



中国地质勘查技术进展与发展展望

国土资源部中国地质调查局
二〇一〇年十一月



地质勘查技术概况

自1999年国土资源大调查以来，围绕着国家地质工作和建立世界一流地调局的需要，中国地质调查局在勘查技术研发及应用方面取得了显著进步，勘查技术已经成为地质调查的重要手段形成了星-空-地-地下的立体对地勘查技术体系



- 航天航空遥感
- 航空物探
- 地球物理
- 地球化学勘探
- 矿产综合利用
- 钻探技术
- 地质测试分析



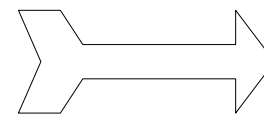
航天遥感



航空遥感



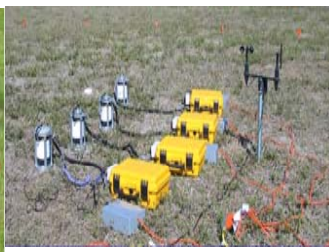
航空物探



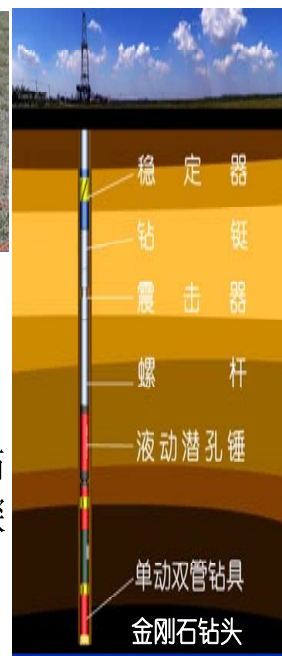
综合利用



地面物探



地面化探



钻探

立体勘查技术体系总体框架



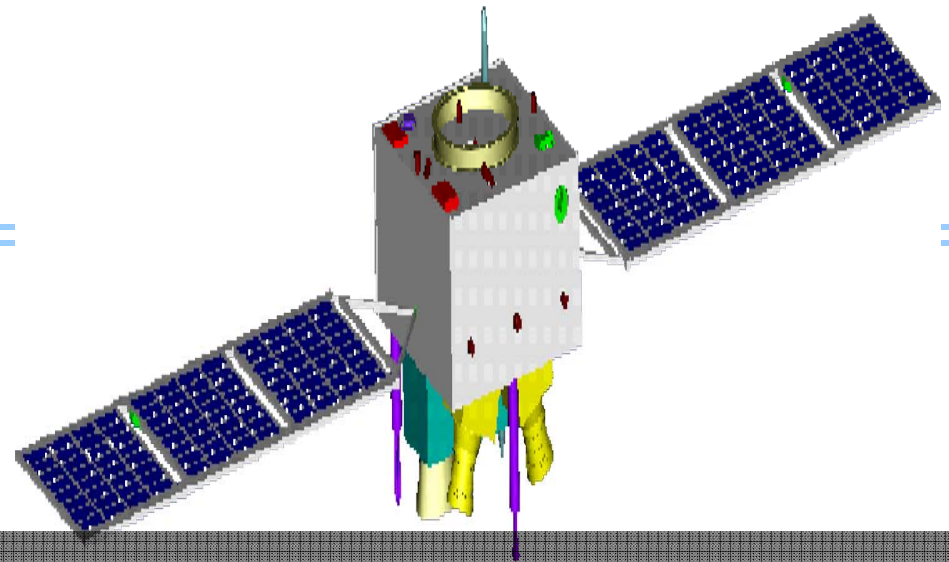
- 1、地质遥感技术领域:突破了成像(高)光谱、InSAR、多光谱遥感在矿产资源和地质灾害等应用瓶颈,研发解决矿物填图、地面沉降监测、异常信息提取、高精度定位等多项关键技术,形成了产业化应用。
- 2、航空物探领域,自主研制先进的仪器、软件,形成了实际生产力,拓展了航空物探应用领域。
- 3、地球物理勘查领域,开展了激发极化法、可控源音频大地电磁测深法等地球物理勘查方法在隐伏矿勘查方面的有效性研究,提出了探测深部隐伏矿体有效的勘查组合方法技术。自主研发了系列物探仪器,并广泛推广应用。
- 4、地球化学勘查领域,围绕不同景观区开展深入研究,提出化探扫新方法,完善了覆盖区深穿透地球化学方法技术。对矿产勘查工作形成重要支撑。
- 5、钻探技术领域:大力开展全液压钻探设备的研发,研制了现代化、系列化、专业化的国产钻探设备与技术方法,拓展了找矿空间。
- 6、矿产综合利用领域:一批低品位矿产、复杂难利用矿产开发利用技术和提高资源回收率的技术研究获得突破,将可为大大增加我国矿产的可利用储量、缓解我国的资源紧张局面。



从以下几方面介绍

- 地质遥感技术进展
- 航空物探技术进展
- 地面及地下物探技术进展
- 化探技术进展
- 综合利用技术进展
- 钻探技术与设备
- 发展展望





地质遥感技术进展

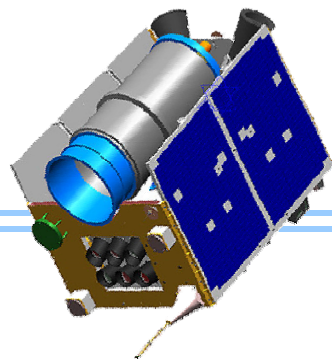




地质遥感技术进展

- 1970年4月24日，第一颗人造地球卫星升空
- 1975年11月26日发射了第一颗遥感卫星
- 90年代后发射了一系列气象、海洋和资源卫星

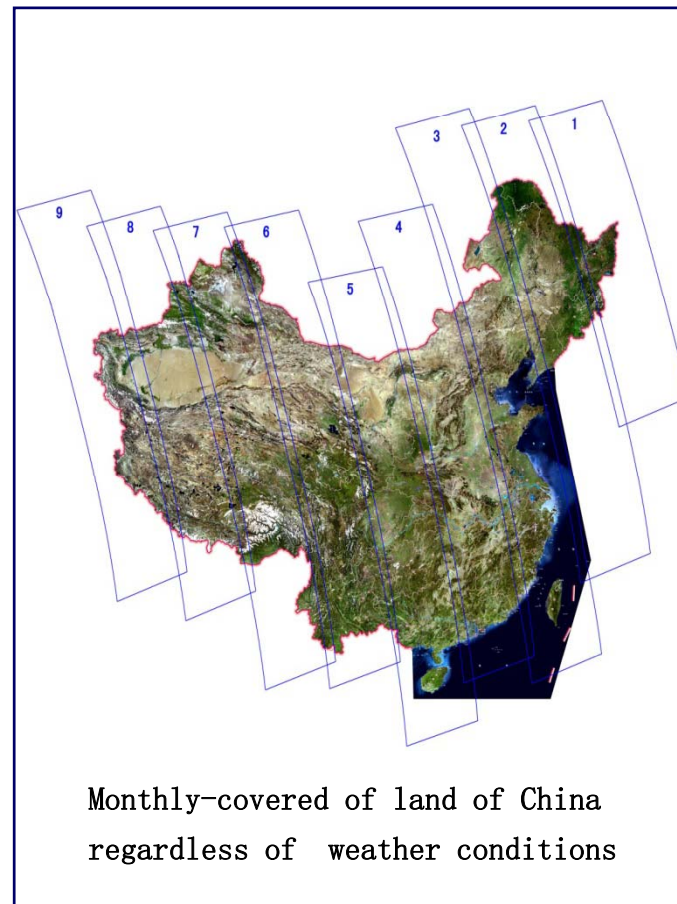
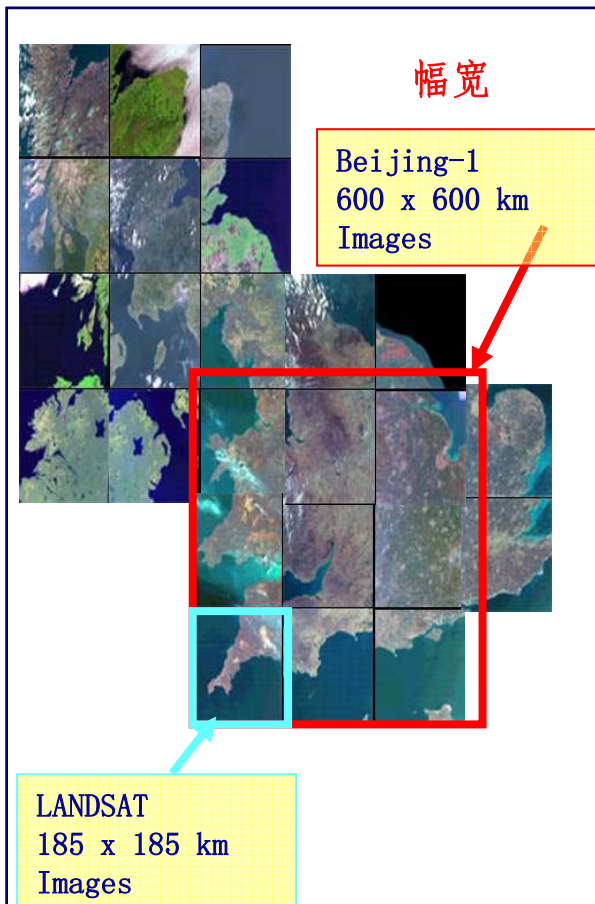
这些卫星在中国矿产资源勘查中起到了重要作用，有效地保证了中国资源勘查和监测所需要的数据源。



传感器指标:

多光谱数据星下点
空间分辨率32米
幅宽600公里
3个波段

全色相机星下点空
间分辨率4米
幅宽24公里

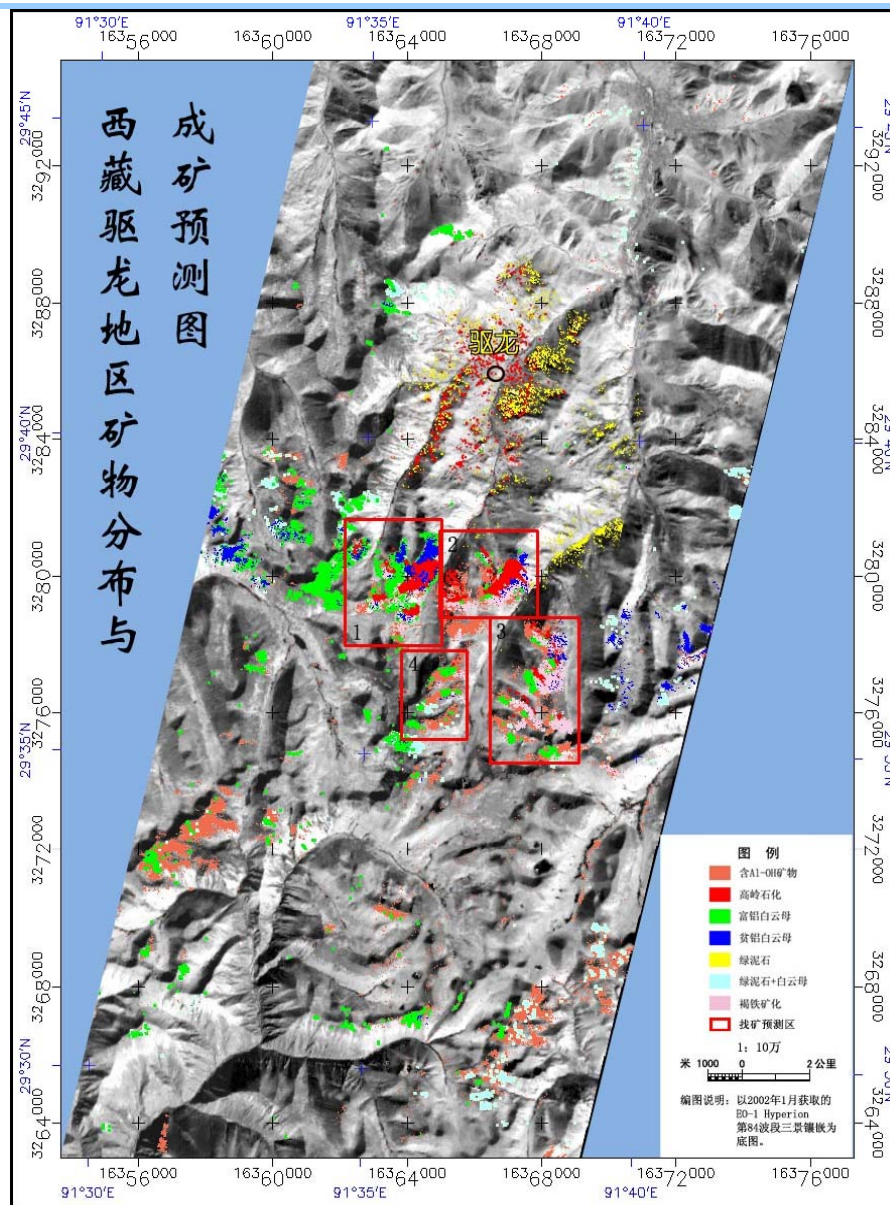


截至2010年10月27日，北京1号小卫星已经成功在轨运行5年，获得数据覆盖中国大陆30次



1、高光谱技术及矿物填图

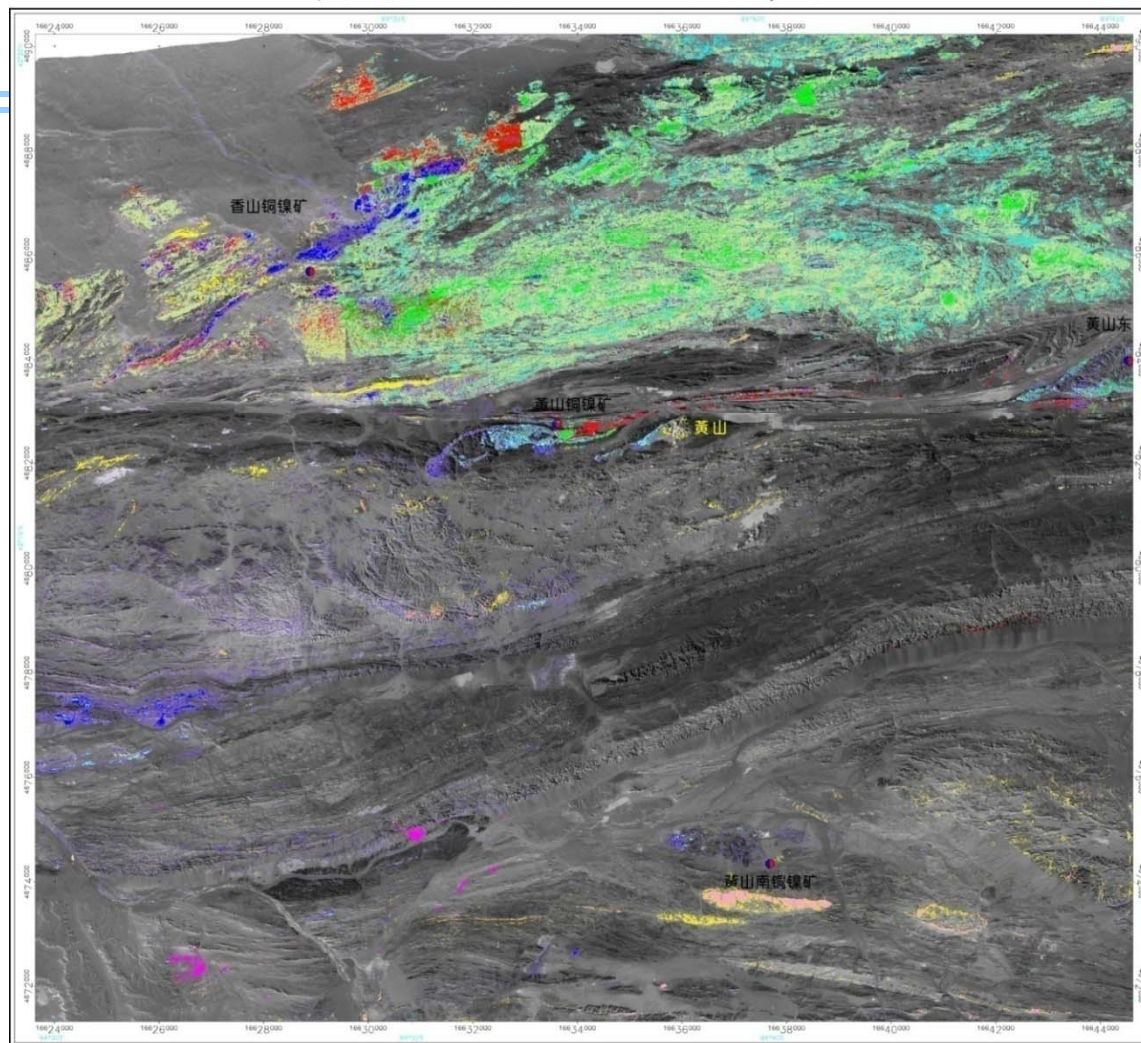
基于矿物光谱的指纹效应，实现了利用遥感宏观手段对微观信息（如矿物等）的识别与提取；识别的矿物种类或矿物组合达30种左右。





进行了1:5万
矿物填图试验,
并建立了裸露
区高光谱矿物
识别与矿物填
图的技术体系
和工作程式,
为我国第三代
地质填图-矿物
填图奠定了技
术基础。

新疆东天山黄山矿区矿物分布图



- 图例
- 富铝白云母
 - 贫铝白云母
 - 高Fe-Mg白云母
 - 高岭石
 - 方解石
 - 盐碱化
 - 滑石
 - 蛇纹石
 - 绿泥石
 - 绿泥石+蛇纹石化
 - 绿帘石
 - 铜镍矿⁺ (点)
 - 金矿⁺ (点)

项目名称	高分辨率光谱遥感信息地质应用技术研究		
图名	新疆东天山黄山矿区矿物分布图		
承担单位	中国地质科学院地质研究所		
编 号	2007-0001	图号	图号 2
编 者	王 琳	比例尺	1:50000
计算和制图	中国地质科学院地质研究所	编制日期	2006.1.30
项目负责	王 琳	资料来源	地质部地质研究所

编制说明: 数据由2005年10月获取的ASTER数据经处理
后生成, 数据由地质部地质研究所提供。
制图与出版: 地质部地质研究所, 地质部地质研究所
制图室完成, 无比例尺, 仅供参考。

面积性矿物填图

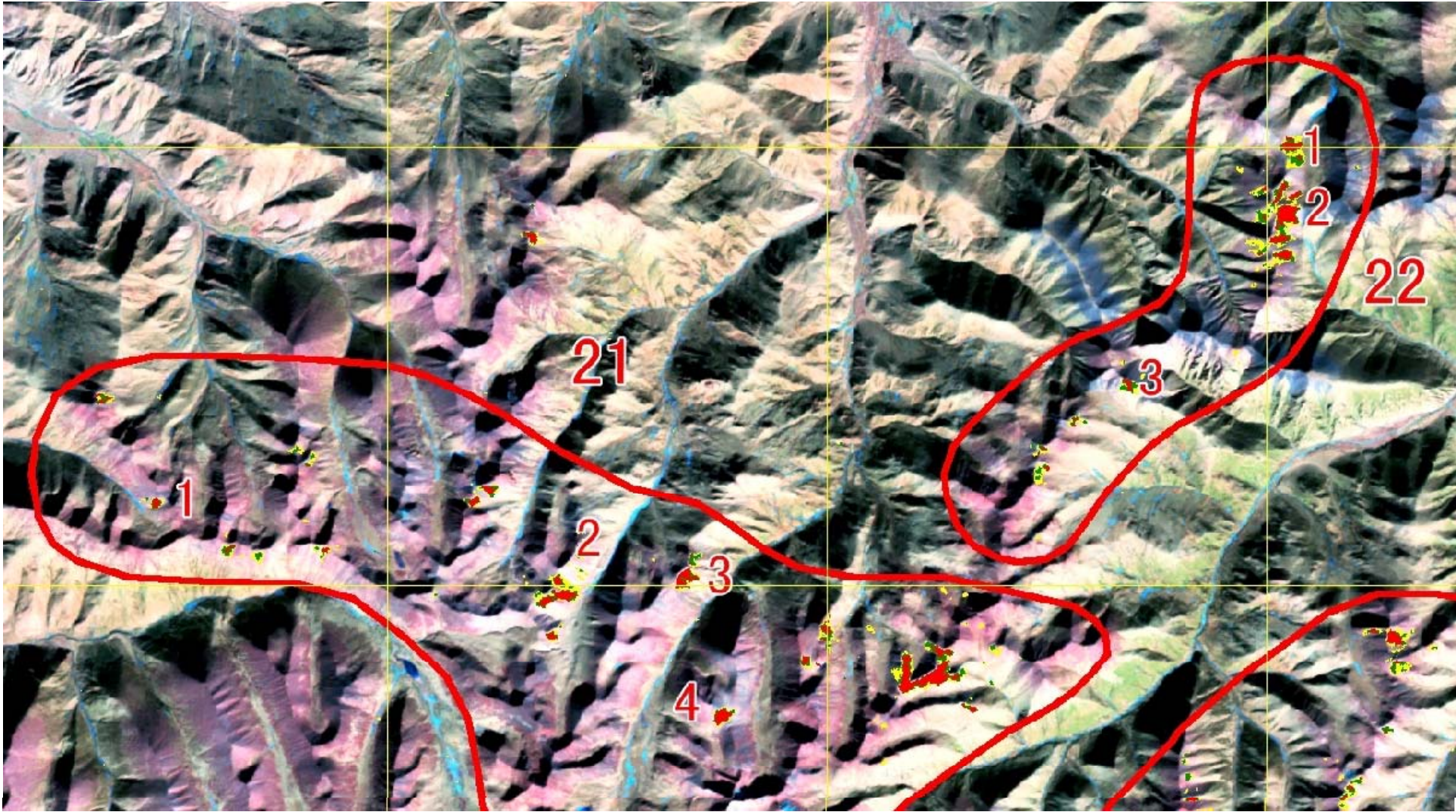


多光谱遥感异常提取技术及矿产勘查

建立了适合我国西部干旱半干旱地区遥感异常提取的——“去干扰-主成分分析-异常筛选”技术。解决了多光谱遥感器蚀变异常信息提取的技术关键。



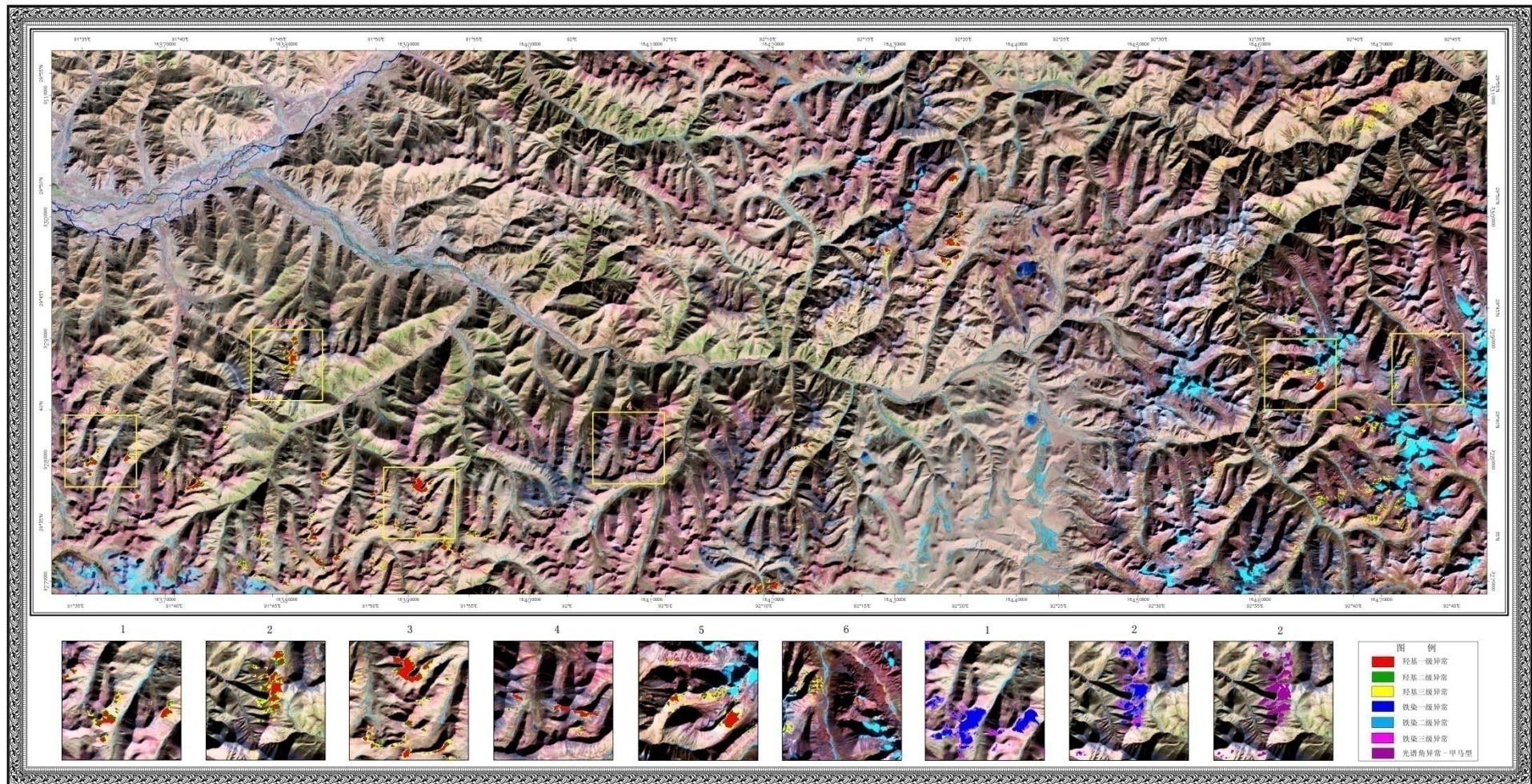
驱龙-甲马地区羟基蚀变异异常图





提供成果三： 1：10万遥感异常分布图

西藏甲马 - 吹败子遥感异常分布图



提供的标准产品



基于遥感异常提取的方法技术，完成了天山-北山、昆仑山、冈底斯山等地区1:25万遥感异常扫面工作120万平方公里，推荐遥感异常3944处；推荐找矿远景区39个、找矿靶区61个；在已经检查的109处遥感异常中，新发现矿点、矿化点24处。

1. 目前已经在全国矿产资源潜力评价、战略性矿产远景调查等工作中发挥重要作用。
2. 该方法被列为矿调必须进行的工作，并在全国公益性地质找矿队伍中推广。



遥感仪器研制及地质应用

研发了4种类型的地面光谱仪，开发了具有全部自主知识产权的便携式近红外光谱（矿物）分析仪，填补了国内空白，各项技术指标均与国外同类产品相当；整体技术达到同类产品的国际先进水平，推进了遥感地质调查地面工作以及遥感地质作用机理的研究。

- BJKF-1型便携式近红外矿物分析仪样机
- 可见光—近红外光纤光谱矿物分析仪样机
- 多参数粮油近红外定量分析仪
- 便携式近红外药品分析仪

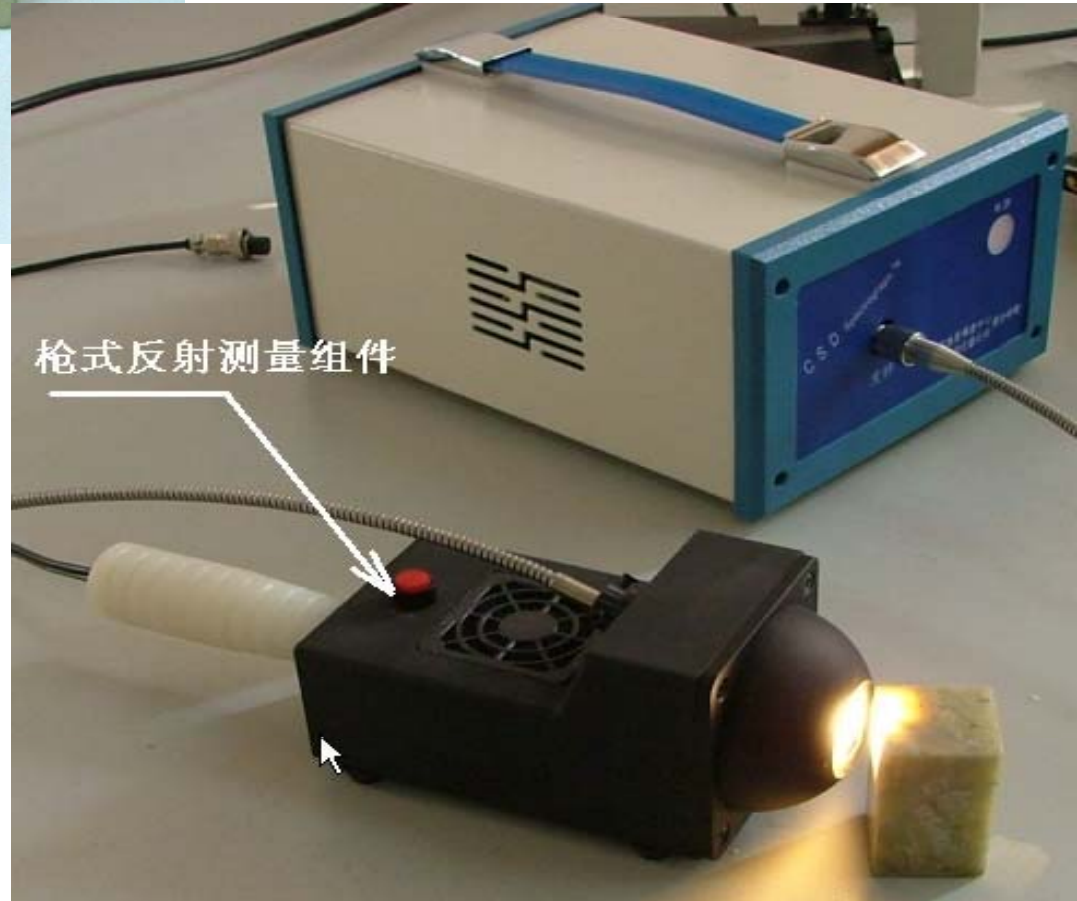
地面识别和分
析的矿物达
100余种

热红外矿物分析仪、机载矿物光谱成像仪正在研制中



可见光—近红外光纤光谱矿物分析仪主机

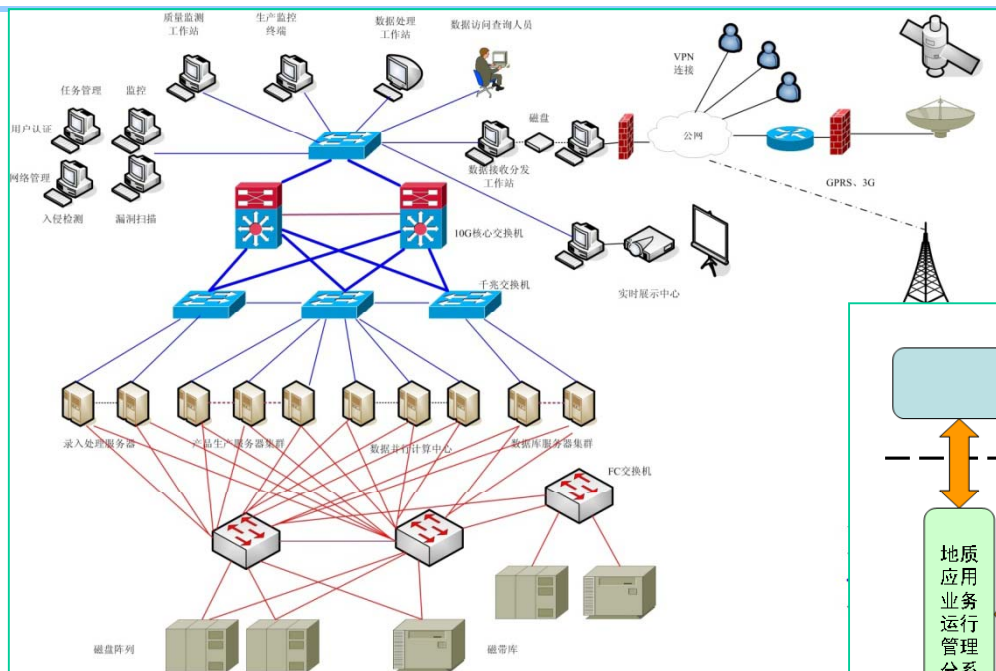
BJKF-1型便携式近红外矿物分析仪样机



枪式反射测量组件

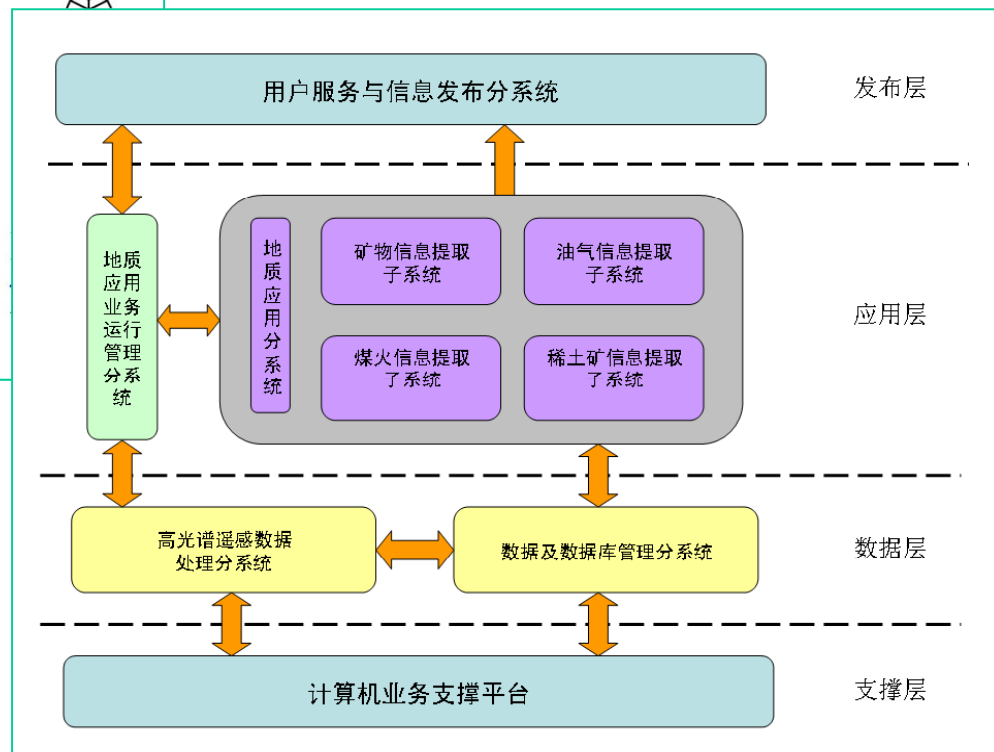


国产卫星关键技术研发及地面系统建设



已经初步建立了卫星高光谱地质应用试验系统

已初步建立了基于国产卫星的矿山监测应用示范系统



建立了基于国产卫星的地质应用示范系统



航空物探





航空物探-----主要进展与成果

国土资源大调查项目的实施

- 使我国航空物探技术水平显著提高，航磁测量技术水平保持国际领先地位。
- 增加了新技术手段，使我国航空重力、航空电磁、航空放射性测量系统与国际先进水平保持同步。
- 自主研发的航空物探数据处理解释软件系统广泛应用于生产



航空物探——主要进展与成果

- 研发了多套具有自主知识产权的航空物探装备
- 大大提高了我国航空物探技术水平
- 提升了地质调查技术能力。



自主研发的HC-2000汞光泵磁力仪



自主研发的磁化率仪



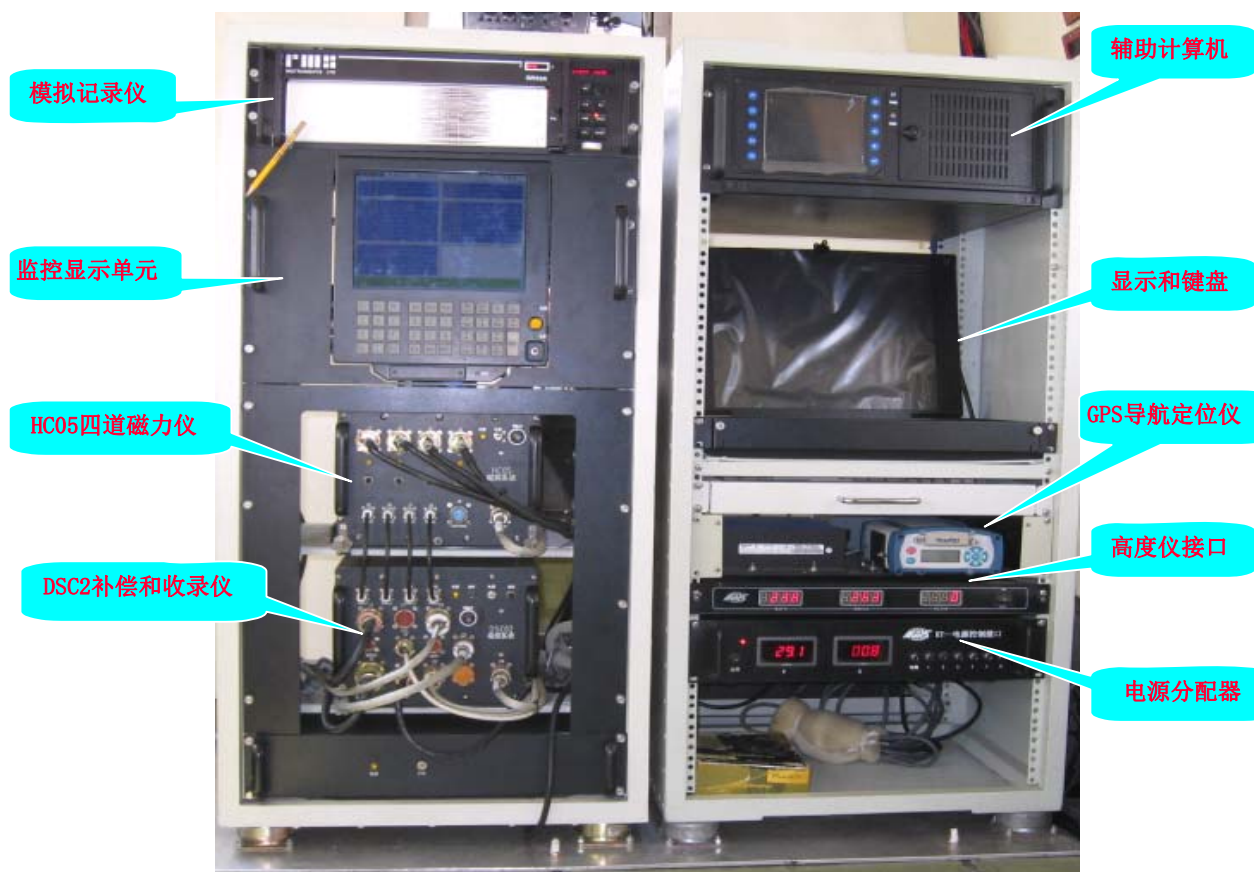
自主研发集成的航磁测量系统



DSC1型航磁数字补偿仪与数据收录系统



航空物探——主要进展与成果



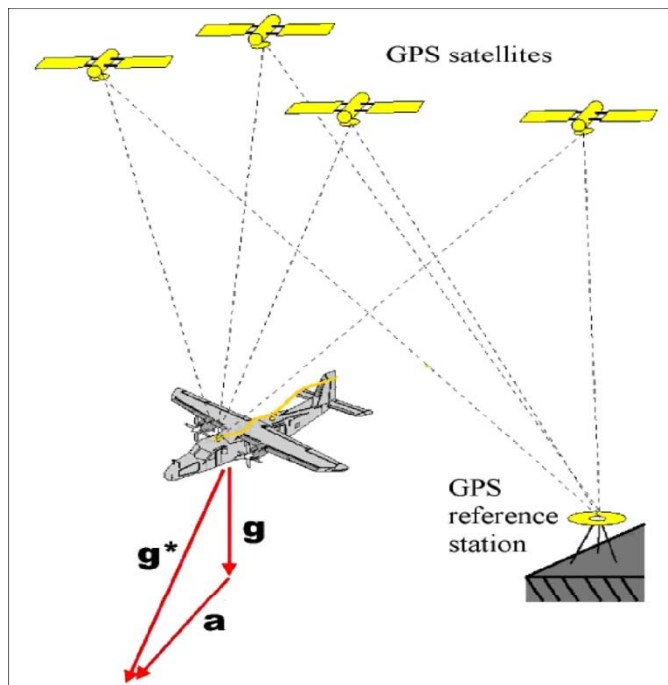
航磁全轴梯度测量系统



航空物探——主要进展与成果

航空重力测量作为一种重要的航空物探测量方法，

在地质勘探、军事应用等多种领域发挥着重要作用。



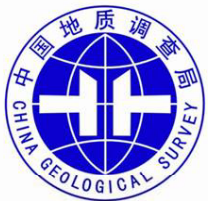
2005年成功引进并集成了GT-1A航空重力测量系统，填补了我国国土资源勘查领域的空白。是今后30—40年航空物探重要手段之一。



航空物探-----主要进展与成果

引进具有国际先进水平的GR-820型航空伽玛能谱仪主体，并完成配套升级改造，集成了完整的航空伽玛能谱仪系统。

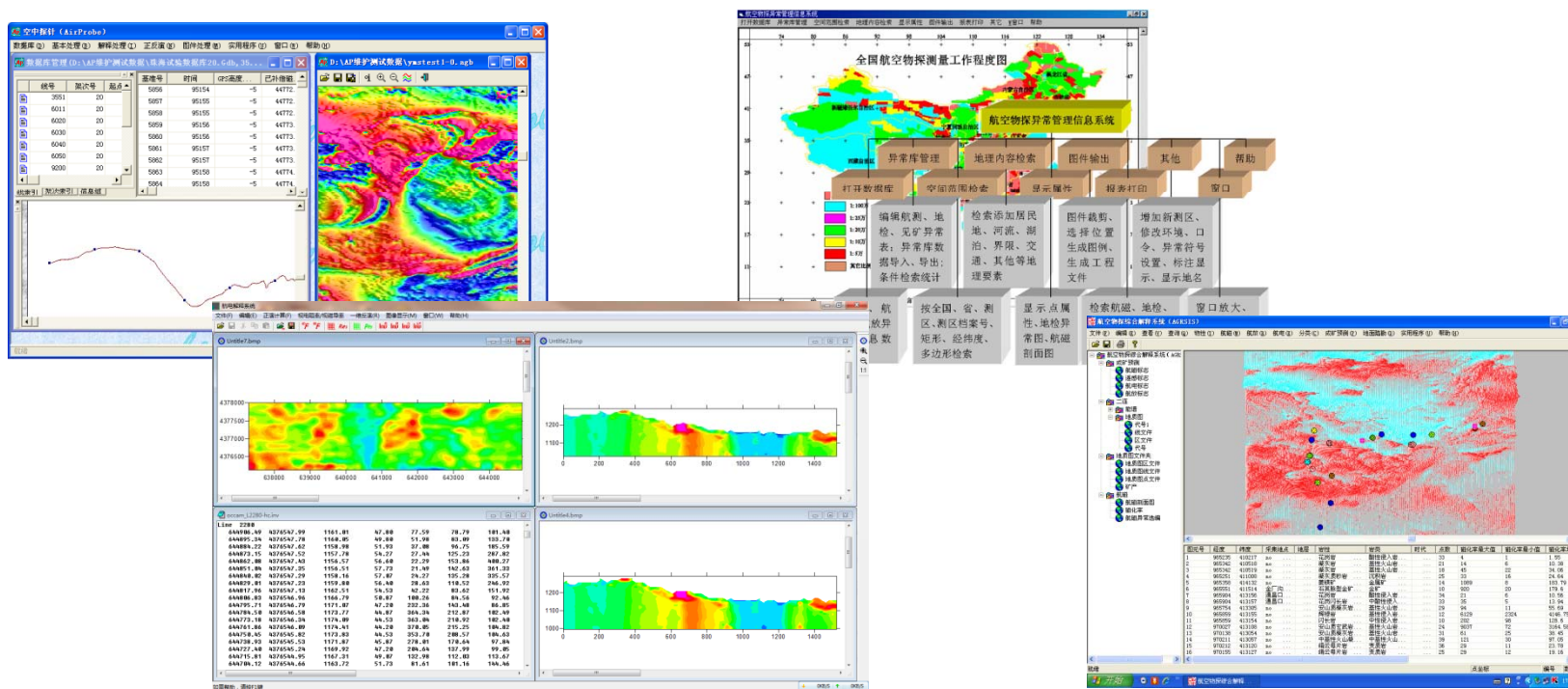




航空物探——主要进展与成果

自主研发的“空中探针”等航空物探数据解释系统软件

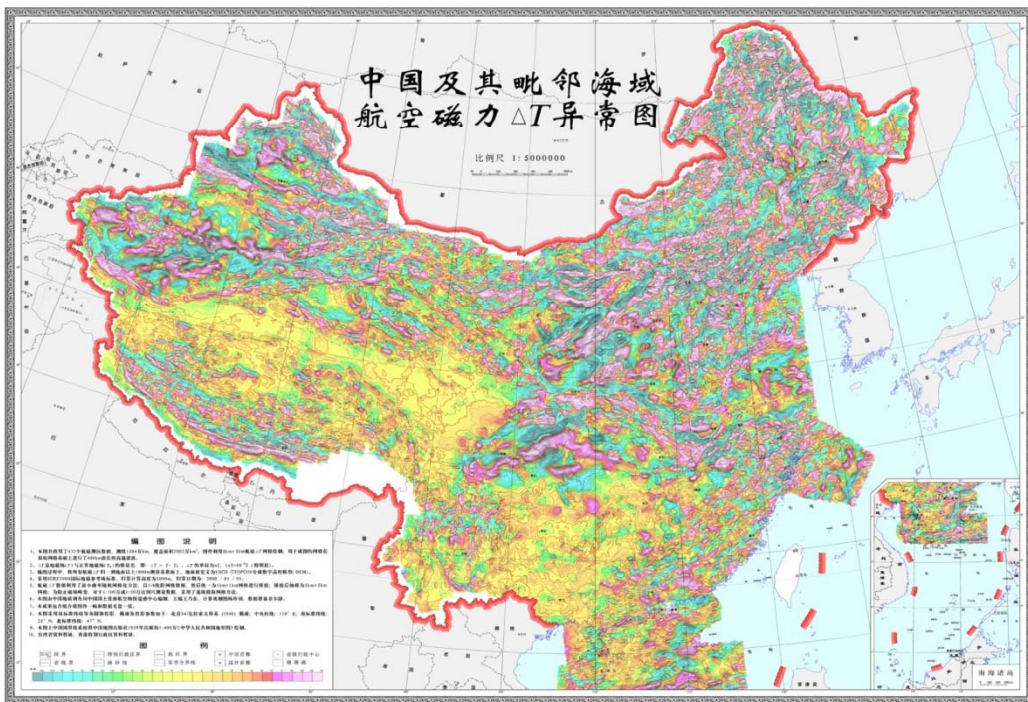
- 实现了野外飞行数据质量监控现场化
- 实现了航空物探数据处理自动化
- 实现了GIS与专家解释系统结合智能化



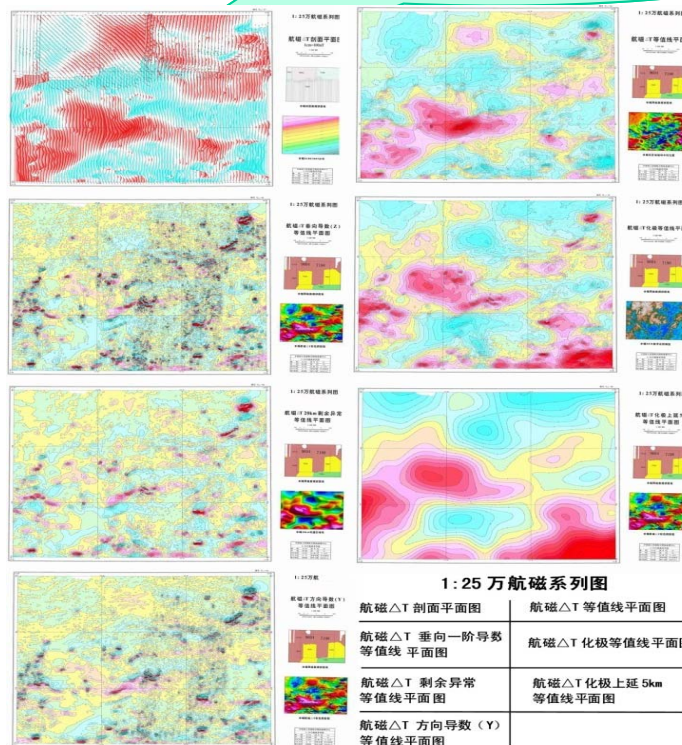


航空物探——主要进展与成果

航空物探编图及推广应用



中国大陆及毗邻海域1:500万航空 ΔT 磁场图



1:25万航磁系列图

目前已编制1:25万航磁系列图148幅，完成全国覆盖的18%。航空物探成果系列图的编制及推广应用，实现了基础地质调查成果向社会化服务的转化。



地面和地下物探



物探技术与系列仪器研发——总体情况

新方法技术与试验成果：

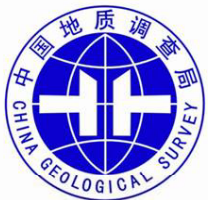
- ★地面轻便、大探测深度电法研究与试验
- ★重磁数据联合反演与三维可视化
- ★用于金属矿勘查的地震方法研究与试验
- ★地下物探方法技术与试验
- ★

自主研发的系列物探仪器：

- ★大功率多功能电法系统
- ★轻便普查型幅相仪
- ★井中高精度质子磁力仪
- ★高温超导磁强计
- ★高精度重力仪
- ★水压致裂地应力测量系统
- ★

方法示范与推广应用成果：

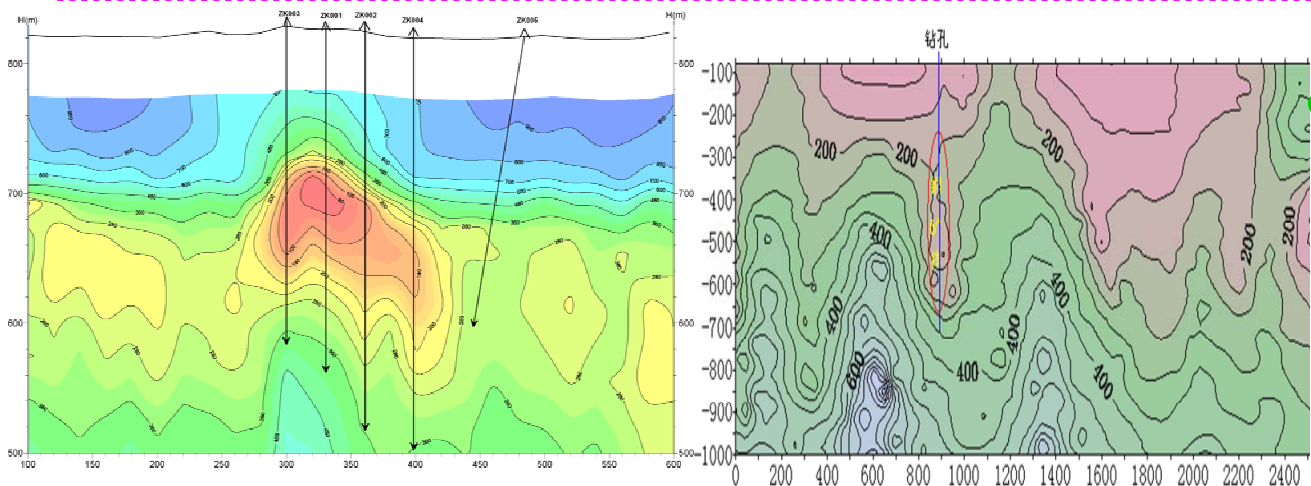
- ★地下物探方法技术示范
- ★电法勘探工作站完善与推广
- ★普查型幅相仪系统方法技术与推广
- ★高温超导磁强计在TEM中的应用研究与推广
- ★阵列MT方法示范与推广
- ★物化遥综合解释系统完善与推广
- ★瞬变电磁方法技术与推广
- ★



物探技术与系列仪器研发—— 主要进展与成果

物探方法技术

针对隐伏矿勘查，通过方法研究与改进，取得了一批高水平成果，在矿产勘查中获得较好的应用效果。



新疆小热泉子铜矿Ⅲ号矿床24线
TEM电阻率断面等值线

西藏驱龙铜矿 (TEM) 试验测线
视电阻率断面图

瞬变电磁法
TEM

在快速、轻便、大探测深度实用电法技术研究中，针对新型IGGETEM-20瞬变电磁仪，研发了实用、快速的推断解释系统。在隐伏金属矿勘查、煤田地质、工程地质等方面，显示了瞬变电磁法良好的潜力和应用前景。



物探技术与系列仪器研发——主要进展与成果

可控源音频大地电磁法
CSAMT

CSAMT以其探测深度大、空间分辨率高等优势，在围岩和矿体电导性差异较为明显的地区，如铜镍硫化物等矿区，有着极为良好的深部隐伏矿找矿应用前景。

。

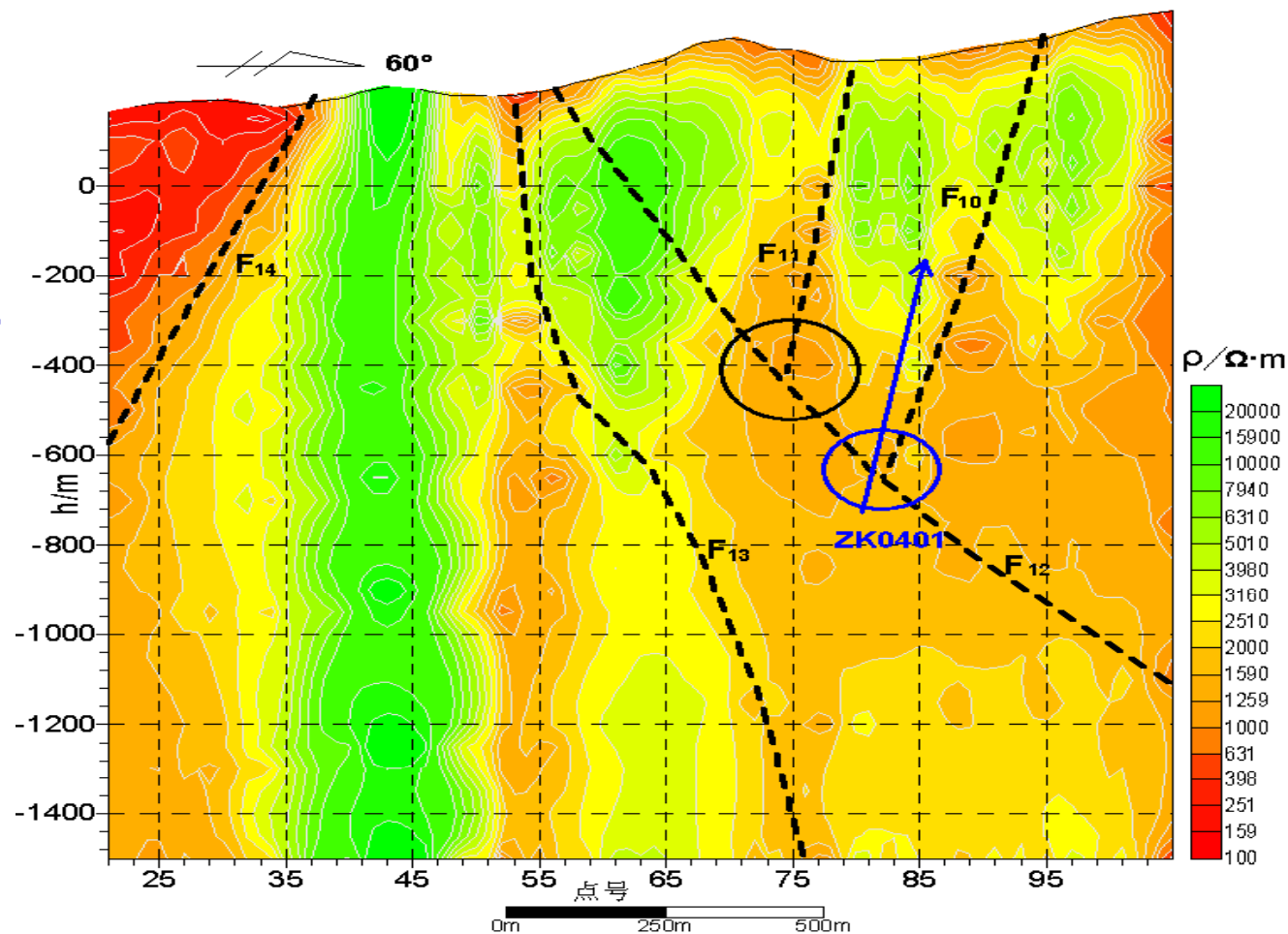
瞄准国内外的前沿技术或难点课题，开展复杂条件下物探二、三维数据处理、解释技术研究，取得了多项具有自主知识产权、创新性的成果。例如，研制出起伏地形CSAMT、相位二维正、反演技术，应用于勘查实践中，取得较好应用效果。



物探技术与系列仪器研发——主要进展与成果

可控源音频大地电磁
CSAMT

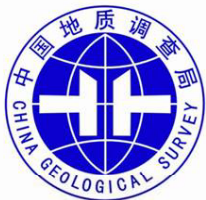
该方法具有勘探深度大（一般可达2000m）、分辨力高、对低阻敏感、抗干扰能力强。在辽宁红透山地区、八家子等多个矿区深部找矿研究中，取得满意效果。



辽宁省八家子矿区东山矿段14线CSAMT勘查综合断面图

ZK0401孔 82/14 (海拔-205米) 终孔深度537.63米
380.55-383.05米(2.5米)见矿(Pb+Zn3.21%) -585.55米见矿

危机矿山深部找矿的又一成功实例



物探技术与系列仪器研发——主要进展与成果

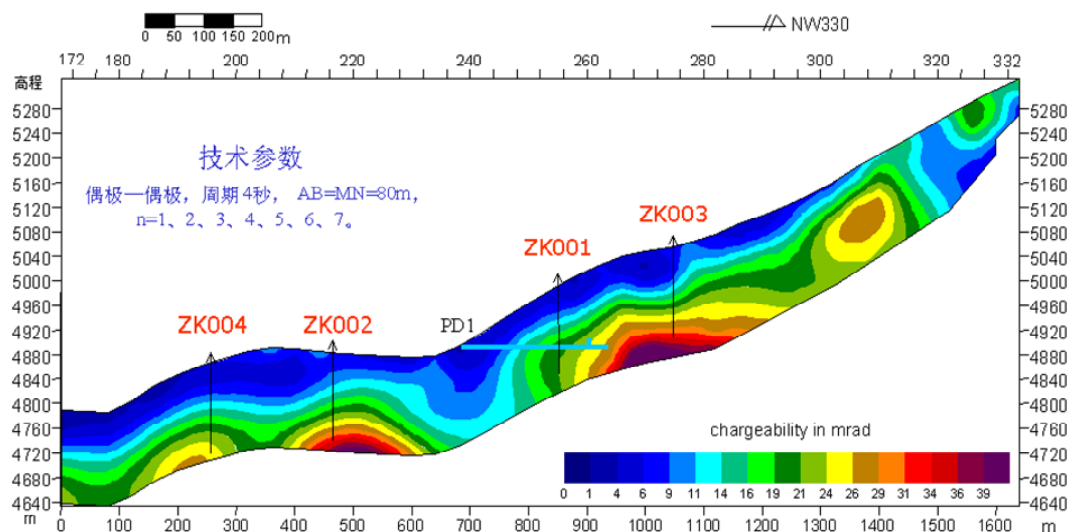
阵列电磁法

大探测深度阵列式轻便电磁法应用研究

阵列电磁法技术系统，属于我国自主研发的新技术。

它实现了阵列式天然场和人工源电磁混合测量，可满足复杂地质条件下多参量、大深度、多目标探测的需求，适用于金属矿、地下水、地热、油气藏等资源勘查和研究。

西藏某矿区阵列电磁法相位激电工作异常及建议钻孔



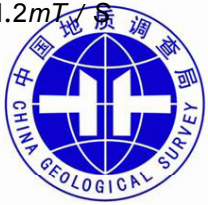
异常经验证为多金属矿（化）体所引起，尤以ZK001、ZK003见矿好，ZK001孔见矿146米平均品位0.5%，ZK003孔见矿122.92米平均品位0.9362%



主要进展与成果

自主研发的系列物探仪器:

- ★ 高温超导磁强计
- ★ 大功率多功能电法系统
- ★ 轻便普查型幅相仪
- ★ 井中高精度质子磁力仪
- ★ 高精度重力仪
- ★



主要进展与成果

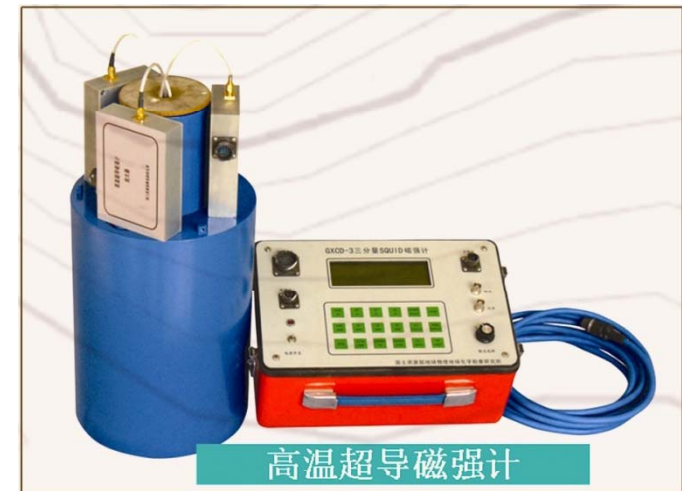
系列物探仪器研发

高温超导

高温超导磁强计是物化探所研制的具有自主知识产权的高新勘查技术，大大提高了勘探深度，为寻找深部金属矿提供一种新的高新技术手段，使我国这项技术走在了世界前列。



单分量高温超导磁强计



高温超导磁强计

三分量高温超导磁强计

主要性能指标：

噪声：100fT/

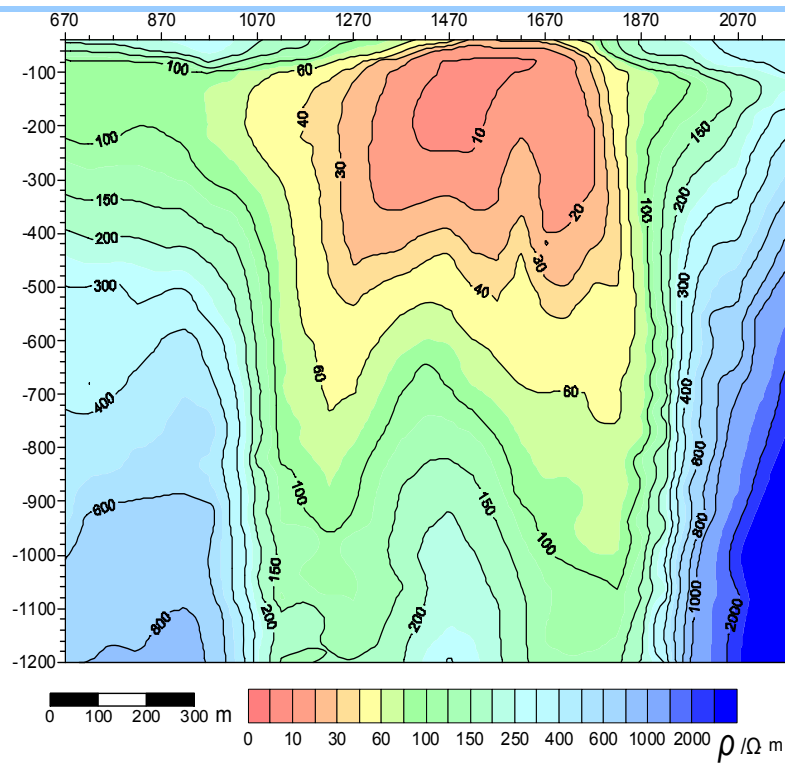
摆率：1.2mt/s；

带宽：0—30KHz



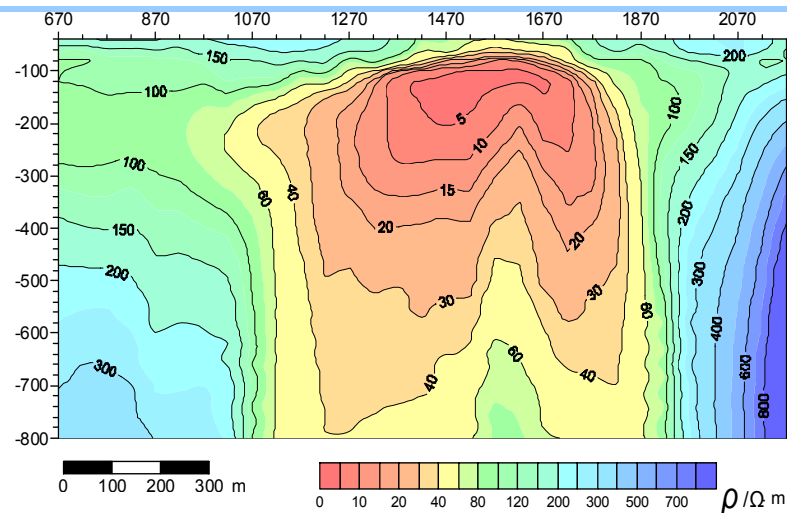
物探技术与系列仪器研发

系列物探仪器研发



高温超导磁测反演电阻率断面图

图中表明：高温超导磁测比传统TEM反演深度大大增加



TEM感应线圈测量反演电阻率断面图





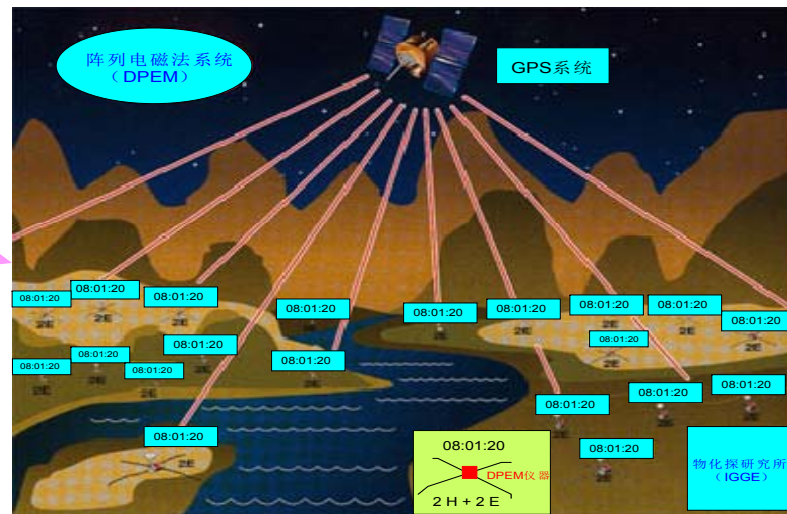
主要进展与成果

系列物探仪器研发

阵列电磁仪器



具有自主知识产权的**阵列电磁法观测系统**，具有轻便、实用、大探测深度，多点同步覆盖测量等特点。为复杂条件下隐伏矿勘查提供了有效的技术手段。



电磁法阵列观测装置示意图
可挂接255部子机



主要进展与成果

系列物探仪器研发

瞬变电磁仪

2003年研制成功IGGETEM-20型瞬变电磁仪，该仪器各项指标在国内具有领先水平，一般勘探深度为400-500米，在高阻区可达700米。

瞬变电磁系统





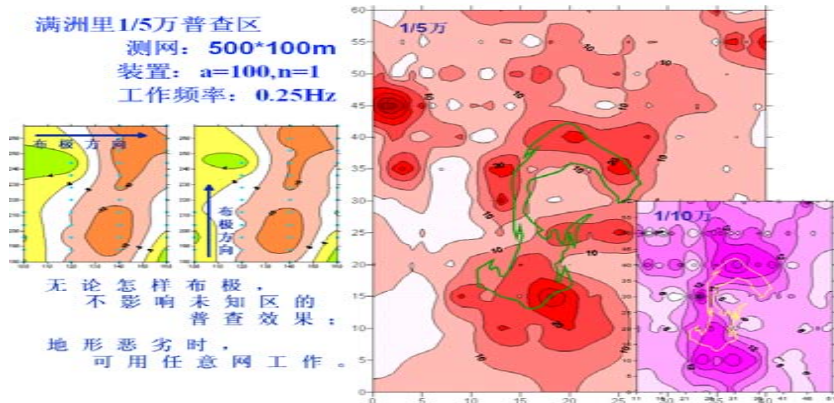
主要进展与成果

FX-1幅相仪的研制成功不仅填补了仪器和方法技术上的空白，而且使得原本无法进行的电法普查能够得以实现；由于能够观测岩矿石的相频特性，可以为理论研究和区分矿与非矿异常提供新的参数和手段。



仪器轻便，采用偶极装置，整套设备35kg,便于普查及地形恶劣地区工作

FX-1" + "偶极装置，
适合 1/5万、1/10万 普查



与GDP-32比

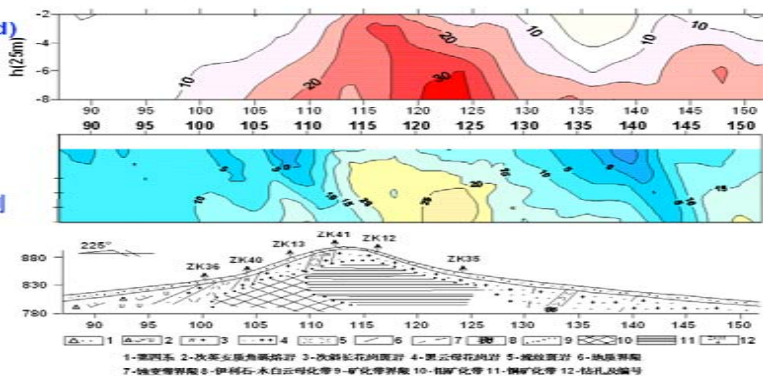
—发现异常、反映矿体形态、产状能力不逊色

视相位:

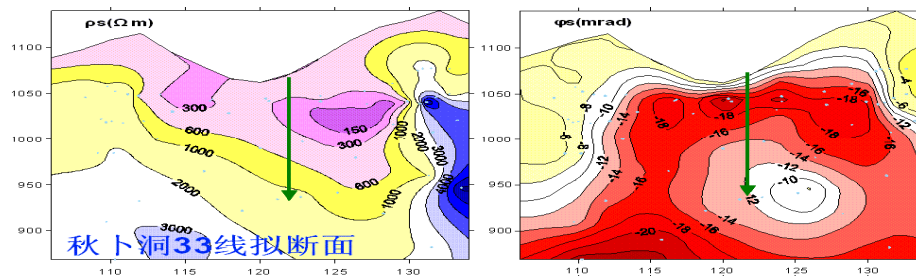
0.25Hz(mrad)

FX-1测

GDP-32测



偶极拟断面勘深可达200米，反映产状灵敏。

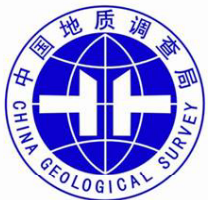


目前已有 10 多个台班，在内蒙古、河北、河南、福建、黑龙江、新疆等十多个省区的四十多个地区进行了野外工作，工作面积估计达 300-500 平方公里。祁雨沟、秋卜洞、张北、铁帽山等地，已有多处异常经查证见矿。



勘查地球化学进展



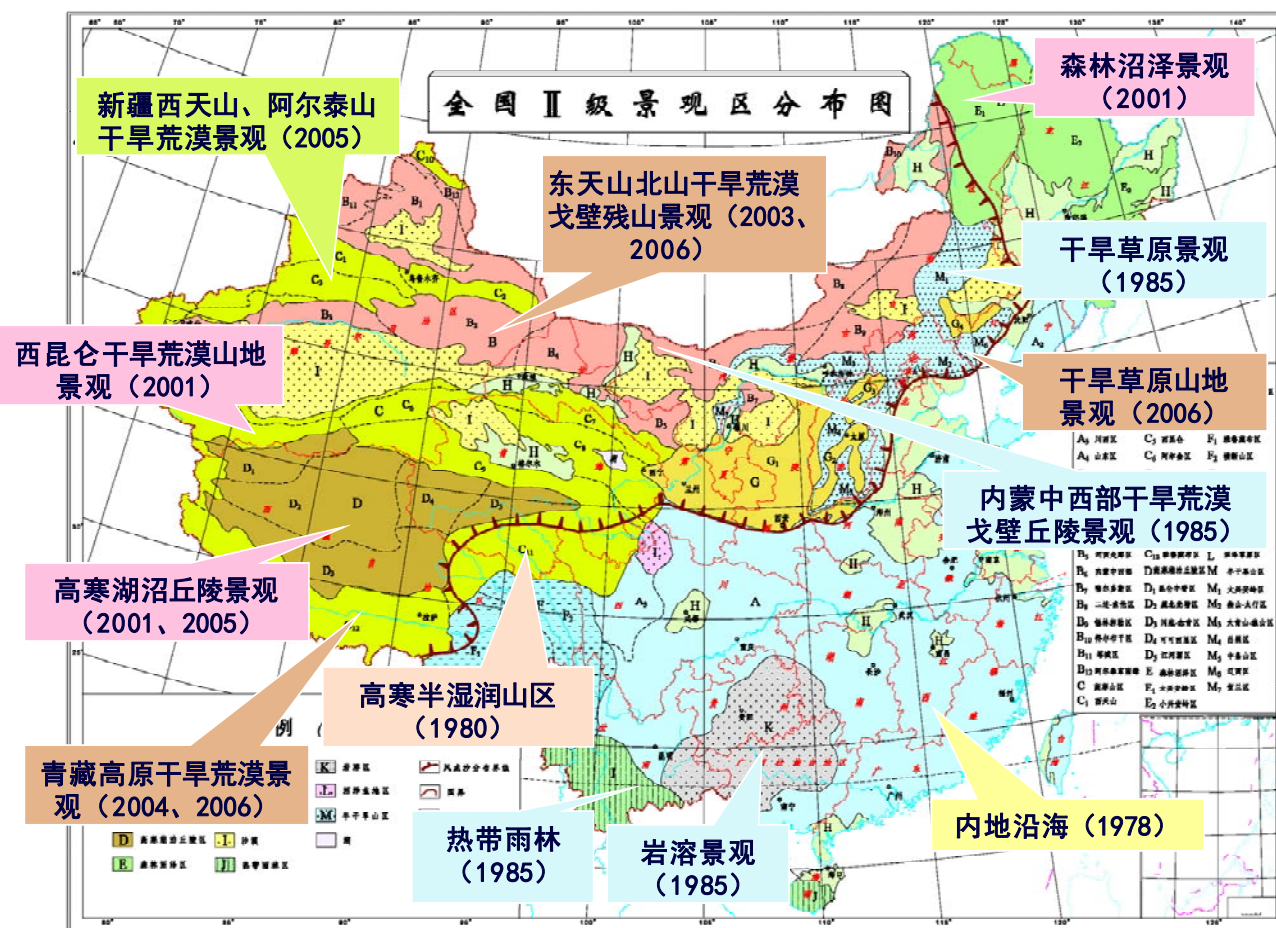


地球化学——主要进展与成果

区域化探方法技术研究支撑了全国扫面计划



在内蒙古中东部、河北-山西北部、东北地区、西藏北部、甘肃、新疆等地相继开展了特殊景观条件区域化探方法技术研究。



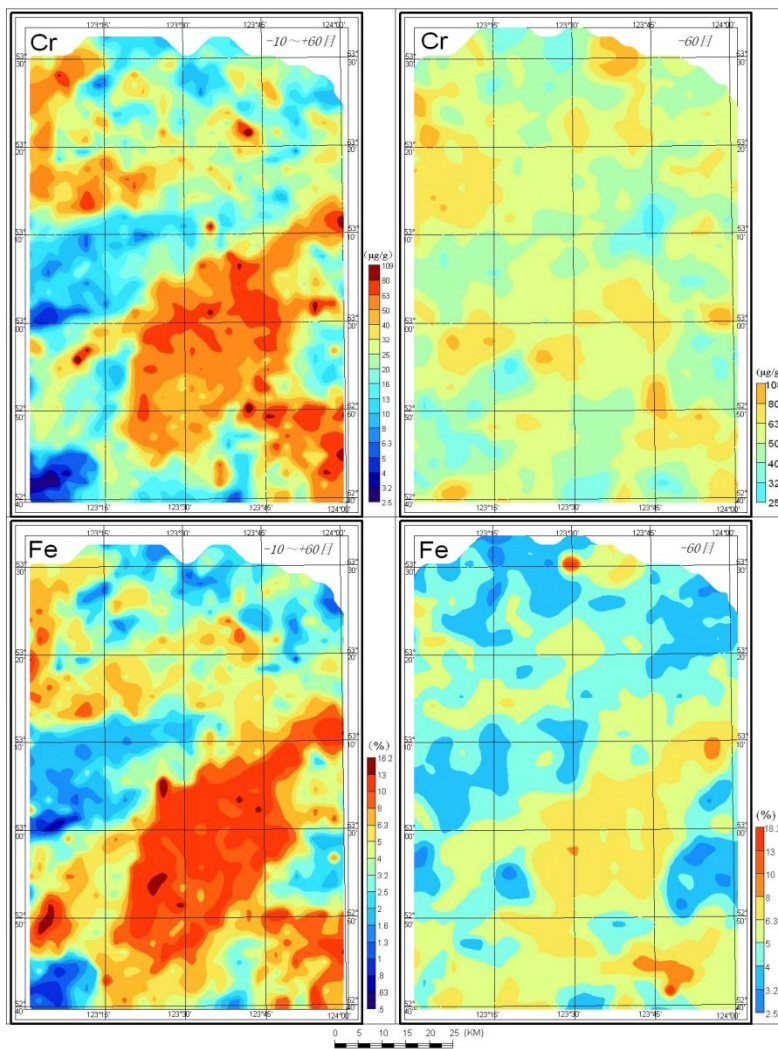


地球化学——主要进展与成果

区域化探方法技术研究支撑了全国扫面计划



二十五站幅地球化学图



森林沼泽区
应用实例

使用新技术开展的调查成果（左），地球化学分布规律清晰，地球化学异常明显。黑龙江使用新技术以后，找矿效果大大改善。



地球化学—主要进展与成果

区域化探方法技术研究支撑了全国扫面计划

1

国土资源地质大调查十年间，我局利用该技术完成了120个1：20万图幅、130个1：5万图幅，共86.8万km²的区域地球化学调查工作，使区域化探调查面积由占我国陆域国土面积的53%提高到63%，并取得了良好的地质找矿效果。



地球化学—主要进展与成果

区域化探方法技术研究支撑了全国扫面计划

1

区域化探工作的深入开展，推动了地球化学样品分析测试技术的全面进步，完善了地球化学样品中39种元素分析测试技术，研究了54、76种元素分析测试技术。建立了更为完善的分析测试配套技术方案和质量监控方案。

研制的地球化学国家一级标准物质也从39种增加到156种。

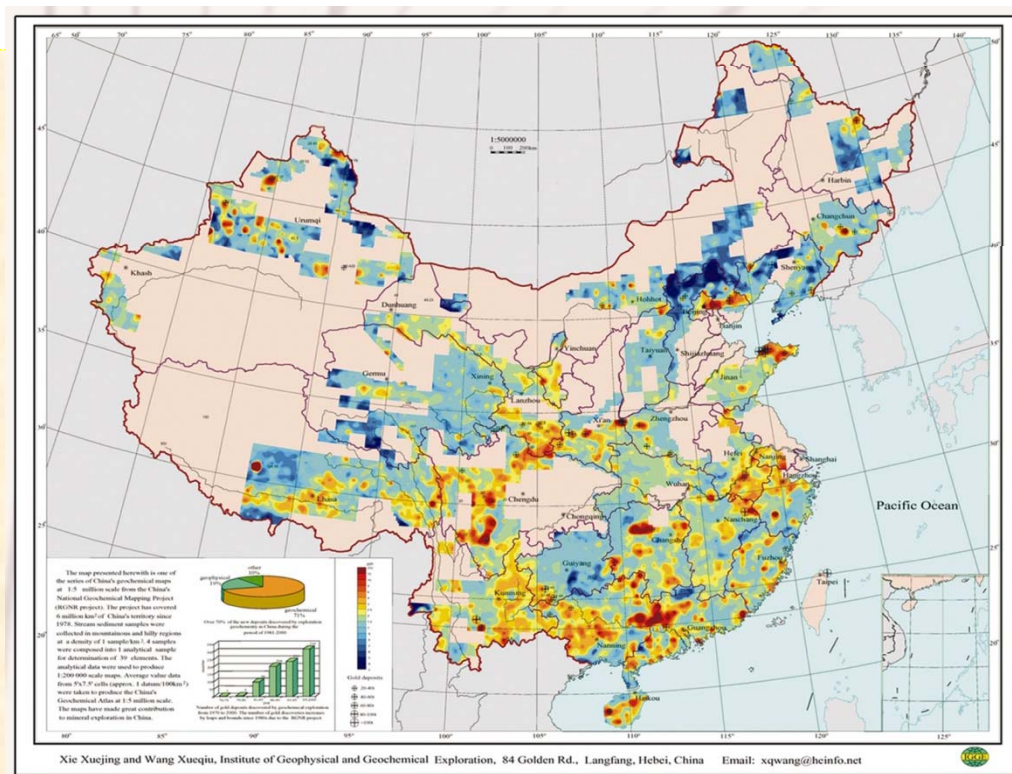


地球化学—主要进展与成果

区域化探方法技术研究支撑了全国扫面计划

1

依地球化学块体理论，按照地球化学块体方法技术完成了全国地球化学块体矿产资源潜力预测，提出了主要成矿远景区及靶区分布，对我国矿产资源规划部署提出了建议。





地球化学——主要进展与成果

面向多目标，完善了生态环境地球化学调查技术

2

通过厚覆盖区地球化学调查和评价方法技术研究，确定了全国多目标地球化学调查的基本技术方案。

随着全国多目标调查工作的开展，逐步建立完善了农田、河流、湖泊、城市、海岸带、沿海经济区等不同生态系统的环境地球化学调查、评价技术和生态环境安全的地球化学预警技术。



地球化学—主要进展与成果

低密度地球化学调查技术引领全球地球化学填图

3

在我国地球化学填图技术推动下，国际地球化学界对全球地球化学填图产生了浓厚兴趣，联合国教科文组织拟在中国建立国际地球化学填图中心的计划正在审查之中。

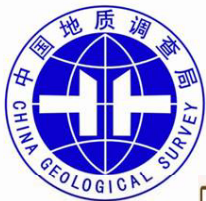


地球化学——主要进展与成果

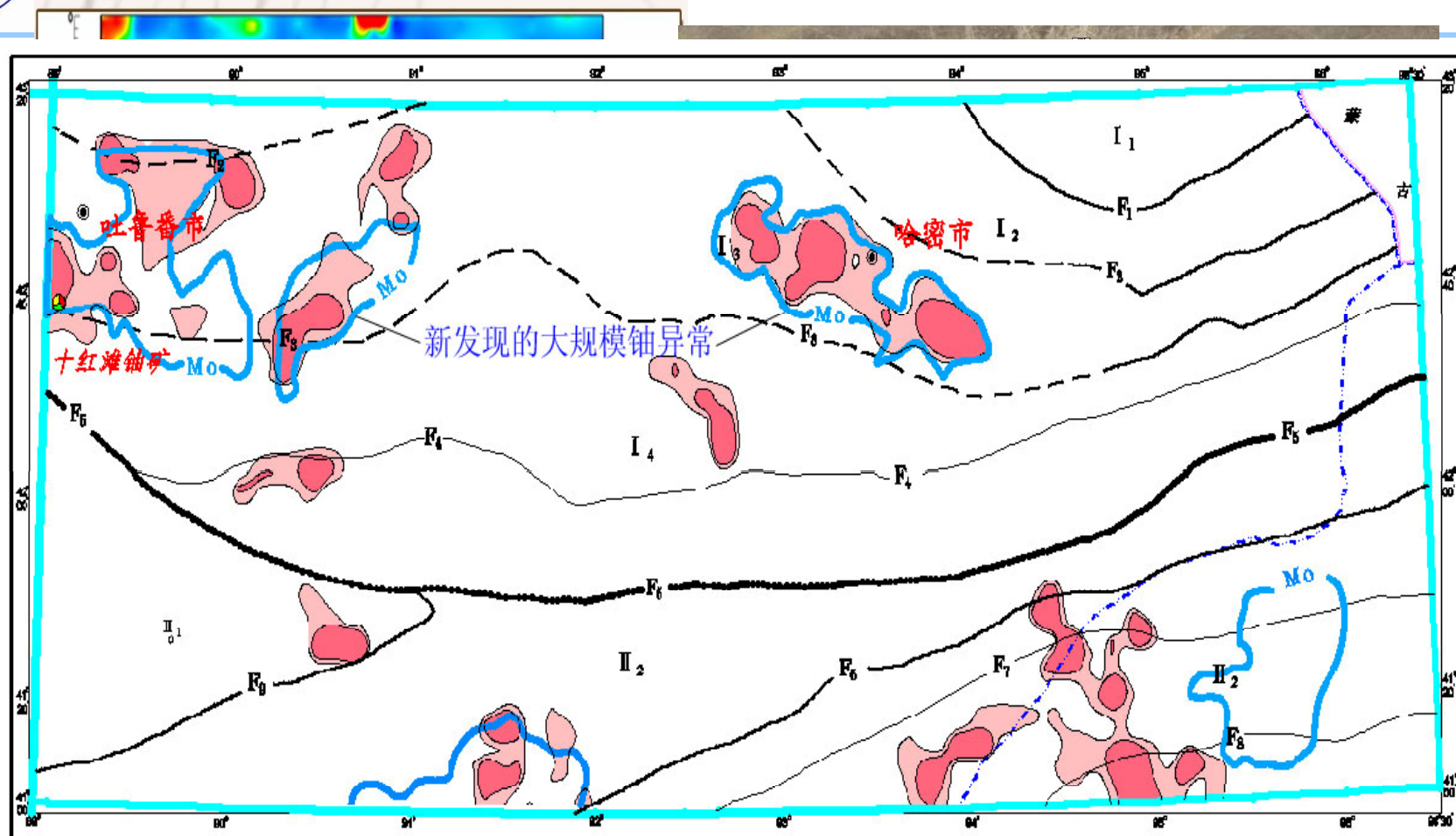
穿透性地球化学调查方法研究取得明显进展

4

在隐伏矿床上方发现了纳米级金属成矿物质迁移的证据，初步建立了穿透性地球化学物质聚集迁移的理论模型。对金属活动态测量、地电化学测量、地球气测量技术持续进行了改进和完善。



地球化学——主要进展与成果



东天山深穿透地球化学试生产发现了吐哈盆地大规模钼异常，有望找到大型砂岩型钼矿床。



矿产资源综合利用





主要进展与成果



共伴生、难处理矿产综合利用水平得到提升

一批高水平的磁铁矿、红柱石矿、难选钼矿、稀土矿、铜钼共生矿及盐湖矿产、难处理金矿等综合利用新技术投入产业开发，产生了很好的社会经济环境效益，促进了我国矿业发展



主要进展与成果



共伴生、难处理矿产综合利用水平得到提升



- 研制的磁筛设备在武钢大冶铁矿等选矿厂大量应用**50**多台套。
- 解决了**30**亿吨细粒铁矿有效利用难题。

----2009年磁筛设备被阿根廷MSG铁矿山采用



主要进展与成果



共伴生、难处理矿产综合利用水平得到提升

为我国西藏盐湖卤水提取锂资源的产业化提供了技术先进、经济可行的开发途径,该技术已在西藏矿业股份公司成功转化。

河南嵩县难处理金矿山按地调新工艺成果改造后金回收率由原来的65%提高到86%以上。



主要进展与成果



复杂难利用矿产综合利用方法不断改进

对银铅锌铜多金属矿、浸染型钴银矿和含钴铜镍矿等复杂多金属矿开辟了综合利用新途径



主要进展与成果

2

复杂难利用矿产综合利用方法不断改进

对我国西南三江地区的白秧坪、夏塞、呷村等银铅锌铜复杂难选冶多金属矿，开创性地提出了选冶结合处理工艺，解决了矿物嵌布复杂难以单体解离获得高品位单一精矿产品或精矿产品互含较高的难题。



主要进展与成果



提高矿产利用率技术有较大突破

攻克了一批复杂难利用矿产综合利用技术，提高了资源利用率，将增加我国矿产的可利用储量、缓解我国的资源紧张局面



主要进展与成果



提高矿产利用率技术有较大突破

鄂西宁乡式铁矿利用工艺技术研究获得突破性进展；另外，通过对多宝山斑岩型铜钼多金属矿、滑石型难选钼矿、含砷铜金矿及内蒙古801稀有多金属矿等综合利用技术研究，可大大提高资源的利用率，有望解决一批长期呆滞矿的利用技术难题。

部分成果正在转化实施中，为有效利用同类矿产资源提供了科学依据和有效利用途径。



主要进展与成果



提高矿产利用率技术有较大突破



鄂西宁乡式铁矿选矿新技术
取得较大进展（中试现场）



主要进展与成果



非金属矿产高效开发利用技术现亮点

非金属矿选矿提纯、矿物材料应用研究、超微粉制备、表面改性和专用加工装备的研制，推动了非金属矿的高效开发利用



主要进展与成果



非金属矿产高效开发利用技术现亮点



研发出的系列分子筛产品
(已大量应用到中空玻璃等行业)



主要进展与成果

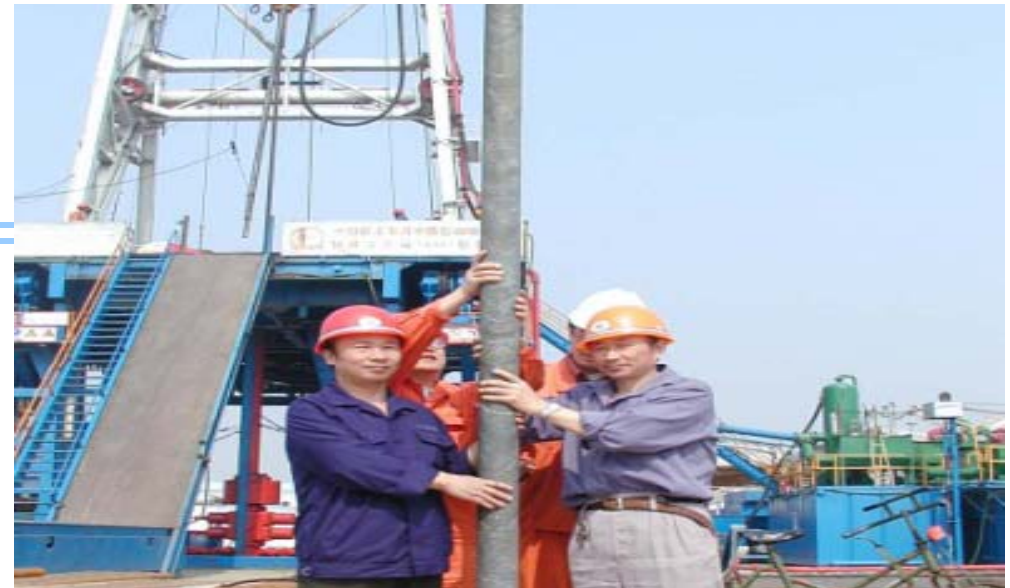


非金属矿产高效开发利用技术现亮点



研发的非金属矿专用
干式强磁选机

(新疆红柱石矿大量应用)



钻探技术与设备研制





主要进展与成果

(一) 2000米地质岩心钻探技术

在地质大调查项目，完成了2000m全液压岩心钻机及配套设备的研究，2000m地质岩心钻探技术体系已基本形成。



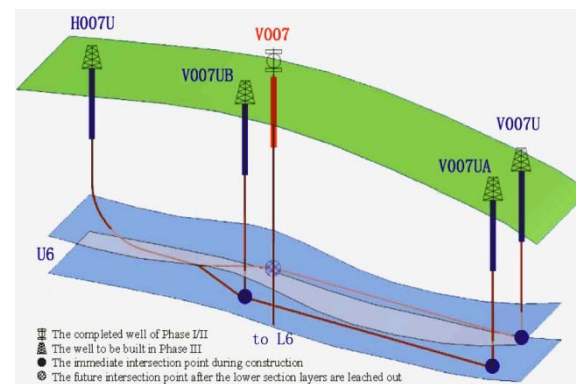


主要进展与成果

(二) 高精度定向对接井钻井技术

完成了高精度定向对接中靶系统研究，实现了地下导航高精度定向对接连通，这是对接井施工技术的重大突破，标志着我国定向对接井钻井技术在国际上处于主导地位。

在土耳其天然碱工程实施中，实现从两井对接连通到多井对接连通的技术跨越。





主要进展与成果

(三) 全液压动力头钻机系列

完成了300m、600m、1000m、1500m和2000m系列全液压地质岩心钻机的研发，实现了对进口装备的替代，为我国地质钻探装备的更新换代提供了现代化产品。目前在国内市场占有率已经超过70%，并出口澳大利亚、俄罗斯、吉尔吉斯斯坦、蒙古等国。



600m



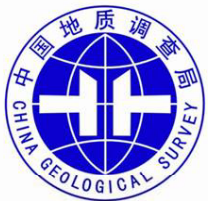
1000m



1500m



2000m



主要进展与成果

(四) 新型金刚石钻头系列

采用新型镶齿式金刚石钻头的二次镶嵌式工艺，提高了我国孕镶金刚石钻头制造水平。在煤田地质钻探中钻探效率提高3倍，钻头寿命提高数十倍，成本降低70%。





展 望

- 经过几十年的发展，我国已经形成了星空地一体化的立体勘查技术体系。
- “十二五”期间，将围绕国家对矿产与能源重大需求开展联合攻关，充分发挥新技术新方法在地质矿产调查和矿产资源综合利用等领域的支撑作用，以应用促进技术发展。按照统筹规划，突出重点，整体推进，形成优势的要求，立足国内实际，通过关键技术的引进、消化、吸收，加快构建中国特色的地质调查技术体系，为地质找矿的重大突破发挥技术引领作用。



欢迎各位专家指正！

谢谢！