

卷首语

石油工程仿生学的发展

从千百年前模仿蜘蛛织网发明渔网,到近代模仿鸟类飞翔发明飞机,人类一直在向大自然学习,对仿生学的使用也从无意识向有意识转变。中国科学院院士路甬祥这么定义仿生学:仿生学是研究生物系统的结构、性状、原理、行为以及相互作用,从而为工程技术提供新的设计思想、工作原理和系统构成的技术科学。

进入21世纪,仿生学的思维和方法迅速渗透到各个学科和行业,其中包括石油工程。为了系统、全面地推动仿生学与石油工程的融合,2009年,中国石油勘探开发研究院成立了中国第1个石油工程仿生研究部门。经过几年探索,在仿生泡沫金属防砂、非光滑表面膨胀锥、仿生振动波传输等方面取得了阶段性成果,部分进入了现场应用阶段。实践表明,石油工程和仿生学的结合是合理可行的,从长远来看,建立“石油工程仿生学”是非常必要的。

石油工程仿生学是借鉴生物系统的结构、原理、功能等特征为石油工程技术难题提供解决方案的学科。根据石油工业的技术现状、需求和特点以及仿生学的整体发展水平,未来石油工程仿生学应注重材料仿生、表面仿生、信息仿生和工程仿生等4个方面的系统性研究,以点带面,形成涵盖勘探、开发、工程的仿生技术体系。

1) 材料仿生。材料仿生是指仿制天然材料或利用生物学原理设计和制造具有生物功能甚至是具有真正生物活性的材料。石油工程领域的材料仿生主要分为两类:一是在机械、电学、化学、物理等方面具有仿生特性的主体材料,此类材料或在宏观上体现出明显的仿生特征,或通过外场刺激可控其分子的长度、结构、化学组成、表面形貌等,或通过自身特殊微纳



刘合,哈尔滨人,中国石油勘探开发研究院副总工程师,中国工程院院士。主要研究方向为油气田开发。

结构形成天然材料所不具备的超常物理特性(如光学、声学、热学等),具有轻质高强、超隔热、声学隐身等特征的这类材料可用于替代石油工业中常用的钢铁、橡胶、陶瓷等,大幅提升现有材料、工具以及传感器的性能指标;二是具有强化、修复、润滑、保护等作用的微观仿生材料,此类材料可提高现有制剂性能、界面结合效果等,多以添加剂的方式应用。

2) 表面仿生。表面仿生是指在处理对象表面实现类似生物的表面结构。未来石油领域的表面仿生重点集中在仿生非光滑功能表面和仿生浸润性两方面:仿生非光滑功能表面主要应用到大量处于恶劣环境中的设备、管线、平台中,提高运动组件的减阻、耐磨、脱附等性能以及非动组件的防腐、防垢等特性,延长装备寿命,提高作业效率,降低安全风险;仿生浸润性处理使对象表面具有自清洁、亲油、疏油、亲水、疏水等不同浸润性的组合特征,从而衍生出新的功能特性。

3) 信息仿生。信息仿生是对生物信息获取、大数据处理以及生物间信息沟通、协同等特性的模拟与实现。石油信息仿生主要分两类:一是借鉴生物在信息感知和传递方面的特性,研制新型传感或信

息传递装置,提高信号采集的精度、广度及适用范围,该技术可用于油田生产数据的精确采集以及信息的高效传递,提高油田生产状态的实时监测与控制水平;二是在信息处理方面借鉴生物的大数据处理机理和方法,提高大数据处理能力和智能化水平,建立决策机制,并将其应用在地震解释、油藏认识、开发方案制定以及油田综合管理等方面,促进油田勘探开发高效运行。

4) 工程仿生。工程仿生是对生物某种功能的模仿,注重仿生功能的实现,不强调机理相似。工程仿生主要有两类:一是对生物功能的模仿和实现,注重结构相似或生物功能的工程实现,优化功能结构和控制方式,促进功能拓展,提高作业效率和便捷化程度,如模拟微生物运动行为而设计出的能自主进入岩层微小孔道的微纳尺度机器人;二是工程实践方法,在石油仿生研究成果的工业应用过程中解决适用性问题,提供切实可行的工程实践手段。

目前,石油工程与仿生学的结合依然处于“形似”的初级阶段,随着生命科学研究水平的提高以及电子、材料、控制等学科的技术进步,人类对生命本质的认识愈加深刻,将促使石油工程仿生研究成果与被模仿的生物本身越来越“神似”;反之,石油工程仿生学的发展也使得人们在科研实践中深化了对生物本身及其活动的理解,进一步促进了生命科学研究,并使之有形化。

(中国石油勘探开发研究院,北京 100083)