

龙门山-大雪山-锦屏山推覆构造带特征

唐若龙

(四川省地矿局攀西地质大队)

摘要: 龙门山-大雪山-锦屏山推覆构造带, 位于扬子地台西缘过渡带, 由碰撞-陆内俯冲作用所造成。它发生于印支期, 发展于燕山期, 就位于喜马拉雅期。整个推覆带由前震旦系至新生界组成, 地层发育, 总厚达 20000m 以上。南北延伸达 1000km, 构成中国东、西大地构造单元的分界线的一段。而且, 也是中国地形、地貌以及地球物理、地壳应力的东、西分界线。在地质特征上形成不同层次的韧性滑脱、推覆和剪切破裂。地表上则表现为一系列叠瓦状逆冲断层、同斜、倒转或平卧褶皱、穹隆体和飞来峰。

关键词: 推覆构造 韧性滑脱 弧形构造 叠瓦状逆冲断层

龙门山-大雪山-锦屏山推覆构造带, 是在继中国西南地裂运动之后, 经板块碰撞、陆内俯冲、推覆造山而演化发展形成的。因此它具有多期次的构造变形、多期次的岩浆活动和多期次的成矿作用。而且, 也是一个有远景的构造成矿带。由于地壳物质不均一性和地壳应力不均衡性, 以及物理、化学条件的差异性, 造成不同构造区段各具特色。由此可划分出龙门山、大雪山、锦屏山等三个不同的构造带。在龙门山构造带, 从影响地壳的深度看, 相对要比大雪山、锦屏山构造带浅, 因此塑性变形和岩浆活动相对较弱, 但在油气成矿条件上则相对合宜。

一、原地构造环境及其发展

从地质演化角度考虑, 该带在前期 (即自前震旦纪至早三叠世), 曾经历过多次张、压构造环境的交替演变, 如前震旦纪的绿岩带(张)→晋宁运动导致的造山作用(压)→古生代边缘裂谷带及早中生代的弧后盆地(张)。

印支运动导致西部古特提斯洋闭合, 岛弧、弧后盆地及至边缘裂谷、海槽全部卷入褶皱-冲断作用, 并抬升成陆。该时龙门山、大雪山、锦屏山推覆构造带雏形已成, 且在山前拗陷盆地沉积了巨厚的上三叠统须家河组和白果湾组的磨拉石建造。燕山期继续冲断作用, 抬升剥蚀, 于须家河组之上, 又连续沉积了上万米厚的侏罗纪-白垩纪地层。与此同时, 四川盆地开始形成。

喜马拉雅早期, 随地壳进一步加厚, 局部开始引张活动, 形成早第三纪断陷湖盆, 沉积一套河湖相建造, 并伴随有岩浆侵入或火山活动。喜马拉雅运动一幕, 使老第三系及更老的地层进一步褶皱、冲断乃至推覆, 因之整个推覆带得到发展壮大。至更新世、地壳进入松弛阶段, 沿主断裂带沉积了一套以昔格达为代表的河湖相建造。到喜马拉雅运动二幕, 冲断-推

覆作用席卷全区, 整个推覆构造带最后就位以至定型, 即造成今日之壮观面貌。

二、推覆构造特征

龙门山-大雪山-锦屏山推覆构造带, 虽然处于扬子地台边缘过渡带范围, 但在构造型式、变形变质和成矿特征等方面, 不同区段却各有特点, 现分别论述如下。

1. 龙门山带(图 1)

该带是由一系列北东向右行雁状排列的线状紧密褶皱、三条主干逆冲断裂, 以及沿断裂出现的众多飞来峰等组成。龙门山前峰冲断带由西南段的双石-大川断裂, 中段二王庙断裂, 北段马角坝断裂构成。整个断裂带切割古生界至中生界红层。走向北东, 波状弯曲, 倾向北西, 倾角 50° 左右, 总长达 400km 以上。于马角坝断裂下盘, 由上三叠统须家河组构成一系列倒转向斜, 其上被白田坝组(J_1)不整合覆盖。著名的龙门山前飞来峰, 在该带成群出现, 断续延长达 100km 以上。主要如尖峰顶-塘坝子、懒板凳-白石、小飞水、高飞水、金台子、清水溪等飞来峰。这些飞来峰一般由上古生界和中、下三叠统组成, 且大多推覆在上三叠统须家河组之上。在天全江家山地带, 由二叠系组成的飞峰推覆在老第三系之上。

龙门山中央主冲断带, 由中段的映秀-北川断裂, 南西段的盐井、石龙断裂等组成。北东延伸达 400km 以上。传统称为槽台分界线。它切割前震旦系、古生界及三叠系, 倾向北西, 倾角 60° 左右。普遍表现为由老地层组成的冲断片逆冲在古、中生界或老第三系之上。在宝兴盐井地带, 可见前震旦系逆冲在古生界之上, 称为宝兴-五龙推覆体。沿断裂带于天全邛州河一带, 零星分布的蛇纹岩、超基性岩和辉长岩, 常侵位于冲断带中, 且与变质岩相伴生。

后缘龙门山冲断带, 由西南段的耿达、赶羊沟冲断裂及二郎山断裂, 中段的汶川-茂汶断裂, 北东段的平武-青川断裂等组成。冲断带发育在震旦系、志留系及彭灌杂岩中。在横剖面上, 表现为自北西向东南推覆的叠瓦状形态, 且向深部变缓, 成为韧性滑脱构造。

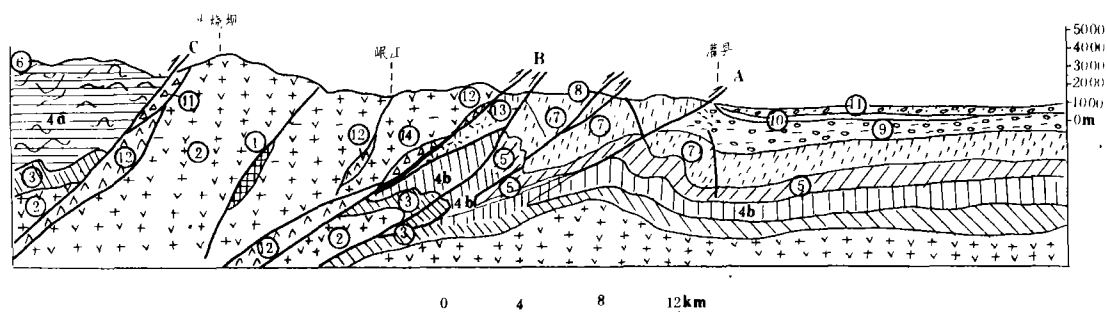


图 1 横切灌县龙门山构造剖面

1. 前震旦纪黄水河群变质岩; 2. 前震旦纪中酸性杂岩; 3. 前震旦系及下古生界; 4a. 志留-泥盆系浅变质槽型沉积岩;
- 4b. 志留系台型沉积岩; 5. 石炭-二叠系浅海灰岩、砂页岩; 6. 三叠系西康群; 7. 三叠系浅海碳酸盐及滨海相-陆相含煤碎屑岩; 8. 台型沉积地体组成的推覆体岩块; 9. 侏罗-白垩-下第三系陆相碎屑岩; 10. 早更新世磨拉石建造; 11. 第四系砾石层; 12. 蛇纹石化超基性岩; 13. 中酸性熔岩、火山角砾岩; 14. 剪切带及透镜体岩块

A. 龙门山前主边界大断裂; B. 龙门山主中央大断裂; C. 后龙门山大断裂

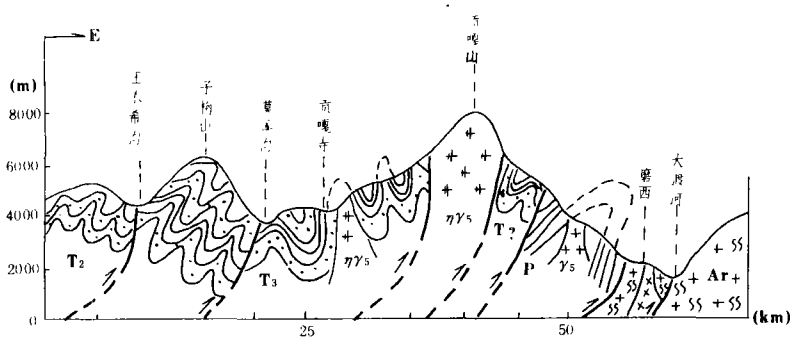


图 2 贡嘎山构造带横剖面图

造。在金汤、宝兴地带，构成弧顶向南突出的金汤弧形推覆构造。

2. 大雪山带(图 2)

该带以南北向大雪山为主体，主峰位于贡嘎山(7590m)。经研究获知，这应是冲断—推覆作用的产物。前缘为泸定—磨西断裂，断面西倾，倾角在地表达 60° 以上，由数十至百米宽的碎裂岩—糜棱岩组成，发育在康定杂岩中，南北断续延伸数百公里。因存在多期活动的证据，应是一条古老的基底断裂。在断裂带上盘，发育有花岗碎裂岩、长英质糜棱岩和超糜棱岩等多种断裂构造岩，并显示出水平分带现象。但须指出，花岗碎裂岩和糜棱岩不是逐渐过渡的，而是截然相分的，表明它们原是不同的期次断裂活动的产物。

在磨西断裂带内，出现有三条以上长英质糜棱岩带。每条均以条带状糜棱岩(厚 0.5—0.8m)为中心，向西侧逐渐过渡为千枚糜棱岩(厚 0.3—0.7m)、初糜棱岩(0.6—1m)，三者显示水平分带现象。从西向东，条带状糜棱岩的厚度加大，甚至单独出现超糜棱岩。

磨西糜棱岩原岩——斜长花岗岩的石英光轴优选方位，具近似 B-构造岩的组构型式，两个极密部相距 27° ，无环带构造、为区域变质产物。但是在初糜棱岩石英晶幔中，重结晶石英则具单极密部的似 S-构造岩的组构型式，呈现小圆环带构造，表明斜长花岗岩遭受糜棱岩化过程中还发生过强烈剪切滑动。在条带状超糜棱岩中，重结晶的优选方位为单极密部叠加于环带构造之上的组构型式，即类似 S-构造加 R-构造岩的组构型式，极密部位置和千枚糜棱岩的极密部位置很相近，且叶理面与剪切带的交角又很小，表明超糜棱岩化过程中，应力的方向与性质无多大的变化。

斜长花岗岩原岩在糜棱岩化作用过程中，主要造岩矿物如微斜长石和黑云母及部分更长石消失，生成了绢云母、绿泥石和石英等新矿物相，而残留的矿物相主要是石英和部分中更长石。这表明糜棱岩的形成过程中有水参与，应是动力退变质作用的产物，变质条件相当于绿片岩相，即温度为 $350-500^\circ\text{C}$ ，围压在 2kbar 以上。由此推算，磨西断裂的韧性剪切作用应发育在 6.6km 地壳的深处，即现出露地表的磨西糜棱岩抬升了 6.6km 的垂直距离。这与现作为磨西断裂上盘之贡嘎山主峰(7590m)的海拔十分吻合。上述说明磨西断裂早期是深部塑性变形的韧性剪切带，后抬升到地壳浅部，并叠加以脆性变形。

在磨西断裂之西，即贡嘎山西坡，为玉龙希断裂，北东走向，发育在西康群变质岩系中，断面西倾，倾角 60° 以上，为高角度冲断层。沿断裂有基性—超基性岩脉侵入，局部

地段形成第三系陆相断陷盆地。沿构造带的轴部, 还有大量壳熔性花岗岩的侵入, 称大雪山花岗岩, 据研究属同碰撞期的 S 型花岗岩, 时代为燕山期。

3. 锦屏山带(图 3)

该带以锦屏山为主体, 包括木里和盐源两个弧形推覆的构造带, 由震旦系、古生界和中、新生界组成。它们自西北向东南依次推覆, 即甘孜-雅江带推覆在盐源拗陷盆地之上

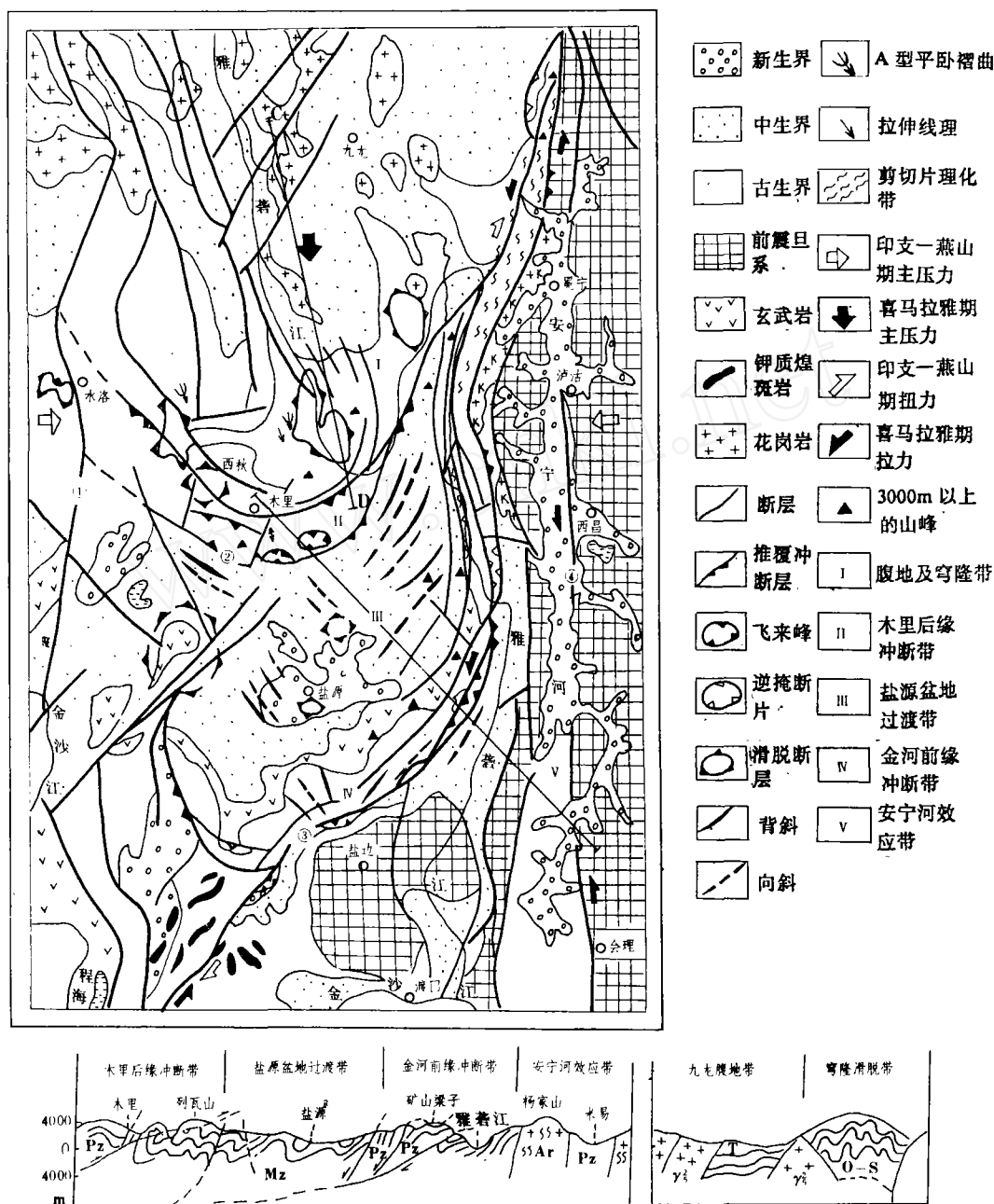


图 3 木里-盐源推覆构造地质略图

① 水洛-程海断裂 ② 木里-小金河断裂 ③ 金河-菁河断裂 ④ 安宁河断裂

(印支—燕山期), 而后者复又推覆在金河—菁河盆地之上(喜马拉雅期), 形成前进式冲断构造型式。在地貌上表现为两山夹一盆的壮观景象。

根据变形变质特征, 自边缘至腹地可分为五个亚带, 即金河—菁河前缘脆性冲断带、盐源盆地过渡带、锦屏山—木里后缘塑性冲断带、江浪—长枪穹隆带和九龙腹地带。

① 金河—菁河前缘冲断带

该冲断带呈弧形北东—南西向展布, 延伸达 100km 以上, 具有向西南撒开, 北东收敛的特征。由一系列走滑断层冲断夹片, 逆掩断块及铲式断层和 B 型褶曲等组成宽数百米的前缘冲断带。在地表表现为古生界推覆在上三叠统白果湾群或老第三系红崖子组之上。

冲断带在平面显示了强烈的左行平移特征, 平移距离达 80km 以上, 并形成以金河冲断裂为主体的反扭配套裂隙系统, 表现为北东向扭性和北西向张扭性, 南北向压扭性以及东西向张性。这些裂隙多被石英脉, 方解石脉或重晶石脉所充填。

据该带晚三叠纪的白果湾组断层擦痕的电算结果, 获知 σ_1 的方向有东西、北西、南北及北北东等四个不同方向的变化, 且倾角都很平缓, 仅几度至十几度, 表明有多次脆性变形的叠加。

在该带的绵纱湾—茶铺子和巴折一带, 叠宽 10 余 km, 长 180km 的韧性剪切带引人注目。它由二叠系组成, 走向北北东, 倾向北西西, 倾角 65° 以上, 具强烈的劈理和片理化, 并含大量硬绿泥石和黑硬绿泥石应力变质矿物, 可见拉伸线理, 方向为 110° — 115° 。在结晶灰岩中, 见 科化石沿东西方向由 5mm 拉伸到 6.5mm, 拉长计为 0.3 倍。

根据剪切带中劈理与剪切面之夹角, 测得其剪切值自边缘至中心由 2 到 11.36, 过渡带为 5.49, 平均为 6.63。

此外, 在该带还出现大量的重晶石、赤铁矿和萤石, 显示为高氧低压构造环境, 标志具有高渗透性的特征。这显然对成矿是非常有利的。

② 锦屏山—木里后缘冲断带

该冲断带是一条以韧性变形为主的冲断带, 包括小金河—锦屏山断裂, 木里和李子坪带断裂。在横剖面上, 木里和李子坪断裂构成顶板冲断层, 小金—锦屏山断裂为底板冲断层, 共同构成双重构造。整个后缘冲断带宽 10—15km, 延长达 100km, 发育在古生界内, 断面一般北倾, 西翼北东倾, 东翼北西倾。倾角 20° — 45° , 为上陡下缓的铲形层。北西延伸抵水洛—宾川断裂, 北东延伸抵冕宁火炭堡子, 与金河—菁河断裂相归并, 俗称木里弧形构造带。于弧顶常出现由古生界组成的飞来峰, 如列瓦山、光头山、后所大坝等飞来峰。其下盘为强烈塑性变形的三叠系地层, 多为平卧、同斜倒转褶皱, 并显示出 S_1 置换 S_0 等现象。

③ 江郎—长枪穹隆带

该穹隆带沿木里弧形冲断带呈串珠状分布于其上盘。穹隆体单个面积约数十至数百平方公里。自东至西, 大小穹隆体计有 7 个。其组成地层为古生界—中生界。对于穹隆体的形成以及核部地层的时代问题, 目前各家看法尚不统一。据笔者初步研究认为, 这些穹隆体的形成与本区推覆—冲断过程中因深层次韧性滑脱剪切热引起壳熔体上涌乃至成穹密切相关。理由是: ①穹隆体内存在两种不同方向和不同性质的矿物拉伸线理。一是穿透性南

北向呈带状分布的拉伸线理,且垂直于山脉走向,并与塑性变形的“A”型褶皱轴一致;另一类线理是受穹隆体控制而呈放射状沿穹隆体内的伸展滑脱面(带)分布。②从穹隆体内新获得的11个黑云母K-Ar年龄值,均在98—162Ma之间,恰好落入本区推覆造山发展阶段的燕山期,说明穹隆体的热事件与推覆造山的变质事件是统一的。③在滴痴山,顶天柱等穹隆体的中心部,地表出露有花岗岩体,侵位于晚三叠纪西康群内。这说明穹隆体与花岗岩体的上侵有关。

整个穹隆体可划分出以下三个不同的变形变质带:其一,核部杂岩的中压(巴罗型)塑性变形变质带,含大量蓝晶石、十字石、矽线石、石榴石、黑云母、斜长角闪石等变质矿物。地层时代据认为是奥陶纪,岩性为火山-沉积变质岩,如钠长片岩、钠长浅粒岩、沉积变质岩。在变形上具有多次的叠加的特征,早期的平卧褶皱、层间劈理及南北向透入性拉伸线理等,均被晚期推覆抬升导致的脆性变形之裂隙、节理、断裂擦痕所叠加。其二、在紧接核部变质杂岩之上,即为韧性滑脱剪切带,岩性为碳质石英质千糜岩,厚1.5—2m,发育有箭鞘褶皱和“A”型平卧褶皱。于石英质千糜岩 αZ 面测得岩组组构为R型,具有不对称的密集点和完整的环带,标明矿物沿S面运动的同时发生了绕B轴的转动,其塑性流动方向垂直于R轴,属简单剪切。且根据石英C轴(光轴)不对称组构[0001],表明其生成温度为小于700℃。其三、在韧性滑脱剪切带之上,为浅变质的“盖层”,发育一系列的同斜褶皱和伸展断层,并伴有大量的石英细脉、顺层或切层贯入。

④ 九龙腹地带

该带主体分布在九龙县境范围内,面积在研究区约达700km²,西到雅江孜河区放马坪、麦地龙,东到大雪山,北至宜代乡日阿德,南抵三垭、江浪、长枪等几个穹隆体的北缘。组成地层为西康群黑色复理石,以及侵入在西康群中的浅色花岗岩。在已知27个K-Ar年龄值中,有22个为87—197Ma,2个为214—220Ma,3个为39.5—10.13Ma,表明岩浆活动主要发生在燕山期,但始于印支期,终于喜马拉雅期。岩石化学、微量元素及稀土配分的图解投影,均落在碰撞区S型范围。变质矿物以红柱石为特征,暗示高温低压环境。

在构造特征上,该带显示为南北向大雪山复式向斜和放马坪复式背斜;断裂则表现为一组锐角指向的剪切共轭断层。该带明显缺失J-K地层,佐证燕山期发生过强烈冲断-推覆、抬升和剥蚀夷平。

⑤ 盐源盆地过渡带

该带为夹持在木里和菁河两个弧形冲断带之间的山间盆地。由上古生界和中生界组成。在构造上为一系列倒八字形“B”型褶皱和若干由中、新生界组成的穹隆体,且可见到明显的剥离断层,并存在煌斑岩脉及火山活动特征。穹隆体大多产有盐矿,且常与煌斑岩脉相伴产出。此外,沿该带的层间剥离构造破碎带,均赋存有铅锌矿,并伴生含量较高的银、镉。容矿构造特征和成矿元素组合,有些类似于其西南端的兰坪铅锌矿。

三、地球物理场特征(图4)

在1°×1°平均布格重力异常图上,清晰显示该构造带正处于中国东、西两个显著不同布格重力异常的梯度带上,属于贺兰山-松潘-盐源梯度带的中南段,由-200—-400mGal重力线组成异常密集带,差值达200mGal以上,是中国最突出的梯度带之

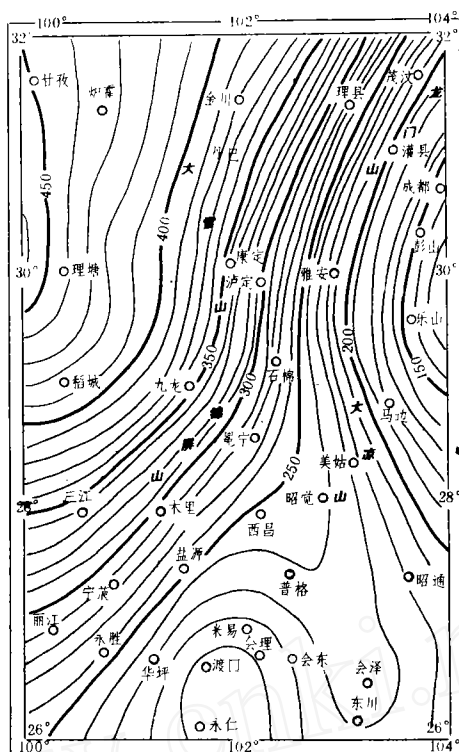


图 4 推覆带 $120\text{km} \times 120\text{km}$ 平均布格重力异常图

一. 其平均梯度为 1.5mGal/km , 最大梯度值出现在川西地势梯度最大的大雪山—锦屏山地带, 可达 $2-2.5\text{mGal/km}$ 。该带总的走向北东, 它的北段与龙门山走向有一交角, 中段走向近南北, 南段至盐源地带分成两支, 一支伸向西南, 另一支伸向东南, 构成青藏负异常区的东部边缘, 并向扬子地台过渡形成陡梯带。用反演法推算, 其地壳厚度为 $55-63\text{km}$, 反映了由推覆构造作用造成地壳增厚的显著特征。

据地质、地球物理的综合研究,发现该推覆构造带之岩石圈具明显的层圈性,即可分为上、中、下地壳和上地幔顶部层及软流圈层。上述层圈之间均由低阻—高导层所分开。龙门山带的上地壳层(沉积盖层),厚 7—14km,结晶基底面由四川盆地向龙门山倾斜,在沉积盖层内还存在若干塑性岩层,构成不同层次的滑脱层。中地壳层以结晶基底顶面和壳内高导层为界,厚 15—20km。其底界面高导层向西增深,并在龙门山主构造带上消失。据地震测深研究,该壳层内有速度为 6.6km/s 的高速薄层(2km 厚),表明中地壳也是不均匀的;下地壳层以壳内高导层和莫霍面为界,厚 22—35km,该处莫霍面由东向西倾斜,龙门山主构造带恰处在莫霍面的斜坡带上;上地幔顶部层以莫霍面和软流圈为界,厚 50—70km,该处软流圈自东向西倾斜,龙门山构造带亦处在软流层斜坡带上。在大雪山—锦屏山带,上地壳厚 20km,低阻层厚 5km,其顶部埋深 5.4—10km,底部埋深多在 15km 内。盐源梅雨以西、壳内低速层埋深 22—30km,厚度由东西从 7km 增厚至 12km;中地壳平均厚 20km,低阻层顶部埋深 16—35km,底部埋深 22—38km,低速层厚 3—6km;下地壳厚 15—17km,其顶面埋深 40—45km,底面埋深 60—65km。据地震揭示,本区上地幔顶部有一低阻层,厚 3—8km,顶界埋深 55—61km,底界埋深 64—

68km, 温度 941—1111℃; 另一低阻层埋深 83—124km, 温度达 1250—1336℃, 表明本区地幔构造具有明显的不稳定因素。

由此可看出, 龙门山-大雪山-锦屏山推覆构造带的岩石圈具有明显的圈层性, 并由不同圈层间的低阻-高导层构成不同层次的韧性滑脱剪切带, 从而决定了本区不同形式的多期次和多层次推覆-冲断的构造演化特征。

四、几何、运动、动力学特征

从几何形态看, 龙门山-大雪山-锦屏山推覆构造带在平面上总体呈北北东至北东向延伸, 并在主冲断带的上盘形成一系列弧顶向西或西南突出的弧形构造。如龙门山一带的石大关弧、漩口弧、金汤弧, 大雪山一带的祝桑弧, 锦屏山一带的木里弧、盐源弧等。在垂向剖面上, 则呈上陡下缓且向东南或向南推覆-冲断的铲状构造。

在运动学特征上, 据前陆盆地的复原和构造变形的分析, 龙门山带自北西向东南的总体推覆位移量至少在 60—80km, 而左行平移至少在 50km 以上。其垂直抬升量, 根据地层的推掩关系推算在 14km 以上。在大雪山-锦屏山带, 根据石英的有限应变椭球求得的富林指数 (0.98) 和伍德图解投影, 其自西向东的位移量至少在 80km 以上; 结合古地磁推算, 自北向南的位移, 三叠纪时期为 275km, 侏罗纪时期为 99km。垂直抬升量, 根据地层的推掩关系推算为 17—20km。于老、新第三纪期间, 据植物标志抬升为 2km, 抬升速率 52.3mm/kd, 而上新世至今抬升为 1600m, 抬升率计约 150—188mm/kd。

利用包络线 π 值法计算, 整个推覆造山带的地壳压缩是为 68.75—71.325km。

在动力学方面, 据地质和地球物理揭示, 该带地壳是一个典型的推覆增厚带, 并在壳内存在不同层次的若干低阻或高导层。这些低阻-高导层均具有含水、疏松、密度小、低地震波速、低阻高导及粘度小的物性特征。由于这些物质处在 $T/T_m > 0.6—0.65$ (T 为温度、 T_m 为熔点) 的 20—35km 深处, 故具有瞬时-稳定蠕变特征。因此, 当边界应力超过临界应力时, 便可借助于低速层发生滑移。所以, 这些已知的低阻或高导层应该具备滑脱剪切的动力学条件, 因而导致该构造带发生不同层次的滑脱, 推覆、冲断作用。

该构造带长期处于活动区和稳定区的交界部位, 且在不同时期叠加以不同方向和性质的多次变形。现经研究表明, 至少在印支-燕山期, 应表现为自西向东的冲断-推覆作用, 导致产生以南北向为主体的配套构造体系。喜马拉雅期, 由于受印度板块与欧亚板块碰撞的影响, 不仅使该带的冲断-推覆作用得到进一步加强而且发生强烈的左行平移, 因而在主冲断带之上盘产生一系列弧形冲断-推覆构造。

参考文献

- [1] 黄汲清等: 特提斯-喜马拉雅构造域初步分析。《地质学报》, Vol.58, NO. 1 1984。
- [2] M.巴托埃: 山链的形成, 《特提斯构造带地质学》——26 届国际地质大会论文选译, 地质出版社, 1983 年。
- [3] 张之孟、金蒙: 金沙江板块缝合线上的消减作用, 《国际交流地质学术论文集(1): 构造地质地质力学》, 1980 年。
- [4] 许志琴: 《地壳变形与显微构造》, 地质出版社, 1984 年。
- [5] 唐若龙等: 攀西裂谷先张后压的双重构造, 《中国攀西裂谷文集》(1), 地质出版社, 1985 年。

乐山范店牙形石的发现及寒武-奥陶系界线

——兼论牙形石色变指数与含油气关系

姜怀诚

(四川石油管理局地质勘探开发研究院)

摘要: 本文对四川乐山范店寒武、奥陶系界线上下的牙形石进行了研究,已发现有5属11种。其组合面貌与我国华北、南方地区下奥陶统最底部的牙形石组合大体一致,从而为该地寒武-奥陶系界线的重新划分提供了生物化石依据。确认该地白云岩与灰岩的界线并不是真正的寒武-奥陶系分界线,正确的分界线应在原岩性界线之下约5m的白云岩处。因此,本剖面中-上寒武统洗象池组顶部约5m的白云岩不是寒武系,应属奥陶系。最后,对界线上下牙形石的颜色进行鉴定,其色变指数低,属2级,为生成液态烃适宜的成熟度范围,提出是有利的生油区之一。

关键词: 牙形石 寒武-奥陶系界线 色变指数 油气生成

前言

四川乐山范店(图1)地区寒武纪地层发育,出露连续,剖面完整,是研究西南地区寒武系的理想地区之一。为寻求川西地区寒武系中上统的划分对比和寒武-奥陶系界线的确

[6] 李立等:攀西裂谷带及龙门山断裂带地壳上地幔的大地电磁测深研究,《物探与化探》,第11卷,第3期,1987年。

[7] 潘桂棠:龙门山-锦屏山推覆构造带与喜马拉雅推覆构造带的比较研究,《西藏地质》,第1期,1986年。

[8] 吴香尧、唐若龙:四川泸定磨西断裂长英质糜棱岩形成机制的初步探讨,《矿物岩石(四川省)》,第3期,1987年。

[9] 唐若龙等:龙门山-大雪山-锦屏山山脉形成,发展与矿产的关系,《北京国际大陆岩石圈的构造演化与动力学讨论会》,1987年。

[10] 陈智梁、陈世瑜:《扬子地块西缘地质构造演化特征》,重庆出版社,1987年。

[11] 许志琴:陆内俯冲及滑脱构造——以我国几个山链的地壳变形研究为例,《地质论评》,第32卷,第1期,1986年。

插图清绘 张萍

(1990年10月28日收修改稿)