

# 缅甸完冷锡矿——一种值得重视的 沉积变质型锡矿床

## Wanleng Tin Deposit of Burma: A Considerable Sedimentary-Metamorphic Deposit

杨岳清 王文瑛

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

Yang Yueqing and Wang Wenying

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**摘要** 缅甸完冷锡矿是一典型的沉积变质矿床, 矿体产出在上元古界西盟群变质岩系中, 层状特征明显, 其产状和围岩一致。矿石可分成大理岩型和片岩型两类, 矿石矿物组成简单, 脉石矿物有白云石、方解石、金云母、滑石, 锡石是最主要的含锡矿物, 未发现石英, 矿石矿物之间是一种共同重结晶关系, 富矿石中 $\text{SnO}_2$ 含量达 45.19%。矿体中热液蚀变微弱, 目前在国内外还未见类似矿床的报道。

**关键词** 沉积变质锡矿床 锡石 上元古界西盟群 缅甸完冷

缅甸完冷锡矿床位于我国云南西盟县边境外侧。云南地勘局地质人员应邀进行过考察, 矿体呈层状, Sn 品位极高。而属同一构造层位的我国境内, 目前还未发现和完冷相似的锡矿。笔者在云南地勘局的大力支持下, 对缅甸完冷锡矿又做了进一步的研究, 结合对国内外锡矿文献的查阅, 可以认为, 它是一种在国内外极罕见的沉积-变质型锡矿。

### 1 区域地质环境

缅甸完冷锡矿产出在我国称之为西盟群的上元古界变质岩系中, 西盟群在该区构成一个近 NS 向的隆起, 主体在我国, 向北延伸到缅甸。该隆起与周围的古生代浅变质岩系呈断裂接触, 未见顶底。

西盟群地层从下到上可分成: ①老街子组: 构成西盟隆起的核部, 主要为云母斜长变粒岩与云母石英片岩互层, 普遍具混合岩化, 厚度大于 614 m。②帕可组: 以大理岩、云母斜长变粒岩、云母片岩、云母石英片岩为主, 厚度大于 220 m。③王雅组: 主体为绢云母片岩夹碳质绢云母片岩, 厚度大于 100 m。

在我国境内的帕可组和老街子组中均发育石英脉型锡矿, 而缅甸的完冷锡矿基本只产出在帕可组大理岩和片岩的过渡部位。

### 2 矿体及矿石特征

从宏观特征看, 一部分矿体产在云母片岩中, 另一部分则产在大理岩中, 但两者之间并不存在明确的界限, 混然构成一体。矿体的层状特征十分明显, 和围岩产状一致, 采矿坑道已深达百米, 但矿体仍很稳定, 矿体厚度约 6 m。

根据容矿岩石特征, 矿石总体可分成片岩型和大理岩型两大类。

片岩型矿石主要呈片状构造,其次是条带状构造。片状构造由占矿石矿物体积 50%~70%的滑石和金云母定向排列形成,滑石和金云母具有较典型的鳞片变晶结构。两者的片径为 0.05~1.2 mm。滑石和金云母在片岩型矿石中的总体比例约为 4:1~5:1,但分布不均。条带状构造是由锡石沿片理方向断续分布构成的,锡石普遍具他形粒状结构,粒径 0.08~0.8 mm,含量 10%~30%。另外在矿石中还有 15%~20%的方解石和白云石。

大理岩型矿石主要呈块状构造,有时也显变余层状构造,在矿石中数量约占 45%~65%的方解石和白云石具较典型他形粒状变晶结构、不等粒结构、变嵌晶结构和包容结构,白云石的粒径约在 0.2~1.6 mm,方解石的粒径均小于 0.8 mm。两者的数量比例在 1:3~1:5。锡石在大理岩型矿石中的含量在 20%~55%,粒径在 0.1~0.8 mm,主要呈他形粒状结构,有时也显示自形粒状变晶结构。滑石和金云母在这类矿石中约占 10%,它们产出在碳酸盐矿物和锡石粒间,仍表现出较特征的鳞片变晶结构。

各类矿物的化学成分列于表 1 和表 2。

表 1 脉石矿物和锡石电子探针分析结果

序号	矿物	w(B)/%										Σw(B)/%	备注
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SnO <sub>2</sub>		
1	金云母	45.05	0.05	8.40	1.17	0.02	28.35	0.01	0.14	10.20	-	93.39	10 次分析平均
2	滑石	63.18	0.02	0.30	0.72	0.14	30.09	0.22	0.07	0.05	-	94.79	13 次分析平均
3	方解石	0.06	0.01	0.01	0.26	0.04	0.99	54.07	0.02	0.15	-	55.61	7 次分析平均
4	白云石	0.08	0.00	0.08	1.18	0.20	20.40	32.07	0.04	0.06	-	54.11	15 次分析平均
5	浅色锡石	0.13	0.00	0.00	0.07	0.04	0.00	-	-	-	98.86	99.10	16 次分析平均
6	浅色锡石	0.13	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	-	-	-	98.97	99.17	10 次分析平均
7	深色锡石	0.14	0.03	0.01	0.23	0.08	0.05	-	-	-	98.83	99.37	3 次分析平均
?	深色锡石	0.14	0.04	0.00	0.24	0.09	0.06	-	-	-	98.71	99.28	7 次分析平均

测试仪器: JXA-8800 电子探针仪。测试单位: 中国地质科学院矿产资源研究所; 测试人: 王文瑛。“-”表示未测。

表 2 硫化物的电子探针分析结果

序号	矿物	w <sub>B</sub> /%											Σw <sub>B</sub> /%	备注	
		S	Ti	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sn	Pb			Bi
1	毒砂	19.94	0.00	0.08	35.10	0.07	0.34	0.19	0.10	43.20	0.05	0.01	0.21	99.29	3 次分析平均
6	黄铜矿	33.99	0.00	0.00	29.62	0.00	0.22	34.73	0.00	0.21	0.14	0.00	0.20	99.11	3 次分析平均
9	黝锡矿	28.74	0.00	0.01	10.20	0.07	0.19	28.71	4.15	0.31	26.53	0.05	0.23	99.13	3 次分析平均
13	斜方辉铋铅矿	16.26	0.00	0.01	0.03	0.06	0.25	0.39	0.01	0.00	0.00	41.68	40.53	99.22	4 次分析平均
17	柱硫铋铜铅矿	17.93	0.00	0.00	0.12	0.06	0.06	3.81	0.08	0.00	0.00	12.47	64.82	99.35	4 次分析平均

测试仪器: JXA-8800 电子探针仪; 测试单位: 中国地质科学院矿产资源研究所; 测试人: 王文瑛。

锡石在两类矿石中结晶程度普遍较低,晶体边缘常出现锯齿状,在大理岩型矿石中偶尔也出现显示柱状和四方断面的晶体,其中大理岩型矿石中的锡石主要为浅棕色,片岩型矿石中的锡石普遍呈深棕色,透明度也相对较差。在同一晶体上常因色调深浅不同,呈现有规律的环带结构。

锡石棕色色调的深浅与其化学成分有较大关系,深色锡石中 FeO、MnO、TiO<sub>2</sub> 含量均高于浅色锡石。笔者对锡石用湿法化学分析测定了其中的 Nb、Ta 含量,在深棕色锡石中 w(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 含量为 4.5%, w(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 为 0.5%,在浅棕色锡石中, w(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 高于 w(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 为 1.2%, w(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 为 1.1%,这说明 Nb 也是造成锡石颜色变深的因素之一。总体上,锡石中 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量高于 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量,这同国内外与岩浆热液有关的锡矿之锡石中 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量普遍高于 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 是明显不同的。

### 3 矿石稳定同位素特征

由于样品及经费所限, 本次仅对完冷锡矿矿石中毒砂的硫同位素及白云石的氧、碳同位素进行了测定(表 3), 由于目前国内外还无公认的沉积-变质锡矿床, 因此也无可对比的同位素数据, 表 3 中的广西九毛和云南薁坝地锡矿, 李希勳等(1994)曾认为是较典型的沉积-变质型, 但毛景文(1988)、税哲夫(1988)、施琳(1989)等从大量工作中, 确定其为与岩浆热液活动有矿的锡矿床。从完冷、九毛、薁坝地锡矿床的 3 种同位素值对比可以看出, 它们之间缺乏共性, 完冷、阿莫及大厂锡矿的 3 种同位素值更缺少共性。因此, 缅甸完冷锡矿的稳定同位素有它的特殊性。

表 3 完冷和一些锡矿床矿石的硫、氧、碳同位素数据

同位素	同位素比值/‰				
	缅甸完冷锡矿 <sup>①</sup>	广西九毛锡多金属矿床 <sup>②</sup>	云南薁坝地锡石-电气石-石英建造似层状矿床 <sup>③</sup>	云南阿莫花岗岩浆高-中温热液锡矿床 <sup>④</sup>	广西大厂锡石-石英-硫化物似层状矿体 <sup>⑤</sup>
$\delta^{34}\text{S}$	-1.9 (毒砂)	-4~-14 (黄铁矿)	-2.4~3.0 (毒砂)	3.2~7.2 (黄铁矿)	-4.9~+3.6 (黄铁矿)
$\delta^{18}\text{O}$	11.7~13.2 (白云石)	7.9~12.0 (方解石)	7.49~6.80 (石英)	10.05~13.16 (石英)	13.9~23 (大理岩化灰岩)
$\delta^{13}\text{C}$	-5.1~-3.2 (白云石)	-3.7~-3.9 (方解石)			-0.9~1.4 (大理岩化灰岩)

① 中国地质科学院矿产资源研究所测定; 测试仪器: MAT251EM 质谱计; 测试人: 白瑞梅、罗续荣。②据毛景文(1988)。③、④据施琳(1989)。

⑤据陈毓川(1989)

## 4 讨论

### 4.1 完冷锡矿成矿作用分析

通过以上工作, 如下几点值得注意: ①矿体具有和围岩产状一致的层状特征, 且延伸稳定。②矿石主要由白云石、方解石、滑石、金云母和锡石共同组成。硫化物微量, 在国内外其他锡矿床中几乎无处不在的石英在完冷锡矿中未见。③矿石的变质结构、构造十分典型, 碳酸盐矿物和滑石、金云母的结构及共生特征表明, 它们是同一区域变质作用下的产物, 4 种矿物之间是一种共同重结晶的关系, 原始沉积环境是一个富镁的浅海湾相。④锡石在矿石中的结构, 可以排除它是以陆缘碎屑形式搬运到浅海盆地中的, 锡石的形成也经历了沉积变质作用过程, 和碳酸盐矿物、滑石、金云母是一种共结晶关系。沉积环境的地球化学因素也同样影响到锡石的物理和化学特征。在成分较单一的富碳酸盐物质的沉积环境中, 奠定了化学成分较纯、颜色较浅锡石的形成。而在成分较杂、砂泥质较多的沉积环境中, 奠定了深棕色锡石的形成。⑤矿石中后期热液活动极其微弱, 硫化物稀少, 交代碳酸盐矿物及滑石、金云母的特征极不明显, 和锡石的关系也很不密切, 更难以和大量锡石的形成联系起来。

鉴于以上认识, 笔者认为缅甸完冷锡矿应是一个较特征的沉积变质型锡矿床, 锡的富集主要发生在沉积作用阶段。

### 4.2 现存对沉积变质锡矿的认识

在施琳等编著的“滇西锡矿带成矿规律”(1989)一书中, 对滇西原生锡矿划分为 3 个成矿系列, 即与花岗岩岩浆作用有关的成矿系列、与火山-次火山作用有关的成矿系列和与变质作用有关的成矿系列。施琳等所指的变质岩系中的含锡花岗伟晶岩和某些锡石-石英电气石型矿床, 显然与缅甸完冷锡矿的产出特征及矿石矿物组成上毫无共同之处。

在“中国矿床”一书中论述锡矿的部分内, 李希勳等(1994)将我国锡矿也划分出类似施琳等人方案的 3 大类, 在沉积再造和与变质作用有关的锡矿床中, 所举的实例有广西九毛和云南薁坝地。但从毛景文等(1988)的工作看, 它们难以作为沉积-变质型锡矿的代表, 其产状、矿石矿物组成与缅甸完冷锡矿差距甚大。

在国外有一定影响的“锡矿床地质学”中 (Taylor, 1979), 作者列举了 3 个有代表性的锡矿床分类方案, 其中只有 Hosking (1974) 在分类中列出了一种称之为“古老的”含锡沉积变质改造矿床, 然而却未能列出一个有代表性的矿带、矿区或矿床。

20 世纪 80 年代以后, 人们对锡的成矿作用的认识有了较大的飞跃, 例如韩发等 (1989) 对我国著名的大厂锡矿提出了热液喷气沉积的新认识。20 世纪 90 年代在西班牙发现了火山成因块状硫化物型 Sn-Cu 矿床, Sn、Cu 品位之高, 储量之大在世界上是罕见的。然而像缅甸完冷地区, 锡的成矿作用与岩浆-热液活动无关, 只是在较单一的沉积-变质作用中形成的锡矿床至今在世界上其他地区还未见报道。

滇西锡矿带是我国重要的锡资源分布区, 锡矿床的形成与区内的花岗岩浆活动关系密切。过去认为锡在滇西古老基底中是分散的, 是岩浆活动在长期不断的集聚中才构成了今天的中-新生代锡矿带的。缅甸完冷锡矿的发现表明, 早在元古代时期, 在其地壳中就集聚了丰富的锡, 并形成了品位极高的锡矿床。它们可能是滇西与花岗岩有关的锡矿床更好的物源。当然, 在该区古老变质岩系中加强寻找完冷式锡矿则具有更大的现实意义。

#### 参 考 文 献

- 陈毓川, 裴荣富, 张宏良, 等. 1989. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床. 北京: 地质出版社.
- 韩发, 哈钦森 R. W. 1989. 大厂锡多金属矿床热液喷气证据—含矿建造及热液沉积岩. 矿床地质, 8(1): 25~37.
- 毛景文, 宋叔和, 陈毓川. 1988. 桂北地区火成岩系列和锡多金属矿床成矿系列. 北京: 科学技术出版社.
- 施琳, 陈吉琛, 吴上龙, 等. 1989. 滇西锡矿带成矿规律. 北京: 地质出版社.
- Hosking K. F. G. 1979. Tin distribution patterns. Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 11: 1~70.

<http://www.kcdz.ac.cn/>