

【矿产资源】

新疆非金属矿产成矿规律及找矿潜力分析

张苏江, 夏浩东, 季根源, 尚磊, 刘桂云

(国土资源实物地质资料中心, 河北 三河 065201)

【摘要】新疆地处中亚和特提斯两大巨型成矿域内, 成矿地质条件优越, 非金属矿产资源丰富, 矿种较为齐全, 优势非金属矿产较多, 开发利用前景广阔。本文在对新疆非金属矿产资源时空分布特征、成矿规律初步总结的基础上, 对非金属矿产找矿潜力进行了简要分析, 期望为今后这些非金属矿种地质找矿工作起到一定的指导与参考作用。

【关键词】新疆; 非金属矿产; 成矿规律; 找矿潜力

【中图分类号】P612; P619.2

【文献标识码】A

【文章编号】1007-9386(2015)06-0038-05

Analysis on Formation Regulating and Looking for the Mine Potential of Non-metal Mineral Resources in Xinjiang

ZHANG Su-jiang, XIA Hao-dong, JI Gen-yuan, SHANG Lei, LIU Gui-yun

(Cores and Samples Centre of Land and Resources, China Geological Survey, Sanhe 065201, China)

Abstract: Xinjiang autonomous region is located in the central Asian metallogenic domain and Tethyan metallogenic domain. There has the excellent geological conditions, rich non-metallic mineral resources and utilization of broad prospects. On the basis of summary of non-metal mineral resources temporal and spatial distribution characteristics and metallogenic regularity in Xinjiang autonomous region, the author analyzed the potential of looking for the mine on non-metal mineral resources in Xinjiang autonomous region, and expected to provid guidance and reference for looking for these mineral resources in the future.

Key words: Xinjiang; non-metallic mineral; metallogenic regularity; prospecting potential

非金属矿产是指除金属矿产、能源矿产和水以外的各种可供利用的矿物和岩石, 是构成人类社会进步发展的重要基础原料和功能材料^[1]。其以多种优异的物化性能, 广泛应用于石油、化工、建材、新能源、航空航天、生物、电子信息、生态建设等领域, 是国民经济的重要组成部分^[2-3]。

新疆位于我国西北边陲, 地处亚欧大陆腹地, 横跨中亚与特提斯两大巨型成矿域, 优越的地质环境, 造就了区内丰富的非金属矿产资源。盐类矿产、磷矿、硫矿、石棉、沸石、蛭石、白云母及膨润土等非金属矿既是新疆的优势矿产, 也是重要的国家战略储备资源。近年来, 随着我国非金属化工业的快速发展与应用领域的不断扩展, 对非金属矿产的需求呈现快速增长的态势。开展区内非金属矿产时空分布特征、成矿规律及找矿潜力分析, 对于指导找矿、进行科学规划具有重要作用^[4], 对于构建全国重要的非金属矿集区、促进资源经济社会的可持续发展具有重要意义。

1 非金属矿产资源主要特点

(1) 矿产种类较齐全, 储量丰富, 具特色非金属矿。

新疆非金属矿产资源丰富, 品种较齐全。截至

2010年底, 共发现非金属矿产84种(包括冶辅原料矿产8种、化工原料矿产20种、建材与其他非金属矿产50种、特种非金属矿产3种及宝玉石矿产3种), 矿产地1400余处。已探明储量的有68种, 占新疆已探明储量98种的69.4%, 保有储量居全国第1、2位的各有7种, 具有种类多、储量大、质量好、分布广等特点。主要及潜在优势非金属矿产依资源禀赋、市场需求、经济效益、生态环境与动态变化五项原则分别为: 蛭石、云母、盐类矿产、膨润土、石棉、沸石、硫矿、磷矿等(见下页图、下页表)^[6]。其中, 且干布拉克为世界四大蛭石矿床之一, 探明蛭石矿物储量达615.6万t; 那森恰、阿尤布拉克、库威等3个超大型白云母矿床占全区总探明储量的41%; 而膨润土则以柯尔碱、乌兰林格—日月雷为代表^[5]。另外, 钾硝石、钠硝石、皂石、蛋白土等非金属矿产是区内特色, 为国内外所罕见^[6]。

(2) 矿产资源潜力巨大, 我国重要的非金属矿产远景区之一。

新疆地处乌拉尔—蒙古—鄂霍茨克巨型古生代造

【基金项目】中国地质调查局科研项目“国家级岩心标本采集及数字化”(编号: 1212011120404)。



▲1 □2 ○3 ○4 ○5 ▲6 ◆7 □8 ●9 ●10
 1 钾盐矿 2 膨润土矿 3 白云母矿 4 石棉矿
 5 蛭石矿 6 石盐芒硝矿 7 水晶矿 8 白云岩矿
 9 水泥石灰岩矿 10 水泥用粘土矿
新疆优势及潜在非金属矿产分布示意图

新疆优势及潜在非金属矿产分布列表

编号	地区	矿床类型	规模
1	布尔津齐林姆塔尔	白云母矿	大型
2	阿勒泰塔勒德布拉克	白云母矿	大型
3	阿勒泰阿尤阿拉克干	白云母矿	大型
4	阿勒泰市齐背岭	白云母矿	大型
5	福海克里克	白云母矿	大型
6	富蕴穷若克—塔雅	白云母矿	特大型
7	富蕴那森恰	白云母矿	超大型
8	富蕴阿尤布拉克	白云母矿	超大型
9	青河布鲁克特—特木尔	白云母矿	特大型
10	富蕴库威	白云母矿	超大型
11	吉木萨尔帐篷沟	膨润土矿	大型
12	和布克赛尔乌兰林格—日月雷	膨润土矿	大型
13	托克逊柯尔碱	膨润土矿	大型
14	若羌罗布泊	钾盐矿	超大型
15	尉犁且干布拉克	蛭石磷灰石金云母透辉石矿	超大型
16	若羌依吞布拉克	石棉矿	大型
17	哈密尾亚	白云岩矿	大型
18	和静布鲁斯台—乌拉斯台	白云岩矿	大型
19	轮台野云沟	水晶矿	大型
20	阿克陶巴尔仑	水晶矿	大型
21	布尔津库库克	钙铝石榴子石宝石矿	大型
22	哈密七角井东盐池	石盐矿	大型
23	吐鲁番艾丁湖	石盐芒硝矿	大型
24	和布克赛尔玛纳斯—达巴松诺尔	石盐芒硝矿	大型
25	温宿阿瓦	石盐矿	特大型
26	哈密红旗村	水泥用粘土矿	大型
27	乌鲁木齐市达坂城东盐湖	石盐芒硝矿	大型
28	吐鲁番桃园子	水泥石灰岩矿	大型
29	哈密雅满苏熔剂	石灰岩矿	大型
30	乌鲁木齐艾维尔沟	水泥石灰岩矿	大型
31	阿克苏沙依里克	水泥石灰岩矿	大型

山带中段，区内地质构造复杂多样、岩浆活动频繁，具有优越的成矿地质条件。其非金属矿产资源潜力巨大，是我国盐类、建材矿产等的重要成矿远景区^[6]。盐类矿产属于沉积型矿床，多分布于沉积盆地中。新疆有较大的中生代沉积盆地30多个，总面积约90万km²，有众多的盐湖与古盐矿。其中盐湖以钾盐、钠盐、镁盐、钾硝石、钠硝石、芒硝等盐类矿产为主，具有很大的远景。如若羌罗布泊盐湖特大型钾盐矿田，已探获液体资源KCl 1.84亿t、NaCl 18.43亿t、MgCl₂ 6.97亿t、伴生MgSO₄ 8 971万t，4种矿产均达到大型规模^[7]。钠硝石为新疆独有矿种，吐哈盆地的钠硝石资源主要分布于鄯善库姆塔格与哈密西戈壁，已探明资源量1.74亿t，远景资源量达2.5亿t以上，为世界上目前最大的钠硝石矿富集区^[8]。建材矿产主要是白云母、蛭石、膨润土、石棉等。如尉犁且干布拉克蛭石矿资源总量(矿物)为1 839.6万t，而地跨新青甘三省(区)的阿尔金山石棉带是西北乃至我国最大的石棉带，预测资源总量达6 653万t^[6]。此外，白云岩、蓝晶石族高铝原料、沉积型蛋白土、沸石、粘土类非金属矿产，也具有非常好的远景。

(3) 矿石品位高、质量优良，具有特色。

新疆非金属矿产大多质量优良、品位较富。如尉犁且干布拉克蛭石矿矿石平均品位达59%，为世界罕见^[6]。和布克赛尔乌兰林格沉积型膨润土矿具泥质、细砂结构，纹层与土状构造极密且坚硬，属膨润土矿中品质最好的钠基，附加值极高，是膨润土矿中的上品^[9]。目前探明膨润土资源储量达5.728亿t，远景储量达50亿t以上，可望形成世界特大型膨润土矿产地之一^[10]。若羌罗布泊钾盐矿以硫酸钾卤水矿为主，价值极大。而吐鲁番等地的钾硝石、钠硝石及皂石为国内所特有^[6]。

(4) 地质勘查程度较低，非金属工业起步较晚。

新疆地区幅员辽阔，地质工作力量有限。目前地质勘查程度普遍较低、部分非金属矿产资源不清，科研力度较薄弱，储量对区内经济社会建设与发展的保证程度还不足^[3]。另外，非金属矿工业起步较晚，开发利用进展较缓慢，与外省相比存在较大差距。因此，对新疆非金属矿产的地质勘查及开发利用研究还有待进一步的加强。

2 非金属矿产时空分布特征

2.1 空间分布特征

新疆境内已发现矿产地4 000余处，主要矿产地1 400余处。从分布规律看，新疆非金属矿产资源广泛分布在“三山夹两盆”的各地(州)、市(县)。如乌

鲁木齐的钠盐、芒硝、耐火粘土；塔城的膨润土；阿勒泰的云母、滑石、长石、高岭土；博州的磷、钠盐、芒硝、沸石、珍珠岩；昌吉的石墨、钠盐、芒硝等^[11]。其中，盆地以盐类与粘土类等沉积型矿产为主，集中分布于中生代地层中。如塔里木盆地主要有盐湖型钾盐、钠盐、芒硝、古盐类岩盐与石膏、自然硫等；准噶尔盆地主要有盐湖型盐类矿产、膨润土、沸石等；吐鲁番—哈密盆地则以钾硝石、钠硝石等非金属矿产为主。山区也各有特色：阿尔泰山的白云母、滑石；天山的蛭石、红柱石、菱镁矿；昆仑山的石棉、白云母、金刚石、刚玉及东西准噶尔山等为其他非金属矿产的主要成矿地带^[6]。种类众多而又相对富集的非金属矿产资源为区域可持续发展提供了良好机遇，为新疆新型非金属工业化全面发展奠定了坚实基础^[11]。

2.2 时间分布特征

2.2.1 太古宙—元古宙：新疆古陆核形成期

这一时期，主要形成元古代白云岩、大理石、蛭石及玉石矿等非金属矿床。其中，白云岩主要分布在中天山哈密尾垭—星星峡成矿带，而玉石矿则集中于昆仑—阿尔金山成矿带^[12-13]。

2.2.2 古生代：塔里木古陆形成期

此时期既是新疆古板块运动的活跃时期，同时也是非金属矿产形成的重要阶段^[13]。早古生代在稳定大陆边缘(柯坪、库鲁克塔格)及弧前盆地(赛里木湖)形成碳酸岩及磷矿层；寒武—奥陶纪形成石灰岩、白云岩；在阿克赛钦—塔什库尔干活动块(羌塘古陆块)中形成志留纪含刚玉片麻岩。新疆优势矿种白云母成矿期以海西中、晚期为主，有的可远至印支、燕山期，如那森恰、塔什库尔干—大红柳滩的白云母矿。而闻名全球的可可托海3号脉，形成于海西中晚期、印支、燕山期，是区内长石、硅石及宝石的重要产地^[12]。

这一时期，膨润土主要分布于天山以北及东准噶尔弧盆带的石炭—二叠纪火山岩中。矿石类型为钙基和钠基两种，伴生沸石，以托克逊柯尔碱膨润土矿床为典型代表^[13]。另外，热液蚀变型高岭土也多形成于此阶段。如鄯善七角井热液蚀变型水云母—高岭土矿(博格达晚古生代岛弧)多产于石炭—二叠系中的中酸性火山岩内^[12]。

2.2.3 中生代：新生陆壳发展期

中生代，除部分残留海(羌塘板块)外，主要是陆壳上内陆盆地的形成与发展。以河湖相堆积为主，是新疆粘土—含煤建造沉积型矿床的重要时期，如乌苏—乌鲁木齐—阜康山前凹陷、伊犁山间凹陷、吐—哈

山间凹陷、博斯腾湖—焉耆山间凹陷等4大重要粘土成矿区。含矿层多位于侏罗纪中、下统湖泽相沉积中。在含煤盆地边缘，下二叠统中、基性火山岩及碎屑岩经长期风化形成残积型膨润土矿(哈密沙尔湖)。此外，新生代非金属矿以盐类矿产为主。自然硫、粘土、蛋白土及高岭土次之。其中，古近纪、新近纪陆相含盐层以石膏、石膏—岩盐、石膏—硬石膏、芒硝—石膏—岩盐建造为主；而高岭土多产在不整合于古生界、中生界风化壳上的古近纪—新近纪河湖相与湖沼相沉积中^[12-13]。

3 非金属矿产成矿规律及找矿潜力分析

新疆优势或远景储量大的非金属矿产主要有石棉、钾盐、钠盐、磷矿、硫矿、沸石、膨润土、蛭石、滑石、石墨、白云母等。下面仅对现代工业发展必需、国内急需或紧缺、具有市场前景的非金属矿产的成矿规律进行概述，并对其找矿潜力作简要分析^[14]。

3.1 盐类矿产

盐类矿产包括钾盐、钠盐、石膏、芒硝、钾硝石、钠硝石、天然碱等，是新疆非金属优势矿产之一。按矿床类型可分为第四纪盐湖型矿床和古盐类矿床两种。

3.1.1 第四纪盐湖矿床

依据盐湖的基本特征及演化阶段，将新疆第四纪盐湖划分为以下5个类型^[6]：①以钠盐为主，具多种组分的液相卤水盐湖型，如艾比湖、阿其克库勒湖；②以钠盐、芒硝为主，并有多种组分的固液相并存盐湖型，如达坂城东盐湖、巴里坤盐湖；③以钾盐、钠盐、镁盐及芒硝为主的固相盐池型，成盐有多个旋回，且晶间卤水较丰富，如哈密七角井盐池、和布克赛尔达巴松诺尔盐池；④以钠盐、天然碱与芒硝等固体盐类为主的固相盐滩型，此种类型矿层较薄，规模较小，如哈密老乌盐滩；⑤以钠硝石矿为主、共生钠盐的淋滤次生型，多为固相盐类，典型矿床有哈密沙尔、鄯善小草湖、红台等。

第四纪盐湖分布于新疆各个大小盆地中，共划分为准噶尔、塔里木、天山、昆仑—阿尔金山等4大含盐区，其中以下9个成盐亚区具找矿潜力^[6]：①准西玛纳斯—艾比湖有卤水湖与盐池，盛产钠盐、镁盐、芒硝，含钾、溴、硼等，是准噶尔盆地的主要产盐区；②准东北塔山产钠盐、芒硝、具钾异常，以盐池型为主；③柴窝堡钠盐、芒硝丰富；④艾丁湖有盐湖、盐池及盐滩等类型，矿床规模大，盛产钠盐与芒硝；⑤七角井为新疆重要的盐池型盐区，产钠盐、芒硝；⑥库米什产钠盐、芒硝与钾硝石，也为盐池型；⑦塔

东为塔里木盆地最低洼处，以罗布泊为典型代表，盛产钾盐、镁盐、钠盐、钙芒硝与钾硝石等；⑧库木库里产钠盐、芒硝，含钾、锂、硼等，盐湖面积较大；⑦吐鲁番—哈密以产钠硝石为主，矿床类型为次生淋滤型。

3.1.2 古盐类矿床

古盐类矿以钠盐、石膏为主，含少量钙芒硝。有海相与陆相，以海相为主。成矿时代主要是古生代泥盆—石炭纪大规模成盐；侏罗纪、白垩纪、古近纪及新近纪具海相成盐，而国内其他地区较少见。古盐类矿主要分布于塔里木、吐鲁番—哈密盆地中，其次是天山、昆仑山、准噶尔盆地等。其中塔里木盆地库车坳陷、西南坳陷、阿瓦提—加尔江坳陷、吐鲁番—哈密盆地、南天山及库木库里盆地等6大成盐亚区具找矿潜力，是寻找古新—渐新世海相沉积型、中新世陆相湖盆钠盐—石膏、古新—始新世海相沉积型石膏、石炭纪海相沉积型钠盐—钾盐、中生代陆相沉积型石膏—钠盐、泥盆纪石膏及渐新—中新世陆相沉积型钠盐—石膏等古盐类矿产的重要远景区^[6]。

3.2 磷矿

新疆磷矿集中分布于天山地区，主要在尉犁、乌什、精河及哈密等地。矿床类型可划分为超镁铁杂岩—碳酸岩型、海相沉积型、陆相沉积型、透辉石石英岩—透辉石大理岩型等4种类型，以超镁铁杂岩—碳酸岩型为主。成矿集中于新元古代、早寒武世(海相磷块岩)及晚二叠世(陆相磷块岩)等3个时代。其中二叠纪陆相沉积岩磷矿分布在石炭纪末地壳固结期形成的山前坳陷中，其他类型分布于古陆壳中，即结晶基底及盖层内。新疆磷矿常与蛭石、金云母、稀土、磁铁矿、钒、铀、重晶石、白云岩等矿伴生，为综合性矿床。新疆有且干布拉克—西山布拉克、小铁列—苏盖特布拉克、科古尔琴—果子沟、平台山—大水及五工河—冰草沟等5个磷矿带，以且干布拉克—西山布拉克磷矿带为主。在矿带内以找寻大中型矿床为目标，可圈出吐拉苏、苏盖特布拉克及且干布拉克等3个成矿远景区。其中前两区可望找到新的中型磷块岩矿床，而后一区与蛭石为同一地区，有望扩大为超大型磷灰岩矿床。

3.3 硫矿

3.3.1 自然硫

分为两种矿床类型。与海相碳酸盐岩建造有关的层控型硫矿床主要分布于塔里木盆地的西南坳陷区和库车盆地，赋存在古近纪泻湖相和浅海相的石膏、白云质灰岩、石灰岩岩石中^[6]。其矿体受地层和断裂控

制，产于古新统石膏层与石灰岩、粘土岩之间，如皮山玉力群自然硫矿床。次生淋滤硫矿床则分布在柯坪断块北塔里木构造带，产于海相奥陶系石灰岩中，如柯坪阿恰自然硫矿床。世界大型自然硫矿床，多产于海相蒸发岩盆地边缘的硫酸盐和碳酸盐岩建造中，有一定的层位。新疆古近纪—新近纪海相石膏—油气层广泛分布，且断裂发育，具有良好的成硫条件。主要成硫远景区以塔里木盆地的西南坳陷为主，其断裂发育，有石膏层和油气分布；其次是具自然硫矿化、成矿条件好的库车盆地；最后是吐鲁番—哈密盆地及库木库里盆地。

3.3.2 硫铁矿

硫铁矿成矿时代为晚古生代，矿床类型以海相火山岩型为主，陆相火山岩型次之。分布于阿尔泰、天山与昆仑山等地，成硫远景区主要为阿尔泰与昆仑山，已发现有上千万吨大型矿床，有巨大找矿潜力；其次为天山与准噶尔地区^[6]。

3.4 石棉

新疆是我国石棉资源主要省区之一，已知矿产地30余处，探明储量6处。主要分布在阿尔金山、天山、西准噶尔及西昆仑山等地，矿床类型以超镁铁岩型为主，其次为镁质碳酸盐岩型。阿尔金山、天山古洛沟—库米什、西准噶尔达拉布特等3个石棉成矿带具有良好的找矿潜力^[6]。

3.5 沸石

沸石矿均产于岩浆岩系中，成矿时代有石炭纪、二叠纪、三叠纪及侏罗纪。主要分布于东准噶尔、西天山阿拉套、东天山卡拉塔格、西昆仑等地区，典型矿床有富蕴扎河坝、木垒科克巴斯套、五彩湾、博乐汗吉尕、哈密卡拉塔、阿克陶乌依塔格等。目前，已对10余个矿产地进行过一定的地质工作，资源远景很大，是具有潜力的非金属矿产资源^[6]。

3.6 蛭石

蛭石是一种含水的云母，一般由金云母或黑云母经风化或蚀变而形成。新疆已知蛭石产地4个，包括且干布拉克超大型矿床1个及矿化点3个，分布于尉犁、叶城、哈密等地。矿床类型以超镁铁岩—碳酸岩型为主，如尉犁且干布拉克；超镁铁岩型、伟晶岩型次之，代表性矿床有尉犁库尔班奇台、叶城苏鲁克及哈密石英滩等^[6]。且干布拉克蛭石矿是表生风化矿床，成矿时代为第四纪。其成矿母岩为超镁铁—碳酸岩杂岩体，分布在库鲁克塔格隆起的南侧，产于前寒武纪的古陆壳基底变质岩区，在兴地断裂带附近。其中，断裂带南侧产铜镍，为镁铁—超镁铁岩带；北侧

产蛭石、磷灰石、金云母、透辉石、稀土等,为超镁铁岩—碳酸岩碱性岩带。因此,除且干布拉克蛭石矿外,产于含磷灰石角闪透辉岩中的尉犁库尔班奇台蛭石矿化点,具有一定的找矿远景。而位于塔里木地块南缘的铁克里克隆起的叶城苏鲁克蛭石矿化点,产于黑云母角闪辉石岩中,目估蛭石含矿率>15%,有较大的找矿远景。该区工作程度很低,有待进一步加强勘探工作^[6]。此外,在塔里木地块的北缘,有多条分布有镁铁—超镁铁岩体的多时代碱性岩带,在黑英山地区有金云母分布,这都是蛭石矿的找矿潜力区。新疆花岗伟晶岩型云母矿分布很广,在特定条件下,蛭石可由云母经风化而得。因此,这一矿床类型也具有一定的找矿潜力,特别是东天山星星峡中间地块与西天山那拉提中间地块,更应值得关注^[6]。

3.7 白云母

工业白云母分为块云母(片云母)和碎云母。新疆白云母多以质量较好、片度较大、含矿率和出成率较高、物理性能较好的块云母为主,碎云母为次。矿床类型全部为花岗伟晶岩型。主要分布于阿尔泰山、西昆仑山,其次是天山、阿尔金山等地。目前已知矿产地133个,包括那森恰、阿尤布拉克、库威中下游等超大型矿床3个及其他大中型矿床39个。成矿时代为古生代,其中阿尔泰山地区主要是志留纪,在天山、阿尔金山及西昆仑山等地区主要是元古宙,在康西瓦—红柳滩地区则主要为三叠纪^[6]。

新疆白云母按矿床分布和成矿特点可划分为阿尔泰山、西昆仑木吉—三素、西昆仑大红柳滩—康西瓦、西天山地区夏特—萨尔阔布、东天山地区图兹雷克—石英滩及阿尔金山地区苏鲁赛因等6个白云母成矿带。其中,阿尔泰山白云母成矿带为我国最大白云母矿带,有10多万条伟晶岩脉,含白云母矿脉1 500多条,矿床87个。自西向东划分为齐林姆塔尔、齐背岭、卡因塔斯、巴拉额尔齐斯及库斯特—铁木里克等5个成矿远景区。另外,地处西昆仑山的西昆仑木吉—三素白云母矿带,为新疆第二大伟晶岩区。已发现伟晶岩脉3 000余条,白云母矿产地4个,成矿远景区以木吉—布伦口(区内有木吉中型矿床1个,矿点多个,具找寻大中型矿床的远景)为主,其次是三素—维布隆(区内有伟晶岩脉2 200余条,多产于元古宙矽线石、红柱石黑云母石英片岩和片麻岩中),有三素中型矿床1个,小型矿床2个,此区有找到大型矿床的成矿远景^[6]。

除块云母矿外,新疆碎云母矿资源前景也不错。应根据市场需求,调整产业结构,加强碎云母的地质找矿工作。在地区上,应对阿尔泰山、西昆仑山及阿尔

金山加以重视^[6]。

3.8 膨润土

膨润土是新疆的优势非金属矿产资源。主要分布于天山和准噶尔地区,已知矿产地17个,包括和布克赛尔乌兰林格—日月雷、托克逊柯尔碱、吉木萨尔帐篷沟、乌苏巴音沟等4个大型矿床及富蕴扎河坝、哈密沙尔湖等2个中型矿床。矿床类型以新疆特有的陆相沉积岩型为主,而国外少见。矿石类型多,分为钠基膨润土、钙基膨润土与混合膨润土3种。按资源量分布,新疆膨润土矿床成矿时代主要为白垩纪、石炭纪与侏罗纪,其次为二叠纪,再次为古近纪和新近纪。石炭纪在新疆北部是火山活动最强烈的时期,矿床类型以柯尔碱地区的海相火山岩型与东准噶尔地区的陆相火山岩型为主。新疆石炭纪膨润土矿床在我国膨润土矿床中成矿时代较早,资源量居全区第二位。二叠纪膨润土矿为陆相火山岩型,代表矿床有东准噶尔扎河坝、觉罗塔格沙尔湖。这一时期均有大中型矿床产生,为重要成矿期。侏罗纪膨润土矿则以准噶尔帐篷沟地区的陆相火山—沉积型为典型,可形成大型—超大型矿床,远景很好。白垩纪是新疆膨润土主要成矿时代,资源量居全区首位。典型矿床分布于准噶尔西北缘的乌兰林格—日月雷、德楞山与西南缘的巴音沟,成矿时代为晚白垩世,为陆相沉积型^[6]。

新疆膨润土成矿地质条件优越,矿产资源潜力巨大。全区膨润土可分为乌兰林格—德楞山、巴音沟、帐篷沟、扎河坝、西黑山、三塘湖、柯尔碱及沙尔湖等8个成矿带,如从找寻储量>2.5亿t的超大型矿床出发,以下3个膨润土超大型矿床成矿远景区找矿潜力巨大^[6]:①乌兰林格—日月雷。膨润土产于上白垩统和古近系陆相沉积碎屑岩建造中,含矿地层分布面积大,矿层厚度大,矿石质量好;②柯尔碱—沼和泉。该区含矿地层石炭系广布,成矿条件好;③帐篷沟。区内侏罗系分布广,并有火山活动,为成矿提供了有利条件。

4 结语

新疆幅员辽阔,区内岩浆活动频繁,构造复杂多样,成矿地质条件优越,非金属矿产资源丰富,是我国盐类矿产、磷矿、硫矿、石棉、沸石、蛭石、白云母及膨润土等优势或潜在非金属矿产的重要成矿远景区。在已知主要非金属成矿带、主要大型—超大型非金属矿床的外围及深部,都是寻找非金属矿床的有利地段。当前,新疆非金属矿产还拥有巨大的找矿前景和资源潜力,因此,对区内非金属矿产的地质勘查及开发利用研究工作还需进一步加强。(下转第60页)

次方程求解过程,绘制的是吸光度(横坐标)—浓度(纵坐标)的工作曲线,所以显示的公式就不仅仅局限于直线方程,更何况因直接应用理想化的直线工作曲线,而忽略因为单色光纯度不够、被测组分浓度较大

等原因所导致浓度与测定的吸光度不呈线性关系,为此建议不轻易使用直线方程。特进行以下相关参数比对(见表3)。

原子吸收自带软件“非线性”条件下使用一次有

表3 相关参数比对

回归方程	方程系数备注	相关系数 R^2	ABS=0.105 22算得浓度值(mg/L)	公式中x与y的说明
$y = ax^2 + bx + c$ (本方法使用)	$a=20.812$ $b=29.951$ $c=0.0179$	1	3.399 759 041 700 8	x——吸光度值 y——浓度值
$y = \frac{a+bx}{1+cx}$ (原子吸收应用)	$a=-0.000 481 0$ $b=0.033 088 4$ $c=0.018 916 6$	0.999 905 707	3.398 965 072 094 2	x——浓度值 y——吸光度值

理拟合函数 $y=(a+bx)/(1+cx)$ 。通过数组以上比对关系,表中数据显示:两个回归方程的相关系数 R^2 都 >0.995 ,说明每个方程两个变量间有很好的相关性;同时根据同一吸光值得到的浓度值相对误差 $<0.012\%$,这是通过人工绘制曲线法根本无法达到的。在仪器比对实验中,由可见分光光度计获得数据使用本法计算与直接用原子吸收测定同一样品铁含量,其结果基本相同,甚至完全一致,由此说明该方法的可靠性。

利用Excel软件使绘制标准曲线和处理数据这项繁琐的工作变得极其简单方便,便于保存。再次使用时,只需复制本模板文档,更改相关参数,即可马上获得准确的测定结果。与传统计算统计方法相比,可减少人工绘制曲线的工作量和人为误差。此法具备良好的准确性、很好的实用性,适于推广使用。

5 问题与讨论

(1) 为了防止在录入数据时因操作不当改动了单元格的设置而造成结果出错,可以应用Excel提供的

保护功能把包含计算公式的单元格保护起来,从而进一步提高工作的准确性和可靠性。

(2) 本法用于可见分光光度计标准曲线的绘制,得到的浓度值其准确性已得到验证;但经实践发现本法处理火焰分光光度计测定 K_2O 和 Na_2O 时,数据会随待测样品含量的增加误差逐渐增大,其结果偏低,故不能使用本方法。

(3) 用文中所述方法绘制标准曲线后计算时还应注意,所测样品的吸光值是否超出标准曲线的最大吸光值,可应用Excel函数进行识别和控制。

【参考文献】

- [1]王中华,陈联梅,康泰然. Excel在分光光度法回归分析中的应用[J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 2003, 24(3): 360-362.
- [2]全国国土资源标准化技术委员会地质矿产实验测试分析技术委员会. DZ/T 0130-2006地质矿产实验室测试质量管理规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [3]件春祺,孙枫,徐宏坤,等. Excel在分光光度法测定铁含量数据处理中的应用[J]. 分析仪器, 2011(5): 75-78.

【收稿日期】2015-02-02

(上接第42页)

【参考文献】

- [1]冯本智,兰心俨,周裕文. 非金属矿产地质学[M]. 北京:地质出版社, 2007.
- [2]崔越昭,戎培康,章少华. 中国非金属矿业[M]. 北京:地质出版社, 2008.
- [3]伊雪琴. 基于GIS的新疆非金属矿产资源三维建模及分析系统开发研究[D]. 新疆大学, 2008.
- [4]王吉平,商朋强,熊先孝,等. 中国萤石矿床成矿规律[J]. 中国地质, 2015, 42(1): 18-32.
- [5]伊力夏提·地里夏提,孙宝生. 新疆主要非金属矿床成矿规律及其成矿系统[J]. 西部探矿工程, 2010(9): 131-134.
- [6]唐延龄,梅厚钧,潘克跃,等. 中国新疆非金属矿床[M]. 北京:地质出版社, 2005.
- [7]新华社. 中国发现多个亿吨级特大钾盐矿[N]. 新华网, 2010-10-14. [EB/OL]http://www.mlr.gov.cn/kczygl/kckc/201010/t20101014_781661.htm
- [8]乔智慧. 新疆建世界最大钠硝石生产基地预测远景资源量2.5亿

吨[N]. 中国国土资源报, 2011-12-13. [EB/OL]http://www.mlr.gov.cn/xwdt/dfdt/201112/t20111213_1044517.htm

- [9]李萍. 新疆探明超大型膨润土矿产资源储量近六亿吨 资源远景超过五十亿吨[N]. 国土资源部要闻播报, 2004-06-25. [EB/OL]http://www.mlr.gov.cn/xwdt/jrxw/200406/t20040625_589704.htm
- [10]中国西部网. 乌兰林格膨润土矿有望成为世界特大型膨润土矿产基地之一[N]. 西部新闻网, 2004-06-25. [EB/OL]http://www.mlr.gov.cn/xwdt/dfdt/200406/t20040625_590689.htm
- [11]张军民,李茹茹,李彩霞. 新疆矿产资源优势及其战略地位研究[J]. 石河子大学学报(哲学社会科学版), 2012, 26(2): 1-5.
- [12]王元龙,欧阳恕. 新疆主要非金属矿产地质特征及分布规律[J]. 新疆学院学报, 1995, 16(3): 210-215.
- [13]李浩伟. 新疆非金属矿产地质特征及分布规律研究[J]. 硅谷, 2013(5): 145, 164.
- [14]薛万文,晏萍,宋顺昌. 青海省非金属矿产成矿规律及找矿潜力分析[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2007(4): 63-65, 68.

【收稿日期】2015-07-08