学实例, 就难以取得良好的教学效果。举例对开发学生智力, 调节课堂气氛有着重要的作用。



图 三

(1) 对典型的例子,要用足够的时间认真加以剖析。学生掌握了典型,再经过联想知识之间的联系和共同因素,就可以产生“迁移”,达到触类旁通、举一反三的效果。

如图三所示,用直角三角形法求直线AB的实长和对投影面的夹角。对本题一定要把直角三角形的边角含义讲清楚,使学生真正掌握在直角三角形中投影、座标差、实长及夹角四个因素之间的内在联系——已知其中两个,必然能求其另外两个。还要进一步强调,所求夹角为什么是实长和投影之间所夹的角。这些基本概念搞清楚后,为他们灵活运用直角三角形法和给以后用变面法、旋转法求实长、夹角打下良好的基础。

(2) 多样性的举例是对典型性的延伸和补充,目的是扩大学生的视野,开拓他们的思路,激发他们的想象与思维。

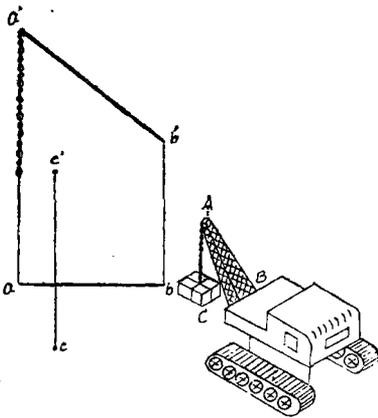


图 四

如图四所示,用垂直轴旋转法求起重臂AB起吊货物C转动的角度。该例题对学生来说不是很难的,解题方法已明确规定绕垂直轴旋转。但学生普遍感到它具有一定难度,其原因之一是不清楚符合题意的合理位置,其二这是多次旋转的一例,其三是先绕铅垂轴?还是先绕正垂轴?还是无论哪一个都可以呢?因此,这是一个能激发学生积极思维,并能引起学生兴趣的例题。

(3) 适当布置一些难度较大的练习题,能引起学生的学习兴趣,开发他们的潜力,提高学习效率,增强能力的培养。

结合专业实际的、较难的习题内容,会激发学生积极向上的决心。对这类习题,他们易于产生新鲜感和好奇心,增强大脑的兴奋,产生积极的思维活动。同时又因为较难的一些综合性习题,涉及的基本概念多,学生必须在深入理解课程内容的基础上,综合运用已学得的基本知识进行认真思考、逻辑推理之后才能解答,所以有利于学生思维能力的锻炼和提高。

如图五所示,用垂直轴旋转法求刀片仰角 θ 及刀具倾角 α ,即为一例。该习题的难

提示. 使刃面 ABCO 旋转成正垂面

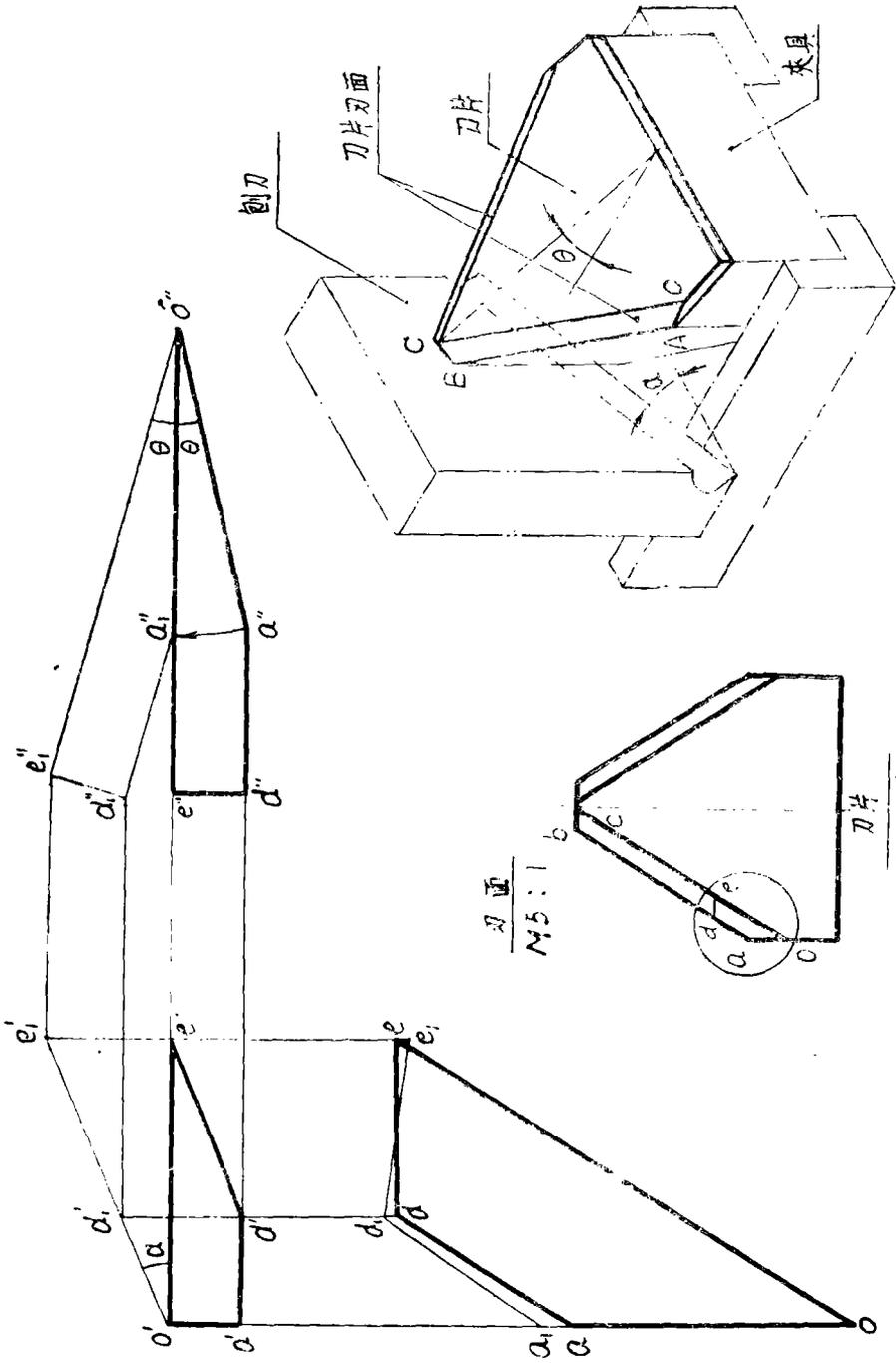


图 五

度较大，这不仅是因为一般学生不懂刨刀刨削AOCB刃面的工艺过程，而且难以分析得出这样的结论：即只要把AOCB刃面上AO线由侧平线变为正垂线， θ 角即可图解求出， α 角也就迎刃而解了。

采用结合专业实际的难题时，要注意符合学生实际，不要难度过大。

(二) 认真培养学生的逻辑思维能力，是提高空间想象能力和空间思维能力必不可少的一环。

1. 知识是正确认识的成果，正确的思维是达到正确认识必不可少的手段，而逻辑又是研究正确思维规律的科学。

逻辑思维在学习科学知识、研究问题中都是不可缺少的，它是遵循思维的逻辑规则、有步骤地对事实、材料进行分析，或根据知识进行推理，得出新的判断，形成新思想的认识过程。掌握逻辑学知识，可以提高思维的自觉性。学生的逻辑思维及其自觉性主要是在学习科学文化知识的过程中得到培养与提高的。列宁说：“任何科学都是应用逻辑”。因为每一门科学都要以思维和概念的形式去把握自己的对象。

抽象的思维能力是逻辑思维的一个重要方面。没有一定的抽象思维能力就不可能对种种具体对象、现象进行必要的抽象，而形成一定对象和现象的概念。对画法几何来说，它的主要任务是解决在平面上表达空间形体的图示法和解决空间几何问题的图解法。建立空间概念和空间想象力是这两个问题的关键，而树立这种概念和想象力的过程本身就是一个逻辑思维过程。若没有抽象思维能力就难于形成它的基本概念，更谈不上正确理解和运用这些概念。因之我们必须有意识地帮助学生提供的典型材料进行分析、综合、抽象与概括以形成明确的概念，并引导他们运用概念分析情况，应用原理进行推理，以解决新的问题。

思维的基本规律就是形式逻辑所阐述的——概念、判断和推理。

如图六所示，判别两平面相交后的可见性，首先是根据某一对重影点对应坐标的大小这一概念，来分析判断它们的相对位置，然后推理出哪一个为可见，哪一个为不可见。其次即可想象空间，谁把谁挡住了。

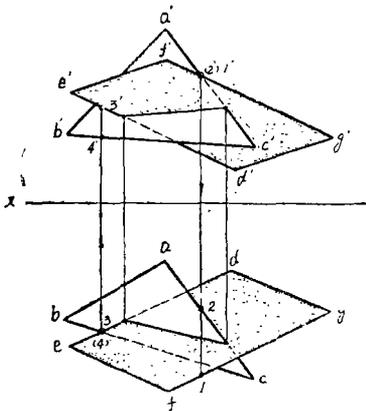


图 六

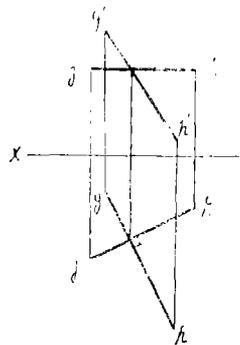


图 七

又如如图七所示,判别两直线在空间是否为直角。正确的思维方法是应用直角投影原理这一基本概念,判断、推理得出它们在空间一定互相垂直。所以画法几何本身就是一门遵循逻辑思维规律,且十分严谨的一门空间概念的科学,它对人们建立空间概念、发展空间想象力起着特殊的作用。

2.一题多(种)解(法)有助于培养和锻炼学生的逻辑思维能力。

一题多解既能促进学生综合运用画法几何的基本理论、作图方法和作图技巧,又能启发学生积极思考、扩展他们的空间想象和思维能力,使他们采取灵活多样的解题方法,以培养学生具有多种方案的设计思想,在比较中选取最优方案。对有些典型的例题,采取互相讨论共同研究的方式,还能鼓励学生自由发表见解,活跃思想,激发他们的创造性思维。

如图八所示例题:已知直线 $AB \perp CD$,求 CD 的水平投影。对这一问题,教师提出要求,让学生思考、讨论,以选出最佳方案并论述其理由。在学生讨论的基础上,引导他们对各种多样的解法来分析、比较、综合、归类,对比各种解法的差别,再揭示出各种解法之间的联系。

所以,一题多解能使学生在作比较、辨异同、找联系、清脉络当中激起逻辑思维的火花。它不仅使学生学到了科学知识,而且也学会了一些思维的规则与方法,逐渐形成了逻辑思维的能力,从而促进了空间想象和空间思维能力的培养。

(三)应用轨迹法解题能增强学生的空间想象和空间思维能力

轨迹法是画法几何解题过程中最基本、最常用的一种方法。轨迹是无数点的集合,

它的概念来自数学,学生有这方面的基础,易于想象。常用的轨迹有四种:①直线轨迹;②平面轨迹;③圆柱轨迹;④圆锥轨迹。用轨迹法解题的过程可看作是要在空间确定同时满足几个几何条件的作图。满足一个条件可画出一条轨迹,若要同时满足几个条件,可同时作出几个轨迹,由这些轨迹的结合所得几何元素,即为所求的解。

1.如图九所示,在已知平面上求一点距 H 面15毫米,距 V 面20毫米。此题一引出轨迹的概念,在学生头脑中就会很快地自然形成:在平面上距 H 面15毫米的一条水平线和距 V 面20毫米的一条正平线,各满足了给题的一个条件。两条线的交点就会同时满足题设条件。对此题,还可从平面轨迹着手,所求点即为三面共点。问题延伸,想象与思维也会跟着深化。

2.又如如图十所示,已知直线 EF 和 GH ,试求作一直线 MN ,与其两平行线各距20毫米,其长度为30毫米。此题即用到圆柱轨迹的概念。

总之,应用了轨迹的概念,在分析与综合的过程中,反复验证,空间想象能力和空间思维能力就会逐渐加强。

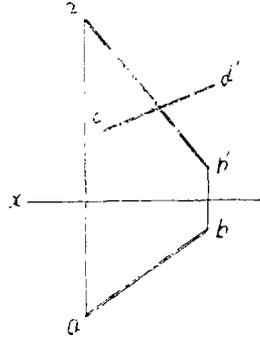


图 八

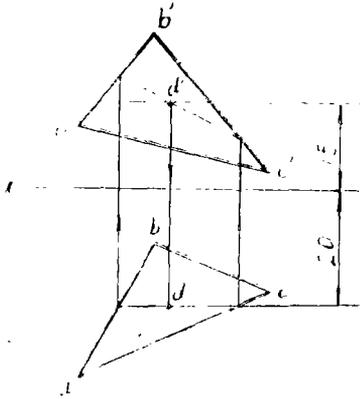


图 九

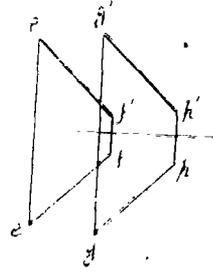


图 十

二、基本制图部分不仅要为训练学生具有绘图技能打好基础， 还要注意培养几何作图的分析能力

平面图形的作图练习能促进学生熟练地使用制图工具和仪器，并养成严谨细致的工作作风。这是毋庸置疑的。更应注意的是通过平面图形的线段和尺寸分析，可以大大地激励学生学习的兴趣，改变对基本制图的错误看法，即认为基本制图不过是死背标准的手工劳动。如图十一所示，在能正确、准确地画出该平面图形前，必须对它组成中的多个封闭图形进行分析，以判断其作图先后的顺序；对多个线段、多种连接组成的某个图形，按各个线段的连接方式和所注尺寸也要进行分析、判断各个线段的性质，才能决断哪些线段可先画出，哪些线段则不能。这就生动而有力地说明，要掌握正确、迅速的几何作图方法步骤，也需要学生掌握相应的思维分析能力。

三、在投影制图阶段重点培养学生的图示表达能力，使空间 想象能力和空间思维能力进一步提高

投影制图是工程图学的基础，它侧重于空间形体的图示表达，即怎样把实际物体用投影图的形式表达出来，或根据已知的投影图想象出物体的结构形状及标注出完整、清晰的尺寸。所以这一部分应着重培养学生的图示表达能力。

图示表达能力可分为对形体的图示表达和尺寸标注两大部分。

(一) 对形体图示表达能力的培养，是使学生学会用形体分析法观察与分析物体的几何组成，灵活恰当地应用视图、剖视、剖面，力争做到用最少的视图数量，完整、清晰地表达出物体的内外结构形状。为此，应要求学生自始至终地把按照投影规律作图和空间想象力结合起来。也只有这样，才能顺利地掌握图示原理与方法，建立和发展空间想象力。

空间想象力是制图课程中必须注意培养的基本能力。因为想象来源于实践，通过感觉获得印象，再利用印象进行想象。所以要充分使用教学中的实践性教学环节，为想象积累必要的感性材料。想象要借助于思维，思维能动地指导更准确地想象。它们之间有着辩证的关系。

1. 读图能力的培养

在投影制图部分，所谓读图，就是由多面视图想象出所表示的组合体的空间形体组成，它是画图的逆过程。读图能力是空间想象力具体的体现，实际上它是一种综合地运用画法几何和制图的基本理论和方法，使两维的正投影重现为三维空间形象的思维能力。

(1) 组合视图

绘出一组三视图，它们分画成三个单张图（如图十二），给题时，要求按它们之间内在的投影对应规律，正确地选出主视图和正确配置好俯、左视图（习惯上我们把它称为“拼图”）。

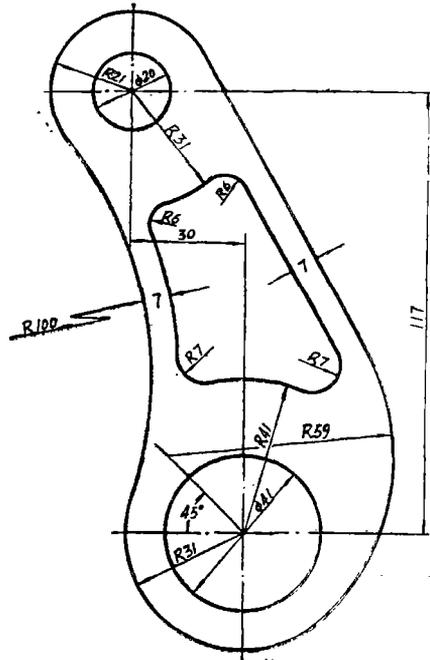


图 十 一

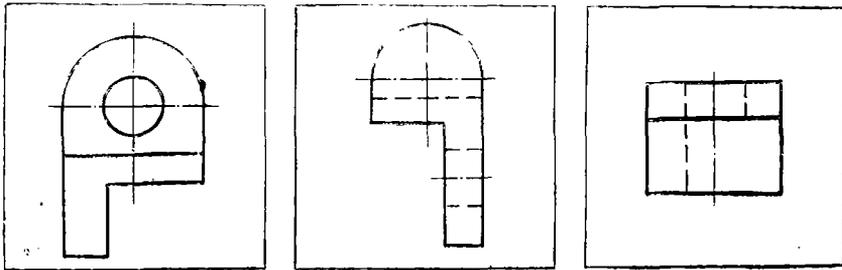


图 十 二

要正确地达到“拼图”要求，学生必须通过：假设→判断→再假设→再判断……等想象、思维过程。为了提高难度，可以一次给出分散、搅乱的八组三视图——24张正方形，要求学生正确选出、配置好八组三视图。

..(2) 从二求三和补全漏线

如图十三和十四所示，这是传统的、公认为行之有效的空间想象训练方法。

(3) 剖视读图的训练

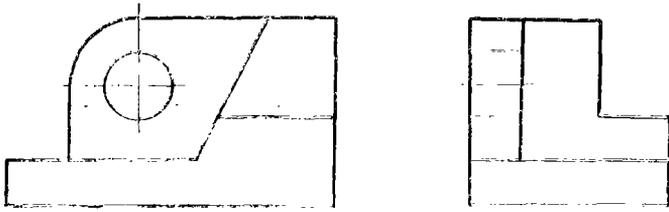


图 十三

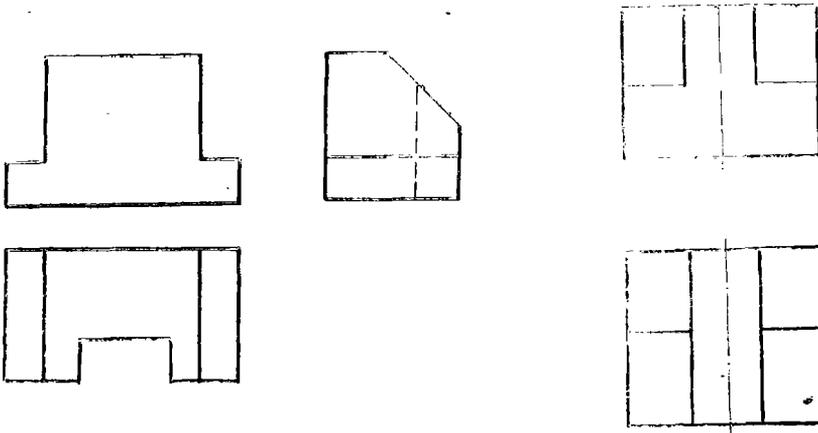


图 十四

图 十五

从给出的两视图求作剖视，或是按给出的剖视求作外形视图，这是两种难度较大的读图能力训练方式。特别是求作半剖视的练习，更能有助于培养学生的空间想象能力。

2. 空间构思能力的培养

如图十五，给出两个视图求第三视图，它与前述的“从二求三”的区别是后者的答案是最唯一的，而前者可有多种答案。如图十六，则由给出的一个视图，自行构思设计其它对应的两视图。它们都属于“不定形”构思训练方法。

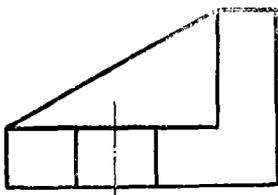


图 十六

通过“不定形”构思设计，能促使学生广开思路，积极主动地思考分析。

3. 各类图示表达方法及其应用

这是图示表达能力的 一个重要 组成部分，具体的教学要求是培养学生具有正确、恰当地应用视图、剖视、剖面表达出物体内外结构形状的能力。首先要求学生掌握GB128-74机械制图国家标准中有关“视图、剖视与剖面”等内容。然后要求在应用方面能达到“少而精”的水平——即按组合体的结构组成特点，选用适当的图示方式，在完整、清

晰地表达组合体外形状、结构的前提下,力求作图简便。

(二) 尺寸标注是图形表达能力的一个重要方面,它也是我们投影制图教学中的一个难点。根据对我院农机设计制造专业八二届毕业设计图纸质量的调查分析,尺寸标注方面的图示表达错误竟占百分之二十七点二二四。

问题在于我们教师还没有完全搞清楚各类组合体正投影图在尺寸标注达到几何完整方面的规律。今后我们必须狠下功夫解决“几何完整”问题。

学生在这方面存在的主要问题是“少尺寸”或“漏注尺寸”。其产生原因多数是不认真和粗心。为此,在培养学生尺寸标注能力的同时,必须注意培养学生具有认真负责、严谨细致的工作作风。

在投影制图教学中,让学生多做一些读图后标注尺寸的练习以及在测验或考查中把它作为重点内容,还是起作用的(如图十七)。象这种练习既是基本制图中基本尺寸注法、平面图形尺寸分析与标注的继续,又是以后零件图部分尺寸标注的基础,今后应精心设计此类练习。

* * *

在培养学生具有图示表达能力的教学过程中,都要始终贯穿“形体分析法”、“线面分析法”以及“线段与尺寸分析”等基本方法。此过程实际上也是分析与综合、比较与归类、抽象和具体、推理与判断的逻辑思维过程。只有多次经过这样的过程,学生的图示表达能力才能迅速提高。

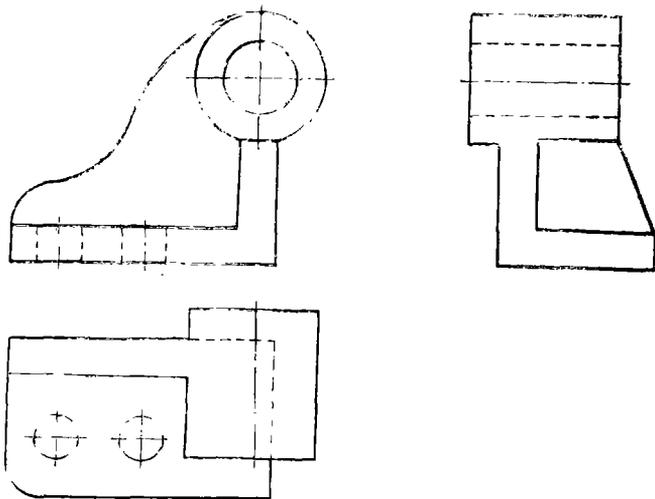


图 十七

四、机械制图部分应培养学生进一步掌握图示表达能力和绘图技巧能力

机械制图部分——零件、部件测绘及零件图、装配图读图,涉及的知识面比较宽广,它具有零、部件特有的图示表达方法、测绘方法、尺寸标注,零、部件的工艺结构,标准件、通用件的查表以及加工、装配方面的技术条件等等,如果不分主次,不突

出重点,要求学生全部掌握这么多的知识,的确是难以做到的。关键还是要明确在这个教学单元,培养学生具有哪些能力?我们认为:第一,读图能力——零件图、装配图的读图能力;第二,绘图技巧能力——仪器图与草图技巧、测绘能力;第三,图示表达能力——零件图、装配图特有的图示表达方法、优选视图方案、形体分析与抽象能力和尺寸标注能力。限于篇幅,现选重点简述如下。

(一) 绘图技巧能力

绘图技巧能力(实际操作能力)是发展智力不可缺少的组成部分,是能力发展的一个重要因素。手的动作和思维活动是直接联系的,对发展思维起着积极的参与作用。人常说:“手是脑的老师”,“眼过千遍,不如手做一遍”,即是说双手的动作对发展智力有不可估量的作用。能力的获得,离不开训练。对学生的绘图技巧能力(仪器工具的使用、仪器图和草图的作图技能、基本规格、图面质量等)的培养要贯彻在本门课程的始终。所以,我们从画几开始,就指导学生要熟练地使用三角板和绘图仪器,对画几练习也要求做到线型分明、字体工整、图面整洁,为制图课的学习打下良好的基础。

从投影制图开始,对作业进行评分,从严要求。对优秀作业及时表扬,树立样板,使学生学有目标,赶有对象。在严格要求的同时,给予耐心细致的辅导。对作业较差的学生,肯定成绩,指出不足,使他们树立起学好制图课的信心和练好基本功的决心。

按照我们学院四届学生的统计,在零件图、装配图单元,学生完成的仪器图工作量占全部课程应完成的百分之六十八点九八,因此,我们比较重视在本阶段对学生绘图技巧能力的培养。

由于采取了上述措施,我们基本上克服了图面质量差的弊病。例如,据八二届毕业设计图纸调查,在图面质量方面的错误仅占3.504%。

在绘图技巧能力的训练中,还能使学生逐渐地形成良好的心理品质,而这些心理品质又可迁移到学习上去。使他们逐渐养成严谨认真、耐心细致的工作作风,为以后的学习和工作创造良好的条件。

(二) 图示表达能力

1. 优选视图方案的能力

以尽可能少的视图、剖视、剖面来完整、清晰地表达机件的形体结构、工艺要求和技术要求,这是本课程的基本教学要求之一。在完成本要求的教学过程中,还可充分发挥教师的主导作用和学生的主观能动性,以锻炼、提高学生对比分析、择优综合的思维能力。

我们具体的教学措施是:

(1) 零件测绘中,对轴杆类、轴承类零件采取分题制,审图时按同类分题进行“评比优秀或较好的视图方案”的小组讨论。

(2) 支架类零件:对每两个学生发给六种不同方案的零件图(图示表达画法和标注上有错,方案不够理想)。在给予一定时间的自学基础上,组织讨论分析评比每个方案的存在问题与优缺点。要求学生施展自己的读图能力,不能参看实物。讨论后并不要求得出统一的或唯一的方案,而要求学生按自己的观点重新设计视图方案,其后才发给

支架类零件，以测绘所得尺寸绘制仪器图。

(3) 发给学生一张表达完整但视图方案不好，不利于读图的壳体零件图，要求学生读懂，认识到存在的问题后，重新设计视图方案，并绘制仪器图。

2. 形体分析的几何抽象能力

在零件测绘中，学生要表达出带有各种工艺结构而形体不太明显的零件时，必须经过几何抽象才能进行形体分析，这是零件和木模的一个根本区别。只有经过了几何抽象，才能抓住事物的本质，进行分析与综合。在思维中，抽象仅只抓住对象的本质特性，而将其余非本质的、不重要的特性抽离出还。概括是在思维中将同一种类的对象的共同本质属性集中起来结合为一般的类的属性。有了正确的抽象与概括，才能正确认识事物的本质。在零件测绘中，要确切地表达出零件的结构形状，就要进行合理的形体分析，此时正确的抽象与概括就显得更为重要。如图十八所示，对桌虎钳支架的形体分析即为一例。

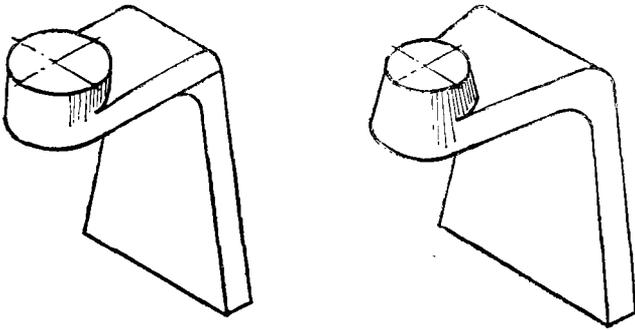


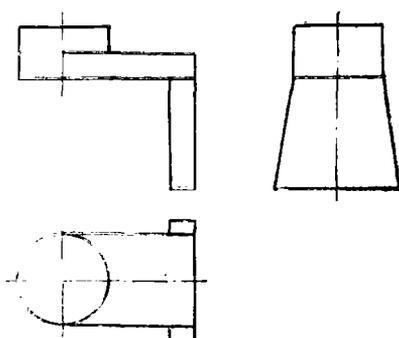
图 十八

实际上实物比起图十八的立体图，其形体结构的几何特征更为模糊。我们列出了八种不同的分析方案供学生对比分析和选优，本文仅例举三种，如图十九①、②、③。

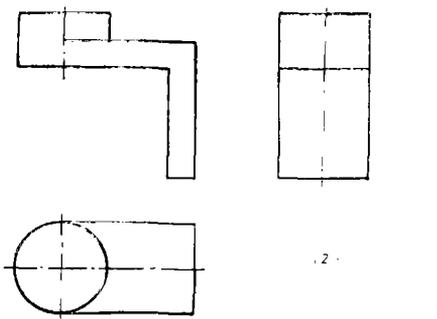
以桌虎钳支架为典型，对学生进行零件的几何形体分析的训练，使学生掌握设想多种方案，加以对比分析，最后确定最优方案的思维方法。过去在进行零部件测绘教学中，学生普遍感到难以掌握桌虎钳的形体与分析方法，而教师的辅导任务当然加重了。但当教师发给学生上述资料后，实践证明一般的学生都能不依赖教师解决问题。这说明它既是训练几何抽象的有效方法，又能培养学生具有自学能力。

3. 简化抽象的能力

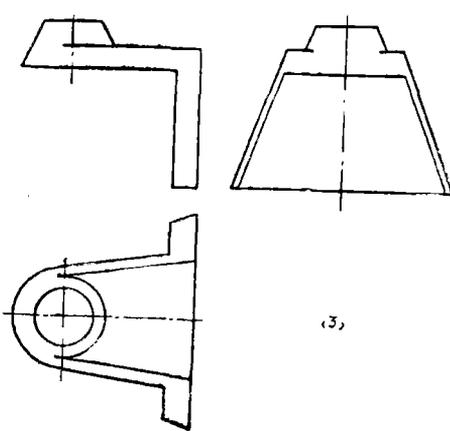
在部件测绘中，学生感到最困难的是装配简图，多数学生分不清视图和简图的区别，常把装配简图画成剖视图那样。查其原因，最主要的是不会把实物经形体分析抽象简化为基本的几何线条。实际上这是缺乏空间几何抽象能力的表现。针对这种情况，在讲装配简图的画法中，我们不仅讲清了规定和常用图形符号的含义和用法，而且把重点放在那些还没有图形符号表达的物体上，以实例说明其简化抽象的方法，并把它同形体



(1)



2.



3.

图十九

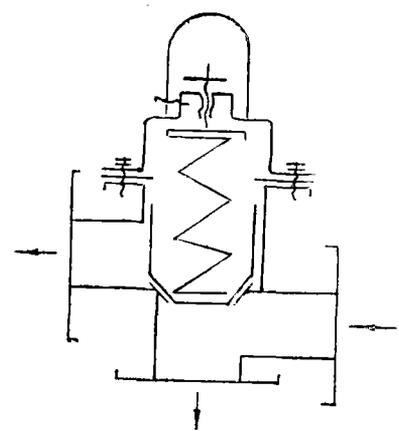
分析作对比，找出其共性，分析其差异。形体分析是将复杂的单个零件抽象为许多个基本几何体，而画装配简图是将装配体中许多零件用由简单线条组成的图形符号形象地表达出来，即将形体进一步简化为线条，它是几何抽象能力的抽象与提高。

另外，要求学生反复拆装部件，熟悉其组成，搞清各个零件的名称、功能及它们之间的连接关系，进一步明确工作原理。

通过上述训练方法，目前一般学生都能顺利地画出如图二十那样的装配简图。这样不仅使学生学会了一种表达方法，更重要的是培养了他们的简化抽象能力。

五、结 束 语

对在工程图学教学中怎样培养学生能力的问题，我们的体会很粗浅，至于自觉地、系统地和有计划地安排实施更做的不够，尤其是在进行有目的的教学法实验后，如何定性、定量地检查教学效果，还有待于今后进一步摸索和探讨。



图二十

参 考 文 献

1. 寿望斗：《逻辑与数学教学》，科学出版社，1979。
2. 陆启鹏：齿刃动刀片齿纹参数的图解方法及计算，“画法几何及机械制图教学与”

- “科研交流资料”，1979、第一期。
- 3.童国华：收割机齿刃动刀片双刃面（齿纹）加工专机参数的图解计算——图解法应用，“画法几何及机械制图教学与科研交流资料”，1979、第一期。
 - 4.吴永健：制定《工程制图》（非机类）教学质量规范的几点看法，《工程图学丛刊》，1982、第一期。
 - 5.邬克农、冯世瑶：关于培养大学生制图能力的探讨，华中工学院，1982（油印本）。
 - 6.杨淑芳、陆启鹏：对农业机械设计制造专业毕业设计图纸质量的调查分析——教学质量研究之一，西北农学院，1982（油印本）。
 - 7.彭美良：部件测绘教学体会——培养学生能力，西北农学院，1982（油印本）。
 - 8.孙享林：画几及制图培养学生哪些能力，武汉工学院，1982（油印本）。
 - 9.北京工学院制图教研室：机械制图构型设计（第一集），铅印本。

An Elementary Introduction To
Training Students' Ability In Teaching Of
Engineering Graphics

Yang Shu Fang Lu Qi Peng
(Northwestern College of Agriculture)

Abstract

A new task concerning reform and adjustment in higher education is that attention must be paid to developing students' intelligence and ability when knowledge is taught. This is the key problem related to the raising of teaching quality.

This paper deals with importance of developing students' ability and relationship between teaching knowledge and fostering ability, and also aims at discussing how to foster students with three main abilities such as spatial visualization and thinking, graphical representation, and drafting skill. Some virtual and typical examples are given in this paper, too.