

# “采油工程”课程教学中培养学生的创新思维探讨

罗天雨 张鸿宇 郑一尘 黄映娇

广东石油化工学院石油工程学院

DOI:10.12238/mef.v5i2.4810

**[摘要]** 大学生的创新能力关系着国家与民族的未来,因此有必要在教学过程中培养大学生的创新能力。青年大学生需要培养的就是创新精神、创新理念,创新思维模式包括发散思维与聚合思维。“采油工程”专业课是石油工程专业学生的主干课程,为了培养创新型的石油工程高级人才,提出以下通过“采油工程”教学来培养学生创新思维的手段及途径:营造创新的氛围与环境;在教学活动中广泛应用发散型思维;专门设置头脑风暴环节;鼓励学生公开分享创新成果;建立目标问题导向教学创新平台;搞好课程思政,为创新塑造价值内核。另外,大创项目及石油工程大赛项目的开展、双师型教学创新团队的建设,也能够提高大学生的创新能力。

**[关键词]** 发散思维;聚合思维;教学活动;素拓项目

**中图分类号:** G642

**文献标识码:** A

## Discussion on Cultivating Students' Innovative Thinking in the Teaching of "Oil Production Engineering" Course

LUO Tianyu, ZHANG Hongyu, ZHENG Yichen, HUANG Yingjiao

School of Petroleum Engineering, Guangdong University of Petrochemical Technology

**[Abstract]** The innovation ability of college students is related to the future of the country and the nation, so it is necessary to cultivate the innovation ability of college students in the teaching process. What young college students need to cultivate is the spirit of innovation and innovative ideas, and the innovative thinking mode includes divergent thinking and convergent thinking. The "Oil Production Engineering" is the backbone course for petroleum engineering students. In order to cultivate innovative senior talents in petroleum engineering, the following means and ways to cultivate students' innovative thinking through the teaching of "Oil Production Engineering" are proposed: create an innovative atmosphere and environment; widely apply divergent thinking in teaching activities; set up a brainstorming session; encourage students to share innovative results openly; establish a goal and problem-oriented teaching innovation platform; and do a good job in curriculum thought and politics to shape the value core for innovation. In addition, the development of big innovation projects and petroleum engineering competition projects and the construction of double qualified teaching innovation team can also improve the innovation ability of college students.

**[Key words]** divergent thinking; convergent thinking; teaching activities; quality development project

研究表明,理科学学生应该具有综合归纳能力、观察力、想象力、创造性思维、独立思考问题和解决问题的创新能力等。创新泛指摒弃旧的事物(思路、办法),创造一种新的事物,包括知识创新、技术创新、方法创新、管理创新等。创新概念适用于社会生活、学习、工作的各个领域,创新是一种精神、一种探索、一种意念。“采油工程”是石油工程

专业的主干课程,肩负着培养创新型石油工程人才的重任。在授课过程中,利用基于创新思维的基本原理,合理组织教学活动,有利于培养大学生的创新思维。

### 1 创新思维模式

#### 1.1 发散思维

发散思维表现为思维视野广阔,思维呈现多维发散状,包括相关联想、相

似联想、对比联想、因果联想、逆向思维等。能站在不同的角度思考同一问题,不墨守成规,不拘泥于传统,不受制于人,能产生解决问题的不同方法与思路,能够培养发散思维能力。在智力构成的各要素中,思维能力的培养占据着核心地位。发散思维是一种推测、发散、想象和创造的思维过程。英国外科医生李斯特从剩菜汤的腐败变质联想到伤口化

脓的问题,进而研究出了苯酚杀菌剂;鲁班从自己的手被茅草叶子边上无数的细齿划破,马上联想到若将其做成铁的就是可以锯木头,从而发明了锯;“坐飞机扫雪”更是典型的发散型思维例子,美国电信公司为解决电线积雪问题组织头脑风暴会议,有人提出了乘坐直升机、带上扫帚清扫积雪的奇怪思路,有一个工程师深受启发,他马上提出“用直升机扇雪”的新设想,解决了电线积雪的问题。

正向思维指按常规的、公认的、习惯的想法和做法进行思考。逆向思维是相对正向思维而言的,换句话说,逆向思维就是对常规的、公认的、习惯的思维方式的反叛,挑战“天经地义”“绝对正确”等传统思维。好处是克服了思维定式,打破了由于经验和习惯造成的僵化模式,具有批判性。世界上的任何事物都普遍包含着对立统一的矛盾,相互对立的两面是客观存在的。我们在接触事物时,相互对立的两面都在背景之中,只不过人们大部分时候只把注意力集中在主要方面,而忽视了对立面,并且对对立面缺乏明显的认识。逆向思维主张把对立面从背景中拉出来,推到前台,使之一目了然。逆向思维适用于各个领域、各种活动。早期的破冰船设计得十分笨重,依靠自身的重量从上而下压碎冰块,特别害怕侧向浮冰。苏联的科学家运用逆向思维,减小破冰船的重量,依靠破冰船的浮力,自下而上顶碎冰块,破冰效果非常好。

### 1.2 聚合思维

聚合思维也是创新思维的一种形式。聚合思维与发散思维相反,它是收敛性、辐集性、集中性思维,充分利用众多的信息,结合已有的知识和经验,经过条理化的逻辑思维,得出一个合理的结论。聚合思维是一种有方向、有范围、有条理的收敛性求同思维方式,是把发散开来的不同部分、不同方面、不同来源、不同材料、不同层次、不同角度的众多思路信息聚集成一个焦点,对发散思维结果进行系统全面地考察、分析、归纳,把多种想法理顺、筛选、综

合、统一为一个整体,从众多可能性结果中选出一个大家认为现有条件下能合理解决问题、有实用价值的最佳方案的思维方法。例如,公安人员破案时,要从各种迹象、各类被怀疑人员中发现作案人和作案事实,这些都需要运用聚合思维方法。

在柯南·道尔的《福尔摩斯探案全集》中,福尔摩斯说过这么一段话:“一个逻辑学家不需要亲眼见到或者听说过大西洋或尼亚加拉大瀑布,他能从一滴水上推测出它有可能存在。”日本信息专家根据中国官方对外公开播发的宣传资料,经过聚合思维加工,获知了大庆油田的信息。公开资料表明,铁人王进喜顶着鹅毛大雪,身穿厚棉袄、手握钻机刹把,身后有密密麻麻的井架。他们根据王进喜的服装衣着判定:大庆油田是在冬季为零下30度的中国东北北部地区,大致在哈尔滨与齐齐哈尔之间。日本人又根据“铁人”用肩膀将百吨设备运到油田的事迹介绍,判断油田离铁路线不远,因此推测出了油田的大致方位。

## 2 教学活动中学生创新思维的培养

### 2.1 营造创新氛围

创新氛围是指有利于学生进行创新活动、创新思维、创新学习的外在环境,学生能够通过主观心理感知。当学生感受到浓厚的创新氛围时,会倾向于积极主动地进行创新性行为。在创新氛围中,教师采用的激励形式会让学生产生强烈依赖感和情感,学生能够更主动地参与创新;同时,学生容易感受到学习上的压力,从而被动学习。为营造创新氛围,应当注重培养创新文化。比如:通过宣传加强创新理念在学生中的知名度,增强大家对创新的认同感;运用榜样示范法,激发学生实践创新的能力,引导学生积极参与到创新中来。

课堂讨论中,学生参加讨论活动,可遵循以下原则:

(1) 畅所欲言、解放思想、自由思考。不必顾虑自己的想法是否“幼稚可笑”。

(2) 杜绝扼杀式评判。要求教师不要对学生的设想进行批判,只允许鼓励,不许发表“这种想法太离谱了”之类的“扼杀句”。

(3) 多多益善。鼓励学生尽可能多地提出想法,这些大量的想法中定有真理的光辉。

(4) 它山之石,可以攻玉。鼓励学生进行智力互补,注意思考如何把两个或更多的设想结合成新的、更完善的设想。

将奖励机制搬到课堂,也是一种不错的激励手段。学生在创新研究过程中能够收获快乐,将激发学生更主动地参与到创新活动中。奖励包括物质层面的,也包括精神层面的。物质层面上的奖励是学生主动参与课堂活动,提供积极的思考成果,比如新的观点、新的思路、新的认识,或者提供了较多次数的互动成果,在课堂活动中活跃程度高,达到了教学目的,老师给予实物奖励,比如笔记本、笔、书籍、U盘等。除此之外,教师还应对学生进行精神上的激励,比如口头表扬、红星标记、素拓加分等,激发学生参与创新课堂活动的热情。

### 2.2 教学活动中创新能力的培养

研究证明,成功的学习需要真正的人际互动。教师的教学活动对于学生创新能力的发展至关重要。

#### 2.2.1 在教学过程中广泛应用发散型思维

在公式、原理、概念讲解过程中,应用对比联想、相似联想、因果联想等发散型思维来启迪大脑,增加趣味性,这有助于拓展学生思路,帮助学生快速理解、搞懂、记忆技术原理。比如:从洗菜水池被堵联想到暂堵压裂,联想到如何设计堵剂的颗粒组合及变形特性;从马桶被堵联想到压裂砂堵;从玻璃破碎联想到体积压裂。也可以利用事物之间的相互矛盾关系进行联想:酸岩反应速度非常快,氢离子遇到岩石后,很快将会被反应掉,导致有效裂缝长度减小。此时,从反面激发联想者的丰富想象力,通过减慢氢离子的释放速度,可以制造

更长的酸蚀裂缝,从而得到有创造性的设想和方法,比如自生酸、变粘酸、固体酸等。

2.2.2专门设置头脑风暴环节展开讨论

针对某个特定的、重要的学术性问题,教师提醒学生开动脑筋,利用发散型思维,包括对比联想、相似联想、因果联想,或者利用逆向思维,找到问题的突破口,激发学生的高级思维活动,从各个角度提出解决问题的方法、思路。这种研究性的教学活动有助于培养学生的创新思维习惯,锻炼学生的思维能力,开启学生的智慧之门。这种创新智慧不仅有助于一般性工程问题的解决,更有助于学生在职业生涯中解决更多、更难、更复杂的问题,培养出大师级人物,培养出石油工程界的超级工匠,为更好、更快开采油气田做出更大的贡献。比如,在讲解第六章“水力压裂”的第三节“支撑剂”时,设置下列问题让学生讨论,以锻炼发散型的思维与聚合思维:

(1) 支撑剂为什么做成圆形的?

(2) 请你设计压裂支撑剂(从密度、大小、耐压、耐温、形状、强度特性、磁性、放射性、膨胀性等角度考虑)?

(3) 给定闭合应力(43MPa)的压裂储层,需要设计采用何种支撑剂?

再比如,讲解第六章“水力压裂”的第二节“压裂液”时,设置下列问题让学生讨论,以锻炼逆向思维:

(1) 清水可以当压裂液使用吗?

(2) 果冻可以作为压裂液使用吗?分析液体黏度的两个极端对压裂过程的影响,从逆向思维角度,理解流体黏度对水力压裂的重要性。

2.2.3鼓励学生分享创新成果

在学生中营造知识共享氛围,能够提高学生的创新能力。同龄的学生在思维模式、知识能力、经验认识方面具有相似性,沟通起来更容易。在教学活动中,教师可鼓励学生通过各种形式进行充分的沟通和交流,教师要有意识地建立学生之间分享成果的有效机制,促进学生之间的交流和分享。比如,鼓励学生动手总结章节要点、画出思维导图、设计

考题并给出解析。例如,针对如何实现页岩油的体积压裂这个综合性的问题,需要从压裂设计理念出发,针对岩石特性,从液体类型、支撑剂、排量、簇间距、段间距、压裂规模、射孔技术、工厂化作业等各个方面来考虑问题。可通过专题讨论,逐个搞清楚各个参数、各种工艺对裂缝形成的影响效果,在学生形成一定的认识以后,挑选对技术理解比较深入、到位的学生,组成一个临时团队,在老师的帮助下,让学生自己动手做出汇报材料,在课堂上分享解决思路与方法,老师再进行点评,有助于学生巩固创新成果。

2.2.4建立目标问题导向教学创新平台

采用目标问题导向式教学方式,旨在锻炼学生的自学能力、理解能力、分析能力、实践能力,避免了老师全大幅度灌输讲授、课堂互动少、学生学习趣味性不高等问题。目标问题分五个层次:基础问题、重点问题、难点问题、实践问题、拓展问题。各个层次的问题,其难度及灵活度呈现阶梯性上升,并体现出对学生创新思维能力的训练与考查。整个教学过程涉及自学环节、老师讲授环节、互动讨论环节。让学生动起来、忙起来、活跃起来、主动参与,积极思考。在学生自习阶段,所有问题设计提前发给学生,指导学生自主学习课本、教学多媒体、教学视频等;教师讲授环节,围绕重点问题、难点问题、实践问题及基础问题中的部分知识点展开,以在线多媒体讲授为主;在互动讨论环节,教师引导学生思考、分组讨论,比如深度酸压一节,可以这样设计实践、拓展问题:高温高压灰岩储层如何实现深度穿透?化学缓速酸的奥秘。

2.2.5课程思政为创新塑造价值内核

课程思政有助于强化大学生的学习动力。无数事实证明,在学习科学文化的征途上,凡是有作为、勇攀高峰的人,总是离不开崇高的理想、坚定的信念和顽强的毅力。大学教育全面落实立德树人根本任务,广泛开展理想信念教育,

厚植爱国主义情怀,加强品德修养,增长知识见识,培养奋斗精神,不断提高学生思想水平、政治觉悟、道德品质、文化素养。根据“采油工程”的课程特点,应着力培养学生的“大庆精神”、“铁人精神”、“苦干实干”精神、“三老四严”精神、家国情怀、工匠精神、无私奉献精神、团结精神,让学生形成正确的价值观与世界观。

2.3素拓项目对学生创新思维培养的影响

大创项目及中国石油工程大赛项目构建了一个问题情境,这要求学生具备一定的知识储备,并利用已有知识,通过内化和转化得到新的知识,从而解决问题,该过程促进了学生创新思维的培养。在大创项目实施过程中,针对选题和立项,导师应鼓励学生自由探索,这有利于发现有价值、有意义的线索与课题,也有利于学生从事创新性的工作。在某些特定专题的研究方面,导师应让学生自行安排研究工作的先后顺序、进度等,为学生提供相对宽松的创新环境。在研究过程中,导师鼓励学生敢于冒险、打开思路,尝试不同的问题解决方案,这有利于促进学生积极解决问题,从而促进创新。在中国石油工程大赛项目实施过程中,导师制订宏观的工作目标和计划,将减少学生自由探索的盲目性;导师检查工作任务完成情况,督促学生投入足够的时间和精力,为创新奠定基础;导师指导学生利用聚合型思维,抽丝剥茧,找到解决问题的最佳方法,激发学生的创新能力。

2.4教学团队的建设

教学创新团队的建设对于学生创新能力的培养有重要的引导作用。石油工程教育的目的重在应用,而面向应用的创新更是学校素质教育的目的。双师型教师具有现场应用经验,这将使创新活动的主题更具应用价值与现实意义。建立以双师型教师为主的教学创新团队,并促进团队成员之间的交流与合作,能够快速推进人才培养质量提升。正如哈耶克所言:每个人都不能掌握真理的全部,只是占有知识的某些片段,知识内

部具有逻辑顺序和结构,需要传授、创造知识片段的个体相互沟通和协作。

### 3 结语

创新思维能力是石油工程类理工科大学学生必备的能力,它是学生应用能力、实践能力的重要基础。创新型思维包括发散思维与聚合思维,其中发散型思维包括相关联想、相似联想、对比联想、因果联想、逆向思维等。

在“采油工程”课程的教学活动中,为培养学生的创新思维能力,应营造创新的氛围与环境。在教学活动中广泛应用发散型思维,启迪创新型思维;专门设置头脑风暴环节,锻炼学生的创新型思维;鼓励学生公开分享创新成果,提高学生的知识吸收能力,为学生创新提供动力;建立目标问题导向教学创新平台,为创新活动提供载体;搞好课程思政,为创新塑造价值内核。大创项目及中国石油工程大赛项目的开展,双师型教学创新团队的建设,对学生的创新能力提高有着巨大的推动作用。

广东石油化工学院“采油工程”教学团队,推行创新思维教学活动,并逐渐推广到其他课程中,学生培养质量逐年提高,在工作岗位上的表现得到企业

的认可,并在中国石油工程大赛中多次获得采油气工程单项组二等奖,这初步体现了教学活动中创新能力培养的成效。

### 基金项目:

广东省高等教育教学研究和改革项目“基于创新能力培养的石油工程教学方式方法改革研究与实践”(编号:234391)。

### [参考文献]

[1]陈向明,李文利,崔艳红,等.综合大学理科人才素质与课程体系研究[J].高等教育研究,1997(01):55-60.

[2]罗天雨.基于应用型人才培养的采油工程教学研究[J].西部素质教育,2019(16):6-7+11.

[3]黄曦农.浅议发散性思维在艺术设计中的培养及应用[J].黑河学院学报,2018(06):171-172.

[4]雷田,朱秋萌,王宇晖.设计艺术教育中研究性思维的培养探索[J].艺术教育,2019(01):239-241.

[5]张惠萱,柳小康,字敏.逆向思维在化学教学中的应用[J].山东化工,2021(22):203-206.

[6]汤丁萌,张宇,黄家荣.聚合思维

研究述评[J].内江师范学院学报,2018(04):8-14.

[7]Amabile, T.M. Social Psychology of Creativity: A Concensual Assessment Technique[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1982(43):997-1013.

[8]Isaksen, S.G., Lauer, K., Ekvall, G. Situational Outlook Questionnaire: A Measure of the Climate for Creativity and Change[J]. Psychological Reports, 1999(85):665-674.

[9]罗天雨,王遨宇,张鸿宇.基于目标的问题导向教学法探讨[J].广东化工,2020(21):219-220.

[10]罗天雨,雷俊雄,张鸿宇.《采油工程》课程思政的探索与实践[J].广东化工,2020(20):170-171.

[11]罗天雨,鲍祥生,刘梅晴.从学生视角谈石油工程专业双师型发展模式[J].科学咨询(教育科研),2020(06):57.

### 作者简介:

罗天雨(1971-),男,汉族,河南方城人,副教授,博士,从事水力压裂、采油工程等研究与教学工作。