



## 泰国地质构造基本特征与矿产资源(一)

泰国位于中南半岛中部,北部和东北部与老挝相邻,东南部和柬埔寨相接,西部与缅甸为界,南部面对泰国湾,南端与马来西亚相连。陆地面积 513.115 km<sup>2</sup>,人口 6 476 万,为多民族国家。泰国地势北高南低,北部与西部为山地,主要山脉为泰缅边界的他念他翁山脉,其向南可延至马来半岛,其中以清迈府的因他暖山为全国最高山峰,海拔 2 595 m;东北部为呵叻高原,地势平坦;中部昭披耶河(湄南河)流域为平原,河网密集,以南北向为主,流入泰国湾。全国海岸线长约 2 600 km。泰国绝大部分地区属于热带季风气候,仅南部沿海地区属热带雨林气候,全年可分 2 个季节,11 月至次年 4 月为旱季,5 月至 10 月为雨季,月平均气温 22 ~ 28℃,以 4 月份最热,年平均降水量 1 000 ~ 2 000 mm。泰国经济以农业为主,是世界著名的大米生产国和出口国,木薯年产量居世界首位。近 30 年来由于矿业的开发,石油、天然气的发现以及旅游业的振兴带动了其他产业部门的发展,使泰国经济发生质的变化,成为“东盟”中经济较发达的国家之一。泰国首都曼谷素有东方门户之称,航空业发展较快,可直通世界各地航空港及国内主要城区;国内铁路长约 4 000 多 km,公路总长 10 万 km 左右,基本满足国内需求,而昭披耶河以及湄公河支流和运河的航运又十分畅快,是贯通全国南北的主要航道,对国民经济起了重要作用。

泰国地质工作始于 19 世纪末叶和 20 世纪初,主要是进行路线地质调查。1920 年代马泰地区锡矿的发现及其开发,使该区地质工作迅速开展,但其工作主要由英国、法国等国矿产公司承担。他们一方面对泰国西部以及马泰半岛地区进行了较为系统的地质填图,另一方面重点围绕岩体及其周围的锡矿开展勘查、研究和开发。1941 年日本侵占泰国后除掠夺式开发锡矿外,地质工作几乎停顿。1945 年二战胜利后,泰国开始组建国家矿产资源管理机构,组织国内外地质技术力量有计划有步骤地对泰国区域地质、水文地质和主要矿产资源进行工作,通过近半个世纪的努力,基本上完成了全国 1:100 万至 1:20 万的区域地质调查,发现了钨、锡、钾盐、宝玉石、石油、天然气等重要矿产,取得了较大进展。

泰国的地质历史最早可追溯到前寒武纪,地层分区比较明显,东部主要为中、新生界,西部主要为古生界。而在大地构造位置上又处于印度板块、太平洋板块和欧亚古大陆三者相邻处,与周围国家关系清楚,其向北经缅甸东北部可与中国西南三江地区近南北向构造带相连,向南经马来半岛和北加里曼丹则与印度尼西亚、马来西亚近东西向构造带相接,从而使泰国地质构造线轮廓自北向南呈现出由 NNW 向 SEE 转化的特点。

泰国前寒武系分布较零星,主要于西北部清迈、达府一带,其次在东南部春武里一带。主要岩性为云母石英长石片麻岩、黑云母微斜长石片麻岩、云母片岩、石英片岩、角闪岩、石英岩和大理岩,变质程度属角闪岩相。在岩性上其原岩为黏土岩、砂岩与灰岩,基本上属于副变质岩范畴,仅少量角闪岩可能由火成岩变质而成的。在空间分布上,西北部地区几乎均为以片麻岩为主体的副变质岩,角闪岩极少,而在东南部地区则相反,以角闪岩为主体。于是有些学者认为在前寒武纪泰国东、西部可能分属 2 个不同性质的地体,但也有人认为它们之间是上、下关系。由于泰国前寒武系尚缺乏同位素年代学资料,其归属问题尚难解决,目前将其暂定为中元古代。寒武系与奥陶系零星地分布于泰国西北部清迈西、南奔南、夜丰颂南以及泰国半岛南部的也拉、是贪玛叻和德鲁道岛等地。寒武系为浅海碎屑沉积,在西北部主要岩性为细粒至粗粒的砂岩和石英岩,上部夹薄层钙质砂岩,厚 500 m;半岛南部主要为红色页岩和砂页岩,顶部夹灰岩透境体,厚 400 m,反映了泰国西北部寒武纪是处于大陆架沉积环境,而南部半岛属于三角洲沉积环境。奥陶系与下伏寒武系呈整合接触,以海相碳酸盐沉积为主,在西北部主要为薄层状至块状灰色灰岩与白云岩,偶含藻礁,下部夹砂质与黏土质页岩,厚 600 m;半岛南部主要为暗灰色块状均质灰岩和含黄铁矿灰岩,夹暗灰色页岩,最大厚度为

2 700 m,说明了泰国西北部奥陶纪仍处于浅水海域沉积环境中,而半岛南部地区则转为较深的海域沉积环境。志留系—泥盆系分布范围比较广,扩展至中部北碧和东南部武春里一带,为一套以碎屑沉积为主的地层,主要岩性为页岩、泥岩、砂岩、杂砂岩等,最大厚度可达2 900 m。其中,以下志留统灰黑色含笔石页岩为标志层,厚度数十米不等,与下伏奥陶系为连续沉积。近年来的研究表明,泰国志留系—泥盆系有两大特点:一是在岩性组合上西北部清迈以西以及西部达府和半岛南端马泰边境常有灰岩层出现或夹灰岩透境体,局部地区变质为千枚岩、页岩及大理岩组合,而在清迈以东以及北碧等地可见到颇具特征的红色或浅红色砂岩层以及火山碎屑岩和火山岩夹层,似乎形成2种不同的沉积相带;二是地层的沉积连续性在各地不尽相同,最明显是在西北部缺失中—上志留统,致使下志留统与下泥盆统直接接触,而在马泰边境下志留统被中—上志留统灰岩覆盖,与泥盆系基本上是连续沉积。看来,加里东运动在泰国境内还是有所反映。石炭系分布较广,但各处有所差别,在西部以及半岛南部地区石炭系发育较全,主要岩性为页岩、泥岩、粉砂岩、砂岩和砾岩,局部夹薄层灰岩(清迈以西地区),厚约400 m,与下伏泥盆系呈整合关系;清迈以东至黎府一带则为砂岩、页岩与安山岩、流纹岩以及相应的火山碎屑岩互层,局部夹灰岩透境体,厚200~500 m。此外,在黎府西北有一套由辉长岩、辉岩、辉绿岩、安山岩及其火山碎屑岩组成的地层,厚度变化较大,有人将其厘定为晚石炭世蛇绿岩套地层。二叠系发育比较全,基本上以灰岩为主,局部夹页岩与砂岩薄层,西部厚200 m左右,东部最厚可达2 000 m,并且常含植物化石。三叠系分布较广,岩相与厚度变化大。在清迈以西地区以海相碎屑岩为主,夹灰岩,厚800~1 000 m。在清迈以东地区下、中三叠统仍以海相碎屑岩为主,夹厚层灰岩,底部火山岩发育,而上三叠统变为陆相碎屑沉积,最大厚度可达3 200 m。再向东至黎府一带以及呵叻高原西部,下、中、上三叠统均为陆相红层,最大厚度达2 500 m。同时据区域对比,不论在清迈还是在黎府地区,下、中三叠统之间有多处沉积层位缺失,而中、上三叠统之间又有明显平行不整合现象,但其底砾岩却不发育,说明了印支运动在泰国是以广泛而频繁的振荡运动为主。侏罗系主要分布在呵叻高原,西北部与半岛南部仅有零星出露,其主要岩性为淡色、浅红色砂岩、粉砂岩、砾岩和页岩,厚度500~1 000 m,为陆相沉积产物,含丰富的植物化石,但是在西北部下侏罗统底部有一层以安山质和流纹质熔岩及其凝灰岩为主的火山岩层,厚度100~200 m,这层火山岩在呵叻高原完全缺失。白垩系主要分布在呵叻高原中,此外在泰国半岛南部有零星出露。在呵叻高原,下白垩统主要为陆相灰色至暗红色砂岩、粉砂岩和黏土岩,普遍含丰富的岩盐、钾盐、硬石膏、石膏等,最厚500 m左右,上覆上白垩统为海相黏土岩、泥岩、粉砂岩和砂岩,最大厚度可达1 000 m。上、下白垩统之间为不整合接触。第三系在西北部较发育,其次在西部、半岛南部以及呵叻高原亦有小范围出露,多分布于构造盆地中,但工作程度很低,资料很少,其中以清迈一带层序比较全。古新统主要由含卵石、大砾和巨砾的红色砂质黏土和暗色页岩组成,厚180 m。渐新统主要为砂岩和有机黏土质页岩,含油页岩、褐煤,厚110 m。中新统由钙质泥岩、页岩和薄层灰岩组成,厚75 m以上,其中含褐煤5~10 m,最厚可达30 m。上新统由砂岩、黏土岩、页岩、油页岩和褐煤组成,最大厚度475 m。上述古新统、渐新统、中新统和上新统之间均呈不整合接触。第四系广布于河流、海湾、海滩以及海洋中,主要为砾石、砂与黏土。通常在泛滥平原多为暗色黏土、粉砂、砂和砾石,厚约10 m;在隆起区多为红土壤,厚度5 m左右;在一些近海平原地区常为湖相与浅水的灰泥,厚度有的大于10 m。

泰国岩浆岩主要在西部地区,可分石炭纪—二叠纪、三叠纪—侏罗纪、白垩纪—古近纪和第四纪等4个期次。

石炭纪—二叠纪岩浆岩分布较分散,主要在西北部荷县、拜县附近和东南部春武里、东北部黎府等地。这期岩浆侵入活动多以较大岩基产出,其面积有的可达10 km<sup>2</sup>以上,主要岩性为黑云母花岗岩,一般为灰色,个别为棕褐色,致密块状,细粒至中粒结构,主要成分为石英(27%~42%)、微斜长石(21%~35%)、钠长石(4%~25%)、黑云母(1%~17%)和白云母(1%~19%)等。白云母为次生矿物。副矿物为磷灰石、锆石、磁铁矿、绿帘石和少量榍石等。岩石化学成分: $w(\text{SiO}_2)$  71.4%, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$  15.3%, $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  1.2%, $w(\text{CaO})$  0.9%, $w(\text{MgO})$  0.5%, $w(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$  7.6%。花岗岩中黑云母比较丰富(部分蚀变为白云母),并且常呈定向排列,构成比较特征的叶片状构造,特别是在一些小侵入体中和较大岩基的边缘部分尤其明显。岩体大多侵入于志留纪—泥盆纪地层中,部分 Rb-Sr 同位素年代学资料显示其全岩年龄为344~266

Ma ;K-Ar 同位素年龄值 :黑云母为 $(229 \pm 7) \sim (215 \pm 10)$  Ma ;白云母 $(72 \pm 3) \sim (66 \pm 3)$  Ma ,应为蚀变年龄值。从上述资料看 ,泰国石炭纪—二叠纪岩浆活动可能相当于中国西南一带华力西期岩浆活动。值的提出的是在西北部敖县附近沿着滨河流域有若干镁铁质和超镁铁质岩体 ,其主要为辉长岩、辉岩、辉绿岩、安山岩及火山碎屑岩 ,呈岩脉、小岩颈和小岩株于上石炭统中。以往将其厘定为蛇绿岩套 ,而近来有人提出质疑 ,理由是其现在是处于陆壳岩石中 ,与它形成的环境不对应 ,因此认为可能是由其他地方构造运移过来 ,或许根本就不是蛇绿岩套而是侵入体。

三叠纪—侏罗纪岩浆岩分布比较广 ,主要集中在西北部的清迈—达府—北碧一线 ,向南延伸至半岛的巴蜀、洛坤和也拉等地 ,呈近南北向断续分布 ,此外在东南部的班坤颂也有零星分布。岩体规模从小于 $1 \text{ km}^2$ 的小岩体至近 $100 \text{ km}^2$ 大岩基 ,主要岩性为石英二长岩、花岗岩、花岗闪长岩和花岗斑岩 ,一般为灰色、块状 ,中粒至粗粒结构、斑状与似斑状结构 ,斑晶多为正长石或正条纹长石。岩石主要成分为石英 $(27\% \sim 43\%)$ 、钾长石 $(12\% \sim 25\%)$ 、斜长石 $(25\% \sim 31\% ,An = 32 \sim 38)$ 、黑云母 $(1\% \sim 9\%)$ 和角闪石 $(0 \sim 7\%)$  ,副矿物为磷灰石、锆石、磁铁矿和少量褐帘石。岩石化学成分 : $w(\text{SiO}_2)$  68.7% , $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$  15.7% , $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  1.1% , $w(\text{CaO})$  2.5% , $w(\text{MgO})$  1.0% , $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$  7.1%。岩体中包体比较发育 ,长 $10 \text{ cm}$ 至 $1 \sim 2 \text{ m}$  ,其成分相当于辉长岩和闪长岩。三叠纪—侏罗纪岩体多侵入于石炭纪—二叠纪地层中 ,同位素年龄值 :全岩 Rb-Sr 法为 $(186 \pm 11)$  Ma 和 $(144 \pm 65)$  Ma ;黑云母 K-Ar 法 $(212 \pm 4)$  Ma ,角闪石 K-Ar 法 $(198 \pm 8)$  Ma。从岩体地质与同位素年代学数据看 ,泰国三叠纪—侏罗纪岩浆活动可能与中国西南地区印支期岩浆活动相当。

白垩纪—古近纪岩浆岩主要分布在半岛南部 ,此外在西北部、东南部有零星分布。在半岛南部岩体呈近南北向断续分布 ,构成一条岩浆岩带。岩体呈岩基、岩株、岩床及岩脉状产出 ,大的长达 $200 \text{ km}$ 以上 ,小的面积不足 $1 \text{ km}^2$ 。主要岩性为花岗岩、黑云母二长花岗岩和花岗斑岩 ,岩石为灰色、灰白色或灰褐色 ,致密块状粗粒半自形粒状结构 ,少数具似斑状或斑状结构。主要矿物成分石英 $(26\% \sim 37\%)$ 、钾长石 $(12\% \sim 26\%)$ 、斜长石 $(9\% \sim 24\% ,An = 2 \sim 24)$ 、白云母 $(2\% \sim 16\%)$ 和黑云母 $(0 \sim 10\%)$ 。副矿物主要为磷灰石、锆石、电气石(最多达 $7\%$ )、石榴子石、磁铁矿和绿柱石。化学成分 : $w(\text{SiO}_2)$  70.7% , $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$  13.9% , $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  1.1% , $w(\text{CaO})$  1.4% , $w(\text{MgO})$  0.8% , $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$  8.3%。岩石中常有钾长石大斑晶。在岩株与岩基中可见到伟晶岩 ,中、小型岩体边缘常具有接触变质带 ,其中有丰富的电气石 ,局部含锡石与绿柱石。岩体侵入最高层位是上侏罗统。据同位素年代学资料 ,Rb-Sr 法全岩年龄为 $(111 \pm 6)$  Ma 和 $(113 \pm 8)$  Ma ;Rb-Sr 法单矿物年龄值 :白云母 $(85 \pm 5)$  Ma ,长石 $(150 \pm 25)$  Ma ,K-Ar 法单矿物年龄值 :白云母 $(60 \pm 5)$  Ma 和 $(73 \pm 3)$  Ma ,黑云母 $(63 \pm 3)$  Ma。地质与同位素数据表明其基本上形成于早白垩世晚期至古新世早期 ,若与中国西南地区花岗岩相比 ,则相当于中国燕山晚期第二、第三阶段的产物。

第四纪岩浆岩主要为玄武岩 ,主要分布在呵叻高原西端与南端 ,西北部清莱、南奔、北碧以及东南部庄他武里等地附近。玄武岩为深灰色至黑色 ,风化后为深褐色、暗灰色和灰色 ,呈气孔状或杏仁状构造 ,隐晶质结构或玻基结构 ,主要矿物为斜长石(主要为拉斑玄武岩)和辉石 ,次要矿物为橄榄石和不透明矿物。许多玄武岩中既有橄榄石斑晶又有橄榄石捕虏晶 ,而斑晶很典型地嵌入玻璃基质中。在北碧北部和庄他武里附近玄武岩含刚玉类矿物如红宝石和蓝宝石等。据目前已知资料 ,玄武岩产出多呈层状 ,厚度均在 $10 \text{ m}$ 以上 ,构成比较壮观奇特的地貌。在西北部湄莫附近可见到 $7 \text{ m}$ 厚枕状玄武岩被 $3 \text{ m}$ 厚的气孔状玄武岩覆盖 ,枕状玄武岩中含大量玄武岩玻璃碎屑、团粒与颗粒。它表明玄武岩喷发可能是多次间断进行的。其喷发时间均为第四纪 ,近来在泰国西北部磁场研究中发现有逆反磁性现象 ,因而推断其形成不晚于 $70$ 万年 ,若此推断可靠 ,玄武岩喷发则发生于中更新世。

泰国的构造轮廓及其演化过程是比较清楚的。泰国西北部和北部是前寒纪隆起区 ,其向西与缅甸东北 ,向东与老挝西北的前寒武纪隆起区相连 ,可构成一个小古陆块 ,向南它很可能延到泰国东北部的呵叻高原之下。至于泰国东、西部前寒武系的差异是否意味着 $2$ 个地体的拼合 ,还有待于今后工作来论证。在该古陆块的西侧 ,即现今清迈—南奔—北碧一线以西地区 ,自古生代至中三叠世是处于大陆架环境 ,接受了巨厚的海相沉积物 ,其中大约在中奥陶世、早二叠世和早三叠世发生了海侵 ,沉积了厚度不等的碳酸盐岩地层 ,构成了 $3$ 个明显的沉积旋回。而在清迈—南奔—北碧一线以东地区比较接近陆地 ,则表现出许多层位的缺失 ,特别

是中志留世以来,常有火山喷发活动,从而使区域地层具有明显的横向变化。古生代该区上述火山喷发是属于火山弧带活动的产物,还是区域断裂构造活动引发的间断性喷发的产物,目前仍有不同认识。然而,泰国西部古生代至中三叠世大陆架的构造活动却是在不断加强。在中志留世之前,除寒武系底部与前寒武系呈明显角度不整合外,其他各段地层基本是连续沉积的。中志留世以后,受华力西晚期运动影响,局部地方二叠系与三叠系呈不整合接触,并且大约在 344~266 Ma 发生一次小规模岩浆侵入活动,而在二叠纪以后沉积间断现象十分常见,而且各处差异甚大,反映了当时地壳不稳定性在加剧。直至中三叠世晚期,西部大陆架隆升,形成 NNW 向褶皱带,大约在 212~198 Ma 发生一次较大的印支期岩浆侵入活动,岩体沿着褶皱带方向呈带状分布。晚三叠世以后,泰国基本上处于盆地构造环境,其中最重要的是东北部呵叻盆地的形成。然而受太平洋板块与印度板块活动影响,这时期构造活动十分频繁:侏罗纪早期西部局部地方发生中酸性火山喷发,晚白垩世初期呵叻盆地曾遭短暂的海侵;大约 85~65 Ma 之间半岛南部发生一次较大区域性岩浆侵入活动,沿马泰边境一带形成近 NNW—SEE 向的花岗岩带,并伴有一定规模钨、锡成矿作用;古近纪初呵叻盆地完全隆升为高原,而西部与南部一些构造盆地继续下陷;更新世又发生一次以玄武岩喷发为主的岩浆活动等等。经过漫长的构造演化,泰国如今在构造上大体可分如下 4 个分区:西部印支褶皱带、东北部中生代坳陷、半岛南部燕山晚期构造-岩浆带和泰国东南部包括泰国湾的新生代凹陷。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)

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