

Никоноров Сергей Михайлович

д-р экон. наук, профессор

Сюй Юнь

соискатель

ФГБОУ ВО «Московский государственный

университет им. М.В. Ломоносова»

г. Москва

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА ДОБЫЧИ НЕФТИ В КИТАЕ

Аннотация: из-за неопределенности в распределении мировых нефтяных ресурсов, проблема безопасности поставок нефти в Китае всегда существовала, и инвестиции в технологии разведки и добычи должны быть увеличены, чтобы обеспечить низкозатратную и высокоэффективную добычу нефти и газа. В этой статье, основанной на объеме добычи нефти в Китае с 1965 по 2021 год, используется многоцикловая обобщенная модель Венга для анализа потенциала добычи нефти в Китае. Результаты показывают, что по состоянию на 2021 год добыча нефти в Китае прошла свой пик и имеет тенденцию к снижению. Пик добычи нефти в Китае пришелся на 2013–2015 годы, пик добычи составил 215,2 млн тонн. Совокупный извлекаемый объем составляет 15312,5 млн тонн.

Ключевые слова: пик добычи нефти, обобщенная модель многоцикла Венга, Китай.

1. Текущее состояние развития теории пика нефти.

Под пиком нефти (peak oil) понимается колоколообразный (Bell-shaped) закон добычи нефти на нефтяном месторождении или минеральном ресурсе в процессе эксплуатации, который отражает не только физические характеристики ресурса, но и геологические факторы, влияющие на добычу нефти и газа. В 1949 г. М.К. Хубберт опубликовал статью в журнале «Science» и предложил задачу «колокольчатой кривой» минеральных ресурсов [1]. В 1967 году Хабберт использовал фактические данные для построения logistic кривой и получил модель, которую можно было использовать для прогнозирования пиковой добычи нефти. Эта модель широко используется во всем мире и называется моделью Хабберта [2]. Академик Китайской академии наук Вэнь Вэньбо в своей монографии «Основы предсказания», изданной в 1984 г. Все и вся имеет стадию подъема-роста-пика-спада. Основываясь на этой теоретической идее, модель Poisson Cycle [3], ставшая первой в Китае моделью для прогнозирования добычи нефти и газа, он может прогнозировать добычу определенной страны, организации и месторождения нефти и газа в целом. В ранних методах прогнозирования понимание изменений в добыче ресурсов нефти и газа все еще оставалось на «колокольчатой кривой». на самом деле, в процессе добычи нефти и газа, например, при открытии новых нефтяных месторождений, внедрении новых технологий или воздействии политических и других факторов, историческая кривая добычи будет проходить через несколько процессов жизненного цикла. Если подъем и спад периода добычи рассматривать как производственный цикл, то модель многоциклового прогнозирования добычи получила развитие и начала широко использоваться при прогнозировании добычи ресурсов нефти и газа. Например:

Nashawi et al использовали многоцикловую модель Хабберта для анализа 47 основных стран-производителей нефти и прогнозирования мировой добычи сырой нефти [4]; Ebrahimi and Cheshme Прогнозировали добычи сырой нефти в странах ОПЕК на основе многоциклового модели Хабберта [5]; Фэн Ляньюн и др. разработали многоцикловую обобщенную модель Венга и спрогнозировали добычу природного газа в странах ОЭСР и странах, не входящих в ОЭСР [6].

По всему миру существует более 200 веб-сайтов, посвященных теории пика нефти. ASPO также организовала несколько всемирных семинаров по истощению запасов нефти. Эти организации полагают, что пик добычи нефти будет достигнут в последние годы, последующий спад описывается как «крутой спад», и нефть будет исчерпана в определенный год (например, 70 лет спустя) [7]. Нефть определяется как невозобновляемый ресурс. Известный американский журнал «Oil & Gas Journal» с июля по август 2003 года опубликовал 6 статей, посвященных проблеме истощения запасов нефти в мире. Есть много исследовательских институтов и ученых, которые не согласны с ASPO, например, официальные правительственные организации, такие как Управление энергетической информации США (EIA) и Международное энергетическое агентство (IEA), которые настаивают на концепции высокой и стабильной добычи нефти. Также отметили, что пик нефти в США в 1970 году, который был впервые предсказан теорией пика нефти, еще не наступил. Нефтяные месторождения Британского Северного моря за последние 20 лет неоднократно нарушали закон колоколообразной кривой, а предсказанный много раз нефтяной пик до сих пор не наступил [8].

2. Методы исследования и источники данных.

При прогнозировании добычи нефти и газа асимметричные кривые могут лучше соответствовать историческим данным добычи и давать более точные прогнозы. Среди асимметричных моделей прогнозирования многоциклового дохода наиболее часто используется обобщенная модель Венга. Выражением обобщенной модели Венга является:

$$Q = at^b e^{-(t/c)} \quad (1)$$

$$Q_{max} = a(bc/2.718)^b \quad (2)$$

$$t_m = bc \quad (3)$$

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i [at^b e^{-t/c}]_i \quad (4)$$

$$N_R = \sum_{i=1}^n N_{Ri} = \sum_{i=1}^n [ac^{b+1} \Gamma(b+1)]_i \quad (5)$$

Среди них:

Q – добыча нефти и газа, t – время разработки, e – естественная постоянная.

Q_{max} – максимальная годовая добыча, t_m – время наступления максимальной добычи нефтегазовых месторождений. Q_i представляет годовой выпуск i -го цикла, $i=1, 2, 3, \dots, k$. Другими словами, одноцикловая модель является многоциклового моделью, когда $k=1$. N_R – Совокупный извлекаемый объем.

$$R_{MS} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{cal})^2 / n} \quad (6)$$

$$D_{rms} = \frac{R_{MS}}{(Q_{max})_{max}} \quad (7)$$

R_{MS} отражает среднюю степень разброса прогнозируемого значения относительно фактического значения, а D_{rms} отражает относительный размер между среднеквадратичным отклонением и максимальным объемом добычи. Согласно стандарту [6] мы считаем, что Когда $D_{rms} < 5,5\%$, степень подгонки

очень высокая. Когда $5,5\% \leq D_{rms} < 18,1\%$, мы считаем, что степень подгонки хорошая. Когда $D_{rms} \geq 18,1\%$, мы считаем, что степень подгонки плохая.

Источники данных

Исторические данные о добыче нефти в Китае взяты из *Statistical Review of World Energy 2022* [9] за период с 1965 по 2021 год.

3. Анализ результатов прогнозирования.

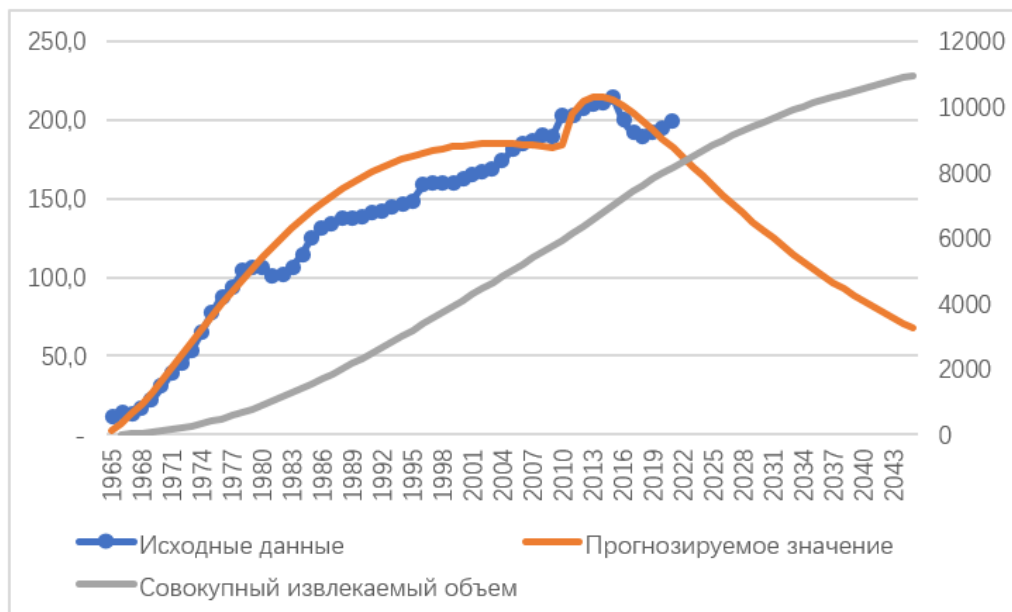


Рис. 1

На рисунке 1 мы видим, что добыча нефти в Китае прошла два этапа в период с 1965 по 2021 год: 1965–2015 и 2016–2021 годы. С 1965 по 2015 год добыча нефти в Китае сначала быстро росла, а затем устойчивым ростом. В период с 2016 по 2021 год добыча нефти в Китае сначала резко упала до 189,3 млн тонн, а затем медленно выросла до 198,3 млн тонн. Основная причина заключается в том, что революция сланцевого газа в США и международные цены на нефть повлияли на рынок сырой нефти, что привело к увеличению затрат на добычу. Поэтому мы считаем, что добыча нефти в Китае прошла два производственных цикла:

один до 2015 года, другой после 2015 года. Из таблицы 1 мы видим, что пик добычи нефти в Китае пришелся на период с 2013 по 2015 год, при этом пик объема добычи составил 215,2 млн тонн. Совокупный извлекаемый объем составляет 15312,5 млн тонн. D_{rms} составляет 6,2%, а прогнозируемое значение относительно соответствует исходному значению, что является статистически значимым.

Таблица 1

Объект прогнозирования	Модель	t_m	Q_{max}	N_R	D_{rms}
Добыча нефти в Китае	Многоцикловая обобщенная модель Венга	2013–2015	215.2	15312.5	6.2%

Выводы

В этой статье для анализа потенциала добычи нефти в Китае используется многоцикловая обобщенная модель Венга. Результаты показывают, что объем добычи нефти в Китае достигла пика в 2013–2015 годах с пиковой добычей в 215,2 миллиона тонн. Совокупный извлекаемый объем составляет 15312,5 млн тонн. По состоянию на 2021 год добыча нефти в Китае прошла свой пик и имеет тенденцию к снижению. Наступил пик добычи нефти, а это значит, что темпы роста добычи дешевой, экономически извлекаемой нефти приближаются к нулю. Поскольку Китай является крупнейшим в мире потребителем энергии и импортером нефти, возникновение энергетических пиков имеет особое значение для энергетической безопасности Китая. В будущем Китаю необходимо сократить энергетические отходы, чтобы уменьшить зависимость Китая от иностранных

энергоносителей и обеспечить энергетическую безопасность. В то же время будут увеличены инвестиции в технологии добычи и разведки, чтобы обеспечить низкозатратную и высокоэффективную добычу нефти и газа. Наконец, деградация окружающей среды, вызванная выбросами парниковых газов во всем мире, сделала низкоуглеродное и устойчивое развитие миссией человечества. Достижение перехода от ископаемой энергии к возобновляемой энергии является общей целью человечества.

References

1. Hubbert M.K. Energy from fossil fuels. *Science*, 1949, 109 (2823): 103–109.
EDN: ICMZFH
2. Hubbert M. King. Degree of Advancement of Petroleum Exploration in United States. *AAPG Bulletin* 1967; 51 (11): 2207–2227. doi: <https://doi.org/10.1306/5D25C269-16C1-11D7-8645000102C1865D>
3. Weng Wenbo. *Foundation of Forecasting Theory*. Beijing: Petroleum Industry Press, 1984: 79.
4. Nashawi I.S., Malallah A., & Al-Bisharah M. (2010). Forecasting world crude oil production using multicyclic Hubbert model. *Energy & Fuels*, 24 (3), 1788–1800.
5. Ebrahimi M., & Ghasabani N.C. (2015). Forecasting OPEC crude oil production using a variant Multicyclic Hubbert Model. *Journal of petroleum science and engineering*, 133, 818–823.
6. Feng Lianyong, Wang Jianliang, & Zhao Lin. (2010). Construction and application of multi-cycle model for predicting natural gas production. *Natural Gas Industry*, (7), 114–116. DOI: 10 . 3787 / j.issn. 1000-0976.2010.07.030

7. Roberts P. (2005). The end of oil: on the edge of a perilous new world. Houghton Mifflin Harcourt.

8. Maugeri, L. (2004). Oil: never cry wolf--why the petroleum age is far from over. Science, 304 (5674), 1114–1115.

9. Statistical Review of World Energy 2022.