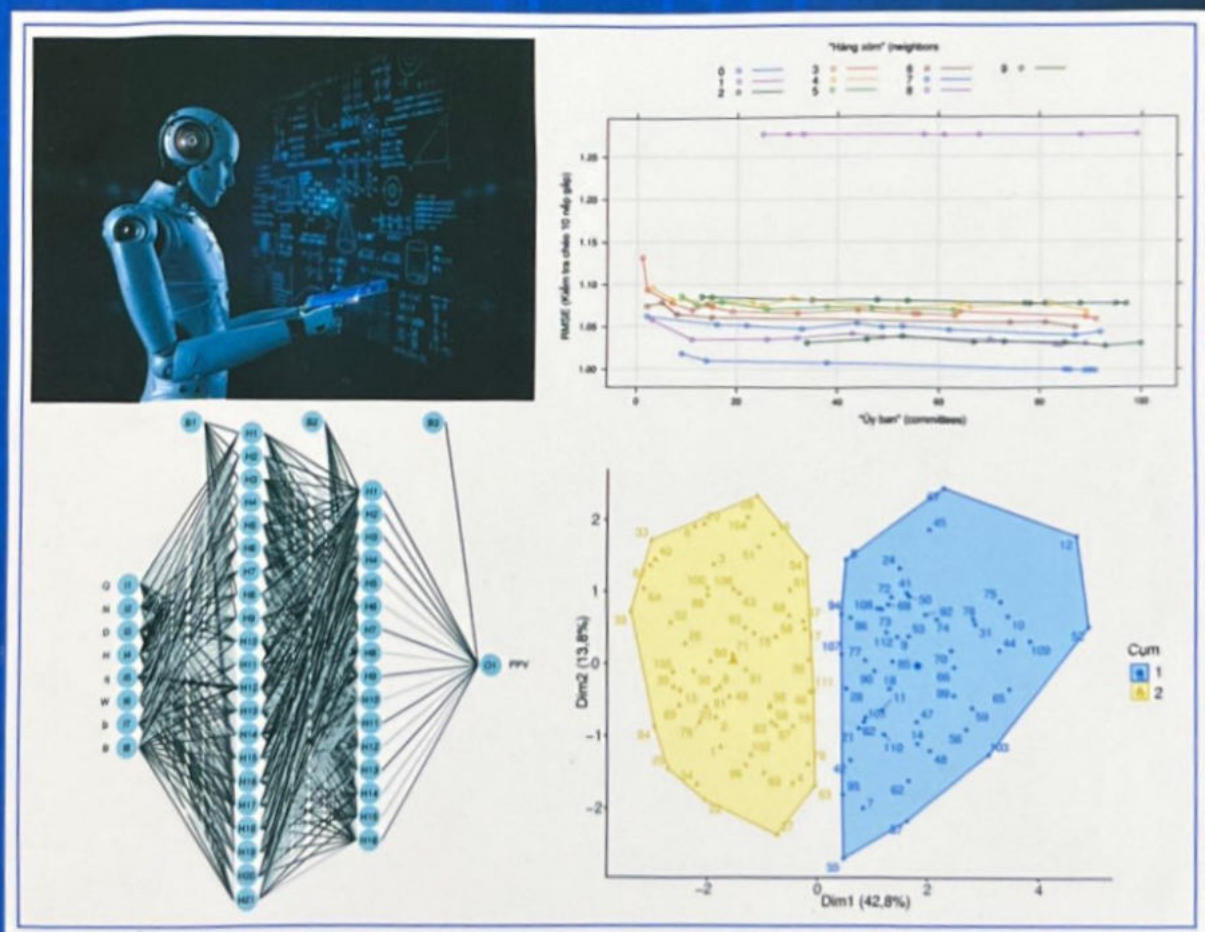


TS. NGUYỄN HOÀNG, GS.TS. BÙI XUÂN NAM,  
TS. TRẦN QUANG HIẾU

# DỰ BÁO CHẤN ĐỘNG NỔ MÌN TRONG KHAI THÁC MỎ LỘ THIÊN BẰNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

**TS. NGUYỄN HOÀNG, GS.TS. BÙI XUÂN NAM,  
TS. TRẦN QUANG HIẾU**

**DỰ BÁO CHẤN ĐỘNG NỔ MÌN  
TRONG KHAI THÁC MỎ LỘ THIÊN  
BẰNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ**

## MỤC LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT .....	7
DANH MỤC BẢNG .....	9
DANH MỤC HÌNH.....	10
LỜI NÓI ĐẦU .....	13
CHƯƠNG 1. ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA CÔNG TÁC NỔ Mìn TRÊN MỎ LỘ THIÊN VÀ NHỮNG ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤN ĐỘNG NỔ Mìn .....	17
1.1. Đặc điểm chung của công tác nổ mìn trên mỏ lộ thiên.....	17
1.2. Cơ chế phá hủy đất đá bằng nổ mìn và sóng chấn động sinh ra do nổ mìn trên các mỏ lộ thiên.....	21
1.3. Các tác động có hại của chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên.....	36
CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU DỰ BÁO CHẤN ĐỘNG NỔ Mìn TRÊN MỎ LỘ THIÊN .....	41
2.1. Tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước.....	41
2.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước .....	46
2.3. Tổng kết, đánh giá ưu điểm và các hạn chế của các nghiên cứu đã công bố.....	53
CHƯƠNG 3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA MỘT SỐ MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO CHẤN ĐỘNG NỔ Mìn TRÊN MỎ LỘ THIÊN .....	55
3.1. Mạng nơron nhân tạo (Artificial Neural Network) .....	55
3.2. Mô hình rừng ngẫu nhiên (Random Forest).....	57
3.3. Mô hình hồi quy véctơ hỗ trợ (Support Vector Regression).....	59
3.4. Mô hình lập thể (Cubist) .....	61
3.5. Mô hình độ dốc tăng cường cấp cao (extreme gradient boosting machine - XGBoost) .....	63

3.5.1. Mô hình độ dốc tăng cường (gradient boosting machine - GBM).....	63
3.5.2. Mô hình độ dốc tăng cường cấp cao (Extreme Gradient Boosting - XGBoost).....	65
3.6. Đề xuất mô hình lai dựa trên kỹ thuật phân cụm phân tầng và thuật toán lập thể (HKM-CA) .....	66
3.6.1. Kỹ thuật phân cụm K trung bình theo thứ bậc (Hierarchical K-means clustering).....	66
3.6.2. Đề xuất mô hình HKM-CA .....	67
3.7. Đề xuất mô hình lai dựa trên thuật toán tối ưu hóa bầy đàn và XGBoost (PSO-XGBoost) .....	68
3.7.1. Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (Particle Swarm Optimization algorithm).....	68
3.7.2. Đề xuất mô hình PSO-XGBoost.....	70
3.8. Đề xuất mô hình lai dựa trên thuật toán tối ưu hóa đom đóm và ANN (FFA-ANN) .....	72
3.8.1. Thuật toán tối ưu hóa đom đóm (Firefly Algorithm) .....	72
3.8.2. Đề xuất mô hình FFA-ANN .....	73
3.9. Kết luận chương.....	74
<b>CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU MỘT SỐ MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO CHẤN ĐỘNG NỔ Mìn CHO MỎ LỘ THIÊN VIỆT NAM.....</b>	<b>77</b>
4.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu.....	77
4.2. Thu thập và phân tích dữ liệu.....	80
4.2.1. Thu thập dữ liệu.....	80
4.2.2. Phân tích dữ liệu.....	82
4.3. Các phương pháp đánh giá hiệu suất của các mô hình trí tuệ nhân tạo .....	87
4.4. Phát triển các mô hình dự báo chấn động nổ mìn .....	89
4.4.1. Xử lý dữ liệu.....	89

4.4.2. Phát triển mô hình ANN.....	92
4.4.3. Phát triển mô hình RF.....	95
4.4.4. Phát triển mô hình SVR.....	96
4.4.5. Phát triển mô hình lập thể (Cubist).....	98
4.4.6. Phát triển mô hình XGBoost .....	99
4.4.7. Phát triển mô hình HKM-CA .....	101
4.4.8. Phát triển mô hình PSO-XGBoost.....	104
4.4.9. Phát triển mô hình FFA-ANN .....	106
4.4.10. Phát triển mô hình thực nghiệm .....	108
4.5. So sánh, đánh giá hiệu suất của các mô hình dự báo chấn động nổ mìn đã phát triển.....	109
4.6. Phân tích mức độ ảnh hưởng của các biến đầu vào .....	119
KẾT LUẬN.....	123
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	125
PHỤ LỤC .....	143

## LỜI NÓI ĐẦU

Chấn động nổ mìn là một trong những tác động tiêu cực sinh ra do nổ mìn trên các mỏ lộ thiên; có thể gây phá hủy cấu trúc các công trình xung quanh, gây nứt nẻ hoặc đổ sập nhà cửa, mất ổn định tầng và bờ mỏ trên mỏ lộ thiên và gây hoang mang, lo sợ cho các hộ dân cư nằm trong vùng bán kính ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn. Việc tăng quy mô các vụ nổ với khối lượng thuốc nổ lớn sẽ sinh ra các tác hại đáng kể, đặc biệt là chấn động nổ mìn. Mặt khác, việc tăng quy mô sản xuất cũng sẽ làm khoảng cách giữa biên giới mỏ và các khu vực dân cư xung quanh mỏ ngày càng giảm dần. Điều này gây ảnh hưởng trực tiếp tới các công trình và nhà cửa của khu dân cư gần mỏ, cũng như gây quan ngại cho người dân khu vực lân cận; làm giảm hiệu quả của khai thác mỏ và không đáp ứng được các yêu cầu bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Để đảm bảo an toàn trong bảo quản, vận chuyển, sử dụng và tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp, Bộ Công Thương đã ban hành QCVN 01:2019/BCT ngày 21/11/2019, trong đó có quy định về khoảng cách an toàn chấn động nổ mìn đối với thiết bị và công trình xung quanh dựa trên các tính toán thực nghiệm. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau như: tính chất cơ lý của đất đá, các thông số bãi mìn, phương pháp nổ mìn,... cho nên kết quả giám sát chấn động nổ mìn thực tế nhiều khi không như các giá trị tính toán thực nghiệm được ban hành trong QCVN 01:2019/BCT, có thể gây ra các thiệt hại nghiêm trọng đối với các công trình cần bảo vệ. Hơn nữa, các kết quả giám sát chấn động nổ mìn bằng các thiết bị chuyên dụng chỉ có thể ghi lại được sóng chấn động nổ mìn sau khi các vụ nổ đã xảy ra. Điều đó đồng nghĩa với các tác động nguy hiểm của chấn động nổ mìn tới môi trường xung quanh đã không được kiểm soát triệt để. QCVN 01:2019/BCT của Bộ Công Thương lúc này chỉ có tính pháp lý mà thiếu cơ sở khoa học để đánh giá đầy đủ ảnh hưởng và thiệt hại gây ra bởi chấn động nổ mìn.

Từ những thập niên 50 của thế kỷ XIX cho đến nay, nhiều học giả đã đề xuất các phương trình thực nghiệm để dự báo cường độ sóng chấn động sinh ra do nổ mìn (sau đây được gọi tắt là “*dự báo chấn*”).

*động nổ mìn*” trong nghiên cứu này). Tuy nhiên, cách tiếp cận của các phương pháp thực nghiệm chủ yếu dựa trên mối quan hệ tuyến tính của khối lượng thuốc nổ và khoảng cách giám sát chấn động nổ mìn. Trong khi đó, nhiều yếu tố khác cũng được các nhà khoa học đề xuất là có ảnh hưởng tới chấn động nổ mìn như: tính chất cơ lý của đất đá và các thông số nổ mìn (chiều sâu lỗ khoan, khoảng cách các hàng lỗ khoan, khoảng cách các lỗ khoan trong hàng, đường cản chân tầng, chỉ tiêu thuốc nổ, đường kính lỗ khoan,...) vẫn chưa được nghiên cứu và xem xét trong các phương trình thực nghiệm. Hơn nữa, việc nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn và bảo vệ môi trường khai thác mỏ đang là vấn đề thời sự của các mỏ lộ thiên.

Với sự phát triển vượt bậc của khoa học công nghệ trong thế kỷ XXI và cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, công nghệ thông tin đã thay đổi thế giới. Các ứng dụng của công nghệ thông tin như: trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence), mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Network), học máy (Machine Learning), học sâu (Deep learning), dữ liệu lớn (Big data), Internet kết nối vạn vật (IoT), cuốn sổ cái (Blockchain),... đã tạo một bước nhảy lớn trong khoa học công nghệ, đưa con người đến với cuộc sống hiện đại hơn, chính xác hơn và tiện nghi hơn. Trong đó, không thể không nói đến ứng dụng của trí tuệ nhân tạo trong ngành mỏ. Trong thực tế, trí tuệ nhân tạo đã được nghiên cứu và phát triển để dự báo các vấn đề liên quan tới ngành công nghiệp mỏ như: dự báo chấn động nổ mìn, sóng đập không khí, đất đá bay, hậu xung, ô nhiễm không khí,... Ngoài ra, các phương pháp tối ưu hóa biên giới mỏ, kế hoạch sản xuất, các công tác vận tải, xúc bốc,... cũng đã được thực hiện bởi trí tuệ nhân tạo.

Trong dự báo chấn động nổ mìn, trí tuệ nhân tạo có khả năng khắc phục các hạn chế và nhược điểm của các mô hình thực nghiệm và cho phép dự báo chính xác chấn động sinh ra do nổ mìn, tuy nhiên chưa được nghiên cứu và áp dụng tại Việt Nam. Hơn nữa, các nghiên cứu mới nhằm bổ sung và đóng góp cho cộng đồng khoa học trên thế giới trong xu thế hội nhập hiện nay là cần thiết để không ngừng cải thiện mức độ chính xác của các mô hình trí tuệ nhân tạo.

Từ thực tế trên, các tác giả đã biên soạn cuốn sách chuyên khảo: *“Dự báo chấn động nổ mìn trong khai thác mỏ lộ thiên bằng mô hình trí tuệ nhân tạo”* trên cơ sở xem xét tổng thể nhiều yếu tố ảnh hưởng

tới sóng chấn động nổ mìn, nhằm cải thiện mức độ chính xác trong dự báo chấn động nổ mìn, góp phần giảm thiểu các tác động tiêu cực tới môi trường xung quanh. Đây là một chủ đề có tính cấp thiết và thực tiễn trong ngành mỏ Việt Nam và thế giới hiện nay.

Cuốn sách gồm các nội dung chính sau:

- Chương 1. Đặc điểm chung của công tác nổ mìn trên mỏ lộ thiên và những ảnh hưởng của chấn động nổ mìn;
- Chương 2. Tổng quan các dự báo chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên;
- Chương 3. Cơ sở lý thuyết của một số mô hình trí tuệ nhân tạo dự báo chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên;
- Chương 4. Nghiên cứu một số mô hình trí tuệ nhân tạo dự báo chấn động nổ mìn cho mỏ lộ thiên.

Đây là một tài liệu chuyên khảo bổ ích cho các nhà khoa học, các nghiên cứu sinh, học viên cao học và sinh viên trong các trường đại học, cao đẳng ngành mỏ, đồng thời còn là tài liệu tra cứu, tham khảo bổ ích cho các kỹ sư mỏ trực tiếp điều hành sản xuất trên công trường nổ mìn của các mỏ than, quặng, đá vật liệu xây dựng,.. cũng như các cơ quan quản lý nhà nước có liên quan.

*Hà Nội, 02 tháng 9 năm 2020*

**Các tác giả**



ISBN: 978-604-9955-64-8



9 786049 955648

Giá: 180.000đ