

文章编号: 1009-3850(2004)02-0070-06

# 塔里木盆地塔中隆起构造演化与油气关系

张小兵, 赵锡奎

(成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059)

**摘要:** 笔者结合塔里木盆地形成的构造背景对塔中隆起的主要构造演化过程进行了研究, 并具体分析了各构造演化阶段与志留系油气的关系。研究表明, 塔中隆起源于早古生代拉张背景下的正断层, 寒武—奥陶纪为其烃源岩形成的重要时期; 早奥陶世末—晚奥陶世末的构造反转是塔中隆起的主要形成期, 同时也为志留系的形成及复合圈闭提供了古地理背景; 泥盆纪末塔中鼻状隆起基本定型, 古油藏遭受破坏, 形成了沥青砂岩; 早二叠世晚期的构造变形使古油藏遭受进一步的破坏; 二叠纪后构造变动主要以调节为主。伴随整个构造的演化, 志留系的油气聚集也是分期次、不同规模的进行。

**关键词:** 塔里木盆地; 塔中隆起; 构造演化; 油气; 新疆

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

## 1 前言

塔中隆起位于塔里木盆地中部的沙漠腹地, 面积为 24500km<sup>2</sup>。构造上属于中央隆起带, 其周边分别为巴楚隆起、古城墟隆起、满加尔坳陷、顺托果勒隆起和塘古孜巴斯坳陷(图 1)。

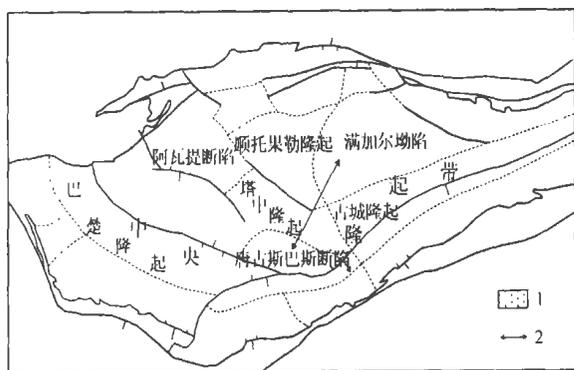


图 1 塔中隆起位置图

1. 研究区范围; 2 Z55 地震测线

Fig. 1 Location of the central Tarim uplift

1= extent of the study area; 2= Z55 seismic profile

到目前为止, 塔中隆起累计钻遇志留纪地层的钻井有 47 口。其中 13 口见明显油气显示; 获可动油井 7 口, 包括塔中 10、12、30、31、50、161、401 井; 获工业油气流井 3 口, 包括塔中 11、111、47 井。

1992 年 4 月, 首次在塔中 4 井揭钻 112m 的志留系, 见到 31.75m 的油气显示, 在中途、完井测试中均未获得工业油气流。而 1994 年 10 月, 在塔中隆起北部斜坡带的塔中 11 号构造高点上钻探塔中 11 井, 中途测试获得日产 29.4 方的工业油气流, 首次在塔里木盆地志留系取得油气勘探的重大突破。但随后于 1995—2000 年针对志留系勘探部署的 10 口探井均未获得工业油气流, 仅有 5 口见油气显示。2001 年 3 月加深钻探塔中 47 井并获得了工业油气流; 2001 年在塔中 11 构造带上钻探的塔中 111 井获得高产油流, 志留系重新成为勘探的热点。而 2003 年中石化西部指挥部在塔中隆起卡 1 区块钻探的中 1 井并没有取得新的突破。由此可见, 志留系油气的勘探仍然是机遇和挑战并存。

前人对塔里木盆地演化进行了深入的研

收稿日期: 2004-03-20

第一作者简介: 张小兵, 26 岁, 硕士生, 研究方向为含油气盆地分析与构造研究。

究<sup>[1-5]</sup>,也取得了许多新的认识和重要进展。这些进展主要表现为:(1)将塔里木盆地的构造运动与板缘的拉张、俯冲削减和碰撞闭合等板块构造发展演化与威尔逊旋回结合起来,因而可以对盆内构造运动和区域性不整合进行动力学解释;(2)某些构造运动可能与全球性海平面升降有关;(3)对盆地主要构造运动的时限、性质及影响范围等有了更准确的解释。但由于盆地勘探程度的差异性,对构造的研究认识尚不一致。相对而言,塔北的研究程度较高。即便如此,在塔里木盆地大构造背景的研究之下,对塔中隆起构造发展的研究也取得了一些认识,基本上认为塔中隆起是在早古生代拉张后,在奥陶纪末和泥盆纪末两次大规模的抬升基础上形成并在以后的构造运动中调整定型为现在的这种形态的;但对早期的拉张仍然存在不同的观点,甚至认为塔中隆起现在的断裂是后期由于挤压才形成的。黄有元等认为塔中在寒武—奥陶纪比较平稳,仅在中、下奥陶统之间有不明晰的沉积间断,即在寒武—奥陶纪,塔中不存在大的构造变化,也没有断裂出现<sup>[6]</sup>。鉴于此,在前人研究的基础上,结合盆地的构造演化发展大背景,笔者对过塔中隆起的区域地震测线Z55(图1)进行了精细解释,并运用平衡剖面技术作了Z55剖面构造演化图(图2),分析并得出了塔中拉张时断裂形成的最早时间是在中寒武世沉积之后,从而也为构造与志留系油气的关系研究提供了基础。这是因为断裂的形成时间与志留系油气的聚集关系是非常密切的。

## 2 构造

### 2.1 构造演化

塔里木盆地是在经历了①元古宙晚期的塔里木运动、②早奥陶世晚期—奥陶纪末的加里东中期运动(分两幕)、③泥盆纪末的海西早期运动、④早二叠世末的海西晚期运动、⑤三叠纪末的印支运动、⑥早侏罗世末的燕山早期运动和⑦古近纪末的喜马拉雅早期运动等7次大的构造运动后,在元古宇结晶基底上由古生界克拉通盆地和中、新生界前陆盆地叠合而成的大型复合盆地。

自震旦纪至第四纪,塔里木盆地在经历了上述各个阶段、不同构造环境的演化过程后,使塔中隆起形成、调整并最终定型为现今格局。在整个构造发展过程中,加里东中期运动造就的古隆起控制了志

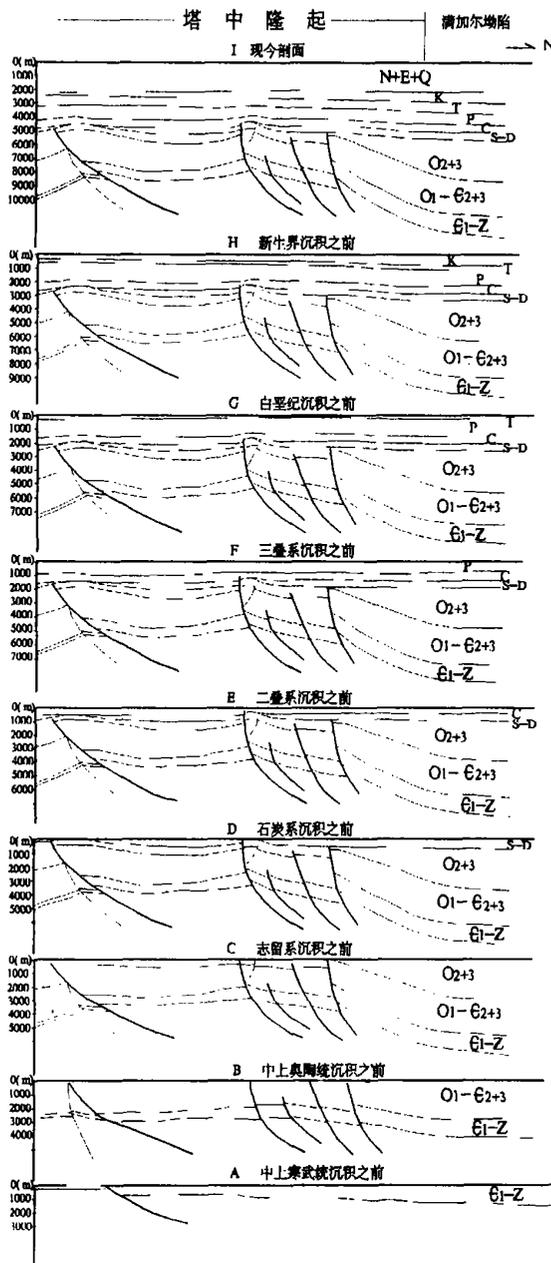


图2 Z55剖面构造演化

A. 中上寒武统沉积之前; B. 中上奥陶统沉积之前; C. 志留系沉积之前; D. 石炭系沉积之前; E. 二叠系沉积之前; F. 三叠系沉积之前; G. 白垩系沉积之前; H. 新生界沉积之前

Fig. 2 Tectonic evolution of the Z55 section

A. Prior to the deposition of the Middle and Upper Cambrian strata; B. Prior to the deposition of the Middle and Upper Ordovician strata; C. Prior to the deposition of the Silurian strata; D. Prior to the deposition of the Carboniferous strata; E. Prior to the deposition of the Permian strata; F. Prior to the deposition of the Triassic strata; G. Prior to the deposition of the Cretaceous strata; H. Prior to the deposition of the Cenozoic strata

留系的沉积,而海西早期强烈的褶皱变形对志留系地层的改造、保存有着直接的作用。

根据传统的构造演化研究方法,在结合前人研究及分析 Z55 剖面的演化过程后认为,塔中隆起的构造演化受控于塔里木盆地的构造演化,可以概括为如下几点主要规律。

1. 塔中隆起源于早古生代拉张背景下的正断层(图 2A)

在早古生代早期,北受古亚洲洋、南受古中国洋拉张的影响,塔里木盆地内部发育了一系列张性活动的断裂。早寒武世在现在的塔中位置形成了一组正断裂组合,并持续到早奥陶世,此时塔中已经处于相对较高的部位,这为塔中后期的构造发展奠定了基础。同时为北部的满加尔坳陷内沉积巨厚的寒武—奥陶系提供了空间区域。

2. 早奥陶世末—晚奥陶世末的构造反转是塔中古隆起的主要形成期(图 2B, C)

早奥陶世末,古亚洲洋进入逐渐关闭的转化时期,塔里木古陆块向北俯冲,盆地所受应力状态发生转变,导致板内挤压应力场的出现而形成构造反转,原张性正断层反转为逆断层并产生新的逆断层。在晚奥陶世末,构造受力达最大,盆地大面积被抬升剥蚀,并在现在的塔中位置形成了隆起的构造格局,为后期志留系的沉积提供了古地理背景。

3. 泥盆纪末塔中鼻状隆起基本定型,强烈的海西运动对志留系进行了较大规模的改造(图 2D)

志留纪时,全盆大部分地区接受沉积,在古隆起之上,可见上超现象,很多地区都表现出与下伏奥陶系地层的角度不整合接触。

随着塔里木盆地区域构造的发展,南天山洋和北昆仑洋俯冲削减并碰撞闭合,导致了强烈的海西早期构造运动,以隆起、剥蚀和断裂等活动为主。该构造运动不仅使上覆的泥盆系地层遭受大范围的剥蚀,同时也使下伏的志留系、奥陶系在部分地区遭受了强烈的剥蚀,如塔中 1 井钻探的结果是石炭系直接覆盖在奥陶系之上。塔中隆起在泥盆纪末基本定型。

4. 早二叠世晚期的构造变形及强烈的岩浆活动(图 2E)

早二叠世晚期,发生了晚海西运动,它不仅奠定了前海西构造层的基本构造格架,也严重地破坏了早期的油气藏,同时也为晚期成藏提供了构造圈闭

条件<sup>[7]</sup>。

晚海西运动以断裂、褶皱、岩浆活动以及随后的抬升和强烈剥蚀为特征。在早古生代形成的巴楚隆起和塔中隆起上这些构造作用表现很明显,部分继承了奥陶纪晚期的反转构造和挤压构造,并发生一定程度的剥蚀夷平,形成了区域不整合面。构造应力的短暂转变,发生了强烈的岩浆活动并沿着早期断裂带喷出。

5. 二叠纪以后的构造演化(图 2F—I)

晚海西运动后,在盆地北部和南部边缘,天山和西昆仑造山带基本形成,塔里木盆地逐步进入陆内演化阶段,塔中隆起则基本继承了之前的隆起状态。三叠纪末发生的印支运动使塔里木盆地处在挤压作用下,塔中隆起转变为向北西倾斜的斜坡。但由于其位于盆地的中央,受力不明显,只是在天山和昆仑山造山作用的阶段性持续挤压作用下,隆起进一步加剧和少数断裂继承性活动。经过白垩纪—古近纪的进一步加剧,形成北西低、南东高的斜坡格局。新近纪以来塔里木盆地在天山、昆仑山造山带双重作用下,形成统一的复合前陆盆地,塔中隆起构造活动较弱。

## 2.2 现今构造状况

塔中隆起发育的断裂及构造带有北西向、北西西向和近东西向 3 组(图 3),在平面上表现为向北西向撒开、向南东方向收敛分布在隆起上。延伸长度大于 30km 的断裂在 22 条以上。北以北西向的塔中 1 号断裂为界,延伸约 150km,形成时间较早,对塔中隆起的形成、发展以及断裂和褶皱的发育起着控制作用;南以塔中南缘断裂为界。

根据地震、钻井资料分析,塔中隆起的现今构造特征明显,以石炭系底部为界,可划分为上、下两个构造层。石炭系及其以上地层披覆沉积于下古生界的复式背斜之上,组成塔中隆起的上构造层;下构造层由下古生界和泥盆系组成,各反射层总体形态表现为一向南东方向收敛、向北西方向倾没的宽缓隆起构造。石炭纪地层与下伏各地层呈角度不整合接触。

## 3 构造演化与油气关系

### 3.1 石油地质条件及油气分布特征

“八五”和“九五”的研究结果表明,寒武系—下奥陶统和中上奥陶统是两套有机质丰度较高的烃源

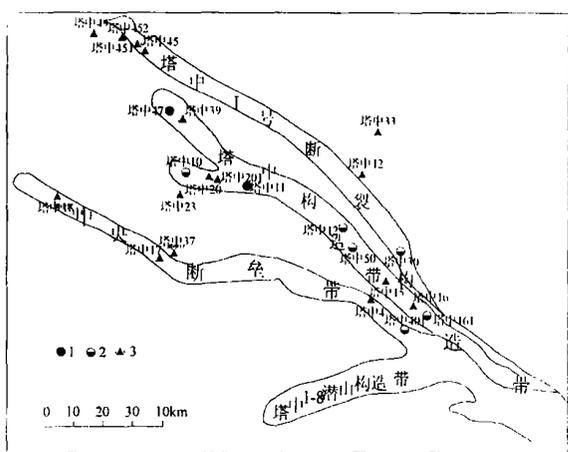


图3 塔中隆起主要构造带及油气分布图

1. 工业油气流井; 2. 低产油气流井; 3. 油气显示井

Fig. 3 Major structural zones and oil-gas distribution with in the central Tarim uplift

1= commercial well; 2= stripper well; 3= oil shows

岩, 前人对志留系油气藏的油源对比研究认为, 油气是下伏寒武系一下奥陶统和中上奥陶统分多次沿断裂和不整合等运移聚集形成的。志留系地层在塔中隆起主要以砂泥砂的形式出现, 储集层是在潮坪环境中沉积的一套以次生溶蚀孔隙为主, 储集性中等一差的中一细粒石英砂岩, 即志留系下砂岩段。盖层条件为覆盖于下砂岩段之上的红色泥岩段。

塔中隆起钻遇志留系地层的井中, 包括明显油气显示井、获可动油井、工业油气流井, 平面上主要集中在塔中1号断裂带附近的塔中10号构造带(图3), 其他显示井大多也与断裂的存在密切相关, 表明断裂是油气运移的良好通道(塔里木油田公司研究院, 塔中地区志留系古油藏研究及有利区带选择, 2000; 代宗仰、陈景山, 塔里木盆地卡塔克2、3、4区块油气成藏条件研究, 2002)。剖面上主要集中于志留系下砂岩段, 而在红色泥岩段较厚的地方, 上砂岩段很干净, 只是在红色泥岩段逐渐减薄的地区, 上砂岩段才有很少的显示, 说明了红色泥岩段起着区域的盖层作用。

### 3.2 构造演化与油气关系

从塔中志留系油气分布及勘探历程可以得出, 志留系油气分布受构造演化发展控制明显。

#### 1. 寒武—奥陶纪是烃源岩形成的主要时期

构造演化研究得知, 震旦纪—早奥陶世, 塔里木盆地受拉张应力的作用, 形成火山谷和断陷槽, 接受

沉积。其中当时的塔中隆起位置主要以碳酸盐岩和泥岩沉积为主, 沉积相为深海盆地相和斜坡泥质岩相(夹有浊积岩), 沉积厚度达到2500~3600m, “八五”和“九五”的研究认为寒武系和奥陶系为盆地内主力源岩。再加上晚寒武—早奥陶世时正断层的存在, 满加尔、塘古斯巴斯沉积较厚地层, 从而为塔中隆起志留系油气藏的形成提供了良好的烃源岩(碳酸盐岩、泥岩)基础。

2. 奥陶纪末期加里东中期运动造就的隆起为志留系地层的沉积提供了古地理背景并控制了志留系地层的沉积格局, 形成了各种类型的圈闭

奥陶纪末期, 塔中隆起形成一些断垒式背斜和其他类型背斜。隆起的奥陶系地层遭受不同程度的剥蚀, 形成碳酸盐岩潜山, 这种古地理背景控制并影响了志留系地层的沉积, 使志留系以海岸潮坪模式为特征, 具有如下特点: ①纵向上砂层多, 但单层薄, 带状延伸, 连续性较好; ②砂体有向南部尖灭线附近变薄的趋势; ③砂体迁移速度快; ④靠南部沿岸方向砂体较少且相对颗粒较细; ⑤砂体较薄的地方物性也比较差, 这种沉积格局为志留系形成地层圈闭奠定了基础。尽管目前的勘探还没有在地层型圈闭及原生油气藏中取得较大的进展, 但从本次研究及前人根据有效盖层等方面的研究认为, 志留系在地层圈闭中取得突破的希望仍然很大。

3. 志留纪末期—泥盆纪末期, 塔中隆起志留系古油藏形成, 构造运动使其遭受破坏, 导致沥青砂岩形成, 并使志留系储层物性变差, 但可能成为后期油气藏的良好烃源岩

晚加里东运动使塔中隆起进一步定型, 成为一个复式背斜。在奥陶系地层之上, 沉积的志留系潮坪相的砂泥岩地层为形成志留系古油藏提供了储集场所, 同时, 塔中及周围的满加尔坳陷、塘古斯巴斯坳陷(有争论)内的寒武—奥陶系生油岩开始进入排烃高峰期, 油气不断排除, 并经断层运移聚集在塔中低势区砂泥岩志留系地层中, 从而形成了志留系第一期油气充注, 生、储、盖以及圈、运、保的有利匹配, 形成了志留系古油藏。泥盆纪末期, 在古油藏形成不久, 由于构造运动的不断继续, 致使泥盆系、志留系甚至奥陶系部分地层遭受剥蚀, 古油藏遭到严重破坏, 原油经过水洗、氧化、生物降解等形成大规模的沥青, 原油藏除了在志留系残余厚度大于1500m的地方可能在外很少得以保存<sup>[8]</sup>。所以,

今天在塔中地区发现的大面积沥青砂岩分布,正是这个时期形成的,而志留系发现的油藏全部是“多成藏期”的次生气藏。也正因为沥青砂岩的形成,使本来储集条件并不好的志留系储层变的更差,从而就更加剧了志留系油气聚集的无规律性。另一方面沥青砂岩也可能是后期油藏形成的良好烃源岩。

4. 石炭纪—二叠纪,塔中隆起向西倾末变成鼻状隆起,早二叠世晚期区域受力出现短暂拉张,发生了大规模岩浆活动,不仅破坏了早期的志留系油藏,也形成了新的油藏条件。

晚海西运动,塔中隆起东北部抬升,西南方向倾末,沉没于水平面之下,石炭系东河砂岩从南西方向向北东方向超覆沉积,对前石炭系地层进行了填平补齐。志留系地层得以保存并发生很小的构造变动。

早二叠世晚期,盆地出现短暂拉张,发生了大规模的岩浆活动。这次岩浆活动很大程度上破坏了早期的构造及古油藏,同时也形成了一些新的刺穿构造,为后期油气的聚集提供了场所。如塔中47井就是在后期火成岩刺穿形成的圈闭上取得了突破。

#### 5. 二叠纪以来构造对志留系油气的影响

印支、燕山、喜马拉雅运动对塔中隆起的影响表现为整体升降,西部受影响程度强于东部,对前期形成的圈闭构造起到改造和继承作用。不同程度的升降也使寒武—奥陶系烃源岩以及志留系沥青砂岩分多次(二叠纪末—三叠纪末)排除轻质成份,聚集形成现今的多期充注型志留系油藏。

总之,塔中隆起志留系的油气是在其构造的演化发展过程中形成的,最终的聚集成藏除了构造的影响以外,受构造控制的志留系地层的沉积格架及相对较差的储集性、以及沥青砂岩对储层的改造等与油气最终形成和聚集有很大的关系。

## 4 结 论

(1)塔中隆起在塔里木盆地的受控下先后经历

了7次大的构造运动后形成了现在的构造格局。其中加里东中期运动和海西早期运动与志留系地层的沉积和保存有很大的关系。

(2)寒武—奥陶纪沉积的地层为塔中油气藏的形成提供了烃源岩基础;奥陶纪末期的古隆起是志留系形成地层油气藏的古地理背景;泥盆纪强烈的构造变形破坏了志留系的古油藏,并形成了面积分布很广的沥青砂岩;早二叠世晚期的岩浆活动既破坏了早期构造及油气藏,又形成了新的构造,为后期油气的聚集提供了场所;二叠纪以来的多次构造运动使烃源岩分多次排除轻质成份,并聚集成志留系油藏。

(3)志留系油气的勘探应该在有利构造的背景下,寻找那些沉积相带较好、储层及圈闭破坏较小的地方,同时要兼顾多种类型圈闭。在残余厚度大于1500m的地方可能存在志留系原生气藏。

#### 参考文献:

- [1] 张恺. 论塔里木盆地类型、演化特征及含油气远景评价[J]. 石油天然气地质, 1990, 11(1): 1—15.
- [2] 康玉柱. 塔里木盆地形成演化及构造特征与油气关系[J]. 新疆地质, 1993, 11(2): 95—107.
- [3] 汤良杰. 略论塔里木盆地构造运动[J]. 石油实验地质, 1997, 19(2): 108—114.
- [4] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [5] 童晓光, 梁狄刚, 贾承造, 等. 塔里木盆地石油地质研究新进展[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [6] 黄有元, 华静, 杨树生. 塔里木盆地中央隆起区油气远景[A]. 中国塔里木盆地石油地质文集[C]. 北京: 地质出版社, 1996. 55—65.
- [7] 王子煜, 陆克政, 漆家福, 等. 塔里木盆地塔中凸起的构造演化及其与油气藏的关系[J]. 石油大学学报(自然科学版), 1998, 22(4): 14—17.
- [8] 李宇平, 王勇, 孙玉善, 等. 塔里木盆地中部地区志留系油藏二期成藏特征[J]. 地质科学, 2002, 37(增刊), 45—50.

# Tectonic evolution and its bearings to the oil and gas with in the central Tarim uplift of the Tarim Basin, Xinjiang

ZHANG Xiao-bin, ZHAO Xi-kui

(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

**Abstract:** The central Tarim uplift resulted from a normal fault during the Early Palaeozoic extension. The Cambrian and Ordovician periods are important phases for the formation of source rocks. The tectonic inversion gave rise to the formation of the uplift during the latest Early Ordovician to the latest Late Ordovician. During the latest Devonian, the central Tarim uplift came into being, the pre-existing oil pools were subjected to the failure, and the asphaltic sandstones were well developed. The late Early Permian magmatic activities led not only to the further destruction of the early geological structures and oil pools, but also to the formation of new structures favourable for the accumulation of newly-generated oil and gas. The middle Caledonian and early Hercynian orogenies played an important part in the accumulation and preservation of the Silurian strata in which abundant oil pools are hosted.

**Key words:** Tarim Basin; central Tarim uplift; tectonic evolution; oil and gas; Xinjiang

资料简介

## 四川石渠—德格银锡多金属矿产资源评价报告

完成单位: 四川省地质调查院矿产所

内容简介: 项目总体目标任务是通过对渣陇—打陇银多金属成矿远景区, 身小基岭锡(铜)多金属成矿远景区、昌达沟铜多金属成矿远景区等进行调查评价, 查明全区银锡多金属资源潜力, 提交资源量和新发现矿产地。预期成果: 铜资源量 20 万吨、锡资源量 3 万吨、银资源量 1000 吨, 新发现矿产地 2 处。甘孜理塘断裂带以东。区内褶皱和断裂构造发育, 北东—南西有瓦须褶皱束, 竹庆褶皱束和哈松多褶皱束分布。断裂构造有北西向, 南北向和东西向 3 组; 区内矿产较丰富, 已初步发现矿产地 14 处。划分出渣陇—打陇银锡多金属、身小基岭—硃中达锡铜多金属及昌达沟铜多金属 3 个成矿远景区, 并依次划分了矿田、矿区及矿床。新发现了渣陇、打陇、柯日措、则日 4 处矿产地; 提供了一批具找矿前景的物、化探异常。概算了  $333+334_1+334_2$  资源量。

(由中国地质调查局西南资料分馆提供)