

藏东三江地区金矿地质与遥感

李玉龙¹, 董建乐², 杨日红³, 于学政³

(1. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037; 2. 中国地质大学, 北京 100083; 3. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 运用遥感5要素, 对区内含矿斑岩体、脆-韧性剪切等强变形带、破碎蚀变带及其与围岩蚀变相关的色调异常信息进行了分析, 认为该区金矿资源非常丰富, 并提出了遥感金矿找矿远景区。

关键词: 藏东三江地区; 金矿; 遥感5要素

中图分类号: P 627 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2002)04-0022-05

0 引言

藏东“三江”地区地质构造复杂, 金矿资源十分丰富, 目前已发现金矿(床)点40多处, 但限于地质勘查程度较低等原因, 金矿资源潜力仍然不清。应用遥感5要素金矿找矿方法, 提取含矿(铜金)斑岩体小岩体、脆-韧性剪切等强变形带、破碎蚀变带及其与围岩蚀变相关的色调异常等与金矿化相关的信息, 在综合分析基础上, 对测区金矿资源进行了遥感预测。

1 金矿床地质特征

研究区大地构造单元主要由雅鲁藏布江缝合带、怒江缝合带、澜沧江缝合带与金沙江缝合带4大构造带及其间夹板块和板片组成(图1)。区内岩浆活动频繁, 燕山期、喜马拉雅期等花岗岩类发育。在出露齐全的地层中, 晚三叠世甲丕拉组、侏罗纪察雅群、早第三纪贡觉组等岩系构成赋矿岩层。一些平行主构造带发育的低序次断裂构造, 构成控矿容矿构造。有利的区域构造背景与成矿条件, 促进区内金矿床的形成与富集, 形成了斑岩型铜钼矿床伴生金矿床、与韧性剪切等强变形带相关金矿床、破碎蚀岩型金矿床等矿床类型。近期又新发现了吉塘、洛隆南山等多个独立型的与韧性剪切带相关的金矿床。

1.1 斑岩型铜钼矿床伴生金矿

以藏东玉龙斑岩型铜钼矿床伴生金矿为代表。

该类型金矿主要分布在玉龙-芒康斑岩带, 岩带中斑岩体呈岩株、岩筒状产出, 出露面积多小于1 km², 岩性主要为花岗斑岩、二长花岗斑岩、花岗闪长斑岩等。各主要岩体全岩 Rb—Sr 等时线年龄在38~50Ma之间, 并且从老到新, 矿化程度由强变弱, 成矿规模由大变, 成矿时代属喜马拉雅早期。斑岩体及围岩的蚀变与成矿关系密切。蚀变范围广、强度大, 从岩体中心向外有呈面型蚀变分带现象, 依次为

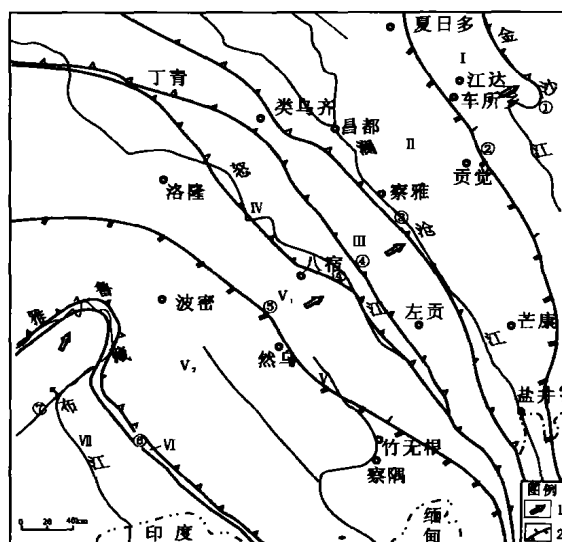


图1 遥感解译构造纲要图

I - 金沙江江达结合带; II - 昌都板块; III - 澜沧江结合带; IV - 怒江缝合带; V - 波密-八宿板块(V1-八宿-肩弧-岛弧板片; V2-波密肩弧、肩后盆地侵入岩弧板片); VI - 雅鲁藏布江缝合带; VII - 喜马拉雅滑脱板片
断裂: ①金沙江壳幔型断裂; ②车所乡-德钦断裂; ③澜沧江壳幔型断裂; ④怒江壳幔型断裂带; ⑤伯舒拉岭断裂; ⑥雅鲁藏布江壳幔型断裂带; ⑦康马-隆子南缘滑脱断裂
1 - 板块俯冲方向; 2 - 具滑脱性质的推复断裂

钾化、硅化带—石英、绢云母化带—青磐岩化带。玉龙斑岩铜钼矿床伴生金矿,出露地层有波里拉组、巴贡组与甲丕拉组。对组合样及伴生金矿作了相关研究,伴生金矿富集于岩体上围岩接触蚀变带的矿体中(图2 II、V矿体),其中II、V矿体平均品位为0.037 ~ 0.32 g/t,这两个矿体有望成为大型金矿床。

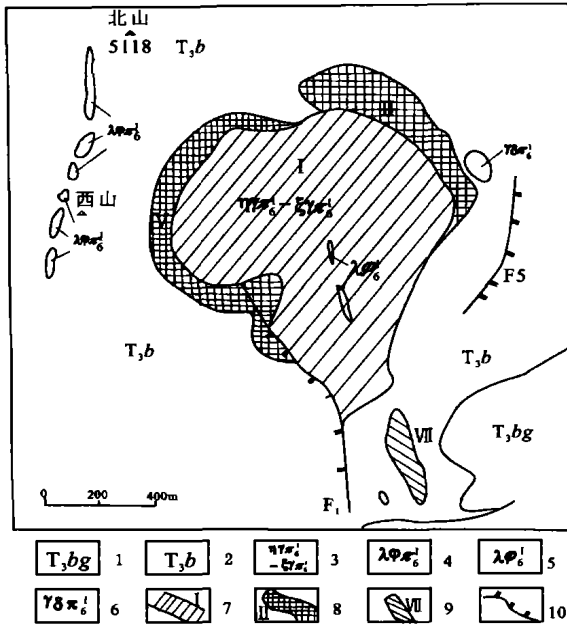


图2 玉龙铜钼矿床地质图

1 - 巴贡组; 2 - 波里拉组; 3 - 二长花岗斑岩 - 正长花岗斑岩;
4 - 石英钠长斑岩; 5 - 石英钠长岩; 6 - 花岗闪长斑岩;
7, 8, 9 - 矿体及编号; 10 - 正断层

1.2 与脆—韧性剪切等强变形带相关的金矿

与脆—韧性剪切等强变形带相关的金矿是指与成矿和控矿韧性和脆—韧性剪切构造体系相关的含金剪切带,这类剪切带是含金热液上升通道与富集场所,为重要的控矿因素。以盘只金矿为代表,位于左贡县 SSE 方向 72.5 km,盘只村附近地区,地处伯舒拉岭断裂附近,含金石英脉发育,在燕山晚期花岗闪长岩类岩体 NE 向断裂中等强度变形带内,共 3 个矿体群(表 1)。

矿石金属矿物为自然金、黄铁矿、黄铜矿,脉石矿物为石英。含金石英脉围岩蚀变以硅化、黄铁矿化、褐铁矿化为主,矿床类型为石英脉型,属独立类型金矿。

近年来金矿找矿界普遍认定脆—韧性剪切带控矿(Au)明显,它在遥感图像上主要表现出以下 4 点基本解译标志: ① 反映岩层未达到破碎临界点之前发生的韧性形变作用力的连线,如褶皱轴同步转折端连线、岩层褶曲拐点连线等。② 具有一定方向和

表 1 盘只金矿矿体特征表

矿体	长/m	厚/m	产状/(°)	Au/(g·t ⁻¹)
1	50	1.20	145∠62	1.04
2	50	0.90	135∠63	1.85
3	30	1.00	122∠84	2.06
4	140	1.00		1.376
5	35	1.10	137∠82	1.97
6	50	1.50	125∠70	8.50
7	50	0.85	155∠62	1.00
8	120	0.80	140∠55	12.30
9	80	1.70	135∠25	2.30
10	90	1.70	122∠20	1.61
11	75	1.10	167∠51	3.00
12	150	0.70	165∠62	2.20
13	80	1.90	160∠30	8.50
14	30	1.50	130∠82	1.46

注: 1~7 为 1 号矿体群; 8~10 为 2 号矿体群; 11~14 为 3 号矿体群

延伸规模的节理、劈理、小断裂密集分布带。③ 花岗岩类侵入体在侵位或结晶过程中表现出的塑性动态形变信息,岩体结晶中心移动形成的非对称岩相带;岩体外轮廓发生的拖拽、牵引的变形。④ 反映挤压作用的构造透镜体、扁豆体等外轮廓发育部位。

1.3 破碎蚀变岩型金矿

该类型以位于左贡县 SSW 方向 82.5 km 处的卡阴弄巴金铜矿床为代表。矿床产于伯舒拉岭断裂附近,矿体赋存于 NW 向断裂带中,围岩是燕山晚期石英闪长岩岩体。断裂带内硅化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化及碳酸盐岩化等围岩蚀变发育。在 1 km² 范围内有 3 个矿化带,北部矿化带长 280m,宽 150m,圈定 5 个矿体;南部矿化带长 200 m,宽 100 m,圈定 2 个矿体;中部矿化带,矿化较弱,只有 1 个矿体(表 2)。其中金属矿物为自然金、黄铜矿、黄铁矿,少量方铅矿、闪锌矿;非金属矿物为绿泥石、角闪石、斜长石和石英。矿床类型为破碎蚀变岩型金铜矿床,属独立类别的金矿床。

表 2 卡阴弄巴金矿矿体特征表

矿体	长/m	厚/m	矿体产状/(°)	矿石品位		矿体形状
				Au/(g·t ⁻¹)	Cu/(%)	
I	30	15	230∠45	3.75	1.16	透镜状
II	30	12	230∠50	4.90	1.57	透镜状
III	30	6	235∠45	0.40	6.60	透镜状
IV	40	8	230∠40	9.40	3.32	透镜状
V	30	5	240∠45	6.10	1.47	透镜状
VI	30	3	225∠40	1.00	1.14	透镜状
VII	80	15	230∠45	2.70	2.47	透镜状

总体看来,金矿床与花岗岩类岩体或酸性脉岩、石英脉等密切相关,同时受断裂控制。后者为前者提供通道,使金元素迁移、富集,并提供容矿空间。

特别是在岩体侵位过程中,受强烈挤压影响,发生破碎及蚀变作用,金元素进一步富集,条件成熟时可形成金矿床。

2 遥感影像特征

利用遥感影像反映出的地物光谱与图像图形信息,这里称之为遥感找矿 5 要素,即“线—带—环—色—块”反映的矿化蚀变和矿体赋存信息,在 TM 等遥感图像上直接发现并圈定成矿有利区段、矿化密集区或找矿靶区,也可以对区域化探、航空物探及地质勘查等成果进行筛选,遴选其它圈定的成矿有利部位或区段,进一步缩小找矿目标和范围。

(1)“线”要素是指与成矿、控矿、导矿和容矿作用相关的断裂构造、脆—韧性剪切强变形带等。区内与金矿相关的断裂构造主要指隶属于雅鲁藏布江、怒江、澜沧江和金沙江 4 大缝合带的次一级断裂构造。如瓦弄峡—八宿 NW 向断裂带,控制 Au 矿化点有 10 处左右。

(2)“带”要素是指与赋矿地层、岩层相关的地层岩石单元信息。通过区域矿产特征分析,区内与金铜铅锌等矿化相关的带要素主要是早第三纪贡觉组(E_{1-2g})、晚三叠世甲丕拉组(T_{3j})、早白垩世香堆群(K_{1xd})、侏罗纪察雅群(J_{chy})等。在 TM 图像上,甲丕拉组区内重要的赋矿岩系在太子雪山一带,在 TM5 TM4 TM3 合成假彩色图像上呈棕绿色、条带状紧密挤压山系、横切岩层水系及冲沟发育,它的近 NS 向纹理一般不认为是层理,而是构造劈理等强变形信息。在昌都一带,甲丕拉组呈浅绿—浅紫色色调、表面比较光滑的山梁组合。个别地段常形成高亮度的亮紫色图斑。

(3)“环”要素是指与中酸性花岗岩类侵入体、火山构造与火山通道等相关的环形信息。区内岩浆活动频繁,许多具有环形特征的斑岩体与铜金等成矿关系非常密切。例如,斑岩型伴生金矿床与小岩株/斑岩体造成的馒头山状的环形影像相关;岩浆岩侵入体内外接触带附近的构造破碎蚀变岩型金矿床与环形影像相关;一些独立的破碎蚀变岩型金矿床往往与引爆角砾岩发育的具有浅成—超浅成特征的和二长花岗岩类岩性组成的岩株相关。如日曲、弄洼优者金矿床(插页彩片 21)等。

(4)“色”要素是指与各种围岩蚀变相关的色调异常,如色带、色块、色晕、色斑等。从影像图上可清楚的看出,已知矿床大部分有围岩蚀变,有的在岩

体周围有色晕、色斑,经研究发现矿体多赋存于蚀变带内。

发育良好的围岩蚀变集中分布在怒江南岸的边坝—洛隆地区,它们多以花岗岩类侵入体内外接触带,广泛存在于角岩化、青盘岩化、碳酸岩盐化、黄铁矿化和铁帽等。在 TM5 TM4 TM3 合成图像上,角岩化蚀变呈黑色色调异常斑块;以广泛发育富含 OH^- 离子的绿泥石、绿帘石等绿色矿物为特征的青盘岩化蚀变,以 TM4 波段绿色调为基调,在图像上显示为青色色调异常斑块;具有碳酸岩盐化蚀变的岩石,因其主要矿物方解石在这 3 个波段上均为强反射,故呈现出白色—浅色调异常斑块;而以 Fe^{+3} 离子发育为特征的黄铁矿化蚀变及铁帽等,在 TM 图像上则以 TM4 TM5 波段 RB 两色的合成色——黄绿色色调为特征。

(5)“块”要素是指几组断裂交汇、切割、复合、归并等所造成的构造岩块之角部。例如,菱形格子状构造的锐角部位、挤压扁豆体之角部、菱环构造之锐角构造、环线构造环之切线部位和割线部位等。按照地质力学构造控矿理论,这些部位都是成矿有利部位。研究区内的“块”要素成矿有利部位,集中分布在怒江缝合带、澜沧江缝合带、车所—德钦大断裂(金沙江缝合带)附近及其所夹持的 2 个断块地区。

遥感找矿 5 要素在某一局部地段的发育程度及其组合关系即代表该地段不同地质构造环境,不同成矿控矿条件可能引发的矿床生成结果。单要素的找矿意义表明该区具有一种找矿线索;双要素则代表两种线索同时存在,例如线—环组合代表岩浆构造条件有利,色环组合代表岩体具有蚀变(或矿化)现象等;3 要素组合代表 3 种线索同时存在,如带—环—色组合表明火山岩区—中酸性岩体—蚀变同时在局部地区发育;4 要素共有 4 种组合类型,线—带—环—色,表明找矿线索已经很集中了;5 要素为线—带—环—色—块组合。无论从遥感、还是从传统找矿角度看,“线、带、环、色、块”同时出现在某一局部地段,都标志着该部位构造、岩浆岩、矿源层、矿化蚀变和成矿有利部位同处最佳组合状态下,是寻找铜金(多金属)矿床最理想的地段或靶区所在地。

3 遥感找矿远景

利用遥感找矿 5 要素,在单一要素的基础上进行多要素组合分析,从而划分出成矿有利区段,结合

已知矿床遥感比对,对已有的区域化探、航磁异常资料进行筛选,并作相应的野外地质勘查。在测区共划分出 1 个金矿成矿带,2 个金矿找矿远景区,分述如下。

(1)洛隆—八宿怒江金矿成矿带。位于怒江断裂带西南靠近结合带部位,出露大量喜山期花岗岩、花岗斑岩岩体。由于受来自西南方向印度板块强烈的挤压作用及左旋构造的影响,使岩体发生变形、破碎,并伴有多期岩浆作用,从而在怒江断裂带附近(西南侧)形成对成矿有利强变形带与破碎带。目前,在洛隆—八宿怒江带上已发现小型金矿床 3 处,金矿点、矿化点 20 多处(包括前面介绍的盘只金矿与卡阴弄巴金铜矿床)。从影像图上可见,在怒江断裂西南为脆—韧性剪切强变形带,出露岩体多呈椭圆形,洛隆地区岩体长轴方向为 NNW 向,至八宿地区岩体长轴逐渐转变为 NWW 向,可以判定怒江断裂在受挤压的同时又有左旋剪切作用,使断裂带附近岩石破碎、蚀变。从前面的分析可知,带内同时具有区内 3 种类型金矿成矿地质特征,也受遥感找矿要素控制,即具线—环—色—块 4 要素控制。

(2)弄洼优者金矿床找矿远景区(插页彩片 22)。位于贡觉县木协区(乡)NNW 方向 30 km 弄洼优者处。地层为晚石炭世鸯曲组,早中三叠世马拉松组,晚三叠世甲丕拉组,早第三纪贡觉组;侵入岩有印支晚期花岗闪长岩、英云闪长岩,燕山早期二长花岗岩及喜马拉雅早期英云闪长斑岩、二长花岗斑岩。总体构造线方向为 NNW 向,区内各贡弄斑岩型铜钼金矿床,金品位为 3.37g/t,储量 754 kg。近 2a 来,西藏 6 队在弄洼优者山峰北侧勘查一处 10 t 储量规模的中型金矿床,目前未提出正式资料。此外还有一处拉妥砂金矿点,其附近还有几处正长斑岩体、二长花岗斑岩体,尽管它们规模较小,但在外接触带处基岩含 Au 0.3~0.5 g/t 和 7.0 g/t,证明该砂金矿点离源区较近。另外区内 Au、Cu 化探异常,根据遥感解译结果,弄洼优者山峰附近有几处半出露/半隐伏斑岩体,且处于两脆韧性强变形带相交部位,这些即符合区域矿产特征,又受遥感找矿 5 要素中线环要素控制,认为该区是找中—大型斑岩及破碎蚀变岩型金矿床找矿远景区(图 3)。

(3)打拢金矿床找矿远景区(插页彩片 23)。位于洛隆 NE 方向纳多弄—瓦弄地段。根据青藏地质特点,独立金矿往往处于热液活动较强烈地区某一段,预测区内有打拢金矿点、瓦夫弄金矿化点、色地金矿化点、纳多弄金矿化点等。这些金矿(化)

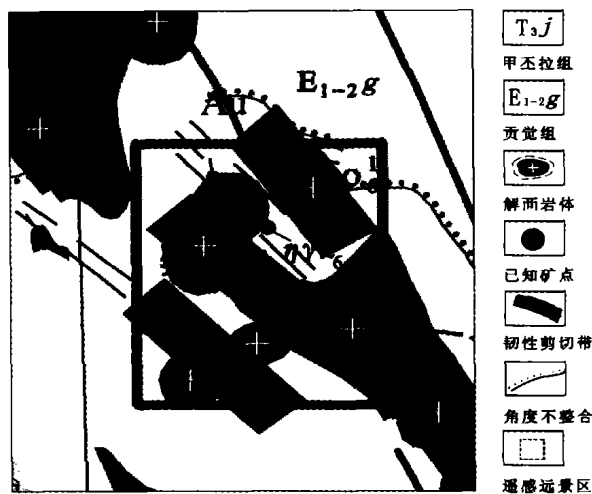


图 3 弄洼优者遥感 5 要素找矿远景区

点均受 NNW 向脆韧性剪切带控制。围岩蚀变有褐铁矿化、黄铁矿化、硅化、绢云母化等。在遥感图像上,预测区中央部位为 NNW 走向韧性剪切构造带,它是在东西两侧燕山晚期花岗岩类侵位和结晶过程中,促进了金矿物质的析出、运移、富集、沉淀,伴随怒江板块缝合带强烈挤压和韧性剪切作用的进行而形成的一批与金矿相关的矿床/矿化点。仅在瓦弄—纳多弄一段约 10 km 距离范围内,就发现有 5 处金矿化点,可见该区的找矿前景十分乐观。将该区圈定为金矿找矿远景区(图 4)。

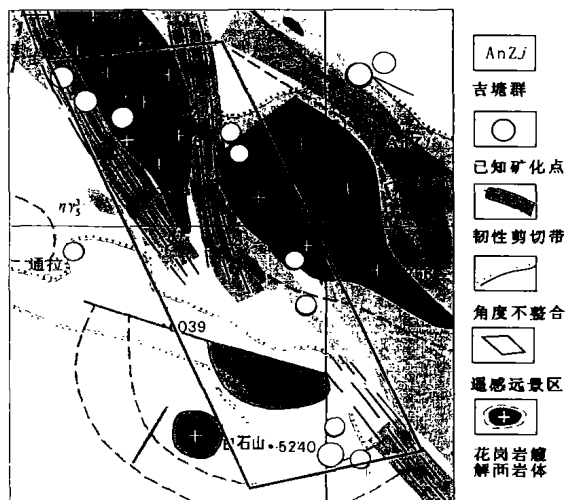


图 4 打拢遥感 5 要素找矿远景区

4 结论

通过分析区内斑岩型铜钼矿床伴生金矿床、与韧性剪切等强变形带相关金矿床、破碎蚀岩型金矿床 3 种成矿类型成矿地质特征,从而确定它们各自的成矿背景与成矿条件。应用遥感找矿 5 要素,对

区内遥感影像特征进行分析,同时结合金矿床成矿地质特征,指出成矿有利部位,并提出相应遥感找矿远景带/区。

参考文献

- [1] 陈福忠,刘朝基,雍永源,等. 藏东花岗岩类及铜锡金成矿作用[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [2] 罗建宁,杜德勋,惠兰,等. 西南三江地区沉积地质与成矿[M]. 北京:地质出版社,1999.
- [3] 莫宣学,路凤香,沈上越,等. 三江特提斯火山作用与成矿[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [4] 莫宣学,沈上越,朱勤文,等. 三江中南段火山岩-蛇绿岩与成矿[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [5] 潘桂棠,陈智梁,李兴振,等. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [6] 沈致富,吕伯西. 西南三江地区新生代侵入岩的成岩与成矿[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [7] 王义昭,李兴林,段丽兰,等. 三江地区南段大地构造与成矿[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [8] 西藏自治区地质矿产局. 西藏区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [9] 夏代详,刘世坤,腾云,等. 西藏自治区岩石地层[M]. 北京:中国地质大学出版社,1997.
- [10] 尹集祥. 青藏高原及邻区冈瓦纳相地层学[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [11] 于学政,邓晋福,罗照华. 青藏高原隆升与东昆仑地区金矿遥感地质研究[M]. 北京:地质出版社,1999.
- [12] 朱兴振,刘文均,王义昭,等. 西南三江地区特提斯构造演化与成矿(总论)[M]. 北京:地质出版社,1999.

GOLD DEPOSIT GEOLOGY AND REMOTE SENSING IN SANJIANG REGION OF EAST TIBET

LI Yu-long¹, Dong Jian-le², Yang Ri-hong³, YU Xue-zheng³,

(1. Center of Research and Development, China Geological survey, Beijing 100037, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: There has been a long history of exploiting gold mines in Sanjiang region of Tibet, and 40 gold mines have already been found. Nevertheless, these deposits are almost all associated mines, and only very few gold deposits are of independent type and their sizes are very small. The analysis of regional geological background and mineralization conditions shows that the area must have great gold potential. Using the five elements of remote sensing, the authors analyzed characteristics of satellite photographs of ore-bearing porphyry bodies, brittle-tough shear zones, shattered-altered envelopes and their tonal anomaly, thus delineating the perspective area of gold deposits.

Key words: Sanjiang Region of Tibet; Gold Deposit; The five elements of remote sensing

第一作者简介:李玉龙(1971-),男,1993年毕业于南京大学构造地质与地球物理学专业,获理学学士学位,工程师,现工作于中国地质调查局发展研究中心,主要从事GIS开发、网络、数据库建设、图形图像处理等方面的工作。

(责任编辑:周树英)

下 期 要 目

- | | |
|-----|------------------------|
| 毕思文 | 青藏高原雅江—班公怒江缝合带的热红外遥感研究 |
| 徐瑞松 | 南中国海海洋油气遥感调查研究 |
| 陈秋晓 | 基于多特征的遥感影像分析——一个新的视角 |
| 杨劲松 | 利用 SAR 图像计算内波深度和振幅的可行性 |