地信网
WWW.35001.COM

文章编号: 1007-3701(2011)03-0184-07

新疆滴水砂岩铜矿床特征及成因探讨

韩文文,陶晓风,岳相元

(成都理工大学地球科学学院 成都 610059)

摘要:新疆滴水砂岩型铜矿床位于塔里木盆地北部边缘,库车前陆坳陷盆地。铜矿体赋存于一套河湖交替相的红色含膏盐碎屑砂岩建造中。矿床有三个主要含矿层,储量>40× 10^4t。该砂岩铜矿床为典型的层控型矿床,经历了"沉积 - 成岩 - 改造"成矿模式。在沉积期具有生物、化学双重成矿作用,经过后期成矿物质的活化迁移后生叠加改造再富集过程。铜矿体主要沉积在深湖相 - 三角洲相 - 河流冲刷相交替的多重沉积环境,该沉积地层是有效的金属沉淀地球化学障(矿捕层),是富含有机质的还原障,富硫化物的硫化障。

关 键 词:砂岩铜矿;地质特征;层控矿床;矿床成因;新疆滴水

中图分类号:P 618.41　　**文献标识码**:A

新疆滴水砂岩铜矿位于塔里木盆地北部边缘,库车前陆坳陷盆地。该盆地北邻南天山褶皱带,南邻却勒塔格褶皱带,矿床就位于褶皱带西端的铜矿山背斜北翼,呈东西向南弯曲弧线横跨在拜城凹地的南面。在新近系康春组含膏盐、红色 - 杂色碎屑岩发育部位断续分布有众多砂岩铜矿点。如:滴水、阿捷克、乔克马克、巴西克其克、黑孜、库兰康等[1](图 1)。

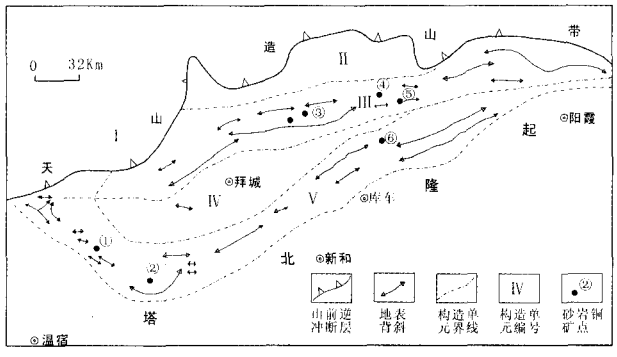


图 1　库车盆地构造简图

Fig.1　Simplified structural map of Kuqa basin, Xinjiang province

Ⅰ - 边缘冲断带;Ⅱ - 斯的克背斜带;Ⅲ - 克依背斜带;Ⅳ - 拜城凹陷带;Ⅴ - 秋里塔格构造带

(①捷克;②滴水;③乔克马克;④巴西克其克;⑤黑牧;⑥库兰康)

收稿日期:2011-05-12

作者简介:韩文文(1985—),男,硕士研究生,成都理工大学构造地质学专业.E-mail:252908089@qq.com

1　矿区地质特征

滴水砂岩铜矿区出露新近系地层(图 2),由老到新依次为:中 - 上新统康村组($N_{1-2}k$)红褐色、棕褐色泥岩、泥质粉砂岩、细砂岩和灰绿色泥灰岩、局部夹泥岩和石膏脉;上新统库车组(N_2k)棕褐色砂岩、泥岩夹薄层状泥灰岩及第四系覆盖物组成。康村组为矿区主要赋矿地层,下部为河流冲积相红色砂岩沉积物,上部是浅色湖相沉积物,二者属于同一水体沉积物。滴水砂岩铜矿区位于铜矿山背斜的北翼(图 3),地层呈单斜状,岩层层面产状为 335° ∠20° ,中部呈略向南突出的弧状。由于南北挤压应力而派生的压扭性张力的作用,矿区形成了 NNW、NWW 向两组高角度台阶式正断层,延伸较短。

2　矿体、含矿岩石、矿石矿物特征

2.1　矿体特征

矿体呈层状、似层状产出,产状与矿区地层基本一致,倾向 NNW,倾角大约 20° 。矿体有三个(A、B、C)主要含矿层位,各层位之间保持固定距离,A 层距 B 层 180 m,B 层距 C 层 17 m。在地表铜体呈条带状,近 EW 向分布(图 4)。

万方数据

地信网 WWW.3S001.COM

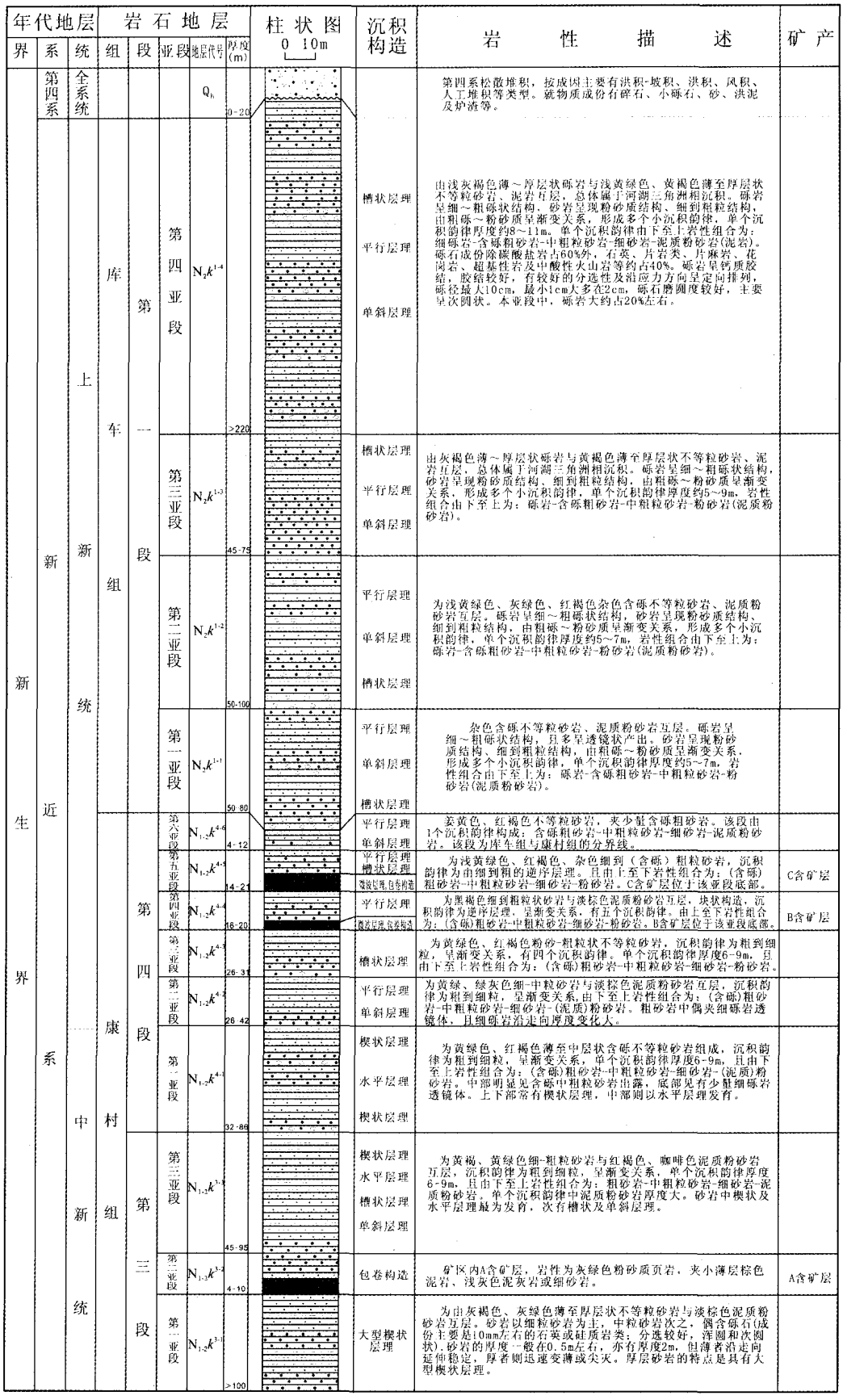


图 2　新疆滴水砂岩铜矿区地层柱状图

Fig. 2　Stratigraphic column of Dishui sandstone-type copper deposit, Xinjiang province

万方数据

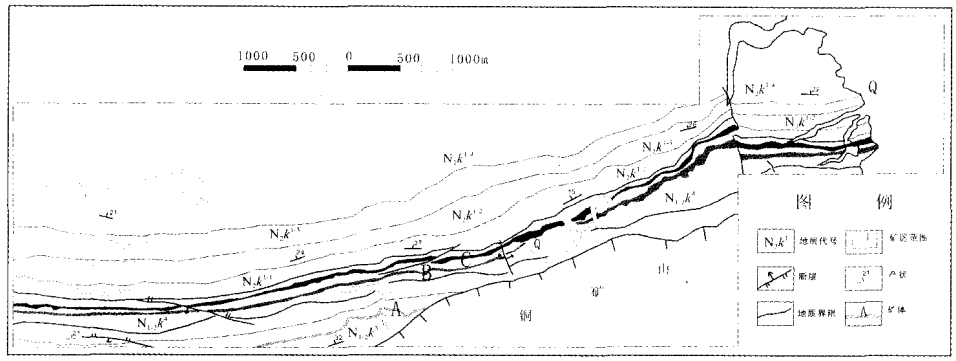
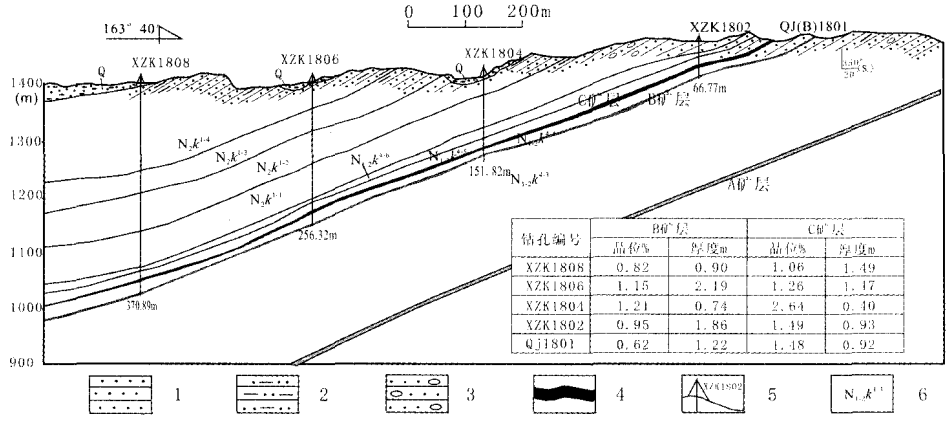


图3 滴水铜矿区地质图

Fig. 3 Geological map of Dishui copper deposit

$N_{1-2}K^3$-新近系库车组第三段;$N_{1-2}K^2$-新近系库车组第二段;N_2K^{1-1}、N_2K^{1-2}、N_2K^{1-3}、N_2K^{1-4}新近系康村组第一段第一、二、三、四亚段;Q-第四系。



钻孔编号	B矿层		C矿层	
	品位%	厚度m	品位%	厚度m
XZK1808	0.82	0.90	1.06	1.49
XZK1806	1.15	2.19	1.26	1.47
XZK1804	1.21	0.74	2.64	0.40
XZK1802	0.95	1.86	1.49	0.93
QJ1801	0.62	1.22	1.48	0.92

图4 新疆滴水砂岩铜矿18号勘探线剖面图

Fig. 4 No. 18 Prospecting line profile map of Dishui copper deposit, Xinjiang province

1.砂岩;2.泥质粉砂岩;3.含砾砂岩;4.铜矿体;5.钻孔及编号;6.地层代号

(1)A层矿体:分布在矿区阿特巴拉至阿克一带。矿化不均匀,铜品位在0.46%~0.85%,厚度0.3~0.88 m。顶部围岩为红褐色泥质粉砂岩与黄褐、暗灰色中粒砂岩,底部为褐黄、灰褐色泥质砂岩夹薄层细砂岩,具有水平层理、包卷构造。金属矿物主要富集在灰绿色、灰褐色薄层条带状泥灰岩及薄层状细砂岩和页岩,矿体底部有生物遗迹和植物残存体。含铜矿物主要为星点状、薄层状的孔雀石及斑点状蓝铜矿和黑铜矿。该层属于滨湖亚相沉积。

(2)B层矿体:本层矿体面积可达$6.1\times10^6m^2$,铜的品位0.98%~2.36%,厚度0.71~2.10 m,金属储量至少为20×10^4t。金属矿物多富集于深灰色泥灰岩或杂色细砂岩中,在地表主要为星散浸染状构造的孔雀石、蓝铜矿、赤铜矿,深部则以辉铜矿为主,其次有黄铜矿、斑铜矿和铜蓝。含矿层具有微波层理、包卷构造。该层属于河湖交替相沉积。

(3)C层矿体:本层矿体面积可达$5.8\times10^6m^2$,铜的品位0.61%~2.28%,厚度1.53~2.14 m,储量$>17\times10^4t$。上部主要为黄绿色、红褐色薄-厚层状粉砂质泥岩,水平层理构造,中部为灰绿色薄层状泥灰岩,层纹状构造,下部为杂色中厚层细粒砂岩铜矿化体。铜矿物主要为星散浸染状构造的孔雀石化、蓝铜矿化、黑铜矿化。该层发育平行层理构造,属于浅水弱还原环境下的河漫湖泊相沉积。

2.2 含矿岩石特征

含铜砂岩中的碎屑颗粒主要以跳动和滚动的方式运移,砂岩粒径中值0.045~0.15 mm。砂岩底部为杂色微晶灰岩、砂质泥灰岩;中部为棕褐色、杂色岩屑砂岩,细砂岩;上部为条带状含砾砂岩、细砂岩,具有逆序旋回沉积特征。下面分别描述各层岩石:

万方数据

万方数据

3 矿床成因探讨

中生代以来天山造山带就一直向南推覆挤压，导致造山带前缘地壳下沉，形成了近EW向的库车前陆坳陷盆地(图7)。在古近系晚期沉积了苏维依组(E_3–N_1)s棕色、浅红褐色泥岩，粉砂岩类膏盐层建造，吉迪克组(N_1j)浅灰色粉砂质泥岩和强石膏化和盐化泥灰岩建造。随着山体强烈抬升，盆地面积进一步扩大，在新近纪中新世(16.9 ~ 5.3 Ma)时期，物源区剥蚀加剧，含铜古老基底岩系遭到剥蚀，沉积了康村组($N_{1-2}k$)红色碎屑岩含铜建造。在康春组上整合沉积了库车组(N_2k)棕褐色砂岩、泥岩夹薄层状泥灰岩。最后由第四系沉积物覆盖。由于喜玛拉雅造山运动的影响，该区中新生代地层褶皱、冲断、推覆滑脱形成了一系列近EW向的断裂和线状背斜构造。砂岩铜矿就赋存在康春组岩系中，并经历了典型的“沉积－成岩－改造”成矿模式[7]：即成矿物质在沉积期富集，在成岩期成矿，后期地壳运动使其遭受改造。

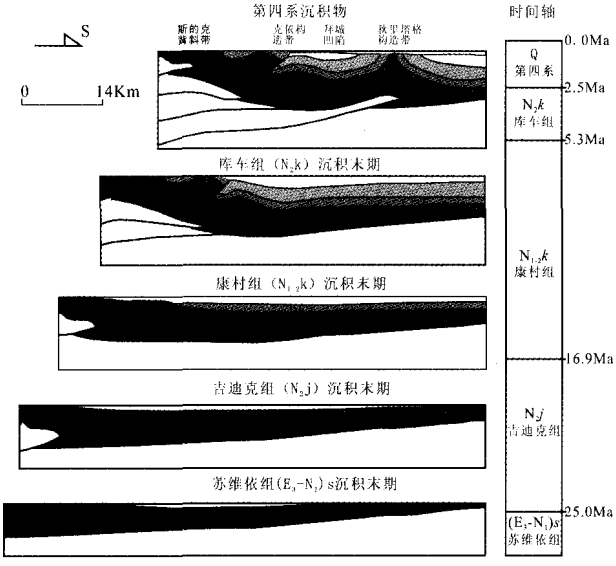


图7 库车盆地构造演化图(据何光玉，2005[6]修改)

Fig. 7 Structural evolution of Kuqa basin

3.1 成矿物质来源

受印度板块与欧亚板块持续碰撞挤压的影响，天山地区隆升幅度较大，风化剥蚀较快。在康春组红色碎屑沉积岩中，岩屑以碳酸盐岩屑为主，其次为千枚岩、石英云母片岩、蛇绿岩、变粒岩等变质岩，及少量酸性岩浆岩，岩屑成分反应了古生界变质岩和碳酸盐岩已经遭受到强烈的风化剥蚀，成为盆地主要沉积物之一。所以北缘天山褶皱带含铜基底岩系及其中的古老铜矿床是滴水砂岩铜矿床形成的“远源矿源层”，而含铜本身的红色碎屑沉积物是“近源矿源层”[5]。

3.2 沉积期－成矿物质初步富集

中新世末期，矿区处于热带－亚热带干燥炎热气候，蒸发量大于降水量，导致湖泊收缩变成咸湖[4]。砂岩铜矿床的含铜沉积是伴随碎屑沉积的一种化学沉积过程。

3.2.1 碎屑沉积阶段

库车凹陷盆地的沉积速度较快，随着碎屑物质堆积，湖泊面积不断缩小；三角洲向湖心推移，河流在三角洲上不断延伸[3]。如图8，在第I阶段，三角洲呈叠瓦状堆积，向着湖心不断推移。三角洲底积层覆盖在湖泊相沉积层之上，并改造湖底细粒沉积物

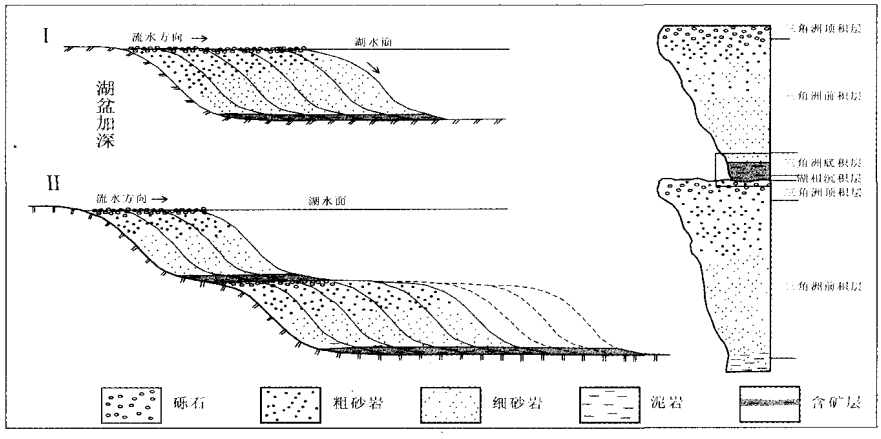


图8 碎屑砂岩沉积模式图

Fig. 8 Depositional model of clastic sandstone in Dishui area, Xinjiang province

万方数据

的结构特征。所以在钻孔岩芯上显示沉积旋回的最下部是灰色、灰绿色,具有微波层理的深湖泥灰岩沉积,三角洲沉积物覆盖在深湖软泥之上。垂向上的超负荷重力导致湖相软泥层发生扭曲,从而形成包卷构造(convolution structure)。水流的分选作用导致三角洲沉积颗粒为逆序旋回组合(由下向上为泥灰岩 - 泥质粉砂岩 - 细砂岩 - 粗砂岩 - 含砾砂岩)。在旋回顶部有少量细砾岩和透镜体砂岩,还具有河流冲刷构造特征,为河流沉积在三角洲顶积层上的的延伸。

由于幕次构造运动作用,湖盆下陷扩张,第Ⅱ阶段沉积开始。上一个沉积旋回中的三角洲顶积层和延伸出来的河流环境变成了深湖相沉积环境。伴随三角洲沉积,其底积层叠覆在深湖沉积层之上——重复上一个沉积旋回。

前一个沉积旋回顶部的河流冲积相沉积层被下一个旋回深湖相软泥沉积层超覆;而深湖相沉积层又被叠瓦状的三角洲沉积层覆盖。在这样一个深湖相 - 三角洲相 - 河流冲刷相交替的沉积环境最利于砂岩铜矿床的形成。

3.2.2　化学作用阶段

铜离子在水溶液中与 Cl^-、SO_4^{2-}、CO_3^{2-}、OH^-、Ac^- 等形成盐类溶液或胶体溶液被流水搬运[2]。在河水中氧和二氧化碳的分压(PO_2、PCO_2)较高,并且在流动过程中携带了大量的有机物。水介质呈弱酸性氧化环境,这时化学沉积比较困难,所以矿区绝大部分河流相沉积物中没有铜矿物出现。

河水注入到湖泊浅水区之后,流速减慢,随着碎屑物质的大量沉积,铁质以高价的形式迅速沉淀,而铜的硫酸盐和铜的络合物还是不易沉积,所以在条带状杂色微晶灰岩和砂岩中铜的含量很低。随着湖水的加深,此时水体环境较为稳定,悬浮在水中的有机质开始沉淀。由于湖水中的微生物对有机物进行分解,消耗了水体中大量氧气,还释放出大量的 H_2S,从而改变了水体的物理化学条件。具体表现在 pH 值的增高和 EH 值的降低,使沉积环境由弱酸性氧化条件逐渐向弱碱性还原条件过渡,此时硫酸铜溶液和含铜胶体溶液围绕小的质点(如砂粒、软泥、生物残骸等)进行聚集,从而吸附在这些颗粒上面形成大量沉淀,进而成为矿源层。

流水搬运下来的金属离子除 Cu 外,还含有 Ag、Pb、Zn、Fe 等其它金属离子。由于溶解度不同,在湖盆中会发生沉积分异,按照 Cu -Ag - Zn -Pb - Fe 的顺序沉积。

3.3　成岩期 - 成矿物质的活化转移及后生叠加改造再富集

在沉积期沉淀下来的松散沉积物空隙中含有大量的生物残骸和硫酸盐及含铜的络合物。在沉积物空隙中生活着大量的厌氧生物(在砂岩铜矿中发现了许多还原硫酸盐细菌化石),这些生物在分解有机物的同时还把硫酸盐(SO_4^{2-})还原分解,生成 H_2S。此时水体变成还原环境,从而促使金属元素迁移能力发生改变生成含 Cu_nS 的成矿溶液。这种含 Cu_nS 溶液只有在还原环境下才可能保留下来,经过生物长期富集作用,Cu_nS 溶液达到溶解饱和点发生沉淀。以辉铜矿的溶解反应活化能最低、黄铜矿次之,斑铜矿最大,因此矿源层含铜矿物的沉淀顺序为辉铜矿→黄铜矿→斑铜矿。生物对金属离子的迁移、富集、沉淀起着决定性作用。

沉积物空隙中不仅有硫化物,还有卤化物、碳酸盐等盐类,形成了 Na^+-Ca^{2+}-Cl^--SO_4^{2-} 型的盆地卤水,溶液中含盐度的增高,不仅能显著增高 Cu 的溶解度,形成稳定的铜络合物迁移,而且能显著加快铜矿物的溶解度,对 Cu 的溶解起催化作用。相反,溶液中含盐度的降低会导致 Cu 溶解度的显著降低和铜矿物的大量沉淀。铜离子在迁移中主要以络合物 $CuCl^0$、$CuCl_2^-$、$Cu(OH)_2^0$、$Cu(CO_3)^0$、$Cu(CO_3)_2^{2-}$ 的形式迁移[1]。铜络合物的活度随 pH 增高而显著减小,并于 pH=8 ~ 9 时到达极小值,然后又随 pH 增高而增大。pH 为 7 ~ 9 的弱碱性条件是最有利于 Cu 的沉淀成矿的与矿床条件吻合(图 9)。

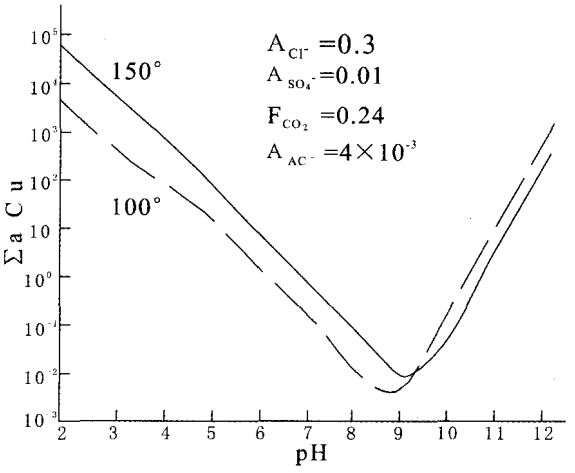


图 9　砂岩铜矿成矿流体中总铜活度与 pH 的关系(谭凯旋,1998[2])

Fig. 9　Relationship between total copper activity in ore-forming fluid of sandstone Cu deposit and pH value

万方数据

滴水砂岩矿区正处于干旱炎热的气候，导致湖水浓缩形成盐水湖泊，加强了铜的迁移速度。由于矿物溶解度的不同导致差异沉淀，形成碱式碳酸铜矿物，如：孔雀石[$CuCO_3(OH)_3$]、蓝铜矿[$2CuCO_3Cu(OH)_2$]、氯铜矿[$CuCl_2\cdot 3Cu(OH)_2$]、硅孔雀石($CuSiO_3\cdot 2H_2O$)矿物和石膏($CaSO_4\cdot 2H_2O$)、食盐(NaCl)等一系列矿物。这些沉淀盐类矿物沉淀在湖底，因此砂岩铜矿床与含膏盐层相伴生。

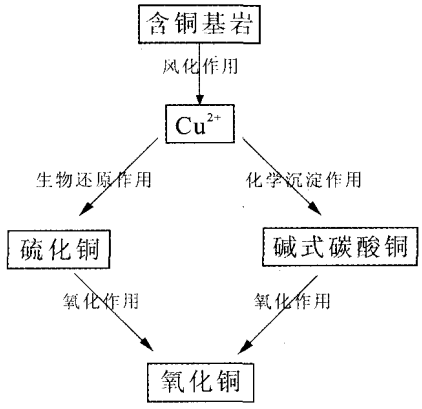


图10 滴水砂岩铜矿成矿机理图

Fig. 10 Metallogenic mechanism of Dishui copper deposit

该铜矿床研究表明，铜矿床产在碱性还原的浅水环境或强还原的深水环境。含矿地层的沉积环境具有特殊的氧化还原条件，是有效的金属沉淀的地球化学障(矿捕层)，含盐卤水是富含有机质的还原障，是富硫化物的硫化障等。

砂岩铜矿床初始是生物作用的含硫矿物(辉铜矿，黄铜矿、斑铜矿、铜蓝)和碱式碳酸铜矿物(孔雀石、蓝铜矿、硅铜矿、氯铜矿)，它们在遭受大气降水、O_2 和 CO_2 的作用下，发生分解氧化作用，形成了大量的铜的氧矿物。近地表的铜矿物氧化为赤铜矿和黑铜矿，辉铜矿可以直接氧化形成自然铜。后期改造是矿区矿物多样化的主要原因(图10)。

4 结 论

通过对滴水砂岩铜矿的研究可以看出，在一个多阶段多旋回的河湖相沉积地层中，单一的河流相沉积，对砂岩铜矿的形成是不利的，在河湖交替相沉积层中，才可能形成砂岩铜矿。至于铜矿体的富集则是需要成矿流体与岩石的相互作用才能出现，并受后期改造等多种因素影响，受着多种因素的控制，这些特征如下：

(1)滴水砂岩铜矿床产在塔里木盆地库车前陆坳陷盆地康春村红色砂岩建造中。

(2)砂岩型铜矿层主要产在深湖相－三角洲相－河流冲刷相交替沉积环境，为典型的层控型矿床。

(3)砂岩型铜矿床矿石具有浸染状、包卷构造，含矿沉积岩系中经常夹有蒸发岩系，主要产出环境是碱性还原条件的浅水湖泊和强还原的深水湖泊。

(4)含矿地层常常是有效的金属沉淀地球化学障(矿捕层)，如富含有机质的还原障，富硫化物的硫化障等。

(5)砂岩铜矿经历了“沉积－成岩－改造”成矿模式。在沉积期具有生物、化学双重成矿作用，经过后期成矿物质的活化转移及后生叠加改造再富集过程。

参考文献：

[1] 郭 全. 新疆滴水砂岩铜矿成矿特征与富集规律 [J]. 新疆有色金属，2007，36(B08)：12-15.

[2] 谭凯旋. 砂岩铜矿地球化学和成矿动力学 [M]. 北京：地震社出版，1998.

[3] 刘宝珺，余光明，魏沐潮，等. 岩相古地理学教程[M]. 成都：地质矿产部岩相古地理工作协作组办公室，1990.

[4] 王得林. 新疆古近纪和新近纪古地理 [J]. 新疆地质，2000，18(4)：352-356

[5] 杨瑞琰，马东升. 沉积盆地的成矿元素富集与成矿机制研究[M]. 武汉：中国地质大学出版社，2000.

[6] 何光玉，赵 庆，李树新，等. 库车盆地北部冲断带气源的构造地质学证据[J].北京大学学报(自然科学版)，2005，41(4)：570-576.

[7]冉崇英. 论东川－易门式铜矿的矿源与成矿流体[J].中国科学(B辑)，1988，18(12)：1305-1313.

(下转第220页)

万方数据

granitic rocks [J]. J Petrol, 1984, 25: 956–983.
[33] Batchelor R A, and Bowden P. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters [J]. Chemical Geology, 1985, 48(1–4): 43–55.
[34] 谢才富.海南岛海西期同逆冲侵入岩组合的厘定及其构造意义[D].南京:南京大学.2007.

Discrimination, Genesis and Tectonic Setting of Alkaline A–type Granite

ZHOU Zuo-min
(School of Earth Sciences, East China Institute of Technology, Fuzhou 344000, Jiangxi, China)

Abstract: Alkaline A-type granite (AAG) belongs to a subtype of A-type granitoids. The unique petrological feature, geochemical characteristics and formation tectonic setting of AAG is summarized to discuss the method for discriminate the AAG from other type granitoid, which are also making for the different opinions for the genesis and geodynamics of AAG, what need deeply research in the future.

Key words: alkaline A-type granites; discrimination criteria; material source; petrogenesis; tectonic setting

(上接第 190 页)

Geological Characteristics and Metallogenesis of Dishui Sandstone–type Copper Deposit, Xinjiang

HAN Wen-wen, TAO Xiao-feng, YUE Xiang-yuan
(College of Earth Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Dishui sandstone-type copper deposit, Xinjiang province, locates at Kuche foreland fault basin which lays northern margin of Tarim Basin. The copper ore-bodies are occurred in ineter-bedded lacustrine and fluvial gypsum-bearing sandstone formations, and are composition of three main ore-bearing strata, which contains more than 40×10^4 t copper reserve in total. Dishui copper deposit is a typical strata-bound deposit which in formed by "sedimentation-diagenesis-alteration" process: the ore source is concentrated by biological and chemical process in the sedimentary stage; and then the ore-forming materials are removed to the favorable space in the diagenesis process; lastly, the ore-bodies are formed by re-enriched process in the alteration stage. Copper ore-bodies are occurred in multiple sedimentary environment of inter-bedded deep-lake facies, delta facies and fluvial facies, where existing the effective metal precipitation geochemical barrier, organic material-rich reducing barrier and sulfide-rich sulfuration barrier.

Key words: sandstone-type copper deposit; geological characteristics; strata-bound deposit; ore genesis; Dishui area, Xijiang province

万方数据