

出国技术考察报告

泰国有色金属矿山地质考察

冶考 82—59

(内部资料·注意保存)

冶金工业部情报研究总所
四川省冶金情报标准研究所

前 言

根据中泰科学技术混合委员会第三届会议协定，冶金部赴泰有色金属矿山地质考察组一行五人，于一九八一年六月五日至六月二十七日在泰国进行了以锡（钨）矿为主的地质考察。考察内容着重锡矿的地质特征、成矿规律和找矿勘探方法以及锡矿的综合利用，并对采矿、选矿、冶炼做一般性了解。

泰国是我国的友好近邻，是发展中国家，近一、二十年来发展很快，尤其是发挥其锡矿业资源优势，成效显著，锡的生产已名列前茅，在世界上占有重要位置。在锡矿的地质科研方面有其特色，矿业管理亦有独到之处。

中泰两国人民友好的历史悠久，此次考察受到了泰国政府实业工业部的十分重视，科技合作厅和矿物资源厅负责具体接待，热情友好，安排周到。我们先后考察了沙蒙、美乍迪、比劳克、加林、白山、龙松等一批内陆锡（钨）矿区和普吉岛滨外锡矿，还参观了锡矿精选厂、锡矿尾砂综合回收厂和锡冶炼厂。通过考察，对泰国锡矿地质有了比较深入的了解，同时对泰国整个矿业有了基本的认识，从中找到了一些可以借鉴的东西。此技术考察报告，基本上反映了这次考察的成果，报告由俞开基、刘钰、梁珍庭三同志执笔完成。由于考察时间短，对文献资料的阅读和理解缺乏充分讨论，加之笔者水平所限，难免有错误之处，供作参考。

冶金部赴泰国有色金属矿山地质考察组

李雨枫 俞开基 刘钰

梁珍庭 侯新民

1981年9月5日

目 录

一、泰国地质概况.....	(1)
(一) 地质构造.....	(1)
(二) 地层.....	(2)
(三) 火成岩.....	(3)
(四) 矿产.....	(4)
二、泰国锡矿床的分布及其地质特征.....	(6)
(一) 锡矿分布.....	(6)
(二) 锡矿床类型.....	(6)
(三) 锡矿床成矿规律.....	(12)
三、泰国主要锡(钨)矿床地质简况.....	(14)
(一) 沙蒙钨锡矿区.....	(14)
(二) 美乍迪钨锡矿区.....	(16)
(三) 比劳克钨锡矿区.....	(16)
(四) 加林砂锡矿区.....	(18)
(五) 白山锡矿区.....	(18)
(六) 龙松砂锡矿区.....	(19)
四、泰国锡矿采选冶概况.....	(20)
(一) 采选部分.....	(20)
(二) 冶炼部分.....	(23)
五、泰国地质矿业的管理概况.....	(26)
六、体会和建议.....	(28)

一、泰国地质概况

泰国领土陆地面积 518000 平方公里，南北方向最大长度为 1650 公里，东西方向最大宽度为 770 公里，界于北纬 5—21°，东经 97—106° 之间。地势北高南低，最高海拔 2576 公尺。全国分为五个地文区：西北山地，东北呵叻高原，湄南中央平原，南部半岛和暹罗湾五个部分。地质概况如下：

(一) 地质构造

泰国在地质构造上分为两个大单元：东部呵叻高原属于印支地块，西部为缅甸马褶皱山系。晚古生代以后，西部上升，东部下降，东西两部均发育有中、新生代的山间盆地，中央平原和暹罗湾则是后期下沉的第三纪沉积盆地。（见图 1）

1、东部呵叻高原

整个地区由呵叻群（上三迭系—白垩系）非海相地层所组成，发育了良好的膏盐建造、含煤建造和富含铜铀矿床的碎屑建造。其基底可能是晚古生代地层，呵叻群为盖层不整合于其上，基底褶皱强烈，盖层倾斜平缓。由于没有花岗岩类岩石侵入盖层，因此，整个东部地区未发现有锡矿床。

2、西部缅甸马褶皱山系

缅甸马褶皱山系又称东缅甸—西泰—马印造山带，泰国境内出露长度 1650 公里，向北延至缅甸和中国云南省境内，向南进入马来西亚，为世界著名的东南亚锡矿带的重要组成部分，乃古生代沉积物与花岗岩侵入为主的多金属成矿带。矿产以锡、钨、锑为主，还有锌、铅、银、铜、铁、

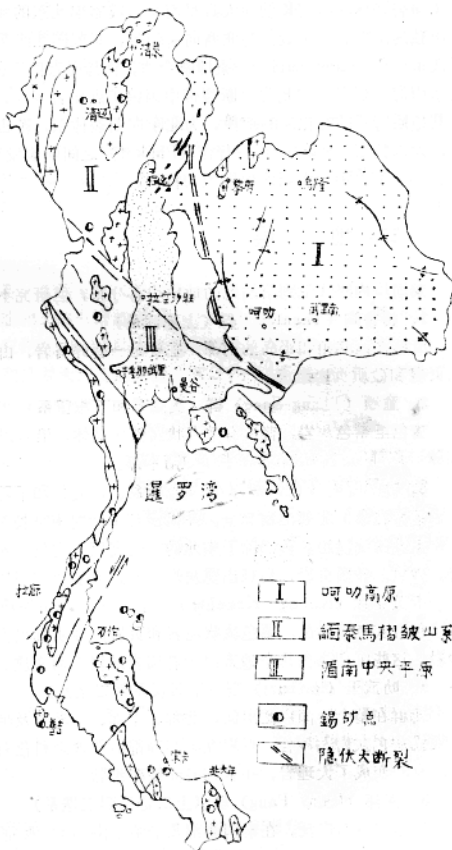


图 1 泰国地质构造略图

萤石、锰矿等。

该造山带在泰国北部，大致以湄南河为中线，其西岩层向西倒转，其东则向东倒转，形成一个巨大的扇状复背斜，或者说以湄南河为中线，在其东西两侧分别向东和向西呈迭瓦式冲断，而形成从中线向两侧推复的扇状冲断带。沿湄南河中线两侧形成了中央平原和暹罗湾构成的巨大的第三纪沉积盆地，充满来自西部褶皱山系的岩屑。

造山带的西部就断裂性质和矿产特征又可划分三个部分：1) 北段，指麦拉玛 (Mae Ramat) — 那空沙旺 (Nakhon Sawan) 连线以北，为南北向断裂体系，岩层和断裂走向以及花岗岩岩体的出露长轴均大致呈南北向或略偏东北的弧形，锡矿产普遍与钨矿伴生，很少有单独的锡矿。2) 中段：为北西向断裂带，其范围北缘是泰国西陲的麦拉玛 — 那空沙旺 — 巴真武里 (Prachinburi) — 柬埔寨金边，南缘是泰国干差那武里 (Kanchanaburi) 向东南沿东南海岸延展。在此北西断裂带中锡钨矿点显著减少，而低温的锑、钼矿床有所增加，显示其地质背景的变化。3) 南段，为北东向断裂体系，范围在干差那武里以南，主要在南部半岛，尤以拉廊 (Ranong) — 普吉 (Phuket) 之间断裂发育，矿点密集，南部锡矿床含钨较少，甚至不含钨，而以伴生铌钽为特征。

(二) 地 层

泰国境内寒武纪到第四纪的地层均有分布，但研究不详，许多地层尚无确切的时代。

1、特鲁陶 (Tarutao) 群 (上寒武系)

出露在西北角和半岛的南部，主要是一套碎屑岩，由红至褐色粗粒砂岩和石英砂岩，红色页岩和砂质页岩组成。

2、童颂 (Thung Song) 群 (奥陶系和下志留系)

暗色至黑色灰岩，普遍有散点状黄铁矿晶体，沿着黑色灰岩的层面出现暗紫色钙质矿物细脉。该群出露于西北部 and 半岛的南半部。

3、特那奥西 (Tanaosi) 群 (志留系、泥盆系和下石炭系)

该群在泰国北部出露完全，并沿西部山脉向南延长至半岛。可细分为两个组：

干差那武里组：该组除了东北的呵叻高原，在整个泰国广泛分布。岩性为碎屑沉积的页岩、砂岩、砂质页岩，局部出现灰岩夹层。很多地方变质为板岩、千枚岩和石英岩。

卡英克钦 (Kaeng Krachan) 组：该组是由泥质和砂质两种岩石类型组成。泥质沉积物包含灰色、黑色、褐色块状泥岩和页岩；砂质沉积物包括砂岩、石英岩和灰至黑色的杂砂岩。这些沉积物在几个地方由于花岗岩的侵入而变质。

4、叻武里 (Ratburi) 群 (下石炭系到二迭系)

此群在整个泰国广泛出露，北部、中部、半岛以及呵叻高原的西侧边界都可见。岩性是块状浅灰色灰岩与砂岩、页岩互层，局部出现含蜓科化石的燧石层。灰岩普遍发生重结晶作用。有的变成了大理岩，并有许多赤铁矿细脉。

5、南邦 (Lam Pang) 群 (上二迭系到三迭系)

南邦群分布广泛，在泰国北部几乎整个南邦盆地都有，在东部，该群出露于呵叻 (Khorat) 高原的中部，在南部半岛上，该群出现在很多省，并延至马来西亚境内。岩石组成为三个组：群的下部为火山建造，由基底砾岩与火山砾岩、红色砂岩、页岩、粉砂岩

和凝灰质砂岩组成。中部主要是块状灰岩、浅绿灰色页岩和砂岩楔入其间，含有 *Halobia* 和 *Daonella* 化石。群的上部称为红色建造，为海相和非海相砂岩、页岩和砾岩，岩石颜色呈浅红褐色到灰色，含化石 *Daonella* Sp. *Posidonia*、*Joannites*。

6、呵叻 (Khorat) 群 (上三迭系到白垩系)

呵叻群主要分布在东北的呵叻高原，其他地区只是零星出露。此群细分为三组：下部普卡洞 (Phu Kradung) 组，中部普潘 (Phu Pham) 和弗拉文 (Phra Wihan) 组，上部盐和科克阿 (Khok Kruat) 组。

普卡洞组：不整合地上伏于二迭系灰岩之上，下部岩性为砾石质灰岩、流纹岩、暗灰色砂质页岩，钙质砂岩及粉砂岩，在钙质砂岩和粉砂岩内发现植物化石，被划归瑞替克—里阿斯统（晚三迭世—早侏罗世）或上三迭纪。上部岩性为砂岩。除见有植物碎屑和砂化木外。未见其他化石。其时代为下侏罗纪。

普潘和弗拉文组：下部岩性为砂岩和厚层状粉砂岩。发现有软体动物、爬行动物和少许植物叶子化石。被划为中侏罗系。上部岩石为砾石质砂岩和砾岩。可能属上侏罗系。

盐和科克阿组：下部岩石是红—浅紫灰色层状砂岩、粉砂岩和页岩与杂色钙质砾石质砂岩、砂质灰岩和钙质粉砂岩的互层。其中有瓣鳃类化石。可能属下白垩系。上部岩石以含厚层的岩盐、石膏和硬石膏为特点。故称盐段。

7、克拉比 (Krabi) 群 (下第三系到下更新系)

克拉比群在泰国代表全部第三系。第三系沉积主要分布在南方。暹罗湾和安达曼海已证明有巨厚的第三系沉积。是寻找石油和天然气的远景区。以曼谷为中心的中央平原被第四系沉积所伏盖。下部可能有很厚的第三纪沉积，为陆上盆地中找油气的远景地区。在泰国北方第三系沉积出露于孤立的间盆地和沿着大河流的阶地，其沉积物包括暗色页岩、泥灰岩、砂岩、粘土、贝壳灰岩、油页岩、油砂和褐煤。

8、第四系沉积

第四系沉积分布在洪积平原、水系的河床和阶地、海滩和港湾。以湄南中央平原面积最大，长约 300 公里，宽约 50—150 公里。第四系沉积主要是未固结的粉砂、粘土、砂和砾石。海滩和港湾还有珊瑚礁。常在均夷面、海岸、河流阶地、上升的方山或高原见到残积层红土。重要的冲积、残积和崩积的第四系和海滩发现了锡、钨、金、金刚石和宝石的砂矿，在某些红土沉积里发现了镍矿。

(三) 火成岩

1、花岗岩

花岗岩主要有三期：海西期花岗岩、印支期花岗岩和燕山期花岗岩。燕山期花岗岩明显地含锡。分布较普遍。泰国大多数锡和钨矿床都与燕山期花岗岩有关。海西期和印支期花岗岩则只含少量的锡或不含锡。常常成为其他矿产，如萤石、铋、金、铁、铜、铅、锌和重晶石来源。

海西期花岗岩：片麻状黑云母花岗岩，零星出露在西北部 and 东南角。花岗岩侵入到比较老的古生代岩层中，古生代地层显示出从压碎到片麻状构造的挤压特征。同位素年龄测定为 272 ± 14 百万年（铷锶法）。

印支期花岗岩：角闪石黑云母花岗岩。主要出露在北部山区、半岛南端和沿呵叻高原的西侧断续分布。围岩仍以古生代地层为主，有的为中生代地层。同位素年龄测定为 $190 \pm 7 \sim 236 \pm 14$ 百万年（铷法）。

燕山期花岗岩：黑云母白云母花岗岩，出露很广，主要在南部半岛以及附近的小岛屿，海域亦有分布，且与陆上花岗岩可以连接。岩石产状有岩基、岩株和岩脉。在南部盛产锡矿的普吉岛有浅色斑状花岗岩，粒度由细粒到粗粒。基质是石英、斜长石、黑云母和白云母，斑晶为正长石，粒度自小 $3-10 \text{ mm} \times 1 \text{ cm}$ ，大到 $2 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ ，局部地方斑晶有定向排列，显示流状构造。同位素年龄测定结果，拉廊至普吉地区 $107 \pm 5 \sim 120 \pm 5$ 百万年，半岛北部为 186 ± 11 百万年（均用铷法）。

2、镁铁质和超镁铁质岩石

分布在北部清莱 (CHing Rai)、清迈 (CHing Mai) 和难府 (Nan) 等地，这组岩石由闪长岩、辉长岩和辉石岩以及少数辉闪石岩类所组成，呈岩墙，小岩颈和岩株侵入到古生代地层中。岩石已局部蛇纹石化，蛇纹石化带有铬铁矿和石棉矿产出，并且也是红土化（风化壳型）镍矿床的矿源岩。此类岩石的形成时代可能属海西期。

3、闪长岩和石英闪长岩

分布在北部和东部。闪长岩和石英闪长岩呈岩瘤、岩株和小岩基侵入到呵叻群和更老的岩层，金矿以及接触变质铁矿与这些岩石有关。根据岩石的产出环境，认为是第三纪所形成。

4、安山岩、流纹玢岩和凝灰岩

从晚二迭世到第三纪见有多期火山岩，这些火山岩由岩株状、岩墙状或熔岩流的安山岩和比较年青的呈岩墙状和熔岩流的流纹玢岩、凝灰岩和角砾岩组成。这些岩石主要出现在泰国北部的南邦盆地 (Lam Pang Ba Sin)、黎府 (Loei)、帕府 (Phrae) 和沙拉武里 (Saraburi) 等省。

5、玄武岩及其它同类岩石

玄武岩在几个地区广泛分布，局部呈岩流、岩墙和岩颈产出。在南邦省玄武岩大面积覆盖在更新世卵石层之上；呵叻高原的南部、中部和北西隅有大片玄武岩层，中部的罗卜武里 (Lopburi) 省等亦有出露。玄武岩熔岩流和岩颈的时代明显地属于晚呵叻群。可能相当于第三纪火山活动时期。兰宝石和红宝石矿床与岩颈和岩流状的霞石—橄榄石玄武岩有关。

(四) 矿 产

泰国已经开发的有锡、钨、锑、锌、铅、锰、铁等十五种金属矿产。有萤石、重晶石、磷酸盐等二十二种非金属矿产。

1、锡矿

泰国第二位出口物资，次于大米，1980年产锡精矿45986吨。仅次于马来西亚，居世界第二位。已知锡矿点252处，分布在西北部、中西部、东南部及南部，即云南—缅甸—泰国—一马褶皱山系，以半岛的南部区北纬 11° 以南最为重要。

2、钨矿

泰国也有广泛分布，多与锡矿共生，意义次于锡矿，1980年产钨砂3134吨。已知钨矿

点28处,南部耶空是贪玛叻府(Nakhon Si Thammarat)的考松(Khao Soon)是最大的黑钨矿矿床,北部清莱府的多依谋科(Doi Mok)矿床是最大的白钨矿矿床。

3、锑矿

分布也很广泛。有很久的开采历史,1980年生产锑精矿6862吨,泰国的锑矿有原生和次生两种类型,已知矿点53处,原生矿床多产于西部古生界及中生界地层中。在页岩、砂岩、石英岩及花岗岩中呈脉状、巢状体产出,在灰岩、钙质页岩及泥岩中呈交代矿体。次生矿床多在丘陵山坡及河谷,距原生矿床不远地方形成残余再生矿床,往往被铁红土、卵石、土壤所盖。

4、铅锌矿

泰国有广泛的铅锌矿化,但具开采规模的矿床不多。已知铅锌矿点30处。1975年锌产量达14000吨,1979年铅产量20515吨,主要供出口。泰缅边境城市麦索(Mae Suhu)东南12公里的帕达因(Pa Daeng)是最大锌矿床,矿区内出露的地层为三迭纪—侏罗纪的近海相灰岩、钙质砂岩、页岩互层,矿体长600m,宽200m,平均厚度25m,最大厚度80m,以锌品位10%为边界,平均品位为26.59%,储量378万吨,含镉平均0.2%。矿物成分主要是异极矿和菱锌矿,局部有水锌矿和兰锌矿的富集。空间上分带明显。上部主要部分为>30%的富矿,在次生矿体下100—200m处发现硫化物矿体,由闪锌矿、方铅矿、黄铁矿及方解石、白云石、石英组成。

铅矿床最主要者在干差那武里府,矿体产于花岗岩与奥陶系灰岩接触带附近的断裂构造带内,呈似层状透镜体、巢状体,矿石中的金属矿物主要是方铅矿,其次有闪锌矿和黄铁矿。

5、铜铀矿

泰国东北部呵叻高原广泛分布中、晚侏罗世浅色钙质砂岩及砂砾岩,已见多处铜铀矿化,比较著名的有坤敬(Khon Kaen)以西50公里的福文(Phu Wiang)矿床,该矿床产于呵叻群地层中,铜铀矿化主要富集在灰色细粒到中粒长石砂岩及砂砾岩中,矿体呈层状和透镜状,矿石中铜矿物主要为孔雀石,其次为兰铜矿和黄铜矿,铀矿物主要为铀石。其次为晶质铀矿、钙铀云母、铜铀云母和钾钒铀矿。另据介绍,在泰国北部的黎府发现了斑岩型铜矿,北部山区和呵叻高原西侧有铜矿点34处。

6、铁矿

已知铁矿点72处,广布全国,但无大铁矿。1979年仅生产铁矿石103101吨,主要矿床在罗卜武里,该矿床乃岩株状闪长岩体侵入于古生界沉积地层中,矿体沿接触带呈一系列平缓的透镜体分布,由致密块状赤铁矿和磁铁矿组成,平均品位44.38%。保有储量数百万吨,可能为接触交代型矿床。

7、锰矿

已知锰矿点47处,主要分布在泰北,1980年生产锰矿石45299吨,其中北部8个矿产地生产47251吨,占全国产量的87%。主要矿山均为次生矿床,母岩为古生界变质岩、沉积岩及中生界沉积岩,矿石矿物为硬锰矿及软锰矿。

8、铬铁矿

泰国北部程逸省的蛇纹岩中有少量的铬铁矿床,1979年生产铬铁矿42吨。

9、金矿

有砂金矿和脉金矿，砂金矿分布在第四纪冲积洪积层中，脉金矿多产于花岗岩、闪长岩和石英闪长岩中。

除上述金属矿产外，泰国的东南部和西部出产有兰宝石、红宝石和黄玉，这些宝石类矿产的生成与新生代玄武岩类岩石有关。西部褶皱山系中有比较丰富的萤石矿、重晶石矿和磷矿。东北部呵叻高原的侏罗系地层中有石膏和盐类沉积，上白垩系中发现了很好的钾盐矿。泰国北部发育着一系列的山间盆地，其中最常见的是第三纪褐煤，麦芳盆地（Mae Fang）和麦索盆地（Mae Suhu）已找到石油，但产量很低，储量很少。暹罗湾地区是一个断陷式盆地，第三纪沉积厚度很大，已发现气田和工业油流。

二、泰国锡矿床的分布及其地质特征

（一）锡矿分布

泰国锡矿资源丰富，矿点多、分布广，目前已知锡矿点 252 处，分布在泰国近南北向长 1650 公里的矿带上（参见图 1），此矿带乃云南—缅甸—泰国—马来西亚锡矿带的重要组成部分。

北部：16—20° 线至国境，以清迈府为中心，包括清莱府（CHIANG RAI）、南邦府（LAM PANG）、夜丰颂府（MAE HONG SON）、达府（TAK）等地，矿点都比较密集，有锡矿点 75 处，比较著名的有清迈府沙蒙（Samoeng）锡钨矿区。

中部：12—16° 线之间。又可分为中西部和中东部。曼谷以西称中西部，包括干差那武里府（KANCHA NABURI）、叻丕府（RAT BURI）、佛丕府（PHET BURI）等地，锡矿点主要集中在泰缅边境上，计有矿点 40 处。曼谷以东称中东部，包括春武里（CHON BURI）、罗勇（RAYONG）、庄他武里（CHAN THA BURI）等府，矿点比较稀少，计有 7 处。中部比较著名的矿区有干差那武里府的比劳克（Pilok）锡钨矿区和加林（Charintr）砂锡矿区。

南部：6—12° 线。南延至国境，锡矿点很多，广布整个南部半岛地区，但以普吉府（PHU KET）、拉廊府（RANONG）、那空是贪玛叻（NAKHON SI THAMMARAT）、巴蜀（PRA CHUAP KHIRI KHAN）等府矿点更为集中。总计有锡矿点 130 处。南部除陆地矿山外，海滨及滨外尚有巨大的锡矿蕴藏量，已经开采的范围也不小。泰国约有 94 % 的锡矿产自南部，其中又以海滨砂矿和滨外锡矿最为重要。

（二）锡矿床类型

泰国锡矿床类型繁多，有原生矿床和次生矿床两大类。原生矿床以含锡花岗岩型和含锡石英脉型最重要，其次有含锡伟晶岩型和含锡砂卡岩型，此外尚有含锡细晶岩型、含锡云英岩型、含锡云母岩型和含锡石英长石脉型。次生矿床以滨外锡石矿床和内陆冲积残积复合型砂锡矿床为主，其次为残积型砂锡矿床和泥锡矿床。

A、原生矿床

- a、含锡花岗岩型
- b、含锡石英脉型
- c、含锡伟晶岩型
- d、含锡砂卡岩型
- e、含锡细晶岩型
- f、含锡云英岩型
- g、含锡云母岩型
- h、含锡石英长石脉型

B、次生矿床

- a、滨外锡矿床
- b、冲积型或冲积残积复合型砂锡矿床
- c、残积型砂锡矿床
- d、泥锡矿床

原生锡矿床类型地质特征如下表 1

各主要锡矿床类型详叙如次:

1. 含锡花岗岩型

在泰国, 含锡花岗岩型是重要的锡矿床类型之一, 锡和钨矿物浸染在蚀变花岗岩中, 有些地区锡石聚集成可以开采的矿床, 因此, 又称之为蚀变花岗岩中的浸染型锡石矿床。

1) 蚀变花岗岩多分布在造山区, 其产出环境局限在花岗岩岩钟的上部或者靠近围岩接触带的花岗岩, 也可能发生在挥发物能穿入的花岗岩中的软弱带。

2) 蚀变花岗岩的含锡量比粗粒或斑状花岗岩的平均锡含量高出很多。据对全国 67 个地区的花岗岩进行了锡含量的地球化学分析, 得出如下结论:

(1) 原始花岗岩的锡含量低, 例如角闪石花岗岩, 泰国的富含角闪石的花岗岩没有与之共生的锡矿床。

(2) 粗粒含锡黑云母花岗岩比原始花岗岩产生较多的锡矿石。

(3) 蚀变花岗岩含有显著高的锡量, 不但形成原生锡矿床, 而且在很多地方找到的砂锡矿是由蚀变花岗岩产生的。

3) 蚀变花岗岩的结构有些像细晶岩, 只是细晶岩的粒度更细, 蚀变花岗岩的结构为中粒。蚀变花岗岩的结构与气化作用有关, 主要是 F、B、H₂O 对老花岗岩作用的结果。因此, 斑状的黑云母花岗岩原岩转变为细粒的白云母—电气石(高岭石)花岗岩, 二者之间的渐变现象很显著。

4) 富锡地区的花岗岩点总是遭受了气化作用, 花岗岩被气化作用所蚀变。蚀变种类有钠长石化、微斜长石化、电气石化、白云母化、高岭土化及硅化。黑云母花岗岩蚀变后成为电气石—白云母花岗岩, 电气石花岗岩或淡色花岗岩, 黑云母的量减少到完全消失, 电气石, 白云母含量增加。

5) 锡石是当花岗岩在气化阶段改变后形成的, 在蚀变花岗岩中锡石呈半自形, 它形细粒状浸染或呈锡石囊产出。锡石与电气石紧密集合在一起, 可能系同时生成。

泰国原生锡矿类型特征表

表 1

矿床类型	围岩性质	地质环境	锡矿化特征	伴生矿物	蚀变种类	矿床实例
a. 含锡花岗岩	蚀变花岗岩	局限在花岗岩岩体上部或靠近围岩接触带	锡石呈细粒状	白钨矿、锐钛矿、独居石、萤石、钼矿、黄铁矿、磁石、磷	电气石化、白云母化、钾长石化、钠长石化、高岭土化、	普吉府白山矿区
b. 含锡石英脉	花岗岩、页岩、砂岩、石英岩、薄层石英岩	与云英岩紧密共生	锡石呈散点状及团块状	黑钨矿、白钨矿、黄铁矿、磁石、黄铜矿、菱铁矿、硫化矿物		干差那武里府比劳克矿区
c. 含锡伟晶岩	蚀变花岗岩、片麻岩、角闪岩、页岩	多在岩体上部及边缘	锡石呈粗大、黑色	钼铁矿、钼铁矿、钼矿、绿柱石、云母、绿柱石		春连府柏托区的北松矿床
d. 含锡砂卡岩	花岗岩与石灰岩	花岗岩与石灰岩的接触带	锡石多呈散点状、有的呈针状、像放射群的	磁铁矿、铜铝锌硫化矿物		也拉府平约矿区
e. 含锡细晶岩	蚀变花岗岩	有的与伟晶岩共生	电气石含量高	钼铁矿、钼铁矿		拉廊府哈德松潘矿区
f. 含锡云英岩	蚀变花岗岩	常与石英脉共生	一般含锡量高，也有例外情况	黄玉、磷灰石		素叻他尼府空斯拉矿床
g. 含锡石英岩	白云母—电气石花岗岩	云英岩继续白云母化结果	靠近石英脉的云母岩含锡量高	黄玉		洛坤府邦隆矿床
h. 含锡石英脉	中粒蚀变花岗岩		锡石呈散点及团块	黑钨矿		宋卡府童波镇矿区

6) 含锡花岗岩中的浅色矿物比不含锡花岗岩的多。所以,大多数含锡花岗岩是白色或浅灰色,而不含锡花岗岩为深灰色,粉红色及有黑斑块。

7) 含锡花岗岩的酸性比不含锡花岗岩的高,据45件含锡花岗岩样品平均含石英29.22%,而39件不含锡花岗岩样品平均含石英26.94%。

8) 含锡花岗岩的形成温度低于600°C,而贫锡花岗岩的形成温度高于600°C(长石温度计)。

9) 含锡花岗岩中其它副矿物的特征:

(1) 含锡花岗岩中的磁铁矿少于贫锡花岗岩;

(2) 含锡花岗岩的独居石Th为3.8%,而贫锡花岗岩的独居石Th一般大于5%;

(3) 在所有可能含锰的矿物中,其锰的含量都非常高;

(4) 锐钛矿、独居石、锆石、磷钼矿、萤石、黄玉和丝光云母普遍分布;

(5) 石英、锡石和磷钼矿有很短的柱面,或者没有柱面,可以看到锡石和磷钼矿有扭曲的延长形态。

10) 蚀变花岗岩中经常可见含锡钨的石英脉,伟晶岩脉以及云英岩脉、云母岩脉、细晶岩脉和石英长石脉穿入,这些脉岩类岩石往往含锡石、黑钨矿(白钨矿)较多,形成独立的工业矿床。此外,在宋卡府的童卡明矿山蚀变花岗岩中还发现一种铀矿物,其成分是 $\text{Cu}(\text{UO}_2 \cdot \text{PO}_4) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,但量很少,没有经济价值。

2. 含锡石英脉型

含锡石英脉是一种最广泛的类型,产于各地,大多数冲积型砂锡矿床来源于此类型原生锡矿。含锡石英脉大量的是产在花岗岩中,也有的沿软弱面(层理、节理、断层及其他破碎带)穿入页岩、砂岩、千枚岩和薄层石英岩中,还有的锡石浸染在靠近的围岩中,往往出现富矿。

大多数锡石石英脉都与云英岩紧密共生,小矿脉比大矿脉富,在很多情况下,小矿脉全由纯的锡石组成,小而富锡的矿脉宽0.5—15厘米,大矿脉宽2—3公尺,一般品位低,常常在两组矿脉交叉处形成富集的锡石矿囊。目前所知泰国大多数锡石石英脉延深都不大,大致在10—30公尺范围,但也有例外情况,有的矿脉延深超过了100公尺。

矿脉有分带现象,如洛坤府(Nakorn Sri Thammarat)塔沙拉县(Tha Saia)考基亚姆(Khao Khiam)矿山,从山顶向下100公尺是开采黑钨矿,再向下则锡石逐渐增多。比劳克矿区玉洞(i Tong)矿床,在锡石露头以下80公尺打了一个坑道,脉中只有石英,没有锡石。

除了大量的成分比较单一的锡石石英脉外,在泰国尚有许多含有硫化矿物的锡石石英脉,如有的矿脉锡石与辰砂和铁的硫化物共生,有的矿脉锡石与各种铜、铅、锌、银的硫化物共生,有的矿脉锡石和铋硫化物共生。此外,还发现低温热液矿脉,锡石与黑钨矿、菱锰矿、萤石共生的锡石玉髓矿脉亦有出现。关于锡石—硫化物—石英矿脉的经济价值尚不明朗,至于低温热液矿脉,则是矿脉很小,数量亦少,大多数是无经济价值的。

3. 含锡伟晶岩型

伟晶岩脉分布比较广泛,在花岗岩体中,常常含有锡伟晶岩出现,也有一些穿过片岩、片麻岩和角闪岩的伟晶岩脉。

含锡伟晶岩脉的规模不大,一般长数公尺到数十公尺,很少超过100公尺,脉厚数十公分至五公尺不等,已知延深30公尺左右。含锡品位贫富不一,锡石粒度较大,可达2—4厘

米，锡石颜色多呈黑色。在很多地区能见到文像伟晶岩，有些伟晶岩很容易被风化，淘洗风化的伟晶岩，常常找到锡石。许多地区伟晶岩风化后，形成可采的残坡积砂锡矿和冲积型砂锡矿，比较著名的含锡伟晶岩矿床有春蓬府的帕托矿区 and 北松矿区。

在伟晶岩中除去有重要的锡石以外，在一些地区还有共生的铌或钽矿物以及其它稀土矿物，也常见到共生的绿柱石、锂云母和高岭石。对泰国南部普吉岛上的含锡伟晶岩研究较详，该区含锡伟晶岩有两个主要类型：1) 钽—铌—锡伟晶岩，以钽铁矿—钽铁矿，铌钽矿及含钽和钽铁矿溶出体的锡石为特征，伴生的锆石晶体是一种不透明的褐色短棱柱体，是找矿的标志。2) 锂—氟—锡伟晶岩为中等粒度，以分凝作用和锂—云母层为特征，含有副矿物锂云母 ($Li:F=1$) 和不含钽的锡石。

4. 含锡砂卡岩型

在泰国，含锡砂卡岩矿床是次要类型。比较重要的矿床是也拉府(Yala)的平约(Pin Yon)矿区，其他矿床规模比较小，经济意义不大。

平约矿区含锡砂卡岩矿床仅在花岗岩与石灰岩的接触带出现。接触交代带的宽度为10—50公尺，可细分为两个接触交代带：

1) 接触带：这是沉积岩和花岗岩的一般接触变质区。此带的岩石由阳起石，紫苏辉石、钙铁辉石、磁铁矿和其他铁矿物组成。此带很难找到石英，但锡石达到工业矿床的含量。有些地方此接触带过渡到石榴石带。

2) 石榴石带：石榴石带主要含有绿—棕—淡黄色石榴石，还共生有少量石英、透闪石、磁铁矿和锡石。有些锡石呈针状，像放射群，是锡石交代纤维状矿物（主要是透闪石）的结果。此现象表示接触交代矿床的锡石是在石榴石及其它接触带矿物形成以后生成的。此带还可见到锌、铜、铅矿物。

5. 残积型砂锡矿床

据介绍，目前在泰国富的残积型砂锡矿床是不容易找到了，只有少数几个残积砂矿还在生产，在富残积矿的地方，其下都隐伏着原生矿脉，例如在春蓬府的帕卓和北松大面积内有残积矿床，在这些地区，下面的伟晶岩一般含锡量高。

一般说来，残积砂矿的价值比较高，从地表到底部，矿石的含锡量没有多大变化，这种情况是与冲积型砂锡矿不同的特征，冲积型砂锡矿富的部分集中在最下部，或者可采层直接铺在基岩上。残积矿的厚度一般在1—2公尺范围，最大深度不超过3公尺，在0.0n平方公里范围内的小型残积矿床可以含锡很高，有的地方，还可以开采其下伏的原生矿脉。

6. 冲积型砂锡矿床（或冲积残积复合型砂锡矿床）

从原岩风化出来的锡石，由于弱重力作用，能产生残积矿床。若受季节性水流搬运作用，沿山坡小沟与小河河道移动，锡石可沉积在山间盆地或山岭的古河谷底部，形成冲积型砂矿床。在某些情况下，由于强重力作用，锡石可能被带到现代河流和三角洲地区沉积。

古河道或分水岭形成的砂矿床，规模一般都不大。典型的古河道矿床是南邦府寨洪县(Jae Hom)寨松区(Jae Son)的老河道有锡石富集，锡石的源岩是蚀变电气石白云母花岗岩。

现代河流沉积的锡矿床，可以在春蓬府、拉廊府等地看到，沿着河流，当地矿工仍在用手淘洗和简易冲洗槽方法找锡石。这种矿床是当落大雨和暴雨时，锡石从原始源地或次生源地被带走，然后又停留在低的地方，特别是沉积在河谷中。拉廊府淮卡河流沉积矿是很富

的, 延长很多公里, 宽度不少于 30 公尺。

在三角洲形成的冲积型砂锡矿床, 以攀牙 (Phang-Nga) 河的矿床为典型, 正在使用挖泥船开采。

山间盆地的冲积型砂矿床, 这种矿床的最好实例是普吉岛甲士盆地和干差那武里府加林盆地, 该两盆地面积均不少于 10 平方公里, 可采矿层 10 公尺左右。由于锡石被搬运到高山脚下盆地底部沉积下来, 在接近花岗岩母岩和围岩接触带的部分常有高品位锡矿石堆积, 可能尚保存有残积砂矿。因此, 此类型矿床称为冲积残积复合型砂锡矿床更为确切。

此外, 冲积型砂锡矿还有一些特殊情况:

1) 泰国北部夜丰颂府可以见到更新世阶地层, 其中有冲积型砂锡矿床。

2) 半岛南部宋卡府、董里府有些地方的可采砂锡矿由于被氧化铁胶结而成为锡红土层, 此类矿床与含有大量硫化铁矿物的热液矿脉紧密共生。董里府隆巴的红土层矿的含锡量可高达 0.21%。

3) 围绕洛坤府銮岛花岗岩基的一些砂锡矿有假基岩, 有些可采砂锡矿层被假基岩所覆盖。

4) 靠近花岗岩构造带的石灰岩地区有冲积锡石矿, 矿石常常是沉积在石灰岩的落水洞中, 在素叻他尼府和洛坤府有实例。

5) 在一些砂锡矿床中, 可采层的上部砂质或粘土沉积物含有较多的炭质和褐煤粘土, 可能是第三纪沉积物。

7. 滨外锡石矿床

通常所指的海滨砂矿有三种形成条件, 其一是, 近海的被风化出来的锡石, 被河流带到海滨地区, 然后又被沿岸流搬运并形成平行于海岸线的浅水区砂锡矿带, 这种砂锡矿的粒度很细, 品位很低。其二是, 由于海水浸入到有“卡克萨”砂锡矿的准平原区, 原来的沉积物发生再沉积而形成富的滨外砂锡矿。其三是, 滨外矿化花岗岩的原地海蚀产物。前二者称为海滨(或滨外)砂矿是确切的, 后者实际上是含浸染状锡石的蚀变花岗岩被海水淹没部份的氧化层, 相当于陆地上的风化壳, 因此称之为滨外锡石矿床较为合适, 使其与前二者区别开来, 因为矿床的形成条件和找矿方向都是截然不同的。

区域的滨外地质情况尚未完全弄清, 但已有资料说明, 区域的滨外信息与陆上地质体间存在着点的联系。陆地上近南北向的花岗岩体伸向海中, 其围岩为石炭纪变质沉积岩, 有板岩、片岩、角页岩和石英岩, 还有二迭纪的石灰岩。对于近岸矿床, 部分采矿船的开采实例表明, 锡的工业富集往往非常靠近花岗岩, 以直接覆盖于花岗岩或花岗岩与沉积岩接触带, 呈粗粒沉积物的残积或残余矿床形式赋存。沉积物并未见有显著距离的搬运, 其上覆盖以全新世滨海泥质沉积物, 其下伏即为海底。滨海淤泥一般不具锡的显著含量。

泰国的滨外锡矿主要分布在半岛西边, 从拉廊开始经攀牙一直到普吉, 因为花岗岩母岩靠近半岛西边, 出露线和海岸线平行。半岛东面也有花岗岩, 但没有西边出露的多, 对于东岸滨外锡矿较少的原因尚在研究, 近来已在北大年府 (PATANI) 进行找滨外锡矿, 不久将要提出勘探成果。

由于近岸矿床锡资源的减少, 为了促进锡矿业发展, 泰国矿物资源厅与联合国开发计划署合作, 在泰国西南部安达曼海的大陆架水深 30—45m 的滨外地区, 对锡石和其他重矿物进行调查勘探。面积 2130 平方公里, 计划 1979 年开始, 到 1985 年完成。采用地球物理调查和钻

探实施。地球物理调查是采用“E G and G”地震反射剖面测量海底地层深度，音纳系统旁侧扫描，几何图形的地磁测量，勘探区为正方形网格，横向线从大陆向西至滨海大陆架边缘，间距1—6公里，船的速率8—10.5公里/小时。通过系统调查，对地球物理勘探结果作初步解释，推断海底花岗岩体和底部沉积岩层构成综合地质特征和解释各条航线岩层的特征，然后作出钻探规划，用方格网图作设计。钻探工程是在驳船上进行，钻探方法用反循环进行。采用地震勘探和钻探相结合方法效果是好的，二者互相印证，可进一步确定界限。通过钻探获得样品，详细分析锡石、铌铁矿、钽铁矿和其它重矿物含量，圈出花岗岩分布和锡石富集有经济价值的范围，查明锡矿储量，指出矿床潜在远景。

(三) 锡矿床成矿规律

1. 锡矿床与花岗岩类侵入体有密切的空间关系，黑云母花岗岩是锡石的源岩。

泰国锡矿床与花岗岩类侵入体有密切的空间关系，最强烈的锡矿化出现在造山带花岗岩活动最强烈的地区，主要矿脉带可以出现在花岗岩体的尖峰部位，也可以沿花岗岩岩脊的侧翼分布，但最富或最强烈的矿化，则分布在尖峰周围的有限范围。泰国南部也拉地区，也有一些类似云南个旧的小矿山，那里含铅、锌、铜和锡的块状硫化物矿床产于花岗岩和石灰岩的接触带。含锡岩石是黑云母花岗岩，至于含锡花岗岩的特点的已如前述。

2. 锡矿化作用多期，但以白垩纪—第三纪的超酸性花岗岩矿化最强，主要成矿期为燕山期。

东南亚全区是构造运动多旋回、岩浆活动多期，成矿作用多次的地区，泰国锡矿床的形成，正是受着这种特定地质环境的影响。据现有资料：晚石炭世—二迭纪的花岗闪长岩有锡矿化，晚三迭—早侏罗世的花岗岩产锡矿，而白垩纪—第三纪的超酸性花岗岩矿化更强。原生的大锡矿床与晚白垩世花岗岩有关，较小的锡矿床产在三迭纪或更老一些的花岗岩中。从地区分布来说，自东向西，花岗岩的时代越来越新，锡矿化也越来越强。正如泰国阿玛钦达(Ponpdor Amachinda)所认为，著名的东南亚锡矿区的原生锡矿，实质上只产在南北向的褶皱带内。在这个地区，锡矿床与彼此近乎平行的弧状花岗岩带密切相关，这些花岗岩带又代表三条不同的锡矿带。如果锡矿化与伴生的花岗岩有成因关系，则可以分出三个成矿期，即东部锡矿带是在晚石炭世到二迭纪形成的，中部锡矿带是在三迭纪形成的，西部锡矿带是在白垩纪到第三纪形成的。

3. 锡矿带上广泛见到各种类型的含锡石脉岩，有利部位是花岗岩岩脊的侧部和岩株的周围与顶端。

在整个锡矿带上，普遍见有石英岩脉、伟晶岩脉、细晶岩脉、云英岩脉、云母岩脉和石英长石脉穿入蚀变花岗岩中，这些岩脉呈脉群、脉带出现，往往含有锡石。脉群的大小和含锡量有很大变化，一些脉群形成工业矿体，虽然都是一些小矿体，但由于矿脉多、分布广，也能构成很有经济价值的矿区；一些脉群的品位很低，没有开采价值，只有在长期风化后，可以形成砂锡矿床。这些脉岩类型的锡石矿体多在花岗岩岩脊的侧部出现，特别是在岩株的周围和顶端，并且不会距花岗岩和围岩的接触带很远。

4. 砂锡矿广布泰国南北，但受地质地理因素控制明显。

泰国北部砂矿一般见于花岗岩山脉内的小冲积平原或盆地中,也有小型冲积型砂矿床沿河谷分布,这些砂矿床的规模不如南部半岛区的大。在小盆地中,特别是在较老的沉积岩和花岗岩或气化花岗岩接触带附近的小盆地中,是形成砂矿床的有利地区。纵观陆地上锡石的所有次生矿床,均与一邻近的原生来源地共生,或靠近花岗岩侵入体的接触带。一般情况下,工业次生矿床均在其原生来源地1—2公里范围内发现。形成砂锡矿床的主要条件有四:1)含矿源岩的存在;2)强烈的潮湿热带气候的化学风化作用;3)轻物质被水流移去;4)适合锡石富集的封闭地形。

5. 半岛南部海域大陆架滨外锡矿十分丰富,滨外锡矿床与陆上地质体间存在着总的联系。

在泰国南部半岛海域大陆架,尤其是西部安达曼海大陆架有十分丰富的滨外锡矿床,这些滨外锡矿床与陆上地质体间存在着总的联系。滨外锡矿床主要是含浸染状锡石的花岗岩被海水淹没部分,相当于陆上的花岗岩风化壳。滨外地区沉积和侵蚀历史以及次生矿床的形成和改造,包括浸蚀、掩盖、暴露和再掩盖,都处在海平面和气候条件下,依海平面的变化而定。

6. 锡矿床是以锡石为主的多种有用矿物的组合,矿石建造有分带性。

泰国锡矿床的矿石,仍然是以锡为主的多种有用矿物的组合,但不同的地区和不同的类型,矿石建造组合不同,北部多钨锡共生,南部则主要是锡,伴生铌钽。垂向上,个别矿床见有上钨下锡的现象,是否结论,资源太少。矿产品,就全境来说,除锡石外,尚有钽铁矿、铌铁矿、钽铌矿、铌钽矿、磷钽矿、黑钨矿、白钨矿、金红石、锆石、独居石、石榴子石以及钽铌钽矿等十多种有用矿物,综合利用的经济价值很高。

7. 板块构造与锡矿床的成因问题

J. Gocssens 认为缅甸泰半岛锡等金属成矿与中生代时期印度洋板块向东俯冲有关。

泰国 Pongpor Amachinda 承袭了 Mitchell 和 Garson 提出的观点,认为大陆壳前寒武纪变质岩是尔后含锡花岗岩活化的条件,即二阶段模式矿源说。并认为含锡花岗岩有三种构造环境:

- 1) 裂谷及壳层拉张之前就有了内大陆 (inter-continent) 环境的高热点及岩浆侵入;
- 2) 在或靠近大陆边缘的俯冲环境 (安第斯或太平洋型);
- 3) 大陆碰撞的岩浆带。

还识为缅甸泰半岛经历了四个演化阶段:

- (1) 早古生代大西洋型地槽阶段
- (2) 大陆断裂谷及缅甸小大陆 (micro-continent) 漂移阶段
- (3) 晚三迭世大陆碰撞阶段
- (4) 侏罗纪-第三纪西部印度洋板块向东俯冲及后弧 (back-arc) 拉张阶段

并且识为,缅甸泰半岛锡成矿省包括三个平行的成矿带,各有其不同的成矿构造环境及成矿时间。东部矿带与早于晚石炭世的浅变质带的花岗岩有关 (epizonal granite), 沿俯冲消亡带主要部分而活化;晚三迭世的印支期大陆碰撞造山活动与中部锡矿带相应;而白垩-第三纪的西部矿带与印度洋板块向东俯冲有关。下部的前寒武纪基底是金属矿的主要来源。

认为前寒武纪陆壳是含锡花岗岩的来源这一论点尚有异议。郭文魁等提出,根据野外地

质旅行所见,“前寒武纪”混合岩与花岗片麻岩出露地区并无锡矿化迹象。北纬 21° 以北。大量前寒武系出露地区,锡氟矿化几乎完全绝迹,钨也锐减;而向南以至马来西亚半岛锡矿密集。从古生界及中下三迭统的大致沉积厚度看,泰国南部至少在 7000—7500 米以上,而泰国中部约在 2510—3000 米以上,至泰国北部则更薄。从这些初步材料看,锡的矿化强度,与陆壳的厚度像是有一定的正消长关系。

三、泰国主要锡(钨)矿床地质简况

(一)沙蒙(Samoeug)钨锡矿区

沙蒙钨锡矿区为泰国北部著名的白钨矿锡石产地,距清迈城大约 80 公里,矿区海拔 1000 公尺左右。

沙蒙乃国营矿山,面积 1.5 平方公里,1952 年被发现,1958 年开始采矿,已采二十三年,年产 300 吨左右,累计采钨锡约 7000 吨。采区外围尚有私人企业开采同类型矿床,该企业正在委托日本大手开发株式会社金属矿业事业团进行地质勘探工作。整个沙蒙矿区储量不清,估计含矿范围大于 5 平方公里,矿床规模可达中型以上。

矿区位于缅甸马槽山系之中,构造呈南北向至北北东向,出露的地层为古生界(奥陶系至泥盆系)沉积变质岩,有结晶大理岩、钙硅酸盐岩、砂卡岩和云母片岩等。由于花岗岩的侵入吞蚀,加之风化侵蚀作用,沉积变质岩往往呈浮体体和残余状产出。其平面关系位置见图 2。花岗岩为三迭纪细粒至粗粒黑云母花岗岩、淡色花岗岩和斑状黑云母花岗岩。主岩体是

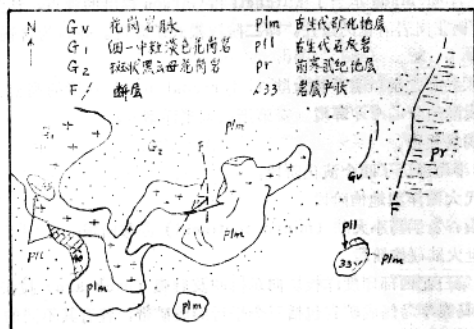


图 2 沙蒙矿区地质略图

斑状黑云母花岗岩,矿物成分主要有斜长石、正长石、条纹长石、黑云母、石英以及少量白云母、磷灰石和锆石。黑云母花岗岩呈灰到浅灰色,矿物组成与斑状黑云母花岗岩相同,只是结构不同,为中-粗粒半自形结构。淡色花岗岩为中-粗粒半自形结构岩石,石英和碱