

全国区域地球物理调查进展与成果

中国地质调查局 基础调查部

二〇一〇年七月

目 录

一、基本概况.....	1
二、主要进展和成果.....	2
三、项目获奖情况.....	25

一、基本概况

区域地球物理调查是基础地质调查的重要组成部分，它借助先进的现代化仪器设备，运用物理学原理、方法和观测技术，以地球为主要调查研究对象，通过一定比例尺、一定观测精度的大范围、多参数(重力、磁性、电性和放射性等)、高精度探测和多学科(地质矿产、地球物理、地球化学等)综合研究，快速查明各种地球物理场的特征和分布规律，作出定性、定量的科学论断，进行岩性和构造填图，提供与找矿有关的物探异常以及其他地下浅部、深部待测目标物的信息。它的原理与医学上的 CT、B 超和 X 光等基本一致。所以说，区域地球物理调查通俗一点讲也就是给地球做 CT、B 超和 X 光。

地质大调查实施以来，围绕《新一轮国土资源大调查纲要》“要完成 1：100 万陆域航空磁测和重力调查；补充开展高精度综合航空物探、航空遥感、区域重力和区域地球化学调查。”，以及提高重要成矿区带和重要经济区的区域地球物理调查工作程度和更新一批区域地球物理调查基础图件，区域地球物理调查主要开展青藏高原 1:100 万航磁调查和区域重力调查、19 个重要成矿区带和重要经济区 1:5 万与 1:20 万两个层次的航空物探调查和区域重力调查以及新方法、新技术的试点与推广，另外也开展了全国、重点地区和标准图幅的区域地球物理系列编图与综合研究。12 年地质大调查，从事区域地球物理调查的队伍 30 多家、技术人员 1000 多人，投入先进的高精度

重力仪等地面物探设备 120 多台套、航空物探设备近 20 台套，完成项目约 140 项(航空物探 30 项、地面物探 110 项)。共投入经费 4.36 亿元(其中,1999 年-2006 年经费 1.99 亿元、2007 年-2010 年经费 2.37 亿元),约占总经费 140 亿元的 3.11%, 平均每年投入经费约 3633 万元(其中,1999 年-2006 年年平均经费 2486 万元、2007 年-2010 年年经费平均经费 5915 万元)。

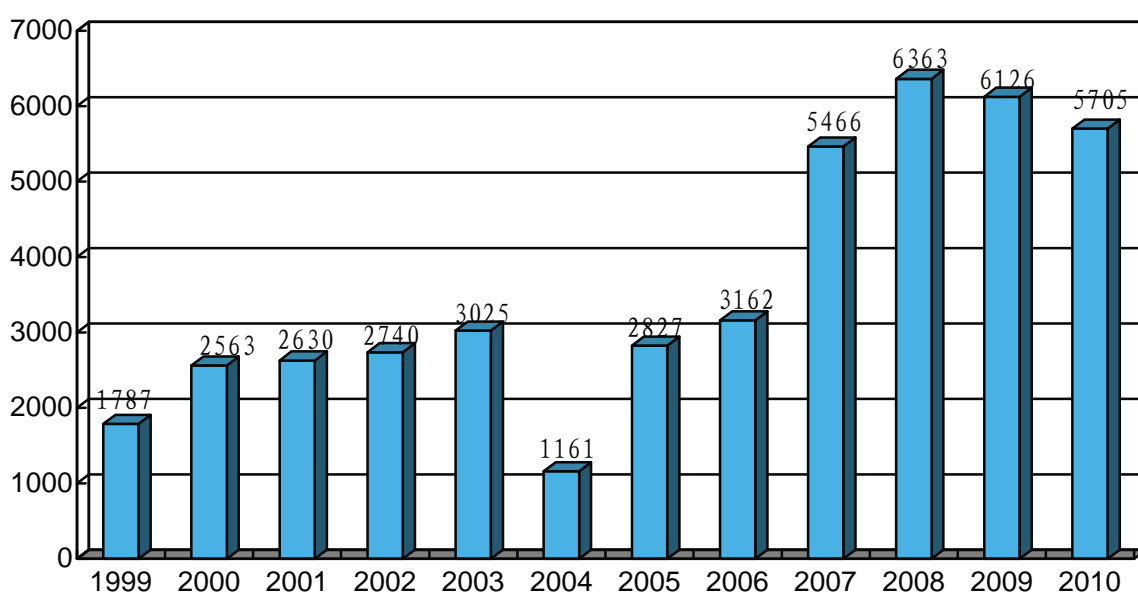


图 1 1999-2010 年区域地球物理调查每年投入分布图

二、主要进展和成果

(1) 区域地球物理调查工作程度得到提高。

获得了一大批重要的区域地球物理调查数据,更新了一批区域地球物理调查图件,提高了区域地球物理调查工作程度。

完成了青藏高原 1:100 万航磁和区域重力调查,实现了全国大陆 1:100 万航磁和区域重力调查的覆盖。1:20 万航磁调查完成冈底斯、西南三江等重要成矿区带和青藏铁路沿线等重

点地区 70 万平方千米，工作程度提高 7%；1:20 万区域重力调查完成西南三江、大兴安岭、天山-北山、秦岭、南岭、昆仑-阿尔金和湘西-鄂西等重要成矿区带 139 万平方千米，工作程度提高 14%；1:5 万航磁调查完成大兴安岭、天山-北山、昆仑-阿尔金等重要成矿区带 25 万平方千米，工作程度提高 3%；1:5 万航空放射性调查完成大兴安岭、天山-北山等重要成矿区带 20 万平方千米，工作程度提高 2%。

区域地球物理调查完成工作程度表

(单位：万平方千米)

工作内容	大调查前完成情况		大调查完成情况		地质完成情况		总计完成情况	
	面积	比例	面积	提高比例	面积	提高比例	面积	比例
1:100 万航磁	826	89%	104	11%			930	100%
1:100 万区重	700	84%	133	16%			833	100%
1:20 万航磁	467	49%	70	7%			537	56%
1:20 万区重	298	31%	139	14%			437	45%
1:5 万航磁	295	30%	25	3%	50	6%	370	39%
1:5 万航放	120	13%	20	2%	20	2%	160	17%

全国1:20万区域重力调查工作程度图

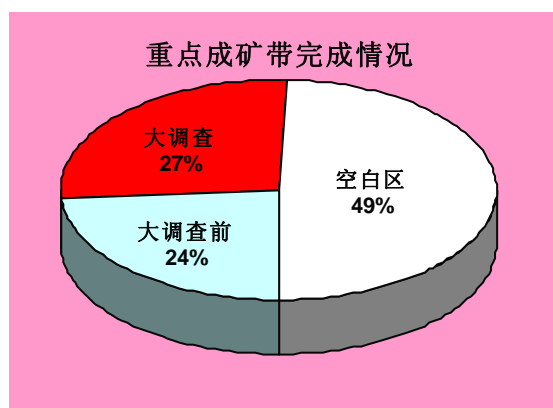
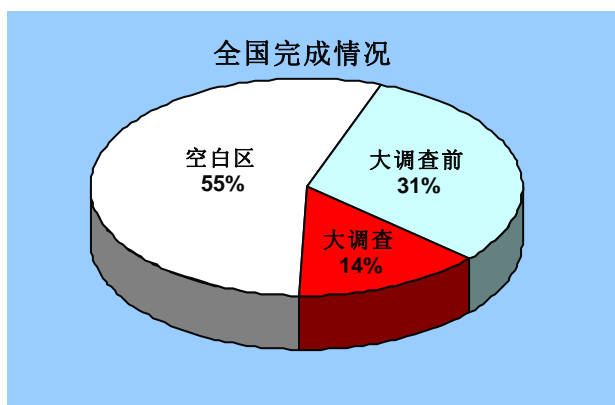
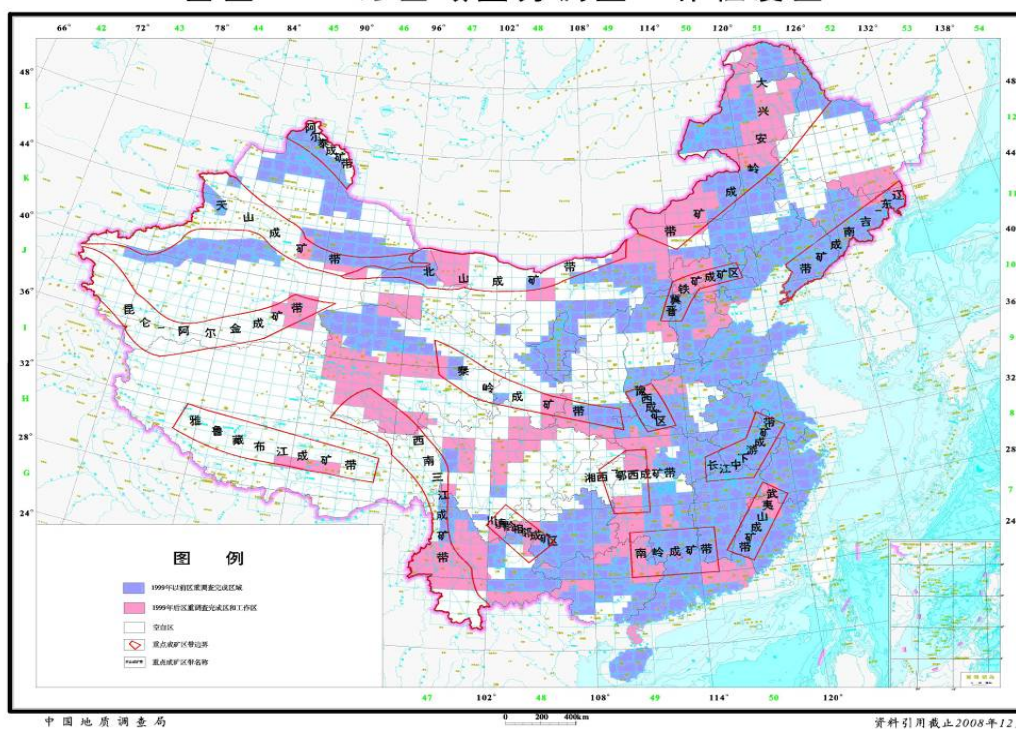


图2 全国1:20万区域重力调查程度图

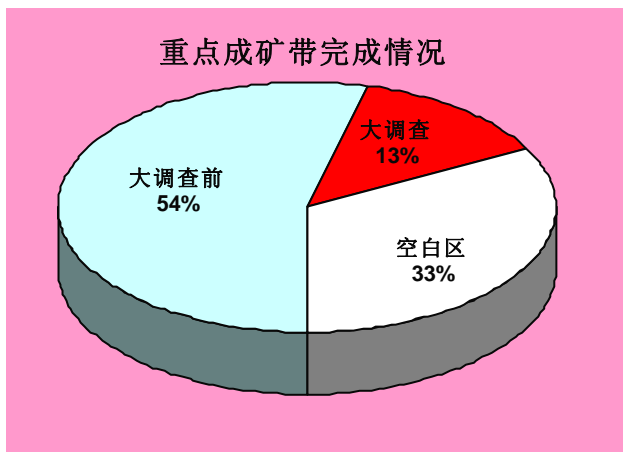
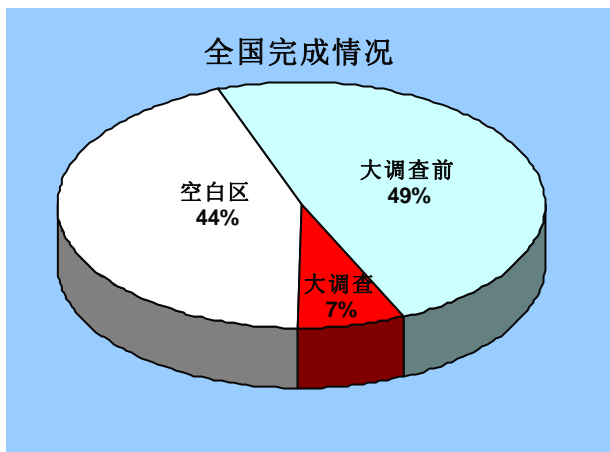
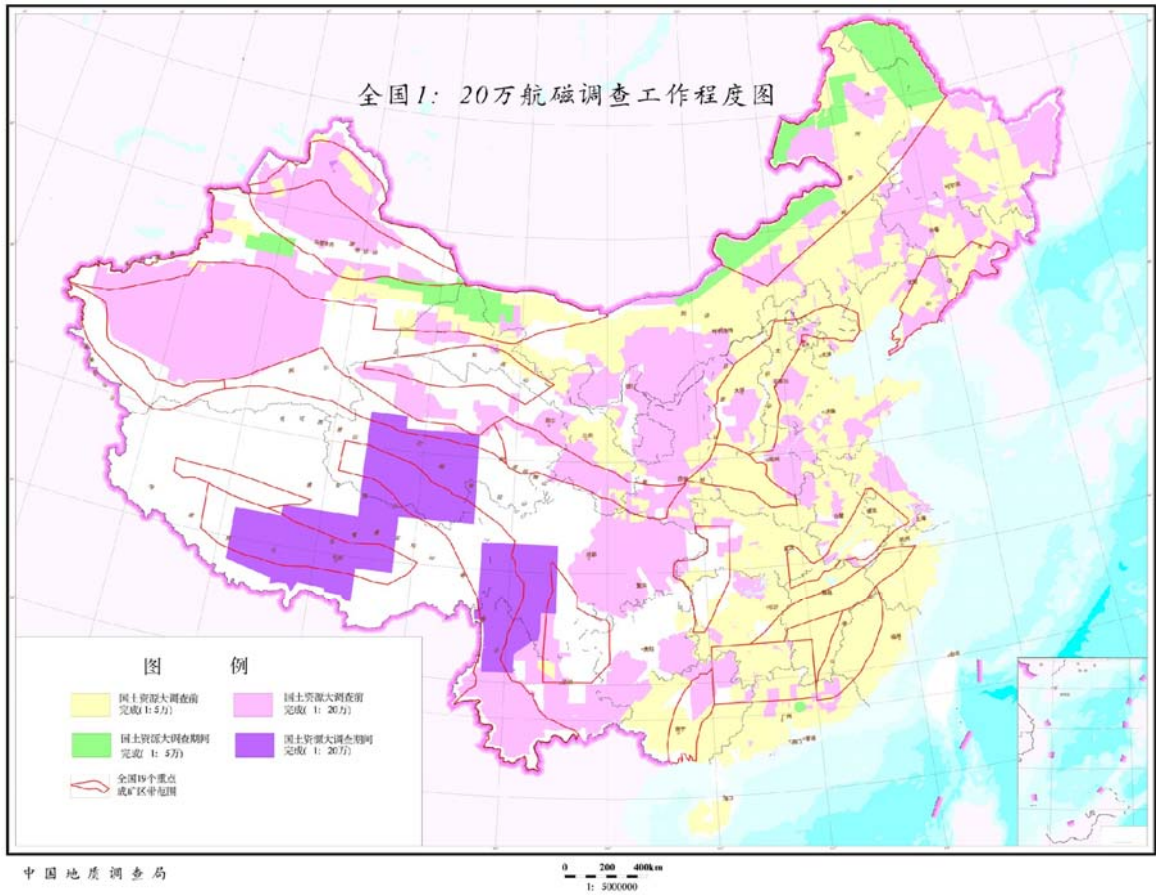


图3 全国 1:20 万航磁调查工作程度图

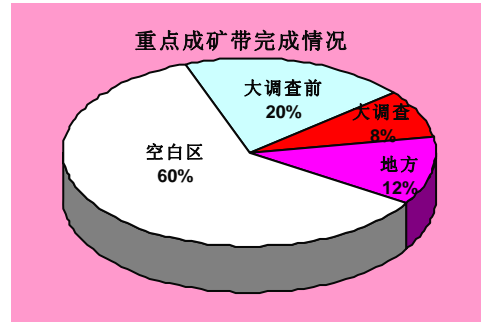
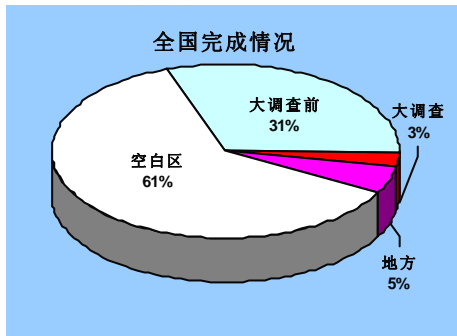
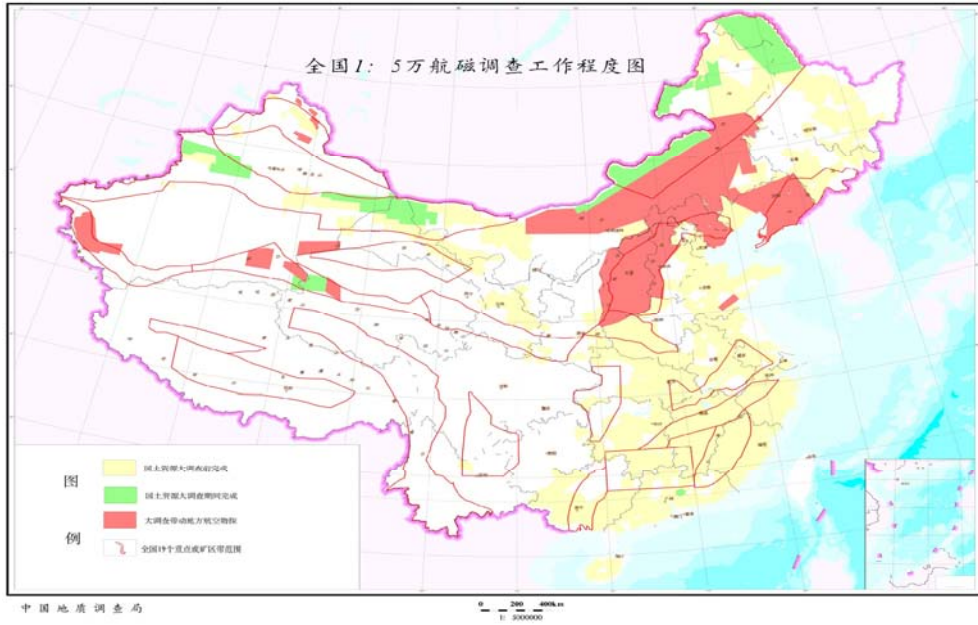


图4 全国1:5万航磁调查工作程度图



图5 全国1:5万航空放射性调查工作程度图

(2) 更新了一批区域地球物理调查图件。

通过区域地球物理调查,获得了海量的区域地球物理调查数据,编制了全国 1:500 万、6 大区和青藏高原等重点地区 1:50 万-1:150 万、800 多幅 1:5 万-1:25 万国际标准图幅航磁或重力系列图件,更新了一批区域地球物理调查图件,丰富了地球近地表的隐伏信息,提高了人类对地球的认知水平,为社会公众提供了一批公益性国土资源信息,为区域地质调查、资源潜力评价、矿产资源勘查、环境保护、基础测绘和重大工程建设等提供了一批多样化的区域地球物理调查图文资料。

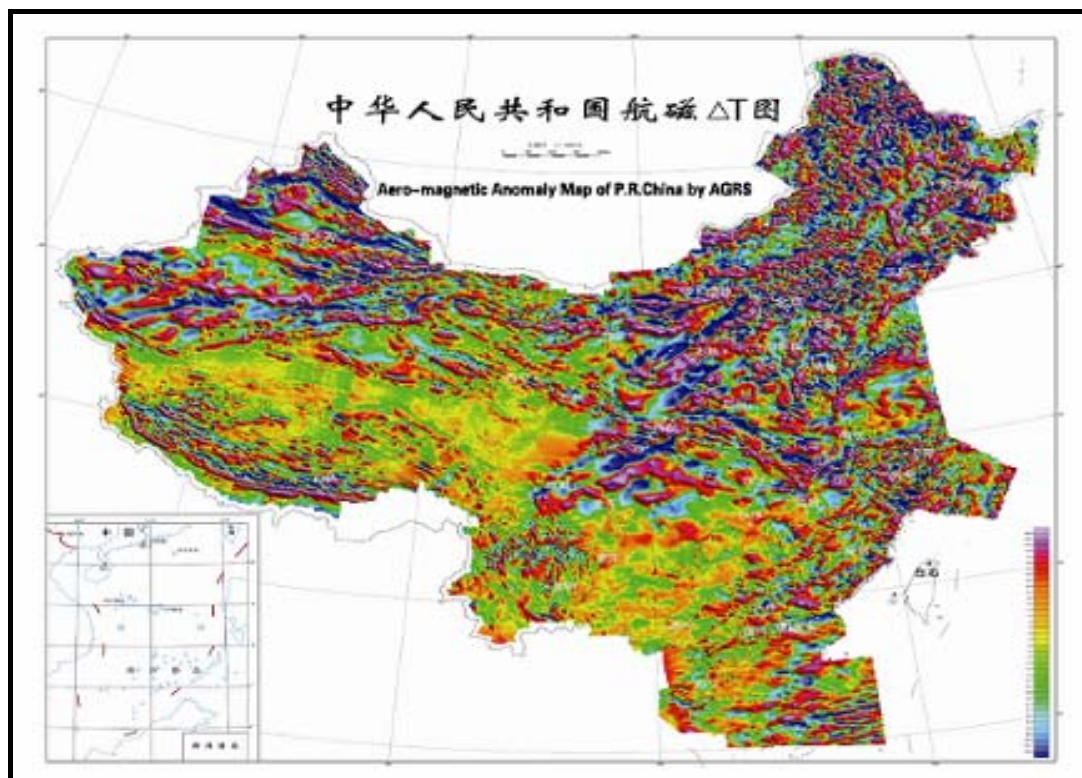


图 6 中华人民共和国航磁 ΔT 图

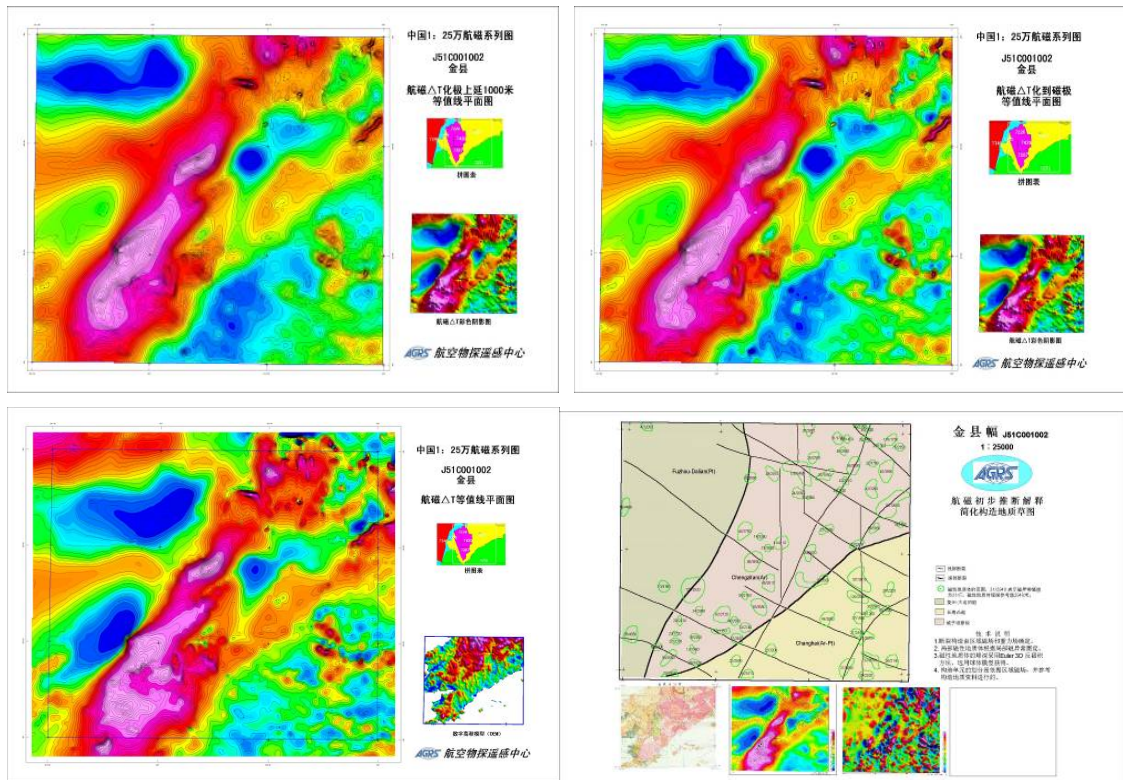


图7 1:25万××图幅航磁系列图

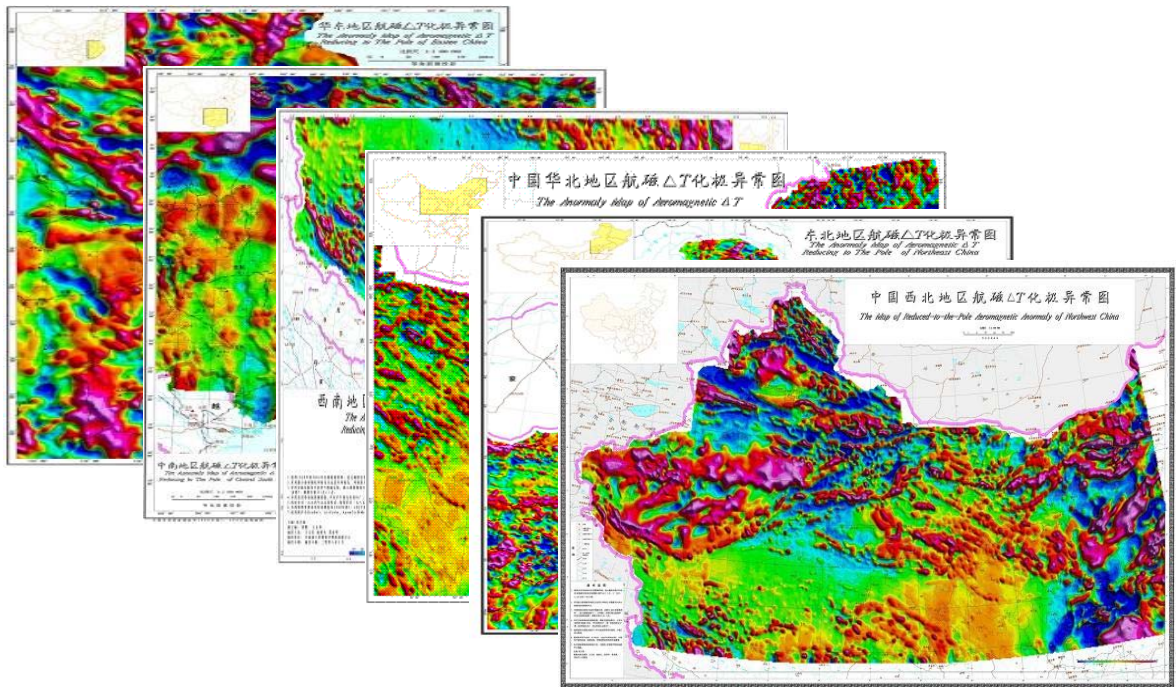
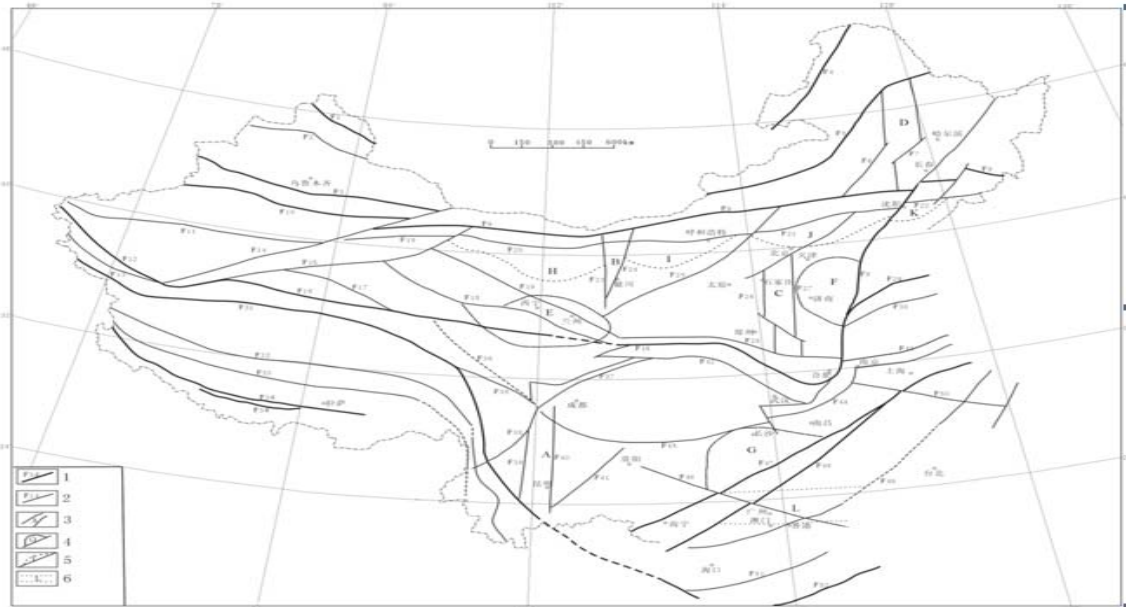


图8 6大区航磁和重力系列图

(3) 解决了一批重大基础地质问题。

① 1:5 万-1:100 万区域地球物理调查有效地进行了一定深度范围内的岩性和构造调查与填图，共推断断裂构造 2000 多条、火山机构等构造 100 多个，圈定隐伏与半隐伏岩体(侵入岩体、蚀变岩等)近 3000 个、盆地 100 多个。编制了 1:500 万中国大陆及毗邻海域航磁推断断裂图、青藏铁路沿线与长江三角洲等重点地区、以及 100 多个 1:20 万标准图幅的岩体或构造推断解释图。



1. 深大断裂带及编号; 2. 区域性断裂带及编号; 3. 裂谷带及编号;
4. 环块构造及编号; 5. 弧块构造及编号; 6. 南岭构造带

图9 1:500 万中国大陆及毗邻海域航磁推断断裂图

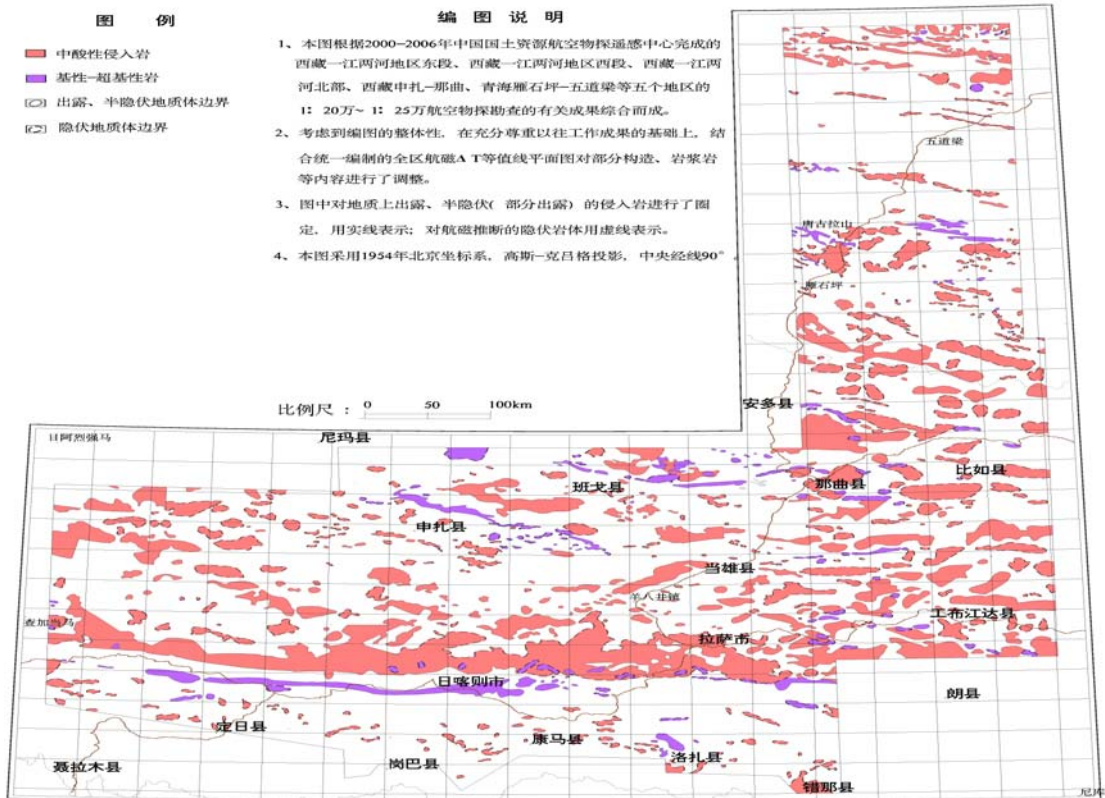


图 10 青藏铁路沿线航空物探推断侵入岩分布图

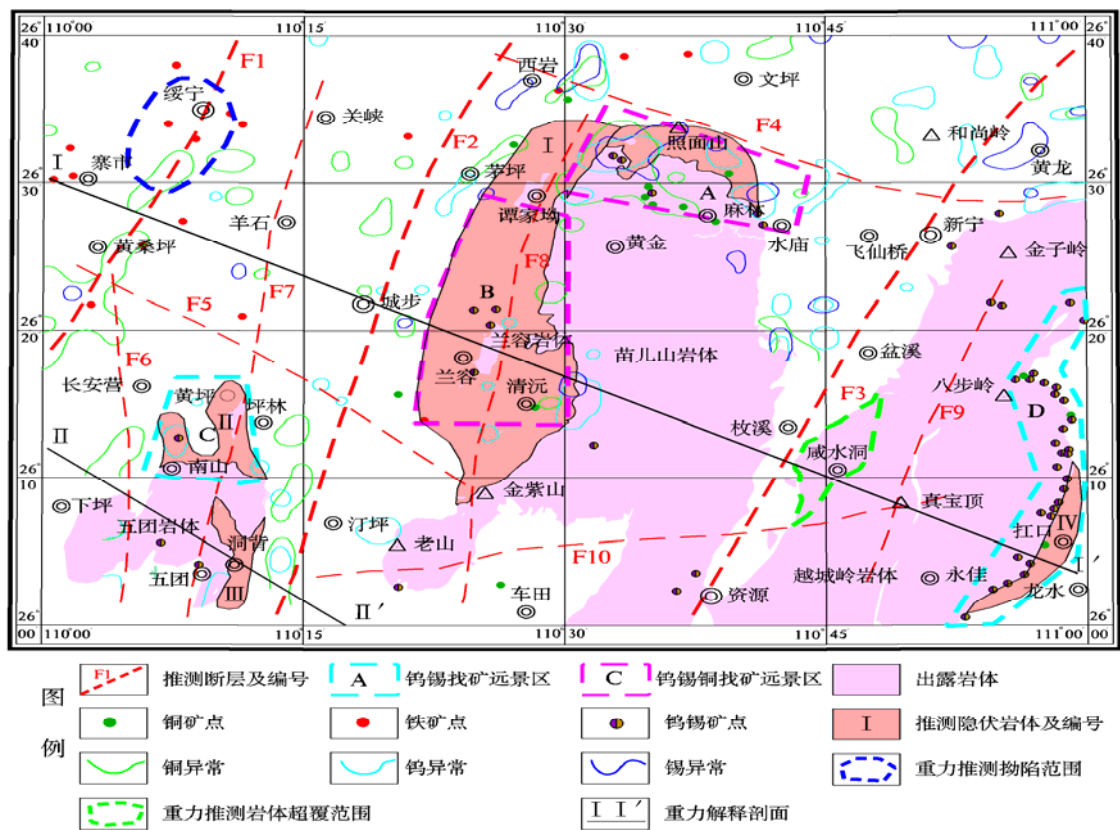


图 11 1:20 万城步幅重力解释推断成果图

② 1:100 万航磁和区域重力调查获得了青藏高原迄今最完整的区域地球物理调查资料,对青藏高原基底、缝合带性质、断裂构造格架、构造单元划分等重大地质问题研究提出了一些新的见解和认识。(1) 认为青藏高原基地属于弱磁性,不存在大范围太古界强磁性结晶基底,青藏高原具有与塔里木盆地完全不同的区域磁场。(2) 首次发现雅鲁藏布江航磁双异常带,研究认为是南北 2 条巨型超基性岩和中酸性岩带的反映,与雅江缝合带有关;并提出新特提斯洋可能存在两次闭合成洋。(3) 认为西昆仑-阿尔金弧形异常带为塔里木盆地南部与青藏高原的边界,阿尔金断裂未伸入可可西里-巴颜喀拉地块。(4) 发现了北北东向深源负异常带与浅源近东西向磁异常呈“立交桥式”结构,认为是地壳深部热流上升引起磁性层底部部分消磁作用的结果,与印度板块持续向北挤压有关。(5) 首次发现青藏高原存在一系列的 NW、NE 向断裂构造。

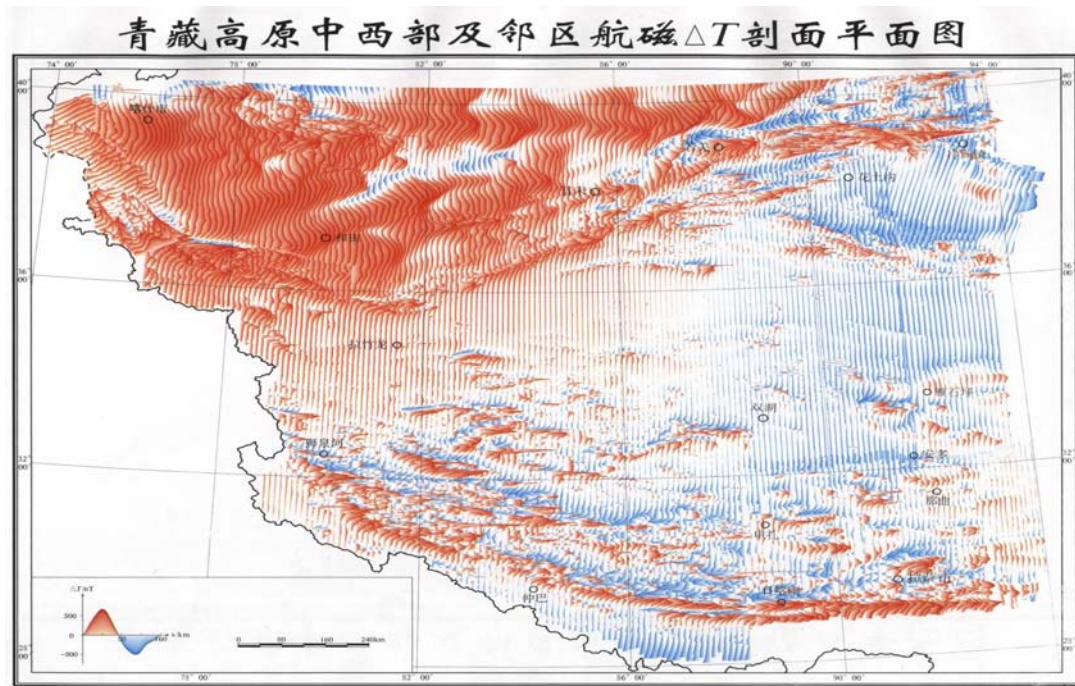


图 12 青藏高原中西部及邻区 ΔT 剖面平面图

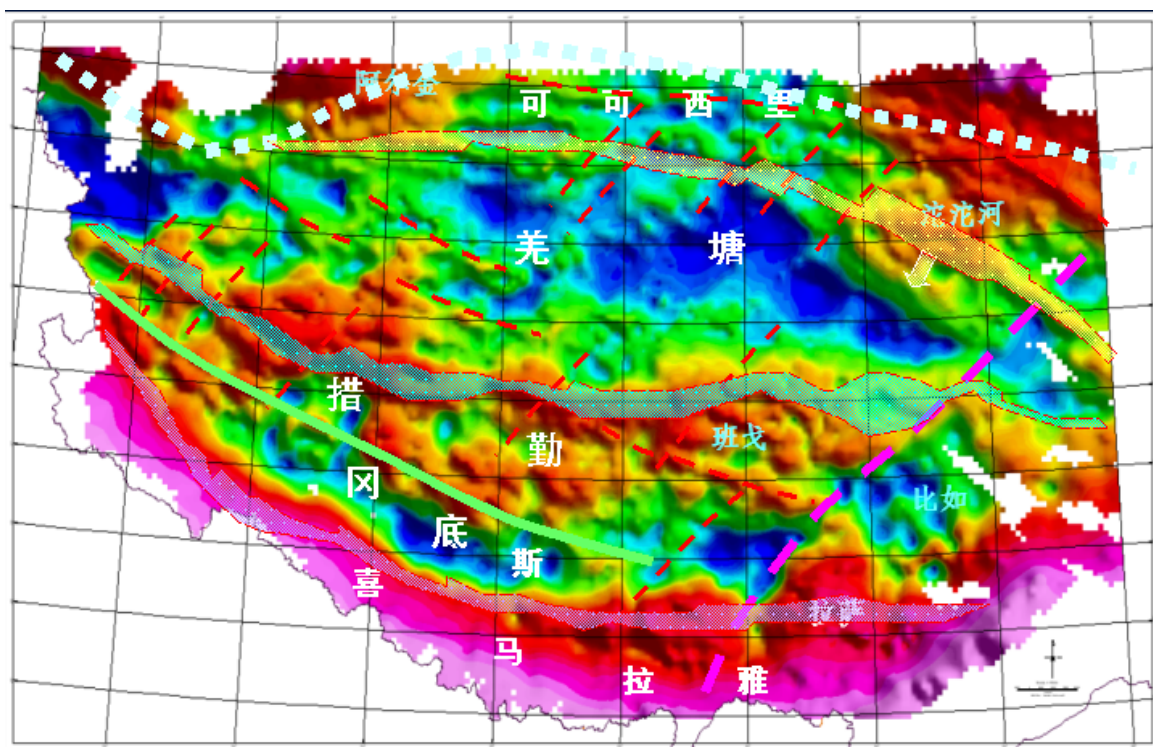


图 13 青藏高原区域构造单元与主要断裂重磁解释成果图

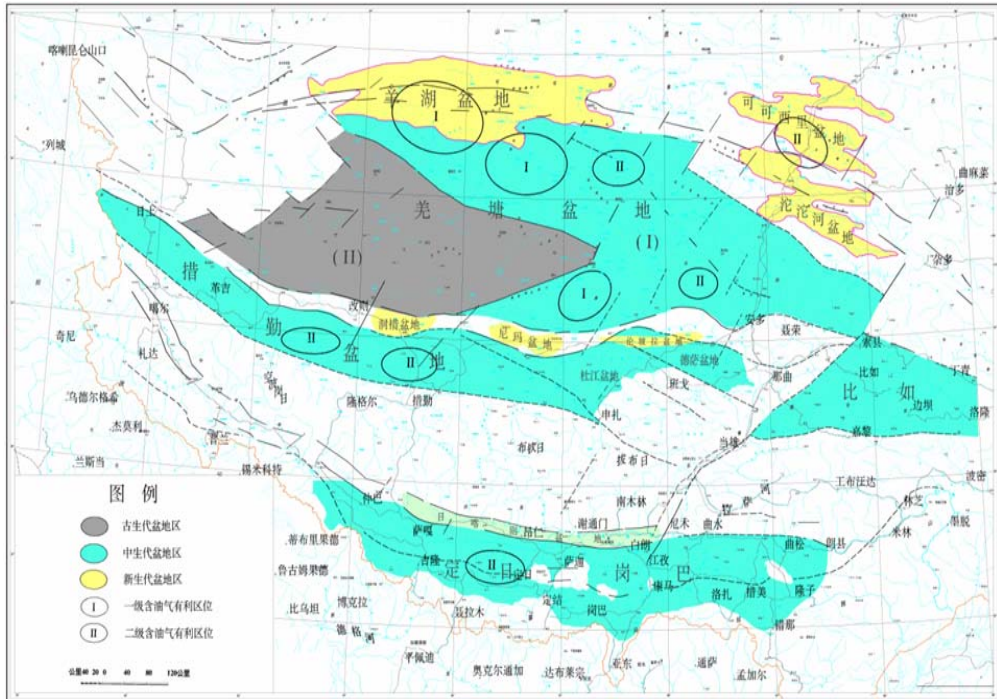


图 14 青藏高原主要沉积盆地边界重磁解释成果图

③ 区域地球物理综合研究对扬子地台与华南造山带、松潘-甘孜造山带的边界提出了新的认识。(1) 研究认为扬子地台与华南造山带的界线位于绍兴-江山-临川-赣州-韶关-北流一线，由北流-韶关、临川-赣州、江山-绍兴断裂组成，此线以东，岩浆岩分布广泛，以西岩浆岩不很发育。这条界线实际代表了一条晚元古代-早古生代裂谷带，于加里东期闭合，形成加里东褶皱带并与扬子陆块拼接。(2) 研究认为扬子地台与松潘-甘孜造山带的边界位于武都-文县-理县一线，而不是以一般观点认为的龙门山断裂为界。

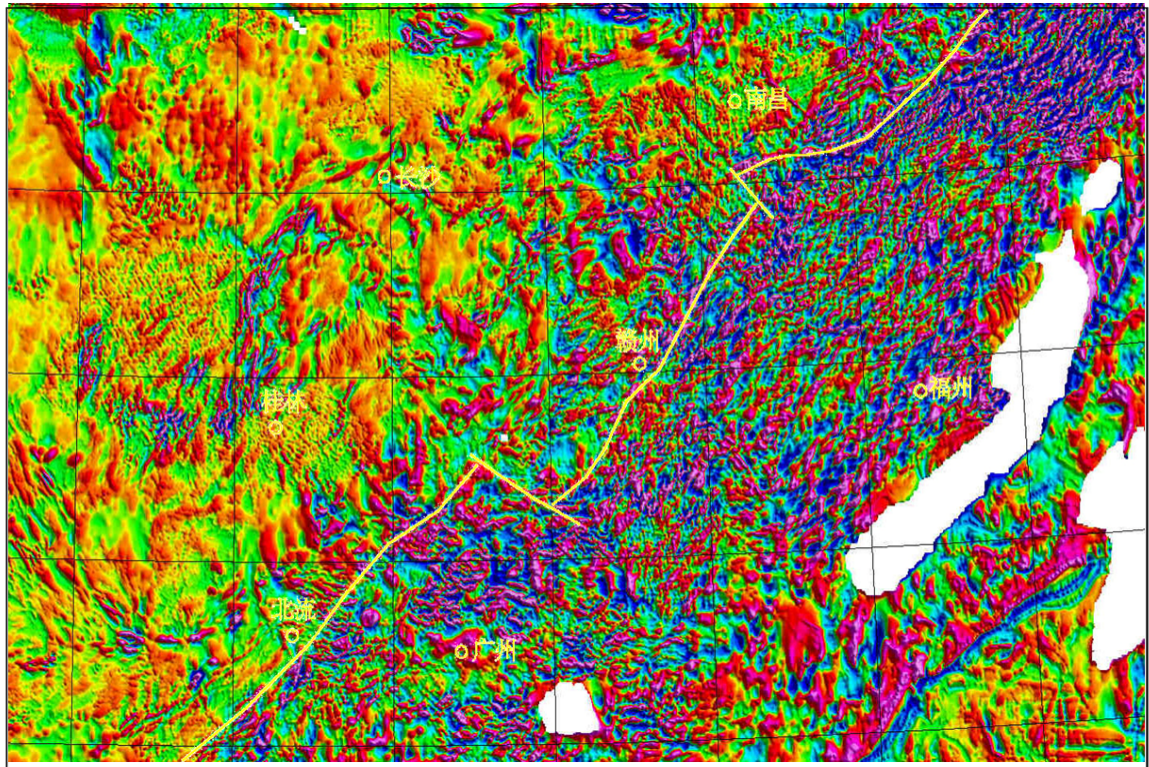
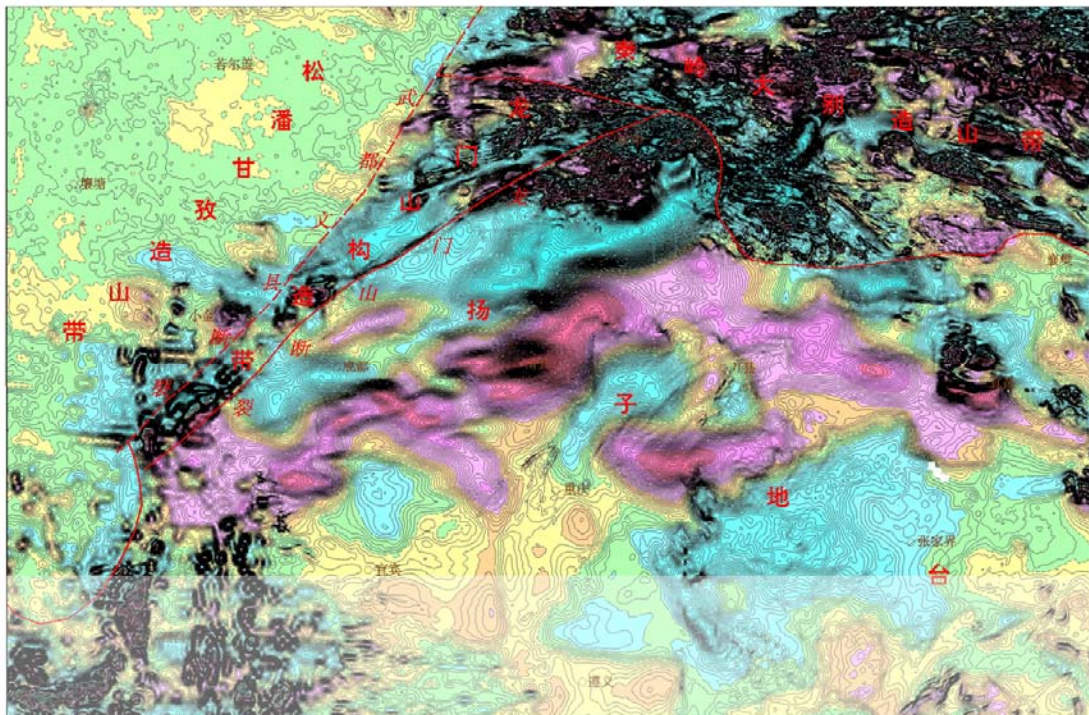


图 15 扬子地台与华南造山带的界线在航磁化极垂向一阶导数图上的反映



(图中实线表示扬子地台原界线，虚线表示航磁反映的扬子地台西界)

图 16 磁场反映扬子地台西界位置图

(4) 地质找矿先行性作用明显提高。

区域地球物理调查提供了大量的找矿信息，深化了重要成矿区带成矿地质背景的认识，有力地支撑和促进了后续地质找矿工作的开展，先行作用明显提高。

①发现了一大批重磁等物探异常，有力支撑和促进了矿产勘查活动的开展。

地质大调查期间，共发现物探异常 10466 处，检查物探异常 2340 处，见矿物探异常 554 处，为矿产勘查提供了大量的找矿信息和线索。同时，随着物探异常的发现，地面异常查证和矿点检查等公益性和商业性后续地质找矿工作随之跟进，区域地球物理调查支撑和促进了后续矿产勘查活动的持续开展。

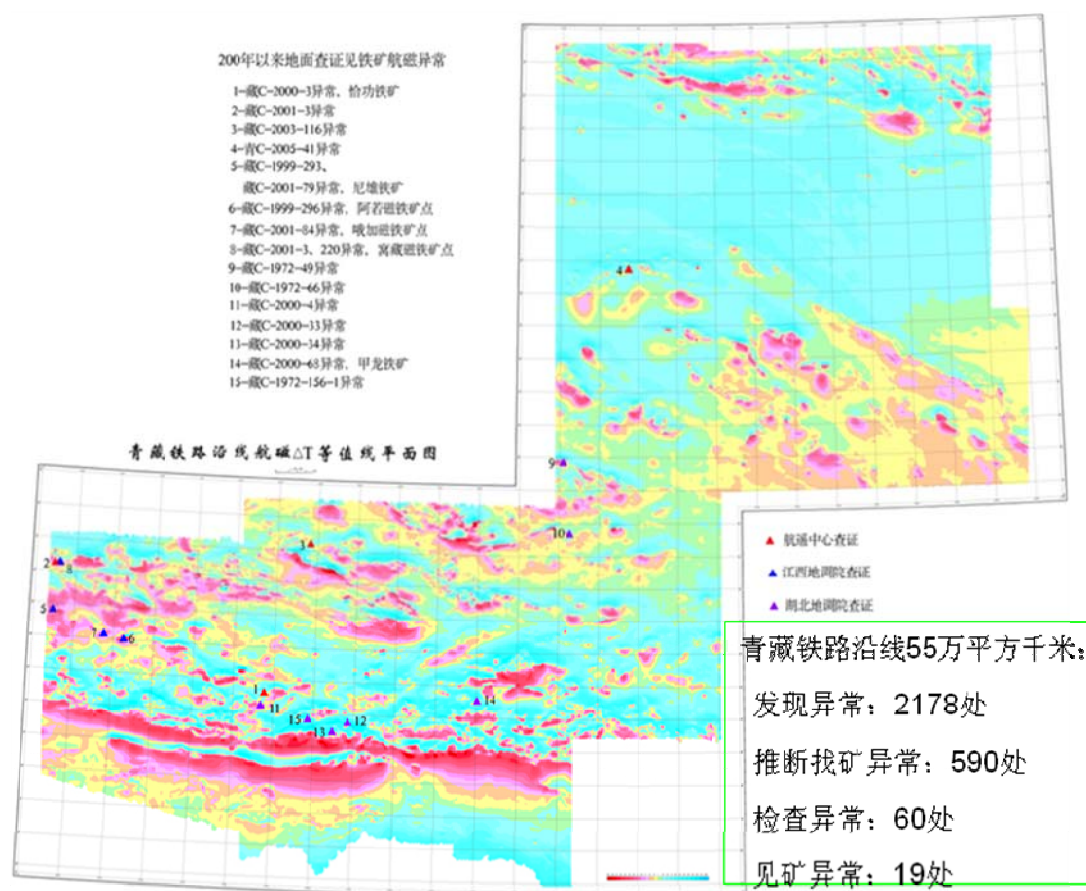


图 17 青藏铁路沿线航空物探发现、查证和见矿异常示意图

吾拉勒铁矿找矿远景区和青藏祁漫塔格、普若岗日-雁石坪、芒拉-古尔木、土塔-拿翁、冈底斯北缘和艾格日克亚克-库地等六条铁矿异常带,新提出了一批针对华北陆块和长江中下游重要成矿区深部第二空间找矿的宽缓重磁异常,为后续矿产调查工作的部署提供了依据,为全国铁矿等资源潜力评价提供了极其重要的基础资料。

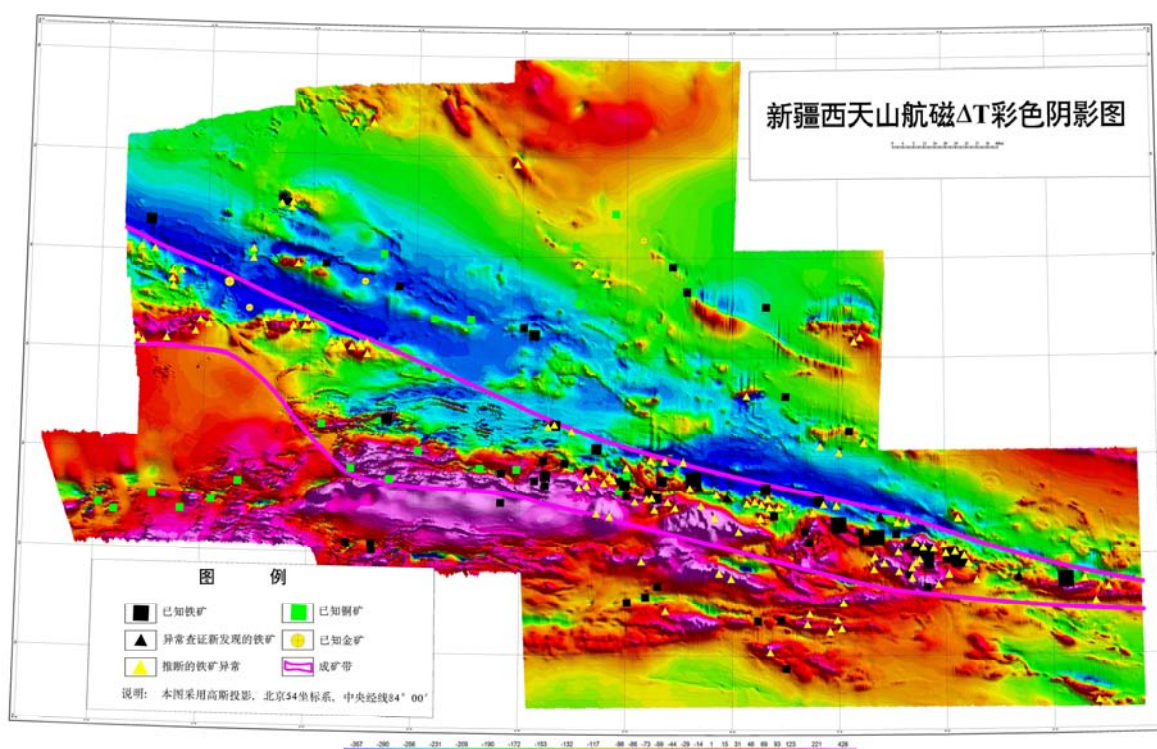


图 19 西天山航磁异常分布与铁矿找矿远景区划分图

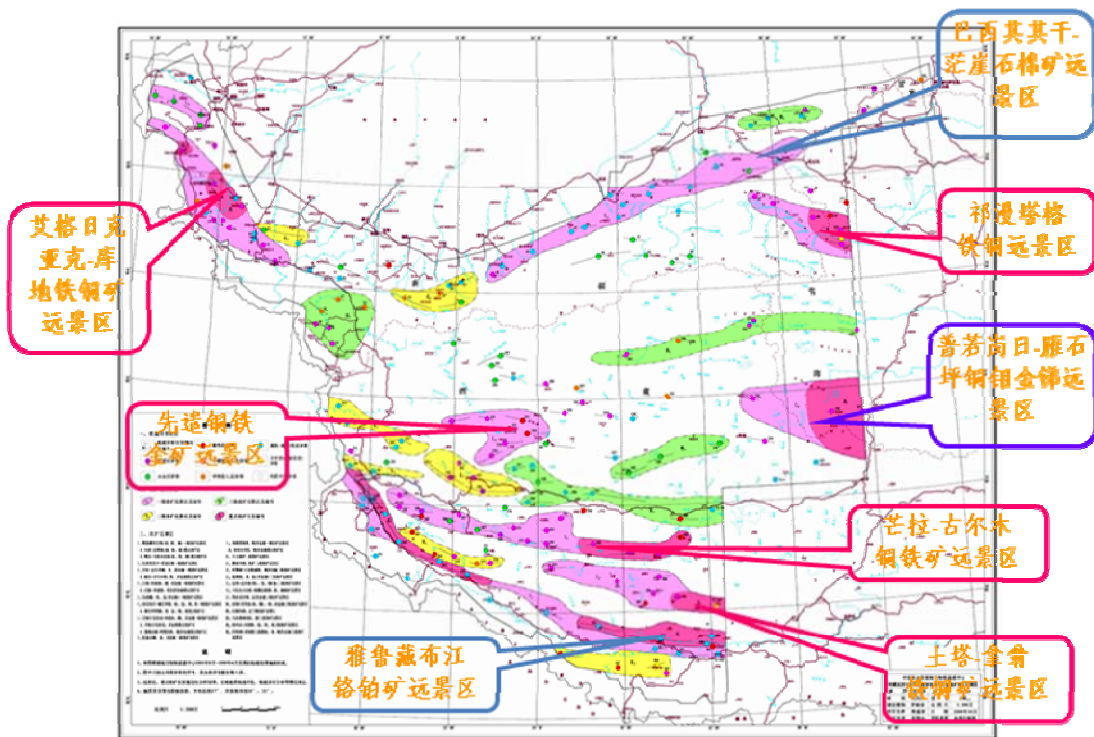


图 20 青藏高原航磁推断的找矿远景区

③以重磁等物探异常为线索，后续地质工作跟进开展异常查证和矿产勘查，发现了一大批大型铁铜矿床，先行性和指导性作用日显增强。

以重磁等物探异常为线索，后续地质工作紧跟开展异常查证和矿产勘查，发现了辽宁本溪大台沟特大型铁矿（30 亿吨，预测近 100 亿吨）、山东济宁大型铁矿（6 亿吨，预测近 50 亿吨）、安徽泥河大型铁矿（1.2 亿吨）、司营口-马城-长凝大型铁矿（10 亿吨）、河北承德大型钒钛磁铁矿、河南舞阳大型铁矿和云南普朗大型铜矿（427 万吨）等大型铁铜，并大幅扩大了西藏尼雄铁矿和新疆西天山阿吾拉勒铁矿的储量，区域地球物理调查在全国铁矿找矿和实现铁矿找矿重大突破中发挥了极其重要作用。据不完全统计约有 80%铁矿的发现都基于航磁异常

为线索找到的，区域地球物理调查先行性和指导性作用日显增强。

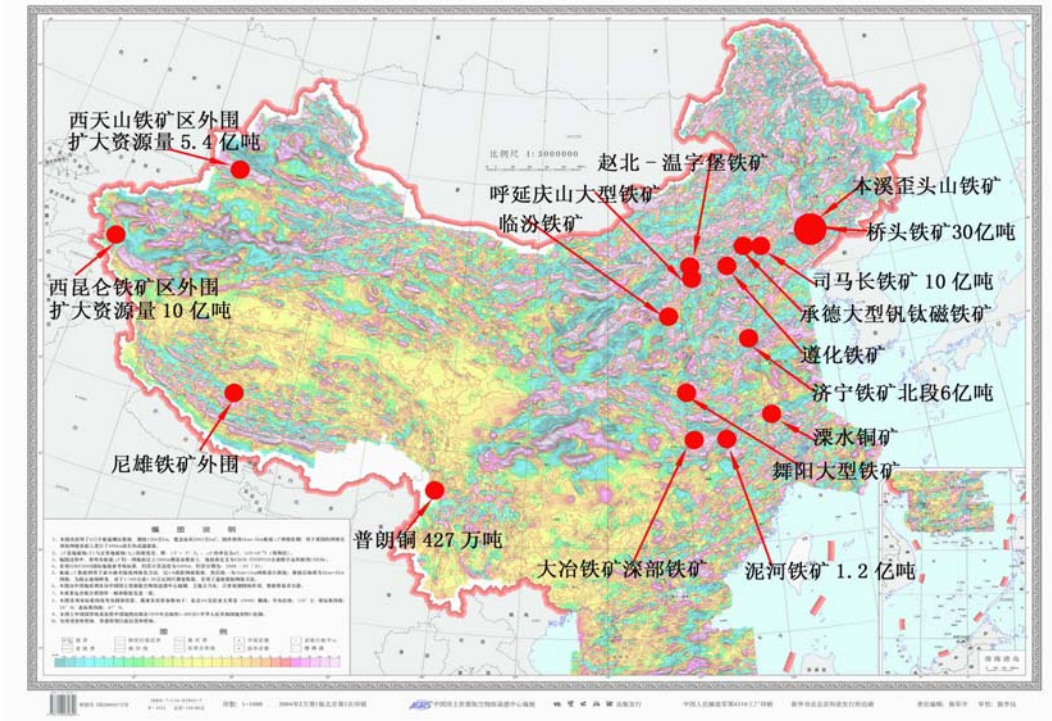


图 21 地质大调查以来以物探异常为线索发现的大型铁铜矿分布示意图

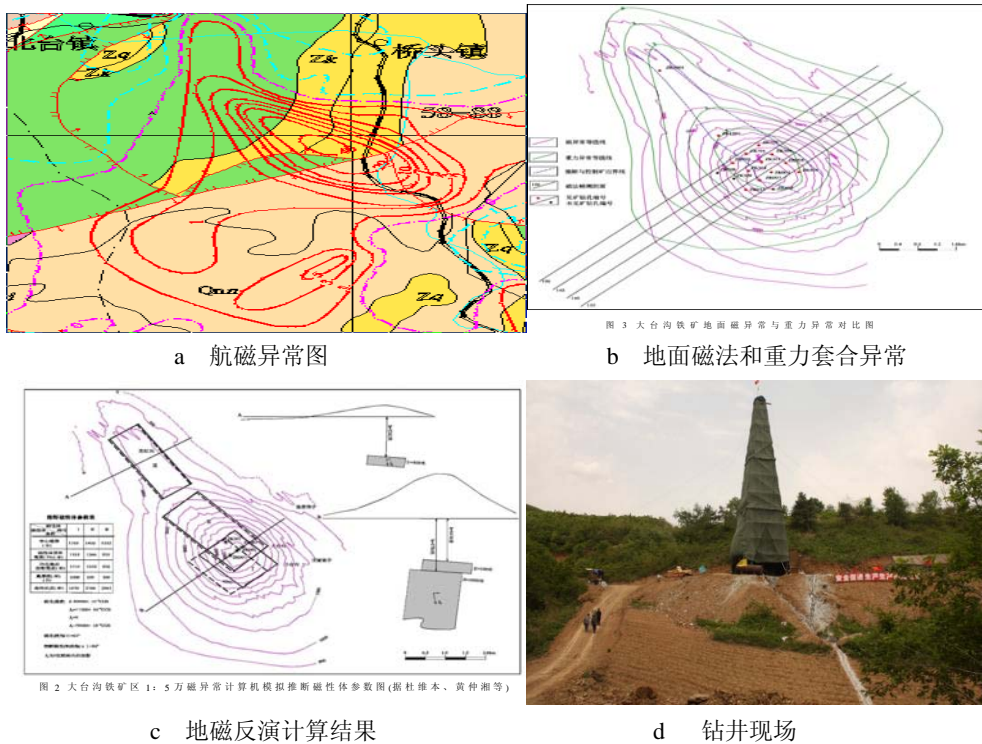


图 22 辽宁鞍本大台沟特大型铁矿物探异常图

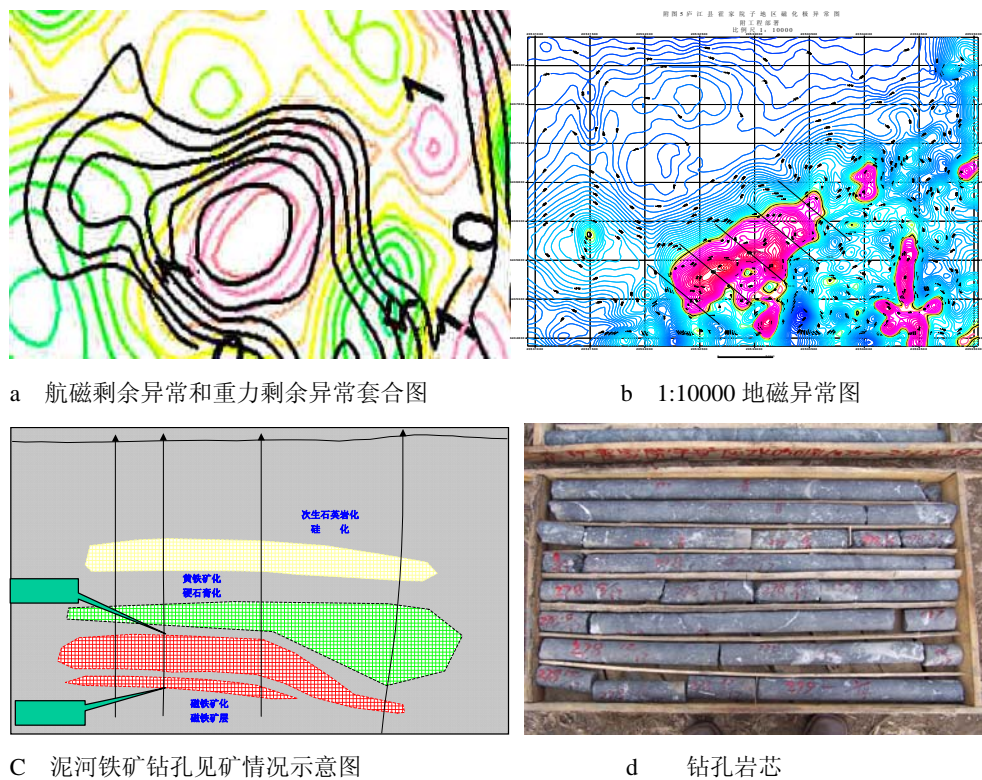


图 23 安徽泥河铁矿物探异常与见矿示意图

④航空物探找矿效果和部省合作航空物探等项目的示范作用，带动了地方航空物探工作的大力发展，促进了海域航空物探专项的开展。

以部省合作为平台，通过与内蒙古、黑龙江和新疆地方政府在重点成矿区带合作开展航空物探示范工作，引导和带动了内蒙古、新疆、黑龙江、青海、河北、山西、山东和辽宁等省（自治区）地方政府航空物探工作的大力发展，充分发挥了地方航空物探工作在地质找矿中的作用；据不完全统计，近 3-4 年地方政府出资签订开展 1: 5 万航空物探协议面积约 100 万平方千米，目前完成面积约为 50 万平方千米。

通过开展南海南薇—北康海域 1: 25 万航磁勘查等海域航

空物探项目，促进和推动了国家海洋“420专项”的开展。

(5) 成果广泛应用于经济社会发展的方方面面。

①开展了广东南部地区水文环境航空物探勘查，获取了广东南部地区天然放射性环境辐射数据，查清了广东南部地区的环境高辐射水平分布特征，发现一建筑工程建在特别奇高的放射性异常区内，经向国家环保局和广东省有关部门反映，推动了广东省房屋建筑工程放射性环境检测地方法规的出台，为该地区放射性环境评价提供了基础资料，为大亚湾核电站放射性监测建立了本底参考。

②为国家基础测绘、大瑞等铁路选线、核电站选址、油气资源调查与评价、地震研究等经济社会发展提供了区域地球物理基础资料。例如：为国家测绘局提供了浙江、福建、江西、北京、天津、河北、山西、湖南、湖北、河南、山东、陕西、上海、江苏、安徽、贵州等16个省（市）的区域重力调查数据与成果，为国家重大基础测绘工程区域大地水准面精化提供了坚实可靠的不可或缺的基础资料。目前，大地水准面精化成果已在上述16个省、直辖市得到广泛地应用，取得了良好的经济效益和社会效益。

③为吉林省乾安地区开展了航空电磁法浅层地下水和土质调查，为该区农业规划提供了基础资料。根据航电三个频率的低背景场对应浅层淡水体、高背景场对应半咸水体、高强异常对应咸水体的特点，编制航电水资源（水质）普查成果图。

根据航电高频的电磁响应的相对场强圈定了土壤的盐渍化程度及其分布，划分出盐碱土、重盐渍化土、轻盐渍化土和非盐渍化土四类土质。

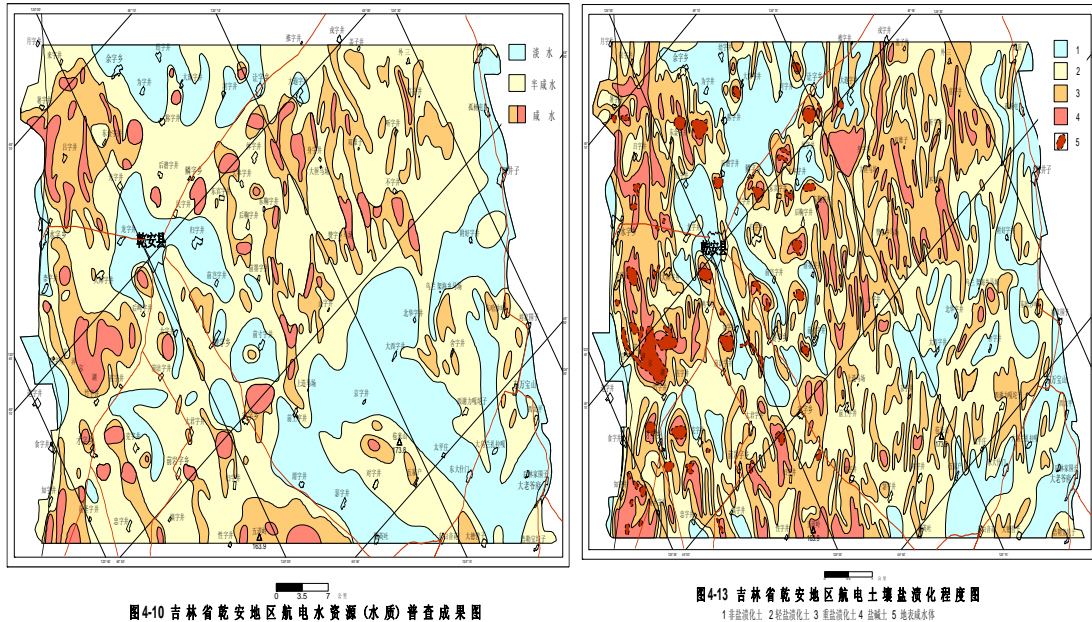


图 24 ××浅层地下水和土壤盐碱化航空物探推断图

(6) 区域地球物理调查方法技术继续保持国际先进。

1. 航磁测量系统主要性能指标进一步提高，航磁测量技术继续保持国际先进水平。

研制和开发了新一代 HC-2000 核光泵磁力仪，提高了仪器的灵敏度、测量精度和采样率，仪器主要技术性能再上新台阶。全面实现了航磁测量自动化采集和磁实时软补偿，大大提高了野外工作效率，明显提高了航磁干扰场的补偿精度。采用了双星座卫星导航定位技术，导航定位精度达到 10m 级。成功利用 DTM 设计飞行方案，提出了航高监控新方法，有效地降低了飞行高度。实现大范围航磁测量与地面磁日变网同步连续观测和

逐点校正方法，编图质量可靠。航磁测量国产仪器和调查技术保持国际先进水平。

2. 实现了航空物探多参数、多目标、大跨度、全地域测量。

引进了 IMPULSE 直升机频率域磁电综合测量系统、珈玛能谱测量系统和航空重力测量系统，研制了 Y-12 飞机航磁水平梯度测量系统、Y-12 飞机航空物探（磁、电磁、伽马能谱）综合站测量系统、直升机航磁测量系统，开发和组装了多套适合于不同地区、不同勘查目的的高精度航空物探测量系统，实现了我国航空物探多参数、多目标、大跨度、全地域测量。

3. 区域重力调查技术进步显著，定位精度和布格异常总精度大大提高。

引进了一批 LCR 和 CG-5 型等高精度重力仪，延长了重力野外观测闭合时间，广泛应用了 GPS 高精度定位测量技术和 CQG2000 大地水准模型、区域大地水准精化模型，大大提高了重力观测精度、定位精度和工作效率，解决了西部高山区区域重力调查的关键技术问题。中比例尺区域重力调查总精度从以往的 1.0 毫伽提高到 0.5 毫伽，平面定位精度从 50m 提高到 10m，高程精度从 4m 提高到 1.6m。

4. 重磁勘探数据处理和解释方法技术显著提高。

开发了航空物探处理系统 AirProbe、航空物探综合解释系统和区域重力数据库信息系统（RGIS2007），研究了综合利

用总磁异常与磁场垂直梯度分离识别异常与快速确定磁源深度方法、直接用于起伏观测面上磁异常或垂直梯度反演地下场源物性磁化强度分布的拟 BP 方法、基于 MAPGIS 技术利用地物化遥等综合信息的矿产资源快速评价预测方法,大大提升了我国重磁资料处理能力和解释水平。

5. 计算机制图技术全面推广应用,重磁编图技术进一步提高。

开发了 MapGis 下航空物探彩色成图软件和区域重力数据库信息系统 (RGIS2007),广泛利用计算机数字制图、数据存储和电子印刷技术于重磁编图和制图工作,彻底改变了原来手工编绘作业的落后状况,提高了编图质量,大幅度缩短了编图、成图和成果提交的时间。

6. 开展了区域地球物理调查新方法新技术的试点和试验,推进了新方法新技术的推广应用。开展了西部工作程度较低地区 1:5 万电法快速扫面、长江中下游重点成矿区带 1:5 万综合地球物理立体地质结构调查试点,以及国产固定翼 HDY-401 型三频航电航空物探 (电/磁) 综合站和国外引进的吊仓式直升机航电系统的试生产,为区域地球物理调查新方法、新参数的应用奠定了基础。

三、项目获奖情况

1. 国家科学技术进步二等奖 1 个。

青藏高原中西部航磁概查

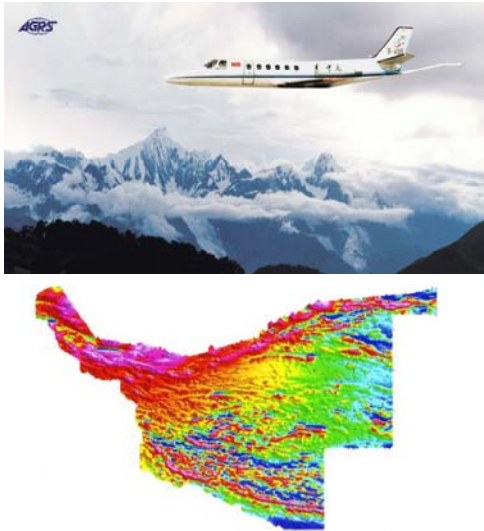


图 25 青藏高原中西部航磁概查成果图

2. 国土资源部科学技术一等奖

青藏高原中西部航磁概查

3. 国土资源部科学技术二等奖 4 个项目

全国 1:500 万航磁图编制

基于 WINDOWS 系统的航空物探软件系统的研制

西藏申扎那曲地区固体矿产航空物探勘查

航磁软补偿国产化研究

4. 省级获奖情况

“湖南 1:20 万城步幅区域重力调查”项目获湖南省人民政府《湖南省“十五”重大地质调查成果奖》

“河北省冀北地区 1:20 万区域重力调查”项目获河北省科技进步三等奖。