

Desenvolvimento de um software para inversão de função constitutiva para descrever o comportamento do meio que possui polarização elétrica induzida (IP)

Edivagner S. Ribeiro

Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF
Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo - LENEP
Programa de Pós-Graduação em Eng. de Reservatório e Exploração
Cx. Postal - 119562 , Macaé, RJ
E-mail: edivagner@gmail.com

Carlos Alberto Dias

Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF
Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo - LENEP
Cx. Postal - 119562 , Macaé, RJ
E-mail: diaslenep@gmail.com

RESUMO

Existem dois parâmetros elétricos que caracterizam os materiais, a condutividade e a constante dielétrica, o primeiro associado com o efeito produzido por cargas livres que se deslocam em fase com o campo elétrico externo aplicado, e o segundo associado com o efeito produzido pelas cargas ligadas e, ainda, por cargas de transporte que se deslocam defasadas com relação ao campo elétrico externo aplicado. Esses dois parâmetros por si ou combinados oferecem toda a informação que se pode esperar das medidas elétricas dos materiais. É de particular interesse para a petrofísica o estudo do efeito devido às cargas de transporte, que se deslocam por mecanismo de difusão, nos materiais geológicos que possuem interfaces eletrificadas de partículas metálicas ou de argilominerais disseminadas em contato com a solução eletrolítica que permeia os poros das rochas.

O modelo analítico proposto por Dias [3] [4] [5] para descrição do efeito de polarização elétrica induzida, nas rochas contendo mineralizações por metálicas ou argilominerais, disseminados na matriz da rocha, tem sido objeto de análise e referências por diversos autores, na literatura mundial. Não obstante esse fato, não se dispõe hoje de um software de conhecimento público, adequado para fazer a inversão da “função constitutiva de Dias”[5], com determinação dos 5 coeficientes dessa função, que servem de base na interpretação de características petrofísicas da rocha analisada.

Numerosas são as aplicações em petrofísica da análise da condutividade espectral, tais como a determinação do tamanho e distribuição das partículas causadoras da polarização (partículas metálicas ou de argilominerais disseminadas na matriz da rocha); determinação do espaçamento intergrãos; argilosidade; pressão capilar e salinidade; porosidade; caracterização de reservatório, através da matriz constituída pelos 5 coeficientes; a distinção entre zonas do reservatório contendo óleo-água, água-argila, água, argila seca, argila úmida; e a possível correlação entre a parte imaginária da condutividade com parâmetros dinâmicos da rocha (como a permeabilidade). Para consulta ver referências [5], [7], [8], [9] e [10].

Conquanto o modelo de Dias tenha alcançado notoriedade, faz falta um estudo abrangente e sistemático testando o modelo contra um grande número de dados experimentais, hoje disponíveis na literatura.

A ausência de tal estudo exaustivo do modelo deve-se, em grande parte, à falta de um software eficiente e do conhecimento público de inversão automática da função condutividade complexa, associada ao modelo, para extração dos seus cinco coeficientes.

Com a finalidade de resolver esta lacuna, utilizou-se o software MATLAB no desenvolvimento do software de inversão automático e otimizado, o qual utiliza como base o algoritmo de Marquardt [1] [2] para o ajuste de dados [6] e obtenção dos cinco coeficientes da função condutividade.

O software foi testado contra dados sintéticos e experimentais. Nos dados sintéticos temos um ajuste de ótima qualidade, mesmo para curvas mais caprichosas, sendo que estes apresentam o espectro de frequência completo. Para dados experimentais ainda persistem dificuldades no ajuste, sendo que alguns resultados já alcançados são promissores, mas precisam ser melhor trabalhados e desenvolvidos.

Palavras-chave: *Inversão, Petrofísica, Polarização Induzida*

Referências

- [1] Aster, R., Borchers, B., and Thurber, C., 2005, Parameter estimation and inverse problems. Elsevier Science & Technology Books.
- [2] Dennis Jr., J. E. and Schnabel, R. B., 1996, Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations – Siam, Philadelphia .
- [3] Dias, C. A., 1968, A non-grounded method for measuring electrical induced polarization and conductivity. Ph.D. Thesis, Univ. California- Berkeley, USA.
- [4] Dias, C. A., 1972, An analytical model for a polarizable medium at radio and lower frequencies, Journal of Geophysical Research, 77, 1972, 4945 – 4956.
- [5] Dias, C. A., 2000, Developments in a Model to Describe Low-frequency Electrical Polarization of Rocks, Geophysics, 65, 437-451.
- [6] Helene, O., 2006, Método dos Mínimos Quadrados Com Formalismo Matricial, Livraria da Física, São Paulo.
- [7] Lima, O. A. L. and Niwas, S., 2000, Estimation of hydraulic parameters of shaly sandstone aquifers fro geoelectrical measurements, Journal of Hydrology, 235, 12 - 26.
- [8] Maosong, T., Weinan, W., Yizhong, J., Deqin, S. and Li, L., 2004, Estimation of permeability of shaly sand reservoir from induced polarization time spectra, Journal of Petroleum Science and Engineering, 45, 1-10.
- [9] Maosong, T., Weinan, W., Yizhong, J. and Li, L., 2006, A time-domain induced-polarization method for estimating permeability in a shaly sand reservoir, Geophysical Prospecting, 54, 623-631.
- [10] Maosong, T., Weinan, W., Yizhong, J., Deqin, S. and Li, L., 2006, Determining capillary-pressure curve, pore-size distribution, and permeability from induced polarization of shaley sand, Geophysics, 71(3), N33 - N40.