维普资讯 http://www.cqvip.com

青海锡铁山矿区滩间山群新认识

樊俊昌[1], 李 峰[2]
(1. 西部矿业股份有限公司, 西宁 810001; 2. 昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650093)

[摘 要]锡铁山滩间山群是重要的含矿火山—沉积建造。基于野外地质特征、古生物组合、同位素年龄、构造—热事件和火山—沉积演化等的综合分析, 文章认为滩间山群形成于早—晚奥陶世, 并重新厘定了4个(构造—)岩石地层单位。新建层序反映柴北缘早古生代经历了大陆裂谷开合演化过程。

[关键词]滩间山群 时代 层序 锡铁山 柴达木北缘
[中图分类号]P534.4 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2006)06-0021-05

柴达木盆地北缘(简称柴北缘)吉绿素—锡铁山出露一套呈北西西向展布的早古生代浅变质海相火山—沉积岩系, 称滩间山群(图1), 其中的沉积—热水沉积岩组是锡铁山超大型铅锌矿床的含矿围岩。近年, 随着锡铁山矿区找矿的不断突破, 滩间山群地层的划分及其时代等关键基础地质问题也倍受关注。文章根据几年的野外调查和资料综合分析, 重新认识滩间山群。

1 锡铁山"滩间山群"划分沿革

滩间山群的研究始于20世纪50年代初对锡铁山铅锌矿床的勘查。最初曾将矿区含矿绿岩系称为"锡铁山群", 时代归元古宙。1980年青海省地矿局第一区调队在1:20万马海幅区域地质调查时, 建立"滩间山群"(O_3tn)地方性地层单位, 在大柴旦镇滩间山联合沟测制了一条浅变质海相火山岩、碎屑岩夹生屑灰岩的地层剖面, 由上至下分为5个岩组[1]: ⑤顶部碎屑岩组; ④上部火山岩组; ③中部片状砾岩组; ②下部火山岩组; ①下部碎屑岩夹灰岩组。因在①岩组灰岩夹层中采到珊瑚、腕足化石, 将时代定为晚奥陶世。

其后, 《青海省区域地质志》(1991)[2]将"滩间

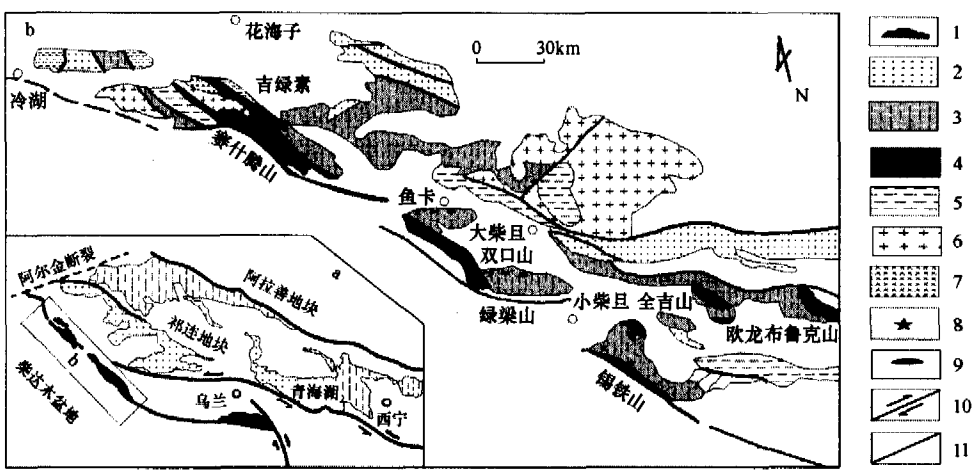

图1 柴北缘滩间山群分布简图

1—超高压变质带; 2—前寒武系; 3—元古宇达肯大坂群; 4—滩间山群; 5—上古生界; 6—花岗岩; 7—辉长岩; 8—榴辉岩; 9—超基性岩; 10—走滑断层; 11—逆冲断层

[收稿日期]2006-07-24; [修订日期]2006-08-05; [责任编辑]曲丽莉。
[基金项目]"十五"国家科技攻关项目(编号: 2003BA612A-04)和西部矿业股份有限公司科技项目联合资助。
[第一作者简介]樊俊昌(1962年—), 男, 1983年毕业于中南大学, 获学士学位, 高级工程师, 现主要从事找矿勘探、矿产技术经济评价等方面的研究及管理工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

山群"涵义进一步扩大，包含了前人建立的赛什腾山群、阿斯扎群、锡铁山群中的浅变质火山岩系及沙柳河群上亚群，时代归属晚奥陶世—志留纪。

1988 年青海省第五地质队在 1:5 万锡铁山幅、全集河幅区域地质调查时，沿用"晚奥陶世"观点，将锡铁山矿区滩间山群剖面当作简单的单斜构造层，由北东向南西逐渐变新，划分出 4 个岩性组[3]：④上部中基性火山岩组（O_3tn^d，又称 d 岩组），进一步为顶部基性熔岩段（O_3tn^{d-4}）；上部中基性火山碎屑岩段（O_3tn^{d-3}）；正常碎屑沉积岩段（O_3tn^{d-2}）；下部中基性火山碎屑岩段（O_3tn^{d-1}）。③紫红色砂岩组（O_3tn^c，又称 c 岩组）。②中基性火山碎屑岩组（O_3tn^b，又称 b 岩组）。①下部火山—沉积岩组（O_3tn^a，又称 a 岩组），分为两个岩性段：上部正常沉积岩段（O_3tn^{a-2}，主要赋矿层位）；下部基性和酸性火山岩互层段（O_3tn^{a-1}）。

此后，邓吉牛（2002）[4]将锡铁山矿区紫红色砂岩组（O_3tn^c）放到滩间山群最底部；李怀坤等（1999）根据变英安岩单粒锆石 U－Pb 测年为（486±13）Ma，认为锡铁山地区的滩间山群时代为早奥陶世[4]。

总体看，20 世纪 80 年代以来，在涉及锡铁山滩间山群时，多数文献沿用"晚奥陶世"观点和"四岩组"划分方案。

2 滩间山群地层划分的新思考

20 世纪 90 年代末以来，随着锡铁山矿区找矿工作的不断深入，许多专家都认识到矿区的地层叠置关系并非简单的单斜构造。提出复式向斜[6]、倒转背斜[7]、褶叠层[8]、"口袋状"倒转向斜[4]等多种认识。近两年，锡铁山矿区深部找矿工程已证实复式倒转向斜构造的存在。

在收集分析前人资料的基础上，作者首先通过实测锡铁山沟滩间山群剖面，用构造—地层和火山—沉积学方法划分岩性层（段），分辨岩性段的上、下关系，初步确定矿区地层层序后，又对柴北缘滩间山群的建群剖面及万硐沟、公路沟等剖面进行详细观察与对比，认为过去对滩间山群的划分，值得重新考虑的至少有以下几点：

1）原建组剖面中各岩性组之间的整合接触关系和单斜构造的认识不可靠。野外调查表明，无论是上述的"五岩组"建组剖面还是"四岩组"建组剖面，均强烈变形，褶皱（挠曲）、逆冲断层和韧性剪切带发育，各岩组间多为断层接触，形成"构造岩片"叠置，层序十分复杂。

2）滩间山群中部的紫色片状砂砾岩组（或 O_3tn^c 岩组），不是呈单斜状整合于上、下火山岩组（或 b、d 岩组）之间。在滩间山万硐沟一带发现其以明显的角度不整合超覆于原 O_3tn^b 岩组之上（图 2），接触面波状起伏，O_3tn^c 紫色砂砾层向北西方向逐层超覆，底砾岩中含下伏 O_3tn^b 岩组中的褐色铁锰质大理岩砾石，并发育下粗上细的粒序层。

近两年，在锡铁山矿区 9 线、13 线等深部勘查工程也揭示了类似现象。如 9 勘探线中，发现原 O_3tn^c 紫色砂岩组向下深延 700m 后，逐渐变薄，如楔形岩片，有尖灭的趋势；沿倾向方向，紫色砂岩组覆盖在含矿岩组（原 O_3tn^a 岩组）的不同岩性层上，可以是大理岩、火山岩，甚至直接与矿层接触，接触面上可见紫色砾岩层。反映含矿岩系形成后，曾遭受过剥蚀，紫色砂岩组（原 O_3tn^c）以不整合覆盖其上。

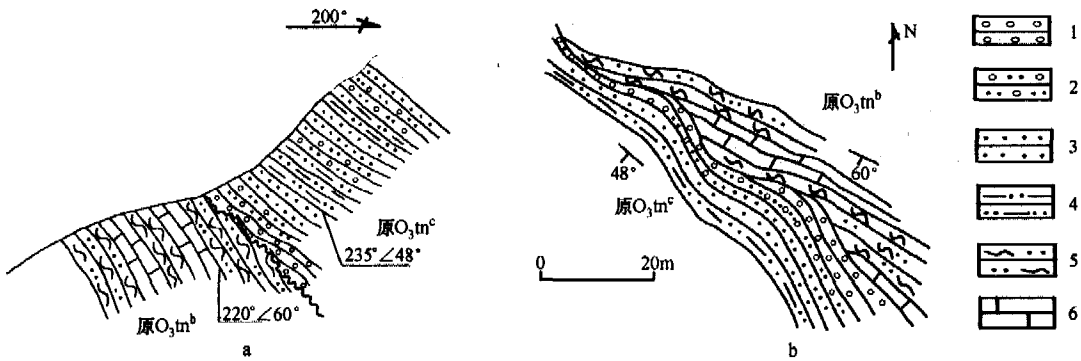

图 2 万硐沟 O_3tn^c 与 O_3tn^b 之间的角度不整合

1—紫色底砾岩；2—紫色含砾砂岩；3—紫色砂岩；4—紫色泥质粉砂岩；5—灰绿色绿泥绿帘石英片岩；6—褐色薄层铁锰质大理岩

维普资讯 http://www.cqvip.com

3) O_3tn^c 岩组的变质程度很低,仅达千枚岩—板岩相,片理化弱,原岩结构构造十分清晰。其上、下火山岩组(b、d 岩组)变质达绿片岩相,原岩结构构造残存极少。二者应为不同构造期的产物。

在锡铁山沟剖面中段采集紫红色千枚岩一组,获得 Rb－Sr 等时线年龄(313 ±1)Ma(图3),在中石炭世范围。该数据虽不能说明 O_3tn^c 紫色层的确切成岩年龄,从样品经历千枚岩相变质分析,应代表变质年龄,与柴北缘海西期造山作用有关。但至少说明,该岩组未经历滩涧山群主变质期(晚加里东期)构造—热事件,是主变质期之后的产物。

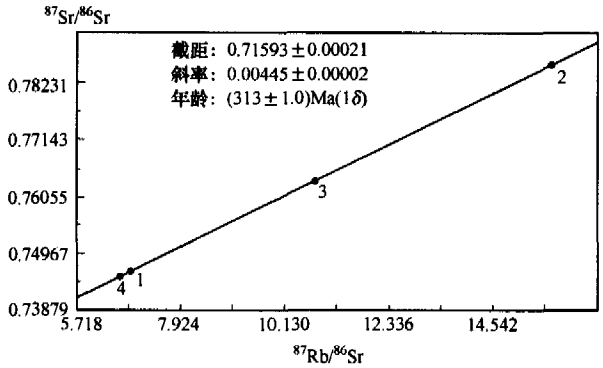

图3　锡铁山紫色千枚岩 Rb－Sr 等时线年龄图

因此,原 O_3tn^c 紫色层的原始层序只可能在滩间山群之上,应与滩间山群分离,其层位需修正。

4) 岩性组合对比分析发现,柴北缘区域上的 O_3tn^b 岩组厚 1800～2000m,为中基性火山凝灰岩、安山岩、安山玄武质熔岩夹沉积岩,延伸稳定,它与锡铁山矿区 O_3tn^{d-3-4} 的岩性组合(中基性凝灰岩、安山岩、安山玄武熔岩夹沉积岩)及变化完全相似,仅厚度稍小(908.19m),可以对比,应为同一层位。

锡铁山矿区的 O_3tn^b 岩性组,受断层影响地表出露宽度仅 20～50m,主要为一套灰绿色绿泥(石英)片岩夹薄层大理岩。近年,10 余个钻孔揭露到其深部的变英安流纹质火山碎屑岩。在矿区东段绿石岗一带原 O_3tn^b 中也发现变玄武质凝灰岩—变英安流纹质火山岩组合岩性剖面,厚约 40m,具有与 O_3tn^{a-1} 相同的双峰式火山岩特征。

详细对比还发现,锡铁山矿区的 O_3tn^b 与 O_3tn^{d-1}、O_3tn^{a-2} 与 O_3tn^{d-2} 分别为对应的岩性组。

3　滩间山群时代新厘定

自将滩间山群划归晚奥陶世以来,一些学者在解释柴北缘早古生代陆壳拉开→沉积海盆形成→海盆碰撞闭合的大地构造演化过程[9]、巨厚火山—沉积建造[8,10]、超大型铅锌矿床成矿期等的时间问题时[11-12],均限制在短短的晚奥陶世(约 20Ma)"速成",令人难以理解。

为确认滩间山群的时代,作者从以下方面开展综合研究。

3.1　古生物组合的依据重新梳理

对 20 世纪 80 年代以来区调工作发现的和零星论文上发表的滩间山群中的化石,重新逐一核查,归纳整理结果见表1。表中绝大部分化石为只能鉴定到"属"的非"标准化石"。这种情况下,宜用化石组合带或顶峰带时限确定地层时代。如此,滩间山群 O_3tn^{a-1} 岩组的化石组合带时限应为早奥陶世至晚奥陶世,顶峰带时限至少应为中奥陶世。

表1　滩间山群中的化石及其时代分布表

化石名称	采集位置	时代分布					参考资料
		O_1	O_2	O_3	S_1	S_2	
Agetolites cf. multitabula Lin 多板阿盖特珊瑚(近似种)	滩间山地区滩间山群 a 岩组下部灰岩(原 O_3tn^{a-1})						[1]
Orthis sp. 正形贝							[1]
Favistella sp. 蜂房星珊瑚							[1]
Plasmopofella sp. 似网膜珊瑚							[1]
Dalmanella sp. 德姆贝							[1]
Orthambonites sp. 直脊贝							[1]
Ambalodus cf. triangularis Bransan And Mehl 三角脊牙形刺(近似种)	锡铁山矿区 I 矿带底含硅泥质大理岩(原 O_3tn^{a-2})						[10]
Paleadithostrotion sp. 古石柱珊瑚	锡铁山矿区 17 线灰白色大理岩转石(原 O_3tn^{a-2})						[2]

表中时代意义相对较明确的化石是直脊贝和古石柱珊瑚,分别为中奥陶世和晚奥陶世化石。

原定年的另一重要依据是在锡铁山矿区 I 矿带底含硅泥质大理岩(原 O_3tn^{a-2})中发现三角脊牙形

维普资讯 http://www.cqvip.com

刺化石[10]。一般情况下,牙形刺组合才有明确的时代意义,单个化石只能参考。实际上,这一牙形刺化石,时代分布为整个奥陶纪。而且,邬介人[11]在同篇论文中首次公布的滩间山群下部火山岩(O_3tn^{a-1})全岩 Rb - Sr 等时线年龄为 464.6Ma,在中奥陶世范围。

从已采集到的古生物化石组合看,滩间山群沉积岩部分的形成时代至少应为中奥陶世至晚奥陶世,将滩间山群时代全归晚奥陶世并不恰当。

3.2 柴北缘早古生代构造—热事件

滩间山群是裂谷在扩张→闭合演化过程中的产物,对裂谷演化过程中的热事件分析,也可为滩间山群的形成时代提供佐证。

据近年研究资料[9],柴北缘早古生代变质带及其旁侧的达肯大坂群片麻岩中存在 3 种早古生代花岗岩组合,揭示了柴北缘有 3 次重大构造—热事件,平均时间大致为 473Ma、446Ma 和 397Ma。其中 Ⅰ 类花岗质岩浆作用于陆缘裂谷环境,与柴北缘超高压榴辉岩的退变质作用时代(494Ma)大致相同;Ⅱ 类花岗质岩浆作用形成于陆缘裂谷挤压—同碰撞环境;Ⅲ类花岗质岩浆形成于碰撞后环境,代表造山带形成时期的产物。滩间山群应是这一过程的地层记录。

3.3 滩间山群同位素年龄

近十几年来,滩间山群的同位素年龄数据也不断增多,主要有:

1) 邬介人等(1987)[11]测得锡铁山下部火山岩(原 O_3tn^{a-1})全岩铷锶法等时线年龄值为 464.6 Ma。

2) 1:5 万锡铁山幅区调报告中[3],测区 a 岩组(O_3tn^a)铷锶法同位素年龄为 4.62 亿年,钾氩法同位素年龄 3.57 亿年。

3) 李怀坤(1999)[5]获得锡铁山地区滩间山群的中酸性火山岩的锆石 U - Pb 年龄为(486 ± 13) Ma[4]。

4) 张德全(2001)[13]测得侵入滩间山群 b 岩组的团鱼山花岗闪长岩铷 - 锶年龄为(492.43 ± 34.1)Ma[12],并认为滩间山地区 a 岩组安山质火山岩 K - Ar 法年龄[(415.19 ± 7)Ma]代表变质年龄。

5) 史仁灯(2004)[9]测得吉绿素、双口山滩间山群玄武安山岩中的锆石 LA - ICP - MS 平均年龄为(514.2 ± 8.5)Ma。

6) 中国地质大学张德会等(2004)[5]对锡铁山硫化物矿体进行年代学研究,得出 Ⅰ 矿带层状硫化物 Rb - Sr 等时线年龄为(416 ± 39)Ma,Ⅱ 矿带硫化物 Rb - Sr 等时线年龄为(304.4 ± 5.1)Ma。从地质情况分析,Ⅰ 矿带矿体的同位素年龄应与地层年龄相近,Ⅱ 号矿体同位素年龄应与中石炭世的后期改造成矿作用有关。

从滩间山群成岩及变质年龄与柴北缘早古生代构造—热事件对应关系分析,滩间山群火山—沉积建造形成时代与早古生代大陆边缘裂陷→碰撞造山构造—热事件时间对应较好。

滩间山群的古生物化石组合、同位素测年数据和构造 - 热事件的相互佐证,可以得出结论:滩间山群的主体时代至少应为整个奥陶纪;其中的锆石年龄可以代表成岩早期年龄,全岩 Rb - Sr 等值线年龄代表晚期或主体年龄,K - Ar 法年龄应代表变质年龄;(496 ~ 440)Ma 应为滩涧山群形成的总体年龄区间。

值得一提的是,滩间山群下部与元古宇达肯大坂群之间均为断层接触,未见底,二者间的过渡层退色带(碎屑岩)有可能延伸到晚寒武世。同样,滩间山群上部亦未见顶。若考虑古生物化石 Agetolites sp 的时限和相邻的南祁连洋在中寒武世打开、志留纪末封闭的大地构造演化过程,滩间山群时代有可能延至早志留世,这有待更深入研究。

4 滩间山群层序新厘定

由上可见,锡铁山矿区滩间山群的含义已发生了重大变化。但考虑"滩间山群"地层名称已通用较长,有地域代表性,废其而立新不必要,可暂保留,作为高级别岩石地层单位继续使用。文章按岩石组合特征,对其层序作重新厘定(表 2):

1) (下部)火山碎屑岩组($O_{1-2}t^h$):由原 O_3tn^{a-1}岩性段与锡铁山矿区原 O_3tn^b 岩性组构成,原岩为基性火山岩、中酸性火山熔岩、火山碎屑岩及沉积岩组合。代表活动陆缘裂谷强烈拉张、裂陷阶段的建造组合,是不稳定海进阶段的产物。

2) (中部)沉积岩组(O_3t^c):由原 O_3tn^{a-2}岩性段和 O_3tn^{d-2}岩性段组成,为热水沉积岩及沉积岩组合。代表沉积海盆相对稳定发展期的建造组合,是主要含矿层位。

3) (上部)熔岩次火山岩组(O_3t^y):与柴北缘区域上的 O_3tn^b 岩性组与锡铁山矿区原 $O_3tn^{d-3\sim4}$岩性组相当,主要为中基性火山碎屑岩、熔岩,夹沉积岩组合,见部分中基性次火山岩。代表柴北缘早古生代海盆逐渐挤压闭合阶段的火山—沉积建造组合。

维普资讯 http://www.cqvip.com

此外,将原滩间山群 O_3tn^c 紫红色碎屑岩组,从滩间山群中剔除,按岩性组合单独建组,称为(紫色)砾岩碎屑岩组(S_1^1),时代暂归早志留世。它代表柴北缘早古生代陆缘裂谷碰撞封闭过程中的前陆盆地红色碎屑岩建造,具下部较细、上部较粗的特点。

表2　滩间山群综合层序划分表

组名		代号	建群依据		相当于原滩间山群的岩性组
			岩性组合	其他	
(阿木尼克组)		D_3^a	陆相磨拉石建造		
砾岩碎屑岩组		S_1^1	紫色浅变质碎屑岩组合	角度不整合,变质年龄313Ma	O_3tn^c
滩间山群(Ot)	熔岩次火山岩组	O_3t^y	安山玄武质火山熔岩、碎屑岩+沉积岩组合		区域 O_3tn^b 锡铁山 O_3tn^{d-3-4}
	沉积岩组	O_3t^c	热水沉积岩+碳酸盐岩及铅锌矿体	古生物化石(O_3)、矿体同位素年龄416Ma	O_3tn^{a-2}、O_3tn^{d-2}
	火山碎屑岩组	$O_{1-2}t^h$	英安流纹质及基性火山熔岩碎屑岩+沉积岩组合	同位素年龄(464.6~486)Ma、古生物化石(O_2)	O_3tn^{a-1}、O_3tn^{d-1} 锡铁山 O_3tn^b
(达肯大阪群)		Pt_1dk	片麻岩、二云斜长片岩		

新厘定的层序中,(下部)火山碎屑岩组→(中部)沉积岩组是海进岩系,(上部)熔岩次火山岩组与砾岩碎屑岩组总体属海退岩系。整个火山—沉积建造序列大体反映了柴北缘早古生代陆缘裂谷从扩张、下陷沉积→形成沉积海盆、喷流沉积成矿→挤压闭合的区域构造演化过程。晚泥盆世的阿木尼克组(D_3^a)为下粗上细的复成分暗紫红色碎屑堆积,代表碰撞造山后山前凹陷盆地的磨拉石建造。

研究工作得到西部矿业公司的大力支持与资助,邓吉牛总地质师等对工作给予了许多具体指导与帮助,谨此致谢!

[参考文献]

[1] 青海省地质局. 1/20万区域地质调查报告(大柴旦幅、达布逊湖幅、马海幅、怀头他拉幅、德令哈幅)[R]. 1980.
[2] 青海地质矿产局. 青海省区域地质志[R]. 1991.
[3] 青海省地质局. 1/5万区域地质调查报告(锡铁山幅、全集河幅)[R]. 1988.
[4] 邓吉牛. 锡铁山地区铅锌矿床地质找矿研究进展[R]. 2002.
[5] 李怀坤,陆松年,赵凤清,等. 柴达木北缘新元古代重大地质事件年代格架[J]. 现代地质,1999,13(2):224-225.
[6] 赵凤清,郭进京,李怀坤. 青海锡铁山地区滩间山群地质特征及同位素年代学[J]. 地质通报,2003,22(1):28-31.
[7] 袁奎荣,肖垂斌,陈儒庆. 青海锡铁山隐伏矿床预测[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1996.
[8] 汪劲草,黄永平,傅　锐. 对青海锡铁山矿区几个关键地质问题的认识[J]. 矿产与地质,2000,14(1):11-15.
[9] 史仁灯,杨经绥,吴才来,等. 柴北缘超高压变质带中岛弧火山岩[J]. 地质学报,2004,78(1):52-56.
[10] 孙延贵,郝维杰,韩英善,等. 柴达木盆地东段托莫尔日特似蛇绿岩岩石组合特征[J]. 中国区域地质,2000,19(3):258-264.
[11] 邬介人,任秉琛,张　莓,等. 青海锡铁山块状硫化物矿床的类型及地质特征[J]. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,1987,20:1-30.
[12] 赖绍聪,邓晋福,赵海玲. 柴达木北缘奥陶纪火山作用与构造机制[J]. 西安地质学院报,1996,18(3):8-14.
[13] 张德全,丰成友,李大新,等. 柴北缘—东昆仑地区的造山型金矿床[J]. 矿床地质,2001,20(2).
[14] 王惠初,陆松年,袁桂邦. 柴达木盆地北缘滩间山群的构造属性及形成时代[J]. 地质通报,2003,22(7):487-493.
[15] 张德会. 锡铁山铅锌矿同位素年龄测定及矿床成因探讨[R],2004.

REVISION ON TANJIANSHAN GROUP IN THE XITIESHAN MINE, QINGHAI PROVINCE

FAN Jun-chang[1], LI Feng[2]

(1. *Western Mining Company, Xi'ning* 810001;

2. *Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming* 650093)

Abstract: Tanjianshan group distributed in the northern margin of the Qaidam basin is an important ore-bearing volcanic-sedimentary formation of the Early Palaeozoic. Combined with analyses of field geological features, palaeontological association, isotope ages, tectono-thermal events and volcanic-sedimentary evolution, it is confirmed that Tanjianshan group, formed in the early-late Ordovician, can be divided into four (tectono-) lithostratigraphic units. According to the new sequence of Tanjianshan group, it is also suggested that an opening-closing evolution cycle of intracontinental rife took place during Ordovician in the region.

Key words: Tanjianshan group, age, sequence, Xitieshan, northern margin of Qaidam basin