

文章编号:1672-9854(2007)-02-0057-06

塔里木叠合盆地待发现可采油气资源初步预测及评价

周新桂,张岳桥,王红才,张林炎,范昆

(中国地质科学院地质力学研究所)



周新桂

摘要 油气资源评价单元的划分是盆地油气资源定量评价的核心,而盆地的含油气系统又为限定评价单元之基础。以复合油气系统原理和方法为指导,油气源对比判识为手段,以寻找各供烃中心和油气藏之间成因关系为目的,重新划分了塔里木盆地4个复合油气系统和5个评价单元。在详尽分析评价单元油气勘探历史和发现历史基础上,结合已发现或落实的圈闭数量和规模,利用第七逼近法和蒙特卡罗法,对塔里木盆地已知油气系统中评价单元进行了油气资源与油气田规模、数量的定量预测评价。研究表明,塔里木盆地待发现石油可采资源量 $11.43 \times 10^8 \text{t}$,预测油田数量94个,86%集中在台盆区下古生界海相评价单元;预测待发现天然气可采资源量 $21000 \times 10^8 \text{m}^3$,气田数量104个,58%集中在库车前陆评价单元。塔里木盆地有近91%的石油、84%的天然气资源等待发现,是我国陆上资源发现程度较低的盆地,也是我国未来油气储量增长最重要的盆地。

关键词 塔里木盆地;含油气系统;油气评价单元;油气资源预测;潜力评价

中图分类号:TE16;TE111.1 **文献标识码**:A

周新桂 1966年生,博士,研究员,硕士研究生导师。主要从事油气资源调查与评价、油气成藏规律和储层构造裂缝定量预测研究。已发表论文38篇,曾获地质矿产部科技成果三等奖2项。通讯地址:100081 北京市海淀区民族大学南路11号;电话:(010)68422374

油气资源的评价和储量预测对世界范围内的地质学家来说都是一个难点和有待解决的关键问题,尤其是储量增长的预测更是相当难控制的。尽管每年都存在巨大的储量增长,但是世界储量增长总量的量化模式还没有建立起来。主要的问题是对油气田规模估计似乎不具有充分的可靠性,以致不能形成世界水平的、合理的储量增长函数。对全球各主要盆地的资源和储量增长预测以及资料数据表明^①,世界储量增长将是近期国际探讨的重要主题。因此,对在未来30年内世界油、气和凝析油的待发现油气资源和潜在储量增长的预测,已经发展成为21世纪世界石油资源评价重要部分。

待发现油气资源量预测工作方法较多:(1)利用油气藏规模分布预测方法预测未知圈闭的储量分布特征;(2)利用发现历史序列估计待发现油气藏

的数量;(3)利用蒙特卡罗模拟法获得待发现可采油气资源的规模大小和数量的分布概率。本次塔里木叠合油气盆地资源评价中,综合考虑了美国历史上储量增长的评价模式,主要采用第七逼近法对塔里木盆地油气资源进行战略性的预测。

1 盆地油气系统和评价单元划分

评价单元的划分是盆地油气资源评价的核心。本次评价以盆地复合含油气系统概念作为限定评价单元的基础。

1.1 油气系统和评价单元划分原则

含油气系统划分是一个很复杂的过程。塔里木盆地台盆区寒武系—奥陶系烃源岩在不同构造单元中生烃演化历史明显不同,既有加里东期后供烃中

收稿日期:2007-01-14

基金项目:中国地质调查项目“陆上油气新区资源战略调查与评价”(编号:DKD2104011)

① 美国地质调查局.世界石油资源评价,2000.

心(满加尔凹陷主体)、海西期后供烃中心(哈拉哈塘凹陷、草湖凹陷和塔中北斜坡—满加尔凹陷西北和满加尔凹陷西南地区),又有海西期供烃中心(巴楚隆起中北段)和喜马拉雅供烃中心(塔中中上奥陶统和塔北阿克库勒凸起和沙西凸起等地)。因此,油气系统的划分必须进行系统的油气源对比和判识,以寻找各供烃中心和油气田(藏)的成因关系。

同一油气系统必须是同一成因类型的油气源,即具有“同源性”(如塔里木台盆区主要为海相寒武系—奥陶系源岩),但可以有不同的油气移聚方式和成藏演化的差异或充注程度、捕集方式和封闭条件的差异(如塔中、塔北和巴楚—麦盖提油气区)。

而评价单元隶属于含油气系统,但它更强调的是油气系统中油气运移和聚集成藏特征的“共同性”或“相似性”,即同一油气评价单元各油气藏具有相似的流体物理化学特征、相近的成藏条件、相似

的运聚机制和相似的成藏模式。这种基于油气评价单元的油气资源评价工作更具有预见性,能更好地服务于勘探决策或区带资源潜力评价。

1.2 塔里木盆地油气系统划分

根据塔里木盆地所有油气田(藏)的基本特征,以及油气成藏期和现有绝大多数油气田中石油、天然气的来源判识(图1、图2),同时,对比不同单元成油(藏)组合的相似性和差异性,并在考虑生储盖形成的动力学环境和构造背景基础上,拟四分塔里木盆地的油气系统,即库车前陆区陆相油气系统(陆相三叠系—侏罗系源岩)、塔西南前陆区陆相油气系统(陆相侏罗系源岩)和台盆区海相油气系统(海相寒武系—奥陶系源岩),以及塔东南(含孔雀河地区和英吉苏凹陷)前陆区陆相油气系统(?) (陆相侏罗系源岩),见图3。

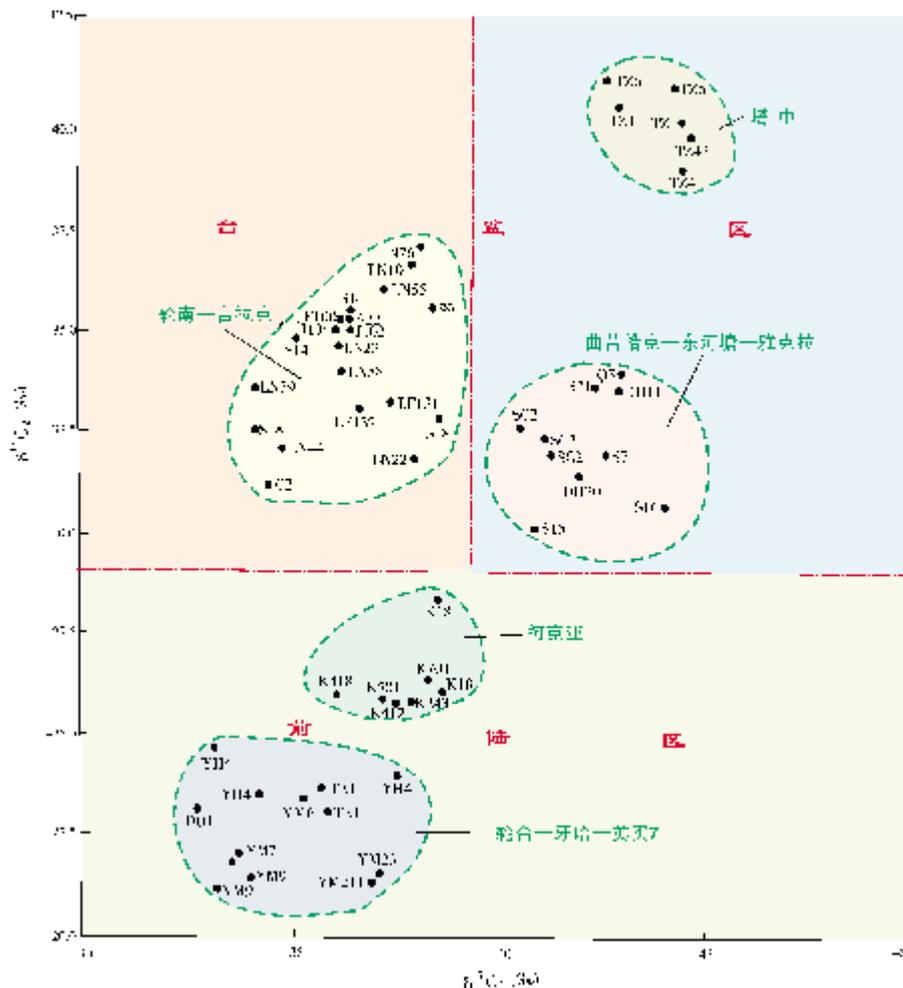


图1 塔里木盆地台盆区和前陆区天然气成因类型对比^[1]

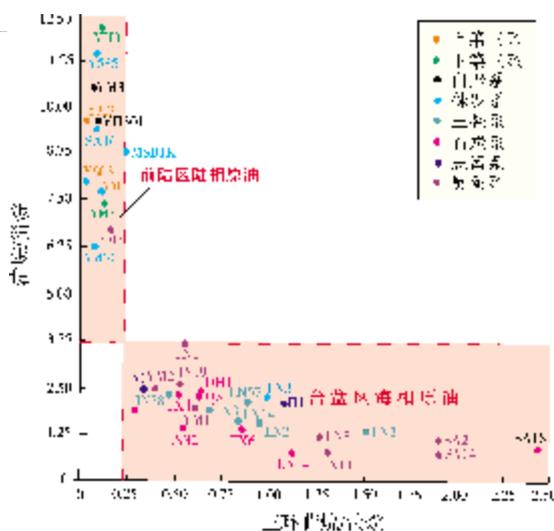


图2 塔里木盆地海相和陆相原油源对比

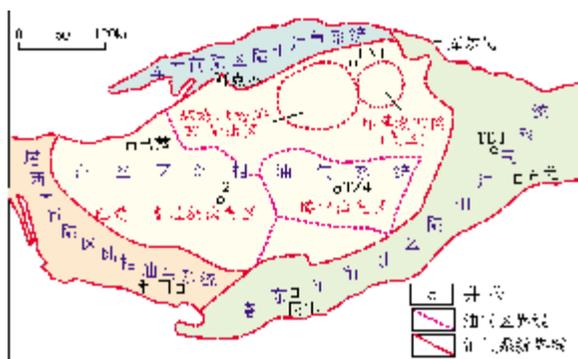


图3 塔里木盆地油气系统划分

赋存部位和油气性质产生了明显影响(图5)。以构造面 T_3^0 为界, 古生界和中生界储层分属于不同的构造形变层; 另一方面, 寒武系—石炭系等古生界油气藏具有早期成藏、后期改造调整和气侵作用明显的共同特征; 而中生界三叠系、侏罗系和白垩系等层位油气藏主要是燕山期—喜马拉雅期成藏。因此, 将台盆区海相油气系统粗分为两个评价单元: 古生代储层和中生代储层油气评价单元。

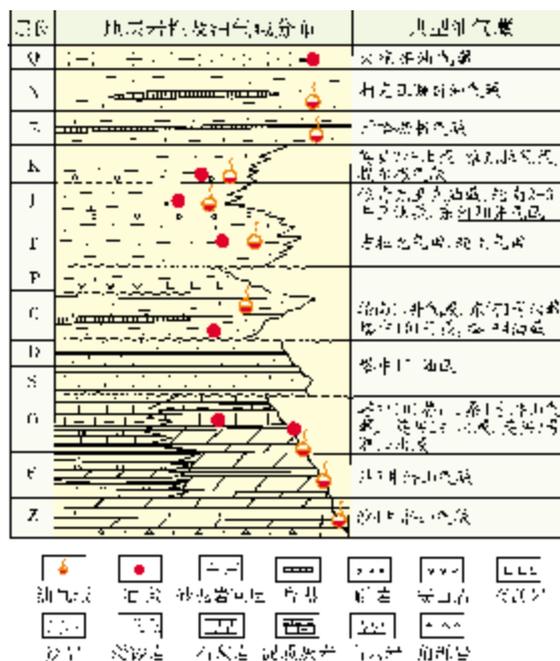


图4 塔里木盆地油气系统油气藏分布层位示意图^[2]

1.3 塔里木盆地油气评价单元划分

1.3.1 评价单元划分问题讨论

评价单元强调的是系统内油气运移和聚集成藏特征相似性。过去通常以区带作为勘探对象之原因是成藏条件的相似性或存在许多共性, 而且以各油气聚集区带中的“主要产层(储层)”作为单元划分原则方案是大家都能接受的。但塔里木盆地在油气纵向分布上, 除了二叠系(阿瓦提坳陷胜利1井有显示)外, 几乎都发现或存在油气田(藏)^[2](图4); 另外, 同样是石炭系作为储层, 也存在油气性质、甚至油气源截然不同的情况。这给塔里木盆地油气评价单元划分带来很大难度, 为此, 对处于同一构造体制下形成的储集体系或产层, 采取归并处理。因为台盆区古生界与中生界之间的构造事件对台盆区油气系统中油气

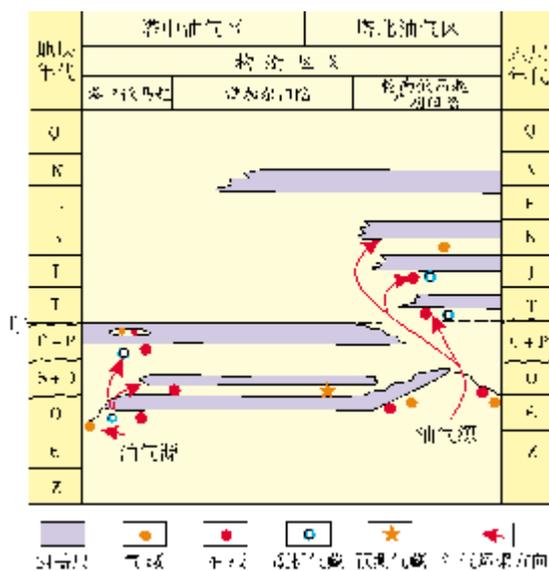


图5 塔里木盆地台盆区油气系统油气成藏模式^[2]

1.3.2 油气评价单元划分

在油气系统划分基础上,五分油气评价单元,即塔里木库车前陆区评价单元、塔里木塔西南前陆区评价单元、塔里木台盆区寒武系—石炭系评价单元、塔里木台盆区三叠系—白垩系评价单元和塔里木塔东南前陆区评价单元(图6)。

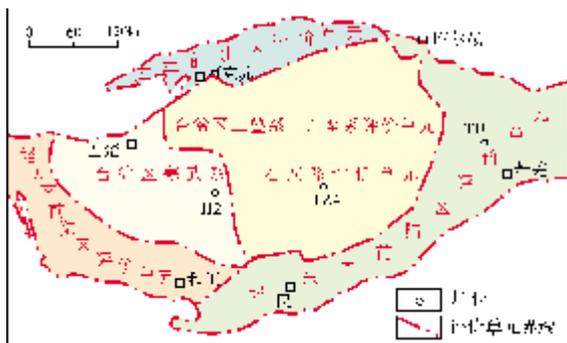


图6 塔里木盆地评价单元划分

台盆区海相油气系统以海西晚期构造界面(T_3^0)为界,中、新生界和古生界储层分属于上、下构造层,上下构造层产层油气同源(图5)。下构造层以陆棚—斜坡相和滨岸相奥陶系—石炭系为主要产层,其次还有寒武系(如雅克拉凝析气藏)、志留系(如塔中11、塔中47)产层,划归为一个评价单元,称“塔里木台盆区寒武系—石炭系评价单元”或称“塔里木台盆区古生界评价单元”,该单元分布广,范围与台盆区油气系统边界基本一致。上构造层主要产层是三叠系(主要位于环草湖凹陷和环哈拉哈塘凹陷),其次是侏罗系—白垩系(东河塘—雅克拉地区),划归为一个评价单元,称“塔里木台盆区三叠系—白垩系评价单元”或称“塔里木台盆区中生界评价单元”,分布于三叠系—侏罗系残余沉积的分布范围内。

库车陆相油气系统中既有古生界(寒武系—奥陶系)产层,又有中生界(侏罗系、白垩系)和新生界(老第三系、新第三系),甚至第四系(如大宛其油田)产层。储层分布有区带性。目前主要层位是老第三系、新第三系、白垩系,油气皆来源于陆相三叠系—侏罗系湖相、煤系泥岩和煤岩(图7)。作为一个评价单元处理,称塔里木库车前陆区评价单元。

塔西南前陆区油气系统已证实的主要含油气层位也是老第三系、新第三系和白垩系。可以把这些储

层归为一起考虑,作为一个塔西南前陆区评价单元。而塔东南前陆区评价单元(侏罗系为源岩)目前仍然没有突破。

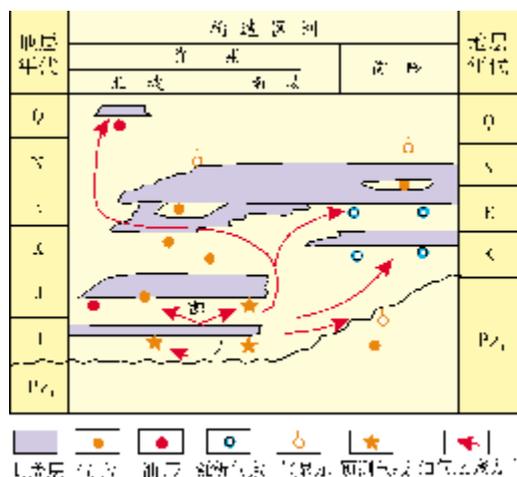


图7 塔里木盆地库车油气系统油气成藏模式^[3]

2 待发现油气资源量初步预测及评价

在盆地油气系统和评价单元的划分基础上,详细分析盆地中每个评价单元油气勘探历史和油气田发现历史,在参考已发现或落实的圈闭数量和规模,利用第七逼近法和蒙特卡罗计算软件,对塔里木盆地已知复合含油气系统中的四个评价单元进行了定量评价,包括待发现油气可采资源量与油气田规模、数量预测。

2.1 塔里木盆地油气资源现状

截止2002年底,塔里木盆地油气资源探明率仅为5.81%,其中石油探明率为5.26%、天然气探明率为6.37%,整体勘探程度较低。

塔里木盆地各个油气系统比较,库车陆相油气系统油气资源探明程度相对较高。其资源总探明率达19.8%,其中现今石油资源量 4.5×10^8 t,已探明石油 0.44018×10^8 t,探明率为9.78%,天然气资源量 25.11×10^8 t,已探明 5.43031×10^8 t,探明率达21.6%。其次是台盆区海相油气系统,系统内油气资源达 167.33×10^8 t,已探明油气 6.80933×10^8 t,总探明率为4.06%。其中石油资源量 98.32×10^8 t,已探明 5.43088×10^8 t,探明率为5.5%,天然气资源量 69.05×10^8 t,探明 1.37845×10^8 t,探明率仅

为 1.996%。塔西南陆相油气系统内资源总探明率 4.07%, 其中石油现今资源量 3.17×10^8 t, 已探明 0.21296×10^8 t, 探明率 6.72%, 天然气资源量 12.82×10^8 t, 已探明 0.43714×10^8 t, 探明率 3.41%。而塔东南陆相油气系统(?) 范围内(最大范围包括民丰—罗布庄隆起、于田—若羌坳陷、孔雀河斜坡和古城墟隆起部分) 油气资源总量约 16.48×10^8 t。目前没有油气探明储量, 以陆相侏罗系为油源的油气藏还没有发现。

因此, 目前塔里木盆地探明的石油资源量主要赋存在台盆区下古生界海相评价单元, 其次是台盆区上古生界陆相评价单元, 而天然气资源量则主要在库车前陆评价单元中发现, 油气资源分布极不均衡。

2.2 塔里木盆地待发现油气资源初步预测

2.2.1 待发现油气资源量预测

塔里木盆地预测评价结果(表 1)显示, 塔里木盆

地待发现石油可采资源量 11.43×10^8 t, 油田数量 94 个, 其中有 86% 集中在台盆区下古生界海相评价单元中; 预测待发现天然气可采资源量 21000×10^8 m³, 气田数量 104 个, 其中有 58% 集中在库车前陆评价单元中。这个预测结果与已探明的油气资源分布特征是一致的。研究表明, 塔里木盆地有近 91% 的石油、84% 的天然气资源等待发现。因此, 塔里木盆地是我国陆上资源发现程度较低的盆地, 也将是我国未来油气储量增长最重要的盆地。

油气田规模预测结果表明, 在台盆区下古生界海相评价单元中, 待发现油田以“大中型”(可采储量在 $(500 \sim 4000) \times 10^4$ t) 为主, 大于 4000×10^4 t (地质储量大于 2×10^8 t) 的大油田个数有 4 个。迄今在塔里木盆地, 大油田只发现了塔河油田, 其探明的地质储量达到 2.2×10^8 t 以上(截至 2003 年)。在其他 3 个评价单元中, 油田规模以“中小型”为主。预测的大气田(可采储量大于 500×10^8 m³) 主要集中在库车前陆评价单元中, 数量达 6 个, 其他评价单元以中小规模的气田为主。

表 1 塔里木盆地预测待发现油气资源量

复合含油气系统	评价单元	预测待发现石油可采资源量 ($\times 10^8$ t)	预测油田数 (个)	预测待发现天然气可采资源量 ($\times 10^8$ m ³)	预测气田数 (个)
台盆海相复合含油气系统	台盆区海相寒武系—石炭系评价单元	9.82	50	3452	48
	台盆区中生界陆相层评价单元	0.64	12	2964	12
库车再生前陆坳陷复合含油气系统	库车坳陷评价单元	0.44	22	12350	33
塔西南前陆坳陷复合含油气系统	塔西南晚中生界—新生界评价单元	0.53	10	2257	11
预测待发现油气可采资源量		11.43	94	21023	104

2.2.2 可能发现的油气田个数预测

研究表明, 台盆区海相油气系统寒武系—石炭系评价单元今后发现的油田将以中型为主, 小型为次, 储量主体规模在 1000×10^4 t 级, 均值概率下可发现油田数达 50 个; 气田的发现将主要以小型为主, 中型为次, 规模在 100×10^4 t 级油当量占主体, 均值概率下可发现天然气田数为 48 个。台盆区海相油气系统三叠系—白垩系评价单元可发现的油田将以小型为

主, 中型为次, 储量主体规模在 100×10^4 t 级, 均值概率下可发现油田数达 12 个; 气田的发现将主要以中型为主, 小型为次, 规模在 1000×10^4 t 级油当量为主体, 均值概率下可发现天然气田数为 12 个。库车前陆区评价单元可发现的油田将以小型为主, 储量规模 $(10 \sim 100) \times 10^4$ t 级左右, 均值概率下可发现油田数达 22 个。气田的发现将主要以大一中型为主, 规模在 $(1000 \sim 10000) \times 10^4$ t 级油当量之间, 均值概率下

可发现天然气田数为 33 个。塔西南坳陷评价单元可发现的油田将以小型为主,储量规模 $100 \times 10^4 \text{t}$ 级,均值概率下可发现油田数达 10 个。气田的发现将主要以中型为主,规模在 $1000 \times 10^4 \text{t}$ 级油当量,均值概率下可发现天然气田数为 11 个。

塔里木盆地是我国陆上资源发现程度较低的盆地,也是我国未来油气储量增长的最重要的盆地。盆地中有近 91% 的石油、84% 的天然气资源等待发

现,勘探潜力巨大。

参考文献

- [1] 周兴熙. 塔里木盆地天然气形成条件及分布规律[M]. 北京:石油工业出版社,1998.
- [2] 吕修祥,胡素云. 塔里木盆地油气藏形成与分布[M]. 北京:石油工业出版社,1998.
- [3] 赵孟军,周光熙,卢双舫,等. 塔里木盆地天然气分布规律与勘探方向[M]. 北京:石油工业出版社,2002.

编辑:金顺爱

Preliminary Prediction and Evaluation on Undiscovered Potential Petroleum Resources in Tarim Superposed Basin

Zhou Xingui, Zhang Yueqiao, Wang Hongcai, Zhang Linyan, Fan kun

Abstract: The key of quantificational evaluation of petroleum resources in a basin is the division of assessment units based on the composite total petroleum system. Tarim Basin is renewedly divided into 4 composite total petroleum systems and 5 assessment units on the guidance of principle and means of the composite total petroleum system as well as the method of comparing and identifying petroleum origin. Based on detailed analysis of the prospecting and discovery history of these assessment units and integrated with discovered or proven traps, the petroleum resources, the scales and the quantity of fields in Tarim Basin are quantificationally evaluated by means of the 7th impending method and Monte Carlo method. The result of research indicates that there are $1143 \times 10^4 \text{t}$ and $210 \times 10^3 \text{m}^3$ of undiscovered potential oil and nature gas respectively, 94 oil fields, 86% of which are distributed in the assessment units of Lower Palaeozoic marine platform, and 104 gas fields, 58% of which are distributed in the assessment units of Kuqa foreland. It is shown that nearly 91% of oil and 84% of nature gas resource are undiscovered in Tarim Basin so that it is a basin of low extent of discovered resources in land basins.

Key words: Petroleum systems; Assessment units of petroleum; Prediction of petroleum resources, Appraisal of petroleum potential; Tarim Basin

Zhou Xingui: male, Professor, Researcher. Add: 11 Minzudaxue Nan Rd, Beijing, 100081 China