Fúrólyukak radiometrikus vizsgálata a barnakőszén és kálium kutatásban

D. STEINBRECHER

Olaj- és földgázfúrások vizsgálatánál a radiometrikus eljárás az NDK-ban a tároló kőzetek bonyolult petrográfiai és litológiai viszonyai miatt csak kevés alkalmazásra talált.

Szilárd ásványok (barnakőszén, kálium) kutatásában azonban ennek az eljárásnak széles alkalmazási lehetősége van. Barnakőszén fúrásokban gamma-gamma méréssel a széntelep egyértelműen kimutatható. Gamma-gamma mérésekkel a hamutartalom meghatározására is lehetőség van.

Kálium fúrásokban a természetes gamma mérésével a kálium telep K_2O-tartalma állapítható meg. A kálisók ásvány összetételének meghatározására irányuló radiometrikus eljárás kidolgozása folyamatban van.

При геофизических исследованиях нефтяных и газовых скважин радиометрические методы получили в ГДР лишь ограниченное применение в связи с сложными петрографическими и литологическими свойствами коллекторов.

Однако значительные перспективы открываются перед этими методами в области изучения твердых минералов (бурых углей, кали). При изучении скважин бурящихся на бурые угли, методом ГГК залежи бурых углей выделяются однозначно. Намечаются возможности определения зольности по данным ГК.

В скважинах, бурящихся на калийные залежи, по данным метода ГК определяется содержание K_2O в калийных залежах. Проводятся работы по разработке методики определения минералогического состава калийных солей при помощи радиометрических методов.

Bei der geophysikalischen Vermessung von Erdöl- und Erdgasbohrungen in der DDR haben radiometrische Verfahren wegen der komplizierten petrographischen und lithologischen Eigenschaften des Speichergesteins nur beschränkte Anwendung gefunden.

Ein breites Anwendungsgebiet erschliesst sich diesen Verfahren jedoch bei der Erkundung fester Minerale (Braunkohle, Kali). Bei der Vermessung von Braunkohlenbohrungen kann mit Hilfe der GG-Messung das Braunkohlenflöz eindeutig bestimmt werden. Möglichkeiten zur Bestimmung des Aschegehaltes aus der GG-Messung zeichnen sich ab.

In Kalibohrungen wird aus der GG-Messung der K_2O-Gehalt des Kaliflözes bestimmt. Arbeiten zur Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung der Kalisalze mit Hilfe radiometrischer Verfahren sind im Gange.

A gravitációs és mágneses fordított feladat egy megoldása és annak használata a Föld felépítésének és alakjának kutatásánál

D. ZIDAROV

A gravitációs és mágneses adatokat eddig többnyire csak kisebb területeken használták fel a földkéreg felépítésének kutatására.

Az egész Föld gravitációs és mágneses terének analízisére a tér gömbfüggvénysoros előállítását használták, amely pontos ugyan, de nem bír határozott értelemmel. A sorbafejtés nem független a használt koordinátarendszer nullpontjától. Ha a Föld tömegeloszlása nem szimmet-

rikus, amint Barta professzor kifejtette, akkor a sorbafejtés nem alkalmas az excentricitás kimutatására. Ezért a gravitációs és mágneses adatok analíziséhez egy új objektívebb módszert javasolok.

Ismeretes, hogy minden gravitációs és mágneses tér pontszerű tömegek vagy mágneses pólusok terekent ábrázolható.

A gravitációs fordított feladatot az egész Földre nézve részletesen megvizsgáljuk.

Olyan tömegeloszlást keresünk, amely a Föld felszínén egyenletesen elosztott M_i ($i = 1, \ldots, N$) pontokban olyan teret létesítenek, hogy e tér gradiensének normál komponensei egyenlők legyenek a Föld terének adott normál komponenseivel.

Az M_i pontok olyan elemi sokok közepén vannak, amelyeket a

$$\left.\begin{array}{ll} \text{meridiánok} & \lambda_l = l\Delta\lambda,\ l = 1 \ldots 2S,\ \Delta\lambda = \dfrac{2\pi}{2S} \\ \text{és a} & \varphi_l = l\Delta\varphi,\ l = 1 \ldots 2S,\ \Delta\varphi = \dfrac{\pi}{S} \end{array}\right\}\ 2S = N,$$

szélességi körök határolnak.

Az adott teret, mint az η pontterét ábrázolni, amelyek koordinátái $\xi_{k1}\ \eta_{k1}\zeta_k$ és tömege m_k. Az adott tér gradiensének normál komponense az M_i pontban legyen $V_\nu\ (M_i)$ és a Q_k „mozgó" ponttömegek gradiensének normál komponense legyen

$$V_\nu^{(n)}(M_i) = \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k \cos \widehat{R_{ik}V_i}}{R_{ik}^2}$$

ahol

$$R_{ik} = \sqrt{(x_i - \xi_k)^2 + (y_i - \zeta_k)^2 + (\zeta_k)}$$

a $\xi_{k1}\zeta_k\zeta_k$ és $M_i(X_i, Y_i, Z_i)$ pontok közötti távolság és az $\widehat{R_{ik}V_i}$ rádiuszvektor és a V_i normális által bezárt szög.

Vegyük fel, hogy a fordított problémánkat megoldottnak tekintjük, ha találtunk olyan $Q_k(\xi_{k1}\zeta_k\xi_k mk$ ponttömeget, amelyeknél a $(V_\nu - V_\nu^{(n)})^2$, különbség kisebb, mint egy előre megadott kis pozitív szám ε.

Legyen e négyzetes különbségek összege

$$U = \sum_{i=1}^{n} \left(V_\nu(Mi) - \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k \cos \widehat{R_{ik}V_1}}{R_{ik}^2} \right)^2$$

és keressük a Q_k ponttömegek azon helyét és tömegét, amelynél az U függvénynek minimuma van.

Az U összeg minimumát a gradiens módszerrel kaphatjuk meg. Először is helyettesítsük a keresett $\xi_{k1}\zeta_{k1}\zeta_{k1}m_k$ koordinátákat tetszőleges $\xi_k^{(o)}\zeta_k^{(o)}\xi_k^{(o)}m_k^{(o)}$ számokkal. Majd meghatározzuk az U függvény gradiensét, utána a Q_k ponttömeget mozgatjuk, amely az U gradiensével ellentétes irányban mozgatjuk.

Így megkapjuk a keresett koordináták első közelítését $\xi_{ki}^I\zeta_k^I\zeta_k^I m_k^I$ értékeket, majd megismételjük a számítást és a ponttömegeket azon helyekig és tömegekig „mozgatjuk", amelyeknél az U összeg gradiense éppen nullával egyenlő. A továbbiakban egy ellenőrzésre is szükségünk van, hogy vajon az U összegnek ebben a helyzetében tényleges minimuma van-e.

A gradiens módszert közelebbről nem ismertetjük, mert ez már az irodalomból jól ismert.

Könnyen bebizonyítható, hogy az U összeg minimuma a Q_k mozgó ponttömegek számának növelésével csökken. Ez azt jelenti, hogy ha egyáltalán létezik a fordított feladatnak egy megoldása, a Q_k mozgó ponttömegek számának növelésénél kapunk egy olyan helyzetet, amelynél a $(V_\nu - V_\nu^{(n)})^2$ különbségek kisebbek a megadott kis ε számnál. Így megkapjuk feladatunk megoldását. Sajnos egyelőre nem állíthatjuk, hogy az ílymódon kapott megoldás egyértelmű.

Milyen új eredményeket várhatunk ettől a módszertől?

A fordított gravitációs feladat megoldásánál az alkalmazott geofizika céljaira olyan tömegeloszlást kapunk, amelynek tere az adott térrel azonos. Vegyük fel, hogy ez a tömegeloszlás a sok más eloszlás közül egy maximális sűrűségű speciális testet ábrázol.

A fordított gravitációs feladatnak az egész Földre kiterjesztett megoldásánál hibát követünk el, ha előre feltételezzük, hogy a Föld gömb vagy más alakú. A földtömegek számított legkedvezőbb eloszlásából következtetni tudunk a Föld alakjára és felépítésére.

E megfontolások érvényesek, ha a gravitációs mező adatai a Föld felszínnek egy meghatározott területén ismertek. Ebben az esetben a következő teorémát alkalmazzuk: Ha egy zárt analitikus S felszín tömegeinek U_1 és I_2 potenciálja a felszín egy szakaszán azonos, akkor mindkét U_1, U_2 potenciál az egész S felszínen és az S-en kívül is egyenlő.

Tehát az információ, amelyet a Föld felszínnek egy meghatározott ΔS részén kapunk, elégséges az egész Föld fordított gravitációs feladatának a megoldására, vagy legalábbis a gravitációs tér meghatározására a ΔS terület közelében.

A fordított mágneses feladat megoldásánál megkíséreljük az ismert mágneses teret, mint a $\hat{P}_k(\xi_k, \xi_k, \zeta_k, \mu_{xk}, \mu_{yk}, \mu_{zk})$ mágneses dipólusok mezejét ábrázolni az x_k, y_k, z_k derékszögű koordinátákkal és μ_k dipolus momentumokkal. Ezeknek a mágneses dipolusoknak olyan dipolus momentumát és olyan helyzetét keressük, amelynél

$$\varphi = \sum_{i=1}^{n}\left(W_v(M_i) - \sum_{k=1}^{n} \frac{\partial}{\partial V_i} \frac{\mu_k \cos R_{ik}\hat{} \mu_k}{U_{ik}^2}\right)^2$$

összeg minimum. Itt $W_v(M_i)$-vel a földmágneses tér gradiensének normál komponensét a Föld felszínen egyenletesen elosztott M_i pontokban $\frac{\partial}{\partial V_i}$-vel az M_i pontokban a normális irányban vett deriváltat $R_{jk}\hat{}\ V_n$-nel az R_{ik} és a μ_k mágneses momentum közti szöget R_{ik}-val az $M_i(x_i y_i z_i)$ pont és a μ_k mágneses dipólusok közti távolságot.

Ennek az összegnek a minimumát a már említett gradiensmódszer segítségével kapjuk.

A mi Geofizikai Intézetünkben a nevezett módszert a Föld mágneses momentumának meghatározására alkalmaztuk. E célra a mágneses adatokat 1950-től felhasználtuk és egy mozgó mágneses dipolt alkalmaztunk. A kapott mágneses dipol koordinátái Barta professzor elméletével jó összhangban vannak.

Végezetül meg kell jegyezni, hogy a gradiens módszer új lehetőséget ad a Föld alakjának és felépítésének a kutatására. Alkalmazásához két előfeltétel szükséges: pontos adatok és gyors számológép.

Допустим, что величины градиента V_ν поля силы тяжести известны по нормали сферической поверхности σ в пунктах $M_i(x_i, y_i, z_i,)\ i = \ldots, N$, равномерно распределенных по поверхности сферической поверхности. Решение обратной гравиметрической задачи получается при нахождении n пунктов Q_k с координатами $\xi_k, \eta_{ki}, \zeta_k$ и массой $mк$, при условии, что разность $V_\nu(M_i) - V_\nu(M_i)^{(n)}|^2$ является меньшей заранее заданной величины. Здесь

$V_\nu(M_i)^{(n)} = \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k \cos R_{ik}\hat{} V_i}{R_{ik}{}^2}$ – градиент по нормали к поверхности σ в пункте M_i поля силы тяжести пунктов Q_k;

$R_{ik} = \sqrt{(x_i - \xi_k)^2 + (y_i - \eta_k)^2 + \zeta_k^2}$ – расстояние между пунктами x_i, y_i, z_i и ξ_k, η_k, ζ_k

$R_{ik}\hat{}V_i$ – угол между нормалью к поверхности 0 в пункте M_i и радиусвектором R_{ik}.

Такое положение пункта Q_k определяется (при помощи метода „наибыстрого снижения”) минимумом суммы:

$$U = \sum_{i=1}^{N}\left(V_\nu(M_j) - \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k \cos R_{ik}\hat{} V_i}{R_{ik}{}^2}\right)^2.$$

Подобным образом решается и обратная задача в магнитометрии.

Доказывается следующая теорема. Если пункты U_1, U_2, представляющие гравитационные потенциалы масс, находящихся в пределах (или вне пределов) замкнутой аналитической поверхности S, равны друг другу в определенной части поверхности ΔS, то они равны друг другу и по всему пространству внутри (или вне) S.

Следовательно, гравиметрические и магнитометрические данные, определенные с достаточной точностью для ограниченной части ΔS поверхности Земли, могут дать сведения о поле силы тяжести всей Земли или по крайней мере о поле соседних территорий.

Вышеприведенное определение распределения масс Земли позволяет получить дополнительные сведения о строении и фигуре Земли.

It is assumed that if the values are known of the gradient V_ν of the gravitation field follow ing the normal at points $M_i(x_i y_i z_i)$ $i = 1, \ldots, N$, evenly distributed on a spheric surface σ, the solution of the inverse gravimetric problem will be obtained, in case that n such mass points Q_k with coordinates ξ_k, η_k, ζ_k and a mass m_k are found, that the difference $|V_\nu(M_i) - V_\nu(M_i)^{(n)}|^2$ be smaller than a preliminary given quantity;

$$V_\nu(M_i)^{(n)} = \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k \cos \widehat{R_{ik} V_i}}{R_{ik}^2}$$

being the gradient following the normal on σ at a point M_i of the gravitation field of the points Q_k; $R_{ik} = \sqrt{(x_i - \xi_k)^2 + (y_i - \eta_k)^2 + \zeta_k^2}$, is the distance between the points x_i, y_i, z_i, and ξ_k, η_k, ζ_k;

and $\widehat{R_{ik} V_i}$ is the angle between the normal on σ at a point M_i and the radius vector R_{ik}. This position of the points Q_k is determined through the minimum of the sum (by the method of „quickest descent")

$$U = \sum_{i=1}^{N} \left(V_\nu(M_i) - \sum_{k=1}^{n} \frac{m_k \cos \widehat{R_{ik} V_i}}{R_{ik}^2} \right)^2 .$$

The inverse magnetic problem is analogously put.

The following theorem is proved: if the functions U_1, U_2, representing the gravitation potentials of masses enclosed in (or being out of) the closed analytic surface S, are equal on a certain part ΔS of S, they will be equal to each other in the whole space out of (or in) S.

Consequantly gravimetric and magnetic data, precisely enough determined on a limited part ΔS of the earth's surface, could give us information about the gravitation field of the whole earth, or at least about the neighbouring areas.

The above given determination of the distribution of the masses of the earth can supply us with additional information about the earth's structure and form.

A hosszú periódusú felszíni szeizmikus hullámok vizsgálatának néhány eredménye a Szovjetunióban

I. I. POPOV

A Szovjetunió Tudományos Akadémiája Földfizikai Intézetében különböző módszerekkel vizsgálják a Föld felső köpenyének szerkezetét a *Szovjetunió* területén. E tanulmány a *Gamburcev* által a földkéreg szerkezetére javasolt mélyszondázó módszer eredményeivel, főként a felszíni hosszúperiódusú hullámokra vonatkozó vizsgálatokkal foglalkozik.

A módszer alapját a felszíni Rayleigh- és Love-hullámok csoportos és fázis sebességének diszperziója, valamint a közegek rugalmassági és geometriai paramétereinek összefüggései képezik.

Elméletileg meghatározzák a c hullámsebesség

$$c = f(TH\beta_1\beta_2\delta_2/\delta_1$$

függvénykapcsolatát a H rétegvastagsággal, a térhullámoknak a rétegben, illetőleg az alatta levő közegben való β_1, ill. β_2 terjedési sebességével, a megfelelő sűrűségek δ_2/δ_1 viszonyával és a létrejövő felszíni hullámok T periódusával.

Megfigyelve az 50 mpercig terjedő periódusú felszíni hullámok diszperzióját, kísérleti diszperziós görbéket kapunk, ezeket összehasonlítjuk az elméleti görbékkel. Ezáltal a réteges közeg szekezetére kapunk adatokat. Példákat közöltünk a *Krimben* végzett megfigyelésekről. A számításoknál felhasználtuk a földrengések epicentrumának, a megfigyelési helyeknek, ill. a szeizmikus hullámutaknak geometriai helyzetét.