

“地质-工程一体化”方向工程领军人才本-硕-博一体化培养模式探索与实践

魏启新 鲜成钢 宋兆杰

中国石油大学（北京），北京，102249；

摘要：非常规油气资源是我国当前和今后油气增储上产最重要的现实领域，地质-工程一体化是我国非常规油气效益发展的必由之路，要实现真正的地质-工程一体化，需要高层次复合型工程人才，为此，亟需探索工程博士培养新模式，发展“地质-工程一体化”新工科微专业、实施本硕博一体化培养。通过深入分析本硕博一体化贯通培养中可能出现的培养方案制定、选拔机制、课程设置等方面的问题，提出解决思路，阐述“地质-工程一体化”微专业方向工程领军人才本-硕-博一体化培养模式。

关键词：地质-工程一体化；本硕博一体化；贯通培养；培养模式

DOI:10.69979/3029-2735.24.6.040

1 “地质-工程一体化”本硕博一体化培养的背景意义

中国油气资源开发已经进入了非常规油气藏、复杂和难动用油气藏为主体的时代，有效开发这类“低品位、劣质化”油气资源，对保障我国油气供给安全，具有决定性意义。地质-工程一体化是实现非常规油气藏、复杂油气藏和难动用油气藏效益开发的必然途径，这一理念已经形成业界共识，在业界的应用也日益广泛和深入。而地质-工程一体化本质上是复杂系统中技术、流程和人的相互作用和全局优化，具有多学科知识和技能的人才，是有效实施地质-工程一体化的必要条件之一。因此，亟需探索发展“地质-工程一体化”新工科微专业、实施本-硕-博一体化培养。

切实推动石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）及地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）从本科到博士的连贯培养模式的探索与实践，首先，这将有助于提高高校在培养高端工程技术人才方面的作用，同时最大限度地利用高校的各种资源和工程技术教育平台，以高质量、高效率的方式建立新的工程技术学科框架，并且培养具有跨学科知识的综合性人才；其次，该模式可以实现学以致用，研以致用，立足国内，走向世界，能够有力解决油气行业国内外发展的高层次复合型工程人才需求。

2 “地质-工程一体化”本硕博一体化培养的研究现状

究现状

确保能源（油气）的安全供应是国家策略中的关键要素，而非常规油气资源现已成为我国未来储量及产量增加的主要动力。历经“十三五”阶段的重点攻关，我国已经在包括致密油气、页岩油气在内的非常规油气资源领域中获得了显著成就，当前新增的油气地质储量中大约 70% 以及新增的油气产量中约 50% 都源自于非常规油气资源。然而，由于国内新发现的油气资源品质不断下滑，油气田的勘探与开发工作正遭遇重大障碍，迫切需要引入创新的理念、先进的技术和有效的实践来克服这些困难。美国在非常规油气领域的成功大规模开发，不仅推动了跨学科的合作，还加速了多项技术整合的一体化创新进程。为了克服低油价带来的挑战，并达到“效益勘探开发”的基本目标，地质-工程一体化模式适时出现，为我国非常规油气和复杂油气藏提供了一种新的高效勘探与开发路径。

在地质-工程一体化的概念体系中，“地质”是指涉及油气藏的综合研究，包括地质-油藏描述、地质建模、地质力学分析及油气藏工程评价等内容，而不仅仅是传统意义上的地质学研究领域；“工程”则是指在勘探与开发的各个阶段，从钻探到生产，对相关工程技术及解决方案进行细致选择、优化，并指导实际操作与执行计划。对于页岩气、页岩油等连续性非常规储层来说，所谓的“藏”通常指的是储层内的优质部分或被称为“甜点”区域。

地质-工程一体化的目标是增强单井平均产量，其方法是以三维建模为关键，并依托于地质和储层的整体研究，在油气藏勘探与开发的不同环节，针对出现的主要挑战，展开前瞻性的、专门的、预测性的、指导性的、有效的且适时的研究与应用。配合高效的管理体系和操作执行，系统化地积累并充实钻井、固井、水力压裂、试采及生产等多个领域的知识与工程实践技能，不断优化钻井与压裂等技术策略。在区块、平台及单井三个层面，分层次地动态改善工程技术效率与开发成效，以实现长期增加产量和提升效率的目标。昭通国家级页岩气示范区黄金坝 YS108 区块在实行地质-工程一体化项目中所获得的经验及其实际效果，展示了这种方法的实用性和推广潜力；新疆油田玛湖地区在致密油藏开发中，采用了地质-工程一体化的概念进行集中攻关，通过建立详细的地质模型和地质力学模型、优化钻井工具与钻井液体系、采用随钻实时调节的地质导向钻井等一系列措施，使得区块的地质理解与工程实践紧密衔接，克服了钻完井过程中的诸多挑战。

然而，考虑到地质-工程一体化技术跨越了多个学科，并且在管理上牵涉到机构内的多个部门，因此，实现这一理念的成功整合不仅是技术上的难题，更是管理上的责任，而管理方面的作用或许对最终的结果具有更重要的影响。因此，地质-工程一体化实际上是系统工程框架内对技术、程序及人员协作进行全面优化的过程，而具有多学科知识和技能的人才，是有效实施地质-工程一体化的必要条件之一。

目前，我国石油高校尚未见开展地质-工程一体化方向人才培养的探索与实践，甚至针对非常规油气勘探开发的地质-工程一体化教学仍处于起步摸索阶段，发展“地质-工程一体化”新工科微专业、实施本-硕-博一体化培养具有重要意义。

3 “地质-工程一体化”本硕博一体化培养的培养目标

石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）本硕博一体化培养模式立足高校在石油石化领域的特色优势学科，旨在培养多学科交叉融合能力的工程型领军型人才，从事油气藏“地质-工程一体化”研究、应用及管理，服务国家重大战略需求。

本科阶段培养多学科基础知识、科学及工程素养、综合能力等全面发展，系统掌握开发地质、油气田开发

工程、数学、力学、大数据及人工智能、外语等基本方法和基本技能，具有突出多学科一体化意识、实践能力和国际视野的本科卓越工程师人才，为培养工程型人才打下坚实基础。

专业硕士学位教育的目标是培养能在科研开发、技术创新、工程设计与建造、项目策划与管理等多个方面发挥作用的复合型工程技术人才。学生应当掌握非常规油气领域的基础理论体系、先进技术和现代化工具。需要具备独立开展设计与实施、评估与集成、研究与创新以及管理与决策等方面的能力。此外，还需了解该领域中的当前技术状况和发展方向，并具备较强的实际操作能力和初步的创新思维。

工程博士阶段培养面向我国能源领域重大战略需求和国民经济发展需要、适应当代科学技术发展趋势，具备深厚的工程学科理论基础及系统的专业知识，并能够应对复杂的工程技术挑战，促进技术革新与工程项目的产业化，以及规划和实施技术研发工作，具有一体化理念、国际化视野、多学科融合、自主创新、组织领导力的复合型工程人才，为培养造就高层次工程技术领军人才奠定基础。

4 “地质-工程一体化”本硕博一体化培养的研究内容

拟以石油工程专业或资源勘查工程专业本科三年级学生为培育对象，强化力学、数学、计算机等基础学科知识，分别补充增强资源勘查工程或石油工程专业基础能力，按照“本科卓越工程师→专业学位硕士→工程博士”贯通式培养，形成石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）或地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）本-硕-博一体化培养方案，探索复合型工程技术人才培养新模式，为学科建设培育新的增长点。

1. 石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）专业本-硕-博一体化培养方案制定。

具体内容：该培养计划的核心在于设定从本科直至博士阶段的一体化培养目标与定位，细化培养模式与实施策略，包括教学活动的流程设计及专业实习安排等内容。

2. 石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）专

业本科阶段课程体系建设。

具体内容：根据地质-工程一体化的培养需求，剖析石油工程专业/资源勘查工程专业本科阶段课程结构与现状，强化力学、数学、计算机等通识课程，增强资源勘查工程专业/石油工程专业课程，改造或设计非常规油气相关的专业课程以及实践类课程建设方案，形成石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）本科阶段课程体系。

3. 石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）专业研究生阶段课程体系建设。

具体内容：根据地质-工程一体化的培养需求，剖析石油与天然气工程专业/地质资源与地质工程专业学位硕士及工程博士研究生阶段的课程结构与现状，突出强化研究生阶段课程与本科阶段课程的发展性、延续性及特色性，并规划设计非常规油气相关的专业课程以及实践类课程建设方案，形成石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）专业/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）专业学位硕士及工程博士研究生阶段课程体系。

4. 石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）培育班学生选拔与培养。

确定培育对象在各环节的考核选拔时间节点，制定学生评估考核办法以及石油与天然气工程（地质-工程一体化方向）/地质资源与地质工程（地质-工程一体化方向）指导教师聘任条件及聘任办法等，明确学籍、班级管理模模式，确保院系之间、校企之间有机融合，为行业培养复合型工程人才。

5 “地质-工程一体化”本硕博一体化培养的实施方案

5.1 培养方向

非常规油气地质-工程一体化

5.2 培养方式

依托石油与天然气工程领域的国家重点研发计划、重大专项，以及与中石油、中石化、中海油等企业战略

合作重大、重点工程项目，采取校企合作的方式进行联合培养，采取全日制的学习模式，并运用校企协作的双导师或导师小组联合指导的方式。研究生将在导师小组的共同指导下，完成综合课程的学习、工程管理实践、项目研究以及学位论文的答辩等一系列培养任务。

工程博士生须定期（每月、每季度或每 6 个月）就学位论文进展情况向导师组进行汇报，作为报告人至少参加一次学校组织的工程博士学术交流论坛。



图 1 培养模式

5.3 学制与年限

学习年限为 9 年，其中本科阶段 4 年，研究生阶段 5 年（研究生第一学年按专业学位硕士研究生学籍管理）。

5.4 实践环节

在研究生学习期间，须结合所承担的企业大型或重大工程项目，开展不少于 1 年的专业实践，进行系统性工程能力训练，培养工程技术创新能力。专业实践结束后，需提交书面实践报告，经校内外导师签署审核意见，并通过学院考核通过后记入学分。

在学习期间，须有参加国内外高水平学术交流或研修的经历，经学院审核通过后记入学分。

5.5 学位论文

（1）论文选题：应根据相关领域的重要工程项目及重点科研计划，紧密对接企业的实际工程技术需求，体现其显著的应用价值。

（2）研究内容：论文的内容应侧重于解决关键性的工程技术挑战、推动企业的技术创新及产业升级，涵盖范围可包括新的工程技术探索、大型工程的设计方案、新产品的研发或新设备的研制等。

（3）成果形式：学位论文需展示独立开展的创新研究成果，成果形式可以是学术文章、专利发明、行业规范与标准、科技成就奖项、有形化技术产品等。这些成果需与学位论文的内容直接关联，并且是在攻读学位

过程中取得的。

(4) 水平评价: 针对工程类博士专业学位论文, 在评价时应考虑其学术影响力、技术革新水平及所产生的社会与经济效益, 并尤其注重其创新能力和解决实际工程技术问题的成效。

6 结语

油气开发大系统是由地质系统及其子系统、工程系统及其子系统共同组成的复杂互动的整体。实行“地质-工程一体化”的本科至博士一贯制教育模式, 可以打破学科执念、专业壁垒和管理界限, 以“点、线、面”思路组织多学科研究, 全方位培养人才。为了服务于国家能源战略安全的需要, 满足业界对非常规油气开发高层次复合型工程人才日益迫切的需求, 探索工程博士培养新模式, 亟需探索发展“地质-工程一体化新工科”、实施本-硕-博一体化培养。

参考文献

- [1] 吴奇, 梁兴, 鲜成钢, 李岫. 地质-工程一体化高效开发南方海相页岩气[J]. 中国石油勘探. 2015, 20(04).
- [2] 李欣欣, 陈妍君, 邢政权. “交叉学科”门类设置的价值意蕴[J]. 高教发展与评估, 2022(2).
- [3] 吴宝锁, 田良臣, 刘登琿. 多学科协同的“新文科”卓越人才培养路径[J]. 高教发展与评估, 2022(2).
- [4] 吴思聪, 刘阳. 新兴交叉学科本硕博一体化培养体制机制优化: 以苏州大学纳米科学技术学院为例[J]. 江苏科技信息, 2023, 40(23): 15-17.
- [5] 宋洋, 刘丝嘉, 何静仪, 等. 本硕博一体化人才培养

机制研究: 以中国社会科学院大学为例[J]. 南阳理工学院学报, 2023, 15(1): 56-61.

- [6] 嵇敏, 陈璐, 薛璟. 学术型拔尖创新人才培养之本硕博一体化途径思考[J]. 科教文汇(下旬刊), 2020(15): 8-10.

[7] 张颖, 杨凤珠, 姚建林. 化学专业本硕博一体化培养的课程建设探索[J], 化学教育(中英文), 2020(24): 88-91.

- [8] 王新羿, 林芳, 冯杰. 本博贯通拔尖创新人才培养模式下学生综合素质培养研究——以北京交通大学詹天佑未来技术学院为例[J], 北京教育(德育), 2021(Z1): 83-86.

[9] 惠振阳, 夏元平, 程朋根, 等. 导师制下地方高校本科生科研创新能力培养机制[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2022(4): 383-386.

作者简介: 1. 魏启新(1987—), 女, 汉族, 山东德州人, 硕士研究生, 毕业于中国石油大学(北京)经济管理学院, 研究方向工商管理。现于中国石油大学(北京)非常规油气科学技术研究院工作, 担任研究生教学秘书。

2. 鲜成钢(1971—), 男, 汉族, 四川南充人, 博士研究生, 毕业于中国石油大学(北京)石油工程系, 研究方向油气田开发工程。现于中国石油大学(北京)非常规油气科学技术研究院工作, 担任研究院院长。

3. 宋兆杰(1985—), 男, 汉族, 山东聊城人, 博士研究生, 毕业于中国地质大学(北京)能源学院, 研究方向油气田开发工程。现于中国石油大学(北京)非常规油气科学技术研究院工作, 担任研究院副院长。