

Geological Characteristics and Genesis Analysis of Mineral Deposits in the Dafengshan Area of the Western Qaidam Basin, China

Zhidong Ren Guocheng Liu Guoqing Li Yi Hu Xiping Xu

China Building Materials Industry Geological Exploration Center Qinghai Corps, Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract

Through field investigations in the Dafengshan area of the western Qaidam Basin, sample analysis of shallow surface minerals was conducted, and combined with previous research results in the region, it was found that the Qaidam Basin has undergone multiple cycles of fluvial sedimentation and lacustrine (salt lake) sedimentation from the Paleogene to the Quaternary. Since the Oligocene, various rocks in the bedrock mountainous areas around the basin have been weathered and eroded by nature for a long time. Most of the broken materials are transported to the basin for sedimentation due to the effects of flowing water, wind, and self gravity. At this time, salt substances migrate towards the basin along with the transport. During the sedimentation process of salt lake facies, under arid paleoclimatic conditions, surface evaporation caused a large amount of primitive surface water to continuously evaporate and condense, crystallizing into salt.

Keywords

Qaidam Basin; geological features; genesis

中国柴达木盆地西部大风山地区矿床地质特征及成因分析

任志栋 刘国成 李国庆 胡祎 徐玺萍

中国建筑材料工业地质勘查中心青海总队, 中国·青海 西宁 810000

摘 要

通过对柴达木盆地西部大风山地区的野外调查, 出露浅地表的矿的样品分析, 结合前人对该区域的研究成果分析, 柴达木盆地从古近纪至第四纪, 经历了河流相沉积和湖相(盐湖)相多旋回沉积。自渐新世以来, 盆地周缘基岩山区的各种岩石长期受自然界的风化、剥蚀, 大多数破碎物质受流水、风和自身重力等作用, 搬运到盆地内沉积, 此时盐类物质伴随搬运作用向盆地迁移。盐湖相沉积过程中, 在干旱的古气候条件下, 地表蒸发作用使大量的原始地表水不断蒸发浓缩, 结晶成盐。

关键词

柴达木盆地; 地质特征; 成因

1 引言

柴达木盆地位于青藏高原北侧, 秦祁昆成矿带中部, 为一个北西—南东向发育的菱形内陆盆地。柴达木盆地自中生代侏罗世开始形成, 盆地自侏罗纪以来历经多期次拉张、挤压旋回, 至古近纪时为拉张性质, 中新世受祁连山带与昆仑造山带双向逆冲推覆挤压作用又转化为挤压性质持续至今。至上新世盆地演化解为东西两部分, 并伴随更新世以来强烈的构造运动, 西部各个湖区先后从柴达木古湖分离出来并开始各自的沉积成盐演化过程^[1-3], 呈现了现今柴达木盆地矿产分布格局。

前后 50 多年的工作, 柴达木盆地矿产资源勘查取得

了丰富的成果, 其中探明储量与资源量的盐类矿产就多达 12 种, 据统计, 钾盐矿累计查明资源储量 10.4 亿 t, 占全国资源储量的 79.78%; 锂矿累计查明资源储量 1860 万 t, 占全国资源储量的 83.16%; 硼矿累计查明资源储量 4533.9 万 t, 占全国资源储量的 26.69%; 石盐矿累计查明资源储量 3101.23 亿 t, 占全国资源储量的 22.13%。除此之外, 镁盐、湖盐、芒硝、石膏、锑矿、溴矿、碘矿、铷矿等盐类矿产资源量也较可观。盐类矿产本身经济价值巨大, 同时盐类沉积成岩过程与许多金属和非金属矿产在时空分布、矿质来源等多方面关系密切, 因此盐类矿床成因受到了地质界的普遍重视^[4,5]。

论文通过对柴达木盆地西部大风山地区的野外调查, 结合前人对该区域的研究成果, 分析柴达木盆地西部矿成因, 进而探讨柴达木盆地成矿环境。

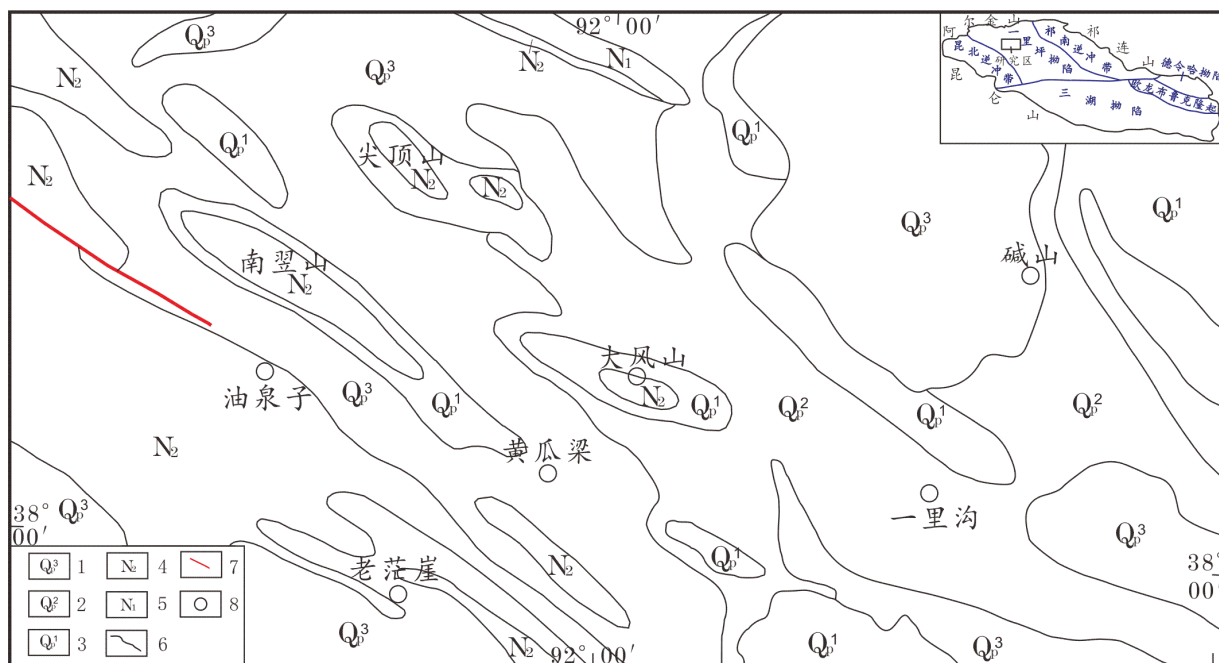
【作者简介】任志栋(1985—), 男, 中国甘肃酒泉人, 高级工程师, 从事固体矿产勘查、非金属矿成矿规律研究。

2 区域地质概况

柴达木盆地地处青藏高原东北隅,位于北侧古亚洲构造域与南侧特提斯—喜马拉雅构造域之间。区域位置特殊,被分布于其西侧的阿尔金断裂、北侧的柴北缘断裂、东侧的鄂拉山造山带及南侧的东昆北断裂所围限。

柴达木盆地是一个大型山间盆地,是在印支期构造基

础上发展起来的,走滑拉分与双向逆冲推覆的复合成因盆地。前人首先以石炭系为主要研究对象,以甘森—小柴旦湖为界,将盆地分为东西两个沉积区,进而根据盆地基底特征、重力特征、磁场特征以及构造特征,将盆地西部划分为祁南逆冲带、一里坪拗陷、昆北逆冲带,将盆地东部划分为德令哈拗陷、欧龙布鲁克隆起、三湖拗陷^[6](图1)。



1—上更新统; 2—中更新统; 3—下更新统; 4—上新统; 5—中新统; 6—地层界线; 7—断层; 8—行政区

图1 研究区地质构造简图(据1:100万青海省大地构造图及文献6修编)

盆地内及周边广泛分布新时代地层,主要出露古—始新世洪积—河流沉积的路乐河组;渐—中新世河流—湖相沉积的干柴沟组;上新世山前洪积—湖相沉积的油砂山组;上新世河流—滨湖沉积的狮子沟组;下更新世河流—滨湖—浅湖沉积的七个泉组以及中更新统湖相沉积物、上更新统洪积湖积及化学沉积物。

盆地四面被高山所包围,从而阻断了来自低空和高空湿润气流,除常年受西北风控制外,且受蒙古高压反气旋的影响^[7],气候寒冷干燥、少雨多风、蒸发量大、昼夜温差大,年平均气温 $-29^{\circ}\text{C}\sim 32.7^{\circ}\text{C}$,年降水量为20mm左右,蒸发量可达2500mm以上。为典型的大陆性荒漠气候。

区内盐类矿产较为丰富,根据勘查及前人研究,盆地演化过程中不同时期其盐类成矿也有差异:上新世主要形成湖盐、锶矿等,且主要分布于大风山、尖顶山、大沙坪地区;早更新世以来主要形成湖盐、钾镁盐等,大面积分布于大浪滩、察汗斯拉图、昆特依^[1]。

3 矿区地质

研究区位于柴达木盆地西部一里坪拗陷带(图1)大风山与黄瓜梁之间,西侧为阿尔金南缘断裂,北侧为祁南逆冲

带,南侧为昆北逆冲带,东侧为三湖拗陷带,其是柴达木盆地在新生代以来发生断陷—充填—改造过程中形成的次级构造盆地,为柴达木盆地的沉陷中心地带^[1]。成矿带属于秦祁昆成矿域,柴达木盆地成矿省,柴达木盆地西部拗陷区Sr—石油—天然气—芒硝—钾镁盐成矿亚带^[8]。区内基本被新生界覆盖,沉积物厚度较大,地质构造复杂。区内出露地层有上油砂山组砂质泥岩、砾状砂岩、粉砂岩;狮子沟组泥岩、砂质泥岩、石盐、石膏;七个泉组泥岩、砂质泥岩、砂岩、石盐、石膏及泥灰岩;中更新统湖相粉砂岩夹石盐、石膏层;上更新统洪积砂砾石、粗砂,湖积化学沉积的粘土、石盐、芒硝、含石膏细砂。

4 矿床特征

矿体赋存于第四系上更新统湖积、化学沉积层中,呈似层状~层状产出,矿层延伸长大于10km,宽大于5km,通过开挖浅井矿体厚度3~5.5m。矿体顶部0.5~0.8m为黄褐色含粉砂质黏土,其中见有少量石盐。芒硝矿石风化面呈灰白~白色粉末状,新鲜面为透明无色不等粒镶嵌结构,块状构造。以芒硝为主,共生有石盐及杂卤石,常含淤泥、粘土等杂质。芒硝晶体暴露于地表空气中后,很快便因脱水变

为白色粉末。

本次在研究区内共开挖6个浅井剖面进行测量,每个剖面从地表向深部按照0.5m一个样品对矿层进行采样,共采集32份化学分析样品,根据化学分析测试结果显示,研究区内芒硝 Na_2SO_4 含量45.01%~56.89%,平均51.00%, Ca^+ 含量0.18%~0.83%,平均0.41%; Mg^+ 含量0.035%~0.12%,平均0.0533%; Cl^- 含量0.18%~0.75%,平均0.33%;Fe含量0.0001%~0.0005%,平均0.0003%。同时采集了2件样品进行了全分析,分析结果为: Fe_2O_3 : 0.0055%, H_2O : 41.23%~44.69%,水不溶物: 4.75%~6.27%, K^+ : 0.0056%~0.010%, Na^+ : 16.10%~17.22%, Ca^+ : 0.43%~0.53%, Mg^{2+} : 0.099%~0.12%, Cl^- : 0.61%, SO_4^{2-} : 31.72%~34.88%, HCO_3^- : 0.22%, CO_3^{2-} : 0.15%, B_2O_3 : 0.016%~0.019%, Rb_2O : 0.39×10^{-6} ~ 0.55×10^{-6} , Cs_2O : 0.03×10^{-6} ~ 0.05×10^{-6} , Li^+ : 0.35×10^{-6} ~ 0.49×10^{-6} , Br^- : 2.76×10^{-6} ~ 3.31×10^{-6} , I^- : 0.46×10^{-6} ~ 0.78×10^{-6} 。

与位于研究区西侧大浪滩梁ZK02钻孔^[9]岩性进行对比,研究区发育的岩层与大浪滩ZK02钻孔表层0~7.3m岩性基本一致,其铀系法测定的年代结果为 $24.2 \pm 0.8 \sim 14.9 \pm 1.0\text{ka}$ 。同时根据大浪滩ZK336^[10]岩性对比及测年数据显示其形成年龄为 $18.7 \pm 0.21\text{ka}$ 。根据对比研究区芒硝层形成年龄大约为14~24ka。

5 矿床成因探讨

5.1 盆地演化

柴达木盆地是伴随着南北两侧的东昆仑和祁连山造山带的构造演化而形成和演化而来的,大致经历了北缘侏罗纪前陆盆地,古近纪-新近纪双侧前陆盆地和第四纪挤压拗陷盆地等演化^[11]。

柴达木盆地于新生代是一个地壳规模的向斜盆地,前人^[12]根据柴达木盆地西区新生代出露地层分布范围及岩性特征,将柴达木盆地西区新生代构造演化主要为:古新世-渐新世早期,受南北方向上双向挤压区域构造应力的影响,地壳岩石圈发生纵弯变形,致使盆地西区发生挤压拗陷;晚渐新世~中新世中期,伴随南北两侧昆仑山和祁连山造山带的进一步逆冲挤压,在盆地南北两侧形成逆冲断层,盆地中心纵弯变形进一步发展;上新世以来,挤压构造持续进行,盆地处于整体抬升,强烈挤压拗陷阶段,盆地内部发生盆内断、褶构造,区内广泛发育NW-NE向宽缓褶皱。

研究区主体为尖顶山一大风山背斜构造带南翼。根据刘志宏等^[13]对于尖顶山地区的地震剖面的研究分析,尖顶山背斜是由逆冲断层控制的大型断层传播褶皱,自上新世开始,研究区受SW-NE向挤压作用,形成了大型断层控制的宽缓传播褶皱构造,并进一步接受周边高山剥蚀物的沉积。进而形成了如今的聚宝盆。

5.2 气候环境

大量岩矿层的出现与岩层形成时的气候环境条件关系密切,特别是封闭的内陆盆地,气候相对湿润时周边淡水补给增多,地表水体携带泥沙等物质补给到湖体,湖体面积增大,会沉积泥质粉砂质碎屑沉积。气候干燥时,地表补给剧减,湖体面积缩减,蒸发作用加强,盐类矿物析出。

根据实验研究,盐类矿物析出时的气温特性,芒硝作为冷温气候条件特征矿物,是干冷环境下沉积的硫酸盐矿物,主要形成于常年均温 $-7^\circ\text{C} \sim -3^\circ\text{C}$ 以下且持续达到7个月以上,气候越冷,越容易沉积,沉积厚度也越大。第四纪长期干旱和极干旱地区基本上是氯化物型或氯化物型-硫酸盐型盐湖分布区。马妮娜等^[14]通过对大浪滩表层芒硝矿层碳氧同位素分析研究,118.0ka至今,大浪滩地区以干旱气候为主,同时伴随构造运动背斜进一步隆升,湖区继续抬升,盐湖进一步退缩盐类快速析出。侯献华^[9]等通过对柴达木盆地西部大浪滩盐湖沉积中心钻孔岩芯进行年代学、地层岩性、碳氧同位素等开展研究,表明柴达木盆地西部140ka以来古气候总体表现为潮湿—干燥的动荡变化过程,约14ka之后大浪滩周边古湖泊基本干涸,结束了湖积历史。且该层芒硝层很可能对应于末次冰期中的H1事件。王建等^[15]通过对柴达木盆地西部钻孔中的旱生植物孢粉含量及种类的分析,由于柴达木盆地纬度的增高、高度的增大、地球气候的变冷及青藏高原的隆升,致使盆地自新生代以来气候一直在变冷、变干,且在上新世以来出现了异常干燥期。

因此,自上更新世以来,柴达木盆地整体处于温度较大幅度降低且干燥的变化过程,在寒冷—干旱条件下,湖水大量蒸发导致水体盐度上升明显,盐类矿物大量形成。

5.3 矿物质来源

通过对柴达木盆地内出露的新生代地层岩性特征的分析,新生代以来,柴达木盆地属陆相前陆盆地,以洪积相—河流相—滨湖相沉积了来自周缘祁连山、昆仑山及阿尔金山等高山风化剥蚀的碎屑物。前人^[16]通过对柴达木盆地西部构造裂隙孔隙卤水进行常量、微量以及同位素物源示踪测试分析研究,柴达木盆地西部构造裂隙孔隙卤水为溶滤水,经历了比较强的还原环境,卤水来源于最初的大气降水,孔隙卤水与大气降水通过溶解径流区域内岩石,使得岩层中的矿物组分伴随水流迁移至盆地内部。

6 结论

从古近纪至第四纪,柴达木盆地陆相沉积经历了河流相沉积和湖相多旋回沉积。自新生代以来,由于盆地南北两侧昆仑山及祁连山造山带双向挤压,伴随盆地周边山脉的快速抬升及盆地的沉降,使得盆地周缘昆仑山、祁连山及阿尔金山基岩山区的各种岩石长期受自然界的风化、剥蚀后,大多数碎屑物质受流水、风和自身重力等作用,搬运到盆地内沉积,伴随着风化产物的搬运过程,盐类物质也向盆地迁移。在寒

冷干旱的古气候条件下,发生盐湖相沉积,地表蒸发作用使大量的原始地表水不断蒸发浓缩,结晶成盐,形成了现在矿产。

参考文献

- [1] 潘彤,张金明,李洪普.柴达木盆地盐类矿床成矿单元划分[J].吉林大学学报(地球科学版),2022,52(5):1446-1460.
- [2] 杨谦.察尔汗盐湖盐层及钾矿层的分布规律[J].青海地质,1992(2):66-88.
- [3] 孙国强,赵明君,郭建明.昆特依凹陷中生界、新生界发育特征及构造演化分析[J].天然气地球科学,2011,22(1):102-107.
- [4] 任静.中国芒硝类矿床研究现状[J].沉积与特提斯地质,2013,33(1):109-112.
- [5] 李代荣.中国芒硝矿特征与成因简介[J].矿床勘查,2020,11(3):511-516.
- [6] 杨超,陈清华,任来义,等.柴达木盆地构造单元划分[J].西南石油大学学报,2012,34(1):25-33.
- [7] 侯献华,郑绵平.柴达木盆地大浪滩130kaBP以来的孢粉组合与古气候[J].干旱区地理,2011,34(2):243-251.
- [8] 潘彤.青海成矿单元划分[J].地球科学与环境学报,2017,39(1):16-33.
- [9] 侯献华,郑绵平,张成君,等.柴达木盆地西部大浪滩140ka以来沉积特征与古环境[J].地质学报,2010,84(11):1623-1630.
- [10] 郑绵平,赵元艺,刘俊英.第四纪盐湖沉积与古气候[J].第四纪研究,1998(4):297-307.
- [11] 曹国强,陈世悦,徐凤银,等.柴达木盆地西部中-新生代沉积构造演化[J].中国地质,2005,32(1):33-40.
- [12] 方向,孟庆任,张永庶.柴达木盆地西区新生代构造演化及对油气勘探的启示[J].地质论评,2013(59):703-706.
- [13] 刘志宏,王芄,刘永江,等.柴达木盆地南翼山-尖顶山地区构造特征及变形时间的确定[J].吉林大学学报,2009,39(5):796-802.
- [14] 马妮娜,郑绵平,马志邦,等.柴达木盆地大浪滩地区表层芒硝的形成时代及环境意义[J].地质学报,2011,85(3):433-444.
- [15] 王建,席萍,刘泽纯,等.柴达木盆地西部新生代气候与地形演化[J].地质论评,1996,42(2):166-173.
- [16] 李洪普,潘彤,李永寿,等.柴达木盆地西部构造裂隙孔隙卤水地球化学组成及来源示踪[J].地球科学,2022,47(1):36-44.