

文章编号: 1001-6112(2008)05-0532-05

戈壁区油气化探方法有效指标参数研究

陈浙春¹, 汤玉平¹, 程同锦¹, 蒋涛¹, 黄欣¹, 刘新华²

(1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151;)

2. 中国石油股份有限公司 长城钻探工程分公司录井公司, 辽宁 盘锦 124010

摘要: 选择新疆准噶尔盆地柴窝堡地区作为戈壁区油气化探方法的研究试验区, 从化探方法样品采集技术、测试技术入手, 结合研究区已知油气井(柴参1井)的相关地质认识, 对不同化探方法(热释烃、物理态吸附气、吸附丝等)有效指标参数进行了研究。结果表明: 物理吸附气重烃指标(WLC_2^+)、热释烃甲烷指标(RC_1)和吸附丝(XC_{4+5})指标均呈环状异常模式, 很好地指示了获工业油气流的柴参1井(地)区; 物理吸附气组构指标($WLiC_4/nC_4$)呈顶置块状异常模式, 亦很好地指示了柴参1井区。因此物理吸附气、吸附丝方法可作为该戈壁区的有效化探方法, 热释烃方法可作为该戈壁区的辅助化探方法。

关键词: 热释烃; 物理态吸附气; 吸附丝; 油气化探; 戈壁区; 准噶尔盆地

中图分类号: TE132.4

文献标识码: A

STUDY OF THE EFFECTIVE GEOCHEMICAL EXPLORATION METHODS AND INDICATORS USED IN GOBI AREAS

Chen Zhechun¹, Tang Yuping¹, Cheng Tongjin¹, Jiang Tao¹, Huang Xin¹, Liu Xinhua²

(1. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute of Petroleum Exploration and Production, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China; 2. Logging Company of Great Wall Drilling Engineering Branch, CNPC, Panjin, Liaoning 124010, China)

Abstract: An experimental study has been made by the different geochemical methods (heat-released hydrocarbon, physically absorbed gas, and wire-absorbed gas, etc) in the selected existing well (Well Chaican 1) area. The area selected for studying the geochemical methods, as well as the effective parameters and indicators is a Gobi area in Chaiwobao, the Junggar Basin. The study of comparability and the effectiveness of the geochemical indicators in the known oil-and gas-well (Well Chaican 1) was made by the sampling collection techniques and sample testing techniques of the various geochemical methods. The results showed that the physically absorbed gas (or free gas) and the heat-released hydrocarbon could be used as the main geochemical methods in the selected Gobi area. Some indicators have halo anomaly patterns, consistent well with the existing oil and gas well (Well Chaican 1) area, such as physically absorbed gas C_2^+ and C_{4+5} , and the acid-extraction C_1 . The ratio of the physically absorbed gas, eg. iC_4/nC_4 , has a apical anomaly pattern, consistent well with the known oil and gas area.

Key words: heat-released hydrocarbon; physically absorbed gas; wire-absorbed gas; oil and gas geochemical exploration; Gobi area; the Junggar Basin

中国西部塔里木、准噶尔和河西走廊等诸多盆地包含有广大的戈壁, 而戈壁区油气勘探受地表及地下复杂地质因素的影响较大, 开展地震工作比较困难^[1]。油气化探作为直接、经济和有效的找油气勘探方法^[2~6], 可以成为西部戈壁区油气勘探的选择性手段。本文选择准噶尔盆地柴窝堡地区作为戈壁油气化探方法的研究试验区, 结合相关地质认

识, 对戈壁区油气化探方法的适用性、创新性等进行研究。

1 研究区地质概况及勘探程度

准噶尔盆地柴窝堡研究区作为戈壁区化探方法研究的优势与目的在于: 该戈壁区在柴参1井勘探前开展的常规化探普查工作中的应用效果不甚

收稿日期: 2007-09-10; 修订日期: 2008-08-25。

作者简介: 陈浙春(1964—), 男, 高级工程师, 主要从事油气化探研究。E-mail: chenzhechun@163.com。

基金项目: 中石化股份公司科研项目(P02091)。

理想;该研究区已知的获工业油气流的柴参1井(地)区对戈壁区化探方法有效指标参数的研究结果提供了验证方面的可比性;现有油气化探方法在戈壁区的适用性、戈壁区化探方法的创新研究等工作的总结可对戈壁区油气化探工作具有借鉴意义。

1.1 研究区地质概况

试验区位于新疆乌鲁木齐东南部柴窝堡—达坂城地区,构造位置在准噶尔盆地南缘柴窝堡凹陷达坂城次凹西部;戈壁类型主要为冲积—洪积砾石戈壁,区内近北东、南北冲沟发育,地形地貌复杂多变,广泛分布巨厚的第四系砾石层,地貌上以砾漠戈壁为主,也有部分盐湖、沼泽及农田。试验区地表化探工区面积为109.25 km²,按详查网度(500 m×500 m)采集了520个化探样品,并对这些样品进行不同化探方法(热释烃、物理态吸附气、吸附丝)的分析测试。

1.2 研究区勘探程度

2000年以前,新疆石油管理局、地质矿产部西北局等单位先后在柴窝堡凹陷做了大量的油气勘探工作。2001年以来,中国石化西部新区指挥部在该地区进行了新的勘探工作。该地区钻探井6口:柴参1井(地)、柴参1井(石)、柴2井、柴3井、坂参1井和达1井;侧钻井2口:柴参1侧1井、侧1X井。其中柴窝堡构造上的柴参1井(地)于井深3 024.82~3 041.5 m(P₂h)获低产工业油气流,日产天然气1.26×10⁴ m³,日产油4.8 m³。柴参1井(地)、侧1井测井解释油气层6层,44.8 m。达1井亦钻遇良好油气显示层^[8]。

2 戈壁区油气化探采集技术研究

2.1 热释烃样品的采集

本次试验采取的是钢钎和铁锹挖掘深坑的方式,并在前人工作经验的基础上对采样深度作了调整,在0.5~1.0 m的深度上收集样品,去除大小砾石,筛选土壤样品。样品在进行测试之前,在预处理环节上进行了一些技术上的改进工作。

2.2 物理吸附气的野外采集

由于物理吸附气的赋存状态与游离态轻烃相比相对稳定^[9~11],而又比酸解烃和热释烃活跃,可以在一定温度下通过抽真空的方法解吸,所以它不易受地表土壤岩性、有机质及人文因素的影响。

将所采集的土壤样品装入专门设计的取样瓶中,在野外实验室真空脱气,收集所脱气体,装入小集气瓶中,送室内实验室分析。

2.3 吸附丝的野外采集

研究区地处戈壁区,人烟稀少,气候干燥少雨,地下水位低,适于采取野外插丝的方法,本次野外插丝的回收率达到99%以上。

在采样坑中插入两根吸附丝,上扣一只玻璃杯,然后用土掩埋,数天后到野外取丝,装入玻璃管中,再用酒精喷灯熔封,然后送实验室分析。

3 化探指标异常与综合异常评价

3.1 研究区内的圈闭

柴窝堡地层—构造圈闭位于柴杨断褶带东部,南、北分别以盐湖北断层、柴湖断层为界,西部T_{P₂h}圈闭以地层剥蚀线及断层为共同边界,东部以—3 000 m构造等高线为最低圈闭线,内部发育柴窝堡南等次级断层。该地层—构造圈闭T_{P₂h}圈闭面积72.4 km²,闭合幅度2 900 m,高点埋深—100 m。构造低部位已钻探井2口:柴参1井(地)、柴参1侧1井,其中柴参1井(地)获工业气流,柴参1侧1井见良好显示,达1井亦钻遇低产油层^[12]。

纵向上,由于柴湖及其配套断层柴窝堡、柴窝堡南断层的控制作用,柴窝堡构造深、中、浅层局部构造类型有较大差异。二叠系为地层—构造圈闭,至三叠系圈闭类型变为背斜型。

3.2 研究区化探指标地球化学背景

为了研究区域地化场特征,油气化探方法可通过地化场参数的统计分析对一个盆地或一个勘探区进行地球化学场描述,这些参数包括均值(C)、变异系数(S/C)等。由于变异系数(S/C)指示数据的相对变化大小,它可反映不同化探指标后期叠加作用的显著程度^[13]。

柴窝堡研究区地球化学指标特征参数统计表显示(表1):吸附丝、热释烃各指标对烃类微渗漏作用或表生烃类干扰作用较为敏感,表现在它们的后期叠加作用也较为显著;而物理吸附气各指标则相反,表现在它们的后期叠加作用也显得微弱。这说明不同化探指标在指示深部油气微渗漏方面或对表生烃类的抗干扰作用存在差异,在没有排除表生烃物质干扰的情况下,其化探指标在已知区的应用效果暂时还不得而知。

3.3 单指标异常特征

3.3.1 热释烃指标

研究区西南部的湖沼区为RC₁强异常带,岩性主要为亚砂土、亚粘土和粘土,西部边缘有部分样点采自农田和湖沼,岩性亦以亚砂土和亚粘土为主,这些地区以高值为主(图1);除上述两地区外

表1 准噶尔盆地柴窝堡戈壁试验区地球化学指标原始值特征

Table 1 The geochemical indicator original values of Chaiwobao Gobi area in the Junggar Basin

指标	最小值	最大值	均值	标偏	变异系数 (S/C)
$RC_1/(\mu L \cdot kg^{-1})$	1.20	26.89	4.04	3.20	0.79
$RC_2/(\mu L \cdot kg^{-1})$	0.01	2.83	0.13	0.22	1.69
$RC_2^+/(\mu L \cdot kg^{-1})$	0.02	18.50	0.54	1.34	2.48
RC_2^+/RC_1	0.01	1.21	0.10	0.12	1.20
$WLC_1/(\mu L \cdot L^{-1})$	0.82	39.96	3.32	2.67	0.80
$WLC_3/(\mu L \cdot L^{-1})$	0	5.72	1.11	0.91	0.82
$WLC_2^+/(\mu L \cdot L^{-1})$	0.02	39.05	5.98	5.17	0.86
WLC_2^+/C_1	0.02	14.28	2.07	1.82	0.88
$WLiC_4/nC_4$	0.07	28.81	3.29	4.03	1.22
$WLC_1^+/(\mu L \cdot L^{-1})$	0.91	50.10	9.29	6.04	0.65
XC_{2-5}	0	10 415.00	268.63	605.21	2.25
XC_{4-5}	0	3 246.00	219.23	367.85	1.68
X 烷烃	0	10 847.00	393.11	771.21	1.96
X 总芳烃	0	5 758.00	361.46	845.26	2.69

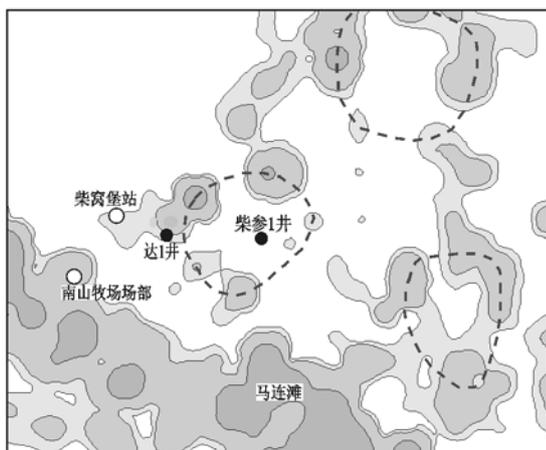


图1 准噶尔盆地柴窝堡戈壁试验区 RC_1 指标浓度异常
Fig. 1 Concentration anomaly of acid-extraction C_1 of the Chaiwobao Gobi area in the Junggar Basin

RC_1 指标浓度为低值区,岩性主要为砂土。而已有的地质资料显示,并无直接的证据表明西南部的湖沼区、西部边缘高强度 RC_1 指标异常与深部油气微渗漏有直接关系,表明岩性对 RC_1 指标的影响,因此化探工作应排除 RC_1 指标高值的“假”异常。热释烃 RC_1 指标浓度在油气井柴参1井(地)井区有一个比较好的环状异常;在研究区东北及东南角,也各有一环状异常(图1)。

3.3.2 物理吸附气

WLC_2^+ 指标主要高值带出现在研究区的东部(图2),与地貌和岩性没有直接关系。在柴参1井(地)区上,也出现了一个环状异常,异常呈北西走向,临近的达1井同样在异常之外。东北角出现一个面积比柴窝堡异常面积小一倍的环状异常区。

向,临近的达1井同样在异常之外。东北角出现一个面积比柴窝堡异常面积小一倍的环状异常区。

$WLiC_4/nC_4$ 指标的主要高值带在研究区中部(图3),在柴参1井(地)区上方形成了一个顶端块状异常,其范围与其他指标在该区形成的环状异常比较匹配,可能是由于深部存在的油气藏对异构烷烃不断的有效补充所形成的,在烃组构上与油气区以外的样品产生了显著的差异。此外,在柴窝堡站到南山牧场场部亦形成了一个小的环(块)状异常。

3.3.3 吸附丝指标

吸附丝 XC_{4+5} 指标在研究区内并没形成高值带,总体上呈现较为零散特征(图4)。在柴参1井(地)区上方形成了一个环状异常,达1井处在环状异常的边缘;在研究区的东南角,也有一个小的近环状异常,形态上显示其完整性较差,因此,其所

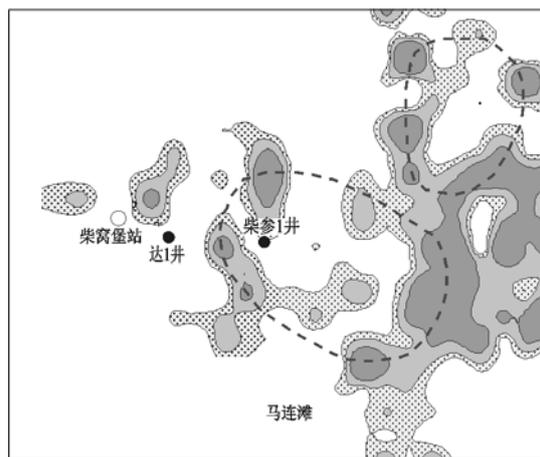


图2 准噶尔盆地柴窝堡戈壁试验区 WLC_2^+ 指标浓度异常
Fig. 2 Concentration anomaly of the physically-absorbed WLC_2^+ of the Chaiwobao Gobi area in the Junggar Basin

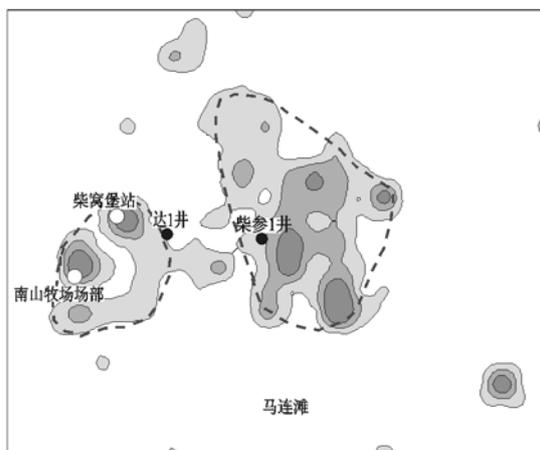


图3 准噶尔盆地柴窝堡戈壁试验区 $WLiC_4/nC_4$ 指标异常
Fig. 3 Concentration anomaly of the physically-absorbed gas ratio iC_4/nC_4 of the Chaiwobao Gobi area in the Junggar Basin

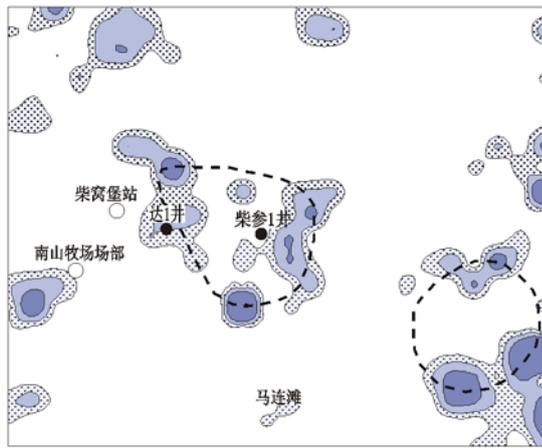


图 4 准噶尔盆地柴窝堡戈壁试验区 XC_{4+5} 指标丰度异常
Fig. 4 Concentration anomaly of the wire-absorbed gas XC_{4+5} of the Chaiwobao Gobi area in the Junggar Basin

圈定的异常可信度低于柴参 1 井处的环状异常。

3.4 综合异常评价

根据单指标异常的解释及各指标的影响因素与有效性的分析,综合单指标异常形态、异常叠合关系和指标组合特征等因素,在柴窝堡研究区共圈定了 3 个化探综合异常。

3.4.1 柴参 1 井(地)区化探综合异常

柴参 1 井(地)区综合异常位于研究区中部,面积大约 13 km^2 ,异常模式为环状。各指标在该综合异常上均有比较好的单指标异常,其中 WLC_2^+ , XC_{4+5} 为良好的环状异常, RC_1 也为环状异常, $WLiC_4/nC_4$ 为一顶置的块状异常(图 5 I)。其特点是:指标全,所优选的主要指标和辅助指标均有显示;叠合好,各指标间均能有效叠合;空间配置好,各指标均在柴参 1 井(地)上方有效叠合,并与构造相匹配,说明异常的形成是深部油气垂向微渗漏运移的产物。

由于柴窝堡构造的深、中、浅的局部构造受到了柴湖及柴窝堡、柴窝堡南断层的控制,所以在化探异常上也有反映。在柴湖断层和柴窝堡南断层附近,各指标均出现高值异常,反映出在该地区断裂是烃类垂向运移的良好通道,同时从侧面也反映出断层的封闭性并不是很理想。同时也表明,该综合异常与下部油气藏有成因上的联系,异常区内为有利的油气勘探靶区。

3.4.2 柴湖断层北综合异常

柴湖断层北异常由 RC_1 环状异常和 WLC_2^+ 环状异常叠合而成,位于研究区东北角,面积约 4.5 km^2 (图 5 II)。

该综合异常上化探指标少,面积小,构造上位

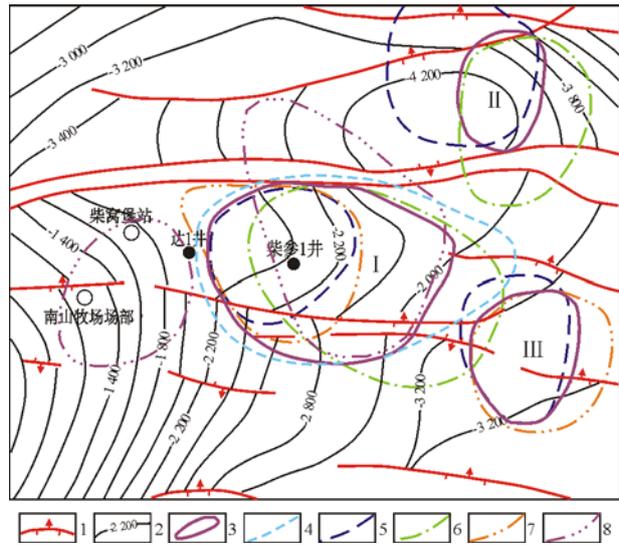


图 5 准噶尔盆地柴窝堡戈壁试验区油气化探综合异常

- 1. 断层;2. 构造线;3. 综合异常;4. RC_1 异常;5. RC_2 异常;
- 6. WLC_2^+ 异常;7. XC_{4+5} 异常;8. $WLiC_4/nC_4$ 异常

Fig. 5 Integrated anomaly of the geochemical indicators in the Chaiwobao Gobi area of the Junggar Basin

于低部位,并夹在两断层之间。形成烃类异常的主要原因可能是断层造成的,柴参 1 井(地)区的油气顺断层侧向运移到地表形成了化探异常;也可能是深部生油层中,轻烃沿断层运移到地表而形成,或者是两者的综合效应。

3.4.3 马连滩东化探综合异常

马连滩东化探综合异常位于研究区的东南部,面积约 4 km^2 ,由 RC_1 和 XC_{4+5} 单指标异常组成(图 5 III)。该综合异常由于异常下方无好的构造圈闭,而且夹持于多个断层之间,其形成原因可能与柴湖断层北异常相同。

4 结论

1)常规化探方法受戈壁区复杂的地表条件等诸多因素的制约,认为戈壁区样品采集深度范围可确定在 $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ 之间。

2)热释烃、物理吸附气和吸附丝等油气化探方法可以适应于戈壁区,物理吸附气和吸附丝方法受地表地貌及岩性的影响小,是戈壁区主要的有效化探方法;而热释烃法的影响因素较多,是主要的辅助化探方法。

3)物理吸附气 WLC_2^+ 、 XC_{4+5} 和 RC_1 在已发现工业油气流的柴参 1 井(地)区呈环状异常模式,物理吸附气 $WLiC_4/nC_4$ 呈顶置块状异常模式;达 1 井处于各化探指标异常范围之外,这与该井仅试获低产油气是吻合的,这充分说明各指标异常的可靠

性和对油气区的有效指示性。

参考文献:

1 程庆,姚姚,王小卫等. 山前复杂带三维地震资料处理技术探讨[J]. 天然气工业,2007,27(5):52~54

2 蒋涛,陈银节,赵克斌等. 已知油气藏上方油气化探指标的有效性分析[J]. 石油实验地质,2008,30(2):207~211

3 刘运黎. 似源组构异常在油气化探中的应用[J]. 石油与天然气地质,2003,24(2):184~186

4 李红梅,夏斌,程军等. 东营凹陷花沟地区 CO₂ 气藏化探指标综合评价[J]. 油气地质与采收率,2007,14(1):50~52,112

5 夏响华,胡凯,秦建中等. 油气化探轻烃指标间关系与烃运移地表显示:以松辽盆地东南隆起区十屋断陷为例[J]. 石油实验地质,2006,28(6):586~589

6 汤玉平,刘运黎,赵耀伟等. 川西地区浅、中层天然气藏化探判别模型[J]. 石油与天然气地质,2005,26(4):530~536

7 旷理雄,郭建华,王英明等. 柴窝堡凹陷达坂城次凹油气成藏条件及勘探方向[J]. 天然气地球科学,2005,16(1):20~24

8 郭建军,陈践发,朱忠云等. 柴窝堡凹陷达坂城次凹上二叠统烃源岩的地球化学特征及勘探方向[J]. 沉积学报,2006,24(3):446~454

9 李广之,程同锦,汤玉平等. 物理吸附气的油气指示意义[J]. 石油实验地质,2006,28(5):485~488

10 程同锦,李广之,陈银节. 吸附烃提取新技术及其在地表油气化探中的应用[J]. 石油实验地质,2007,29(2):116~119

11 李广之,胡斌,邓天龙等. 不同赋存状态轻烃的分析技术及石油地质意义[J]. 天然气地球科学,2007,18(1):111~116

12 罗劲,童小兰. 柴窝堡凹陷柴窝堡构造达 1 井钻探效果及其勘探意义[J]. 新疆石油学院学报,2004,16(3):9~12

13 蒋涛,汤玉平,程同锦. 塔北某区油气藏上方吸附丝指标异常模式研究[J]. 天然气工业,2003,(增刊):32~34

(编辑 徐文明)



欢迎订阅 2009 年《油气地质与采收率》

《油气地质与采收率》是经国家新闻出版总署批准,由中国石油化工集团公司主管,胜利油田分公司主办,面向国内外公开发行的国家级石油类技术期刊。中国标准连续出版物号:CN37-1359/TE,国际标准连续出版物号:ISSN1009-9603。该刊为山东省优秀期刊、华东地区优秀期刊、中国石油和化工行业优秀期刊、中国石油化工集团公司核心科技期刊、全国中文核心期刊和中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)。

《油气地质与采收率》以讨论“油气勘探开发新理论、新方法”和“提高油气采收率技术”为主题,报道内容涵盖了油田勘探开发主业的各个专业。设有“油气地质”、“勘探技术”、“油气藏工程”、“油气采收率”、“油气钻采工程”、“油气藏经营管理”和“专家论坛”等栏目。

《油气地质与采收率》为双月刊,大 16 开本,110 页,逢单月 25 日出版,每期定价 10 元,全年 60 元。欢迎广大读者直接从本期刊社订阅。在校学生半价优惠。

订刊汇款方式

1. 邮局汇款:(257015)山东省东营市聊城路 3 号期刊社

联系人:左 萍

订刊电话:(0546)8715240 传真:(0546)8715261

电子邮件:pgre@slof.com 或 pgre@163.com

2. 银行汇款:中国石化股份胜利油田分公司地质科学研究院

开户行:工商银行东营区支行

帐 号:1615002109022100494