

Abstrakt

Inverze a hloubkový rozsah dipólových elektromagnetických indukčních měření v geofyzice

Fernando César Moura de Andrade

Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky

Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

Geofyzikální metody elektromagnetické indukce se v podstatě skládají z vysílače, který produkuje magnetické pole, a souboru přijímačů, které měří primární magnetické pole z vysílače, složené se sekundárním magnetickým polem indukovaným pod povrchem. Zařízení pracující na relativně nízkých frekvencích a s krátkou vzdáleností mezi vysílačem a přijímači se obvykle nazývají konduktometry a pracují při nízkých indukčních číslech. Hloubkový dosah u takového zařízení závisí především na vzdálenosti mezi vysílačem a přijímačem, na orientaci magnetických dipólů a na výšce, ve které se přístroj nachází od země, tak aby bylo možné provést hloubkové sondování změnou těchto parametrů v jediném místě měření. Lze provádět série těchto multikonfiguračních měření, dvojrozměrných nebo dokonce trojrozměrných průzkumů a následně je invertovat tak, aby se vytvořil obraz pod povrchem země.

Přímou úlohu a inverzi multikonfiguračních dat elektromagnetické indukce lze provádět pomocí úplného nelineárního řešení Maxwellových rovnic nebo pomocí lineární aproximace s nízkým indukčním číslem. Zde jsou studovány chyby pozorované při použití této lineární aproximace za účelem ověření její platnosti a je zavedena metodika k překonání těchto chyb za účelem získání spolehlivějších hodnot zdánlivé vodivosti. Přímá úloha využívající aproximaci s nízkou indukčním číslem využívá kumulativních funkcí odezvy, které byly původně určeny pro přístroje pracující na povrchu země. Zde jsou zavedeny nové analytické relativní a kumulativní funkce odezvy s přihlédnutím k výšce, ve které se přístroj nachází od země. Vliv této výšky na hloubkový dosah je studován analyticky.

Inverze geofyzikálních dat je jedním z největších problémů v aplikované geofyzice vzhledem k tomu, že počet neznámých parametrů pod povrchem je mnohem větší než počet pozorovaných dat. Kromě toho jsou data kontaminována šumy, a proto může mít obrácená úloha obrovské množství řešení, která by vedla k dobré shodě mezi pozorovanými a modelovanými daty. U elektrických a elektromagnetických metod může být fakt, že řešení nejsou jednoznačná, způsoben například principem ekvivalence u jednorozměrných modelů země, kterému se zde podrobně věnujeme. Zvláštní pozornost je věnována rozdílu v závažnosti tohoto problému při použití zdánlivé vodivosti nebo reálné a imaginární části elektromagnetického pole jako pozorovaných dat.

Je zde představen kvazi-dvourozměrný inverzní postup, který lze také extrapolovat na trojrozměrný. Základní postup se skládá z následujících kroků: nalezení bodu na profilu, který se nachází v místě nejpodobnějším jednorozměrnému prostředí; odhad počátečního jednorozměrného modelu pro zvolený bod průzkumu za použití lineární inverzní metody s použitím Moore-Penrosovy pseudoinverze; použití metody nelineární proměnné metriky k inverzi s pomocí tlumené metody nejmenších čtverců, kde dříve získaná počáteční jednorozměrná hodnota je použita jako a priori informace k získání realističtějšího jednorozměrného modelu pro původně vybraný bod, jaký lze získat úplným řešením Maxwellovy rovnice; použití dříve získaného jednorozměrného obráceného modelu jako apriorní informace o sousedním bodě; tyto nově získané inverze jsou použity jako apriorní informace pro své další sousedy a tak dále.

Nakonec byla zavedená inverzní procedura testována na několika dvojrozměrných syntetických a reálných datech. Výsledky inverzí byly srovnány s inverzí elektrických odporových tomografických dat shromážděných ve stejných sekcích. Jsou diskutovány rozdíly zjištěné mezi těmito dvěma inverzemi pomocí srovnávání s využitím syntetických a reálných dat. Také je studován vliv stínění elektrického pole, kdy jsou na syntetickém příkladě pozorovány velké rozdíly mezi inverzí stejnosměrných a indukčních dat.