

青海大坂山地区水系沉积物测量元素组合分区

董毅¹, 范丽琨¹, 段焕春², 王宝勋²

(1. 青海省有色地质勘查局, 西宁 810007; 2. 天津华北地质勘查局, 天津 300181)

[摘要] 采用R型因子分析方法, 对大坂山地区水系沉积物地球化学测量所取得的数据进行了统计处理, 提取了具有代表性的6种因子组合类型, 并利用各因子组合得分值进行了地球化学分区, 制作了元素组合分区图, 由此将工作区内全部水系沉积物样品所反映的地球化学统计信息以区块的形式反映在一幅图中, 通过对该图的判读分析, 不仅反映了不同地段中以相应元素组合类型为主的地球化学异常和其地质成因信息, 也揭示出相应元素的背景含量特征, 为从整体上认识该区地质、地球化学成矿特征提供了简明、清晰的参考资料。

[关键词] 地球化学 因子分析 元素组合类型 元素组合分区 成矿系统 青海省大坂山地区

[中图分类号] P595 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2009)01-0070-05

此次1 50 000水系沉积物地球化学测量工作区位于青海省门源县和互助县境内的大坂山地区, 地理坐标为: 东经100°47′~102°01′, 北纬37°07′~37°39′, 工作面积约为2 000 km²。该地区在大地构造位置上处于北祁连造山亚带和中祁连古陆块体两大构造单元的接壤部位^[1], 是该省重要的铜、金、铅、锌、钨、钼成矿地带, 已发现了多处矿产地。但以往地质勘查工作主要集中在已发现的矿床和矿点上, 其它大部分地段没有进行系统的地质勘查和综合研究工作, 整体资源潜力尚未查明。目前, 青海省对该地区的资源大调查工作正在进行中, 笔者试图利用此次大调查工作所实施的水系沉积物地球化学测量所取得的数据进行R型因子分析, 根据所得出的统计成果, 从整体上提取有用元素的综合地球化学信息, 探索不同元素组合类型在该地区的地球化学分布特征, 划分出较为清晰的不同元素组合类型的地球化学成矿区域, 从而为该地区地质找矿提供线索。

1 工作区地质背景概况

工作区地层主要沿北西向断裂带分布, 西部及中部为上奥陶统细碧—角斑岩建造, 东部地段则以志留系沉积—火山岩建造为主。此外, 工作区南北

两侧分布有大面积的前寒武系中—深变质岩。区内岩浆活动强烈, 其中侵入活动主要集中于上奥陶统和前寒武系地层中, 主要为加里东期花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩岩体, 另有少量基性岩和岩脉的分布; 志留系地层中仅局部地段出露多围岩捕虏体的花岗闪长岩小岩株和岩脉。全区北西—北西西向断裂构造非常发育, 控制了地层及岩浆岩的分布。目前已发现的矿产以铜、金、铅及锌为主, 如红沟中型铜矿、松树南沟小型金矿以及中南沟铅锌矿点、多拉陇哇金铜矿点和大黑山含铋钨钼矿点等。

2 水系沉积物测量的主要工作方法和技术指标

此次水系沉积物地球化学测量的采样密度为4.6点/km², 样品的采样及加工粒级为-20~-80目。结合1 50 000采样点布置图, 使用GPS准确定位各个采样点的位置, 并利用GPS的航迹监控方法, 保证各采样点的到位。采样物质一般以I、II级水系中的细砂~粗砂冲积物为主。个别无法取样地段, 采集点位附近的岩屑物质。样品分析项目为Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Cr、W、Sn、Mo、Bi、Hg、Ba和Mn等15个元素。

[收稿日期] 2008-03-03; [修订日期] 2008-06-26。

[第一作者简介] 董毅(1956年—), 男, 1982年毕业于西北大学, 获学士学位, 现主要从事野外地球化学勘查工作。

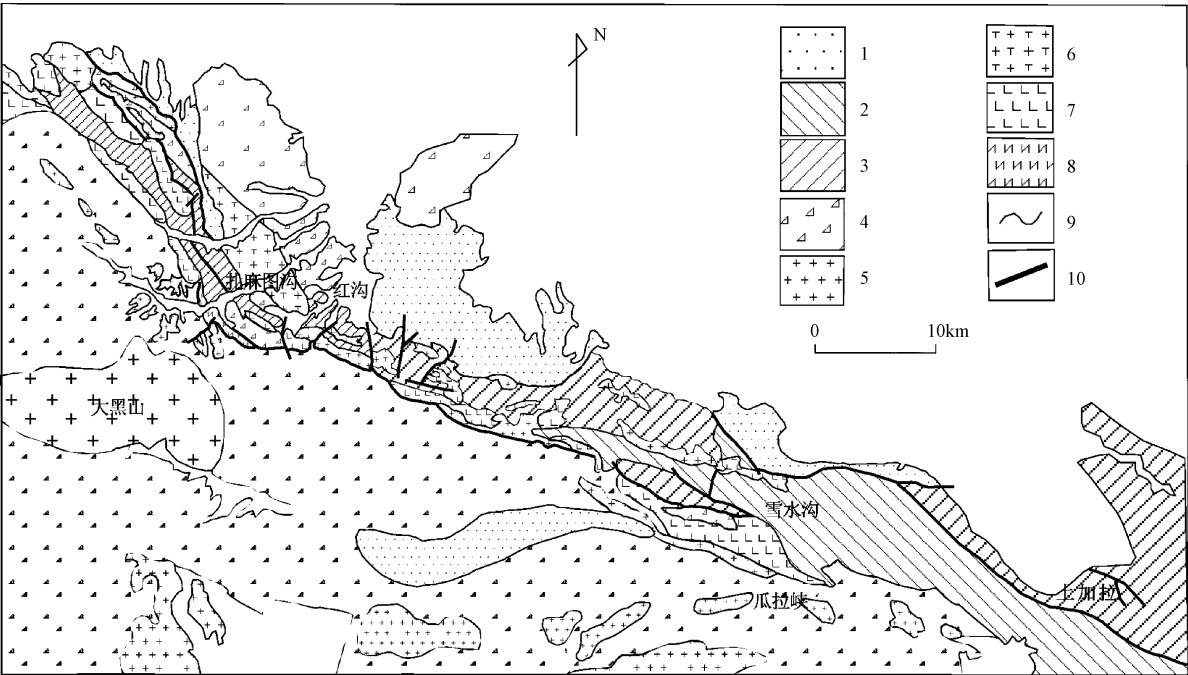


图 1 青海大坂山地区地质简图

1—三叠系砂岩、砾岩;2—志留系板岩、火山碎屑岩;3—奥陶系细碧—角斑岩建造;4—前寒武系中—深变质岩;5—花岗岩;6—花岗闪长岩;7—闪长岩;8—基性岩;9—地质界线;10—断层

3 统计方法及结果

首先采用 R 型因子分析对原有 15 个元素(变量)进行浓缩,提取有代表性的公共因子,划分出主要因子的元素组合类型,并计算各因子的相应得分,利用上述结果,对不同的元素组合类型进行地球化学分区,最终达到结合地质分析,判定有用元素富集区域及其可能的成矿类型的目的。

3.1 元素组合类型的确定

元素组合种类的划分与数量,是根据全部样本数据求解旋转后因子载荷矩阵,进而确定因子即元素组合的类型^[2]。取累积方差贡献率大于 75% 的前 6 个因子,得到如表 1 所示的因子载荷矩阵。

据表可得到 6 种元素组合类型。分别为:F1 As-Sb-Cu-Zn-Pb-Mo 组合;F2 Cr-Cu-Sn-Zn-Pb 组合;F3 Au-Ag-Cu-Pb-Bi 组合;F4 Sn-W-Bi-Mo-Mn 组合;F5 Cu-Zn-Pb 组合;F6 Hg-Sb 组合。

3.2 元素组合类型分区的划分方法

各因子组合类型中,每一样品所属相应分区类型的判别方法是基于因子得分为标准数值,可以相互进行比较^[3]。首先计算各个样品的因子得分值,然后将同一样品中得分值最高者归属于所对应的因

元素	因子					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Mn	0.712	0.065	-0.047	0.439	0.014	-0.150
As	0.708	0.178	0.295	0.173	-0.043	0.174
Sb	0.662	0.180	0.283	0.034	-0.041	0.557
Cr	0.143	0.848	-0.048	-0.061	0.060	-0.020
Cu	0.679	0.633	0.466	0.026	0.443	0.049
Sn	0.204	0.607	0.070	0.599	-0.196	0.031
Zn	0.501	0.563	0.287	0.111	0.486	0.024
Au	0.160	0.027	0.730	0.004	-0.056	-0.050
Ag	0.010	0.042	0.723	0.180	0.085	0.012
Pb	0.531	0.501	0.449	0.216	0.403	0.006
W	0.052	0.019	0.122	0.778	0.053	0.025
Bi	0.136	0.207	0.456	0.654	0.154	0.013
Mo	0.428	-0.232	-0.215	0.552	-0.028	-0.064
Ba	0.070	-0.104	-0.008	-0.062	-0.899	-0.041
Hg	0.044	-0.007	-0.062	0.006	0.050	0.941

子类型中,把地理位置相邻的同类样品组合为一个分区^[4]。据此将全部参加统计分析样品所反映的因子分类信息划分为与因子组合类型相同的 6 个元素组合分区,即 As-Sb-Cu-Zn-Pb-Mo、Cr-Cu-Sn-Zn-Pb、Au-Ag-Cu-Pb-Bi、Sn-W-Bi-Mo-Mn、Cu-Zn-Pb、Hg-Sb 分区,如图 2 所示。

4 各元素组合分区特征

从各因子元素组合分区的地质、地球化学特征

表 1 旋转后因子载荷矩阵

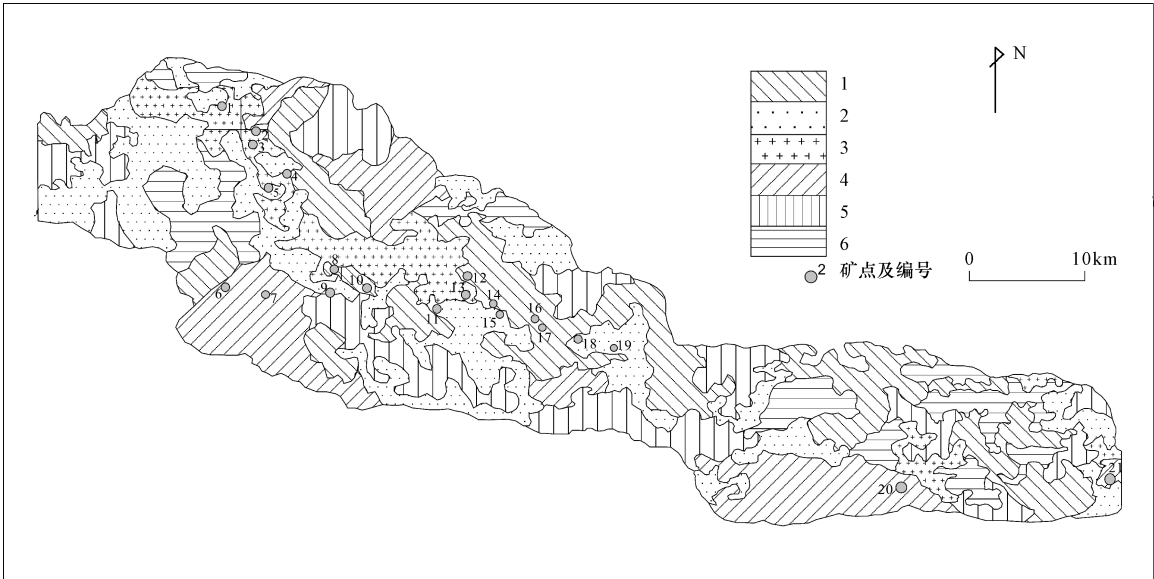


图2 青海大坂山地区水系沉积物地球化学测量元素组合分区图

1—As-Sb-Cu-Zn-Pb-Mo 组合;2—Cr-Cu-Sn-Zn-Pb 组合;3—Au-Ag-Cu-Pb-Bi 组合;4—Sn-W-Bi-Mo-Mn 组合;5—Cu-Zn-Pb 组合;6—Hg-Sb 组合

进行判别,可以看出各分区位于工作区内不同的地段,显示出明显的分区特点,主要表现在各分区的地球化学综合异常的元素组合类型、地层建造、构造特征、岩浆岩以及成矿类型等特征上。

4.1 As-Sb-Cu-Zn-Pb-Mo 分区

主要分布在工作区中部偏北地带,分布面积较大,各块体边界均呈不规则长条状形态,受北西向构造带及断层控制的特征明显,并与沿北西向构造带中分布的上奥陶统细碧—角斑岩建造发育的位置相吻合,而且是 Cu、Zn、Pb、Sb、Mo 元素组合水系沉积物地球化学测量异常最为发育和集中的地带,各类围岩蚀变发育,已圈定出该类元素组合异常 7 处,其中矿致异常 3 处,其元素组合的地球化学特征则反映出这些地段中 有用元素的聚集主要与火山热液成矿作用有关,主成矿元素为铜,次为铅、锌。主要的成矿类型属火山喷流(气)沉积成矿系统^[5],已发现有多处 VHMS 型铜矿(床)点,如红沟铜矿(10 号)、12、16、19 号铜矿点等,以及 SEDEX 型铅锌多金属矿床,如中南沟铅锌多金属矿床(17 号)。

4.2 Cr-Cu-Sn-Zn-Pb 分区

该分区主要呈不连续块体分布在工作区中部偏南地带,元素组合为与偏基性建造有关的组合类型,主要出露的岩石为上奥陶统细碧—角斑岩建造,其中沿断层等构造位置有蚀变非常强烈的闪长岩及石英闪长岩的侵入活动,相应地段水系沉积物地球化学测量异常元素主要为 Cr、Cu、Sn、Zn、Pb 和 Cu、Sn、

Zn、Pb 组合,主成矿元素为铜、铅,且主要发育在蚀变闪长岩出露的地段或附近。地球化学异常的这种地域分布特征一方面反映出蚀变闪长岩中 Cr、Cu、Zn、Pb 等元素的高丰度特点,另一方面则显示了与其有关的 Cr、Cu、Zn、Pb 等元素的成矿专属性和所引起的地球化学异常元素的共生组合类型,并指示了相应元素组合的地球化学异常发育的空间位置。主要的成矿类型属叠加改造成矿系统、细碧—角斑岩建造为容矿主岩的脉型矿(点)床,如 5 号铜铅金矿点、11 号铜铅矿点和 18 号达坂山铜矿点等。

4.3 Au-Ag-Cu-Pb-Bi 分区

主要分布地段在工作区西部扎麻图沟—巴拉哈图沟一带,分区边界受北西西向断裂构造带控制特征非常明显。空间分布地段上,位于具有韧性剪切带性质的断裂带中,与侵入于细碧—角斑岩建造中的酸性及中酸性岩浆热液活动范围相吻合。所发育的水系沉积物测量地球化学综合异常的元素组合类型中,分别以 Au 或 Cu 为主成矿元素,Bi、Ag、Zn、Pb 等为特征组合元素,形成不同元素组合的综合异常,在空间上呈北西向连续分布,显示出非常好的 Cu、Au 元素地球化学浓集带的特征。从异常元素共生组合类型的地球化学特性及 Cu、Au 分别赋存于不同因子组合中的统计特征上分析,一方面反映了分区内有用元素的活化—迁移—聚集与中、高温热液有关,另一方面则说明 Cu、Au 两元素迁移—浓集的地球化学活动是多期、多种类型的,Cu、Au 及其共生

元素在不同的热液活动期或阶段中随着温度的变化,发生分异,分别聚集成不同的元素组合类型,形成或以 Cu 为主或以 Au 为主的矿化和矿体。主要的成矿类型属叠加改造成矿系统,基性火山岩为容矿主岩的构造蚀变岩型矿床,已发现有 12 号金铜矿点、3 号中多拉陇哇外围金铜矿点、松树南沟金矿(13 号)、中多拉陇哇(2 号)和巴拉哈图(1 号)铜金矿点等。

4.4 Sn-W-Bi-Mo-Mn 分区

该分区在空间位置上主要分布于扎麻图岩体北部、刚可里岩体的北侧以及爪拉峡一带,分区边界及形态受前寒武系中-深变质岩建造和位于其中的酸性、中酸性岩体的形态控制。成矿元素为 W、Mo 等,特征组合元素为 Bi、Sn、Mn、Cu、As,相应元素组合的水系沉积物测量地球化学异常在该套建造中成群、带状集中出现,是工作区内最重要的 W、Sn、Bi、Mo 元素地球化学异常赋存地段。这些异常均赋存在前寒武系中-深变质岩建造中,壳源改造型花岗岩、花岗闪长岩有密切的成因关系。由于该套变质岩系经历了多期重熔、变质作用,继承了原有结晶基底富含钨、铋的特点,因而成为异常群的矿源母体,为 W、Mo、Bi 矿产的形成提供了良好的物质来源和地质条件^[6]。同时,该分区中锰元素异常的发育亦显示了非常好的指示作用,在物理化学性质发生变化时形成相关锰矿物,在地层中钨及稀有元素含量较高时,同时有钨锰铁矿和铋钼矿物的形成^[7]。由此形成了 W、Mn 元素组合异常,这一点,可以从大黑山含铋钨矿点的地质、地球化学成因中得到证明。同时,各异常的特征参数值所反映的地球化学特征上,显示出该分区 W、Mo、Bi 等元素的地球化学元素聚集特征非常好,并且部分地段已见有钨、铋、钼的矿化现象。F4 因子得分计量图亦显示出与 W、Mo、Pb、Bi 有关的元素组合类型的得分高值区域随地域而变化,在大黑山一带呈似轴状形态,在扎麻图和爪拉峡一带则呈现出沿北西向带状展布并受构造控制的形态。从分区内各异常元素组合类型上分析,有用元素的聚集均与中、高温热液活动有关,成矿活动则是多期、多类型的,其中主要的成矿类型属壳源重熔改造型酸性、中酸性岩体成矿系统矽卡岩型矿床,如 6、7 号大黑山钨、铋钼矿点和热液脉型矿床如 20 号爪拉峡钨、铋钼、锰矿化点以及 21 号钨钼铜矿化点。

4.5 Cu-Zn-Pb 分区

该组合分区分布面积较小,赋存地层为单一的

前寒武系中-深变质岩建造,各地段中水系沉积物地球化学测量异常元素组合单一,主要为工作区北-西北部铅的单元元素异常和中-东部铜或铅的单元元素异常,异常强度普遍较低,浓集中心亦不明显,仅为前寒武系中-深变质岩建造中铜或铅锌的局部矿化现象。因此,该分区成矿地质、地球化学成矿条件较差,为不具备进行进一步地质工作的地段。

4.6 Hg-Sb 分区

该组合分区主要位于工作区的中东段,大坂山南坡雪水沟-刚东峡一带。包含了多处铜、铅、锌、汞、锑元素组合为主的综合异常。主要出露地层为早志留统火山-沉积碎屑岩和安山岩建造(东段),次为前寒武系中-深变质岩建造(西段),其中斜长角闪片岩和安山岩的蚀变现象非常普遍。在构造位置上,分区位于大坂山南坡深断裂带的南侧,地层中的派生断层、层间断裂及破碎带非常发育,其间往往有多次重熔的中酸性岩浆^[8],形成与断层方向基本一致的长条状、枝状岩株和岩脉,而主要的 Hg、Sb、Cu 元素综合异常则发育在断裂构造集中,并且岩株、岩脉发育的地段,它们的元素组合中或以 Cu 为主成矿元素,Hg、Sb 为特征组合元素,或以 Hg 为主成矿元素,而 Cu、Sb 为特征组合元素,总之,均以 Cu、Hg、Sb 组合为主,它们的异常平均值、峰值及变化率相对较高,并且大多数 Hg、Sb 元素异常都有二级或三级浓度分带和较为明显的浓集中心,具有较好的地球化学成矿特征;在空间上,东段分区内这几个异常沿大坂山南坡构造带连续展布,呈长条状形态,显示出 Hg、Sb 元素地球化学聚集区明显受构造控制的特点;从各异常元素组合类型上分析,均为中、低温热液组合类型,在各异常元素组合的大致组份分带中,Cu 大致位于外部带的位置,指示 Hg、Sb 元素的埋藏或深部矿化。需要指出的是,该分区中至今没有发现比较好的汞、锑矿化地段,仅在分区(东段)中发现一处汞的重砂高含量区,重砂样品中辰砂含量较高,分布面积亦较大,并发现有含铜、汞、锑氧化物的转石,指示早志留统火山-沉积碎屑岩和安山岩建造(东段)存在汞、锑的成矿作用。

5 结论

1) 元素组合分区是将工作区内全部水系沉积物样品所反映的地球化学统计信息以区块的形式反映在一幅图中,其中不仅反映了以相应元素组合类型为主的地球化学异常和其地质成因信息,也揭示出相应元素的背景含量特征,为从整体上认识工作

区中的地质、地球化学成矿特征提供了简明、清晰的参考资料。

2) 工作区以往地质工作的主攻矿种以铜、金、铅为主,通过元素组合分区的划分,显示出钨、钼及汞、锑也具有非常好的找矿前景。如大黑山和爪拉峡 Sn-W-Bi-Mo-Mn 分区内,根据分区元素组合的地质、地球化学成矿特征,选择了有效的工作手段和地段,发现了非常有前景的大黑山西侧 6 号钨、钼、钽找矿有利地段,以及 20 号爪拉峡钨、钼钽、锰和 21 号钨、钼、铜的矿化线索。

3) 各组合分区是相应元素的高背景分布地段,在成矿地质条件有利时,相应元素的成矿作用最为发育,其中已发现有金属矿化的地段,如已发现的中多拉陇哇金、铜矿点外围区域同一分区内,在水系沉积物异常查证过程中,发现了 4 号点为以基性火山岩为容矿围岩的构造蚀变岩型金矿化地段,伴生铜、铅、银,指示了该分区内金、铜矿产的找矿前景。

4) 各组合分区在边界形态的展布特征上,明显反映出工作区地层、重熔型花岗岩乃至相关组合的地球化学异常在整体上受北西向构造带的控制,因而各分区相关元素的地球化学聚集带的展布也应当以该方向为主,这一特征既有利于推断相关元素的

浓集部位,也为确定找矿靶区提供了方向。

5) 利用工作区元素组合分区所反映的整体统计信息,可以判定地球化学异常组合和主成矿元素的地质成矿特征,从而能够较为准确的判定成矿类型和赋存地段,达到了缩小工作靶区,确定找矿远景区及主要工作矿种的目的。

[参考文献]

[1] 青海地质矿产局. 青海省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1992.

[2] 薛 薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2004. 9:329-336.

[3] 王学仁. 地质数据的多变量统计分析[M]. 北京:科学出版社, 1982.

[4] 时艳香,纪宏金,陆继龙,等. 水系沉积物地球化学分区的因子分析方法与应用[J]. 地质与勘探, 2004, 40(5): 73-76.

[5] 潘 彤,罗才让,伊有昌,等. 青海省金属矿产成矿规律及成矿预测[M]. 北京:地质出版社, 2006, 6:193-195.

[6] 段焕春,秦正永,林晓辉,等. 河北丰宁县大草坪钨矿区岩体锆石 U-Pb 年龄研究[J]. 矿床地质, 2007, 26(6): 634-642.

[7] 刘英俊,曹励明,李兆麟,等. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社, 1984:243-248.

[8] 陈国能. 花岗岩成因与成矿理论进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(2): 140-143.

Zonation of Association of Elements from Geochemical Survey for Stream Sediments in Dabanshan Region, Qinghai Province

DONG Yi¹, FAN Li-kun¹, DUAN Huan-chun², WANG Bao-xun²

(1. Qinghai Province Nonferrous Metals Exploration Bureau, Xining 810007)

(2. North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300181)

Abstract: Uses the R factor analysis method, obtained the data to the Dabaishan mountain area Geochemical stream sediment survey to carry on statistical processing, withdrew had the representative 6 kind of factors combination type, and scored points the value using various factors combination to carry on the geochemistry district, has manufactured the element combination district chart, from this geochemistry statistics information which the complete river system deposit sample reflected the work area in by sub-area form reflection in a chart, through to this chart analysis, not only had reflected in the different land sector geochemical anomaly and its geologic origin information by corresponding element combination type primarily, Also promulgates the corresponding element the background value characteristic, for from the whole knew the home court geology, the geochemistry mineralization characteristic has concisely provided concisely, the clear reference.

Key words: geochemistry, factor analysis, element combination type, element combination district, mineralization system, qinghai province dabanshan mountain area