

思维科学基础

教师课堂教学的宗旨是训练学生的思维、培养学生尤其是研究生创新思维的实践活动。因此,为了讲好课,教师必须以思维科学作指导。对于工科大学教师而言,普遍都没有系统学习过思维科学、逻辑学、认知科学、心理学之类的课程。为了弥补这方面基础知识的不足,本章简要介绍思维科学的基本概念、主要特征、思维的类型、思维的形式、推理方法,以及思维科学在指导课堂教学中的具体运用。

3.1 思维科学与思维的特征

3.1.1 思维科学

思维科学是研究人们认识客观世界的思维规律和思维方法的科学。国外早期类似的研究学科被称为逻辑学,近些年来类似的研究被称为认知科学(Cognitive Science),主要研究人的思维从未知到认知的过程和规律;认知心理学(Thinking and Knowing)主要研究大脑对信息的加工、存储和提取方式,以及人的高级心理认知过程。

掌握思维科学的基本概念、基本原理,对于教师、科技人员和攻读学位的研究生都是至关重要的。

关于思维的定义,心理学家有不同的见解。西方心理学偏重思维过程本身,我国心理学界偏重思维区别于其他认知过程的特点。

思维是对客观事物间接的、概括的反映,它反映的是事物的本质属性和事物之间的规律性的联系。所谓本质属性,是指一类事物所特有的属性,而规律性的联系就是必然联系。

思维是人类认知活动的最高级形式。因为思维不仅具备对客观事物、信息等的感知、直觉和记忆等低级认知功能,还具备低级认知所不能完成的概括规律、推断未知的功能。

3.1.2 思维的特征

思维具有概括性、间接性、逻辑性、层次性、目的性和能动性。

1. 思维的概括性

思维的概括性是指思维反映了事物之间的必然联系,可以把同类事物的共同特征和本质特征抽取出来,然后加以推广。思维的概括性有助于人们认识到事物内外部的必然的相互联系和一般规律。

2. 思维的间接性

思维的间接性是指通过思维过程人们可以根据已知信息推断出没有直接观察到的事物。也就是根据已有的事物间的必然联系,人们可以通过已知来推断未知。

3. 思维的逻辑性

思维的逻辑性是指人类思维总是按照一定的形式、方法和规则进行的,人类思维的逻辑性是区别动物思维的重要标志。

4. 思维的层次性

人的智力水平是有高低之分的,而思维能力的高低集中反映出智力的水平,因此通过思维的敏捷性、灵活性、深刻性、批判性和创造性等品质,体现出思维的层次性。

5. 思维的目的性

思维是为了解决问题、深入认识客观规律,进而改造世界,也就是说,思维总是和解决问题、完成某项任务相联系,这就是思维的目的性。

6. 思维的能动性

思维的能动性是指人类自身不仅能够深刻地认识世界,还可以能动地改造世界,能够创造出思想产品。这种产品包括调查报告、工程设计、科学实验、技术发明、文学创作等。

3.2 思维的类型

思维有3种类型:抽象思维、形象思维和灵感思维,它们又分别称为逻辑思维、直觉思维和顿悟思维。

3.2.1 抽象思维

抽象思维是指以抽象概念为媒介的思维形式,它是人类思维的主要形态。抽象思维又称为逻辑思维。研究逻辑思维的学科称为逻辑学,逻辑学又分为形式逻辑和辩证逻辑两大类。形式逻辑是研究人们思维形式的结构及思维基本规律的科学,而辩证逻辑是关于思维运动的辩证规律的理论。

虽然形式逻辑和辩证逻辑都是研究思维形式,但是它们是从不同角度出发的。形式逻辑从抽象同一性角度研究思维形式,即把思维形式看作既定的相对稳定的范畴;辩证逻辑从具体同一性角度研究思维形式,即把思维形式看作对立统一、矛盾运动和转化的范畴。其次,形式逻辑的基本规律是同一律、矛盾律和排中律,它们虽有客观基础,但不是事物本质的规律;辩证逻辑的基本规律是对立统一、质量互变、否定之否定等规律,它们是客观事物本身的规律。

数理逻辑又称符号逻辑,它源于形式逻辑,现已成为独立的学科。数理逻辑使用数学方法,即使用符号表示逻辑,研究推理、证明等问题。在形式化方面、数理逻辑比形式逻辑更丰富、更发展。

3.2.2 形象思维

1. 形象思维的概念及其特点

形象思维又称直觉思维,通俗地说,形象思维是凭借形与象的思维。这种思维活动通过形与象来思考和表述,主要手段是图形、图像、表示动态行为的曲线等形象材料。形象思维表述事物直观、生动、鲜明。形象思维过程主要表现为类比、联想、想象。

人的感觉器官接触到外界事物,通过大脑产生感觉,不同的感觉(视觉、听觉等)相互联系,经过综合以后形成知觉,知觉在头脑中形成外界事物的感性形象,叫作映像,或称通过感性认识获得的表象,用表象进行的思维活动叫作形象思维,又称直觉思维。

感觉知觉是对当前事物的直接反映,是认识事物的初级阶段。表象是通过回想或联想在头脑中呈现的过去感知过的事物的形象,是对过去感知过的形象的再现。

概括地说,形象思维是在实践活动和感性经验的基础上,以观念性形象即表象为形式,借助各种图式语言或符号语言为工具,以在经验中积累起来的形象知识为中介反映事物本质和联系的过程。

2. 形象思维的规律

形象思维的规律包括转换关联律和模式补形律。

1) 转换关联律

在形象思维过程中,人们把事物的表象以及表象过程的信息转化成事物的状态信息,即

通过表象反映事物的内在性质、内部变化和关系,必须事先在实践活动中建立起表象信息和状态信息的关联系统。由于形象思维最基本的过程是形象信息与状态信息转换的过程,所以转换关联是形象思维的一条基本定律。

2) 模式补形律

模式补形律是利用观念性的形象模式对事物或事物过程的表象进行整合补形,从而推出事物的补形或全形的规律。所谓观念性的形象模式,是指事物或事物过程的概括表象,是在长期实践过程中逐渐形成的,它是对事物或事物过程的丰富形象特征进行分析、选择、概括、定型的结果,是形象思维中进行模式补形的内在根据。所谓整合补形,是对事物不完整的、片面的表象进行加工、整理,同时补出缺少部分形象或补出事物完整形象的过程,它是一种形象思维的推理形式。

3. 形象思维的主要形式

形象思维的过程主要表现为类比、联想和想象。

1) 类比

类比是通过两个不同对象进行比较的方法进行推理,而重要的一环就是要找到合适的类比对象,这就要运用想象。类比方法在维纳控制论的形成和创立过程中起到关键的作用,正是采用类比沟通了机器、生命体和社会等性质不同的系统,找到了它们的相似性,为功能模拟方法的运用提供了逻辑基础。

2) 联想

联想是一种将工程技术领域里的某个现象与其他领域里的事物联系起来加以思考的方法。联想能够克服两个概念在意义上的差距从而把它们联系起来,联想的生理和心理机制是暂时的神经联系,也就是神经元模型之间的暂时联想。维纳就是利用类比和联想的方法,考究反馈在各种不同系统(从人的神经系统到技术领域)的表现,为控制论的形成奠定了基础。

3) 想象

想象是对头脑中已有的表象进行加工改造而创造新形象的思维过程。因此,它可以说是一种创造性的形象思维。想象不是直接感知过的事物的简单再现,而是对已有的表象进行加工改组形成新形象的过程。想象对新知识的探索和科学发现具有重要作用,爱因斯坦曾说: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上的一切,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。在科学史上,曾经出现过许多大胆而成功的科学想象或科学幻想,俄国科学家齐奥柯夫斯基在1894年作出的未来宇宙航行的设想,就是突出的一例。

钱学森指出,人认识客观世界首先是用形象思维,而不是用抽象思维。就是说,人类思维的发展是从具体到抽象。爱因斯坦曾指出,直觉是头等重要的。庞加莱曾指出,逻辑用于论证,直觉可用于发明。

3.2.3 灵感思维

灵感思维是指人们在研究过程中对于曾经长期反复进行过探索而尚未解决的问题,因某种偶然因素的激发而豁然开朗,使其得到突然性顿悟的思维活动。灵感思维又称为顿悟思维。

灵感与机遇都同属一种偶然性,但二者性质又不相同,机遇发生在观察和实验中,属于客观现象,而灵感却产生于思考问题的过程中,属于主观现象。在科学史上,因偶然因素而产生灵感的事例是不胜枚举的。

灵感是人脑中显意识与潜意识交互作用而相互通融的结晶。潜意识推理是一种特殊的非逻辑性认识活动,它是多因素、多层次、多功能的系统整合过程。灵感思维实际上是一种潜意识思维方式,即是一种非逻辑思维,它同抽象思维、形象思维一样,都是人们理性认识所具备的一种高级认识方式。灵感思维的基本特征是它的突发性、偶然性、独创性和模糊性,这些特征是它区别于其他思维形式的显著标志。

3.3 思维的形式——概念、判断和推理

思维的形式是概念、判断和推理。因此,概念、判断和推理称为思维的三要素。

3.3.1 概念

概念是人们对客观事物本质属性刻画的一种思维形式。国家标准指出(GB/T 15237.1—2000),概念是对特征的组合而形成的知识单元。它反映事物的本质属性,是人们对事物本质的认识,是逻辑思维的最基本单元和形式。

概念是反映事物特征的思维单元,特征是构成概念的特点、属性或关系,是区别概念的基础。专业概念的词或词组称为术语。概念是思维形式最基本的组成单位,又被称为科学的细胞,它是构成判断、推理的要素。概念是在人们对客观事物本质属性的认识过程中形成的。事物的本质属性通常是区别于其他事物所具有的特殊性。

3.3.2 判断

判断同概念一样都是思维的一种形式,判断是概念与概念的联合。在普通逻辑中,判断是指对思维对象具有或不具有某种属性的断定,即无条件地肯定或否定某个事物的句子,称为判断句。在思维过程中,判断是进行推理的前提条件。

3.3.3 推理

判断与判断的联合称为推理,即从两个判断推导出第三个判断的过程称为推理。科学推理有多种形式,但常用的主要有两种:演绎推理和归纳推理。

(1) 演绎推理。

演绎推理是从一般到特殊的推理方式,即从一般规律出发,运用逻辑证明或数学运算推导出符合事物应遵循的规律。三段论推理是演绎推理的一种主要形式。

三段论推理是指根据两个命题(判断句)得出第三个判断句,即结论的过程。所谓三段论包括:第一个判断为一个大前提,表示一般的原理原则;第二个判断为小前提,表示一个特殊事物;第三个判断为结论。

(2) 归纳推理。

归纳推理是指人们从特殊知识的前提到一般知识结论的推断过程。它是对大量个别特殊的材料进行概括和加工而得出一般的结论或规律的推理法。归纳推理在知识获得的过程中起着非常重要的作用。

在科学研究中,除了常用的演绎推理和归纳推理方法外,还有如下的科学推理方法。

(3) 比较与分类:通过比较事物的共同点和差异点,可以根据共同点将事物分类,分类可按现象和本质分为两类。分类有助于人们从现象认识事物的本质。分类便于检索,能够预见未来。

(4) 分析与综合:分析是在思维中把认识对象的整体分解为各个部分,先认识其中的各个部分,然后,再进一步从多方面的属性中发现其基础或本质的东西。综合是在思维中将把对象的各个本质方面按其内在联系组合成一个统一整体的思维方法。

(5) 类比推理:类比推理是根据对象的一些相同属性,推出其中一个未知属性的逻辑推理方法。

(6) 例证法:以客观存在的事实为证据的推理方法,在自然科学科技论文推理中经常应用这种方法。

(7) 假说与理论:科学假说是根据已知的事实和科学知识,对未知的客观现象及其规律作出假定性的说明。假说从实践中来,又要回到实践中去接受检验。

(8) 控制论方法:控制论方法的核心思想是利用反馈对被控对象实际输出与期望输出的偏差来进行控制的,反馈控制有利于消除外部干扰。

(9) 信息化方法:信息化方法是借助计算机对信息进行的获取、传递、加工、处理等步骤来揭示研究对象的性质和规律。

(10) 系统方法:把对象作为一个系统来研究,从整体的观点出发,综合应用现代科学、技术及工具,定性和定量地考察部分、系统与环境之间的相互关系,以便使研究对象达到最优的指标。

(11) 理想化方法: 理想化方法是抓住主要因素运用科学抽象建立理想化模型, 并对真实实验作深入抽象分析来设计理想实验, 在塑造理想条件下的运动过程中进行严密逻辑推理的研究方法。

(12) 元过程法: 对于许多自然现象和过程可以将局部从全局中孤立出来加以研究, 利用局部有限的实验和理论研究中所得到的自然规律, 再去研究局部范围以外的现象和规律。

此外, 还有模型化方法、黑箱法、移植法等, 在此不再赘述。

科学研究的两大武器是科学实验和辩证思维。也就是说, 既要勇于动手实践, 又要善于动脑思考。科学研究的任务在于通过感觉而达于思维, 揭示客观事物的本质和规律。对所获得的感性材料要进行去伪存真, 在此基础上运用比较、分类、类比、归纳与演绎、分析和综合等方法, 才能透过现象, 认识本质。

3.4 思维科学在课堂教学中的指导作用

3.4.1 语言在课堂教学中的独特作用

教师在授课过程中, 处处都离不开思维科学。例如, 用语言讲授内容, 语言是思维的外壳, 是思维的内容。同样的一段内容, 教师讲话的语气、语调、表情乃至肢体语言等都会影响学生思维的活跃性、学习的情绪以及听课效果。所以, 教师在课堂上讲课时要有精气神, 要有激情, 从而激发学生的学习热情, 形成一个良好的听课氛围。

教师良好的语言表达还表现在语言要确切、精练、准确、言简意赅、逻辑性强, 真正做到讲的过程多一个字或词就啰唆, 少一个字或词就不通。这样自然会使听课的学生对教师有敬仰之心而注意力被教师所紧紧吸引。可见, 教师的语言表达能力在课堂教学中起着至关重要的作用。

对于在理工科课程的教学, 教师讲课语言表达不仅要逻辑严密、简洁、准确、生动、流畅, 尽量少用修饰性、夸张性语言, 避免口头语, 而且要善于运用“工程语言”。所谓工程语言, 是指除了人的自然语言之外的公式、图、表、程序等, 其中图包括曲线图、结构图、原理图、示意图、图解框图、流程图、图片、动画等形式。通过这些形式表达各种变量之间的关系更精确、直观、形象。

3.4.2 运用抽象思维、形象思维和灵感思维指导教学

要用思维科学指导好课堂教学, 首要的是从讲好每一个概念开始。因为概念是认识新事物并揭露事物本质属性的一种思维形式, 只有把概念讲清楚, 才能通过两个概念的联合形成正确的判断(命题), 进而把两个判断联合形成推理(引理或定理)。显然, 概念的重要性是

不言而喻的。

在自然科学所有学科的课程中,几乎都有各种各样的数学公式来定量描述多种变量之间的关系,这样一些公式就属于逻辑思维,即抽象思维形式。抽象思维就是在认识事物中运用概念、判断、推理的思维形式,对客观事物进行间接的、概括的反映乃至定量描述的过程。

形象思维是指用直观形象和表象解决问题的思维,形象思维的过程主要表现为表象、联想和想象。表象是指过去感知过的事物形象在头脑中再现的过程。形象思维的基本单位是表象,它是用表象来进行分析、综合、抽象、概括的过程。当人们利用已有的表象解决问题时,或借助于表象进行联想、想象,通过抽象概括构成一个新形象时,这种思维过程就是形象思维。所以,利用表象进行思维活动、解决问题的方法,就是形象思维法。教学内容中的曲线、图表等都是形象思维的产物。理工科课程的授课内容区别于文学作品的纯粹描述性语言,而是较多地采用图表之类的形象语言,使表达更生动、形象。

灵感思维在课堂教学中,对于激发学生联想、想象、浮想联翩,从而诱发灵感思维的火花,起到催化剂的作用。因此,教师在讲到一些长期没有解决或解决得不够彻底的疑难问题时,或是讲到一些新方法、新发明、新原理时,要特别注意鼓励、激发学生的灵感。

教师不仅要善于使用抽象思维的自然语言表达,更要善于运用形象思维的工程语言来表达。因为图表善于表达研究问题中变量的动态变化过程,具有生动鲜明的特点,弥补了文字描述的不足。将上述两种表达方式巧妙地结合,做到融合互补,但又不重复。这就需要教师开动脑筋,既发挥好左脑的逻辑思维表达功能,又发挥好右脑的形象思维表达功能,并做到定性、定量综合集成,才会使讲课内容具有科学、准确、鲜明的特点。

3.5 本章小结

本章介绍的思维科学基础知识可总结成以下的一条知识链。

思维科学(逻辑学、认知科学、认知心理学)→认识客观世界的思维规律和思维方法→思维→人类对客观事物本质属性和事物之间必然联系的认知活动→思维的特征(概括性、间接性、逻辑性、层次性、目的性、能动性)→思维的类型(1 抽象思维、2 形象思维、3 灵感思维)→1 抽象思维(逻辑思维)→抽象思维形式及规律[辩证逻辑(对立统一、质量互变、否定之否定),形式逻辑(同一律、矛盾律、排中律)→数理逻辑(用符号表示逻辑,研究推理、证明)]→2 形象思维(直觉思维)→形象思维规律(转换关联律、模式补形律)→形象思维的形式(类比、联想、想象)→3 灵感思维(顿悟思维)→人脑中显意识与潜意识交互作用而相互通融的结晶→灵感思维的特征(突发性、偶然性、独创性、模糊性)→思维的形式(1 概念、2 判断、3 推理)→1 概念(人们对客观事物本质属性刻画的一种思维形式,反映事物本质属性的知识单元)→2 判断(判断是概念与概念的联合)→3 推理(推理是判断与判断的联合)→推理的主要形式[演绎推理(三段论推理)→大前提、小前提、结论,归纳推理]。