第 28 卷 第 1 期　　化 工 矿 产 地 质　　Vol.28 No.1
2006 年 3 月　　GEOLOGY OF CHEMICAL MINERALS　　Mar.2006

会泽超大型富锗铅锌矿床地质特征及成因研究

薛步高*

云南省经济委员会，云南昆明，650011

提　要　会泽铅锌矿区位于拗陷背景内的长期隆起－张裂构造环境之中，有良好的导矿与输矿－容矿断裂网；有多层供矿矿源层，矿源丰富。华力西期幔源玄武岩浆喷发，除本身带来部分深源矿质，并对矿源层改造、萃取矿质，形成第一期火山热液贫矿化。因广泛存在与酸性岩有关的伴生元素组合和锗的富集，加之铅同位素模氏年龄、包体测温二组数据、上贫下富两类不同硫化矿石的存在等证据，推断深部存在燕山期与热液叠加矿化有关的酸性岩体。从而在构造简单、岩性单一，又无岩浆出露的扬子准地台区产出超大型会泽富锗铅锌矿床。

关键词　成矿背景　矿床特征　成因　讨论

中图分类号：P618.43+P618. 42+P618.75　　文献标识码：A　　文章编号：1006-5296（2006）01- 0015-12

会泽富锗铅锌矿，是近年老矿山深部找矿取得重大突破的典范之一。使原有的大型矿床，一跃而成超大型特富矿床（Pb+Zn 含量大于 30%）。据统计全世界超大型锌矿 12 处，铅矿 11 处。中国的金属矿床仅有不超过 8%～10% 的大型-超大型矿床，却给国家提供所需 80% 的金属量（裴荣富，1994）。超大型矿床的产出，突出其“点型”分布特征（涂光炽，1989），经常表现为与壳幔运动不同步有关的不寻常的金属异常场（裴荣富，1990），其巨量金属堆积，需要一个巨大的岩浆-流体成矿系统来供给和支持（邓晋福等，1999）。对超大型矿床的研究，要从地质历史演化分析入手，深入研究其成矿背景、成矿场、成矿相和矿床的综合特征（裴荣富，1997）。笔者拟从这个角度，探讨超大型会泽锌（铅）-锗矿床的成因与远景。

1 区域成矿地质背景

1.1　深断裂控矿

会泽矿（含贵州银厂坡）位于扬子准地台内滇-黔台拗区中的宣威-黔中拱褶束内。西侧小江岩石圈多旋回深断裂（F_6），距矿区平距 70km，是主要的导矿断裂。与其相沟通的新山-者海断裂（F_5），寻甸-阿都断裂（F_4），组成北东向矩形控矿断裂网（4250km^2）。矩形内的北东向矿山厂-白龙潭（F_1）、麒麟厂-板栗树（F_2）与银厂坡-海戛（F_3）三条逆断层-背斜（拖曳）构造带（图 1），是重要的输矿、储矿构造。

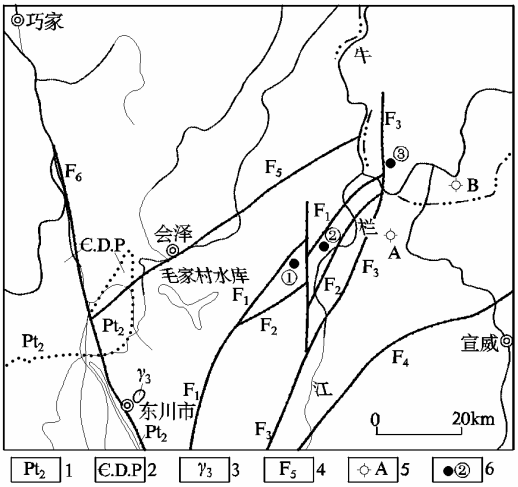

图 1　会泽铅锌矿区域构造简图

Fig.1 Areal structure diagram of Huize lead-zinc deposit

1. 中元古界；2. 寒武系、泥盆系、二叠系未分；3. 加里东期花岗岩；4. 控矿断裂及编号（F_1～F_6）；5. 火山口及编号：A-大井火山口，B-居乐火山口；6. 矿床：①-矿山厂，②-麒麟厂，③-银厂坡

* 作者简介：薛步高(1932～)，男，地质勘探专业，教授级高级工程师
收稿日期：2005-03-21；改回日期：2005-12-16

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.2 张裂与幔隆

由于矿区位于攀西裂谷系东侧（小江深断裂为其组成部分），矿区深部构造的演化、发展受其制约。当加里东期裂谷系处于“裂前成穹”期时，矿区深部出现“昭通-弥勒硅镁层隆起”（陈元坤，1982），导致中寒武统—下泥盆统厚达 3823m（时间长达 127Ma）地层的缺失。由上震旦统灯影峡阶（底界）至上二叠统峨眉山玄武岩（底界）实际出露厚 2028～3118m（应有全厚为 5851～6941m），表现为海西期玄武岩热幔柱上涌-喷溢的前奏，同时也为深部矿液上升至下石炭统摆佐组（C_1b）、上泥盆统宰格组（D_3zg）容矿层，提供了快速通道。Olson and yuen（1991）认为玄武岩可能属地幔热柱产物，而近年确实在丽江玄武岩底部发现两处苦橄质熔岩（麦美奇岩）产地，其重要意义在于“证明峨眉山玄武岩地幔柱的存在，并对与其有关的成矿作用提供依据”[1]。攀西裂谷系在海西期的鼎盛张裂期，喷出-侵入大量暗色基性岩，矿区则沿小江深断裂及其矩形断裂网喷溢幔源玄武岩面积达 4.2 万 km^2。小江深断裂西侧厚达 2700m，东侧厚 350～600m，矿山厂矿区仍厚达 1300m。在矿山厂 NEE 20km 的会泽县大井与银厂坡 SE 25km 的威宁县居乐，尚残留二处火山口[2]，说明矿区位于火山喷溢的中心区内。据玄武岩同位素年龄为 288.26Ma（刘杖，1982）与 267Ma（周朝宪，1996），其喷溢时间为早二叠世末至晚二叠世，与矿石铅同位素年龄（253Ma，麒麟厂，314 队，1976；251Ma，下寒武统鱼户村组，银厂坡，314 队，1981）接近，说明海西期火山热液成矿作用的存在，最终导致滇东北各铅锌矿床（点）的分布，均在上二叠统峨眉山玄武岩分布范围之内，其矿化层位均在上二叠统峨眉山玄武岩覆盖层之下的上震旦统灯影峡阶-下寒武统鱼户村组-上石炭统马平阶众多碳酸盐地层之内的格局。

1.3 多层位矿化

柳贺昌在其专著（1999）中提出：滇东北铅锌矿区在会理群天宝山组—下三叠统飞仙关组内，共存在 12 个矿源层，其中以渔户村组（ $_1y$）、筇竹寺组（ $_1q$）、灯影组（Zb*dn*）最为重要。

笔者认为：提出多层矿源层，不如提出多层位矿化更为实际。因为由 Zb*dn*-P_1m 各层位丰度值 Pb 9×10^{-6}～211×10^{-6}，Zn 15×10^{-6}～1318×10^{-6}（柳贺昌 1999 与有关 1∶20 万区测报告数据的平均值），与华夏壳丰度 Pb 5×10^{-6}，Zn 68×10^{-6}（黎彤，1999）和世界碳酸盐岩丰度 Pb 9×10^{-6}，Zn 20×10^{-6}（涂里干与费德波，1961）相比较，并不具异常。而且，碳酸盐岩并非理想矿源层，其所含 Pb、Zn 丰度，仅相当粘土所含丰度（Pb 80×10^{-6}，Zn 165×10^{-6}，涂里干与费德波，1961）的 1/9（Pb）与 1/8（Zn），而且不易再释放出来。相反，在遇到外来成矿流体时，与其相反应，使矿质沉淀下来，最终导致在滇东北形成 Zb*dn*（大兑冲）、 $_1y$（茂组）、 $_2$－ $_3$、（乐可坝）[$_2$－ $_3$在矿区缺失，但在川滇交界的盐津乐可坝 $_2$－ $_3$娄山关群白云岩（316m），产出 Pb、Zn 矿床]、D_2（乐马厂）、D_3（毛坪）、C_1b（会泽矿）、C_3mp（银厂坡）、P_1m（富乐厂）多层位矿化的格局，其中以 $_1y$、C_1b、D_3、C_3最具工业价值。

2 矿床地质特征

会泽铅锌矿赋存层位及分布状况见图 2、3。

2.1 容矿层位及其岩性特征

主要容矿层下石炭统摆佐组（C_1b），矿山厂厚 57.60m，原始岩性为灰岩（CaO 53.595%、MgO 0.25%、有机质 0.08%～0.13%）夹钙质白云岩。燕山期岩浆热液叠加矿化，使之发生粗晶白云石化（0.74～1.48mm），形成多孔隙（3%～10%），去有机质（残留 0.07%～0.01%）的“灰色白云岩”（围岩蚀变及其找矿意义，1956）。蚀变白云岩中尚残留多层未蚀变的灰岩（矿山厂）。原生的隐晶质含铁“红色白云岩”，与砂岩铜矿中一般不含铜，由 Fe^{3+}氧化形成的“紫色层”相似，不含矿。次要容矿层上泥盆统宰格组（D_3zg），矿山厂厚 32.90～58.80m，原始岩性为隐晶质白云岩夹灰岩、泥质白云岩，同样蚀变为中—粗晶“灰色白云岩”，但不如 C_1b 组强烈。第三容矿层上石炭统马平阶（C_3mp），矿山厂厚 59m，原始岩性为灰岩夹

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

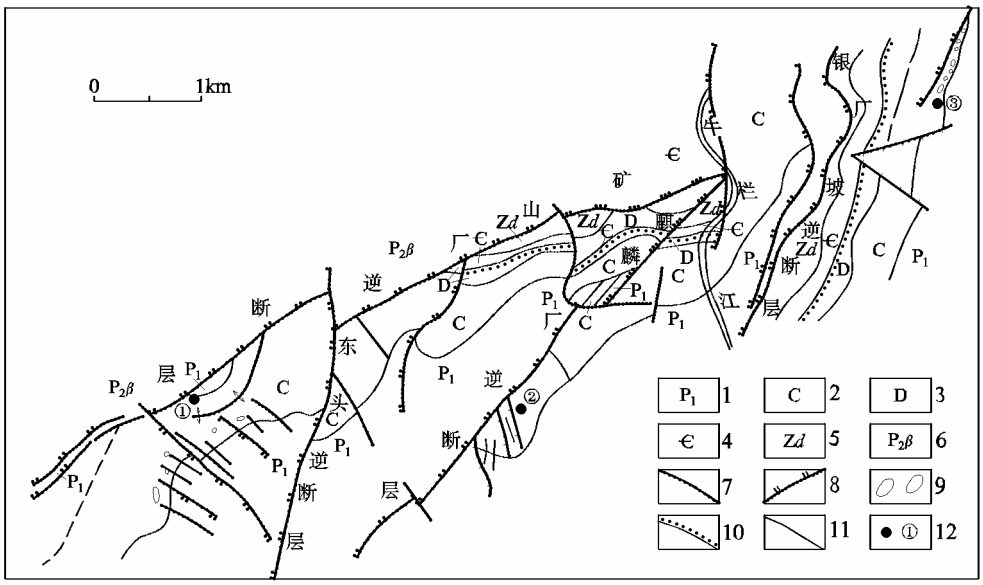

图 2　会泽铅锌矿地质简图

Fig.2 Geologic diagram of Huize lead-zinc deposit

1. 下二叠统灰岩；2. 石炭系灰岩；3. 泥盆系砂页岩、灰岩；4. 寒武系砾状矿岩、页岩；5. 上震旦统灯影峡组灰岩；6. 峨眉山玄武岩；7. 正断层；8. 逆断层；9. 矿体；10. 假整合面；11. 地质界线；12. 矿床位置及编号：①-矿山厂，②-麒麟厂，③-银厂坡

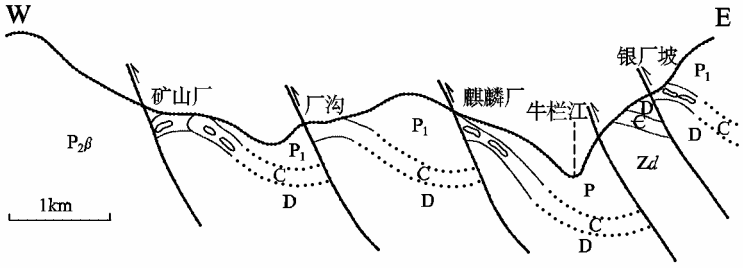

图 3　矿山厂-银厂坡构造剖面示意图

Fig.3 Sketch map of structure section of Kuangshanchang Yenchangpuo

（图例同图 2，C 层中的长圈代表矿体分布）

生物灰岩，在银厂坡为块状灰岩，除蚀变为“灰色白云岩”外，并叠加铁锰碳酸盐化，与大型乐马厂银矿（Fe_2O_3 13.15%、MnO 5.16%）相似。蚀变白云岩化学成分对比，详见表 1。

表 1　蚀变白云岩化学成分（%）对比表

Table 1 Chemical composition correlation table of alteration dolomite（%）

矿 床	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	MnO	TiO_2	K_2O	Na_2O	P_2O_5	备 注
矿山厂（C_1b）	0.98	0.36	31.53	20.19	0.32	0.25	0.14	0.017	0.12	3.37	0.013	参考文献[2]
麒麟厂（C_1b）	1.06	0.68	31.78	19.83	/	/	/	0.03	0.28	0.04	0.007	参考文献[2]
银厂坡（C_3mp）[1)]	1.15	0.47	25.04	17.62	10.57	0.15	0.60	0.03	1.11	7.32	0.027	贵州有色二队，1991

注：1）陈大等（2001）确定容矿层为 C_3mp 阶，贵州有色二队（1991）确定为 C_2h（滑石板组）与 C_2d（达拉组）；柳贺昌（1999）仍确定为 C_1b 组（主）与 D_3zg 组

2.2　矿体地质特征

2.2.1　矿山厂　矿化发育在矿山厂-白龙潭逆断层-背斜（拖曳）带（F_1）上盘，含矿层以摆佐组蚀变白云岩为主，宰格组蚀变白云岩为

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

次。矿化受层间滑动面和地层转折部位控制，呈大小不等沿层扁豆状矿体，共圈定 260 个矿体。其中 1#主矿体，长 223m，斜深 1050m，水平厚 29m，含 Pb 5.49%，Zn 9.94%；13#为第二大矿体，长 239m，斜深 192m，垂厚 21m，含 Pb 2.46%，Zn 11.37%。以 NW 向 F_4横断层为界，其 SW 以 1#为主的矿群，统称 1#矿群；其 NE 以 13#为主的统称 13#矿群，过去 1#主矿体只勘探至 1920m 高程，近年至深部 1825～1648m 高程，发现块状富矿，已由会泽铅锌矿提交“1#矿深部储量报告”（2002，11），新增 Pb+Zn 资源量 90 万 t，Pb+Zn 含量大于 30%。

2.2.2 麒麟厂 含麒麟厂本区及其 SW 400m 的大水井两个矿段，隔牛栏江与贵州银厂坡矿遥相呼应。矿化发育至麒麟厂-板栗树逆断层-背斜（拖曳）带（F_2）上盘，主、次含矿层与矿山厂相同。共圈定 10 个矿体，过去勘探的 1#～5#矿群，均产出在 1631m 高程之上，因其向下已趋于尖灭。矿山就在 1631m 高程坑道，按“矿找矿”原则，在坑内二处矿化处向下探索，竟然在 1700 ～1450m 高程间发现 6#富厚块状硫化富矿，长 1050m，宽 340m，厚 0.5m～46.40m，新增 Pb+Zn 资源量 77.53 万 t，含 Pb+Zn 34.61%[3]；进而沿 6#侧伏方向发现 8#富矿（1451～1331m 高程间），垂厚 24.96m（图 4），Pb+Zn 含量 33.54%（Pb 10.91%，Zn 22.63%），新增 Pb+Zn 资源量 80.67 万 t（云南日报，2001-01-04）。位于麒麟厂南西 400m 处的大水井矿段勘探时只有上部 40#1 个矿体，提交 Pb+Zn 0.9 万 t。因沿 8#侧伏方向追索，进而在大水井深部（40# 之下 700m）发现 10#富矿（1650 ～1400m 高程间）（图 4），新增 Pb+Zn 资源量 57.5616 万 t，含 Pb+Zn 25.07%❶ 。8#与 10#之间，矿山预测有 9#存在，尚未揭露。

2.2.3 银厂坡 矿体产出在上石炭统马平阶中上部层间蚀变破碎带中，呈沿层透镜状、似层状，矿化断续垂深达 417m（1740～2157m），全在氧化带中。因矿石含铜量增高，划分为“银

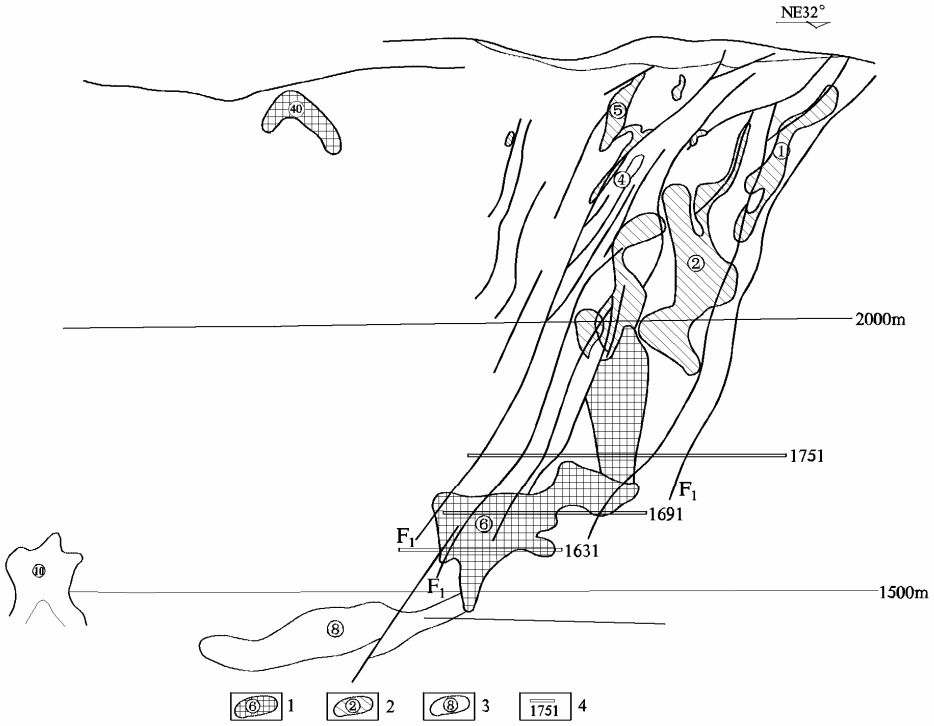

图 4 麒麟厂矿床纵投影剖面图

Fig.4 Sectional drawing of vertical projection of Qilinchang deposit

1. 原生矿及编号；2. 氧化矿编号；3. 新发现之矿体；4. 见矿坑道与高程（上部及与文无关部分坑道未表示）

❶会泽铅锌矿，麒麟厂-大水井成矿地质条件和 10#隐伏矿体找矿预测研究，2002，7

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

-铅”与“银-铜”两个类型[4]。笔者预测：其块状富矿将在 1565～1740m（牛栏江江面高程）之间产出。该矿 SEE 113m 的水城青山中型块状富矿，同样为马平阶灰岩矿化，Pb+Zn 大于 40%，计算金属量 Pb+Zn 大于 24 万 t[5]。

小结以上三矿区的矿体产出特征于表 2。

表 2　会泽矿区矿体产出特征对照表

Table 2 Output characteristic correlation table of orebody in Huize ore district

矿　床	见矿垂深（m）	氧化带垂深（m）	硫化带垂深（m）	最高见矿高程（m）	最低见矿高程（m）	块状富矿顶界（m）
矿山厂	776	702	74	2527	1751	1825
麒麟厂	1149	599	550	2480	1331	1881
银厂坡	417	417	/	2157	1740	/

据表 2 反映出的特征，笔者推测，会泽矿的矿化中心在麒麟厂，银厂坡与矿山厂为其东、西两翼，分别与麒麟厂、银厂坡水平距 3.8km 与 3.2km，呈等间距产出。因而，麒麟厂矿化最深（1149m），Pb+Zn 最富，分别为 34.61%（6#）、33.54%（8#）、25.07%（10#）。推测麒麟厂、银厂坡原始矿化最高高程与矿山厂（2527m）一致，则麒麟厂原始矿化深度已达 1196m（上部 47m 已剥蚀），银厂坡为 787m（上部 370m 已剥蚀），与矿山厂现存矿化深度（776m）接近，呈对称的“漏斗状”立体矿化空间。由于牛栏江（江面高程 1565m）东侧（银厂坡）剥蚀与潜水面下降速度，均比西侧（麒麟厂）快，因而，银厂坡块状富矿的产出高程肯定比麒麟厂（1881m）低，推测在 1740～1565m（江面）之间。有待验证。

2.3　矿石矿物组成

会泽矿矿石矿物组成见表 3。

表 3　会泽矿矿石矿物组成对比表

Table 3 Mineral composition correlation table of ore in Huize deposit

矿床	主要矿物	次要矿物	脉石矿物成分
矿山厂	黄铁矿 闪锌矿 方铅矿	毒砂，灰硫砷铅矿，灰硫锑铅矿，浓红银矿，辉银矿	白云石（主） 方解石（主） 石　英（少）
麒麟厂	闪锌矿（10%～89%） 黄铁矿（3%～65%） 方铅矿（2%～20%）		白云石 方解石
银厂坡	银铅矿石：方铅矿 白铅矿 褐铁矿 铅　矾 自然银	黄铁矿，闪锌矿 黄铜矿，菱锌矿 黝铜矿，铜蓝 车轮矿，辰砂	白云石 方解石 碳质物
	银铜矿石：黄铜矿 银黝铜矿 螺硫银矿 自然银 孔雀石 褐铁矿	铜蓝，黝铜矿 方铅矿，闪锌矿 菱锌矿，辰砂 硫锑铜银矿 白铅矿 铅　矾	白云岩 方解石 碳质物

2.4　矿石化学成分及伴生元素

会泽矿矿石的化学成分见表 4。

表 4　会泽矿矿石化学成分及伴生元素（%）对比表

Table 4 Correlation table of ore chemical composition and its associated elements in Huize deposit（%）

矿床与矿石		Pb	Zn	S	Ge	Ag g/t	Au g/t	Sn	Cu	As	Sb	Bi	Hg	P_2O_5	备注
矿山厂	氧化矿石	2.25	12.99	/	0.0018～0.0063	27.83	0.09	/	0.03	0.19	0.02	0.0003	0.00019[1)]	0.38	1964 年报告
	硫化矿石	13.71	28.64	28.92	0.0036	94.70	0.08	0.001[2)]～0.02	0.00	0.28	0.053	0.0043	/	0.004	张学诚 1989
麒麟厂	氧化矿石	6.68	3.25	/	0.0024	75.00	/	/	0.007	0.084	0.009	/	/	/	1982 年报告
	硫化矿石	6.55	17.50	26.13	0.0042	280.30	0.01[3)]	0.001～0.005	0.025	0.055	0.01	0.004～0.008	0.0017	0.004	1982 年报告
银厂坡	银铅矿石	28.13	0.67	/	0.0009[4)]～0.005	383.50	/	/	0.09	0.38	0.43	/	/	/	尹森林，2000
	银铜矿石	5.29	0.57	/	/	762.00	/	/	2.73	0.59	0.57	/	/	/	
澜沧老厂火山岩型硫化矿		4.12	3.10	/	/	179.10	0.23～0.26	0.1～1.0	0.124	0.588	0.031	/	/	/	305 队，1967

注：1）烟尘炉烟尘；2）CK16-7 ZnS 单矿物；3）Pb Zn 混合精矿；4）贵州有色二队，1991

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3、4 可见：会泽矿存在一套与酸性岩有关的伴生元素组合，在银厂坡出现 Ag-Cu 矿石，其 Ag-Pb 矿石，Pb 含量大于 Zn，且 Pb+Zn 达 28.80%，与矿山厂、麒麟厂有所差异。总体看，与澜沧老厂深部有花岗斑岩夕卡岩铜矿化的银铅-多金属矿床的伴生元素组合相似[6]。

2.5 氧化带地质特征

在矿山厂-银厂坡现有氧化带中，唯独在矿山厂上部胜利坑（2233m 高程）836 号穿脉，13# 矿群中的 13#～16#矿体南西边缘，发现残留水平厚达 30m 的硫化矿石。含黄铁矿等硫化矿物 95%（S 28.93%），铅锌矿物极细，肉眼不可见（陈士杰，1986），矿石含 Pb 5.02%，Zn 10.61%，明显与胜利坑之下 408m 的 CK16-7（1825m 高程）和麒麟厂 6#、8#、10#块状富矿不同，后者粒度相对较粗，闪锌矿 0.07～10mm，方铅矿 0.01～2.4mm。CK16-7 富矿 Pb 13.71%，Zn 28.64%，比胜利坑硫化矿增富 2.7 倍；麒麟厂 3 个富矿平均 Pb 9.20%、Zn 22.46%，比胜利坑增富近 2 倍。笔者认为：胜利坑型硫化矿为海西期火山热液成矿的代表，在现有块状富矿顶界（1825～1881m）之上，已全部转化为氧化矿，因而，矿山厂氧化矿品位为 Pb 2.25%、Zn 12.66%；麒麟厂 Pb 7.63%、Zn 8.24%；比胜利坑硫化矿品位略低或接近，可证明二者间的因果关系。如果是由块状富矿所转变，则其氧化矿品位 Pb+Zn 当在 30%±。进而说明燕山期岩浆热液矿化对海西期矿化的叠加、改造，富化最高高程不超过 1825m（矿山厂）～1881m（麒麟厂），并非早期矿化全部遭到晚期矿化的叠加、改造。因而，造成上贫（矿山厂 2527～1825m，麒麟厂 2480～1881m），下富（矿山厂 1825～1751m，麒麟厂 1881～1331m）的垂向矿化差异。

2.6 同位素组成特征

2.6.1 铅同位素 会泽矿铅同位素组成见表 5。

表 5 铅同位素组成对照表

Table 5 Correlation table of lead isotope composition

矿 床		$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	模式年龄（Ma）	μ	K	备 注
矿山厂	方铅矿（10 件）	18.11～18.82	15.42～16.18	38.39～40.47	337～103	9.13～9.74	3.93～4.59	有色 314 队，1981
	C_1b 白云岩中灰岩夹层	18.22	16.09	38.55	/	10.48	4.09	柳贺昌，1999
	玄武岩	18.37	15.66	38.67	267	9.58	3.99	周朝宪，1996
麒麟厂	方铅矿（15 件）	18.20～18.83	15.20～15.88	38.75～40.62	253～102	9.27～9.96	3.99～4.59	有色 314 队，1976
	C_1b 蚀变白云岩	18.51	15.79	39.12	322	9.82	4.13	周朝宪，1996
银厂坡方铅矿（4 件）		18.12～18.40	15.44～15.61	38.36～38.70	251～166	9.17～9.47	3.96～3.98	有色 314 队，1981
小黑箐方铅矿		18.53	15.86	39.43	382	9.95	4.26	周朝宪，1996
梅仙方铅矿（12 件）		18.38	15.68	38.76	/	/	/	王鹤年等，1995
密西西比型铅锌矿		20.08～22.16	/	39.96～42.00	/	/	/	北京地院，1973

表 5 说明：本区属正常铅。一般认为壳源铅 μ 值 9～10，K 值 4.1（施俊法等，1991），按本区的 μ、K 值，其铅源应以壳源为主（Zd-P_1m）的壳、幔混合源（火山热液与岩浆热液两次深源矿质及其对围岩的萃取）。矿石铅、岩石铅与玄武岩铅同位素组成极为接近，说明存在玄武岩火山热液矿化。从模氏年龄看，小黑箐（矿山厂 NE 矿点，D_3 zg 矿化）382Ma，代表加里东晚期地幔上隆（玄武岩喷溢的前奏）的早期矿化。矿山厂矿石铅（337Ma）、麒麟厂岩石铅（322Ma）、银厂坡矿石铅（251Ma），代表海西早期至晚期的火山热液矿化，与玄武岩 267Ma（周朝宪，1996）、288Ma（刘杖，1982）海西中—晚期的喷溢年代相吻合。矿山厂（103Ma）、麒麟厂（102 Ma）、银厂坡（166 Ma）矿石铅数

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

据，代表燕山中—晚期隐伏酸性岩体岩浆热液的叠加矿化期，对早期矿化进行改造、富化，最终形成上贫（未遭受叠加矿化）下富（遭受两次矿化）的复成因岩浆热液富锗铅锌矿床。

2.6.2　硫同位素　会泽硫同位素组成见表 6。

表 6　硫同位素组成对照表

Table 6 Correlation table of sulfur isotope composition

矿床与矿物		$\delta^{34}S$（‰）	平均值	备 注
矿山厂	方铅矿（15 件）	4.80～7.90	6.27	有色 314 队，1976
	闪锌矿（5 件）	7.50～13.00	9.36	柳贺昌，1999；张学诚，1989
	黄铁矿（3 件）	13.30～17.85	15.58	柳贺昌，1999；张学诚，1989
麒麟厂	方铅矿（16 件）	8.50～13.20	11.50	有色 314 队，1976
	闪锌矿（24 件）	10.80～16.30	13.00	周朝宪，等，1996
	黄铁矿（8 件）	12.10～15.10	13.90	有色 314 队，1976；周朝宪等，1996
银厂坡	方铅矿（4 件）	9.70～10.90	10.33	贵州冶金二队，1983
	黄铁矿（3 件）	12.00～12.98	12.93	贵州冶金二队，1983

由表 6 可见：本区硫同位素组成稳定，为正值，分布范围窄（6.27‰～15.58‰），与秦岭毕家山式改造型铅锌矿床（平均 14.57‰，罗传治，1991）相似。以富集重硫为特征，富集顺序为 FeS_2、ZnS、PbS，依次递减。在直方图上，呈双峰式塔状，具海水硫酸盐的硫源特征。

2.6.3　氧同位素　会泽矿矿石氧同位素特征见表 7。

表 7　氧同位素组成对照表

Table 7 Correlation table of oxygen isotope composition

矿　床		测定矿物、岩石	$\delta^{34}O$‰（平均值）	δD‰	备　注
矿山厂	C_1b 组（11 件）	白云岩、灰岩	17.87～24.10（20.97）	/	陈士杰，1986
麒麟厂	（4 件）	矿石中方解石	17.10～18.70	−51 至−75	周朝宪等，1996
	（7 件）	脉石方解石	14.50～18.43	−55.80	
毕家山式铅锌矿床		矿石中石英、方解石	10.94～20.29（14.03）	/	罗传治，1991

表 7 说明：矿化岩石与脉石矿物 $\delta^{18}O$‰接近，脉石源于矿化层的再生。本区 $\delta^{18}O$‰与毕家山式相近。在 $\delta^{18}O$‰与 δD 关系图上（泰勒，1979），本区投影点落在变质水与岩浆水的右外侧，主体属大气降水。唯麒麟厂 δD 值相当岩浆水（−50‰至−80‰，泰勒，1979）范围，因晚期岩浆热液叠加矿化，有岩浆水的参与，也是符合成矿实际环境的。

2.7　成矿温度

2.7.1　包裹体均一测温数据　会泽矿区矿物包裹体测温数据见表 8。

2.7.2　稳定同位素矿物对平衡温度　会泽矿石矿物对平衡温度见表 9。

表 8　矿物包裹体均一测温数据对照表

Table 8 Data correlation table of unified temperature of inclusions of minerals

矿 床	矿 物	温度（℃）/ 平均值（℃）	备 注
矿山厂	闪锌矿（4 件）	106～300 / 181	参考文献[7]
	方解石（28 件）	80～330 / 172	张学诚，1979，1982
	白云石（20 件）	80～400 / 207	张学诚，1979，1982
麒麟厂	闪锌矿（2 件）	150～205 / 190	周朝宪等，1996
	方解石（2 件）	140～300 / 155～180	参考文献[7]
	白云石（5 件）	180～370 / 190～250	张学诚，1992

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 9 稳定同位素矿物对平衡温度对照表

Table 9 Correlation table of equilibration temperature of stable isotope mineral pair

矿床	矿物对	温度（℃）/平均值（℃）
矿山厂	黄铁矿—方铅矿（1 对）	117/117
	黄铁矿—闪锌矿（2 对）	364～156/254
	闪锌矿—方铅矿（6 对）	434～156/254
麒麟厂	黄铁矿—方铅矿（5 对）	275～163/211
	黄铁矿—闪锌矿（1 对）	160/160
	闪锌矿—方铅矿（6 对）	291～162/233

资料来源：参考文献[2]

从表 8、9 可以看出，两种测试数据接近，但包体测温比矿物对数据偏低，因为前者在常温下测定，未进行压力校正之故。矿物对测温，存在两组数据：211～160℃与 254～233℃，后者可能代表早期火山热液矿化，前者代表晚期岩浆热液叠加矿化。正好与矿山厂闪锌矿存在两组 X 粉晶分析计算数据相对应。晚期为温度偏低的“淡黄色闪锌矿（1 件）为 150℃”；早期为“棕茶色闪锌矿（3 件）为 266～290℃”（张佛生，1989）。说明本区成矿温度总体在中温偏低的岩浆热液范围内。与梅仙块状硫化矿的成矿特征相似。该矿早期为 220℃新元古代玄武岩（1000Ma）矿化；晚期为 330℃燕山期花岗斑岩岩浆热液叠加改造成矿期[8]。

2.8 矿物包裹体的盐度与化学成分

2.8.1 盐度 会泽矿区矿物包裹体的盐度与化学成分测定结果见表 10。

表 10 麒麟厂包体盐度测定对照表

Table 10 Correlation table of inclusion salinity in Qilinchang

测定矿物	*W*（NaCl）（平均值）	备 注
闪锌矿（8 件）	10.00	周朝宪等，1996
方铅矿（2 件）	12.35	周朝宪等，1996
黄铁矿（1 件）	24.63	周朝宪等，1996
方解石（4 件）	10.81	周朝宪等，1996
方解石（5 件）	6.6～9.0	韩润生等，2000

笔者认为：周朝宪等的数据较有代表性（表 10），与龙门山泥盆系铅锌矿的含盐度（10.50%～16.00%，曹志敏，1994）接近，为中等含盐度（不低于 25%为高盐度）。韩润生等数据偏低。

2.8.2 化学成分 表 11 说明：金属与脉石矿物化学成分基本一致，唯金属矿物富 Na^+，脉石矿物富 Ca^{2+}，Na^{2+}/Ca^{2+}值 7.52，有深源富钠矿液参与成矿，脉石矿物来自矿化岩石的再生。本区离子含量顺序为 Ca^{2+}、SO_4^{2-}、Cl^-、Na^+、Mg^{2+}、K^+依次降低，与 MVT 型顺序 Cl^-、Na^+、Ca^{2+}、K^+、Mg^{2+}依次递减（Roedder，1984）有明显区别。

表 11 包裹体化学成分（mg/L）对照表

Table 11 Correlation table of inclusion chemical composition（mg/L）

床矿	测定矿物	Na^+	Ca^+	K^+	Mg^{2+}	F^- 1)	Cl^-	SO_4^{2-}	重金属离子 2)	备 注
麒麟厂	闪锌矿（8 件）、方铅矿、黄铁矿（各 1 件）	34.02	9.29	4.96	0.27	0.22	23.92	/	/	陈晓钟等，1996
	方解石（6 件）	13.13	54.18	1.53	1.28	0.42	26.29	30.77	16.91	柳贺昌，1999
矿山厂	白云石、重晶石（各 1 件）	2.94	53.61	0.18	22.40	/	3.09	/	11.41	张学诚，1999
平均		16.70	39.03	2.22	7.98	0.32	17.77	30.77	14.16	

1）F^-数据取自韩润生等（2000），方解石 5 件平均 0.42，同时测定含 Cl^- 11.17，闪锌矿 1 件含 F^- 0.22，含 Cl^- 2.5，Cl^-数据比表 11 的数据低；2）指 Cu、Pb、Co、Ni、Mn 等含量

3 成因讨论

3.1 “沉积-改造-后成成矿”观点

曾主持会泽矿勘探并长期从事该矿研究的柳贺昌先生，在其专著（1999）中提出该矿成因为“沉积-改造-后成成矿”类型。早年，柳先生在主笔编写“会泽矿第一期勘探报告（1956）”之后，在昆明勘司科研大会（1958）上宣读论文❶，

❶柳贺昌，1958，会泽第一多金属矿带成矿条件的初步分析，云南省有色局地质勘探研究会议，资料汇编（内部）

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

要点是："低-中温热液矿床"与"区域断裂构造有密切关系"，"矿山厂、麒麟厂、银厂坡深部发现隐状矿体的可能性比较大"。上述论断，经过矿山地质工作者 40 余年的实践，证明是正确的，尤其是深部隐伏矿体的找矿取得重大突破，更为可贵。

当前主持该矿地质工作的陈进（1993）总工程师，在其论文[8]中明确提出"矿质来源于玄武岩"，"为成岩期后改造叠加层控型矿床"。

3.2　"深源-萃取-构造控矿"观点

韩润生在其科研报告❶中提出"深源流体贯入-膏盐地层萃取-成矿构造控制"观点。其含义是把深部硫化块状富矿类比为超基性岩的 Cu-Ni 贯入型硫化块状富矿，矿液在深部已完成其分异过程后，在岩浆与构造的作用下，向上沿构造带贯入盆状岩体底部的构造空间，形成"贯入型"块状富矿。为支持其"贯入"假说，在其科研报告中提出麒麟厂深部黄铁矿具"全晶形粒状结构，粒径 2～5mm，具晶洞构造"，以示其在已有构造空间的前提下，"贯入"后缓慢结晶所致。其实麒麟厂矿石矿物并非粗晶，其黄铁矿粒度 0.02～2.14mm，闪锌矿 0.07～4.5mm，方铅矿 0.01～2.38mm，不利于"贯入"说的成立；第二，在云南，块状铅锌富矿是常见的（表 12），且多数与深部隐伏酸性岩体有关（薛步高，1995）。块状富矿也并非只有"贯入"才能形成，对有利围岩或构造的脉动式交代、充填，同样可以形成块状富矿，更何况对早期已有的矿化进行叠加、改造、富化，更可形成块状富矿。第三，"贯入"说要成立，必须要有驱动力对矿液的"贯入"进行支持。笔者认为这个驱动力就是深部的隐伏酸性岩体。因为据众多 VMS 型成矿流体作用机制的研究："成矿流体要长时间向着一个固定空间流动（贯入），必须要有驱动力，此驱动力即对流作用，但必须具备足够大的温度（△T），维持对流圈底部的高温热源，其热源就是岩浆岩"[9]。云南硫化块状富矿属地统计，详见表 12。

表 12　云南铅锌块状硫化富矿产地统计表

Table 12 Statistics of localities of rich massive sulfide ores of lead –zinc in Yunnan province

矿 床	矿化层位	Pb+Zn（%）	Ag（g/t）	S（%）	Cu（%）	Sn（%）	备 注
建水白象山	T_2g 灰岩	41.81	428～2656	21.82	0.01	0.02	薛步高，1994
建水九头山—畔山 20#	T_1y 灰岩	26.20	10～94	/	0.12～0.38	0.146～0.148	个旧市地质队，1969
石屏银厂坡	Ptd 灰岩	47.47	58～400	/	0.01～0.08	0.0118	有色 307 队，1960
个旧芦塘坝 102#	T_2g 灰岩	25.40	564	/	0.139	0.171	参考文献[10]
新平白达莫与老厂	T_3S 灰岩	40～54	/	/	/	/	邵光泽，1987
德钦南佐	P_1j 灰岩	43.86	26.88	/	0.59	/	陈式房等，1991

其二，韩润生等提出"膏盐地层（Zbdn、$_1$、D_3、C_1）萃取矿质"，也是依据不足的。本文查阅《云南区域地质志》（1990）与《云南省区域地层表》（省地科所，1975），仅指出在"永善硝滩、河口与巧家野牛坪、大包厂（$_1$-$_2$）"产石膏矿。另在 2001 年云南省储量平衡表（第 8 册）中指出："巧家县与会泽县金沙江东岸的鲁纳日（C 系）与李坪子（$_1$l）含石膏矿"，但都在矿区西侧平距 70～170km（硝滩），对矿区成矿无实际意义。同时，矿区包裹体含盐度中等（表 10）和 F^-、Cl^-含量低（表 11），都不利于膏盐萃取的说法。

其三，韩润生等为对其提出的"铁闪锌矿-黄铁矿，闪锌矿-方铅矿，碳酸盐-黄铁矿三阶段贯入"假说，寻找依据，竟然提出"麒麟厂存在铁闪锌矿"。实际上，会泽矿总体在中温偏低岩浆热液条件下成矿，不可能产出高温铁闪锌矿，大量闪锌矿单矿物鉴定资料也证明这一点。据矿山厂 1#深部 4 件闪锌矿单矿物分析，含 Fe 小于 0.1%、0.1%、0.41%、0.1%，相应含 In 0.01%～0.02%（西南有色地研所，1989）；麒麟厂 1 件闪锌矿分析，含 Fe 4.85%[2]。真资

❶昆明理工大学、会泽铅锌矿（2000），会泽麒麟厂铅锌矿床深部找矿预测研究（内部）

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

格的铁闪锌矿产出在个旧芦塘坝与湖南黄沙河铅锌矿（C_1d 灰岩与花岗斑岩接触带矿化）。前者（2 件）含 Fe 14.14%、In 0.0295% 、Ge 0.000067%[10]；后者电针分析（3 件）含 Fe 16.55%，计算温度 275℃，爆裂温度 310℃[11]。同时，闪锌矿的含 Ge 量，也可证明其为中温偏低条件下的产物，如矿山厂闪锌矿（9 件）含 Ge 0.033%、In 0.015%（2 件）（昆明冶金研究所，1989）；麒麟厂闪锌矿含 Ge 0.03%（317 队，1982），芦塘坝铁闪锌矿含 Ge 0.000067%，均符合郭承基（1956）提出的低温闪锌矿含 Ge 大于 0.005%，中温含 Ge 0.0005%～0.025%，高温铁闪锌矿含 Ge 小于 0.0005%的特征。

3.3 本文对会泽矿成因的新看法

会泽矿的成因，既非 MVT 型，亦非 VM 型（含华南型），而是与深部隐伏燕山期酸性岩有关的岩浆热液中温（偏低）叠加、改造、富化复成因矿床（以深部块状富矿为代表）。早期，存在海西期玄武岩火山热液矿化，以胜利坑残留硫化矿及由其转化的氧化矿为代表。

3.3.1 海西期玄武岩火山热液矿化 早在 20 世纪 50～60 年代，谢家荣就以宣威抚克玄武岩中的铅锌矿脉为例，提出黔西及会泽矿的成因与玄武岩岩浆作用有关。近年，柳贺昌[2]、陈进[8]都从不同角度肯定玄武岩岩浆参与成矿作用。

笔者认为：①多数大—中型铅锌矿床，均产出在具张裂环境下的裂谷或弧后盆地中（李俊建，1998）。本区位于攀西裂谷系东侧（小江深断裂为其组成部分），深部构造演化受其制约。由加里东期起，长期处于张裂环境之中，海西期达到高潮，巨大幔源玄武岩浆喷溢，带来深部矿质与大量热能、气液，从围岩中萃取部分矿质，造成第一期矿化，以胜利坑残留硫化矿及由其转变的氧化矿为代表。②有学者认为玄武岩可能属“地幔热柱”（Olson and yuen，1991），目前，在丽江玄武岩底部已发现二处苦橄质熔岩（麦美奇岩），证实玄武岩地幔柱的存在[1]。可以说第一期成矿属于广义，“热幔柱成矿作用”（牛树根等，1996）的体现。③矿山厂、麒麟厂矿石铅与玄武岩岩石铅的同位素组成（表 5）极为接近，会泽矿同位素铅的模式年龄也与玄武岩模氏年龄一致（表 5），共同证实海西中—晚期火山热液矿化的存在。有关玄武岩化学成分对比见表 13。

表 13 滇东与有关玄武岩化学成分（%）对比表

Table 13 Correlation table of chemical composition of related basalt in east of Yunnan（%）

地 区	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	备 注
滇东玄武岩[1)]（3 件）	47.75	3.44	13.57	8.92	4.29	5.61	6.25	0.18	1.18	2.29	0.44	云南区域地质志，1990
攀西裂谷玄武岩（5 件）	48.29	2.82	12.71	9.26	6.83	4.18	8.89	0.17	1.21	2.61	0.29	刘杖，1982
澜沧老厂玄武岩（9 件）	46.56	1.47	16.92	7.02	5.70	5.01	8.36	0.11	1.14	3.59	0.56	周凤禄，1991
梅仙玄武岩（7 件）	48.35	1.93	14.02	10.10	6.24	5.94	5.57	0.19	2.19	3.00	0.40	参考文献[12]
大陆裂谷玄武岩	47.80	2.20	15.30	9.00	7.00	（TFe）12.40	/	/	1.31	2.85	/	Kent c. Condie，1976

注：1）矿山厂玄武岩含 Pb 80×10^{-6}～210×10^{-6}，Zn 70～360×10^{-6}（廖文，1987），麒麟厂玄武岩（12 件）含 Pb 130×10^{-6}，Zn 220×10^{-6}（会泽铅锌矿，1982）

3.3.2 燕山期岩浆热液叠加、改造、富化成矿作用 ①矩形控矿断裂网及三条逆断层-背斜（拖曳）输矿、储矿构造带，均为燕山期产物，与多旋回活动的小江导矿深断裂相沟通，形成有利的导矿-容矿构造带。②同位素模氏年龄（表 5）存在 102Ma、103Ma、166Ma 矿石铅年龄，证实燕山期岩浆热液叠加矿化的存在。③会泽矿伴生元素 Sn、Cu、As、Sb、Au、Bi、Hg 组合，是标准的与酸性岩有关的组合，此种组合在澜沧老厂已证实与深部（地表下 440m）隐伏花岗斑岩有关[6]。④一般认为酸性岩浆富含 Ge、Ga、In、Tl，基性岩浆富含 Cd、Re、Se、Te（栾世伟，稀有元素矿床学，1966），在稀有元素矿床分类中，以 Ge 为主的矿床，都归属于“与花岗岩有关的多金属矿床（Ge-Zn、Pb、Cu），Cu-Mo 矿床，低温 Pb-Zn 矿床等”。从会泽矿的富 Ge 含 Cu 特征看，应将其归入“锗-多金属矿床” 。罗平富乐铅锌

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿，产出在与小江深断裂相沟通的弥勒-师宗断裂东端北西侧，在玄武岩底部茅口灰岩（P_1m）顶部矿化，成矿与玄武岩更为密切，因而，在滇东北铅锌矿化区内是最富 Cd（0.167%）、贫 Ge（0.0035%）的铅锌矿床。会泽矿因其有与酸性岩有关的矿化叠加，故矿石明显富 Ge（0.0025%～0.033%）、贫 Cd（0.022%～0.058%）。⑤会泽矿的岩浆热液叠加矿化，以近年发现的 6#、8#、10#矿体（最高见矿高程 1881m）与矿山厂 CK16-7（1825m 高程）的块状富矿为代表，是叠加、改造、富化海西期矿化的结果。故推测燕山期岩浆热液的上升叠加高程未超过 1700m（麒麟厂）～1825m（矿山厂），否则，胜利坑的海西期硫化矿（Pb+Zn 15.63%）就不会存在，由其转化的氧化矿品位（Pb+Zn），也不会是 14.91%～15.87%。可以设想，如果是由叠加矿化的块状硫化矿（Pb+Zn 31.07%～42.35%）转化为氧化矿，其品位当在 30%±（Pb+Zn）。进而推测，银厂坡的块状富矿产出高程，应在现有氧化矿下界（1740m）之下，有待探寻。

4 远景探讨

（1）矿山厂与麒麟厂（1#深部、6#、8#、10#）脉矿+砂矿，至 2002 年 9 月，已累计探明 Pb+Zn 407.69 万 t。但 2003 年底仅上表 386.5476 万 t，其中矿山厂 175.4195 万 t（含砂矿 26.2662 万 t）；麒麟厂 211.1281 万 t（含 6#、8#在内）。

（2）矿山厂再探至 1565m（牛栏江江面），即最低见矿高程（1648m）之下 83m；麒麟厂再探至 1200m[最低见矿高程（1331m）之下 131m，（牛栏江面之下 365m）]，合计再新增 Pb+Zn 288 万 t（矿山厂 210 万 t，包含 1#深部已交 90 万 t 在内，麒麟厂 78 万 t）。以上已探明加可靠远景（1565～1200m 高程之上），总储量为 Pb+Zn 605.69 万 t（矿山厂 258.22 万 t，其中 Zn 172 万 t；麒麟厂 347.47 万 t，其中 Zn 218.31 万 t）。

（3）如麒麟厂（8#、10#）在 1200m 之下，改呈多支脉矿再下延至 1000m 高程（江面下 565m），还可再新增 Pb+Zn 82 万 t。以上共新增 Pb+Zn 370 万 t（矿山厂 210 万 t，麒麟厂 160 万 t）。

（4）已探明加 1565m 高程之上（矿山厂）与 1000m 高程之上（麒麟厂）远景，总储量 Pb+Zn 687.69 万 t（Pb 229 万 t，Zn 458.69 万 t），其中矿山厂 278.22 万 t（其中 Zn 186.22 万 t）；麒麟厂 409.47 万 t（其中 Zn 273 万 t）且为富矿（Pb+Zn 平均 31.66%）。同时探明伴生 Ge 489.52t（矿山厂 164.76t，麒麟厂 324.76t）。其中上表（2003）517t（矿山厂 265t，麒麟厂 252t，含 8#、6#锗储量）。说明会泽矿的锌与铅均达超大型规模。锗达大型规模。

参 考 文 献

1 张招崇，等. 峨眉山大火成岩省中发现二叠纪苦橄质熔岩[J]. 地质论评，2002，48（4）：448

2 柳贺昌，等. 滇东北铅锌银矿床研究[M]. 昆明：云南大学出版社，1999

3 孙志伟. 会泽麒麟厂铅锌矿床隐伏矿体的发现及其预测的基础与方法[J]. 云南地质，1998，17（2）：159～167

4 尹森林. 威宁银厂坡银矿体矿石物质组分及银的赋存状态[J]. 贵州地质，2000，17（4）：261～265

5 陈大，等. 水城—横塘矿区铅锌矿床与 MVT、Sedex 类比[J]. 贵州地质，2001，18（4）：232～237

6 薛步高. 论澜沧老厂银铅多金属矿床成矿特征[J]. 矿产与地质，1998，12（1）：26～32

7 廖文. 川滇黔交界地区层控铅锌矿床的混合成矿模式[J]. 西南矿产地质，1990，4（4）：24～37

8 陈进. 麒麟厂铅锌硫化矿床成因及成矿模式探讨[J]. 有色金属矿产与勘查，1993，2（2）：85～90

9 刘亮明，等. VMS 矿床成矿流体的组成、来源及作用机制[J]. 矿产与地质，1997，11（6）：374～380

10 殷成玉，等. 个旧锡矿芦塘坝矿床银铟的赋存状态和富集规律[J]. 西南矿产地质，1987，1（2）：68～76

11 宋谢炎，等. 湖南黄沙坪铅锌矿床内带铁闪锌矿铁占位机制的探讨[J]. 地质与勘探，1999，35（2）：21

12 周兵，等. 论梅仙块状硫化物矿床的特征及成矿地质环境[J]. 矿床地质，1999，18（2）：99～109

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

GEOLOGIC FEATURES AND ITS GENESIS OF SUPER SIZED GERMANIUM RICH LEAD-ZINC DEPOSIT IN HUIZE

Xue Bugao

Yunnan Economic Committee，Kunming，Yunnan，650011，China

Abstract

The Huize Pb-Zn deposit occurs in fractured-uplifted environment of the downwarp setting and with the rift meshwork which for mineral transmitting and mineral locating，and with abundant source of ore supplied by its multilayer source bed. the poor ore mineralization of volcanic hydrothermal solution for the first stage was formed during the Variscan，the eruption of basalt magma brought part mineral matters from deep source and extracting minerals by the reformation of its source bed. with evidences of riches in associated elements combination germanium related to broad output acidic rock and model age of lead isotope，two group data from unified temperature of inclusions，as well as the occurs of two kinds of sulfide ore which poor in the top and rich in the down part. it is conclude that there are acidic rock body related to thermal fluid stack mineralization of Yanshanian in the deep area, and the super sized germanium rich lead –zinc deposit occurs in the paraplatform with the simple structure and singleness lithology and without magmatic rock crop out .

Key words： metallogenetic setting，geologic features，genesis，discuss

～～～