

北祁连铜厂沟金矿地球化学特征与找矿标志研究

刘军^{1,2}, 肖荣阁^{1,2}, 张汉成^{1,2}

(1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083;

2. 中国地质大学岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室, 北京 100083)

[摘要] 文章根据铜厂沟金矿的矿区地质特征、碎屑岩岩石地球化学特征、英云闪长岩岩石化学特征、稀土元素地球化学特征等的研究, 认为寒武纪碎屑岩原始沉积环境属于海洋岛弧优地槽环境复理石沉积物, 复理石沉积物及超基性岩石为主要的矿源岩。提出英云闪长岩脉与超基性岩及绿泥片岩边缘接触带中构造破碎带是有利的控矿构造部位, 含黄铁矿硫化物石英脉是有利的找矿标志。

[关键词] 铜厂沟 金矿 稀土元素

[中图分类号] P618.51 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2006)05-0034-05

1 区域地质背景

研究区位于青海省门源县青石咀镇西北部 50km 处, 北祁连托勒山—冷龙岭金矿集中区东段, 地理坐标: 东经 $101^{\circ}04'00'' \sim 101^{\circ}09'00''$, 北纬 $37^{\circ}47'00'' \sim 37^{\circ}49'00''$ 。

北祁连构造带地处青藏高原东北边缘, 东南与西秦岭造山带相连, 西北被阿尔金断裂带截断。20 世纪 70 年代以前, 国内学者认为其属于古中国地台裂解后的加里东期地槽褶皱带^[1]。80 年代以来, 由于板块构造、蛇绿岩、火山岩研究的进展, 对其属性提出不同的认识, 一些学者认为北祁连构造带是发育在新元古代大陆克拉通—西域板块背景上的陆内造山带^[2-8] (图 1)。

2 矿区地质特征

2.1 地层

区内出露地层岩性主要为中寒武世泥质板岩、绿泥片岩、大理岩、蚀变闪长岩、蛇纹岩等, 其次为第四纪残积物 (图 2)。

矿区地层总体成东西向展布, 中间出露片岩类, 两侧大理岩断续分布, 矿区东部英云闪长岩体有残留大理岩及蛇纹岩残留体成条带状分布。

2.2 构造

研究区内南北两侧分别被 2 条东西向区域性断

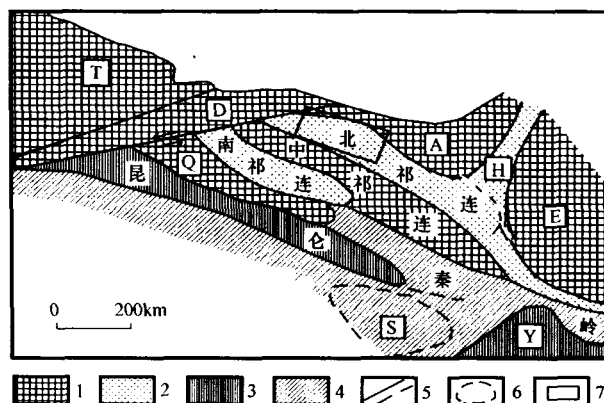


图 1 北祁连及邻近大地构造位置图

(据李春昱, 1980, 略有修改)

1—地块; 2—加里东造山带; 3—华力西造山带; 4—印支造山带;
5—边界断裂; 6—隐伏地块边界; 7—研究区; T—塔里木板块;
D—敦煌地块; A—阿拉善地块; E—鄂尔多斯地块; Q—柴达木地
块; S—松潘隐伏地块; Y—扬子地块; H—贺兰山拗拉槽

裂控制, 断层地貌显示为沟谷, 南侧 F_3 断裂走向近东西, 倾向北, 倾角 $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$; 北侧 F_{25} 断裂走向近东西, 倾向南南西, 倾角 $57^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

矿区南侧 F_3 断裂延伸稳定, 挤压片理发育, 根据断面擦痕、阶步分析, F_3 断裂属于压扭性质, 断层上盘向南西逆冲。 F_3 是区内主要控矿构造, 断层上盘派生的次级张扭性断层与 F_3 近于平行排列, 产状近于直立, 其中含硫化物石英脉发育, 是主要的含矿

[收稿日期] 2005-08-24; [修订日期] 2005-12-22; [责任编辑] 曲丽莉。

[第一作者简介] 刘军 (1979 年—), 男, 2005 年毕业于中国地质大学, 获硕士学位, 在读博士生, 现主要从事矿床地质研究工作。

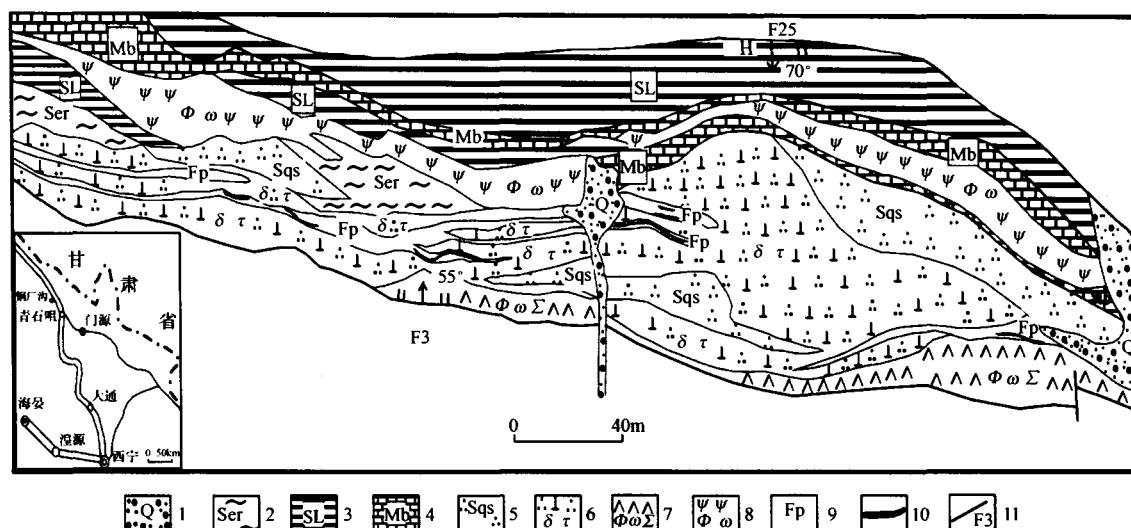


图2 青海省门源县铜厂沟金矿区地质图(据青海省地质七队图件修改)

1—第四纪坡残积物;2—寒武纪绿泥片岩;3—寒武纪硅质泥质板岩;4—寒武纪大理岩;5—寒武纪绢云母石英片岩;6—蚀变闪长岩;7—蛇纹石化超基性岩;8—蛇纹岩;9—破碎蚀变岩带;10—金矿体;11—断层

构造。该断裂破碎具有多次活动性,早期活动被花岗闪长岩岩脉侵入,随后含金石英脉充填,之后再次发生破碎。

2.3 岩浆岩

矿区内岩浆岩体主要是加里东期英云闪长岩体,在矿区东部成透镜状大面积出露,向西沿断层成线性东西向展布。岩体边缘及东西向线性分布的英云闪长岩体绿泥石化、绿帘石化,局部硅化蚀变较强,并受到围岩混染作用,镜下见到片岩角砾捕虏体,岩石成灰绿色,与围岩成渐变过渡关系,边界模糊。另外可见少量侵入岩岩脉。

2.4 变质作用

矿区内岩石地层经历多期多种类型变质作用:

1) 区域变质作用。该区地处会聚板块边缘,受板块俯冲影响,寒武纪沉积岩和超基性岩经受高压低温变质作用,实质上形成一套构造混杂岩。岩石片理化发育,形成各种片岩类岩石。

2) 接触交代变质作用。加里东期英云闪长岩岩浆侵入,对围岩发生接触交代作用和热变质作用,在岩浆接触带附近蚀变较强,主要是硅化和绿泥石化蚀变,局部有碳酸盐化和绢云母化蚀变。

3) 动力变质作用。后期构造活动,岩石进一步破碎,形成各种动力变质岩,沿构造带形成挤压片理化岩石及构造角砾岩等。

3 矿体特征

金矿化沿 F_3 断裂北侧次级断裂破碎带成带状

分布,金矿体主要在蚀变闪长岩中或绢云-绿泥片岩内的破碎带中产出,含矿岩石类型有含金石英脉和蚀变闪长岩。

金矿体大多呈脉状、似脉状和透镜状产出,可见分枝复合、膨胀现象金矿体在剖面上呈叠瓦状斜列分布。

矿石中金属矿物主要有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿,次为斑铜矿、磁铁矿、褐铁矿、白铁矿、毒砂、蓝铜矿、铜蓝、孔雀石及含银自然金。脉石矿物主要为石英、白云石,次为绢云母、长石等,主要含金矿物是黄铁矿。

矿石结构主要为交代结构、他形粒状结构、包含结构、碎裂结构。矿石构造主要有浸染状-脉状构造、星点状-浸染状构造、网脉状构造、块状构造、角砾状构造等。

围岩蚀变以次生石英岩化(硅化)、黄铁矿化、碳酸盐化最为发育,其次是绿泥石化和绢云母化,硅化、黄铁矿化越强,矿化越好,反之则差^[9]。

4 矿区地球化学研究

对采自矿区内不同部位的中寒武世浅变质碎屑岩、加里东期英云闪长岩及基性-超基性岩进行了岩石全分析,不同岩石类型地球化学特征如下:

4.1 碎屑岩岩石地球化学特征及沉积环境分析

矿区出露的绢云母片岩和绿泥片岩化学成分以 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 及 CaO 为主,其中混有部分铁质矿物成分(表1)。

表 1 铜厂沟金矿区片岩类岩石化学成分

岩性	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	CO ₂	H ₂ O	TF ₂ O ₃	Org. C	总量
D3 绢云母片岩	54.56	15.18	1.38	4.79	6.19	5.61	4.24	0.05	0.08	0.12	0.89	3.10	3.73	6.72	0.03	99.95
D16 绢云母片岩	59.13	14.12	2.35	6.21	3.25	2.74	3.61	0.45	0.27	0.12	0.93	3.53	3.27	9.28	0.03	100.00
D15 绿泥片岩	53.63	15.34	3.16	5.34	4.49	7.58	2.94	0.36	0.13	0.14	0.84	2.59	3.37	9.06	0.11	100.01

测试单位:地质科学院地球物理地球化学勘查研究所分析,2003。

沉积岩的物质组成受沉积物源区和沉积作用影响,而沉积物源区和沉积作用又受到构造环境控制,沉积物的化学组成及微量元素组成可以反映构造环境。

根据常量元素的化学组成研究分析,可以划分出不同的物源区和构造环境(图 3)。

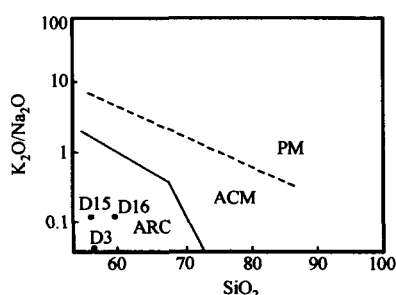


图 3 铜厂沟金矿区碎屑岩沉积环境分区图

(据 Roser 等,1986)

PM—被动陆缘;ACM—活动陆缘;ARC—岛弧

砂岩的化学成分($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$) - Na_2O - K_2O 三角图分析,可以划分出相对活动的构造沉积区域以富含 Na 碎屑岩为特征,而相对稳定的构造区域沉积的碎屑岩则主要为富含铁钾的碎屑岩或钾砂岩,相当于准地槽或断陷盆地环境沉积物(图 4)。

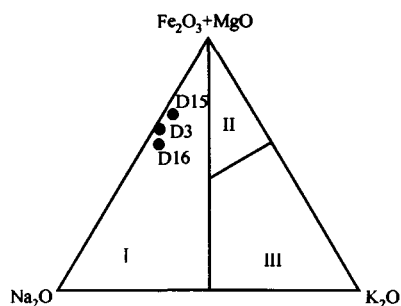


图 4 铜厂沟金矿区砂岩($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$) - Na_2O - K_2O 指

数与构造环境图解(据 H. Blatt, G. Middleton, 1972)

I—钠砂岩(优地槽);II—铁钾砂岩(准地槽);III—钾砂岩(断陷)

Bhatia (1983) 利用 Fe_2O_3 (总) + MgO 、 TiO_2 和 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 等数值特征来区分不同大地构造背景的砂岩,图 5 是代表性的判别图。

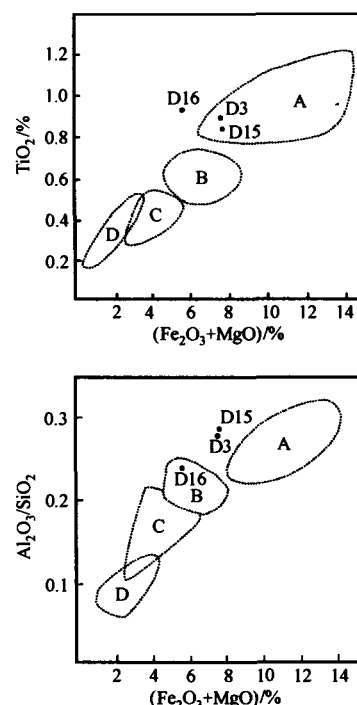


图 5 铜厂沟金矿区各构造环境中砂岩常量元素组成

(据 Bhatia, 1983)

A—海洋岛弧;B—大陆岛弧;C—活动大陆边缘;D—被动大陆边缘;各构造环境中砂岩 SiO_2 与 K_2O 、 Na_2O 元素成分扣除挥发分重新计算化学组成

通过对研究区片岩化学成分投图分析,其原始沉积环境应该属于海洋岛弧优地槽环境复理石沉积物,相当于大陆斜坡相沉积物。

4.2 英云闪长岩岩石化学分析

英云闪长岩,原定名为花岗闪长岩,化学成分以 SiO_2 、 Al_2O_3 为主(表 2), $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 含量 2.25% ~ 3.58%, $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$, 投点在 Barker (1979) 花岗岩分类图解(图 6)中可以看出,2 个样品均位于英云闪长岩区域内,属于富钠贫钾英云闪长岩类。

根据里特曼指数公式 $\sigma = (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2 / (\text{SiO}_2 - 43)$, 计算样品 D12 和 D19 里特曼指数, σ 值分别为 0.5 和 0.9, 属钙性系列。根据岩石化学成分的分析可以看出是偏中性的岩浆,该类岩浆有利于铁铜金的成矿。

表2 铜厂沟金矿区岩浆岩类化学成分

$\omega_B/\%$

岩性	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	CO ₂	H ₂ O	TF ₂ O ₃	总量
D19 英云闪长岩	57.74	14.74	1.56	6.02	4.91	6.27	3.25	0.33	0.13	0.06	0.59	0.80	3.13	8.24	99.65
D12 英云闪长岩	53.43	16.13	0.37	7.92	6.59	10.44	1.97	0.28	0.19	0.08	0.62	0.44	2.06	9.16	100.53
D1 蛇纹岩	36.20	0.42	5.90	0.77	38.35	1.27	0.28	0.07	0.09	0.01	0.01	4.85	11.48	6.96	99.77

测试单位:地质科学院地球物理地球化学勘查研究所分析,2003。

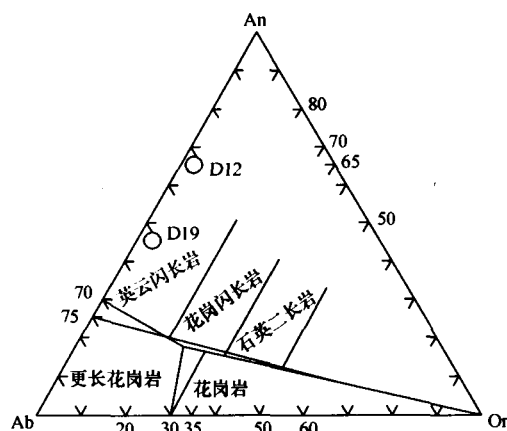


图6 青海省门源县铜厂沟金矿花岗岩分类图解
(据 Barker, 1979)

4.3 稀土元素地球化学特征

矿区不同岩石类型稀土元素分析结果(表3,图7)表明,稀土总量均较低,在 $45.13 \times 10^{-6} \sim 81.89 \times 10^{-6}$ 之间。除了蛇纹岩外,轻重稀土分异不明显,轻稀土略有富集。而蛇纹岩轻重稀土有较大分异。并且稀土配分曲线基本不具备铈异常。英云闪长岩、绢云母片岩及绿泥片岩具相似配分模式,而蛇纹岩成因与前3类岩石则明显不同。

该稀土配分模式表明,英云闪长岩属地壳深部或地幔岩浆来源,片岩类岩石属地幔物质风化来源。同时表明岩浆分异较弱,热液活动不强,本身没有成矿物质分异,或难于提供成矿物质。而蛇纹岩则受到明显的热液作用,与超基性岩浆有关的热液活动有利于成矿。

表3 铜厂沟金矿区不同岩石类型稀土元素特征

$\omega_B/10^{-6}$

Number	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
D12 英云闪长岩	6.6	13.3	1.6	6.8	1.7	0.65	2.04	0.37	2.6	0.53	1.61	0.27	1.62	0.28	14.4
D19 英云闪长岩	7.6	16.2	2.1	9.6	2.6	0.64	3.17	0.59	3.9	0.84	2.58	0.43	2.57	0.42	23.6
D3 绢云母片岩	7.2	14.8	1.9	8.8	2.3	0.83	3.06	0.57	3.7	0.83	2.48	0.42	2.39	0.37	23.9
D16 绢云母片岩	8.1	16.7	2.2	10.3	2.8	0.92	3.41	0.63	4.0	0.84	2.34	0.38	2.02	0.28	21.0
D15 绿泥片岩	10.9	21.3	2.7	11.7	2.9	0.92	3.2	0.58	3.7	0.74	2.15	0.35	1.82	0.3	18.7
D1 蛇纹岩	12.9	21.5	2.0	6.3	0.6	0.13	0.4	0.04	0.17	0.02	0.06	0.01	0.04	0.01	1.0

测试单位:地质科学院地球物理地球化学勘查研究所分析,2003。

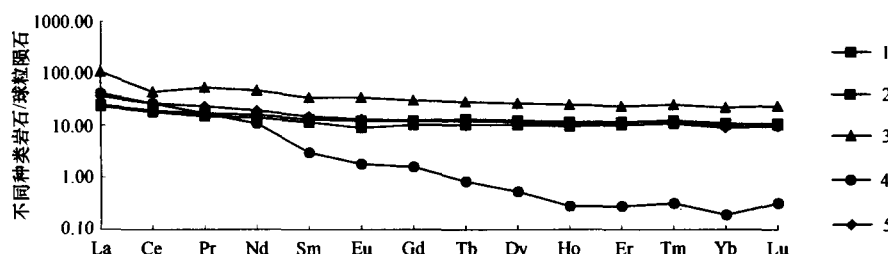


图7 青海省门源县铜厂沟金矿不同岩石类型稀土配分曲线(Boyton, 1984)
1—绢云母片岩;2—闪长岩;3—铁锰硅质岩;4—蛇纹岩;5—绿泥片岩

5 结 论

5.1 地球化学特征

1) 通过对研究区片岩化学成分投图分析,其原始沉积环境应该属于海洋岛弧优地槽环境复理石沉积物,相当于大陆斜坡相沉积物。

2) 蛇纹岩受到明显的热液作用,与超基性岩浆

有关的热液活动有利于成矿。

3) 复理石沉积物及超基性岩石为主要的矿源岩。

5.2 找矿标志

1) 研究区英云闪长岩脉与超基性岩及绿泥石片岩边缘接触带中构造破碎带是有利的控矿构造部位。

2) 含黄铁矿硫化物石英脉是有利的找矿标志。

[参考文献]

- [1] 黄汲清, 任纪舜, 姜春发, 等. 中国大地构造基本轮廓[J]. 地质学报, 1977, 51(2): 117-135.
- [2] 李春昱. 中国板块构造的轮廓[J]. 中国地质科学院院报, 1980, 2(1): 11-22.
- [3] 汤中立, 白云来. 华北古大陆西南边缘构造格架与成矿系统[J]. 地学前缘, 1999, 6(2): 27-284.
- [4] 汤中立, 白云来. 华北板块西南边缘大型、超大型矿床的地质构造背景[J]. 甘肃地质学报, 2000, 9(1): 1-15.
- [5] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 祁连山及邻区火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1-55.
- [6] 冯益民, 何世平. 祁连山大地构造作用[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 1-19.
- [7] 孙忠军, 张 华. 北祁连山地区成矿环境和成矿旋回特征[J]. 地质与勘探, 2002, 38(增刊): 185-188.
- [8] 葛肖虹, 刘俊来. 北祁连造山带的形成与背景[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 223-230.
- [9] 李时新. 青海铜厂沟金矿床围岩蚀变特征与矿化[J]. 矿产与地质, 2001, 2(15): 98-101.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ORE PROSPECTING CRITERIA OF TONGCHANGGOU GOLD DEPOSIT, NORTHERN QILIAN

LIU Jun^{1,2}, XIAO Rong-ge^{1,2}, ZHANG Han-cheng^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083;

2. Key Laboratory of Lithosphere Tectonics and Lithoprobng Technology of Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: Based on mine geology, petrology and geochemistry of clastic rock, tonalite petro-chemistry, and rare earth elements geochemistry in the Tongchanggou gold deposit, it is concluded that original sedimentary environment of Cambrian clastic rocks belongs to ocean island arc geosyncline environment flysch sediments and flysch sediments and ultrabasic rocks are main source of ores. It is pointed out that fractures in the contacting zone between tonalite and ultrabasic rocks or chlorite schist are favourable sites for ore-controlling. Pyrite-bearing sulfide quartz veins are favourable prospecting criteria.

Key words: Tongchanggou, gold deposit, rare earth elements

新疆政协建议: 建立中亚中国战略矿产资源通道

据新华网, 新疆维吾尔自治区政协副主席阿不都卡德尔·乃斯尔丁9月5日建议, 对于中国重要战略资源接替基地新疆, 国家应加大其向西对中亚邻国的开放力度, 建立中亚—中国战略性矿产资源陆上大通道。

阿不都卡德尔·乃斯尔丁在全国政协“推进西部大开发”专题协商会上代表新疆维吾尔自治区政协发言时说, 新疆石油、天然气、煤炭远景资源储量分别占全国陆上资源量的30%、34%、40%; 相邻的中亚地区石油、天然气等矿产资源丰富, 已探明的世界级大型固体矿产地多达32个。

“建议将新疆作为国家实施向西开放、对中亚地区矿产资源勘查开发利用‘走出去’的战略基地, 把开辟和建立中亚—中国战略性能源矿产资源陆上大通道列入国家西部大开发‘十一五’总体规划, 并由有关部委牵头制定实施。”阿不都卡德尔·乃斯尔丁说。

他还建议, 由于新疆地质勘查投入严重不足、矿产资源家底不明, 有关部门应对地质勘查给予大力支持; 新疆煤炭资源尚未充分利用, 建议将新疆列入国家重要煤电、煤化工基地进行规划建设; 新疆石油天然气等初级资源型产品就地加工转化滞后, 建议国家支持新疆发展油气深加工项目。