



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 11 - 11 - 2022

ERSD 2022



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Nghiên cứu, xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng ANFIS để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn <i>Nguyễn Chí Thành</i>	869
Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của tải trọng đến hệ số thấm nước của bê tông nhẹ <i>Phạm Đức Thọ, Trần Thế Truyền</i>	875
Vật liệu Composite sợi công nghiệp nền gốc xi măng: Ứng dụng, tính toán thiết kế, mô phỏng ứng xử vật liệu <i>Trần Mạnh Tiến, Đỗ Ngọc Tú, Phạm Đức Thọ, Hoàng Đình Phúc, Nguyễn Đình Hải</i>	880
Ảnh hưởng của điều kiện liên kết giữa kết cấu chống và khối đất đến chuyển vị của đường hầm hình chữ nhật cong chịu tải trọng động đất <i>Phạm Văn Vĩ, Đỗ Xuân Hội, Đỗ Ngọc Anh, , Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Tiến Dũng</i>	888
Nghiên cứu bê tông thông minh cường độ cao có khả năng tự cảm biến sử dụng xi thép và sợi thép dưới tác dụng tải trọng nén <i>Lê Huy Việt, Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Văn Khuây</i>	897
Amplitude anomalies in the central Song Hong basin <i>Anh Ngọc Le, Ngan Thi Bui, Oanh Thi Tran, Hang Thu Thi Nguyen, Hiep Quoc Le</i>	903
Công nghệ mới trong chế tạo chèo khoan PDC <i>Hoàng Anh Dũng, Lê Đức Vinh</i>	908
Nghiên cứu xác định vùng khai thác không sinh cát cho giếng QD-1P mỏ Hải Thạch <i>Lê Quang Duyên, Lê Đức Vinh</i>	914
Ứng dụng lý thuyết "Tối ưu hóa điểm dừng các quá trình ngẫu nhiên" vào lĩnh vực tìm kiếm thăm dò dầu khí <i>Trần Xuân Đào, Nguyễn Thế Vinh, Lê Đức Vinh</i>	921
Dự báo khả năng trượt lở đất tại Bản Mòng, Sapa bằng tài liệu thăm dò điện trở suất <i>Phạm Ngọc Đạt, Phạm Ngọc Kiên, Phạm Đức Nghiệp</i>	925
Đánh giá đặc trưng thống kê trường dị thường trọng lực khu vực miền Trung Việt Nam <i>Phan Thị Hồng, Petrov Aleksey Vladimirovich, Đỗ Minh Phương</i>	930
Ứng dụng phương pháp Georadar trong nông nghiệp <i>Phan Thiên Hương, Vũ Hồng Dương, Trần Danh Hùng, Trần Văn Khá</i>	936
Nghiên cứu ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo để dự báo phân bố đá chứa cát kết tuổi Oliogocen muộn khu vực bể Cửu Long <i>Nguyễn Duy Mười, Nguyễn Minh Hòa, Hà Quang Mẫn, Bùi Thị Ngân</i>	942
Nghiên cứu giải pháp khắc phục hiện tượng quay ngược khi dừng khẩn cấp máy nén khí CO ₂ tại Nhà máy Đạm Cà Mau <i>Lê Vũ Quân, Hoàng Linh, Lê Thị Thu Hương, Nguyễn Văn Đô, Nguyễn Văn Thịnh</i>	948
Nghiên cứu chế tạo vật liệu hấp phụ siêu kị nước trên cơ sở rGO và melamine ứng dụng trong xử lý nước nhiễm dầu <i>Ngô Hà Sơn</i>	954

Ứng dụng lý thuyết "Tối ưu hóa điểm dừng các quá trình ngẫu nhiên" vào lĩnh vực tìm kiếm thăm dò dầu khí

Trần Xuân Đào¹, Nguyễn Thế Vinh^{2*}, Lê Đức Vinh²

¹ Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Trong lĩnh vực đầu tư các dự án về dầu khí, công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí là một công đoạn mà chi phí đầu tư luôn chiếm một tỷ trọng lớn và có nhiều rủi ro nhất. Sự thành bại của dự án đều phụ thuộc vào giai đoạn này. Mặt khác, với đặc thù của công việc là đối tượng nghiên cứu nằm ở chiều sâu 3000-4000m so với mực nước biển mà lượng thông tin có được hết sức ít ỏi. Trong thực tế, bằng các giải pháp nghiên cứu đối tượng thiếu thông tin như toán tử mờ, lý thuyết fractal, nguyên lý tự tổ chức, nguyên lý Synergetic... cũng đã phân nào hỗ trợ trong việc đánh giá đối tượng và cho phép đưa ra được các giải pháp công nghệ phù hợp... Nhưng trong lĩnh vực khoan tìm kiếm thăm dò dầu khí, vẫn tồn tại ở đó những vấn đề phức tạp và khó khăn nhất định. Cụ thể, để đánh giá và nhận biết được đối tượng tìm kiếm thăm dò có chứa dầu, khí hay không và mức độ như thế nào, đòi hỏi phải khoan qua các tầng đất đá trầm tích cho tới đối tượng nghiên cứu. Các đặc tính của đất đá như nhiệt độ, áp suất lỗ rỗng, chất lưu... trong vỉa luôn là một thách đố đối với kỹ sư khoan. Khi nào thì tới vùng phức tạp có nhiệt độ, áp suất dị thường?, dừng lại hay tiếp tục khoan? áp dụng công nghệ nào? v.v... Bằng việc ứng dụng lý thuyết "tối ưu hóa điểm dừng" làm công cụ nhằm xác định chính xác tại thời điểm nào, tại chiều sâu nào phải dừng công việc để áp dụng giải pháp công nghệ khác phù hợp hơn còn nếu không, khả năng gặp phải sự cố và phức tạp có thể làm tăng chi phí lên hàng triệu đô la Mỹ, có khi còn phải hủy bỏ luôn cả giếng khoan với hàng chục triệu đô la.

Từ khóa: điểm dừng; dầu khí; tìm kiếm thăm dò; ngẫu nhiên.

1. Đặt vấn đề

Trong công tác khoan dầu khí, nhất là đối với các giếng khoan tìm kiếm thăm dò, vùng nghiên cứu, đối tượng nghiên cứu là những khu vực mới nên lượng thông tin về chúng là quá nghèo nàn, cũng chính vì vậy việc nhận biết cụ thể về chúng hầu như là con số không. Trong ngành khoan luôn dùng thuật ngữ là "khoan mù" nhằm lột tả hết những khó khăn khi khoan vào vùng đất đá mà không có lấy một mẫu thông tin nào. Do điều kiện địa chất phức tạp với tính chất đất đá khác nhau, mức độ gắn kết, nhiệt độ áp suất, chất lưu... cũng không đồng nhất. Trong thực tế khi khoan từ tầng đất đá này qua tầng đất đá khác, chỉ cần khoan sâu thêm 10-20 cm là có thể gặp ngay phức tạp và sự cố như phun trào, cháy nổ... hay sập lở thành giếng và kẹt bộ khoan cụ ở đáy giếng, nhiều trường hợp mất luôn cả bộ khoan cụ với các thiết bị đo hay động cơ đáy có giá trị hàng triệu đô la Mỹ. Những phức tạp trên có thể sẽ gây thiệt hại từ vài trăm ngàn đến phải hủy bỏ cả giếng khoan với giá trị lên đến hàng chục triệu đô la Mỹ. Trong nhiều trường hợp do không lường trước được hết tính phức tạp của đối tượng nghiên cứu mà đã để xảy ra mất luôn cả giàn khoan với giá trị hàng trăm triệu đô la Mỹ. Nên việc nghiên cứu ứng dụng lý thuyết "tối ưu hoá điểm dừng" vào quy trình công nghệ khoan tìm kiếm thăm dò nhằm xác định chính xác thời điểm nào là cần phải dừng khoan để thay đổi công nghệ hay áp dụng giải pháp kỹ thuật phù hợp hơn cho khoảng khoan tiếp theo là một hướng nghiên cứu ứng dụng có tính khả thi của toán học vào thực tế sản xuất trong tìm kiếm và thăm dò dầu khí.

2. Lý thuyết tối ưu điểm dừng các quá trình ngẫu nhiên

Cách đây khoảng 50 năm về trước, M.Gadner có đưa ra bài toán: "Chọn chồng của công chúa". Nội dung của bài toán là: Sau khi làm quen với một hoàng tử, công chúa có thể: hoặc chấp nhận lời cầu hôn (khi đó việc lựa chọn sẽ kết thúc) hoặc từ chối anh ta (khi đó sẽ mất anh ta: vì các hoàng tử kiêu hãnh sẽ không bao giờ quay lại). Vậy thì Công chúa phải lựa chọn chiến lược như thế nào để chọn được người giỏi nhất với xác suất cao nhất.

Vào năm 1965, ông E. B. Đunkin trong bài thảo luận của mình có đưa ra công thức và cách giải của bài toán này, nhưng cách giải của ông ta không bao quát cho các phương án khác của bài toán, ví dụ trường hợp công chúa không chọn người giỏi nhất mà chỉ chọn một trong 3 người giỏi nhất thì sao?. Để giải các

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenthevinh@humg.edu.vn

dạng này của bài toán, S. M. Gusein-Zade đã áp dụng một phương pháp cho phép dễ dàng chuyển đổi sang giải các bài toán gần giống khác. Và như vậy, từ một bài toán vui đã nảy sinh một phần của toán học, lý thuyết tối ưu điểm dừng các quá trình ngẫu nhiên. Lý thuyết này đã phát triển thành một lĩnh vực mới trong lý thuyết xác suất, thậm chí lý thuyết xác suất ứng dụng. Bài toán này đã được Berezovskii Boris Abramovich nghiên cứu và đã bảo vệ thành công luận án TSKH về các đề tài này.

Nội dung bài toán có thể được tổng quát như sau: Công chúa đã quyết định, cô ta sẽ rất hạnh phúc nếu như chọn được người thứ k về “phẩm chất” trong số tất cả những người được tuyển chọn làm chồng. Khi đó mức độ thoả mãn của cô ta sẽ thay đổi trong thang điểm hay trong 1 đơn vị định mức. Tất nhiên là mức độ hạnh phúc của cô ta càng cao thì người chồng tương lai càng tốt. Chiến lược hoàn hảo nhất của công chúa trong trường hợp này là số điểm trung bình có thể là số lớn nhất không. Trong lý thuyết xác suất khái niệm trung bình được xác định thông qua khái niệm xác suất. Trong tình huống mô tả thì giá trị trung bình sẽ bằng tổng:

$$\sum_{i=1}^n b_i p_i$$

Trong đó

- p_i- xác suất mà người được chọn làm chồng ở vị trí i theo “phẩm chất”;
- b_i- số điểm chấm theo tiêu chuẩn cho trước.

Bài toán này được giải quyết theo nguyên tắc “Lập trình hóa tiến trình”.

Gọi g_t là xác suất thành công trong quá trình kén chồng ở thời điểm t, trong điều kiện người được chọn phải tài giỏi hơn những người trước. Nghĩa là, có xác suất người đó không chỉ giỏi hơn những người trước mà là giỏi hơn tất cả.

Gọi h_t là xác suất công chúa cuối cùng có thể chọn ra người tài giỏi nhất, ở điều kiện cô ta bỏ qua những chính kiến thứ t ban đầu và tiếp theo là ứng dụng chiến lược hiệu quả nhất (ở đây ngầm ý rằng, công chúa biết làm thế nào tốt nhất bắt đầu từ bước t+1, đó là nguyên tắc được ứng dụng trong “Lập trình hóa tiến trình”).

Thật vậy, giới hạn trong trường hợp công chúa muốn có 1 người trong số m người chồng tương lai giỏi nhất, không quan trọng là ai. Giả sử nếu như cô ta không lựa chọn được đến người thứ t. Giá trị h_t là xác suất cô ta có được sự chọn lựa thành công. Nếu như cô ta từ chối người thứ t, và tiếp tục dùng chiến lược hiệu quả nhất của mình, xác suất h_t sẽ không phụ thuộc vào việc người thứ t là người như thế nào đối với những người trước. Mà xác suất công chúa chọn lựa người thứ t phụ thuộc vào điều đó. Nếu như anh ta kém hơn người thứ m (“theo phẩm chất”) trong số những người trước đó, thì chẳng có cơ hội thành công nào cả. Nếu như anh ta tốt hơn t người trước đó thì sự lựa chọn là thành công. Giá trị g_t(k) là xác suất thành công, nếu như công chúa đặt sự chọn lựa ở người thứ t, trong điều kiện anh ta là người thứ k theo “phẩm chất” trong số t người. Ở đây, k là số (nguyên) bất kì trong khoảng từ 1 đến t, cho nên nếu k>m, thì g_t(k)=0. Chúng ta đã biết rằng g_n(k)=1 khi k≤m và g_n(k)=0 khi k>m.

Từ những đặc tính nêu trên về tính đơn điệu của xác suất h_t và g_t(k) như những hàm số từ t và k. Tồn tại những số (nguyên) không âm t₁<t₂<...<t_m<n, thông qua đó chiến lược hiệu quả được miêu tả như sau. Công chúa cần phải bỏ qua t₁ người, không đồng ý kết hôn trong bất cứ trường hợp nào. Người ứng cử bắt đầu từ số t₂+1 đến t₃ cô ta sẽ chọn nếu như anh ta không tệ hơn người thứ 2 về “phẩm chất” trong số tất cả những người trước, và cứ tiếp tục như vậy. Cô ta chọn ứng cử viên có số lớn hơn t_m, nếu như anh ta là người trong số những người giỏi nhất trước đó. Nếu như cô ta không gặp người thoả mãn nhưng điều kiện trên thì cô ta không thành công.

Xuất hiện câu hỏi: làm thế nào để xác định được h_t và g_t(k)?

Thật vậy, ta có h_n=0, g_n(k)=1 khi k≤m, và g_n(k)=0 khi k>m. Giả sử ta đã biết xác suất h_{t+1} và g_{t+1}(k) cho tất cả giá trị của k. Tính h_t. Nếu như công chúa bỏ qua người thứ t, trước mặt cô ta là người thứ t+1. Anh ta có thể là người giỏi nhất, hay vị trí thứ 2 theo “phẩm chất”, hay thứ 3,... đến (t+1). Dễ dàng thấy rằng xác suất trong mỗi trường hợp bằng nhau và bằng 1/(t+1). Nếu như người t+1 là người thứ k theo “phẩm chất” thì xác suất thành công của công chúa là max(h_{t+1}, g_{t+1}(k)). Tóm lại, với xác suất 1/(t+1) thì xác suất thành công bằng max(h_{t+1}, g_{t+1}(1)), với xác suất đó nó bằng max(h_{t+1}, g_{t+1}(2)), và v.v.. Từ đó ta có:

$$\begin{aligned} h_t &= \frac{1}{t+1} \sum_{k=1}^{t+1} \max(h_{t+1}, g_{t+1}(k)) \\ &= \frac{1}{t+1} \sum_{k=1}^m \max(h_{t+1}, g_{t+1}(k)) + \frac{t+1-m}{t+1} h_{t+1} \end{aligned} \quad (1)$$

Để tính giá trị g_t(k), giả sử công chúa chọn người thứ t, là người thứ k theo “phẩm chất” trong số những người trước đó. Để tính xác suất thành công của cô ta, hãy cho là cô ta xem tiếp người thứ t+1 vì hiểu kì. Với xác suất 1/(t+1) anh ta là người giỏi nhất trong số những người trước đó, với xác suất 1/(t+1) anh ta là

người giỏi thứ 2, v.v.. Trong danh sách t+1 người, người mà công chúa chọn lựa có thể giữ được vị trí của mình và là người thứ k theo “phẩm chất”, hoặc sẽ lùi lại 1 vị trí và là người thứ k+1. Dễ dàng nhận thấy rằng xác suất của trường hợp 2 là k/(t+1), còn xác suất trường hợp đầu là (t-k+1)/(t+1). Nên trong trường hợp đầu xác suất thành công của công chúa là $g_{t+1}(k)$, còn trường hợp 2 là $g_{t+1}(k+1)$. Khi đó công thức tổng xác suất là:

$$g_t(k) = \frac{k}{t+1} g_{t+1}(k+1) + \frac{t-k+1}{t+1} g_{t+1}(k) \quad (2)$$

Công thức (1) và (2) cho phép tính xác suất h_t và $g_t(k)$ từ dưới lên, nghĩa là $t=n$, nói tóm lại là tìm chiến lược phù hợp nhất của công chúa.

3. Ứng dụng lý thuyết tối ưu hóa điểm dừng vào quá trình khoan tìm kiếm thăm dò dầu khí

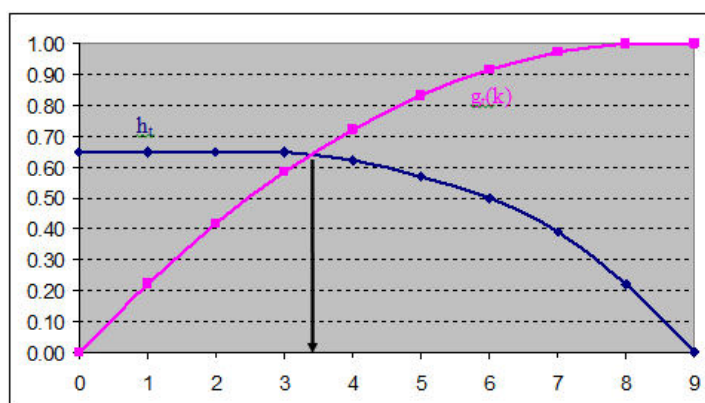
Như trên đã trình bày, đối tượng nghiên cứu trong quá trình khoan dầu khí là các tầng đất đá trầm tích sẽ được khoan qua. Tính chất và đặc điểm môi trường trầm tích, thạch học hầu như không có số liệu, có thể gọi là đối tượng thiếu thông tin. Quá trình chèo khoan làm việc và phá vỡ đất đá có thể được coi là ngẫu nhiên. Thông tin nhận được trong quá trình khoan là tốc độ phá vỡ đất đá của chèo khoan, ngoài ra còn một số tín hiệu khác cũng nhận được như hàm lượng khí, dầu và nước xâm nhập vào dung dịch khoan, nhưng các tín hiệu này đều có một độ trễ nhất định với thời gian thực của chèo khoan.

Vấn đề ở đây là ứng dụng lý thuyết tối ưu điểm dừng này vào thực tế sản xuất như thế nào? Để dễ dàng và thuận tiện trong thu thập, xử lý và đánh giá thông tin, mỗi một mét khoan được sẽ được lấy làm đơn vị đo. Như vậy, sau khi khoan được một mét, chúng ta sẽ có những thông tin sau: vận tốc cơ học khoan V_{ch} (chi phí thời gian cho một mét khoan), hàm lượng khí xâm nhập trong dung dịch $P_{khí}$, thể tích bề dung dịch khoan ΔV_{dd} , mô men quay cần khoan M ,... Đây là những tín hiệu phản ánh trực tiếp đến thực trạng ở chiều sâu mà chèo khoan đang làm việc. Các giá trị này sẽ được phân chia mức độ từ an toàn đến nguy hiểm. Trên cơ sở lý thuyết đã trình bày ở trên, cho phép tính toán giá trị xác suất trung bình cho từng mét khoan trên các tiêu chí và thang độ của các thông tin nhận được trong quá trình khoan và giá trị này sẽ phản ánh đến mức độ mất an toàn của hệ thống. Giả sử rằng, chiều sâu giếng khoan hiện tại đang ở -3000m, trong những mét khoan tiếp theo rất nhiều khả năng sẽ gặp phức tạp hay sự cố như phun trào, mất dung dịch khoan, sập lở thành giếng có thể gây mất nhiều thời gian và nguy hiểm đến sự an toàn của giàn khoan. Như vậy, nếu khoan được đến chiều sâu 3000+n mà không gặp phức tạp gì thì có nghĩa là $h_t=0$, $g_t(k)=1$, $t=1 \dots n$, trong trường hợp này $k=m=1$, còn nếu không khoan được mét khoan nào xem như thất bại. Từ công thức (1) và (2), giả sử $n=9$ và $m=1$, tính toán kết quả h_t và $g_t(k)$ được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán h_t và $g_t(k)$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$g_t(k)$	-	2/9	5/12	7/16	13/18	5/6	11/12	35/36	1	1
h_t	233/360	233/360	233/360	233/360	28/45	41/72	1/2	7/18	2/9	0

Từ kết quả tính toán, xây dựng biểu đồ h_t và $g_t(k)$ theo mét khoan thứ t được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Biểu đồ mối quan hệ giữa h_t và $g_t(k)$

Từ kết quả này cho phép xác định rằng tại chiều sâu 3000+3,3m, xác suất gặp phức tạp là rất cao. Từ kết quả này, cho phép cảnh báo cần có giải pháp công nghệ phù hợp khi khoan đến chiều sâu này.

4. Kết luận

Bằng công cụ toán học, cụ thể là “**lý thuyết tối ưu hóa điểm dừng các quá trình ngẫu nhiên**” đã được sử dụng như là một công cụ dự báo có hiệu quả trong lĩnh vực tìm kiếm và thăm dò dầu khí. Hiệu quả này đã được thực tế minh chứng trong công tác thi công xây dựng các giếng khoan tìm kiếm thăm dò dầu khí. Hiệu quả này đã được thực tế minh chứng trong công tác thi công xây dựng các giếng khoan tìm kiếm thăm dò dầu khí.

Từ kết quả trên, cho thấy khả năng ứng dụng toán vào lĩnh vực dầu khí nói chung và tìm kiếm thăm dò dầu khí nói riêng là hết sức đa dạng và hiệu quả. Môi trường còn bỏ ngỏ và đang cần sự hỗ trợ của các **NHÀ TOÁN HỌC**.

Tài liệu tham khảo

Trần Xuân Đào, 2000. Các nguyên lý Synergetic để hoàn thiện và nâng cao hiệu quả của tổ hợp công nghệ khoan các giếng dầu và khí tại thềm lục địa Việt Nam. *Báo cáo khoa học tại hội nghị công nghệ các nước ASEAN lần thứ 18 - CAFEO*, Hà Nội.

Trần Xuân Đào, 2007. Thiết kế công nghệ khoan các giếng dầu và khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Dmytro Gusak, Alexander Kukush, Alexey Kulik, Yuliya Mishura, Andrey Pilipenko, 2010. Statistics of stochastic processes, Pages 271-302

Gusak, D., Kukush, A., Kulik, A., Mishura, Y., Pilipenko, A., 2010. Optimal stopping of random sequences and processes. In: *Theory of Stochastic Processes. Problem Books in Mathematics*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-87862-1_15

Mandelbrot B., 1977. *Fractals: form, chance, dimension*, Freeman. San Francisco, USA.

Федер Е., 1991. *Фракталы*. Мир, Москва.

Хакен Г., 1988. *Синергетика*. Мир, Москва.

Чан Суан Дао, 1999. *Современные принципы анализа и проектирования показателей бурения скважин*. ВунгТау.

Шустер Г., 1988. *Детерминированный хаос*. Мир, Москва.

ABSTRACT

Applying the Theory of “Optimal Stopping of Random Sequences” in Oil and Gas Exploration

Tran Xuan Dao¹, **Nguyen The Vinh**^{2,*}, Le Duc Vinh²

¹ *Vietnam Association of Drilling and Production Technology*

² *Hanoi University of Mining and Geology*

When investing the oil and gas projects, the oil and gas exploration process has a large proportion of investment costs and has the most potential risks. The success of the project depends on this stage. On the other hand, the researched object of the exploration process is located at a depth of 3000-4000m from the sea level, but the amount of collected information is very little. In fact, the techniques used to research objects with unavailable information such as fuzzy operators, fractal theory, self-organization principle, synergetic principle, etc. have also partly supported object evaluation and used to introduce appropriate technological solutions... But in the oil and gas exploration drilling process, certain complex and difficult problems have not been solved yet. Specifically, in order to assess and identify the occurrence of gas, oil deposits and potential reserves, it is required to drill through the sedimentary layers to the target. The determination of reservoir characteristics of rocks such as temperature, pore pressure, and fluid properties... are always a challenge for drillers. A lot of questions have been quoted such as When to reach the complex strata with abnormal temperature and pressure? Should we stop or continue the drilling process? Which technological solutions are applied? etc... By applying the Theory of Optimal Stopping, the right time and position of stopping the drilling process and shifting the appropriate technological solutions have been proposed, or if not, the occurrence possibility of problems and complications can increase the project cost to millions of dollars, even having to perform the well abandonment expensed to tens of millions of dollars.

Keywords: Optimal Stopping; Oil and Gas; Exploration; Random Sequences.