

文章编号:1004-4116(2021)02-0030-05

甘肃省含钾岩石分布特征及找矿方向浅析

代文军

(甘肃省地矿局第三地勘院,甘肃 兰州 730050)

摘 要:我国是世界上钾肥消耗最大的国家之一,已探明的钾盐资源储量仅占全球资源储量的2%左右,钾盐资源相当贫乏,供需矛盾十分突出。因此,目前在加强钾盐矿普查的同时开展非水溶性钾矿资源的开发利用研究,是解决我国钾肥短缺的有效途径。根据国内对含钾岩石的研究,通过对省内含钾岩石岩石化学资料的收集、整理与分析研究,初步总结了省内含钾岩石的分布特征,将含钾岩石划分为岩浆岩型和沉积岩型两类,并对钾含量较高的岩石的分布进行了概略性研究,初步探讨了找矿前景,提出了可供勘查的矿化潜力较大的地区。

关键词:含钾岩石;分布特征;岩石化学;找矿方向;甘肃省

中图分类号:P619.21

文献标志码:A

世界上钾盐资源有两类,一类为可溶性钾矿物,通常以钾的氯化物、硫酸盐类、硝酸盐类等形式存在,是钾盐的主要来源;另一类是非水溶性含钾矿物和岩石,主要有钾长石类矿物、似长石类矿物以及含钾砂(页)岩、霞石、明矾石、绿豆岩、海绿石砂岩、伊利石黏土岩等。我国是世界上钾肥消耗最大的国家之一,消耗量约占世界钾肥消耗总量的20%,而钾盐资源储量仅占全球资源储量的2%左右(基础资源储量为3.57亿t^[1]),钾盐资源相当贫乏,导致国内钾肥供不应求,长期依靠进口。因此,尽快、有效地解决钾肥来源问题是当务之急。目前在加强钾盐矿普查的同时开展非水溶性钾矿资源的开发利用研究,将非水溶性钾矿资源转化为水溶性钾肥资源,对缓解我国钾肥资源短缺局面、支援农业生产具有重要的现实意义。甘肃省具有一定的非水溶性钾矿资源的找矿前景,但由于研究程度和工作程度较低,致使非水溶性钾矿资源家底不清。本文试图通过对省内含钾岩石分布特征及找矿方向的探讨,以期寻找非水溶性钾矿资源提供理论依据,同时希望引起对甘肃省含钾岩石研究的重视。

1 地质背景

通过对全省各类岩石的岩石化学数据的收集、整理及分析研究,参考《矿产资源工业要求手册》中

关于含钾岩石制取钾肥的一般工业指标(边界品位K₂O 6%,工业品位K₂O 7%)以及中国富钾正长岩中K₂O含量(8.51%~15.4%)特征^[1-2],将省内含钾岩石划分为异常点和矿化点,其中将K₂O含量>7%~≤8%的岩石划为异常点,将K₂O含量>8%的岩石划为矿化点,并根据岩石种类,分为岩浆岩型和沉积岩型两类。

岩浆岩型含钾岩石在全省范围广泛分布,自西而东断续出现多个富碱岩浆岩体,富碱岩浆岩体可划分为碱性正长岩类、花岗岩类、伟晶岩类和火山岩类4种类型。根据富碱岩浆岩带所处地理位置可分为北山地区(碱性正长岩类、花岗岩类、火山岩类、伟晶岩类)、祁连地区(碱性正长岩类、火山岩类、伟晶岩类)、龙首山地区(碱性正长岩类)、秦岭地区(火山岩类、伟晶岩)和鄂尔多斯地区(碱性正长岩类)5个地区(图1)。这5个地区富碱岩浆岩在岩石化学成分方面虽有差异,但均具富碱、高钾的岩石化学特征(表1)。

沉积岩型含钾岩石仅见于肃南县三岔口—油库沟—大柳沟一带(图1),含钾岩石赋存于前震旦系泥灰岩中,氧化钾平均含量7.65%(表1)。

2 含钾岩石分布及找矿远景

2.1 北山地区

收稿日期:2021-02-01

作者简介:代文军(1974~),男,高级工程师,主要从事地质矿产调查、区域成矿规律及成矿预测工作。E-mail:daiwj1974@126.com

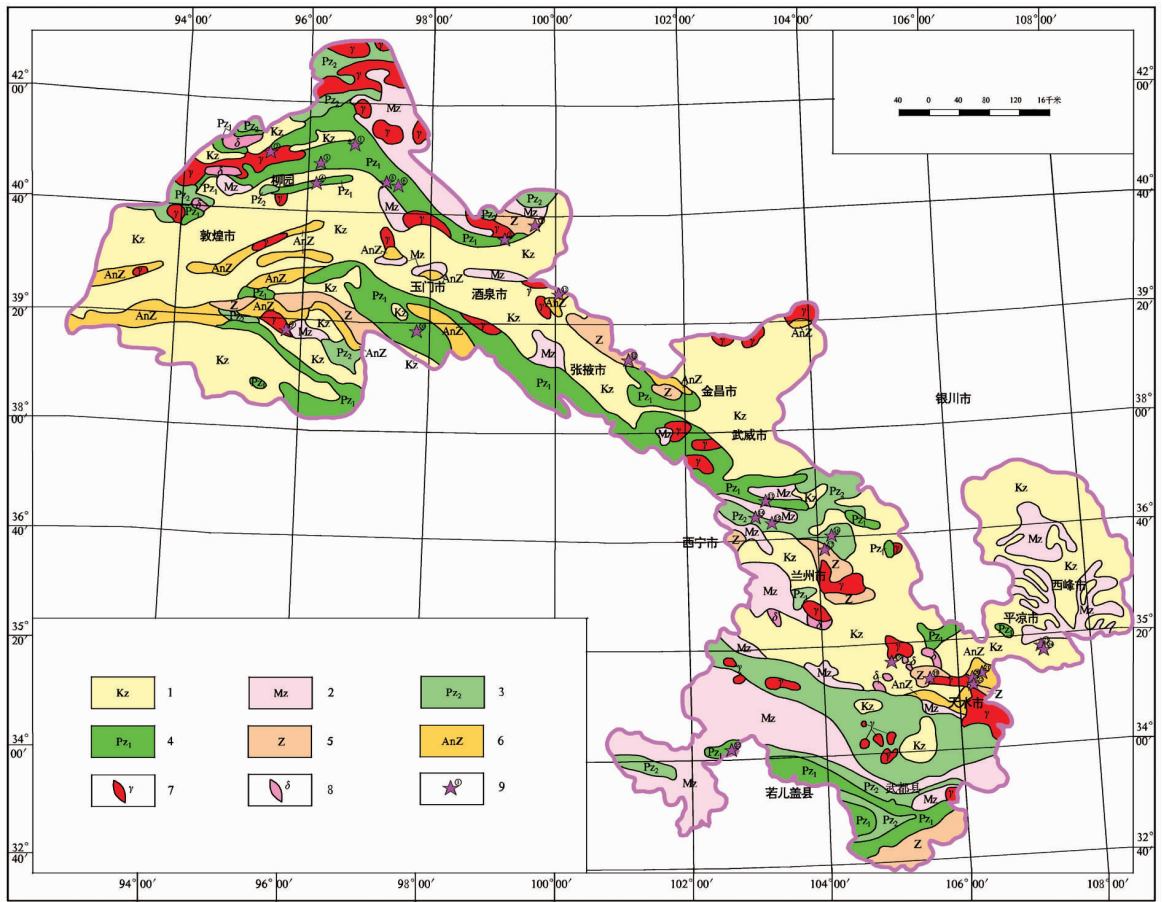


图 1 甘肃省主要含钾岩石分布图

Fig. 1 Distribution of rock bearing potassium in Gansu Province

1—新生界;2—中生界;3—上古生界;4—下古生界;5—震旦系;6—前震旦系;
7—花岗岩类;8—闪长岩类;9—含钾岩石位置、编号、岩性

- 角注:①—肃北县大豁落正长岩;②—瓜州县狼山南似斑状花岗岩;③—肃北县镜铁滩变质正长花岗岩;④—肃北县热水泉西潜流纹岩;
⑤—瓜州县黑石岭北碱长流纹岩;⑥—瓜州县潘家井伟晶岩;⑦—金塔县白山堂南花岗岩斑岩;⑧—金塔县四道红山东角闪英安岩、角闪安山岩;
⑨—肃北县独山子正长岩;⑩—肃南县三岔口泥灰岩;⑪—高台县合黎山正长岩;⑫—山丹县苏大板石英正长岩;
⑬—永登县毛毛山安山质熔结凝灰岩;⑭—天祝县石门寺正长岩(脉);⑮—天祝县宝泉山粗面岩;⑯—靖远县小黑石山变质粗面岩;
⑰—白银市井峡子沟伟晶岩;⑱—通渭县关帝湾黑云母石英正长岩;⑲—秦安县李家河流纹岩;⑳—张家川县付家川伟晶岩;
㉑—张家川县陈家庙伟晶岩;㉒—清水县银铜台正长岩(脉);㉓—崇信县铜城假白榴石斑岩、霓辉黑榴二长斑岩;
㉔—崇信县龙门霞石正长斑岩、白榴正长斑岩、角闪二长闪长岩;㉕—碌曲县迪羌东英安流纹岩、流纹英安岩、粗安岩

为岩浆岩型,主要分布于肃北县大豁落、狼山南、镜铁滩、热水泉西,瓜州县黑石岭北、潘家井及金塔县白山堂南、四道红山东等地(图 1),岩性为正长岩、似斑状花岗岩、变质正长花岗岩、潜流纹岩、碱长流纹岩、伟晶岩、花岗斑岩和角闪英安岩、角闪安山岩等,岩石的 K_2O 含量在 7.23% ~ 11.8% 之间(表 1),其中肃北县镜铁滩变质正长花岗岩、潘家井伟晶岩、金塔县白山堂南花岗岩斑岩和四道红山东角闪安山岩的 K_2O 含量较高,分别为 8.67%、10.17%(平均)、8.7%和 9.0%,可作为寻找非水溶性钾矿的矿化点,其它地区可作为寻找非水溶性钾

矿的异常点。

2.2 祁连地区

(1) 岩浆岩型

主要分布于肃北县独山子,永登县毛毛山,天祝县石门寺、宝泉山,靖远县小黑石山,白银市井峡子沟,通渭县关帝湾,秦安县李家河,张家川县付家川、陈家庙及清水县银铜台等地(图 1),岩性为正长岩、安山质熔结凝灰岩、正长岩(脉)、粗面岩、黑云母石英正长岩、流纹岩和伟晶岩等,岩石的 K_2O 含量在 7.2% ~ 12.5% 之间(表 1),其中靖远县小黑石山变

表1 代表性含钾岩石化学成分分析结果(wB%)

Table 1 Chemical composition of the typical rock samples bearing potassium

地区	地点	岩性名称	样品数	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
北山地区	肃北县大豁落	正长岩	1	56.25	17.34	2.09	5.12	4.79	7.23
	瓜州县狼山南	似斑状花岗岩	2	71.88	14.16	0.4	0.385	1.85	7.61
	肃北县镜铁滩	变质正长花岗岩	1	69.14	14.59	0.56	1.18	2.85	8.67
	肃北县热水泉西	潜流纹岩	1	78.58	9.82	0.77	0.13	0.9	7.56
	瓜州县黑石岭北	碱长流纹岩	1	74.23	11.49	0.86	0	1.3	8.0
	瓜州县潘家井	伟晶岩		66.2 ~ 67.5	18.2 ~ 18.5	-	-	2.63 ~ 3.9	8.53 ~ 11.8
	金塔县白山堂南	花岗斑岩	3	74.55	12.15	0.24	0.38	0.29	8.70
	金塔县四道红山东	角闪英安岩	2	68.96	11.915	1.78	2.855	0.155	7.45
角闪安山岩		1	62.22	14.10	1.94	0.90	0.13	9.00	
祁连地区	肃北县独山子	正长岩	1	59.1	17.25	0.79	2.49	3.44	7.36
	肃南县三岔口	泥灰岩	3	38.69	10.22	8.81	11.80	0.20	7.65
	永登县毛毛山	安山质熔结凝灰岩	1	56.20	18.05	1.56	2.26	2.12	7.96
	天祝县石门寺	正长岩(脉)	1	55.38	18.18	1.07	2.86	2.37	9.63
	天祝县宝泉山	粗面岩	2	54.69	16.59	3.83	3.02	2.90	7.67
	靖远县小黑石山	变质粗面岩	4	53.87	17.72	1.88	3.40	2.61	8.90
	白银市井峡子沟	伟晶岩		72	16	-	-	2.8	7.2
	通渭县关帝湾	黑云母石英正长岩	2	63.25	18.95	0.69	1.39	4.36	7.57
	秦安县李家河	流纹岩	1	78.76	10.48	0.09	0.29	0.2	8.00
	张家川县付家川	伟晶岩		64.77 ~ 67.79	17.5~19.0	-	-	1.85 ~ 2.04	10.5 ~ 12.5
	张家川县陈家庙	伟晶岩		64.61 ~ 65.59	19.3~20.07	-	-	2.36 ~ 2.80	11.05 ~ 11.90
	清水县银铜台	正长岩(脉)		-	-	-	-	-	9.80
龙首山地区	高台县合黎山	正长岩	1	62.40	18.39	0.76	0.27	1.09	13.77
	山丹县苏大板	石英正长岩	1	65.82	17.98	0.42	1.28	0.35	9.78
秦岭地区	碌曲县迪羌东	英安流纹岩	1	69.38	17.11	0.08	0.66	0.61	8.5
		流纹英安岩	1	68.83	15.28	0.21	0.11	0.39	7.48
		粗安岩	1	57.82	18.71	0.66	3.54	3.15	7.32
鄂尔多斯地区	崇信县铜城	假白榴石斑岩	1	45.42	18.36	0.53	9.32	0.38	10.16
		霓辉黑榴二长斑岩	3	54.98	19.87	0.33	4.33	1.17	9.89
	崇信县龙门	霞石正长斑岩	3	54.92	18.48	2.60	5.22	0.58	10.53
		白榴正长斑岩	3	51.40	19.52	0.71	11.04	0.31	8.09
		角闪二长闪长岩	4	59.58	18.48	0.42	4.48	3.98	7.26

注: - 为未见测试数据

质粗面岩、天祝县石门寺正长岩(脉),张家川县付家川、陈家庙伟晶岩,清水县银铜台正长岩(脉)K₂O含量较高,分别为8.9%、9.63%、11.50%(平均)、11.48%(平均)和9.8%,可作寻找非水溶性钾矿的矿化点,其它地区可作为寻找非水溶性钾矿的异常点。

(2) 沉积岩型

仅见于肃南县三岔口—油库沟—大柳沟一带(图1),含钾岩石赋存于前震旦系泥灰岩中,呈层状产出,初步圈出7条矿体,矿体长在1515 m ~ 5000 m之间,矿体厚度变化大,最厚113.10 m,最薄2.0 m,平均厚度41.14 m,氧化钾含量在7.14%

~9.4%之间,平均含量为7.65%(表1),含钾矿物主要为微斜长石(碎屑微斜长石和自生微斜长石)。可作为寻找非水溶性钾矿的异常点。

2.3 龙首山地区

为岩浆岩型,见于高台县合黎山和山丹县苏大板一带(图1),岩性为正长岩、石英正长岩,岩石的K₂O含量为13.77和9.78%,且MgO + CaO < 2%,Na₂O < 2%,属较优质含钾岩石(表1),是寻找非水溶性钾矿的矿化点。

2.4 秦岭地区

为岩浆岩型,见于碌曲县迪羌东(图1),岩性为伟晶岩和英安流纹岩、流纹英安岩、粗安岩,岩石的 K_2O 含量为7.32%~8.5%(表1),可作为寻找非水溶性钾矿的异常点。

2.5 鄂尔多斯地区

为岩浆岩型,分布于崇信县铜城、龙门等地(图1),岩性为假白榴石斑岩、霓辉黑榴二长斑岩、霞石正长斑岩、白榴正长斑岩和角闪二长闪长岩等,这些岩石的 K_2O 含量最低为7.26%,最高为10.53%,绝大部分大于8%(表1),可作为寻找非水溶性钾矿的矿化点。

3 应用前景分析

钾盐应用广泛,世界上95%的钾盐用于生产钾肥,主要产品有氯化钾、硫酸钾及氢氧化钾等,其余5%的钾盐用于军工、食品、医药、化工及建材等行业。我国钾盐资源短缺,对外依存程度高,是7种大宗紧缺矿产之一^[6]。目前我国已探明的可溶性钾盐资源较少,后备基地不多,而非水溶性钾矿资源丰富,保守估计资源总量超100亿t^[7],充分利用非水溶性钾矿资源,一方面可有效缓解我国钾肥资源短缺的局面,另一方面可生产出高附加值产品(金属铝、纯碱及水泥等)。根据目前国内含钾矿物或矿石制取钾肥的开发利用情况,按照生产技术、基本工艺流程将其分为四类^[8]。第一类是直接法,将矿石磨碎后直接施用于农田;第二类是浸取法,在高温高压下将矿石中的钾转化为可溶性,制造纯度较高的 KCl 、 K_2SO_4 等;第三类是挥发法,采用水泥窑灰提取矿石中的钾,进而制备 K_2SO_4 、 K_2CO_3 等;第四类是生物法,以核辐射诱变筛选的K-907胶质芽孢杆菌诱变株为活化剂,将矿石中的钾转化为植物可吸收的水溶性钾。

虽然我国在非水溶性钾矿制造钾肥及综合利用方面取得了一定的成效,但由于加工技术较复杂、经济成本较高等因素的制约,很多具有发展前景的工艺技术难以推广,真正实现产业化的研究成果较少。通过改进现有加工工艺方法,如简化工艺流程、减少三废排放、降低成本、开发新工艺等,综合利用各种主要组分,开发出高附加值产品,是当前开发利用非可溶性钾矿资源的关键。目前,中国科学院过程工程研究所赵伟副研究员团队发明的混合助熔剂焙烧-短流程处理含钾岩石新工艺^[9]和中国地质大学(北

京)材料科学与工程学院马鸿文教授团队发明的正长岩型钾资源“水热碱法”生产硫酸钾工艺^[5],在非水溶性钾矿资源利用方面取得了重大突破。如果能在规模化工业生产方面取得进一步突破,在可预期未来,若实现工业利用钾矿石达3000万t/a,其钾盐可望占市场消费量约40%^[11],从而为中国钾盐可持续发展提供长期可靠的资源保障,在一定程度上亦可有效缓解我国钾盐资源短缺的现状。

省内含钾岩石分布范围广泛,具有非水溶性钾矿资源的找矿前景,若实现找矿突破,并规模化利用形成新兴产业,则将改变甘肃贫钾盐的局面,同时为电子电力、交通运输等工业提供金属铝,也为化工、建筑等行业提供有关产品,形成新的经济增长点。

4 含钾岩石勘查建议

4.1 大力开展含钾岩石资源调查评价

为摸清甘肃省非水溶性钾矿资源家底,在全省主要针对北山地区、祁连地区和鄂尔多斯地区开展非水溶性钾矿资源潜力调查,应用矿产预测新理论、新方法、新技术,对含钾岩石进行潜力评价和预测,为科学部署非水溶性钾矿资源勘查提供依据。重点在北山地区狼山南(图例说明②)、白山堂南(图例说明⑦)、祁连地区小黑石山(图例说明⑮)、关帝湾(图例说明⑰)、龙首山地区合黎山(图例说明⑪)苏大板(图例说明图例说明⑫)、鄂尔多斯地区铜城(图例说明⑳)、龙门(图例说明㉑)等地,合理布置地质勘查工作,选择成矿有利地段,开展非水溶性钾矿矿产资源调查评价,实现找矿突破。

4.2 加强地质资料的二次开发研究

一是加强对现有各类岩石的岩石化学数据的分析研究,特别是对富碱岩浆岩进行重新认识,可能对非水溶性钾矿资源找矿取得事半功倍的效果。二是紧紧围绕非水溶性钾矿重点地区的成矿地质条件研究,开展非水溶性钾矿重点地区大比例尺地质、化探等的调查,研究科学合理的勘查方法。三是注意非水溶性钾矿伴生组分的综合利用。

4.3 加大勘查投入力度

甘肃省含钾岩石分布广泛,具有非水溶性钾矿资源的找矿前景,由于以往地质勘查工作薄弱,对非水溶性钾矿资源勘查投入不足。当前,应加大对非水溶性钾矿的勘查投入力度,积极争取国家和省地勘

基金,促进找矿突破。

5 讨论与结论

(1)根据岩石中 K_2O 含量,参考《矿产资源工业要求手册》中关于含钾岩石制钾肥一般工业指标及中国富钾正长岩 K_2O 含量,将省内含钾岩石分为异常点(K_2O 含量 $> 7\% \sim \leq 8\%$)和矿化点(K_2O 含量 $> 8\%$),其中矿化点对非水溶性钾矿资源的勘查开发具有重要的指导意义。

(2)甘肃省含钾岩石分为岩浆岩型和沉积岩型两类。其中岩浆型(碱性和偏碱性岩浆岩、火山岩)的 K_2O 含量普遍较高,在区域上形成 K_2O 矿化点和异常点;沉积岩型 K_2O 含量较低,在区域上形成 K_2O 异常点。

(3)对省内钾含量较高的含钾岩石的空间分布状况进行了概略性研究,初步探讨了找矿前景,提出了可供勘查的矿化潜力较大的地区。

总之,甘肃省具有较好的非水溶性钾矿资源的找矿前景,开发潜力巨大,若实现找矿突破,必将改变甘肃贫钾盐的局面,值得进行全面深入的研究。笔

者期望通过本文的初步探讨,起到抛砖引玉的作用,以引起对甘肃省含钾岩石的重视与研究。

参 考 文 献

- [1] 马鸿文,杨静,张盼,等. 中国富钾正长岩资源与水热碱法制取钾盐反应原理[J]. 地学前缘,2018,25(5):277-285
- [2] 邵厥年,陶维屏,张义勋,等. 矿产资源工业要求手册[M]. 北京:地质出版社,2010
- [3] 王增振,陈宣华,李冰,等. 甘肃合黎山古元古代正长岩的发现及其对阿拉善地块大地构造属性的启示 [J]. 中国地质,2019,46(5):1094-1103
- [4] 张宏法,包洪平,彭天朗,等. 鄂尔多斯盆地西南边部超钾质岩及构造意义[J]. 中国地质,2012,39(5):1172-1182
- [5] 翁凯,李荣西,徐学义,等. 鄂尔多斯盆地西南缘龙门隐伏碱性杂岩体地球化学特征[J]. 新疆地质,2012,30(4):471-476
- [6] 李萌,刘正阳,王建平,等. 我国钾盐资源现状分析及可持续发展建议[J]. 中国矿业,2016,25(9):1-7
- [7] 曹芳芳,王喜亮,耿同升. 盘龙山含钾岩石矿区地质特征、矿床成因及开发利用前景[J]. 现代矿业,2012,522(10):51-53
- [8] 陈静. 含钾岩石资源开发利用及前景预测[J]. 化工矿产地质,2000,22(1):58-64
- [9] 赵伟,齐涛,李刚,等. 一种从非水溶性含钾岩石中提取钾盐的方法[P]. 中国专利:CN106702139A,2017-05-24

DISTRIBUTION OF ROCK BEARING POTASSIUM IN GANSU PROVINCE

DAI Wen-jun

(The Third Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral
Exploration and Development, Lanzhou 730000, China)

Abstract: China is one of the most consumers of potassium fertilizer in the world, but the resource reserve of explored sylvine for fertilizer industry is only 2 percent of the total reserve in the world. It is an effective solution for potassium fertilizer shortage in China by carrying out the study on water-insoluble potassium mineral resource while strengthening prospecting sylvine ore. The article summarized the distribution characteristic of rock bearing potassium through analyzing geochemical data in Gansu Province, and grouped them within two types as magmatic rock and sedimentary rock.

Key words: rock bearing potassium; distribution; petrochemistry; prospecting target; Gansu Province