



Title: Fuzzy Comprehensive Evaluation for Operating Load and Efficiency of Semiautogenous Grinding Process (半自生研削プロセスにおける運転負荷と効率のファジー総合評価)

Authors: Zhenhong Liao, Jinhua She, Wen Chen, Min Wu, and Yanglong Zhang

(廖振鴻 (中国地質大学), 余錦華 (東京工科大 工学部 教授), 陳文 (長沙鉱冶研究院), 吳敏 (中国地質大学), 張洋龍 (長沙鉱冶研究院))

Journal: IEEE Transactions on Fuzzy Systems DOI: 10.1109/TFUZZ.2025.3583874, Vol. 33, No. 9, pp. 3145-3155, September 2025

掲載年月: 2025年9月

研究概要: 半自生粉碎プロセスは鉱物処理において欠かせないが、そのプロセスの動作条件について総合的かつ客観的な評価はできず、主に作業員の経験に基づき行っている。本論文では、そのプロセスの負荷と効率に対する2段階ファジー総合評価法を初めて提案する。これにより、運転効率評価の精度を高めることができるだけでなく、プロセスの運転負荷と効率を評価するための客観的かつ統一的な基準を提供する。

研究背景: 半自生粉碎 (SAG) プロセスは、未知な外乱、プロセス遅延、プロセス変数間の相互作用とカプリングを特徴としており、供給鉱石の特性の頻繁な変化も回路の動作状態に影響を与えるため、プロセスパラメータの設定値を頻繁に調整する必要があり、オペレーターの経験と知識により監視機能を実行しているのは現状である。しかし、個々のオペレーターの経験と知識の違いにより、同様の運転条件下でも異なる操作になることもあり、操作の一貫性のなさが生じる。

研究成果: 本稿では、運転負荷と効率という2つの側面を持つSAGプロセスのファジー総合評価手法を提示する。まず、運転負荷に基づいてSAGプロセスが正常に運転されているかどうかを判定する。次に、運転効率を評価する。具体的に、(1) SAGプロセスの運転負荷レベルと効率レベルを評価するための2段階ファジー総合評価手法を考案した(図1)。(2) ベイズ最適化ランダムフォレストモデルとファジー総合評価手法を組み合わせることにより、SAGプロセスの運転効率評価を実現した。(3) 本評価手法は、SAGプロセスを評価する客観的かつ統一的な判断基準を提供する。

社会への影響: 提案した評価手法は、異なる生産経験を持つオペレーターに、客観的かつ統一された判断基準を提供し、SAGプロセスをより正確に評価することになり、運転効率評価の精度を高めることができるだけでなく、プロセスの運転負荷と効率を統一して評価するための客観的かつ統一的な基準を提供し、SAGプロセス制御の高性能に大きく寄与する。

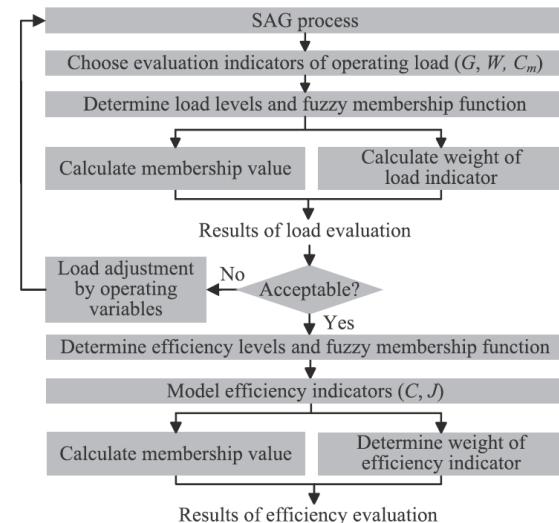


図1 評価フレームワーク

専門用語:

循環負荷比 (circulating load ratio) : SAGミルに投入された所定の粒度に粉碎されなかった鉱石は、新たに投入された鉱石に対する比率である。

ファジー包括的評価 : ファジー総合評価は、あいまいな情報を数値化し、物事を総合的に評価する手法である。