

SPRÁVA

Použitie diskriminačnej analýzy na príklade čiernych bridlíc malokarpatského kryštalinika

MILOSLAV KHUN

Katedra geochémie PFUK, Paulínyho 1, 801 01 Bratislava

Doručené 11. 7. 1979

Применение дискриминантного анализа для определения чёрных сланцев кристаллика Малых Карпат

Дискриминантный анализ результатов геохимического опробования помог к разчленению чёрных сланцев рудоносного горизонта от непродуктивных. На основании большого количества опытов была получена 78 % точность их вычленения на основании содержания ванадия, меди и никеля. Эти элементы имеют основное значение для отличия продуктивных сланцев от непродуктивных.

The use of discriminant analysis on the example of black shales from the Malé Karpaty Mts. crystalline

Contents of nickel, vanadium and copper allow a discrimination on 78 p. c. confidence level between "productive" and "non-productive" shales for base metal mineralization.

Použitá matematickoštatistická metóda

Diskriminačná analýza sa používa pri riešení otázok triedenia jedincov do istých vopred definovaných skupín. Kritériá na oddelenie súborov, a tým aj na zaradenie jedinca vymedzuje diskriminačná

funkcia, ktorá môže byť lineárna, kvadratická, resp. iná. Lineárnu diskriminačnú funkciu, ktorú sme použili aj v prípade malokarpatských čiernych bridlíc, možno vytvoriť pomocou tzv. Mahalanobisovej zovšeobecnenej vzdialenosti D_2 . Je to vlastne vzdialenosť vektorov aritmetických priemerov jednotli-

vých charakteristík, pričom sa berú do úvahy aj vlastnosti korelácie medzi charakteristikami. Výslednú hodnotu možno štatisticky testovať pomocou *F*-testu, ak majú charakteristiky normálne rozdelenie.

Diskriminačnou analýzou možno riešiť v podstate dve skupiny klasifikačných problémov (V. Sattran — B. Soukup 1973):

1. Otázky samostatnosti skupín jedincov na základe istého súboru znakov (premenných), t. j. ak sú dva súbory predstavované jednoznačne roztriedenými jedincami, možno pomocou súboru znakov (premenných) vyjadriť „vzdialenosť“ medzi týmito súbormi a tak získať predstavu miery nezávislosti medzi súbormi navzájom.

2. Otázky zaradenia sporných vzoriek do vopred definovaných skupín na základe typických súborov. Každá z problematických vzoriek sa zaraďuje do istej skupiny podľa afinity.

Obidve otázky sa riešia rovnakým spôsobom (pozri V. Sattran — B. Soukup 1973, R. L. Miller — J. S. Kahn 1962). Pri diskriminačnej analýze čiernych bridlíc malokarpatského kryštalinika sa použilo aj percentné vyjadrenie, ako prispievajú prvky k celkovej „vzdialenosti“ medzi priemerami.

Opis objektu výskumu

Študovaný súbor vzoriek čiernych bridlíc malokarpatského kryš-

talinika bol rozdelený na vzorky z lokalít v produktívnych rudonosných zónach a na vzorky z lokalít mimo týchto zón (58 a 44 vzoriek). Prvá produktívna rudonosná zóna sa ťahne za zónou najstarších sedimentov na juhozápadnej strane pezinsko-perneckého kryštalinika a delí sa na dve časti, a to na južnú medzi Pezinkom a Kolárskym vrchom, a na severnú, medzi Koniskými hlavami a Tureckým vrchom. Obidve časti oddeľuje výbežok granitoidných hornín v oblasti Kolárskeho vrchu. Ostatné tri produktívne zóny zrudnenia symetricky rozdeľujú mohutný komplex amfibolických hornín, ktorý sa nachádza v strede bridličnatého súvrstvia medzi Rybníckom, Pernekom a Kuchyňou. Na západe je to zóna rudného poľa Ryhovej štólne a ložiska Augustín, v strede zóna Rybníček — Čertov kopec — Križnica a najvýchodnejšie rudonosná zóna Köberling — Skalnatá — Kuchynská dolina (B. Cambel 1959, T. Buday — B. Cambel — M. Maheľ et al. 1962). Vzorky z lokalít mimo produktívnych zón boli odobraté z ostatných výskytov čiernych bridlíc v kryštaliniku Malých Karpát.

Postup riešenia

K dispozícii bolo 102 vzoriek čiernych bridlíc odobratých zo študovaného územia v rokoch 1976 až 1977. Spektrálne analýzy na 10 stopových prvkoch boli vykonané v GÚ

PFUK Bratislava. Základné štatistické charakteristiky analyzovaných stopových prvkov sú v tab. 1. Diskriminačná analýza vzoriek čiernych bridlic malokarpatského kryštalinika sa počítala podľa programu I. Jedličku (VVS Bratislava) na stolnom programovacom kalkulátore WANG 2200B. Išlo o klasifikačný

ktorým každá z nich prispieva k diskriminácii medzi definovanými súbormi (v percentách), ďalej zo všeobecnú Mahalanobisovu vzdialenosť D_2 , diskriminačný index R_0 , ktorý predstavuje strednú hodnotu medzi dvoma definovanými súbormi a je vlastne hraničná hodnota medzi nimi. Uvedená je aj hodno-

Základné štatistické charakteristiky študovaných stopových prvkov (obsahy v ppm)
Mean statistical parameters of investigated trace elements

Tab. 1

Prvok	Produktívne zóny (58 vz.)				Mimo zón (44 vz.)			
	$\bar{x}$	medián	S	V (%)	$\bar{x}$	medián	S	V (%)
B	47	35	59	127	43	36	63	147
V	507	380	792	156	198	115	206	104
Cu	118	92	107	91	48	30,5	58	122
Ni	211	106	224	106	31	29,5	20	66
Cr	127	50	155	123	76	74	47	62
Ba	3562	805	4076	114	4614	955	5132	111
Sr	122	105	93	76	214	130	318	148
Ti	3673	3625	1638	44	4764	5050	1520	32
Pb	10	4	9	96	10	5	24	237
Zr	117	112	54	46	117	121	53	45

problém zaradenia jedincov (vzoriek) do vopred stanovených a definovaných skupín. Celý súbor (102 vzoriek) sa potom diskriminačnou analýzou rozdelil na dva súbory s uvedeným počtom vzoriek a sledovala sa správnosť zaradenia vzoriek podľa príslušnosti do skupín. Urobilo sa viac pokusov pri rozličnom počte premenných (prvkov). Ďalej uvádzame podľa výstupu z počítača pri rozličnom počte premenných odhad ich príspevku,

ta F -testu významnosti rozdielov medzi celkovými priemerami súborov a počet stupňov voľnosti. Hodnota F má pri čiernych bridliciach malokarpatského kryštalinika len orientačný význam, pretože súbory ako celky nemajú normálne rozdelenie (tab. 2).

Výsledky riešenia

V tomto prípade bolo zo 102 vzoriek zaradených 78 správne, čo

*Výsledky diskriminačnej analýzy
pri 10 premenných
Result of discriminant analysis
at 10 variables*

Tab. 2

Premenná	Príspevok %
B	0,89
V	39,56
Cu	23,80
Ni	38,33
Cr	-12,16
Ba	4,87
Sr	5,18
Ti	-3,00
Pb	-0,20
Zr	2,70

MAHALANOBIS $D_2 = 2,116$
 TEST $F = 4,818$
 DISK. INDEX $R_o = 0,80$

10 a 91 stupňov voľnosti

predstavuje 77-percentnú správnosť. K diskriminácii najväčšou mierou prispieva V, Cu a Ni. Preto sa tieto tri premenné vybrali a použili samostatne (tab. 3).

Zo 102 vzoriek bolo v tomto prípade správne zaradených 74, čo predstavuje zníženie percenta správnosti zaradenia oproti prvému prípadu na 73 %. Z toho možno usudzovať, že aj ostatné študované stopové prvky prispievajú svojou mierou k diskriminácii medzi vzorkami z produktívnych zón a vzorkami z oblasti mimo produktívnych zón v malokarpatskom kryštaliniku. Preto v ďalšom pokuse boli z 10 premenných vylúčené len tie, kto-

rých príspevok k diskriminácii bol záporný (znižovali diskriminačný index R_o), t. j. prvky Cr, Ti a Pb.

*Výsledky diskriminačnej analýzy
pri 3 premenných
Results of discriminant analysis
at 3 variables*

Tab. 3

Premenná	Príspevok %
V	25,33
Cu	20,60
Ni	54,06

MAHALANOBIS $D_2 = 1,424$
 TEST $F = 11,638$
 DISK. INDEX $R_o = 1,322$

3 a 98 stupňov voľnosti

Program sa potom upravil pre 7 premenných.

*Výsledky diskriminačnej analýzy
pri 7 premenných
Results of discriminant analysis
at 7 variables*

Tab. 4

Premenná	Príspevok %
B	1,11
V	25,49
Cu	19,92
Ni	40,76
Ba	4,88
Sr	5,37
Zr	2,43

MAHALANOBIS $D_2 = 1,828$
 TEST $F = 6,143$
 DISK. INDEX $R_o = 0,359$

7 a 94 stupňov voľnosti

V tomto prípade bolo zo 102 vzoriek správne zaradených 80, čo predstavuje 78-percentnú správnosť. Je to zatiaľ najlepší výsledok, ale možno ho ešte zlepšiť, napr. použitím logaritmov hodnôt obsahov sledovaných stopových prvkov, kvadratickou diskriminačnou funkciou a pod. Percento správnosti zaradenia prakticky súhlasí s údajmi v literatúre, napr. P. E. Potter — N. F. Shimp — J. Witters (1963) z 33 vzoriek morských a sladkovodných sedimentov správne zaradili 28 vzoriek (85-percentná správnosť).

Záver

Záverom možno konštatovať, že na odlišenie čiernych bridlíc produktívnych zón od ostatných čiernych bridlíc malokarpatského kryštalinika najväčšou mierou prispieva obsah V, Cu a Ni. Vlastnú diskriminačnú analýzu možno použiť s presnosťou okolo 80 % (po zlepšení aj s väčšou) na zaraďovanie sporných vzoriek čiernych bridlíc podľa príslušnosti či už do produktívnych zón alebo do oblastí mimo produktívnych zón v kryštaliniku Malých Karpát.

LITERATÚRA

- Buday, T. — Cambel, B. — MaheI, M. et al. 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, M-33-XXXV, M-33-XXXVI, Wien — Bratislava. Bratislava, V SAV. 248 s.
- Cambel, B. 1959: Hydrotermálne ložiská v Malých Karpatoch, mineralógia a geochemia ich rúd. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 3, 338 s.
- Miller, R. L. — Kahn, J. S. 1962: Statistický analýz v geologických vedách. *Preklad z angličtiny. Moskva, MIR.* 480 s.
- Potter, P. E. — Shimp, N. F. — Witters, J. 1963: Trace elements in marine and fresh-water argillaceous sediments. *Geochim. cosmochim. Acta (London)*, 27, pp. 669—694.
- Sattran, V. — Soukup, B. 1973: Použití matematických metod v geologii. 1. vyd. Praha, ÚÚG. 153 s.

The use of discriminant analysis on the example of black shales from the Malé Karpaty Mts. crystalline

MILOSLAV KHUN

Discriminant analysis has been applied to test the selection of black shales coming from productive ore zones from a set of undifferentiated samples from the Malé Karpaty Mts. crystalline area. The samples were previously dichotomized into groups coming from and outside of an ore-bearing zone. According to results of mathematical processing

of geochemical data, a 78 p. c. confidence level of classification has been achieved mainly according to vanadium, copper and nickel content in investigated samples. These elements contribute considerably to the discrimination of black shales taken from the productive belt.

Preložil I. Varga