

西昆仑地区矿集区划分及成矿演化

冯宝山, 李博秦, 郭鸿军, 刘铭涛, 薛兰花, 史老虎

(天津华北地质勘查局, 天津 300170)

摘要:随着对西昆仑基础地质、矿产评价工作程度的逐步提高,对该区地质背景及矿化信息的了解也越来越多,对该区成矿区带地划分具备了条件。为了充分了解西昆仑找矿潜力,为下步矿产调查做准备,需要对该区成矿区带进行系统研究。和田华勘矿业公司从2012年开始,在西昆仑东段于田、民丰等县4万多 km^2 的范围内持续做矿产资源远景评价工作,且选择成矿地质条件较好、矿化信息较多区段做矿产勘查工作。在此基础上,他们认真研读前人1:25万区域地质调查资料、1:20万水系沉积物测量成果资料、西昆仑东部1:5万航磁测量成果资料、区域地质专著及早期的矿产调查资料等,对西昆仑成矿区带进行了划分,在西昆仑划分出了8条成矿区带,每个成矿带与构造带有一定关系,且各具成矿专属性。

关键词:西昆仑;成矿潜力;矿化信息;成矿区带;成矿专属性

中图分类号:P612

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2016)04-0129-07

Division and Introduction of West Kunlun Metallogenic Belt

FENG Baoshan, LI Boqin, GUO Hongjun, LIU Mingtao, XUE Lanhua, SHI Laohu

(Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300170, China)

Abstract: With the increasing of works on basic geology and regional mineral evaluation, more and more information of geological background and mineralization in West Kunlun has been understood, and the conditions for the division of metallogenic belt in this studying area have been provided. In order to fully understand the metallogenic potential of West Kunlun and to prepare for mineral survey, a systematic study on the metallogenic belt is necessary. On the basis of previous study and according to the data of 1 : 2500000 regional geological survey, 1 : 2000000 stream sediment survey, 1 : 500000 aeromagnetic survey and regional research monograph, the West Kunlun has been divided into eight metallogenic belts, and each metallogenic belt has a certain relation with the tectonic belt, with special attribute of mineralization.

Keywords: West Kunlun; metallogenic potential; mineralization information; mineralization belt; special attribute of mineralization

西昆仑作为中央造山带(秦祁昆造山带)的一部分(姜春发等,2000;殷鸿福等,1998;尹福光等,2007)与秦岭、祁连造山带一起经历了原特提斯、古

特提斯及特提斯洋的演化过程(李荣社等,2008),每个演化阶段毕竟伴随着相应的成矿作用,漫长的地质演化历史造就西昆仑丰富的矿产资源。据中国成

收稿日期:2016-05-20;**修回日期:**2016-07-27

基金项目:天津市国土资源和房屋管理局“新疆和田东三县快速勘查找矿技术方法及远景评价”项目(TGPC-2014-D-0239)资助。

作者简介:冯宝山(1982-),男,黑龙江双鸭山人。毕业于昆明理工大学,大学本科,工程师,长期从事地质勘查与研究工作。

E-mail: 93547922@qq.com

矿区带划分方案(徐志刚等,2008),西昆仑属于秦祁昆成矿域(I-2),昆仑成矿省(II-6),西昆仑 Fe-Cu-Pb-Zn-RM-REE-硫铁矿-水晶-白云母-宝玉石(成矿带Ⅲ-27)。研究区处于西昆仑成矿带上(Ⅲ-27)。以康西瓦-苏巴什断裂为界将西昆仑成矿带又划分为西昆仑北、南 2 个亚带:即西昆仑北部 Fe-Cu-Pb-Zn-硫铁矿-水晶-和田玉-石棉成矿亚带(Pt;P₂)和西昆仑南部 Fe-Mn-Cu-Au-白云母宝玉石成矿亚带(Pt;P₂;M₂)。

由于西昆仑地理、地形、交通等自然条件较差,地质工作及勘查程度相对较低。西昆仑地质工作的历史可以追溯到十九世纪,但系统的工作还是新中国成立后,尤其是 1999 年新一轮地质大调查以来,陆续开展了较为系统的 1:25 万地质调查,1:50 万、1:20 万的水系沉积物测量(新疆地调院,2002;2003),局部做过 1:5 万地质矿产调查(新疆地调院,2002)、化探扫面、航磁测量等工作(李博秦等,2014),2012—2015 年天津华北地勘局在西昆仑东段通过 1:5 万航磁测量(由北京航遥中心承担,正式报告尚未提交)、部分区域 1:5 万水系沉积物测量(李博秦等,2014),部分地段做过地面地质调查等

(李博秦等,2014)。通过以上这些工作在西昆仑陆续发现了一批矿床、矿点、矿化点、矿化线索及化探、航磁异常,为西昆仑矿集区划分提供了可靠的地质依据。据此笔者在西昆仑成矿带 2 个成矿亚带上划分出了 8 个矿集区,其分布位置、特征见图 1。

1 地质背景

研究区位于西昆仑东段,依据西安地质矿产研究所“青藏高原北部空白区基础地质综合研究”成果及韩芳林构造单元划分方案(图 1)(2006),结合近几年工作获得的最新成果及实际资料,将西昆仑造山带划分为“三带四块”构造格架,由西向东呈斜列式分布。西昆仑造山带北界以柯岗断裂为界,以北为塔里木陆块铁克里克断隆带,南界以康西瓦-苏巴什蛇绿构造混杂岩带为界,以南为巴颜喀拉晚古生代—中生代边缘裂陷带。其内部以北部库地-其曼于特蛇绿构造混杂岩带为界,以北划分为库浪那古微陆块;以南划分为桑株塔格微陆块;以南部蒙古包-普守蛇绿构造混杂岩带为界,以南划分为赛图拉微陆块;将分布于东部于田县库地-其曼于特蛇绿构造混杂岩带以北划分为吐木亚微陆块(图 1)。

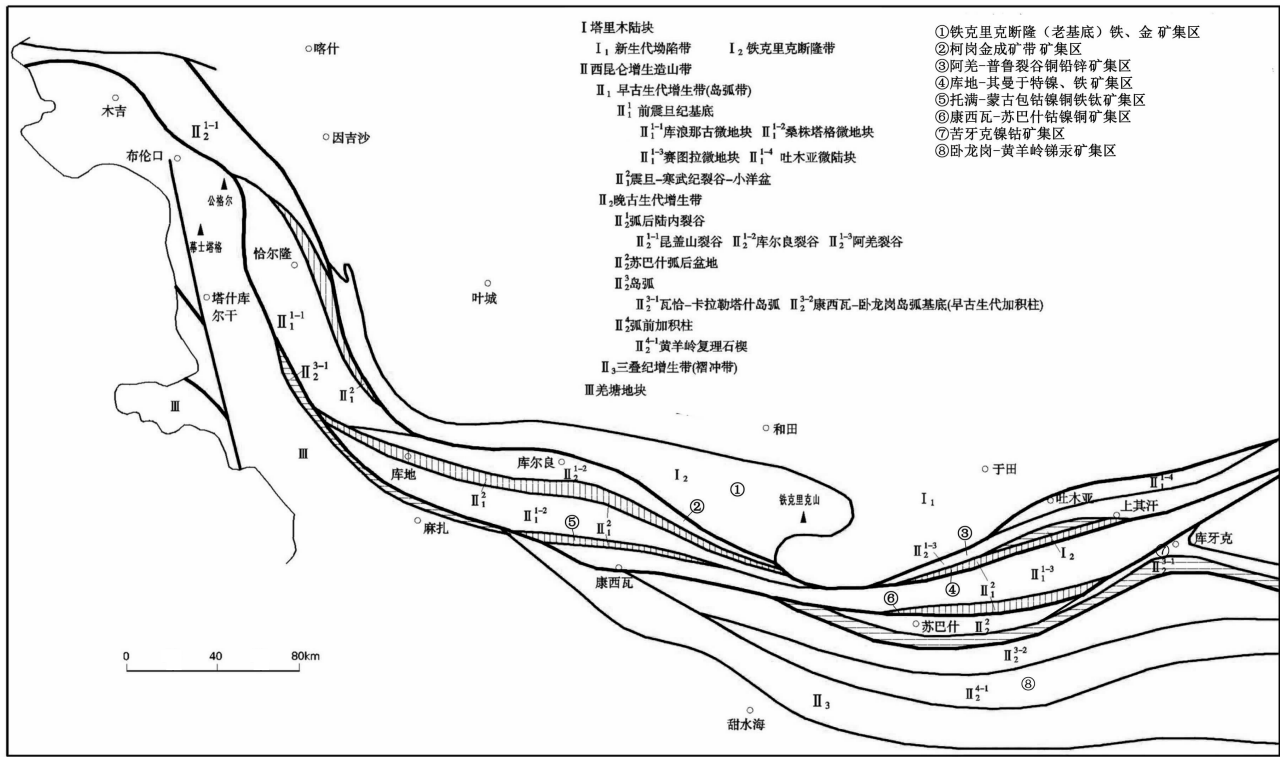


图 1 西昆仑造山带构造单元及矿集区图(韩芳林,2006. 修改)

Fig. 1 The tectonic units and metallogenic districts map of the West Kunlun orogenic belt (HAN Fanglin,2006)

地质单元主要有铁克里克断隆,早古生代增生带,晚古生代增生带,三叠纪增生带,库地-其曼于特超基性岩带、康西瓦苏巴什超基性岩带。库尔良裂谷带,震旦—寒武纪裂谷小洋盆,阿羌裂谷,赛图拉微陆块等地质单元。研究区包含了上述各地质单元的部分地段。另外,还包含巴颜喀拉晚古生代—中生代边缘裂陷带的部分地段。

2 矿集区划分方案

根据已发现的矿(化)点、矿床等矿化线索,以及1:5万航磁异常、1:20万水系沉积物测量异常,结合地质背景,在研究区划分出8个矿集区。其中,铁克里克(老基底)铁、金矿集区,柯岗金矿集区,阿羌-普鲁裂谷铜铅锌矿集区,库地-其曼于特镍、铁矿集区,托满-蒙古包钴镍铜铁钛矿集区,康西瓦-苏巴什钴镍铜矿集区属于西昆仑北部Fe-Cu-Pb-Zn-硫铁矿-水晶-和田玉-石棉成矿亚带(Pt;P₂),苦牙克镍钴矿集区及卧龙岗-黄羊岭锑汞矿集区划归西昆仑南部Fe-Mn-Cu-Au-白云母宝玉石成矿亚带(Pt;P₂;Mz)各矿集区,特征如下。

2.1 铁克里克断隆(老基底)铁、金矿集区

其与构造单元划分上的铁克里克断隆(I₁)重合。其北部与塔里木板块,南部与库尔良裂谷均呈断裂接触。

从塔里木板块上分割出来的一块老基底,岩性主要为一套变质程度较深的片岩、大理岩、片麻岩及角闪岩等。主要寻找变质热液型金矿、变质型铁矿及接触交代型玉石矿等。

这套地层在西昆仑造山带里也有出露,呈岩块出露。相应的矿化也有。例如,民丰县南部一些小的铁矿化点就产在这套老基底中,阿拉玛斯玉石矿产在蓟县系阿拉玛斯岩群中。

2.2 柯岗金矿集区

其与柯岗深大断裂带一致,主要分布在研究区北部,呈狭长的带状近东西向展布;为塔里木板块与西昆仑地块的分界线;地表为脆性断裂,深部为韧性剪切带;主要形成与韧性剪切带有关动力变质型金矿。

2.3 阿羌-普鲁裂谷铜铅锌矿集区

其形成于石炭—二叠纪,主要为一套海相火山岩(玄武岩),规模巨大;分布于西昆仑北部,近东西

向展布,从西部喀什、库尔良、库地一直延伸到苦牙克一带;与构造单元划分上的晚古生代弧后陆内裂谷带(Ⅱ₁)重合,是形成块状硫化物型铜铅锌矿床的有利构造单元。

2.4 库地-其曼于特镍、铁矿集区

其分布在阿羌—上其汗一带,与构造单元划分上震旦—寒武纪裂谷—小洋盆位置重合;主要为一套变质橄榄岩、辉橄岩、辉石岩、斜长岩、玄武岩等,主要形成与基性、超基性岩有关的铜、镍、磁铁矿、钛铁矿等有色及黑色金属矿。

2.5 托满-蒙古包钴镍铜铁钛矿集区

其分布在研究区西部康西瓦北侧的托满一带,为康西瓦结合带的一条分支,出露岩性主要有蛇纹石化纯橄岩、云母二辉岩等变质超基性岩,带内断裂构造发育,变基性岩、中酸性岩广布(崔建堂等,2013),与基底围岩(西合休岩组)一起构成钴镍铁钛等金属矿集区,与周边地质体断层接触。

2.6 康西瓦-苏巴什钴镍铜矿集区

其分布在西昆仑的中部,从西部的公格尔到中部的康西瓦、苏巴什一直到东部与苦牙克断裂重合,延伸千余千米,伴随着该带的活动演化形成大量的矿产资源。

2.7 苦牙克镍钴矿集区

位于西昆仑东南部,北东—南西走向,这是一条形成较晚的断裂构造带,主要出露基性、超基性岩;与两侧地质体呈断层接触,是寻找与基性超基性岩有关的黑色金属矿产的有利区带。

2.8 卧龙岗-黄羊岭锑汞矿集区

位于苦牙克断裂以南,近东西向展布,面积较大;与构造单元划分中的黄羊岭复理石楔(Ⅱ₂⁴⁻¹)一致,主要出露一套浅海相碎屑岩,时代为晚古生代—中生代。由于大气降水及燕山期广泛的岩浆活动,在该区形成了低温热液型金、锑、汞等矿化。

3 矿集区的划分依据及找矿前景

在西昆仑已发现的矿产资源大多集中在这8个矿集区。目前,做过的1:50万、1:20万水系沉积物测量异常、1:5万航磁测量异常及1:5万遥感解译出的异常大多处于这些矿集区。这些区具有较好的形成黑色金属、有色金属、贵金属乃至非金属类矿产的成矿地质条件。

3.1 铁克里克断隆(老基底)铁、金矿集区

在本区已经发现沉积变质型铁矿(化)点6处,热液型及蚀变岩型铜、铅、锌矿(化)点7处,热液型铅锌矿(化)点2处,砂金矿点2处。另外,也发现了不少非金属矿产,主要分布于本区塔里木盆地南缘的阿克其山及玉龙喀什河中游两岸,主要有石膏、石灰岩、白云岩、钾长石、白云母、蛇纹岩、石棉、大理岩、石英砂、黏土矿、高岭土等11种,产地20处。

1991—1994年,新疆地矿局第二地质大队在西昆仑开展1:50万甚低密度化探水系沉积物测量,在该区北侧圈定HS11、HS12、HS9等3个异常。根据水系沉积物异常迁移特点,异常源可能来自地势较高的本区。异常元素主要有Fe、Cu、Pb、Zn、Au等,在对个别异常进行踏勘检查时已经发现了铁、金、铜、铅锌等矿化线索。

2015年1:5万航磁测量(贾琦等,2015)结果显示,该带处于正负背景变换区域,铁克里克断隆内升高的正异常及伴有负异常的正异常是找矿有利区域,区内有C-2014-173、C-2014-176、C-2014-177、C-2014-184等多个航磁异常。

华勘局1:5万遥感解译,在区内圈定2个遥感找矿预测靶区,分别编号为Ti1和Ti2,磁铁矿、石英矿物集中分布,代表岩性可能为磁铁石英岩。

以上各种异常及已经发现的矿化线索显示该区具有较好的找矿前景。

3.2 柯岗金矿集区

分布在西昆仑北侧大沙勒金矿点及大沙勒一带Au化探异常,窝依牙依拉克一带的金矿点及Au化探异常、喀帕一带金矿点及Au化探异常(新疆地调院,2002),上其汗一带的沙金民采点等等均已证明该带就是金成矿带;

另外,航磁异常在该带上反映也比较明显,主要有新C-2012-6、新C-2012-7、新C-2012-8、新C-2012-9、新C-2012-37、新C-2012-40、新C-2012-41、新C-2012-43、新C-2012-45、新C-2012-15(李博秦等,2014)。

3.3 阿羌-普鲁裂谷铜铅锌矿集区

目前,在该带陆续发现阿克塔什铜矿床、大勒大铜矿点、萨洛依铜矿点、塔木其铜锌矿点、上其汗铅锌矿点等(贾群子等,1999;李博秦,2002;李博秦,2003),2013年天津华北地勘局在实施“新疆和田东三县矿产资源评价”过程中,分别在阿羌、上其汗这

套火山岩中发现了铜的矿化线索(刘志军等,2013;李博秦等,2014),1:20万Cu化探异常,也主要分布在这套火山岩带之内(新疆地调院,2002)。

1:20万水系沉积物测量仅仅包含了该区带的东部地区,尽管如此,也圈出HS-19-乙1、HS-20-乙1、HS-21-丙、HS-29-丙等异常,元素主要为Au、Ag、Cu、Zn、Wu、Mo等多种元素;1:5万遥感解译在该区划出17处预测靶区(李博秦等,2014);航磁异常也反映的比较明显,在该带上有新C-2012-22、新C-2012-23、新C-2012-25、新C-2012-27、新C-2012-28等(李博秦等,2014)。

3.4 库地-其曼于特镍、铁矿集区

该带的工作程度相对较低,目前,仅在库地这套超基性岩中已经发现有磁铁矿点(计文化等,2013;李博秦,2004)。

航磁异常有新C-2012-70、新C-2012-71、新C-2012-7、新C-2012-72、新C-2012-76、新C-2012-82、新C-2012-87等(李博秦等,2014)。

3.5 托满-蒙古包钴镍铜铁钛矿集区

1:5万航磁测量仅涉及到该区的东部托满,1:20万化探测量未涉及到本区。2014年津华勘局的地面调查已经在该区托满那格子一带发现一百多米宽的钛矿化蚀变带(贾琦等,2015),具有较好的找矿指示意义。

3.6 康西瓦-苏巴什钴镍铜矿集区

在苏巴什、康西瓦附近均有铜铅锌矿点被发现(崔建堂等,2013;韩芳林等,2003;贾琦等,2015)。

从地质上讲,该带具有板块缝合带的特点,后期变形较强,局部地段形成韧性剪切带。因此,该带矿化类型丰富,找矿潜力巨大。既有与基性-超基性岩有关的钴镍铜矿化,又有与韧性剪切带有关的金矿化,还有与中酸性岩浆活动有关的铜铅锌矿化等。

航磁测量成果对这条带反映的比较明显,主要有新C-2012-101、新C-2012-103、新C-2012-106、新C-2012-107、新C-2012-94、新C-2012-95、新C-2012-98、新C-2012-100、新C-2012-92等(李博秦等,2014)。

3.7 苦牙克镍钴矿集区

在该带分布着新C-2012-125、新C-2012-117、新C-2012-118、新C-2012-119、新C-2012-120、新C-2012-121、新C-2012-123、新C-2012-66、新C-2012-67、新C-2012-68、新

C-2012-69等航磁异常(李博秦等,2014)。

2013年天津华勘局在检查新C-2012-124、新C-2012-121、新C-2012-123、新C-2012-124异常时,发现了2条镍矿化蚀变带(乌孜塔格镍矿化蚀变带、5225镍矿化蚀变带)(严振合等,2013)。

1:5万遥感解译在该区圈定93处硅化和21处含铁泥化蚀变,这些蚀变呈串珠状分布在苦牙克断裂带内。

1:20万水系沉积物测量结果表明,该区以富集Sb(1.97)、As(1.43)、Bi(1.24)、Mo(1.23)、Cu(1.22)、Hg(1.21)、Au(1.20)等成矿元素而无显著贫化元素为特征,区内分布有HS-26-乙1等9个综合异常。

3.8 卧龙岗-黄羊岭锑汞矿集区

区内围岩蚀变矿化比较发育,蚀变主要有高岭土化、碳酸盐化、绿泥石化、褐铁矿化、硅化等。区内已发现14处锑矿床(点)和2处汞矿床。例如,盼水河大型锑矿、卧龙岗中型锑矿、长山沟中型汞矿、黄羊岭小型锑矿、前进达坂小型锑汞矿床(点)等(陈文平等,2009;舍建忠等,2009)。且这一带(卧龙岗)民采点较多(主要采锑矿)。

1:20万化探异常显示,区内有2个锑汞综合异常:HS-34-乙2综合异常、HS-45-乙2综合异常。且异常梯度分带明显,形态呈椭圆形(新疆地调院,2002),具较好的找矿潜力。

4 讨论及结论

西昆仑成矿系统是极其复杂的,其成矿过程漫长,每个时期具有每个时期的特点,与构造单元关系比较密切。受不同构造单元特性地影响,每个成矿区带都有其成矿专属性。

西昆仑的成矿始于元古宙,即西昆仑造山带形成之前就已经开始了(韩芳林,2006)。例如,“铁克里克变质铁克里克断隆(老基底)铁、金矿集区”,是在塔里木板块形成过程中形成的,后经造山运动从塔里木板块上裂解出来,成为一个独立的单元。主要形成一些与深变质作用有关的变质型金矿、变质型铁矿等。其西昆仑造山过程中有过Au的再次富集及后期岩浆活动(古生代)在大理岩块体附近形成接触交代型玉石矿。

西昆仑的主成矿主要集中在古生代,像阿羌-普

鲁裂谷铜铅锌矿集区、库地-其曼于特镍、铁矿集区、托满-蒙古包钴镍铜铁钛矿集区、康西瓦-苏巴什钴镍铜矿集区、苦牙克镍钴矿集区。其中,阿羌-普鲁裂谷铜铅锌矿集区是一个较为复杂的矿集区,经历了3个阶段的演化,形成于奥陶纪、二叠纪及侏罗纪(李博秦等,2015);主要形成与裂谷火山岩有关的块状硫化物型铜铅锌矿化;库地-其曼于特镍、铁成矿带,托满-蒙古包钴镍钛矿集区、康西瓦-苏巴什钴镍矿集区,这3个矿集区均形成与板块结合带内基性(超基性)、酸性岩有关的钴镍铜铅锌矿化。另外,还有个别矿集区的部分地段形成(后期)韧性剪切型金矿化等;苦牙克镍钴矿集区主要与晚古生代超基性岩有关。

中生代主要是卧龙岗-黄羊岭锑汞矿集区,该区主要是大气降水、侏罗纪酸性岩体等热液萃取二叠系碎屑岩(黄羊岭群)中成矿物质,在合适地物化条件下形成低温热液型汞锑矿;而柯岗金矿集区成矿跨度时间较长,从造山开始一直到造山结束,其主要形成韧性剪切带型金矿。

致谢:首先感谢早已涉足西昆仑的前辈们,是他们不畏艰险,在海拔高、缺氧、寒冷等恶劣的自然条件下,忍饥挨饿,克服各种想象不到的困难,为我们提供了分析、研究的第一手资料;其次感谢参加“新疆和田东三县矿产资源远景评价”项目组的所有成员及前来现场指导的专家、领导,为我们顺利完成该项课题给予的帮助。项目组同志们付出了很大辛苦,对以上各位同仁、专家、领导表示衷心感谢!

参考文献(References):

- 陈文平,吕金刚,韩小明. ETM~+影像数据在卧龙岗-黄羊岭一带锑矿找矿中的应用[J]. 新疆地质,2009,27(2): 180-184.
- CHEN Wenping, Lü Jingang, HAN Xiaoming. Applying ETM+. Image data to metallogenic predict for Sb mine in Wolonggang-Huangyangling area [J]. Xinjiang Geology, 2009, 27(2): 180-184.
- 徐志刚,陈毓川,王登红,等. 中国成矿区带划分方案[M]. 北京:地质出版社,2008.
- XU Zhigang, CHEN yuchuan, WANG Denghong, et al. The Scheme of the Classification of the Minerogenetic Units in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008.

- 崔建堂,王巨川,边小卫. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:250000 康西瓦幅 J44C004001)(精)/青藏高原1:25万区域地质调查成果系列[R]. 北京:中国地质大学出版社,2013.
- CUI Jiantang, WANG Juchuang, BIAN Xiaowei. The 1:250 000 Regional geological survey of the people's Republic of China about Kangxiwa(J44C004001), a number of key books have been made in 1:250 000 geological of the Qinghai-Ti-bet Plateau carried out by China Geological Survey in the national 12th five-year plan[R]. Beijing: China University of Geosciences,2013.
- 韩芳林. 西昆仑增生造山带演化及成矿背景[D]. 北京:中国地质大学,2006:1-216.
- HAN Fanglin. Tectonic evolution and mineralization of the western Kunlun accretion-type orogen[D]. Beijing: China University of Geosciences,2006:1-216.
- 韩芳林,崔建堂,计文化. 1:25万《于田县幅》、《伯力克幅》区域地质调查报告[R]. 2003.
- HAN Fanglin, CUI Jiantang, JI Wenhua. 1:250000 investigation report of regional geology about Hetian and Bolike [R]. 2003.
- 姜春发,王宗起,李锦铁. 中央造山带开合构造[M]. 北京:地质出版社,2000:15-107.
- JIANG Chunfa, WANG Zongqi, LI Jintie. Opening and closing tectonics in Cengtral Orogenic Belt[M]. Beijing: Geological Publishing House,2000:15-107.
- 计文化,尹宗义,李博秦. 中华人民共和国区域地质调查报告麻扎福(J43C004004)、神仙湾幅(143C001004)比例尺1:250 000国家“十二五”规划重点图书中国地质调查局青藏高原1:25万区域地质调查成果系列[R]. 北京:中国地质大学出版社,2013.
- JI Wenhua, YIN Zongyi, LI Boqin. The 1:250 000 Regional geological survey of the people's Republic of China about Mazha (J43C004004) and Shenxian (I43C001004), a number of key books have been made in 1:250000 geological of the Qinghai-Ti-bet Plateau carried out by China Geological Survey in the national 12th five-year plan [R]. Beijing: China University of Geosciences,2013.
- 贾琦,李博秦,刘铭涛,等. 新疆和田东三县矿产资源远景调查 2014 年度工作报告[R]. 天津:内部出版,2015.
- JIA Qi, LI Boqin, LIU Mingtao, et al. The 2014 annual work report on prospective survey of the mineral and resources in three counties of Hetian Xinjiang[R]. Tianjin: Internal Publishing,2015.
- 贾群子,王永凤. 西昆仑块状硫化物矿床成矿条件和成矿预测[M]. 北京:地质出版社,1999:1-150.
- JIA Qunzi, WANG Yongfeng. Predication and condition of mineralizaion of massive sulfide deposit in west Kunlun mountain [M]. Beijing: Geology Publishing House, 1999:1-150.
- 李博秦. 普鲁裂谷火山岩带块状硫化物矿床特征及找矿远景分析[J]. 陕西地质,2002,20(2):59-65.
- LI Boqin. Characteristics of the massive sulfide deposit in the volcanic rock zone of the Pulu rift and the prospecting potential[J]. Geology of Shaanxi,2002,20(2):59-65.
- 李博秦. 新疆西昆仑普鲁-流水裂谷火山岩带地质特征及其矿化[R]. 内部出版,2003.
- Li Boqin. 2003. Geological features and mineralization in Pulu and Liu Shui rift belt in the west Kunlun, Xinjiang [R]. Internal Publishing,2003.
- 李博秦,贾琦,张骥远,等. 新疆和田东三县矿产资源远景调查 2013 年度工作报告[R]. 天津:内部出版,2014.
- LI Boqin, JIA Qi, ZHANG Jiyuan, et al. The 2013 annual work report on prospective survey of the mineral and resources in three counties of Hetian Xinjiang[R]. Tianjin: Internal Publishing,2014.
- 李博秦,张俊良,计文化. 西昆仑库地蛇绿构造混杂岩带专题研究[R]. 地调局内部出版,2004.
- LI Boqin, ZHANG Junliang, JI Wenhua. Topic research report of Kudi Ophiolite mélange [R]. China Geological Survey Internal Publishing,2004.
- 李荣社,计文化,杨永成,等. 昆仑山及邻区地质[M]. 北京:地质出版社,2008:1-220.
- LI Rongshe, JI Wenhua, YANG Yongcheng, et al. Geology of Kunlun Mountains and its adjacent area [M]. Beijing: Geology Publishing House,2008: 1-220.
- 刘志军,郭士金. 新疆和田地区阿羌一带金铜异常查证报告[R]. 天津:内部出版,2013.
- LIU Zhijun, GUO Shijin. A report on Gold copper anomaly verification in A'qiang area, Hetian Xinjiang[R]. Tianjin: Internal Publishing,2013.
- 严振合,彭社民. 新疆民丰县苦牙克断裂东段航磁异常查证报告[R]. 天津:内部出版,2013.
- YAN Zhenhe, PENG Shemin. A report on aeromagnetism in the eastern part of Kuyake fracture Minfeng Xinjiang [R]. Tianjin: Internal Publishing,2013.

尹福光,孙志明. 松潘-阿坝造山带地质特征及其演化[M]. 北京:地质出版社,2007.

YIN Fuguang, SUN Zhiming. The Geological Character and Evolutin in Songpan Aba Orogenic Belt[M]. Beijing: Geology Publishing House,2007.

舍建忠,葛燕燕,木合塔尔扎日,等. 新疆昆仑山卧龙岗区域锑矿成矿地质条件及成矿规律分析[J]. 科技信息, 2009,(17):404-406.

SHE Jianzhong, GE Yanyan, ZHA Ri, et al. Xinjiang Kunlun Mountain WoLonggang region sntimony ore geological condition of metallization and mineralization rule analysis [J]. Science,2009,(17):404-406.

殷鸿福,张克信. 中央造山带的演化及其特点[J]. 地球科学-中国地质大学学报,1998,23(5):438-442.

YIN Hongfu, ZHANG Kexing. Evolution and Characteristics of the central Orogenic Belt[J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 1998, 23 (5): 438-442.

新疆地调院. 新疆维吾尔自治区西昆仑尼雅河中上游地区 1:20 万地球化学图说明书[M]. 新疆:内部出版,2002.

Xinjiang Geological Survey. 1:2 000 eochemical maps and specifications in Niya River region of West Kunlun Mountain[M]. Xinjiang:Internal Publishing,2002.

新疆地调院. 新疆维吾尔自治区西昆仑克里雅河上游 1:50 万地球化学图及说明书[M]. 新疆:内部出版,2003.

Xinjiang Geological Survey. 1:50000 eochemical maps and specifications in Keriya River upstream region of West Kunlun Mountain[M]. Xinjiang:Internal Publishing, 2003.

李博秦,刘明涛,冯宝山. 等. 西昆仑东段找矿潜力评价及找矿方法研究[R]. 天津:内部出版,2015.

LI Boqin, LIU Mintao, FENG Boshan, et al. Study of 如 Prospecting potential and methods in the eastern of West Kunlun metallogenic belt [R]. Tianjin: Internal Publishing,2015.



宁夏贺兰山磷矿发现史话(1)

据《中国矿床发现史·宁夏卷》记载,宁夏磷矿发现于 20 世纪 50 年代。1954 年 6 月,地质部西北地质局 606 队在贺兰山苏峪口一带寒武系开始找寻磷矿时,宁夏工业厅勘察队派地质人员王友文随同该队进行工作和学习,他挑选了点滴钼酸铵试剂黄色反应最好的矿石带回 3 块作标本。1955 年冬,宁夏工业厅勘察队改建制为甘肃省工业厅勘察处 405 队开展矿物肥源勘察,王友文遂将珍藏标本送交资源勘察处化验室分析,这 3 块标本的 P_2O_5 含量分别达到了 15%、16%、18%,据此结果,王友文、高世武于 12 月底冒着严寒赴苏峪口野外考察 18 天,对下寒武统底部的碎屑岩层,用钼酸铵进行滴定试验,终于找到了稳定的含磷层位,并在含磷层位上刻槽取样,于 1956 年 3 月收到分析结果,确定本区含磷地层具有工业勘探价值。此后,王友文被任命为技术负责主持评价,于 1957 年 10 月提交“甘肃省贺兰山磷矿 1957 年初步勘探报告”。1958 年 405 队改建为苏峪口地质队继续详勘,并积极组织外围普查,扩大矿区范围,于 1958 年底提交了矿区勘探储量报告,获取磷矿石储量 252 万 t, P_2O_5 矿石品位 14%~21%。宁夏地质局实验室和化工部连云港矿山设计院,多次进行浮选试验,获得了 30.5%的精矿品位和 94.19%的回收率,证明这里的矿石可以制造高质量磷肥、磷酸和各种磷酸盐。

(宁夏地质调查院 艾宁,毛自力,武丹;西安地质调查中心 杨合群)