

中国石油大学胜利学院



JOURNAL OF SHENGLI COLLEGE CHINA
UNIVERSITY OF PETROLEUM

2018年 第3期 第32卷 总第117期

学报

中国石油大学胜利学院

(季刊)

2018 · 3

(第32卷第3期)

总第117期

主 编 刘衍聪(兼)
执 行 李 军
主 编

本期执行编辑
董大伟

目 次

· 石油与化学工程 ·

- 陈官庄地区沙四下红层输导体系运移能力定量表征方法
..... 蔡宏兴,赵海燕,王延章,路 达,闫瑞萍,李静雯(1)
- 垦东12块馆上段河流相沉积特征及模式 郝守翠(7)
- 郭局子地区沙河街组深层砂砾岩成岩作用
..... 刘 凤,王延章,曹小丽,蔡宏兴,杨 静(11)
- 排10西火成岩储层特征及控制因素研究 张华锋(17)
- 多粒级砾石充填防砂性能及尺寸优化试验研究
..... 钟奕昕,董长银,周玉刚,秦延长,邵现振,郑英杰(20)
- 二元复合驱化学剂产出特征及开发动态规律研究
..... 夏志增,张潇华,任伟伟(26)
- 多流管法预测中轻质油藏含水上升规律新实践
..... 马 栋,杨 明,陈存良,赵汉卿,余元洲(32)
- 水平井分段智能控水采油技术及现场应用 王艳丽(36)
- 环保型水基钻井液体系的研究与应用
..... 陈二丁,王金利,张海青,杨倩云(39)
- 梳型聚合物降滤失剂DMP-2的研制
..... 蓝 强,李公让,郑成胜,徐运波,张 鹏(43)

· 机械控制与信息工程 ·

- 分光计调节和测量方法的研究
..... 张雷明,张 园,宋 宁,张 伟(48)

应用于防汛的树选择贝叶斯分类器研究
..... 宫龙飞,刘 泽(52)

· 教育与教学研究 ·

公共服务视域下 0~3 岁婴幼儿早期教育体系构建
——以东营市为例 黄 璟(56)

基于 OBE 理念的资源勘查工程应用技术型人才培养模式
创新研究 胡秋媛,李 军(61)

应用技术型高校数字化教学资源建设思路探究
——以中国石油大学胜利学院为例 贾伟玲(65)

视觉传达设计专业“三位一体”的实践教学体系探索
..... 王 勇(69)

大学生社会主义核心价值观教育有效路径探析
..... 李延延(73)

· 经济社会与文化研究 ·

基于泰山生态智慧的生态文化建设研究 侣连涛(76)

基于共生理论的山东省农村电子商务发展模式探析
..... 李大容(81)

我国环渤海港口经济发展状况比较研究 魏潇潇(85)

石化产业发展趋势下东营市国家级石化基地建设研究 ...
..... 王鹏继(90)

化学工程学院简介 封二
征稿简则 封三

中国石油大学胜利学院
学 报

1984 年创刊 季刊
2018 年第 3 期 总第 32 卷第 117 期
2018 年 9 月出版

主 管 山东省教育厅
主 办 中国石油大学胜利学院
编辑出版 中国石油大学胜利学院学报
编辑部
印 刷 东营天成彩印有限公司
发行范围 国内外公开发行
地 址 山东省东营市济南路 1 号
邮政编码 257000
电 话 (0546)7396209,
(0546)7396218
E-mail slxb@sohu.com,
slxyxb@slcupc.edu.cn

国际标准连续出版物号
ISSN 1673-5935
国内统一连续出版物号
CN 37-1446/TE

MAIN CONTENTS

Study of Quantitative Characterization Method on Migration Capacity of Pathway System of Red Beds in Lower Part of ES₄ in Chenguanzhuang Area CAI Hongxing, ZHAO Haiyan, WANG Yanzhang, LU Da, YAN Ruiping, LI Jingwen(1)

Fluvial Facies Sedimentary Character and Model of the Upper Member of Guantao Formation in Kendong Area HAO Shoucui(7)

Volcanic Reservoir Characteristics and Controlling Factors in the West of Paishi Area ZHANG Huafeng(17)

Experimental Study on Gravel Sizing Optimization for Multi-gravel Packing Sand Control ZHONG Yixin, DONG Changyin, ZHOU Yugang, QIN Yanchang, SHAO Xianzhen, ZHENG Yingjie(20)

Chemicals Production Characteristic and Development Law Investigation of Surfactant-Polymer Flooding XIA Zhizeng, ZHANG Xiaohua, REN Weiwei(26)

New Practice of Predicting Law on Watercut Increase of Medium-Light Reservoirs by Multi-Flow Tube Method MA Dong, YANG Ming, CHEN Cunliang, ZHAO Hanqing, YU Yuanzhou(32)

Horizontal Segmented AICD Technology and Field Application WANG Yanli(36)

Research and Application of Environmental Water Based Drilling Fluid System CHEN Erding, WANG Jinli, ZHANG Haiqing, YANG Qianyun(39)

Preparation and Performance of Comb- Polymer Filtration Loss Reducer DMP-2 LAN Qiang, LI Gongrang, ZHENG Chengsheng, XU Yunbo, ZHANG Peng(43)

Study on Adjustment and Measuring Methods of Spectrometer ZHANG Leiming, ZHANG Yuan, SONG Ning, ZHANG Wei(48)

Construction of Early Education System for Children of 0-3 Years Old in Public Service Perspective——A Case Study of Dongying City HUANG jing(56)

Research on Innovative Training Mode of Applied Technical Talents in Resource Exploration Engineering Based on OBE Conecpt HU Qiuyuan, LI Jun(60)

Research on Ecological Culture Construction Based on Taishan Ecological Wisdom SI Liantao(76)

陈官庄地区沙四下亚段红层输导体系运移能力定量表征方法

蔡宏兴¹, 赵海燕¹, 王延章², 路 达³, 闫瑞萍³, 李静雯⁴

(1. 中国石化胜利油田 现河采油厂, 山东 东营 257068; 2. 中国石油大学胜利学院 油气工程学院, 山东 东营 257061; 3. 中国石油辽河油田 勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010; 4. 中国石油大学(北京) 地球科学与技术学院, 北京 102249)

[摘要] 输导体系研究是制约陈官庄地区红层勘探的难点, 探井成功率较低。为解决陈官庄地区输导体系运移能力的定量表征问题, 系统梳理红层输导体系定量表征方法, 对断层输导能力、连通砂体输导能力、不整合输导能力和油层压力进行单项量化表征, 在归一化处理基础上赋予权值后进行综合评价。研究认为, 陈官庄地区南坡东西分带现象明显, 沙四下存在胜科1—官126方向优势通道, 陈官庄及该区沙四下成藏区为高值区, 王家岗地区为低值区。该方法对准确预测有利成藏区, 获得有利的勘探目标具有重要意义。

[关键词] 陈官庄地区; 红层; 输导体系运移能力; 权值; 定量表征方法

[中图分类号] TE122 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0001-06

陈官庄地区沙四下亚段发育一套陆相碎屑沉积(红层), 油气分布井段长, 是东营南部目前较为现实的勘探接替阵地。官126、王66等井获得成功之后, 掀起了陈官庄地区沙四段红层勘探热潮。陈官庄地区沙四下具有有利的成藏条件, 蕴藏较大的勘探潜力。但勘探实践证明, 其勘探难度大, 探井成功率较低。输导体系研究一直是其勘探难点, 需结合断层、砂体、不整合面进行定量评价^[1], 阐明其输导能力, 为下一步勘探指明方向。前人虽然对陈官庄地区做了大量工作, 但主要是围绕在构造、储层、沉积和油气成藏等方面, 对于输导体系的定量研究是一个薄弱环节^[2-3]。笔者提出红层输导体系定量表征方法, 主要包括断层、连通砂体、不整合、油层压力4种, 在对单项进行研究的基础上, 进行综合评价。

1 区域地质概况

陈官庄地区位于东营南坡东部, 通一王断裂带中段(图1)。其油源主要来自牛庄洼陷, 沙三—沙四段为主要烃源岩, 生排出的油经输导断层、连通砂

体及不整合运移至红层内砂岩储层成藏, 油藏直接盖层为红层内泥岩隔层。沙四上烃源岩发育于半咸水沉积环境, 具植烷优势, 富含伽玛蜡烷, 甾烷异构化程度较低, 生油潜力大且具备生成低熟油的能力。沙三段烃源岩是东营凹陷最重要的烃源岩, 分布广, 厚度大, 生油指标好, 成熟度较高, 生油潜力大, 是最重要的烃源岩层系。这两套烃源岩有机质均有较高的丰度, 有机质类型均以I型干酪根为主。

2 断层输导能力

油气输导体系是指具有油气输导能力的空间及其形成这些空间的介质所组成的空间网络系统^[4]。有效烃源岩是油气成藏的物质基础, 油藏空间展布形态是结果, 起到“桥梁”作用的是输导体系。东营凹陷南坡红层不具备生成大量油气的能力, 油气只有通过有效输导体系才能大量汇聚成藏。因此, 输导体系是东营凹陷南坡红层油气运聚体系研究的核心。断裂是东营凹陷南坡红层最主要的构造形式。切割红层的断裂数量众多, 主要发育NE、近EW和NW3组

[收稿日期] 2018-07-10

[基金项目] 国家科技重大专项(2017ZX05013-006-003)

[作者简介] 蔡宏兴(1965—), 男, 福建南平人, 中国石化胜利油田分公司现河采油厂教授级高级工程师, 硕士, 主要从事油气田勘探研究。

断裂体系。油源断层是指切入烃源岩、断距大的断层,以 EW 和 NE 断层为主。对红层油气成藏来说,油源断层的输导作用至关重要,它较好地沟通了油源,为油气的后期运移打下了基础。

目前,直接评价断裂输导油气能力的方法多建立在达西定律基础上,通过简化公式减少计算参数,并结合断裂裂缝数据计算。而研究区红层埋深偏大,且裂缝等相关数据较少,因此提出了断层砂计算断裂输导能力的方法,即采用断层砂法来定量评价断裂输导能力。

仿照 G. Yielding 断层泥分布率 $SGR^{[5]}$ 及计算

公式提出了断层砂的计算公式:

$$SandGR = (\sum \text{砂岩层厚度}) / \text{断距} = (\sum h) / H. \quad (1)$$

式中, h 为砂岩层厚度(图 2(a)); H 为垂直断距(图 2(a))。

改进后的公式:

$$SandGR = (\sum \text{砂岩层厚度}) / \text{断距} = L_{砂} / L_{断}. \quad (2)$$

式中, $L_{砂}$ 为 h 内的砂岩厚度(图 2(b)); $L_{断}$ 为两盘相对断移距离(图 2(b))。

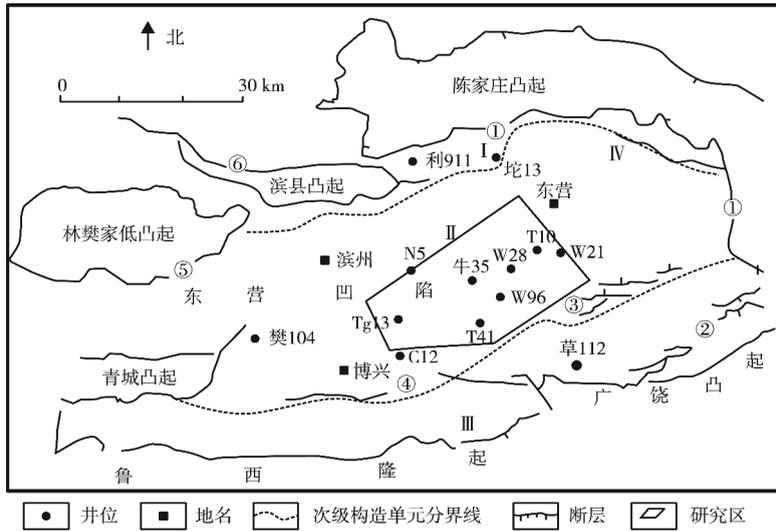


图 1 东营凹陷区域构造位置

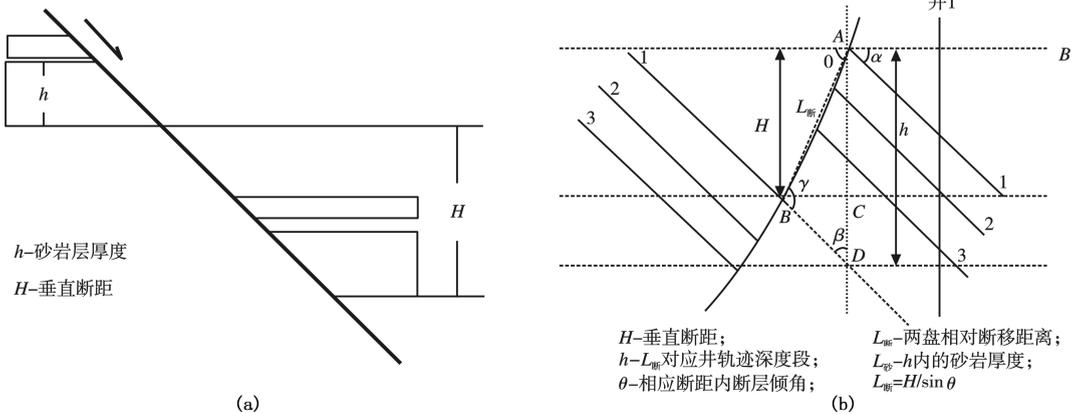


图 2 断层砂的计算方法及改进后的计算方法

据 24 条过断层剖面计算得出, $SandGR$ 数据范围为 0.39 ~ 1, 且由北向南 $SandGR$ 值逐渐增大, 断层封闭性逐渐变弱。研究表明, $SandGR$ 出现南高北低的分布规律, 这主要受沉积物由南到北泥质含量逐渐增加影响。据 $SandGR$ 参数平面分布特征和 $SandGR$ 分布趋势可判断, 沙四下存在郝科 1—官 115, 永 89—王 139 两个优势方向(图 3)。

3 连通砂体输导能力

在有利的构造环境下, 油气能否在储集层中聚集成藏, 主要取决于油气能否通过断层顺利进入油气藏, 同时也取决于连通砂体的输导能力。评价该能力的强弱主要用砂体有效输导空间系数来表征, 它定义为油气显示厚度与砂体厚度的比

值^[6],值越大输导油气的空间越大,反之越小。通过对砂体有效输导空间系数的计算可知,孔店组砂体有效输导空间系数较沙四下较大;靠近成藏区或油气显示较好的区域,参数数据偏大。从该参数分布特征判断,沙四下存在王72—官126—

个优势方向。

据58口井显示的层段数据分析可得,有效输导空间系数在0~0.4之间;其高值区砂体输导能力最强,且主要分布在陈官庄局部;王家岗大片区域为低值区(图4)。

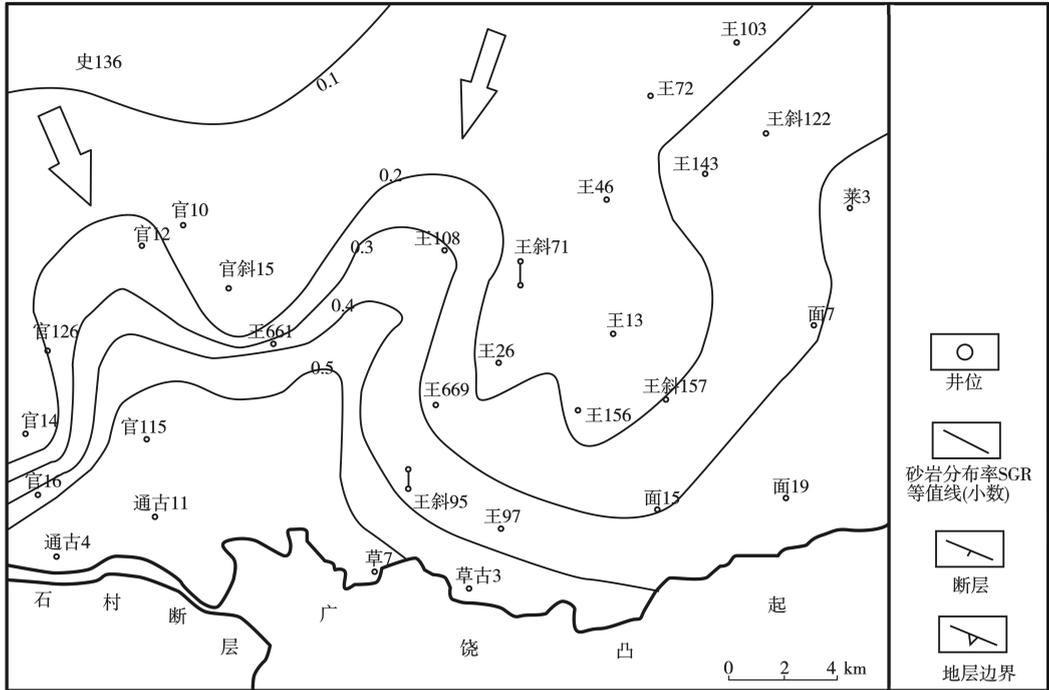


图3 陈官庄地区沙四下 SandGR 平面分布

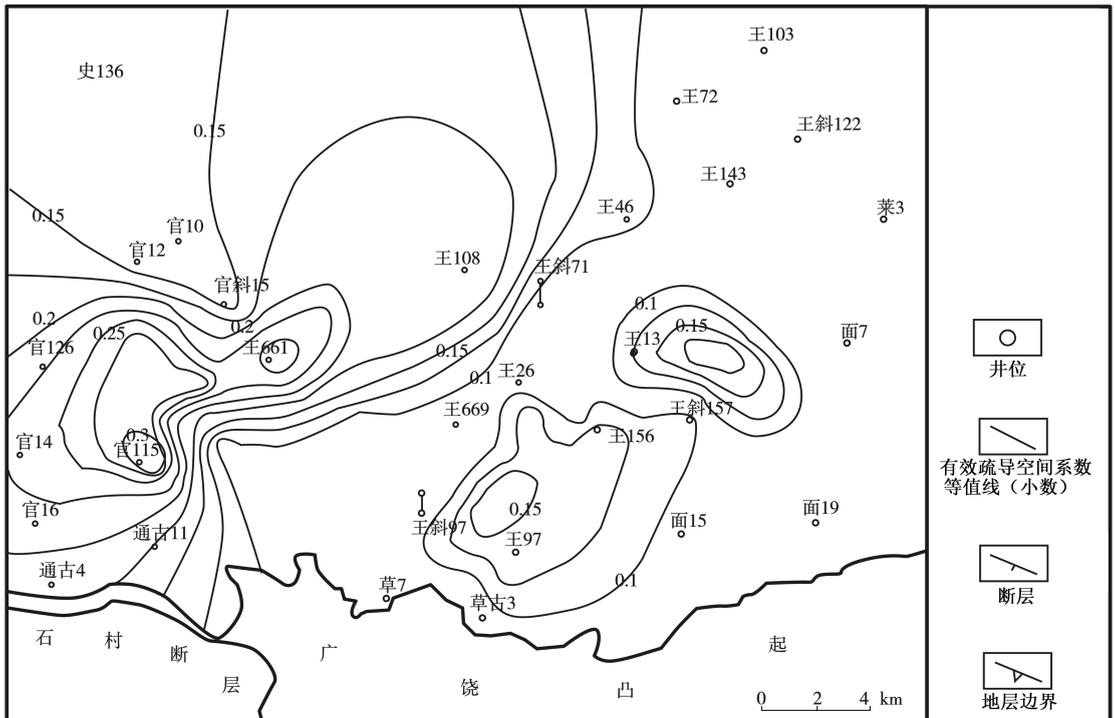


图4 东营南坡东段沙四下砂体有效输导系数平面分布

m,地层厚度 94 m, SandGR 值 = 21.6 m/94 m = 0.23; 由于 SandGR 与油气运移能力成正比,其归一化为: (样本值-最小值)/(最大值-最小值) = 0.377。其油气显示厚度为 2.7 m,连通砂体的输导能力 = 2.7/21.6 = 0.125,其归一化为 0.16。不整合输导能力 $E =$

$\rho_{gh} = 30.6$, 归一化后 $(30.6 - 10.21) / (34 - 10.21) = 0.86$ 。地层压力系数为 1.24, 归一化后 $(1.24 - 0.88) / (1.83 - 0.88) = 0.38$ 。

基于上述工作,计算得出综合因子为 0.36,得到平面展布规律(图 7)。分析得出以下几点认识:

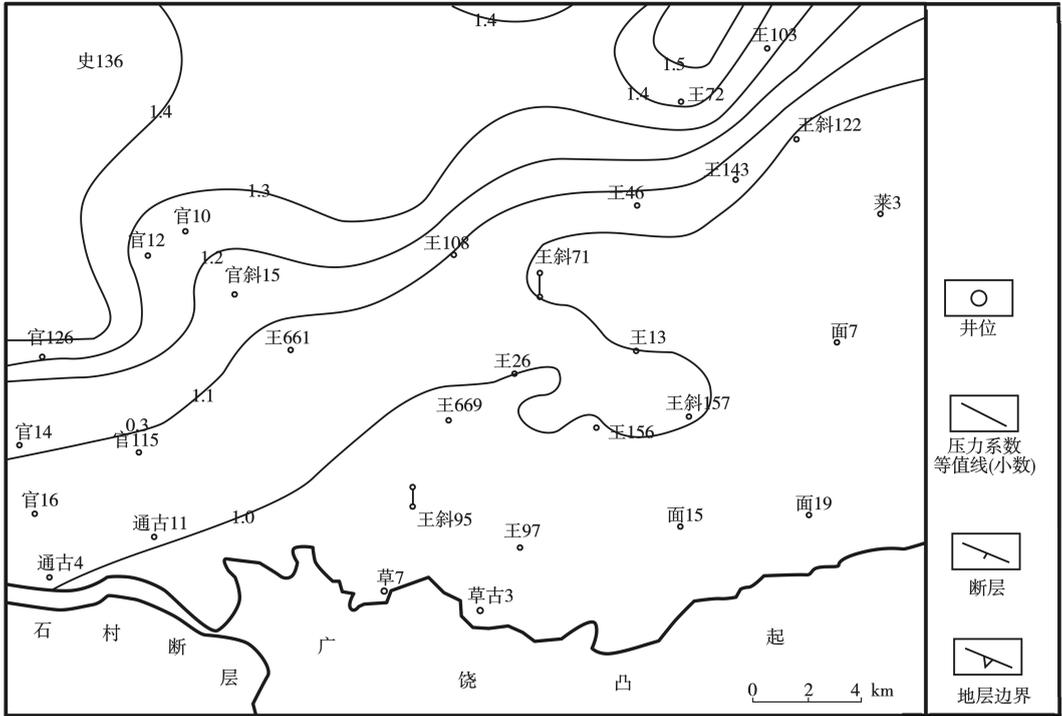


图 6 东营南坡东部沙四下红层压力系数分布

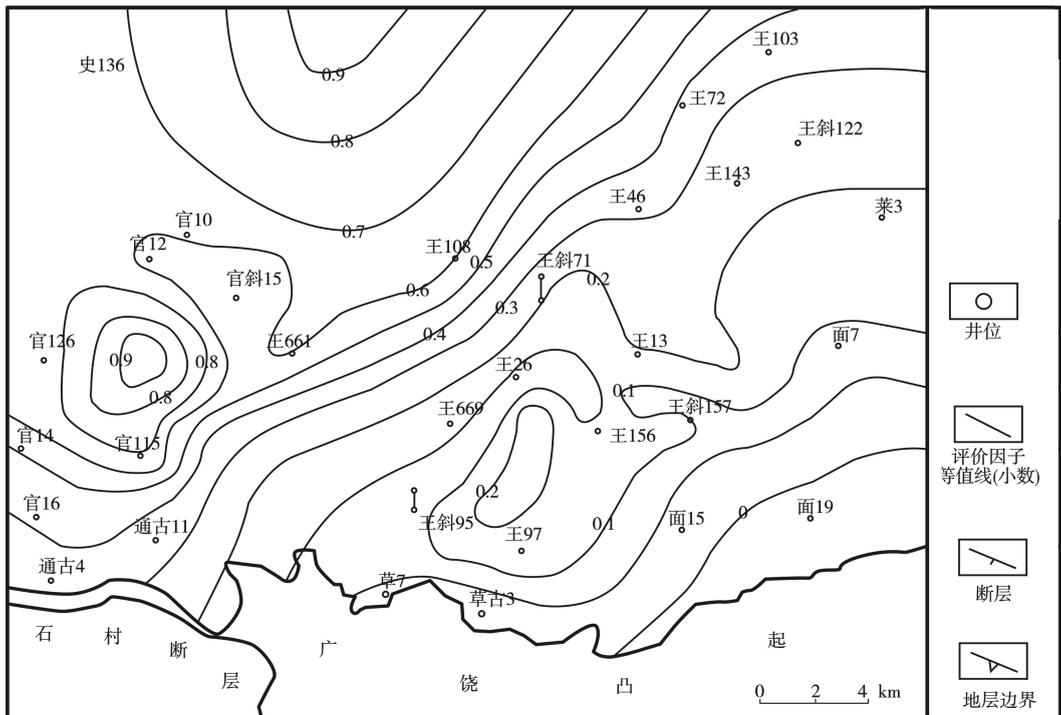


图 7 东营南坡东段沙四下综合评价因子平面分布

(1)东西分带现象明显,陈官庄地区为高值区,王家岗地区为低值区,沙四下成藏区为高值区。

(2)沙四下在陈官庄地区存在官 126—官 115 井区及辛 176—王 108—王 66 两个高值区。

(3)综合分析认为,沙四下存在胜科 1—官 126 方向优势通道;孔店组存在郝科 1—面 15、郝科 1—通古 4 以及辛 176—王 97 三条优势通道。

(4)根据油藏分析特征,结合东营南坡东部沙四下储量分布特征及上述认识,认为南坡东部沙四下成藏主要受牛庄洼陷、利津洼陷的影响^[12-16]。

精细构造解释基础上,在沙四下顶面构造图新发现构造圈闭 49 个,面积 31 km²。在前面成藏控制因素分析基础上,结合研究区钻探情况,典型油藏剖面解剖,对研究区圈闭及潜力情况进行分析。前期主要部署了官 136 探井,在沙四下获得了高产油流。下一步主要分为南北两部分进行部署:在南部官 126 井区,已经上报探明 369 万 t,主要以储量扩边为主;在北部官 10 井区,由于该区孔店组顶面发育高角度不整合,紧邻北部牛庄生油洼陷,油源对接情况良好,地层油藏具有一定的潜力。因此,在研究区主要以探索地层油藏的含油气情况为主。

7 结 论

(1)通过对东营南坡东段沙四下亚段综合评价因子平面分布的定量研究,通过对断层输导能力、连通砂体、不整合输导能力和油层压力的取值和归一化处理,在此基础上赋予权值,计算得到研究区 129 个样品点综合因子,实现了输导体系运移能力定量评价。

(2)采用断层砂的计算公式对断层垂向运移能力进行评价,与连通砂体、不整合输导能力和油层压力的分布相结合,指明了优势运移路径,实现了输导体系的定量研究。

(3)该疏导体系评价方法在东营南坡东段沙四下油气勘探中获得了较好效果,实践证明输导体系

运移能力定量评价对断陷湖盆斜坡型油气藏勘探具有较好的指导作用。

[参考文献]

- [1] 陈欢庆,朱筱敏,张琴,等. 输导体系研究进展[J]. 地质论评, 2009,55(2):269-276.
- [2] 张照录,王华,杨红. 含油气盆地的输导体系研究[J]. 石油与天然气地质,2000,21(2):133-135.
- [3] 李丕龙,张善文,宋国奇,等. 断陷盆地隐蔽油气藏形成机制:以渤海湾盆地济阳拗陷为例[J]. 石油实验地质,2004,26(1):3-10.
- [4] 林玉祥,孙宁富,郭凤霞,等. 油气输导机制及输导体系定量评价研究[J]. 石油实验地质,2015,37(2):237-245.
- [5] 于海军. 断陷盆地油成藏要素及时空匹配关系研究[J]. 大庆石油地质与开发,2007,26(5):5-13.
- [6] 金光柱. 苏德尔特地区兴安岭群油运移输导能力评价[J]. 大庆石油地质与开发,2008,27(4):8-12.
- [7] 熊伟. 断陷盆地输导体系宏观格架及构成特征:以东营凹陷为例[J]. 石油勘探与开发,2006,33(4):474-478.
- [8] 杨德彬,朱光有,苏劲,等. 中国含油气盆地输导体系类型及其有效性评价[J]. 西南石油大学学报(自然科学版),2011,33(3):8-17.
- [9] 付广,吕延防,于丹,等. 气藏天然气输导效率研究[J]. 石油学报,2006,27(3):32-36.
- [10] 王延章,宋国奇,王新征,等. 物源供给指数对不同类型滩坝沉积的控制作用[J]. 大庆石油地质与开发,2013,32(1):49-53.
- [11] 王延章,宋国奇,王新征,等. 古地貌对碳酸盐岩滩坝沉积的控制作用[J]. 油气地质与采收率,2011,18(4):13-16.
- [12] 焦红岩,王延章,全宏,等. 东营凹陷南斜坡东部沙四段新生古储垂向充注成藏定量描述研究. 石油地质与工程,2015,29(1):19-21.
- [13] 褚庆忠. 异常压力形成机制研究综述[J]. 天然气勘探与开发,2001,24(4):38-46.
- [14] 吴伟,李小梅,邹灵. 博兴洼陷沙四段异常压力分布规律及形成机理[J]. 油气地质与采收率,2008,15(3):20-22.
- [15] 艾池,冯福平,李洪伟. 地层压力预测技术现状及发展趋势[J]. 石油地质与工程,2007,21(6):71-76.
- [16] 焦婷婷. 东营凹陷泥岩裂缝的特征成因与油气富集[J]. 石油地质与工程,2010,24(6):22-25.

[责任编辑] 胡秋媛

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.002

垦东12块馆上段河流相沉积特征及模式

郝守翠

(中国石化胜利油田分公司 石油开发中心, 山东 东营 257000)

[摘要] 在岩心观察与分析化验资料基础上,结合录井、测井及古地形等资料,系统探讨垦东12块馆上段砂体的沉积特征与沉积模式。研究表明:垦东12块馆上段岩性以岩屑质长石砂岩为主;粒度概率曲线包括重力流型、混合型(过渡型)、(准)牵引流型3大类;沉积构造以平行层理、波状层理、交错层理为特征,根据沉积特点可建立分汉河、辫状河及曲流河3种沉积模式,为油田的勘探开发部署提供了重要依据。

[关键词] 垦东12块;馆上段;粒度概率累积曲线;河流相;沉积模式

[中图分类号] P586 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0007-04

馆上段河流相砂体是垦东12块重要的含油储层。沉积物粒度大小受搬运介质、搬运方式、搬运距离及母岩性质等因素综合控制,而粒度大小及分布特征可作为判断沉积环境的重要依据。笔者在垦东12块馆上段河流相沉积体系研究过程中,应用粒度概率累积曲线特征来判断河流相沉积环境,建立河流相不同沉积模式,总结其发育规律,以期对类似油藏提供借鉴,为指导油田的勘探开发部署提供可靠的地质依据^[1-3]。

1 区域地质概况

垦东12块位于新滩油田东部的滩浅海地区,构造上位于垦东凸起东部的斜坡带,整体上南高北低,地层倾角 $3^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 左右。油藏特征表现为“浅、散、薄、水、稠”5个方面,即储层埋藏浅(750~1 120 m);砂体分布零散,平均单砂体含油面积 0.38 km^2 ,平均单砂体地质储量16.6万t;储层普遍较薄,平均单层厚度2.9 m;高孔高渗,孔隙度37%,渗透率 $2\ 200 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;边底水普遍发育,油水关系复杂,各小层具有独立的油水界面,含油高度低,厚度一般25 m以下;地层温度低($40 \sim 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$),地下原油黏度大($185 \sim 428 \text{ mpa} \cdot \text{s}$)。

2 河流相砂体的沉积特征

2.1 岩石学特征

取芯井的岩石矿物成分统计分析表明,石英平均含量为40.5%,长石平均含量为35.2%,岩屑含量平均为24.3%,总体上,岩石成分成熟度中等,属于岩屑质长石砂岩。

2.2 碎屑颗粒特征

碎屑颗粒粒度是重要的碎屑岩岩性相标志,在岩心观察和镜下薄片鉴定基础上,结合粒度分析测试资料分析表明,研究区馆上段沉积时期岩石C值集中在 $0.351 \sim 0.822 \text{ mm}$ 之间,粒度中值M的平均值介于 $0.117 \sim 0.210 \text{ mm}$ 之间,反映其粒度相对较细,以细砂岩为主,偶见中粗砂岩。

2.3 粒度概率累积曲线分类

粒度概率累积曲线是最常用的沉积相分析基础图件之一^[4]。碎屑沉积物的粒度概率累积曲线中,直线段斜率大小代表分选性的好坏,斜率越大表明分选性越好^[5]。本次研究中,将垦东12块馆上段粒度概率曲线共分为重力流型、混合型、(准)牵引流型3个大类。

2.3.1 重力流型

研究区重力流型粒度概率曲线中未见“简单的

[收稿日期] 2018-08-10

[作者简介] 郝守翠(1985—),女,山东德州人,中国石化胜利油田分公司石油开发中心工程师,主要从事油气田开发地质研究。

一段悬浮式”,仅发育“上拱弧形”和“近似上拱弧形”粒度概率累积曲线。

(1)上拱弧形。此类粒度概率累积曲线形态为宽缓上拱的弧形,沉积物主要由悬浮总体组成,分选差,反映沉积时流体类型为泥石流(碎屑流)、颗粒流。上拱弧形的粒度概率累积曲线在辫状河心滩、分汊河河道砂坝及决口扇、曲流河决口扇中可见

(图 1(a))。

(2)近似上拱弧形。此类粒度概率累积曲线近似呈上拱弧形,曲线可分出无数小的直线段,各段斜率呈缓慢过渡,是上拱弧形的衍生类型。近似上拱弧形的粒度概率累积曲线主要发育于辫状河心滩、分汊河河道砂坝、天然堤及决口扇、曲流河天然堤及决口扇中。

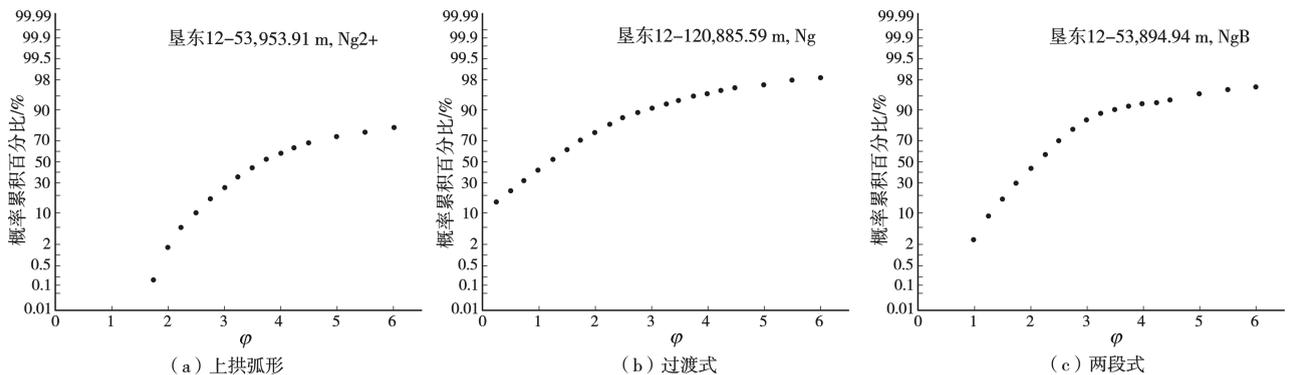


图 1 垦东 12 块粒度概率曲线

2.3.2 混合型(过渡型)

此类曲线大致由两条、三条或多条低斜率直线段组成,曲线斜率在粗尾部分略有增大,其直线段特征明显且斜率普遍较小。混合型的粒度概率累积曲线在辫状河心滩、分汊河河道砂坝及决口扇、曲流河决口扇中可见(图 1(b))。

2.3.3 (准)牵引流型

研究区(准)牵引流型粒度概率曲线中未见“三段式”,仅发育“具过渡段的两段式”和“两段式”粒度概率累积曲线。

(1)具过渡段的两段式。具过渡段的两段式可以分为两类。一类是过渡段为递变悬浮组分,反映水动力条件相对较弱,粒度较细,多为细砂岩、粉细砂岩,悬浮组分相对较高(可大于 50%),主要发育于分汊河及曲流河河道亚相中;另一类是过渡段为跳跃组分,具有两个或多个次总体,反映双向或多向水流作用,且沉积水动力相对较强,多沉积中细砂岩。

(2)两段式。此类粒度概率累积曲线包括含量较高、斜率较大的跳跃组分和斜率较小的悬浮总体,具有典型的牵引流沉积特点,主要发育在分汊河及曲流河边滩(点砂坝)中(图 1(c))。

2.4 粒度概率曲线分布特征

对垦东 12 块馆上段所有样品的粒度概率曲线

特征分析表明,整个馆上段粒度概率累积曲线以牵引流型为主,发育少量重力流型,过渡型最少。

2.5 沉积构造

原生沉积构造是沉积相识别的重要标志,可反映沉积介质的性质、强度、搬运方式等情况。在垦东 12 块馆上段岩心分析基础上,在研究区共识别出多种类型层理及冲刷充填构造。

(1)平行层理。平行层理主要形成于粉砂岩、细砂岩、中砂岩中,其层系界面与纹层均相互平行,通常在较强的水动力条件下,由连续滚动的砂和粉砂在平坦底床上逐渐形成粗细分异,主要分布在河流河道亚相及决口扇中(图 2(a))。

(2)波状层理。波状层理形成简单的异相或同相的波状层理、透镜状层理,在分汊河、曲流河的天然堤及泛滥平原中常见(图 2(b))。

(3)交错层理。交错层理中纹层与层系界面斜交,层系之间相互切割、交错,指示较强水动力环境(图 2(c))。

(4)冲刷—充填构造。由于间歇性洪水的作用及河道的频繁改道,冲刷—充填构造中冲刷面发育,与之相伴生的还有泥砾(图 2(d)),主要发育在河道砂坝及决口扇中。

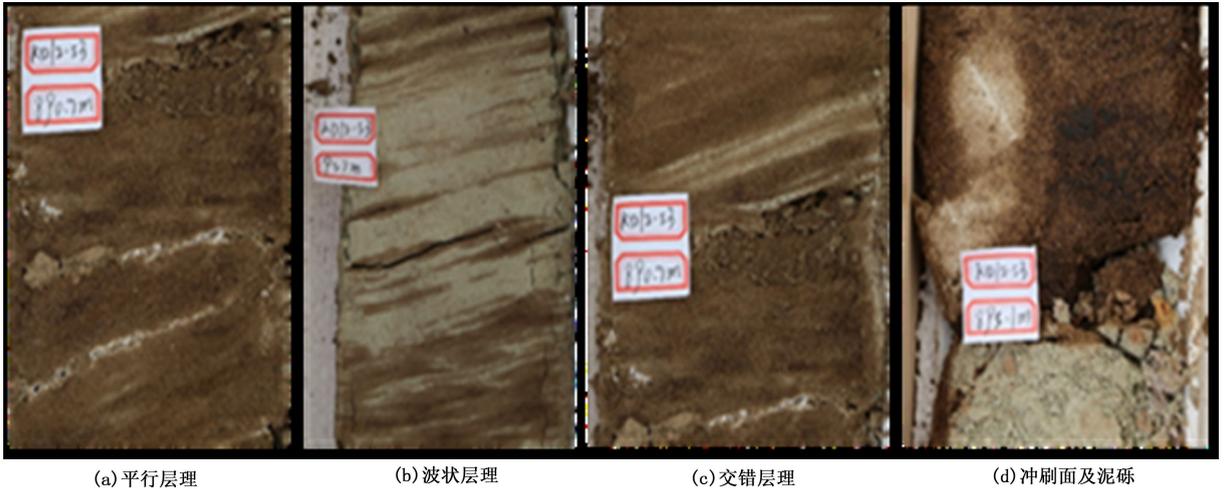


图2 垦东 12 块部分典型沉积构造

3 河流相砂体的沉积模式

垦东 12 块馆上段主要发育 3 种沉积相类型: 分汊河、辫状河及曲流河。其中, 以发育分汊河为主, 辫状河在馆上段沉积早期较为发育, 曲流河在馆上段沉积末期发育。

3.1 分汊河

研究区馆上段分汊河可划分为河床、堤岸、河漫/洪泛平原、废弃河道/牛轭湖等 4 个亚相, 垂向上呈下粗上细的正旋回, 平面上单、双河道交替发育。其中, 堤岸亚相与河漫/洪泛平原亚相相互消长, 即洪水作用强烈时, 河道侧向迁移或分汊、决口频繁, 堤岸亚相不发育, 河床亚相与洪泛平原亚相在平面上紧邻发育, 在垂向上直接叠置; 河道较为稳定时, 堤岸亚相较为发育, 平面上在堤岸亚相外侧发育河漫亚相, 垂向上组成河床—堤岸—河漫亚相的完整二元结构。研究区分汊河属第一种类型, 堤岸亚相相对不发育, 相模式如图 3 所示。

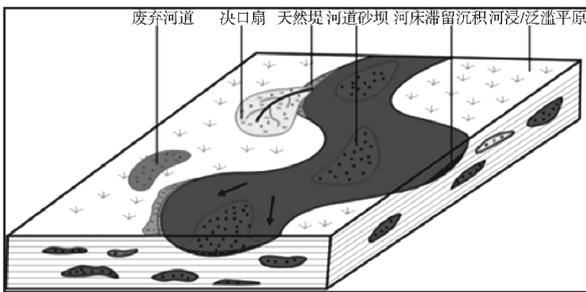


图3 垦东 12 块新近系分汊河沉积相模式

3.1.1 河床亚相

河床亚相可细分为河床滞留沉积和河道砂坝两个微相。

(1) 河道砂坝微相。岩性主要为灰白色、浅灰色中细砂岩、细砂岩及粉细砂岩; 分选中等, 粒度中值一般在 0.2 ~ 0.5 mm; 层理较发育, 如波状层理、板状交错层理、楔状交错层理、平行层理等, 偶见炭屑; 砂体厚度一般为 3 ~ 10 m, 是分汊河最主要的储集砂体。

(2) 河床滞留沉积微相。岩性主要为棕褐色、灰色的含泥砾中粗砂岩、含砾砂岩, 厚度一般小于 1 m, 其上常发育河道砂坝微相, 测井曲线上难以区分。此处笔者将其划归为河道砂坝的一部分。

3.1.2 堤岸亚相

分汊河堤岸亚相可分为天然堤和决口扇两个微相。研究区河道改道频繁, 主要发育决口扇微相, 天然堤微相不发育, 此处仅对决口扇进行具体描述。

决口扇微相岩性主要为棕褐色细砂岩、粉砂岩及泥质细砂岩, 分选性较差。其粒度较堤岸亚相粗, 底部见冲刷面, 可见块状层理、小型交错层理, 及少量植物炭屑, 单层厚度一般在 2 ~ 4 m, 在分汊河中决口扇微相储层含油性仅次于河道砂坝。

3.1.3 河漫/泛滥平原亚相

研究区主要发育河漫滩微相, 岩性主要为灰绿色、紫红色粉砂质泥岩、泥岩, 偶见泥质粉砂岩, 发育有波状层理、块状层理、水平层理等, 偶见生物化石。

3.1.4 废弃河道/牛轭湖亚相

主要岩性为浅灰色、灰绿色细砂岩和粉砂岩, 底部见冲刷面, 发育有多个小型交错层理、波状层理、水平层理等, 单层厚度为 1 ~ 3 m。

3.2 曲流河

研究区馆上段曲流河可划分为河床、堤岸、河漫/泛滥平原、废弃河道/牛轭湖等 4 个亚相。其中,

曲流河堤岸亚相相比分汊河堤岸亚相更为发育,且二元结构中砂泥比略小于分汊河。曲流河与分汊河均发育泛滥平原及废弃河道亚相,二者沉积特征极为相似。其沉积相模式如图 4 所示。

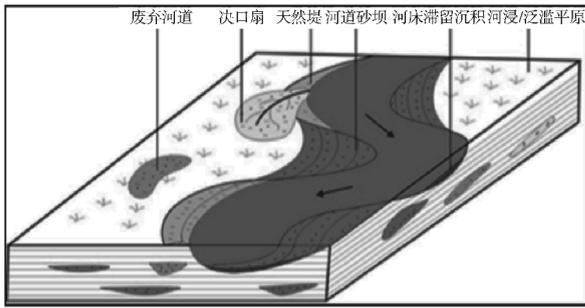


图 4 垦东 12 块新近系曲流河沉积相模式

3.2.1 河床亚相

曲流河河床亚相可分为河床滞留沉积微相与边滩微相。

(1) 边滩微相。边滩是河床侧向迁移和沉积物侧向加积的结果,其主要岩性为棕褐色细砂岩及粉细砂岩。粒度曲线一般为“两段式”或“具过渡段的两段式”,层理发育,如波状层理、板状交错层理、楔状交错层理等,其上发育泛滥平原灰绿色、紫红色、杂色泥岩。

(2) 河床滞留沉积微相。此类沉积微相以沉积棕褐色灰白色中粗砂岩、含砾砂岩为特征,厚度薄,其上部常发育边滩。此处笔者将其划归为心滩的一部分。

3.2.2 堤岸亚相

曲流河堤岸亚相可以进一步划分为天然堤和决口扇微相,研究区主要发育决口扇微相。

(1) 决口扇微相。主要岩性为灰绿色、紫红色、粉细砂岩、粉砂岩为主。底部见冲刷面,发育有块状层理、小型交错层理,可见少量植物碎片、炭屑,单层厚度 2~4 m。

(2) 天然堤微相。此类微相中较分汊河更为发育,而测井曲线上难以识别。

3.3 辫状河

辫状河仅在馆上段沉积早期发育,可划分为河道亚相和泛滥平原亚相。其相模式如图 5 所示。

3.3.1 河道亚相

河道亚相可进一步分为河床滞留沉积、心滩微相。由于河床滞留沉积发育厚度薄,且其上发育心滩微相,此处将其归入心滩微相。

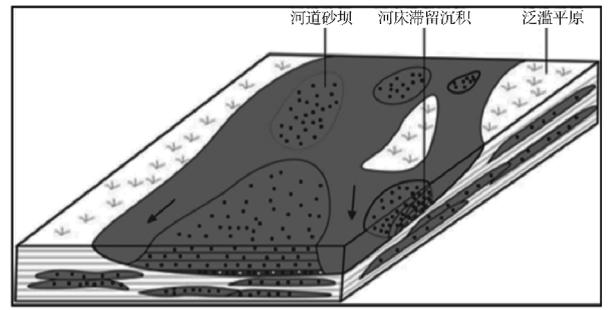


图 5 垦东 12 块新近系辫状河沉积相模式

心滩是辫状河中分布最广,厚度最大的砂体,底部具冲刷面,发育含砾砂岩、中粗砂岩、中细砂岩,具正韵律,部分出露水面,故在坝后小范围内出现静水区,沉积悬浮物质形成落淤层。层理类型发育,以楔状、槽状交错层理为主,其次为平行层理、板状交错层理,GR 或 SP 曲线呈高幅箱型、钟型。

3.3.2 泛滥平原亚相

泛滥平原亚相以发育灰绿色、紫红色泥岩为主,植物炭屑发育,可见菱铁矿。GR 或 SP 近泥岩基线。

4 结论

(1) 垦东 12 块馆上段岩性粒度概率累积曲线包括重力流型、混合型(过渡型)、(准)牵引流型 3 大类。依据曲线形态将“重力流型”曲线分为“上拱弧形”“近似上拱弧形”“简单一段悬浮式”3 个亚类。其中,混合型曲线主要为“低斜率两段式或多段式”;(准)牵引流型曲线可分为“具过渡段的(三)段式”“两段式”“三段式”3 个亚类。

(2) 垦东 12 块馆上段共确定 3 种河流沉积模式,分汊河沉积模式、辫状河沉积模式及曲流河沉积模式,其中以分汊河沉积模式最为发育。

[参考文献]

- [1] 袁静,鹿洪友,高喜龙,等. 胜利油区新北油田馆上段沉积特征及沉积相模式[J]. 沉积学报,2009,27(1):18-25.
- [2] 张海娜. 渤海湾盆地埕岛油田馆上段沉积相研究[J]. 石油实验地质,2007,29(1):52-56.
- [3] 李阳,李双应,岳书仓,等. 胜利油区孤岛油区馆陶组上段沉积结构单元[J]. 地质科学,2002,37(2):219-230.
- [4] 许炳心. 冲积物粒度参数中包含的河型信息的研究[J]. 沉积学报,1986,4(2):57-67.
- [5] 袁静,杨学君,路键勇,等. 东营凹陷盐 22 块沙四上亚段砂砾岩粒度概率累积曲线特征[J]. 沉积学报,2011,29(5):815-824.

[责任编辑] 胡秋媛

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.003

郭局子地区沙河街组深层砂砾岩成岩作用

刘 凤¹,王延章¹,曹小丽²,蔡宏兴³,杨 静⁴

(1. 中国石油大学胜利学院 油气工程学院, 山东 东营 257061; 2. 中国石化地球物理公司胜利分公司 物探研究所, 山东 东营 257093; 3. 中国石化胜利油田分公司 现河采油厂, 山东 东营 257068; 4. 中石油大港油田分公司 采油工艺研究院, 天津 300280)

[摘要] 针对郭局子地区相带和岩性变化快、有利储层展布规律不清约束勘探的问题,通过岩心分析测试、铸体薄片等手段,对特低渗储层砂砾岩成岩作用进行研究,阐明砂砾岩体成岩演化的规律性。认为砂砾岩塑性组分含量高经历了强烈压实作用。胶结作用碳酸盐胶结物以白云石、方解石最为多见,是碱性成岩作用的标志。方解石在2 800~3 100 m胶结作用较强,白云石在2 700 m以下胶结作用较强。石英次生加大和自生石英晶粒产生属酸性成岩环境的标志,石英次生加大作用在2 100 m以下较发育。黏土矿物经历了高岭石、伊蒙混层、伊利石的转化。高岭石在2 350~3 100 m广泛分布,伊利石主要出现在2 350~3 100 m,伊蒙混层高值区在2 650~3 100 m左右。溶解作用以长石和碳酸盐酸性溶蚀为主,属酸性成岩作用,在2 800~3 000 m为强溶蚀带。储集空间类型主要以原生孔隙为主,次生孔隙为辅,次生孔隙发育带对应深度为2 700~2 900 m。深层砂砾岩划分为早成岩B、晚成岩A₁、晚成岩A₂三个成岩阶段,其有效储层的比例分别达92%、60%、5%左右。

[关键词] 郭局子地区;砂砾岩;成岩作用;成岩阶段;黏土矿物

[中图分类号] P581 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0011-06

郭局子地区陡坡带沙三、沙四段砂砾岩储层埋藏深度大,相带和岩性变化快,非均质强,成岩演化过程复杂,有利储层展布规律不清,急需对该区的成岩作用进行研究,寻找优质储层,以期解决该地区的勘探问题。笔者通过岩心分析测试、铸体薄片、扫描电镜等手段,对郭局子地区砂砾岩成岩作用进行研究,阐明砂砾岩体成岩演化的规律性。

1 工区情况

郭局子地区位于济阳拗陷北部车镇凹陷东部,具有典型中国古新生代陆相断陷湖盆特征。其物源、油源都十分丰富(图1)。北部陡坡带广泛发育冲积扇、扇三角洲、近岸水下扇、浊积扇等各种类型砂砾岩扇体^[1-3],拥有剩余资源量约2亿t,是胜利油区勘探重要方向之一^[4]。

陡坡带各种类型扇体具有物源多、沉积速率快、沉积厚度大、多期叠置的特征。其砂砾岩扇体成分成熟度和结构成熟度低,有利储层分布成为制约勘

探实践的关键因素。深层砂砾岩扇体储集性能演化受内因(物源成分、沉积相)与外因(成岩作用、流体作用、构造活动)双重因素影响^[5]。

目前对车镇凹陷成岩作用研究较多^[4,6-7],但是对东北部郭局子地区成岩作用研究处于空白,由于其在物源供给、构造演化、埋藏历史、流体性质、成岩过程具有自己的独特性,需要对该区成岩作用进行剖析,阐明优质储层的演化和发育规律,为该区的勘探提供依据。

郭局子地区沙河街组砂砾岩发育颗粒支撑砾岩、杂基支撑砾岩,粒度上划分为粗砾岩、中砾岩和细砾岩,砾石以花岗岩砾石为主,部分为石灰岩砾石。部分井段发育砂岩,以岩屑砂岩、长石质岩屑砂岩、岩屑质长石砂岩为主。

岩石组分石英含量8%~42.5%,细砂岩最高;长石含量2%~23.5%,粗砂岩最高;岩屑含量24.5%~80%,角砾岩、粉砂岩最高;砂岩岩屑组分以岩浆岩和变质岩为主,其次是沉积岩。

[收稿日期] 2018-08-10

[基金项目] 国家科技重大专项课题(2017ZX05013006-003)

[作者简介] 刘 凤(1985—),女,四川射洪人,中国石油大学胜利学院油气工程学院助教,硕士,主要从事海洋地质研究。

胶结物以白云石、泥质和方解石胶结物为主;总体上填隙物含量较均匀,细砾岩、含砾砂岩、细砂岩填隙物含量高。结构分选差,磨圆度以次棱状、颗粒支撑、线-点线接触、孔隙式胶结为主。

砂砾岩储层孔隙度介于 5% ~ 20%,平均为 11.2%;渗透率介于 $(0.1 \sim 10) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均为 $8.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属于特低渗储层。

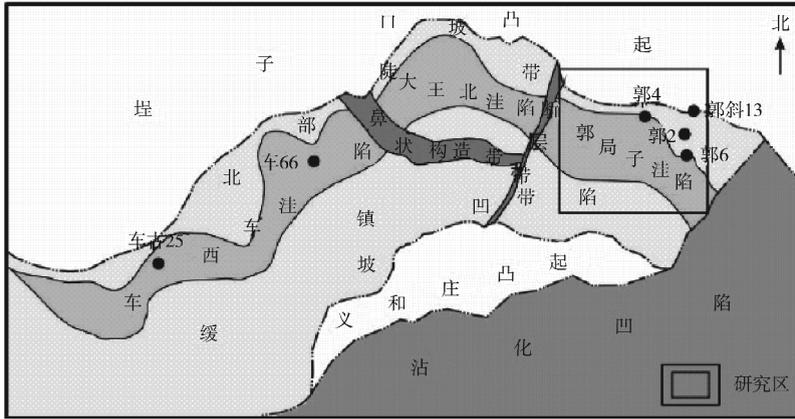


图 1 研究区构造位置

2 成岩作用类型

成岩作用一般可分为建设性成岩作用(溶蚀作用、破裂作用)和破坏性成岩作用(压实作用、胶结作用等),还包括重结晶作用、交代作用和黏土矿物的演化等。也可以划分为物理成岩作用和化学成岩作用,化学成岩作用实质是矿物化学组分在新的地质条件下的物质平衡与转化,包括长石的溶解与转化、方解石的溶解与沉淀、黏土矿物的形成与转化、石英增生与溶解^[6-7]。通过镜下岩石微观特征观察及化验分析资料,发现研究区成岩作用主要有压实

作用、胶结作用、溶解作用和交代作用。

2.1 压实作用

压实作用是沉积物最重要的成岩作用之一,沉积物沉积后,由于上覆沉积物不断加厚,在重荷压力下所发生的作用。由于研究区发育的砂砾岩具有多岩屑及高杂基的特点,砂砾岩体抗压实能力较弱,经历了强烈的压实作用,压实作用主要有以下 3 种:碎屑颗粒间多为线-凹凸接触,偶见缝合接触;长石等刚性碎屑颗粒发生压实破碎,发育压裂缝;泥岩岩屑、云母等塑性颗粒发生压实变形(图 2)。

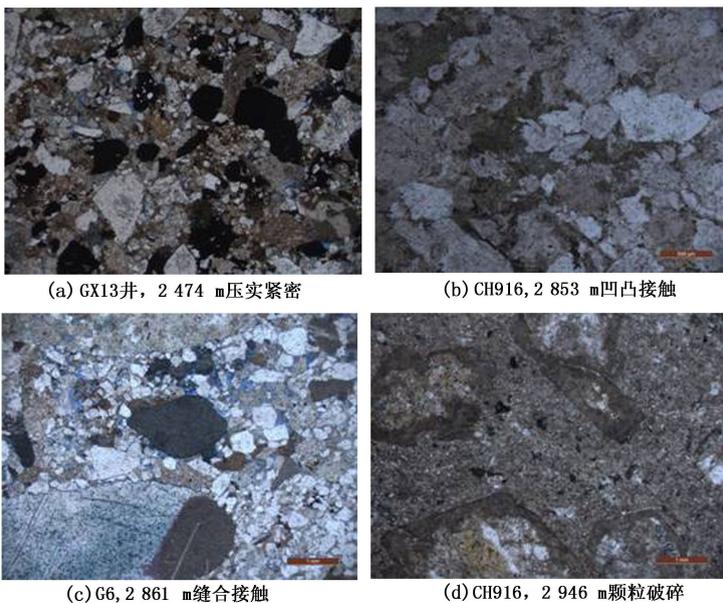


图 2 郭局子地区沙河街组压实作用类型

刚性颗粒和塑性颗粒组分含量对压实作用影响

较大,塑性组分含量在 50% ~ 80%,塑性组分高,导

致压实作用较强,塑性组分与孔隙度的关系成反比。从刚性组分含量看,随着深度的加大,刚性组分含量降低,约为10%~50%。

2.2 胶结作用

胶结作用对储层物性有重要影响,指从孔隙溶液中沉淀出的矿物质,将松散的沉积物固结起来的作用。研究区胶结类型可见碳酸盐胶结作用和石英次生加大作用、黏土矿物胶结和黄铁矿胶结。但以碳酸盐胶结作用为主,碳酸盐胶结物的成分包括方解石、白云石、铁方解石和铁白云石等,其中白云石、方解石胶结物最为多见。郭局子地区方解石胶结物平均含量为3.93%,以充填于粒间孔隙形式或基底形式进行胶结;白云石胶结物7.46%,呈团状分布于孔隙和基质中,二者胶结物含量11.39%^[7]。碳酸盐岩胶结要求pH值大于8~9,属于碱性成岩环境,碳酸盐岩矿物的沉淀作为碱性成岩作用的标志。碳酸盐岩胶结物呈它形粒状充填孔隙,胶结作用强度差别大,有的孔隙局部充填,有的已完全充填,有的充填在裂缝中。其产状不同又可划分为基底式胶结、孔隙式胶结、充填颗粒溶孔等。

碳酸盐岩胶结分为早晚两期,在早成岩期,在碱性成岩环境下大量 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的孔隙水发生碳酸盐岩沉淀,形成早期碳酸盐岩胶结物,早期碳酸盐沉

淀作用不强,但地层水不断补充 Ca^{2+} 和 HCO_3^- ,使方解石晶体呈镶嵌状越来越大。铁方解石和铁白云石是主要的晚期碳酸盐岩胶结物。

本区方解石胶结物含量为0%~10%,在2 800 m以下出现较大值,在3 100 m以下出现最大值,说明在该时期方解石胶结作用最强;白云石胶结物含量为0%~15%,在2 700 m以下出现最大值,说明在2 700 m以下白云石的胶结作用较强。

石英主要发生次生加大或者产生自生石英充填,自生石英呈自型或半自型充填在孔隙中。石英次生加大可见两期,次生石英含量小于1%,含量低。随着储层埋深的加大,硅质胶结作用增强。起胶结作用的自生石英呈晶粒充填于颗粒间隙。石英的次生加大和自生石英晶粒的产生属于酸性成岩环境的标志,在酸性成岩环境中,长石溶蚀蚀变和黏土矿物转化形成的 SiO_2 为自生石英提供了物质来源,导致了石英的次生加大和自生石英晶粒的产生,由于次生石英含量低,其他溶蚀作用发育,所以往往具有较高的孔隙度。从石英次生加大来看,在2 100 m以下石英次生加大作用较发育,含量在0.5%左右。

黄铁矿含量0%~6%,平均为0.79%,主要出现在2 700 m以下,也是胶结类型之一(图3)。

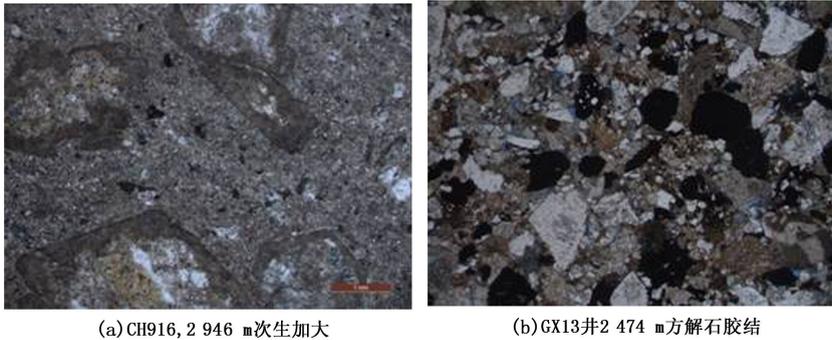


图3 郭局子地区沙河街组胶结作用类型

黏土矿物多充填于粒间孔隙或呈黏土膜状包围在颗粒表面,堵塞孔隙和吼道,使孔隙度降低物性变差。黏土矿物含量高,介于0.5%~10%,主要有高岭石、蒙脱石、伊利石、伊蒙混层矿物、绿泥石等。高岭石常呈蠕虫状、假六方板状集合体分布在孔隙中,高岭石在2 350~3 100 m广泛分布,浅层主要呈书页状或片状而在深层呈假六边形;随着埋深的增加(2 000 m以下)黏土矿物中伊利石含量增加,伊利石出现在2 350~3 100 m。伊蒙混层矿物含量少,伊蒙混层矿物高值区在2 650~3 100 m。

2.3 溶解作用

溶解作用可产生次生孔隙,改善储集层的储集性能。研究区可见石英、长石、岩屑及碳酸盐胶结物的溶解,其中以长石和碳酸盐岩矿物溶解较常见^[8](图4)。

溶解作用划分为酸性溶蚀和碱性溶蚀,以酸性溶蚀为主。酸性溶蚀是由于有机质随着埋藏深度的增大成熟产生的有机酸和二氧化碳形成的酸性水,与岩石组分发生反应,使大量的长石和碳酸盐岩胶结物组成碎屑颗粒发生化学反应,形成次生孔

隙^[7]。碱性溶蚀作用主要表现为石英及其次生加

大边被溶蚀,在本地区发育差。

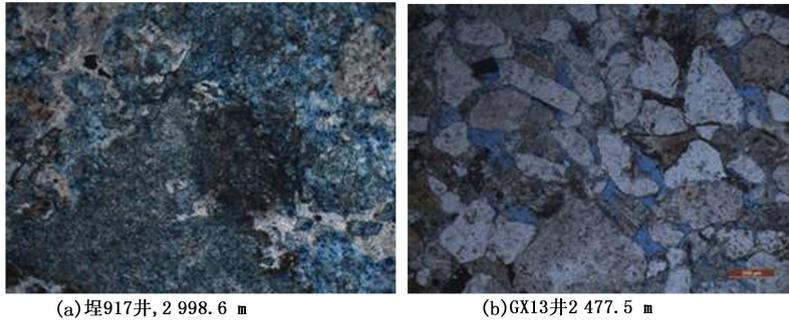


图 4 郭局子地区沙河街组溶解作用类型

储层的碳酸盐岩矿物含量越高,说明溶蚀作用越弱,储层的物性越差。碳酸盐岩溶蚀主要是方解石溶蚀,其决定因素是酸性成岩环境。中浅层从泥岩中排出的有机酸使方解石胶结物和长石溶解。中深层热解作用和干酪根成熟产生的 CO_2 导致第二期碳酸盐矿物溶解。碳酸盐岩溶解作用常常不彻底,表现为选择性溶解,存在溶解残余,也常成港湾状。

长石的溶蚀产物主要是 SiO_2 和高岭石,所以在长石溶蚀的层位往往高岭石的含量较高,长石溶蚀常常形成港湾状、锯齿状溶蚀边或铸模孔,溶蚀孔往往被方解石、白云石或铁方解石充填。长石溶蚀 2 800 ~ 3 000 m 为强溶蚀带,在该时期高岭石含量最高,与有机质向烃类大规模转化的深度一致,长石溶解与有机质热成熟关系密切^[8]。

成岩作用的根本原因是长石溶解作用使流体中 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 等离子浓度增加, Ca^{2+} 浓度增加有利于方解石沉淀。当埋深增大温度达 165 ~ 210℃ 时,偏碱性的环境会使高岭石和蒙脱石向伊利石和绿泥石转化,富 Mg^{2+} 环境形成绿泥石而富 K^+ 环境形成伊利石。

总之,酸性成岩作用以溶解作用和石英次生加大为特征,主要包括各种碳酸盐矿物溶解、各类长石蚀变为高岭石或者石英次生加大等为标志,碱性成岩作用以石英及其次生加大边溶解、碳酸盐矿物沉淀和长石次生加大为标志。成岩环境由浅至深经历了碱性-酸性-酸性碱性交替-碱性-弱碱性的演化过程^[9]。

2.4 交代作用

交代作用也是普遍发育的一种成岩作用,常见的是石英与方解石的交代作用,方解石的溶解度随着 pH 值升高而降低,而石英溶解度随着 pH 值升高而增大,在碱性成岩作用下有利于方解石交代石英,在酸性成岩作用下有利于石英交代方解石。方解石

也可以沿着长石边缘、节理缝交代,形成粒间晶间充填,或者彻底交代形成铸模。

3 储集空间类型

通过对研究区岩石薄片的观察及分析,认为郭局子地区沙河街组砂砾岩储层储集空间类型主要有原生孔隙、次生孔隙及裂缝。

3.1 原生孔隙

研究区古近系浅层可见大量的原生粒间孔隙和混合孔隙,砂砾岩遭受强烈的物理-化学作用,保留的原生孔隙极少。良好的扇中沉积相带、欠压实作用以及烃类的早期充注、绿泥石膜等均有利于原生孔隙的保存。

3.2 溶蚀孔隙

溶蚀次生孔隙是车镇凹陷郭局子地区深层砂砾岩具有储集能力的重要孔隙类型,研究区的溶蚀次生孔隙主要包括溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙两类,以长石的溶解最为常见。溶蚀粒间孔隙是方解石或杂基黏土等胶结物被溶解而形成的次生孔隙;溶蚀粒内孔隙是碎屑颗粒(长石、岩屑、石英)粒内被溶解形成的蜂窝、港湾状孔隙。

次生孔隙成因是有机质成熟产生的羧酸和 CO_2 形成的酸性水或者与大气水渗流、深部地层水上升、黏土矿物转化过程中释放出的 H^+ 有关^[10]。

3.3 裂缝

从岩心观察看,裂缝在陡坡带砂砾岩储层中发育少,主要为构造裂缝、超压裂缝和成岩缝。裂缝对储集空间的贡献小,但是能够连通孔隙,极大地提高渗流能力。

构造裂缝是由于构造应力变化引起岩石破裂而形成的裂缝。其根据力学性质的不同,可分为张性缝及剪性缝等。张裂缝一般绕过颗粒延伸,不切穿颗粒;剪裂缝沿一定延伸方向常切穿颗粒构造活动

有利于裂缝的发育。超压裂缝是由于异常高压导致岩石破裂而产生,大多呈树根状或撕裂状,一般在3 000 m 以下产生;成岩缝主要是脱水作用形成的收缩缝。

从孔隙类型分布来看,主要以原生孔隙为主,次生孔隙为辅(表1)。

表1 各组分孔隙类型含量

岩石名称	原生孔隙	次生孔隙	总面孔率
砂质砾岩	1.50	0.67	2.17
岩屑长石砂岩	4.33	1.50	5.83
岩屑砂岩	0.50	—	0.50
长石岩屑砂岩	2.13	0.50	2.63
合计	8.46	2.67	11.13

原生孔隙在各种砂砾岩中含量不同,在岩屑长石砂岩中最为发育,其次为长石岩屑砂岩,岩屑砂岩中最少。次生孔隙在岩屑长石砂岩中最为发育,其次为砂质砾岩、长石岩屑砂岩。总面孔率在岩屑长

石砂岩中最为发育,其次为长石岩屑砂岩,岩屑砂岩中最少(表1)。原生孔隙、次生孔隙及裂缝构成了立体连通网络,能够提升深层砂砾岩的渗流性能,使之成为有利储层。

研究认为长石、岩屑、碳酸盐等酸性组分的溶蚀以及构造运动是深层次生孔隙形成的主导因素。垂向上次生孔隙发育带对应深度为2 700~2 900 m。其主要形成机理有:有机质热演化过程中产生的酸性流体的溶蚀作用,异常高压加速有机质热演化和对已形成孔隙的保护作用,构造作用、脱水收缩作用等^[11]。

4 成岩阶段

根据车镇凹陷郭局子洼陷沙河街组的成岩阶段的划分,可以划分为早成岩B、晚成岩A₁、晚成岩A₂三个阶段(图5)。

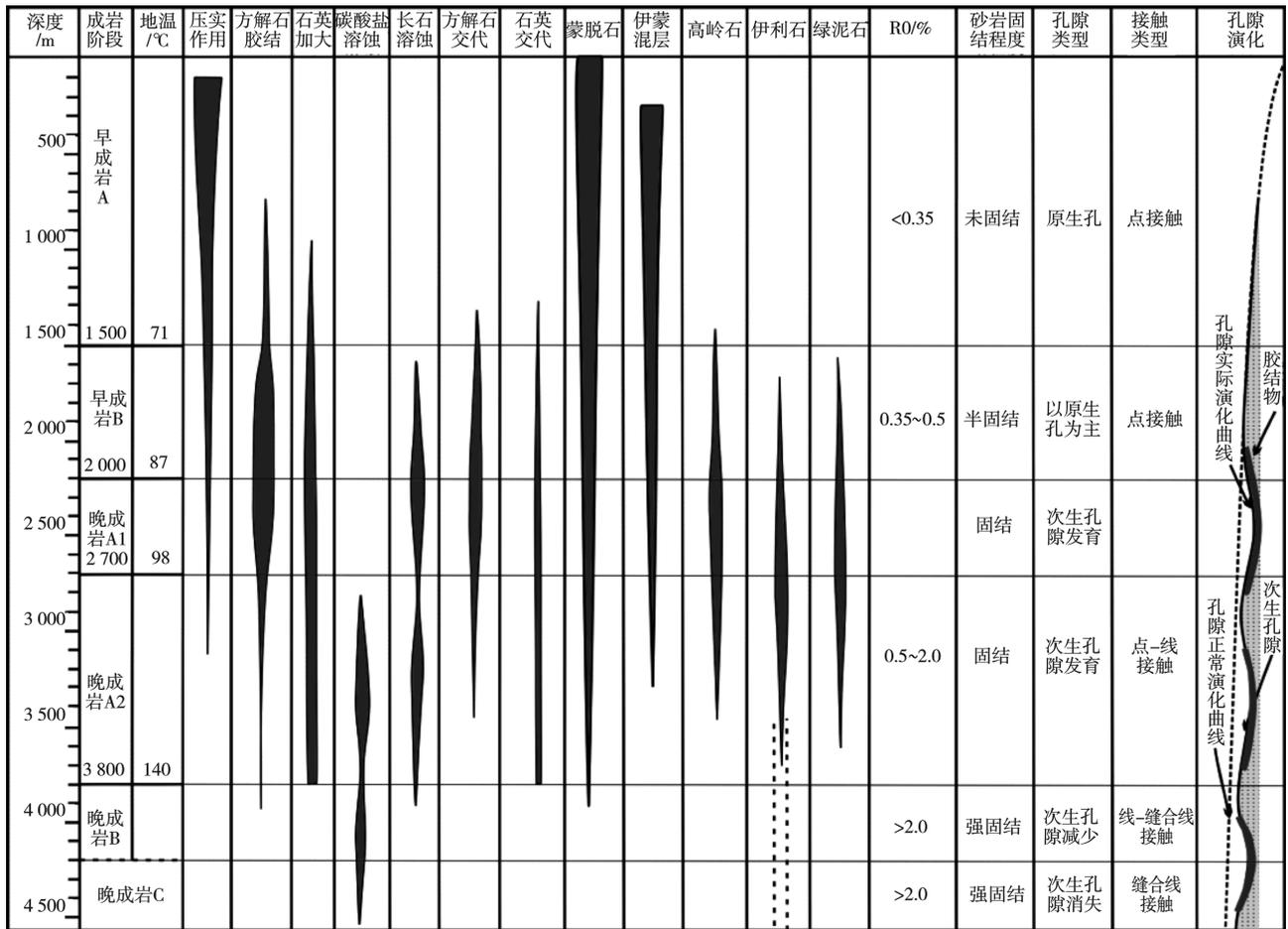


图5 郭局子地区成岩阶段划分

不同的成岩阶段的储层物性不同,有效储层所占的百分比也不同,早成岩B有效储层的比例达

92%,晚成岩A₁有效储层的比例占60%左右,晚成岩A₂有效储层的比例仅占5%左右^[12-13]。

5 结 论

(1) 岩性特征以岩屑砂岩、长石质岩屑砂岩、岩屑质长石砂岩为主。砂岩岩屑组分以岩浆岩和变质岩为主,胶结物以白云石、泥质和方解石胶结物为主。细砂岩石英含量较高,粗砂岩长石含量最高,角砾岩、粉砂岩岩屑含量最高,填隙物含量较均匀。砾岩黏土矿物以伊利石和伊蒙间层为主,砂岩、粉砂岩高岭石含量较高。分选差,磨圆度以次棱状、颗粒支撑、线-点线接触、孔隙式胶结为主。

(2) 成岩作用类型主要有压实作用、胶结作用、溶解作用、交代作用。砂砾岩储层砂砾岩具有多岩屑及高杂基的特点,塑性组分含量在 50% ~ 80%,砂砾岩体抗压实能力较弱,经历了强烈的压实作用。碳酸盐胶结是最主要的胶结作用,碳酸盐胶结物的成分以白云石、方解石胶结物最为多见。碳酸盐岩胶结要求 pH 值大于 8 ~ 9,其矿物的沉淀作为碱性成岩作用的标志;方解石胶结在 2 800 ~ 3 100 m 胶结作用最强;白云石胶结在 2 700 m 以下胶结作用最强。石英的次生加大和自生石英晶粒的产生属于酸性成岩环境的标志,在 2 100 m 以下石英次生加大作用较发育,含量在 0.5% 左右。黄铁矿含量 0 ~ 6%,主要出现在 2 700 m 以下,也是胶结类型之一。

(3) 溶解作用划分为酸性溶蚀和碱性溶蚀,以酸性溶蚀为主,长石和碳酸盐岩胶结物组成碎屑颗粒发生化学反应,形成次生孔隙。可见石英、长石、岩屑及碳酸盐胶结物的溶解,其中以长石、碳酸盐岩溶解较常见。长石的溶蚀产物主要是 SiO_2 和高岭石,2 800 ~ 3 000 m 为长石强溶蚀带,在该时期高岭石含量最高。泥岩中排出的有机酸、热解作用和干酪根成熟产生的 CO_2 是碳酸盐矿物溶解的酸的主要来源。碳酸盐岩溶解存在溶解残余,常成港湾状。酸性成岩作用以溶解作用和石英次生加大为特征,主要包括各种碳酸盐矿物溶解、各类长石蚀变为高岭石或者石英次生加大等为标志,碱性成岩作用以石英及其次生加大边溶解、碳酸盐矿物沉淀和长石次生加大为标志。

(4) 交代作用常见的是石英与方解石的交代,方解石的溶解度随着 pH 值升高而降低,而石英溶解度随着 pH 值升高而增大,在碱性成岩作用下有利于方解石交代石英,在酸性成岩作用下有利于石英交代方解石。

(5) 黏土矿物含量介于 0.5% ~ 10%,主要有高岭石、蒙脱石、伊利石、伊蒙混层矿物、绿泥石等。高岭石在 2 350 ~ 3 100 m 广泛分布,伊利石出现在 2 350 ~ 3 100 m,伊蒙混层矿物高值区在 2 650 ~ 3 100 m。

(6) 储层物性孔隙度主频 5% ~ 20%,渗透率主频 $(0.1 \sim 10) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属于特低渗储层。郭局子地区沙河街组砂砾岩储层储集空间类型主要有原生孔隙、次生孔隙及裂缝,主要以原生孔隙为主,次生孔隙为辅,次生孔隙发育带对应深度为 2 700 ~ 2 900 m。

(7) 划分为早成岩 B、晚成岩 A_1 、晚成岩 A_2 三个阶段,早成岩 B 有效储层的比例达 92%,晚成岩 A_1 有效储层的比例占 60% 左右,晚成岩 A_2 有效储层的比例仅占 5% 左右。

[参考文献]

- [1] 孙龙德. 东营凹陷北部斜坡带沙三一四段砂砾岩体与油气聚集[J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 278-282.
- [2] 毕义泉. 东营凹陷滨县凸起南坡砂砾岩体成因模式与成藏规律[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2002, 26(4): 12-15.
- [3] 隋风贵. 断陷湖盆陡坡带砂砾岩扇体成藏动力学特征——以东营凹陷为例[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 335-340.
- [4] 周廷全, 鲜本忠, 林会喜, 等. 车镇凹陷陡坡带古近系湖底扇沉积规律及储层特征[J]. 油气地质与采收率, 2007, 14(2): 23-27.
- [5] 李军亮. 渤海湾盆地东营凹陷深层砂砾岩储层成岩演化特征[J]. 石油实验地质, 2008, 30(3): 252-255.
- [6] 操应长. 车镇北带古近系砂砾岩储层成岩作用特征及其对物性的影响[J]. 沉积学报, 2015, 33(6): 1192-1202.
- [7] 李潇丽, 田成. 山东车镇凹陷东部古近系沙河街组成岩作用[J]. 古地学报, 2002, 4(4): 70-77.
- [8] 蔡进功, 张枝焕, 朱筱敏, 等. 东营凹陷烃类充注与储集层化学成岩作用[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 79-83.
- [9] 张善文, 袁静, 隋风贵, 等. 东营凹陷北部沙河街组四段深部储层多重成岩环境及演化模式[J]. 地质科学, 2008, 43(3): 576-587.
- [10] 陈永娇, 于兴河, 周新桂, 等. 东营凹陷各构造区带下第三系成岩演化与次生孔隙发育规律研究[J]. 天然气地球科学, 2004, 15(1): 68-74.
- [11] 王勇, 钟建华, 马锋, 等. 济阳拗陷陡坡带深层砂砾岩体次生孔隙成因机制探讨[J]. 地质学报, 2008, 82(8): 1152-1159.
- [12] 蔡进功, 谢忠怀. 济阳拗陷深层砂岩成岩作用及孔隙演化[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(1): 84-88.
- [13] 袁静. 东营凹陷下第三系深层成岩作用及次生孔隙发育特征[J]. 煤田地质与勘探, 2003, 31(3): 20-22.

[责任编辑] 董大伟

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.004

排10西火成岩储层特征及控制因素研究

张华锋

(中国石化胜利油田分公司 勘探开发研究院, 山东 东营 25700)

[摘要] 当前油田储量和产量均下滑的形势下,火成岩作为一种非常规油气藏越来越引起人们的重视,如何有效开发此类油藏显得尤其重要。火成岩油藏岩性复杂,存在多种岩石类型,岩相展布规律认识不清;储集空间多样,缝、孔、洞并存,有效储集空间类型认识不清;储层发育控制因素复杂,分布规律认识不清。综合运用钻井、测井、录井、核磁等资料,结合岩心与分析化验资料,明确排10西储集层岩石类型和储集空间类型;在此基础上动静态结合,进一步明确储层发育的控制因素,对火成岩油藏的勘探开发具有重要意义。

[关键词] 排10西;火成岩;石炭系;储层特征

[中图分类号] P624

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-5935(2018)03-0017-03

排10西火成岩勘探开发受到多方面因素制约。火山岩储层地震反射杂乱,地震资料品质差,有利储层预测难度大;储集空间类型认识不清;测井特征不明显,不同岩性测井响应特征相似,不易区分^[1]。因此,笔者针对排10西石炭系火成岩储层岩石类型、储集空间类型、储层发育控制因素及有利储层分布区域等进行研究,以期为排10西火成岩储层油气勘探开发提供依据。

1 区域地质概况

春风油田排10西位于新疆维吾尔自治区乌苏市车排子镇。区域构造上位于准噶尔盆地西部隆起车排子凸起。车排子凸起为准噶尔盆地西部隆起的次级构造单元,其西面和北面邻近扎伊尔山,南面为四棵树凹陷,向东以红车断裂带与沙湾凹陷相接(图1)。目前,研究区共有27口井钻遇石炭系,钻入石炭系深度超过60 m井仅18口,见显示10口,试油见油4口,整体勘探程度比较低。

2 储层特征

2.1 储层岩石类型

综合取心、录井、测井等资料研究表明,研究区

石炭系主要发育凝灰岩、凝灰质泥岩,以及少量凝灰质细砂岩、泥岩、硅化泥岩、玄武岩(图2)。

2.2 储集空间类型

根据岩心观察、分析化验等综合分析,排10西石炭系储集空间类型主要为裂缝,局部为砂岩原生粒间孔隙。

裂缝主要以构造缝和溶蚀裂缝为主。其中,构造缝与断层的分布具有较好的相关性。统计表明,距离三级断层小于500 m的区域裂缝较发育,另外小断层集中发育的区域裂缝密度也较大。溶蚀裂缝是在酸性流体作用下,长石等矿物被溶蚀而形成的裂缝,一般较窄,分布较少,但物性较好,部分为12%~15%,孔隙度多在8%~11%之间。

研究区局部发育凝灰质砂岩储层,砂粒成分主要为火成岩岩屑、石英、长石,砂以细砂为主,少量粉砂,次棱角状,凝灰质分布较均匀,局部方解石化,致密。通过荧光薄片观察,此类储层油气主要分布在原生粒间孔隙中。

2.3 储层控制因素

排10西石炭系储层发育主要受岩性、断层和风化淋滤等因素的共同控制^[2-3]。

[收稿日期] 2018-08-15

[作者简介] 张华锋(1984—),男,江苏盐城人,中国石化胜利油田分公司勘探开发研究院工程师,硕士,主要从事油气田开发地质综合研究。

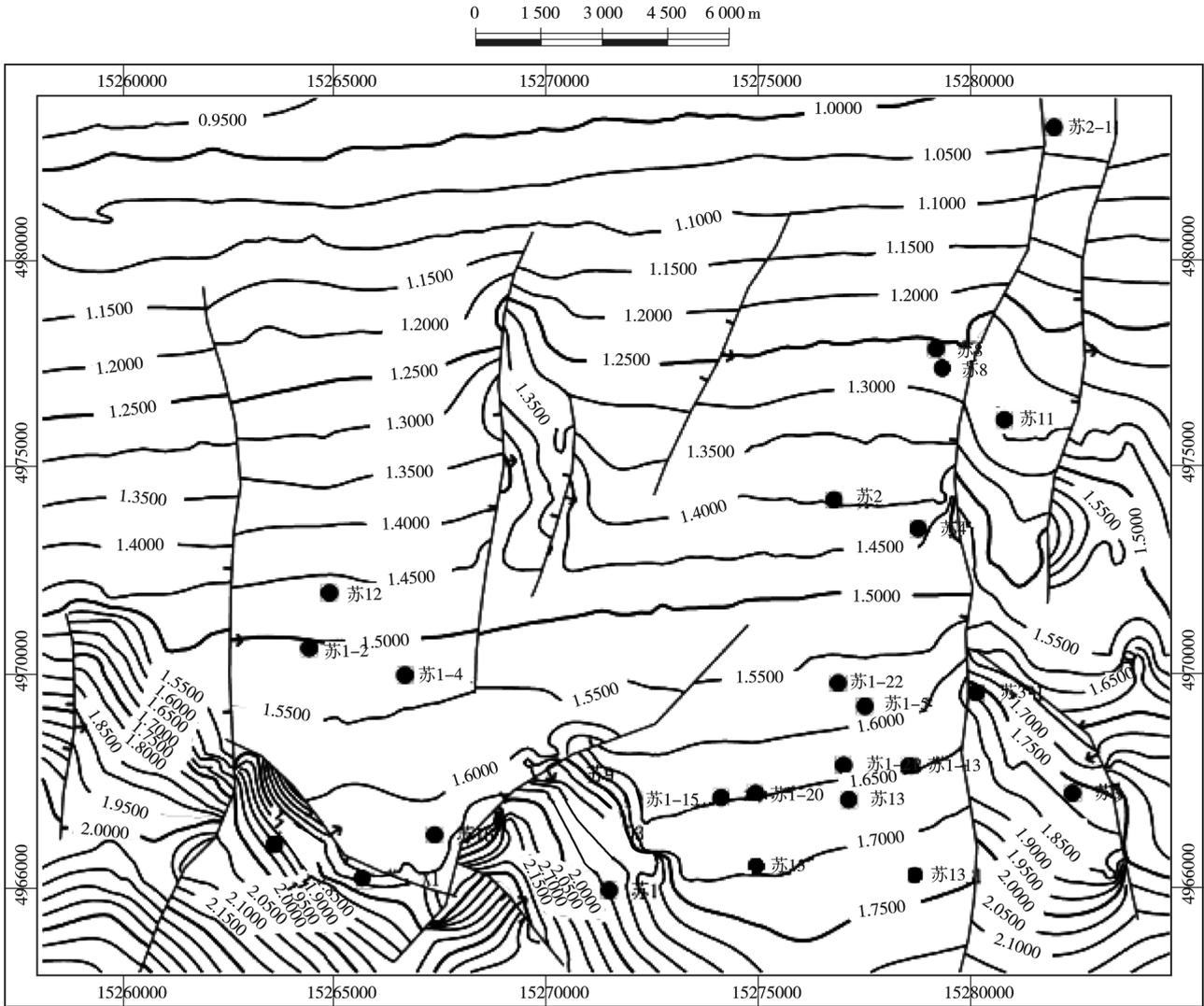


图 1 排 10 西区域构造位置

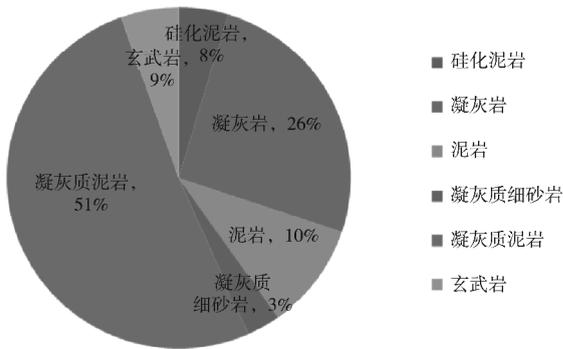


图 2 排 10 西取心井岩性统计

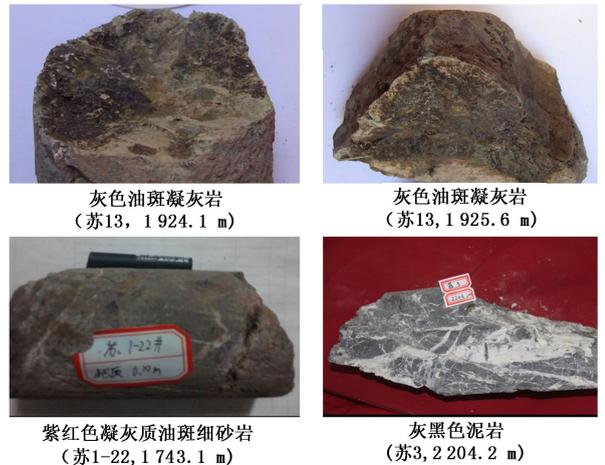


图 3 排 10 西石炭系岩心照片

(1)岩性对储层的控制。根据岩心、录井资料,对钻遇石炭系的油气显示井统计表明,凝灰岩和凝灰质砂岩是有利储层,凝灰质泥岩、泥岩基本不含油(图3)。同时,结合化验资料分析表明,不同岩性的储集空间类型、组合样式和发育程度有明显差异,决

定了储集性能的不同。凝灰岩储层分布于苏2井、苏13井、苏1-13井、苏1-5井和苏16井等井区,该类储层裂缝较发育,连通性好,裂缝配置关系优越,

能够形成有效储层,利于油气聚集。凝灰质砂岩储层分布于苏1-5、苏1-18和苏1-22井等井区,储集空间类型主要为原生粒间孔隙,发育有少量的裂缝,形成孔隙为主的裂缝—孔隙型储层。凝灰质泥岩和泥岩等由于颗粒较细,溶蚀作用难以形成次生孔隙,仅发育受风化作用和构造作用形成的裂缝,但后期由于成岩作用的影响基本都被充填,视为无效裂缝,因此这些岩性基本不发育储层^[4]。

(2)断层对储层的控制。排10西石炭系储层在东西向主应力场作用下,形成了一系列近南北向的三级断层,同时派生出一系列近东西向的调节性断层,使得石炭系具有棋盘状的断裂格局。结合生产情况看,位于三级断层附近、次级断层集中发育区域的井生产效果较好。断层及其周缘的构造裂缝还为大气水下渗提供了渗流通道,使断层附近地层发生溶蚀作用,形成大量溶蚀孔隙,有效改善了储层物性。

(3)风化淋滤对储层的控制。储层发育还受到风化淋滤作用的控制。受构造运动影响,石炭系持续抬升,遭受了风化剥蚀,石炭系顶面储层的物性得到普遍改善。受到风化作用影响,如气温变化和流水作用形成了大量风化裂缝,彼此相互切割,裂缝密度由地表至地下逐渐变小。统计表明,排10西油气分布主要聚集于顶部500 m以内层段,在岩性、断层和风化淋滤的共同作用下,石炭系顶部形成了大面积优质储层,为石炭系顶部油气的大规模聚集提供了良好条件。

3 火山岩有利储层预测

在地震属性中,曲率属性反映地层构造的变化特征,在曲率较大的位置地层易发生褶皱变形,可能为裂缝发育的有利区带。频率衰减属性,在裂缝或油气存在的情况下,地震信号在经目的层反射后高频成分能量会发生降低,低频成分能量会增强。结合单井生产情况,对比各类属性分布特征,确定有利储层分布范围的划分标准为:①衰减属性值高且聚团明显;②曲率属性相对较高;③相干属性较高范

围;④井区生产效果较好。根据以上原则,明确排10西有利储层展布范围(图4),从而进一步指导油田的勘探与开发部署工作。



图4 排10西石炭系有利储层分布

4 结论

(1)排10西岩石类型以凝灰岩、凝灰质泥岩为主,储集空间类型主要为裂缝,局部发育少量砂岩原生粒间孔隙。

(2)影响储层的控制因素主要有岩性、断层及风化淋滤作用,其中岩性是影响储集层性能的关键因素,构造作用和风化作用对储层性能有显著改善作用。

(3)结合地震属性及生产井情况,有利储层发育区域主要集中在苏1和苏1-22井区附近,可成为新的储量阶梯阵地。

[参考文献]

- [1] 张明结,杨品.准噶尔盆地石炭系(油)气藏特征及成藏条件分析[J].新疆石油学院学报,2000,12(2):8-12.
- [2] 董臣强.准噶尔盆地车排子地区成藏特征分析[J].油气地球物理,2008,6(4):34-37.
- [3] 伊万顺,贾春明.准噶尔盆地车排子凸起石炭系火成岩储层特征及主控因素[J].新疆地质,2009,27(1):49-52.
- [4] 张家政,崔金栋,杨荣国.准噶尔盆地火山嘴油田石炭系火成岩裂缝储层特征[J].吉林大学学报(地球科学版),2012,42(6):1629-1637.

[责任编辑] 胡秋媛

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.005

多粒级砾石充填防砂性能及尺寸优化试验研究

钟奕昕¹,董长银¹,周玉刚¹,秦延长²,邵现振²,郑英杰²

(1. 中国石油大学(华东)石油工程学院,山东 青岛 266580; 2. 中国石化胜利油田分公司 河口采油厂,山东 东营 257000)

[摘要] 对于单粒级砾石充填防砂方式,多粒级砾石充填具有防砂效果好、有效期长的优点,在油田现场取得了一定的应用效果。为进一步对比验证多粒级砾石充填层的防砂性能以及针对实际地层砂类型进行砾石尺寸优化,通过砾石层特性模拟评价试验装置,对比研究3种单粒级砾石层(A:0.3~0.6 mm、B:0.4~0.8 mm、C:0.6~1.2 mm)和3种多粒级砾石层AB、AC和BC的防砂效果。结果表明,AB双粒级复合砾石充填层,其流通性和抗堵塞性优于A单粒级充填层,且挡砂性能优于B单粒级充填层,兼顾了挡砂性能和流通性能;不同粒级砾石间存在合理尺寸匹配模式,其中AB复合充填层,驱替后堵塞的程度更轻微,挡砂效果较好,使其综合性能优于AC复合充填层以及BC复合充填层。上述优化后的多粒级复合充填砾石组合应用于胜利油田河口油区某井后,该井产油量由0.7 m³/d增至2.4 m³/d,提液防砂效果良好。

[关键词] 防砂;砾石充填;多粒级;防砂效果;尺寸匹配

[中图分类号] TE355 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0020-06

多粒级砾石充填防砂方式作为一种重要的防砂工艺,主要适用于泥质含量较高、地层砂粒度中值较低的细粉砂出砂地层,以及出砂时间较长、亏空严重的老井^[1-8]。其中,对于复合层砾石尺寸的选择与匹配是影响防砂效果的重要因素。近年来,国内外学者在砾石充填防砂方面进行了一些研究。针对不同地区的单级砾石充填防砂工艺参数设计,多是通过理论优化、数值模拟、试验分析等方式来优化砾石尺寸^[9-21];针对多粒级砾石充填防砂的防砂性能及尺寸研究主要集中在模拟试验和模型预测两方面,如陈宇、邓金根等^[22]对多粒级充填进行了模拟研究,得出多粒级充填会导致初期出砂量增加,但能改善砾石层渗透率从而提高产量;赵修太、陈东明^[23]利用岩石力学等影响因素得到了多粒级充填级数和各级长度预测模型;李鹏、周承师等^[24]阐述了多粒级充填防砂的工艺原理,并提出在分级砾石充填层的中粒度粒径砾石中加入短切纤维能大大提高防砂效果。上述研究中,针对单粒级砾石充填防砂的砾

石尺寸研究较多,但将单粒级砾石充填与多粒级砾石充填进行防砂效果对比较少,缺乏室内试验数据的支撑,对于多粒级砾石充填层中不同砾石尺寸的匹配,并没有形成对应的优化方法。笔者使用砾石层特性评价微观驱替模拟试验装置,根据实际生产情况,以石英砂作为充填材料,在相同地层砂驱替条件下,进行3种单粒级充填层和3种多粒级充填层的性能评价试验,根据动态试验数据计算得到砾石层的流通性能、挡砂性能等评价指标,对单粒级、多粒级充填的防砂效果进行比较分析,并对多粒级充填层的砾石尺寸进行匹配与优化以及现场案例分析。

1 试验原理与方法

1.1 试验原理

所谓双粒级砾石充填防砂方式,是将两种不同粒径砾石按不同比例分级充填到地层中不同位置,首先使用较细的砾石充填到地层远端;然后使用粗

[收稿日期] 2018-08-15

[基金项目] 国家自然科学基金项目(51374226);国家重点研发计划项目课题(2017YFC0307304)

[作者简介] 钟奕昕(1995—),女,江西萍乡人,中国石油大学(华东)石油工程学院硕士研究生,主要从事采油工程、防砂完井研究。

一级的砾石完成近井地带和井筒内充填,如图1所示。在双粒级砾石充填层中,较细的砾石具有较好的挡砂效果,同时可以获得较低的砾石与地层砂中值比(GSR),降低地层细砂对砾石层的侵入,有利于维持较高的堵塞渗透率比;近井较粗的砾石有利于提高砾石充填层的总体渗透率,获得高产量。

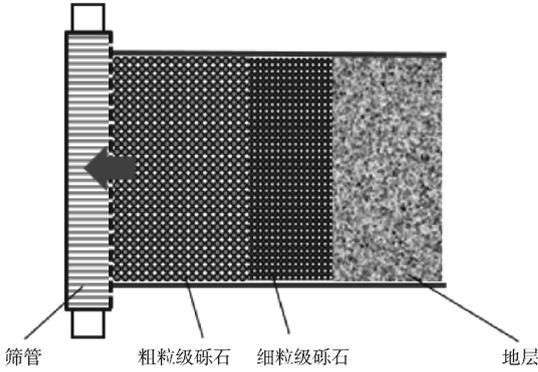


图1 双粒级砾石充填层

试验使用砾石层特性评价微观驱替模拟装置,然后使用地层砂驱替从而评价各项性能,进而对各充填层的挡砂效果进行对比评价。试验时,将砾石材料充填于单向驱替装置的短节中,使用流体携带地层砂驱替砾石层,设置好试验参数后开始驱替试验。由于堵塞物的侵入和堵塞作用,砾石层渗透率随着时间逐步降低,驱替流量降低、压力升高。当趋于稳定后,表明堵塞达到平衡状态,即可结束试验。

试验测得的渗透率为砾石层的绝对渗透率,砾石层与试验流体之间不发生任何物理化学反应,在离心泵的作用下驱替液稳定通过砾石层。计算实时砾石层渗透率为

$$K = \frac{QuL}{A(P_1 - P_2)} \quad (1)$$

式中, K 为渗透率, μm^2 ; Q 为试验用液体的体积流量, m^3/s ; P_1 、 P_2 分别为注入端与流出端的压力,MPa; μ 为试验所用流体的黏度 $\text{mPa} \cdot \text{s}$; A 为砾石填充层的横截面积, m^2 ; L 为砾石填充层的长度, m 。

1.2 试验材料与条件

试验所使用的驱替地层砂为粒度中值 $d_{50} = 0.085 \text{ mm}$ 的细粉砂,编号为FB,含泥质含量12%,泥质含量使用伊利石粉、蒙脱石粉、高岭石粉的混合物进行模拟,配置比例为3:1:1。使用的充填材料为现场常用的标准尺寸石英砂,砾石层充填方式分为单粒级充填和双粒级充填,砾石尺寸及其编号如表1所示。试验所使用的流体是黏度约为

$1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 的清水。在进行双粒级充填试验时,尺寸较细的砾石充填在流体入口端,尺寸较粗的砾石充填在流体出口端。

表1 试验使用固相充填材料及其编号

固相充填层编号	充填方式	砾石尺寸/mm
A	单粒级	0.30 ~ 0.58
B	单粒级	0.42 ~ 0.84
C	单粒级	0.58 ~ 1.19
AB	双粒级	0.30 ~ 0.58/0.42 ~ 0.84
AC	双粒级	0.30 ~ 0.58/0.58 ~ 1.19
BC	双粒级	0.42 ~ 0.84/0.58 ~ 1.19

试验在室温条件下实施,温度大约 $15 \sim 20 \text{ }^\circ\text{C}$ 。试验压力条件为低压系统,对于单向流驱替,管线出口压力均为大气压 0.101325 MPa ,流体排量均为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$,实际压力取决于排量和砾石层堵塞程度与流动阻力。

1.3 试验装置与方法

试验采用中国石油大学(华东)油气井防砂完井实验室的防砂筛网与砾石层特性评价微观驱替模拟装置。该装置专门用于观察和检测各种挡砂介质的挡砂性能和堵塞规律。装置主体部分采用有机玻璃制成,根据不同要求可选择不同管道进行试验,所选管道外径约为 115 mm ;模拟砾石层充填段长度约为 145 mm ;整个驱替过程可直观观察,流量压力压差等数据通过计算机自动采集。装置实物如图2所示。



图2 砾石层特性评价微观驱替模拟试验装置

试验时,设置好要求的流量与携砂浓度等条件后,人为将砾石层压实充填到管内,先使用清水携带模拟地层砂长时间驱替砾石层,测量砾石层两侧的压力差及试验压力和流量;然后改变砾石层尺寸或充填方式,其他条件不变,重复试验,测量砾石层两侧的压力差及试验压力和流量;最后应用砾石层挡砂性能评价软件进行数据采集、数

据处理分析、砾石层的性能评价指标计算,并且收集最终通过砾石层的地层砂量,以过砂率表示不同砾石层的挡砂能力。

2 试验结果分析

在对油气井采取防砂措施时,不仅要考虑是否有良好的防砂效果,还要使地层具有一定的流通性,保证产量。使用实时监测到的数据,评价不同砾石尺寸下砾石充填层的挡砂性能指标、流通性能指标、抗堵塞性能指标以及综合性能指标,以此来评价不同砾石

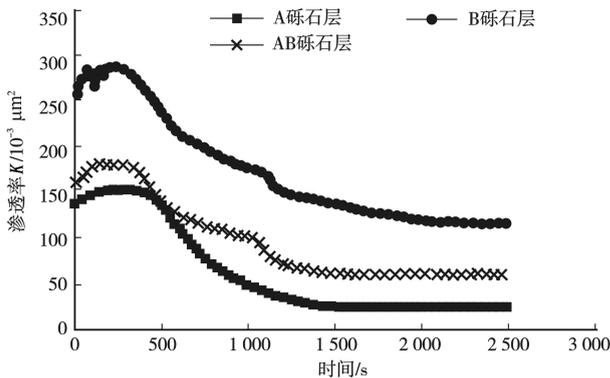


图 3 不同充填层渗透率变化曲线

由图 3 可知,各个砾石层渗透率随着驱替逐渐下降,这是由于地层砂的侵入堵塞作用,渗透率最终趋于稳定,说明堵塞达到了平衡。针对 0.085 mm 的粉细砂,单粒级充填层 B、C 的初始渗透率最高,约为 280 μm^2 。这是因为在原始充填状态下,砾石层的粒径越大,颗粒与颗粒之间充满均匀的孔隙,流体流动更容易;反而单粒级充填层 A 的尺寸最小,初始渗透率最小。以单粒级充填层 A、B 和双粒级充填层 AB 为例,AB 双粒级充填层的初始渗透率介于单级砾石层 A 和 B 之间,约为 180 μm^2 ,稳定后最终渗透率比 B 充填层>AB 充填层>A 充填层。可以得出,B 单层砾石层流通性能最优,AB 双粒级充填层其次;分析其他充填层可以得出相似的规律,即双粒级充填层的流通性介于两个单粒级充填层之间。具体各个砾石层的渗透率变化及过砂率比较如表 2 所示。

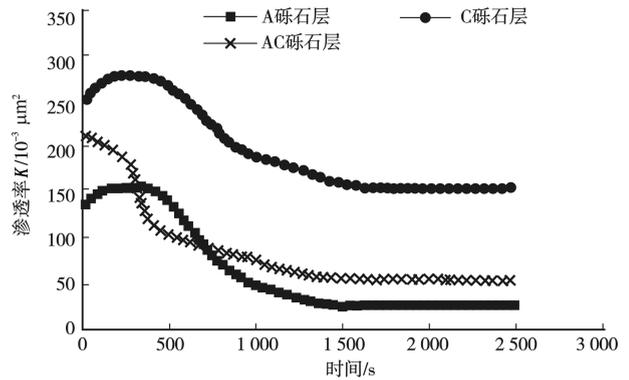
表 2 不同砾石层性能指标汇总

砾石层	初始渗透率/ μm^2	终了渗透率/ μm^2	平均渗透率/ μm^2	终了渗透率比	过砂率/%
A	149.737	24.752	64.397	0.165	1.200
B	280.511	117.385	176.287	0.419	5.000
C	269.683	157.313	197.508	0.580	7.600
AB	176.189	61.709	98.112	0.352	3.000
AC	201.303	53.803	84.793	0.229	4.600

充填层的性能优劣,具体计算方法见文献^[25-26]。

2.1 不同级数砾石充填层防砂效果对比分析

使用编号 A(0.30~0.58 mm 单粒级充填)、B(0.42~0.84 mm 单粒级充填)、C(0.58~1.19 mm 单粒级充填)、AB(0.30~0.58 mm/0.42~0.84 mm 双粒级充填)、AC(0.30~0.58 mm/0.58~1.19 mm 双粒级充填)5 种砾石层进行对比评价试验。当砾石层渗透率不再发生变化时停止驱替,各个试验排量基本保持一致,得到砾石层渗透率随时间的变化如图 3 所示。



将试验时得到的渗透率和压差数据进行计算,得到挡砂性能指标、流通性能指标、抗堵塞性能指标和综合性能指标对比如图 4 所示。

结合表 2 和图 4 可得出,针对 0.085 mm 粉细砂,单粒级充填层 B 的挡砂性能、流通性能和抗堵塞性能三者数值差异明显,其中挡砂性能最低为 0.55,但流通性能和抗堵塞性能最高,为 0.9 左右;同样可以根据性能指标分析得出单粒级充填层 A 不能同时兼顾挡砂性能和流通性能。对于 AB 双粒级充填层,其挡砂性能优于单级 B 充填层,流通性能又优于 A 充填层,使其具有一定的挡砂效果同时也能使流体易于通过。对于砾石层 AC 可以得出相似的结论,双粒级充填层 AC 的挡砂性能优于单粒级 C 充填层,而流通性能又优于单粒级 A 充填层,兼顾挡砂性和整体流通性,是三者中最好的选择。

图 5 为试验后单粒级充填层 A 和双粒级充填层 AB 得到的截面现象图。由图 5 可以看出,A 层的单粒级砾石与地层砂接触界面出现明显的混砂带,说明地层砂侵入堵塞严重。而双粒级 AB 充填层并未发现明显的混砂现象,说明 AB 层有一定的抗堵塞性和流通性能。进一步分析,对于较常规的石油天然气藏开采,单粒级砾石充填防砂工艺有工艺简单、施工方便的优点,但对于泥质含量高的地层

砂或粉细砂,容易在砾石和地层砂交界处形成泥饼,

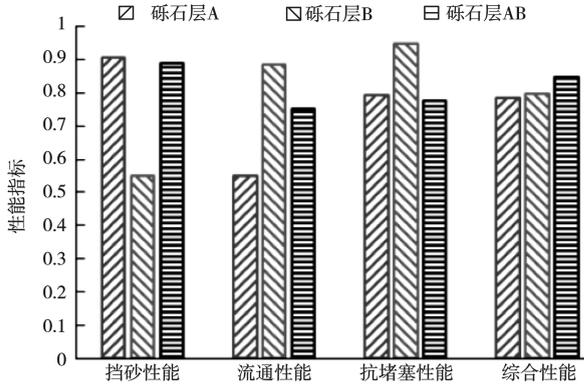


图4 不同充填层性能指标对比



图5 试验后砾石层截面现象图

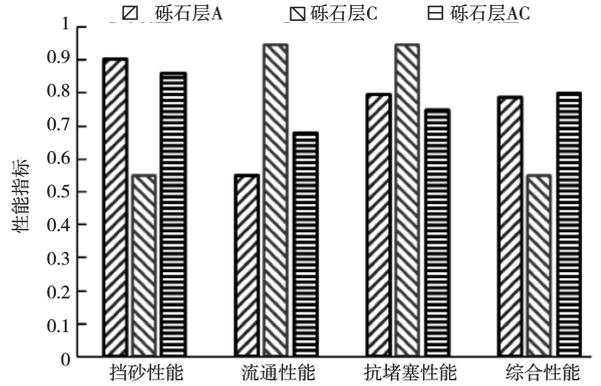
在高清显微镜下,将试验后的 $0.3 \sim 0.6 \text{ mm}$ 石英砂以及 $0.4 \sim 0.8 \text{ mm}$ 石英砂砾石层切面取出小段放大观察,如图6所示。 $0.3 \sim 0.6 \text{ mm}$ 细砾石层砾石之间所产生的流通通道较小,使得砾石层渗透率较低。 $0.4 \sim 0.8 \text{ mm}$ 砾石层砾石之间所产生的流通较大,不利于阻挡地层砂的通过。使用单粒级砾石层作为挡砂介质时,无法兼顾挡砂性能和流通性能。因此对于亏空严重老井、粉细砂地层或泥质含量高的地层砂进行防砂方式选择时,建议优先考虑双粒级砾石充填防砂方式。

2.2 不同粒径砾石匹配充填防砂效果对比分析

在相同条件下,使用AB($0.30 \sim 0.58 \text{ mm}/0.42 \sim 0.84 \text{ mm}$)、AC($0.30 \sim 0.58 \text{ mm}/0.58 \sim 1.19 \text{ mm}$)和BC($0.42 \sim 0.84 \text{ mm}/0.58 \sim 1.19 \text{ mm}$)3种双粒级充填砾石层进行对比评价试验。得到砾石层渗透率随时间的变化以及性能指标对比如图7所示。

从图7可知,3种砾石层的初始渗透率相差不大,均为 $180 \mu\text{m}^2$ 左右,随着驱替过程的进行及地层砂的堵塞作用,AB双级砾石层渗透率下降速率最慢,其渗透率下降程度也最小,稳定后最终渗透率比AB充填层>AC充填层>BC充填层。表明在这三组双粒级充填层中,AB层的抗堵塞性能最

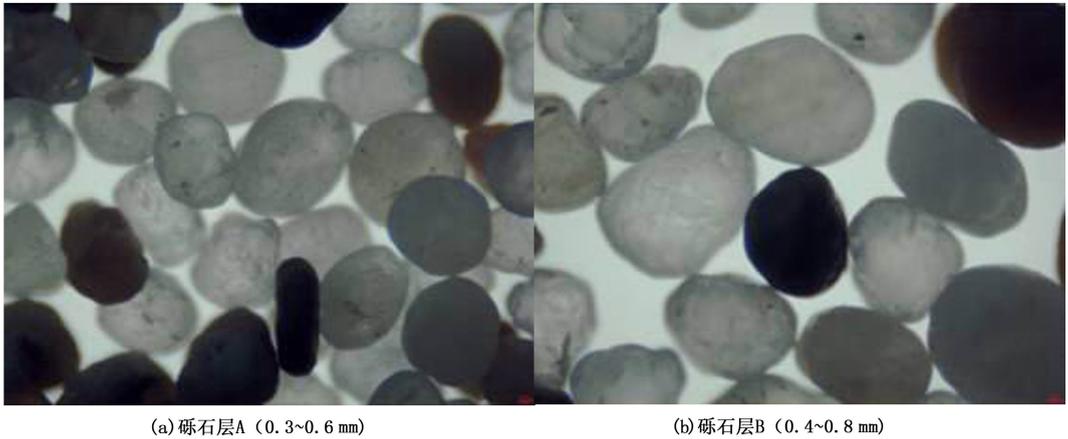
使得整个砾石层的渗透率大大下降,最终堵塞降产。



好,堵塞后砾石层渗透率最高,能维持较好的流通性。

针对 0.085 mm 粉细砂,AB、AC和BC三个双粒级充填层的挡砂性能指标都很高,但AC层和BC层的抗堵塞性能指标和流通性能指标都很低,因而可以得出这两个砾石层的高挡砂性能是由于其地层砂堵塞严重而来,并不能兼顾挡砂性和流通性。而AB双粒级充填层,挡砂性能指标为0.89,流通性能指标为0.75,抗堵塞性能指标为0.77,综合性能指标为0.85,效果最佳。如图8所示,在双粒级充填层中,细尺寸砾石在入流端起到挡砂的作用,粗尺寸砾石则起到流通的作用,二者协同产生粗挡砂细导流的作用,不同粒级砾石间存在合理尺寸匹配模式,在尺寸选择时也不可忽视这一点。

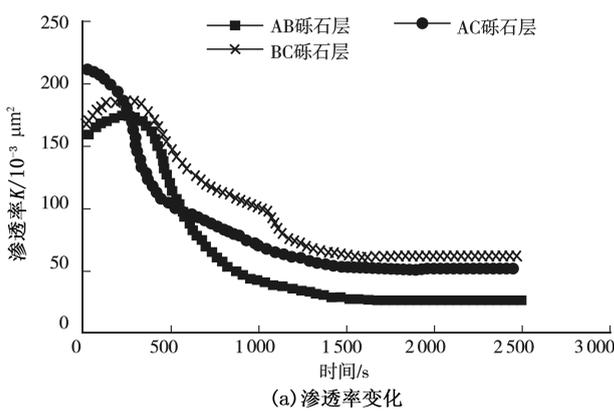
综合考虑挡砂性能、流通性能和抗堵塞性能,充填方式为 $0.3 \sim 0.6 \text{ mm}/0.4 \sim 0.8 \text{ mm}$ 双粒级充填的砾石层最适合 0.085 mm 的粉细砂。分析其原因,由于流体冲刷携带作用,充填层中粒径较小的充填材料颗粒会运移到较大颗粒之间,形成一段两种充填材料的混合带,其渗透率远低于两种材料本身的渗透率,造成一定程度的自身堵塞(图8)。自身堵塞现象与两种材料的粒径差别有关,差别越大,自身堵塞越严重。AB复合层所用的两种充填材料粒径差距最小,自身堵塞现象最轻微,因此其流通性能和抗堵塞性能最好,且具有一定的挡砂效果;AC复合层的粒径差距较大,内部充填材料颗粒的运移更严重,加剧自身堵塞,使得复合充填层内部流动空间最小,其流通性能和抗堵塞性能最差;BC复合层的粒径差距虽不如AB层,但其流通性能仍低于AB层,抗堵塞能力更弱。



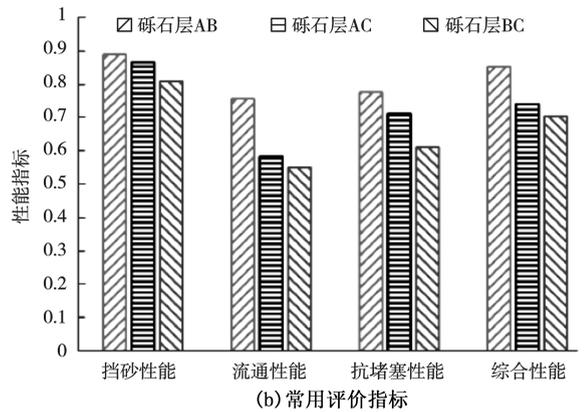
(a) 砾石层A (0.3~0.6 mm)

(b) 砾石层B (0.4~0.8 mm)

图 6 不同充填层切面显微观察图

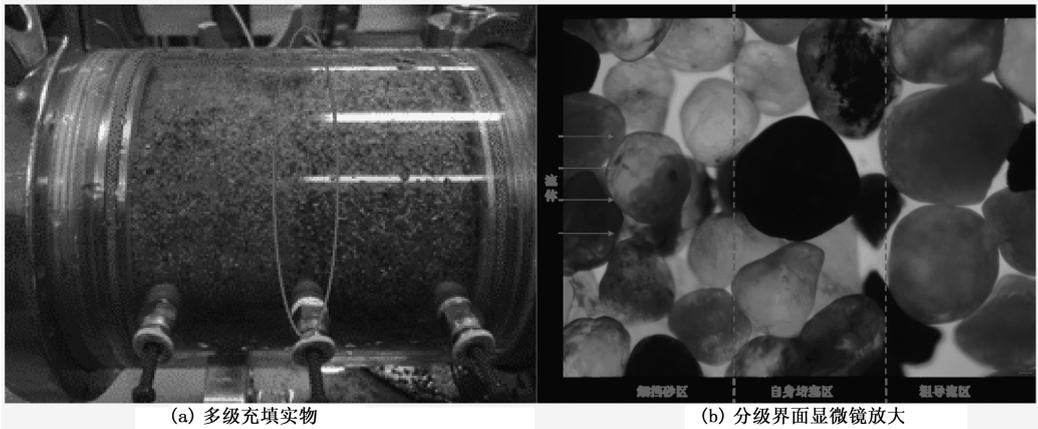


(a) 渗透率变化



(b) 常用评价指标

图 7 不同粒径充填层性能对比



(a) 多级充填实物

(b) 分级界面显微镜放大

图 8 多级充填层实物与显微界面分析

3 现场应用案例

胜利油田河口油区储层为疏松砂岩地层,其中某层某井采用套管射孔完井。该层孔隙度为 34%,原始地层砂粒度中值为 0.09 mm,生产过程中出砂严重。根据传统的单粒级充填砾石尺寸设计方法,该油井采用 0.3~0.6 mm 以及 0.4~0.8 mm 单粒

级砾石充填防砂时,由于存在泥质含量越高、粉细砂等问题,地层发生堵塞,使得防砂效果较差,有效周期短,产量低。根据本文研究得到的结论,采用双粒级砾石充填防砂工艺,现场加 0.3~0.6 mm 石英砂 20 t 和 0.4~0.8 mm 石英砂 10 t,排量 1.5 m³/min,施工压力 14~17 MPa,施工砂比 5%~30%,采用胍胶携砂液 100 m³。此次防砂后产液量由原来的

28.8 m³/d 提高到了 81.6 m³/d,产油量由原来的 0.7 m³/d 提高到了 3.9 m³/d,稳产后产液 66.9 m³/d,产油量为 2.4 m³/d,防砂效果较好,提液效果明

显,如图9所示。截止至2018年1月,累增油377.2 t。目前该技术正在进一步推广中。

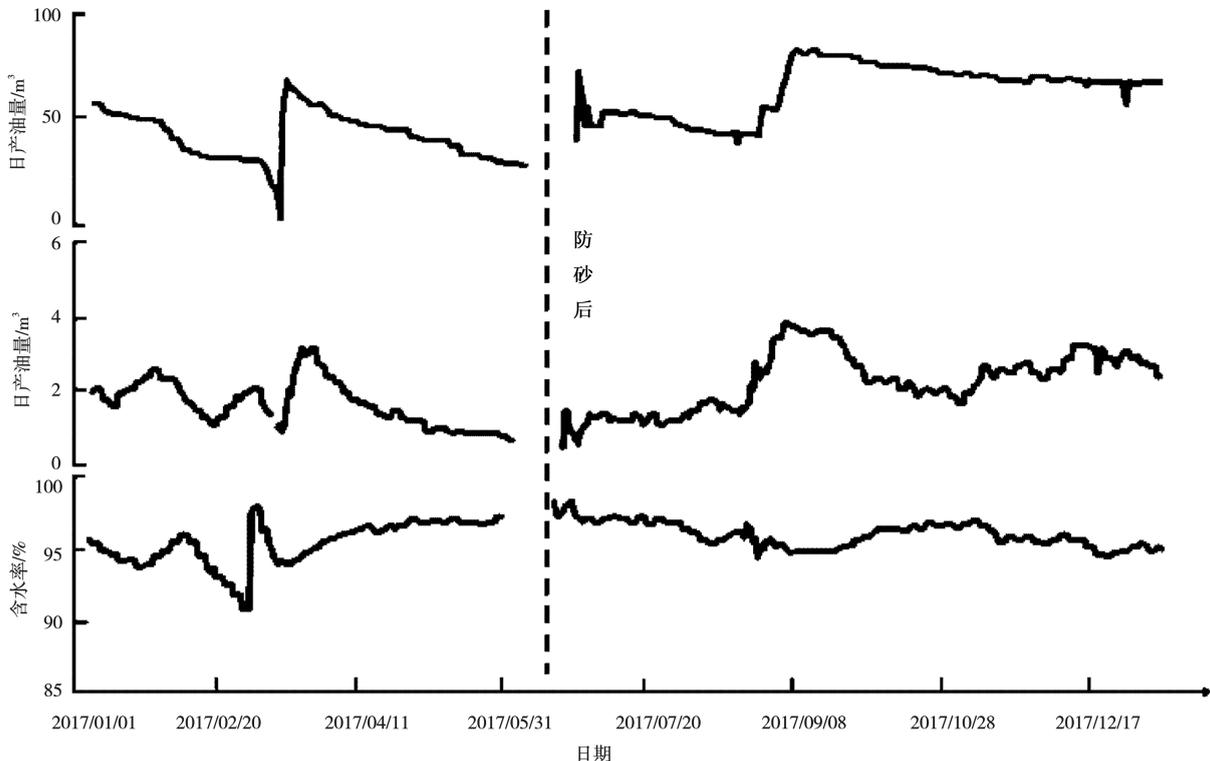


图9 现场产量变化

4 结论

(1)对粒度中值为0.085 mm的粉细砂,0.3~0.6 mm与0.4~0.8 mm的双粒级砾石充填层可以实现外层挡砂、内层疏导,因而具有良好的防砂效果。其流通性和抗堵塞性优于0.3~0.6 mm单粒级充填层,挡砂性能高于0.4~0.8 mm单粒级充填层。

(2)对于双粒级复合充填,整个充填层由两种不同尺寸砾石组成,在流体冲刷携带作用下,两种材料接触界面发生结构再平衡,形成一段两种充填材料的混合段,造成一定程度的自身堵塞。两种材料的粒径差别越大自身堵塞越严重。因此对粒度中值0.085 mm的粉细砂,0.3~0.6 mm与0.4~0.8 mm的复合充填,综合性能优于0.3~0.6 mm与0.6~1.2 mm的复合充填及0.4~0.8 mm与0.6~1.2 mm的复合充填。

(3)当对亏空严重老井、粉细砂地层或泥质含量高的地层进行防砂方式选择时,建议优先考虑双

粒级砾石充填防砂方式,具体防砂方式的选择因实际情况而异。

[参考文献]

- [1] 董长银. 油气井防砂理论与技术[M]. 山东青岛:中国石油大学出版社,2012:53-55.
- [2] DONG CH Y, LI Y L, et al. Operation optimization of plugged screen cleanup by rotary water jetting[J]. Petroleum Science, 2014,11(2): 122-130.
- [3] 朱彩虹,孙辉,李贵恩,等. 疏松砂岩稠油油藏防砂方法优选试验研究[J]. 特种油气藏,2000(3):36-38,53.
- [4] 张太斌,卞士举,罗意,等. 极浅海油田出砂井防砂工艺研究——以垦东地区垦东12块为例[J]. 特种油气藏,2003(S1):79-81.
- [5] BEHNAM M, DADVAR M. Modelling and simulation of gravel-pack damage due to particle transport by single phase flow in cased hole completion[J]. International Journal of Oil Gas & Coal Technology, 2014,7(2):152-168.
- [6] 董长银,张琪,孙炜,等. 砾石充填防砂工艺参数优化设计[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2006,30(5):57-61.
- [7] 黄文强. 高压砾石充填防砂技术在曙三区的应用[J]. 特种油气藏,2010,17(4):111-113,126.

(下转第51页)

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.006

二元复合驱化学剂产出特征及开发动态规律研究

夏志增¹,张潇华¹,任伟伟²

(1. 中国石油大学胜利学院 油气工程学院, 山东 东营 257061; 2. 胜利油田东胜集团股份有限公司, 山东 东营 257000)

[摘要] 聚合物-表面活性剂二元复合驱优点显著,得到了普遍重视和研究。基于典型区块参数建立了数值模拟模型,研究了二元复合驱的开发规律,并对开发参数进行了敏感性分析。结果表明:二元复合驱开发时,表面活性剂先于聚合物产出,随着注入PV数增加,化学剂产出浓度首先快速上升,达到浓度峰值后以较快速度下降至趋于平缓。在开发过程中,生产井井底流压大幅降低,含水率下降明显,增油效果显著。在本文的参数研究范围内,二元复合驱的注入时机越早,注入速度越高,化学剂段塞尺寸越大,其提高采收率效果越好;但化学剂浓度的变化对提高采收率效果影响不大。

[关键词] 二元复合驱;化学剂;动态规律;影响因素

[中图分类号] TE34 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0026-06

提高采收率(EOR)技术在油气开采领域的地位日益重要。热采、化学驱、气驱和微生物驱是公认的四大类 EOR 技术^[1]。其中,化学驱的产量约占世界 EOR 总产量的四分之一^[2],且是中国原油提高采收率潜力最大的 EOR 技术,具有广阔的应用前景^[3-4]。化学驱主要有聚合物驱、表面活性剂驱、碱驱以及复合驱等几类。其中,聚合物驱是目前中国原油挖潜的主要技术之一,但伴随着聚合物驱应用的饱和,复合驱有望成为重要的接替技术之一^[5-6]。复合驱能够通过两种及以上驱油成分(聚合物、表面活性剂、碱)间的协同作用^[7],进一步提高原油的采出程度。聚合物-表面活性剂二元复合驱(SP二元复合驱)和聚合物-碱-表面活性剂三元复合驱是两种主要的复合驱技术。其中,SP二元复合驱优点显著,得到了普遍重视^[8-10]。相对于三元复合驱,SP二元复合驱不存在碱组分,可避免碱组分带来的地层伤害、破乳难等复杂问题^[11-12],体系的黏度和弹性更高,且相应的配套工艺更为简单。室内岩心实验研究也显示^[13],在相同条件下,二元体系有更高的采收率。

作为一种具有较大潜力的化学驱技术,二元复合驱的现场试验效果总体较好^[14-17]。但相关研究还不深入,存在开发规律认识不清等问题。因此,加强二元复合驱开发的动态规律及影响因素的研究,对认识其开发特点,提高复合驱开发效果具有重要意义。

1 数值模拟模型

1.1 数值模拟原理

二元复合驱开发油藏过程中存在较为复杂的物化现象,涉及的机理比较复杂。考虑水、油、聚合物和表面活性剂四种组分,使用 CMG-STARs 模拟软件进行了二元复合驱的模拟研究^[18-19]。考虑的主要机理如下:

(1) 聚合物的增黏作用。聚合物的存在能增加水相黏度,降低水油流度比,水相的黏度使用线性混合法则计算,表示为

$$\ln \mu_w = \sum_{i=1}^{n_c} x_i \ln(\mu_i) \quad (1)$$

式中, μ_w 为水相黏度, mPa·s; n_c 为水相中的组分数

[收稿日期] 2018-05-10

[基金项目] 国家科技重大专项项目(2017ZX05013-001);山东省高等学校科研发展计划项目(J17KB077);中国石油大学胜利学院重点科研计划项目(KY2017011)

[作者简介] 夏志增(1989—),男,山东潍坊人,中国石油大学胜利学院油气工程学院助教,硕士,主要从事油气田开发理论与系统工程研究。

量; i 为水相中的组分,包括聚合物组分、表面活性剂组分和水组分; x_i 为水相中各组分的摩尔分数。

(2) 聚合物和表面活性剂的吸附。聚合物和表面活性剂在储层运移过程中会吸附在孔喉表面,忽略温度的影响,吸附量的大小与浓度有关,使用 Langmuir 吸附等温式描述,表示为

$$\Gamma_i = \frac{ac_i}{1+bc_i} \quad (2)$$

式中, Γ_i 为化学剂(聚合物和表面活性剂)的吸附量, kg/m^3 ; c_i 为化学剂(聚合物和表面活性剂)的摩尔分数; i 为聚合物或表面活性剂; a 、 b 为公式参数。

(3) 低界面张力。表面活性剂的加入能降低油水两相的界面张力,在数值模拟中,通过改变不同界面张力下的油水相对渗透率曲线来模拟表面活性剂的作用机理。

(4) 渗透率下降。二元复合驱时,水相有效渗透率会发生下降,主要是由于聚合物分子的不可及孔隙体积和化学剂(聚合物和表面活性剂)的吸附导致。渗透率的计算式为

$$k_n = k_w / R_k \quad (3)$$

式中, k_n 为下降后的水相有效渗透率, 10^{-3}m^2 ; k_w 为水相初始有效渗透率, $10^{-3} \mu\text{m}^2$; R_k 为渗透率下降系数。

1.2 模型建立

中国首例 SP 二元复合驱矿场试验在胜利油田孤东七区西开展,取得了明显的降水增油效果^[20]。

并于 2007 年 11 月在孤东、孤岛油田推广应用^[21]。

根据胜利油田孤东七区西基础参数建立数值模拟模型^[22],进行二元复合驱动态规律的研究。如图 1 所示,模型采用 $41 \times 31 \times 12$ 的正交网格。其中, x 、 y 、 z 方向的网格长度均为 10 m, k 方向划分为 12 个研究小层,地质储量为 $26.5 \times 10^4 \text{m}^3$ 。模型的储层参数值见表 1,油水相渗曲线见图 2。

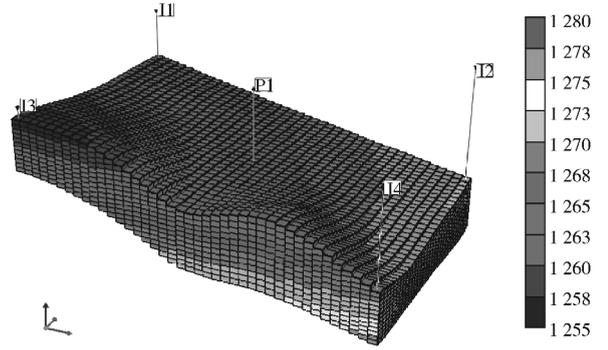


图 1 二元复合驱基础模型示意图(顶深, m)

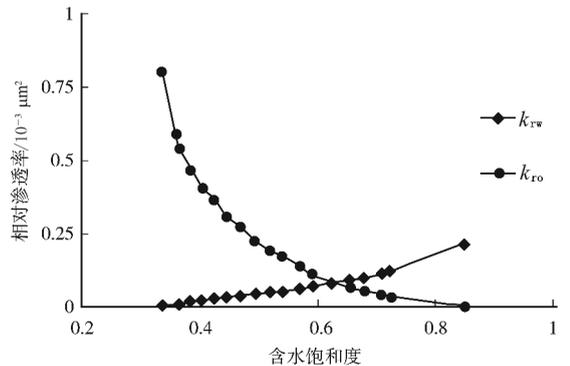


图 2 相对渗透率曲线(不存在化学剂时)

表 1 储层参数

油藏埋深/ m	孔隙度 $\varphi/\%$	有效厚度/ m	平均渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$	渗透率 变异系数	原始压力/ MPa	原始地层 温度/ $^{\circ}\text{C}$	原始含油 饱和度	原油黏度/ ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)
1 256.28 ~ 1 280.07	0.34	8.50	1 516	0.48	12.40	68.00	0.70	45.00

模型采用四注一采的五点井网,注采比为 1 : 1。其中,各注入井的注入流量为 $27 \text{m}^3/\text{d}$,生产井的产量为 $108 \text{m}^3/\text{d}$ 。二元复合驱段塞为三段式^[23],包括前置聚合物段塞、二元主段塞和后置聚合物段

塞。模拟研究时,注水开发至生产井含水率达到 96.39% 时,开始二元复合驱替,开发动态参数如表 2 所示。二元复合驱段塞注入结束后,进行后续水驱。

表 2 开发动态参数

段塞名称	段塞尺寸/PV	化学剂浓度/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	注入速度/ $(\text{PV} \cdot \text{a}^{-1})$
前置聚合物段塞	0.045	聚合物 2 000	0.107 3
二元主段塞	0.276	聚合物 1 700 表面活性剂 6 000	0.107 3
后置聚合物段塞	0.045	聚合物 1 500	0.107 3

2 生产动态规律分析

2.1 化学剂产出特征

图 2 为化学剂产出的浓度曲线。可以看出,表面活性剂的产出滞后于聚合物;聚合物和表面活性剂产出时,随着累计注入 PV 数(孔隙体积倍数)的增加,二者浓度首先快速上升,达到峰值后以较快速度下降至趋于平缓,其中聚合物和表面活性剂产出的峰值浓度分别为 1 050 mg/L 和 2 835 mg/L。总体变化规律与闫文华等^[24]的研究一致。

这是因为前置聚合物段塞的存在及表面活性剂本身较聚合物更易于吸附的性质,造成了表面活性剂产出滞后于聚合物;化学剂注入一段时间后形成窜流通道,其产出浓度将快速上升;随着化学剂段塞注入结束,转为后续水驱,化学剂的供应中断,注入水沿窜流通道突进,使化学剂浓度降低,产出浓度下降。

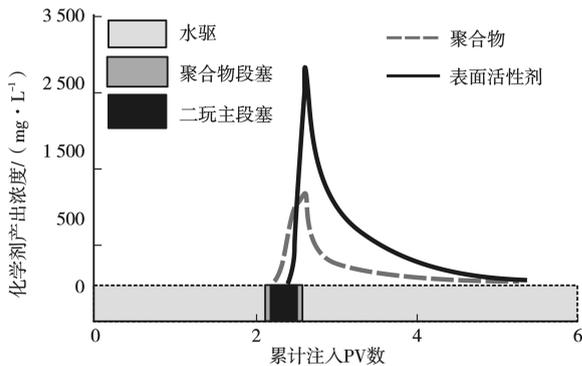


图 2 化学剂产出浓度变化曲线

2.2 生产井井底流压

图 3 为生产井井底流压的变化曲线。随着累计注入 PV 数增加,生产井井底流压曲线呈现出先快后缓的增长趋势;注入化学剂后,生产井井底流压快速下降;化学剂注入结束后,井底流压以较快的速度回升至单纯水驱条件下的缓慢增长趋势。

这是因为,在注采平衡的条件下,注入前置聚合物段塞后,由于注入流体的黏度较大,渗流阻力变大,压力波传播受阻,导致生产井井底流压下降;注入一段时间,特别是二元主段塞的注入,更多的油量得到动用,由于油的黏度较高,渗流阻力增加,压力波传播受阻,促使井底流压继续下降;随着后置聚合物段塞注入的结束,化学驱的效果逐渐减弱,注采井间的连通状况变好,井底流压结束下降趋势,逐渐回升。整个二元复合驱期间,井底流压最大降幅达 54%。

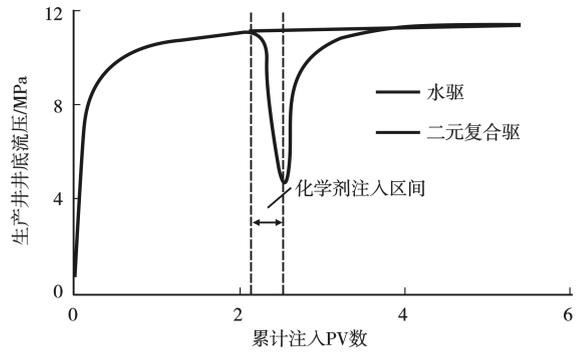


图 3 生产井井底流压变化曲线

2.3 含水率及日产油

图 4、5 分别为生产井含水率和日产油的变化曲线。随着累计注入 PV 数增加,含水率呈现先快后缓的增长趋势,相应地,日产油量呈现先快后缓的下降趋势;注入化学剂后,含水率快速下降,日产油量快速上升;化学剂注入结束后,含水率和日产油逐渐恢复至单纯水驱条件下的缓慢变化趋势。整个二元复合驱期间,含水率的最大降幅为 21%,日产油的最大增幅为 85%,降水增油效果显著。

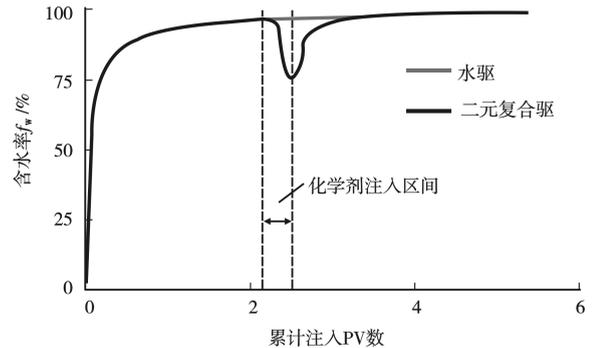


图 4 含水率变化曲线

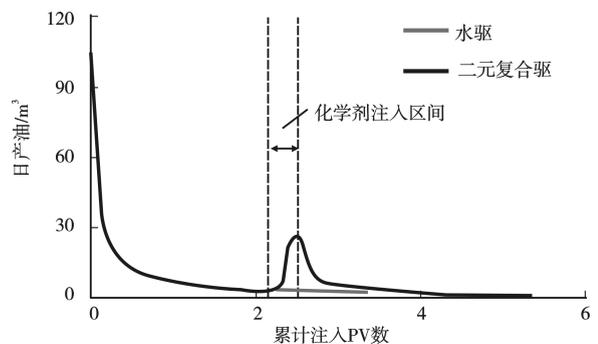


图 5 日产油变化曲线

这是因为,化学驱开始后,在聚合物作用下,驱替流体较水驱具有更大的波及体积,总的可动油量增加;二元主段塞中的表面活性剂使油水界面张力在较大程度上得到降低,洗油效率大大提

高,也促进了日产油量的升高和含水率的降低。随着化学驱转为后续水驱,化学驱的效果逐渐减弱,含水率结束下降趋势开始回升,相应的日产油量逐渐降低。模拟结束时,二元复合驱相对水驱累计增油 $3.2 \times 10^4 \text{ m}^3$,提高采收率 9.2%。在单纯

水驱和二元复合驱条件下模型中的含油饱和度分布如图 6 所示。可以看出,相对于水驱,二元复合驱条件下储层的含油饱和度降低范围更大,降低程度更明显。

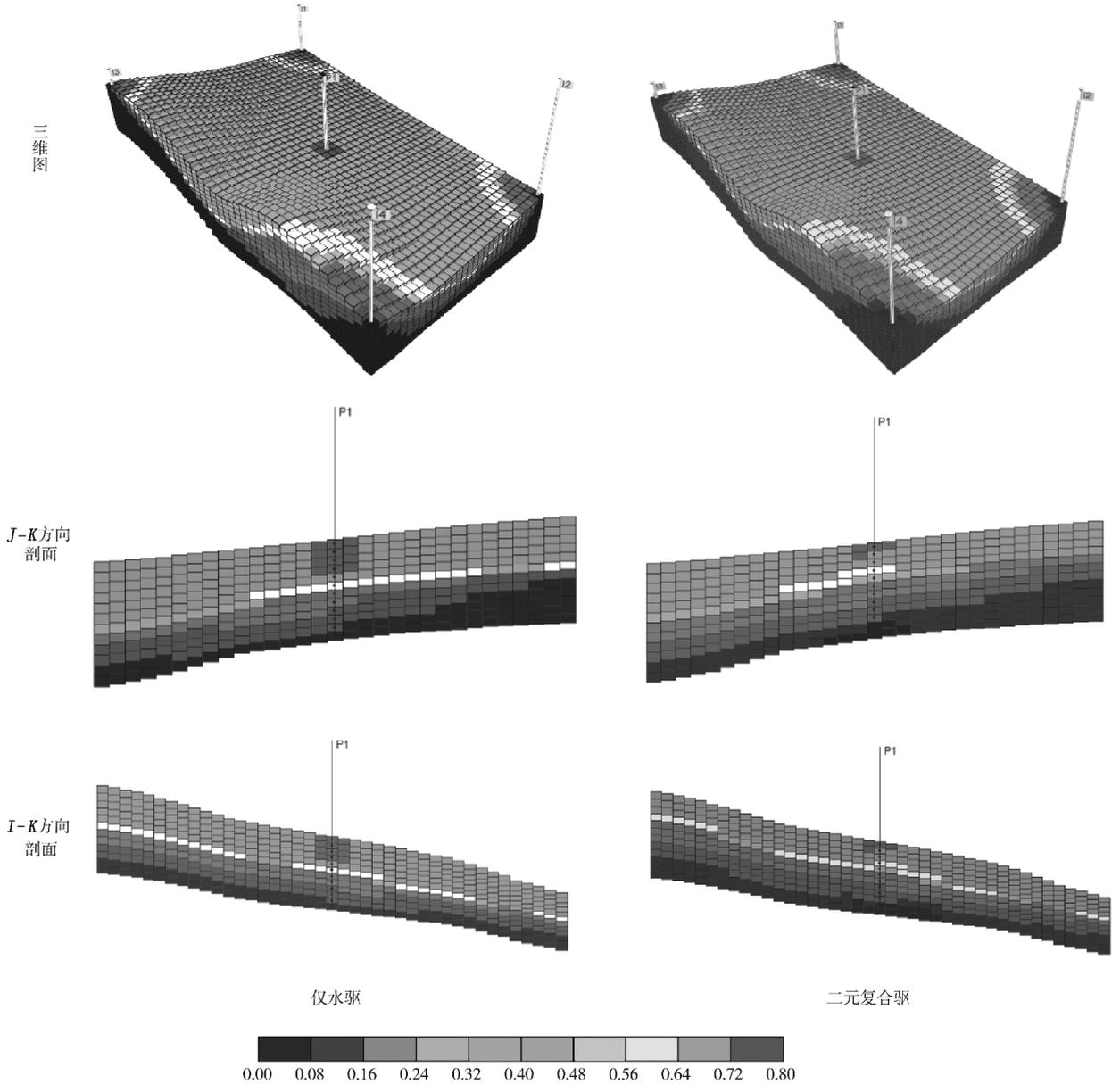


图 6 含油饱和度分布(模拟结束时刻)

3 影响因素分析

为研究生产参数对二元复合驱开发效果的影响,采用单因素分析方法,其他参数保持不变,以提高采收率值为目标函数,分析了后续水驱至含水率为 99% 时的提高采收率效果(相对水驱)。所选取的参数包括注入时机、注入速度、化学剂浓度和化学

剂段塞尺寸 4 种。

3.1 注入时机

注入时机取含水率为 86%、89%、92%、95% 和 98% 时注入化学剂进行模拟研究,结果如图 7 所示。随着注入时机延后,提高采收率效果逐渐变差。这是因为注入时机越晚,注入化学剂后能够额外动用油量越少,相应的开发效果也越有限。

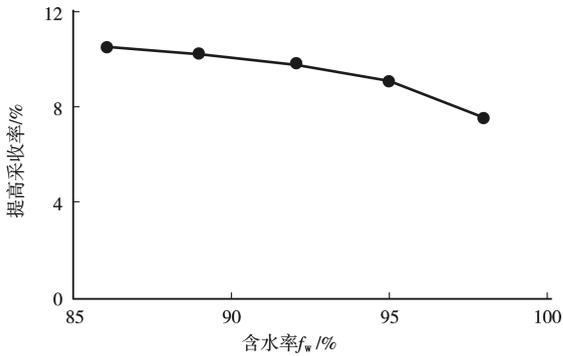


图 7 注入时机对提高采收率的影响

3.2 注入速度

注入速度取 0.05、0.07、0.09、0.11 和 0.125 PV 5 个水平进行模拟研究。在不同的注入速度下,保持化学剂的总注入量与基础方案相同,结果如图 8 所示。可以看出,注入速度越高,提高采收率效果越好。从 0.05PV/a 到 0.125PV/a,提高采收率值增加约 5%。这是因为,在注采平衡条件下,注入速度越大,一定时间内注入地层的液量越高,产液量也越大,相应的产油量也越高。但随着注入速度增加,提高采收率增长程度变缓。

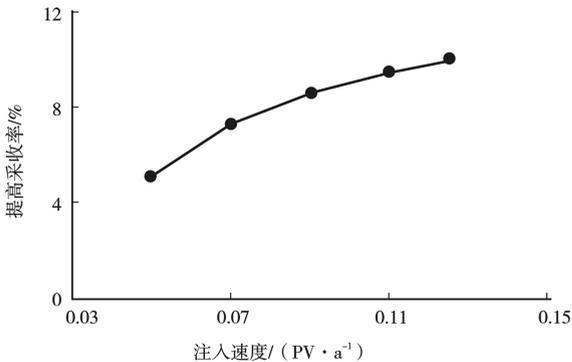


图 8 注入速度对提高采收率的影响

3.3 化学剂浓度

化学剂浓度对提高采收率效果影响的研究以二元主段塞中表面活性剂的浓度为基准进行方案设计。二元主段塞中表面活性剂的质量浓度取 2 000、3 000、4 000、5 000、6 000 mg/L 五个水平,相应的聚合物质量浓度根据基础模型进行等比例调整,而保持表面活性剂和聚合物的总注入量不变,结果图 9 所示。

可以看出,随化学剂浓度(表面活性剂浓度)的增加,提高采收率值整体略有增加,但总体变化幅度不足 0.5%,因此化学剂浓度对提高采收率的影响不大。这是因为,化学剂的总注入量保持一定,因此不同方案下的增油效果相差不大。

3.4 化学剂段塞尺寸

保持化学剂注入浓度不变,调整二元主段塞的尺寸,分别取 0.1、0.2、0.3、0.4 和 0.5 PV 五个水平进行模拟研究,结果如图 10 所示。可以看出,化学剂段塞越大,提高采收率越高。从 0.1PV 到 0.5PV,提高采收率增加约 8%。这是因为,段塞尺寸越大,化学剂的注入总量越大,作用越显著,因而相应的化学剂洗油效率和波及程度越显著,可以额外动用的油量越高,开发效果越好。

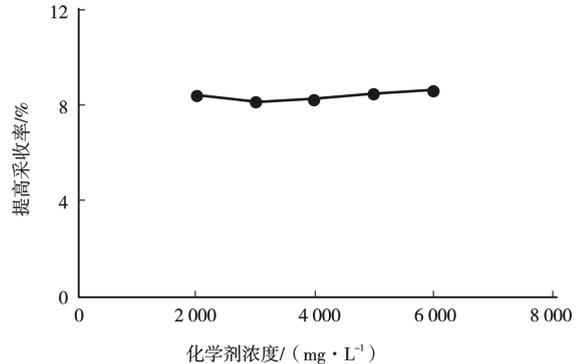


图 9 化学剂浓度对提高采收率的影响

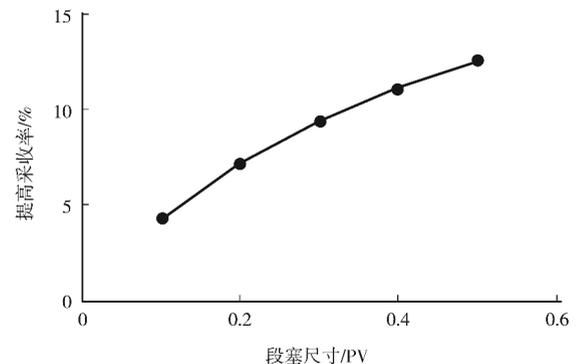


图 10 段塞尺寸对提高采收率影响

4 结 论

(1) 结合典型区块参数,使用数值模拟方法研究了二元复合驱方式下的生产动态特点,并分析了开发参数对开发效果的影响规律。

(2) 二元复合驱开发油藏时,表面活性剂先于聚合物产出。随着注入 PV 数的增加,化学剂浓度首先快速上升,达到浓度峰值后,以较快速度下降至趋于平缓。

(3) 二元复合驱开发油藏时,生产井井底流压大幅降低,含水率下降明显,取得了良好的增油效果,提高采收率效果显著。

(4) 在本文的参数研究范围内,注入时机越早,注入速度越高,化学剂段塞越大,二元复合驱的提高

采收率效果越好,化学剂浓度的变化对提高采收率效果影响不大。

[参考文献]

- [1] 张冬玉,姜婷.提高采收率技术的应用状况及发展趋势[J].国外油田工程,2010,26(10):13-16.
- [2] 王友启,聂俊,张莉,等.提高采收率技术矿场应用进展与发展方向[J].中外能源,2014,19(11):46-50.
- [3] 廖广志,王强,王红庄,等.化学驱开发现状与前景展望[J].石油学报,2017,38(2):196-207.
- [4] 沈平平,袁士义,等.中国陆上油田提高采收率潜力评价及发展战略研究[J].石油学报,2001,22(1):45-48.
- [5] 吴金涛.二元复合驱化学剂窜流预警方法研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2014.
- [6] 吴海君.二元复合驱化学剂油藏后续水驱改善开发效果研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2015.
- [7] 赵福麟.EOR原理[M].东营:中国石油大学出版社,2006:17,134-138.
- [8] HOU J, PAN G, LU X, et al. The distribution characteristics of additional extracted oil displaced by surfactant-polymer flooding and its genetic mechanisms[J]. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2013(112):322-334.
- [9] BAI M, ZHANG Z, CUI X, et al. Studies of injection parameters for chemical flooding in carbonate reservoirs[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017(75):1464-1471.
- [10] LIU W D, LUO L T, LIAO G Z, et al. Experimental study on the mechanism of enhancing oil recovery by polymer-surfactant binary flooding[J]. Petroleum Exploration and Development, 2017, 44(4): 636-643.
- [11] 吕鑫,张健,姜伟.聚合物/表面活性剂二元复合驱研究进展[J].西南石油大学学报(自然科学版),2008,30(3):127-130.
- [12] 吴文祥,张玉丰.聚合物及表面活性剂二元复合体系驱油物理模拟实验[J].大庆石油学院学报,2005,29(6):98-100
- [13] 朱友益,张翼等.无碱表面活性剂-聚合物复合驱技术研究进展[J].石油勘探与开发,2012,39(3):346-351.
- [14] 张莉,张峰,许关利.二元复合驱在江苏沙7低渗透油藏的研究与应用[J].石油地质与工程,2015,29(1):128-130.
- [15] 吕建荣,孙楠,聂振荣,等.克拉玛依砾岩油藏二元复合驱物理理解堵实验研究与应用[J].新疆石油地质,2016,37(6):703-708.
- [16] 王增林,宋新旺,祝仰文,等.海上油田二元复合驱提高采收率关键技术——以埕岛油田埕北1区西部Ng4-5砂层组为例[J].油气地质与采收率,2014,21(2):5-9.
- [17] 王传飞.海上油田化学驱提高采收率油藏潜力评价研究——以绥中36-1油田为例[D].青岛:中国石油大学(华东),2010.
- [18] CMG STARS. Advanced process and thermal reservoir simulator[M]. Canada: Computer Modelling Group Ltd., 2010.
- [19] 沈华,顾永强.二元复合驱阶段见效特征[J].新疆石油天然气,2006,2(1):59-61.
- [20] 宋鸿斌.二元复合驱见效特征及影响因素研究——以孤东油田为例[J].天然气地球科学,2014(s1):98-106.
- [21] 陆雪皎,王友启,魏翠华,等.聚合物驱后二元复合驱油藏的层系调整——以孤东油田七区西为例[J].油气地质与采收率,2014,21(2):25-28.
- [22] 沈华,顾永强.二元复合驱阶段见效特征[J].新疆石油天然气,2006,2(1):59-61.
- [23] 闫文华,王鹏,等.二元复合驱采出液性能变化规律实验研究[J].断块油气田,2013,20(1):123-125.

[责任编辑] 董大伟

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.007

多流管法预测中轻质油藏含水上升规律新实践

马 栋, 杨 明, 陈存良, 赵汉卿, 余元洲

(中海石油(中国)有限公司天津分公司 渤海石油研究院, 天津 300452)

[摘要] 传统的研究含水上升规律的方法应用存在限制条件多、人为因素影响大等缺点。对影响含水上升的地质因素和开发因素进行研究,进而从一维不稳定驱替理论出发,根据贝克莱方程对流管法的渗流机理进行分析,结合 Corey 相渗曲线模型,求解均质储层的含水率与含水上升率。利用对数正态分布描述渗透率非均质性,利用最小二乘法回归孔渗关系,建立多流管模型,运用等值渗流阻力法建立整个多流管多节点网络的数学模型,得到描述中轻质非均质油藏开发的含水上升规律。应用该方法对油田水平井含水上升进行计算并指导水井调剖措施,起到控水稳油的效果。

[关键词] 含水上升规律;影响因素;贝克莱方程;非均质;多流管

[中图分类号] TE31 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0032-04

含水上升规律是注水开发油田上最重要的规律之一。常用的研究含水上升规律的方法包括水驱特征曲线法、童宪章图版法、logistic 旋回模型法、数值模拟方法如贝克莱方法等方法^[1-10],传统方法面临着理论基础限制性多,应用过程中人工判断随意性大,只能研究宏观规律,无法进行微观驱油机理的影响分析等各种不同的问题。中轻质油藏在渤海油田占据重要地位,动用原油地质储量占到渤海油田总动用储量 50% 以上。开展中轻质油藏含水上升规律研究对预测油田含水上升,及时调整开发策略有着重要意义。从理论上对油水两相渗流系统进行深入的分析,寻找影响油田含水变化的主要因素,并利用流管法对这些因素进行表征,实现含水上升率的快速预测并指导控水稳油措施。

1 含水上升率的影响因素

影响含水上升规律的主要因素有:地质油藏性质和开发方式。储层物性和油水性质是影响含水上升率的内在因素,而开发方式是影响含水上升规律的外在措施。含水上升率的主要影响因素具体有:

(1) 孔隙结构。孔隙结构越均匀,水驱越均衡,含水上升速度慢;孔隙结构差异越大,毛管力作用越明显,含水上升速度快。(2) 储层岩石的润湿性与油水黏度比。对于强亲水岩石,油水黏度比越大,含水上升越快;当低油水黏度比时为凹型曲线;当高油水黏度比时为凸型曲线;当中油水黏度比时为 S 型曲线。(3) 平面非均质性。平面非均质性越大,无水采油期越短,含水突破后,含水上升率迅速增加;平面非均质性越小,无水采油期越长,含水上升缓慢。(4) 纵向高渗条带。储层存在高渗透带时,水优先沿着高渗透带向井底突进。高渗透条带的存在会严重影响含水上升率。(5) 水体倍数。水体越大,注入水突破后,水体提供的能量更大,侵入量越多,含水上升越快。(6) 采油速度。不同的采油速度下,含水上升规律基本相同,但是采油速度影响见水时间,采油速度越高,见水时间越早。

2 多流管法模型及求解

2.1 多流管理论

根据达西定律,井组水驱前缘推进之所以不一

[收稿日期] 2018-06-10

[作者简介] 马 栋(1987—),男,山东滨州人,中海石油(中国)有限公司天津分公司渤海石油研究院工程师,硕士,主要从事油气藏工程数值模拟研究。

致,是由于渗透率非均质性的影响。用多根流管描述渗透率的非均质性,每根流管代表井组内具有相同渗透率的渗流(如图1)。通过计算每根流管的饱和度分布,技术指标进行叠加,得到整个单元的含水上升规律。

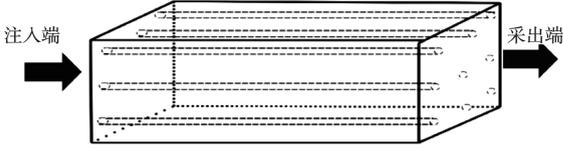


图1 流管法示意图

2.2 多流管模型

2.2.1 单流管模型

由贝克莱—列维尔特方程或等饱和度面移动方程可得:

$$x - x_0 = \frac{f'_w(S_w)}{\varphi A} \int_0^t Q dt. \quad (1)$$

式中, x_0 为开始注入时饱和度面的位置,m; x 为等饱和度面移动的距离,m; $f'_w(S_w)$ 为特定饱和度对应的分流率的导数,无因次; φ 为孔隙度,无因次; A 为渗流面的截面积, m^2 ; Q 为注入量, m^3/s ; $\int_0^t Q dt$ 为两相区形成($t=0$)到 t 时刻渗入两相区的总水量(或从0到 t 采出的油水总量)。

同时,由一维条件下的水驱前缘饱和度公式可得:

$$f'_w(S_{wf}) = \frac{f_w(S_{wf})}{S_{wf} - S_{wc}}. \quad (2)$$

式中, S_{wf} 为水驱前缘饱和度,无因次; S_{wc} 为束缚水饱和度,无因次; $f_w(S_{wf})$ 为水驱前缘饱和度对应的含水率,无因次; $f'_w(S_{wf})$ 为水驱前缘饱和度对应的含水率导数,无因次。

式(2)是一个含有水驱油前缘含水饱和度 S_{wf} 的隐函数。水驱油前缘含水饱和度 S_{wf} 可以通过图解法确定。

由Corey方程对油水相对渗透率曲线表达形式可知:

$$k_{rw} = k_{rw}(S_{or}) S_{wd}^{n_w}, \quad (3)$$

$$k_{ro} = k_{ro}(S_{wi})(1 - S_{wd})^{n_o}. \quad (4)$$

其中

$$S_{wd} = \frac{S_w - S_{wi}}{1 - S_{wi} - S_{or}}.$$

式中, $k_{rw}(S_{or})$ 为残余油饱和度下的水相相对渗透率,无因次; $k_{ro}(S_{wi})$ 为束缚水饱和度下的油相相对渗透率,无因次; n_w 为水相指数,无因次; n_o 为油相

指数,无因次; S_{wd} 为归一化的含水饱和度,无因次。

通过拟合油水相渗曲线,即可得到油水相指数,进而得到油水相渗曲线与饱和度的关系公式。结合公式(3)和(4),分流量方程可表示为

$$f_w = \frac{1}{1 + \frac{\mu_w k_{ro}(S_{wi})(1 - S_{wd})^{n_o}}{\mu_o k_{rw}(S_{or}) S_{wd}^{n_w}}}. \quad (5)$$

式中, f_w 为出口端含水率,无因次; μ_w 为水相黏度, $mPa \cdot s$; μ_o 为油相黏度, $mPa \cdot s$ 。

由公式(2)可以得到含水上升率公式:

$$\frac{df_w}{dS_{wd}} = \frac{k_{rw}(S_{or})k_{ro}(S_{wi})}{\mu_w \mu_o} \frac{[n_w S_{wd}^{n_w-1}(1 - S_{wd})^{n_o} + n_o S_{wd}^{n_w}(1 - S_{wd})^{n_o-1}]}{\left[\frac{k_{rw}(S_{or})}{\mu_w} S_{wd}^{n_w} + \frac{k_{ro}(S_{wi})}{\mu_o} (1 - S_{wd})^{n_o} \right]^2}. \quad (6)$$

在保持注采平衡的情况下,如果已经知道注入量,根据等饱和度面移动方程公式可以求出任意位置 x 处的含水率导数,根据含水率导数方程,可以反求饱和度的分布。

2.2.2 多流管孔渗确定

储层渗透率无论在纵向上还是横向上往往都具有显著的不确定性,即渗透率 k 是一随机变量。渗透率的随机性主要决定于储层本身的非均质性,储层本身的非均质性与储层的沉积环境密切相关。

从对数正态分布的特征出发,通过特征对比及曲线拟合,对油田实际渗透率分布曲线的理论形式进行分析,通过拟合正态分布函数得到渗透率分布的拟合参数 μ 和 σ ,进而确定应用多流管计算时渗透率在各流管的分布规律(图2)。

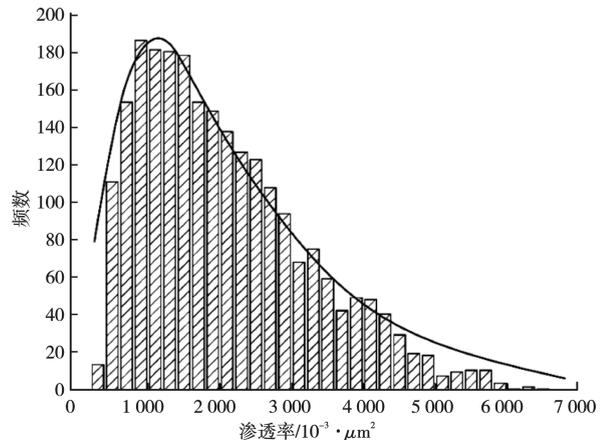


图2 渤海某油田渗透率对数正态分布

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \ln \mu)^2}{2\sigma^2}}. \quad (7)$$

式中, $f(x)$ 为对数正态分布概率密度函数; μ 为样本均值; $\sigma > 0$ 为样本的标准差。

储层的渗透率与孔隙度之间存在着线性关系

$$k = \varphi \frac{r^2}{8}. \quad (8)$$

由上述渗透率与孔隙度对应关系, 利用最小二乘法由各流管渗透率计算得到流管的孔隙度。

2.2.3 多流管模型

将多流管模型等效为如下的渗流阻力模型; 多流管模型等效为网状结构, 每一根毛管的各个节点等效为串联的关系, 毛管之间等效为并联的关系。对于每一根毛管而言, 其渗流阻力为各个节点渗流阻力相加, 对于不同毛管而言, 其渗流阻力为各毛管的渗流阻力的倒数(图 3)。

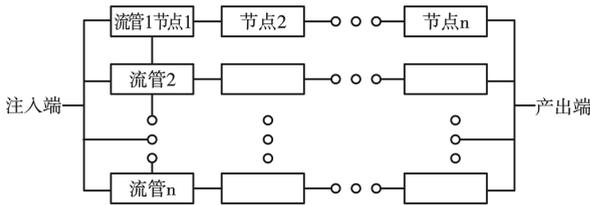


图 3 流管法等效渗流阻力图

对于实际油田开发而言, 地下储层存在非均质特性。井组间水线推进速度不一致是因为渗透率的非均质性影响的。多流管的思想就是用多根流管描述渗透率的非均质性, 每根流管代表井组内具有相同渗透率的渗流单元, 通过单流管水驱油的动态计算叠加得到井组的含水上升规律。

2.2.4 多流管模型求解步骤

利用计算机编程软件编制流管法计算程序, 实现应用多流管叠加法计算中轻质油藏含水上升率指标(图 4)。

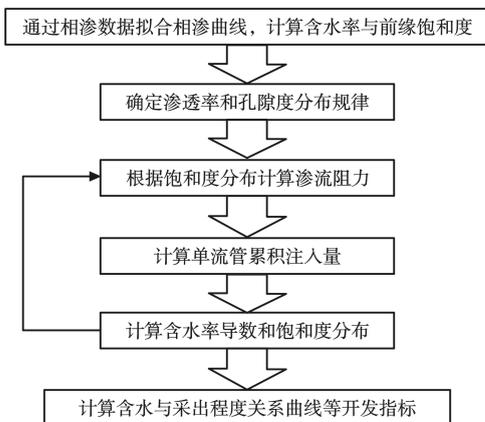


图 4 多流管模型求解步骤

3 结果对比验证

应用数值模拟法建立一维水驱油模型, 进而模拟获得含水率与采出程度曲线, 与相同参数下通过流管法计算所得曲线对比, 发现两种方法曲线基本一致, 证明流管法计算结果具有良好的精度(图 5)。

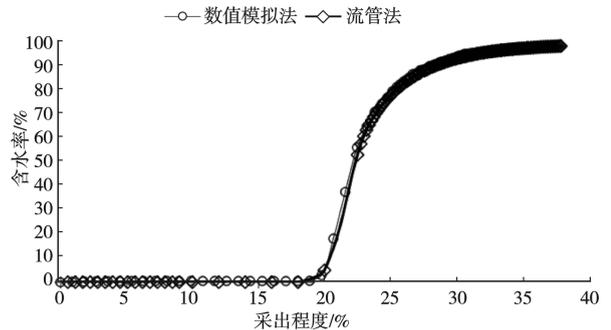


图 5 流管法与数值模拟法计算结果对比图

4 多流管法现场应用

渤中 A 油田主力砂体 B 砂体平均渗透率为 $1.536 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 渗透率分布标准差为 0.608, 孔隙度为 25%, 地层原油黏度为 $10.0 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, 地层水黏度为 $0.5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, 采用定向井与水平井井网联合开发, 水平井井距 350 m。目前已进入中高含水阶段, 选取该砂体的 A35H 井组(图 6), 应用研究方法对油井含水上升规律进行了计算。

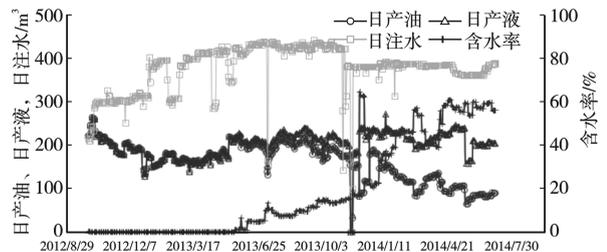


图 6 A35H 井组注采曲线

根据井组的储量、有效厚度、水平段长度、流体特点, 借用油田的非均质性资料, 对生产井采出程度和含水率的关系曲线进行预测, 并与实际生产情况进行对比, 预测结果与实际开发数据基本一致, 证明了该方法的可靠性。依据流管法计算的含水上 升规律可以看出, 该井组采油井处于快速含水上 升期, 因此对应提出了注水井调剖措施, 调剖后油 井含水上升得到改善, 含水下降。通过流管法预 测含水上 升曲线对油井控水措施的提出起到了良 好的指导作用(图 7)。

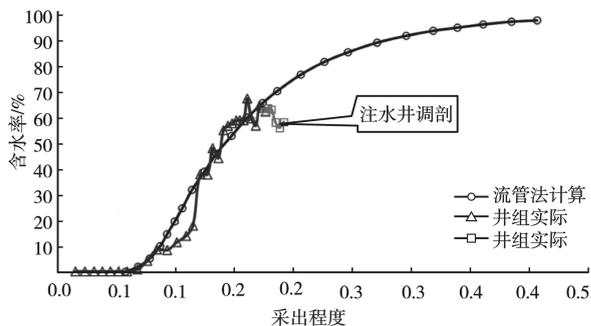


图7 A35H井组采出程度和含水率曲线

5 结 论

(1) 含水上升的主要因素可分为地质油藏因素和开发因素。地质因素主要包括非均质性、孔隙结构、润湿性等参数;而开发因素包括井网井距和注采制度等因素。这些因素可以通过流管法的参数进行表征。

(2) 利用 Corey 相渗曲线模型根据贝克莱方程建立了流管法的基础模型,为了描述储层的非均质性,建立了多流管模型,用对数正态分布拟合了油藏的渗透率,根据 Kozeny 毛细管模型,渗透率与孔隙度之间存在线性关系,利用最小二乘法回归了孔渗关系,运用等值渗流阻力法建立了整个多流管多节点网络的数学模型,并编制计算程序求解。

(3) 对油田生产井的含水率进行计算,计算结果与实际生产情况一致,验证了计算方法的可靠性。该方法可预测油井含水上升规律,对于及早发现含水快速上升井,确定合理的工作制度及提出控水措施提供了一个准确的依据。

[参考文献]

- [1] 俞启泰. 预测水驱砂岩油藏含水上升规律的新方法[J]. 新疆石油地质,2002,23(4):314-317.
- [2] 费文龙,吕红,韦志辉,等. Logistic 回归模型在卫星云图云检测中的应用[J]. 计算机工程与应用,2012,48(4):18-22.
- [3] 高文君,徐君. 常用水驱特征曲线理论研究[J]. 石油学报,2007,28(3):89-92.
- [4] 郑可,徐怀民,陈建文,等. 关于童氏乙型水驱特征经验公式的探讨[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2013,37(1):99-104.
- [5] 陈元千,郭二鹏. 广义童氏图版的建立与应用[J]. 新疆石油地质,2014,35(2):187-191.
- [6] 俞启泰. 几种重要水驱特征曲线的油水渗流特征[J]. 石油学报,1999,20(1):56-61.
- [7] 高文君,宋成元,付春苗,等. 经典水驱油理论对应水驱特征曲线研究[J]. 新疆石油地质,2014,35(3):307-310.
- [8] 陈元千. 水驱曲线关系式的推导[J]. 石油学报,1985,6(2):69-78.
- [9] 叶锋,刘勇,王琦,等. 童氏含水率预测方法的改进[J]. 天然气与石油,2014,32(3):38-41.
- [10] 叶锋. 一种含水率预测方法的改进与应用[J]. 油气藏评价与开发,2014,4(4):27-29.

[责任编辑] 王艳丽

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.008

水平井分段智能控水采油技术及现场应用

王艳丽

(中国石油大学胜利学院 油气工程学院, 山东 东营 257000)

[摘要] 为提高底水油藏水平井开发效果,解决水平井底水锥进、见水产量下降快的问题,介绍了水平井分段智能控水采油技术。阐述了水平井智能控水采油关键工具-AICD智能控水阀的结构及工作原理和配套管柱的工艺流程,分析了水平井分段智能控水采油技术在胜利油田DXX68-P8井的应用情况。应用结果表明,水平井分段智能控水采油工具可靠、工艺简单,具有控水采油效果,能够根据各射孔段含水量自动调整进液,有效减缓或避免了高含水射孔段的供液量,有助于降低油井整体的含水量,对底水油藏的开发具有至关重要的作用。

[关键词] 水平井; AICD阀; 分段完井; 现场应用

[中图分类号] TE24 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0036-03

水平井是实现底水油藏开发的有效手段,能够满足生产井泄油面积大的需求。但是,由于油藏的不均质性和井筒进液的非均衡性,底水锥进、见水后产量下降快仍然是当前面临的一个难题^[1]。ICD(流入控制阀)技术作为较为先进的采油方法之一,已成为国外水平井完井的主要技术^[2],例如贝克休斯Spiral ICD、哈里伯顿EquiFlow ICD和威德福FloReg ICD等。为提高水平井各段的采收率,通过地面预设控水参数的ICD技术已经不能够满足复杂井下生产调节的要求^[3],因此研究水平井分段智能控水采油技术显得特别重要。水平井分段智能控水采油技术利用AICD(智能控水阀)和分段封隔器实现水平井各段产量的自动调节。在科学分段的基础上,封隔器实现各射孔点油套环空的有效分隔;每一个射孔段安放特定规格的AICD阀,自动调整该段的进液量;通过各段进液量的改变,有效减缓或避免高含水影响水平井的正常生产。在阐述AICD智能控水阀和控水采油工艺管柱的基础上,介绍了水平井分段智能控水采油技术在胜利油田DXX68-P8井的现场应用情况。应用结果表明,该井采用4级智能控水阀,在保证产液量稳定的前提下,油井含水量呈现出逐步下降趋势。

1 AICD智能控水阀

AICD智能控水阀利用伯努利原理(式1),即静压、动压和摩阻的和是一个常数。

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \Delta P_f = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2, \quad (1)$$

式中, P 为静压,MPa; $\frac{1}{2}\rho V^2$ 为动压,MPa; ΔP_f 为黏滞阻力,MPa。

当低黏度水或气体流过时降低摩阻压力,形成较高流速,将浮盘吸附到阀嘴,限制水或气体流过;当高黏度油流过时增加摩阻压力,推动浮盘远离阀嘴,提高油流量,如图1所示。

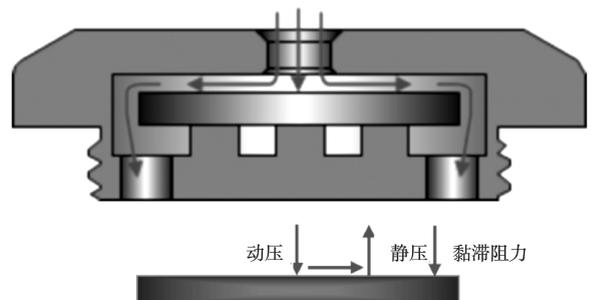


图1 AICD智能控水阀示意图

将AICD智能控水阀镶嵌于筛管上,外面覆上

[收稿日期] 2018-08-02

[作者简介] 王艳丽(1982—),女,山东青州人,中国石油大学胜利学院油气工程学院讲师,硕士,主要从事石油工程研究。

防砂网、支撑层和保护套(图2),可有效防止地层砂、微小颗粒进入控水装置内部形成堵塞。孔径根据目标井原油黏度、地层水黏度、产油量及产水量等参数优化设计。

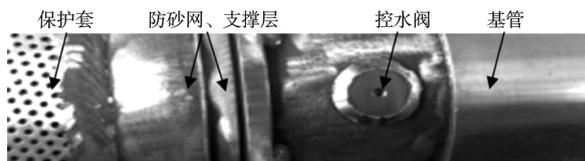


图2 智能控水筛管示意图

2 分段控水采油管柱设计

根据油藏水平段物性特点,使用封隔器将水平段进行分隔,封隔器之间安装不同参数配置的 AICD 智能控水阀,其可以根据地层液体黏度、流速自动调整控制流量。

2.1 分段设计

由于油藏的非均质性,水平井钻遇地层的物性条件通常不尽相同。根据 Darcy 定律可知,在油藏流体渗流过程中,物性好的储层渗流阻力小,同一生产压差下,物性好的产液速度较物性差的部位快,底水脊进的速度也会更快。因此,水平井分段原理利用油藏描述成果、水平井录井资料,根据已经取得的地质认识,分析水平井所在油藏储层展布特征、储层岩性特征、油藏构造特征、压力系统特点,综合评判确定完井须卡封的井段。

2.2 控水阀参数设计

合理的控水阀参数是实现各段优化生产的前提和关键。一是油、水通过 AICD 阀时的压降变化;二是 AICD 控水阀孔径,业内普遍认为控流压降与进液通道孔径有关^[4-6],随着孔径的增大而降低,但是两者之间不是简单的对比关系。

2.2.1 油、水介质流动压降

为了验证 AICD 智能控水阀的效果,笔者采用 Fluent 软件对结构流道内的流体流动状态进行数值模拟。假设固壁边界为无滑移边界条件、采用标准壁面函数法处理边界湍流;定流量生产,求得对应流量条件下的压降变化,计算结果见图3所示。

图3中2条曲线代表流量5、10、15、20、25、30、35 m³/d条件下计算的油、水在结构内流动压降的情况。结果表明结构对水产生压降呈现指数递增规律,对油产生压降递增趋势相对缓慢。可见这两种

流体在 AICD 智能控水阀中均受到流动阻力影响,水的流动阻力远远大于油,除非流量很小(如仅为1.5 m³/d),否则 AICD 智能控水阀对油、水产生的附加流动阻力不可忽略。

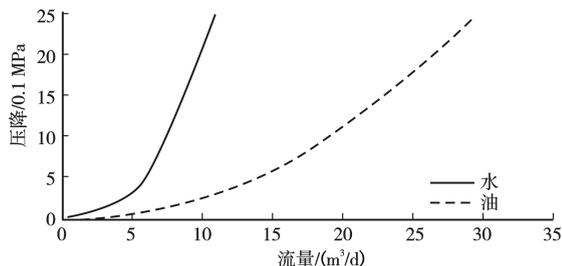


图3 AICD 智能控水阀油水流动压降计算结果

2.2.2 孔径

利用油、气、水混合流体综合分析 AICD 智能控水阀孔径直径2.5、3、5、7.5 mm 4种情况下的压降随流量的变化情况,如图4所示。

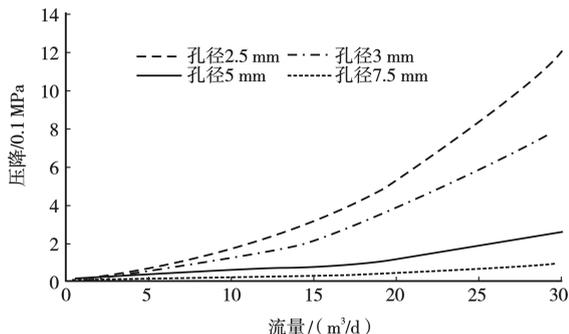


图4 AICD 智能控水阀孔径与流动压降计算结果

图4中曲线代表不同流量下4种孔径结构产生的流动压降情况。结果表明,随着孔径的减小,附加流动压降大大增加,这主要是因为小孔径节流作用更加明显;2.5、5、7.5 mm 三种孔径流动压降增加呈现非正比关系,前者要远远大于后两种结构。实际生产过程中,当流量较小时,可考虑选用小尺寸孔径控水阀(如2.5或3 mm);当流量较大时,可考虑选用较大尺寸孔径的控水阀,这种情况下的流动压降达到了节流的目的。

3 施工工艺

控水采油管柱总成自上而下依次为:引鞋+可关滑套+1#AICD 智能控水阀+封隔器+2#AICD 智能控水阀+封隔器+……+N#AICD 智能控水阀+Y445 封隔器+校深短节+2-7/8"油管至井口。

管柱入井到位后经校深、反循环洗井,利用水泥车环空注入洗井液,油管内返出液,然后投入Φ38 mm 空心钢球并泵入,记录井口悬重;空心钢球到位

后,正向打压,稳压,坐封封隔器。观察悬重验证悬挂情况。液压丢手,下泵投产。

4 现场应用

目前,水平井分段智能控水采油技术在胜利油田已经完成 DXX68-P8 井现场应用。

4.1 基本数据

DXX68-P8 井在 2015 年 11 月完井,油藏埋深 2 300 m,有效渗透率 $230 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,以中高渗透层为主。地面原油密度 $0.956 3 \text{ g/cm}^3$, $89 \text{ }^\circ\text{C}$ 、25 MPa 下原油密度 $0.904 6 \text{ g/cm}^3$;地面原油黏度 $4 691.8 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, $89 \text{ }^\circ\text{C}$ 、25 MPa 下黏度为 $258 \text{ mPa} \cdot \text{s}$;原油体积系数 1.06;地下水密度为 1.14 g/cm^3 ,黏度为 $1.0 \text{ mPa} \cdot \text{s}$;气体密度为 0.04 g/cm^3 ,黏度为 $0.026 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 。

4.2 参数优化

目前射孔生产段只有 4 段,分别为:2 381.2 ~ 2 390 m,2 463.0 ~ 2 490 m,2 500 ~ 2 540 m,2 550 ~ 2 572 m。采用分段封隔器将 4 个射孔段卡封,就可以达到分段控制进水量的目的,如图 5 所示,每段均安放 4 个智能控水阀。

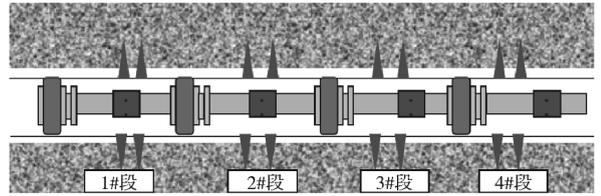


图 5 依据射孔情况分段示意图

由图 3 可知,当流量大于 $1.5 \text{ m}^3/\text{d}$ 时,AICD 智能控水阀对油、水产生的附加流动阻力才能显现出来,因此该井单个射孔段排量需要大于 $6 \text{ m}^3/\text{d}$,为达到应用目的,可通过调节冲刺提升产液量。

4.3 油井生产动态

DXX68-P8 井于 2015 年 12 月实施水平井分段智能控水采油工艺,作业前生产制度为 $\Phi 44 \text{ mm} \times 1 600 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 2 \text{ 次}/\text{min}$,日产液 23.3 m^3 ,含水率 94.5%;作业后生产制度为 $\Phi 44 \text{ mm} \times 1 800 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 2 \text{ 次}/\text{min}$,日产液 21.4 m^3 ,含水率波动较大(93% ~ 97.5%),分析原因为智能控水阀的开关动作影响了各段进液。后期提液将生产制度改为 $\Phi 44 \text{ mm} \times 1 800 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 2.5 \text{ 次}/\text{min}$,含水率波动幅度降低,平均含水率下降至 93.9%,呈现出下降趋势(图 6)。

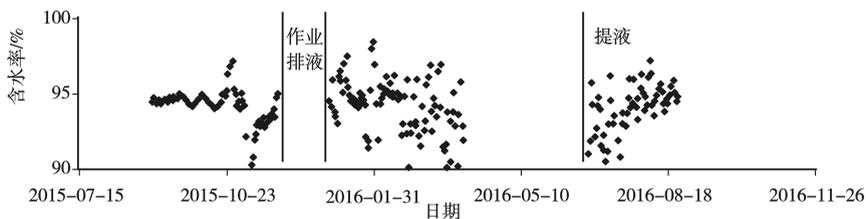


图 6 DXX68-P8 井作业前后含水量对比

5 结论

(1) 水平井分段智能控水采油技术能够根据各射孔段含水量自动调整进液,对底水油藏的开发具有至关重要的作用。

(2) DXX68-P8 井的施工情况表明,分段智能控水采油工具可靠、工艺简单,能够调整油井含水量,油井含水量呈现下降趋势。

(3) 鉴于水平井分段智能控水采油技术在延缓底水锥进方面的作用,将在智能控水阀安放数量、生产制度优化方面进一步研究。

[参考文献]

[1] 陈阳,彭志刚,王绍先,等.底水油藏水平井控流完井数值模拟

耦合模型[J].中国石油大学学报(自然科学版),2015,39(6):110-116.

[2] 帅春岗,段永刚,然林.水平井 ICD 控水方法研究[J].石油钻采工艺,2012,34(1):85-88.

[3] 王敕邦.国外 AICD 技术应用与启示[J].中外能源,2016,21(4):40-43.

[4] 王金忠,肖国华,陈雷,等.水平井关内分段调流控水技术研究与应用[J].石油机械,2011,39(1):60-61.

[5] 许兰兵,杨景辉,马宁,等.应用梯级筛管抑制水平井底水锥进研究[J].科学技术与工程,2011(26):6298-6302.

[6] SHAN W Y, ZHANG X. The research for delaying the bottom water coning in horizontal wells application balance screen pipe [C]// Advanced Materials Research. Trans Tech Publications, 2013,734:1480-1483.

[责任编辑] 董大伟

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.009

环保型水基钻井液体系的研究与应用

陈二丁, 王金利, 张海青, 杨倩云

(中国石化胜利石油工程有限公司 钻井工程技术公司, 山东 东营 257064)

[摘要] 为从源头上控制钻井废弃物污染,通过筛选环保型的核心处理剂,研发抗温 120 ℃ 的环保型水基钻井液体系。性能评价结果表明,该体系具有优良的流变性、抗污染性能及抑制性,在 -2 ℃ 仍具有良好的流变性,抗盐可至饱和,页岩滚动回收率达到 93.6%,重金属含量低,生物毒性 EC_{50} 值大于 10^6 mg/L,环保性能满足环保要求。该体系在曲 15-X 井进行现场应用,该井施工顺利,完井作业电测、下套管一次成功率 100%,使用该体系井段井眼扩大率仅为 1.53%。应用结果表明,体系抑制防塌能力强,能够满足一般生产井的需要。

[关键词] 钻井液;环保;抑制;生物毒性

[中图分类号] TE254.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0039-04

随着石油开采中环境保护意识的不断加强,废弃钻井液对环境的污染问题越来越受到人们的重视。国内已逐步要求对废弃钻井液及废弃钻屑等进行无害化处理,减少对环境的污染和生态环境的破坏。这种“末端治理”的处理方式成本投入高,且难以彻底消除污染隐患,给钻井行业带来了巨大的经济和环保压力。因此,必须研究应用环保型钻井液体系,从源头上控制钻井废弃物污染。虽然环保型钻井液体系研究已经取得很大进展,但是由于缺乏配伍性良好的环保型处理剂及成本偏高等问题,导致目前的环保型钻井液体系难以推广应用^[1-2]。本文通过优选基于天然材料制备的核心处理剂,及具有肥田效果的盐类抑制剂,形成抑制性强,处理剂高效,品种少,性能稳定,抗污染能力强的抗温 120 ℃ 环保型水基钻井液体系,主要应用于普通生产井的施工,废弃钻井液简单处理后可直接排放,可解决常规聚合物钻井液体系的污染问题,降低废弃物处理成本。

1 主要处理剂的筛选

1.1 降滤失剂

优选淀粉类、纤维素类及植物胶类等不同类型天然材料制备的处理剂,综合研究其抗温、抗盐及降滤失效果,经过复配研制了具有良好抗温、抗盐及降滤失性能的高效环保降滤失剂 HB-1。与其他降滤失剂性能对比见表 1,由结果可以看出,HB-1 降滤失性能优良,优于其他天然材料制备的降滤失剂,同时可以改善基浆的流变性。

1.2 页岩抑制剂

优选化学肥料复配形成具有肥田效果的复合盐类抑制剂 HB-2,其水解产生的不同电荷正电基团与黏土矿物的负电荷结合能力强,同时也可以嵌入晶层间,在晶层间起到连接作用,强力抑制黏土矿物水化,将水化作用限制在岩屑的表面,起到控制钻屑分散和絮凝钻屑的作用。通过考察页岩回收率,与其他抑制剂进行性能对比,结果见表 2。结果可以看出,使用 HB-2 页岩抑制剂时页岩回收率高于使

[收稿日期] 2018-08-01

[基金项目] 国家重大科技专项(2016ZX05040-005)

[作者简介] 陈二丁(1973—),男,重庆涪陵人,中国石化胜利石油工程有限公司钻井工程技术公司研究员,博士,主要从事钻井液技术研究。

用其他抑制剂,因此 HB-2 页岩抑制剂具有优良的页岩抑制性。

表 1 降滤失剂性能对比

配方	滤失量 V_f/mL	表观黏度 $\mu_a/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	塑性黏度 $\mu_p/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	动切力 τ_0/Pa	静切力 $(\tau_{初}/\tau_{终})/\text{Pa}$
3% 基浆	23.6	3.0	3	0.0	0/0
3% 基浆+1% DFD-140	15.6	4.5	4	0.5	0.5/2
3% 基浆+1% LV-CMC	5.8	24.0	20	4.0	1/1.5
3% 基浆+1% FL101	6.8	16.0	13	3.5	0.75/2
3% 基浆+1% WNP-2	12.0	5.0	4	1.0	0.5/1.5
3% 基浆+1% HB-1	5.0	20.0	18	5.0	1/3

表 2 抑制剂页岩回收率对比

配方	页岩回收率/%
3% 基浆+2% HB-2	55.9
3% 基浆+2% KCL	51.3
3% 基浆+2% 胺基多糖	35.1
3% 基浆+2% 无水聚合醇	27.4
3% 基浆+2% 白沥青	24.3

1.3 润滑剂

以废弃植物油为原料,经过酯化、酯交换反应后,进一步进行抗高温改性,制备了植物油润滑剂 HB-3,植物油润滑剂无毒易生物降解,生物毒性大于 30 000 mg/L,润滑性能优良,与其他类型润滑剂性能对比见表 3。

表 3 润滑剂润滑性能对比

润滑剂类型	润滑系数降低率 $R/\%$	黏附系数降低 $f/\%$
醇润滑剂	72.6	34.6
聚醚润滑剂	81.6	40.4
白油润滑剂	68.8	44.5
酯基润滑剂	89.4	31.7
HB-3	92.7	86.7

1.4 其他处理剂优选^[3-6]

絮凝剂优选天然高分子材料改性制备的天然高分子聚合物包被剂,与丙烯酰胺类聚合物相比,天然材料改性产品不含丙烯酰胺类单体,无毒易降解,环境可接受性强;抑制防塌剂优选环保型处理剂无水

表 4 钻井液性能

配方	表观黏度 $\mu_a/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	塑性黏度 $\mu_p/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	动切力 τ_0/Pa	静切力 $(\tau_{初}/\tau_{终})/\text{Pa}$	滤失量 V_{API}/mL	高温高压滤失量 V_{HTHP}/mL
老化前(120 °C, 16 h)	23	16	7	2/5	4.0	11
老化后(120 °C, 16 h)	20	14	6	1/3	5.2	

2.2 抗污染性能评价

在基本配方中分别加入 20% 的 NaCl、1% 的 CaSO₄、5% 的黏土,进行抗污染性能评价,结果见表 5。由试验结果看出,加入 20% NaCl,体系黏切升高,但具有良好的流变性,热滚后黏切降低,中压滤失量及高温高压滤失量稍有增加,体系抗盐能力

聚合醇,主要为聚乙二醇、聚丙二醇等,通过在井壁上吸附形成油膜及“浊点”效应起到抑制防塌作用,此外还具有一定润滑作用;流行调节剂优选生物聚合物 XC,是一种线型高聚物酸性多糖物质,无毒易降解,完全溶于水而形成黏稠的溶液,可作为淡水和盐水钻井液的高效增黏剂,加入很少的量(0.2%~0.3%),即可产生较高的黏度,并兼有降滤失作用,同时具有优良的剪切稀释性能,能够有效的改进钻井液的流型,抗温 120 °C。

2 配方及性能评价

在核心环保型处理剂研制及优选的基础上,通过处理剂之间的配伍性研究及处理剂用量优化,完善体系组成,形成了抗温 120 °C 环保型钻井液体系^[3-6]。钻井液体系基本配方如下:

3% 膨润土浆+0.3% 天然高分子聚合物包被剂+3% HB-1+3% HB-2+2% HB-3+2% 无水聚合醇+0.02% 生物聚合物。

2.1 基本性能评价

对研发的环保型钻井液体系进行基本性能评价,结果见表 4。由表 4 可以看出,体系常温下流变性能优良,高温高压滤失量低。120 °C 热滚 16 h 后,体系黏切稍有降低,滤失量稍有增加,仍具有良好的流变性,和较低的滤失量,说明体系抗温性能强。

强。加入 1% CaSO₄,体系黏切升高,但具有良好的流变性,滤失量稍有增加,热滚后,黏切降低,中压滤失量及高温高压滤失量稍有增加,流变性良好,具有较强的抗石膏污染能力。加入 5% 黏土,体系黏切升高,滤失量降低,流变性良好,热滚后,黏切稍有增加,高温高压滤失量降低,流变性良好,具有较强

的抗黏土污染能力。

表5 钻井液抗污染性能试验结果

配方	条件	表观黏度 $\mu_a/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	塑性黏度 $\mu_p/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	动切力 τ_0/Pa	静切力 $(\tau_{初}/\tau_{终})/\text{Pa}$	滤失量 V_f/mL	高温高压滤失量 V_{HTHP}/mL
基本配方	常温	23	16	7	2/5	4.0	11
基本配方+	常温	30	22	8	3/7	5.0	12
20% NaCl	120 °C/16 h	28	18	7	2/5	5.4	14
基本配方+	常温	25	19	6	2.5/6	5.2	13
1% CaSO ₄	120 °C/16 h	22	18	6	2/5	5.6	14
基本配方+	常温	25	17	8	2/5	4.0	9
5% 黏土	120 °C/16 h	29	20	9	3/7	3.8	10

2.3 加重及沉降稳定性评价

在配方中加入重晶石粉,将体系密度加重至 1.51 g/cm^3 ,测定老化前后性能,结果见表6。由结

果看出,加重后钻井液流变性优良,滤失量降低,热滚后性能变化小,说明体系在较高密度下仍具有较强的稳定性。

表6 钻井液加重试验结果

条件	密度 $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	表观黏度 $\mu_a/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	塑性黏度 $\mu_p/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	动切力 τ_0/Pa	静切力 $(\tau_{初}/\tau_{终})/\text{Pa}$	滤失量 V_f/mL	高温高压滤失量 V_{HTHP}/mL
老化前	1.51	29	19	6	2/5	3.0	10
老化后	1.51	27	17	5	1.5/3.5	3.6	12

将基本配方分别加重至 1.30 、 1.40 、 1.50 、 1.60 g/cm^3 ,测定常温及老化后的密度变化,结果见表7。由结果看出,常温和热滚状态静置后,体系密度变化小,说明体系具有良好的沉降稳定性。

表7 钻井液沉降稳定性试验结果

配方	钻井液 初始密度 $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	常温 (静置48 h后) $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	120 °C老化16 h后 $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$
配方一	1.30	1.30	1.29
配方二	1.40	1.40	1.38
配方三	1.50	1.49	1.48
配方四	1.60	1.48	1.57

2.4 低温流变性能评价

为满足在新疆地区浅井中的应用,使用DC-1型低温测试装置对体系的低温流变性进行了评价,在连续搅拌的方式下,测定了降低温度过程中的流变参数变化,结果见表8。由结果可以看出,随着温度不断降低,体系塑性黏度和动切力不断提高,表观黏度升高。在温度为 0 °C 时,体系仍具有良好的流变性,说明体系可在较低温度下使用。

表8 钻井液低温流变性试验结果

温度 $T/^\circ\text{C}$	$(\theta_{600}/\theta_{300})/$ $(\text{mPa}\cdot\text{s})$	$(\theta_{200}/\theta_{100})/$ $(\text{mPa}\cdot\text{s})$	$(\theta_0/\theta_3)/$ $(\text{mPa}\cdot\text{s})$	表观黏度 $\mu_a/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	塑性黏度 $\mu_p/(\text{mPa}\cdot\text{s})$	动切力 τ_0/Pa
15	46/30	18/11	2/3	23	16	7
10	57/36	24/13	2/3	28.5	21	7.5
5	66/41	28/17	2/3	33	25	8
0	78/48	34/20	2/3	39	30	9
-2	88/54	69/23	2/3	44	34	10

2.5 抑制性评价

采用页岩回收率评价体系的抑制性,筛选粒径 $2.0\sim 3.2\text{ mm}$ 岩屑 50 g ,测定清水和基本配方温度 120 °C 热滚 16 h 的页岩回收率。实验结果,测得该岩屑清水回收率为 19.1% ,环保钻井液体系页岩回收率为 93.4% ,因此体系具有良好的抑制性。

2.6 生物降解性能评价

参照生物降解性的评价标准,通过实验测定的

体系的 $Y=(\text{COD}_5/\text{BOD}_{\text{Cr}})\times 100=19$,根据分级标准为较易降解^[7]。针对所研发的环保型钻井液的特点,采用淀粉酶EM1和纤维素酶EM2对体系进行了生物降解实验,通过测定表观黏度的变化,评价体系的降解性,结果见图1。由结果可以看出,环保钻井液体系在生物酶的作用下能快速降解,黏度降低。通过调整生物酶的种类和加量可人为控制降解时间,其值可人为控制 $\leq 1200\text{ h}$ 。

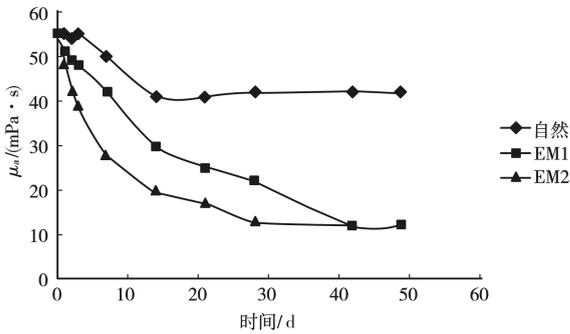


图 1 钻井液体系降解曲线

2.7 环保性能评价

所配置的环保钻井液基本配方,由广东省微生物检测中心检验重金属含量及生物毒性,结果见表 9。由检测结果看出,研发的环保钻井液配方满足二级污水排放标准^[8]。

表 9 钻井液环保性能检测结果

序号	项目	结果/(mg · L ⁻¹)
1	pH	9
2	总汞	2.51×10 ⁻³
3	总铅	0.238
4	六价铬	0.057
5	总镍	<0.05
6	铜	0.084
7	镉	<0.05
8	锌	1.46
9	砷	0.075
10	挥发酚	<0.003
11	阴离子表面活性剂	<5
12	EC ₅₀	>10 ⁶

3 现场应用

曲 15-X 井位于曲堤油田曲 15 块西部构造高部位,完钻井深 2 505 m,最大井斜 20.5°。该井东营组造浆严重,沙河街组易坍塌,提高钻井液的抑制性,有效抑制东营组造浆及沙河街组水化坍塌是本井的难点。

施工措施:该井二开采用环保型钻井液体系,提高钻井液的抑制性。上部地层采用聚合物钻井液体系,主要使用天然高分子聚合物包被剂,加量 0.2%~0.5%。钻进至 1 700 m 进行体系转化,首先开启离心机,除去无用固相,保证钻井液的清洁,调整钻井液黏度 30~35 s,膨润土含量 30~40 g/L,加入 1%降滤失剂 HB-1,循环均匀后,继续加入 3%抑制剂 HB-2,提高钻井液的抑制性。循环均匀后测定钻井液性能,根据需要加入降滤失剂及流型调节剂

调整钻井液性能。进入沙河街组加入防塌抑制剂无水聚合醇,补充抑制剂 HB-2、降滤失剂 HB-1,控制滤失量小于 5 mL,提高钻井液的抑制防塌性能。根据需要加入润滑剂 HB-3,保证钻井液的润滑性能。

应用效果:钻井液体系抑制防塌性能优良,能够有效控制地层造浆,润滑性好,摩阻小,能满足钻井液润滑性的要求,钻井液体系材料种类少,维护操作简单,流变性易控制,携砂性强,井眼净化良好。二开小循环井段平均井径为 9.63 in,井眼扩大率为 1.53%,电测下套管一次成功率 100%,完井液生物毒性检测结果为 EC₅₀>10⁶ mg/L,无毒符合环保要求。

4 结 论

(1)通过研选具有肥田效果的抑制剂,基于天然材料制备的降滤失剂、润滑剂等核心处理剂,优化处理剂用量,形成了抗温 120 °C 环保型钻井液体系,性能评价结果表明,该体系在常温及低温下都具有优良的流变性能,抗盐、钙及黏土污染能力强,抑制性强,重金属及生物毒性检测结果满足环保要求。同时,在优选的生物酶的作用下可以较快速的降解。

(2)现场应用结果表明,该体系流变性易于控制,抑制防塌能力强,可以有效解决泥岩水化造浆及垮塌问题,能够满足一般生产井的需要。完井液生物毒性满足环保要求,具有较高的推广应用价值。

[参考文献]

- [1] 佟芳芳,苏碧云,倪炳华. 环保型钻井液应用分析与发展方向[J]. 石油化工应用,2012,31(11):14,14.
- [2] 代秋实,潘一,杨双春. 国内外环保型钻井液研究进展[J]. 油田化学,2015,32(3):435-439.
- [3] 胡进军,孙强,夏小春,等. 环境友好型水基钻井液 GREEN-DRILL 的研制与应用[J]. 石油勘探技术,2014,42(2):75-79.
- [4] 董礼亮. 环保型钻井液研究[D]. 东营:中国石油大学(华东),2010.
- [5] 范振忠,高翔,刘庆旺. 硫酸钾钻井液体系的室内评价与应用[J]. 钻井液与完井液,2006,23(6):15-18,82.
- [6] 王睿,王娟,曾婷. 环保钻井液技术的研究与应用[J]. 钻采工艺,2009,32(6):75-77.
- [7] 王奕,杨凤林,张兴文,等. 化学品生物降解性的评价与预测[J]. 化工环保,2002,22(4):209-212.
- [8] 张琼. 胜利油田钻井液废弃物危险性鉴别及无害化处理研究[D]. 东营:中国石油大学(华东),2010.

[责任编辑] 印树明

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.010

梳型聚合物降滤失剂 DMP-2 的研制

蓝 强,李公让,郑成胜,徐运波,张 鹏

(中石化胜利石油工程服务有限公司 钻井工艺研究院,山东 东营 257017)

[摘要] 针对常规钻井液用降滤失剂存在的抗二价盐能力不足问题,通过聚乙二醇单甲醚与丙烯酸反应获得聚乙二醇单甲醚丙烯酸酯单体,再与丙烯酰胺和 2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸等单体共聚,获得长侧链梳型聚合物降滤失剂 DMP-2,试验优选最佳条件为: $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 6 : 4$,热稳定性达 320 °C,黏均相对分子质量约为 7.5×10^4 ,3.0% DMP-2 水溶液的黏度降低率 < 40% (220 °C)。

[关键词] 梳型聚合物;降滤失剂;抗 NaCl;抗 CaCl_2 ;抗温

[中图分类号] TE254.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0043-05

随着油田勘探开发逐渐向深部进发,所遇环境越来越恶劣,对钻井液的要求越来越高^[1]。目前,国内外研制的大多数抗温、抗盐钻井液降滤失剂,主要是基于丙烯酰胺类单体、乙烯基磺酸类单体和/或乙烯基乙酰胺类单体进行多元共聚的方式得到的水溶性合成聚合物,尤其是 2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸 (AMPS) 多元共聚物降滤失剂^[2-9]。这些聚合物降滤失剂的优良的抗温、抗盐性能均是通过聚合物改性或共聚引入其他具有特殊功能的结构单元(如 $-\text{SO}_3^-$ 、 $-\text{COO}^-$ 等)实现的。上述产品在饱和盐与二价盐 (Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等) 条件下降滤失效果不尽人意,与低盐度条件下的优良降滤失能力差别较大,限制了其应用范围。梳型聚合物是近二十年来出现的新型聚合物,在溶液中可以成梳型排列,这种规整结构可提高分子链的刚性及抗干扰能力,所以,具有较强的抗饱和盐水和高价离子的能力。梳型聚合物在三次采油中有所应用,但在钻井液中应用尚少,只有徐健等人通过聚乙二醇单甲醚与马来酸酐酯化反应获得大分子单体,与丙烯酰胺和 2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸两种单体相结合,共聚得到梳型聚合物降滤失剂,该方法获得的聚合物相对分子质量较低,

抗温性较差。本次研究通过聚乙二醇单甲醚与丙烯酸反应获得聚乙二醇单甲醚丙烯酸酯单体,再与丙烯酰胺和 2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸等单体共聚,获得相对分子质量适中的长侧链梳型聚合物降滤失剂(抗温 220 °C,抗 NaCl 至饱和,抗 CaCl_2 达 3.0%,与常用处理剂配伍性较好),随后初步考察了该梳型聚合物降滤失剂在钻井液中性能。

1 梳型聚合物 DMP-2 的制备

1.1 试验试剂和主要仪器

(1) 试验试剂: MPEG400 (聚乙二醇单甲醚, AR)、AA (丙烯酸, AR)、AMPS (2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸, AR)、AM (丙烯酰胺, AR)、TsOH (对甲苯磺酸, AR)、HQ (对苯二酚, AR)、PhMe (甲苯, AR)、OP-10 (烷基酚聚氧乙烯醚-10, AR)、Tween-80 (失水山梨醇单油酸酯聚氧乙烯醚, AR)、NaOH (氢氧化钠, AR)、氯化钠 (NaCl, AR)、 Na_2SO_4 (无水硫酸钠, AR)、 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (过硫酸钾, AR) 和 NaHSO_3 (亚硫酸氢钠, AR), 上述试剂均购于国药集团化学试剂有限公司;蒸馏水 (二次蒸馏水, 自制); 5#白油 (工业纯), 购于河北省辛集市恒源助剂厂。

[收稿日期] 2018-08-10

[基金项目] 国家重大专项课题 (2016ZX05021-004, 2016ZX05040-005); 中石化重点攻关课题 (JP15015)

[作者简介] 蓝 强 (1978—), 男, 广西桂平人, 中石化胜利石油工程服务有限公司钻井工艺研究院研究员, 博士, 主要从事钻井液处理剂研制及现场应用研究。

(2) 主要仪器: 电热恒温水浴锅 (DK-S24)、电子天平 (Mettler Toledo AL 204)、三口平底烧瓶 (500 mL)、具塞刻度试管 (20 mL)、烘箱 (DGX-9143B-1)、黏度计 (Brookfield DV-III)。

1.2 试验步骤

采用反相乳液聚合法合成梳形聚合物, 具体步骤如下:

(1) 大分子单体的制备。将 MPEG400 与 AA 以摩尔比 1 : 1.5 在 60 °C, 加入 4% 催化剂 TsOH (占 PEGM 质量的 4%) 和 0.5% 阻聚剂 HQ (占 AA 质量的 0.5%); 在 110 °C, 真空条件下酯化反应 3 h; 再将反应液溶于一定量的甲苯中, 用 10% NaOH 饱和食盐水洗涤; 无水 Na_2SO_4 干燥后减压蒸去溶剂甲苯得到大分子单体 PEGMAA (聚乙二醇单甲醚丙烯酸酯)。

(2) 水相的配制。保持固含量 20% 不变, 按照配比称取 AMPS, 并溶于 120 mL 水中; 在冰盐水浴的条件下加入 50% ~ 80% NaOH 溶液中和至 pH 为 8, 期间注意控制温度在 30 °C 以下; 依次分批溶入一定量的 AM, 每批次加入 25 g, 搅拌溶解; 再将大分子单体 PEGMAA 溶入其中, 形成水溶液 I 待用; 按照 $n(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8) : n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ 为 1 : 1 的比例称取催化剂, 并溶于 50 mL 水配制成引发剂水溶液 II。

(3) 油相的配制。向三口烧瓶中依次加入 100 mL 5#白油、8 mL LOP-10、6 mL Tween-80, 搅拌均匀, 形成油相体系。

(4) 梳形聚合物的制备。将水溶液 II 混合至水溶液 I 中, 在一定转速下将该水溶液体系缓慢滴加至油相中, 在 40 ~ 50 °C 下搅拌 1 h 后, 停止搅拌, 保温反应 4 h。常规提纯处理后, 得到梳型聚合物降滤失剂。

2 梳型聚合物降滤失剂性能影响因素分析

采用边乳化边引发的合成方法, 即先将引发剂水溶液 II 混合至单体水溶液 I 中, 形成单体/引发剂水溶液 III, 然后将其在一定搅拌速率下滴加入油相体积中, 边乳化边引发。这种方法可以在乳化形成均一体系的同时将引发剂分散入分散相液滴中, 大大提高引发的效率。随后考察, 不同反应条件对梳型聚合物降滤失剂性能的影响, 从而优选出最佳的反应条件。

2.1 反应加料顺序对产物降滤失性能的影响

固定单体配比 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 2 : 1$, 固含量 20%, 反应温度 50 °C, 反应时间 5 h, 体系 pH 调至 8 左右, 引发剂 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{NaHSO}_3$ 用量为单体质量百分比的 0.8%, 水相体积分数 65%, 乳化剂用量为油相质量的 12%, 分别得到产物反相乳液 (固相含量 20%), 将其加入 4% 盐水基浆中, 220 °C 老化 16 h 后, 测定其 API 滤失量, MPAA2 加量为固含量的 1.0%, 即 20 g 乳液产品或 4 g 固体产品。考察加料顺序对于产物降滤失性能的影响, 其中 4% 盐水基浆 API 滤失量大约为 145 mL, 结果见表 1。

表 1 乳液反应加料顺序的影响

加料顺序	体系形态	滤失量 V_{API}/mL
先乳化后引发	黄色乳液	62.0
边乳化边引发	白色、浅黄色乳液	38.0

从表 1 结果看出, 边乳化边引发方式形成的乳液产品, 形态与性能均更佳。因此选择边乳化边引发的加料与乳化方式。

2.2 引发剂用量对产物降滤失性能的影响

固定单体配比 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 2 : 1$, 固含量 20%, 反应温度 50 °C, 反应时间 5 h, 水相体积分数 65%, 水相 pH 为 8, 乳化剂用量为油相质量的 12%, 改变引发剂 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{NaHSO}_3$ 用量 (保持摩尔比 1 : 1) 为单体质量百分比的 0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%, 分别得到产物的反相乳液 (固相含量 20%), 将其加入上述 4% 盐水基浆中, 考察引发剂用量对于产物降滤失性能的影响, 结果如图 1 所示。

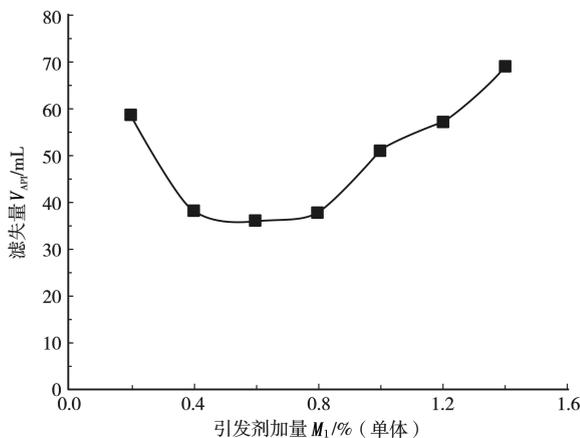


图 1 引发剂用量对降滤失性能的影响

从图 1 结果看出, 随着引发剂加量的增大, 体系降滤失效果先逐步上升, 但随着引发剂加量的继续

增加,引发单体中具有活性的自由基数目,而且进入胶束反应的自由基数量相应增加,反而使聚合物的相对分子质量减小,从而使其降失水能力减弱。从图 1 中看出,在引发剂用量 0.8% 之前其滤失量变化并不大,且考虑到引发剂用量过低,单体不易引发聚合,聚合反应周期加长,同时聚合速率明显下降,故选取引发剂用量为 0.8%。

2.3 乳化剂用量对产物降滤失性能的影响

固定单体配比 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 2 : 1$, 固含量 20%, 反应温度 50 °C, 反应时间 5 h, 水相体积分数 65%, 水相 pH 为 8, 引发剂 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{NaHSO}_3$ 用量(摩尔比 1:1)为单体质量百分比的 0.8%, 改变乳化剂用量为油相质量的 6%、8%、10%、12%、14%、16%、18%, 分别得到产物反相乳液(固相含量 20%), 将其加入上述 4% 盐水基浆中, 考察乳化剂用量对于产物降滤失性能的影响, 结果如图 2 所示。

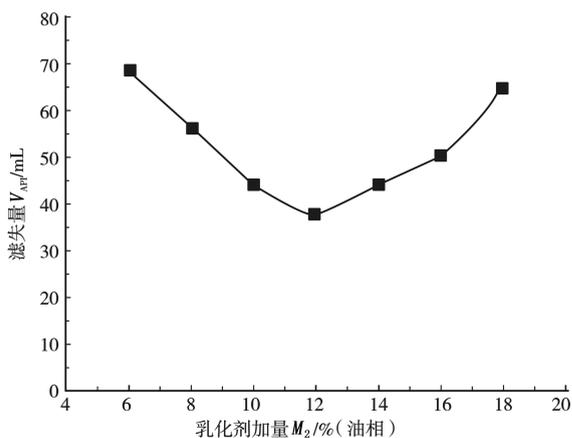


图 2 乳化剂加量对降滤失性能的影响

从图 2 结果看出,随着乳化剂用量的增大,体系降滤失效果先升后降。乳化能力与乳化剂的用量直接相关,而这种作用通过在乳液界面上的界面膜强度及其厚度来实现。当乳化剂用量较低时,界面上的乳化剂排列极为松散,不足以覆盖整个乳液滴,形成的界面膜强度很低,容易破裂;当乳化剂用量较高时,乳液界面膜强度急剧增加,当乳液界面膜厚度足够大时,乳液滴之间会发生作用,增加体相黏度,有时甚至会形成凝胶,阻碍了活质量分数性自由基和链转移剂的运动,从而使反应速率急剧降低。因此,乳化剂用量需要控制在一个合理的范围内,当乳化剂用量适中时,随着乳化剂用量增加,乳化稳定性增强,乳液滴粒径变小,反应生成的聚合物降失水能力增强。根据试验结果,选取乳化剂用量为油相质量

分数的 12%。

2.4 水相体积分数对产物降滤失性能的影响

固定单体配比 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 2 : 1$, 固含量 20%, 反应温度 50 °C, 反应时间 5 h, 水相 pH 为 8, 引发剂 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{NaHSO}_3$ 用量(摩尔比 1:1)为单体质量百分比的 0.8%, 乳化剂用量为油相质量的 12%, 改变水相体积分数为 50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%, 分别得到产物反相乳液(固相含量 20%), 将其加入上述 4% 盐水基浆中, 考察乳化剂用量对于产物降滤失性能的影响, 结果如图 3 所示。

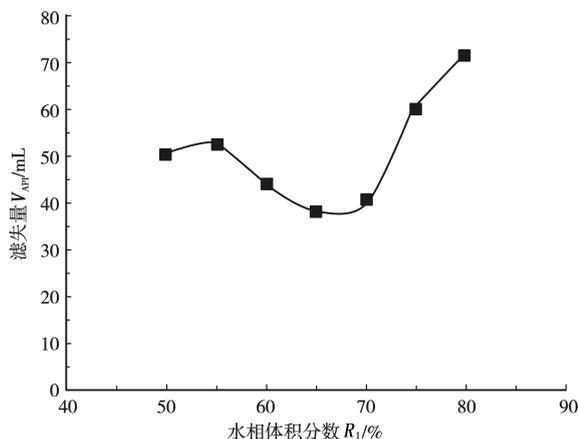


图 3 水相体积分数对降滤失性能的影响

从图 3 结果看出,随着水相体积分数的增大,体系降滤失效果先升后降。随着水相体积分数的增加,开始时,乳液的凝胶效应较强,且随着水相增加,乳液的凝胶作用降低,活性自由基和链转移剂的运动速率开始增加,聚合物反应速率加快,聚合物相对分子质量增加,当水相体积分数达到 63% 时其降失水作用最佳。继续增加水相体积分数,乳化剂浓度降低,形成的胶束数量较少,且稳定性降低,乳液滴界面膜强度和厚度减小,从而使聚合物相对分子质量降低,进而使其降失水效果降低。因此,选择水相体积分数为 63%。

2.5 水化/吸附基团比例对产物降滤失性能的影响

固定固含量 20%, 反应温度 50 °C, 反应时间 5 h, 水相 pH 为 8, 引发剂 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{NaHSO}_3$ 用量(摩尔比 1:1)为单体质量百分比的 0.8%, 乳化剂用量为油相质量的 12%, 水相体积分数为 65%, 改变单体配比, 分别得到产物反相乳液(固相含量 20%), 将其加入上述 4% 盐水基浆中, 考察乳化剂用量对于产物降滤失性能的影响, 结果如图 4 所示。

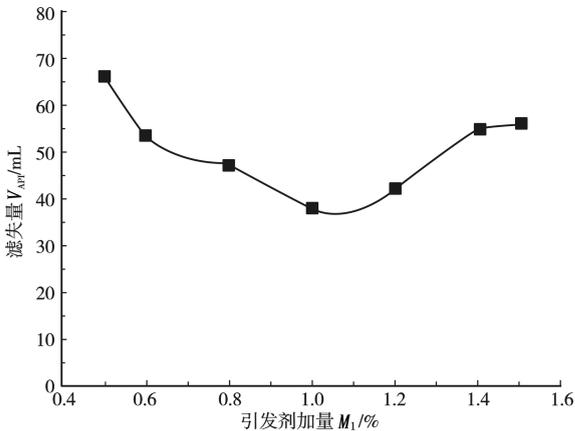


图 4 水化/吸附基团比例对降滤失性能的影响

从图 4 结果看出,随着水化基团数量的增多,体系降滤失效果先升后降。梳型聚合物降滤失剂主要通过 CONH_2 (酰胺基团) 和 $-\text{COO}^-$ (羧酸基团) 和 $-\text{SO}_3^-$ (磺酸基团) 等基团的水化作用及吸附作用来实现。酰胺基团是一种很强的吸附基团,与黏土颗粒表面的羟基形成较强的氢键作用,因此,它可以和多个黏土颗粒上的吸附位点吸附,同时,由于聚合物上有多个酰胺基团,因此,在聚合物链上还可以吸附多个黏土颗粒,而每条聚合物之间又有一定的缠绕作用,从而在溶液中形成聚合物-黏土的网状结构。这种结构的形成会阻碍黏土颗粒的进一步吸附,同时由于酰胺基团还可以和水分子以氢键形式结合,因此,它能够吸附大量的水分子,从而有效避免吸附在聚合物链上的黏土颗粒脱附,而使聚合物的降失水作用增强。另一方面,聚合物链中水化基团的吸附水层,降低了黏土颗粒表面的 Zeta 电位,增加了黏土颗粒之间的稳定性,同时减少了钻井液中的自由水,使钻井液形成的泥饼变薄,使钻井液失水进一步降低。因此,吸附基团和水化基团在一定的比例内,钻井液滤失作用最佳。如果水化基团的数量较少,聚合物链之间的斥力减弱,聚合物链的卷曲程度增加,黏土颗粒稳定性降低,所以,此时的滤失性能减弱;反之,如果吸附基团较少,酰胺基团的黏土颗粒上的吸附不足,形成的网络结构不稳定,其滤失效果同样降低。根据试验结果,当水化基团和吸附基团比例达到 1 : 1 时,其滤失效果最佳。结合前期试验结果,确定单体配比为 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 2 : 1$ 。

2.6 水相 pH 值对产物降滤失性能的影响

固定单体配比 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n$

(AMPS) = 1 : 2 : 1, 固含量 20%, 反应温度 50 °C, 反应时间 5 h, 引发剂 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{NaHSO}_3$ 用量(摩尔比 1 : 1) 为单体质量百分比的 0.8%, 乳化剂用量为油相质量的 12%, 水相体积分数为 65%, 改变水相 pH, 得到产物反相乳液(固相含量 20%), 将其加入上述 4% 盐水基浆中, 考察乳化剂用量对于产物降滤失性能的影响, 结果如图 5 所示。

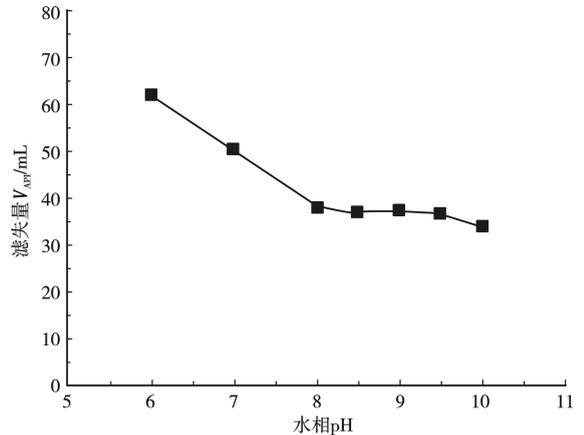


图 5 pH 值对降滤失性能的影响

从图 5 结果看出,随着水相 pH 增加,钻井液的降滤失效果不断增加,这主要和聚合物中的羧酸基团和磺酸基团密切相关。由于 pH 增加,上述两种基团的水化作用不断增强,水化膜厚度增加,对黏土的稳定作用增强;同时,由于聚合物链上还存在一定的负电性,根据同性相斥原理,这种作用使得链转移剂和引发剂很难与单体相接触,从而降低聚合物的聚合程度,但随着水相 pH 增加,相应的羧酸根和磺酸根开始转变成相应的盐,从而使单体附近的正电离子富集在聚合物链附近,形成正离子屏蔽层,从而使链转移剂和引发剂和单体的接触变得容易,促进了其反应效率,使聚合物相对分子质量增加,从而使其降滤失作用增强。结合体系现场应用要求及乳液稳定性要求,选择 pH 在 8 ~ 9 比较合适。

2.7 固含量对产物降滤失性能的影响

按照以上确定的合成工艺,改变单体总含量,考察水溶液聚合所能容纳固含量的情况,测定其黏均相对分子质量,测试其降滤失性能,结果见表 2。

从表 2 结果看出,随着固含量增加,体系逐渐分层,产品形态为黄色、棕黄色凝胶,所得产物的黏均相对分子质量逐渐增大,API 滤失量增大,其容纳固相上限基本在 20% 左右,继续提高固相含量将会导致分层。因此,基于现场应用需要较高浓度的产品的情况,选择 20% 固含量较为合适。

表 2 产物固含量情况

固含量/%	产物形态	加入 5% 淡水膨润土浆后表观黏度/(mPa·s)	黏均相对分子质量/ 10^5	滤失量 V_{API}/mL
15	白色乳液	33	2.11	37.0
20	黄色、白色乳液	45	2.23	38.0
25	分层,上部液相为无色透明油相,下部为黄色凝胶状固体	49	2.87	56.4
30	分层,上部液相为无色透明油相,下部为棕黄色凝胶状固体	61	3.09	58.0

3 梳型聚合物降滤失剂最优合成条件优选

使用正交试验考察最优单体配比,固定单体总加量 20%,反应温度为 50 ℃,反应时间 5 h,体系 pH 调至 8,氧化/还原引发剂摩尔比 $n(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8) : n(\text{NaHSO}_3) = 1 : 1$,引发剂用量为单体质量百分比的 0.8%。将其加入 4% 盐水基浆中,220 ℃ 老化 16 h 后测其 API 滤失量。按 L9(3³) 正交化设计(见表 3),以滤失量作为研究指标,探讨 MPEGAA、AM、AMPS 三种单体加量比例的影响,结果见表 4。

表 3 L₉(3³) 因素水平

因素	水平 1 /mol	水平 2 /mol	水平 3 /mol
MPEGAA	1	1.25	1.5
AM	3	6.00	9.0
AMPS	1	3.00	6.0

表 4 正交试验结果及极差分析

编号	APEG400/ mol	AM/ mol	AMPS/ mol	其他	滤失量 V_{API}/mL
1	1.00	3	1	1	17.8
2	1.00	6	3	2	16.0
3	1.00	9	6	3	15.4
4	1.25	3	3	3	20.6
5	1.25	6	6	1	14.0
6	1.25	9	1	2	13.2
7	1.50	3	6	2	14.8
8	1.50	6	1	3	14.8
9	1.50	9	3	1	13.0
k1	16.400	17.733	15.267	14.933	
k2	15.933	14.933	16.533	14.667	
k3	14.200	13.867	14.733	16.933	
极差 R	2.200	3.866	1.800	2.266	
主次顺序	—	—	B>A>C	—	
优水平	A3	B3	C3	D2	
优组合	—	—	A3B3C3	—	

由表 4 的极差结果分析得知,对梳形聚合物降滤失性能影响的顺序为: $n(\text{AM}) > n(\text{MPEGAA}) > n(\text{AMPS})$;最优化组合为 A3B3C3,即单体配比 $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 6 : 4$ 。在这种情况下合成出来的梳型聚合物降滤失剂记为 DMP-2,该处理剂的热稳定性达到 320 ℃,黏均相对分子质量约为 7.5×10^4 ,3% DMP-2 水溶液的黏度降低率 < 40% (220 ℃)。

4 结 论

(1) 梳型聚合物主要受到乳液形成方式、引发剂用量、乳化剂用量和水化/吸附基团等因素的影响,其中以 AM 水化基团的影响最大。

(2) 通过正交试验,确定了反应最佳条件: $n(\text{MPEGAA}) : n(\text{AM}) : n(\text{AMPS}) = 1 : 6 : 4$,该处理剂的热稳定性达到 320 ℃,黏均相对分子质量约为 7.5×10^4 ,3% DMP-2 水溶液的黏度降低率 < 40% (220 ℃)。

[参考文献]

- [1] 何剑,杨小华,王琳,等. 抗高温抗钙水溶性聚合物降滤失剂研究进展[J]. 中外能源,2016,21(7):32-35.
- [2] 徐健,王立亚,孙德军,等. 钻井液用梳型聚合物降滤失剂及其制备方法:ZL201010254507.1[P]. 2011-02-09.
- [3] 王立亚. 梳型聚合物的合成及其与蒙脱土相互作用的研究[D]. 济南:山东大学,2011.
- [4] 徐运波,蓝强,张斌,等. 梳型聚合物降滤失剂的合成及其在深井盐水钻井液中的应用[J]. 钻井液与完井液,2017,34(1):33-38.
- [5] 胡小燕,王旭,张丽君,等. 梳型聚合物 MP488 抗温抗盐机理分析[J]. 精细石油化工进展,2015,16(6):32-35.
- [6] 林圣森,杜志平,王万绪,等. 梳型两亲聚合物的溶液性能研究[J]. 日用化学工业,2011,41(5):313-317.
- [7] 杜亮亮,任天瑞. 梳型聚合物分散剂制备及其应用性能研究[J]. 上海化工,2014,39(6):4-8.
- [8] 赵天靓,王薇,刘大军. 还原响应性两亲性梳型聚合物的合成及表征[J]. 长春理工大学学报(自然科学版),2015,38(2):90-94.
- [9] 郑娇玲,李伟峰,沈晓冬. 梳型聚合物水泥助磨剂的合成及应用[J]. 水泥助磨剂与混凝土外加剂,2015,1(2):32-37.

[责任编辑] 印树明

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.011

分光计调节和测量方法的研究

张雷明¹, 张园¹, 宋宁¹, 张伟²

(1. 中国矿业大学徐海学院 基础教学部, 江苏 徐州 221008; 2. 中国矿业大学 物理学院, 江苏 徐州 221116)

[摘要] 讨论分光计的基本调节和测量方法, 提出调节望远镜聚焦平行光的一种简单有效的方法, 设计制作分光计调节辅助装置, 使粗调过程更为直观, 提高调节效率。分析分光计的光学原理和反射“十”像的光路, 便于更好理解“十”像不处于分划板上部叉丝交点的原因, 明确调节方向。分析分光计测量角度和消除偏心差的方式, 给出两个在角度计算时避免出现差错的方法。

[关键词] 分光计; 调节方法; 光路分析; 偏心差

[中图分类号] O4-33 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)02-0048-04

分光计是一种能精确测量角度的典型光学仪器, 又称光学测角仪, 可以直接测定反射角、折射角、衍射角、棱镜顶角等角度, 从而测量折射率、光波波长、色散率等光学参量。分光计的基本部件和调节原理与一些复杂的光学仪器(如摄谱仪、单色仪)有许多相似之处, 学会对它的调节和使用, 有助于掌握操作更为复杂的光学仪器。因此, 分光计的调节与应用实验是大学物理实验中一项重要的实验内容^[1,2]。分光计装置比较精密, 结构也比较复杂, 学生对它的基本结构和光路不够了解, 在使用分光计做实验时, 对分光计的调节和测量感到困难, 操作缺少章法。本文分析了分光计的光学原理, 给出分光计反射“十”像成像的光路, 提出了简单有效的调节方法。同时设计制作了分光计调节辅助装置, 提高调节的效率。最后对分光计测量读数过程进行分析讨论。

1 分光计调节的分析和措施

为获得较高精度的测量结果, 调整分光计要求达到:(1)望远镜聚焦无穷远, 能接收平行光;(2)望远镜和平行光管共轴, 且均与分光计中心轴垂直;

(3)平行光管出射平行光^[3]。

1.1 调节望远镜对平行光聚焦

首先介绍反射“十”像出现在视场中的光学原理。在物镜前放置一平面镜, 前后调节分划板套筒的位置, 使分划板位于物镜的焦平面上, “十”形刻线发出的光经物镜后形成平行光, 平行光被反射回来, 再经物镜聚焦在分划板上“十”字叉丝处形成绿“十”像。转动载物台会引起反射绿“十”像向同方向水平转动。

调节望远镜对平行光聚焦的实质是将分划板调到望远镜物镜焦平面上, 有一个简单有效的方法, 将平面镜紧贴着望远镜物镜, 移动目镜筒, 直到分划板上的反射绿“十”像清晰、无视差, 此时望远镜能接收平行光。

1.2 粗调辅助装置

在调节要求中使望远镜光轴与分光计中心转轴垂直是调节的难点, 很多教材和文献对这个调节过程进行了讨论^[1-5], 一般分为粗调和细调两个步骤, 粗调是通过目测使分光计的望远镜光轴大致垂直于分光计的中心转轴, 通过望远镜能看到双平面镜的两个面反射回来的绿“十”像, 只有粗调完成后才能

[收稿日期] 2018-05-01

[基金项目] 国家自然科学基金青年基金项目(11604381); 中国矿业大学徐海学院专业建设与教学改革项目(YA1839)

[作者简介] 张雷明(1981—), 男, 江苏盐城人, 中国矿业大学徐海学院基础教学部讲师, 硕士, 主要从事大学物理和表面粗化生长研究。

进行细调。可是由于望远镜的视场较小,绿“十”像经常不在望远镜的视场中,即不能在分划板上看到绿“十”像。学生缺乏调节经验,又无法直观地判断反射光的偏离方向,导致调节有很大的盲目性。分光计望远镜的视场范围小于 $3^{\circ}24'$,仅靠目测一般很难在望远镜视场范围内看到绿“十”像。

利用激光的准直性和激光光斑的可见性,在原有 JJY1 型分光计上加装一套自行设计的激光辅助装置^[6,7],基本结构如图 1 所示。在望远镜的物镜端安装观察屏,观察屏上设有与望远镜物镜大小配套的圆形孔,套在望远镜前端时观察屏与望远镜光轴垂直。同时,在望远镜镜筒上设置十字棱形定位架,用来固定激光器,使激光光束与望远镜光轴处于同一平面。在观察屏上设有透光窗口,激光器发出的光束能通过透光窗口入射到平面镜上。

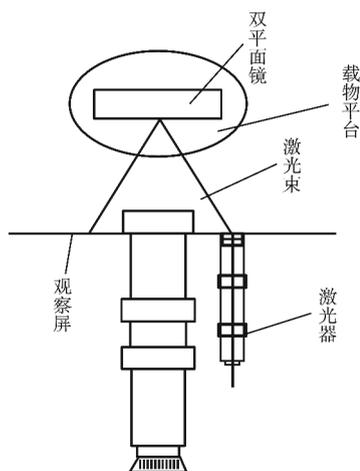


图1 实验装置示意图

首次使用激光辅助装置时要进行校准,调整好分光计并记录观察屏上反射光斑的位置,并在其位置做“X”号,使用时观察激光反射光斑与记号中心的相对位置,就可以判断望远镜光轴的倾斜情况。调节载物台的三颗螺丝和望远镜倾斜调节螺丝使激光反射光斑处于记号中心,此时望远镜光轴与分光计中心转轴基本垂直,通常反射的绿“十”像就会出现在望远镜的视场范围内。

利用激光反射光斑作为调节的参照,学生在粗调时就不会盲目调节。实践表明,大多数学生借助辅助调节装置能较快的在望远镜分划板上看到反射绿“十”像。从而能顺利地进行下一步调节,提高了实验效果。

1.3 细调过程的光路分析和调节方法

粗调后望远镜光轴与分光计中心转轴基本垂

直,为了精确测量,必须使望远镜光轴与分光计中心转轴完全垂直,还需对分光计进行细调。如果不对反射绿“十”像的高度进行光路分析,即使粗调成功,学生在进行细调操作时也往往觉得无从下手,不理解在调节过程中观察到的一些现象,对应某种现象应该调节什么、如何调节、调节到什么程度都比较困惑,往往需要较长的时间摸索调节规律,影响课堂效率和实验效果。下面结合光路分析简述细调的过程。

1.3.1 载物台倾角没调好的表现及调节

假设望远镜光轴已垂直分光计中心转轴,但载物台倾角没有调好,如图 2 所示。平面镜 A 面反射光偏下(图 2(b)),载物台转 180°后,B 面反射光偏上(图 2(a)),在望远镜中看到的现象是 A 面反射像在 B 面反射像的上方。采用渐近法各半调节,即把 A 面像(或 B 面像)向上(或向下)调到两像距离的一半位置,反复操作,直至镜面 A 和 B 的像处在分划板上相同高度处(图 2(c))。

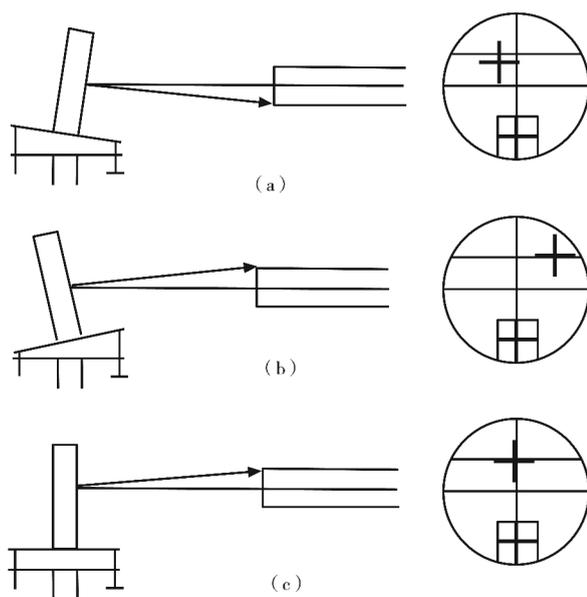


图2 载物台倾斜的表现及调整原理

1.3.2 望远镜光轴没调好的表现及调节

假设载物台已调好,但望远镜光轴不垂直分光计中心转轴,如图 3 所示。在图 3(a)中,无论平面镜 A 面还是 B 面反射光都偏上,反射像落在分划板“十”字叉丝的上方。在图 3(b)中,镜面反射光都偏下,反射像都落在分划板“十”字叉丝的下方。调整方法是只要调节望远镜倾斜程度,把像调到分划板“十”字叉丝上即可,如图 3(c)所示。

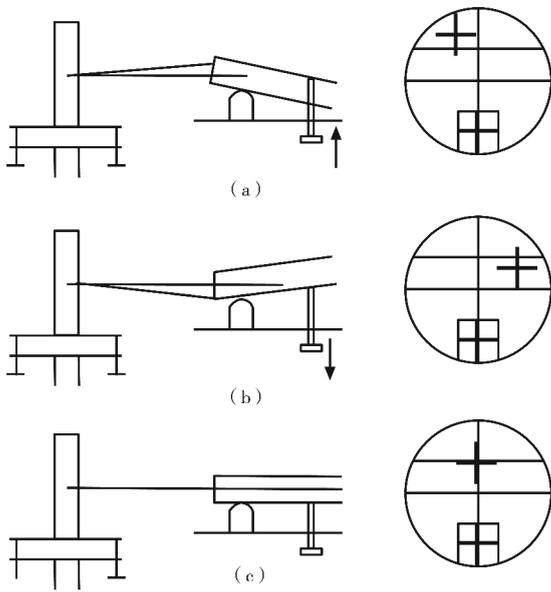


图 3 望远镜倾斜的表现及调整原理

1.3.3 载物台倾角和望远镜光轴没调好的表现及调节

转动载物台,使望远镜先对着平面镜的 A 面,如果从望远镜中看到反射绿“十”像和分划板“十”字叉丝不重合,它们的交点在高低方面相差一段距离 h ,如图 4(a)。这时调节望远镜倾斜度,使差距减小一半 $h/2$,如图 4(b);再调节载物台螺丝,消除另一半距离使反射绿“十”像和分划板“十”字叉丝重合,重复调整数次,直至转动载物台时从平面镜两个面反射回来的绿“十”像都能与分划板“十”字叉丝重合^[1],如图 4(c)所示。

望远镜调节好后望远镜倾斜调节螺丝不可以再调。

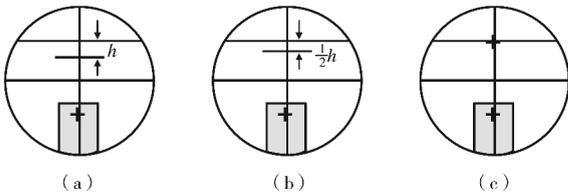


图 4 自准法调整望远镜

2 望远镜转动角度测量及消除偏心差

根据多年的教学经历,很多学生在使用分光计进行测量时会对读数感到困难。由于仪器中心和刻度盘在装配时不可能完全重合,且轴套之间也总是存在间隙,所以望远镜的实际转角与刻度盘上读到的角度不完全一致,称为分光计的偏

心差,如图 5 所示。图中, O 为仪器转轴中心、 O' 为刻度盘中心、 φ 为望远镜实际转角、 θ_1 和 θ_2 分别为通过游标读到的角度值。偏心差一般通过安装在转轴直径上的两个对称的游标来消除。从图 5 中的几何关系可知:

$$\varphi + \angle 1 = \theta_1 + \angle 2, \tag{1}$$

$$\varphi + \angle 2 = \theta_2 + \angle 1. \tag{2}$$

两式相加得

$$2\varphi + (\angle 1 + \angle 2) = \theta_1 + \theta_2 + (\angle 1 + \angle 2). \tag{3}$$

所以

$$2\varphi = \theta_1 + \theta_2, \tag{4}$$

即

$$\varphi = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}. \tag{5}$$

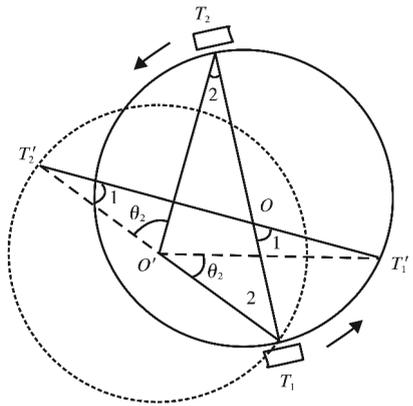


图 5 偏心差示意图

在实际测量过程中,望远镜初始位置有两个读数 θ_1 、 θ_2 ,转动以后也有两个读数 θ'_1 、 θ'_2 ,则根据(5)式可知望远镜转角为

$$\varphi = \frac{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}{2}. \tag{6}$$

测量过程中当某个游标越过刻度盘的零刻度线时,实际转过的角度应按下式来计算

$$\varphi = \frac{360^\circ - |\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}{2}. \tag{7}$$

由于学生不太熟悉分光计,容易混淆两个游标,而且游标越过零刻度线时没有特殊现象,在实验时不容易意识到,导致计算出现差错。应对这样的情况,一是可以对两个游标进行标注,能避免因两个游标混淆而引起的错误,二是可通过比较 $|\theta_1 - \theta'_1|$ 和 $|\theta_2 - \theta'_2|$,由于 $|\theta_1 - \theta'_1|$ 和 $|\theta_2 - \theta'_2|$ 应非常接近,如果发现两者相差较多,可判断转动过程中有游标越过零刻度线,望远镜实际转过的角度应根据(7)式来计算。

3 结束语

分析分光计的基本调节过程和测量方法,设计制作了调节辅助装置。使调节有直观的指示,避免操作的盲目性,从而较快地调节分光计达到实验要求,提高实验效率。通过分析分光计的光学原理,帮助学生判断调节过程中出现某种现象的原因,明确调节方向,更好地理解 and 掌握调节方法。分析了分光计测量角度时产生偏心差的原因,帮助学生理解分光计测量角度的读数方法,并提出两个避免角度计算出现差错的方法,提高实验的准确性。掌握分光计的基本调节和测量方法,可以在规定时间内顺利完成实验并取得较好

的实验效果。

[参考文献]

- [1] 梁华翰. 大学物理实验[M]. 上海:上海交通大学出版社,2002.
- [2] 于建勇. 物理实验教程[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2007.
- [3] 许飞,罗锻斌. 分光计调节实验中的教学方法探讨[J]. 大学物理实验,2013,26(4):35-36.
- [4] 贾虎. 分光计的一种新调节方法及仪器的改进[J]. 物理与工程,2009,19(5):27-32.
- [5] 陆剑,周群,蔡雄祥. 基于各半调节法的光分计调节方法的改进[J]. 大学物理实验,2016,29(4):36-38.
- [6] 夏湘芳,陈光伟,李陵伶. 分光计的激光辅助调节装置[J]. 物理实验,2007,27(4):34-36.
- [7] 罗利霞. 分光计的激光辅助调整装置[J]. 电子测试,2014(10):104-105.
- [8] 董长银,武龙,王爱萍,等. 油气井防砂综合决策技术及软件系统开发[J]. 石油钻采工艺,2010,32(1):74-81.
- [9] 高凯歌,董长银,赵林,等. 井楼油田砾石充填防砂参数优化实验研究[J]. 石油地质与工程,2016(5):113-116.
- [10] 董长银,高凯歌,王鹏,等. 低黏液体井筒携砂流动规律及特征流速实验[J]. 石油学报,2016,37(10):1280-1286.
- [11] 杨喜柱,刘树新,薛秀敏,等. 水平井裸眼砾石充填防砂工艺研究与应用[J]. 石油钻采工艺,2009,31(3):76-78.
- [12] 张磊,曹砚锋,潘豪. 基于防砂模拟试验装置的砾石充填防砂参数优化设计研究[J]. 长江大学学报(自然科学版),2015(26):70-73.
- [13] 冯胜利,尉亚民,张启汉,等. 涩北气田砾石充填防砂技术参数的求取[J]. 天然气工业,2009,29(7):89-91.
- [14] 周鹰. 注83块薄互层状出砂稠油油藏开发对策研究[J]. 特种油气藏,2017,24(04):83-87.
- [15] SAUCIER R J. Considerations in Gravel Pack Design [J]. Journal of Petroleum Technology, 2013,26(2):205-212.
- [16] 董长银,周崇,钟奕昕,等. 中等强度砂岩饱水力学参数变化试验及动态出砂规律[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2017,41(6):108-116.
- [17] 朱骏蒙. 水平井裸眼砾石充填防砂完井工艺在胜利海上油田的应用[J]. 石油钻采工艺,2010,32(2):106-108.
- [18] 梅庆文,陈孝贤,王玲娜,王玉臣. 文昌油田裸眼水平井砾石充填防砂技术应用及分析[J]. 特种油气藏,2007(03):95-98+110.
- [19] 董长银,王滨,李志芬,等. Schwartz 砾石尺寸设计方法的解析,改进及其应用[J]. 石油钻探技术,2008,36(3):78-80.
- [20] 董长银,冯胜利,李红霞,等. DePriester 砾石尺寸设计方法的解析,改进及其应用[J]. 石油钻采工艺,2008,30(5):80-84.
- [21] DONG C, GAO K, DONG S, et al. A new integrated method for comprehensive performance of mechanical sand control screens testing and evaluation[J]. Journal of Petroleum Science & Engineering, 2017.
- [22] 陈宇,邓金根,赵文龙. 变粒径充填防砂砾石尺寸优选研究[J]. 石油天然气学报,2010(6):319-321.
- [23] 赵修太,陈东明. 油井出砂后期多级防砂技术级数研究[J]. 石油钻探技术,2011,39(1):94-100.
- [24] 李鹏,周承诗,陈刚,等. 注聚区油井砾石分级充填防砂工艺技术研究[J]. 海洋石油,2011,31(2):68-71.
- [25] 董长银,崔明月,彭建峰,等. 气田水平井防砂筛管类型优选与精度优化试验[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2015,39(6):104-109.
- [26] 董长银,张清华,高凯歌,等. 机械筛管挡砂精度优化实验及设计模型[J]. 石油勘探与开发,2016,43(6):991-996.

[责任编辑] 李冬梅

[责任编辑] 董大伟

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.012

应用于防汛的树选择贝叶斯分类器研究

官龙飞, 刘 泽

(山东黄河河务局 黄河河口管理局, 山东 东营 257091)

[摘要] 防汛物资调用是黄河防汛至关重要的一环,为实现防汛物资合理调配,基于树选择贝叶斯分类器(CTAN),建立一种数据模型,运用于智慧黄河平台物资调度模块中。CTAN分类模型实现了险情分级、险情物资实时调度等功能。考虑到物资数量、路况、险情程度、行政区域等问题,对于数据属性,CTAN分类保留对数进行分析。研究结果为防汛物资调动提供了决策依据。

[关键词] 树选择分类器;防汛物资;险情分级

[中图分类号] O29 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0052-04

防汛物资作为黄河防汛抢险要素之一,是国家防汛抢险的重要物质基础。在黄河防汛中,黄河水利委员会早已经形成比较完善的黄河防汛物资定额管理体系,在防汛物资储备定额管理上积累了一定经验^[1]。物资储备定量的条件下,出现险情如何合理的调度物资成为近年来的热门话题。应用CTAN算法^[2],结合以往防汛物资经验,对物资调用实现智能分析,得出结果作为指挥调度的决策支持。

1 黄河防汛物资调度

在防汛物资方面,陈鸿起等^[3]采用多供给点思路对物资储备进行优化,构造出3个数学模型,合理分配各仓库的物资储备定额,在满足防汛要求的基础上节约了成本。崔萌等^[4]通过对提防、河道、涵闸工程等物资储备测算分析,计算出管理段仓库所需物资储备数量。李晓曦^[5]构建了一种ISM模型,为防汛物资优化配备及管理提供决策依据。

在物资调度方面,谈文静^[6]针对不确定条件考虑需求紧急度的应急物资调度问题进行研究,综合解决了物资调配和优化问题。宋晓宇等^[7]通过改进多目标粒子群算法,应用基于Pareto最优解的多目标应急物资调度,构建了多受灾点、多出救点的应

急物资调度模型。同样对于多供应点、多需求点问题,李桂香等^[8]利用遗传算法最优解,利用符号编码、特殊交叉算子和变异算子,最终完成了民航应急救援物资的调度优化。

黄河防汛的物资调度问题不只是简单的两点间最短路径问题,还应该考虑到仓库物资数量、行政区划、车辆调度、多地出险等因素。研究将分类算法应用于物资调度决策推理当中,训练和测试样本为历来防汛物资调度数据。结合实际情况对CTAN算法参数等进行研究,建立应用于防汛的CTAN模型。

2 CTAN模型建立

2.1 CTAN分类器

CTAN分类器全称为基于树选择的分类器,是对朴素贝叶斯分类器(NBC)与树状贝叶斯分类器(TAN)的结合改进^[2]。研究通过样本试验来确定相关参数,建立CTAN模型,并应用于黄河防汛项目物资调度决策当中。

CTAN分类器主要通过操作TAN保留对数来构造模型。假设分类模型数据集有 n 个属性,则其中包括一个分类属性, $n-1$ 个非类属性,具体构造过程如下:

[收稿日期] 2018-07-20

[作者简介] 官龙飞(1989—),男,山东东营人,山东黄河河务局黄河河口管理局工程师,硕士,主要从事数据挖掘、算法设计与分析研究。

(1) 取样。对以往数据样本取样 S_1 、 S_2 。 S_1 、 S_2 均包含完整的非类属性和类属性。

(2) 生成 TAN 模型。根据样本 S_1 求每对属性之间的条件互信息 CMI (Conditional Mutual Information), 由公式(1)决定:

$$I(X, Y | C) = \sum_{X_i, Y_j, c} P(X_i, Y_j | c) \log \frac{P(X_i, Y_j | c)}{P(X_i, Y_j | c)P(X_i, Y_j | c)} \quad (1)$$

式中 X, Y 为非类属性, C 为类属性, X_i, Y_j, c 为三个属性的任意取值组合, $i \neq j$ 。根据条件互信息生成 $n-1$ 个节点的最大生成树, 确定一个根节点指定生成树方向。将类属性节点作为各节点的父节点加入, 生成 TAN 模型。此时每个节点有最多两个父节点。

(3) 确定保留对数。上一步求得互信息生成树后, 会得到一个权重序列, 依边的权值大小排列, 保留对数 $H \in$ 正整数, 且 $H < n-1$, 在计算联合概率时, 只取权值排序靠前的 H 对属性, 将其余权值所在边删除, 生成初始 CTAN 模型, 此时父节点只有类属性的各个属性则认为互相独立。将不同的保留对数生成 $n-2$ 个 CTAN 分类器, 分别在样本 S_2 中测试, 取得准确率最高的保留对数, 得到最终 CTAN 模型。

(4) 分类。对于待分类的实例 $X(x_1, x_2, \dots, x_{n-1})$, 分类结果为公式(2)(3):

$$c = \operatorname{argmax}_{c_j \in C} \frac{P(x_1, x_2, \dots, x_{n-1} | c_j) \times P(c_j)}{P(x_1, x_2, \dots, x_{n-1})} \quad (2)$$

$$c = \operatorname{argmax}_{c_j \in C} P(x_1, x_2, \dots, x_{n-1} | c_j) \times P(c_j) = \operatorname{argmax}_{c_j \in C} P(c_j) \times \prod_{k=1}^{n-1} P(x_k | \prod x_k) \quad (3)$$

集合 $\prod x_k$ 表示 X_k 属性的父节点集合。

研究的 CTAN 分类器主要应用在险情分级与物资调度两大模块中。

2.2 CTAN 分类器的应用

将上述 CTAN 分类器应用于智慧黄河(河口)平台开发项目中, 根据现有历史数据进行样本分析, 得出最终 CTAN 分类器模型数据。研究的算法模型主要用于险情分级与物资调度中。

当黄河堤坝巡查人员发现黄河险情时, 利用终端仪器输入险情探摸尺寸, 形成立体模型, 通过后台计算出建议工程量, 人工修改调整后, 向系统提出险情告警与调用物资请求。

2.2.1 险情分级

在黄河防洪工程中, 险情有 3 个级别, CTAN 模型中对应类属性值分别为一般险情(1), 较大险情(2), 重大险情(3), 无险情(0)。根据历史险情处理记录分析, 将数据处理后, 样本集 S_1 数据量为 400, 测试集 S_2 数据量为 200。CTAN 模型中数据属性如表 1 所示, 属性值全为 0 则表示无险情。

表 1 险情分级模型数据属性

属性	备注(属性值)
渗水	无渗水(0), 渗出清水、无沙粒(1), 渗出清水、有沙粒(2), 渗出浑水(3)
漫溢	无漫溢(0), 有漫溢(1)
漏洞	无漏洞(0), 有漏洞(1)
坍塌	无坍塌(0), 坍塌范围小于堤坝 1/4(1), 坍塌范围在堤坝 1/4 ~ 1/2(2), 坍塌范围大于堤坝 1/2 以上(3)
滑坡	无滑坡(0), 滑坡长 20 m 以下(1), 滑坡长 20 ~ 50 m(2), 滑坡长 20 m 以上(3)
裂缝	无裂缝(0), 非滑动性纵缝(1), 其他横缝(2), 贯穿横缝和滑动性纵缝(3)
管涌	无管涌(0), 出清水且出口直径小于 5 cm(1), 出清水且出口直径大于 5 cm(2), 出浑水(3)

样本集共有 7 个非类属性, 对 S_1 样本操作求互信息, 生成非类属性节点的最大权值生成树结果如图 1, 边权为对应属性的互信息值。

根据 CTAN 保留对数的不同, 我们对样本 S_2 进行测试, 通过 CTAN 模型将 S_2 样本非类属性组合进行分类, 分类结果与 S_2 样本类属性比较, 不同保留对数下准确率结果如表 2, 由表 2 可得保留对数为 2 时准确率最高, 两对属性分别为(裂缝, 坍塌)和(管涌, 漏洞), 此保留对数值将具体运用到智慧黄河电子预案险情分级模型中。

2.2.2 物资调度

巡查人员发现险情后, 会向后台请求物资调用来处理险情。各个仓库具有行政区划归属, 为了便于调配, 一般情况下仓库选择遵循行政区划优先, 出现较大险情或以上时, 则应遵循最短距离优先。仓库的选择与后台分析的险情分级密切相关。

黄河沿岸大堤每隔一公里都会有桩号标记, 智慧黄河平台里, 数据以桩号为单位来计算。如图 2 所示, 图中显示的为 D 市部分流域仓库分布图, 其中三角符号表示桩号, 粗细线为交通路线, 椭圆形表示仓库所在位置。仓库由所在行政单位负责, 因此物资调度并非完全按照最近仓库原则来执行。

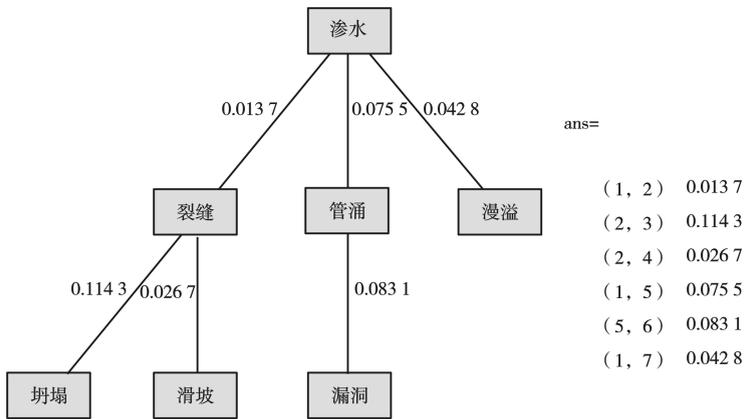


图 1 险情分级最大权值生成树

表 2 险情分级不同保留对数 CTAN 模型准确率

CTAN 保留数	CTAN (0)	CTAN (1)	CTAN (2)	CTAN (3)	CTAN (4)	CTAN (5)	CYAN (6)
准确率	0.795	0.820	0.875	0.850	0.840	0.815	0.815

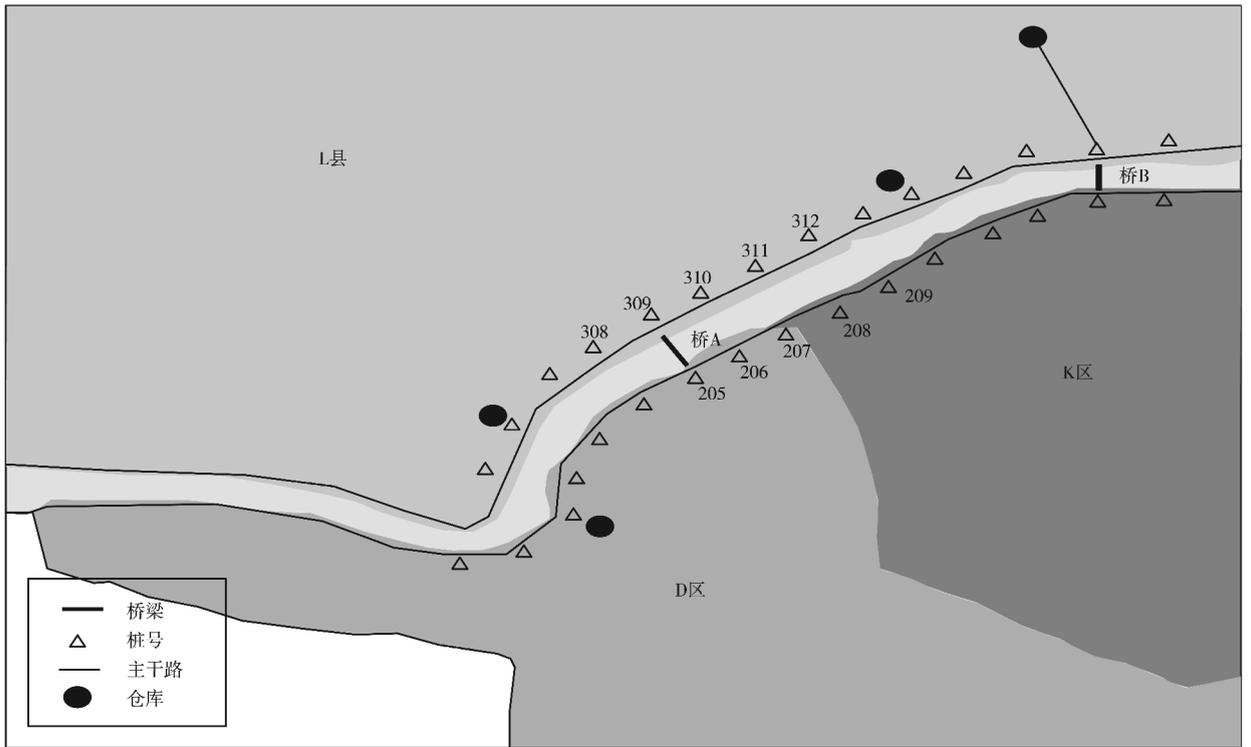


图 2 D 市部分流域仓库分布

构建 CTAN 模型前,需要先计算出险情分级以及出险点到各仓库距离排序,所得结果作为 CTAN 属性用于预测分类。其中险情分级由上一小节 2.2.1 得出,各仓库距离则基于桩号来计算。D 市所属流域内总共有桩号约 190 个,每个桩号间隔 1 km,两岸间桩号不同,桩号之间的位置则用 a+b 形式表示,例如 206+300 表示桩号 206 往下游方向 300 m 位置。

研究模块 CTAN 模型类属性为 14 个仓库,非类属性包括险情分级、行政区域、左右岸以及 14 个仓库距离属性。险情分级结果由上一个模型求得,取值 0~3。行政区域包括黄河途径 D 市的四个行政区域,L 县、D 区、K 区、H 区。左右岸有两个取值。仓库距离属性取值为 1~4,取值为出险点至各仓库距离排名,为减少运算量,第四名往后赋值均为 5。计算距离时,考虑到车辆阻塞情况,需后台管理人员

输入阻塞点。

原始样本数据中险情记录包含桩号位置、现场情况以及出库记录等,通过后台计算桩号到各仓库距离后,生成新的样本集以满足 CTAN 模块属性分类。为了保证决策准确性,根据实际情况,人工添加了部分数据,样本集总量为 700,S1 数据量为 500,S2 数据量为 200。对 S1 求互信息,按取值大小前五对结果为表 3。

表 3 物资调度互信息值排序前 5

属性对	(行政, 左右)	(行政, 仓库 3)	(行政, 仓库 5)	(左右, 仓库 3)	(左右, 仓库 7)
互信息值	0.193 5	0.093 6	0.092 1	0.085 4	0.061 9

根据 CTAN 保留对数的不同,在保留对数取值 0~5 时,通过 CTAN 模型将 S2 样本非类属性组合进行分类,分类结果与 S2 样本类属性比较,得出准确率。由表 4 可知,对比结果表明保留对数为 1 时,效果最好,行政区域大多以黄河为界,因此结果具有合理性。在之后分类预测中,将沿用 CTAN(1) 模型。最终预测结果将保留前三个概率最大的仓库,发生多处险情时,系统将不会选择正在处理前一险情的仓库,而是顺位选择下一仓库。

表 4 物资调度不同保留对数 CTAN 模型准确率

CTAN 保留对数	CTAN (0)	CTAN (1)	CTAN (2)	CTAN (3)	CTAN (4)	CTAN (5)
准确率	0.805	0.825	0.770	0.755	0.730	0.730

3 结 语

两种 CTAN 模型分别用来处理险情分级和物资调度,通过构建模型分类属性建立数据集,并得出不同保留对数下 CTAN 模型的最优解。试验表明,险情分级模型最优保留对数为 2;物资调度模型最优保留对数为 1。最优解模型已应用于智慧黄河(河口)平台模块中,为防汛物资调度提供决策支持。研究主要是针对险情现状,今后的研究方向会细化仓库出库物资种类等,所构建模型将主要是基于物资请求种类的分析。

[参考文献]

- [1] 张兴红. 黄河防汛物资储备由定性管理到定量管理[J]. 河南水利,2006(6):7.
- [2] 宫龙飞,曾志勇. 基于树选择的 TAN 分类器[J]. 现代计算机(专业版),2014(7):12-14.
- [3] 陈鸿起,解建仓,申毅荣. 防汛物资协同储备模型研究[J]. 系统工程理论与实践,2007,27(4):91-97.
- [4] 崔萌,刘生云,张瑞海,等. 黄河防汛物资储备量计算关键参数探讨[J]. 人民黄河,2016,38(12):70-73.
- [5] 李晓曦. ISM 模型在防汛物资管理系统建立中的应用[J]. 水利规划与设计,2016(12):121-123.
- [6] 谈文静. 不确定条件下考虑需求紧急度的应急物资调度研究[D]. 重庆:重庆大学,2016.
- [7] 宋晓宇,王建国,常春光. 基于需求紧迫度的非线性连续消耗应急调度模型与算法[J]. 信息与控制,2014(6):99-107.
- [8] 李桂香,马蕾. 基于改进遗传算法的民航应急救援灾物资调度[J]. 计算机仿真,2015(6):104-107.

[责任编辑] 董大伟

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.013

公共服务视域下0~3岁婴幼儿早期教育体系构建 ——以东营市为例

黄 璟

(中国石油大学胜利学院 教育与艺术学院, 山东 东营 257000)

[摘要] 建立0~3岁婴幼儿早期教育服务体系是构建学前教育公共服务体系的必然趋势。调查发现,东营市大多数家庭比较重视早期教育,但选择的早期教育形式杂乱,婴幼儿接受教育水平参差不齐,遇到问题又难以获得及时、有效的专业指导。公益早教缺乏统筹协调,资源无法实现整合与协调;商业性早教机构师资水平和运营服务质量堪忧,服务供给能力有限,政府监管缺位。缺少政府规划、资源整合推进困难、服务专业性不足、商业性早教服务局限性明显是影响早教发展的重要因素。早期教育公共体系的构建,要以“力求均衡、缩小差距”的构建目的,以“政府主导、专业引领”为构建关键,以“借力家庭教育,合力推广”为构建基础,以“依托社区、多层次服务”为构建原则,加强顶层设计,理顺管理体系,优化社区资源,采用多样化指导模式,以满足家庭早期教育服务的需求。

[关键词] 公共服务;早期教育;体系;构建

[中图分类号] G610

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-5935(2018)03-0056-05

世界经合组织研究报告中指出:早期教育系统是为了满足各个家庭更加广泛的经济和社会需要的一项意义重大的政策援助^[1]。在生态学理论的倡导下,早期教育必须打破完全依靠家庭这一私人领域的传统观念,并逐步纳入社会公共服务体系。公共服务视域下的早期教育是在公平理念的指导下,强化政府在儿童早期发展中的主体责任,保障公众平等享有服务的权利,改变当前早教以市场化、商品化服务为主导的现实,构建补偿性、常态性和高端性的多服务类别,为儿童早期发展提供社会层面的环境支持。

东营市在“十三五”规划中明确提出了“公共体系更加健全”“全省率先实现教育现代化”的五年愿景,因此,建立早期教育公共服务体系是应然也是必然。

一、东营市0~3岁婴幼儿早期教育供需现状

(一) 东营市0~3岁婴幼儿家庭早期教育需求现状

本研究通过目的性取样,分别选取了105名

0~3岁婴幼儿家长进行了关于早期教育需求与参与情况的问卷调查,其中0~1岁婴幼儿家庭31个,1~2岁婴幼儿家庭37个,2~3岁婴幼儿家庭37个,问卷有效回收率100%。关于“接受早期教育情况”的问卷调查发现,50.4%的家庭选择“定期去早教机构及幼儿园亲子班接受指导”;25.7%的家庭选择“在家中”抚养;12.4%的家庭选择全日制或半日制的“托儿所或托管中心”;11.4%的家庭选择“在家教养结合社区集体开展家教指导”,这些家庭集中在LH小区,配合东营市妇联的“女性素质的提升工程”中的以政府购买服务为主要形式的社区公益早教活动。在“家长遇到教养方面的问题采取的常用解决办法”的调查中,“向早教机构专业人员请教”和“聆听专家讲座”的比例分别为21.9%和1.9%。关于“婴幼儿主要看护人”的统计和访谈发现,由“父母担当主要看护责任”的家庭仅占23.8%,由民办幼儿园的托班或商业早教机构的全日制幼儿园衔接班的教师作为主要看护人的占16.1%,反映出0~3岁婴幼儿的照料需求也十分旺

[收稿日期] 2018-07-30

[基金项目] 东营市社会科学重点课题(DYSK[2017]第16号)

[作者简介] 黄璟(1974—),女,江苏盐城人,中国石油大学胜利学院教育与艺术学院副教授,硕士,主要从事早期教育、学前教育研究。

盛。上述调查结果表明,大多数家庭比较重视早期教育,但选择的早期教育形式杂乱,婴幼儿接受教育的水平参差不齐,遇到问题又难以获得及时、有效的专业指导。

随着“全面二孩”政策的落地,据不完全统计,东营市2016年、2017年新出生人口分别比2015年增长了67.9%和91.5%。人口出生率的迅速增长加剧了早期教育的供需矛盾,构建0~3岁婴幼儿早期教育公共服务体系的民众呼声越来越高。

(二)东营市0~3岁婴幼儿早教服务供给现状

1. 公益性早教服务发展现状

为了解东营市早教公共服务现状及发展规划,研究选取了妇联、教育局等5个职能部门负责人及工作人员进行了访谈。

访谈得知,为了填补0~3岁家庭教育指导空白,东营市妇联积极牵头,尝试以多元形式开展公益性早期教育公共服务。主要有:第一,与商业化早教机构合作,由GR县妇联与东方爱婴早教机构合作完成,向县区招收免费会员,会员数额在10余人。第二,妇联协同推进,街道购买服务,在社区工作站建立公益早教服务站。自2015年8月,在辽河社区工作站由云端花海家庭教育指导师开展“生命的印痕”0~3岁家庭教育系列培训,本系列活动现已推广到文汇街道的嵩山社区、胜利街道的中山社区。第三,建立家长学校,进行了以家长学校为活动主线的育儿理念推广活动。2016年12月30日,市妇联联合8个部门制定了《东营市关于指导推进家庭教育的五年规划(2016-2020年)》(下简称《规划》),明确提出实施各类儿童早期发展干预项目,培育专业化早教人才,整合社会资源,延伸儿童早期教育服务。但从东营市现有运行状况看,妇联的力量毕竟有限,没有上级行政管理部门的统筹协作,早教资源无法实现整合与协调,社区、幼儿园、妇幼保健院、社会组织都难以在早教服务方面发挥应有的作用。

2. 商业性早教机构发展现状

据不完全统计,东营市中心城区以咨询公司等名义在工商行政部门注册的早教机构约有22家,其中不乏金宝贝、美吉姆、东方爱婴、粤宝园、红黄蓝、亲亲袋鼠、积木宝贝等国内外知名品牌。这些机构在一定程度上弥补了公办教育在此年龄阶段的空缺,满足了社会需求。

研究根据方便性取样的原则选取了在东营地区有11年发展历史的国内一线品牌加盟机构——东方爱婴咨询有限公司的全部专职教师为调查对象,

通过问卷星发放问卷16份,收回有效问卷16份;选取了6所早教机构一线资深教师进行访谈,了解机构中教师待遇、专业能力、培训情况、收费标准等情况;同时走访政府5个职能部门,获取早教机构注册、监管等方面信息。调查发现,早教机构发展中存在以下几方面问题:

(1)师资队伍难以满足发展需要

第一,师资队伍早教经验不足。对东方爱婴的调查发现,目前有16名专职教师,皆为女性,其中有4位托班教师,负责周一至周五全日制托班幼儿;12位早教老师,负责周末亲子教育。从年龄上看,年龄在21~25岁之间的教师占68.75%,26~30岁之间的占25%,35岁以上的仅占6.25%。从教龄上看,5年以上教龄的教师占25%,3~5年教龄的占12.5%,1~2年教龄的占18.75%,不到一年教龄的占43.75%。由此可见,教师趋于年轻化,早期教育工作经验严重缺乏,在一定程度上影响了早期教育的质量。

第二,教师有相关专业背景,但师资队伍稳定性不足。东方爱婴的早教教师中具有本科及以上学历和专科学历的各占50%,其中学前教育专业的占81.25%,非教育类专业的占18.75%,而早期教育专业的竟无一人。尽管学前教育属于相关专业,但毕竟不是同一方向,其对0~3岁的婴幼儿发展知识知之不多,应对家长的个别化指导、亲子活动的组织实施、洞察婴儿行为与解读等能力极为欠缺。即便如此,师资队伍也极不稳定。据了解,2017年2月至6月间,有8名员工违约放弃留任机会,2名入职两年的教师去了少儿培训机构。访谈得知,教师的收入由每月基本薪酬2100元、个人的新会员招募及课程的婴幼儿出勤率提成组成,社保方面只有“五险”而没有公积金。在这种薪酬体制下,压力大、不确定性强,无疑是造成早教师资流出的重要原因。

(2)政府监管缺位

当前,东营市中心城区开展0~3岁婴幼儿早期教育的主力军是以咨询公司等名义在工商行政部门注册的机构。通过对东营市相关教育行政部门的走访发现,0~3岁婴幼儿早教机构管理没有纳入教育部门职责范畴,致使早教机构的运营与监管处于真空状态。关于平均每课时的收费标准,6家机构中有2家110元左右,1家在120元,3家130元至200元,没有统一的标准。看似收费不低,但由于没有政府公共财政投入,早教机构经营仍是困难重重。

二、制约东营市0~3岁婴幼儿早期教育发展的因素

(一)早期教育发展缺少政府规划

政府是推动早期教育纳入公共服务体系的关键力量,但到目前为止,政府有过学前教育行动计划,却一直没有出台过0~3岁婴幼儿发展规划。没有发展规划,就缺少了倡导教育公平的主导力量,造成了0~3岁与3~6岁两个阶段在政策支持、经费投入、行业监管和服务导向等方面呈现明显的不均衡,势必导致市场利益驱动下的高收费私营早教机构将低收入家庭排斥在外,产生新的社会不公。

(二)早教服务资源整合推进困难

早期教育社区化是世界各国发展早期教育的重要趋势。社区早期教育服务需要教育、计生、妇联等政府组织和部门协同配合。但东营市现有社区的幼儿园、卫生服务、家庭、进驻的社会组织,几乎是独立运行,彼此之间联系薄弱,更不可能整合优化,资源没有得到合理使用。从目前来看,由于无政策支持,经费不宽裕,社区无力整合各种资源,仅靠社区有限的人员,早期教育的服务职能在短期内很难规模化发展。

从当前本地区早期教育服务的发展现状,东营市妇联积极作为,在推进家庭教育服务和早期教育服务体系的建构方面,成为重要牵头部门。但其在人力、财力、组织动员、协调能力等方面存在先天的缺陷,依托社区去开展早期教育服务,专业指导性不足。加之社区受资源、能力的限制,所能提供的家庭教育公共服务也是极其有限的,并不能很好地满足各种类型家庭的需求。在一年多的试点中,实质性的工作推进因缺乏资金和专业力量而无法深入。

(三)早期教育服务专业性不足

近些年来,家长对早期教育的价值与重要性的认识越来越深刻,早期教育机构便随需求增长而急剧扩张,民营早期教育市场极为繁荣。但是,由于民营早教机构一般以企业咨询或文化学校的名义在工商部门注册,无须在教育部门备案,教育行政部门因而无法监管其教学内容与模式。而工商部门失于有效监管,导致早教市场表面上欣欣向荣,实则因缺乏有效的行业监管和行业准入标准,服务的专业性无法得到保障。

(四)商业性早期教育服务局限性明显

目前,东营市公办早期教育服务机构的发展一直畏缩不前,因而商业性早期教育机构在早期教育的服

务供给方面无疑成为主力军。但商业性机构不可避免地暴露出利润追逐的短视效应,硬件设施完善、师资水平较高的早期教育机构往往和高昂的收费相连,没有经济实力的家长只能望而却步。加之缺少政府和制度的支持,缺乏人才培养的专业标准和职业准入门槛的统一要求,其供给的质量无法保证。

三、东营市早期教育公共服务体系构建思路

早期教育公共服务体现了儿童早期发展多元化的本质要求^[2],东营市教育公共服务体系的构建需要强化政府在儿童早期发展中的主体责任,逐步扩大早教公共服务范围,并确保服务的长期性和系统性。

(一)构建目的——力求均衡,缩小差距

保证每个儿童接受公平的早期教育,这是阻断代际贫穷循环的重要途径。美国“早期开端”计划和英国政府出台的“确保开端”计划都着力于保障处境不利儿童接受早期教育。英国政府还明确承诺在2020年前,保障所有处境不利的儿童能够接受良好的早期教育,并中止贫穷等社会不利因素对儿童受教育机会的影响^[3]。公共服务明确指向为“全覆盖”,尤其重视对处境不利儿童的教育弥补。从当前东营市早期教育商业运营的收费标准居高不下这一现状,早期教育不均衡现象相对突出,供需矛盾仍在加剧。通过早期教育公共服务的构建能够缩小家庭背景带来的教育不公平现象,营造和谐发展的社会氛围。

(二)构建关键——政府主导,专业引领

政府是行政权力的掌握者,是公共权力的受托者,也是社会公共事务的管理者。在社区早期教育公共服务体系的构建中,政府是最重要的主导力量,能通过编制事业发展规划、制定政策和统筹协调职能部门工作来推动建构进程和公益属性。教育部门从发展的规范化角度牵头为早期教育体系中的专业人员配备、质量监控管理提供执行保障。

(三)构建基础——借力家庭教育,合理推广

0~3岁早期教育发展依赖于儿童照顾者与家庭的能力以实现充分的照顾和养育^[4]。家庭教育是0~3岁早期教育公共服务的重要组成部分,也是体系构建的核心要素。早期教育家庭服务的实施不仅为0~3岁早期教育公共服务提供了经验铺垫,也为此体系的构建提供了思路指引和资源支持。

(四)构建原则——依托社区,多层次服务

早期教育公共服务多元供给机制包括政府服务、购买服务、民办民营、志愿服务、自我服务等多种

公共服务供给方式。社区是基层行政区的延伸,承担着大量的政府职能,依托社区构建早期教育公共服务,便于将社区现有的配套资源进行整合,与0~3岁婴幼儿家庭教育需求及时对接,最终形成市区、街道、社区早期教育指导网络。社区早期教育公共服务体系的建立会大大提升0~3岁早期教育的覆盖率,改善当前市场化、商品化服务主导的社会现实,为有规划地将0~3岁婴幼儿早期服务纳入公共服务奠定基础。

早期教育要提供多样化、多层次的服务,以满足不同群体的需求。因此,可以适当引入商业性早教机构,服务于有支付能力的优势群体。

四、0~3岁婴幼儿早期教育公共服务体系构建策略

(一)加强顶层设计,提供政策支持

《国家中长期教育改革和发展规划(2010—2020年)》中明确要求“重视0~3岁婴幼儿教育”,并将0~3岁婴幼儿早期教育列入到中长期教育改革和发展规划中,这是良好的开端。0~3岁婴幼儿早期教育公共服务是一项特殊的事业,必须以政府的力量为主导,这是确保早期教育良性发展的根本。东营市人民政府在2009年12月28日印发了《关于加快学前教育改革与发展的意见》(东政发[2009]29号)文件,其中明确规定:到2020年,全市0~3岁婴幼儿受教育率达到80%以上,要实现此目标,政府部门应参照国内试点地区的先进经验,立足于本区域的实际,通过直接制定发展规划的方式落实具体措施,循序渐进地推进早期教育事业健康有序发展。

(二)理顺管理体系,建立保障机制

1. 理顺行政管理体系,明确各部门职能

要坚持政府主导地位,建立市级统筹、区级政府负责,乡镇和社区联动的行政管理体系,依据职能分工,教育部门、卫生部门和妇联及社区通力合作,建立联席会议制度。主管教育的市长作为服务体系建构的牵头人,以加快推进工作的进展力度。要明确教育部门为责任主体,要求卫生与计划生育委员会、妇联、各街道等协同配合。其中,卫生部门负责对0~6岁儿童家长进行儿童卫生保健、营养、生长发育等方面的指导;民政部门要与教育部门共同探索依托社区发展幼儿教育的管理机制和有关政策;充分发挥各级妇女儿童工作委员会和妇联组织的作用。早期教育事业发展需要加强各部门统筹规划的协调力度,推动早期教育事业健康发展。

2. 创建市早期教育指导中心

此中心应是全市范围内早期教育公共服务的业务指导和监管机构,也是师资队伍的专业发展中心和宣传网站的创办主体,同时承担着整合本市教育、医学、心理等专家资源,建立本地早期教育事业发展的督导机制。

3. 搭建从局部到全覆盖的社会服务平台

(1)成立社区早期教育领导小组。由区教育局、卫生、妇联及公办优质学前教育机构的负责人组成区早期教育领导小组。

(2)探索和完善社区卫生服务职能。卫生部门应加强妇幼保健机构对各基层卫生组织的业务指导和监督,并联手各社区早期教育指导中心对0~3岁婴幼儿家长(看护人)进行儿童卫生保健、饮食营养、生长发育等方面的咨询指导和培训。

(3)启动社区早期教育示范区建设。应由早期教育领导小组负责,选择管理水平高,资源配套齐全,居民文化程度高的社区作为本区早期教育服务启动的优先选择对象。

4. 建立多来源的成本分担机制

为缓解市政府的经济压力,早期教育公共服务从成本分担上应确立政府购买与市场机制相结合、家长合理分担与多层次供给配套的服务格局。首先,资金保障来源于政府财政支持。建议教育部门划拨专项资金启动市级早期教育指导中心建设和各项常规管理工作的开展。其次,多种途径建立各区早期教育指导站,并探索合理有偿运营。第三,打通部分开展0~3岁教育服务的学前教育机构的收费渠道。借鉴福建泉州的做法,明确早教班收费标准,使学前教育服务的向下延伸有合理收费依据。第四,积极鼓励社区与优质早教机构联合,开办托育点,提供2~3岁婴幼儿的全日制保育与教育服务。

5. 建立教师选拔与培训制度

师资队伍是制约早期教育普及和质量提升的重要因素之一。第一,建立从业人员准入制度。所有早期教育从业人员要持有健康证,教养人员以学前教育专业和早期教育专业为主,并且有育婴师和早期教育指导师证书将优秀人才吸纳到早教师资队伍。政府从源头上提高早教专业人员的选拔标准,并为入职人员提供入职身份及薪酬保障。第二,加强与高校相关专业、妇幼保健站的合作,形成人才培养共同体,协同完成专业人才的培养。第三,逐步实施分类型、分层次的早期教育师资培养模式,以缓解早期教育专业人员数量的短缺。

6. 建立早期教育服务监管机制

早期教育机构无论现在还是未来,都是实施早期教育的重要阵地,监管是实现其服务功能的关键一环。东营市政府应借鉴国内已有先进经验,制定相应规定,尽快规范早教市场的管理,做到依法举办,按章管理,一般应从早期教育服务机构举办者的要求、早期教育机构设置条件、早期教育服务机构人员基本条件、早期教育服务机构申办程序和机构收费等方面做出明确规定。

(三) 优化社区资源,提供多层次服务

1. 利用各层次教育资源的优势

首先,早期教育公共服务的资源供给应优先考虑公办示范幼儿园,实现以点带面的辐射效应。因为示范性幼儿园具有先进的理念、优良的师资,比其他园所更具有研究的意识和能力,更有动力在专业发展的道路上不断摸索前行,更有责任在实现0~3岁早期教育规范化道路上成为先行者^[5]。其次,应通过政策鼓励如房屋租赁、税收优惠、资源共享等,鼓励、扶持普惠性民办幼儿园拓宽自身的服务范围,将服务对象年龄向0~3岁延伸。再次,让商业化早教机构参与到社区早期教育服务建设中,有效缓解政府资金的投入压力。在规范商业化早教机构运营程序和收费标准的基础上,让民营早教机构成为早期教育公共服务的重要支撑。

2. 借力家庭教育公共服务网络

目前,东营市已经形成了学校、家庭、社区相衔接的家庭公共教育服务网络,城市社区家庭服务站覆盖率达95%。家庭教育是早期教育公共服务的重要支撑,早期教育公共服务体系应与逐渐形成的家庭教育公共服务网络合力、借力而为。

3. 挖掘志愿者的服务力量

《教育部等九部门关于进一步推进社区教育发展的意见》中明确提出,“开展形式多样的早期教育活动,有条件的中小学、幼儿园可派教师到社区教育机构提供志愿服务。”^[6]社区应充分挖掘辖区内教育资源和居民的专业背景,积极吸纳高校和社会组织的青年志愿者、家庭教育志愿者成为早期教育公共服务推进的重要力量。

4. 建立共享数字资源

2013年1月29日,东营市被列为首批中国智慧城市试点,其中提升智能公共服务水平是试点内容。2016年11月15日,东营市人民政府出台《东营市人民政府关于加快推进智慧城市建设的意见》,提出促进智慧社区、智慧教育工程。因此,东

营市应以此为契机,建立早期教育服务共享数字资源。首先,依托智慧城市公共管理平台和数据资源中心,通过社区管理平台,联合早教专家、儿保专家、学前教育资深教师、专业社会工作者等组成舆情检测团队,为社区早期教育出谋划策,提供专业指导。其次,建立起一个依托于社区、覆盖全市0~6岁儿童的专业全面的儿童早期教育信息指导服务平台,开展多样化远程服务,以网络指导、家长论坛、父母学校、专家在线讲座等形式,进行主题学习和互动,共同提高育儿水平。

(四) 采用多样化指导模式,拓宽服务范围

多样化的早教指导能有效拓宽早期教育服务范围。东营市可采用的早教指导模式主要包括四类:(1)“城区层级”模式,即利用城、区二级指导模式,将市级早期教育指导中心建成早期教育公共服务的研究、培训中心,并结合街道和社区现有条件,积极打造区级早期教育示范中心,起到辐射带动效应。(2)统领园所落实模式,即以早期教育指导中心为统领,以托幼机构为落实主体,让幼儿园承担起早期教育服务的重任。(3)线上远程服务模式,让早教需求者通过网络满足自身多样化的需求。(4)社区服务虚拟实景联动模式,即在社区早期教育指导中心附设数字化学习中心,为家长配发家庭指导手册,提供数字化课程,并定时安排指导教师现场答疑和个别化指导,增强学习支持效果。

早期教育公共服务体系的构建是一项需要家庭、政府、社会共同努力的系统工程,东营市应结合本市实际,适度扩大面向3岁以下婴幼儿育儿公共服务范畴,增加服务形式,逐步构建完整的0~6岁学前教育公共服务体系。

[参考文献]

- [1] 王振宇. 儿童心理发展理论[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001: 11.
- [2] 杨启光. 儿童早期发展多元化政策目标整合的国际经验[J]. 学前教育研究, 2015(4): 23.
- [3] 易凌云. 英国早期教育政策与实践的现状及其对我国的启示[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2016(6): 81.
- [4] 孙艳艳. 0~3岁儿童早期发展家庭政策与公共服务探索[J]. 社会科学, 2015, (10): 70.
- [5] 黄璟. 高校学前教育专业0~6岁一体化培养模式的必要性研究[J]. 中国石油大学胜利学院学报, 2016(4): 64-66.
- [6] 教育部等九部门. 教育部等九部门关于进一步推进社区教育发展的意见[EB/OL]. [2018-03-09]. http://www.moe.edu.cn/srcsite/A07/zcs_cxsh/201607/t20160725_272872.html. 2016-07-08.

[责任编辑] 徐月欣

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.014

基于 OBE 理念的资源勘查工程应用技术型 人才培养模式创新研究

胡秋媛¹, 李 军²

(1. 中国石油大学胜利学院 油气工程学院, 山东 东营 257061; 2. 中国石油大学胜利学院 高等教育研究与评价中心 山东 东营 257061)

[摘要] 伴随国际教育认证工作的持续推进, OBE 教育理念已得到广泛认可。本文以应用技术型人才培养为切入点, 系统阐述了目前资源勘查工程专业人才培养模式中存在的突出问题, 借着中国石油大学胜利学院转型为应用技术型大学的契机, 积极探索与实践 OBE 工程教育的新模式, 围绕课程设置优化、三维能力提升、产教融合发展、双师型师资培养、评价机制创新等方面进行了深入探讨, 以期为区域经济发展提供大量高素质应用型人才, 实现专业教育与行业发展的无缝对接。

[关键词] OBE 理念; 资源勘查工程; 应用技术型; 人才培养模式

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0061-04

近年来, 现代高等教育正向着国际化、大众化的趋势迈进。伴随其快速发展, 应用技术型人才培养已成为我国高等教育当前的研究热点^[1-2]。资源勘查工程是我国传统的石油类特色专业, 为社会培养和输送大量具备石油、天然气地质科学基本理论、知识和技能的地质人才。但是, 在行业发展和经济社会转型发展的强劲势头下, 该专业的人才培养模式已无法适应不断提高的人才需求标准, 高校-企业-政府间的合作发展遇到瓶颈, 不能形成校企政深度融合、互补反馈的协同育人发展态势, 应用技术型人才培养质量得不到稳定、持续性提高。因此, 不断探索与实践资源勘查工程应用技术型人才培养的新模式, 是当前新形势下专业发展的首要目标与任务。

本文以应用技术型人才培养为切入点, 系统分析当前资源勘查工程专业人才培养模式中存在的突出问题, 借着中国石油大学胜利学院向应用技术型大学转型的契机, 积极探索与实践 OBE 工程教育的新模式, 以学生为中心, 以结果为导向, 围绕课程设

置优化、三维能力提升、产教融合发展、双师型师资培养、评价机制创新等方面进行创新研究和改革; 面向黄河三角洲黄蓝战略与东营区域经济转型发展, 依托行业特色与地域优势, 稳步提升人才培养质量, 为区域经济发展提供大量高素质的资源勘查工程专业应用型人才, 实现专业教育与行业发展的无缝对接。

一、应用 OBE 理念创新人才培养模式的意义

随着我国经济社会建设不断推进, 国内人才供需关系发生了深刻变化, 高等教育亟待进行人才培养模式的改革创新, 以满足经济社会转型升级的需要, 从而向生产服务一线输出大量应用型人才。教育部、国家发改委与财政部联合印发的《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》中明确指出, 要切实推动高校的转型发展, 必须实现办学思路的根本转变, 要将办学思路转到服务地方经济社会发展, 产教融合校企合作, 应用技术型

[收稿日期] 2018-07-20

[基金项目] 山东省本科高校教学改革研究项目(2015M217); 教育部新工科研究与实践项目子课题(20182312010); 东营市社会科学研究课题(DYSK2017-49); 东营市社会科学规划课题(DYSK2018-43)

[作者简介] 胡秋媛(1984—), 女, 山东泰安人, 中国石油大学胜利学院油气工程学院讲师, 硕士, 主要从事高等教育及资源勘查工程专业建设研究。

人才培养,以及学生的就业创业能力提升等方面,从而实现高校服务区域经济和创新驱动能力的全面提升^[3-4]。而在此转型发展中,应用技术型人才才是地方普通本科高校应然的人才培养定位。

OBE (Outcome Based Education) 理念,又称为“产出导向教育理念”,其依据“以学生为中心,以成果为导向”的指导思想,反向设计教学实施目标与课程教学体系,使学生能在学习过程中有目的、有计划、有组织地实现预期目标^[5]。OBE 理念代表了工程教育改革的主流方向,清晰涵盖与聚焦了工程教育的全过程。20 世纪 80~90 年代早期,OBE 教育理念在诸多国家的基础教育中得到广泛应用,如美国、澳大利亚等,他们更多地关注学生的学习产出,基于产出分析反向设计学生的课程教学体系与教学评价体系,从而稳步提升人才培养质量^[6]。基于 OBE 理念,教师应将应用技术型人才培养目标作为教学活动的根本出发点,以提升技能为主要目的,以教育产出为驱动力,在对学生学习效果构建清晰架构的基础上,通过设计科学的课程教学体系与教学评价体系促进和保证学生达到教育目的,从而提升其学习的有效性。显然,这与传统的以教学内容和教育投入为驱动的模式是截然不同的。可以说,OBE 理念对应用技术型人才培养模式的创新具有关键意义。

中国石油大学胜利学院是山东省应用型普通本科高校,拥有资源勘查工程等石油特色专业,地处“黄”“蓝”两大战略在黄河入海口的交汇城市——东营,近年来一直积极融入黄蓝经济区建设,为区域发展输送了大量高素质人才。但是,2014 年以来,伴随东营市转型发展的强劲势头,区域经济对高层次应用技术型人才的需求旺盛,目前本地高校应用技术型人才的技能水平、专业教育不能与行业发展无缝对接,培养规格、培养质量仍不能有效满足当地经济结构调整、产业转型升级以及社会文化的需要。因此,面向黄蓝战略与区域发展,将先进的 OBE 教育理念引入教学,以技能提升为目的,以教育产出为驱动,围绕课程设置优化、三维能力提升、产教融合发展、双师型师资培养、评价机制创新等方面进行创新探索与研究,是当前高等教育转型发展亟待解决的重大问题,针对性的研究与教改探索也变得十分紧迫而且特别重要。

二、构建基于 OBE 理念的人才培养模式

为解决上述问题,笔者基于 OBE 教育理念,以

技能提升为目的,以教育产出为驱动,强调能力培养、能力训练和能力创新的过程,针对资源勘查工程专业应用技术型人才的培养模式进行创新研究,拟构建一种师生、校企良性互动发展的新型人才培养模式。

(一) 以成果为导向,优化设置课程体系

“3+1”模式曾是国内高校校企合作培养应用型人才的有效举措,随着社会对高校应用型人才标准不断提高,该模式也暴露出一些问题。本次研究中,对该模式充分扬弃,以校企合作、协同育人为主线,完善“选人、育人、用人”的培养系统,优化课程设置,提高就业质量,达成学生、学校、企业、社会的多方共赢。培养应用型人才要突出“应用导向”,理论学习与能力锻炼要强调“实用”“好用”“够用”。因此,笔者提出“6*1*1*1+1+1”模式,即:前 6 个学期的在校学习要充分整合行业、企业、职业的需求,第 7 个学期由企业进行工程实训,第 8 个学期进行企业顶岗实习(图 1)。在该模式中,将资源勘查工程专业的课程体系优化为“专业基础知识”——“专业基础学习”——“专业技术实践”——“综合创新实践”4 个阶段的阶梯式课程体系。其中,在专业基础知识阶段,第 1 学期分别安排专业教师与企业专家为学生做专业思想教育和专业导论,使学生对行业动态及大学生涯有一个宏观架构,激发其学习兴趣,第 2 学期为学生开设结晶学与矿物学、古生物与地史学等学科基础课程,并在假期安排 2 周的地质认识实习,反馈指导本阶段的学习。在专业基础学习阶段,依据企业岗位需求,为学生设置岩石学、构造地质学、地球化学等课程,同时开始涉及不同专业方向的少量专业选修课程,使学生具有扎实的专业功底,此外,充分依托地域优势,第 4 学期与周边企业合作开展 2 周的油气勘探实习,考查学生学习专业基础知识的成果。在专业技术实践阶段,为使人才培养质量更符合区域经济发展与行业发展的需求,第 5 学期主要设置石油天然气地质与勘探、油气田地下地质学等核心专业课程,第 6 学期则动态设置一系列不同方向的专业选修课程,也可根据不同企业的实际需求适当进行学分置换,此外,暑期安排了为期 6 周的综合地质实习,重点考查学生学习专业核心课程的成果,树立专业信心。在综合创新实践阶段,主要设置毕业设计、油田地质实习(6 周)、顶岗实习(6 周)3 个环节,其中,毕业设计以应用技术型人才培养为切入点,大量引入企业导

师和生产实践选题,渗透贯穿第 7 和第 8 学期,在此基础上通过过程把控持续改进教学效果。“6 * 1 * 1 * 1 + 1 + 1”的人才培养模式创新,本质上是建立以实践为导向的培养体系,以实际问题与现实需要为引领培养应用型技术人才,将与行业相关、企业相关、职业相关的实际问题引入日常专业教学与常规学生活动中,使专业学习与行业、企业、职业要求无缝对接。

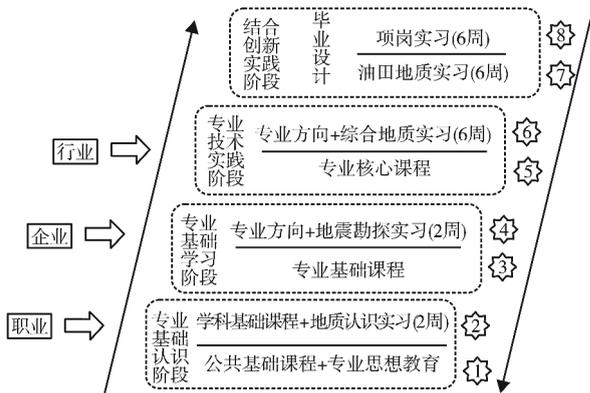


图1 “6 * 1 * 1 * 1 + 1 + 1”人才培养模式

(二) 以技能提升为目的,打造三维能力模型

基于 OBE 理念的资源勘查工程专业课程体系,应以技能提升为目的,打造包含专业能力、过程能力和行为能力 3 个维度在内的综合能力模型,即“三维能力模型”。模型构建过程中,应充分考虑上述 3 种能力的共同提升,均衡发展,培养基础扎实、能力过硬、技能卓越的地质工程师。专业能力培养实行“强核心、宽基础、重技术”的基本思路:一方面保证学生基本专业素养与能力的培养,即学生需具备油气地质相关的基本专业素养,同时要具备解决相关专业问题的能力与素养;另一方面强化专业能力的核心地位,并通过实践应用不断适应岗位技能需求,能够让学生进入企业后直接适应各类油气地质与资源勘探相关的工作岗位。过程能力则渗透到专业教育的全过程,加强学生自我认知,提高其分析问题和解决问题的能力。行为能力大力提倡创新创业教育,激发学生的创新意识,培养学生的创新能力。

(三) 产教深度融合,“校-企-政”协同育人

培养应用技术型人才,高校需要进一步开放办学,将人才培养模式从学科导向转向社会行业需求的成果导向,根据经济社会发展的人才需求有针对性地进行人才培养。建立高校主导的“校-企-政”协同育人机制是高校培养应用技术型人才的最佳选择之一。在此种育人机制的探索中,应突出学校-

企业-政府“三主体”的合作模式,使教育与产业一体化管理,学校与相关企业(或行业)单位共同制订人才培养方案、共同实施教学过程、共同开展教学建设、共同研究人才培养规律、共同实现人才培养目标。学校发挥理论教学研究优势、企业(行业)提供实践教学训练,政府则提供配套政策支持,使专业培养方向与企业需求高度契合、学校培养规格与企业用人标准高度契合,并为区域经济社会发展提供服务,从而实现“人才共育、校-企-政共赢”的良性互动局面。

中国石油大学胜利学院在转型发展的过程中,已逐步探索建立了“油-地-校三方共建”的合作办学模式。在此基础上,一方面,应进一步推进实践教学探索,实现校-企-政三方的深度融合,促进产教深度融合与共赢;另一方面,依据行业、企业自身的标准,对人才培养方案提出更加科学、合理的要求,专业教育、技能训练和职业培训有机融合,让资源勘查工程专业的应用技术型人才培养更接地气,从而更加有效地缩短学生毕业与学生就业间的距离。

(四) 提升工程实践能力,加强“双师型”师资队伍培养

培养高素质的应用技术型人才,必须配备一批高素质的“双师型”教师。这便对专业教师提出了更高的标准与要求。OBE 工程教育理念下,应用技术型高校教师不仅要具备扎实的专业知识,还应具有多个维度的核心能力。笔者将“双师型”高校教师的核心能力界定为基础性、发展性和服务性 3 个维度,其中,基础性核心能力包括教育教学能力、科研能力、自主发展与反思能力,发展性核心能力包括创新教育能力、终身学习能力,而服务性核心能力包括实践指导能力、职业指导能力、社会服务能力。目前中国石油大学胜利学院的资源勘查工程专业分别与日照四维地理信息公司、山东天元股份有限公司等企业建立了长期稳定的校企联合培养合作方式。基于此,本文提出“内部培养与外部引进”相结合的方式,按照“不求所有,但求所用”的思想,创新探索“双师型”师资队伍建设的新模式。一方面,高校可定期选派部分中、青年教师进入合作单位进行短期实践,使教师在生产实践过程中快速成长,全面提升教师专业实践指导能力;另一方面,教师也可宏观掌握行业、企业的发展动态及相关领域的先进技术方法,并将实践所学及时反馈融入到教学内容的更新及教学方法的改进,提高人才培养的质量。反过来,

高校也可聘请企业骨干与技术精英来校任教,将行业与企业的先进理念、技术方法等引入高校日常教

学,培养更符合行业发展、企业需求的应用技术型人才,从而与区域经济发展顺利接轨。

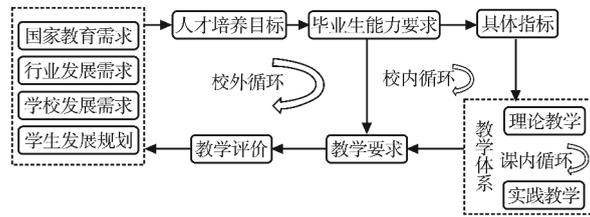


图 2 基于 OBE 的专业内部教学评价与质量保障体系

三、结 语

应用技术型人才培养是当前高等教育的研究热点。伴随国际教育认证工作的持续、稳步推进,OBE 理念已得到教育界的广泛认可。将 OBE 理念引入应用技术型人才培养,二者有机融合,打破传统的教育理念,以学生为中心,以结果为导向;以行业发展需求与人才培养目标为载体,优化课程设置,强化能力提升,打造双师型队伍,创新评价机制,高效发挥校-企-政深度融合、协同育人的作用,最大程度上适应新形势下行业发展对资源勘查工程专业人才的要求,从而持续改进、不断完善资源勘查工程专业应用技术型人才培养的新模式,进一步助推与探索应用技术型人才的培养质量。

[参考文献]

- [1] 吴中江,黄成亮. 应用型人才内涵及应用型本科人才培养[J]. 高等工程教育研究,2014(2):66-69.
- [2] 张亮. 基于教育信息化的应用型创新人才培养模式研究[J]. 北华大学学报(社会科学版),2015(4):149-151.
- [3] 杨希. 三部门联合印发《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》[J]. 陕西教育(高教),2015(12):33-35.
- [4] 桑玉军,宋作忠,周广林,等. 校企协同培养应用型人才[J]. 中国高等教育,2017(Z3):66-68.
- [5] 夏瑜,龚声蓉. 基于 OBE 理念的数字媒体专业应用型人才培养模式[J]. 计算机教育,2017(4):82-86.
- [6] 姜波. OBE:以结果为基础的教育[J]. 外国教育研究,2003(3):35-37.

[责任编辑] 巴永青

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.015

应用技术型高校数字化教学资源建设思路探究

——以中国石油大学胜利学院为例

贾伟玲

(中国石油大学胜利学院 教学科研处,山东 东营 257000)

[摘要] 当前,应用技术型高校数字化教学资源建设面临着新技术、新媒体的快速更新带来的挑战和新环境赋予的新任务。面临新的形势,应用技术型高校数字化教学资源建设必须以增强资源建设的针对性和适用性、打造优势互补的建设团队、深化数字化教学资源的组织与应用、处理好数字化教学资源建设多样化与标准化的关系为建设思路,以促进教学方式由单一课堂教学向混合式教学转变、纸质教材与数字化教学资源同步建设、开发数字化实习实训教学资源、打造数字化教学资源建设与应用生态圈为关键着力点,主动变革,积极应对。

[关键词] 应用技术型;数字化;教学资源建设;思路;着力点

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0065-04

信息技术的飞速发展,给各行各业带来剧烈变革,新媒体、新技术、新设备不断出现、快速升级,人们的学习、工作和生活方式也随之发生了深刻变化。适应信息技术的发展,近些年来,各高校也越来越重视数字化教学资源建设的开展。数字化教学资源是教育信息化的产物,主要是指经过数字化处理、可以在计算机或网络上运用的教学资源,比如文字、图形、图像、动画、音频、视频等媒体资源和结构性较强的网络课件、教案、试题、案例、专题学习网站等资源,甚至网络服务等都属于数字化教学资源^[1]。

一、应用技术型高校数字化教学资源建设面临的形势与任务

数字化教学资源建设工作要围绕教学需要和学生特点、学习条件展开,技术环境发生变化,教学环境和学习环境也要随之发生变化,数字化教学资源建设面临新挑战和机遇的同时,也被赋予了新的使命和任务。

(一)新媒体、新技术使数字化教学资源建设面临新的机遇与挑战

信息技术的发展对数字化教学资源建设的挑战主要包括:操作系统、浏览器快速更新换代、视频格式、编码技术、动画技术等快速淘汰与更新等。如,2007—2010年教育部推行的国家级精品课程建设项目,几年间建设了数千门优质课程,但是大多数课程通过教育部立项评审后就没有再被有效利用,究其原因,一方面是缺乏统一的精品资源共享平台,另一方面体现在信息技术层面:课程代码不通用,早期课程在新操作系统和浏览器环境下不能完全呈现,不兼容多浏览器;视频编码技术升级导致的旧版本视频教学课件在新操作系统和浏览器环境下无法播放;iPad不支持flash动画播放;等等。可见,只有进行技术升级后,才能浏览访问这些课程。技术与硬件的不配套影响了早期精品课程资源的适用性,造成了大量资源浪费。这就要求数字化教学资源建设必须在教学资源的前期设计开发中就融入新的技术手段和环境因素,既要缩短开发周期,又要兼顾主

[收稿日期] 2018-07-15

[基金项目] 中国石油大学胜利学院教改项目(JG201739)

[作者简介] 贾伟玲(1981—),女,山东烟台人,中国石油大学胜利学院教学科研处工程师,硕士,主要从事高等教育研究。

流通用技术和终端设备,满足多元化需求。

同时,媒体形式、传播载体的不断发展变化,媒体内容、传播渠道和功能的不断丰富,加速了数字化教学资源开发中文字、图形、图像、动画、音频、视频等各种媒体表现手段的融合和多种学习终端的多样化集成应用,使“泛在学习、移动学习”成为可能,为推进优质教学资源的创新开发与共享应用带来了全新的机遇。便携式设备如平板电脑、智能手机的快速普及使移动学习成为可能;4G网络及城市移动Wi-Fi的发展,为随时随地的在线学习打下了基础。更多的设备(PC、平板、手机、互联网电视)、更多的平台(iOS, android, WP, OSX, windows, Linux)、更多的浏览器(IE, Safari, 360, Firefox, Chrome)、差别巨大的分辨率及显示设备,使教学资源的表现形式丰富多样,传播应用渠道更加多元。

(二)新时代、新环境赋予数字化教学资源建设新的任务

教育部于2012年3月印发的《教育信息化十年发展规划(2011—2020年)》把“优质数字教育资源建设与共享”列为五项重大行动计划之首,强调“到2015年,基本建成以网络资源为核心的教育资源与公共服务体系,为学习者可享有优质数字教育资源提供方便快捷的服务”。

当前,数字化教学资源建设被推向新的高度,要求教学资源建设在不断提升自身水平的同时,积极共建高水平数字化教学资源研发基地,参与优质数字资源持续建设和开放共享,进而建立开放办学和资源共建共享机制,这是国家、社会和各行各业的共同诉求。对于应用技术型高校而言,探索建立校际、校企、校地开放合作办学和优质资源共建共享机制,大力推进课程开放,推进校级课程互选互认,加强校企合作、共建共享实验、实践、实训课程和基地等,是走出当前办学资金、双师型教师、校内外实习实训基地不足等困境的有效途径。

应用技术型高校数字化资源建设工作任务应包括三个方面:第一,教学资源建设研究与规划。教学资源建设必须有科学的指导思想、详细的需求分析、系统的规划和一定的技术研发储备,必须有专门的人员持续关注、研究与应用新技术、新方法、新理论,并研制相应的资源建设标准和质量规范,这是数字化教学资源建设与时俱进、持续创新的必要保障。第二,数字化教学资源建设与管理包括管理和专业化开发制作两个层面。管理层面主要是计划管理、建设进程

控制等,包括课程设计、素材及课程资源管理、教师与制作人员协调、质量管理等;开发制作层面包括内容制作、媒体编辑、课程发布、应用维护、升级改造等。第三,数字化教学资源共享与推广。通过培育精品教学资源并推进共享应用,服务地方区域经济,扩大学校社会影响力,并带来一定的经济收益。

二、应用技术型高校数字化教学资源建设思路

根据建设工作任务,应用技术型高校数字化资源建设主要包括在线课程建设、精品数字化学习资源研发、各类多媒体资源建设、学习资源的应用服务,以及与之相适应的资源体系建设,包括模式与机制研究、标准规范研究、媒体技术研究等内容。在数字化资源建设过程中既要立足当前充分考虑与传统教学资源的衔接和互补、减少资源浪费,又要谋划长远,加大团队建设的厚度、投入的力度、应用市场的广度,同时还要“张弛有度”,把握好多样化与标准化的关系。

(一)明确需求,增强数字化教学资源建设针对性和适用性

传统的数字化教学资源建设以精品课程建设为示范,以重点课程建设为主体,建设内容包括教材、教学录像、演示文稿、教案、习题库、案例库、专题讲座库等,是以教师为主开展的教学资源建设,缺乏明确的用户需求分析和个性化定制开发,而且由于格式专用、单一,不便于开放共享。随着技术的进步以及学生学习习惯和学习方式的多样化,依靠面向具体用户的大数据分析就能准确定位主流的媒体技术和能服务大多数人的学习环境,增强资源开发的针对性。因此,高校开展数字化教学资源建设必须做好两方面的需求分析:一方面是关于学生的分析,了解学生的学习终端、学习环境、学习习惯、个性化需求,为学生提供有效的数字化学习资源服务;另一方面是关于社会主流媒体技术手段的分析,便于借助主流媒体手段和渠道共享应用优质资源。

(二)加强协作,打造优势互补的建设团队

数字化教学资源建设是围绕教学和个性化学习需求有针对性开发各类学习资源的系统工程,不仅涉及专业知识,还涉及教育学、心理学、媒体开发和信息技术应用等多方面知识的应用与整合,需要具备多学科知识的人员配合完成。目前,高校数字化教学资源开发主要有学校组织课程教师自主开发、委托公司或者组织专业的多媒体技术人员进行开发和通过购买或共享交换的方式引进优质资源三种方式。这三

种方式分别存在着对教师个人信息技术能力要求高、成本高、资源适切性不强等不足。因此,最理想的数字化资源建设是集合专任教师、信息技术人员、媒体开发人员的专业优势,以合理的分工和专业化制作来协作完成。针对中国石油大学胜利学院(以下简称“胜利学院”)资源建设经费有限、技术人员缺乏、数字化教学资源建设只能依靠专任教师自身的现状,一方面要建立教师终身学习制度,引导教师有意识地提高信息技术素养,积极参加信息能力提升培训,提高信息技术应用能力,深化学科教学与信息技术的融合。另一方面可以通过勤工俭学的形式吸纳部分学生参与数字化资源开发,对其进行短期培训快速提高其信息技术能力,弥补教师信息技术能力不足的现状。这样,学生不仅可以学习课程知识,而且还能提高信息技术能力,为将来就业打下一定基础。

(三)增强互动,深化数字化教学资源的组织与应用

数字化教学资源建设的内容不应是简单的文字、图形、图像、动画、音频、视频等的简单拼凑,而要以培养提高应用技术型人才职业能力为目标,结合信息化教学模式,按照一定的教学规则和教学需求建立系统化的资源库、在线课程、数字教材等,并将其应用于教学过程当中^[2]。数字化教学资源的应用要以统一的资源平台为载体,目前胜利学院已初步完成在线课程资源平台搭建,并已向全校师生开放共享现有重点课程资源。但是,经过一段时间运行,发现存在“教学资源与教学过程分离,教学资源不能辅助教学”问题^[3]。究其原因,一方面,课程资源平台缺乏交互功能,不能对教学状态进行跟踪,无法接受学生学习反馈;另一方面,学校缺乏相关的激励评价机制来保障数字化教学资源的应用。数字化教学资源的有效使用,需要学校建立相应的机制增强互动,才能真正利用起来,有效发挥其应有的作用。学校可以采取如下措施:将教师在线教学的相应课时、教学质量和教学成果纳入到个人教学工作量考核和个人职称评定中^[4];建立学生应用数字化教学资源机制,将学生利用数字化资源与课程考核结合起来,增加学生平时在线学习成绩所占比重等。

(四)明确导向,处理好数字化教学资源建设多样化与标准化的关系

数字化教学资源建设需要处理好多样化和标准化之间的关系,多样化有利于创新,标准化有利于管

理,两者相辅相成、互相促进。技术手段、表现形式的多样化,必然会要求开发多种媒体形式的学习资源,满足各类教学和学习需要。同时,考虑到后期共享共用,数字化教学资源建设还要遵循一定的标准,如资源制作及管理标准、分类标准、技术标准、评价标准,以使各类教学资源能有效整合,应用到具体的教学实施过程和学习任务中。胜利学院建立了统一的教学资源平台“在线课程中心”,将不同类型的数字化课程资源以统一的标准存放与展示,同时制订了在线课程建设实施方案和评价标准,使课程资源建设内容和管理工作更加规范。在繁杂多样的技术环境下,数字化教学资源建设的标准规范只能围绕主流媒体和主流学习终端。所以,资源建设只有抓住主要媒体形式,面向主流学习终端,按照主流技术的开发规范和实际教学内容要求进行设计和开发,才能在最大限度上确保数字化教学资源建设的质量和效益。

三、应用技术型高校开展数字化教学资源建设的关键着力点

超前谋划,是引领时代发展的先决条件。作为应用技术型本科高校,要把握转型发展的时代机遇,在数字化教学资源建设过程中,抓住提高教育质量的关键点,以点带面,全方位提高数字化教学资源建设水平。

(一)促进教学方式由单一课堂教学向混合式教学转变

传统的课堂教学模式,教师使用的数字化教学资源比较单一,一般只有演示文稿、电子教案和其它少量资料,不利于学生自主学习和个性化学习需求。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》指出:“关心每个学生,促进每个学生主动地、生动活泼地发展,尊重教育规律和学生身心发展,为每个学生提供适合的教育”。在教育信息化背景下,利用现代信息技术和数字化学习资源引导不同学习要求、不同学习习惯、不同学习环境的学生进行自主学习、合作学习、探究学习,逐渐成为一种主流教学方式。胜利学院学生多数学习主动性不强,进取意识较薄弱,学习基础参差不齐,因而更需要教师根据学生学习特点,有针对性地开发“满足学生认知需要”的数字化教学资源,通过微课、慕课、SPOC等教学和翻转课堂的实施,逐渐改变传统课堂教学中教师单方面传授的教学方式,利用学生常用的网络、移动终端组织学生学习,利用学生喜欢

的媒体、交互软件实施学习,利用大数据分析建立学习反馈和跟踪评价机制。这样的教学方式将更加有利于促进有效学习的发生,提高教学质量。

(二)纸质教材与数字化教学资源同步建设

教材作为教学基本工具,必须从教学需求出发,体现教学内容和教学要求,遵循教学规律。纸质教材具有编写周期长、不能及时更新、不方便携带等缺点,但拥有庞大的受众群,短时间内不会退出。目前,胜利学院师生配发的纸质教材已无法满足教师实现个性化教学和学生泛在学习的需求,因此,在进行数字化教学资源建设的同时必须考虑与纸质教材的关联。纸质教材与数字化资源建设的关联不能随意设置,必须提前设计好在何处关联、关联什么类型的数字化资源、关联路径、关联频度等等^[5]。纸质教材具有内容完整、系统逻辑性强等优点,数字化资源建设只有在此基础上进行有益的关联,才能弥补纸质教材无法及时更新的缺憾,从内容和形式上对纸质教材起补充作用,让学生随时随地学到最新的知识,紧跟学科发展前沿。

(三)开发数字化实习实训教学资源

应用技术型学校的人才培养目标是培养理论基础扎实、实践能力强,满足用人单位需要的应用技术型人才^[6]。实习实训是培养学生职业素养和创新能力的重要环节,但受技术和成本所限,目前胜利学院的数字化资源建设主要集中于理论教学方面,有助于培养学生实践能力的多媒体资源、实景演示、仿真训练等教学资源严重缺乏。校企合作、协同育人是应用技术型人才培养的理想途径,但企业又因自身发展和经济效益压力,在为高校提供师资、技术支持和实习实训基地方面心有余而力不足。因此,胜利学院必须加强数字化实习实训教学资源的开发和利用,以缓解学校在实训设备、实习场地等方面的压力,让学生在虚拟的环境中训练和思考,提高学生的专业技能^[7]。如可以加强虚拟实验室的开发与应用,突破实验教学对客观条件的依赖性,让学生随时随地进行实验,展开基于实际问题的学习与研究,还可以完成危险性强或者成本较高的实验实训项目,解决学校实习实训基地建设不充足的困境。

(四)共建共享,打造数字化教学资源建设与应用生态圈

只有把优质数字化学习资源推向社会,形成多方评价与共同推进的机制,数字化资源建设才会保

持活力和创造性。同时,面向终身学习社会,开放共享优质资源也是高等学校增强社会服务能力的重要内容。校际、校企联合,合理分工,共建共享优质资源,有利于发挥教学资源建设的最大成效,达到最优化的效果。因此,胜利学院的数字化教学资源建设要突破封闭建设的瓶颈,与兄弟院校、企业、社区合作,建立资源共建共享机制,拓宽数字化教学资源建设面向校内学生、企业继续教育和社区终身学习的服务范围和服务能力,形成一体化的涵盖需求、建设、应用、改进、服务等方面的资源建设与共享生态圈,促进资源建设与应用的良性循环,并不断开拓共建领域和共享范围,以必要的规模扩张和业务发展保持核心竞争力,保障优质教学资源持续发展。

四、结束语

云计算、大数据、移动互联网等信息技术的发展使数字化教学资源的建设与应用达到空前规模。数字化教学资源建设涉及多学科知识,必须合理规划、建立标准、加强管理,结合学生特点、教学环境、学习环境,以培养学生“自主学习、合作学习、探究学习”能力为核心,协调具备各方面知识的人员,组建高水平教学资源研发团队,建立优质数字化教学资源共建共享机制,形成各类数字化教学资源共建共享的技术标准和制度保障,在满足学校自身教学需要、推进高等教育内涵式发展的同时,面向企业、社区开放共享优质资源,服务地方经济发展,承担起全民学习、终身学习型社会建设的责任和使命。

[参考文献]

- [1] 徐兆明. 数字化教学资源共享平台建设探讨[J]. 中国现代教育装备, 2009(13): 24-26.
- [2] 孙立伟, 韩霞. 对数字化教学资源建设的思考[J]. 新西部, 2007(20): 276, 270.
- [3] 盛先锋. 高职院校数字化学习资源的开发与建设路径[J]. 景德镇学院学报, 2017, 32(6): 55-58.
- [4] 龙俊浩, 吴爽. 浅谈慕课如何推动地方高校培养应用型人才[J]. 现代计算机, 2015(3): 54-57.
- [5] 安徽. 纸质教材与数字化资源一体化研发初探——以法律教材的策划为例[J]. 中国编辑, 2014(3): 38-39, 42.
- [6] 赵传华, 金橘顺, 张辉. 应用实训基地培养应用型人才的研究[J]. 现代交际, 2017(24): 34, 33.
- [7] 冀燕丽, 段海涛. “互联网+”环境下的高校数字化教学资源共享策略研究[J]. 中国信息化, 2018(1): 90-92.

[责任编辑] 徐月欣

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.016

视觉传达设计专业“三位一体”的实践教学体系探索

王 勇

(中国石油大学胜利学院 教育与艺术学院,山东 东营 257000)

[摘要] 实践教学在人才培养中具有不可替代的作用,通过实践教学培养学生的专业技术能力、岗位适应能力、综合职业能力和创新创业能力是每一所高校人才培养的重要环节。中国石油大学胜利学院艺术设计系在长期进行教育实践基础上,把学生学习过程变为实际工作过程,努力探索以真实项目为载体,以培养能力为导向,以就业创业为目标的“项目—能力—岗位”三位一体的实践教学体系,具有较强的可操作性和针对性,在实际应用中取得了良好效果。

[关键词] 三位一体;实践教学;探索

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0069-04

在国家大力推动“中国智造”“中国创造”的形势下,设计服务业迎来了前所未有的发展。以设计服务为载体的自主创新、产业升级需求不断提高,专业人才需求进一步增强。中国石油大学胜利学院艺术设计系(下简称“胜利学院设计系”)视觉传达设计专业从2014年开始,将企业项目、竞赛课题、社会征稿、文化活动等真实项目引入课堂,将行业标准纳入教学质量监控体系,开展“项目情景式”教学,通过“课程下的项目”和“项目下的课程”改革,把学生学习过程变为实际工作过程,努力探索以真实项目为载体,以培养能力为导向,以就业创业为目标的“项目—能力—岗位”三位一体的实践教学体系。

一、视觉传达设计专业实践教学存在的问题及原因

视觉传达设计是指“利用视觉符号来进行信息传达的设计”^[1],主要以视觉创意设计为核心,实现信息传递,如包装设计、标志设计、海报设计、书籍装帧设计等。我国高等院校开展系统的视觉传达设计教学历史较短,多数院校实践教学环节比较薄弱,主要体现在:

(一)实践教学的目标不明确

实践教学以学生综合能力培养为核心目标,从总体来说实践教学的目标是多维度的能力目标,这是由高校实践教学活动在价值多样性决定的。而目前视觉传达设计专业的实践教学缺乏清晰的系统化的目标设计,实践教学活动的价值不高。实践教学设计与该专业培养方向相匹配,不少院校没有明确的专业培养方向,也就无法设计目标明确的实践教学方案。

(二)课程建设不系统,教学方法单一

设计学是一个与人们生产、生活密切相关的应用型学科,又是一个涉及绘画、文学、现代信息技术、工艺、工程、营销的综合性交叉学科,这就决定了设计学各专业教学过程的复杂性。而多数视觉传达设计专业的专业课程没有经过科学设计,实践课程数量不充足且质量不高。许多院校的教学采取以理论授课为主,实践教学为辅的教学模式,教师将书本上的理论知识灌输给学生^[2],教学没有明确的目标,忽视了对学生独立分析问题、解决问题能力的培养。

我国工业化时间较短,设计服务类的市场起步

[收稿日期] 2018-07-10

[基金项目] 山东省教学改革研究项目(2015M217);山东省艺术教育专项课题(YJ1711005)

[作者简介] 王 勇(1977—),男,山东寿光人,中国石油大学胜利学院教育与艺术学院讲师,硕士,主要从事艺术设计、美术学研究。

晚,对高校视觉传达设计专业的研究时间也比较短,因此视觉传达设计课程建设理念比较落后,课程安排较为孤立,且课程顺序逻辑性不强。

(三) 实践教学师资力量薄弱

完善实践教学师资力量是加强实践教学的根本。艺术设计实践教学强调设计运作的全过程,更是一种创造性实践思维锻炼,指导教师必须有丰富的学科知识和实践经验。目前看,艺术设计各专业教师大多是由绘画专业转型来的,他们的教学理念和方法多是总结、沿袭于美术学教学的思路和方法。还有部分新生代的教师毕业于各大艺术类院校,理论功底扎实,但缺乏实践经验和指导实践教学的能力。

(四) 硬件条件不足

多数院校在硬件建设方面重视不够,建设水平也参差不齐。面对学生数量不断增多、学生发展需求不断深化、社会需求不断提升等情况,显得捉襟见肘。很多高等院校的艺术设计专业实践教学缺少设备、实训室、工作室和充足的校外实践教学基地。视觉传达设计专业兴起与我国工业化发展历程密不可分,工业化初期资金、人才短缺也同样影响到视觉传达设计专业实践教学条件建设水平。

(五) 实践课程考核评价办法不科学

没有科学的评价考核就无法保障课程教学效果。过去实践教学的形式多是走马观花式的市场调研、认知考察,学生的实践课程成绩看出勤率、看态度、看实习报告。由于不实际考核,学生们多是交一篇“流水账”式的报告草草了事。除此之外,教师是实践教学评价的唯一主体,教师的知识背景、经验、情绪、责任心、兴趣都能够直接影响到评价的客观性。实践教学“评价标准不是唯一的,而是多元的,甚至多元到这个标准是每个人定的”^[3]。视觉传达设计专业的服务性和综合性决定了教师作为艺术设计作品的唯一考核主体是不够的,需要构建一个科学有效的评价体系^[4]。

二、“项目—能力—岗位”实践教学一体化设计

2014 年以来,胜利学院设计系视觉传达专业十分重视实践教学模式改革,按照专业规律和市场的实际需求不断优化实践教学体系建设,结合本校本院实际情况,努力探索一套有特色的实践教学体系。该实践教学体系分为目标系统、课程系统、过程系统、综合保障系统和质量监控系统五个组成部分(图 1)。

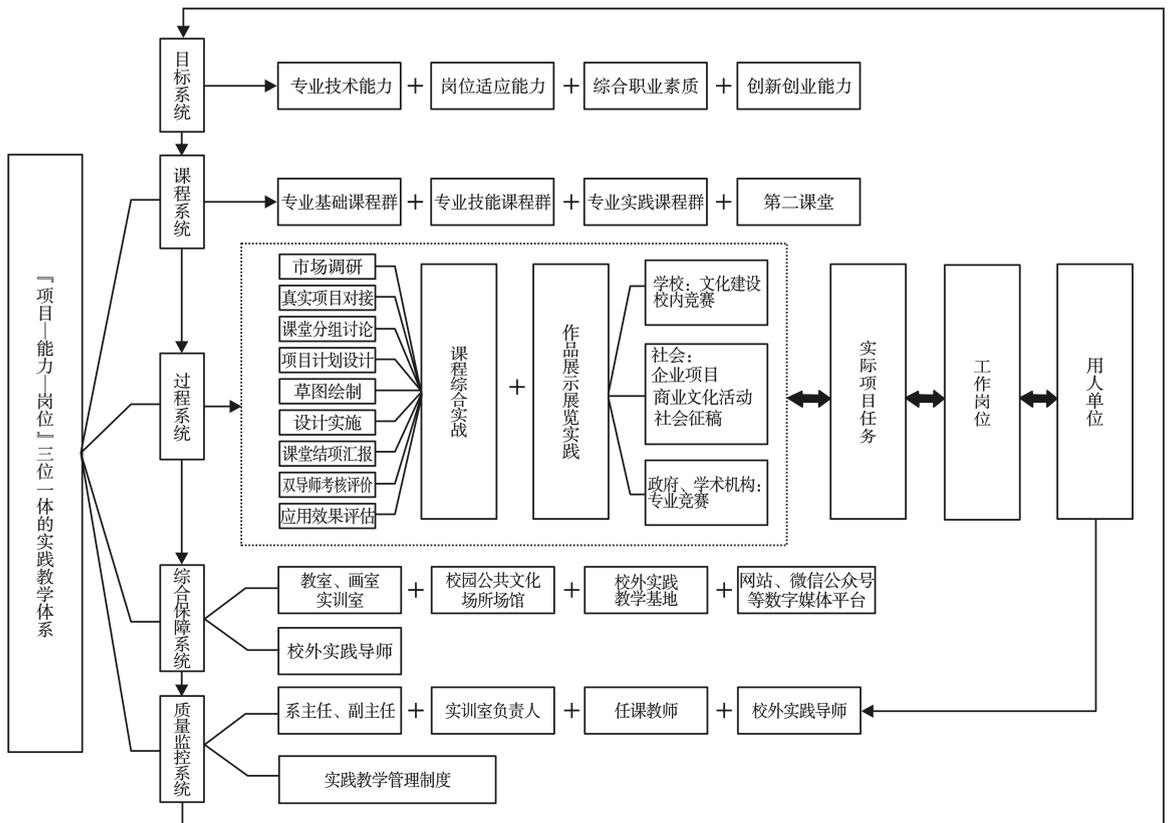


图 1 视觉传达设计专业三位一体实践教学体系

(一)目标系统

在研究设计服务业特点、行业企业相关岗位分类、专业岗位及工作流程和工作内容,分析岗位职业群与专业内涵关系的基础上,以岗位职业群和行业能力为主线,根据视觉传达设计技术领域和职业岗位群的任职要求,参照相关职业资格标准,构建了以专业技术能力培养、岗位适应能力培养、综合职业能力培养、创新创业能力培养为基础的实践教学目标系统。

(二)课程体系

根据四大能力培养的目标,把能力的培养分解到大学四年的专业课程中,优化课程结构,在广泛调查和充分论证的基础上调整《2017 版人才培养方案》。首先,将实践教学所占比重由过去的 20% 左右提高到 30% 左右,新增《展览实践》《认知实习》《暑期社会实践》《毕业展览实践》《印刷》等专业实践课程;其次,根据不同的能力培养目标建设课程群,形成以《设计素描》《设计色彩》等课程为代表的专业基础课程群,以《包装设计》《标志设计》等课程为代表的专业技能课程群,以《认知实习》《毕业设计》为代表的实习实践课程群,形成不同的课程模块,增强课程对能力培养的针对性;最后,强化实践教学全过程培养,在几乎所有课程中增加职业岗位要求和行业标的内容,努力实践“课程下的项目”,推动实践教学设计实战偏移,让学生能够更早地适应职业岗位要求,更早地在职业岗位氛围中锻炼实际能力。

(三)过程系统

设计学各专业教学中的“实践教学”并非传统意义上讲的“技能培养”,正如英国教育家斯特豪斯系统的提出“过程模式”教学理论^[5],胜利学院设计系视觉传达设计专业探索的是一个强调全过程培养的教学模式。由前期市场调研、真实项目对接、课堂分组讨论、项目计划设计、草图绘制、设计实施、课堂结项汇报、双导师考核评价、应用效果评估等诸多环节组成。引入真实项目真实场景,引入行业标准和市场要求,综合运用微课、翻转课堂、混合教学模式等手段,使学生在指导教师、校外导师的全程指导下进行技能实操和创新思维的培养。教师在这一过程中的作用不是简单的说教,也不是刻意的引导,而更多的是参与活动交流的“主持人”,负责把握项目运行方向的“领航员”。

例如《海报设计》这门课程,就是艺术设计系“课程下项目”改革的教学的典型案例。通过本门

课程教学让学生掌握海报设计的一般规律和基本形式,并且要进行设计实践,大纲规定本课有 12 课时实践教学。任课教师将整个课程分成理论授课和实践教学两个部分。前期通过课堂讲解、案例分析、微课教学、课堂讨论、头脑风暴、模拟课题训练、小测验等形式学习海报设计理论知识,所有学生测试成绩均要达到良好以上。后期首先安排学生根据自身特点自由结合分成三人小组,在任课教师的带领下到本地知名企业胜大超市对接真实项目,由超市营销部门负责人作为校外指导老师分别介绍超市的家电、服装鞋帽、日用化妆品、文具百货、体育器材、糖果、蔬菜、饮品、粮油、烘焙等产品的销售情况,并提出各类商品的海报设计需求,各小组根据本组特点和兴趣选择接受某一种商品的海报设计作为课程的作业任务。各小组对接项目后,通过图片收集、问卷调查、现场记录等形式收集各类商品的营销信息。通过对消费者的调查和营销人员的介绍找到各类商品销售的“卖点”,再回到学校进行创作。在实施设计前,各小组选派代表按照顺序分别汇报整体构思,在海报制作过程中,不同的设计小组选择不同的形式、风格,有的小组用电脑软件制图、有的小组用手绘制图的方法,甚至选择不同的材质,这都由各小组根据认定的商品“卖点”不同,消费人群差别和个人兴趣爱好特点决定。指导老师分别与各小组沟通设计方案,了解学生的创意和制作手法,回答学生在创作中遇到的问题,通过微课、MOOC 等形式为学生补充必要的知识,并督促学生按时完成设计,撰写项目结项报告。设计好的海报交由胜大超市企划部门按照内容分类张贴在超市内,并及时收集、整理、分析反馈结果。最后,指导老师组织各小组进行现场项目结项汇报,并邀请校外指导老师、其他年级同学代表参加打分评价。

(四)综合保障系统

胜利学院设计系非常重视实践教学保障体系建设,分步优化了校内实践教学基地、教学设备和校外实践教学基地。

一是通过对现有固定教室、画室、展览展示空间的优化调整,升级艺术设计各专业的校内实训环境。艺术设计系原有教室和画室是分开设置的,面积小且利用率较低,理论授课和实践环节往往要在不同的房间搬来搬去,不便于开展实训教学。通过调整,合并教室和画室,增加有效使用面积,大大提高授课的效率,降低房屋占有率。整合学校公共资源,改变过去师生作品展览依靠固定展厅的办法,拓展公共

展示空间,把展览搬到教学楼的大厅里,搬到学校教学区、办公区、校园文化长廊的橱窗里,搬到网站上,让更多的人看到师生的作品,这样既可拓展艺术设计系与外界联系交流的空间,又能丰富校园文化建设的内容。

二是按照学科专业发展方向规划建设校内实训室,开发实训室功能。艺术设计系目前共有校内实训室5个,按功能划分,实训内容涵盖了图形图像、模型制作、文化创意、数字影像、工程工艺等几个领域。不断规范实训室管理,改革实训室运行机制,延长实训室开放时间,为学生提供自主学习空间,满足教学、科研、竞赛、第二课堂等校内实训需求。

三是不断加强产教融合,注重利用社会资源强化实践教学的效果。与17家本地区行业优势企业签署了校外实践教学基地协议,按照协议要求,学生认知实习、生产实践、毕业实习、毕业设计(论文)等实践教学活动在签约企业完成,企业根据自身业务范围、发展需求为学生提供真实项目、行业市场标准和咨询,竞赛、课业指导,学生为企业研发产品、设计广告、升级技术,参与企业文化建设,把实习和单位用人紧密结合起来,实现实习、就业联动,让学生和企业加深彼此了解,推动就业,深受校企双方欢迎。如签约企业,东营市沃恩文化传播有限公司是东营市一家专业从事创意文化产品设计及版权交易服务的新型文化企业,多年来与胜利学院设计系有良好的合作。2017年10月,该公司承接了中共东营区委宣传部“文耀城南”全国文化品牌推广项目,艺术设计系的学生在该公司实习期间参与该项目的标志、吉祥物设计征稿和品牌发布、“24节气”等一些列活动,通过活动,参加实习的同学受到该公司青睐,为多名同学提供了就业岗位,实现了校企共赢。

(五)质量监控系统

全面的实践教学质量监控对于规范教师和学生实践教学行为,保证实践教学有序推进,提高实践教学质量起到至关重要的作用。胜利学院设计系实践教学监控体系分为两大组成部分:一是实践教学管理,二是实践教学考核评价。

近些年,胜利学院设计系不断从教学实践中总结经验,构建以主任、副主任、实训室负责人、安全责任人、实践教学基地联络人和任课教师组成的实践教学管理机构,形成上下分工,各负其责的实践教学格局。同时,不断加强实践教学的管理制度,制定

《实验实训管理办法》《实习实训突发事件应急处置预案》《仪器设备管理办法》《学生实训守则》《实训室管理制度》《实训室负责人岗位职责》《实训室材料及物品管理办法》《毕业设计(论文)指导工作管理细则》《实践教学基地管理办法》等管理制度,有效保证实践教学工作的顺利开展。

实践教学的考核评价是一项综合性的评价制度,胜利学院设计系本着客观、有效、可操作、有激励性的原则,实践出一条有特色的评价考核办法。一是理论考核评价与实践考核评价相结合,对于一门课程评价不再采用一张试卷或是一幅作品的传统评价模式,而是要对理论掌握程度分开评价;二是过程评价与结课评价相结合,一般一门课程按照理论测试(20%)加实践全过程评价(40%)再加结课评价(40%)的评价权重考核;三是校内指导老师与校外指导老师评价考核相结合,建立艺术设计系校外指导教师资源库,把签约实践教学基地有资质的企业技术、管理人员和社会知名专家聘为校外导师,按照不同的专业方向定期邀请他们参与实践教学活动,其中一项最重要的工作就是参加课程结课考核。

三、结束语

新时代的设计艺术教育应该围绕着市场需求运转,作为对市场需求的回应,加强实践教学日益成为业内共识,关系到设计艺术人才的培养质量。胜利学院设计系积极探索,初步构建起符合该专业教学规律的实践教学体系,近年的成绩证明,该体系对培养具有创新意识的现代艺术设计专业人才具有不可低估的积极作用,对各个高校尤其是综合类艺术院校相关专业的教学具有启示意义。

[参考文献]

- [1] 裴雪敏. 浅析广告视觉传达表现的“意”与“象”[J]. 大众文艺, 2016(21):141.
- [2] 韩岩岩, 孙志宜. 视觉传达设计专业课程实践教学研究[J]. 合肥师范学院学报, 2017(2):129-132.
- [3] 张浩. 当代艺术评价标准难有共识[N]. 美术报, 2009-07-04(3).
- [4] 孙秀丽, 张铁成. 艺术设计课程多元评价考核模式的构建与实践[J]. 艺术与设计(理论), 2015(10):140-142.
- [5] 朱函兵, 马博. 高职院校艺术设计教育思考[J]. 科教文汇(中旬刊), 2007(6):36.

[责任编辑] 巴永青

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.017

大学生社会主义核心价值观教育有效路径探析

李延延

(江苏师范大学 教务处,江苏 徐州 221116)

[摘要] 加强大学生社会主义核心价值观教育,是高校全面落实立德树人根本任务的重要举措,也是当前高校思想政治教育的重要内容和核心任务。通过对部分高校关于社会主义核心价值观教育现状的调研,找出存在的问题与不足,从主渠道作用发挥、强化实践育人、利用网络新媒体、加强校园文化建设等方面提出对策建议。

[关键词] 大学生;社会主义核心价值观教育;路径

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0073-03

《中共中央国务院关于全面加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》中明确提出,坚持贯穿结合融合融入、落细落小落实,把社会主义核心价值观体现到教书人全过程,引导师生准确理解和把握社会主义核心价值观的深刻内涵和实践要求^[1]。2018年5月2日,习近平总书记在北京大学师生座谈会上再次强调:“要坚持不懈培育和弘扬社会主义核心价值观,引导广大师生做社会主义核心价值观的坚定信仰者、积极传播者、模范践行者。”^[2]加强大学生社会主义核心价值观教育,是高校全面落实立德树人根本任务的重要举措,也是当前高校思想政治教育的重要内容和核心任务。如何有效开展大学生社会主义核心价值观教育,是摆在我们面前迫切需要解决好的时代课题。

一、大学生社会主义核心价值观教育现状

为了解当前高校开展大学生社会主义核心价值观教育的现状,笔者选取4所在徐高校的部分教师和学生,从需求、认知、认同、践行等多维度进行调查。调查表明,当前高校对于大学生社会主义核心价值观教育高度重视,充分发挥思想政治理论课主渠道作用,通过研制专门教材、开设专题课程、开展专题科研立项等方式,把培育和践行社会主义核心价值观融入教育教学全过程。多数大学生对社会主

义核心价值观的内容和意义有一定的深入认知和情感认同,基本了解和很熟悉的占比60%以上。多数学生对学校党团组织、辅导员开展的社会主义核心价值观教育比较满意,充分肯定校园文化和社会实践在教育中发挥的积极作用。

通过调研,一些高校在社会主义核心价值观教育过程中也形成了一些特色和品牌。诸如,中国矿业大学深入推进“教育引导、价值认同、行为实践”的三步骤工作,切实培育和践行社会主义核心价值观。江苏师范大学通过实施“四融入”工程(融入思想建设、组织建设、作风建设和党风廉政建设)、“三引领”战略(引领师德建设、校园文化和育人实践),建立起社会主义核心价值观融入学校党建的长效机制。徐州工程学院把高校的人才资源、智力资源与军地特色资源、社会资源融合起来,推动大学生加强对红色历史、革命精神的深入了解。徐州医科大学结合专业特色,以“333”工程为抓手,搭建宣传教育、示范引领、社会服务三种平台,最终实现社会主义核心价值观教育言之于口、践之于行、刻之于心三大目标。

二、大学生社会主义核心价值观教育存在的问题

高校开展大学生社会主义核心价值观教育在取得积极成效的同时,也存在一些不可忽视的问题与不

[收稿日期] 2018-06-13

[基金项目] 江苏省教育厅高校哲学社会科学研究基金资助项目(2014SJB367)

[作者简介] 李延延(1983—),女,河南周口人,江苏师范大学教务处讲师,硕士,主要从事大学生思想政治教育研究。

足,主要表现为:

(一)核心价值观认同存在偏差

大部分大学生对社会主义核心价值观的提出背景有一定的了解,也能够正确认识社会主义核心价值观的基本内容,对于认同和践行社会主义核心价值观的重要意义也有一定的理解。但也有部分大学生受社会结构变动、利益关系调整、价值观念多元等影响,对社会主义核心价值观的学习持有敷衍态度,在理论认知上比较肤浅,在价值取向上比较模糊,甚至还出现了一定的偏差,主要表现为政治信仰迷茫、评价标准混乱、功利主义盛行、道德水平下降等。

(二)主渠道作用发挥不充分

根据调查,高校进行社会主义核心价值观教育的方式主要还是课堂,大部分学生认为思政课于己有用,愿意听、想听的比例接近60%。但实际效果并不理想,大约40%的学生认为思政课教学还不能结合学生生活实际,存在“填鸭式”理论灌输,教学内容枯燥乏味,不能产生共鸣。同时忽视学生个性特征,教学方式陈旧单调,缺乏互动反馈,导致了学习积极性和主动性下降,学习效果不佳。这表明,在发挥社会主义核心价值观教育的学校教育主渠道作用时,有必要进行教学内容、教学手段和方法的改革创新。

(三)实践教育尚显不足

社会实践是大学生社会主义核心价值观教育的重要途径。调查显示,71%的大学生在在校期间参加过社会实践,有46%的学生认为“可以把自己所学的东西运用到社会实践中”,但能自觉以社会主义核心价值观来指导自己的言行的学生只占21.3%,更有5%的学生认为“参加社会实践只是应付差事”。这说明高校在大学生社会主义核心价值观教育过程中重视社会实践,但实践流于形式,在主体需求、内容设置、经费保障、时间及激励因素或评价体系等方面有待进一步完善。

(四)教育载体未能充分利用

调查发现,当前大学生对网络信息的判断力不强,网络文化的虚拟性、隐匿性、自由性淡化了大学生道德主体意识,助长了自我中心主义。高校要注重培养大学生媒介素养,加强校园网站阵地建设,构建多样化的网络舆论引导机制。同时,高校普遍重视校园文化育人功能,但也存在娱乐性过度、内涵不足等问题,校园文化建设缺少规划性。

三、大学生社会主义核心价值观教育的有效路径

大学生社会主义核心价值观教育是一项系统工程,既要遵循“感知、认同、内化、践行”的内在规律性,又要结合当前时代发展新特点和大学生思想观念新趋势,综合发挥课堂主渠道、社会实践、网络新媒体、校园文化等载体功能,保证教育的方向性和实效性。

(一)发挥主渠道作用,深化思政课程改革

思想政治理论课是大学生思想政治教育的主渠道,是开展社会主义核心价值观教育的重要平台。中国特色社会主义进入新时代,对这一主渠道作用提出了新的更高要求。今年以来,教育部先后出台《关于加强新时代高校“形势与政策”课建设的若干意见》和《新时代高校思想政治理论课教学工作基本要求》,这为高校思政课改革提供了重要遵循。

在思政课堂教学中强化社会主义核心价值观的培育,首先要创新教学方式。实施以学生为中心、以教师为主导、以网络为平台的教学改革,通过开展以问题为导向的专题式、研讨式、案例式教学,邀请专家学者、社会知名人士、杰出校友、离退休老同志等为大学生言传身教,开发适合新媒体传播的精品视频课、共享课、微课、慕课等,进一步加强理论教学的针对性和实效性,使理论更接地气,使课堂更加活跃,真正引发大学生内心的共鸣,切实增强社会主义核心价值观的吸引力和感染力。其次要优化考核方法。传统的思政课考核往往只是一到两次的平时作业和形式化的期末考试,存在导向功能弱、鉴定功能弱、激励功能弱、教育目标偏离等不足^[3]。要构建以知识为基础、能力为中心、素质为目标的多元化复合型考核方式,同时尝试性引入对大学生政治素质、思想素质和道德情操等方面具体的考核办法,从而达到社会主义核心价值观教育知行合一。最后要加强教师队伍建设。思政教师作为教育引导大学生认同和践行社会主义核心价值观的第一责任人,必须做到真信仰、真热爱、真践行。同时,要从“思政课程”转变成“课程思政”,充分发挥其他所有课程的育人功能,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应,实现思想政治教育与知识体系教育的有机统一。

(二)强化“第二课堂”效果,强化实践育人功能

一种价值观要真正发挥作用,必须融入实际、融入生活,让人们在实践中感知它、领悟它、接受它,达

到潜移默化、润物无声的效果^[4]。只有坚持教育同社会实践相结合,让大学生走出课堂,走出校门,走进群众,走向社会,才能帮助大学生更好地理解社会主义核心价值观的内涵和要义,内化为对国家、社会和个人价值理念的正确认识体系,进而外化为践行社会主义核心价值观的自觉行动。

在利用社会实践活动推动大学生社会主义核心价值观教育工作中,组织落实是保证,资金落实是前提,时间落实是条件,基地落实是基础^[5]。高校要持续推进社会实践与思想政治教育相结合,将实践育人纳入人才培养方案和学分体系。积极构建实施“第二课堂成绩单”制度,客观、全面、有效地评价学生参与第二课堂活动的经历和成果,引导学生促进能力素质的均衡发展。积极发挥共青团、学生会组织和学生社团的作用,组织开展形式多样的社会实践和志愿服务活动,调动学生自身的积极性、主动性和创造性,增强自我教育效果。

(三)推进“第三课堂”建设,发挥网络媒体载体作用

根据中国互联网络信息中心(CNNIC)2018年8月20日发布的第42次《中国互联网络发展状况统计报告》,截至2018年6月,中国网民规模达8.02亿,互联网普及率达到57.7%;在网民职业结构中,学生群体规模最大,占比为24.8%^[6]。新媒体已经实现对大学生的“全面覆盖”“全程融入”“每日必网”“无网不在”成为当前大学生的一种基本生活方式^[7],对大学生核心价值观的形成和教育带来诸多新的挑战 and 机遇。

高校要树立“互联网+”思维,推动思想政治工作传统优势与信息技术深度融合,把网络空间建设成“第三育人课堂”。充分利用网络及时性、开放性、交互性等特点,使思想政治工作联网上线,用大学生喜闻乐见的“微方式”开展工作,增强社会主义核心价值观教育的时代感和吸引力。加强对网络舆论的搜集、研判和引导,选拔组建评论员队伍,及时回应学生关切,鼓励学生利用所知所学,正面发声、理性思辨,唱响网上好声音,传播网络正能量,让思想政治工作“活”起来。加强网络思想文化建设和网络文明素养教育,使大学生形成文明、健康、守法的网络行为习惯。

(四)彰显校园文化特色,增强文化滋养内生力
文化具有滋润心灵、涵养道德、引领风尚的重要作用,是价值观教育的基本承载。高校要充分挖掘办学底蕴,遵循文化传承规律,坚持以社会主义核心价值观为导向,建设体现社会主义特点、时代特征和学校特色的校园文化,弘扬优良的校风、教风、学风,丰富师生的精神文化生活。推进文明养成教育、校史校情教育、创新创业教育,把社会主义核心价值观融入到学校的精神文化、物质文化、制度文化、行为文化等层面。着力推进文化领域的学术研究和创新服务,积极开发具有地域特色、学校特色、体现社会主义核心价值观导向的校园文化产品,充分发挥校园文化的引领和辐射作用,使大学生在潜移默化中形成正确的价值观。

同时,一个国家核心价值观的提炼、培育和弘扬,必须始终与本民族的文化传统保持血脉联系。高校要大力开设中华优秀传统文化必修课,推动师生广泛阅读经典原著。加强礼仪教育,坚持在重要节庆日、纪念日、民族传统节日举办内涵丰富的庆祝和纪念活动,创新开学典礼、毕业典礼等仪式,使礼节礼仪成为培育主流价值的重要方式,使中华优秀传统文化成为涵养社会主义核心价值观的重要源泉。

[参考文献]

- [1] 中共中央国务院. 关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见[EB/OL]. [2017-02-28]. [http://politics. people. com. cn/n1/2017/0228/c1001-29111314. html](http://politics.people.com.cn/n1/2017/0228/c1001-29111314.html).
- [2] 习近平. 在北京大学师生座谈会上的讲话[EB/OL]. [2018-05-03] [http://www. xinhuanet. com/politics/2018-05/03/c_1122774230. htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2018-05/03/c_1122774230.htm).
- [3] 王双群. 培育社会主义核心价值观研究——以思想政治理论课教育教学为例[M]. 北京:中国社会科学出版社,2015:164-165.
- [4] 刘奇葆. 在全社会大力培育和践行社会主义核心价值观[N]. 人民日报,2014-03-05(06).
- [5] 杜晶波,张慧欣. 大学生社会主义核心价值观培育路径研究[M]. 沈阳:东北大学出版社,2014:147.
- [6] 第42次中国互联网络发展状况统计报告. 中华人民共和国国家互联网信息办公室[DB/OL]. [2018-09-05]. [http://www. cac. gov. cn/2018-08/20/c_1123296882. htm](http://www.cac.gov.cn/2018-08/20/c_1123296882.htm).
- [7] 韩丽颖. 当代大学生核心价值观研究[M]. 北京:人民出版社,2014:191.

[责任编辑] 尹 健

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.018

基于泰山生态智慧的生态文化建设研究

侣连涛^{1,2}

(1. 山东科技大学 文法系, 山东 泰安 271019; 2. 首都经济贸易大学 法学院, 北京 100070)

[摘要] 在工业文明极度发达的当下,人类社会在体验现代科学技术给我们带来巨大方便的同时,也深深体会到了生态环境日益恶化所带来的生态问题和生态危机。生态文化是人与自然和谐相处的文化。泰山文化中蕴含了丰富的生态文化理念,属于全人类生态智慧的文明结晶。泰山属于宗教文化名山,是道教、佛教和儒教的综合体现,真正体现了三教和谐相处的文化态势。道教文化、佛教文化和儒教文化成为了泰山文化机体的核心构成要素。道教中蕴含的道法自然的生态理念,佛教中人与自然的和谐相处思想,儒教中的天人合一,即人与自然的高度和谐观点都为今天的生态文化建设提供了智慧资源。泰山生态智慧不仅能够促进新时代社会主义生态文明和生态文明的建设,而且对生态社会的构建也具有重要参考意义和借鉴价值。

[关键词] 生态智慧;生态文化;泰山;道教;佛教;儒教

[中图分类号]G127 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1673-5935(2018)03-0076-05

新时代,我们把建设生态文明和实现美丽中国作为国家发展的重要方略和目标。十八大以来,习近平发表了一系列关于生态文明和生态文化建设的新思路、新论断和新方法,逐渐形成了习近平新时代生态文明思想。习近平新时代生态文明思想是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分之一,是对当下环境问题和生态危机的理论回应,更是协调人与自然关系,实现人与自然和谐发展的指导思想。习近平总书记在十九大报告中进一步指出,“人与自然是生命共同体,人类必须尊重自然、顺应自然、保护自然,加快生态文明体制改革,建设美丽中国。”笔者认为,生态文化是蕴含在生态文明体制背后的理念支撑,是生态文明体制改革与构建的文化底蕴,加强生态文明体制改革必须理念先行,文化保障。

生态文化是随着环境严重污染、资源过度开发、生态严重破坏等生态环境危机的日益严重而产生的一种先进文化理念,是社会主义先进文化的核心构成要素之一。生态文化的构建不仅有利于保护和改

善生态环境,而且有利于协调人与自然的关系,促进人与自然的和谐发展,最终达到天人合一的理想境界。在大力推进社会主义生态文明体系建设的过程中,以生态价值观念为准则的生态文化体系建设尤其关键。我们要坚持用生态文化建设推动生态文明建设,推动生态环境保护。泰山是世界自然与文化双遗产,也是宗教文化的高地,泰山文化中的儒教、道教和佛教都蕴含着丰富的生态智慧。在长期的历史发展过程中,泰山生态文化形成了道教生态文化、佛教生态文化和儒教生态文化的三位一体的丰富内容体系。在建设生态文明的今天,应当充分挖掘和利用泰山传统文化中的生态智慧因子,结合新时代习近平生态文明思想,落实生态文明是中华民族永续发展的根本大计,建设美丽中国,全面推进生态文明建设的新时代。目前学界对泰山文化和生态文化两大主题都进行了一定程度的研究,但是泰山生态文化,尤其是泰山生态智慧对于生态文化建设的意义和价值是一个尚未有效展开的话题。

[收稿日期] 2018-05-10

[基金项目] 国家社科基金后期资助项目(17FFX018)

[作者简介] 侣连涛(1980—),男,山东鄄城人,山东科技大学文法系讲师,首都经济贸易大学法学院博士研究生,主要从事法理学研究。

一、泰山文化中生态智慧的理性阐释

(一)泰山文化中的道教生态文化

泰山道教至今已经有两千多年的历史,春秋战国时期荣启期、黄伯阳、秦朝安期生、西汉时期的稷邱君、东汉时期的许竣都曾经在泰山隐居修炼或传授道术^[1]。隋、唐两代是泰山境内道教的昌盛时期。宋代泰山道教地位愈益提高,四方香客云集泰山,道教影响深入民间。金元时期,泰山是全真道的重要活动场所。明初,朝廷对宗教严格限制。清朝正统的道教逐渐衰落,而以碧霞元君为代表的民间神祇信仰空前发展。道教文化曾是泰山文化的主流文化,泰山上的名胜古迹很多,碧霞元君祠、老君庙、王母池等多处名胜古迹都留有道教文化的印记。道教是泰山宗教的一个分支。一方面,泰山是道教天人感应的物化代表;另一方面,泰山又印证和强化了道教的天人合一理论^[2]。道教作为中国土生土长的宗教,其思想理论基础是道家思想,以老子和庄子为代表,道教的核心理念是“道”。道家思想,几乎涵盖了所有的人与人之间的关系,以及人与自然之间的关系,是中国古代哲学史其中的一个重要的流派^[3]。作为中国传统文化的有机组成部分,道家文化比较全面地阐述了人类与自然之间的关系,其精髓是道法自然,并由此产生了十分丰富的生态文化理念。“道法自然”认为人类社会与自然环境之间是统一的不可分割的有机联系整体,人类总是生活在一定的自然环境之中,是大自然中的一员,是万物中最有灵气、最有智慧的物类,而自然环境为人类社会的生存发展提供最基本的物质保障。道教文化坚持主观和客观的有机统一,认为人类与自然界中的万物是平等的社会关系,人类与万物之间应当和谐平等相处,共生共灭万物一体。

崇尚自然是道教生态文化的重要标志。道教认为,道的最基本法则就是遵循自然规律,人们应当按照自然规律的要求实施自己的行为,即《黄帝阴符经》中所称“观天之道,执天之行,尽矣。”意思是说,观察自然的发展规律,掌握这个自然规律,并且遵循自然规律的要求来指导自己的行为,也就完全可以了^[4]。在道教看来,世界上草木鱼虫、飞禽走兽、天地万物都是由道气所化而形成的。因为万物各自的禀赋道气清浊的差异,才成为不同的形态,形成了多元的世界^[5]。作为万物之长的人类则是自然界的中和之气而化生形成,是宇宙自然界万物中最高级

的物类,是宇宙间的四大根本之一,正如老子在《道德经》所指出的那样的“故道大,天大,地大,人亦大。域中有四大,而人居其一焉。”那么,在道家看来,应当如何处理人与自然界万物之间的关系呢?老子在《道德经》中给出了“道法自然”的逻辑阐释,他认为,“人法地,地法天,天法道,道法自然。”也就是说,人类行为应当以大地的运行为基本法则,重视人类安身立命之所;大地运行应当以整个宇宙为基本法则,应当随着整个宇宙的变化而变化;宇宙的运行应当以自然规律为法则,运动变化都有其自身的客观规律;道的法则就是维护自然规律的过程,不人为破坏这个过程的本来面貌,万事万物都是顺其自然,自然而然^[6]。

工业革命以来,人类征服自然的能力大大增强,科学技术的发展给人类带来巨大物质财富的同时也给人们带来了严重的生存危机,制约着人类社会的可持续发展。恩格斯早就明确指出,如果人类依靠科学和创造性天才征服了自然力,那么自然力也会对人进行报复。土地荒漠化、生物多样性锐减、臭氧层空洞、全球气温变暖、森林资源减少、大气污染、水体污染等全球性的生态环境问题是科技发展带给人类的副产品,是科技发展的代价。科技本身就是一把双刃剑,运用得好可以造福人类,运用不好则会给人类带来灾难。面对科技发展的悖论和伦理危机,道家的生态智慧为人类社会的发展提供了智识借鉴。老子的道家思想给中外很多科学家、哲学家、伦理学家开启了人类社会发展的法门,推动了当代科技伦理的发展和现代转向,使人类社会由人类中心主义的发展模式向生态中心主义的发展模式转换,人类社会在发展的过程中,应当遵循道的法则,尊重自然,遵循客观规律,实现人与自然的和谐共生,构建人与自然共生体^[7]。道教生态智慧是中国传统文化的有机组成部分,也是全世界人类文明和文化宝库中的瑰宝。

“道”的理念与精神符合了整个人类社会发展的内在需求,有可能成为全人类生态对话的共同语言。在构建人类文明共同体的新时代,泰山文化中的道教、道家的生态智慧文化具有十分重要的作用。我们应当收集和挖掘泰山周边有关道教生态环境保护的碑刻、文献史料、神话传说、民间器物等,充分利用泰山道教中的生态智慧服务于我们今天的生态文明建设。

(二)泰山文化中的佛教生态文化

佛教在泰山的历史也很悠久,泰山佛教属于禅

宗。在泰山众多的宗教当中,泰山佛教处于从属地位,这从泰山佛教寺庙的分布情况也可以得到相应的印证。泰山寺庙没有占据泰山关键位置或者核心的区域,泰山的佛教寺庙主要分布在泰山的周边沿线或者周边的区域,如佛教文化的灵岩寺、普照寺和竹林寺等都分布在泰山的山麓或山脚,从佛教寺庙地域的分布可以看出,佛教在泰山的地位是处于从属地位的^[8]。尽管佛教在泰山宗教中没有占据核心地位,但灵岩寺也曾经成为中国北方佛教研究的重要场所。佛教文化中的因果缘起理论阐述了整个生态系统是不可分割性的有机联系整体,每一个人作为个体,与周围的自然界之间存在着十分密切的联系,人和自然界之间相互依存,相互作用所用,不可分割^[9]。自然界的形成发展,变化,对于人类的活动有着某种的联系,同样,人类的各种各样的活动也会对自然界产生这样那样的影响。人和自然,在佛教来看是平等的,佛教认为一切众生皆有佛性。佛教伦理观强调,所有的生命个体之间都是平等的,应当尊重生命,反对杀生。在佛教理论看来,所有的杀生行为都会触犯戒律,也有很大的罪过。这些观点更加突出了或揭示了人与自然之间的规律性,在生态危机日益严重的今天,这些理论对于改善人与自然的关系,保护生态环境都具有十分重要的意义和价值。佛教在泰山留下了大量以古建筑、摩崖石刻、山水植物为依托的建筑文化、山岳文化、石刻文化等,它们均以物质形态表现出来且与人类生产生活密切相关,

(三)泰山文化中的儒教生态文化

山东曲阜是孔孟儒家文化的发源地,而泰山距离儒家文化的发源地的距离也不过几十公里,孔子也曾多次登临泰山。泰山在古代儒家思想当中占有非常重要的位置,在儒家思想体系当中,泰山不仅是神化了的天人合一的代表,还是某种政治权力的体现。在春秋战国时期,泰山已经成为儒家思想的核心起源地。儒家“天人合一”思想博大精深,从人与自然相互关系的角度来看,主要包括以下几个方面的内容:第一、人是自然界的一部分,人与自然和谐统一;第二、保护环境,尊重自然规律;第三、尊重自然价值,节约资源;第四、尊重生命、兼爱万物的生态伦理观^[10]。儒家经典《周易》中云:“地势坤,君子以厚德载物。”意思是君子应当像大地一样厚实,可以承载万物。从另外一个侧面可以看出,在儒家思想中对大地的敬畏和歌颂。厚德载物不但阐述了大

地滋养人类的基本道理,也彰显了人类对大地的感激之情。国学大师季羨林曾经指出,中国古代儒家的“天人合一”思想可以为当代生态文化建设提供智慧参考,是当今生态文化建设的理论渊源^[11]。著名哲学家汤一介先生也认为,天人合一的传统理念不仅对中国,而且对全世界人类社会未来的生存与发展都具有十分重要的意义和价值^[12]。著名哲学家蒙培元也认为,中国古代“天人合一”思想所表现出来的有机整体观可以为现代生态文化建设提供思想指导和理论支撑^[13]。儒家“天人合一”思想作为中国传统生态道德的核心思想,倡导把人类社会的道德属性赋予自然界,引导人们按照社会的伦理规范去实现人与自然的合一,为我们今天尊重自然,保护环境,合理界定人与自然之间的关系,保护生态环境提供了有益的历史文化资源。

二、基于泰山生态智慧的生态文化建设创新思路

生态文化建设不仅有利于贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想、科学发展观、实现人的全面发展,而且对于构建社会主义和谐社会也具有重要价值。生态文化是生态文明建设的思想保障,是绿水青山建设的核心和灵魂。作为生态文明建设的重要组成部分,生态文化建设不仅可以有效缓解日益严重的生态危机,而且有利于促进人与自然之间的和谐,缓解经济发展和环境保护之间的矛盾,实现经济社会发展与自然环境开发利用的协调发展。近些年以来,我国生态文化建设取得了很大的成绩。但是由于生态文化建设起步比较晚,仍然存在着一些问题。季羨林认为,“泰山是中华文化的主要象征之一。欲弘扬中华文化,必先弘扬泰山文化,这是顺理成章的事。”套用季羨林先生的话,泰山生态文化也是中国传统生态智慧的主要内容之一,想弘扬中华传统生态智慧,必须充分挖掘泰山生态智慧中的合理成分。随着科学发展观理念的普及,以及习近平总书记生态文明思想的贯彻,我们应当充分挖掘和利用泰山传统文化中的生态文化资源,全面推进生态文化建设,与时俱进的探索生态文化建设的创新思路。

(一)充分挖掘和利用泰山文化中的生态智慧

通过泰山文化中生态智慧的理性阐释,可以看到泰山道教、儒教和佛教中蕴含了丰富的生态文化智慧。泰山道教为主,儒教和佛教为辅,三教之中你

中有我,我中有你,相互融合,界限越来越模糊,三者相辅相成,和谐共处,也体现了一种文化融合的和合思想。如在红门宫住的是道士,供奉的太上老君和碧霞元君属于道教,但也供奉属于佛教的菩萨。再如斗母宫供奉的北斗众星之母属于道教,但是这里住的却是信仰佛教的尼姑。道家的道法自然思想、儒家的天人合一理念、佛家的众生平等主张,不仅为人们处理彼此之间的社会关系提供了行为规范和伦理指导,而且对于处理人类社会与自然界之间的关系,克服人类中心主义的错误倾向,坚持尊重自然客观规律,实现人与自然的和谐共存具有十分重要的作用。这些生态智慧尽管属于历史的、文化的、传统的,但是在建设社会主义生态文明的今天仍然具有一定的参考意义和价值,泰山深厚的生态文化底蕴依然可以滋养今天的生态文明建设。为了充分挖掘和利用泰山文化中的生态智慧,笔者认为可以采取以下措施:首先,泰安市文化局、泰山管委等有关部门应当加大对泰山道教、儒教和佛教生态文化史料、器物、传说、典籍的搜集和整理工作,保护泰山生态文化的表现载体。其次,建议在泰安市社科联主导下,组织驻泰高校和其他研究机构的泰山文化研究者,成立泰山生态文化研究会,并创办《岱宗生态文化》或者《泰山生态文化》类似的年会会刊作为泰山生态文化交流的平台,逐步形成泰山生态文化学术研究共同体。再次,山东省社科联、泰安市社科联或者驻泰高校经常设立泰山生态文化建设相关的研究课题,召开每年一度的泰山生态文化年会论坛,促进泰山生态文化研究的学术交流。最后,泰安市发展改革委员会在制定泰安市发展规划过程中应当融合泰山生态文化智慧,体现传统文化的智力支撑。

(二) 提高全民的生态文化意识

文化是在长期的历史发展过程中人民智慧的结晶,是民族智慧的积淀。文化的建设同样也需要民众的参与。生态文化建设过程中也需要提高民众参与生态文化建设的积极性和主动性,动员全社会力量共同参与生态文化建设,形成生态文化建设的合力。而要提高民众的生态文化建设参与意识,必须加大生态文化建设的宣传和普及力度,加强生态文化教育。建议把生态文化教育融入到校园教育和社区教育,把生态文化教育作为终身教育来抓,让每个公民都成为生态文化建设的宣传者、行动的实践者和成果的维护者。生态文化教育绝对不能搞成“运动式”或者“阶段性”的教育,应当长期坚持,持之以

恒,最终确立民众的文化信仰。一方面,建议大力加强校园生态环保教育,充分发挥学校课堂的重要作用。一是从幼儿园开始培养孩子的环保意识,将生态环保教育融入校本课程、综合实践课、劳技选修课、社团活动、研修性学习、学生评价等内容。生态文化教育应当从娃娃抓起,在幼儿园进行生态文化建设的绘本教育,在小学科学课堂或者思想品德课程教学中融入生态文化教育,在中学和大学则可以开设生态文化教育课或举办生态文化教育专题教育报告会,举办生态文化知识竞赛,应当把生态文化教育建设成为各级各类学校的一门必修课程。二是加强对学校生态环保教育的支持与保障,鼓励学校开发生态园地、太阳能实验室、屋顶花园等生态环保教育项目。三是项目评比、政府购买服务、财政补贴等方式,鼓励社会组织进入社区开展形式多样的生态环保教育活动,培养社区居民的绿色生活习惯。充分发挥社会课堂的重要作用,做好生态文化知识的教育宣传,充分利用传统媒体和新媒体在宣传教育中的作用,诸如网络、电视、广播、报纸、出版物等媒体都要开辟生态文化专栏,举办生态文化讲堂或者创办生态文化网站,大力宣传生态知识。建议在全社会倡导环境保护、生态优先、绿色发展、和谐发展的人生观和价值观。引导广大市民养成绿色出行、光盘行动、自带购物袋、废旧物品再利用、拒绝使用一次性餐具的行动自觉。采用典型宣传、积分兑换、APP 分享等方式,引导企业及员工践行双面打印、无纸化办公、使用可再生纸张、减少资源浪费、垃圾分类回收等绿色行动。通过绿色企业认证、信用加分、税收减免等方式,鼓励企业主动采用清洁能源、可再生材料和绿色生产技术,减少污染排放,降低资源消耗。

(三) 加大对生态文化基础设施建设投入力度

生态文化基础设施是生态文化传播和教育的重要场所,是生态文化建设的物质保障和前提基础。

加强生态文化建设,需要一定的物质和经济基础,应当加强生态文化基础设施建设的投资力度。生态文化基础设施,不仅包括自然博物馆、文化馆、图书馆、湿地公园、国家级森林公园,还包括自然保护区等,所有这些设施都是传播生态文化的重要载体。政府应当加大财政投资力度,在既有的生态文化基础设施的基础上,建设一批生态文化教育基地,完善现有生态文化设施的配套基础设施,积极构建

规范有效的生态文化解说系统,不断强化各种生态文化设施的科学教育和引导作用。同时政府应当加强古树名木名录登记和保护工作,积极进行文化遗址的抢救性保护工作。对泰山上的文物古迹、历史遗址和各种非物质文化遗产采取必要的保护措施,促进泰山生态文化的传承。在城市规划中一定要融入生态建设的理念,在生态文化的指引下进行生态城市、生态社区、绿色产业、节能建筑、环保交通以及生态休闲环境的设计。同时在城市休憩公园,以及市政府广场和区政府广场等人流量比较大的场所投放生态文化宣传展示牌,建设生态文化长廊。

三、结束语

习近平指出,生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计,中华民族向来尊重自然、热爱自然,绵延5 000多年的中华文明孕育着丰富的生态文化。生态文化是坚持人类社会与自然环境协调发展的文化形态,是社会主义先进文化的有机构成之一。生态文化不但是我们实现由“人类中心主义”向“生态中心主义”转向的重要标志,而且是检验我们对社会主义本质认识的度量衡,更是深化生态马克思主义思想的逻辑进路。建设社会主义生态文化不仅有利于解决当下经济发展与环境生态保护的困境,而且有利于实现人类社会的和谐发展。我们应当在借鉴其他国家生态文化建设的经验基础上,探索社会主义生态生态文明建设的创新思路。生态文化是生态文明的逻辑起点和价值归宿,是建设美丽中国的重要思想保障和灵魂指引。建设符合中国特色的生态文化是中国民族伟大复兴的重要内容和实

现中国梦的重要保障。在建设社会主义生态文明的过程中,我们既要关注生态文明建设的实践,又要立足传统生态文化的土壤,要注意合理吸收传统生态智慧的合理因素,促进社会主义生态文化的建设。在什么是生态文明,怎样建设生态文明,如何建设生态文明的新时代课题下,泰山传统生态智慧当有所为!

[参考文献]

- [1] 陈红兵. 试论道家道教生态思想文化[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2017, 17(1): 73-86.
- [2] 张政权. 论道家文化中的生态文明哲学思想[J]. 四川环境, 2016, 35(2): 162-166.
- [3] 陈杉. 道家道教的生态文化智慧——评《衣养万物——道家道教生态文化论》[J]. 社会科学研究, 2011(1): 194-195.
- [4] 胡箏. 道教生态文化的理念与实践[J]. 中国宗教, 2005(9): 38-39.
- [5] 王玲玲. 浅析儒家的生态文明思想[J]. 卷宗, 2014(10): 449.
- [6] 李亮. 佛教中的生态和谐思想及其现代意义——以《梵网经》为例[J]. 西部学刊, 2016(1): 56-57.
- [7] 张吉, 段世齐, 李志卫. 新乡市生态文化建设的研究与探索[J]. 河南林业科技, 2011(2): 39-41.
- [8] 朱芳. 改革开放以来我国生态文化建设问题研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2014.
- [9] 白如祥. 泰山方士与道教的产生[J]. 中国道教, 2007(5): 46-48.
- [10] 路宗元. 中国泰山世界自然文化遗产世界自然文化遗产[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1993: 8-12.
- [11] 季羨林. 东学西渐与东化[J]. 东方论坛, 2004(5): 25.
- [12] 蒙培元. 人与自然——中国哲学生态观[M]. 北京: 人民出版社, 2004: 28.
- [13] 汤一介. 在经济全球化形势下中华文化的定位[J]. 中国文化研究, 2000(4): 3.

[责任编辑] 谭爱兰

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.019

基于共生理论的山东省农村电子商务发展模式探析

李大容

(中国石油大学胜利学院 文法与经济管理学院, 山东 东营 257000)

[摘要] 山东省农业基础良好,但在农业依托互联网的电子商务发展中却稍显滞后,出现产业缺乏核心竞争力,同质化严重,没有充分利用资源禀赋优势和地区发展不平衡等问题。运用共生理论分析农村电子商务共生系统结构及特点,提出农村电子商务在发展的不同阶段可采用不同的发展模式;起步阶段宜采用寄生模式,借助电子商务平台创业;发展早期可采用偏利模式,培育金字塔式电子商务群体;发展中期借助互惠模式,立足农村特质,延伸产业链;成熟期谋求一体化模式,实现线上线下融合发展。

[关键词] 农村电子商务;共生效应;发展模式

[中图分类号] F724.6

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-5935(2018)03-0081-04

2018年3月两会期间,习近平总书记参加山东代表团审议时提出,山东是一个农业大省,实施乡村振兴战略是一篇大文章,乡村振兴首要任务是推动乡村产业振兴。5月,中共中央政治局审议《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》。7月,全国实施乡村振兴战略工作推进会议上,李克强总理作出重要批示:依托“互联网+”促进农村一二三产业融合发展,大力培育新型经营主体,拓展农民稳定就业和持续增收渠道^[1]。

一、山东省农村电子商务发展的背景和意义

山东省作为农业大省,有非常好的农业基础,截止2017年底,山东省农业总产值9 298.2亿元,居全国第一位。但农业行业占GDP的比重偏低,发展速度也滞后于二、三产业。与此同时,依托互联网技术的电子商务已经日趋成熟和完善,它极大提高了生产经营效率,降低了管理成本,减少了流通环节,为现代产业发展插上了翅膀,成为我国经济发展新着力点。据统计,山东省2017年网络零售总额2 539.3亿元,比上年增长37.5%,与2010年相比增长14倍。

作为电子商务的重要组成部分,农村电子商务是我国农村优化产业结构,繁荣实体经济,促进农民增收,实现乡村振兴的有效途径^[2],也是《山东省新旧动能转换现代高效农业专项规划(2018—2022年)》部署中关于“培育跨界融合新动能的”重点推进项目。2017年山东省农村网络零售总额达到541.9亿元,同比增长43.39%,远高于山东省农业产业3.5%的增长率。

农村电子商务,既能做大做强当地特色产业,促进农业产业化发展,提高农业经济效益,形成集群效应;又能扩大特色农产品销售路径,突破农业生产运营的时空限制,解决农产品流通不畅问题,降低生产营销成本;还有利于优化农村资源配置,激发农村经济活力,带动农业就业和大学生回乡创业,实现农业产业的资源回流甚至注入新的血液。推动农村地区电子商务发展,可以优化我省传统经济空间布局,更是一条促进农村地区可持续发展的“绿色”通道。

二、山东省农村电子商务发展现状

农村电子商务主要是以信息技术和网络平台为

[收稿日期] 2018-07-20

[基金项目] 山东省高校科技扶贫项目(KY2017014)

[作者简介] 李大容(1980—),女,湖北天门人,中国石油大学胜利学院文法与经济管理学院讲师,硕士,主要从事产业经济研究。

支撑,围绕农产品(加工品)进城和消费品下乡开展的一系列电子化的交易和管理活动。包括农业生产管理、农业信息服务、农产品线上销售以及电子支付、物流管理、客户关系管理等^[3]。互联网的应用是农村电子商务运作的基本前提,它在统一的标准和规范下,将传统的农业生产、销售和运输全部信息化,让农村市场与农产品网络市场实现全球对接,为原本苦无销路的农产品提供了更大的销售平台。山东省农村电子商务基本现状如下:

(一)农村电子商务硬件不断优化

山东省 2016 年 6 月出台《山东省人民政府关于加快电子商务发展的意见》中提出 7 大举措,深化电子商务在农村、制造业、传统商贸等领域的应用,鼓励模式创新,完善相关配套的网络基础设施、网络安全、网络支付、物流协调、服务商培育和电子商务人才培养等,加大财政、资金和用地等方面的支持政策,营造良好发展环境。截至 2017 年,山东省所有乡镇基本都具备了宽带接入能力,互联网在农村日益普及,农村开展电子商务的硬件条件已经完善。国家商务部 2006 年启动的“农村商务信息服务工程”为农民搭建了一条了解和开拓市场的信息有效渠道,指导农民借助互联网技术开展商务活动取得较好成效。此外,随着农民网购以及农村电子商务的兴起,仓储、物流、金融、运营服务等产业链服务商已将目光投向广大农村地区,将渠道下沉至镇(村),积极开设服务站点,也为农村电子商务发展提供了流通渠道。

(二)农村电子商务发展速度快

随着电子商务的井喷式发展,山东省大量农村农民也加入到电子商务中来。据阿里研究院《2017 年淘宝村发展报告统计》,山东省有 245 个淘宝村,位居全国第一。而在全国的所有城市中,拥有 168 个淘宝村的菏泽市,也居全国榜首。其中山东菏泽曹县作为省级贫困县,大集镇就有 32 个淘宝村,覆盖所有村。该镇 2.4 多万家网店,2017 年销售额近 40 亿,近 20 家物流公司,直接带动 2 万多人线上线下就业,返乡创业 5 000 多人。这样的创富神话对农村农民是最好的催化剂,农民们对电子商务由最初的好奇、观望、兴趣浓厚已经发展至趋之若鹜。

(三)农村电子商务呈现产业聚集效应

农村电子商务通常以一个或几个村落作为一个产业聚集群,形成一定集群效应。从山东省淘宝村来看,通常是一个县或镇好几个甚至几十个淘宝村,

如曹县大集镇、博兴县锦秋街道,其中大集镇丁楼村 2017 年网络销售额近 3.5 亿,全村 300 户家庭中有 280 余户开有网店,开店率高达 93%,几乎都是围绕演出服饰的小型加工、销售和物流企业。在丁楼村辐射和带动下,周围的其他村庄也加入儿童演出服饰加工的产业大军,最后形成了全镇都是淘宝村的局面。而这一景象也再次吸引了更多的参与者进来,有近万名村民从事相关配套业务。有不少在外打工的农民、大学毕业生选择回乡创业。通过互联网推进小型服饰加工销售的发展,形成带动效应,进而形成产业集群效应是大多数淘宝村的发展模式。通过这一模式,大量经济欠发达地区尤其是农村地区借助电子商务,实现“弯道超车”。

三、山东省农村电子商务发展中存在的问题

1. 产业缺乏核心竞争力,容易产生转移

由于农村电子商务销售的产品通常集中于两类:一类是田间地头的农作物产品,另一类是简单加工制品,通常技术含量不高,核心竞争力不强,主要以农村廉价劳动力和土地、厂房等低成本取胜。而农村电子商务模式又不具有排他性,不受时间、空间限制,一旦该地区低成本优势不再,很容易就被转移至其他成本更低、资源更丰富地区。

2. 产品同质化严重,净利润趋于下滑

农村聚集区电子商务之所以能够快速发展,重要因素就是相互模仿、经营品类趋同,生产高度集中,产品高度同质化,从而引发内部的恶性竞争,甚至大打价格战。同质化还可能沿着上下游产业链对销售、物流等带来负面影响。同时,由于第三方平台门槛逐步提高,网商经营成本上升,利润空间越来越小。如大集镇丁楼村的儿童演出服的整体利润就从最开始的卖一件衣服可以赚 3 块钱到现在只能赚 1 块钱。虽然销售额仍然很高,但利润率却直线下滑,正是源于本村以及邻村的严重同质化竞争。

3. 忽视资源禀赋,发展空间受限

自然村落最大的资源禀赋就是农产品和农业加工品,但是农村电子商务以农业产品为主营业务的并不多,稍有规模的都是加工制造业。这当然源于第一、二产业天然的利润率差异性,但也反映出农村、农民对于自身资源禀赋的忽视。农村的加工制造业和城市相比不具有技术、研发、产能方面的优势,同时农村农业用地受限,随着网商加工制造规模扩大,场地资源约束日益明显,企业规模难以扩大,

仓储能力也难以提升,发展空间受限,最终难以形成规模效应。

4. 地区差异明显,发展不均衡

虽然农村电子商务整体发展势头良好,但在不同地区差异非常大,从全国范围来看,全国2 118个淘宝村,排在前四位的东部沿海省份浙江、广东、江苏、山东就有1 695个,占全国80%以上。而山东省内243个淘宝村的分布也非常不平衡,菏泽以168个的数量遥遥领先,滨州24个,其他淘宝村分落于青岛、烟台、潍坊等地。省内经济发达尤其是贸易发达的山东半岛在对接农村电子商务,进行产业融合上显然还有较长的路要走。

四、基于共生性的农村电子商务发展模式

“共生”概念最早由德国真菌学家德贝里在1879年提出:当一株植物单独生长时,显得矮小、单调,而与众多其他植物一起生长时,则根深叶茂,生机盎然。人们把植物之间相互影响、相互促进的现象称为“共生效应”。该现象应用到企业经营中则是指生产过程中具有配套性的企业之间都存在明显的共生关系,生产系统中的任何一员都会获得比单独生存更高的利益,即产生“1+1>2”的效应。农村电子商务要想获得可持续发展,必须抱团共生。

(一)农村电子商务共生系统结构及特点

1. 农村电子商务共生系统结构

共生单元、共生模式和共生环境是共生系统的基本要素。共生单元是系统基本单位,是共生系统能量生产和交换的主体。共生模式指共生单元之间的接触方式和接触机制。共生环境指共生企业群所处的外部环境。农村电子商务共生系统主要由核心单元、支持单元、辅助单元和线上线下服务单元构成,每个单元又由不同的子模块组成。其中核心单元是指在电子商务平台注册并依托平台开展经营活动的农村企业,其他共生单元围绕核心单元提供服务,如软硬件设备支持产业链输送,线上线下服务等(见图1)。

2. 农村电子商务共生系统特点

农村产业通常呈现为产业“竞争性”并联结构,全村甚至全镇从事完全相同的产业活动,从而内部同质化严重,竞争加剧。从共生系统来看,农村电子商务拥有“互利性”的串联结构,既能通过上、中、下产业链的相互串联形成产业群,也能共同发展。

农村电子商务共生系统既有相对的稳定性,又具有灵活性。每个单元既能作为独立组织,独立运

营,也能作为整个产业链的一环,提供相互支撑和服务。整个共生系统可随着单元性质、单元关系和外部环境的变化随时调整,不断适应。每个单元内部子模块也同样可以独立运营,随时调整。

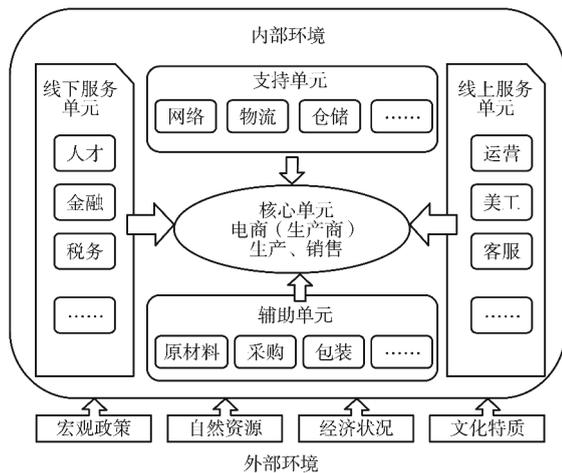


图1 农村电子商务共生系统

(二)农村电子商务共生模式

共生模式反映不同单元之间的作用方式和强度,基于共生系统的农村电子商务模式主要有以下几种:

1. 寄生模式

这种模式既包含了其他单元对核心单元的寄生,也包含单元内部子模块对主单元的寄生。辅助单元等需要从核心支持单元等通过为核心单元提供服务,产生利润,赖以生存;单个模块中的某些个体店或者夫妻店也寄生于寄主组织,通过从生产企业获取一部分配料、初加工等订单,得以生存。

寄生模式可以带动整体产业链的均衡发展,形成一定集聚效应,也能带动大量闲置劳动力就业创业,符合生物共生特性。但企业运营中的寄生关系基于契约关系,寄主和寄生企业之间的同盟基于共同利益驱使而共生,利益不再时也会迅速瓦解,因而具有较大不稳定性,适合农村电子商务发展早期。

2. 偏利模式

偏利模式是指共生系统中个体差异较大,有的单元有利,有的单元无利但也无害。有的农村地区本身就具有优势产业,电子商务化发展中,不仅继续线下业务,再借助线上开辟旗舰店,这样对线上是有利的,对线下业务也无害,实现O2O线上线下融合发展,业务进一步扩大。还有一些服务单元如政府政策、优惠税收、资金融通和人才培养等,前期看似无利,后期随着核心单元不断壮大,其外溢效应也会逐渐凸显。该模式适用于农村电子商务发展的成长期。

3. 互惠模式

该模式是指各单元基于合作和分工,互惠互利,是一种较理想的共生关系,系统内各单元、单元内各模块之间彼此合作,密切配合,互相依存,相互促进,互为补充。对核心单元而言,其他服务单元既能降低搜索、采购、流通等环节能量消耗,也能获得人才、资金、技术等额外资源,获得更高效益;对其他单元而言,依托于核心单元,也能扩大业务份额,降低经营成本,实现自身利益最大化。如生产企业同时投资控股物流公司,在保证自身物流需求的同时减少外部摩擦,降低销售成本。各单元之间协作性越强,效率越高,互惠性越大,共生系统就越稳定。

4. 一体化模式

一体化是农村电子商务发展到一定程度后的新方向。随着产业趋于成熟,网商规模扩大,其利润趋于下降。此时核心单元需要寻找新的利润增长点或成本降低途径^[4]。企业通过向上或向下产业链衍生,能在保持规模经济优势的前提下降低运营成本,避免同质化和恶性竞争,获得范围经济优势。如产销一体化、辅助—紧密—核心一体化,产—销—送一体化。

一体化共生模式特别适合农村电子商务,一是传统村落的利益密切相关性,传统村落通常形成于有血脉关联的家族,家族成员之间互相影响,互相带动,一荣俱荣,一损俱损,本身就是利益共同体。同时村民之间关系密切又有民间权威,便于分工和合作。二是农村场地、人才和财力资源都有限,要想和城市电子商务抗衡,最好的办法就是抱团,核心单元和各服务单元以股权分配形式共同出资解决资金需求,共建仓储满足场地需求,同时共同谋求人才、技术、税收等政策扶持。同时,基于股权投资的产业链一体化,业务效率最高,各共生单元关系也最为稳定。

五、山东省农村电子商务发展模式建议

山东省农村电子商务发展水平较不平衡,部分地区的农村电子商务已经发展成较大产业集群,而大部分地区农村电子商务刚刚起步。不同发展阶段的农村电子商务,其发展模式也应不尽相同。

(一) 起步阶段采用寄生模式,借助平台创业

农村电子商务发展不同于一般电子商务,产业主体是农民,但是处于创业初期的农民不具备电子商务运营的技术和手段,也缺乏市场和流通渠道。而成熟的电子商务平台通常流量大,客源稳定,服务

专业,物流快捷,适合充当寄主。农民可以利用农村自然资源禀赋,借助电子商务平台创业,投入资金少、创业门槛低,寄生于平台之上,能够迅速解决农产品销路不畅、信息不通等难题。

(二) 早期采用偏利模式,培育金字塔式电子商务群体

农民在发展电子商务产业中由于资源、渠道、经营才能等差异,必然有的发展较快,有的相对缓慢。可以根据情况重点培育一部分塔尖电子商务(如群体内销售额占前 20%)成为行业领头羊,把握行业动向;中间群体可以占到 60%~70%,成为行业中坚力量,保证整个群体的稳定;销售额排在后 10% 电子商务则形成一定内部竞争,自然淘汰。该结构有利于电子商务吸引整合相关服务单元,实现行业成长。

(三) 中期借助互惠模式,延伸产业链

农村电子商务应将农产品作为优势产业,土地资源作为优势资源,在共生单元间纵横联合,延伸产业链^[5]。农村电子商务优势不是内部竞争,而是战略合作,实现互惠互利以及整体价值最大化。产业链的延伸纵向上可以从产品播种、采摘、粗加工、精细加工、外贸出口一条龙发展;也可以采购、生产、销售、物流一条线发展,还可以打造旅游、美食、文化等多元化服务延伸,挖掘农村商业价值。

(四) 成熟期谋求一体化模式,实现线上线下融合发展

农村电子商务发展壮大后,可以走优质化发展道路,利用已经产生的集群效应,吸纳更多优秀人才和资金,进行技术升级,实现品质升级,提高利润率,实现一体化发展。同时寻求更多发展路径,趁着新零售下城市居民对农村高品质生鲜产品的巨大需求,积极开拓线下市场,开设农产品体验店,线上线下融合,拓宽销售渠道,实现农村电子商务发展新蓝海。

[参考文献]

- [1] 本报记者. 把实施乡村振兴战略摆在优先位置 让乡村振兴成为全党全社会的共同行动[N]. 人民日报,2018-07-06(007).
- [2] 任鹏. 江苏省发展农村电子商务研究[D]. 南京:东南大学,2015:1.
- [3] 郭承龙. 农村电子商务模式探析——基于淘宝村的调研[J]. 经济体制改革,2015(5):110-115.
- [4] 纪建悦,曹伟. 基于共生理论的科技型中小企业融资体系研究[J]. 金融理论与教学,2011(6):16-19.
- [5] 王石,林生. 我国农村电子商务产业园发展研究——基于共生理论的视角[J]. 天津农业科学,2016(9):79-83.

[责任编辑] 巴永青

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.020

我国环渤海港口经济发展状况比较研究

魏潇潇

(中国石油大学胜利学院 文法与经济管理学院, 山东 东营 257000)

[摘要] “一带一路”发展理念的提出,促使我国贸易与沿线国家间的交往及业务往来更加紧密,也带动了新时期港口经济的不断发展。以我国环渤海港口为主要研究对象,从区域港口城市群的发展现状及环渤海港口群的经济预测两方面进行分析,得出各地区港口由于经济布局的相关功能定位不同,使得海上贸易往来的业务对接流程及相应的发展趋势出现层次级的变化的结论,环渤海港口经济发展应制定长远规划,树立创新意识,明确区内各港口的职能分工、规模大小、空间区位和开发顺序,促进大中小港口的有机组合与共同繁荣。

[关键词] 环渤海港口; 经济发展; 回归分析

[中图分类号] F061.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0085-05

沿海城市经济发展的主要驱动力是港口建设及相应的海上贸易往来。在环渤海区域港口城市群里,各地区港口经济布局的相关功能定位不同,使得海上贸易往来的业务对接流程及相应的发展趋势有了层次级的变化。随着世界经济全球化发展,港口群体承担着更大的经济发展的压力,与社会经济环境及相应的港口业务的发展变化息息相关^[1]。因此,要想研究沿海城市港口群经济发展状况,就要对整个经济发展形势进行对比分析,以经济环境作为外部发展的影响环境,对不同港口城市的主要功能定位进行分析,以实现整个港口城市经济发展状况的清晰自我认知和合理规划。

一、环渤海区域港口群城市经济发展现状

改革开放政策的重点即是我国的进出口货物贸易的往来,2018年,正好是改革开放40周年,我国沿海城市港口经济的发展与改革开放政策的相关成就相匹配,体现了新兴经济模式已经成为我国社会经济发展的主要支撑。我国海岸线长达1.8万公里,港口城市群众多,形成了以发展速度快、港口运

营技术支撑先进、发展前景广阔等优势沿海港口城市经济发展全貌。其次,港口城市作为我国海上“丝绸之路”的对外窗口,其经济发展趋势直接反应我国经济全局的发展,因此,其经济发展状况在全国经济发展中具有重要地位。

(一) 环渤海港口城市群现状

1. 以青岛—大连—天津为主线的中心港口城市

青岛港:坐落于胶州湾畔的青岛港,历史悠久,具有得天独厚的地理位置,21世纪初,青岛港的吞吐量就已位列全国港口城市的前五,其中外贸吞吐量首次破亿。相比较之下,新建的青岛新港区,主要业务类型为煤炭、矿石等众多资源的港口贸易地,被称为天然良港,是形成最大规模年输油能力的关键港口,成品油的运输成为黄岛新港区的主要贸易业务,液体化工专用码头及相应泊位的建设有效提升了青岛新港区的集装箱吞吐量^[2]。青岛港作为我国第一大货物运输港,也是石油、冷藏箱等吞吐量最大规模的沿海港口,拥有的泊水位数量及相应的泊水位深度等也在实现不断的技术创新。其综合吞吐量如表1所示。

[收稿日期] 2018-07-15

[基金项目] 东营市社会科学规划课题(DYSK [2018]第73号)

[作者简介] 魏潇潇(1987—),女,山东东营人,中国石油大学胜利学院文法与经济管理学院助教,硕士,主要从事国际贸易、区域经济研究。

表 1 2014—2016 年青岛港及青岛新港区吞吐量

年份	万吨				
	外贸	原油	铁矿石	粮食	氧化铝
2014	10 000	2 500	4 500	200	150
2015	12 000	3 000	4 600	300	230
2016	15 000	3 320	4 690	380	320

从表 1 可以看出,2014—2016 年青岛港及新港区在外贸、原油、铁矿石、粮食及氧化铝等的吞吐量上呈现出持续增长的趋势。

大连港:大连港作为东北三省的第一对外海运窗口,承担着东北地区乃至内蒙古地区的海上货运功能,是联结华北、华中及华东地区重要的水陆运输枢纽。大连港的海域面积 8 km²,水域面积 356 km²;码头泊位 72 个,长度为 11 981 m。从 2003 年至今,大连港的各项业务及货物的相关运输量都实现了一定程度的增长,其中外贸货物完成增长近 20%,集装箱吞吐量完成增长近 21%,海港及码头的旅客人数增长近 12%,这不仅坚实了大连港在东北地区第一大港的地位,同时也使得其战略及物资海上运输的地位更加坚实,是东北地区经济发展的重要部分,也决定东北地区海上运输业的长期可持续发展。

天津港:天津港位于华北地区,属于入海口的相关位置,地理位置优越,是距离内陆位置最近的港口之一,是首都和其周围经济圈的重要海上门户之一,也具有重要的军事地位^[3]。天津港是我国最大的人造港之一,主要是由海港和河港两部分组成,现有的陆域面积为 37 km²,海口的陆域规划面积为 80 km²。另外,整个天津港的泊位及相应的海港运输航道数量居多,泊位 67 个,相应的航道为 10 万吨级。其吞吐量达到了 301.5 TEU,位居世界港口中前 20 强。

2. 营口—秦皇岛—烟台港为辅助港口

营口港:营口港位于辽宁省,是我国东北地区除了大连港以外的第二大港,其主要管辖的区域有营口和鲅鱼圈两个地区,共有的水域面积达到 11 302 × 10⁴ m²。共有泊位数为 29 个,最大的停泊能力达到了 5 万吨,且能装载的相关货种及类别共有几十种,其中最多的就是金矿石、钢材、煤矿及粮食、煤炭等,其次是石油、化肥和汽车等。此外海上航线也在 2003 年时建立,形成了从营口到韩国仁川的客货轮航线。

秦皇岛港:秦皇岛港位于渤海辽东湾的西侧,是

具有重要地理位置且对整个港口航线的管理具有重要意义,处于我国海上运输的枢纽及龙头的位置,煤炭的吞吐量约占我国海运煤炭总量的二分之一,也是我国世界上最大的煤炭运输港之一。秦皇岛港区域面积达 8.56 km²,且整个码头所需的水域面积达到了 1 152 km²,整个外贸货物的增长及其吞吐量是港口发展的潜力之一。

烟台港:烟台港位于山东半岛的北侧,其地理位置重要,与辽东半岛隔海相望,是国家水路运输的重要渠道门户,也是国内沿海重要的对外开放的港口之一,其在我国的综合运输网中占有主导地位。其港区域面积达到 864.9 km²,水域较深,停泊的最大水深为 -16 m,仓库达到了 9.25 km²,装卸机械达到了 530 多台。

(二) 核心城市港口经济发展现状分析

1. 青岛港口经济发展现状

刚刚结束的“上合峰会”,全面展现了青岛经济整体的发展现状,青岛是在众多沿海城市中具有明显独特魅力的港口城市,其在海湾环境、城市整体形象及整个人文文化及素养方面都有很大的提升。

首先,从经济综合方面分析,青岛市的宏观经济发展水平稳步提升,经济结构逐步调整,形成了以发展海湾特色经济为主的新型经济发展特点,第一、二、三产业实现连年增长,增长幅度不断地扩大,形成了重要的宏观经济发展趋势。另外,青岛的工业经济也在不断地提升,其工业经济的调整步伐不断加快,全社会的投资完成了 1 000 亿元,其增幅创下了全国新高,增长比例达到了 54.6%,相应的,农村投资达到了 547.9 亿元,其增长幅度超过 54%。

其次,青岛作为重要的港口运输城市,其港口运输及港口生产及经济的发展都体现出了较高的发展水平,且由于受到整个航运市场的影响,青岛的航运市场价格也在随着业务的需求不断的提升^[4],矿石比增长达到了 54%,石油和粮食的增长值超过了 70.4%,因此集中体现了青岛的港口经济的繁荣景象。2017 年,青岛港预定的港口经济发展指标中,全市的生产总值增长 12%,城镇资产的投资增长 32%,其进出口业务增长超过 13%,出口增长超过 6%。经济工作的重心也体现为加大经济结构的调整力度,增强港口经济的发展竞争力;同时继续加大招商引资的社会经济发展渠道;积极拓展体育事业,加大设施投入,让全市人民继续收获幸福感。

(2) 天津港口经济发展现状分析

综合经济发展现状:2017年天津的港口经济发展实现跨越式发展,整个经济形势不断向利好的方向发展,其完成相应的生产总值达到了4 000亿元,比去年增长12%,且工业拉动全市经济增长达到8.8个百分点,贡献率达到了34.7%,拉动全市财政收入量的345.67亿元。

天津港口的外贸出口量持续增长,全年的外贸出口总值达到了234亿美元,比上年增长了23%,另外,在三资企业、小企业的注册量上要呈现出上升趋势,商品出口的结构化及高新技术产品的高速增长,使得整个企业的机电产品的出口量不断增长。天津港的对外贸易伙伴不断地增多,且贸易伙伴的数量平稳增长,美国、德国、日本等国家是天津港的主要对外贸易伙伴。天津港利用对外贸易业务的持续增长,拉动整个经济增长,增长率达到10%。近年,滨海新区经济的发展引领了天津港口区域的协调发展,使得天津港的货物调整结构、环境的改善率等都实现了持续的增长,国际化深水大港已经初步形成。

(三)环渤海港口群区域经济发展现状分析

环渤海经济圈的核心城市主要是以天津、辽宁大连和山东青岛等地为主要港口城市的群体,主要港口包括:天津、大连、青岛、秦皇岛、营口等。环渤海经济圈发展速度较快,但是没有形成一个龙头的带头城市,其主要的港口城市中最适宜投资的相关产业为IT、信息、生物及教育、环保等领域。环渤海经济圈依托良好的高素质人力资源优势,重视对知识产权的保护,加快高新技术企业的发展,现已取得显著成效。海尔、海信、青啤等知名企业也起到了良好的模范带头作用。整个环渤海经济圈借助2008年北京奥运会,带动了周边区域经济的持续稳定发展。

环渤海地区的城市群占地面积高达127.84万平方公里,人口约为2.6亿,约占全国人口总量的20%。从国际地位来看,环渤海经济地处亚欧大陆交界处,具有重要的经济发展战略地位^[5],是我国东北及整个北方区域走向世界的主要航海通道。由表3可分析环渤海经济圈地区宏观经济指标。

表3 环渤海经济圈地区宏观经济指标

	山东	同比增长/%	辽宁	同比增长/%	河北	同比增长/%
国内生产总值(亿元)	12 450.0	13.7	6 004.0	11.3	7 689.0	11.6
工业增加值(亿元)	5 690.0	23.9	5 645.0	11.6	1 298.0	12.3
固定资产投资值(亿元)	5 432.0	54.7	3 409.0	35.7	6 720.0	23.6
全省财政收入(亿元)	3 209.0	12.2	466.9	14.9	654.3	33.6
地方财政收入(亿元)	768.0	19.8	899.4	24.7	233.7	14.7
实际利用外资(亿美元)	134.0	23.3	487.3	34.5	56.7	16.8
外贸进出口(亿元)	467.0	34.5	345.7	23.6	45.7	46.7
出口总额(亿美元)	675.8	62.3	124.9	13.8	3.3	34.8
全省港口吞吐量(亿吨)	3.9	12.9	2.3	12.9	1.5	23.4

二、环渤海港口经济预测

(一)预测方法概述

预测即根据近年来港口经济的发展现状,借助于相关的经济发展政策引导,结合当前国际海上贸易环境做出的有一定理论依据的未来经济发展的相关信息。预测方法主要有国内生产总值与对外贸易额的预测方法、海港吞吐量预测、集装箱生成量预测等。

1. 国内生产总值与对外贸易额的预测方法

对于国内生产总值与相应的对外贸易额来说,其主要反应港口城市经济发展的指标,其经济数据指标的建立是在港口集装箱、吞吐量等宏观经济数据指标的基础之上建立起来的,不仅利于指导港口城市经济

发展方向,也突出体现了港口城市经济的未来发展的相关数据信息。此预测方法主要借助于相应的计量经济模型,但是由于数据搜集的困难,在研究中一般采用的是时序法,通过预测这两个经济指标,进而反映港口吞吐量和相应的集装箱吞吐量。

2. 港口总吞吐量预测方法

货物吞吐量决定了一个国家的某个地区海上运输业业务的繁忙情况,其业务往来的经济趋势及相应的社会经济发展水平及产业结构等都与沿海城市经济发展相适应,对于该指标一般在研究中采用的是单方程的计量经济学模型,其主要应用于综合性的运输量指标的相应的反应。

3. 集装箱生成量预测方法

集装箱运输是海上贸易与陆地交通连贯的主要

方式,与散货的运输形式有明显区别,由于受到相应的外贸结构及运输方式的影响,通过对所有信息资料的整理及收集,利用模型计算的方式对整个集装箱的生成量进行未来发展的预测,建立相应的数据模型,构建回归方程,结合定量及定性的研究方法进行预测,并选取相应的专家进行评定,以确保集装箱吞吐量的有效预测。

(二) 环渤海港口的经济预测分析

采用构建相应模型,建立目标函数,将港口经济的未来发展趋势以回归方程的形式进行反映,以此保证预测模型的准确性,根据核心的港口城市,例如青岛、天津和大连为研究对象,通过调查分析 2017 年的 GDP、对外贸易、集装箱吞吐量等相关有效数据,进行相应地预测分析。

1. 国内生产总值及外贸贸易额的预测

第一步 GDP 分析及预测:其中, Y 为当年 GDP, T 为年份, a 为系数; b 为回归系数; e 为校验差值。2013—2017 年三省 GDP 指标如表 3 所示。通过此方程,结合回归方程的计算,对 R 值进行检验,得到 $R=0.989, R^2=0.978$ 。

第二步 外贸贸易额分析预测:按照相应的时间的先后顺序,建立相应的时序方程如下, $Y=106.65+50.59T \pm 7.73$, 在此方程中对 R 值的检验数据为 $R=0.968; R^2=0.973$

表 3 2013—2017 年三省 GDP 指标

年份	亿元人民币		
	山东	河北	辽宁
2013	50 013.00	26 575.00	24 801.00
2014	59 426.59	29 421.15	28 743.40
2015	63 002.30	29 806.10	28 743.40
2016	67 008.19	31 827.86	22 037.88
2017	72 678.18	35 964.00	23 942.00

(2) 港口城市吞吐量及集装箱吞吐量预测

以青岛港的预测为例,建立相应的港口业务发展模型,并选取一定年份的实际数据作为样本数据,并进行采样分析^[6],一元方程如下所示:

$Y=-3 323.902+1.43X \pm 0.098$, 此方程中对 R 值进行相应的检验分析, $R=0.983, R^2=0.986$; 由此对青岛港 2018—2020 年的集装箱吞吐量预测为: 1 287.9 万 TEU; 1 564.8 万 TEU; 1 768.5 万 TEU。

同样,大连港和天津港的预测方法也同青岛港一致。从以上青岛港的回归模型中可以看出,对外贸易增长额已达到了 1 亿美元,可以看出对外贸易对港口集装箱的吞吐量的带动作用不断地凸显,从

回归模型中还可以看出,每当国内生产总值增加一个单位,可以带动青岛、大连及天津港的吞吐量呈现 1.45、1.02、3.42 倍的增长。如表 4 和表 5 所示。

表 4 青岛、大连、天津港吞吐量预测分析表

年份	万吨		
	青岛	大连	天津
2018	40 978.6	31 998.8	48 345.7
2019	43 768.9	32 654.3	52 378.9
2020	45 858.9	33 610.8	55 768.1

表 5 青岛、大连、天津港集装箱吞吐量预测分析表

年份	万 TEU		
	青岛	大连	天津
2018	1 343.9	536.7	867.9
2019	1 457.4	559.7	998.7
2020	1 678.8	659.7	1 372.9

从以上表格中可以看出,在 2018 年三大港的吞吐量将会超过 10 亿吨,集装箱的吞吐量也将达到 2400 万 TEU。作为中国北部地区港口的最大承载量,其三大港在整个协作过程中,将会构建基于和谐发展的一体化区域发展的港口经济形势。

三、我国环渤海港口经济发展竞争力及发展策略分析

(一) 环渤海经济竞争力的构成

沿海城市的港口经济是较为复杂的经济环境系统,在一定的系统结合的作用下,表现出来的是区域经济竞争力和港口竞争力之间的互相影响,反映的是整个港口城市中港口运输、航运服务及相应的海上物流的关系,进而体现整个海洋腹地经济快速高效的发展。另外,由于核心竞争力的发展,综合区域的经济实力不断受到影响,因此对港口经济竞争力的影响因素进行了分析。国内外港口经济环境及相应的国外经济形势将会影响到我国环渤海区域港口经济发展,这也是体现港口经济竞争力的主要环境基础。港口的自然条件及腹地的经济发展状况也会关系到整个港口城市经济发展态势,在促进经济发展及相应的驱动经济协作的过程中,需要根据腹地经济发展内容及发展状态对整个港口经济形势进行实际分析,找到整个港口形势下贸易方式对我国环渤海经济发展的影响。

(二) 环渤海港口经济竞争力分析——以青岛港为例

青岛港连接的是亚欧大陆与太平洋板块,它在我国“一带一路”的建设中属于海洋道路的先锋者,

具有东方桥头堡的作用。青岛港的海洋地质资源丰富,且自然条件优越,是半封闭性的港湾,水深适中,且海岸线稳定,形成了较好的自然条件,另外其码头的承载能力达到2.89亿吨,业务发展形势及相应的承载货量较大;青岛半岛以其自身的优势,展开对外开放的怀抱,区域制造业发展态势体现出竞争的潜力,青岛是老工业基地,制造业是他们的优势,依靠制造业将提升整个青岛港经济发展水平。

高水平的港口经营管理是青岛港的核心竞争力,质量兴港、科技兴港的核心竞争理念一直引领着青岛港的前进,青岛港积极构建了相应的高效发展的核心驱动力,是整个青岛港海洋资源优势的集中体现。此外,青岛港的航线密集,使得集装箱的内陆供应及疏散系统日益完善,政策的倾斜使得青岛港营造了良好的业务发展环境,同时也体现了青岛港着良好的核心竞争力。

(三)环渤海港口经济发展策略分析——以青岛港为例

加快建设国际航运中心,体现的是建设的必要性和迫切性。建设国际航运中心是港口城市进一步对外开放的标志,发挥青岛地区在北方经济发展中的核心作用,提高我国的国际航运竞争力,对青岛的战略位置进行合理地规划。提升腹地经济发展,促进青岛港深水枢纽港的建设将成为国际核心竞争力提高的关键目标,也为今后谋求更大发展创造了良好的空间。

建设集装箱中转枢纽港,以此减轻集中性质的集装箱的运输与卸载,开放交通,使得集装箱能够有层次、有秩序地运转。加快集装箱运输与卸载的相关机械设备的研制,进而提升整个航运企业对于青岛港上线的储运机构设置的有效性。青岛国际航运中心应该按照我国港口的实际规划及总体布局进行

分析,以实现我国经济发展的统一战略目标。另外,建立自由港、加快港口贸易的信息化建设,也是提升港口经济,完善整个港口经济发展过程的关键因素。

四、结语

21世纪是海洋经济高速发展的时代,不仅仅体现在海洋资源上,还体现在港口资源与陆地资源的相互衔接上。发挥区域优势,以海洋资源优势作为港口经济发展的重要抓手,来促进港口经济的快速发展。环渤海经济圈是我国经济未来高速发展的重要区域之一,凭借优良的地理位置及丰富的海洋资源,在促进经贸一体化发展进程中具有重要的战略地位。通过系统分析环渤海区域港口群城市的经济发展状况,并对港口经济的发展趋势进行积极预测,明确了环渤海港口经济未来的发展方向及环渤海港口经济的发展策略。未来将继续加大探究其他港口经济的发展策略,结合环渤海港口城市的发展状况,优化产业结构,有效地推进环渤海港口经济的良性发展。

[参考文献]

- [1] 王志文,王大超.中国环渤海经济圈产业竞争力要素分析[J].东北亚论坛,2007,16(3):74-80.
- [2] 刘长俭.上半年环渤海区域港口经济运行特点及全年预测[J].港口经济,2016(8):14-18.
- [3] 王晓东,田玉杰.港口经济的规律与其发展趋势研究[J].现代商业,2017(20):174-175.
- [4] 郭先登.大国区域经济发展空间新格局下枢纽型大港口发展空间研究[J].环渤海经济瞭望,2016(7):3-10.
- [5] 彭伟.滨州临港产业集群发展的SWOT分析[J].港口经济,2017(1):52-54.
- [6] 金一,郭建科,韩增林,等.环渤海地区港口体系与其城市经济的偏移增长及重心耦合态势研究[J].地理与地理信息科学,2017,33(1):117-123.

[责任编辑] 谭爱兰

doi:10.3969/j.issn.1673-5935.2018.03.021

石化产业发展趋势下东营市国家级石化基地建设研究

王鹏继

(东营市社会科学界联合会,山东 东营 257091)

[摘要] 目前我国石化产业发展面临难得的历史机遇,也面临严峻的挑战。东营市具备打造国家级大型临港石化产业基地的条件,围绕特色定位、资源整合以及协调发展等问题,东营市石化产业基地的建设必须坚持市场配置与政府调控相结合、大项目大企业带动等原则,明确目标、科学布局。通过对地方炼油企业进行整合升级、推动石化产业混合所有制改革、引导民营石化企业国际化发展、加快产业改造与产业升级等路径实现国家级石化产业基地的建设。

[关键词] 石化产业;发展趋势;产业基地;整体思路;建设路径

[中图分类号] F426.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5935(2018)03-0090-05

2015年6月,国家发改委和工信部发布了《石化产业规划布局方案》,提出在沿海地区优先对具有竞争优势和发展潜力的现有产业基地实施升级改造,结合京津冀、长三角、珠三角地区石化产业布局优化和产能整合提升,推动产业集聚发展,逐步形成若干世界一流的石化产业基地^[1]。东营市是因“油”而生、因“化”而兴的城市,石化产业是其主导产业,经过数十年的发展和积累,东营市已经成为全国石化产业最为集中、产业规模最大的区域之一,拥有强大的产业基础,完善的配套措施。以东营市为例研究国家级石化基地的建设路径,对强化我国的石化产业也具有重要的战略意义。

一、我国石化产业发展面临的机遇与挑战

(一)我国石化产业发展机遇

1. 能源消费偏好发生改变

全球经济发展呈现出明显的区域差异,美国、欧洲等主要经济体的经济增长趋势逐渐变缓,而中国、非洲等新兴经济体则正在快速成长为全球经济的主力。发展速度和增长方式上的不一致性加剧了经济形势的复杂性,也带来了能源消费结构的变化。石油、天然气的供应量比较充足,并保

持稳定,美国的致密油、加拿大的沙油是供应量增长的主力,但是供应的增加幅度有所降低。由于绿色经济、绿色世界的提出,环保的概念深入人心,消费者的偏好也发生一定程度的改变,低碳的产品和方式更能被公众所接受,其规模会不断增大。

2. 国家战略带来发展空间

“一带一路”的提出为石化产业提供了扩大国外市场空间的机会。加强跟参与“一带一路”的国家合作能够促进两国之间的贸易发展,贸易的往来直接或间接地带动了石化产品的消耗量,拓宽了石化产业占有国外市场的重要平台。城镇化的大力发展,成为石化产业继续增长的动力源泉。城镇建设需要各种基础设施的投入,大大拉动了人们对建材,家电等的需求。

3. 科技革命提供发展动力

信息技术、互联网、物流的大力发展,提供了一种全新的销售方式,给各行各业都带来了巨大的便利。利用这一发展潮流,提升企业的竞争力,进行企业结构深化改革,这也是石化产业的重大机遇,能够使我国石化产业改变传统的大量粗糙生产模式,发生一个质的飞跃。

[收稿日期] 2018-07-10

[作者简介] 王鹏继(1984—),男,山东即墨人,东营市社会科学界联合会助理研究员,主要从事社会科学研究。

(二)我国石化产业发展面临的挑战

1. 国际竞争自由化带来的挑战

为了促进经济发展,贸易的壁垒被进一步消除,国际化与自由贸易区的设立充分体现了这点。这一方面能够促进贸易的往来,但另一方加剧了竞争的程度。行业的竞争变得不分国界,国外在某一方面的强有力的优势使我国的石化产业面临极大的压力。如北美国家具有丰富的资源与低廉的原材料价格优势,对乙烯及其下游产业造成强有力的压迫。而日本在高端石化方面处于前列,也对我国在这方面构成竞争。

2. 低油价和原料多元化带来的挑战

一方面,油价的持续走低压缩了我国石化产业的利润空间,给石化产业带来压迫感。我国的石化产业存在着众多问题:生产方式传统,产业结构不合理,生产的产品技术含量少,价格低廉,生产成本过高,并且企业整体的管理成本高,使得企业的利润非常薄弱,没有较强的竞争力。另一方面,美国页岩气的发现,更低成本的轻烃类原材料与传统的石化产品原材料区分开来,以更大的竞争优势胁迫着石化产业。

3. 国内市场环境恶化带来的挑战

一是国内经济增速放缓,国内需求随之降低,对石化产品的需求也受到一定的影响。二是国内炼油产业和石化产能过剩态势仍较为严重^[2],部分企业的投资不足,大量企业的产能结构不合理,在激烈的竞争中被淘汰。三是石化产品市场目前竞争较为混乱,不同性质和不同国家的企业凭借着自身优势来抢占市场份额,导致竞争异常激烈^[3]。四是石化产业依赖能源而生存,但是石油资源是不可再生能源,随着开采的增加,可采集的石油资源越来越少,石化产业如何应对资源与环境的约束是一个非常严峻的考验。

二、东营市建设国家级石化产业基地的优势与劣势

(一)东营市建设国家级石化产业基地的优势

1. 政策优势

《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》与《山东半岛蓝色经济区发展规划》是两大国家级战略,对山东省今后经济的发展有着深远影响。东营市打造国家级石化产业基地,可以优化我国临港石化生产力布局,全面支撑山东黄蓝两大战略的实现。此

外,石化产业是东营市的支柱产业,大力推进石化产业结构升级与布局优化是东营市经济发展的总体战略。

2. 资源优势

东营市是我国石化产业最为集中、规模最大的地级市之一,石化产业基础雄厚,临港条件优越,资源支撑能力强,可利用土地资源充足,具备打造大型国家级石化产业基地的条件。

胜利油田、中国石油大学汇集了一批科研机构和高技术人才。各类人才总量达到6.26万人,占总人口的比重达到10.1%,已与70多家高校院所建立了科技合作关系。建有国家大学科技园、国家创业中心,聚集了一批以石油装备制造、石油化工产品为主要研究方向,为高端石油装备制造业提供服务的研发机构。

3. 产业基础

近年来,东营市石化产业规模不断壮大,产业基础逐步稳固,配套能力不断增强,产业特色日益突出。石化产业已经成长为东营市的一张名片,成为东营经济发展的主导产业和支撑力量。

经过多年的发展,东营市石化产业已经具备较强的实力,一大批石化企业已经在国内国外市场上崭露头角,也有一批石油化工产品已经获得了较好的市场口碑,为东营市石化产业的发展打下了良好的市场基础。

4. 区位优势

东营地处渤海湾中心,是环渤海经济区与黄河经济带的交汇点,处于连接中原经济区、东北经济区的枢纽位置。已经初具规模的东营临港石化产业区位于东营市北部的渤海湾沿岸,充分发挥其靠近渤海油田的优势,不断加强港口原油码头及原油管线建设,目前已建成多个原油码头,为海上原油上岸创造了良好的基础条件。

(二)东营市建设国家级石化产业基地的劣势

1. 产业现状与产业压力

目前东营市石化工业的发展还面临一系列的问题:一是企业规模小,平均200万吨的一次原油加工能力与近600万吨的世界平均水平存在明显的差距;二是产业层次偏低,设备装置雷同,产品同质性强,产业链条延伸不够,精品加工力量不足,下游精细化工产业发展缓慢;三是创新投入不足,自主研发能力较弱,高端经营管理以及技术人才缺乏;四是整体竞争力较弱,综合商品率、综合能耗、操作费用、用

工成本等指标难以与国际先进水平相匹敌。

2. 政策压力

当今世界,绿色发展、低碳发展已经成为发展潮流,发达国家政府开始注重绿色经济发展,积极打造战略性新兴产业。中国政府高度重视生态文明建设,修订出台了严格的环境保护法,对排污、碳排放的标准和要求更加严格。这些必将对产业发展带来重大影响和挑战,石化产业也必然要走绿色低碳化发展之路。

三、东营市建设国家级石化产业基地的定位、目标与原则

(一) 东营市建设国家级石化产业基地的定位

东营市要想跻身于国家级石化产业基地之列,除了做大产业规模、提升产业档次、完成产业转型之外,还必须做出产业特色,走差异化发展的道路。这就要求东营市石化产业基地的布局必须与本地社会经济发展的需求结合,定位于为“黄蓝经济区”战略发展目标的实现提供更清洁的能源、性能更优的合成材料、更加绿色环保的化学品。

东营市国家级石化产业基地的建设应当秉承与省内石化工业相互呼应、共同发展的理念,突出自身特色。依据比较优势理论,东营市石化产业的发展 and 国家级石化产业基地的建设应以具备传统优势的炼化产业为核心进行规划和设计,谋求与省内其他石化工业之间的协同发展。利用地缘优势和淄博、潍坊、济宁等城市的石化产业共享资源;利用自身的炼化优势为聊城、济宁等化工园区内企业提供原料供给;利用临港优势承接济南、青岛等城市化工企业转移。

基于以上考虑,东营市国家级石化产业基地可以定位为国内一流、世界先进的新型石化产业基地,建设成为东营市石化产业转型升级的核心平台,山东省石化产业转移、聚集的首选区,东部重要的能源战略通道和生产基地,国内领先的高端石化品创新制造基地,国家级循环经济示范区、绿色化工区,国际知名的石化产业承接地和集中区。

(二) 东营市建设国家级石化产业基地的目标

1. 整体规模目标

做大做强世界级炼化一体化产业,配套建设能源化工产品交易中心和研发创新平台。到 2020 年形成以炼油、乙烯、芳烃一体化为基础,以多元化原料加工为补充的产业体系;到 2025 年形成以清洁能

源、有机原料和合成材料为主体,以化工新材料和精细化工为特色的高端化、清洁化产业体系,建成国内一流的绿色循环高端石化产业基地。

2. 产业整合目标

东营市国家级石化产业基地的建设应当是一个对现有石化工业基础的批判式继承的过程。在充分发挥和利用石化产业基础优势的同时,尊重目前产业发展中面临的问题和短板,进行积极地引导和有效地整合,促进东营市石化产业持续健康发展。引导企业向基地布局,促进炼化一体化发展;支持提高二次、三次加工能力,加快发展石化深加工产品;支持突破乙烯等石化原材料产业发展,破解石化产业升级瓶颈;支持企业通过兼并重组,淘汰落后产能;支持有条件的地方炼油企业与中央企业联合重组,做强做大;支持推广和攻克劣质重油加工技术、清洁油品生产以及节能减排关键技术。

3. 协调发展目标

坚持“高效、生态、循环、安全”的发展理念,坚持高质量招商,建立健全项目引进管理运行机制和项目动态管理机制,提高项目准入门槛,禁止小项目和高能耗、高污染、产出低的项目入园,严把入驻项目质量关,不断提高入驻企业质量和水平,从源头上杜绝高污染、高耗能和不具备实力的项目入驻。

通过国家级石化产业基地的建设,一方面为东营市乃至山东省石化产业向清洁、高端的方向发展提供一个高效平台,实现石化产业自身的升级,落实生态文明要求;另一方面通过充分发挥石化产业的连锁效应、增值效应和拉动效应,利用良好区域和市场优势,与当地及周边地区橡胶轮胎、塑料加工等下游产业有机结合,最终形成可持续发展的现代生态产业体系。

(三) 东营市建设国家级石化产业基地应坚持的基本原则

1. 市场配置与政府调控相结合原则

石化产业的布局要尊重市场选择,重视宏观调控,尽量减少产业布局的无序性和混乱性,避免重复建设和恶性竞争,对新引进的石化、盐化项目进行合理布局。依靠政府通过调整区域产业布局的强制力来强化集聚,努力形成特色产业集群基地。

2. 大企业、大项目带动原则

大项目和大企业在一定程度上代表了城市的发展水平,它们作为城市的纳税大户,其迅速发展有助于提高城市的经济实力和水平。当前东营市的石化

产业正处在高速发展的阶段,引进大企业和大项目是十分必要的,它的优点不仅体现在原行业的升级,而且也为服务业和更多与此发展息息相关的小企业提供了诸多发展机会。

3. 控制源头,放开下游,多元投资原则

从源头进行调控,争取国家的政策支持,制定优惠政策吸引中石油、中石化、中海油集团在东营市建设相关石化项目;同时树立多元化投资的思想,合理规划产品发展布局和产品规模,以优势资源乙烯作为依托,吸引民营资本和外资进入,实现产业的多元化发展。

4. 港口腹地经济一体化发展原则

坚持以港口建设为基础,充分利用港口的交通便利条件,参与到世界范围内的生产力竞争与循环当中,同时要以油气田资源和高新技术为依托,结合市场形势,最大限度地满足市场需求。

四、东营市国家级石化产业基地的建设路径

(一)对地方炼油企业进行整合升级

东营作为国内地方炼油企业数量最多、规模最大的地级市,在地方炼油企业整合升级方面还有大量工作可做。

一是助推企业通过淘汰落后产能获得进口原油使用权。根据国家发改委于2015年2月发布的《国家发展改革委关于进口原油使用管理有关问题的通知》,允许符合条件的地方炼油厂在淘汰一定规模落后产能及建设一定规模储气设施的前提下使用一定数量的进口原油。东营石化产业基地应积极贯彻落实文件精神,扶持基地内现有原油加工项目引进先进技术,开展清洁化改造,通过技术革新降低装置能耗、物耗、水耗,提高成品油质量及节能减排水平,引导企业积极淘汰落后产能并建设储气设施,形成一批通过淘汰落后产能获得进口原油使用权的示范企业。

二是将东营石化产业基地作为东营市炼油产业增量的重点集中发展区域,并实行全市炼油产能总量控制,逐步淘汰基地以外的规模小、技术水平落后的炼油项目。

三是严格控制基地外炼油产能增长。对基地外企业,要逐步提高新建和扩建项目的能耗、物耗、水耗等标准,并通过严格执行基地外各区县的环境总量控制指标,形成倒逼机制,推进炼油增量向东营石化产业基地集中。

四是加快淘汰压缩落后产能。认真落实国家下达的淘汰落后产能任务和《山东省2013—2020年大气污染防治规划》《山东地方炼化产业转型升级实施方案》《山东省2013—2020年大气污染防治规划一期(2013—2015年)行动计划》等文件要求,对违反能源消耗和排污标准的企业进行严厉惩罚。

五是鼓励基地外地方炼厂联合,合作在临港石化基地内建设大型一体化石化项目,实现转型升级。参照东营港联合石化项目的建设模式,集合具有本地优势企业,充分发挥自身的优势,努力建成具有全球优势的大型化项目,构建一体化产业链,使地方炼油产业逐步由“分散独立式”向“集中集约式”发展。

六是积极引导本地小型炼油企业转型。对于装置规模小、改造升级困难的小型炼油企业,引导当地有实力的炼油企业对这些落后产能进行兼并重组并予以淘汰,使小型炼油企业通过产能入股等方式积累资本,进行产业的转型升级^[4]。在此基础上,推出一批投资规模适中、产品发展潜力空间大的新项目,集中向东营本地中小炼油企业进行推介,使其资金基础、人才基础得以继续发挥,推动其实现“再发展”。

(二)推动石化产业混合所有制改革

全面落实十八届三中全会《关于全面深化改革若干重大问题的决定》,发挥东营石化产业以民营企业为主导、经济实力强、活跃度高的优势,搭建有利于多种所有制发展的制度平台,促进国有资本、集体资本、非公有资本等交叉持股、相互融合,进一步激发产业活力。

一是推动上下游产业链合作。推动本地炼化企业与中石化、中石油、中海油等上游油气企业以及国外的石油公司进行合作,提升资源与原料保障能力;创造有利的政策、税收与金融条件,鼓励央企、外资采取股权并购、收购等方式重组本地民营石化企业,推动重大项目实施。

二是推进重点示范先行项目。选取5~10家有条件的企业开展体制机制创新试点,促进资本并购,着力打造一批体制新、机制活、市场竞争优势明显的混合所有制经济项目,建立现代企业制度,推动基地内注册企业优质资产上市。

三是创新体制机制,建立科学的多方利益共享机制。由政府主导设立“东营石化产业投资基金”平台,广泛吸收国有、外资、地方民营企业以及风险投资、东营本地社会资金,发挥政府资金引导作用,

促进高水平新型石化产业项目实施。鼓励民营企业参与投资基地的公用工程项目,采取 PPP、BOT、BT 等模式引入民间资本参与基础设施的投资建设及运营。

四是完善配套鼓励措施。完善相关鼓励政策;构建信息和项目对接平台,及时公开需要巨额资金的项目,面向社会进行集资,吸引更广泛的主体参与。

(三) 引导民营石化企业国际化发展

利用东营石化产业基地的优势,进一步扩大对外开放,打造有利于技术创新的机制和平台,促进本地石化产业由“内生型”向“外向型”发展,由“生产型”向“创制型”转变,使东营石化产业基地成为我 国民营石化产业对外开放、创新发展的示范窗口。

一是对符合条件的投资项目,在市场准入资格、准入程序、土地供应等方面依法实行优惠政策,吸引具有大型项目和竞争优势的国外企业,设立办公场地、生产场地,建设高水平项目,带动本土企业的发展。

二是积极推动拥有资源和技术的国外能源化工公司与本地民营石化企业合资合作,将外资企业拥有的先进技术与国内民企在国内拥有的市场等优势相结合,提升企业的技术水平和管理水平。

三是积极引进国内外科技资源,建设“东营高端石化产品创新研发基地”,引导本地骨干石化企业向产业开发的前端延伸,与国内外科研机构、工程公司、投资者合作开发领先的新产品、新技术。

四是成立“东营石化企业技术引进联盟”,在油品加工、合成橡胶等重点领域,按照企业的共同需求,由相关企业成立技术引进谈判的联合体,提升技术议价能力,避免企业各自为战、重复引进;鼓励相关企业建立联合技术中心,提高技术消化能力,促进产业整体创新能力的提升。

(四) 积极打造新型产业体系

要重视在现有基础上提升规模和效益水平,更要注重内涵式发展,提升资源产出率、效益水平和科

技含量,实现特色化、差异化发展^[5]。以临港物流为先导,大力发展“清洁能源”和“高端石化”两大产业体系,同时完善配套设施、创新体制机制,为产业发展保驾护航。

一是以“油品清洁化,能源多元化”为方向发展清洁能源产业体系。主要发展三条主线:一是加快建设和完善千万吨炼油百万吨芳烃一体化项目,提高基地的原油加工规模水平和芳烃保障能力;二是改造升级现有炼厂,提升中小型炼厂的技术水平,采用先进高效的加氢脱硫技术,发展清洁汽柴油添加剂,提高油品质量,以满足不断提高的汽柴油标准要求;三是发挥临港优势,建设 LNG 码头、LNG 接收站、气化设备及输气管网,为基地和周边地区供应天然气,同时进行 LNG 冷能的多种途径综合利用,促进清洁能源产业与高端石化产业充分融合。

二是以“产业一体化、产品高端化”为方向发展高端石化产业体系。加快提升和开拓上游龙头项目,为基地提供烯烃、芳烃等基础原料,提高本地高端石化产品的原料自给水平,促进产业链式发展,建设形成以专用精细化学品为重点的乙烯产业链、以高附加值聚合物为重点的丙烯产业链、以高端合成橡胶为重点的碳四烯烃产业链、以新型特种聚酯为重点的对二甲苯产业链、以高性能工程塑料为重点的纯苯产业链等五大产业链条。提升产业价值,避免同质化、低水平建设,使东营石化产业基地成为东营市石化产业转型升级的核心平台,成为山东省石化产业转移、聚集的首选区。

[参考文献]

- [1] 王基铭. 石化业的转型升级与发展[J]. 中国石油石化, 2015(11):18-23.
- [2] 张传兆. 供给侧改革给炼化企业带来的挑战与机遇[J]. 中外能源, 2016(7):6-12.
- [3] 戴厚良. 把握发展新趋势实现我国石油化工产业的转型发展[J]. 当代石油石化, 2015(8):1-3.
- [4] 吴柏钧. 中国经济转型与石化产业的可持续发展[J]. 化工管理, 2015(10):25-29.

[责任编辑] 谭爱兰