

**ВАРИАНТЫ И ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ
КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ (КНР)**

Лю Чень

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: 863491165@gg.com

Необходимым условием для осуществления масштабных долгосрочных инвестиций в нефтедобывающую промышленность при условии благоприятных перспектив спроса на нефть на мировом рынке является наличие соответствующих геологических запасов нефти, как в конкретном регионе, так и в мире в целом. Оценка геологических запасов нефти в земных недрах всегда носит приблизительный характер. Точность ее зависит от множества причин и прежде всего от степени геологической изученности территории, масштабов уже проведенных поисково-разведочных работ, критериев и методов, применяемых при обработке полученных результатов полевых исследований. Необходимые масштабы геолого-поисковых и разведочных работ определяются в первую очередь неуклонно растущей потребностью в нефти, долговременной динамикой мировых цен на нефть, а также, естественно, наличием соответствующих месторождений, а в последние десятилетия - чрезвычайно быстрым развитием новых более эффективных технологий их разведки и последующей добычи нефти. Традиционно подсчет запасов сопряжен с необходимостью определения типа ловушки и ее потенциала. В статье рассмотрены особенности классификации залежей УВ в КНР.

Ключевые слова: классификация, месторождение, ловушка, флюиды,

Традиционно классификация любых объектов исследования осуществляют на основании двух основных критериев: научность и практичность. *С позиций научности* в основу классификации нефтегазовых залежей КНР берут, во-первых, основные условия их образования и, во-вторых, основные различия и связи между различными их типами.

С позиций практичности рассматриваются конкретные геологические условия залежей с позиций возможность ведения разведки и добычи углеводородного сырья.

В настоящий момент существует около 100 вариантов классификации, представленных как европейскими, в том числе российскими, так и китайскими исследователями: классификации Perroton (1967) и Levsen (1980) по генезису ловушек, Брода (1964) по форме ловушек и их генезиса, по форме коллекторов, Миллтона (Millton, 1992) по количеству и характеру тектонических нарушений и т.д. [1; 2; 3; 6; 7; 13].

Китайские геологи-нефтяники Чжан Хоуфой (1985) [1; 3; 5; 10], Ху Цзяни (1990) [10; 11; 14], Дай Син (1990) и др. разработали свои классификации на основании генезиса ловушек и формы, с определением характеристик формирования нефтегазовых бассейнов Китая. Данные варианты классификаций разработаны с учетом основных условий формирования нефтегазовых залежей в Китае, пород-коллекторов, в том числе ловушек, состояния распределений и свойств флюидов в коллекторах. Анализ названных вариантов классификаций показал следующее.

1. Часть вариантов учитывающих большое количество факторов, как правило, малоприменимы с точки зрения практики нефтепоисковых работ. Такие классификации

слишком сложны. Другая же часть вариантов классифицирования нефтегазовых залежей наоборот, характеризуется чрезвычайной простотой, легка в применении, но с трудом отвечает действительным потребностям геологии нефти и газа.

2. Как правило, формирование нефтегазовых залежей контролирует большое количество разнообразных факторов, и учесть даже большинство из них достаточно трудно. Поэтому в большинстве случаев параметрами выделения типов и подтипов нефтегазовых залежей служат только один или два контролирующих фактора.

3. Главным фактором в многочисленных вариантах классификаций многих ученых является генезис ловушек.

Базовые типы месторождений и характеристики нефтегазовых залежей КНР приведены в сводной **таблице 1**, в которой показано, что нефтегазовые залежи делят на 4 группы и 17 классов по генезису ловушек.

Среди всех открытых средних и крупных китайских нефтегазовых месторождений преобладающим типом являются антиклинальные нефтегазовые залежи, занимающие 72,5% от общего количества залежей разных типов.

Доказанные запасы нефти в Китае в 2000 году оценивались в 3,2 млрд т, что составляет приблизительно 2,4% мировых запасов. Достоверные запасы нефти на суше, по китайским данным, оцениваются в 5,3 млрд. т и в 4 млрд. т на шельфе.

В настоящее время более 90% нефти в стране добывается на суше, однако с 1969 года пробную нефть начали извлекать на шельфах Восточно-Китайского, Желтого и Южно-Китайского морей и Бохайского залива. Месторождения нефти открыты также на шельфе о. Хайнань (Вэньчан, Линьтоу, Ледун). Потенциальные запасы нефти на шельфе Южно-Китайского моря оцениваются в 10-16 млрд. т.

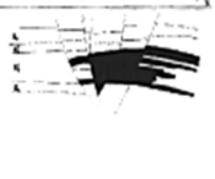
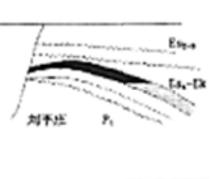
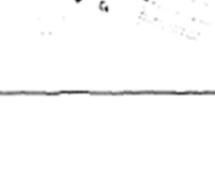
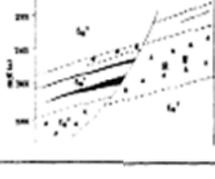
В районе Южно-Китайского моря в настоящее время добывается 150-200 млн. т нефти в год. Из этого объема на всем шельфе Китая 1993 году было добыто 4,5 млн. т. нефти, в 1996 году - около 15 млн. т, в 1997 году - 16,2 млн. т. [9; 11; 13; 14].

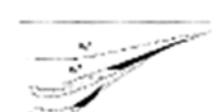
В 1994 году на шельфе Южно-Китайского моря Китай добыл 6,47 млн. т сырой нефти, в 1996 году - 11,8 млн. т. В настоящее время добыча возросла до 14-15 млн. т.

Южный Китай и особенно его Восточная зона богаты запасами природного газа, которые оцениваются в 4 тыс. млрд. тонн, добыча в год составляет 20 млрд. куб. м. К настоящему моменту разведано лишь 3,5%. Крупнейшим центром добычи и переработки газа является провинция Сеньхуа. Продолжается строительство совместного китайско-американского предприятия по добыче природного газа годовой мощностью 3,25 млрд. куб. м. в Ингэхайской впадине Южно-Китайского моря [3; 6; 8; 9; 12].

Наиболее крупные предприятия по добыче и переработке нефти расположены в провинциях Хэйлунцзян, Шаньдун. Даган, Юймэнь. Цайдам, а также в слабообразованных районах, нередко вдали от центров нефтепотребления. Большая же часть из 580 нефтеперерабатывающих заводов сосредоточена в Северо-Восточном Китае.

Классификация залежей нефти и газа в Китае

Группа	Под-группа	Класс	Основные характеристики залежей	Средние и крупные месторождения	Разрез залежей
Структурные	Антиклинальные	Экранированные в своде сбросами	1. Залежи на крыльях и в своде. 2. Преобладают пластовые залежи. 3. Преобладают единые разделы нефти, газа и воды.	Нефтяные месторождения: Beidagang, Zaooyan, Wangguantun, Shengtuo.	
		Перекрытые моносклиналими, экранированные нарушениями на одном крыле	1. Залежь контролируется антиклиналью и экранируется нарушением. Антиклиналь характеризуется вершиной и утолщенными крыльями. 2. Преобладают пластовые залежи. 3. Залежи имеют единые и ВНК и ГВК.	Нефтяные месторождения: Xinglongtai, Gudao, Gudong, Chengdao, Qinhuangdao-32-6, Suizhong-36-1. Газовые месторождения: Ya-13-1, Xinglongtai, Jinzhou-20-2, Yakela.	
		Сжатые, экранируемые нарушениями	1. Залежи неравномерно нарушенные. 2. Контакты единые и разные. 3. Залежь контролируется антиклиналью и нарушениями.	Нефтяные месторождения: Chaoyanggou, Fuyu, Lengjiabao, Qiuling-Shanshan. Газовые месторождения: Sebei-1, Sebei-2, Tainan, Wubaiti, Wolonghe, Dachiganjing, Longmen, Gaofengchang, Tieshan, Shuangjiaba, Fuchengzhai, Taijinaier, Jilake, Weiyuan, Moxi, Kela-2, Yinan-2, Kekeya, Zhongba, Xinchang, Quidong, Wangjiatun.	
		Экранированные на крыльях сбросами	1. Залежи экранируются нарушениями и контролируются антиклиналями. 2. Залежи имеют единые разделы нефти, газа и воды. 3. Залежи пластово-сводового и массивного типов.	Нефтяные месторождения: Aershan, Gasikule, Tazhong-4, Lunpan. Газовые месторождения: Banqiao, Hetianhe, Tazhong-4, Yingmai-7, Yaha, Yangtake.	
		Блочные, экранируемые в блоках разрывами	1. Сформированы поперечной складчатости (включая сводчатое поднятие пластичных пластов и фундаментов). 2. Залежь разрезана многочисленными разнонаправленными нарушениями на серию блоков, контролирующую в целом антиклиналью. 3. Разделы нефти, газа и воды различны в разных блоках.	Нефтяные месторождения: Daqing, Dongxin, Pucheng, Wenliu. Газовые месторождения: Dongfang-1-1, Ledong-1-1, Wenliu, Ledong-15-1.	
		Моноклиналиные	Блочные	1. Нефтеносный блок экранируется сбросом вверх по восстановлению пластов. 2. Залежи имеют часто единые разделы нефти, газа и воды внутри блока. 3. Залежи пластовые и массивные.	Нефтяные месторождения: Lippan, Kelamayi.
Осложненные структурными носами, разрывами	1. Залежи развиты на склонах. 2. Залежи контролируются структурой типа "нос" и сбросом. 3. Преобладают залежи пластового типа.		Нефтяные месторождения: Toutai, Ximin-Xinli, Longxi, Yushulin, Shuanghe.		

Группа	Под-группа	Класс	Основные характеристики залежей	Средние и крупные месторождения	Разрез залежей
Литологические	С первично-седиментационными коллекторами	Рифовые	1. Рифы экранированы непроницаемыми толщами. 2. Преобладают массивные залежи	Нефтяные месторождения: Liuhua-11-1.	
		Линзовидные	1. Как правило, развиты в центре бассейна. 2. Линзовидные коллекторы формируют самостоятельную нефтегазовую систему.	Нефтяные месторождения: Bonan, Zhaozhou, Ansa.	
		Латеральным замещением вверх по восстанию пластов	1. Как правило, развиты на периферии бассейна или тектоническом склоне, замещение коллекторов вверх по восстанию пластов. 2. Преобладают залежи пластового типа.	Нефтяные месторождения: Gaosheng, Yangchang-Yongping, Jingan.	
	С вторичными коллекторами	С линзами трещинных коллекторов	1. Зоны развития трещин ограничены плотными породами. 2. Распределение УВ неравномерное, форма залежей неправильная.	Шиююу, Люнниосы, Юцзюаньцзы.	
		С линзами поровокавернозно трещинных доломитизированных коллекторов.	1. Контуры залежей совпадают с границами доломитизации. 2. Самостоятельные контакты	Шугань	
Стратиграфические	Выклинивание коллекторов вверх по восстанию пластов	1. Расположены в кровле поверхности несогласия. 2. Преобладают залежи пластового типа с разными контактами.	Нефтяные месторождения: Shanjiaci. Газовые месторождения: Changdedong.		
	С денудацией пластов под поверхностью несогласия и перекрытием непроницаемыми породами	1. Развиты под поверхностью несогласия. 2. Преобладают залежи пластового и массивного типа с одним или разными контактами.	Нефтяные месторождения: Shuguang-Huaxiling. Газовые месторождения: Middle.		
	Палеогеоморфологические	В погребенных выступах	1. Выступы разновозрастные верхнепротерозойские, палеозойские, мезозойские. 2. Как правило залежи массивные с единым ВНК или ГВК.	Нефтяные месторождения: Jinganbao, Renqiu, Shixi. Газовые месторождения: Suqiao.	
Гидравлические залежи и залежи капиллярной силы	Гидравлические залежи	1. Обычно развиты на структурных склонах. ВНК наклонный. 2. Распределение нефти и газа контролируется гидродинамической плавучестью.	Ордос		
	Синклиналильные залежи, экранируемые южной капиллярными барьерами	1. Обычно развиты в синклиналиях или центральных частях бассейнов. 2. Обратное положение нефти и воды (нефть и газ под водой). 3. Залежи часто встречаются в плотных коллекторах.	Сяоцзоху, Бэньян, Эмволи		

Закономерность распределения нефтегазовых месторождений в нефтегазоносных бассейнах в Китае. Соотношение развития средних и крупных нефтегазовых месторождений в осадочных бассейнах нефтегазонакопления неоднородно, что не раз отмечено многочисленными исследованиями закономерностей нефтегазонакопления в пределах основных нефтегазоносных бассейнах Китая (Magala, 1990) [1; 2; 3], Price, 1994 [4; 5], Macgregor, 1996 [13; 14] и т.д. По преобладающему механизму в процессе формирования и эволюции большую часть суперпозиционных бассейнов традиционно разделяют на кратонные, рифтогенные, и форландовые (**таблица 2**).

Таблица 2.

Упрощенные виды базовых нефтегазоносных бассейнов в Китае

Рифтогенные бассейны	Кратонные бассейны	Форландовые бассейны
Бохайвань	Сычуань	Прогиб Кучэнн
Сунляонинь	Ордус	Прогиб западной части Тарим
Ерлянь	Тарим	Западная окраина Ордос
Джунгария		Северный хребет Тяньшан
Наньсян		Прогиб западной части Сичуань
Чжуцзянкоу		
Ин-Цюн		

Количество открытых средних и крупных нефтегазовых месторождений, а также соответствующие им статистические характеристики геологических запасов в Китайских нефтегазоносных бассейнах трех разных типов. Эти данные показывают, что в бассейнах разных типов степень развития средних и крупных нефтегазовых месторождений явно различна. Очевидно, что количество, как средних геологических запасов нефтяных месторождений, так и открытых крупных нефтяных месторождений в рифтогенных бассейнах достаточно немалое. Крупные и средние газовые месторождения наиболее разработаны в кратонных бассейнах в Китае, но степень средних геологических запасов газовых месторождений наибольшая в форландовых бассейнах Китая (**таблица 2**).

В 60-70-е годы прошлого века с целью выявления закономерностей распределения китайских нефтегазовых залежей было введено понятие «**комплексной зоны нефтегазонакопления**». Комплексная зона нефтегазонакопления в основном определена структурной зоной региональных литологических выклиниваний, зоной изменения физических свойств, зоной второго порядка, стратиграфическим несогласием и перекрытием.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕДИМЕНТОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ИНЖИНИРИНГЕ

Среди перечисленного только один фактор имеет значимость в процессе накопления и обогащения нефти и газа, а остальные факторы второстепенны, поэтому комплексные зоны нефтегазонакопления обычно включают в себя группу многочисленных типов нефтегазовых залежей, в которой один тип занимает главное место, а другие типы менее значимы (Ху Цзяньи, 1997) [1; 12].

Типы нефтегазовых залежей наиболее сложны в рифтогенных бассейнах, характеризующихся сложным геологическим строением. В рифтогенных бассейнах Китая открыто 9 крупных нефтегазовых и газовых месторождений, что меньше в два раза по сравнению с нефтяными месторождениями.

В настоящее время в кратонных бассейнах Китая открыто 19 средних и крупных газовых месторождений и 6 средних и крупных нефтяных месторождений. По распределению главных типов нефтяных залежей в кратонных бассейнах видно, что среди средних и крупных нефтяных месторождений в Китае преобладают сбросовые антиклинальные типы. Второе место занимают литологические линзовидные типы.

Среди средних и крупных газовых месторождений в Китае антиклинальные типы явно преобладают. Описанная ситуация указывает на потенциальные перспективы разведки крупных и средних нефтяных месторождений литологического и стратиграфического маскирующего типов китайских кратонных бассейнов.

В форландовых бассейнах к настоящему времени открыто 1 крупное нефтяное месторождение и 9 средних и крупных газовых месторождений. В газовых месторождениях имеется 2 главными типами нефтегазовых залежей: сбросовый антиклинальный типы и сжатый антиклинальный. По мере углубления разработки форландовых бассейнов Китая увеличивается количество типов открытых средних по запасам и крупных нефтегазовых залежей (таблица 3).

Таблица 3

Характеристики развития средних и крупных китайских нефтяных месторождений в трех типов нефтегазоносных бассейнах

Бассейны	Открытые крупные нефтяные месторождения		Геологические запасы		
	Количество (штук)	Процент (%)	Количество ($\times 10^4$ t)	Процент (%)	Средние запасы нефтяных месторождений ($\times 10^4$ t)
Рифтогенные	34	82.9	1152841	92.7	29560
Кратонные	6	14.6	81413	6.5	13568.8
Форландовые	1	2.4	10000	0.8	10000

ЛИТЕРАТУРА

1. Чжоу Цзипин, Ван Дунцзинь. Важный прогресс в научно-технических разработках. - 2014
2. Шэнь Дяньчэн, Лю Юечжэнь. Технический комплект заводнения пласта ASP нашел промышленное применение. - 2014
3. Чжао Чжанчжэн, Сюй Цзимин. Нефтепромысловые сервисные услуги, инженерное строительство, производство нефтяного оборудования
4. Сюй Цзимин Геохимические исследования и методы при поисках и разведке нефти и газа. М.РГУ нефти и газа, 2002. -222 с.
5. Чжан Шуйчан, Чжао Вэньчжи, Ван Фэйюй и др. Анализ истории образования залежей крекинга-газа палеозойской нефти восточной части Таримского бассейна - как пример газовой залежи Иннань-2. Геохимия газа, 2004,15 (5):441~451
6. Ян Минхуэй, Лю Чиян. Характеристика и нефтегазоносность форландоподобных бассейнов центрально-западной части Китая. Геология нефти и газа,2000,21(2):46~49
7. Fradkin G S, Jin Z J, Basharin A K, Evaporite screens of oil and gas reservoirs in the Siberian and Tarim Platforms, Geologiya I Geofizika, 2001,42 (11-12): 1945-1953
8. 21. Jin Z J, Bai G P, An introduction to petroleum and natural gas exploration and production research in China, Journal of Petroleum Science and Engineering, 2004,41(1-3)
9. Jin Z J, Zhang L P, Zeng J H, et al. Multi-origin alkanes related to CO₂-rich, mantle-derived fluid in Dongying Sag, Bohai Bay Basin, Chinese Science Bulletin, 2002,47(20), 1756—1760
10. Геология и геохимия нефти и газа / О.К. Баженова, Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов, В.Е. Хаин. - М.МГУ им. М.В. Ломоносова, 2000. - 384с.
11. Zhou Jiping, President of CNPC. Adapting to Global Energy Pattern Adjustment, Embracing a Brighter Future of Petroleum Industry through Technological Innovation. Keynote Speech at CEO Plenary of 2013 IPTC, Beijing, China March 26, 2013
12. Wang Dongjin, Vice President of CNPC. Changes in Global Energy Pattern and Prospects for Chinese Market Development. Vienne June 13, 2012
13. Corporate Social Responsibility and Sustainable Development Theme speech at the Sino-Swedish Senior-Level Forum on Corporate Social Responsibility, Beijing Li Xinhua, Vice President April 14, 2008
14. Tapping the Potentials of Mature Oilfields—CNPC's Practices in China's Eastern Oilfields Keynote Address at CERAWEEK 2007, Houston, Texas Xu Wenrong, Assistant President February 13, 2007



Лю Чень. Аспирант кафедры геологии и разработки нефтяных месторождений, Института природных ресурсов, Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.