

文章编号:1004-4116(2007)04-0001-0015

甘肃省矿床成矿系列研究

张新虎¹,汤中立¹,刘建宏¹,任丰寿¹,赵延庆²

(1.甘肃省地矿局,甘肃 兰州 730000;2.甘肃省地质调查院,甘肃 兰州 730000)

摘要:通过对省内矿床的形成时代、成矿环境、地质成矿作用及矿床“自然组合”的研究认识,认为矿床是地质环境中的组成部分,成矿作用是形成地质环境的地质作用中的一个组成部分;在各个地质历史阶段的地质构造环境(单元)中的矿床与一定的地质成矿作用有关。利用在一定的地质历史时期或构造运动阶段,在一定的地质构造单元及构造部位,与一定的地质成矿作用有关,形成一组具有成因联系的矿床的自然组合这一成矿系列概念,基本确定了甘肃省内成矿系列序次,重点是对成矿系列进行了划分和鉴别,提出全省有11个成矿系列类型、39个成矿系列的新认识。论证了成矿系列的产出特征,确定出各系列的矿床式。

关键词:成矿系列序次,成矿系列,甘肃省**中图分类号:**P611**文献标识码:**A

矿床成矿系列是指在一定的地质历史时期或构造运动阶段,在一定的地质构造单元及构造部位,与一定的地质成矿作用有关,形成一组具有成因联系的矿床的自然组合(程裕淇,陈毓川,赵一鸣,1979,1983)。矿床的成矿系列包含7个序次(层次):矿床成矿系列组合;矿床成矿系列类型;矿床成矿系列组;矿床成矿系列;矿床成矿亚系列;矿床式(类型);矿床。矿床成矿系列向上归并为矿床成矿系列组、矿床成矿系列类型,更上一级为矿床成矿系列组合;向下可按成矿阶段不同或构造发展不同划分亚系列。矿床成矿系列(亚系列)本身由多种矿床类型(矿床式)组成。

矿床成矿系列组合是以地质成矿作用来划分的,已知没有争议的是岩浆、沉积、变质成矿作用。据此可以划分出岩浆矿床成矿系列组合、沉积矿床成矿系列组合、变质矿床成矿系列组合。

矿床成矿系列类型,是指不同时代、不同地区具有相似地质构造环境、相似成矿作用和相似矿床组合的矿床成矿系列,可归为一个矿床成矿系列类型。

矿床成矿系列组,是最近提出来的新的成矿系列序次,是指地质成矿作用不同,但在同一构造旋回

及该旋回所形成的构造单元内的矿床成矿系列可以整合为一个具有一定内在联系的一个组,称为“矿床成矿系列组”,可简称为“成矿系列组”^①。包括由不同地质作用形成的、但形成于同一个地质历史时期的同一构造旋回中的、按照一定时空规律有序组合的矿床成矿系列。

矿床成矿系列是指在一定的地质历史时期或构造运动阶段的某一过程中,在一定的地质构造单元及构造部位,与某一类型的地质成矿作用有关,形成一组具有成因联系的矿床的自然组合。矿床成矿亚系列是矿床成矿系列向下可按成矿阶段不同或构造发展不同划分而成的。

矿床类型(矿床式)为在一个成矿系列(亚系列)中,具相似的成矿地质条件、矿床地质特征、成矿元素组合和矿床成因的一些矿床组。而每一个矿床本身,有时可由几种不同成因的成矿作用形成,矿床内可划分出不同成因部分,称为矿床成因类型。

鉴于研究深度和篇幅,本文只对甘肃省矿床成矿系列组合、矿床成矿系列类型、矿床成矿系列、矿床式及部分典型矿床进行归并和研究,重点是对矿床成矿系列进行论证。

收稿日期:2007-11-16

作者简介:张新虎(1963~),男,博士,教授级高级工程师,主要从事区域地质和区域成矿研究,已发表论文数十篇。

① 陈毓川,常印佛,汤中立等。中国成矿体系与区域成矿评价成果报告,2004。

1 矿床成矿系列组合—类型—系列的划分

甘肃省矿床成矿系列可以划分为3个矿床成矿系列组合、11个矿床系列类型和39个成矿系

列(表1)。

2 矿床成矿系列

在对成矿系列的研究论述中,以甘肃省成矿系列的形成时代为顺序,自中新太古代—元古代、古生

表1 甘肃省矿床成矿系列组合—类型—系列—典型矿床一览表^①

Table 1 Minerogenetic series assemblage—type—series—typical deposits in Gansu Province

| 成矿系列组合 | 成矿系列类型 | 成矿系列 | 典型矿床 |
|--|---|--|-------------------|
| 岩浆矿床成矿系列组合 | 板块缝合带与蛇绿岩建造有关的铬、铜、石棉、滑石、蛇纹岩矿床成矿系列类型 | 西伯利亚板块南缘古生代与基性超基性岩侵入有关的铜、镍矿床成矿系列 | 红石山铬铁矿床 |
| | | 北祁连山早古生代与蛇绿岩建造有关的铬、铜、金、铂、锌、钴、银矿床成矿系列(包括二个亚系列) | 玉石沟铬铁矿床 石居里铜矿床 |
| | | 龙首山中新元古代与基性超基性岩侵入有关的铜、镍、钴矿床成矿系列 | 金川铜镍多金属硫化物矿床 |
| | 板块边缘裂谷及深断裂与基性、超基性岩有关的铜、镍(铂族、金、硫)矿床成矿系列类型 | 西伯利亚板块南缘古生代与基性超基性岩侵入有关的铜、镍矿床成矿系列 | 黄山铜镍矿床 |
| | | 马鬃山地块早古生代与基性超基性岩侵入有关的铜、钒—钛—铁矿床成矿系列(包括二个亚系列) | 黑山铜镍矿床 内蒙钒钛铁矿床 |
| | | 碧口中—新元古代与海相火山及岩浆侵入有关的铜(钴金)、铁、锰、金、钒钛矿床成矿系列(包括二个亚系列) | 筏子坝铜矿床 大山里铜矿 |
| | 活动大陆边缘与海相火山岩有关的铁、铜、铅、锌、金银、钨、锡、磷、钇、硫矿床成矿系列类型 | 哈萨克斯坦板块北缘晚古生代与岛弧建造有关的铁、金、钨、锡、磷、钇矿床成矿系列 | 黑鹰山铁矿 明锡山锡矿床 |
| | | 公婆泉一带与早古生代与板块俯冲作用有关的铜、铬、铁、铷—钨—锡—萤石矿床成矿系列(包括二个亚系列) | 洗肠井铬铁矿床 公婆泉铜矿床 |
| | | 北祁连山早古生代与岛弧火山岩建造有关的铜、铅、锌、金、银、铁、锰矿床成矿系列 | 白银厂铜矿床 |
| | | 马鬃山地块晚古生代与中酸性岩浆作用有关的铜、铅、锌、钨、铁银矿床成矿系列 | 白山堂铜铅矿床 |
| | | 北山南带晚古生代与中酸性岩浆作用有关的铜、铁、铅、锌矿床成矿系列 | 花牛山铅锌矿床 |
| 龙首山早古生代与花岗岩侵入有关的铀、钍矿床成矿系列 | | 红石泉铀钍矿床 | |
| 北祁连山早古生代与钙碱性岩浆侵入有关的钨、钼、铜、铋、金、银矿床成矿系列 | | 塔儿沟钨矿床 | |
| 活动大陆边缘及造山带与花岗岩类有关的铜、铅、锌、钨、锡、钼、铋、铁、铀、稀土、金矿床成矿系列类型 | 北祁连山晚古生代早期与碱性岩浆侵入有关的稀土、铜、铅矿床成矿系列 | 干沙沟脑稀土矿床 | |
| | 北秦岭晚古生代与中酸性岩浆侵入有关的铜(钨)、钼、金(铋)、银、钨、锡、铀多金属矿床成矿系列(包括三个亚系列) | 阿姨山铜矿 李坝金矿床 柴家庄金矿床 | |
| | 南秦岭晚古生代与低温热液作用有关的金、钨、银、汞、铋矿床成矿系列 | 坪定金矿床 | |
| | 西秦岭地区中生代与中酸性岩浆侵入有关的金、汞、钨、铋、银、铅、锌矿床成矿系列 | 大水金矿床 | |

① 张新虎,甘肃省区域构造及区域成矿找矿研究,兰州大学博士学位论文,2007

| 成矿系列组合 | 成矿系列类型 | 成矿系列 | 典型矿床 |
|---|---|---|------------|
| 沉积矿床成矿系列组合 | 大陆拗陷—断陷沉积盆地、大陆风化壳与陆相、海陆过渡相碎屑岩、泥质岩、蒸发岩、沼泽堆积层、冲积层有关的煤、铝、膨润土、耐火粘土、泥炭、油页岩、铜、石油、天然气、钾盐、芒硝、石膏、砂金、砂铂矿床成矿系列类型 | 北祁连山晚古生代与海相沉积作用有关的煤、粘土矿床成矿系列 | 红泉膨润土矿 |
| | | 北山地区中生代与陆相沉积作用有关的煤、铀、钍、食盐矿床成矿系列 | 金庙沟煤矿 |
| | | 祁连山和阿拉善地区中生代与陆相沉积冲积作用有关的煤、石油、油页岩、铀、钍、粘土、芒硝、砂金、砂铂矿、石膏、食盐矿床成矿系列 | 玉门石油矿 |
| | | 陇东地区中生代与陆相沉积作用有关的煤、石油、油页岩、铀、钍、铁、铜、粘土、石膏矿床成矿系列 | 长庆石油矿 |
| | 活动大陆边缘与沉积作用有关的铜、锰、铁矿床成矿系列类型 | 西秦岭地区中生代与海陆相沉积冲积作用有关的煤、汞、泥炭油页岩、砂金矿床成矿系列 | 崖湾锑矿床 |
| | | 马鬃山地区与中新元古代沉积变质作用有关的铁、锰、磷矿床成矿系列 | 红山铁矿床 |
| | | 敦煌地区与古元古代火山沉积变质作用有关的铁矿床成矿系列 | 红柳峡铁矿床 |
| | | 北祁连山中元古代与沉积变质作用有关的铁、铜、铅、锌、金、磷、重晶石矿床成矿系列 | 镜铁山铁—铜金矿床 |
| | | 北祁连山早古生代与沉积作用有关的铜、铁、锰、磷、重晶石矿床成矿系列 | 天鹿铜矿床 |
| | | 龙首山中新元古代与裂谷期沉积作用有关的铁、铜、锰、铅、锌、磷、钼、铀矿床成矿系列 | 马房子沟磷铜矿床 |
| 陆缘沉积盆地与海相黑色页岩、硅质岩有关的磷、钒、铀、金、铁、钼、重晶石矿床成矿系列类型 | 南秦岭早古生代与沉积作用有关的铁、钒、钼、金、铀、硒(铂)矿床成矿系列 | 拉尔玛金矿床 | |
| | 碧口晚震旦世与火山—沉积及生物—化学沉积作用有关的金、铁、锰(银、钴、锌)、磷、钒、钼、重晶石、毒重石矿床成矿系列(包括二个亚系列) | 沟岭子锰矿床 东风沟重晶石矿床 | |
| | 马鬃山地块早古生代与沉积作用有关的铜、锰、磷、钒、铀矿床成矿系列 | 方山口钒矿床 | |
| | 中北秦岭晚古生代早期与碳酸盐岩、(火山)碎屑岩建造有关的铅、锌、银、金矿床成矿系列(包括二个亚系列) | 厂坝铅锌矿床 下拉地铅锌矿床 | |
| | 阿拉善地区与古元古代区域变质作用有关的石墨矿床成矿系列 | 唐家鄂博山 石墨矿床 | |
| 变质矿床成矿系列组合 | 大陆造山带、地块与区域变质作用有关的蓝晶石、红柱石、石墨、菱镁矿、铁矿、铜矿床成矿系列类型 | 中祁连山与古元古代区域变质作用有关的石墨、菱镁矿矿床成矿系列 | 别盖石墨、菱镁矿矿床 |
| | | 龙首山地区与中新太古代地质作用有关的铁、铜矿床成矿系列 | 东大山铁矿 |
| | | 北祁连山与古元古代地质作用有关的铁、铜矿床成矿系列 | 陈家庙铁铜矿床 |
| | 大陆造山带与构造蚀变岩有关的金矿床成矿系列类型 | 塔里木北缘晚古生代与脆韧性断裂有关的金矿床成矿系列 | 小西弓金矿床 |
| | | 北祁连山晚古生代早期与脆韧性变形有关的金、银、砷、铅矿床成矿系列 | 寒山金矿床 |
| | | 南祁连山晚古生代早期与脆韧性变形有关的金、银、砷、铅矿床成矿系列 | 黑刺沟金矿床 |
| | | 西秦岭地区中生代与脆韧性断裂有关的金、铋、银矿床成矿系列 | 鹿儿坝金矿床 |

代、中生代排列,如果时代相同,则以从地区上进行排序,由老到新、自北向南依次进行。

2.1 元古代矿床成矿系列

2.1.1 马鬃山地区与中新元古代沉积变质作用有关的铁、锰、磷矿床成矿系列

本系列分布于马鬃山地块的方山口—七角井子—白山堂金、铜、镍、钨、铁、锰和钒—磷—铀成矿带中。马鬃山地块元古界基底上部沉积变质岩中产有铁、锰、磷矿产。含矿层位是青白口系大豁落山群和震旦系洗肠井群。

矿床式:七角井子式——甘肃省肃北县七角井子沉积变质型铁矿床

2.1.2 敦煌地区与元古古代火山沉积变质作用有关的铁矿床成矿系列

本系列分布于敦煌地块的三危山金铁宝石成矿带中。敦煌地块的元古界基底是下元古界敦煌群,主要由一套各类片岩、片麻岩、混合岩、大理岩、白云岩、石英岩、变粒岩及变质基性、中基性—中酸性火山岩组成,铁矿层产于原岩为砂泥质、中基性火山岩的变质岩中,矿石矿物主要由磁铁矿组成,部分赤铁矿。如早峡口子铁矿点、红柳峡小型铁矿床等。

矿床式:红柳峡式——肃北县红柳峡火山沉积变质型铁矿床

2.1.3 龙首山地区与中新太古代地质作用有关的铁、铜矿床成矿系列

本系列分布于阿拉善地块龙首山裂谷带的龙首山镍铜钴铂族、铅锌、铁锰、磷、铀成矿带中。龙首山裂谷基底及变质结晶基底是由中新太古代—古元古代的龙首山群组成的。龙首山群的A岩组(东大山岩组),由一套经中、深变质的混合岩化及多期次变质变形的岩石组成,具体岩性为黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、镁橄榄石白云质大理岩、磁铁角闪石英岩等,东大山铁(铜)矿就赋存其中。原岩建造为沉积—火山岩建造。其中的斜长角闪岩(原岩为玄武岩)Sm-Nd模式年龄为3182Ma,应是中太古代喷发岩。斜长角闪岩呈层状分布于其它变质岩石之中,表明该岩矿组合形成于中太古代(汤中立,2002年)。

矿床式:东大山式——永昌县东大山火山沉积变质热液型铁铜矿床

2.1.4 阿拉善地区与元古古代区域变质作用有关的石墨矿床成矿系列

本系列分布于阿拉善地块中。在龙首山以北的

北大山地区及雅布赖山地区,其结晶基底是由古元古界北大山群组成。北大山群是各类片岩、片麻岩、黑云斜长片麻岩、混合岩、大理岩、白云岩、石英岩、二云石英岩、变粒岩、斜长角闪岩、石墨蚀变大理岩等组成。石墨矿产于石墨蚀变大理岩和斜长角闪岩之间的石墨大理岩层中。如民勤唐家鄂博山石墨矿床。

矿床式:民勤县唐家鄂博山变质石墨矿床

2.1.5 北祁连山与元古古代地质作用有关的铁、铜、金矿床成矿系列

本系列分布于北祁连早古生代褶皱带的柳沟峡—九个青羊元古宙、加里东期铁、钨、铜、金、铅锌、(铬)成矿带中。在北祁连早古生代造山带内,断续分布着一些由下元古界地层组成的古老块体,这些块体多呈孤岛状分布于北祁连西段,原岩为一些火山岩及陆源碎屑岩。该套岩系的形成和成矿作用发生在造山作用之前。矿床的贮矿地层在西段为下元古界北大河群,东段是牛头河群,含矿围岩为绢云石英片岩、角闪片岩、绿泥石英片岩、变质中酸性凝灰岩、石英岩及大理岩。矿体在围岩中多呈层状和似层状产出,横向变化随矿体变薄而自然尖灭。矿石为石英—磁铁矿—角闪石、磁铁矿—赤铁矿—石英、黄铜矿—黄铁矿—角闪石组合等,具明显的条带状构造,物质组分分布均匀,矿石类型单一。含矿围岩之一的角闪片岩及变质中酸性凝灰岩属变质火山岩,属原始薄弱陆壳破裂之后海底火山喷发的产物。由于岩石变质较深,含矿岩系的原来面貌和详细特点及其与矿床的具体联系尚不清楚,但有一些矿石具浸染状及脉状构造,表明矿体形成过程中或在后期改造过程中与热液活动有一定的关系。典型矿床(矿点)有陈家庙铁铜矿床、肃南羊露河铁矿。

矿床式:陈家庙式——张家川县陈家庙火山沉积变质热液型铁铜矿床

典型矿床:陈家庙铁铜矿床。

2.1.6 中祁连山与元古古代区域变质作用有关的石墨、菱镁矿矿床成矿系列

本系列分布于中祁连地体的中祁连金、铅、锌、铜、镍、钨、铬、石墨、菱镁矿成矿带中。在中祁连山西段的变质结晶基底为元古古代的野马南山群,岩性是一套中深变质岩系,岩石组合主要为黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、含榴矽线二云片岩、黑云石英片岩、白云质大理岩等等,在白云质大理岩中,含有石墨和菱镁矿。

石墨和菱镁矿矿体一般赋存在白云石大理岩

中,矿体一般呈透镜状、薄层状产出,产状和地层一致,属于区域变质成因。

矿床式:别盖式——肃北县别盖区域变质石墨、菱镁矿矿床

2.1.7 龙首山中新元古代与基性超基性岩侵入有关的铜、镍、钴、矿床成矿系列

本系列分布于龙首山裂谷带的龙首山镍铜钴、铂族、铅锌、铁锰、磷、铀成矿带中。以金川铜镍矿为背景,涉及已知矿产地7处,除白家咀子为特大型矿床外,其余均为矿点和矿化点。其中白家咀子铜镍矿床,矿床位于中朝地块西南部阿拉善地块南缘的龙首山褶皱带。构造环境属龙首山古裂谷带,是中元古代在阿拉善地块上发展起来的陆缘裂谷,其基底为中元古界龙首山群的海相陆源碎屑岩—火山岩建造、碎屑岩—碳酸盐岩建造、碳酸盐岩—复理石建造。沿裂谷带充填了蓟县系富镁碳酸盐岩建造和震旦系冰碛岩—碳酸盐岩建造。

与铜镍成矿有关的超基性岩体,主要分布于龙首山北侧,在藏布滩至金川之间有11个超基性岩体和小岩体群组成龙首山超基性岩带。岩体多呈岩墙状和不规则脉状产出。依据超基性岩体侵位地层并结合部分同位素年龄资料,龙首山超基性岩带的侵入时代在中元古代。

矿床式:金川式—金昌市金川岩浆融离侵入型铜镍多金属硫化物矿床

典型矿床:金川铜镍多金属硫化物矿床

2.1.8 龙首山中新元古代与裂谷期沉积作用有关的铁、铜、锰、铅锌、磷、钒、铀矿床成矿系列

本系列分布于龙首山裂谷带的龙首山镍铜钴、铂族、铅锌、铁锰、磷、铀成矿带中。在龙首山裂谷期形成地层中,底部的长城系墩子沟群下部地层有基性火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩,在碎屑岩和碳酸盐岩、基性火山岩和碎屑岩之间的界面附近分布由一系列沉积型的铜铁矿点,可能是通过风化剥蚀早期的含铜含镁铁岩—超镁铁岩后沉积形成的;如宽湾井铁矿、头道沟铜矿点等等;在墩子沟群上部或者蓟县系韩母山群的下部,含有沉积变质成因的铁、锰、铅锌矿床,如临泽窑泉铁锰铅锌矿床、东小口子铁锰矿床;在蓟县系韩母山群的上部或者青白口系的沉积岩系中,含有沉积变质成因的磷钼铀矿床,典型的有金昌市马房子沟磷钼铀矿床;在震旦系黑色岩系中,含有沉积形成的磷、钒、铀矿点。

2.1.9 北祁连山中新元古代与沉积变质作用有关的铁、铜、铅锌、金、磷、重晶石矿床成矿系列

本系列分布于北祁连早古生代褶皱带的柳沟峡—九个青羊元古宙、加里东期铁、钨、铜、金、铅锌、(铬)成矿带中。该成矿系列中铁矿床规模大,总体形成3条北西—南东向的铁矿带:北部为桦树沟—黑沟矿带;中部为头道沟—白杨沟—小柳沟矿带;南部为陶莱山矿带。3条矿带东西向延伸约13km,南北宽约5km。矿床的成因类型为海相陆源—远火山源变质同生沉积矿床(变质沉积矿床)。矿石以碧玉—菱铁矿—镜铁矿组合为主,次有铁白云石—赤铁矿—磁铁矿—菱铁矿—方解石组合。含矿岩系原岩从下到上有碎屑岩→粘土岩→碳酸盐岩,呈明显的沉积旋回。铁矿体位于海侵序列的中上部,呈层状产出,与顶底板围岩整合产出,矿层上部及顶部具沉积层面构造,矿体与围岩都受到后期褶皱的控制。整个矿体在宏观上呈条带状分布,品位变化较大,说明铁矿沉积形成于地壳相对稳定而又振荡的海盆边缘地带。从铁矿石矿物成分、微量元素比值、硫同位素资料都能反映出该类矿床为同生沉积矿床。矿床的贮矿地层为中上元古界。典型矿床有镜铁山铁矿床、白尖铁矿床、古浪峡铁矿床等。

矿床式:镜铁山式——肃南县镜铁山变质沉积铁—铜金矿床

矿床式:肃南县大东沟喷气沉积变质型铅锌矿床

典型矿床:镜铁山铁—铜金矿床

典型矿床:大东沟铅锌矿床

2.1.10 碧口中一新元古代与海相火山及岩浆侵入有关的铜(钴金)、铁、锰、金、钒钛矿床成矿系列

2.1.10.1 元古代与变质火山热液有关的铜、钴、铁、锰、金、钒钛矿床成矿亚系列

本亚系列分布于碧口地体的碧口铜、金、钴成矿区中。以阳坝、筏子坝铜矿为代表,赋矿地层系为蓟县系阳坝组,由变质的绿色细碧岩、细碧凝灰岩、安山质凝灰岩组成,岩石已蚀变为绿帘绿泥片岩、绿泥片岩、绿泥阳起片岩,局部夹碧玉条带或含铜金的磁(赤)铁石英岩以及具酸性火山岩特征的绢云石英片岩、绢云片岩、绿泥绢云岩。矿体产于镁铁岩与酸性岩界面附近。

金矿广泛分布于碧口群内,受岩性控制较为明显,直接的赋矿围岩主要是铁白云岩、绿泥片岩和绢云石英片岩,尤以铁白云岩中矿化较好。含金石英脉主要受顺层的裂隙和斜交层理、片理控制。以甘肃文县口头坝、曹家沟、马家坡金矿及康县三河金矿化为代表。

矿床式:筏子坝式——甘肃省文县筏子坝变质火山热液型铜矿床

2.1.10.2 元古代与侵入岩有关的铜、铁、锰、金、钒钛矿床成矿亚系列

本亚系列分布于碧口地体的碧口铜、金、钴成矿区中。该亚系列铜矿赋存于姚渡—八海构造岩浆岩带内,明显受断裂带及其派生的次级脆性断裂控制,形成近东西向展布的铜、金矿带,区内岩浆岩较为发育,主要有闪长岩、闪长玢岩、辉长辉绿岩,其中闪长岩内外接触带热液蚀变较强,与铜矿成矿关系密切。镁铁岩岩体一般规模较小,岩性单一,为辉长辉绿岩。铜、镍、钒钛矿化透镜体一般长数米—数十米,宽1~2m。

赋矿地层为青白口系白杨组和秧田坝组的碎屑岩。

矿床式:大山里式——文县大山里岩浆热液型铜矿点

2.1.11 碧口晚震旦世与火山—沉积及生物—化学沉积作用有关的金、铁、锰(银钴锌)、磷、钒、钼、重晶石、毒重石矿床成矿系列

2.1.11.1 晚震旦世与火山沉积作用有关的金、铁、锰、(银钴锌)钒、钼矿床成矿亚系列

本亚系列分布于碧口地体的碧口铜、金、钴成矿区中。该亚系列主要赋矿地层为震旦系、寒武系。为一套英安质晶屑凝灰角砾岩、凝灰熔岩,含铁锰质粉砂岩、粉砂质板岩、硅质板岩。顶部为白云质灰岩、砂屑灰岩、白云岩,灰黑色灰岩等。

矿床式:沟岭子式——文县临江沟岭子锰矿床

2.1.11.2 晚震旦世与生物—化学沉积作用有关的重晶石、毒重石矿床成矿亚系列

本亚系列分布于碧口地体的碧口铜、金、钴成矿区中。含矿层位受震旦系临江组层位控制,主要岩性由灰、深灰色白云岩、白云质灰岩、厚层结晶灰岩及黑色薄层硅质、砂质板岩、变质粉砂岩组成,含磷及重晶石等矿产,产叠层石。空间上东到文县临江,西至关家沟、鹤依坝,属纯重晶石型和粘土质重晶石型, $BaSO_4$ 达80%。关家沟一带重晶石、毒重石共生。通过地质普查及岩相古地理对比,成矿物质来源首先是碧口古陆风化剥蚀,震旦纪火山喷发物质的沉淀,寒武纪近海盆中有机质富集。

矿床式:东风沟式——文县临江东风沟沉积型重晶石矿床

矿床式:关家沟式——文县关家沟沉积型重晶石、毒重石矿床

2.2 古生代矿床成矿系列

2.2.1 西伯利亚板块南缘古生代与基性超基性岩侵入有关的铜、镍矿床成矿系列

本系列分布于西伯利亚板块南缘褶皱带的四顶黑山—红石山—甜水井铁、金、铜镍和铬成矿带中。目前在甘肃省境内的北山地区发现的具有铜镍成矿特征的底辟型基性—超基性岩体只有雀儿山地体的四顶黑山—双沟山岩体群和马鬃山地体中的黑山岩体群,分属西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块。两个岩体(群)由于处于不同的大地构造单元,应该属于不同的成矿系列,尽管四顶黑山岩体没有形成有工业价值的矿体,但是在同一岩带的西延带上产有新疆土墩—黄山大型铜镍矿床,近年又发现了图拉尔根铜镍矿床,因此将该成矿系列单独划出。

四顶黑山—双沟山岩体群由四顶黑山基性—超基性岩体和双沟山基性岩体组成,位于西伯利亚板块南缘,沿四顶黑山—双沟山深大断裂分布,该断裂带西延与黄山大断裂相连接,共同构成天山东段含铜镍矿基性超基性杂岩带。

矿床式:新疆土墩——黄山岩浆侵入型铜镍硫化物矿床

2.2.2 西伯利亚板块南缘晚古生代与蛇绿岩建造有关的铬、铁矿床成矿系列

本系列分布于西伯利亚板块南缘褶皱带的四顶黑山—红石山—甜水井铁、金、铜镍和铬成矿带中。该成矿系列基本沿红石山板块缝合带分布,铬铁矿赋存在蛇绿岩中,有红石山铬铁矿床、甜水井铬铁矿点等,铁矿产于蛇绿岩附近的海相中酸性火山岩中(可能是洋壳俯冲过程中刮落下来的古海山?)。

矿床式:肃北县红石山超基性岩铬铁矿床。

2.2.3 哈萨克斯坦板块北缘晚古生代与岛弧建造有关的铁、金、钨、锡、磷、钇矿床成矿系列

该成矿系列产于红石山—黑鹰山地体及马庄山—狼娃山—黑鹰山铁、金、钨和锡成矿带中。容矿围岩为石炭系下统白山组的石英片岩、千枚岩和安山质凝灰熔岩、流纹凝灰岩、安山质角砾熔岩、英安质熔岩、流纹斑岩和英安质凝灰岩、流纹质凝灰熔岩、英安岩、英安质流纹岩、角砾熔岩、凝灰岩、凝灰质角砾岩、灰岩和次生石英岩中。金、铁、锡矿床的形成主要与晚古生代火山喷发有关,金、钨、铁矿床和海西期的花岗岩侵入有关。

矿床式:肃北县扫子山中温岩浆热液型金矿床

矿床式:肃北县狼娃山火山岩型金矿床

矿床式:肃北县明锡山火山岩型锡砷矿床

矿床式:肃北县红尖兵山与花岗岩类侵入岩有关的热液脉型钨矿床

矿床式:内蒙古额济纳旗黑鹰山海西期矽卡岩型富铁矿床

矿床式:内蒙古额济纳旗黑鹰山火山矿浆及气液充填交代型磷钇矿床

2.2.4 公婆泉一带与早古生代与板块俯冲作用有关的铜、铬、铁、铷—钨—锡—萤石矿床成矿系列

2.2.4.1 与早古生代蛇绿岩建造有关的铬铁矿床成矿亚系列

该成矿亚系列分布明水—公婆泉地体及公婆泉—七一山铜、铷—钨—锡—萤石成矿带中。该成矿亚系列基本沿明水、石板井、洗肠井蛇绿岩带产出。铬铁矿的容矿围岩为产于早古生代基性火山岩中的蛇纹石化纯橄岩和辉橄岩,单个矿体长约0.6~1.5m,宽约0.3~0.8m。铬铁矿体大多数由致密块状和稠密浸染状两类矿石组成。

矿床式:内蒙古额济纳旗洗肠井超基性岩铬铁矿床

2.2.4.2 与早古生代岛弧区中酸性岩浆作用有关的铜、铷—钨—锡—萤石矿床成矿亚系列

该成矿亚系列分布明水—公婆泉地体及公婆泉—七一山铜、铷—钨—锡—萤石成矿带中。矿床的形成直接与早古生代板块俯冲产生的中酸性岩浆作用有关。

矿床式:肃北县公婆泉火山岩型斑岩型铜多金属矿床

矿床式:内蒙古额济纳旗七一山热液脉型铷—钨—锡—萤石矿床

典型矿床:公婆泉铜多金属矿床

2.2.5 马鬃山地块早古生代与基性超基性岩侵入有关的铜、镍、钒—钛—铁矿床成矿系列

该成矿亚系列产于马鬃山地体及方山口—七角井子—白山堂金、铜、镍、钨、锰和钒—磷—铀成矿带中。在马鬃山元古界地块中,有部分底辟型的基性超基性岩体,其中成矿的有黑山基性—超基性岩体和月牙山北基性岩体,岩体均侵位于元古界地层中,形成于早古生代。

黑山铜镍矿是汤中立院士在上世纪90年代初利用自己的研究成果和成矿理论,亲自选定靶区、亲自布置钻孔找到的一个中型镍矿。

矿床式:肃北县黑山基性超基性岩侵入型铜镍矿床

矿床式:内蒙古额济纳旗月牙山北基性岩侵入型钒—钛—铁矿床

2.2.6 马鬃山地块早古生代与沉积作用有关的铜、锰、磷、钒、铀矿床成矿系列

该成矿亚系列分布于马鬃山地体及方山口—七角井子—白山堂金、铜、镍、钨、锰和钒—磷—铀成矿带中。矿床主要在双鹰山、西双鹰山等地。主要由寒武系双鹰山组、西双鹰山组构成。双鹰山组为一套黑色泥硅质板岩、千枚岩、含磷结核硅质岩及生物灰岩,属海相化学沉积岩建造。西双鹰山组为一套黑色硅质岩和薄层灰岩组合。

黑色硅质板岩、泥硅质页岩、硅质页岩、结晶灰岩和生物灰岩是含铜、磷、钒、铀、锰的主要层位。

矿床式:肃北县方山口早古生代沉积变质型钒—磷—铀矿床

典型矿床:方山口钒—磷—铀矿床

2.2.7 马鬃山地块晚古生代与中酸性岩浆作用有关的铜、铅、锌、钨、铁银矿床成矿系列

该成矿系列产于马鬃山地体及方山口—七角井子—白山堂金、铜、镍、钨、锰和钒—磷—铀成矿带中。在马鬃山地块中,由于本区在晚古生代板块活动进入了高峰期,作为中间地块类型的马鬃山地体地壳活化,引起大量中酸性岩浆岩的侵入及成矿元素的聚集,形成了一系列接触交代变质、斑岩及矽卡岩型的铜、铅、金、锌、钨、铁矿床。典型的有金窝子金矿床、老洞沟金矿床、白山堂铜铅矿、鹰嘴红山钨矿床等。

矿床式:金塔县白山堂晚古生代斑岩及矽卡岩型铜铅矿床

矿床式:肃北县金窝子石英脉型金矿床

矿床式:内蒙古额济纳旗鹰嘴红山石英脉型钨矿床

典型矿床:白山堂铜铅矿床

2.2.8 北山南带晚古生代与中酸性岩浆作用有关的铜、铁、铅、锌、钨矿床成矿系列

该成矿系列产于红柳园—帐房山褶皱带及拾金坡—金场沟金、铜、铁和铅—锌—银成矿带和新金厂—金庙井金、钨、铁铜成矿带中。在北山南带的红柳园—帐房山褶皱带中,沿古生代板块俯冲带和缝合带的中酸性岩浆作用形成了一系列接触交代变质及矽卡岩型的铜、铅、金、钨、锌、钨、铁矿床,尤其是在花牛山早古生代俯冲带和红柳园—帐房山—白山堂晚古生代缝合带附近,成矿作用十分强烈。形成的典型矿床有花牛山铅锌银金矿床、花西滩钨矿、拾金

坡金矿床、明金沟金矿床、白山钨矿、珍石峰钨矿、华窑山钨矿、玉山钨矿床等。

白山钨矿、珍石峰钨矿、华窑山钨矿、玉山钨矿床基本上都沿着晚古生代板块缝合带分布,形成了一个长达近500km的白钨矿带,其统一的特征是在晚古生代形成的中酸性火山岩中,W元素的丰度很高,比周围地层高出数倍,在造山后期由于大量中酸性岩浆岩的侵入,使钨、铁等成矿元素活化,使原先形成的矿源层中的成矿元素在有利的部位富集,在火山岩中或者与侵入岩的接触带上形成矿化或者矿床。例如玉山钨铁矿床赋矿的晚古生代干泉组W的平均含量为 21.04×10^{-6} ,比维诺格拉多夫(1962)沉积岩的平均丰度高出10倍。表明该地层是富W的地球化学层,是形成玉山钨矿的前提条件^①。

矿床式:安西县花牛山古生代岩浆热液及砂卡岩型铅锌银矿床

矿床式:金塔县玉山热液交代型钨矿床

典型矿床:花牛山铅锌银矿床;玉山白钨矿床

2.2.9 塔里木北缘晚古生代与脆韧性断裂有关的金矿床成矿系列

该成矿系列分布于干泉—黄尖丘地体及新金厂—金庙井金、钨、铁铜成矿带中。该系列主要赋存在元古界结晶变质基底岩系中。老变质岩经历深层次的韧性变形和继承性的中深层次脆韧性变形,Au元素得到了活化,形成韧性剪切带型金矿床,典型矿床有小西弓金矿床、白墩子地区金矿床。

本区韧性构造变形表现为发育糜棱岩带,随着构造演化,比较深层次的变形带被抬升后,在其上叠加了脆韧性变形,特别是由于本区岩石相对比较脆韧性,在成矿期也没有明显的脆性破碎发育,因此,这种构造型式控制的金矿化表现为蚀变糜棱岩型为主,仅局部有交代石英脉型金矿化。

矿床式:安西县小西弓脆韧性剪切带构造蚀变岩型金矿床

2.2.10 龙首山早古生代与花岗岩侵入有关的铀、钍矿床成矿系列

该成矿系列分布于龙首山裂谷带(Ⅲ34)及龙首山镍铜钴、铂族、铅锌、铁锰、磷、铀成矿带中。沿龙首山发育一条加里东期的花岗岩带,是甘肃省两个晶质铀矿带中规模最大的一个(主要在龙首山南缘),带内形成了小型以上铀矿床4个,包括大红山、红石泉、尖山等。

矿床式:山丹县红石泉花岗岩岩浆型晶质铀钍矿床

2.2.11 北祁连山早古生代与蛇绿岩建造有关的铬、铜、金、铂、锌、钴、银矿床成矿系列

本区韧性构造变形表现为发育糜棱岩带,随着构造演化,比较深层次的变形带被抬升后,在其上叠加了脆韧性变形,特别是由于本区岩石相对比较脆韧性,在成矿期也没有明显的脆性破碎发育,因此,这种构造型式控制的金矿化表现为蚀变糜棱岩型为主,仅局部有交代石英脉型金矿化。

北祁连地区广泛分布有早古生代构造侵位的蛇绿岩,相伴产出有铬、铜、锌、钴矿床。鉴于其所产围岩特征和原始形成方式的差别,又可划分为两个成矿亚系列。

2.2.11.1 与蛇绿岩建造有关的铬、铜、镍、钼、钛、金成矿亚系列

该成矿系列分布于走廊南山地体及托莱山地体中,成矿带属于昌马—九个泉加里东期铜(锌)铬金成矿带。该亚系列矿床赋存于蛇绿岩下部的变质橄榄岩和堆晶镁铁岩—超镁铁岩中,侵位时代以寒武纪和奥陶纪为主。以铬铁矿床为主,铜镍、钼、铁、金矿少量。成铬岩体大多呈北西—南东走向的狭长带状分布于北祁连中西段,是早古生代板块俯冲带的残留洋壳部分。多数铬铁矿为豆荚状铬铁矿体群。金和铂族元素矿化多与铬铁矿伴生,很少形成独立的矿床。成铜镍矿岩体的岩石类型一般为橄榄岩—斜方辉石岩—橄榄辉石岩。含铬岩体一般为铝过饱和系列, SiO_2 、M/F比值均高于成铜镍岩体,不同岩石类型的岩体成矿专属性各异。代表性矿床有玉石沟、三岔、拉响、边麻沟、桦树沟铬铁矿床等。

矿床式:青海省祁连县玉石沟岩浆熔离型铬铁矿床

2.2.11.2 早古生代与蛇绿岩上部火山岩有关的铜、锌、钴、金、银矿成矿亚系列

该成矿系列分布于走廊南山地体及托莱山地体中,成矿带属于昌马—九个泉加里东期铜(锌)铬金成矿带。该系列矿床赋存于蛇绿岩上部的基性火山岩、变玄武质凝灰岩及深海沉积炭质板岩、片岩过渡层位。分布比较广泛,在北祁连西段形成错沟—九个泉成矿区带,东段形成银洞沟—老虎山成矿带。该类矿床的矿体呈扁豆状、串珠状或似层状与围岩整合产出。矿石以块状、条带状或浸染状含铜黄铁矿和Cu-Zn型矿石为主,矿石中的硫同位素组成 ^{34}S 值为

^① 张新虎、苏犁、陈莉等,甘肃北山造山带玉山钨矿成矿时代及成矿机制,2007,科学通报,待刊。

2.9%~5.1%,更接近陨石硫,该亚系列代表性矿床有错沟、石居里、九个泉、大岔、银洞沟、猪咀哑吧矿床等。

矿床式:肃南县石居里蛇绿岩火山岩 Cu-Zn 型铜矿床

典型矿床:石居里铜矿床

2.2.12 北祁连山早古生代与岛弧火山岩建造有关的铜、铅、锌、金、银、铁、锰矿床成矿系列

该成矿系列分布于走廊南山地体中,成矿带属于永登—庄浪加里东期铜、铅、锌、金、银、铁、锰成矿带。该系列矿床是迄今为止北祁连最重要的成矿系列,形成大型的块状硫化物矿床。容矿岩石为细碧角斑岩系。典型矿床如白银厂铜、铅、锌多金属矿田和青海红沟铜、铁矿床。白银厂矿田位于北祁连中部火山岩带的东段。矿田产于中寒武统细碧角斑岩系中,围岩为石英角斑凝灰岩,矿田明显受一个大破火山穹窿构造及火山地层岩相的控制,距喷发中心不远。矿体多呈透镜状、似层状,其形态和产状明显受后期剪切构造的影响。矿体群的大体分带是从近喷发中心向外为铜锌矿床→铜铅锌矿床→锌铅铜矿床→锰铁矿床。

锰铁矿床一般产于和块状硫化物矿床相伴的硅质岩及银铁建造中,属火山喷发间隙期的沉积产物。与白银厂同类型的矿床还有北祁连中西段的郭米寺、下沟、下柳沟等矿床。与以块状矿石为主的白银厂矿床不同之处是这些矿床以细脉浸染状矿化为主,并大量发育热液蚀变带。

该系列另一类重要矿床是青海红沟铜、铁、金、银矿床。矿床位于北祁连南部火山岩带中段,贮矿围岩为上奥陶统扣门子组细碧角斑岩,以细碧岩为主要含矿层位,与白银厂矿床层位相反。矿体与围岩产状一致,一般呈扁豆状,雁行排列,尖灭再现。

矿床式:白银市白银厂岛弧火山岩型铜多金属矿床

矿床式:青海省门源县红沟岛弧火山岩型铜多金属矿床

典型矿床:白银厂铜多金属矿田

2.2.13 北祁连山早古生代与沉积作用有关的铜、铁、锰、磷、重晶石矿床成矿系列

该成矿系列分布于走廊南山地体中,成矿带属于昌马—九个泉加里东期铜(锌)铬金成矿带。早古生代沉积铁、锰、铜、磷、重晶石矿主要分布于北祁连中西段。铁矿只产于寒武纪和奥陶纪地层中,含矿围岩原岩多为浅海—半深海相碎屑岩—碳酸盐岩建

造。矿体一般呈层状、透镜状,与围岩产状一致。

沉积型铜矿产于志留系的碎屑岩中,含矿岩系为砂岩。铜矿化主要在紫红色砂质页岩所夹的钙质砂岩中,表明铜矿物的沉积与还原环境有关。铜矿体一般呈似层状、扁豆状,与围岩产状一致。矿石矿物有孔雀石、黄铜矿及少量黄铁矿,不均匀分布于砂岩的胶结物中。显然,该成矿系列的矿床产于有丰富矿物质来源的古陆缘,铁矿沉积的物质来源区可能为中祁连古陆,而沉积铜矿的物质来源可能与富铜的寒武—奥陶纪火山岩有关。代表性矿床有四道沟铁矿床、天鹿铜矿、阳凹大泉铜矿等。

矿床式:肃南县天鹿早古生代沉积砂岩型铜矿床。

典型矿床:天鹿铜矿床。

2.2.14 北祁连山早古生代与钙碱性岩浆侵入有关的钨、钼、铜、铋、金、银矿床成矿系列

该成矿系列形成于北祁连褶皱带的柳沟峡—九个青羊元古宙、加里东期铁、钨、铜、金、铅、锌、(铬)成矿带,在大量钙碱性岩浆岩侵入产生的高温,使钨、钼等元素活化、迁移、富集形成脉状钨钼多金属矿床。该类矿床组合包括接触交代型钨矿、裂隙充填型脉状钨矿、层间交代砂卡岩型钨矿,主要成矿元素组合为 W、Mo、Be、Li 和 Cu、W、As、Pb、Zn 等,标型矿石矿物为黑钨矿和白钨矿。与成矿有关的岩体属壳型花岗岩中的中深成相高侵位岩体。岩体侵位的最高层位是下志留统,并被下石炭统不整合覆盖。典型岩体有金佛寺、野马滩、野牛滩等,均位于北祁连北缘和南缘大断裂带上,代表性矿床有塔尔沟、小柳沟钨钼矿床、野马滩钨钼矿点、花石峡钨钼矿点、朱岔钨矿点、石油河脑钨铋锡多金属矿点等。

矿床式:肃北县塔儿沟早古生代砂卡岩及裂隙充填型钨矿床

矿床式:肃南县小柳沟早古生代砂卡岩型钨钼铜多金属矿床

典型矿床:塔儿沟钨矿床

典型矿床:小柳沟钨钼铜多金属矿床

2.2.15 北祁连山晚古生代早期与碱性岩浆侵入有关的稀土、铜、铅矿床成矿系列

本系列只分布于北祁连天祝—靖远加里东期铜、锌、金、银成矿带的西段。矿区地处北祁连冷龙岭之北侧的干沙沟脑。矿床产于目前北祁连地区发现的唯一的碱性斑岩侵入岩中。碱性斑岩侵入于加里东中期毛藏岩基西端,毛藏岩基又侵入于中奥陶统车轮沟群。碱性斑岩侵入的岩性有霓辉碱长石英正

长斑岩、霓辉正长斑岩和石英粗面岩,其中霓辉正长斑岩是矿区主要赋矿岩石,霓辉正长斑岩出露面积40%范围内发育稀土矿化,局部共伴生较高的铜、铅等多金属。

矿床式:天祝县干沙沟脑岩浆热液碱性花岗斑岩稀土多金属矿床

典型矿床:干沙沟脑稀土多金属矿床

2.2.16 北祁连山晚古生代早期与脆韧性变形有关的金、银、砷、铅矿床成矿系列

该成矿系列分布于走廊南山地体中,成矿带属于昌马—九个泉加里东期铜(锌)铬金成矿带。该系列矿床是近几年在北祁连10年来新发现的矿床类型。矿床贮存于大型的脆韧性剪切带中。含矿地层为早古生代变质火山岩及火山碎屑岩,火山岩成分以中性为主夹酸性火山岩。含矿火山碎屑岩副矿物内自然金出现率很高,但火山熔岩中自然金的出现率则很低。北祁连的寒武纪、奥陶纪火山岩中的构造蚀变带均有不同程度的金矿化,金矿床多产于中大型的脆韧性构造变形带中,伴生有用元素有银、砷、铅等。含矿围岩是有两次构造变形的碎裂糜棱岩。

矿床式:安西县寒山与火山岩凝灰岩有关的构造蚀变岩型金矿床。

矿床式:肃北县鹰咀山与火山岩凝灰岩有关的构造蚀变岩型金矿床。

典型矿床:寒山金矿床,鹰咀山金矿床

2.2.17 北祁连山晚古生代与海相沉积作用有关的煤、粘土矿床成矿系列

在阿拉善南缘褶皱带和北祁连早古生代褶皱带中,在泥盆纪时已经褶皱成陆,形成了陆相磨拉石建造,在石炭纪—二叠纪断续形成了一些不连续的断陷海槽和陆相湖泊,在成矿特征上,中晚石炭世是甘肃省两个重要的成煤期(另一个是中侏罗世)之一,二叠纪形成了一些陆相沉积的粘土矿床。而主要的成矿区域就位于阿拉善南缘褶皱带和北祁连早古生代褶皱带,成矿带属于河西走廊晚古生代、中生代石油、煤、盐类、粘土类成矿带。

中晚石炭世煤系地层属海陆交互相沉积,主要分布在河西走廊的武威、张掖及中部地区的景泰、靖远等地。中石炭世煤系地层下部称为靖远组,上部称为羊虎沟组。靖远组的岩性为灰白色石英砂岩、褐黄、暗灰色砂质页岩、黑色炭质页岩夹灰岩、泥灰岩及薄煤层,含植物、头足类、腕足类、瓣鳃类等化石,厚度22~446m。羊虎沟组的岩性以灰黑色泥岩和粉砂页岩为主,尚有灰色至灰白色薄层状、细粒至中粒

砂岩,夹薄层深灰色灰岩、泥灰岩和薄煤层及菱铁矿层,底部多为砂岩,含植物、头足类、腕足类及瓣鳃类化石,厚度23~283m。羊虎沟组与靖远组为整合接触。

晚石炭世煤系地层称为太原组,岩性是灰白、灰色石英砂岩、灰黑色粉砂岩及页岩、炭质页岩,夹灰岩和煤层,间夹菱铁矿和耐火粘土。太原组的岩性、岩相比较稳定,含煤性较好,含蜓类、腕足类及植物化石,厚度30~460m。太原组与中石炭世羊虎沟组呈假整合或整合接触。

煤矿主要在河西有山丹煤田、马家湾、大黄沟、灰大坂、药草洼、三岔等小煤田和煤产地,在景泰—靖远小区有红水煤田(包括冰草湾、黑山矿区)和苦水沟、井儿川、磁窑等小煤田。

矿床式:山丹县石炭纪煤矿

矿床式:金昌市红泉二叠纪膨润土矿

2.2.18 南祁连山晚古生代早期与脆韧性变形有关的金、银、砷、铅矿床成矿系列

在祁连山的党河南山一带,大地构造及成矿特征上属南祁连地体和南祁连金铅铜钨铬成矿带。区内有规模较小、但数量很多的金矿产出,类型基本都是构造蚀变岩或者石英脉型金矿。

赋矿地层为早中奥陶统中基性、中酸性火山岩、砂岩、砾岩、板岩等组成,矿体产于三角洲斜坡相碎屑岩中的底部砾岩及次级不整合、假整合砾岩带上,矿化岩性主要是砾岩、角砾岩、凝灰质砾岩等,层控特征较明显。加里东晚期呈岩株状的石英闪长岩体、二长花岗岩体侵入于矿区东部的凝灰质砂砾岩中。

本区先后发现了黑刺沟、贾公台、振兴梁、狼查沟等一批金矿床、矿点、矿化点。

矿床式:肃北县黑刺沟构造蚀变岩型金矿床

2.2.19 北秦岭晚古生代与中酸性岩浆侵入有关的铜(砷)、钼、金(锑)、银、钨、锡、铀多金属矿床成矿系列

2.2.19.1 晚古生代与中酸性岩浆侵入有关的铜(砷)、金(锑)、钨多金属矿床成矿亚系列

本亚系列位于北中秦岭陆表海盆西段,成矿带属于夏河—合作金铜成矿带。矿床的形成与中酸性花岗闪长岩、石英闪长岩及花岗岩和断裂活动有关。矿体主要产出于侵入岩内外接触带及次级的断裂构造带。成矿元素为以Cu、As、Au、Sb、Ag、W、Mo为主的多金属组合。属于中高温成矿元素组合。

铜矿以矽卡岩型为主,主要沿侵入岩接触带分布,含矿岩石以透辉石、石榴子石角岩为主,矿体

模小,形态复杂,如岗以、牙日尕、德乌鲁、阿姨山、年木耳铜矿。其次有热液型铜矿、似斑岩型铜矿、爆破角砾岩铜矿;独立金矿以构造蚀变岩和石英脉型为主,如枣子沟、多楞沟、观音大庄金矿。另有少数热液型铁矿多分布在岩体外接触带次级构造裂隙中。因规模小,不形成热液型独立铁矿床。

一般矿床 Cu、As、Au、Sb 伴生,个别矿床点某种元素局部富集。但矿床总体分散、规模小。

矿床式:合作市枣子沟岩浆中低温热液和构造蚀变岩型金矿床

矿床式:夏河市阿姨山岩浆热液型铜矿

2.2.19.2 晚古生代与中酸性岩浆侵入有关的金、银、钨锡、钼、铀、红柱石矿床成矿亚系列

本亚系列位于西秦岭中部花岗岩带,属于北中秦岭陆表海盆中段,成矿带是武山—阎井金钨锡红柱石成矿带。为热晕型金矿、晶质铀矿、斑岩型钼矿、接触变质型红柱石矿的主要产区。地层主要有泥盆系西汉水群、石炭系、泥盆系舒家坝群。构造线以区域性北西西向为主,叠加有南北向张性断裂,可能与成都—通渭南北向隐伏深大断裂从本区通过有关。温泉岩体、吴茶坝花岗岩体与教场坝、阎井、柏家庄、碌碡坝4个岩体组成岩群,共处于一个环组成的连环构造之中,在重磁场上为一个大的低重、负磁异常表明它们在深部是相连的,为一个大的岩群。都是以印支期花岗岩或二长花岗岩为主体的中成相复合岩体,I—S型混合成因,外接触晕发育。

在吴茶坝花岗岩体与教场坝、阎井、柏家庄、碌碡坝4个岩体及其外接触带都发育有 Au、Sb、Hg、As、Ag—(Cu、Pb、Zn、U、W)的区域化探综合异常,尤其金异常强度高、浓集中心明显,主要分布在吴茶坝和碌碡坝岩体周围。已发现大型李坝金矿和中、小型金矿床各3处、矿点5处,小型铅锌矿床2处。

温泉岩体是一个多期次侵入的复式花岗斑岩体,岩体主体相是印支期似斑状黑云母花岗岩,燕山期花岗斑岩与钼矿化关系密切,近几年在岩体中发现了巨大的低品位钼矿体,是典型的斑岩型钼矿,深部已经发现铜矿化,成矿意义重大。

矿床式:武山县温泉斑岩型钼矿床

矿床式:礼县李坝热晕型金矿床

矿床式:礼县中川花岗岩型晶质铀矿床

矿床式:漳县马路里接触变质型红柱石矿床

典型矿床:李坝热晕型金矿床

2.2.19.3 古生代与中酸性岩浆侵入及火山沉积岩有关的金、银、铅锌多金属矿床成矿亚系列

本亚系列位于西秦岭东部花岗岩带,属于党川地体北中秦岭陆表海盆东段,葡萄园—两当金铅锌银成矿带。本亚系列与前述亚系列的差别是所分布的构造单元不同、金矿所产的层位多为早古生代的火山—沉积岩及花岗岩的内外接触带,矿种以金、铅、银、锌、银为主。该代已发现中型金、铅、银、锌矿4处(柴家庄、西安河、花崖沟、太阳寺)、小型7处,矿(化)点数处。

矿床式:天水市柴家庄接触交代型金矿床

矿床式:两当县太阳寺火山沉积变质型铅、银、锌、铜多金属矿床

典型矿床:柴家庄金矿床

典型矿床:太阳寺李坝热晕型金矿床

2.2.20 中北秦岭晚古生代早期与碳酸盐岩、(火山)碎屑岩建造有关的铅、锌、银、金矿床成矿系列

2.2.20.1 晚古生代早期与碳酸盐岩、碎屑岩建造有关的铅、锌、铜、银、金矿床成矿亚系列

本亚系列位于北中秦岭陆表海盆南缘中东段,成矿带是下拉地—厂坝铅锌金成矿带。该亚系列主要在泥盆系碎屑岩—碳酸盐岩建造中赋存铅、银、铜、锌矿床。其矿床分布受泥盆纪同沉积盆地控制,如甘肃西和—成县盆地、成县—徽县盆地和陕西凤县—太白盆地等,表明在较稳定的边缘海盆中出现了相对较强的拉张部位。容矿地层以中泥盆统为主,岩性主要为碳酸盐岩,其次为硅质岩、千枚岩、板岩和(重晶石)石英岩。典型矿床有甘肃邓家山、厂坝—李家沟、毕家山、洛坝及陕西银洞梁等地的矿床。这些矿床具有一定的同生喷流沉积特征,但成矿受到中生代大规模陆内推覆构造及中酸性岩浆活动的强烈影响。如厂坝地区之所以能够形成特大型规模的矿床,除了泥盆纪同沉积作用外,中生代以来强烈的陆内推覆和岩浆热液活动所导致的矿层重复叠置、加厚、变富等,无疑起了至关重要的巨大作用。再如邓家山—磨沟 Pb—Zn 矿床的成矿年代,经流体包裹体 Rb—Sr 等时线测定,结果为 263Ma ± 9Ma,属华力西晚期。根据此年龄结果并通过对矿床地质特征和区域地质背景的分析认为,印支期的陆内构造—岩浆活动对泥盆纪形成的矿层或矿床发生了强烈的叠加和改造作用。

矿床式:成县厂坝海底喷流沉积铅、银、铜、锌矿床

矿床式:宕昌县代家庄喷流沉积改造型铅、银、铜、锌矿床

矿床式:宕昌县皮地坡喷流沉积改造型铜矿床
典型矿床:厂坝铅、银、铜、锌矿床

典型矿床:代家庄铅锌矿床

2.2.20.2 晚古生代中、晚期与碳酸盐岩、火山、次火山碎屑岩有关的铅、锌、银矿床成矿亚系列

本亚系列位于北中秦岭陆表海盆南缘西段,成矿带是下拉地—厂坝铅锌金成矿带。主要在石炭系碎屑岩—火山岩—碳酸盐岩建造中赋存铅锌矿床。早石炭世(C_1)为拉张状态,形成了下拉地早石炭世裂陷槽,形成碎屑岩、碳酸盐岩建造,并有基性火山岩(下石炭世晚期海相玄武岩喷发)和超基性岩活动;晚期处于挤压收缩状态,走向断裂发育,以北西西向及近东西向断裂构造为主,并具多期性和继承性发育特点,成矿前北西西向和近东西向断裂构造,控制着矿带展布的范围及矿床产出的部位。主要矿产有铅锌矿,伴生银。下石炭统巴都组和中石炭统下加岭组是本带内铅锌矿的赋矿层位。巴都组岩性为板岩、泥质板岩、砂岩夹砂质、泥质灰岩,偶夹透镜状菱铁矿。多金属矿体赋存于砂质板岩夹泥灰岩中,矿体规模小而分散,下加岭组岩性以晶屑灰岩、泥质灰岩、白云质灰岩、白云质泥灰岩为主夹中—基性火山岩和火山碎屑岩、板岩,为本带内最主要的铅锌含矿层位,产有窑沟和下拉地中型铅锌矿床,其容矿岩石为碎屑白云质灰岩、角砾状白云质泥灰岩、白云岩、安山岩,顶板一般为含炭泥灰岩、泥质灰岩,底板为含炭钙质板岩、凝灰岩、安山岩。矿床类型属火山沉积—再造型矿床。

矿床式:临潭县下拉地火山沉积—再造型矿床铅锌矿床

典型矿床:下拉地铅锌矿床

2.2.21 南秦岭早古生代与沉积作用有关的铁、钼、铜、金、铀、钨(钼)矿床成矿系列

该系列位于白龙江断裂带。属于南秦岭早古生代被动陆缘褶皱带,成矿带是西倾山—白龙江金、砷、汞、铁、铀、铜、银、铅锌成矿带。其赋矿岩系以寒武系太阳顶群炭硅(灰)泥岩及志留、泥盆系碎屑岩、碳酸盐岩建造为主。控矿构造以断裂、节理、裂隙为主。成矿元素组成复杂,一般 Au、U、Cu、As、Sb、Hg、铂族元素等多元素伴生,为一较为显著的中低温成矿元素组合。与成矿有关的岩浆岩为印支—燕山期中酸性侵入岩及火山岩类。印支末期—燕山期为主成矿期,主成矿地质作用为岩浆—一次火山热液及地下热卤水作用。

金矿以甘肃拉尔玛,四川拉日玛、邛莫为代表。铀矿床为炭硅(灰)泥岩型,以四川若尔盖、甘肃益哇铀矿床为代表。

矿床式:拉尔玛式——碌曲县拉尔玛沉积变质型金矿床

2.2.22 南秦岭晚古生代与低温热液作用有关的金、砷、银、汞、锑矿床成矿系列

该系列位于白龙江断裂带。属于南秦岭早古生代被动陆缘褶皱带,成矿带是西倾山—白龙江金、砷、汞、铁、铀、铜、银、铅锌成矿带。白龙江复背斜构造在迭部以东地区,虽然成矿地质背景、岩浆岩、沉积建造等特征与前述系列一致,但成矿主元素表现为 Au—Hg—As—Sb 相对单一的组合,含矿岩系具有显著的选择性,为中泥盆统古道岭组(下吾那组)含炭凝灰质板岩、灰岩,矿体严格受压性断裂构造的控制,雌黄、雄黄矿化为显著特征,主要矿石矿物为雌黄、雄黄、黄铁矿,As 含量普遍较高,部分矿床中 As 构成工业矿体,如坪定金矿床 Au、As、S 伴生;九源金矿 Au、Hg 伴生。金矿矿床类型为中低温热液微细浸染型。

矿床式:舟曲县坪定中低温热液微细浸染型金砷矿床

2.3 中生代矿床成矿系列

中生代以后,省内板块构造发展的轮廓基本定型,形成多构造单元的拼合体,甘肃省的大地构造属性已经属于统一的陆壳基底。从中生代晚期至新生代,省内构造的发展和形变主要来自西南方向的印度板块与欧亚板块碰撞的影响,而来自东面太平洋板块俯冲的影响则比较微弱。鉴于以上特征,在划分成矿系列时就不能严格局限于古大地构造单元。中生代以后甘肃省形成的矿产以煤、石油、油页岩、粘土、砂金、岩金、芒硝、汞锑矿、砂岩型铜矿、铁矿、沉积型的钍、铀、稀有矿产、石膏等。其中以煤、石油、构造蚀变岩型金矿、粘土最为重要。

甘肃省在中生代形成的煤矿,其特征是分布在造山带上的煤田,地质构造比较复杂;分布在地块和隆起带上的煤田,地质构造则比较简单。北山、陇南和甘南地区的煤田,地质构造最为复杂,煤系地层的倾角多呈倾斜、急倾斜,甚至倒转,断层较多,褶皱挤压强烈,构造破坏严重。中部和河西地区的煤田,地质构造属于中等程度,煤系地层的倾角多为缓倾斜、倾斜,局部呈急倾斜、直立和倒转产状,褶皱和断层发育,但构造破坏程度不严重。陇东地区的煤田,其地质构造比较简单,煤系地层倾角平缓,断层稀少,褶皱宽阔。

石油形成在中新生代沉积盆地中。有4套生油

岩,即白垩系,中下侏罗统,三叠系和石炭二叠系。有6套储油层,即第三系、白垩系、侏罗系、三叠系、石炭系、志留系。具有多沉积凹陷,多生油中心,多次油气运移、聚集,多油藏类型的特点。目前发现两个油区,即西部玉门油区和东部长庆油区。其中长庆油区产油层为侏罗系地层,共计发现马岭、城壕、华池、南梁、元城、镇原等6个油田,玉门油区,已探明老君庙、鸭儿峡、石油沟、白杨河、单北、柳沟庄等6个油田,其他还有已获得低产油流和见到油气显示的含油气盆地有酒东盆地、潮水盆地、民和盆地、花海盆地、民乐盆地、中口子盆地,另外有4个油气远景的盆地^①。

2.3.1 北山地区中生代与陆相沉积作用有关的煤、铀、钍、食盐矿床成矿系列

北山地区在中生代只形成一些山间中小型盆地或中生代向斜地,地层由湖沼相和河沼相沉积岩系组成。矿产有煤、铀、钍、食盐等。

北山煤系地层时代主要是中侏罗世,特点是煤层层数多、单层较薄,煤藏量多为小型,适于地方开采的民用煤,个别可用于炼焦。产地有金庙沟、公婆泉、芨芨台子、北山煤窑、西山煤窑等许多小煤田和煤产地,但煤层薄且不稳定。早白垩世地层在马鬃山区吐路—驼马滩盆地也含多层可采煤层。

铀、钍赋存于北山区中侏罗统中间沟组层位和白垩系新民堡群中下部,矿体为似层状、透镜状,属湖沼相沉积层的沉积层状和后期淋滤型。

食盐只在北山地区方山口以北的上新统苦泉组内偶见岩盐夹层,单厚30cm。

矿床式:肃北县金庙沟中侏罗世煤矿

矿床式:肃北县马鬃山中侏罗统铀、钍矿点

2.3.2 祁连山和阿拉善地区中生代与陆相沉积冲积作用有关的煤、石油、油页岩、铀、钍、粘土、芒硝、砂金、砂铂矿、石膏、食盐矿床成矿系列

祁连山和阿拉善地区在中生代形成的山间中小型盆地或中生代向斜地在规模上较北山地区大,地层由湖沼相和河沼相沉积岩系组成。矿产有煤、石油、油页岩、砂金、铀、钍、粘土、芒硝、石膏、食盐等。

北祁连山及河西走廊、潮水盆地的煤系地层主要为中、晚石炭世,但是中侏罗世煤系地层也零星分布,形成炭山岭、九条岭、西大窑和红沙岗煤田4个主要煤田以及大滩、旱峡、长山子。新河、大口子、哈尔腾新沟、瓦呼寺等小煤田或煤产地。

玉门油矿赋存于古近系渐新统白杨河组。白杨

河组下部的间泉子层为桔红色砂岩夹泥岩,是各油田最主要的储油地层,包括两个油层,厚度一般不大于200m。白杨河组上部的干油泉层为棕红色砂岩与泥岩互层,其中所含油层厚约六十余米。

粘土、芒硝、食盐矿多产于古近系和新近系地层中。砂金主要产于祁连山的现代河流中。在祁连山洪水坝河产有中型砂铂矿床。

矿床式:武威市九条岭中侏罗世煤矿

矿床式:玉门市玉门油田

矿床式:临泽县阳台洼山凹凸棒石矿床

2.3.3 陇东地区中生代与陆相沉积作用有关的煤、石油、油页岩、铀、钍、铁、铜、粘土、石膏矿床成矿系列

陇东地区是鄂尔多斯巨型盆地的西南部分,地壳稳定性较高,地质构造简单。形成的中生代地层分布广、厚度大。矿产有煤、石油、油页岩、铀、钍、铁、铜、粘土、石膏等。其中以煤和石油最多,是甘肃省主要的能源产地。

陇东地区的煤以中侏罗世煤为主,一般含煤2~8层,可采1~6层,厚11~35m,单层厚度大,结构简单,质量好、规模大。形成了华亭、安口—新窑(包括赤城区)两个主要煤田,还有环县甜水堡、沙井子及土谷堆等小煤田。近年又发现了正宁南、宁县南等煤田。

陇东地区生油层位为中侏罗统延安组中部黑色泥质岩;其次为直罗组和安定组。主要储油层为延安组下部砂岩和其上的砂泥岩层。泾川—宁县一线以北的延安组为主要含油层。直罗组的泥页岩裂隙中亦含油。

矿床式:平凉市华亭中侏罗世煤矿

矿床式:庆阳市长庆油田

2.3.4 西秦岭地区中生代与海陆相沉积冲积作用有关的煤、汞锑、泥炭、油页岩、砂金矿床成矿系列

西秦岭区在中生代早期,为大规模的海盆区,形成的地层多为海相碎屑岩和碳酸盐岩,矿产有汞锑矿;在三叠纪晚期,上升成陆,侏罗纪只形成一些山间小型湖沼盆地,地层多为湖沼相和河沼相地层,内产煤层。

汞矿产于下、中三叠统,有两种类型:一类产于碎屑砂岩中,整合层带型矿床;另一种产于碳酸盐岩中之交错型矿床。辰砂富集部位受低级别断裂构造

^① 西北石油地质研究所,甘肃省石油天然气资源勘查开发规划,1999。

控制,矿体产于断裂带内或其两侧,在断裂带中呈星点状或细脉状、网脉状产出。锑矿产于硅化破碎带中,富集于硅化角砾岩内,矿体形态复杂多变,矿体呈脉状、扁豆状,分布零散而不连续。

侏罗系中的煤矿规模小,煤层薄;在侏罗系龙家沟群上部岩组产油页岩两层,呈串珠状、透镜状、豆荚状、鸡窝状,与煤层共生,厚几米至十几米。

新近系中主要是砂金矿和泥炭。砂金广泛分布于西秦岭的现代河流中,如西汉水、白龙江等河流都是重要的砂金产地。泥炭主要分布在甘南草原,拥有我国最大的泥炭资源。

矿床式:甘肃省西河县崖湾中生代沉积改造型锑矿床

2.3.5 西秦岭地区中生代与中酸性岩浆侵入有关的金、汞、砷、锑、银、铅锌矿床成矿系列

该成矿系列含矿层位以中三叠统浅海相碳酸盐岩、浊流复理石碎屑沉积建造为主。中酸性岩浆侵入活动不强烈。伴随中低温金、汞、砷、锑、银、铅锌等矿床的产出。

该系列矿床分布与西秦岭南亚带西段,向西延入邻区青海境内。其矿床类型独特,成矿元素单一,主要为金,其它成分含量微弱。赋矿地层层位主要为中三叠统马热松多组,其次为二叠系大关山组 and 迭山组,岩性以碳酸盐岩为主。与成矿有关的印支—燕山期中酸性浅成—超浅成的侵入岩在南部相对发育,矿体产于侵入岩周围的隐爆角砾岩中或旁侧的断裂、节理等构造中,部分脉岩矿化构成工业矿体。成矿时代以印支晚期—燕山期为主。控矿构造为NW、NNW和近SN向断裂为主,局部矿体显示岩溶构造控矿的特征。矿体形态复杂,主要有不规则透镜状、囊状、似板状,厚度变化大。蚀变类型简单,为硅化、褐(赤)铁矿化、碳酸盐化。成因类型属中低温浅成岩浆热液再造型(热泉型)。代表矿床有大水、忠曲等金矿。

矿床式:玛曲县大水热泉型金矿床

典型矿床:大水金矿床

2.3.6 西秦岭地区中生代与韧性断裂有关的金、锑、银、矿床成矿系列

西秦岭在中生代晚期及新生代早期,由于受到来自西南方向的印度板块与欧亚板块碰撞的影响,区内发生大规模的以断裂为主的构造运动,导致地层和基底的金、锑成矿元素活化,沿断裂富集,形成成矿元素比较单一的金矿床。赋矿地层层位主要为泥盆系、二叠系和三叠系,岩性以碎屑岩和碳酸盐岩为

主。矿区内一般无岩浆岩。矿体分布在断裂带或者次级断裂中,延伸一般较长,厚度不大。蚀变类型简单,为硅化、褐(赤)铁矿化。代表矿床有鹿儿坝、石鸡坝、阳山金矿。

矿床式:文县石鸡坝构造蚀变岩型金矿床

矿床式:岷县鹿儿坝构造蚀变岩型金矿床

3 结语

(1)矿床成矿系列是在区域构造及区域成矿带划分和研究的基础上进行的。成矿系列的划分和研究必须是尽可能全面了解最新的区域矿产分布和种类,分析其成矿规律。对近年发现的阿尔金山与岩浆岩有关的铜、钨、镍矿;北秦岭与岩浆岩有关的铅、锌、钨矿;中秦岭与硅泥质沉积岩有关的金矿等,对其成因、类型及时代尚存在不确定性,本次研究没有进行归类和划分。

(2)由于甘肃省自晚古生代末就进入了以盆—山构造为特征的陆相演化时期,对这一时期的构造及成矿带划分还不太成熟。因此本文鉴于原来对区域构造和区域成矿带的研究深度,重点放在古生代及部分元古代成矿系列的研究上。对中生代成矿系列的研究还有待于深入和完善。

参 考 文 献

- [1] 程裕祺,陈毓川,等.初论矿床的成矿系列问题[J].中国地质科学院院报,1979,(1).
- [2] 程裕祺,陈毓川,等.再论矿床的成矿系列问题[J].中国地质科学院院报,1984,(6).
- [3] 陈毓川.矿床的成矿系列[J].地学前缘,1994,3(1).
- [4] 陈毓川.中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M].北京:地质出版社,1999.
- [5] 翟裕生,邓军,李晓波.区域成矿学[M].北京:地质出版社,1999,1-287.
- [6] 翟裕生.当代矿床学研究现状和发展态势.北京:地震出版社,1999,3-10.
- [7] 李文渊.中国铜镍硫化物矿床成矿系列与地球化学[M].西安:地图出版社,1996,1-228.
- [8] 贾群子,杨钟堂,肖朝阳,等.祁连山金属矿床成矿带划分及分布规律[J].矿床地质,2002,21(增刊):140-144.
- [9] 毛景文,张招崇,任丰寿,等.北祁连山金属矿床时空分布和生成演化[J].地质学报,1999,73(1).
- [10] 毛景文,张招崇,杨建民,等.北祁连山铜金铁钨多金属矿床成矿系列和找矿评价[M].北京:地质出版社,2003,1-436.
- [11] 聂风军,江思宏,白大明,等.北山地区金属矿床成矿规律及找矿方向[M].北京:地质出版社,2002.
- [12] 张新虎,甘、青、蒙祁连山、北山造山带构造地层演化史[J].甘肃地质学报,1993,1.

- [13] 张新虎, 苟国朝, 田培昭, 等. 祁连山、北山地区古板块及地体构造的划分[J]. 西北地质, 1994, 1.
- [14] 张新虎, 苟国朝, 展积宝. 北祁连地区主要金属矿床的成矿系列及区域成矿作用[J]. 地球科学进展, 1997, 4.
- [15] 张新虎, 刘建宏, 徐家乐, 等. 再论甘肃省的板块构造[J]. 甘肃地质学报, 2005, 2.
- [16] 张新虎, 刘建宏, 任丰寿, 等. 甘肃省区域成矿区(带)特征[J]. 甘肃地质, 2006, 2.
- [17] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989, 1~520.
- [18] 汤中立, 白云来, 徐章华, 等. 华北古陆西南缘(龙首山-祁连山)成矿系统及成矿构造动力学[M]. 北京: 地质出版社, 2002, 1~393.
- [19] 贾群子, 杨纯堂, 肖朝阳, 等. 祁连山金属矿床成矿带划分及分布规律[J]. 矿床地质, 2002, 21(增刊): 140~144.
- [20] 孙海田, 邬介人, 李锦平. 北祁连金属成矿省时空格局、演化及成矿作用[J]. 地质学报, 1997, 71(2): 170~179.
- [21] 孙海田, 邬介人. 对北祁连山火山喷溢型贱金属硫化物矿床区域成矿的探讨[J]. 矿床地质, 1993, 12(3): 11~23.

STUDY ON MINEROGENETIC SERIES OF DEPOSITS IN GANSU PROVINCE

ZHANG Xin-hu¹, TANG Zhong-li¹, LIU Jian-hong¹, REN Feng-shou¹, ZHAO Yan-qing²

(1. Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730000, China;

2. Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: By studying the ore forming time, environments, geological mineralization and natural ore forming assemblage of deposits in Gansu Province, it is supposed that deposit is a part of geological environment, mineralization is the a part of geological process which is composed of geological environment; deposits in geological structural unit during various period of geological history has the relation to a certain geological mineralization. By means of the concept of minerogenetic series, that in the certain geological structural unit and location, a period of geological history or structural movements has relations to a geological mineralization which formed a series of deposits, the sequences of minerogenetic series in Gansu Province are decided primarily, minerogenetic series are classified and identified as 11 types of minerogenetic series and 39 series.

Key words: sequences of minerogenetic series; minerogenetic series; Gansu Province