

个旧锡矿区岩浆岩古地磁初步研究

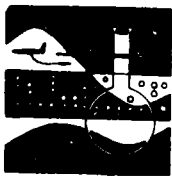
李杏林

李德壁

孙维本 李本兆 张宏才

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

(中国科学院海洋研究所)



物探与化探

个旧锡矿床是一个与含矿源花岗岩有关的层控矿床。围岩三叠纪碳酸盐岩为成矿提供了良好的条件。在区内广泛分布的多期次、多种类型的岩体中,正确判定哪些是含矿源岩

体,哪些不是含矿源岩体,是一个具有重要实际意义的问题。

地表砂锡矿和深部原生矿,是个旧锡矿的两种重要矿床类型。砂锡矿在个旧矿区总储量中占有相当大的比例。有人认为砂锡矿是原生矿就地残积生成的,但有的砂锡矿下面并无原生锡矿床

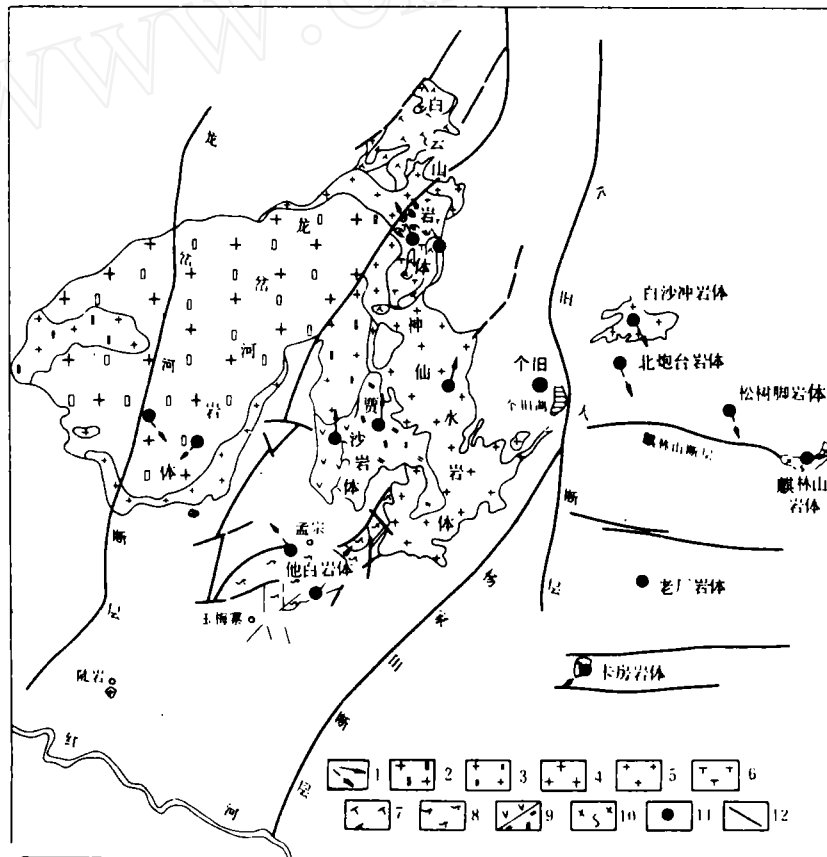


图1 个旧矿区地质图

1—剩余磁化强度方向(←-正极性,→-负极性), 2—大斑状黑云母花岗岩; 3—斑状黑云母花岗岩; 4—细粒黑云母花岗岩; 5—碱性正长岩; 6—霞石正长岩; 7—安山玄武岩; 8—辉长—二长岩; 9—凝灰岩; 10—玄武岩; 11—取样点; 12—断层

存在(如田心、牛屎坡等地),这是很难解释的。砂锡矿的来源是人们关注的问题之一。

通过古地磁研究,本文对个旧矿区内的岩体进行了划分,并对区内砂锡矿的物质来源问题,提出了初步看法,以期对找矿和成矿预测工作有所助益。

岩浆岩地质与采样位置

古地磁研究成果表明,云南哀牢山断裂带为印支板块与欧亚板块的缝合线,红河断裂带实际上是这两个板块碰撞、俯冲而形成的超岩石圈块内断裂。个旧含矿源岩浆岩的地质时代(即成矿时代)为中生代,与古地磁测定结果一致。

个旧矿区岩浆岩的分布如图1所示。以个旧湖为界,矿区可分为东、西两部分。西区岩浆岩大面积出露,包括白云山(长岗岭)、神仙水、贾沙、龙岔河等岩体及他白火山岩体。东区只有白沙冲、北炮台及新山等岩体零星出露,经深部钻探揭露,大部分岩体均隐伏在地下200~1000米深处。

西区岩体出露面积约320平方公里,岩性为辉长—二长岩、斑状黑云母花岗岩、中粗粒—等粒状黑云母花岗岩、碱性正长岩和霞石正长岩。东区岩体出露总面积约200平方公里,主要是黑云母花岗岩、中粗粒—等粒状黑云母花岗岩和中—细中粒黑云母花岗岩。

根据K—Ar法年龄测定结果,本区岩体系燕山期侵入。岩浆侵入活动大体上可分为三期:早期侵入的是基性岩(辉长岩、辉绿岩),如西区的贾沙辉长岩岩体,被后期侵入的花岗岩同化混染局部变为二长岩、正长岩。另外还有东区的麒麟村火山岩体,其K—Ar年龄为140百万年;中期侵入的是酸性岩,西区的龙岔河和东区的马松岩体,均为斑状黑云母花岗岩,同位素年龄为83.5~115百万年。还有神仙水、白沙冲、老卡等岩体,为等粒状黑云母花岗岩,同位素年龄为64~80百万年。白云山岩体是燕山末期侵入的碱性正长岩和霞石正长岩,同位素年龄为60~62百万年。

对各个岩体均采取了古地磁定向标本,采样位置见图1。西区标本采自岩体露头,东区的白

沙冲、北炮台岩体的标本采自采石场,大部分标本(如马松、老卡岩体)则采自坑道。

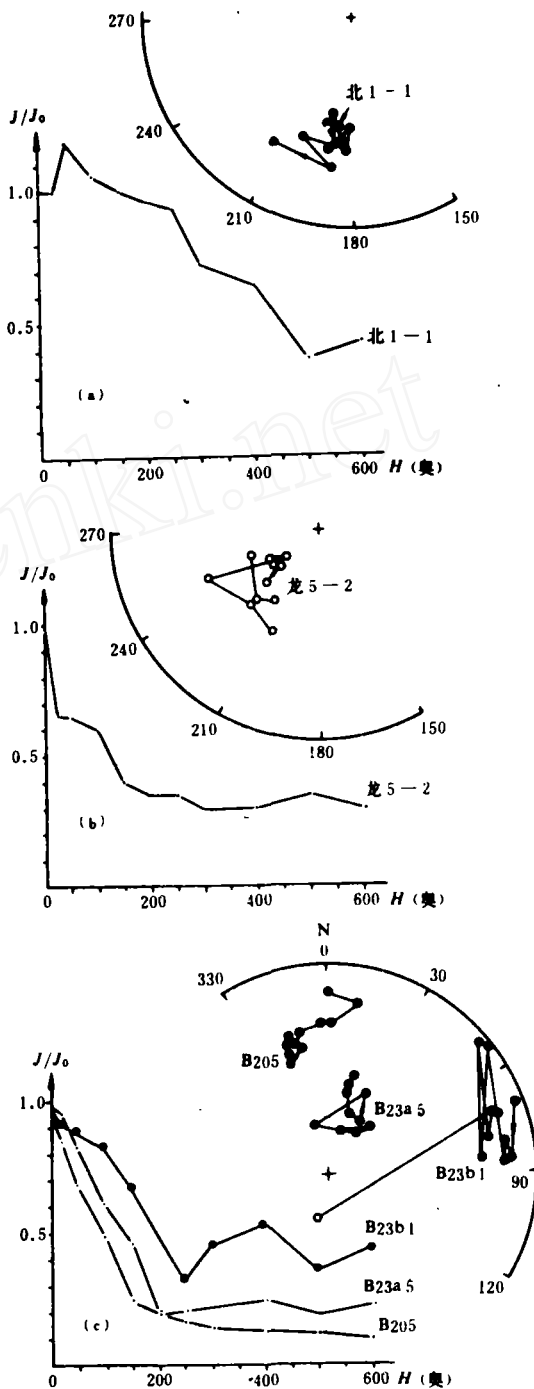


图2 个旧矿区及其外围岩石样品退磁

J/J_0-H 相对强度曲线、剩磁 D 、 I 的变化

(a) 北炮台岩体; (b) 龙岔河岩体; (c) 金平植物园岩体

样品的退磁和测定结果

全部样品用交变场退磁,并分别选取其最佳退磁场值。图2为矿区及其外围各岩体的退磁曲线和剩磁方向变化球面投影图。从图可以看出,北1—1号样随外加交变磁场的增强,曲线缓慢

下降;龙5—2号样随外加交变磁场的增强,下降较快,当 $H > 150$ 奥时,相对曲线强度稳定在0.3,方向变化比较集中,稳定程度较好。

岩石样品均作过详细的退磁检验,有的还采用了两种场强度值试验,结果都比较接近。

经统计分析后的古地磁数据列于表1。

个旧岩体岩石标本古地磁测定结果 表1

矿区	岩体名称	岩性	剩磁方向(度)		$J_s (10^{-6} \text{emu})$	古地磁极(度)		K	α_{95}
			D	I		λ_p	ϕ_p		
东 区	白沙冲	中粗等粒状黑云母花岗岩	157.3	-33.8	35	68.3S	184.6	14	26
	北炮台	斑状黑云母花岗岩	156.0	-39.2	6	58.3S	194.9	140	15
	马松	"	167.1	-42.9	40	56.7S	203.2	29	31
	老卡	中粒细中粒黑云母花岗岩	233.6	-29.4	15	39.2S	213.4	46	11
	麒麟村	玄武质熔岩	73.6	73.7	307	27.9N	136.6	319	5
西 区	龙岔河	斑状黑云母花岗岩	127.8	-63.9	25	41.5S	235.0	95	8
	贾沙	二长岩	358.6	55.6	29	66.8N	156.0	37	31
		辉长岩	358.0	16.7	27	74.7N	290.7	45	18
	神仙水	中粒等粒状黑云母花岗岩	12.6	19.2	29	72.1N	59.6	20	28
	白云山	霞石正长岩	320.5	41.1	75	52.9N	23.1	99	14
		碱性正长岩	329.9	-59.7	79	16.7N	305.5	44	14
	他白	凝灰岩	324.0	-7.8	184	45.6N	339.9	343	5
		玄武质熔岩	34.8	29.5	269	56.4N	199.5	10	26

结果讨论

在图1各岩体采样点上标出了校正后的剩余磁化强度方向。从图上看,东矿区和西矿区在磁性特征上有明显差异。东区仅麒麟山火山岩为正极性,火成岩体均为负极性,通常称反极性,剩磁方向指向南。西区火成岩体磁偏角较为分散,正向、反向极性都有出现。将表1中列出的各岩体剩磁平均方向和古地磁极位置分别绘于图3和图4。东区白沙冲、北炮台、马松、老卡等岩体的磁偏角(D)集中在 $120 \sim 240^\circ$ 范围(图3),且多数集中在 $120 \sim 180^\circ$ 范围内。只有卡房岩体剩磁方向略有偏离,表明该岩体后期可能还有岩浆活动,由于采样位置限制,后期岩浆侵入活动不易

划分。

图4明显地展示出,东区岩体的古地磁极位置都聚集在南半球的一个不大的范围。图5和图6中值得注意的是,龙岔河岩体的剩磁方向和地磁极位置均落入东区岩体剩磁方向和古地磁极群中。同时,也反映了西区各岩体剩磁方向及古地磁极位置显著不同,神仙水岩体为正极性,其剩磁方向 $D = 12.6^\circ$, $I = 19.2^\circ$,古地磁极位置 $\lambda_p = 72.1^\circ$ (北纬), $\phi_p = 59.6^\circ$ (东经)。贾沙岩体的辉长岩和二长岩都为正极性,但其古地磁结果差别较大,二长岩受后期花岗岩侵入同化混染的影响十分明显,其磁倾角 $I = 16.7^\circ$,而辉长岩 $I = 55.6^\circ$ 。由于二长岩磁倾角减小,使古地磁极位置发生变化。白云山岩体霞石正长岩和碱性正

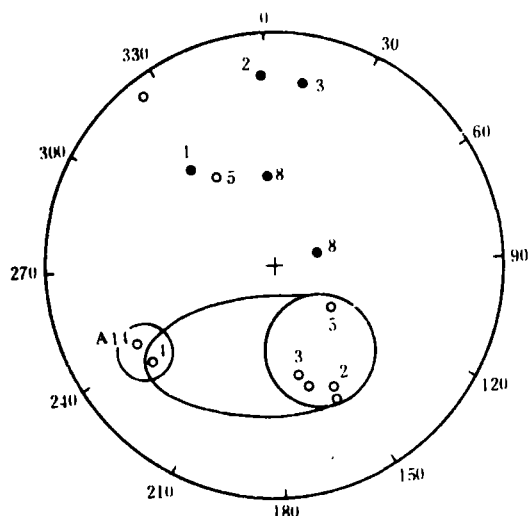


图3 个旧岩体剩磁方向球面极投影图

实心圆点—正极性, 空心圆点—反极性, ○1—白沙冲; ○2—北炮台; ○3—松树脚; ○4—卡房; ○5—龙岔河; ●1—贾沙二长岩; ●2—贾沙辉长岩; ●3—神仙水; ●4—白云山霞石正长岩; ●5—白云山碱性正长岩; ●6—他白凝灰岩; ●8—麒麟山火山岩

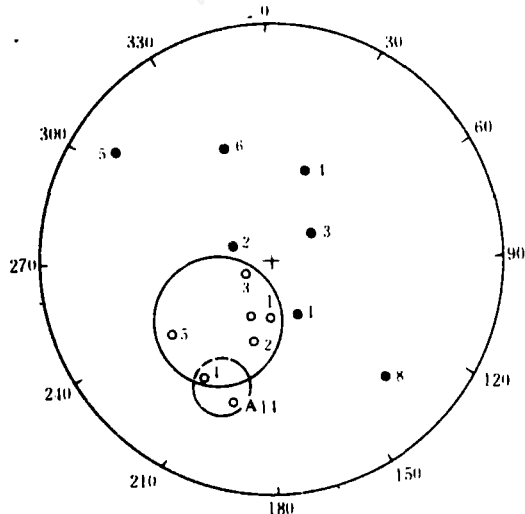


图4 个旧岩体古地磁极位置球面极投影图

实心圆点—北半球; 空心圆点—南半球

长岩的古地磁结果明显不同, 前者为正极性, 后者为反极性。这种极性反向, 显然反映两者在成岩时代上的差别。从白云山霞石正长岩的古地磁结果与神仙水接近这一点来看, 说明在岩浆侵入时两者具有某种共生关系; 碱性正长岩的反极性特点, 说明它的成岩期晚于神仙水岩体, 且在极

性倒转后形成。

他白凝灰岩的剩磁方向为反极性, 玄武质熔岩则为正极性, 各古地磁极位置相对分散, 表明是两次成岩期的产物。

初步意见

根据个旧东、西两区岩体古地磁测定结果判断, 不论是东区的白沙冲、北炮台、新山岩体, 还是深部隐伏的马松、老卡岩体, 其剩磁方向及古地磁极位置, 均聚集在一个不大的范围内。而西区各岩体的剩磁方向和古地磁极位置则与东区明显不同。西区的龙岔河岩体与东区的古地磁结果一致。该岩体位于西区的西部, 与东区岩体之间有贾沙、神仙水岩体相隔, 依据全球性地磁场, 可以认为其成岩时代相同。此外, 它们之间必定有内在联系。从化学分析和岩石结构来看, 龙岔河斑状黑云母花岗岩和东区的斑状黑云母花岗岩及等粒状黑云母花岗岩同属酸性岩; 而且斑状和等粒状黑云母花岗岩又都具有同生微量元素的一致性, 说明它们之间有着血缘关系; 同时, 龙岔河和马松岩体的同位素年龄也接近。这些都可以作为旁证。

综上所述, 可得出以下几点结论性意见:

东区的火成岩体, 包括出露的白沙冲、北炮台、新山及深部的马松、老卡等岩体, 应划为同源的侵入岩体, 是中生代早期印支板块与哀牢山东部块体碰撞后的中、晚期产物。板块碰撞在初期只是一种缝合, 在后来的漫长时间内, 由于

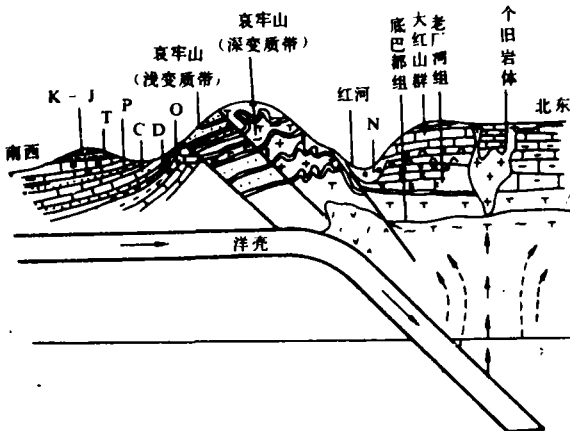


图5 云南地块的演化过程与个旧岩浆岩的形成

龙岔河岩体与东区岩体古地磁结果对比

表 2

矿 区	岩体名称	岩 性	剩 磁 方 向 (度)		古地磁极位置 (度)	
			D	I	λ_p	ϕ_p
东 矿 区	白 沙 冲	中粒等粒状黑云母花岗岩	157.3	-33.8	68.3S	184.6
	北 炮 台	斑状黑云母花岗岩	156.0	-39.2	58.3S	194.9
	马 松	斑状黑云母花岗岩	167.1	-42.9	66.7S	203.2
	老 卡	中粒—细中粒状黑云母花岗岩	233.6	-29.4	39.2S	213.4
西 矿 区	龙 岔 河	斑状黑云母花岗岩	127.8	-63.9	41.5S	235.0
		斑状黑云母花岗岩	227.9	-63.8	44.3S	189.0

强烈的俯冲挤压产生能量转换而导致岩浆侵入 (图5)。

龙岔河岩体的古地磁结果表明 (见表2和图3、图4), 其剩磁方向和古地磁极位置全部落入东区岩体的参数群中, 且同生微量元素和同位素年龄一致, 据此断定它们同属深部同源岩浆。龙岔河岩体为含矿源岩体, 侵入时上覆的原生矿层与东区的上覆含矿层相当。由于当时古纬度较低, 气候热, 雨水多, 地势西高东低, 被剥蚀的含矿碎屑搬运到东部洼地, 成为东矿区砂锡矿的重要物质来源。个旧断裂为后期断裂。

古地磁研究提出龙岔河岩体为含矿源岩体的

证据。根据加密的重力观测结果 (图6), 个旧矿区重力异常为一低值异常区, 反映了岩体的异常特点。本文只讨论龙岔河岩体与重力异常的关系。由图6可见, 龙岔河岩体北北西至北西方向的重力异常, 其等值线梯度变陡, 表明此处岩体变薄或变陡。向北和北西方向, 重力异常出现正值, 表明三叠纪围岩的密度比花岗岩的大。龙岔河岩体南面的重力异常, 其等值线梯度变化较缓, 反映岩体变薄, 伸展较大。图7是用选择法作出的重力异常地质解释剖面, FF' 是岩浆侵入通道旁侧的剖面, 剖面上龙岔河岩体呈似蘑菇状。

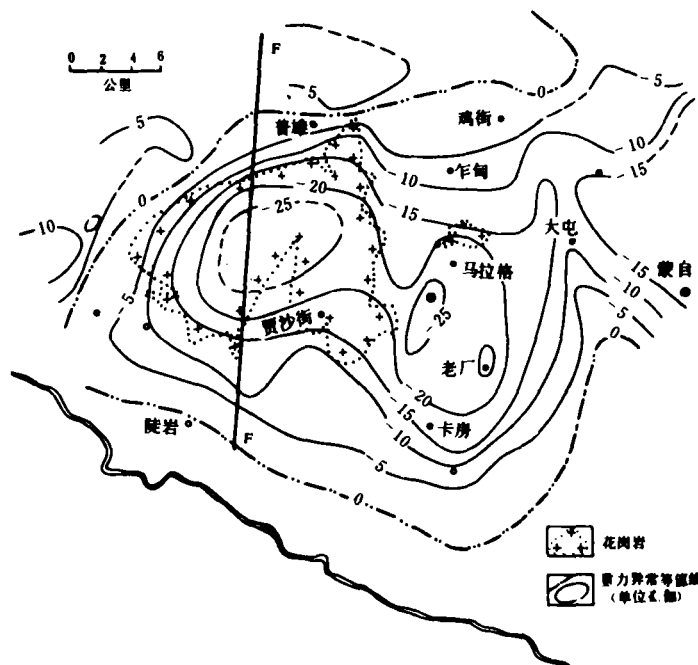


图6 个旧地区重力异常图

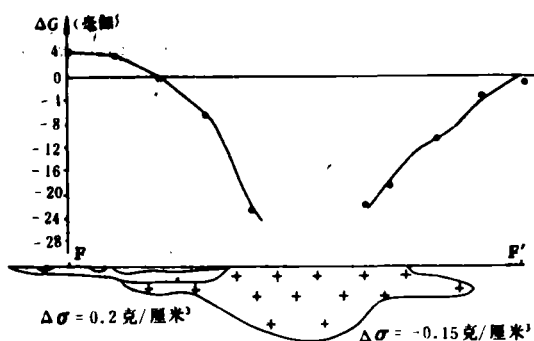


图7 FF'重力异常地质解释图

经测定,龙岔河岩体的剩磁倾角为 -63.9° ,而东区为 $-33.8^{\circ} \sim -42.9^{\circ}$,平均 -36.3° ,两者相差 -27.6° 。引起倾角差别的原因是,受后期局部地质构造活动的影响,龙岔河岩体(采样区)向南倾伏了 27° 左右。

野外工作期间,得到西南有色地质308队的大力支持,中国科学院海洋研究所提供了测试条件,苏文强同志在电算方面给予帮助,在此一并致谢!

九点差分格式异步迭代法计算程序

李永朴

(华东有色地质勘探公司814队)

九点差分异步迭代法能够可靠地从复杂背景上逼近区域场,提取局部场。该方法在《地质与勘探》1984年第12期上已作过介绍。本文介绍适用于PC-1500机的计算程序。

数学原理与计算步骤

1. 迭代式

$$u_{i,j}(K) = \frac{1}{2} [u_{i-1,j}(K) + u_{i,j-1}(K) + u_{i+1,j}(K-1) + u_{i,j+1}(K-1)] - \frac{1}{4} [u_{i+1,j-1}(K-1) + u_{i-1,j-1}(K) + u_{i+1,j+1}(K-1) + u_{i-1,j+1}(K)]$$

上式中, $u_{i,j}(K)$ 指 $u_{i,j}$ 的第 K 次迭代近似值。按节点自然顺序逐线逐点进行迭代计算。规定由小线到大线,由小号到大号依次进行。

2. 给定初始值 $\{u_{i,j}(0)\}$,根据九点差分格式,利用与 (i,j) 节点有相同的四个边界值和网格的四个角点的 u 值给出 $\{U_{i,j}(0)\}$;

$$u_{i,j} = \frac{1}{2} [u_{0,j} + u_{j,0} + u_{i,j} + u_{j,N}] - \frac{1}{4} [u_{0,0} + u_{M,0} + u_{0,N} + u_{M,N}]$$

3. 修正值 $\delta_{i,j}(K)$,加快收敛速度。

$\delta_{i,j} = 0.318 [u_{i,j}(K) - u_{i,j}(K-1)]$ 称为 K 次迭代修正值。

$$u_{i,j}(K) = u_{i,j}(K) + \delta_{i,j}(K)$$

4. 计算相邻两次迭代值 $\{u_{i,j}(K-1)\}$ 和 $u_{i,j}(K)$ 间的误差:

$$m_{K-1,K} = \sqrt{\frac{\sum [u(K) - u(K-1)]^2}{2(M-1)(N-1)}}$$

规定 $m_{K-1,K}$ 小于控制数 ϵ ($10^{-4} \sim 10^{-6}$ 级

次)时,迭代停止。

5. 方程解的先验估计(极值定理检验):网格节点上 $u_{i,j}(K)$ 值不大于边值中的最大值,也不小于边值中的最小值,也就是说,当

$$\max \{u_{i,j}(K)\} \leq \max \{a(x,y)\} \cap \min \{u_{i,j}(K)\} \geq \min \{a(x,y)\}$$

否则尚须重新给定控制数 ϵ ,继续迭代之。

6. 提取局部异常值,即将实测重力值和区域异常场值相减。